

多摩川の底生動物の生態をもとにした
環境教育プログラムの作成

1984年

橋 上 一 彦

東京学芸大学附属小金井中学校教諭

目 次

| | |
|-------------------------------------|----|
| 1. プログラム作成の意図と視点 | 1 |
| 2. プログラム作成の方法と内容 | 1 |
| (1) プログラム作成の方法 | 1 |
| (2) プログラムの内容 | 3 |
| a. 調査研究結果の視覚教材化 | 3 |
| b. 中学校理科指導内容（生物領域）と作成教材との関連構成 | 6 |
| c. プログラムの評価 | 8 |
| 3. 昭和 58 年度調査研究の実施内容および成果 | 10 |
| (1) 実施内容 | 10 |
| (2) 成 果 | 10 |
| ① 底生動物相の調査結果 | 10 |
| ② DO 値, COD 値 | 10 |
| ③ 環境教育のための教材化の試み | 11 |
| (3) 今後予想される効果 | 11 |
| 4. お わ り に | 11 |
| 【主な参考文献】 | 11 |

資 料 の 部

| | |
|--|-------|
| • 川の水質に対する生活廃水の影響〔表 5〕 | 15 |
| • 多摩川水系における底生動物の出現状況〔表 6〕 | 17・18 |
| • 青梅市日向和田の底生動物相〔表 7〕 | 19 |
| • 青梅市日向和田における水生昆虫相の変遷〔図 3〕 | 19 |
| • 生物学的水質分布の変遷〔図 1〕 | 20 |
| • BOD 値（生物学的酸素要求量）, COD（化学的酸素消費量）と 生物学的水質との関係〔図 2〕 | 21 |
| • 水の臭気, 生物学的水質, COD 値との関係〔表 8〕 | 21 |
| • 多摩川流域のおもな工場の分布と, 工場廃水・生活廃水（処理・未処理のものを含む） の河川への流出〔図 4〕 | 23・24 |
| • 製作スライド例 | 25 |

多摩川の底生動物の生態をもとにした環境教育プログラムの作成

東京学芸大学附属小金井中学校

橋 上 一 彦

1. プログラム作成の意図と視点

教育現場における環境教育プログラムの作成の意図と視点について、筆者は次のようにとらえ、本研究を行った。なお、この小論は、財団法人とうきゅう環境浄化財団の昭和58年度研究助成費による研究である。

- ① 環境教育は、もともと学際的な要素をもつものであり、ひとつの教科領域にとどめおくべきものではないことは明確である。しかし、環境教育の実相をつくりあげていくためには、まず各教科領域から、その特質に応じた方法をつくりだすことがよいと考えた。
- ② 理科における環境教育は、自然科学の知識の正しい習得だけでは不十分であり、環境への子どもの関心と認識とを高めるためには、特別の教育的方策が必要である。
- ③ 本研究は、上に述べた意図と視点にもとづいて、理科のおもに生物領域におけるプログラム試案を提案したものである。
- ④ 自然科学の知識、理解にもとづく学習をめざすものであり、環境破壊の現象面だけをとくに強調する公害教育とは異なるものである。
- ⑤ 環境への子どもの関心と認識とを高めるために、生徒の日常生活にかかわりの大きい素材である「水（多摩川水系）」をとりあげた。
- ⑥ プログラム作成に必要な調査研究に生徒を参加させ、探究的学習を体験させながら、環境問題への生徒の意識を高めることをはかった。

2. プログラム作成の方法と内容

(1) プログラム作成の方法

〔A段階〕 生態クラブの生徒の参加による多摩川水系の水中生態系と生物学的水質の調査研究をすすめる。この段階で、生徒に探究的な学習体験をさせる。

- ・データの収集（多摩川水系の底生動物の採集。水中環境要因の調査）
- ・データの分析（採集動物の同定。貧腐水性・腐水性の尺度からの同定動物相の整理と分析。）
- ・分析結果の考察（生物学的水質判定、生物学的水質の変遷、水質におよぼす環境要因の考察、底生動物相に影響を与える環境要因の考察）

なお、生徒参加による調査研究の中で、川の生態系に関するスライド教材の製作にあたる。参考までに、生態クラブの本調査研究に関する年間指導計画表は、次ページのどおりである。

〔表 1.〕 生態クラブ年間指導計画

| 活動日程 | 指 導 項 目 | 指 導 方 法 |
|-----------------------------------|---|--|
| 第一 次 4 月 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 研究の目的と意義 ○ 調査研究の方法 ○ 調査研究グループの編成と調査研究計画の作成指導。 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 水中生物を調査することの意義についての討論と助言。指導者自身がこの研究をすることになった動機を話す。 ○ 多摩川と人間の生活との関係、多摩川の水の性質と水中生物との関係、これまでの調査研究の結果についての説明。 ○ スライドによる調査研究の内容説明。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 多摩川水系の水中生物相 ・ 調査地域とその環境のようす ・ 公害の実態 ・ 調査研究の方法 |
| 第二 次 5 月 ～ 6 月 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 研究テーマについての調査研究の実施 採集、川の状態調査、水中生物の同定と分類、生産量の計測等の資料の整理とデータの作成や分析 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 休日を利用しての調査研究を実施する。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 場所の選定、方法、準備についての助言指導 ○ 研究に必要な資料の提供。 ○ 研究の方法や、進行状況を観察評価し、生徒のつまずきに対する助言指導をおこなう。 |
| 第三 次 7 月 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 中間発表の準備（これまでの研究のまとめ） ○ 中間発表会 | <ul style="list-style-type: none"> ○ データの整理、分析、結論の導き方についての指導をグループごとにおこなう。 ○ グループごとに、調査研究の中間発表をする。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 生徒間の情報交換と相互評価 |
| 第四 次 8 月 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 多摩川水系の未調査地点についての調査研究 ○ 多摩川水系流域における川の生態への人的影響調査 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 各グループごとに、未調査地点の中から調査地点を選択させる。現地における助言指導。 |
| 第五 次 9 月 ～ 11 月 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 中間発表後のグループごとの継続研究 採集、川の状態調査、水中生物の同定と分類、生産量の計測等の資料の調整とデータの作成や分析 ○ 研究発表会の準備 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 中間発表後の研究の内容に、修正のあとが認められるかを評価しながら、研究の方法や、進行状況を観察し、生徒のつまずきに対する助言指導をおこなう。 ○ 研究発表の概要をグループごとに提出させ、提出された内容とくにデータの整理のしかたや分析のしかた、結論の導き方についての助言指導をする。 |
| 第六 次 12 月 ～ 3 月 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 研究発表会 ○ 各グループの調査研究の内容の総合 ○ 多摩川水系の環境保全 | <ul style="list-style-type: none"> ○ グループごとに、調査研究の発表をする。生徒間の情報交換と相互評価の交換。 ○ 各グループの研究についての情報交換をとおして、それを全員で総合的にまとめる作業をおこなわせる。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 多摩川水系（上・中流域）の生物学的水質分布図を作成する。 ・ 過去の調査研究との比較をし、環境の変容の分析と原因の考察をする。 ・ 多摩川水系における生物相互のかかわりあいを再確認し、多摩川水系の環境保全のために必要な方策を討論する。 |

〔B段階〕 調査研究結果の教材化をおこなう。

- a 調査研究結果の視覚化をはかる。(スライド, その他資料集の作成)
- b 中学校理科指導内容と作成教材との関連構成をし, 既存の理科生物領域のカリキュラムへの環境教育的要素をもつ教材のそ入と活用を図る。

〔C段階〕 作成プログラムの評価をし, プログラムの修正をおこなう。

- a 調査研究に参加した生徒の自己評価(研究の方法と内容に関する事項。川の生態系のとらえ方に関する事項。生態系への人的影響に関する事項。)
- b 指導者による調査研究参加生徒の評価(データの収集, 整理, 分析のしかた, 論理性。研究への参加度。生態系に対する生徒の意識の変容。)
- c 指導者による授業をとおしての生態の評価(川の環境に対する生物の適応に関する事項。川の生態系のとらえ方に関する事項。生態系への人的影響に関する事項。川の自然保護に関する興味・関心度。)

(2) プログラムの内容 (注:次に示す教材内容には, 昭和58年度の調査研究が, 同一テーマによる第7年次研究である関係で, これまでに製作された教材が一部含まれている。)

a 調査研究結果の視覚教材化

- ① スライドの製作……製作スライド一覧 (1つの番号のスライドも, 複数構成になっている。プリント番号のあるものについては, 末尾「資料の部」を参照。)

〔表 2.〕

| スライド番号 | テ ー マ | 内 容 説 明 | プリント番号 |
|--------|----------------------|---|--------------------|
| 1 | 多摩川水系生物学的水質分布図 1974 | 1974年夏期の調査結果をもとにして作成した。 • 川の自浄作用とその限界が明瞭にでている。 | 「資料の部」 図 1. を参照 |
| 2 | 多摩川水系生物学的水質分布図 1978 | 1978年夏期の調査結果をもとにして作成した。 • 中腐水区域の汚染の進行が明瞭にでている。 | |
| 3 | 多摩川水系生物学的水質分布図 1979 | 1979年夏期の調査結果をもとにして作成した。 • 前年と同傾向の特徴が明瞭にでている。 | |
| 4 | 多摩川水系生物学的水質分布図 1980 | 1980年夏期の調査結果をもとにして作成した。 • 秋川への汚染の進行が明瞭にでている。 | |
| 5 | 多摩川水系生物学的水質分布図 1981 | 1981年夏期の調査結果をもとにして作成した。 • 永田橋の浄化が明瞭にでている。 | |
| 6 | 多摩川水系生物学的水質分布図 1982 | 1982年夏期の調査結果をもとにして作成した。 • 同 上 | |
| 7 | 多摩川水系生物学的水質分布図 1983 | 1983年夏期の調査結果をもとにして作成した。 • 関戸橋, 是政橋の汚染の進行がみられる。 | |
| 8 | BOD, COD値と生物学的水質との関係 | BOD, COD値と生物学的水質との相関が高いことがでている。 | 「資料の部」 図 2. 参照 |

