

博士論文

中小河川における魚類生息場評価手法の実用化の研究

(Research on practical application of fish habitat evaluation in small-scale rivers)

平成 28年 4月

伊藤 浩文

山口大学大学院理工学研究科

目 次

要 旨	1
第 1 章 研究の背景と目的	3
1.1. 多自然川づくりの現状	3
1.2. 河道計画の技術基準の現状	5
1.3. 日本における魚類生息場評価	5
1.4. 研究の目的	7
1.5. 第 1 章のまとめ	7
第 2 章 異なる成長段階を含む複数魚種の選好性を考慮した生息場評価指標の開発	8
2.1. 魚類生息場評価指標の考え方	8
2.2. 多魚種・多成長段階の HSI に基づく環境条件のカテゴリ分割	10
2.3. 生態環境多様性の計算方法	12
2.4. 第 2 章のまとめ	14
第 3 章 現地調査による評価手法の妥当性の確認	15
3.1. 調査対象区間	15
3.1.1. 環境調査・魚類調査方法	16
3.1.2. 調査結果	19
3.1.3. 考察	20
3.1.4. 第 3 章のまとめ	29
第 4 章 生態環境多様性指数を用いた実施設計フローの提案	30
4.1. 実施場所	30
4.2. 計算資料と計算方法	30
4.2.1. ケース別の計算	34

4.2.2. ケースの計算結果.....	56
4.3. 施工上の問題点.....	57
4.3.1 河川工事の実情.....	57
4.3.2. 他の中小河川工事の状況.....	58
4.3.2.1. 多自然川づくりポイントブックⅢとの整合性について.....	61
4.3.2.2. 魚類生息場を考慮した河道施工について.....	62
4.4. 魚類生息場を考慮した河川設計フローの提案.....	64
4.5. 第4章のまとめ.....	66
第5章 結論.....	66
参考文献.....	69
参考資料.....	71
参考資料-1： 一の坂川の調査データ.....	72
参考資料-2： 厚東川の調査データ.....	86
参考資料-3： 九田川の調査データ.....	94
参考資料-4： 善和川の調査データ.....	100
参考資料-5： H S I の文献収集資料.....	105
参考資料-6： 英文の要旨.....	109

要 旨

多自然型川づくりは、平成2年の『多自然型川づくり』について」の通達以来、多くの河川で取り組まれ、今日では全ての河川で行なわれるようになった。それにもかかわらず、現場では戸惑いや課題が残る川づくりが行われているのが現状である。

中小河川の施工事例では、改修断面は幅が現況の数倍となることや、河道が深く掘り下げること、また断面が一律な標準断面で河床がフラットとなることが多く見られる。そうした状況を改善するために河道計画の技術基準・解説書の「多自然川づくりポイントブックⅢ」が平成23年に出版され、河川計画の技術者に利用されているが、いまだに9割の河川工事で多自然川づくりが理解されずに施工されている。その原因として現場と情報が共有されていないことや、河道における魚の棲みやすい環境の評価方法が確立されていないことが考えられる。

魚類の生態について多くの研究報告があるが、魚の棲みやすい川づくりの評価方法は確立されておらず、そのため実務では魚類の棲みやすい生息環境であるかを検証しないまま進めている。このような状況を改善するためには魚類の生息場を定量的に評価する手法が求められている。

本研究では、河道環境における魚類生息場を評価する手法の確立を目指すものである。

日本における魚類生息場の評価の現状は、IFIM/PHABSIMなどが物理パラメータから生息場を定量的に評価する手法として検討されてきた。しかし、PHABSIMにおいても問題があり、魚種ごとや成長段階ごとに計算する必要があり、また魚の影響要因ごとの生息場適性指数 HSI の作成が必要であり、HSI がない場合には膨大な生態学的調査を必要とするなど魚類生息場評価手法として実務段階へ普及していない。

そこで本研究では、中小河川で一般的な魚種に対する総合的な生息場の良否を表す指標として、水深、流速、底質、植生について、摂餌や休息などの行動別に複数魚種・成長段階に共通する最適生息域を表すカテゴリ区分を定める。中小河川で一般に見られる多くの魚種や成長段階について、既存の選好曲線を収集し、多くの魚種・成長段階に共通して行動モード別の最適生息域とな

るような環境条件の範囲（カテゴリ）を定めた。本研究では、水深、流速、底質については最適生息域の合致度とカテゴリ数の少なさのバランスを配慮して3カテゴリ分割とした。水深は、最適生息域を0.2～0.6mとすることで0.2mと0.6mの境界で3カテゴリに分割した。底質は、最適生息域を粒径2～75mmの範囲に設定することでシルト～砂、砂礫～礫、石～岩盤の3カテゴリに分割した。植生は、休息や産卵モードの隠れ場や産卵基質を想定し、水生植物や上空を覆う陸上植物の有無によって植生ありと植生なしの2カテゴリ分割とした。これらを組み合わせた環境状態の魚の行動圏内における多様性を表す「生態環境多様性指標（Eco-Environmental Diversity; EED）」を提案した。魚類生息場評価手法の妥当性を確認するために魚類調査を行った結果、EEDは魚種数と正の関係性を示し、EEDが0.1増加すると種数が約1種増加し、EEDが0.8以上であれば目視でも多様な河川環境と判定された。

本指標により利用時に対象魚種の選定や生息場適性指数の準備が不要となり、物理情報だけで生物多様性の観点から生息場評価が可能となる。さらに河道の魚類生息場を評価するための計算方法について事例を作成し、分かりやすく実際の災害復旧河川工事での設計時の前後、工事2年後、さらに魚類の生息場を考慮した提案など4ケースの計算事例を紹介している。魚類の生息場を考慮した提案では、一律な改修標準断面施工や河床のフラット化に対する簡単な提案工法を紹介し、この提案工法を使用すれば工事直後から河道の生態環境多様性を高めることができる。

今後、多自然川づくりの技術マニュアル「多自然川づくりポイントブックⅢ」に本研究の魚類生息場の評価手法を組み込むことを提案する。この評価方法を取り入れることで魚類等の知識の少ない河川設計技術者でも魚類生息場環境が少しでも良い方向に進むような河川改修を行うことができるようになるのではないかと期待する。さらに、土木分野の多くで取り入れられつつある「性能規定型設計」を多自然川づくりの河道設計に導入することが可能となり、魚が棲める川づくりの重要度や性能をランク分けして、その河川特性に適したランクの設計を行うことが可能になると考える。

第1章 研究の背景と目的

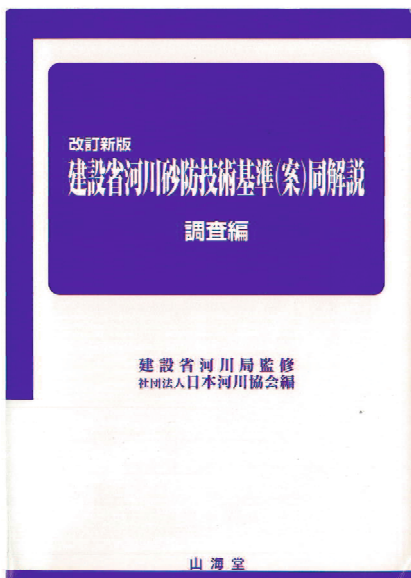
1.1. 多自然川づくりの現状

平成2年に『多自然型川づくり』について¹⁾の通達が出され、河川が本来有している生物の良好な生育・生息環境に配慮し、あわせて美しい自然景観を保全あるいは創出する「多自然型川づくり」が始まった。

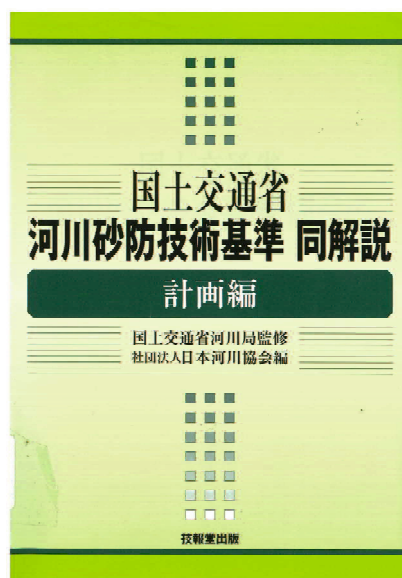
その後、平成9年に河川法が改正され、河川環境の整備と保全が河川法の目的として明確にされるとともに、河川砂防技術基準（案）²⁾において河道は多自然型川づくりを基本として計画することが位置づけされ、多自然型川づくりはすべての川づくりにおいて実施されるようになった。

国土交通省河川局河川砂防技術基準（計画編）³⁾では大河川に対して具体的手法が整理されたが、中小河川については具体的な河道計画は示されておらず、現実には課題の残る川づくりが多くみられることとなった。特に中小河川では現況流下能力の数倍を改修目標として、大幅な改変がされることが多く、現場では中小河川向きの技術基準が求められた。そうした現状の危惧から平成18年に「多自然川づくり基本方針」が通知され、「型」がはずされ、それぞれの河川特性に合わせた川づくりをすることが示され、平成19年3月に「多自然川づくりポイントブック」が発刊された。

続いて、平成20年3月に「中小河川に関する河道計画の技術基準について」が通知され、平成20年8月に通知の技術基準の解説書として「多自然川づくりポイントブックⅡ」、さらに河岸・水際部の項目を付加修正され、平成23年10月に基準改訂版の解説書として「多自然川づくりポイントブックⅢ」⁴⁾が発刊された。



河川砂防技術基準（案）



河川砂防技術基準

国土交通省 河川局 監修
社団法人日本河川協会編

国土交通省河川局 河川建設課長
池水課長
課長補佐

中小河川に関する河道計画の技術基準について

河道計画の考え方は国土交通省河川局河川砂防技術基準(計画編)に定められている。ただし、直轄管轄の河川に関しては、具体的な手法が記載されているものの、河運を人柄に改善することの多い中小河川に関しては、河道計画の具体的な手法等はこれまで学ばれていない。

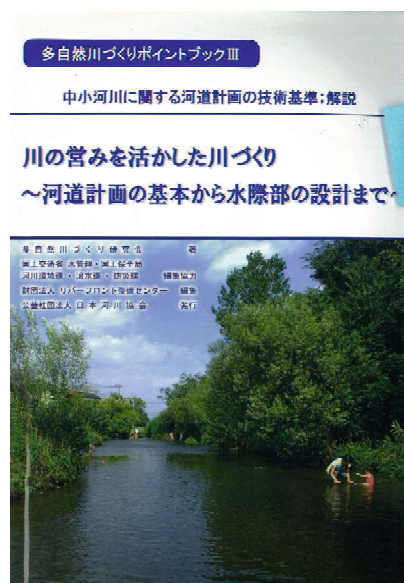
一方、平成18年度の「多自然川づくり推進プロジェクト委員会」においては、中小河川を中心として課題の顕る川づくりの改善の必要が指摘されており、平成19年10月10日には「多自然川づくり基本指針」を通知したところである。平成19年の河川法改正に当たっては、さまざまな川づくりを推進し、河川管理を効率的に実施するための、中小河川に於いては、さまざまな川を創り出した河道計画への転換と徹底する必要がある。

本通知は、河川局管内の自然豊かな河川を河川計画、河川管理による多自然の力から生態、財産を守り、地域の暮らしや歴史・文化との関係にも配慮し、河川が本来有している生物の生態・生育・繁殖環境及び多様な河川機能を保全するために、河川砂防技術基準における河道計画のうち、特に中小河川における河道改修の後の河道計画を補正し、河道計画に当たっての具体的な考え方や留意事項等とすべきの先物である。本通知は河川局の技術基準を改訂するまでの暫定的な指針として適用するもので技術的位相等として通知する。

なお、近年の河川の状況又は社会的・文化的条件は、今後技術関係の進展等により、本通知に基づくものよりもさらに川づくりが可能な可能性もある。そのような場合には、本通知の趣旨を本質として尊重しながら、個々の部分については別の考え方で計画・設計を行うことも妨げるものではない。

本通知が策定、改訂される中、河川局や河川協会が積極的に推進するとともに、課題の顕る川づくりの解消と良質な河川環境の形成に努めていただきたい。

平成22年8月通達



ポイントブックⅢ

図-1 多自然（型）川づくりの通達及び基準書

1.2. 河道計画の技術基準の現状

平成2年の多自然型川づくりの通達以降の河川工事総件数は平成14年度までに約3,800箇所で行われている。しかし、近年に実施した河川工事の調査から、河道の横断計画において工事区内を一律の標準横断形で施工されている事例が全体の9割にのぼるとの報告⁴⁾があり、いまだ多自然川づくりが十分に理解されていないのが実情である。

現在、中小河川の河道計画の設計現場では、水辺環境の改変の対応方法や保全方法については「多自然川づくりポイントブックⅢ」を参照し、河川設計者が経験を加味して対応しているが、「魚類生息場」の整備や保全に対して図面化の段階で魚が棲める川になっているか、またその設計が最適であるかについて照査できないまま進めているのが現状である。

1.3. 日本における魚類生息場評価

魚類生息場の評価手法の1つとして、IFIM/PHABSIM⁵⁾がある。IFIMは、1980年代にアメリカ合衆国において河川の流量増減に伴う環境変化が水生生物に与える影響を評価する手法として開発され、その中核としての生息環境の評価を行なうソフトウェアPHABSIMが開発された。中村ら⁶⁾は、1994年(平成6年)にIFIM/PHABSIMを日本に導入した。それ以降、これらの手法を日本の河川に適用する試み⁷⁻⁹⁾や、評価手法の改善・開発に関する多くの提案がなされ¹⁰⁻¹³⁾、水路設計に利用する事例^{14,15)}も現れた。

PHABSIMは、河川の評価対象区間における水深、流速、底質、植生カバー等の物理特性と、魚種や成長段階ごとに求められた生息場適性指数(Habitat Suitability Index; HSI)を組み合わせることで、対象とする区域の生息場を評価するものである。PHABSIMでは、ともすれば単調な河道であっても特定種の特定の成長段階に対して高評価をもたらす場合があり、総合的には必ずしも良い河川環境の指標とはならない場合がある。例えば、アユが日中瀬で摂餌行動が多い場合に、その情報だけで判断すれば平瀬ばかりの単調な河川構造が高い評価となる危険性がある。楊ら¹⁶⁾は、オイカワの季節別の行動では夏に分散的であるのに対して秋には比較的淵に集中する選好性

があることを確認した。

一方、川那部ら¹⁷⁾ はアユの生息調査から、すみつきアユは昼間瀬で生活し、夜に淵に帰るなど日周期性があることを示し、瀬と淵の組み合わせの重要性を指摘した。

また、楊ら¹⁶⁾ は、オイカワについて実験的に摂餌、休息、逃避、産卵の4つの行動モード別にHSIを定めた。また、図-2では魚の行動圏の中に異なる行動モードに対してそれぞれ良好な環境が必要であるとの考えから、行動モードと行動圏を生息場評価式に組み込むことで、PHABSIMより高精度に実河川の魚の分布が説明できることを示した。この方法は、瀬と淵の組み合わせが高評価となるなど、PHABSIMの弱点を解消しているが、魚種ごとや行動モードごとのHSIを定めなければならない煩雑さや、複数の魚種を考える方法が確立していないなどの問題があり、現場での利用には適していない。

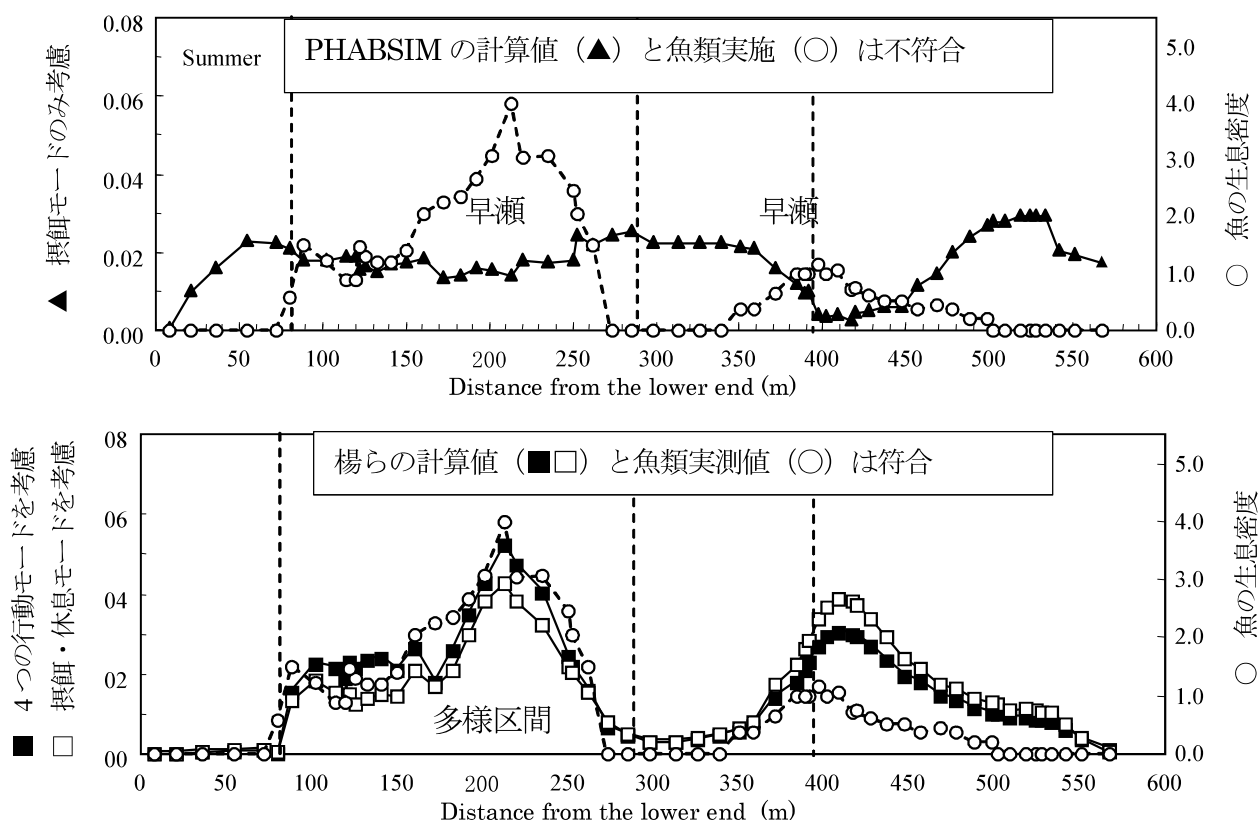


図-2 楊ら¹⁶⁾による生息ポテンシャル計算結果

1.4. 研究の目的

現場では、河川改修工事の計画・設計・施工の段階ごとに「魚の棲める川づくり」になっているかどうかを客観的に説明する必要があると共に、できるだけ簡単な評価手法で照査できることが求められており、魚類生息場評価手法の開発と実用化を目的とした。

1.5. 第1章のまとめ

1) 多自然川づくりは、ほとんどの河川で行われている。実際には、魚類生息場評価をしないまま設計を終了している。

2) 日本における魚類生息場評価手法にPHABSIMがあるが実務段階へ普及していない。また 楊の研究では瀬と淵が行動圏内に存在していることの重要性を定式化したが、問題点があり1魚種ごとや成長段階ごとに計算する必要があることや魚の影響要因ごとの生息場適性指数 HSIの作成が必要であり、HSIがない場合には膨大な生態学的調査を必要とする。また、複数の魚種を考える方法が確立していない。

第1章でとりまとめた背景や現状をふまえて第2章以降について以下のように構成している。

第2章では、複数魚種の生息場を評価できる指標を開発し、中小河川に利用可能な魚類生息場評価手法の開発を行なった。

第3章では、現地調査を行い、魚類生息場評価手法の妥当性の確認を行なった。

第4章では、実際の河川設計での使用方法の検討を行ない、設計照査手順を提案した。

第5章では、本研究の結論として、研究成果をとりまとめた。

第2章 異なる成長段階を含む複数魚種の選好性を考慮した生息場評価指標の開発

2.1. 魚類生息場評価指標の考え方

島谷ら¹⁸⁾は、中小河川改修前後の生物生息空間と魚類相の変化の調査研究から、蛇行流路の直線化は物理環境の均一化による水生生物の生息数や種多様性の減少が生じていることを示した。

砂田ら¹⁹⁾は、生物多様性指数の一つである Simpson²⁰⁾ の多様度を使用し、河川を横断方向に約40分割した区画ごとの水深と流速の断面内標準偏差を環境多様性の指標として、これらが魚種の生物多様性とある程度の相関性があるとした。以上のように、環境多様性が良好な生物生息につながるとの考えは古くから存在する。本研究では、異なる成長段階を含む複数魚種の HSI を用いて、行動モードや行動圏などの生態情報を加味した環境多様性の指標として「生態環境多様性指標 (Eco-Environmental Diversity; EED)」を提案する。

生息場適性指数 HSI は、河川の物理環境因子に対して魚の選好性を表した指標であり、魚種や段階ごとに対象区間の生息場を評価できる。例として、オイカワ成魚の流速 HSI を図-3 に示す。本論文では、図-3 の中で SI=1 となる流速範囲を生息可能域と呼ぶことにする。HSI は、実験や調

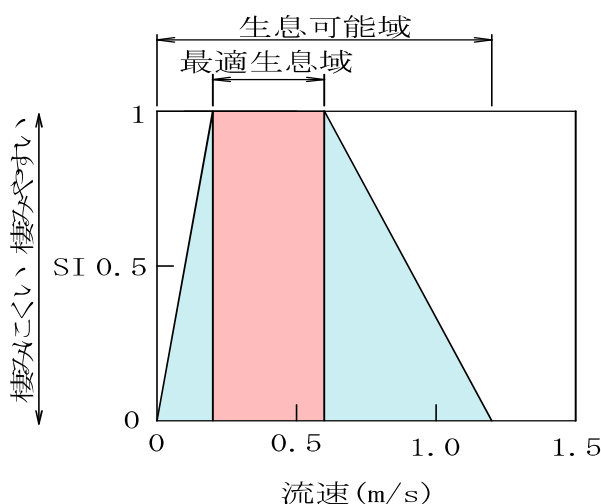


図-3 オイカワ成魚の流速 HSI⁸⁾ を参考に加筆

第2章 異なる成長段階を含む複数魚種の選好性を考慮した生息場評価指標の開発
 査,あるいは専門家の意見により定められるが,基本的に限られた時刻や環境下での有限の観察
 に基づいて定められるため,複数の行動モードを包括できていない場合が多いと考えられる.例
 えば,図-3のHSIは日中の魚類調査から定められたとすると,そのHSIには摂餌モードの情報を
 より多く含んでいると考えられ,その最適生息域は摂餌モードの最適生息域であって,それ以外
 の生息可能域の内 $0 < \text{流速} < 0.2\text{m/s}$ の範囲は休息モードの最適生息域となり得ると考えられる.

