

児童・生徒に自然環境を 考えさせるための水質調査

—— 多摩川の中流域を中心として ——

1980年

前田 穂

濁川 富雄

東京都教育庁指導部
高等教育指導課指導主事

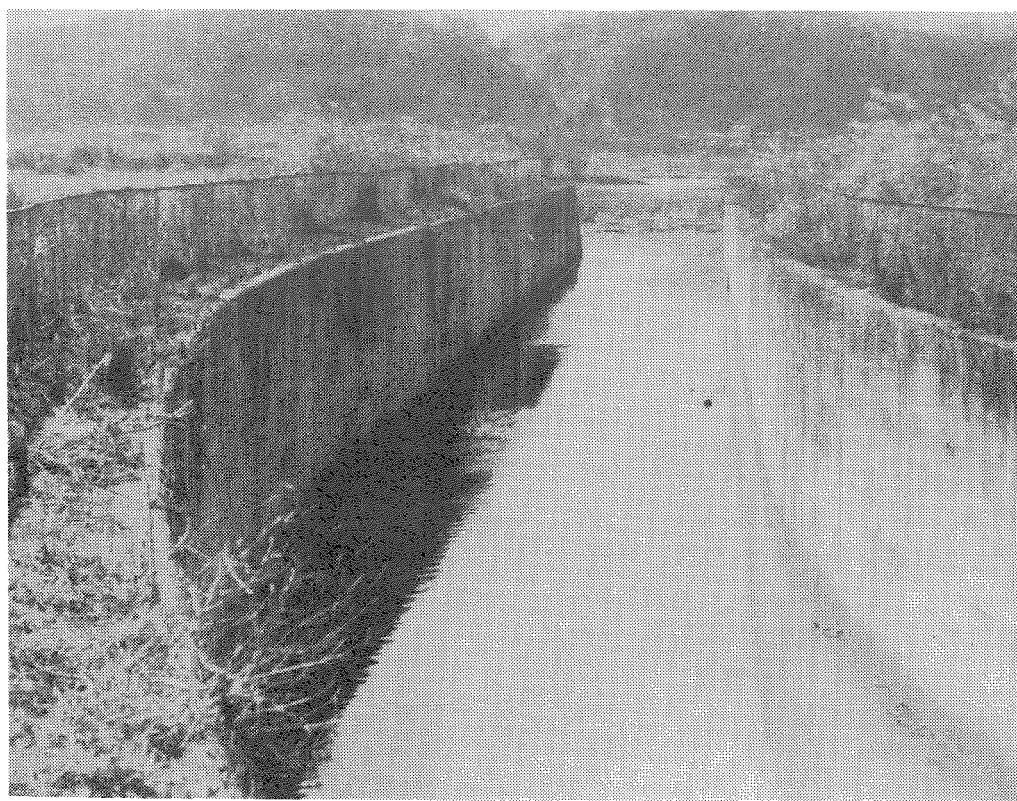
都立文京高等学校教諭

目 次

	(頁)
I 序	1
II 多摩川と自然	3
III 多摩川の現状	7
(1) 上流から下流への概観	7
(2) 自然環境を考えさせる場としての多摩川	15
(3) 中流域の調査地点	16
A. 第Ⅰ地点(東京都府中市四谷)	16
B. 第Ⅱ地点(東京都府中市住吉)	17
IV 多摩川に対する児童・生徒および教師の認識	19
(1) 調査対象	19
(2) 調査の目的と内容	20
(3) 調査結果	23
(4) 調査結果のまとめ	33
V 多摩川の水質	35
(1) 多摩川の上流から中流にかけての水質調査	35
① 水質調査のねらい	35
② 水質調査の地点	36
③ 水質調査の方法	37
A. テスターを用いた水の電導度測定	37
B. その他の測定	38
④ 測定結果	38
A. 電気伝導度	38
B. pHおよび金属イオン	39
⑤ 考 察	40
(2) 多摩川に対する生物・化学的アプローチ	43
① 化学分析による水質調査	43
② 指標生物による水質調査	46

③ 金属の腐食試験	50
(3) 本流と湧き水の水質	54
VI 調査方法の開発と検討	61
(1) 河川中のアンモニウムイオン定量法についての検討	61
(2) パンチカードを用いた水中生物の同定	69
(3) 金属の腐食試験	75
(4) 透視度計の製作	77
(5) 光電比色計の製作	78
VII 学習指導計画	83
(1) 多摩川の環境化学的学習	83
A. はじめに	83
B. 学習内容と学習方法の概要	83
C. 化学の授業の中での指導例	84
D. 化学クラブによる多摩川の研究活動	89
(2) 自然環境を考えさせるための水質調査年間指導計画	92
A. 活動前の生徒の多摩川に対する意識	92
B. 学習活動の概要とねらい	99
C. 年間活動計画	105
D. 活動後におけるアンケート調査	126
VIII 水質調査項目と解説	133
IX おわりに	139
X 用語解説索引と用語集	141
XI 参考および引用文献・図書	165

I. 序



1. 序

人間は自らの能力を駆使し、自然界を思う存分活用しつつ、人間生活をより豊かにする努力を絶えず続け現在に至りました。しかし、このことについて、あまりにもその活用に対する有効性を追求しすぎたため、自然界の均衡を保持するための努力の影はかすみ、その結果「地球上の生物の生息に重大な影響を与える問題に直面しはじめている。」といっても過言ではない状況にあるといえます。

私達人間の英知は、この問題を直視し、近い将来必ず克服するに違いありませんが、しかし、現代の文化の恩恵に浴している現在のすべての生活者にとって、この問題を黙認していいはずはありません。つまり、私達人間の現在の生活環境問題を正面から受けとめ、生活環境の改善・保全・防衛のための生活態度を身につけることは、現代社会に生きる生活者として、必要不可欠な条件といえるのです。

私達教育にたずさわる者は、子どもたちの目先の効果のみを期待する活動ではなく、将来の効果を願いつつ日常の学習指導を行う使命があります。そこには、将来生活者になる子ども達が、真に自然を愛し、人間の生活環境を熟慮できる人間に育ってもらいたいという願いがこめられています。

こうした人間の生活環境ということについて、学校教育の重要な部分として現在位置付けられつつあり、すでに、ころころある教育実践者は、自らの学習指導のなかに環境問題を組み入れています。そこで、私達は現状を理解しつつ環境問題を組織的に取り組み、学校教育のなかに組み込める指導法について検討し、子どもの発達に適合した教材を開発し、伸び伸びとした学習活動が行われるような方策を生みだそうと研究を開始しました。

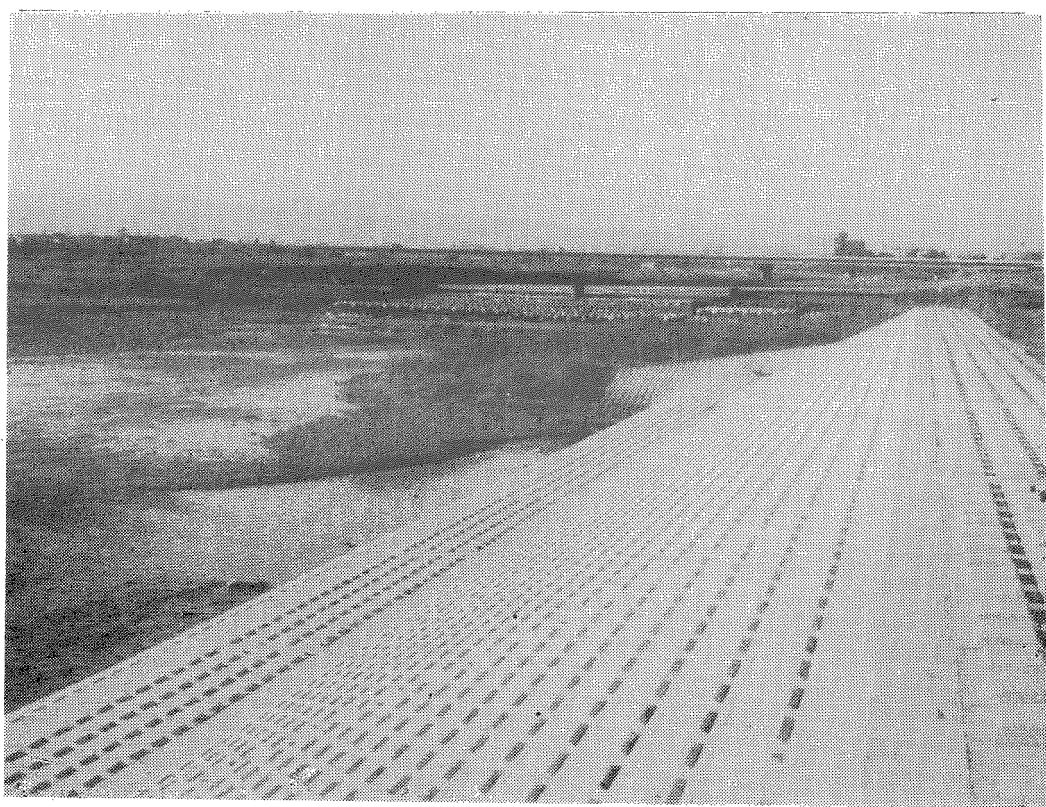
そこで、現在行われている学習指導の自然観察や調査が、直接自然にふれる体験的学習とし、自然を理解する効果的な学習方法として成果をあげていますが、環境を考える学習というところまでに至っていないようです。したがって、人間の生活環境を考える教育として、自然を理解するねらいを含めて環境問題を基本においた教育活動を切望し、このことをすべての学習活動の中心に置くなら、自然科学のみならず社会科学・人文科学等のすべての分野にかかわるものとして、将に“環境教育”の名にふさわしい学習が展開されるにちがひありません。しかし、こうした“環境教育”についての確固たる方法のない現在、学校教育のなかで“可能な方法は何か”から探ぐって行く必要があります。

環境問題を、教育機関で取り上げるには限界がありますが、環境問題に対するひとりひとり

の認識を高めるため、学校教育として取り扱いやすい部分から手をつけることとしました。そのため、小学校・中学校・高等学校の教科において必ず話題になる自然として河川に題材を求め、しかも地域性の高いものとして、多摩川にその場を求めた次第です。

ここに、多摩川を中心とした学校教育における環境問題への取り組みについて、昭和52年度から昭和54年度までの3年間に収集した基礎資料と開発した教材等について述べることにします。

Ⅱ. 多摩川と自然



「多摩川に自然はあるか」との問いかけに対し、どの子ども達からも必ず否定的な答がかえってくる。このことは、高校生に対し「自然とは、どのようなものであるか」との問いかけに対して次のような答がかえってきたことから容易に予測される。

S₁ : 人間が人を出さずにできたものである。

S₂ : 人間が生きて行くためには、絶対に必要なものである。

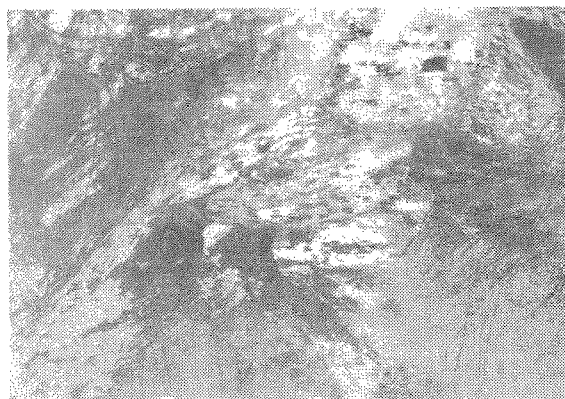
S₃ : すべてが循環し、バランスのとれたものである。(自給、自足的な世界)

S₄ : きれいな山があって、たくさんの木が繁っていて、とても景色のいい所に自然を感じる。(自然は美しく、かつ怖いものである。)

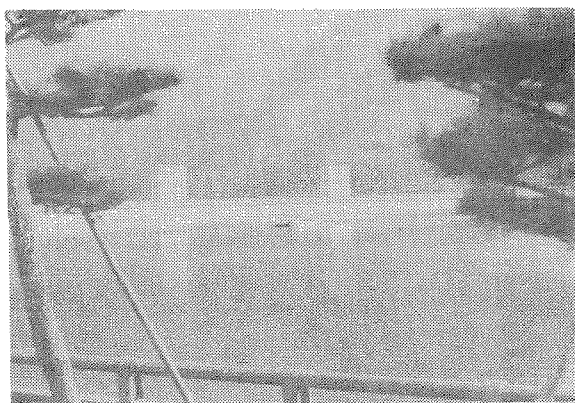
S₅ : 自然とは、我々の住んでいる環境のことをいうのだと思う。

S₆ : 人間の力では支配できない、大きな(偉大な)世界である。

現実には、多くの生徒達が自然を感じると思われる奥多摩にしても多くの人々がおとずれ人間の手に加えられつつあり、奥多摩湖そのものも人間の手を加えて作られた湖である。



奥多摩湖の水源近く(山梨県小菅村)

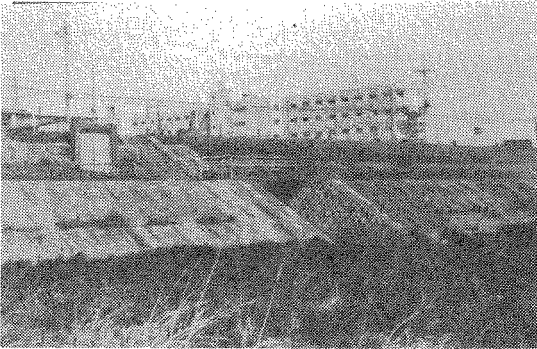


奥多摩湖とダム

自然保護：西ドイツ、ポーランド、オランダなどには、自然保護法があり無秩序な開発や建設などから自然を守ることをねらいとして自然保護法が設けられている。日本では、環境庁に自然保護局があり、企画調整課、計画課、鳥獣保護課、休養施設課の4つの課から成っている。

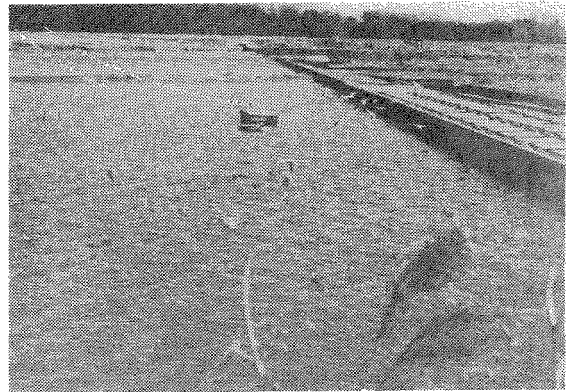
自然があると考えられている奥多摩でもこのような状況であるから、まして多摩川の中流域に位置する府中付近では汚染が進んでいるため自然を見出す事ができないと考えられるであろう。

自然というものを「きれいな山があって、たくさんの木が繁っている」というような美的感覚でとらえる以上、確かに府中付近には自然がないと言える。



国立排水樋管、多摩川に注がれる排水

しかし、この付近には、渡り鳥が飛来する場所もあり、中洲では、鳥の巣が発見されることがよくある。



日野橋の下流にある堰



府中市住吉付近の河原での調査

東京都公害局による自然環境保全に関する基礎調査報告書に飛来する鳥のカウント結果があり、それによるとガス橋付近（大田区）のような整地のすんだ地点では、ツグミの姿が残るだけとなっているが、府中付近（日野橋や関戸橋付近）では、ツグミ、カンラダカ、ホオジロなどを見出すことができるのである。鳥の種類とその個体数を次頁に示す。

国立市：東京都立川市の東に隣接する市で武蔵野台地と多摩川沖積地にわたる所にある。一橋大学をはじめ国立音楽大学などの学校と国立駅を中心に計画的につくられた住宅からなっており、学園都市、住宅都市として発展している。

日野橋とガス橋付近による種類別個体数の比較

(自然環境保全に関する基礎調査報告書：東京都公害局 1974 より)

鳥類の種類	日野橋 付 近	ガス橋 付 近	鳥類の種類	日野橋 付 近	ガス橋 付 近
ダイサギ	5		セグロセキレイ	2	
コサギ	39		タヒバリ	13	1
マガモ	19		ヒヨドリ	5	6
カルガモ	36		モ ズ	3	2
コガモ	75		ツグミ	88	12
オナガガモ	52		コヨシキリ	1	
ト ビ	1	1	セッカ	2	
チョウゲンボウ		1	ホオジロ	10	1
イカルチドリ	7		カシラダカ	50	
イソシギ	4		アオジ	1	
タンギ	4		カワラヒワ	39	25
ユリカモメ	132	101	ベニスズメ	2	
キジバト	6	2	スズメ	479	1213
ヒバリ	58	27	ムクドリ	17	2
キセキレイ	1		ハンボソガラス	15	
ハクセキレイ	20	19	ハンブトガラス	2	

付日 野 橋	種 数	31
	個 体 数	1,288

付ガ ス 橋	種 数	14
	個 体 数	1,413

(45年12月のカウント結果)

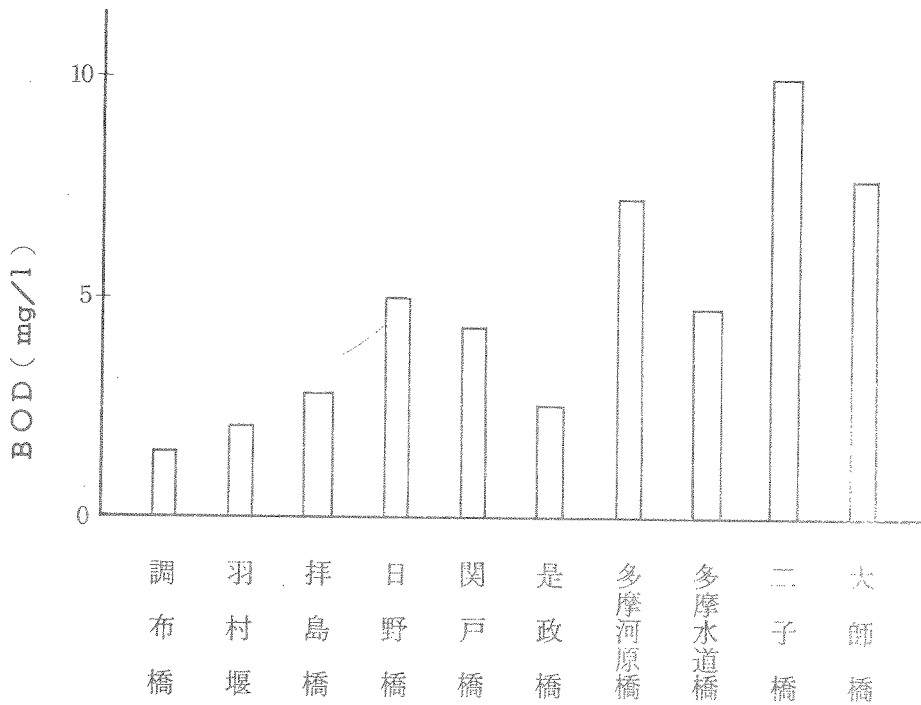
渡り鳥 (Bird of Passage) : 季節によって住む土地を遠方にかえる鳥。夏鳥には、ホトトギス、ブッポウソウ、サンコウチョウ、オオヨシキリ、ツバメなどがあげられ冬鳥には、ガン、カモ、ナベヅル、イスカクイナ、ツグミなどがあげられる。この他に旅鳥がある。

また、多摩川の中流域では、水質が浄化されているという現象も確認されているため、自然現象の一部として自然を見ることができる。

そのため多摩川は、確かに人工化された河川ではあるが、自然を感じさせる一面も持っていると言える。



日野橋付近の堤防にある掲示



多摩川の水質（東京都公害監視部資料、昭和47年より作成）

野鳥 (Wild Fowls) : 多摩川では、夏より冬に多くの種類がみられる。冬期特に個体数が多い種類は、カモ類、カシラダカ、ホオジロ、カワラヒラ、スズメ、ツグミ、ユリカモメ等である。

Ⅲ. 多摩川の現状



(1) 上流から下流への概観

東京を流れる川は数多くあり、その代表的なものとして東の方から江戸川・荒川・隅田川・多摩川がある。

本調査研究の対象となった川は、その最後の多摩川であり、その位置は東京の最西部ということになる。

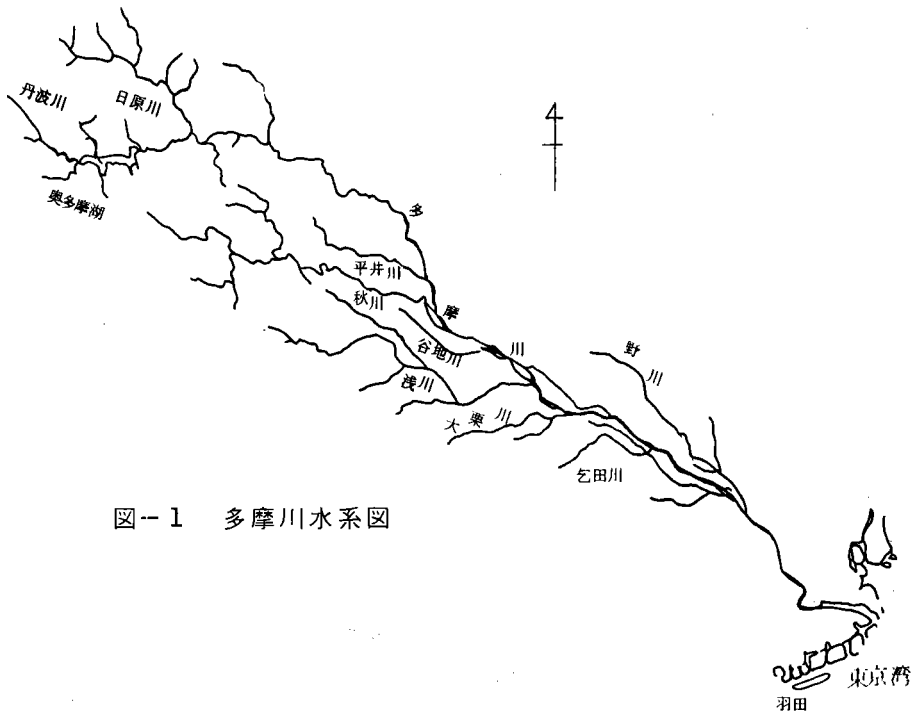


図-1 多摩川水系図

この川の水源は山梨県塩山市笠取り山で、東京都奥多摩町を通過し、調布から下流は東京都と神奈川県との県境を流れ、東京都大田区羽田を河口として海に注いでおり全長123.29 kmである。

また、この川の勾配は富士川や利根川より急な勾配をもち、外国の河川はもとより日本の河川においても常願寺川に次いで急流といえる。この勾配についての比較は図-3より明らかである。

多摩川：関東山地南部の山梨県に源があり、それより東に流れ東京湾に注ぐ。流れは、約123 kmで山梨、東京、神奈川の1都2県にまたがる。奥多摩湖から放流された水は、羽村町にある取水堰で東京水道として取水され、東村山浄水場を経て都心に供給される。中流域では、砂利の採掘により河床が著しく低下している。

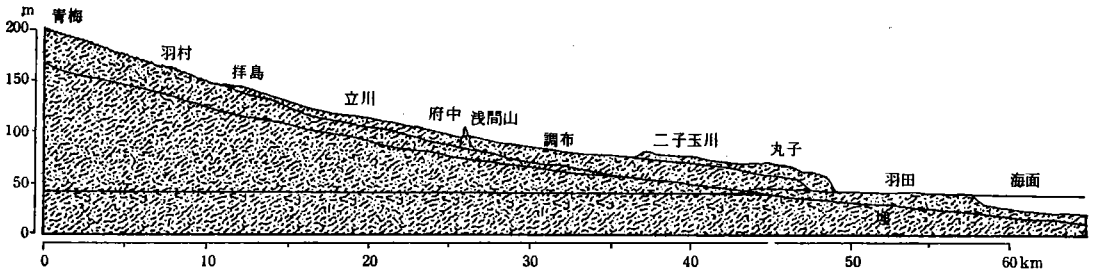


図-2 多摩川とその河岸段丘面の縦断面図

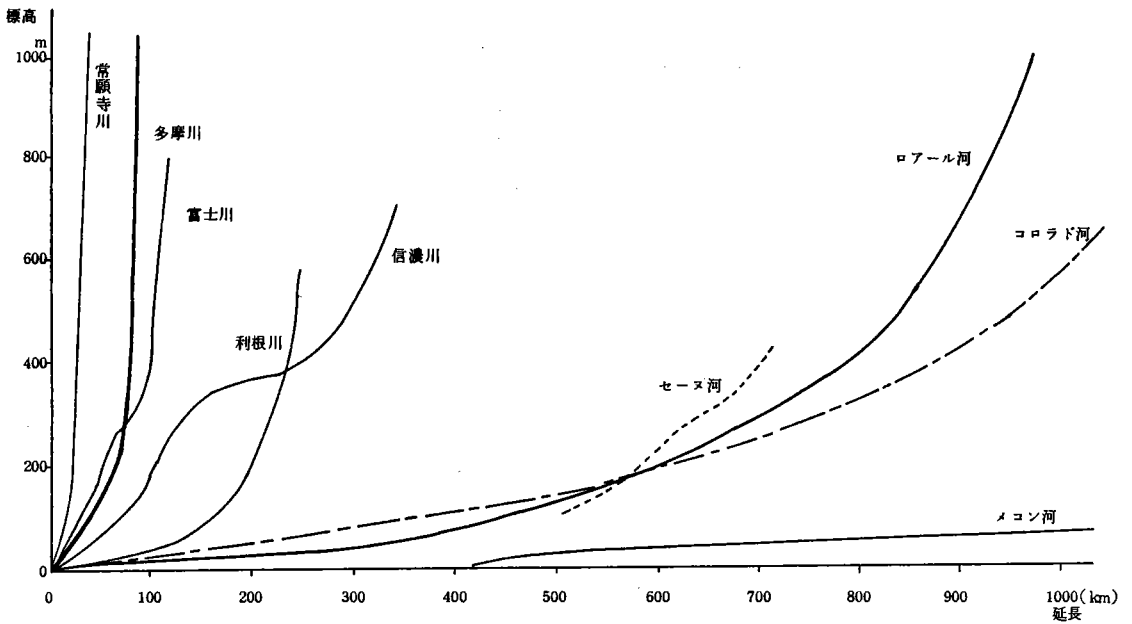


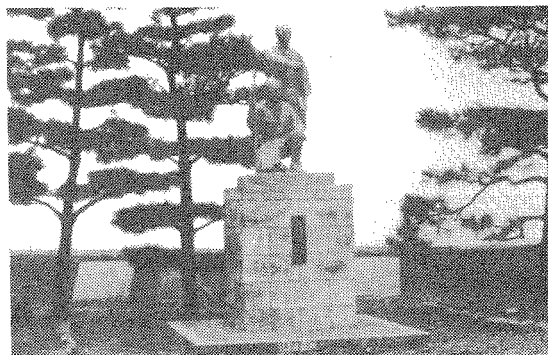
図-3 河川勾配の比較

水源を発した水は丹波川となり、奥多摩湖に注ぎ、小河内ダムを経た後支流の日原川の水と合流し、水源より約68kmのところ羽村取水堰がある。この堰は、1653年、増大する江戸の飲料水を確保するために作られた玉川上水の取水口であり、その傍には建設功労者である玉川兄弟の銅像が建てられている。

奥多摩湖：小河内ダムの完成によりつくられた湖である。このため945世帯の家屋が移転させられ、工事等による殉職者は87人に及んだ。湖の面積は4.25km²、長さは1.345kmに及ぶ。都民の飲料水を確保すること他観光地となっており、昭和53年には、湖畔に奥多摩郷土資料館が建てられた。

現在でもこの堰は活用されており、ここまで流れてきた多摩川の水の約90%がここで取水され、境浄水場（武蔵野市）に送られ、上水として利用されている。

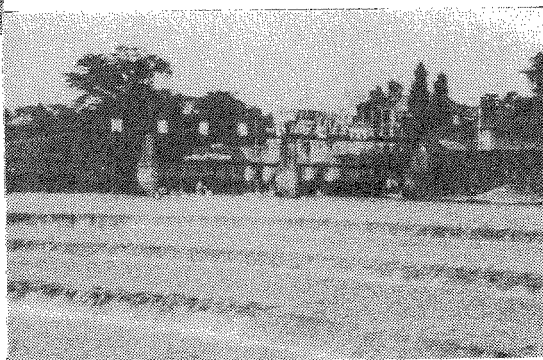
したがって、羽村取水堰以後の下流の水は、取水された残り10%の水に、平井川、浅川、野川等の支流の水と、生活用水として利用された後一部処理された排水（支流の水にも当然生活排水は多く含まれている）が合流したものとなるわけで、いわゆる「自然の川」でなく「人工の川」といえる。



玉川兄弟像（羽村取水堰）



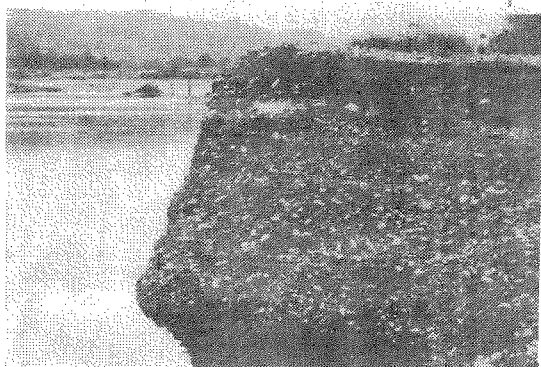
羽村取水堰（上，右）



玉川兄弟：天正18年に江戸に入った徳川家康は、井の頭池などを水源とする神田川を上水用に改良した。しかし、三代將軍家光の代になると江戸は、100万人の人口にふくれあがり、新しい上水供給の必要がでてきた。このときに、多摩川からの導水が計画され、四代將軍家綱が受けつぎ、老中松平伊豆守信綱が命を受け直接の工事に玉川庄右衛門、清右衛門があたった。

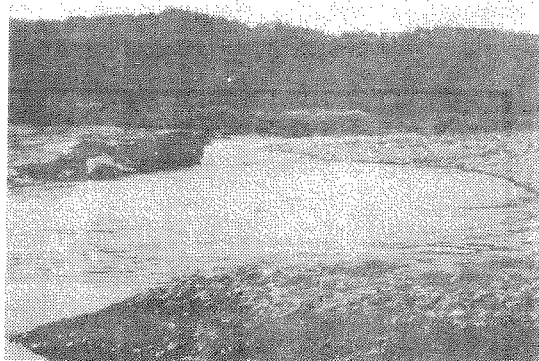
河川は人間生活と切り離せない存在であり、そのため河川の様相も変容する。その一つは、都市開発のための資材供給ということによる。

現在は禁じられているが、これまでの砂利採掘により多摩川の中流域において基盤が露出している所もあり、その露出している部分もかなり広い範囲にわたっているのである。



るが、この支流よりの流入水が生活排水により汚染されると、本流と支流の汚染水が混合するのみとなり河川での汚染の負荷は増大するのみである。

とくに、近年、都市郊外の開発が進み、その開発の影響は、多摩川支流の河川の水質におよび、多摩川本流以上に汚染度



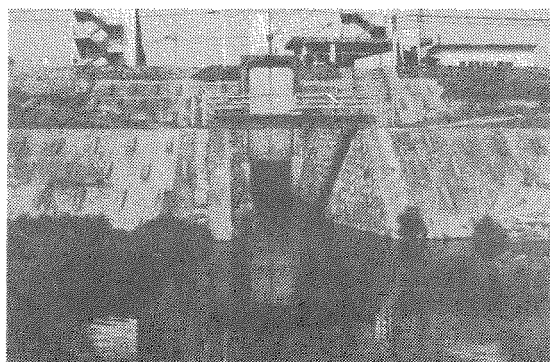
そのため河床は低下していて、この砂礫の少ない河川を流れる水の流速はかなり速くなる。

こうしたことから、河川における物質運搬の役割から、汚染物質を浄化するいとまもないまま、下流へと押し流れている。

しかし、この汚染した河川水も、支流からの清流の流入によって、汚染水が希釈され見かけ上は、浄化されたような状態にな



河床変動：多摩川の中流域は、東京近郊における唯一の砂利採掘場である。しかし、砂利が乱掘されるため、河床が著しく低下し問題となっている。



これらの排水は、国立市や府中市において集中的に処理を行ない、処理水を放流しているが、処理された水といえども発泡浮遊物が皆無というわけにはいかず、排水樋管より多摩川本流までの水路の川底には茶かっ色になった水ワタ状のものが砂礫をおおい、一見して本流を汚濁する原因になると判断される。



の高い支流（浅川）があるのも事実であり、この支流においては、多摩川本流でみられる以上に洗剤による発泡現象が、いたるところで見られる。

ここを流れる流水は生活排水が多く、しかも未処理水が多く含まれているものと思われる。

こうした生活排水については、多摩川本流においても、いたる所に排水樋管が口を開き絶えず放流している。



こうした現状から、多摩川本流の水質について、全く改善の余地なく今後増々汚染状況が進むように感ぜられる。

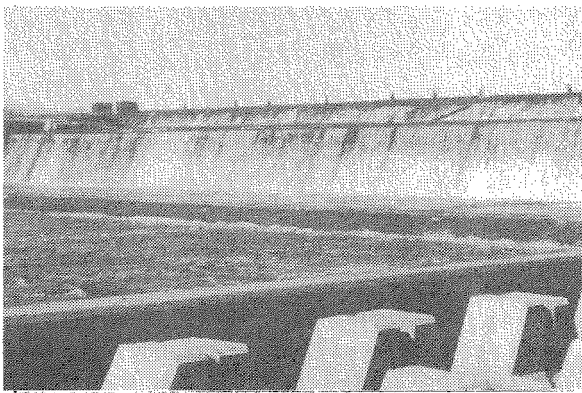
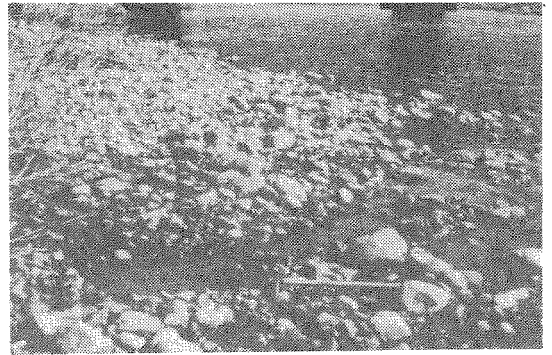
しかし、一方多摩川本流の上流より下流へ下って、各所の水質を調査すると意外な事実遭遇する。それは、上流側より下流側の方の水質が回復していることが確認さ

家庭廃水（Domestic Waste Water）：家庭からでる排水で、残飯、尿尿、野菜くずなどは水質汚濁の原因となっている。

れたのである。

この事実は、多摩川の水源地より約80km下流のいわゆる中流域地帯（府中市附近）に多く確認される。

こうした現象から河川の自浄作用ということに気が付くが、その要因となることについては、安易に判断を下すことはできないようである。



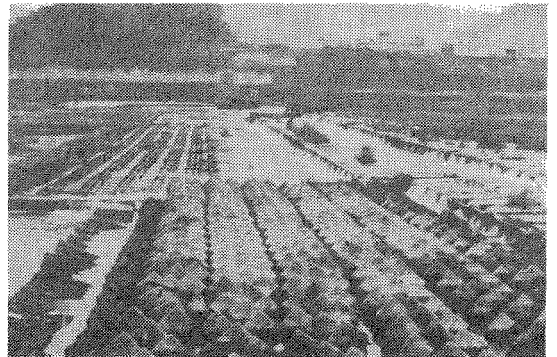
そこで、人間の河川利用の他の一つに、河川水そのものの利用や砂礫流失を防止し治水策を講ずることがある。そのためとくに急流である多摩川においてはいたる所に、堰が設置されていることに気が付く。

この堰のため、昭和49年の狛江洪水の記憶もあたらしいが、この堰によって河川の様相が変わると同時に、河川の流水の水質

にも大きな変化をもたらしているようである。

つまり、本来急流である多摩川の水の流速も、これらの堰にせきとめられ、この部分では非常におだやかな水流となり、全体としては急流な多摩川も部分に注目するなら、階段状の河川といった方が正しいようである。

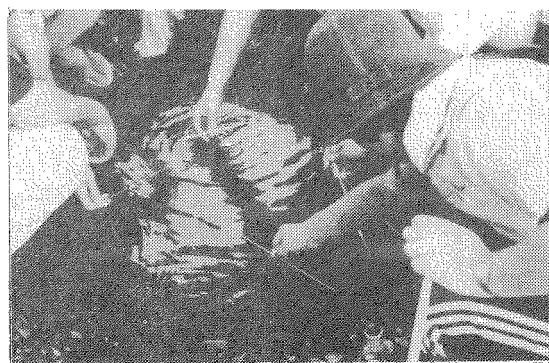
そこで、この階段状の水流の水質に着目



自浄作用 (Self-purification) : 河川などで自然に行われる汚水の浄化作用をいい、希釈と生物化学的消化の二つがある。しかし、汚染物が自浄作用の限界をこえて流入した場合には、微生物の分解もおこらなくなり、河川は汚染されるようになる。

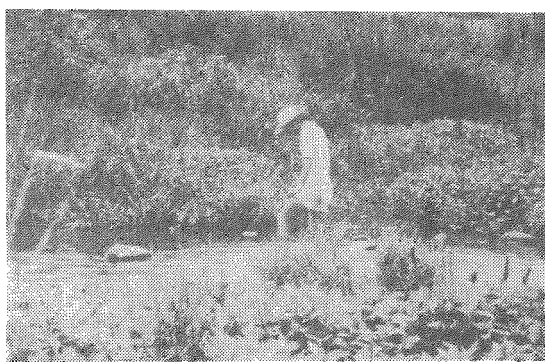


目の間をくぐりぬけていき、こうした状態で濾過現象が起こる場合もある。そしてふたたび地表水となると、その水質はかなり改善されているにちがいない。」と感じさせる状況があり、当然のこととして、河川の川原の部分からこんこんと湧き出る水として確認される部分がある。



すると、堰付近の上流側ではおだやかな水流であるため、流水中の物質の沈澱作用を容易にすると同時に、せき止められた水は溜め池状にもなるため、流水の一部が地下に浸透して、伏流水となる可能性もある。

「この伏流水は地下で砂・礫・岩石の間隙を通過し、草木の根がはりめぐらされた網



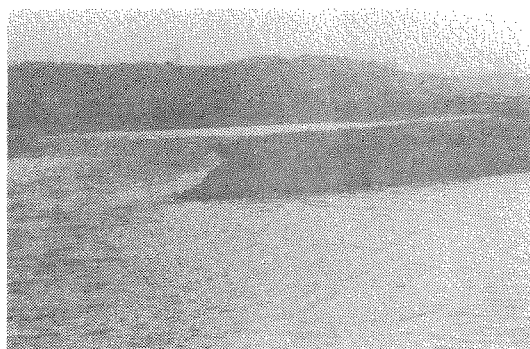
このように見てくると、多摩川は、なんらかのかたちで、自然の作用によって自浄現象が起こっているのであり、「人工の川」となった後においても自然の力を発見することのできる川である。

多摩川中流域の幅広い河川敷に目を向けるとそこには、本流とは別に小さな水路があり、外観や色・におい、さらには器具を

伏流水 (Temporary Underground Water) : 河床や湖床またはその付近を潜流している水を呼ぶ。水質は、地下水に準じており、おおむね良いが、水は河川や湖から供給されるので河川や湖の水質に近いこともある。

使って水質を調査しても、本流の水質と全く異っている。

したがって、この小さな水路だけを見ると、全く自然の川という感じがすることもある。このことから、多摩川に流れている水は、水源から流れくるわずかな水と支流の水や生活排水、多摩川本流に流れ込む処理した生活排水、湧き水および雨水ということになり、学校教育の教材として活用度の高いものといえる。