| スライド 番号 | テ　　マ | 内　　容　　説　　明 | プリント 番号 |
|------------|-----------------------------------|----------------------|------------|
| 16 9 | ヒラタドロムシ | 流れに対する形態上の適応 | 1 |
| 10 | ゲンジボタルの幼虫 | 貧腐水性における指標生物 | 2 |
| 11 | 羽化したチラカゲロウの ぬけがら | 同　　上 | 3 |
| 12 | <i>Spirogyra Varians</i> とウキクサ | 好腐水性の指標生物 | 4 |
| 13 | サカマキガイ | 同　　上 | 5 |
| 14 | サカマキガイの卵塊 | 同　　上 | 6 |
| 15 | ヒラタカゲロウと フタバコカゲロウ | 急流性と緩流性への形態上の適応 | 7 |
| 16 | ミヤマカワゲラと ヒラタカゲロウ | 食物連鎖とそれにとりまなう員数ピラミッド | 8 |
| 17 | ハバヒロビルの卵のう | 流れに対する形態上の適応 | 9 |
| 18 | イノブスヤマトビケラ | 貧腐水性における指標生物 | 10 |
| 19 | ウルマンマトビケラ | 蛹巢, 蛹前期, 蛹後期 | 11 |
| 20 | 各種トビケラの蛹巢 | 各種トビケラにおける蛹巢の特異性 | 12 |
| 21 | <i>Cladophora glomerata</i> | 水質汚濁の指標生物 | 13 |
| 22 | フタバコカゲロウと ヒラタカゲロウ | 貧腐水性の指標生物 | 14 |
| 23 | ウルマンマトビケラの蛹巢 | 底質と動物の生活との関連 | 15 |
| 24 | ヒゲナガカワトビケラと ウルマンマトビケラの蛹 | 底生動物の生活史 | 16 |
| 25 | ヒゲナガカワトビケラの 幼虫 | 貧腐水性の指標生物 | 17 |
| 26 | ユスリカ(赤色) 卵のう塊 | 好腐水性の指標生物 | 18 |
| 27 | ウルマンマトビケラの生活史 | 幼虫, 蛹前期, 同後期 | 19 |
| 28 | <i>Ckaetophora incrassata</i> | 水質汚濁の指標ソウ類 | 20 |
| 29 | 羽化したオオヤマカワゲ ラのぬけがら | 貧腐水性における指標生物 | 21 |
| 30 | ウルマンマトビケラ蛹巢群 | 動物の生活と底質との関係 | 22 |
| 31 | オニヤンマの幼虫 | 貧腐水性の指標生物 | 23 |
| 32 | ウルマンマトビケラの 捕獲網 | 環境に対応した生物の生活法, 食物連鎖 | 24 |
| 33 | ヒゲナガカワトビケラの 捕獲網 | 同　　上 | 25 |
| 34 | セスジュスリカの肛門鰓 | ガス交換に対する形態上の適応 | 26 |
| 35 | エルモンヒラタカゲロウの鰓 | 同　　上 | 27 |
| 36 | チラカゲロウの鰓 | 同　　上 | 28 |

| スライド 番号 | テ ー マ | 内 容 説 明 | プリント 番号 |
|------------|----------------------|---------------------------------------|------------|
| № 37 | ウルマシマトビゲラの鰓 | ガス交換に対する形態上の適応 | 29 |
| 38 | ウスバガガンボの肛門鰓 | 同 上 | 30 |
| 39 | ミヤマカワゲラとヒラタカゲロウの足の先端 | 流れに対する形態上の適応 | 31 |
| 40 | エルモンヒラタカゲロウの鰓と血管 | ガス交換における形態上の適応 | 32 |
| 41 | カワゲラの足の先端 | 流れに対する形態上の適応 | 33 |
| 42 | ウルマシマトビゲラ蛹巢の材質 | 底質と蛹巢の材質との関係 | 34 |
| 43 | 着生ソウ類を食べる カワニナ | 食物連鎖, 指標生物 | 35 |
| 44 | レキの表面のソウ類 | 生態系, 生産者, 光と植物 | 36 |
| 45 | 流水中のソウ類 | トビケラの網の効果とトビケラの食性 | 37 |
| 46 | レキの表面のソウ類 | 生産者, 光と植物, 食物連鎖 | 38 |
| 47 | ヒゲナガカワトビゲラの消化管内のソウ類 | 食物連鎖, 生態系 | 39 |
| 48 | クラマゴケの群落 | 植生と環境条件(水分, 光) | 40 |
| 49 | イヌビユの芽生え | 石灰流をまぬがれた不安定な河原と植生(PHと植生) | 41 |
| 50 | イヌノフグリ | 同 上 | 42 |
| 51 | 石灰に汚染された河原 | 石灰流と植生 | 43 |
| 52 | シロザとチガヤの芽生え | 石灰流をまぬがれた不安定な河原と植生(PHと植生) | 44 |
| 53 | 石灰に汚染された河原 | 石灰流と植生 | 45 |
| 54 | イヌタデの芽生え | 石灰汚染が植物の発育に与える影響 | 46 |
| 55 | 河原に残された 接合ソウの群体 | 同 上 | 47 |
| 56 | 禾本科植物の植生 | 石灰に汚染された不安定な河原における植生 (植物の生活を支える条件) | 48 |
| 57 | 瀬と洩 | 中流域における河川形態 | 49 |
| 58 | 瀬の状況 | 流速と水中への酸素補給との関係 | 50 |
| 59 | 永田橋における水質汚染 | 水量の減少と都市下水による水の汚濁 | 51 |
| 60 | 富栄養化とウキクサの繁殖 | 水の富栄養化がもたらす植生への影響 | 52 |
| 61 | 同 上 | 同 上 | 53 |
| 62 | 同 上 | 同 上 | 54 |
| 63 | オオカナダモの群落 | 局地的な富栄養化にともなう植生の変化 | 55 |
| 64 | 石灰汚濁 | 川底に沈着した石灰が及ぼす植生への影響 | 56 |

| スライド番号 | テーマ | 内 容 説 明 | プリント番号 |
|--------|------------------------------|---|-------------|
| № 65 | 石灰汚濁 | 食物連鎖環の切断 | 57 |
| 66 | 出水による河原（川底）の破壊 | 出水が与える底生動物の生活への影響 | 58 |
| 67 | <i>Spirogyra fluviatilis</i> | 水温・水質と植物との関係 | 59 |
| 68 | 同上 | 富栄養化をもたらす植物と接合ソウ | 60 |
| 69 | 調査研究の方法と、調査結果の発表 | 調査研究指導資料と、一般生徒の環境保全意識の啓発 | 61~74 |
| 70 | 生物学的水質分布の変遷 | 1974~1983年にかけての調査研究結果を比較対照したもの | |
| 71 | 日向和田における底生動物の復活 | 石灰流入地点から、それぞれ 50m, 100m, 下流における底生動物相の比較をしてある。 | 「資料7.の部」を参照 |
| 72 | 日向和田における底生動物相 | 川の生態系での極相としての造網型動物への遷移が明瞭にでている。 | |

② その他の資料（印刷物）の製作

（内容）A. 「多摩川水系における底生動物の出現状況」（「資料の部」表6を参照）

……生物のすみ分け，食物連鎖関係にある動物の調和，水質と生物とのかかわりあい，水中動物どおしのかかわりあい，水中の環境条件・生態系への人為的な影響

B. 「多摩川流域のおもな工場の分布と，工場廃水・生活廃水の河川への流出」（水中の環境条件・生態系への人為的な影響）（「資料の部」図4を参照）

b. 中学校理科指導内容（生物領域）と作成教材との関連構成

理科の領域における環境教育は，生物領域と地学領域の総合的な学習にもとづくことが必要である。しかし，本プログラムは，地学的要素が少ないので，生物領域だけとの関連構成を試みた。

〔表 3〕

| 生物領域における指導内容（関連内容だけを抜粋） | 多摩川の底生生物の生態をもとにした教材（主な関連スライド・資料） |
|---|---|
| 〔第1学年〕 | |
| <u>環境の中の生物</u> <ul style="list-style-type: none"> 生物の生活と自然との関係。 生物の環境条件への適応のすがた。 | スライド № 9, 11, 13, 14, 15, 17, 19, 20, 23, 24, 27, 29~43, 67, 68 水中の底生動物の生態 |
| <u>生物の生活と環境条件の変化</u> <ul style="list-style-type: none"> 場所，天気，時刻などの環境条件の変化と生物。 実験の方法や観察の仕方。 | スライド № 9, 10, 13, 15~19, 25, 27, 41, 57, 58, 69, T. P. 〔表5〕〔表7〕〔図1〕 水中の底生動物の生態と環境条件の調べ方 |

生物領域における指導内容（関連内容
だけを抜粋）

多摩川の底生生物の生態をもとにした教材
（主な関連スライド・資料）

動物体のつくりと環境との関連

- 動物の見方，調べ方，観察の観点，グループ分けの観点
- 動物の多様性と同一性
- 体のつくりやはたらき，運動の仕方などの食性や環境への適応

〔第2学年〕

養分の取り入れ

- 消化酵素のはたらき

呼吸

- 植物と動物の呼吸
- 呼吸器管のつくりやはたらきにみられる適応

〔第3学年〕

光合成

- 緑色植物における有機物の合成
- 光合成のしくみ
- 光合成と二酸化炭素，光の強さとの関係
- 葉緑体と光との関係

合成物質の蓄積と消費

- 合成物質の消費者による利用

分解と再利用

- 生物の死がいや排出物の微生物による分解
- 分解者
- 炭素や窒素の自然界における循環

生産者と消費者，分解者

- 生産者としての緑色植物，消費者としての動物，分解者としての微生物
- 食物連鎖の概念
- 食物連鎖の個体数のピラミッド

スライド № 34~38, 40, 47,

- 水中の底生動物の消化管内のソウ類の消化

- 水中の底生動物のえらにみられる適応

スライド № 12, 28, 44, 46, 48, 60~64,
67~68

- 水中のレキにおけるソウ類の分布

- 光をさえぎられた場合のソウ類の状態

スライド № 8, 11, 16, 32, 33, 43, 45, 47,
65, 70,

T. P 〔図1〕〔図2〕

- 川における食物連鎖
- 川の自浄作用と分解者のはたらき

スライド № 1~8, 10~14, 18, 21, 22, 25,
26, 31, 49~56, 59, 71, 72,

| 生物領域における指導内容（関連内容だけを抜粋） | 多摩川の底生生物の生態をもとにした教材（主な関連スライド・資料） |
|--|---|
| <div data-bbox="139 311 629 504" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><u>生物どうしのはたらきあい</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 競争，協同や食物による関係での生物集団の決定 • なわばり，すみ分けの効果 • 動物社会の個体数のつり合い。 </div> <div data-bbox="139 529 629 649" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p><u>自然界におけるエネルギーの流れと物質の循環</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • エネルギーの流れと物質の循環にみられる調和 </div> <div data-bbox="139 674 629 801" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p><u>自然の保存と環境保全</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 生態系に与える人為的な影響 • 環境保全の考え方 </div> | <p>T. P 〔表5〕 〔図1, 2, 3〕</p> <p><u>その他資料</u> 〔表6〕 〔図4〕</p> <div data-bbox="675 432 1163 639" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 20px;"> <ul style="list-style-type: none"> • 多摩川上・中流域における生物学的水質分布とその変遷 • 水中の底生生物相や河原の植物相に与える人為的影響 • 底生生物相の変化の意義 </div> |

c. プログラムの評価

調査研究に参加した生徒については、次ページに示すような自己評価表によって学習内容を自己診断させた。本プログラムでの学習は、まだ本年度は途中の段階であるが、おそらく、他の一般の生徒についても、調査研究に参加し、探究的学習を体験した生徒と同傾向の環境に対する認識の変容があるものと期待している。

