

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

IDENTIFICATION AND PREDICTION OF FISH HABITATS IN THE SATETSU RIVER BASED ON FIELD OBSERVATIONS

萱場祐一¹・岡田智幸²・佐々木良浩³・小川鶴蔵⁴・北谷啓幸⁵・高木茂知⁶・林尚⁷
Yuichi Kayaba, Tomoyuki Okada, Yoshihiro Sasaki, Tsuruzou Ogawa,
Hiroyuki Kitaya, Shigenori Takaki, Takashi Hayashi

¹正会員 工修 独立行政法人土木研究所水循環研究グループ 主任研究員 (〒305-0804 つくば市南原1-6)

²国土交通省東北地方整備局企画部情報システム課長 (〒980-8062 仙台市青葉区二日町9-15)
前: 国土交通省東北地方整備局岩手工事事務所調査第一課長

³国土交通省東北地方整備局岩手河川国道事務所調査第一課係長 (〒020-0066 盛岡市上田4-2-2)

⁴正会員 財団法人リバーフロント整備センター審議役 (〒102-0075 東京都千代田区三番町3-8)

⁵北海道建設部河川課主任 (〒060-8588 札幌市中央区北3条西6丁目)
前: 財団法人リバーフロント整備センター研究第四部主任研究員

⁶正会員 パシフィックコンサルタンツ株式会社河川部長 (〒163-0730 東京都新宿区西新宿2-7-1)

⁷パシフィックコンサルタンツ株式会社河川部 (同上)

A field observation method on stream geomorphology was applied to the Satetsu River that adequately represented normal streamflow. Then, the relationship between the stream geomorphology and habitat distributions and the habitat structures was analyzed. In terms of lotic zone habitat types are categorized into riffles, runs, glides and scour pools, and the focus was placed on the physical properties of them. Especially, the structure such as length, depth and water surface slope of each habitat and the total area of each habitat were concerned because they are major environmental indicators for adult fish habitats. In terms of stream margin the areas with low water depth and velocity (shallow areas) were surveyed. Shallow area has been recognized as important habitats for newly hatched or juvenile fish.

Based on this survey method, the physical properties of habitats in stream margin as well as in lotic zone can be shown in a quantitative way. A point is that this method will be easily applicable to the medium streams in Japan, and we recognize the physical properties of each habitats at same way.

Key Words : *assessment in a planning phase, impact-response, stream geomorphology, habitat types, CGU (Channel Geomorphic Unit), Satetsu River*

1. はじめに

河川事業に伴う生物群集への影響分析方法として、「河川事業の計画段階における環境影響の分析方法に関する考え方」¹⁾が提示されている。この中では、まず河川の物理・化学環境及び河川特性の分析と、生物の生息・生育環境の分析を行い、これらのデータをもとに生物群集の影響分析を行うこととしている。このためには、ハビタットの分布や構造を適切に把握し、これらの物理的特性と生物との関係を定量的に分析する必要がある。

例えば、河川改修が生物に及ぼす影響を把握するためには、1)ハビタットの主要形成因子である河道内微地形に関する調査を実施しハビタットの分布や構造を把握し、2)この情報を基に生物の生息情報との結びつきを考える必要がある。しかしながら、瀬・淵構造等流水域におけるハビタットの把握方法については若干の研究があるが^{2), 3)}、水際域のハビタットに関する把握方法について記述した文献が少ない。また、このような方法を実践の場で適用し、河川改修等の人為的インパクトによりハビタットの分布や構造がどのように変化するかを事前・事後、各事例を横並びに評価できるデータはほとんど存在

していない。

本研究では、これらを背景として、河道内微地形の調査に基づき、流水域(lotiz zone)と水際域(stream margin)の魚類の生息に関わるハビタットを定量的に把握する方法を提案し、北上川水系砂鉄川蛇行部を中心に現地観測を実施し、砂鉄川におけるハビタットの分布と構造に関する実態把握を行った。また、砂鉄川蛇行部でショートカットが予定されているため、ここでのハビタット変化予測も行ったので併せて報告する。

