

# 高校化学における多摩川の水質の 教材化とその指導法の研究

—陸水の地球化学から環境教育へ—

1990年

小島和雄

都立砂川高等学校教頭

# 目 次

はじめに .....	1
I 研究の目的 .....	3
II 研究の方法 .....	7
1. 調査及び研究の計画 .....	9
(1) 規模 .....	9
(2) 方法 .....	9
(3) 手順 .....	9
2. 調査及び研究の場所 .....	10
3. 調査及び研究の組織 .....	11
III 研究内容及び調査結果 .....	13
A-I 授業における指導法の研究 .....	15
A-I-1 河川水を教材とした生徒に親しみをもたせる化学の 授業展開法の研究 .....	大平健二 ..... 16
A-I-2 高校化学における河川水の教材化 .....	野田為久 ..... 20
A-I-3 CODの測定と金属イオンの定量 ～身近な材料を使って～ .....	野田為久 ..... 22
A-I-4 「環境教育」への1つのアプローチ ～選択講座『化学』で 自然を化学的な視点で眺めさせる指導を实践して～ .....	望月和幸 ..... 27
A-I-5 河川水の水質調査の教材化 ～身近な小河川を教材とした 環境教育の試み～ .....	大野 弘／梶山正明／吉本千秋 ..... 46
A-II 理科（化学）クラブの指導実践 .....	51
A-II-1 東京都立立川高等学校化学部の水質調査研究 ～多摩川とその 流域の水質に関する基礎的調査（1984～1990）～ .....	小島和雄 ..... 52
A-II-2 東京都立立川高等学校化学部による多摩川及びその流域の水質 調査結果（1987～1990） .....	都立立川高校化学部々誌『ION』より ..... 105

B-I	高等学校における環境教育	275
B-I-1	高等学校における環境教育試論	小島和雄 276
B-I-2	提言『高校理科における 環境汚染事例の教材化と環境教育の推進』	小島和雄 279
B-I-3	環境教育	小島和雄 286
B-I-4	環境問題を化学する	小島和雄 288
B-II	高等学校における環境教育の実践	291
B-II-1	「環境教育」No.1 ～小石川高校定時制での実践～	望月和幸 292
B-II-2	「環境教育」No.2 ～定時制での一つの事例～	望月和幸 294
B-II-3	合成洗剤と環境教育	望月和幸 295
B-II-4	Think globally, act locally.	小島和雄 298
C-I	教師による研究事例	299
C-I-1	河川水の水質調査の教材化 ～木炭で川が蘇るか～	大野 弘/梶山正明/吉本千秋 300
C-I-2	河川水の教材化 ～浄化をめぐって～	吉本千秋/大野 弘/梶山正明 304
C-I-3	河川の水質調査の教材化II ～身近な都市河川と生活排水を 教材とした環境教育の試み～	梶山正明/大野 弘/吉本千秋 311
C-I-4	自然を“化学の眼”で眺める方法を指導する ～生徒と共に取り 組む環境教育への1つのアプローチ～	望月和幸/大平健二 321
C-I-5	生徒が理解しやすい定量実験の教材化 ～「比色分析」の 教材化・指導法の開発への1つのアプローチ～	望月和幸 327
C-I-6	水および有機溶媒の分子量測定	大町忠敏 337
C-II	環境に対する高校生の意識調査	341
C-II-1	高校生の意識調査のためのアンケート作成	多摩教育化学研究会全会員 342
C-II-2	高校生の意識調査のためのアンケート集計	多摩教育化学研究会 347
IV	参考文献一覧	357
	あとがき	小島和雄 366

## はじめに

筆者らは昭和59年度～昭和61年度の3ヶ年間にわたり、「高校化学における多摩川の水質の教材化に関する研究～地球化学的自然観の形成をめざして～」というテーマで(財)とうきゅう環境浄化財団より研究助成を受けて調査・研究を続けてきた。その具体的な成果として、化学実験テキスト「河川水から化学を学ぶ」を完成することができた。

本研究では、これまでの教師による多摩川の水質の地球化学的研究を更に発展させ、教材化の充実を図ると同時に、完成させた上記のテキストを高校の教育現場におろす際の指導法の望ましいあり方を、授業やクラブ指導の実践事例をもとに追求してみた。特に多摩川の水質の分布をめぐるさまざまな因果関係といった地球化学的内容から、高校理科(化学分野)を展開させ、これを環境教育へいかに導いていけばよいか、環境教育の指導事例などもとりあげながら、問題の提起と解明に努めた。

I

研 究 の 目 的

従来、化学の学習は野外（フィールド）と切り離してなされる場合が多く、化学と大自然の接点についての認識が育ちにくく、生きた学問としての化学即ち地域社会及び日常生活に根ざした学としての化学の役割を高校生に見失わせがちであった。環境教育の重要性が叫ばれている現在、化学の学習においても地球化学的視点に立った指導法の確立が是非とも必要になってきた。筆者らは、学区域を流れる多摩川の水質を地球化学的発想ならびに手法をとり入れた調査・研究によって解明し、高校理科（化学分野）における教材として、また授業内容としてそれらを活用したり、高校「化学」の内容に体系的に組み入れることにより、新しい高校化学教育を創造することをねらいとしている。同時に、本研究によって次代を担う若い都民の多摩川に寄せる関心を「多摩川の自然環境の保全、回復、環境創造」といった意識にまで高めることを本テーマの究極の目的とした。

## II

# 研 究 の 方 法

# 1. 調査及び研究の計画

## (1) 規模

本調査及び研究の規模は、これまでおこなってきた3ヶ年間の調査研究の内容を補うという意味で、2ヶ年程度で完成するものとした。従って内容もかなり締め込む必要があった。しかし、研究全体としては5ヶ年の規模であるから、かなりの広がりや深さが要求されているはずである。本研究の最大の課題はこの点をいかにバランスよく整理し、まとめていくかということであった。結局、本研究では、次の3項目を骨格として、完成させることにした。

**A** 化学実験テキスト「河川水から化学を学ぶ」を活用した指導法の研究

**B** 高等学校における「環境教育」のあり方とその実践

**C** 教師による研究～多摩川の水質の地球化学的研究とその教材化～

## (2) 方法

本テーマにおける研究活動には、一般的な教育研究活動と多摩川の水質調査活動の二種類があるが、本調査・研究の特徴はメンバーの全員が高校教師であるということから、特に後者については高校生と共に研究を進めていく点であった。従って、多摩川全域にわたる広範な採水・調査活動においてはクラブの生徒と教師が一体となって一つの仕事に取り組んだ。一日の間にしかも3～4時間という短時間で多摩川の全水系の水を採水・調査できるのも正にこうしたチームプレーのおかげであった。このような活動を年に数回実施し、採取したサンプルは冷・暗所に保管し、10日以内に原則として無処理のまま分析を完了させた。同じサンプルを生徒と教師が分け合って使用した。また同じ水質項目を別の測定方法で調べ確かめ合ったり、測定結果を全く別の目的に使用したこともあった。生徒の行う分析は化学実験テキスト「河川水から化学を学ぶ」に従うことを原則とした。教師たちもこの実験テキストによって指導を重ね、指導上の問題点をチェックしたり、テキストに新たに改良を加えるなどして指導方法の確立を図った。

## (3) 手順

**A-I** 授業における指導法の研究

高校の「理科Ⅰ」、「理科Ⅱ」及び「化学」の授業で前記の化学実験テキスト「河川水から化学を学ぶ」を副教材として用いた場合の指導計画や指導案を作成し、実際の授業におろす。こうして行った授業実践の記録並びに指導の留意点などを蓄積する。又評価に当たっては、メンバーの全員が授業観察等を通し、授業の進め方や指導の方法とからめて、テキストをどのように改訂したら、よりよい指導が可能になるか



等も考えていく。その際、地球化学的自然観の育成及び環境教育といった視点は必ず盛り込むようにする。

### A-II 理科（化学）クラブの指導実践

前記の化学実験テキストを利用して、理科又は化学クラブの生徒に継続的に多摩川の水質調査・研究に取り組ませる。クラブ指導にあたって、教師は生徒達の個々の活動をきめこまかに観察し、その行動記録をとる。

一方、生徒によって得られた水質データについては、時には生徒とは別の観点に立って統計処理や考察を施しておく。これは、クラブ指導の際の重要な資料となったり、テキストを改良するときの貴重な資料となる。

### B-I 高等学校における環境教育試論の作成とその実践事例

高校生を対象としたアンケートを作成し、実施・分析・考察したり、環境教育に関する内外の情報を収集し、整理する。また、これらの情報をもとにして、高等学校における環境教育試論を作成する。

### B-II 高等学校における環境教育の実践事例

前述の環境教育試論にもとづいた実践を高等学校で行うとどうなるか、その実践事例等を紹介する。

### C-I 教師自身による研究事例 ～多摩川の水質の地球化学的研究とその教材化～

多摩川及びその支流の水中に存在する、特に生活排水に起因する有機物について調べ、その経時的な量変化や形態の変化から溶存有機化合物の挙動などを推定していく。同時に、生徒達が測定した、多摩川の水質項目のうち、地球化学的見地から興味深い傾向のあるものについては、十分な検討を加え、各水質分布についての因果関係などを明らかにする。

更に、それらをどのように教材化していくことが、高校化学教育や環境教育の推進にとって望ましいかについても研究を深める。

### C-II 環境問題に対する高校生の意識調査とその集計結果

高校生を対象とした環境教育に関するアンケートを作成し、研究メンバーの勤務する高校の生徒にそれを実施する。アンケートの結果については、多方面から分析を行い、その考察を試み、研究大会や誌上において公表する。

## 2. 調査及び研究の場所

採水及び調査（観測、測定、現地実験など）は多摩川の全流域において、これまで設定してきた地点を中心に実施。調査の対象は原則として、多摩川の本流としたが、地球化学的バックグラウンドをさぐった

り、比較研究のために、奥多摩湖とその流入河川、及び日原川、大丹波川、秋川、残堀川、空堀川また雨水なども調査した。

本研究では、当然のことながら現地における調査つまり現地測定や観測及び現地実験を重視したが、一日のうちにすべての水質項目を測定するための機材を運搬し、電源をはじめ測定に必要な条件を備えたスペースを確保することが至難の業でもあったので、採水したサンプルを持ち帰って、冷・暗所に保管し、無処理のままできるだけ速やかに（10日以内）、実験室における測定を実施した。

新たに設定した採水・観測地点の決定には、これまでと同様、目印としやすい橋の下や支流との合流点などを採用することにした。

採水したサンプルをもち帰っての測定ならびに研究のための実験は、主として都立立川高等学校化学実験室にて実施した。研究者間の打合せや学習会は都立立川高等学校化学教室の他、都立三鷹高等学校、都立東村山高等学校、都立深川高等学校の各化学教室を使用させてもらった。この他、高校生を対象とする調査や研究授業及びクラブ指導については、共同研究者の所属する高等学校においてこれらを行った。

### 3. 調査及び研究の組織

#### (1) 理科（化学）クラブによる調査・研究

理科（化学）クラブが実施する調査・研究としては、都立立川高等学校化学部が昭和62年度～平成元年度の全期間を通してこれをおこなった。従って、生徒達の研究事例並びに指導の成果としては、都立立川高等学校化学部々誌「ION」の中から、多摩川の水質調査に関するものを精選させてもらい、それらを年度を追って掲載し、研究活動報告とさせてもらった。この他、都立東村山高等学校化学クラブ、都立第二商業高等学校及び都立明正高等学校の理科クラブなどの研究並びに指導の成果等も、本研究中で様々な形で活用また引用させてもらった。

#### (2) 教師による調査・研究

教師の調査・研究の組織は、昭和59年度の第一期の研究の当初とは、構成メンバー及び研究課題の分担において多少の変動があったが、研究組織としては一層充実し、所期の目的を達成するのにふさわしい適正な人員構成となった。以下、本調査・研究組織の構成メンバーを記す。

(代表責任者) 東京都立立川高等学校教諭	小島 和雄
東京都立立川高等学校教諭	野田 為久
東京都立三鷹高等学校教諭	大町 忠敏
東京都立小石川高等学校教諭	塚 越 博
東京都立東大和高等学校教諭	堀 美三夫
東京都立八王子高陵高等学校教諭	山 岸 健
東京都立多摩工業高等学校教諭	川 合 文 夫

東京都立東村山高等学校教諭

大野 弘

東京都立北高等学校教諭

大平 健二

東京都立深川高等学校教諭

望月 和幸

東京都立明正高等学校教諭

梶山 正明

東京都立第二商業高等学校教諭

吉本 千秋

東京都立神代高等学校教諭

鈴木 路子

### III

## 研究内容及び調査結果

A - I

授業における指導法の研究

## A-I-1 河川水を教材とした生徒に親しみをもたせる 化学の授業展開法の研究

東京都立北高等学校教諭

大平健二

### 1. はじめに

高校における化学の学習は、教室と実験室で行われることが多く、生物や地学の学習に比べて野外（フィールド）に出る機会が少ない。そのため、生徒にとって学習した化学法則や化学反応と自然界で実際に起こっている現象とが結び付けにくくなり、また医薬品や合成繊維など生活物資を製造する技術と深く関わっていることを忘れてしまうことがある。これは特に、化学の学習に困難を感じている生徒にとってしばしばみられる傾向である。しかし、様々な形で自然界と接していかなければならない私たちの現実と、特に環境教育が重要視されている今日において、化学の学習が教室で行われるのみならず野外へ出て行くことには大きな意義があると思われる。

私たちが野外へ目を向けて化学と特に関連の深い項目を捜してみると、大気・土壌・海水・河川水・動植物など多様な題材を見つけることができる。この中で特に、河川水は多摩川・利根川のような大河川から、各家庭の生活排水が直接流れ込んでいるような小規模な都市河川まで、いたるところに存在している。さらに特別な場合をのぞけば、特に処理をしないでいろいろな化学実験を行うときの材料とすることができるという利点がある。そこで、河川水の性質や水質汚濁の調査を通じて化学を学習させるとともに、環境にも目を向けさせ、身近なところから学習に親しみをもたせる指導法を開発したいと考えて実験方法の工夫を中心にこの研究を行なうことにした。

### 2. 研究方法

研究は、次の4つに分けて行った。

- ① 河川水を教材とした実験題目の選定
- ② 年間授業計画の中での位置づけ
- ③ 実験方法の工夫
- ④ 授業展開についての検討

それぞれの作業はできるだけ並行して行い、今回工夫している実験方法が授業に用いることができると判断できた段階で授業に移すこととした。

河川水の授業への取り入れ方としてはいろいろ考えられたが、はじめは水質について考えて行くことにした。

### 3. 研究内容

#### (1) 実験題目について

実験題目は、「自然と化学～川の水の汚れの原因と汚れの測定」とし、化学的酸素要求量（COD）（\*1）を題材とすることにした。

#### (2) 年間授業計画の中での位置づけ

近年、中学段階で理科の学習をあきらめてしまう生徒がみられるようになり、化学の学習にも拒否反応を示す者がみられるようになってきた。そこで、この授業単元を生徒が化学を学ぶ最初の時期（高校2学年1学期）に位置づけることにした。一般的に化学学習の最初の単元は混合物の分離がおかれているが、今回私が考えている実験は幸いにも混合物の分離の一方法である溶媒抽出法を用いることにしているので、この後の単元の学習もスムーズにいくと思われる。

#### (3) 実験と学習について

授業展開法の研究にとりかかると先立って、授業に取り入れる野外実習（フィールドワーク）の検討と実験方法の検討からはじめた。

##### (a) 野外実習について

野外実習で生徒に行わせる主な作業は河川水の採取である。しかし、先に述べたように自然と環境に目を向け、これらと化学のつながりを学習させるために、水の採取を行う河川のおかれた状況、地形の特徴等を事前に学習させておいて実際の現場と比較対照させたほうがよい。このため、実習に先だってあらかじめいくつかの候補地を選定し、その地点の環境についてできるだけ情報を集めさせることにした。

実際の採取時には、水の採取の他に次の4項目の調査を行わせることにした。

- ① 周辺の市街化の進み具合
- ② 採水点周辺の動物や植物の観察
- ③ 目視による河川水の色や濁りの測定・河床の状態の観察
- ④ 水温・pH・電気伝導度等の機器による測定

これらの調査は野帳を作らせて克明に記録させ、教室に戻ってから行う実験の結果と対比できるようにさせることにした。

幸い、私の勤務校の北高の付近には荒川が流れており上記の実習には好都合である。

##### (b) 実験内容と方法の検討

河川の水質汚濁を表す指標にはいくつかの方法がある。代表的なものは、生物学的酸素要求量（BOD

D)と化学的酸素要求量(COD)である。このうちBODは、測定操作が複雑であり、熟練を要するので高校化学で取り上げるには不適當である。しかし、CODはその定義が比較的わかりやすく、測定方法を工夫することによってある程度の成果をあげることができると考えられる。CODは、試料水中に過マンガン酸カリウムや重(二)クロム酸カリウムで酸化される有機物がどのくらい含まれているかを表すものであり、CODの測定方法はJISに定められた方法の他にいくつかの簡易化された方法が報告されている(\*2)。これらの方法は、実験操作の煩雑なことや、再現性が化学クラブに在籍する生徒がある程度操作に習熟した段階で行っても低い場合があるという問題点がある。本研究ではCODの調査が主ではないので、上記の方法は教員による演示実験にとどめ、若干精度が落ちるが誰でもできる操作性と確実な再現性を持つ溶媒抽出法(\*3)と比色法(\*4)を組み合わせた測定方法を考えてみた。

河川水のCOD値を変化させる主な原因は河川水中に含まれるフミン、フラボンなどの有機物である。(都市河川で家庭排水などが直接流れ込んでいる場合には、炭水化物やたんぱく、アミノ酸その他の有機物が主原因であることが多い。)

ここで取り上げた実験では、フミン、フラボンを選択的に水相から有機相へ抽出し、有機相においてフミン、フラボンの総量と比例して発色する関係にある発色剤を加えて発色させ、標準列法(\*5)による比色法でCODを測定したいと考えた。

現在、上記の方法で抽出剤と発色剤を兼ねる物質としてメチレンブルーを用いて実験を行っているが、実験結果の再現性がまだ不十分であり定量的な実験に用いることのできる条件がまだ得られていない。今後、抽出剤を変更することや実験条件を変えることも検討して授業に用いることのできる方法にしたいと考えている。

#### (4) 授業展開について

実験方法がまだ定まっていないので、実施に移していない。授業へ下ろせる目途がついた段階で授業を行いたいと考えている。

## 4. おわりに

今年度の研究経過では、実験方法の開発に時間がかかり、今日まだ完成していない。しかし、あとすこしで一定の結果が得られる見通しがでてきつつある。結果が得られ次第、63年度の授業で実際に授業を展開した上で問題点を検討し、生徒の反応や学習の状態に応じてさらに工夫を進めていくつもりである。

1年間の研究で一定の成果を得るつもりであったが、残念ながらそこまでたどりつくことができなかった。今後、引続き研究を行っていくつもりである。

#### (\*1) COD (20℃における過マンガン酸カリウムによる酸素消費量)

試料を硫酸酸性とし、酸化剤として過マンガン酸カリウムを加え、20℃で4時間反応させ、そのとき消費した過マンガン酸カリウムの量を求め、相当する酸素の量(mg酸素/l)で表わしたものの。



(\* 2) 大野他 都高校理科教育研究会 理化部会「研究発表集録25」(1985)

大野他 日本理化学協会「大阪大会研究発表資料集」(1986)

(\* 3) 溶媒抽出法

測定したい又は取り出したい物質が溶けている試料水と水に溶けない有機物に取り出したい物質と結合する抽出剤を溶かしたものを分液ロートにいれ、2つの液を混合することにより特定の物質を有機相へ取り出す方法。

(\* 4) 比色分析法

溶液の色調又はその色の濃さを標準液のそれと比較して物質の濃度を定量する化学分析法。

(\* 5) 標準列法

いろいろな濃度の溶液で1系列の標準色溶液をつくり、同じ条件で発色した試料溶液の色が標準列のいずれに相当するかをみて濃度を求める方法。

## A-I-2 高校化学における河川水の教材化

東京都立川高等学校教諭 野田 為久

公害が大きな社会問題となって以来、学校教育の場においても、いわゆる環境教育の重要性がさかんに叫ばれるようになった。しかし、高等学校の化学の学習は、従来は、直接自然と接触する機会に乏しく、そのため生徒は、化学を単に教科書の中のでき事としてとらえ、生きた学問としての化学、即ち生活や環境に密着した化学の側面を見失いがちであった。

東京の郊外一多摩地区の高校に勤める我々のグループは、近くを流れる多摩川の河川水を利用して化学の学習を進めることを考え、その教材化を研究してきた。その結果、河川水を利用することは、高校化学の様々な分野できわめて有効であることがわかった。例えば、次のような応用例がある。

### (1) 河川水における主な元素の検出と分析

河川水中には、生活廃水などに起因する窒素化合物( $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ )や硫黄化合物( $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ), 塩化物イオン( $\text{Cl}^-$ )などが含まれている。これを定性分析することにより、無機化学の分野における種々のイオンの性質や、イオン間の反応を知ることができる。また、塩化物イオンをモール法で定量分析することにより、滴定実験における器具の使い方や、濃度の計算などを学ぶことができる。

### (2) 河川水(海水)の凝固点降下の測定

河口付近の河川水や海水を使用して凝固点を測定し、凝固点降下(希薄溶液の性質)を学ぶ。また逆に、海水中のイオンの総モル数を知ることでもある。

### (3) 河川水中のコロイドの観察

河川水の中には種々の物質がコロイド状態になって溶けこんでいる。これを凝析させたり、チンダル現象を観察することにより、コロイド溶液の性質を調べる。

### (4) 河川の自浄作用をさぐる

河川の有する自浄作用を、OC(簡易酸素消費量測定法)の実測値から算出した自浄係数によって理解させる。OCの測定は酸化還元反応である。

### (5) 河川水中の炭酸の電離定数の決定

これは高校化学の中では、中和反応から化学平衡に関する内容である。中和反応により、アルカリ度や酸度を測定し、炭酸の平衡定数を求めることができる。

### (6) pHの測定

pH計を用いて河川水のpHを測定し、上流から下流に向かってのpH値の変化、また年度ごとの比較を

行う。pHの意味、pH計の使い方などを学ぶ。

### (7) 河川水の有機汚濁の測定

河川水のCOD(化学的酸素要求量)を測定することにより、河川の有機物による汚れの状況を調べ、自分の住んでいる環境への理解を深める。これは酸化還元滴定の学習にもなる。

### (8) Mg, Caのキレート滴定

河川水中に溶けている $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ はEDTAによって滴定することができる。このキレート滴定の方法と原理を学習する。

### (9) 窒素を含むイオンやリン酸イオンの比色分析

窒素を含むイオン( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ )や $\text{PO}_4^{3-}$ を比色法により分析する。

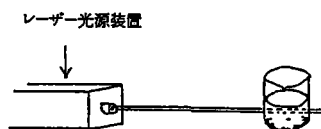
まだこのほかにも、いくつかの応用例がある。

以上の内容の中には、やや高度のものもあり、全員が履修する化学の授業には不向きなものもあるが、それは、理科系に進む生徒を対象とする選択の授業や、クラブ活動に利用できる。以下に、(3)の河川水中のコロイドの観察と(4)の河川の自浄作用についてより詳しく述べてみることにする。

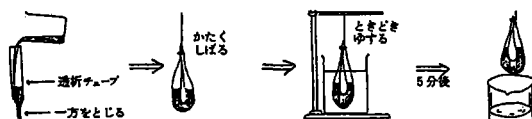
#### [河川水中のコロイドの観察]

コロイドの実験では、水酸化鉄(III)のコロイドがよくとり上げられるが、その中で河川水の実験をつけ加えよう。

まず、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ のコロイドを作り、チンダル現象を観察する。これにはレーザー光源装置を使うとよい。

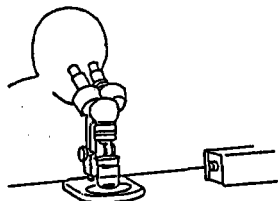


次に透析の実験であるが、透析チューブ(幅が4cmくらい)を使用するのが便利である。これを20cmほどの長さに切り、図のように一方を閉じてコロイド溶液を入れ、純水中に浸しておく。



凝析と保護作用の実験は  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  のコロイド溶液で行うが、ここで同時に河川水を取り上げる。

河川水（特に上流のもの）は、一見、たいへんきれいで純水のように透明で濁りがない。この50mlをビーカーにとり、横からレーザー光線をあててみる。



これにミョウバンの飽和溶液を2ml加え、ガラス棒でかきまぜる。次に装置全体を双眼実体顕微鏡の下に置き、コロイド粒子の動きを観察する。河川水はコロイド溶液であるが、そのままではチンダル現象は見にくい。これにミョウバン溶液を少量加えると、凝析が起こってコロイド粒子が成長し、チンダル現象がきれいに見られるようになる。多摩川の upstream から downstream まで20か所の地点の河川水を調べたところ、ミョウバンを加えてからチンダル現象が認められるまでの時間に相当差があり、また、光線の道筋の見え方にもかなりの違いがあったが、上流、中流、下流での傾向は特に見られなかった。20倍程度の双眼実体顕微鏡でこの凝析したコロイド粒子を観察するのもおもしろい。レーザー光線の光の中でいろいろな形のコロイド粒子が、不規則に激しく運動し、きらきらまたたくように見える。しばらくおくと、白い綿状の沈殿物を生成するものもあった。この沈殿物は、今後、調べてみる予定である。

このように、授業の中で河川水を利用することにより、生徒はコロイドについて、また、身近な環境について、より強い興味を持ったようである。

#### 【河川水の自浄係数の決定】

河川の種々の汚れは、河川が流れるにつれて、沈殿や酸化分解反応が起こって有機物が減少していき、水がきれいになる。これが河川の自浄作用であるが、これをOC（簡易酸素消費量測定法）の実測値から算出した自浄係数によって理解させる。

2点間における河川の自浄係数は次のようにして算出する。上流A地点でのOC値をCA、下流B地点でのOC値をCB、そのAB間の流達時間をt(day)とすると、このCA、CB、tの間の関係はStreeter-Phelpsのモデルにより、

$$C_B = C_A \times 10^{-kt}$$

で表される。このkが自浄係数であるが、上式を変形して、kは次のようにして求めることができる。

$$k = \frac{1}{t} \log \frac{C_A}{C_B}$$

#### (1) 試薬の調製

a. ニクロム酸カリウムを乾燥させ(約100℃で3~4時間)、放冷後2.45gを水に溶かして1lとする(溶液a)。

b. O-フェナントロリン2gと硫酸鉄(II)1gを溶かし、100mlとする(溶液b)。

c. 煮沸後冷却した水約500mlに硫酸鉄(II)アンモニア20gを溶かし、硫酸20mlを加え、水を加えて全量を1lとする(溶液c)。

d. 硫酸銀11gを硫酸1lに溶かす(溶液d)。

(2) 溶液cのファクター(f)を求める。

① 標準用N/20ニクロム酸カリウム溶液aを10ml三角フラスコにとり、水を加えて100mlとし、硫酸を30ml加える。冷却後、これに指示薬として溶液bを数滴加える。

② 溶液cで滴定し、青紫から赤褐色になる点を終点とする。

③ 溶液cの滴下量より、cのファクターfを求める。 $f = 10/v$  : vは滴下量(ml)

(3) OCの測定

① 選定した2地点で河川水を採水する(試料水)。

② あらかじめ、硫酸水銀(II)を0.5g加えたところに、試料水10mlを三角フラスコにとり、水を加えて20mlとし、よく振りまぜる。

③ 次に溶液aを10ml加え、よく振りまぜながら溶液dを20ml一気に加え、さらによく振りまぜる。15分間放置する。冷却後、水を加え約200mlとする。

④ 指示薬として溶液bを数滴加え、溶液cで滴定する。

⑤ 別に水20mlを取り、空実験を行う。

次式により、OCを計算する。

$$OC = (x - y) \times f \times 1000 / v \times 0.4$$

OC: ニクロム酸カリウムによる酸素消費量(ppm)

x: 空実験に要した溶液cの量(ml)

y: 試料水の実験に要した溶液cの量(ml)

f: 溶液cのファクター V: 試料水(ml)

(4) 流達時間の測定

A地点を通過した水がB地点を通過するまでの時間を流達時間という。流達時間は、短い区間での平均流速とAB間の距離から求めてもよい。具体的方法は生徒に考えさせるとよい。

(5) 結果

立川高校の化学部では  $k = 0.8$  [1/day] という結果を得ている。

【参考資料】

「河川水から化学を学ぶ」(多摩教育化学研究会, 1987)

## A-I-3 CODの測定と金属イオンの定量

— 身近な材料を使って —

東京都立立川高等学校教諭

野田 為久

## 1. はじめに

我々の身の回りにある材料を使って化学の学習を進めるのはよいことだと思う。教科書の中で学んだ知識が、実生活にどのように応用されているのか、また逆に、普段身近にあるものが、どのような“化学”物質であるのかを認識するのは大切なことである。

今回行ったのは、酸化還元の単元の中で、フロの水を使った COD（化学的酸素消費量）の測定を取り上げ、また金属イオンの学習の中で、市販されている水を使った  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  イオンの定量を試みた。

COD の測定は JIS 規格によるものを簡易化した方法<sup>1)</sup>で行い、また、金属イオンの定量は EDTA によるキレート滴定を行った。

## 2. COD の測定

COD の測定法としては、酸化剤として、過マンガン酸カリウムを用いる方法と、ニクロム酸カリウムを用いる方法とがある。ニクロム酸カリウムを用いると有機物の酸化率が高く、測定値の再現性もよいが、操作が難しく時間がかかること、6価クロムを多量に使用するため、特に生徒実験では後の処理に困

るといふ欠点がある。ここでは、過マンガン酸カリウムを用いた JIS 規格によるものを生徒実験向けに簡易化した方法で行った。

## (1) 準備

ビュレット（かっ色）、ホールピペット（5 ml, 10ml, 50ml）、コニカルピーカー（200 ml）、0.01N シュウ酸ナトリウム水溶液、（1+3）硫酸（濃硫酸を水で4倍に希釈）、0.01N過マンガン酸カリウム水溶液

## (2) 実験の方法

① 過マンガン酸カリウム水溶液の標定（ファクター  $F$  を求める）。

ア. 純水 50ml に（1+3）硫酸 5ml とシュウ酸ナトリウム水溶液 10ml を加え、60～80°C に加温する。

イ. 0.01N 過マンガン酸カリウム溶液で滴定する。溶液がうすい紅色を呈したときが終点である。この終点の見極めは少し難しい。上手に行った班のを皆に見せるとよい。滴定に要した過マンガン酸カリウム溶液を  $x$ ml とすると、 $F=10/x$  である。

## ② 空試験値の測定

ア. 純水 50ml に（1+3）硫酸 5ml と0.01

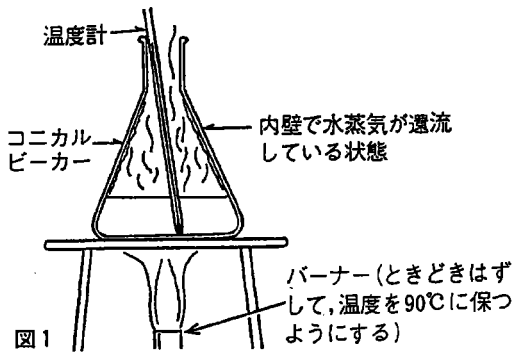


図1 N過マンガン酸カリウム 10ml を (ビュレットから) 加え、石綿付金網上で5分間加熱する(図1)。沸騰する直前の 90°C くらいの温度を5分間保つのがよい。これは、コニカルビーカーの壁面で水蒸気が還流しているのが見え、かつ沸騰していない状態である。なお、このとき、沸騰石は入れてはならない。

なお、JIS 法では、この部分は沸騰水浴中にビーカーをつけ、30分間加熱するようになっている<sup>2)</sup>。

イ. 火からおろし、直ちに 0.01N シュウ酸ナトリウム溶液を 10ml 加える。溶液は無色になる。

ウ. これを 0.01N 過マンガン酸カリウム溶液で滴定する。溶液がうすい紅色を呈したときが終点である。このときの滴定値を  $b$  ml とする。

### ③ 本試験

試料水 (フロの水) 10ml をとり、純水を加えて 50ml とする。以下は②の空試験と同じ操作を行い、過マンガン酸カリウムの滴定値を  $X$  ml とする。次の式で COD (ppm) を求める。

$$\text{COD} = \frac{1000}{V} \times F \times 0.01 \times 8(X - b)$$

(O<sub>2</sub>mg/l)

フロの水の採取は次のようにした。あらかじめ 300ml の採水ピンを各班に 2 個ずつ渡し、実験前日のフロの水を採取した。一方にはフロを沸かした直後で、誰も入っていない水を、他方には家族が入り終わった水を採取した。なお、ピンは 3 回、共洗いするようにした。

### ④ 結果と考察

表 1 のような結果を得た。A~D と E~H は別のクラスである。

表 1

班	入浴人数	F (ファクター)	b (空試験)	X (入浴前) X (入浴後)	COD (前) COD (後)
A	4 人	0.936	1.20ml	1.80ml 1.99ml	5.2ppm 5.9ppm
B	4	0.922	1.45	1.69 2.11	1.8 4.9
C	3	0.922	1.15	1.80 2.20	4.8 7.7
D	4	0.927	1.24	1.50 1.90	1.9 4.7
E	3	0.920	0.85	1.10 1.50	1.8 4.8
F	5	0.970	0.90	1.00 1.45	0.78 4.3
G	3	0.980	0.70	0.80 1.10	0.78 3.2
H	3	0.930	0.80	1.00 1.60	1.5 6.0

JIS 法では、塩化物イオンの影響を除くため硫酸銀を入れるよう指示してある。A~D では 1g の硫酸銀を入れたが、E~H には加えなかった。塩化物イオンが特に多くない限り、加える必要はないと思われる。また、A~D は純水としてイオン交換水を使用した。E~H は銅製の蒸留器による蒸留水を使った。空試験の結果からみると蒸留水を用いた方がよい。

COD の値をみると A 班を除いて、1 人入浴するごとに 1.0~1.5ppm 程度増すようで

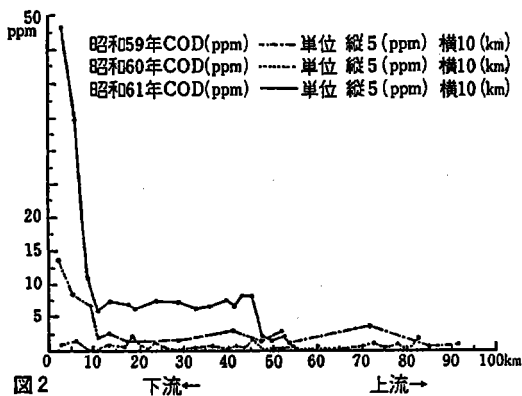


図2

ある。また、入浴後の値は平均して5 ppm程度であり、これは多摩川の中流域の汚れとほぼ等しい。図2は、化学部の生徒が毎年定期的に行っている多摩川のCOD値である<sup>3)</sup>。

### 3. Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> イオンの定量

市販されている数種類の水のCa<sup>2+</sup>とMg<sup>2+</sup>の量をキレート滴定で求めた。水質分析の本<sup>4)</sup>にしたがって行ったが、特に生徒実験の中で気づいたことを述べておく。

まず、NN指示薬を使用するが、これはきわめて少量(耳かき $\frac{1}{3}$ 程度)でよい。入れ過ぎると最初の赤紫色が濃すぎて、変色した点の発見が困難となる。また、濃い水酸化カルシウム溶液(8N)を使うので、この溶液の調整と使用には充分注意を要する。EDTA滴定は当量点における色の変化が明確(赤→青)であり、CODよりやさしい。表2に分析結果を示す。図3は多摩川のデータである。

フランス(エビアン)の水のビンに記してある表示の値は、Ca<sup>2+</sup> 78ppm, Mg<sup>2+</sup> 24ppmだから、生徒実験の結果とあまり差はない。この水の値は他と比べて非常に大きく、多摩川の下流(羽田沖近く)の値とほぼ等しい。他の水は、予想したよりも値が低かった。

表2

	水道水	フランスの水	秩父の水	谷川の水	京都の水
Ca <sup>2+</sup>	20ppm	83ppm	12ppm	11.2ppm	40ppm
Mg <sup>2+</sup>	4.9ppm	25ppm	2.4ppm	2.9ppm	12ppm

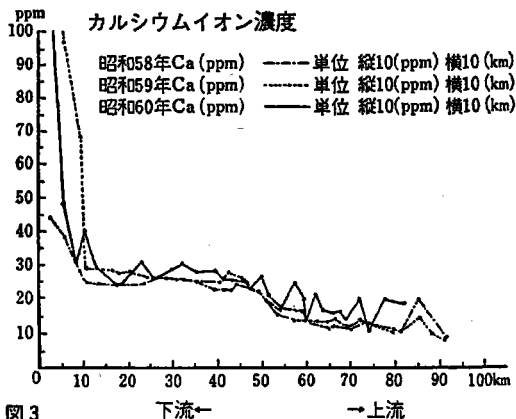


図3

### 4. おわりに

この実験を行ったのは3年生の選択クラスで、将来は化学・薬学系に進学を希望する生徒であり、人数も少ない。しかし、このCODの簡易測定法を使えば、48名(12班)でも充分実験可能と思う。酸化還元を学びながら環境汚染の問題を考える上でよい試みであった。また、キレート滴定も比較的簡単に行える実験であり、もっと高校の化学で取り上げられてよいと思う。

### 参考文献

- (1) 吉本千秋他, 日本化学会第53回春季年会(東京)化学教育部会(1987)報告。
- (2), (4) 三宅泰雄・北野 康, 新水質化学分析法(地人書館), p. 104
- (3) 高校化学における多摩川の水質の教材化に関する研究(とうきゅう環境浄化財団), p. 72

表 3 おいしい水の試買テスト

昭和60年4月 東京都消費者センター試験研究室調べ

品名	製造者又は販売者	品名等に因する表示	源泉・産地等に因する表示	容器・包装の形態と内容量 (ml)	購入価格 (円)	製造年月日 (59年)	保存・賞味期間	成分表の有無	保存・使用上の注意	pH	消費量の換算	電気伝導度の換算	蒸発残留物の換算	ミネラル成分				塩素イオン (mg/L)	一般細菌 (個/L)	大腸菌 (個/L)	Ca (生及び炭酸の測定例) (mg/L)	
														ROMO <sub>2</sub>	Na (mg/L)	K (mg/L)	全硬度換算 (CaCO <sub>3</sub> ) (mg/L)					
1 ニセコミネラルウォーター	倉島乳業株式会社	清涼飲料水 (天然湧水)	北海道の大自然が生んだ純湧水・ニセコ(羊山)の中腹より自噴	紙パック 1000	200	10.19	1年	無	無	8.5	0	93	87	1.4	7	2	21	ND	9	—	陰性	
2 ミネラルウォーター (まきょうこく)	北海道ミネラルウォーター株式会社	清涼飲料水 (経路飲料水)	鶴巻富士(羊山)の雪蓋のとけと地下となりこんごと湧き出ている	ビニールパック 2000	450	9.18	—	無	無	7.3	3	70	102	1.0	7	2	18	ND	7	—	陰性	
3 ゼルムハイミネラルウォーター	エールウォーター株式会社	清涼飲料水	北海道の純良湧水	ガラスびん 800	100	—	—	無	無	7.2	4	130	141	0.8	9	3	34	ND	8	—	陰性	
4 月山自然水	山形県西川町 (水達課)	清涼飲料水	霊峰月山	ポリびん 1000	180	10.12	—	無	有	7.3	2	70	59	1.0	5	1	19	ND	3	+	陰性	
5 樹氷の雫	樹小島總本店	清涼飲料水	最上川源流の名水	ポリびん 1000	200	—	—	無	有	7.0	4	170	145	1.0	7	1	62	ND	5	—	陰性	
6 日光の天然湧水 (けいこう水)	仰けいこう水本舗	清涼飲料水 (日光の天然湧水)	下野の国、日光連山の奥深く湧き出る清き湧流水	ポリびん 1000	180	11.16	1年	無	有	7.0	6	100	114	0.9	3	1	39	ND	2	—	陰性	
7 深山湧水	樹高橋次右衛門	清涼飲料水	下野の国、日光連山の奥深く湧き出る清き湧流水	ポリびん 1000	190	9.4	—	無	有	7.1	5	99	99	1.3	3	1	40	ND	1	—	陰性	
8 大清水	日本国有鉄道 高崎鉄道管理局	清涼飲料水	谷川源流の湧水	スチール缶 245	70	11.21	2年	無	無	7.5	2	110	78	3.0	5	1	36	ND	4	+	陰性	
9 筑波豊泉 (杉の水)	キョクコマン株式会社	清涼飲料水 (筑波豊泉)	名山筑波山の杉の根もとより湧きたつ	ポリびん 1000	220	9.6	—	無	有	7.5	2	180	139	3.0	9	1	59	ND	10	—	陰性	
10 秋父湧流水	朝日フーズ株式会社	清涼飲料水	筑波山系の天然に湧き出した湧流水	ポリびん 1000	180	11.14	1年	無	有	8.2	0	110	78	1.0	2	1	41	ND	1	—	陰性	Ca Mg 124 2.5
11 丹沢山系の純水	雪印乳業株式会社 厚木工場	清涼飲料水	丹沢山系の天然の湧水	紙パック 1000	170	9.10	1年	無	有	8.1	0	210	162	0.8	9	1	90	ND	7	—	陰性	
12 天然ミネラルウォーター (ナナンバン)	日本水質研究所	清涼飲料水 (天然ミネラルウォーター)	—	ガラスびん 300	50	—	—	無	有	8.7	0	350	261	1.1	15	3	150	ND	20	—	陰性	
13 ミネラルウォーター (雪玄)	樹原泉館	清涼飲料水 (ミネラルウォーター)	鶴巻富士に隣接する下部川の深流の山麓より湧出	ポリびん 1000	200	11.19	—	無	有	8.4	0	700	519	1.0	82	1	161	ND	76	+	陰性	
14 富士山の湧き水	樹富士高原	清涼飲料水 (富士山系)	富士山の湧き水は、溶岩の中心流れながら自然浄化された水だけ	ポリびん 1000	200	9.10	1年	無	無	7.8	2	110	120	0.8	7	2	44	ND	5	—	陰性	
15 富士ミネラルウォーター	堀内合名会社	清涼飲料水 (天然湧水)	甲州下部の天然湧水	ガラスびん 780	100	—	—	無	有	8.3	0	310	241	0.8	30	1	86	ND	24	—	陰性	
16 森林の水	無煙酒造株式会社 元林野弘済会	清涼飲料水	取水採取地 諏訪営林署 国営林山麓に湧き出した	ポリびん 1000	200	7.16	—	無	有	7.2	3	29	40	1.0	2	1	3	ND	ND	—	陰性	
17 霧ヶ峰清流水	フィッシュジャパン株式会社	清涼飲料水 (炭酸ミネラルウォーター)	霧ヶ峰の天然湧水	ポリびん 1000	160	10.4	—	無	有	7.2	7	180	158	1.6	13	6	53	ND	22	—	陰性	
18 南アルプスの自然水	カゴメ株式会社	清涼飲料水 (ミネラルウォーター)	南アルプス山麓	紙パック 1000	150	11.20	約3ヶ月	無	有	6.9	4	140	148	0.8	12	2	34	ND	6	—	陰性	

No.	商 品 名	製 造 者 又 是 販 売 者	品 名 等 に 関 する 示 表	源 泉 ・ 産 地 等 に 関 する 示 表	容 器 ・ 包 装 の 形 態 と 内 容 量 (ml)	購 入 価 格 (円)	製 造 年 月 日 (59年)	保 存 供 味 期 間	成 分 表 の 有 無	保 存 社 意 用 意 項 上 の 有 無	pH	消 費 量 換 算	電 気 伝 導 度 換 算	蒸 発 残 留 物	RMO <sub>2</sub>	ミネラル成分			大 腸 菌 群	Ca <sup>+</sup> 生 及 徒 の 測 定 例 Mg(例) mg/L		
																Na	K	全 硬 度 CaCO <sub>3</sub> 換 算				
19	宇治名水 百夜月井の水	宇治名水	—	—	ポリびん 1000	200	—	—	無	無	7.0	4	75	82	0.9	8	2	16	ND	5	+	陰性
20	宇治の名水	宇治の製茶場	清涼飲料水	宇治の名水	ポリびん 1000	200	10. 3	1年	無	有	7.0	4	75	88	0.8	8	2	16	ND	6	+	陰性
21	鞍馬スーパミネラル 鞍馬飲料水	鞍馬飲料水	清涼飲料水 (健胃飲料水)	加茂川上流鞍馬川最奥地の 岩間より噴出	ガラスびん 1000	200	—	—	無	無	6.6	2	17	28	0.7	2	0	3	ND	2	—	陰性
22	山崎の名水	サントリー	ミネラルウォーター	京都郊外山崎	紙パック 1000	180	7. 16	1年	無	有	7.1	4	410	284	9.0	13	2	159	ND	56	—	陰性
23	ウエルキンソン ミネラルウォーター	朝日麦酒	ミネラルウォーター	兵庫県六甲山で発見された 天然鉱水	ガラスびん 1000	190	(58年) 10. 10	—	無	無	7.2	4	520	351	1.1	52	6	121	ND	78	—	陰性
24	神戸ウォーター	神戸ベルゲン	ミネラルウォーター	大地の恵んだ神戸の美水	ガラスびん 1000	200	9. 12	1年	無	無	7.7	2	440	245	1.4	53	8	70	ND	95	+	陰性
25	六甲のおいしい水	ハウス食品工業	清涼飲料水 (鉱泉水)	六甲山の地下から湧き出 た天然の水	紙パック 1000	200	11. 6	1年	有	有	6.8	20	740	407	1.1	80	11	110	ND	143	—	陰性
26	宮水ミネラル	ゆずり企業	清涼飲料水	六甲山系ゆずり舞台の地下 より湧き出した鉱泉水	紙パック 1000	250	11. 15	6ヶ月	無	有	9.0	0	170	127	9.3	9	2	58	ND	5	—	陰性
27	龍神の自然水	龍神物産	清涼飲料水 純粋ナチュラルウォーター	和州の豊郷と言われる勝山山 標高1370mより湧き出る石清水	ポリびん 1000	250	9. 15	6ヶ月	無	有	7.2	2	43	52	1.2	4	0	13	ND	2	—	陰性
28	九重高原 ミネラルウォーター	カモメ食品工業	清涼飲料水 100%天然鉱泉水	九重高原からたえずまなく湧 き続ける…天然鉱泉水	紙パック 1000	200	9. 8	—	無	有	7.1	3	110	107	6.6	6	2	28	ND	3	—	陰性
29	まりしま	野々湯温泉	清涼飲料水(天然アル カリイオン水・無添加料)	霧島山系、鹿児島県牧園町 三本堂野原で自然湧出	ポリびん 900	250	5. 4	1年	有	有	7.9	1	340	415	0.9	36	10	109	ND	4	+	陰性
30	ノルウォーター	重松貿易	ミネラルウォーター	原産国ノルウェー 北極に近いノルウェー大自然の中 で、湧き出ている原料の天然水	ガラスびん 750	350	(輸入) 2. 20	—	無	無	8.2	0	82	70	0.9	3	1	30	ND	ND	—	陰性
31	エビオン	伊藤忠商事	清涼飲料水 (ミネラルウォーター)	輸出国フランス	ガラスびん 250	230	—	—	無	無	6.9	71	540	332	1.0	7	1	296	ND	3	—	陰性
32	マウンテン・ヴァレ ウォーター	マウンテン・ヴァレ ウォーター社	ミネラルウォーター	原産国アメリカ	ガラスびん 473	300	—	—	無	無	7.9	1	370	224	1.0	3	1	181	ND	4	+	陰性
参 考 1	ヴィチルウォース	丸紅食料	清涼飲料水(天然炭酸 ミネラルウォーター)	原産国フランス 原料名: 水、炭酸ガス	スチール缶 330	250	(輸入) 8. 18	—	無	無	5.0	4500	690	479	1.3	9	6	333	0.08	7	—	陰性
参 考 2	ファリス	朝日本S.T. ジョンソン商会	スパークリング ミネラルウォーター	原産国ノルウェー (成分: 炭酸、水)	ガラスびん 340	250	—	—	無	無	4.8	5000	2800	1549	100.0	497	20	190	ND	735	—	陰性
参 考 3	水道水	東京都港区加岸 東京都消費者センター試験研究室で利用	—	—	—	—	—	—	無	無	7.2	6	260	241	2.2	25	4	96	0.06	37	—	陰性

(注1) ND : 不検出のこと、その分法では検出できなかったことを表す。鉄の場合0.02mg/L未満、塩素イオンでは1mg/L未満とした。

(注2) 上記のテスト結果のうち、一般細菌数等に係る基準以上の数値については、昭和60年5月10日付衛食第73号「ミネラルウォーター類製造施設の監視指導化について」をもつて、厚生省生活衛生局食品保健康長官により各都道府県に通告されており改善が図られている。

(注3) 「+」は水道法に定められている水質基準以上の一般細菌が検出されたことを、「-」は検出されないうか、又は検出されてもそれが基準より小さかったことを表す。



## A-I-4 「環境教育」への1つのアプローチ

— 選択講座「化学」で自然を化学的な視点で眺めさせる指導を实践して —

東京都立小石川高等学校教諭

望月和幸

### 1. プロローグ

最近、都市部では河川がその水質の汚染を原因として、身近な存在から離れつつある。そこで、高校「化学」の授業の1単元として、この「環境問題」を取り上げてみたい。

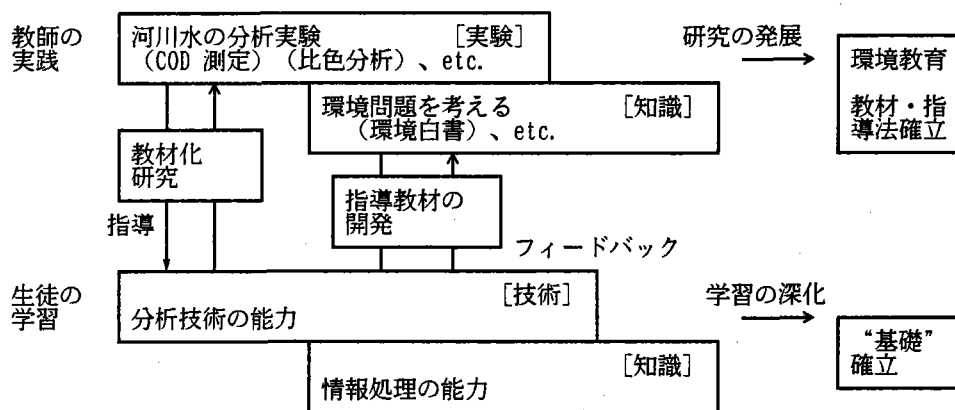
そこでは、下記の点を“ねらい”としたい。

- (1) 分析化学を中心とした生徒実験により、自然を“化学の眼”でながめる方法を身に付けさせる。
- (2) 現在、社会問題となっている“環境問題”により関心を向けさせる。
- (3) 将来に渡り、環境汚染等の身の回りで起こる諸問題に対して、幅広く科学的に考え、対処していくための“基礎・基本”を確立させる。

ここでの“基礎・基本”とは、①環境問題に関する知識、②自然を化学的に分析するために必要となる化学実験の基本理論や基本操作の技術である。

私たちの多摩教育化学研究会が取り組んでいる、この“ねらい”に向けた「環境問題」の指導概念を図-1に示した。この概念図に基づいた実践の成果として、分析化学実験を中心とした環境教育用の実験テキスト「河川水から化学を学ぶ」をすでに完成させている。

今回は、この実験テキストを使用した環境教育の実践事例を報告する。またこの環境教育の実施に先立ち、高校生の環境問題に対する認識調査を実施したのでその結果についても報告する。



〔図-1〕「環境教育」の指導概念

## 2. 高校生の環境問題に対する認識調査の目的は

高校生が“環境問題”に対し、①どのような認識をもち、②どの程度の知識をもちあわせているのかを、正確に把握することである。そこで、アンケート調査により、高校生の環境問題に対する“レディネス”をつかみ、今後の「環境教育」の展開に、これを活用していこうとするものである。

## 3. 認識調査の方法は

アンケート調査の形式をとり、その質問を次の項目に分類して作成した。実施したアンケートの質問を資料-1に示した。

- (1) 河川・河川水に関するイメージについて (質問：4、5)
- (2) 河川・河川水の現状に対する認識について (質問：6、7、8、9)
- (3) 河川・河川水の汚染に関する認識について (質問：10、11、12、13)
- (4) 河川・河川水の浄化に関する認識について (質問：18、19、20)
- (5) 河川・河川水の汚染に関する情報にどのように接してきたかについて (質問：14、15、16、17)

アンケートの実施対象は、東京都の都立高校普通科・全日制(6校)・定時制(2校)、都立高校職業科・全日制(1校)の全学年の生徒である。1、2年生を中心に、1,123人から回答が得られた。

## 4. 調査を実施した都立高校の所在地により

①東京都の区部(多摩川の下流域)、②東京都の市部(多摩川の中流域)、③東京都の多摩地区(多摩川の上流域)と3校ずつのグループに分けて集計した。ここで、多摩川を1つの目安としているのは、私達の研究会が多摩川をテーマとして「環境教育」に取り組んでいるからでもある。

この集計では、区部と市部・多摩地区との間に傾向の違いを見ることができる。その中のいくつかをピックアップしてみることにする。

〔質問：4〕

あなたは“川”と聞くとどんな“イメージ”が浮かびますか？

次の言葉の中から、3つ記号で答えて下さい。

- (ア) うるさい、(イ) 楽しい、(ウ) 透明、(エ) 冷たい、  
 (オ) におい、(カ) 茶色、(キ) 美しい、(ク) 魚、  
 (ケ) 水色、(コ) きたない、(サ) つまらない、  
 (シ) 静か、(ス) きれい

(%)	魚	冷	静か	汚い
区 部	43	39	40	44
市 部	52	47	53	38
多摩地区	44	42	31	25
平 均	46	43	41	36

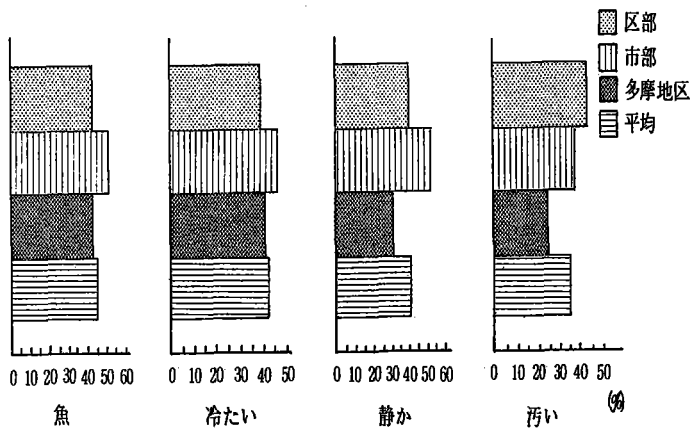
〔質問：6〕

あなたは、自然界の“川”の働きのうちどんなことをよく知ってますか？

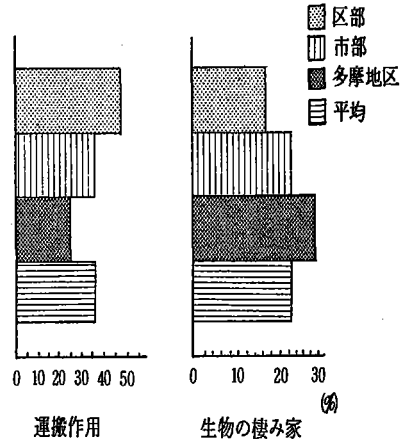
次の中から、一つ記号で答えて下さい。

- (ア) 運搬作用、(イ) 侵食作用、(ウ) 浄化作用、(エ) 生物の棲む家の提供、  
 (オ) 堆積作用

(%)	運 搬	生 物
区 部	43	18
市 部	32	24
多摩地区	22	30
平 均	32	24



〔図-2〕 河川のイメージ



〔図-3〕 河川の働き

図-2に「河川に対するイメージ」、図-3に「河川の働き」についての回答を平均の多い順番にまとめた。自然環境に比較的恵まれた市部・多摩地区と区部との間に、河川に対してのイメージや認識に開きがあることが分かる。

図-4の「家庭排水の行方」にも、地域差がみられる。気になるのは、約4分の1の生徒が「わからない」と回答している点である。

図-5に「河川の汚染の原因」をどのように捉えているかについて示した。

〔質問：9〕

あなたは自分の家の排水がどこに流れて行くか知っていますか。

次の中から、記号で答えて下さい。

- (ア) 下水道、(イ) 直接川に、(ウ) 浄化槽  
(エ) わからない

(%)	下水道	川	浄化	不明
区部	68	1	8	23
市部	64	1	11	23
多摩地区	61	7	19	13

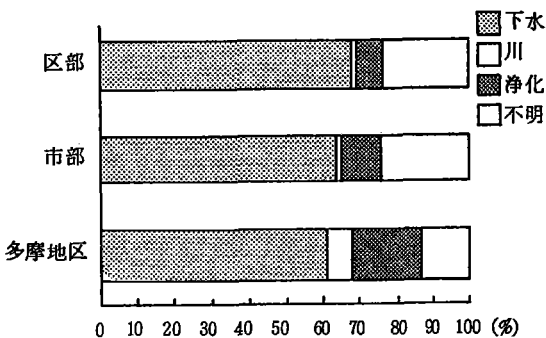
〔質問：12〕

あなたは、川の水を汚す主な原因は、何だと思いますか？

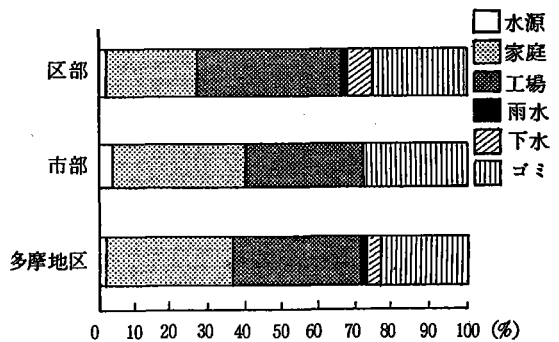
次の中から、1つ記号で答えて下さい。

- (ア) 水源地の汚染(鉱山等)、(イ) 家庭排水、(ウ) 工場排水、(エ) 流域に降る雨、(オ) 下水処理場からの水、(カ) ゴミの投げ捨て

(%)	水源	家庭	工場	雨水	下水	ゴミ
区部	1	26	40	1	7	25
市部	3	37	29	0	3	28
多摩地区	1	35	36	1	4	23



〔図-4〕 自分の家の家庭排水の行方



〔図-5〕 河川水の汚染の原因

5. 定時制での調査結果の傾向は

全般的に全日制とよく似ていることも確認できた。以下に、その全・定の比較を示した。

図-6に、これまでに「学校で環境問題について学習してきているか」について示した。回答の多い科目順は、①小学校では、「社会」、「道徳」、「理科」、②中学校では、「社会(地理)」、「保健」、「理科」、③高校では、「保健」で学習してきている。しかし、全・定共に約4分の1の生徒が、「NO」と回答している点が気になる。

図-7に、環境問題でよく登場する「ことばの認識の程度」について質問した結果を示す。全日制、定時制共に「化学の守備範囲に属する語」の知名度が極端に低いことも確認できた。

図-8に、「環境問題に取り組もうとする姿勢」について質問した結果を示す。河川の浄化に取り組もうとする意識も比較的高いようであり、環境問題について、適切な指導を実施していくことで、さらに高めることが期待できる。

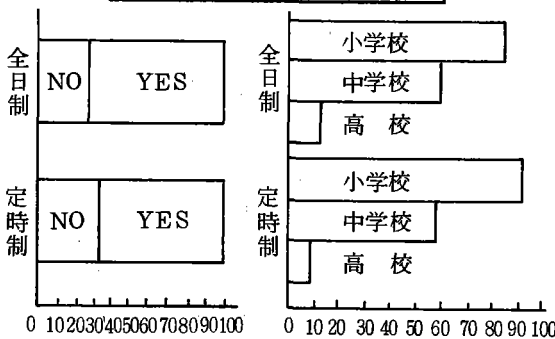
〔質問：14〕

あなたは、河川水の汚染について学校の授業で習ったことがありますか？

YESの場合、小・中・高のどこで習ったのですか？

河川の汚染についての学習 (%)

項目	N O	Y E S	小 学 校	中 学 校	高 校
全日制	26	74	85	60	12
定時制	31	69	92	58	8



〔図-6〕

〔質問：19〕

あなたは、今後川をどのようにするのがよいと思いますか？

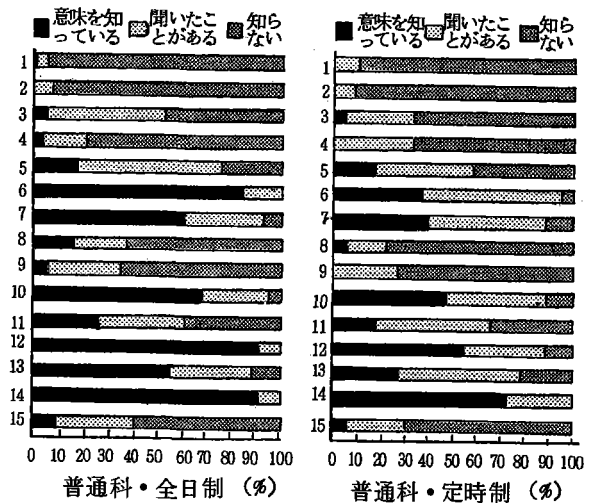
- (ア) きれいにしていくことに参加する。
- (イ) きれいにすることを望むが、自分は何もできない。
- (ウ) いまままでよい。

回答	ア	イ	ウ
全日制	55	44	1
定時制	38	62	0

〔質問：17〕

あなたは、次の“ことば”を知っていますか。

- ①BOD ②COD ③pH ④水の硬質
- ⑤ppm ⑥環境庁 ⑦浄化槽 ⑧富栄養化
- ⑨生物指標 ⑩無リン洗剤 ⑪自浄作用 ⑫赤潮
- ⑬酸性雨 ⑭イタイイタイ病 ⑮シアン



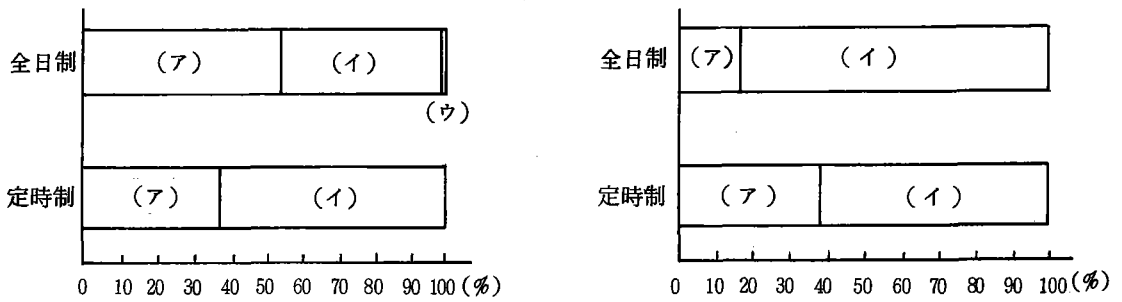
〔図-7〕 用語の知名度

〔質問：20〕

あなたは、道路の整備と下水道の整備では、どちらが優先するとおもいますか？

- (ア) 便利な生活をするために、道路を整理する。
- (イ) 川をきれいにするために、下水道を整備する。

回答	ア	イ
全日制	16	84
定時制	38	62



〔図-8〕

## 6. 環境問題に対する認識調査の集計を眺めて

前述のような、地域による傾向の差の見られる項目もあるが、その他の項目では、地域差がほとんど見られなかった。また、学校間の差も同様にほとんどなかった。このような内容のアンケートに対しては、学力の差は反映しないようである。

「どういふ状態の川を汚れていると思うか」といふ〔質問11〕に対して、生徒の回答は各地域共に、①にごり、②いろ、③におい、④生き物、⑤ゴミ、⑥あわの順になった。生徒達は、「視覚的に捉えやすい」項目を挙げている。水、清くとも目に見えない「毒物」の存在（化学的な視点）では捉えていないようである。

調査の対象となった全日制・定時制合わせて9校で、ほぼ同様の結果が得られた。その結果を資料-1に示した。それから分ったことを挙げてみると、次のようになる。高校生は、

- (1) 環境問題を目に見えない毒物の存在といった化学的な視点からは捉えていない。
- (2) 環境問題に登場する用語のうち、COD、シアン等化学用語の知名度が特に低い。
- (3) 環境問題は、高校「理科」ではほとんど学習されていない。
- (4) 環境問題に取り組もうとする意識は高い。

## 7. 小石川高校定時制での「環境教育」を

この調査の結果を参考にして、化学的な視点から自然を眺めさせる目的で、分析化学実験を中心にして「環境教育」を計画した。同時に、「化学」が守備範囲とする環境問題に関係した用語についても適切な指導ができるように心掛けた。

このようにして計画した「環境教育」の概要を表-1に示した。ここでは、各テーマで以下のような手法を実施している。①まず実験操作を指導し生徒の興味や関心を喚起させる。②続けてその実験データについて考察をさせる。③最後に環境問題と関連させて考えさせる。

表-1の「環境教育」を、本校の3・4年生合同の1単位の「自由選択」で実施した。この選択講座で「化学」を受講しているのは、4年生男子8人、女子6人と3年生の男子3人の合計17人で、4人で1つの実験グループを作らせ指導している。

表1 「環境教育」の指導(都立小石川高校校定時制)

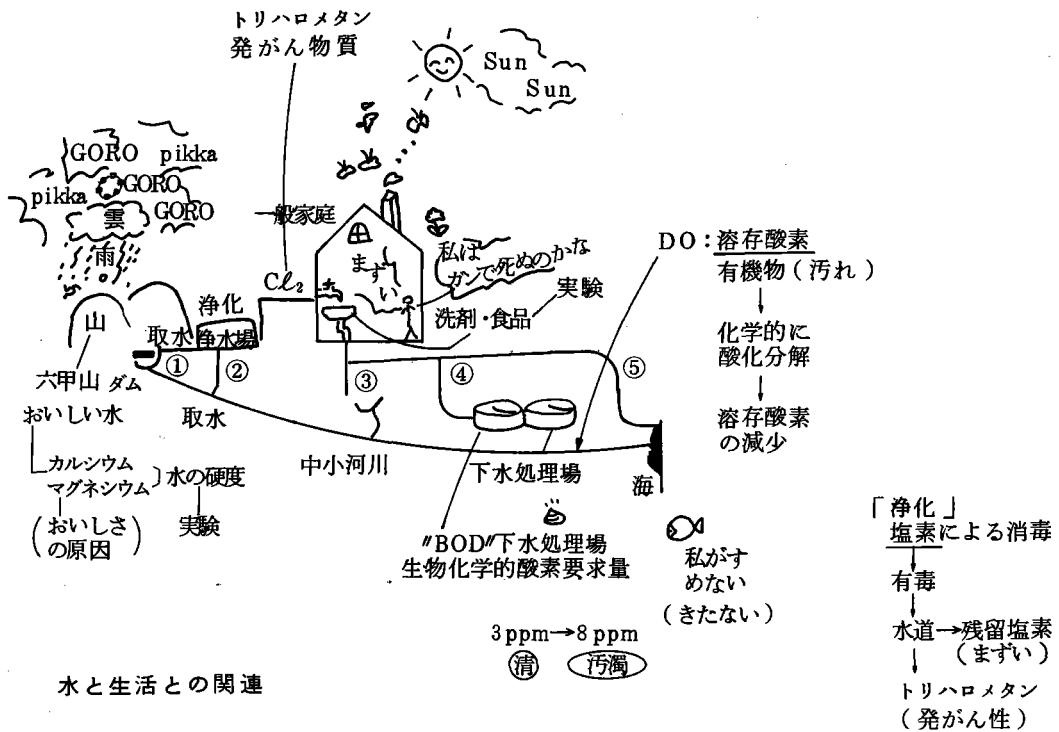
テーマ	指導する実験	サンプル	学習させる内容	指導上の留意点
1. 水の硬度の測定	キレート滴定 (1)ホールビペット、ビュレットの取り扱い (2)データの処理	市販のおいしい水各種	(1)透明できれいな水にか含まれていることをも何認識させる。 (2)化学分析の方法	(1)硬度の計算式は与える。 (2)滴定値と硬度を強く関連づける。
2. pHの測定	機器分析① (1)pHメーターの取り扱い (2)pHの測定方法	家庭排水に含まれている物質 (1)洗剤各種 (2)調味料各種 (3)食品各種	(1)自分たちの生活排水境に及ぼす影響を認識が環させる。	(1)pHの意味については説明をする。
3. 溶存酸素(DO)の測定	機器分析② (1)DOメーターの取り扱い (2)DOの測定方法	水各種 (1)汚い水 (2)藻の生えている水 (3)水道の水	(1)気体も水に溶けている。 (2)溶存酸素の量で水の汚れが測定できる。 (3)溶存酸素の役割	(1)DOの内容は指導する。
4. 化学的酸素要求量(COD)の測定	JIS規格の簡易化法 (1)逆滴定の方法	水各種 (1)フロの水	(1)有機物の酸化分解 (2)水中の有機物の量の表し方 (3)水の汚れとCODとの関係	(1)酸化還元反応の指導をする。 (2)CODの内容を指導する。

### 8. 分析化学実験では

多摩教育化学研究会が「環境教育」用として、独自に作成した分析化学を中心にした化学実験テキスト「河川水から化学を学ぶ」を使用した。実験方法等の具体的な内容はこのテキストを参照されることを希望する。

実験での学習と自分達の生活との関連を考えさせるために、図-9(授業で使用し、生徒が記入したもの)に示すような体系を考えた。そこで使用するサンプルを以下のように選定した。各サンプルに( )内のような意味を持たせ、採水等が授業時間にできにくい定時制の事情をカバーしようと考えた。

- (1) 市販のおいしい水各種……………(水源地の水として代用)  
水道水……………(浄水場で塩素消毒された水)
- (2) 洗剤各種 —————  
調味料各種(醤油、ソース等) ————— ……(家庭排水に含まれている物質)  
食品各種(日本酒、紅茶、コーヒー等) —————  
フロの水……………(家庭の排水)
- (3) 藻の生えている池の水……………(自然水のひとつ)



[ 図-9 ]

## 9. 実験から生徒たちは

器具の取り扱いといった技術的な能力ばかりでなく、薬品の化学反応やその作用という知識も同時に学んでいる。それに対して、

- (1) 実験の様子を図にする。(図-10)
- (2) 環境問題も含め、理論的な内容を図にする。(図-11)

ということ、普段の「化学」の授業で必ず図を描かせているためか、比較的簡単な内容ではあるが、自ら一生懸命にこれに取り組み様子が見られた。

## 10. 「環境教育」の指導を通じて

表-1のテーマに沿って指導を実施して気が付いた点を挙げてみると次のようになる。

- (1) デリケートな滴定の実験では、事前に練習の時間を設ける。

こうすることで、生徒は実験操作に集中でき、45分という授業時間でも1サンプルにつき3回の滴定操作ができた。さらに、1回のやり直し滴定をもさせることができた。

定時制では、1時間が45分なので実施できる内容も制限されてしまう。ところが、生徒たちは仕事にしているせいか、練習等で段取りを一度覚えると、準備や片付けまで含め手際よく操作ができるようになった。予想外の成果ではあったが、これに助けられて時間の壁も乗り越えることができた。

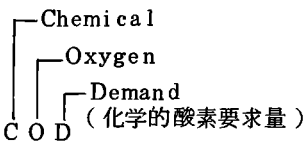
(2) 実験が終了してから、データ処理のための計算式を提示する。

計算式の内容については触れずに、得られた答の持つ意味を考えさせるようにした。データ処理と実験操作を分離し、生徒たちがそれぞれにできる限り集中できるように心掛けた。その結果、サンプルによって「硬度」や「COD」が異なることを自分たちのデータから確認できたことを強く印象付け、実験操作に自信を持たせることもできた。生徒たちは、お互いにデータを比較し合うなどして、実験の成果に満足していた。

(3) 機器分析もできるかぎり取り入れる。

機器分析は、比較的短時間で多くのデータを得ることができるので、授業時間の限られている定時制向きといえる。滴定の実験に比べ測定操作がやさしいので、生徒は測定に熱中した。特に、pHの測定では用意したサンプル以外にもサンプルを要求してくるほど熱心であった。これが影響したのか、pHの意味も興味を持って学習する様子が見られた。

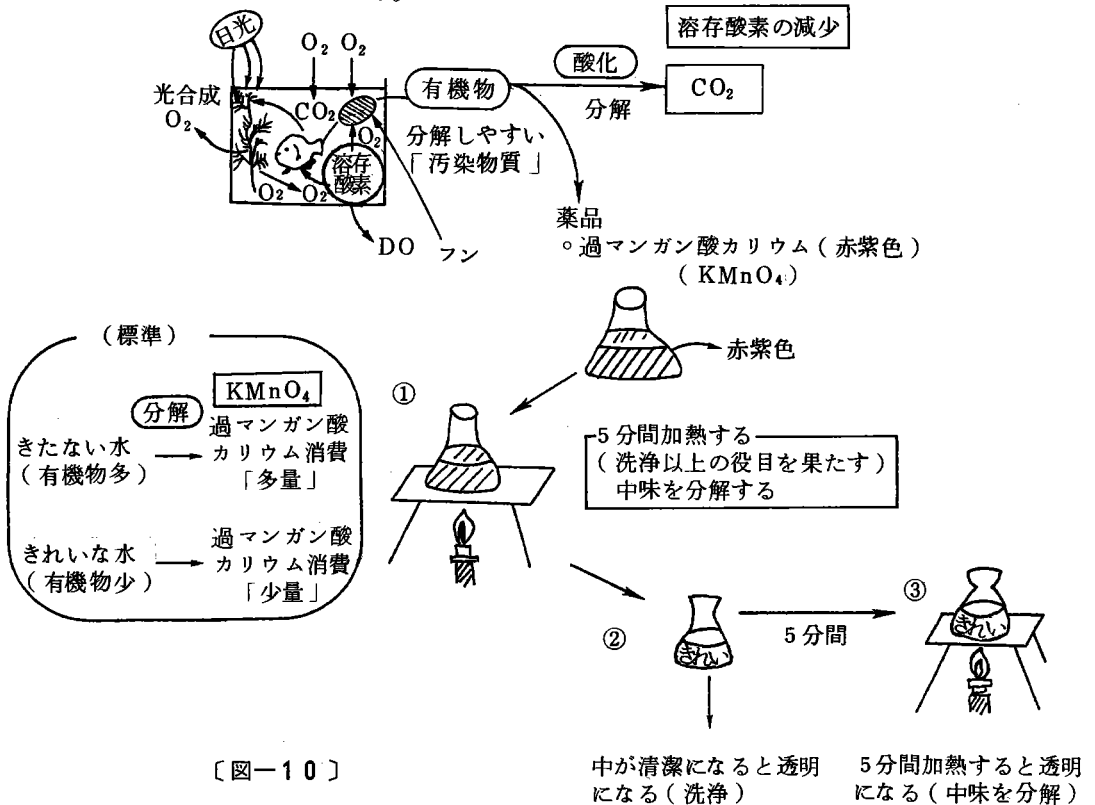
最近、pHメーターやDOメーターは小型化されたり、操作がやさしく、しかも生徒が使用しても壊れにくい構造の製品が出ている。本校では、比較的安価な図-12の製品を購入し生徒に使用させている。



化学的酸素要求量とは

水中の酸化されやすい物質（主として「有機物」）が酸化されるのに必要となる「酸素の量」のことを云う。

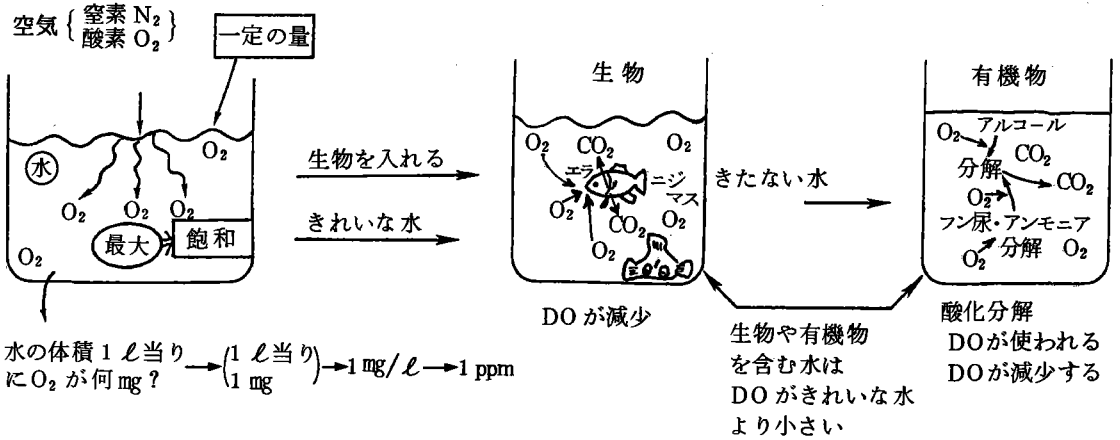
化学的酸素要求量（COD）の数値の大きさが「有機物の量」を表す目安とされている。CODの値が大きいことは有機物が存在していることを表す。



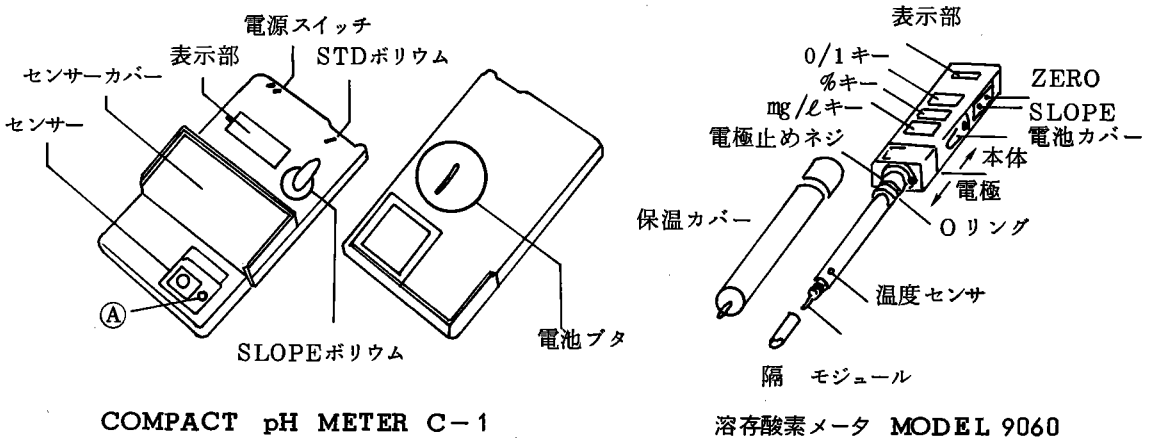
〔図-10〕



DO(溶存酸素)  
Dissolved(水に溶けている)  
Oxygen(酸素)



〔図-11〕



〔図-12〕

### 11. 「環境教育」の実践がどの程度定着しているかを調べるために

ことばについての簡単な問題も作成し実施した。問題を資料-2に示した。実施の結果、全問正解の生徒6名も含み、ほとんどの生徒が8割以上の正解をしていた。今後の展開に期待ができることも確認できた。

この始めたばかりの「環境教育」、まだまだ期待が持てそうである。

## 12. 環境問題に「化学」で触れた生徒たちは（エピローグ）

以上のことから生徒たちは、自然を新しい視点から眺める眼を持ってくれたようである。この授業に対する生徒たちの感想を資料-3にまとめた。

今や私達の身のまわりでは、「水質の汚染」が深刻な問題として、クローズ・アップされている。特に、浄水場で消毒に使用されている「塩素」が原因とみられる、発ガン物質「トリハロメタン」の水道水中の量の増加といった「水、清くとも目に見えない汚染」に対処してゆかなければならないことに、生徒たちが早々に目を向けてくれたことで、この「環境教育」はその“ねらい”の方向に進んでくれたようである。定時制で受験等に比較的制約されないかたちで授業ができたこともその要因と考えられる。

東京都教育委員会では、毎年高校生に冊子「環境と公害を考える」を配布し、環境問題に関する情報を提供し、関心をむけさせている。私たちの研究会（多摩教育化学研究会）でも、さらに現在HPLCを導入し、河川水中の有機物の定量分析にも取り組んでいる。そして、将来に渡り、この問題に対処して行く“基礎”を築き、高校化学分野で指導できるよう研究を続けたいと考えている。

## 謝 辞

本研究をまとめるにあたり、一緒に研究活動が続けている都立立川高校の小島和雄先生、都立北高校の大平健二先生をはじめとする「多摩教育化学研究会」の会員の先生方、また本校での実験の便宜をはかって頂いた全日製の安楽貢先生、片江安巳先生、塚越博先生、実習助手の五十嵐幸子先生に深く感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) 望月和幸 大平健二；昭和63年度全国理科教育大会（宮城大会）「研究発表資料集」、Vol.10, P214~217, (1988)
- 2) 多摩教育化学研究会；化学実験テキスト「河川水から化学を学ぶ」、(1987)
- 3) 東京都消費者センター；「あなたも消費者」No. 51, おいしい水、(1988)

【資料-1-1】

環境問題に関するアンケート調査の集計(多摩教育化学研究会)

質問	内容
1～3	生徒の状況について
4～5	河川・河川水のイメージについて
6～9	河川・河川水の現状に対する認識について
10～13	河川・河川水の汚染に関する認識について
14～17	河川・河川水の汚染に関する情報入手について
18～20	河川・河川水の浄化に関する認識について

調査	集計は%で表示
調査期間	1988年5月
調査対象	都立高校の生徒
調査人数	1,123人

1. あなたの住んでいる所は、どこですか？  
 2. あなたの家は、1戸建てですか？  
 3. あなたの家や学校の近くに流れている川がありますか？あれば、その名前を書いて下さい。

質問：2			質問：3								
項目	YES	NO	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	
	49	51	河川	多摩川	秋川	荒川	野川	神田川	玉川上	石神井	隅田川

4. あなたは、“川”と聞くとどんな“イメージ”が浮かびますか？  
 次の言葉の中から、3つ記号で答えて下さい。  
 (ア) うるさい、(イ) 楽しい、(ウ) 透明、(エ) 冷たい、(オ) におい、(カ) 茶色、(キ) 美しい、(ク) 魚、  
 (ケ) 水色、(コ) きたない、(サ) つまらない、(シ) 静か、(ス) きれい

項目	ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	ク	ケ	コ	サ	シ	ス
	1	14	17	43	14	10	11	46	9	36	6	41	21

5. あなたは、“川”がどのように利用されていると思いますか？次の中から、2つ記号で答えて下さい。  
 (ア) 遊び場、(イ) 用水(上水道、工業、農業等)、(ウ) 下水、  
 (エ) 観光資源、(オ) 公園、(カ) 交通、(キ) 発電、(ク) 漁業

項目	ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	ク
	28	69	41	11	10	1	19	6

6. あなたは、自然界の“川”の働きのうちどんなことをよく知ってますか？  
 次の中から、1つ記号で答えて下さい。  
 (ア) 運搬作用、(イ) 侵食作用、(ウ) 浄化作用、(エ) 生物の棲む家の提供、(オ) 堆積作用

項目	ア	イ	ウ	エ	オ
	32	20	17	24	7

7. あなたは、川の水の中に次の5種類の水がどの程度含まれていると思いますか？次の5種類について、  
 それぞれA：多い、B：含まれている、C：ほとんどない、と記号で答えて下さい。  
 ①水源地の水(山) ②家庭排水 ③工場排水 ④流域に振る雨 ⑤下水処理場からの水

項目	①			②			③			④			⑤		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
	39	38	23	32	56	12	27	51	22	39	48	13	23	52	25

8. あなたは、自分の知っている川が“きれい”だと思えますか？次の中から、記号で答えて下さい。  
 (ア) きれい、(イ) 汚れている、(ウ) わからない  
 9. あなたは、自分の家の排水がどこに流れて行くか知ってますか？次の中から、記号で答えて下さい。  
 (ア) 下水道、(イ) 直接川に、(ウ) 浄化槽、(エ) わからない  
 10. あなたは、東京の川はどの辺まで汚れていると思いますか？次の中から、記号で答えて下さい。  
 (ア) 下流だけ、(イ) 中流まで、(ウ) 上流まで

質問：8			
項目	ア	イ	ウ
	15	67	18

質問：9				
項目	ア	イ	ウ	エ
	64	3	13	20

質問：10			
項目	ア	イ	ウ
	14	70	16

【資料-1-2】

11. あなたは、どのような状態の川を汚れていると思いますか？ その状態を書いて下さい。

	①	②	③	④	⑤	⑥
内容	にごり	いろ	におい	生き物	ゴミ	あわ

12. あなたは、川の水を汚す主な原因は、何だと思えますか？ 次の中から、1つ記号で答えて下さい。

(7) 水源、地の汚染(鉱山等) (イ) 家庭排水、(ロ) 工場排水、(ハ) 流域に降る雨、(ニ) 下水処理場からの排水、(ヘ) ゴミの投げ捨て  
 13. あなたは、次の排水について、法律による規制があると思えますか？ 次の2種類の排水について、  
 A: 有る、B: ない、C: わからない、と記号で答えて下さい。  
 ① 工場からの排水 ② 家庭からの排水

質問: 12

項目	ア	イ	ウ	エ	オ	カ
	2	32	35	1	5	25

質問: 13

項目	①			②		
	A	B	C	A	B	C
	85	4	11	22	42	36

14. あなたは、川の水の汚染のことを、学校の授業で習ったことがありますか？  
 “YES”の場合には、該当する学校全部に○印をつけて下さい。  
 (NO) (YES) 小学校 中学校 高校

項目	NO	YES	小学校	中学校	高校
	27	73	62	50	9

15. あなたは、14. で (YES) の場合、なんの時間に習ったのですか？

項目	小学校			中学校			高校		
	①	②	③	①	②	③	①	②	③
	社会	道徳	理科	地理	保健	理科	保健		

16. あなたは、川の汚染について、学校の授業以外で聞いたことがありますか？  
 “ある”の場合には、該当するもの全部に○印をつけて下さい。  
 (ない) (ある) (新聞) (TV) (ラジオ) (本) その他 ( )

項目	NO	YES	新聞	TV	ラジオ	本	その他
	16	84	47	78	6	28	2

17. あなたは、次にある“ことば”を知っていますか？ A: 意味を知っている、

B: 聞いたことがある、C: 知らない、と記号で答えて下さい。  
 ① BOD ② COD ③ pH ④ 水の硬度 ⑤ ppm ⑥ 環境庁 ⑦ 浄化槽 ⑧ 高栄養化  
 ⑨ 生物指標 ⑩ 無リン洗剤 ⑪ 自浄作用 ⑫ 赤潮 ⑬ 酸性雨 ⑭ イタイ病 ⑮ シアン

項目	①			②			③			④			⑤		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
	1	6	93	1	7	92	15	29	56	6	23	71	18	47	35
項目	⑥			⑦			⑧			⑨			⑩		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
	56	39	5	49	42	9	6	21	73	5	27	68	50	38	12
項目	⑪			⑫			⑬			⑭			⑮		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
	25	38	37	72	22	6	49	31	20	80	18	2	12	26	62

18. あなたは、今後川がどうなっていくと思えますか？ 次の中から、1つ記号で答えて下さい。

(7) さらに汚れていく、(イ) きれいになっていく、(ロ) 現状のまま変わらない  
 19. あなたは、今後川がどうなるのがよいと思えますか？ 次の中から、1つ記号で答えて下さい。  
 (7) きれいにしておくことに参加する、(イ) きれいにすることを望むが、自分は何もできない。  
 (ロ) いままのま、

20. あなたは、“道路の整備”と“下水道の整備”では、どちらが優先すると思えますか？ 優先する方の記号を書いて下さい。  
 (7) 便利な生活をするために、道路を整備する。(イ) 川をきれいにするために、下水道を整備する。

質問: 18

項目	ア	イ	ウ
	60	17	23

質問: 19

項目	ア	イ	ウ
	40	56	4

質問: 20

項目	ア	イ
	30	70

## 【資料－２】

次に挙げる水に関する語句の内容を下記の中から選びなさい。

- ①硬度 ②残留塩素 ③パックテスト ④水の比熱 ⑤透視度 ⑥pH ⑦電気伝導度  
⑧DO ⑨COD ⑩酸性雨 ⑪自浄作用 ⑫生物指標

〔選択する内容〕

- ア：水中の無機イオンの総量を表す指標で、これは水の汚れの目安とされる。特に、工場の排水で汚れた河川ではこの測定値が大きい。
- イ：河川には「肉眼で見ることでできる大きさ」の生物がたくさん棲んでいる。その種類を調べることで、水の汚れの程度を調べることができる。
- ウ：化学的酸素要求量と訳す。水中の有機物の酸化に必要な酸素の量をあらわす。この値が大きいと有機物が多く存在する。
- エ：水道水は病原微生物の感染力をなくすために塩素で消毒されている。浄水場で塩素が加えられた結果、末端の水道の蛇口から出る水に消毒作用をもつ塩素が含まれてしまっている。これが「おいしくない水」の原因となる。
- オ：採取した水の濁りの程度をあらわす尺度である。メスシリンダーの下に二重線を描いた標識板をセットし、上から試料水を入れていく。二重線がはっきりと見えなくなったときの水の高さ（cm）のこと。
- カ：ポリエチレンのチューブの中に調合された試薬が1回分ずつ封入されている。ピンで穴をあけて試料水を吸い込み、変化した色の濃淡を標準列と比較して測定値を求める。
- キ：河川は「三尺下がれば水清し」と云われるように、汚れをきれいにする能力をもっている。この河川の能力には、汚濁物質の希釈・沈澱・吸着・浸透による減少や微生物による酸化分解作用が含まれる。
- ク：水中のCaイオンとMgイオンの合計量をあらわす。この測定値が大きい水は、セッケンの泡立ちを悪くしたり、下痢をおこしたりする。しかし、「おいしい水」と呼ばれる水ではある程度測定値が大きく、飲み水とするには適度な量が必要である。
- ケ：水に溶け込んだ酸素は、水中の生物や微生物にとって大変重要である。きれいな水ではこの値は飽和になっているが、汚れた水ではこの酸素が有機物の分解に使われるので測定値が小さくなる。
- コ：蒸留水を空気中に放置すると、自然に二酸化炭素が溶け込んでしまい酸性（pH5.6）になる。したがって、pH5.6以下の雨が振った場合、二酸化炭素以外の汚染物質の影響と考えられる。
- サ：水中の二酸化炭素の濃度の影響を受けやすいので、測定は試料水を採取したらすぐに使う。試料水を試験管等で混ぜるときには、できるだけ静かに行う。測定値は水の酸性・アルカリ性をあらわす。
- シ：河川の水温について、1日の変化の様子を気温の変化の様子と比較してみると、水温の方が変化がにぶいことが分かる。水は空気に比べて暖まりにくく、冷えにくいことが分かる。1gの水の温度を1℃上昇させるのに必要な熱量は1カロリーと大きい。

### 【資料—3】

選択「化学」：生徒たちの授業に対する感想

1年間、水の硬度、pHなど詳しく勉強してきた訳だが、同じ実験を何度かしてみたり、実験がうまくいかなかったりしたこともあった。1番、硬度について詳しく勉強した気がする。硬度だけが味の善し悪しを決める訳でもないこと。やはり塩素を使用せず、自然なままで作りあげられたH<sub>2</sub>Oが1番おいしいということが結論なのだと思います。もっといろいろな場所の水を取ってきて実験ができれば良かったと思います。

〔4年生・女子〕

望月先生の選択をとって、水を分析してきて水の味のよしあしは、中に含まれる物によって変わってしまう事がわかった。同じ日本の内でも、浄水場によってちがうということもわかった。化学の選択を選んでよかったと思っています。

〔4年生・男子〕

1年間、いろいろ実験をやったけど、たのしかったわ……！ きれいな実験も、あれだけやらせられると、好きにならずにいられないもんだね。（実験の内容は、忘れたけど……）これから、実験なんて二度とやらないからさみしいよ——！ 先生、元気でね。ありがと！

〔4年生・女子〕

正直いって、あまり頭に入ったことはなかったと思う。しかし、色々な実験をして、失敗したり成功したことなどは勉強になったと思う。

〔3年生・男子〕

水中に含まれている成分が良く分かり、水の成分（味）について、この1年考えさせられたる

〔3年生・男子〕

先生の授業が楽しくて、この選択をえらんだわけですが、けっこう面白かった。どうも1年間に難うございました。

〔4年生・男子〕

先生との、この週1回の選択の授業は、とても充実したすばらしい時間でした。水についてくわしくわかったし、ただの水ではなく、水の中にもいろいろな物品が含まれているんですね。

先生1年間ありがとうございました。おげんきで……

〔4年生・女子〕

昭和63年度 長期自主研修会発表資料

元. 3. 27

## 「環境教育」の実践事例報告

— 選択講座「化学」で自然を化学的な視点で眺めさせる指導を実践して —

科学研究部 化学研究室所属  
都立小石川高等学校定時制  
望 月 和 幸

### 1. はじめに

最近、都市部では河川がその水質の汚染を原因として、身近な存在から離れつつある。そこで、高校「化学」の授業の1単元として、この「環境問題」を取り上げてみたい。

そこでは、下記の点を”ねらい”としたい。

(1) 分析化学を中心とした生徒実験により、自然を”化学の眼”でながめる方法を身に付けさせる。

(2) 現在、社会問題となっている”環境問題”により関心を向けさせる。

(3) 将来に渡り、環境汚染等の身の回りで起こる諸問題に対して、幅広く科学的に考え、対処していけるための”基礎・基本”を確立させる。

ここでの”基礎・基本”とは、①環境問題に関する知識、②自然を化学的に分析するために必要となる実験の基本理論や基本操作等の技術である。

私たちの多摩教育化学研究会が取り組んでいる、この”ねらい”に向けた「環境教育」の指導概念を図-1に示した。この概念図に基づいた実践の成果として、分析化学実験を中心とした環境教育用の実験テキスト「河川水から化学を学ぶ」をすでに完成させている。

今回は、この実験テキストを使用した環境教育の実践事例を報告する。またこの環境教育の実施に先立ち、高校生の環境問題に対する認識調査を実施したのでその結果についても報告する。

### 2. 高校生の環境問題に対する認識調査の目的は

高校生が”環境問題”に対し、①どのような認識をもち、②どの程度の知識をもちあわせているのかを、正確に把握することである。そこで、アンケート調査により、高校生の環境問題に対する”レディネス”をつかみ、今後の「環境教育」の展開に、これを活用していこうとするものである。

### 3. 認識調査の方法は

アンケート調査の形式をとり、その質問を次の項目に分類して作成した。実施したアンケートの質問を、資料-1に示した。

(1) 河川・河川水に関するイメージについて (質問：4、5)

(2) 河川・河川水の現状に対する認識について (質問：6、7、8、9)

(3) 河川・河川水の汚染に関する認識について (質問：10、11、12、13)

(4) 河川・河川水の浄化に関する認識について (質問：18、19、20)

(5) 河川・河川水の汚染に関する情報にどのように接してきたかについて

(質問：14、15、16、17)

アンケートの実施対象は、東京都の都立高校普通科・全日制(6校)・定時制(2校)、都立高校職業科・全日制(1校)の全学年の生徒である。1、2年生を中心に、1123人から回答が得られた。

#### 4. 調査を実施した都立高校の所在地域により

①東京都の区部(多摩川の下流域)、②東京都の市部(多摩川の中流域)、③東京都の多摩地区(多摩川の上流域)と3校ずつのグループに分けて集計した。ここで、多摩川を1つの目安としているのは、私達の研究会が多摩川をテーマとして「環境教育」に取り組んでいるからでもある。

この集計では、区部と市部・多摩地区との間に傾向の違いを見ることができる。その中のいくつかをピックアップしてみることにする。

図-2に「河川に対するイメージ」、図-3に「河川の働き」についての回答を平均の多い順番にまとめた。自然環境に比較的恵まれた市部・多摩地区と区部との間に、河川に対してのイメージや認識に開きがあることが分かる。

図-4の「家庭排水の行方」にも、地域差がみられる。気になるのは、約4分の1の生徒が「わからない」と回答している点である。

図-5に「河川の汚染の原因」をどのように捉えているかについてに示した。

#### 5. 定時制での調査結果の傾向は

一般的に全日制とよく似ていることも確認できた。以下に、その全・定の比較を示した。

図-6に、これまでに「学校で環境問題について学習してきたか」について示した。回答の多い科目順は、①小学校では、「社会」、「道徳」、「理科」、②中学校では、「社会(地理)」、「保健」、「理科」、③高校では、「保健」で学習してきた。しかし、全・定共に約4分の1の生徒が、「NO」と回答している点が気になる。

図-7に、環境問題でよく登場する「ことばの認識の程度」について質問した結果を示す。全日制、定時制共に「化学の守備範囲に属する語」の知名度が極端に低いことも確認できた。

図-8に、「環境問題に取り組もうとする姿勢」について質問した結果を示す。河川の浄化に取り組もうとする意識も比較的高いようであり、環境問題について、適切な指導を実施していくことで、さらに高めることが期待できる。

#### 6. 環境問題に対する認識調査の集計を眺めて

前述のような、地域による傾向の差の見られる項目もあるが、その他の項目では、地域差がほとんど見られなかった。また、学校間の差も同様にほとんどなかった。このような内容のアンケートに対しては、学力の差は反映しないようである。

また、「どういった状態の川を汚れていると思うか」という【質問11】に対して、生徒の回答は各地域共に、①にごり、②いる、③におい、④生き物、⑤ゴミ、⑥あわの順になった。生徒達は、「視覚的に捉えやすい」項目を挙げている。水、清くとも目に見えない「毒物」の存在(化学的な視点)では捉えていないようである。

調査の対象となった全日制・定時制合わせて9校で、ほぼ同様の結果が得られ、それを



資料-1に同時に示した。これから分かったことを挙げてみると、次のようになる。高校生は、

- (1) 環境問題を目に見えない毒物の存在といった化学的な視点からは捉えていない。
- (2) 環境問題に登場する用語のうち、化学用語の知名度が特に低い。
- (3) 環境問題は、高校「理科」ではほとんど学習されていない。
- (4) 環境問題に取り組もうとする意識は高い。

## 7. 小石川高校定時制での「環境教育」を

この調査の結果を参考にして、化学的な視点から自然を眺めさせる目的で、分析化学実験を中心にして「環境教育」を計画した。同時に、「化学」が守備範囲とする環境問題に関係した用語についても適切な指導ができるように心掛けた。

このようにして計画した「環境教育」の概要を表-1に示した。ここでは、各テーマで以下のような手法を実施している。①まず実験操作を指導し生徒の興味や関心を喚起させる。②続けてその実験データについて考察をさせる。③最後に環境問題と関連させて考えさせる。

表-1の「環境教育」を、本校の3・4年生合同の1単位の「自由選択」で実施した。この選択講座で「化学」を受講しているのは、4年生男子8人・女子6人と3年生の男子3人の合計17人で、4人で1つの実験グループを作らせ指導している。

【表-1】 「環境教育」の指導 (都立小石川高校定時制)				
テーマ	指導する実験	サンプル	学習させる内容	指導上の留意点
1. 水の硬度の測定	キレート滴定 (1)ホールビペット、ビュレットの取り扱い (2)データの処理	市販のおいしい水各種	(1)透明できれいな水にも何か含まれていることを認識させる。 (2)化学分析の方法	(1)硬度の計算式は与える。 (2)滴定値と硬度を強く関連づける。
2. pHの測定	機器分析① (1)pHメーターの取り扱い (2)pHの測定方法	家庭排水に含まれている物質 (1)洗剤各種 (2)調味料各種 (3)食品各種	(1)自分たちの生活排水が環境に及ぼす影響を認識させる。	(1)pHの意味については説明をする。
3. 溶存酸素(DO)の測定	機器分析② (1)DOメーターの取り扱い (2)DOの測定方法	水各種 (1)汚い水 (2)藻の生えている水 (3)水道の水	(1)気体も水に溶けている。 (2)溶存酸素の量で水の汚れが測定できる。 (3)溶存酸素の役割	(1)DOの内容は指導する。
4. 化学的酸素要求量(COD)の測定	JIS規格の簡易化法 (1)逆滴定の方法	水各種 (1)フロの水	(1)有機物の酸化分解 (2)水中の有機物の量の表し方 (3)水の汚れとCODとの関係	(1)酸化還元反応の指導をする。 (2)CODの内容を指導する。

## 8. 分析化学実験では

多摩教育化学研究会が「環境教育」用として、独自に作成した分析化学を中心にした化学実験テキスト「河川水から化学を学ぶ」を使用した。実験方法等の具体的な内容はこのテキストを参照されることを希望する。

実験での学習と自分達の生活との関連を考えさせるために、図-9(授業で使用し、生徒が記入したもの)に示すような体系を考えた。そこで使用するサンプルを以下のように

選定した。各サンプルに ( ) 内のような意味を持たせ、採水等が授業時間にできにくい定時制の事情をカバーしようと考えた。

- (1) 市販のおいしい水各種 ----- (水源地の水として代用)  
水道水 ----- (浄水場で塩素消毒された水)
- (2) 洗剤各種 -----  
調味料各種 (醤油、ソース等) ----- (家庭排水に含まれている物質)  
食品各種 (日本酒、紅茶、コーヒー等) -----  
フロの水 ----- (家庭の排水)
- (3) 藻の生えいる池の水 ----- (自然水のひとつ)

## 9. 「環境教育」の指導を通じて

表-1のテーマに沿って指導を実施して気が付いた点を挙げてみると次のようになる。

### (1) デリケートな滴定の実験では、事前に練習の時間を設ける。

こうすることで、生徒は実験操作に集中でき、45分という授業時間でも1サンプルにつき3回の滴定操作ができた。さらに、1回のやり直し滴定をもさせることができた。

定時制では、1時間が45分なので実施できる内容も制限されてしまう。ところが、生徒たちは仕事についているせい、練習等で段取りを一度覚えると、準備や片付けまで含め手際よく操作ができるようになった。予想外の成果ではあったが、これに助けられて時間の壁も乗り越えることができた。

### (2) 実験が終了してから、データ処理のための計算式を提示する。

計算式の内容については触れずに、得られた答の持つ意味を考えさせるようにした。データ処理と実験操作を分離し、生徒たちがそれぞれにできる限り集中できるように心掛けた。その結果、サンプルによって「硬度」や「COD」が異なることを自分たちのデータから確認できたことを強く印象付け、実験操作に自信を持たせることもできた。生徒たちは、お互いにデータを比較し合うなどして、実験の成果に満足していた。

### (3) 機器分析もできるかぎり取り入れる。

機器分析は、比較的短時間で多くのデータを得ることができるので、授業時間の限られている定時制向きといえる。滴定の実験に比べ測定操作がやさしいので、生徒は測定に熱中した。特に、pHの測定では用意したサンプル以外にもサンプルを要求してくるほど熱心であった。これが影響したのか、pHの意味も興味を持って学習する様子がみられた。

最近、pHメーターやDOメーターは小型化されたり、操作がやさしく、しかも生徒が使用しても壊れにくい構造の製品が出ている。本校では、比較的安価な図-10の製品を購入し生徒に使用させている。

## 10. 「環境教育」の実践がどの程度定着しているかを調べるために

ことばについての簡単な問題も作成し実施した。問題を資料-2に示した。実施の結果、全問正解の生徒6名も含み、ほとんどの生徒が8割以上の正解をしていた。アンケート調査では、化学用語の知名度が低かっただけに、今後の展開に期待ができることも確認できた。この始めたばかりの「環境教育」、まだまだ期待が持てそうである。

## 11. 環境問題に「化学」で触れた生徒たちは(おわりに)

一様に、自然を新しい視点から眺める眼を持ってくれたようである。この授業に対する生徒たちの感想を資料-3にまとめた。

私達の身のまわりでは、「水質の汚染」が深刻な問題として、クローズ・アップされて

いる。特に、浄水場で消毒に使用されている「塩素」が原因とみられる、発ガン物質「トリハロメタン」の水道水中の量の増加といった「水、清くとも目に見えない汚染」に対処してゆかなければならないことに、生徒たちが目を向けてくれたことで、この「環境教育」はその”ねらい”の方向に進んでくれたようである。定時制で受験等に比較的制約されないかたちで授業ができたこともその要因と考えられる。

東京都教育委員会では、高校生に冊子「環境と公害を考える」を配付し、環境問題に関する情報を提供し、これに関心をむけさせている。私たちの研究会（多摩教育化学研究会）でも、さらに現在HPLCを導入し、河川水中の有機物の定量分析にも取り組んでいる。そして、将来に渡り、この問題に対処して行ける”基礎”を、高校生に指導できるよう研究を続けたいと考えている。

#### 参考文献

- 1) 望月和幸 大平健二；昭和63年度全国理科教育大会（宮城大会）研究発表資料集、Vol.10, P214~217, (1988)
- 2) 多摩教育化学研究会；化学実験テキスト「河川水から化学を学ぶ」、(1987)
- 3) 東京都消費者センター；あなたも消費者 No.51, おいしい水、(1988)

## A-I-5 河川水の水質調査の教材化

— 身近な小河川を教材とした環境教育の試み —

○都立東村山高校 大野 弘  
都立明正高校 梶山 正明  
都立第二商業高校 吉本 千秋

### 1. はじめに

私たちは、生徒達に身近な環境に目を向けさせ、自分達の生活と環境とのかかわりを考えさせることにより、環境問題について具体的に応用のきく能力を育てることを目的として研究してきた。現在では地球規模での環境問題が話題となっているが、そういった問題も自分達の身近な環境への興味関心と理解があってこそ、十分な対応ができるものと考ええる。

今回の報告は、先の報告1)、2)の成果をふまえ、一般生徒に、身近な都市小河川を題材とした環境教育を行った実践報告である。対象生徒は、都立東村山高校の3年の化学選択者である。かれらの多くは理系大学への進学を希望している。また、2年の化学実験で中和滴定などの基礎的実験と酸化還元は学習しているが、有機化学は未習である。CODの簡易測定法は、文献3)をもとに我々が改良した方法であり、講義で用いたデータは、全て、我々が都立東村山高校の化学部の生徒と共に測定したものである。

### 2. 方法

今回の実践は、次の五つの部分より成る。(図1)

(1)と(5)のアンケートは同じ内容であり、今回の学習の前後の生徒の意識の変化を調べることを目的とした。

(図2)

(2)で対象とした河川は、空堀川と野火止用水である。どちらも川幅2~3m、水深10~30cmの小河川であり、空堀川は自然の河川であるが、野火止用水は、かつての農業用水路に下水処理城の三次処理排水を流している

ものである。生徒達は、今回の学習以前からどちらの川も、存在と名称は知っている。両河川とも、東村山高校より、1km程のところを流れているので、化学の授業時間中にクラス全員で観察に行き、採水してきた。観察のポイントとして、河床や河岸の様子、動植物の存在、流れている水の状態、どんな水が流れ込んでいるのか等を示した。

(3)で採水してきた両河川の水と、生活排水中に含まれる物質のCODを生徒達に測定させる。CODは、

#### 実践内容

- (1)河川についてのアンケート(事前)
- (2)身近な河川の観察と採水
- (3)COD測定(河川水とり生活排水)
- (4)対象河川のCOD変化および水質実験のデータ解説
- (5)河川についてのアンケート(事後)

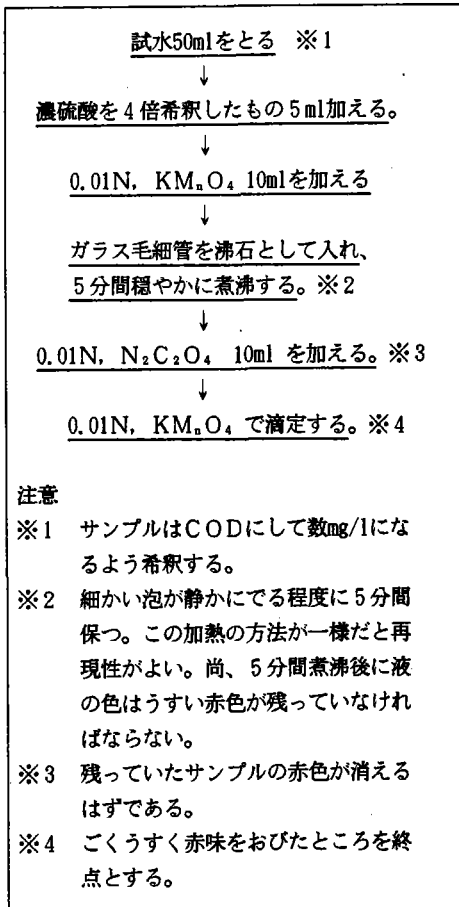
〔図-1〕

河川の汚れぐあいを表す指標の1つだと説明し、制定原理については説明せずに計算式を与えた。COD測定は、逆滴定を用いた酸化還元滴定で、しかもその数値は、使用する過マンガン酸カリウムを同当量の酸素の量に換算して表すなど原理的に複雑である。ここでは、サンプル水中の有機物濃度の目安として用いているので、測定原理の解説は省いた方が望ましいと思う。

(4)で用いるデータは、先にも述べたように、昭和61年以来、東村山高校化学部の生徒が測定してきたものである。解説に当たっては、実験に用いられた器具を実際にみせ、また稼働して見せたりもした。生徒達は、自分達の先輩やクラスメートが測定したデータということで、身近に感じたようだった。化学部等による身近な小河川のデータがない場合は、都道府県の環境行政担当局に問い合わせれば、有用なデータが手にはいるであろう。

<実践例>

(1)と(5)のアンケートは、右の図2のものを用いた(3)とCOD測定は、次の方法(図3)によった。



〔図-3〕 COD測定法

( ) 高校 ( ) 年 (男子/女子)

(1)家や学校の近くの川の名前を書きなさい。  
( )

(2)家や学校の近くの川は汚れていると思いますか。  
a. 汚れている b. きれいだである  
c. どちらともいえない

(3)その川に次のような生物はいますか。  
いる生物を全て選びなさい。  
a. 小魚 b. 川虫 c. ポーフラ

(4)川が汚れているとはどのようなことだと思いますか。  
( )

(5)その川が汚れているとすると、原因は何だと思いますか。  
最も大きな原因だと思うものをひとつだけ次の中から選びなさい。  
a. 工場排水 b. 家庭排水 c. 雨水

(6)川が汚れると私たちの生活にどのような影響があると思うか。  
( )

(7)あなたの家から出る水はどのように処理されていますか。  
次の中から選びなさい。  
a. 直接川へ b. 下水道へ c. 浄化槽へ

(8)川をきれいにするにはどうすればよいと思いますか。具体的に書きなさい。  
( )

(9)川をきれいにするための運動として知っているものを書きなさい。  
( )

<最後に>  
地球規模の環境問題がクローズアップされていますが、重要なものとしてどんなものを知っていますか。  
知っているだけ書きなさい。

御協力ありがとうございました。

〔図-2〕 河川に関するアンケート

図3のCOD測定法は、JIS, K0102 (工場排水試験法)の中の代表的な方法よりやや低めの値が出る。しかし、操作が容易であり、TOCとの相関をとったところ、かなり高い(2)ので今回のような測定には十分使えるものである。

生徒実験の際の誤差は、最後の滴定より、煮沸の仕方により生じる。注意※2を十分に指導するとよい。COD値は、最後の滴定に要したKMnO4の量を、同当量の酸素に換算し、濃度(mg/l)にすること

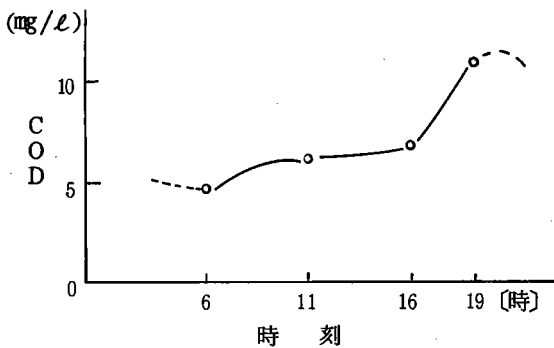
が、普通である。

$$\text{COD} = \frac{1000}{50} \times F \times 0.01 \times 8 \times (x - a)$$

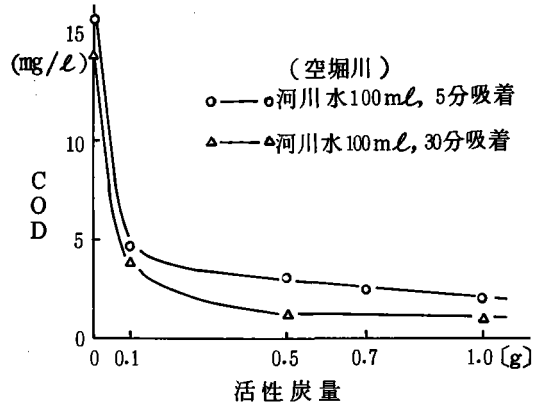
ここで、Fは0.01N,  $\text{KM}_n\text{O}_4$  のファクターで、この生徒実験では、約1としても問題はない。(今回は0.976であった。) xは滴定に要した0.01N,  $\text{KM}_n\text{O}_4$  の体積 (ml) であり、aは空試験値である。空試験値は、試水のかわりに、純水50mlを使って図3の操作をおこなったときの0.01N,  $\text{KM}_n\text{O}_4$  の定量である。(今回は0.45前後であった。)

今回の生徒実験では、サンプルとして河川水はそのまま、中性洗剤と牛乳は0.1ml を水でうすめて1000 mlとしたものを用いた。

(4)で用いたデータは、空堀川のCODの経時変化(図4)と、浄化実験として、活性炭による浄化実験(図5)エアレーションや接触酸化による浄化実験(図6)(図7)、および浄化実験の実験装置の実物(図8)(図9)である。

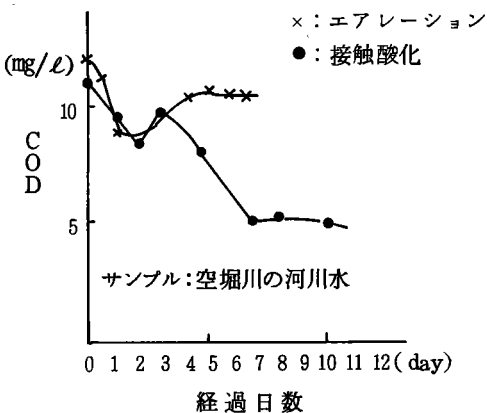


〔図-4〕 空堀川CODの経時変化

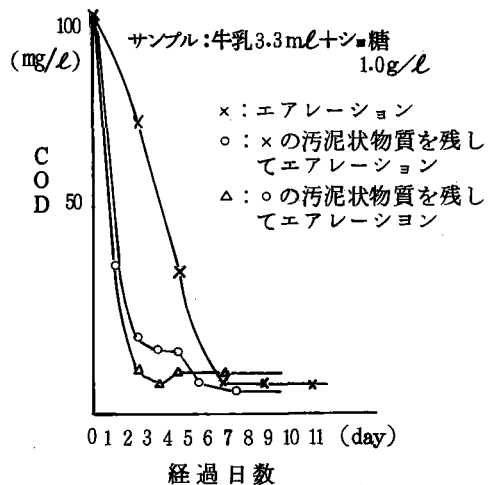


〔図-5〕 活性炭による浄化実験

図4からは、家庭生活と空堀川の汚れの深さが推測される。また図5からは、河川水 100ml 当たり、0.1g以上の活性炭を必要とするので、実際の河川では炭による浄化の効果はあまり期待できないことがわかる。

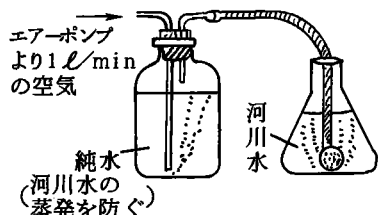


〔図-6〕 河川水の浄化実験

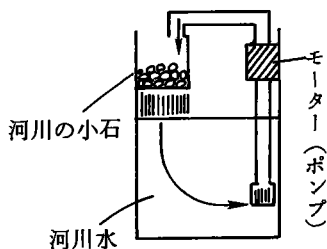


〔図-7〕 高濃度生活排水の浄化実験

図5、図6、図7より、河川水のように大量でかつ低濃度の水を浄化するより、家庭から出た生活排水だけのもののように、少量で適度に高濃度（COD100～200mg/l）のものを浄化することの方が容易であることがわかる。



〔図-8〕エアレーション



〔図-9〕接触酸化

図8は、下水処理における活性汚泥法を単純化した実験装置であり、図9は接触酸化法のモデルである。高濃度CODの場合は、図8が低濃度CODの場合は図9が有効であった。

### 3. 結果

(2)の観察結果及び(3)の測定値の一部を生徒のレポートより抜粋した。

表1 河川の観察結果

	川岸・川床	動植物	水	その他
空堀川	コンクリート	ほとんど見あたらない	灰色に濁っている	ゴミが多く、家庭排水が流れ込んでいる。
野火止用水	土	水中に鯉や小魚が藻 川岸に草	無色透明	ゴミが少なく、家庭排水の排水口がない。

生徒は、空堀川を生活排水で汚された汚い川と考え、野火止用水をきれいな自然のままの川と捉えた。しかし、実は、野火止用水の方が、下水の三次処理排水を流している人工河川だと説明されると驚くと共に、浄化することの重要性を認識したようだった。

