

日本生物教育学会

# 研究紀要

目次

---

自然保護教育の歴史と現状, 今後の問題……………青柳 昌宏…… 1

生物学的水質判定法から見た利根川水系の水質汚濁の現況……………井出 嘉雄……33

---

1975年

# 生物学的水質判定法から見た

## 利根川水系の水質汚濁の現況

立正女子大学 井出嘉雄

### 1. 調査目的

鉱工業の発達と人間生活の都市化に伴つて、その排棄物は著しく多くなり、そのために河川の汚濁は、年毎に激しくなつてきている。特に農耕法の変化は、人畜の排泄物の農地還元が少なくなつて、その処理水の大部分が直接河川に流入してくるようになり、そのために、内陸水の富栄養化の進行が急速になり、又内湾の富栄養化も、進行している。

河川の汚濁、富栄養化の調査は、従来化学的水質分析の方法が多く用いられているが、河川水中に生活する現状の生物相を調査して、併せて水質分析をするという、生物学的水質判定法も併用していることは、現在のところ余り多く実施されていない状況である。

関東地方の主要河川は現在汚濁・富栄養化が進行しておることは、本邦各地方の河川と同様の傾向である。今日現在の河川の状態をそこに生活する生物相の状態で把握しておくことは、将来の河川汚濁調査の際の基礎的の資料となるのであつて、この調査は、早急に実施しなければならない。

このような原点に立つて、筆者は利根川・江戸川・中川等の富栄養化の現状を底生動物分布の点で把握し、将来の河川環境保全の一助とする目的をもつて、1974年度調査実施した。

さらに、各地点毎に採集した底生動物は、1975年11月採集当時の現況として、その動物全部を写真に撮影し、1975年11月の利根川中流域・江戸川・中川水系の底生動物写真集として、永久保存とし、将来の参考に供することとした。

### 2. 生物学的水質判定法

鉱工業排水や下水、し尿処理水が流入すると河川の水質は汚濁されて、ある種の生物は死滅し、反対にある種の生物は逆に著しく繁殖する。水質の汚濁には有機的の汚濁と無機的の汚濁の場合とがあり、又それぞれの汚濁の場合に、それに耐えることのできる生物（耐汚濁性種 Tolerant Species）と、耐えることのできない生物（清水性種 Intolerant Species）とがあり、且つその耐性にも強弱の度合がある。

上記のことから、その場所にあつて生物相を観察して、汚濁の強さを判定しようとする試み

は、かなり古くから進められており、はじめて、学問的に発展させたのは、1908年の Kolkuitz と Marson の論文であつた。その後改良され本邦においても多くの研究者によつて、研究討議されて今日に至つている。

水質判定の場合には、理化学的分析と生物学的水質判定の二つがあることは勿論である。それぞれに優れた点と欠点とがある。即ち

理化学的分析法の優れた点は、

- ① 分析値が各物質について微量の数値まで表示することができて数字によつてはつきりと見ることができる。
- ② 高等の機器を用いているために、客観性が優れている。

生物学的水質判定法の優れている点は、

- ① 化学分析の場合は、採水した瞬間のみしか解らないが、生物相からは、過去の一定期間（藻類相では2～3週間）（水生昆虫の場合は約1ヶ月間）の平均的の汚濁状況が判定できる。
- ② 個々の物質の影響はわからないが、含まれる物質の総和の影響が判定できる。
- ③ 高等の機器や特殊の薬品が必要でなく、顕微鏡とホルマリン程度で十分に作業ができる。
- ④ 汚濁源の追跡が生物相を追つて行って判定できる。
- ⑤ 汚濁の程度を現場で直ちに判定できる。

上記のように、それぞれの長所があるので、水質汚濁の調査では、上記の両方面を併用して作業をする必要があることはいうまでもないことである。

### 3. 調査地点及び調査方法

#### 3.A. 調査範囲

今回の調査範囲は、表1及び図1に示してあるように、五料橋（河口より約190km）の利根川本流地点を最上流地点として、本流に18、関係支河川、湖沼に7、江戸川4、中川3、綾瀬川2の合計34の範囲を調査した。上記の範囲を各工事々務所管内別に見ると、上流工事々務所管内14（St. 1～St. 13）、下流工事々務所管内11（St. 21～St. 31）江戸川工事々務所管内9（St. 41～St. 49）となつている。上流190kmの地点から、河口まで及び、江戸川、中川水系を含むと調査範囲は広大となつていて、僅かに34地点のみでは、充分な現状を把握することは、困難であるが、本年度はどこまでもマクロに利根川水系及び江戸川関係を見するという考えから調査したものである。

### 3. B. 調査点の選定法

河底生物生育のための環境要因をあげると、水温、流速、水深、底質（礫床、砂底、砂泥底等）日射量、水質となる。水質汚濁と生物相の関係を調査するために底生動物を採集する際は、水質以外の他の要因は、なるべく同一にする必要があることは勿論である。従つて、通常河川の上流部や中流部では、この条件が満たされて同一要因のところは調査できるのであるが、今回の調査範囲の大部分は下流部であるために、砂質底、砂泥底、泥質底の調査点が多く、水深も岸辺から直ちに1 m以上という様に急に深くなつている地点も多くあるという地区であるために、次の述べるように最上流部と下流部は止むを得ず採集地点は異つた条件のところとなつてしまつた。しかし乍ら上流部は上流部としての比較ができ、又下流部は下流部としての比較ができるようにした。

上流部の St. 1 ~ St. 6 までの各調査地点は、河底に石礫の部分が存在しているので、その部分で次のようにして採集点を選定した。

#### すなわち

- (i) 表面流速はなるべく 50cm/sec ~ 130cm/sec のところ
- (ii) 水深は 20cm ~ 30cm 深のところ
- (iii) 水底の礫はこぶし大乃至小西瓜大のところ
- (iv) 日射はなるべく一日中あたるところ

又、St. 7 以下の下流部の底質が砂質又は砂泥地に属している調査地点は、流れ巾も 100m 以上又は数 100m というように（江戸川、中川等は、巾は狭いけれども）広大の地点では、河岸の比較的緩傾斜の地点を物色して、河岸より河中に入つて行き、水深 50cm ~ 70cm 程度のところで常時水底にあつたであろう地点で底部の砂泥の表面及び砂泥中に生活している底生動物を、後述の採集法のところで述べるような方法で砂泥とともに採集することとした。従つてこの下流部は必ずしも河流の流心を採集したものではないが、常に河流の水底にあつて、かつ水が流動している地点を選定した。

結果的には表 2 に示してあるように、上流部の礫底の部分は表面流速が 100cm ~ 170cm のところとなり、それ以外の下流部は表面流速が 50cm 以下のところとなつた。

### 3. C. 現地調査日程

調査地域が広大であるために全地点を引きつづいた日程で現地調査するためには、少なくとも 6 日間必要とする。最初は盛夏の頃の調査としたいために、8 月 1 日より、6 日までの計画をしたが、7 月初旬よりの雨天続きのために、河水は数 m もの増水をしていて、

河流本来の地点が採集できず、且つ河底も洪水のため荒らされているので中止した。次は、8月26日より1週間を予定して8月26日に調査を開始した。ところが同日の午後よりこの地域及び上流部が大雨となり結果的には、江戸川の2地点、中川の3地点、綾瀬川の2地点のみの調査が斬くできた。同日の夜半よりさらに暴風雨となり、江戸川・野田橋においては、8月27日朝は、同地点の河川敷にあるゴルフ場も全て水底に没してしまう程の増水となつてしまつた。そのために河流、特に河底は荒らされてしまつたため止むなく中止した。結果的には、10月1日よりの5日間を残余の地点の調査にあてて実施した。

水中生物も勿論季節的の変化、消長はややあるけれども、通常河川の水温の季節的変化の振幅は陸上ほど著しくはないので、地点毎の比較という点では、やや季節的の差を考慮に入れて見るならば、殆んど支障はないと考えることができるのである。

各地点毎の調査日程は、表2に示してある。

### 3. D. 底生動物採集方法

石礫地 (St. 1 ~ St. 6) の採集は、30cm×30cmの金杵を定置して、流れの下方に、GG40目の網で作成した(図2のA) サーバーネットをおき、30×30cm中の石礫、砂等の全てをポリバケツ中に採集した。石礫を水底から持ち上げる際に流下する、ゴミ、小砂礫、動物体は下方のサーバーネットに流入するので、全てが捕集できるようにしてある。すなわち30×30cm中の全動物はポリバケツ中か、サーバーネット中にあることになる。GG40の網目の布は、ミューラーガーゼで、オープニング0.473mm、39×39メッシュ/2.54cmのものを使用した。

