

砂鉄川における生物と生息環境との関連性について

Relationship between living organisms and their habitats in the Satetsu River

研究第四部 主任研究員 劔持 浩高
研究第一部 次 長 勢田 昌功
研究第一部 主任研究員 田中 久義
(独)土木研究所自然共生研究センター
センター長 萱場 祐一
パシフィックコンサルタンツ(株) 林 尚

河川整備による河川環境への影響評価は、生物の生息・生育状況の変化を指標として用いられることが多い。しかし、その影響を評価するためには、事業計画策定段階から生息・生育環境を規定する物理環境に着目し、その変化を予測することも必要であり、それには生物の生息・生育状況と物理環境の関連を明らかにすることが重要である。

本稿は、河川環境への影響予測、評価の技術向上及び河川環境への影響を考慮した事業計画の立案に資するため、北上川の支川である砂鉄川をケーススタディとして、水域の代表生物である魚類を対象に、成長段階（成魚期、稚仔魚期など）における生息状況を把握し、さらに、その際利用する場（流水環境、水際環境）の把握を行い、魚類の生息状況と水深や流速、河床材料等の物理環境との関連性を検討するものである。

検討の結果、流水部における瀬やトロなどのハビタットタイプや河床形態、水際部における河岸水際の状態が魚類の生息密度に大きな影響をもつ環境要素であることが明らかとなった。さらに、定量的なデータとして水深・流速と魚類の生息密度との関連を示すことができたので報告するものである。

キーワード：魚類、ハビタットタイプ、水際、えぐれ、河畔林、生息密度

The impact of river works on the river environment is often evaluated in terms of changes in the status of living organisms. If the environmental impact is to be evaluated, however, it is necessary to pay attention, from the project planning stage, to the physical environment that determines habitat conditions and predict environmental changes. It is also important to investigate the relationship between the conditions of living organisms and the physical environment.

To contribute to the enhancement of technology for predicting and evaluating the environmental impact of river works and for planning that takes the impact into consideration, this study looks at the Satetsu River, a tributary of the Kitakami River, as a case study, and (1) investigates how fish fare, as representative species of aquatic life, at different growth stages (e.g., adult, larval and juvenile), (2) identifies the places fish occupy (stream environment, water's-edge environment) at different growth stages and (3) examines the relationship between the conditions of fish and the physical environmental conditions such as water depth, flow velocity and bed material.

The study revealed that stream habitat types such as riffles and glides, bedforms, and the conditions in the water's-edge zone are major environmental factors affecting the population density of fish. This paper also reports on quantitative data showing the relationship between water depth and flow velocity and the population density of fish.

Keywords : fish, habitat type, edge of water, scour, riverside forest, density

1. はじめに

河川生態系に配慮した河川整備を行うためには、河川の物理特性と、生物の生息・生育環境との関連を把握し、河川整備による物理特性の変化予測から生物群集の影響分析を検討することが重要である。

しかし、これまで河川改修等の人為的インパクトにより、生物の生息生育空間としての早瀬、平瀬、トロ¹⁾など（以下ここでは「ハビタット」という。）の分布や構造の変化、また、そのハビタットの変化による生物への影響について、予測・評価できる定量的なデータはほとんど存在していない状況にある²⁾。

本報告では、定量的に把握できるデータの取得のため、生物の生息状況と物理環境との把握を目的として、水域の代表生物である魚類を対象に生息調査と物理環境調査を同時に実施し、魚類と流水域のハビタット及び水際域の河岸タイプといった生息環境との関連性について明らかにしたので報告する。