サンプル	測定条件	COD (mg/l)
野火止	そのまま	4～5
空堀川	そのまま	9～10
中性洗剤	1万倍希釈	3万(原液)
牛乳	1万倍希釈	3万(原液)

表2より、見た目だけでなく、やはり空堀川の方が汚れていることを知った。そして、日常何気なく流している中性洗剤や牛乳といった生活排水中の物質が、少量でも川を汚す可能性のあることを十分に理解したようだった。

### 4. まとめ

学習前のアンケートと学習後のアンケートで、大きく変化しているのは次の2点である。学習前では、学校や家の近くの川という間に対し、身近な都市小河川をあげた者が少なかったが学習後では多くの者が

身近な川の名を挙げた。学習前では、大きな川か、少なくとも「きれいな川」しか挙げていなかったのが、学習後では家庭排水が流れ込む「きたない」小河川も、川だと認識するようになったのである。このことにより、「きたない」小河川も、川であり、きれいな川になりうるし、しなければならぬと言う発想が生まれてきたようだった。

第2に、学習前では、川をきれいにするにはどうすればよいかと言う問に対し、ゴミを捨てないと言った美観を重視していたのが、学習後では、家庭排水をそのまま流さないとか、下水処理施設を完備するなど具体的な改善策を挙げるものが増えたことである。また、家庭で中性洗剤の使用量を減らすとか、牛乳や油等を流さないようにするなど自分達のできる改善策を挙げた者も増えた。

アンケート以外に、やや詳しいレポートも学習後に提出させた。まとめのかわりにその一部を抜粋する。「こんなに川が汚濁した原因は都内の人口が増加していったことにあると思う。国や市が下水道を完備しないで生活排水を川へ流すように住宅を建てていったからだ。(中略)空堀川の方も生活排水を流さないようにして下水道を完備しなければならぬと思う。人間にとって生きていくのになくってはならない水だから、いつまでも守っていきたいと思う。」

#### 参考文献

- 1) 大野弘他 日本理化学協会 東京大会資料集9, 1987
- 2) 吉本千秋他 東京都高等学校理科教育研究会 研究発表集録28, 1988
- 3) 日本分析化学会北海道支部編「水の分析」



A - II

理科(化学)クラブの指導実践

## A-Ⅱ-1 東京都立立川高等学校化学部の水質調査研究

— 多摩川とその流域の水質に関する基礎的調査 —

(1984~1990)

東京都立立川高等学校教諭

小島 和雄

【はじめに】東京都立立川高等学校化学部の歴史は古く、ざっと35年を越す伝統をもつ。したがって、手がけてきた研究テーマも多方面にわたっており、物質の抽出・合成にはじまり、電気化学、光化学、食品化学、定性・定量分析、色やにおいの化学などおよそ高校生として関心をもたれる殆んどのもが含まれている。

これらのテーマには、その時代時代を反映したものが多いが、一つだけ変わらぬものがある。「多摩川の水の研究」がそれである。

多摩川は校歌にもうたわれており、いつの時代にも立高生の心のふるさととなっている。この「多摩川の水の研究」をメインテーマに掲げ、全員で本格的に取り組むようになったのは1984年度からである。この7年間の立川高校化学部による「多摩川の水の研究」の実践記録を以下に示す。

【研究テーマ】「多摩川とその流域の水質に関する基礎的調査」

【目的】多摩川とその流域における元素及び化学種の分布を調べ、その水質の起源や流下過程における変化などを地球化学的視野から解き明かし、多摩川の水の地球化学を確立する。

【内容】多摩川全域における水質の経年・季節変化、水質汚濁と自浄作用並びに緩衝作用、水中の元素の分布と起源、多摩川における物質循環と代謝など河川水の地球化学又は生物地球化学更には陸水化学の基礎となる研究。

【研究活動】化学部生徒の日常の研究活動としては、水質分析の理論の学習や技術面のトレーニング（上級生が下級生を指導）からはじまり、学校近くの多摩川におけるサンプリングとその化学分析、立川市周辺の雨水や湧水などの化学分析があげられる。

主な定期調査活動としては、夏・冬の休み中に行う多摩川全域42地点~52地点の一日採水・調査、多摩川上流における夏季水質調査合宿（二泊三日）がある。更に、必要に応じて実施する小規模な春・秋の調査活動を加えることができる。

採取したサンプルを分析するために、夏・春の長期休業日のほぼ全期間が利用されている。また、各年度の研究成果を報告するための活動として、部誌「イオン」の編集・発行（夏・冬）、文化祭（立高祭、9月実施）における展示・啓蒙活動更に各年度末（3月末か4月の頭初）に日本化学会関東支部主催で行われる化学クラブ研究発表会への参加発表などがある。

## 【研究方法】

### (7) 測定項目

気温、水温、電導度、pH、濁度（Turb）、酸化還元電位（Eh）、紫外線吸光度（UV）、化学的酸素要求量（COD）、溶存酸素（DO）、アルカリ度、各溶存化学種濃度（ $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_2^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{PO}_4^{3-}$  etc）。

### (i) 採水調査の規模

採水調査に酸化する人数は、1回の採水調査につき12名～15名程度。採水観測地点は多摩川全域の40地点の他、奥多摩湖、日原川、北秋川、南秋川、秋川本流および日原、養沢、大岳、三ツ合の各種乳洞などから約50地点を選び、合計90地点からサンプルを採取した。採水調査の時期及び回数は、夏と冬に行う年二回の定期採水調査と必要に応じて行う臨時的な採水調査1～2回がある。

### (ii) サンプル

1地点からの採水量は、初期のうちは500mlのポリ瓶に2本採取すれば十分であったが、年度を重ねるうちに、水質項目も増え、最近では、1lの瓶2本でも足りなくなってきた。採水方法は、できるだけ川の流れの中央部分まで行き、その地点の水でポリ瓶の中を良く濯いだ後、瓶の口を川下に向けて瓶を沈め表面水が静かに瓶中に入って来るのを待つ。瓶の口に水が溢れる状態で、空気の入らないように注意しながら、瓶のふたを閉める。同時にその地点の水温、気温、時刻を記録しておく。もし、その地点の付近で特記すべき事項があれば、それもメモしておく。サンプルには特別の処理を施すことなく、冷暗所にて保管し、できるだけ速かに測定を開始する（1週間以内）。

### (i) 測定方法

機器による測定と滴定法を併用した。

①機器測定（直接法）……サンプルに直接電極（又はセンサー）を入れるかサンプルを石英セルに入れて測定する、いわば物理的性質の測定。電導度、pH、酸化還元電位、濁度、溶存酸素、紫外線吸光度、各種イオン濃度（ $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ ……イオンメーター使用）。

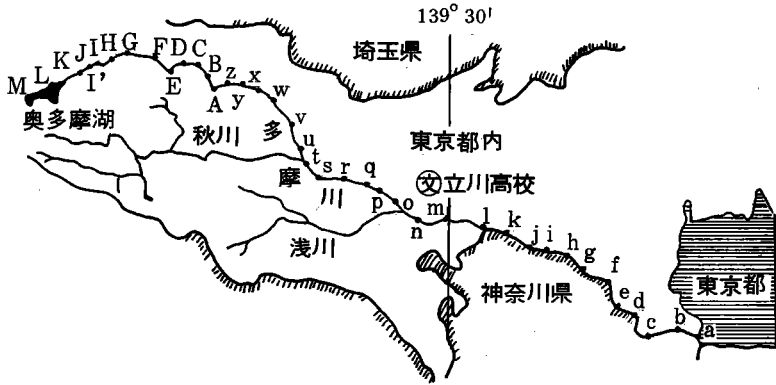
②機器測定（間接法）……溶存化学種の化学的性質を利用して発色させ又は沈澱を生成させ、可視光線の吸収の度合を分光光度計によって定量し、間接的に溶存化学種の量を算出する。

$\text{NH}_4^+$ 、 $\text{NO}_2^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{PO}_4^{3-}$ などの濃度（比色法）、 $\text{SO}_4^{2-}$ の濃度（比濁法）。

③滴定法……COD（ $\text{KMnO}_4$ ）による酸化還元滴定法）、OC（ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ による酸化還元滴定法）、アルカリ度（中和滴定法の応用）、 $\text{Ca}^{2+}$ 及び $\text{Mg}^{2+}$ の濃度（キレート滴定法）、 $\text{Cl}^-$ の濃度（モール

法)、DO(酸化還元滴定法の応用)。

【採水地点】多摩川全域における採水地点は、下図に示すごとく、羽田空港付近から奥多摩湖までの40箇所である。



〔採水地点〕

( )内は、河口(東京湾)からの距離(km)。

a;羽田空港付近(0)、b;大師橋(2.6)、c;新六郷橋(5.7)、d;多摩川大橋(9.1)、e;ガス橋(10.9)、f;丸子橋(13.5)、g;第3京浜下(17.2)、h;二子橋(18.5)、i;多摩川橋(21.5)、j;小田急線下(23.8)、k;狛江市と調布市の境(25.5)、l;多摩川原橋(29.1)、m;是政橋(32.7)、n;関戸橋(35.8)、o;中央自動車道下(39.7)、p;日野橋(41.2)、q;中央線下(42.8)、r;多摩大橋(45.2)、s;拝島橋(47.7)、t;秋川合流点(49.7)、u;五日市線下(51.8)、v;福生市と羽村町の境(54.3)、w;多摩川橋(57.9)、x;下奥多摩橋(59.9)、z;万年橋(61.4)、A;和田橋(63.3)、B;神代橋(64.4)、C;奥多摩橋(65.6)、D;楓橋(67.5)、E;御岳駅付近(68.8)、F;川井(71.8)、G;鳩ノ巣駅前(74.0)、H;白丸ダム(75.3)、I;奥永川神社下(77.7)、J;境橋(78.8)、K;奥多摩湖東端(81.8)、L;奥多摩湖温泉神社下、M;奥多摩湖ドラム缶橋

【主要機材】 ●酸化還元電位計 ●電導度計 ●デジタル温度計 ●可視分光光度計(平間) ●pHメーター(島津・堀場) ●UV-ダブルビーム分光光度計(日立100-60)一式 ●ナショナルパナワード(パソコン+ワープロ)一式 ●水質チェッカー(堀場U-7) <温度、濁度、DO、電導度、pH> ●デジタルイオンメーター(堀場N-8F)及び各種電極(Na<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>比較電極) ●日立卓上遠心分離機(ローター付) ●各種パック試薬 ●薬品類とポリびん多数。

【指導者】このようなテーマを研究していく上には専門的知識をもった多数の方々のご協力が必要であった。またご専門外でありながら部顧問を引き受けられ、部員の精神面の支えになり、部内の和をかもし

出された先生方のご協力も大きい。更に本校OB、OGの指導も大きな助けとなった。

- ご指導いただいた先生 綿抜邦彦（東大教授）、小倉紀雄（東京農工大教授）、大野弘（東村山高教諭）、吉本千秋（二商教諭）、野田為久、渡辺マリ子、小暮通夫（以上立高化学部顧問）の各先生方他。
- コンピュータ関係 OBの山本康治（電通大）、根岸康（東工大）の両君が担当。

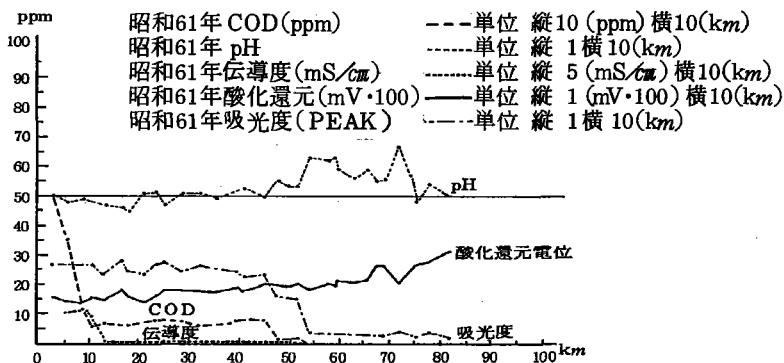
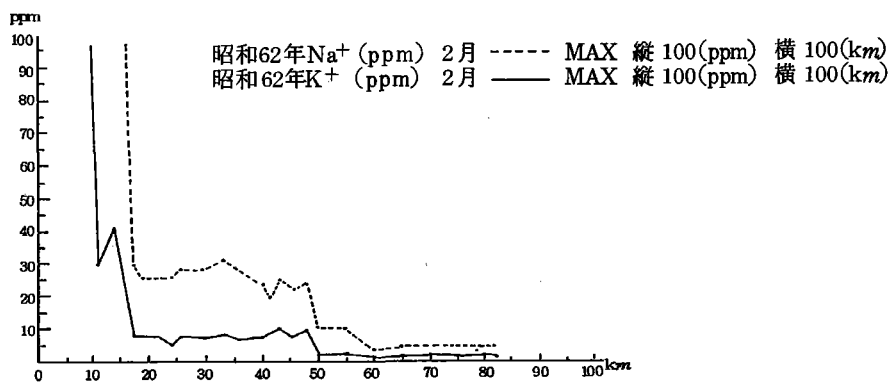
【測定結果】これまでの測定の結果については、1983年～1987年（昭和58年度～昭和61年度）のものはすべて「とうきゅう環境浄化財団の調査・研究報告書」（1987年度版）に又1987年～1990年（昭和62年度～平成元年度）のものは本調査・研究報告書に掲載されている。従って、ここでは重複を避けるため、その中から代表的な図表及びグラフをいくつか示すだけにとどめる。また、考察の場面で必要なものがあれば、その都度とりあげてみたい。

日本河川の平均水質 [mg/ℓ] (小林氏)

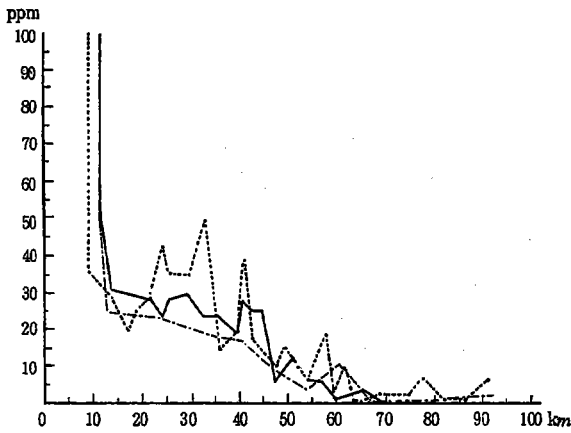
Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SiO <sub>2</sub>	Fe(全)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N
8.8	1.9	6.7	1.19	31.0	10.6	5.8	19.0	0.24	0.02	0.26	0.05

多摩川流域の平均水質 (\*印以外の単位はmg/ℓ) (小島)

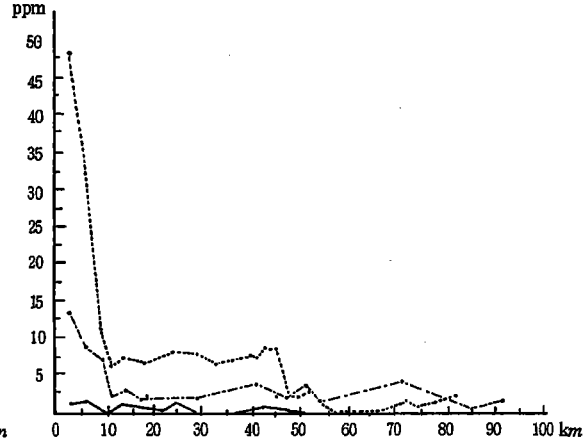
	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P	COD	DO	4.3B <sub>x</sub> (me/ℓ)*	PH*
多摩川	(13.2)	(4.4)	18.4	2.9	12.5	0.19	1.94			7.46
北秋川	(6.8)	(0.9)	15.5	4.0	10.4	0.25	0.50	6.98	1.31	8.47
南秋川			10.3	3.0	9.2	0.21	0.49	6.21	0.80	7.76



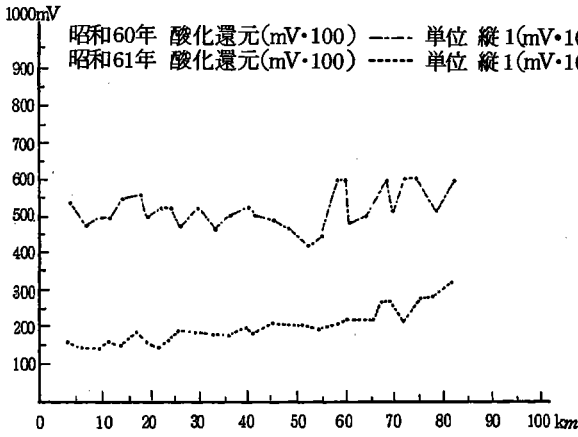
昭和58年 C1 (ppm) ----- 単位 縦10(ppm)横10(km)  
 昭和59年 C1 (ppm) ..... 単位 縦10(ppm)横10(km)  
 昭和60年 C1 (ppm) —— 単位 縦10(ppm)横10(km)



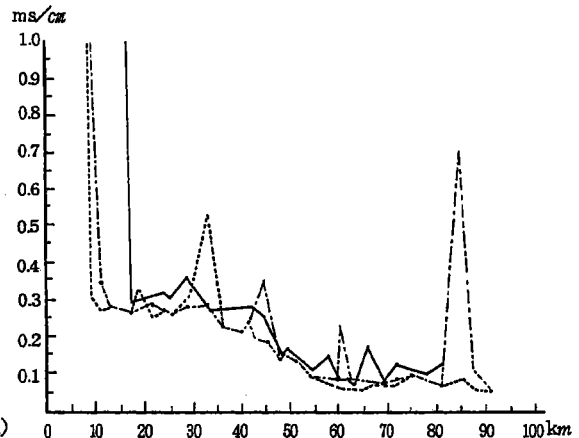
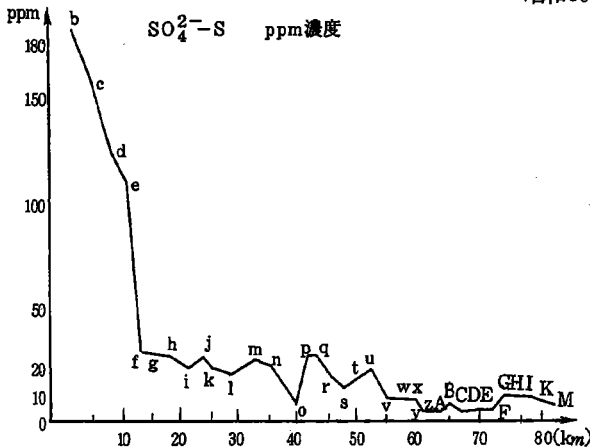
昭和59年 COD(ppm) ----- 単位 縦5(ppm)横10(km)  
 昭和60年 COD(ppm) ..... 単位 縦5(ppm)横10(km)  
 昭和61年 COD(ppm) —— 単位 縦5(ppm)横10(km)



昭和60年 酸化還元(mV・100) ----- 単位 縦1(mV・100)横10(km)  
 昭和61年 酸化還元(mV・100) ..... 単位 縦1(mV・100)横10(km)

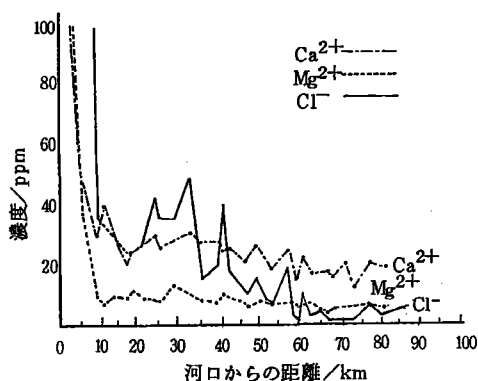


昭和58年 伝導度(mS/cm) ----- 単位 縦.1(mS/cm)横10(km)  
 昭和59年 伝導度(mS/cm) ..... 単位 縦.1(mS/cm)横10(km)  
 昭和60年 伝導度(mS/cm) —— 単位 縦.1(mS/cm)横10(km)

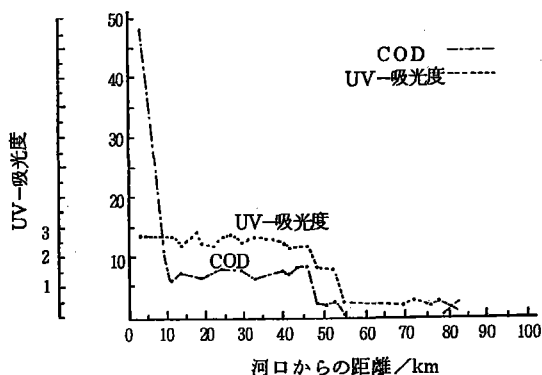


【結果の考察】測定結果は河口（東京湾）からの距離（km）を横軸にとり、各測定項目の数値を縦軸にとってグラフにまとめた。

次のグラフは、その代表的な一例である。図1では、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^{-}$  の濃度は河口からほぼ10kmの地点において激減がみられた。これは電導度の変化とほぼ一致していたので、ここまです潮感流域とした。この潮感流域のデータを除くことによって、多摩川流域の平均水質を算出した。また電導度は水中の無機塩類の総量を知る目安になり、紫外線（UV）吸光度は図2で見るとおりCODとの相関が高いので、水中の有機物の総量を知る手がかりとなることを知った。さらに上流がかなりアルカリ性



〔図-1〕 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^{-}$  濃度の比較（昭和60年夏）



〔図-2〕CODとUV吸光度の比較（昭和61年冬）

であることとアルカリ度の測定結果を合わせて考えることにより上流の水には $\text{Ca}^{2+}$ および $\text{CO}_3^{2-}$ や $\text{HCO}_3^{-}$ がかなり溶けていることが推察でき、多摩川が石灰岩地帯にその水源をもつことを確認できた。中・下流では $\text{NH}_4^{+}$ や $\text{PO}_4^{3-}$ の急増が特定の場所に見られ、生活排水などによる汚染が推定された。 $\text{SO}_4^{2-}$ の比濁法による測定は、思ったよりばらつきがなく、その傾向は電導度のそれと似ていた。今後は、 $\text{SO}_4^{2-}$ の起源の解明も化学部のテーマに加えていく予定である。

これまでの水質調査により生徒たちの到達した結論は、水質にも不易と流行があることである。不易の項目としては電導度、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ などを、流行のものとして $\text{Cl}^{-}$ 、 $\text{PO}_4^{3-}$ 、CODなどを生徒たちはあげ、前者が自然的要因によってのみ決定され、年毎の変動が少ないのに対し、後者は人為的要因に影響されやすく変動の激しいものとしている。特に興味深いことは、人為的要因にも影響されるが、自然の力によって復元されるような水質としてpH、Eh、DOなどを挙げている点である。私は、このあたりに視点を置いて今後の化学クラブを指導していきたい。（「化学と教育」第35巻 第2号（1987））

以上の内容と関連のある「都立立川高校化学部の研究報告」としては、後述の化学クラブ研究発表会・講演予稿集に「多摩川とその流域の水質に関する基礎的研究」の第1報～第3報として詳細が記されている。

更に都立立川高等学校化学部による「多摩川とその流域の水質に関する基礎的研究」等4報～第7報では、これまで通り、多摩川に関する蓄積された水質データの解説を施す一方、第4報においては「自浄作

用)に、第5報では「日周変化」に、第6報では「特定区間の変化」そして第7報では「奥多摩湖における水質の垂直分布」といった具合に、毎年あるテーマにしばって考察を施している。それらの詳細については、第4回～第7回の「化学クラブ研究発表会」講演予稿集に与えられた紙面をすべて使って掲載させていただいてあるので、ここでの考察については、後述のA-II-2東京都立立川高等学校化学部による多摩川水質の基礎的調査の結果(1987～1990)〔都立立川高校化学部々誌「イオン」より〕において、詳しく述べられている。

従って、ここでは、生徒達の考察で触れられなかった部分について、2、3の考察を施し、都立立川高校化学部による考察をフォローし、合せて多摩川の水質の地球化学的並びに陸水化学的視点からの考察の一部を紹介する。

### 1. 多摩川水系における「溪流区」(rhithron)と「河川区」(potamon)

従来、河川の陸水学的研究は、一つの河川系を他の河川系と比較するという比較研究よりも、一つの河川系をいくつかの区域に分けて、その中の一区域について、その生態系を重点的に調べるという方法がとられて来た。従って、ある一つの河川を全体通して研究するという陸水学的研究はあまり行われてこなかった。この点に着目して1961年にIlliesが、また1970年にはHusmannが包括的な分類の陸水学的な概念を導入した。それが「溪流区」(rhithron)と「河川区」(potamon)の概念である。

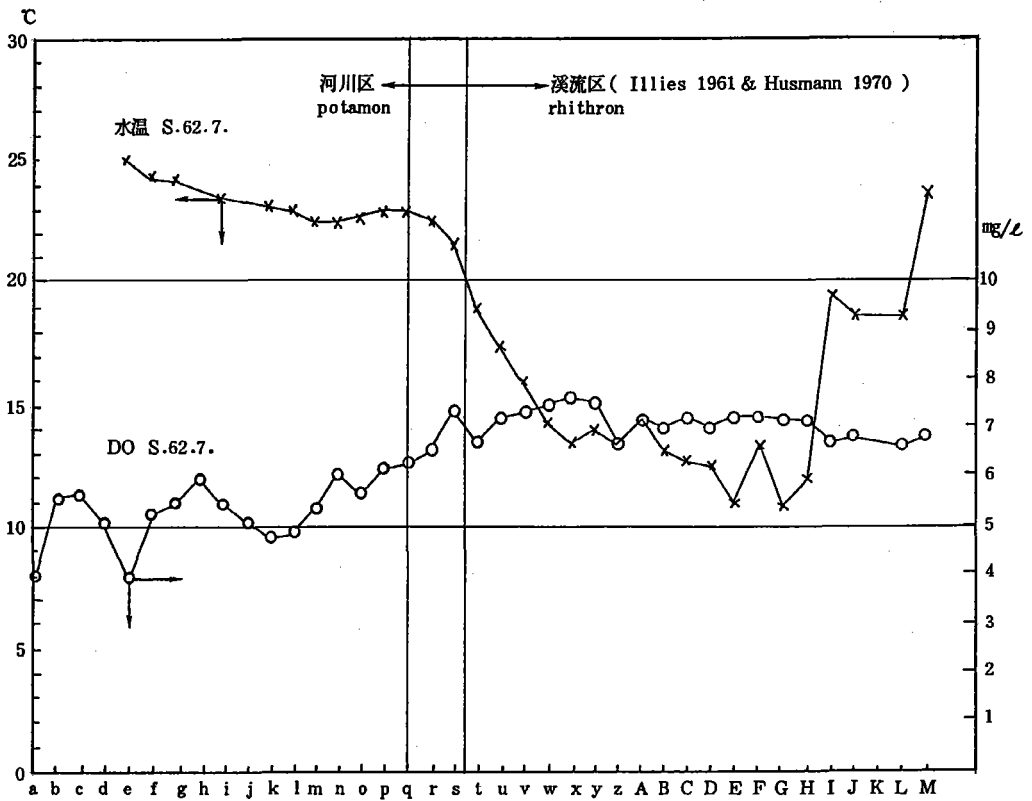
- Crenal —— 水源地域
- Rhithral —— 溪流区つまりサケ科魚類区であって、水温が最高20℃までの区域をいう。
- potamal —— 河川区をいい、最高水温は常に20℃を上まわる区域である。コイ科魚類区。

大きな河川では、比較研究の結果 rhithral 及び potamalの区域の一次元的なひろがり、その高度や集水域の地理的な幅によっていることが分った。即ち、同じ高度に対しても極地から熱帯へ進むにつれて、rhithral区域は減少するが、potamal 区域は増加する。そして山地の国々では、高い高度から低いそれに至るまで、各区域を相対的な長さで見ると同様の変化がみられるというのである。このことは、明らかに河床の特性ではなくて、水温とか溶存酸素量が最優先要素であることを物語っている。

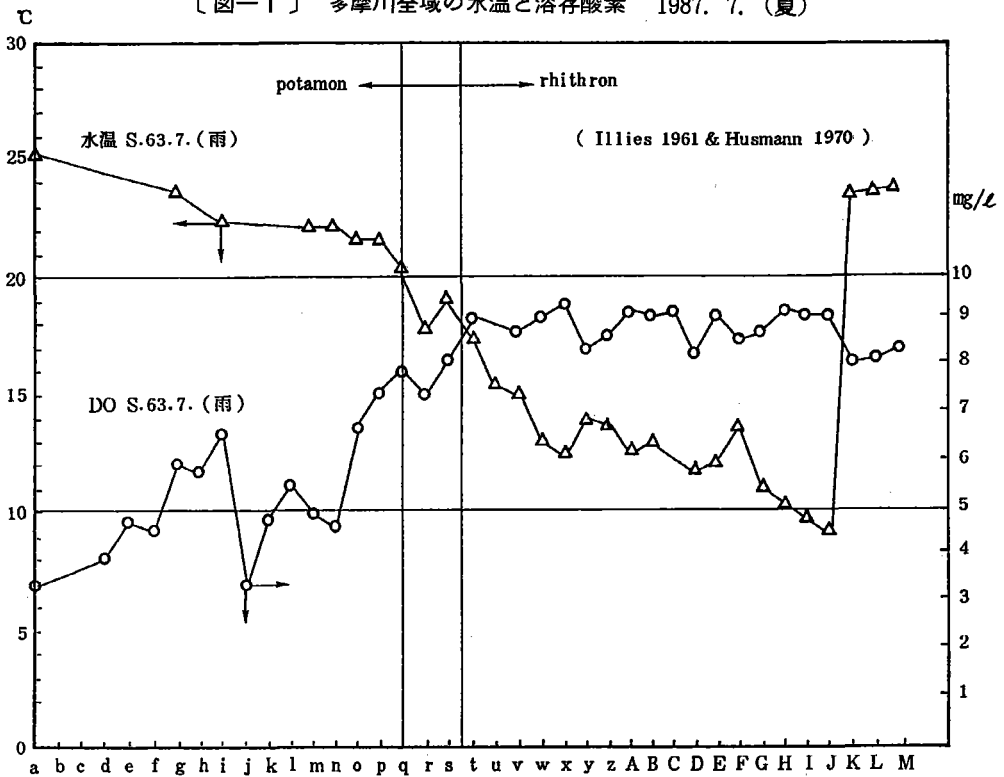
Illiesはまた、rhithral区域では、地球上のいかなるところでも、生息環境や生活史に関して著しく類似した動物群が棲んでいることを指摘し、例えば温帯地方における上流のサケ科魚類の生息区域と下流のコイ科魚類の生息区域という区分は、それらを近縁種にて置き換えることにより、世界各国において普遍的に適用できると考えた。

筆者は、このIlliesの概念を多摩川水系にも応用して、多摩川水系の「溪流区」(rhithron)と「河川区」(potamon)を生徒の得た水質データから決定することができた。図1と図2は、それぞれ1987年と1988年の夏の多摩川全域における水温と溶存酸素の分布の状況である。横軸のa地点(羽田空港付近)は多摩川の河口で、ここから上流のJ地点までの測定値が示されている(K、L、Mは奥多摩湖に於ける測定点)。





〔図一〕 多摩川全域の水温と溶存酸素 1987. 7. (夏)



〔図二〕 多摩川全域の水温と溶存酸素 1988. 7. (夏)

最初に水温について考察する。Illiesの区分では20°Cが基準とされているので、そこに線を引いて比較した。図中の水温は、その日の日中の水温であって、最高温度ではない。最高水温は、これらをいくらか上まわると考えてよい。従って、最高水温が20°Cを常に越える区域としては、両年ともS地点より下流の水域を指摘することは妥当である。逆にt地点より上流では、両年とも最高水温が20°Cを越えていないと言ってもよい。これらのことから、水温によって、多摩川水系を区分するとすれば、S地点（拝島橋）あたりとなる。つまり、陸水学的に多摩川水系を分類するとS地点より上流が「溪流区」(rhithron)、下流が「河川区」(potamon)といえることができる。

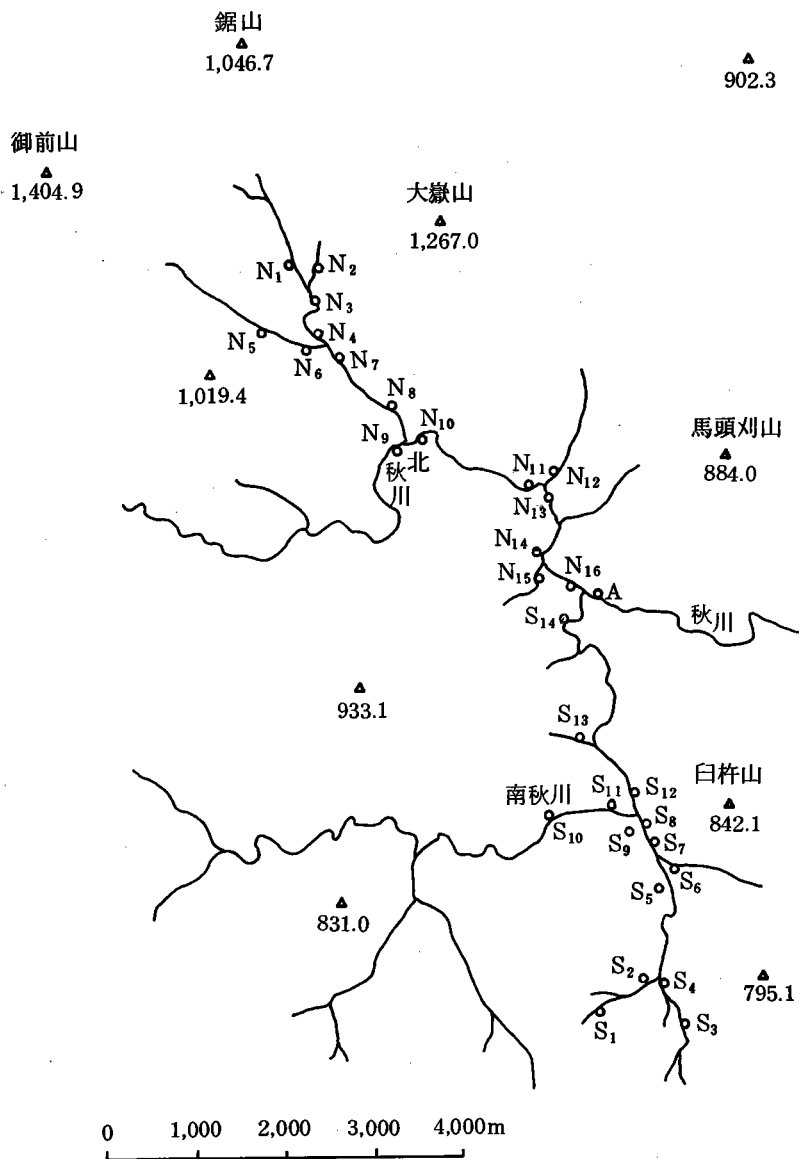
これらの区分を支持する資料が溶存酸素量のグラフである。水中に溶存する酸素量は、水温が高いときは小さく、水温が低いときは大であるので、両年を単純に比較することはできない。1987年と1988年を比較すると、前者の方がやや水温が高いことがわかる。そのため、この年は溶存酸素量が一般に少ない。そこで溶存酸素量の変化の傾向を見ると、q～S地点の間で確実に変化がおこなっていることがわかる。この傾向は1988年のグラフでは更に明瞭である。つまり、両年とも、S地点よりも上流と下流では、溶存酸素量に著しい差があることがわかった。このことは、水温による区分の正当性を示すものと考えられる。また、こうした生息環境にはどのような魚類が生息できるかを2、3の文献にて調べると、拝島橋より下流ではコイ科の魚がよくとれるのに対して、最近ではその数は著しく減少しているが、拝島橋より上流ではヤマメなどのサケ科の魚がとれるという事実もあり、こうした魚類の生息区域からも、上記の水温による区分は支持されるものである。以上、多摩川水系をIlliesの分類法により陸水学的に区分けしてみたが、多摩川の研究の経験から、筆者は、河川の比較研究を行う上で、感潮帯についての考察も重要な手がかりとなるのではないかという見解をもつようになった。多摩川の感潮帯の陸水学的な位置づけについては、今後、新しいテーマとしてとり上げてみたい。

## 2. 秋川上流の水質の陸水化学的考察 ～pHとアルカリ度をめぐって～

その昔、菅原健博士が東京高校の学生グループを率いて水質調査活動を展開され、幾多の輝かしい成果を修められた事例は、本研究の原点となるもので、筆者らが常に心の支えとしている貴重な手本であることは、前回の報告においても触れておいた。多摩川の調査・研究を生徒とともに推進していくに当たり、筆者らは、博士の著書「陸水化学」(河出書房版「地球化学」化学実験学第一部、12巻、P542～P545(1940))に従って、実際に博士らの測定した地点に赴き、新たな水質データを得るなど菅原方式の再現に努めた。ここでは、博士らによる当時の水質データと約50年を経過した後に得られたデータとの比較を中心に考察を進めたい。測定地点及び測定方法には、かなりのずれや特に後者については全く方法の異なるものを採用しているため、厳密な比較は不可能であるが、それでも、貴重な情報を得、興味ある考察ができた。測定地点は、秋川上流の31地点(北秋川水系 $N_1 \sim N_{10}$ 、南秋川水系 $S_1 \sim A$ )である(図-3)。

測定項目はpH(RpH)及びアルカリ度である。pH(RpH)の測定法は、当時一般的に用いられていた比色法を菅原博士が用いているのに対し、筆者らは、ガラス電極を使用したpHメーター(HORIBA

製)を用いた。また、アルカリ度の測定に関しては、菅原博士らが指示薬としてBrom Cresol Purpleを使



〔図-3〕 菅原 健 「陸水化学」河出書房(1940)

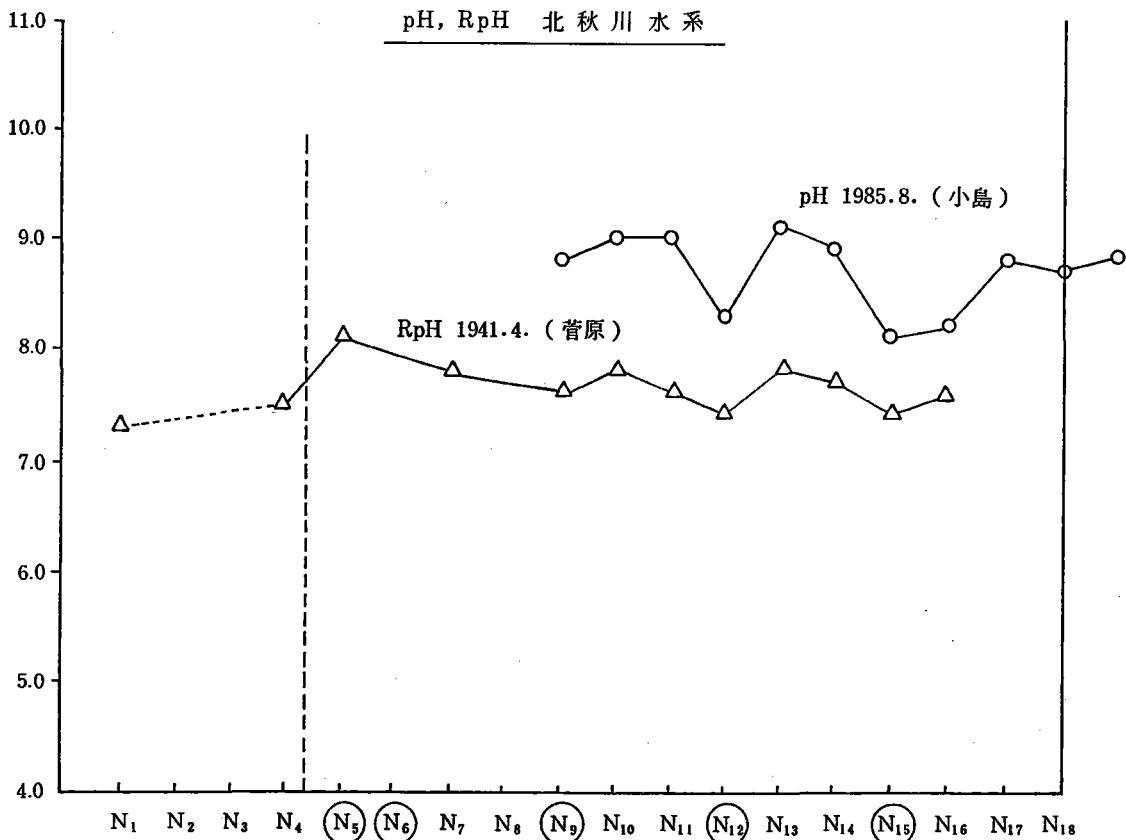
用してブロム・クレゾール・パープル (B. C. P) アルカリ度を測定しているのに対して、筆者らは指示薬に Methyl Orange を使用してメチルオレンジ (4.3 Bx) アルカリ度を測定した。筆者らは、この際、ガラス電極 pH メーター (HORIBA 製) も併用した。筆者らの測定結果については、前回の筆者らの報告書 (P101~P102) に掲載されているので省略させていただくが、菅原博士らの測定値の一部をその著書「陸水化学」〔化学実験学第一部12巻『地球化学』河出書房(1940)〕から紹介させていただく(表-1)。それらの測定値をグラフにて示すと、次のようになる(図-4)、(図-5)、(図-6)、(図-7)。

表1 菅原健「陸水化学」河出書房(1940)

秋川水系のpH, RpH及びB. C. P. アルカリ度

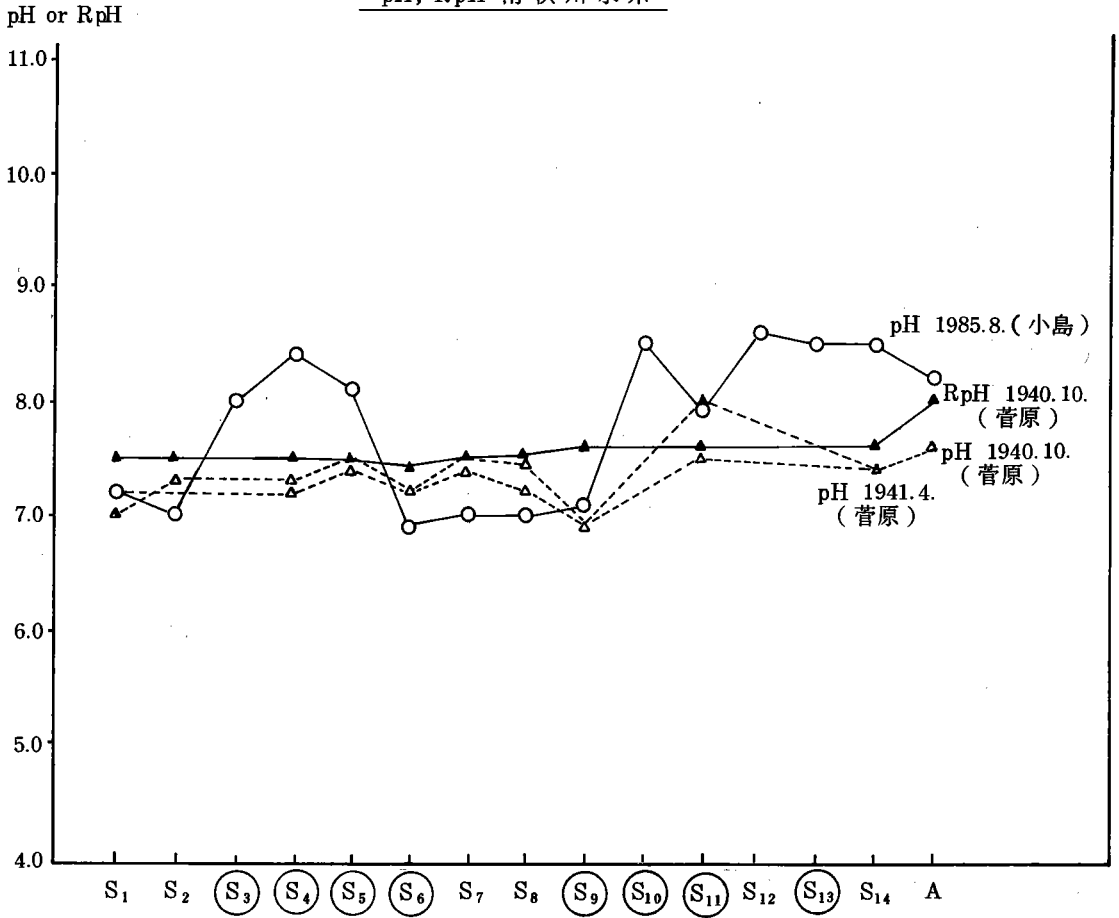
南秋川 水系	1940年10月27日		1941年4月27日		北秋川 水系	1941年4月27日		
	pH	RpH	pH	B. C. P. アルカリ度		pH	RpH	B. C. P. アルカリ度
S <sub>1</sub>	7.0	7.5	7.2	4.21×10 <sup>-4</sup>	N <sub>1</sub>	7.3	—	6.12×10 <sup>-4</sup>
S <sub>2</sub>	7.3	7.5	—	3.70	N <sub>2</sub>	7.2	—	4.66
S <sub>3</sub>	—	—	—	4.36	N <sub>3</sub>	7.3	—	6.00
S <sub>4</sub>	7.3	7.5	7.2	4.32	N <sub>4</sub>	7.2	7.5	5.84
S <sub>5</sub>	7.5	—	7.4	—	N <sub>5</sub>	7.7	8.2	16.70
S <sub>6</sub>	7.2	7.4	7.2	3.85	N <sub>6</sub>	7.8	—	16.74
S <sub>7</sub>	7.5	7.5	7.4	4.25	N <sub>7</sub>	7.6	7.8	12.10
S <sub>8</sub>	7.4	7.5	7.2	4.23	N <sub>8</sub>	7.6	—	—
S <sub>9</sub>	6.9	7.6	7.0	5.08	N <sub>9</sub>	7.6	7.6	8.30
S <sub>11</sub>	7.5	7.6	8.0	4.70	N <sub>10</sub>	7.5	7.8	8.60
S <sub>14</sub>	7.4	7.6	7.4	4.70	N <sub>11</sub>	7.5	7.6	10.00
A	7.6	8.0	—	9.24	N <sub>12</sub>	7.0	7.4	4.60
					N <sub>13</sub>	7.5	7.8	9.90
					N <sub>14</sub>	7.6	7.7	9.88
					N <sub>15</sub>	7.2	7.4	4.88
					N <sub>16</sub>	7.5	7.6	9.58

pH or RpH



[ 図-4 ]

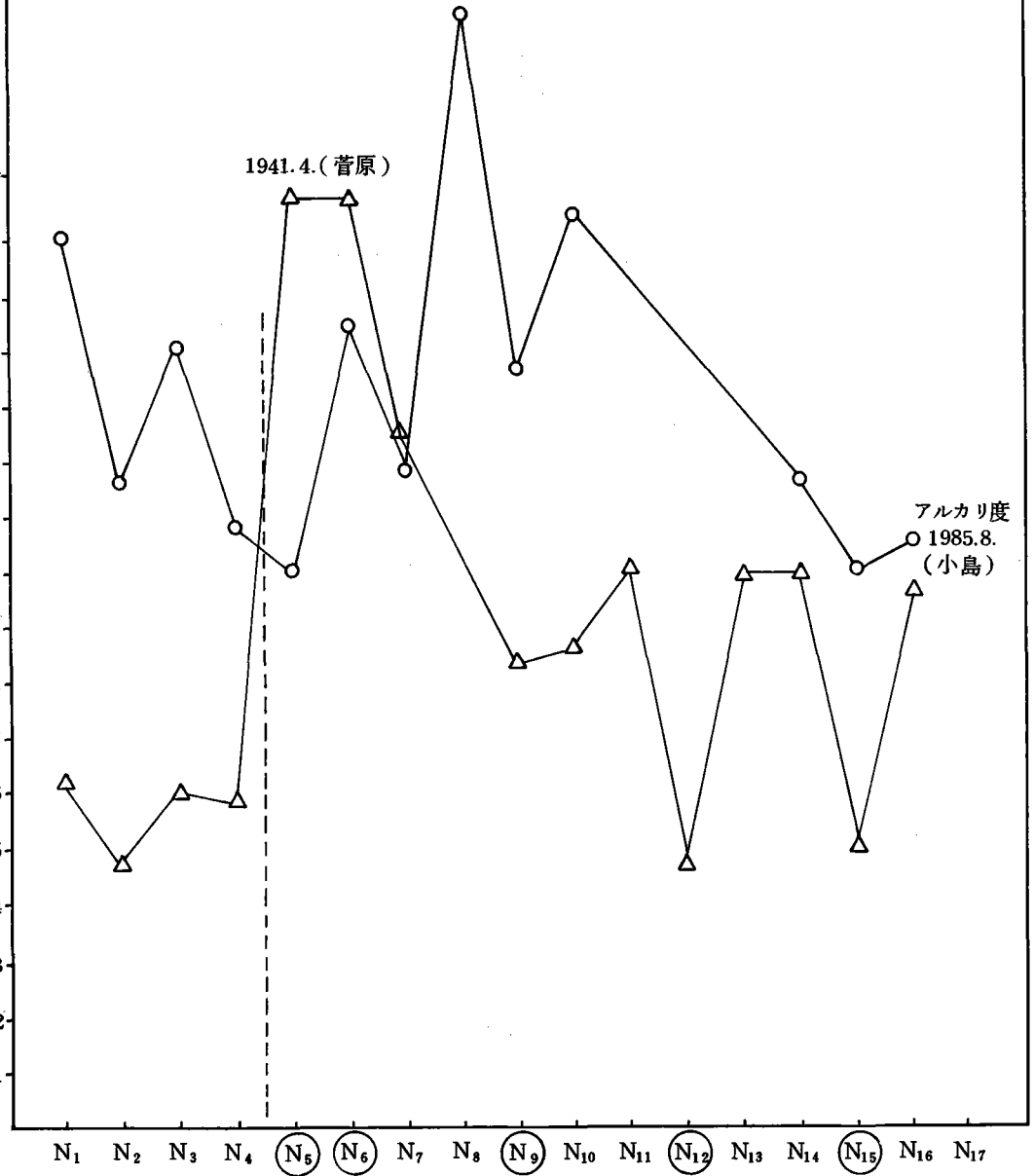
pH, RpH 南秋川水系



[ 圖 - 5 ]

アルカリ度—北秋川水系

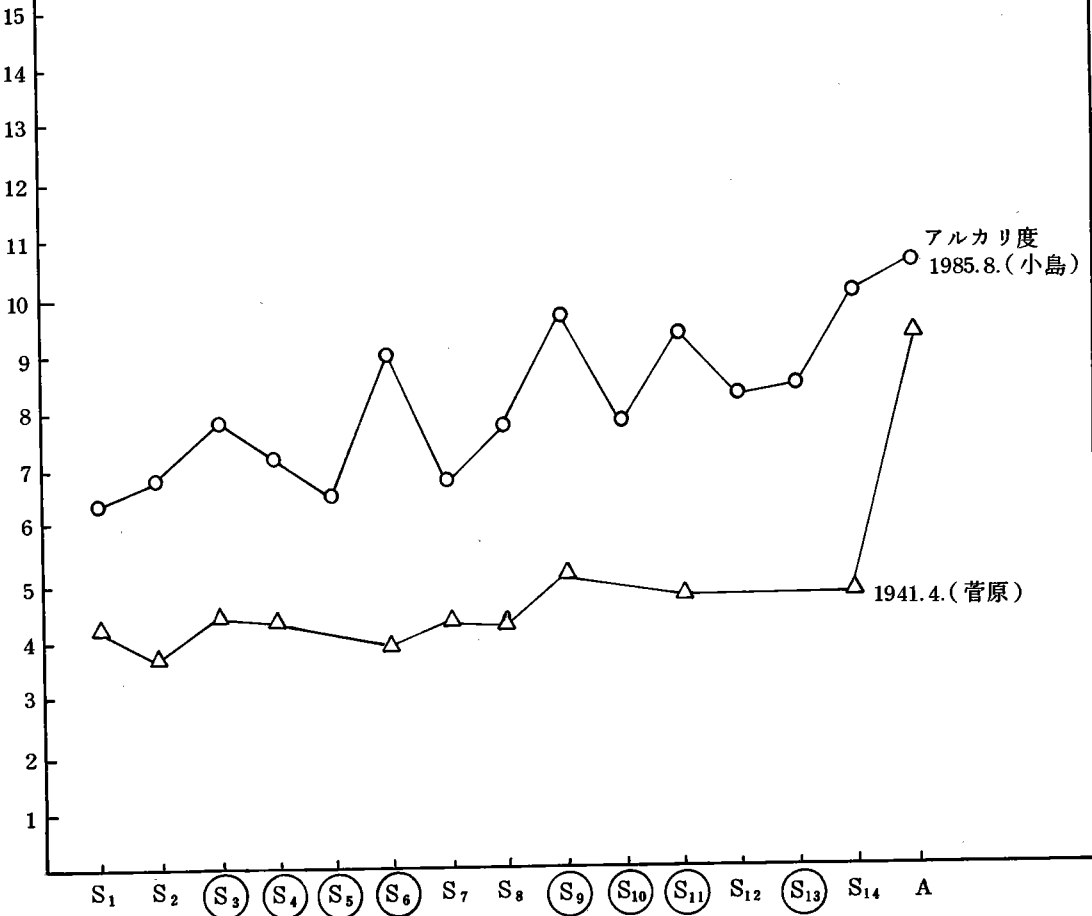
eq/l  
×10<sup>-4</sup>



[ 図 - 6 ]

アルカリ度—南秋川水系

eq/l  
×10<sup>-4</sup>



[ 図 - 7 ]

図-4と図-5は、北秋川水系と南秋川水系のpHとRpHをグラフにて示したものである。筆者(○印)と菅原博士(△印)との比較は、測定方法及び測定地点を厳密に考えると意味のないものであるかもしれないが、44~45年以前の測定値と大まかな比較ができる点は大変興味深いものであった。ここで、RpHというのは試水が空気と平衡状態になったときのpHである。RpHの測定は、採水したサンプルビン内に十分空気を残しておき、口を指で押えてよく振とうした後、又再び新しい空気に触れさせるといった具合に、この操作を何回かくり返したのち、もう変化しなくなったpHを読みとればよい。一般に、pHと比べるとRpHの方が大きい傾向がある。これはCO<sub>2</sub>の出入りとの関係がある。河川水は、空気との接触が十分である場合が多くpHとRpHの差が小さい。これに対して地下水はその差がずっと大きくなることが多い。図-5では、菅原博士の記録がそれをよく示している。例えば、S<sub>9</sub>では地下水が湧き出したばかりのところであり、又S<sub>5</sub>、S<sub>7</sub>、S<sub>11</sub>などは、長時間地表を流下して来た流れであることが想像できる。筆者らは、空気と十分に接触をさせたRpHを測定できなかったため、グラフ上で菅原博士らのそれと比較することはできなかったが、pHだけは比較することができた。一般に44~45年を経過した、筆者らのpHの値の方が菅原博士のRpHの値よりも大きいという興味のある結果になった(図-4、図-5)。ただし、南秋川水系のS<sub>6</sub>、S<sub>7</sub>、S<sub>8</sub>及びS<sub>9</sub>の地点では、昔とあまり変わらないpHであり、RpHの値より小さくなっている。つまり、他の秋川水系の大部分のところは、この間にかなりの地形変化を受けたのであろうか。これだけからは判断はできないにしても、pHやRpHによってそうした問題を提起することができる。

図-6と図-7は北秋川水系と南秋川水系のアルカリ度を菅原博士のそれと比較したグラフである。一見、44~45年を経過するとアルカリ度もかなり大きくなる傾向にあるように思える。

ところが、この原因はアルカリ度の測定方法の違いによるようである。菅原博士のB. C. Pアルカリ度測定に用いるプロモ・クレゾール・パープルの変色域が5.2~6.8であるのに対して、筆者らの4.3Bxアルカリ度測定に用いるメチルオレンジの変色域は3.1~4.4である。測定では、ガラス電極pHメーターを併用してpHが4.3になるまでの酸の量を求めた。従って前者に比べて、アルカリ度が高く出るのは当然である。これについては、菅原博士と全く同じ方法を用いて再度測定してみる必要がある。ただ北秋川水系も南秋川水系も、アルカリ度に関する限り、44~45年経た現在でも全体的には、それほど著しい変化が現われてきているとはいえない。

筆者らとしては、酸性雨の影響などがこの種の測定を通して分るのではないかといういささかの期待もあったが、残念ながら今のところ、それを裏づける傾向を読みとることができなかった。

### 3. 奥多摩湖の水質の陸水化学的考察について

これまで筆者らは、河川水を中心に研究を推進しようと努めて来た。そして、河川特に多摩川の水質データを地球化学的又陸水化学的視野に立ってまとめながら教材化を図って来た。しかし、仕事が進むにつれ、海や湖沼の水についての情報が河川水の研究を進める上で不可欠なものであることが判明してきた。



もともと陸水学“limnology”のlimnoはギリシャ語のlimne(湖)から来ており、歴史的にみても陸水学は湖沼学と切り離して論ずることの困難な学問である。それ故河川を陸水学的に論ずる場合、一方では海との関係を考えながら、又一方では湖沼との関連性において河川をとらえるというやり方が方法論的にも常套の手段のようである。河川が、海や湖沼と大きく異なる点は、各種水質項目の垂直分布特性である。海や湖沼では、水中に水質の層が存在するが、河川では、そうした層はあまり存在しないと考えた方がよい場合が多い。従って、これまで海や湖沼中の水質項目の垂直分布の研究は、海や湖水の地球化学的又は陸水学的研究の中心テーマとなってきたが、河川の陸水学又地球化学では殆んど扱って来ていないようである。

河川水を高校化学の教材として利用する際の難点はそこにあった。その問題を無視して進めては、地球化学的自然観又は陸水化学的視野を育成するのに、かなりの制約を課してしまうことになる。幸い、多摩川には人工湖であるが奥多摩湖が上流に控えている。同時に、河口付近では感潮帯がかなりの流域にわたって存在している。これらの水域の水質データを活用して、河川水の陸水化学的特徴を浮彫りにすることも可能であると考えた。本研究の当初から、採水地点として、河口付近及び奥多摩湖に数箇所を選んでおいたのは、そうした意図があったからである。結局、この5年間は多摩川の表面水の水平方向(かなりの勾配はあるが)の濃度分布の測定に終始してしまったが、アプローチの1つとして、河口付近及び奥多摩湖の水質の垂直濃度分布の測定を通して、多摩川流域の陸水化学的考察を進めることはいつも頭から離れなかったことである。

「第7回化学クラブ研究発表会」で立川高校化学部が、「多摩川の水質の研究」の第7報として、「奥多摩湖における水質の垂直分布について」と題して発表するに至ったのはそうした背景があったからである。

立高化学部の諸君が、そうした筆者らの意図をいち早く察知して、即実行に移してくれた。お陰で筆者らの当初のねらいを一部実現することができた。大変よろこばしいことである。発表内容としては、すべて予備実験研究の域を出ないが、湖水における採水方法の工夫や水温の測定法またデータ処理やその解釈のしかたなどで、かなり従来とは違った側面が出て来たようである。湖水の断面を手作業で実測するなどの見えない苦労が次から次へと出て来たが、これらを乗り越えてはじめて、陸水化学的視野が身につくのだと思い、だまって彼らの行動を注目させてもらった。筆者としては、彼らが、湖水の断面から河川における断面を連想してくれることを願った。更に、静止水塊の体積から運動水塊の体積へ目が向けられ、その体積と溶存化学種の濃度の積からその水塊のもつ負荷量などが求められるようになればと願った。そうすれば、湖水における物質循環から、河川水における物質収支などが考えられるようになるだろう。こうした湖水に対する、地球化学的又は陸水化学的発想から河川水を考えてくれるようになれば、本研究の目的もかなり果されたといつてよい。

そうした意味において、立川高校化学部が第7報で取り組んだ内容には重要な意味が含まれている。測定地点及びサンプル数は多くはないが、それでもかなり典型的な傾向が出て来ている。今後はそれらの数を増やすことによって、より信頼度の高い情報をキャッチして、本格的な湖水研究を開始してもらいたい。このことが、多摩川の水の研究に大きく役立つと思うからである。

日本化学会関東支部主催化学クラブ研究発表会講演予稿集より

# 多摩川とその流域の水質に関する基礎的研究

## 第1報～第7報

東京都立立川高等学校

化 学 部

# 第 1 回化学クラブ研究発表会

## 講演予稿集

日 時 昭和59年4月1日(日) 13:00~16:30

場 所 青山学院大学

主催 日本化学会関東支部

# 第1回化学クラブ研究発表会

主催 日本化学会関東支部

## プログラム

1. 日時 昭和59年4月1日(日) 13:00~16:30  
場所 青山学院大学青山キャンパス1号館131教室

### 2. プログラム

(司会) 池本 勲・山本 隆一

(1) 開会の挨拶 日本化学会会長 長倉 三郎

(2) 研究発表 (13:10~13:55、1件15分)

1) 紙製ロケットとその推進剤について

(都立忠生高) 池田 英司・稲塚 宗則・大道 隆幸・古舘 肇・半澤 博太

○小野寺亜貴子

2) 瞬間冷却バックの分析・試作—吸熱反応について—

(光塩女子学院) 荒木 智理・江口 恵子○佐久間亜紀

3) アモルファス金属Al-Snの物性研究

(東海大高輪台高) ○一柳 智仁・平山 善裕・林 重信○阿部 太一

齊藤 融○伊藤 学

(3) 質疑応答 (13:55~14:05)

(4) 研究発表 (14:05~14:35、1件15分)

4) ベーパークロマトグラフによるRf値決定に関する諸条件

(中央大杉並高) ○安藤佳代子・林田 昌子・美馬 正恵・浅原 隆二

岡安 徹・北野 昌次・福田 圭輔・西村 徹

5) 二酸化炭素を使用した簡易型ガスクロマトグラフについて

(雙葉高) ○大橋 佳子・増田 理麻・日比野由紀・村山 郁子・飯田 洋子

行介 佳子・佐藤美奈子

(5) 質疑応答 (14:35~14:45)

(6) 休憩 (14:45~15:00)

(7) 研究発表 (15:00~16:00、1件15分)

6) 目黒川の水質検査

(駒場東邦中・高) ○菊池 好行・石村 智志・大佐古佳明・布山 裕一

畑山 健・下重 宗久

7) 多摩川の水質検査についての研究

(都立小石川高) ○関 登・西村 宇司・荒尾 和史・楠原 誠一

佐藤 幸次・菅原 太郎・谷口 優樹

8) 多摩川とその流域の水質に関する基礎的調査

(都立立川高) ○川原 秀行○岩浪 直子・鈴木 康之・野村 恵子・藤井 秀治

折原 智明・平野 健一・高橋 賢

9) 多摩川の水質調査について

(都立西高) ○樋口 三郎・小笠原直子・白井 基晴・宮坂 武志・田中 文彦

戒能 隆生・岡崎 洋文・大場 正士

(8) 質疑応答 (16:00~16:10)

(9) 表彰式・閉会の挨拶 (16:10~16:30) 日本化学会関東支部支部長 平井 英史

## 発表 8 多摩川とその流域の水質に関する基礎的調査 (第 1 報)

(都立立川高校) ○川原秀行 ○岩波直子 藤井秀治 折原智明  
高橋 賢 平野健一 野村恵子 鈴木康之 金井 尚 杉田年美  
鶴町康則 飛鳥嘉伸

1. 授業における化学の学習は、一般に自然(フィールド)と切りはなしてなされることが多く、自然と親しみたい私たちに化学があたえてくれるものは一体何なのかについて私たちはいろいろ話し合ってきました。そこで私たちの力で、自然と化学とのかかわりあいを調べるために、私たちの身近にある多摩川とその流域の水質をとりあげ、主として地球化学の本などを参考にしながら、物質の循環、水質と生物の相互作用および水質汚染(富栄養化の問題など)等を数年間にわたって総合的に調査・研究する計画を立て、現在化学クラブのメンバー総動員で研究中であります。今回の発表では、そのための予備調査としておこなった多摩川およびその流域の水質に関する二、三の知見と私たち高校生にとって可能な水質の調査・測定法について触れたいと思います。

### 2. 多摩川およびその流域の水質の物理的・化学的性質の測定

予備調査ということで、多摩川の水質についての基本的な情報をできるだけ幅広く集めることに努めた。調査・測定的项目としては、物理的性質と化学的性質といえる下記のものを選んだ。

- 物理的性質……温度(水温)、電気導度(導電率)、色、透明度、にごり、電気抵抗
- 化学的性質……各種溶存物質( $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_2^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{PO}_4^{3-}$ など)、pH、酸化還元電位(Eh)

(1) 測定場所および時期……多摩川の全域(上流・中流・下流)およびその流域の約40の採水点を距離が等間隔になるような橋下や合流点等の目印(特徴)をもつことを条件として選んだ。測定の時期は春休み、夏休みを利用しておこなった。

(2) 測定方法……現地で肉眼的に観察できる項目(色、におい、透明度、にごり)およびその場で簡単に測定できる項目(水温、導電率、pH、酸化還元電位など)以外はすべてサンプルを実験室にもち帰って測定した。各種溶存物質の濃度の測定については、キレート滴定(カルシウムイオン、マグネシウムイオン)、モール法(塩化物イオン)および分光光度計による比色法(アンモニウムイオン、亜硝酸イオン、硝酸イオン、リン酸イオン)によった。この場合、採水に特別の処理をしないでおこなった。

(3) 測定結果……測定結果は河口(東京湾)からの距離(km)を横軸にとって、それぞれの測定項目(濃度はppmに統一して)をたて軸にとってグラフにまとめた。(河口から奥多摩湖までの約90kmを記録)その結果、カルシウムイオン、マグネシウムイオン、塩化物イオンでは、ほぼ15km地点において濃度の激減が見られることがわかった。これは導電率の変化とほぼ一致していた。pHの変化は多摩川全域にわたっ

てアルカリ性を示すことがわかったが、下流(40km~50km迄)では中性、中性に近い弱アルカリ性なのに對して50kmより上流においてはpH7.5に近いアルカリ性を示した。このことは、上流の石灰岩地層との関連を考えると重要な手がかりとなると思われる。またリン酸イオンが40km地点から減少しはじめ、50km~60km地点からは検出が困難な程微量となってしまうことやアンモニウムイオンが30km地点から激減しこれまた検出不可能なほど微量となってしまうという興味ある事実が発見された。これらは、生活排水による汚染や富栄養化ならびに物質の循環や生物との相互作用を研究していく上で大いに参考となる現象のように思われるので、本調査にあたってはリンや窒素を含む化学種についてより綿密なきめのこまかい調査や測定を計画し、実施していく予定である。

### 3. 調査法および測定方法についての考察

今回の予備調査では、多摩川の水質が化学的にみてどのような特徴をもっているか、またどんな問題をかかえているかを調べた。調査回数、調査方法(調査計画)、水質調査の研究法そして各項目の精選および測定法などさまざまな点で不備であったと痛感しますが、調査をすすめていくうちに開けてくると思い、先ず実行したことがかえて良い結果を生んだように思われる。本調査に対してある程度の可能性を示唆してくれたという点では、本予備調査は成功であった。本調査では、私たち高校生がどの程度までこの問題を掘り下げていけるかを、計画の段階でみきわめる必要がある。15名たらずの高校生が放課後や休日、夏、冬、春の休みを利用して行う採水、観測、測定、討論する内容には、その範囲および掘り下げる深さにおいておのずと制限がある。採水地点、測定項目についても省けるものは省き、物質の循環ということに的をしぼっていきたい。しかしこのテーマは高校生にとっては、学問的にもむづかしいと思われるので、カルシウムイオンやマグネシウムイオンなどのように比較的測定のしやすい化学種の行動を先ず調べて、順次炭素、窒素、リンの動きをさぐってみたい。

次に測定方法つまり測定の技術の問題がある。高校生がどんなに注意深く実験・観察・測定をおこなっても、熟練の度合いが専門家とは違うし、施設、設備、器具の制限、試薬類および化学薬品の制約や実験・研究時間の制約がある。知識の量においても専門家とは大分違う。こうしたハンディがあっても私たちは、自分達の力の及ぶかぎり、この困難なテーマにとりくみ、こうした研究を通して、地球化学という学問を学ぶつもりである。私たちの予備調査のさい身につけた、測定技術にはつぎのものがある。

- (a) pHメーターによるpHの測定
  - (b) 電気導度測定機器(導電率計)による水の導電率の測定
  - (c) 酸化還元電位差計による酸化還元電位の測定
  - (d) 各種滴定方法(キレート滴定、モール滴定、中和滴定)による溶存イオンの濃度の測定
  - (e) 分光光度計を用いておこなう比色分析の技術
  - (f) 採水に関するいろいろな方法
- (a)、(b)、(c)は機器の精度にもよるが、私達高校生でもかなり正確な値をうることができた。しかし、こ

れらについては理論的解析がむづかしいので更に勉強していく必要がある。(d)のキレート滴定法はかなり正確な値を出せるようになった。(e)は高性能の分光光度計があるので、試薬の調整や発色の濃さを上手に調節すれば、各種イオンの濃度測定が可能。

# 第2回化学クラブ研究発表会

## 講演予稿集

日時 昭和60年4月1日(月) 10:00~15:30

場所 日本化学会講堂

主催 日本化学会関東支部



## 第2回化学クラブ研究発表会

主催 日本化学会関東支部

### プログラム

1. 会期 昭和60年4月1日(月) 10時~15時30分  
会場 日本化学会講堂

### 2. プログラム

(司会) 池本 勲・逢坂 哲彌

(1) 開会の挨拶 (10:00~10:10) 日本化学会会長 鶴田 禎二

(2) 研究発表(1件20分(講演15分・質疑応答5分))

(10:10~11:10)

- 1) アモルファスAl-99wt%Sn合金の物性研究  
(東海大高輪台高) 阿部 太一○齋藤 融・伊藤 学○安田 直哉
- 2) アルミの薄膜における腐食について(第1報)  
(都立桜町高) ○佐藤 政孝・石川 亨・小柳 久直・江森 明子  
江崎 洋志 高松 洋一・藤井健太郎
- 3) マグネタイト微粒子の生成と分散性  
(都立国分寺高) ○小室 栄樹○品川 秀行・大越 規彰・当麻 基幸  
佐分 玲子・富田 恵子

(13:00~14:00)

- 4) 水素ペレットについて  
(光塩女子学院中・高) ○荒木 留理・佐藤 宏子・清水 寛子・長島 優子  
鈴木恵理子・鈴木 理子・土屋 有美・橋本 幸子  
肥後 昌子
- 5) ボルタのバイル(電堆)の研究  
(都立小石川高) ○大脇 和浩○安田 武史・堀越 司・大堀久美子  
宮田 賢一・藪内 一貴○坂井 一光・内保 顕
- 6) 水生植物による金属イオンの吸収について  
(群馬県立太田高) ○戸嶋 康雄・荒川 達也・小堀 重彦・長谷川 潤  
三木 敏聖・齋藤 吉洋・鈴木 浩樹・榎岡 秀朗  
根岸 朋弘・荻野 法之・小平 直樹

(14:10~15:10)

- 7) TiO<sub>2</sub>を使用した湿式光電池について  
(駒場東邦中・高) ○相崎 健一・鈴木 康之・平井 修一
- 8) 多摩川とその流域の水質に関する基礎的調査(第2報)  
(都立立川高) ○駒沢 明美○今村 昌俊・岩浪 直子・鈴木 康之  
野村 恵子 長渡 裕子・手塚 裕子・福島 俊明  
今井 直樹 佐藤 浩司
- 9) 岩石の定性分析についての試み  
(雙葉学園中・高) ○間々田貢子○石黒真祈子・長澤 朋子・飯高 晶子  
比田井 都

(3) 表彰式・閉会の挨拶 (15:10~15:30) 日本化学会関東支部支部長 稲本 直樹

## 発表8 多摩川とその流域の水質に関する調査研究 (第2報)

(都立立川高校) ○駒澤明美 ○今村昌俊 岩浪直子 鈴木康之

野村恵子 長渡裕子 手塚裕子 福島俊朗 今井直樹 佐藤浩司

1. 私達化学部では、昨年度に引き続き、自然と化学のかかわり合いを調べるために、本年度も多摩川とその流域の水質を取りあげました。今回の発表では昨年度との比較を中心にして、高校生に可能な水質の調査、測定を実施しました。

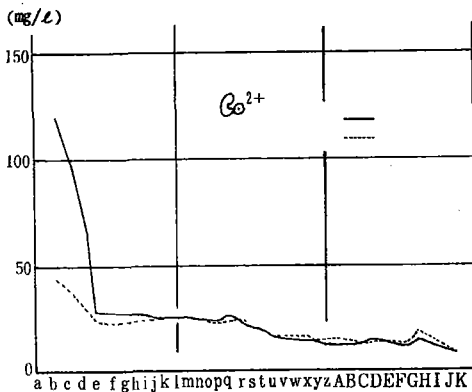
2. 多摩川およびその流域の水質の物理的・化学的性質の測定は、作年度と同じく多摩川の水質についての基本的で基礎的なものを幅広く集めるよう努めました。調査・測定の項目としては、物理的性質と化学的性質とを主体にしました。

- 物理的性質……温度(水温)、電気伝導度(導電率)、色、透明度、にごり、電気抵抗
- 化学的性質……各種溶存物質( $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_2^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{PO}_4^{3-}$  など)、pH、酸化還元電位(Eh)、COD

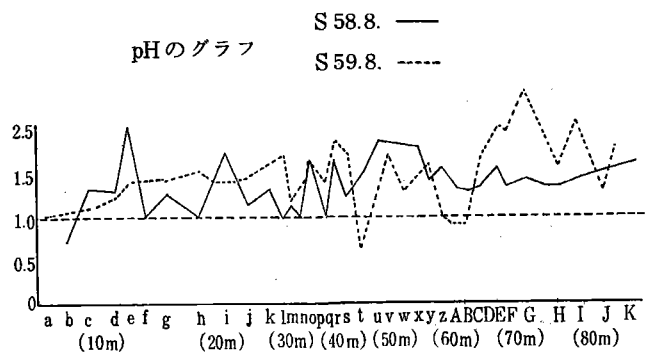
(1) 測定の場所および時期……多摩川全域(上流・中流・下流)およびその流域約40の採水点を選んだ。これはすべて昨年度と同じ地点である。その他本年度より、奥多摩湖で8ヶ所、日原川で7ヶ所採水した。測定の時期は夏休みを利用して行った。

(2) 測定方法……採水地点では水温の測定。あとはサンプルを実験室に持ち帰り、測定した。導電率、pH、酸化還元電位などは、測定機器で簡単に測定できた。各種溶存化学種の濃度の測定については、カルシウムイオン、マグネシウムイオンはキレート測定、塩化物イオンはモール法、CODは過マンガン酸カリウムによる酸化還元滴定法、リン酸イオンは分光光度計による比色法をそれぞれ用いた。(採取したサンプルには特別な処理は行っていない。)

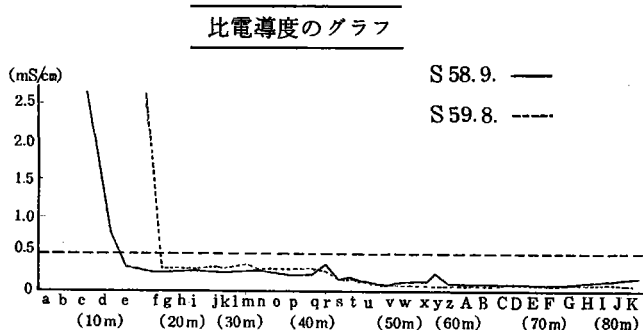
(3) 測定結果の整理……測定結果は河口(東京湾)から距離(km)を横軸にとり、それぞれの測定項目(濃度はmg/lに統一)をたて軸にとってグラフにまとめた。(河口から奥多摩湖までの約90kmを記録)



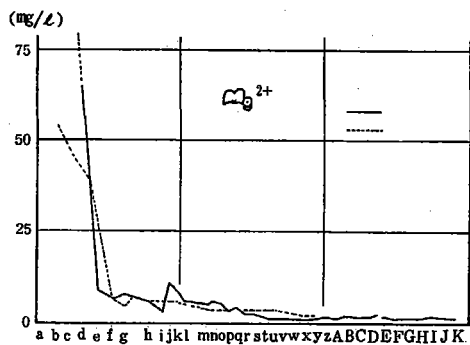
〔図-1〕



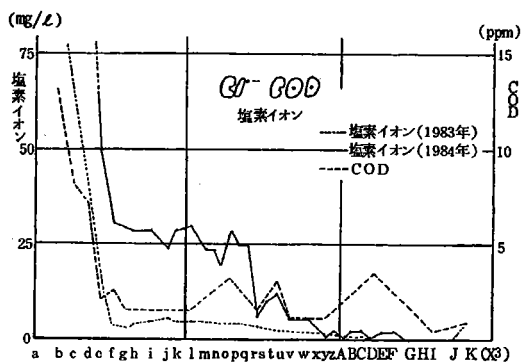
〔図-2〕



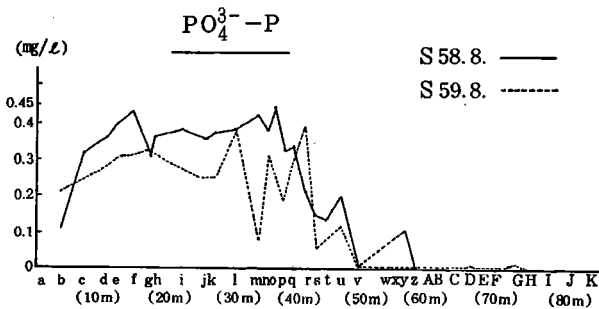
〔 図 - 3 〕



〔 図 - 4 〕



〔 図 - 5 〕



〔 図 - 6 〕

その結果、上図(1)～(6)が得られた。カルシウムイオン、マグネシウムイオン、塩化物イオンは青梅付近から下流にかけてはほぼ一定の値で増加しているが、15km地点において濃度の急増がみられる。導電率の変化は、ほぼ前述のグラフの変化と同じであった。pHは、多摩川全域においてほとんどが7.0以上の値でアルカリ性を示していた。河口付近及び下流の一部ではpH値は中性か中性に近い弱アルカリ性だが、上流地点ではpH値は7.5近いアルカリ性であった。また、今年は石灰層との関連を考えるために日原川・日原鍾乳洞のカルシウムイオンの値を調べた。日原鍾乳洞でのカルシウムイオンは小河内ダム下のカルシウムイオンの5倍ほどであった。またリン酸イオンは下流よりも中流の濃度が高かった。そしてCODは中流より下流、河口へ行くにしたがって増加がみられる。これらは、生活排水による汚染と、酸素などによる自然浄化の力関係を考える上で参考となるものと思われる。

### 3. 昨年の調査結果との比較と考察

①変動が少なく安定していたもの(昨年度と似た形のグラフになったもの)

- カルシウムイオン ●マグネシウムイオン ●電気伝導率(導電率)

②変動が激しく不安定(昨年度と違う形のグラフになったもの)

- 塩化物イオン ●リン酸イオン

③変動はあるがほぼ一定……pH

※CODについては昨年度との比較ができないため区分けはしなかった。

以上より考えられることは、①は主に自然的要因によって決定されると思われるもので、これらは常にほぼ安定した値をとると考えられる。②は主として人工的要因によって決定されるものと思われる。そして、CODも主に人工的要因によるものと考えられる。③は排水状況によって変化するが、自然によってかなり調節されているように思われる。

本年度は昨年度の予備調査につぐ本調査であるので、部員はみな慎重に調査に取り組んだが、深く追求すればするほど複雑でむづかしくなっていくことが分かって来、私達高校生の力でどの程度まで掘り下げられるかが大変疑問に感じられてきました。しかし、採水地点の水は常に流れているのに、年をかえてもほとんど値が変わらない項目もあれば、非常に値に変化のある項目も存在することを自らの力で知って本当に感動しました。今後も根気よく調査を続け、各項目の値の変化について研究していきたいと思えます。

こまざわあけみ・いまむらまさとし・いわみななおこ・すずきやすゆき・のむらけいこ・ながとゆうこ・  
てづかひろこ・ふくしまとしろう・いまいなおき・さとうこうじ

# 第3回化学クラブ研究発表会

## 講演予稿集

日 時 昭和61年3月26日(水) 10:00~16:00

会 場 日本化学会講堂

主 催 日本化学会関東支部

# 第3回化学クラブ研究発表会

主催 日本化学会関東支部

1. 会期 昭和61年3月26日(水) 10時~16時  
会場 日本化学会講堂

## 2. プログラム

(1) 開会の挨拶 (10:00~10:10) 日本化学会会長 向山 光昭

(2) 研究発表 (1件20分(講演15分・質疑応答5分))

(10:10~10:50)

1) アゾ染料に関する研究 (駒場東邦中・高) ○黒田 明義○上妻 幹男・鈴木 高宏・森脇 賢  
岡田 賢・高橋 俊守・山縣 秀明・河尻 達也

田村 幸弘

2) 円形ペーパークロマトグラフィーの改良について (東京都立小石川高) ○堀田 弘志・入来 雅彦・石川真起志・板倉 啓太  
井上 香織・上野 明紀・内保 顕・大下 和久

近田めぐみ

(11:00~11:40)

3) リーゼガングのリング生成の規則性に関する一考察1 (東京都立日比谷高) ○藪田 憲正・近藤 晴彦

4) 大豆の生化学的研究 (東海大高輪台高) 阿部 太一・斎藤 融・伊東 学○安田 直哉  
上原 一浩○中野 克己・長島 誠吾 石川 力

(13:00~13:40)

5) アルミの薄膜における腐食について (東京都立桜町高) ○江崎 洋志・高松 洋一・奈須 隆史・長谷川 剛  
樽井 健治・村田 誠・山本 光輝・斉藤 一寿

速水 顕則・藤田 弘美・新川 玲子・滝 國子  
古木 邦子・内田 哉・金子 勉・渡辺 紀子

6) 湿式太陽電池の研究 (芝浦工大高) 岡野 英司○石田 泰之・石田 英男・村山 恭一  
金子 政利・鍛守 文雄・斉木 茂・吉野 徹也  
大野 徹

(13:50~14:30)

7) 水生植物による重金属イオンの吸収について (第2報) (群馬県立太田高) ○三木 敏聖・荒川 達也・小堀 重彦・秋山 憲一  
川崎 暢之・高木 幸浩

8) 四阿山の岩石と水質について (雙葉中・高) ○長澤 朋子○坂元 恵美・飯高 晶子・飯山 典子  
安達 文・比田井 都

(14:40~15:20)

9) 水質を調べる (千葉県立清水高) ○浅野 幸男○佐々木秀幸・上野 正浩・大和田 新  
本多 昭彦

10) 多摩川とその流域の水質に関する基礎的調査 (第3報) (東京都立立川高) ○森戸 茂一○片柳 英樹・藤崎 弘士・中島 仁  
田中 茂・矢舟 章浩・相川 裕二・駒澤 明美  
手塚 裕子・長渡 裕子

(3) 表彰式・閉会の挨拶 (15:30~16:00) 日本化学会副会長 稲本 直樹

(司会) 池本 勲・川口 春馬・務台 潔

## 発表10 多摩川とその流域の水質に関する調査研究 (第3報)

(都立立川高校) ○森戸茂一 ○片柳英樹 藤崎弘士 中島 仁  
田中 茂 矢舟章浩 相川裕二 駒澤明美 手塚裕子 長渡裕子

立川高校化学部では、今年もクラブ全体のテーマとして多摩川とその流域の水質を取り上げ、昨年度とほぼ同じ方法でその水質調査を実施しました。そして今年、多摩川の中流域で合流している秋川の上流と、その秋川と合流している養沢川についても、新たに41ヶ所の採水点を設けて、多摩川と同様に調査を実施しました。そこでその結果の報告と、いくつかの考察をここに発表したいと思います。

### I 多摩川の水質調査

#### 1) 採水点及び時期

採水点は昨年と同じ地点としたが、その内のいくつかは採水ができず、データを出せなかった所がある。時期は1985年7月中旬である。

#### 2) 測定項目及び方法 (1985年度調査内容とほぼ同じ)

◎物理的性質としては

電気伝導度 (計器測定)、酸化還元電位 (計器測定)

紫外線吸光度 (ダブルビーム分光光度計による測定)

◎化学的性質としては

各種溶存物質

$\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  (以上2つはキレート滴定)、 $\text{Cl}^{-}$  (モール法による滴定)、 $\text{PO}_4^{3-}$

(モリブデン青 [塩化すず (II)] 吸光光度法)  $\text{COD}_{\text{Mn}}$  (100 °Cにおける過マンガン酸カリウムによる酸素消費量)

pH (計器測定)

#### 3) 測定データ……別紙

### II 秋川上流及び養沢川の水質調査

#### 1) 採水点及び時期

北秋川-20地点、南秋川-14地点、南北秋川合流点-1地点、養沢川-7地点、及び養沢川に注ぐ小川の出発点である鍾乳洞 (三ツ合鍾乳洞-3地点、養沢鍾乳洞-2地点、大岳鍾乳洞の内部-4地点、外部-2地点) 時期は1985年8月13日~15日 (合宿)

#### 2) 測定項目及び方法

多摩川の測定項目に加え、

水温 (アルコール温度計)、溶存酸素 (ウィンクラー法)、アルカリ度 (終点pH4.3、硫酸によ

る滴定)

3) 測定データ……別紙

### Ⅲ 全体を通しての考察と研究

前回の発表では、1984年と1985年の測定結果のそれぞれ同じ項目どうしを河口からの距離を横軸にとり比較するという方法で考察を行ったが、今日は同時期の測定項目どうしの関係に着目して考察を行ってみることにした。尚、現在化学部が測定している1986年1月の水質データの一部分が発表に間にあったので、考察2ではそれを使用する。

1) 水中のイオン濃度と電気伝導度の関係

我々が測定している河川水中のイオンは、今のところ陽イオン2種、陰イオン2種の計4種であるが、これが河川水に含まれる全てのイオンとは思えない。そこで少なくともその4種以外のイオンの総量だけでも何か別の項目から類推できないかと思ひ、電気伝導度はイオン総量に比例するという既知の事実から電気伝導度に着目した。これに関する実験のいくつかと計算はまだ終わらせていないので発表は当日行う。

2) CODと紫外線吸光度の関係

一般に水溶液には、ある波長の光をより多く吸収する性質がある。河川水の場合、その吸収は紫外域の190～220nmの波長でみられる。波長250nmにおける吸光度とCODとの関係はすでに知られているが、今回は波長を定めずにピークの高さとの相関をとることにした。それらの測定により、CODと吸光度との関係が明確になれば、とかくめんどく測定値のくくい易いCODの値を容易に推定することができるので、これは将来の測定において大いに参考になると思う。これも発表は当日行う。

### Ⅳ 今回の反省、及びこれからの課題

反省点としては、やはり考察にとりかかるのが遅かった為、この原稿に研究の結果を載せられなかったという点が最大であると思う。そして課題としては、今までただやみくもに溶存物質を調査する、といった感の強かった水質調査を考え直し、今までのデータを基にして「川」の総合的研究を進めて行くことにあると思う。

もりとしげかず・かたやなぎひでき・ふじさきひろし・なかじまひとし・たなかしげる・やふねあきひろ・あいかわゆうじ・こまざわあけみ・てづかひろこ・ながとゆうこ



# 第4回化学クラブ研究発表会

## 講演予稿集

日 時 昭和62年4月1日(水) 10:00~16:30  
会 場 日本大学 文理学部

主 催 日本化学会関東支部

# 第4回化学クラブ研究発表会

主催 日本化学会関東支部

1. 会期 昭和62年4月1日(水)10時~16時30分  
 会場 日本大学文理学部

## 2. プログラム

(1) 開会の挨拶 (10:00~10:10) 日本化学会会長 吉田 善一

(2) 研究発表 (1件20分(講演15分・質疑応答5分))  
 (10:10~11:10)

- 1) 岩石の定量分析 (雙葉中・高) ○坂元 恵美○比田井 都・飯田 麻子・大村菜穂子  
 後藤 礼奈・瀬戸はるか
- 2) 弁慶堀の水質調査 (東京都立日比谷高) 桑原 淳一○一瀬 豊日
- 3) 多摩川とその流域の水質に関する研究(第4報) (東京都立立川高) ○鈴木 貴之○門間 隆之・森戸 茂一・片柳 英樹  
 藤崎 弘士・中島 仁・相川 裕二・矢舟 章浩  
 田中 茂・岡野 成利・他5名

(11:20~12:20)

- 4) 植物中の遊離糖の分析 (光塩女子学院) ○浅井 晶子○板津理恵子○黒川 朋子
- 5) 不純物混入水中の魚類による急性毒試験 (芝高) ○新船 孝二・妹尾 寧・鈴木 優・鈴木 宏明  
 亀田 洋・木島 英彦
- 6) 天然物含有尿素樹脂による重金属イオンの吸着について (群馬県立太田高) ○川崎 暢之○高木 幸浩○秋山 憲一・斉藤 隆啓  
 島井 重治・山口 昌彦・竹川 道也・吉住 啓  
 鷗木 義隆

(13:30~14:30)

- 7) セラミックスの合成とその物性 (東海大高輪台高) ○富田 耕正○平山 隆哉・長島 誠吾・青山 雄一  
 安田 直哉・菊地 辰也・川上 勝也・内藤 知博
- 8) 使い捨てカイロの研究 (東京都立千歳丘高) ○新宮 紀子○田中 菜摘
- 9) プラスチック板における無電解メッキの研究 (東京都立南高) ○西川 正峰・森 千佳子・中町 早苗・田丸 美月  
 伊藤 幸代

(14:40~16:00)

- 10) アルミニウム電池の試作 (神奈川県立座間高) ○根津 孝○清野 博之○田辺 泰志○中島 徳子  
 ○吉田 朝明
- 11) 燃料電池の研究 (東京都立忠生高) ○柳澤 和夫○篠原 清美・前川 亮太・金子 徹  
 秋山 茂・黒島 直人・大貫 千尋
- 12) 葉緑体を用いた光電気化学電池の研究 (芝浦工大中・高) 石田 泰之・石田 英雄・金子 政利・鎌守 文雄  
 村山 恭一○斉木 茂・吉野 徹也・大野 徹  
 大場 敏行・押樋 敏行・羽場 勲・稲毛 稔岳
- 13) 使い捨て乾電池の再利用についての研究 (東京都立小石川高) 石川真起志・井上 香織・入来 雅彦・上野 明紀  
 栗田 寛美・寺崎 徹○堀田 弘志・向井 章栄

(3) 表彰式・閉会の挨拶 (16:00~16:30) 日本化学会関東支部長 大西 孝治

(司会) 川口 春馬・阿知波洋次・務台 潔

## 発表3 多摩川とその流域の水質に関する調査研究(第4報)

— 有機物の測定方法の検討と上流の自浄能力の推定 —

(都立立川高校) ○鈴木貴之 ○門間隆之 森戸茂一 片柳英樹 藤崎弘士  
中島 仁 相川裕二 矢舟章浩 田中 茂 岡野成利 他5名

### I はじめに

私達の化学部では、本発表会で3ヶ年連続して多摩川の水質調査の結果を発表させていただきました。そして今年も、最初の水質調査から数えて5年目を迎えます。

水質測定項目も、当初5項目ほどにすぎなかったものが、今では10項目をこえるまでになりました。今回の発表では最近5年分の各項目ごとの測定値の平均を算出し、多摩川流域の各地点における水質の傾向を整理します。同時にCOD(化学的酸素要求量)或いはOC(有機物分解量)という項目でその存在量の概要が推定できる有機物の量については、どうしたらより正確に実際の有機物の存在量を測定できるかということに的をしぼって、その測定方法の検討を試みました。更にOCを利用して、河川の自浄作用の大きさを計算で求める可能性をさぐってみました。

### II 測定および実験の方法

#### (1) 水質の測定方法

カルシウムイオンやマグネシウムイオンは、キレート滴定法、塩化物イオンはモール法、リン酸イオンは分光光度計による比色法、CODは過マンガン酸カリウムによる酸化還元滴定法(JISK0102による)を用いた。DO(溶存酸素)、比電導度、酸化還元電位、濁度、pHなどは、機器測定によった。更に硫酸イオンは、分光光度計による比濁法で、測定した。

#### (2) OCの測定方法とCOD値との比較実験

OCは、二クロム酸カリウムを酸化剤として用いた有機物の簡易測定法である<sup>(1)</sup>。従ってCODと同様、酸素の消費量(ppm)として求められる。この値はCODばかりでなくBODとの相関も高く、しかも現地で簡単に火を使用せずに測定できるという特長がある。本研究では、このOCの値が、どの程度、忠実にCODの値をフォローするか、実験室内でいろいろと条件を変えて、各種有機物の標準溶液に対して実験を行い、検討を試みた。

#### (3) 河川の自浄作用を調べる現地実験 — 自浄係数の推定 —

河川水において、有機物の分解(河床への沈殿、吸着、空中への放出等も含める)による見かけの自浄作用の大きさは、次のようにして有機物の濃度変化から推定することができる<sup>(2)</sup>。いま有機物が定常的に河川に供給され、流量変化がなく、有機物の分布が一様な場合、上流の点Aと下流の点Bでの有機物濃度をそれぞれ $C_A$ 、 $C_B$ とし、流達時間 $t$ (day)の間の自浄の過程が一次式に従うとすると、 $C_B = C_A$

$\times 10^{-4}$  と書ける。この定数Kを自浄係数とよぶ。このKは  $K = \frac{1}{t} \log(C_A / C_B)$  により求められる。本現地実験では、有機物濃度  $C_A$  および  $C_B$  には2点におけるOCの値を用い、流速時間 (day)は、流速とA、B間の距離から計算で求めた。流速はA、Bの2点で10m間を流れるウキの速さの10回の測定から各平均値を求め、その和を2で割って求めた。

(注) Kの単位は [1/day] を、 $C_A$  および  $C_B$  の単位は [ppm] を用いて計算した。

### III 結果の考察

#### (1) 水質測定結果の考察

$Cl^-$ 、 $PO_4^{3-}-P$ 、 $SO_4^{2-}-S$ は、平井川や秋川の合流地点から急に数値が上がっているところを見ると、それらの川の影響を受けていると考えられる。それらの川が多摩川と合流する前に一度住宅地を通っているためと思われる。 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ 、 $Cl^-$ などは、河口部分で、急上昇するのは、海水の影響である。また $Ca^{2+}$ は、日原川の合流点でも急上昇しているのは、石灰地層のためと思われる。pHは、アルカリ性を示すが、天候・気温等による変化が、多いためバラつきが多い。 $Cl^-$ の滴定の発色は、はっきりしていないために、人により終点が異なり、相対的にしか正しくない。最後にこれらの理由から、 $Cl^-$ 、 $PO_4^{3-}-P$ 、 $SO_4^{2-}-S$ 、CODなどは、人為的影響が多いと考えられる。

#### (2) ODおよびCODの測定の比較

CODの測定のポイントは、30秒間加熱すね時、どのようにして100℃を保つかにある。この加熱の方法が悪い場合、あまり信用できない数値となっている。また採水した水を実験室にもち帰ってからの測定のため、有機物の量が増えることも考えられる。OCは、CODと同じものを測定することになるのだが、加熱は反応熱を利用するため案外一定で、かつ現場でも行えるため精度が高くなると思われる。この発熱は20秒ほどで最高点(90℃~100℃)に至り、その後冷却されるが、最初、周囲の温度によって影響を受けると考え、調べたところ、最高温度さえ同じに保てば、その後冷却しても、そう異った値が出ないことが分った。そこで最初の数分で反応をおわらせてしまえば周囲の温度にはそれほど影響されないことがわかった。もちろん、この時間内で未反応の有機物の量は測れない。

#### (3) 川の自浄係数の推定

現地実験の時期は、夏、天気は晴れ。場所は多摩川上流の、境橋(A地点)から奥多摩駅前(B地点)を選んだ。これは、流入河川がないという条件をみたく。前日の大雨のために、水温は低く、流速が速かった。A地点で1.11m/s、B地点で0.49m/sであった。A、B間の距離は約1.15km、A地点およびB地点のOCの値をそれぞれ $C_A$ 、 $C_B$ として自浄係数Kを  $K = \frac{1}{t} \log(C_A / C_B)$  により計算すると、5.1という結果が出た。多摩川の自浄係数は、0.33~0.58ぐらいである<sup>(3)</sup>はずなのだが、かなり大きな値となった。これは上流での自浄能力が大きいことを意味するが、流速が、A地点では1.11m/sと速く、B地点で0.44m/sとおそいという流速の差が大きいことも無視できない。A地点では、本来なら沈殿してしまったので、きれいになったような結果が出たとも考えられる。しかしながら、この実験では、t(day)が、

0.0167と、とても小さく（A、B間のきょりが短かすぎる）ことや、大雨の後ということもあるのでこの実験だけでは、はっきりしたことがいえない。少なくとも流入河川のないところでは、OCの値を利用して、川の自浄作用（能力）の目安となる。自浄係数（K）を算出する可能性がある程度つかめたことは成果であった。今後は、前記の諸条件をみたく現場を精選し、なるべくA、B間の距離を長くにとって、多摩川流域上のいろいろな場所でのKの値を求め、そこでの自浄作用（能力）の大きさを見積ってきたい。

- 〔参考文献〕 (1) 上野景平他；『簡易水質試験法』（1975）（共立出版）P28.  
(2) 半谷高久・阿部喜也；『水質汚濁研究法』（1972）（丸善）P46～P60.  
(3) 半谷高久・小倉紀雄；『水質調査法』（1985）（丸善）P52.

すずきたかゆき・もんまたかゆき・もりともいち・かたやなぎひでき・ふじさきひろし・なかじまひとし  
・あいかわゆうじ・やふねあきひろ・たなかしげる・おかのなりとし

# 第5回化学クラブ研究発表会

## 講演予稿集

日 時 昭和63年4月1日(金) 10:00~16:30  
場 所 青山学院大学

主催 日本化学会関東支部

# 第5回化学クラブ研究発表会

主催 日本化学会関東支部

1. 会 期 昭和63年4月1日(金)10時~16時30分  
 会 場 青山学院大学9号館932教室

## 2. プログラム

(1) 開会の挨拶 (10:00~10:10)

日本化学会会長 伊藤 昌壽

(2) 研究発表 [1件20分(講演15分・質疑応答5分)]  
 (10:10~10:50)

1) 電池の研究 ○関谷 延丈・鈴木幸太郎○門脇 正史・中村 太郎  
 (東京都立小石川高)

2) 半導体電極を用いた湿式光電池の基礎研究  
 (東京都立日比谷高) ○広畑 貴文・松倉 維道・角田 創・土井 淳

(11:00~12:00)

3) 超伝導セラミックスについて  
 (駒場東邦中・高) ○稲見 昌彦・園松 大介・岡田 賢・兼清 真人  
 久保田剛史・村井 淳

4) 酸化物超伝導体の研究  
 (芝浦工大中・高) ○齊木 茂・大野 徹・木村 登・吉野 徹也  
 ○押樋 芳広・唐沢 幸一・佐藤 幸一・矢部 振也  
 羽場 勲

5) M-Ba-Cu-O系の化合物の合成と物性  
 (東海大高輪台高) ○青山 雄一○平山 隆載・長島 誠吾・富田 耕正  
 川上 勝也・内藤 知博・岡本 能輝・青木 伸一

(13:30~14:10)

6) クレヨンの原料の配分による書き易さの比較  
 (フェリス女学院中・高) ○阿部 美南・江口 綾子・神原 敦子・松本 朋子  
 森川 紀乃○内山 夏帆

7) グルタミン酸の製造  
 (東京都立南高) ○森 千佳子・中町 早苗・田丸 美月・伊藤 幸代  
 水谷 卓也

(14:20~15:20)

8) 炭化有機物のもつ陰イオンの吸着性について  
 (群馬県立太田高) ○竹川 道也○島井 重治・吉住 啓・嶋木 義隆  
 始沢 規夫・松本 祐一・金井 淳一・長谷川 登  
 新井 正仁・千葉 俊昭・小川 和俊

9) 寒天中での樹枝状結晶の生成○榎本 裕美○山口 憲行・名執 亮太・小林 昌起  
 (筑波大附属中) 水上 郁・弓田 涉・斉藤 幸子・前原みどり  
 金子 透・小曾戸香織・菊池 愛子○宮島 謙  
 名取美和子・岩垂 純平・懸田 敏貴

10) 空気中の酸素の除去に関する研究  
 (神奈川県立鶴見高) ○奥野 浩一・春原 英明・山村 一茂・藤井 誠  
 五味雄一郎・佐藤 義則・松長 秀嗣

(15:30~16:10)

11) 岩石の定量分析  
 (雙葉中) ○後藤 礼奈・谷野千佳子・大村菜穂子・大橋 奈苗  
 中村紀美子

12) 多摩川とその流域の水質に関する研究(第5報)  
 (東京都立立川高) 門間 隆之・鈴木 貴之・若山 一茂○市倉 栄治  
 ○峰 理哉・山崎千弥子・波多野理恵

(3) 表彰式・閉会の挨拶 (16:10~16:30)

日本化学会関東支部長 富永 博夫

(司会) 川口 存馬・阿知波洋次・小宮山 真

# 発表12 多摩川とその流域の水質に関する研究 (第5報)

— 水質の日周変化に関する2、3の考察 —

門間隆之 鈴木貴之 若山一茂 ○市倉栄治 ○峰 理哉  
山崎千弥子 波多野理恵

## I はじめに

私達は、過去4ケ年にわたり、多摩川全域の各地点での水質の分布状況を発表してきた。これらの水質の測定データは、1日で全流域を部員全員が手分けして調査した結果である。しかしながら、調査では上流と下流での採水時間に、数時間のずれが生じてしまう。これまで、私達はこれらの時間差を無視して多摩川流域の各地点の水質を論じてきた。その後水質の項目の中には一日のうちで著しく変動するものとうでないものがあることを、2、3の予備実験で知った。本発表では、これらの水質項目の中で、変動の大きい項目及び変動の少ない項目を、明らかにし、その原因を考察する。

## II 測定および実験方法

[A] 昼夜測定の方法 — 私たちは日周変化を調べ、時間的誤差を知るために下記のような測定を試みた。

### (1)多摩川上流での34時間連続測定 実施日 — 1987年

8月5～6日(晴) 場所は、奥多摩駅上流(約40ヶ所ある測定地の1つ)。2時間おきに34時間測定を実施。測定項目は、機材の運搬、設備などの関係により限定された。

### (2)多摩川中流での26時間連続測定 実施日 — 1987年

9月26～27日(晴) 場所は、中央線鉄橋下(約40ヶ所ある測定地点の1つ)。1時間おきに、26時間測定を実施。

測定項目は、気温・水温・pH・溶存酸素・比電導度・濁度・酸化還元電位(実験室)

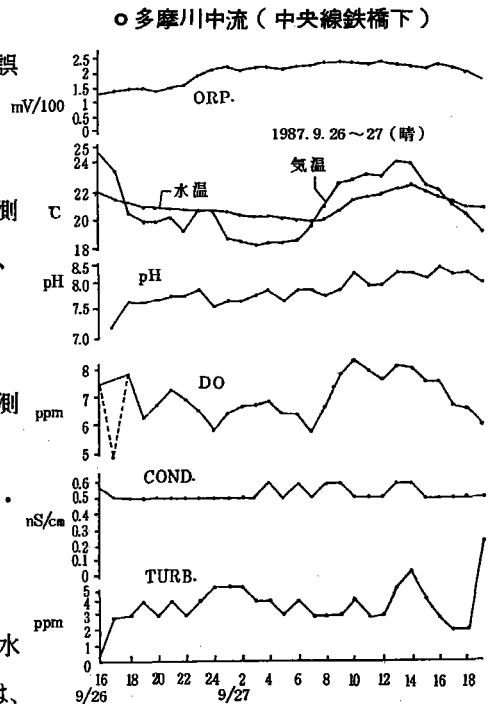
### (3)学校での静止水の29時間連続測定 実施日 — 1987年

12月23～24日(晴) 方法 中央線鉄橋下から水、水ゴケ、水草を持ち帰り、その水を、1ℓビーカー2個に分け、片方には、

水ゴケ及び水草を入れる。両者を昼間は、日なたへ、夜は全く光のあたらない所へ置き、極力自然の状態に近ずける。他の条件を全く同じにし両者を、2時間ごとに29時間測定する。

測定項目は、水温・気温・pH・溶存酸素・比電導度・濁度・ $Mg^{2+}$ ・ $Ca^{2+}$ など。

[B] 水質の測定方法 — カルシウムイオン( $Ca^{2+}$ )やマグネシウムイオン( $Mg^{2+}$ )は、キレート滴





定法。塩化物イオン ( $\text{Cl}^-$ ) は、IONメーターにて計器測定。リン酸イオン ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) は、分光光度計による比色法。硫酸イオンは、硫酸バリウムによる比濁法。化学的酸素要求量 ( $\text{COD}_{(\text{Mn})}$ ) は、過マンガン酸カリウム ( $\text{KMnO}_4$ ) による酸化還元滴定法 (JIS K0102)。電気伝導度 (EC、COND)、酸化還元電位 (ORP)、pH (水素イオン濃度)、濁度 (TURB)、溶存酸素 (DO) は、計器測定により求めた。

### III 考察

● pH 石灰岩質のために、上流は、アルカリ性が強く、下流へ行くにつれて中性へ近づいてゆく。日周変化は、水中生物の呼吸・夜間の植物の呼吸などによって生じる  $\text{CO}_2$  の影響が、あると考えられたが、中流域では、あまり変化が見られなかった。

● 溶存酸素 (DO) 上流での数値が高いのは流速が大きいと思われる。日中の数値が高く、夜間落ちるのは、生物の光合成や呼吸などのためと思われる。

●  $\text{Ca}^{2+} \cdot \text{Mg}^{2+}$  時間的に見ると多少の変動はあるが、ほぼ安定している。これらは、岩石から定常的に溶け出しているために変化しないものとみられる。

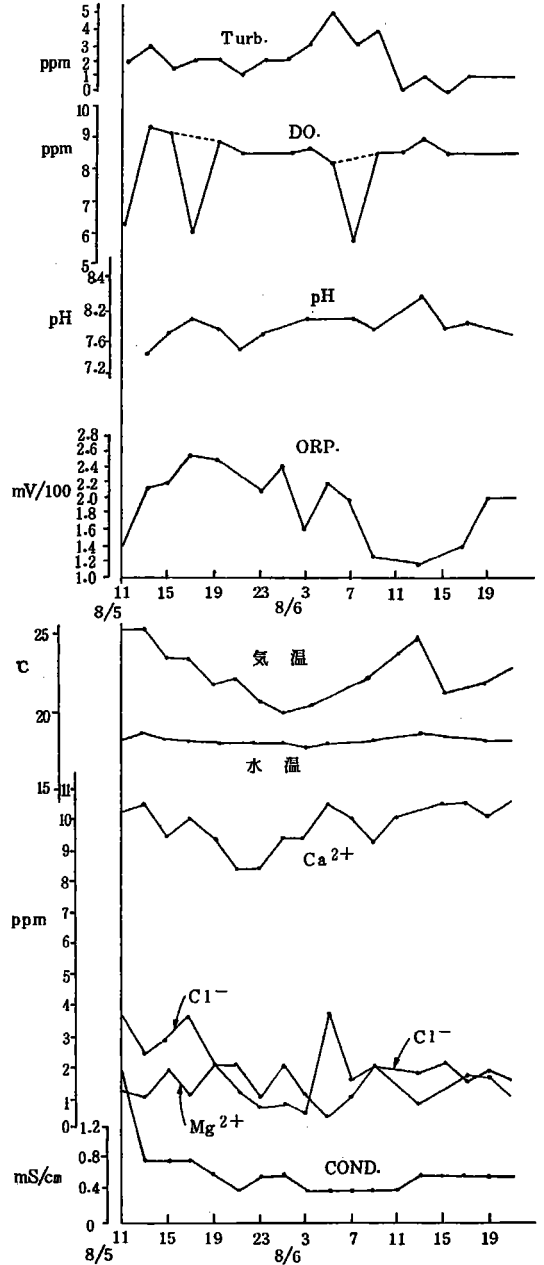
●  $\text{Cl}^-$  グラフからよくわかるように大きな変動がある。夜間に減少する傾向があることにより、生活排水など人工的な原因と見られるが、はっきりした事はわからない。

● 電気伝導度 (COND.) とけている電解質の指標となるものである。下流へ行くにしたがって上昇するが、時間的な変化は、流動水、静止水の場合、共に見られなかった。しかし住宅の急増する地点から急増することを考えると生活排水の影響をうけると思われる。

### IV これから

日周変化は、たと変化が激しいものでも、その差は昼間と夜間との差である。多摩川の採水は、今年は

○ 多摩川上流 (奥多摩駅上流)  
1987年8月5日~6日 (晴)



夏が、9:40~16:30、冬が8:45~14:15の間であった。実際は、ほとんどの採水が10時から14時の間に集中しており、この間はグラフからわかるように大きな変化はない。よって、この幅から大きくはずれないかぎり、日周変化は無視してもさしつかえないであろう。ただし理想的には、全地点で同時に採水すべきなのだから、これからは、なるべく採水時間の幅を、小さくしていくべきである。静止水のDOおよびpHの日周変化は、水中の生物による物質代謝の影響をつよく受けていることが予想できる。今後、校内の池などを対象として、静止水の研究をさらに深めることにより、河川中の生物活動も考えていきたい。

もんまたかゆき・すずきたかゆき・わかやまかずしげ・いちくえいじ・みねまさや・やまざきちやこ・  
はたのりえ

# 第6回化学クラブ研究発表会

## 講演予稿集

日 時 平成元年3月29日(水) 10:00~17:30  
場 所 日本化学会講堂

主 催 日本化学会関東支部

第6回化学クラブ研究発表会

主催 日本化学会関東支部

1. 会期 平成元年3月29日(水) 10時00分~17時30分  
 会場 日本化学会講堂

2. プログラム

(1) 開会の挨拶 (10:00~10:05) 日本化学会会長 田丸 謙二

(2) 研究発表 (1件20分(講演15分・質疑応答5分))

- 1) マイクロカプセルについて (10:05~10:25)  
 (東京都立小石川高) ○門脇 正史○関谷 延丈・鈴木幸太郎・中村 太郎  
 佐々木大悟
- 2) 半導体電極を用いた湿式光電池の基礎研究(その2) (10:25~10:45)  
 (東京都立日比谷高) ○土井 淳○塩田 哲也・千吉良武雄・三森 亮介  
 里見 志朗
- 3) めっきの研究 (10:45~11:05)  
 (東京都立南高) ○安田 貴文・醍醐 隆文・細川 尊哉・渡辺 明  
 増田 直樹
- 4) M<sub>1</sub>-M<sub>2</sub>-Cu-O系の合成と物性 (11:05~11:25)  
 (東海大高輪台高) ○大沢 匡弘○磯貝 聡一・青木 伸一・岡本 能輝  
 水上 和久・高瀬健太郎・北原 康敏
- 5) ビスマス系超伝導物質の研究 (11:25~11:45)  
 (芝浦工大中・高) ○羽場 勲・佐藤 幸一・上野 陽一・唐沢 幸一  
 押樋 芳広・矢部 辰也・池田 直成・和田 篤  
 金井 毅
- 6) 大気中の二酸化窒素に関する研究 (13:00~13:20)  
 (中央大学杉並高) ○内藤 公介○吉岡 康行○林 恵子・中村 明央  
 金谷 隆・鈴木 理絵・高美 友貴・池田 輝代  
 栃尾真貴子・鳥飼 康代・中嶋加代子
- 7) 横浜南部・北鎌倉の大気汚染調査 (13:20~13:40)  
 (神奈川県立港南台高) ○四分 豊和・井倉 政史・藤井 明子・山本由美子  
 勝又 淑久・片岡 史孝・水谷 守孝
- 8) 塩化鉛(II)の沈澱生成について (13:40~14:00)  
 (栃木県立宇都宮高) ○塩谷 博之・小林 哲・倉田 学・三甘 崇博
- 9) 活性炭による陰イオンの吸着 (14:00~14:20)  
 (群馬県立太田高) ○金井 淳一・沢 隆雄・野口 義晃・斉藤 正敏  
 平野 靖・田中 昭彦・熊野 秀晴・藤倉 智明  
 町田 直紀・久保田光洋・荻野 治之・柿沼 孝志
- 10) 活性汚泥・活性炭による水の浄化試験 (14:20~14:40)  
 (芝高) ○鈴木 宏明・鈴木 優・阿部 邦威・斉藤 宏  
 飯田 祐介・大里 賢治・太田 成洋・近藤 貴之  
 大川 祥一・北島 宏樹
- 11) 浅川の水質(24時間の変化) (14:40~15:00)  
 (東京都立南多摩高) 遠山 洋・館 聡史・菊地 正彦○坂本 信之  
 伏見 直紀・中村 浩三・小沢 佐知子・村越 唯一  
 桜田 延美・神尾 聡・飯島 春樹
- 12) 多摩川とその流域の水質に関する基礎的調査(第6報) (15:00~15:20)  
 (東京都立立川高) ○安藤 立正・笠谷 岳士・佐々木久磨・臣永 琢也  
 ○長山 森○舞弓 貴久・市倉 栄治・峰 理哉  
 鈴木 貴之・門間 隆之・若林 一茂
- 13) 水質の比較-河川周辺の環境が水に与える影響について- (15:20~15:40)  
 (東京都立永山高) ○小原 邦子○端慶村洋子・飯泉 正美○石川 嘉之  
 ○菅原真奈美・鈴木 敦子・東藤 祐美・唐仁原真樹  
 ○西橋 広恵○山崎 耕一
- 14) 漂白剤の定量分析(及び定性分析) (15:40~16:00)  
 (フェリス女学院中・高) ○藤田 朗子・伊藤 華恵・加藤智恵子・田中 美紀  
 ○岩松 美樹
- 15) 種子の中の金属について (16:00~16:20)  
 (東京純心女子高) ○横田 望美○倉田 揚子・大見 章子・古川 利津  
 山口 直子・賀山 明花
- 16) 植物中の放射能測定-環境放射能の測定(II) (16:20~16:40)  
 (成城学園高) ○中井 弘美・野村 英子・青木 純・石原宗一郎
- 17) 岩石の定量分析 (16:40~17:00)  
 (雙葉中・高) ○大村 菜穂子・谷野千佳子・後藤 礼奈・久米麻里子  
 大場 弥生・佐藤 裕子・杉山佳世子

(3) 表彰式・閉会の挨拶 (17:00~17:30) 日本化学会関東支部長 徳丸 克己

[司会] 阿知波洋次・小宮山 真・西郷 和彦

# 発表12 多摩川とその流域の水質に関する基礎的調査 (第6報)

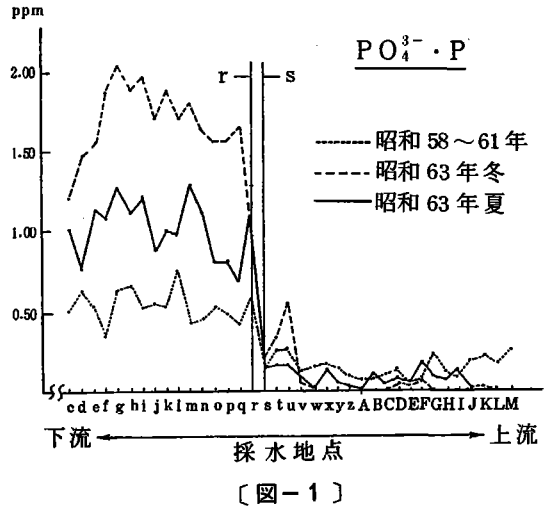
(東京都立立川高校化学部)

○安藤立正 笠谷岳士 佐々木久麿 臣永琢也 ○長山 森

○舞弓貴久 市倉栄治 峰 理哉 鈴木貴之 門間隆之 若山一茂

## I はじめに

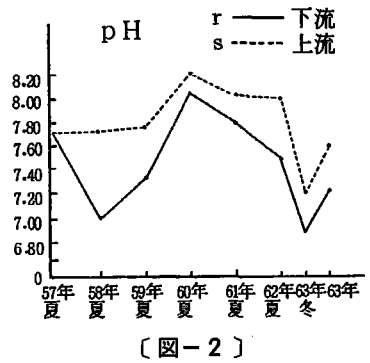
私達立川高化学部では、過去7年間にわたり、多摩川全域に設けた地点で採水し、水質の状態について、調査を行ってきました。昭和57年より、8回の測定データを得てきましたが、それによると、どのデータにも共通の傾向が表われるのに気がつきます。s(拝島橋)地点とr(多摩大橋)地点との間で、ほとんどの測定項目に急激な変化が見られることです。今回はこの2地点に注目し、この変化の原因について考察してみようと思います。(例・図1)



〔図-1〕

## II 測定方法

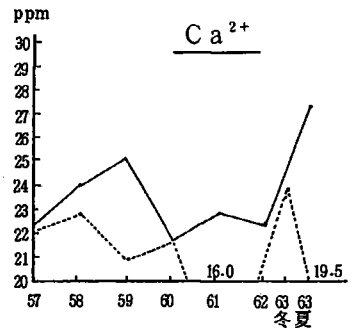
カルウムイオン (Ca<sup>2+</sup>)、マグネシウムイオン (Mg<sup>2+</sup>) はキレート滴定法、塩化物イオン (Cl<sup>-</sup>) はIONメーターによる計器測定、リン酸イオンは分光光度計による比色法、硫酸イオン (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) は分光光度計による比濁法(硫酸バリウムによる)、化学的酸素要求量 (COD<sub>Mn</sub>) は、過マンガン酸カリウムによる酸化還元滴定法 (JISK0201法)、電気伝導度 (COND) と酸化還元電位と、水素イオン指数 (pH)、濁度 (TURB)、溶存酸素 (DO) は、計器測定により求めた。