ポリバケツ中の径3cm以上の礫は川岸で、ポリバケツ中でブラシで洗いながら、動物体、小砂礫、ゴミ等は、バケツ中に残るようにした。洗い落した礫は10~20cm、7cm以上、5cm以上、3cm以上の4段階に分けて、将来の参考のために計数して記録した。

最後にバケツ中のもの、サーバーネット中のもの全て、すなわち小砂礫、ゴミ、動物体の全てをビニール袋にそのまま入れて、現地では動物体とそれ以外のものとの選別は行わず、ホルマリン固定(濃度約4%にする)して研究室に持ち帰つた。

研究室では、その資料を白色瀬戸引バットに入れ、バット中を清水で満し、その中で、ゴミ、石礫、砂等と動物体を選別して拾い出した。動物体は肉眼で見分け得る全ての個体(約1mm大のものまで)を拾い上げたことはもちろんである。拾い上げた動物体は、ホルムアルコール中(アルコール50%液、ホルマリン4%液の等量混合のもの)に保存し、種類同定、計数の用に供した。

St. 7 以下の下流部の河底が砂質、又は砂泥地では、上記の採集法が不可能なので、水深50cm~70cmのところ（河口部においては、潮の干満によつて、異つてはくるが）で、図2-Bに示してあるような柄ビシヤク様に作成したネットを使用し、河底の砂泥の泥面より深さ約10cm位までの泥をすくい取つて、現地で、図2-Aに示してある定量用ネット中に入れて、一応・GG40網目で洗つて砂泥の量を少なくし、直ちにホルマリン固定をして研究室に持ち帰つた。研究室での作業は、石礫地の採集処理と同様の方法である。

#### 4. 調査当日の環境要因

表2に調査当日、現地で測定した数値が示してある。

表中の溶存酸素量(DO)測定は Winkler 法を採用した。採水後現地で塩酸処理までして、宿舎に持ちかえり、1日中の作業終了後当日の資料を N/100チオ硫酸ソーダ溶液で滴定した。飽和度は高度補正もして算出してある。

流速は cm/sec で示してある。この流速は河川そのものの流心の流速ではなくして、底生動物採集点の表面流速を示している。ピンポン玉を5m流下させて、その流下時間から cm/sec と計数してある。表2に見られるように、St. 7より上流部は100cm~170cmのところの水底の採集であり、それ以外の下流部は大部分 50cm/sec 以下の地点を採集していることとなる。

(a) 水温は河川の採集点で棒状温度計を使用して測定した。調査当日の晴雨の関係、季節、1日の時間帯、上流と下流、河道域の日照の度合等によつて変化することは勿論であるが、ここでは全体をマクロに見ることとする。8月調査の江戸川、中川等は25.8°C~26.8°Cと比較的高く他の地方の河川と同様に盛夏の下流部の水温を示している。10月調査の利根本流及び関係支河川、湖沼は St. 3右岸の16.0°C乃至 St. 27潮来の21.6°Cの範囲である。上流部は16.0°C~17.0°Cを示しており、下流部は18.3°C~21.6°Cを示していて、下流部の方がやや高温である。10月初旬のこの地方の河川水温分布は夏期水温分布の型がまだ残存していることを示している。

上記のような水温分布であるが、この状況は本邦中部地方の通常河川の水温分布と同じ状態であつて、河道に特別の温泉湧出等の現象もなく、他と異つた現象はないので、水温分布が原因しての生物相の差ということは考えに入れる必要はないと考える。

(b) pH及びRpHについて

pH及びRpH (RpHは Reserve pHの略語で、試水を大気に対して平衡状態とした場合、試水の示すpH値である。)は調査時現地において、液体比色測定器を用いて測

St. 7 以下の下流部の河底が砂質、又は砂泥地では、上記の採集法が不可能なので、水深50cm~70cmのところ（河口部においては、潮の干満によつて、異つてはくるが）で、図2—Bに示してあるような柄ビシヤク様に作成したネットを使用し、河底の砂泥の泥面より深さ約10cm位までの泥をすくい取つて、現地で、図2—Aに示してある定量用ネット中に入れて、一応・GG40網目で洗つて砂泥の量を少なくし、直ちにホルマリン固定をして研究室に持ち帰つた。研究室での作業は、石礫地の採集処理と同様の方法である。

#### 4. 調査当日の環境要因

表2に調査当日、現地で測定した数値が示してある。

表中の溶存酸素量(DO)測定は Winkler 法を採用した。採水後現地で塩酸処理までして、宿舎に持ちかえり、1日中の作業終了後当日の資料を N/100チオ硫酸ソーダ溶液で滴定した。飽和度は高度補正もして算出してある。

流速は cm/sec で示してある。この流速は河川そのものの流心の流速ではなくして、底生動物採集点の表面流速を示している。ピンポン玉を5m流下させて、その流下時間から cm/sec と計数してある。表2に見られるように、St. 7より上流部は100cm~170cmのところの水底の採集であり、それ以外の下流部は大部分 50cm/sec 以下の地点を採集していることとなる。

(a) 水温は河川の採集点で棒状温度計を使用して測定した。調査当日の晴雨の関係、季節、1日の時間帯、上流と下流、河道域の日照の度合等によつて変化することは勿論であるが、ここでは全体をマクロに見ることとする。8月調査の江戸川、中川等は25.8°C~26.8°Cと比較的高く他の地方の河川と同様に盛夏の下流部の水温を示している。10月調査の利根本流及び関係支河川、湖沼は St. 3右岸の16.0°C乃至 St. 27潮来の21.6°Cの範囲である。上流部は16.0°C~17.0°Cを示しており、下流部は18.3°C~21.6°Cを示していて、下流部の方がやや高温である。10月初旬のこの地方の河川水温分布は夏期水温分布の型がまだ残存していることを示している。

上記のような水温分布であるが、この状況は本邦中部地方の通常河川の水温分布と同じ状態であつて、河道に特別の温泉湧出等の現象もなく、他と異つた現象はないので、水温分布が原因しての生物相の差ということは考えに入れる必要はないと考える。

(b) pH及びRpHについて

pH及びRpH (RpHは Reserve pHの略語で、試水を対して平衡状態とした場合、試水の示すpH値である。)は調査時現地において、液体比色測定器を用いて測

定した数値である。pHの範囲は6.5~7.7でRpHの範囲は6.7~8.0であつて、pH、RpHともに範囲の中については余り差がない。

各調査地点毎にpH-RpHの差を見ると本流部は0.4以下の差であるが、江戸川下流部、中川、綾瀬川はその差が0.4~0.6と他の地点に比較してやや差が大きくなつている。次項に述べる溶存酸素量が少ないことと相俟つてpH-RpHの差が大きい程河水が汚濁されていることを示すものであつて、その汚れの度合がこの点からも明瞭に出ているのである。

#### (c) 溶存酸素量 (DO) について

DOの測定法については先に述べてある。St. 4より上流部は100%以上の過飽和を示している。St. 13以上の上流部は大略84.0%~98%を示し、それより下流部はSt. 27の70%台を除いておおむね80%台である。上流部がDOは多く、下流部が少なくなる傾向をはっきりと示している。中川、綾瀬川が72%以下であることは、この地区は時に酸素欠乏のため水中生物の浮上等の現象が起きる地区であることと、特に夏期においてその現象が多く起きることを示している。

DOの数値分布は河川水汚濁の傾向の一端を示すもので、多い程より清水であることを教えてくれる。

#### (d) 透 視 度

現地において透視度計を使用して測定した、

利根川本流及び上流部は殆んど30cm以上を示している。清水といってよいと思う。St. 22が15cmと低い値を示しているが、調査日の前夜から朝にかけての大雨のためと考える。St. 30, St. 31の手賀沼、印幡沼の調査地点は8cm, 17cmと値が低いことを示している。両湖水の表面に植物プランクトンの繁殖が多く、湖水がかなり富栄養化していることを示している。

江戸川、中川、綾瀬川は透視度が特に悪い、勿論、8月の調査であるということも、10月より透視度が悪いということは他地方の河川でも同様の傾向であるが、それにしてもやや数値が低すぎる。利根本流に比して汚濁が強いことを示している。

### 5. 底 生 動 物

#### 5.1 出現種類数と個体数分布

利根川上流工事々務所管内で、本流11、関係支流3の合計14地点、下流工事々務所管内で、本流に7、関係支流2、印幡沼1、手賀沼の合計11地点、江戸川工事々務所管内



で、江戸川4、中川3、綾瀬川2の合計9地点、合部をあわせて34地点で底生動物を採集した。表3に見られるように出現した底生動物は、毛翅目8、フユウ目13、セキシ目4、双翅目5、その他22、軟体類9、魚類7の合計68種である。この総種類数の出現状況は、いわゆる河川の上流部の全地点の底質が礫質である河川と比較すると軟体類の出現種類数は多くその他という部類も、河口に近い感潮域も採集点に入っているため、上流部の淡水区との合計になるために22種と多くなっているのである。

