

今後の AGS 事業の展開のために

—魚類の生態と生息状況に与える施工空間の影響—

本局建設部河川計画課
本局建設部河川工事課
本局建設部河川管理課
各開発建設部(札幌を除く)
開発土木研究所

まえがき

今年度は「今後の AGS 事業の展開のために」という課題で始まった本指定課題の 3 年目となる。昨年度までの研究では、魚類の生息環境と河川工事による環境の変化を把握することをテーマに、AGS 工事实施後 3 年程度経過した箇所における既往の事前事後調査の整理分析を行うことによって、いくつかの知見を得ることができた。しかしながら、各建設部で実施した調査の精度、基準、データの有無などが必ずしも統一されていなかったために、せっかくの貴重なデータのうち実際の解析に使うことができたのは残念ながら一部分にとどまった。

そこで本年度は、統一した調査基準に基づいた現地の一斉調査を実施し、施工後の環境変化の把握とその評価を行い、魚類の生息環境から見た AGS 工事のありかた、ならびに工事による環境の創出に対する評価手法について取りまとめ、今後の AGS 事業の展開に寄与する提言を行うこととした。

1. 研究方法

1-1. 研究のポイント

魚類の生息場所の骨格を形成しているものとして、瀬と淵の存在がある。瀬は水生昆虫や付着藻類が多く、魚類にとって重要な餌場となっている。一方、淵は水勢が弱く休息と睡眠の場所として利用されるほか、絶好の避難場所でもある。また遊泳力の弱い仔稚魚にとっては生育の場として不可欠の存在である。

河川生態学の分野では淵の基本的な分類を地形的、成因的面から取り扱っている。すなわち淵の形成・維持は流路の屈曲、巨石、側岸からの突出部などがきっかけとなって、自然の流水の作用がもたらしたものである¹⁾。また、阿部ら²⁾は倒流木等の障害物が要因となって形成されるタイプの淵について報告している。一方、河川工学の立場からは、瀬と淵の形成は河川の蛇行や砂州の配置といった河道平面形状とその変動形態という視点から取り扱われている。

通常、AGS 工事として魚類の生息環境を創出もしくは復元しようとする行為は、工事实施以前にあったままに生態環境を復元すること、あるいはかつての改修工事によって喪失した環境を再生させることに主眼を置いており、そういう意味では河川生態

学的視点から、河川の微地形がもたらす流れの多様性において瀬と淵を取り扱うべきである。

河川改修工事の中でもとくに魚類の生息環境と密接な関わりを持つものに低水路護岸、水制、堰・落差工、河道掘削等が上げられる。これらの工事や施設によって“瀬”あるいは“淵”ということばで表現されるような要素を作り出すため、木工沈床、魚巢ブロック、巨石投入といった AGS 工法がどんどん実施されている。こうした工法は河川の流れの中に突起や引き込み、障害物を置くことによって流速の緩急、流向の乱れをつくり、またそれによって生ずる堆積や洗掘された場所を魚類の生息環境として期待しようとするものである。

そこで、本研究は現在道内で実施されている AGS 工事の中から巨石投入、魚巢ブロック、木工沈床の三つの工法を抽出し、さらに、流れの変化を作り出すという点では共通の効果を有していると思われる水制を合わせ、施工後の魚類生息環境について調査を行った。

1-2. 研究方法

(1) 調査箇所

1 河川につき施工後 3 年程度以上経過している工事箇所を 1 箇所抽出し、そこから瀬と淵に相当する場所を 1 地点ずつ選定した。また工事箇所の環境の回復程度を評価検討するため、工事箇所直近上流部の未施工区間に対照区調査箇所を選定した。

各調査箇所において選定された瀬と淵に相当する地点において魚類捕獲調査を実施した。また底生動物、付着藻類について瀬・淵毎に 2 点コドラートを設定して調査した。さらに流下動物については瀬・淵毎にそれぞれの場所で 2 回実施した。瀬や淵の定義は非常に難しいが、本研究では調査箇所を表現する便宜上、工事区における“瀬”“淵”は次のような基準で取り扱っていくことにした。

瀬：構造物によって生じた相対的に流れの速い場所

淵： “ 遅い場所

なお対照区については、相対的な流れの速度をもって選択した。

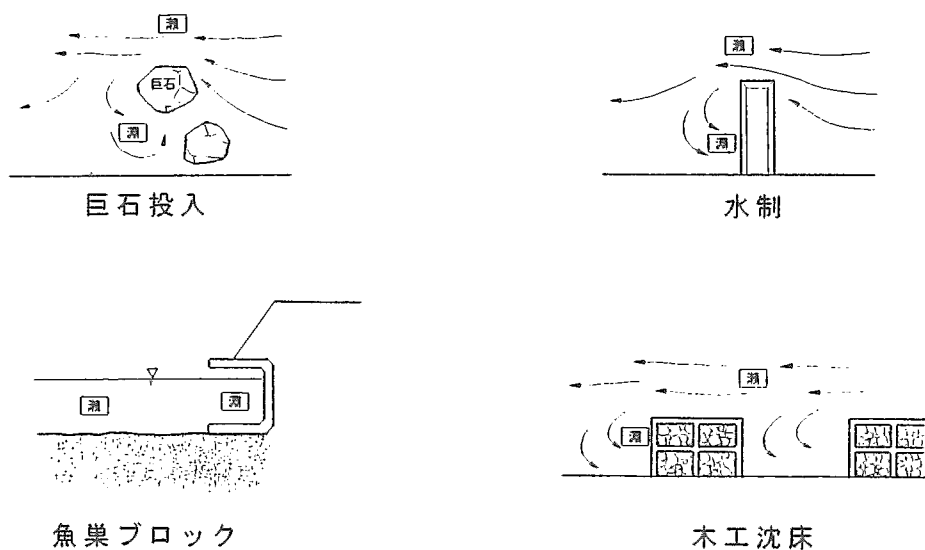


図 1-1 調査対象工法と調査箇所のイメージ

(2) 調査項目

1) 魚類捕獲調査

①捕獲魚種、②捕獲数、③大きさ

2) 水理環境

①水深、②流速

3) 餌環境

①底生動物、②流下動物、③付着藻類、④胃内容物

(3) 調査要領

1) 実施時期 7月

2) 流況 できるだけ安定期(出水の直後や濁水時は除く)