〔図-2〕

## III 測定結果とその考察

(1) pH 最大0.7、最小0.2の差が生じている。常に下流 (r) よりも、上流 (s) の値が大きい。この流域に降る雨水を調べてみると、かなり酸性化が進んでいるが、河川水となった段階で調べてみると、上流ほどアルカリ性を示している。これは上流に石灰岩 (日原など) 地帯があるため、アルカリ度が高く、それによって酸性化が抑えられ、pHの値が高



〔図-3〕

くとどまっているのだと思う。この2点間にも、同じような傾向が見られる。(図2)

(2)  $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$   $Ca^{2+}$ で最大7.5ppm、 $Mg^{2+}$ で最大2.0ppmの差がそれぞれ生じている。また、最小の差は $Ca^{2+}$ では0ppm、 $Mg^{2+}$ でも0ppmとなっている。常に上流(s)よりも、下流(r)の値が大きい。これは、岩石から一定量溶け出しているためだと思われる。(図3)

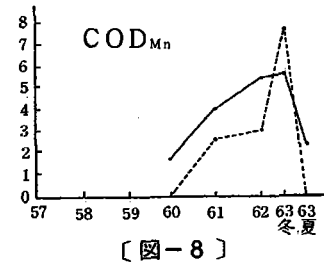
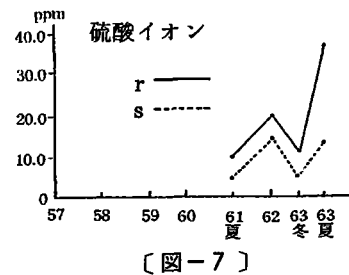
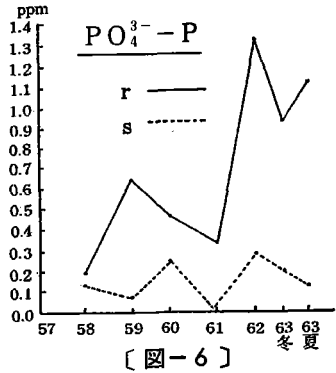
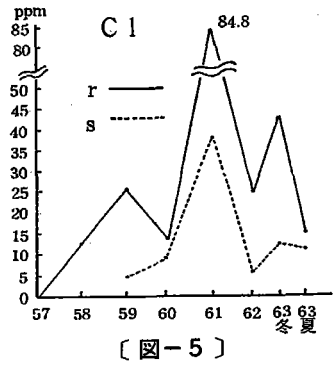
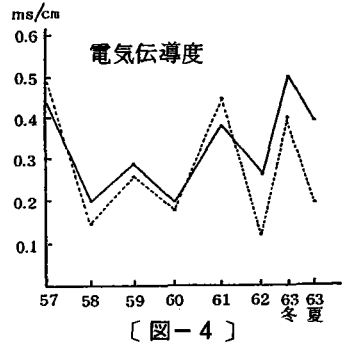
(3) 電気伝導度 電気伝導度に関しては、この2地点間に著しい変化はない。このことから無機イオンの濃度についてもさほど大きな変動はなさそうである。ただし、電気伝導度の経年変化の傾向が $Cl^{-}$ のそれとよく似ていることから、電気伝導度に与える $Cl^{-}$ の濃度の影響は大きいと言ってよい。従って含有量の少ない無機イオンの影響は、たとえそれがどんなに大きな変動であっても、表面には現われにくいと考えるのが妥当である。(図4)

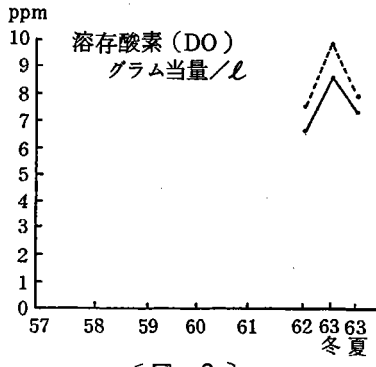
(4)  $Cl^{-}$  最大47ppm、最小4ppmの差が生じている。常に上流(s)よりも下流(r)の値が大きい。海水の影響が特にこの地点に及ぶとは考えられないので、生活排水がその起源であると見ることができる。現在、 $Na^{+}/Cl^{-}$ の比の値を検討中である。(図5)

(5)  $PO_4^{3-}-P$  図1は多摩川の上流から下流までの $PO_4^{3-}-P$ の濃度分布である。これを見ると、rとsの間に急激な変動が起きている。過去6年間で最大1ppm、最小0.1ppmの差が生じている。常に上流(s)よりも、下流(r)の値が大きい。これは主に生活排水、家畜、農業排水などによるものであると思われる。又、中流から下流(河口付近)にかけて濃度が減少している所に注目したい。これらの原因を探るべく、現在尚、研究調査中である。(図6)

(6)  $SO_4^{2-}-S$  過去3年間のデータしかないが、毎年rとsの二点間には明らかな変動がある。そのことを特定する原因は見つからないが、年々 $SO_4^{2-}-S$ の濃度は上昇する傾向にあると言えよう。これは工業排水、生活排水による原因の他、化石燃料の燃焼による大気汚染の増大が指摘できる。(図7)

(7) DO及び $COD_{Mn}$  スペースの関係でグラフ(図8)、(図9)のみを載せておく。DOにおけるrとsの逆転の現象は汚染物質の酸化による溶存酸素の消費ということで容易に理解することができる。





〔図-9〕

#### IV おわりに

以上、上流 (s)と下流 (r)との間の急激な変化について論じてきたが、結局このあたりから流入河川や工業排水、生活排水などの影響が顕著にあらわれてくることが分かった。少なくとも多摩川下流の水質汚染は年々確実に進んでいる。最近では雨水の酸性化に伴って、原流自身汚染されるということもあるが、やはり河川のまわりの住民の生活排水、工業排水、下水処理、農業・家畜排水などがその原因

であると見るべきであろう。又、川の汚染は進んでいるが、川の水は年々澄んできているという不思議な現象もある。一見汚水が浄化されたかにみえても、その中に含まれる有機物質の量は余り減っていないことも多々あって河川の浄化の問題の奥深さを痛感している。

- あんどうたつまさ・かさやたけし・ささきひさまる・とみながたくや・ながやまもり・まいゆみたかひさ・いちくらえいじ・みねまさや・すずきたかゆき・もんまたかゆき

# 第7回化学クラブ研究発表会

## 講演予稿集

日時 平成2年4月1日(日) 10:00~16:30

場所 神奈川大学横浜キャンパス4号館4-307教室

主催 日本化学会関東支部



# 第7回化学クラブ研究発表会

主催 日本化学会関東支部

1. 会 期 平成2年4月1日(日) 10:00~16:30  
 会 場 神奈川大学横浜キャンパス4号館4-307教室(第59春季年会B会場)

2. プログラム(1件20分(講演15分・質疑応答5分))

- 発表1 Y-Ba-Cu-O系の化合物の合成と物性(10:05~10:25)  
 (東海大高輪台高) 岡本 能輝・青木 伸一・水上 和久・磯貝 聡一  
 島袋 晃○高瀬健太郎○北原 康敏・斉藤考二郎  
 河野 竜一郎
- 発表2 Bi系超伝導体の高温相の単相化と磁化率の測定方法(10:25~10:45)  
 (芝浦工大中・高) ○本橋 篤・羽場 勲・矢部 辰也・和田 篤  
 池田 直成・岩渕 雄太・西原征一郎・羽場 仁  
 水野 拓宏
- 発表3 キトザンの精製とその応用(マイクロカプセル)(10:45~11:05)  
 (東京都立小石川高) ○谷口 博昭○小倉 基延・茂出木耕一・佐々木大悟  
 茶畑 弥生・原田 明華
- 発表4 色ガラスの作成(11:05~11:25)  
 (横浜市立南高) ○浦越 和志・高橋 透・難波 修・浜田 修  
 村田 賢一・沢井 俊行・田中 弘充
- 発表5 ルミノールの酸化による化学発光の研究(11:25~11:45)  
 (立教高) ○吉田崇一郎・追川 忠宏・大野 恭義・田岡 史文  
 岩田 哲晋
- 発表6 食塩電解工業の歴史を探る(13:20~13:40)  
 (神奈川県立鶴見高) ○中村 暢宏○小林 康宏・高瀬 遷・中村伊久也  
 古賀久美子・越賀 美子・樋口 隆二・志村 誠
- 発表7  $\gamma$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の研究(13:40~14:00)  
 (日大三高) ○井出 俊光○渡井 雅弘・加藤 裕之・佐々木祥匡  
 竹村 一也・横川 英彰・原口 弘嗣
- 発表8 半導体電極を用いた湿式光電池の基礎研究(その3)(14:00~14:20)  
 (東京都立日比谷高) ○三森 亮介○里見 志朗○中村 光児・山口 祥生  
 田林 洋・桃沢 法男
- 発表9 活性炭による陰イオンの吸着(14:20~14:40)  
 (群馬県立太田高) ○熊野 秀晴・藤倉 智明・平野 靖・野口 義晃  
 斎藤 正敏・坂本 靖英・渡辺 久晃・武藤 貢一  
 今井 康博・福田 保 他9名
- 発表10 ビタミンCと金属について(14:40~15:00)  
 (東京純心女子高) ○町田 琴恵・小野 瑞香・福田 千代・松浦 克枝
- 発表11 食品中の鉄の定性分析(15:00~15:20)  
 (東京都立永山高) 矢崎 敬子・小原 邦子○端慶村洋子・仲澤 弘恵  
 小川 真波○鴨志田 愛
- 発表12 多摩川とその流域の水質に関する基礎的調査(15:20~15:40)  
 (東京都立立川高) ○佐藤 大輔○町田 真一○小和田大輔・舞弓 貴久  
 安藤 立正・笠谷 岳士・臣永 琢也・長山 森  
 小野 里智彦・田中 亨・柳沢 隆夫
- 発表13 飲料水中に含まれるイオンの定量(15:40~16:00)  
 (東亜学園高) ○平野 和之・和田 薫・岡田 充央・作間 淳

# 多摩川とその流域の水質に関する基礎的調査 (第7報)

— 奥多摩湖における水質の垂直分布について —

(都立立川高校化学部)

○佐藤大輔 ○町田真一 ○小和田大輔 舞弓貴久 安藤立正  
笠谷岳士 臣永琢也 長山森 小野里知彦 田中亨 柳沢隆夫

## はじめに

今回は過去8年間におこなってきた恒例の多摩川全流域の夏期、冬期の水質調査に加えて、奥多摩湖の深度による水質の分布状況がどうなっているか、二、三の水質項目を取り上げて、垂直方向の測定を実施した結果について考察していこうと思います。

## 測定日時・場所

日時；平成2年1月15日(月) 9:00~16:00、

場所；奥多摩湖(ドラム缶橋) <右図1 S. M. N>

## 測定方法

$\text{PO}_4^{3-}$  は分光光度計による比色法、 $\text{SO}_4^{2-}$  は分光光度計による比濁法( $\text{BaSO}_4$ のコロイド溶液の濁度を比較する方法)、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ はキレート滴定法、 $\text{COD}_{\text{Mn}}$ は $\text{KMnO}_4$ による酸化還元滴定法(JISK 0102法による)により求めた。

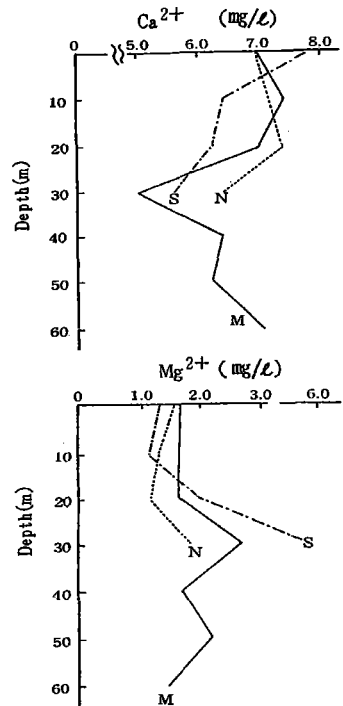
## 測定結果とその考察

1.  $\text{Ca}^{2+}$  グラフを見ると、まずS点が0mから落ちこみ、M点も10mから下がり、最後にN点が20mから下がっている。つまり、N点の方に行くほど下がり始めるところが深くなっている。又、下がりかたもN点の方が小さい。ところで、 $\text{Mg}^{2+}$ を除けば他の項目も10m~30mの辺りに比較的きれいな水の層があるのではないかと推測できる。そしてこの水の層はグラフの傾向から見てS点の方では10m付近から30m付近まで、そしてN点の方へ行くにしたがってそれが薄くなっていき、N点の辺りでは20m~30m付近に層があると考えられる(図2参照)。

2.  $\text{Mg}^{2+}$  グラフを見ると $\text{Ca}^{2+}$ とは反対にS点では10mから上昇を始めN点、M点では20mから上昇し、上がりかたもS点側の方が大きい。つまり $\text{Ca}^{2+}$ のところ推測した水の層には $\text{Mg}^{2+}$ が多



[図-1] 村松(1986)聖岳社

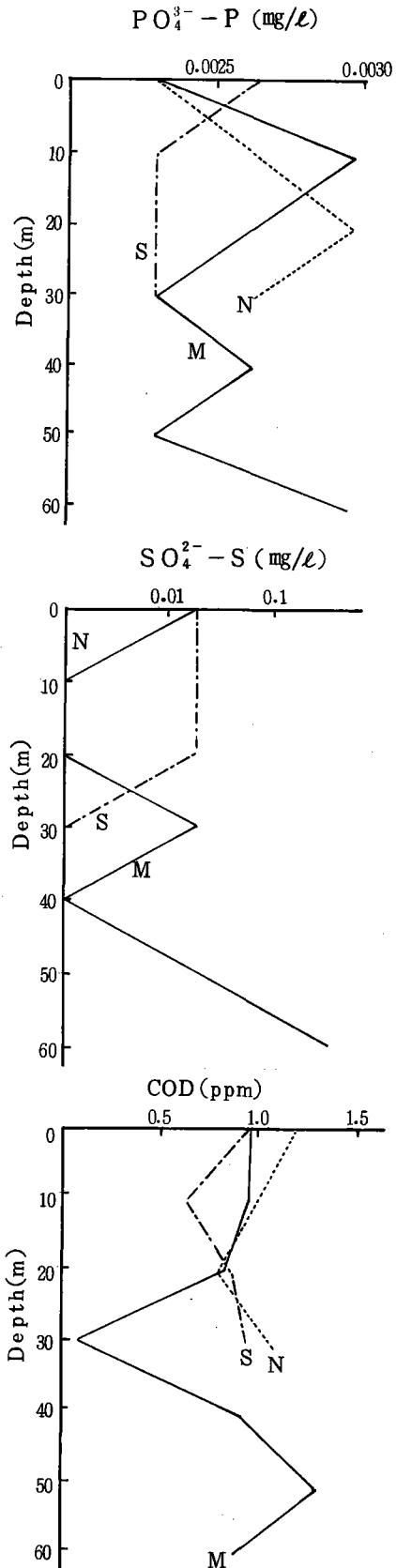


く含まれているのではないかということである。又、 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ の濃度の場所と深さによる変化を考えてみると30m付近では $Mg^{2+}$ はS点、 $Ca^{2+}$ はN点のほうが濃度が高い。そして、先ほどふれた水の層はS点側のほうが厚いと考えられることから、この水は南側から湧き出ているのではないかと推測される。30mより深いところで下がっていく傾向にあるのはそれらの影響がほとんどないためではないかと考えられる。

3.  $PO_4^{3-}-P$   $PO_4^{3-}-P$ のグラフを見るとN点とM点が上昇していることがわかる。これは北側には道路に沿って民家や店などがあるのでそこから出る排水の影響ではないかと思われる。N点の方が上がりかたがゆるやかなのはN点はM点よりもやや日当たりが良いため、植物性プランクトンがある程度の $PO_4^{3-}$ を消費するのではないかと考えられる。10m~30mの変化については $Ca^{2+}$ と同じ理由である。底のほうでの上昇は湖底に堆積した沈殿物が溶け出している影響ではないかと思われる。

4.  $SO_4^{2-}-S$   $COD_{Mn}$ を除く項目のなかで他の3つとは異なった変化を見せている。S点でも20mまでは変化がなく、N点、M点では20mから上昇している。これは $Ca^{2+}$ の考察でふれた水の層の上の辺りに雨の影響でそそがれた $SO_4^{2-}$ が密度の関係でたまっているのではないかと考えられる。南側ではきれいな湧水が底の30m付近にあるようである。 $SO_4^{2-}$ の層については図3を参照していただきたい。30mより深いところで上昇傾向が見られるのは $PO_4^{3-}$ と同じ理由だと考えられる。

5.  $COD_{Mn}$  これに関しては水に溶けていないコロイド状の有機物や生物の影響があるので他の項目とは異なった変化を見せている。S点が10mから上がっているのは釣のえさが原因ではないだろうか。N点は他に比値が高いが奥多摩湖は南側よりも北側のほうに人が下りられる斜面が多いため観光客が出すごみの影響が大きいと考えられる。20m~30mで値が上がっているのは釣り人がねらうポイントがここよりも少し上の方にあるためであると考えられる。M点だけは下降しているがここでも前に述べた湧水の層の影響を考えると説明がつく。30mより深いところでの上昇は水の層の影響が小さくなっているためではないだろうかと考えられる。





A-II-2 東京都立立川高等学校化学部による  
多摩川及びその流域の水質調査結果

(1987~1990)

都立立川高校化学部々誌  
「ION」より

昭和62年度(夏)

ION

Vol. 36

1987. 9 . 19

東京都立立川高校化学部

「ION Vol. 36」 1987. 9. 19.

前 — まえがき — 書

化学部部长 門 間 隆 之

うーん。ついにVol. 36になってしまった。水質もついに6年目になったし、とうとう来るべきものが来た感じだな、うん。

ところで、今回は、Vol. 33のマチガイを全てなおした（と思う）測定方法と、鈴木氏が書いている「自浄係数について」が今回の水質調査の目玉（？）商品です。じっくりと味わって読んで下さい。

自由研究は3年先輩の好意によるものとなりました。（表紙も）。私の顔料や繊維（きしめんみたいなもの）はとても発表するようなシロモノではないのでかんべんして下さい。部長としてまったく困ったものです、ハイ。

そもそも史上最大60ページのIONを作ろうといったのは私です。しかしだからといって50%以上をまかせることはないやんか（現段階では5～6割できている）。本当に出来るのだからか。心配だ。でも、考えてみたらこれが人目に触れたら出来ているのだな。よかった、よかった。

終りに、各先生方、先輩方、そして化学部部員みんなに感謝します。ありがとうございました。そしておつかれさまでした。

1987年9月19日の一週間前

## '87 年度多摩川の夏期水質調査（全域）

### 実施記録

1987年7月12日（日）曇時々雨に決行した。

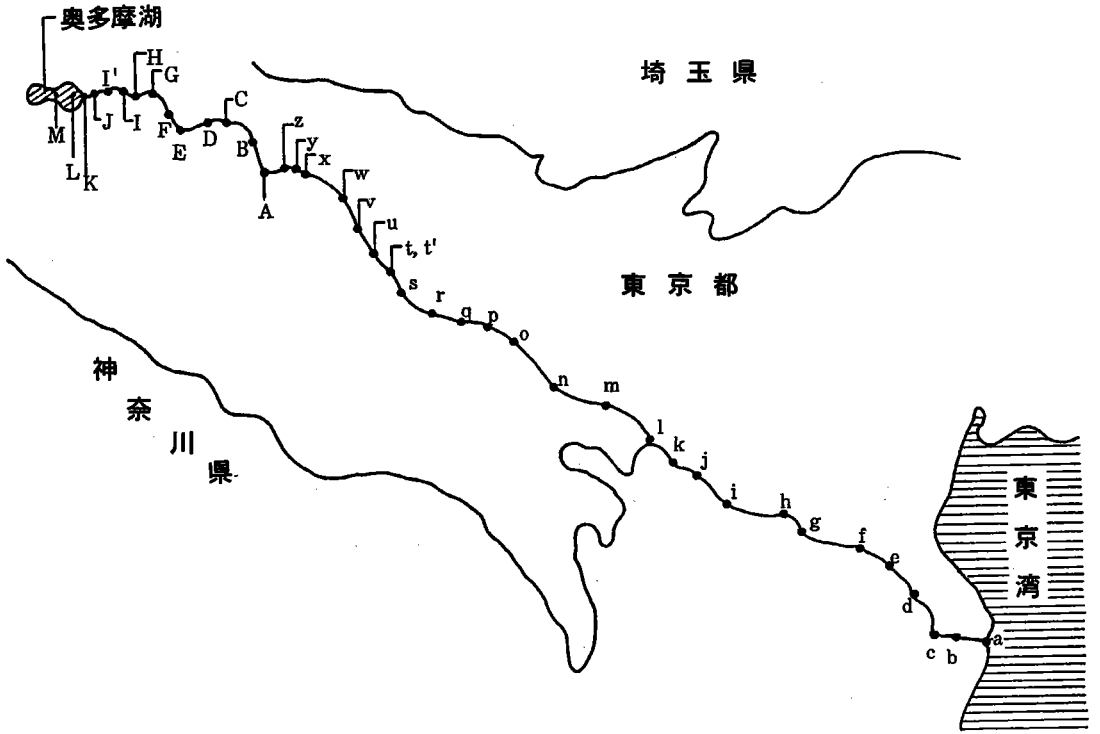
今年の水質測定用水の採水は、小島先生、野田先生、遠山先生、伏見先生、3年の先輩の協力で、車で移動した班が4つ、自転車で移動した班が1つ、計5班で採水を行った。以下にその班の編成を示す。

1班	野田先生、門間、市倉	a, b, c, d, e, f, g, h
2班	遠山先生、若山、波多野	i, j, k, l, m, n
3班	森戸先輩、田中先輩（自転車）	o, p, q, r, s
4班	伏見先生、鈴木、山崎、平野	t, t', u, v, w, x, y, z, A, B, C, D
5班	小島先生、井上、峰	E, F, G, H, I, I', J, K, L

5班のK地点は、この年が雨量が少なかったので、小河内ダムの水位がさがりすぎており、おりられる岸辺がなく技術的に採水は無理であった。

以下のデータは、同時に同じ場所で2本（500ml強）とり、別々に測定したものを平均したものである。

CODは採水後約4日ほどで、その他は2週間ほどで測定を終らせた。



採水地点

- |              |             |              |
|--------------|-------------|--------------|
| a 羽田空港       | n 関戸橋       | A 和田橋        |
| b 大師橋        | o 中央高速の橋    | B 日向和田駅      |
| c 六郷橋        | p 日野橋       | C 二俣尾駅       |
| d 多摩川橋       | q 中央線の鉄橋下   | D 沢井駅        |
| e ガス橋        | r 多摩大橋      | E 御獄駅        |
| f 丸子橋        | s 拝島橋       | F 川井駅        |
| g 第三京浜国道多摩川橋 | t, t' 秋川合流点 | G 鳩ノ巣駅       |
| h 二子橋        | u 五日市線の鉄橋下  | H 白丸駅        |
| i 東名高速の多摩川橋  | v 羽村大橋      | I 奥多摩駅       |
| j 多摩水道橋      | w 多摩川橋      | I' 民宿“若松荘”の下 |
| k 狛江市と調布市の境  | x 下奥多摩橋     | J 境橋         |
| l 多摩川原橋      | y 調布橋       | K 小河内ダム      |
| m 是政橋        | z 万年橋       | L 奥多摩湖の東     |
|              |             | M ドラムカン橋の中央  |



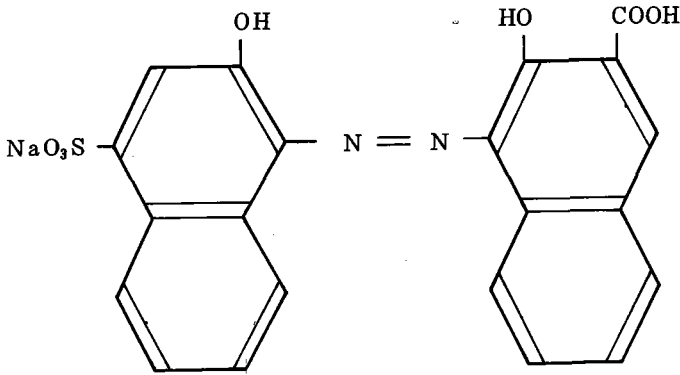
## カルシウムイオン (Ca<sup>2+</sup>) の測定

### キレート滴定

キレート試薬を用いて金属イオンを定量する滴定法である。金属キレート化合物の生成反応を利用している。

### NN指示薬 (NANA指示薬)

2, 2'-ジヒドロキシ-4'-スルホ-1, 1'-アゾナフタレン-3-カルボン酸のこと。この指示薬を少量入れておくことによって、金属イオンとキレート試薬が完全に反応し終わると、液の色が変わる(赤→青)ので、滴定の終点を知ることができる。



黒色粉末

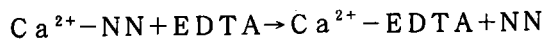
変色 (赤紫→青)

水にわずかに溶ける

水溶液はpH 7付近で紫色

pH 12~13で青色を呈する。

Ca<sup>2+</sup>により赤色を呈する。

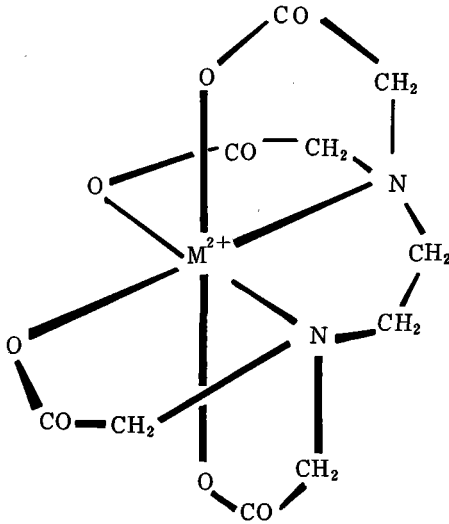


(赤紫色)

(青色)

## EDTA (Ethylene Diamine Tetra Acetic Acid)

$M^{2+}$  ……  $Ca^{2+}$ や $Mg^{2+}$ などの金属イオンを示す。



ちょうどカニがハサミで金属イオンをはさんでいるような形をとるので、キレート (chelate : カニのハサミという意味のギリシア語が語源) 化合物とよぶ。M : EDTA = 1 : 1 で反応する。

### — 方法 —

- ① 試料水20mlをコニカルビーカーにとり、水を加えて50mlとする。
- ② 水酸化カリウム (KOH) 水溶液 (8.9 N) 4 ml を加え5分放置する。
- ③ 塩化ヒドロキシルアンモニウム溶液を0.5 ml 加え、NN指示薬を少量加える。
- ④ EDTA標準溶液で赤紫→青になるまで滴定する。(このとき、溶液の色をはっきりさせるためには横からタングステンランプを当てるとよい。)

### — 原理 —

- ② ;  $Mg^{2+}$  のマスクング及びNN指示薬の発色のためにKOHを加え、pH13以上にする。
- ③ ; NN指示薬を少量加えることによって、溶液中の $Ca^{2+}$ とキレートを作り赤色を呈する。
- ④ ;  $Ca^{2+}$  が含まれることによって赤色を呈していた水溶液がEDTAと $Ca^{2+}$ が1 : 1で反応することによって、水溶液中の $Ca^{2+}$ が次第になくなっていく。 $Ca^{2+}$ が完全になくなった時、青色を呈する。これが終点となる。

### — 試薬 —

#### 1 : 水酸化カリウム溶液

水酸化カリウム250gを水に溶かして500mlとする。ポリエチレン瓶に保存する。

2 : 塩化ヒドロキシルアンモニウム溶液

塩化ヒドロキシルアンモニウム10g を水に溶かして100mlとする。

3 : NN指示薬 (NANA指示薬) 黒色粉末

4 : 0.01mol / ℓ EDTA溶液

エチレンジアミン四酢酸二ナトリウム二水和物を80℃で乾燥し、放冷したのち3.722gとり、水を加えて1 ℓにする。

計 算

$$C = a \times \frac{1000}{20} \times 0.4$$

$$= a \times 20 \text{ (mg/ℓ)}$$

C : カルシウム (mgCa/ℓ)

a : 滴定に要したEDTA (ml)

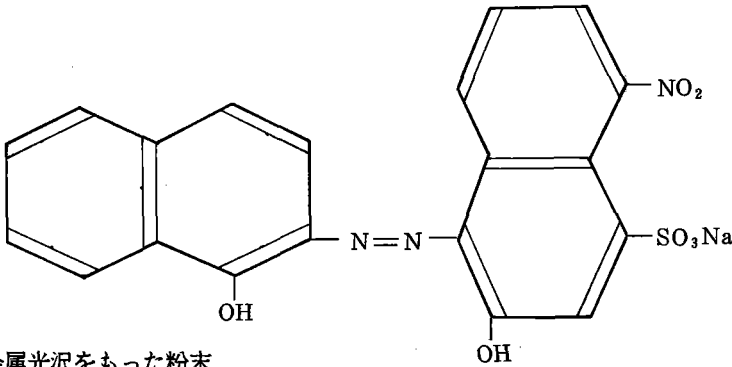
20 : 試料 (ml)

0.4 : 0.01mol / ℓ EDTA溶液 1mlのカルシウム相当量 (mg)

## マグネシウムイオン (Mg<sup>2+</sup>) の測定

(解説)

EBT (エリオクロムブラックT) 指示薬

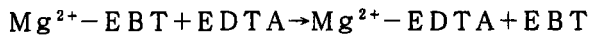


黒紫色 金属光沢をもった粉末

変色 (赤→青紫) 水、アルコールに溶けやすい。

水溶液は酸性で赤色、pH 7~11で青色 pH12以上で橙色

pH 7~11の青色溶液にMg<sup>2+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Zn<sup>2+</sup>、Cd<sup>2+</sup>などにより赤色を呈する。



(赤色)

(青紫色)

方 法

① 試料水20mlをコニカルビーカーにとり、水を加えて50mlとする。

② 塩化ヒドロキシルアンモニウム溶液数滴及び塩化アンモニウム-アンモニア緩衝液 (pH10) 1ml

を加える。

- ③ EBT指示薬を1、2滴加える。
- ④ EDTA溶液で赤→青になるまで滴定する。

---

#### 原理

- ②；塩化ヒドロキシルアンモニウムは、金属イオンをマスクングするために加える。  
指示薬を発色させ、なおかつ $Mg^{2+}$ をとかしこむためにpH10の緩衝液でpH10に安定させる。
- ③；EBT指示薬を入れることによって $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ が溶液中にあるため赤色を呈する。
- ④； $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ が含まれることによって赤色を呈していた水溶液が、EDTAが1:1で反応することにより、溶液中の $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ がなくなる。 $Ca^{2+}Mg^{2+}$ がなくなった時青色を呈する。但し、ここで求まるのは、 $Ca^{2+}$ と $Mg^{2+}$ の総和である。

---

#### 試薬

- 1：塩化ヒドロキシルアンモニウム溶液（ $Ca^{2+}$ に同じ）
- 2：塩化アンモニウム-アンモニア緩衝液（pH10）  
塩化アンモニウム67.5gをアンモニア水570mlに溶かし、水で1ℓとする。
- 3：EBT溶液  
EBT0.5gをメタノール100mlに溶かし、塩化ヒドロキシルアンモニウム0.5gを加える。褐色瓶に入れ、密栓して保存する。
- 4：0.01 mol/ℓ EDTA溶液（ $Ca^{2+}$ に同じ）

---

#### 計算

$$M = \left[ \frac{a}{20} - \frac{b}{20} \right] \times 1000 \times 0.243$$
$$= (a - b) \times 12.15 \text{ (mg/ℓ)}$$

$M^{2+}$ ：マグネシウム (mgMg/ℓ)

a：滴定に要したEDTA溶液 (ml)

b： $Ca^{2+}$ の滴定に要したEDTA溶液 (ml)

20：試料 (ml)

0.243：0.01 mol/ℓ EDTA溶液1mlのマグネシウム相当量 (mg)

### 塩化物イオン ( $Cl^-$ ) の測定

測定にはHORIBAのIONメータN-8Fを使用。

他には硝酸イオン、ナトリウムイオン、カリウムイオン測定可能。

## リン酸イオン ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) の測定

(解説)

モリブデン酸アンモニウム溶液とは

七モリブデン酸六アンモニウム四水和物  $[(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$  の水溶液のこと。リン定量試薬として用いる。

リン酸二水素カリウム ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) とは

溶液は酸性、緩衝溶液である。この水溶液はリン酸イオン ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) の標準溶液として用いる。

塩化第1スズ ( $\text{SnCl}_2$ ) とは

強還元剤、水に易溶、塩化スズ(Ⅱ)ともいう。

ファクターとは

理論的には 1:1 で反応するはずだが、実際には 1:1 で反応させるのは難しい。ゆえにそのずれを測定して正してやる。これがファクターである。

---

### — 方法 —

- ① 試料を20ml全量50mlフラスコにとり、水を加えて約40mlとする。
- ② モリブデン酸アンモニウム溶液 5ml 加え、振り混ぜた後、塩化スズ(Ⅱ)溶液 0.25ml を加え、水を標線50mlまで加えて混ぜ、15分間放置する。
- ③ 溶液の一部を吸収セルに移し、波長700nm付近の吸光度を測定する。
- ④ 空試験として水約40mlをとり、②、③の操作を行う。  
(検量線) リン酸イオン標準液 1~30ml を①~④の操作を段階的に行い、一次直線のグラフを作成する。

---

### — 原理 —

- ② モリブデン酸アンモニウム溶液を加えることにより、モリブドリン酸を生成させ、これを塩化スズ(Ⅱ)で還元してモリブデン青を発色させる。

---

### — 試薬 —

1 : モリブデン酸アンモニウム溶液

モリブデン酸アンモニウム四水和物 15g を水約 150ml に溶かし、これを硫酸 (水約 600ml 中に硫酸 182 ml を加えて放冷したもの) 中にかきまぜながら加え、水を加えて 1 l とする。

2 : 塩化スズ(Ⅱ)溶液 (第1塩化スズ溶液)

塩化スズ(Ⅱ) 2 水和物 1g を塩酸 5ml に溶かし、(必要なら温める) 水を加えて 50ml とし、スズの小粒を加えて、褐色瓶に入れて保存する。濁りが生じたら使用しない。

3 : リン酸イオン標準液 (0.1mg  $\text{PO}_4^{3-}$  / ml)

リン酸二水素カリウムを110°Cで3時間乾燥し、放冷した後、その0.1433gをとり、水を加えて1ℓとする。0~10°Cの暗所に保存する。使用時はこれを200倍にうすめた(0.0005mg  $\text{PO}_4^{3-}$  / ml)標準液を用いる。

※ $\text{PO}_4^{3-}$ -Pへの換算 リン濃度 (mgP/ℓ) = リン酸イオン濃度 (mg  $\text{PO}_4^{3-}$  / ℓ) × 0.326

## 硫酸イオン ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) の測定

### — 方法 —

- ① 試料水を20mlとり、水を加えて40mlとする。
- ② 塩酸 (1N) 1 ml とバリウムゼラチン溶液 4 ml を加えた後、水を加えて50mlとする。
- ③ 15分間放置後、吸収セルに溶液を移し、分光光度計を用いて700nm付近の波長で吸光度を測定。
- ④ 硫酸イオン標準溶液を用いて検量線を作成、それから $\text{SO}_4^{2-}$ の濃度を求める。

### — 原理 —

- ②;  $\text{BaCl}_2 + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{Cl}^-$  で  $\text{BaSO}_4$  が析出する。NaClの緩衝作用により $\text{Cl}^-$ 濃度は一定に保たれる。
- ③④;  $\text{BaSO}_4$ の量をその沈殿による濁りを利用して測る。

### — 試薬 —

1 : バリウムゼラチン溶液

塩化ナトリウム 59gと塩化バリウム 10gを約400mlの水に溶かし、細かくした良質のゼラチン 20gを加え、水溶上で時々かき混ぜながら30分間ぐらい加熱し、完全に溶かす。この溶液を室温まで冷却し、これに卵1個分の卵白を加えよくかき混ぜ、再び水溶上でかきませながら30分以上加熱する。その後、ふきこぼれないように注意してかき混ぜながら直火で数分加熱する。冷却後、ろ過する。水を加えて500mlとし、防腐剤としてキシロール又はトリオールを加えて保存する。かたまったら、あたためてとかす。

2 : 塩酸 (1N)

35%塩酸88.4mlを水に溶かして1ℓとする。

3 : 硫酸イオン標準溶液 (0.5g  $\text{SO}_4^{2-}$  / ℓ)

乾燥した硫酸カリウムを0.907g水に溶かして1ℓとする。この溶液の1mlはSの0.17mg、あるいは $\text{SO}_4^{2-}$ の0.5mgに相当する。これを原液として、1ℓ中のSが10mg以下になるような溶液を数種つくって検量線を引く。

# COD<sub>Mn</sub>の測定

(解説)

CODとは何か

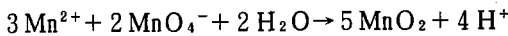
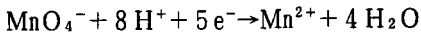
化学的酸素要求量のことである。水中の有機物を分解させるためにKMnO<sub>4</sub>を用いる。当然この数値が高ければ、有機物が多く、水が汚れていることになる。

## 方法

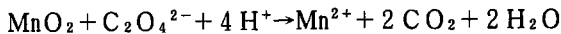
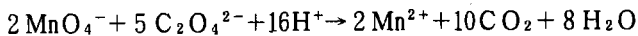
- ① 試料水50mlを300mlの三角フラスコにとり、水を加えて100mlとする。
- ② 硫酸(1+2)10mlと硫酸銀の粉末1gを加え、激しく振り混ぜて数分間放置する。
- ③ その後、過マンガン酸カリウム溶液(N/40)を正確に10ml加え、よく混ぜた後、沸騰水浴中に入れる。このとき試料の液面は沸騰水浴の水面下になるように、沸騰水を加えるようにして、30分間加熱する。
- ④ 加熱後、シュウ酸ナトリウム溶液(N/40)10mlを加え、60~80℃に保ちながらN/40過マンガン酸カリウム溶液を加え、液の色が無色からうすい紅色になるまで逆滴定する。
- ⑤ 同様に空実験をおこなう。

## 原理

- ③; 過マンガン酸カリウム(KMnO<sub>4</sub>)は硫酸性下で次のように反応して酸化を行う。



- ④: シュウ酸ナトリウムは過マンガン酸カリウムを以下のように還元する。



その後、過剰のシュウ酸ナトリウムを過マンガン酸カリウムで滴定する。

## 試薬

- 1: 硫酸(1+2)

水2容に硫酸1容を加え、薄い紅色を呈するまで過マンガン酸カリウム溶液を加える。

- 2: 硫酸銀: 乳鉢ですりつぶす。

- 3: シュウ酸ナトリウム溶液(標定用)

シュウ酸ナトリウムを150~200℃で乾燥させ、1.675gを正しくはかり、水に溶かして1ℓとする。

- 4: 過マンガン酸カリウム溶液(N/40)

過マンガン酸カリウム0.8gをフラスコにとり、水約1100mlに溶かし、1~2時間静かに煮沸し、一

夜暗所に放置した後、これをガラスろ過器でろ過する。これを着色ビンに入れ保存する。

#### 5：過マンガン酸カリウム溶液の標定

水100mlを三角フラスコ300mlにとり、硫酸(1+2)10mlを加え、これに標定用シュウ酸ナトリウム溶液10mlを加え、60~80℃に保ちながらこの過マンガン酸カリウム(N/40)で滴定する。別に空実験も行い補正する。下式よりファクターを算出する。

$$f = \frac{10}{x - a}$$

$x$  = 滴定に用いた過マンガン酸カリウム溶液 (ml)  
 $a$  = 空実験に用いた過マンガン酸カリウム溶液 (ml)

### 計 算

---

$$\text{COD}_{\text{Mn}} = (b - a) \times f \times \frac{1000}{50} \times 0.2$$

$\text{COD}_{\text{Mn}}$  : 過マンガン酸カリウムによる酸素消費量 (mgO/l)

$b$  : 滴定に要した全過マンガン酸カリウム溶液 (ml)

$a$  : 空試験に要した過マンガン酸カリウム溶液 (ml)

$f$  : ファクター

50 : 試料 (ml)

## 電気伝導度の測定

竹村電気のHORTICULTURAL E. C. METERを使用。

使用法 ① 電源を入れ、水温をセットする。

② スイッチを3の方へ入れ、4で∞に合わせる。

③ スイッチを5の方へ入れ、目もりをよむ。

[注] 目もりのふれ方がイレギュラーなので気をつけること。

## 酸化還元電位の測定

竹村電気の38型酸化還元電位差計を使用。

## pH、濁度、溶存酸素の測定

HORIBAの水質チェッカーU-7を使用。

他にも水温と電気伝導度を測定できる。



## 有機物分解量 (OC) の測定

(解説)

これは、JISにはなく、我々も合宿のときにしか行なわない。

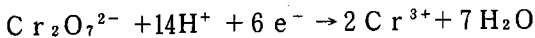
原理は、重クロム酸カリウムを酸化剤として用い、加熱する代わりに硫酸の水和熱を利用するものである。とりあつかいが難しい重クロム酸カリウムを使うという短所と、戸外でも行なえる長所がある。

### — 方法 —

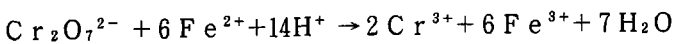
- ① あらかじめ硫酸第二水銀0.5gを三角フラスコにとり、試料水10mlを入れ、水を加えて20mlとする。よく振りまぜる。
- ② 次に重クロム酸カリウム溶液 (N/20)10 ml を加え、硫酸・硫酸銀溶液20mlを、メスシリンダーで量り、よく振りまぜている所に一気に加えてよく振り混ぜる。15分間ほど放置する。
- ③ この溶液を冷却した後、更に水で200 mlに薄める。
- ④ 指示薬としてO-フェナントロリン第一鉄溶液2～3滴加えて、N/20硫酸第一鉄アンモニウム溶液で滴定する。
- ⑤ 別に水20mlをとり、試料水と同様に空実験を行う。

### — 原理 —

- ① マスキングのために硫酸第二水銀を加える。
- ② 重クロム酸カリウムは次のように酸化を行う。



- ④ 滴定下では以下のように反応が進む。



### — 試薬 —

- 1: 標定用N/20重クロム酸カリウム溶液

重クロム酸カリウムを100～110℃で乾燥させ、2.45gをとり、水に溶かして1ℓとしたもの。

- 2: O-フェナントロリン第一鉄溶液

O-フェナントロリン2gと、硫酸第一鉄1gを水に溶かして100mlとしたもの。

- 3: 硫酸-硫酸銀溶液

硫酸銀11gを硫酸1ℓにとかしたもの。

- 4: N/20硫酸第一鉄アンモニウム溶液

硫酸第一鉄アンモニウム20gを煮沸して冷却した水約500mlに溶かし、硫酸20mlを加え、冷却後再び水を加えて1ℓとしたもの。

5 : 硫酸第一鉄アンモニウム溶液の標定

標定用重クロム酸カリウム溶液 (N/20) 10ml を三角フラスコにとり、水を加えて100mlとし、硫酸 30mlを加える。冷却後、指示薬としてO-フェナントロリン第一鉄溶液を2~3滴加える。

N/20硫酸第一鉄アンモニウム溶液で青紫から赤かっ色になるまで滴定する。その後、下式からファクターを求める。

$$f = \frac{10}{x}$$

f : 硫酸第一鉄アンモニウム溶液のファクター

x : 滴定に要した硫酸第一鉄アンモニウムの量 (ml)

— 計 算 —

$$OC = (a - b) \times f \times \frac{1000}{10} \times 0.4 \quad OC \text{ (Organic Carbon)}$$

$$= (a - b) \times 40 \times f$$

: 重クロム酸カリウムによる酸素消費量 (mg/l)

a : 空実験に要した硫酸第一鉄アンモニウム溶液 (N/20) の量 (ml)

b : 滴定に要した硫酸第一鉄アンモニウム溶液 (N/20) の量 (ml)

f : 硫酸第一鉄アンモニウム溶液のファクター

10 : 試料水 (ml)

[注意] OCの廃液は絶対に野外に流さないこと。

— CODの廃液から銀の回収 —

廃液に食塩を過剰に加え、銀を塩化銀として沈殿させる。上澄みを捨て、ろ過し、沈殿を十分に水洗いする。この沈殿をビーカーに移し、2、3倍量の水を加えて、溶液 100 ml に対して塩酸 (1+1) 5~10ml を加え、これに亜鉛を加えてかきまぜる。このときできた銀をろ過、洗浄、乾燥させる。そして少量のホウ酸ナトリウムを加えて、ルツボの中で加熱融解し、水に流しこみ粒状の銀をえる。

'87 年度 多摩川水質測定データ (I)

昭和62年7月

項目 場所	カルシウム イオン(mg/l)	マグネシウム イオン(mg/l)	塩化物イオン (mg/l)	リン酸イオン (mg/l)	硫酸イオン (mg/l)	COD <sub>Mn</sub> (ppm)
a 羽田空港	225.72	—	—	0.86	83.57	—
b 大師橋	165.96	—	—	0.86	79.34	—
c 六郷橋	83.96	—	—	1.03	52.65	6.23
d 多摩川大橋	45.70	63.19	957	1.15	40.77	5.07
e ガス橋	30.81	13.07	125	1.32	30.60	4.23
f 丸子橋	28.85	6.16	45.3	0.36	30.65	9.83
g 第三京浜国道 多摩川橋	27.09	7.16	30.0	1.28	30.24	4.61
h 二子橋	26.47	7.48	28.4	1.36	27.45	6.29
i 東名高速の 多摩川橋	26.78	6.60	27.8	1.31	30.06	8.15
j 多摩水道橋	26.99	6.72	27.7	1.30	26.33	7.81
k 狛江市と 調布市の境	25.64	7.35	26.6	1.46	27.09	7.88
l 多摩川原橋	25.44	6.99	33.0	1.80	28.17	8.26
m 是政橋	24.71	6.28	28.3	0.79	27.45	6.92
n 関戸橋	23.78	5.90	23.8	0.90	23.18	7.16
o 中央高速の橋	23.37	4.08	20.4	1.14	20.66	4.76
p 日野橋	23.99	4.65	20.3	1.23	23.13	4.33
q 中央線の 鉄橋下	23.89	4.59	17.58	1.19	22.82	4.25
r 多摩大橋	22.33	3.71	25.5	1.32	22.32	5.41
s 拝島橋	20.68	3.39	7.18	0.27	15.21	2.95
t 秋川合流点 (多摩川)	19.85	3.52	5.85	0.42	8.37	5.99

項目 場所	カルシウム イオン(mg/ℓ)	マグネシウム イオン(mg/ℓ)	塩化物イオン (mg/ℓ)	リン酸イオン (mg/ℓ)	硫酸イオン (mg/ℓ)	COD <sub>Mn</sub> (ppm)
t 秋川合流点 (秋川)	18.61	3.71	5.85	0.20	13.28	4.46
u 五日市線の 鉄橋下	22.95	3.45	4.84	0.35	9.86	3.89
v 羽村大橋	16.44	1.51	2.88	0.26	4.28	3.02
w 多摩川橋	14.58	1.70	2.33	0.24	4.05	3.16
x 下奥多摩橋	14.17	2.39	2.32	0.19	4.95	2.91
y 調布橋	18.61	2.45	2.83	0.18	2.70	3.16
z 万年橋	14.99	0.88	2.37	0.18	2.70	2.95
A 和田橋	15.10	1.38	2.19	0.18	4.50	2.06
B 日向和田駅	14.68	1.76	2.00	0.25	2.48	1.13
C 二俣尾駅	14.17	1.57	1.99	0.21	0.79	0.57
D 沢井駅	15.41	0.63	3.36	0.23	1.80	0.42
E 御嶽駅	15.10	0.88	2.02	0.20	0.68	0.26
F 川井駅	14.89	1.13	2.23	0.19	1.80	0.19
G 鳩ノ巣駅	11.48	1.63	1.82	0.20	0.9	0.09
H 白丸駅	12.41	1.88	1.81	0.26	0.45	0.42
I 奥多摩駅	20.58	1.38	2.15	0.21	1.58	0.19
I' 民宿 “若松荘の下”	18.10	2.14	2.17	0.20	4.05	0.19
J 境橋	16.34	1.26	1.96	0.20	1.17	0.23
K 小河内ダム	未 採 水					
L 奥多摩湖の東	8.69	—	1.87	0.19	0.86	0.23
M ドラムカン橋 の中央	9.82	—	2.06	0.20	1.58	0.43

'87年度 多摩川水質測定データ(Ⅱ)

昭和62年7月

項目 場所	水素イオン 濃度 (pH)	電気伝導度 (ms/cm)	酸化還元電位 (mv/100)	溶存酸素 (ppm)	濁度 (ppm)	採水時間
						" 水温 (°C)
a 羽田空港	7.05	—	1.7	4.0	2.5	9:37
b 大師橋	7.55	—	1.4	5.6	1.5	9:59
c 六郷橋	7.55	6.55	1.8	5.7	2.0	10:30
d 多摩川大橋	7.45	2.58	2.1	5.1	1.5	11:03
e ガス橋	7.40	0.75	2.4	4.0	2.5	11:24 25.0
f 丸子橋	7.15	0.41	2.4	5.3	2.5	11:44 24.3
g 第三京浜国道 多摩川橋	7.30	0.32	2.4	5.5	6.5	12:14 24.2
h 二子橋	7.40	0.30	2.4	6.0	2.0	12:38
i 東名高速の 多摩川橋	7.40	0.29	2.4	5.5	2.0	10:39 23.5
j 多摩水道橋	7.35	0.32	2.5	5.1	2.0	10:03 27.6
k 狛江市と 調布市の境	7.25	0.32	2.0	4.8	2.0	9:45 23.2
l 多摩川原橋	7.35	0.31	2.2	4.9	2.0	11:25 23.0
m 是政橋	7.40	0.29	2.2	5.4	3.5	12:04 22.5
n 関戸橋	7.60	0.28	2.4	6.1	3.0	12:36 22.5
o 中央高速の橋	7.55	0.25	2.6	5.7	2.5	8:44 22.7
p 日野橋	7.55	0.23	2.7	6.2	3.0	9:10 22.9
q 中央線の 鉄橋下	7.65	0.19	2.8	6.3	3.5	9:35 22.9
r 多摩大橋	7.55	0.26	2.8	6.6	4.0	10:05 22.5
s 拝島橋	8.00	0.12	2.9	7.4	5.0	10:50 21.6
t 秋川合流点 (多摩川)	7.95	0.13	3.0	6.7	4.5	4:24 18.9

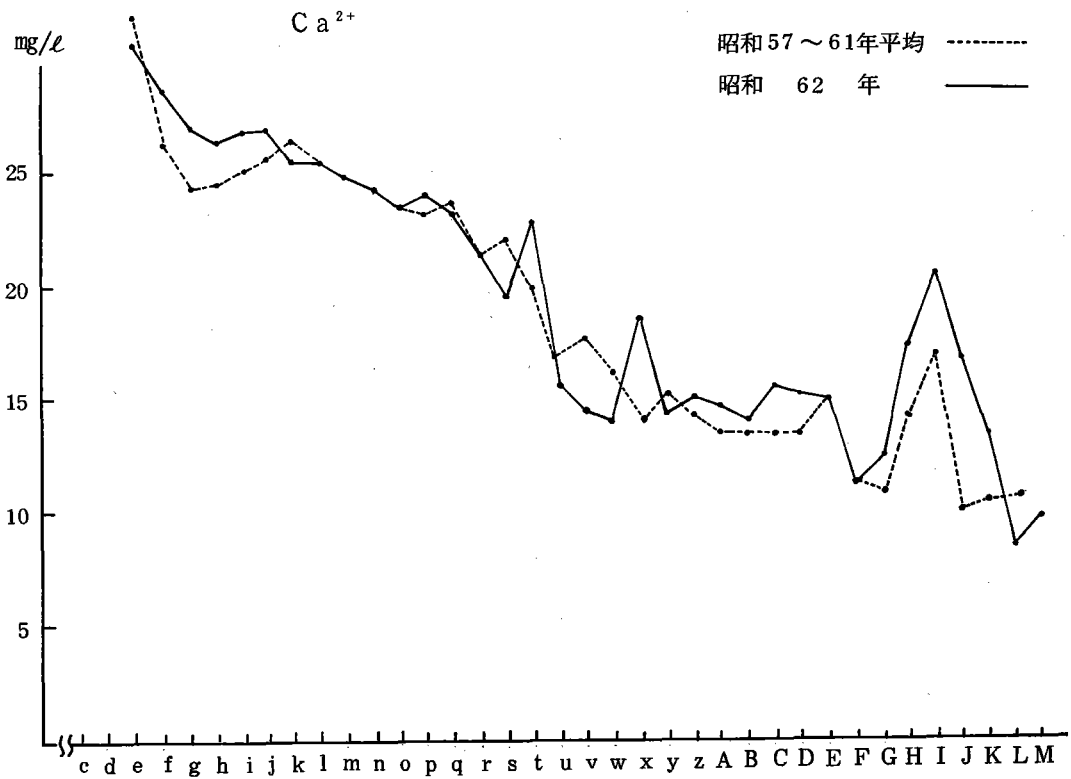
項目 場所	水素イオン 濃度 (pH)	電気伝導度 (ms/cm)	酸化還元電位 (mv/100)	溶存酸素 (ppm)	濁度 (ppm)	採水時間
						" 水温 (°C)
t 秋川合流点 (秋川)	7.85	0.13	2.7	6.6	2.5	9:40
						21.9
u 五日市線の 鉄橋下	7.70	0.13	2.9	7.2	3.0	10:00
						17.4
v 羽村大橋	8.05	0.09	2.8	7.3	2.5	10:28
						16.0
w 多摩川橋	8.25	0.08	2.5	7.5	3.5	10:49
						14.2
x 下奥多摩橋	8.25	0.06	2.5	7.6	2.5	11:13
						13.4
y 調布橋	8.20	0.08	2.9	7.5	3.0	11:31
						14.0
z 万年橋	8.20	0.07	2.4	6.7	2.5	11:51
						13.3
A 和田橋	8.35	0.07	2.1	7.1	3.0	12:23
						14.4
B 日向和田駅	8.25	0.07	2.5	7.0	3.0	12:46
						13.0
C 二俣尾駅	8.10	0.06	2.6	7.2	3.0	15:12
						12.6
D 沢井駅	7.90	0.06	2.0	7.0	3.0	14:31
						12.4
E 御臨場駅	7.95	0.07	1.6	7.2	3.5	14:24
						10.9
F 川井駅	8.05	0.08	2.0	7.2	3.5	15:27
						13.3
G 鳩ノ巣駅	8.05	0.05	1.9	7.1	3.5	15:07
						10.8
H 白丸駅	7.90	0.06	2.7	7.1	3.5	14:46
						11.8
I 奥多摩駅	8.10	0.10	2.4	6.7	3.0	14:10
						19.9
I' 民宿 "若松荘の下"	8.10	0.10	2.0	6.7	4.0	13:04
						19.4
J 境橋	8.10	0.08	2.2	6.8	4.0	12:43
						18.6
K 小河内ダム	未採水					
L 奥多摩湖の東	8.00	0.04	2.2	6.6	8.0	12:43
						18.6
M ドラムカン橋 の中央	7.95	0.04	2.0	6.8	4.5	10:45
						23.6

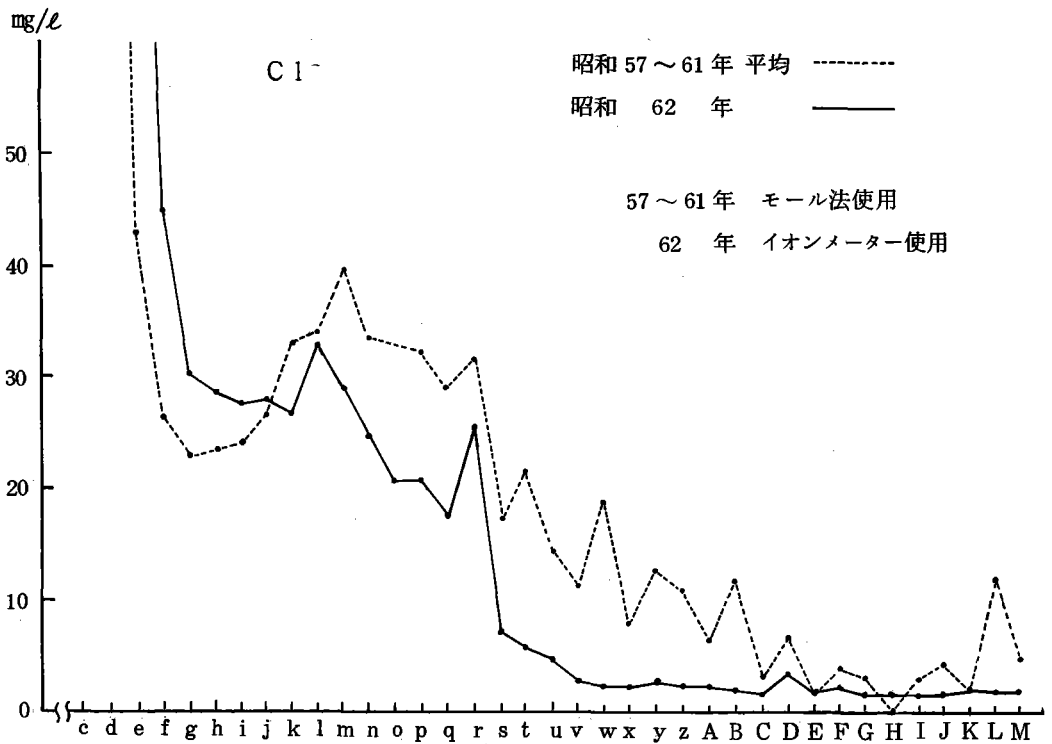
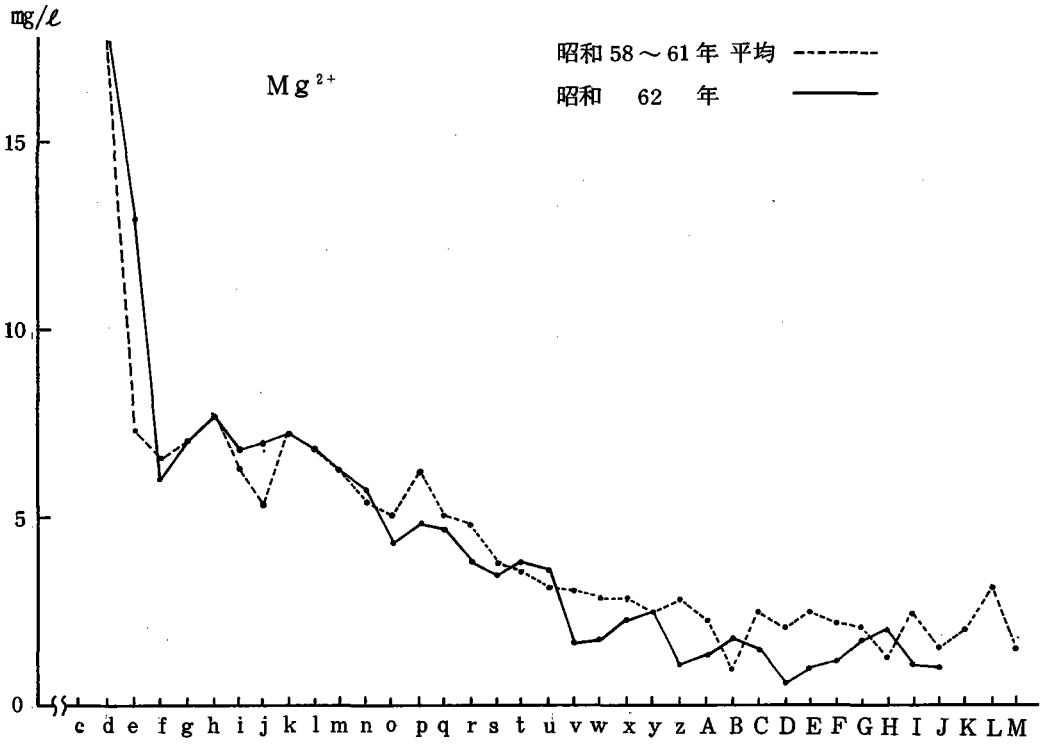
# '87 年度多摩川水質測定データ (グラフ)

1987年 (昭和62年) のデータをグラフにまとめたものです。

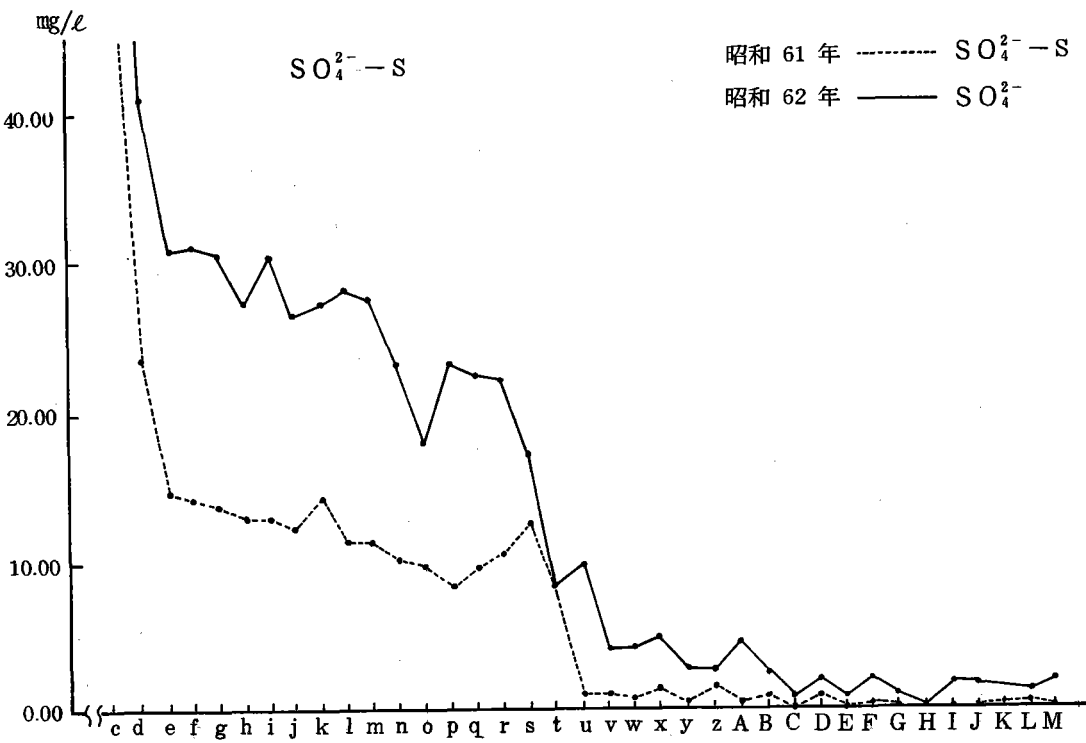
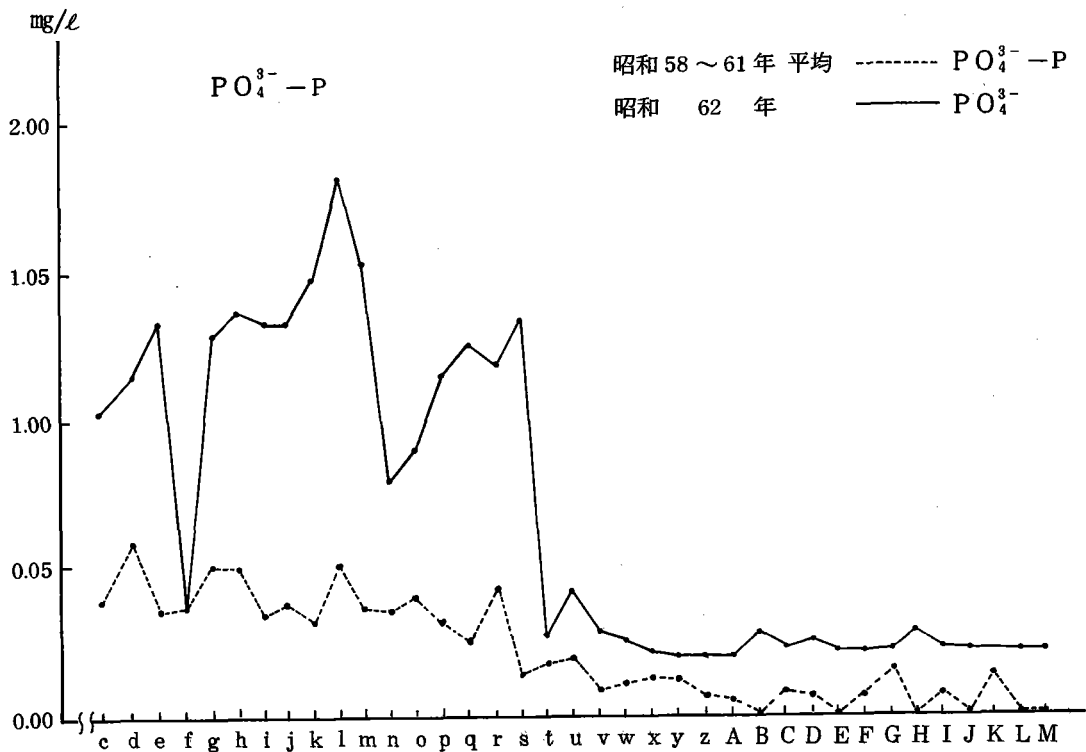
これらのグラフの縦軸の単位がそれぞれ異なるということに注意して下さい。また私たちのメインテーマは多摩川の水質ということなので、今回、感潮帯である a、b 地点は省略しました。

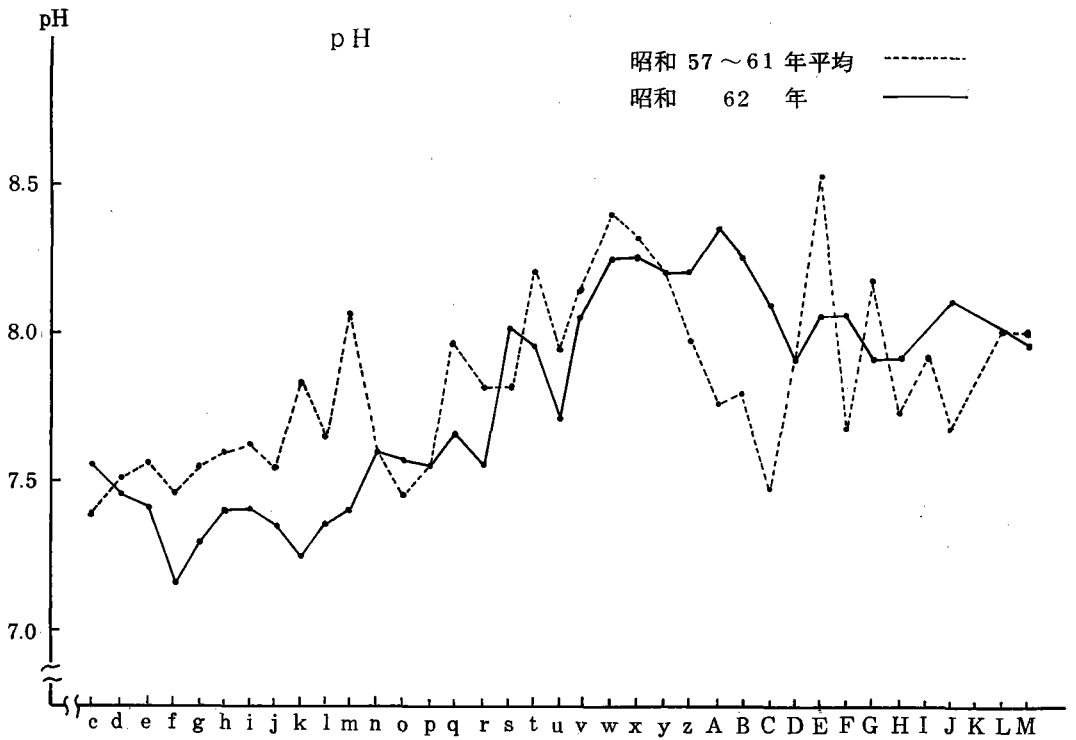
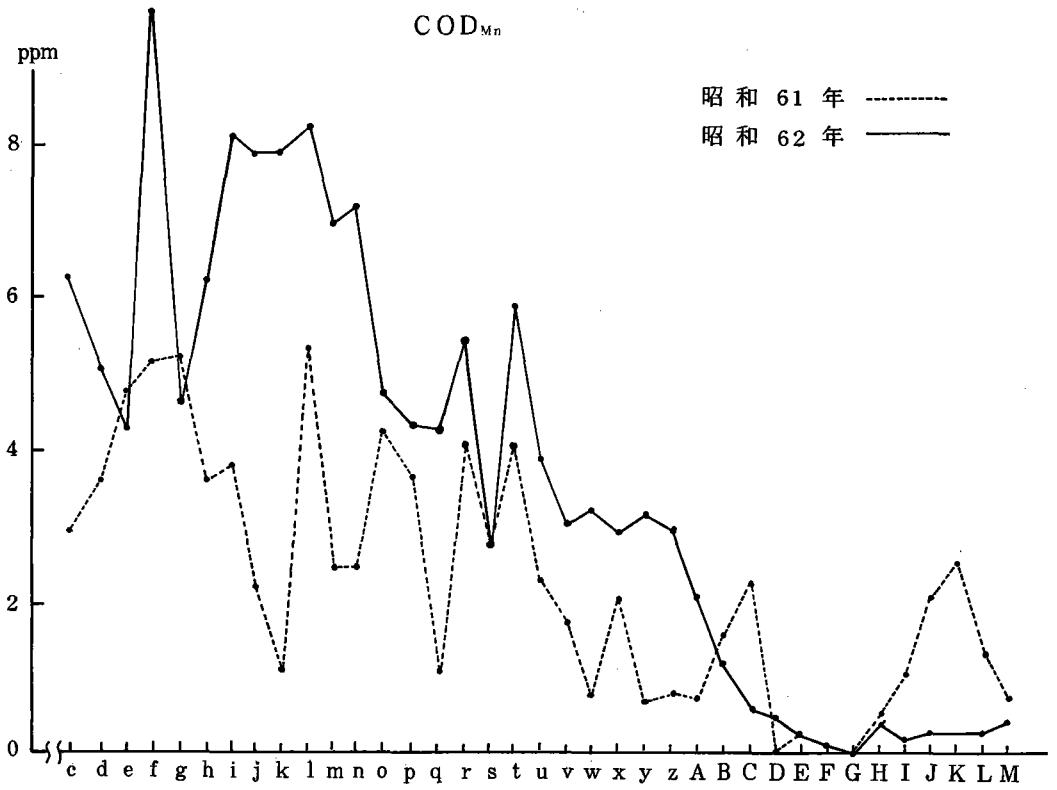
..... 線のデータはすべて I O N No.35の方にあるため、そちらの方を見て下さい。

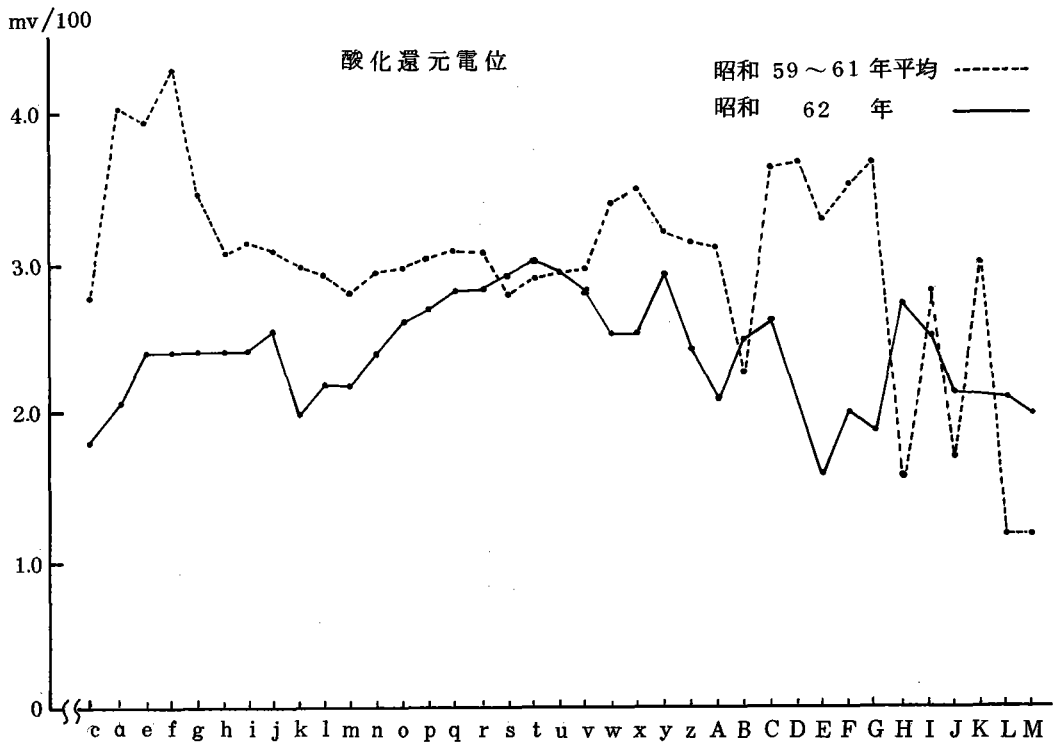
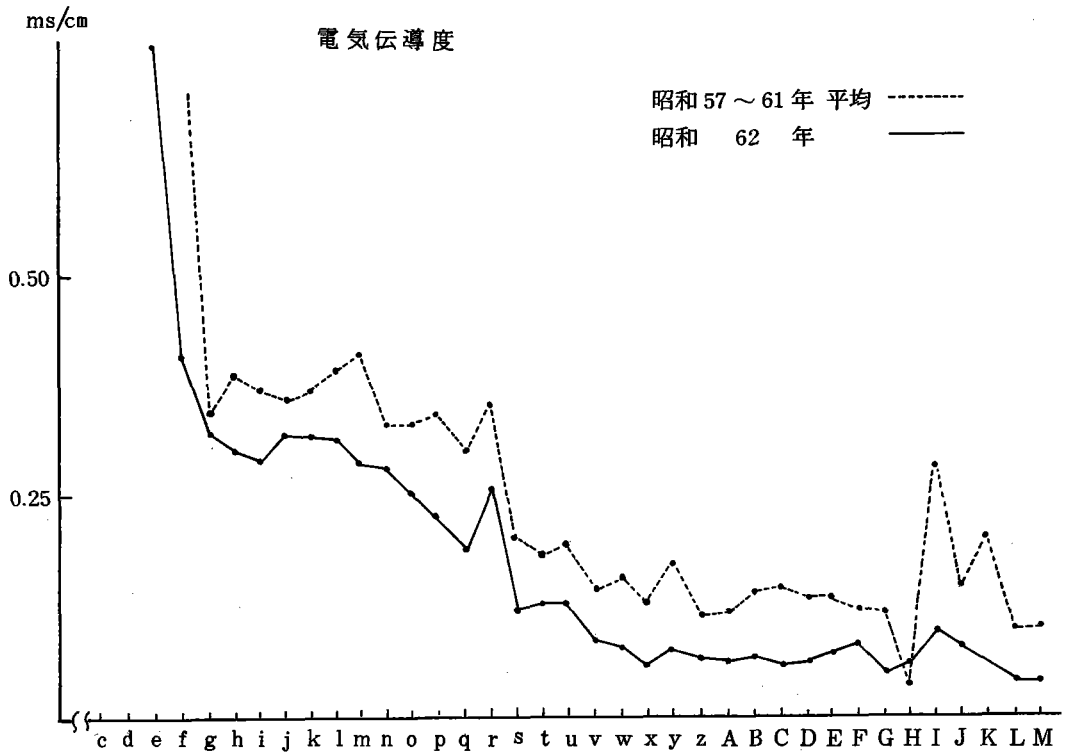


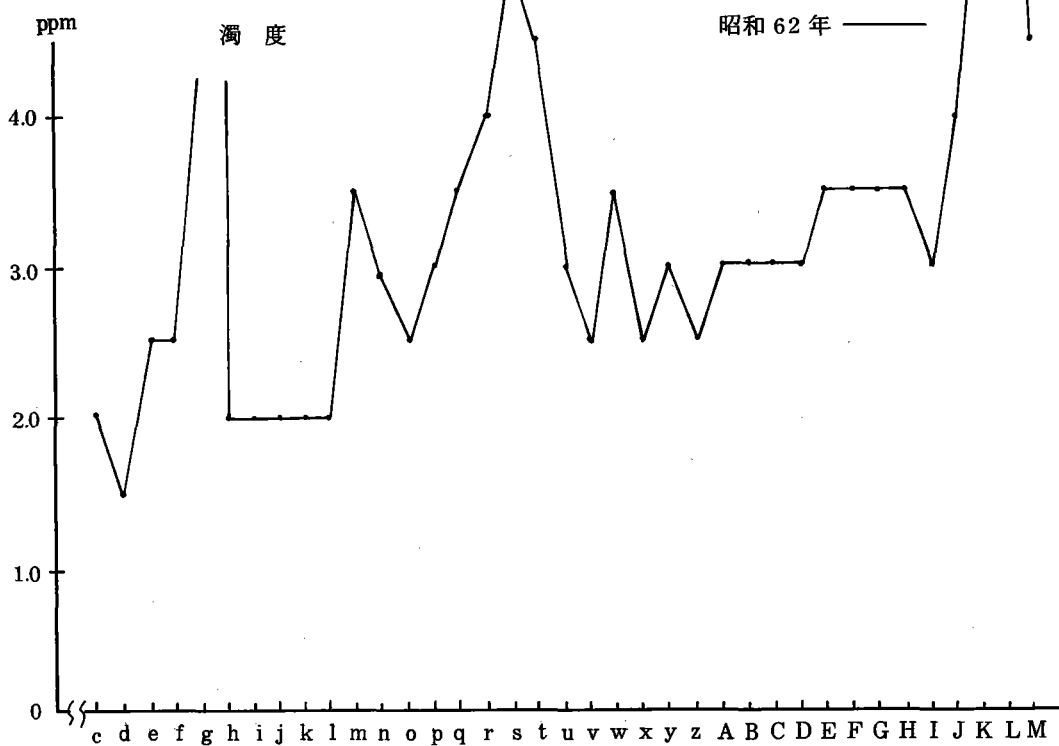
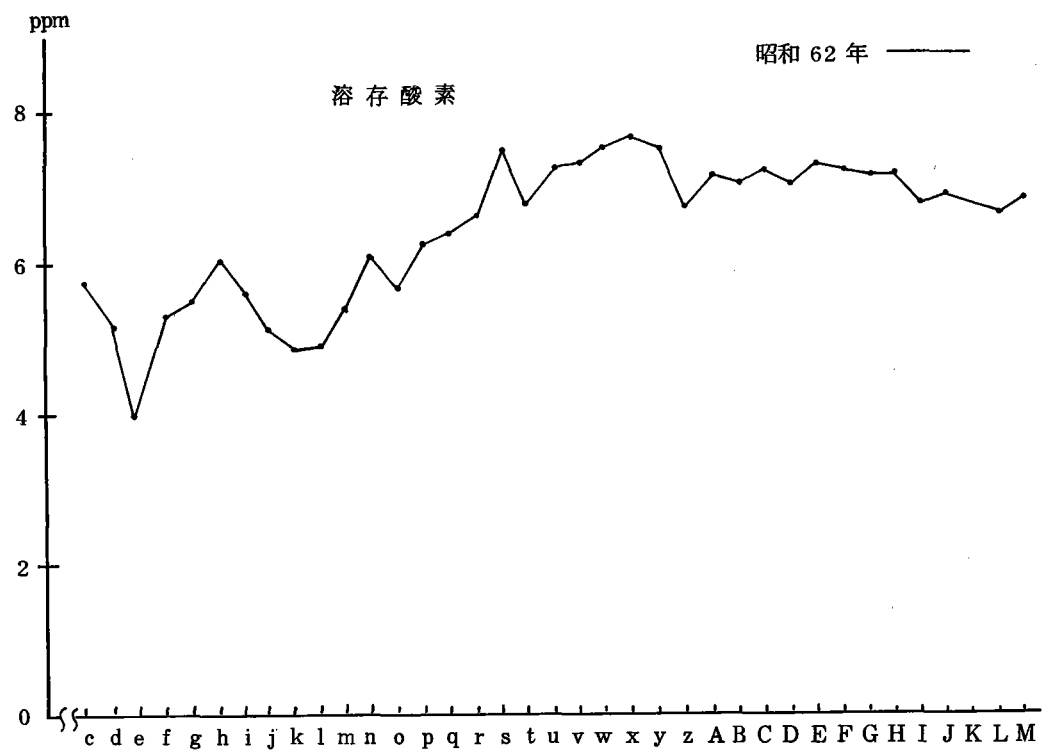












## '87 年度多摩川の水質調査（全流）の考察

水質調査のデータを見て、考察したこと、反省したことを項目別に述べようと思う。

### ○カルシウムイオン ( $\text{Ca}^{2+}$ )

グラフを見ると、I地点で急激な上昇をしていることがわかる。これは、上流に鍾乳洞をもつ日原川の影響である。実際、1985年度の合宿で日原川は調査済であり、その $\text{Ca}^{2+}$ は高い値を示していた。

また、i~l地点付近では、高い値を示しているが、これは、調布・六郷・猪方・登戸の各排水の影響か、川岸に工場を持っている流入河川の影響と思われる。これらの確認は今後の課題にするつもりである。

h~k地点付近からの上昇は、海水に含まれている $\text{CaCl}_2$ の影響であるといえる。

グラフを見るとほとんど年による変動は少ないが、s~t地点ですこし変化が見られる。このことから、カルシウムイオンは主に自然の影響を受けており、少し家庭・工場排水にも影響をされていると思われる。

### ○マグネシウムイオン ( $\text{Mg}^{2+}$ )

マグネシウムイオンは、グラフが年による変動の少ないことと、さしあたって人工的要因が見当たらないことから、自然的要因のみによると考えられる。

e~f地点付近からの急上昇は、海水に含まれている $\text{MgCl}_2$ の影響であるのだろう。

### ○塩化物イオン ( $\text{Cl}^-$ )

多摩川河口部 (a~gぐらい) では、海の塩化物イオンの影響を強くうけていると考えられる。j~rなどで高い数値を示しているのは、住宅街の影響を大きくうけていると思われる。特に、rの地点の高い値は、2つの工場の影響か、又は処理場の影響ではないかと思う。

r~sの間で大きな変化があるということは、川が立川市街に入って影響をうけているのではないかと思う。

これらのことから、塩化物イオンにはかなり、人工的要因が左右するということができる。

### ○リン酸イオン ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

昭和58年~61年までの平均のグラフは $\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$ についてのものである。昭和62年は $\text{PO}_4^{3-}$ でプロットしたため直接比較できないが、 $\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$ に換算すればほぼ例年並みということができる。

河口に近づくにつれて低い値をとるとするのが $\text{PO}_4^{3-}$ の特徴のようである。

l、rの特別に高い数値は、浄水場と処理場の影響ではないか考えられる。

昭和60年度の調査では秋川合流点 (t') がかなり高い値を示しているのだが、今年のt'地点では低い値を示しており、まったくわけがわからなくなっている。そもそもごく少量の物質の測定であるので、

正確にはかることは大変むずかしい。ただ、急激な変化が  $s \sim t$  や  $r \sim s$  地点にみられることからこのあたりでは人為的要因が大きく左右するものと思われる。

◦硫酸イオン ( $\text{SO}_4^{2-}$ )

これもリン酸イオンと同様なことが言える。また、リン酸イオンとくらべて中流域での変化の様子にはあまり差はないが、河口付近では、 $\text{SO}_4^{2-}$  の方は急上昇するというのに  $\text{PO}_4^{3-}$  の方は下降気味であり、このあたりに  $\text{PO}_4^{3-}$  と  $\text{SO}_4^{2-}$  の本質的な違いがあるものと思われる。今後の研究に期待したいところである。

◦化学的酸素要求量 (COD)

CODは安定していない。これは、人為的要因が大変大きいことによるものと思われる。排水の多い時刻がかわることによって、安定した値をとりにくいものと思われる。また、下流で一回下がるのは、流量の増加がCODの増分を上まわっているか、 $\text{Cl}^-$  のマスキングが不十分であったためとも考えられる。そもそも、これはその現場でやる必要があるので、全測定に1~2週間かかったところに問題がある。この測定法をどうにかスピードアップする必要があると思う。(JIS法では1回に30分かかる。)

◦電気伝導度 (COND)

これは、無機塩(電解質)の指標となるものである。ゆえに、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$  などが合併した特徴をそなえている。

◦pH

水温、二酸化炭素に大きく影響されていて、測定時にはすでに変化してしまっているものとも考えられる。ただ、上流にいくにつれて上昇する傾向にあることは事実である。

◦酸化還元電位 (ORP)

これはわけがわからない。はじめは溶存酸素などとの相関があると考えていたが、昭和62年の結果からは、そう単純なものではなさそうなのが分かった。書物を調べてもわからないことが多い。これからはっきりわかるまでいろいろな条件を設定して続けるつもりである。

◦溶存酸素

今年だけなので、はっきりしたことはいえないが、COD ( $m_n$ ) が、高い所では、溶存酸素が低くなっている。これは、有機物を分解するのに酸素が消費されたのだろうと思われる。上流が高いのは、浅瀬で流れがはやいために、空気との接触がよく、酸素がとけこみ易いからだろう。しかし付着藻類の光合成で変化するので、温度、時間、天気などで変化するだろう。

## ○濁度

濁度の要因になっているのは、有機物の量、コロイド、舞い上がった土砂などが上げられます。しかし、同じ川でも場所によって濁度が変わるので、はっきりしていません。上流では、流速が大きな要因となり、中、下流では、有機物の量や、コロイドが中心になるとおもわれます。しかしながら要因が多すぎてはつきりしたことがいえません。

以上が私がまとめた水質についての考察です。ところどころわけのわからないデータやら、複雑なファクター、限定されたスペースなどでかなりいいかげんな部分もありますがゆるして下さい。

溶存酸素、濁度は鈴木が、その他は門間が担当しました。

気がついた誤り、不足はお知らせ下さい。

なお、時間変更は、36h のところをさんしょうしてください。

## ◇ 反省

今年の夏の水測調査も無事に終わり、昨年よりも全体的にはより良い測定値を得ることができたように思う。

しかし、やはり測定法などでいくつか反省点があったので、それらをまとめておく。

- ① 絶対的な人数不足。ひどい時は1～2人で活動している。これは測定日数がのびて、CODなどの値に影響する。
- ② 機械の消耗品などの不足、分光光度計のセルや、pH標準液の不足による誤差。（一部取り扱いをいいかげんにしている。）
- ③ 部員の技術不足、今回は無くなったが、C I<sup>-</sup> のモール法などは大変にむずかしい。また、滴定できる人がほとんどいない。

これらのことが測定値にどのような影響をあたえたかを正確に述べることは不可能である。が、私たちなりの努力はしています。他にもいろいろ言いたいことがあるのだが、ここでは省略いたします。

## '87 年度多摩川合宿報告

部代表 鈴木

化学部では、1987年8月5日から2泊3日の間、奥多摩町氷川の笹平峡付近の民宿、若松荘で合宿をしました。また今年は、東村山高校化学部との合同合宿でした。今年の合宿は非常に人数が少ないわりには、仕事が非常に多く厳しいものであった。この合宿の成功は、1・2年生の重労働と、3年生とOBと先生方の大変な協力の賜物でした。そしてOBへの連絡がおくれたことをここでおわびします。今年の合宿の作業は、34時間の連続測定と川の浄化作用の測定でした。しかし徹夜の作業班の睡眠が、2時間ぼちになってしまったこともあります。私も1日目、日原川の浄化作用では、危険な薬品を持って急な坂を昇り降りしたりした。

その晩は、34時間測定で徹夜でした。ここでは、モノポリーとゲーム(RPG)をしながら起きていました。しかし屋外の小屋でやっていたので、カが来るは、はてはムササビが出るは、眠ってしまう人は出るは、睡眠不足でゲームはメチャクチャになるはで大変でした。それで、2日目になると、2時間睡眠後、話をしたのだが、なにせ睡眠不足の集団、ただ話が同じ所をまわっているだけで、進展しなかった。などとおかしなこともありました。

しかし今年の合宿は、みんな無事で、成功したとっていいでしょう。

最後に、伏見理科助手と、野田先生と、小島先生をふくむみんなに、お礼をのべたいと思います。



### 34時間連続測定 of 測定値表

時刻	水温 (°C)	気温 (°C)	Ca <sup>2+</sup> (mg/L)	Mg <sup>2+</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	COD (ppm)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P (mg/L)	Turb (ppm)	Cond (ms/cm)	DO (ppm)	pH	ORP (mv/100)	EC (ms/cm)
5日 11時	18.2	25.2	10.21	1.25	3.67	0	0.066	2	0.0	6.2	5.5	1.35	0.1
13時	18.5	25.2	10.42	1.04	2.43	0	0	3	0.0	9.3	7.45	2.10	0.04
15時	18.2	23.3	9.38	1.88	2.95	0	0	1.5	0.05	9.1	7.75	2.20	0.04
17時	18.1	23.2	10.00	1.04	3.58	0	0	2	0.1	6.0	7.9	2.54	0.04
19時	18.0	21.6	9.28	2.08	2.20	0	0	2	0.1	8.8	7.8	2.50	0.03
21時	17.9	22.9	8.34	2.08	1.33	0	0	1	0.01	8.5	7.5	1.31	0.02
23時	17.9	20.6	8.34	1.04	0.80	0	0	2	0.2	8.5	7.7	2.1	0.03
6日 1時	17.9	19.9	9.38	2.08	0.86	0	0	2	0.1	8.5	7.8	2.4	0.03
3時	17.7	20.2	9.38	1.04	0.50	0	0	3	0.1	8.6	7.9	1.6	0.02
5時	17.75	20.8	10.42	0.41	3.78	0	0.066	5	0.1	8.2	7.9	2.2	0.02
7時	—	—	10.00	1.04	1.56	0	0	3	0.05	5.7	7.9	2.0	0.02
9時	18.0	22.1	1.17	2.08	2.02	0	0	4	0.3	8.5	7.8	1.25	0.02
11時	18.2	23.3	10.00	1.45	1.96	0	0	0	0.1	8.5	8.0	1.2	0.02
13時	18.3	24.5	10.21	0.83	1.80	0	0	1	0.2	8.9	8.2	1.19	0.03
15時	18.1	21.0	10.42	1.25	2.05	0	0	0	0.2	8.5	7.8	1.30	0.03
17時	—	—	10.42	1.67	1.61	0	0	1	0.2	8.5	7.85	1.38	0.03
19時	17.9	21.5	10.00	1.67	1.81	0	0.066	1	0.2	8.5	7.8	2.00	0.03
21時	17.9	22.4	10.42	1.04	1.55	0	0	1	0.2	8.5	7.5	2.00	0.03

※PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-PとCODはパ

ック試薬を使用。

その他はIONの

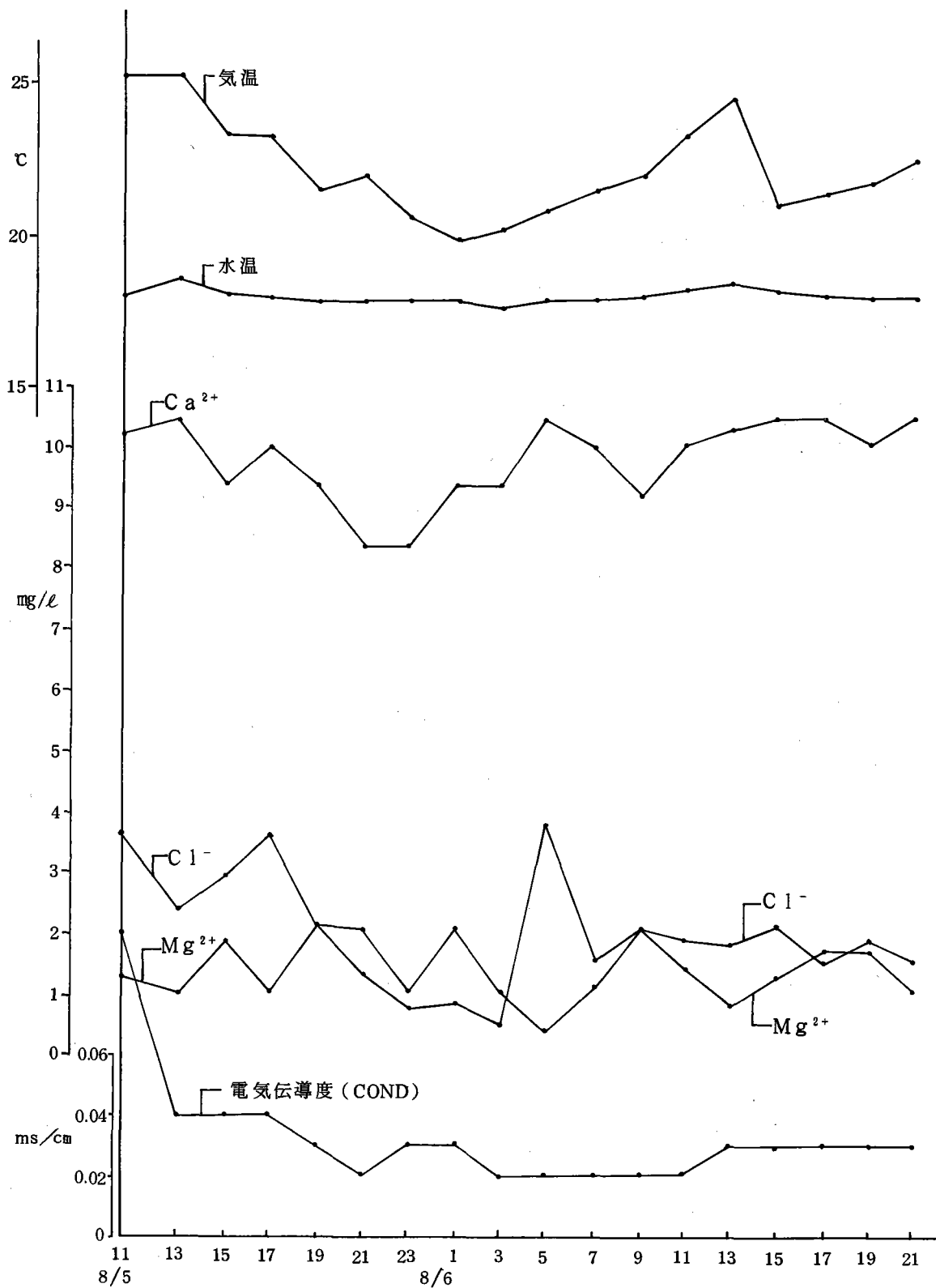
測定法を参照のこ

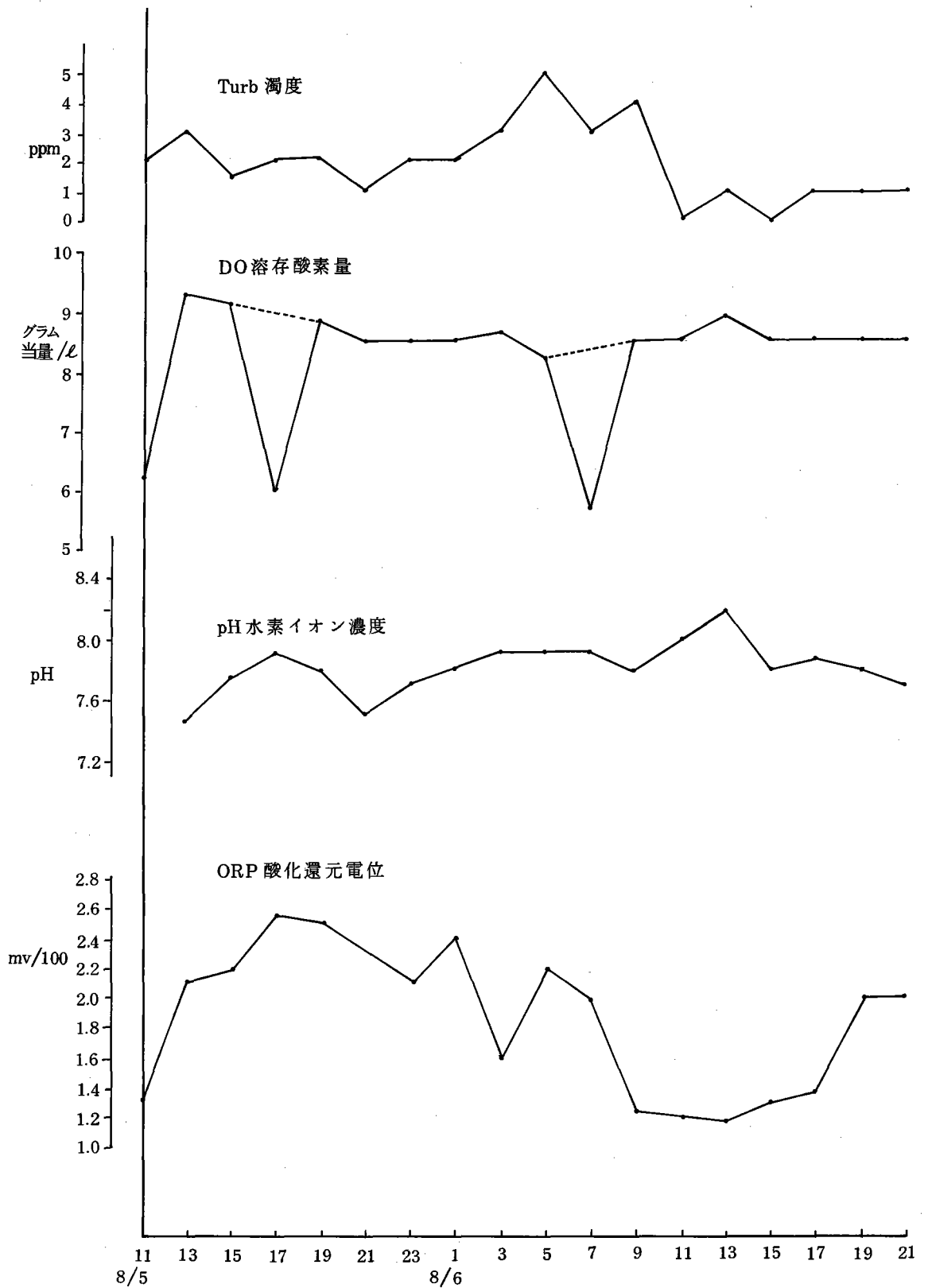
と。

※Turb. Cond. DO. pH

は、6日9時まで

電力不足であった。





## 補考 (主として34時間連続測定について)

- pH……石灰岩質の岩石のため、弱アルカリ性である。夜間にpHが下って、中性に近づく性質があるが、これは水中生物の呼吸、夜間の水生植物の呼吸などによって生じるCO<sub>2</sub>の影響があると考えられたが、中流域では、あまり変化が見られなかった。これは、排水等、多くの要因があるためであろう。
  - 溶存酸素……上流の方では、急にさがる点が、三点あるが、測定ミスと思われる。そう仮定すると、上流の溶存酸素量は、一定しているようである。これは、上流では流れが速いので空気との接触がよく、また酸素が不足すれば、酸素は、とけこみやすく、過飽和になると、大気と接する面が大きいので、逃げやすく安定しているのであろう。中流では、日中の数値が高く、夜間落ちる。これは、生物の光合成や呼吸などのためと思われる。
  - Ca<sup>2+</sup>・Mg<sup>2+</sup>……キレート滴定であることを考えれば、かなり信用できるデータであるが、Ca<sup>2+</sup>は、上流で、8月5日の夜ごろ低下しているわけは不明である(P134参照)。岩石から溶けだしているため変動が少ないはずである。
  - Cl<sup>-</sup>……塩化物イオンは、夜間に低くなる性質がある。夜間には、家庭排水が減るためにこうなると考えられる。しかしこのグラフを見ると、時間的に少しずつれており、それだけともいえない。雨または空中塩分によることもあるので、ファクターがありすぎるように思われる。
  - COND (EC)……はっきりした変化はみとめられず、一定である。主に、河川のイオンは、岩石中からとける物が、中心でありイオンの総量は時間による変化が、少ないことをしめしている。
  - Turb (濁度)……河床沈殿物の舞い上がりを中心であり、流速が大きければ大きい値をとると思われるが、濁りは不均一なので、はっきりしたことはいえない。
  - ORP (酸化還元電位)……ORPは、上流では、昼高く、夜低くなる性質があり、溶存酸素と逆の傾向がみられる。しかし中流では、測定中ゆっくり上昇している。まだ調査中の項目である。
- ※なお、この考察は、この前にある、多摩川全体の考察(P129~P131)とあわせて見てもらいたい。

## これから

今後は、もっと多くの地点、とくに下流などでおこない、それに、室内実験・池・湖などの連続測定もやって、川とのちがいをはっきりさせていきたい。

## 自浄係数の推定

- 自浄係数とは、汚濁を受けた河川水中の汚濁物質濃度が、流下中に自然に減少する割合の係数である。ここでは有機物の汚濁のみを考えることにする。途中に流入河川のない二地点(A、B)を選び同じ水塊(A~B間の流下時間t後にBで採取したもの)を、採水するようにして上流と下流の有機物濃度か

ら、自浄係数Kを推定する。

今、 $C_A$ 、 $C_B$ をA、B各地点における有機物の濃度、 $t$ を流下時間（日に換算した値）、 $K$ を自浄係数とすると  $C_B = C_A \cdot 10^{-kt}$  より  $K = \frac{1}{t} \log \frac{C_A}{C_B}$  が算出される。

上式から明らかなように自浄係数Kが、大きければ、自浄作用は大きい。

- 現地実験 8月6日に、多摩川上流の支流大丹波川上流でおこなった。上流から5kgの砂糖と大量のおがくずを流し、下流の二地点で、おがくずが来た時に、水を採水しOC（有機物分解量）によって測定した。（くわしくは、P117測定法参照）OCは、現地で測定が可能なので、かなり正確である。A、B二地点間の流速時間は、25分ほどであった。

	A地点の濃度 $C_A$	B地点の濃度 $C_B$
1回目	4 ppm	4 ppm
2回目	24 ppm	20 ppm
3回目	19.6 ppm	19.6 ppm
平均	15.9 ppm	14.5 ppm

2回目計算

$$K = \frac{1}{t} \log \frac{C_A}{C_B} = \frac{1}{1.017} \log \frac{24}{20} = 4.67$$

平均計算

$$K = \frac{1}{t} \log \frac{C_A}{C_B} = \frac{1}{0.017} \log \frac{15.9}{14.5} = 2.35$$

## 考 察

有機物濃度の減少の理由は、以下のものがあげられる。

- (1) 物理的浄化：汚濁物質の希釈、拡散、吸着、沈殿などによる濃度の減少
- (2) 化学的浄化：汚濁物質の酸化、還元、凝集などによる濃度の減少
- (3) 生物的浄化：生物の働きによって起こる汚濁物質濃度の減少

しかしながら、現地では、水温も非常に低く、流速も速く、時間も短時間であったために、主に希釈、拡散が、ここでの浄化の中心であったと思われる。事実、A地点にくらべて、B地点ではおがくずが、まばらにやってくることなどからも、それらを証明することができる。

だから浄化係数が、4.67と多摩川の平均とされる0.33~0.58から大きくはなれているのも、そう不思議ではない。それに、この実験からも分かるとおり、測定誤差も非常に大きくなってしまいうこともあり、自然の河川では、他にも、いろいろなファクターがあることも予想される。

## ○これから

今後は、もっと長い距離をおいて実験したい。

それに、生物的浄化の大きい、中流でおこないたい。

現在、流入河川を無視できる玉川上水の自浄係数の測定を計画中である。

## 各測定値の目安

	値 が 大 き い 場 合	値 が 小 さ い 場 合
Ca <sup>2+</sup> 、Mg <sup>2+</sup>	極端に大きい水を飲むと下痢を起こす。 石けんがあわ立ちにくくなる。 適量ならミネラルウォーター。	きれいな水。 ほとんど含まれていない水は石鹼の泡立ちはよいが、味が悪い。
Cl <sup>-</sup>	あまりにも多量に含まれている水は、まずいので、飲用に適さない。 有機化合物と化合して有害なトリハロメタンなどをつくるおそれがある。	水道水の場合は、これがCl <sub>2</sub> として含まれていない水は、すぐに腐りやすい。
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> - P	“無リン石けん運動”のことからも、これがふくまれている水は、富栄養であることが分かる。そのために、湖などでは、アオコの原因になっている。	植物の必要な栄養なので、少ないと、貧栄養となり、植物が少ない。 きれいな水である。
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> - S	自然界に存在するが、排水にも多いので、川の汚れの目やすになる。 主に工業排水が多いと思われる。 大気汚染(SO <sub>2</sub> )起源と考えることができるので、酸性雨の目安にもなる。	きれいな水。
COD	有機物の量の目安となるから、この値の非常に大きい川は、ドブ川であると考えられる。	きれいな水。
pH	アルカリ性の水である。 あまり値が大きいものは、飲用に適さない。	酸性の水(中性は7)。 あまり値が低いものは、飲用に適さない。
DO	水の中にとけ込んでいる酸素の多い川。 魚などの水生動物がすみやすい環境となる。	魚が窒息してしまう。これが少ないのは主に、有機物の非常に多いドブ川である。
COND	電気の流れやすい、つまり水中に各種のイオンが多い川。一般的には汚ないと考えられている。海水に似てくる。	きれいな水。淡水。陸水。
TURB	濁った水。一般的には汚い水。	すんだ水。
ORP	きれいな水。 “おいしい水”として売られている水はこの値がとびぬけて大きい場合がある。	ドブ川 (CODとも関係がある。)

## あとがき

みなさんの、金銭的、労働的協力により、IONも完成に近づいております。しかし部費怠納者から部費を回収しないと、赤字部誌になってしまいます。それはともかく、このIONは、これまでの化学部の活動の集大成といっているいいものです。多摩川の水質調査では、夏休みの間ほとんどかかりきりでした。ただ残念なのは、化学部の実験がすべてこれに書いてあるわけではないのです。今年は、いろいろな金属の酸化物によるテルミット実験や、超電導物質をつくらうという試みなどもおこなわれているのです。えーしかしながら正誤表が、この下につく予定なので、このへんでおわらせていただきます。これを読んでくれてどうもありがとうございました。けれど正誤表をつくるひますらないということなので、部員紹介の中に出てきた若山荘のごあんないを入れます。

### 当館のごあんない

当館は、近代的でモダンな民宿として好評です。皆様のご利用を心からお待ち致しております。

- ・収容人員76名
- ・客室 和室10室
- ・浴室 男女各1室
- ・ホール会議室
- ・当館専用駐車場有り
- ・ 情報メモ
- ・奥多摩町立奥多摩病院は徒歩5分です。
- ・奥多摩町役場、観光産業課、奥多摩町氷川171 電話 0428(83)2111

## '87 年度多摩川中流での26時間連続測定

1987年9月26日～27日（晴）。化学部は、中央線鉄橋下（約40ヶ所ある測定地点の1つ、点q）で、キャンプしました。測定は、1時間おきに、26時間おこないました。川原で、モノポリーなどをやりながら、みんな頭が、プツツんしていました。

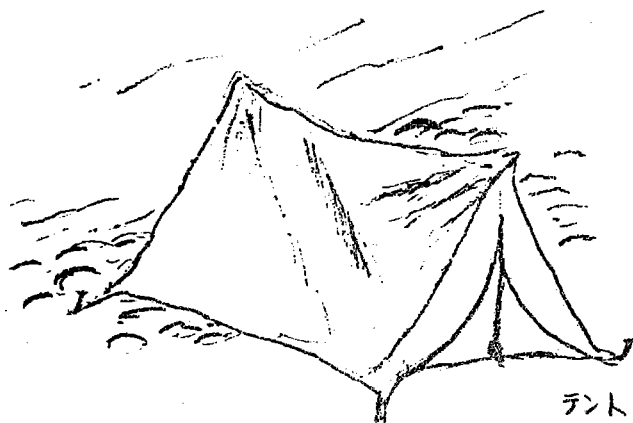
なお、ORP（酸化還元電位）は、次の日実験室でおこないました。

この結果は、P136の補考のための参考資料として利用しました。

測定値表

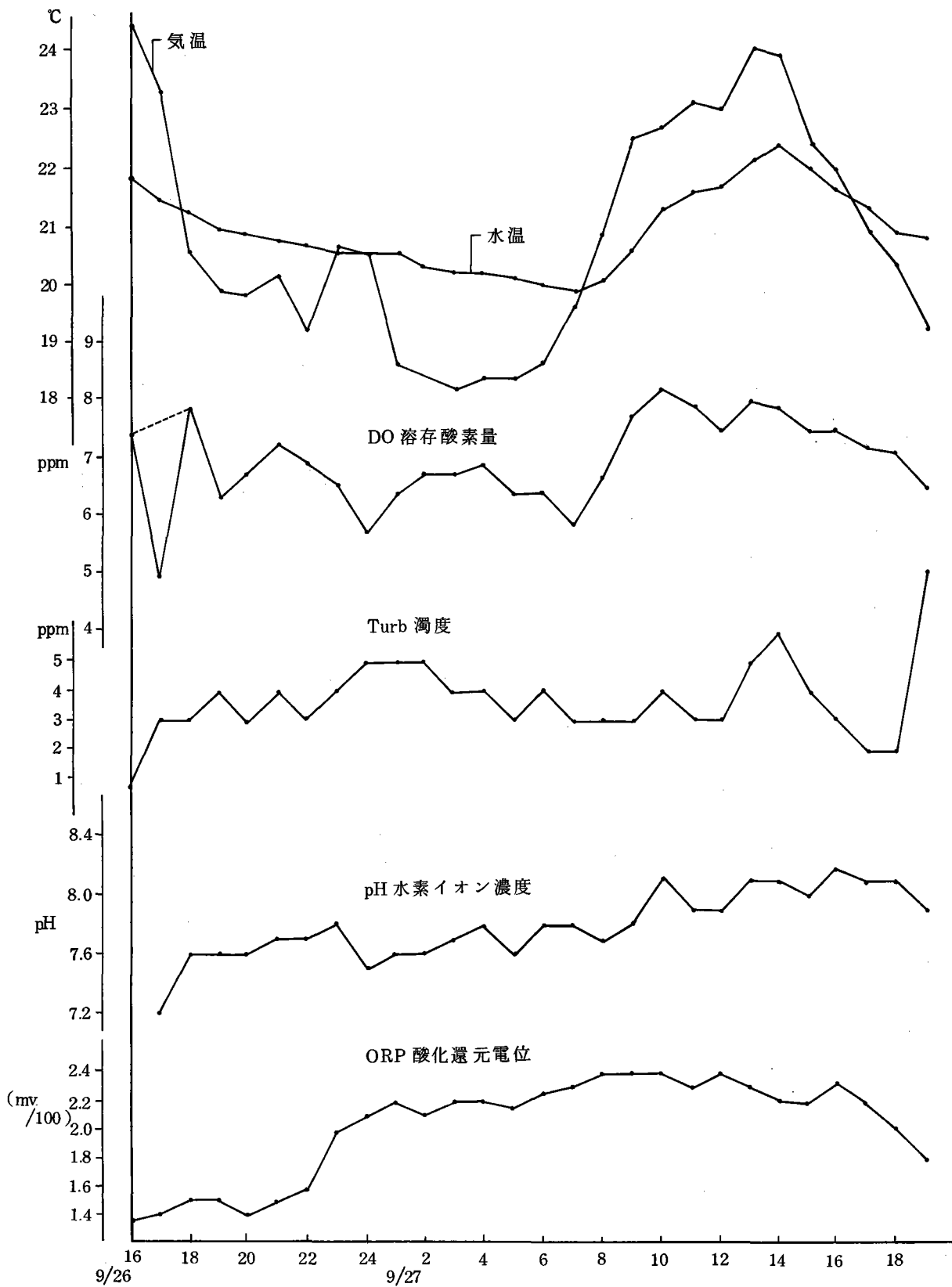
時刻	水温 (°C)	気温 (°C)	Turb. (ppm)	Cond. (ms/cm)	DO (ppm)	pH	ORP (mv/100)
9/26 16時	21.8	24.4	0.5	0.55	7.4	5.95	1.35
17時	21.4	23.3	3	0.5	4.9	7.2	1.4
18時	21.2	20.5	3	0.5	7.8	7.6	1.5
19時	20.9	19.9	4	0.5	6.25	7.6	1.5
20時	20.8	19.8	3	0.5	6.7	7.6	1.4
21時	20.7	20.1	4	0.5	7.2	7.7	1.5
22時	20.6	19.2	3	0.5	6.9	7.7	1.6
23時	20.5	20.6	4	0.5	6.5	7.8	2.0
24時	20.5	20.5	5	0.5	5.7	7.5	2.1
9/27 1時	20.5	18.6	5	0.5	6.4	7.6	2.2
2時	20.3	18.4	5	0.5	6.7	7.6	2.1
3時	20.2	18.2	4	0.5	6.7	7.7	2.2
4時	20.2	18.4	4	0.6	6.8	7.8	2.2
5時	20.1	18.4	3	0.5	6.4	7.6	2.15





テント ⑧

時刻	水温 (°C)	気温 (°C)	Turb. (ppm)	Cond. (ms/cm)	DO (ppm)	pH	ORP (mv/100)
6時	20.0	18.6	4	0.6	6.4	7.8	2.25
7時	19.9	19.6	3	0.5	5.8	7.8	2.3
8時	20.1	21.0	3	0.6	6.7	7.7	2.4
9時	20.	22.5	3	0.6	7.7	7.8	2.4
10時	21.3	22.7	4	0.5	8.2	8.1	2.4
11時	21.6	23.1	3	0.5	7.9	7.9	2.3
12時	21.7	23.0	3	0.5	7.5	7.9	2.4
13時	22.1	24.0	5	0.6	8.0	8.1	2.3
14時	22.4	23.9	6	0.6	7.9	8.1	2.25
15時	22.0	22.4	4	0.5	7.5	8.0	2.2
16時	21.6	22.0	3	0.5	7.5	8.2	2.35
17時	21.3	20.9	2	0.5	6.7	8.1	2.2
18時	20.9	20.3	2	0.5	6.6	8.1	2.05
19時	20.8	19.2	8	0.5	6.0	7.9	1.8



昭和62年度(冬)

**I O N**

**Vol. 37**

1988. 3 .30

東京都立立川高校化学部

'87年度 多摩川水質測定データ (Ⅲ)