上記の出現状況を一応、上流、下流、江戸川の三地区に分けて表示すると次のようになる。

目別 地区	毛翅目	フユウ目	セキシ目	双翅目	その他	軟体	魚類	合計
上流区	8	13	4	4	10	3	3	45
下流区	2	3	0	5	17	8	3	38
江戸川区	4	6	0	2	8	4	3	27
合計	8	13	4	5	22	9	7	68

上表のように上流区においては、総計で45種であつて、毛翅目、フユウ目の出現種類が多くなっている。その他の項で10種となつている内訳を表3で見ると河川のいわゆる上、中流部に多く出現する種であつて、この上流区は通常河川と同様であるといえる。下流区はその他の部に17種と多く出現している。この下流区は St. 24 須賀付近までは大体淡水区であるが、それより下流は感潮域となつている。従つて淡水区と感潮区両者の合計となつて種類数が多くなつているのであり、反対に下流区であるために、毛翅目、フユウ目は少なく且つセキシ目は1種も出現していない。同様のことは江戸川地区でもいえることであつて、江戸川地区で毛翅目、フユウ目の出現するのは、利根川より流入したばかりの江戸川上流区の St. 41 関宿橋と St. 42 野田橋の2地点のみで、その他の地点は出現していない、又セキシ目も1種も出現していない。

さらにこの江戸川地区の他の7地点からは、イトミミズが多数出現しており、3000個体~20万個体というように極端に多くなつている。イトミミズは汚濁に強い種であるので、この種が多く出現することは、この7地点が強く汚濁されていることを教えてくれる。又江戸川下流部、中川、綾瀬川の各下流部にはゴカイ、イトゴカイが出現してい

る。感潮域であることを教えてくれると同時にこの2種も耐汚濁性の強い種であるので、この地区が強く汚濁されていることを教えてくれる。

## 5.2 目別種類数分布

(i) 本邦の通常清水河川の平瀬に出現する底生動物の目別種類数の構成比率を作成して見ると(今回の場合は表4を作成した)、第1位又は第2位に種類数の多い目は、毛翅目又はフユウ目であつて、第1位が毛翅目の場合は第2位がフユウ目であり、又その反対の場合もある。第3位、第4位はセキン目又は双翅目となり、第5位は大体その他目の合計となつている。この順位が変つている場合は、その調査地点が物理的に平瀬でなく砂泥質のよどみの様な地点となつていたり、又は質的に汚濁されていたりする場合ということになることは、井出の過去多くの調査結果から結論づけることができる。

(ii) 1地点において出現した種類の総数で見た場合、種類数の多い程、その地点はより正常河川であり、数の少ない程、何等かの異状河川であるということもできる。

上記(i)(ii)のをもとにして、表4を検討して行くこととする。

(A) 上流区、最上流St. 1からSt. 6までの7地点は目別種類数の分布を上記通則の(i)にあてはめて見ると、いずれも合致しておつて正常清水河川であると申してよいと思う。ただ、St. 3のR(坂東大橋右岸)が総種数10でやや出現種数が少なくなつていて、問題のある地点となるが、この地点のやや上流にて工事をしていて、少し濁流が流れていたことが原因で種類が少なくなつていたと考える。このことは出現種(表3)にヒゲナガカワトビケラ、ヒラタカゲロウ等の清水性種の出現も比較的数量多く見られる点からも、水質汚濁でなく、濁りということが直接の原因と考える。St. 7, St. 8からは毛翅目は1種も出現しておらず又、フユウ目もSt. 7で1種のみである。底質が砂泥地となつているとは申せ全種類4種のみ、且つその4種も全て耐汚濁性種であることから、この地点は $\alpha$ 中腐水性又は $\beta$ 強腐水区に属していると考え。St. 9よりSt. 13までの5地点は上記通則の(i)(ii)にやや近い目別分布、総種類数となつている。しかしながら、どの地点からもセキン目は出現していない。セキン目は底質が礫質のところによく出現していること又汚濁に対して大部分の種が弱いこと等と併せて、この地区が底質は礫質でないこと、又汚濁がややあるということのためと考えられる。St. 9はセキン目が出現していないことを除けば、毛翅目とフユウ目の出現も比較的多くまづまづの正常河川といつてよいと思う。これについてはSt. 12, St. 13であ

る。St. 10 のその他の4種はミズムシ、シマインビル、ハバビロビル、イトミミズの4種でいずれも耐汚濁性種である。この点から見て5地点の中では一番に汚濁されており、それよりやや上流のSt. 7, 8について汚濁されていて、 $\alpha$ 中腐水性区といえると思う。

#### (B) 下流区

下流区で、毛翅目の出現する地点はSt. 22小貝川中郷、St. 25本流金江津の2地点のみであり、フユウ目は、St. 21~St. 26までの6地点のみである。この2目に属する種はいずれも淡水性であることから見てもSt. 27, St. 28, St. 29は明らかに感潮域であることを示している。出現する毛翅目のウルマーシマトビケラ、カスリホソバトビケラの2種は耐汚濁性の種である。又、St. 22小貝川中郷に出現するフユウ目のシロタニガワカゲロウを除いて、St. 21のマダラカゲロウ、St. 21, 23, 24, 25, 26のシロハラコカゲロウの2種は耐汚濁性の種である。上記のことから見て、例え毛翅目、フユウ目が出現しているとは申せ、この下流区の6地点は汚濁されているであろうといえることができる。さらにSt. 21, 22の2地点には耐汚濁性の強い双翅目の赤ユスリカ (*Tendipes* sp.) が比較的多く出現している。このことから見ても強く汚濁されていることを示している。以上のことから見て、St. 21~St. 26は $\alpha$ 中腐水性に近く汚濁されていると判定できる。

St. 26, St. 27にはイトミミズ (*Tubifex* sp.) の出現が非常に多い。St. 28小見川は出現種が5種のみであり、出現個体数も160個体と極めて少ない個体数である。物理的の異状と汚濁の両者が併存していると考えられる。

St. 29銚子大橋の2地点からは、ゴカイ、イトゴカイの耐汚濁性種の出現個体数が特に多い、底質の汚濁を示している。

手賀沼 (St. 30)、印幡沼 (St. 31) はイトミミズの出現が特に多くなつて有機的の汚濁が特に強いことを示している。

以上述べてきたことを要約すると、下流区は小貝川中郷が $\beta$ 中腐水性に近い $\alpha$ 中腐水区であつて、その他の10地点の中、湖沼は $\beta$ 強腐水性区と見られ、他の8地点は $\alpha$ 中腐水であるが、 $\beta$ 強腐水に近い地区であると判定できる。

#### (C) 江戸川地区

江戸川水系4地点中St. 41とSt. 42から毛翅目、フユウ目が出現している以外は、他の7地点からはこの2目は出現していない。St. 41とSt. 42を比較すると、St. 41と

の方にはフユウ目に属する清水性又はそれに近い性質のあるクロマダラカゲロウ、チラカゲロウ、明らかに清水性であるクロタニガワカゲロウ、ヒメヒラタカゲロウが出現している。この点から見ると貧腐水性とも見られるが、又、一方双翅目の耐汚濁性の強いホシチロウバエが St. 41, 42 に出現している。この2つのことを総合して考えると  $\beta$  中腐水性区であるが、貧腐水の方にやや近いことを示していると考えられる。St. 42 は St. 41 に近い型の目別分布を示しているので、江戸川地区としては St. 41 について清水の方に近い地点であるといえる。従つて、この地点 (St. 42) は  $\beta$  中腐水性地点といえる。

その他の江戸川下流の St. 43, 44, 中川の3地点、綾瀬川の2地点の7地点からは、毛翅目、フユウ目、セキン目の3目は全然出現していない、その上にイトミミズが3000個体至20万個体と極端に多く出現していて、イトミミズのみであるという程である強腐水性地区であると判定する。

### 5.3 生物指数について

生物指数の算出方法は Beck-Tsuda の方法で計算した。各調査地点に出現した各種類を汚濁に耐えることの出来ない種 (Intolerante Species) を A とし、汚濁に耐えることのできる種 (Tolerante Species) を B グループとして、 $2A+B$  の式で算出した。この場合に学者によつては A, B いずれも判定しにくい種を C グループとして、 $2A+B+C$  で算出する方法もあるが、井出は今回の利根川調査に出現した全底生動物を過去多くの調査実例を総合して、A 又は B グループに全部を分類し、以下の生物指数を算出した。B グループすなわち耐汚濁性種とした生物名は表5のようである。