汚泥 (Sludge) : 下水を処理する過程でできる下水汚泥のことをいう。活性汚泥は好気性の微生物のために下水汚泥の腐敗消化をはやめる。

(2) 自然環境を考えさせる場としての多摩川

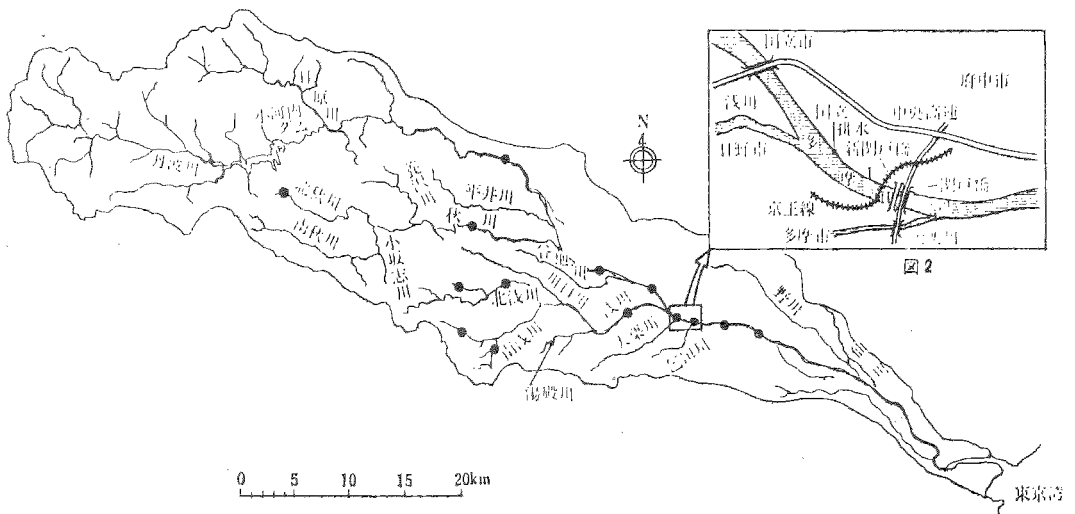
多摩川の現状をつぶさに検討するなかで、この「自然の川」といえない「人工の川」で環境を考える教育を実施する場合、野外活動の場の設定が重要な課題となる。しかも、河川の水質に影響を与える因子として、

- ア. 土地利用・地形 山林・田畑・宅地・工場・道路
- イ. 人口分布・人口密度 人間活動
- ウ. 流量 流入と流出
- エ. 排水状況・処理方法 公共下水道・直接排水・土壌浸透
- ホ. 気象要因 大気中の成分

などであるといわれているので、まさに多摩川はすべての要因の働いている川だといえる。

そこで、野外活動の場の設定のため、予備調査として多摩川水系の河川の14地点（下図黒丸地点）で行ない、教育的見地から、多摩川へ浅川が合流する地点よりやや下流の二地点を設定した。これらの地点は、多摩川の中流域にあたり、水質の変動の激しい場であり、しかも、水質の回復も見られ、「自然の力」を確認する絶好の場でもある。

さらに、学校教育として小学校・中学校・高等学校の児童・生徒の学習活動の場ということから、交通の便や安全ということも加味したものである。

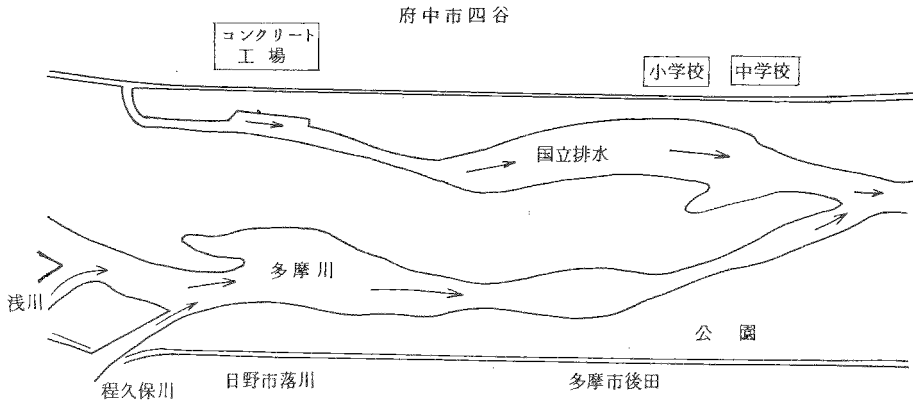


排水水：水質汚濁防止法によると第二条に、「排水水」とは、特定施設を設置する工場又は事業場から公共用水域に排出される水のことをいう。この点からすると、単に排水水といった場合は、もっと広い意味で使用されている。

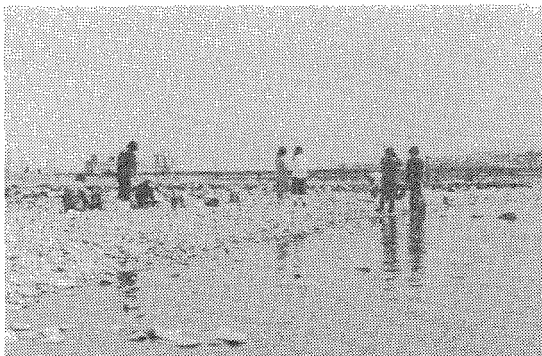
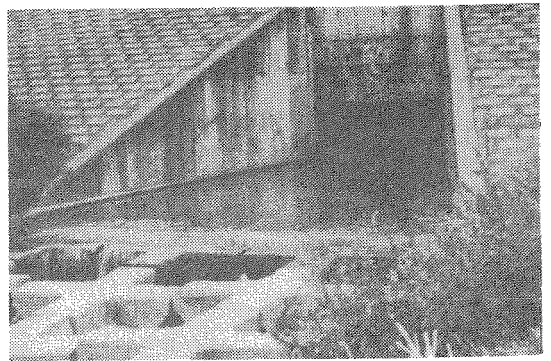
(3) 中流域の調査地点

A 第I地点(東京都府中市四谷)

本地点は、多摩川の中流域にあり、水源より約80km下流の地点である。



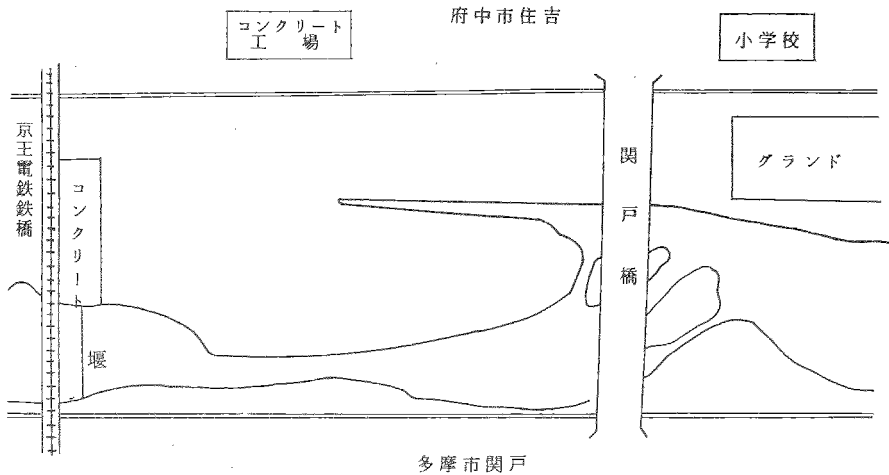
ここには、浅川、程久保川が流入し多摩川の流水量は増加しているが、府中側には国立排水樋管が開いていて、排水のみの水路が出来、この水路の途中には沼地ができています。したがって国立排水(①)、多摩川本流(②)、および両者の合流した流水(③)の水質の調査が可能である。



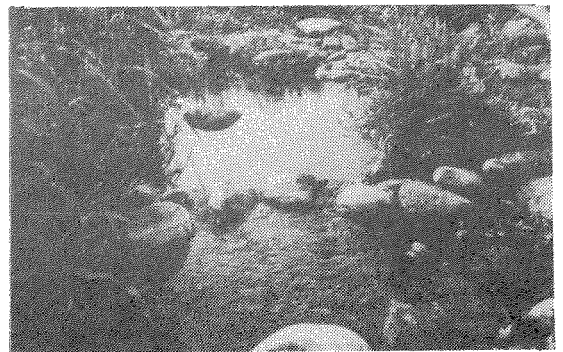
ここでの流水は、国立排水の水路において、ほとんど流れていないような溜り水状の所があり、多摩川本流においては上流側(浅川、程久保川流入地点)は流れが速いが、下流側では急速に流速が衰える。これは、下流側の約1km先に、鉄橋があり、これが堰の役目をはたしているためである。

B 第Ⅱ地点（東京都府中市住吉）

本図は、第Ⅰ地点と同様に多摩川中流域にあり、第Ⅰ地点より第1.5km下流の地点である。

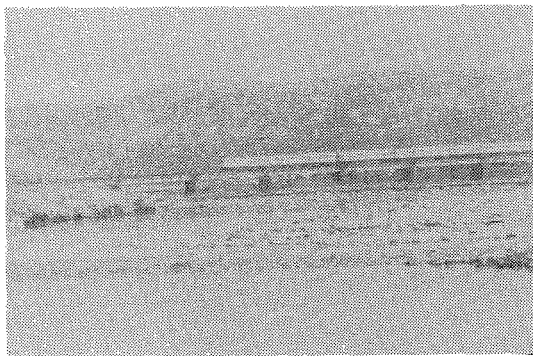


本地点では支流からの流入水はないが、本流の府中市住吉側に湧き水が多く河岸の砂礫は、かなり下流にいたるまで、水分を多く含んでいる。したがって、とくに湧き水の多い地点（①～④）を選び、それぞれの湧き水と、本流や、湧き水を作る水路を流れる流水、および、これらが合流した流水の水質の調査が可能である。



ここでの流水の流速は、上流側に鉄橋、下流側に関戸橋があり、この間約1kmであるため、本流の流れは非常に遅く、関戸橋の橋梁付近で水路が分離する部分の流速は速く、しかも水深もかなり深い。

また、湧き水が多い地帯であるため、水温は②～④付近では低い（本流の水温との差が5～7℃）。



IV. 多摩川に対する児童・生徒 および教師の認識



(1) 調査対象

A 児童・生徒に対する調査の対象

府中市立S小学校

(記号)

第3学年(二学級)	男子	44名	計	84名	S ₃
	女子	40名			
第4学年(二学級)	男子	39名	計	79名	S ₄
	女子	40名			
第5学年(二学級)	男子	42名	計	82名	S ₅
	女子	40名			
第6学年(二学級)	男子	40名	計	82名	S ₆
	女子	42名			

府中市立H中学校

第1学年(二学級)	男子	40名	計	73名	H ₁
	女子	33名			
第2学年(二学級)	男子	33名	計	77名	H ₂
	女子	44名			
第3学年(二学級)	男子	36名	計	73名	H ₃
	女子	37名			

都立K高等学校

第二学年(二学級)	男子	41名	計	79名	K
	女子	38名			

ppm. (Parts per Million) :百万分率で、単位容積中に含まれている物質の量をあらわす単位である。

特に、大気汚染や水質汚濁の汚染物質の濃度をあらわすのに用いられている。

設問 — 6 その人からどんな話を聞きましたか。

設問 — 7 あなたは「多摩川」にきれいな水が流れていると思いますか。

イ. 思う

ロ. 思わない

設問 — 8 あなたは「多摩川」についてどんなことを知っていますか。

設問 — 9 あなたは「多摩川」がどんな川であってほしいと思いますか。

設問 — 10 「多摩川」について、書きたいことがあったら、どんなことでもいいですから書いて下さい。

B. 教師に対する調査

設問 — a あなたは「多摩川」を見たり、行ったりしたことが近年ありましたか。

設問 — b あなたは「多摩川」についての情報を、どういうものから得て、どんなことを知っていますか。

生活環境：「人の生活に密接な関係のある財産並びに人の生活に密接な関係のある動植物及びその生育環境を含むものとする。」（公害対策基本法第2条第2項による）

設問 — c あなたは、「環境」について授業の中で取りあげたことがありますか。
また、それはどんなことですか。

設問 — d あなたの学校の近くに河川がありますか。また、それはどんな河川ですか。

設問 — e あなたは、学校教育のなかで河川を教材として取り上げ授業を行なうことについて、どう思いますか。

雨の浄化作用 (Cleaning Effect by Rain) : 大気中にある微粒子を雨が捕捉して大気を浄化する作用のことをいう。とくに降下ばいじん中の水に溶けやすい成分は、捕捉されやすい。大気中の亜硫酸ガスが溶けているような場合は、通常の雨水よりも酸性の度合いが強くなることもある。

(3) 調査結果

A. 児童・生徒に対する調査結果 (対象者についてはP19の記号で示す)

設問 — 1 H₂ の1名を除きS₃ ~H₃ ではすべてイであったが、Kについてのイは35%

設問 — 2

回数 区分	5回以下	10回以下	30回以下	かぞえきれない
S ₃	36	19	8	37
S ₄	44	8	5	43
S ₅	16	8	6	70
S ₆	29	9	8	54
H ₁	19	18	10	53
H ₂	27	5	12	56
H ₃	30	7	3	60

(%)

設問 — 3

項目	区分						
	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	H ₁	H ₂	H ₃
1 遊び	48	40	57	43	32	26	21
2 つり	17	13	33	30	29	19	9
3 勉強(理科)	15	37	2	31		18	11
4 勉強(その他)		5	1	2	3	10	16
5 運動(走るなど)	11	10	32	18	47	22	21
6 球技(野球・ソフトボールなど)	7	11	27	14	8	1	3

公害 (Public Nuisance) : 「公害とは、事業活動その他の人の活動に伴って生ずる相当範囲にわたる大気汚染、水質汚濁 (水質以外の水の状態又は水底の底質が悪化することを含む)、土 汚染、騒音、振動、地盤の沈下 (省略) 及び悪臭によって、人の健康又は生活環境に係る被害が生ずることをいう。」 (公害対策基本法より) ただし、他の考え方もある。

項目	区分						
	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	H ₁	H ₂	H ₃
7 散歩	9	10	30	17	24	20	36
8 サイクリング	1	3	12	11	19	9	6
9 写生・写真撮影	1	1	69	5	8	1	3
10 ククリェーション	2	2	13	3	4	1	
11 小動物採集	4	3	2	6		1	
12 植物採集	3		5	4		1	2
13 採石	3	2	5	16	2	1	
14 野鳥観察	1			1	6	1	1
15 たこあげ	10	1	24	14	1	3	
16 ゴミすて			1				
17 楽器練習			2				

(件数)

設問 — 4

項目	区分						
	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	H ₁	H ₂	H ₃
1 ある	71	94	74	84	59	53	32
2 ない	29	6	26	16	41	47	68

(%)

公害教育：自然環境や生活環境保全等について、中学・高校の社会、理科、保健・体育の各教科で取り扱われている。

この意味では、公害教育というより環境教育と言う方が適当であるかも知れない。詳しくは、文部省、学習指導要領を参照のこと。

設問 — 5

項目	区分						
	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	H ₁	H ₂	H ₃
1 先生	16	58	20	32	18	24	7
2 父	25	23	23	14	15	10	3
3 母	24	26	37	15	14	9	1
4 祖父		1		5	2		1
5 祖母	1				3		
6 兄	2	4		1			
7 姉		2	2	3			
8 親類(大人)	1	1	3	1	2		1
9 親類(子ども)				1			
10 友人(年上)	2						
11 友人(同年)		8	8	14	11	3	10
12 書籍(展示・パンフを含む)		1	3	3	6		
13 テレビ・ラジオ	1	1	15	4		2	1
14 その他(近所の人など)	9		3	6	2	3	5

(度数)

設問 — 6

項目	区分						
	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	H ₁	H ₂	H ₃
1 昔の川原	8	23	15	19	9	3	1
2 昔の川の水の流れ	11	20	27	20	9	7	6
3 川の流れ・水量	2	39	2			1	

公害罪：「人の健康に係る公害犯罪に関する法律」に規定があり故意犯、過失犯、両罪規定、推定規定による罰をいう。

公害犯罪処罰法は、国民の生命や身体に重大な被害をもたらす恐れのあるような事態を生むような行為に対して、その重大性から刑事責任を追及すべきであるとの趣旨から、昭和45年に成立したものである。

項目	区分						
	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	H ₁	H ₂	H ₃
4 川の幅・深さ・長さ	3	9					
5 川原	3	17					
6 川原の石	1	5	1	1			1
7 川の歴史		1	9	13	9	9	1
8 川の魚	7	4	6	7	5	1	7
9 川原のゴミ	1	1				4	
10 きたない川	5		4	1	2		8
11 きれいになった川	2		1				1
12 川原の小動物	3		6	4	6		
13 川原の植物		2		1			
14 建物(工場など)	2						
15 危険性	14	6	12	13	2		
16 洪水	2		4	5	2	1	
17 その他(川一般)	4	3	2	11	3	10	9

(度数)

設問 — 7

項目	区分						
	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	H ₁	H ₂	H ₃
1 思う	26	38	12	11	12	8	1
2 思わない	74	62	88	89	88	92	99

(%)

公害白書：公害対策基本法に基づいて政府が作成した公害の実状と対策に関する報告書。昭和44年から作成されている。

項目	区分						
	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	H ₁	H ₂	H ₃
1 さかながつれる	1 1	2	3	1 3	1 0	2	8
2 きたない水が流れている	9	5	1 2	2 3	1 4	1 4	1 9
3 虫や鳥がいる	6	1	1	8	1 4		5
4 東京湾に流れている	6	2	7	1	4	4	
5 昔はきれいだった	4	7	3	6	2		4
6 流れの早い所と遅い所がある	4	8	2	2			
7 水があふれることがある	4	4	1	2	4	1	
8 魚がいっぱいいる	4	1					
9 いろんな石がたくさんある	3	9	1		1		
10 昔はおよげた	3	3	2	1	2		3
11 ゴミがいっぱいある	2		5	6	2	1	
12 いろんな川がつながっている	2	1				1	
13 ザリガニがいる	2			2			
14 カマキリがいる	2						
15 ヘビがいる	2			1			
16 公園がある	2					1	
17 飲み水をとっている	2				1		
18 魚が死んでいる	2						
19 水は端によって少ない	1				2		2
20 ジャリは昔は使えて、今使えない	1			1	1		
21 つりをする人がくる	1						
22 おぼれる人がいる	1			3			

一次汚染物 (Primary Pollutant) : 車から出る排気ガスや工場から排出される煙などからは、炭化水素、一酸化炭素、窒素酸化物や粉塵などが含まれており、これらの物質は、人間の活動から直接発生する汚染物質である。このような汚染物質のことを一次汚染物といって二次汚染物と区別している。

項目	区分						
	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	H ₁	H ₂	H ₃
23 さかなはクサイ	1			1	2		1
24 危険な所だ	1	3	5	1			
25 川は上流から流れてくる	1	9		1			
26 昔の多摩川について	1	1	4	11	6	1	
27 石のかたちが上流・下流でちがう	1	3					
28 水がわりときれいな所がある	1	1			1		
29 よその人が遊びにくる	1						
30 野球をする所	1						
31 川の中に島がある	1						
32 マラソンをする所	1						
33 水がとてもつめたい	1						
34 ひろい所	1			1	1		
35 昔は飲み水だった		1	1	2			
36 とても深い所		3					
37 さかなはあんまりいない		2					1
38 むかしは海だった		1	1				2
39 ジャリをとってデコボコだ		3	1	3			1
40 変なこわい人がいる		2	1	1			
41 オシッコを消毒して流してる		1	1				
42 上流は小河内ダム		2	1		3	4	2
43 緑や枯葉も多い		1			2		
44 昔は魚がいっぱいいた		1	1	1	3		
45 ゴルフ場がある		1			2		

二次汚染 (Secondary Pollution) : 大気中にあった汚染物質や河川などに投棄された汚染物のようないわゆる一次汚染物質が原因となって、二次的な汚染が生じることがある。このような状態を二次汚染の状態という。これに対して、二次公害は、公害防止機器自身が二次的におこす公害のことをいう。

項目	区分						
	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	H ₁	H ₂	H ₃
46 川の流れた場所は今とちがう		4	10	5		2	
47 神奈川との県境を流れている		1	3	1	1		
48 川原のこと		1		1	1		
49 川はうめたてられた				1			
50 川の水に色がついている				1			
51 多くの人に利用されている				1	3		
52 川の水温について				1			
53 泳いではいけない所					1		
54 玉川兄弟のこと					2		
55 魚の種類について					1		
56 サイクリングの場所					2		
57 浅い川である						1	
58 洗剤のアワがある				1		3	
59 よごれたプランクトンがいる				1	1		
60 つりをするとお金をとる							1
61 ゴミを捨てる人が居る							1
62 川がきれいになってきた							2
63 昔戦争があった所							1
64 きたないのによくも魚がいる							1
65 魚は小さい							1
66 知らない	6	5	8	3	5	7	7
67 わからない		2	23	3	1	2	2
68 無記入	3	6	6	7	9	44	21

(度数)

外洋投棄：産業廃棄物を外洋に出て投棄することにより魚場などが大きく変化するため、このことに対し魚業関係者からの反対運動もおこっている。

設問 — 9

項目	区分						
	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	H ₁	H ₂	H ₃
1 きれいな川	36	10	15	20	19	32	37
2 きれいな水の流	20	29	26	13	9	6	3
3 魚がいっぱいいる川	17	16	32	26	23	14	11
4 ゴミが落ちていない川	3	5	5	5	7	5	1
5 洪水にならない川	2				1		
6 流れのおそい川	1	4	3	1			
7 なかにはいって遊べる川	1	2	5	6	7	2	1
8 深い川	1						
9 はばのせまい川	1						
10 きれいな野鳥のいる川	1		2	3	2		1
11 危険のない川	1	1		1			
12 泳げるような川		31	15	19	9	7	13
13 水に住む動物のいる川		1	1		2		
14 草花の多い川		1		3		1	1
15 変なものの浮いていない川		1			1		
16 浅い川		5	3	2			1
17 工場からの水が流れていない川		1			1	1	2
18 水が飲める川		6	5	2	2		2
19 石や岩のない川		1		1			
20 きれいな場所		1					
21 舟が通れるような川		1					
22 自然のままの川		4		3	4	4	2

水道 (Water Supply) : 水道法は、「導管及びその他の工作物により、水を人の飲用に適する水として供給する施設の総体をいう。ただし、臨時に施設されたものを除く。」と定義している。給水人口の数より簡易水道 (500人まで) と上下水道 (500人以上) とに分けている。

項目	区分						
	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	H ₁	H ₂	H ₃
23 貝がらのある川		1					
24 今のままの川			1				
25 はばの広い川			2		5		
26 石の橋のある川			1				
27 美しい、いこいの川				1	1	3	1
28 釣りでお金をとらない川				1			
29 洗剤の浮いていない川				1			
30 清流で静かな川					2	2	3
31 印象のいい川					1		
32 多くの人の活動・利用できる川					1	1	1
33 親しみのもてる川					2		
34 よごさないようにする川					1		
35 雄大な川						1	
36 国立公園になるような川						1	
37 まわりに道路のない川							1
38 埋たてて地下に							1
39 無記入	1			1		5	1

設問 — 10

本問の記述は、設問-9 とほぼ内容が等しく、かなり長文もあるため省く。

J I S (Japanese Industrial Standard) : 日本工業規格のことで、通産省が認定するもので、調査は、工業標準化に基づき工業標準調査会が行う。合格品には J I S のマーク (㊥) がつけられている。

B. 教師に対する調査結果

設問 — a この一年間に実際に多摩川に37%が行き、水質検査を実施している教師は10%あった。また、多摩川には行かなかったが、川を「見た」が49%ある。

設問 — b 多摩川のみならず河川一般に関心を持ち、話を聞いたり書籍を読んだりしたが24%あり、ほとんどが水質汚染に関する情報を得ている。

設問 — c HR（ホール・ルーム）や化学授業で「環境」を取り上げたが58%あり、大気・水質・土壌の汚染や公害病等を話題にしている。

設問 — d 学校の58%強に河川があり、規模は大きな川として多摩川から、小さいものは、名もないドブ川などである。

設問 — e 河川を教材にしてという回答のみでなく、「環境」を教材にして授業に取り入れることの意義を強調している教師が90%を越した。

JAS (Japn Agricultural Standard) : 日本農林規格のことである。これは、農林物資規格法に基づいて実施されている農林物資に関する規格で、農林大臣が農林物資調査会に諮問して決め、合格品にJASマークが付けられる。

(4) 調査結果のまとめ

A. 児童・生徒

調査結果より、〔1〕～〔4〕の項目に分類して概要を述べる。

〔1〕 多摩川での行動（設問－1～3）

小学校第5学年から中学校第3学年まで、多摩川の水辺・川原・土手を含めると、多摩川に行った回数「かぞえきれない」が60%以上である。しかし、小学校第3学年と第4学年は30%以内であり、高等学校の生徒は5%以下となる。

また、行動の目的で学習に関係のあるもので「理科・社会・写生・運動」をあげたのは小学校第3学年・第4学年・第6学年に多く見られる。その他の児童・生徒は単なる遊びと答えたものや、魚釣などであり、いこいの場として多摩川を利用している。

〔2〕 多摩川についての情報（設問－4～6）

小学校第3学年から中学校第2学年までは、「先生」と回答したものが30%強であるが、これに続いて「父」、「母」が多い。また、中学校第3学年や高等学校の生徒では「友人」が比較的多く10%以上になり、その他、テレビ・ラジオ・新聞・雑誌等のマスコミから情報を得ることが多い。

〔3〕 多摩川についての認識（設問－7～9）

小学校第3学年から第5学年までは「きれいな水が流れている」が30%強あるが、小学校第6学年から高等学校の生徒までは「きたない水が流れている」が90%強になる。

その他、多摩川について「気になっていること」として「水の量」・「川原のゴミ」・「川のアワ」等をあげたものが多い。

〔4〕 その他（設問－9～10）

全体的に、多摩川の将来について述べてあり、圧倒的に多いのが「きれいな川」・「きれいな川原」等いわゆる自然の川への回復を望んでいる。また高学年になる

工業用水法：特定の地域について、工業用水の合理的な供給を確保するとともに、地下水の水源の保全を図り、その地域における工業の健全な発達と地盤沈下の防止に資する事を目的として作られた法律で昭和31年6月に公布されている。

に従い人間の手で努力すべき事であると具体性をもって回答している。

以上のことより、小学校第3学年より第5学年までと、小学校第6学年から中学校第3学年まで、および高等学校の生徒の多摩川に対する認識は多少の違いがある。その中で、低学年ほど直感的であるが、高学年になるとなんらかの基準に照した判断を示す傾向がある。しかし、高等学校の生徒の認識は非常に浅いようである。

B. 教師

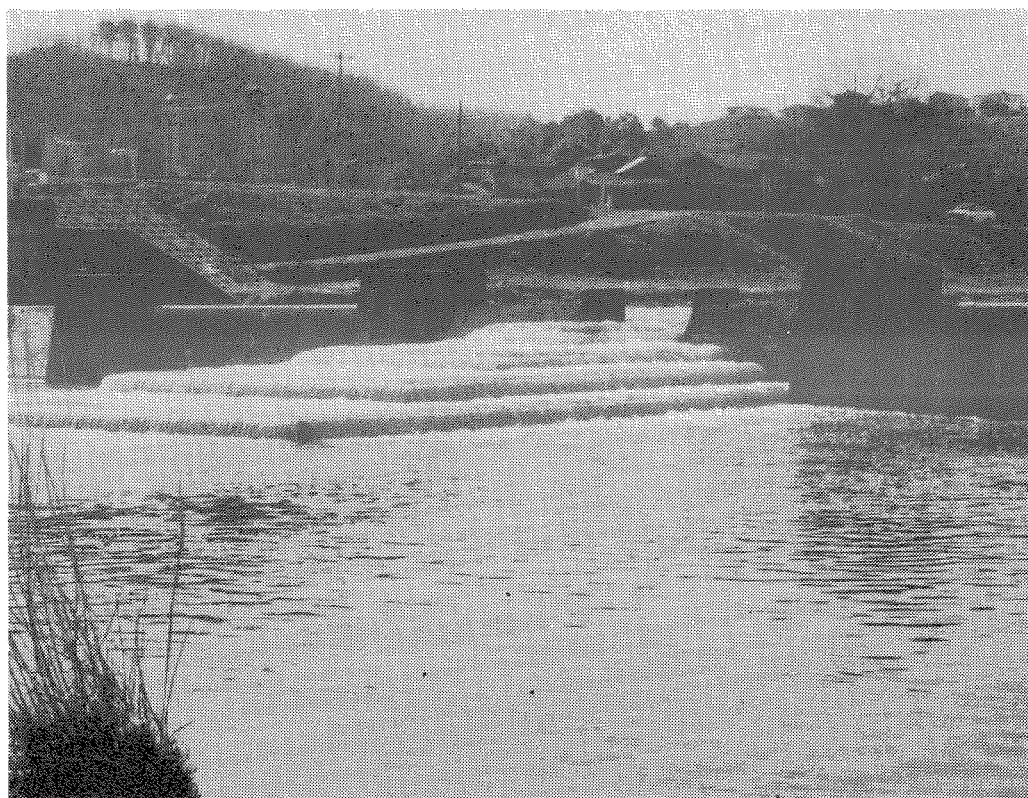
調査結果を見ると、多摩川の水質調査に参加した教師であったためか、河川に対する関心は深く、「環境教育」に対する意欲もあり、授業や課外活動などによって実践している人もある。

しかし、この「環境教育」も教科教育の中で、しかも話題も教科内容から導びいたものが多く、地域に密着したものや継続的学習の姿勢という点からは弱点がある。そのため「環境教育」というには不完全なものといわなければならない。

そこで、これら自然にかゝわりあいをもった教科指導を実施しようとする意気込みを大切に、学校教育のなかにより一層環境問題を取り入れやすいよう教材を開発することの有用性を痛感する。

鉱山廃液 (Mine Drainage) : 精練所や鉱山のある地方では、水質汚濁の大きな原因として鉱山からでてくる廃液の問題がある。神流川流域でおきたイタイタイ病やカドミウムによる汚染米の被害は代表的な例としてあげられる。この他、主なものとしては、シアン、銅亜鉛などを含んだ廃液がある。

V. 多摩川の水質



(1) 多摩川の上流から中流にかけての水質調査

① 水質調査のねらい

本校では、ここ2、3年クラブ活動の一環として、学校付近の水質調査を実施して来たが、ただ漠然と水質を調べてみても、自然の大きな営みや自然と人間とのかゝわりについてはなかなか触れることができなかった。

そこで今年度からは、多摩川の水源と中流・下流の水質の特定の項目を調査することにより、水質の差異を考察し、自然環境を測定する手段としての化学的方法を習熟させると同時に多摩川流域における自然観を育てることをねらいとした。

当クラブ活動においては、生徒とともに教師も自然を知るため調査研究をすすめることとし、今後の高校理科学習の一つの指針を作ることに力も注ぐこととしたため教師にとっては、授業の教材開発という意味もある。つまり従来高校理科の化学学習は、野外の自然を独立して行なわれているため、化学と自然とのかかわりあいについての認識があいまいなままの単なる机上学習に終始していたのであり、このまゝでは生きた学習としての化学の役割をややもすると見失いそうな状況にあったのである。しかし、環境教育の重要性が叫ばれている昨今、多摩川の水を化学教材の一部にとり入れることは、意義あることである。

そこで、本年度の研究は、多摩川の水源付近と中流域との比較検討を、金属イオン(Na^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+})の濃度と電気伝導度について行うこととした。

各種金属イオン濃度の測定は、現在金属イオン探知の有効な武器である原子吸光光度計を使用することとし、この機器の操作も生徒自身に行なわせることとした。また、電気伝導度の測定については市販のテスターを改造することにより使用した。この市販テスターの改造は、測定器具の開発という面から意義あるものである。

そこで、この水質調査については、水質を知ることのみならず、生徒が簡便な方法で容易に水質の測定ができるよう、測定用具を開発し、より多くの地点において、より多くの生徒の手で水質調査が行なえるようにしたいと願うものである。次に測定の実際について

水質試験法 (Examination of Water Quality) : 水質を試験する方法のことをいい、日本工業規格 (J I S) で定められた方法、日本水道協会による方法などいくつかの方法がある。

述べることにする。

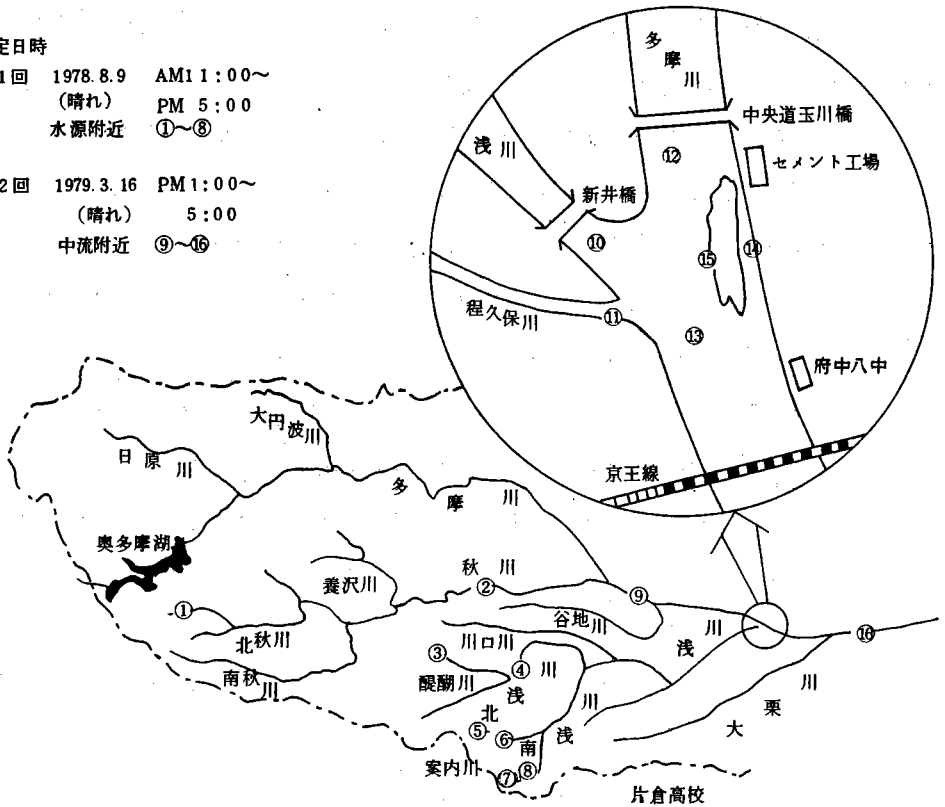
② 水質調査の地点

学校は八王子にあり、この地域に流入・流出する河川水の水質の変動を知ることから始めたが、この多摩川水系全体の水質像を知るため、多摩川の水源に近い上流と中流域について調査することとした。調査地点は下図に示した16ヶ所である。

○測定日時

第1回 1978.8.9 AM11:00~
(晴れ) PM 5:00
水源附近 ①~⑧

第2回 1979.3.16 PM1:00~
(晴れ) 5:00
中流附近 ⑨~⑯



貧栄養 (Oligotrophic) : 湖沼の生成された当初の、深く、ほとんど生物が、生息していないような状態のことをいう。時間が経過して、栄養物が堆積し中栄養の状態となり、さらに進むと富栄養の状態となる。

③ 水質調査の方法

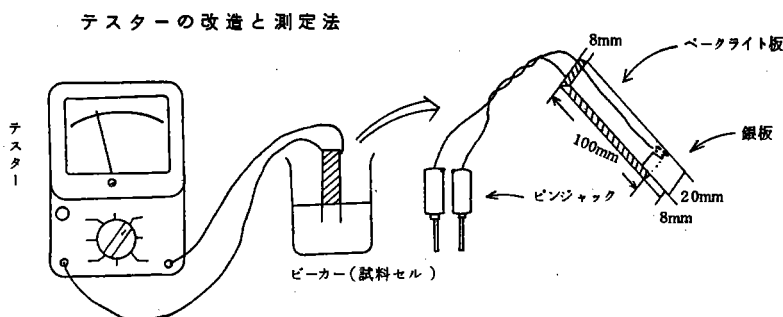
A. テスターを用いた水の電導度測定

電導度（比電導度）は水溶液中に溶けている各種イオンの総量にほぼ比例するので、これを測定することによって検水中の各種塩類総量の推定が可能となる。そこで多摩川上流および中流での水質を比較する場合の基本として意味あることである。

通常、電導度の測定は市販の電気伝導度計を用いるが、現在学校で購入している所は少なく本校にも存在しない。そこで、各学校に現有する計機を改造することにより電気伝導度を測定することにした。

計器としては電気伝導度計と原理的に同様なテスターを使用することにしたが、テスターは軽量であり、持ち運びも容易であり、非常に測定も容易であるという利点がある。ただし測定値については、必ずしも正確な値を得ることは困難であるが、相異なる地点における水質の差異を知るという相対的な測定値としては充分満足するものである。

テスターを改造した電気伝導度計は次図のとおりである。



この電導度計を用いた測定法については、図中のAg一電極を組み込んだセル（一定量の試料が入っているビーカー）中の水溶液の電気抵抗Rを測定するのであるが、次の関係がある。

$$R = r \cdot \frac{1}{S} = \frac{1}{k} \cdot \frac{1}{S} = \frac{K}{k} \quad (\text{ohm})$$

この r は、 $l = 1\text{cm}$ 、 $S = 1\text{cm}^2$ の抵抗（比抵抗）であり、 K はセル定数でありセルの形状によって決まる値である。そこでこの K を求めるには、 k が明らかな既知の標準溶液により

テスター (Tester) : 回路計などとも呼ばれているが、電気器具の電圧、電流、抵抗などを調べる小形の電流計のことをいう。

抵抗Rを測定して求めることができる。

本改造電気伝導計においては、0.005MKCl標準液 ($k = 717.8 \mu \text{ mho} \cdot \text{cm}^{-1}$)を用いてRを測定しKの値を決定した。その結果、 $K = 1.8662 (\text{cm}^{-1})$ となり、測定に際しては、次の式に抵抗Rのデータをあてはめ、比電導度を算出した。

$$h = \frac{K}{R} = \frac{1.8662}{R} \quad (\text{mho} / \text{cm} \cdot \Omega)$$

B. その他の測定

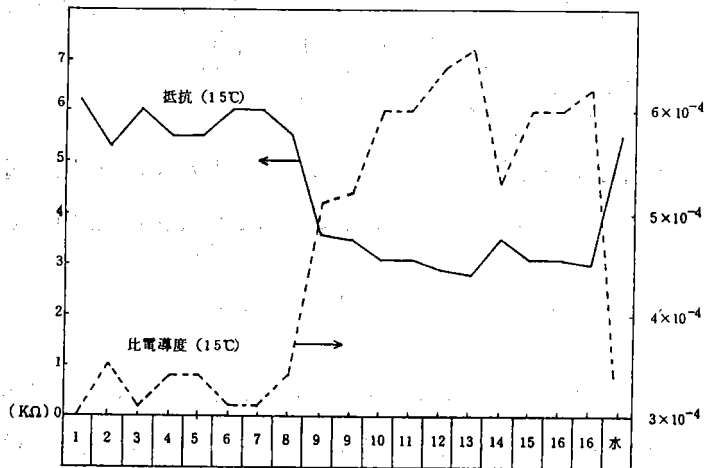
ア. 水素イオン濃度 (pH) : 現地測定を重視したためpHについては、試験紙を用いて測定したが、精密な測定を知るため検水を実験室に持ち帰りpHメーター(島津・NPH-10)を用いて測定した。