2. 調査概要

2-1 調査対象地

砂鉄川は一級水系北上川の左支川で、岩手県南部に位置する流域面積375.1km²、流路延長46.0kmの河川である。（図-1）

現在、蛇行流路の一部約1kmをショートカットし、新たに約600mの直線河道を整備した。（図-2）

なお、ショートカット区間の特徴は以下のとおりである。

- 河川形態³⁾：B b型、セグメント：2-1
- 平均河床勾配：1/885（ショートカット前）
- 1/500（ショートカット後）



図-1 位置図

鉄川に特徴的なハビタットである早瀬や平瀬、トロなどの河川形態の把握に加えて、水際部の様々な環境が把握できるように設定した。（表-1）

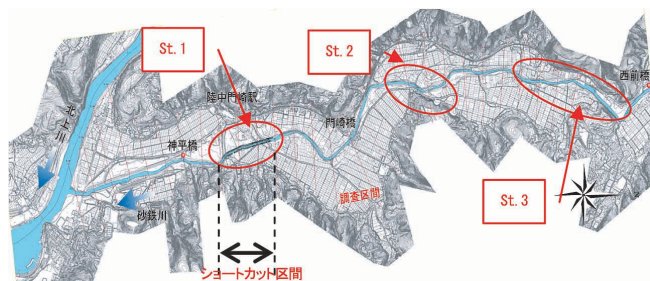


図-2 調査位置図

表-1 調査地点の設定理由

区間	調査地点	選定根拠	概要
ショートカット区間	St.1	・ショートカット区間において、早瀬・平瀬・トロのハビタットがまとまって分布	・河岸法面は草本+ヤナギ幼木で区間内は一律
対照区間 (ショートカット区間外)	St.2	・河道特性は下流部特性と同様 ・生息魚類相は下流部と同様 ・兩岸に河畔林が分布し、砂鉄川を代表するトロの流れと遮蔽環境が形成	・門崎橋(3.6k)下流は工事の濁りが常時発生しており調査対象から除外
	St.3	・河道特性は下流部の特性と同様 ・魚類相は下流部と同様 ・河岸は草本植生が分布し水面上に遮蔽環境は無い ・早瀬・平瀬・トロなど多様な環境がまとまって分布	



St1. ショートカット区間



St2. 対照区間



St3. 対照区間

写真-1 調査地点現地写真

2-2 調査地点

調査地点は、人為的インパクトもあったショートカット区間 (St1)、砂鉄川本来の魚類の生息状況及び生息環境を把握できる対照区間 (St2, St3) とし、砂鉄川の河道特性及び魚類生息分布状況を踏まえ、砂鉄川の河川環境を代表する3地区とした。（図-2）

設定にあたっては、水深、流速及び河床材料等の物理環境の違いが、水際環境である砂州等の裸地、木本植物の張り出し、草本植物の生育などの魚類に対する様々な生息環境に関係していると考えられるため、砂

2-3 調査対象魚種の選定

砂鉄川では既往調査の結果から、30種の魚類が確認されている。本調査では砂鉄川を代表する魚類の選定は、個体の確認数が多く、かつ、河川中流域を主な生息場所とする種を原則とした。また、遊泳性や底生性といった生活様式の違いを考慮するとともに、肉食性、草食性、雑食性といった食性も考慮し種を抽出した。（表-2）

表-2 調査対象種

種名	主な生息環境	生活様式	主な食性	抽出理由
オイカワ	河川中～下流域	遊泳性	雑食性	砂鉄川では移入種となるが、確認個体数が比較的多く、また、平瀬的な環境の指標になる。
アブラハヤ	河川上～中流域	遊泳性	雑食性	確認個体数が非常に多く、また、河川中流域を代表する遊泳魚である。
ウグイ	河川上流～河口域	遊泳性	雑食性	確認個体数が非常に多く、また、河川中流域を代表する遊泳魚種である。
カマツカ	河川中～下流域	底生性	雑食性	確認個体数が比較的多く、また、河川中流域を中心とした砂礫底を指標する底生魚である。
ギバチ	河川上流域下部～中流域	底生性	肉食性	確認個体数が多く、また、河川中流域を代表する肉食性の底生魚である。
アユ	河川上流域下部～中流域	遊泳性	雑食性	確認個体数が多く、河川中流域の礫底を代表する遊泳魚である。
ヤマメ (河川残留個体)	河川上～中流域上部	遊泳性	肉食性	確認個体数は他の調査対象種と比較して少ないものの、肉食性が強い遊泳魚である。
トヨシノボリ	河川中～下流域	底生性	雑食性	確認個体数が比較的多く、河川中～下流域を代表する底生魚である。ただし、目視では他のヨシノボリ類との区別が困難であることが想定されるため、その場合にはヨシノボリ類として一括して扱う。

2-4 調査時期

調査は、調査対象魚種のそれぞれ成長ステージ（成魚期、稚仔魚期、産卵期）において、生息場所とする環境が異なることが知られており、そのステージに対応した生息環境が把握できる時期を想定して、平成16年7月2～5日、8月2～5日、10月14～17日の3期に実施した。

調査時の水位は、概ね平水流量を基本に実施した。

2-5 コドラートの設定

調査は、取得するデータの定量化を図るため、調査地点ごとにそれぞれコドラートを設置した。サイズは、面的に広がりのある流水部では3m×3m程度、河岸の水際部では、水際線に沿って細長く1m×5m程度とした。