昭和63年2月

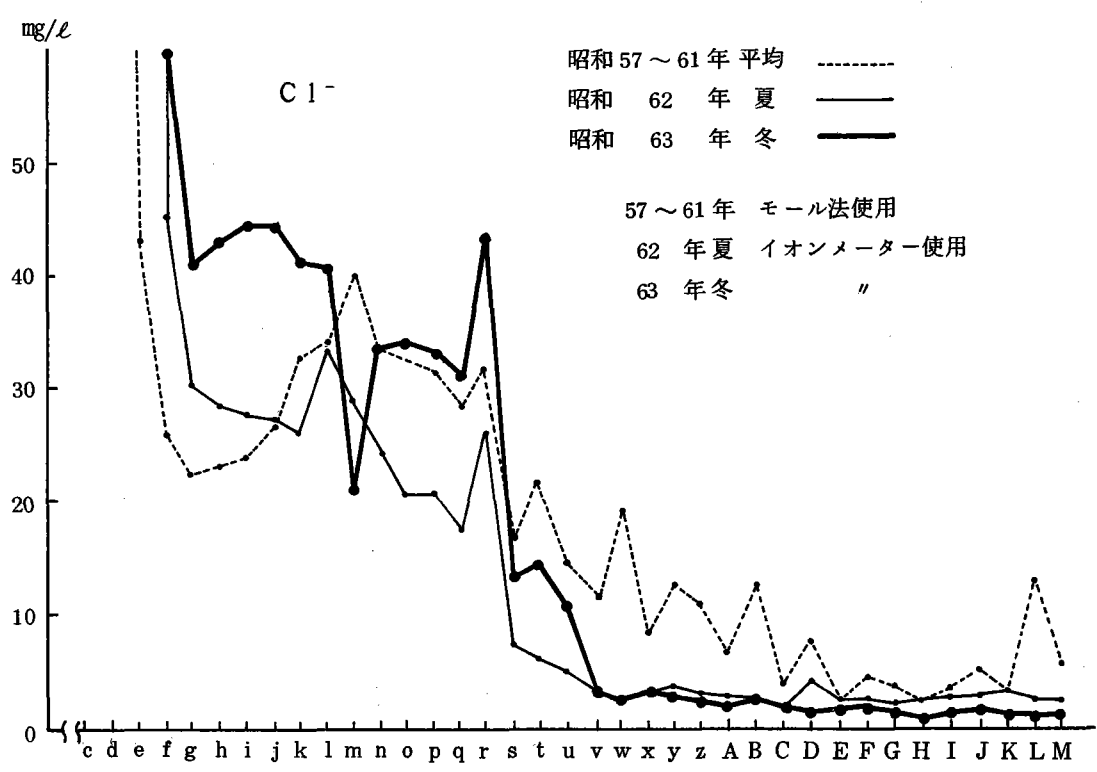
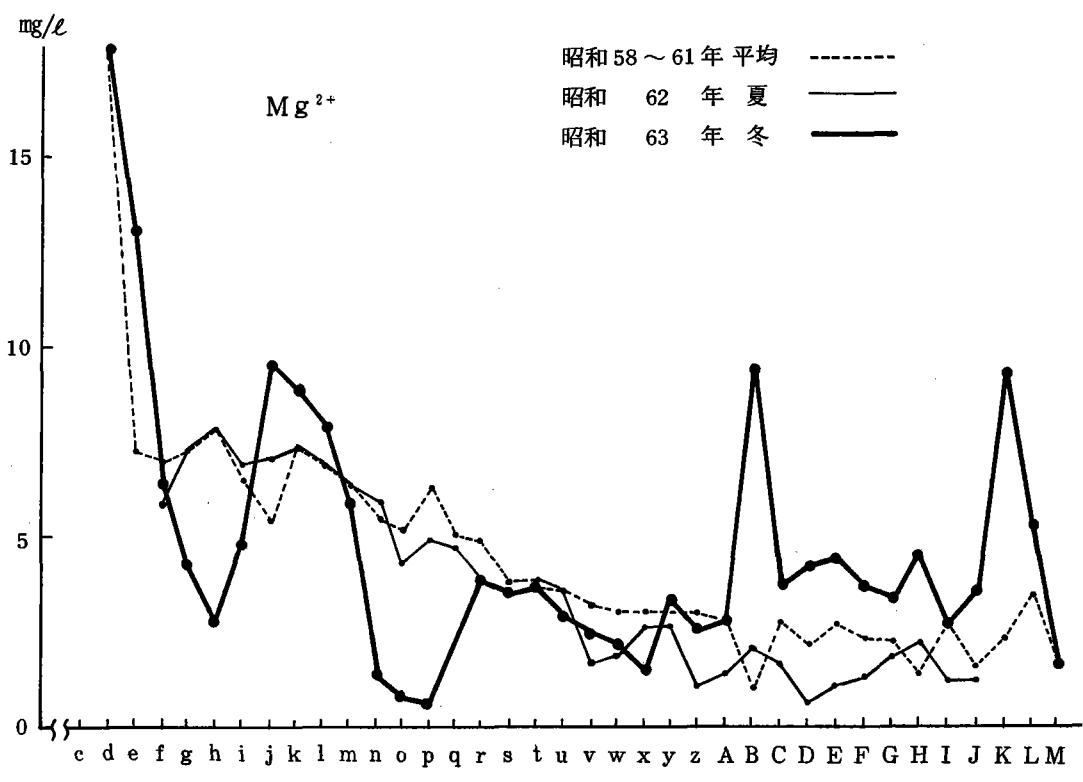
項目 場所	カルシウム イオン(mg/l)	マグネシウム イオン(mg/l)	塩化物イオン (mg/l)	リン酸イオン (mg/l)	硫酸イオン (mg/l)	COD <sub>Mn</sub> (ppm)
a 羽田空港	304.31	1105.06	2.3%	0.32	224.439	—
b 大師橋	229.19	788.99	1.9%	0.84	180.798	—
c 六郷橋	122.06	360.27	0.8835%	1.22	149.626	17.86
d 多摩川大橋	59.75	94.90	1877	1.49	80.424	1.16
e ガス橋	47.37	45.89	880	1.56	51.185	2.01
f 丸子橋	30.84	6.61	64.80	1.89	20.449	1.50
g 第三京浜国道 多摩川橋	29.34	4.02	40.55	2.06	18.890	1.12
h 二子橋	30.20	2.98	43.05	1.90	20.075	1.20
i 東名高速の 多摩川橋	30.30	4.80	44.05	1.97	19.701	1.89
J 多摩水道橋	30.30	9.46	44.40	1.71	21.758	3.20
k 狛江市と 調布市の境	28.81	8.95	41.55	1.88	19.015	3.86
l 多摩川原橋	28.49	7.84	40.80	1.71	19.327	7.25
m 是政橋	26.03	5.90	20.15	1.80	13.404	1.08
n 関戸橋	27.53	1.49	32.15	1.63	16.708	7.98
o 中央高速の橋	25.18	0.65	33.00	1.56	14.277	3.51
p 日野橋	25.82	0.52	32.85	1.56	14.214	10.65
q 中央線の 鉄橋下	24.75	4.73	30.85	1.66	13.716	12.19
r 多摩大橋	24.75	3.95	43.605	0.94	10.224	5.71
s 拝島橋	23.90	3.57	12.795	0.21	6.733	7.56
t 秋川合流点 (多摩川)	25.71	3.50	14.835	0.34	6.733	2.16

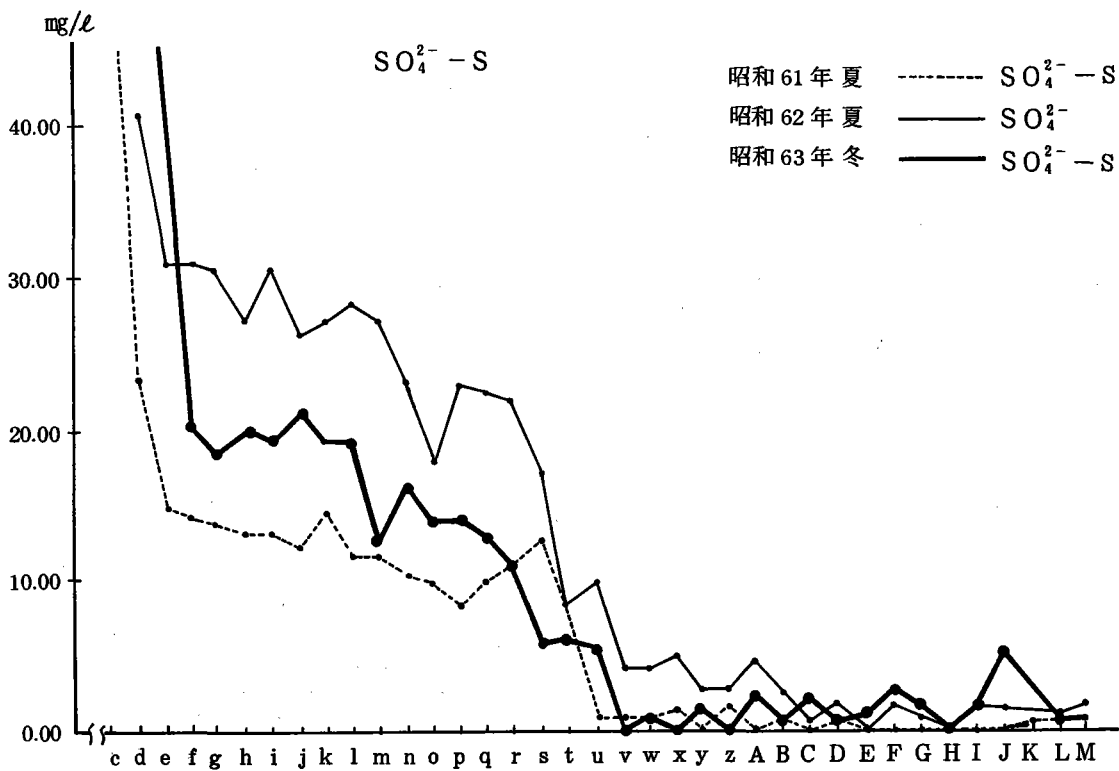
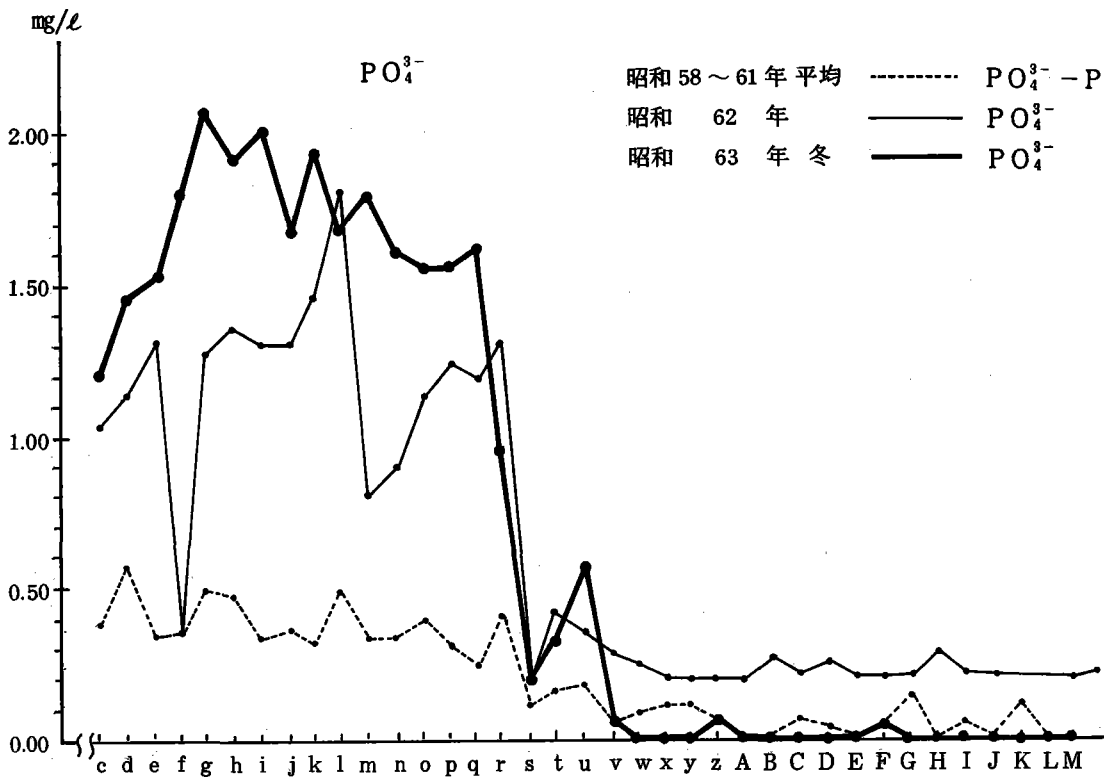
項目 場所	カルシウム イオン(mg/ℓ)	マグネシウム イオン(mg/ℓ)	塩化物イオン (mg/ℓ)	リン酸イオン (mg/ℓ)	硫酸イオン (mg/ℓ)	COD <sub>Mn</sub> (ppm)
t 秋川合流点 (秋川)	19.53	4.15	5.085	0.5	6.110	8.99
u 五日市線の 鉄橋下	21.87	2.92	10.135	0.56	6.395	1.61
v 羽村大橋	19.63	2.33	3.095	0.06	0.499	0.66
w 多摩川橋	20.17	2.01	2.115	0.01	1.247	2.64
x 下奥多摩橋	19.10	1.36	1.85	0	0.499	0.83
y 調布橋	18.89	3.24	1.885	0.01	1.559	0.58
z 万年橋	17.39	2.40	1.665	0.11	0.623	2.64
A 和田橋	17.29	2.46	1.25	0.01	2.494	3.55
B 日向和田駅	16.54	9.27	2.625	0	0.468	4.66
C 二俣尾駅	15.47	3.63	0.94	0	2.494	4.05
D 沢井駅	15.04	4.15	0.895	0.04	0.935	2.31
E 御嶽駅	15.15	4.21	0.81	0.03	1.372	5.70
F 川井駅	20.27	3.63	1.535	0.05	2.930	2.27
G 鳩ノ巣駅	17.61	3.24	0.91	0.01	1.559	2.14
H 白丸駅	13.87	4.34	0.68	0.01	0.499	1.44
I 奥多摩駅	22.41	2.59	0.925	0	2.681	3.51
I' 民宿 “若松荘の下”	20.27	3.31	1.13	0.02	4.364	4.71
J 境橋	20.27	9.07	0.95	0	4.894	2.44
K 小河内ダム	—	—	—	—	—	—
L 奥多摩湖の東	9.39	6.09	0.775	0	0.468	3.43
M ドラムカン橋 の中央	9.28	1.81	1.095	0	0.623	2.48

'87年度 多摩川水質測定データ (IV)

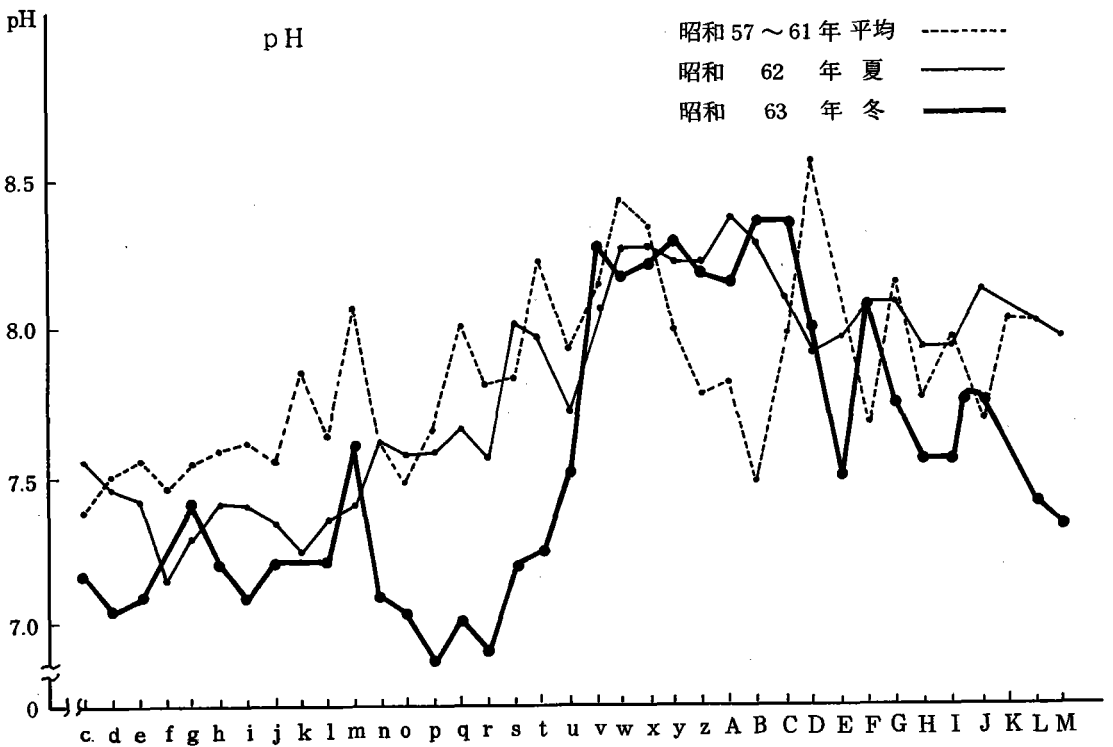
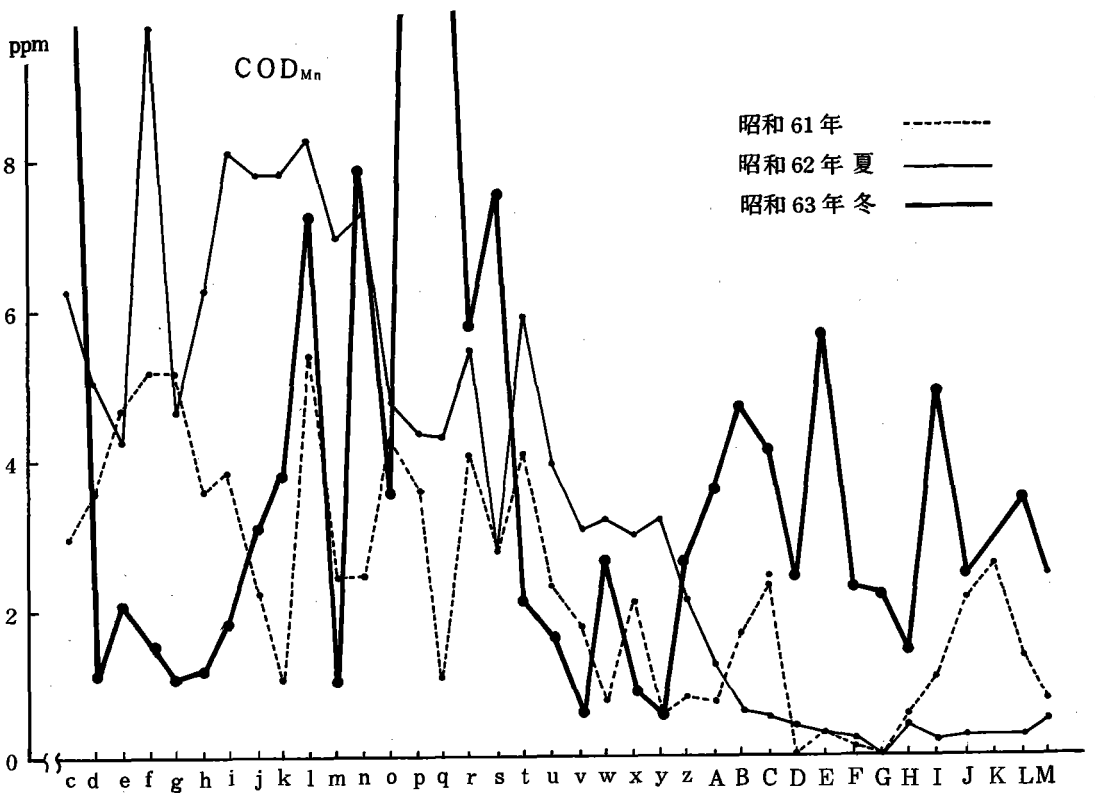
昭和63年2月

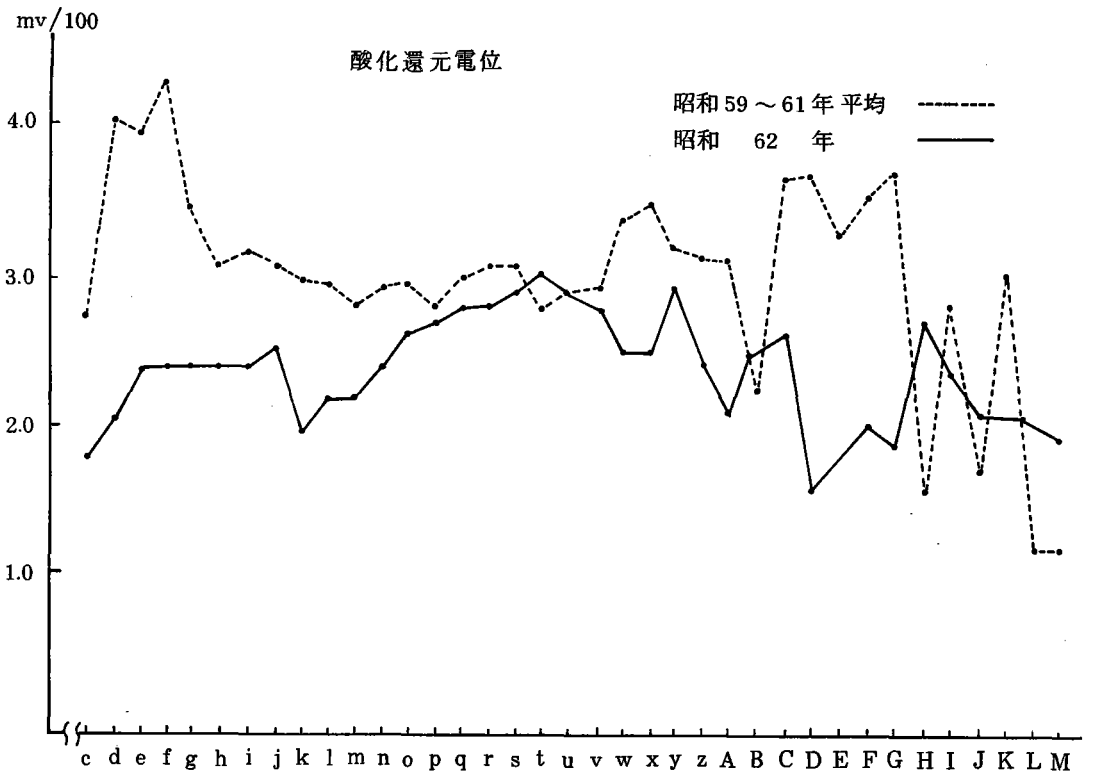
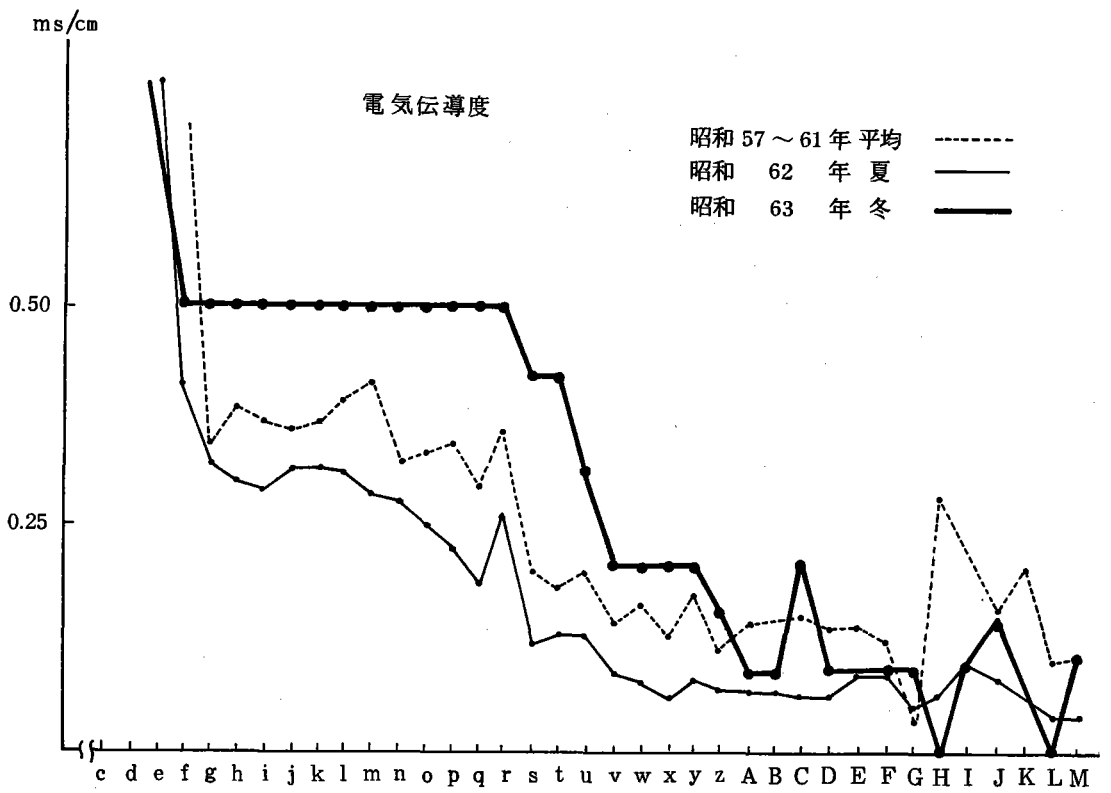
項目 場所	水素イオン 濃度 (PH)	電気伝導度 (ms/cm)	酸化還元電位 (mv/100)	溶存酸素 (ppm)	濁度 (ppm)	採水時間
						" 水温 (°C)
a 羽田空港	6.55	34.7	—	8.85	1.5	9:12
						10.0
b 大師橋	7.25	24.85	—	7.5	2	—
						—
c 六郷橋	7.15	11.75	—	7.35	2.5	10:12
						—
d 多摩川大橋	7.05	2.65	—	7.25	6.5	10:40
						—
e ガス橋	7.1	0.95	—	7.5	1.5	11:05
						8.8
f 丸子橋	7.15	0.5	—	6.5	2.5	11:35
						8.7
g 第三京浜国道 多摩川橋	7.4	0.5	—	9.75	3	11:57
						9.3
h 二子橋	7.2	0.5	—	8.05	3.5	12:26
						—
i 東名高速の 多摩川橋	7.1	0.5	—	8.9	4	12:53
						11.3
j 多摩水道橋	7.2	0.5	—	8.85	3.5	—
						—
k 狛江市と 調布市の境	7.2	0.5	—	6.5	2.5	1:49
						9.2
l 多摩川原橋	7.2	0.5	—	8.6	1.5	10:00
						7.6
m 是政橋	7.6	0.5	—	9.5	2.5	10:30
						7.9
n 関戸橋	7.15	0.5	—	8.6	2.5	11:00
						9.9
o 中央高速の橋	7.05	0.5	—	8.45	2.5	11:40
						7.5
p 日野橋	6.85	0.5	—	7.45	2	8:55
						9.3
q 中央線の 鉄橋下	7.0	0.5	—	8.45	1	8:20
						5.8
r 多摩大橋	6.9	0.5	—	8.6	2.5	8:29
						8.9
s 拝島橋	7.2	0.4	—	9.9	2	8:49
						5.0
t 秋川合流点 (多摩川)	7.25	0.4	—	9.85	1	9:23
						3.9

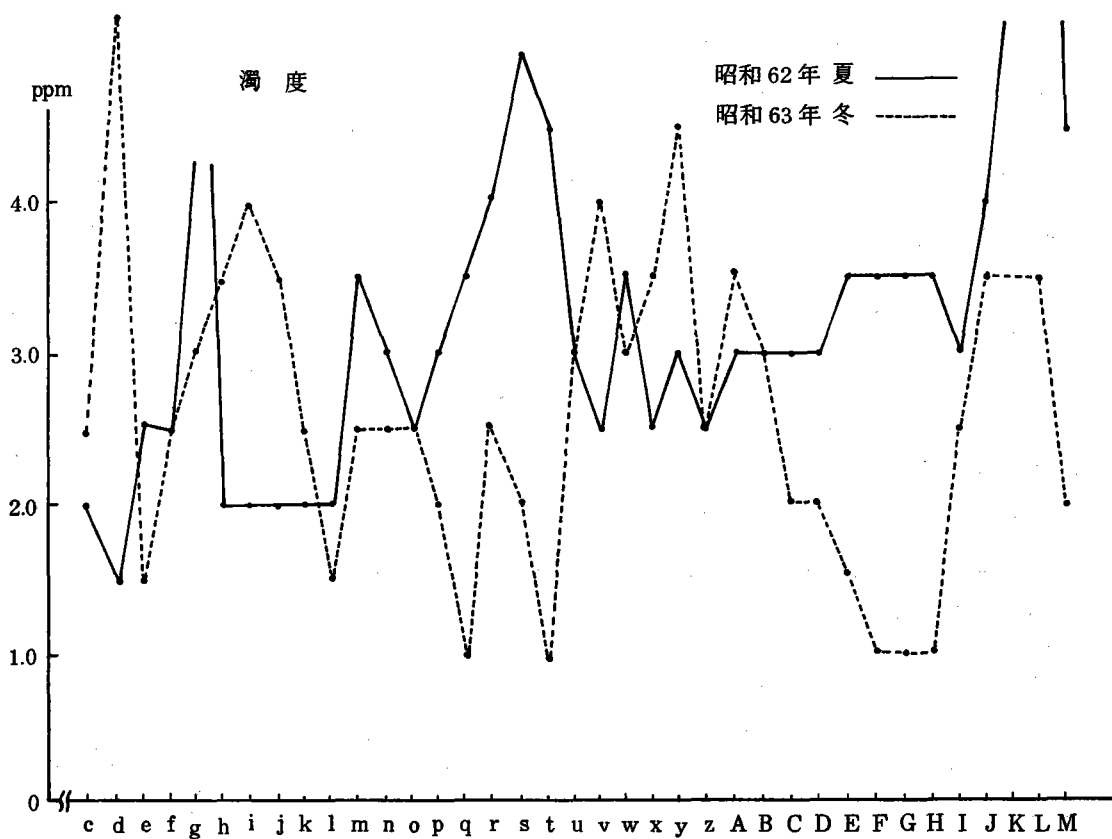
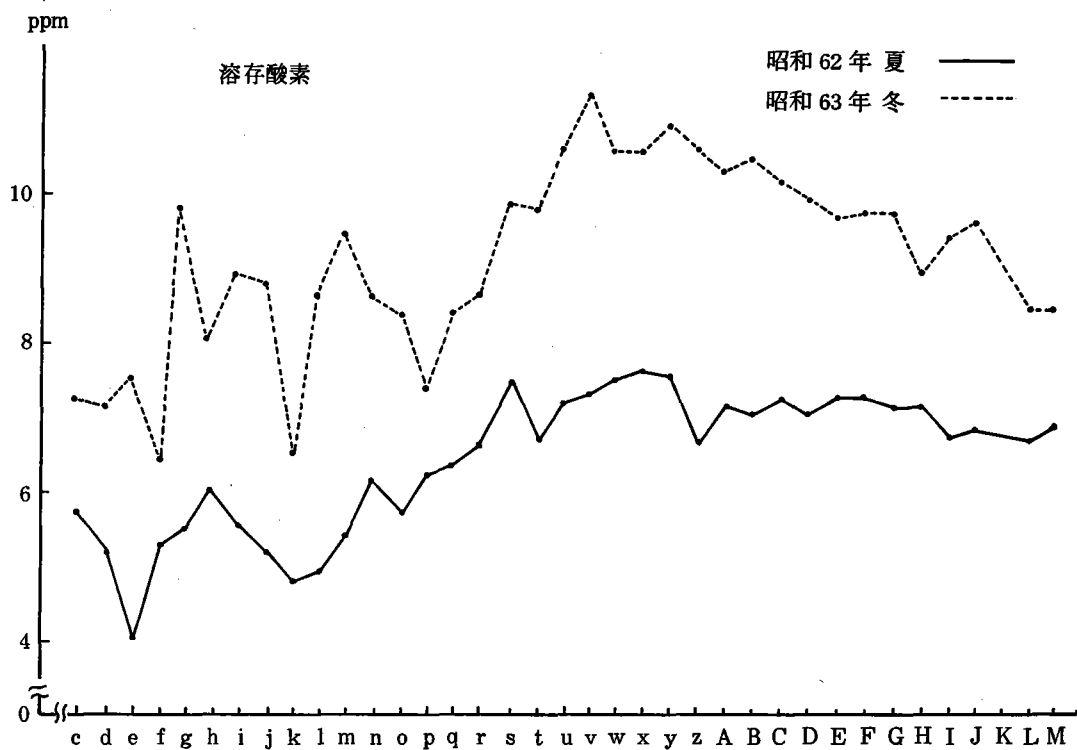












## 多摩川の水質調査（全流域）の考察

### ○カルシウムイオン ( $\text{Ca}^{2+}$ )

I地点で急激な上昇をしているが、これは上流に鍾乳洞をもつ日原川の影響である。H地点で、低下しているが、ここが、白丸ダムであることに関係していると思われる（水が流れていないので沈殿が生成されるため）。冬は、夏より大きい数値がでていますが、冬の方が水量がすくないからだろう。

h～k地点付近からの上昇は、海水に含まれている  $\text{CaCl}_2$  の影響であるといえる。グラフにしてみると毎年ほとんど一定であることが分かるがs～t地点ですこし変化が見られる。これらのことから、カルシウムイオンは主に自然の影響をうけており、少し家庭・工場排水にも影響されていると思われる。

### ○マグネシウムイオン ( $\text{Mg}^{2+}$ )

河口付近での上昇は、海水に含まれている  $\text{MgCl}_2$  の影響である。マグネシウムイオンは、夏には非常に安定しているが、冬は、変化が激しい。これは、水量が少ないために、排水の中の炭酸イオンによって、マグネシウムイオンが沈殿するためとも考えられる。o、p地点と、g～i地点で、マグネシウムイオンは低下しているが、p地点では空堀川、g地点では緑川というきたない中小河川が合流しているため、この中にふくまれる排水の中に、セッケンなどにふくれる炭酸ナトリウムがあることは、十分考えられる。これを化学式にすると、

$\text{Mg}^{2+} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{Na}^+ + \text{MgCO}_3 \downarrow$  となり、

$\text{MgCO}_3 + \text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Mg}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$  この炭酸マグネシウムが、時間がたつとヒドロキシ

$\text{Mg}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{CO}_3$  炭酸マグネシウムに変化する。ヒドロキシ炭酸マグ

$\rightarrow \underline{\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2} \downarrow + 2\text{H}_2\text{O} + \text{MgCO}_3 \downarrow$  マグネシウムは、炭酸にとけ、炭酸水素マグネシウムとなり、沈殿する。

同様に、カルシウムイオンも、炭酸カルシウムとなるが、これは炭酸にとけ、炭酸水素カルシウムとなり、水溶液となるので、グラフでは変化しないだろう。

### ○塩化物イオン ( $\text{Cl}^-$ )

g地点付近から、海の影響を強くうけていると考えられる（感潮帯の特性）。s地点ごろから急に増加しているのは、このあたりから、人口が急増しているので、排水の影響をうけているのであろう。冬の方が排水の影響が、強いようである。

### ○リン酸イオン

夏、冬ともに、平均値より非常に高くなった。s地点ごろから、急上昇しているのは人為的原因であらう。海の影響をうけるあたりから、数値が低下するのは、海水中のイオンとむすびつき沈殿となってし

まうからであろう。この現象は自然的要因によるものとしてとらえることもできるであろう。

○硫酸イオン

河口では、海の影響をつよくうけている。これもs～v地点あたりから急上昇するので、人為的原因もあると思われる。まだ回数が少ないのではっきりしたことは言えない。

○COD (Mn)

CODは安定していない。これは、人為的要因が大変大きいことを意味するものと思われる。排水の多い時刻が変わることによって安定してない。特に水量が少ないために、排水の影響が大きくでる冬は、非常に不安定である。

○pH

水温、二酸化炭素、排水の種類によって大きく影響される。

上流に行くにつれて、上昇する傾向がある。冬は、t地点ぐらいから、酸性に近づいているが、これは排水の影響が強くあらわれているのであろう。

○電気伝導度 (COND)

これは、電解質の指標となるものである。ゆえに、 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ 、 $Cl^{-}$ などを合併した特徴を備えている。S地点から上昇するので、人為的要因もあるであろう。これも、冬の方が高い数値をしめす。

○酸化還元電位

これは、冬にはできなかった。数値に非常にばらつきがみられる。

○溶存酸素

データが少ないので、はっきりしたことは言えない。しかし、COD (Mn) が、高い所では、溶存酸素が低くなっている。これは、有機物を分解するために酸素が消費されるためだからと思われる。一般に夏と冬では、冬の方が高い。これは、温度が低いために酸素がよく水に溶け込んだからであろう。

○濁度

非常に不安定である。濁度の要因になっているのは、有機物の量、コロイド、舞い上がった土砂などが上げられます。しかし同じ川でも場所によって濁度が変わるので、はっきりしていません。上流では流速が大きな原因となり、中、下流では有機物の量やコロイドが中心になると考えられます。

昭和63年度(夏)

**I O N**

**Vol. 38**

1988. 9 .16

東京都立立川高校化学部

## '88 年度 多摩川・秋川の夏期水質調査（全域）

1988年7月10日（日）に行なわれようとしていた夏期採水は、ある事情により7月11日（月）に行なわれた。

最下流は平日、渋滞するため、採水終了が18:00 になり、自転車班は、雨天のため足が、白くふやけてしまい、新たな採水地点開拓をすべく出発した秋川班は、手探りの採水になった。

中でも一番の珍事は、最上流、最下流、秋川の三班が持って行った3つのバケツを流してしまって、3つ共帰って来なかったことである。

### 採 水 班

- |        |      |            |             |
|--------|------|------------|-------------|
| 1) 最上流 | 小島先生 | 峰・浅井・三浦    | (車)         |
| 2) 上流  |      | 若山・種岡      | (JR・自転車・徒歩) |
| 3) 中流  |      | 鈴木・小野里・佐々木 | (自転車)       |
| 4) 下流  |      | 門間・笠谷・刈屋   | (自転車)       |
| 5) 最下流 | 野田先生 | 太田・小川      | (車)         |
| 6) 秋川  | 伏見先生 | 森戸・市倉      | (車)         |

1) A~M    2) w~J    3) q~t    4) m~p    5) a~l    6)  $\alpha \sim \iota' + u, v$

注) 1地点につき1ℓポリビン×2本を採水した。

## '88年度 多摩川水質測定データ (I)

昭和63年7月

項目 場所	カルシウム イオン(mg/ℓ)	マグネシウム イオン(mg/ℓ)	塩化物イオン (mg/ℓ)	リン酸イオン (mg/ℓ)	硫酸イオン (mg/ℓ)	COD <sub>Mn</sub> (ppm)
a 羽田空港	136.7	—	—	0.93	480	3.29
b 大師橋	118.5	145.3	—	0.88	403.2	3.59
c 六郷橋	66.8	149.9	—	1.02	223.23	5.35
d 多摩川大橋	42.7	62.5	822.5	0.77	130.18	5.0
e ガス橋	26.8	10.75	52.7	1.14	43.2	6.41
f 丸子橋	24.5	6.96	21.1	1.09	35.90	5.18
g 第三京浜国道 多摩川橋	25.1	7.29	19.26	1.28	33.79	4.17
h 二子橋	23.9	5.95	18.57	1.12	35.14	4.77
i 東名高速の 多摩川橋	25.0	6.93	17.76	1.21	36.67	4.24
j 多摩水道橋	24.4	6.52	20.23	0.88	34.37	7.38
k 狛江市と 調布市の境	23.9	5.95	23.0	1.01	35.32	6.74
l 多摩川原橋	23.5	4.74	18.58	1.00	31.10	4.71
m 是政橋	23.8	5.4	17.22	1.29	28.8	3.91
n 関戸橋	21.0	5.52	15.39	1.12	26.50	2.93
o 中央高速の橋	19.0	6.13	15.03	0.81	26.11	3.17
p 日野橋	23.6	3.04	11.94	0.82	20.16	1.31
q 中央線鉄橋下	20.8	4.01	11.97	0.7	23.42	2.14
r 多摩大橋	27.3	4.73	15.98	1.13	33.79	2.4
s 拝島橋	19.5	3.52	11.53	0.14	14.78	0.7
t 秋川合流点 (多摩川)	21.7	2.55	18.99	0.17	17.47	0.22



項目 場所	カルシウム イオン(mg/ℓ)	マグネシウム イオン(mg/ℓ)	塩化物イオン (mg/ℓ)	リン酸イオン (mg/ℓ)	硫酸イオン (mg/ℓ)	COD <sub>Mn</sub> (ppm)
t 秋川合流点 (秋川)	17.3	2.55	9.61	0.09	14.98	0.07
u 五日市線の 鉄橋下	18.5	1.7	7.17	0.16	11.52	0.44
v 羽村大橋	17.1	2.0	5.81	0.13	11.52	1.57
w 多摩川橋	15.0	1.58	1.73	0.03	9.6	0.66
x 奥多摩橋	15.2	7.35	1.76	0.15	8.64	0.55
y 調布橋	26.5	—	8.77	0.06	30.72	1.29
z 万年橋	18.6	5.21	2.37	0.04	9.79	1.88
A 和田橋	13.2	2.55	0.43	0.02	7.68	0.54
B 日向和田駅	13.0	2.37	0.46	0.11	6.91	0.86
C 二俣尾駅	13.1	2.06	0.45	0.05	7.87	0.6
D 沢井駅	13.7	1.94	0.5	0.08	7.30	0.6
E 御嶽駅	13.0	2.13	0.37	0.06	7.49	0.62
F 川井駅	14.2	2.79	0.87	0.18	8.26	0.56
G 鳩ノ巣駅	13.3	2.25	1.12	0.1	7.68	0.64
H 白丸駅	14.6	1.01	1.57	0.08	7.30	0.32
I 奥多摩駅	15.7	2.37	1.02	0.14	6.34	0.8
I' 民宿 “若松荘の下”	11.5	2.67	6.98	0.01	7.49	0.56
J 境橋	10.5	2.24	20.11	0.03	6.14	0.21
K 小河内ダム	9.8	1.21	18.84	0.02	5.38	1.21
L 奥多摩湖の東	9.9	1.27	3.18	0.02	5.57	0.86
M ドラムカン橋 の中央	10.0	0.6	1.38	0	5.76	1.27

'88年度 多摩川水質測定データ (II)

昭和63年7月

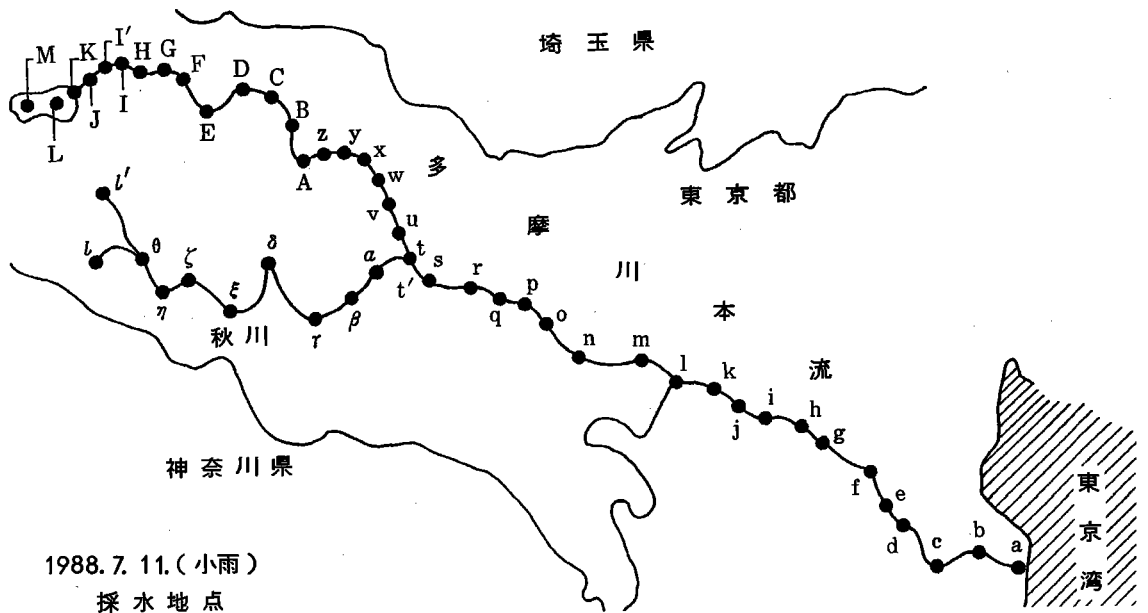
項目 場所	水素イオン 濃度 (pH)	電気伝導度 (ms/cm)	酸化還元電位 (mv/100)	溶存酸素 (ppm)	濁度	採水時間
						〃 水温 (°C)
a 羽田空港	6.8	22.0	—	3.4	7.5	10:35
						25.2
b 大師橋	7.0	18.2	—	1.4	5.5	10:57
						—
c 六郷橋	7.0	7.3	—	0.8	5.0	11:46
						—
d 多摩川大橋	7.15	2.55	—	3.95	3.0	13:10
						—
e ガス橋	7.25	0.4	—	4.75	2.0	13:49
						—
f 丸子橋	7.25	0.5	—	4.6	1.5	14:26
						—
g 第三京浜国道 多摩川橋	7.3	0.5	—	5.95	2.0	14:53
						23.5
h 二子橋	7.35	0.5	—	5.8	2.0	15:27
						—
i 東名高速の 多摩川橋	7.2	0.5	—	6.55	1.0	16:05
						22.1
j 多摩水道橋	7.2	0.5	—	3.4	1.5	16:30
						—
k 狛江市と 調布市の境	7.2	0.5	—	4.8	2.0	17:59
						—
l 多摩川原橋	7.35	0.5	—	5.5	2.5	17:36
						—
m 是政橋	7.45	0.5	—	4.85	4.0	9:06
						21.9
n 関戸橋	7.35	0.4	—	4.6	1.0	9:33
						22.0
o 中央高速の橋	7.35	0.4	—	6.65	2.0	10:03
						21.3
p 日野橋	7.5	0.4	—	7.4	2.0	10:20
						21.3
q 中央線の 鉄橋下	7.6	0.4	—	7.85	2.0	9:03
						20.1
r 多摩大橋	7.2	0.4	—	7.4	2.0	9:30
						17.5
s 拝島橋	7.6	0.2	—	8.05	2.0	10:09
						18.8
t 秋川合流点 (多摩川)	7.85	0.3	—	8.95	1.5	10:30
						17.1

項目 場所	水素イオン 濃度 (pH)	電気伝導度 (ms/cm)	酸化還元電位 (mv/100)	溶存酸素 (ppm)	濁度 (ppm)	採水時間
						" 水温 (°C)
t 秋川合流点 (秋川)	7.85	0.2	—	8.35	1.5	14:58
						20.2
u 五日市線 鉄橋下	—	—	—	—	—	9:45
						15.5
v 羽村大橋	7.9	0.1	—	8.7	2	10:00
						14.7
w 多摩川橋	8.15	0.1	—	8.95	0.5	12:30
						12.7
x 下奥多摩橋	8.05	0.05	—	9.3	2	12:55
						2.2
y 調布橋	7.9	0.4	—	8.3	2	13:26
						13.7
z 万年橋	8.1	0.1	—	8.6	1	13:53
						13.4
A 和田橋	8.3	0.05	—	9.05	1.5	16:45
						12.2
B 日向和田駅	8.05	0.05	—	8.95	2	16:24
						12.6
C 二俣尾駅	7.95	0.0	—	9.05	1.5	16:10
						11.7
D 沢井駅	7.95	0.0	—	8.15	1	15:46
						11.4
E 御嶽駅	7.95	0.0	—	9.0	1.5	15:33
						11.7
F 川井駅	8.1	0.1	—	8.5	2	15:15
						13.3
G 鳩ノ巣駅	7.95	0.05	—	8.55	1.5	14:50
						10.5
H 白丸駅	7.85	0.0	—	9.05	1.5	14:30
						9.9
I 奥多摩駅	8.1	0.05	—	8.75	1.5	13:49
						15.1
I' 民宿 "若松荘の下"	8.0	0.0	—	9.0	1.5	13:22
						9.3
J 境橋	8.2	0.0	—	8.95	2	12:59
						8.7
K 小河内ダム	8.5	0.0	—	7.95	2	12:02
						23.1
L 奥多摩湖の東	8.85	0.05	—	8.05	1	11:22
						23.1
M ドラムカン橋 の中央	9.05	0.0	—	8.25	2	10:52
						23.3

'88年度 秋川水質測定データ (I)

昭和63年7月

項目 場所	カルシウム イオン(mg/l)	マグネシウム イオン(mg/l)	塩化物イオン (mg/l)	リン酸イオン (mg/l)	硫酸イオン (mg/l)	COD <sub>Mn</sub> (ppm)
α 東秋川橋	16.5	3.28	9.17	0.05	14.59	1.95
β 秋留橋	17.2	3.04	4.65	0.09	13.82	2.34
γ 網代橋	13.8	3.03	1.59	0.09	11.90	2.79
δ 秋川橋	12.0	3.94	1.1	0.11	10.94	1.16
ε 沢戸橋	0.75	2.43	0.93	0.22	10.56	0.75
ζ 落合橋	0.56	1.94	0.96	0.11	10.18	0.56
η 和田橋	2.49	3.04	1.53	0.09	16.51	2.49
θ 上日向橋	1.4	1.82	0.75	0.06	10.37	1.4
ι 笹平橋	0.34	2.01	1.36	0.07	9.41	0.34
ι' 北秋川橋	0.47	2.37	2.16	0.07	11.52	0.47



1988. 7. 11. (小雨)  
採水地点

'88年度 秋川水質測定データ (II)

昭和63年7月

項目 場所	水素イオン 濃度 (pH)	電気伝導度 (ms/cm)	酸化還元電位 (mv/100)	溶存酸素 (ppm)	濁度 (ppm)	採水時間
						" 水温 (°C)
α 東秋川橋	7.65	0.2	—	6.45	2	14:47
						19.6
β 秋留橋	7.5	0.2	—	6.95	2	14:26
						21.2
γ 網代橋	7.7	0.1	—	8.1	2.5	13:56
						18.9
δ 秋川橋	7.8	0.1	—	8.3	2.5	13:40
						18.5
ε 沢戸橋	7.85	0.1	—	8.25	2	12:51
						17.8
ζ 落合橋	7.9	0.1	—	8.55	2.5	12:36
						17.7
η 和田橋	7.85	0.15	—	8.45	1.5	12:20
						17.6
θ 上日向橋	7.85	0.1	—	8.3	1.5	12:00
						17.3
ι 笹平橋	7.95	0.0	—	7.55	2	11:45
						17.8
ι' 北秋川橋	8.05	0.2	—	7.7	2	11:30
						16.9

多摩川

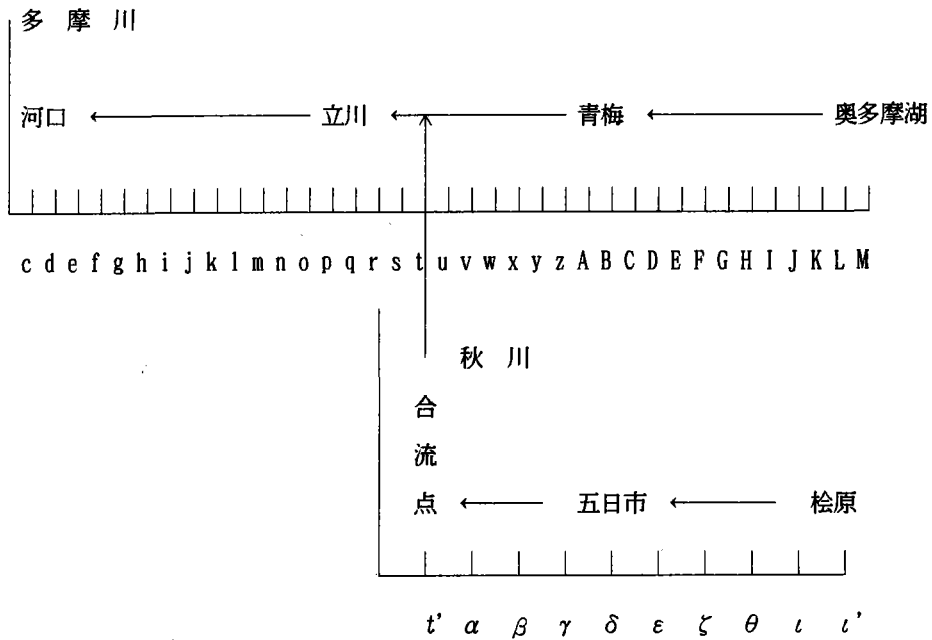
- a : 羽田空港
- b : 大師橋
- c : 六郷橋
- d : 多摩川橋
- e : ガス橋
- f : 丸子橋
- g : 第三京浜  
多摩川橋
- h : 二子橋
- i : 東名高速  
多摩川橋
- j : 多摩水道橋
- k : 狛江市と  
調布市の境
- l : 多摩川原橋
- m : 是政橋

- n : 関戸橋
- o : 中央高速の橋
- p : 日野橋
- q : 中央線鉄橋下
- r : 多摩大橋
- s : 拝島橋
- t : 秋川合流点  
(多摩川)
- t' : 秋川合流点  
(秋川)
- u : 五日市線鉄橋下
- v : 羽村大橋
- w : 多摩川橋
- x : 下奥多摩橋
- y : 調布橋
- z : 万年橋

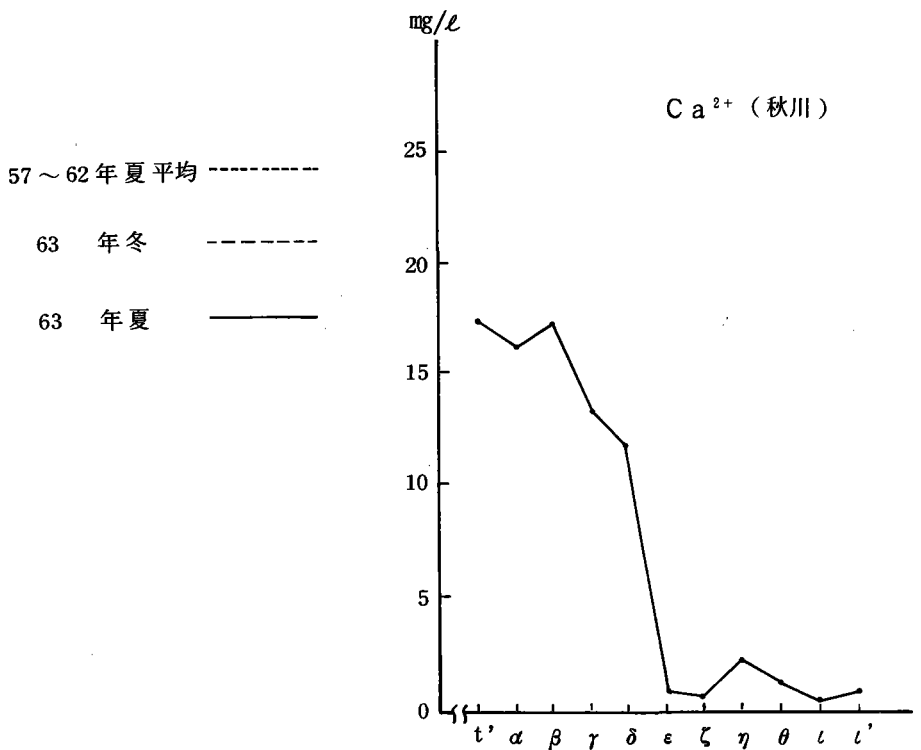
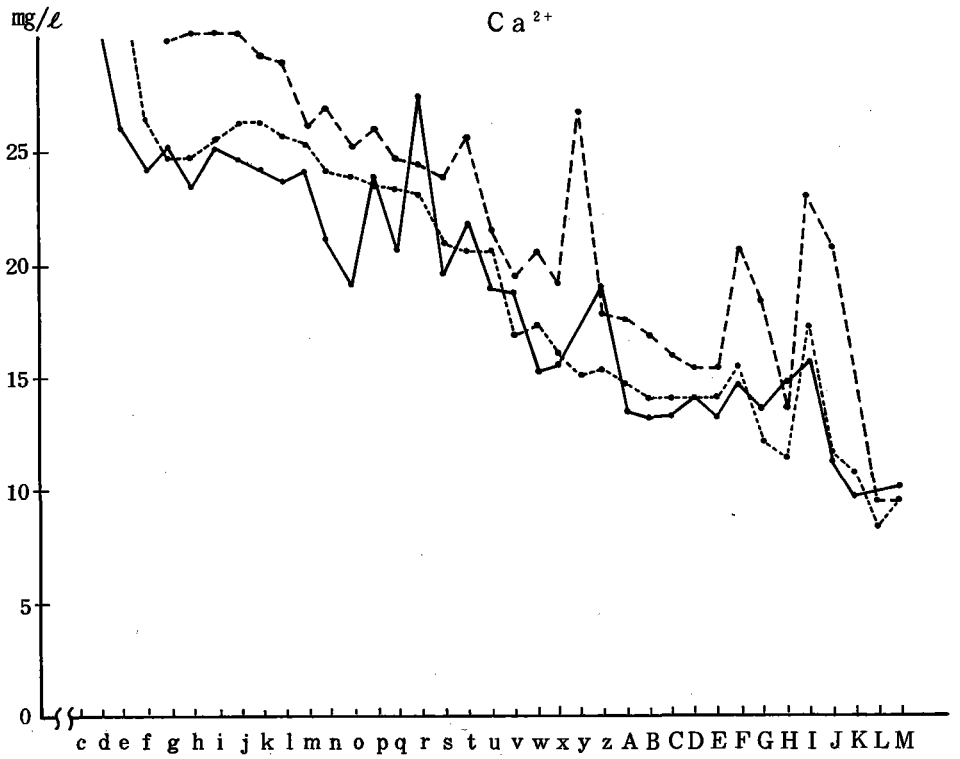
秋川

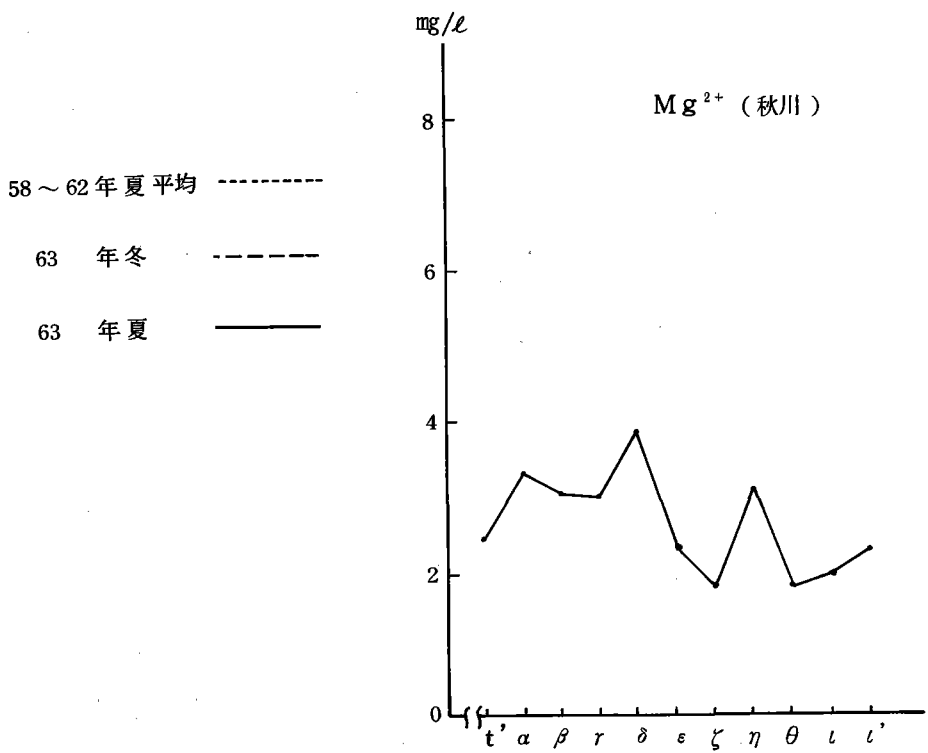
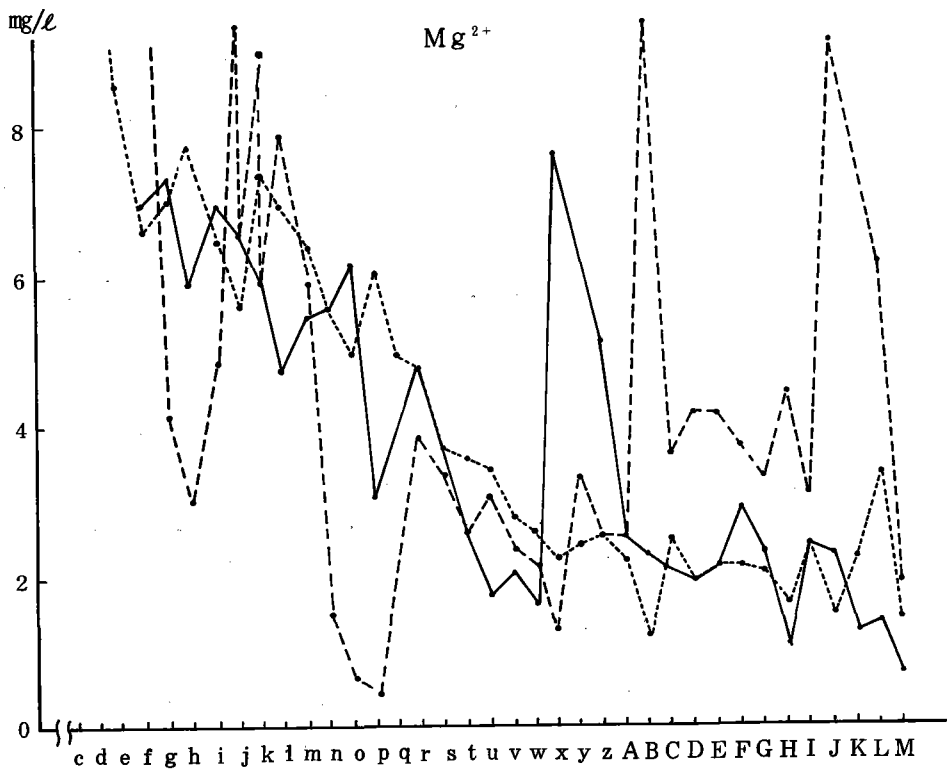
- A : 和田橋
- B : 日向和田駅
- C : 二俣尾駅
- D : 沢井駅
- E : 御獄駅
- F : 川井駅
- G : 鳩ノ巣駅
- H : 白丸駅
- I : 奥多摩駅
- I' : 若松荘下
- J : 境橋
- K : 小河内ダム
- L : 奥多摩湖東
- M : ドラムカン  
橋中央
- α : 東秋川橋
- β : 秋留橋
- γ : 網代橋
- δ : 秋川橋
- ε : 沢戸橋
- ζ : 落合橋
- η : 和田橋
- θ : 上日向橋
- ι : 笹平橋
- ι' : 北秋川橋

## グラフの見方

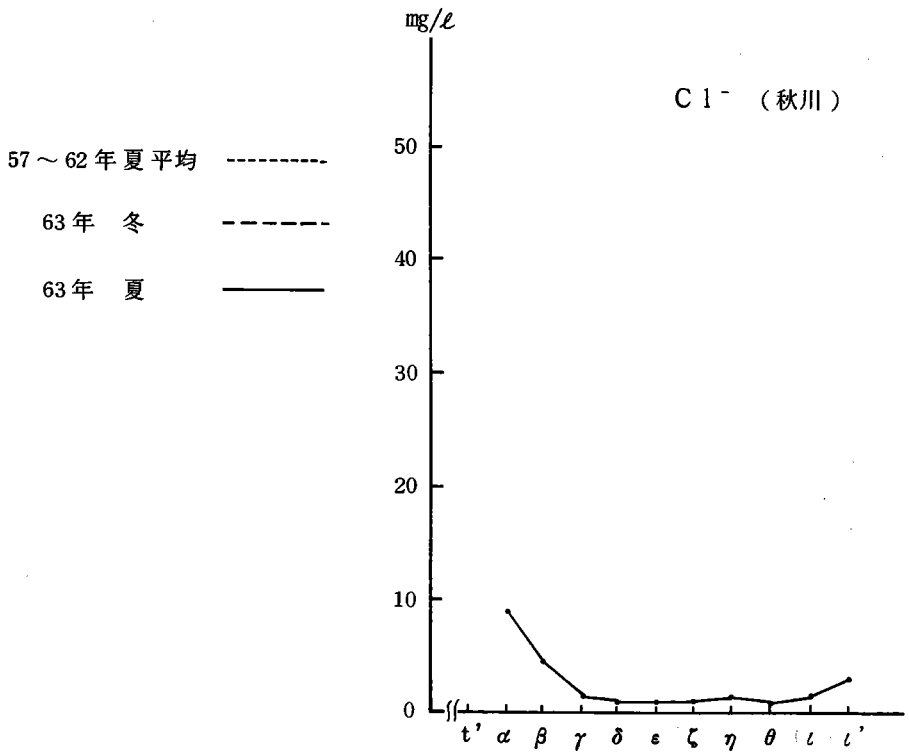
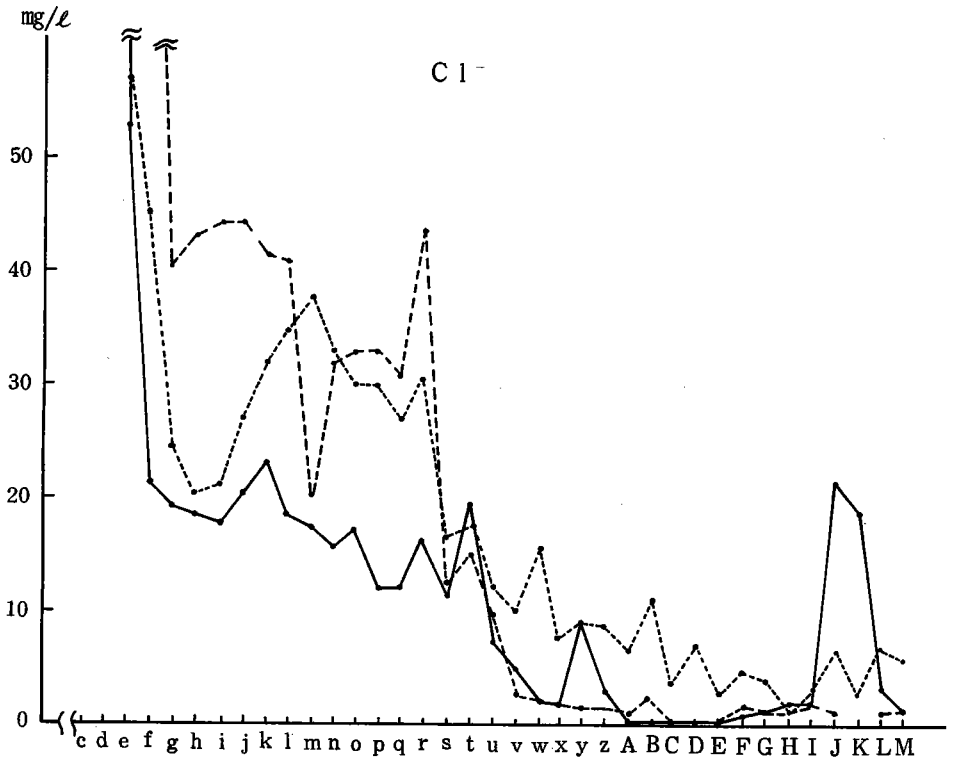


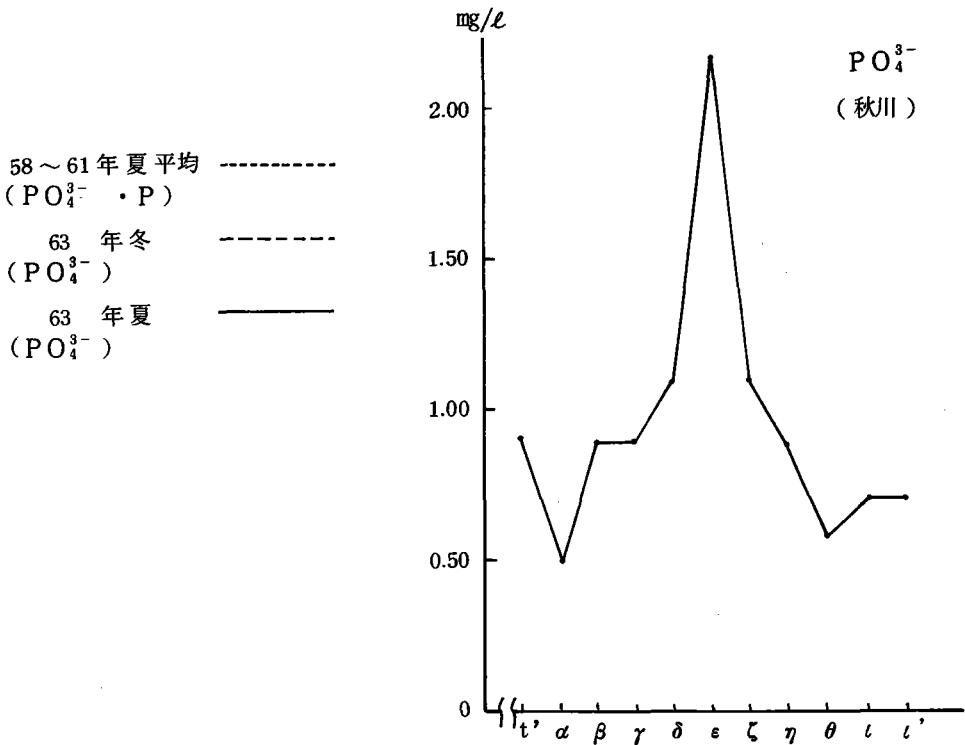
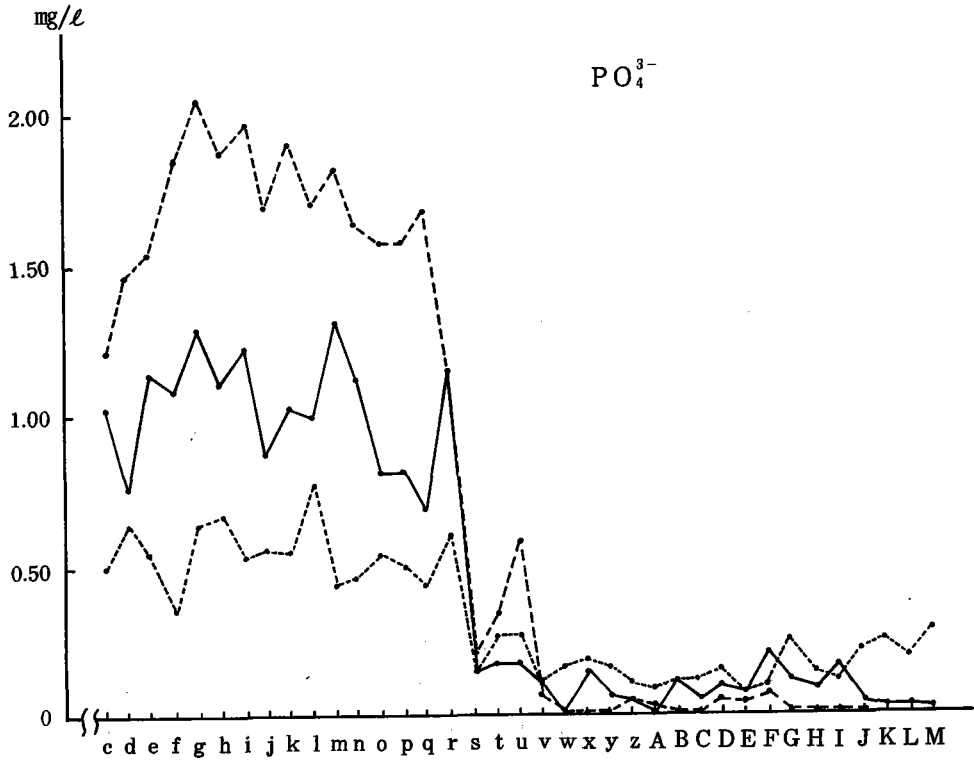
- |                                   |                                       |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| Ca <sup>2+</sup> Mg <sup>2+</sup> | 主として岩石中から溶け出している、排水の中に含まれている。         |
| Cl <sup>-</sup>                   | 排水や、空気中の物質その他多くの要因がある。                |
| PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ・P  | 植物に必要な栄養で少ないとききれいな水である。多いと、アオコの原因になる。 |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ・S  | 排水にも多く含まれる。                           |
| COD <sub>Mn</sub>                 | 有機物の量を示す。排水の影響を多くうける。                 |
| pH                                | 酸性、中性、アルカリ性を示す。二酸化炭素の影響も多くうける。        |
| COND                              | 電気伝導度のことで、イオンの総量の目安となる。               |
| ORP                               | 酸化還元電位のことで。                           |
| DO                                | 「溶存酸素」読んで字のごとく。                       |
| TURB                              | 「濁度」読んで字のごとく。                         |

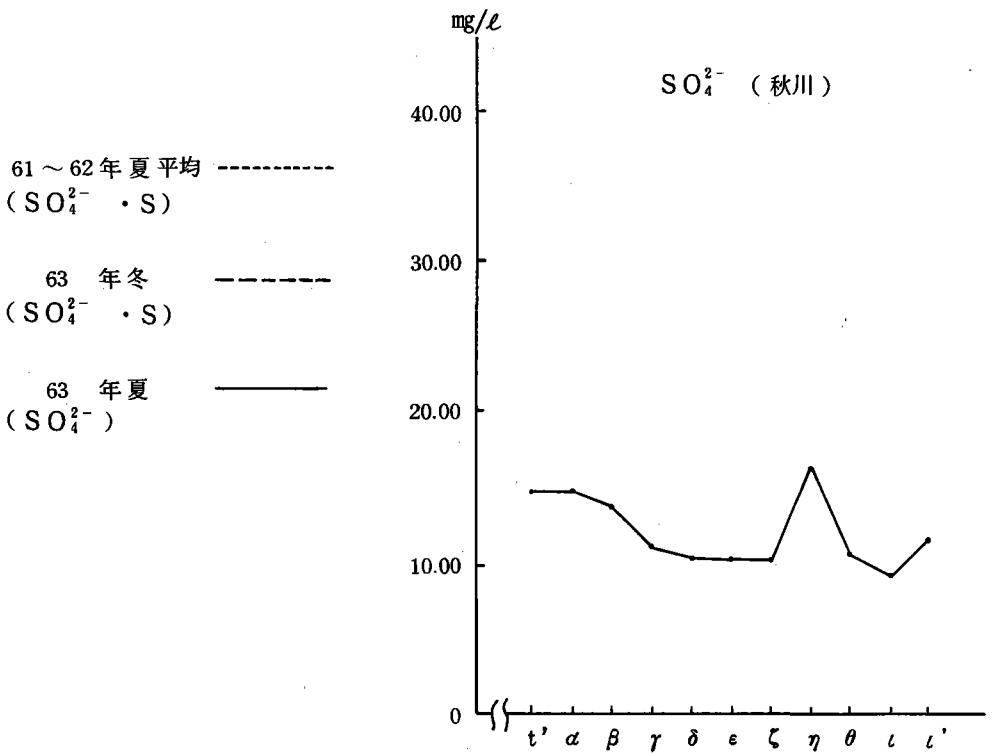
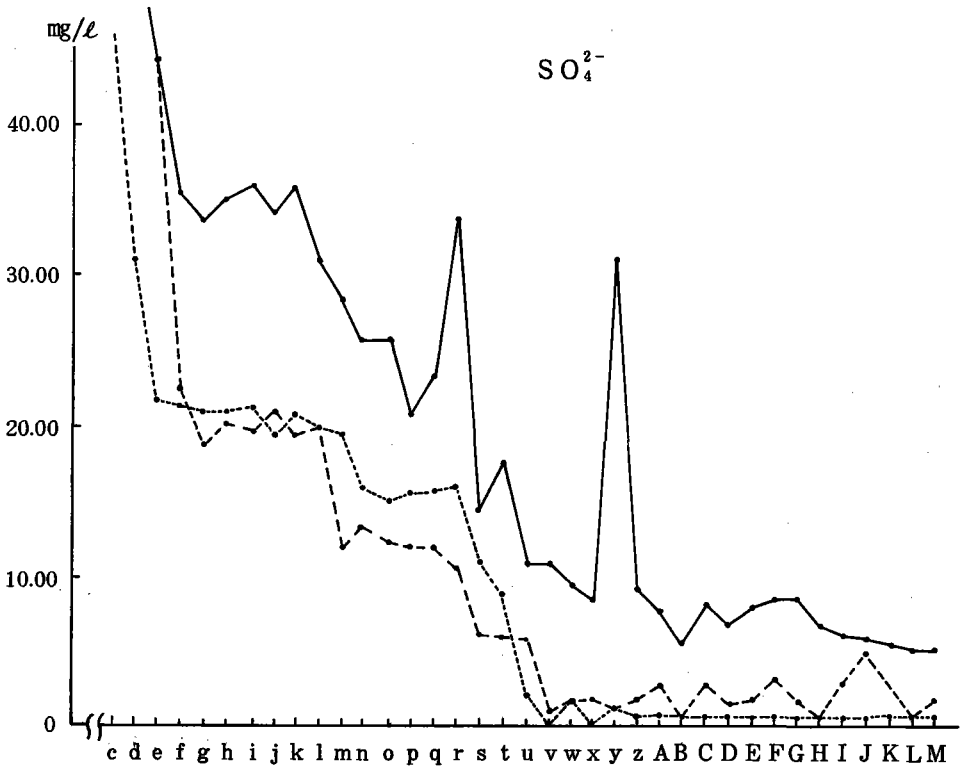


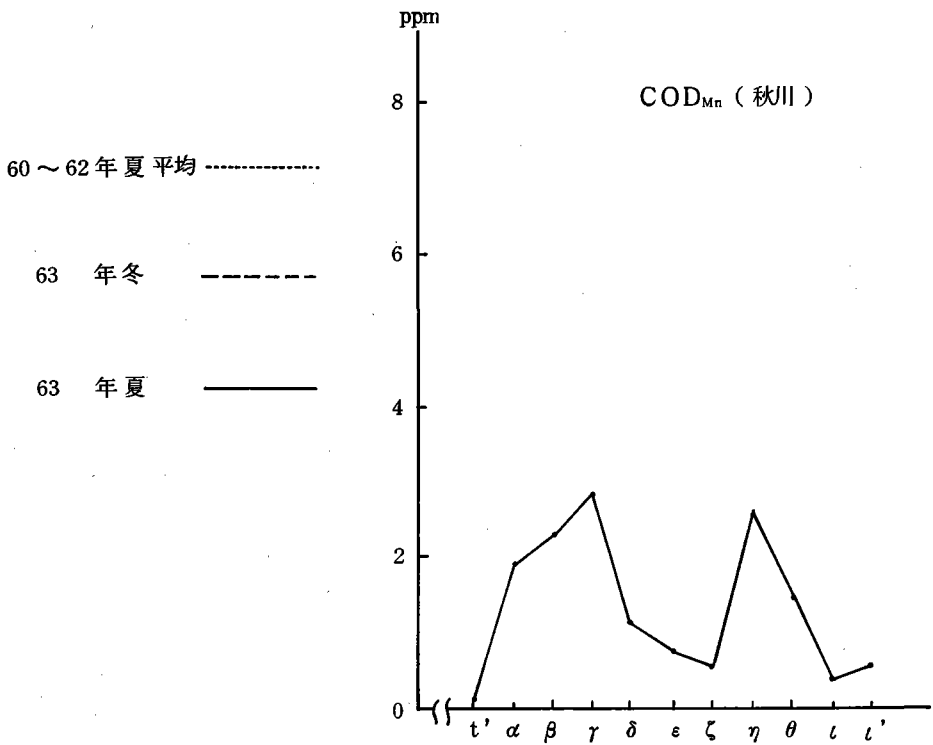
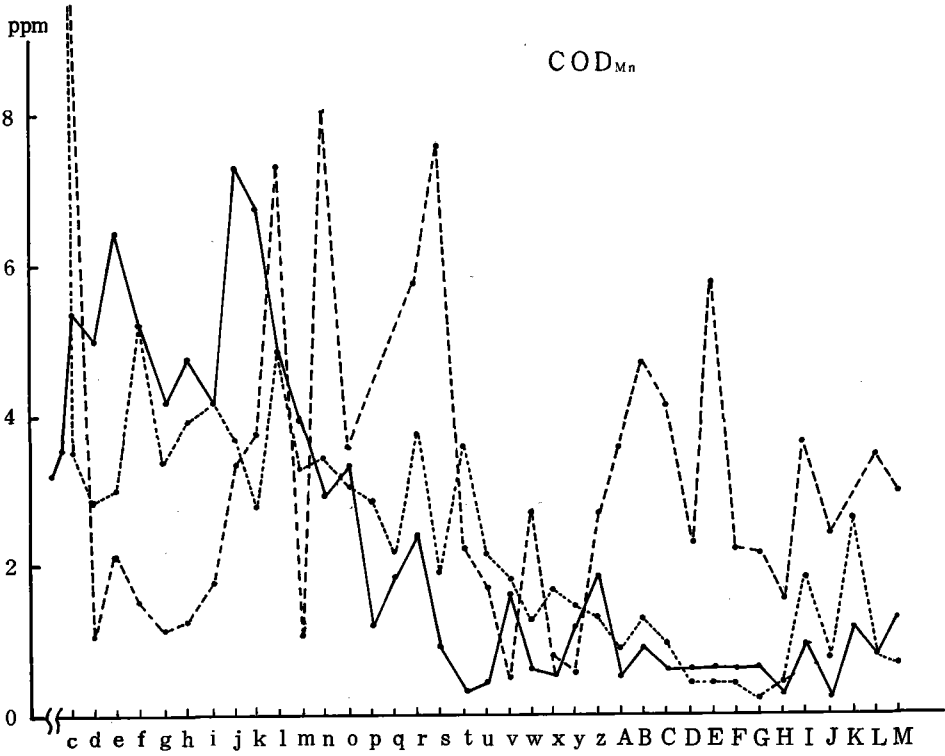


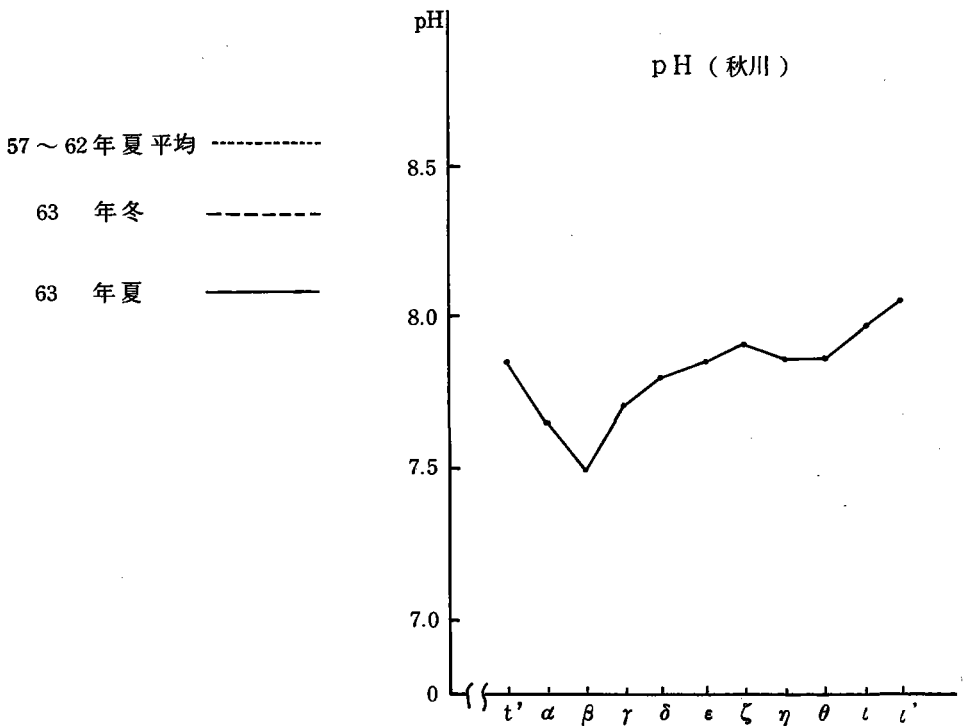
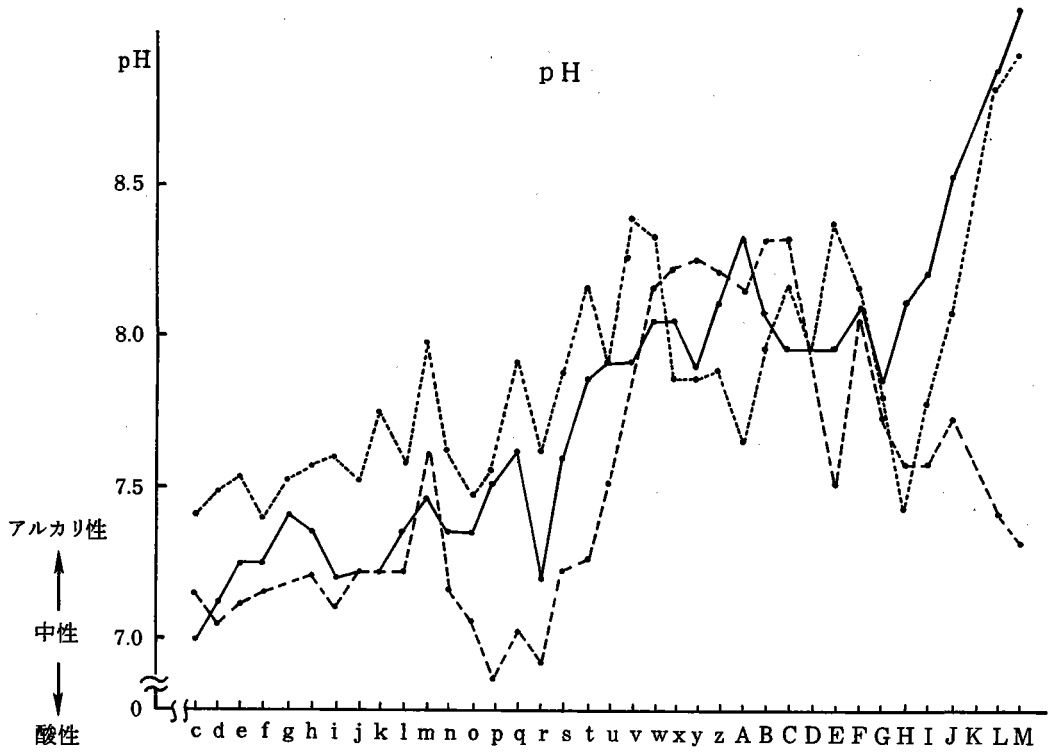


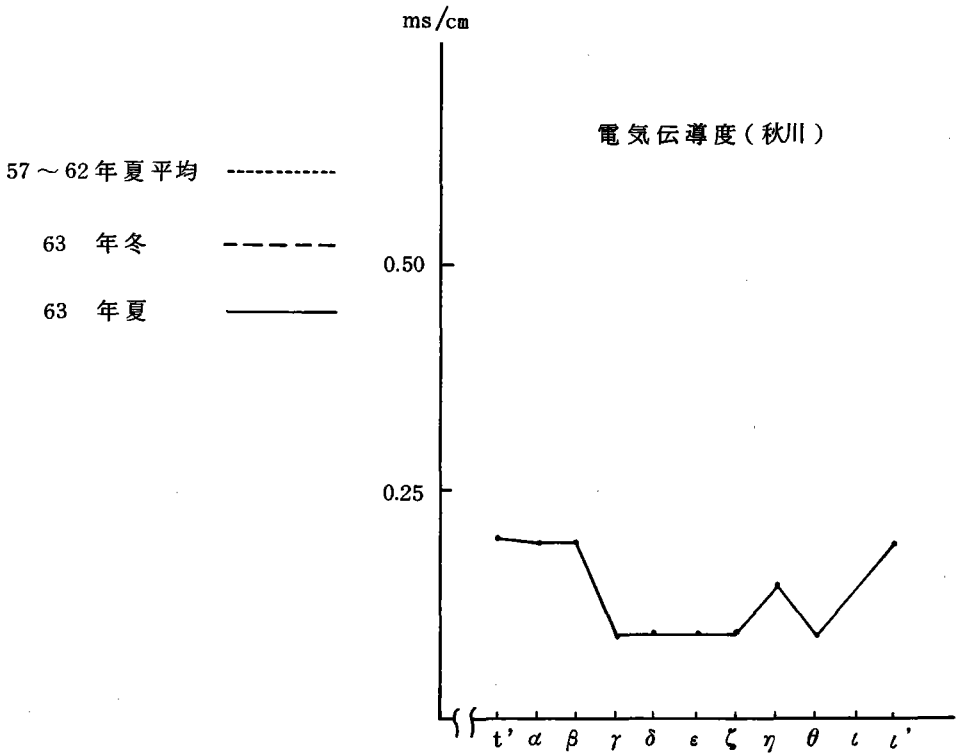
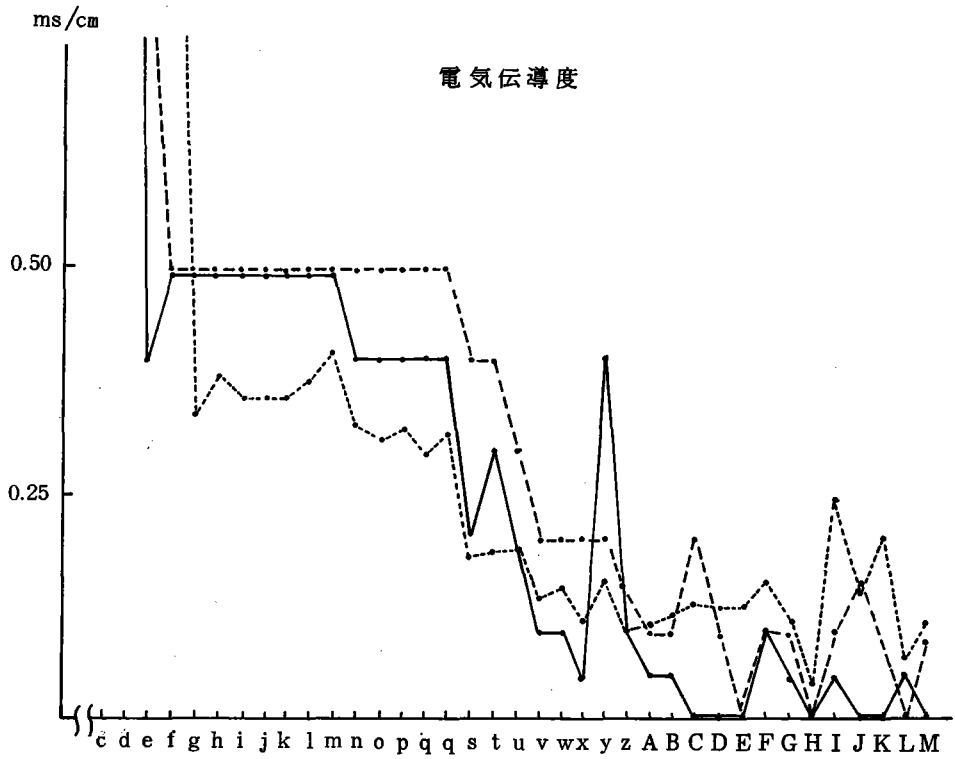






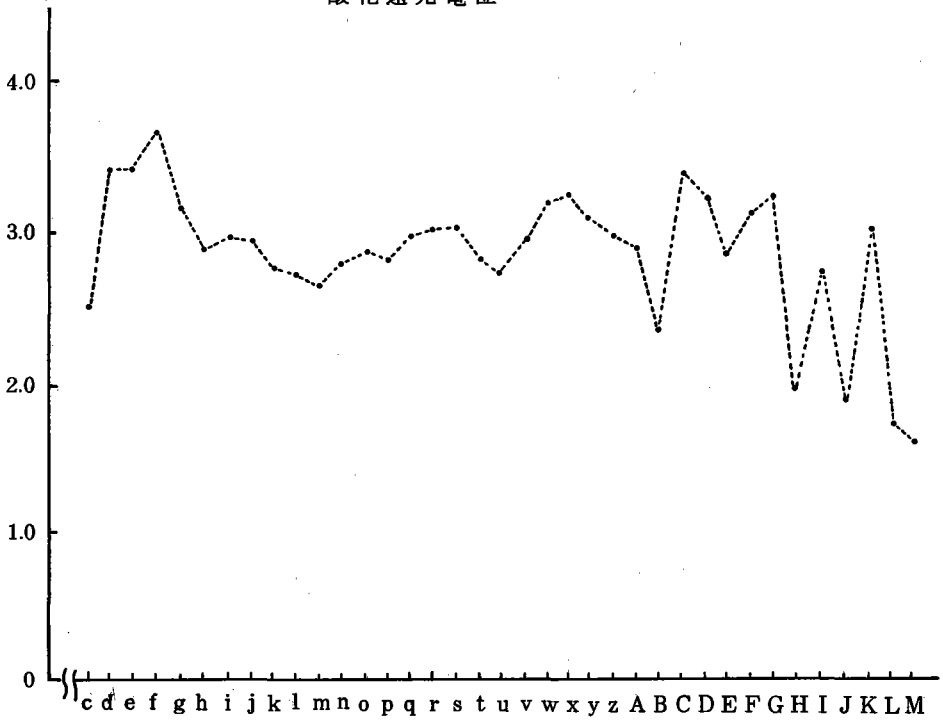






mv/100

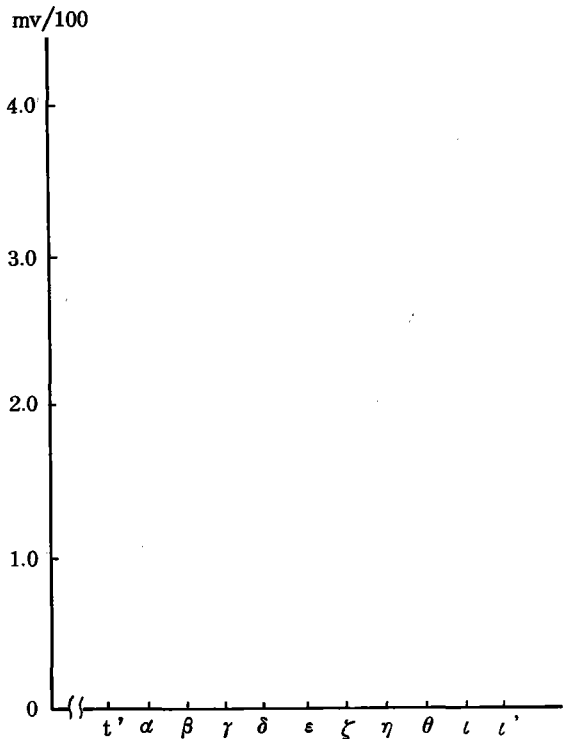
酸化還元電位

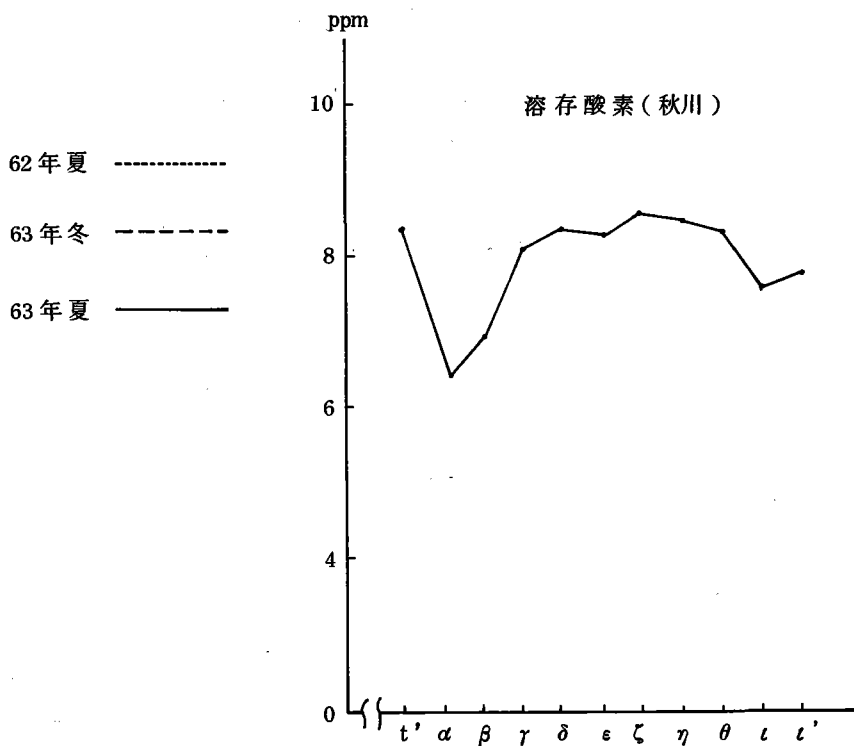
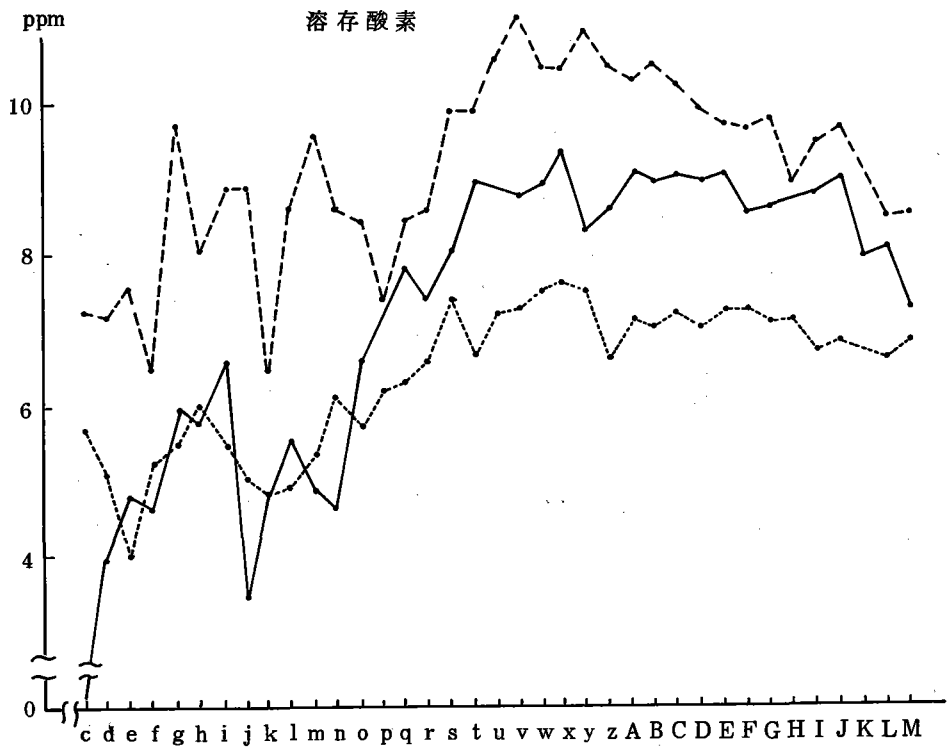


mv/100

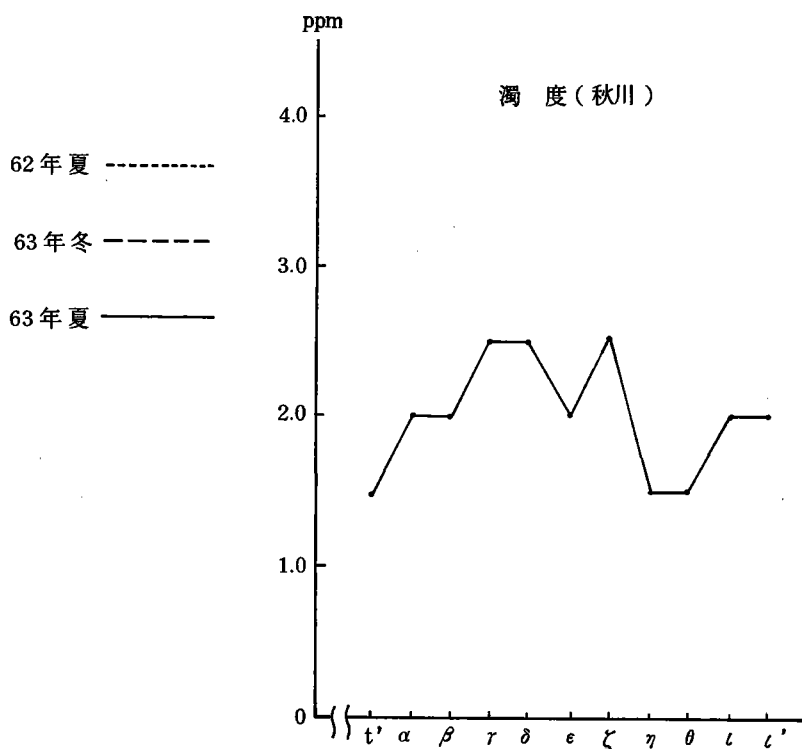
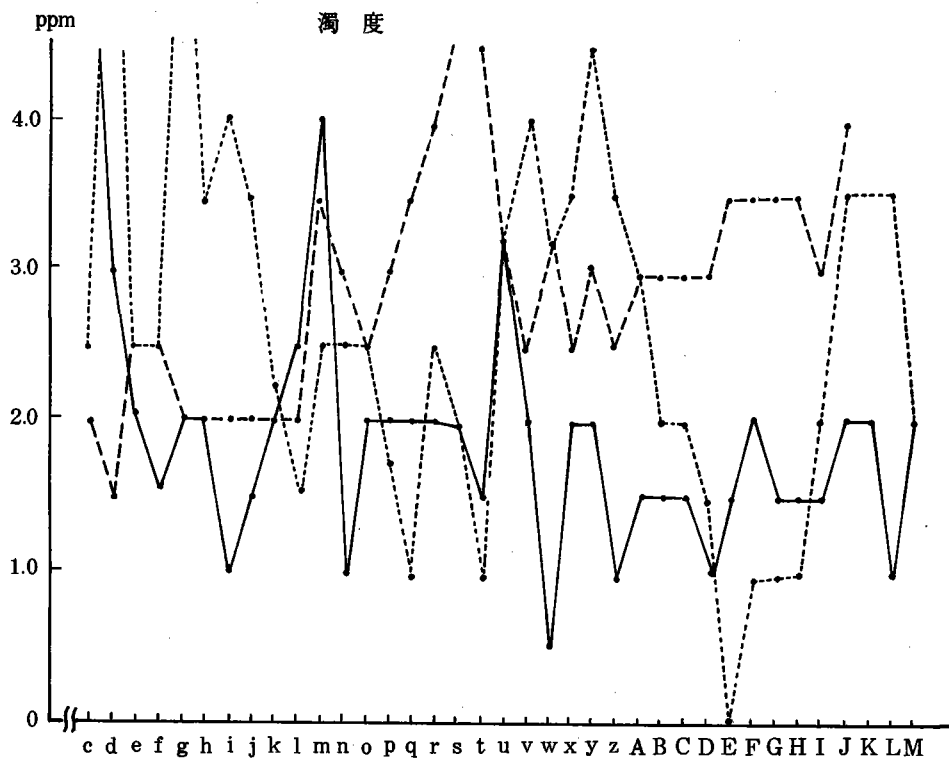
59 ~ 62 年夏平均 -----

注：63 年冬以降器機  
の都合により未測定









## '88 年度多摩川・秋川の夏季水質調査

### 考 察

#### ○カルシウムイオン ( $\text{Ca}^{2+}$ )

グラフを見ると、I、F地点が例年通り高い値を示している。これは、カルシウムイオンを多く含む日原川及び大丹波川の流入によるものである。j、r地点の上昇と、o、n地点の下降は今夏だけの傾向であり、今のところ原因不明である。

t地点でも上昇しているが、今回の秋川の測定では、秋川の方が高いとはいいがたい。

秋川の $\epsilon \rightarrow \delta$ 地点への急上昇はなぜだろうか。大きな流入河川もないので、住宅が急増し、その家庭排水のためだと思われる。

多摩川本流のd地点以下の数値は海水の影響である。

#### ○マグネシウムイオン ( $\text{Mg}^{2+}$ )

冬ほど、荒れたグラフではないが、x地点の上昇が気にかかる。

秋川の $\epsilon \rightarrow \delta$ では、 $\text{Ca}^{2+}$ が急上昇したのに対し、 $\text{Mg}^{2+}$ は急上昇が出ていないのは、 $\text{Mg}^{2+}$ は、人工的影響をうけずらいためであると考えられる。

河口付近の上昇は、もちろん海水の影響である。

#### ○塩化物イオン ( $\text{Cl}^-$ )

河口の上昇は、海水に多く含まれる $\text{Cl}^-$ のためである。u、t地点からの上昇は、住宅地が急増するためだと思われる。

冬に比べると数値が低いのは、水量が多かったため、排水の影響をうけづらかったのではないか。

#### ○リン酸イオン ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

毎年同じようなグラフが出来る。住宅の増加と比例しているようだ。秋川は、異常にリン酸が高い。 $\epsilon$ 地点を中心とした高い山はやはり生活排水のせいだろうか。家畜排水かもしれないがこれからの課題である。

河口付近で下降するのはリン酸イオンの特徴であるが、海水中の多量のイオンの影響によるためであろう。ただし、 $\text{PO}_4^{3-}$ と $\text{PO}_4^{3-} \cdot \text{P}$ との区別は明確にしておきたい。

#### ○硫酸イオン ( $\text{SO}_4^{2-}$ )

rとyが異常に高いのは、毎年何の変化もない地点なので測定ミスのような気がする。

彼は毎年同じようなグラフが書け、安定している。ただし、 $\text{PO}_4^{3-}$ と同様、 $\text{SO}_4^{2-}$ と $\text{SO}_4^{2-} \cdot \text{S}$ の

区別は明確にしておきたい。

◦ COD ( $M_n$ ) 化学的酸素要求量

冬のグラフは、近年のそれに比べ安定したグラフが出来た。しかし、秋川との合流点で低下するのは何故だろう。河口付近で低下するのは海水による希釈が主であろうが塩化物イオンのマスキングが不十分だったことも考えられる。

◦ pH 水素イオン濃度

二酸化炭素や温度の影響を強くうける。下流へ行くにつれ酸性になるのは原因がよく分からないがK、L、M地点は湖の表面という条件が影響しているためか夏、冬の差が大きい。

◦ COND 電気伝導度

イオンの総量と比例する。  
下流部で一部安定した部分がある。

◦ ORP 酸化還元電位

前回のIONで『測りつづける』と書いたが、今回は器具がこわれて測れなくなってしまった。

◦ DO 溶存酸素

流速との関係が大きく上流の流れの速い地点では、高い値を示している。下流のCODの高い地点では低い数値を示している。

◦ TURB 濁度

流速に大きく左右され、有機物、コロイド、土、砂などなどによって大きく変わる。

まとめ

今回、秋川を10地点新たに加えた。しかし一回目ということもあり、多摩川との差は、はっきりわからなかった。今後秋川以外の流入河川も調査して多摩川との関係を調べてみたいものであるが、人数、時間の都合でいつ出来るかわからない。(栄じ)

## 部長のページ

今回は、地点数が多くなったのに、測定がいつもより早く終わった。これと言うのも1年生が大量に入部してくれたためだ。しかし、指導すべき立場の2年生が少なすぎるため、目がゆきとどかず、少々混乱してしまった事もあった。

私自身『目がゆきとどかない』と言う言葉を改めて実感した次第だ。

1年生諸君は、今回の測定で測定方法のほとんどは、覚えたと思う。このままで行くと、来年の化学部は安たいだ〜。

また、次の測定の際は、 $\text{NO}_3^-$ も出来るようになったり、ORPも復活する目処があったので次回のデータは今回のものより、より良くなることであろう。そのころは、代替えも終り、1年生が主体となっているはずである。1年生の活躍に期待しよう。

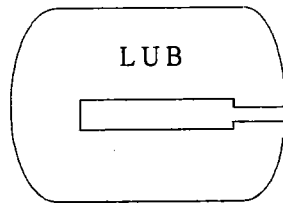
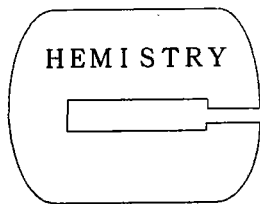
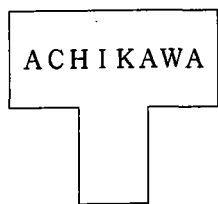
以上

部長である私がページ割りを失敗してしまったのでこのようなページが余ってしまった。しかたないので化学部室について書く事にしよう。部室、正確には、

『化学部連合部室』である。中には、化学部・写真部・剣玉部の3団体が同居している。と言っても、ほとんどメンバーが同じなので、はっきりした区別もなく、何とかなっている。

部室の中は、いつもきたないの一言につきる。

去年は、春・夏は、洋室、秋・冬は和室と言うように、大きく部室が変形し、たまに来たゆうれいやOBを、おどろかせる。今年は、ソファーを拾って来て、また部室の形が変わった。今後もっと、エスカレートする事だろう。



ちなみに顧問は、

化学科

小島和雄先生

野田為久先生

伏見忠先生

## 1988年連続測定実施記録

### 合宿報告 (奥多摩) I' 地点

63年8月4～6日に奥多摩町水川にある民宿『若松荘』で合宿を行なった。毎年この時期、この宿の、いつもの部屋と、いつもの小屋で行なっているので、今年もその通りになった。今年、変わった事と言えば、昨年34時間だった連続測定が今年は、何と48時間になった事である。48時間は、本当に長い二泊三日の中の48時間と言うと、ほとんど全てと言って過言ではない。そのあい間に、日原乳洞と、多摩川水源である笠取山へ、採水班を出した。水を背負って山道を歩かねばならず、かなりの重労働だったようだ。採水した水は、合宿中に測定する予定だったが、なにぶん、48時間中だったので正気な人は少なく思うように進まなかった。

### 48時間連続測定データ

時刻	気温 (°C)	水温 (°C)	Ca <sup>2+</sup> (mg/l)	Mg <sup>2+</sup> (mg/l)	Cl <sup>-</sup> (mg/l)
8/4 11:00	27.0	19.9	14.8	1.94	1.12
13:00	27.0	20.5	14	3.16	0.66
15:00	26.3	20.8	11	3.04	0.44
17:00	22.0	20.2	16.2	1.82	0.29
19:00	22.2	20.3	14.6	0.85	1.15
21:00	22.0	20.2	14	1.52	0.78
23:00	19.4	20.0	14.9	—	0.43
8/5 1:00	18.5	19.8	16.2	1.22	0.13
3:00	18.1	19.7	14.6	2.67	1.67
5:00	19.9	19.5	15.2	2.92	1.18
7:00	18.7	19.3	14.6	1.70	0.84
9:00	22.6	19.5	14	1.34	1.82
11:00	27.0	20.7	15.6	0.61	1.80
13:00	29.8	21.7	12.8	1.94	1.47
15:00	29.3	22.1	14	0.97	0.67
17:00	24.8	22.3	11	—	0.55
19:00	24.1	22.1	13	1.34	0.65
21:00	22.1	22.0	14	1.34	0.70
23:00	21.6	21.6	12	2.43	0.60
8/6 1:00	21.0	21.7	13	0.97	0.65
3:00	21.6	20.7	12.8	1.09	0.64
5:00	21.0	20.3	11.8	1.46	0.59
7:00	21.4	20.3	12	0.97	0.60
9:00	22.6	20.5	12	0.85	0.60

## 反省

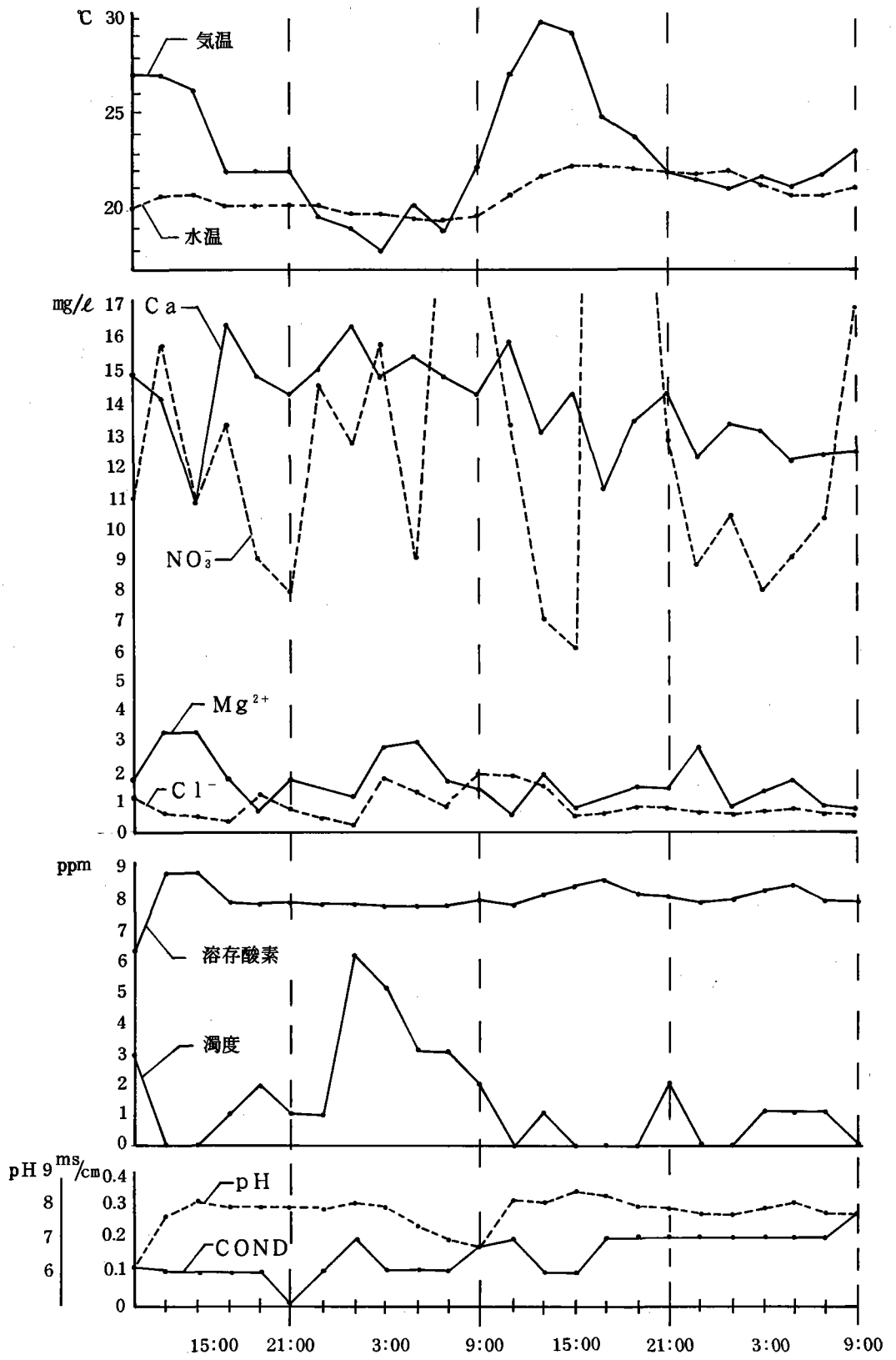
今回、2年の合宿経験者が、たったの2名、それに対し1年生が5倍の10名。私（部長）自身、全員に目がゆきとどかず大変だった。しかも、OBがPM10:00に全員そろってしまったので、またパニックが起こってしまった。

まあ、今年も無事合宿が終わりほっとしている。

### 「若松荘」のご案内

- ・JR奥多摩駅より徒歩15分  
（駅～若松荘まで看板が、5、6枚あるので見失う事はまずない。）
- ・収容人数 76名 ・客室和室10室 ・浴室男女各1室
- ・ホール会議室 ・専用駐車場あり

時刻	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/ℓ)	濁度 (ppm)	電気伝導度 (ms/cm)	溶存酸素 (ppm)	水素イオン 濃度 (pH)
8/4 11:00	10.9	3	0.1	6.2	6.1
13:00	15.5	0	0.1	8.8	7.9
15:00	10.4	0	0.1	8.8	8.3
17:00	13.0	1	0.1	7.9	8.1
19:00	8.8	2	0.1	7.7	8.1
21:00	7.7	1	0.0	7.7	8.1
23:00	14.2	1	0.1	7.6	8.0
8/5 1:00	12.5	6	0.2	7.6	8.1
3:00	15.5	5	0.1	7.4	8.1
5:00	8.8	3	0.1	7.4	7.5
7:00	19.3	3	0.1	7.6	7.0
9:00	20.2	2	0.2	7.8	6.8
11:00	13.0	0	0.2	7.7	8.3
13:00	6.7	1	0.1	8.0	8.3
15:00	5.9	0	0.1	8.2	8.5
17:00	127.3	0	0.2	8.4	8.4
19:00	116.6	0	0.2	8.0	8.0
21:00	12.5	2	0.2	8.0	8.0
23:00	8.4	0	0.2	7.9	7.9
8/6 1:00	10.0	0	0.2	7.9	7.9
3:00	7.7	1	0.2	8.0	8.0
5:00	8.8	1	0.2	8.1	8.1
7:00	10.0	1	0.2	7.9	7.9
9:00	16.9	0	0.3	7.8	7.8



## 48時間連続測定の考察

第1回目の8月4日11:00の溶存酸素、濁度、pHは、器具の“くせ”で変な値が出ていると見られません。(毎年なのです。)

気温は、当り前のグラフになったのですが、水温は、ほとんど変化していません。これは、ダム湖底から流れ出る水のためと、多くの沢が合流し流れ始めてから、あまり時間がたっていないためと考えられます。Ca<sup>2+</sup>とMg<sup>2+</sup>は、岩石から溶け出していると思われる量が、ほとんど安定しているためと、まだあまり排水の影響をうけていないためと考えられ、ほとんど時間的な変化は見られません。

Cl<sup>-</sup>も、大きく排水の影響をうけると予想されたのですが、ほとんど時間的な変化もなく安定していました。今年初のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>は、測定に不慣れのせい、大きく変化しているのですが、8月5日9:00を境に左右対称なグラフが出来てしまい、時間的な変化は全く表れませんでした。この項目も回を重ねるごとにはっきりした変化のパターンと原因が明らかになる事でしょう。溶存酸素は、全く安定しています。これは、流速が速く、瀬の部分や、岩に当たり、多くの空気(酸素)を取り込み、溶存酸素が飽和しているためと考えられます。濁度は、8月5日の深夜～朝にかけて高いのは不明ですが、それ以外は安定しています。なにしろこの項目は多くのファクターがあるのではっきりした事はわかりません。

pHは、植物の光合成、呼吸に大きく左右されるのですが、それならば、多少日照時間に左右されたとしても形がきまるはずですが、しかし8月5日の5:00～9:00にかけて低下し、8月6日には、同じ現象が見られなかった。COND(電気伝導度)は、IONの総量をほぼ示すものです。