2. 微地形調査に基づくハビタットの把握

今までのハビタット調査は目視で行われることが多く、調査員によってハビタットタイプが異なる場合があること、また、ハビタットの物理特性の把握ができないことに問題があった。これらの問題を改善するためには、図-1 に示すような河道の物理特性（平常時の水面幅、水面勾配、水深、流速等）の調査結果に基づきハビタットを把握する必要がある。

定期縦横断測量は、河道の物理特性を把握するための代表的手法であるが、把握対象となる空間スケールがハビタットと比較して大きく、ハビタットタイプや物理特性を把握することが困難な場合が多い。一方、河道内微地形測量をはじめとした現地観測手法は比較的簡便な手法であり、ハビタットタイプや物理特性を規定する平常時の流れをより誰でもが同じような結果として表現できるという再現性を有している。

このように、河道内微地形調査に基づくハビタットの把握は、目視による方法と比べて再現性のあるハビタットの把握を可能とするため、ハビタットに対する認識の「ズレ」を減少させ、ハビタットと生物データとの関連性を明らかにするための基本情報として活用できるものと考えられる。

3. 砂鉄川への適用

(1) 砂鉄川の概要

砂鉄川は一級水系北上川の左支川であり、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。現在、平成 16 年度完成を目指して、床上浸水対策特別緊急事業が進められており、図-2 に示す下流部（北上川合流点から 1.6km～2.6km）の蛇行流路約 1km が直線化され、約 600m の新たなショートカット河道が生まれることとなる。このショートカット工事は当該区間にとっては大規模なインパクトとなるため、ショートカット前後の情報を収集し、ショートカットに対するレスポンスを予測することが必要となる。

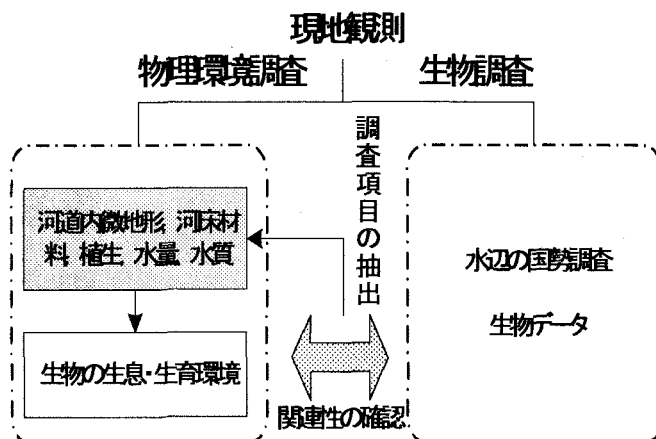


図-1 物理環境調査と生物調査との関係

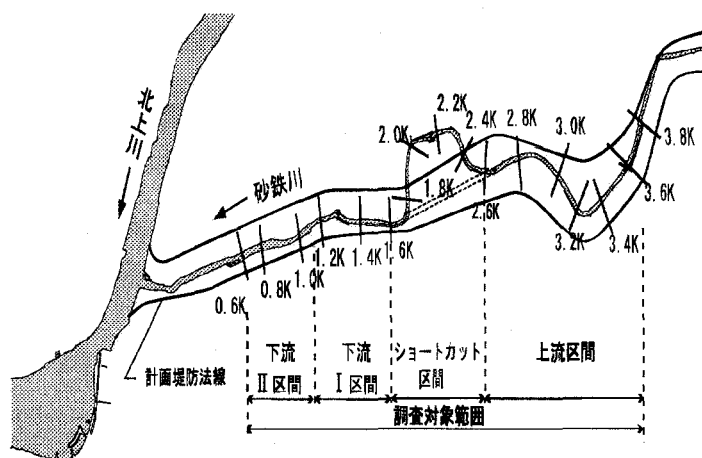


図-2 北上川水系砂鉄川のショートカット区間の状況

(2) 河道内微地形調査に基づくハビタットの把握

既往の文献から流水域と水際域におけるハビタットとして把握すべき項目を選定し、河道内微地形調査に基づくハビタットの定量的把握を行った。以下に調査内容を示す。なお、項目の選定については文献4を参照してほしい。

