

真駒内川河川生態系の保全と施設整備 のあり方に関する調査（中間報告）

Study of conservation of ecosystems versus facilities development
on the Makomanai-gawa river (interim report)

企画調査部 副参事 渡辺 正 順
専務理事（兼）企画調査部長 土 屋 進
（株）北海道技術コンサルタント 谷田貝 泰 子
（株）北海道技術コンサルタント 渡 辺 恵 三

本調査の目的は、河川構造物や周辺の土地利用が、水辺域の構造や生態学的機能に与える影響を定量的に評価し、今後の生態学的河川管理及び河川工法の開発に資するものである。ここでは、石狩川水系真駒内川を調査河川として、その内の砂防区間、改修済区間、未改修区間のように水辺域の構造が異なる連続した3区間を対象に、区間における土砂、有機物等の流入流出の定量評価と、土砂、有機物が堆積、滞留した結果形成される生物の生息環境を把握し、各区間に形成されている環境の違いから水辺域の重要な構造を解明するとともに、構造物の影響を評価する。

本報告は、調査の初年度として、調査手法を検討し、秋、冬期において浮遊砂、流下有機物等の観測及び魚類、底生生物、付着藻類等の調査を行い、その結果を整理したものである。

キーワード：河川構造物、河川生態系、生態学的機能、ハビタット

The ultimate aim of this study is to evaluate in quantitative terms the impact of physical structures in the river, and patterns of land use in the vicinity, on the structure of the river and surrounds and its ecological functioning. The findings will be used in river management from an ecological perspective and also in the development of river works programs. We will look at the Makomanai-gawa, part of the Ishikari-gawa river system, specifically at three different types of zones: erosion control zones, river works zones and unmodified zones. In each zone, we will quantitatively assess the inflow and outflow of sand and organic matter; evaluate the natural habitat for flora and fauna created by the deposition and/or accumulation of sand and organic matter; and examine the differences in environmental conditions between the zones and the overall structure of river and environs thus formed. We will also look at the impact of physical structures on the river and natural life in it.

This report presents the results of the first year of the study, which involved an investigation of survey techniques, followed by observations during autumn and winter of floating sand and organic matter carried downstream, as well as fish, benthos and adhered seaweed.

Key words : Physical structures in river, river ecosystem, ecological function, habitat

1. はじめに

これまでの治水・利水目的で行われてきた河川改修や流域土地開発による水辺域の構造変化で生物的多様性のある水辺域が失われてきており、その反省から近時は河川環境の整備と保全が河川管理の目的の一つとして位置付けられるようになった。

このようなことから、今後の生態学的河川管理及び河川工法の選定には、河川構造物等による水辺域の構造的変化が、生態学的機能にどのように影響を与えているかを評価することが重要であると考えられる。

本調査の最終目的は、河川構造物や周辺の土地利用が、水辺域の構造や生態学的機能に与える影響を定量的に評価し、今後の生態学的河川管理及び河川工法の開発に資するものである。

本調査では、砂防工事区間、河川工事区間、未改修区間のように水辺域の構造が異なる連続した3区間を対象に、区間における土砂、有機物等の流入流出の定量評価と、土砂、有機物が堆積、滞留した結果形成される生物の生息環境を把握し、各区間に形成されている環境の違いから、水辺域の重要な構造を解明するとともに、構造物の影響を評価する。

ここでは、石狩川水系真駒内川を調査河川として、下記のようなスケジュールで調査を行うものとした。

本報告は、調査の初年度として、調査手法を検討し、秋、冬期において浮遊砂、流下有機物等の観測及び魚類、底生生物、付着藻類等の調査を行い、その結果を整理したものである。

なお、調査の実施に際しては北海道大学農学部中村太士助教授の指導・助言を得た。

平成 10 年度

- ・調査手法の検討
- ・基礎調査（秋期、冬期）
- ・調査データのとりまとめ

平成 11 年度

- ・基礎調査（春期、夏期）
- ・調査データのとりまとめ
- ・調査結果の総合考察

平成 12 年度

- ・調査結果の解析、評価
- ・真駒内川での河川環境の改善、構造物の改築方針の検討
- ・維持管理手法の検討

2. 調査方法

2-1 調査スケール

河川構造物や周辺の土地利用の影響は、土砂・有機物といった物質の流入・流出量の変化、結果的に生物の生息環境や餌環境の改変に及ぶと考えられる。そこで、河川生態系における物質移動、その結果形成される生息場や餌環境、そして生物群集の種組成や構造を明らかにする。ここでは、異なる3つのスケールを設定し、それぞれの項目について調査を行うことによって、河川構造物が主としてどのスケールの何に問題を起こしているのかを明らかにすることを試みた。

(1) スケールの概念

① Reach スケール

Reach スケールでは、Reach 間における魚類、底生生物の種組成と個体数の違いがなぜ発生したかを説明する。

ここでは、真駒内川の中流域において、砂防区間とその影響を受けていると考えられる下流の未改修区間、さらに改修後ある程度年数が経過している改修済区間の一連の3区間各々を Reach とした。

基本的に物質の流入・流出を観測するためのスケールで、Reach の上下流端で定量する。この収支の結果把握できる区間変化が、魚類や底生生物の生息場・餌環境を説明するものとなる。