イ. 金属イオン濃度 : 各種金属イオン濃度の測定については、検水を前処理したものを都立教育研究所にて測定した。この測定はあらかじめ各種金属イオンの標準液を作り、検量線を準備しておき、検水の吸光度を原子吸光光度計(日立170)のチャートから測定した。

④ 測定結果

A. 電気伝導度

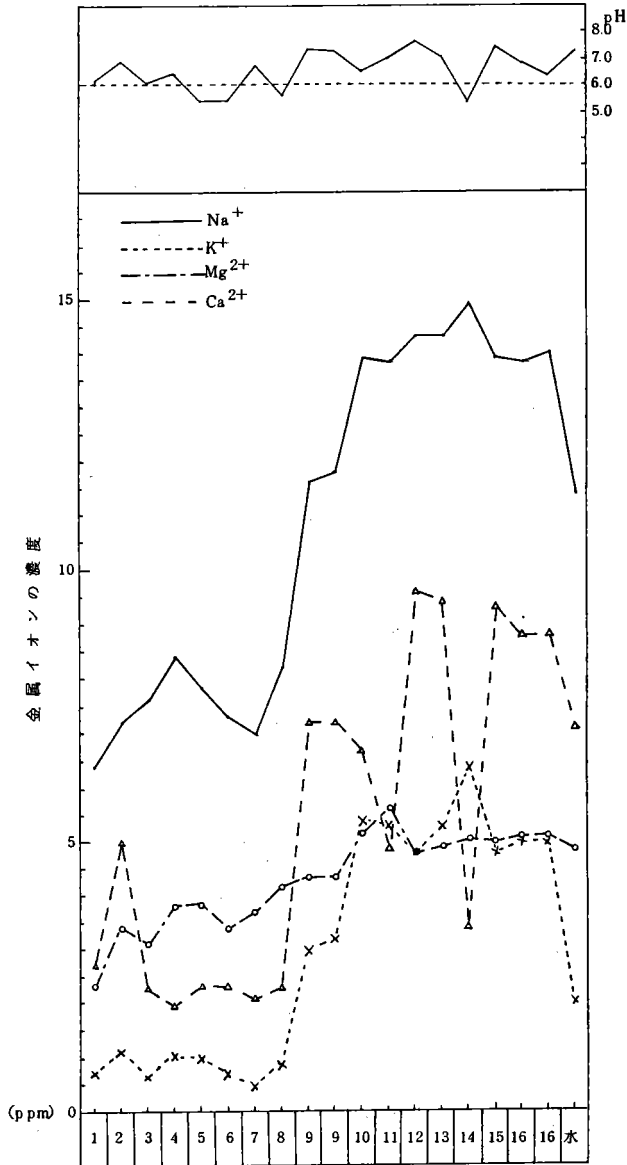
比電導度および抵抗値



吸光度 (Absorbance, Absorbancy) : ある物体に入射した直後の光の強度を I_0 , 透過してくる直前の光の強度を I としたときに、吸光度は次の式で表わすことができる。 $A = \log(I_0/I)$

図に示されたように比電導度は抵抗の逆数の関係になり、上流では $3.0 \sim 3.5 \times 10^{-4}$ (mho/cm) を示すが、中流ではほぼ 6×10^{-4} (mho/cm) を示している。

B. pHおよび金属イオン



原子吸光法 (Atomic Absorption Method) : 金属イオンの定量分析に使われる方法である。金属イオンを含む溶液を炎の中に吸収させ、外部から光をあてるとその金属に個有な波長が吸収される。吸収の割合は溶液中の金属イオンの濃度と一定の関係にあるので、基本的には比色分析と同様の原理であり定量ができる。

- ア pH：各測定地点におけるpH値は、おおむね中性付近を示しているが、中流ではややアルカリ性を示している。
- イ Na^+ ：ナトリウムイオン濃度は上流において、ほぼ7.5 ppmであるが、中流ではほぼ14 ppmとなり2倍に増加している。
- ウ K^+ ：カリウムイオン濃度は上流において、ほぼ1 ppm以内にあるが、中流ではほぼ5 ppmとなり5倍強に増加している。
- エ Ca^+ ：カルシウムイオン濃度は上流において、ほぼ2 ppmであるが、中流ではほぼ9 ppmとなり4.5倍程度に増加している。
- オ Mg^{2+} ：マグネシウムイオン濃度は上流において、ほぼ3.5 ppmであるが、中流ではほぼ5 ppmとなり1.4倍強に増加している。

⑤ 考察

- (i) pH値は、上流において中性であるが、中流においてややアルカリの傾向が強くなる。このことは多摩川の本流の水源付近一帯は石灰岩地層（日原鐘乳洞等）であるためとも考えられるし、生活排水の処理のため、石灰岩や消石灰等が加えられているのではないかと考えられる。
- (ii) ナトリウムイオン (Na^+) の量は岩石や土壌から流出するもののほか、人間生活による汚染ということが考えられる。本測定により得られた Na^+ の量がどれに由来するか明らかにすることは不可能であるが、少なくとも Na^+ の危激な増加を見たことにつき人為的汚染という可能性が大である。このことの確認の一つの方法として Cl^- の量との比較検討が必要であると思われる。
- (iii) カリウムイオン (K^+) の量は一般の淡水には、微量しか含まれていないので、その動行はあまり知られていない。この微量の含量はおそらく岩石・土壌に由来されるものと思われるが、 K^+ は肥料として重要な成分であるため、植物体に濃縮されているものが、河川水中に溶出したとの見方も可能である。したがって生物（植物）を媒体とする元素

ppb (Parts per Billion) : ppm. (Parts per million) の1000分の1、すなわち1億分の1のことをいう。1 ppm = 1000 ppb に相当する。⇒ ppm の項を参照せよ。

の循環を考察する必要がある。

本測定結果によると上流における量は、日本の河川水中の含量の平均値に近い値を示しているが、中流において約5倍に増加しているため、このことも人為的汚染との関係で考えることができよう。

(iv)カルシウムイオン(Ca^{2+})の量は淡水のもっとも重要な成分である。日本の河川での含量は2～20 ppmのものが多く比較的少量である。

本測定では上流が2 ppmで中流が9 ppmである。カルシウムイオンを支配する最大の要因は地質であって石灰岩を含む地層あるいは鍾乳洞からの水には多量のカルシウムを含むのに反し、火成岩地域からの水はカルシウムイオンは少ないのである。そこで、多摩川の中流では奥多摩方面に水源をもつ本流が合流するため、その地域の石灰岩地層の影響があると思われる。このことから支流の水源付近(③～⑧)には石灰岩地層が存在しないことが推定される。

(v)本測定では、マグネシウムイオン(Mg^{2+})が上流・中流ともに日本の河川の平均値に近いが、中流はやや多い。この原因については検討中であるが、岩石・土壌の風化に起因することはいままでのないが、マグネシウムイオン濃度そのものよりもMg/Naの比によって地質の推定が可能であると思われる。とくにマグネシウムイオン濃度が大きいときは、灰緑岩の存在を検討することも意味がある。

(vi)水溶液の電導度は水中に溶けているイオンの量と各イオンの電気を運ぶ速さによって支配される。そこで、電導度により大まかな溶存するイオン量を比較することが可能である。

この意味から、本測定で電導度の大きい中流域により多くのイオンが存在することが明らかになった。これは各種金属イオンの量が上流・中流で差異があることも一致する。

鍾乳洞(Stalactite Grotto) : 石灰岩が地下水におかされて作られたほら穴をいう。鍾乳洞内では、雨水や地下水の作用で棒状の鍾乳石が天井から下がっている。 CaCO_3 は、 CO_2 を含んだ水にとけるが、 CO_2 の分圧の少ない空気にふれると再び CaCO_3 にもどる。 CaCO_3 が析出して成長して行ったものが鍾乳石である。

No	場 所	pH	抵抗	比電導度	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺
1	秋川上流	7.13	6.2(kΩ)	3.01×10 ⁻⁴ (v/cm)	6.4 (ppm)	0.7 (ppm)	2.3 (ppm)	2.7 (ppm)
2	秋川橋	7.45	5.3	3.52×10 ⁻⁴	7.2	1.1	3.4	5.0
3	醍醐川(水源)	7.08	6.0	3.11×10 ⁻⁴	7.6	0.65	3.1	2.3
4	南浅川(夕やけこやけ)	6.73	5.5	3.39×10 ⁻⁴	8.4	1.05	3.8	1.9
5	真の橋上流(水源)	6.72	5.5	3.39×10 ⁻⁴	7.8	1.0	3.85	2.3
6	真の道	7.23	6.0	3.11×10 ⁻⁴	7.3	0.7	3.4	2.3
7	案内川上流	7.38	6.0	3.11×10 ⁻⁴	7.0	0.5	3.7	2.1
8	案内川	6.78	5.5	3.39×10 ⁻⁴	8.2	0.9	4.15	2.3
9	八高線ガード下	7.67	3.6	5.18×10 ⁻⁴	11.6	3.0	4.35	7.2
9'	"	7.56	3.5	5.33×10 ⁻⁴	11.8	3.2	4.35	7.2
10	合流点前(浅川 最下流)	7.25	3.1	6.02×10 ⁻⁴	13.9	5.4	5.15	6.7
11	程久保川	7.48	3.1	6.02×10 ⁻⁴	13.8	5.3	5.6	4.9
12	合流点前 30m	7.79	2.9	6.43×10 ⁻⁴	14.3	4.8	4.8	9.6
13	合流点	7.53	2.8	6.66×10 ⁻⁴	14.3	5.3	4.9	9.4
14	府中八中西(ドブ川)	6.69	3.5	5.33×10 ⁻⁴	14.9	6.4	5.05	3.4
15	合流点下 200m	7.72	3.1	6.02×10 ⁻⁴	13.9	4.8	5.0	9.3
16	是政せき	7.4	3.1	6.02×10 ⁻⁴	13.8	5.0	5.1	8.8
16'	"	7.2	3.0	6.22×10 ⁻⁴	14.0	5.0	5.1	8.8
	水道水	7.6	5.5	3.39×10 ⁻⁴	11.4	2.0	4.85	7.1
	日本の河川(三宅)	—	—		6.6	2.0	3.6	10.4
	" (半谷)	—	—		—	—	3.8~4.8	10.4 ~13.0

(都立片倉高校)

(2) 多摩川に対する生物・化学的アプローチ

—生徒の活動報告書より—

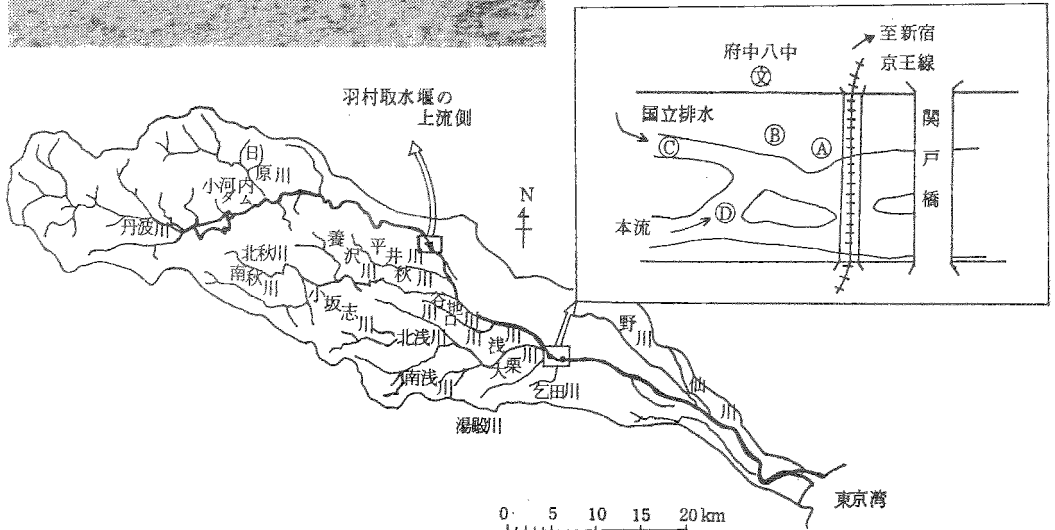
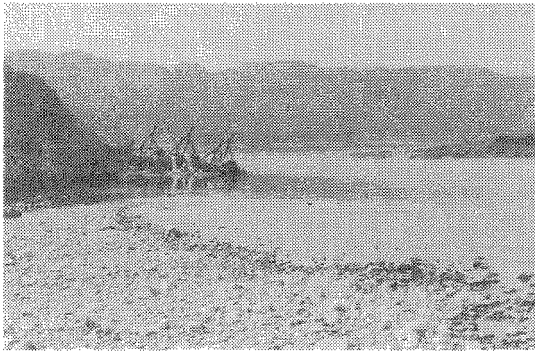
① 化学分析による水質調査

A 目的

多摩川は汚染されているという話を耳にすることが多い。その話の実態がどのようなかを感覚的なものでなく、データに基づいて調べる。

B 場所

調査地点は、下図で示される羽村取水堰付近と府中市関戸橋付近で行った。



汚染 (Contamination , Pollution) : 大気や水に有害物質が混じっているような状態のときを contamination といい、結果に重点を置いていう時は、pollution という傾向にある。

図一Ⅱの①地点は、国立排水と多摩川の本流との合流後の地点。

②地点は、①地点付近の流れのゆるやかな場所

③地点は、国立市からの排水の影響を大きく受ける場所

④地点は、多摩川の本流

また、羽村においても関戸橋付近の水質と対比させるために、取水堰の上流側で同様の調査を行った。

C 測定項目

アンモニウムイオン(NH_4^+)、亜硝酸イオン(NO_2^-)、塩化物イオン(Cl^-)、溶存酸素(DO)、化学的酸素要求量(COD)、アルカリ度、透視度、気温、水温など。

D 結果

項目 \ 地点	羽 村	①	②	③	④
pH	6.8	7.2~7.4	6.8~7.6	7.1~8.0	7.2
NH_4^+ (ppm)	検出できず	4.0~9.0	5.0~10.0	10.0	5.0
NO_2^- (ppm)	検出できず	0.1~0.2	0.2~0.5	0.2~0.5	0.2
DO (ppm)	8.0~10.0	6.0~10.0	8.0	1.0~3.0	4.0
COD (ppm)	—	7.0~9.0	5.0~6.0	100.0	2.0
Cl^- (ppm)	1.9	21.6~26.0	25.3	37.2	—
透 視 度	5.8	22.5~25.0	19.5	6.5	47.0

(注) データーは、1978.11/23, 12/19, 1/19, 2/26, 3/24の5回にわたるものである。

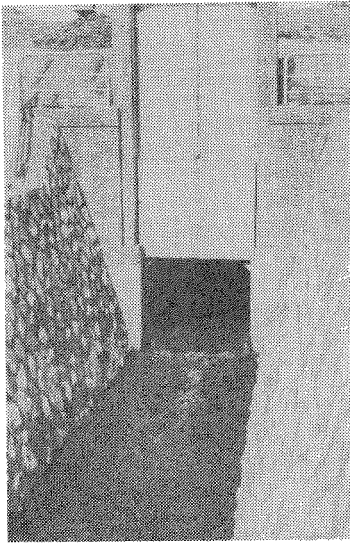
COD 化学的酸素要求量 (Chemical Oxygen Demand) : 水中の有機物などの汚染源を化学的に酸化するときに消費される酸素の量であらわす。酸化剤としては、過マンガン酸カリウムが一般に用いられている。化学的酸素要求量という言葉に対して、化学的酸素消費量の方が測定を正しく表現しているという点で後者の呼び方をする場合もある。

E 結 論

今回の調査でわかったことは、㉟地点、つまり国立市からの排水はそうとうよごれているということである。羽村からみれば、どのデータも一様に高い値を示し、㊸地点からみても汚染物質が多く含まれていることはよくわかる。（しかし、㊸地点がきれいだとは決して言えない。）

㊸地点と㉟地点は、この調査ではあまり大きな差は見られなかった。

府中八中付近は、汚染が大部進んでいるのが実態である。その原因としては、国立市の生活排水が大きく影響しているということが言えよう。



国立排水の流入してくる地点



㊸地点、府中第八中学校前の調査地点

汚水処理施設：水質汚濁防止法第5条第6項の規定によると特定の施設から排水される汚水や廃液がその施設(工場や事業場など)の排水口において排水基準に適合しない場合には、廃液や排水を処理する施設(汚水処理施設)が必要となる。

② 指標生物による水質調査

A 目的

コドラート法による水中生物の生息調査を行い、水質の汚濁状況を知る。

B 実験方法

50cm×50cmのコドラートを水底に置き、その範囲内のマクロ的な底生生物を全部採集する。採集した生物をクダビンに入れホルマリン漬けにして持ち帰り同定した。

同定の後汚濁非耐忍性種と汚濁耐忍性種に分け、その種類の数をそれぞれAおよびBとし、 $2A+B$ をもってBiotic index とする。(ベック・津田法)

その結果水質の汚濁度を決定した。Biotic index の階級は、次の表のようである。



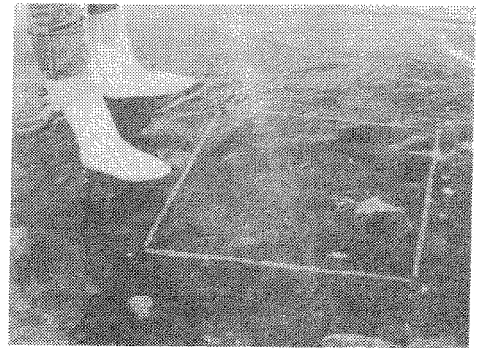
底生生物の採集

2A+B	階 級
20以上	きれい
11～19	ややきれい
6～10	かなりきたない
0～5	きわめてきたない

(α 法による)

C 結果

次のデータは、1978.11.23のものであるが、他の調査日においても、各調査地点における結果は、ほぼ同じ傾向を示す。



コドラート法による調査

底生生物 (Benthos) : 海、湖沼や河川などの水底に生活する生物を総称していう。とくに有機汚染が進行すると底生動物の生活しうる環境因子が失われるため、底生動物の質と量の移り変わりは、その場所の汚染の指標となりうる。

(i) 採集結果

①地点は、国立排水と本流との合流した地点であり、シマインビル、ユスリカ、コガタシマトビケラ、ヒラタドロムシ、イトミミズなどが採集された。

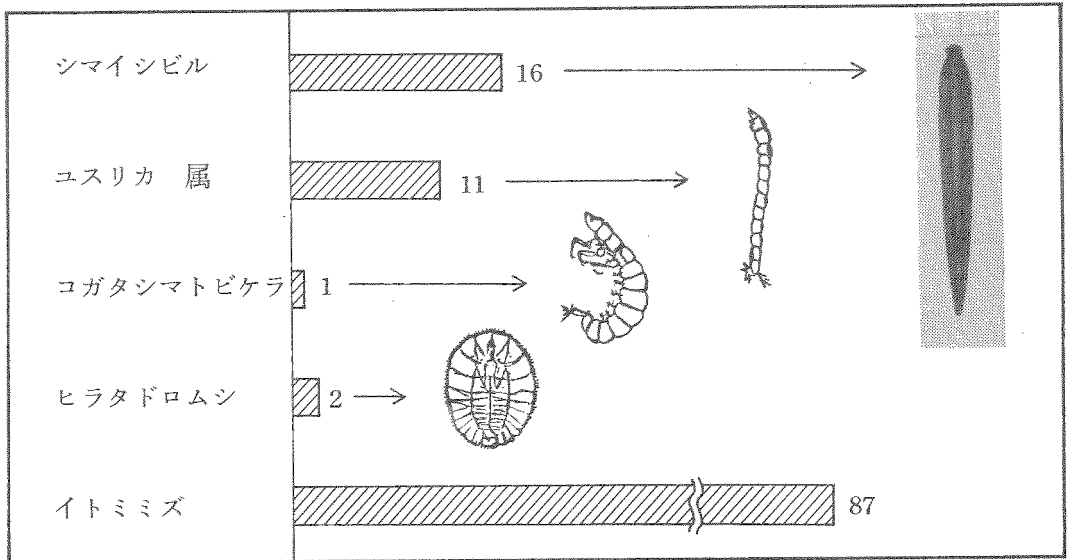
②地点は、流れのゆるやかな地点で、水質の化学分析値は、①地点とほぼ等しいが、

①地点に比べると、ユスリカが多く採集された。

③地点は、国立排水からの影響を大きく受けている地点で、下水臭があるが、ここでは、底生生物は、採集されなかった。

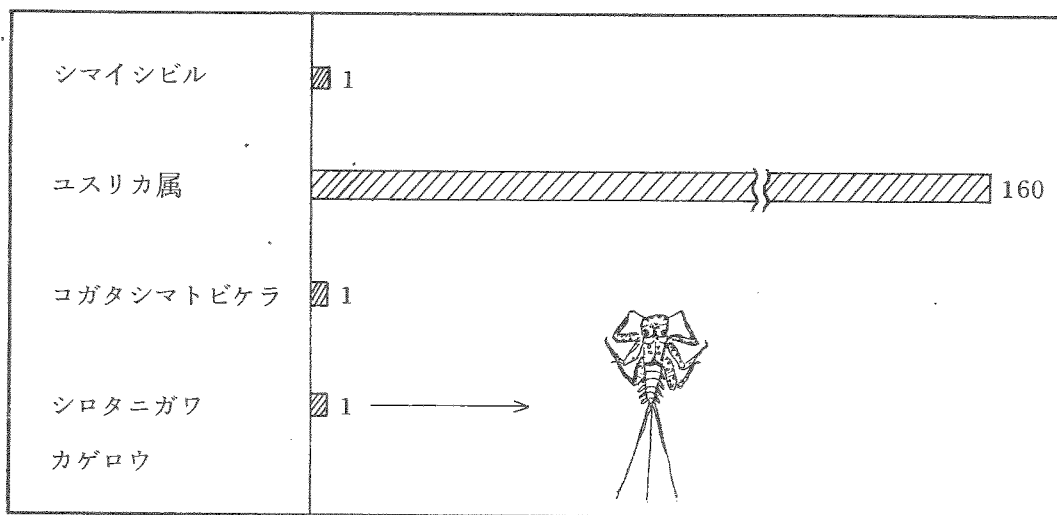
以上の結果をまとめると次のようになった。

①地点の結果



下水 (Sewage) : 下水道法第2条第1項によると「生活もしくは事業 (耕作の事業を除く) に起因し、若しくは付随する廃水 (以下「汚水」という) 又は雨水をいう」となっている。下水には、家庭下水、し尿、路面洗浄排水、プール排水、工場排水などがある。

⑧地点の結果



⑨地点では、生物は存在せず。

(ii) 指標生物による水質汚濁度

①地点

	和名	水質・階級					A B
		αps	βps	αm	βm	os	
ぜん形動物	シマイシビル		XX	XXX			B
	イトミミズ		XXXX	----			B
水中動物	ユスリカ属		--XX	XXXX			B
	コガタシマトビケラ				XXXX	--	B
	ヒラタドロムシ				XXXX	XXXX	B

A = 0
 B = 5
 $2A + B = 5$
 きわめてきた
 ない。

指標生物：環境条件の一つあるいはいくつか総合されたものを示すのに役立つ生物のことである。つまり、指標種 (indicator species) となりうる生物のことである。

⑧地点

	和名	水質階級					A・B
		α ps	β ps	α m	β m	os	
ぜん 動物形	シマイシビル		××	××××			B
水 中 動 物	シロタニガワ カゲロウ				××	××××	A
	コガタシマトビ ケラ				××××	--	B
	ユスリカ属		--××	××××			B

$A = 1$
$B = 3$
$2A + B = 5$
きわめて きたない

⑨地点は、 $2A + B = 0$ であり、きわめてきたない。

ここで使用された記号は、次のような意味で用いられている。

α p : α -強腐水性、 β p : β -強腐水性、 α m : α -中腐水性、 β m : β -中腐水性、
os : 貧腐水性、 ×××× : 多量出現あるいは、ひんぱんに出現するもの、
---- : 少量出現あるいは、ときどき出現するもの。

D 結論

多摩川中流域の府中関戸橋付近の指標生物を用いた水質調査では、かなり水質の汚濁が高いことがわかった。その原因の一つとして、国立排水の影響も考えられる。

また、化学分析による水質判定と、生物の生息状況による水質判定結果は同じ水域で一致するが、調査方法の特徴による差異は認められる。

水質階級：生物に関係した水の水質階級は、強腐水性、 α -中腐水性、 β -中腐水性および貧腐水性の4つに分け表わされることがある。強腐水性水域では、魚類は生息できず DOもほとんどない。食腐水性水域では、DOも多く、多種多様の動物が見られる。

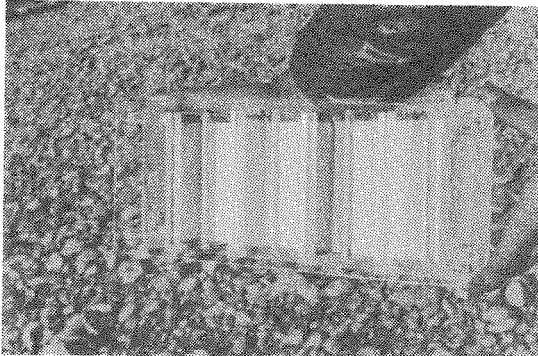
③ 金属の腐食試験

A 目的

私達が日常よく接する金属が、河川中に沈められたときの様子を観察し、あわせて、その時の反応の速さも調べる。

B 方法

野外観察に用いる金属板（鉄、銅、アルミニウム）の質量をそれぞれ測り、アクリルケースに各1枚ずつ入れ、①、②、③地点に4ケースずつ沈める。



金属試験用アクリルケース



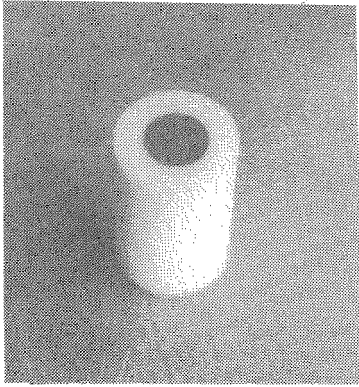
アクリルケースの設置

次に、約1ヶ月ごとに各地点から1ケースずつ引きあげ、表面観察の後表面の腐食生成物をとりのぞき、金属板の質量を測り、浸漬前後の質量を比較する。

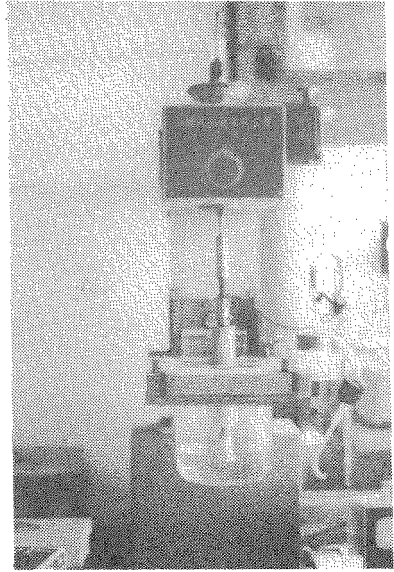
また、鉄の腐食する速さと流速との関係を詳しく調べるため、「回転円板電極法」による実験を試みた。

まず、回転電極装置に耐水研磨紙でみがいた鉄試片をとりつけ、回転させながら、 pH 3.0 Na_2SO_4 腐食液 500ml 中に浸漬した。15分ごとに、溶出してくる鉄イオンの量をチオシアン酸法により比色分析する。回転数を 400、600、900 rpm とし同様の実験を行った。

回転電極法 (Rotating Electrode Method) : 電極を回転させながら行う方法をいい、腐食試験や電気化学的な研究に使用されている。電極表面の溶液の流動条件を一定にするには、溶液よりも電極を回転させる方が良い結果が得られる。



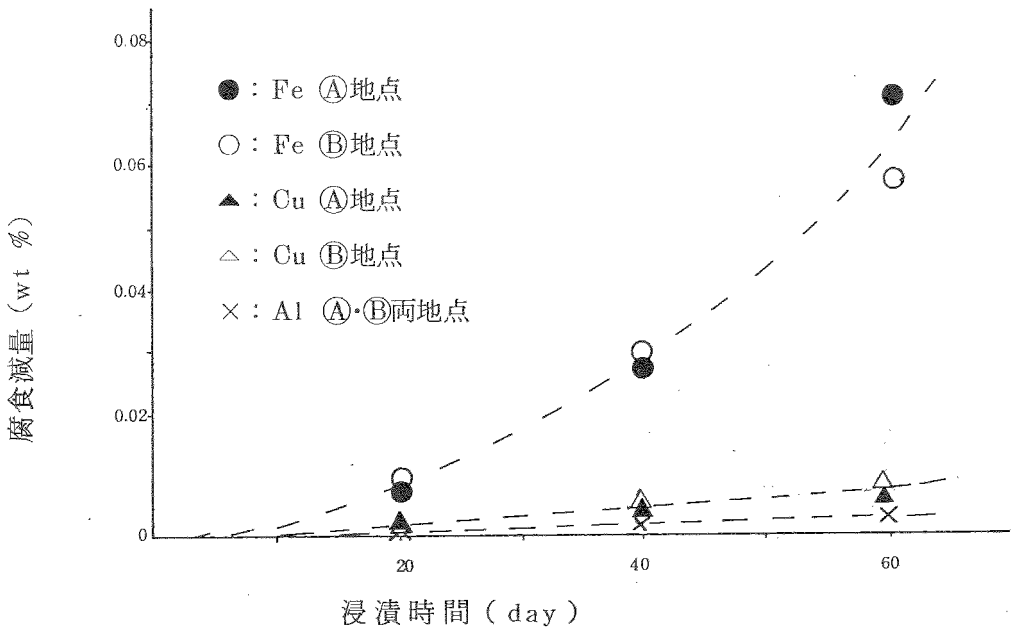
使用した鉄電極、外側はテフロンで覆われている。鉄面の外径は0.9 cm



回転円板電極装置 (RE-3形)

C 結果

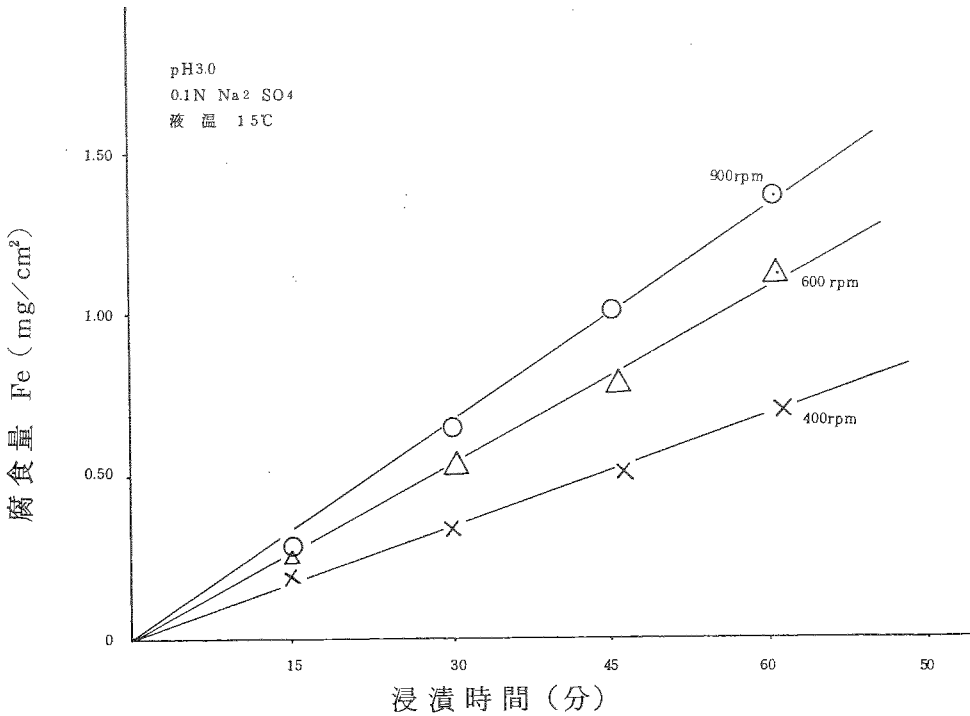
i 多摩川に浸漬した金属の腐食減量 (wt%) と浸漬時間との関係を次に示す。



腐食減量 (Corrosion Loss) : 鉄のような金属がどの位腐食したかを調べるには、腐食生成物を取り除いた後の金属の質量減を測定すればよい。この質量の減少量のことを腐食減量という。

以上のように、測定地点による差異は見られないが、Fe 試片の腐食が、他の金属に比べて激しいことがわかった。また、Al 試片については、腐食減量の点では、Cu 試片とほとんどかわらないが、表面に孔食がおこっていたことが特徴的であった。

(ii) 回転円板電極法を用いた場合の結果



D 結論

これまでの実験の結果によると、金属 (Fe, Cu, Al) の腐食する速さは、その種類によって大きく異なり、Fe, Cu および Al については、Fe が最も腐食しやすく、Al は

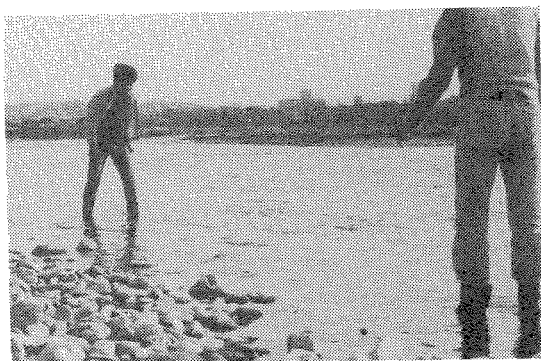
孔食 (Pitting Corrosion) : 金属が局部的に溶解するような腐食の形態を孔食という。局部的な溶解によって生じた孔のことを「ピット」と呼んでいる。

腐食しにくいことがわかった。

また、腐食する速さは、液の流れのようすとも関係があり、円板鉄を用いた浸漬実験では、回転数が高くなると腐食速度も大きくなり、回転数の $1/2$ 乗と直線関係があることもわかった。



腐食試片の回収



腐食試片を浸漬した場所の流速の測定

SS (Suspended Solid) : 浮遊固形物のことをいう。測定するためには、一定量の水をとってろ過し、さらに残留物を蒸発乾燥させる。ろ過の方法としては、ろ紙による方法、ガラスろ過器法、ブフナー漏斗法、アスベスト層によるろ過法および、遠心分離法などがある。

(3) 本流と湧き水の水質

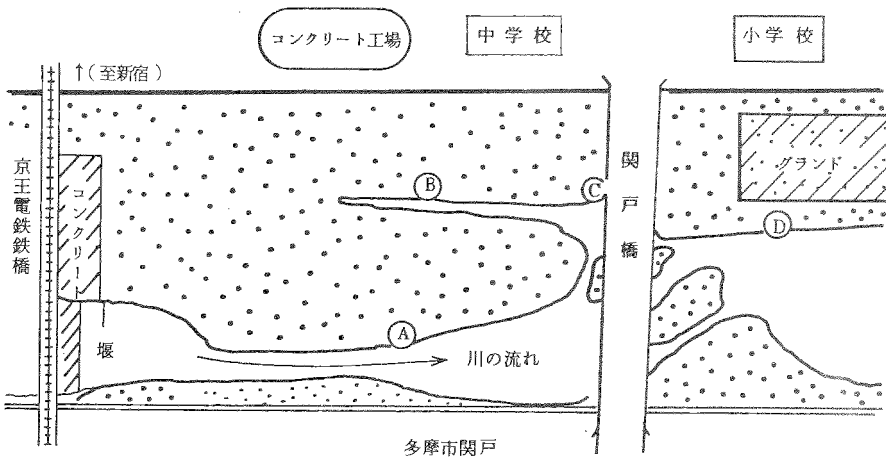
A はじめに

53年度7月より数回にわたって多摩川関戸橋付近の水質調査を行ってきた。生徒による野外調査を目的としており、初年度の調査であるため、現地でデータが得られる簡単な分析法を用いて実施したものである。本報においては、先に取り上げられた中流域における自浄作用、とりわけ、湧き水と本流の水質のちがいという点について着目し行ったものである。

B 調査地点

関戸橋付近は、浅川や国立排水の合流する地点のやや下流で水源より80kmの所にある。この中流域では、浄化が進んでいることは、東京都公害監視部の昭和47年の資料から見ても明らかであり、その現象を裏付けるように、関戸橋付近（府中市住吉側）に設けた調査地点には、かなりの量の湧き水が認められる。

調査地点は、図中のように8ヶ所であり①地点は、本流（A₁）と岸辺の湧き水（A₂）、



調査地点略図

②地点は、水路の部分（B₁）と水路わきの湧き水（B₂）、③地点は、関戸橋下（C₁）とその岸辺の湧き水（C₂）および④地点は、③地点より30m程下流の本流（D₁）と岸辺の湧き水（D₂）である。

湧き水：形態的立場からの分類では、地下水に属する。このようなものとして他に井水、温泉、冷泉などがあげられる。

C 測定項目と目的

次の表のような項目設定を行った。

測定項目と目的の概要

測定項目	目的など
温度（水温・気温）	水温・気温の年変化の周期差により地下水の滞溜時間等を推定する。（アルコール温度計）
pH（ピーエイチ）	河川水の酸性、塩基性の度合いを知る。（ガラス電極 pH計：竹村電機 DM-21 型）
DO（溶存酸素）	水中に溶解しているO ₂ の量で、汚染に伴い減少する。湧き水では小さな値を示すが、これは、土壌中の各種の酸化反応のためと考えられる。（共立理化：WA-DO）
CO（化学的酸素要求量）	酸化剤によって化学的に酸化される物質がどの位あるかを示し、汚濁の一つの指標となる。（共立理化：WA-COD）
NH ₄ ⁺ （アンモニウムイオン）	水の人的汚染の一つの目安として用いる。（共立理化：WA-NH ₄ ⁺ -K）
NO ₂ ⁻ （亜硝酸イオン）	きれいな河川では、0.001~0.01 (mg/l) であるが汚染されている場合には、0.1~1 (mg/l) 以上にも昇る。

酸化剤 (Oxidizing Agent) : 過マンガン酸カリウム、過酸化水素のような、他の物質を酸化させる働きのある物質をいう。

測定項目	目的など
ClO ⁻ （残留塩素）	水道水に塩素臭があるのは、上水道に殺菌のため添加された塩素水が残留しているためである。
電気伝導度	水中に溶存しているイオンの量をおおまかに比較することができる。ただし、電荷を持たない物質については測定できない。

D 測定結果

測定は、毎月1回程度行ったが、そのうちで、1979.8.24と1980.3.16のデータを表1、表-2に示す。（P57, P58）以下項目ごとに述べることにする。

(a) DO（溶存酸素）

溶存酸素は、水中に溶解している分子状酸素の量で、汚染に伴い減少するが、河川部において、魚類生息の基準値である5ppmを上回っており、種々の生物を見ることができる。

それに対して湧き水の部分では、小さな値をとっている。このことから、土壌中で各種の酸化反応が進行していることが考えられる。

(b) COD（化学的酸素要求量）

化学的酸素要求量は、懸濁物質、SSとともに、河川汚染の指標となるが、湧き水部では、ほとんど検出されなかった。

(c) NH₄⁺（アンモニウムイオン）

し尿中の尿素がたやすくアンモニアに変化するため、アンモニウムイオン量は、人為汚染の目安となるが、河川部では大きく、湧き水では小さな値となっている。特に、㉔、㉕地点の湧き水の値が小さく、ここの流水部（C₁）、（D₁）も浄化されていることがわかる。