3) 時間帯 昼間:10時、夜間:20時を標準

4) 調査回数

表 1-1 調査項目と回数

調査項目	工事区				対照区				計
	瀬		淵		瀬		淵		
	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜	
魚類捕獲	1回	1回	1回	1回	1回	1回	1回	1回	8回
水深流速	1回				1回				2回
底生動物	2回	-	2回	-	2回	-	2回	-	8回
流下動物	2回	-	2回	-	2回	-	2回	-	8回
付着藻類	2回	-	2回	-	2回	-	2回	-	8回
胃内容物	※1				※1				30尾

※1:全体で捕獲された魚類の中からウグイ、サクラマス、フクドジョウの3魚種についてそれぞれ5尾調査

(4) 調査河川

調査河川および調査対象工法は次のとおりである。

表 1-2 調査対象河川

河川名	工法
豊平川・米里護岸(石狩川)	水制
鶴川	巨石投入
音別川	水制
下頃辺川(十勝川)	巨石投入
問寒別川(天塩川)	魚巣ブロック
後志利別川	魚巣ブロック
天塩川	木工沈床
石狩川(秋月橋上流)	木工沈床
増幌川	木工沈床
尻別川	木工沈床
湧別川	木工沈床
音更川(十勝川)	木工沈床
豊平川・雁来護岸(石狩川)	木工沈床

2. 解析方法

2-1. 多様度指数

魚類の捕獲調査結果から、調査箇所が環境が魚類にとって良好かどうか、或いは向上したかどうか等々を評価することは簡単なことではない。魚類の数の多い少ないは、一見魚類が生息する空間としての能力の高さを表しているように考えられるが、その種構成と比率等にも着目しなければならない。すなわち数が増加しても、構成する種類数が減ったり特定の種類が突出して増えている箇所は、従来の生息環境のバランスが乱されている可能性があり、AGSの効果としては必ずしも良いとは言えない。

生態学の分野では、生物群集の構造的な特性を記述する指標として様々な多様度指数が提案されている。ここでは、群集に含まれる種の数と個体数の関係に基づいて群集構造の複雑さを評価する方法として、McIntosh index of diversity (DI)³⁾を用いて、各地点の各動物群集の多様性について検討した。

$$DI = \{ N - \sqrt{(\sum ni^2)} \} / (N - \sqrt{N})$$

ここで、N：総個体数，ni：各種類の個体数

指数は0～1の範囲で表され、より複雑な群集ほど1に近づく値をとる。例えば、ある区間で100尾の捕獲数があったとして、その種構成の違いによる多様度指数を示すと(表2-1)、各種類均等に構成されている方が指数が高く、種間で構成比にばらつきがあるほど指数は低くなる。また、種間の構成比が均等であれば構成種数が多いほど指数は高くなる。

ただし、種構成や生息密度には河川や調査箇所によっておのずと個性があるものであり、多様度指数は絶対値で比較評価すべきではなく、施工前後での魚類環境の変化を相対値で評価するために用いるべきである。

表 2-1 種構成と多様度指数

総個体数	種数	種毎の構成個体数										多様度指数
		20	20	20	20	20						
100	5	20	20	20	20	20						0.61
		40	30	15	10	5						0.52
		96	1	1	1	1						0.44
	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0.76
		30	20	15	11	8	6	4	3	2	1	0.64
		90	2	1	1	1	1	1	1	1	1	0.11

2-2. 空間の持つ多様性の表現

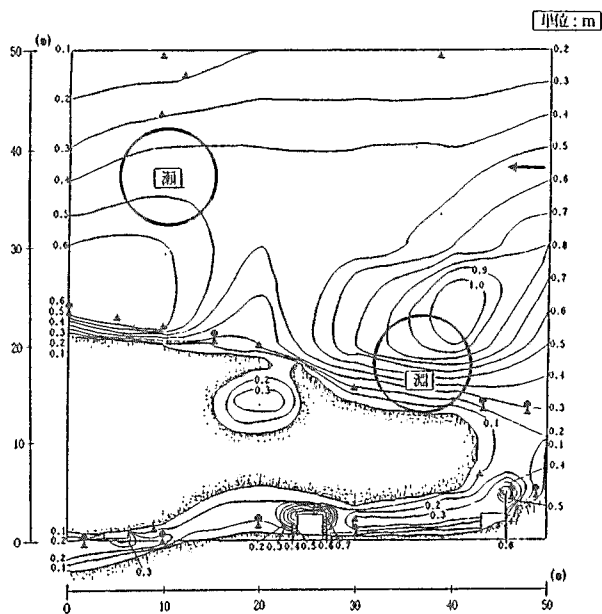
2-1では、生物群集の構造に着目した多様性の表現手法について述べたが、ここでは魚類が生息する空間そのものが有する複雑さを表現する方法について考える。今回の調査では、捕獲調査と併せて調査箇所の流速分布(表面流速及び、代表断面流速)と河床地形すなわち水深を調査している。この流速、水深は、魚類の生息する空間の多様性を表す大きな要素であると考えられる。魚類の生息空間の多様性を工学的に表す指標として次の2つを考える。

1) 流速幅 (m/s) : 最大流速—最小流速

2) 水深幅 (m) : 最大水深—最小水深

但し次の通りに定義する。

今回の検討調査箇所として選定した瀬・淵それぞれについて、半径 5 m の円内の範囲で流速コンター図及び水深コンター図（各河川ごとに作成）から流速・水深を読みとり、その最大値と最小値の幅を流速幅・水深幅と定義する。つまりこの幅が大きいということはそれだけ単調ではないということ、言い換えれば多様性が大きいということを表現しうるものとする。図 2-1 に水深幅を求める手法を示す。流速幅についても同様の手法を用いて求める。