(a) 調査対象範囲

調査対象範囲は、ショートカットによる河床変動の影響範囲を踏まえて、ショートカット区間（以下、ショートカット区間もしくは湾曲区間）と上下流1kmを含む区間を対象とした（図-2）。調査対象区間の特徴としては、以下の点が挙げられる。

- ・河川形態⁵⁾：Bb型（河道内微地形の視認性が高い）
- ・セグメント：2-1（単一流路）
- ・平均河床勾配 1/885
- ・調査時の流量：7～9m³/s
- ・調査時の水深：0.09～2.33m（みお筋部）

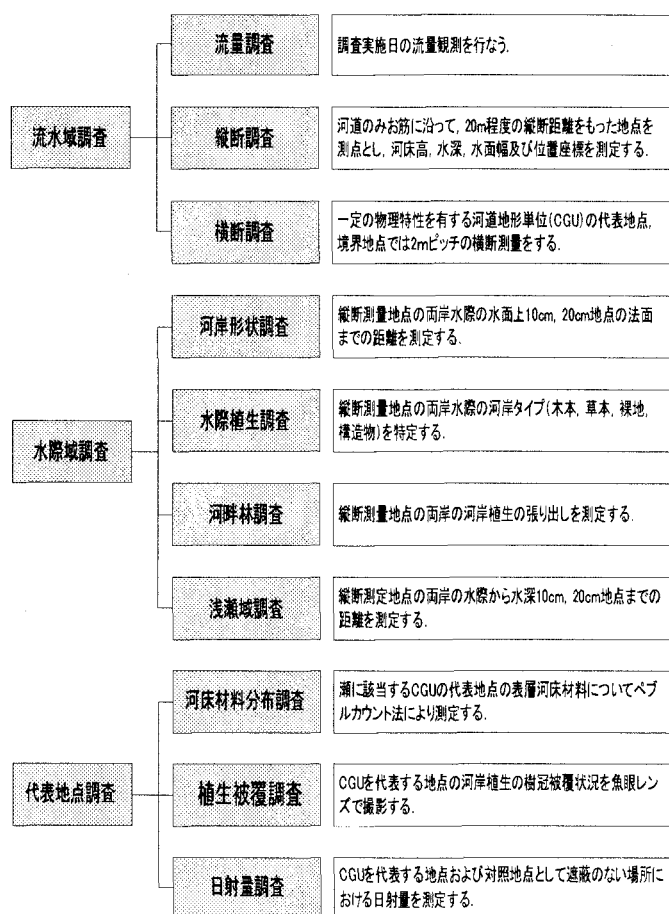


図-3 砂鉄川における調査概要

(b) 調査項目と測定方法

本調査では図-3 に示すように河道を流水域および水際域に分割し、各域における微地形等の調査を実施するとともに、代表地点調査として河床材料分布調査等を実施した。本報では流水域・水際域調査の中から水面下の微地形、すなわち、河床形状の起伏に起因するハビタットを対象として報告を行う。

流水域調査では、河道内の一つの瀬や淵を特徴づけるような一定の物理特性を有する河道地形単位 (Channel Geomorphic Unit, 以下CGU) に着目し⁶⁾、縦断測量と横断測量を組み合わせて行った。縦断測量は水面幅程度の間隔 (砂鉄川の平常時の水面幅程度でおよそ20mピッチ) でみお筋に沿って実施し、河床形状と水面形状、水面幅の縦断的な幾何形状を測定した。横断測量は各CGUの代表箇所及び境界で実施し、縦横断測量により各ハビタットの三次元的な構造の把握に努めた。各CGUは現地にて早瀬、平瀬、淵、トロのいずれかのハビタットに特定し⁷⁾、ハビタット別に面積や水面勾配等の整理を行った。なお、細かい調査方法は文献2, 6, 8等に記載してある。