上記のように算出した数値は、表4に示してあり、その分布図は図3に示してある。

津田博士は Biotic Index (生物指数) に基づく汚濁の階級表で  $>20$  は清冽、11~19 はやや汚濁、6~10 はかなり汚濁、0~5 は極めて汚濁としている。このことを一応今回の結果にあてはめて見ると次のようなことが言えるのである。すなわち

#### (a) 上流区

St. 3R (坂東大橋右岸側) は指数15でやや汚濁の部に属している。この地点は前述してあるように水の濁りということが原因であつて、水質の汚濁ではない地点である。St. 7, 8 は指数4を示していて、極めて汚濁されている部に属している。St. 11 は指数18を示していて、やや汚濁ということになる。

上記の St. 7, 8, St. 11 の3地点を除いた他の上流部は指数から見るとまづまづ正

常清水河川であるといえる。

(b) 下流区

下流地区には感潮域の地点も存在しているので、他の地区及びこの地区の淡水の地区とは同時に比較することにはやや問題があると思うが、それにしても下流区には指数20以上の地点は1地点もない。St. 22は18, St. 26が19とやや多い数値を示している2地点がやや汚濁されているという地区となる以外は全てが14以下又は10以下又はそれに近い地点となつていたので、下流区の大部分は $\alpha$ 中腐水性又は $\beta$ 強腐水に近くなつていていると見ることができる。

(c) 江戸川区

St. 41の指数21, St. 42の指数14以外は、全て指数6以下であつて、生物指数から見てもこの地区が極めて汚濁されていることがわかる。少なくとも $\beta$ 強腐水区、又は $\alpha$ 中腐水区ということになる。St. 21 江戸川最上流は利根川よりの引水の直後であるので、利根川の水質がやや下流して汚濁されているという程度であつて、本流のSt. 9が21, St. 10が22を示していることと殆んど同じ数値を示している。前項でも述べてあるように貧腐水性に近い地区であると見てよいと思う。

5.4 主要底生動物の信頼度90%の出現率

一つの調査地点に出現した種類数がX種であつた場合に、各種類とも平均に個体数が分布していると仮定すると、平均出現率は $100/X\%$ ということになる。

これを平均出現率として、各調査地点毎に図4の(i)(ii)(iii)に縦線として図示してある。

その平均出現率(仮定)よりも、実際の場合において、出現比率の多い種類の信頼度90%の出現比率範囲を算出して、それぞれの調査地点に横線グラフで図示した場合、縦線より右方(比率の高い方)に完全に横線がある場合は、それ等の種を優占種とした。

以上のようにして、図4の3枚を作成してある。

一つの調査地点で、第一位に優占に出現する種類と、第2位に優占に出現する種類、第3位、第4位、……と順々に、その出現比率の範囲を作成(この場合図4のI, II, III)して見ると、次のことがいえる。

- (i) その地点が生物の棲所として、正常清水河川であればあるほど、1位、2位、3位……と順々に減少して行くという漸減型式となるのであつて、異状があればあるほど(水質の汚濁又は物理的の異状等)、第1位のものとは極端に多い出現比率範囲であり、第2位、第3位となるに従つて、急激に減少して行くようになるのが、本

邦河川の状態である。

- (ii) 又、縦線の平均出現比率の線より右方に、出現比率範囲のある優占種の数が多ければ多い程、これもまた、より正常清水河川であり、少ない地点程、その地点は生物棲息のために悪い条件のある地点で異状河川の方に次第に近くなっているといえることができる。

上記の通則(i)(ii)を、基礎において、図4のI, II, III及び表6を見るとつぎのよういことができる。すなわち

(a) 上流区

優占種の数から見て、St. 2 烏川は7種、St. 3L, は5種、優占種4種の地点は、St. 1, 4, 5, 12, 13の5地点である。優占種の数の多い程、より清流であるということ为基础におくと上記の順序により清流であることになる。又、この結論はマクロに見て当を得ていると考えられる。やや詳細に見ると、St. 5, St. 12の優先種中にイトミミズの耐汚濁性の強い種が入っているのやや問題が存在していると思われる。又優占種中に毛翅目、フユウ目が入っていることはより清水であると判定する一つの基点になるのであるが、このことから見ると、St. 1, 2, 3L, 6, 12, 13がより清水ということになる。又、通則(i)に述べた漸減型式の様相を図4の(I)(II)で一覽すると、より漸減型式であると見られるものを、第1位から順々に挙げると、St. 2→St. 3L→St. 1→St. 4→St. 5→St. 9→St. 6→St. 12→St. 13となつている。この順位もマクロに見るとより清水であると判定する順位とも見られる。上流区の問題のある漸減型式を示している地点はSt. 3R, St. 7, St. 8の3地点である。St. 3Rは前項で述べているように水の濁りという物理的悪条件のためであつて、水質汚濁が原因となつていない。St. 7, 8は水質汚濁が原因していることは、やはり前々項でも述べてある。

出現する優占種の中に、清水性のアカマダラカゲロウ、フタバコカゲロウ、チラカゲロウ等が入っている地点はSt. 1, 2, 3L, 3R, 4, 5, 9, 13の8地点である。この点から見ると上記8地点は貧腐水性地区と申してよいと思う。以上、上流区について述べてきたが信頼度90%の出現率で作成した優占種の数の多少、漸減型式の様相、優占種中の清水性種、耐汚濁性種の構成3つのことを総合して水質汚濁の点で分類すると、St. 5より上流部の全地点は貧腐水性地区とはつきりいえる。St. 6, 9, 12, 13は $\beta$ 中腐水性又は貧腐水性となり、St. 10, 11は $\beta$ 中腐水性、St. 7, 8は $\alpha$ 中腐水から $\beta$ 強腐水性区と申せると思う。

## (b) 下流区

優占種4種は St. 22 のみである。3種は St. 21, 25, 29L の3地点である。上記4地点の漸減型式を図4のⅢで見ると、St. 21, St. 22はほぼ漸減型式であり、これについては St. 25, St. 29L である。優占種の数の多少を漸減型式の両面から見て、その順位はほぼ一致している。上記の事から見て下流区においては、全体的に汚濁されているけれども、その中で St. 22 が一番清流の方に近い地点であるといえる。この地点については、St. 22, St. 25, St. 29L という順序になつている。

他の下流区の各地点は、優占種の多少、漸減型式云々という両面から見ていづれも問題の存在する地点であることから見て強く汚濁されている地区といえる。

St. 30 手賀沼, St. 31 印幡沼の両地点は第1位優占種がイトミミズであり、特にその出現比率は St. 30において75%, St. 31で50%といづれも高い比率で出現している。イトミミズは耐汚濁性の強い種であることから見て、この両湖は富栄養化が強く進んでいると考えられる。

以上、下流区を総合すると、St. 21, 22は $\beta$ 中腐水性区、その他の河川の部は $\alpha$ 中腐水性から $\beta$ 強腐水性に属しており、手賀沼、印幡沼は $\beta$ 強腐水性区と判定できる。

## (c) 江戸川地区

St. 42 野田橋が優占種2種の他は全て1種のみ出現である。又漸減型式から見ると、St. 42これについては St. 41がやや良い方の部に入ってくる。他の7地点は全て急激に減少する型となつており且つ又1種の優占種がイトミミズである。St. 41, 42の第1位優占種はシロハラコカゲロウである。この種の耐汚濁性種ではあるが、イトミミズよりやや弱い性質である。この点から見て St. 41, 42はこの地区としては良い方の部に入ってくる。 $\alpha$ 中腐水性地点といえる。他の7地点は信頼度90%の出現率から見て汚濁が強く、 $\alpha$ 強腐水性地区であるといえる。

## 6. 底生動物相から見た利根川・江戸川・中川水系の汚濁地図

前項(5.底生動物相)において、述べてきたそれぞれの結果を、(a)目別種類数・出現総種類数、個体数から見た水質判定。(b)生物指数から見た水質判定。(c)信頼度90%の出現率より見ての水質判定。(d)優占種数より見ての水質判定の4項目のそれぞれの方面から検討してきた結果を総合して表示すると、7表となる。

表の中で各項目の相当欄に○印をつけたものは、その項目から見ると、問題なく正常清水河川であると判定できる地点であるとした。?印は、正常清水河川に近いと見えるが、やや