DO（Dissolved Oxygen）：水中に溶けている酸素（溶存酸素）のことをいい、汚染度の高い水中では、消費される酸素の量が多くなるので溶存酸素量は、少なくなる。水中に溶けている酸素の飽和量は、20℃で6.42ml/lであるが、水の自浄作用や水中の生物には、必要不可欠のものである。

表-1 各調査地点の測定結果 ('79, 8/24)

調査地点 項目	A ₁	A ₂	B ₁	B ₂	C ₁	C ₂	D ₁	D ₂
気温 (°C)	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0
水温 (°C)	27.0	25.0	24.0	23.0	23.0	22.0	25.0	21.5
pH	7.95	6.75	7.01	6.93	7.00	6.95	7.65	6.90
DO (ppm)	11	5	7	1	9	5	11	1
COD (ppm)	2	0	0	0	2	0	2	0
NH ₄ ⁺ (ppm)	2.0	0.5	0.5	0.5 以下	0.5	0.5 以下	2.0	0.5
NO ₂ (ppm)	0.5	0.02	0.02	0.02 以下	0.02	0.02	0.5	0.02
ClO ⁻ (ppm)	0.2	0.2 以下	0.2	0.2 以下	0.2~0.5	0.2 以下	0.5	0.5
伝導度 (mΩ/cm)	0.23	0.20	0.20	0.20	0.18	0.18	0.22	0.20

残留塩素 (Residual Chlorine) : 塩素の殺菌効果を完全にするために過剰の塩素を水に加えた場合に残留して持続的に殺菌効果を示す塩素のことをいう。0.1~0.3 ppmで殺菌効果が十分あるといわれている。

表-2 各調査地点の測定結果 ('80, 3/16)

項目 \ 調査地点	A ₁	B ₁	C ₁	C ₂	D ₁
気温 (°C)	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8
水温 (°C)	11.0	15.0	10.5	9.0	13.0
pH	7.85	6.80	7.40	7.00	8.10
DO (ppm)	11.0	5.0	7.0	1.0	9.0
COD (ppm)	4	0	2	0	4
NH ₄ ⁺ (ppm)	5.0	0.5	1.0	0.5以下	5.0
NO ₂ ⁻ (ppm)	0.2	0.05	0.1	0.02	0.5
ClO ⁻ (ppm)	0.2	0.2以下	0	0.2	0.2
伝導度 (mV/cm)	0.19	0	1.16	0.14	0.18

(d) pH

pHは、河川部で高く湧き水部では低くなっている。湧き水のpHが低いのは、土壌中の生物作用によって発生した二酸化炭素が水に溶け込むためと考えられる。そのため、

亜硝酸イオン (Nitrite Ion) : 硝酸イオンの還元または、アンモニアの酸化により亜硝酸イオンが生じる。清浄な河川では、亜硝酸性窒素として0.001~0.01ppm位であるが汚染された還元環境にある水では0.1~1ppm以上も含まれることがある。

大気を数分間通した後測った RpHは、ずっと大きな値となる。'79, 11/23 の C₁ と C₂ での pH、RpHの値は、次のようであった。

C₁ : pH 7.0 → RpH 7.4

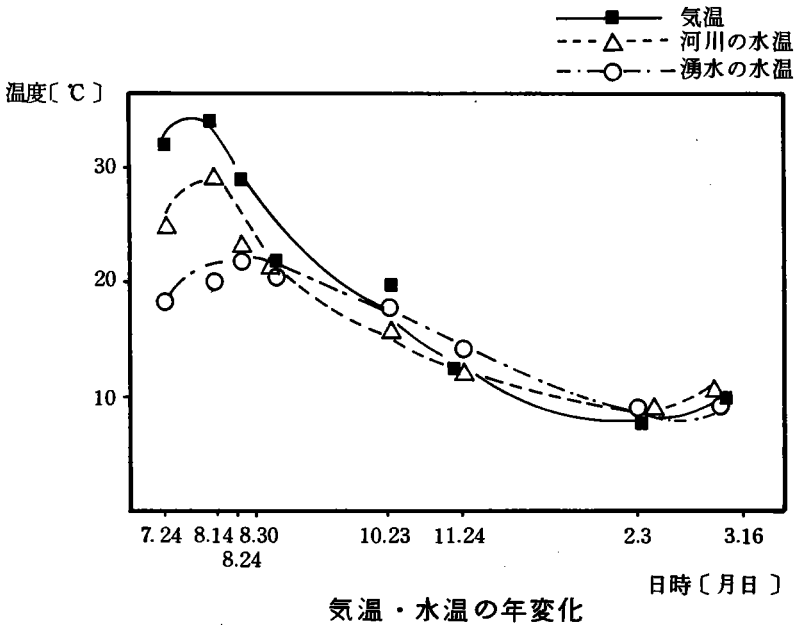
C₂ : pH 6.5 → RpH 7.4

(e) 電気伝導度

電気伝導度は、水中に溶けているイオン量と各イオンの電気を運ぶ速さに支配されるため、水中の溶存イオン量の比較ができる。これによると、湧き水中のイオン量は、河川部より小さい。

(f) 気温および水温

次の図は、◎地点での気温と水温の推移を表わしたものである。河川部では、水温と気



温の最高点が一致し、同周期で変化しているのに対し、湧き水では若干の遅れを持っていることがわかる。これは、伏流水にみられる特徴であるが、その事については、さらに検討をしないと結論は得られない。

RpH (Reserve pH) : きれいな大気を十分通した後で測定した pHのことをいう。地下水では、土中の炭酸ガスの影響などにより pHが小さくなっている場合が多く、大気を通した後では、pHの値は増す傾向にある。河川水などの空気と接している水は、pHとRpHとの差が小さい場合が多く、地下水のような水は差が大きくなる場合が多い。

E 今後の課題

関戸橋付近の水質は、湧き水により大きく影響を受けている事が推測される。しかし、湧き水がどこからくるのか、汚水が地下を流れる時にどのようにして浄化がすすめられるのかなど疑問はつきない。これらは、地下でおこっている事でもあるし、土壌の性質によっても異なるために、問題点を解き明かすことは大変難しいことである。この点については、新旧河川敷の井戸や湧き水などの調査を行ってさらに調べて行きたいと思う。

コンクリートにかこまれた都会の川を見慣れている都心の生徒達は、河川というものを肉眼で見ることのできる流水部分のみと考えがちであるが、流水の性質に大きな影響を与えている河原の存在を知り、河原を含めた河川敷全体に目を向けることのできる指導法を開発する必要があると言える。

(都立京橋高業高校)

伝導度 (Electric Conductivity): 電気伝導度ともいい、物質に電気が通る時の難易をあらわす尺度で、溶液中に含まれるイオンの量が増えると伝導度も増す傾向がある。

したがって、これによって溶液中に含まれているイオンの総量をだまかに比較することができる。

VI. 調査方法の開発と検討



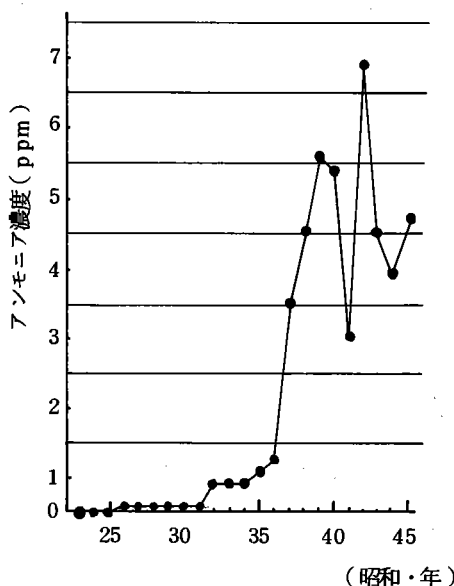
(1) 河川中のアンモニウムイオン定量法の検討

A はじめに

私達の生活にかかす事のできない水、その水の多くは河川水を浄化する事によって供給されている。しかし、ここ数年来河川の汚染がクローズアップされて来ている。この水の供給源となる河川水には、多くの物質が溶け込んでいる。たとえば、「酸素」、「アンモニウムイオン」、「亜硝酸イオン」等があげられ、溶存物質の濃度は、化学分析により判定している。

下記のグラフは、1972年に小島貞夫氏（元東京都水道局玉川浄水管理事務所長）によって発表された、「多摩川の水質」の中の「昭和23年より同45年までにおけるアンモニア濃度の経年変化¹⁾」を抜き書きしたものである。これによると、昭和37年より急激にアンモニア濃度が増加している事がわかる。この頃は、丁度、多摩地区の人口が急増した時期と一致し、生活廃水による汚染、および化学肥料の発展に伴ない、し尿を畑等で肥料として使用する事がなくなり、土壌中の細菌等による分解などの浄化作用を受けることなく、未処理のまま生活廃水の一部として河川に流してしまう事が原因と考えられている。このように、河川水中に溶解、混入した物質一つに着目し、その変化を調べる事によってさえも我々の生活と環境との関連性を知ることができる。

そこで、今回は、アンモニアの定量法



多摩川におけるアンモニア濃度の経年変化

アンモニウムイオン (Ammonium Ion) : NH_4^+ であらわされる。1価の陽イオンであり、汚染された還元環境におかれている水に多く検出される。アンモニウムは主にタンパク質の分解によって生じるので、水中に NH_4^+ が多く含まれるということは、タンパクの供給が大であることを意味する。また、尿中の尿素も NH_4^+ となりやすい。

について検討してみることにした。

一般に、アンモニアの検出・定量には、「ネスラー法」を使用しているが、「ネスラー試薬」には、相当数の水銀が含まれている。このため、使用した検液を廃棄すると、環境基準の約 5×10^6 倍(検水50mlに対して)の水銀を廃棄することとなり、環境汚染の一因ともなりかねない。

そこで、「ネスラー法」に代る方法としてJIS²⁾に示されている次の方法のうち、フェノール法を検討した。

J I S K 0102 指示のアンモニウムイオン測定

- 硫酸亜鉛による凝集沈殿
- 水酸化ナトリウム～炭酸ナトリウム混合液による凝集沈殿
—以上前処理—
- 水蒸気蒸留法
- 吸光光度法(ネスラー法、フェノール法)
- 滴定法

B フェノール法

本法は、検水10ml(0.05mgNH₃含有)を取り、EDTA溶液、ナトリウムフェノラート溶液、次亜塩素酸ナトリウム溶液を順次加え、水で25mlに調整したのち、20～25℃で20分間放置し発色させた後、625nmで吸光度を測定するという方法である。しかし、フェノールは、日光、空気中の酸素等により容易に変色してしまう為に、河川で測定する場合には不相当であると考えられる。そこでフェノールに代る適当なフェノール性化合物を用いた例を調査した所、3-メチル-8-ヒドロキシキノリン³⁾、チモール⁴⁾あるいは、 α -ナフトール⁵⁾を用いた例があることがわかった。

環境基準：公害対策基本法の第9条は、「大気汚染、水質汚濁、土壌汚染及び騒音に係る環境上の条件について、それぞれ人の健康を保護し、及び生活環境を保全するうえで維持されることが望ましい基準」を環境基準としている。環境基準には、国が定めるものの他、都道府県の実情に応じさらに厳しい上乘せ基準がある。

しかし、これらの内、3-メチル-8-ヒドロキシキノリンは、発色前後の安定性はかなり高いが、一般の学校では入手しにくく適当ではないと思われる。また、チモールは、安定性が良く、入手しやすいが、発色に1時間かかり、現地でデータを得るという観点からは、不適當である。

以上の事から、安定性にはやや欠けるが、入手しやすく、反応時間もそれ程かからない、 α -ナフトール法を使用する事とした。

C α -ナフトール法

本法は、小暮、森田⁵⁾によって1963年に発表された方法であり、フェノール法と多少手順等が異なっている。

① 試薬調整

- a) α -ナフトール溶液：市販の特級試薬を水蒸気蒸留またはアルコールと水との混合溶液から再結晶した物をアセトン中に溶解させ、5%溶液とする。(α -ナフトールが購入したばかりで変色していなければ、そのまま使用してもさしつかえない)
- b) 水酸化ナトリウム溶液：市販の特級試薬用 0.2 Nの水溶液に調整する。
- c) 次亜塩素酸ナトリウム溶液：市販のアンチホルミン溶液(有効塩素濃度6~7%)を用い、有効塩素濃度0.1%の水溶液を調整する。(室温で約3ヶ月放置してもその濃度はほとんど変化しなかった)
- d) EDTA溶液：エチレンジアミン四酢酸(EDTA)二ナトリウム 372 mgを0.2 N水酸化ナトリウム水溶液10mlに溶解し、室温まで冷却した後、水で100mlに調整する。
- e) アンモニウムイオン標準液：硝酸アンモニウムの特級試薬を用い、1 mg NH_4^+ / 1mlの水溶液を調整し、これを原液として使用の都度水で希釈し、5.00 mg/mlの溶液として使用する。
- f) その他の試薬：特に記入のないものについては、全て市販の特級試薬をそのまま使用した。

EDTA (Ethylenediaminetetraacetic acid) :エチレンジアミン四酢酸のことで、カルシウムやマグネシウムのような金属と安定なキレート化合物を作る。

示性式は、
$$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{COOH})_2 \\ | \\ \text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{COOH})_2 \end{array}$$
である。

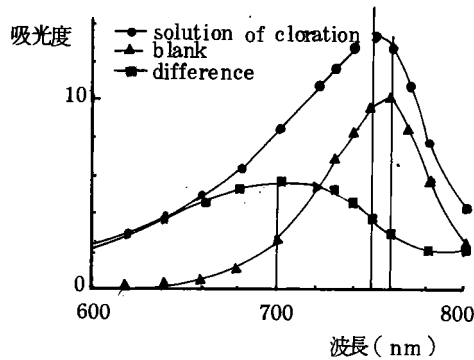
② 基本操作

- 検液（標準液）5mlを25mlメスフラスコに取り、EDTA溶液1mlを加えよく攪拌する。（この時、検液中のアンモニウムイオン濃度を $5\mu\text{g}/\text{ml}$ 以下になるよう調整しておく。あるいは、検液の量を適当に減じて良い。）
- 次亜塩素酸ナトリウム溶液1mlを加え、よく攪拌した後1分間放置する。
- 水酸化ナトリウム溶液4ml、 α -ナフトール溶液2mlを攪拌しながら順次加える。
- 水で25mlに調整し、5分間放置後、750nmで吸光度を測定する。

フェノール法とは異なり、次亜塩素酸ナトリウム水溶液と α -ナフトール（フェノール）との添加順序が逆になっている。この添加順序を逆にすると発色がうまく行われぬ。これは、検液が酸性または強塩基性である場合には、初期反応が行われぬ事による。そこで必要に応じて検液のpH調整を行う。

D 吸収スペクトル

上記操作法に従い、 $5\mu\text{g}/\text{ml}$ のアンモニウムイオンを含む標準液を用いて反応を行った時の吸収スペクトルを下図に示す。



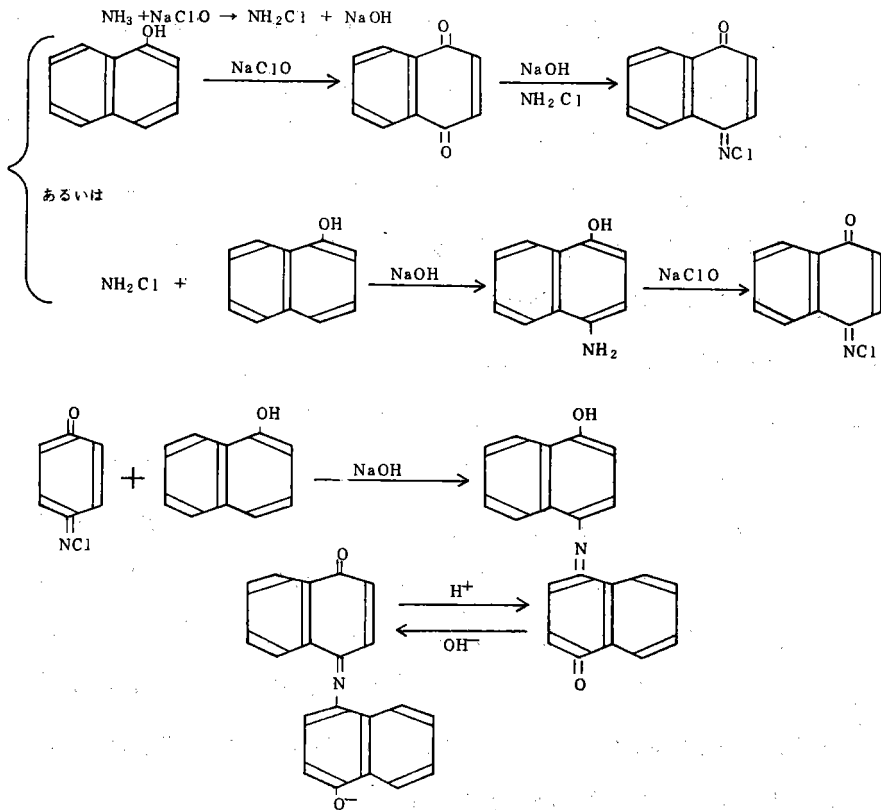
吸収スペクトル

吸収スペクトル (Absorption Spectrum) : 物質は一般にその物質特有の光を吸収する。したがって、物質に白色光やX線をあてると、その一部を吸収し、連続スペクトルの各所に黒い部分をもったスペクトルが得られる。このようなスペクトルのことを一般に吸収スペクトルという。

呈色液では 750 nm 付近に、ブランクでは、760 nm 付近にそれぞれ最大吸収がありその差を取って呈色物質の吸収を求めてみると、700 nm 付近に最大吸収が認められる。本来ならば、常にブランクを取り、この 700 nm で測定を行うべきであるが、河川に出て、現地測定を行う場合を考え、また肉眼では、ブランクに呈色が認められないので水を標準として、750 nm で測定を行うこととした。

E 反応機構

本呈色反応の反応機構は、下記に示したように考えており、この機構から先の反応条件について説明を加えることができる。



ブランク・テスト (Blank Test) : 空試験などといっており、問題とする条件以外の条件を全く同じにして行う実験的操作のことをいう。

まず、アンモニアと次亜塩素酸ナトリウムとからモノクロラミンが生じる。このモノクロラミンの生成率は、反応溶液のpHに関係し、塩基性において最も高い。もし、次亜塩素酸ナトリウムを添加する前に α -ナフトールを添加しておいた場合には、pHの低下をきたす。たとえ、水酸化ナトリウムを添加して塩基性にしたとしても、 α -ナフトールの酸化が優先しモノクロラミンの生成が阻害されると考えられる。したがって、モノクロラミンの生成を阻害するような添加順序を取るような条件では、呈色がみられないのである。

次に、このモノクロラミンと α -ナフトールとの反応は、二様に考える事ができる。その一つは、モノクロラミンとカルボニル基との反応に見られるように、まず α -ナフトールが次亜塩素酸ナトリウムによって酸化されてナフトキノンとなり、更にモノクロラミンと反応してナフトキノンクロルイミンを生成する。他の一つは、 α -ナフトールとモノクロラミンとから4-アミノ-1-ナフトールを生成し、これが次亜塩素酸ナトリウムによって酸化されナフトキノンクロルイミンを生成する。

このようにして、生成したナフトキノンクロルイミンが α -ナフトールと縮合して、インドフェノール型色素を生成する事は、ベンゾキノンクロルイミン類とフェノールとが反応して同型色素を生成する事実から類推される。

F 金属イオンの影響(EDTAの効果)

河川水には、アンモニウムイオンの他多くの物質が溶解していることは、すでに述べた。それらの内で金属イオン(K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Fe^{3+})の呈色に及ぼす影響、および、それらの呈色に対する妨害を除く為に添加したEDTAの効果について述べる。

まず河川水中に含まれる金属イオン量は、多摩川の水を用い、原子吸光光度法によって分析したもので、 Na^+ : 6~15 ppm、 K^+ : 0.5~6.5 ppm、 Ca^{2+} : 1.5~10 ppm、 Mg^{2+} : 2~6 ppmであることが調べられている。そこで検液5ml ($5\mu g/ml$ の NH_4^+ を含む)に対して、各金属の塩化物の1 mg Mⁿ⁺/mlの水溶液を調整し、各1mlを加えた後に、EDTA溶液を添加した物としなかった物との比較を行った。

EDTA溶液を加えずに基本操作に従って呈色を行ってみると、 K^+ 、 Ca^{2+} では、何ら

縮合 (Codensation) : 2個以上の分子や同じ分子内の2つ以上の部分から、原子や原子団が H_2O のような簡単な化合物の形で分離し新たな結合を生じることをいう。

影響は出ないが、 Mg^{2+} ではゲル状浮遊物 $\{Mg(OH)_2 : [Mg^{2+}][OH^-]^2 = 1.8 \times 10^{-11}$ ではないか? $\}$ 、 Fe^{3+} では赤黄色ゲル状浮遊物 $\{Fe(OH)_3 : [Fe^{3+}][OH^-]^3 = 7.1 \times 10^{-40}$ ではないか? $\}$ が生成し、 Cu^{2+} では、通常青緑色の呈色をせずに呈色液全体が赤褐色となってしまう呈色は不可能であった。

しかし、EDTAを添加した条件では、 Cu^{2+} で多少呈色が弱く、 Mg^{2+} 、 Fe^{3+} でも浮遊物は残るが、この浮遊物を除去した状態では十分に測定にたえる呈色を行っている。更に本実験に用いた各金属イオンの濃度は、約170ppmと高濃度であり、実際の河川水中に含まれる濃度の10～350倍という濃度であるので、EDTAを加えておきさえすれば、金属イオンによる妨害を受けることなく、十分に測定可能であると言える。

G まとめ

以上、ネスラー試薬にかわるアンモニアの検出定量法としてフェノール性化合物(α -ナフトール)を用いた方法についての研究の中間発表として、その一部分を紹介したが、本法は、ネスラー試薬にかわって使用されるに十分な働きをするものと期待される。更に、有機化学の授業におけるフェノール性化合物の反応例として取りあげる事も有意義であると考えられる。

今後の研究開発の課題として

- ① 金属イオン以外の河川中含有物質の呈色に対する影響の調査
- ② 検出限界の見きわめ(ネスラー試薬： >0.01 ppm)および肉眼での比色定量を可能にする為に感度をあげる事
- ③ 現地測定を行う為に、更に直射日光下での測定を可能にするための簡単な操作法および試薬の開発

等について考察、研究を重ねて行く予定である。

H 参考文献

- 1) URBAN KUBOTA vol 7, P10(1972)
- 2) JIS ハンドブック "公害関係" P710, 日本規格協会編

ゲル(Gel)：コロイド溶液中に分散していたコロイド粒子が分子間の相互作用により網状構造をつくり、ゼリー状に固化した状態をいう。寒天やゼラチンの場合に見られる。

- 3) 森田弥左衛門・小暮幸全：日化，91(7)，653(1970)
- 4) 橋谷博・吉田秀世：分析化学，17，1136(1968)
藤沼弘・嶋田好孝：分析化学，20，1038(1971)
藤沼弘・嶋田好孝・平野四蔵：分析化学，20，131(1971)
後藤秀弘・柿田八千代・厚谷郁夫：分析化学，12，727(1963)
R, Th, Roskan D. De. Langen : Anal. Chim. Acta.,
30, 56(1964)
- 5) 森田弥左衛門・小暮幸全：日化，84(10)，896(1963)
(都立府中工業高校)

懸濁物 (Suspended Matter) : 懸濁粒子として、液体を懸濁させている物質のことをいう。そのうち30分位放置して浮上するものを浮上物質といい、沈むものを沈降物質という。

(2) パンチカードを用いた水中生物の同定

A 緒言

我々は、環境に対する認識を深めるため、河川をテーマとした水質調査を多摩川を中心に行っている。1) 2)

月1回の調査であるため、調査時の溶存物質の濃度を化学分析により求めるだけでなく、一定期間の水質の平均的値を生物学的水質判定法により求めて、河川の汚濁状況を判定している。

これらの測定値と河川の肉眼観察との結果を照合し、実感を伴った学習を展開して行くには、調査場所で測定結果が明らかとなる必要がある。そのため、測定方法について検討を重ねて来ている。

化学分析については、簡易測定¹⁾を現地で行っているが、測定精度の点でさらに検討を要する段階にある。また、生物学的方法については、生息する水中生物の同定に時間がかかり水質判定が、現地で行いにくいということが問題となっている。

現地で水質判定を行うには、生物の同定をいかに早く、適確に行うかが当面の問題であるが、それに対して、パンチカードを用いた検索方法を考察したので報告する。

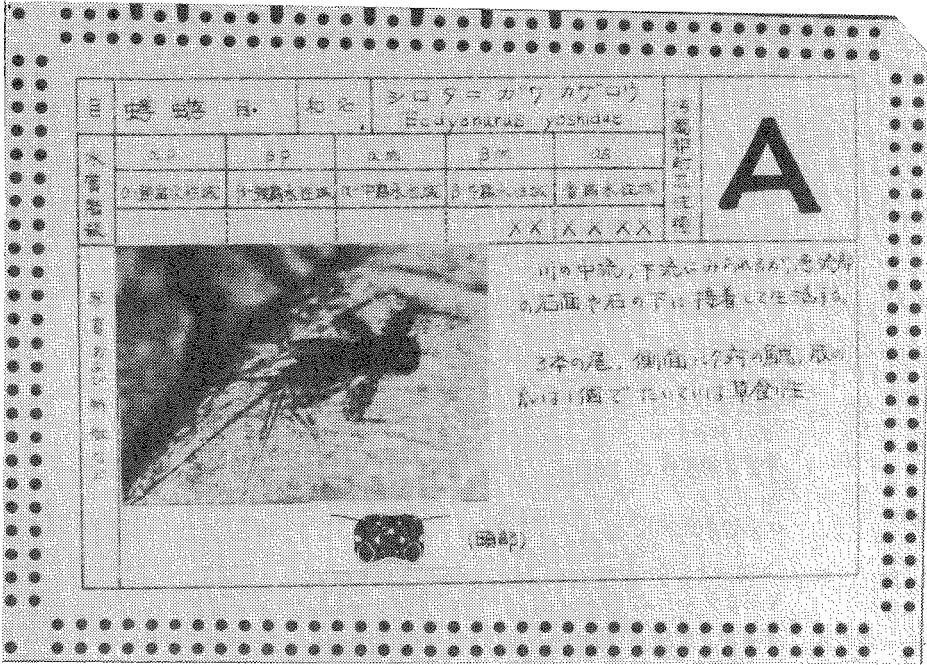
B パンチカード式検索法による同定

通常は、数冊の資料³⁾⁶⁾⁷⁾をもとに同定を行うが、ここでは、はじめて水生生物に接する生徒にも行えるよう、カード式検索法を導入する。

(i) パンチカードの原理⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾

パンチカードには、ふちの一定の所にあらかじめ多くの孔があけてある。仕分操作を行うため、ある情報に概当する孔の縁を切り取って使用する。100～200枚のカードから、一定の情報を持つカードを得たいと思う場合には、カードをよく整えた後ソーターと呼ばれる棒をその情報を示す孔に差し込み、上に釣り上げる。軽く振ると、その孔をパンチされたカードはソーターにひっかからないで抜けて落ちてくる。この原理を理用することにより、仕分け操作や序列操作が行える。

ソーター：パンチカードを引き上げ仕分操作や序列操作を行うときに使用する棒のことをいう。

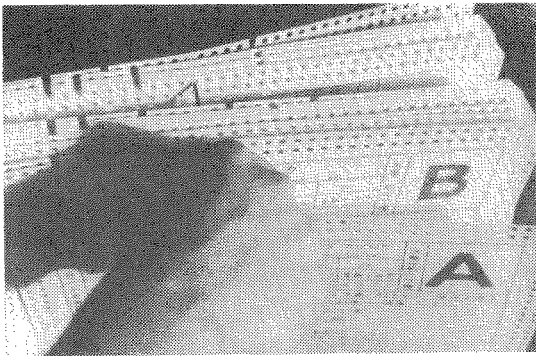


検索カードの例

即ち、ある一定の手順（検索表の手順）に従って仕分け操作を行うことにより、生物の検索が行える。

(ii) 検索カード

検索カードには、生物の名称、生息する水域、汚濁に対する耐認・非耐認の別、生物の写真および特徴が記してある。ここで、特に注意を払った点は、同定が容易に行えるように、できるだけ実物に近い立体感のあるカラー写真¹¹⁾を用いたこと、水質階級の判定を手



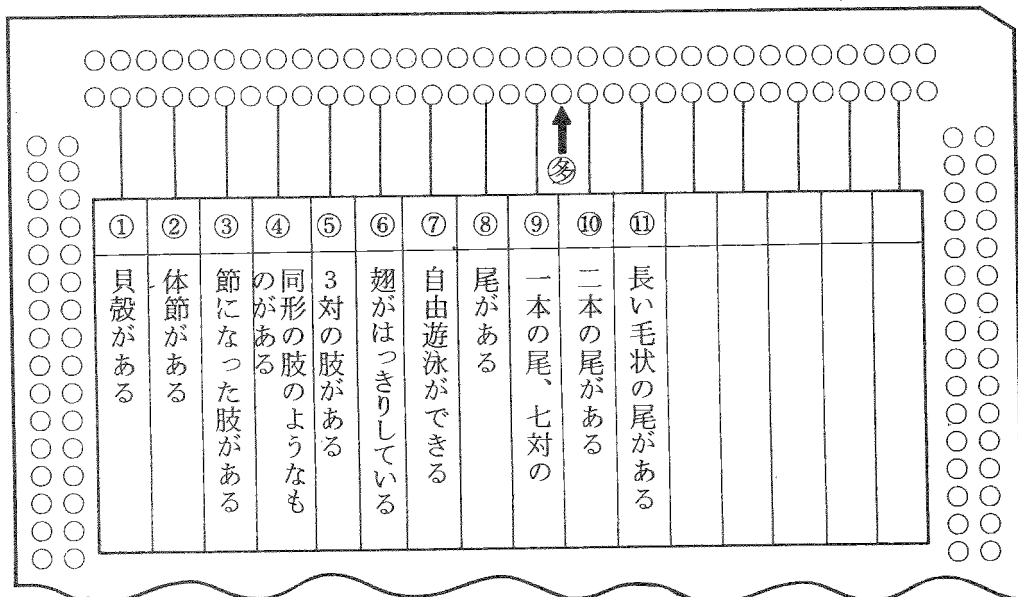
ソーターを用いた仕分け分類作業

濁度 (Turbidity): 水がどの位濁っているかを表わす単位で、水1リットル中に62~64 ミクロンの白陶土を1ミリグラム加えた時の濁度を1度とする。濁度を測定する方法には、光化学的方法を用いた比濁法などがある。

ぎわよく行うために、汚濁非耐性種、汚濁耐性種の別をA・Bでカードに示したことである。

(iii) 検索カードへのパンチ

パンチは検索カードの上端の孔で行い次の①～⑪の項目のうち、概当する項目があれば、その部分の孔をパンチした。

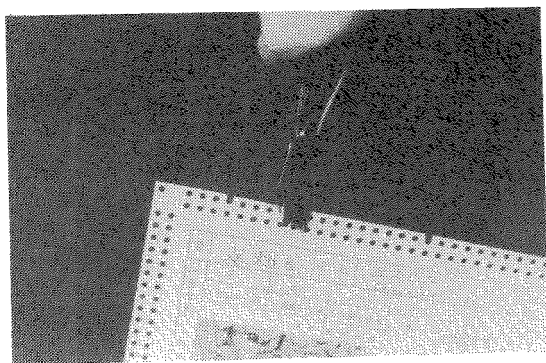


項目とコード番号表

また、今回の水質調査は、多摩川を中心に行っているのので、そこに生息することがあらかじめ確認されている種¹²⁾¹³⁾については、同定を容易にするため、カードの中央部に⑨のコードを設けパンチした。

(iv) 検索表と検索手順

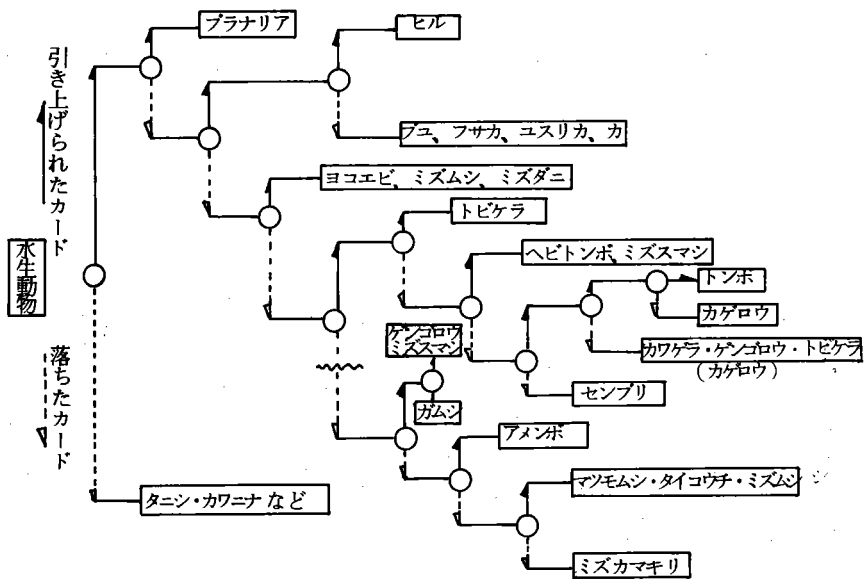
検索表中の①～⑪の番号は、コー



パンチ作業

工場排水 (Plant Effluent) : 工場の排水口から放流される水のことをいい、汚染物質が含まれている場合と含まれていない場合とがある。

ド番号表のコード番号に一致する。



生物学的水質判定のための検索表 (図中の番号は、コード番号表の番号に対応する)

各番号からでている矢印は、カードの行方を示すものであり、実線の矢印は引き上げられたカード、破線の矢印は落ちたカードを意味する。検索表の末端には、検索によって、どのような生物に分類されるかが示してある。

検索手順は、検索表の番号の小さなものから大きなものへ順次進めて行く。何回かソーターをさし込み、仕分け操作を進めて行くと最後に数枚のカードが残る。このカードを採集した生物と比較し同定する。もしも、この場合カードが多過ぎるなどの理由で同定ができない場合は、⑧の孔にソーターを差し込みカードを分けてみる。落ちたカードは、多摩川で検出されている生物であるので同定の際のヒントとなる。

TOD (Total Oxygen Demand) : 全酸素要求量は、特殊な燃焼装置の中で、白金を触媒として水中に含まれている有機物質や被酸化物質を燃焼させ、酸素消費量を Pt-Pb 燃料電池で自動測定して得られる。これによると、試料も 0.02 cc と微量ですみ、測定も短時間でできる利点がある。

このような方法をくり返し、なおかつ同定ができない場合には、サンプルを持ち帰り、同定を行う。

最後に一枚のカードが残れば、そのカードの右上に示してあるA、Bの別を見て汚濁に対する耐忍、非耐忍性を判別する。コドラートサンプル全てについて、AかBかを調べ、その種の数を求めて、 $2A + B$ により水質階級を求める。(コドラート法の詳細については、学級指導計画の項を参照せよ。)

実際に、現地で行う場合は、シャーレ等を用いて、いくつかの種に分けてからの方が早くできる。

C まとめ

- (i) カード式検索方法を採用することで、はじめて生物に接する生徒にも比較的容易に同定ができる。このため、次の(i)~(v)の指標生物による水質判定の利点を生かす導入となる。
 - ① 一時的な水質でなく、平常の汚濁の平均的な値を推定することができる。
 - ② 特殊な器具や薬品を使用しないので、同定さえできれば、短時間で結果が得られる。
 - ③ 生物の種の数により水質判定ができるので、過程が単純である。生物相の差異により水質の変化を調べるため、河川の汚濁状況を単なる数字としてでなく実感を伴いつつ認識できる。
 - ④ 全ての溶存物質の相乗効果として、データを検討することができる。
 - ⑤ すでに流れ去った有毒物質について、汚染源を調べることが可能である。
- (ii) 生徒自身が検索カードを作成することによって、同定および水質調査に対する動機づけができ、活発な調査活動を展開するのに役立つと思われる。
- (iii) 検索カードは、いつでも、どこにでも持ち歩くことができるので、野外調査には便利である。

D 今後の課題と方針

カード式検索方法は、生物学的な処理のために利用されるのではなく、あくまでも水質の判

界面活性剤 (Surface Active Agent, Surfactant) : 溶液の表面で高い活性を示す物質で、ABSなどがあげられる。ABSとは、アルキル・ベンゼン・スルフォネートのことで中性洗剤の主原料であり、体内に入ると肝臓機能障害をおこしたり、スモン病の原因となったりするのではないかとされている。

定に利用する事を目的としたものである。この点をさらに検討し、カードに加えて生物標本などを用いる方法などを開発したいと思っている。

E 文献および参考図書

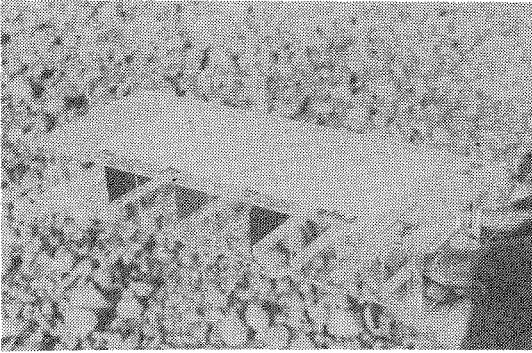
- 1) 東京都高等学校理科教育研究会理化部会研究発表集録 18 P43(1978)
- 2) 第3回 東京都実践教育研究会議 P41 (都立教育研究所)
- 3) 「水生昆虫学」・津田 松苗、北隆館
- 4) 「生物による水質調査法」 森下、津田、山海堂
- 5) 「淡水生物の生態と観察」 水野 寿彦、監信、築地書館
- 6) 「新日本動物図鑑」 内田 享ほか、北隆館
- 7) 「原色動物大図鑑」 IV 北隆館
- 8) 「パンチカードの理論と実際」 平山、増山、中村共著 南江堂
- 9) 「ホールソート・カード」 №403 外国文献社
- 10) 「ホールソート・システムの導入」 №406 外国文献社
- 11) 「水生昆虫」カラー自然ガイド 津田、六山 共著 保育社
- 12) URBAN KUBOTA Nov. 1972 vol. 7 久保田鉄工株工株式会社
- 13) 「多摩川 '75」 資料編 1975 vol.1 とうきゅう環境浄化財団
(都立文京高校)

検水 (Test Water) : 水質試験などで、試験のために採取した水のことをいい、試料 (Sample) は、試験を行うために採取されたものをいう。

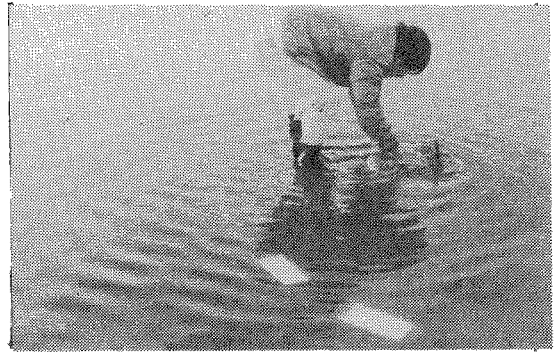
(3) 金属の腐食試験の改良

A 金属試片の浸漬実験について（多摩川の水質の項参照）

金属の浸漬実験においては、アクリル板より写真のようなホルダーを作成し、河川中に浸漬していた。この方法によると、試験片をしっかりと固定でき、川底に沈めたホルダーを発見しやすい利点があった。