例えば,図-4は楊ら¹⁶⁾によるオイカワを24時間連続観察した結果の摂餌モードと休息モードの
 流速 HSI である.摂餌モード時の選好流速は $15\sim 25\text{cm/s}$ であるのに対し,休息モード時には 0
 $\sim 10\text{cm/s}$ の遅い流速が選好されており,行動モードごとの最適生息域の違いが明確に示されてい
 る.

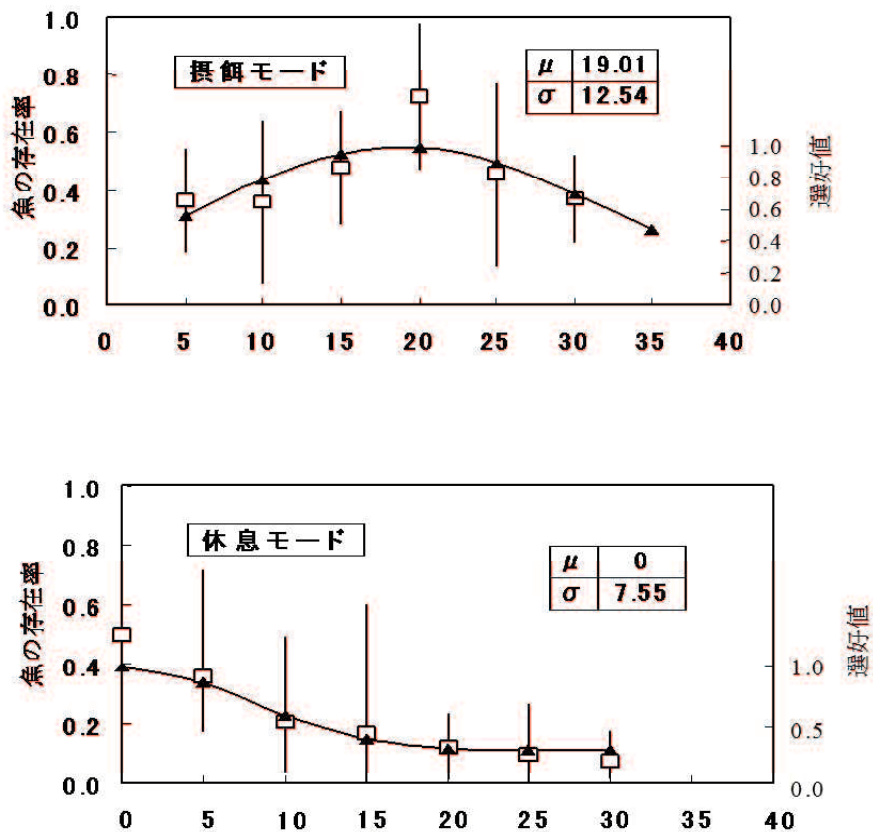


図-4 楊ら¹⁶⁾による流速に対する選好曲線

2.2. 多魚種・多成長段階の HSI に基づく環境条件のカテゴリ分割

中小河川で一般に見られる多くの魚種や成長段階について、既存の選好曲線を収集^{8),20~28)}し、多くの魚種・成長段階に共通して行動モード別の最適生息域となるような環境条件の範囲（カテゴリ）を定めた。図-6の流速 HSI に着目すると、オイカワ（成魚）、カジカ（産卵場）、カワヨシノボリ（産卵場、定位仔稚魚、定位成魚）、シマヨシノボリ（産卵場、未成魚、成魚）などは、0.2~0.6m/s 程度の範囲に最適生息域を持っている。一方、オイカワ（産卵場、仔魚）、カワムツ（産卵場、仔魚）、ギンブナ（春、夏、秋）、コイ（昼、夜）などは、0.2m/s 以下の範囲に最適生息域を持っている。また、アユやウグイなどは、0.6m/s 以上の領域にも最適生息域を持っている。以上より、0.2m/s と 0.6m/s の境界で流速を3つのカテゴリに分割すると、個々の魚種にとって、最適生息域を持つカテゴリは摂餌モードに対して良好な環境となり、それより遅い流速カテゴリは休息モードに対して良好な環境となると考えることができる。

カテゴリ数をさらに多くした場合は個々の HSI の最適生息域を正確に表現できるが、カテゴリの意味づけが難しくなる。また、HSI そのものの精度が必ずしも高くないという側面もある。逆にカテゴリ数を少なく2とした場合は摂餌モードと休息モードの2つに容易に意味づけられるが、最適生息域があてはまらない HSI が多くなる。

本研究では、水深、流速、底質については最適生息域の合致度とカテゴリ数の少なさのバランスを配慮して3カテゴリ分割とした。水深は、最適生息域を0.2~0.6mとすることで0.2mと0.6mの境界で3カテゴリに分割した。底質は、最適生息域を粒径2~75mmの範囲に設定することでシルト~砂、砂礫~礫、石~岩盤の3カテゴリに分割した。植生は、休息や産卵モードの隠れ場や産卵基質を想定し、水生植物や上空を覆う陸上植物の有無によって植生ありと植生なしの2カテゴリ分割とした。なお、流速カテゴリは、上限値を1m/sとした。それ以上の生息可能域をもつ魚種もいるが、魚道の設計流速の上限が約1m/s²⁹⁾であることから分かるように、多くの魚種にとって高流速は好ましくないからである。

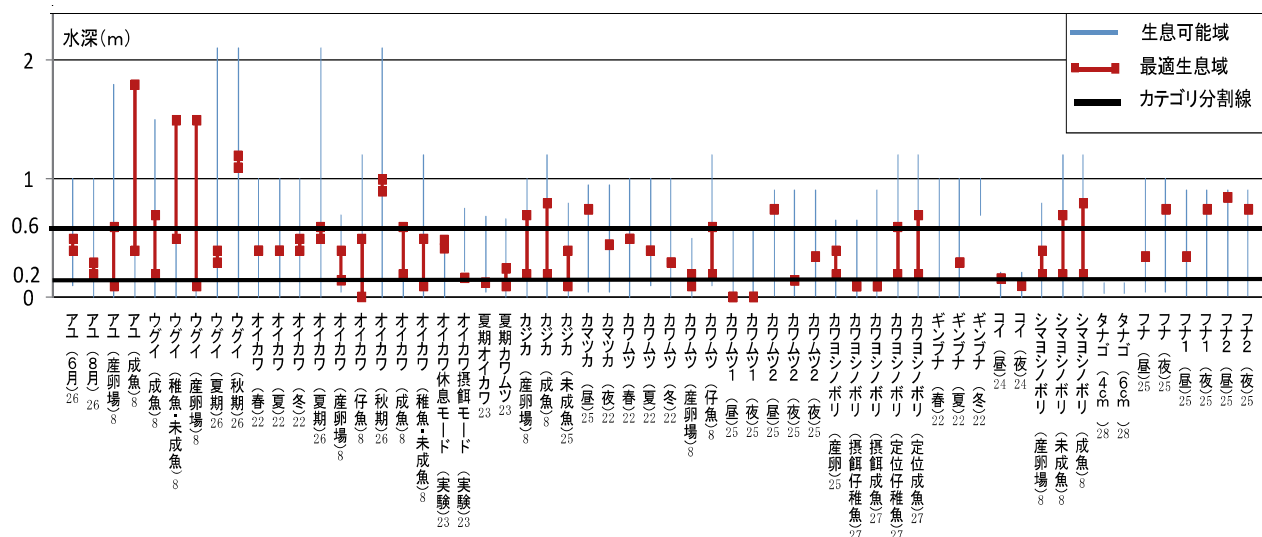


図-5 文献から収集した種々の魚種と成長段階の水深についての3カテゴリ分割 (数字は文献番号)

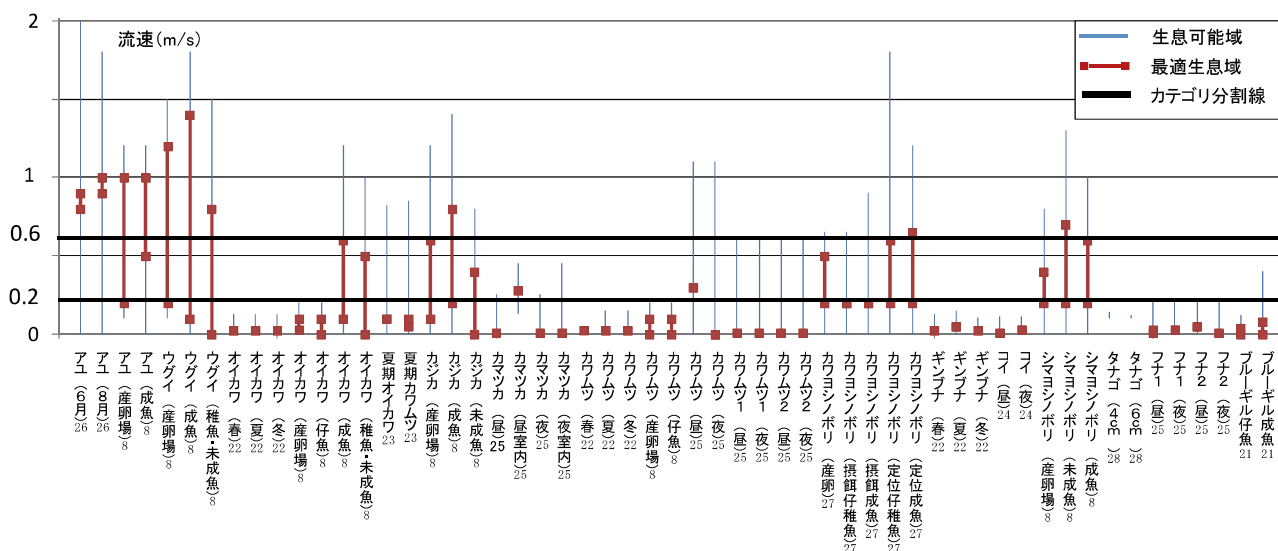


図-6 文献から収集した種々の魚種と成長段階の流速についての3カテゴリ分割 (数字は文献番号)

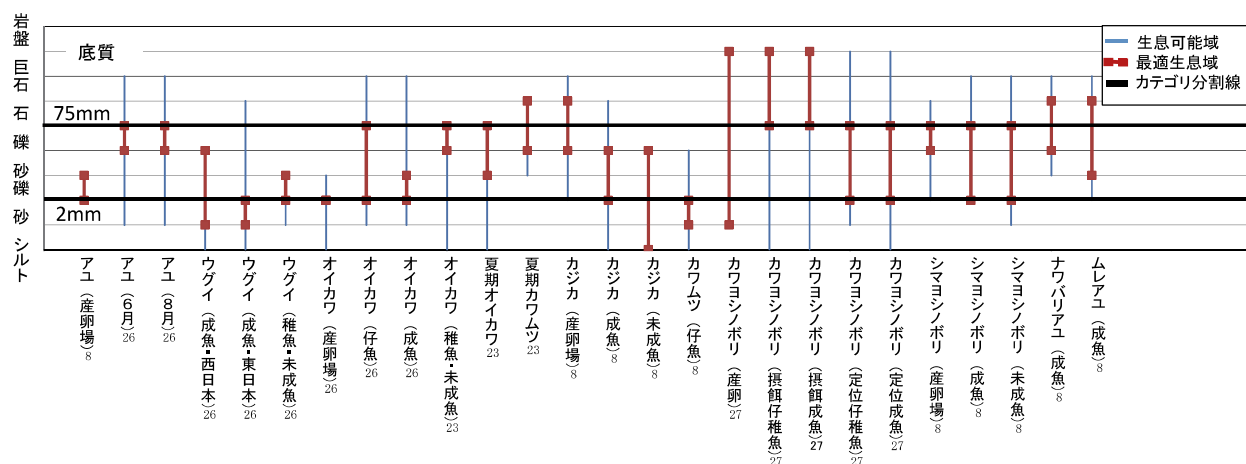


図-7 文献から収集した種々の魚種と成長段階の底質についての3カテゴリ分割 (数字は文献番号)

以上をまとめると、カテゴリ値は次のようになる。

$$\begin{aligned} \text{水深カテゴリ} &= \begin{cases} 1: 0\text{m} \leq \text{水深} < 0.2\text{m} \\ 2: 0.2\text{m} \leq \text{水深} < 0.6\text{m} \\ 3: 0.6\text{m} \leq \text{水深} \end{cases} \\ \text{流速カテゴリ} &= \begin{cases} 1: 0\text{m/s} \leq \text{流速} < 0.2\text{m/s} \\ 2: 0.2\text{m/s} \leq \text{流速} < 0.6\text{m/s} \\ 3: 0.6\text{m/s} \leq \text{流速} < 1.0\text{m/s} \end{cases} \\ \text{底質カテゴリ} &= \begin{cases} 1: 0\text{mm} \leq \text{底質粒径} < 2\text{mm} \\ \quad \quad \quad (\text{シルト} \sim \text{砂}) \\ 2: 2\text{mm} \leq \text{底質粒径} < 75\text{mm} \\ \quad \quad \quad (\text{砂礫} \sim \text{礫}) \\ 3: 75\text{mm} \leq \text{底質粒径} \\ \quad \quad \quad (\text{石} \sim \text{岩盤}) \end{cases} \\ \text{植生カテゴリ} &= \begin{cases} 1: \text{植生なし} \\ 2: \text{植生あり} \end{cases} \end{aligned}$$

2.3. 生態環境多様性の計算方法

摂餌や休息以外にも種々の行動モードがあり得ることを考えれば、行動圏内に多様な環境型を含む河道は、異なる行動モードに対する要求を満たすことができる良い生息場である可能性が高いと考えられる。この考えに立ち、行動圏内の環境型の多様性を「生態環境多様性」と定義した。前節のカテゴリを用いて、河道内のある一地点の環境状態を表す「環境型」を導入する。環境型は、生態情報を加味した測点の環境状態を表す名義尺度の値であり、次式で求める。

$$\text{環境型} = (\text{水深カテゴリ} \times 1000) + (\text{流速カテゴリ} \times 100) + (\text{底質カテゴリ} \times 10) + (\text{植生カテゴリ} \times 1)$$

本研究では、生態環境多様性の計算に Simpson の多様度指数の式 (1) を用いる。

$$\text{EED} = 1 - \sum_{i=1}^S \left(\frac{n_i}{N} \right)^2 \quad (1)$$

ここで、EED：生態環境多様性の値、S：行動圏内にある環境型数、N：行動圏内のすべての

測点の数, n_i : 環境型 i に属する測点の数である. 環境が極端に単調な $S=1$ の場合, $EED=1-1=0$ となり生態環境多様性 EED はゼロとなる.

$S=$ 水深3(カテゴリ) \times 流速3 \times 底質3 \times 植生2 = 54種類の環境型が存在することになる.

魚の行動圏は Mimms の式³⁰⁾ (2)を用いる.

$$\ln(A_{hr}) = -2.41 + 1.52 \cdot \ln L \quad (2)$$

ここで, A_{hr} : 行動圏 (m^2), L : 魚の体長 (mm)である.