② Channel unit スケール

Channel unit スケールは、魚類の生息

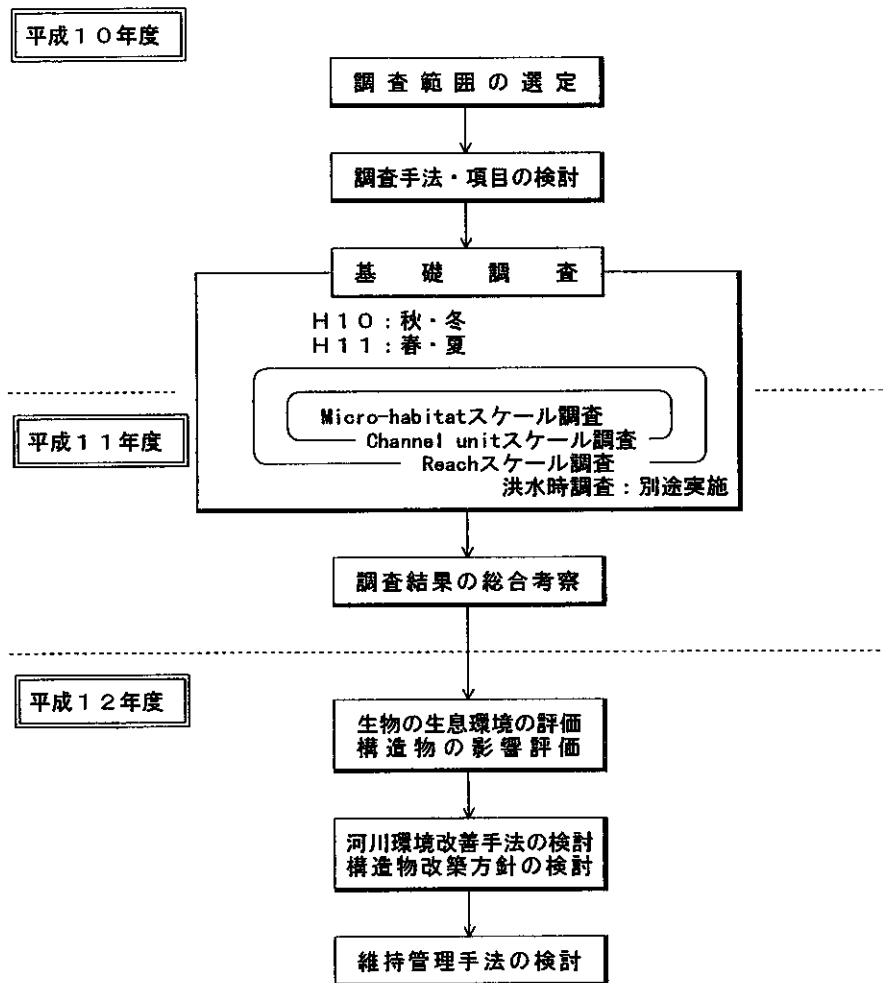


図-1 調査フロー

Fig.1 Study Flow

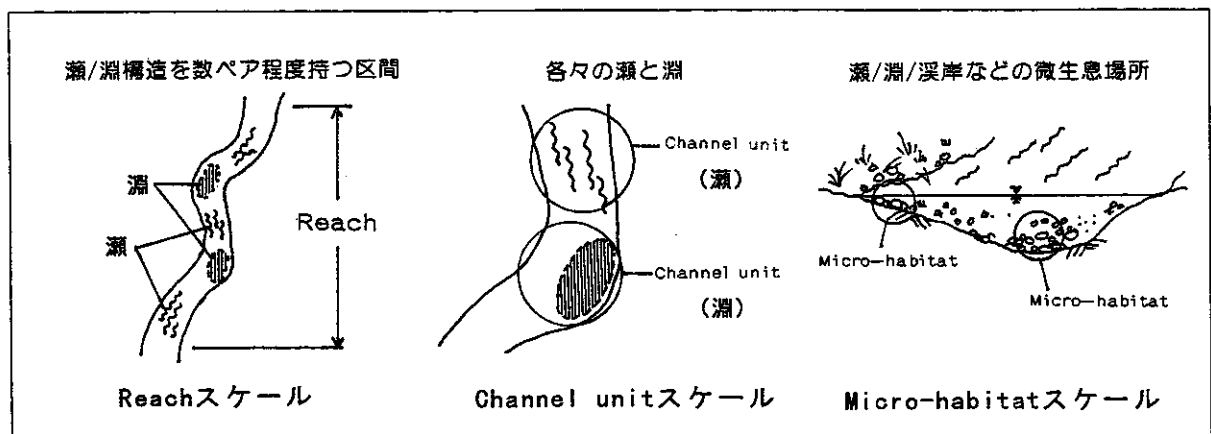


図-2 スケールの概念

Fig.2 Scale Concepts

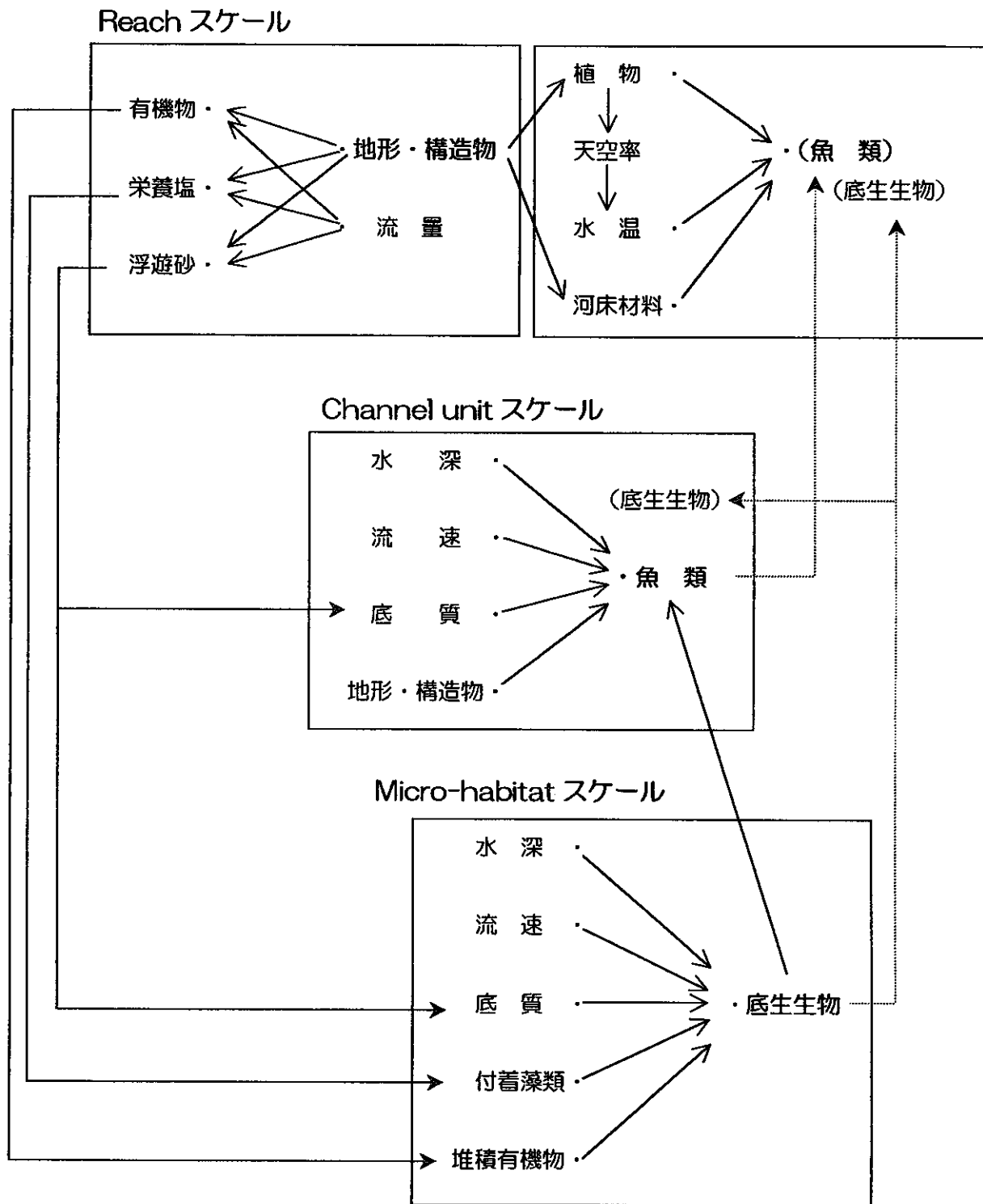


図-3 各スケールの関係
Fig.3 Relationships Between Scales

場構造であり、魚類の種組成と個体数を説明する。ここでは Reach 内に存在する瀬と淵各々を Channel unit とした。

③ Micro-habitat スケール

最も小さいスケールである Micro-habitat スケールでは、底生生物の種組成や個体数を説明する。

ここでは、各 Channel unit の瀬と淵及び各々の河岸に Micro-habitat を設定した。

(2) 各スケールの関係

生物の生息場は単純な個々の寄せ集めではなく、微生息域から広い生息域まで、相互に何らかの階層的な関係を持っていると考えられる。ここでは、河床礫のような小さな生息場所 (Micro-habitat)、瀬と淵のような生息場所 (Channel unit)、瀬・淵

構造を含む一定の大きさのまとまった場所 (Reach) の3つのスケールに分け、各々の関係を説明することを目的として調査を行った。

2-2 調査項目

本調査では、異なる Reach 間に形成される生物の生息環境の差異を説明するため、各スケール毎に次のような項目を設定し調査を行った。

① Micro-habitat スケール

最小スケールで見た生息場や餌環境が、底生生物の種組成構造にどのように影響しているかを明らかにするものである。Micro-habitat スケールの各項目については、それぞれ Channel unit スケール、Reach スケールに積算した解析も行う。

調 査 項 目	調 査 内 容
底生生物調査	・ 種組成と個体数
	・ 水深、流速、底質