水際域では、中流域におけるハビタットの重要な構成要素である浅瀬域の調査を実施した。浅瀬域は仔稚魚のハビタットとして機能し、体長が大きくなるにつれて水

際から流心方向に分布域が変化することが知られている⁹⁾。例えば、オイカワの仔稚魚期の分布域を調査した研究では¹⁰⁾ オイカワの仔稚魚が水深10cm以下、流速5cm/sの水域を選択的に利用していることが報告されている。本調査では、この報告例を参考に、水際から水深10cmの位置と20cmの位置までの距離を測定し、浅瀬域の量を示す指標とした。

4. 調査結果

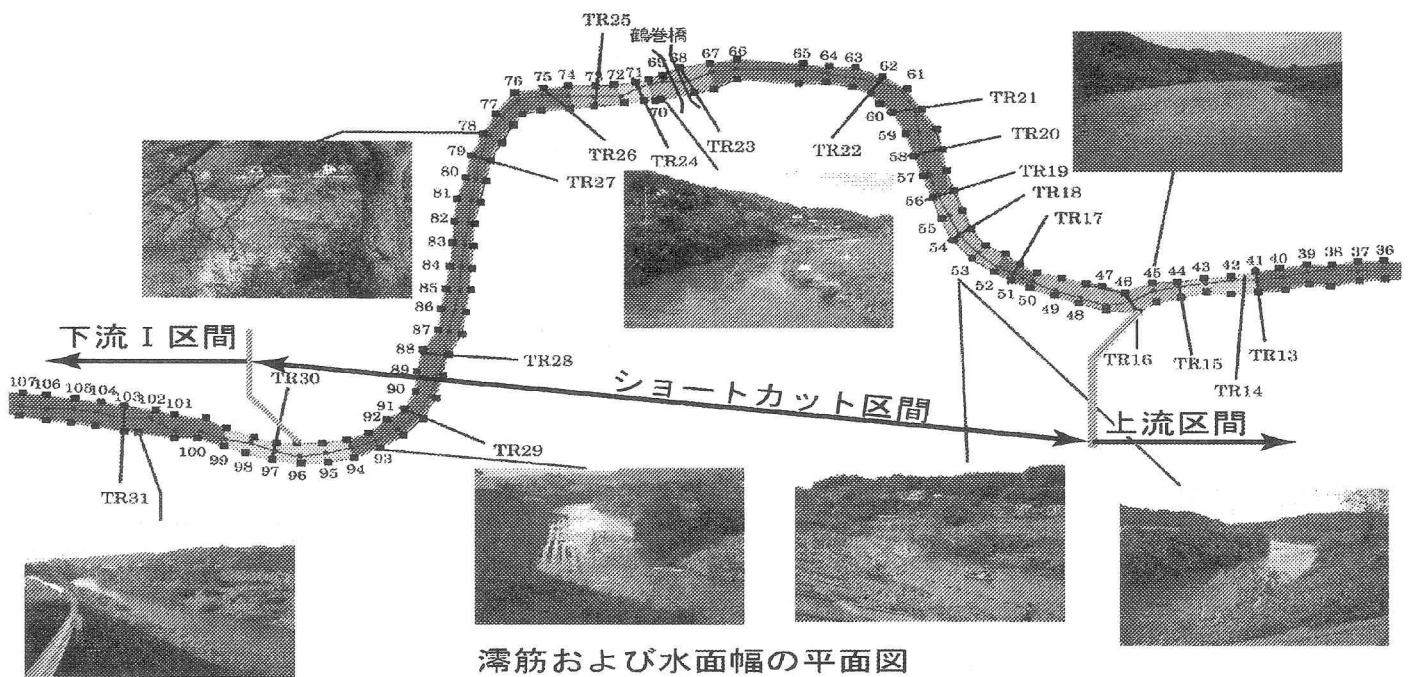
調査は、ショートカット前の現況把握を目的として、平成14年9月30日、10月9～11日の4日間に実施した。流量は平水流量程度の7～9m³/sであった。