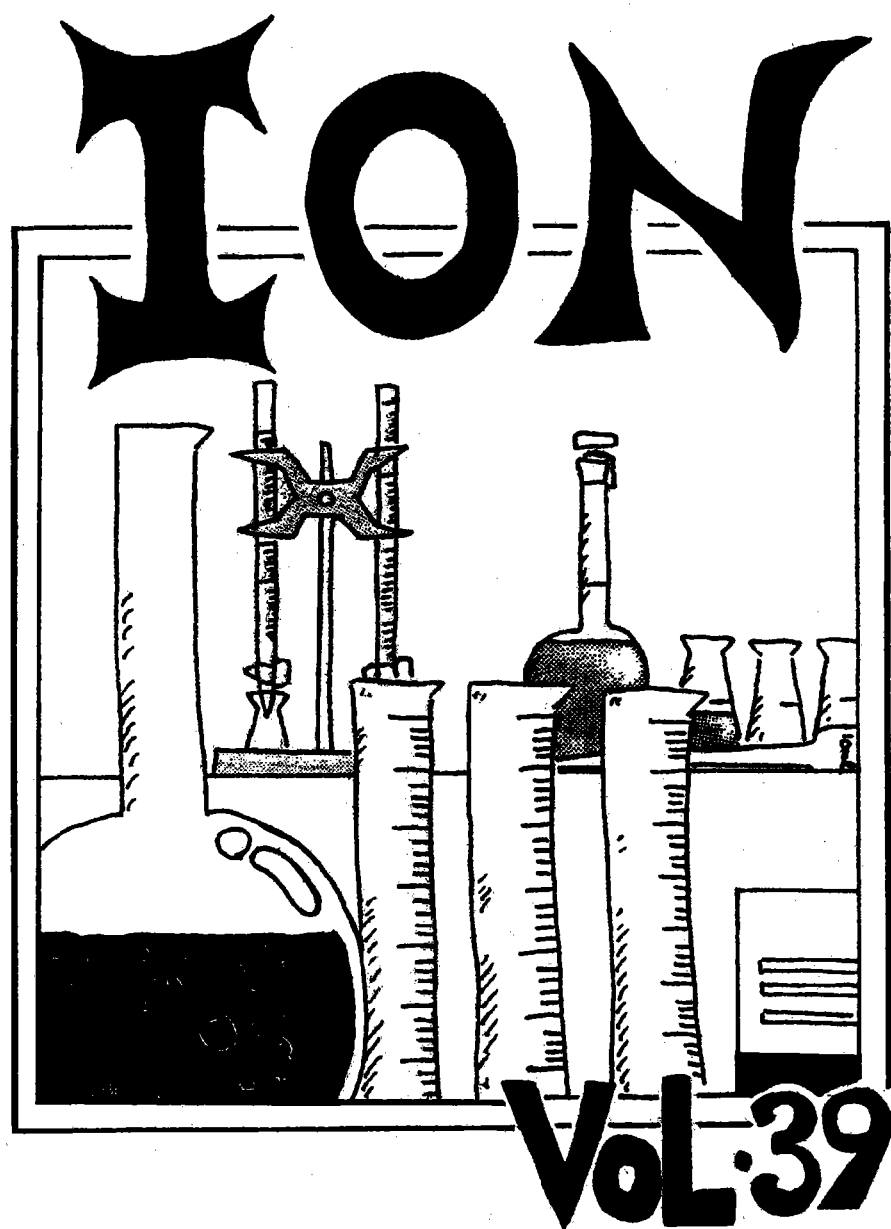
### ま と め

今回、なかなか良いデータが得られたと思う。しかし、ダムあり、人家少なしの条件ではあまり時間的な変化が得づらいのかもしれない。昨年経験からゆくと、立川付近の方が時間的な変化が得られた。今度は、下流の流域でも、測定をしてみたい。

ION Vol.38 完



昭和63年度(冬)



1989. 3 .28

東京都立立川高校化学部

## 前 書

どうかION Vol. 39が発行できそうです。

立川高校化学部では例年通り多摩川の水質測定をしました。「芸がない」とか「たまには違うことを」などとまわりからいわれそうですが、そんなことはありません。えらいことを言うようですが、水質測定は継続させることに意味があるのです。今回から、硝酸イオン、ナトリウムイオン、カリウムイオンの新設、酸化還元電位の復活、また、水質チェッカーのpH電極の故障などのアクシデント、また秋川も昨年夏につづいて2回目の測定となり、連日大忙しでした。

ここで、測定のお指導を下さった小島先生、野田先生、伏見先生にお礼を申し上げるとともに、協力してくれた部員の皆さんに感謝いたします。

平成元年3月27日

副部長 安藤 立正

## '88 年度多摩川・秋川の冬期水質調査実施記録（全流域）

1989年2月5日（日）（晴れ）に決行しました。

今回は、前回（夏）に引き続き、秋川の採水も行いました。前回の開拓により、非常にスムーズに採水を行うことができました。

また、その他の班も何のトラブルもなく、午後3時ごろには、秋川班以外は、すべて終わりました。（ただし、2名ほど川に足をつっこんでしまった人がいましたけど。）

ただ心配だったのは、これだけの水（52地点×2ℓ＝104ℓ）をどうやって測定するかということでした。

採水班（1地点につき、1ℓポリビン×2本または0.5ℓポリビン×4本）

- |         |      |               |
|---------|------|---------------|
| 1. 最上流班 | 小島先生 | 峰・長山（自動車）     |
| 2. 上流〃  |      | 小野里・近藤（自転車）   |
| 3. 中流〃  |      | 門間・笠谷・柳沢（自転車） |
| 4. 下流〃  | 野田先生 | 安藤・田中・浅井（自動車） |

（最下流と合併）

- |         |      |                |      |
|---------|------|----------------|------|
| 5. 秋川〃  | 伏見先生 | 市倉・舞弓（自動車）     |      |
| 1 B～M   | 13地点 | 4 a～l          | 12地点 |
| 2 r～t、u | 4地点  | 5 t'、t''、v～z、A | 17地点 |
| 3 m～q   | 5地点  |                |      |

'88年度 多摩川水質測定データ (Ⅲ)

平成元年2月

場 所	カルシウム イオン(mg/ℓ)	マグネシウム イオン(mg/ℓ)	塩化物イオン (mg/ℓ)	リン酸イオン -P(mg/ℓ)	硫酸イオン -S(mg/ℓ)	COD <sub>Mn</sub> (ppm)
a 羽田空港	311.8	—	—	0.54	999.38	39.66
b 大師橋	250.3	—	—	0.82	948.13	—
c 六郷橋	129.0	—	—	1.10	563.75	21.15
d 多摩川大橋	74.5	—	—	1.44	543.25	7.19
e ガス橋	109.9	349.25	6345.00	1.30	740.56	15.83
f 丸子橋	33.5	11.24	115.40	1.70	84.82	11.27
g 第三京浜下	31.3	7.41	38.10	1.67	69.96	11.02
h 二子橋	30.7	8.38	38.30	1.79	72.01	10.22
i 東名高速下	31.4	7.23	43.60	2.01	79.69	8.12
J 多摩水道橋	32.7	5.71	41.00	2.18	73.80	15.83
k ニヶ領分水	30.9	6.44	41.95	2.63	71.49	9.93
l 多摩川原橋	31.4	7.23	47.10	2.28	81.74	11.36
m 是政橋	29.1	6.44	34.65	1.96	59.19	8.37
n 関戸橋	27.9	5.65	37.25	2.13	59.45	10.98
o 中央高速下	26.5	4.25	26.20	1.91	57.66	8.54
p 日野橋	26.1	3.83	28.10	1.79	54.07	10.22
q 中央線鉄橋	25.7	4.19	24.50	1.98	43.56	8.07
r 多摩大橋	24.1	3.65	22.50	2.21	37.67	9.20
s 拝島橋	25.5	3.16	7.41	0.39	43.56	2.79
t 合流多摩川	25.9	3.04	11.68	0.54	37.67	2.79
※ t' 合流秋川	19.9	2.43	3.53	0.05	25.88	0.74
※ t'' 現ヶ崎工場 地前	20.0	1.67	3.72	0.04	26.91	1.00
u 五日市線下	25.0	1.70	8.72	0.48	16.14	1.88
v 羽村大橋	19.7	1.34	2.88	0.06	0.00	—
w 多摩川橋	17.3	0.97	1.15	0.07	0.00	0.13
x 奥多摩橋	17.0	1.15	1.01	0.06	0.00	0.35
y 調布橋	14.3	1.70	1.03	0.07	0.00	0.39
z 万年橋	14.1	1.88	0.84	0.06	0.00	0.57

※は秋川

場 所	カルシウム イオン(mg/l)	マグネシウム イオン(mg/l)	塩化物イオン (mg/l)	リン酸イオン -P (mg/l)	硫酸イオン -S(mg/l)	COD <sub>Mn</sub> (ppm)
A 和田橋	15.1	1.94	0.84	0.08	1.28	0.57
B 日向和田駅	14.3	1.28	0.76	0.10	1.03	0.39
C 二俣尾駅	14.8	1.76	0.86	0.09	0.77	0.22
D 沢井駅	17.7	0.18	0.82	0.11	1.02	0.73
E 御嶺駅	16.1	0.73	0.72	0.07	1.02	0.13
F 川井駅	18.0	2.25	1.22	0.10	16.14	0.17
G 鳩ノ巣駅	17.2	1.28	0.80	0.09	6.66	0.78
H 白丸駅	14.0	1.15	0.68	0.03	1.54	0.65
I 奥多摩駅	24.9	1.28	1.20	0.02	10.51	0.48
I' 若松荘下	23.4	0.55	1.21	0.04	13.07	0.56
J 境橋	20.8	1.94	0.10	0.01	12.81	0.35
K 小河内ダム	15.3	—	0.04	0.01	0.77	0.47
L 奥多摩湖東	9.8	0.85	0.05	0.01	1.79	1.25
M ドラムカン 橋中央	10.0	1.15	0.06	0.01	1.79	0.82
※ α 東秋川橋	18.6	4.13	0.27	0.07	14.61	0.95
※ β 秋留橋	19.0	3.46	0.44	0.07	13.84	1.25
※ γ 網代橋	18.1	3.34	0.28	0.13	14.09	1.94
※ δ 秋川橋	17.8	2.73	0.23	0.22	18.96	0.73
※ ε 沢戸橋	16.2	3.22	0.15	0.15	5.13	1.68
※ ζ 落合橋	17.1	2.73	0.19	0.10	12.81	1.25
※ η 和田橋	16.8	2.67	0.25	0.19	12.56	2.46
※ θ 上日向橋	15.9	3.10	0.08	0.10	12.30	1.94
※ ι 笹平橋	12.9	2.67	0.10	0.09	11.28	1.60
※ ι' 北秋川橋	21.2	4.01	0.12	0.17	13.84	0.73

※は秋川

## '88年度 多摩川水質測定データ (IV)

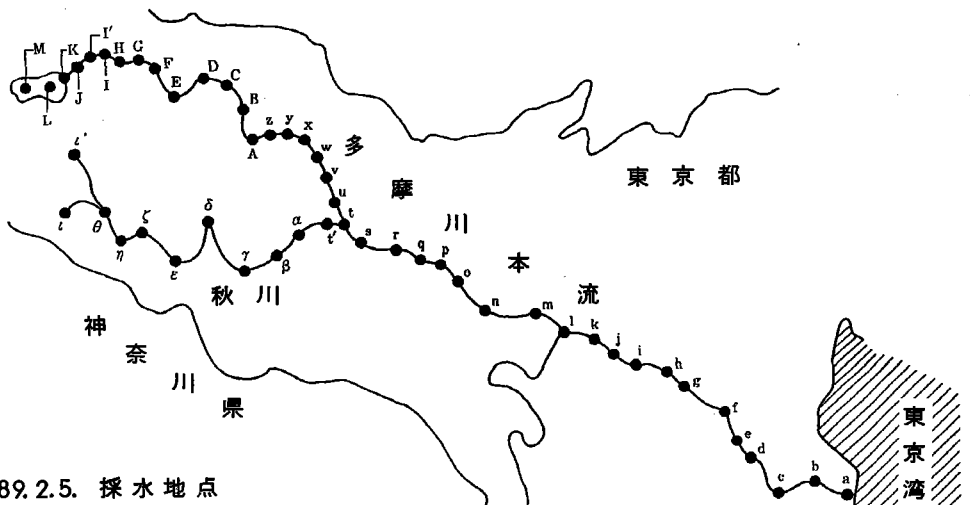
平成元年2月

場 所	水素イオン 指 数 (pH)	電気伝導度 (ms/cm)	酸化還元電位 (mv)	溶存酸素 (ppm)	濁 度 (ppm)	採水時間	採水水温 (℃)
a 羽田空港	7.15	38.4	98	9.5	0	9:39	8.6
b 大師橋	6.81	32.45	126.5	6.3	0	10:07	8.4
c 六郷橋	6.73	14.15	151.5	5.95	1	10:45	7.3
d 多摩川大橋	6.68	6.15	161	7.15	0	11:19	7.7
e ガス橋	6.81	11.9	170	6.05	1	11:43	8.3
f 丸子橋	6.71	0.35	187.5	6.75	0	12:25	7.0
g 第三京浜下	6.9	0.5	202.5	9.85	0.5	12:46	12.3
h 二子橋	6.69	0.55	220	4.4	1.5	13:15	9.0
i 東名高速下	6.63	0.5	222.5	6.55	1.5	13:46	13.6
J 多摩水道橋	6.58	0.5	229.5	5.15	1	14:17	9.6
k 二ヶ領分水	6.48	0.5	230	4.9	1	14:50	10.1
l 多摩川原橋	6.89	0.5	218.5	3.25	1	15:16	11.8
m 是政橋	6.82	0.5	221	8.6	1	9:23	6.7
n 関戸橋	7.24	0.5	209.5	6.4	1	9:52	6.9
o 中央高速下	7.19	0.5	209	7.7	3.5	10:22	7.9
p 日野橋	6.56	0.5	235.5	7.25	2	10:41	9.8
q 中央線鉄橋	6.92	0.48	226	8.05	1	11:06	8.8
r 多摩大橋	7.07	0.5	222	7.4	0.25	9:00	9.4
s 拝島橋	7.07	0.4	226.5	7.55	0.5	9:35	4.4
t 合流多摩川	7.26	0.4	234	7.7	0.5	10:00	4.6
※ t' 合流秋川	7.48	0.23	227.5	9.28	0.5	15:55	7.5
※ t'' 現ヶ崎工場 地前	7.25	0.25	218.5	9.35	1	16:02	7.6
u 五日市線下	7.63	0.35	236	8.2	0.5	10:30	5.7
v 羽村大橋	7.87	0.15	222	9.5	0.5	9:15	3.7
w 多摩川橋	7.85	0.1	215	9.9	0	9:34	5.2
x 下奥多摩橋	7.73	0.3	220	9.6	0.75	9:58	2.9
y 調布橋	7.66	0	225	9.95	0	10:25	5.6
z 万年橋	7.78	0.25	230	9.74	0.5	10:45	6.0

※は秋川

場所	水素イオン 指数 (pH)	電気伝導度 (ms/cm)	酸化還元電位 (mv)	溶存酸素 (ppm)	濁度 (ppm)	採水時間	採水水温 (°C)
A 和田橋	7.79	0.2	248	9.7	5	11:10	7.2
B 日向和田駅	7.91	0.2	210	9.4	6.5	14:53	7.6
C 二俣尾駅	7.91	0.2	242.5	9.7	5.5	15:10	6.2
D 沢井駅	7.78	0.2	245.5	9.55	6.5	14:32	6.1
E 御嶽駅	7.74	0.2	246.5	9.4	7	14:02	6.0
F 川井駅	7.84	0.2	241.5	9.5	7.5	13:38	5.7
G 鳩ノ巣駅	7.84	0.2	240.5	9.4	9	13:15	5.4
H 白丸駅	7.66	0.1	233	9.35	11.5	12:58	8.9
I 奥多摩駅	7.98	0.2	229	9.25	11.5	9:58	3.0
I' 若松荘下	7.89	0.2	231.5	9.9	14	10:25	1.7
J 境橋	7.99	0.2	230.5	9.95	14.5	10:48	2.1
K 小河内ダム	7.58	0.05	239.5	9.05	15	12:13	11.2
L 奥多摩湖東	7.57	0.1	236	8.65	8.5	11:37	8.3
M ドラムカン 橋中央	7.79	0.05	236	8.65	0.25	11:18	8.0
※ α 東秋川橋	7.66	0.1	240	9.5	0.15	15:43	7.3
※ β 秋留橋	7.7	0.1	240	9.9	0.25	15:25	6.6
※ γ 網代橋	7.87	0.1	239.5	8.45	0.15	14:05	5.9
※ δ 秋川橋	7.65	0.2	248	9.65	8	13:50	5.4
※ ε 沢戸橋	7.74	0.25	246.5	9.9	5	13:40	3.9
※ ζ 落合橋	7.7	0.15	243.5	10.2	6	13:19	2.9
※ η 和田橋	7.75	0.1	259	9.3	4.5	13:00	2.2
※ θ 上日向橋	7.73	0.15	253	9.8	2.5	12:47	2.1
※ ι 笹平橋	7.53	0.1	284.5	9.05	3	12:03	1.2
※ ι' 北秋川橋	7.64	0.2	275	8.35	1	12:25	3.6

※は秋川



1989.2.5. 採水地点

'88年度 多摩川水質測定データ (V) 平成元年2月

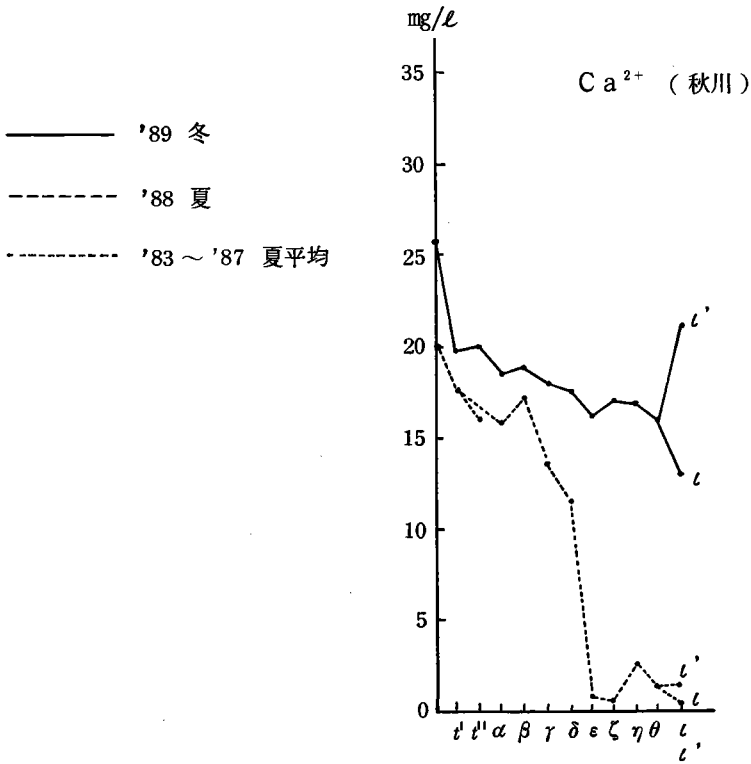
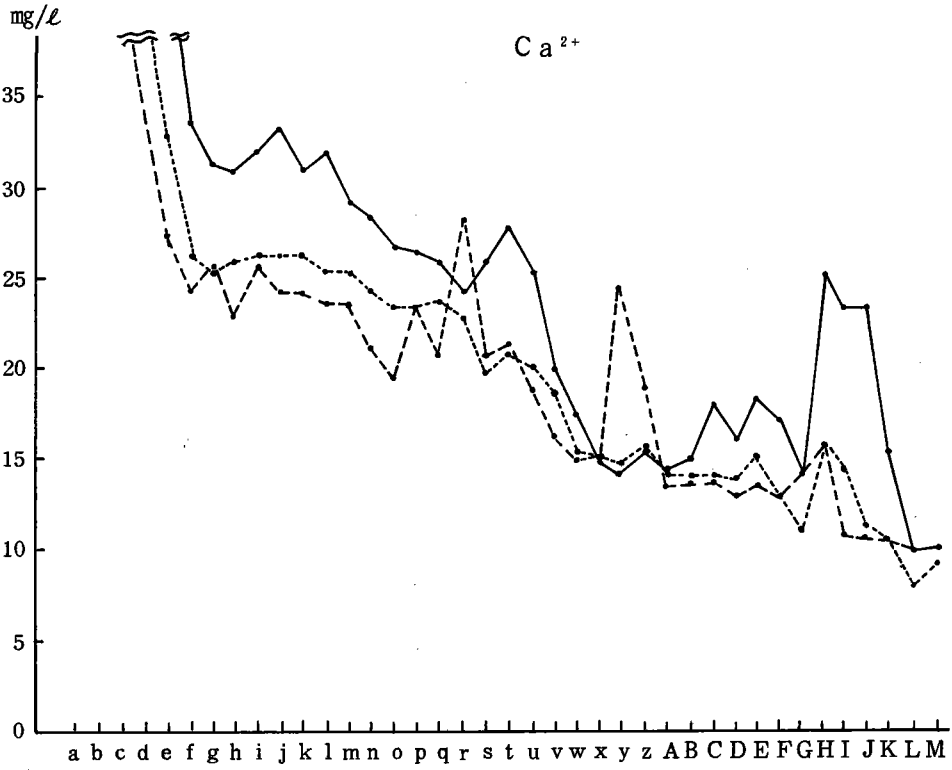
場 所	硝酸イオン (mg/ℓ)	カリウム イオン(mg/ℓ)	ナトリウム イオン(mg/ℓ)	採水気温 (℃)
a 羽田空港	543.62	1540.00	——	6.9
b 大師橋	474.75	1286.50	——	8.8
c 六郷橋	276.17	589.50	——	10.1
d 多摩川大橋	175.83	308.00	1488.50	8.9
e ガス橋	258.09	535.50	2720.00	9.0
f 丸子橋	78.01	34.80	105.15	9.7
g 第三京浜下	66.61	22.45	34.25	9.8
h 二子橋	72.90	23.85	39.75	9.6
i 東名高速下	76.27	26.00	40.55	11.1
J 多摩水道橋	85.38	24.00	36.90	12.2
k 二ヶ領分水	131.11	26.75	43.00	10.9
l 多摩川原橋	104.62	24.20	42.70	11.0
m 是政橋	59.00	16.45	25.55	5.7
n 関戸橋	78.01	19.91	27.00	6.6
o 中央高速下	78.01	17.97	30.25	8.3
p 日野橋	85.38	19.04	25.91	9.2
q 中央線鉄橋	62.25	20.65	14.42	15.0
r 多摩大橋	62.25	22.00	21.15	4.5
s 拝島橋	44.37	5.62	0.63	5.9
t 合流多摩川	58.17	9.51	0.59	6.6
※ t' 合流秋川	23.58	2.36	57.30	11.8
※ t'' 現ヶ崎工場 地前	22.54	2.51	69.75	11.0
u 五日市線下	39.63	3.98	0.43	8.0
v 羽村大橋	8.21	1.05	29.85	6.7
w 多摩川橋	7.69	0.64	12.69	7.6
x 奥多摩橋	7.44	0.56	19.18	6.6
y 調布橋	7.69	0.94	26.35	7.3
z 万年橋	5.91	0.74	24.80	10.6

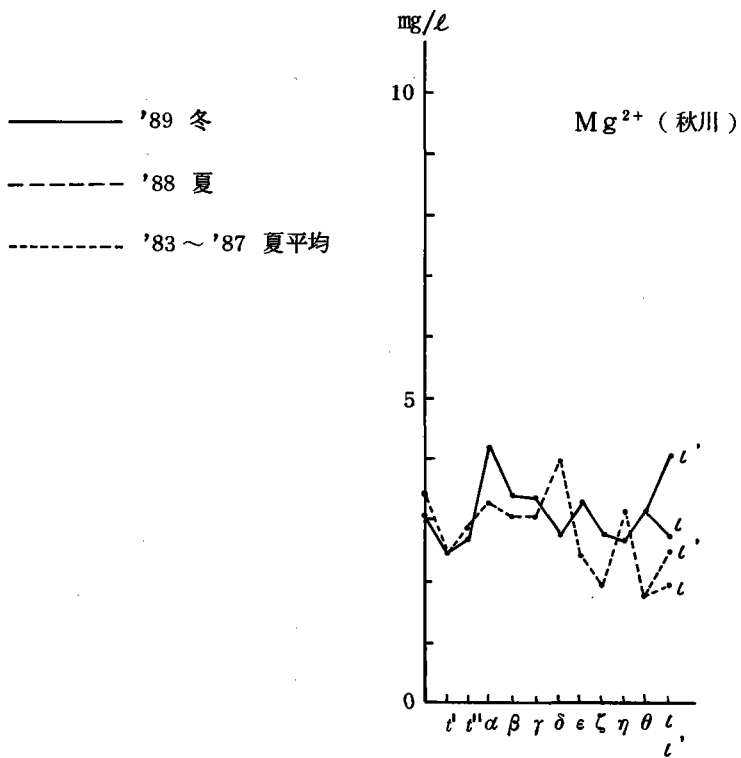
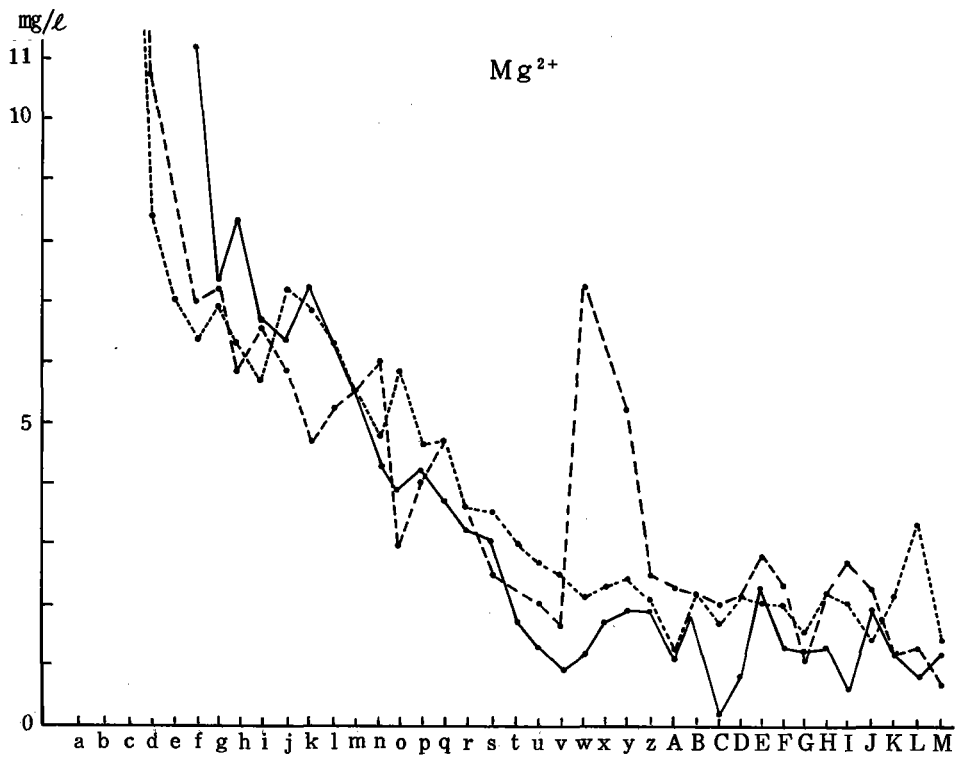
※は秋川

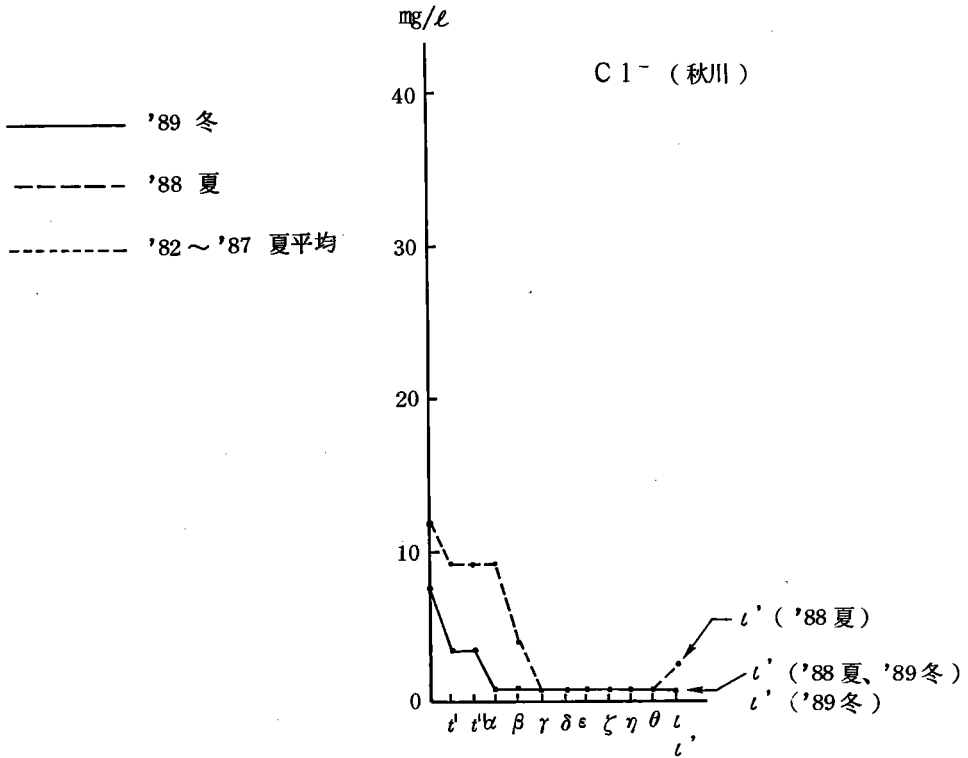
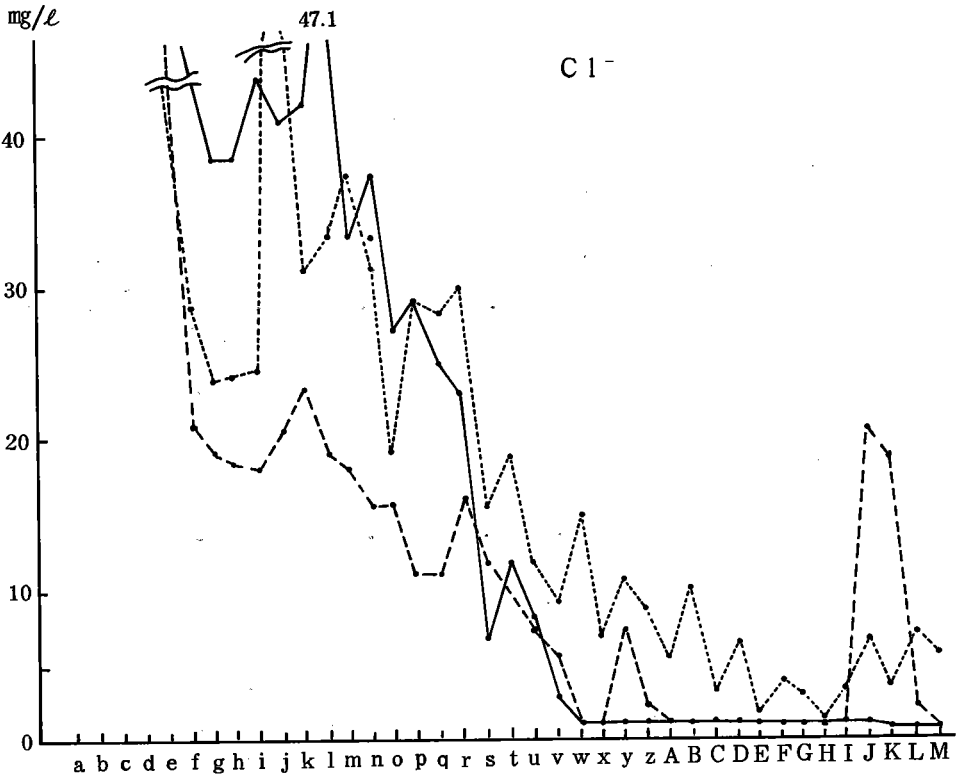
場 所	硝酸イオン (mg/l)	カリウム イオン(mg/l)	ナトリウム イオン(mg/l)	採水気温 (°C)
A 和田橋	1.58	0.52	13.10	9.4
B 日向和田駅	1.53	1.04	7.64	9.5
C 二俣尾駅	1.87	1.60	6.17	10.8
D 沢井駅	1.48	1.17	3.91	9.6
E 御獄駅	1.44	0.65	3.54	10.3
F 川井駅	2.20	0.74	14.10	15.5
G 鳩ノ巣駅	1.93	0.53	19.20	9.5
H 白丸駅	1.93	0.43	6.97	13.2
I 奥多摩駅	3.49	0.85	9.76	0.1
I' 若松荘下	3.61	0.56	10.40	0.5
J 境橋	4.11	0.58	10.86	1.8
K 小河内ダム	3.60	0.32	4.29	7.0
L 奥多摩湖東	3.60	0.32	5.40	3.8
M ドラムカン 橋中央	2.20	0.31	5.11	4.8
※ α 東秋川橋	18.82	1.38	41.85	10.1
※ β 秋留橋	16.81	1.10	30.60	10.7
※ γ 網代橋	18.40	0.98	31.80	9.9
※ δ 秋川橋	18.40	0.71	10.49	10.0
※ ε 沢戸橋	15.36	0.55	9.33	9.3
※ ζ 落合橋	15.01	0.54	9.16	9.8
※ η 和田橋	8.21	0.53	16.43	9.5
※ θ 上日向橋	14.68	0.50	37.00	8.6
※ ι 笹平橋	8.77	0.53	20.85	7.5
※ ι' 北秋川橋	14.03	0.99	17.10	9.7

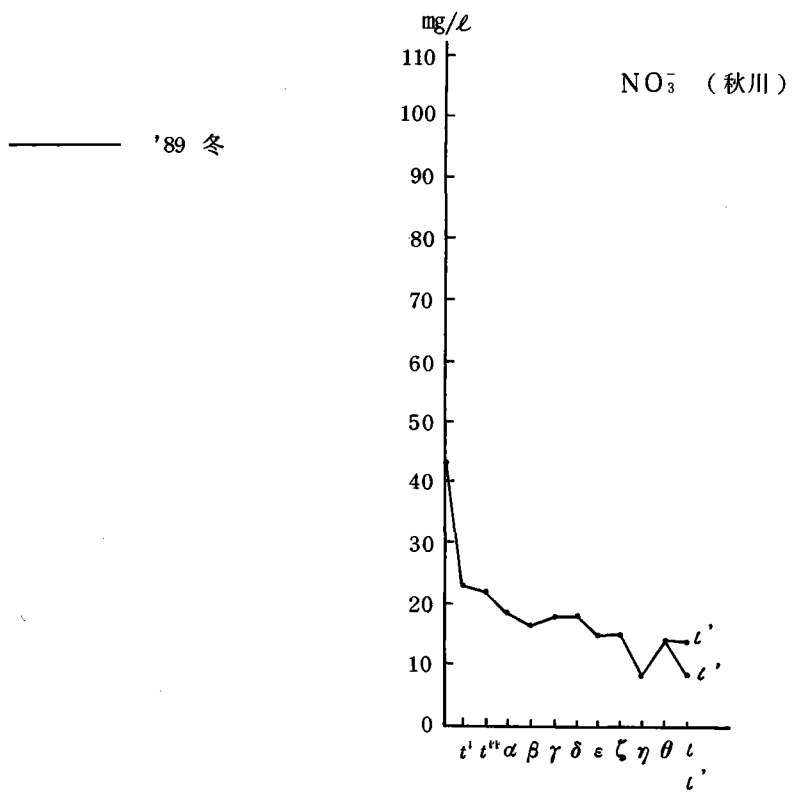
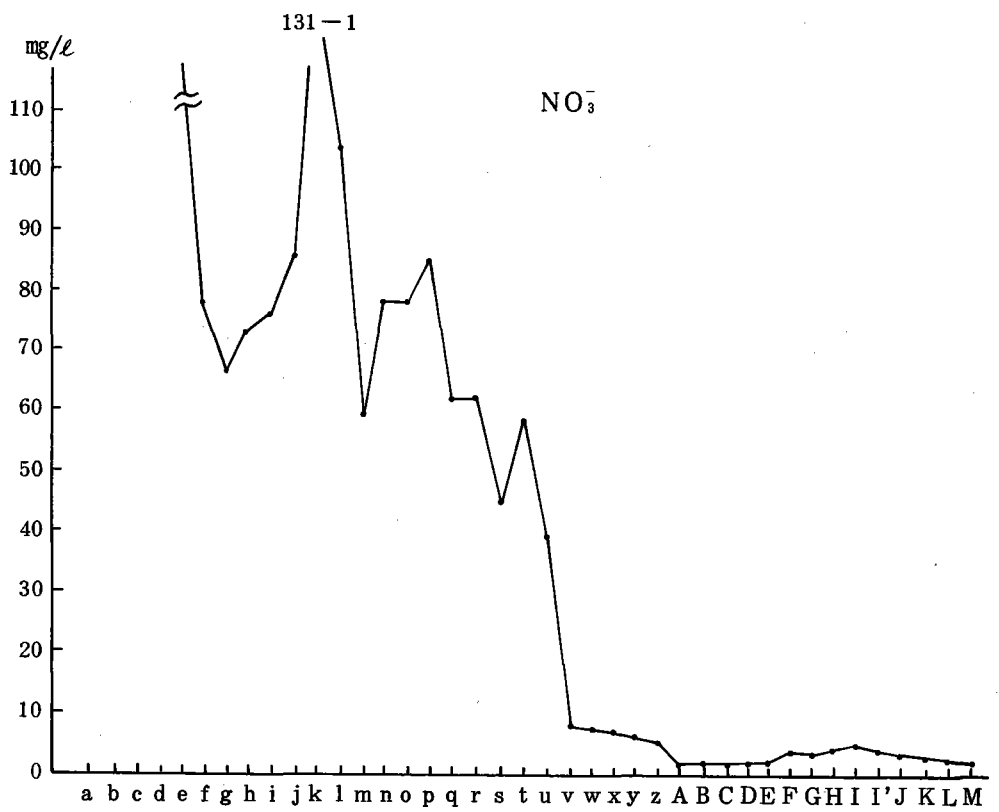
※は秋川

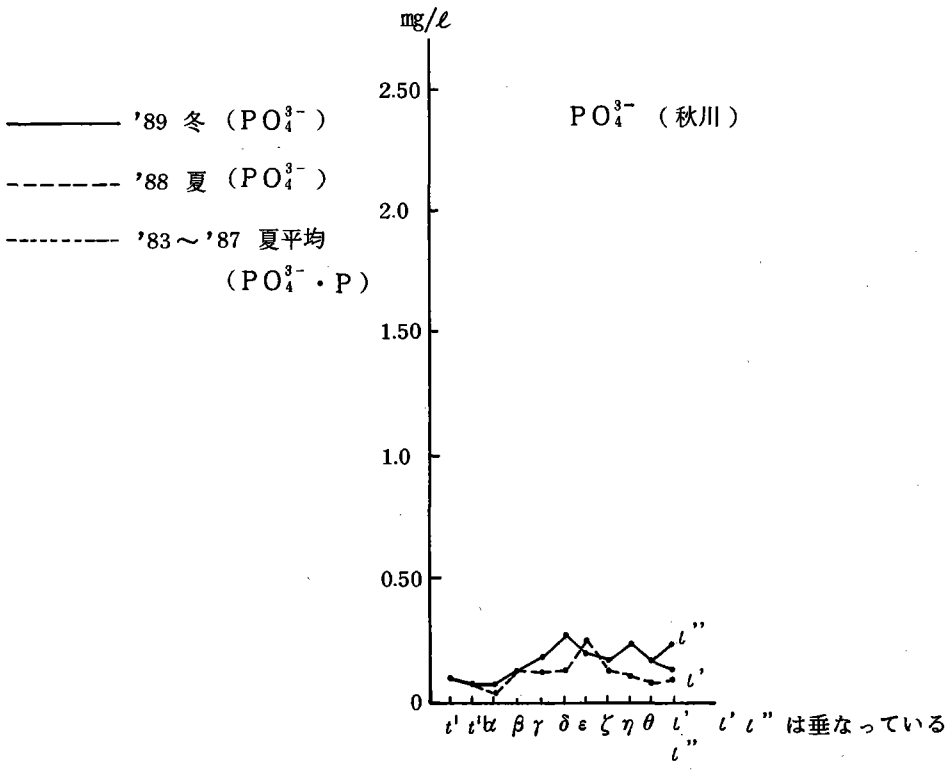
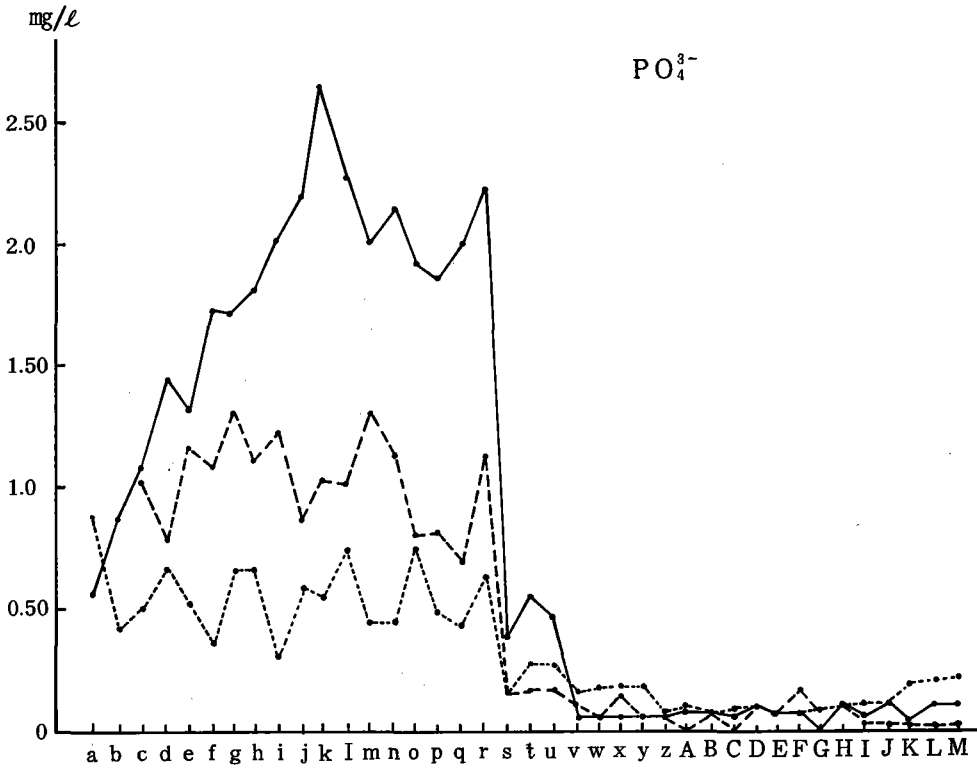


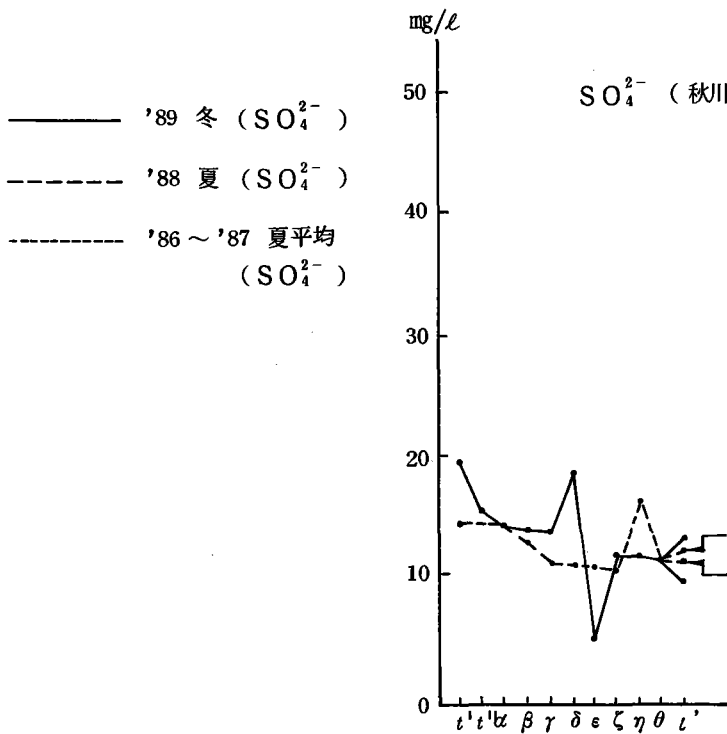
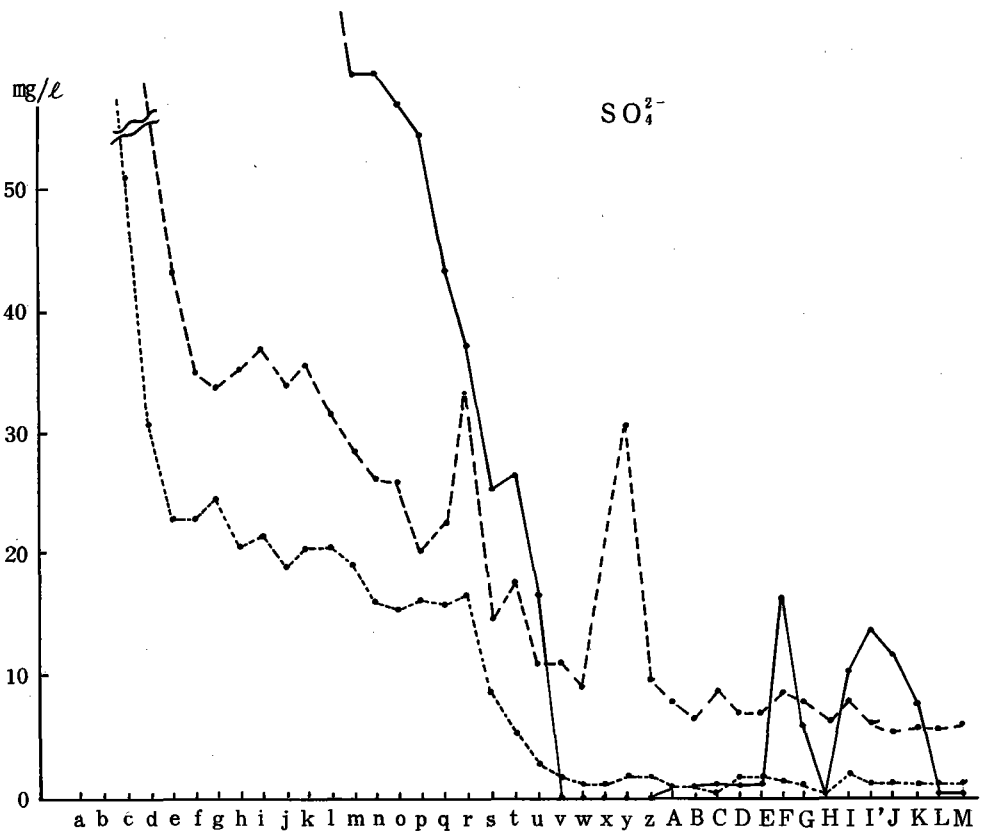


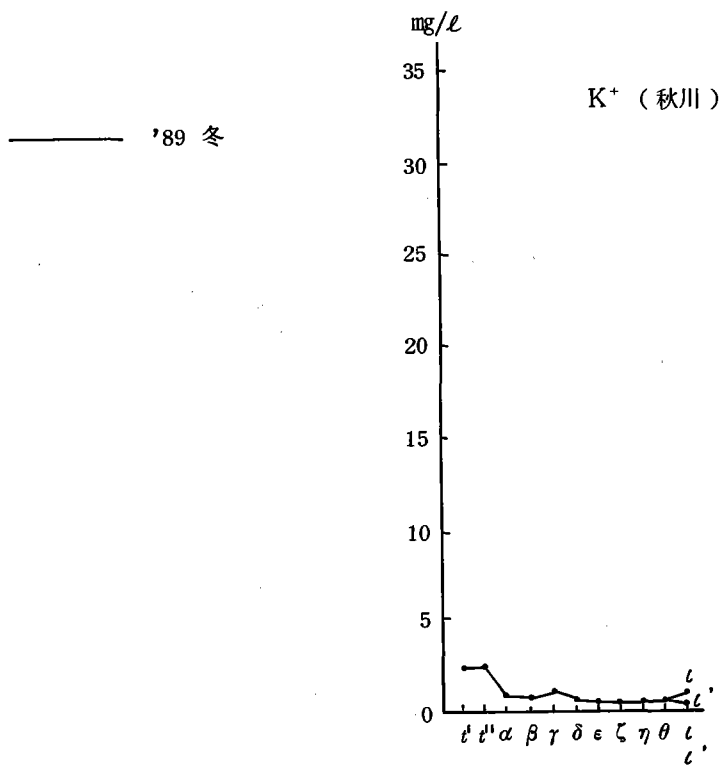
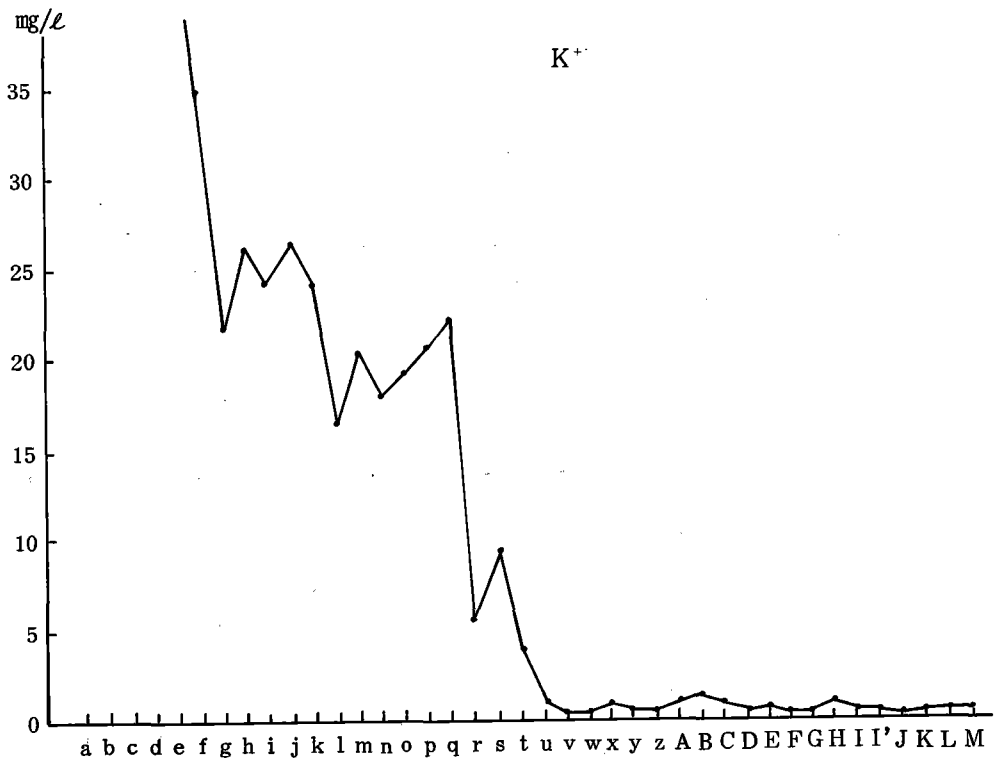


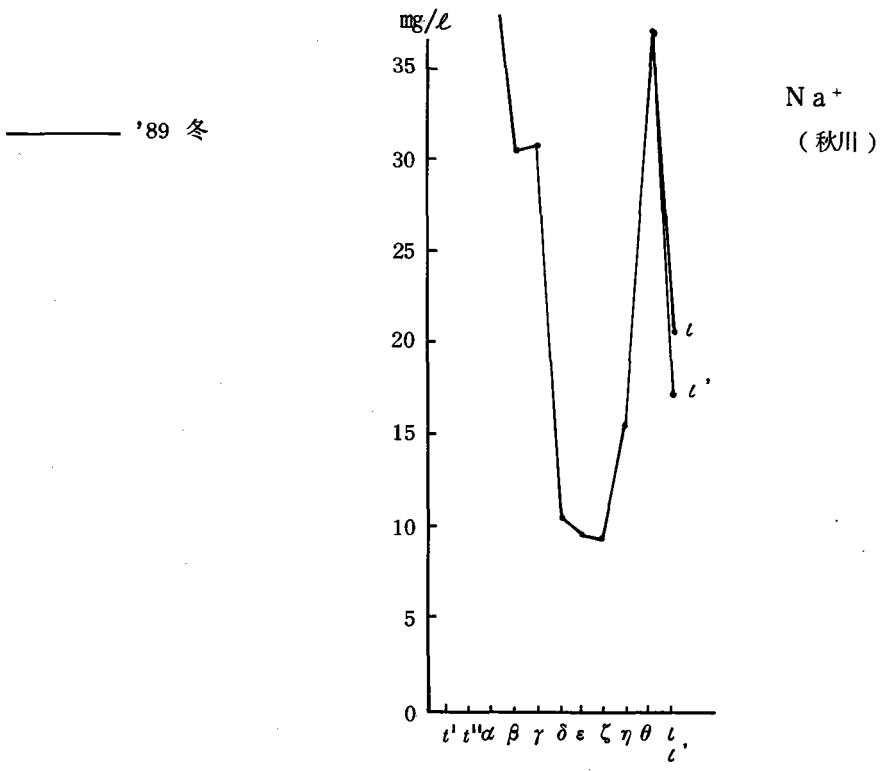
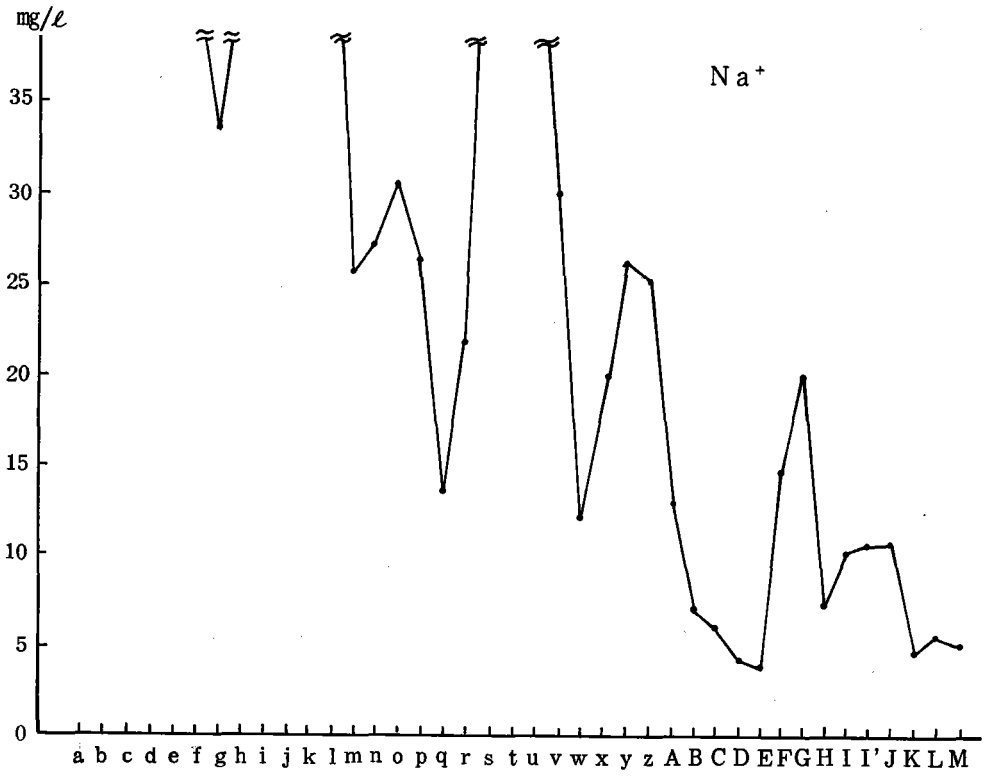




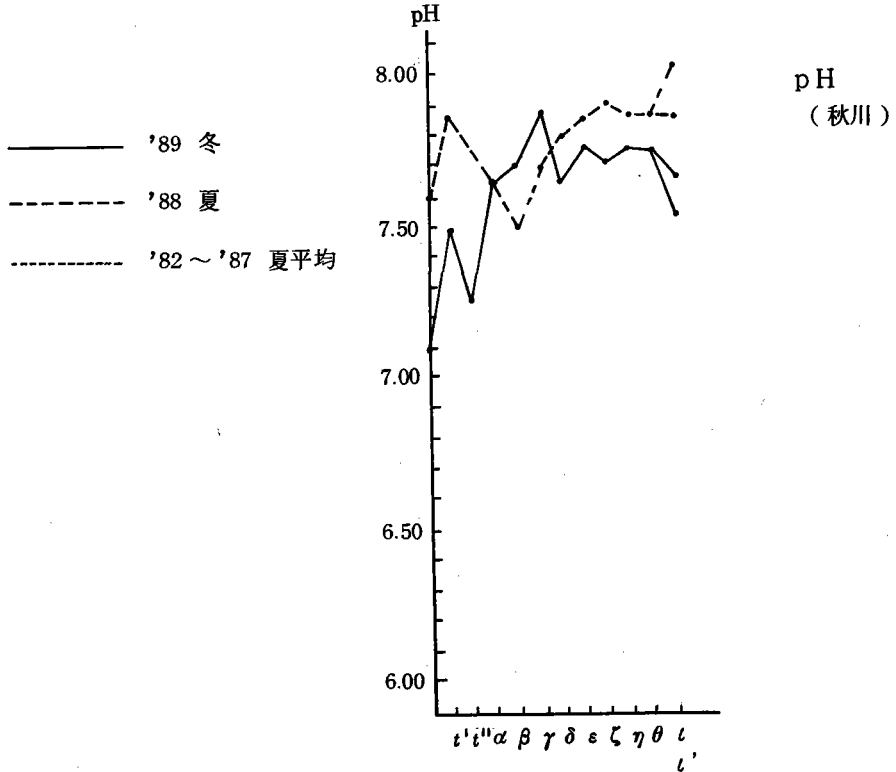
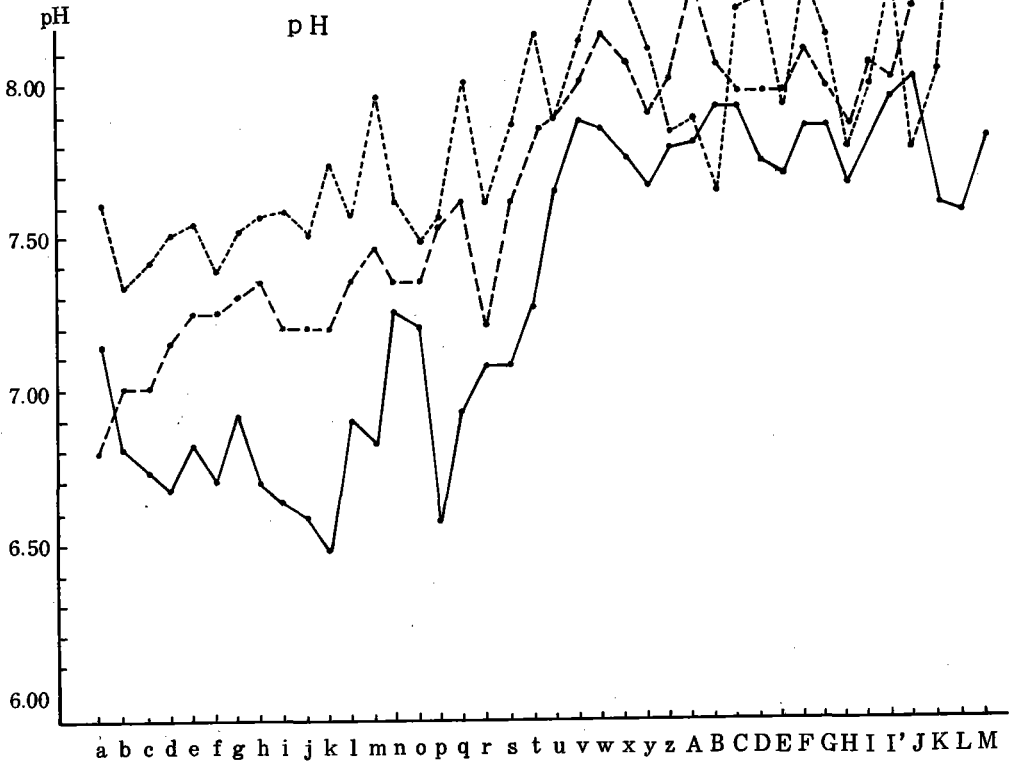


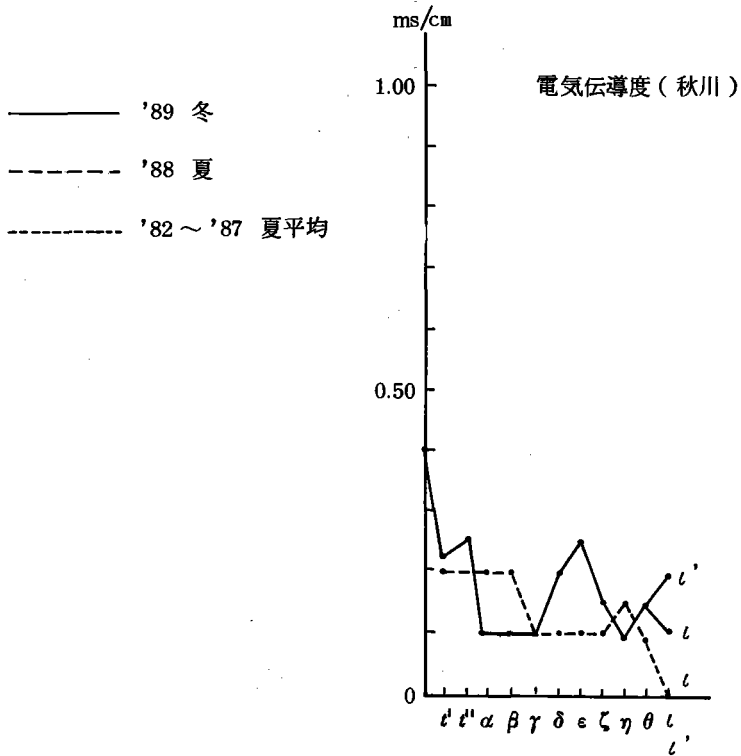
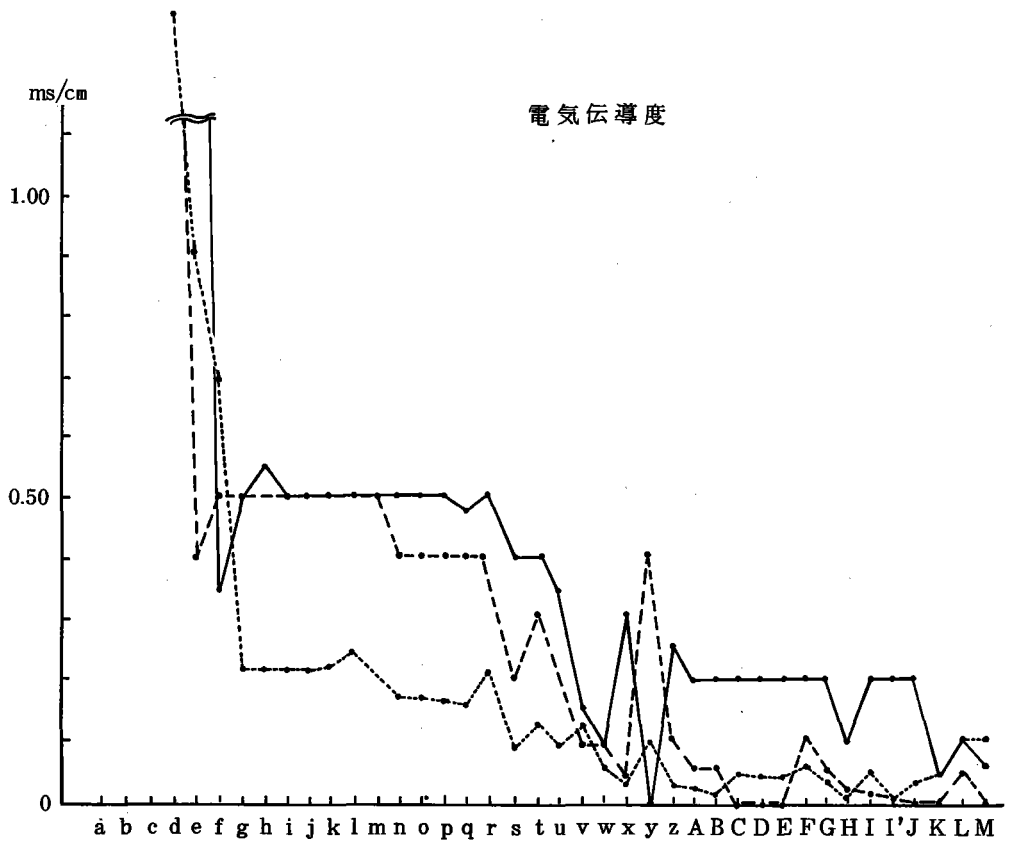


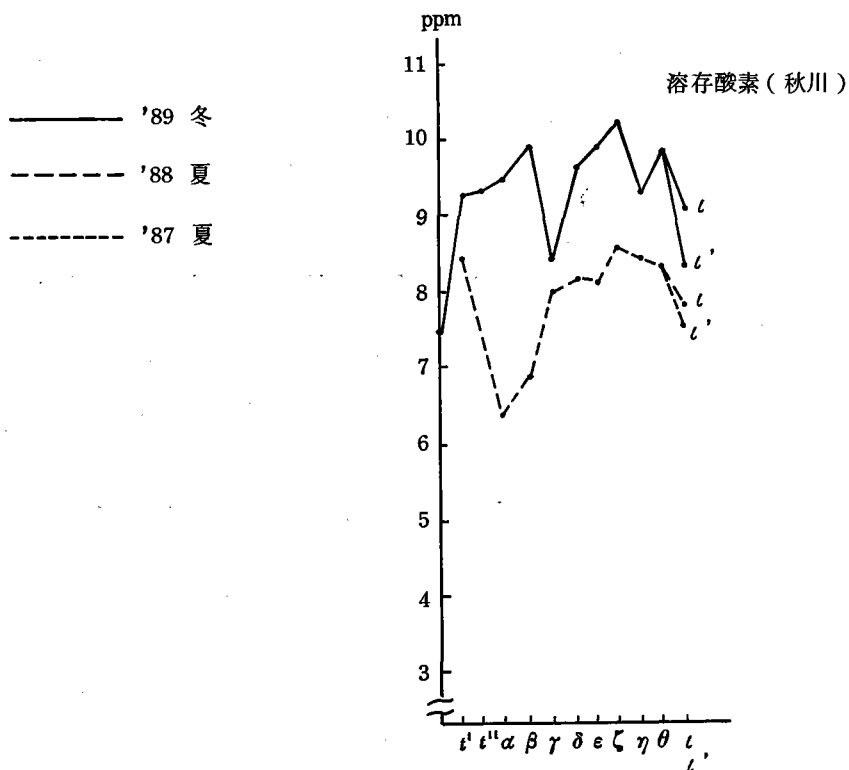
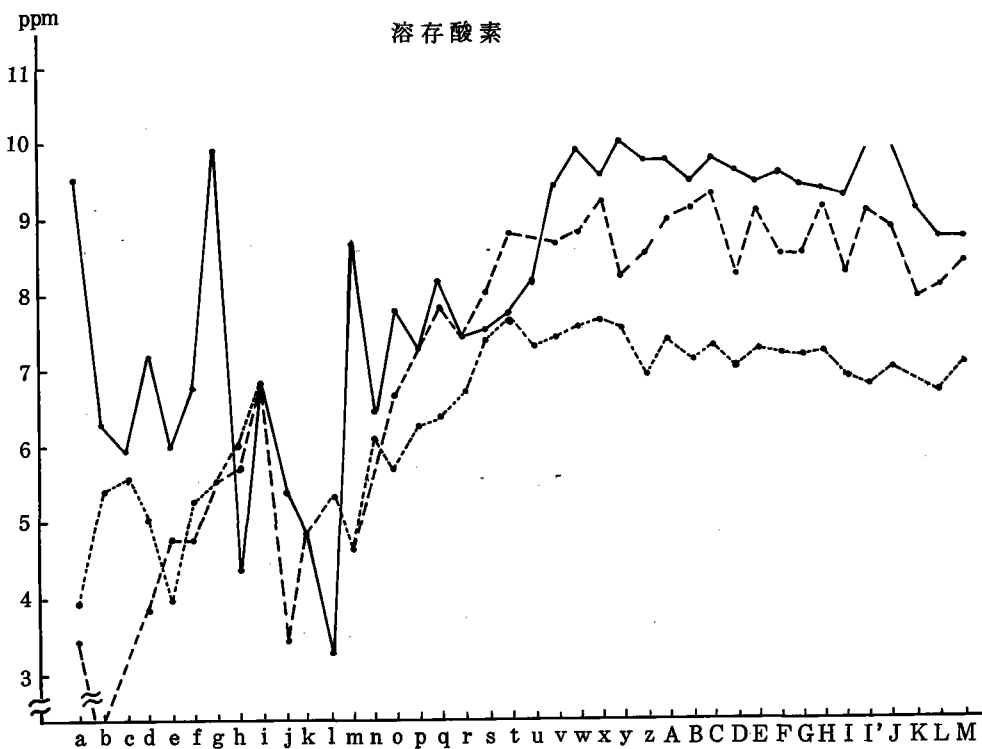


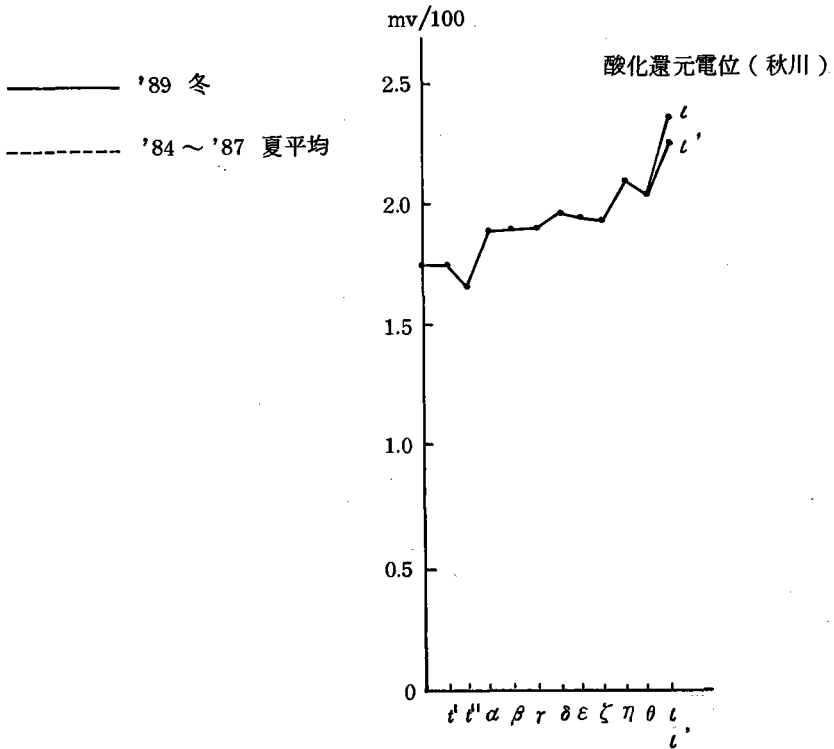
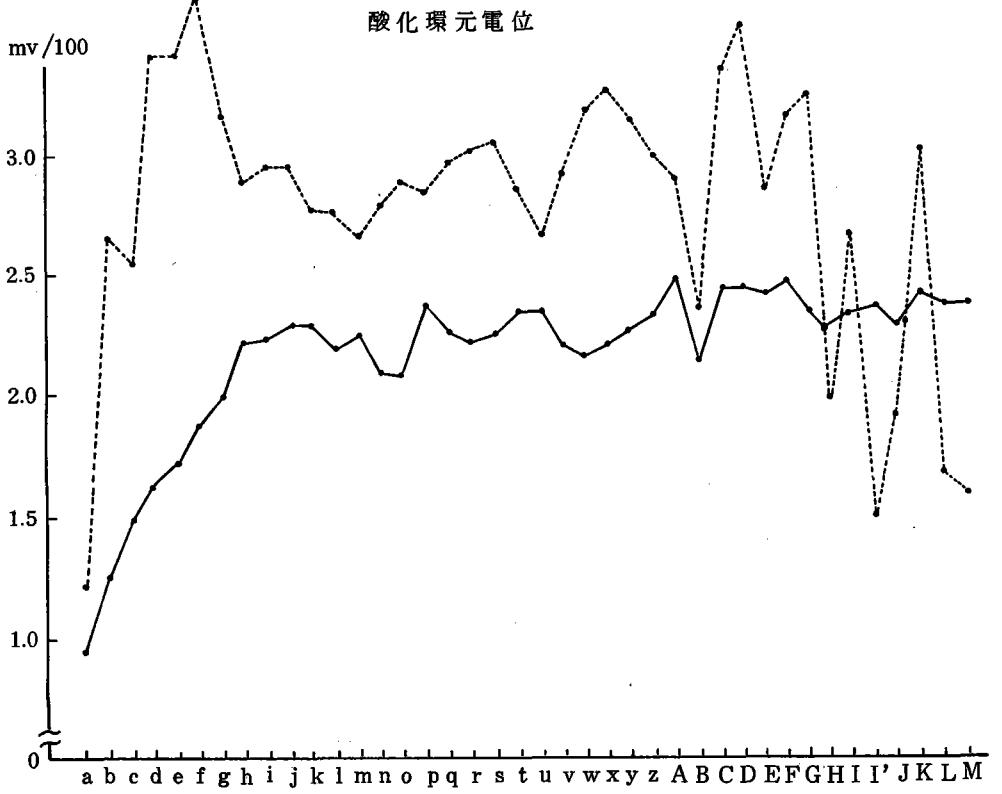


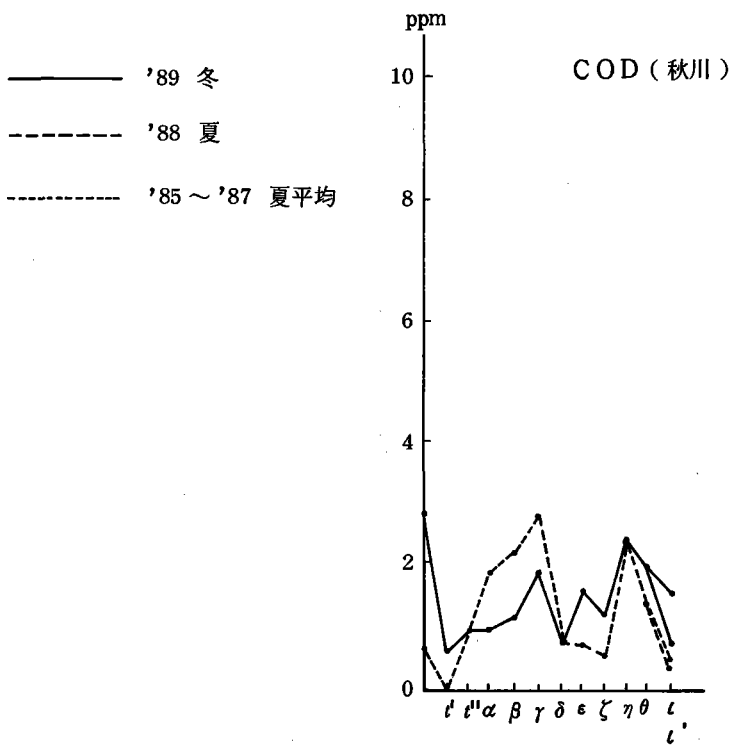
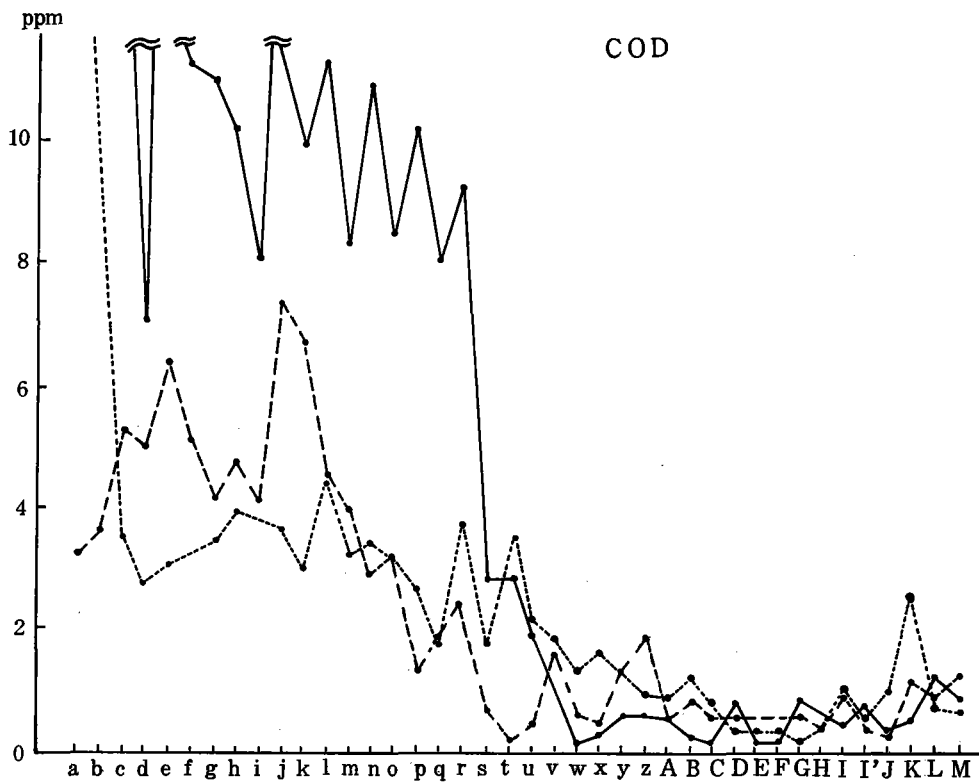


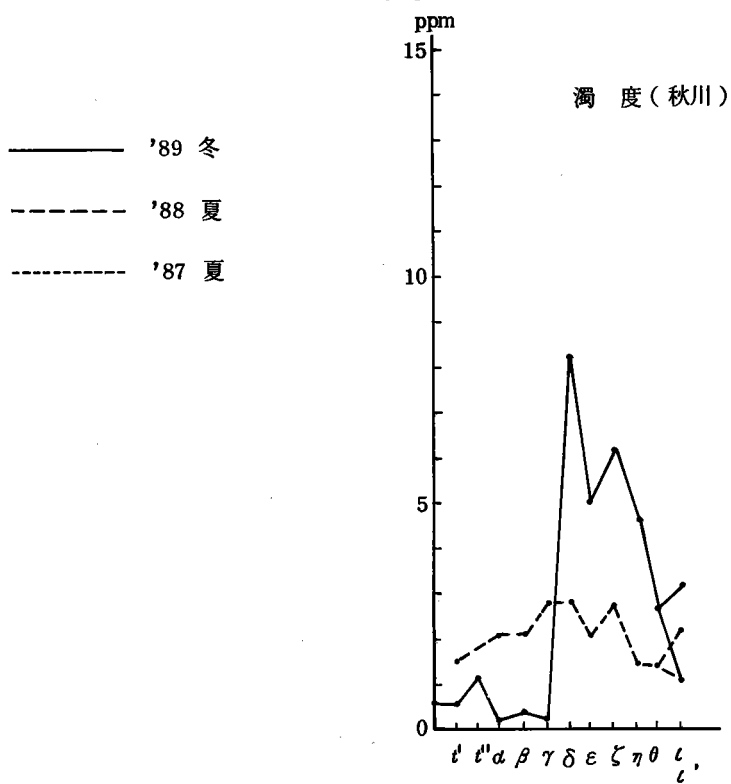
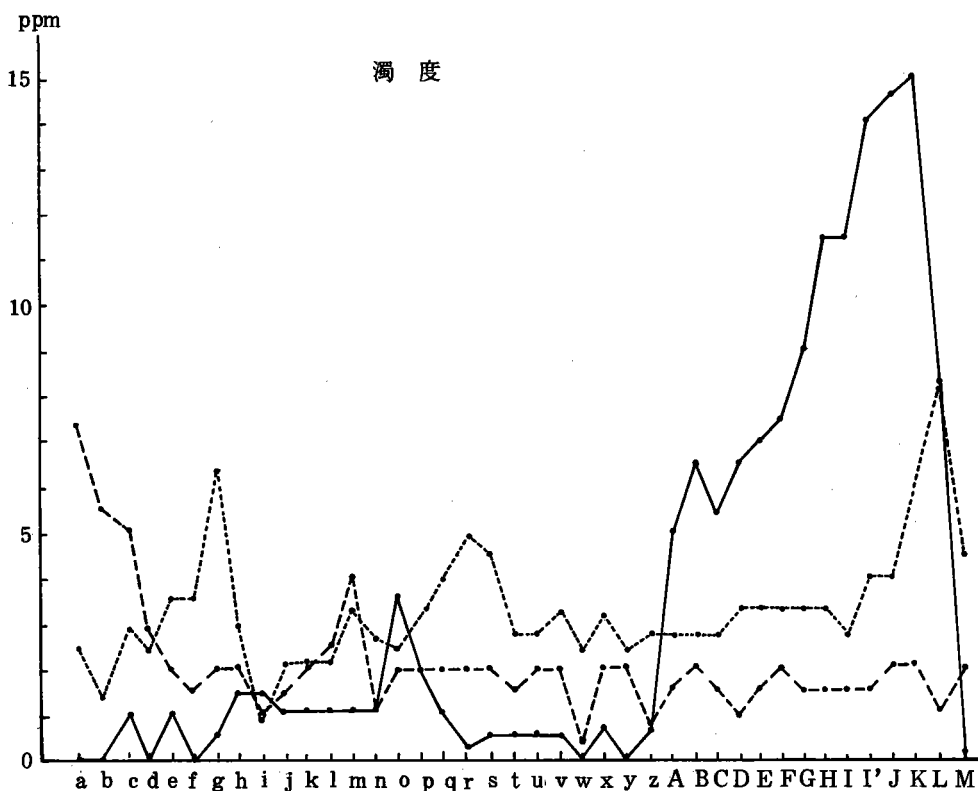












平成元年度(夏)

**I O N**

**Vol. 40**

1989. 9 .16

東京都立立川高校化学部

# 平成元年度多摩川・秋川の夏期水質調査（全流域）

## 実施記録

1989年7月16日決行。

昨年の夏から始めた秋川の採水を加えて、全51地点にわたって採水しました。最上流は午後6時までの9時間にわたる採水ごころさまでした。

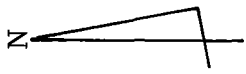
自転車、最下流、秋川班はすべて3時ごろおわり、結局何の事故もおこらなくて、たいへんよかったです。

採水班 1か所につき1ℓポリビン×2本を採水

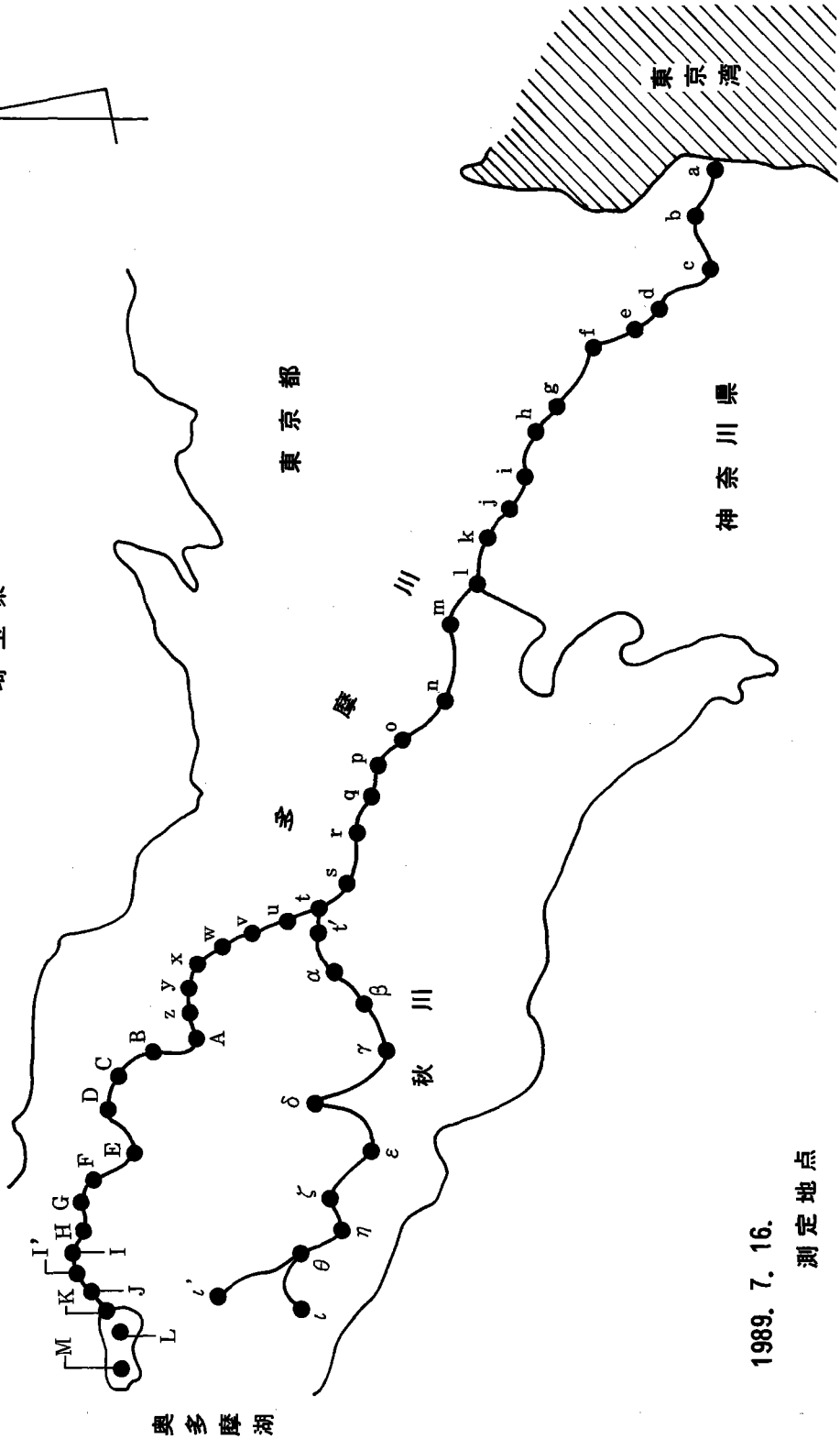
- |         |      |                |
|---------|------|----------------|
| 1. 最上流班 | 小島先生 | 市倉・峰・安藤（自動車）   |
| 2. 上流班  |      | 小野里・臣永・柳沢（自転車） |
| 3. 中流班  |      | 笠谷・町田（自転車）     |
| 4. 最下流班 | 野田先生 | 田中・長山（自動車）     |
| 5. 秋川班  | 伏見先生 | 舞弓・佐藤（自動車）     |

採水した所	1 A~M	4 a~k
	2 r~w	5 x~z、t'、α~ι'
	3 h~q	





埼玉県



奥多摩湖

東京都

神奈川県

東京湾

1989. 7. 16.

測定地点

'89年度 多摩川水質測定データ (I)

平成元年7月

項目 場所	pH	COND (ms/cm)	ORP (mv)	DO (ppm)	水温 (°C)	気温 (°C)	時刻
a 羽田空港	7.37	15	206	4.9	24.6	24.5	10:14
b 大師橋	7.07	8.4	217	2.6	22.7	25.6	10:43
c 六郷橋	7.22	2.6	222	4.4	21.7	26.1	11:20
d 多摩川大橋	7.20	0.3	233	4.4	21.9	25.9	11:48
e ガス橋	7.13	0.4	234	3.5	21.9	26.0	12:10
f 丸子橋	7.19	0.4	234	4.6	21.6	27.3	12:45
g 第三京浜下	7.27	0.4	220	5.3	22.0	26.8	13:07
h 二子橋	7.32	0.4	232	5.5	21.7	28.1	13:40
i 東名高速下	7.44	0.4	233	6.3	25.0	27.2	14:30
J 多摩水道橋	7.16	0.4	247	3.9	22.2	29.0	15:12
k 二ヶ領分水	7.35	0.4	237	6.1	22.8	29.0	15:33
l 多摩川原橋	7.16	0.4	252	5.1	20.6	25.6	9:25
m 是政橋	7.58	0.4	235	6.7	20.7	24.2	9:54
n 関戸橋	7.60	0.3	220	7.1	19.9	24.0	10:25
o 中央高速下	7.37	0.3	228	5.6	19.4	25.6	10:57
p 日野橋	7.23	0.4	231	6.9	19.9	25.9	11:19
q 中央線 鉄橋下	7.50	0.3	225	7.2	19.7	25.1	11:46

項目 場所	pH	COND (ms/cm)	ORP (mv)	DO (ppm)	水温 (°C)	気温 (°C)	時刻
r 多摩大橋	7.22	0.4	220	6.9	19.5	24.7	12:20
s 拝島橋	7.95	0.1	205	8.1	18.0	25.0	11:55
t 秋川合流点	8.25	0.1	205	9.1	16.8	24.1	11:33
u 五日市線下	8.07	0.1	214	9.0	14.2	22.9	11:08
v 羽村大橋	8.00	0.0	207	8.5	13.0	21.3	10:36
w 多摩川橋	8.26	0.0	212	8.9	13.8	22.7	9:53
x 下奥多摩橋	8.02	0.0	212	8.8	12.6	18.1	10:28
y 調布橋	7.97	0.2	214	8.7	13.6	20.2	10:08
z 万年橋	7.87	0.0	221	8.5	11.6	21.7	8:37
A 和田橋	7.90	0.1	213	9.0	11.8	18.9	17:47
B 日向和田駅	7.93	0.0	214	9.2	12.1	22.2	17:01
C 二俣尾駅	7.84	0.1	222	9.1	11.4	22.1	17:19
D 沢井駅	7.80	0.0	222	9.2	11.2	22.9	16:30
E 御嶽駅	7.80	0.1	222	8.8	11.1	21.2	16:16
F 川井駅	7.95	0.0	226	8.7	12.4	22.6	15:59
G 鳩ノ巣駅	7.78	0.0	228	9.0	10.7	18.1	15:30
H 白丸駅	7.63	0.0	234	8.9	10.9	20.2	14:56

項目 場所	pH	COND (ms/cm)	ORP (mv)	DO (ppm)	水温 (°C)	気温 (°C)	時刻
I 奥多摩駅	7.91	0.1	218	8.8	12.4	22.5	13:40
I' 民宿若松荘下	7.73	0.1	229	9.4	9.4	19.4	13:15
J 境橋	7.66	0.1	228	9.2	9.8	19.8	12:43
K 小河内ダム	8.75	0.1	205	8.5	21.2	23.6	12:02
L 奥多摩湖東	8.82	0.1	200	8.6	21.2	23.4	11:14
M ドラムカン橋	9.01	0.0	219	8.7	21.4	25.3	10:45

'89年度秋川水質測定データ (I)

平成元年 7月

t' 多摩川 合流前	7.61	0.1	245	7.9	—	26.1	15:37
$\alpha$ 東秋川橋	7.49	0.1	258	7.3	20.8	26.0	15:22
$\beta$ 秋留橋	7.80	0.1	246	8.2	21.0	26.4	14:46
$\gamma$ 網代橋	8.09	0.1	237	8.4	19.2	27.4	14:10
$\delta$ 秋川橋	7.80	0.1	230	7.9	19.5	26.3	13:48
$\epsilon$ 沢戸橋	7.79	0.1	238	8.4	—	—	12:47
$\zeta$ 落合橋	7.84	0.0	231	8.4	—	—	12:33
$\eta$ 和田橋	7.88	0.0	229	8.8	16.2	20.4	12:13
$\theta$ 上日向橋	7.89	0.1	227	5.3	16.1	20.1	12:00
$\iota$ 笹平橋	7.62	0.0	234	8.3	15.9	24.6	11:27
$\iota'$ 北秋川橋	7.88	0.2	198	8.1	16.6	23.0	11:42

'89年度 多摩川水質測定データ (II)

平成元年7月

項目 場所	Ca <sup>2+</sup> (mg/ℓ)	Mg <sup>2+</sup> (mg/ℓ)	Cl <sup>-</sup> (mg/ℓ)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P (mg/ℓ)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S (mg/ℓ)	COD <sub>Mn</sub> (ppm)	TURB (ppm)
a 羽田空港	104	323	—	1.3	465	14.0	22
b 大師橋	69.3	202	—	0.8	350	5.55	5
c 六郷橋	39.8	75.3	1441	0.9	194	6.59	6
d 多摩川大橋	22.6	13.0	142.4	0.8	43.5	4.72	5
e ガス橋	21.8	5.16	19.31	0.9	25.2	5.84	6
f 丸子橋	21.4	5.47	18.04	0.9	27.7	5.76	6
g 第三京浜下	20.4	6.14	16.81	1.0	28.8	4.76	6
h 二子橋	19.8	6.26	17.66	1.0	29.1	4.52	6
i 東名高速下	18.7	6.86	17.74	1.2	28.1	5.14	6
j 多摩水道橋	20.1	4.62	20.52	0.9	30.2	5.18	4
k 二ヶ領分水	20.2	5.47	18.17	0.9	24.5	4.64	2
l 多摩川原橋	20.0	5.16	19.24	1.0	26.9	5.51	6
m 是政橋	19.9	5.65	17.29	0.8	25.2	4.12	7
n 関戸橋	17.3	4.80	13.13	0.8	19.8	4.39	3
o 中央高速下	18.1	5.04	11.91	0.7	16.5	4.27	6
p 日野橋	17.9	6.32	14.94	0.9	21.6	5.67	4
q 中央線鉄橋下	15.8	5.65	14.97	0.9	20.5	3.71	3

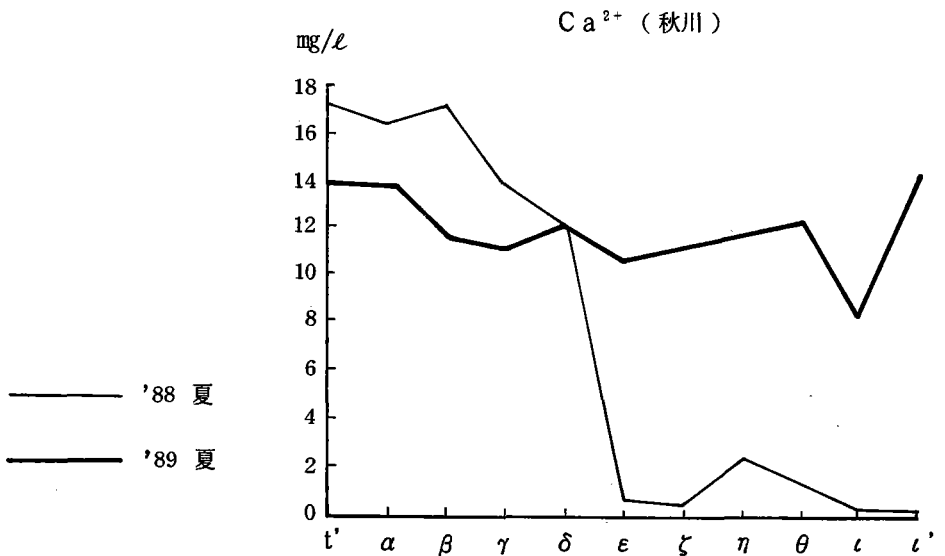
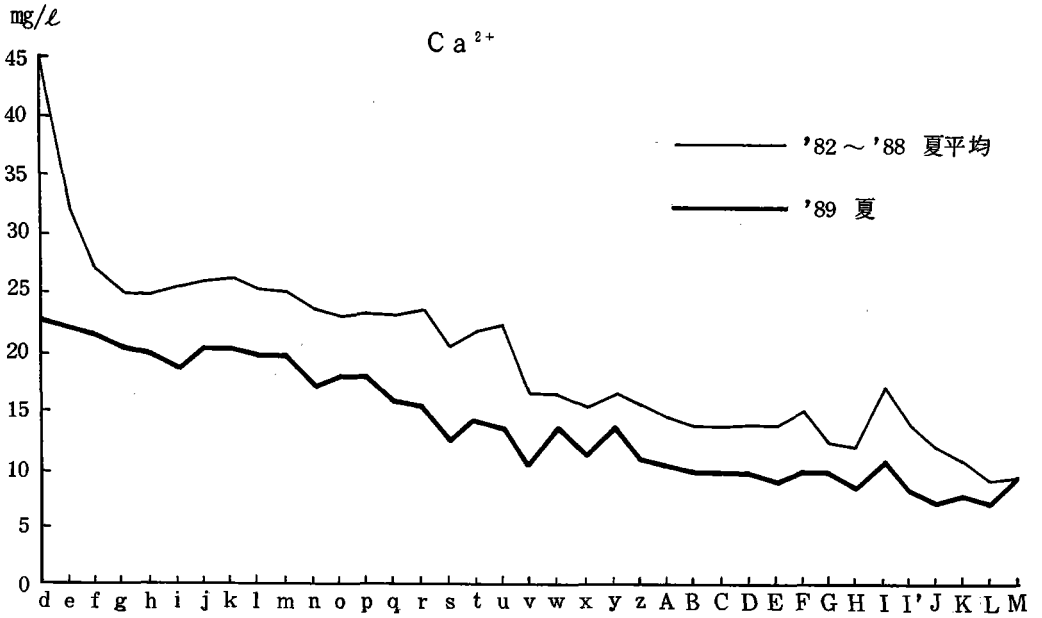
項目 場所	Ca <sup>2+</sup> (mg/ℓ)	Mg <sup>2+</sup> (mg/ℓ)	Cl <sup>-</sup> (mg/ℓ)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P (mg/ℓ)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S (mg/ℓ)	COD <sub>Mn</sub> (ppm)	TURB (ppm)
r 多摩大橋	15.4	6.26	15.27	1.4	18.7	3.46	4
s 拝島橋	12.2	5.65	3.260	0.04	8.99	1.12	3
t 秋川合流点	14.8	4.07	3.540	0.09	5.39	0.91	5
u 五日市線下	13.7	1.64	2.550	0.04	0.899	1.04	4
v 羽村大橋	10.1	3.34	1.512	0.0	0.179	1.58	3
w 多摩川橋	13.9	2.25	1.521	0.0	0.539	0.96	4
x 下奥多摩橋	11.8	1.82	1.399	0.0	0.719	0.71	3
y 調布橋	14.5	5.29	2.740	0.01	16.9	2.79	3
z 万年橋	11.3	1.82	1.813	0.0	0.540	1.04	4
A 和田橋	10.4	2.19	1.034	0.0	1.08	1.78	14
B 日向和田駅	10.1	2.37	1.283	0.02	0.719	1.37	14
C 二俣尾駅	10.1	2.25	1.082	0.06	0.540	0.87	13
D 沢井駅	10.2	1.88	1.081	0.01	0.359	0.91	15
E 御獄駅	9.50	2.73	1.350	0.0	0.000	1.33	14
F 川井駅	10.0	1.76	1.224	0.02	0.000	0.83	16
G 鳩ノ巣駅	9.90	1.58	1.290	0.08	0.000	1.08	15
H 白丸駅	8.60	2.55	0.871	0.01	0.000	1.67	14

項目 場所	Ca <sup>2+</sup> (mg/ℓ)	Mg <sup>2+</sup> (mg/ℓ)	Cl <sup>-</sup> (mg/ℓ)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P (mg/ℓ)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S (mg/ℓ)	COD <sub>Mn</sub> (ppm)	TURB (ppm)
I 奥多摩駅	10.9	3.83	0.999	0.01	0.000	1.08	16
I' 民宿若松荘下	8.50	1.22	0.919	0.0	0.000	1.50	16
J 境橋	7.50	1.58	1.052	0.02	0.000	0.66	16
K 小河内ダム	8.00	1.34	2.089	0.01	0.000	1.00	14
L 奥多摩湖東	7.40	1.70	1.302	0.01	0.000	0.96	13
M ドラムカン橋	9.10	0.79	1.342	0.0	0.000	0.96	7

'89年度秋川水質測定データ (II)

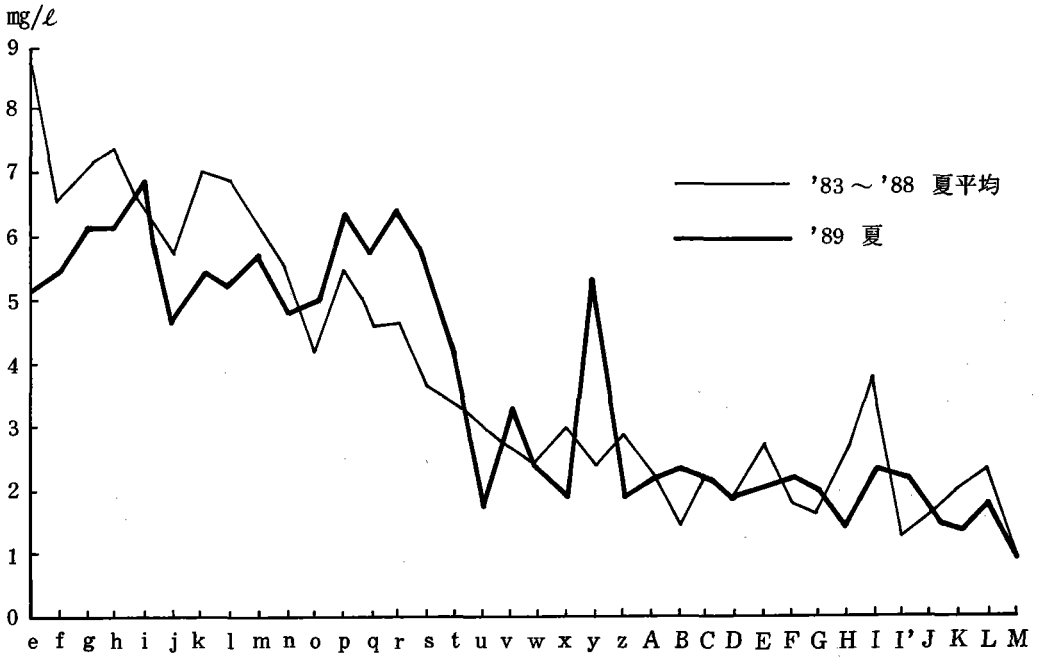
平成元年7月

t' 多摩川 合流前	13.8	3.83	—	0.0	7.91	0.91	3
α 東秋川橋	13.8	2.92	2.330	0.04	6.83	1.83	1
β 秋留橋	11.6	3.22	1.905	0.04	6.47	0.71	2
γ 網代橋	11.1	3.10	—	0.06	4.86	0.79	1
δ 秋川橋	12.0	2.13	1.539	0.04	2.34	1.41	3
ε 沢戸橋	10.8	2.73	1.445	0.04	1.44	1.41	2
ζ 落合橋	11.5	2.55	1.288	0.06	1.44	0.71	1
η 和田橋	12.0	1.94	1.166	0.10	1.61	1.12	1
θ 上日向橋	12.2	2.25	1.298	0.04	1.44	0.54	3
ι 笹平橋	8.20	2.49	1.024	0.04	0.899	0.62	1
ι' 北秋川橋	14.1	3.58	1.332	0.06	1.44	1.37	5

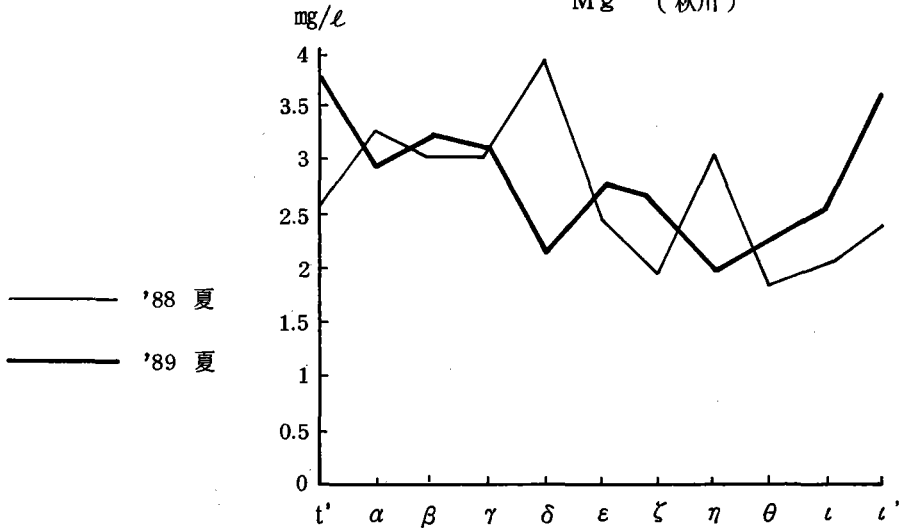


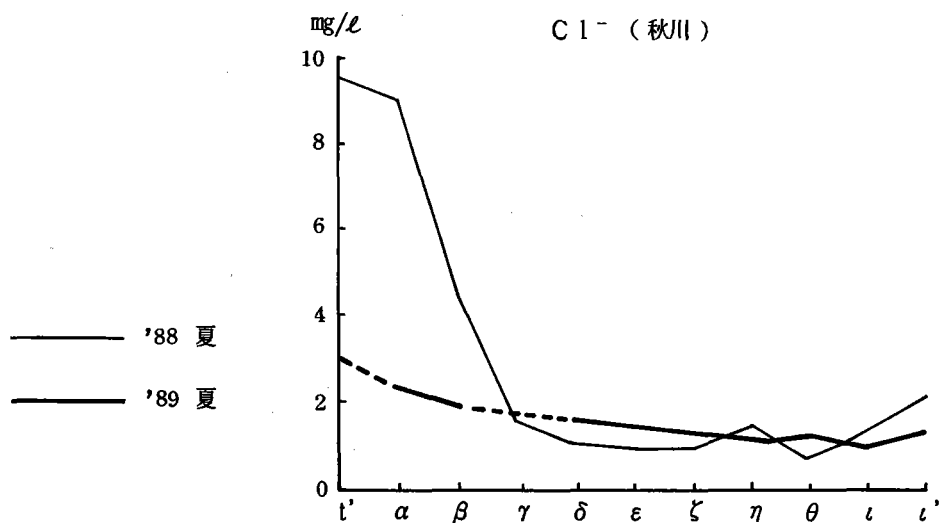
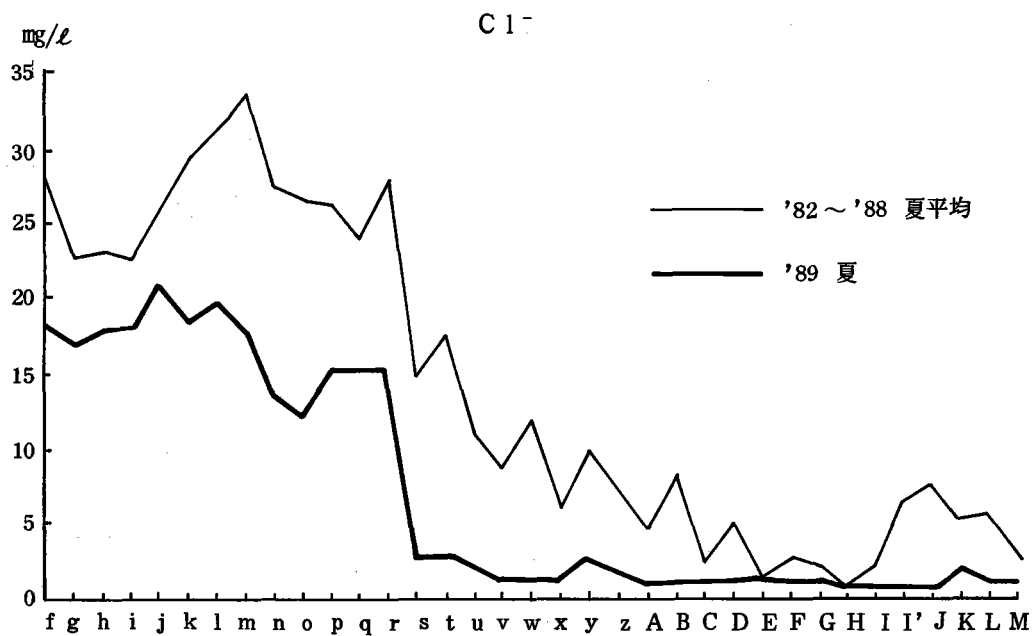


Mg<sup>2+</sup>

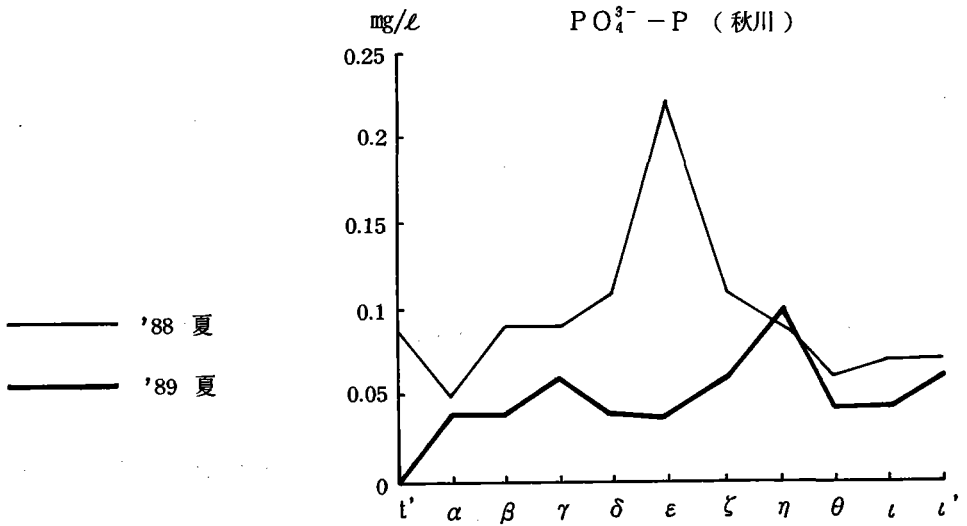
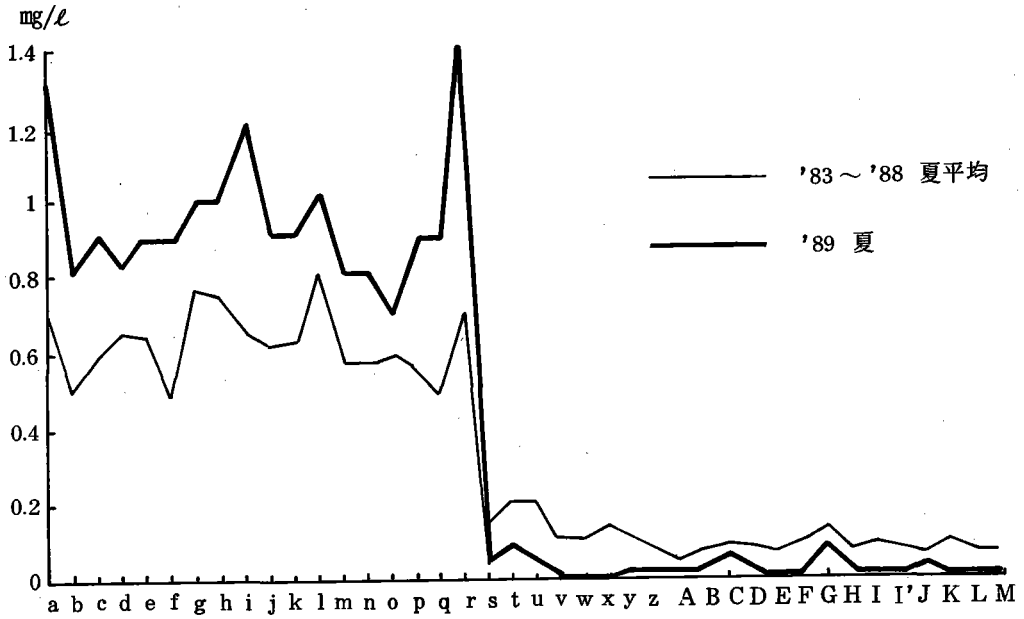


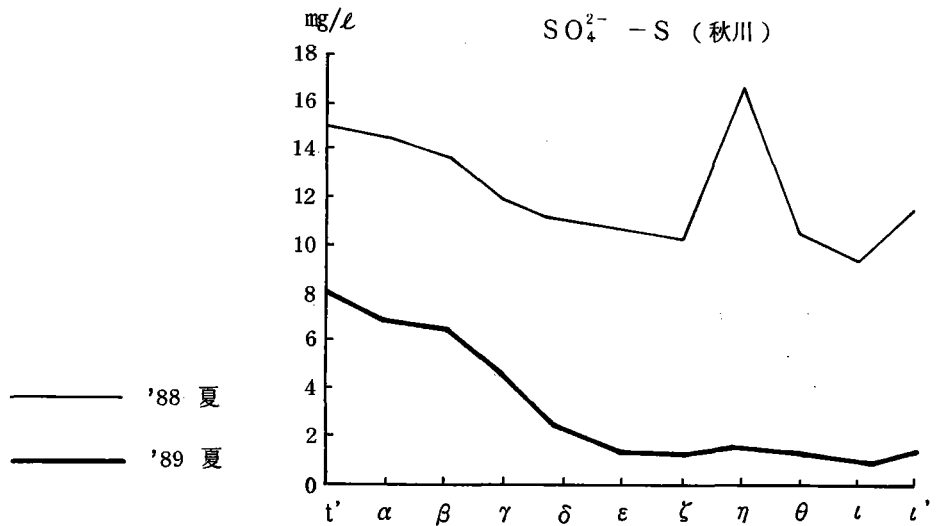
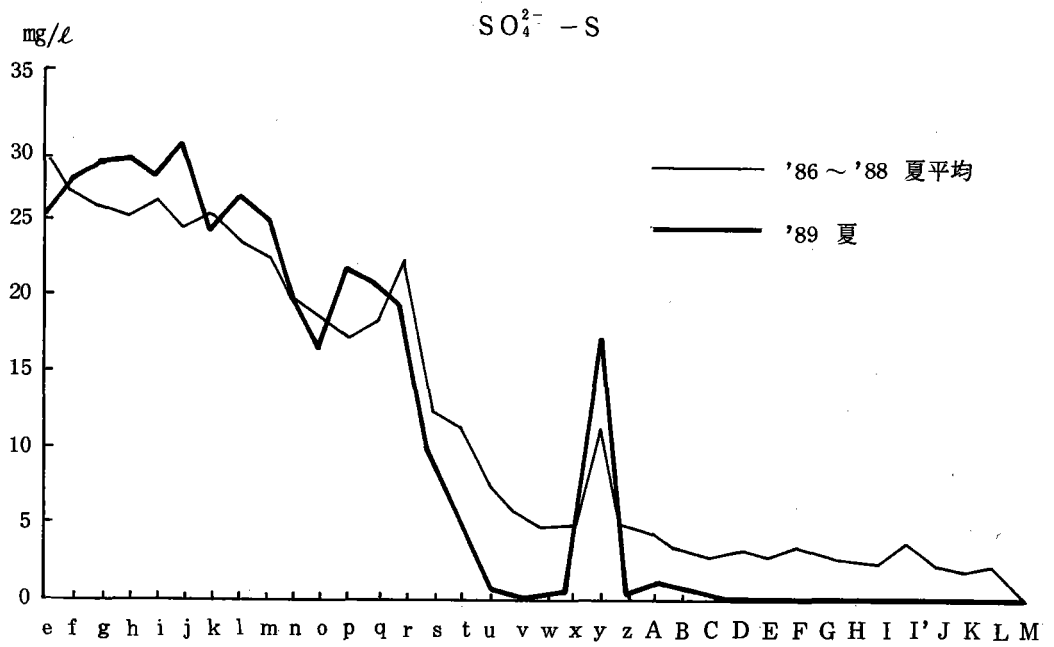
Mg<sup>2+</sup> (秋川)

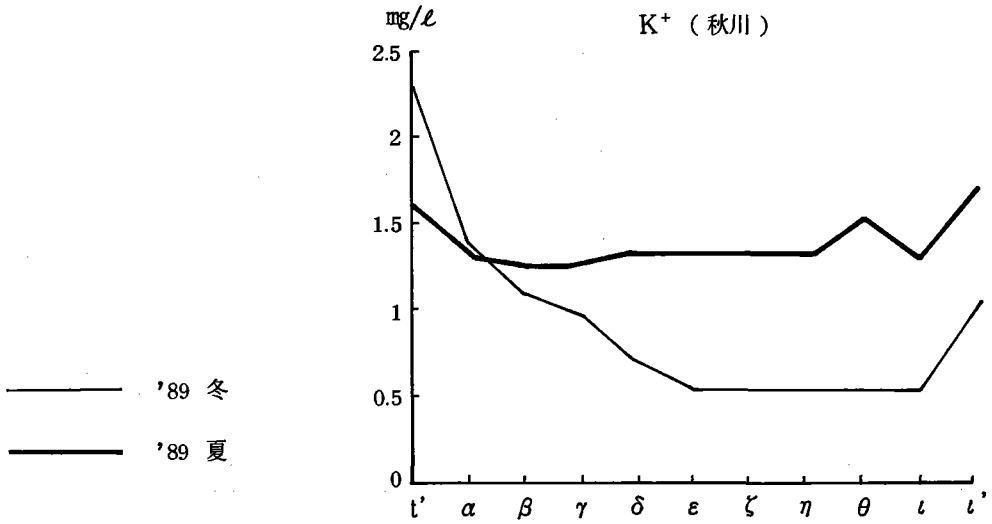
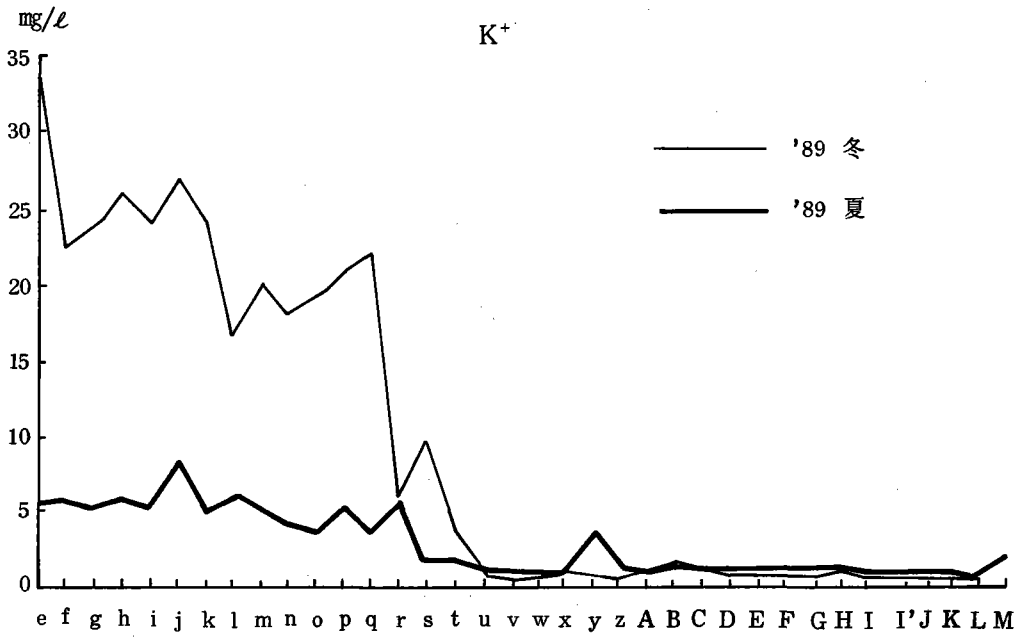