問題が存在しているという地点×印は、その項目から見ると、はつきりと異常がある地点であるというように表示した。その結果、4項目とも○印の地点は総合判定で、勿論問題なく正常清水河川として、貧腐性区とした。総合判定で?印をつけた地点は、1項目でも?をつけてある地点から、4項目中に1回でも×印がある地点までの幅の広い見方をして全て、?印とした。従つて、総合判定で?印をつけた各地点は、やや汚濁からか、かなり汚濁即ち、 $\beta$ 中腐水性の軽度のものから、 $\alpha$ 中腐水性の強度のところまでの範囲がこれに入つて広い幅のものとなつている。4項目とも×印のところは、勿論総合判定で×印として、強汚濁地区として表示した。

上記の表示を利根川水系の25地点、江戸川、中川水系の9地点の河川模式図に汚濁地図として、図示すると、図5となる。

表1 利根川中・下流部生物調査地点一覧表  
江戸川・中川

St. No.	地 点 名	河口よりkm
1	五料橋	185.7
2	烏川八町河原先	1.0
3	坂東大橋右岸・左岸	181.9
4	上武大橋	174.6
5	刀水橋	164.7
6	利根大橋上流	155.4
7	埼玉大橋	136.7
8	渡良瀬川三国橋	3.5
9	栗橋下流	129.0
10	境大橋	120.4
11	芽吹橋	104.2
12	鬼怒川滝下橋	2.0
13	稲戸井地先	90.5
21	取手橋下流	83.5
22	小貝川中郷	3.6
23	布川	76.5
24	須賀	65.5
25	金江津	54.5
26	佐原	39.5
27	潮来	北利根
28	小見川	26.0
29	銚子大橋左岸中心部	2.1
30	手賀大橋	手賀沼
31	船手大橋	印幡沼

1974年度

St. No.	地 点 名	河口よりkm
41	江戸川関宿橋	57.6
42	〃 野田橋	39.3
43	〃 流山橋	27.0
44	〃 新葛飾橋	17.6
45	中 川八条橋	26.5
46	〃 潮止橋	19.0
47	〃 高砂橋	12.0
48	綾瀬川槐戸橋	16.1
49	〃 手代橋	13.0

利根川上流工事々務所管内 14点

〃 下流 〃 12点

江戸川工事々務所管内 9点

合 計 35点

調査年月日

(1974年8月26日～10月6日の間)



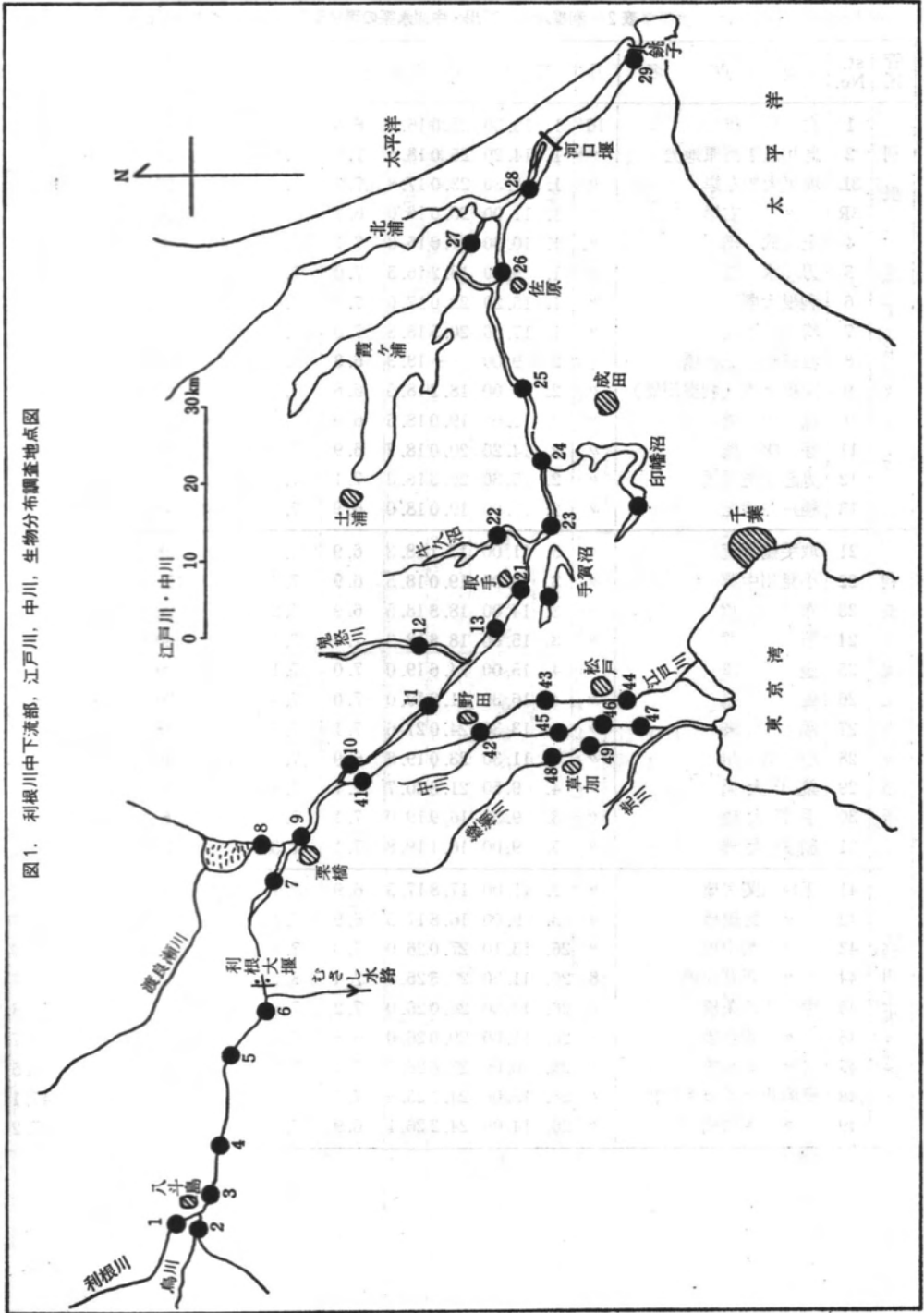


図1. 利根川中下流部, 江戸川, 中川, 生物分布調査地点図

表2 利根川・江戸川・中川水系の環境要因

1974年8~10月(井出)

管区	st. No.	地 点 名	月	日 時	気温	水温	pH	RpH	流速 cm/ sec.	透視度 cl.	O <sub>2</sub> c/l	O <sub>2</sub> 飽和 %
利根 上 流 工 事 々 務 所	1	立料橋	10	1. 13.30	23.0	16.3	6.5	6.7	100	30<	7.13	103.0
	2	烏川八丁河原地先	"	1. 14.20	25.0	18.5	7.9	7.9	130	28	7.90	119.5
	3L	坂東大橋左岸	"	1. 11.30	23.0	17.8	7.7	7.7	170	27	7.81	116.5
	3R	" 右岸	"	1. 11.00	23.0	16.0	6.7	6.8	140	30<	7.04	101.1
	4	上武橋	"	1. 10.30	21.0	16.3	7.1	7.3	40	"	7.96	115.0
	5	刀水橋	"	1. 9.30	18.2	16.5	7.0	7.2	140	"	6.19	89.8
	6	利根大堰下流	"	1. 15.20	22.0	17.0	7.0	7.2	90	"	6.73	98.7
	7	埼玉大橋	"	1. 17.00	20.5	18.3	7.0	7.3	100	"	6.33	95.5
	8	渡良瀬川三国橋	"	2. 9.00	—	18.3	6.8	7.1	—	"	5.88	88.6
	9	栗橋下流(利根川橋)	"	2. 10.00	18.2	18.5	6.8	7.1	—	"	5.58	84.4
	10	境大橋	"	2. 12.00	19.0	18.5	6.9	7.2	40	"	5.70	86.2
	11	芽吹橋	"	2. 14.20	20.0	18.7	6.9	7.1	80	"	5.75	87.3
	12	鬼怒川滝下橋	"	2. 15.30	20.3	18.3	7.1	7.2	70	"	6.21	93.6
13	稲戸井地先	"	2. 17.00	19.0	18.0	6.9	7.1	—	"	6.06	90.7	
利根 下 流 工 事 々 務 所	21	取手橋下流	"	3. 11.00	17.1	18.3	6.9	7.1	45	28	5.71	86.1
	22	小見川中郷	"	3. 13.00	19.0	18.5	6.9	7.3	30	15.5	5.69	86.0
	23	布川	"	3. 14.00	18.8	18.5	6.9	7.2	40	28	5.59	84.5
	24	須賀	"	3. 15.00	18.8	18.3	7.0	7.1	30	30<	5.68	85.6
	25	金江津	"	4. 15.00	24.6	19.0	7.0	7.1	—	29	5.67	86.6
	26	佐原	"	4. 16.30	21.3	19.0	7.0	7.4	—	30<	5.67	86.7
	27	潮来	"	4. 13.30	24.0	21.6	7.1	7.3	—	28	4.44	71.2
	28	小貝川	"	4. 11.30	23.0	19.8	6.9	7.3	40	30	5.21	80.9
	29	銚子大橋	"	4. 9.50	21.6	20.7	7.7	7.8	—	30<	4.61	72.7
	30	手賀大橋	"	3. 9.30	16.9	19.0	7.1	7.3	—	8	5.81	88.8
31	船戸大橋	"	5. 9.00	16.1	19.8	7.1	7.3	—	17	5.46	84.6	
江戸 川 工 事 々 務 所	41	江戸川関宿橋	"	2. 11.00	17.8	17.5	6.9	7.1	—	30<	6.17	91.4
	42	" 野田橋	"	3. 9.00	16.8	17.5	6.9	7.1	50	28	5.52	81.7
	43	" 流山橋	"	26. 13.10	27.0	26.0	7.3	7.8	—	14	5.40	93.9
	44	" 新葛飾橋	8	26. 11.30	27.5	26.8	7.4	8.0	—	13	5.25	92.7
	45	中川八条橋	"	26. 13.30	26.0	26.0	7.2	7.6	—	25	4.19	72.8
	46	" 汐止橋	"	26. 11.00	29.0	26.0	6.8	7.4	—	27	3.55	61.7
	47	" 高砂橋	"	26. 10.00	27.6	26.7	7.1	7.6	—	13	3.60	63.5
	48	稜瀬川サイカチ戸橋	"	26. 15.00	24.1	25.8	7.1	7.6	—	25	2.72	47.1
	49	" 手代橋	"	26. 14.00	24.2	26.1	6.9	7.4	—	16	1.56	27.2