(1) 流水域調査結果

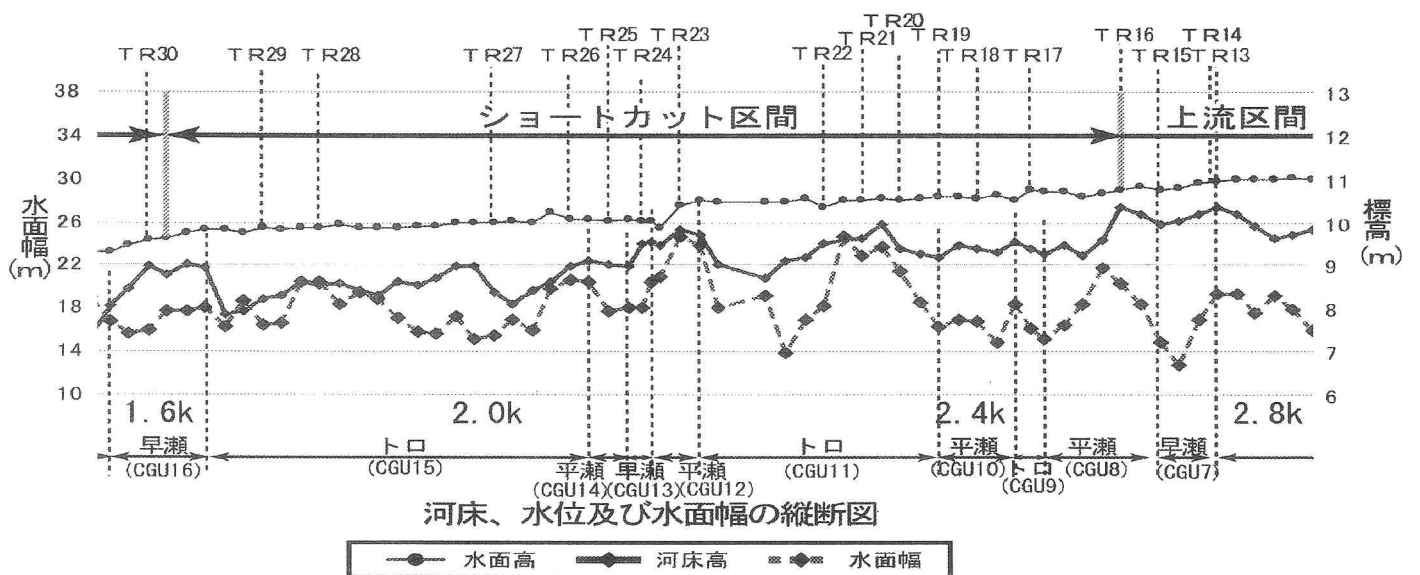
流水域調査手法の砂鉄川への適用状況は良好であり、流水域におけるハビタットの分布や構造を概ね把握することができた。ただし、砂鉄川程度の空間スケールを対象とした場合には適用可能と判断されるが、水深や流速が本ケースより大きい場合には調査コストと危険性が増加することが予想される。

結果の一例として各ハビタットの平面分布、河床高及び水面高の縦断変化を図-4に示す。ここで、TRは横断測量を実施した断面を示している。今回蛇行区間に限定する。対象とした区間は20のCGU (早瀬5, 平瀬8, トロ7) に分割でき、調査区間における各ハビタットタイプの面積比は早瀬7.2%, 平瀬30.4%, トロ62.4%であった。本調査では淵を「河床が縦断的に凹状をなし、流速が小さく水深が大きい水域」としたが、砂鉄川ではこのような特徴を有する水域が見られなかった。これは、湾曲区間 (ショートカットされる区間) における湾曲長が長く外岸側の洗掘域が長く続いたことが一因として考えられるが、具体的な要因の分析は今後の課題として残された。ハビタットタイプと各ハビタットの水面勾配との関係を調べたところ (図-5), 早瀬と平瀬は1/450, 平瀬とトロは1/1,500がハビタットタイプを区分する水面勾配の境界値であった。ハビタットタイプの区分については、野上らが¹¹⁾、水面勾配とフルード数等を用いて区分する試みを行っているが、現地では水深や流速の絶対値も考慮しながら判断している場合が多い。今後、生態的観点も含めて区分方法の共通認識を確立する必要がある。