左図において半径 5 m の円を描き、円内から読みとった最大・最小水深の差をその場所の水深幅とする。

左図では次の様になる。

a) 瀬

- ・最大水深 = 0.5 m
- ・最小水深 = 0.4 m
- ・水深幅 = 0.1 m

b) 淵

- ・最大水深 = 1.0 m
- ・最小水深 = 0 m
- ・水深幅 = 1.0 m

図 2-1. 水深コンター図と最大水深・最小水深

3. 調査結果

魚類

1) 捕獲魚種

本調査では道内の 9 水系 13 区間で調査を行った。今回の調査で確認された魚種は 8 目 10 科 31 種であった。調査区間全部に生息していた魚はウグイ類、フクドジョウであり、サクラマス（ヤマメ）、ウキゴリは半分の調査区間で確認された。詳細は本論文巻末資料に捕獲魚類一種類別尾数を示す（表 5-1）。各河川についてみると音更川を除いて各調査区間とも 5 種以上の魚が確認されており、ウグイとフクドジョウの占める割合が全捕獲魚の半数を超える区間が 10 区間あった。詳しく見るとウグイとフクドジョウを除く捕獲魚種の構成比はヤマメやウキゴリが占める区間があり、それぞれの調査区間毎の特色がある結果となった。

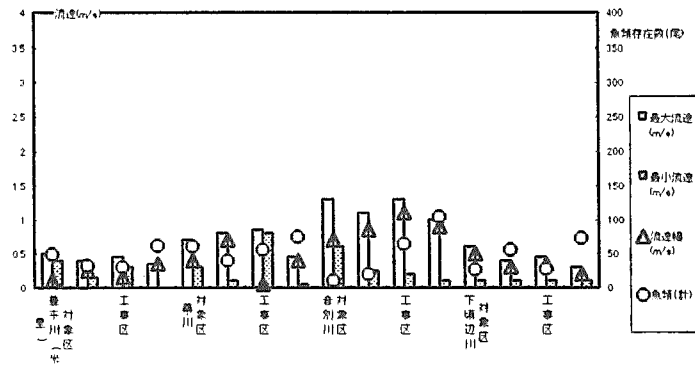


図 3-1-1 河川ごとの最大・最小流速及び流速幅と全魚類捕獲数・1

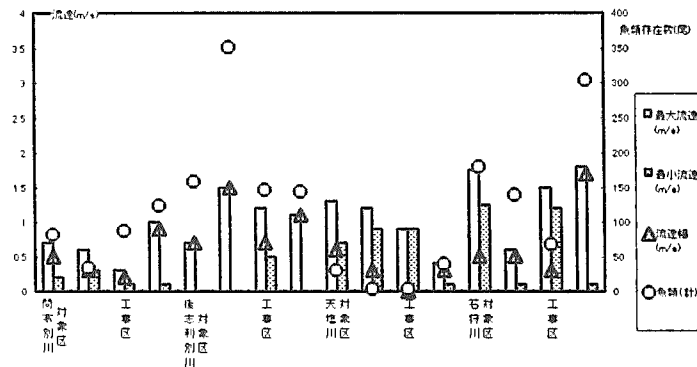


図 3-1-2 河川ごとの最大・最小流速及び流速幅と全魚類捕獲数・2

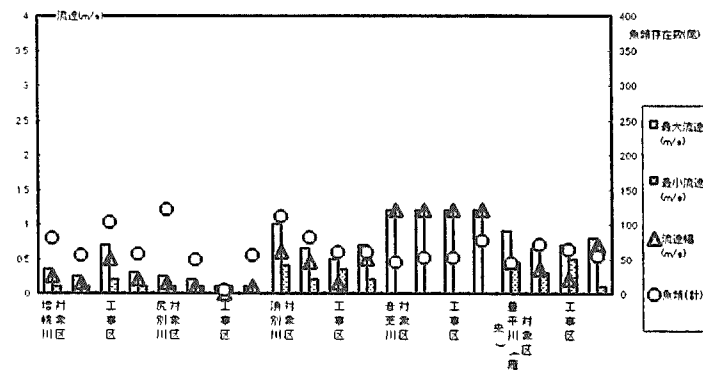


図 3-1-3 河川ごとの最大・最小流速及び流速幅と全魚類捕獲数・3

2) 全捕獲魚類と流速の関係

図 3-1 は調査を行った 13 箇所における全捕獲魚類数と流速の関係を示しており、瀬・淵での調査結果を対照区・工事区の順に、それぞれ 4 組を 1 河川での値として表示してある。最小 4 尾（天塩川）～最大 351 尾（後志利別川）という具合に河川間では差が見られる捕獲数だが、1 河川で調べると石狩川(68～304 尾)を除いて大差は見られない。

鶴川・豊平川等河川ごとに多少の例外箇所はあるが、最小流速が小さく流速幅がある場所では捕獲数も多いことがこの図から読みとれる。そのような場所は休息の場と活動の場の両方の要素を兼ね備えており、流速の多様性に富んだ場所であることが考

えられる。1 河川に注目するとよくわかるこの傾向は、その河川の多様性を顕わしていると考えられる。

4. 考察

4-1. 魚類の多様度指数と生息密度

図 4-1 は調査を行った 13 箇所における工事区と対照区での魚類多様度指数と捕獲数の関係をプロットしたものである。図中の矢印は対照区に対して工事区がどの位置になっているのかを示している。多様度指数は大きくばらついているが、河川別に見るとその差はせいぜい 0.2 程度である。このことは、魚類の多様度は河川によって大まかな傾向、すなわち魚類生態環境としてのバックグラウンドがあり、その環境はよほど破壊的な行為をしない限りそう大きくは変化しないことを示していると考えられる。

対照区と施工区との位置関係を見ると極端に変化しているものは少なく、全体的には今回調査した工事区間での魚類生息環境は概ね施工前の状況と同等かそれに近い状態に回復していると言える。また図中の矢印の方向をよく見てみると、右上向きと左向きのグループに分けられる。右上向きの意味するところは、種間の均衡が保たれたまま全体に生息数が増加しているものと考えられる。また、左向きのものは全体の生息数はほとんど変わらないものの、魚種に偏りが生じ従来のバランスが崩れてきたと考えられる。