堆積有機物調査	・ 堆積有機物のサイズと量 (底生生物の生息場、餌環境)
付着藻類調査	・ クロロフィル a 量 (底生生物の餌環境)
	・ 付着微細砂量 (底生生物の生息環境)

② Channel unit スケール

現在形成されている生息場や餌環境が、魚類の種組成や構造にどのように影響して

いるかを明らかにするものである。また、魚類調査の結果については、Reach スケールに積算した解析も行う。

調 査 項 目	調 査 内 容
魚類調査	・ 種組成と個体数
	・ 水深、流速、底質
地形変化調査	・ 魚類調査地点の横断地形
魚類越冬場調査	・ 水深、流速、カバー (越冬場環境)
底生生物調査	・ 種数と個体数 (魚類の餌環境)

③ Reach スケール

Reach スケールにおける調査は、生物の

種組成や個体数の違いがなぜ発生したかを説明する変量である。

調 査 項 目	調 査 内 容	
低水流量観測	・ 平水時流量	物質の流れ
	→移動物質質量（有機物、栄養塩）の定量化	
浮遊砂量観測	・ 浮遊砂のサイズと区間変化量	
横断測量	・ 流量観測断面の設定	
水質分析	・ S S、栄養塩、有機物の区間変化量	
植物調査	・ 水辺植生	植生
天空率測定	・ 空中写真による区間ごとの天空率判読	熱環境
水温観測	・ 区間内の水温変化量測定	
	・ 各区間の粒度分布	
河床材料調査	・ 各区間の粒度分布	物質の流れ
粒状有機物調査	・ 流下粒状有機物のサイズと区間変化量	

2-3 対象河川

本調査の対象河川である真駒内川は、札幌市の南にある空沼岳に源を発して北東に流下し、豊平川に合流する流域面積 37km²、流路延長 16km の河川である。

今回の調査は、豊平川合流点より 3.6km にある真駒内一号橋を下流端とし、合流点から 10.4km 上流に位置する真駒内一号床固工の区間 6.8km とした。

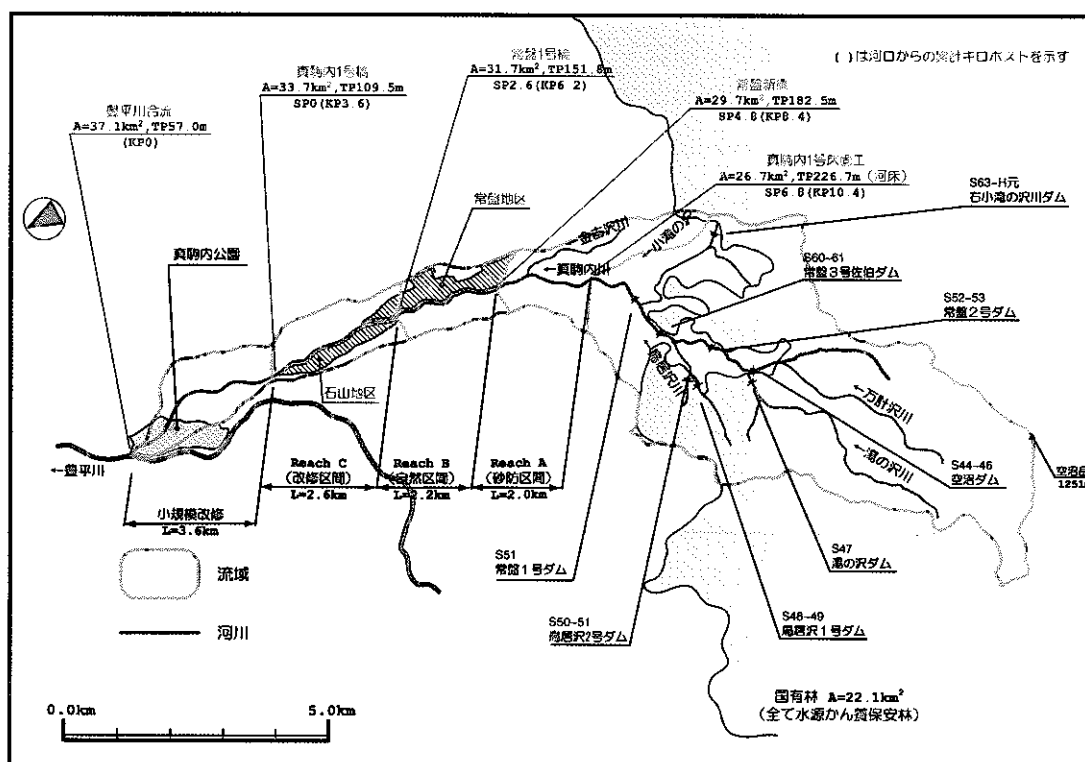


図-4 調査河川概要図

Fig.4 Rough Diagram of the River Studied

2-4 対象区間

(1) 砂防区間 : Reach A (L=2.0km)