今回流水域における流速測定は実施しなかったため、流水域調査で得られた横断形状を用いて不等流計算を実施した (図-6)。計算結果は現況の水面形をほぼ再現し、各ハビタットの流速を概括的に把握する方法として微地形調査結果の活用が可能であることが解った。なお、定期横断測量結果 (測量間隔200m) を用いた不等流計算では、現況とは大きく異なる水面形となった。



滞筋および水面幅の平面図



調査日：H14. 9. 30、H14. 10. 9～11

図-4 湾曲区間におけるハビタットの平面分布と河床、水面、水面幅の縦断図

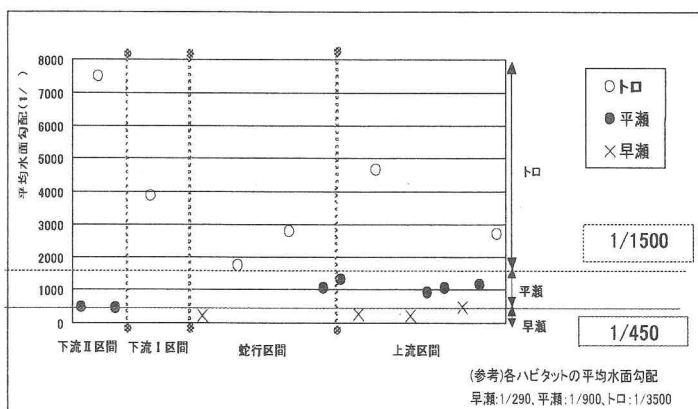


図-5 各CGUの平均水面勾配とハビタットとの関係

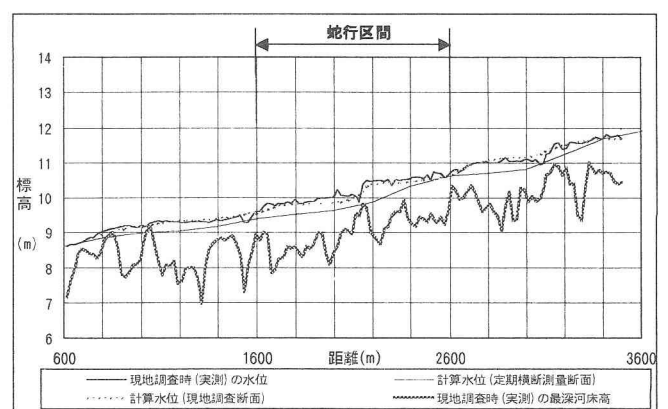


図-6 水理計算による水面形の再現状況

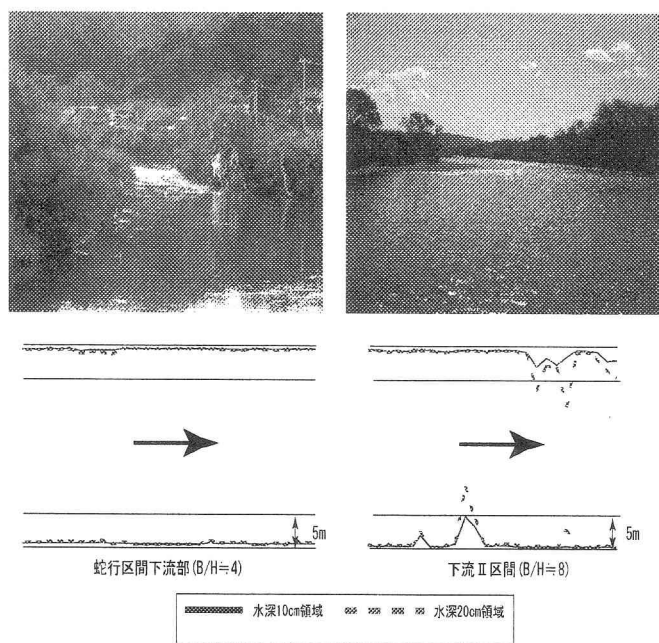


図-7 代表区間における浅瀬域の分布状況

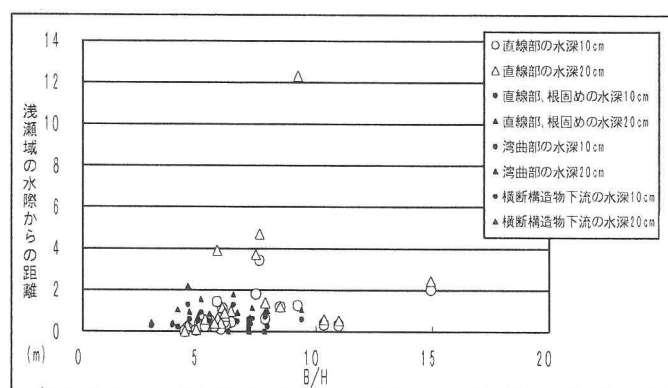


図-8 川幅水深比と浅瀬域の分布状況

(2) 水際域調査結果