〔表 4〕 自己評価表

自己評価表(生徒用) 生態クラブ

昭和58年 月 日

年 組 氏名

- ① 興味をもって研究できたか。
 ② 積極的に研究に参加できたか。
 ③ 研究をして、新しい事実がたくさん気づいたか。
 「はい」の場合は、それはどのようなことをまとめて、又は個条書きで下に書きなさい。

- ④ 研究から新しい疑問がもてたか。
 「はい」の場合は、それはどのようなことをまとめて、又は個条書きで下に書きなさい。

- ⑤ 資料の集め方は充分だったか。
 ⑥ 資料の整理のしかたは、あとで利用しやすいようにできたか。
 ⑦ 資料から川の状態を正しく判断する事ができたか。
 ⑧ 研究に参加して、今までよりも川の問題により多くの関心を持てるようになったか。
 ⑨ 調査研究の意義がつかめたか。
 ⑩ このような研究調査又は他の環境と生物についての研究調査をこれからも続けたいと思うか。

| はい | ふつう | いいえ |
|----|-----|-----|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

3. 昭和58年度調査研究の実施内容および成果

(1) 実施内容

○調査研究の地点として、多摩川とその水系における次の各地点を設定した。

大丹波川 (蟬沢)

多摩川 (軍畑, 日向和田, 柳湧橋, 調布橋, 羽村橋, 関戸橋, 是政橋)

秋川 (十里木, 東秋川橋)

平井川 (平井橋)

○調査研究の内容は次のとおりである。

ア. 上記の各地点における底生動物相を調査した。明らかにされた底生動物相をもとに、その地点における生物学的水質判定をおこない、過去のデータとの比較考察をおこなった。(図1参照)

イ. 調査地点の水中環境要因を調べた。(底質, 透明度, におい, 水温, PH, 流速, 溶存酸素量, COD)

ウ. 水中の生態系に関する資料をスライド化し、環境教育の教材とした。(表2参照)

(2) 成果

① 底生動物相の調査

ア. 大丹波川(蟬沢), 軍畑を上流の起点とし, 日野橋, 関戸橋を中流の終点とした昭和58年度夏期における底生動物相を明らかにした。

イ. 上記の範囲における多摩川とその水系における生物学的水質分布図を作成した。

ウ. 少なくとも, 拝島橋より上流及び秋川の水質はきれい(貧腐水性)であり, 底生動物相も豊富であることが判明した。

エ. 福生市永田橋における局地的な水質汚染は, 依然として残っていることが判明した。このことは, 羽村のせきにおける玉川上水への取水による水量の激減と, 都市下水による汚染によるものである。

オ. 永田橋における局地的な水質汚染は, 秋川の流入によって, その下流においては緩和され, 水質が上昇していることが判明し, 川の復元力の実態をとらえられた。

カ. 関戸橋, 是政橋の水質は, 依然として向上する気配がみられない。それどころか, 関戸橋では, サカマキガイが優先種であり β 中腐水性から, α 中腐水性への移行の傾向がある。

キ. 台風後の増水の生態系への影響がうかがえた。各調査地点における造網型のヒゲナガカワトビケラの出現率が低かったのは, その一例である。

② DO値, COD値

ア. 生物学的水質判定結果と, COD値(化学的酸素要求量)との相関がはっきりあることが判明した。(図2, 表8参照)

イ. 日中においては, 溶存酸素はほぼどの地点においても飽和状態である。水質との関連を調べるには, 夜間におけるDO値の調査が必要である。

③ 環境教育のための教材化の試み

ア. 調査研究結果の視覚化をはかるために、調査研究内容のスライド化をすすめ、中学校理科指導内容と作成スライドとの関連構成をし、生物領域の中に、環境教育的要素を身近な素材によってそう入した。(表2, 表3 参照)

(3) 今後予想される効果

本調査研究の教育的観点は次のとおりである。すなわち、1) 中学生の自然保護、環境保全の意識化は、感受性が高く、潔癖感の強い彼等を、身近な自然環境に直面させることによって高めることができる。2) 生徒の日常生活に密着した「水」を問題にとりあげることは、環境問題への生徒の関心を高めるのに効果がある。3) ありのままの自然を対象にした生徒みずからがおこなう探究学習の方法をとることによって、自然を調べる能力を育成することができる。

本調査研究は、以上の観点に基づいて計画されたものであり、その結果は授業に位置づけて活用されている。今後、授業評価や本プログラムによって学習した生徒の自己評価等を通して、本研究の効果を吟味していく予定である。

4. おわりに

プログラム作成の意図と視点において述べたように、本拙論は環境破壊の現象面だけをとくに強調する公害教育を志向したものではない。その代わりに、自然科学の知識、理解にもとづく学習をめざしたものであるが、調査研究の段階においてかなりの問題点もあった。すなわち、調査研究にあたった生徒が、1年生から3年生までの混成であったために、自然科学の知識、理解度の差が大きかったことである。今後の指導で工夫改善をはからなければならない。生物領域からの環境教育のひとつの試案を示した本拙論について、諸兄の御批判と示唆をしていただければ幸いである。

多摩川水系の生物学的水質分布の諸要因について、多くの示唆をお与えくださった東京水道局給水部の白山恒徳主幹、研究助成をいただいた「とうきゅう環境浄化財団」には、心からお礼申しあげる。

【主な参考文献】

- 水生昆虫学 津田松苗 北隆館(1972)
- 河川の生態学 水野・御勢 筑地書館(1972)
- 汚水生物学 津田松苗 北隆館(1973)
- 川と湖の生態 小泉 明 共立出版(1972)
- Designing an Environmental Curriculum ニューヨーク州教育庁・オーバニイ大学(1971)
- Environmental Education Strategies 同上(1971)
- Environmental Education Curriculum Infusion Units 同上
- 「多摩川上中流における生物学的水質判定とその考察」 橋上一彦 日本生物学会誌

(1974. 14巻3号)

- 「ニューヨーク州における環境教育計画と個人的な試行事例」 橋上一彦
東京学芸大学附属学校研究紀要 第6集（1979）
- 「多摩川の底生動物の生態をもとにした環境教育プログラムの作成」 橋上一彦
東京学芸大学附属小金井中学校研究紀要 XX（1982）

資 料 の 部

川の水質に対する生活廃水の影響 [表 5]

| | |
|------------------------------------|--|
| 1979年8月31日 川井 (50cm×50cmのコドラート) | A地点：多摩川本流 B地点：キャンプ場共同流しからの廃水が流入している地点の多摩川 |
|------------------------------------|--|

| A 地 点 | | | | B 地 点 | | | |
|------------------|-------------|--------|---------------|-------------------|----------|------|--------------|
| 水 温 | 水の透明度 | 臭 気 | 底 質 | 水 温 | 水の透明度 | 臭 気 | 底 質 |
| 21℃ | 川底までよく見とおせる | ほとんどなし | こぶし大レキ表面にケイソウ | 21℃ | 少しにごっている | 少しあり | こぶし大レキ表面にヘドロ |
| 生 物 名 | | 個体数 | 湿 重 量 | 生 物 名 | | 個体数 | 湿 重 量 |
| オオヤマカワゲラ | | 7 | 910mg | キブネタニガワカゲロウ | | 5 | 250mg |
| ヒゲナガカワトビケラ | | 38 | 3800 | シロタニガワカゲロウ | | 5 | 200 |
| ウエノヒラタカゲロウ | | 24 | 1320 | オオフタオカゲロウ | | 32 | 960 |
| チラカゲロウ | | 21 | 630 | Ephemerella sp nF | | 1 | 100未満 |
| オナガヒラタカゲロウ | | 44 | 1980 | Ephemerella sp EA | | 1 | 100未満 |
| キイロヒラタカゲロウ | | 7 | 300 | ガガンボ(さなぎ) | | 18 | 540 |
| ナミヒラタカゲロウ | | 10 | 450 | ガガンボ(幼虫) | | 32 | 960 |
| ユミモンヒラタカゲロウ | | 12 | 540 | エラミミズ | | 8 | 800 |
| クロタニガワカゲロウ | | 7 | 300 | シマイシビル | | 3 | 120 |
| Ecdyonurus SP EA | | 22 | 990 | カワニナ | | 3 | |
| シロタニガワカゲロウ | | 41 | 2050 | | | | |
| キブネタニガワカゲロウ | | 74 | 3700 | | | | |
| シマイシビル | | 2 | 80 | | | | |
| ウルマシマトビケラ | | 3 | 100未満 | | | | |

(1974. 8. 31 橋上)