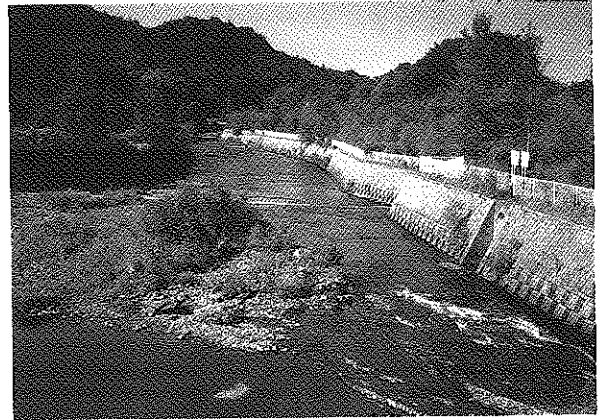
当該区間は、砂防事業区間にあたり、流路工が設置されている。流路工は、昭和 61 年に完成し 50m 間隔で 17 基の落差工と 21 基の帯工が設置されている。所々に砂州があり、その上にヤナギが生育している。この間の河床勾配は $I = 1/100$ 、水面幅は約 20 m となっている。

(2) 自然区間 : Reach B (L=2.2km)

未改修区間であり、10m 程度の深い谷地形になっている。兩岸の崖は軟岩が露出しており、河床にも所々に露岩が見られる。水路は蛇行しており、河畔にはミズナラを主とする樹林が形成されている。この間の河床勾配は $I = 1/90$ 、水面幅は約 10m である。

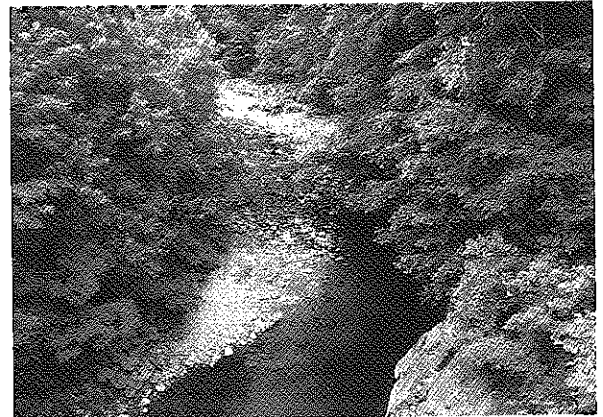
(3) 改修済区間 : Reach C (L=2.6km)

河川改修済の単断面河道あり、連節ブロックによる護岸が昭和 42 年に完成している区間である。区間内に魚道が無い落差 1～2 m の落差工が 5 基設置されている。改修後 30 年経過しており、護岸上に植生が回復している箇所も多く見られる。左岸堤内は宅地であるが、右岸側はミズナラ林となってる箇所が多い。この間の河床勾配は $I = 1/125 \sim 100$ 、水面幅は約 15m である。



写真－1 砂防区間

Photo.1 Erosion Control Zone



写真－2 自然区間

Photo.2 Unmodified Zone



写真－3 改修済区間

Photo.3 River Works Zone

2-5 調査方法

(1) Maicro-habitat スケール

Micro-habitat 調査は、各 Reach における Channel unit で2箇所、すなわち1対の瀬と淵につき4箇所(瀬、瀬(岸)、淵、淵(岸))とし、3 Reach で計 60 地点で行った。底生生物、堆積有機物調査は図-5のようにコドラートを設定し、その周辺の物理環境も調査した。付着藻類調査では、底生生物調査地点周辺の礫に付着している有機物のクロロフィルa量を測定し、藻類以外の強熱減量残留物を微細砂と定義した。

(2) Channel unit スケール

1つの Reach につき5箇所の瀬と淵、計 15 箇所で調査を行った。1対の瀬と淵の長さは約 20~70mの範囲であり、この中で魚類を採捕した。

物理環境は、図-5のように横断方向に3本の測線を設け、砂防区間では2m、自然、改修済区間では1m間隔に水深、流速、及び底質の計測を行った。流速は6割水深で計測し、底質は計測点の周囲に優占する河床材料を目視で6段階に区分した。また、中礫以上のものについて浮石、沈石の判定を行った。

(3) Reach スケール

天空率と植生調査については縦断的に調査を行い、それ以外の調査項目については各 Reach の上下流端(4箇所)で調査を行った。天空率は、平面図から定義した水面面積と空中写真から判読した河道を覆っている樹幹面積から、樹幹に遮られていない水面の割合として、各 Reach 毎に求めた。

