

II-50 魚を中心とした食物連鎖からみた河川

開発土木研究所環境研究室 正員 渡辺 和好
正員 西村 豊

まえがき

河川空間は植生が繁茂し陸生昆虫が生息している陸域、魚や水生昆虫が生息している水域、そして水生昆虫が羽化、産卵を行う陸域から水域に推移する空間を有しており、この事が河川空間に多様な生物が生息している要因の一つと考えられる。生態系に配慮した河川改修を行っていく為には、河川空間に生息している生物がどこで、どの様に、何を食べて生活しているのかを把握する必要がある。さらに、付着藻類、昆虫、魚などの生物相互の関係の把握も必要となってくる。本報告では、豊平川と増幌川の調査結果から、魚を中心とした食物連鎖から生態系の姿を明らかにし、今後の河川改修を進める為の基礎とするものである。

1. 調査対象河川

表-1 現地調査項目一覧

調査は札幌市の中心を流れている1級河川豊平川の15.1~17.2kmの区間と、稚内市を流れている指定河川増幌川の11.36~13.15kmの区間で実施された。調査内容を、表-1に示す。増幌川は、川の周辺が牧草地で、調査地点A1は川

水系名	河川名	河口からの距離	調査地点名	調査月日	調査内容
増幌川	増幌川	11.36~13.15	A1、B1、C1、D1	平成3年7月18日~20日	魚類調査、底生動物調査、付着藻類調査、流下動物調査、陸生昆虫調査、流量観測、水質調査、底質調査
石狩川	豊平川	15.1~17.2	NO.1、2、3、4	平成3年8月12~14日	魚類調査、底生動物調査、付着藻類調査、流下動物調査、陸生昆虫調査、流量観測、水質調査、植生調査

岸に蛇籠が施工されている部分で直上流にはヤナギと松の林がある蛇行部であり、深さ1.2mの淵がある。B1、C1、D1は、両岸に護岸が施されており、河道には土砂が堆積し、ヤナギや雑草が生えている。B1は直線部、C1、D1は蛇行部となっている。最大水深はA1が1.2m、B1、C1、D1は0.3~0.5mである。水面幅は5~8m程度である。豊平川は南7条橋と南19条橋に囲まれた地点で川の周辺はマンションやビルが立ち並ぶ地域である。高水敷には野球場、テニスコートなどが整備され市民の憩いの場として利用されている。低水路は護岸が施工されている。低水路の一部は土砂が堆積しヤナギなどが生えている。調査地点NO.1は4号床止直下流、NO.3は6号床止直下流の地点である。最大水深はNO.1が1.0m、NO.2、3、4は0.75mとなっている。水面幅は、40~60mの範囲となっている。

2. 調査結果

1) 水質

水質調査として、水温、BOD、COD、溶存酸素量、pH、SS、T-N、T-Pの8項目について測定を行った。あわせて流速、水深、流量の流況調査も行っている。水質調査結果および流況調査結果を表-2に示す。増幌川と豊平川の水質を比較すると、BOD、COD、SS、T-Pの値は増幌川が豊平川に比べて高いことがわかる。これは、増幌川流域の土質に起因すると考えられる。水質と魚の生息は、調査時点の瞬間値で単純には判断することは

表-2 水質調査結果

河川名	増幌川(13.15)	増幌川(12.77)	豊平川(15.1km)	豊平川(17.1km)
日時	7/19	7/19	8/13	8/13
天候	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ
気温(℃)	17.8	19.5	25.9	23.6
水温(℃)	16.4	17.3	19.6	18.6
水深(m)	0.20	0.19	0.5	0.5
流速(m/sec)	0.190	0.073	0.685	0.492
流量(m ³ /sec)	0.077	0.092	5.450	5.830
BOD(mg/l)	0.9	1.0	0.2	0.3
COD(mg/l)	5.5	5.9	2.2	2.1
溶存酸素(mg/l)	9.8	12.6	9.4	9.4
pH	7.5	8.7	7.9	8.2
SS(mg/l)	5	4	2	2
T-N(mg/l)	0.25	0.19	0.25	0.18
T-P(mg/l)	0.080	0.080	0.007	0.008

Research of Ecosystem in the Rivers.

by Kazuyoshi WATANABE, Yutaka NISHIMURA

できないが、平成3年度北海道開発局技術研究発表会河川部門指定課題「新しい河川の創造をめざして」の研究成果によれば、上記の値は、北海道1級河川に生息する魚の生息条件としては問題がない値といえる。