河岸水際の浅瀬域の量を示すため、代表区間における左右岸の水深 10cm、20cm の幅を示す (図-7)。代表区間として選定したのは調査対象区間最下流部と湾曲区間最下流部であり、前者区間は河川改修により拡幅が行われ交互砂州が発達しているが、後者は川幅が狭く砂州の発生は見られない。湾曲区間最下流部は 10cm、20cm の幅とも全体的に狭く最大でも片岸 1m 以下となっている。一方、調査対象最下流区間は水深 20cm の領域が 5～10m となる区間が出現している。この区間における浅瀬域の発生は交互砂州の発生と関係していることが現地において確認されていることから、交互砂州が流水域だけでなく水際域のハビタットの分布と構造にも深く関わる事例と考えることができるだろう。

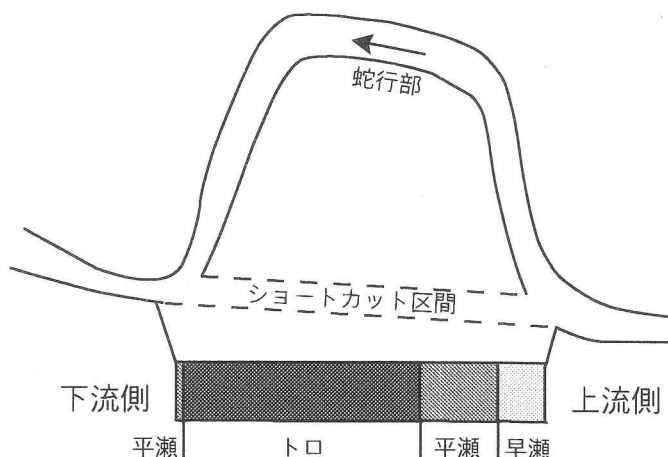


図-9 二次元河床変動計算に基づくハビタットの分布状況

図-8 は河岸浅瀬域の分布と B/H (川幅水深比：平均年最大流量 $370\text{m}^3/\text{s}$ 流下時の水面幅 B と平均水深 H との比率) の関係を示している。ここで、浅瀬域の長さ B/H は横断調査を実施した地点において算定した。浅瀬域の長さの最大値は B/H が増加するに従い大きくなることを示している。 B/H は、河道内の砂州の発生状況を支配するパラメータの1つであることから、今後砂州の有無や発生状況が流水・水際域の双方のハビタットの多様性にどのような影響を与えるかについて詳細な検討が必要である。