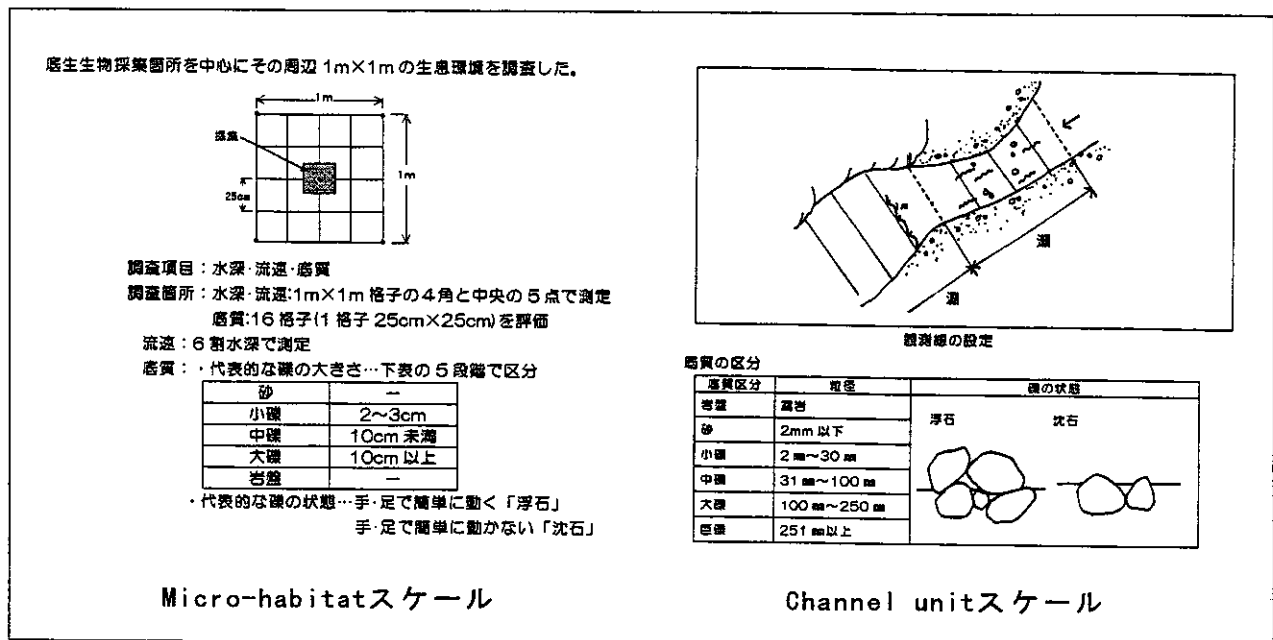


図-5 Micro-habitat,channel unit の調査方法

Fig.5 Micro-habitat and Channel Unit Study Methods

3. 調査結果

3-1 調査結果の概要

現段階で、各 Reach 間で差異が見られ、調査項目間で何らかの因果関係があると考えられたものは、「底生生物-魚類(底生魚) 浮遊砂量」と「底生生物-付着藻類」である。

現段階では、水質分析や堆積有機物調査からは各 Reach 間での構造物の影響による明らかな差異は見出せていない。次項以下に各スケールでの主な調査結果を記す。

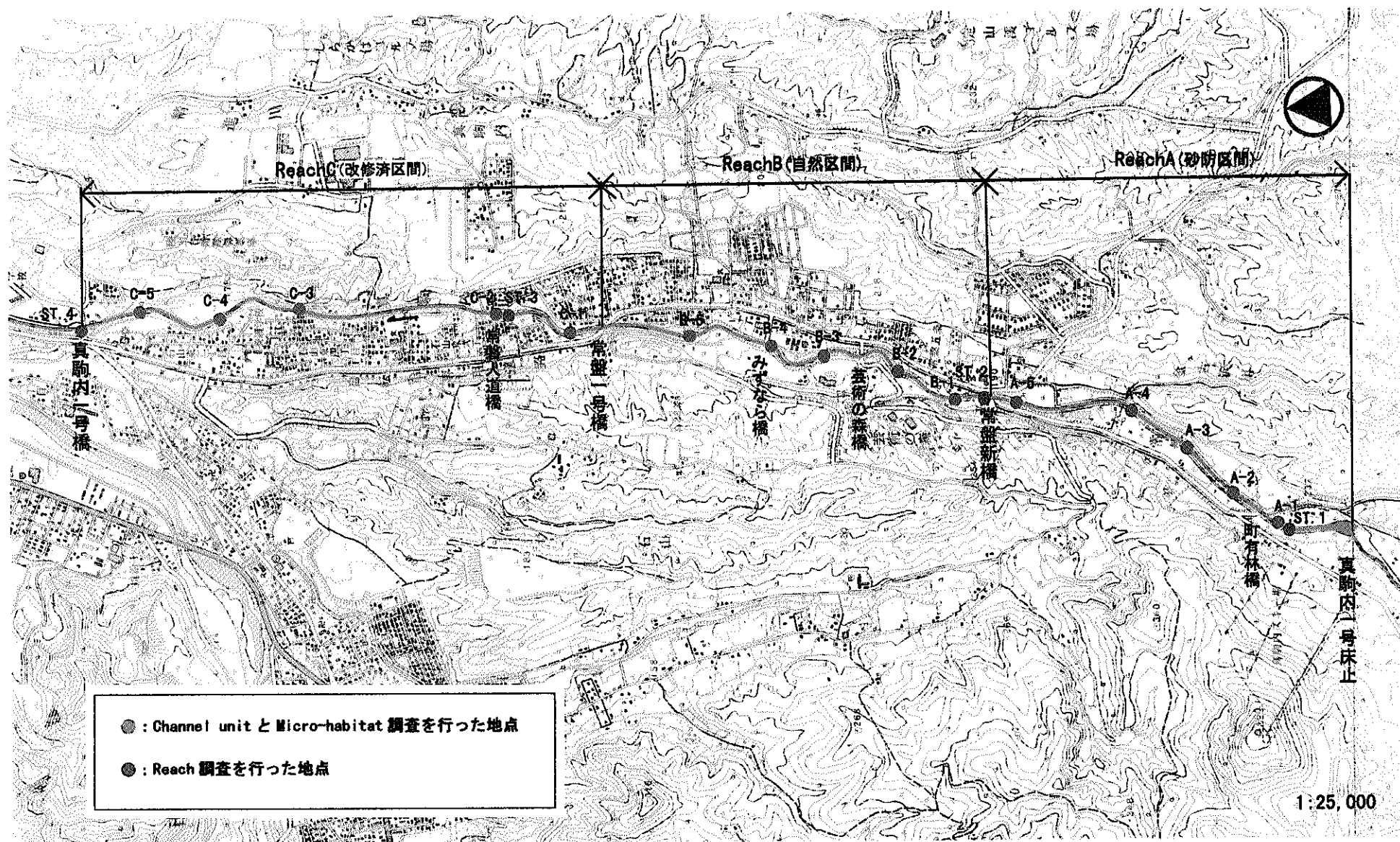


図-6 調査地点位置図

Fig.6 Location of Study Sites

3-2 Micro-habitat スケール調査

(1) 底生生物

種数、個体数については、Reach 間の差は見られなかったが、その内訳では9月の調査では、砂防区間の瀬でユスリカ類の占める割合が高く、12月の調査では全体にユスリカ類が優先していた。

ユスリカ類には水質汚濁や環境変化に強いものがあり、これらが多くなることは他の水生昆虫の生息環境として劣っていることが多い。淵では水生昆虫類は少なく、富栄養化の指標であるマキガイ類が多くなっており、この傾向は特に砂防区間で顕著であ