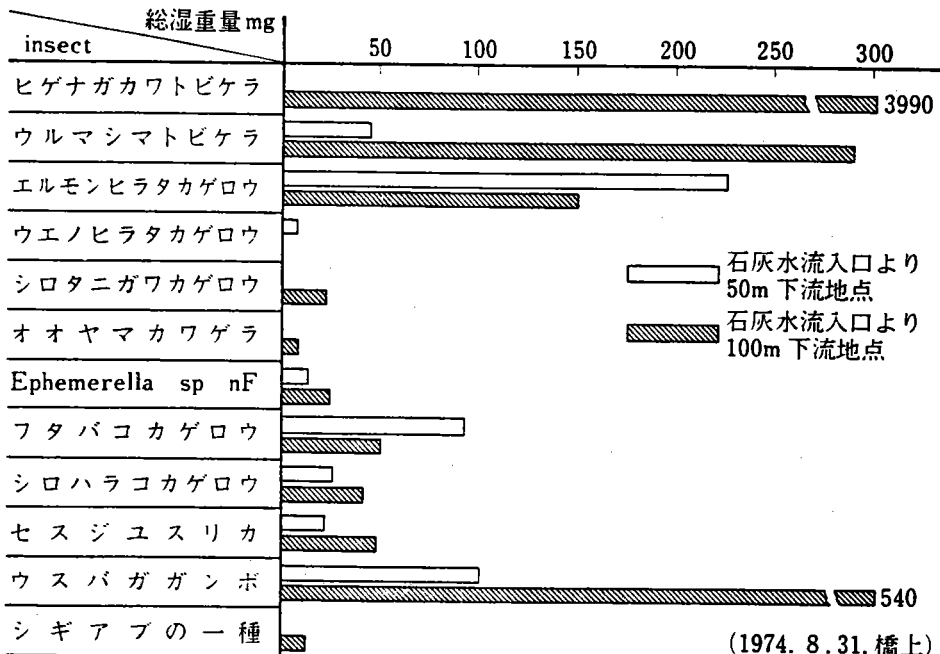
青梅市日向和田の底生動物相〔表7〕

1974年8月31日
 A地点：石灰水流入口より 50 m 下流地点 } 底質：砂レキ
 (50 cm × 50 cm のコドラート) B地点：石灰水流入口より 100 m 下流地点

| 生物型 Type | | A 地点 | B 地点 |
|-------------------------|--------------------|---------|----------|
| 造網型 | Net-spinning | 40 mg | 4630 mg |
| ほふく型 | Creeping | 340 未満 | 760 |
| 游泳型 | Swimming | 110 | 70 |
| 固着型 | Ataching | 10 | 10 未満 |
| 1コドラート(50×50cm) 総湿重量 | | 約500 mg | 約5470 mg |
| 耐性 | Intolerant Species | 7 種 | 10 種 |
| | Tolerant Species | 1 種 | 1 種 |

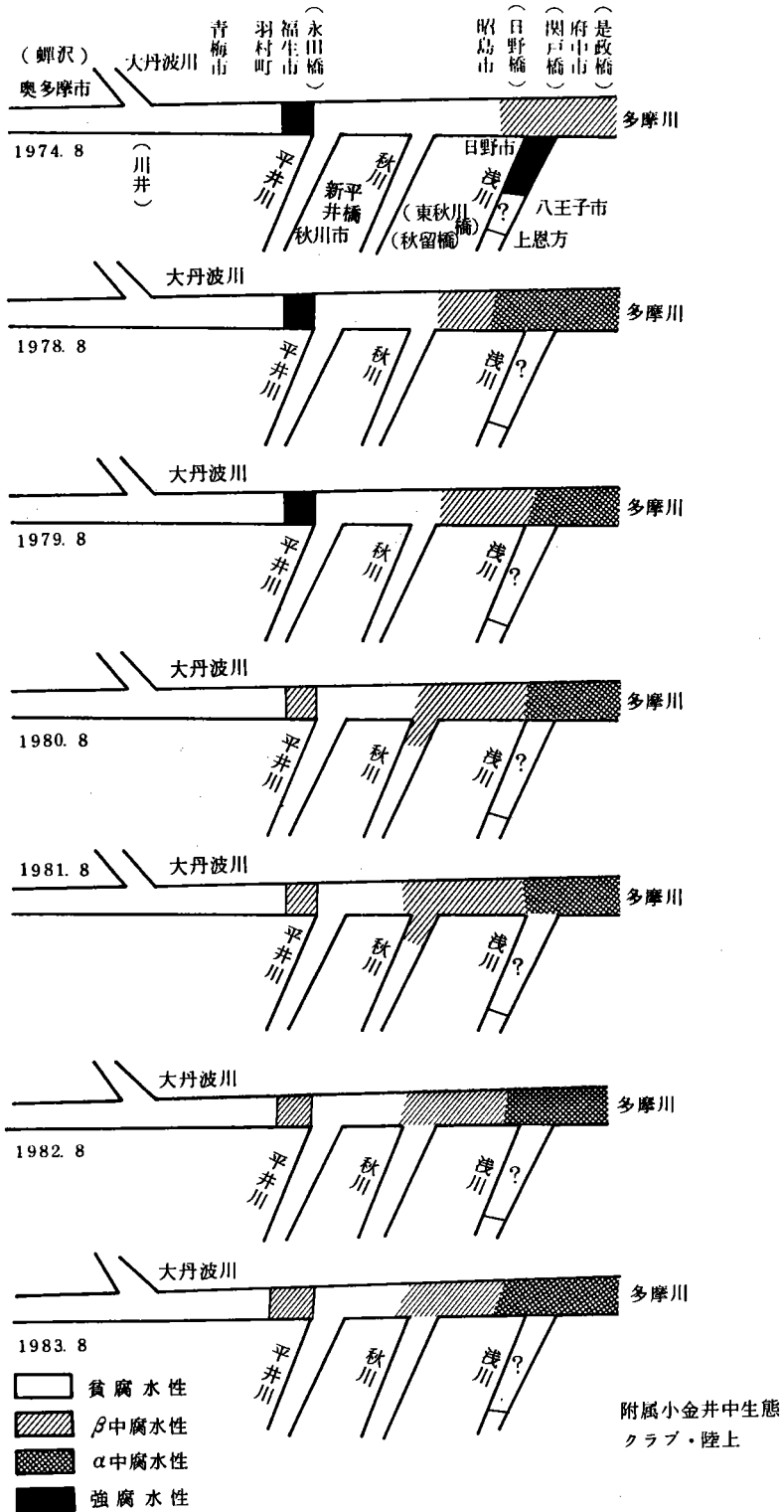
(1974. 8. 31 橋上)

青梅市日向和田における水生昆虫相の変遷 (図3)……〔表7を参照〕

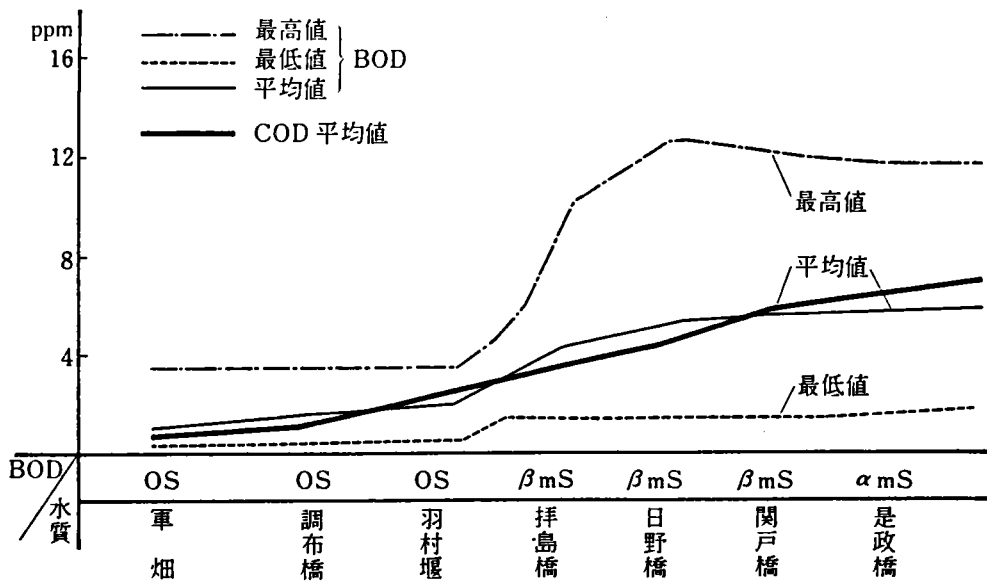


(1974. 8. 31. 橋上)

生物学的水質分布の変遷 (図1)



BOD値（生物化学的酸素要求量），COD（化学的酸素消費量）と生物学的水質との関係
 (図2)



(BOD, COD 値…東京都水道局調査データを参考にした) (1981. 8. 橋上)

〔表 8〕 水の臭気，生物学的水質，COD値との関係 (1983. 8 橋上)