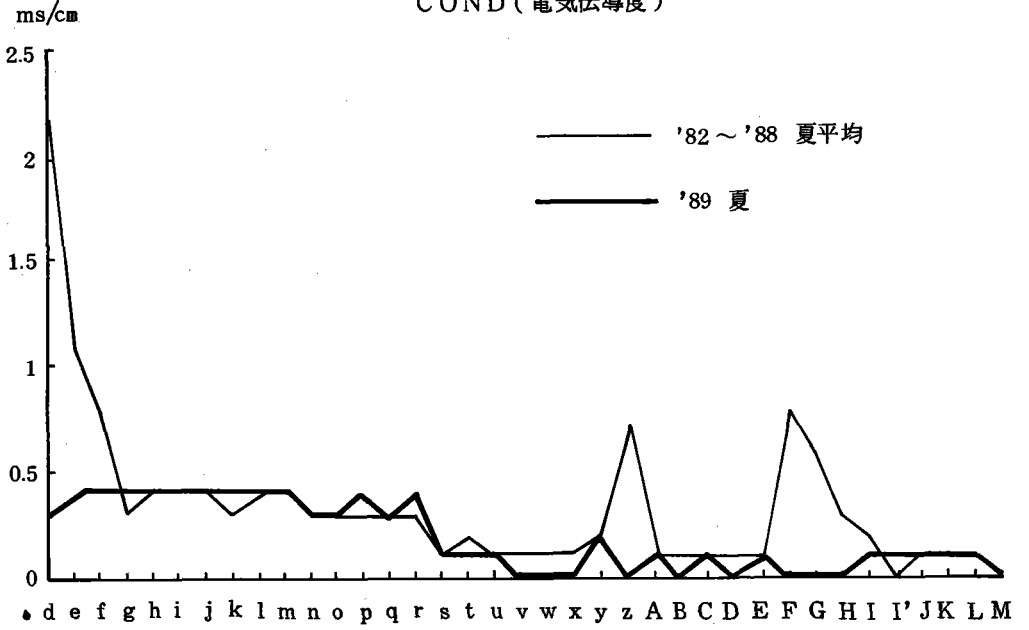
$\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$



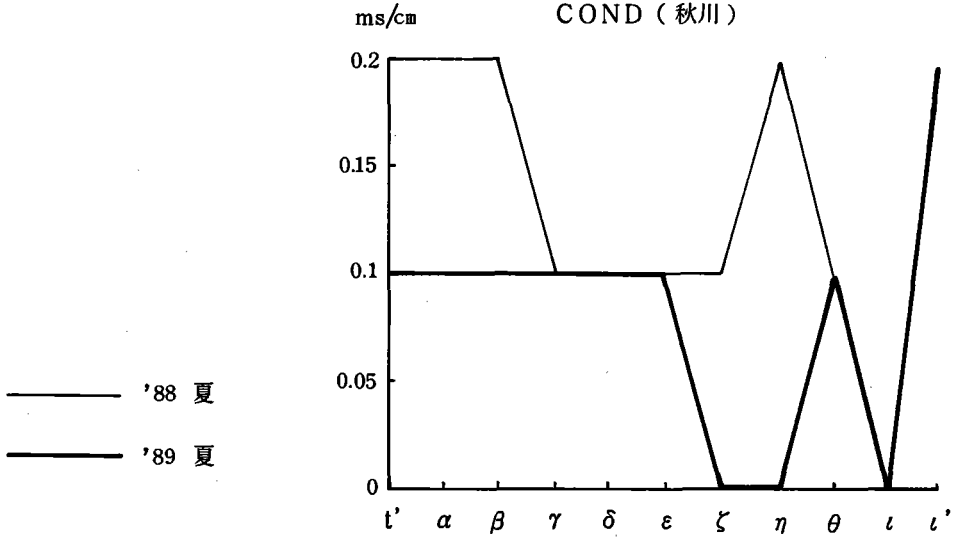




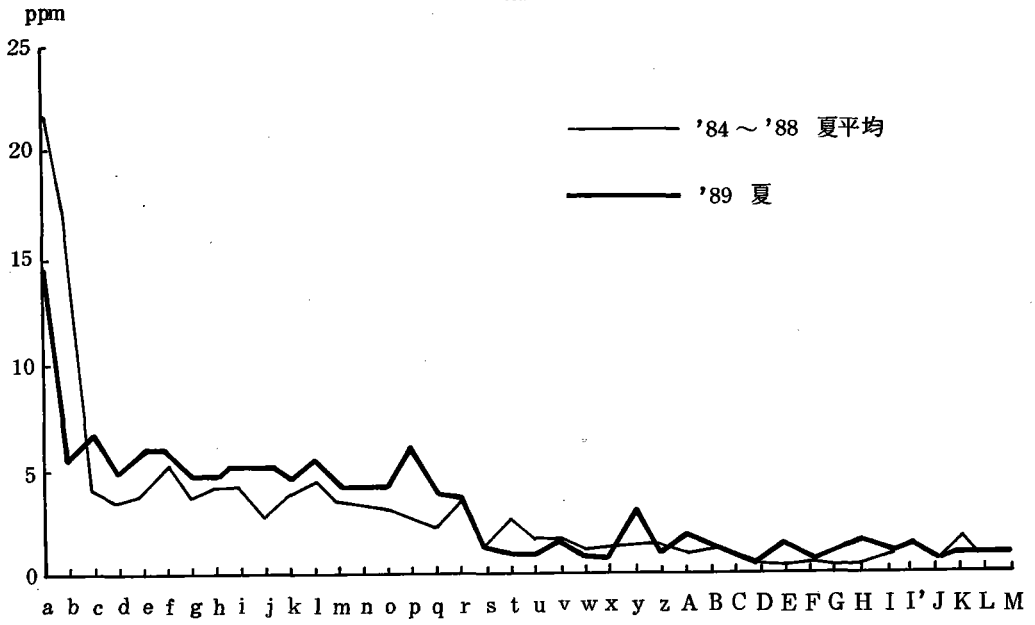
COND (電気伝導度)



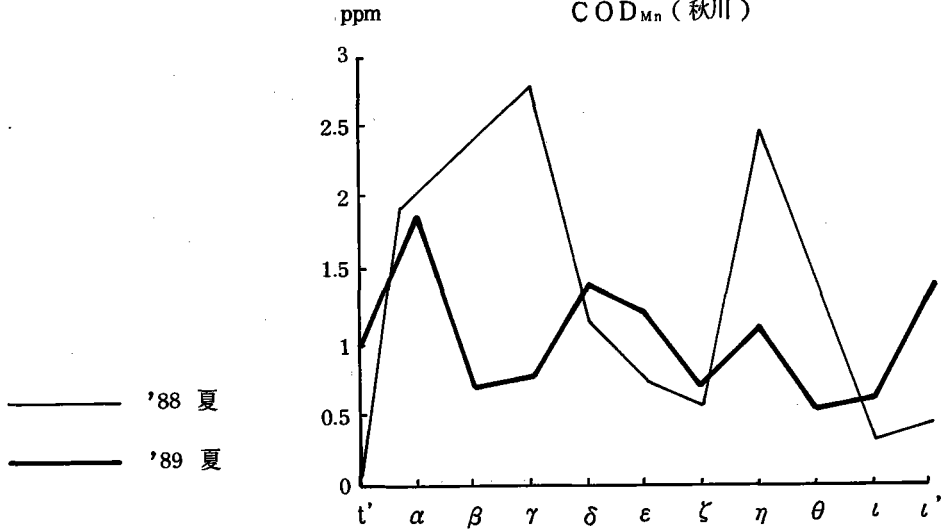
COND (秋川)

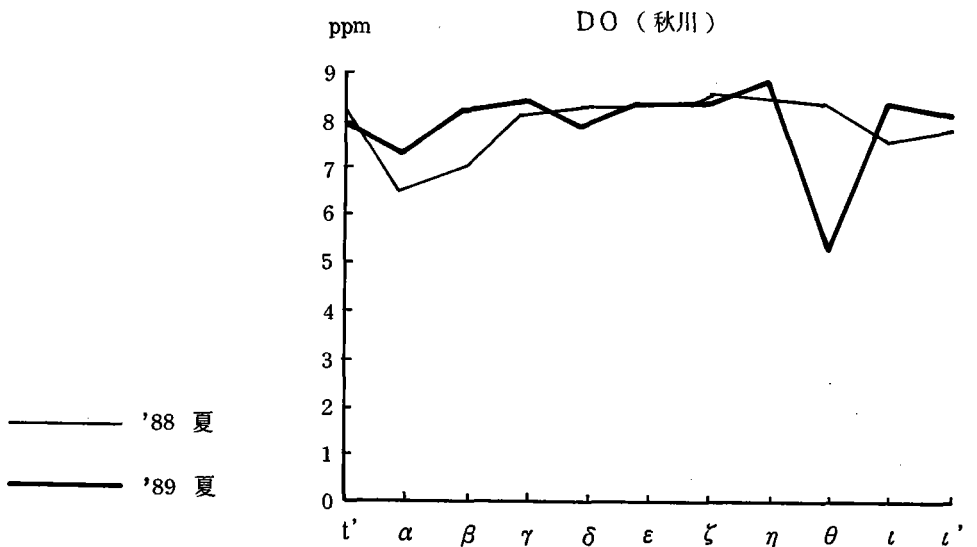
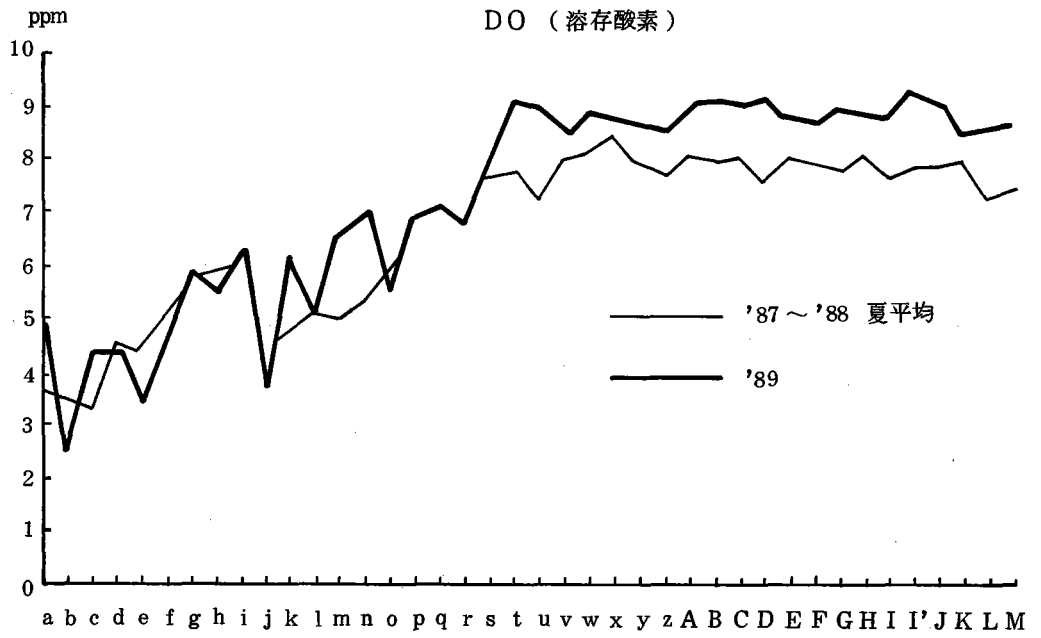


COD<sub>Mn</sub>

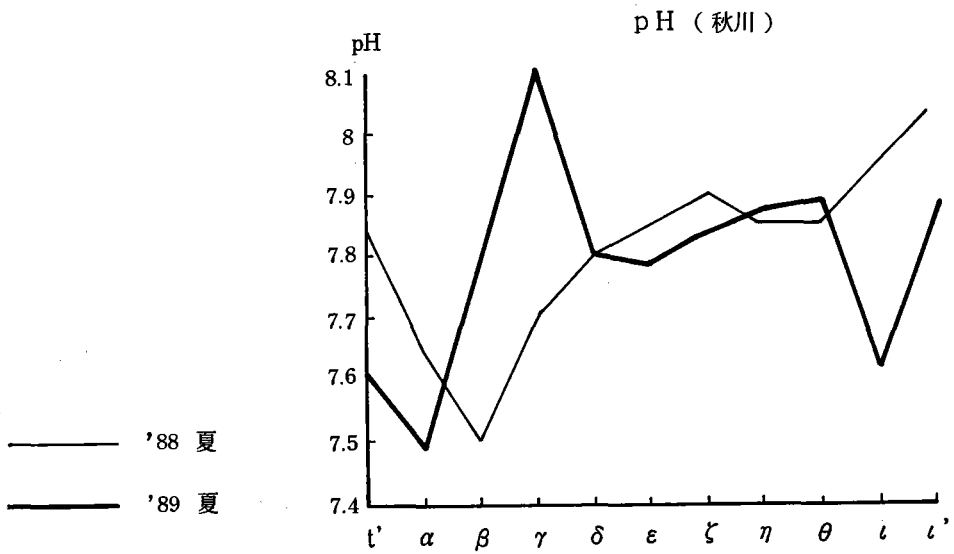
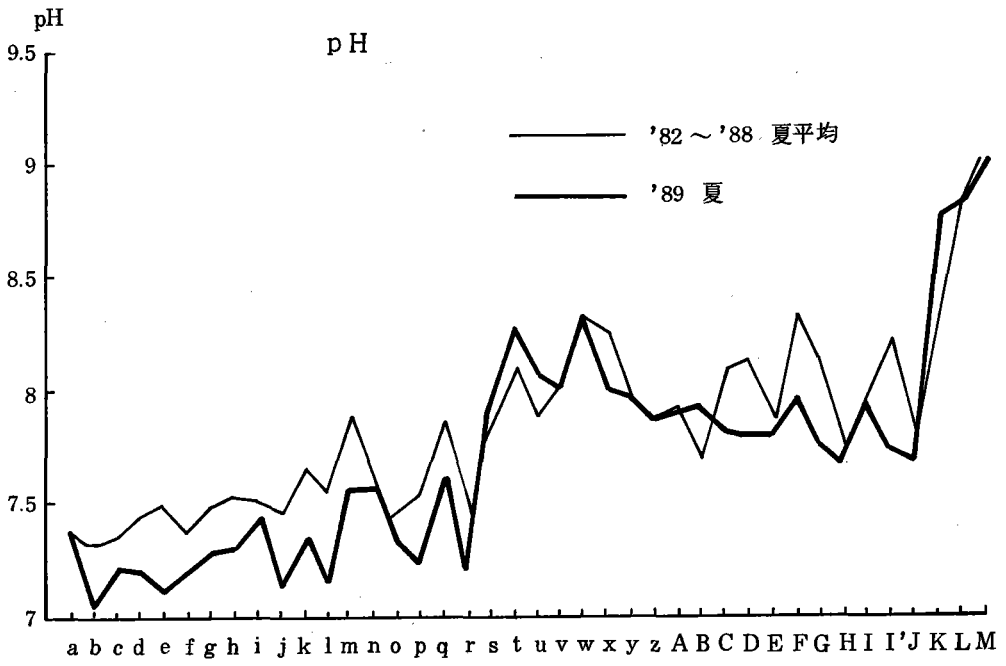


COD<sub>Mn</sub> (秋川)

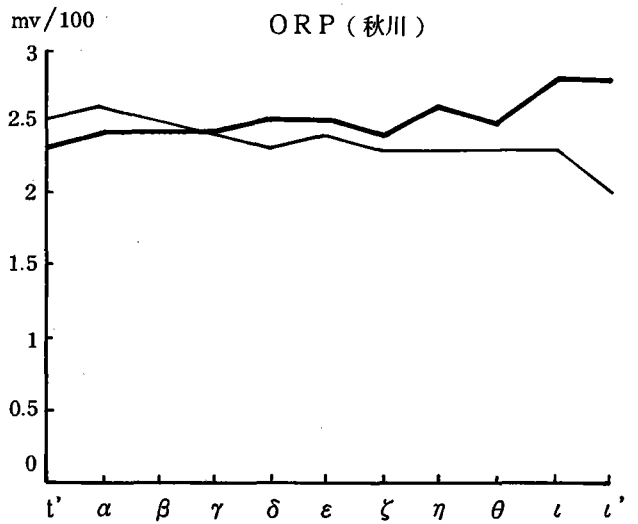
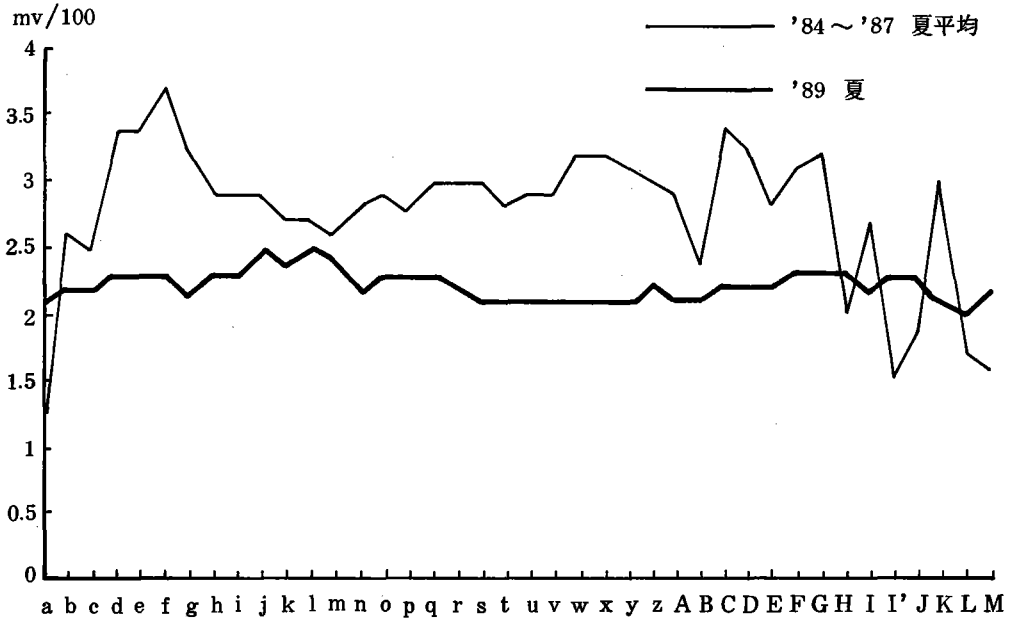




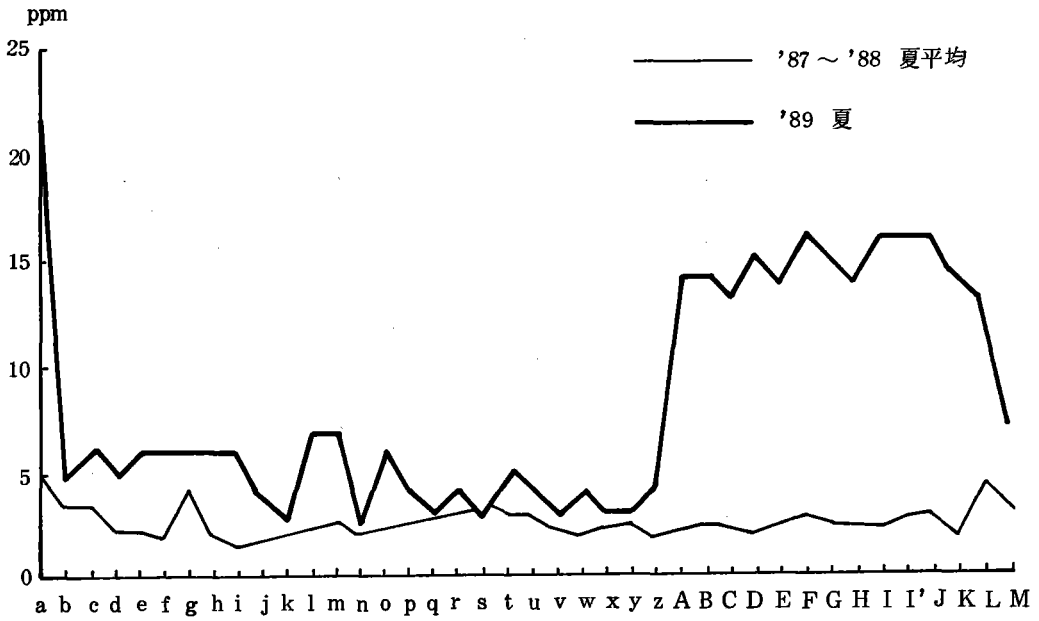




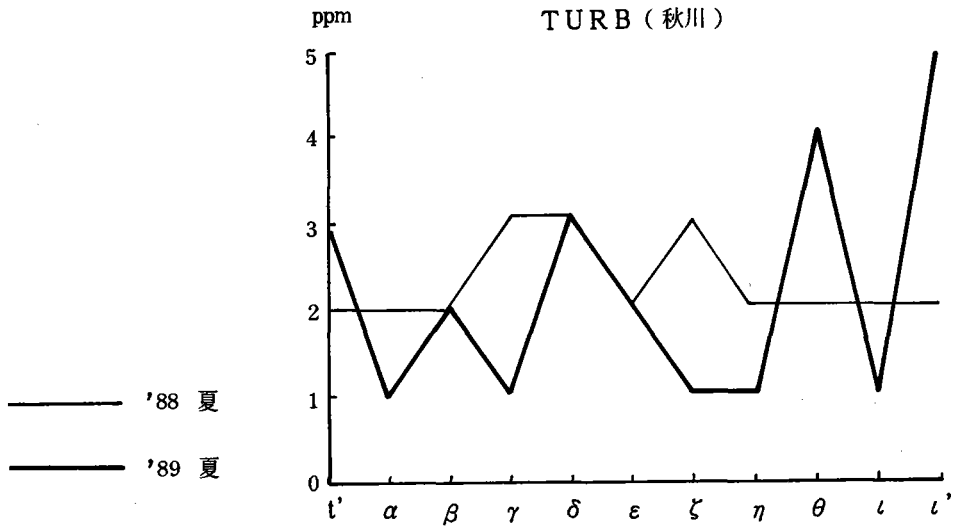
ORP (酸化還元電位)



TURB (濁度)



TURB (秋川)



## 考 察

### ○カルシウムイオン ( $\text{Ca}^{2+}$ )

全体が、平均よりも5ppm程下回っている。雨が降った後ではないが、水量が多かったのかもしれませんが、H、I地点で高くなっているのは鍾乳洞のある日原川の流入によってもたらされるものだと思われる。y、x地点で少し高くなっているのは、青梅の住宅部の排水によるものでs、r地点では、秋川との合流により、いくぶん濃度が低くなったものでしょう。以下の地点については、都市人口が増えていくにつれ、その排水によって少しずつ増えていっているようです。

秋川では前年度とは全く違った値を示しており、これは原因不明です。

### ○マグネシウムイオン ( $\text{Mg}^{2+}$ )

$\text{Mg}^{2+}$ のグラフは、例年に比べてそれほど差のないグラフとなっている。もともと $\text{Mg}^{2+}$ は上下の変動が多いグラフであり（理由としては、 $\text{Mg}^{2+}$ の算出には、 $\text{Ca}^{2+}$ と $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ を求めてからその差を $\text{Mg}^{2+}$ の値とするためであり、さしものキレートも誤差が出やすいのである）、今年是比较的ならかなグラフといえる。ところで測定値の山と谷の間にも、yとIが1つつピークとして飛び出ている。Iについては合流する日原川の影響が考えられるが、それほど過去のデータでは目立っておらず、理由はよくわからない。yは、去年のデータでも目立ったピークがあり、何らかの汚水が流れ込み始めたという可能性があるが、残念ながら $\text{Mg}^{2+}$ を出す施設は思い浮かばず、同じく理由は不明である。

### ○塩化物イオン ( $\text{Cl}^-$ )

全体的な形としては、例年と同じである。しかし、全体的なレベルは、かなり低いといえる。これは、機器の調整ミスではなく、何らかの理由があると思われる。それは前年のグラフが今回のグラフとよく似たことから推察される。まずsの上流についてであるが、数年前測定法がモール法から、イオンメーターに変更されてからかなりの差が出ているので、モール法が原因と思われる。しかし、sの下流は、モール法による影響はほとんどなく、原因は不明である。ただ今回の測定では、例年やや目立っていたv～s間の $\text{Cl}^-$ の上昇がほとんど見られず、恐らく、u～v間にあると思われる $\text{Cl}^-$ の発生源が弱くなっていることも、原因の一つと考えられる。

### ○リン酸イオン ( $\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$ )

グラフの形は、例年通りである。他のいくつかのグラフと同じく、rで急上昇がある。リン酸では、この現象が顕著である。ただ気になるのは、近年リン酸の値が上昇している傾向があるということである。リン酸の濃度は低いがよくない兆候である。また、去年は、発生源として、下水処理場を挙げたが、多摩川にはいくつかの下水処理場があるはずであるのに、なぜrだけがそのような上昇をするのかが、明確に

わからないのである。もし下水処理場を発生源とするならば、ほとんどの下水処理場で除去できるリン酸は、1 ppm 程度であるので中流～下流での濃度は変化しない、ということになりそうだ。

○硫酸イオン ( $\text{SO}_4^{2-}$  - S)

目につくのが y の突出である。これが毎年平均的に出ていて、しかもその濃度は高くなっている。y 地点はちょうど青梅の市街地のところにあり、まだ上流なので水量は少ないが、排水の影響を受けたものだろう。s 地点では、秋川の影響を受けたものもあるが、u からの間に、何らかの原因があると思われる。s～u でこのような上昇があらわれているのは、他に、マグネシウムぐらいであるので、いまのところ、その理由はわからない。秋川では、今年の g 地点のとんがりがなくなり、下流の、人口の多い所に行くにしたがって、濃度がこくなっているようである。家庭排水によるものだろうか。r 地点は下水処理場があるため、増加していると考えられる。

○カリウムイオン ( $\text{K}^+$ )

y で上昇があるが、これは、他のものと同じように、都市の排水によるものであろう。r 地点では、下水処理施設の排水によって上がっているのではないか。秋川は昨年とは違った形をしており、まだ2年間程度と、年が浅いため、今後調査していくにつれて、傾向がはっきりしてくるだろう。

○電気伝導度 (COND)

イオンの総量に比例している。y 地点では、イオンが全体的に多く、そのためであるが、A、C、E というぎざぎざは、理由がつけられず、とりあえずイオンの量が多い地点であるとしておくにとどめる。s から r 地点の間では、下水処理の排水に含まれるイオンが、多量なので (おもに  $\text{Cl}^-$  ではないかと考えられる)、それによるものだろう。下流ではイオンの濃度がそう急激に変わっていないようにみえるが、果たして本当にそうなのであろうか。

○化学的酸素要求量 (COD)

グラフを見ると、あまり、下水処理の影響は受けていないようである。これは下水処理水中の COD には 10ppm 以下という規制があるためかもしれない。都心へ向かうにつれて増えているため、おもに家庭排水がその理由となっているのだろう。

○溶存酸素量 (DO)

微生物が有機物を分解するために減る。下流で濃度が低いのは、そのためであろう。

t～r にかけて急に減少しているのが多摩川の特徴でもある。

○水素イオン指数 (pH)

k～J地点の差は、ダムの底の水がダムから出て、Jにくる間に、CO<sub>2</sub> がとけこみpHがさがったものか、それともダムの底の水が表面の水よりも塩基性なのか、または流入河川によるものなのか、それらが組合わさったものなのか、まだわからない。r地点では、下水処理場の影響によると思われる。全体的に見ると、r～s地点を境にして、2つに分かれているようである。これはPO<sub>4</sub><sup>3-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、Cl<sup>-</sup>などの他のイオンの変化とぴったりと一致していて、整合性がある。

○酸化還元電位 (ORP)

去年、電極の破損で、まったく測定できなかったので、久々の登場である。しかし、グラフを見てわかるように、非常に困った値となっている。もともと変化の少なかったグラフが、今年はまったくのノッペラボーになってしまったのである。これでは何ともコメントをしかねる。まさかとは思うが、電極板の汚れか、または細菌によるものか、それとも、本当に一定の値が出たものかは次の測定の機会までに、解明したいものである。

○濁度 (TURB)

上流がたいへん高くなっているが、これは機器の性質で、測定の最初は変な数値がでるようだ。

○まとめ

今年は雨が降らなかったし、水量も多くはなかったはずである。しかし、ほとんどにおいて、数値が平均を下回っている所が多いのも事実であり、本当に不思議である。多摩川がいくらかでもきれいになってくれたのかも願いたい。

しかし今回は故障が例年に比べて多かった。NO<sub>3</sub><sup>-</sup>電極がとうとう測定不能になってしまいました。次回までには、すべて復活できるよう、努力したいと思います。

## カルシウムイオン (Ca<sup>2+</sup>)

(解説)

\*キレート滴定とは

キレート試薬を用いて金属イオンを定量する滴定法である。金属キレート化合物の生成反応を利用している。

\*NN指示薬 (NANA指示薬) とは

2、2' -ジヒドロキシ-4' -スルホ-1、1' -アゾナフタレン-3-カルボン酸 のこと。

黒色粉末。

変色；赤紫色から青色に変色。

水にわずかに溶ける。

水溶液はpH 7 付近で紫色。

pH12-13で青色を呈する。

Ca<sup>2+</sup>により赤色を呈する。

\* EDTA (Ethylene Diamine Tetra Acetic acid) 標準溶液とは

ちょうどカニがハサミで金属イオンをはさんでいるような形をとるので、キレート (chelate : カニのハサミという意味のギリシャ語が語源) 化合物とよぶ。M<sup>2+</sup> : EDTA = 1 : 1 で反応する。

---

### 方法

1. 試料水20mlをコニカルビーカーにとり、水を加えて50mlとする。
2. 水酸化カリウム (KOH) 水溶液 (8.9N) 4 ml を加え、5分間放置する。
3. 塩化ヒドロキシルアンモニウム溶液を 0.5ml 加え、NN指示薬を少量加える。
4. EDTA標準溶液で赤紫色から青色になるまで滴定する。

---

### 原理

- 2 ; Mg<sup>2+</sup>のマス킹及びNN指示薬の発色のためにKOHを加え、pH13以上にする。
- 3 ; NN指示薬を少量加えることによって、Ca<sup>2+</sup>が溶液中にあるため、赤色を呈する。
- 4 ; Ca<sup>2+</sup>が含まれることによって赤色を呈していた水溶液がEDTAとCa<sup>2+</sup>が1 : 1で反応することによって水溶液中のCa<sup>2+</sup>がなくなっていく。

Ca<sup>2+</sup>が完全になくなった時、青色を呈する。

---

### 試薬

1 : 水酸化カリウム溶液

水酸化カリウム 250 g を水に溶かして 500ml とする。ポリエチレン瓶に保存する。

2 : 塩化ヒドロキシルアンモニウム溶液

塩化ヒドロキシルアンモニウム10 g を水に溶かして 100ml とする。

3 : NN指示薬

4 : 0.01mol / l EDTA溶液

エチレンジアミン四酢酸二ナトリウム二水和物を80°Cで乾燥し、放冷した後、3.722 g とり、水を加えて1 l にする。

---

### 計算

$$C = a \times \frac{1000}{20} \times 0.4$$

$$= a \times 20 \text{ (mg/l)}$$

C : カルシウム (mg Ca / l)

a : 滴定に要したEDTA (ml)

20 : 試料 (ml)

0.4 : 0.01mol / l EDTA溶液 1 ml のカルシウム相当量 (mg)

## マグネシウムイオン ( $Mg^{2+}$ )

(解説)

\* EBT (エリオクロムブラックT)

黒紫色。

金属光沢をもった粉末。

変色；赤から青紫に変色。

水、アルコールに溶けやすい。

水溶液は酸性で赤色、pH 7-11で青色、pH 12以上で橙色

pH 7-11の青色溶液に $Mg^{2+}$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $Zn^{2+}$ 、 $Cd^{2+}$ などにより赤色を呈する。

### 方法

1. 試料水20mlをコニカルビーカーにとり、水を加えて50mlとする。
2. 塩化ヒドロキシルアンモニウム溶液数滴及び塩化アンモニウム-アンモニア緩衝液 (pH10) 1 ml を加える。
3. EBT指示薬を、1、2滴加える。
4. EDTA溶液で赤から青になるまで滴定する。

### 原理

- 2；塩化ヒドロキシルアンモニウムは金属イオンをマスクングするために加える。指示薬を発色させ、なおかつ $Mg^{2+}$ 、をとかしこむためにpH10の緩衝液でpH10に安定させる。
- 3；EBT指示薬を入れることによって、 $Mg^{2+}$ 、 $Ca^{2+}$ が溶液中にあるため赤色を呈する。
- 4； $Mg^{2+}$ 、 $Ca^{2+}$ が含まれることによって、赤色を呈していた水溶液が、EDTAと $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ が1：1で反応することにより、 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ が、溶液中からなくなる。そして、 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ がなくなった時、青色を呈する。但し、ここで求まるのは、 $Ca^{2+}$ と $Mg^{2+}$ の総和である。

### 試薬

- 1：塩化ヒドロキシルアンモニウム溶液 ( $Ca^{2+}$ に同じ)
- 2：塩化アンモニウム-アンモニア緩衝液 (pH10)  
塩化アンモニウム67.5gをアンモニア水 570ml に溶かし、水で1 l とする。
- 3：EBT溶液  
EBT 0.5g をメタノール 100ml に溶かし、塩化ヒドロキシルアンモニウム 0.5g を加える。褐色瓶に入れ、密栓して保存する。
- 4：0.01mol / l EDTA溶液 ( $Ca^{2+}$ に同じ)

### 計算

$$M = \left( \frac{a}{20} - \frac{b}{20} \right) \times 1000 \times 0.243$$

M：マグネシウム (mgMg / l)  
a：滴定に要したEDTA溶液 (ml)



$$= (a - b) \times 12.15$$

b :  $\text{Ca}^{2+}$ の滴定に要したEDTA溶液 (ml)

20 : 試料 (ml)

0.243 : 0.01mol/l EDTA溶液1 mlのマグネシウム相当量 (mg)

## リン酸イオン ( $\text{PO}_4^{3-} \cdot \text{P}$ )

(解説)

\*モリブデン酸アンモニウム ( $(\text{NH}_4)_2 \text{MoO}_4$ ) 溶液とは、七モリブデン酸六アンモニウム四水和物の水溶液のこと。リン定量試薬として用いる。水に可溶。

\*リン酸二水素カリウム ( $\text{KH}_2 \text{PO}_4$ ) とは

水溶液は酸性、緩衝溶液である。リン酸イオン ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) を定量するときの標準液として用いる。

\*塩化第一スズ ( $\text{SnCl}_2$ ) とは

強還元剤、水に易溶、塩化スズ (II) ともいう。

\*ファクターとは

理論的には1 : 1で反応するはずだが、実際には1 : 1で反応させるのは難しい。ゆえにそのずれを測定して正してやる。これがファクターである。

### — 方法 —

1. 試料を20ml、全量フラスコ50mlにとり、水を加えて約40mlとする。
2. モリブデン酸アンモニウム溶液5 mlを加え、振り混ぜた後、塩化スズ (II) 溶液0.25mlを加え水を50mlの標線まで加え混ぜ、15分間放置する。
3. 溶液の一部を吸収セルに移し、波長700nm付近の吸収度を測定する。
4. 空実験として水約40mlをとって、2、3の操作を行う。

(検量線) リン酸イオン標準液1~30ml (1 ml、5 ml、10ml、15ml、30ml) を1~4の操作を段階的に行い、関係線を作成する。

### — 原理 —

2. モリブデン酸アンモニウム溶液を加えることにより、モリブドリン酸を生成させ、これを塩化スズ (II) で還元してモリブデン青を発色させる。

### — 試薬 —

1 : モリブデン酸アンモニウム溶液

モリブデン酸アンモニウム四水和物15gを水約150mlに溶かし、これを硫酸(水約600ml中に硫酸182mlを加えて冷却したもの)の中にかきまぜながら加え水を加えて1 lとする。

2 : 塩化スズ (II) 溶液 (第一塩化スズ溶液)

塩化スズ(Ⅱ) 2水和物 1 g を塩酸 5 ml に溶かし、(必要なら温める) 水を加えて 50 ml とし、スズの小粒を加えて、褐色瓶に入れて保存する。濁りが生じたら使用しない。

### 3 : リン酸イオン標準液 (0.1 mg P O<sub>4</sub><sup>3-</sup> / ml)

リン酸二水素カリウムを 110 °C で 3 時間乾燥して、冷却した後に 0.1433 g をとり、水を加えて 1 ℓ とする。0 ~ 10 °C の暗所に保存しておく。使用時には、これを 200 倍に薄めた標準液 (0.0005 mg P O<sub>4</sub><sup>3-</sup> / ml) を用いる。

リンの濃度に換算するには、リンの濃度 (mg P / ℓ) = リン酸イオン濃度 (mg P O<sub>4</sub><sup>3-</sup> / ℓ) × 0.326

## 硫酸イオン (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> · S)

### — 方法 —

1. 試料水を 20 ml とし、水を加えて 40 ml とする。
2. 塩酸 (1 N) 1 ml と塩化バリウム-ゼラチン溶液 4 ml を加えた後、水を加えて 50 ml とする。
3. 15 分間放置後、セルに溶液を移し、分光光度計を用いて 700 nm 付近の波長で吸光度を測定。
4. 硫酸イオン標準液を用いて検量線を作成、それから SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> の濃度を求める。

### — 原理 —

2.  $\text{BaCl}_2 + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{BaSO}_4 + 2\text{Cl}^-$  で BaSO<sub>4</sub> が出来る。  
NaCl の緩衝作用により Cl<sup>-</sup> 濃度は一定に保たれる。
3. BaSO<sub>4</sub> の濃度を BaSO<sub>4</sub> の沈殿による濁度を利用して測る。

### — 試薬 —

#### 1 : 塩化バリウム-ゼラチン溶液

塩化ナトリウム 59 g と塩化バリウム 10 g を約 400 ml の水に溶かし、細かくした良質のゼラチン 20 g を加え、水溶上で時々かき混ぜながら 30 分くらい加熱し完全に溶かす。この溶液を室温まで冷却し、これに卵一個分の卵白を加えてよくかき混ぜ、再び水溶上でかき混ぜながら 30 分間以上加熱する。その後、ふきこぼれないように注意してかき混ぜながら、直火で数分加熱する。冷却後、濾過する。水を加えて 500 ml とし、防腐剤としてキシロール又はトリオールを加えて保存する。固まったら温めて溶かす。

#### 2 : 塩酸 (1 N)

35% 塩酸 88.3 ml を溶かして 1 ℓ とする。

#### 3 : 硫酸イオン標準液 (0.5 g SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> / ℓ)

乾燥した硫酸カリウムを、0.907 g 水に溶かして 1 ℓ とする。(P114 参照)

# COD<sub>Mn</sub>

(解説)

\* CODとは何か、

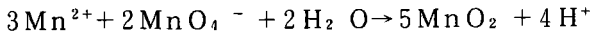
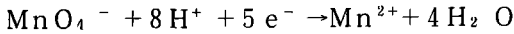
化学的酸素要求量のことである。水中の有機物を分解させるためにKMnO<sub>4</sub>を用いる。当然この数値が高ければ、有機物が多く、水が汚れていることになる。

## — 方法 —

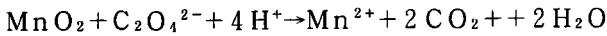
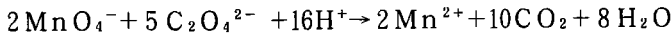
- 1 : 試料水50mlを 300mlの三角フラスコにとり、水を加えて100mlとする。
- 2 : 硫酸(1+2)10mlと硫酸銀の粉末1gを加え、激しく振り混ぜて数分間放置する。
- 3 : その後、過マンガン酸カリウム溶液(N/40)を正確に10ml加え、混ぜた後沸騰水溶に入れる。このとき試料の液面は水面下にあるように、沸騰水を加えるようにして、30分間加熱する。
- 4 : 加熱後、シュウ酸ナトリウム溶液(N/40)10mlを加え、60~80°Cに保ちながらN/40過マンガン酸カリウム溶液でうすい紅色になるまで逆滴定する。
- 5 : 同様に空実験をおこなう。

## — 原理 —

- 3 : 過マンガン酸カリウム(KMnO<sub>4</sub>)は硫酸下で次のように反応して酸化を行う。



- 4 : シュウ酸ナトリウムは過マンガン酸カリウムを以下のように還元する。



その後、過剰のシュウ酸ナトリウムを過マンガン酸カリウムで滴定する。

## — 試薬 —

- 1 : 硫酸(1+2)  
水2溶に硫酸1溶を加え、薄い紅色を呈するまで過マンガン酸カリウム溶液を加える。
- 2 : 硫酸銀  
乳鉢で、すりつぶす。
- 3 : シュウ酸ナトリウム溶液(標定用、N/40)  
シュウ酸ナトリウムを150~200°Cで乾燥させ、1.675gを正しくはかり水に溶かして1ℓとする。
- 4 : 過マンガン酸カリウム溶液(N/40)  
過マンガン酸カリウム0.8gをフラスコにとり、水約1100mlに溶かし、1~2時間静かに煮沸し、一夜暗所に放置した後、これをガラス濾過器で濾過する。これを褐色瓶に入れ保存する。

<過マンガン酸カリウム溶液の標定>

水 100ml を三角フラスコ 300ml にとり、硫酸 (1 + 2) 10ml 加え、これに標定用シュウ酸ナトリウム溶液 10ml を加え、60~80℃ に保ちながらこの過マンガン酸カリウム溶液で滴定する。別に空実験も行い補正する。下式より、ファクターを算出する。

$$f = \frac{10}{X - a}$$

X : 滴定に用いた過マンガン酸カリウム溶液 (ml)

a : 空実験に用いた過マンガン酸カリウム溶液 (ml)

— 計 算 —

$$\text{COD}_{\text{Mn}} = (b - a) \times f \times \frac{1000}{50} \times 0.2$$

COD<sub>Mn</sub> : 過マンガン酸カリウムによる酸素消費量 (mgO / ℓ)

b : 滴定に要した過マンガン酸カリウム溶液 (ml)

a : 空実験に要した過マンガン酸カリウム溶液 (ml)

f : ファクター

50 : 試料 (ml)

CODの廃液からの銀の回収

廃液に食塩を過剰に加え、銀を塩化銀として沈澱させる。上澄みを捨て、濾過し沈澱を十分に水洗いする。この沈澱をビーカーに移し、2~3倍量の水を加えて、溶液 100ml に対して塩酸 (1 + 1) 5~10ml を加え、これに亜鉛を加えてかき混ぜる。このときできた銀をろ過、洗浄、乾燥させる。そして少量のホウ酸ナトリウムを加えて、るつぼの中で加熱融解し、水に流し込み、粒状の銀を得る。

塩化物イオン (Cl<sup>-</sup>)

硝酸イオン (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

カリウムイオン (K<sup>+</sup>)

酸化還元電位 (ORP)

HORIBA のイオンメーター N-8 F を使用。

他にもナトリウムイオンが測定可。

pH

SHIMAZU のデジタル pH メーター NPH-15D を使用。

溶存酸素 (DO)

電気伝導度 (COND)

濁度 (TURB)

HORIBA の水質チェッカー U-7 を使用。他にも pH が使用可。

## <参考> 有機物分解量(OC)

(解説)

これは、JISになく、我々も合宿の時にしか行わない。

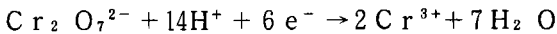
原理は、重クロム酸カリウムを酸化剤として用い、発熱には硫酸の水和熱を用いるものである。扱いにくい重クロム酸カリウムを使うという短所と、戸外でも行える長所がある。河川の自浄作用を戸外で調べるときには、専らこの方法によっている。操作はくれぐれも注意されたい。

### — 方法 —

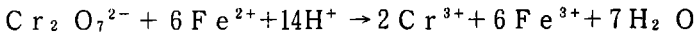
- 1 : あらかじめ硫酸第二水銀 0.5g を三角フラスコにとり、試料水 10ml を入れ、水を加えて 20ml とする。よく振り混ぜる。
- 2 : 次に重クロム酸カリウム溶液 (N/20) 10ml を加え、硫酸—硫酸銀溶液 20ml を、メスシリンダーで量り、よく振り混ぜている所に一気に加えてよくふり混ぜる。15分ほど放置する。
- 3 : この溶液を冷却した後、更に水で 200ml に薄める。
- 4 : 指示薬として O-フェナントロリン第一鉄溶液 2~3 滴加えて、N/20 硫酸第一鉄アンモニウム溶液で滴定する。
- 5 : 別に水 20ml をとり、試料水と同様に空実験を行う。

### — 原理 —

- 1 : マスキングのために硫酸第二水銀を加える。
- 2 : 重クロム酸カリウムは次のように酸化を行う。



- 3 : 滴定下では以下のように反応が進む。



(P117 ~ P118 を参照のこと)

## あとがき

やっと化学部に機械化革命がっ!!!

というわけで、PC-9801でグラフと表をつくったわけですが、やっぱり手書きと混合になってしまいました。ああ、なさけない。ついでに考察などは、モーおっとなさけなくて、ちちくなくなっていました。どうか、これを読んでも、おこったりしないで、一緒に理由を考えて下さい。うーんやっぱりちちいなあ。

1989. 9. 16 部長 舞弓貴久

ION vol. 40

1989. 9. 16 発行

1989. 9. 16, 17 配付

発行者 都立立川高等学校 化学部

発行責任者 舞弓貴久

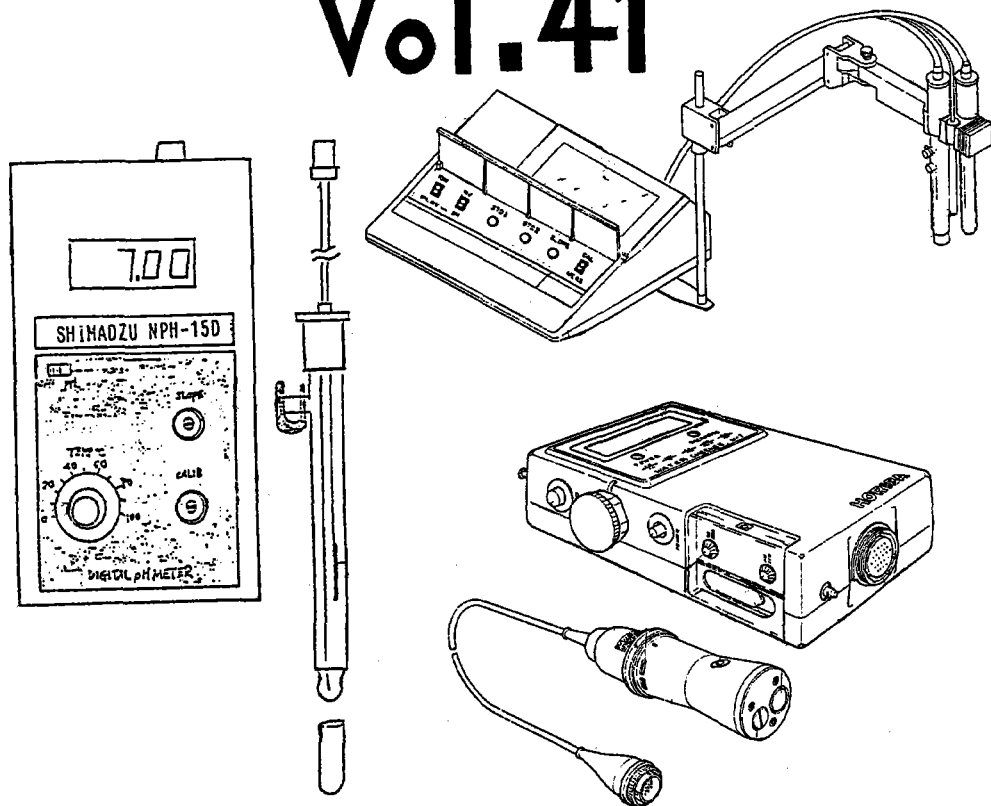
発行所 立川市錦町2-13-5

発行部数 約200部

平成元年度(冬)

# ION

Vol.41



1990. 3 .26

東京都立立川高校化学部

## ま え が き

なんとかIONvol.41を発行することができました。今年、立川高校は新校舎に引っ越すため、実験室が物置きようになってしまったり、器具も片付けなくてはならないので、やむなく冬期採水では秋川を削ることとなってしまいました。

多摩川の水質測定は例年通り行いましたが、ナトリウムイオンが初めてうまくいったのとは反対に、今回はカリウムイオンが機器の調子が悪くて結局測定できず、それに手まどったおかげでION発行のため連日大忙しでした。

ここで測定の御指導をして下さった、小島先生、野田先生、伏見先生にお礼を申し上げるとともに、協力してくれた部員の皆さんに感謝いたします。

平成2年3月26日

部長 佐藤大輔

### 平成元年度多摩川の冬期水質調査（全流域）

1990年2月12日（月）に決行しました。

今回は秋川を削ったため41地点で採水しました。当初2月4日（日）に行うはずだった採水が大雪のため延期となったうえ、前日（2/11）に雨が降り、当日の天気心配されましたが見事に快晴。

中流班では自転車のチェーンが切れてしまったり、最上流班が午後6時過ぎまでかかってしまったりしましたが、大した事故もなく採水は無事終わりました。

採水班（1か所につき1ℓポリビン×2本+500mlポリビン1本を採水）

- |         |      |                |
|---------|------|----------------|
| 1. 最上流班 | 小島先生 | 佐藤・安藤（自動車）     |
| 2. 上流班  | 伏見先生 | 舞弓・小野里（自動車）    |
| 3. 中流班  |      | 町田・臣永（自転車）     |
| 4. 下流班  | 野田先生 | 小和田・田中・長山（自動車） |
| 電話番     | 山崎明子 |                |

採水地点 1. D～M      2. r～C      3. l～q      4. a～k





多摩川水質測定データ

場所 \ 項目 単位	P H	COND mS/cm	ORP mv	TURB ppm	COD <sub>Mn</sub> ppm	水温 ℃	気温 ℃	時刻 時 分
a 羽田空港	6.92	25.4	192	5	38.9	10.5	12.2	10:10
b 大師橋	6.65	19.1	191	4	32.4	10.5	13.1	10:33
c 六郷橋	6.61	3.2	218	4	9.12	11.5	13.0	11:19
d 多摩川大橋	6.49	0.1	234	4	7.49	11.4	14.3	11:47
e ガス橋	7.00	0.5	237	5	8.95	11.2	12.4	12:09
f 丸子橋	6.54	0.5	244	4	7.20	11.6	14.1	12:52
g 第三京浜下	6.59	0.5	253	3	9.91	14.2	14.7	13:11
h 二子橋	6.54	0.5	260	4	8.49	12.3	13.4	13:30
i 東名高速下	6.77	0.5	257	6	8.53	13.4	13.3	14:00
j 多摩水道橋	7.20	0.5	249	4	9.32	12.1	15.2	14:20
k 二ヶ嶺分水	6.69	0.5	269	4	7.12	12.1	14.8	14:39
l 多摩川原橋	6.64	0.5	269	2	6.66	10.9	15.3	10:36
m 是政橋	7.51	0.5	258	2	4.75	14.5	12.9	11:16
n 関戸橋	7.04	0.4	272	3	6.24	13.1	13.5	12:01
o 中央高速下	7.09	0.4	273	6	7.03	10.5	13.4	12:45
p 日野橋	7.21	0.5	282	3	8.32	14.7	15.4	13:23
q 中央線鉄橋下	7.07	0.3	238	5	8.74	12.3	17.4	13:53

場所	項目 単位	P H	COND ms/cm	ORP mv	TURB ppm	COD <sub>Mn</sub> ppm	水温 (°C)	気温 (°C)	時刻 時分
r 多摩大橋		7.04	0.5	250	3	12.8	14.0	12.6	16:44
s 拝島橋		7.22	0.2	244	2	3.08	10.0	13.2	16:05
t 秋川合流点		7.21	0.2	242	2	2.66	10.6	14.7	15:33
u 五日市線下		7.25	0.3	228	2	3.54	11.7	13.7	13:46
v 羽村大橋		8.23	0.1	219	2	2.12	9.6	14.6	13:12
w 多摩川橋		7.97	0.1	227	2	2.16	8.9	13.8	12:50
x 下多摩川橋		7.93	0.1	230	2	2.21	8.3	14.1	12:31
y 調布橋		7.88	0.1	239	2	5.83	8.1	9.3	11:59
z 万年橋		7.82	0.1	241	3	1.79	7.6	12.4	11:34
A 和田橋		7.73	0.1	244	3	6.53	8.0	13.0	11:08
B 日向和田駅		7.71	0.1	243	3	5.87	7.9	13.7	10:46
C 二俣尾駅		7.68	0.1	249	3	4.29	7.1	11.6	10:17
D 沢井駅		7.66	0.0	241	2	1.12	6.7	6.7	18:00
E 御獄駅		7.67	0.0	242	4	1.04	6.7	6.6	17:35
F 川井駅		8.05	0.1	238	1	0.416	6.2	7.6	17:15
G 鳩ノ巣駅		7.86	0.1	242	3	0.333	6.8	8.3	16:50
H 白丸駅		7.69	0.1	247	1	0.375	7.5	8.6	16:20

場所	項目 単位	pH	COND ms/cm	ORP mv	TURB ppm	COD <sub>Mn</sub> ppm	水温 (°C)	気温 (°C)	時刻 時 分
I 奥多摩駅		7.97	0.1	243	2	1.29	6.6	9.4	15:45
I' 民宿若松荘下		7.63	0.0	255	2	4.16	8.7	10.8	14:50
J 境橋		7.55	0.0	253	2	0.791	7.7	9.1	14:30
K 小河内ダム		7.37	0.0	267	0	0.999	8.7	13.0	12:37
L 奥多摩湖東		7.42	0.0	271	0	1.25	8.1	12.4	11:37
M ドラムカン橋		7.42	0.1	277	1	1.37	8.2	14.6	11:09

多摩川水質測定データ

( mg/ℓ )

場所 \ 項目	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
a 羽田空港	5540	206	696	----	0.11	134	640
b 大師橋	4235	156	525	----	0.13	122	500
c 六郷橋	851	56.1	105	1560	0.18	41.2	134
d 多摩川大橋	121	31.8	17.6	225	0.21	8.49	61.1
e ガス橋	32.5	27.9	7.29	21.0	0.23	5.49	42.4
f 丸子橋	32.7	28.2	7.66	21.7	0.25	5.51	41.6
g 第三京浜下	31.4	27.9	7.17	22.8	0.26	5.34	38.7
h 二子橋	28.0	28.1	6.14	26.0	0.27	5.19	34.2
i 東名高速下	29.8	26.9	6.14	22.0	0.28	5.25	34.7
j 多摩水道橋	24.9	25.1	7.35	19.7	0.25	4.64	39.5
k 二ヶ嶺分水	22.8	24.2	8.69	18.3	0.23	4.13	34.7
l 多摩川原橋	23.8	24.3	6.57	15.5	0.22	4.13	32.6
m 是政橋	19.5	31.1	9.85	15.5	0.12	4.13	24.5
n 関戸橋	16.9	22.2	16.9	16.2	0.17	3.25	21.4
o 中央高速下	16.6	21.4	5.04	18.6	0.16	2.67	18.7
p 日野橋	31.7	20.6	6.87	19.0	0.36	3.37	35.4
q 中央線鉄橋下	15.5	16.4	7.35	13.1	0.13	3.06	13.1

( mg/ℓ )

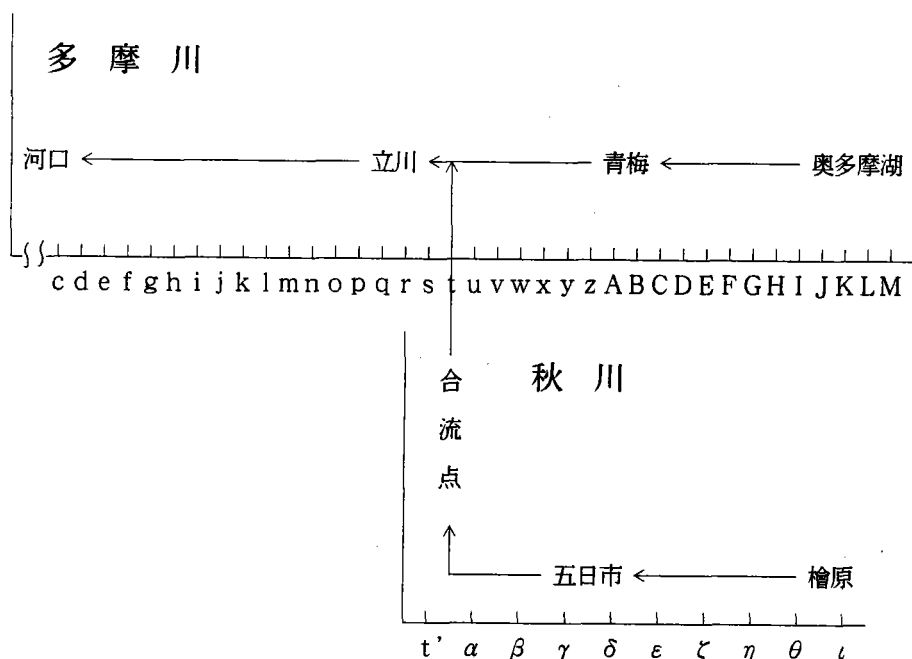
場所 \ 項目	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
r 多摩大橋	36.7	18.3	6.87	29.0	0.44	3.10	30.3
s 拝島橋	4.63	15.7	6.51	7.59	0.042	2.25	8.82
t 秋川合流点	5.77	17.8	6.02	7.11	0.052	2.19	10.7
u 五日市線下	6.94	16.2	6.81	10.0	0.056	2.09	7.33
v 羽村大橋	2.87	13.8	4.80	2.59	0.0082	0.182	11.5
w 多摩川橋	1.73	12.2	3.71	1.69	0.0049	0.121	3.84
x 下多摩川橋	1.58	12.0	4.32	2.38	0.0049	0.0911	3.72
y 調布橋	1.90	13.7	2.92	2.85	0.0057	0.0607	3.35
z 万年橋	2.04	12.6	3.65	2.01	0.0073	0.152	3.30
A 和田橋	1.71	14.2	2.61	3.02	0.0065	0.0911	3.12
B 日向和田駅	1.53	14.6	2.25	1.36	0.0065	0.0607	3.11
C 二俣尾駅	1.49	13.0	4.01	2.25	0.0073	0.0911	3.46
D 沢井駅	0.998	13.6	2.56	2.74	0.0065	0.0911	2.36
E 御獄駅	0.928	13.9	1.58	2.14	0.0057	0.0911	2.79
F 川井駅	2.25	14.1	4.56	3.18	0.0065	0.516	3.74
G 鳩ノ巣駅	1.15	12.6	3.83	1.77	0.0057	0.0911	3.27
H 白丸駅	0.882	14.3	1.83	1.71	0.0057	0.0607	3.35

( mg/ℓ )

場所	項目	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
I 奥多摩駅		0.687	11.3	7.54	1.17	0.011	0.121	3.67
I' 民宿若松荘下		0.710	8.30	2.49	1.12	0.0049	0.0911	2.77
J 境橋		0.858	7.50	2.79	0.558	0.0041	0.0607	2.70
K 小河内ダム		0.734	6.10	3.04	0.0558	0.0041	0.0607	2.52
L 奥多摩湖東		0.763	6.20	2.19	0.726	0.0041	0.0303	2.94
M ドラムカン橋		1.26	7.00	2.13	1.06	0.0033	0.0000	2.38

多摩川採水電話管制記録 1990. 2. 12. (月)  
電話受信及び記録係 (2B) 山崎明子記

時刻	班	発信者	連絡内容
11:00	上流	舞弓くん	C. B採水 Aへ
11:45	中流	町田くん	mとnのあいだで自転車のチェーンが切れたため、遅くなる。 l、m採水 nへ
12:55	最上流	佐藤くん	M. L. K採水 Jへ
14:15	中流	町田くん	n. o. p. q採水 終了 これから昼食 (自転車はなんとか大丈夫)
15:05	上流	舞弓くん	A → t' 採水 昼食中
15:10	最上流	佐藤くん	J → I' 採水 昼食中
15:43	下流	野田先生	a → k 採水 終了 昼食中
17:25	上流	舞弓くん	t → r 採水 終了
17:35	最上流	小島先生	I → E 採水 Dへ

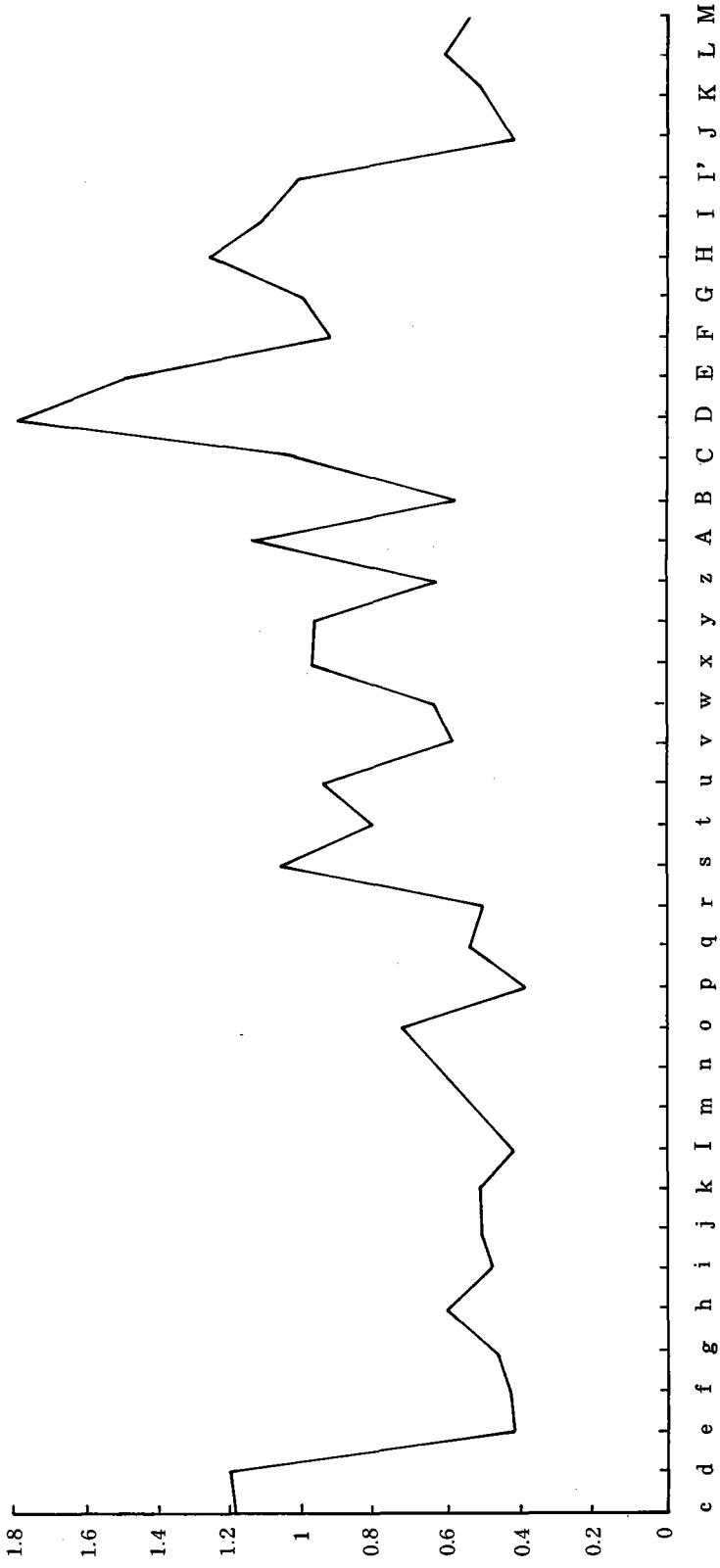


- $Ca^{2+}Mg^{2+}$  岩石の中から溶け出して河川水中に、又排水の中にも含まれている。
- $Cl^{-}$  水道水や排水、空気中の水や固体その他多くの要因が考えられる。
- $PO_4^{3-} \cdot P$  植物に必要な栄養で少ないとききれいな水である。多いとアオコの原因になる。
- $SO_4^{2-} \cdot S$  特に排水に多く含まれる。化石燃料の燃焼といった大気汚染物 ( $SO_2$ ) ( $SO_3$ ) が起源にもなっている。
- CODMn 一応有機物の量の目安となる。排水の影響を多くうける。
- pH 酸性or中性orアルカリ性を示す。二酸化炭素の影響を多くうける。
- COND 電気伝導度の事で、イオンの総量の目安となる。
- ORP 酸化還元電位の事です?!
- DO 「溶存酸素」読んで字のごとく。
- TURB 「濁度」読んで字のごとく。
- $K^{+}$  肥料などに多く含まれる。
- $Na^{+}$  排水や、特に海水の影響をうける ( $Na^{+}$  のモル数と  $Cl^{-}$  のモル数の比が 1 : 1 となるとき P247 参照)。



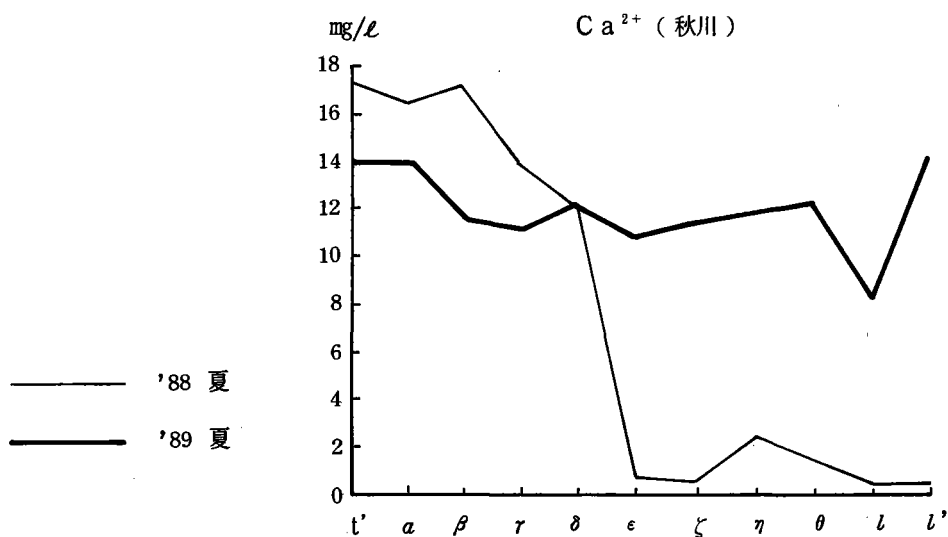
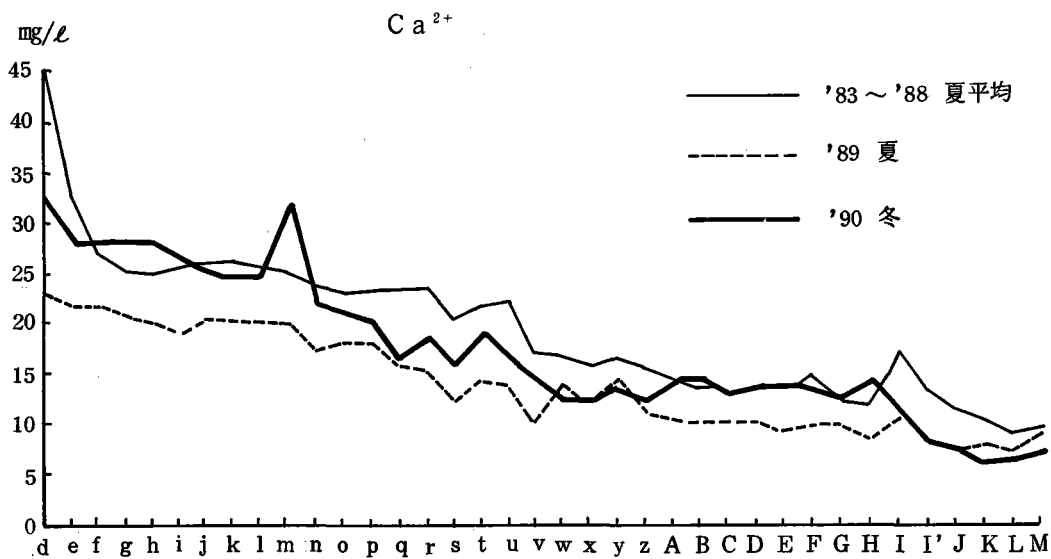
'90 冬  $\text{Cl}^-/\text{Na}^+$

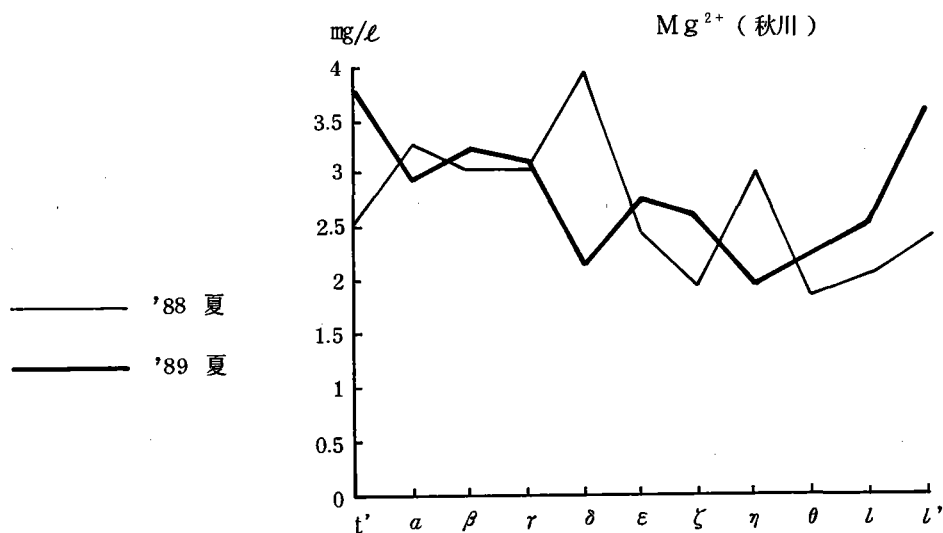
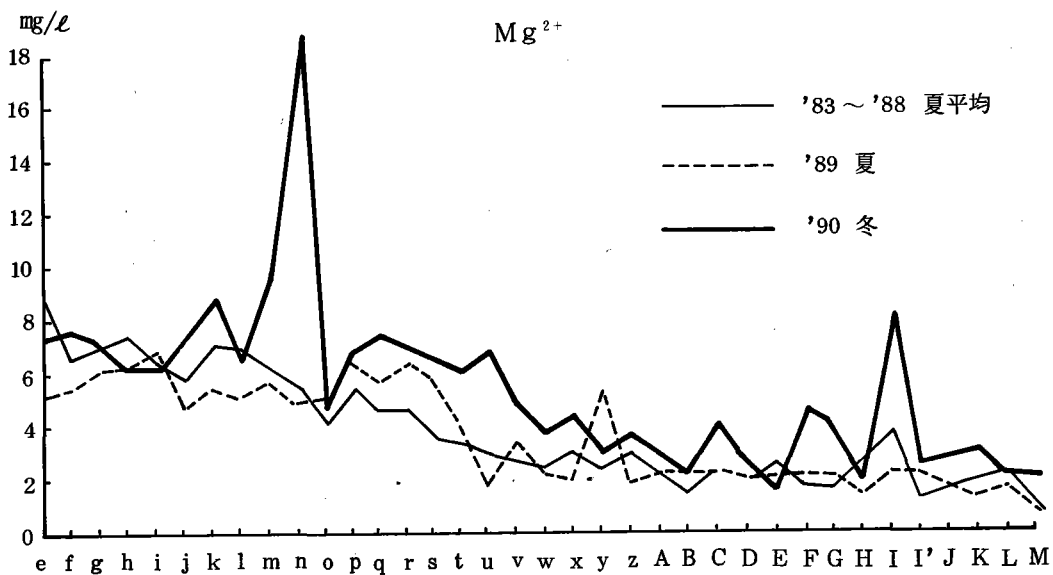
$\text{Cl}^-/\text{Na}^+$  ratio

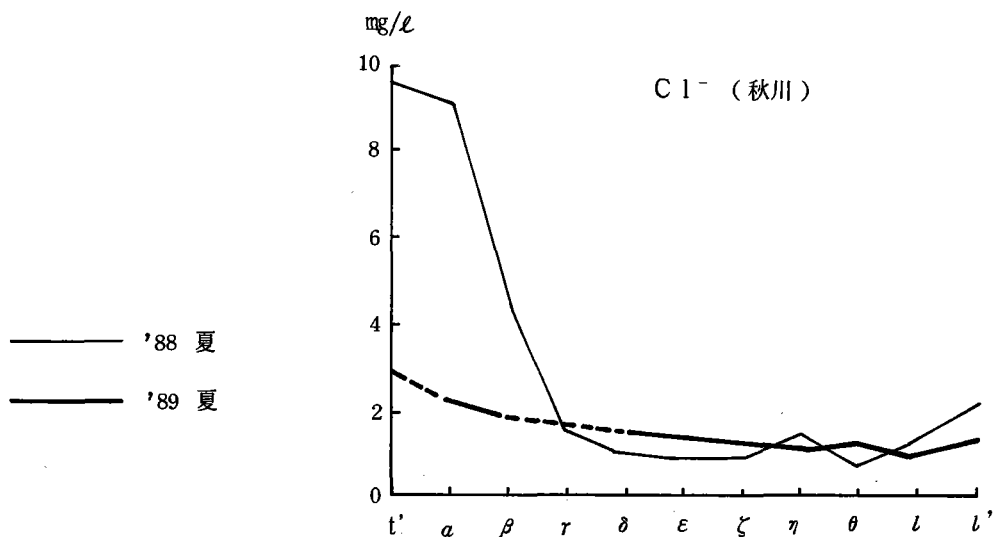
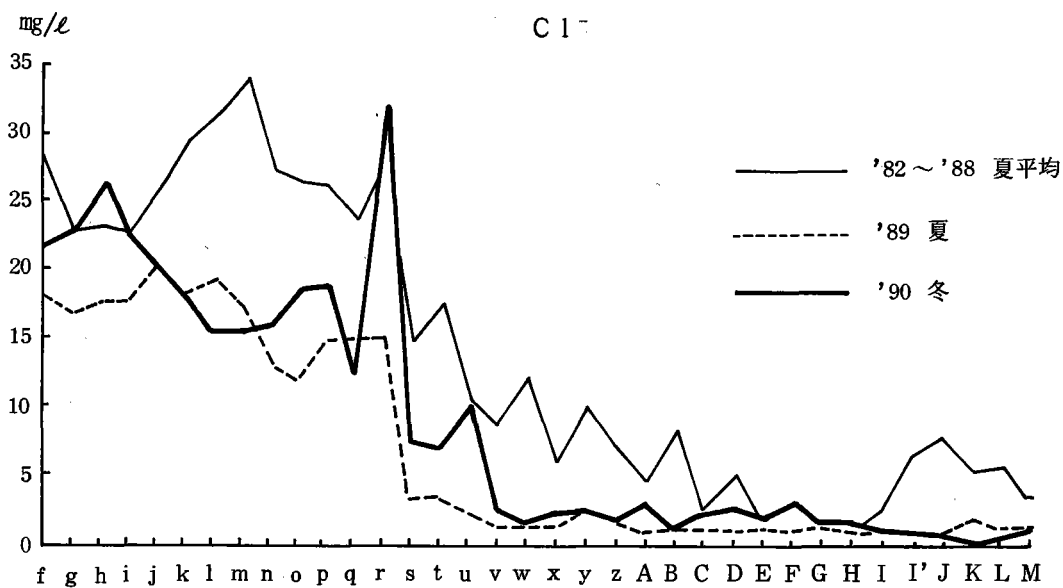


。このグラフは、 $\text{Cl}^-$  と  $\text{Na}^+$  をそれぞれ mol 濃度にして、 $\text{Cl}^-$  を  $\text{Na}^+$  で割り、その比率を求めたものです。

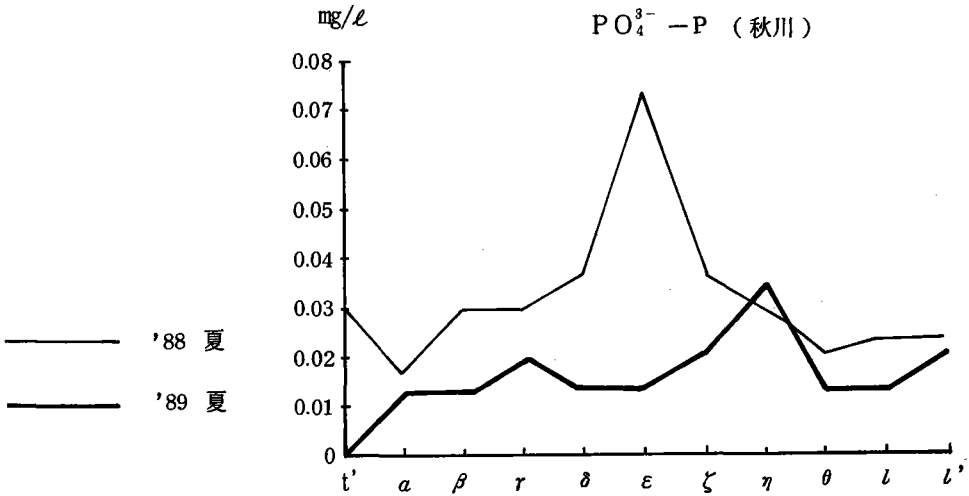
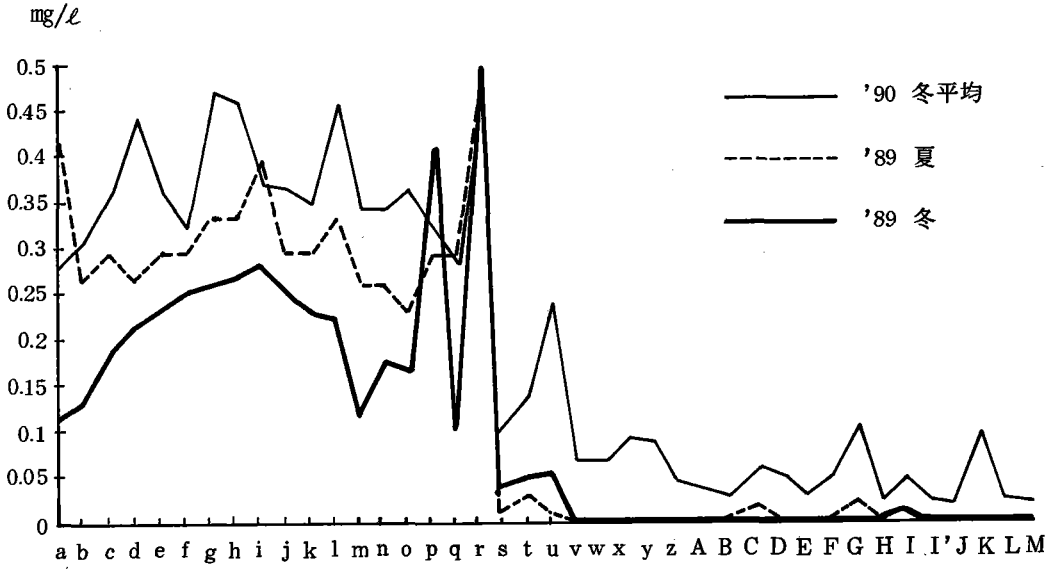
$\text{Cl}^-/\text{Na}^+$  が 1 に近い所では  $\text{NaCl}$  の影響が大きいと思われる。



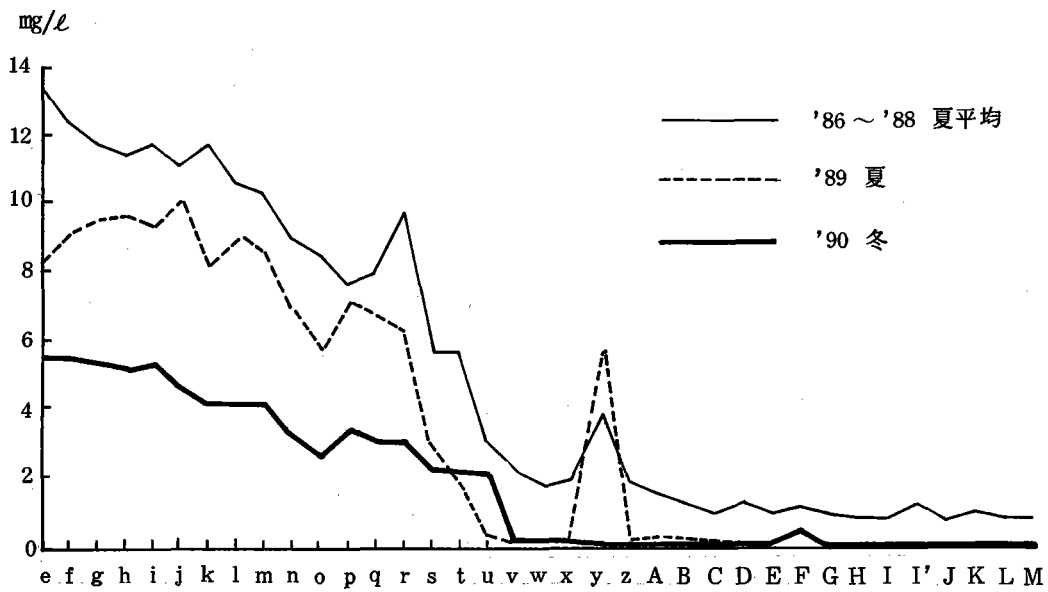




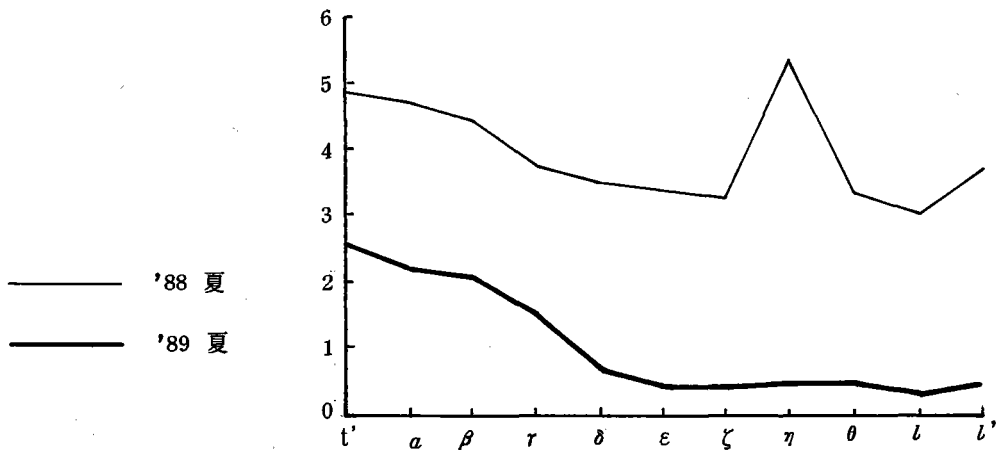
$\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$



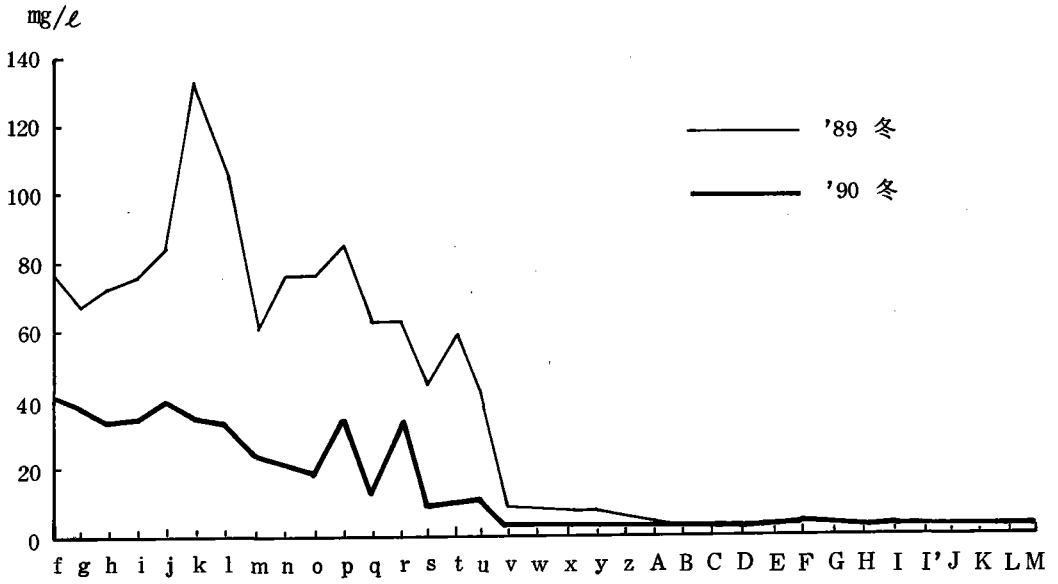
SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> - S

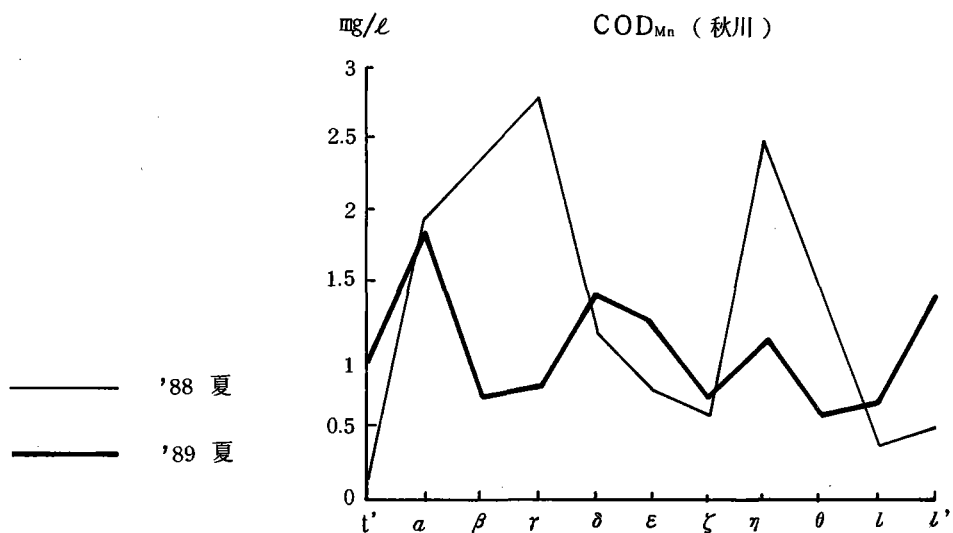
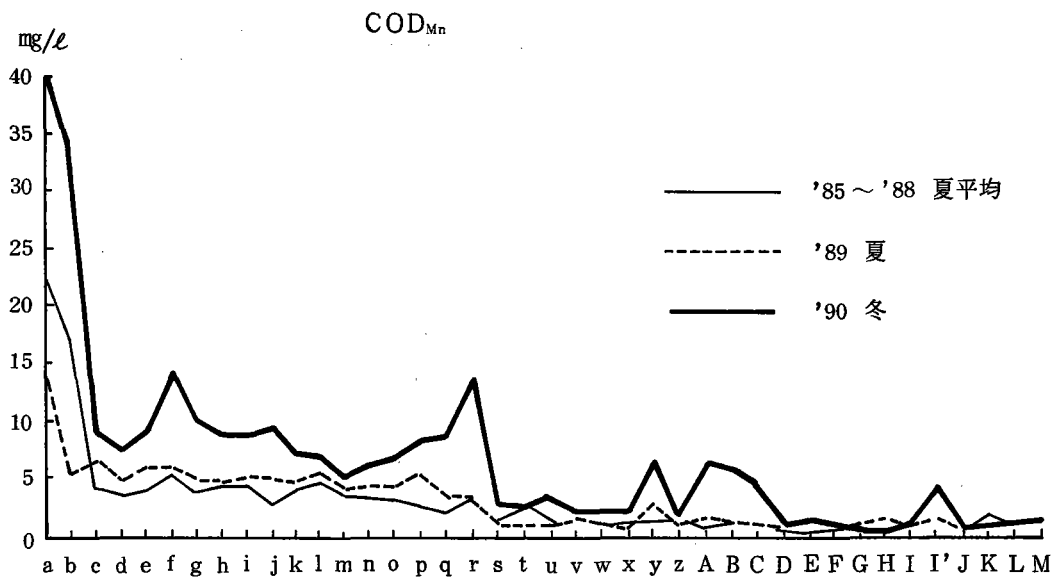


mg/l SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> - S (秋川)



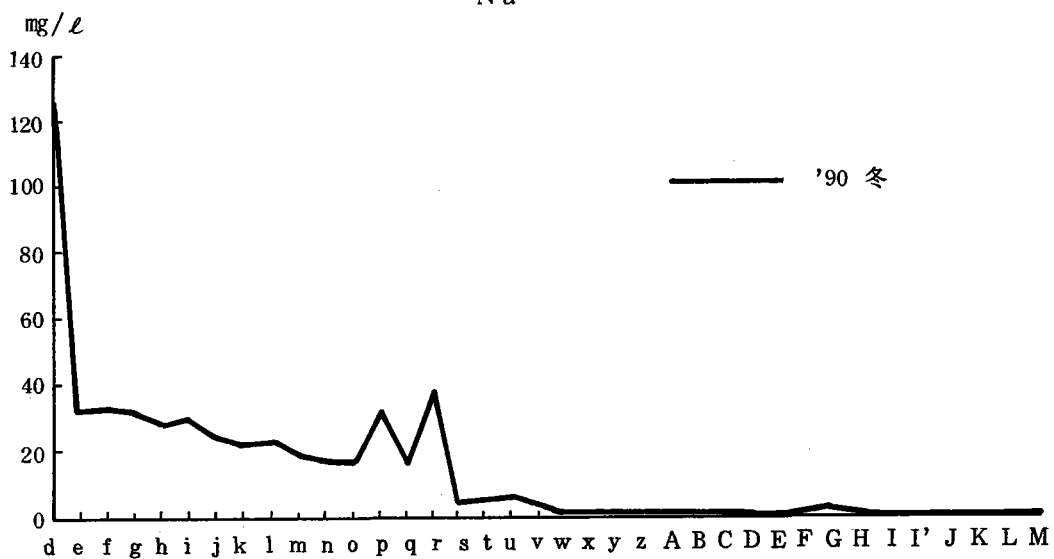
NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

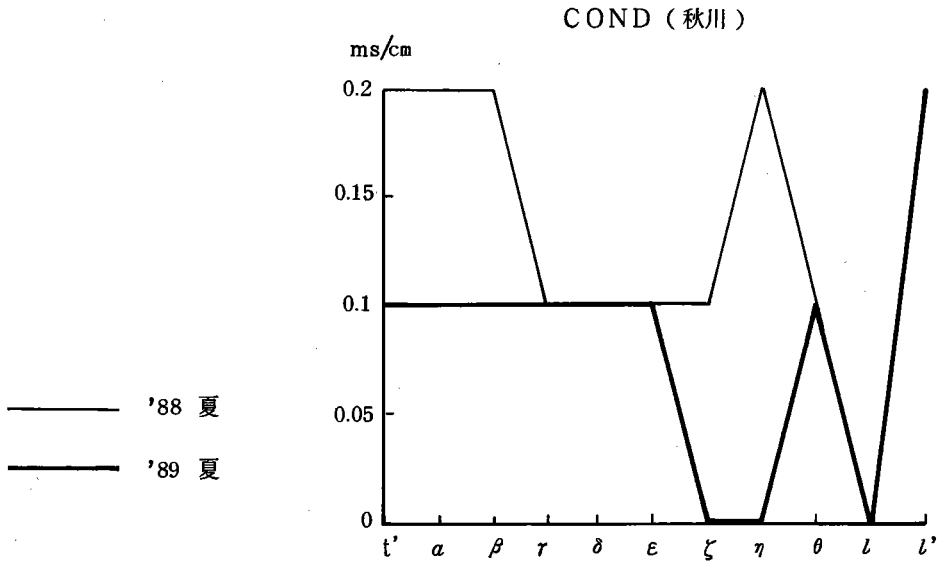
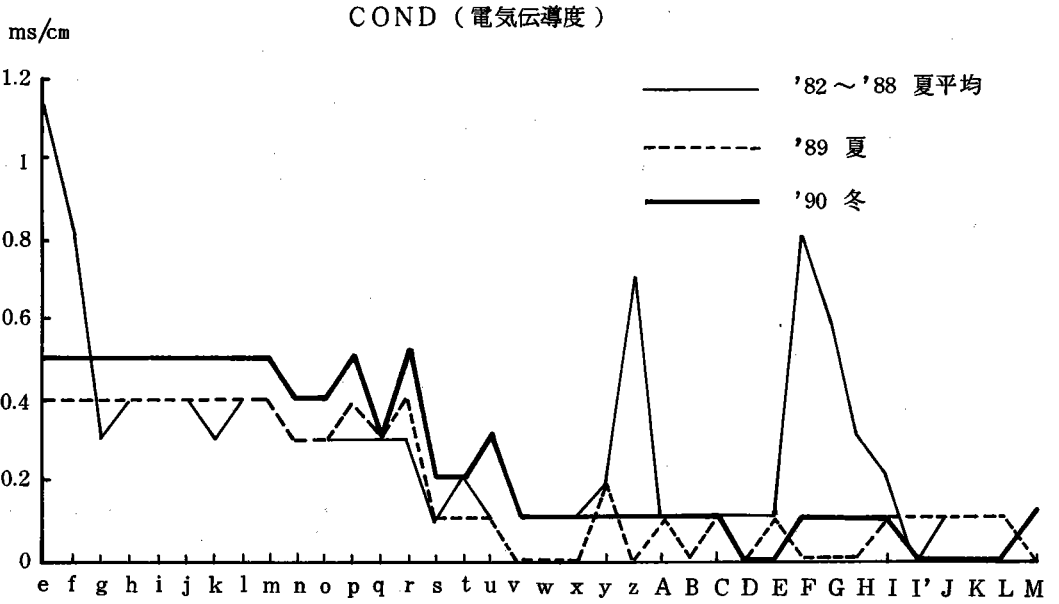




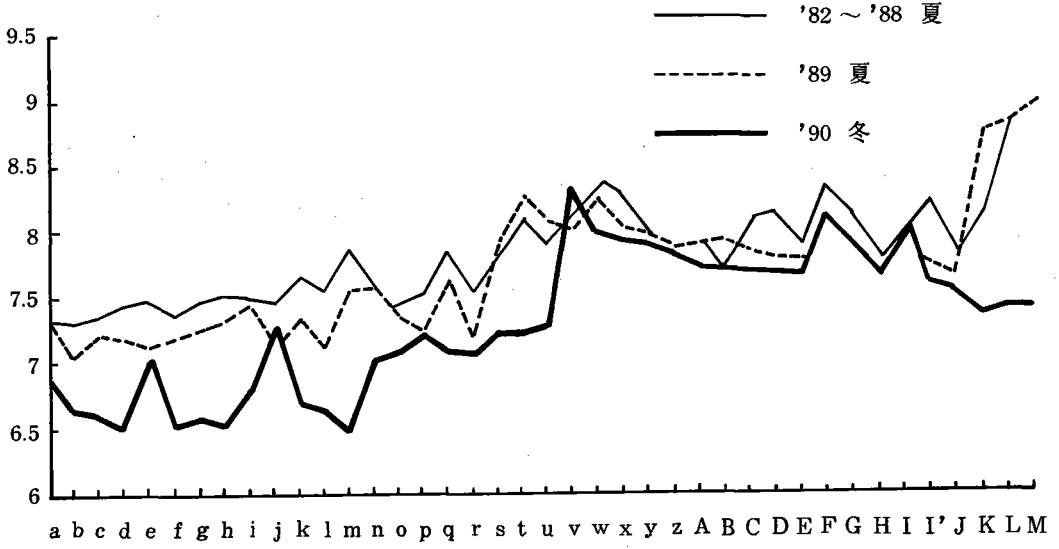


Na<sup>+</sup>

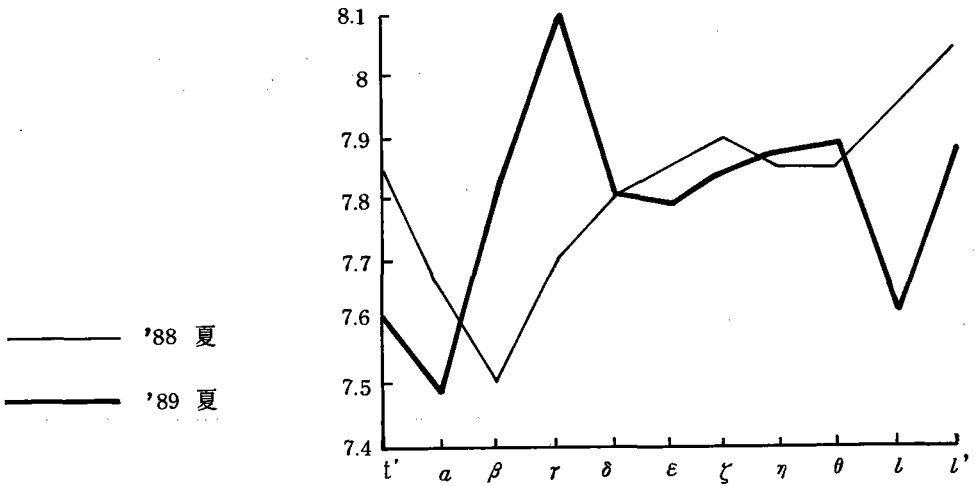




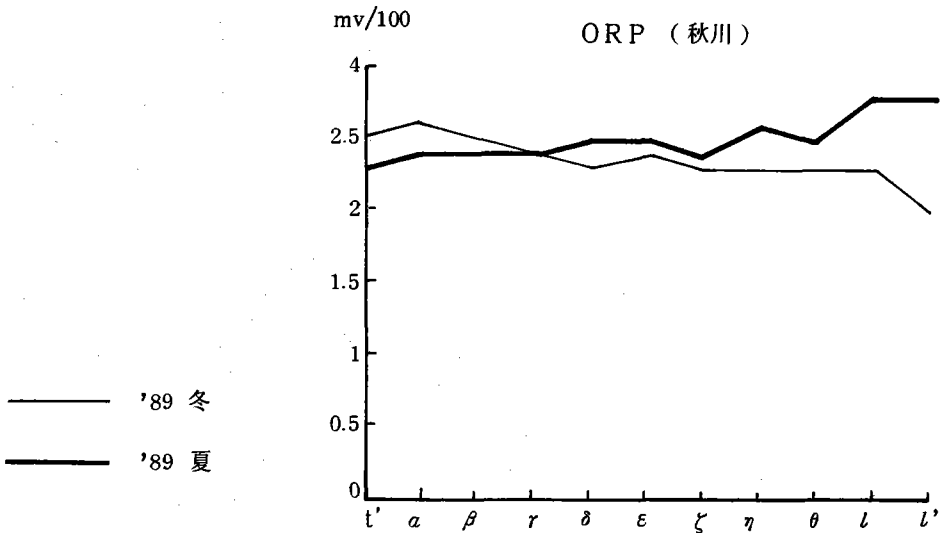
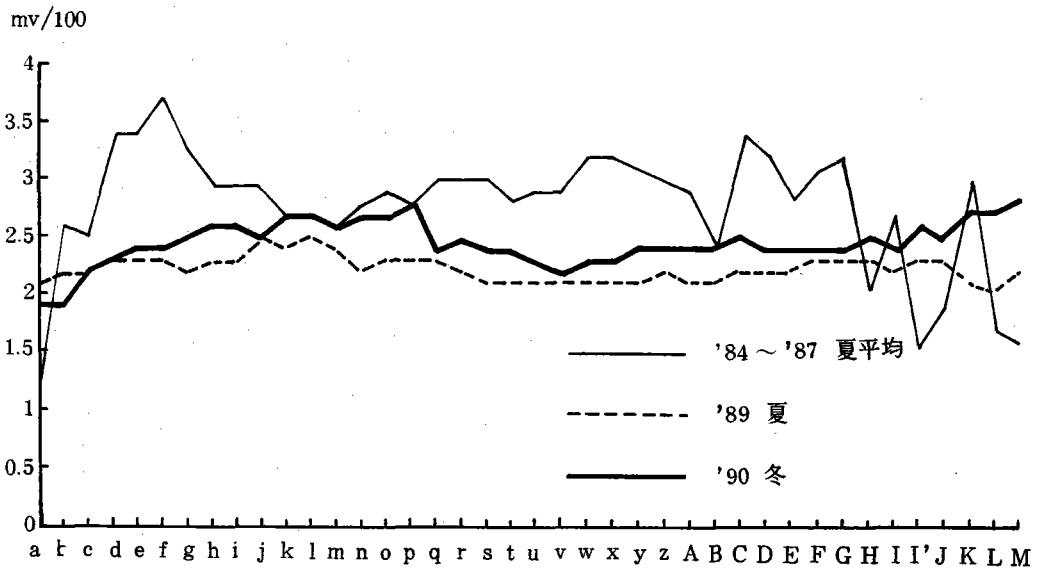
pH



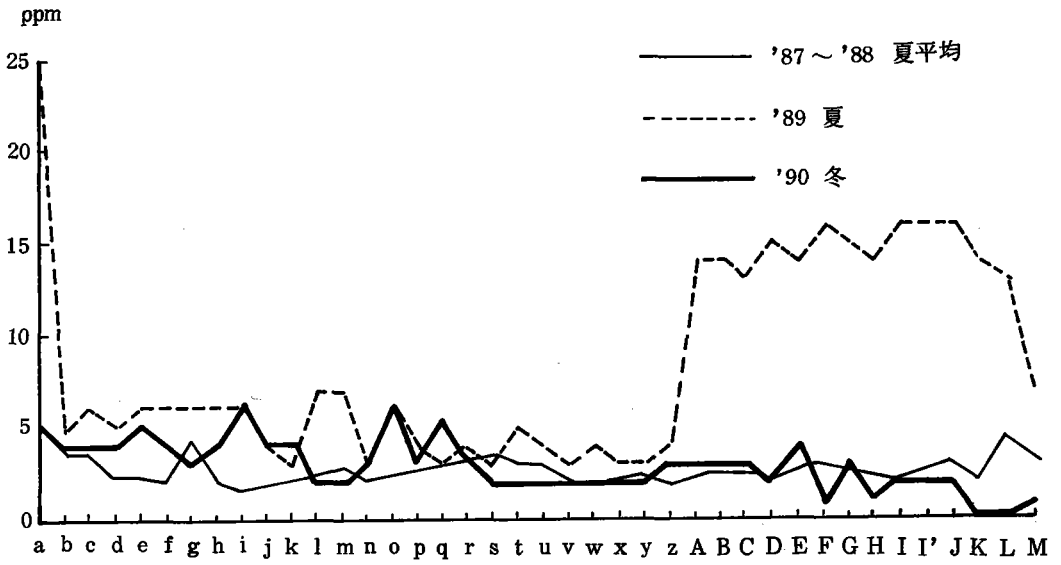
pH (秋川)



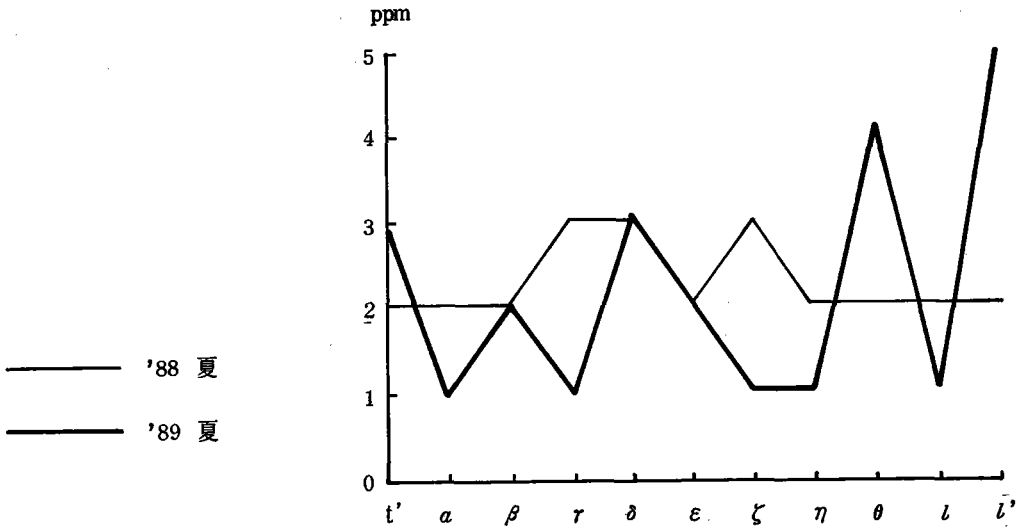
ORP (酸化還元電位)



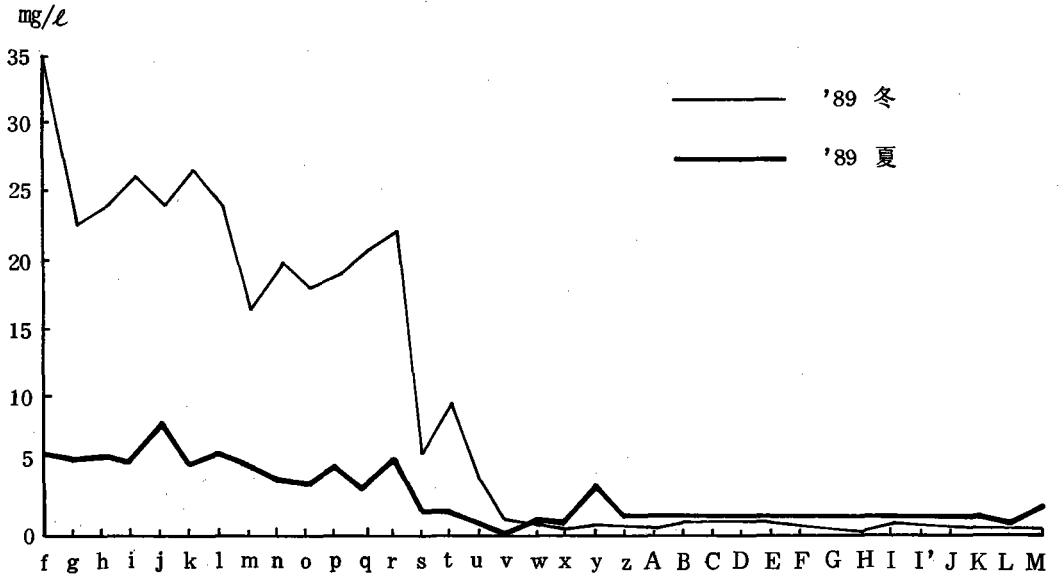
TURB (濁度)



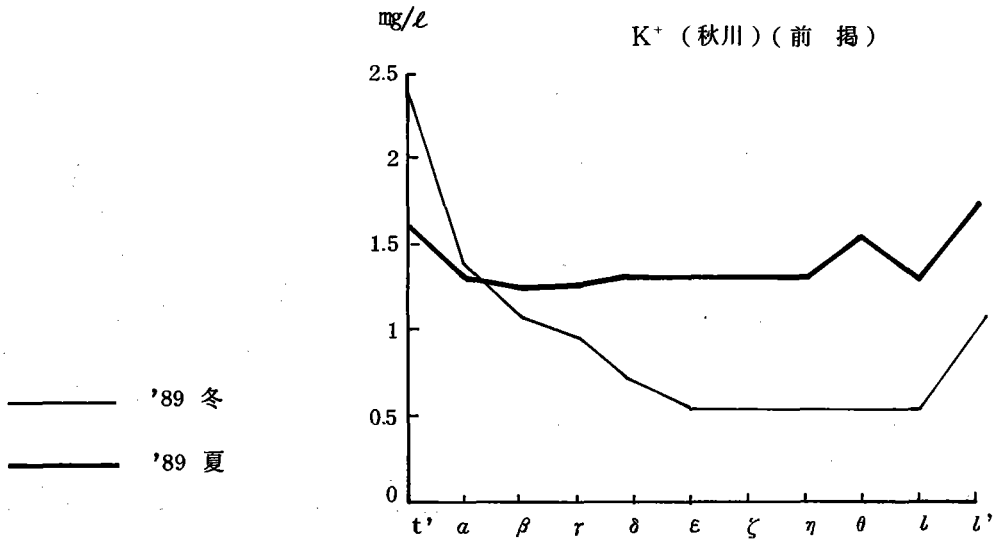
TURB (秋川)



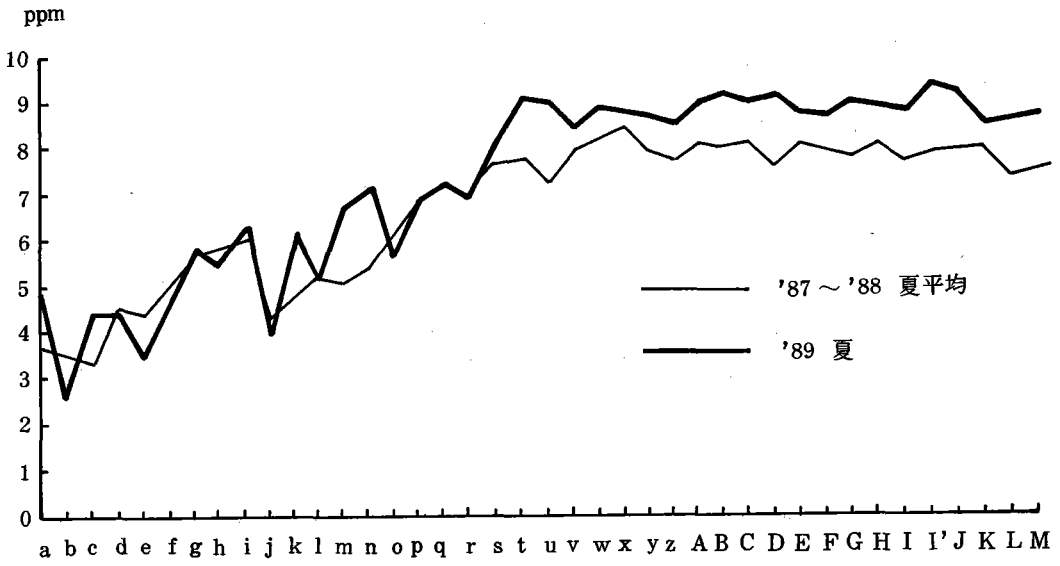
K<sup>+</sup> (前 掲)



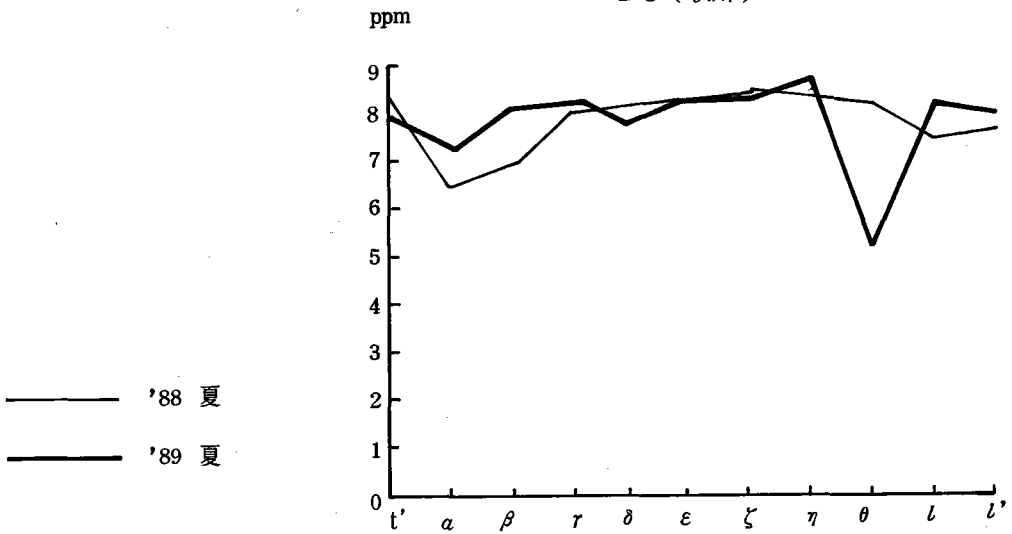
K<sup>+</sup> (秋川) (前 掲)



DO (溶存酸素)



DO (秋川)



○奥多摩湖における深度別水質調査

化学会の方に提出した調査結果には決行した日が書かれておらず、場所も明確に示していませんでした。ここでお詫びをするとともに日時を下に記しておきます。申しわけありませんでした。（採水地点は次のページに載せてあります）

1月15日（月）に決行しました。

採水には佐藤・小和田をはじめとして主に1、2年生で行って来ました。採水は何十mも採水器を下ろした後、手で引き上げるので時間がかかってしまい、おまけに釣人もいるので思うようにはかどらず、結局午前9時頃から始めて午後4時頃までかかってしまいました。しかし事故もなく無事に終わり本当に良かったです。

採水地点　ドラムカン橋中央（M）、北側（N）、南側（S）の3地点で10mごとに水 500mlを採水。





カルシウムイオン ( $\text{Ca}^{2+}$ )

(解説)

\*キレート滴定とは

キレート試薬を用いて金属イオンを定量する滴定法である。金属キレート化合物の生成反応を利用している。

\*NN指示薬 (NANA指示薬) とは

2, 2'-ジヒドロキシ-4'-スルホ-1, 1'-アゾナフタレン-3-カルボン酸 のこと。

黒色粉末

変色 赤から青

水にわずかに溶ける

水溶液はpH7付近で紫色

pH12-13で青色を呈する

Caにより赤色を呈する

\*EDTA (Ethylene Diamine Tetra Acetic acid) 標準溶液とは  
 ちょうどカニがハサミで金属イオンをはさんでいるような形をとるので、キレート (chela te : カニのハサミという意味のギリシャ語が語源) 化合物とよぶ。M : EDTA = 1 : 1 で反応する。

## 方法

1. 試料水 20 ml をコニカルビーカーにとり、水を加えて 50 ml とする。
2. 水酸化カリウム (KOH) 溶液 (8.9 N) 4 ml を加え、5 分間放置する。
3. 塩化ヒドロキシルアンモニウム溶液を 0.5 ml 加え、NN 指示薬も少量加える。
4. EDTA 標準溶液で赤から青になるまで滴定する。

## 原理

2.  $\text{Mg}^{2+}$  のマスキング及び NN 指示薬の発色のために KOH を加え、pH 13 以上にする。
3. NN 指示薬を少量加えることによって、 $\text{Ca}^{2+}$  が溶液中にあるため、赤色を呈する
4.  $\text{Ca}^{2+}$  が含まれることによって赤色を呈していた水溶液が EDTA と  $\text{Ca}^{2+}$  が水溶液中になくなる。  $\text{Ca}^{2+}$  がなくなった時、青色を呈する。

— 試薬 —

1: 水酸化カリウム溶液

水酸化カリウム 250 g を水に溶かして 500 ml とする。ポリエチレン瓶に保存する。

2: 塩化ヒドロキシルアンモニウム溶液

塩化ヒドロキシルアミン 10 g を水に溶かして 100 ml とする。

3: NN 指示薬

4: 0.01 mol/l EDTA 溶液

エチレンジアミン四酢酸二ナトリウム二水合物を 80°C で乾燥し、放冷した後、3.722 g とり、水を加えて 1 l にする。

— 計算 —

$$C = a \times \frac{1000}{20} \times 0.4$$

C: カルシウム (mg Ca / l)  
a: 滴定に要した EDTA (ml)  
20: 試料 (ml)  
0.4: EDTA 溶液 1 ml のカルシウム相当量 (mg)

$$= a \times 20$$

マグネシウムイオン (Mg<sup>2+</sup>)

(解説)

\* EBT (エリオクロムブラック T)