表3 利根川・江戸川・中川水系底生動物の目別種類数分布・生物指数 1974年8月～10月調査

Field	st. No.	Order								Total Number	Biotic Index
		Trichoptera (毛翅目)	Ephemeroptera (蜉蝣目)	Plecoptera (楮翅目)	Diptera (双翅目)	Etc. (その他)	Mollusca (軟体類)	Pisces (魚類)	Total Species		
利根川 上流部	1	5	8		1	2			16	1953	24
	2	5	8	3	1	4			21	2816	32
	3L	5	10		2	4			21	1454	31
	3R	3	5	1	1				10	283	15
	4	5	9		2	4			20	1246	30
	5	6	10	2	1	2	1		22	1495	36
	6	4	8		2	3			17	912	25
	7		1		2	1			4	136	4
	8				2	1	1		4	474	4
	9	3	7		2	2		1	15	1405	21
	10	2	6		2	4	1	2	17	970	22
	11	2	6		2	1		1	12	1149	18
	12	3	6		2	4			15	1321	22
13	3	7		1	2	2		15	2028	22	
利根川 下流部	21		2		5	4	2		13	2165	15
	22	1	1		2	6	4		14	275	18
	23		1		1	3	2	1	8	551	11
	24		1		1	3	1	1	7	314	10
	25	2	1		1	3	3	1	11	439	14
	26		1		1	8	5		15	1110	19
	27					4	2	2	8	1097	11
	28					3	2		5	160	7
	29C					4			4	956	5
	29L					5	1		6	992	8
30				2	4	1	2	9	1550	13	
31				2	2	1	2	7	1075	10	
江戸川	41	2	6		2	2	1	1	14	2368	21
	42	2	2		2	2	2	1	11	716	14
	43					2	2		4	11980	5
	44					4	1		5	8301	6
中川	45					2	2		4	3262	4
	46					3	2	1	6	100377	6
	47				1	4		1	6	200526	6
綾瀬川	48				1	1	2		4	100062	4
	49					3			3	100277	3

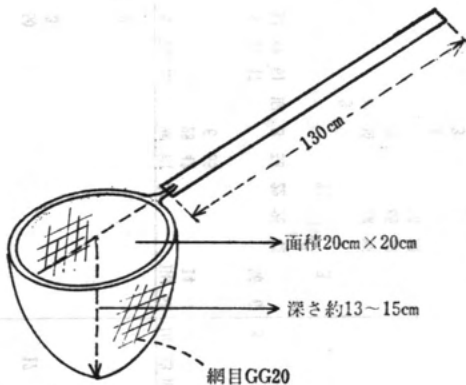




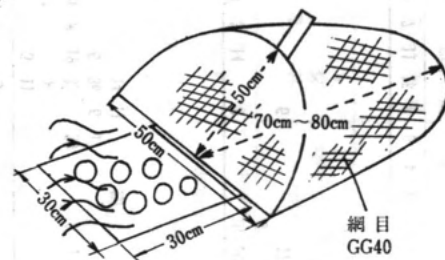
表5 耐汚濁性種としたもの

目名	和名	学名	目名	和名	学名
毛翅	ウルマーシマトビケラ	<i>Hydropsyche ulmeri</i>	その他	ユリミミズ	<i>Limnodrilus sp.</i>
	ナカハラシマトビケラ	<i>Hydr. nakaharai</i>		ヒメナナフシ	<i>Ligidium sp.</i>
	カスリホソバトビケラ	<i>Molana falcata</i>		ウミナナフシ	<i>Paranthurus sp.</i>
鮮鱚	マダラカゲロウ	<i>Ephemera sp. E. B</i>	軟体	ゴカイ	<i>Neanthes diversicolor</i>
	シロハラコカゲロウ	<i>Baetis thermicus</i>		イトゴカイ	<i>Capitella capitata sp.</i>
双翅	ガガンボ	<i>Tipula sp.</i>	軟体	カラスガイ	<i>Cristaria plicata</i>
	シギアブ	<i>Atherix sp.</i>		オオタニシ	<i>Cipangopaludina sp.</i>
	ユスリカⅠ	<i>Spaniotoma sp.</i>		マルタニシ	<i>Cip. chinensis</i>
	ユスリカⅡ	<i>Tendipes sp.</i>		カワニナ	<i>Semisulcopira sp.</i>
	ホシチヨウバエ	<i>Psychoda sp.</i>		シジミ	<i>Cordiculina sp.</i>
その他	ヘビトンボ	<i>Protohermes grandis</i>	魚	カワコザラ	<i>Ferrissia nipponica</i>
	ヒラタドROMシ	<i>Mataeopsephus japonicus</i>		モノアラガイ	<i>Radix sp.</i>
	ミズムシ	<i>Asellus sp.</i>		サカマテガイ	<i>Physa acuta</i>
	シマイシビル	<i>Erpobdella lineata</i>		シマドジョウ	<i>Cobitis biwae</i>
	ハバビロビル	<i>Glossiphonia lata</i>		ホトケドジョウ	<i>Lefua echigonia</i>
	イトミミズ	<i>Tubifex sp.</i>		ナマズ	<i>Parasilurus sp.</i>
	エラミミズ	<i>Branchiura sp.</i>	フナ	<i>Carassius sp.</i>	

図2. 底生動物採集ネット



(B) 浅所採泥器 (井出式)