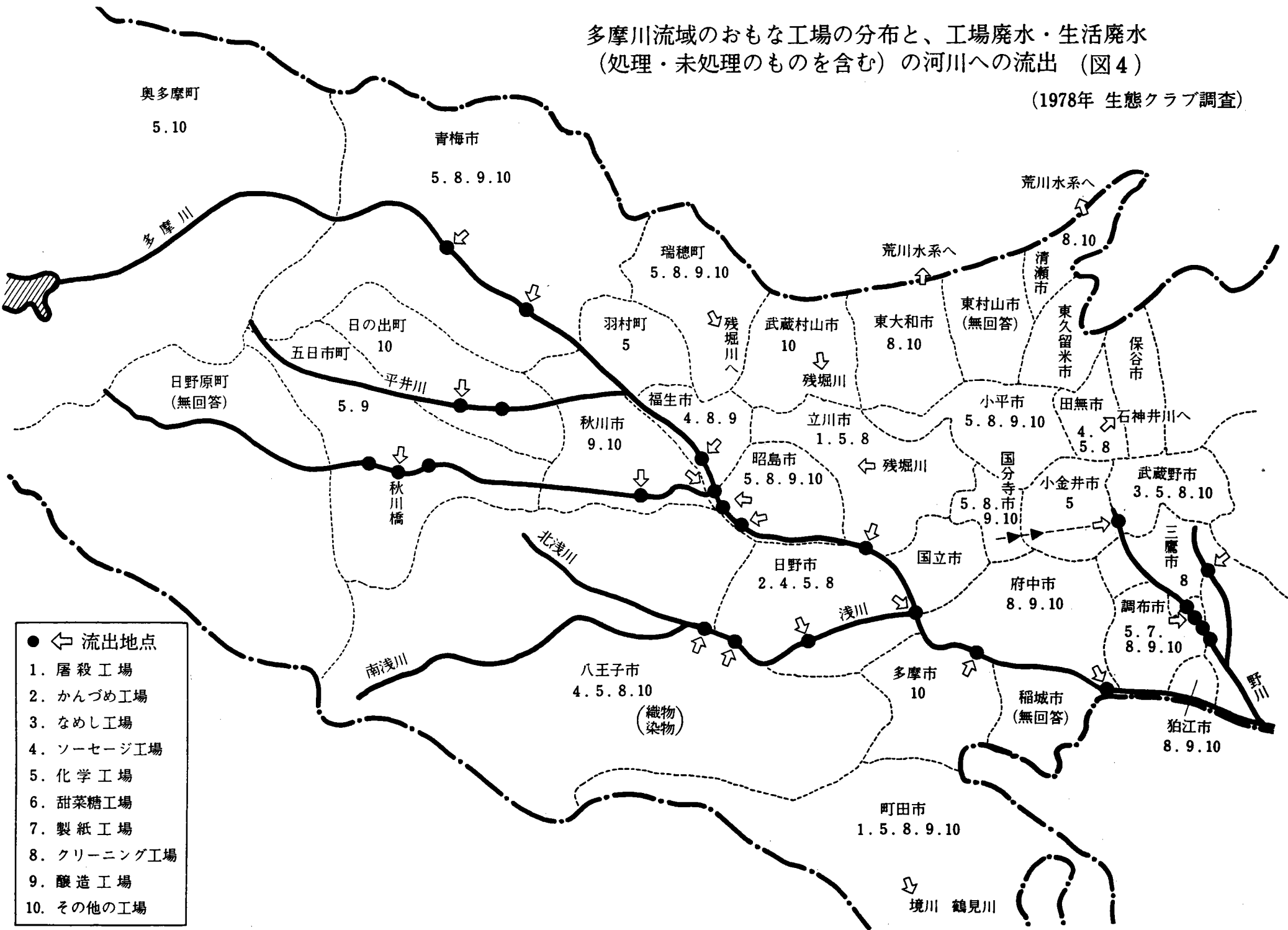
| 調査地点 | 蟬沢 | 軍畑 | 日向和田 | 柳湊橋 | 調布橋 | 羽村橋 | 関戸橋 | 是政橋 | 十里木 | 東秋川橋 | 平井橋 |
|------------------------|----|----|------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|------|-----|
| 水の臭気 | 無 | 無 | 無 | 無 | 無 | 無 | 少しくさい | くさい | 無 | 無 | 無 |
| 生物学的水質 | OS | OS | OS | OS | OS | OS | βmS | αmS | OS | OS | OS |
| COD 値 [※] ppm | 低 | — | 低 | — | 低 | 低 | 7.0 | 7.0 | — | 低 | 低 |

※COD値： 低（ポナール・キットCOD-Lでは測定不可能な低い値を示す）
 —（測定実施せず）

• 採水時刻は，いずれも午前9時～12時

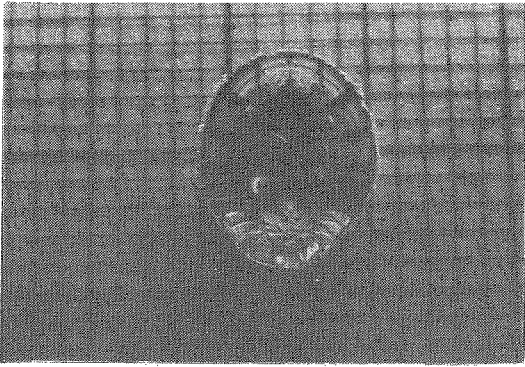
多摩川流域のおもな工場の分布と、工場廃水・生活廃水
(処理・未処理のものを含む)の河川への流出 (図4)

(1978年 生態クラブ調査)

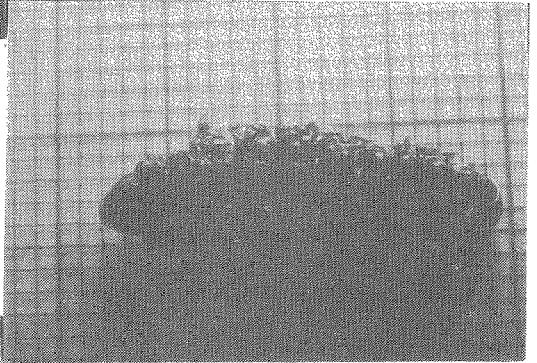


製作スライド例

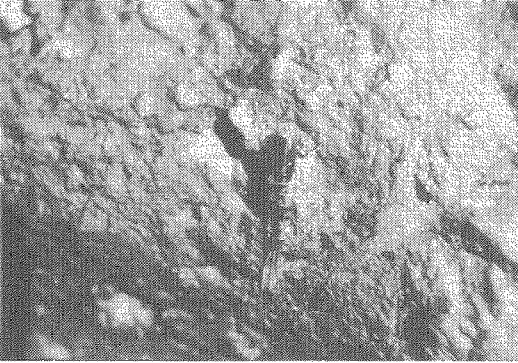
3ページ〔表2〕参照



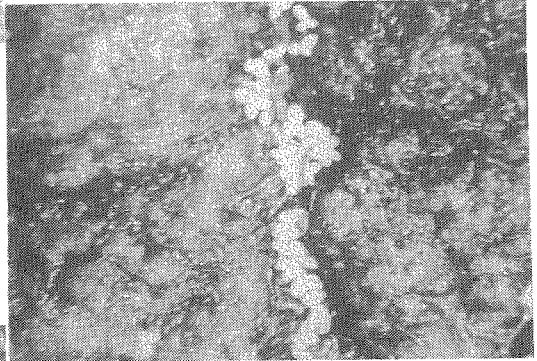
1. ヒラタドロムン(平井橋)



2. ゲンジボタルの幼虫(大丹波川・蟬沢)



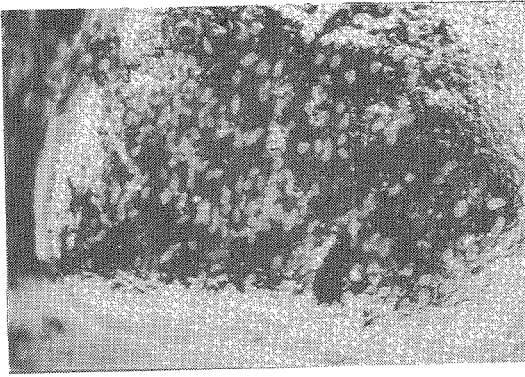
3. 羽化したチラカゲロウのぬけがら(軍畑)



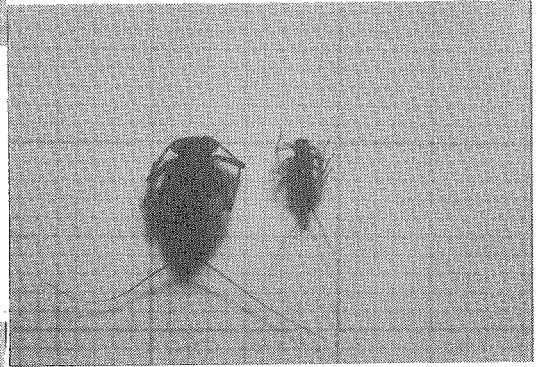
4. Spirogyra Variansとウキクサ(関戸橋)



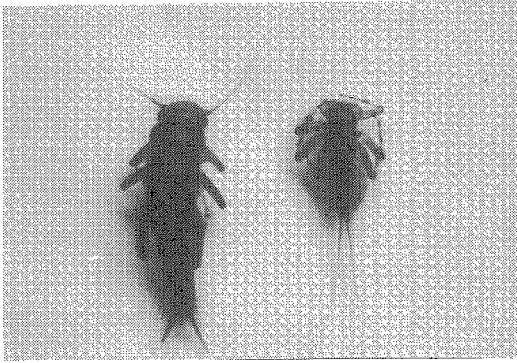
5. サカマキガイ(関戸橋)



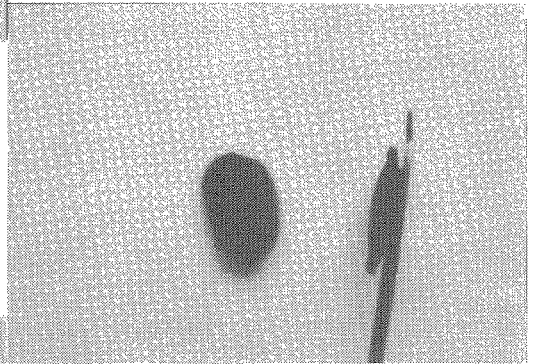
6. サカマキガイの卵塊(是政橋)



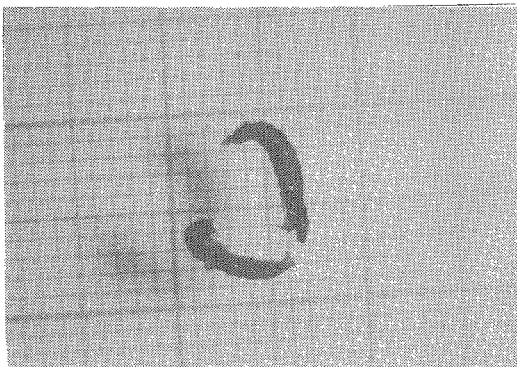
7. ヒラタカゲロウ(左)とフタバカゲロウ(右)



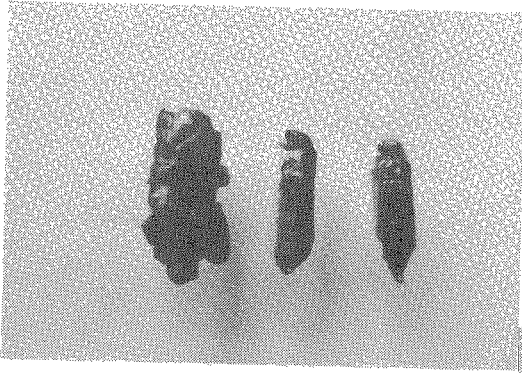
8. ミヤマカワゲラ(左)とヒラタカゲロウ(右)