(3) ショートカット後の流水域を対象としたハビタットの予測

蛇行部をショートカットした場合のハビタット予測は、二次元河床変動計算で得られた河床変動量と微地形調査結果とを組み合わせた不等流計算から推定することとした。先に示した水面勾配とハビタット区分との関係を用いてハビタットの分布を予測した。結果を図-9に示す。ハビタットは早瀬、平瀬、トロから構成され、その割合 (早瀬13.8%、平瀬21.4%、トロ64.8%) も極端には変化しない。今後は、流水域だけでなく水際域におけるハビタットを対象とした検討、そして、各ハビタットの割合だけでなく各ハビタットの分布と構造 (水深、流速等) の検討を実施し、事業実施前後の違いを明確にするだけでなく、これらの違いが生態的にどのような意味があるかを明確にしていく。

5. おわりに

本検討で河道内微地形の調査から魚類のハビタットとして重要な早瀬・平瀬・トロ・淵と、稚子魚のハビタットとして重要な低水深・低流速域 (浅瀬域) の分布と構造の把握を行った。現地における適用状況は概ね良好であり、今後ハビタットの把握方法として同様の河川で十

分適用ができることを示した。特に、今回対象とした3 km に近い区間延長に対して10名程度の調査員が4日間程度の日数で調査を完了していることを考えると、生物調査に比べて低コストで生息環境をある程度評価できる可能性を示した。また、微地形調査結果と不等流計算を組み合わせることにより各ハビタットの流速についてもある程度計算により推定できることが解った。

一方、砂鉄川におけるハビタットの具体的な分布や構造の成因については不明確なことが多かった。著者らのグループも湾曲長が長い区間を対象とした調査事例がないため、今後同様の河川で調査を実施し、当該区間の河道特性と併せて相対比較を行う必要があるだろう。また、浅瀬域は河道の横方向の拘束（護岸等）と川幅水深比とに関係があるように感じたが、具体的な検討は今後の課題として残された。今後、ハビタットの生態的機能の解明と併せて取り組むべき課題と考えている。

謝辞：砂鉄川での現地観測においては、独立行政法人土木研究所自然共生研究センターの千葉武生氏並びに力山基氏に多大なるご協力を賜りました。深く感謝致します。

参考文献

- 1) 河川事業の計画段階における環境影響の分析方法に関する検討委員会：河川事業の計画段階における環境影響の分析方法の考え方，財団法人ダム水源地環境整備センター，2002。
- 2) 萱場祐一，千葉武夫，力山基，河口洋一，尾澤卓思：ハビタットアセスメントにおける河道内微地形の把握手法に関する研究，河川技術論文集第8巻，pp.191-196, 2002。
- 3) 野上毅，渡邊康玄，長谷川和義：急流河川における生息場としての河床地形区分，水工学論文集第46巻，pp.1127-1132, 2002。
- 4) 森誠一編著：環境保全の理論と実践Ⅲ，信山社サイテック，2003。
- 5) 可児藤吉：可児藤吉全集第1巻，思索社，1979。
- 6) Bain, M. B. and Nathalie, J. Stevenson.: Aquatic Habitat Assessment, American Fisheries, Society, 1999。
- 7) 水野信彦，御勢久右衛門：河川の生態学，築地書館，pp.5-13, 1993。
- 8) 萱場祐一，千葉武生，力山基，尾澤卓思：中小河川中流域における魚類生息場所の分布と構造，河川技術論文集第9巻（投稿中）
- 9) Gaudin P and Sempeski P: The role of river bank habitat in the early life of fish: the example of grayling, *Thymallus thymallus*, Ecohydrology & Hydrobiology vol.1 No1-2, pp.203-208, 2001。
- 10) 駒田各知，山田久美子，鈴木興道：オイカワ仔・稚魚の生息場所と成長について，成長(33)，pp113-119, 1994。
- 11) 野上毅，渡邊康玄，長谷川和義：急流河川における河床地形の定量的区分，水工学論文集第47巻，pp.1087-1092, 2003。

(2003. 4. 11受付)