(A) 井出式底生動物定量採集ネット

図3. 利根川江戸川・中川水系の生物指数 (B・I) 分布

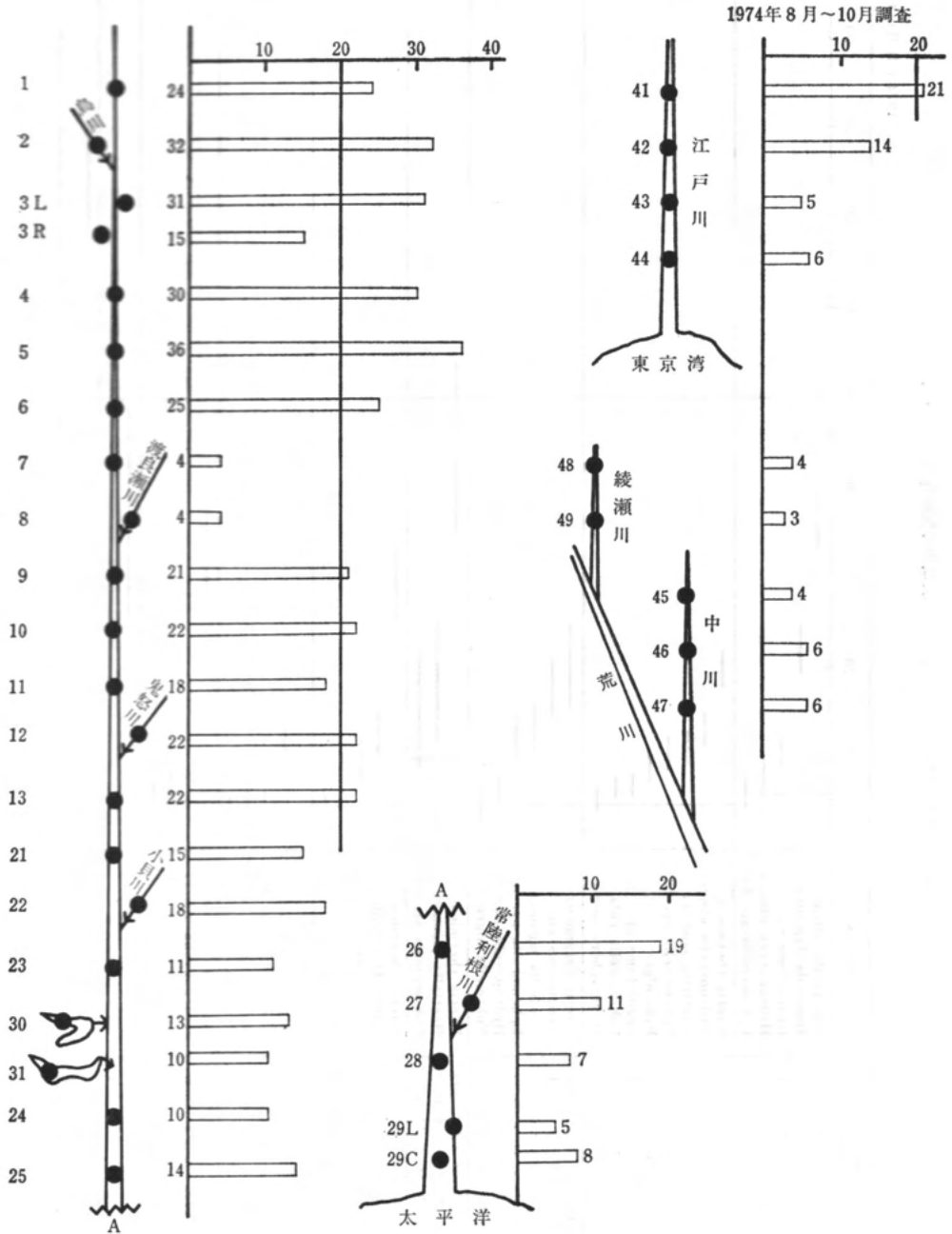
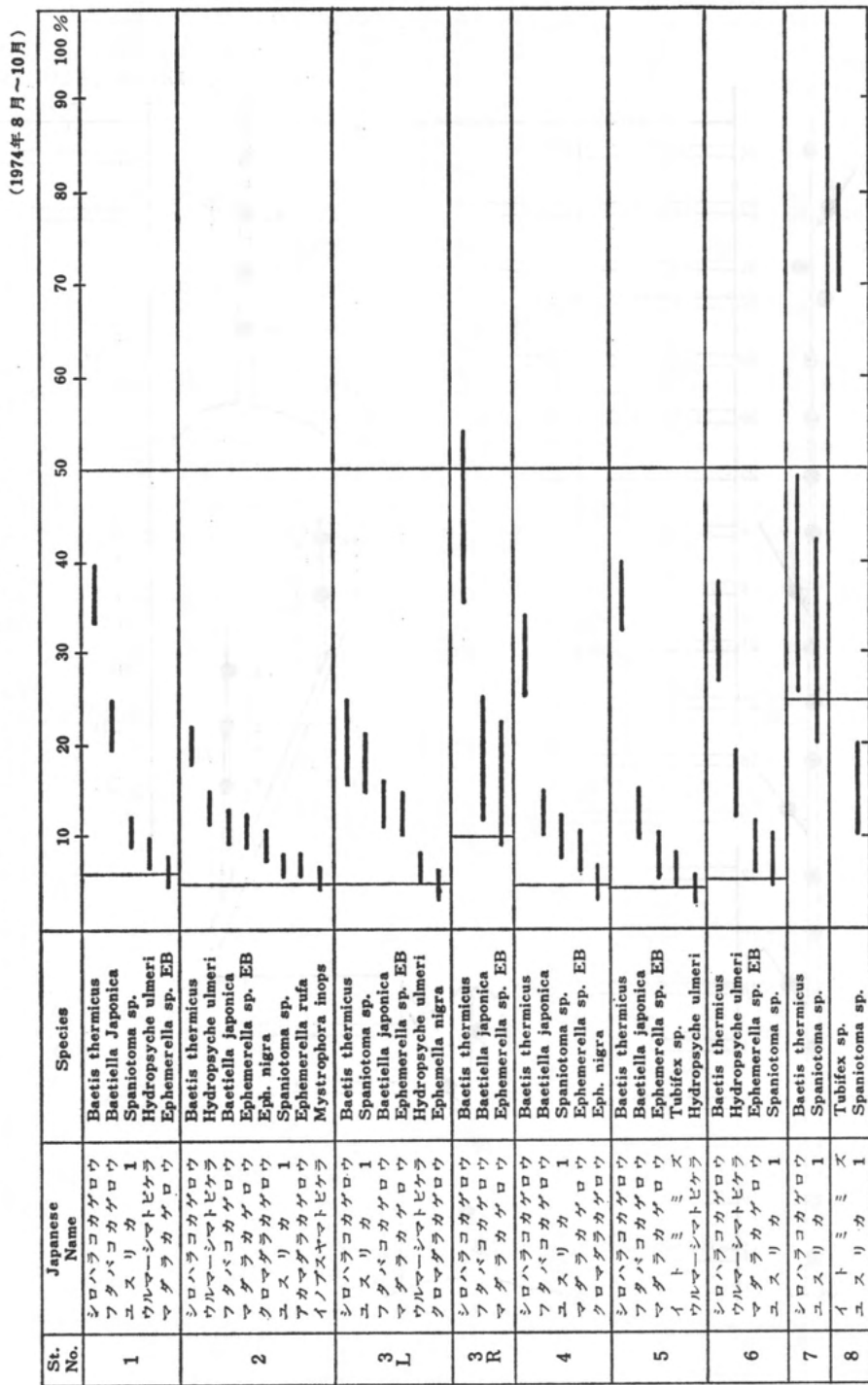


図4. 利根川・江戸川・中川水系の底生動物の信頼度90%の出現率(1)