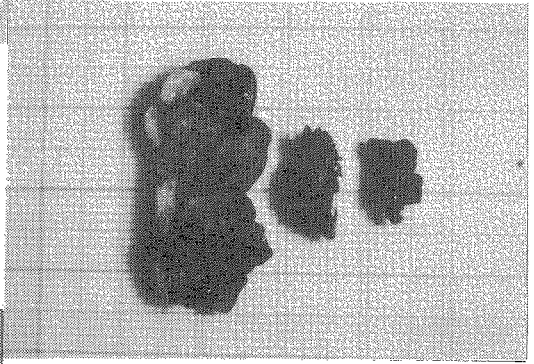
9. ハバヒロビルの卵のう



10. イノープスヤマトビケラ



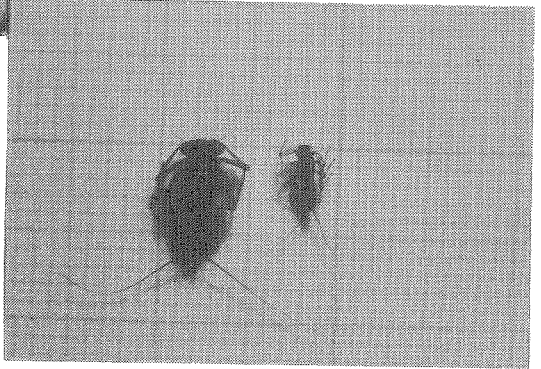
11. ウルマシマトビケラ
 蛹巢(左) 蛹前期(中)
 蛹後期(右)



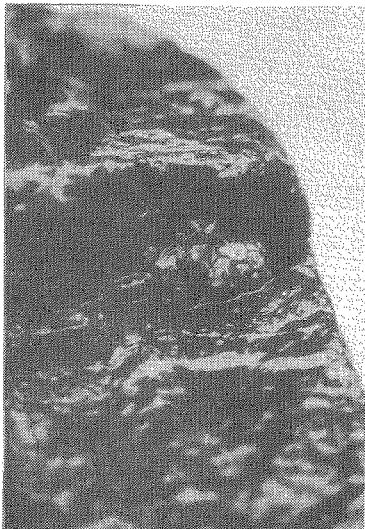
12. ヒゲナガカワトビケラ(左),
 ウルマシマトビケラ(中),
 ニンギョウトビケラ(右)の蛹の巢



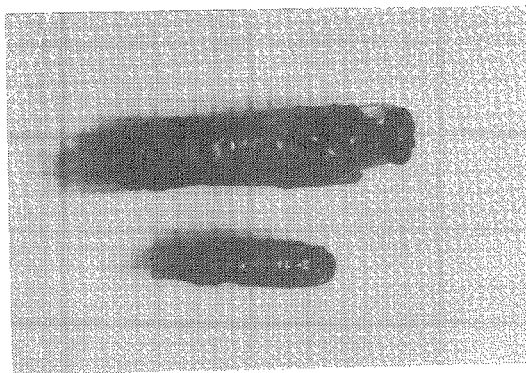
13. *Cladophora glomerata* (永田橋)



14. フタバコカゲロウ(左)と
 ヒラタカゲロウ(右)



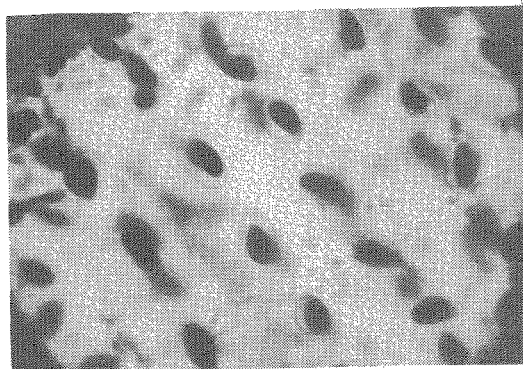
15. ウルマシマトビケラの蛹巢



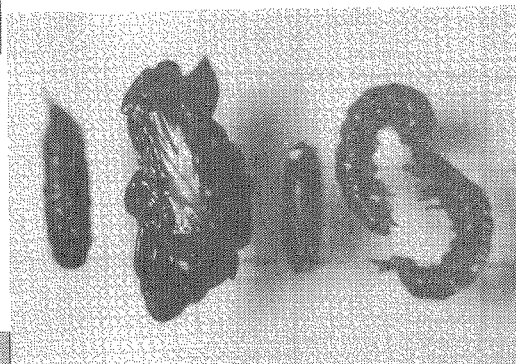
16. ヒゲナガカワトビケラ(上)と
ウルマシマトビケラ(下)の蛹



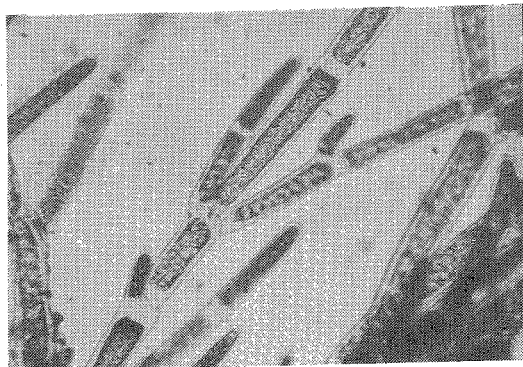
17. ヒゲナガカワトビケラの幼虫



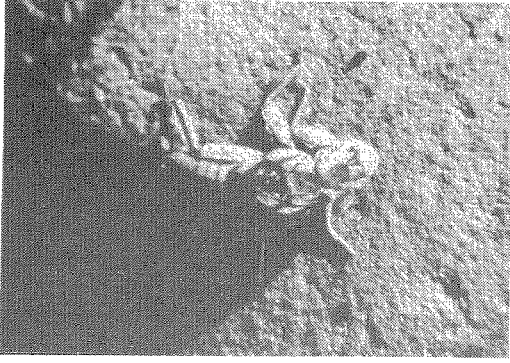
18. ヌスリカ(赤色)の卵のう塊(永田橋)



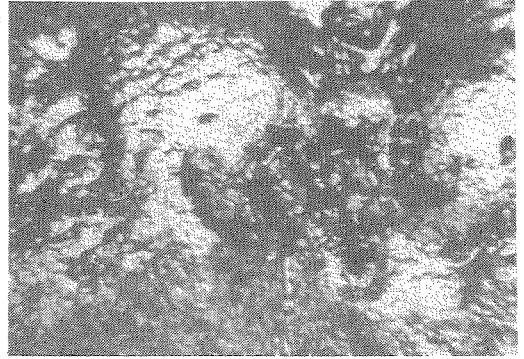
19. ウルマシマトビケラ的生活史



20. *Chaetophora incrassata* (永田橋)



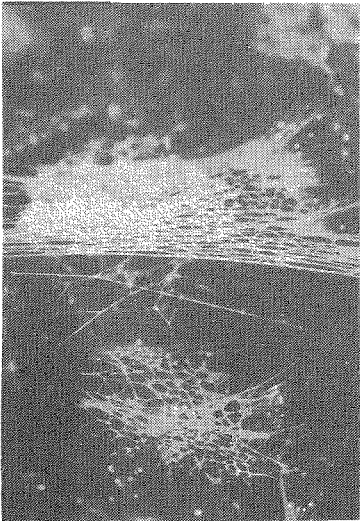
21. 羽化したオオヤマカワゲラのぬけがら
(蟬沢) 沢



22. ウルマシマトビケラの蛹巢群
(秩川・十里木)