なお、設定にあたっては、水深や流速、河床材等の物理的環境がある程度均質であるように留意した。

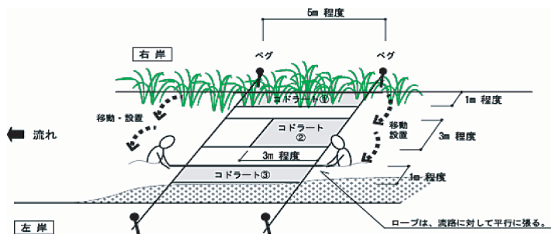


図-3 コドラートの設置状況

2-6 生息調査

調査に際して、水中の視界が確保できる流水部については、調査圧が小さい潜水観察調査を実施した。また、水際部については、水中における視界が確保できない場所もあることから、電気ショッカーとタモ網・サデ網を組み合わせた調査を実施した。(図-4)

調査により得られた個体は、種名、個体数、体長区分（河川水辺の国勢調査マニュアルによる）、環境利用状況等について記録した。

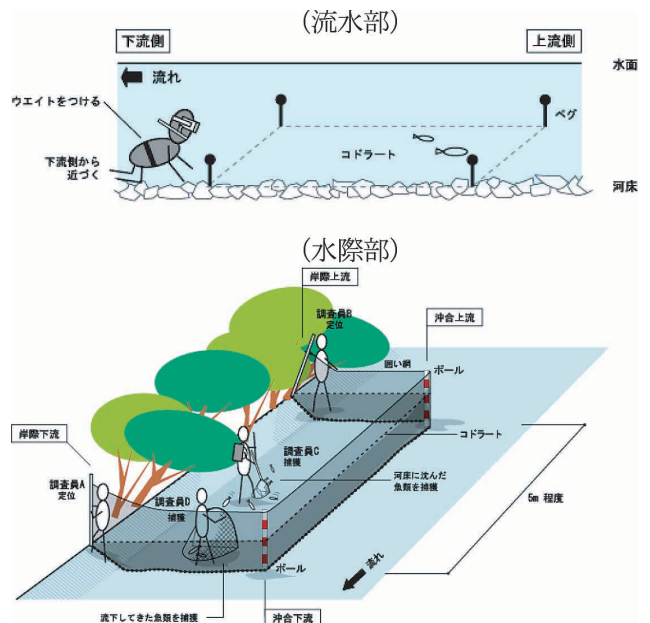


図-4 魚類調査のイメージ

2-7 物理環境調査

魚類生息場所の物理環境特性を把握するため、魚類生息調査を行うコドラートごとに物理環境調査を実施した。

調査は、流速、水深、河床材料、河床形態について下記(図-5)にしたがって、また、水際部では河岸の状況（河岸形状、河畔林の張出し、植生の状況等）についても測定・記録を実施した。

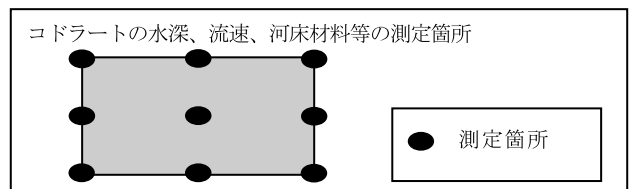


図-5 物理環境調査コドラート測定箇所

3. 調査及び分析結果

3-1 調査結果の概要

(1) 調査コドラート

調査は、砂鉄川の特徴である早瀬、平瀬、トロといった流水部におけるハビタットタイプを基本として、流水部と水際部に分けて実施した。(表-3)

表-3 調査実施コドラート

水域区分	ハビタットタイプ	St.1			St.2			St.3		
		7月	8月	10月	7月	8月	10月	7月	8月	10月
流水部	早瀬	1	1	1	-	-	-	2	2	2
	平瀬	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	トロ	1	1	1	1	1	1	1	1	1
水際部	早瀬	2	2	2	-	-	-	4	4	4
	平瀬	2	2	2	1	1	1	3	3	3
	トロ	2	2	2	4	5	5	2	2	2
	淵	-	-	-	-	-	-	1	1	1
	ワンド	-	-	-	-	1	-	-	-	-
	合計	9	9	9	7	9	8	14	14	14

(2) 確認魚類

3回における調査結果では、7日8科18種の魚類が確認された。全体的な傾向としては、アブラハヤが1,400個体以上と最も多く、確認個体の約70%を占め、次いでウグイ187個体、ニゴイ109個体とコイ科の魚種が多く確認された。(表-4)