試片を入れたアクリルホルダー



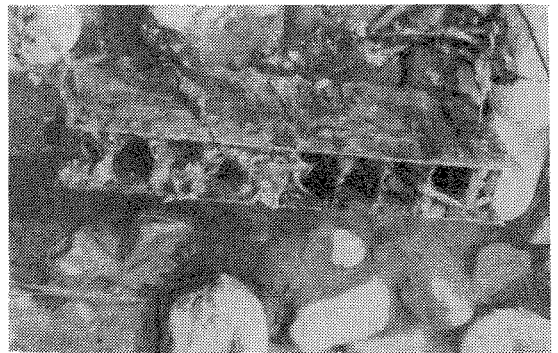
アクリルホルダーを川底に固定

しかし、アクリルホルダーの製作については、費用と時間の点で問題が多く、この点で代用品を検討していた。

その結果、35mm フィルムのケースを利用する方法を考え次のように、フィルムケースを用いた金属の浸漬実験を行った。

B フィルムケースを用いた金属の浸漬実験

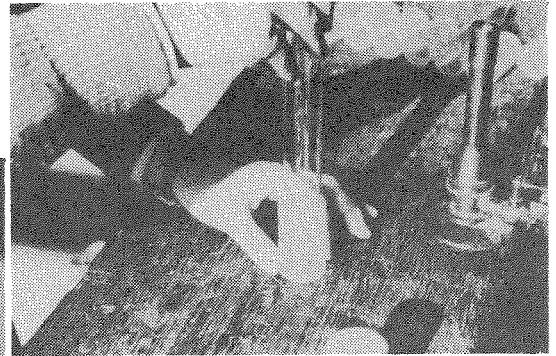
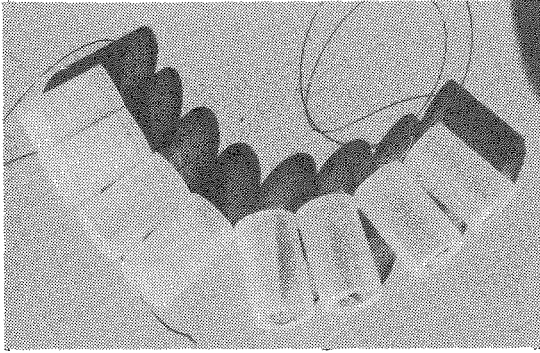
フィルムケースの底の部分加熱した試験管口(24m/m)で穴をあけ、この中にあらかじめ秤量した金属試片(4cm×3cm)を1枚挿入す



引きあげられたホルダー

アクリル酸樹脂 (Acrylic Acid Resin) : アクリル酸やメタクリル酸およびそれらの誘導体の重合体からなる樹脂の総称。実質的には、アクリル酸メチル、メタクリル酸メチル、アクリルニトリルなどの重合体があげられる。性質は、一般に、耐水、耐酸、耐アルカリ、耐油性。

る。金属種が数種類（Zn、Fe、Cu、Al、トタンなど）あれば、それぞれのフィルムケースをナイロンテグス（№10）で一房にする。



(上) フィルムケースの穴あけ

(左) フィルムケースと金属片

この房を流水中に浸漬するが、教室にも、底をあけていないフィルムケースに、純水、水道水、雨水などを満たし、これに秤量した金属試片を浸漬させ、フタをしておく。このようにして教室内で金属試片の表面状態の変化を観察させつつ、流水中の金属試片の表面変化と比較する。

これら金属試片は、一定期間後に取り出して、表面状態の観察をし、表面皮膜の剝離を行った後で秤量し質量の増減を測定する。



教室内での試験

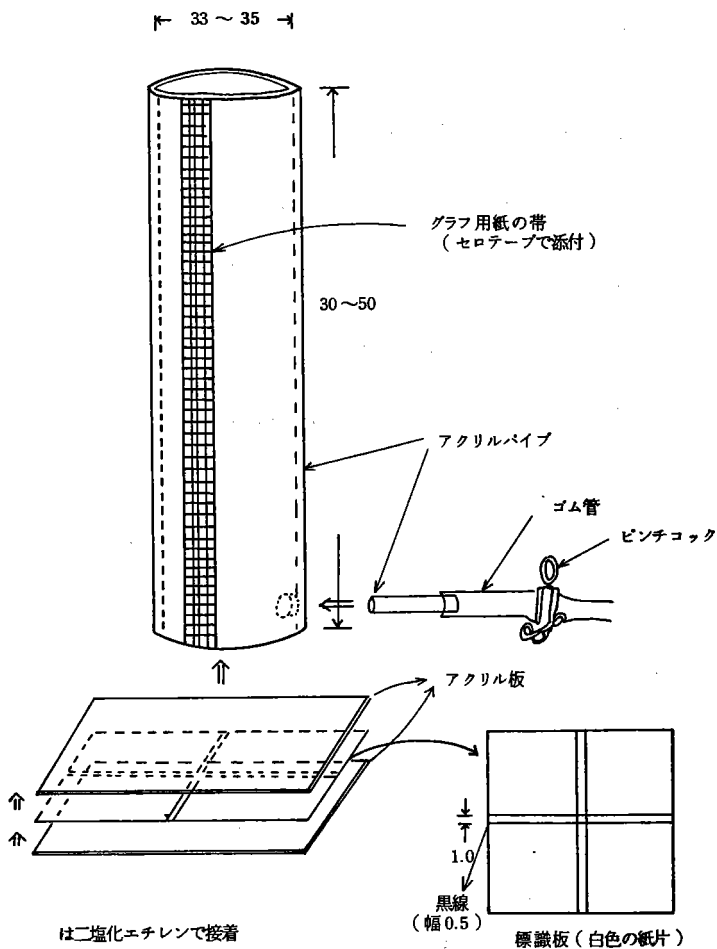
その結果、金属の種のちがいにより、腐食反応がおきる速さにちがいのある事を考えさせる。

剝離 (Exfoliation, Flaking, Spalling) : 金属からスケールが片状または層状になって離脱することをいう。その他、メッキ層や塗膜が素地から離脱する場合にも用いられている。

(4) 透視度計の製作

A 透視度計

透視度計は、試料の透明の程度を示すものである。ここでは、JIS K0102 P14にあるものを応用して自作してみた。作り方の概要を図で示すことにする。



自作透視度計

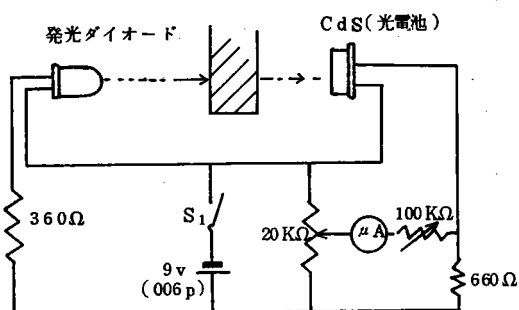
透視度計 (Transparency Meter) : 水のみぐあいをあらわす一つの指標として透視度があり、透視度計により測定する。底面に書いてある二重十字が見える最高の水位1cmを1度として読む。JISK0102を参照せよ。

(5) 光電比色計の製作

A 光電比色計は、水質の化学分析には、なくてはならない器機の一つである。しかし、市販のものは非常に高く、高校生2人に1台ずつあてがうなど全く不可能に近い。

そこで、発光ダイオードを用いた簡易光電比色計の製作に取りかかることとした。現在試作品が完成した段階であるが、その概略をここに示しておく。

B 発光ダイオードを用いた光電比色計の原理図



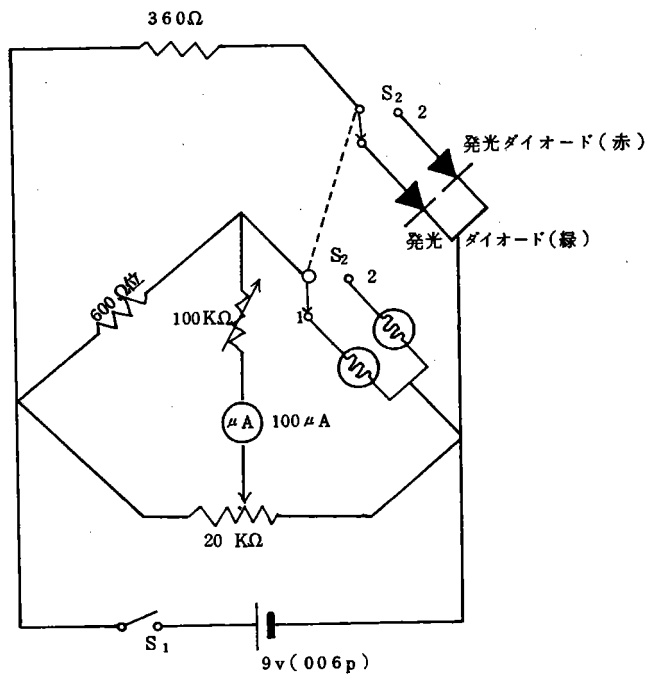
○ 発光ダイオードは、光源とフィルターの役割を兼ねている。

C 部品表

抵抗	360Ω	1/4W	1 (10円)	スイッチ S ₁ (MS172)	1 (135円)
	660Ω		1 (10円)	" S ₂ (MS286)	1 (195円)
可変抵抗	100KΩ (B)		1 (240円)	ツマミ	2 (2×80円)
	20KΩ (B)		1 (240円)	9V用ソケット	1 (30円)
発光ダイオード	赤・緑各		1 (2×40円)	ケース (アクリル)	
CdS	7φ		2 (2×200円)	コード 少々	
μAメーター	100 A		1 (3,000円位)		
					total 約4,500円

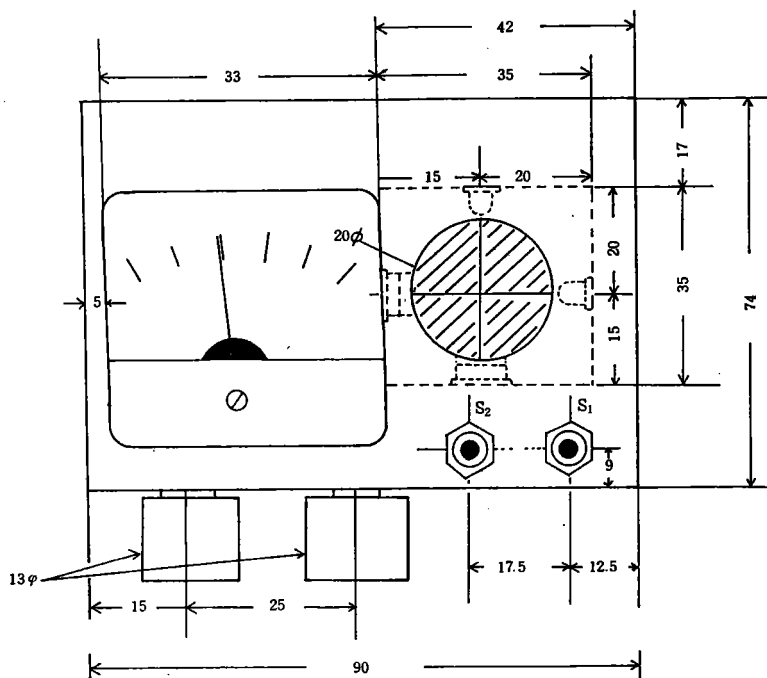
光電比色計 (Photoelectric Colorimeter): 試料と試薬との反応により呈色させ、フィルターを通すなどして特定の波長の光を取り出し、その強度を光電池や光電管などで測定し、溶存物質の定量を行う装置。

D 配線図

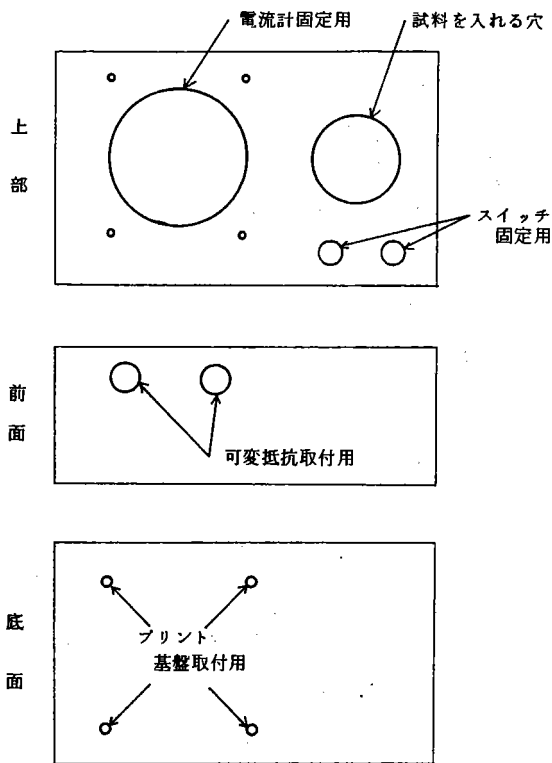


E つくり方

- ① ケースの穴あけ
 右の図は、試作品
 の例である。



硫化カドミウム、CdS (Cadmium Sulfide) : 光電比色計に用いられる場合にはCdSの光電池としての機能を応用している。CdSのリボン状結晶を用いるもので520 mμあたりに極大感度を持っている。本来は、赤外領域において有用である。

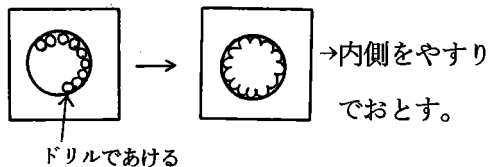


(穴のあけ方)

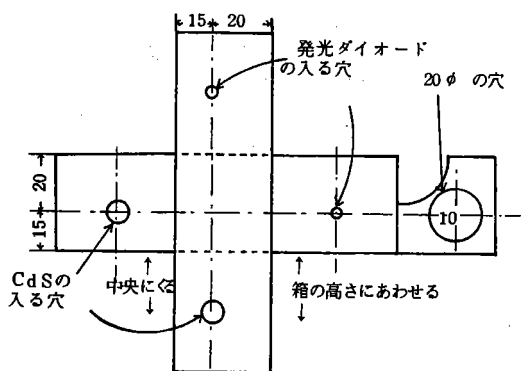
(a) 小さな穴の場合

ケースがアクリル製ならば、釘などを加熱しておいて、目的の所にあてれば穴がある。金属や熱硬化性樹脂の場合は、ドリルであける。はじめに、あける部分に小さなセンターポイントを打つことを忘れてはならない。

(b) 大きな穴の場合



② サンプル管を入れるケースをつくる。

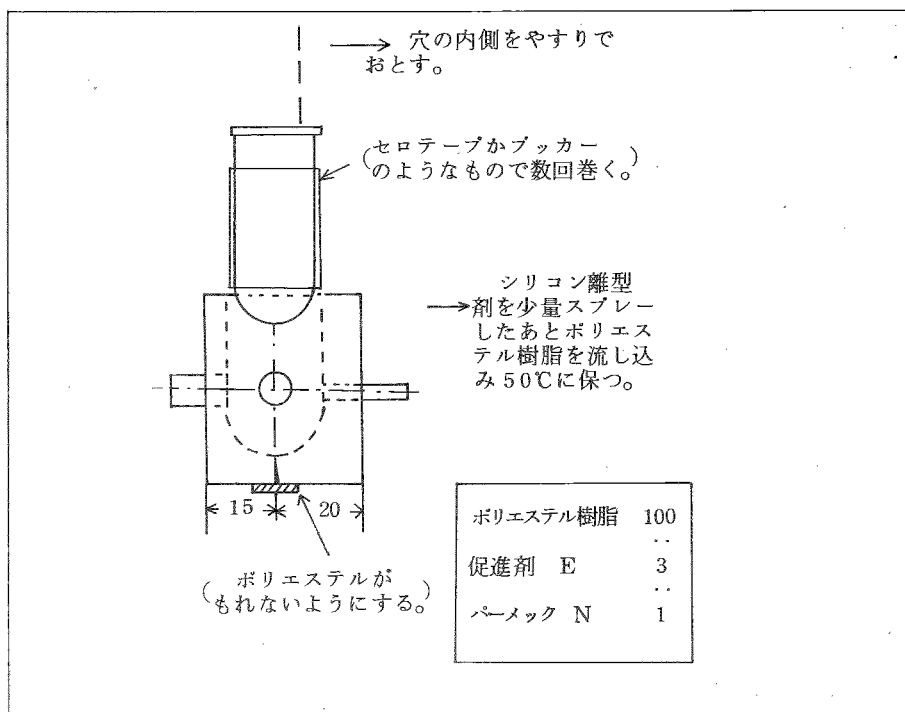


(a) サンプル管は、小型試験管を用いるので、それにあわせてつくる。

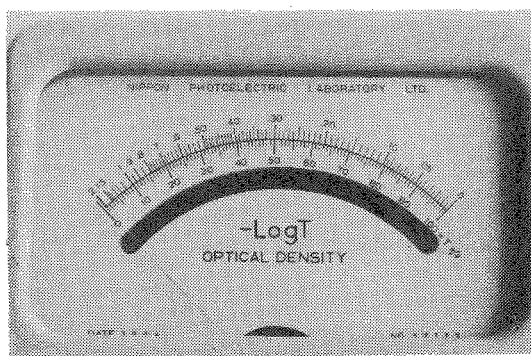
箱は、ボール紙か画用紙でつくる。内側は、セロテープかブッカーを貼っておく。

(b) 箱ができたら、ポリエステル樹脂を流し込み、50℃に保ちかためる。(ポリエステル樹脂：促進剤E：パーメックN＝100：3：1)

熱硬化性 (Thermosetting, Thermohardening) : フェノール樹脂のような樹脂は、加熱すると硬化する性質がある。このような樹脂には、ホルムアルデヒド樹脂、尿素樹脂、ケイ素樹脂などがあげられる。



- ③ 電流計のフタをはずし、市販の光電比色計の目盛を電流計に貼りつける。(適当な大きさに焼き増しをする)
- ④ ケースに部品を固定する。サンプルを入れる箱は、接着剤で固定する。
- ⑤ 各部品をはんだづけする。



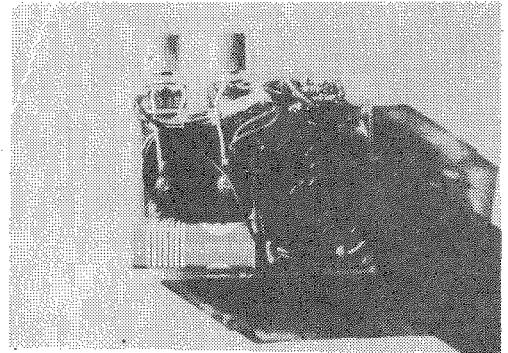
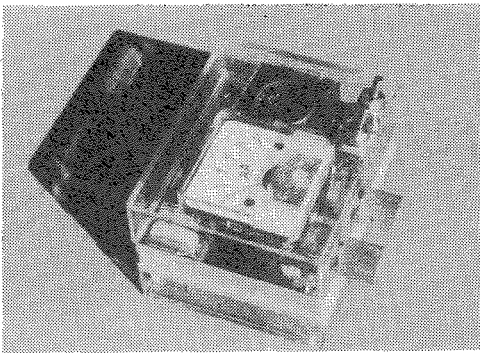
電流計に貼る目盛板

ポリエステル (Polyester) : エチレングリコールやグリセチンのような多価アルコールとコハク酸やフタル酸のような多塩基酸とが縮合してできる高分子物質の総称である。

⑥ 配線を点検する。

F 標準溶液を用いて検量線をつくる。

- (a) 何種類か異なる濃度の標準溶液をつくる。濃度0も用意する。
- (b) 溶液を呈色させる。
- (c) 呈色した色により使用する発光ダイオード（赤か緑か）を選定する。
- (d) 電源スイッチをonにする。
- (e) 光路をしゃ断し、20 K Ω の可変抵抗でゼロ調整をする。
- (f) ブランクの透過率を100%に100 K Ω の可変抵抗で調整する。
- (g) (e)と(f)の操作をもう一度行う。
- (h) 標準溶液について吸光度を読み、グラフ上にプロットする。
- (i) 検量線を書く。
- (j) 濃度不明の溶液について、その濃度を決定する。



光電比色計の試作品の外観。デモンストレーション用とするため、透明なアクリルケースを使用した。実際は、不透明のケースを使用した方がよい。右は裏面のようなすを示す。

(都立文京高校)

発光ダイオード：(Photo Diode)：光電効果を併用する半導体ダイオードであり、感光素子として使用される。

VII. 學習指導計畫



(1) 多摩川の環境化学的学習

A はじめに

本校は、地理的に多摩川流域に位置している関係で、多摩川の流れとともに本校の歴史も移り変わってきている。校歌の中にも「清き流れの多摩川……」と歌われており、クラブのマラソンも多摩川の堤、体育祭の練習も多摩川の河川敷でというように、学校生活の中において切っても切れない存在となっている。

その多摩川の清流が、流域における都市化現象から生活廃水、工場廃水による汚濁をもたらしつつあるのは何としても忍びないことであった。本校における理科教育の一環として、この多摩川の水質汚濁をとりあげるようになったのもこうした公害による環境汚染防止を確認させるという目的からであると言える。

この学習計画は、過去2年間にわたり、本校で行なったものをまとめたものであり、学習内容と学習方法は次のような計画に基いてなされたものである。

B 学習内容と学習方法の概要

- ① 2年生を対象とした化学Ⅰの授業において、単元「水の化学」の中で多摩川の水質検査を行う。この単元は、水の物理・化学的性質の学習からはじまり、その中で生徒ひとりひとりが、多摩川およびその支流における水質汚濁を調査することによって、生活廃水（排水）の流入が如何に河川を汚すかということを実感として認識させる。

52年度は特に、水質調査によって生徒の意識にどのような変化が見られたかをまとめた。

- ② 化学クラブの生徒による特別調査活動で水質調査を行う。これは、クラブ活動の時間を用いての環境学習であり、放課後や休日を利用した大規模かつ、長時間にわたる多摩川水質調査活動である。

ここでは、1976.4～1978.3の3年間に行われた活動とその成果についての報告をまとめたものである。

工場廃水 (Industrial Waste Water) : 工場から出される汚染物質を含んだ水のことをいい、工場廃棄物と区別されて用いられている。工場から出される汚染物質としては、遊離塩素、アンモニア、フッ化物、シアン化物、硫化物、亜硫酸塩、酸類、アルカリ類、重金属類やフェノール、アルデヒドのような有機化合物があげられる。

C 化学の授業の中での指導例

① 対象および課題

対象：第2学年1学級（1970.6.8. 第3・4時限目に実施）

課題：単元「水の化学」における河川の水質検査

② 指導の概要

(i) 自分の家の近くを流れている川の水質検査を次の項目について行わせる。

a 水中の NO_2^- （亜硝酸イオン）の検出

試験管の中に検水を10ml入れ、その中にGR試薬を耳かき一杯入れて変色を観察させる。（少しでも着色した水は、飲料に不適）

b 溶液のpHの検査

通常の水は、 CO_2 を含むためやや酸性を示す。リトマス液やフェノールフタレイン液を滴下して調べる。

c 水中の Cl^- （塩化物イオン）の検出

検水に希硝酸を1～2滴加え AgNO_3 液を加えて見る。

d 水中の NH_4^+ （アンモニウムイオン）の検出

検水にネスラー試薬を2～3滴加えてみる。

e 有機物質の検査

検水に0.01M KMnO_4 液2～3mlと希硫酸を加え加熱する。色がうすくなったり消失したりする時は、有機物が存在する。

上記のような実験課題で前日に採水させた河川の検水を調べさせた。特に、実験a. についての検査から汚染状況を調べさせレポートさせた。その際、実験結果についての感想も付記させ、生徒の意識を知る資料とした。

採水場所は、多摩川とその支流で行ったものがほとんどであり、GR試薬による反応は、生徒の意識に大きな変化をもたらしたようである。

主な採水場所を示すと次のようであった。

GR試薬 (Griess-Romijn's Reagent) : グリースロミイン試薬またはグリース試薬と呼び α -ナフチルアミン、スルファニル酸、酒石酸を1:10:89に混ぜあわせたもの。 NO_2^- の検出などに用いられる。

多摩川で採水したもの

(日野橋下、立川市営野球場付近、登戸、青梅市)

多摩川の支流で採水したもの

(湯殿川、山田川、浅川、野川、秋川)

③ 河川水質検査を体験して——生徒の感想文から

- a. 多摩川の水がほとんど飲料に適さないことが分りおどろいた。
- b. 河川の汚染のひどさにおどろくとともに、下水道の完備が必要であることを知った。
- c. 立川と登戸とでは、登戸の方が汚染されていることが分った。
- d. このような身近な実験は真剣に取り組めるのもっとやって見たい。
- e. 河川の採水場所とその付近の工場、住宅の数などを調べたら面白いと思う。
- f. 秋川の水までもが汚れているのを知りがっかりしてしまった。
- g. あまりの汚染のひどさにかっかりしてしまった。また、この河川の水が海に入るのかと思うと背すじがゾクゾクする。もっと多くの人々がこのことを知るべきだと思う。
- h. Cl⁻の反応は、どの河川にも見られ、またGR試薬の反応もみなおこったので、河川の水にいろいろな物質が含まれているのがよく分った。
- i. 川の水質検査から汚れのひどさを知り悲しい気がします。河の流域の住民の全てにこうした検査をさせて見れば、汚水をたれ流すことも減るのではないかと思う。
- j. 多摩川の水はとても澄んでいて飲めそうな感じがしたが、検査してみてもどろいた。これは、生活排水による汚染だと考えると各々の家が気をつけなければいけないと思った。
- k. 多摩川の水のうち、立川高校の近くで採水したものと他で採水したものについて、GR試薬による検査をし比較したら、登戸は3倍も汚なく、秋川は、100分の3位の汚れであった。こうした比較が簡単にできるのでおどろいた。
- l. 多摩川の汚れを知り、校歌の歌詞にある“清き流れ”というのがそらぞらしく思えるようになってしまった。

水道用原水の水質：アンモニア性窒素については、塩素処理だけで給水できる原水については検出されてはならない。緩速ろ過法に適する原水としては、0.5 ppm以下ならよい。急速ろ過法に適する原水としては0.1 ppm以下ならよいとされている。これらの他水道用原水の水質について水道法で決められている。

- m. 人間がまともに生きられない程環境が汚染されたのでは、何のための生産か、何のための利潤なのかわからなくなる。人の心が汚染されているとしか考えられない。
- n. 今回の水質検査から浅川の方が多摩川よりきれいであったし、こうした試験により、化学の重要性が良く分ったし興味も出てきた。
- o. 魚の居る湯殿川の水は やはり多摩川よりきれいだった。身近なことを調べられる化学は、本当に価値がある科目だと思った。
- p. 三鷹の町を流れている野川の水があまりに汚ないのでおどろくとともに、住民が生活排水をたれ流さないようにさせねばいけないと思った。玉川上水は、とてもきれいだったので安心した。
- q. 多摩川を昔のようにきれいな川にもどす協力をしなければいけないと感じた。

④ 多摩川水質汚濁検査の学習による生徒の意識変化について

第2学年の化学Iの授業における環境化学的学習指導に際して、生徒の環境問題に対する意識がどのように変化するかを調査をした。

調査は、第2学年のA、B2クラスについて、Aを実験クラス、Bを対照クラスとした。

A組45人(男子23、女子22)、B組44人(男子22、女子22)である。

(i) Pre-TestとPost-Testの項目と結果

Test の 内容	組別	賛強 成い	賛 成	中 立	反 対	反強 対い	
陸地や海、川にすてられたポリエチレンやビニールなど化学製品による環境汚染は、その非分解性のためますますひどくなってきている。我々は、こうした合成樹脂系化学製品の製造およびその使用を止める方向に向かって努力すべきである。	A	前	7	21	9	8	0
		後	3	11	9	22	0
	B	前	2	13	21	8	0
		後	7	17	13	6	1

表中の前、後は、それぞれ、Pre-Test、Post-Testの結果を示す。

プリテスト;ポストテスト(Pre-Test,Post-Test):学習指導の効果を調べるため、指導の前、後で行うテストをいい、前に行うものをプリテスト、後に行うものをポストテストという。

Test の 内容	組別	賛強 成い	賛成	中立	反対	反強 対い	
河川における水質汚濁の原因の一つに家庭における中性洗剤の使用による生活排水がある。昔のようなきれいな河川にするため、われわれは、中性洗剤の使用を止めるように心掛けるべきである。	A	前	7	19	12	7	0
		後	4	13	9	19	0
	B	前	5	21	13	5	0
		後	4	25	11	4	0

Test の 内容	組別	賛強 成い	賛成	中立	反対	反強 対い	
河川および湖における有毒な金属およびその化合物の流入による水質汚濁の原因として工場排水が挙げられる。こうしたことが起こらないようにするため、河川の流域には、そのような工場の設立を許可すべきではない。	A	前	6	18	14	7	0
		後	0	9	17	19	0
	B	前	5	13	15	11	0
		後	5	10	23	6	0

(ii) 調査のねらい

- a. 高校化学 I を通しての環境化学的指導のねらいは、公害を認識させるだけでなく、公害防止の技術的解決の可能性を理解させることにある。
- b. 環境問題に関心を持たせ、市民をして公害防止のための道徳的認識を身につけさせることをねらいとする。
- c. 日本の化学工業の発展を否定するのではなく、正しい公害防止の技術の開発を理解させることに努める。

合成洗剤 (Syndtes), 全アニオン界面活性剤 (Total Anionic Surface Active Agent): 水中に溶けているアニオン界面活性剤の全量を全アニオン界面活性剤といい、脂肪酸、アミノ酸縮合物、高級アルコール硫酸エステル塩、アルキルベンゼンフルフォン酸塩 (ABS) のような物質がある。

以上の仮定に立って河川の水質汚濁問題を実験をともなった学習を通して考えさせ場合の生徒の意識の変容について調査結果を検討してみた。

⑤ 調査結果の考察

- (i) Aの方が意識変化が大きいBでは、あまり変動がない。
- (ii) Aの方には、多摩川の水質検査を実験させたのに対してBにはそれをやらせなかったため、河川の汚濁問題に対する関心の度合に大きな差異が見られる。
- (iii) Aの方には、中性洗剤による水質汚濁を考えさせる場合、無公害洗剤の情報を与えていたので、BにくらべPost-Testにおける大きな差が意識変化にみられた。
- (iv) プラスチック類による河川の汚染についてもAには無公害プラスチックの技術的可能性に関する情報を与えたのでBと異なった意識変化がPost-Testの結果にあらわれている。
- (v) 工場排水による河川の汚染について（多摩川流域にも工場がある）もAの方には、その技術的解決の可能性に関する情報を与えたのでBに比べて異なった意識変化を示した。
- (vi) 本調査結果より、多摩川の水質についての学習から公害問題、環境問題に関心を持つ生徒が増え、さらにその防止および除去の科学技術的解決の方法についての情報を与えることにより、公害問題を正しく認識する態度ができたことが分った。

したがって、環境化学の学習にあたり、学習目標を誤ることのないように設定することの重大さが分った。

⑥ 今後の学習指導の方向性

多摩川という生の自然を教材とすることにより、学習に強い動機づけがなされる点で、これからもこうした水質検査学習は是非とも続行したいと考えている。

公害教育でなく、環境教育に重点を置いて市民をして科学技術的に判断し得る能力を身につけさせることを忘れてはいけないと思う。多摩川流域に育った人々が、将来多摩川を愛して、その自然を破壊することなく守り育ててゆける道徳的意識をしっかりと身につけさせるためにも、高校化学における多摩川の教材化は必要だといえよう。

水質汚濁 (Water Pollution) : 工場排水や鉱山排水のような排水や下水、農薬や殺虫剤の混入した排水が公共用水域の水質を汚濁することをいう。これを防止するため水質汚濁防止法が設けられている。

D 化学クラブによる多摩川の研究活動

① はじめに

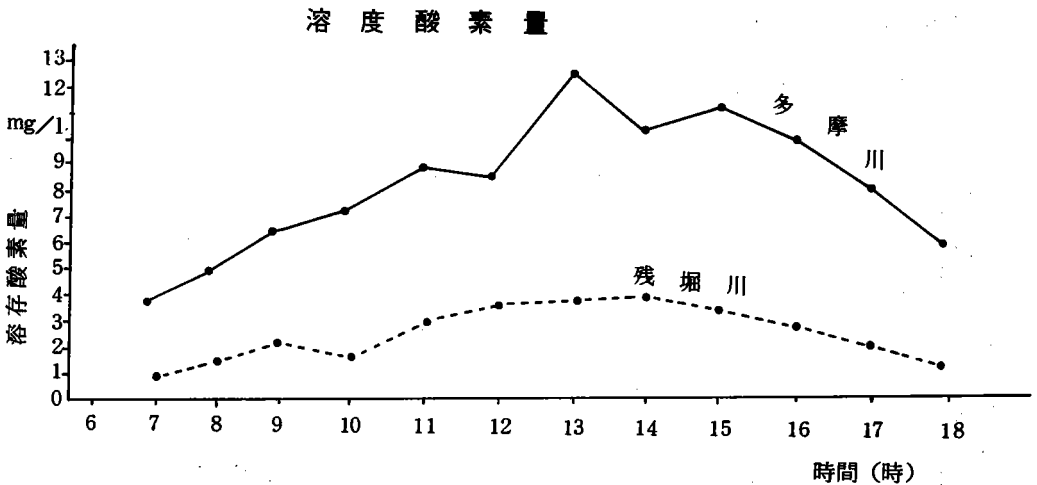
化学クラブの活動に多摩川の水質調査をとり入れる試みは、本校においてすでに何回となく行われてきた。その活動は極めて意欲的で、1日多摩川の河原に幕営して24時間調査を行ったこともある。こうした長期観測による学習活動は、クラブ活動以外の場ではなかなかできないものであるだけにその収穫も大なるものであると言える。以下、最近3年間の活動の中で得られたデータの一部を示すことにする。

② 中央線日野橋鉄橋付近およびその近くの支流残堀川の水質調査

(1976, 9/14, 6:40~17:40)

(i) 溶存酸素量の経時変化

KMnO₄による滴定(朝比奈法)により測定した。

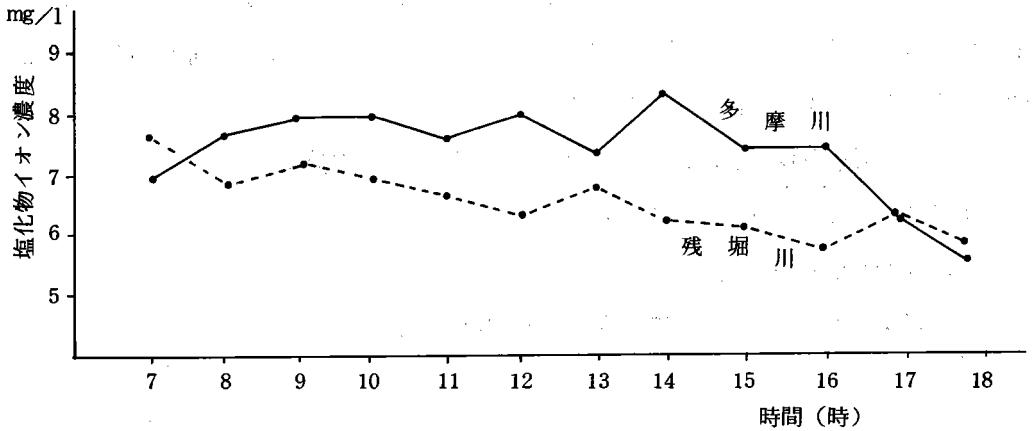


都市汚染物 (Municipal Wastes) : 公害教書では、水汚染の原因となる都市廃棄物に関して次のように述べている。「都市の廃棄物処理施設は、家、アパートからの廃棄物以上のものを処理している。全国平均では都市廃棄物処理施設によって処理される廃棄物の55%は家庭と商店からでていて、残り45%が工場廃棄物である。」

(ii) 塩化物イオン濃度の経時変化

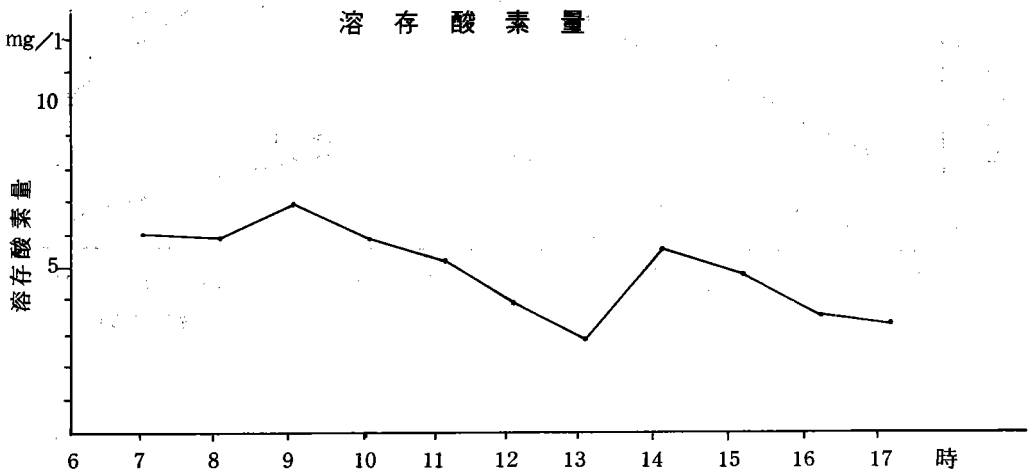
チオシアン酸第二水銀を用いた比色法により測定した。

塩化物イオン濃度



③ 多摩川日野橋下 (1979, 8/30)

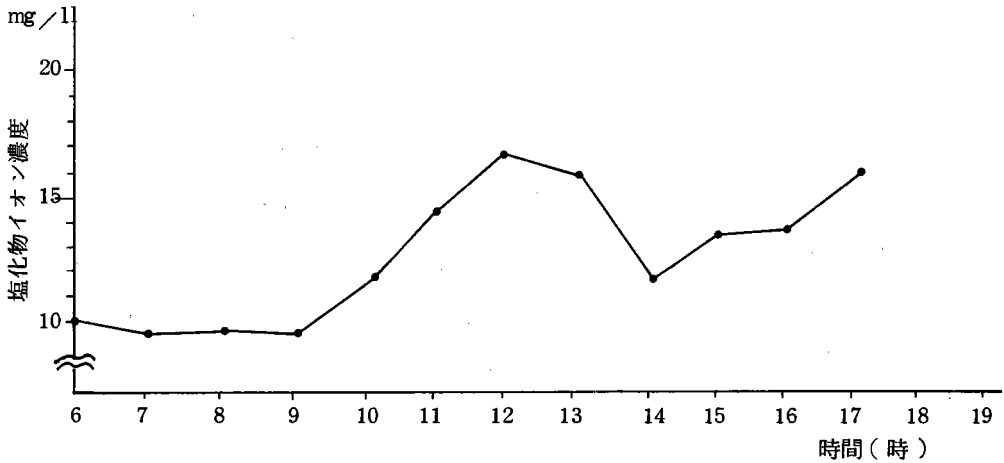
(i) 溶存酸素量の経時変化



塩化物イオン (Chloride Ion) : 塩化物イオンの定性的な検出は、塩化銀の白色沈澱による。塩化物イオンの供給源としては、塩化ナトリウムによるものが主であるが、共存するイオンなどから原因を考えることができる。供給源として通常考えられるのは、人類活動、雨や風で送られてくる塩、温泉や火山からのものである。

(ii) 塩化物イオン濃度の経時変化

ii 塩化物イオン濃度の経時変化



④ クラブ活動を通して水質調査活動を行うことの意義として考えられるもの。

- (i) 測定値からグラフを作成し、その意味を考える機会を持つことができ、データをいかに解釈するかということに対しいろいろな仮定を設定し考える態度ができる。
- (ii) 不完全な結果のみしか得られないにしても、その研究体験は強く記憶に残り、科学的分野の職業がどんな忍耐力を必要とするか知る。
- (iii) 環境化学に関するテーマを選ばせると、かなり公害の問題に関心を持つようになるので、その防止法を研究させるための動機づけも与えられる。