この 2 つのパターンについて河床勾配と代表粒径に着目して整理したものが表 4-1 である。傾向として、勾配が急で粒径が大きい箇所では右上向きとなり、反対に勾配が緩く粒径が小さい箇所では左向きの傾向があることがわかる。この理由についてはよくわからないが、勾配の緩い箇所は元来流速も比較的遅いため、構造物による流速の多様性を生み出す効果が小さいのではないかと考える。また、天塩川および音別川の対照区で魚類捕獲数が著しく少ないのは、調査を行った区域の流速が全体的にかなり速く、もともと魚類が生息するにはあまり適していない環境にあるためではないかと考える。

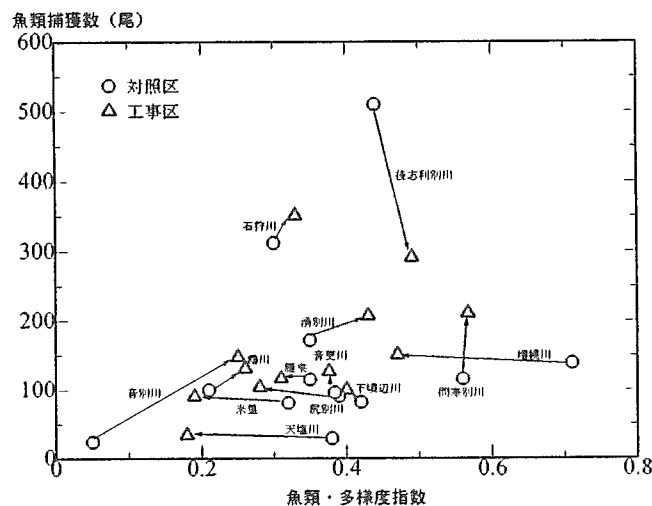


図 4-1 魚類の多様度指数と捕獲数

表 4-1 河川別の河床勾配と代表粒径⁴⁾

河川名	河床勾配	代表粒径(mm)	パターン
音別川	1/690	11.0	グラフ上で右上がりに変化 多様性指数及び魚類捕獲数ともに増加 の傾向にある。 魚種の生息数のバランスがとれ生息数 も増加。
間寒別川	1/863	14.0	
湧別川	1/203	71.9	
鷓川	1/1220	3.0	
石狩川	1/301	46.8	
増幌川	1/2885	0.2	グラフ上で左へ変化 魚類捕獲数は変化していないが多様性 指数が減少傾向にある。 魚種の生息数のバランスが悪くなってき ている。(魚種に偏りがでてきた)
天塩川	1/452	8.3	
豊平川(米里)	1/1103	0.36	
尻別川	1/4447	0.01	
豊平川(雁来)	1/1103	0.18	
下頓辺川	1/5000	0.5	上の2パターン以外のもの
音更川	1/205	27.0	
後志利別川	1/1023	5.5	

4-2. 魚種と生息環境

(1) ウグイ

1) 対象データ

全対象施工箇所(11建設部、12河川、13施工箇所)における全調査地点での結果を採用。(合計: 13施工箇所×2対象区×2調査地点 = 52データ数)

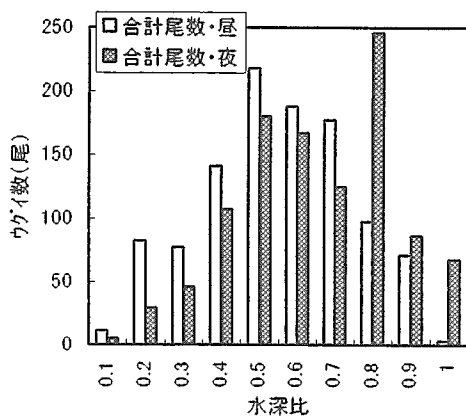
2) 対象魚種の選定

a) 選定魚種: 日中観測されたウグイ・・・以降「ウグイ(昼)」と表記。

b) 選定理由

- ① 対象3魚種のうちウグイが最も広く生息しており、その数においても解析に用いるのに適当であると判断した。(表5-1・巻末参照)
- ② ウグイは昼と夜とでその行動パターンに差があり、主に昼間活動する魚種である。生息水深比においても夜においては昼よりもばらつきが大きく、図4-2からもわかるように捕獲数のピークが中層と低層に2つ確認できる。この傾向は特定の河川に偏らず確認された。

今回は空間の多様性と捕獲数との関係を考察する上で活動しているものに目的を絞り、生息水深比にもばらつきは少ない方がよいと判断し、昼のウグイを対象魚種として選定した。



ただし、ここでの水深比とは捕獲水深とその地点の河床までの水深との比を表す。深い位置で捕獲されるほど1に近い値となる。

図 4-2 ウグイ昼夜別水深比ごと合計捕獲数

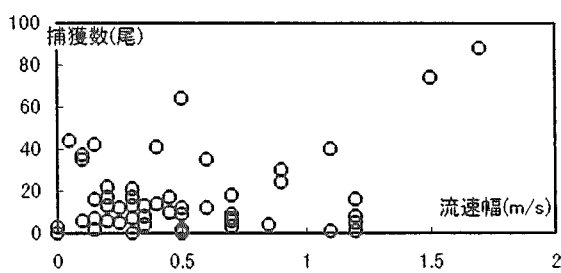


図 4-2-2 流速幅 とウグイ（昼）捕獲数

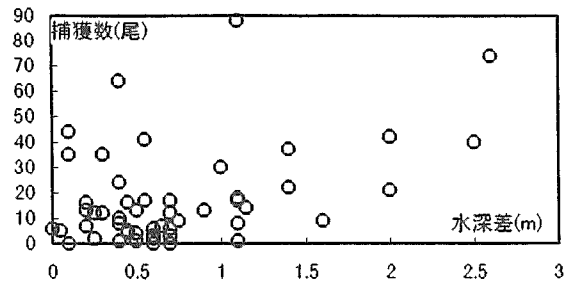


図 4-2-3 水深幅 とウグイ（昼）捕獲数

3) 流速幅とウグイ（昼）捕獲数 との関連

図 4-3 は、流速幅とウグイ（昼）捕獲数との関係を示したものである。ここで、魚類は最大・最小流速の付近を遊泳しているのであり、必ずしもその最大流速及び最小流速で捕獲されたとは限らない。捕獲された場所の付近が上記の流速幅であったということである。（水深幅（後出）についても同様。）