なお、種名及び分類は「河川水辺の国勢調査のための生物リスト 脊椎動物 平成12年度版」(リバーフロント整備センター)に準拠した。

表-4 魚類生息調査結果

No	目名	科名	種名	St.1			St.2			St.3			計
				7月	8月	10月	7月	8月	10月	7月	8月	10月	
1	ヤツメナギ	ヤツメナギ	スナキツメ <i>Lathenteron nisseneri</i>						1			3	4
-			ヤツメナギ科の一種(幼虫) <i>Petromyzontidae sp.</i>				2	2	2	5	10	4	25
2	ウナギ	ウナギ	ウナギ <i>Anguilla japonica</i>				1						1
3	コイ	コイ	コイ <i>Zacco platypus</i>			2			28			15	45
4			アブラハヤ <i>Phoxinus lagowskii stoidachae</i>	100	6	15	333	134	107	479	92	148	1414
5			ウグイ <i>Tribolodon hakonensis</i>	5	18	9	23	25	6	57	26	18	187
6			モツゴ <i>Pseudorasbora parva</i>				1		1				2
7			タモコ <i>Gnathopogon elongatus elongatus</i>	1		8						1	10
8			カマツカ <i>Pseudogobio esocinus esocin.</i>					4	7			19	30
9			ニゴイ <i>Hemibarbus barbus</i>	17			27	10	1	47	7		109
-		コイ	コイ科の一種(稚魚) <i>Cyprinidae sp.</i>	9	1	10	2		41	44			107
10		ドジョウ	ドジョウ <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	1			1					1	3
11	ナマズ	ギギ	ギギ <i>Pseudogobio tokiensis</i>			11		10	7		3	3	34
12	サケ	アユ	アユ <i>Plecoglossus altivelis altivelis</i>				2			6	4		12
13		サケ	サケ <i>Oncorhynchus keta</i>									○	-
14	ダツ	メダカ	メダカ <i>Orizias latipes</i>	2									5
15	スズキ	ハゼ	シマヨシノボリ <i>Rhinogobius sp.CB</i>									3	3
16			オオヨシノボリ <i>Rhinogobius sp.LD</i>	1				1		2			4
17			トウヨシノボリ <i>Rhinogobius sp.OR</i>				1				2		3
18			ヨシノボリ属の一種 <i>Rhinogobius sp.</i>	1	1					1	1	1	5
19			スマナギ <i>Tridentiger brevispinis</i>			1							1
7日8科18種				7種	2種	7種	6種	9種	9種	6種	8種	11種	206
				137個体	24個体	48個体	397個体	191個体	161個体	636個体	190個体	222個体	2066個体

3-2 分析・検討結果

生物調査及び物理環境調査の取得データを基に、様々な視点により比較検討した結果を以下に示す。

(1) ショートカット区間及び対照区間と生息密度との関係

確認種別と調査時期及び地点数との関係について、1m²個体数(生息密度)を評価軸として検討した結果、ショートカット区間(St1)の生息密度は、対照区間の15~25%程度と小さいことが確認された。

また、稚仔魚、未成魚、成魚といった成長段階別と調査時期及び地点数との関係を検討した結果、確認種別と同様に、ショートカット区間は成長段階別の各生息密度としても小さいことが確認された。(図-6)

なお、成長段階の判別は、確認魚種を「平成9年度版 河川水辺の国勢調査マニュアル 河川版(生物調査編)」(リバーフロント整備センター)の体長区分により体長を5段階に区分して、種毎に稚仔魚、未成魚、成魚別の整理を行っている。