23. コオニヤンマの幼虫



25. ヒゲナガカワトビケラの捕獲網



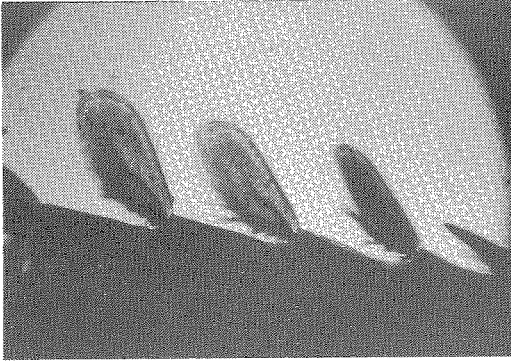
24. ウルマシマトビケラの捕獲網



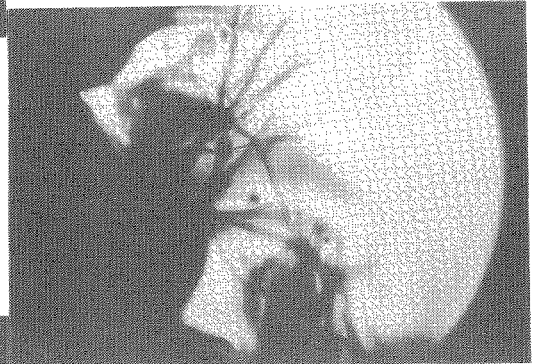
26. セスジュスリカの肛門鰭



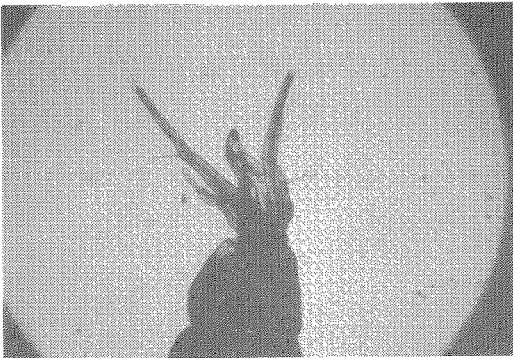
27. エルモンヒラタカゲロウの鰭



28. チラカゲロウの鰭



29. ウルマンマトビケラの鰭



30. ウスバガガンボの肛門鰭



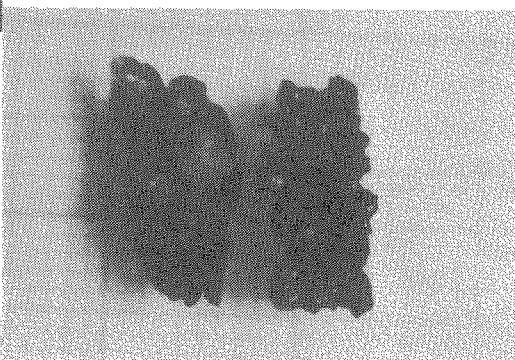
31. ミヤマカワゲラ(右)と
ヒラタカゲロウ(左)の足の先端



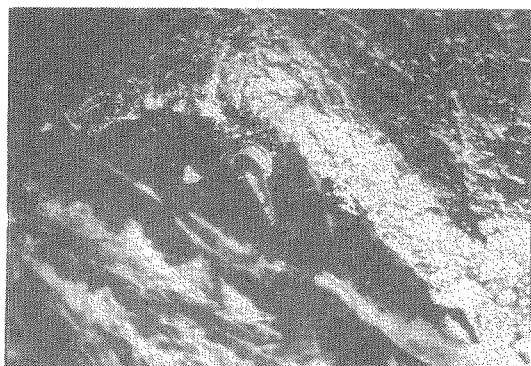
32. エルモンヒラタカゲロウの鰓と血管



33. カゲロウの足の先端



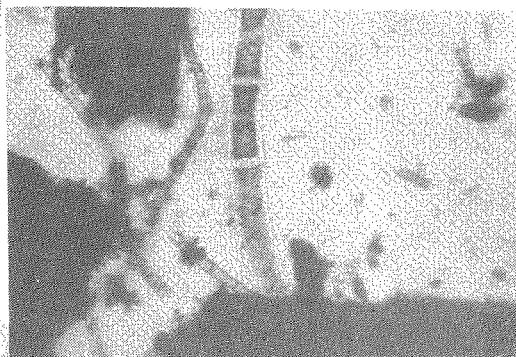
34. ウルマシマトビケラのサナギの巣
(左-川井, 右-拝島橋)



35. 着生ソウ類を食べるカワニナ(蟬沢)