グラフは全体的に右上がりの傾向を持つと見ることができ、大きな流速幅のある方が、ウグイ（昼）が生息しやすい場を創っていると考えられる。

但し流速幅 2(m/s)程度までの範囲内での考察であり、流速幅があればあるほど生息数が増し続けるとは言い切れない。また、右上がりの傾向から外れると考えられる場所もあり、流速幅 0~0.5(m/s)の範囲では尻別川、石狩川、鶴川、豊平川「米里」等の河川で捕獲数が多く、流速幅 1~1.5(m/s)の範囲では音別川、音更川等の河川で捕獲数が少なかった。

外れた理由としては次のことが考えられる。

- ① 植生・カバー率・底質・餌となる他の生物の生息状況等、流速差以外の要因が大きく影響を及ぼしていた可能性がある。
- ② 河川規模に比して半径 5m という大きさが妥当ではなく、流速・水深の多様性を十分表現出来なかった可能性がある。

4) 水深幅 とウグイ（昼）捕獲数

図 4-4 は、水深幅とウグイ（昼）捕獲数との関連を示したものである

流速幅とウグイ（昼）捕獲数との関連と同様に全体的に右上がりの傾向を持つことが読みとれる。このことから流速の多様性ととともに地形的な多様性もウグイ（昼）の生息分布に大きく影響を与えていると考えられる。

しかしこれも水深幅 3m 程度までの範囲内での考察であり、水深幅があればあるほど生息数が増し続けるとは言い切れない。また、流速幅と同様の理由により右上がりの傾向から外れると考えられる場所もある。石狩川、鶴川、豊平川「米里」、湧別川等で水深幅 0~1m 程度の範囲での捕獲数が多い場所があった。

5) ウグイの昼夜の生息場所

図 4-5 は各調査地点の最小流速と流速幅の関係を示したものであり、ウグイが昼と夜でどのような場所に生息しているのかを検討したものである。その結果、夜になると生息数が増加するグループは表面最小流速が 0.5m/s 程度以下の範囲にほぼ限定さ

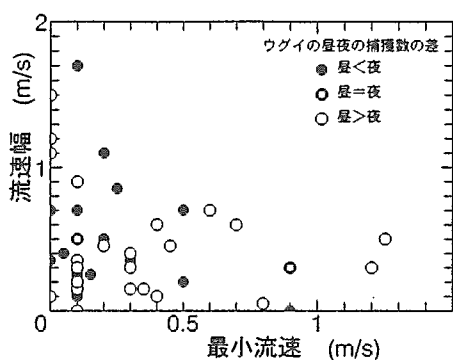


図 4-5 ウグイの昼・夜の捕獲数

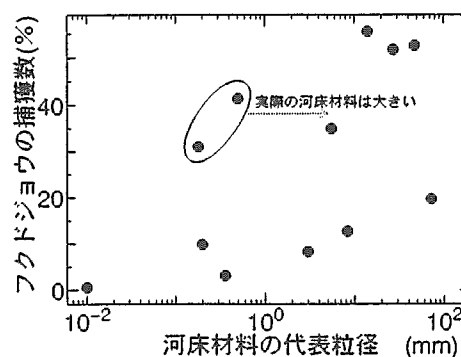


図 4-6 フクドジョウの捕獲数と河床材料

れている。実際に夜間生息している場所は 0.5m/s 以下ではなくほとんど流速のない空間である。つまり、昼の活動時間帯には多様な流速帯に分布していても、夜間は休息するのに適した流速の場所に移動しているものと考えられる。したがって、ウグイの生息環境を用意してやるためには、流速の多様性や水深の多様性をうまく生み出すとともに、夜間の休息場所として流速がほとんどない流速部も合わせて作り出すことが条件となる。

(2) フクドジョウ

一方、フクドジョウについてはウグイでみられたような流速や水深の多様性との関係が認められなかった。これは、ウグイが遊泳魚類であるのに対し、フクドジョウは底生魚類であるため、今回の表面流速分布から流速の多様性を評価したことではフクドジョウの生息環境を表現できなかった。

フクドジョウは一般に礫により形成された河岸部や泥の被らない瀬の礫下に多く生息しているといわれている。そこで河床材料の代表粒径との関係を見た(図 4-6)。今回の調査結果でも粒径が大きいほど捕獲数も多くなる傾向が確認された。

4-3. 施工による空間の多様性の変化

空間の多様性を示す流速幅と水深幅 2 つの指標が A G S 施工によりどう変化したのかについて調べ、施工空間の評価方法についての考察を行う。

(1) 流速幅と水深幅の関連

図 4-7 は対照区または工事区における流速幅と水深幅の関連を示したものである。A、B 2 点は瀬及び淵における値を示しており、この 2 点間の距離が離れているほど変化に富んだ場所であることが予想される。

図 4-7 A、B 2 点のケースについて、水深幅(縦軸)を例に挙げ説明する。(流速についても基本的には同じである。)