った。

また、砂防区間では、付着藻類食者であるカゲロウ類、一部のトビゲラ類が他区間より少なく、泥底を好むマキガイ類が多かった。このことは、砂防区間が他区間に比べ微細砂が多いことと関係があると思われる。

流速との関係では、流速 50cm/s 以上の瀬で種数、個体数が多くなる傾向が確認された。多くの底生生物は浮石がある多孔質な河床を好むと考えられるが、採集箇所は沈石が多く、礫のサイズや状態との関係は明確に現れなかった。

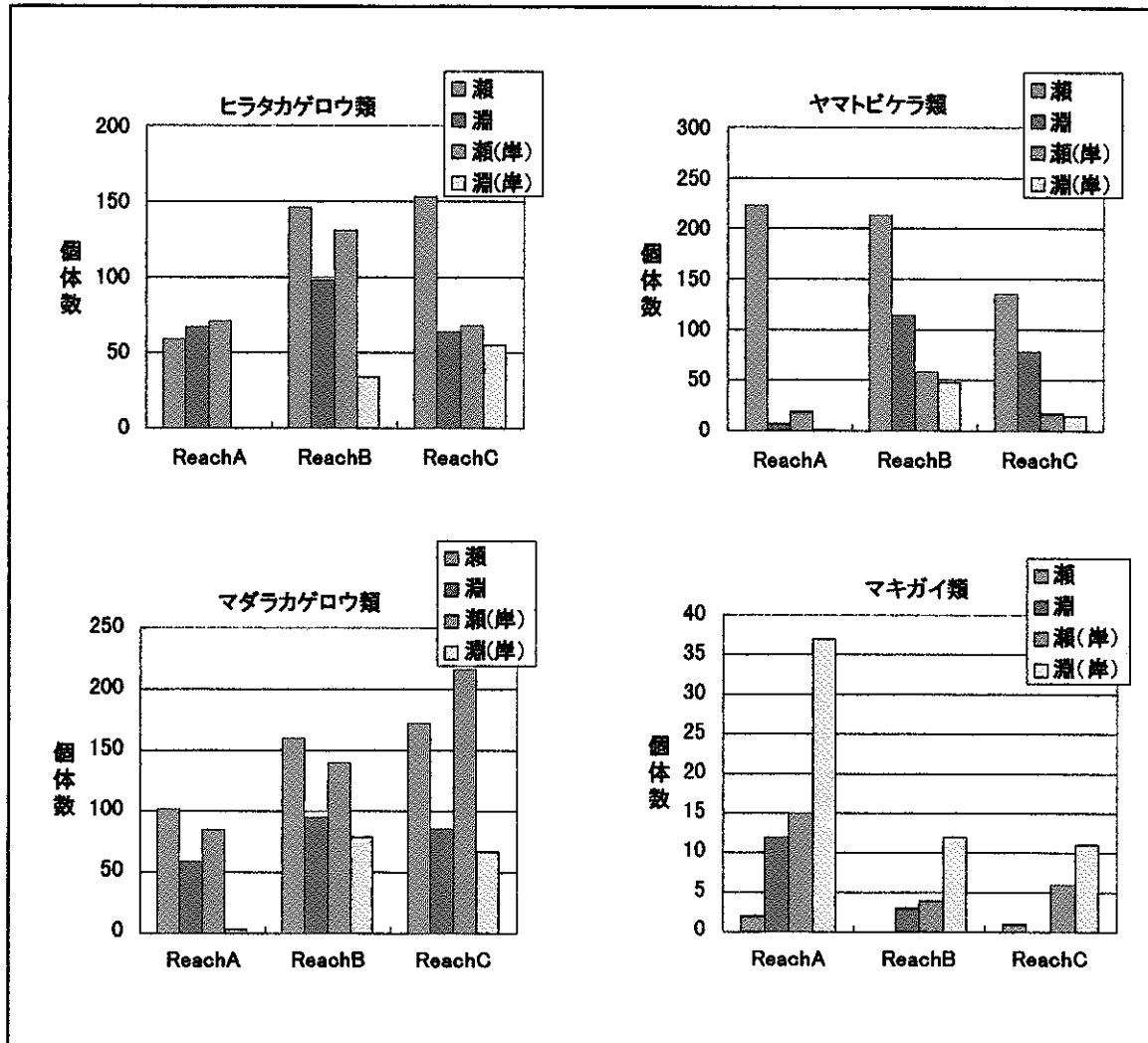


図 7 各 Reach での代表種の個体数（9月）

Fig.7 Population of Representative Species in Each Reach (September)

(2) 付着藻類と微細砂

付着藻類量は各 Reach 間での差が見られなかったが、流速が遅い砂防区間では付着微細砂量が多かった。また、クロロフィル a 量は、流速が速い (0.45~0.6m/s) 自然

区間と改修済区間の瀬で多く、後述の天空率が高く日射量が多い砂防区間で少なくなっており、微細砂が光合成を阻害し藻類を死滅させていることが考えられた。

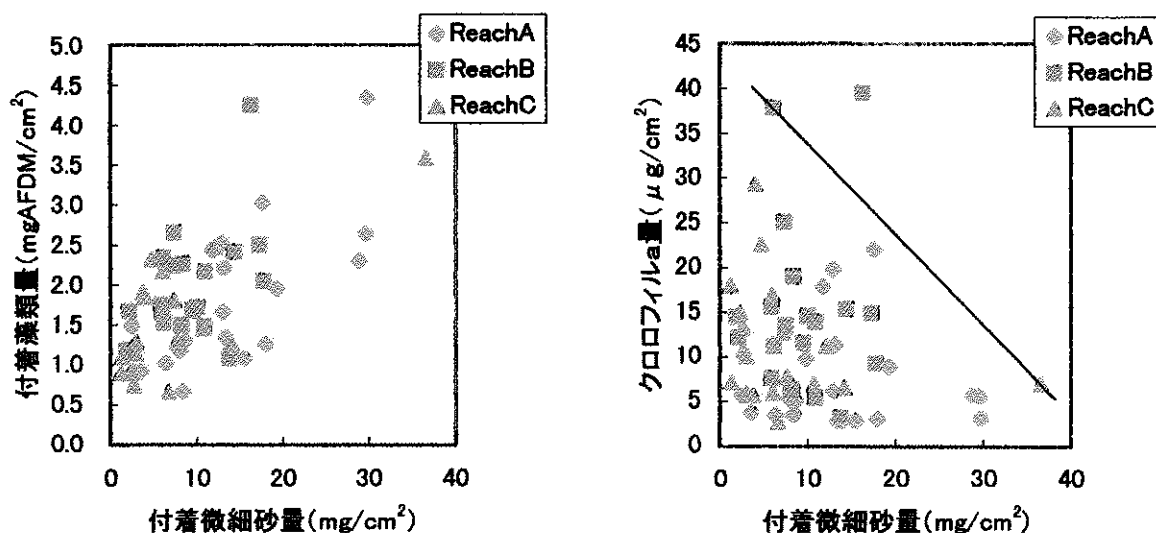


図-8 付着藻類・クロロフィル a 量と微細砂量の関係

Fig.8 The Relationship Between the Volume of Fine Sand and the Volume of Adhered Seaweed and Chlorophyll Alpha