黒紫色

金属光沢をもった粉末

変色 赤から青

水、アルコールに、溶けやすい。

水溶液は酸性で赤色、pH 7-11 で青色、pH 12 以上で橙色

pH 7-11 の青色溶液に Mg<sup>2+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Zn<sup>2+</sup>、Cd<sup>2+</sup> などにより赤色を呈する。

— 方法 —

1. 試料水 20 ml をコニカルビーカーにとり、水を加えて 50 ml とする。
2. 塩化ヒドロキシルアンモニウム溶液数滴及び塩化アンモニウム-アンモニア緩衝液 (pH 10) 1 ml を加える。
3. EBT 指示薬を、1, 2 滴加える。
4. EDTA 溶液で赤から青になるまで滴定する。

— 原理 —

2. 塩化ヒドロキシルアミンは金属イオンをマスクングするために加える。指示薬を発色させ、なおかつ $Mg^{2+}$ をとかしこむためにpH10の緩衝液でpH10に安定させる。
3. EBT指示薬を入れることによって、 $Mg^{2+}$ 、 $Ca^{2+}$ が溶液中にあるため赤色を呈する。
4.  $Mg^{2+}$ 、 $Ca^{2+}$ が含まれることによって、赤色を呈していた水溶液が、EDTAと $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ が1:1で反応することにより、 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ が、溶液中からなくなる。そして、 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ がなくなった時、青色を呈する。但し、ここで求まるのは、 $Ca^{2+}$ と $Mg^{2+}$ の総和。

— 試薬 —

- 1: 塩化ヒドロキシルアンモニウム溶液 ( $Ca^{2+}$  に同じ)
- 2: 塩化アンモニウム-アンモニア緩衝液 (pH10)  
塩化アンモニウム67.5gをアンモニア水570mlに溶かし、水で1ℓとする。
- 3: EBT溶液  
EBT0.5gをメタノール100mlに溶かし、塩化ヒドロキシルアンモニウム0.5gを加える。褐色瓶に入れ、密栓して保存する。
- 4: 0.01mol/ℓEDTA溶液 ( $Ca^{2+}$  に同じ)

— 計算 —

$$M = \left( \frac{a}{20} - \frac{b}{20} \right) \times 1000 \times 0.243$$

M: マグネシウム (mgMg/ℓ)

a: 滴定に要したEDTA溶液 (ml)

b:  $Ca^{2+}$ の滴定に要したEDTA溶液 (ml)

20: 試料 (ml)

0.243: 1/100mol/ℓ EDTA溶液1mlのマグネシウム相当量 (mg)

$$= (a - b) \times 12.15$$

## リン酸イオン ( $\text{PO}_4^{3-} \cdot \text{P}$ )

(解説)

\*モリブデン酸アンモニウム ( $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ ) 溶液とは  
七モリブデン酸六アンモニウム四水和物の水溶液のこと。

水に可容でリン定量試薬として用いる。

\*リン酸二水素カリウム ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) とは

水溶液は酸性、緩衝溶液である。

リン酸イオン ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) の標準溶液として用いる。

\*塩化第一スズ ( $\text{SnCl}_2$ ) とは

強還元剤、水に易溶。塩化スズ (II) ともいう。

\*ファクターとは

理論的には1:1で反応するはずだが、実際には1:1で反応させるのは難しい。ゆえにそのずれを測定して正してやる。これがファクターである。

### 方法

1. 試料を20ml、全量フラスコ50mlにとり、水を加えて約40mlとする。
2. モリブデン酸アンモニウム溶液5ml加え、振り混ぜた後、塩化スズ(II) 0.25mlを加え水を標線まで加え混ぜ、15分間放置する。
3. 溶液の一部を吸光セルに移し、波長700nm付近の吸光度を測定する。
4. 空実験として水約40mlをとり、2, 3の操作を行う。  
(検量線) リン酸イオン標準液1~30mlを1~4の操作を段階的に  
行い、関係線を作成する。

### 原理

2. モリブデン酸アンモニウム溶液を加えることにより、モリブドリン酸を生成させ、これを塩化スズ(II)で還元してモリブデン青を発色させる。

### 試薬

#### 1: モリブデン酸アンモニウム溶液

モリブデン酸アンモニウム四水和物15gを水約150mlに溶かし、これを硫酸(水約600ml中に硫酸182mlを加えて冷却したもの)中にかきまぜながら加え水を加えて1ℓとする。

#### 2: 塩化スズ(II) 溶液 (第一塩化スズ溶液)

塩化スズ(II) 2水和物1gを塩酸5mlに溶かし、(必要なら温める)水を加えて50mlとし、すずの小粒を加えて、褐色瓶にいれて保存する。濁りが生じたら使用しない。

3: リン酸イオン標準液 (0.1 g PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>/ℓ)

リン酸二水素カリウムを110°Cで3時間乾燥して、冷却した後に0.1433gをとり、水を加えて1ℓとする。0~10°Cの暗所に保存しておく。使用時には、これを200倍に薄めた標準液(0.0005mg PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>/ml)を用いる。

硫酸イオン (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>・S)

— 方法 —

1. 試料水を20mlとり、水を加えて40mlとする。
2. 塩酸(1N)1mlとバリウムゼラチン溶液4mlを加えた後、水を加えて50mlとする。
3. 15分間放置後、セルに溶液を移し、分光光度計を用いて700nm付近の波長で吸光度を測定。
4. 硫酸イオン標準溶液を用いて検量線を作成、それからSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の濃度を求める。

— 原理 —

2. BaCl<sub>2</sub>+SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>→BaSO<sub>4</sub>+2Cl<sup>-</sup>でBaSO<sub>4</sub>が出来る。  
NaClの緩衝作用によりCl<sup>-</sup>濃度は一定に保たれる。
3. BaSO<sub>4</sub>の濃度を測る。

— 試薬 —

1: バリウムゼラチン溶液

塩化ナトリウム59gと塩化バリウム10gを約400mlの水に溶かし、細かくした良質のゼラチン20gを加え、水溶上で時々かき混ぜながら30分くらい加熱し完全に溶かす。この溶液を室温まで冷却し、これに卵一個分の卵白を加えてよくかき混ぜ、再び水溶上で、かき混ぜながら30分間以上加熱する。その後、ふきこぼれないように注意してかき混ぜながら、直火で数分加熱する。冷却後、濾過する。水を加えて500mlとし、防腐剤としてキシロール又はトリオールを加えて保存する。固まったら温めて溶かす。

2: 塩酸(1N)

35%塩酸88.3mlを溶かして1ℓとする。

3: 硫酸イオン標準液(0.5g SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/ℓ)

乾燥した硫酸カリウムを、0.907g水に溶かして1ℓとする。

## COD<sub>Mn</sub>

(解説)

\* CODとは何か、

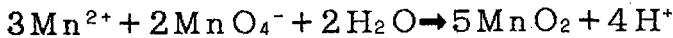
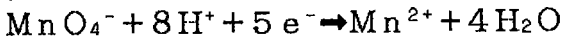
化学的酸素要求量のことである。水中の有機物を分解させるためにK<sub>2</sub>MnO<sub>4</sub>を用いる。当然この数値が高ければ、有機物が多く、水が汚れていることになる。

### 方法

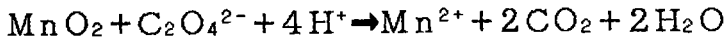
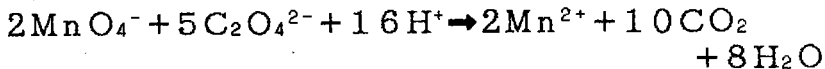
1. 試料水50mlを300mlの三角フラスコにとり、水を加えて100mlとする。
2. 硫酸(1+2)10mlと硫酸銀の粉末1gを加え、激しく振り混ぜて数分間放置する。
3. その後、過マンガン酸カリウム溶液(N/40)を正確に10ml加え、混ぜた後沸騰水溶に入れる。このとき試料の液面は水面下にあるように、沸騰水を加えるようにして、30分間加熱する。
4. 加熱後、シュウ酸ナトリウム溶液(N/40)10mlを加え、60~80°Cに保ちながらN/40過マンガン酸カリウム溶液で赤紫色が消えなくなるまで逆滴定する。
5. 同様に空実験をおこなう。

### 原理

3. 過マンガン酸カリウム(KMnO<sub>4</sub>)は硫酸下で次のように反応して酸化を行う。



4. シュウ酸ナトリウムは過マンガン酸カリウムを以下のように還元する。



その後、過剰のシュウ酸ナトリウムを過マンガン酸カリウムで滴定する。

### 試薬

- 1: 硫酸(1+2)  
水2溶に硫酸1溶を加え、薄い紅色を呈するまで過マンガン酸カリウム溶液を加える。
- 2: 硫酸銀  
乳鉢で、すりつぶす。

3 : シュウ酸ナトリウム (標定用, N/40)

シュウ酸ナトリウムを150~200°Cで乾燥させ、1.675gを正しくはかり水に溶かして1ℓとする。

4 : 過マンガン酸カリウム溶液 (N/40)

過マンガン酸カリウム0.8gを、フラスコにとり、水約1100mlに溶かし、1~2時間静かに煮沸し、一夜暗所に放置した後、これをガラス濾過器で濾過する。これを褐色瓶に入れ、保存する。

< 過マンガン酸カリウム溶液の標定 >

水100mlを三角フラスコ300mlにとり、硫酸(1+2)10ml加え、これに標定用シュウ酸ナトリウム溶液10mlを加え、60~80°Cに保ちながらこの過マンガン酸カリウム溶液で滴定する。別に空実験も行い補正する。下式より、ファクターを算出する。

$$f = \frac{10}{X - a}$$

X : 滴定に用いた過マンガン酸カリウム溶液 (ml)

a : 空実験に用いた過マンガン酸カリウム溶液 (ml)

計算

$$\text{COD}_{\text{Mn}} = (b - a) \times f \times \frac{1000}{50} \times 0.2$$

COD<sub>Mn</sub> : 過マンガン酸カリウムによる酸素消費量 (mgO/ℓ)

b : 滴定に要した過マンガン酸カリウム溶液 (ml)

a : 空実験に要した過マンガン酸カリウム溶液 (ml)

f : ファクター

50 : 試料 (ml)

CODの廃液からの銀の回収

廃液に食塩を過剰に加え、銀を塩化銀として沈殿させる。上澄みを捨て、濾過し沈殿を十分に水洗いする。この沈殿をビーカーに移し、2~3倍量の水を加えて、溶液100mlに対して塩酸(1+1)5~10mlを加え、これに亜鉛を加えてかき混ぜる。このときできた銀を過、洗浄、乾燥させる。そして少量のホウ酸ナトリウムを加えて、るつぼの中で加熱融解し、水に流し込み、粒状の銀を得る。



ナトリウムイオン (Na <sup>+</sup> )	HORIBAのイオンメーターN-8Fを使用。
硝酸イオン (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	
カリウムイオン (K <sup>+</sup> )	他にも塩化物イオンが、測定可。
酸化還元電位 (ORP)	

## P H

SHIMADZUのデジタルpHメーターNPH-15Dを使用。

溶存酸素 (DO)	HORIBAの水質チェッカー
電気伝導度 (COND)	U-7を使用。他にもpHが使用可。
濁度 (TURB)	

## <参考> 有機物分解量 (OC)

(解説)

これは、JISになく、我々もほとんど行わない。

原理は、重クロム酸カリウムを酸化剤として用い、発熱には硫酸の水和熱を用いるものである。扱いにくい重クロム酸カリウムを使うという短所と、戸外でも行える長所がある。

### — 方法 —

1. あらかじめ硫酸第二水銀0.5gを三角フラスコにとり、試料水10mlを入れ、水を加えて20mlとする。よく振り混ぜる。
2. 次に重クロム酸カリウム溶液 (N/20) 10mlを加え、硫酸・硫酸銀溶液20mlを、メスシリンダーで量り、よく振り混ぜている所に一気に加えてさらによく振り混ぜる。15分ほど放置する。
3. この溶液を冷却した後、更に水で200mlに薄める。
4. 指示薬としてO-フェナントロリン第一鉄溶液2~3滴加えて、N/20硫酸第一鉄アンモニウム溶液で滴定する。
5. 別に水20mlをとり、試料水と同様に空実験を行う。

### — 原理 —

1. マスキングのために硫酸第二水銀を加える。
2. 重クロム酸カリウムは次のように酸化を行う。  

$$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$$
3. 滴定下では以下のように反応が進む。  

$$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$$

試薬

- 1: 標定用 N/40 重クロム酸カリウム溶液  
重クロム酸カリウムを 100~110°C で乾燥させ、2.45 g をとり、水に溶かして 1 ℓ としたものを。
- 2: O-フェナントロリン第一鉄溶液  
O-フェナントロリン 2 g と、硫酸第一鉄 1 g を水に溶かして 100 ml としたものを。
- 3: 硫酸・硫酸銀溶液  
硫酸銀 11 g を硫酸 1 ℓ に溶かしたものを。
- 4: N/20 硫酸第一鉄アンモニウム溶液  
硫酸第一鉄アンモニウム 20 g を、煮沸して冷却した水約 500 ml に溶かし硫酸 20 ml を加え、冷却後再び水を加えて 1 ℓ としたものを。
- 5: 硫酸第一鉄アンモニウム溶液の標定  
標定用重クロム酸カリウム (N/40) 10 ml を三角フラスコにとり、水を加えて 100 ml とし、硫酸 30 ml を加える。冷却後、指示薬として、O-フェナントロリン第一鉄溶液 2~3 滴加える。N/20 硫酸第一鉄アンモニウム溶液で青紫から赤褐色になるまで滴定する。その後、下式からファクターを求める。

$$f = \frac{10}{X}$$

f : 硫酸第一鉄アンモニウム溶液のファクター  
X : 滴定に要した硫酸第一鉄アンモニウム溶液の量 (ml)

計算

$$O = (a - b) \times f \times \frac{1000}{10} \times 0.4$$

$$= (a - b) \times 40 \times f$$

a : 空実験に要した硫酸第一鉄アンモニウム溶液 (N/40) の量 (ml)  
b : 滴定に要した硫酸第一鉄アンモニウム溶液 (N/40) の量 (ml)  
f : 硫酸第一鉄アンモニウム溶液のファクター  
10 : 試料水 (ml)

注意 O C の廃液は流さないこと。

## 塩化物イオン (Cl<sup>-</sup>)

### 方法

1. 試料水 20 ml をとり、クロム酸カリウム溶液 (1%) を 0.2 ml 加える。
2. 硝酸銀溶液 (0.02 mol/l) で赤色が消えなくなるまで滴定する。
3. 同じ手順で蒸留水を用いて空実験を行う。

### 原理

1. 指示薬としてクロム酸カリウムを加える。クロム酸カリウムは硝酸銀と反応して赤色のクロム酸銀を生ずる。
2. 硝酸銀溶液で滴定すると塩化銀とクロム酸銀との競争反応により試料水中に塩化物イオンがあるときは塩化銀を生じ、なくなるとクロム酸銀を生じ赤色を呈する。

### 試薬

- 1: 滴定用硝酸銀溶液  
硝酸銀 3.3975 g を精製水 1 l に溶かし褐色瓶に貯えて保存する。
- 2: クロム酸カリウム溶液  
クロム酸カリウム 1 g を精製水 100 ml に溶かす。

### 計算

$$C = 35.5 \times \frac{0.02}{1000} \times \frac{1000}{20} \times 1000 \times (A - B)$$

$$= 35.5 \times (A - B)$$

- C: 塩化物イオン (mgCl<sup>-</sup>/l)  
35.5: Cl の原子量  
0.02: 硝酸銀溶液のモル濃度  
20: 試料水 (ml)  
A: 滴定に要した硝酸銀溶液の量 (ml)  
B: 空実験に要した硝酸銀溶液の量 (ml)

注意 六価クロムを含んだ廃液は流さないこと。

ION vol. 41

1990年3月26日 発行

1990年4月1日 配付

発行者 都立立川高等学校化学部

発行責任者 佐藤大輔

発行所 東京都立川市錦街2丁目13番5号

発行部数 約100部

無断転載不可

B - I

高等学校における環境教育

## B - I - 1 高等学校における環境教育試論

小島 和雄

フロンガスによるオゾン層の破壊、二酸化炭素による温室効果、酸性雨そして海洋汚染といった地球規模の汚染が、年々深刻な問題となり、人類に新たな「地球汚染」の到来を宣告しつつある。

我国でも大気汚染はもとより、水質汚濁、騒音・振動、地盤沈下、土壌汚染、廃棄物、悪臭そして水不足の危機など、多くの環境・公害問題に悩まされている。

巷には様々な環境情報が飛び交い、マスコミによる報道も跡を絶たない。こうした豊富すぎるくらいの環境汚染の事例や貴重な自然保護の情報を教育的指導なしに、そのまま児童・生徒の前に提示するだけでよいものだろうか。ものによっては、学校教育における各教科・科目、道徳、特別活動などの内容となりうるものも多々あるが、今のところ各領域において、余り積極的且つ活発には取り扱われていないようである。その原因の1つとして、学校教育における環境教育の目標や位置づけ、その具体的な内容や指導方法等が未だ確立されていないことを示唆することができる。こうした現状に鑑み、私は学校教育の中で、早急に積極的かつ活発な環境教育がくりひろげられることを願うものである。

長年、高校の理科教育に携わってきた者の一人として、「高校理科」の各分野(科目)から進んで環境教育に挑むべきであるというのが私の主張である。

物理、化学、生物、地学の各教育活動の中で、こうした環境問題について一步深めることができるなら、高等学校における環境教育は大きく前進すると信ずるからである。

ここでは私の専門でもある高校化学教育の立場に立って環境教育推進の一試論を述べさせていただく。

### 1. 環境情報の収集をどうするか

環境汚染に関する書物や統計資料は世にあまたと出回っているが、中・高の生徒を対象としたものになると実に少ない。そこで教師は、このように溢れる情報の中から、生徒の発達段階に適合したものを選び出し、よく検討した上で、生徒のための教材として編成しなおす必要がある。それらは生徒の関心をそらさない魅力のあるものであって、科学的な一貫性と倫理性を兼ね備えたものであることが理想である。また、統計資料の中に、生徒自らの手で集めた情報をとり入れたりすると、更に問題意識を深めることができる。生徒達に環境の各種データを測定させることは、この段階でも既に環境教育の目標を果せるくらい効果的である。これらの観点に立って、私達の研究グループでは、ここ数年間にわたって化学のクラブの生徒と共に、「多摩川の水質の基礎的調査」を行ってきた。その結果、河川の水質には、その流域の地質に由来して自然本来の姿を示すもの、その地域の人間生活をよく反映するもの、更にそうした外的影響を最小限にくい止める働きをするものなどあることを知った。特に最後の水質の特性は、河川の自浄作用や

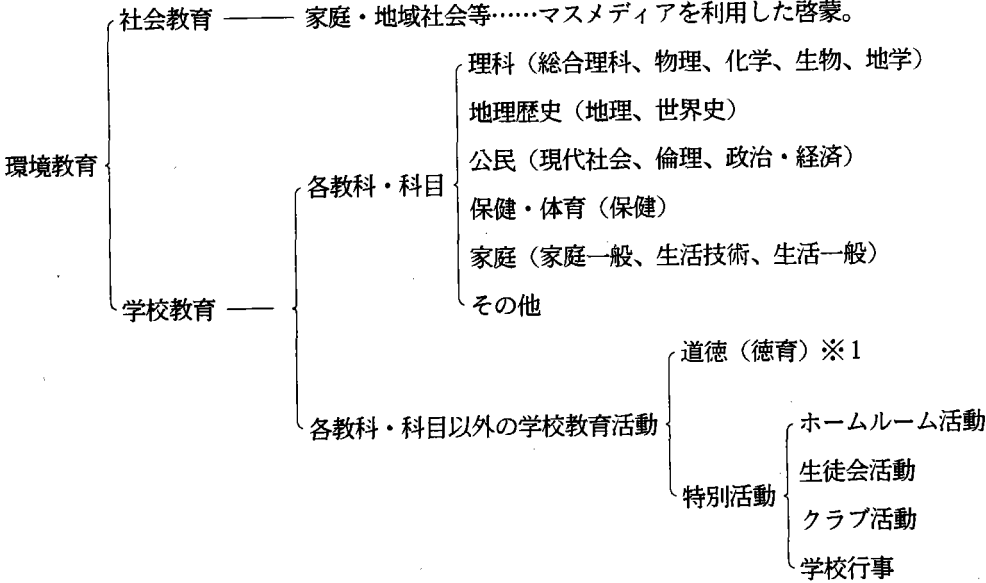
緩衝作用と密接に関係してくるもので、河川のもつ偉大な力として、生徒達の目を見張らせる反面、このような尊い河川の働きまでも無力化してしまう、人間生活による汚染の恐ろしさを体得させることができた。また、汚染物質の化学成分を知って、それが工場排水というよりも自分達の家庭から毎日無意識のうちに流し出されている生活排水そのものであることに気付き倫理的意識が芽ばえ、自分達のライフスタイルにも関心をいだくようになった。私達は、生徒と共に行ったこれら一連の水質調査の実戦の結果をまとめ、「河川水から化学を学ぶ」という副読本を完成させた。環境汚染の情報は、結局こうした生徒達との協同作業によって収集されたものが、最も価値のあるものであることを、私達は学ぶことができた。

2. 環境倫理の確立をめざす環境教育体系

環境浄化（保全）は自然の力と人の力がバランスよく調和してなされるものでなくてはならない。そして人の力つまり人為的浄化（保全）を支える理念が環境倫理である。この環境倫理観こそ環境教育によって培われるものである。現在、人為的浄化の方策としては、さまざまなものが考えられ、実施に移されているものも多いが、環境教育もそうした方策の一つとして重要な役割を担っている。

環境教育のすゝめ方として、私は次のような構想を描いている。

高等学校における環境教育の指導体系



※1 高等学校における「道徳」は学校の教育活動全体を通じて行うことになっているが、ここでは便宜上このように分類した。

環境教育を独立学科として学ばせるという考え方もある。しかし、環境教育というのは、知識だけに終らせるべきものではない。徳育の一環として生徒の内面に訴えるものでなくてはならないが、それが単に情緒的すぎても真の環境教育にはならない。環境教育のもう一つの側面は自然科学の一分野として科学的思考に裏付けられる必要がある。環境倫理とはこの両面を充たす高次の人間性であると理解するべきである。従って、高校においては環境教育に関連した内容は理科を中心として社会、家庭、保体等日常生活に密着した教科・科目のなかに体系的に組み入れられ、実験、実習、調査活動などを通して体験的な学習が展開されるのがのぞましい。そして、その学習を補助する形で、道徳、クラブ活動、学校教育行事など、教育活動のあらゆる場面で折りに触れ環境保全の心を育て、いくことが大切である。

### 3. 環境教育の効果的な指導を求めて

私達の作成した副読本「河川水から化学を学ぶ」は、化学の実験テキストの性格をもつのであるが、これはまた、高校化学として環境教育のどの分野を分担できるかを河川水を対象として具体的に示したものである。このテキストのねらいは、従って、環境の測定を通して、化学の学習を深化させることであるが、環境問題は極めて学際的であって、他の領域とも密接に関連しているので、そうした領域からのアプローチの際にも十分利用できるように配慮がなされている。私は過去二年余り、このテキストを副教材として用い本校（都立立川高校）の「理科Ⅰ」や「化学」の授業を進め、同時にこのテキストを活用して本校化学部の水質調査活動を指導してきた。本校の自由選択科目として用意された化学分野の授業では、時間に制約されることなく、思う存分にテキストの主旨を生かしながら、効果的な環境教育を展開することができた。同じテキストを使用しても、教師の考え方、力量、個性などに応じて、また対象とする生徒の実態によって、当然その指導法も多種多様なものとなってくる。

私はまた東京都教育委員会で刊行し、毎年生徒に配布している小冊子「環境と公害を考える」を「理科Ⅰ」や「化学」の授業で教材として用い、その指導法を探ってみた。この時の成果は、定期考査の結果などにもよく現れていた。同じ人間が指導しても、用いる教材（この場合は副読本）が違えば、自ずとその指導方法にも違いは出てくるが、どちらもその効果が予想以上に大きかったことと、環境問題に対する生徒の関心が予想を上回る高さであったことに注目したい。環境教育における副読本の使用は、その指導方法の創意・工夫等と並んで重要な要素となっていることをここに付け加えておく。

上記のような、環境教育に関する様々な指導事例を蓄積し、整理し、その一つひとつを丁寧に検討しながら、普遍的な要素を探し出し、それによって指導法の体系化を図ることができれば、環境教育の指導法に一つの指針を与えることが出来るであろう。

最後に「高校理科」のうち「化学」以外の分野（科目）からも同じ意図による副読本の作成がなされ、それらを活用した指導法の研究が盛んになるならば、私の主張する「高校理科」を中心に据えた、立体的で膨らみのある環境教育を展開することが出来ると思う。



## B - I - 2 提言「高校理科における 環境汚染事例の教材化と環境教育の推進」

昭和62年度全国理科教育大会（東京大会）

第9分科会 小島和雄

フロンガスによるオゾン層の破壊、二酸化炭素による温室効果、PCB汚染そして酸性雨といった地球規模の環境汚染が、近年深刻な問題となり、人類に新たな「地球汚染」の到来を宣告しつつある。

我国においても、大気汚染はもとより、水質汚濁、騒音・振動、地盤沈下、土壌汚染、廃棄物・悪臭そして水不足の危機など公害・環境問題に悩まされている。巷にはさまざまな種類の公害・環境関係の書物が出まわり、マスコミによる報道も跡を絶たない。こうした環境汚染の豊富すぎるくらいの事例、また貴重な資料をそのまま、生徒の前にさらすだけでよいものだろうか。ものによっては、「社会」、「保健・体育」、「家庭」などの教科に属するものもあろうが、「理科」に関するものも少なくない。

「物理」、「化学」、「生物」、「地学」ではこうした環境問題を一步進めて扱う必要はないのであろうか。又、そのような教育活動を進めていくうえで、生徒の中に環境を守る心と知恵を育てるにはどのような指導方法があるか、具体的な事例を中心に考えていきたい。

### 1. 環境汚染に関する情報の収集

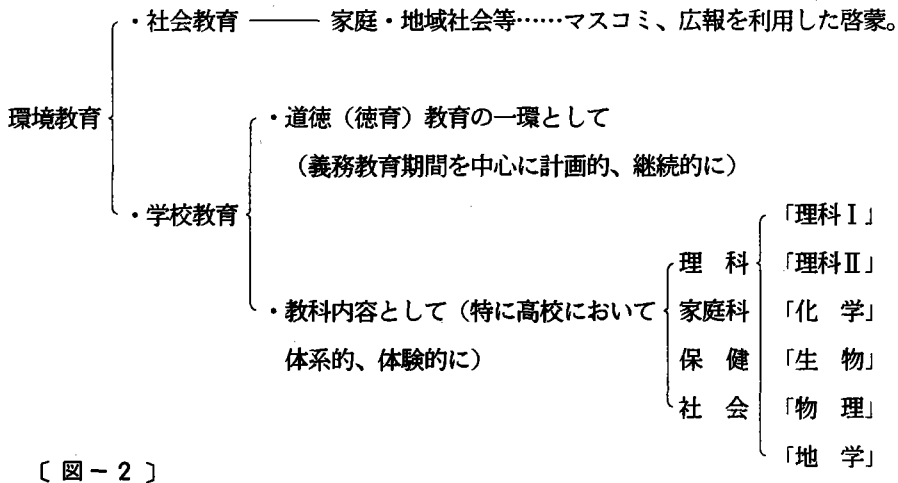
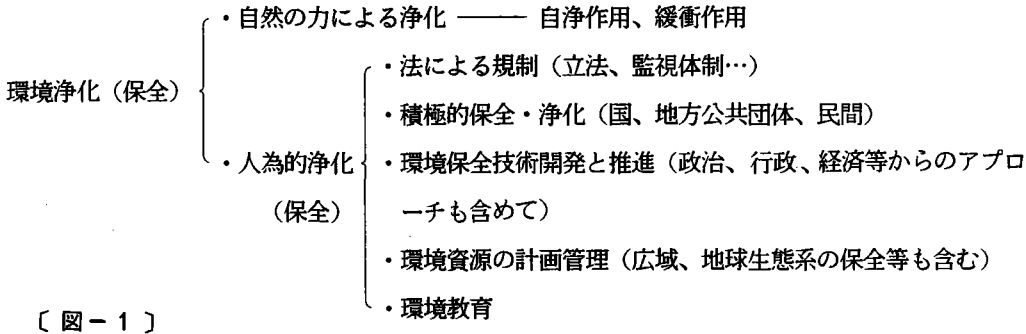
環境汚染に関する統計や書物は世にあまたと出まわっている。しかし、東京都で作成している副読本「環境と公害を考える」のように直接生徒達を対象としたものは少ない。理科教師は、このように溢れる情報を精選し、生徒のための教材として編成しなおす必要がある。そうした資料の中に生徒達自らの手で集めた情報をとり入れたりすると、更に問題意識を高めることができる。また生徒達に環境の各種データを測定させることは、この段階で既に環境教育の目的を果せるくらい効果的であることを我々は学んだ。

筆者らは、ここ数年間にわたって、化学クラブの生徒とともに、「多摩川の水質の基礎的調査」を行ってきた。その結果、水質には、その地質に由来する自然の本来の姿を示すもの、その土地の人間生活をよく反映するもの、更にそうした人間生活による影響を最小限にくい止める働きをするものなどがあることを知った。特に最後の性質は河川の自浄作用などと密接に関係してくるもので、河川のもつ偉大な力として、生徒達の間を見張らせる反面、こうした尊い河川の働きまで、無力化してしまう、人間生活による汚染の恐ろしさを体得させることができた。そして、汚染物質の化学成分を知って、それが、工場排水はい

うよりも生徒達の家庭から毎日無意識のうちに流出されている生活排水そのものであることに気付き意識が高まり、自分達の生活様式にも関心をいだくようになった。

## 2. 高校における環境教育の位置づけについて

環境浄化（保全）は自然の力と人の力がバランスよく調和してなされるものでなくてはならない。そして人の力つまり人的努力の可能性としては、〔図1〕のようなさまざまな人為的浄化の方策が考えられる。環境教育はそうした方策の一つとして重要な役割を担っている。環境教育のすゝめ方としては、筆者は〔図2〕のような構想を描いている。環境教育を独立学科として学ばせるという考え方もある。しかし、環境教育というのは、知識だけに終らせるべきものではない。徳育の一環として生徒の内面に訴えるものでなくてはならないが、それが単に情緒的すぎても真の環境教育にはならない。



環境教育のもう1つの側面は自然科学の一分野として科学的思考に裏付けられる必要があると思う。その意味から、筆者は高校における環境教育は理科を中心として各教科の内容に体系的に組み入れられ、実

験による体験的な学習も展開されるべきであると考えている。そして、その学習を補助する形で、クラブ活動、学校行事など教育活動のあらゆる場面で折にふれ環境保全の心を育て、いくのが望ましいと考える。

### 3. 環境教育の効果的な指導法について

我々は理科の教科のうち、特に化学の分野で環境教育を進めていくための副読本として、化学実験テキスト「河川水から化学を学ぶ」を作成した。これは化学として、環境教育のどの分野を分担できるかを河川水を用いて具体的に示したものであるが、同時に環境の測定を通して化学の学習を深化させることをねらったものである。環境問題はきわめて学際的であって、他の領域とも密接に関係している。理科の他の分野からも同じ意図による教材が作成され、それを用いた教科指導がなされるならば、立体的でふくらみのある環境教育を展開することができると思う。

## 昭和62年度全国理科教育大会（東京大会）

### 第9分科会

協議題 実験の事故・環境汚染の防止と対策

座長	大阪府立大手前高校	緒方 淳子
	東京都立小石川高校	安 楽 貢
意見提示者	滋賀県立大津高校	沢 長 壽
	北海道立登別南高校	丸 山 博
	東京都立立川高校	小 島 和 雄
分科会委員	東京都	馬 場 信 房

提示要旨 高校理科における環境汚染事例の教材化と環境教育の推進

東京都立立川高等学校 小島 和雄  
(多摩教育化学研究会)

チェルノブイリの原発爆発事故は、地球規模の環境汚染として、温室効果、オゾン層の破壊、PCB汚染等と共に、人類に新たに「地球汚染」の到来を示した。

我国においても、大気汚染はもとより、水質汚濁、騒音・振動、地盤沈下、土壌汚染、廃棄物・悪臭そして水不足の危機といった公害・環境問題に悩まされている。こうした状況のもとで、東京都教育委員会では昭和48年に「公害資料」を発行したり、更に昭和46年から現在に至るまで毎年教育庁体育部から「環境と公害を考える」という副読本を刊行し、各学校の生徒に配布するなどして「公害」や「環境問題」を生徒に考えさせるようにしている。こうした環境汚染の豊富すぎるくらいの事例、また貴重な資料をそのまま生徒の前に示すだけでよいのだろうか。ものによっては、社会、保健・体育、家庭などの教科に属す

るものもあろうが、理科に関するものも少なくない。「理科Ⅰ」や「理科Ⅱ」でとりあげることになっているが現状はどうであろうか。「物理」、「化学」、「生物」、「地学」ではこうした環境問題を一步進めて扱う必要はないのであろうか。我々は、本研究協議会の協議題をこうした観点に立って、広く理科教育の面からとらえ、提示要旨とした。つまり、日常、生徒の身のまわりに溢れている公害や環境汚染の事例や資料をどう整理し、どのように高校の理科教育の中に位置づけて指導していったらよいか。またそのような教育活動を進めていくうえで、生徒の中に環境を守る心と知恵を育てていくためにはどのような指導方法があるか、具体的な事例を中心に考えていきたい。

### 1. 環境汚染に関する情報の収集とその教材化

環境汚染に関する統計や書物は世にあまたと出まわっている。しかし、東京都で作成した副読本のように直接生徒達を対象としたものは少ない。理科教師は、このように溢れる情報を精選し、教材として編成しなおす必要がある。その資料の中に生徒達自らの手で集めた情報を取り入れたりすると、更に問題意識を高めることができる。また生徒達に環境の各種データを測定させることは、この段階で既に環境教育の目的を果せるくらい効果的であることを我々は学んだ。

### 2. 高校における環境教育の位置づけについて

現在、環境教育を独立学科として生徒に学ばせるという考え方もある。しかし、環境教育というのは、知識だけに終らせるべきものではない。徳育の一環として生徒達の内面に訴えるものでなくてはならない。したがって、学校におけるクラブ活動、学校行事そして各教科・科目など教育活動のあらゆる場面で折にふれて体得させていくのが望ましい。

### 3. 環境教育の効果的指導法について

我々は理科の教科の中で、特に化学の分野で環境教育を進めていくための副読本として、化学実験テキスト「河川水から化学を学ぶ」を作成した。これは化学として、環境教育のどの分野を分担できるかを河川水を用いて具体的に示したものであるが、同時に環境の測定を通して化学の学習を深化させることをねらったものでもある。また、環境問題はきわめて学際的であって、他の領域とも密接に関係している。東京都で刊行された副読本「環境と公害を考える」は、その意味で大変役に立つと思う。こうした教材を効果的に利用して教科指導がなされるならば、立体的でふくらみのある環境教育を展開することができると思う。

【参考資料】

## 大会主題 「自ら学ぶ力を育てる理科教育」

——21世紀に向けての理科教育を探る——

◎ 日程と行事内容

8月18日(火) 大会第1日 国立教育会館・6F：中会議室

9:00~	受付(理事・研究代表者・座長・意見提示者など)
10:00~12:00	全国理事会
13:00~14:50	研究代表者会議
15:00~16:00	原子力講演：東京大学名誉教授 山本寛氏 原子力発電の安全性について
16:10~17:00	分科会打合わせ
17:30~19:00	教育懇談会(1F：カトレヤ)

8月19日(水) 大会第2日 国立教育会館・虎の門ホール

9:00~	受付
9:30~10:50	開会式・表彰式・総会(I)
11:00~12:30	講演：京都大学工学部教授 高木俊直氏 わが国の先端技術産業と人材育成
12:30~13:30	昼食・展示(書籍関係)
13:30~14:00	総会(II)
14:00~16:30	全体協議：新教育課程に何を望むか

8月20日(木) 大会第3日 東京都立大学・人文学部・学館ホール・附属高等学校

9:00~	受付
9:30~12:00	研究発表(11会場)
12:00~13:00	昼食・展示(書籍・理科教育機器関係)
13:00~16:00	研究協議(12会場)

◎ 全体協議題 新教育課程に何を望むか

(第2日) ○ 基調報告 ○ 新教育課程の内容等についての提案 ○ 協議

◎ 研究協議題

1. 生涯教育としての理科教育のあり方  
 (第3日) 2. 生活とのふれあいを重視した理科教育  
 3. 中・高の関連を考えた理科Iの指導  
 4-1 興味をおこす物理の指導例  
 4-2 生徒の理解しにくい項目の指導—物理  
 5-1 うまくいかない化学実験の工夫  
 5-2 生徒の理解しにくい項目の指導—化学  
 6. 理科教育におけるコンピュータの活用  
 7. 新テストに望むもの  
 8. 科学クラブの活性化をはかるために

9. 実験の事故・環境汚染の防止と対策

10. 模擬授業 物理：生徒はどこで物理を投げ出すか？

化学：生徒実験に映像を組み合わせて —ハロゲン—

化学の議義実験 都立大学理学部 池本勲教授

## 第9分科会

### 〈質疑応答〉

座長 滋賀県における環境教育実践推進校の一枚当りの指定期間は何年間か。また、指定されるのは琵琶湖畔の学校が多いのか。

太田 期間は大体2年間である。指定されるのは琵琶湖畔の学校とは限らず、内陸部の学校においてもそれぞれの実情に応じた実践が行われている。

小島 滋賀県作成の環境教育の副読本の配布および活用の形態はどのようなものか。

太田 一枚につき一学年の生徒分のみ配布されたため一括して学校で管理し、実習などの使用時に生徒に貸与する形態をとっている。

梶山(東京・瑞穂農芸) 一学年において行われている実習と同様の研究を化学・生物クラブ等で継続的にやっているのか。

太田 得られるデータは信頼性に欠けたものであり、継続的な研究に利用できるレベルには達していない。

小野(東京・駒場) 環境調査実習において教職員のかわり合いはどの程度か。

太田 大津高校においては環境教育の研究会に参加していた3名の理科の教員が中心となり、実践推進校指定を機会に全校的な体制を確立した。下見等の実習の準備は主に理科の教員が行い、実習当日の生徒の引率は一学年の担任が行っている。

座長 2冊とも理科Iにおいて使用するのか。

丸山(北海道・登別南) 「地球生命圏の科学I」は理科Iで使用するが、「SYSTEM BIOLOGY」は生物の時間に使用する。

小島 「地球生命圏の科学I」(理科I)の中に化学が入っていないのは何故か。

丸山 一つは化学というものが分析的な考え方であるため、総合的なものを目的とするこの冊子には入れなかった。もう一つはカリキュラム上の都合によるもので、2学年において化学が必修でありその時ゆっくりやればよいと考えたためである。

小野 データを集めただけでは環境問題の解決にはならない。それからどのようにして生徒を変革し問題の解決に結びつけて行くのか。

小島 長い時間がかかるが、現在の生徒に環境教育を行うことにより、彼らが行政などに携わるようになった時点で、または環境教育を受けた生徒達が人口の大部分を占めるようになった時点でそれらは生きてくるのではないか。少なくとも環境教育を受けた生徒は自分の身のまわりでの環境破壊には敏感になり、自分の行動に注意するようになってきている。

丸山 学校の目で行われた環境破壊をどうすることもできず無力感を感じてしまうこともある。しかし、その破壊を記録し教材化することによって、生徒に考えるきっかけを与えることができる。また、化学クラブの生徒と行った水質調査を学校で発表したことによ

り、環境問題に取り組んでいる市民グループから相談を受けるなど少しずつ現実の行動に結び付きつつある。

座長 意見提示をされた先生方は環境教育について述べられているが、協議題のなかには実験によって生じる環境汚染という意味合いもあると思われるため、後半はそのような事柄および実験事故の防止について協議して行きたい。

天沼(東京・武蔵丘) 廃液の処理で悩んでいる。実験による汚染、たとえばカドミウム汚染などが起こり得る。また実験に使用することのない不要な薬品についても困った経験がある。業者に依頼すると大きな経費がかかる。工業高校のなかには処理施設を備えている所もあるが、いつもそうした所で処理できるわけではない。廃棄物の処理は学校単位でなく行政がイニシアチブをとり、処理施設等で処理するのが環境を汚染からまもるのに重要ではないか。

座長 もし都道府県レベルで処理の指針等があれば、また学校での実践例があれば発表していただきたい。たとえば重金属イオンを含む廃液についてはどのようにしているか御披露願いたい。

近藤(東京・江戸川) 生徒自身が汚染を心配しており、危険な廃液は直接流さずに保存している。重金属イオンは硫化物として沈殿させて集め、それがあつた時点で工業高校に運んで処理している。また不要な薬品で危険なものについては盗難の心配もあり、業者に依頼して処分した。有機溶媒については燃して処理している。

天沼 地震に対する安全対策として、危険な薬品については低くて倒れにくいビンに入れている。劇物は他から離して保存してある。

座長 実験事故防止、たとえば塩素の実験などはどのようにされておられるか御発表いただきたい。

近藤 塩素を発生させる実験は屋上で行っている。

小倉(埼玉・川越) 塩素発生の実験は実験台の流しでスノコを使ったりして時々水を流しながらやると割合よい。

近藤 余分な塩素はチオ硫酸ナトリウムを使い処理している。

小倉 汚染の質ばかりが問題とされている。廃液の量もデータとして出すべきである。自然に存在するそうした物質に対する割合いや、河川などでは生活廃液の方が大きな汚染源ではないか。

クロム酸混液の処理はトイレットペーパーで還元すると安価である。

事故の経験としては、ブタノールとナトリウムの実験のとき、たまったブタノール蒸気がナトリウムと水の反応熱で引火、爆発したことがある。

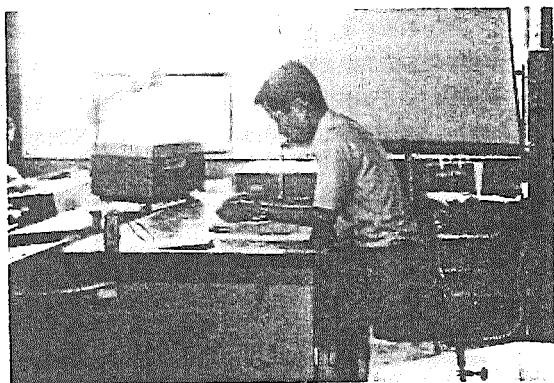
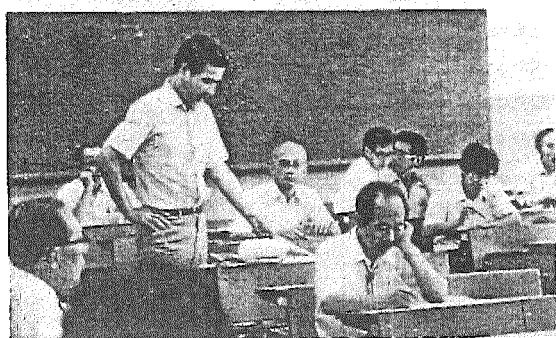
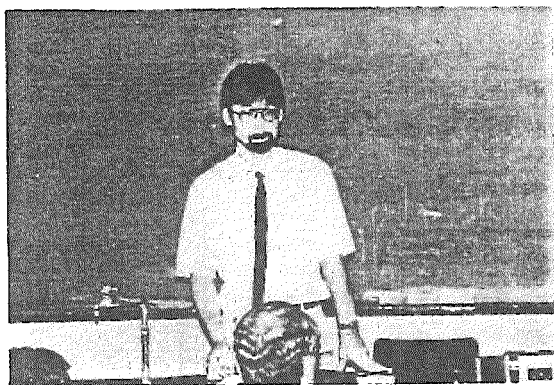
小島 アセチレンの実験における爆発事故の経験がある。そのときはポリビンを使用していたため大事にはいतरなかった。アセチレンにも水素と同様の心配り

が必要である。

座長 本日は前半の大きな問題に時間が取られてしまったが、教育者としては次の世代の生徒達の考えを変えさせていかなければならないと思われる。本日はこれで終りとしたい。御協力ありがとうございました。最後に分科会委員の萩原先生から御助言ならびに閉会のことばをいただきます。

萩原(分科会委員) 環境汚染を将来にわたって防止するためには現在の生徒達に対する環境教育が重要である。

実験事故防止については小中学校の先生方に実験指導を行った経験から、実験そのものには非常な注意を払うが試薬や生成物に対しては無関心な傾向があり、非常に危険である。



フロンガスによるオゾン層の破壊、二酸化炭素による温室効果、酸性雨そして海洋汚染といった地球規模の環境汚染が、年々深刻な問題となってきた。

わが国でも大気汚染はもとより、水質汚濁、騒音・振動、地盤沈下、土壌汚染、廃棄物、悪臭そして水不足の危機など、多くの環境・公害問題に悩まされている。そして、さまざまな環境情報が飛び交い、毎日のようにマスコミで報道されている。

こうした豊富すぎるくらいの環境汚染の事例や貴重な自然保護の情報が取り巻くなか、学校教育ではどのように環境問題に取り組んでいったらいいだろうか。環境問題には学校教育における各教科・科目、道徳、特別活動などの内容となりうるものも多々あるが、今のところはあまり積極的には取り扱われていない。その原因の1つに、学校教育における環境教育の目標や位置づけ、その具体的な内容や指導方法などがまだ確立されていないことが指摘されている。が、長年、高校の理科教育に携わ

ってきた者として、「高校理科」の各分野（科目）から進んで環境教育に挑むべきであると私は思っている。

私の専門分野は化学なので、化学教育の中で環境教育を実践しているが、最初に直面する問題は、まず環境問題に関する情報をどのように収集し、生徒に提供するかということである。

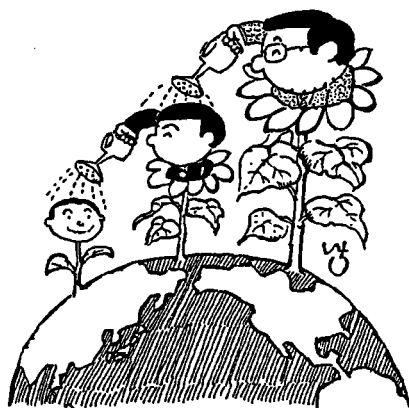
環境汚染に関する書物や統計資料は数多く出回っているが、中・高の生徒を対象としたものになると実に少ない。そこで教師は、情報の中から生徒の発達段階に適合したものを選び出し、十分解析したうえで、生徒のための教材として編成しなおさなければならない。それらは、生徒が関心をもつ魅力あるものであって、科学的な一貫性と倫理性を兼ね備えたものであることが理想だ。

また、統計資料の中に、生徒自らの手で集めた情報を取り入れたり、実際に各種データを測定させることも大切である。情報の収集段階から生徒の活動を取り入れると、問題意識をさらに深めること

# 「環境教育」

小島和雄  
（高校教諭）





イラスト・市原すぐる

ができ、この段階で、すでに環境教育の目標が果たせたとと言ってもよい。

私たちの研究グループでは、ここ数年間にわたって化学クラブの生徒とともに、「多摩川の水質の基礎的調査」を行ってきた。その結果、河川の水質には、その流域の地質に由来して自然本来の姿を示すもの、その地域の人間生活をよく反映するもの、更にそうした外的影響を最小限に食い止める働きをするものなどがあることを知った。

とくに最後の水質の特性についての研究を通して、河川の自浄作用や緩衝作用と密接に関係してくるものが水の特性であり、河川のもつ偉大な力として、生徒たちの目を見張らせた。その反面、このような尊い河川の働きまでも無力化してしまう、人間生活による汚染の恐ろしさを体得させることができた。

また、汚染物質の化学成分を知

って、それが工場排水というよりも自分の家庭から毎日無意識のうちに流し出されている生活排水そのものであることに気が付き倫理的意識が芽ばえ、自分たちのライフスタイルにも関心をいただくようになった。

生徒とともに行ったこれら一連の水質調査の実践結果をまとめ、「河川水から化学を学ぶ」という副読本を作成したが、環境汚染の情報誌は、結局こうした生徒との共同作業によって収集されたものが、教材としても最も価値のあるものになるのではないだろうか。

環境浄化（保全）は自然の力と人の力がバランスよく調和してなされるものでなくてはならない。そして人の力つまり人為的浄化（保全）を支える理念が環境倫理である。そしてこの環境倫理観こそ環境教育によって培われるものである。現在人為的浄化の方策としては、さまざまなものが考えられ実施に移されているが、環境教育

もそうした方策の一つとして重要な役割を担っている。

環境教育を独立学科として学ばせるという考え方もある。しかし、環境教育というのは、知識だけに終わらせるべきものではない。徳育の一環として生徒の内面に訴えるものでなくてはならないが、それが単に情緒的すぎても真の環境教育にはならない。環境教育のもう1つの側面は自然科学の1分野として科学的思考に裏付けられる必要があると思う。環境倫理とはこの両面を満たす高次の人間性であると私は思う。

私は高校における環境教育は理科を中心として各教科・科目の内容に体系的に組み入れられ、実験による体験的な学習が展開されるべきであると考えている。そしてその学習を補助する形で、クラブ活動や学校行事など、教育活動のあらゆる機会に計画的、継続的に環境保全の心を育てていくことが大切だと思う。

〈こじま かずお〉 1938年東京生まれ。東京都立立川高校教諭。理科（化学）担当。陸水化学、環境教育、教育化学を専門とし、現在、環境庁に設置されている「地球環境と暮らしに関する研究会」の委員として、地球環境にやさしいライフスタイルの確立を目指して、学校教育の面からの提言を行っている。

## 環境問題を「化学」する

小島 和雄

フロンガスによるオゾン層の破壊、温室効果ガスによる地球の温暖化、酸性雨、熱帯林の減少および砂漠化、海洋汚染そして開発途上国の公害問題など地球規模の環境問題が年々深刻さを増してきている。

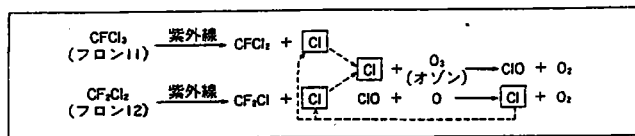
わが国でも大気汚染はもとより、水質汚濁、騒音・振動、地盤沈下、土壤汚染、廃棄物、悪臭など多くの環境、公害問題に直面している。

学校教育においても、環境教育をいかに進めるべきかが、大きな課題となっている。これら地球環境問題に共通して見られる性格の1つは、大気、水、自然などが、長時間をかけて徐々に悪化し、その結果、広い範囲で多様な被害や損害が生ずることである。もう1つは、個々の問題が環境や世界経済のネットワークを通して相互に結びついていて、つきつめれば大量消費や国際的な相互依存性に帰着することである。

ここでは、地球規模の環境問題のうち、主として化学的メカニズムで環境の悪化を招くものをいくつか取り上げ、その仕組みを解き明かしてみたい。

## オゾン層の破壊

地上12km～50kmの成層圏には、オゾン層があって、この層が、太陽光に含まれる波長の短い有害な紫外線の99%までを吸収し、生物を守



っている。ところが、南極の上空では、春にあたる10月ごろに成層圏オゾンの濃度が通常の50%ぐらいまで急激に減少する。いわゆる「オゾンホール」の現象である。オゾンが2.5%失われると、紫外線が増加して、年間15,000人も皮膚ガンなどの患者が増えるとの推定もある。

オゾン層の破壊の原因としてはフロンガスによる影響が考えられている。フロンは、メタン(CH<sub>4</sub>)やエタン(C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>)のような炭化水素分子中の水素をすべて、または一部塩素やフッ素などで置換した数多くの物質の総称である。

フロンは反応性に乏しく、ほとんど無毒、用途が広いため、長年便利に使われてきたが、普通には壊れない物質なので、大気中の濃度は増える一方となりつつある。成層圏に到達したフロンは強い紫外線によって初めて分解され、塩素原子を放出する。これがオゾン分子を壊して酸素分子にする。塩素はたった1個でも反応が連鎖反応的に進み、それが安定した化合物になるまでの間にオゾン100000分子を破壊してしまう(下図参照)。

また、オゾン層の破壊の半分は、自動車やジェット機などから排出される窒素酸化物が関係していると考えられている。

## 地球の温暖化

太陽から届く日射エネルギーの70%は、大気と地表面に吸収されて熱に変わる。熱をもった地表面からは、長波長の赤外線が放射される。その一部が大気中の温室効果ガスに吸収され、地球の表面は適度の気温が保たれてきた。ところが温室効果ガスの濃度が人間活動により年々増え続け、温室効果が加速され地表の温度が今世紀末には1.5～4.5℃上昇するといわれている。

温室効果ガスとしては、CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O、O<sub>3</sub>およびフロンなどが代表的な物質である。温暖化への寄与は、CO<sub>2</sub>を1とすると、他はそれぞれおよそ10倍、100倍、1000倍、10000倍とされている。大気中のCO<sub>2</sub>の濃度は産業革命以前には280ppm程度だったものが、現在は345ppmとなっており、他の温室効果ガスを含めた効果は2030年で、CO<sub>2</sub>

280ppmの2倍に達するとみられる。

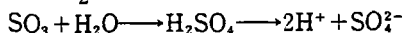
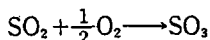
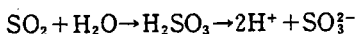
これらのガスの発生源は多種多様で、CO<sub>2</sub>では石炭・石油など化石燃料の燃焼 (C+O<sub>2</sub>→CO<sub>2</sub>, C<sub>m</sub>H<sub>n</sub>+ $\frac{n+4m}{4}$ O<sub>2</sub>→ $\frac{n}{2}$ H<sub>2</sub>O+mCO<sub>2</sub>) や森林の破壊が関与している。またN<sub>2</sub>Oは窒素肥料の施肥や物の燃焼が発生原因となる。他のガスについても人間活動が大きく関与している。この地球の温暖化によって、海面の上昇はもとより、生態系や農業などにさまざまな影響があらわれることが予想される。

## 酸性雨

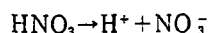
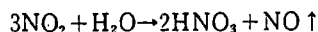
雨水のpHは、大気中の二酸化炭素が雨水(蒸留水)に十分溶けこんでいる(飽和状態に達している)ものと仮定すれば、5.6と算出できる。したがって、一般的には、この値以下の雨水が酸性雨とされている。しかし、pH5.6以下であっても、周囲の自然状況によっては、必ずしも人為的な汚染による酸性雨でないこともあるので、pH5.0を基準にとることもある。

酸性雨の主な発生源としては、化石燃料の燃焼や火山の噴煙などからの硫酸酸化物(SO<sub>x</sub>)、燃焼用空気中の窒素や自動車の排気ガスに由来する窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)があり、これらが降下中の雨滴に取り込まれ、次のように亜硫酸や硫酸、硝酸などに变化し、強い酸性を示す雨水となる。

〈硫酸酸化物〉



〈窒素酸化物〉



酸性雨の原因となるSO<sub>x</sub>やNO<sub>x</sub>の大気中における平均滞留時間は数日～数週間と比較的短いので、酸性雨は比較的地域性の濃い現象である。

## 海洋汚染

北海で起こったアザラシの大量死は大きなショックをわれわれに与えた。1988

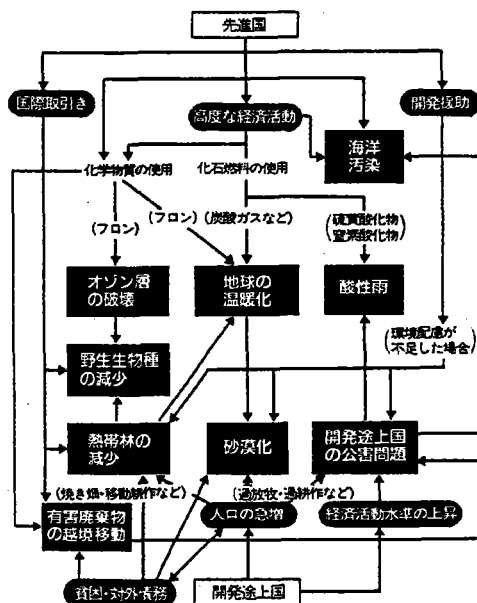
年の1年間で全生息数の85%が被害を受けた。直接の死因はウイルスであったが、海洋汚染により抵抗力が著しく低下していたのである。体内からは有害な物質が多数発見された。Cd, Pb, Hgなどの重金属類、ダイオキシン, PCB, BHC, DDTなどの農薬や殺虫剤が食物連鎖を通して体内に蓄積・濃縮されていた。

北海にはヨーロッパの各国から河川などを經由して多くの有害物質が海洋に流出したり、タンカーや海底油田からオイルが流出する。これらの有害な物質が体内にとり込まれることで、海にすむ生物は死んだり奇形の被害を受ける。

DDTやBHCのような有機塩素系農薬やPCBは、生物体内に蓄積されやすいうえに、環境中では分解しにくく、慢性的な毒性がある。こうした有害化学物質については、世界各国において法的規制が強化されつつある。わが国でも1973年に化学物質審査規制法が制定され、有害物質の製造や使用が規制されているが、新規の有害物質についても速やかに規制できるシステムが必要である。(高校教諭)

『教員養成セミナー』8月号(vol.12, No.12)

時事通信社(1990)



地球環境問題の相互関係

環境庁資料による

B - II

高等学校における環境教育の実践

## B-Ⅱ-1 「環境教育」No.1

— 小石川高校定時制での実践 —

望月和幸

### 1. はじめに

私たちの研究会（多摩教育化学研究会）では、図-1に示すような概念に沿って、実験と知識の両面から「環境教育」を実践している。化学実験では、独自に作成したテキストを活用している。現在、HPLCを導入し、河川水中の有機物の定量分析にも取り組んでいる。

さらに、知識面でも充実した指導法を開発するために、環境問題に対する高校生の意識調査を実施した。この調査結果と「環境教育」の1つの実践事例について報告する。

### 2. 目的

今回の調査は、この図-1にある知識面でのレディネスをつかむ目的で、全日制・定時制合わせて9校で実施した。

環境問題に対する意識調査の結果を調べてみて、定時制での傾向が全般的に全日制とよく似ていることも確認できた。その中から図-2と図-3に、①これまでに学校で学習してきたか、②ことばの認識の程度、③環境問題に取り組もうとする姿勢について、全・定の比較を示した。

そこで、この結果を参考にして、実験を中心にした「環境教育」を実践してみた。

### 3. 方法

本校では、3・4年生合同で1単位の「自由選択」を設けている。この選択講座で「理科」を受講しているのは4年生男子8人・女子6人と3年生の男子3人の合計17人で、4人で1つの実験グループを作らせ指導している。

この講座で実施している「環境教育」の概要を表-1に示した。ここでは、各テーマで以下のような手法を実施している。①まず実験操作を指導し生徒の興味や関心を喚起させる。②続けてその実験データについて考察をさせる。③最後に環境問題と関連させて考えさせる。

### 4. 指導結果

表-1のテーマに沿って指導を実施して気が付いた点を挙げてみると次のようになる。

(1)滴定の実験では、事前に練習の時間を設ける。

こうすることで、生徒は実験操作に集中でき、45分という授業時間でも1サンプルにつき3回の滴定操作ができた。さらに、1回のやり直し滴定をもさせることができた。

(2)実験が終了してから、データ処理のための計算式を提示する。

計算式の内容については触れずに、得られた答の持つ意味を考えさせるようにした。サンプルによって「硬度」が異なることを自分たちのデータから確認できたことを強く印象付け、実験操作に自信を持たせることもできた。

(3)機器分析もできるかぎり取り入れる。

滴定に比べ測定操作がやさしいので、生徒は測定に熱中した。特に、pHの測定では用意したサンプル以外にもサンプルを要求してくるほどであった。これが影響したのか、pHの意味も興味を持って学習する様子が見られた。

また、環境教育の実践がどの程度定着しているかを調べるために、ことばについての簡単な問題も作成し実施した。問題を図-4に示した。実施の結果、全問正解の生徒6名も含み、ほとんどの生徒が8割以上の正解をしていた。今後の展開に期待ができることも確認できた。

### 5. おわりに

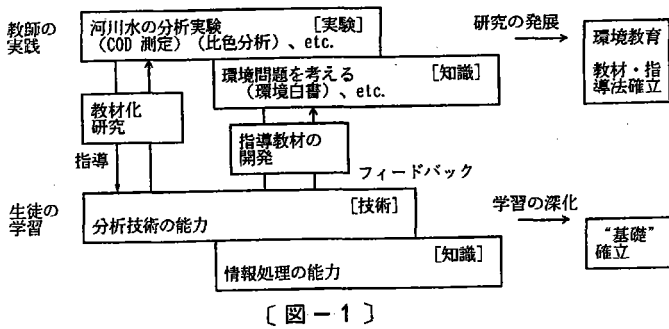
定時制では、1時間が45分なので実施できる内容も制限されてしまう。ところが、生徒たちは仕事についているせい、練習等で段取りを一度覚えると、準備や片付けまで含め手際よく操作ができるようになった。予想外の成果ではあったが、これに助けられて時間の壁も乗り越えることができた。

この始めたばかりの「環境教育」、まだまだ期待が持てそうである。

昭和63年度「研究発表集録」第28巻  
東京都高等学校理科教育研究会理科部会（1988）

表1 「環境教育」の指導(都立小石川高校校定時制)

テーマ	指導する実験	サンプル	学習させる内容	指導上の留意点
1. 水の硬度の測定	キレート滴定 (1)ホールピペット、ビュレットの取り扱い (2)データの処理	市販のおいしい水各種	(1)透明できれいな水には含まれていることをも何認識させる。 (2)化学分析の方法	(1)硬度の計算式は与える。 (2)滴定値と硬度を強く関連づける。
2. pHの測定	機器分析① (1)pHメーターの取り扱い (2)pHの測定方法	家庭排水に含まれている物質 (1)洗剤各種 (2)調味料各種 (3)食品各種	(1)自分たちの生活排水環境に及ぼす影響を認識が環させる。	(1)pHの意味については説明をする。
3. 溶存酸素(DO)の測定	機器分析② (1)DOメーターの取り扱い (2)DOの測定方法	水各種 (1)汚い水 (2)藻の生えている水 (3)水道の水	(1)気体も水に溶けている。 (2)溶存酸素の量で水の汚れが測定できる。 (3)溶存酸素の役割	(1)DOの内容は指導する。
4. 化学的酸素要求量(COD)の測定	JIS規格の簡易化法 (1)逆滴定の方法	水各種 (1)フロの水	(1)有機物の酸化分解 (2)水中の有機物の量の表し方 (3)水の汚れとCODとの関係	(1)酸化還元反応の指導をする。 (2)CODの内容を指導する。

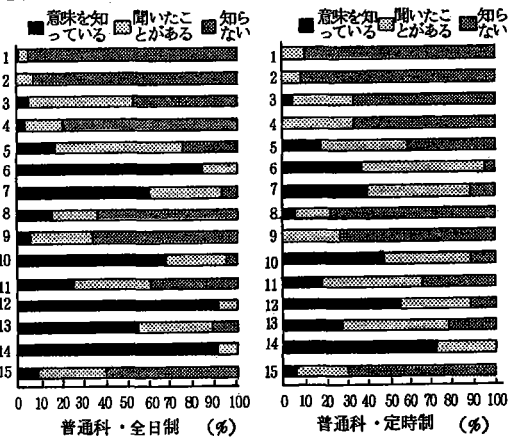


〔図-1〕

〔質問:17〕

あなたは、次の“ことば”を知っていますか。

- ①BOD ②COD ③pH ④水の硬質 ⑤ppm  
⑥環境庁 ⑦浄化槽 ⑧富栄養化 ⑨生物指標 ⑩無リン洗剤  
⑪自浄作用 ⑫赤潮 ⑬酸性雨 ⑭イタイイタイ病 ⑮シアン



〔図-2〕

次に挙げる水に関する語句の内容を下記の中から選びなさい。

- ①硬度 ②残留塩素 ③バックテスト ④水の比熱 ⑤透視度 ⑥pH  
⑦電気伝導度 ⑧DO ⑨COD ⑩酸性雨 ⑪自浄作用 ⑫生物指標

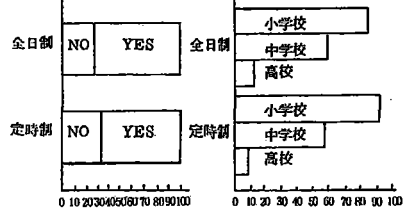
〔選択する内容〕

- ア: 水中の無機イオンの総量を表す指標で、これは水の汚れの目安とされる。特に、工場排水で汚れた河川ではこの測定値が大きい。  
イ: 河川には「肉眼で見ることのできる大きさ」の生物がたくさん棲んで

〔図-4〕

〔質問:14〕

あなたは、河川水の汚染について学校の授業で習ったことがありますか？  
YESの場合、小・中・高のどこで習ったのですか？

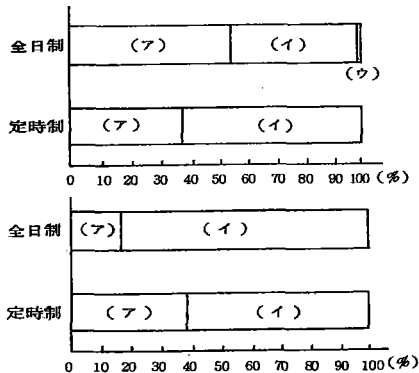


〔質問:19〕

- あなたは、今後川をどのようにするのがよいと思いますか？  
(ア)きれいにしていくことに参加する。 (イ)きれいにすることを望むが、自分は何もできない。  
(ウ)きれいにすることを望むが、自分は何もできない。  
(エ)そのままよい。

〔質問:20〕

- あなたは、道路の整備と下水道の整備では、どちらが優先するとおもいますか？  
(ア)きれいにすることを望むが、自分は何もできない。  
(イ)川をきれいにするために、下水道を整備する。



〔図-3〕

いる。その種類を調べることで、水の汚れの程度を調べることができる。  
ウ: 化学的酸素要求量と訳す。水中の有機物の酸化に必要な酸素の量をあらわす。この値が大きいと有機物が多く存在する。  
エ: 水道水は病原微生物の感染力なくするために塩素で消毒されている。浄水場で塩素が加えられた結果、末端の水道の蛇口から出る水に消毒作用をもつ塩素が含まれてしまっている。これが「おいしくない水」の原因となる。  
オ: 採取した水の濁りの程度をあらわす尺度である。メスシリンダーの下に二重紙を挿した深皿をセットし、上から試料水を入れていく。二重紙がはっきりと見えなくなったときの水の高さ(cm)のこと。

## B - II - 2 「環境教育」No. 2

### — 一定時制での一つの事例 —

#### 1. 高校生の環境問題に対する認識調査をして

調査の対象となった全日制・定時制合わせて9校ではほぼ同様な結果が得られた。高校生は、①環境問題を化学的に捉えていない。②環境問題用語のうち化学用語の知名度が特に低い。③高校「理科」では、ほとんど学習されていない。④環境問題に取り組もうとする意識は高い。この調査の詳細は、昭和63年度全国理科教育大会宮城大会で発表したり。今回は、この結果を元に環境教育の実践例の一つを報告する。

#### 2. 小石川高校定時制での「環境教育」の概要

表1に概要を示した。前述の認識調査の結果を踏まえ、環境問題を化学的に見つけさせるために、各テーマで分析化学実験を取り入れている。これには、多摩教育化学研究会が環境教育用として独自に作成したテキストを使用している。

実施に際して、①まず実験操作を指導し生徒の興味・関心を喚起させる。②次に実験データについての考察をさせる。③続けて環境問題と関連させて考えさせる。という手法を用いている。

実施対象は、本校の3・4年生合同で設けている1単位の「自由選択」・「理科」の受講生17名(男子11人・女子6人)で、4人一組にして実験を指導している。

#### 3. 「環境教育」を実践してみよう

調査でわかった「環境問題に取り組もうとする意識の高さ」が反映してか、次のような結果が得られている。

(1) デリケートな操作が必要な滴定の実験では事前に器具の取り扱いの練習時間を設ける。

生徒たちは仕事についているせいかな練習等で段取りを一度覚えると、準備・片付けも含めて手際よく操作ができるようになった。実験操作にも集中して意欲的に取り組む様子も見られた。これに助けられて、1時間が45分と短い1サンプルにつき3回の滴定操作ができた。

(2) 機器分析もできるかぎり取り入れる。

カード型のpHメーターやDOメーターも小型化された製品が出ている。これらは生徒に使わせても操作が簡単なので、短時間にデータを得ることもできる点で定時制向きと言える。そのせいか生徒は測定に熱中し、用意したサンプル以外にもサンプルを要求してくるほどだった。これが影響したのか、pHやDOの内容についても興味を持って熱心に学習する様子が見られた。

(3) データ処理に必要な計算式は、実験が終了してから提示する。

計算式の内容には触れずに、得られた答の持つ意味を考えさせるようにした。こうすることでサンプルそれぞれについて、自分たちの実験で得たデータからCODや硬度を計算できたことを強く印象付けることができた。生徒たちは、自分たちの実験操作に自信を持ち、得られた結果を互いに比較し合うなどして喜んでた。

### 文 献

- 1) 望月和幸, 大平健二, 昭和63年度全国理科教育大会宮城大会, 「研究発表資料集」, 10, 214 (1988).
- 2) 多摩教育化学研究会, 化学実験テキスト「河川水から化学を学ぶ」(1987).

(望月和幸・東京都立小石川高等学校定時制)

表1 「環境教育」の指導(都立小石川高校定時制)

テ ー マ	指 導 す る 実 験	サ ン プ ル	学 習 さ せ る 内 容	指 導 上 の 留 意 点
1. 水の硬度の測定	キレート滴定 (1) ホールビベット, ビュレットの取り扱い (2) データの処理	市販のおいしい水各種	(1) 透明できれいな水にも何か含まれていることを認識させる (2) 化学分析の方法	(1) 硬度の計算式は与える (2) 滴定値と硬度を強く関連づける
2. pHの測定	機器分析① (1) pHメーターの取り扱い (2) pHの測定方法	家庭排水に含まれている物質 (1) 洗剤各種 (2) 調味料各種 (3) 食品各種	(1) 自分たちの生活排水が環境に及ぼす影響を認識させる	(1) pHの意味について説明をする
3. 溶存酸素(DO)の測定	機器分析② (1) DOメーターの取り扱い (2) DOの測定方法	水各種 (1) 汚い水 (2) 藻の生えている水 (3) 水道の水	(1) 気体も水に溶けている (3) 溶存酸素の量で水の汚れが測定できる (2) 溶存酸素の役割	(1) DOの内容は指導する
4. 化学的酸素要求量(COD)の測定	IIS規格の簡易化方法 (1) 逆滴定の方法	水各種 (1) フロの水	(1) 有機物の酸化分解 (2) 水中の有機物の量の表し方 (3) 水の汚れとCODとの関係	(1) 酸化還元反応の指導をする (2) CODの内容を指導する

「化学と教育」第37巻 第4号(1989)

## B - II - 3 合成洗剤と環境教育

都立深川高等学校 望月和幸

### 1. はじめに

最近、フロンガスやCO<sub>2</sub>の増加といった、世界的な「環境問題」がマスコミ等で話題となることが多くなった。私たちの多摩教育化学研究会では、早くからこの「環境問題」を高校「化学」の授業に取り入れる研究を行ってきた。

この研究では、①「水質汚染」の問題を取り上げ、②河川水を教材にした生徒実験で、③「環境問題」を化学的に捉えさせる指導法を確立した。また、この指導に使用する「無機化学」の分野を中心とした化学実験テキスト「河川水から化学を学ぶ」も作成した。

現在、HPLC等によって河川水中の有機化合物の定量分析を行い、「有機化学」の分野でも生徒実験として教材に向け研究中である。

### 2. セッケンと合成洗剤

#### (1) 合成洗剤を環境教育のテーマにする

河川水、有機化合物、環境問題とくれば、「合成洗剤」と云われるほどである。図-1は、高校生の環境問題に対する認識についてアンケート調査(文献1)を実施したうちのひとつである。合成洗剤(無リン洗剤)は、現在対策が叫ばれている生活雑排水中に多く含まれている。生活剤排水に関心が高まっていることが、知名度を高くしているものと思われる。そこで、合成洗剤を環境教育の教材として取り上げてもよいと考えられる。

#### (2) 合成洗剤のCOD値の測定結果は

生活雑排水中に含まれていると思われる物質について、COD値を測定し、その結果(文献2)を表-1に示した。河川の汚染の指標ともなっているCOD値で比較してみると、合成洗剤よりもセッケンの方が大きくなっている。とすると、①セッケンの方が環境に対する影響が大きいのか、②合成洗剤は酸化分解されにくつので、長時間に渡って環境に影響を与え続けてゆくのか。この結果をどう解釈したらいいのか。



### (3) 環境教育で合成洗剤の安全性を取り上げる

高校「化学」の教科書にある合成洗剤に関連した項目では、図-2に示すような記述になっている。環境教育の授業を進める上で、その資料として教師や生徒の希望に十分応じきれているとは云いがたい。

その他、資料として活用できそうなものに、東京都教育委員会が都立高校の全生徒に配付している「環境と公害を考える」という冊子（文献3）があった。これには、図-3に示すように、合成洗剤の安全性を検証する項目が盛り込まれている。また、本文の記述にも「生物に有害な合成洗剤の使用を見直すとともに」とあるが、(2)のCODの測定結果からすると、排出される有機物の総量という点でセッケンの使用への転換することにも問題があるように感じる。

このように、高校生が身近で活用できる資料が乏しいのである。

### 3. 日頃の指導に困っている点を挙げてみた

合成洗剤は、その安全性が指摘され、環境問題としても取り上げられてから久しいが、依然として使用されている。合成洗剤を環境教育で取り上げる場合、この点をどのように指導したらいいのだろうか。前述のように、乏しい資料の中からは、この答えは得られないようである。

そこで、合成洗剤とセッケンについて、高校生が理解でき、しかも環境教育に必要と考えられる以下のような項目に関する資料は、ないものだろうかと考えている。

#### (1)合成洗剤とセッケンの化学的な性質について

- ①界面活性剤とは（構造と資質）
- ②合成洗剤に関わる最新のテクノロジー

#### (2)合成洗剤とセッケンの使用について

- ①経済性の面から合成洗剤とセッケンとの比較
- ②日本と諸外国の合成洗剤とセッケンの使用状況や安全対策

#### (3)合成洗剤とセッケンの安全性について

- ①人体に対する安全性はどうか
- ②環境に対する安全性はどうか
- ③合成洗剤とともに使用されている添加剤の安全性はどうか

### 4. おわりに

有機化学の分野で、合成洗剤を環境教育の教材にしようとする私たちの試みについて述べた。COD値の測定や文献・資料の研究、アンケート調査等を実践してみて、以下のようなことも考えられるのではないかと思う。

- ①合成洗剤もセッケンもどちらも環境に大きな影響を与える。
- ②合成洗剤は、主として毒性が影響する。

③セッケンは、主として有機物の総量が影響する。

現状のまま合成洗剤を使用する場合と、界面活性剤のすべてをセッケンに切り替えた場合とで、環境に与える影響についてシミュレートしてみる。すると、現状のまま合成洗剤を使用する方がいいという結果が得られるのではないか。だから、環境に問題ありとされても、合成洗剤に代わる物質がないのである。

さてこの原稿を読まれた方は、どのようにお考えになるのか。

## 5. 参考文献

- 1) 望月、大平、全国理科教育大会（宮城大会）  
「研究発表資料集」、vol.10、P214（1988）
- 2) 吉本、大野、梶山、東京都高等学校理科教育研究会  
「研究発表集録」、vol.28、P36（1988）
- 3) 東京都教育委員会、「環境と公害を考える」、P23（1989）

理科 (SCIENCE IN EDUCATION) 第20巻 第2号

日本理科教育協会 (1990.2)

# Think globally, act locally.

小島和雄

私は、このたび本校の教頭として、都立立川高校から参りました。教頭の仕事は、はじめの経験であり、いろいろと感うことばかりですが、みなさま方の温いご支援で、どうにか三か月間を無事に過すことができ、心から感謝いたしております。

幸い、本校は前任校と同じ立川市内にあり、地域ばかりでなく、ご家庭まで共有するという、都立高校としてのいわば三男坊的存在であります。

本校は十一才になったばかりですが、これまた私の前任校における在職年数と重なっておりますので、誕生以来ずっと、少し離れたところから、その成長ぶりを見させていだいてきたという経緯もございます。

本校は、若くて明るい学校とというのが私の最初の印象でした。先生方はもちろん、親子ともどもこの学校に惚れ込んでいると感じたのが次の印象でした。ほんとうに素晴らしい学校に就任することができて幸運というのが現在の私の心境です。

前任校では、教科指導のほか、進路指導部長として進路の

仕事に、また化学部顧問として『多摩川の水の研究』に特に力を注いで参りました。このことが今後の本校の進路指導や生徒指導に役立てばと思っております。『多摩川の水の研究』では、自浄作用や緩衝作用という河川のもつ偉大な働きまで無力化してしまう人間生活による汚染の恐ろしさに気づき、倫理的意識が芽ばえ、自分たちのライフスタイルにも関心をもつ生徒がふえました。

結局、Think globally, act locally. (地球規模で考え、足元から行動しよう) という結論にたどりつきました。これは何事にもあてはまる教訓であります。理想は高く掲げつつも、それを実現するには地道な一歩一歩しかないということです。砂高でもこの精神を受け大切にしていきたいと考えております。

東京都立砂川高等学校

P T A 広報委員会発行

「こぶし」 vol. 12、 №1 (1990.7.20)

C - I

教師による研究事例

# C - I - 1 河川水の水質調査の教材化

— 木炭で川が蘇るか —

○都立東村山高校 大野 弘  
都立瑞穂農芸高校 梶山 正明  
都立第二商業高校 吉本 千秋

## 1. はじめに

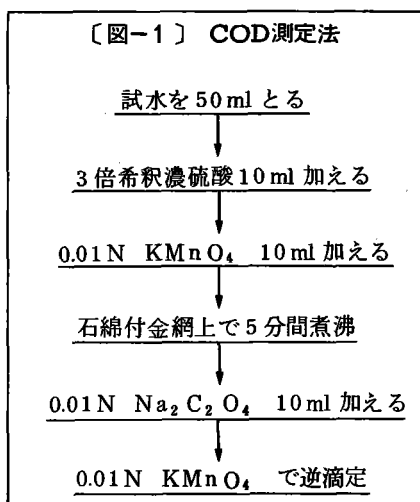
高校の化学教育においては、系統的な学習とともに、身近な自然環境を教材に自然に対する総合的理解を育てることも必要であろう。我々は都市の小河川の有機汚濁調査と簡単な浄化実験をとおして、生徒に自分達の生活と河川水との関係を学ばせることを試みている。以下に報告する実験は、我々の指導のもとに都立東村山高校の化学部の生徒が行ったものである。

都市河川の有機汚濁の原因として現在最も注目されているのは、住宅から排出される未処理の生活排水である。工場排水は、水質汚濁防止法により規制を受けるが、個人の住宅（大規模集団住宅を除く。）の生活排水は無規制に近い。そのためか、東京都の中心を流れる多摩川では、住宅地の多い中流域の有機汚濁が、工場の多い下流域のそれより大きいことさえあるという。1)しかし、生徒は、河川の汚染は工場排水によるもので自分達とは関係が無いと思っていた。これは、今まで話題になった公害事件の原因が、ほとんど工場排水だったからであろう。生徒の意識の変化についても後に報告する。

今回報告する内容は、東村山高校の近くを流れる都市小河川の空堀川のCOD（化学的酸素要求量、有機汚濁の指標の一つ）調査の結果と、活性炭による河川水の有機物除去の実験の結果である。空堀川は、我々の採水場所（東村山高校裏）の下流で東京都で最も有機汚濁のひどい川の一つとされている。（昭和61年都の調査）川の周辺は住宅地に一部畑地が混在し、流域下水道の整備は完了していない。下水臭があり、濁っている。一方、活性炭による有機物除去に注目したのは、東京都八王子市内を流れる浅川で、主婦らのグループが木炭による河川浄化を試み成果を収めたという新聞報道に接したからである。河川に木炭を沈めておくだけで河川浄化ができるなら、生徒の手で空堀川を浄化することも可能だと思い研究してみた。

## 2. COD測定法

河川水の有機汚濁の指標として測定しやすいCODを選んだ。CODの測定方法は図1に示す。2)この方法は、日本工業規格の工場排水試験法（JIS K0102）によるものより多少小さめの値がでる。しかし再現性に優れ、測定時間が短くてすみ、器具も少なく操作が容易である。生徒に実験させるためには優れた方法だと思う。なおこの方法の再現性を上げるポイントは、煮沸をできるだけゆるやかにすることである。3)生徒は、ブドウ糖やショ糖の標準水溶液で測定法の訓練を行い、数日すると河川水についても、1mg/l以下の誤差で測定できるようになった。なおこの実験は酸化還元滴定の応用実験としても使える。



### 3. 空堀川の有機汚濁について

空堀川のCOD値に季節変動を表したのが図2である。採水時刻は16時、採水場所は東京都東村山市内の東村山高校南側付近である各月の平均値をプロットした。4月の値以外は、季節による変動がほとんどない。水量も雨の日以外はあまり変わらない。4月のCOD値が高いのは、この時期に空堀川付近の畑地で施肥の作業があったことと関係があるかもしれない。

図3は、空堀川のCODの曜日による変動である。日曜日の値に他の曜日と差があるのではないかと予想したが、特に変化は見られなかった。4月はCOD値が全般に高い月なので、他の月でも比べてみたい。

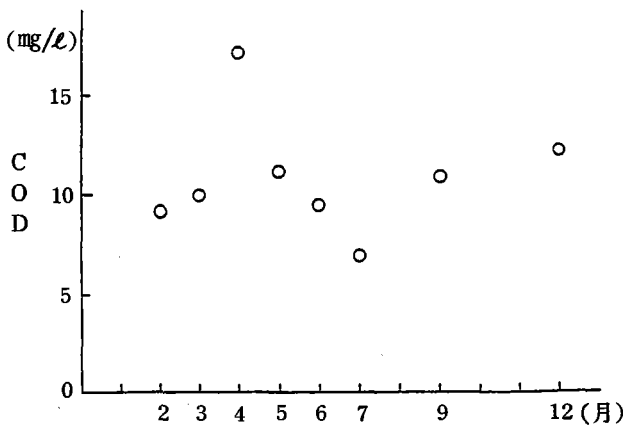
図4は、空堀川のCODの1日の変動である。早朝に低く、午前から午後へとゆるやかに高くなり、夕方には急激に高くなる。

これらの結果から、空堀川は主として生活排水や産業排水から成り、住民の都市生活に対応したリズムを持っていることが推測される。参考として生活排水中に含まれる物質のCODを測定した結果を表2に記す。4)

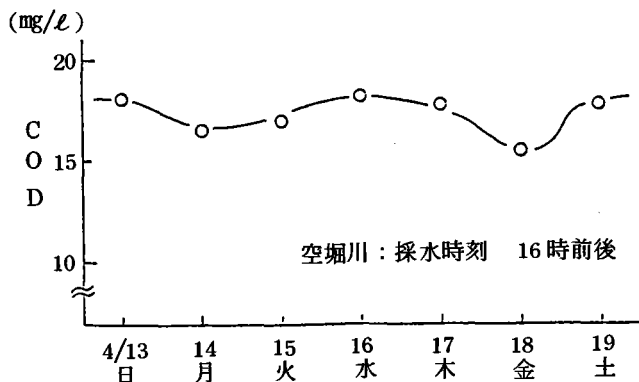
表2

物質名	COD値 (mg/l)
牛乳	17000
米のとぎ汁 (米1合に水1割)	900
しょうゆ	73000
みそ汁 (みそ100gに水1割)	12200
中性洗剤 (食品用)	34000
合成洗剤 (40g/水30割)	47
粉石けん (40g/水30割)	113

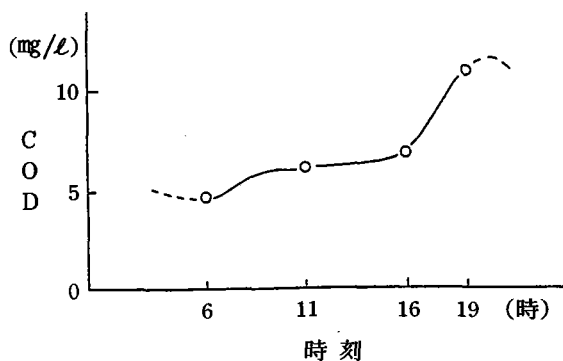
表2から生活排水中の多くの物質は、100～1000倍に希釈されても河川を汚すことがわかる。図2～図4とともに、都市小河川がいかに人間の生活に密接に関係しているかを証明している。



〔図-2〕



〔図-3〕



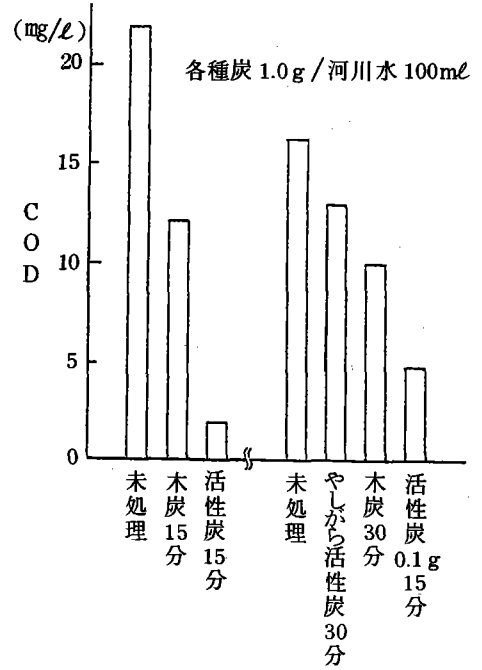
〔図-4〕

#### 4. 活性炭による河川水の浄化実験

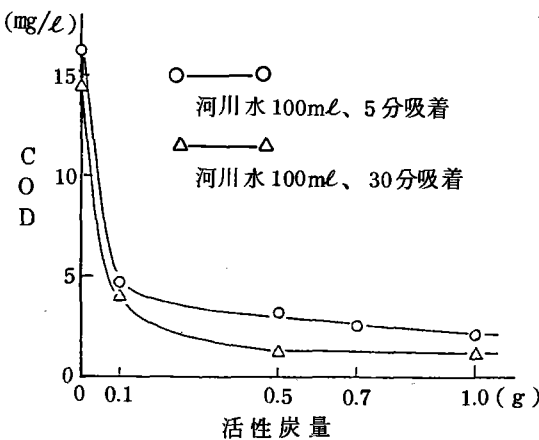
東京都八王子市内の南浅川で、主婦グループが木炭による河川水の浄化を試みて成果を収めているという新聞報道を読み関心を持った。我々は昨年河川水に空気を送りこむことによる浄化実験を行った。その結果臭いや濁りは容易に消えたがCOD値はあまり下がらなかった。4) 木炭によるものは、空気を送るより容易であり、効果があるなら実用的である。南浅川では、木炭をかたまりのままネットにつめ川に沈めたという。我々は採取してきた河川水をビーカーに入れ、炭を加えてスターラーで攪はんした後ろ過してCODを測定し、ろ過のみ行った河川水のCODと比較した。

図5に、各種の炭を使った浄化実験の結果を示す。未処理とは、ろ過したのみの河川水を示す。木炭は乳鉢で粉末にしたものを用い、活性炭は木炭を活性化した粉末状のものを用いた。やしから活性炭は、冷蔵庫の防臭用のものである。CODの除去には活性炭が最も有効なことがわかる。

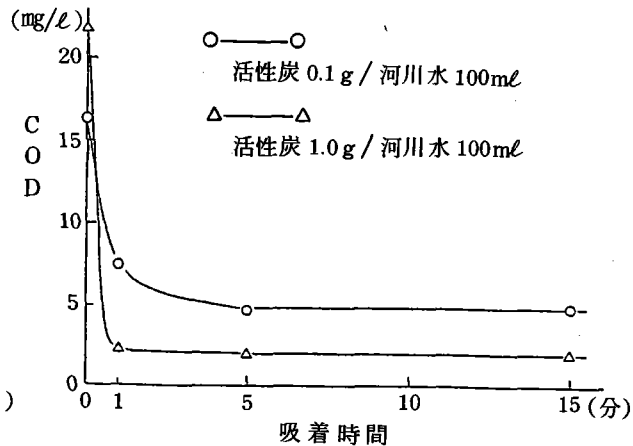
次に活性炭の量と浄化の程度を調べた。100mlの河川水に、それぞれ0.1gから1.0gの活性炭を入れ5分間及び30分間スターラーで攪はんした後、ろ過してCODを測定した。その結果が図6である。活性炭量を増せば、浄化効果は大きくなるが、0.5g以上になると増量したことの効果はあまりない。一定質量当たりの効果は0.1g前後が最も大きそうである。また吸着時間は、5分間でも30分間でもあまり差がない。COD値15mg/l前後のかなりよごれた河川水が1mg/l前後まで浄化される。グラフから見て、この活性炭による浄化はこのあたりが限度であろう。



〔図-5〕



〔図-6〕



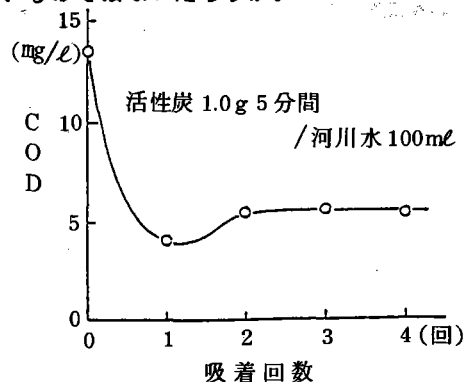
〔図-7〕

図7に吸着時間を変化させたときの浄化作用を示す。なお、このグラフにはかきこめなかったが、活性炭を0.1gろ紙にのせ、河川水をろ過したときには、16.3mg/lの河川水が8.3mg/lに浄化された。グラフから活性炭の吸着平衡に達する時間はかなり早いことがわかる。活性炭量が0.1gのとき5分、1.0gのとき1分ほどで平衡に達するようである。このことから図6で、5分間吸着させたものと30分間吸着させたものがそう変わらない浄化作用を示していたことが納得できる。また、活性炭量が多い方が平衡に達する時間が短いことは、吸着物質の濃度が増加すると吸着速度も増加することを示しているのではないだろうか。

図8には、活性炭を繰り返し使った際の浄化能力を調べた結果を示す。同じ活性炭に対してCOD値13.6mg/lの河川水を5分間ずつ繰り返し接触させた結果である。1回目比に比べ2回目以降は浄化能力が下がっているのは当然としても、3回目以降にそれ以上の能力の低下が見られないことが不思議である。

溶液から固体表面への吸着量は、吸着物質の量に比例し平衡時の溶液濃度の $n$ 分の1乗に比例するという。 $(n$ は経験数)5)しかし、もちろん吸着物質の表面の状態に大きく左右されるであろうし、同じCOD値の河川水でも成分組成が変われば吸着量も変化するであろう。この問題の定量的解析は困難であろう。

そこで以上の実験から言えることを次にまとめる。河川水の浄化には、炭による吸着が効果があるが、木炭より活性炭の方がより有効である。活性炭ならば、汚染水の100分の1ほどの量を5分間接触させれば浄化効果があり、その効果はある程度継続する。この方法は、河川水そのものを浄化するより、各家庭で生活排水を一次的に処理するのに向くと思われる。南浅川の木炭浄化の現場で木炭の上流と下流で採水しCODを測定したところどちらも6mg/l前後で効果は見られなかった。木炭の表面処理、粒径、河川水との接触時間等を工夫する必要があるだろう。



〔図-8〕

## 5. おわりに

2年間続けての空堀川の水質調査をとおして、生徒は自分達の生活と身近な川の汚染との関係をより深く考えるようになった。また、木炭による河川水の浄化が新聞報道ほどにはうまくいっていないことがわかりながらも、自分達で地道に研究することで改善策が見いだせるのではないかという希望を持った。実用的な方法は、単なる思いつきだけでなく、着実なデータの収集と分析からうまれるのだということを学ばせていきたい。

### 参考文献

- |                                         |                                           |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1) 読売新聞 61年12月2日付 夕刊<br>多摩川中流汚染進む       | 4) 梶山正明他 都高校理科教育研究会<br>理化部会 研究発表集録26 1986 |
| 2) 日本分析学会北海道支部編<br>新編水の分析 P250~253      | 5) W. J. Moore 新物理化学<br>東京化学同人P792 ~793   |
| 3) 吉本千秋他 日本化学会第49春季年会<br>化学教育 化学実験講演予稿集 | 6) 大野弘他 日本理化学協会<br>大阪大会資料集8, 1986         |



## C-I-2 河川水の教材化

— 浄化をめぐる —

東京都立第二商業高等学校 吉本千秋  
 東京都立東村山高等学校 大野弘  
 東京都立明正高等学校 梶山正明

### 1. はじめに

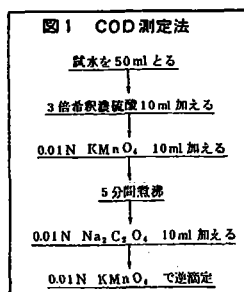
私たちは、環境教育の一環として河川水を高校「理科」に、教材として取り入れる研究を行っている。特に、最近深刻な社会問題<sup>1)</sup>になっている河川の有機汚濁を中心に、生徒が環境に目を向け、自分たちの生活との関連を理解し、そして環境保全を考えることを、目標として行なっている。

前回までの研究ですでに生徒（東村山高校化学部）は実験室で有機汚濁の指標であるCOD値（化学的酸素要求量）を測定する方法を習得し、東村山高校近くを流れる空堀川のCOD値の経時変化の測定、生活排水中の物質についてのCOD値の調査などから、COD値の変動が自分たちの生活のリズムと関連があることを学んでいる。さらに、COD値はどのようにしたら低下させることができるかという河川水の浄化の機構について、新聞等で話題を呼んでいる木炭を利用した方法についても検討を行なってきた。

今回、日常生活排水に含まれる物質のCOD値を測定し、機器分析によるTOC値（全有機炭素量）との相関を調べ、さらに河川水浄化の機構をモデル実験により検討、考察した。その結果を報告する。

### 2. COD値の測定方法<sup>2) 3)</sup>

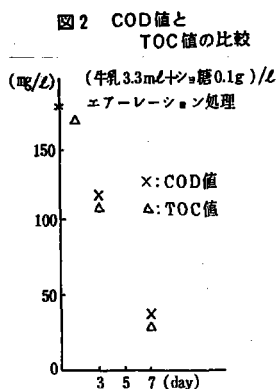
COD値の測定は、直火加熱法（図1）で行なった。



$$COD = \frac{1000}{V} \cdot F \cdot 0.01 \times 8 \times (x - a)$$

F: KMnO<sub>4</sub>のファクター  
 x: 滴定値 (ml)  
 a: 空白値 (ml)

この方法は、加熱時間が短かく、授業時間内



に充分行なうことができる。測定値はJIS法よりも小さいが、沸石としてガラス毛细管などを入れることにより、再現性をかなり高くすることができる。また、図2に示すごとく、TOC値との相関もよく、生徒に行なわせるのに適当であると考えられる。

### 3. COD値の測定<sup>4)</sup>

上記方法により、東村山高校付近を流れる空堀川のCOD値を測定した。季節による変化、曜日による変化及び時間による変化を各々測定し、生徒は自分たちの生活のリズムとCOD値が関連することを学んだ。そこで、生活排水に含まれると考えられる物質について、COD値を測定した。結果を表1に示す。これらより、100倍～1000倍に希釈してもなお河川を有機的に汚濁することが理解された。

物質名	COD値 (mg/l)
牛乳	17000
米のとぎ汁 (米1合に水1ℓ)	900
しょうゆ	73000
みそ汁 (みそ100gに水1ℓ)	12200
中性洗剤 (食品用)	34000
合成洗剤 (40g/水30ℓ)	47
粉石けん (40g/水30ℓ)	113

### 4. 有機汚濁の浄化実験

身近な河川水が、生活排水により有機的に汚濁されていると考えられる。そこで、河川の有機汚濁の浄化について検討した。

#### (1) 木炭による河川水の浄化実験<sup>5)</sup>

河川に木炭を投入し、浄化することが新聞等で話題となっている。そこで、実際COD値の低下に効果があるかどうかを検討した。

木炭を乳ばちですりつぶした物及び活性炭を用いると、COD値低下に効果が見られた。活性炭の有効量は、河川水100ml当り0.5g程度、処理時間は1分前後が適当であった。この結果よ

り、河川浄化には大量の木炭が必要であり、又日本の河川の如く、流速の大きい状態では処理時間が不十分であるため、河川での浄化効果はほとんど期待できないと思われる。実際、投入現場での上・下流の河川水のCOD値に差はほとんどみられなかった。この方法は、生活排水の処理には適していると考えられる。

## (2) 曝気等による河川水の浄化実験

自然の河川では、流れによる酸素の溶け込みと、水中の河床に付着した微生物による酸化で有機物が分解されると考えられている。実際に下水処理場で汚水中に大量に空気を送り込む方法で微生物を活性化し、浄化を行なっている。

そこで、河川水に空気を送り込み、曝気(エアレーション)することで浄化の検討を行なった。装置を図3及び4に示す。

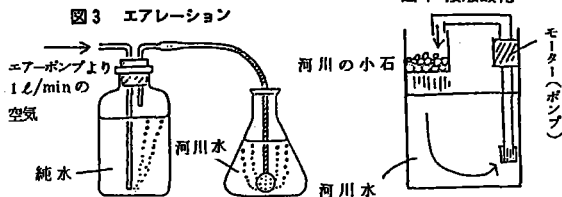


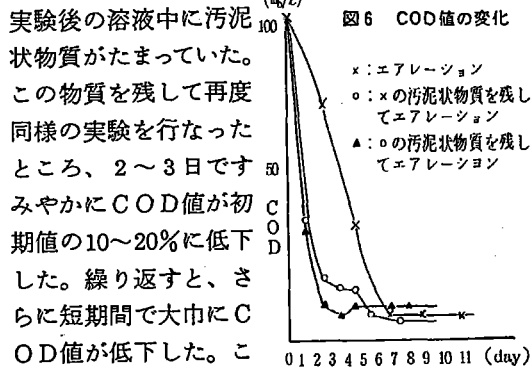
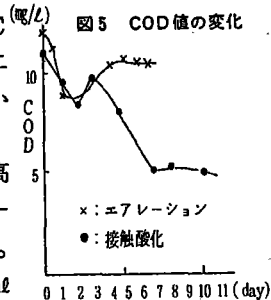
図3は金魚用エアポンプを使用してエアレーションする装置で、蒸発防止に蒸留水を通した。

図4はろ過部に河川の小石を入れて、微生物を繁殖させ水を循環させるもので、接触酸化とよぶ。

これらの方法により、河川水のCOD値の変化を測定した。結果を図5に示す。6~7日間程度で初期値の半分程になり、効果がみられた。

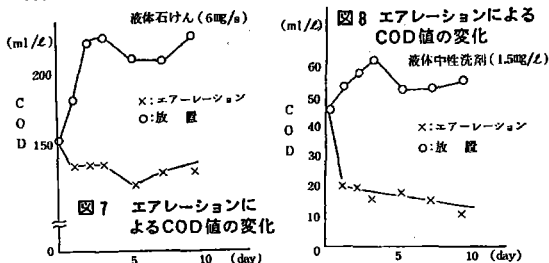
種々検討してみると、COD値は5mg/l以下に低下しにくいことがわかった。

そこで、COD値の高い溶液を用い、エアレーションについて検討した。溶液として、牛乳3.3mlとショ糖0.1gを蒸留水1lに溶かし、COD値を150~200mg/lとしたものを用いた。これは、生活排水のCOD値は一般に150~200mg/lといわれているためである。結果を図6に示す。6日前後で初期値の10%程度に低下した。この



実験後の溶液中に汚泥状物質がたまっていた。この物質を残して再度同様の実験を行なったところ、2~3日ですみやかにCOD値が初期値の10~20%に低下した。繰り返すと、さらに短期間で大巾にCOD値が低下した。これは、微生物の繁殖するのに必要な期間が短縮されたためと考える。生徒は、簡易な操作でCOD値が大巾に低下したことに大変驚いていた。

同様に、使用濃度の液体石けんと中性洗剤について実験した。結果を図7及び8に示す。



大巾な低下はみられない。さらに検討したい。

これらの結果より、エアレーションでは、COD値低下に3~4日必要で、5mg/l以下に低下しにくいことから自然の河川においての有機汚濁の浄化はほとんど期待できないと考える。この方法も生活排水の処理には適すると考える。

## 5. まとめ

以上より、生徒たちは現状において河川の生活排水による有機汚濁の浄化は自然の状態では困難であることを学んだ。そして、環境保全のためには、家庭から出す有機物量を減少させることが必要であることを認識したようである。環境について河川水を通じてさらに生徒たちに学ばせたい。

最後になりましたが、TOC値の測定にあたって、都立大学理学部分析研究室の落合正広先生にご教示いただきました。誌上を借りて、感謝の意を表します。

### 参考文献

- 1) 環境新聞 81年12月2日付 夕刊
- 2) 日本分析学会北海道支部 新潟水の分析 P250~253
- 3) 宮本千枝他 日本化学会第54年夏季会 化学実験課演習集 夏A25. (1987)
- 4) 岡山正明他 新潟県理科教育研究会 理化部会 研究発表録20. 21. (1986)
- 5) 大野弘他 日本理化学協会 大阪大会資料集n. (1980)

昭和63年度「研究発表集録」第28巻  
東京都高等学校理科教育研究会理科部会 (1988)

[発表資料]

河川水の教材化 — 浄化をめぐる —

都立第二商業高校 吉本千秋  
 都立東村山高校 大野弘  
 都立明正高校 梶山正明

1. はじめに

我々の研究会では「環境教育」の一環として河川水を高校「理科」に教材としてとり入れる研究を続けている。特に最近、深刻な社会問題になっている河川の有機物による汚濁を中心に生徒が環境に化学的な眼をむけ、自分たちの生活との関係を認識し、その浄化について意識を持つことを目標にしている。

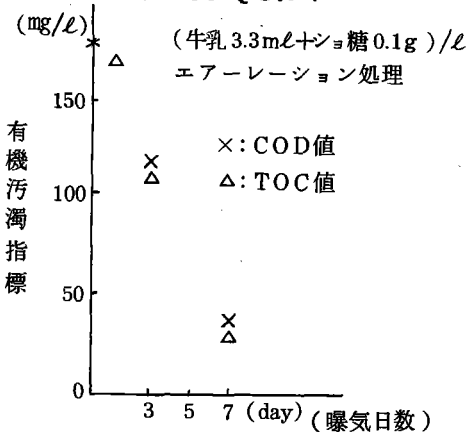
前回までの研究で、すでに生徒（東村山高校化学部）は実験室で有機汚濁の指標であるCOD値（化学的酸素要求量）を測定する方法を習得し、東村山高校近くの空堀川のCOD値の経時変化の測定、生活排水中の物質についてのCOD値の調査などから、自分の生活のリズムに関連のあることを学んでいる。さらに、COD値はどのようにしたら低下するのかという河川水浄化の機構について、新聞等で話題を呼んでいる木炭を利用した方法などについて検討を行っている。

今回、日常生活上排水に含まれている物質のCOD値を測定し、TOC値（全有機炭素量）との相関を調べ生活排水の河川への影響を考え、河川水浄化の機構をモデル実験により、検討、考察した。その結果について報告する。

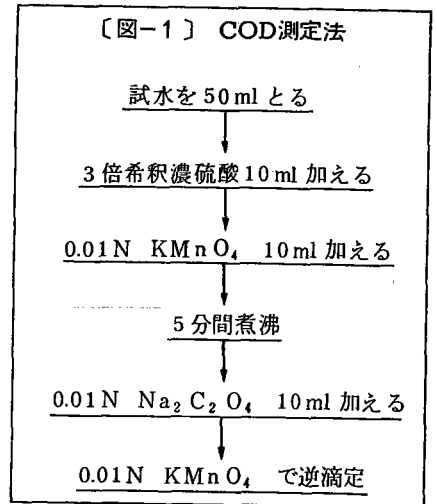
2. COD値の測定方法<sup>2) 3)</sup>

COD値の測定については直火加熱法（図1）で行った。本法は加熱時間が短いので授業時間内にも、充分行うことができる。JIS法よりも絶対値は小さいが、ガラス毛细管などを加熱時にいれることにより、再現性をかなり高くすることができ、生徒に行わせるには適していると考えられる。

また、TOC値との相関もよく、生徒たちに行わせるに問題がないと考える。（図2）



[図-1] COD測定法



$$COD = \frac{1000}{V} \times F \times 0.01 \times 8 \times (x - a)$$

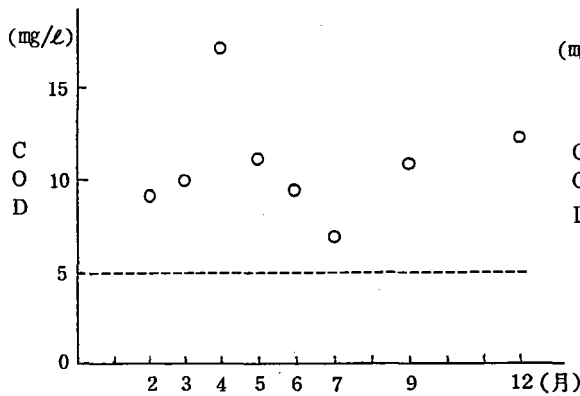
F: KMnO<sub>4</sub> のファクター

x: 測定値 (ml)

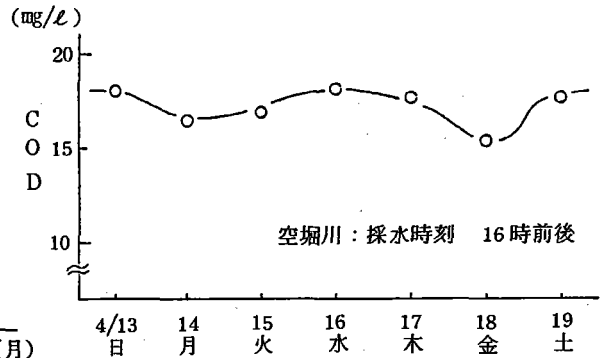
a: 空試験値 (ml)

3. COD値の測定<sup>4)</sup>

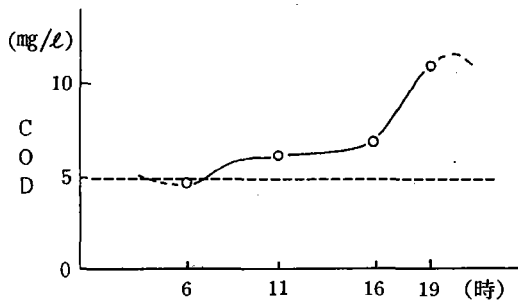
東京都の東村山市内の東村山高校南側付近を流れる空堀川の水についてCOD値を測定した。COD値の季節変動（図3）、COD値の曜日変動（図4）、及びCOD値の1日の変動（図5）について各々測定した結果を示す。季節変動は4月がとくに高い以外はほとんど変化はみられない。4月は施肥作業の影響と考えられる。曜日の変化もあまりみられないが1日の中では、早朝低く、午後にかけて高くなり夕方から急激に高くなる。



〔図-3〕 季節によるCOD値の変化



〔図-4〕 曜日によるCOD値の変化



〔図-5〕 時間によるCOD値の変化

表 1

物質名	COD値 (mg/l)
牛乳	17000
米のとぎ汁 (米1合に水1割)	900
しょうゆ	73000
みそ汁 (みそ100gに水1割)	12200
中性洗剤 (食品用)	34000
合成洗剤 (40g/水30割)	47
粉石けん (40g/水30割)	113

これより、空堀川の有機汚濁は主に生活排水が原因であり、住民の都市生活に対応したリズムを持っていることが推定される。そこで、生活排水中に含まれると考えられる物質についてCOD値を測定した。これらは100~1000倍程度に希釈されてもなお、河川を汚濁するものであることが理解される。結果を表1に示す。

#### 4. 有機汚濁の浄化実験 —COD値を低下させる—

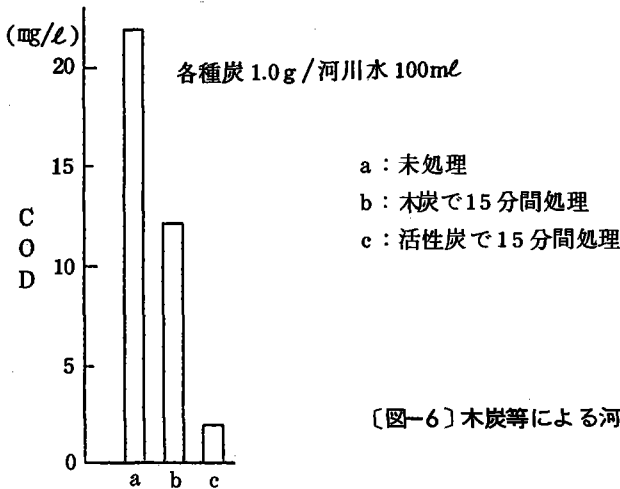
以上のことから、我々の身の回りの河川は主に生活排水で有機的に汚濁されていると考えられる。そこでどのようにしたら、有機汚濁すなわち、COD値を低下させ得るかを検討した。実験を通じてまた実験の結果より生徒たちは汚濁された河川の浄化が困難であること、自分自身の浄化への参加の可能性を実感したようである。

検討した方法は木炭を用いた方法及び空気による酸化の方法である。

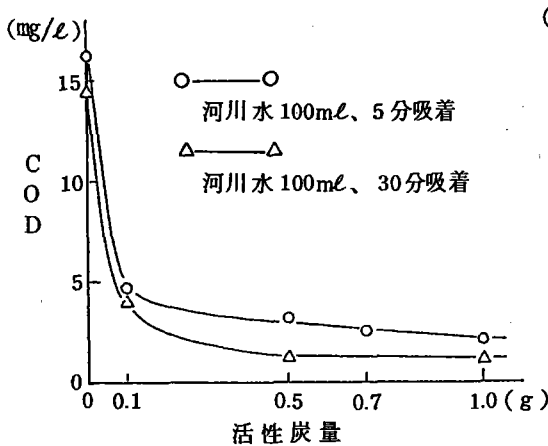
##### (1) 木炭による河川水の浄化実験 5)

東京都八王子市内の南浅川で主婦のグループが木炭による河川水の浄化を試みて成果をあげているという報道いらい、各地で炭の生産、河川への利用という活動が行われているようである。そこで、実際にCOD値の低下にどの程度、効果があるかを検討した。現場は河川に木炭を固まりのままネットにつめて川に沈めたということであるが、我々の実験では河川水をビーカーに入れ、炭を加えてスターラーでかくはんした後、ろ過しCOD値を測定した。木炭としては、乳鉢でくだいたものと活性炭を用いた。100mLの水に1g使用した場合の結果を図6に示す。活性炭がきわめて良好であったので、どの程度で効果があるかを検討した。結果を図7に示す。100mL当たり0.5g程度で効果が認められそれ以上増量しても効果は

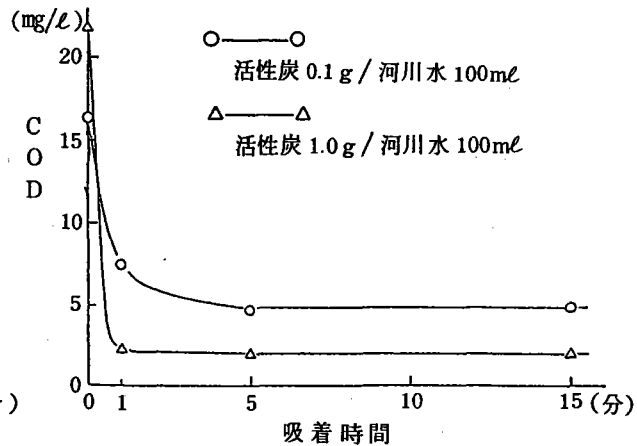
みられない。さらに接触させる時間についても検討した。結果を図8に示す。1分以上長く処理しても、効果は変わらず1分程度で充分であると考えられる。これらより有効量、接触時間をみると、自然の状態での河川での使用は、その処理量及び河川での接触時間から考えてCOD値の低下について効果は薄いと思われる。実際、木炭を入れた現場での上流と下流で採取した水のCOD値の差はほとんどみられなかった。この方法は各家庭で生活排水を処理するのに良い方法であると考えられる。



〔図-6〕木炭等による河川水の浄化



〔図-7〕活性炭量によるCOD値の変化

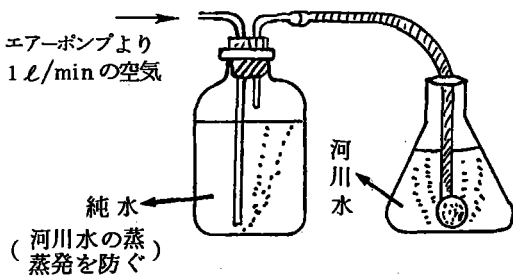


〔図-8〕活性炭処理時間によるCOD値の変化

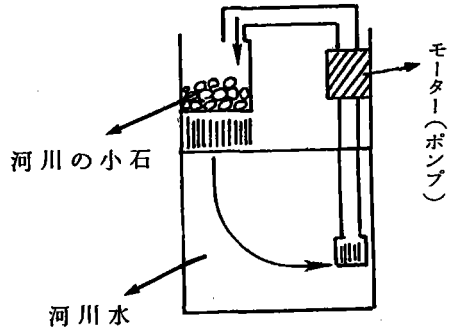
## (2) 曝気等による河川水の浄化実験

自然の河川では流れによる酸素の溶け込みと、水中や河床に付着した微生物による生物酸化で有機物が分解浄化されると考えられている。下水処理場では汚水中に大量の空気を送り込み、水中の微生物の活動を盛んにして浄化している。

そこで、河川水に空気を送り込み、曝気することで浄化することを検討した。これを以下、エアレーションと言う。装置は図9に示す。エアポンプは金魚用の水槽に使用されるもので空気を一度蒸留水に通したのは、試水の蒸発を少なくするためである。ポンプは1 l/min程度とし試水の体積を2 l以上で行った。また、図10のような装置でも行ってみた。これは、水石などに微生物を付着させて、河川水を循環させるものである。この方法を接触酸化という。水槽は金魚用の60 lのもので循環能力は10 l/minを用いた。



〔図-9〕エアレーション



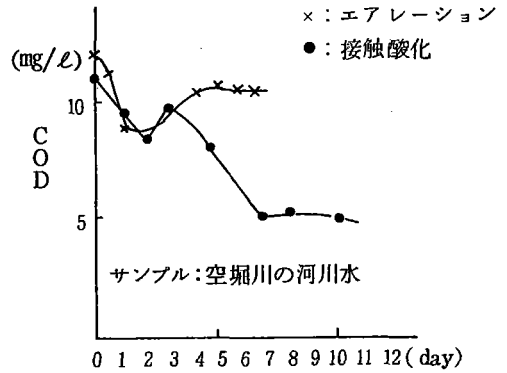
〔図-10〕接触酸化

まず、河川水について、エアレーションによる感覚的な効果を調べた。結果を表2に示す濁り、臭いについて高い効果がみられる。

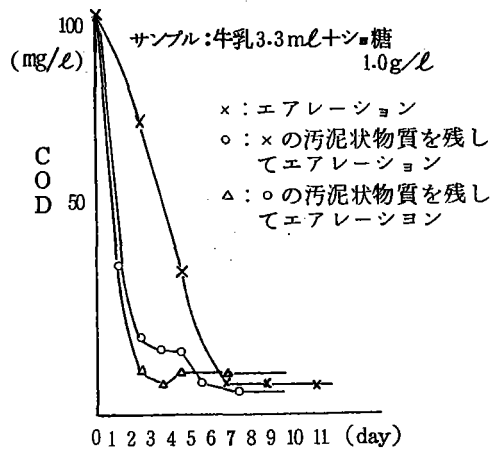
表2 河川水へのエアレーション効果

	濁り におい	
採取直後	うすい灰濁	うすい下水臭
7日間エアレーション	かなり透明	無臭
7日間放置	うすい灰濁	やや強い下水臭

COD値について、まず河川水をエアレーション及び接触酸化した時のCOD値の変動について測定した結果を図11に示す。COD値の低下がみられ、効果が認められる。しかし、5mg/l以下になりにくかった。7日間程度ではほぼ一定になり、これ以上長時間行っても処理効果は期待できない。種々行ってみたが、COD値を5mg/l以下になりにくい傾向がみられた。そこで初期のCOD値を高くした場合について検討した。そして、生活排水に含まれると考えられる成分にて、一定の水溶液を作成してエアレーションの効果調べた。その結果、比較的短い期間できわめて、大いに低下した。使用したのは牛乳3.3mlとショ糖0.1gを1lの蒸留水に加えてCOD値が150~200mg/lとしたものである。これは一般的な家庭排水の平均的なCOD値とこれである。この溶液がエアレーションにより数日で10~20mg/lに低下した。結果を図12に示す。また、この溶液中にできた汚泥状物質を残して同じ操作を繰り返すと、よりすみやかにCOD値が低下することがわかった。さらにこれを得られた汚泥状物質を残して同様の操作をするとさらにすみやかに、CODの値が