河川には体長 1cm 未満の稚仔魚から 50cm を超えるコイまで生息するが, 簡易な評価法を目指す本研究では, 単一の代表的な $L=160mm$ を用いることとした. これは, 山口県の中小河川で代表的なカワムツ属とオイカワの成魚を想定したものである. この時の行動圏は約 $200 m^2$, 行動半径は約 8mとなる. 計算例として, 図-8 のような調査結果の場合に地点 A の生態環境多様性を求めると,

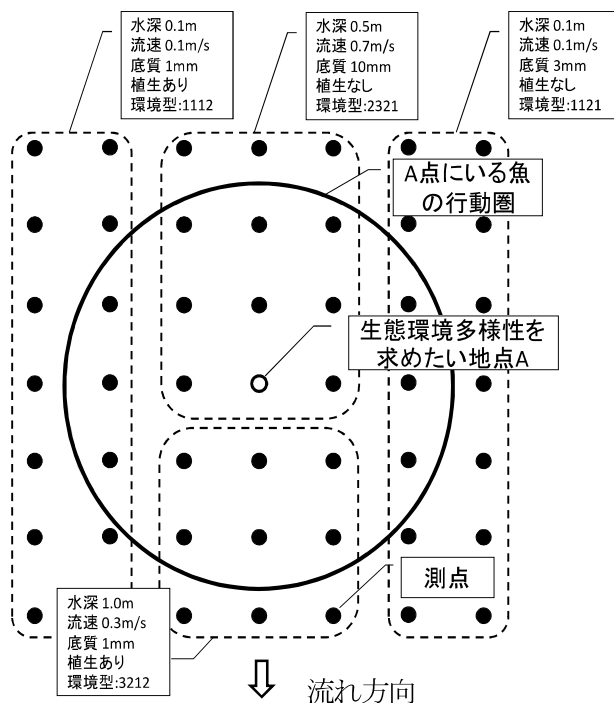


図-8 河道内における多数の測点の環境測定結果から環境型の分布を求めた例

行動圏内の環境型数 $S = 4$

行動圏内のすべての測点数 $N = 21$

行動圏内の環境型 1112 の数 $n_1 = 3$

行動圏内の環境型 2321 の数 $n_2 = 9$

行動圏内の環境型 3212 の数 $n_3 = 6$

行動圏内の環境型 1121 の数 $n_4 = 3$

より、A点の生態環境多様性は、

$$\begin{aligned} \text{EED} &= 1 - \left\{ \left(\frac{3}{21} \right)^2 + \left(\frac{9}{21} \right)^2 + \left(\frac{6}{21} \right)^2 + \left(\frac{3}{21} \right)^2 \right\} \\ &= 0.694 \end{aligned}$$

となる。

実際の河川評価においては、評価対象領域および領域内の魚の行動圏に含まれる対象領域外部の全格子点上の環境型を実測や2次元流況計算で求め、評価対象区間内の全格子点の生態環境多様性指数を計算して評価することになる。

2.4. 第2章のまとめ

異なる成長段階を含む複数魚種の HSI を収集し、多くの魚種に共通して行動モード別の最適生息域となるような流速、水深、底質粒径の値の範囲を定め、植生の有無とあわせてこれらの環境条件の多様性を評価する「生態環境多様性指数 (Eco-Environmental Diversity; EED)」を提案した。そして、生態環境多様性の計算方法について説明をした。

第3章 現地調査による評価手法の妥当性の確認

3.1. 調査対象区間

調査対象河川は、山口県宇部市を流れる厚東川水系の二級河川善和川と厚東川、山口県山口市を流れる樫野川水系の二級河川九田川と一の坂川の4河川である。調査対象区間は、行動圏を考慮して区間長が16mまたは区間水面積が200 m²程度となることを目安に、後述の仕切り網設置の容易性も考慮して河道の状況に応じて決定した。調査対象区間13箇所を図-9及び写真-1に示す。図中の調査地点記号の左から1文字目は河川名(Y:善和川, K:厚東川, Q:九田川, I:一の坂川), 2文字目は河川環境で、目視で変化に富んだ環境をDとし、変化が少ない箇所をMとした。

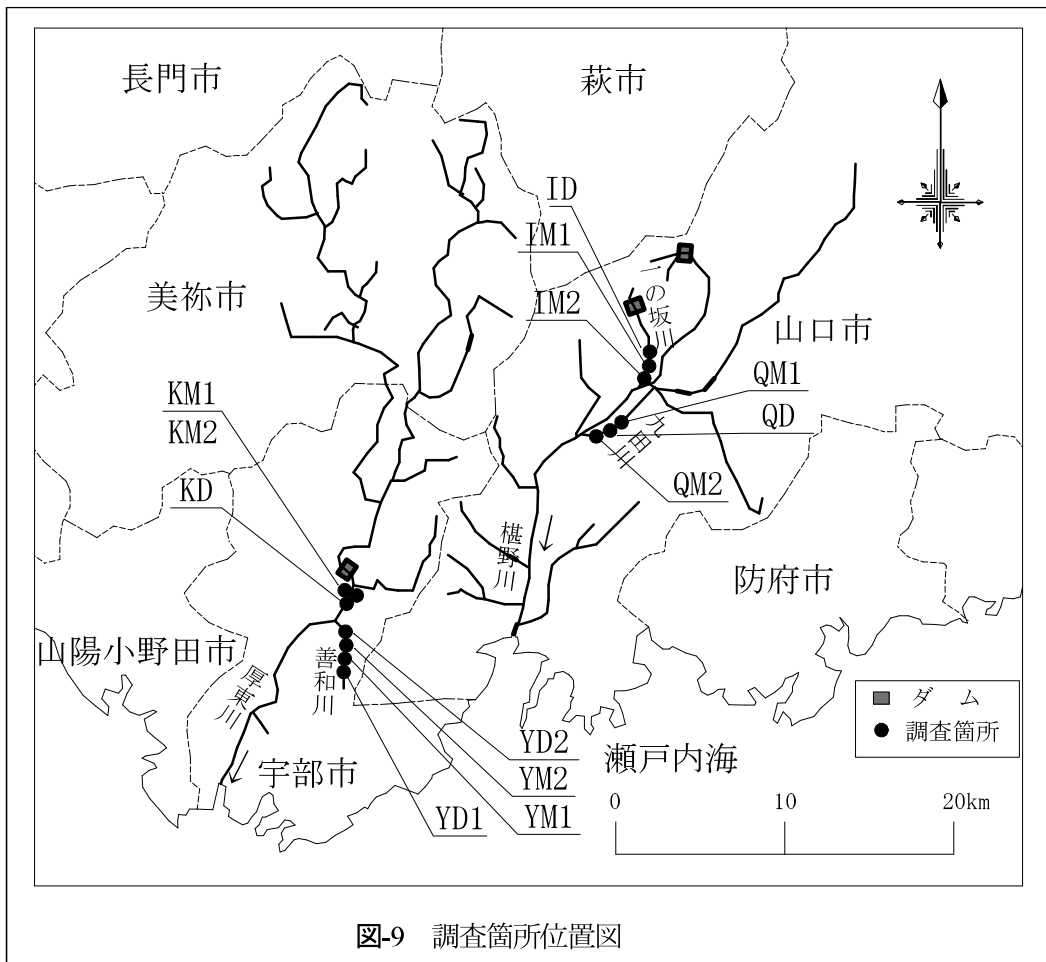


図-9 調査箇所位置図

3.1.1. 環境調査・魚類調査方法

4 河川の調査箇所について、下記の調査を行った。

a) 水質調査

水質チェッカーHORIZA U-10 を使用し、pH、電気伝導度、濁度、DO、水温を各区分1か所で測定した。

b) 環境調査

調査測点は、調査区分水面を横方向に1辺が1m以上で3等分以上とし、縦断方向に1辺が5m程度で等分し、また環境条件の変化も勘案して等分したセルを設定し、セル中央を調査測点として水深と流速（プロペラ流速計 ケネック VR-201）、底質と植生の有無を目視で記録した。



写真-1 調査箇所箇所

c) 魚類調査

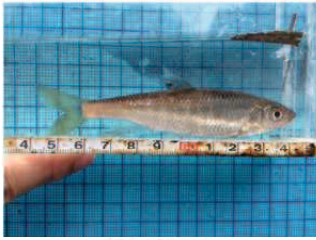
各区間の魚類を捕獲するため、区間の上下流端に仕切り網(目合い18mm)をまず河川横断方向に沈設し、網の両端を岸にアンカー筋で固定し、網底についても河床と網の間に隙間ができないように置石やアンカー筋で固定した。その後、30分以上放置した後、一斉に網を立て、魚が区間から移動できないようにした。次に、エレクトロフィッシャー (Smith-Root,LR-24) を用い、スタンダードパルス、60Hz、200V、duty cycle 12 パーセントに設定して魚類を気絶させ、タモ網で全数採捕を目指した。捕獲した魚類は、体長、種名を記録すると共に写真撮影を行い、記録後に河川放流した。現地での判別が難しい魚種については「属」、「類」として記録した。また、体長4cm以下のカワムツ属やオイカワと思われる稚魚は、まとめて「遊泳魚型稚魚」とした。



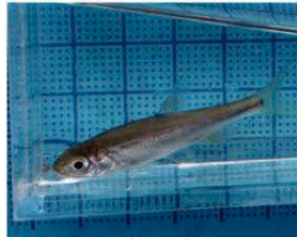
写真-2 仕切り網の設置状況



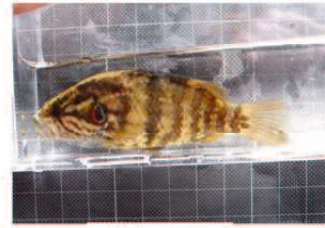
写真-3 魚類の捕獲状況



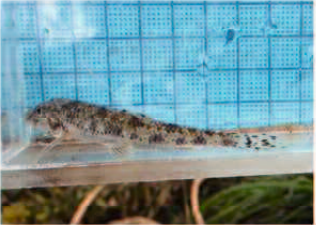
カワムツ



オイカワ



オヤヤマ



カマツカ



コイ



シマドジョウ



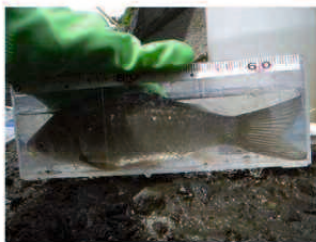
ヨシノリ



アカザ



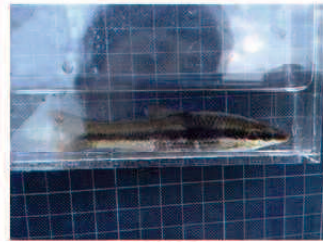
ドンコ



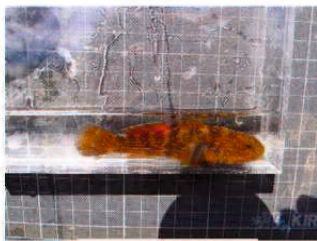
フナ



アユ



ムギツク



ナマチ



タゴ



ドジョウ



ギョ

写真4 代表的な魚種

3.1.2. 調査結果

各調査箇所の水質・環境調査結果は、河川区間別に流域状況と共に表-1 に示し、魚類調査結果については、表-2 に示す。

表-1 水質・環境調査結果

調査項目	調査箇所	善和川				厚東川			九田川			一の坂川		
		Y D 1	Y M 1	Y M 2	Y D 2	K M 1	K M 2	K D	Q M 1	Q D	Q M 2	I D	I M 1	I M 2
PH		6.0	7.7	7.9	7.6	8.0			7.5	7.4	7.5	7.8	7.8	8.1
電気伝導度	ms/cm	0.17	0.17	0.17	0.17	0.22			0.15	0.16	0.14	0.09	0.10	0.97
濁度	MTU	2	4	3	3	10			3	3	7	10	10	10
DO	mg/l	8.3	9.7	9.9	8.2	8.1			9.8	10.9	10.3	8.4	8.2	8.9
水温	℃	22.7	21.4	29.3	25.0	24.2			13.5	14.6	13.9	23.5	23.5	23.2
上流調査区間からの距離 (m)		-	350	100	660	-	-	10	-	700	1200	-	400	340
区間長	m	31	21	24	35	12	12	30	44	59	20	36	19	10
水面積	m ²	66.4	53.8	131.5	72.2	112.8	127.7	84.9	265.7	196.6	199.9	107.8	81.5	40.6
流量	(m ³ /s)	0.06	0.04	0.01	0.06	0.73			0.45	0.75	1.07	0.36	0.27	0.30
測点数		36	30	12	39	18	18	45	27	39	12	102	30	15
環境型数		9	8	3	11	2	4	16	5	14	2	16	5	3
水深 (%)	(0 ~0.20) m	42	100	100	33	0	22	40	7	3	0	7	7	100
	(0.21~0.60) m	47	0	0	67	100	78	58	93	92	100	83	93	0
	(0.61~) m	11	0	0	0	0	0	2	0	5	0	10	0	0
	カテゴリ数	3	1	1	2	1	2	3	2	3	1	3	2	1
流速 (%)	(0 ~0.20) m/s	78	50	83	82	17	56	53	48	31	0	16	40	0
	(0.21~0.60) m/s	22	50	17	18	83	44	22	41	59	100	64	60	20
	(0.61~) m/s	0	0	0	0	0	0	25	11	10	0	20	0	80
	カテゴリ数	2	2	2	2	2	2	3	3	3	1	3	2	2
底質 (%)	上流→下流	砂→岩盤→岩盤	岩盤→岩盤	岩盤	砂→砂→岩盤	礫	礫	石→砂礫→砂	砂礫	砂礫→礫→石	礫	石	礫	岩盤
	岩盤→石	67	50	100	38	0	0	71	0	38	0	84	23	87
	礫→砂礫	0	0	0	0	100	100	11	100	36	100	16	77	0
	砂→シルト	33	50	0	62	0	0	18	16	36	0	0	0	13
カテゴリ数	2	2	1	2	1	1	3	2	3	1	2	2	2	
植生 (%)	有	47	57	67	67	0	33	33	67	67	67	67	0	0
	無	52	43	33	33	100	67	67	33	33	33	33	100	100
	カテゴリ数	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	1
流況	上流→下流	とろ→淵→平瀬	平瀬→とろ	とろ→平瀬	とろ→平瀬→平瀬	早瀬	早瀬	早瀬→淵	平瀬→とろ	とろ→早瀬→とろ	平瀬	早瀬	早瀬	早瀬
流域状況	全流域 (ha)	311	332	415	664	34,799			14,998	15,276	15,755	981	1,014	1,064
	山林 (%)	60	61	68	76	67			81	81	81	92	80	85
	耕地 (%)	0	2	2	5	29			10	10	10	1	1	1
	宅地 (%)	40	37	30	19	4			9	9	9	7	19	14
調査年月日		2012/9/19	2012/9/29	2012/9/15	2012/9/20	2013/10/2			2012/11/15	2012/11/16	2012/11/19	2013/9/24	2013/9/23	2013/9/25

表-2 魚類調査結果

魚種 (尾)	カワムツ属	オイカワ	遊泳魚型稚魚	ムギツク	ヨシノボリ属	カマツカ	ドジョウ	シマドジョウ属	ドンコ	アカザ	オヤニラミ	アユ	ギギ	イトモロコ	ヌマチチブ	タナゴ属	ブルーギル	フナ類	コイ	魚種数	生息密度 (尾/m ²)	調査年月日
善和川	Y D 1	182	34	14	54	1	32		8	2								28		9	5.34	2012/9/19
	Y M 1	19	1	12		9	2	13	9	11										8	1.41	2012/9/29
	Y M 2	33		16	6	12			16	9										6	0.70	2012/9/15
	Y D 2	137	8	78	33	6	24		30	9								4		9	4.56	2012/9/20
厚東川	K M 1			6	1	28					6					1				5	0.37	2013/10/2
	K M 2	1	1	1	9	30	1		2	10	2	1	2			0				11	0.47	2013/10/2
	K D	1	9	36		171	4		19	6	15	3			9	2				11	3.24	2013/10/2
九田川	Q M 1	20	100	127		3	12	2	4	5						19				8	1.08	2012/11/15
	Q D		122	114	1	25	54	3	1	8			9			1	8	1	4	13	1.80	2012/11/16
	Q M 2	1	50	30		4	2			4										7	0.46	2012/11/19
一の坂川	I D	65	1	1	3	8				13	1	5		1						9	0.91	2013/9/24
	I M 1	22	60	6		9				1			2	1	49					8	1.84	2013/9/23
	I M 2		105	5		31							1							4	3.50	2013/9/25

表-1 より、善和川では特に宅地が多いが、汚水は浄化槽で処理後、全量が別流域に放流されている。一の坂川の下水道普及率はほぼ 100%、他の河川では 60~70%程度である。流域面積や土地利用の違いから河川ごとの水質にばらつきが見られるが、全体には一般的な魚類にとって特に悪い水質環境ではない。

表-2 より、厚東川ではヨシノボリ類、善和川ではカワムツ属、九田川ではオイカワが優占している。一の坂川では上流の ID から下流の IM2 にかけてカワムツ属からオイカワに遷移している。

3.1.3. 考察

魚生息密度と生態環境多様性指数の関係

4 河川 13 区間において、調査区間を行動圏と考えて区間内の流速・水深・底質・植生観測値から計算した生態環境多様性指数 EED を表-3 に示す。

表-3 調査個所の生態環境多様性指数 EED

調査箇所	善和川				厚東川			九田川			一の坂川		
	YD1	YM1	YM2	YD2	KM1	KM2	KD	QM1	QD	QM2	ID	IM1	IM2
生態環境多様性指数EED	0.84	0.79	0.61	0.82	0.28	0.69	0.91	0.69	0.87	0.44	0.85	0.70	0.50

なお、本計算では区間中央 1 点の生態環境多様性指数で調査区間を代表させていることになる。表-1 に示されるように区間の水面積が本研究で提案するカワムツ属やオイカワの行動圏 200m² に満たない調査区間においては、同様の環境が上下流に続いていると仮定して評価していることになるが、実際の調査区間においても区間の上下流で極端に環境が変化しているわけではなく、大きな間違いではない。

魚生息密度と生態環境多様性指数EEDの関係を図-10 に示す。一の坂川を除く3河川では生

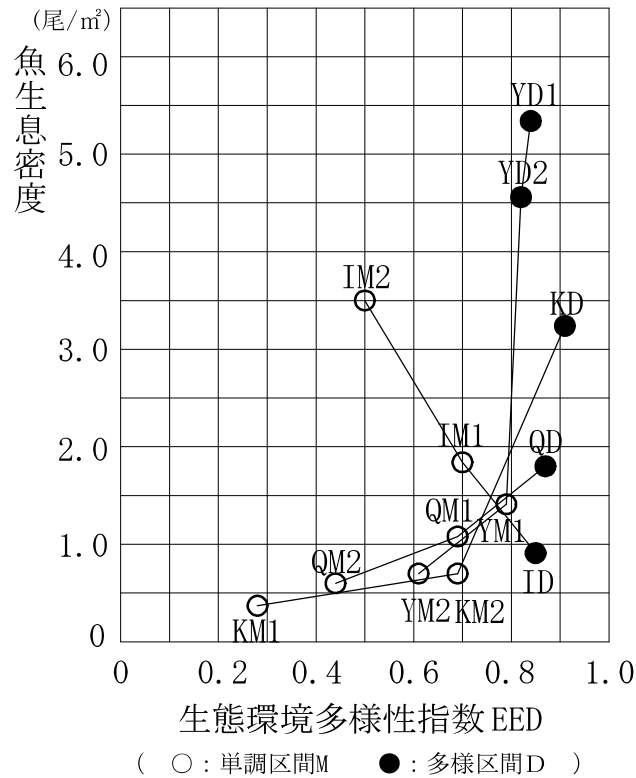


図-10 生息密度と生態環境多様性指数 EED

態環境多様性指数EEDが増加すると生息密度も増加しているが、一の坂川では明確な逆の傾向が見られた。一の坂川はホテル護岸で有名な河川であり、ID 区間はゲンジボタルの観光名所とな

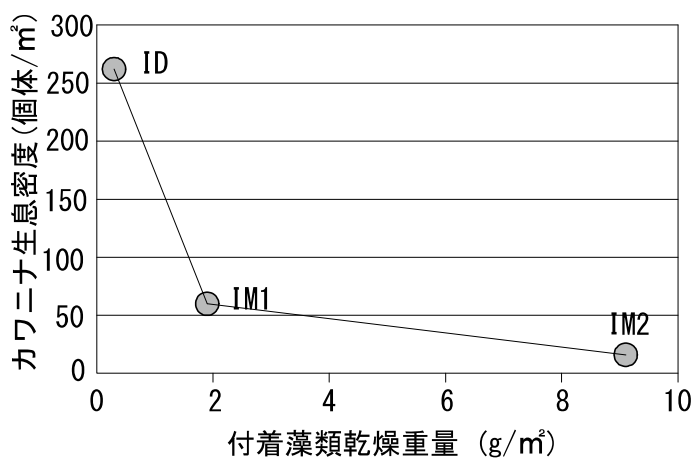


図-11 一の坂川のカワニナと付着藻類乾燥重量
(2013年9月27日調査)

っている。このため、ゲンジボタルの餌料であるカワニナが多数生息している。一方IM2はホテル護岸以前に施工された3面張区間で、ゲンジボタルやカワニナはほとんど生息していない。図-11の一の坂川のカワニナ生息密度と付着藻類乾燥重量を示す。図より、ID区間では藻類の一次生産がカワニナに消費され、魚類に移行しづらいことが推測される。また、QDでは雑食性のブルーギルや大型のコイが捕獲されており、生息密度に影響している可能性もある。このように、魚類の生息密度は水質や他の生物との関係など本研究では評価に利用していない多くの要因で変動していると考えられる。

魚種数と生態環境多様性指数の関係

魚種数と生態環境多様性指数 EED の関係を図-12 示す。魚種数と生態環境多様性指数 EED は、全河川に共通する1本の近似曲線で表現できるわけではないが、個々の河川で見ると明確な正の相関性（相関係数 0.776）がある。魚種数は魚類の多様性を表現する指標の一つであり、生態環境