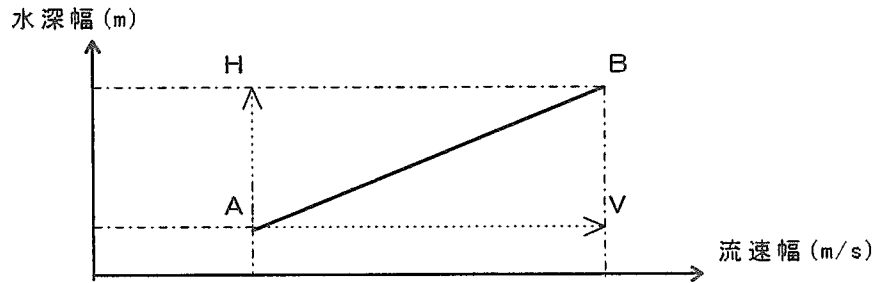


図 4-7 流速幅と水深幅の関連

A 点は、水深幅が小さいことから、半径 5 m の円内でのコンター密度が小さくほとんど変化のない（起伏の少ない）河床であるといえる。

B 点は、水深幅が大きいことから、A 点とは逆に変化に富んだ河床であるといえる。次に A B 間の長さを A H 方向の長さについて説明する。（図 4-8 参照）

1) 長い場合

A H 方向へ長い場合は図①の A と B の様に瀬と淵が一体となっている場であることが考えられる。

2) 短い場合

A H 方向へ短い場合は図①の A と B'、図②、図③の A と B といったケースが考えられる。このうち図③については今回のデータでは得られなかった位置関係なので除外する。

図②の A と B は、ほとんど大差のない瀬同士の比較であり、水深の多様性に乏しい場であることが考えられる。

図①の A と B' は、水深幅は図②の場合と同じだが、最大・最小水深に大きな違いがあり、流速幅に大きな違いがでる。

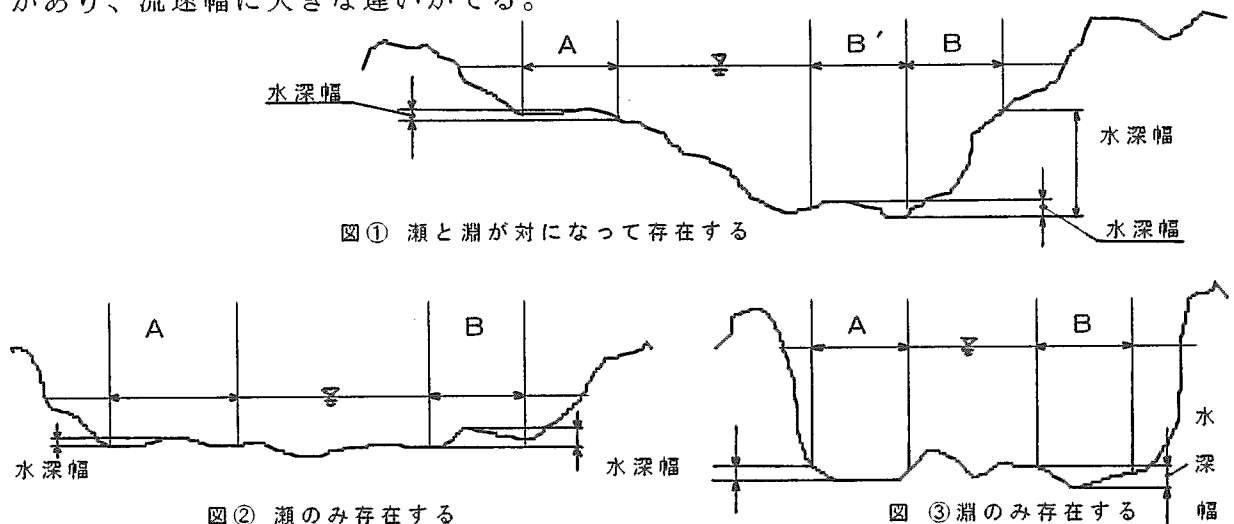


図 4-8 調査地点横断面モデル図

(2) 代表河川における空間の多様性創出の現状

1) 増幌川（工法名：木工沈床）

図 4-9 は増幌川における流速幅と水深幅の関連図である。なお、グラフ上に描かれている矢印は A G S 工法による対照区から工事区への変化を示している（以降同様）。対照区では、瀬・淵ともに流速幅・水深幅が小さく、多様性としてはそれほど大きくないと考えられる。これに対し工事区では、瀬・淵ともに流速幅・水深幅が対照区のほぼ 2 倍になっている。つまり工事によって流速幅・水深幅ともに増加する向きに変化していることから、施工により空間の多様性が大きくなったと評価することが可能となる。したがって施工による効果としては、ウグイ（昼）に対しては対照区よりは生息に適した環境となっていると考えられる。

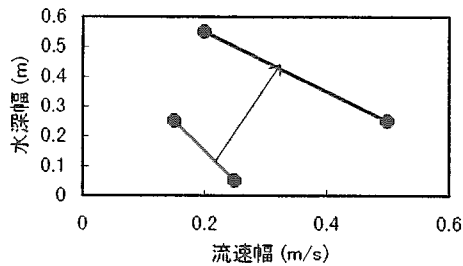


図 4-9 増幌川の対照区と工事区における流速幅と水深幅

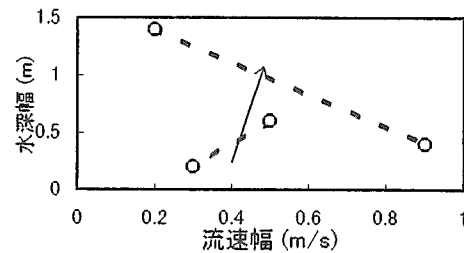


図 4-10 問寒別川の対照区と工事区における流速幅と水深幅

2) 問寒別川（工法名：魚巣ブロック）

図 4-10 は問寒別川における流速幅と水深幅の関連図である。まず対照区であるが瀬・淵ともに流速幅・水深幅が小さく、多様性としてはそれほど大きくないと考えられる。次に工事区であるが、対照区に対して、流速幅は大きい（2～3 倍）が水深幅がほとんど変わらない点と、流速幅は小さい（1/2 倍）が水深幅が大きい（3～4 倍）点の 2 点を瀬・淵としている。したがってグラフから全体的に流速幅・水深幅ともに増加する向きに変化していると考えられるので、工事によって空間の多様性が大きくなったと評価することが可能となり、施工による効果としては、ウグイ（昼）に対しては対照区よりは生息に適した環境となっていると考えられる。