2)生息魚種

採捕調査で生息が確認された魚種は、増幌川がサクラマス、ウグイ、フクドジョウ、ハナカジカ、カワヤツメの5種、豊平川はサクラマス、ニジマス、ウグイ、フクドジョウの4種であった。増幌川では、全採捕数に占めるサクラマスの割合が高く、場所によっては87%を超える地点もあった。次いで多かったのはウグイであった。豊平川ではウグイの割合が高く、全調査地点で70%を超えており、最も多い地点では、95%弱がウグイであった。豊平川では毎年、夏にサクラマスの放流を行っており、大部分は放流魚であるが、魚体から判断して一部自然魚が含まれていると考えられる。

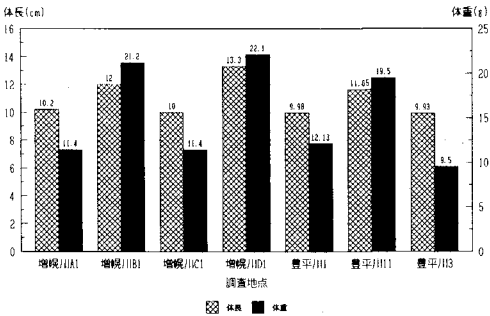


図-1 サクラマスの体長・体重

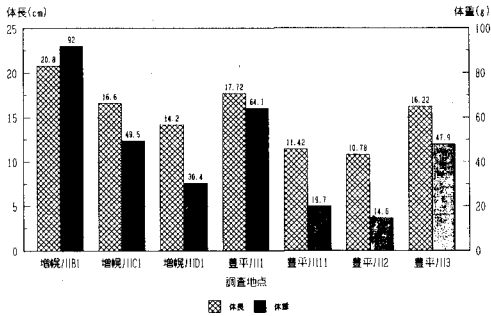


図-2 ウグイの体長・体重

3)魚の胃の内容物

魚の食性調査として採捕した魚の腹部を切除し、胃の内容物の（属、目）の同定、各種類の個体数、湿重量の測定を行った。対象とした魚はサクラマス、ウグイである。調査対象の魚の体長、体重を採捕地点毎に示したものが図-1～2である。サクラマスに関しては両河川で顕著な差は見られない。ウグイに関しては、増幌川で採捕された魚が豊平川に比べて大きいといえる。特に、体重に関して両者の差が大きいといえる。図-3はサクラマスの胃の内容物を示したもので、増幌川では、水生動物、陸生動物、動物片が確認されており、陸生動物と水生動物の比は動物片が両者の比に等しいと仮定するとほぼ同等と考えられる。豊平川では水生動物が大部分を占めている。増幌川と豊平川を比較すると、陸生動物の有無が異なっている点である。また、胃の内容物の重量も増幌川はC1地点を除き豊平川の5、6倍となっている。図-4はウグイの胃の内容物を示したもので、増幌川と豊平川の違いとして、増幌川では藻類片がほとんどであるのに対して、豊平川では水生動物、陸生動物、動物片がほとんどである点が挙げら