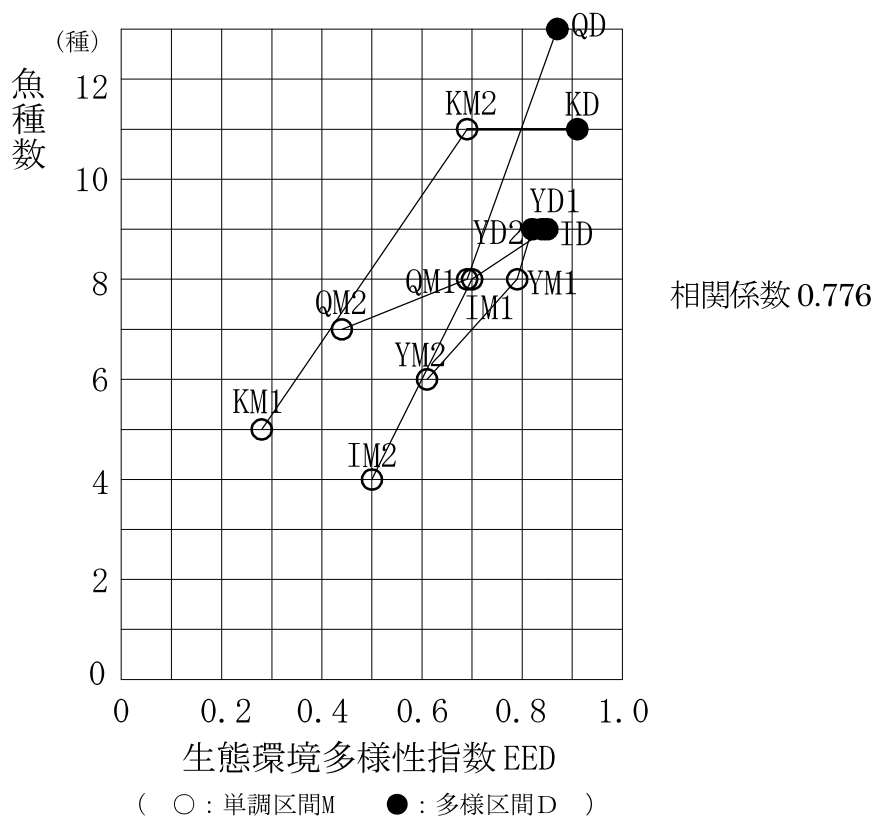


図-12 魚種数と生態環境多様性指数 EED

多様性指数EEDが生物多様性の指標となることが示された。個々の河川のEEDに対する魚種数の増加率の平均値は13.0（魚種/EED）であり、河川改修などで河川区間のEEDが0.1増加すると、魚種が約1種増加することが期待できることになる。また、図-12より、EEDが0.8以上の場合目視による感覚的評価でも多様区間と分類されており、 $EED \geq 0.8$ が河川改修における一つの目標となると考えられる。

なお、Simpsonの生物多様度指数と生態環境多様性指数EEDの間には明確な関係性は見られなかった。先述のように生息密度とEEDの間に正の関係性が保障されておらず、生物多様度指数の計算には種ごとの生息密度を用いることから、このような結果となったと考えられる。

環境条件と生態環境多様性指数の関係




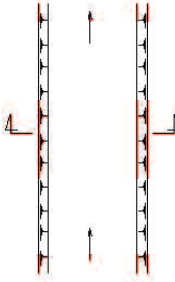
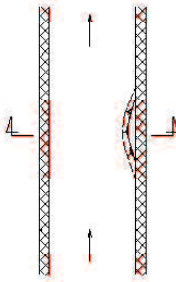
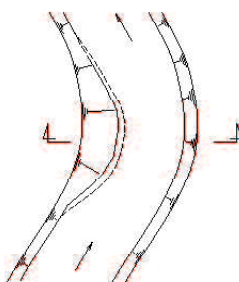
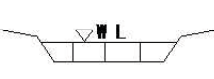

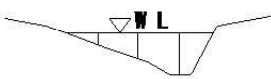
1) 九田川のEEDと環境条件

九田川3区間の環境条件や魚類生息状況と生態環境多様性EEDを、水深、流速、底質、植生の各カテゴリ分割に着目して再構成したものを表-5に示す。

QM2は直線的な河道で、環境型数=2、生態環境多様性指数EED=0.44と低い値を示す。区間内の水深が全て0.21~0.60mで1カテゴリ、流速も0.21~0.60m/sで1カテゴリ、底質も礫1カテゴリで、植生の有無の2カテゴリの違いしかないためである。

QM1は直線的な河道だが、約100m上流にある落差工の影響で河床に起伏があり、環境型数=

表-5 九田川のEEDと環境条件の関係

区間	QM2	QM1	QD
現況写真			
平面略図			
河道線形	直線河道	直線河道	S字蛇行
横断略図			
環境型数	2	5	14
生態環境多様性指数EED	0.44	0.69	0.87
魚種数	7	8	13
魚生息密度(尾/m ²)	0.46	1.08	1.80
目視による生態環境評価	単調区間	単調区間	多様区間





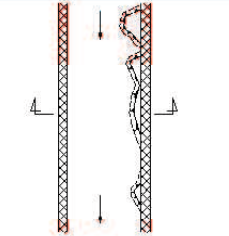
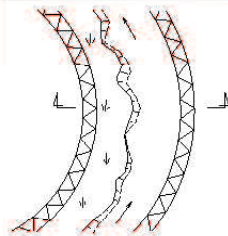
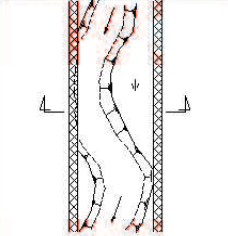
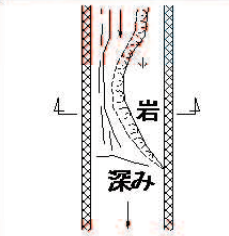




5, EED=0.69 で, QM2 に比べて多様な環境である. 水深が 0.20m以下と 0.21~0.60mの 2 カテゴリー, 流速も 0.61m/s 以上が加わって 3 カテゴリーに増している.

QD は環境型数=14, EED=0.87 で, S字蛇行のために水深, 流速, 底質が 3 カテゴリー, 植生が 2 カテゴリーと高い値を示す.

2) 善和川の EED と環境条件

善和川 4 区間の環境条件や魚類生息状況と生態環境多様性 EED を, 水深, 流速, 底質, 植生の

表-6 善和川の EED と環境条件の関係

区間	YM2	YM1	YD2	YD1
現況写真				
平面略図				
河道線形	直線河道	単曲線河道	S字蛇行	S字蛇行+深み
横断略図				
環境型数	3	8	11	9
生態環境多様性指数EED	0.61	0.79	0.82	0.84
魚種数	6	8	9	9
魚生息密度 (尾/m ²)	0.70	1.41	4.56	5.34
目視による生態環境評価	単調区間	単調区間	多様区間	多様区間

各カテゴリ分割に着目して再構成したものを表-6 に示す.

YM2 は両岸環境ブロック護岸の直線的な河道で, 環境型数=3, 生態環境多様性指数 EED=0.61 と低い値を示す. 区間内の水深が全て 0~0.21mで 1 カテゴリー, 流速は 2 カテゴリー, 底質は石の 1 カテゴリーで, 植生の有無の 2 カテゴリーである.

YM1 は左単曲線河道で、右岸はブロック擁壁、左岸は土砂で植生がある。環境型数=8, EED=0.79 で水深は全て 0.20m以下の 1 カテゴリ, 流速も 1 カテゴリ, 底質は岩盤と砂堆砂の 2 カテゴリ, 植生の有無の 2 カテゴリである。




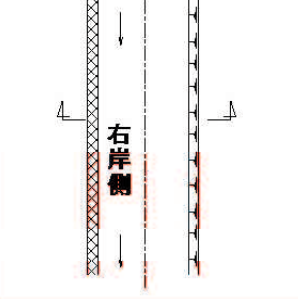
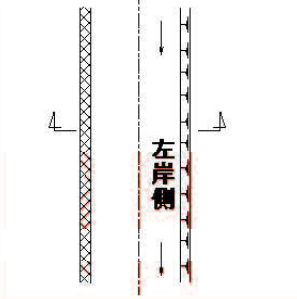
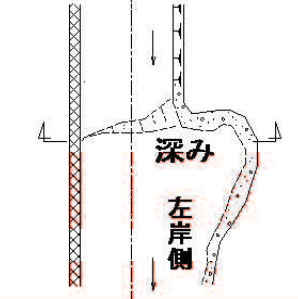
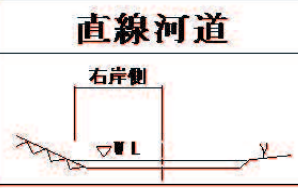
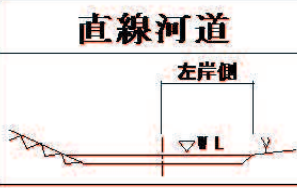
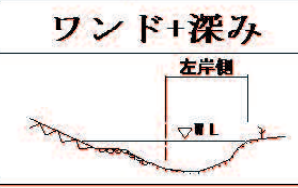
YD2 は右岸がブロック擁壁、左岸はS字蛇行しており土砂で植生がある。環境型数=11, EED=0.82 と高い値を示す。水深は 2 カテゴリ, 流速も 2 カテゴリ, 底質は岩盤と砂の 2 カテゴリ, 植生の有無の 2 カテゴリである。

YD1 は環境型数=9, EED=0.84 と高い値を示す。上流の岩盤から途中で無くなり深みとなるため、水深が 3 カテゴリ, 流速, 底質と植生が 2 カテゴリで高い値を示す。

3) 厚東川の EED と環境条件

厚東川 3 区間の環境条件や魚類生息状況と生態環境多様性 EED を、水深、流速、底質、植生の

表-7 厚東川の EED と環境条件の関係

区間	KM1 (右岸側)	KM2 (左岸側)	KD (下流)
現況写真			
平面略図			
河道線形	直線河道	直線河道	ワンド+深み
横断略図			
環境型数	2	4	16
生態環境多様性指数 EED	0.28	0.69	0.91
魚種数	5	11	11
魚生息密度 (尾/m ²)	0.37	0.47	3.24
目視による生態環境評価	単調区間	単調区間	多様区間

各カテゴリ分割に着目して再構成したものを表-7 に示す。

KM1 は直線的な河道で右岸がコンクリート法枠工，左は河道中央である。環境型数=2，生態環境多様性指数 EED=0.28 と低い値を示す。水深と底質は 1 カテゴリ，流速は 2 カテゴリ，植生の有無の 2 カテゴリである。




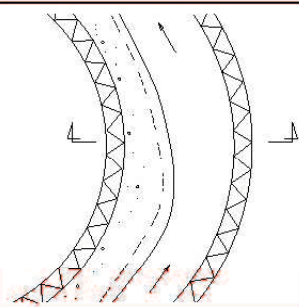
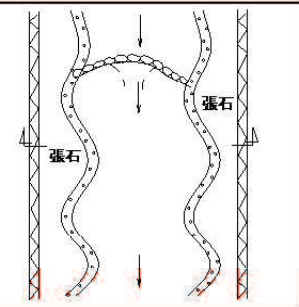
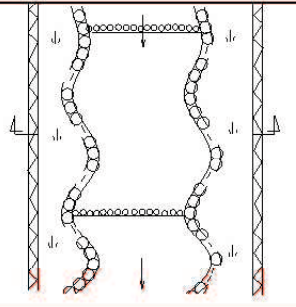
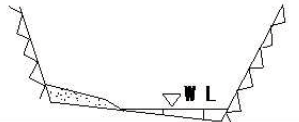
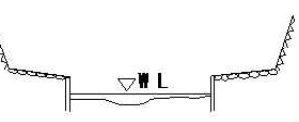
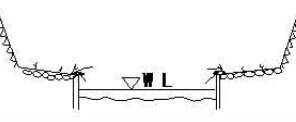
KM2 は KM1 の右岸側で右岸に植生がある。環境型数=4，EED=0.69 と KM1 に比べて高い値

を示す。水深と流速は2カテゴリ，底質は1カテゴリ，植生の有無の2カテゴリである。

4) 一の坂川のEEDと環境条件

一の坂川3区間の環境条件や魚類生息状況と生態環境多様性EEDを，水深，流速，底質，植生

表-8 一の坂川のEEDと環境条件の関係

区間	IM2	IM1	ID
現況写真			
平面略図			
河道線形	単曲線河道	左右岸蛇行	左右岸蛇行
横断略図			
環境型数	2	5	14
生態環境多様性指数EED	0.50	0.70	0.85
魚種数	4	8	9
魚生息密度(尾/㎡)	3.50	1.84	0.91
目視による生態環境評価	単調区間	単調区間	多様区間

の各カテゴリ分割に着目して再構成したものを表-8に示す

IM2は両岸ブロックの左単直線河道で，流水が右岸側に偏り左岸側に砂洲がある。環境型数=2，生態環境多様性指数 EED =0.50 と低い値を示す。水深が全て0~0.21mの1カテゴリ，流速は2カテゴリ，底質は岩盤の1カテゴリで，植生の有無の2カテゴリである

IM1 は兩岸を木杭で蛇行させた河道で、河道中央を上流にした湾曲した木杭の落差工がある。環境型数=5, EED=0.70 で水深、流速と底質は2カテゴリと、植生の有無の2カテゴリである。

ID1 は兩岸を木杭で蛇行させた河道で、木杭を横断方向に設置した落差工がある。環境型数=14, EED=0.85 で水深と流速は3カテゴリ、底質は2カテゴリ、植生の有無の2カテゴリである。

このように、蛇行や河床の起伏がある区間は環境型数も多くなり生態環境多様性指数 EED は高い値を示す。

以上から河道を蛇行させ河床の起伏の仕掛けをうまく利用することで生態環境多様性 EED を増加させることができることが分った。

3.1.4. 第3章のまとめ

4 河川 13 区間の現地調査により、生態環境多様性指数は同じ河川で生物多様性の指標の1つである魚種数と明確な正の相関性があることが示された。生態環境多様性指数が 0.1 増加すると、魚種が約 1 種増加した。

生態環境多様性指数 EED が 0.8 以上の場合、目視でも多様な環境を持つ区間と判断されることが示された。

第4章 生態環境多様性指数を用いた実施設計フローの提案

前章において、中小河川で河道の蛇行や河床の起伏がある場合には生態環境多様性 EED が高い値を示すことが分かった。そこで本章では、実際の河川における使用方法の検討を行なう。

4.1. 実施場所

山口県萩市弥富上を流れる二級河川田万川の上流で図-13 の災害査定箇所で行う。田万川は、平成25年7月28日の豪雨災害において護岸などが被災し、災害復旧工事が行われた箇所である。

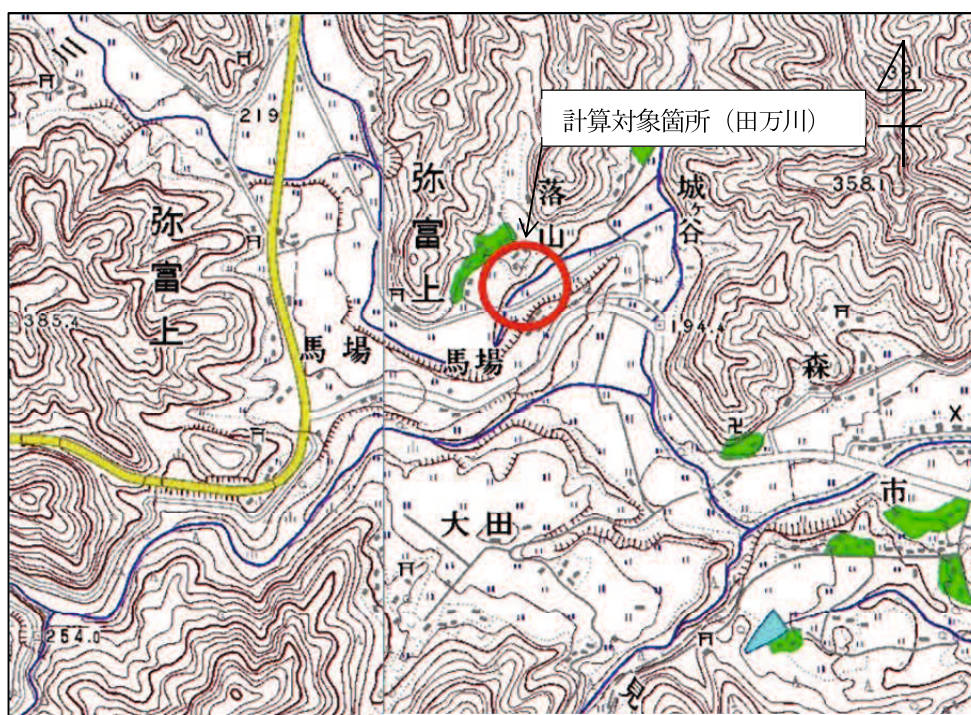


図-13 計算対象河川田万川位置図 S=1:25,000

災害復旧のために当時災害査定用の測量や写真撮影されており、その資料を基に当時の状況を推察した。

4.2. 計算資料と計算方法

計算対象箇所は川幅が約15m、区間延長53.5mで、災害査定用平面図と縦断図、横断本数7本が既存資料としてある。

不等流計算は、不等流計算 Ver3 (総合システム) を用いて常流と射流の混合計算を使用し、粗

度係数は低水位のため河床の潤辺が大きく両岸の潤辺が小さいことからデータ入力 of 簡素化を図るため、全ての通水面の粗度係数は同じ値 (0.03) を用いる。

計算は、ケース1：災害時、ケース2：設計時、ケース3：工事2年後、ケース4：魚類生息場を考慮した提案の4ケースについて行なう。

図-14の平成25年災害査定図面と写真を基に入力データを作成した。また、工事2年後は現地に於て補測から入力データを作成した。

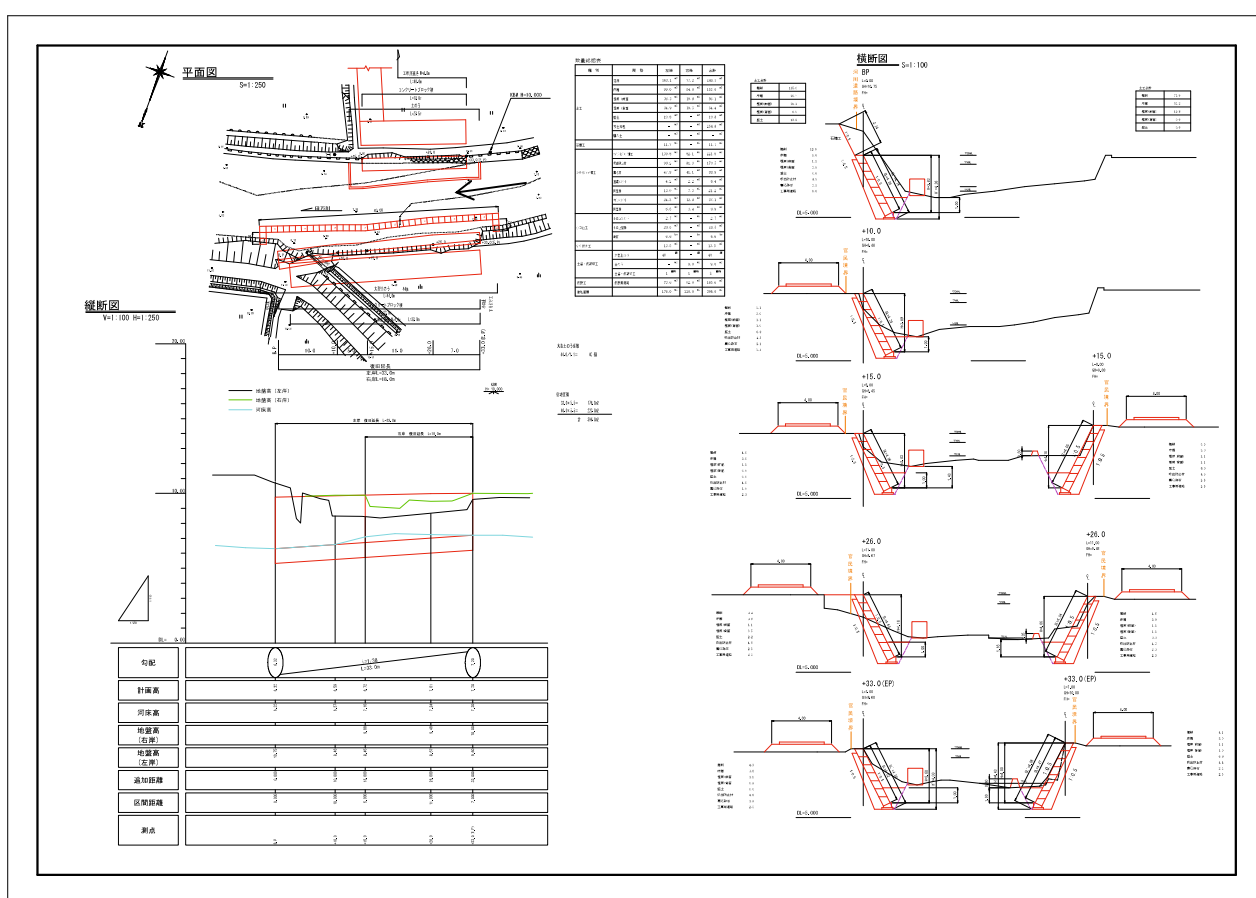


図-14 災害査定図面 (平成 25 年)