3) 後志利別川（工法名：魚巣ブロック）

図 4-11 は後志利別川における流速幅と水深幅の関連図である。別の方法による考察を試みることにする。

ウグイ（昼）に対する施工の効果をコンター線の密度の混み具合により判定する。工事区・対照区における相対的な混み具合を「疎・中・密」で表し、(流速, 水深)の座標形式で表記すると次のように表現できる。

まず対照区であるが(疎, 疎)、(密, 密)の 2 地点を有することから多様性としては大きいと考えられる。次に工事区であるが(疎, 中)、(中, 密)の 2 地点を有することから多様性としては対照区に比較するとそれほど大きくはないと考えられる。これにより施工によって空間の多様性が減少する方向へ変化したと評価することが可能になり、施工による効果としては、ウグイ（昼）に対しては対照区に比べると生息に不適切な環境となっていると考えられる。

水深コンター疎密状況

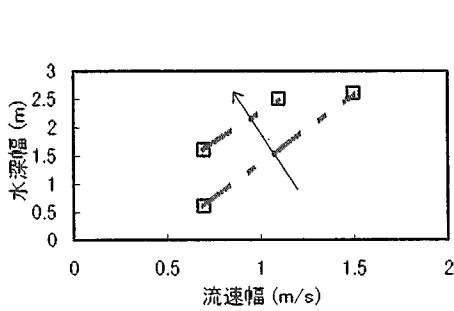


図 4-11-1 後志利別川の対照区と工事区における流速幅と水深幅

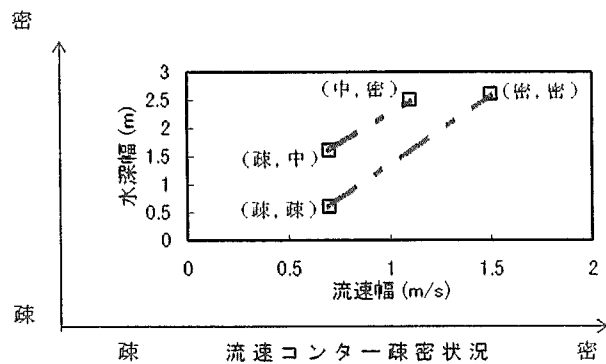


図 4-11-2 後志利別川のコンター疎密状況

以上実際の河川における空間の多様性創出の現状と施工空間の評価方法についての考察を増幌川・間寒別川・後志利別川を例に挙げ調べてきたが、これらの評価方法はあくまでもウグイ（昼）に限定して意味を持つものであり、他の魚種についてはそのまま用いることができない。ウグイ（昼）のみの生息環境が改善されたとしても他の魚種がすしやすい環境であるとは限らず、逆にウグイ（昼）のみが増えてしまい、生態系のバランスを崩してしまうおそれがある。まだまだ課題が多く残る部分である。

5. 生息環境の評価のための提言

魚類の生息環境を形成する要素として、以上の検討においては“空間の多様性”をキーワードに流速と水深に着目した。この中で流速・水深の多様性についての評価手法の提案とそれによる評価を遊泳魚類を代表とするウグイについて行った結果、ウグイの生息環境は流速及び水深の多様性が大きな影響を持っていることがわかった。しかし、今回提案した流れ空間の多様性の表現は魚類の生息環境と河川の多様性を結びつけるためのこれまでに無い表現手法であり流れについての概要が把握できるようになったものの、この手法には限界があり、河川規模や1次元の流速分布だけでは表現できない渦状の逆流や沸き上がり等の複雑な流れについては表現できていない。流れの状態をよりの確に表現することは魚類の生息環境を知る上で必要なことであり、今後の調査には3次元の流速分布もしくは流れのイメージ図等を作成することを提案する。

次に、魚類の生息環境は多様であり摂餌、避難、休息、産卵、越冬等を行うための河岸部植生状態、河床材料等にも影響されている。以下に魚類の生息環境と影響要素についての概要を示す。

影響要素の把握（河川改修により大きく影響を受ける項目を中心に上げた。）

- 活動の場（摂餌） --- 流速、水深、・・・
- 避難 ----- 水深、河岸部植生、河畔林、・・・
- 休息 ----- 流速、水深、・・・
- 産卵 ----- 河床材料、河岸部植生、・・・
- 越冬 ----- 河床材料、河岸部植生、・・・

ここでは概要を示したが実際には多くの要素があり、他の生態系との関わり合いもある。今回の調査では 31 種の魚類の生息が確認され、実際にはさらに多い種が生息している。各生息魚はそれぞれの生息環境を持っており、不明な点も多く、これら全てを考慮し事業を行うのは困難である。よって、A G Sを行う際には元々の河川がどのような状態で構成されているかを把握し、その多様性を忠実に再現することこそ重要なことである。

あとがき

A G S 事業が始まってから 10 年ほどが経過するが、A G S 事業を行ったことによる効果は的確に現れている。今後、より効果のある A G S 事業を展開していくためには生物の生息環境としての多様性を作ることが重要となってくる。しかし自然環境の多様性を表現するには限界があり、これを補うためには計画、設計を行う技術者が実際に川に出て自然の複雑さを学ぶことが必要である。

河川技術者は洪水時の自然の脅威と生物が育む自然の営みの両面を知っている者として今後もプライドを持って河川事業に従事していかなければならない。

参考文献

- 1) 玉井信行, 水野信彦, 中村俊六; 河川生態環境工学, 東京大学出版会, 1993
- 2) 阿部俊夫, 中村太士; 北海道北部の緩勾配小河川における倒流木による淵およびカバーの形成; 日本林学会誌, 78(1)1996
- 3) 木元新作; 生態研究法講座 14 動物群集研究, 共立出版
- 4) 北海道開発局; 河相と河道構造計画に関する研究(第 1, 2 報); 第 25 回北海道開発局技術研究発表会指定課題河川部門, 1982