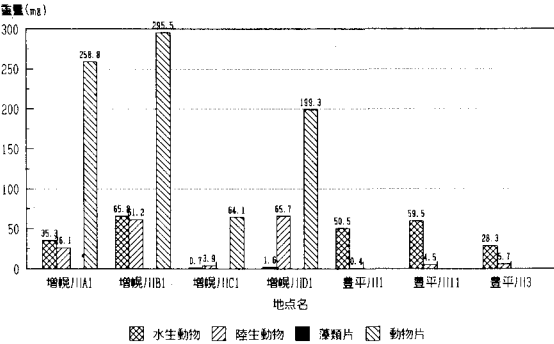


図-3 サクラマスの胃の内容物

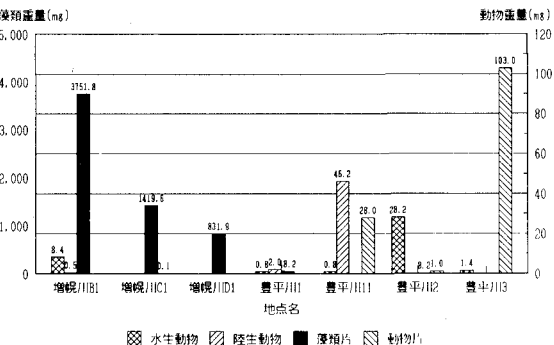


図-4 ウグイの胃の内容物

れる。また、胃の内容物の重量も増幌川のウグイは豊平川のウグイの10～30倍となっている。

4) 周辺植生状況

増幌川周辺は牧草地となっており、河道内には堆積した土砂上にヤナギが繁茂している状況が写真から読み取れるが、詳細な調査を行っていないために、樹種は不明である。豊平川には、ナガバヤナギ、エゾノカワヤナギ、イヌコリヤナギ、エゾヤナギ、セイヨウハコヤナギ、タチヤナギ、エゾノバッコヤナギ、シダレヤナギ、ウンリュウヤナギ、ドロノキ、ニセアカシヤ、ニワウルシなどヤナギを主体として12種の樹木が水際の土砂が堆積した場所に確認された。

5) 付着藻類

付着藻類調査として石の表面に付着した藻類を5×5cmの範囲採取し、種類組成、沈澱量、湿重量、クロロフィル量の分析を行った。現存量では採集面積25cm²当たりのクロロフィルaは増幌川33～76mg/m²、豊平川2.54～32.9mg/m²であり、平均値で比較すると増幌川は豊平川の約4倍となっている。出現種数および25cm²当たりの細胞数を図-5に示す。出現種数は豊平川のNO.3地点を除き両河川で大きな違いは見られないが、増幌川では、珪藻類、藍藻類、緑藻類からなり、珪藻類が多い。豊平川では、上記3種に加えて黄色鞭毛藻がみられ、増幌川と同様に珪藻類が多い。代表種としては増幌川は、オビケイソウ、ホモエオスリックス、クチビルケイソウ、豊平川はマガリケイソウ、クチビルケイソウであった。図から増幌川と豊平川では細胞数に大きな差が見られ、豊平川の細胞数は増幌川の約1/10²～1/10⁴となっている。

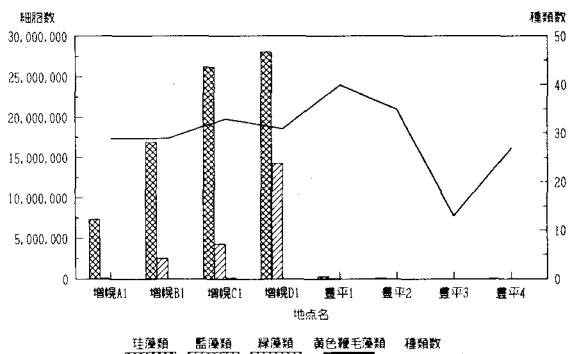


図-5 付着藻類調査結果

6) 底生動物

底生動物調査として定量面積内における底生動物を25×25cmのコドラートネットを用いて採集し、(属、目、種)の同定、各種類の個体数、湿重量の測定を行った。調査結果を基にPantel und Buck 法 (Pollution-index)を用いて汚濁指数を算出した。その結果、増幌川の汚濁指数の平均は1.74であり、汚濁は中位のβ中腐水性に分類される。豊平川の平均値は1.60で同様にβ中腐水性に分類され、両河川の汚濁指数はほぼ同じといえる。増幌川における優先種はヨコエビ、ガガンボ、オオシマトビケラ、ヒゲナガカワトビケラ、フトヒゲトビケラで、豊平川に

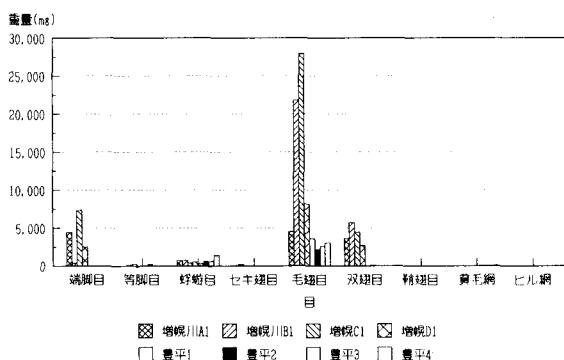


図-6 底生動物調査結果

における優先種はヒゲナガカワトビケラ、キタシマトビケラ、ウルマーシマトビケラ、エルモンヒラタカゲロウであった。図-6は各調査地点における底生動物の目ごとの重量を示したもので、増幌川では端脚目、等脚目、蛭類(カゲロウの仲間)、セキ翅目(カワゲラの仲間)、毛翅目(トビケラの仲間)、双翅目(ガガンボ、カ、ハエの仲間)、鞘翅目(ゲンゴロウ、ガムシの仲間)が確認され、豊平川では等脚目、蛭類、セキ翅目、毛翅目、双翅目、貧血綱、ヒル綱が確認された。増幌川と豊平川の底生動物の重量を比較すると