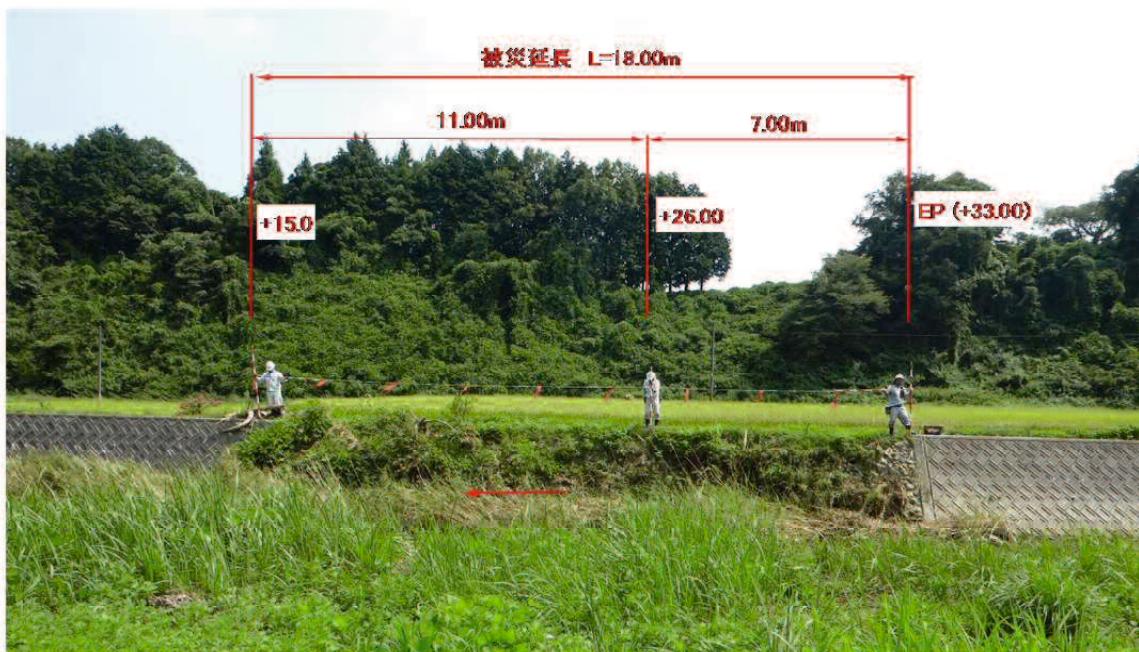


写真-5 右岸全景写真 (平成 25 年)



写真-6 横断写真 (BP) 平成 25 年



写真-7 横断写真 (+15.0) 平成25年



写真-8 横断写真 (+33.0) 平成25年

4.2.1. ケース別の計算

ケース1：災害時

図-15 の災害査定図面と写真から当時の災害時の魚類生息場多様性指数 EED を計算する。

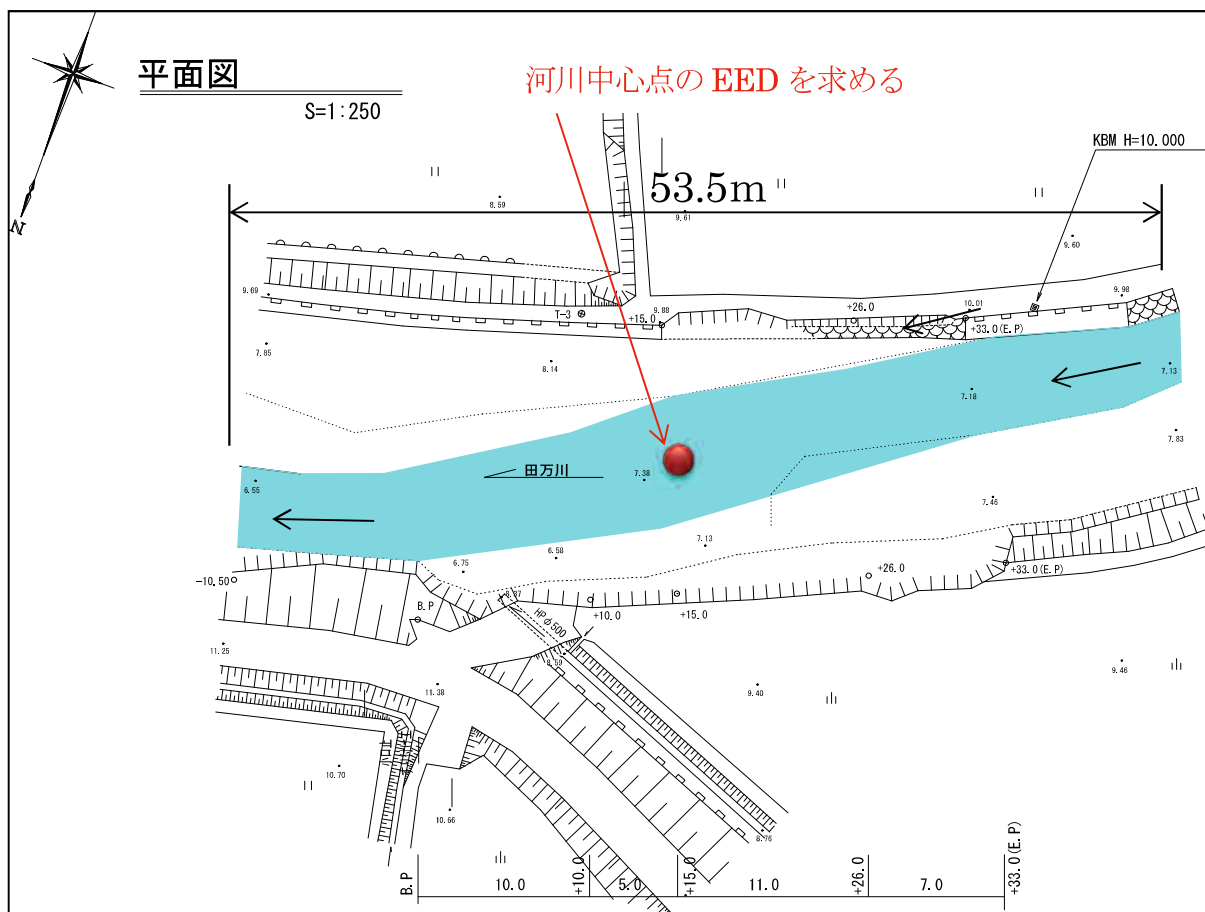
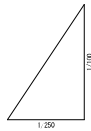


図-15 災害時（現況河川）平面図

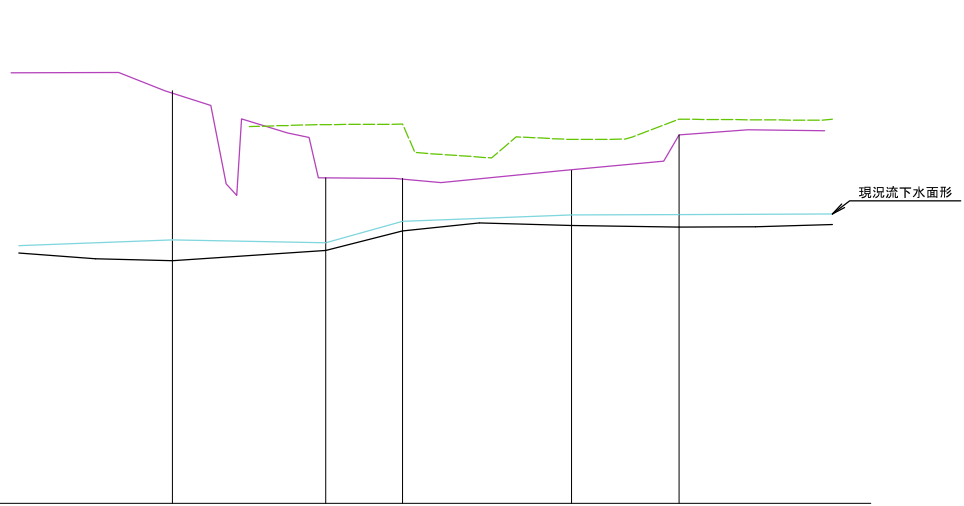
縦断図

V=1:100 H=1:250

— 地盤高 (左岸)
 - - 地盤高 (右岸)
 — 河床高



DL= 0.00



勾配					
計画高	6.32	6.59	6.72	7.01	7.20
河床高	6.32	6.57	7.10	7.24	7.20
地盤高 (右岸)			8.88	9.48	10.00
地盤高 (左岸)	10.75	8.46	8.45	8.67	9.60
追加距離	0.000	10.000	15.000	26.000	33.000
区間距離	0.000	10.000	5.000	11.000	7.000
測点	0+0.0	+10.0	+15.0	+26.0	+33.0 (E.P.)

図-16 災害時縦断図

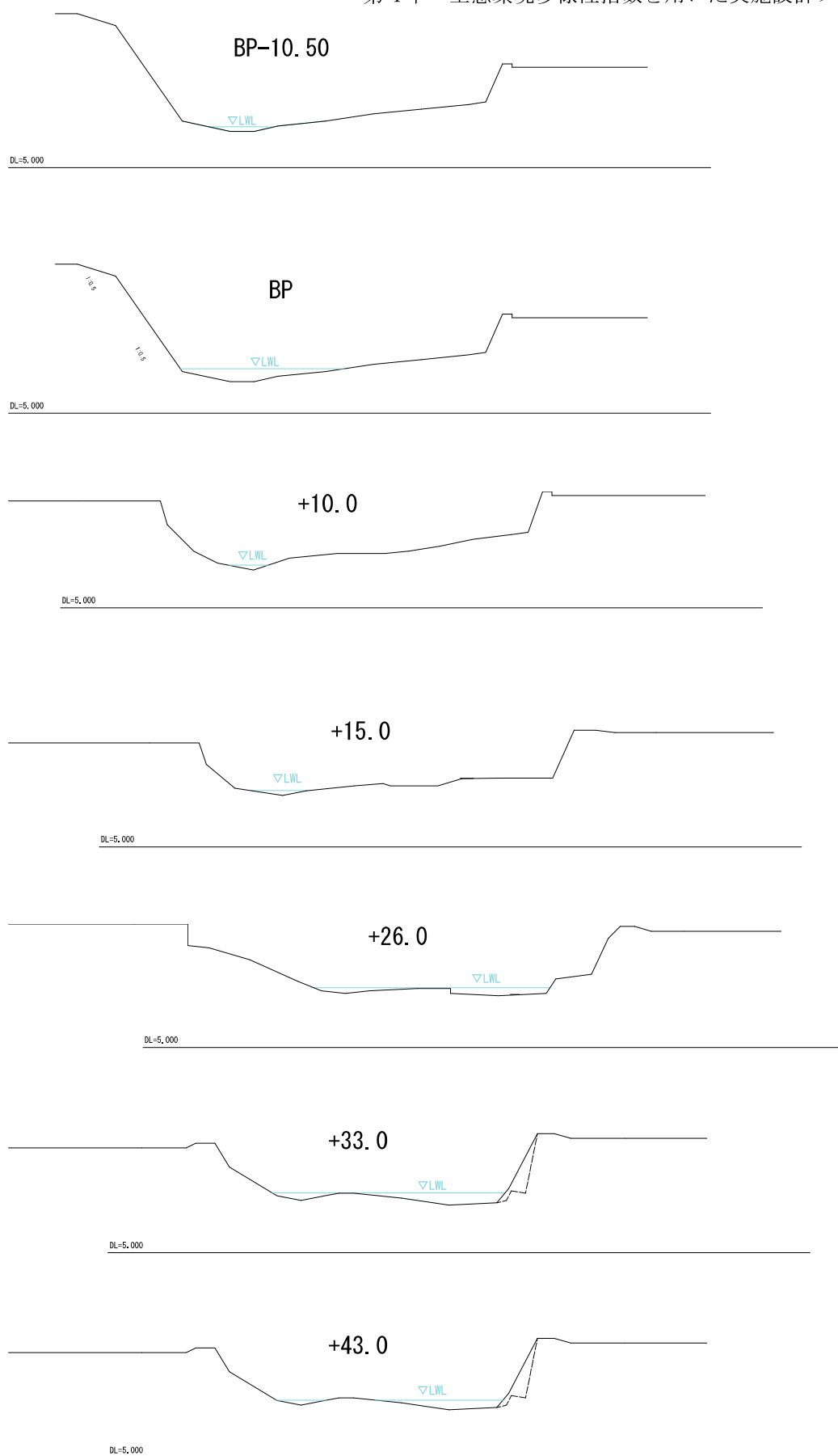


図-17 災害時横断面図

表-9 現況縦断入力データ化

縦断データ	測点名称	区間距離 (m)	追加距離 (m)	最低河床高 (m)	粗度係数 レベル1
1	BP-10.5	0.0	0.0	6.52	0.03
2	BP	10.5	10.5	6.32	0.03
3	+10.0	10.0	20.5	6.59	0.03
4	+15.0	5.0	25.5	7.1	0.03
5	+26.0	11.0	36.5	7.24	0.03
6	+33.0	7.0	43.5	7.2	0.03
7	+43.0	10.0	53.5	7.26	0.03

表-10-1 現況横断入力データ化

横断データ	BP-10.5	
no	X	Y
1	54.67	11.45
2	55.59	11.45
3	55.19	10.95
4	59.99	6.95
5	61.99	6.52
6	62.99	6.52
7	63.99	6.75
8	65.99	7.25
9	67.99	6.95
10	69.99	7.25
11	72.69	7.75
12	73.39	9.35
13	73.79	9.35
14	73.79	9.20

横断データ	BP	
no	X	Y
1	54.67	11.25
2	55.58	11.25
3	57.19	10.75
4	59.98	6.75
5	61.99	6.32
6	62.99	6.32
7	63.99	6.55
8	65.99	6.75
9	67.98	7.05
10	72.69	7.55
11	73.38	9.15
12	73.79	9.15
13	73.79	9.00
14	79.45	9.00

横断データ	+10.0	
no	X	Y
1	50.53	9.47
2	56.89	9.48
3	57.19	8.48
4	58.29	7.37
5	59.29	6.87
6	60.79	6.59
7	62.29	7.07
8	64.29	7.28
9	66.29	7.28
10	67.28	7.37
11	68.59	7.58
12	69.99	7.86
13	72.29	8.17
14	72.88	9.92
15	73.29	9.86
16	73.29	9.71
17	79.7	9.71

横断データ	+15.0	
no	X	Y
1	48.91	9.30
2	56.89	9.30
3	57.19	8.40
4	58.39	7.40
5	60.38	7.10
6	61.39	7.30
7	63.39	7.50
8	64.59	7.60
9	64.89	7.50
10	66.89	7.50
11	67.89	7.8
12	71.69	7.83
13	72.59	9.83
14	73.49	9.83
15	74.29	9.73
16	80.94	9.73

横断データ			+26.0
no	X	Y	
1	47.08	10.24	
2	54.59	10.24	
3	54.59	9.34	
4	55.49	9.24	
5	57.18	8.74	
6	60.19	7.44	
7	61.19	7.34	
8	62.18	7.44	
9	64.19	7.54	
10	65.59	7.54	
11	65.59	7.34	
12	67.58	7.24	
13	69.59	7.34	
14	69.98	7.94	
15	71.48	8.14	
16	72.18	9.64	
17	72.68	10.14	
18	73.28	10.14	
19	73.98	9.94	
20	79.42	9.94	

横断データ			+33.0
no	X	Y	
1	48.55	9.60	
2	55.98	9.60	
3	56.39	9.81	
4	57.19	9.81	
5	57.79	8.81	
6	59.78	7.60	
7	60.78	7.40	
8	61.29	7.50	
9	62.39	7.71	
10	62.98	7.70	
11	64.98	7.50	
12	66.99	7.20	
13	68.98	7.30	
14	69.48	7.90	
15	70.68	10.20	
16	71.39	10.20	
17	72.08	10.00	
18	77.78	10.00	

横断データ			+43.0
no	X	Y	
1	48.55	9.66	
2	55.98	9.66	
3	56.39	9.87	
4	57.19	9.87	
5	57.79	8.87	
6	59.78	7.66	
7	60.78	7.46	
8	61.29	7.56	
9	62.39	7.77	
10	62.98	7.76	
11	64.98	7.56	
12	66.99	7.26	
13	68.98	7.36	
14	69.48	7.36	
15	70.68	10.26	
16	71.39	10.26	
17	72.08	10.06	
18	77.78	10.06	

粗度係数は、河道の状況を確認して、下図-18 から適切な値を採用する。

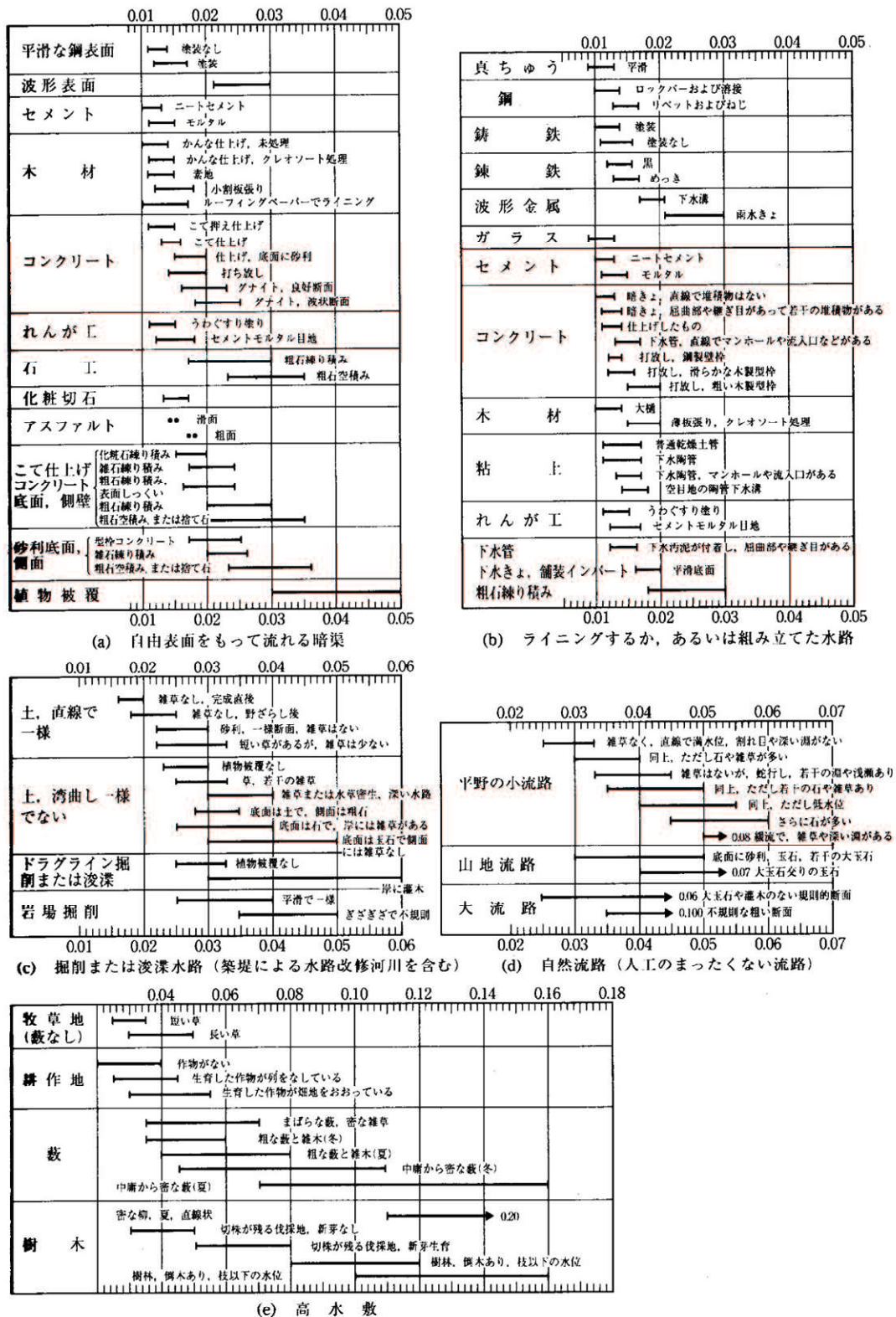


図-18 Manning の粗度係数 n の概略値 水理公式集³¹⁾

今回の計算に用いる粗度係数は、

山地流路，砂利，玉石 ————— 0.030 ~ 0.050

から、0.03 を採用する。

また、ブロック護岸の潤辺が河床の潤辺に比べて小さいため、入力 of 簡素化から粗度の違いは無視し、すべての粗度係数を 0.03 として計算する。

表-12 災害時の計算結果

測点	区間長(m)	水面積(m ²)	水深(m)	流速(m/s)	底質	植生	水深カテゴリ	流速カテゴリ	底質カテゴリ	植生カテゴリ	環境型	環境型数S
BP-10.5	0.0	2.5	1.13	1.12	砂礫	有り	3	3	2	2	3322	1
			0.18	1.12	砂礫	無	1	3	2	1	1321	2
			0.15	1.12	砂礫	有り	1	3	2	2	1322	3
BP	10.5	6.9	0.41	0.19	砂礫	無	2	1	2	1	2121	4
			0.54	0.19	砂礫	無	2	1	2	1	2121	4
			0.29	0.19	砂礫	有り	1	1	2	2	1122	5
+10.0	10.0	1.6	0.09	2.38	砂礫	無	1	3	2	1	1321	2
			0.19	2.38	砂礫	無	1	3	2	1	1321	2
			0.13	2.38	砂礫	有り	1	3	2	2	1322	3
+15.0	5.0	2.3	0.11	1.07	砂礫	無	1	3	2	1	1321	2
			0.20	1.07	砂礫	無	1	3	2	1	1321	2
			0.12	1.07	砂礫	有り	1	3	2	2	1322	3
+26.0	11.0	9.9	0.20	0.34	砂礫	有り	1	2	2	2	1222	6
			0.23	0.34	砂礫	無	2	2	2	1	2221	7
			0.30	0.34	砂礫	有り	2	2	2	2	2222	8
+33.0	7.0	9.7	0.32	0.42	砂礫	無	2	2	2	1	2221	7
			0.16	0.42	砂礫	無	1	2	2	1	1221	9
			0.48	0.42	砂礫	有り	2	2	2	2	2222	8
+43.0	10.0	6.2	0.23	0.53	砂礫	有り	2	2	2	2	2222	8
			0.28	0.53	砂礫	有り	2	2	2	2	2222	8
			0.41	0.53	砂礫	無	2	2	2	1	2221	7
											合計	9