(都立立川高校)

嫌忌量 (Dislike Value) : 魚は、水中の有害成分の濃度がある一定量を越えると、忌避行動をおこすようになる。この時の濃度のことを嫌忌量 (けんきりょう) といい一般的には致死量の十分の一である。

(2) 自然環境を考えさせるための水質調査年間指導計画

文京高等学校においては、特別講座において、教師および生徒の自主的な活動を展開している。その中の一講座として講座・「科学研究グループ」を設け多摩川の水質調査を行っている。この講座を設定した最大の理由は、本校生徒には、河川や環境に対する認識や意識がうすいことがあげられる。また、現状では、カリキュラムにおいて環境教育の実施が難しいという問題意識もあった。

したがって、本校で行っている多摩川の水質調査では、水質の化学分析を行い、データを集める事に主眼はなく、むしろ河川に出て調査をするなかで、川の現状を知り環境という問題について、認識を深めることにある。そのために、水質分析は、現地でその値が得られるような方法を考え、化学分析のみでなく、水中生物の生息状況などもあわせて調査することにした。

A 活動前の生徒の多摩川に対する意識

調査活動を行う以前に、生徒は、多摩川について、どの程度の知識・意識を持っているかを調べた。調査方法及び内容については、先の多摩川についての意識調査と同一のものをを用いた。調査結果は、できるだけ処理しない数値のまま記載し、記述は、そのまま記録することにした。

① 一般生徒の多摩川に対する意識

一般生徒（多摩川の調査に参加していない生徒）45名についての集計結果を次に示す。

設問1 あなたは、最近一年間で多摩川に行ったことがありますか。

「はい」と答えた生徒	男子 8名	女子 2名	計 10名
「いいえ」と答えた生徒	男子 14名	女子 21名	計 35名

全体の78%は、多摩川には、この一年間では行っていないことになる。男女別では、男子の方がやや多摩川に行く事が多いようである。

特別講座 (Extra Glasses) : 都立文京高校では、一般教科にない講座として、「科学研究グループ」、「ろうけつ染」、「趣味の園芸」など40以上にのぼる講座が開かれている。週一時間ものがほとんどである。なお受講しても卒業単位には含まれない。

設問2 行ったのは何回位ですか。

設問1で、最近一年間で多摩川に行ったことがある生徒10名について、その回数を聞いたところ、8名が1回であり、2回が1名、かぞえきれないが1名であった。

ここで、かぞえきれないというのが1名いるが、これは、通学のため毎日、多摩川を渡ってくるためである。

設問3 なにをしにいきましたか。

行動の目的について、生徒の記述をそのまま載せた。

◎1回行ったことがある。

男 子	女 子
a 友人の家を訪問した。	a 知人の家に遊びに行った。
b 多摩動物園に行く時に電車で渡った。(2名)	b 遊びに行った。
c サイクリングに行く途中に橋を渡っただけである。	
d 野球をしに行った。	

◎2回行ったことがある。

熱廃水 (Hot Waste Water) : 蒸留や湯洗廃水のような温度の高い廃水のことをいい高温廃水とも言われる。日本でも石油コンビナートの高温廃水による尾鷲湾のハマチ養殖所の被害などが報告されている。

男子1名

- a 多摩川の上流の奥多摩に登山をしに行きました。
- b 友達が多摩川のわきに住んでいるから、彼の所へ遊びに行った時。

◎かぞえきれない

男子1名

- a 通学等で23区内にくる時、多摩川を渡る。

以上、全体の22%にあたる10名の生徒について、多摩川に行った時の行動の目的について聞いてみた。このうち多摩川を通った、渡った等の多摩川へ行く事に行動の目的がないものを除くと、わずか4名(うち女子1名)が、ここ一年間に多摩川にいっただけとなる。

この結果は、先の、多摩川流域の学校の生徒に対する調査結果と大きなちがいである。

設問4 あなたは、多摩川についての話を聞いたことがありますか。

この設問は、実際に多摩川に行ったことがなくても、なんらかの形で多摩川についての知識を持っているかどうかを調べるために行ったものであり、その数値を次に示す。

	男子	女子	計
聞いた事がある	5名 (11.1%)	7名 (15.6%)	12名 (26.7%)

廃水試験 (Examination of Waste Water) : 廃水の性状を試験することをいい、BODやCODはその基礎的な資料を提供してくれる。

	男 子	女 子	計
聞いた事はない	17名 (37.8%)	16名 (35.5%)	33名 (73.3%)
合 計	22名	23名	45名

設問5 その話は、人物、書籍、テレビ、ラジオ等のようなものから得たのですか。

情報提供についての問いであるが次のようになった。

友人との話で (2名)	新聞より(1名)	その他(近所の人など)
テレビより (5名)	父親から(1名)	(1名)
書籍より (1名)	小学校の社会の教科書(1名)	

設問6 その話の内容は、どのようなものでしたか。

具体的な話の内容について以下に示す。

- 多摩川のグラウンドについてのものであった。(2)
- 巨人軍の練習場が多摩川にあるという内容

飽和溶存酸素量 (Saturation Dissolved Oxygen): 水の中にとけている酸素の量は、水質が汚染されていない上流の方では、飽和に近いが、汚染が進んでいる下流域では溶存量が減少するという現象が多くの河川でおきている。酸素の溶解量については、温度とも重要な関係がある。

- 玉川上水について
- 多摩川の堤防がこわれた話
- 学校の映画で多摩川に関するものを見た。(内容は覚えていない)
- 多摩川でつれる魚のことを父から聞いた。
- 川の水が汚れてきているという事。しかし、最近そのようなことは、あまり聞かない。
- テレビで、アナウンサーが多摩川について少し話した。
- 多摩川で魚がとれるようほなったということ。
- 玉川兄弟のこと

設問7 あなたは、多摩川にきれいな水が流れていると思いますか。

設問6までで、多摩川についての知識を問う設問を設けたが、なんらかの形で多摩川と接触のあった生徒は、18名(40%)いることがわかった。したがって、残りの60%の生徒については、具体的な多摩川に関する情報がないことになる。そのようなこともふまえて、多摩川にどのような水が流れているか質問してみた。したがって、これらの結果の中には河川全体を通じたイメージも含まれていると思われる。

思う……………9名(20%)

思わない……………36名(80%)

多摩川ならずとも、河川については、きれいな水が流れていると思わないと答えたものが、多かった。

次に、多摩川に関してどのような知識を現在持っているかを記述させるため、設問を設けた。

メッキ工程廃水(Metal Processes Waste Water) :メッキ工場から排出される廃水は、その毒性のためにきわめて重大である。未処理のまま排出される排液の中には、シアン化合物、クロム、銅、ニッケルや亜鉛などのような重金属が含まれている。

設問8 あなたは、多摩川についてどんなことを知っていますか。

集計結果を次に示す。

- a 「もろこ」や「くちぼそ」が釣れるということ。(2)
- b 東京都の水源となっている。(1)
- c 川岸には巨人軍のグラウンドがある。(7)
- d 水が汚いにもかかわらず魚がいる。(1)
- e 一級河川である。(1)
- f 東京都と神奈川県の間にある。(3)
- g 東京湾に流れ出ている。(3)
- h 昔、洪水があった。(1)
- i 上流にダムがある。(1)
- j 立川で浅川と合流している。(1)
- k 台風によく、堤防がくずれやすい川(1)
- l ホタルを放したという話。(1)
- m 玉川上水のこと。(2)
- n 最近少しきれいになってきたということ。(1)
- o 名前だけは知っている。(1)
- p 何も知らない。(2)
- q 無答 (20) ⊕ ()内の数字は頻度をあらわす。

答えの内容は、多岐に渡るが、東京を流れている代表的な河川である多摩川について、その名前も知らないものがあること。また、無答が20にも及ぶこと等は、特に問題である。多摩川

し尿処理：海洋投棄、消化処理、下水道投入、農村還元の4つの方法がある。東京都では、海洋投棄が50%を占め、消化処理が次いで37%となっており下水道投入は8%である。

についての感心のうすさを示しているものと思われる。

設問9 あなたは、多摩川がどんな川であってほしいと思いますか。

この設問に対しては、前問で無回答であった者も回答しており、その中には、きれいな川であってほしいというものが多かった。具体例を以下に示す。

- a きれいな川であってほしい。(どの川についてもそうであるが)(23)
- b 下流の方でもたくさん魚のとれるような川であってほしい。(3)
- c きれいであるという以前に、いつまでも川として「水」が流れてほしい。
- d 自然を保てるような川であってほしい。
- e 泳げて、魚のいる川になってほしい。(2)
- f 水の澄んでいる川になってほしい。
- g 今のままでいい。
- h 埋め立てられない川であってほしい。
- i 無答 (12)

(注) ()内の数字は頻度をあらわす。

aのきれいな川であってほしいという回答が非常に多く、項目の数としては、8項目であった。

設問10は、多摩川および付近の川について何でも書きたい事を書いてもらった。その結果、ほとんどのものが、現在の川は、汚れているので、もっときれいにしてほしいという内容であった。多摩川以外では、荒川、石神井川、渋谷川、神田川、江戸川、音無川、目黒川などについて記述されていたが、いづれも、かなり汚れているという事に関する記述が圧倒的に多かった。

重金属汚染(Heavy Metal Pollution): 重金属によってもたらされる大気汚染、水質汚濁、土 汚染および食品汚染などを総称して呼ばれている。特に問題とされている重金属には、クロム、水銀、カドミウムなどがあり、この他にも数は多い。

② 特別講座受講生の場合

特別講座受講生に対し、上記のアンケートと同じものを実施した。その結果については、①の結果とほぼ同じであった。したがって、本校生徒の場合には、付近に荒川（下流）、石神井川などの汚濁度の高い河川の状態を見ているため、河川というものを思いうかべる場合には、きたない、人工化しているなどというイメージがまずはじめに浮かぶようである。

また、どのような川であってほしいかという問いに対しては、単にきれいであってほしいとの回答が多く、次いで魚の住める川など少数の意見を見るだけであった。この事は、現在の河川についての具体的な知識が無いため、感覚的なイメージとして、今後の河川に対する希望を述べたものであり、直接体験を伴った環境教育の必要性を痛感させられる。

このような生徒の状況にあって、多摩川を中心とした水質調査を行って、具体的なデータをもとに、河川を観察し、あわせて環境認識を深めようと学習活動を展開した。

B 学習活動の概容とねらい

① 学習指導のねらい

理科教育においては、直接自然にふれるなかで行う学習がその根幹となるべきであり、近年理科学習指導に対する教材開発が多くなされ、学習の個別化も進められてきている。特に、化学分野においては、物質を取り扱う機会を多くし、物質変化を実感をともないつつ認識を深め、物質の性質を学習するよう工夫が行なわれている。

しかし、このような傾向を堅持することのみが、すべての生徒の学習意欲を喚起する唯一の手段とは思えない。つまり、生徒の興味や関心の多様な現代の状況において、これら生徒が意欲的に学習に取り組むためには、実験技術を完全に修得させ、その結果の検討に参加させることのみでは、十分な学習活動を保証することにもならないと思える。しかも、本校の生徒の現状では、先の調査でも明らかなように、科学的な思考をふまえた環境教育の必要性が望まれる現状にある。

そこで、化学教育という基盤を持ちつつも、自然科学という立場を前面に出し、自然環境を課題とした学習を進めるなかで、生徒の自然に対する認識を深め、学習の課程で環境問題を思

教材開発：教材とは、教育の素材を一定の教育目的に即して編成された意図的な媒体をさし継続性、順序性といった関連性をもって構成されている教育的意味を持った教育内容の単位である。それらの教材の質を高めるためにも教材研究を行い、優れた教材を開発する必要がある。

考する人間に成長するよう指導することをねらった。そのような観点に立って学習を進めるために、野外に出て調査を行い、さらに、個々の生徒に対応し、個性を生かした指導を展開させるため、小人数で実施した。

② 学習活動の概容

本校「特別講座・科学研究グループ」の受講者を対象とし活動を行った。活動は、原則として週一回行っており、そのうち、月ごとに一回、野外に出て調査を行う。

校内では、野外調査のための準備、調査結果の整理・検討および新しい調査方法の開発を殊った。野外調査は、多摩川を中心とした河川の水質調査であり、主な調査地点として、多摩川上流付近の羽村と、中流の府中市関戸橋付近を選んだ。

調査は、水の外観観察、化学分析による水質判定、指標生物を用いた生物学的水質判定および金属の浸漬実験による、腐食量の経時変化である。

(i) 化学分析および外観観察

現地では、pH（ガラス電極法、日立堀場H-7 sd）、 NH_4^+ 、 NO_2^- 、DO、CODについて簡易測定を行う。

水の外観観察については、特に生徒の作成した、透視度計による透視度の測定、浮きによる流速の測定の他、水の色、懸濁物、沈澱物、臭い、気温、水温などについて調べる。



野外での化学分析

(ii) 生物学的水質判定

今回の調査では、Beck-Tsuda法により生物指数（biotic index）を求めて水質判定を行った。この方法には、 α 法と β 法があるが、本調査の目的からして α 法が適当であると思われる。ここにその概略を示す。

β -法： β -法は、コドラートの範囲にとらわれず、瀬に限定しないで底生生物の採集を行う方法で、その地点の底生生物のほぼ全てを採取する。上流側でレーキを用いて石れきをひっかけ、ころがして流れてくる生物をサラン網などで採取する。



コドラートを置いたサンプリング



透視度計による透視度の測定

(a) 測定地点の条件

- 川の瀬の石れき底でサンプリングする。
- 石れきの大きさは、すいか大からみかんの大きさ程度とする。
- 流速は、100～150 cm/s程度
- 水深は、ひざ程度までの所でサンプリングする。

(b) 現地測定の方法

50 × 50 cmのコドラートを水底におき、その範囲の肉眼 物を全部採取する。採取した肉眼動物は、広口ビン(3cm ϕ 、深さ10cm程度)に入れ、5～8%ホルマリンを川の水の10%程度入れビニールテープで密閉する。次に、採集日、地点等を記入し、持ちかえり、同定する。

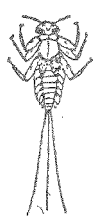
瀬(Shoal)：河川の場合は、浅くて流れの急な所のことをいう。

(c) 同定と水質判定(簡易法)

測定現場では、ポリエチレンに封入した、生物標本とパンチカードを用いた同定の方法を用い、水質判定を行う。水質判定の基準は、次の通りである。

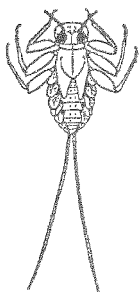
食腐水性水域

- 水生昆虫の種が多い時。
- ヒラタカゲロウやタニガワカゲロウの類が5種以上いる時。



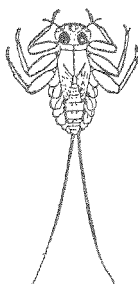
ヒメヒラタ

カゲロウ



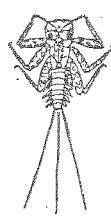
エルモンヒラタ

カゲロウ



ユミモンヒラタ

カゲロウ



シロタニガワ

カゲロウ

- ウルマーシマトビケラがいる時。
- サワガニやヨコエビがいる時。



ウルマーシマトビケラ



サワガニ



ニッポンヨコエビ

- アミカ、シギアブ、ウスバガガンボがいる時



ニホンアミカ



シギアブ



ウスバガガンボ類

貧腐水性 (Oligosaprobic) 水域 : 化学的には酸化や無機化の完成した段階にあり有機物は分解されてしまっている。DOは多くH₂Sの形成などはない。動物も多種多様いる。

- プラナリアがいる時。



食腐水性から β -中腐水性水域

- キイロカワカゲロウがいる時
- コガタシマトビケラがいる時



キイロカワカゲロウ

コガタシマトビケラ

- 無色のユスリカがいる時
- スジエビがいる時
- カワニナがいる時

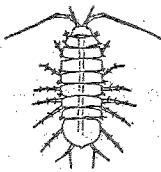


β -中腐水性から α -中腐水性水域

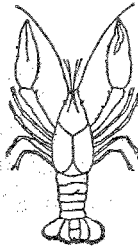
- ヒメカゲロウは、 β -中腐水性水域にいる。
- 赤色ユスリカは、 β -中腐水性から強腐水性水域
- ミズムシ、ザリガニがいる時



セスジュスリカ



ミズムシ



アメリカザリガニ

中腐水性 (Mesosaprobic) 水域：化学的に酸化過程が進行している段階でDOは多いが、BODは比較的高い値を示すことがある。有機物としては、アミノ酸や脂肪酸のアミノ化合物が多い。動物は、ミクロのものも多い。

- シマイシビルがいる時は、 α -中腐水性水域



— α -中腐水性から強腐水性水域 —

- イトミミズがいる時

(d) 同定と水質判定 (α 法)

採集してきた、肉眼動物をシャーレに移し、同定する。同定の後、汚水生物学的指標生物表を採集し、汚濁非耐忍性種の種類数；Aと汚濁耐忍性種の種類数；Bを求め $2A + B$ をもって生物指数とする。

コドラートのサンプルは、2回とり、おのおのについて計算して出した生物指数のうち大きい方を採用する。右に、汚濁階級と生物指数との関係を示す。

2A + B	階 級
> 20	きれい
11 ~ 19	ややきれい
6 ~ 10	かなりきたない
0 ~ 5	きわめてきたない

(iii) 金属の浸漬実験

河川に行っている物質変化に対する知見を得るため、直接金属試片を河川中に浸漬し、表面状態の変化、腐食減量の測定を行った。

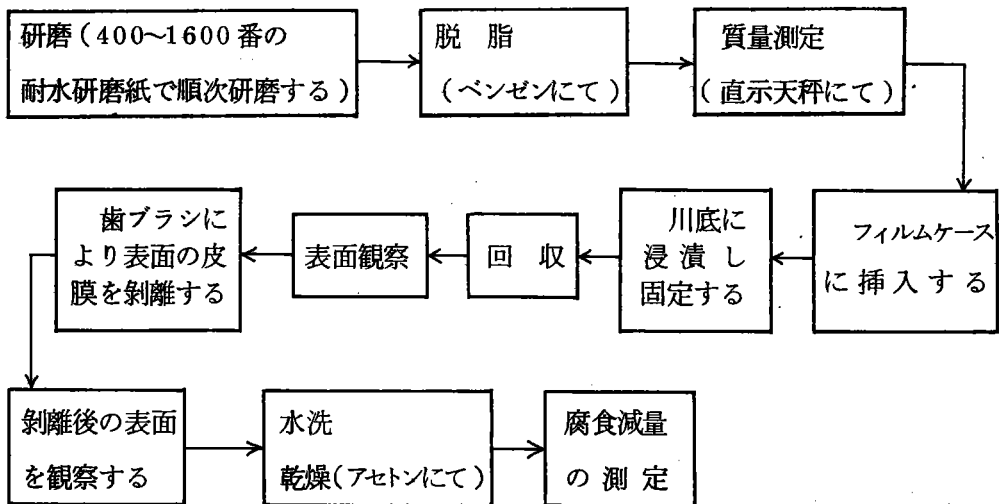
金属試片は、フィルムケースに挿入し、釣り糸によりいくつかのケースをつなげて川底に固定し、一定期間を経過してから引きあげる。浸漬実験に使用した金属は、Fe、Cu、Alである。

金属の浸漬実験の手順をブロックダイアグラムにて示すと次のようになる。



腐食面の表面観察

強腐水性 (Polysaprobic) 水域：化学的には還元や分解による腐敗現象が著しく、DOはほとんどない。BODの値はかなり高く、強い H_2S 臭があることもある。蛋白質やその高次分解産物が豊富に存在する。



C 年間活動計画

① 目的

この活動計画は、特に河川の本流とそれに対して流入・流出する水（河川水、家庭排水、湧き水など）との関係を知り、河川を動的にとらえさせるための教材として設定したものである。活動を行うにあたり、特に主眼をおく点は次の9項目である。

- a. 活動を行うにあたり、個々の生徒の興味・関心を重視し、個に応じた指導を実践する。
- b. 実際に河原にでて活動を行うことにより、直接体験を通して河川の現状を知らせる。
- c. 測定器具は、できるだけ自作のものを使用し、積極的な活動を助長する。
- d. 河川の本流と支流の合流している地点では、合流の前後によって水質がどのように変化するかを調べる。同時測定を行ってみる。
- e. 支流からの流入の他に、本流に流入してくる水の流れがあるかどうかを調べてみる。ある場合には、それらの水質と本流に対する影響を調べる。
- f. 本流の水が流出する場合についても調べてみる。
- g. 河川に行っている物質変化を、金属の河川への浸漬実験により調べて、空気中においた

直示天秤：秤量値が投影目盛によって直示される天秤で早く精密な値を測ることができる。原理は、うでの一端に多数の分銅と皿がつるしてあり、他端にこれとつりあうおもりがかけてある。物体を皿にのせ重さを測るときには、かけてあるおもりをバランスがとれるところまではずして行く。

場合などと比較してみる。

h. 河川の行っている自然浄化作用について考える。

i. 河川の状況についてデータをもとに考える方法を実践させ、環境について考える資質を育成する。

以上は、活動を展開するにあたり、主眼をおく点であるが、この他にも、生徒の活動のようによっては、個に応じた活動目標を設定する。

② 年間活動計画と調査事例

上記 a ~ i を考慮して年間活動計画を作成した。

4月の調査活動

校内での活動

- 水温、気温の測定法について学ぶ
- ◎ 透視度計を製作させ使用方法に習熟させる。
- 採水などについては、校内のプールの水などを利用して実際にやってみる。
- 多摩川に関するアンケート調査を行い、生徒の河川や環境に対する知識や認識の程度について調査する。
- 石神井川における調査の準備を行う。

(◎は、器具の製作も含んでいることを示す)

野外での活動

- 学校の近くにある石神井川で採水し、その水質について調べる。

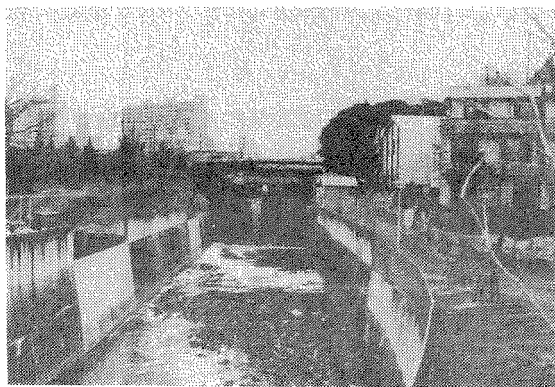
(透視度、水温、気温、pH、水の外観観察)

残留農薬：農作物や農用地に残留している農薬をさし、農薬そのものが残っている場合と、農薬の成分である物質が化学的に変化して生成した物質が残留している場合がある。残留農薬は人畜に有害である。

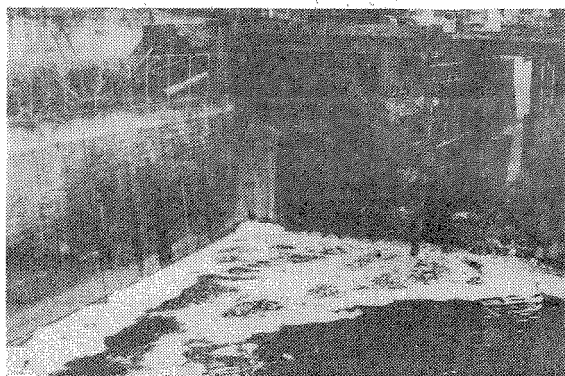
備考

- この月は、活動開始する月であり、参加生徒には、化学的な知識のないものもいるので、水質分析などについてあまり深入りしない。付近の川の現状を全員で見に行き、採水、水温測定など誰にでもわかる項目について調査を行う。

調査場所として、学校の近くを流れている、石神井川とし、現地までは歩いて行ける程度の所を選定する。調査地点は、石神井川と赤羽線との交差点で池袋商業横である。この地点では、洗剤による泡がたえず発生しており下水臭がある。



石神井川と赤羽線との交差点



発泡現象がおきている

発泡 (Foaming) : 泡立つことをいう。液体中に液体の表面張力を変えるような物質を加えた場合におこる。中性洗剤の使用により、河川が汚染された多数の泡沫を生じている。

5月の調査活動

校内での活動

- 石神井川で採水してきた水について、パック試薬（共立理化）を用い、アンモニウムイオン（ NH_4^+ ）、亜硝酸イオン（ NO_2^- ）などについて調べ、比色分析法の基本を学習する。
- また、他の調査項目の溶存酸素（DO）、化学的酸素要求量（COD）、ピーエイチ（pH）などについても実際に調べてみる。DOについては、水道水で行う。その際、かきまぜた時と静置させておいた時などを比較させ、測定方法により結果が大きく左右されることを認識させる。
- ◎ 今月の調査で金属試片を浸漬するので、フィルムケースによりホルダーを製作する。
- 調査の前日に、金属試片を磨き乾燥させ、質量を測定し、デシケーター中に保管する。
- 野外調査のための資料集を生徒に渡す。必要があれば、読む場所を指示する。

野外での活動

- 調査地点へ行くまでの間に、調査地点の地図、調査用記録用紙を渡し内容について話し合っておく。
- どの地点で調べるか、調査の手順はどのようにして行うかを考えさせておく。
- 測定現場は、京王線中河原より徒歩5分の関戸橋下とする。
- 測定値はもとより、測定中に気がついた事などは記録用紙に記入させる。
- 昼食時に、自分達の記録した内容や測定方法の問題点等について意見を交換する。
- 金属試片を浸漬する。（全員で行い、場所を記録しておく）
- 午後の活動の後でデータを交換しあい、まとめる。

パック試薬：水質検査など水質を簡易測定する時に用いる試薬である。透明なポリエチレン製のパックの中に試薬が入っており、パックに穴をあけて検水を入れたりして分析することができる。

- 調査活動全般を通じての感想、疑問点および多摩川についての印象を記録し調査を終える。

備考

- 調査にできるまでに、調査内容、測定方法について習熟させるようにする。
- 第2回目の調査であるが測定項目が多くなり、作業量が増加するので、生徒の活動には、特に注意を配り、その都度適当な指示を行うよう心がける。
- 次回の調査との連続性を持たせるために腐食試験の場所の選定には注意をする。他の人に荒らされて、試片がなくならないような場所で、水位の変動なども考慮して浸漬する。浸漬した場所の流速や、水質、位置などについては明確にしておくことが必要である。



腐食試験用フィルムケースの浸漬

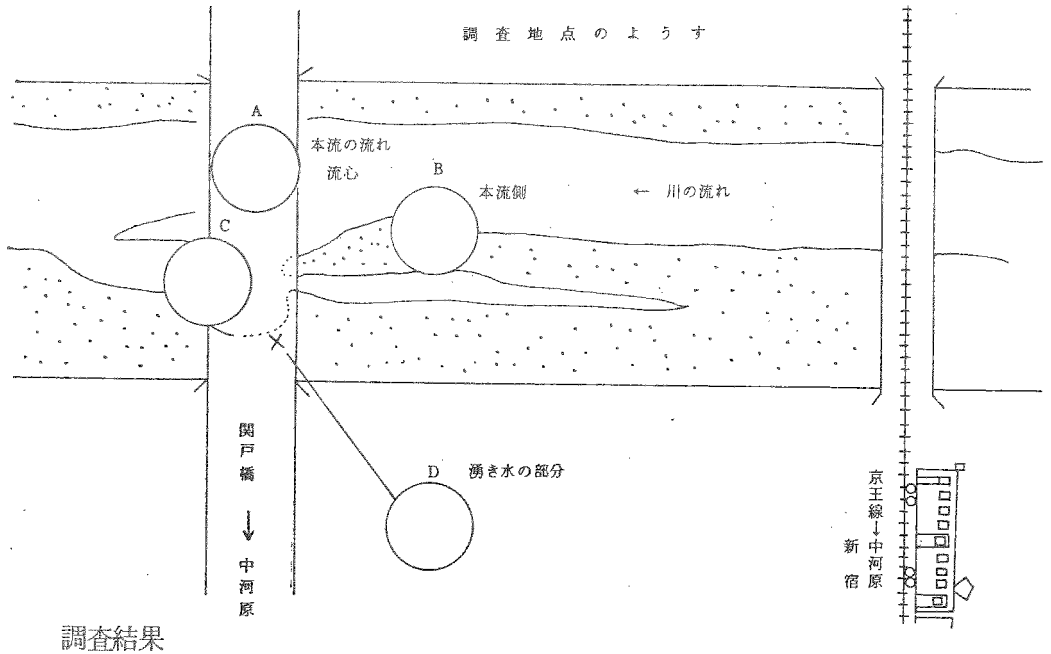


ガラス電極式 pHメーターによるpH測定

ガラス電極 (Glass Electrode) : 水素イオン濃度の異なる2つの溶液の境界に、うすいガラス膜をおくと、両者の間に電位産生する。このことを利用して pHを測定するのであるが、その時用いる電極をガラス電極という。

関戸橋付近における調査事例 ー 1

調査地点のようすをあらわした記録用紙



調査結果

地点	気温 (°C)	水温 (°C)	透視度 (度)	pH	COD (ppm)	DO (ppm)	NO ₂ ⁻ (ppm)	NH ₄ ⁺ (ppm)	水の外観など
A	31	27	40	6.9	4.0	—	0.5	0.5	
B	31	27	40	6.9	4.0	9.0	0.2~ 0.5	0.5	白いわたのよう なものがわずかに ある。
C	26	23	99以上	6.5	2.0	7.0	0.01	0.5	たまり水のよう になっており、深 緑色をしていた。
D	26	19.5	99以上	6.6	0	1	検出 されず	0.5	川岸に流出して いる湧き水で、き れい。

(ただし、この結果は、'80、7・14のものである)

河川浄化 (River Purification) : 河川浄化は、大別して、河川清掃、汚泥消化促進および希釈の三つに分けることができる。河川清掃は、水面に浮遊している物質を除去することで、汚泥消化促進は、水中の溶存酸素量を増し好気性微生物による消化を促進するものである。希釈は、流量を大きくして汚泥運搬や自浄作用を強める方法である。

上の水質調査の結果を、次のような基準でイメージ化させてみた。

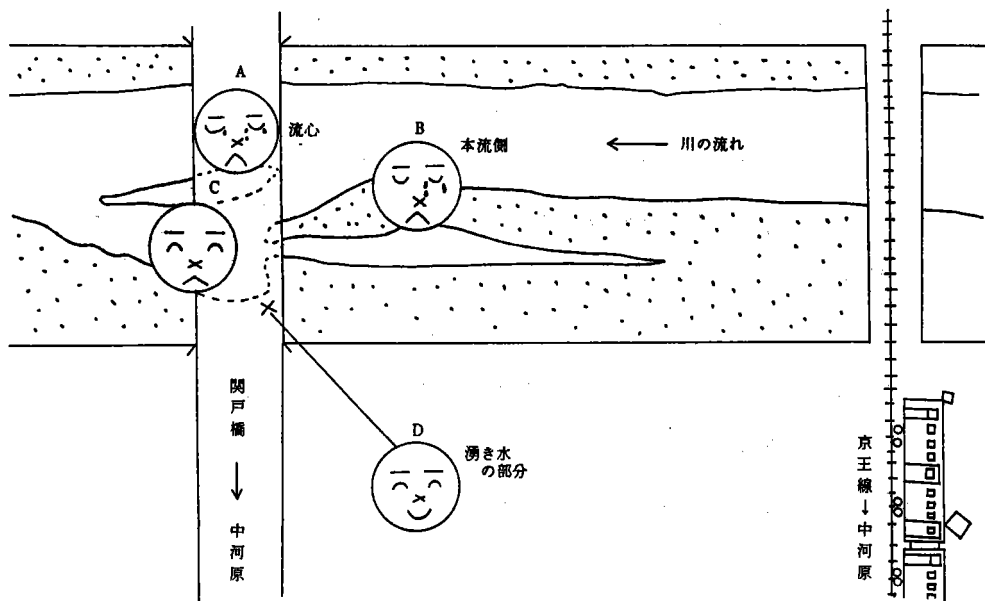
(まゆ毛) (まゆ毛)……CODが8ppm以下なら — —、8ppm以上なら \ / と
してまゆ毛を書く。

(目)……透視度が60度以上なら ((、60度以下なら))
として目を書く。

(はな)……アンモニウムイオンが検出されなければ ○、検出されれば × として鼻を書く。

(口)……亜硝酸イオンが検出されなければ ∪、検出されれば ∩ として口を書く。

調 査 結 果



(生徒の感想・記録から)

- a. かなり橋の下の流れが速く、湧き水が化学的にもきれいなのにおどろいた。本流の水質も調査以前に考えていたものと比べるときれいである。(BとD付近について)
- b. こんなきれいな湧き水がでていたと思わなかった。つめたくてきもちがいい。(D地点)

へドロ：本来は、河口、沼、湾などの底に堆積する軟弱などろのことをいっていた。最近では、都市廃棄物、産業廃棄物などの有機性または、無機性汚泥が水底にたまって形成するもののことをいっている。

- c. 中流だけあって、江戸川の下流付近よりだいぶきれいであった。しかし、上流のような気持良さは感じられない。
- d. B地点では、水の流れが他の地点に比べて速い。この付近では、水深も深くなっている。また、あまりにもヒルがいるのでおどろいた。(Bについて)
- e. しみるようで冷たい水であった。石は、あまり大きなものはなく、全体が丸みを帯びている。石には、緑色のもののようなものがついていて。(C付近の川底)
- f. 石のまわりには、ぬるぬるしたものがついていて、その上を歩くのは気持が悪い。(B地点の川底)

6月の調査活動

校内での活動

- ◎ 新たに、指標生物を用いた水質判定を行うために、アクリル板によりコドラートを作成する。
- ◎ 多摩川で見受けられる指標生物についてのカードをパンチカードを用いて作成する。(従来のデータや資料をもとに、多摩川で見受けられる水中生物をまとめる)
 - コドラートサンプルの同定
 - 腐食試片の浸漬後の質量の増減を測定する。

野外での活動

- 調査地点は、前回と同様、府中市の関戸橋付近である。
- 調査の手順については事前に打ち合わせておく。
- 今回の調査では、水中生物による水質判定を行う。判定は自作カードを用いて行う。
- 水質の化学分析を簡易測定法で行い、生物学的な水質判定による結果と比較する。

曝気(ばっき)(Aeration):きばくともいい、水や液体中に空気や二酸化炭素を送りとかしこむこと。

- 腐食試片の存在を確認するとともに、各種の金属試片について1サンプルずつ引きあげ、表面観察を行い、表面皮膜を歯ブラシにより剝離し、表面をアセトンにより乾燥させ、持ち帰った後校内で質量の減少量を測定する。

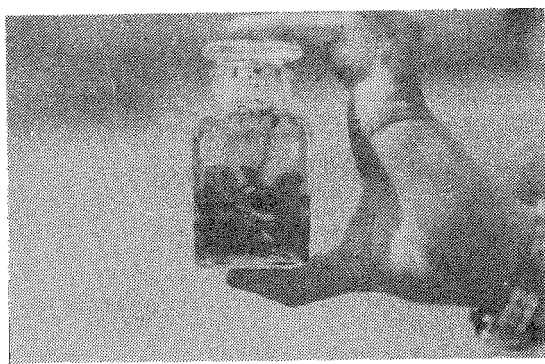
備考

- 今回の調査では、生物による水質判定を行うが、そのみに終らせないよう努める。
- 化学分析および肉眼観察によるデータとを総合させ、水質を認識させる。
- コドラートの内の生物の採集については、採集日、場所、水質の化学分析値が後でわかるようにしておく。
- 梅雨期には、水量が増すので、調査活動中の事故防止に努める。
- 生徒の活動のようすなどは、適宜記録し、ひとりひとりの生徒に応じるための資料をつくる。



水中生物の採集

採集したコドラートサンプル



富栄養 (Eutrophic) : 湖沼に洗剤、肥料、廃棄物のような栄養を加え続けることによって人間は富栄養化の過程を促進させている。このことにより、大きい草が成長したり、魚の群もかわり湖沼は好ましくない状態となっていく。海の赤潮もこの現象の一つである。

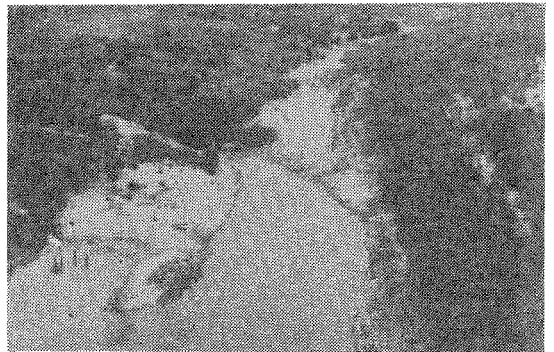
7月の調査活動

校内での活動

- コドラートサンプルについて同定を行い、簡便法による水質の判定について学ぶ。
- 腐食試片の浸漬後の質量の減少量を測定する。
- 今回の調査では、関戸橋付近の本流の水質とそれに流入してくる水の水質を調査する。そのため、この付近の地図や水の流れのようすについて、多摩川に関する資料をもとに調べてみる。

野外での活動

- 関戸橋の中央から、上流方向に目を向け、川の流れのようすをスケッチする。このスケッチの際、本流の他に、1本支流があることが観察される。
- 関戸橋の下において、本流に流入する水として湧き水がこの付近にあることを発見させる。発見できない場合は、この付近の水質を測定させ、水質が本流と大きく異なることを認識させる。
- 本流と湧き水の水質のちがいを比較する。
- 橋の上から見る事のできた支流について、水質分析をしながらそ



関戸橋から、上流方向を見る。写真の流れは、付近の湧き水によりできている支流で、橋の下で本流と合流している。

ピーエイチ (pH) : 溶液中の水素イオンの濃度をあらわす数値であり、水素イオン濃度をあらわす数値であり、水素イオンの濃度を $[H^+]$ であらわすと、 $-\log [H^+] = \text{pH}$ となる。 pH は、7 が中性であり 7 より小さいものは酸性、7 より大きなものはアルカリ性である。

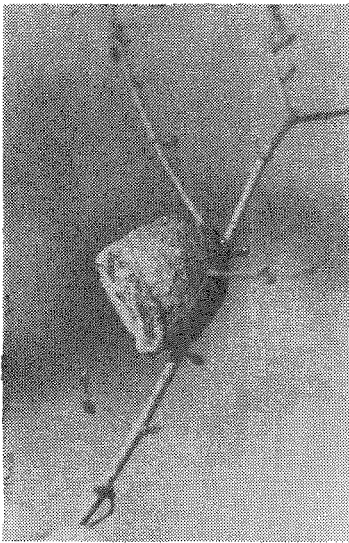
の源をさぐる。(この調査は、実際に水の中に入って、上流方向に進んで行く。)

- 適宜、簡便法による生物学的水質判定もあわせ行う。
- 自分達の作成した地図(関戸橋から見た時のスケッチ)を修正し、そこに調べたデータを記入する。
- 腐食試片を1サンプル川底から回収し、表面観察を行った後、表面皮膜を剝離し、乾燥させ、持ち帰る。

備考

- この地点では、川岸から本流へ湧き水が流れ出ていることが以前から知られている。
- 関戸橋から見られる支流(ここで取りあげた流れ)は、湧き水が集まってできたもので本流の水質と大きな差がある。

流れの源を調べて行くと、最終的には、水の流れがなくなっており、その付近や、流れに沿った地点で、いくつもの湧き水が見つかる。



地盤沈下: 沖積平野における地下水のくみ上げによっておこる地盤沈下がおもである。特に工業地帯では、工業用水として多量の地下水をくみ上げるにより沈下がおきている。対策としては、工業用水法、建物用地下水の採取に関する法律などが設けられている。