増幌川が多いことが分かる。

7)陸生昆虫

陸生昆虫調査として河道内樹木の下に定量バットを24時間設置し、落下昆虫を採集した。採取した昆虫の(属、目、種)の同定、個体数、湿・乾重量の測定を行った。調査結果を図-7に示す。増幌川では蜉蝣目(カゲロウの仲間)、半翅目(セミ、ヨコバイ、アブラムシの仲間)、脈翅目(アミメカゲロウの仲間)、鞘翅目(ガムシの仲間)、膜翅目(ハチとアリの仲間)、双翅目(ハエ、アブ、カの仲間)、毛翅目(トビケラの仲間)、鱗翅目(チョウ・ガの仲間)、蜘蛛目(クモの仲間)が確認され、豊平川では蜉蝣目、半翅目、鞘翅目、膜翅目、双翅目、毛翅目、チャタテムシ目(チャタテムシの仲間)、粘管目(トビムシの仲間)が確認されている。落下重量でみると鞘翅目、双翅目、脈翅目の順で多くなっている。増幌川と豊平川の比較では、豊平川に比べ増幌川の落下昆虫量が多いことが分かる。

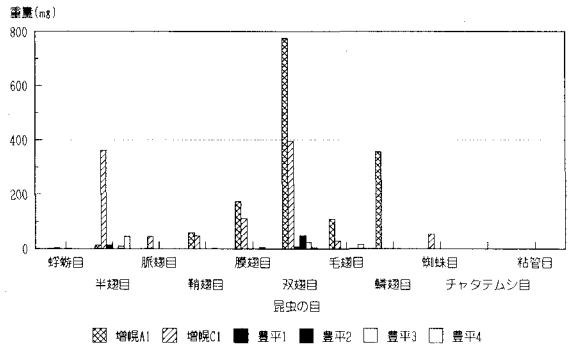


図-7 陸生昆虫調査結果

8)流下動物

流下動物調査として淵に流下してくる動物を河川流心付近に設置した採集ネットを用いて定量採集した。採集結果から、流下動物量、流下物の(属、目、種)の同定を行った。流下動物は目毎に分類し、単位水量あたりの個体数、重量を求めた。図-8は調査地点毎の単位水量当たり流下動物量(mg/m^3)を示したもので、増幌川の $2.72 \sim 10.14 \text{mg}/\text{m}^3$ に対して豊平川は $0.002 \sim 0.58 \text{mg}/\text{m}^3$ となっており、豊平川の流下量は増幌川の流下量の $1/10^1 \sim 1/10^4$ となっている。陸生動物の全動物量に占める割合は、増幌川A1、C1、豊平川N0.1、2、3、4の順に64%、68%、99.4%、81%、67%、59%となっており、いずれの地点においても流下動物量に占める陸生動物の割合が高い。流下動物としては増幌川では陸生動物の双翅目、水生動物の端脚目、蜉蝣目が多く、豊平川では陸生動物の双翅目、膜翅目、毛翅目、半翅目、蜉蝣目、水生動物の毛翅目、蜉蝣目、双翅目が多くなっている。