S	N
3322	1
1321	5
1322	3
2121	2
1122	1
1222	1
2221	3
2222	4
1221	1
合計	21

災害時の生物多様性指数 EED は下記の値となる。

$$EED=1-\{(1/21)^2+(5/21)^2+(3/21)^2+(2/21)^2+(1/21)^2+(1/21)^2+(3/21)^2+(4/21)^2+(1/21)^2\}$$

$$= 0.87$$

ケース2：設計時

図面を基に、不等流計算をし、EEDを求める。

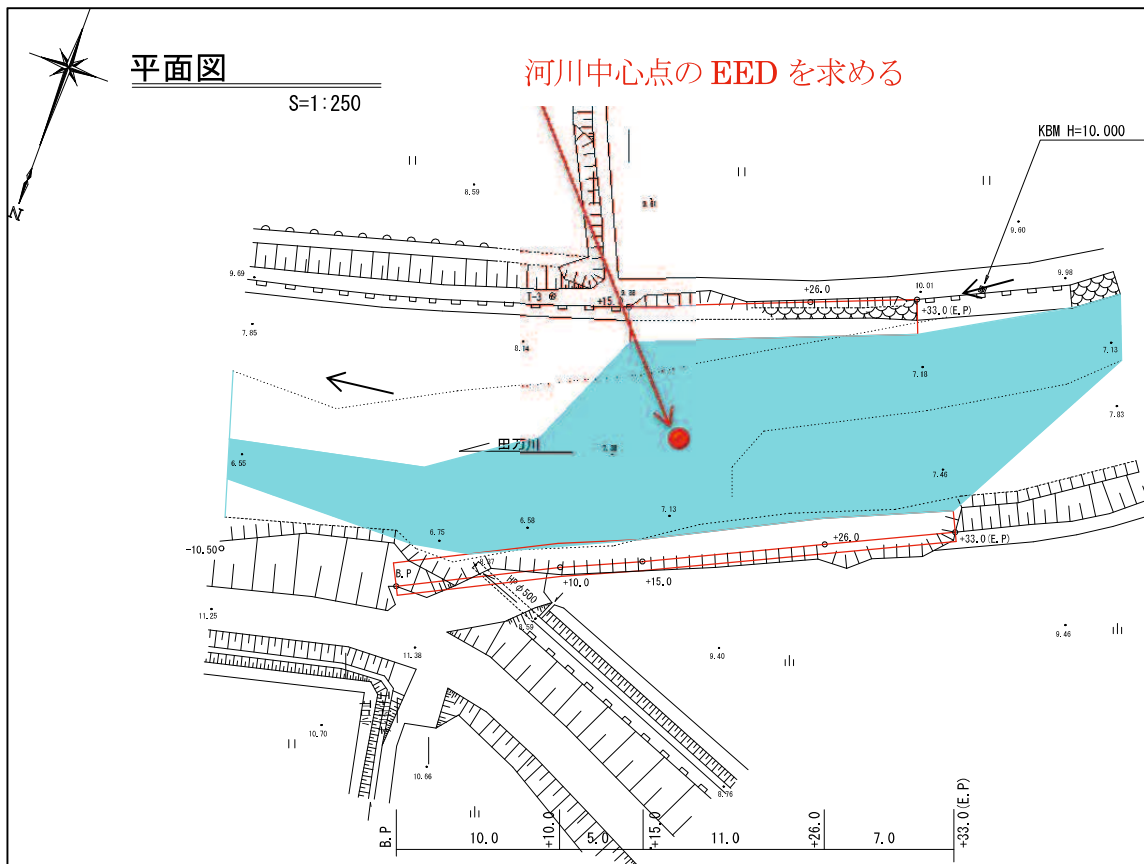
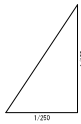


図-19 設計時の平面図

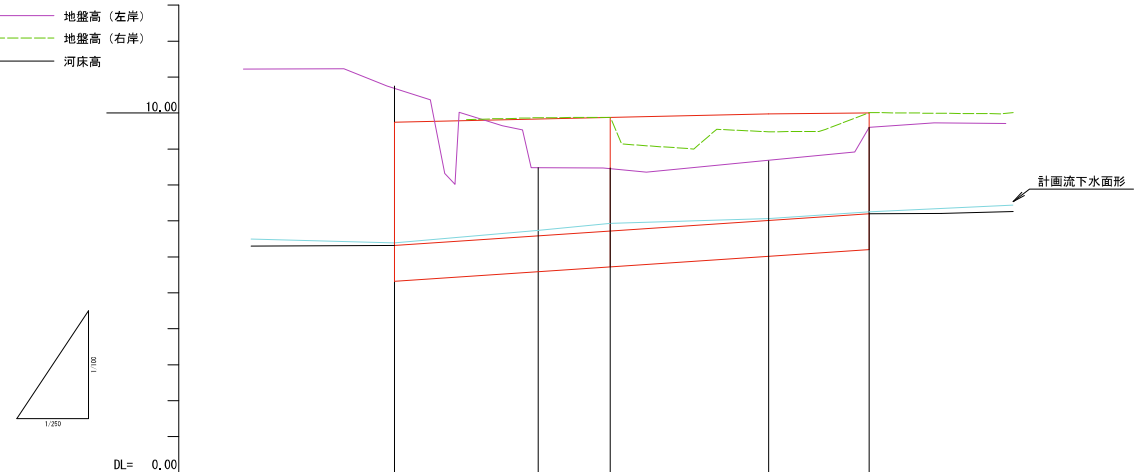
縦断図

V=1:100 H=1:250

- 地盤高 (左岸)
- - - 地盤高 (右岸)
- 河床高



DL= 0.00



勾配					
計画高	6.32	6.59	6.72	7.01	7.20
河床高	6.32	6.57	7.10	7.24	7.20
地盤高 (右岸)			9.85	9.44	10.00
地盤高 (左岸)	10.75	8.45	8.45	8.07	8.67
追加距離	0.000	10.000	15.000	26.000	33.000
区間距離	0.000	10.000	5.000	11.000	1.000
測点	B.P	+10.0	+15.0	+26.0	+33.0(B.P)

図-20 設計時の縦断図

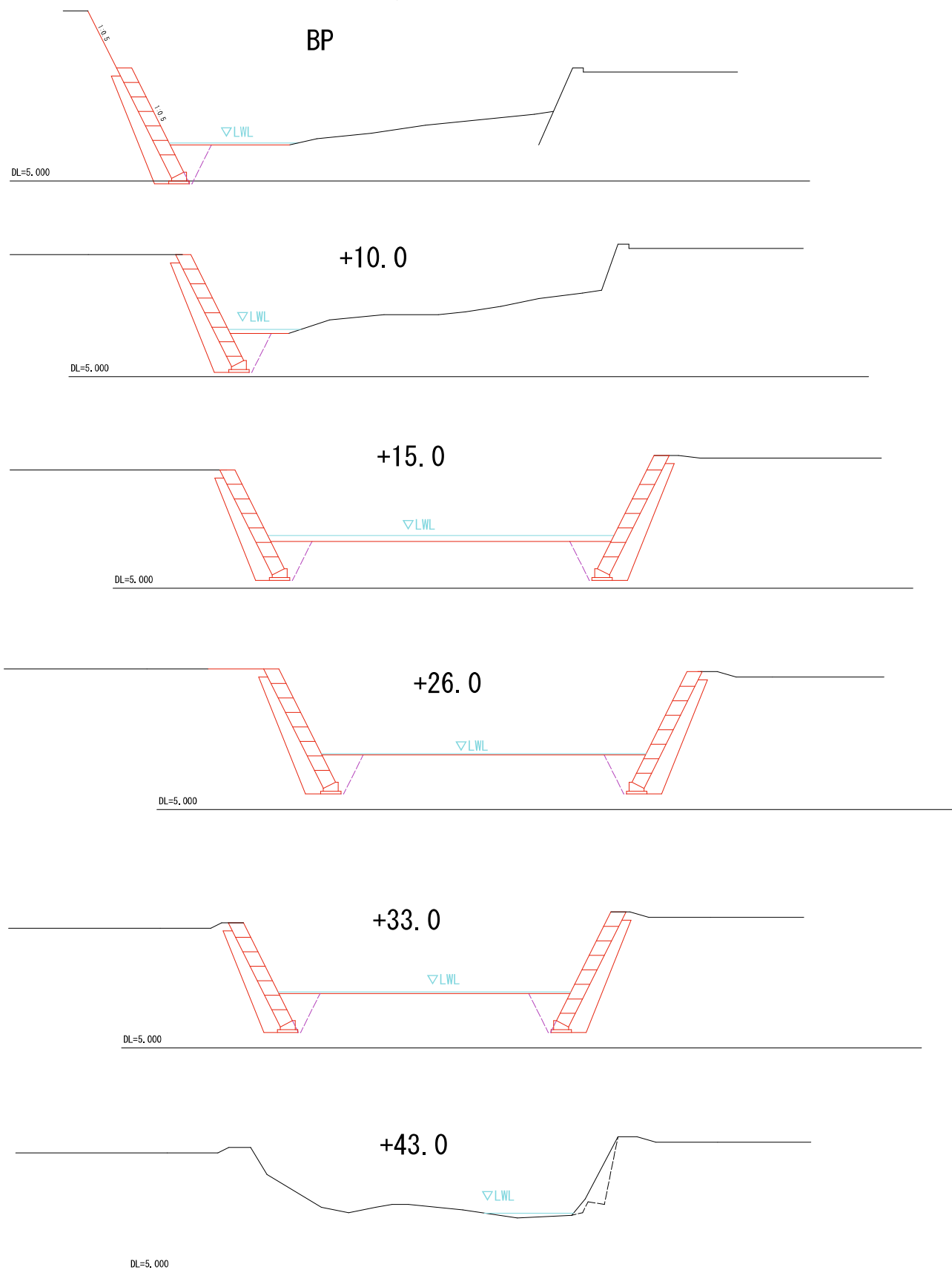


図-21 設計時の横断面図

表-13 設計時の縦断データ化

縦断データ	測点名称	区間距離 (m)	追加距離 (m)	最低河床高 (m)	粗度係数 レベル1
1	BP-10.5	0.0	0.0	6.30	0.03
2	BP	10.5	10.5	6.32	0.03
3	+10.0	10.0	20.5	6.59	0.03
4	+15.0	5.0	25.5	6.63	0.03
5	+26.0	11.0	36.5	7.08	0.03
6	+33.0	7.0	43.5	7.20	0.03
7	+43.0	10.0	53.5	7.26	0.03

表-14-1 設計時の横断データ化

横断データ		BP-10.5
no	X	Y
1	54.67	11.45
2	55.59	11.45
3	55.19	10.95
4	59.99	6.95
5	61.99	6.52
6	62.99	6.52
7	63.99	6.75
8	65.99	7.25
9	67.99	6.95
10	69.99	7.25
11	72.69	7.75
12	73.39	9.35
13	73.79	9.35
14	73.79	9.20
15	79.45	9.20

横断データ		BP
no	X	Y
1	54.67	11.25
2	55.58	11.25
3	57.19	9.15
4	59.98	9.15
5	61.99	6.32
6	62.99	6.32
7	63.99	6.55
8	65.99	6.75
9	67.98	7.05
10	72.69	7.55
11	73.38	9.15
12	73.79	9.15
13	73.79	9.00
14	79.45	9.00

表-14-2 設計時の横断データ化

横断データ			+10.0
no	X	Y	
1	50.53	9.47	
2	56.89	9.48	
3	57.19	9.48	
4	58.29	6.59	
5	59.29	6.59	
6	60.79	6.59	
7	62.29	7.07	
8	64.29	7.28	
9	66.29	7.28	
10	67.28	7.37	
11	68.59	7.58	
12	69.99	7.86	
13	72.29	8.17	
14	72.88	9.92	
15	73.29	9.86	
16	73.29	9.71	
17	79.7	9.71	

横断データ			+15.0
no	X	Y	
1	48.91	9.30	
2	56.89	9.30	
3	57.19	8.40	
4	58.50	6.67	
5	60.01	6.67	
6	69.49	6.67	
7	70.98	6.63	
8	72.59	9.83	
9	73.49	9.83	
10	74.29	9.73	
11	80.94	9.73	

横断データ			+26.0
no	X	Y	
1	47.08	10.24	
2	57.19	10.24	
3	58.76	7.08	
4	70.16	7.08	
5	72.19	10.14	
6	72.74	10.14	
7	73.28	10.14	
8	73.98	9.94	
9	79.42	9.94	

横断データ			+33.0
no	X	Y	
1	48.55	9.60	
2	55.98	9.60	
3	56.39	9.81	
4	57.19	10.42	
5	58.49	7.81	
6	69.12	7.82	
7	70.68	10.20	
8	71.39	10.20	
9	72.08	10.00	
10	77.78	10.00	

横断データ			+43.0
no	X	Y	
1	48.55	9.66	
2	55.98	9.66	
3	56.39	9.87	
4	57.19	9.87	
5	57.79	8.87	
6	59.78	7.66	
7	60.78	7.46	
8	61.29	7.56	
9	62.39	7.77	
10	62.98	7.76	
11	64.98	7.56	
12	66.99	7.26	
13	68.98	7.36	
14	69.48	7.36	
15	70.68	10.26	
16	71.39	10.26	
17	72.08	10.06	
18	77.78	10.06	

表-15 設計時の計算結果

測点	区間長 (m)	水面積 (㎡)	水深(m)	流速(m/s)	底質	植生	水深 カテゴリ	流速 カテゴリ	底質 カテゴリ	植生 カテゴリ	環境型	環境型 数S
BP-10.5	0.0	2.5	0.10	1.12	砂礫	有り	1	3	2	2	1322	1
			0.15	1.12	砂礫	無	1	3	2	1	1321	2
			0.16	1.12	砂礫	有り	1	3	2	2	1322	1
BP	10.5	4.7	0.07	1.24	砂礫	無	1	3	2	1	1321	2
			0.07	1.24	砂礫	無	1	3	2	1	1321	2
			0.07	1.24	砂礫	有り	1	3	2	2	1322	1
+10.0	10.0	2.7	0.14	1.12	砂礫	無	1	3	2	1	1321	2
			0.14	1.12	砂礫	無	1	3	2	1	1321	2
			0.14	1.12	砂礫	有り	1	3	2	2	1322	1
+15.0	5.0	12.7	0.20	0.18	砂礫	無	1	1	2	1	1121	3
			0.20	0.18	砂礫	無	1	1	2	1	1121	3
			0.20	0.18	砂礫	無	1	1	2	1	1121	3
+26.0	11.0	11.9	0.05	0.69	砂礫	無	1	3	2	1	1321	3
			0.05	0.69	砂礫	無	1	3	2	1	1321	3
			0.05	0.69	砂礫	無	1	3	2	1	1321	3
+33.0	7.0	10.8	0.05	0.73	砂礫	無	1	3	2	1	1321	3
			0.05	0.73	砂礫	無	1	3	2	1	1321	3
			0.05	0.73	砂礫	無	1	3	2	1	1321	3
+43.0	10.0	6.2	0.18	1.05	砂礫	有り	1	3	2	2	1322	1
			0.18	1.05	砂礫	無	1	3	2	1	1321	2
			0.18	1.05	砂礫	無	1	3	2	1	1321	2
合計											3	