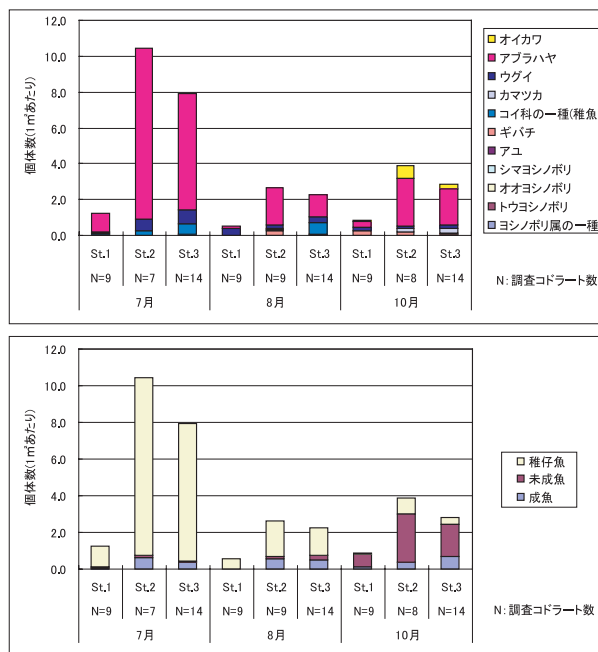


図-6 調査時期・地点別生息密度

(2) 流水部及び水際部と生息密度との関係

確認種別とハビタットタイプにおける流水部及び水際部の生息密度を検討した結果、水際部の生息密度が流水部に比べて極めて大きいことが確認された。

また、成長段階別とハビタットタイプ別における流水部及び水際部の生息密度を検討した結果、どのハビタットにおいても流水部では稚仔魚はほとんど確認されず、水際部では稚仔魚の割合が多いことが確認された。(図-7)

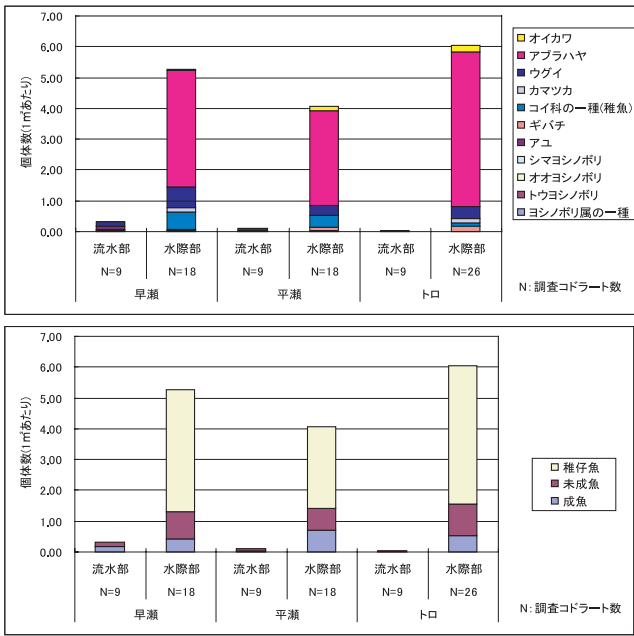


図-7 流水部・水際部別生息密度

(3) 流水部のハビタットタイプと生息密度との関係

流水部に着目して、確認種別とハビタットタイプの生息密度を検討した結果、個体数はトロ<平瀬<早瀬の順となり、ウグイ、アユといった遊泳魚が多い傾向にあるが、河床に間隙を持つ早瀬では、ヨシノボリなどの底生魚も確認された。また、成長段階別とハビタットタイプの生息密度を検討した結果、確認種別と同様早瀬が最も大きく、また、大型個体の生息も多い傾向にあることが確認された。(図-8)

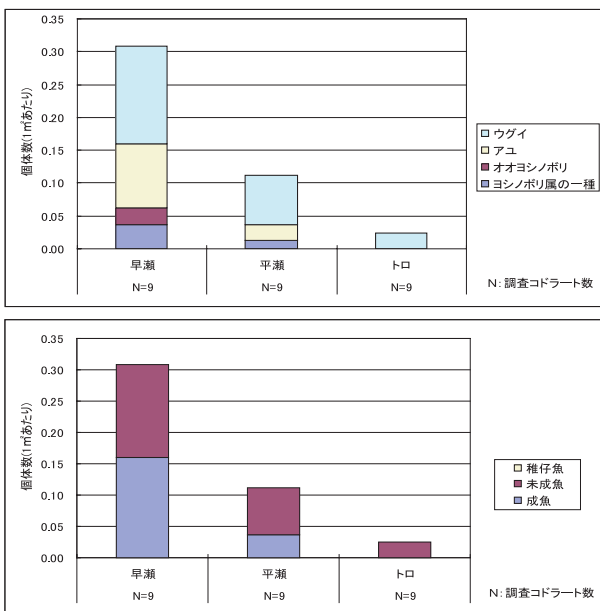


図-8 ハビタット別生息密度 (流水部)