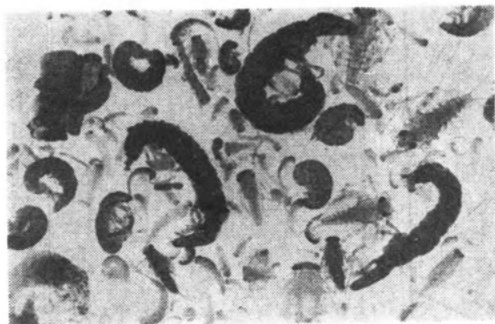












St. 1



St. 3 右



St. 2



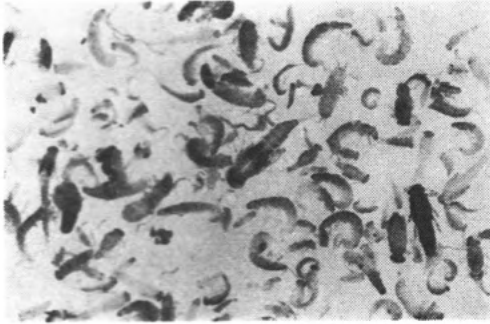
St. 4



St. 3 左



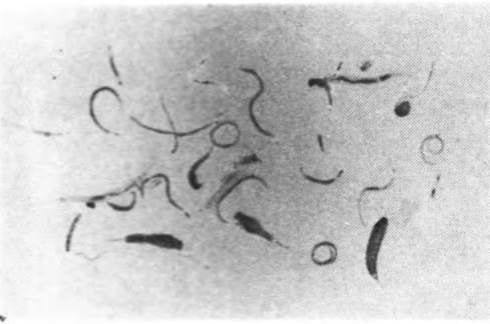
St. 5



St. 6



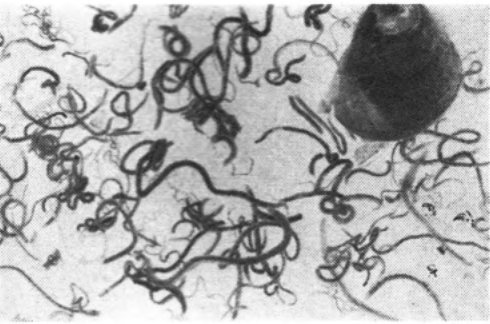
St. 9



St. 7



St. 10



St. 8



St. 11



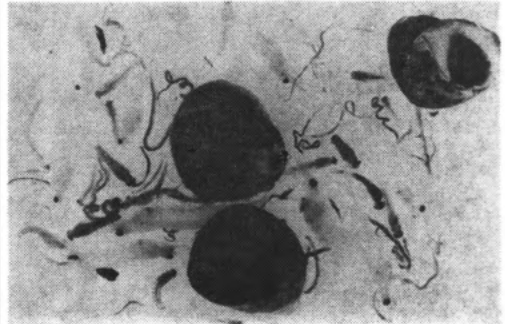
St. 12



St. 22



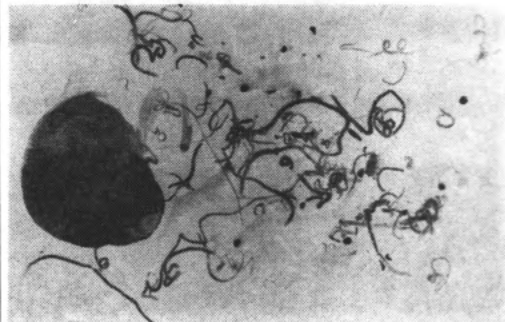
St. 13



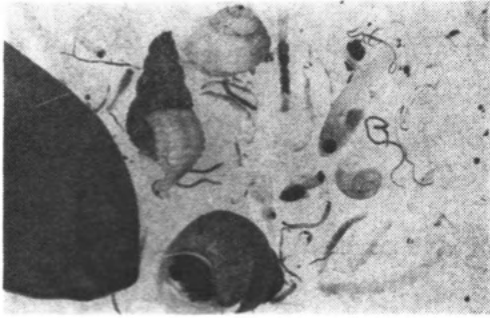
St. 23



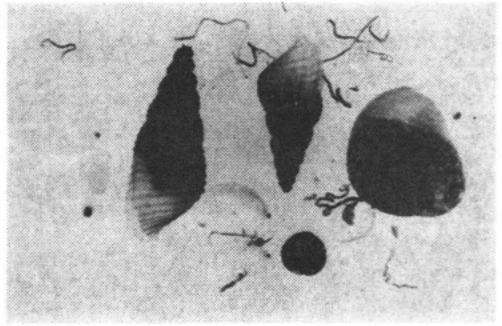
St. 21



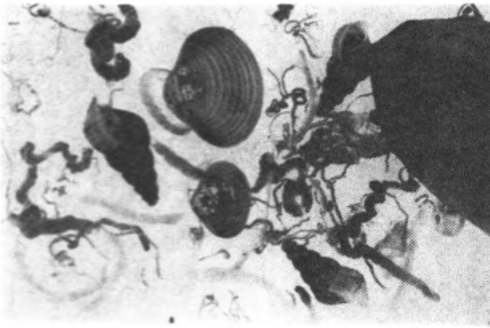
St. 24



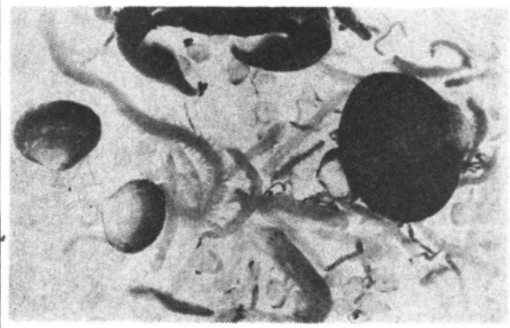
St. 25



St. 28



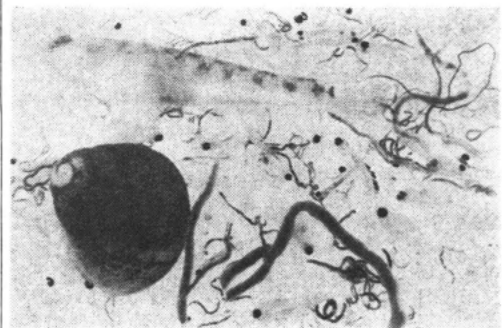
St. 26



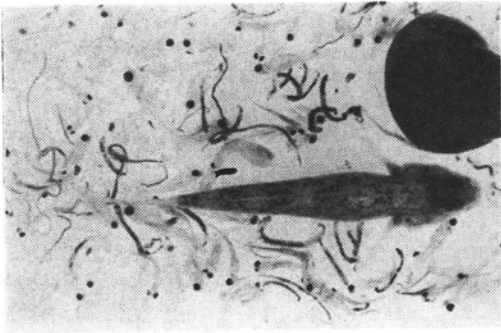
St. 29



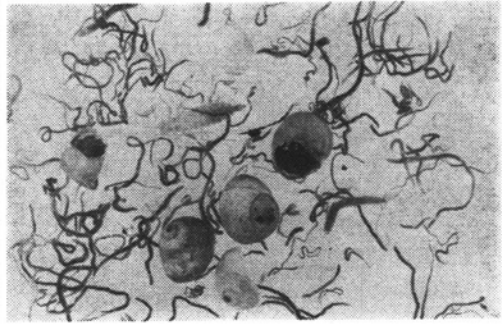
St. 27



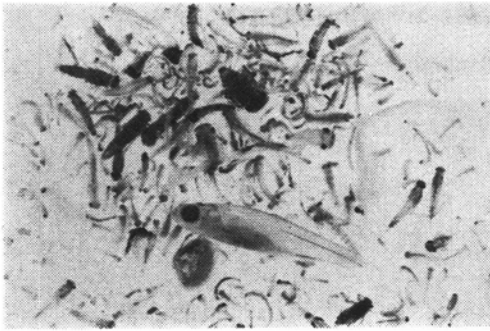
St. 30



St. 31



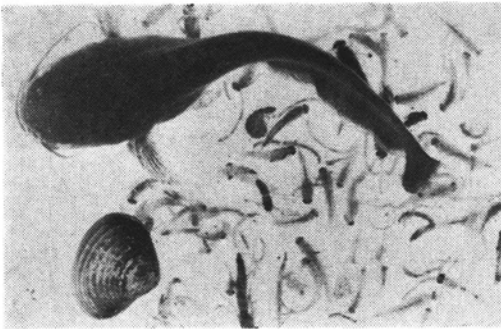
St. 43



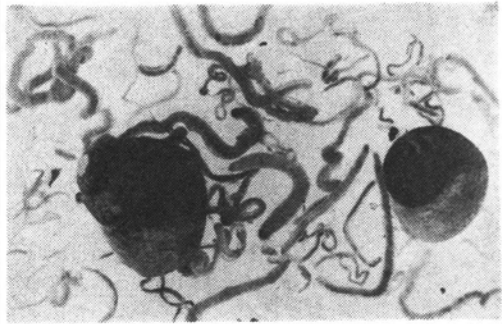
St. 41



St. 44



St. 42

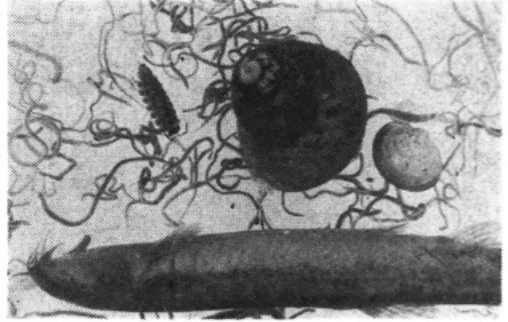


St. 45

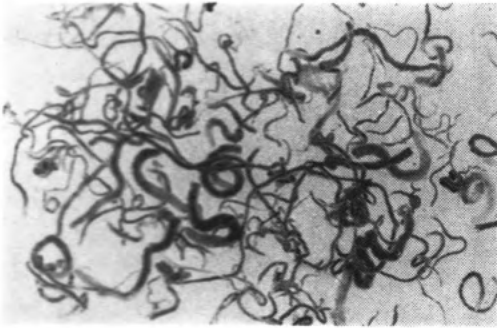




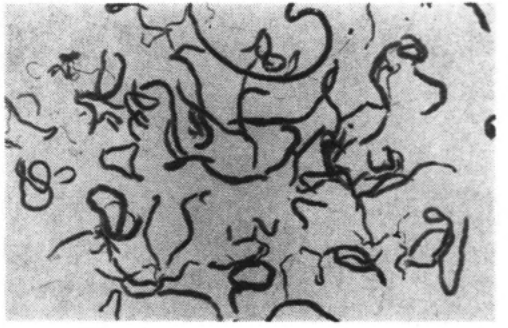
St. 46



Ss. 48



St. 47



St. 49

1975年7月20日・印刷・発行

日本生物教育学会・研究紀要・1975

200部 限定〔非売品〕

編集 日本生物教育学会 編集部

発行 日本生物教育学会

印刷 祥文堂印刷所