3-3 Channel unit スケール調査

(1) 底生生物

種数、個体数とも瀬より淵で少なくなる傾向が見られた。個々の Channel unit では、自然区間、改修済区間で淵の方が個体数が多くなることもあったが、砂防区間では明らかに淵での底生生物量が少なく、魚類の餌場として劣っていると考えられた。

(2) 魚類

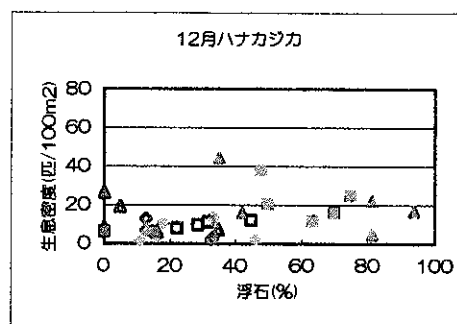
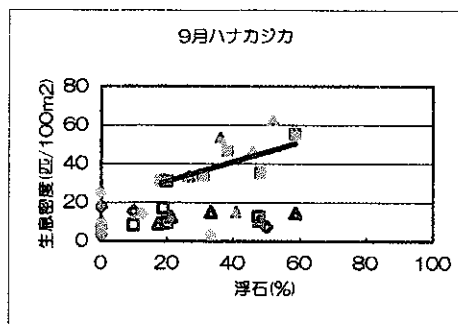
魚類調査では6科8種が確認されたが、採捕個体の大部分は底生魚であるフクドジョウとハナカジカであった。このうち、砂防区間ではフクドジョウが優占し、自然、改修済区間ではハナカジカが優占していた。フクドジョウは環境変化に強く、狭い礫間空間でも生息できるが、一方のハナカジカは大きな空隙を好む。砂防区間は他区間に比べて微細砂が沈降、沈着していることも

あり河床礫の空隙が少ないが、自然、改修区間では砂防区間に比べて河床礫の空隙が大きく浮石状態が多かった。

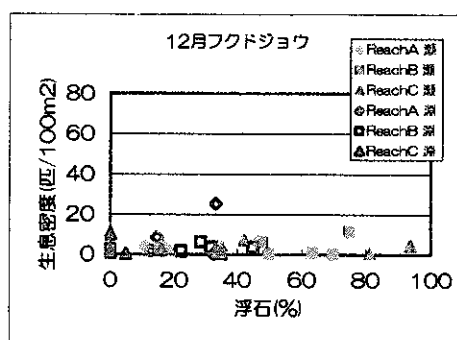
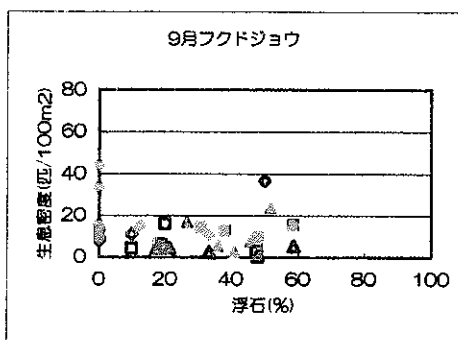
上記2種については、分散性が低く、横断工作物による直接的な影響は少ないと思われる。また、ブロック積護岸の前面で生息密度が高かった箇所もあり、構造物との関係は現段階では不明である。

(3) 魚類越冬場調査 (放流調査)

北海道の同様な河川で一般的にみられるヤマメ (サクラマス幼魚) がほとんど確認できなかった原因の一つに、改修済区間に遡上不可能な落差工があるため、調査区間内での再生産ができないことがある。この落差工の下流ではサクラマスの産卵及びふ化が確認されているため、ここに魚道を設置する等の改良を施すことが考えられる。しかし、元々その生息環境がないことにより

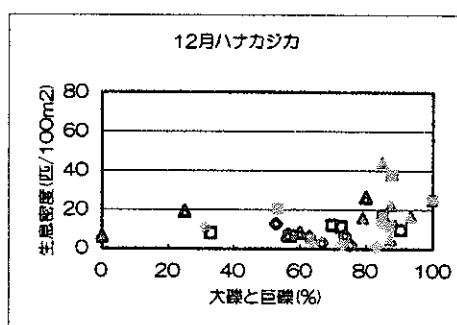
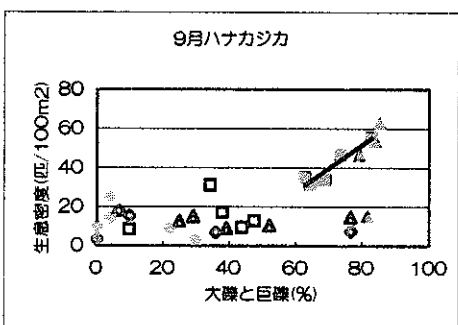


(a)ハナカジカ

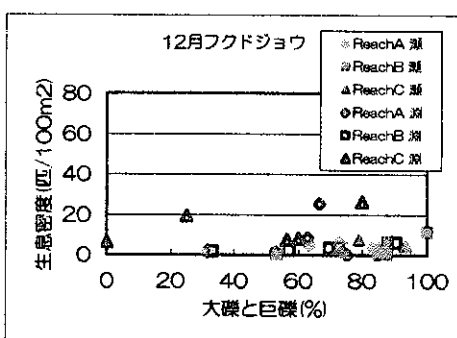
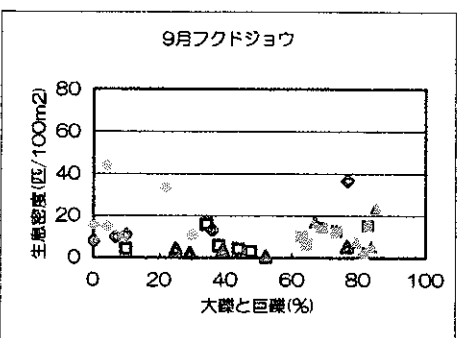