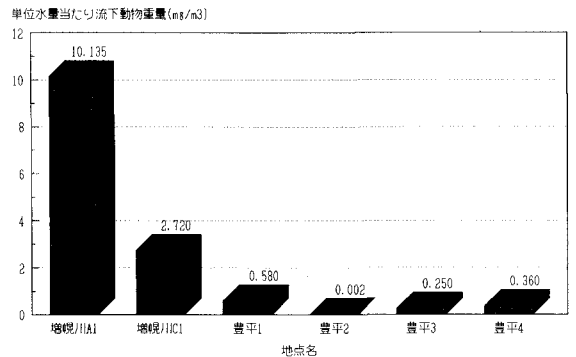


図-8 流下動物調査結果

9)河床材料

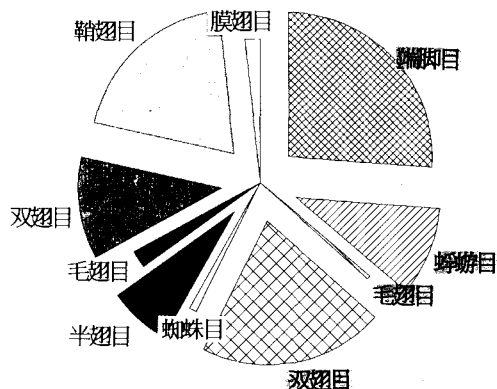
調査地点の平均粒径、最大粒径、60%粒径、10%粒径、均等係数、曲率係数を求めた。増幌川の平均粒径は $32 \sim 35 \text{mm}$ 、最大粒径は 100mm 、60%粒径は $30 \sim 40 \text{mm}$ 、10%粒径は $1.45 \sim 1.95 \text{mm}$ 、均等係数は20、曲率係数は $1.38 \sim 2.51$ で均等係数が10を超え、曲率係数が $1 \sim 3$ の範囲にあるので「粒度分布の良い土」という事ができる。豊平川においては調査を実施していない。

3. 考察

前節までの現地調査結果を基に、食物連鎖の点から魚の生息環境について魚種毎に増幌川と豊平川を比較する。

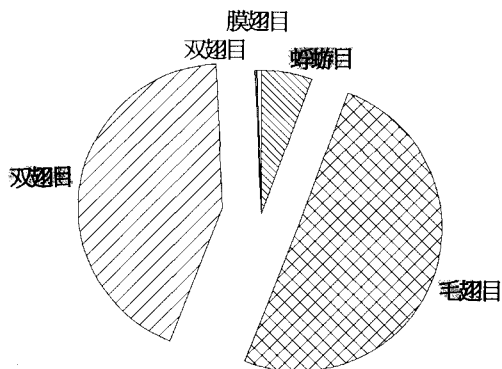
1) サクラマス

増幌川および豊平川で採捕されたサクラマスの体長、体重は調査地点で大きな差はなく、体長は9.93cm～13.3cm、体重は9.5～22.1gの範囲であった。胃の内容物の構成は増幌川と豊平川では大きく違っており、図-9に示すように増幌川では水生・陸生動物がほぼ均等に食べられており、胃の内容物の量は69～422mgの範



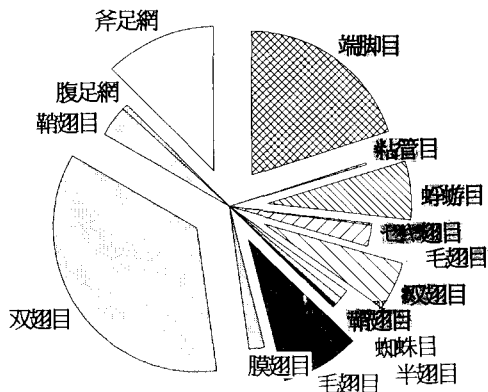
注) 斜線は水生動物を示す。他は陸生動物

図-9 胃の内容物の構成 (増幌川)



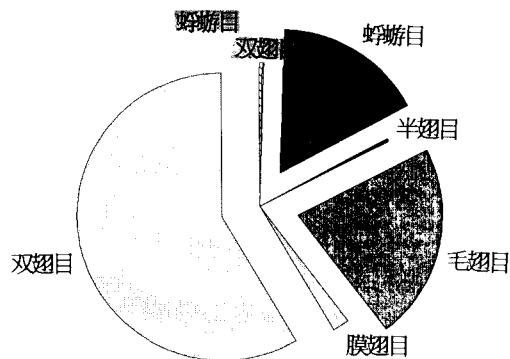
注) 斜線は水生動物を示す。他は陸生動物

図-10 胃の内容物の構成 (豊平川)



注) 斜線は水生動物を示す。他は陸生動物

図-11 流下動物の構成 (増幌川)



注) 斜線は水生動物を示す。他は陸生動物

図-12 流下動物の構成 (豊平川)

囲であった。豊平川では、図-10に示すように水生動物が大部分を占め、胃の内容物の量は34～64mgの範囲であり、平均値と比較すると、豊平川は増幌川の1/5となっている。魚の体長、体重に差がないことから、魚体の大きさに起因する必要な餌の量の差とは考えられない。また、サクラマスは陸生動物を主に食べると言われており、増幌川の調査結果からも同様な結果が得られたが、豊平川の調査結果では、水生動物が主であった。底生動物調査結果から、増幌川の25×25cm当たりの水生動物量の平均値は24,000mgで、豊平川は3,700mgであり、豊平川は増幌川の約1/6であった。また、落下昆虫量も増幌川1,270mg、豊平川45mgで、豊平川は増幌川の約1/30であった。流下動物量は平均値で豊平川は増幌川の約1/20となっていた。流下動物の構成を図-11、12に示す。図から、増幌川では多様な種が流れてきているが、豊平川では、流れてくる種は増幌川に比べ少なく、特に水生動物が少ない。胃の内容物と流下動物の構成を比較すると、増幌川では、流下動物の種の多さに応じて多様な種を餌としている事が分かる。豊平川では、陸生動物の流下動物に占める割合が高いにも関わらず胃の内容物は水生動物が多くなっている。以上のことから、豊平川のサクラマスは餌となる陸