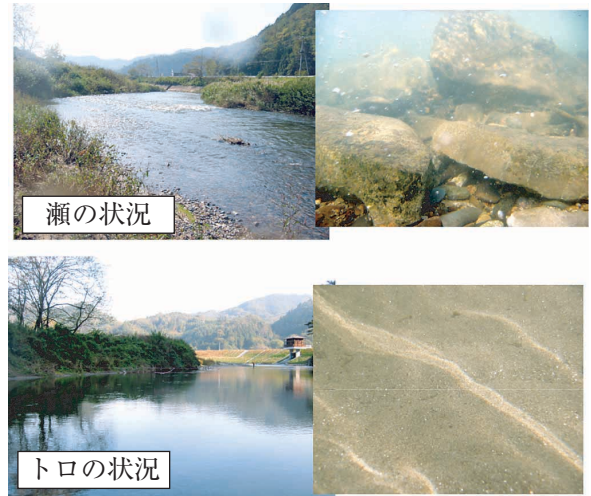


写真-2 瀬とトロの状況写真

なお、早瀬は一般的に流れが速いことから、遊泳力の劣る未成魚の生息には不適と想定されたが、河床を構成する礫サイズが大きく、かつ、浮石であったため、礫間に流れが遅い微空間が成立し、水生昆虫類などの餌資源も豊富であることから、未生魚に対しても良好な生息環境を有していると推定される。

(4) 水際部の河岸タイプと生息密度との関係

水際部に着目して、確認種別と河岸タイプの生息密度を検討した結果、個体数は裸地<草本<木本の順となった。また、成長段階別と河岸タイプの生息密度を検討した結果、裸地においては未成魚、成魚はほとんど確認されず、草本及び木本では、稚仔魚から成魚まで様々な個体サイズに利用されていることが確認された。(図-9)

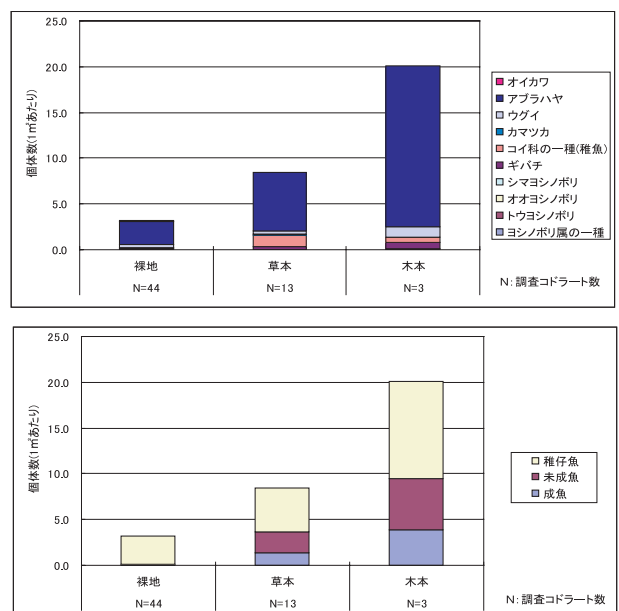


図-8 ハビタット別生息密度 (流水部)

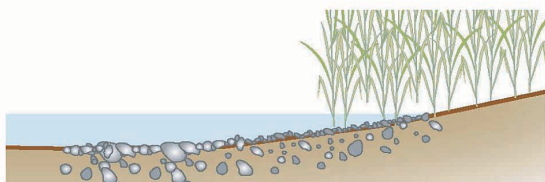
(5) 水際部の‘えぐれ’と生息密度との関係

水際部の空隙（えぐれ）（図-10）に着目して、確認種別とえぐれの有無の生息密度を検討した結果、空隙（えぐれ）無しくえぐれの関係の序列化が確認され、さらに、えぐれと植生の関係では、裸地（空隙なし）<草本（空隙なし）<草本（えぐれ）<木本（えぐれ）の順で、生息密度の序列化が確認された。

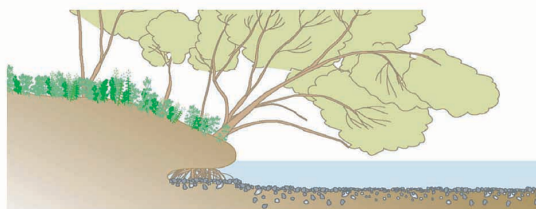
また、成長段階別とえぐれの有無の生息密度を検討した結果、個体サイズの大きい未成魚、成魚は裸地を選好せず、草本や木本において生息し、かつ、えぐれが形成されている環境を好適環境として利用していることが確認された。（図-11）



裸地(空隙なし)



草本(空隙なし)



木本(えぐれ)