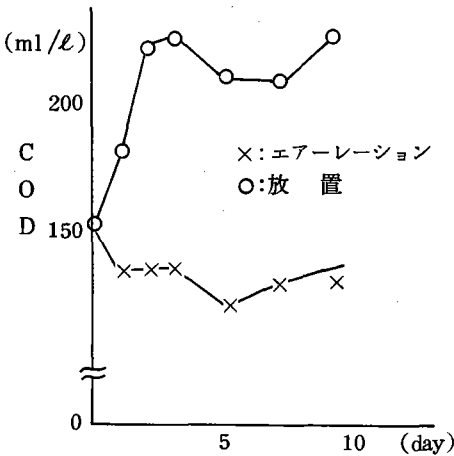
〔図-11〕COD値の変化



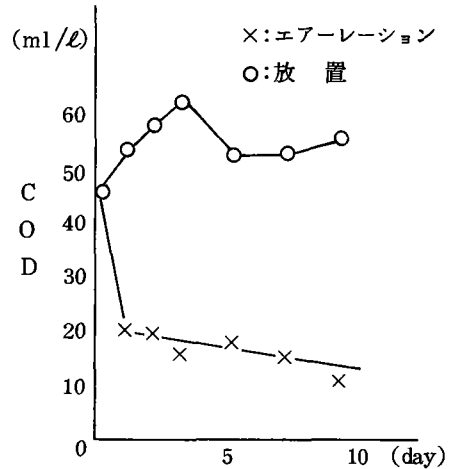
〔図-12〕COD値の変化

低下することがわかった。これは、微生物が繁殖するのに必要な期間いわゆる誘導期間が短縮されたためと考えられる。生徒たちにとって、大幅なCODの値の低下は、大変な驚きのようにであった。

同様にして通常使用濃度での石けん、洗剤について実験を行った。液体石けん(6ml/l使用濃度)及び中性洗剤(1.5ml/l使用濃度)の結果を図13と図14に示す。中性洗剤は半分程度に低下するが、石けんはあまり低下がみられない。洗剤、石けんについてはさらに詳しく検討してみたい。



〔図-13〕 液体石けん(6mg/l)



〔図-14〕 液体中性洗剤(1.5mg/l)

以上より、エアレーションによってCOD値が低下するには3~4日を要し、5mg/l程度以下に低下しにくいことを考えると、日本の河川のように上流から海まで長くて2日程度の場合、自然の状態による有機汚濁の浄化はほとんど期待できないと考えられる。エアレーションは高いCOD値の家庭排水を、処理してCOD値を大幅に低下させる方法として適していると考えられる。

## 6. まとめ

これらの実験により生徒たちはエアレーションのような簡単な操作により、COD値を低下させることができたことに、大変驚いていたようである。そして、河川での生活排水の浄化が現状ではきわめて困難であるため、排水を出す時点でCOD値を低くすることが最良であることを学んだ。そして、

自分たちがだす有機物の量を減少させるということが河川の浄化につながるという環境への認識をさらに深めたようであった。

さらに洗剤、石けん等についても検討し、取り巻く環境と生徒との関係を学ばせていきたい。最後に「(1)CODの測定にあたり、都立大学理学部分析研究室の落合正彦先生に指導いただきました。この場をかりて、感謝の意を表します。」

### 参考文献

- 1) 読売新聞 61年12月2日付 夕刊第 多摩川中流汚染進む
- 2) 日本分析学会北海道支部編 新編水の分析 P250~253
- 3) 吉本千秋他 日本化学会第54春季年会 化学実験講演予稿集 2頁A35 (1987)
- 4) 梶山正明他 都高校理科教育研究会 理化部会 研究発表集録26, 34, (1986)
- 5) 大野弘他 日本理化学協会 大阪大会資料集B, (1986)

## C-I-3 河川の水質調査の教材化Ⅱ

— 身近な都市河川と生活排水を教材とした環境教育の試み —

梶山 正明

大野 弘

吉本 千秋

### 1. 研究のねらい

私達のグループでは、河川の水質調査を通じて生徒達に身近な環境に対する目を開かせ、また自分達の生活と環境とのかかわり合いを考えさせることにより、環境問題についての関心を高め、対応していく能力を育てることを目的として研究を行ってきた。最近では、地球規模での環境保全が大きな問題となっているが、こうした問題への取り組みも身近な環境への関心と理解からその一歩が始まると考える。

今回の報告は、前報1)、2)の成果を踏まえ、一般生徒に身近な都市河川や家庭からの生活排水を題材として環境教育を行った実践報告である。対象生徒は、都立東村山高校3年生の化学選択者および都立明正高校2年生で、中和滴定等の基礎的実験と酸化還元については学習しているが、有機化学分野は未習である。河川水および生活排水の有機汚濁測定に用いた指標はCODで、その測定方法は文献3)をもとに、私達が生徒実験用に改良を加えたものである。



## 2. 研究方法

今回の実践は、次の5つの部分からなる(表1)。

(1)と(5)のアンケートは同じ内容であり今回の学習前後の生徒の意識の変化を調べることを目的としたものである(図1)。

(2)では、学校近くに空堀川と野火止用水という小河川がある東村山高校では、実際の河川の様子を観察と採水を授業時間内に行った。空堀川は、自然の河川であるが、野火止用水は、かつての農業用水路に下水処理場からの3次処理排水を流しているものである。生徒達は今回の学習以前からどちらの川もその存在と名称は知っていた。両河川観察のポイントとして、河床や川岸の様子、動植物の様子、流れている水の状態、どのような水が流れ込んでいるのか等を示した。

一方、明正高校は住宅密集地の世田谷区にあり、近くの河川もほとんどが暗渠化されているため、実際の観察に代えて、新

表1 実践内容

- (1) 河川についてのアンケート(事前)
- (2) 身近な河川の観察と採水(東村山  
新聞記事等の資料により、都市河川の汚濁の現  
状を学習(明正))
- (3) 河川水、生活排水のCOD測定
- (4) 水質調査および浄化実験のデータ解説
- (5) 河川についてのアンケート(事後)およびレポ  
ート

( )高校( )年(男子/女子)

- (1) 家や学校の近くの川の名前を書きなさい。( )
- (2) 家や学校の近くの川は汚れていると思いますか。  
a. 汚れている    b. きれいである    c. どちらともいえない。
- (3) その川に次のような生物はいますか。いる生物を全て選びなさい。  
a. 小魚    b. 川魚    c. ボーフラ
- (4) 川が汚れているとはどのようなことだと思いますか。  
( )
- (5) その川が汚れているとすると、原因は何だと思いますか。最も大きな原因だと思うものをひとつだけ次の中から選びなさい。  
a. 工場排水    b. 家庭排水    c. 雨水
- (6) 川が汚れると私たちの生活にどのような影響があると思うか。  
( )
- (7) あなたの家から出る水はどのように処理されていますか。次の中から選びなさい。  
a. 利根川へ    b. 下水道へ    c. 浄化槽へ
- (8) 川をきれいにするにはどうすればよいと思いますか。具体的に書きなさい。  
( )
- (9) 川をきれいにするための運動として知っているものを書きなさい。  
( )

<最後に>  
地球規模の環境問題がクローズアップされていますが、重要なものとしてどんなものを知っていますか。知っているだけ書きなさい。

御協力ありがとうございました。

[図-1] 河川に関するアンケート

聞記事等により、都市河川の汚濁の現状を説明した（補助資料1・2）。その際、有機物による汚濁は、その酸化分解のため水中の酸素を欠乏させ、水生生物の命を脅かすこと、また有機物（栄養分）の発生源の大半が家庭生活排水といわれていること（先入観をもたせないため詳しい説明は(3)のCOD測定後）、有機物量を測定する原理と方法（今回は、簡便な方法として有機物の酸化剤に過マンガン酸カリウムを用い、CODを測定すること）にもふれた。

(3)では、採水してきた河川水（明正高校では予め採水しておいた多摩川下流の河川水）と生活排水に含まれると考えられる物質のCODを測定させた（補助資料3・4）。COD測定は、逆滴定を用いた酸化還元滴定で、しかもその数値は試水の酸化に要した過マンガン酸カリウムを同当量の酸素の量に換算して表わすため、やや複雑な計算を要する。そのためここでは簡単な原理の説明だけにとどめ、数値を代入すればよいだけの計算式を与えた。今回の実験では、CODを試水中の有機物量を示すめやすとして用いているので、測定原理そのものには、あまり深入りしない方が望ましいと考える。

具体的なCOD測定方法は、次の方法（図2）によった。この方法はJISK0102（工場排水試験法）中の代表的な方法よりやや低めの値が出る。しかし、操作が容易で短時間で行え、TOCとの相関もかなり高い2)ので、今回のような測定には適している。生徒実験の際の誤差は、滴定よりも煮沸の仕方により生じるので、注意※2を十分指導するとよい。COD値は、最後の滴定に要した過マンガン酸カリウムの量を同当量の酸素に換算し、濃度（mg/l）として表わすことが普通である（次式）。

$$\text{COD} = \frac{1000}{V} \times F \times 0.01 \times 8 \times (x - a)$$

ここで、Vは試水の体積、通常50mlで行う。Fは0.01N KMnO<sub>4</sub>水溶液のファクターで、この生徒実験では1としても問題はない。xは試水の滴定に要した0.01N KMnO<sub>4</sub>水溶液の体積（ml）であり、aは空試験値（試水のかわりに純水50mlを用いて同様の操作を行った値（ml））である。

実際の測定においては、河川水はそのまま、生活排水に含まれる物質は、測

定条件に適した濃度になるように、適宜生徒達に希釈させて使用した。

(4)で用いたデータは、昭和61年以来、東村山高校化学部の生徒とともに測定してきたものを中心として、都環境保全局水質調査部発行のパンフレットや新聞記事も併せて用いた(補助資料5~8)。また、解説にあたっては実験に用いた器具を見せ、実際に稼働して見せたりして理解を深めた。データと実験装置を次に示す(図3~図8)。

図3からは、私たちの家庭生活のリズムと都市河川の汚濁の関係の深さが推測される。また、図4~図6より、河川水の様に大量かつ低濃度の水を浄化するより家庭から出る

試水 50 ml をとる ※ 1

↓

濁硫酸を 4 倍希釈したもの 5 ml 加える。

↓

0.01 N<sub>4</sub> KMnO<sub>4</sub> 10 ml を加える

↓

ガラス毛細管を沸石として入れ、  
5 分間穏やかに煮沸する。 ※ 2

↓

0.01 N<sub>4</sub> Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 10 ml を加える。 ※ 3

↓

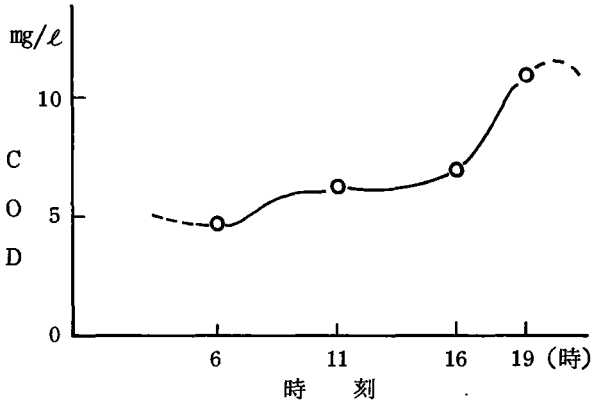
0.01 N<sub>4</sub> KMnO<sub>4</sub> で滴定する。 ※ 4

注意

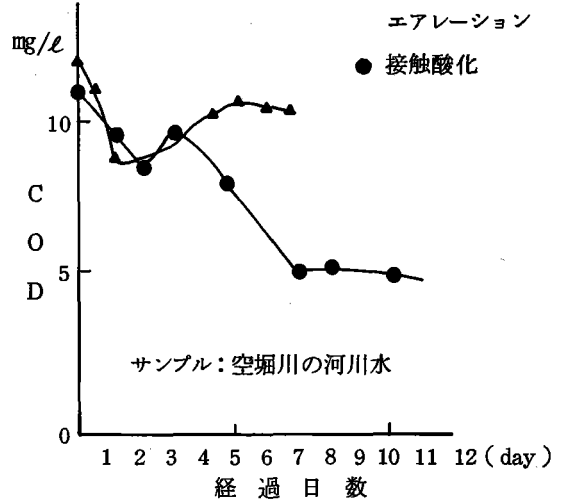
- ※ 1 サンプルはCODにして数mg/lになるよう希釈する。
- ※ 2 細かい泡が静かにでる程度に5分間保つ。この加熱の方法が一様だと再現性がよい。尚、5分間煮沸後に液の色はうすい赤色が残っていなければならない。
- ※ 3 残っていたサンプルの赤色が消えるはずである。
- ※ 4 ごくうすく赤味をおびたところを終点とする。

〔図-2〕 COD測定法

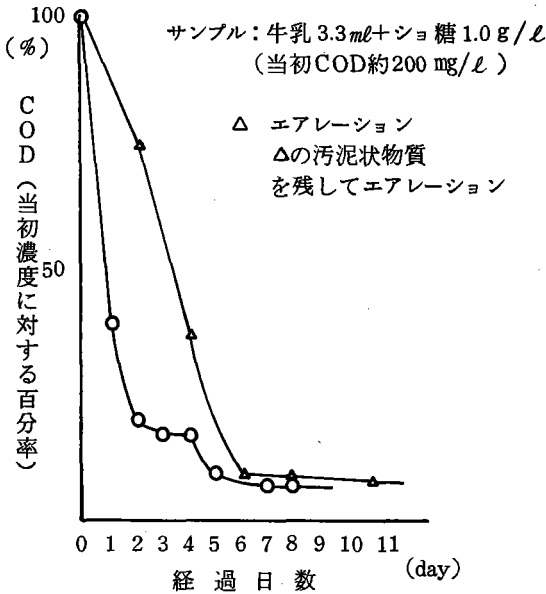
生活排水のような比較的少量で高濃度（一般にCOD値で100~200mg/l）のものを浄化することの方が容易であることがわかる。



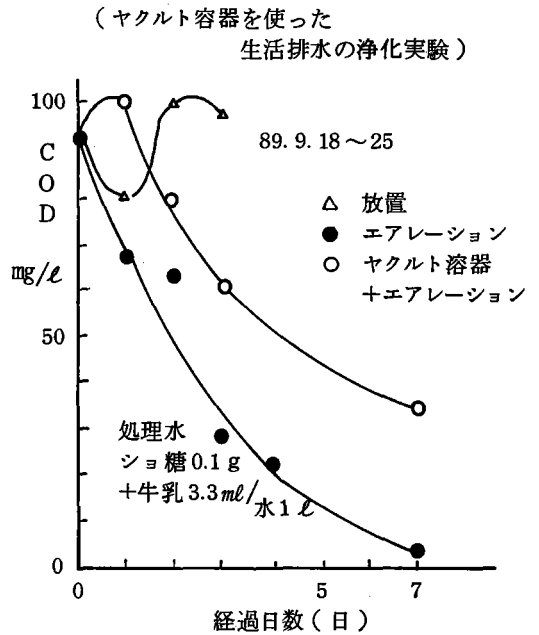
〔図-3〕 空堀川CODの経時変化



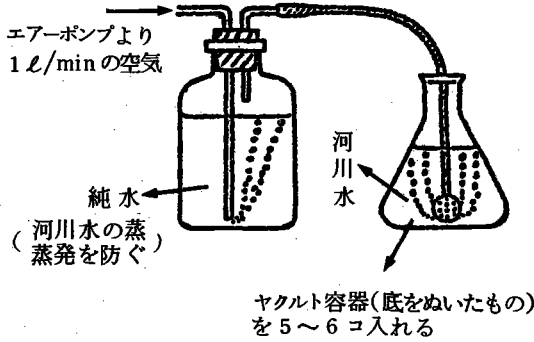
〔図-4〕 河川水の浄化実験



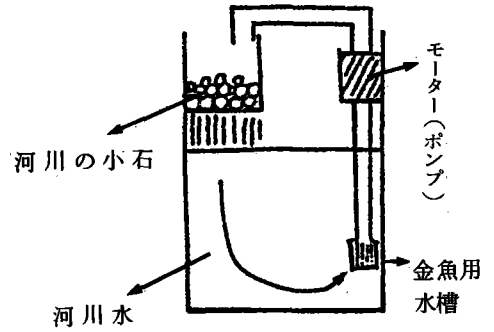
〔図-5〕 高濃度生活排水の浄化実験(1)



〔図-6〕 高濃度生活排水の浄化実験(2)



〔図-7〕 エアレーション



〔図-8〕 接触酸化

エアレーション (図7) は下水処理における活性汚泥法の、接触酸化 (図8) は同じく接触酸化法のモデルである。CODが高濃度の場合はエアレーションが、低濃度の場合は接触酸化が比較的有効であった。なおヤクルト容器をいれるとさらに浄化率が向上するが、容器内壁に有機物を分解する微生物の膜が生成し、効率よく酸化分解が行われるものと考えられる。このヤクルト容器を利用した合併浄化槽は、第一工業大学の石井教授の考案ですでに実用化段階にある4)。また、都環境保全局のパンフレットは生徒の行った実験結果を裏付けるもので、河川の有機汚濁の原因とその浄化対策を説明したものである。

### 3. 研究の内容

#### (1) 事前アンケート (明正)

アンケート項目の(4)、(6)、(8)、(9)の回答に興味深い傾向が見られた (図9)。 (4)の回答では「ごみが捨ててある」など外見的・観察的なものがものが多数あり、「川の汚れ」と聞いて、水質ではなく河川敷も含めた川全体の目に見える汚れをイメージする生徒が多い。このため(8)の回答でも「川をきれいにする」には「ごみを捨てない」「清掃する」など川的美観を重視するものがみられた。さらに(9)でも「魚の放流・カムバックサーモン運動」や「ごみ拾い」を挙げる生徒が多く、川の浄化に関する行政側のイメージ作戦のためか、川の汚れやその防止についてやはずれた解釈をしている生徒が相当数いるようだ。また(6)で

は「悪臭がする」など、  
 感覚的・表面的とらえ方  
 をする生徒も多く、河川  
 と生徒達の生活のつなが  
 りの希薄さが窺われる。

(2) 身近な河川の観察  
 と採水 (東村山)

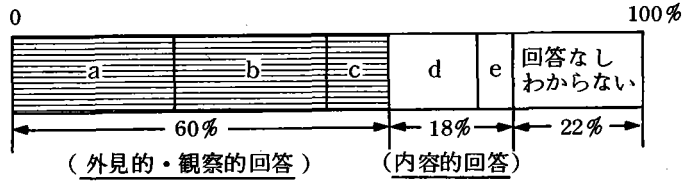
生徒は空堀川は生活排  
 水で汚された汚い川と考  
 え、野火止用水をきれい  
 な自然のままの川ととら  
 えた。しかし、実は野火  
 止用水の方が下水の3次  
 処理排水を流している人  
 口河川だと説明されると  
 驚くと共に浄化すること  
 の重要さを認識したよう  
 だった (表2)。

(3) COD測定

両校の測定結果を (表  
 3・4) に示す。東村山  
 高校では見た目だけでは  
 なく、COD値でもやは  
 り空堀川の方がかなり汚  
 れていることを知った。  
 そして日常何気なく流し  
 ている生活排水中の物質  
 である洗剤や牛乳が、少

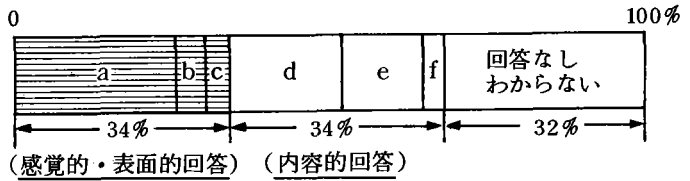
[図-9] 事前アンケート結果 (明正高校)

(4) 川が汚れているとは、どのようなことだと思いますか。



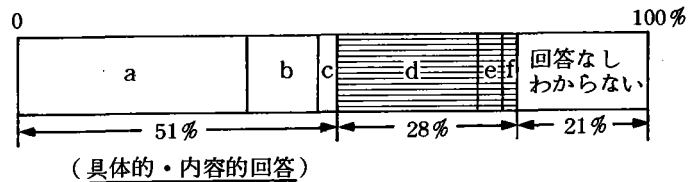
- |                    |     |           |
|--------------------|-----|-----------|
| a. ゴミ (空缶等) が捨ててある | 26% | ) 外見的・観察的 |
| b. 濁っている・臭い・ヘドロ    | 24% |           |
| c. 生物 (魚等) がいない    | 10% |           |
| d. 下水が流れている        | 14% | ) 内容的     |
| e. 洗剤・油で汚れている      | 5%  |           |

(6) 川が汚れていると私達にどのような影響があると思いますか。



- |                    |     |           |
|--------------------|-----|-----------|
| a. 悪臭がする           | 26% | ) 感覚的・表面的 |
| b. 川遊びができない        | 5%  |           |
| c. 外見が悪い           | 3%  |           |
| d. 水道水が汚染される       | 18% | ) 内容的     |
| e. 魚が汚染され、漁業にも影響する | 12% |           |
| f. 人体に害がおよぶ        | 3%  |           |

(8) 川をきれいにするには、どうすれば良いと思いますか。



- |                  |     |           |
|------------------|-----|-----------|
| a. 下水をそのまま流さない   | 37% | ) 具体的・内容的 |
| b. 下水道・下水処理の充実   | 11% |           |
| c. 洗剤の改良・制限      | 3%  |           |
| d. ゴミを捨てない       | 22% | ) 美観重視?   |
| e. 川を清掃する。ヘドロさらい | 4%  |           |
| f. フタをする         | 2%  |           |

量でも川を汚していることを十分に理解したようだった。

表2 河川の観察結果

	川岸・川床	動植物	水	その他
空堀川	コンクリート	ほとんど見あたらない	灰色に濁っている	ゴミが多く、家庭排水が流れ込んでいる。
野火止用水	土	水中に鯉や小魚や藻 川岸に草	無色透明	ゴミが少なく、家庭排水の排水口がない

表3 COD測定値(東村山)

サンプル	測定条件	COD (mg/l)
野火止	そのまま	4~5
空堀川	そのまま	9~10
中性洗剤	1万倍希釈	30,000(原液)
牛乳	1万倍希釈	30,000(原液)

表4 COD測定値(明正)

サンプル	測定条件	COD (mg/l)
多摩川	そのまま	2~3
合成洗剤	0.1gを1,000mlに溶解 (洗濯時の13倍希釈)	100(洗濯時)
粉石けん	同上	150(洗濯時)
牛乳	1万倍希釈	33,000(原液)
しょう油	2万倍希釈	68,000(原液)
みそ汁 (みそ100g/l)	2千倍希釈	17,000(原液)

明正高校でも多摩川の水に比べ、醤油などのCOD値の高さに驚き、生徒達が化学物質と考える洗剤と同じかそれ以上に、自分達の食物も川を汚していることを理解したようである。また、粉石鹸と合成洗剤のCOD値に殆ど差がないことを意外に感じた生徒もいた。測定のための試料溶液を自分達で作らせたので、たとえば醤油一滴(0.1ml)を水2lに溶かし、殆ど色がわからなくらいに希釈してもCODが測定できることに驚き、うすめても川を汚すことを実感できたようである。

#### (4)水質調査・浄化実験データ解説

データはすべて仲間や先輩、他校の化学部の生徒が測定したものであるため、生徒も親近感をもち、より興味をもったようである。特に図3の空堀川CODの経時変化は自分達の生活と川の汚れとの関係を考えさせるのに大変有効であった。また都環境保全局のパンフレットもわかりやすく、自分達の行った実験の測定値と照らし合わせ、結果を再確認することができた。さらに汚濁防止の工夫、合併処理浄化槽の解説等は、浄化実験のデータとあわせ、河川の汚濁防止について考える有効な資料となった。

#### 4. まとめ

東村山高校では、事前アンケートと事後アンケートで大きく変化しているのは次の2点である。第1は事前では、(1)“学校や家の近くの川”という問いに対し、身近な都市小河川を挙げた生徒は少なかったが、事後では多くの者が身近な川の名を挙げた。学習前では大きな川かすくなくとも「きれいな」川しか川として考えていなかったのが、学習後では生活排水が流れ込む「汚い」小河川も川だと認識するようになったのである。このことにより、「汚い」小河川も川であり、きれいな川になり得るし、またしなければならぬという発想が生まれてきたようだった。第2に事前は、(8)“川をきれいにするにはどうすればよいか”という問いに対し「ごみを捨てない」といった美観を重視した答が多かったが、事後では「生活排水をそのまま流さない」とか「下水処理施設を完備する」など具体的な改善策を挙げる者が増えたことである。また「家庭で洗剤の使用量を減らす」とか「牛乳や油などを流さないようにする」など自分達のできる改善策を挙げた者も増えた。その後提出させたレポートにも同様のことがまとめられている。

明正高校においては、時間の都合で事後アンケートは行わなかったが、実験のまとめのレポートを提出させた(補助資料4)。感想をまとめると、「化学的に作られ、自分達が“汚い”、“毒性がある”と思っていたものではなく、口に入るもの(食物)が川を汚している」ことに意外性を感じた生徒が多い。多くの人間にとってこれはごく自然な感覚であり、この感覚が河川の浄化を進めていく上で障害のひとつになっているのではないだろうか。しかし、生徒達は感想の中で次のような改善策を挙げている。「川の浄化には多くの人々の理解が必要であるから、テレビ放送などを利用したり、商品そのものに注意書きを付けることでPRしてはどうか」「油等を流さない、ゴミを分別する等、一人一人がきまりを守ることが必要である」「生活の快適さばかりではなく捨てた後のことまで考えるべきである」「企業はお金もうけばかりでなく、自然も大切にすべきだ」など。

これからの社会は、経済効率を最優先に考える時代であってはならない。目



先の利益よりも、廃棄物処理の問題も含め将来を見通した考え方でできる人間を育成することが理科教育の急務であると考え。東村山高校と明正高校では、学校の立地条件等の違いから、アプローチの仕方が若干異なったが、工夫次第ではどの学校においてもこのような環境教育に取り組むことができるし、また取り組んでいく必要があるのではないだろうか。

#### 参考文献

- 1) 梶山他 昭和62年度長期自主研修会発表資料“河川水の水質調査の教材化”、1988
- 2) 吉本他 東京都高等学校理科教育研究会 研究発表集録28、1988
- 3) 日本分析化学会北海道支部編 新編 水の分析 (P250～P253)
- 4) 科学朝日 1989年4月号 (P110～P115)、朝日新聞社

平成元年度都立教育研究所長期自主研修発表会資料 (1990. 3. 26)

# C-I-4 自然を“化学の眼”で眺める方法を指導する

——生徒と共に取り組む環境教育への1つのアプローチ——

東京・都立小石川（定時制） 望月和幸  
東京・都立北 大平健二

## 〈発表要旨〉

ここ仙台では、市内を流れる「広瀬川」が市民に親しまれている。大都市ではあるが、“自然”を身近に感じることができる。しかし、最近都市部では、水質の汚染が原因で河川が身近な存在から離れつつある。そこで、「化学」の授業の1単元として「環境問題」を取り上げてみたい。この問題に生徒の関心を向けさせると共に、河川水を用いた実験や環境問題の知識面の指導を通じて、自然を“化学の眼”でながめる方法を身に付けさせたいと考えている。

今回の発表は、高校生が「環境問題」にどの程度の認識を持っているのかをアンケートにより調査した結果の報告である。この調査活動全体を通じて「環境教育」のための教材作成や指導法の研究の基本となるデータを得ることができた。このデータを今後の研究活動に活用してゆきたいと考えている。

アンケートの集計結果の個々の項目についてみると、生徒は河川の汚染について高校「化学」では、ほとんど学習していないことが明らかとなった。さらに、図-1に示すように「用語」の知名度についての質問に対しては、「化学」の守備範囲に属するものの知名度が特に低いことも確認された。“BOD”、“COD”“シアン”等は、新聞やTV等によく見掛ける言葉でもあるので、これらの内容については適切な指導を実

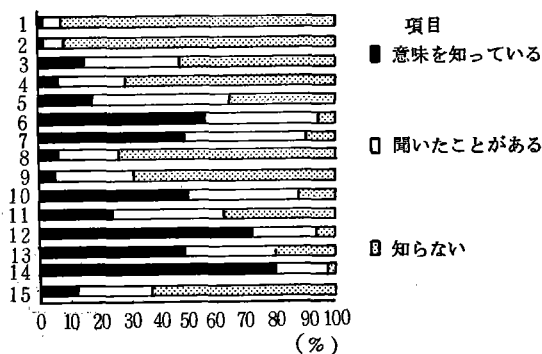
施していく必要を強く感じている。

今後、学習指導要領の改定に伴い、「化学」では実験・観察を主体とした体験学習的なカリキュラムが重要になってくるとされる。こんなときに、私たちの身近な河川水を教材として自然を化学的に促えさせようとする指導法の研究成果が生きてくるものと思ひ、さらに研究を進めたいと考えている。

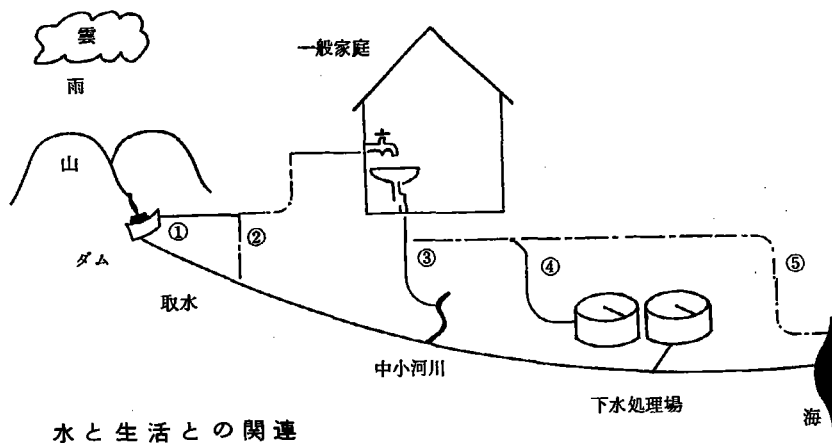
〔質問：17〕

あなたは、次にある“ことば”を知っていますか？

- ①BOD ②COD ③pH ④水 硬度 ⑤ppm ⑥環境庁
- ⑦浄化槽 ⑧富栄養化 ⑨生物指標 ⑩無リン洗剤 ⑪自浄作用
- ⑫赤潮 ⑬酸性雨 ⑭イタイイタイ病 ⑮シアン



〔図-1〕ことばの知名度



## 1. はじめに

私達の研究会（多摩教育科学研究会）では、これまでに高校「化学」の指導の一環として、身近な現象の教材化や河川水をめぐる環境教育に取り組んできた。その研究活動の成果として、化学実験テキスト「河川水から化学を学ぶ」も完成させた。このテキストを活用し、“分析化学”を中心に定量を生徒実験とし教材化する方法を研究している。例えば、“COD測定”の教材化や“河川の浄化作用”のモデル化などが挙げられる。

このような研究や「化学」の指導の“ねらい”は、下記のような点である。

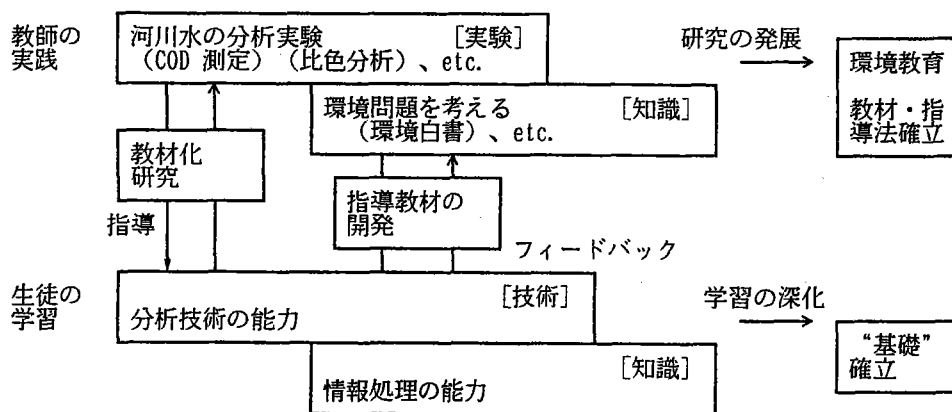
- (1) 分析化学を中心とした生徒実験により、高校生に自然を“もう1つの眼（化学の眼）”でながめる方法を身に付けさせる。
- (2) 現在、社会問題となっている“環境汚染”の問題に、高校生の関心を向けさせる。
- (3) 将来に渡り、環境汚染等の身の回りで起こる諸問題に対し、幅広く科学的に考え、対処していけるような“基礎”を確立させる。

“基礎”とは、例えば、①環境汚染に関する知識、②自然を化学的に分析する基本的な実験技術等である。

## 2. 目的

前述の様な“ねらい”に向け、河川水について分析化学実験として、教材化に取り組んでいる。一方では、環境問題についての知識面の指導も重要である。この指導概念を図-1に示す。

このような指導を実施していくためには、高校生が“環境問題”に対し、①どのような認識をもち、②どの程度の知識をもちあわせているのかを、正確に把握することが大切である。そこで、アンケート調査により、高校生の環境問題に対する“レディネス”をつかみ、今後の「環境教育」の展開に、これを活用していこうとするものである。この研究では、このアンケート調査の結果について報告をする。



〔図-1〕 「環境教育」の指導概念

### 3. 方法

アンケート調査の質問は、次の項目に分類して作成した。実施したアンケートの質問を、資料-1に示した。

- (1) 河川・河川水に関するイメージについて (質問：4、5)
- (2) 河川・河川水の現状に対する認識について (質問：6、7、8、9)
- (3) 河川・河川水の汚染に関する認識について (質問：10、11、12、13)
- (4) 河川・河川水の浄化に関する認識について (質問：18、19、20)
- (5) 河川・河川水の汚染に関する情報にどのように接してきたかについて (質問：14、15、16、17)

アンケートの実施対象は、東京都の都立高校普通科・全日制(6校)・定時制(2校)、都立高校職業科・全日制(1校)の全学年の生徒である。1、2年制を中心に、1,123人から回答が得られた。

### 4. 結果と考察

回答が寄せられたアンケートは、都立高校の所在地域により、①東京都の東部(多摩川の下流域)、②東京都の中央部(多摩川の中流域)、③東京都の西部(多摩川の上流域)と3校ずつのグループに分けて集計した。多摩川を1つの目安としているのは、私達の研究会が多摩川をテーマとして「環境教育」に取り組んでいるからである。

ここでは、方法のところの項目分けした質問のなかから、いくつかをピックアップしてみることにする。

#### (1) 河川・河川水に関するイメージ、および現状の認識について

表-1、2に回答の多い順番にまとめた。自然環境に比較的恵まれた中央部、西部と、工業地帯の東部との間に、河川に対してのイメージや認識に開きがあることが分かる。

表-3の「家庭排水の行方」にも、地域差がみられる。気になるのは、約4分の1の生徒が「わからない」と回答している点である。

	平均	東部	中央部	西部
ク(魚)	46	43	52	44
エ(冷たい)	43	39	47	42
シ(静か)	41	40	53	31
コ(汚い)	36	44	38	25

	平均	東 部	中央部	西 部
ア (運搬作用)	32	43	32	22
エ (生物の棲家)	24	18	24	30

	ア (下水道)	イ (直接川)	ウ (浄化槽)	エ (わからない)
東 部	68	1	8	23
中 央 部	64	1	11	23
西 部	61	7	19	13

(2) 河川・河川水の汚染に関する認識について

「どういふ状態の川を汚れていると思うか」という11番の質問に対して、生徒の回答は各地域ごとに、①にごり、②いろ、③におい、④生き物、⑤ゴミ、⑥あわの順になっか。生徒達は、「視覚的に捉えやすい」項目を挙げている。水、清くとも目に見えない「毒物」の存在(化学的な視点)では捉えていないようである。

汚染の原因を表-4にまとめた。東部と中央部・西部との間に、傾向の違いが見られる。

	ア (水源地)	イ (家庭)	ウ (工場)	エ (雨水)	オ (処理水)	カ (ゴミ)
東 部	1	26	40	1	7	25
中 央 部	3	37	29	0	3	28
西 部	1	35	31	1	4	23

(3) 河川・河川水の汚染に関連した情報について

表-5に回答をまとめた。回答の多い科目順は、①小学校では、「社会」、「道徳」、「理科」、②中学校では、「社会(地理)」、「保健」、「理科」、③高校では、「保健」で学習してきている。しかし、約4分の1の生徒が、「NO」と回答している点が気になる。

	NO	YES	小学校	中学校	高 校
東 部	26	74	69	42	13
中 央 部	27	73	55	56	6
西 部	28	72	61	51	9

(4) 河川・河川水の浄化に関する認識について

表-6に示すように、河川の浄化に取り組もうとする意識も比較的高いようであり、環境問題について、適切な指導を実施していくことで、さらに高めることが期待できる。

	東 部	中央部	西 部
ア (浄化に参加する)	60	57	63
イ (浄化を希望するが、自分はない)	15	18	18
ウ (いまのままでよい)	25	25	19

(5) アンケート全体を通した傾向について

前述のような、地域による傾向の差の見られる項目もあるが、その他の項目では、地域差がほとんど見られなかった。また、学校間の差も同様にほとんどなかった。このような内容のアンケートに対しては、学力の差は反映しないようである。

## 5. おわりに

最近、私達の身のまわりでは、「水質の汚染」が深刻な問題として、クローズ・アップされている。特に、浄水場で消毒に使用されている「塩素」が原因とみられる、発ガン物質「トリハロメタン」の水道水中の量の増加は、ショッキングであった。

私達は、これからこのような「水、清くとも目に見えない汚染」に対処してゆかなければならない。東京都教育委員会では、高校生に冊子「環境と公害を考える」を配付し、環境問題に関する情報を提供し、これに関心をむけさせている。そんなとき、高校「化学」が果たす役割は、益々重要になってくると思われる。将来に渡り、この問題に対処して行ける“基礎”を、高校生に指導できるよう研究を続けたいと考えている。

〔協 力〕（多摩教育化学研究会）

都立立川高等学校 小島 和 雄  
都立立川高等学校 野 田 為 久  
都立明正高等学校 梶 山 正 明  
都立東大和高等学校 堀 芙三夫  
都立秋川高等学校 山 岸 健  
都立第二商業高等学校 吉 本 千 秋

都立三鷹高等学校 大 町 忠 敏  
都立東村山高等学校 大 野 弘  
都立小石川高等学校 塚 越 博  
都立多摩工業高等学校 川 合 文 夫  
都立神代高等学校（定時制）鈴 木 路 子

昭和63年度 全国理科教育大会宮城大会  
研究発表資料集（第10巻）  
於東北大学教養部

## C-I-5 生徒が理解しやすい定量実験の教材化

— 「比色分析」の教材化・指導法の開発への1つのアプローチ —

都立小石川高(定) 望月和幸

### 1. 研究のねらい

高校「化学」では、生徒実験の指導を通して、“化学変化”を“定量的”に捉えさせることが重要である。しかし、“定量”の指導を必要とする生徒実験では、その多くが数値計算や測定など、正確できめ細かな実験操作が必要である。このような実験を特に苦手とする定時制の生徒にとっては、この“定量実験”はなかなか理解しにくく、また教師にとっても指導のしにくさを痛感させられてきたものでもある。

ところが、色が変わる・沈澱が生成するといった視覚的に捉えることができる“定性実験”を指導したならば、その理論の学習に至るまで生徒の化学実験に対する興味が持続し、十分な指導効果が得られている。そこで、先の“定量実験”に色の変化など定性実験のような“視覚に訴える要素”を取り入れることで、“定量”に興味を持たせ、化学変化を定量的に扱える基本的な能力を育てることが可能だと考えられる。

このような考えに基づき、定量の基本の1つである溶液の“濃度”の学習に、インスタント・コーヒーの粉の量の変化とコーヒーの溶液の濃淡との関係を考えさせる指導法を実施してきた。この方法は、定量実験の1つで、“比色法”と呼ばれるものである。これにより、化学の基本事項の中で生徒が特に苦手としている“濃度”の項目を分かりやすく指導することができた。

そこで、本研究では、“コーヒー”での基礎の上に立ち、化学の授業で登場する物質を使用した定量実験の教材化について報告する。

### 2. 研究方法

#### I. 比色定量実験の導入

先のねらいに沿った生徒実験として、比色による定量実験を考えてみたのが、次に挙げる「ケイ酸の比色定量実験」である。

##### (1) 比色定量実験とは(標準列法)

###### ① 原理について

試料に試薬を加えて“発色”させ、発色した溶液と同様に処理した濃度既知の“標準列”の呈色の濃



淡とを比較して、試料溶液の濃度を測定する。サンプル溶液の濃度を視覚的に測定するものである。

### ② 基本操作について

定量しようとする被検物質についての濃度のわかった溶液を数種類調整し、一定量 (20ml) を比色管に入れて標準列とする。

試料を標準列と同じ条件で溶液とし、この溶液を比色管の1本に同じ量だけ入れる。

標準列と試料に発色薬を同量ずつ加え、よく振って発色させる。

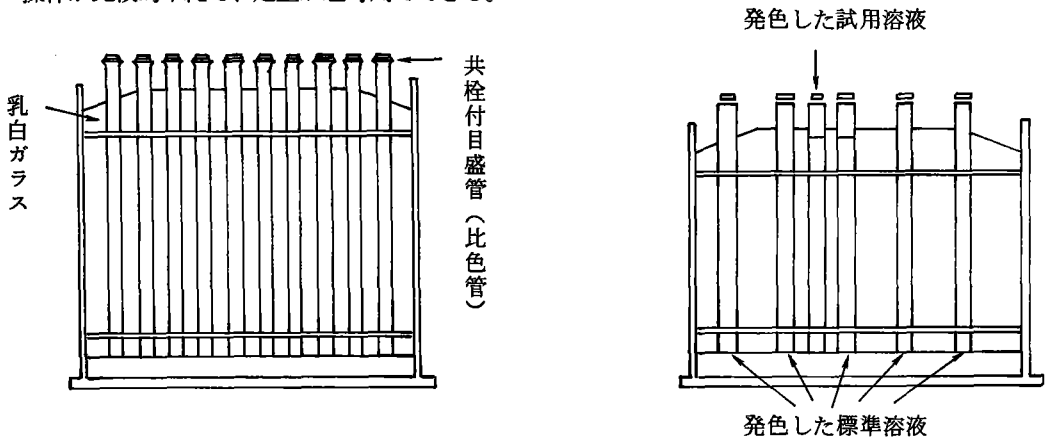
標準列の呈色の中から、試料溶液の呈色と最も近い色のものを選び、その標準列の濃度を試料溶液の濃度とする。

図-1は、比色の実験でよく使用される「ウケナ式比色計」である。前記のような操作を行い、標準列をつくる。

### ③ 比色分析の特徴

測定精度が高く、微量分析ができる。

操作が比較的単純で、定量が短時間でできる。



〔図-1〕 ウケナ式比色計

### (2) ケイ酸の比色定量実験

今回取り上げた「ケイ酸の比色定量」とは、河川水中のケイ酸の量を分析するのに使われている方法 (JIS K 0101) である。

目的：水中に存在するケイ酸の量を「比色法」で定量する。同時に定量の原理と比色の技術を学ぶ。

原理：①モリブデン黄法

水中のケイ酸は、pH 1.2~1.5 でモリブデン酸と反応して、ケイモリブデン酸錯体をつくる。黄色の強度は、ケイ酸の濃度に比例するので、比色の「標準列法」で定量ができる。

#### ②代用標準列

クロム酸カリウム ( $K_2CrO_4$ ) 0.265gとホウ酸ナトリウム ( $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ ) 約10gを水に梳かして1ℓとする。この代用標準溶液は、ケイ酸50mg/ℓに相当する。また、ホ

ウ酸ナトリウムは、溶液をアルカリ性にするために加えている。

準備：比色計（目盛付試験官とコルク栓）、1ℓメスフラスコ、ピュレット、20mlホールピペット、駒込ピペット。

試薬：①モリブデン酸アンモニウム溶液

10gのモリブデン酸アンモニウム〔 $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 〕を100mlの水に溶かす。  
調整した試薬は、ポリエチレン製容器にたくわえる。

②HC1（1+4）

操作：①標準列の作成

11本の比色管（試験管）に、代用標準溶液を入れる。（0～10ml）それぞれに水を加えて、全量を10mlにする。

11本の比色管を濃度の順に並べて、標準列を作る。

②未知試料の濃度測定

試料水20ml（ $\text{SiO}_2$ として20～50ml/ℓを含む）を比色管に取る。

モリブデン酸アンモニウム溶液を1ml加える。

ついで、HC1（1+4）を1ml加える。

約15分間放置し、①で作成した標準列と色の比較をする。

ケイ酸の濃度を決定する。

## II. 比色実験導入上の留意点

この実験により、化学変化を定量的に捉えさせるには、次の2つの点が重要である。

①“標準列”の色の濃淡と濃度との関係を理解させること。

②“標準列”を正確に作成すること。

そこで、①については、実際の生徒実験に先立ち、溶液の希釈の割合と濃度の表示の関係について、事前指導を実施する。②については、実験で使用する器具の選定の工夫や使用方法の指導が必要である。

## 3. 研究内容

### I. 比色定量実験の実施結果

#### (1) “濃度”の事前指導について

定量の実験では、実験で得られたデータから、目的となる“量”を求めるという手順が必要である。それには、まず基本となる“濃度”の項目について、再確認しておく必要がある。そこで、図-2に示すようなプリントを使い、実験のシュミレーションを行わせた。

濃度の項目については、すでに学習済みである。しかし、定時制では実験のプリントを生徒が読んで理

解し、自ら学習していこうとする意欲が不足しがちである。そのため、前述のような基本的な能力の強化も必要なのである。

## (2) “比色”の実験操作について

定量の実験では、何よりも正確な操作が要求される。また、器具の操作にも細心の注意が必要である。そこで、使用する器具の選定でも、生徒がなるべく使い慣れたものを用いた。例えば、以前に「中和滴定（カルピスの中の乳酸の滴定）」の実験で使用し、操作に慣れたピュレットで、溶液を計り取らせることとした。

## II. 指導結果の考察

定時制での「化学」の生徒実験に、“定量”を取り入れたいと考え、様々な試みを行ってきた。カルピスに含まれている乳酸を定量する「中和滴定」の実験もめの1つである。この実験を指導して、以下のような点を改善する必要があると考えた。

- ① 実験操作（滴定操作）が、できるかぎり単純であること。
- ② 実験データの処理が、比較的簡単にできること。
- ③ 視覚的に理解しやすいこと。

中和滴定では、「ホールピペット」や「ピュレット」の操作に熟練が必要であり、実験に先立ち操作の練習を指導しても、なかなか上手にできない。さらに、これらの器具の操作に気を取られてしまい、実験内容がよく理解されにくくなってしまった。

また、生徒は実験データの数学的処理が苦手なので、カルピスの乳酸濃度を自分で求めるまでには至らなかった。特に、NaOH溶液の濃度と体積という数値データのみを扱うので、視覚に訴える要素が少ないことも原因である。

中和滴定の実験で改善の必要ありと考えた点を踏まえて、作成したのがこの「ケイ酸の比色」である。比色の場合には、標準列の溶液濃度が既知なので、滴定のようなデータ処理をしなくても済み、生徒は操作に集中できるので実験の内容も理解しやすいようである。

また、普段の生徒実験では、4人で1つのグループを作らせ、全グループに同じ実験内容を指導している。この比色の実験では、標準列の作成を各グループに分担させた。その結果、実験に要する時間が短縮でき、操作に失敗してもやり直しをさせることもできた。そして、分担して取り組ませることで、生徒全員が実験への参加意識を強く持ったようである。定時制の生徒に不足しがちな“連帯感”も生じたようである。このような雰囲気作りもできたことで、この実験は、当初の“ねらい”を満足できたと考えている。

## 4. まとめ

「化学」の学習指導体系の中で、今回の報告した「ケイ酸の比色定量」実験のIづけを示したのが図-3である。この図の中で、①「化学」の学習に必要な基本的な能力指導、②“物質のしくみ”の指導、③

「物質質量」・「化学反応式」の指導については、文献を参照されることを希望する。また、④「各論」の指導への取り組みについて、その1つの例を「高等学校教育指導だより」(62-2号)に報告している。

今回の報告では、この実験を「各論」の中で指導する項目の1つに位置づけた。「各論」の内容を、図-4に示した。この「各論」は、有機化学の「色素」を学習させる項目である。色素に関連させて、その利用法の1つとして指導しようと考えたものである。溶液の濃度の学習をさせるので、③の「物質質量」や「化学反応式」の指導のところに位置づけるのが望ましい。しかし、定時制では、中和滴定の実験のところで述べたように、濃度の取り扱いについて、その生徒への定着がむずかしい。そこで、身近な色素に関連させて、生徒に強く印象付けるならば、濃度について理解を深めさせることができると考えている。

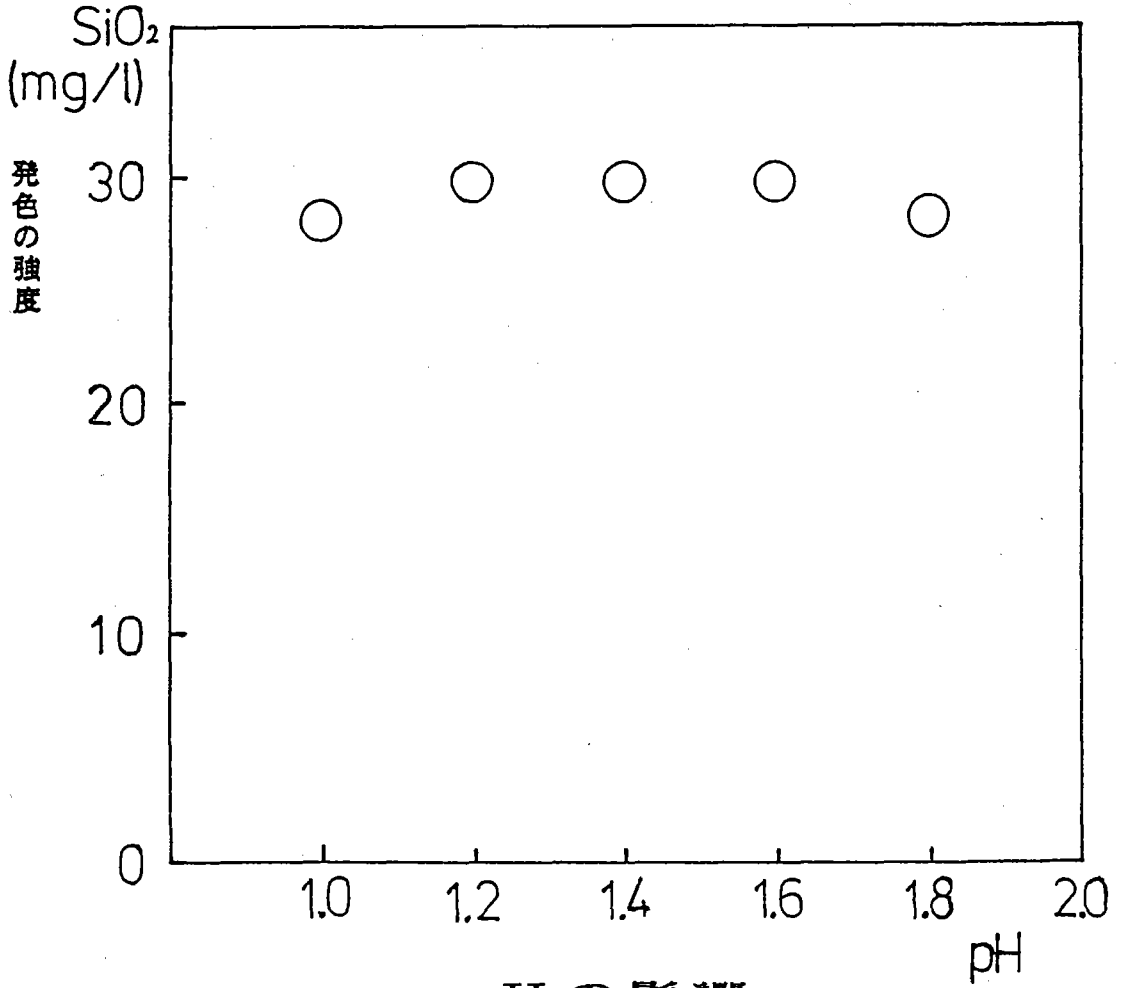
#### 参考文献

- (1) 望月和幸：都立小石川高等学校定時制年報、vol. 1、P. 3～14、(1985)。
- (2) 望月和幸：都立小石川高等学校定時制年報、vol. 2、P. 15～27、(1986)。
- (3) 多摩教育化学研究会：化学実験テキスト「河川水から化学を学ぶ」、(1987)。
- (4) 日本分析化学会北海道支部編：「水の分析」第3版、P. 198～201、(1986)。
- (5) 青木文雄：日本化学雑誌、vol. 71, 12, P. 634～636、(1950)。
- (6) 望月和幸：高等学校教育指導だより、62-2、P. 3～4、(1987)。

昭和62年度都立教育研究所

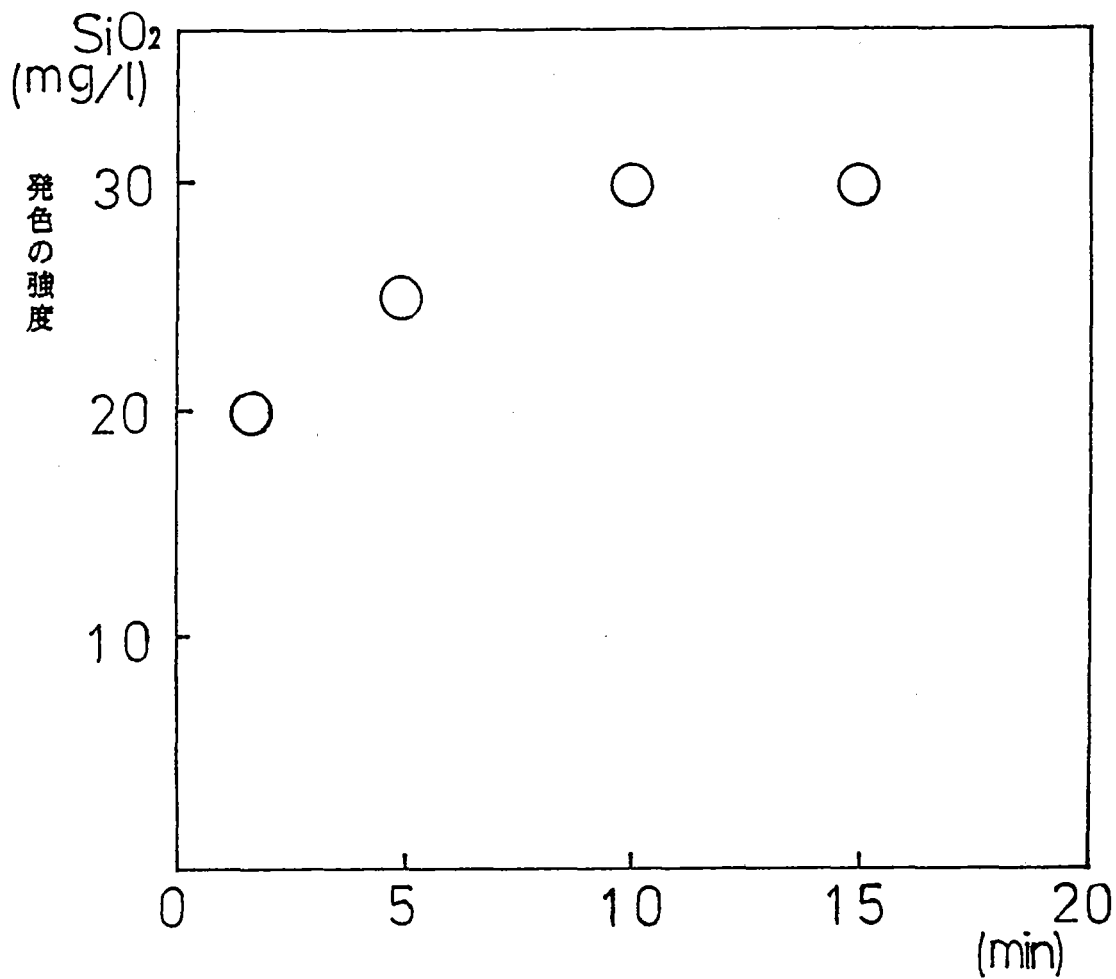
長期自主研修発表会資料 (1988. 3. 28)

【 参考資料 No.1 】



**PHの影響**  
SiO<sub>2</sub> 30 mg/l の場合

【 参考資料 No. 2 】



発色時間  
SiO<sub>2</sub> 30 mg/l の場合

【 参考資料 No.3 】

化学 No. ( ) 教科書 p ( ) 第 4 学年 ( ) 組 ( ) 番 氏名 ( )

色素の利用

(1) 標準溶液の濃淡と標準溶液の“濃度”との関係

標準溶液	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
標準溶液の量 ( $ml$ )	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
加えた水の量 ( $ml$ )	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
希釈(分の1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ケイ酸の濃度 ( $mg/l$ )	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(2) 実験

水中のケイ酸の比色による定量

操作：1 (各グループで分担する。)

① 試験管に上記の量の標準溶液を入れ、水を加えて全体の量を  $20ml$  にする。

② ①の試験管を濃度の薄い順に並べて、比色の標準例を作る。

操作：2 (各グループで分担する。)

① 操作1で作った標準例の“ケイ酸の濃度”を求めらる。

操作：3

① 未知の濃度のケイ酸水溶液を試験管に  $20ml$  入れる。

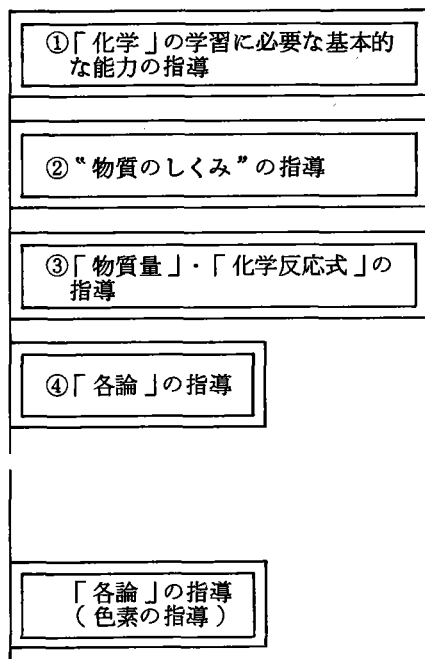
② モリブデン酸アンモニウム溶液  $1ml$  を加えて、よく混合する。

③ 塩酸 (1+4)  $1ml$  を加えて、よく混合する。

④ 約 15 分の後に、操作1の標準例と比色し、ケイ酸の濃度を決定する。

〔 図-2 〕 事前学習プリント

【 参考資料 No.4 】



〔図-3〕 PADによる指導の構成

生徒実験	体験させる現象	学習させる化学の理論	発展学習(身近な化学)
1: 染料を合成し、染色をする実験	(1)ジアゾニウム塩の生成	化学反応式(アニリンの反応)	染料の利用、染色のしくみ
	(2)カップリング反応	化学反応式	発色のしくみ
	(3)布が染まる	繊維と染料との反応	染料と顔料のちがい
2: 蛍光色素を合成する実験	(1)色素の合成(色の変化)	化学反応式	蛍光灯、TVなど、蛍光の利用
	(2)蛍光マーカーを作り絵を描く	色素とバインダー	蛍光マーカーのしくみ
3: ケイ酸の比色定量実験	(1)標準列の作成	溶液の濃度と色の濃淡の関係	色素の利用法、比色分析の原理と利用
	(2)ケイ酸のサンプル溶液の調整	比色定量(標準列法)	河川水中の物質の分析、環境教育
指導のポイント	観察・記録をしっかりと取らせる	記録を活用し、化学の理論付けを強くする	学校での学習を日常生活に応用させる

〔図-4〕 “色素”をテーマにした指導案





## C-I-6 水および有機溶媒の分子量測定

第58回 日本理化学協会総会、昭和62年度全国理科教育大会（東京大会）（1987）

昭和62年度研究発表資料集（第9巻）

都立三鷹高校 大町 忠敏

### I はじめに

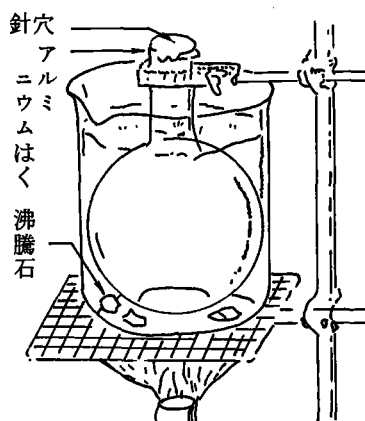
分子量を求める問題を作ろうと思うといろいろな問題が作れるが、実際に分子量を実験で求めようとするとき質量や体積を測定するため、器具の精度の関係もあって、よい結果を得ることが難しい。生徒は実験において、成功、失敗を特に気にするため、苦勞して求めた数値を使って計算した結果が、理論値から大きく外れていると、それだけで実験に対する興味を失い、突っ込んだ考察をしなくなってしまう。そのため分子量を求める実験を考えたときの大切な条件の一つは、誰が行っても比較的よい結果が得られることである。また理科嫌いが生徒の中に見られるとき、身の回りにある物質からかけ離れた物質ばかりで実験を行っているわけにもいかず、水などのありふれた物質で実験を行うのも大切なことである。

分子量を求める実験でできるだけ理論値に近い値を得るためには、ある程度分子量が大きい物質を扱う方がよい。それは高校の実験室ではせいぜい 10mg までが正確に測れる質量であるため、誤差を考えると当然のことである。その点で従来から行われている四塩化炭素を沸騰水中で気化させて分子量を求める実験（図1）はよく考えられたものである。この方法を四塩化炭素以外の身近な物質に応用することを考えてみた。

水を四塩化炭素の代わりに使うには問題点があった。従来の方法は沸騰水を用いて加熱していたが、この方法でフラスコ内の水を完全に気化させるためには沸騰水の温度では無理である。よって水ではなく油浴を用いることを考えたが、フラスコ外壁に付着した油を簡単に拭き取することは難しいので、質量の微妙な差を測定する実験には不適當である。また揮発性の高沸点の溶媒は、引火性や毒性を考えると不適當である。

水を100℃以下で気化させるには200 mmHg程度に減圧しなければならないが、そのとき1 Lの水蒸気の質量は約0.25g 以下になるため手の込んだ装置を組む割には誤差の大きい結果になるのではないかと考え、試みていない。

液体を加熱して気化させ、冷却後凝縮した液体の質量を測定して分子量を求めようとするとき、次の条件を満たす必要がある。(1) 加熱温度は液体の沸点より20℃程度高くする。(2) 質量測定の際にフラスコ外壁は乾いていなければならない。この条件を満たす方法として空気浴を用いて液体の分子量を求める実験を行ってみた。



〔図-1〕従来の四塩化炭素の分子量測定法

### II 実験

基本的には従来の方法と同じである。異なる

る点は沸騰水中で加熱することと空気浴中で加熱することである。空気浴としては、電気定温乾燥機を用いる。

(1) 器具

電気定温乾燥機、360℃温度計、三角フラスコまたは平底フラスコ（1 Lまたは500 ml）  
メスシリンダー、天秤、アルミホイル、針、軍手、純水、懐中電灯。

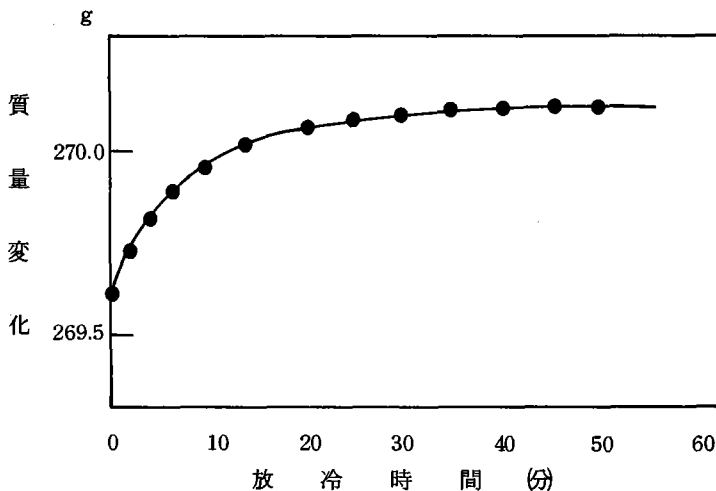
(2) 操作

- a 電気定温乾燥機を120~150℃にセットする。
- b 空のフラスコの質量を測定する。
- c フラスコに5~8 mlの純水を入れ、フラスコの口をアルミホイルでふさぎ、アルミホイルに針で小さな穴を開ける。
- d 水を入れたフラスコを電気定温乾燥機の中に入れ加熱する。水が蒸発し終わったときにフラスコを取り出す。乾燥機の中を見るために懐中電灯を使用した。
- e 乾燥機内の温度を測定した後、フラスコを取り出し放冷する。フラスコを取り出すときには火傷に注意し、軍手を使うとよい。放冷時間は40分~1時間程度必要とする。
- f 冷えたフラスコの質量を測定し、さらにフラスコの内容積、室温、大気圧を測定する。

III 結果と考察

(1) 放冷時間

空のフラスコを乾燥機の中で加熱し乾燥機から取り出してから、放冷中のフラスコの質量の変化を測定したら、図2のようになった。このように放冷中にフラスコの質量が変化するのは、ガラス表面に大気中の水が吸着するためで、平衡状態に達するために40~50分かかると思われる。



〔図-2〕 フラスコを加熱し、放冷中のフラスコの質量変化

加熱温度：140℃

室温：17℃

(2) 分子量

分子量は気体の状態方程式を用いて求めた。大気圧の測定は水銀気圧計を用いて行い、説明書どおりの補正を行った。結果は表1のようになった。

$$\frac{P}{760} V = \frac{w}{M} R T \dots(1)$$

P: 大気圧      V: フラスコの内容積 (L)  
 w: 凝縮した水の質量      R: 気体定数  
 T: 乾燥機内の温度 (K)      M: 分子量

使用したフラスコのガラスの線膨張係数は  $3 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$  であるから  $100^\circ\text{C}$  程度のフラスコの体積膨張は無視してよい。

(3) 水蒸気圧による補正

神奈川県井上先生が指摘しているように放冷後のフラスコ内の水蒸気圧の影響は無視できない。水の場合、井上先生の使っている補正式 (2) 式に従って計算すると 1 L のフラスコの場合では、約 0.02g の浮力を受けていることになる。これを分子量に換算すると約 0.6~0.7 の増加に相当する。補正を行った結果、どの値も 5% 以内に収まっている。

$$\frac{P'}{760} V = \frac{w'}{29} R t$$

t: 室温  
 P': 室温における水の蒸気圧  
 w': 水の蒸気圧分の空気による浮力

$$\frac{P}{760} V = \frac{w + w'}{M'} R T \dots(2)$$

M': 浮力を考慮したときの分子量

run	P(mmHg)	V(L)	w(g)	T(K)	M	M'
1	758	1,190	0.58	413	16.6	17.3
2	751	1,188	0.62	413	17.9	18.6
3	760	1,188	0.61	396	16.7	17.4
4	755	1,188	0.61	388	16.4	17.1
5	758	0.630	0.31	413	16.7	17.4
6	751	0.630	0.30	413	16.3	17.1
7	760	0.630	0.33	396	17.0	17.7
8	755	0.630	0.37	388	16.7	17.4

表1 水の分子量の結果。M (1)式で求めた分子量。M' (2)式で求めた分子量。  
T 加熱温度

solv	bp(°C)	P(mmHg)	V(L)	w(g)	T(K)	M	M'	M
a	61	751	1.203	4.00	366	107.2	113.5	119.39
a	61	751	0.630	2.41	366	116.3	122.6	119.39
b	76.7	760	1.203	5.98	368	150.2	153.7	153.84
b	76.7	760	0.630	3.17	368	152.0	155.5	153.84
c	83	765	1.203	3.70	379	94.8	97.8	98.96
c	83	765	0.630	1.94	379	95.2	98.2	98.96
d	121	765	1.203	7.01	426	169.3	170.1	165.85
d	121	765	0.630	3.02	423	165.1	165.9	165.85

表2 各種溶媒の分子量測定結果 M 分子量文献値  
a:  $\text{CH}_3\text{Cl}$       b:  $\text{CCl}_4$       c:  $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl}$       d:  $\text{CCl}_2:\text{CCl}_2$

#### (4) 他の溶媒の分子量

水の代わりに次の4種の溶媒で同様の実験を行った。クロロホルム、四塩化炭素、1,2-ジクロロエタン、テトラクロロエチレン。これらの溶媒は、毒性などの問題があるが、四塩化炭素は今までの結果と比較でき、テトラクロロエチレンは沸点が121°Cということに意味があるので実験を行った。その結果を表2に示す。

四塩化炭素の結果は、今までの実験と比べて特に誤差が大きいために言えるものではなかった。クロロホルムの一つで誤差が10%近く出ているのを除くと、全てが誤差5%以内の結果になっており、水の場合より誤差が小さくなっている。これは試料の分子量が大きいため、凝縮した試料の質量が大きくなり、これの測定段階での誤差が小さくなっているためと考えられる。水より沸点の高いテトラクロロエチレンでもよい結果が得られている。

また室温での蒸気圧が低い溶媒は、当然のことながら補正の必要がないような結果になっている。

#### IV まとめ

本実験方法は前にも記したように、従来の四塩化炭素を用いる方法と基本的には同じである。しかし四塩化炭素を用いる方法では、水に浸っていないフラスコの首の部分で液化が怒り、これでいいのかという質問をしばしば生徒から受ける。これを改善するために、井上先生はアクリル管を利用している。空気浴を使う本実験では、フラスコ全体を加熱しているので、その様な問題点は改善されている。ただし空気浴に使っている電気定温乾燥機は、各高校に1~2大程度しかないので、本実験は化学部向きの実験と言える。

本実験のもう一つの特徴は、乾燥機の温度を自由に調節できるので150°C程度の沸点を持つ物質でも分子量を測定できることである。

参考文献 井上 友昭, 化学教育, 34, 335 (1986)

C - II

環境に対する高校生の意識調査

## C - II - 1 高校生の意識調査のためのアンケート作成

多摩教育化学研究会

### 1. 高校「化学」での環境教育のねらいについて

現在、多摩教育化学研究会（タマケミ）では河川水の教材化の研究を発展させ、高校生に化学を通じて、自然をながめる眼を育て、環境問題に関心を持たせる指導法の開発を試みています。

この指導のねらいは、生徒にいま大きな社会問題になっている“環境汚染”問題を化学的視野に立って理解させ、化学的関心を向ける“基礎”（知識と基本的な技術）を身に付けさせることである。

### 2. 意識調査のねらいについて

上記の“ねらい”に向け、多摩教育化学研究会（タマケミ）では様々な研究を行ってきた。しかし、指導されている生徒の“環境問題”に対する知識や意識についての資料を、我々は押さえていない。はたして、生徒は環境問題にどの程度の認識をもっているのか。

そこで、多摩教育化学研究会（タマケミ）のオリジナルな“アンケート”調査により、環境問題に対する生徒の“レディネス”を確認し、この結果を今後の「環境教育」の展開に活用して行こうと考えている。

### 3. アンケート問題の作成について（どんな観点に立って作成するか）

高校生が河川水を取り巻く現状について、どの程度の認識を持っているかを調査するために、以下の項目にまとめてアンケート問題を作成することになりました。

#### (1) 河川水の現状の理解度について

① 河川水は、どこからくるのか？ また、どこに行くのか？

（多摩川水系では、上流と下流とで水の出所ちがう。etc.）

（自分の家の排水は、どこへ行くのか？）

② 河川水が汚染されているとは、どういう状態を云うのか？

③ 河川水が汚染された結果、どのような事態が生じているのか？

（コイの棲む河川水と、アユの棲む河川水など、単純に汚染の判断ができる問題がいい）

④ 汚染を防止するための法的な規制について

（工場排水は、濃度規制なのか総量規制なのか？ 家庭排水についての規制はあるのか？）

(2) 河川水の汚染の原因について

① 河川水を汚染している原因は？

(最近では、工場排水より、むしろ家庭排水が主流となっている。)

② 河川水を汚染している原因はどこから河川に入るのか？

(家庭排水は、どのような経路で河川に入るか？)

(3) 河川水の浄化について

① 河川水を浄化するとは、どう云うことなのか？

(本来の河川は、どのような姿をしているのか？ 多摩川のサケなど)

② なぜ、河川水を浄化する必要があるのか？

③ 浄化のためにどのような方法がとられているのか？

(下水処理など実際的な方法、法的な規制による方法を知っているか)

④ 浄化へ取り組む意識はどうか？

(道路を作るのと、下水道を整備するのとどちらを選びますか？)

(4) 河川水の汚染についての情報にどこで接しているかについて

① 小学校の授業ではどうか？

② 中学校の授業ではどうか？

③ 高校の授業ではどうか？

④ ①～③の場合どのような科目、何の時間に接しているのか？

⑤ その他では、どうか？

(河川水の汚染に関する情報を、どこで、何で知ったか？)

以上のような項目について、タマケミ・オリジナルなアンケート問題を作成して下さい。形式はなるべく単純な質問形式がいいと思われます。

#### 4. 今後の日程について

この意識調査の結果は、昭和63年度の全国大会（仙台）で発表する予定です。その全国大会をターゲットにした日程を組みましたので、ご協力をお願いします。

(1) 昭和63年5月7日（土）：午後3：00 都立立川高校

① 各自が作成したアンケート問題を持ち寄り、まとめる。

② 同時に集計の方法（集計用紙の作成）を決める。

(2) 昭和63年5月12日（木）：アンケート問題実施開始

7日に完成した問題と集計用紙をワープロで清書し、12日に各校に着くように発送します。



(3) 昭和63年5月21日(土)：午後3：00 都立立川高校

- ① 各校の集計結果を持ち寄り、発表原稿の構成を検討する。
- ② 原稿作成担当(望月)

(4) 昭和63年6月4日(土)：午後3：00 都立立川高校

- ① 原稿の初校について検討する。
- ② 校正および発表の重点の検討をする。

(5) 昭和63年6月10日(金)：全国大会の原稿の締め切り

(6) 昭和63年8月10日(水)：全国大会研究発表

さしあたり、5月7日(土)のタマケミには、アンケート問題をよろしく願います。

#### 環境問題に関するアンケート調査(多摩川教育化学研究会作成)

1. あなたの住んでいる所は、どこですか？

2. あなたの家は、1戸建てですか？

3. あなたの家や学校の近くに流れている川がありますか？ あれば、その名前を書いて下さい。

4. あなたは、“川”と聞くとどんな“イメージ”が浮かびますか？

次の言葉の中から、3つ記号で答えて下さい。

(ア)うるさい、(イ)楽しい、(ウ)透明、(エ)冷たい、(オ)におい、(カ)茶色、(キ)美しい、(ク)魚、(ケ)水色、(コ)きたない、(サ)つまらない、(シ)静か、(ス)きれい

5. あなたは、“川”がどのように利用されていると思いますか？ 次の中から、2つ記号で答えて下さい。

(ア)遊び場、(イ)用水(上水道、工業、農業等)、(ウ)下水、(エ)観光資源、(オ)公園、(カ)交通、(キ)発電、(ク)漁業

6. あなたは、自然界の“川”の働きのうちどんなことをよく知っていますか？  
次の中から、1つ記号で答えて下さい。  
(ア) 運搬作用、(イ) 浸食作用、(ウ) 浄化作用、(エ) 生物の棲み家の提供、(オ) 堆積作用
7. あなたは、川の水の中に次の5種類の水がどの程度含まれていると思いますか？ 次の5種類について、それぞれA：多い、B：含まれている、C：ほとんどない、と記号で答えて下さい。  
①水源地の水(山) ②家庭排水 ③工場排水 ④流域に降る雨 ⑤下水処理場からの水
8. あなたは、自分の知っている川が“きれい”だと思いますか？ 次の中から、記号で答えて下さい。  
(ア) きれい、(イ) 汚れている、(ウ) わからない
9. あなたは、自分の家の排水がどこに流れて行くか知っていますか？ 次の中から、記号で答えて下さい。  
(ア) 下水道、(イ) 直接川に、(ウ) 浄化槽、(エ) わからない
10. あなたは、東京の川はどの辺まで汚れていると思いますか？ 次の中から、記号で答えて下さい。  
(ア) 下流だけ、(イ) 中流まで、(ウ) 上流まで
11. あなたは、どういう状態の川を汚れていると思いますか？ その状態を書いて下さい。
12. あなたは、川の水を汚す主な原因は、何だと思いますか？ 次の中から、1つ記号で答えて下さい。  
(ア) 水源地の汚染(鉱山等)、(イ) 家庭排水、(ウ) 工場排水、(エ) 流域に降る雨、(オ) 下水処理場からの水、(カ) ゴミの投げ捨て
13. あなたは、次の排水について、法律による規制があると思いますか？ 次の2種類の排水について、  
A：ある、B：ない、C：わからない、と記号で答えて下さい。  
①工場からの排水 ②家庭からの排水
14. あなたは、川の水の汚染のことを、学校の授業で習ったことがありますか？  
“YES”の場合には、該当する学校全部に○印をつけて下さい。  
(NO) (YES) 小学校 中学校 高校
15. あなたは、14で(YES)の場合、なんの時間に習ったのですか？

16. あなたは、川の汚染について、学校の授業以外で聞いたことがありますか？

“ある”の場合には、該当するもの全部に○印をつけて下さい。

(ない) (ある) (新聞) (TV) (ラジオ) (本) その他( )

17. あなたは、次にある“ことば”を知っていますか？ A：意味を知っている、B：聞いたことがある、C：知らない、と記号で答えて下さい。

①BOD ②COD ③pH ④水の硬度 ⑤ppm ⑥環境庁 ⑦浄化槽 ⑧富栄養化  
⑨生物指標 ⑩無リン洗剤 ⑪自浄作用 ⑫赤潮 ⑬酸性雨 ⑭イタイイタイ病 ⑮シアン

18. あなたは、今後川がどうなっていくと思いますか？ 次の中から、1つ記号で答えて下さい。

(ア) さらに汚れていく、(イ) きれいになっていく、(ウ) 現状のまま変わらない

19. あなたは、今後川をどうするのがよいと思いますか？ 次の中から、1つ記号で答えて下さい。

(ア) きれいにしていくことに参加する。(イ) きれいにするのを望むが、自分は何もできない。  
(ウ) いまのままでよい。

20. あなたは、“道路の整備”と“下水道の整備”では、どちらが優先すると思いますか？ 優先する方の記号を書いて下さい。

(ア) 便利な生活をするために、道路を整備する。(イ) 川をきれいにするために、下水道を整備する。

C-II-2 高校生の意識調査のためのアンケートの集計

—— 環境問題に関するアンケート調査結果 ——

多摩教育化学研究会

(1) 質問：1、2、3、18、19、20について

地域	調査校		基礎データ										河川の浄化に向けて					
	調査数	1	2		3		18		19		20		ア	イ	ウ	エ	オ	
			YES	NO	ア	イ	ウ	エ	オ	カ	ク	ケ						
東部	北	板橋	53	47	荒川	石神井	隅田川	54	18	28	25	69	6	34	66			
		豊島	23	77	神田川	荒川		66	11	23	23	71	6	49	51			
	明正	世田谷	54	47				60	16	24	32	63	5	34	66			
		合計	326	43	57			60	15	25	27	68	5	39	61			
中央	三鷹	調布	60	40	多摩川	野川		52	13	36	55	44	1	16	84			
		武蔵村	70	30	多摩川	玉川上	残堀川	68	12	20	53	44	3	12	88			
	神代	調布	40	60	多摩川	野川		50	28	22	38	62	0	38	62			
		合計	384	56	44			57	18	25	49	50	1	22	78			
西部	立川		84	16				63	24	13	44	54	2	22	78			
		多摩工業	61	39				58	18	24	37	42	21	42	58			
	秋川	192	0	100	秋川	多摩川		69	11	20	47	52	1	24	76			
	合計	413	48	52			63	18	19	43	49	8	29	71				
	総合計	1,123	49	51			60	17	23	40	56	4	30	70				

(2) 質問：4について

地域	調査校	調査数	河川についてのイメージ												
			ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	ク	ケ	コ	サ	シ	ス
東部	北	150	1	15	15	35	37	19	9	37	7	49	7	40	19
	小石川	35	0	9	26	37	23	17	6	43	17	46	6	40	31
	明正	141	2	16	18	45	19	10	14	48	14	37	6	39	28
	合計	326	1	13	20	39	26	15	10	43	13	44	6	40	26
中央	三鷹	95	0	18	20	36	15	8	7	49	8	42	2	55	22
	東大和	212	0	22	20	66	12	5	15	45	2	28	5	46	27
	神代	77	0	5	15	38	23	10	10	63	13	43	5	58	18
	合計	384	0	15	18	47	17	8	11	52	9	38	4	53	22
西部	立川	183	1	7	8	18	4	2	6	15	3	8	1	14	7
	多摩工業	38	5	12	5	58	18	13	13	53	10	45	16	32	10
	秋川	192	2	18	28	50	12	4	14	65	6	22	3	48	27
	合計	413	3	15	14	42	11	6	11	44	6	25	7	31	15
	総合計	1,123	1	14	17	43	14	10	11	46	9	36	6	41	21

(3) 質問：5、6について

地域	調査校	河川についてのイメージ													
		調査数 5					6								
		ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	ク	ア	イ	ウ	エ	オ	
東部	北	150	22	67	55	9	10	3	21	9	32	11	26	23	3
	小石川	35	14	86	51	14	6	0	23	6	54	17	9	9	11
	明正	141	16	71	51	9	7	1	24	4	41	16	10	23	10
	合計	326	17	75	52	11	8	1	23	6	43	15	15	18	9
中央	三鷹	95	41	80	34	6	16	6	14	1	37	28	5	19	11
	東大和	212	40	74	28	12	7	0	24	4	29	24	20	20	7
	神代	77	23	78	48	8	10	0	23	8	29	10	20	33	8
	合計	384	35	77	37	12	11	2	20	4	32	21	15	24	8
西部	立川	183	22	37	16	7	6	0	10	2	19	36	15	20	10
	多摩工業	38	47	61	42	8	18	0	11	13	15	15	26	44	0
	秋川	192	31	71	43	16	5	2	24	6	32	16	18	26	7
	合計	413	33	56	34	10	10	1	15	7	22	23	20	30	5
	総合計	1,123	28	69	41	11	10	1	19	6	32	20	17	24	7

(4) 質問：7について

地域	調査校	調査数	河川水の汚染の現状														
			7-①			7-②			7-③			7-④			7-⑤		
			A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
東部	北	150	29	36	35	34	52	14	39	45	16	39	51	10	27	56	17
	小石川	35	31	38	31	29	54	17	34	43	23	31	40	29	14	63	23
	明正	141	29	38	33	46	47	7	31	55	14	36	54	8	27	55	18
	合計	326	30	37	33	36	51	13	35	48	17	36	48	16	23	58	19
中央	三鷹	95	36	38	24	41	49	10	27	54	19	46	46	6	30	48	22
	東大和	212	51	37	12	20	68	12	22	53	25	50	44	6	37	31	32
	神代	77	20	58	22	38	48	14	33	43	24	26	60	12	13	58	29
	合計	384	36	44	20	33	55	12	27	50	23	42	50	8	27	46	27
西部	立川	183	55	31	14	20	71	9	21	56	23	46	42	10	24	56	20
	多摩工業	38	53	29	18	32	55	13	11	55	34	26	58	16	21	37	42
	秋川	192	45	37	18	27	58	15	25	54	21	44	42	14	13	59	28
	合計	413	51	32	17	26	61	13	19	55	26	39	47	14	19	51	30
	総合計	1,123	39	38	23	32	56	12	27	51	22	39	48	13	23	52	25

(5) 質問：8、9、10、11について

地域	調査校	調査数	河川の現状理解													
			8			9			10			11				
			ア	イ	ウ	ア	イ	ウ	ア	イ	ウ	イ	ウ			
東部	北	150	7	85	8	70	3	7	20	11	64	25				
	小石川	35	23	63	14	63	0	9	28	6	63	31				
	明正	141	5	77	18	70	1	9	20	12	68	20				
	合計	326	12	75	13	68	1	6	23	10	65	25				
中央	三鷹	95	4	79	17	74	0	2	24	6	84	10				
	東大和	212	19	56	25	52	2	20	26	8	82	10				
	神代	77	13	73	14	68	2	10	20	13	75	12				
	合計	384	12	69	19	64	1	11	23	9	80	11				
西部	立川	183	26	57	17	64	8	15	13	9	81	10				
	多摩工業	38	11	63	26	63	11	13	13	18	71	11				
	秋川	192	23	55	21	56	3	29	12	43	42	15				
	合計	413	20	58	22	61	7	19	13	23	65	12				
	総合計	1,123	15	67	18	64	3	13	20	14	70	16				



(6) 質問：12, 13について

地域	調査校	調査数	河川の汚染の現状															
			12						13-①						13-②			
			ア	イ	ウ	エ	オ	カ	ク	ケ	コ	カ	ク	ケ	コ	カ	ク	ケ
東部	北	150	1	22	43	0	6	28	87	3	10	21	40	39				
	小石川	35	0	14	46	3	11	26	86	6	8	17	57	26				
	明正	141	1	42	31	1	3	22	85	4	11	16	54	30				
	合計	326	1	26	40	1	7	25	86	4	11	18	50	32				
中央	三鷹	95	1	42	31	0	3	23	92	4	4	17	41	42				
	東大和	212	3	35	30	0	4	28	83	6	11	22	47	31				
	神代	77	5	33	28	0	3	35	88	0	12	25	30	45				
	合計	384	3	37	29	0	3	28	88	3	9	22	40	38				
西部	立川	183	1	44	35	0	5	15	90	2	8	28	41	31				
	多摩工業	38	0	34	34	0	3	29	71	3	26	26	24	50				
	秋川	192	3	27	38	1	5	25	83	8	9	24	45	31				
	合計	413	1	35	31	1	4	23	81	4	15	26	37	37				
	総合計	1,123	2	32	35	1	5	25	85	4	11	22	42	36				

(7) 質問：14, 15, 16について

地域	調査校	河川の汚染についての情報																
		14				15				16				その他				
		調査数	NO	YES	小学校	中学校	高校	①科目	②科目	③科目	高科目	NO	YES	新聞	TV	ラジオ	本	その他
東部	北	150	24	76	60	31	1					26	74	29	65	4	25	3
	小石川	35	31	69	92	58	8					17	83	48	90	7	58	0
	明正	141	23	77	55	38	29					16	84	51	81	3	23	0
	合計	326	26	74	69	42	13					20	80	43	79	5	35	1
中央	三鷹	95	23	77	51	54	9					7	93	58	77	1	33	3
	東大和	212	29	71	70	70	0					12	88	50	87	7	20	0
	神代	77	28	72	45	55	10					20	80	40	73	5	5	0
	合計	384	27	73	55	56	6					13	87	49	79	4	19	1
西部	立川	183	26	74	85	60	12					7	93	64	92	8	42	0
	多摩工業	38	37	63	47	32	0					21	79	29	63	8	16	0
	秋川	192	22	78	50	61	16					17	83	51	72	7	36	0
	合計	413	28	72	61	51	9					15	85	48	76	8	31	0
	総合計	1,123	27	73	62	50	9					16	84	47	78	6	28	2

(8) 質問：17について（その1）

		河川の汚染についての用語の知識															
地域	調査校	調査数	17-① (BOD)			17-② (COD)			17-③ (pH)			17-④ (硬度)			17-⑤ (ppm)		
			A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
東部	北	150	1	3	96	1	5	94	3	12	85	2	28	70	8	27	65
	小石川	35	0	9	91	0	17	83	63	34	3	29	17	54	26	51	23
	明正	141	3	9	88	3	9	88	11	26	63	6	21	73	19	46	33
	合計	326	1	7	92	1	10	89	26	24	50	12	22	66	18	42	40
中央	三鷹	95	1	4	95	0	7	93	6	48	46	3	18	79	18	59	23
	東大和	212	1	3	96	0	4	96	6	30	64	3	19	78	13	49	38
	神代	77	0	11	89	0	9	91	5	29	66	0	34	66	18	41	41
	合計	384	1	6	93	0	7	93	6	36	58	2	24	74	16	50	34
西部	立川	183	1	6	93	2	5	93	23	50	27	6	24	70	29	56	15
	多摩工業	38	3	3	94	3	3	94	8	3	89	3	16	82	18	45	37
	秋川	192	1	6	93	0	7	93	6	32	62	3	32	65	15	47	38
	合計	413	2	5	93	2	5	93	12	28	60	4	24	72	21	49	30
	総合計	1,123	1	6	93	1	7	92	15	29	56	6	23	71	18	47	35

(9) 質問：17について（その2）

地域	調査校	調査数	河川の汚染についての用語の知識																	
			17-⑥（環境庁）			17-⑦（浄化槽）			17-⑧（富栄養化）			17-⑨（生物指標）			17-⑩（無リン洗剤）					
			A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C			
東部	北	150	44	45	11	37	49	14	3	24	73	4	27	69	36	48	16			
	小石川	35	51	43	6	37	12	6	23	71	0	26	74	57	31	12				
	明正	141	57	37	6	48	44	8	4	18	78	11	21	68	43	50	7			
	合計	326	51	42	7	45	43	12	4	22	74	5	25	70	45	43	12			
中央	三鷹	95	86	14	0	62	43	4	16	21	63	5	30	65	69	27	4			
	東大和	212	53	46	1	40	54	6	3	17	80	3	21	76	43	23	34			
	神代	77	38	58	4	41	48	11	6	16	78	0	27	73	48	41	11			
	合計	384	59	39	2	48	45	7	8	18	74	3	26	71	57	30	17			
西部	立川	183	77	22	1	65	32	3	9	22	69	10	38	52	59	38	3			
	多摩工業	38	39	47	13	42	47	11	8	21	71	5	16	79	39	47	13			
	秋川	192	57	40	3	52	37	11	5	24	71	6	34	60	52	40	8			
	合計	413	58	36	6	53	39	8	7	22	71	7	29	64	50	42	8			
	総合計	1,123	56	39	5	49	42	9	6	21	73	5	27	68	50	38	12			

(10) 質問：17について（その3）

		河川の汚染についての用語の知識															
地域	調査校	調査数	17-⑪（自浄作用）			17-⑫（赤潮）			17-⑬（酸性雨）			17-⑭（イタイタイ病）			17-⑮（シアン）		
			A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
東部	北	150	24	43	33	60	27	13	38	31	31	73	23	4	5	22	73
	小石川	35	23	37	40	57	34	9	29	37	34	69	28	3	6	34	60
	明正	141	35	35	30	73	20	7	67	22	11	82	14	4	11	26	63
	合計	326	27	38	35	63	27	10	45	30	25	74	22	4	7	27	66
中央	三鷹	95	26	35	39	92	8	0	55	34	11	92	8	0	8	32	60
	東大和	212	15	38	47	87	11	2	44	35	21	87	12	1	39	19	42
	神代	77	18	48	34	55	34	11	28	51	21	73	27	0	6	24	70
	合計	384	20	40	40	78	16	4	42	40	18	84	16	0	18	25	57
西部	立川	183	40	40	20	88	10	2	67	25	8	91	9	0	12	37	51
	多摩工業	38	26	29	45	66	29	5	42	24	34	68	29	3	11	24	66
	秋川	192	22	42	36	73	23	4	73	20	7	84	14	2	3	20	77
	合計	413	29	37	34	76	20	4	61	23	16	81	17	2	12	27	61
	総合計	1,123	25	38	37	72	22	6	49	31	20	80	18	2	12	26	62

IV

参 考 文 献 一 覽

## 参考文献一覧（年代順）

1. 岡田家武 「地球化学」 岩波講座 物理学及び化学 岩波書店 (1930)
2. 高橋純一訳；ヴェルナドスキー 「地球化学」 内田老鶴圃 (1933)
3. 君島八郎 「地表水」 丸善 (1934)
4. 吉村信吉 「湖沼学」 三省堂 (1937)
5. 岩崎岩次 「地球化学」 P. 3～P. 70 化学実験学第一部12巻, 河出書房 (1940)
6. 三宅泰雄 「海洋化学」 P. 407～P. 460, 化学実験学第一部12巻, 河出書房 (1940)
7. 三宅泰雄 「大気化学」 P. 465～P. 514, 化学実験学第一部12巻, 河出書房 (1940)
8. 菅原 健 「陸水化学」 P. 517～P. 593, 化学実験学第一部12巻, 河出書房 (1940)
9. 黒田和夫 「温泉化学」 P. 597～P. 664, 化学実験学第一部12巻, 河出書房 (1940)
10. 三宅泰雄 「地球化学」 朝倉書店 (1954)
11. 半谷高久訳；B. メイスン 「一般地球化学」 共立書店 (1954)
12. 菅原 健 「地球化学」 岩波講座, 現代化学, 岩波書店 (1956)
13. 日本化学会編 「地球化学」 実験化学講座14, 丸善 (1958)
14. 上野景平 「キレート滴定法」 南江堂 (1961)
15. 菅原 健, 半谷高久 「地球化学入門」 丸善 (1964)
16. 水野寿彦訳；E. P. オダム 「生態学」 築地書館 (1967)
17. 鈴木静夫 「日本の湖沼～湖沼学入門～」 内田老鶴圃新社 (1968)
18. 山本荘毅編 「陸水」 共立出版 (1968)
19. 松井義人, 一国雅巳訳；B. メイスン 「一般地球化学」 岩波書店 (1970)
20. 北野 康, 他 「海水の物理化学」, 海水の化学, 海洋科学基礎講座10, 東海大学出版会 (1970)
21. 三宅泰雄, 他 「物質の循環」, 海水の科学, 海洋科学基礎講座10, 東海大学出版会 (1970)
22. E. P. Odum "Fundamentals of Ecology" (3rd Edition) P. 33～P. 36, P. 86～P. 105, P. 295～P. 323, P. 432～P. 450 W. B. Saunders Company (1971)
23. 小泉清明 「川と湖の生態」 共立出版 (1971)
24. 今西錦司 「生物社会の論理」 思索社 (1971)
25. 鈴木静夫, 他訳；P. R. Dugan 「水質汚染の化学生態学」 東京化学同人 (1971)
26. 一国雅巳 「無機地球化学」 培風館 (1972)
27. 島 誠 「元素からみた地球」 ブルーバックス 講談社 (1972)
28. 津田松苗 「水質汚濁の生態学」 公害対策技術同友会 (1972)
29. 半谷高久, 安部喜也 「水質汚濁研究法」 丸善 (1972)
30. 小山忠四郎, 半田暢彦, 杉村行勇 「湖水・海水の分析」 講談社サイエンティフィック (1972)

31. 市川正巳 「水文学の基礎」 古今書院刊 (1973)
32. 佐々木好之 「自然保護の原点」 共立出版 (1983)
33. 日本化学会編 「化学生態学の展望」 化学総説No.2, 東大出版会 (1973)
34. 東京都教育委員会 「公害教育指導資料」 (1973)
35. 加藤 迪 「都市が滅ぼした川」 中公新書 (1973)
36. 津田, 森下 「生物による水質調査法」 海山堂 (1974)
37. 埜田 宏 「環境汚染の指標植物」 共立出版 (1974)
38. 小倉紀雄 「水処理技術」 P.317~322, vol.16, No.4, (1975)
39. 小倉紀雄 「水処理技術」 P.415~424, vol.16, No.5, (1975)
40. 大野俊夫, 大野庸子 「水質および水質実験」 コロナ社 (1975)
41. 合田 健 「水質工学 基礎編」 丸善 (1975)
42. 合田 健 「水質工学 応用編」 丸善 (1976)
43. 合田 健 「水質工学 演習編」 丸善 (1977)
44. 綿抜, 船越共訳; ヒギンズ&バーンズ 「汚染の化学」 地人書館 (1975)
45. 財団法人 とうきゅう環境浄化財団 「多摩川流域自然環境調査報告書」 第一次調査 (1975)
46. 財団法人 とうきゅう環境浄化財団 「多摩川流域自然環境調査報告書」 第二次調査 (1976)
47. 財団法人 とうきゅう環境浄化財団 「多摩川流域自然環境調査報告書」 第三次調査 (1977)
48. 上野景平, 他 「簡易水質試験法」 共立出版 (1975)
49. 三宅泰雄, 北野 康 「新水質分析法」 地人書館 (1976)
50. 岩本振武訳; J. W. Moore & E. A. Moore 「環境理解のための基礎化学」 東京化学同人 (1976)
51. 日本化学会編 「宇宙地球化学」 新実験化学講座10 丸善 (1976)
52. 島 誠 「水の惑星~元素・地球・人間~」 玉川選書 (1976)
53. 上野益三 「陸水学史」 培風館 (1977)
54. 熊田恭一 「土壌有機物の化学」 (第2版) 学会出版センター (1977)
55. 上平 恒 「水とはなにか」 ブルーボックス 講談社 (1977)
56. 森下郁子 「川の健康診断~清冽な流れを求めて」 NHKブックス (1977)
57. 半谷高久 「化学と工業」 P.385~ vol.30, No.6 日本化学会 (1977)
58. 原 俊昭訳; J. R. ヴァレンタイン 「湖の生態~人為的富栄養化をめぐる~」 恒星社厚生閣 (1978)
59. 菅原 健 「水のたわごと」 化学の小径 学生社 (1978)
60. 半谷高久監修, 大竹千代子編 「日本環境図譜」 共立出版 (1978)
61. 菅原 健, 他 「工業と化学」 P.947~903, vol.31, No.12 日本化学会 (1978)



62. 森下郁子 「生物からみた日本の河川」 山海堂 (1978)
63. 井上勝也 「生活の中の洗剤・活性剤」 研成社 (1978)
64. 菅原 健 「続たまゆら」 菅原 健先生記念事業の会 (1979)
65. 石川文康訳 ; A. ティーネマン 「川と湖～その自然と文化～」 人文書院 (1979)
66. 藤森夏樹訳 ; A. A. ベウス, L. I. グラボフスカヤ, N. V. チホノバ 「環境の地球化学概論」  
現代工学社 (1979)
67. 大八木義彦 「ppmへの挑戦」 ブルーボックス 講談社 (1979)
68. 松井, 野口訳 ; C. N. ソーヤー, P. L. マッカーティ 「環境工学のための化学」 (基礎編)  
森北出版 (1979)
69. 山県登訳 ; H. D. ホランド 「大気・河川・海洋の化学——環境科学持論」 産業図書 (1979)
70. 山県, 水野 「フィールドの科学」 産業図書 (1979)
71. 小山忠四郎 「生物地球化学」 東海大学出版会 (1980)
72. 北野 康, 松野武雄編 「地球と環境の化学」 岩波講座22 現代化学10 (1980)
73. 半谷高久編 「陸水学への招待」 東海大学出版会 (1980)
74. 北野 康 「水と地球の歴史」 NHKブックス (1980)
75. 半谷高久編 「陸水学への招待」 東海大学出版会 (1980)
76. 市川 新 「都市河川の環境科学」 培風館 (1980)
77. 岩井重久 「水質データの統計的解析」 森北出版 (1980)
78. 酒井, 坂田 「環境分析のための機器分析」 日本環境測定分析協会 (1980)
79. 日本分析化学会北海道支部編 「水の分析」 (第3版) 化学同人 (1981)
80. 半谷高久, 安部喜也 「社会地球化学」 紀伊国屋書店 (1981)
81. 綿抜邦彦 「地球化学への招待～地球は宝石箱～」 培風館 「1981」
82. 森下郁子 「河口の生態学」 山海堂 (1981)
83. 森下郁子 「環境を診断する」 中公新書 (1981)
84. 渡辺淳夫 「基礎教養環境化学」 内田老鶴圃 (1981)
85. 岸本文男訳 ; G. V. ヴォイトケヴィッチ, V. V. ザクルートキン 「地球化学原論」 現代工学社  
(1982)
86. 都留重人 「環境教育～何が規範か」 岩波ブックレットNo.10. (1982)
87. 半谷高久 「地球・水・思う」 化学同人 (1982)
88. 竹内丑雄 「降水中の化学成分の発生源」 東書 高校通信〔化学〕No.172 (1982)
89. 並木 博, 海崎芳美 「実務者のためのCOD<sub>Mn</sub>試験方法マニュアル」 日本環境測定分析協会  
(1982)
90. 日本分析化学会関東支部編 「高速液体クロマトグラフ分析」 (改訂版) 産業図書 (1982)

91. 木羽, 長島, 山県, 綿抜 「環境分析の手法と評価」 東大出版 (1982)
92. 並木 博 「詳解工場排水試験方法」 日本規格協会 (1982)
93. 小倉紀雄 「水環境の理解と保全」 東書高校通信〔化学〕 (1982)
94. 中島重雄 「土木技術者の陸水環境調査法」 森北出版 (1983)
95. 河川環境管理財団編 「解説河川環境」 山海堂 (1983)
96. 小倉紀雄 「琵琶所報」 P. 36~45, 滋賀県琵琶湖研究所 (1983)
97. 大西 寛, 東原 巖 「吸光光度法——無機編」 共立出版 (1983)
98. 小倉, 財津, 中島, 山口 「吸光光度法——有機編」 共立出版 (1984)
99. 半田, 加藤 「水とつきあう」 化学同人 (1983)
100. 西村, 角皆, 乗木 「海洋化学~化学で海を解く~」 産業図書 (1983)
101. 浅見, 茅野訳 ; H. J. M. Bowen 「環境無機化学」 博友社 (1983)
102. 森下郁子 「ダム湖の生態学」 山海堂 (1983)
103. 北野 康 「地球環境の化学」 裳華堂 (1984)
104. 山根一郎編 「環境科学実験法」 博友社 (1984)
105. 戸田盛和 「水の科学」 大日本図書教育研究室 (1984)
106. 日本環境学会編集委員会編 「環境科学への扉」 P. 65~79 有斐閣双書Gシリーズ (1984)
107. 日本化学会編 「実験化学ガイドブック」 丸善 (1984)
108. 門司正三, 高井康雄編 「陸水と人間活動」 東大出版会 (1984)
109. 近藤次郎 「環境科学読本」 東洋経済新報社 (1984)
110. 合田 健編著 「水質環境科学」 丸善 (1985)
111. 日本分析化学会関東支部編 「高速液体クロマトグラフィーハンドブック」 丸善 (1985)
112. 斎藤紘一訳 ; J. S. フリッツ, D. T. ジャード, C. ポーランド 「イオンクロマトグラフィー」  
産業図書 (1985)
113. 角皆静男 「化学が解く海の謎」 共立出版 (1985)
114. 波多野, 牧野, 中野訳 ; A. M. Krstulovic · P. R. Brown 「逆相高速液体クロマトグラフィー」  
東京化学同人 (1985)
115. 半谷, 小倉 「水質調査法」 (改訂2版) 丸善 (1985)
116. 森下郁子 「指標生物学~生物モニタリングの考え方~」 山海堂 (1985)
117. 田淵俊雄, 高村義親 「集水域からの窒素リンの流出」 東大出版 (1985)
118. 古前恒, 林 七雄 「身近な生物間の化学的交渉~化学生態学入門~」 三共出版 (1985)
119. 小島貞男 「おいしい水の探求」 NHKブックス (1985)
120. 正田, 小林訳 ; Spiro & Stigliani 「環境の科学」 学会出版センター (1985)
121. 田井慎吾 「水のエントロピー学」 海鳴社 (1985)

122. 小島和雄, 他 「日本理化学協会研究紀要」 P.96~99 第17巻 (1985)
123. 小島和雄 「高校ニュース130」 P. 4~6 開隆堂 (1985)
124. 小島和雄, 大野 弘, 他 「昭和60年度 研究発表集録」第25巻 P. 52~53 東京都高校理科教育研究会理化部会 (1985)
125. K. Kojima & T. Noda ; “Abstract 8th-ICCE” (1985)
126. 小島和雄, 大野 弘, 他 「日本理化学協会 (大阪大会) 研究発表資料集」 P.124~127 (1986)
127. 小島和雄, 他 「水質汚濁研究」 P.12~19 vol.10. No.1 日本水質汚濁研究協会 (1987)
128. 小島, 吉本, 大野, 梶山, 他 「日本化学会第54春季年会——化学教育・化学史講演予稿集」 P.98 日本化学会 (1987)
129. 小島和雄 「化学教育」 P.182 vol.35 No.2 日本化学会 (1987)
130. 日本河川協会編 「1984日本河川水質年鑑」 山海堂 (1985)
131. 東京立川ライオンズクラブ編 「多摩川は語る」 けやき出版 (1985)
132. A. L. Wilson & D. T. E. Hunt “The Chemical Analysis of Water” (2nd edition) The Royal Society of Chemistry. (1986)
133. 宮崎元一, 早川和一 「新しいイオンクロマトグラフィーの手ほどき~吸光度検出法の活用~」 南江堂 (1986)
134. 畦倉 実 「水源林の四季」 朝日新聞社 (1986)
135. 工藤秀明訳 ; ロバート・クラーク 「エコロジーへのはるかな旅」 ダイヤモンド社 (1986)
136. 槌田 敦 「エントロピーとエコロジー」 ダイヤモンド社 (1986)
137. 木地実夫, 加藤暢夫 「環境改善の化学」 大日本図書 (1986)
138. 梶山正明, 大野 弘, 吉本千秋, 他 「昭和61年度 研究発表集録」第26巻 東京都高校理科教育研究会 理科部会 (1986)
139. 大野 弘 「東書 高校通信〔化学〕」 (1986)
140. 「多摩川誌」 山海堂 (1986)
141. 村松 昭 「多摩川散策絵図」 聖岳社 (1986)
142. 沼田 眞監修 「環境教育のすすめ」 東海大出版会 (1987)
143. 日本化学会編 「地球化学」化学の原典5 (第Ⅱ期) 学会出版センター (1987)
144. 小沼直樹 「宇宙化学・地球化学に魅せられて」 サイエンスハウス (1987)
145. 山本荘毅, 高橋 裕 「図説 水文学」 共立出版 (1987)
146. 田村 明監訳 ; ロス・ハワード&マイル・バーレイ 「酸性雨」 新曜社 (1987)
147. 化学技術庁資源調査会編 「都市の雨水を考える~潤いと水環境の回復をめざして~」 (1987)
148. 半田, 金成, 井内, 沖野, 他 「湖沼調査法」 古今書院 (1987)
149. J. Schwoerbel “Handbook of Limnology ~ Water and Wastewater technology~” ELLIS HORWOOD

Limited John Wiley & Sons (1987)

150. 高橋浩一郎, 岡本和人 「21世紀の地球環境」 NHKブックス (1987)
151. 日本化学会編 「分析化学実験ハンドブック」 丸善 (1987)
152. 生嶋 功編 「水の華の発生機構とその制御」 東海大学出版会 (1987)
153. 森川和子 「陸水学雑誌」 P. 55~65 P. 67~70 vol. 48 No. 1 日本陸水学会 (1987)
154. 大町忠敏 「日本化学会第54春季年会——化学教育・化学史講演予稿集」 P. 87  
日本化学会 (1987)
155. 東京都教育委員会 「昭和62年度高等学校 環境と公害を考える」 (1987)
156. 小島和雄編著 「化学実験テキスト・河川水から化学を学ぶ」 多摩教育化学研究会 (1987)
157. 小島和雄編著 「高校化学における多摩川の水質の教材化に関する研究～地球化学的自然観の形成をめぐって～」 (財)とうきゅう環境浄化財団 (1987)
158. 「環境行政ハンドブック」 ぎょうせい (1987)
159. 小倉紀雄 「調べる・身近な水」 ブルーバックス 講談社 (1987)
160. 小島和雄 「会誌」第58巻 第1号 P. 86 昭和62年度全国理科教育大会 日本理化学協会 (1987)
161. 小島和雄 「会誌」第58巻 第2号 P. 143~145 昭和62年度全国理科教育大会 日本理化学協会 (1987)
162. 大野 弘, 梶山正明, 吉本千秋 「昭和62年度 研究発表資料集」 (第9巻) P. 154~157  
昭和62年度全国理科教育大会 日本理化学協会 (1987)
163. 大町忠敏 「昭和62年度 研究発表資料集」 (第9巻) P. 164~167 昭和62年度全国理科教育大会  
日本理化学協会 (1987)
164. 野田為久 「高校化学における河川水の教材化」 ハイスクールニュース, 理科研究室 学校図書 (1988)
165. 野田為久 「CODの測定と金属イオンの定量」 啓林—高理編 No. 244 啓林館 (1989)
166. 東京都消費者センター 「おいしい水」あなたも消費者 No. 51 (1988)
167. 望月和幸, 大平健二 「昭和63年度 研究発表資料集」 (第10巻) P. 214~217 日本理化学協会 (1988)
168. 望月和幸 「昭和63年度 研究発表集録」 第28巻 P. 22~23 東京都高等学校理科教育研究会  
理化部会 (1988)
169. 吉本千秋, 大野 弘, 梶山正明 「昭和63年度 研究発表集録」 第28巻 P. 36~37 東京都高等  
学校理科教育研究会 理化部会 (1988)
170. 吉本千秋, 他 「多摩川よ永遠なれ」 生活協同組合研究「Q」第5号 P. 2~13 (1989)
171. 大野 弘, 梶山正明, 吉本千秋 「平成元年度 研究発表資料集」 (第11巻) P. 176~179  
日本理化学協会 (1989)

172. 望月和幸 「化学と教育」 vol. 37, No.4 P. 434 日本化学会 (1989)
173. 環境工学辞典編集委員会編 「環境工学辞典」 共立出版 (1987)
174. 沼田 眞 「都市の生態学」 岩波新書 (1987)
175. 五百井正樹 「陸水学雑誌」 P. 19~24 vol. 1 日本陸水学会 (1987)
176. High Moon 「漫画ゴミック 廃貴物」 日報 (1987)
177. 大阪大学理学部化学教育研究会編 「自然のしくみ~化学の眼」 化学同人 (1987)
178. 日本化学会編 「分析化学」 化学の原典 6 (第Ⅱ期) 学会出版センター (1988)
179. O. A. Shpigun and Yu. A. Zolotov "ION Chromatography in Water Analysis" ELLIS HORWOOD LIMITED, JOHN WILEY & SONS (1988)
180. 波多野博行, 花井俊彦 「新版 実験高速液体クロマトグラフィー」 化学同人 (1988)
181. 半谷高久編著 「地球化学入門」 丸善 (1988)
182. J. I. Drever "The Geochemistry of Natural Waters" (2nd edition) Prentice Hall Engle wood Cliffs, New Jersey (1988)
183. 養輪善蔵 「水をはかる」 日本規格協会 (1988)
184. 上野景平 「分離の科学」 講談社 (1988)
185. 五百井正樹 「水汚染の構造」 北斗出版 (1988)
186. 新井, 新藤, 市川, 吉越 「都市の水文環境」 共立出版 (1988)
187. 明島高司編 「科学環境概論」 共立出版 (1988)
188. 河村 武, 岩城英夫 「環境科学Ⅰ」 自然環境系 朝倉書店 (1988)
189. 服部明彦 「湖沼汚染の診断と対策」 日刊工業新聞社 (1988)
190. 石弘 之 「地球環境報告」 岩波新書 (1988)
191. 高橋 裕 「都市と水」 岩波新書 (1988)
192. 「多摩川 '75」~「多摩川 '85」 (財とうきゅう環境浄化財団 (1975~1985))
193. 「多摩川 '75資料編」~「多摩川 '85資料編」 vol. 1~vol. 11 (財とうきゅう環境浄化財団 (1975~1985))
194. W. Howarth ; "Biogeochemistry" vol. 2 No. 1~No. 4 (1986)
195. W. Howarth ; "Biogeochemistry" vol. 3 No. 1~No. 3 (1987)
196. W. Howarth ; "Biogeochemistry" vol. 4 No. 1~No. 3 (1987)
197. W. Howarth ; "Biogeochemistry" vol. 5 No. 1~No. 3 (1988)
198. W. Howarth ; "Biogeochemistry" vol. 6 No. 1~No. 3 (1988)
199. W. Howarth ; "Biogeochemistry" vol. 7 No. 1~No. 3 (1989)
200. W. Howarth ; "Biogeochemistry" vol. 8 No. 1~No. 2 (1989)
201. 「陸水学雑誌」 vol. 48 No. 1~No. 4 (1987)

202. 「陸水学雑誌」 vol.48 Special Issue (1987)
203. 「陸水学雑誌」 vol.49 No.1～No.4 (1988)
204. 「陸水学雑誌」 vol.50 No.1～No.3 (1989)
205. 「水質汚濁研究」 vol.10 No.1～No.12 (1987)
206. 「水質汚濁研究」 vol.11 No.1～No.12 (1988)
207. 「水質汚濁研究」 vol.12 No.1～No.11 (1989)
208. 栗原康編著 「河口・沿岸域の生態学とエコテクノロジー」 東海大学出版 (1988)
209. 環境庁編 「地球化時代の環境ビジョン」 (1988)
210. 環境庁編 「『みんなで築くよりよい環境』を求めて」 環境教育懇談会報告 (1988)
211. 環境庁編 「環境にやさしい暮らしの工夫」 暮らしと環境に関する研究会報告 (1989)
212. 人類とエネルギー研究会編 「地球環境と人間」 省エネルギーセンター (1989)
213. 綿抜邦彦監修 「病める地球をどう救うか」 共立出版 (1989)
214. O. S. Owen & D. D. Chiras, "Natural Resource Conservation" Macmillan Publishing Company (1990)

## あ と が き

前回の(働)とうきゅう環境浄化財団一般研究助成による研究をまとめてから、早や3年余りが経過してしまつた。今回の当財団による研究助成は昭和62年度から2ヶ年という規模の研究に対して認められたものであった。

しかし、内容の面から言えば、前回の3ヶ年間の成果と深くかゝわるもので、5年間の継続研究と見なした方が、むしろ筋が通るようである。しかも、この種の研究は、継続すればするほど、成果は大きく、内容も充実してくるものであって、その意味では、この5年間の踏み台として、更に研究が継続するといった感がつよい。ようやく本研究も軌道に乗つたというのが実感である。とは申せ、ひとまず結論を出さなければならない時期に来ていることもまた事実である。それでも、少しでも多くの水質情報を載せたいというのが、筆者らの偽らざる気持であった。そのことが、本報告書の提出を遅らせてしまった最大の原因である。このために、当財団関係の諸氏には、多大なご迷惑をおかけしてしまったことをここに深くお詫び申し上げる。

とまれ、この3年間に環境問題は史上最大の転機を迎えた。従来はどちらかと言えば、局所的な現象として地域ごとに解決を迫られてきた環境問題が、いちどきに地球規模の問題として広域的に捉えられるようになってきた。

フロンガスによるオゾン層の破壊、地球の温暖化、酸性雨そして大気・海洋汚染等に対する課題意識が人類共通の危機感へと変貌しつつあるという背景もある。同時に、これらを深刻に受けとめて、先進国首脳による「アルシュ・サミット」(1989.7.)、世界の科学者・有識者による「地球環境保全に関する東京会議」(1989.9.)そして各国環境担当大臣による「大気汚染と気候変動に関するノールトヴェイク会議」(1989.11.)などが相ついで開催され、各国が進んで実施可能な対策を講じたり、国民のライフスタイルを見直して、正しい環境倫理観を育てようとする気運も高まってきた。

1989(平成元年)は、その意味で『地球環境元年』などとも呼ばれ、「環境倫理」や「環境教育」の重要性を再確認した年でもあった。筆者自身も、環境庁に設置された『地球環境と暮らしに関する研究会』の委員として、『地球環境にやさしいライフスタイルの確立』を目指して、学校教育の面からさまざまな提言をさせていただいた。その際、提言の根拠となつたものが、言うまでもなく本研究の成果であり、又本研究を通して感知できた若者達の環境に対する意識の変遷である。

「多摩川の水の研究」から「地球規模の環境問題」を論ずるには、飛躍がありすぎ、一見大それた発想のように見る向きもあろうが、「環境教育」を成功させ、若者達の間には「環境倫理」の輪を広げるための、萌芽ともなりうる基本的原理が「河川水の研究実践」の中にこそ存在するのだという確信を、本研究を通じて得ることができた。これは筆者らにとって大きな収穫であった。一言でいってみればそれは、“Think globally, act locally.”(地球規模で考え、足元から行動しよう)に尽きるかもしれない。

本研究報告が、現在、高等学校において「環境教育の実践」や「環境倫理観の育成」に努力されている

先生方のために、いくらかでもお役に立つことができれば幸いである。

また、国の内外において益々深刻化を増している環境問題に対して、生徒達が生涯を通じていかなる対応をしていかなければならないか、21世紀に生きる若者のライフスタイルに対してもさゝやかなるヒントが提供できれば幸いである。

しかしながら、本研究において筆者らが目指してきたねらいが十分に果たせたわけではない。今尚未解決の問題が山積みされている。これらの解決には、今後何年かかるか分らないが、引き続き「多摩川の水の研究」に大きな夢を託し、本研究報告を結ばせていただく。

最後に本研究を進めるにあたり、数々の貴重なご意見や資料をお示し下さった東京大学教授綿抜邦彦先生、東京農工大学教授小倉紀雄先生、元東京都立教育研究所科学研究部長長谷川俊明先生、東京都立杉並工業高等学校長前田穂先生をはじめ多数の先生方、化学部の生徒のご指導にあられた諸先生方、更に研究助成の便宜を図って下さった(財)とうきゅう環境浄化財団関係の諸氏に深謝の意を表します。

また、水質調査活動に若いエネルギーを燃やし尽してくれた東京都立立川高等学校化学部の部員ならびにOB、OGの諸君には心からねぎらいと感謝の意を表します。

平成2年初夏

小 島 和 雄