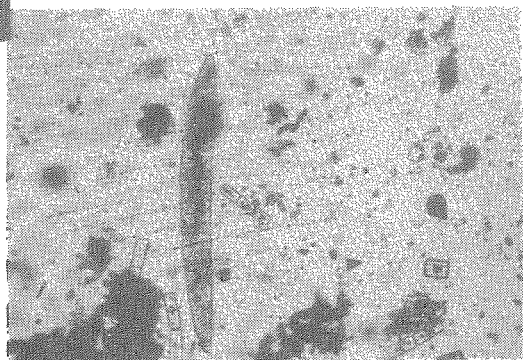
36. レキの表面の着生ソウ類（古里）



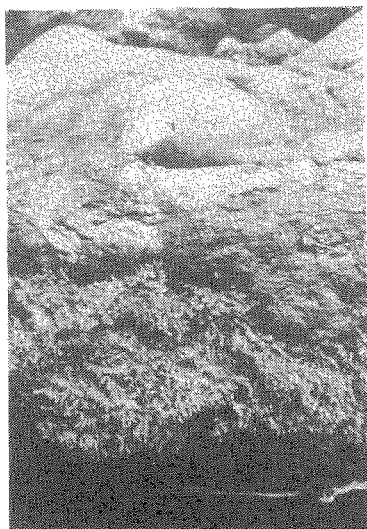
37. 流水中のソウ類



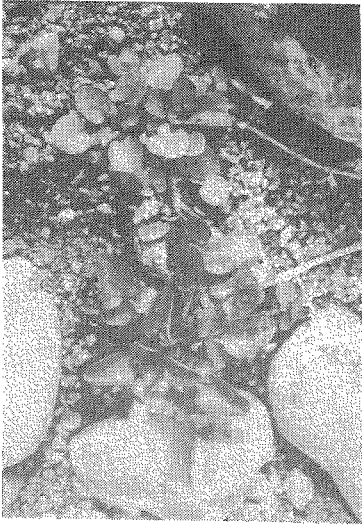
38. レキの表面の緑ソウ類，ケイソウ類



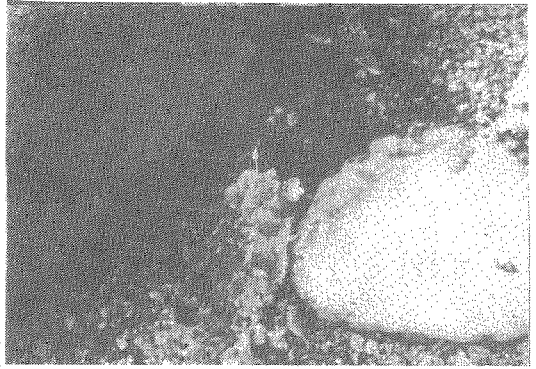
39. ヒゲナガカワトビケラの消化管内のソウ類



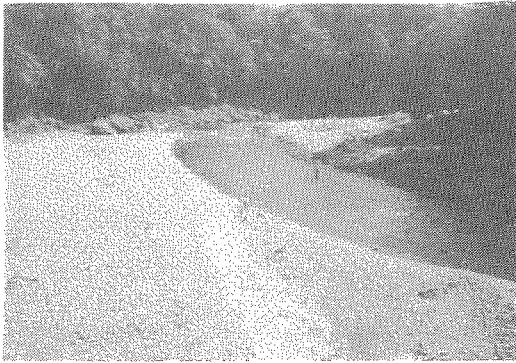
40. クラマゴケの群落（蟬沢）



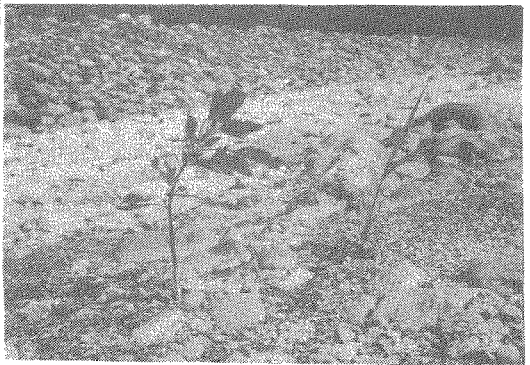
41. イヌビユの芽生え（青梅・大柳）



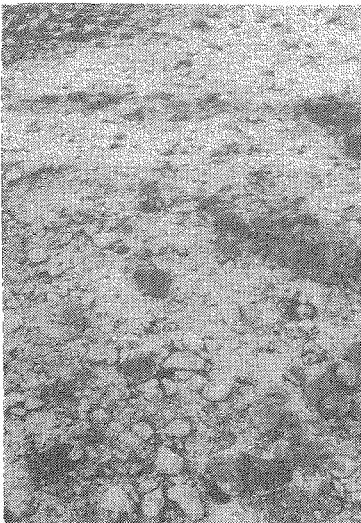
42. イヌノフグリ（大柳）



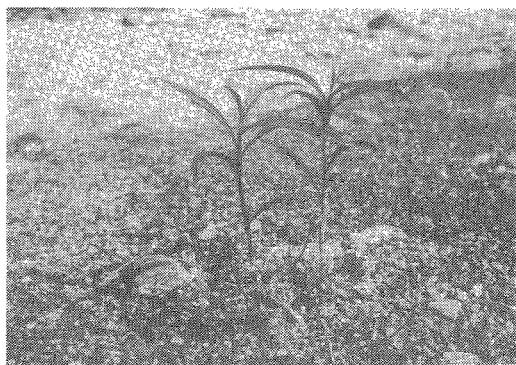
43. 石灰に汚染された河原（大柳）



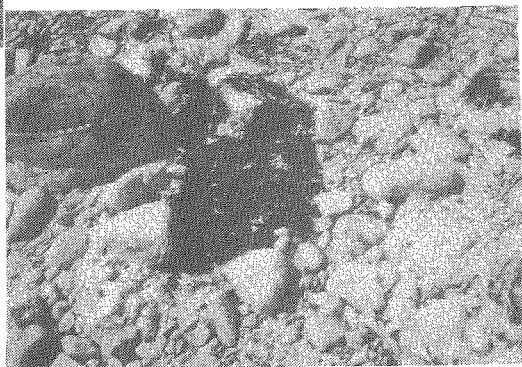
44. シロザとチガヤの芽生え（大柳）



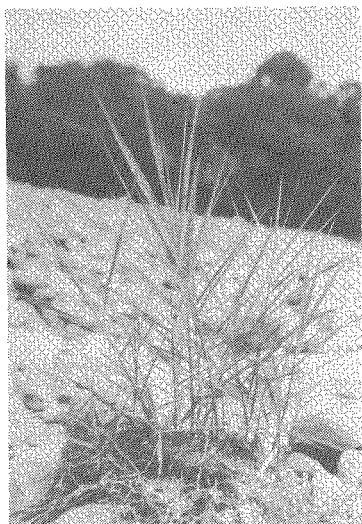
45. 石灰に汚染された河原（大柳）



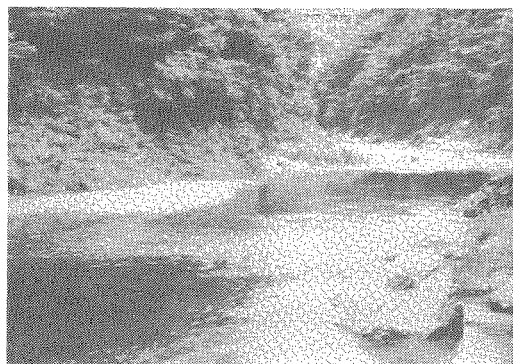
46. イヌタデの芽生え



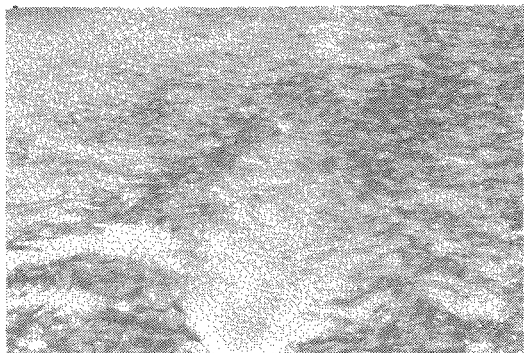
47. 河原に残された接合ソウの群体（大柳）



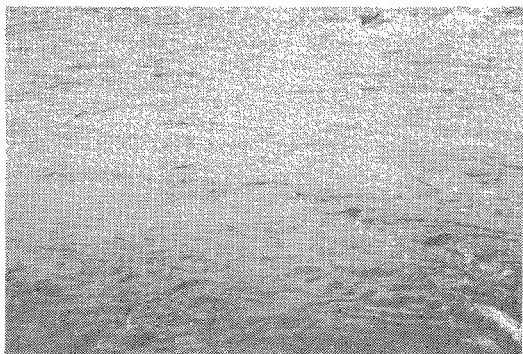
48. 禾本科植物の植生（大柳）



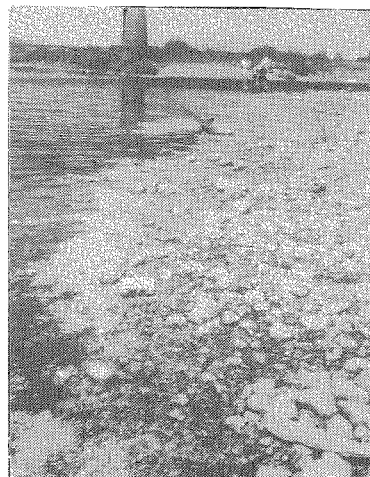
49. 瀬と洄（古里）



50. 瀬の状況（古里）



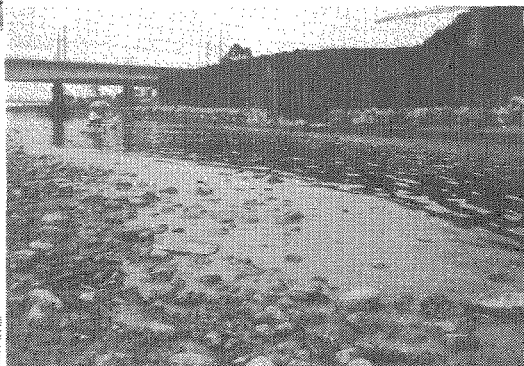
51. 永田橋における水質汚濁



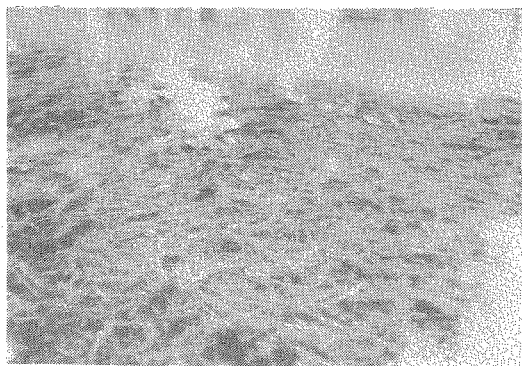
52. 富栄養化とウキクサの繁殖（関戸橋）



53. 富栄養化とウキクサの繁殖（是政橋）



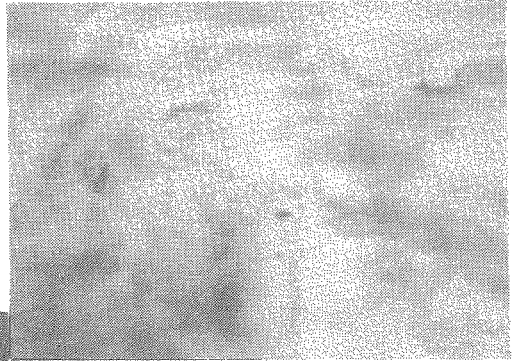
54. 富栄養化とウキクサの繁殖（是政橋）



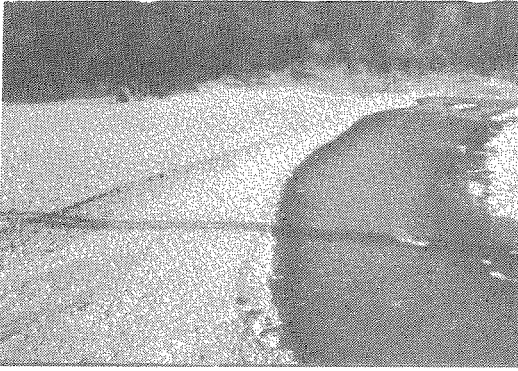
55. オオカナダモの群落（平井橋）



56. 石灰汚濁 (日向和田)



57. 石灰汚濁 (日向和田)



58. 出水による河原 (川底) の破壊 (大柳)



59. *Spirogyra fluviatilis* (日向和田)



60. *Spirogyra fluviatilis* (日向和田)



61～74は調査研究の方法と
調査結果の発表状況

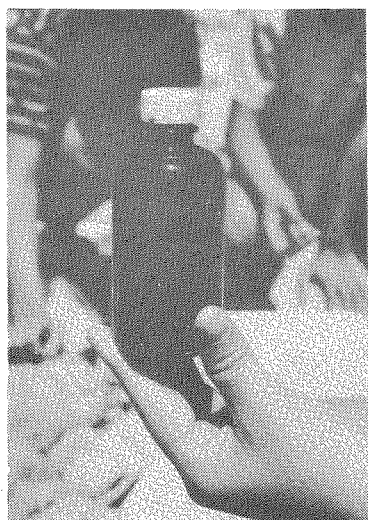
61. 底生動物をレキとともに採集



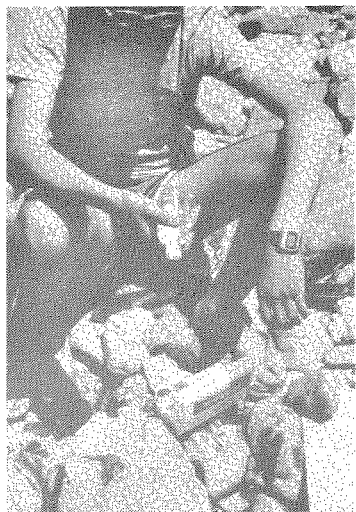
63. レキの表面に付着している底生動物の採集
(日向和田)



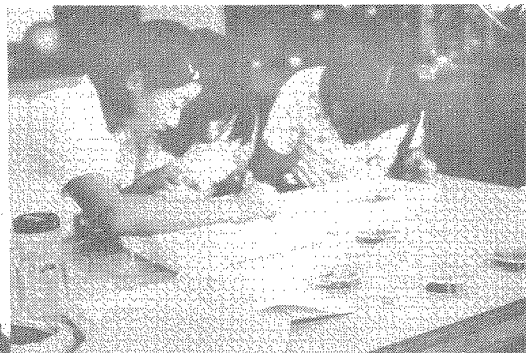
64. レキに付着している底生動物をバットに
こすりおとす



65. 溶存酸素が飽和状態を示す濃紫色の反応



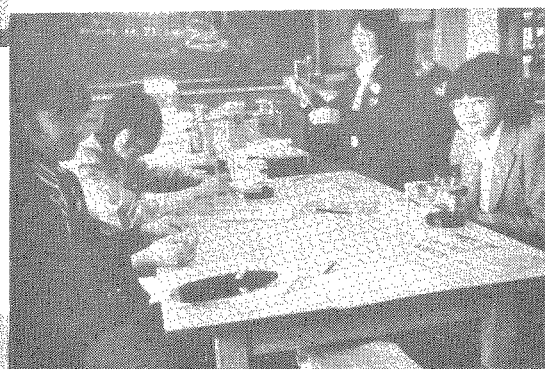
66. 水中溶存酸素の測定(日向和田)



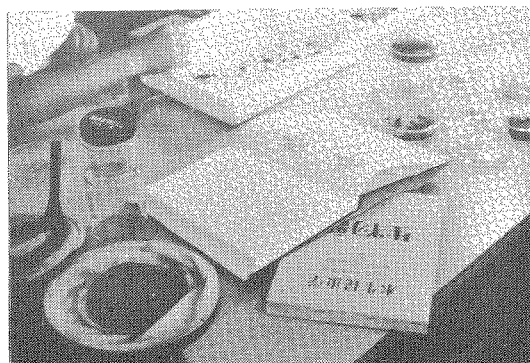
67. 底生動物の同定と整理



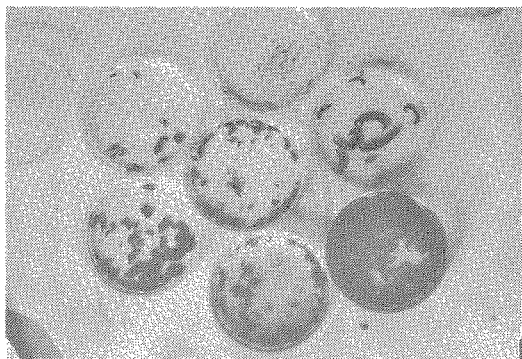
68. 底生動物の同定と整理



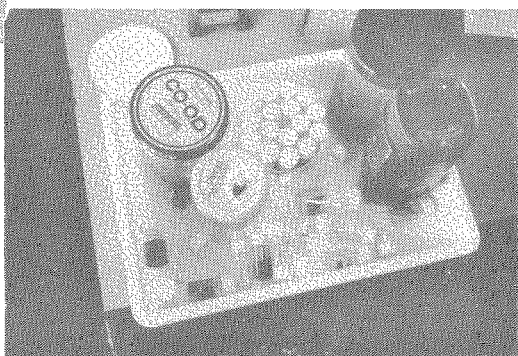
69. 底生動物の同定と整理



70. 底生動物の同定と整理



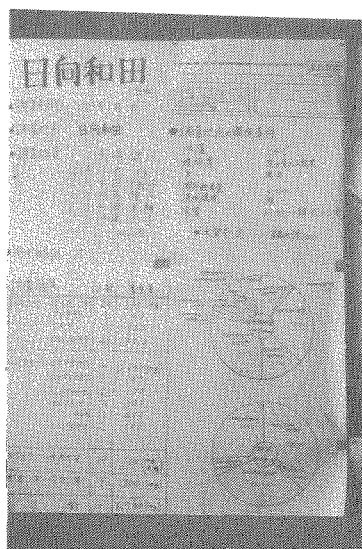
71. 底生動物の分類・整理



72. 底生動物の分類と整理



73. 調査研究結果の発表



74. 調査研究結果の発表