(b)フクドジョウ

浮石と生息密度の関係



(a)ハナカジカ



(b)フクドジョウ

大礫および巨礫と生息密度の関係

図-9 浮石、大礫・巨礫と生息密度の関係

Fig.9 The Relationship Between the Population Density of Organisms and the Presence of Rolling Stones and Large Rocks and Boulders

捕獲できなかった可能性もあるため、幼魚を放流し越冬環境の有無を確認することを試みた。放流1ヶ月後に行った調査での再捕獲率は低く、これは越冬に適した環境を求めて下流に移動したことが考えられた。その後も厳冬期に調査を行ったが、確認できた個体は少なかった。その中で生息が確認された越冬場の環境は、流速が極めて緩やかで、河岸にえぐれ、木の根や河岸の植物などのカバー及び落葉、落枝が堆積している箇所であった。なお、放流魚にはマーキングを施したので継続して調査を行う予定である。

3-4 Reach スケール調査

(1) 浮遊砂量と粒度分布

浮遊砂量調査は、9、10、12月に行った。9月調査は降雨後であったため、浮遊砂が多かったが、10、12月調査では各地点での差はほとんどなかった。9月の調査では、砂防区間で浮遊砂量が半分以上に減少しており、砂防区間で浮遊砂が河床に付着、堆積している可能性が考えられた。

(2) 天空率と水温

天空率は、河岸の樹木量の少なさと川幅に比例し、砂防区間>改修済区間>自然区間の順で高かった。水温もこれに関係し、砂防区間で一気に上昇したものが自然区間では上昇量が抑えられていた。水温は水生生物にとって重要な生息条件の一つであるが、今回の調査結果から、水温上昇を抑えるためには樹冠が有効であることが分かった。

3-5 調査結果と規定条件

真駒内川は下記の3つの特徴を有しており、この特徴が調査結果を大きく規定していると考えられる。

① 流域の形状

調査区間の3 Reach の流域の形状は、細長く幅も一定であることから、流下量及び河床勾配が一定であり各区間の明瞭な差異がない。

② 地形・地質

調査区間の流域は、火砕流堆積物の火山灰で覆われており、微細砂を含む火山灰が流出しやすい。

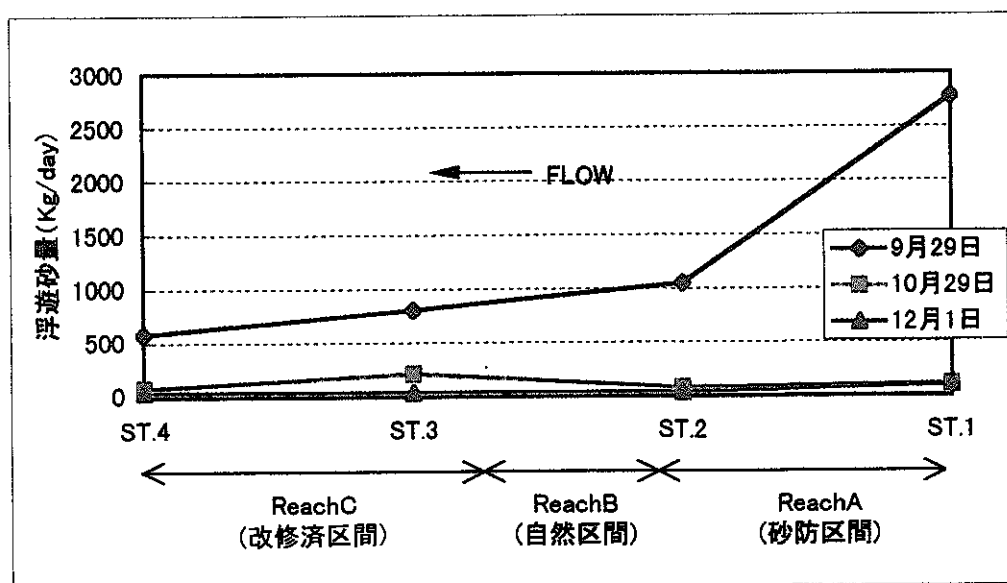


図-10 1日あたりの浮遊砂量

Fig.10 The Volume of Floating Sand Per Day

また、自然区間、改修済区間では岩が露頭している箇所も多く見受けられ、河床、流速の多様性が少なく、さらに深い淵が出来にくい状況にある。

③ 砂防ダム設置

上流域で生産される大礫は、調査区間より上流に設置されている砂防ダムで捕捉され、砂、小礫のみが供給されていると考えられる。

現段階では明言できないが、このようなことから、流れや河床が単調で各区間の調査結果に明瞭な差異が現れないことや、区間外にある砂防ダムの影響によるアーマー化、河床低下等も考えられ、調査項目によっては結果に大きく影響する可能性もある。

4. まとめ

秋、冬期の調査が終わった時点では、真駒内川の生態系と構造物との関係性を評価する段階にないが、前述のとおり真駒内川を規定している自然条件、人工条件が調査結果に大きく影響していることが考えられた。

その中で今回の調査では、砂防区間とその下流の自然区間、改修済区間では底質に差があり、底生魚や底生生物の種組成や個体数にも違いがあることが分かった。また、砂防区間の上流から供給される微細砂の影響も大きいと考えられ、真駒内川で生態系を豊かにするためには、構造物を直接的に改善する他に、微細砂の供給を絶つことや、河道内に微細砂が付着、堆積しにくいような措置を施すことが必要であることが分かった。

5. おわりに

本報告は、調査の中間段階ではあるが、微細砂や砂防流路工が河川生態系に及ぼす影響が臆気ながら見えてきた。今回の調査手法については、いくつか反省点もあるが、基本的には同様な手法、項目で春、夏期調査を行い、季別のデータを得た上で総合的な解析を行う

予定である。

また、真駒内川の調査では、遊泳魚がほとんど確認できなかったため、構造物が魚類（遊泳魚）の生息環境に及ぼす影響を把握することができなかったが、これについては、同じく北海道内の後志利別川水系でも並行して調査を行う予定である。さらに、サクラマスの子卵床と微細砂の関係についても、真駒内川と後志利別川で調査を行うことにしている。

最後に、現地での調査を初め、資料解析の御指導を頂いた中村先生をはじめ、北海道開発局土木試験所に感謝を申し上げ、中間報告とする。