8～9月の調査活動

校内での活動

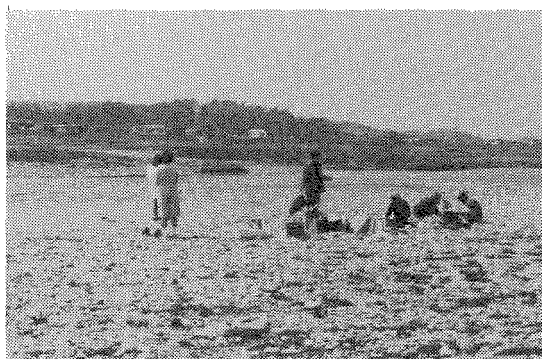
- 腐食試片の浸漬後の質量を測る。
- 調査により得られたデータを地図に書き込みまとめる。
- この付近の調査結果についてのアンケート調査を行う。

野外での活動

- 関戸橋よりやや上流に位置する所（府中市立第八中学校前）に国立排水が多摩川の本流と合流する地点がある。この付近の地形と川の流れのようすをスケッチし、排水口付近の水質、本流と合流する地点の水質、合流後の水質、合流前の本流の水質を同時測定する。

上記のデータを地図に書き込み、合流による水質の変動を調べる。

- いくつかのポイントで生物の採集を行う。
- 腐食試片については、関戸橋付近に沈めておいた最後のサンプルを、今回の調査地点にくる途中で前回同様の処理をして回収する。



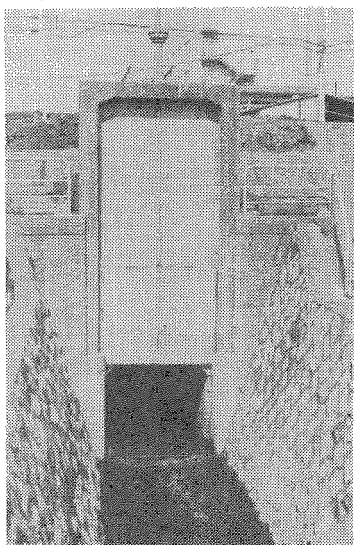
本流（中央）と国立排水（右側）の流れが合流する地点、本流の流れは速い。

水俣病（Minamata Disease）：熊本県水俣地方で発見された病気で神経が犯され四肢が麻痺し言語障害が起こる。さらには、目や鼻の機能障害もおこる。原因としては、水俣地方の化学工場の排水中に含まれていた有機水銀であることがわかった。

- 前回の結果ともあわせて、本流に流入してくる水の水質が、本流の水質とどのような関係にあるかをまとめる。

備考

- 同時測定を行う場合に、2人でペアを組み調査を進めさせる。決して一人ではさせない。
- 同時測定の前によく調査についての連絡をとっておく。
- 国立排水樋管付近では、どのようなものが流れてくるか見させる。単にきたないというだけで終らせない。



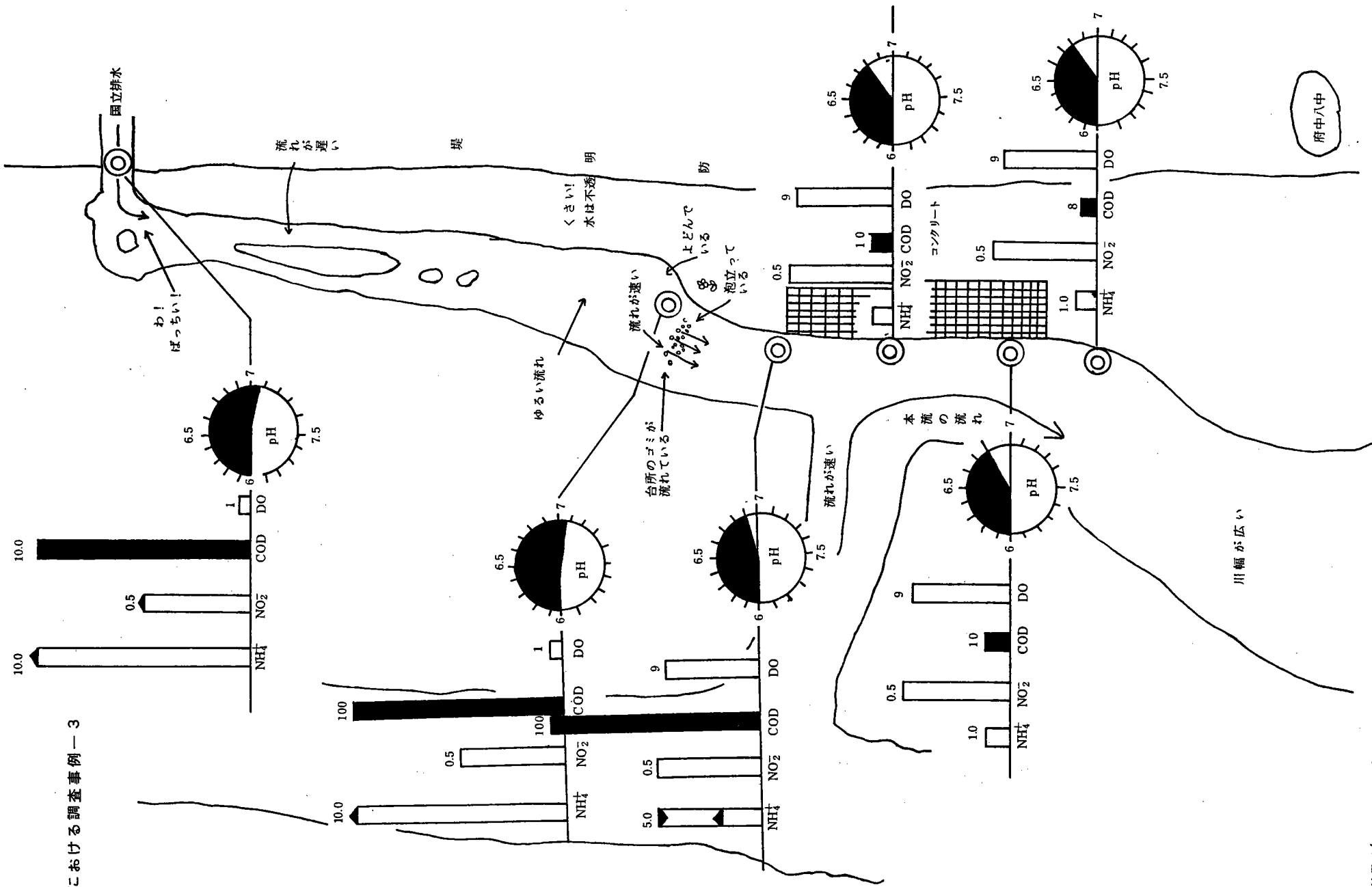
国立排水樋管。ここでは、汚水と混じってみかんの皮や洗剤の容器など流れてくる。



国立排水が本流に流入する手前の流れ。ここでは、底生生物は出現しない。少々発泡現象がおきている。

指曲り病：カドミウムが原因となっているのではないかと考えられている。指の関節が曲り痛みを訴えるのが特徴である。

関戸付近における調査事例-3



ただし結果は'80. 9. 7 のものである
2 PM

10～11月の調査活動

校内での活動

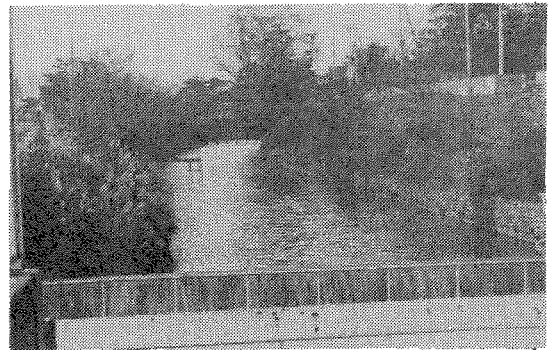
- 今までに得られた腐食試片の質量の変化を浸漬時間に対してプロットする。その結果金属の種類により質量の減少する速さについて差があることをまとめる。
- 玉川上水について調べる。

野外での活動

- 羽村取水堰の上流と下流側で調査を行う。
- パンチカードや生物標本を利用し、水中生物の同定を行う。
- 化学分析値が府中付近とどのようにちがうか調べる。

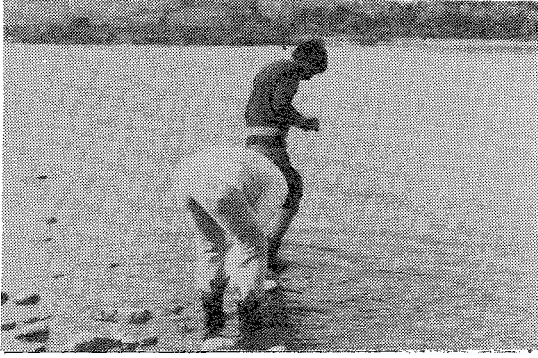
備考

- 羽村堰では、玉川上水として取水しているため、下流に流れていく水は、約10割程度である。このことに対して、中流域の水質を考えさせる。
- 玉川上水は、どのように利用されており、我々の生活とどのような関係があるかを考えさせる。
- 堰の上流側では、生息する水中生物の種類が多くなる。この点で府中付近と比較させる。



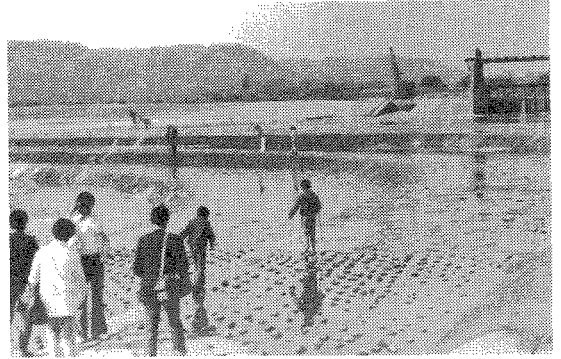
羽村の取水堰で取水された水が、玉川上水として境浄水場に向う。写真奥が羽村取水堰

目の奇病：4～16才位の子供がかかっており、視力が落ち、視野がせまくなるほか、視神経異常、運動障害、肝臓機能の低下などをおこす。原因は、農薬の中でも特に有機リン剤ではないかといわれている。



羽村取水堰の上流側にある河原での調査

堰の下流側は、歩いて渡ることができる。日曜などでは、多くの人々が遊びにやってくる。



堰から、多摩川の下流側をながめる。水量が極めて少ない。



公害病：厚生省が公害被災者救済法に基づき、公害によって引き起こされた病気であることを確認し、発生地域を指定して患者が都道府県知事から公害病であるという認定をうける。水俣病、イタイイタイ病、四日市ぜんそく、呼吸病などが現在指定されている。

12月以後の調査活動

校内での活動

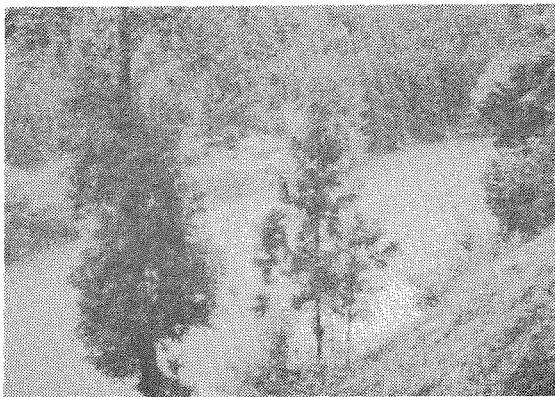
- 校内では、今までの調査活動のまとめをするとともに、研究発表会の準備をする。

野外での活動

- 12月以後は、浄水場の見学、奥多摩湖の調査、奥多摩湖湖畔にある資料館の見学を行い、多摩川の上流について調べる。

備考

- 調査研究活動の終りに、多摩川に関するアンケート調査を行い、多摩川を通して、環境について、どのように考えるようになったかを調べる。



奥多摩における多摩川の流れ、水の色は、うす緑色をしている。



奥多摩湖のようす。山々にかこまれて自然を感じさせるが、かつてここに民家があった。

試料 (Sample) : 水について言えば、各種の試験を行うために採取した水のことである。この試料から個々の試験のために分けた水は検水と呼ばれている。

D 活動後におけるアンケート調査

① 調査結果

このアンケートは、年間指導計画の中のでてきた、調査事例-2および3を見ながら答えさせたものである。(調査事例-2をA、調査事例-3をBとする。また、S₁~S₂は生徒を示す。)

設問1 Aにおける本流と本流に注ぎ込んでいる支流の水質には、どのようなちが
いがあると言えますか。

- S₁ 支流の水質の方が本流の水質よりきれいである。
- S₂ NO₂⁻の濃度に大きな違いがみられる。
- S₃ 本流の方が、NH₄⁺、NO₂⁻、CODともに高い値を示しているので、汚れていると
思う。また、支流については、上流の方程式水がきれいになっている。
- S₄ 本流の方が水質が悪い。
- S₅ 湧き水(支流)がとてもきれいである。
- S₆ 本流の水質の方が支流の水質に比べて、NH₄⁻が約2倍、NO₂⁻が25倍、CODが4倍
の値を示していて悪くなっている。

設問2 そのちがいの原因は何でしょうか。

- S₁ 支流の方には、きれいな湧き水が流れ込んでくるため。
- S₂ 本流には、水質の悪い排水が流れ込んできているため。
- S₃ 湧き水のため、水が地中を通してきているため浄化されたのでしょうか。本流が汚れて
いるのは、国立排水等からの汚水の影響でしょう。
- S₄ 国立排水のような水が本流には流れ込んでいるためではないでしょうか。
- S₅ もちろん湧き水

水質汚濁防止法：昭和45年に制定された。目的は、「工場及び事業場から公共用水域に排出される水の排水を規制すること等によって公共用水域の水質の汚濁(水質以外の水の状態が悪化することも含む)の防止を図り、もって国民の健康を保護するとともに、生活環境を保全する。」となっている。

S₆ 本流の方は、上流（拜島、立川付近）の市街地を通るため、家庭排水や工場排水などの汚水が流れ込むためだと思う。支流の方は、たぶん、湧き水から流れができていますので、本流と比べてきれいな結果が得られたのだと思う。

設問3 Bにおいて、国立排水口から本流に注いでいる支流と本流の水質には、どのようなちがいがあると言えますか。

S₁ 排水口の方がもちろんずっときたない。

S₂ CODの値が合流してから極端に減っています。また、DOの値は、合流によって高くなっています。

S₃ 支流の方がきたない。CODが高く、DOが低い。さらには、NH₄⁺やNO₂⁻も高い値を示している。

S₄ やっぱり、国立排水口の水質の方が悪い。本流の方がきれいである。

S₅ NH₄⁺、NO₂⁻、CODなどが支流では高い値を示しており汚いことがわかる。

S₆ この場合は、だんだん本流の方がきれいです。（NO₂⁻のみ同じ値の0.5ppmを示していますが）、NH₄⁺が5.0～10.0ppm（本流1.0ppm）と5～10倍、CODが10倍、DOが1/9と、それぞれかなり水質が支流の方が悪い。

設問4 そのちがいの原因は何でしょうか。

S₁ 一般家庭からの排水

S₂ DOの値は、本流からのややきれいな水と混じって高くなったのでしょう。

S₃ 一般家庭からの排水、特に合成洗剤、台所からでる汚物のため。

S₄ 洗剤や家庭からの排水による。

S₅ 洗剤

排水基準：排水基準を定める総理府令により有害物質の許容限度やその他の物質の許容限度などについて定められている。

S6 本流が汚ない理由は、設問2で書いた通りですが、いくら汚ない本流でも、流れているうちに自然と少しずつきれいになっていくはずですが、しかし、国立排水からの流れは、本流と合流するまでに距離が短く、自然ときれいになるひまも長さもないからだと思います。

設問5 国立排水と本流の合流地点の調査をしました。データからどのようなことが考えられますか。

S1 支流の排水に近い程とってきたくない。CODが100 ppmに近い。しかし、本流とまじわると、大部うすめられるようだ。

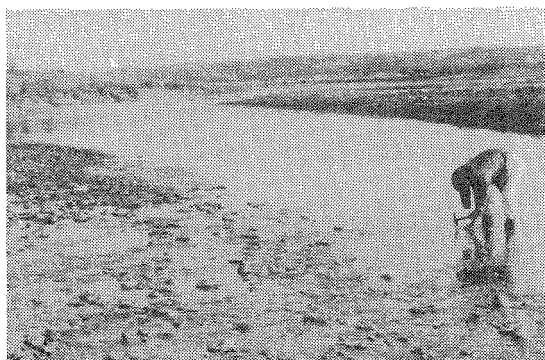
S2 3つの地点での差は、特別見られない。

S3 混合しあって、うすめられ見かけ上きれいになったように見える。

S4 2つの川の合流のようすがよくわかる。もっとくわしく調べてみたい。

S5 本流の水でうすめられているという感じ。

S6 あれ程きたくない排水から流れる水も本流と合流するとたちまち薄められていく。アン



国立排水と本流との合流地点手前



ゴミが流れついている

赤潮 (Red Tide) : 海水中にプランクトンが異常発生し、海水の色が赤や桃色などに変化することをいう。赤潮の発生の真因については、不明の点が多い。

モニウムイオンは、10ppmから1.0ppm、亜硝酸イオンは変わらず、CODは100ppmから10ppmへ、溶存酸素は、1ppmから9ppmとなっている。亜硝酸イオンの濃度に変化がないのはなぜでしょうか。

設問6 この地点の本流の水質と、関戸橋付近の本流の水質にはどのようなちがいがあると言えますか。

- S₁ ほとんど同じ。
- S₂ 特別差は見られません。
- S₃ ほとんど変化していないが、わずかにきれいになっているように見える。
- S₄ 関戸橋付近の本流の方がきれいなようだ。
- S₅ やっぱり下流にいく程きれいになるようだ。湧き水のせいかな？
- S₆ この地点と関戸橋付近とでは、アンモニウムイオンはどちらも1.0ppm、亜硝酸イオンはどちらも0.5ppmとかわらない。しかし、CODが、この地点で10ppmに対し、関戸橋付近では、8ppmと少し良くなっている。これは、関戸橋付近の湧き水や、それから流れる支流のきれいな水の中に十分に酸素が含まれているためであると思う。

設問7 国立排水に対してどのようにしたら良いと思いますか。

- S₁ きれいな排水にしてもらいたい。
- S₂ 排水は、排水であってきれいなはずはないのであるが、やはり、少しでもきれいに流してもらいたい。
- S₃, S₄ 污水处理をするべきだと思う。合成洗剤等の使用についても考えたらよいのでは。
- S₅ 排水をそのまま川に流すのはよくない。
- S₆ まさか、国立排水をなくせなんていったら、近所の方々からうらまれるけれど、そ

中性洗剤 (Neutral Synthetic Washing Agent) : 合成洗剤の中でpHが8.0~6.0のものをいう。繊維用のものと台所用の2種がある。

のまま流すのではなく、もう少しきれいにする設備をつけてもらいたいです。せっかく立川付近の汚れも少しはきれいになりかけている所へ、元に戻すようにきたなくするのは残念です。この中流付近では、まだつりができる位のきれいさがあるので、もし、このまま汚れていくと魚がいなくなり、つりができるのは、もっと上流の奥多摩～青梅だけということになったら、本当に残念です。多摩川は、利根川とならんで、都民の水をまかなう川であるので、人々がもっと川に関心を持ってもらいたと思います。

② 調査結果のまとめ

調査地点の状況については、Ⅲ-(2)A、Bに記してある中流域の調査地点の項を参照して頂きたい。

設問1は、関戸橋付近の本流と支流の水質に関するものであるが、単にきれい、きたないというのではなく、付近の状況や各種イオンの濃度などを比較した答えであって、調査前に行ったアンケート調査でのきれい、きたないという評価とは、本質的に異なる回答であることを付記しておく。

この付近では、湧き水が非常に多くあり、そのために本流に、きれいな水が流れ込んでいることの認識は得られているようである。

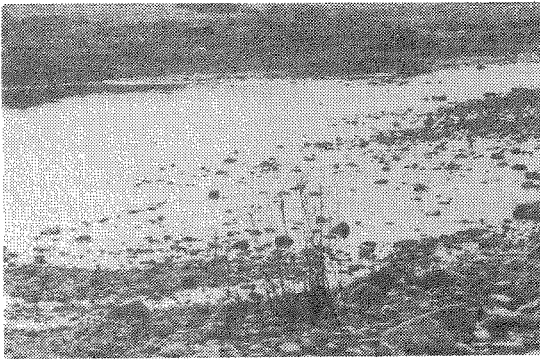
設問2は、水質のちがいの原因を問うものであるが、湧き水による原因と、本流の方が汚れている原因の2つの意見がでてきた。このことは、本質は考え方のちがいに起因するものであり、前者は、汚れている本流の水質が基本となっているのに対し、後者では、きれいな支流の水質が基となっていると考えられる。

設問3は、本流に対して、非常に汚れた家庭排水の流れが合流する前後の地点についての質問である。CODやDOの値については、10倍以上のちがいが数値として出された。水が汚れていることが、肉眼でもわかるが、汚濁の度合いがどの程度であるかを知り驚ろいていたようであった。

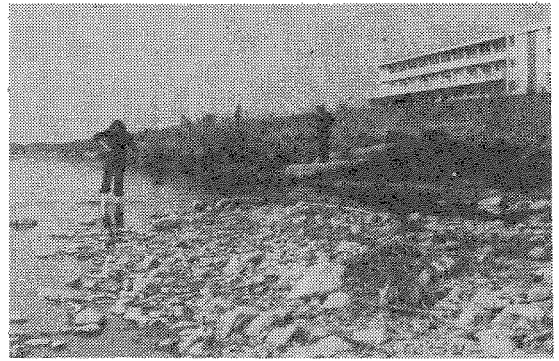
設問4について、水質のちがいの原因として、家庭からの排水、合成洗剤などが示されてい

酸性廃水 (Acid Waste Water) : 繊維工場の紡糸工程で再生された生糸に付着する凝固液を水洗し除去する際にでてくる。この廃水は、 H_2SO_4 、 Na_2SO_4 、 $ZnSO_4$ などを含むため酸性を示す。

る。これは、この付近で流れが特に速くなっている所で洗剤が原因と考えられる泡が立っていたこと、川の流れのゆるやかな所では、玉ねぎの皮など、家庭から流れ出たと考えられる物が発見されたことによると思われる。



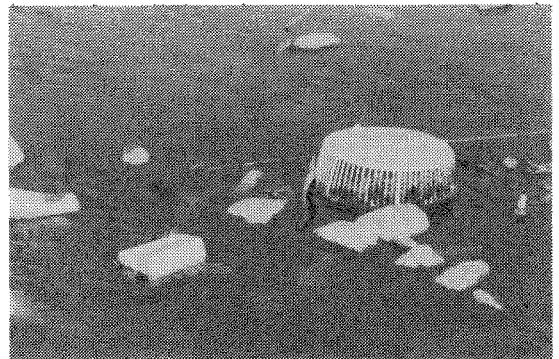
流れが速い所での発泡現象



川に浮んでいるものの調査

汚濁の原因としては、この他にも種々の要因があると思われる。その点で、指導の内容や方法について、さらに検討をすぬ必要があるであろう。

設問5では、合流によって、汚れた水がうすめられて浄化するということが気がついたようである。また、この地点についてもっと調べて見たいという積極的な意見が出てきている点に注目すべきであろう。また、亜硝酸イオンの濃度については、本流と支流との間で、それ程の差が出なかったのであるが、そのような点につ



ゴミや家庭から出たと思われる物が流れてくる

イオン (Ion) : 正または負に荷電した原子または原子団をいう。正に荷電していれば陽イオン、負に荷電していれば陰イオンと呼ぶ。

いて、データから疑問を持つ生徒もいた。

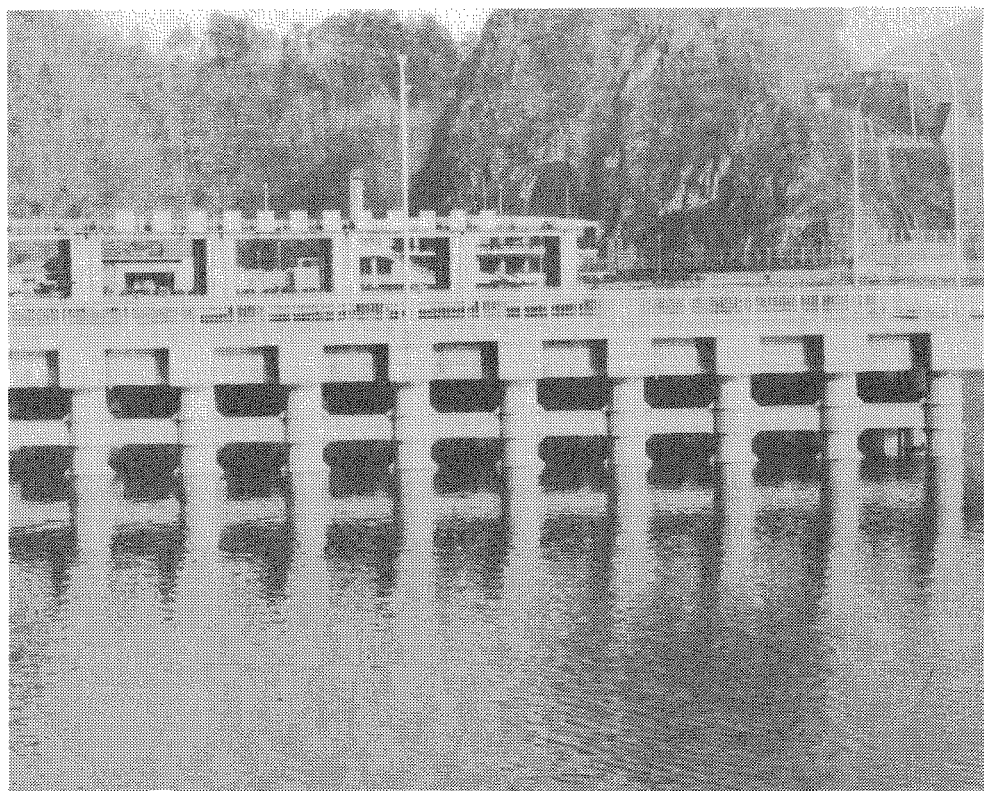
設問6 感覚的には、排水と合流した後の本流の水質の方が、きれいな湧き水と合流した後の本流の水質より汚濁度が高いと考えられる。しかし、川の水の水質については、種々の条件や現象が関与して決まってくるので、そのような単純な考えをすぐに結論できない。その点、調査に参加した生徒の回答はあくまでもデータによるもので、ほとんど変化なし、あるいは、やや、関戸橋近く（湧き水と合流した所）の方がきれいであると結論しているのは妥当であろう。

設問7については、污水处理をして流すという具体性を持って回答している。

（文京高校）

生物学的検定 (Bio-Assay)：薬剤や排水の性質を生物の致死量を求めることにより調べる方法をいう。シマンや農薬などの推定に利用されている。

VIII. 水質調査項目と解説

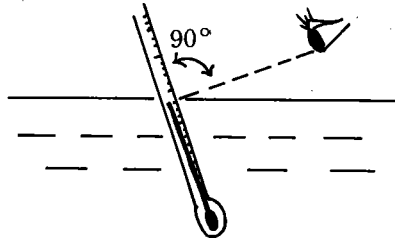


水質調査にあたっては、種々の測定項目が考えられる。ここでは、JIS「工場排水試験法 JISK 0102」を参考にして各測定項目と測定法をあげるとともに、各測定項目の持つ意味について略記することとする。

(1) 温度（気温および水温）

A. 測定法

- ① 気温……………地表面から約1 m位離し、5分位経過してから読む。この時、直射日光をさけることおよびあまり体に近づけて測らない等の注意が必要である。
- ② 水温……………温度計の示している温度付近の所まで水に沈め、5分位経過してから読み取る。この時も、直射日光はさける。



B. 意味…………… 気温は、水質判定の際の直接の要素ではないが、水温と密接な関係があり重要な測定項目である。

(2) 外観（水の色について、懸濁物、沈殿物、におい）

A. 測定法

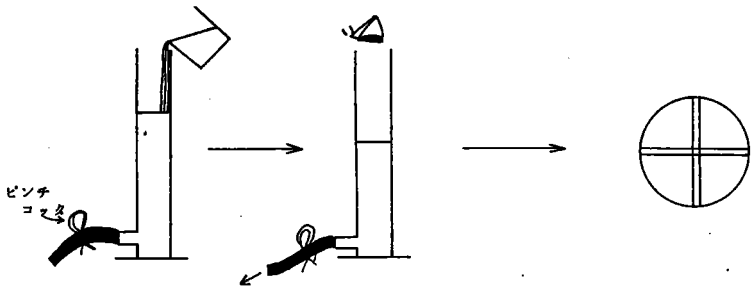
- ① 水の色……………水の色については、水色、試水の色、液の色などと区別される場合があるが、水色については、天然状態の水の色、試水の色については透明のサンプルビン中の水の色で液の色と言う場合には、懸濁物をのぞいた水の色のことである。
- ② 懸濁物……………その性状や色および量について記す。
- ③ 沈殿物……………②に準ずる
- ④ におい……………

B. 意味……………通常の水の場合は、それ程問題とはならないが、汚染水等の場合には、これらの測定項目は是非必要である。

(3) 透視度

A. 測定法……………透視度計を用いて測定する。底の二重十字が見えた時の水位を

1 cmを1度としてあらわす。



- ① 透視度計に水を満たす。 ② コックを開き底面の二重十字を見ながら水をぬく。 ③ 十字が二重に見えた時の水位を度で読み透視度とする。

B.. 意味……………測定誤差は大きいが大まかな水の汚濁度の判定ができる。

(4) pH

A. 測定法……………指示薬を用いた方法などがあるが、正確な値を必要とする時は、ガラス電極法を用いるのがよい。最近では、野外観察用のpHメーターがある。

B. 意味……………河川水や天然水が酸性、中性、アルカリ性のいずれであるかを知ること、水の素性を知るためには、欠かすことにできない事である。通常、中性付近の淡水の場合は、地質、土壌中の生物作用、植物の光合成やバクテリアによる生物体の分解あるいは、人為的な汚染などがpHの値を左右する因子として考えられる。

(5) 導電率

A. 測定法……………導電率計やテスターを改良(P36)したもので測定する。

B. 意味……………イオンに解離している塩類の大体の量を知ることができる。

(6) 蒸発残留物

A. 測定法……………ろ紙によるろ過法

ガラスろ過法

ブフナー漏斗法

アスベスト層によるろ過法

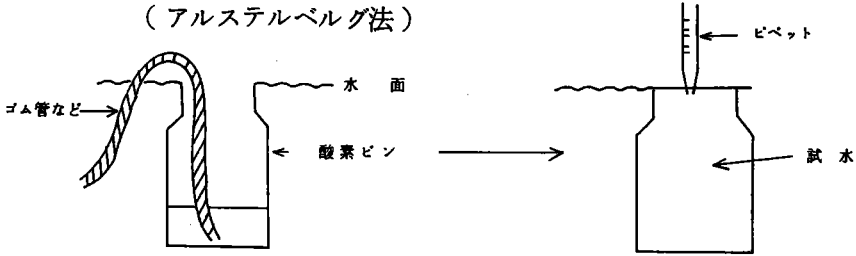
遠心分離による方法

(7) 溶存酸素

A. 測定法……………ウインクラ法が一般的であるが、試水が NO_2^- を多く含むような場合には、改良法としてアルスベルグ法などが用いられている。

溶存酸素を求める場合、採水にあたり泡を発生させないように注意しなくてはならない。採水にあたっては、通常酸素ビンを用いて行う。

(アルスベルグ法)



① サイフォンの原理を利用して静かに水を入れる。

② ピペットを用い MnSO_4 水溶液を加え酸素を固定する

③ 同様にして $\text{KI} - \text{KOH} - \text{NaN}_3$ の溶液 1ml を加える。

④ 気泡が入らぬよう栓をする。

⑤ 十分反応させ酸素の固定を行う

⑥ 沈殿が沈んだから、 KF 1ml を加え、次に濃硫酸を 2ml 加える。

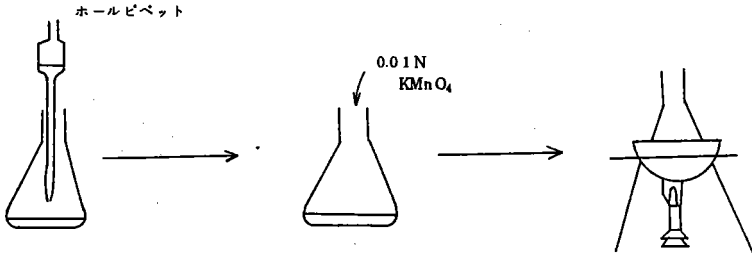
⑦ ビンを振り沈殿を完全に溶かす。

→ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ で測定する。

B. 意味……………酸素は、反応性が高く、自然環境において生じている化学反応と大きなかわりを持っている。20℃位では、水に対する飽和量は、642 ml / l である。この値は、温度変化に対して大きく変動するので、水温との関係で常に考えなくてはならない。

(8) 化学的酸素消費量 (要求量)

A. 測定法……………過マンガン酸カリウムによる方法



- ① 試水を 5000 ml
ホールビペットで
三角フラスコにと
る。
- ② 同様にホールビペット
で 0.01 N KMnO_4 を 10
ml 加える。
- ③ 十分煮沸してい
る水溶液中に 15 分間
保つ。

- ④ 硫酸 (1 + 3) 溶液
10 ml を加える。
- 試水が
桃赤色なら
- ⑤ 0.0100 N のシュウ酸
を正確に 10 ml 加える。
(液は無色)

- ⑥ 液が熱いうちに
0.0100 N KMnO_4
で滴定 (終点は無色
からすいピンク色)
- (注) ブランクテストも行う。

重クロム酸カリウムによる方法もある。

B. 意味……………過マンガン酸カリウムを用いた場合は、これにより分解されやすい物質を酸化するのに要する酸素の量を測定する方法であり、水中の物質で直接、化学的に酸化できるものの量を示す。ただし、 Cl^- を多量に含む場合は、適当でない。

重クロム酸カリウムを用いた場合は、ほとんどの有機物は分解されてしまう。ただし、直鎖脂肪族化合物や芳香族化合物およびピリジンなどの環式窒素化合物は分解されない。

(9) 生物化学的酸素消費量

A 測定法 …………… 希釈検水の調製法により一般希釈法，直接希釈法がある。

① 試水の前処理を行う。

(i) 酸やアルカリを含むときの前処理

1 N NaOHあるいは1 N NH_2SO_4 を用いpH7まで中和する。
指示薬を用いる時は，試水の一部をとってpHの値を調べる。

(ii) 残留塩素ガスが含まれている時の前処理

数時間放置しておく。それでも残る時には，残留塩素ガスの量を調べ，当量の0.25 N Na_2SO_4 を加えて還元する。

(iii) 酸素が過飽和であるときの前処理

よく振とうするか，空気を通じて行う。

② 前処理を行った試水を取り，大体予想されるBODを含むようにするため，段階的に希釈倍率をかえた（5日間のBODの消費量を20℃で3.5～6.ppm以内とする）数種類の希釈試水を調整する。

この試水について，恒温そうに入る前の溶存酸素量と5日間恒温そうに放置しておいた試水の溶存酸素量をウインクラージ化ナトリウム変法によって測定しBODを求める。（詳しくは，JISK 0102 P33を参照のこと）

B 意味 …………… 水中の好気性微生物の増殖あるいは呼吸作用によって消費される溶存酸素量のことをいう。すなわち，生化学作用により酸化できるものの量の尺度として用いられる。

(10) アンモニウムイオン

A 測定法 …………… ネスラー法 ネスラー試薬と反応して橙黄色を呈することを利用したものである。

ネスラー試薬：1.0 gのヨウ化銀 HgI_2 と5.0 gの臭化カリウム KBr と2.5 gの水酸化ナトリウム NaOH を25 mlの純水に溶かし，さらに純水を加えて100 mlとする。一昼夜ほど放置してから上

澄液を褐色ビンに移して密栓後暗室に保存する。

インドフェノール青法 次亜塩素酸イオンの共存下でフェノールと反応してインドフェノールを生じ青く呈色する反応を利用したものである。

滴定法 水蒸気蒸留で留出したアンモニアを一定量のN/20の硫酸中に吸収させた後、MRとBCGの混合溶液を指示薬として、N/20の水酸化ナトリウムで滴定し、定量する方法である。

B 意味 …… アンモニウムイオンは、水の汚染の目安となるという点で重要である。アンモニアの供給源は、タンパクやし尿によるものがあげられる。

(1) 亜硫酸イオン

A 測定法 …… グリースロミン試薬と反応させピンク色の色素が生成することを利用し吸光光度法により定量する。

グリースロミン試薬：89 gの酒石酸を乳鉢でこまかくする。これにスルファニル酸10 gと α -ナフチルアミン1 gを混ぜて十分すりあわせるとできる。できたものは、褐色の共栓ビンに貯蔵する。

B 意味 …… 亜硝酸イオンは、 NO_3^- やアンモニアの酸化によって生ずる。清浄な河川水では分析限界(0.001 ~ 0.01 mg/l)である。

(2) 塩化物イオン

A 測定法 …… 滴定法として検水をpH3.1とし、硝酸第二水銀溶液で滴定し定量する方法や、チオンアン酸水銀を用いて比色定量する方法がある。

B 意味 …… Cl^- は、岩石などの風化から供給される量が極めて少ない。このため、供給源としては、人間の活動、雨や風で送られてくる塩の他、火山や温泉などが考えられる。

IX. おわりに



本調査研究は、多摩川に近い小学校・中学校・高等学校の児童・生徒の河川に関する認識を調べるとともに、学習を指導する立場にある教師に対しても川とのかゝわりという点について調査した。このことを基に、児童・生徒の自然環境に対する意識を高揚させ、ひいては自然に対する正しい判断を育てようとするものであった。

その際、学習の場として多摩川のどの地点を選定するかが、大きな問題であり、そのために相当な時間を費した。このことは当初調査研究に携わった教師自身の河川に対する認識不足は否めない事実であるが、多摩川という河川にかかわっていけばいくほど、河川の存在の意味を深く感じとることができ、自然界の節理を少しずつ理解できるようになってきた。このことこそ、机上学習では得ることのできない貴重な学習であり、真に自然を理解するには、こうした野外学習が、小学校・中学校・高等学校という学校種別を問わず大切なことであることを思い知らされた。したがって、自然を知り、さらに理解すること、いや多摩川を知り、多摩川を理解することもこれからの調査研究に負うことが大であると思える。

これまで三年間(昭和52~54年)の活動は、あくまでも児童・生徒の学習活動を重点に置き教師はこれを助けるという姿勢をとりつづけ、水質調査の方法も児童・生徒にとって実行可能か否かを常に念頭に置き、さらに意識の変動を知る方法についても検討を加えてきた。しかし調査方法および調査用具の開発については、不十分なところが残されているので、この方法および用具については今後精力的に改善策をねり、新しい用具の開発にも意欲的に取り組む所存である。また児童・生徒の環境に対する意識を調査する調査項目の設定も検討していかなければならない事であり、今後に残された課題は枚挙にいとまがない。

これまでの調査研究をまとめるにあたり、活動の事例をなるべく共同研究者の意図をそのまま記すこととし、より一層各自の活動を深めることとするが、これらの事例を集積することにより、児童・生徒の環境を考える教材として集大成する予定である。したがって自然環境を教育の課題とし、実践されている諸氏の御意見・御批判を懇願する次第である。

なお本調査研究の協力者は次の諸先生方である。

府中市立住吉小学校教諭	花岡 紀子	府中市立第九中学校教頭	島村 勇二
都立立川高校教諭	小島 和雄	都立立川高校教諭	梅木 松助
都立府中工業高校教諭	長田 真一	都立京橋商業高校教諭	池島 厚子