生動物が流下する量が少なく、必要な量を確保するために流下動物を捕捉する以外に底生動物を餌としているが、底生動物の量も少なく結果として十分な餌を採る事ができないと考えられる。ここで、流量、流速、水面幅などの河川規模が違う事を検討する。調査地点における水面幅は豊平川が増幌川の約10倍で、流量は約70倍となっている。平均水深は豊平川0.5m、増幌川0.2mで豊平川が深くなっているが、最大水深では、豊平川1.0m、増幌川1.2mとなっており、豊平川は増幌川に比べて平坦な河床形状であるといえる。豊平川の平均流速は増幌川の3～6倍の60cm/sec程度となっている。単純に流量に単位水量当たりの流下動物量を乗じ、底生動物量に水面幅を乗じると豊平川は増幌川より流下動物量、底生動物量が多くなると考えられる。しかしながら、底生動物が水面幅50mにわたって均等に分布していると考えすることは困難である。また、仮に流下動物量の全量が多いとしても、サクラマスにとって餌を採る事のできる範囲の流下量が多くなければ、全量が多くても意味はないと考えられる。

2)ウグイ

増幌川および豊平川で採捕されたウグイの体長、体重を比較すると体長、体重とも増幌川のウグイが大きい。豊平川のウグイの胃の内容物量は平均値で、増幌川の1/30となっている。また、胃の内容物の構成に大きな違いがみられ、増幌川では藻類片が大部分を占める。それに対して豊平川では、水生動物、陸生動物、動物片が大部分である。この事は、付着藻類の調査結果から単位面積当たりの付着藻類の細胞数が豊平川は増幌川の $1/10^2 \sim 1/10^4$ となっており、ウグイは、餌として水生・陸生動物を採る必要が生じていると考えられる。

3)まとめ

豊平川、増幌川に生息しているサクラマス、ウグイの胃の内容物から、両河川の比較を行うと、豊平川は、増幌川に比べて魚の餌となる付着藻類、水生動物、陸生動物の単位面積、単位水量当たりの現存量が少なく、生息している魚は十分な餌を採っていない可能性が強く示唆された。この事は、ウグイの体長、体重が増幌川に比べ豊平川が小さい事からも説明できる。豊平川、増幌川ともに川岸には護岸が施工されており、水際にはヤナギが繁茂している。しかしながら、落下昆虫量を比較すると豊平川は増幌川の約1/30となっている。現地写真からは、両河川で水際植生の生え方に差があるとはいえず、なぜ、落下昆虫量に差が生じたかを今後検討する必要がある。同様に、付着藻類および底生動物に関しても水深、流速、溶存酸素の値は両河川で大きな差がなく、流速および河床材料の粒径の違いが見られるが、この事が現存量の違いの原因か現状では判断できず、今後の検討が必要である。

魚の生息環境を考える場合に、水質、流速、水深などの検討は必要であるが、餌となる付着藻類、水生動物、陸生動物の現存量の検討も必要な事が今回の検討を通して明確になった。

あとがき

河川改修を行う上で、堤防の安全性確保、低水路の安定などの目的で護岸が施工されてきた。低水護岸、特にコンクリートブロックによる護岸は生物の生息環境を破壊するとの批判を受ける傾向にあり、生態系に配慮し、治水以外に生態的機能を付加した護岸が求められている。しかしながら、河川空間における生物の生息環境の把握が不十分な現状では、試行錯誤を繰り返さなければならない。今後は、今回の検討を基に、陸生昆虫、付着藻類、底生動物の生息条件を明らかにし、低水護岸に求められている生態的機能付加のための方法を明らかにしていく。

参考文献

1)安松京三ほか；原色昆虫大図鑑、昭和51年2月5日、株式会社北隆館 2)北海道開発局；「新しい河川の創造をめざして」、1991年2月、第34回北海道開発局技術研究発表会講演概要集、pp.5～22 3)川合禎次；日本産水生昆虫探索図鑑、1990年、東海大学出版会