図-10 水際模式図

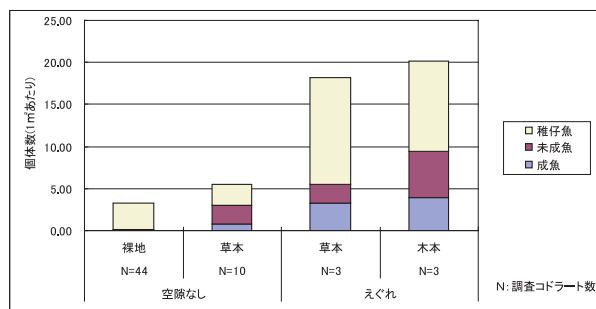
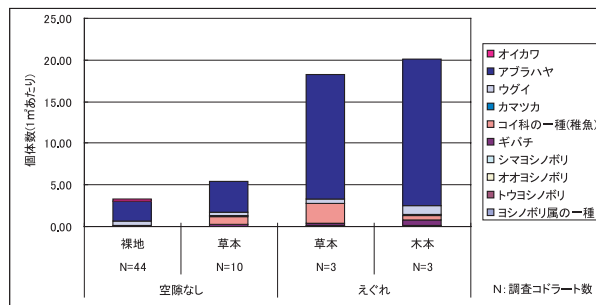


図-11 水際部えぐれの有・無別生息密度

(6) 河畔林の張り出しと生息密度との関係

河畔林の張り出しに着目して、確認種別と河畔林の張り出しの有無の生息密度を検討した結果、張り出しが有る環境と無い環境を比較すると生息密度が2倍以上の差があることが確認された。また、成長段階別と河畔林の張り出しの有無の生息密度を検討した結果、張り出しが有る環境では稚仔魚や未成魚の生息密度が大きいことが確認された。

これは、水面に着水する程度に覆いかぶさるような張り出しが、遮蔽環境を形成し、流速の低下を引き起こし、餌環境、退避行動上特に稚仔魚や未成魚に有効な生息環境を形成することが推定された。（図-12）

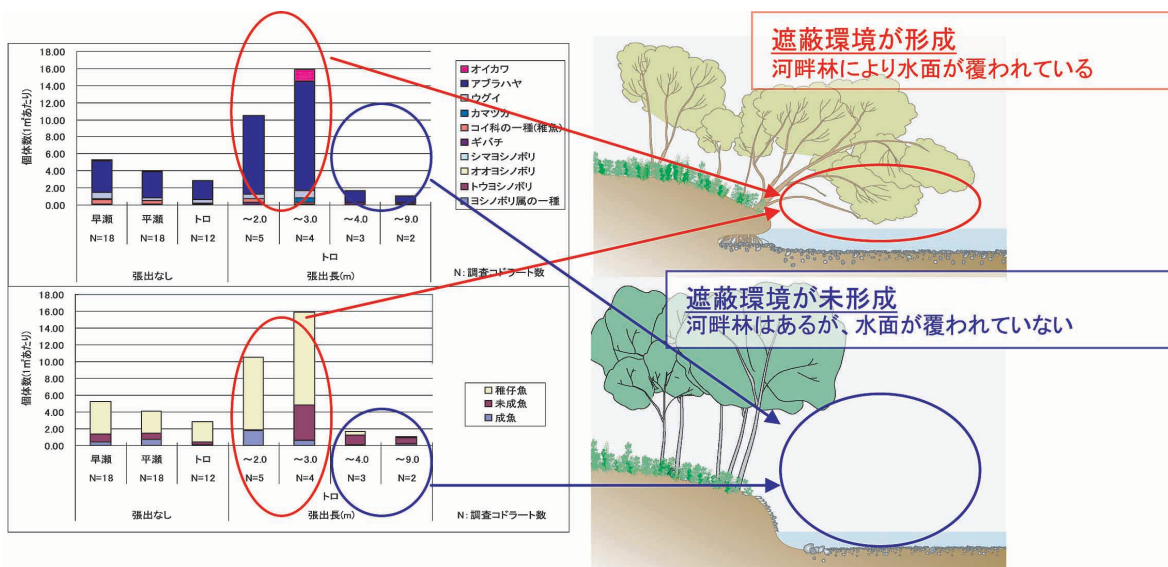


図-12 河畔林の張り出しと生息密度

(7) 水際部における稚仔魚及び成魚の生息状況と水深、流速との定量的な関係

遊泳力の異なる稚仔魚及び成魚の生息状況と物理環境要素である水深と流速との関係に着目して、双方の関係について定量的に検討を行った。(図-13、14)

稚仔魚の生息密度から、流速が概ね15cm/s以下の緩い流れが好適環境であることが確認された。さらに、水深が概ね30cm以下の浅い水深が好適環境であることが確認された。ただし、水深が概ね30cm以上においても、河畔林が張り出し、概ね15cm/s以下の緩流速となる環境下では好適な生息環境であると推定された。