S	N
1322	5
1321	7
1121	9
合計	21

設計時の生物多様性指数 EED は下記の値となる。

$$EED=1-\{(5/21)^2+(7/21)^2+(9/21)^2\}$$

$$= 0.65$$

ケース3：工事2年後河川

工事2年後の河川を踏査したデータを基に不等流計算し、EEDを求める。

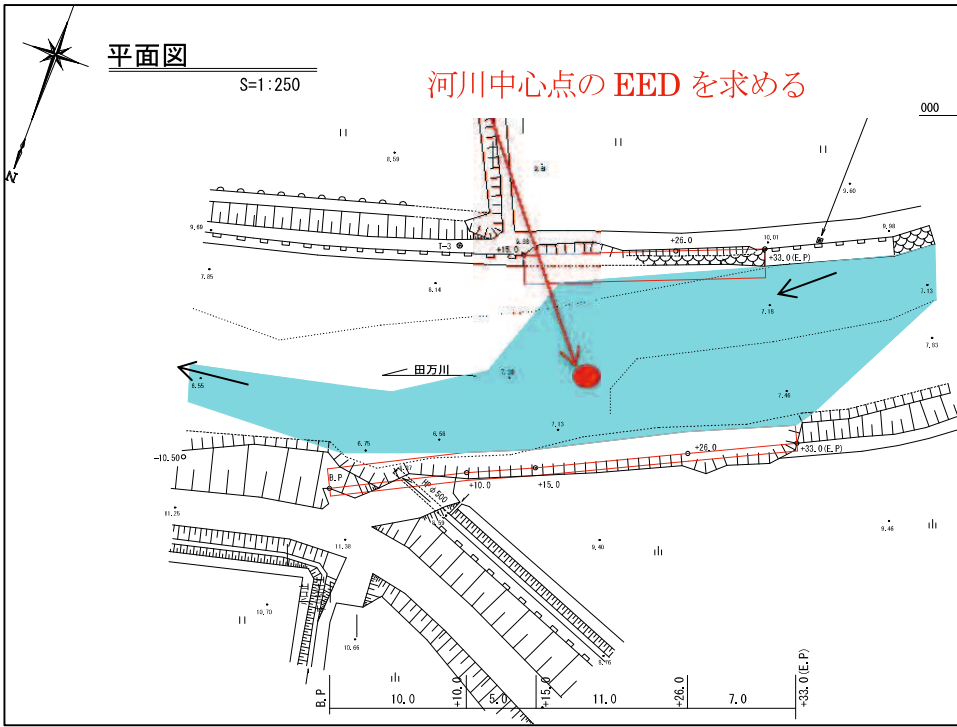


図-22 工事2年後の平面図

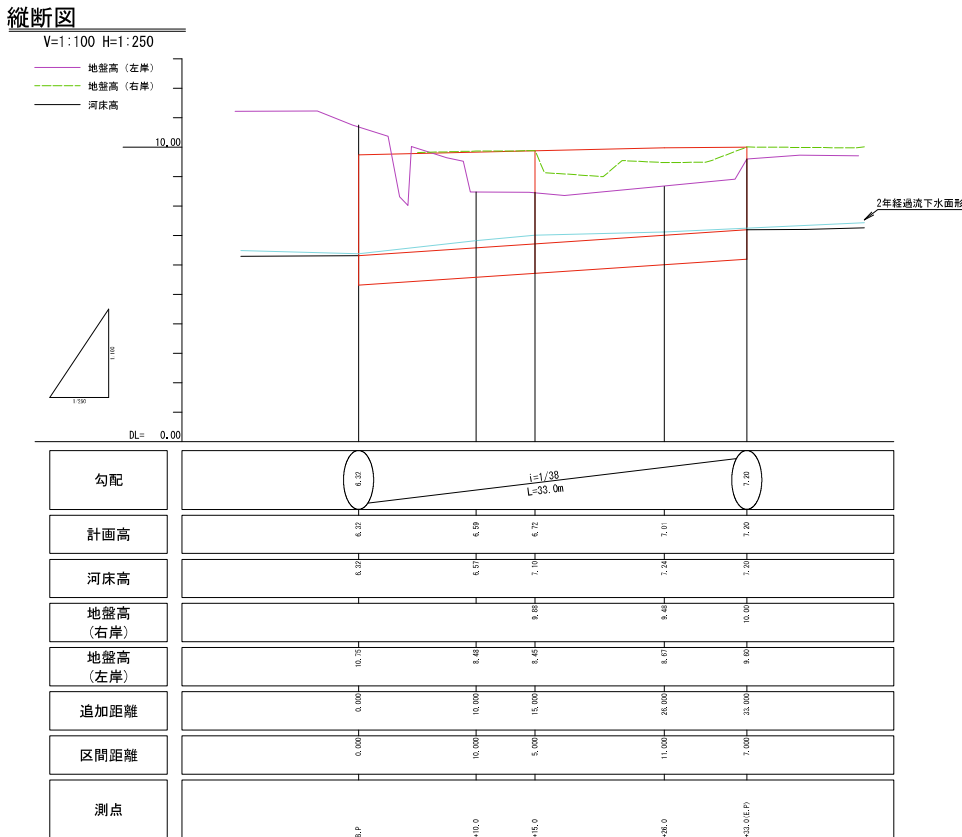


図-23 工事2年後の縦断面図

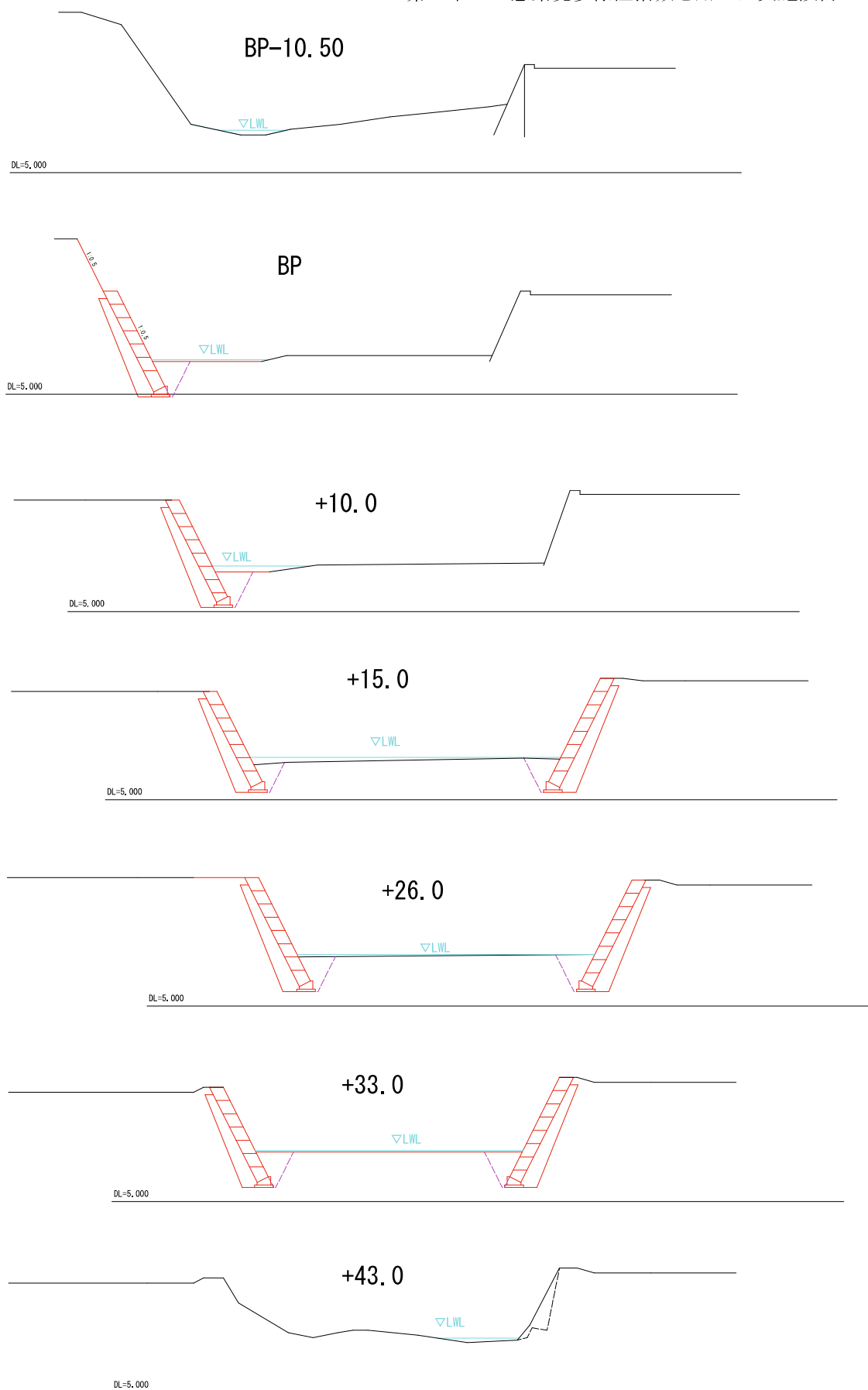


図-24 工事2年後の横断面



全景 (平成27年12月) 施工2年後



BP-10.5 (未施工横断箇所)



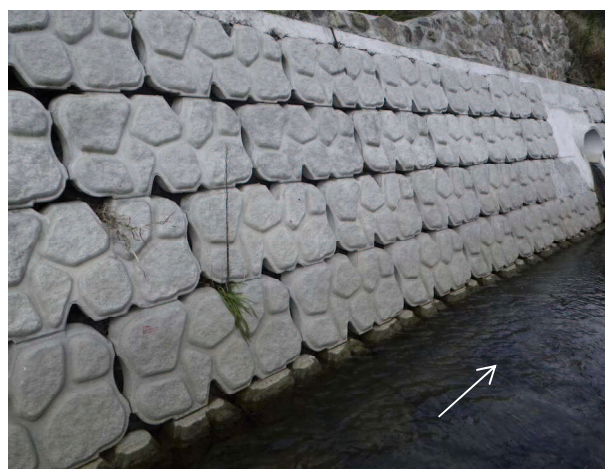
BP (施工済み横断箇所)



+33.0 (施工済み横断箇所)



+43.0 (未施工横断箇所)



+10.0 左岸 (新設ブロック護岸)

写真-9 施工2年後写真

同様に、縦断、横断入力データ化し、不等流計算を行なう。

表-16 工事2年後の計算結果

測点	区間長 (m)	水面積 (㎡)	水深 (m)	流速 (m/s)	底質	植生	水深 カテゴリ	流速 カテゴリ	底質 カテゴリ	植生 カテゴリ	環境型	環境 型数 S
BP-10.5	0.0	2.7	0.13	1.12	砂礫	有り	1	3	2	2	1322	1
			0.19	1.12	砂礫	無	1	3	2	1	1321	2
			0.19	1.12	砂礫	有り	1	3	2	2	1322	1
BP	10.5	4.7	0.06	1.33	砂礫	無	1	3	2	1	1321	2
			0.06	1.33	砂礫	無	1	3	2	1	1321	2
			0.06	1.33	砂礫	有り	1	3	2	2	1322	1
+10.0	10.0	3.9	0.23	1.05	砂礫	無	2	3	2	1	2321	3
			0.23	1.05	砂礫	無	2	3	2	1	2321	3
			0.19	1.05	砂礫	有り	1	3	2	2	1322	1
+15.0	5.0	12.5	0.21	0.26	砂礫	無	2	2	2	1	2221	4
			0.10	0.26	砂礫	無	1	2	2	1	1221	5
			0.04	0.26	砂礫	無	1	2	2	1	1221	5
+26.0	11.0	11.9	0.10	0.73	砂礫	無	1	3	2	1	1321	2
			0.06	0.73	砂礫	無	1	3	2	1	1321	2
			0.04	0.73	砂礫	無	1	3	2	1	1321	2
+33.0	7.0	10.8	0.06	0.73	砂礫	無	1	3	2	1	1321	2
			0.06	0.73	砂礫	無	1	3	2	1	1321	2
			0.06	0.73	砂礫	無	1	3	2	1	1321	2
+43.0	10.0	6.2	0.18	1.05	砂礫	有り	1	3	2	2	1322	1
			0.18	1.05	砂礫	無	1	3	2	1	1321	2
			0.18	1.05	砂礫	無	1	3	2	1	1321	2
合計											5	

S	N
1322	5
1321	11
2321	2
2221	1
1221	2
合計	21

工事2年後の生物多様性指数 EED は下記の値となる。

$$EED=1-\{(5/21)^2+(11/21)^2+(2/21)^2+(1/21)^2+(2/21)^2\}$$

$$= 0.65$$

ケース4：魚類生息場を考慮した提案

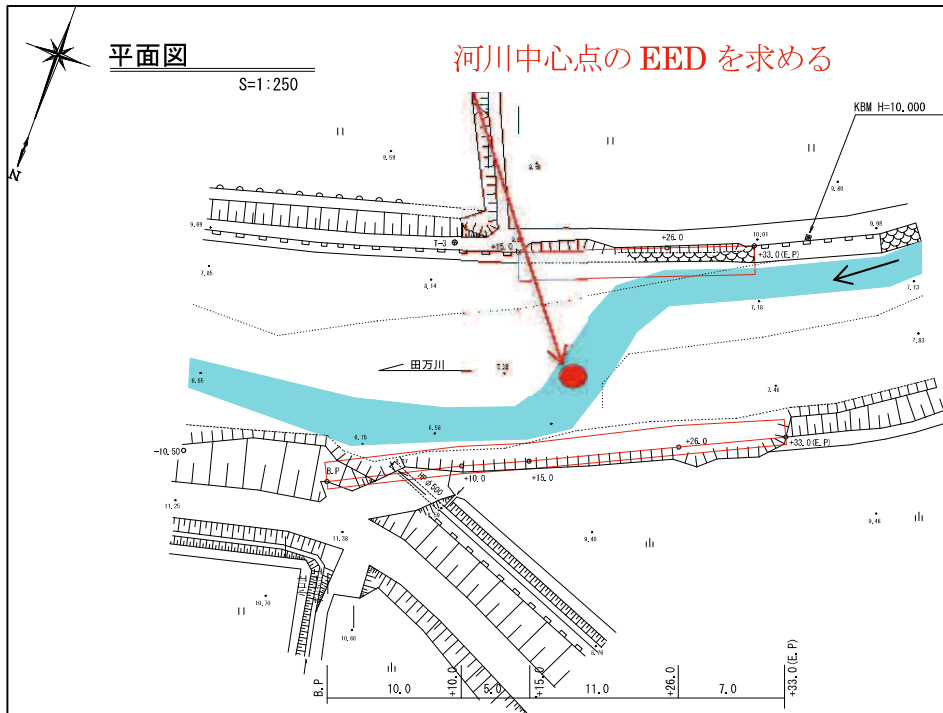


図-25 魚類生息場を考慮した提案の平面図

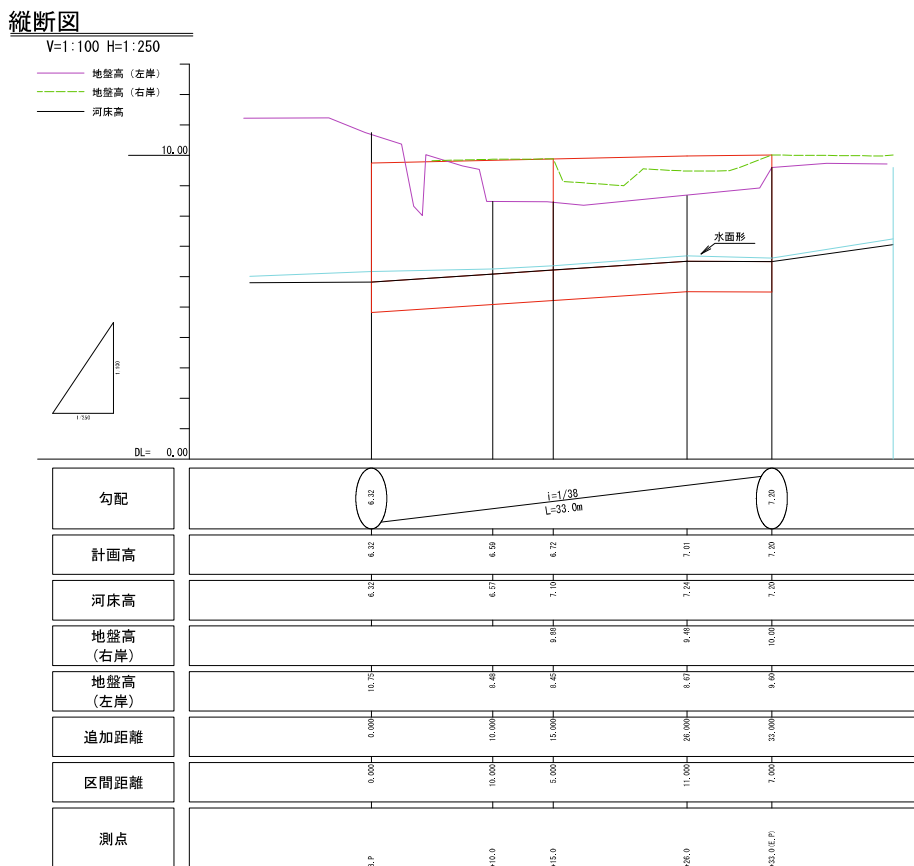


図-26 魚類生息場を考慮した提案の縦断面図

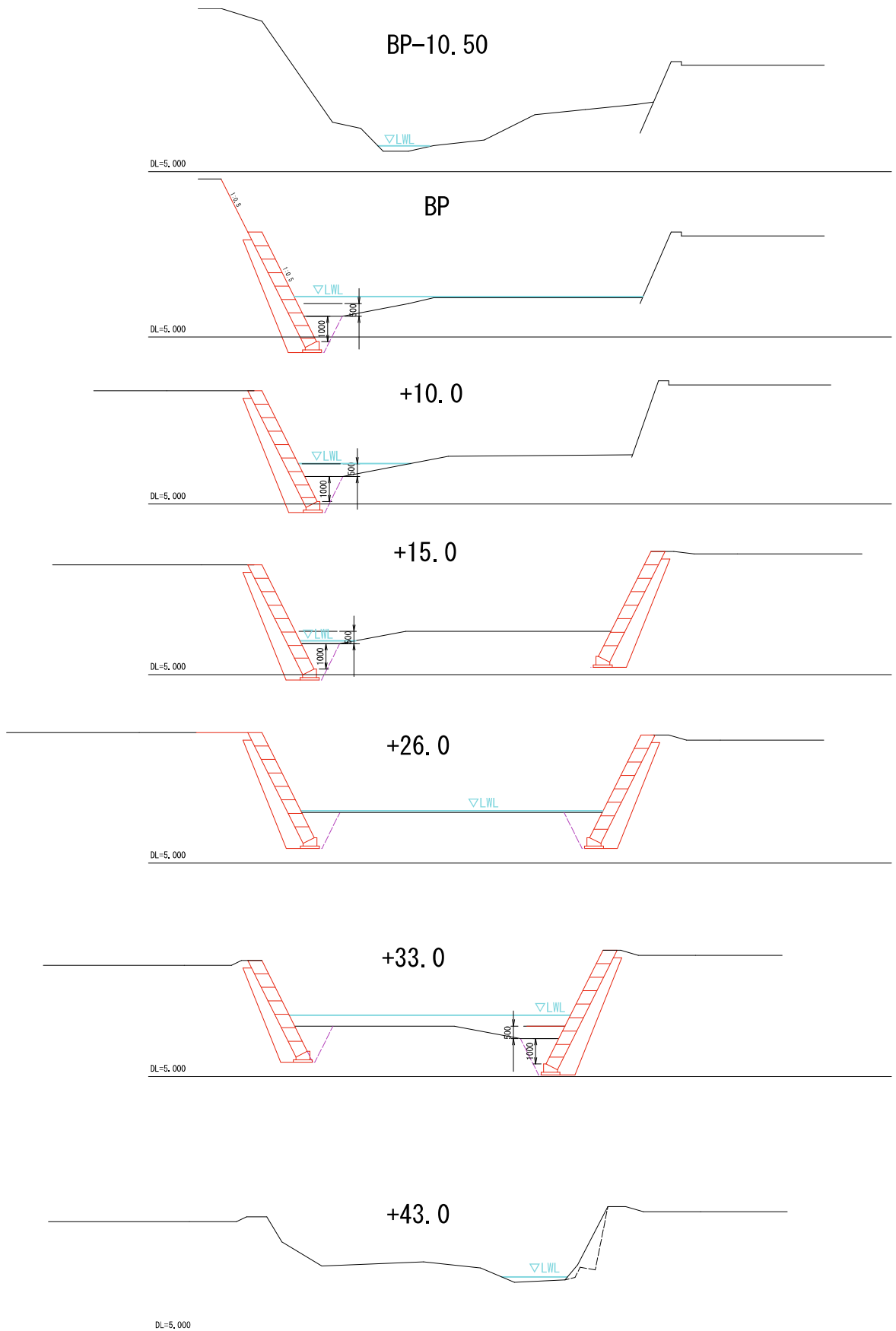


図-27 魚類生息場を考慮した提案の横断面図

表-17 魚類生息場を考慮した提案の縦断入力データ

縦断データ	測点名称	区間距離 (m)	追加距離 (m)	最低河床高 (m)	粗度係数 レベル1
1	BP-10.5	0.0	0.0	5.8	0.03
2	BP	10.5	10.5	5.82	0.03
3	+10.0	10.0	20.5	6.09	0.03
4	+15.0	5.0	25.5	6.22	0.03
5	+26.0	11.0	36.5	6.51	0.03
6	+33.0	7.0	43.5	6.5	0.03
7	+43.0	10.0	53.5	7.06	0.03

表-18-1 魚類生息場を考慮した提案の横断入力データ

横断データ		BP-10.5
no	X	Y
1	54.67	11.45
2	55.59	11.45
3	55.19	10.19
4	59.99	6.95
5	61.10	6.71
6	61.99	5.80
7	62.99	5.80
8	63.99	6.03
9	65.99	6.25
10	67.99	7.25
11	69.99	7.45
12	72.69	7.75
13	73.39	9.35
14	73.79	9.35
15	73.79	9.20
16	79.45	9.20

横断データ		BP
no	X	Y
1	54.67	11.25
2	55.58	11.25
3	56.63	9.15
4	57.19	9.15
5	58.85	5.82
6	60.37	5.82
7	63.99	6.55
8	72.25	6.55
9	73.39	9.15
10	73.79	9.15
11	73.79	9.00
12	79.45	9.00

横断データ		+10.0
no	X	Y
1	50.53	9.48
2	57.19	9.48
3	58.88	6.09
4	60.40	6.09
5	64.57	6.88
6	71.85	6.95
7	72.89	9.87
8	73.29	9.87
9	73.29	9.71
10	79.70	9.71