河川名	魚種	昼					夜					合計
		対照区		工事区		小計	対照区		工事区		小計	
		瀬	淵	瀬	淵		瀬	淵	瀬	淵		
豊平川・米里	ウグイ	25	11	13	11	60	7	13	11	41	72	172
	エゾウグイ	10	1	3	2	16	3	5	2		10	
	フクトゾウ				1	1	3		1		4	
	ウキゴリ				1	1				5	5	
	ヌマガレイ		1			1		1			1	
	ワカサギ	1				1					0	
	合計					80					92	
鶴川	エゾウグイ	41	7	44	14	106	8	24	6	33	71	231
	フクトゾウ	2				2	8		6		14	
	ウキゴリ				3	3		1		1	2	
	ヌマガレイ		5		13	18		3		11	14	
	エゾナカガキ					0	1				1	
	合計					129					102	
音別	ウグイ			1	30	31	3	13	4	70	90	199
	エゾウグイ		4			4		3	1	1	5	
	フクトゾウ			24		24	1		17		18	
	ヤマメ類			10		10	4				4	
	サハトミヨ			1		1			5		5	
	ニジマス					0			1		1	
	アママス					0	2			4	6	
	合計					70					129	
下頃辺川	ウグイ	2	17	4	6	29	2	12		24	38	182
	フクトゾウ	13	6	13	11	43	6	3	6	1	16	
	ウキゴリ			1	6	7					0	
	モツゴ					0				2	2	
	ヨシホリ	3	7	3	4	17					0	
	イハトミヨ		9		9	18		2		7	9	
	イトヨ				1	1					0	
	カガレイ				1	1					0	
	キンゾナ				1	1					0	
合計					117					65		
問寒別川	エゾウグイ		7	22	57	86	1	6	3	42	52	327
	フクトゾウ	26	3	27	12	68	30		26	7	63	
	サケマス(ヤマメ)	14	4	1	2	21		3	1	1	5	
	ウキゴリ		1			1	2	1	1	2	6	
	ナカガキ	4	3	4		11	5	5	2	1	13	
	イトヨ		1			1					0	
	合計					188					139	
後志利別川	ウグイ	6	74	9	40	129	18	61	21	28	128	801
	フクトゾウ	9	3	7	8	27	64	23	33	16	136	
	サケマス(ヤマメ)	9	1	13	3	26	7	4	8	2	21	
	ウキゴリ	13	55	15	13	96	31	129	38	34	232	
	ヨシホリ					0		1			1	
	カケツメ			3		3	2				2	
	合計					281					520	
天塩川	エゾウグイ	12			21	33	10		3	12	25	77
	フクトゾウ	1				1	2	4	1		7	
	イハトミヨ	1				1					0	
	トゾウ	1				1	1				1	
	サケツメ	1				1					0	
	マス					0	1				1	
	ワカサギ				3	3				1	1	
	キンゾナ					0				2	2	
	合計					40					37	

表 5-1-1 本調査における捕獲魚類…種類別尾数

河川名	魚種	昼					夜					合計		
		対照区		工事区			小計	対照区		工事区			小計	
		瀬	淵	瀬	淵	淵		瀬	淵	瀬	淵			
石狩川	ウグイ属	64	9	13	88	174	28	11	6	98	143	691		
	フクトゾウ	24	52	16	48	140	62	62	31	56	211			
	モッコ		1		1	2					0			
	ハナカジカ		1	2		3	2	2			4			
	ドゾウ		1		5	6				5	5			
	スナヅメ				2	2					0			
	キンナ					0				1	1			
	合計					327					364			
増幌川	ウグイ属	5	2	12	17	36	12	5	42	9	68	295		
	フクトゾウ	3	1		1	5		1	7	2	10			
	サケマス(ヤマ)	8	5	15	12	40	1		6		7			
	ウキゴリ	11	4		2	17		1	11	3	15			
	ヌマガレイ	2	9		3	14	4	4			8			
	エソノホリ	5	2	1		8	3	2			5			
	エソトミヨ	2			1	3	1				1			
	ヌマチチブ	8	5	2	5	20	1	2	7	2	12			
	トミヨ	9	7			16	2				2			
	ヤウウグイ	2				2					0			
	ジユスガカハセ	1	5			6					0			
合計					167					128				
尻別川	ウグイ	44	2	3	37	86	35	23	2	3	63	230		
	フクトゾウ	1				1					0			
	サケマス(ヤマ)	6	1			7	2			1	3			
	ヌマガレイ		1			1					0			
	イトヨ				1	1					0			
	ワカサギ					0		1			1			
	キンナ					0	1	4		3	8			
	ヌマチチブ	6	10		2	18	1			1	2			
	ジユスガカハセ				4	4					0			
	アソシロハセ	9	4		3	16	1	2			3			
	ヒリソコ	12	1			13	3				3			
	合計					147					83			
湧別川	ウグイ			1	1	2	1				1	312		
	エソウグイ	35	10	6		51	8	7	5	4	24			
	フクトゾウ			6		6	2	10	19	20	51			
	ヤマ	22	27	1	17	67	25	9	22	16	72			
	トミヨ					0		3			3			
	キタトミヨ					0		2			2			
	ヤマ類	15				15		13			13			
	ニジマス					0	2			1	3			
アマス					0	1			1	2				
合計					141					171				
音更川	ウグイ	5	16	1	8	30	2	18		38	58	223		
	フクトゾウ	21	5	26	11	63	17	4	24	7	52			
	イトヨ		8		10	18				2	2			
	合計					111					112			
豊平川・雁来	ウグイ	16	8	15	18	57		38	24	24	86	232		
	エソウグイ	1		4		5	1	1	3		5			
	フクトゾウ		1			1	24	23	17	2	66			
	サケマス(ヤマ)	2				2					0			
	ウキゴリ				3	3				3	3			
	ヌマガレイ				1	1					0			
	イトヨ					0				1	1			
	キンナ					0				2	2			
合計					69					163				

表 5-1-2 本調査における捕獲魚類…種類別尾数