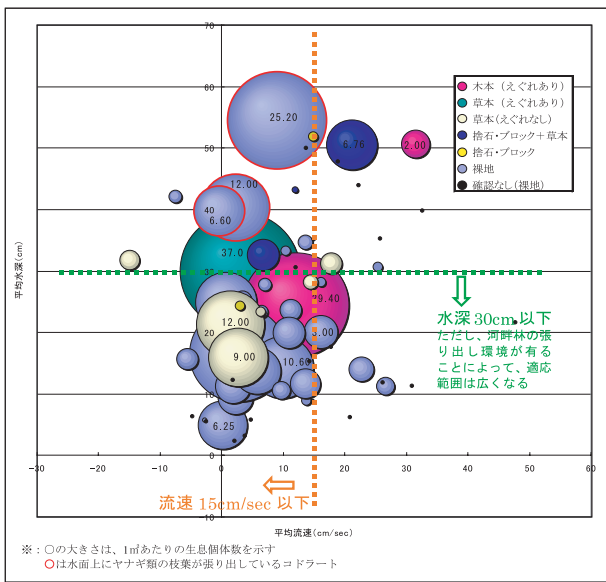


図-13 河岸タイプ別生息密度 (稚仔魚)

また、成魚の生息密度から、稚仔魚とは異なり流速への依存性が小さく、水深が概ね20cm以上の深い水深が好適環境であることが確認された。

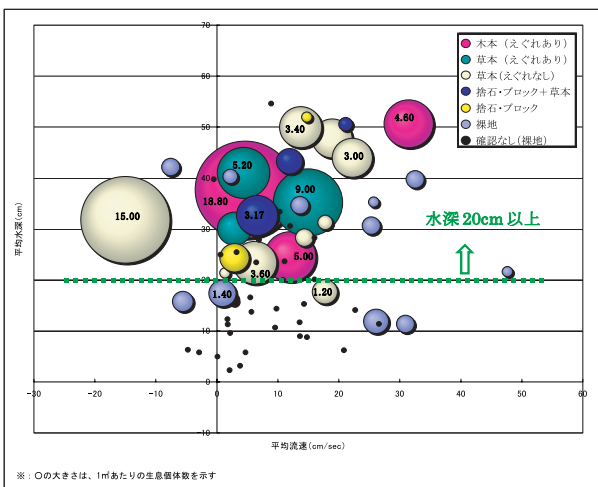


図-14 河岸タイプ別生息密度 (成魚)

4. まとめ

調査及び分析の結果から、砂鉄川における魚類の生息状況とショートカット区間、自然区間、流水部、水際部、河岸タイプ、えぐれの有無、河畔林の張り出しといった生息環境との関係を生息密度に関連付けて明らかにした。

また、水際部における稚仔魚及び成魚の生息環境条件を流速及び水深といった物理環境要素と関連付けて定量的に明らかにした。

なお、調査及び分析で得られた知見から、流水部では瀬やトロなどのハビタットタイプや河床形態、また、水際部では植生タイプなどの河岸水際の状態、水深・流速や河畔林の状態などが魚類の生息密度に大きな影響をもつ環境要素であることを把握した。

今後、これらのデータを魚類の生息環境の保全・復元及び河川管理に活用するには、計画する際のハビタットタイプや水深・流速などの流れの場の予測技術、計画をフィールドに反映できる施工技術、計画を効果検証し場合によっては計画や施工などにフィードバックできる評価技術など、一連の技術を向上することが重要であると考えられる。なお、今回は年3回頻度の知見であり、今後も本調査手法によるデータの蓄積が望まれる。

謝辞

本研究は、現地調査や分析等でご指導いただいた独立行政法人土木研究所自然共生研究センターの萱場センター長はじめ関係者の方々、多大なるご支援をとご協力をいただいた東北地方整備局岩手国道河川事務所の方々、調査・解析にご協力いただいたパシフィックコンサルタンツ (株) の関係者の方々に多大なるご協力を賜りました。ここに深く感謝いたします。

<参考文献>

- 1) 水野信彦, 御勢久右衛門: 河川の生態学, 築地書館, PP.5-13, 1993
- 2) 萱場祐一, 岡田智幸, 佐々木良浩, 小川鶴蔵, 北谷啓幸, 高木茂知, 林尚: 現地観測に基づく砂鉄川における魚類生息場所の把握と予測, 河川技術論文集第9巻, PP.433-438, 2003
- 3) 可児藤吉: 可児藤吉全集第1巻, 思索社, 1979