X. 用語解説索引と用語集

用語解説索引

<p>ア 赤潮 128</p> <p>アクリル酸樹脂 75</p> <p>亜硝酸イオン(NO_2^-) 58</p> <p>雨の浄化作用 22</p> <p>アンモニウムイオン(NH_4^+)イオン 61</p> <p>一次汚染物 27</p> <p>エチレンジアミン</p> <p style="padding-left: 2em;">四酢酸 63</p> <p>塩化物イオン(Cl^-) 90</p> <p>奥多摩湖 8</p> <p>汚水処理施設 45</p> <p>汚染 43</p> <p>汚泥 14</p> <p>カ 回転電極法 50</p> <p>界面活性剤 73</p> <p>外洋投棄 29</p> <p>化学的酸素要求量(COD) 44</p> <p>河床変動 10</p> <p>河川浄化 110</p> <p>家庭排水 11</p> <p>ガラス電極 109</p> <p>環境基準 62</p> <p>吸光度 38</p>	<p>吸収スペクトル 64</p> <p>教材開発 99</p> <p>強腐水性水域 104</p> <p>国立市 4</p> <p>グリーズロミン試薬 (GR試薬) 84</p> <p>下水 47</p> <p>ゲル 67</p> <p>嫌忌量 91</p> <p>原子吸光法 39</p> <p>検水 74</p> <p>懸濁物 68</p> <p>公害 23</p> <p>公害教育 24</p> <p>公害罪 25</p> <p>公害白書 26</p> <p>公害病 124</p> <p>工業用水法 33</p> <p>鉱山廃液 34</p> <p>孔食 52</p> <p>工場排水 71</p> <p>工場排水 83</p> <p>合成洗剤 87</p> <p>光電比色計 78</p>
---	--

サ	酸化剤	55	玉川兄弟	9	
	酸性廃水	130	地盤沈下	115	
	残留塩素 (ClO ⁻)	57	中性洗剤	129	
	残留農薬	106	中腐水性水域	103	
	JIS	31	直示天秤	105	
	自然保護	3	底生生物	46	
	自浄作用	12	TOD	72	
	し尿処理	97	テスター	37	
	指標生物	48	伝導度	60	
	JAS	32	透視度計	77	
	重金属汚染	98	特別講座	92	
	縮合	66	都市汚染物	89	
	鐘乳洞	41			
	試料	125			
	水質汚濁	88	ナ	二次汚染	28
	水質汚濁防止法	126		熱硬化性	80
	水質階級	49		熱廃水	93
	水質試験法	35			
	水質モニター	20	ハ	排出水	15
	水道	30		排水基準	127
	水道用原水の水質	85		廃水試験	94
	瀬	101		剥離	76
	生活環境	21		曝気	112
	生物学的検定	132		発光ダイオード	82
	ソーター	69		パック試薬	108
				発泡	107
タ	濁度	70		ピーエイチ (pH)	114
	多摩川	7		ppm	19

ppb.	40
貧栄養	36
貧腐水性水域	102
富栄養	113
伏流水	13
腐食減量	51
浮遊固形物(SS.)	53
ブランクテスト	65
Pre-Test, Post-Test	86
ヘドロ	110
β -法	100
飽和溶存酸素量	95
ポリエステル	81
マ	
水俣病	119
メッキ工程廃水	96
目の奇病	123
ヤ	
野鳥	6
指曲り病	120
溶存酸素(DO)	56
ラ	
リザーブピーエイチ(RpH)	59
硫化カドミウム(CdS)	79

ワ	
湧き水	54
渡り鳥	5

用 語 集

ア

赤 潮 (Red Tide) ; 海水中にプランクトンが異常発生し、海水の色が赤や桃色などに变化することをいう。赤潮の発生の真因については、不明の点が多い。

アクリル酸樹脂 (Acrylic Acid Resin) : アクリル酸やメタクリル酸およびそれらの誘導体の重合体からなる樹脂の総称。実用的には、アクリル酸メチル、メタクリル酸メチル、アクリルニトリルなどの重合体があげられる。性質は、一般に、耐水、耐酸、耐アルカリ、耐油性。

亜硝酸イオン (Nitrite Ion) : 硝酸イオンの還元または、アンモニアの酸化により亜硝酸イオンが生じる。清浄な河川では、亜硝酸性窒素として 0.001 ~ 0.01 ppm 位であるが汚染された還元環境にある水では、0.1 ~ 1 ppm 以上も含まれることがある。

雨の浄化作用 (Cleaning Effect by Rain) : 大気中にある微粒子を雨が捕捉して大気を浄化する作用のことをいう。とくに降下ばいじん中の水に溶けやすい成分は、捕捉されやすい。大気中の亜硫酸ガスが溶けているような場合は、通常の雨水よりも酸性の度合いが強くなることもある。

アンモニウムイオン (Ammonium Ion) : NH_4^+ であらわされる。1価の陽イオンであり、汚染された還元環境におかれている水に多く検出される。アンモニウムは主にタンパク質の分解によって生じるので、水中に NH_4^+ が多く含まれるということは、タンパクの供給が大であることを意味する。また、尿中の尿素も NH_4^+ となりやすい。

イ

イオン (Ion) : 正または負に荷電した原子または原子団をいう。正に荷電していれば陽イオン, 負に荷電していれば陰イオンと呼ぶ。

一次汚染物 (Primary Pollutant) : 車からでる排気ガスや工場から排出される煙などからは, 炭化水素, 一酸化炭素, 窒素酸化物や粉塵などが含まれており, これらの物質は, 人間の活動から直接発生する汚染物質である。このような汚染物質のことを一次汚染物として二次汚染物と区別している。

エ

EDTA (Ethylene diamine tetraacetic acid) : エチレンジアミン四酢酸のことで, カルシウムやマグネシウムのような金属と安定なキレート化合物を作る。

示性式は,
$$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{COOH})_2 \\ | \\ \text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{COOH})_2 \end{array}$$
 である。

塩化物イオン (Chloride Ion) : 塩化物イオンの定性的な検出には, 塩化銀の白色沈殿による。塩化物イオンの供給源としては, 塩化ナトリウムによるものが主であるが, 共存するイオンなどから原因を考えることができる。供給源として通常考えられるのは, 人類活動, 雨や風で送られてくる塩, 温泉や火山からのものである。

オ

奥多摩湖：小河内ダムの完成によりつくられた湖である。このため 945 世帯の家屋が移転させられ、工事等による殉職者は 87 人に及んだ。湖の面積は、425 km²、長さは 13.45 km に及ぶ。都民の飲料水を確保することの他観光地となっており、昭和 53 年には、湖畔に奥多摩郷土資料館が建てられた。

汚水処理施設：水質汚濁防止法第 5 条第 6 項の規定によると特定の施設から排水される汚水や廃液がその施設（工場や事業場など）の排水口において排水基準に適合しない場合には、廃液や排水を処理する施設（汚水処理施設）が必要となる。

汚染（Contamination, Pollution）：大気や水に有害物質が混じっているような状態のときを、contamination といい、結果に重点を置いていう時は、pollution という傾向にある。

汚泥（Sludge）：下水を処理する過程でできる下水汚泥のことをいう。活性汚泥は好気性の微生物のために下水汚泥の腐敗消化をはやめる。

力

回転電極法（Rotating Electrode Method）：電極を回転させながら行う方法をいい、腐食試験や電気化学的な研究に使用されている。電極表面の溶液の流動条件を一定にするには、溶液よりも電極を回転させる方が良い結果が得られる。

界面活性剤（Surface Active Agent, Surfactant）：溶液の表面で高い活性を示す物質で、ABS などがあげられる。ABS とは、アルキル・ベンゼン・スルフォネートのことで中性洗剤の主原料であり、体内に入ると肝臓機能障害をおこしたり、スモン病の原因となったりするのではないかとされている。

外洋投棄：産業廃棄物を外洋に出て投棄することにより魚場などが大きく変化するため、このことに対し魚業関係者からの反対運動も起こっている。

COD, 化学的酸素要求量 (Chemical Oxygen Demand)：水中の有機物などの汚染源を化学的に酸化するときに消費される酸素の量であらわす。酸化剤としては、過マンガン酸カリウムが一般に用いられている。化学的酸素要求量という言葉に対して、化学的酸素消費量の方が測定を正しく表現しているという点で後者の呼び方をする場合もある。

河床変動：多摩川の中流域は、東京近郊における唯一の砂利採掘場である。しかし、砂利が乱掘されるため、河床が著しく低下し問題となっている。

河川浄化 (River Purification)：河川浄化は、大別して、河川清掃、汚泥消化促進および希釈の三つに分けることができる。河川清掃は、水面に浮遊している物質を除去することで、汚泥消化促進は、水中の溶存酸素量を増し好気性微生物による消化を促進するものである。希釈は、流量を多くして汚泥運搬や自浄作用を強める方法である。

家庭廃水 (Domestic Waste Water)：家庭から出る排水で、残飯、尿尿、野菜くずなどは水質汚濁の原因となっている。

ガラス電極 (Glass Electrode)：水素イオン濃度の異なる2つの溶液の境界に、うすいガラス膜をおくと、両者の間に電位差を生じる。このことを利用してpHを測定するのであるが、その時用いられる電極をガラス電極という。

環境基準：公害対策基準法の第9条は、「大気汚染、水質汚濁、土壌汚染及び騒音に係る環境上の条件について、それぞれ人の健康を保護し、及び生活環境を保全するうえで維持されることが望ましい基準」を環境基準としている。環境基準には、国が定めるものの他、都道府県の実状に応じさらに厳しい上乗せ基準がある。

キ

吸光度 (Absorbance, Absorbancy) : ある物体に入射した直後の光の強度を I_0 , 透過してくる直前の光の強さを I としたときに, 吸光度は次の式で表わすことができる。

$$A = \log (I_0 / I)$$

吸収スペクトル (Absorption Spectrum) : 物質は一般にその物質特有の光を吸収する。したがって, 物質に白色光やX線をあてると, その一部を吸収し, 連続スペクトルの各所に黒い部分をもったスペクトルが得られる。このようなスペクトルのことを一般に吸収スペクトルという。

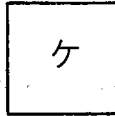
教材開発 : 教材とは, 教育の素材を一定の教育目的に即して編成された意図的な媒体をさし継続性, 順序性といった関連性をもって構成されている教育的意味を持った教育内容の単位である。それらの教材の質を高めるためにも教材研究を行い, 優れた教材を開発する必要がある。

強腐水性 (Polysaprobic) 水域 : 化学的には還元や分解による腐敗現象が著しく, DO はほとんどない。BODの値はかなり高く, 強い H_2S 臭があることもある。蛋白質やその高次分解産物が豊富に存在する。

ク

国立市 : 東京都立川市の東に隣接する市で武蔵野台地と多摩川沖積地にわたる所にある。一橋大学をはじめ国立音楽大学などの学校と国立駅を中心に計画的につくられた住宅からなっており, 学園都市, 住宅都市として発展している。

GR試薬 (Griess-Romijn's Reagent) : グリースロミイン試薬またはグリース試薬と呼び α -ナフチルアミン, スルファニル酸, 酒石酸を 1 : 10 : 89 に混ぜあわせたもの。
 NO_2^- の検出などに用いられる。



下水 (Sewage) : 下水道法第2条第1項によると「生活もしくは事業(耕作の事業を除く)に起因し, 若しくは付随する廃水(以下「汚水」という)又は雨水をいう」となっている。
下水には, 家庭下水, し尿, 路面洗浄排水, プール排水, 工場排水などがある。

ゲル (Gel) : コロイド溶液中に分散していたコロイド粒子が分子間の相互作用により網状構造をつくり, ゼリー状に固化した状態をいう。寒天やゼラチンの場合に見られる。

嫌忌量 (Dislike Value) : 魚は, 水中の有害成分の濃度がある一定量を越えると, 忌避行動をおこすようになる。この時の濃度のことを嫌忌量(けんきりょう)といい一般的には致死量の十分の一位である。

原子吸光法 (Atomic Absorption Method) : 金属イオンの定量分析に使われる方法である。金属イオンを含む溶液を炎の中に吸収させ, 外部から光をあてるとその金属に個有な波長が吸収される。吸収の割合は溶液中の金属イオンの濃度と一定の関係にあるので, 基本的には比色分析と同様の原理であり定量ができる。

検水 (Test Water) : 水質試験などで, 試験のために採取した水のことをいい, 試料(Sample)は, 試験を行うために採取されたものをいう。

懸濁物 (Suspended Matter) : 懸濁粒子として, 液体を懸濁させている物質のことをいう。そのうち30分位放置して浮上するものを浮上物質といい, 沈むものを沈降物質という。

公害 (Public Nuisance) : 「公害とは、事業活動その他の人の活動に伴って生ずる相当範囲にわたる大気汚染、水質汚濁（水質以外の水の状態又は水底の底質が悪化することを含む）、土壌汚染、騒音、振動、地盤の沈下（省略）及び悪臭によって、人の健康又は生活環境に係る被害が生ずることをいう。」（公害対策基本法より）ただし、他の考え方もある。

公害教育 : 自然環境や生活環境保全等について、中学・高校の社会、理科、保健・体育の各教科で取り扱われている。この意味では、公害教育というより環境教育と言う方が適当であるかも知れない。詳しくは文部省学習指導要領を参照せよ。

公害罪 : 「人の健康に係る公害犯罪に関する法律」に規定があり故意犯、過失犯、両罰規定推定規定による罰をいう。公害犯罪処罰法は、国民の生命や身体に重大な被害をもたらす恐れのあるような事態を生むような行為に対して、その重大性から刑事責任を追及すべきであると趣旨から、昭和 45 年に成立したものである。

公害白書 : 公害対策基本法に基づいて政府が作成した公害の実状と対策に関する報告書。昭和 44 年から作成されている。

公害病 : 厚生省が公害被災者救済法に基づき、公害によって引き起こされた病気であることを確認し、発生地域を指定して患者が都道府県知事から公害病であるという認定をうける。水俣病、イタイイタイ病、四日市ぜんそく、呼吸器病などが現在指定されている。

工業用水法 : 特定の地域について、工業用水の合理的な供給を確保するとともに、地下水の水源の保全を図り、その地域における工業の健全な発達と地盤沈下の防止に資する事を目的として作られた法律で昭和 31 年 6 月に公布されている。

鉱山廃液 (Mine Drainage) : 精練所や鉱山のある地方では、水質汚濁の大きな原因として鉱山からでてくる廃液の問題がある。神流川流域でおきたイタイイタイ病やカドミウムによる汚染米の被害は代表的な例としてあげられる。この他、主なものとしては、シアン、銅、亜鉛などを含んだ廃液がある。

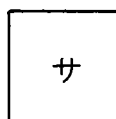
孔食 (Pitting Corrosion) : 金属が局部的に溶解するような腐食の形態を孔食という。局部的な溶解によって生じた孔のことを「ピット」と呼んでいる。

工場排水 (Plant Effluent) : 工場の排水口から放流される水のことをいい、汚染物質が含まれている場合と含まれていない場合とがある。

工場廃水 (Industrial Waste Water) : 工場から出される汚染物質を含んだ水のことをいい、工場廃棄物と区別されて用いられている。工場から出される汚染物質としては遊離塩素、アンモニア、フッ化物、シアン化物、硫化物、亜硫酸塩、酸類、アルカリ類、重金属類やフェノール、アルデヒドのような有機化合物があげられる。

合成洗剤 (Syndtes) , 全アニオン界面活性剤 (Total Anionic Surface Actiue Agent) : 水中に溶けているアニオン界面活性剤の全量を全アニオン界面活性剤といい、脂肪酸、アミノ酸縮合物、高級アルコール硫酸エステル塩、アルキルベンゼンフルフォ酸塩 (ABS) のような物質がある。

光電比色計 (Photoelectric Colorimeter) : 試料と試薬との反応により呈色させ、フィルターを通すなどして特定の波長の光を取り出し、その強度を光電池や光電管などで測定し、溶存物質の定量を行う装置。



酸化剤 (Oxidizing Agent) : 過マンガン酸カリウム, 過酸化水素のような, 他の物質を酸化させる働きのある物質をいう。

酸性廃水 (Acid Waste Water) : 繊維工場の紡糸工程で再生された生糸に付着する凝固液を水洗し除去する際にでてくる。この廃水は, H_2SO_4 , Na_2SO_4 , $ZnSO_4$ などを含むため酸性を示す。

残留塩素 (Residual Chlorine) : 塩素の殺菌効果を完全にするために過剰の塩素を水に加えた場合に残留して持続的に殺菌効果を示す塩素のことをいう。0.1 ~ 0.3 ppm で殺菌効果が十分あるといわれている。

残留農薬 : 農作物や農用地に残留している農薬をさし, 農薬そのものが残っている場合と, 農薬の成分である物質が化学的に変化して生成した物質が残留している場合がある。残留農薬は人畜に有害である。



JIS (Japanese Industrial Standard) : 日本工業規格のことで, 通産省が認定するもので, 調査は, 工業標準化法に基づき工業標準調査会が行う。合格品には, JISのマーク (㊥) がつけられている。

自然保護 : 西ドイツ, ポーランド, オランダなどには, 自然保護法があり無秩序な開発や建設などから自然を守ることをねらいとしている。日本では, 環境庁に自然保護局というものがあり, 企画調整課, 計画課, 鳥獣保護課, 休養施設課の4つの課から成っている。

自浄作用 (Self-purification) : 河川などで自然に行われる汚水の浄化作用をいい、希釈と生物化学的消化の二つがある。しかし、汚染物が自浄作用の限界をこえて流入した場合には、微生物による有機物の分解もおこらなくなり、河川は汚染されるようになる。

し尿処理: 海洋投棄, 消化処理, 下水道投入, 農村還元の4つの方法がある。東京都では、海洋投棄が50%を占め、消化処理が次いで37%となっており、下水道投入は8%である。

JAS (Japan Agricultural Standard) : 日本農林規格のことである。これは、農林物資規格法に基づいて実施されている農林物資に関する規格で、農林大臣が農林物資調査会に諮問して決め、合格品にJASマークが付けられる。

重金属汚染 (Heavy Metal Pollution) : 重金属によってもたらされる大気汚染, 水質汚濁, 土壌汚染および食品汚染などを総称して呼ばれている。特に問題とされている重金属には、クロム, 水銀, カドミウムなどがあり、この他にも数は多い。

縮合 (Condensation) : 2個以上の分子や同じ分子内の2つ以上の部分から、原子や原子団が H_2O のような簡単な化合物の形で分離し新たな縮合を生じることをいう。

鍾乳洞 (Stalactite Grotto) : 石灰岩が地下水におかされて作られたほう穴をいう。鍾乳洞内では、雨水や地下水の作用で棒状の鍾乳石が天井から下がっている。 $CaCO_3$ は、 CO_2 を含んだ水にとけるが、 CO_2 の分圧の少ない空気にふれると再び $CaCO_3$ にもどる。 $CaCO_3$ が析出して成長して行ったものが鍾乳石である。

試料 (Sample) : 水について言えば、各種の試験を行うために採取した水のことである。この試料から個々の試験のために分けた水は検水と呼ばれている。



水質汚濁 (Water Pollution) : 工場排水や鉱山排水のような排水や下水、農薬や殺虫剤の混入した排水が公共用水域の水質を汚濁することをいう。これを防止するため水質汚濁防止法が設けられている。

水質汚濁防止法 : 昭和45年に制定された。目的は、「工場及び事業場から公共用水域に排出される水の排水を規制すること等によって公共用水域の水質の汚濁（水質以外の水の状態が悪化することも含む）の防止を図り、もっと国民の健康を保護するとともに、生活環境を保全する。」となっている。

水質試験法 (Examination of Water Quality) : 水質を試験する方法のことをい、日本工業規格 (JIS) で定められた方法、日本水道協会による方法などいくつかの方法がある。

水質モニター (Water Pollution Monitor) : 水質を自動的に監視する装置のことをいう。この装置によると、pH、DO、水温、電気伝導度、濁度やシアンなどの値を自動的に測定、記録し電送することができる。測定可能な項目は、装置の改良に伴い増えている。（昭和45年、18項目）

水道 (Water Supply) : 水道法によると「導管及びその他の工作物により、水を人の飲用に適する水として供給する施設の総体をいう。ただし、臨時に施設されたものを除く。」と定義している。給水人口の数により簡易水道（500人まで）と上水道（500人以上）とに分けている。

水道用原水の水質 : アンモニア性窒素については、塩素処理だけで給水できる原水については検出されてはならない。緩速ろ過法に適する原水としては、0.5 ppm以下ならよい。急速ろ過法に適する原水としては、0.1 ppm以下ならよいとされている。これらの他水道用原水の水質について水道法で決められている。

セ

瀬 (Shoal) : 河川の場合は、浅くて流れの急な所のことをいう。

生活環境 : 「人の生活に密接な関係のある財産並びに人の生活に密接な関係のある動植物及びその生育環境を含むものとする。」 (公害対策基本法第2条第2項による)

生物学的検定 (Bio - Assay) : 薬剤や排水の性質を生物の致死量を求めることにより調べる方法をいう。シアンや農薬などの推定に利用されている。

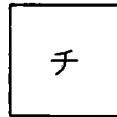
ソーター : パンチカードを引き上げ仕分操作や序列操作を行うときに使用する棒のことをいう。

タ

濁度 (Turbidity) : 水がどの位濁っているかを表わす単位で、水1リットル中に62~64ミクロンの白陶度を1ミリグラム加えた時の濁度を1度とする。濁度を測定する方法には、光学的方法を用いた比濁法などがある。

多摩川 : 関東山地南部の山梨県に源があり、それより東に流れ東京湾に注ぐ。流れは、123 Kmで山梨、東京、神奈川の1都2県にまたがる。奥多摩湖から放流された水は、羽村町にある取水堰で東京水道として取水され、東村山浄水場を経て都心に供給される。中流域では、砂利の採掘により河床が著しく低下している。

玉川兄弟：天正18年に江戸に入った徳川家康は、井の頭池などを水源とする神田川を上水用に改良した。しかし、三代将軍家光の代になると江戸は、100万人の人口にふくれあがり、新しい上水供給の必要がでてきた。このときに、多摩川からの導水が計画され、四代将軍家綱が受けつぎ、老中松平伊豆守信綱が命を受け直接の工事に玉川庄右衛門、清右衛門があたった。

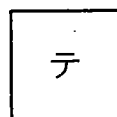


地盤沈下：沖積平野における地下水のくみ上げによっておこる地盤沈下がおもである。特に工業地帯では、工業用水として多量の地下水をくみ上げることにより沈下がおきている。対策としては、工業用水法、建物用地下水の採取に関する法律などが設けられている。

中性洗剤 (Neutral Synthetic Washing Agent)：合成洗剤の中で pH が、8.0 ～ 6.0 のものをいう。繊維用のものと台所用の2種がある。

中腐水性 (Mesosaprobic) 水域：化学的に酸化過程が進行している段階で DO は多いが BOD は比較的高い値を示すことがある。有機物としては、アミノ酸や脂肪酸のアンモニア化合物が多い。動物は、ミクロのものも多い。

直示天秤：秤量値が投影目盛によって直示される天秤で早く精度な値を測ることができる。原理は、うでの一端に多数の分銅と皿がつるしてあり、他端にこれとつりあうおもりがかけられている。物体を皿にのせ重さを測るときには、かけてあるおもりをバランスがとれるところまではずして行く。



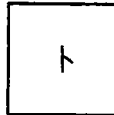
底生生物 (Benthos) : 海, 湖沼や河川などの水底に生活する生物を総称していう。とくに有機汚染が進行すると底生動物の生活しうる環境因子が失われるため, 底生動物の質と量の移り変わりは, その場所の汚染の指標となりうる。

TOD (Total Oxygen Demand) : 全酸素要求量は, 特殊な燃焼装置の中で, 白金を触媒として水中に含まれている有機物質や被酸化物質を燃焼させ, 酸素消費量を Pt - Pb 燃料電池で自動測定して得られます。これによると, 試料も 0.02 cc と微量ですみ, 測定も短時間で行える利点がある。

テスター (Tester) : 回路計などとも呼ばれているが, 電気器具の電圧, 電流, 抵抗などを調べる小形の電流計のことをいう。

伝導度 (Electric Conductivity) : 電気伝導度ともいい, 物質に電気が通る時の難易をあらわす尺度で, 溶液中に含まれるイオンの量が増えると伝導度も増す傾向がある。

したがって, これによって溶液中に含まれているイオンの総量をだまかに比較することができる。

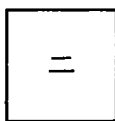


動機づけ (Motvation) : 自ら学習しようとする欲求を起こさせることをいう。

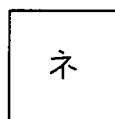
視度計 (Transparency Meter) : 水のすみぐあいをあらわす一つの指標として透視度があり, 透視度計により測定する。底面に書いてある二重十字が見える最高の水位を 1cm を 1 度として読む。J I S K 0 102 を参照せよ。

特別講座 (Extra Classes) : 都立文京高校では、一般教科にない講座として、「科学研究グループ」、「ろうけつ染」「趣味の園芸」など40以上にのぼり開かれている。週一時間のものがほとんどである。なお受講しても卒業単位には含まれない。

都市汚染物 (Municipal Wastes) : 公害教書では、水汚染の原因となる都市廃棄物に関して次のように述べている。「都市の廃棄物処理施設は、家、アパートからの廃棄物以上のものを処理している。全国平均では都市廃棄物処理施設によって処理される廃棄物の55%は家庭と商店からでていて、残り45%が工場廃棄物である」。



二次汚染 (Secondary Pollution) : 大気中にあった汚染物質や河川などに投棄された汚染物のようないわゆる一次汚染物質が原因となって、二次的な汚染が生じることがある。このような状態を二次汚染の状態という。これに対して、二次公害は、公害防止機器自身が二次的におこす公害のことをいう。



熱硬化性 (Thermosetting, Thermohardening) : フェノール樹脂のような樹脂は、加熱すると硬化する性質がある。このような樹脂には、ホルムアルデヒド樹脂、尿素樹脂、ケイ素樹脂などがあげられる。

熱廃水 (Hot Waste Water) : 蒸留や湯洗廃水のような温度の高い廃水のことをいい高温廃水とも言われる。日本でも石油コンビナートの高温廃水による尾鷲湾のハマチ養殖所の被害などが報告されている。



排水水：水質汚濁防止法によると第二条に、「排水水」とは、特定施設を設置する工場又は事業場から公共用水域に排水される水のことをいう。この点からすると、単に排水といった場合は、もっと広い意味で使用されている。

排水基準：排水基準を定める総理府令により有害物質の許容限度やその他の物質の許容限度などについて定められている。

廃水試験 (Examination of Waste Water)：廃水の性状を試験することをいい、BODやCODはその基本的な資料を提供してくれる。

剝離 (Exfoliation ; Flaking , Spalling)：金属からスケールが片状または層状になって離脱することをいう。この他、メッキ層や塗膜が素地から離脱する場合にも用いられている。

曝気 (ばっき) (Aeration)：きばくともいい、水や液体中に空気や二酸化炭素を送りとかしこむこと。

発光ダイオード (Photo Diode)：光電効果を併用する半導体ダイオードであり、感光素子として使用される。

バック試薬：水質検査など水質を簡易測定する時に用いる試薬である。透明なポリエチレン製のバックの中に試薬が入っており、バックに穴をあけて検水を入れたりして分析することができる。

発泡 (Foaming)：泡立つことをいう。液体中に液体の表面張力を変えるような物質を加えた場合におこる。中性洗剤の使用により、河川が汚染された多数の泡沫を生じている。

ヒ

ピーエイチ (pH) : 溶液中の水素イオンの濃度をあらわす数値であり、水素イオンの濃度を $[H^+]$ であらわすと、 $-\log [H^+] = \text{pH}$ となる。pHは、7が中性であり7より小さいものは酸性、7より大きなものはアルカリ性である。

ppm (Parts Per Million) : 百万分率で、単位容積中に含まれている物質の量をあらわす単位である。特に、大気汚染や水質汚濁の汚染物質の濃度をあらわすのに用いられている。

ppb. (parts per billion) : ppm. (parts per million) の1,000分の1即ち、1億分の1のことをいう。 $1 \text{ ppm.} = 1,000 \text{ ppb.}$

貧栄養 (Oligotrophic) : 湖沼の生成された当初の、深く、ほとんど生物が、生息していないような状態のことをいう。時間が経過して、栄養物が堆積し中栄養の状態となり、さらに進むと富栄養の状態となる。

フ

富栄養 (Eutrophic) : 湖沼に洗剤、肥料、廃棄物のような栄養を加え続けることによって人間は富栄養化の過程を促進させている。このことにより、大きい草が成長したり、魚の群もかわり湖沼は好ましくない状態となっていく。海の赤潮もこの現象の一つである。

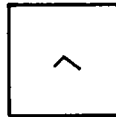
伏流水 (Temporary Underground Water) : 河床や湖床またはその付近を潜流している水と呼ぶ。水質は、地下水に準じており、おおむね良いが、水は、河川や湖から供給されるので河川や湖の水質に近いこともある。

腐食減量 (Corrosion Loss) : 鉄のような金属がどの位腐食したかを調べるには、腐食生成物を取り除いた後の金属の質量減を測定すればよい。この質量の減少量のことを腐食減量という。

SS (Suspended Solid) : 浮遊固形物のことをいう。測定するためには、一定量の水をとってろ過し、さらに残留物を蒸発乾燥させる。ろ過の方法としては、ろ紙による方法、ガラスろ過器法、ブフナー漏斗法、アスベスト層によるろ過法および、遠心分離法などがある。

ブランク・テスト (Blank Test) : 空試験などといっており、問題とする条件以外の条件を全く同じにして行う実験的操作のことをいう。

プリテスト, ポリトテスト (Pre-Test, Post-Test) : 学習指導の効果を調べるため、指導の前、後で行うテストをいい、前に行うものをプリテスト, 後に行うものをポストテストという。



ヘドロ : 本来は、河口、沼、湾などの底に堆積する軟弱などろのことをいっていた。最近では、都市廃棄物、産業廃棄物などの有機性または、無機性汚泥が水底にたまって形成するもののことをいっている。

β -法 : β -法は、コドラートの範囲にとらわれず、瀬に限定しないで底生生物の採集を行う方法で、その地点の底生生物のほぼ全てを採取する。上流側でレーキを用いて石れきをひっかけ、ころがして流れてくる生物をサラシ網などで採取する。

ホ

飽和溶存酸素量 (Saturation Dissolved Oxygen) : 水の中にとけている酸素の量は、水質が汚染されていない上流の方では、飽和に近いが、汚染が進んでいる下流域では溶存量が減少するという現象が多く、多くの河川でおきている。酸素の溶解量については、温度とも重要な関係がある。

ポリエステル (Polyester) : エチレングリコールやグリセリンのような多価アルコールとコハク酸やフタル酸のような多塩基酸とが縮合してできる高分子物質の総称である。

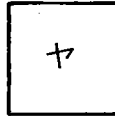
ミ

水病 (Minamata Disease) : 熊本県水俣地方で発見された病気で、神経が犯され四肢が麻痺し言語障害が起こる。さらには、目や鼻の機能障害もおこる。原因としては、水俣地方の化学工場の排水中に含まれていた有機水銀であることがわかった。

メ

メッキ工程廃水 (Metal Processes Waste Water) : メッキ工場から排出される廃水は、その毒性のためにきわめて重大である。未処理のまま排出される廃液の中には、シアン化合物、クロム、銅、ニッケルや亜鉛などのような重金属が含まれている。

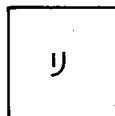
目の奇病：4～16才位の子供がかかっており、視力が落ち、視野がせまくなるほか、視神経異常、運動障害、肝臓機能の低下などをおこす。原因は、農薬の中でも特に有機リン剤ではないかといわれている。



野鳥 (Wild Fowls)：多摩川では、夏より冬に多くの種類がみられる。冬期特に個体数が多い種類は、カモ類、カシラダカ、ホオジロ、カワラセラ、スズメ、ツグミ、ユリカモメ等である。

指曲り病：カドミウムが原因となっているのではないかと考えられている。指の関節が曲り痛みを訴えるのが特徴である。

DO (Dissolved Oxygen)：水中に溶けている酸素 (溶存酸素) のことをいい、汚染度の高い水中では、消費される酸素の量が多くなるので溶存酸素量は、少なくなる。水中に溶けている酸素の飽和量は、20℃で 6.42 ml/l であるが、水の自浄作用や水中の生物には、必要不可欠のものである。



RpH (Reserve pH)：きれいな大気を十分通した後で測定した pH のことをいう。地下水では、土壌中の炭酸ガスの影響などにより pH が小さくなっている場合が多く、大気を通した後では、pH の値は増す傾向にある。河川水などの空気と接している水は、pH と RpH との差が小さい場合が多く、地下水のような水は差が大きくなる場合が多い。

ワ

湧き水：形態的立場からの分類では，地下水に属する。このようなものとして他に井戸水，温泉，冷泉などがあげられる。

渡り鳥（Bird of Passage）：季節によって住む土地を遠方にかえる鳥。夏鳥には，ホトトギス，ブッポウソウ，サンコウチョウ，オオヨシキリ，ツバメなどがあげられ冬鳥にはガン，カモ，ナベヅル，イスカクイナ，ツグミなどがあげられる。この他に旅鳥がある。

XI. 参考および引用文献・図書

- 1 とうきゅう環境浄化財団 川 (1975)
- 2 " " 多摩川 '75 (1975)
- 3 " " 多摩川 '76 (1976)
- 4 橋谷・吉田 ; 分析化学, 17, 1136 (1968)
- 5 藤沼・嶋田 ; 分析化学, 20, 1038 (1971)
- 6 藤沼・嶋田・平野 ; 分析化学, 20, 131 (1971)
- 7 後藤・柿田・厚谷 ; 分析化学, 12, 727 (1963)
- 8 R. Th. Roskan · D. De. Langen : Anal. Chim. Acta, 30,56 (1964)
- 9 森田・小暮 : 日化, 84 (10), 896 (1963)
- 10 平山・増山ほか パンチカードの理論と実際 (南江堂)
- 11 " ホールソート・カード №40, (外国文献社)
- 12 " ホールソート・システムの導入 №406 (外国文献社)
- 13 水道協会雑誌 第381号 P54
- 14 URBAN KUBOTA NOV. 1972 vol.7 (久保田鉄工)
- 15 東京都高等学校理科教育研究会 理化部会研究発表集録 XVIII巻
- 16 東京都高等学校理科教育研究会 理化部会研究発表集録 XIX巻
- 17 第3回東京都実践教育研究会議 p41 (東京都立教育研究所)
- 18 奥多摩郷土資料館発行 「小河内ダムと湖底の村」 №1
- 19 「国民百科辞典」 (平凡社)
- 20 友野 理 「公害用語事典」 (オーム社)
- 21 環境科学研究所編 「公害用語事典」 (日本総合出版機構)
- 22 化学大辞典編集委員会 「化学大辞典」 (共立出版)
- 23 「理化学辞典」 (岩波書店)
- 24 「総合教育技術」 (実践教育基本用語) (小学館)
- 25 武藤 義一 「比色分析法」 (共立全書)
- 26 半谷高久 「水質調査法」 (丸善) (1960)
- 27 日本分析化学会北海道支部編 「水の分析」 (化学同人) (1973)
- 28 三宅, 北野 「水質化学分析法」 (地人書館)
- 29 山本莊毅編 「陸水」 (共立出版)

- 30 菅原 健 「地球化学」(岩波)(1956)
- 31 大八木義彦 「ppm への挑戦」(講談社)(1974)
- 32 森下・津田 「生物による水質調査法」(山海堂)
- 33 川名・市田 「河川の生物観察ハンドブック」(東洋館)
- 34 J I S 「J I S ハンドブック」(日本規格)
- 35 津田・松苗 「水生昆虫学」(北隆館)
- 36 水野 寿彦 淡水生物の生態と観察(築地書館)
- 37 内田 享ほか 新日本動物図鑑Ⅳ (北隆館)
- 38 " 原色動物図鑑Ⅳ (北隆館)
- 39 井口洋天編 「水 — 生命のふるさと」(共立化学ライブラリー7) (共立出版)
- 40 R. プラット 「水 — 生命をはぐくむもの」(紀伊国屋書店)
- 41 J. S. コリス著 「水 — 自然と人間」 玉川選書 (玉川大学出版部)
- 42 山県 登 編著 「水と環境」 環境科学ライブラリー (大日本図書)
- 43 C. F. ヒックリング 「水と生命と人間」 (紀伊国屋書店)
- 44 大場 英樹著 「水はめぐる」 (社会思想社)
- 45 小林 純著 「水の健康診断」(岩波書店777)
- 46 日本地球化学会編 「水汚染の機構と解析」 (産業図書)
- 47 S. グレイバ著 「水汚染と都市計画」 (共立出版)
- 48 洞沢 勇著 「水の汚濁と浄化」 (理学書院)
- 49 A. S. ベアマン著 「水はみんなのもの」 (東京化学同人)
- 50 福山 秀夫著 「水・企業・人間」 (日本経営図書)
- 51 佐藤 武夫著 「水の経済学」 (岩波書店561)
- 52 石橋 多聞著 「飲み水の危機」 UP選書61 (東京大学出版会)
- 53 福岡県自治体問題研究会編 「水の博物誌」 (合同出版)
- 54 高木 貞恵著 「水を主題とする一般化学」 (化学同人)
- 55 上平 恒著 「水とは何か」 ブルーバックB335 (講談社)
- 56 北野 康著 「水の科学」 NHK ブックス (日本放送出版協会)
- 57 K. S. ディヴィス, J. A. デイ著 「水の伝記」 (新現代の科学15)
- 58 ゲ. コルコフ, イ. サフォーノア著 「水の本姓」 (東京図書)
- 59 小出 博 著 「日本の河川」 (東京大学出版会)

- 60 森下 郁子著 「生物から見た日本の河川」 (山海堂)
- 61 森下 郁子著 「川健康診断」 (日本放送出版協会)
- 62 伊藤 章雄著 「川と人間」 (農山魚村文化協会)
- 63 加藤 迎著 「都市が滅ぼした川」 — 多摩川の自然史 (中央公論社)
- 64 津田 六山 「水生昆虫」 (保育社)
- 65 ユーリック 「腐食反応とその制制」 (産業図書)
- 66 友野 理平 「腐食・防食用語辞典」 (オーム社)
- 67 「公害教育指導資料」 (東京都教育委員会)
- 68 「小学校 学習指導要領」 (文部省)
- 69 「中学校 学習指導要領」 (文部省)
- 70 「高等学校 学習指導要領」 (文部省)
- 71 「工場排水試験方法」 JIS KO102 (日本規格協会)
- 72 桜内 雄二郎 「プラスチック実験」 (三共出版)
- 73 第10回 東レ理科教育賞受賞作品集 p36

著者略歴

まえだ みのり
前田 穂

昭和11年：大連生れ

- 30年：鹿児島県立福山高校卒業
- 36年：東京理科大学化学科卒業
- 42年：東京理科大学物理学科卒業
- 45年：東京工業大学大学院中退

昭和36年：東京都立紅葉川高校教諭

- 51年：東京都立教育研究所指導主事
- 56年：東京都教育庁指導部
高等教育指導課指導主事
- 56年：同課勤務中

にぎりかわ とみお
濁川 富雄

昭和26年：東京生れ

- 44年：東京都立化学工業高校
電気化学科卒業
- 49年：東京理科大学化学科卒業
- 51年：東京理科大学大学院
修士課程修了

昭和49年：錦城学園高校講師

- 52年：東京都立文京高校教諭
- 56年：同校勤務中