横断データ		+15.0
no	X	Y
1	48.91	9.35
2	57.19	9.35
3	58.75	6.22
4	60.27	6.22
5	62.89	6.72
6	71.01	6.72
7	72.59	9.88
8	73.49	9.88
9	74.29	9.78
10	80.94	9.78

表-18-2 魚類生息場を考慮した提案の横断入力データ

横断データ		+26.0
no	X	Y
1	47.08	10.17
2	57.19	10.17
3	58.77	7.01
4	66.27	7.01
5	68.89	6.51
6	70.41	6.51
7	72.19	10.07
8	73.29	10.07
9	73.99	9.87
10	79.42	9.87

横断データ		+33.0
no	X	Y
1	48.55	9.40
2	55.99	9.40
3	56.39	9.60
4	57.19	9.60
5	58.49	7.00
6	64.80	7.00
7	67.42	6.50
8	68.94	6.50
9	70.69	10.00
10	71.39	10.00
11	72.09	9.79
12	77.78	9.80

横断データ		+43.0
no	X	Y
1	48.55	9.46
2	55.98	9.46
3	56.37	9.67
4	57.19	9.67
5	57.79	8.67
6	59.78	7.46
7	60.78	7.26
8	61.29	7.36
9	62.39	7.57
10	62.98	7.56
11	64.98	7.36
12	66.99	7.06
13	68.98	7.16
14	69.48	7.76
15	70.68	10.06
16	71.39	10.06
17	72.08	9.86
18	77.78	9.86

表-19 魚類生息場を考慮した提案の計算結果

測点	区間長 (m)	水面積 (㎡)	水深 (m)	流速 (m/s)	底質	植生	水深 カテゴリ	流速 カテゴリ	底質 カテゴリ	植生 カテゴリ	環境型	環境 型数S
BP-10.5	0.0	2.1	0.21	1.20	砂礫	有り	2	3	2	2	2322	1
			0.21	1.20	砂礫	無	2	3	2	1	2321	2
			0.16	0.60	砂礫	有り	1	2	2	2	1222	3
BP	10.5	3.5	0.34	0.46	砂礫	無	2	2	2	1	2221	4
			0.34	0.46	砂礫	無	2	2	2	1	2221	4
			0.22	0.23	砂礫	有り	2	2	2	2	2222	5
+10.0	10.0	2.5	0.16	1.23	砂礫	無	1	3	2	1	1321	6
			0.16	1.23	砂礫	無	1	3	2	1	1321	6
			0.12	0.62	砂礫	有り	1	3	2	2	1322	7
+15.0	5.0	2.2	0.13	1.43	砂礫	無	1	3	2	1	1321	6
			0.13	1.43	砂礫	無	1	3	2	1	1321	6
			0.12	0.72	砂礫	有り	1	3	2	2	1322	7
+26.0	11.0	2.5	0.15	0.57	砂	有り	1	2	3	2	1232	8
			0.17	1.14	砂	無	1	3	3	1	1331	9
			0.17	1.14	砂	無	1	3	3	1	1331	9
+33.0	7.0	2.2	0.09	0.97	砂礫	有り	1	3	2	2	1322	7
			0.11	1.93	砂礫	無	1	3	2	1	1321	6
			0.11	1.93	砂礫	無	1	3	2	1	1321	6
+43.0	10.0	2.4	0.18	1.05	砂礫	有り	1	3	2	2	1322	7
			0.18	1.05	砂礫	無	1	3	2	1	1321	6
			0.18	1.05	砂礫	有り	1	3	2	2	1322	7
合計											7	

S	N
2322	1
2321	1
1222	1
2221	2
2222	1
1321	7
1322	5
1331	2
合計	21

魚類生息場を考慮した提案の生物多様性指数 EED は下記の値となる。

$$EED=1-\{(1/21)^2+(1/21)^2+(1/21)^2+(2/21)^2+(1/21)^2+(7/21)^2+(5/21)^2+(1/21)^2+(2/21)^2\}$$

$$= 0.80$$

4.2.2. ケースの計算結果

災害時，設計時，工事2年後，魚類生息場を考慮した提案の4ケースの計算結果は，下表-20となった。

表-20 4ケースの計算結果

計算ケース	災害時	設計時	工事2年後	魚類生息場を考慮した多様性提案
EED	0.87	0.65	0.65	0.80

災害時は，河川災害直後の測量図を基に入力データを得た。当時の現状写真では災害土砂で上下区間に比べて埋まって浅くなっていると推測されるがまだ凹凸があり，そうした変化で河道の生態環境多様性指数 EED は 0.87 と高い値となった。

設計時は，被災護岸箇所を新設ブロック護岸に計画した査定図面を基に床掘後の河床をフラットにした入力データでの計算結果から河道の生態環境多様性指数 EED は 0.65 と低い値となった。

工事2年後は，現時点の調査を基に入力データを作成した。工事完了時に見栄えを良くするために河床をフラットに仕上げた形跡が残っている。そのため，工事2年経過した現在でもほぼ河床幅全体で流下し，河床の変化が小さく河道の環境多様性指数 EED は 0.65 と低い値となっている。

魚類生息場を考慮した案は，新しくブロック護岸を施工する時に河床を 0.5m 深くし，低水位でも水深が確保できるようにする提案である。渇水期においてもできるだけ水深を確保し魚類が生息できるように深みを最初から設置する提案である。その深みを設置することでサギなどの鳥類からの捕食の危険性が少なくなる長所もある。この箇所では災害前に深みがあったと思われる箇所を再度深みへと工事時点で形成しようというものである。

つまり，深みが形成されやすい水衝部に計画的に深みを造ることで魚類生息場が確保され，以前と同じように右岸から左岸に S 字蛇行することで流速が低下し堆砂することで河道の生態環境

多様性を高める工夫をした。そうした少しの工夫で河道の生態環境多様性指数 EED は 0.80 と高め
めの値となり、魚類にとって工事後の早期な生息環境が形成されることになると考える。

4.3. 施工上の問題点

多自然川づくりが始まり約 25 年が経過したが未だに殆どの河川で河床のフラット化は行なわ
れている。この問題を解決せずに河道環境の生態環境多様性の実現は不可能と考える。そのため
には、是非とも工事関係者に採用できる工法を提案することが必要となってくる。そこで、その
実情を把握し、問題を解決できる簡単な工法を提案した。

4.3.1 河川工事の実情

多自然川づくりポイントブックⅢでは第2章から第4章にわたり中小河川の河道河道計画の
基本や水衝部の重要性が書かれている。特に「みお筋を残し水辺環境へのダメージを少なくする
ことが大切であり現在良好な河岸やみお筋は保全すること」とある。

しかし、現実にはまだ一律の標準横断形で施工している事例が9割にのぼっているという調査
報告⁴⁾ (pp. 238)がある。

河川工事では、ブロック擁壁護岸工事の床掘や資材運搬用の仮設工事用道路が河床に必要とな
る。その仮設工事用道路は、撤去時に河床全体をフラットに仕上げているのが実情である。

その理由は下図-28のように、片岸工事では床掘幅の影響や仮設工事用道路幅の影響で最低約
8.5mが河床に影響を与える。また両岸工事では最低河床幅 17.0mが影響を受ける。また、狭く
なった流水部に対して洪水時の安全のために河床掘削を必要とする工事例もある。

工事完了時には計画河床高で河床をフラット仕上げ、洪水流量に対して安全に流下させる必要
がある。

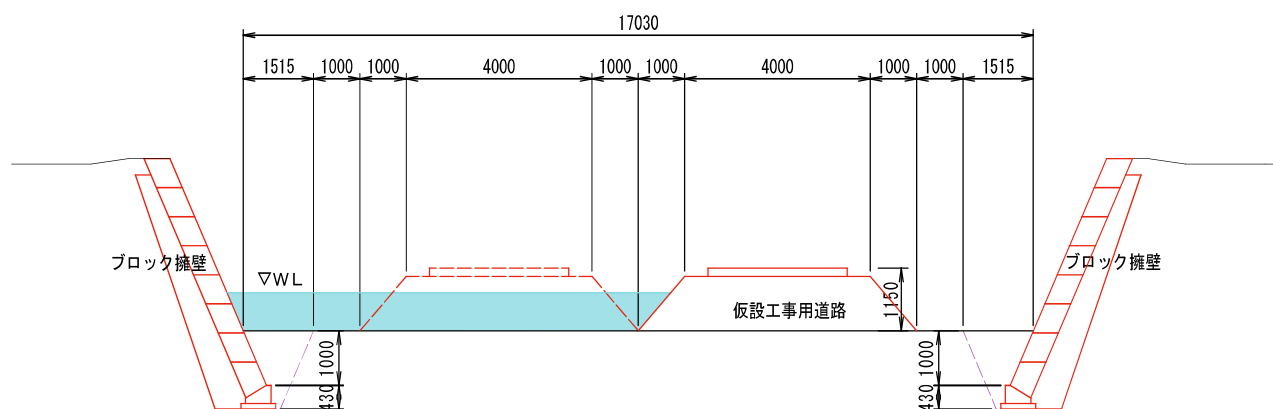


図-28 両岸施工の河床への影響幅の例



写真-10 工事2年後でも河床はフラットな状態 (川幅約15m)

4.3.2. 他の中小河川工事の状況

今回、他の河川工事において河床がどのように施工されているかを調査し、今後河道での魚類生息場としての生態環境多様性を創出するためにはどのような方策が必要か検討することにした。

調査対象河川は、平成25年に激甚災害があった二級河川田万川と阿武川で行った。

a) 護岸工事と仮設工事用道路の状況

写真-11 は、川幅約 30mの工事区間であるが、ブロック護岸施工に河床 2/3 を工事用道路幅とし、1/3 を通水断面幅としている。



阿武川工事中（河床内工事用道路）



阿武川工事中（床掘）

写真-11 ブロック護岸施工

b) 河床の状況

写真-12 と写真-13 は、下流の未施工区間と上流の両岸施工済み区間と対比している。施工済み区間の河床は全てフラットに仕上げられている。



阿武川（未施工）



阿武川 川幅約 30m（施工済）

写真-12 施工済み箇所は河床がフラット施工（a）



阿武川 (未施工)



阿武川 川幅約 30m (施工済)

写真-13 施工済み箇所は河床がフラット施工 (b)

次の写真-14 は、川幅が約 15m の河川工事済み区間である。



田万川 川幅約 15m (右岸施工済)



田万川 川幅約 15m (両岸施工済)

写真-14 施工済み箇所は河床がフラット施工 (c)

右写真は右岸工事のみ、左写真は左岸工事と一部右岸工事であるが河床はフラットに工事されている。



阿武川 川幅 50m (未施工)



阿武川 川幅 50m (工食用道路)

写真-15 工事中の工食用道路の状況

写真-15 は、工事中の川幅約 50m で河床の半分を使い、流水側の土のうと仮設工食用道路の必要幅を確保している。この区間は今後両岸施工されることになっているため現況河床は全て残らないことが予想される。

以上より、河川工事では、ブロック擁壁の床掘、資材運搬、ブロック積工、埋戻を行なうため、両岸施工の場合には川幅約 50m でも現況河床は残らないことが分かった。

河川は、治水の目的から洪水流量を流下させるために河積を確保する必要があり、計画河床から上部は現況地形を残すことはなく、計画河床面を原則としてフラットにせざるを得ない事情があることも原因の 1 つである。

4.3.2.1 多自然川づくりポイントブックⅢとの整合性について

多自然川づくりポイントブックⅢに記載されている「0.6m以上河床を切り下げない」「河床材料は残す」「河道形状を激変しない」などが示されている。しかし、実際の工事と多自然川づくりの目的とかい離が続くことを避けるために、本研究の中で問題を解決できる簡単な工法を提案したい。

4.3.2.2 魚類生息場を考慮した河道施工について

本論文の4.2.1 ケース別の計算，ケース4の事例でも述べている提案工法を用いることで，中小河川であればどんな河川でも簡単に施工できるのが特徴である。

提案工法は，下図-29のように河床のフラットを解消するために，ブロック擁壁前面に深さ0.5mの低水路を設置するだけの簡単な工法である。

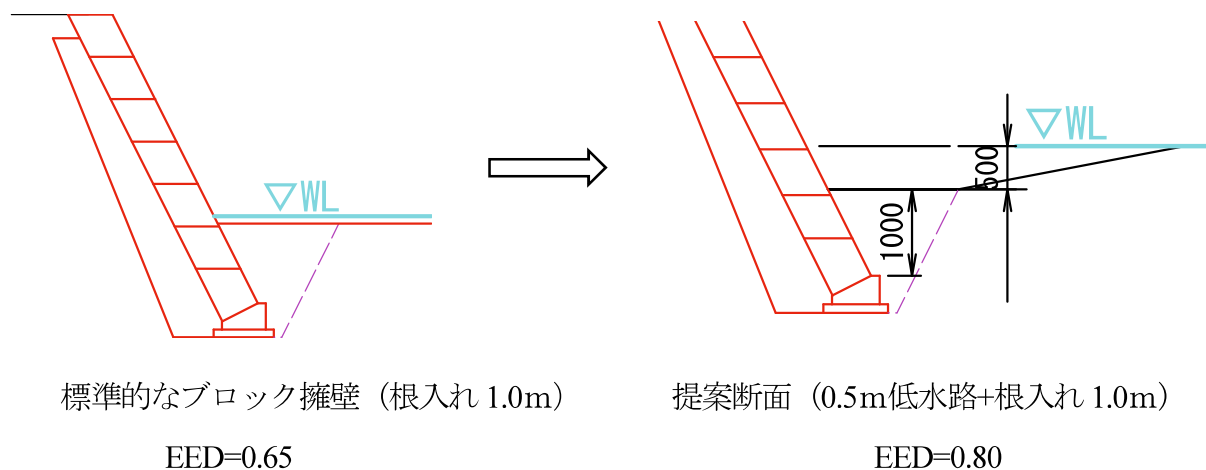


図-29 魚類生息場を考慮した河川断面図の提案

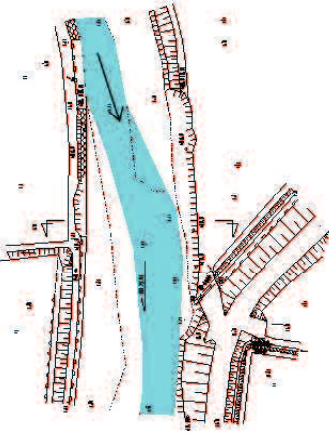
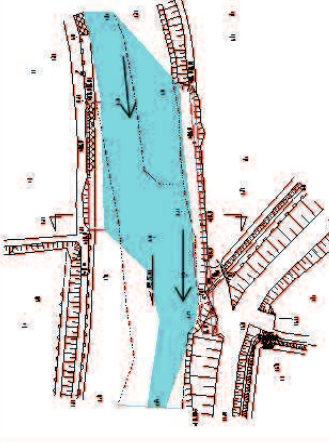
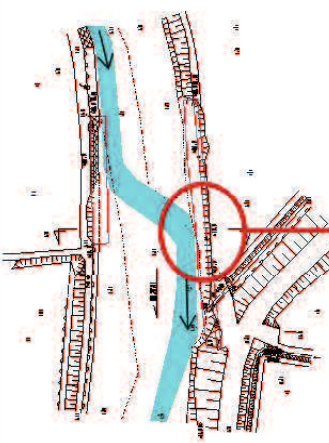


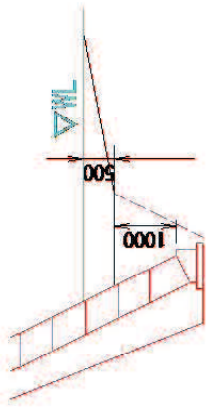



図-29の左側の図は河床がフラットで生態環境多様性指数EEDは、0.65と低い値となる。しかし、右側の0.5m深みを設けた場合のEEDは0.80と高い値となる。

提案断面の長所は、平常時流量時において深みが魚類生息場となる。また、低水路を設けることで渇水期にも水深を確保でき、サギなどの鳥類からの魚の捕獲をできるだけ避ける効果もある。提案断面の短所は、長さ0.5mのブロックの工事費がわずか高くなるだけである。

よって、工事完了直後から魚類の生息場として生態環境多様性指数が高い値を示すことから、中小河川の工法として提案する。

次表-21は、各ケース別の生態環境多様性指数EEDを求めたものを分かりやすくしたものである。

表-21 4 ケースの EED

ケース	災害時	従来の設計	提案
平面図			
写真と提案図			
横断面図			
EED	0.87	0.65	0.80
評価	災害時は多様な環境	設計・施工で単調な環境	深みの計画で多様な環境 原因（水深や流速が多様）

4.4. 魚類生息場を考慮した河川設計フローの提案

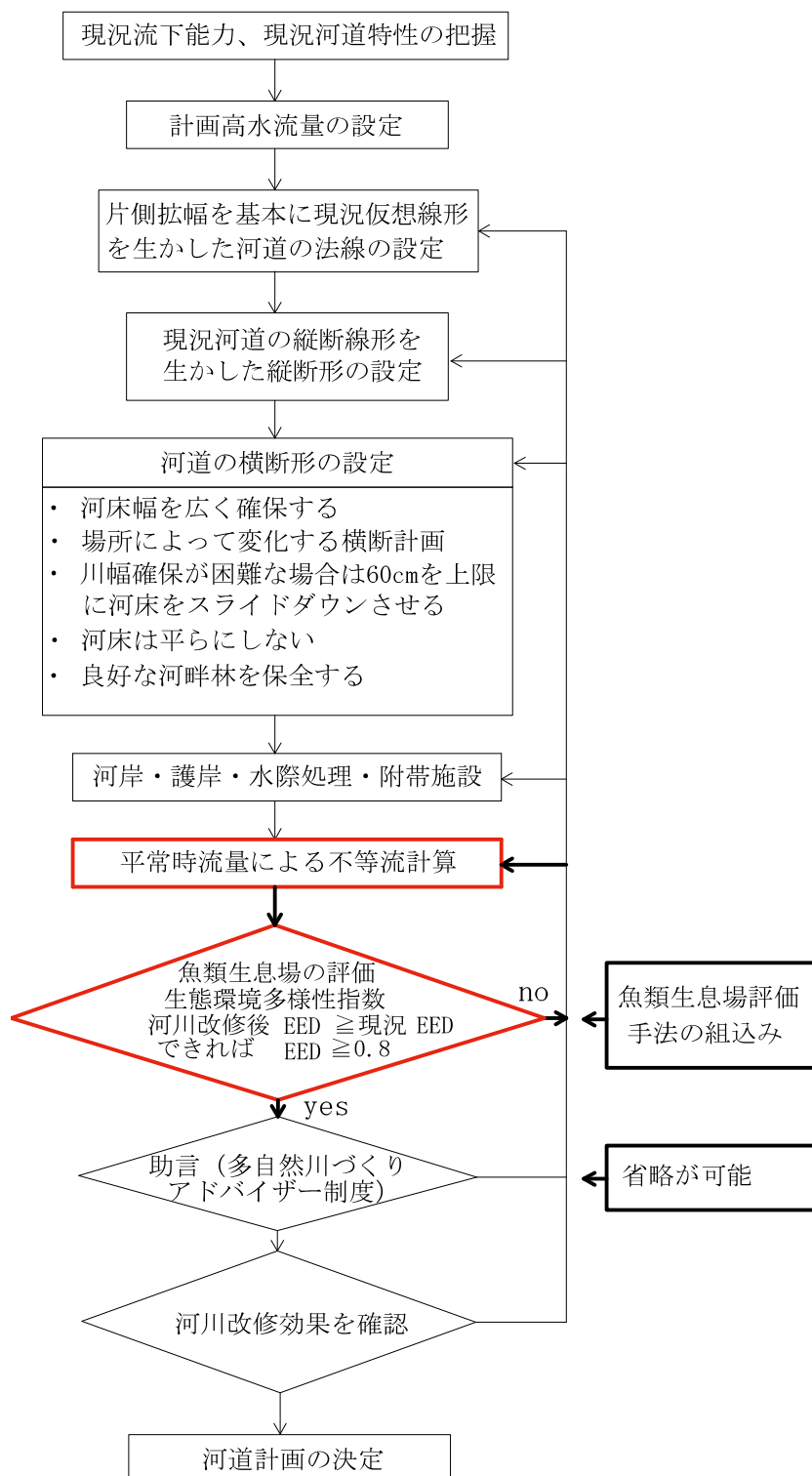


図-30 多自然川づくり実施設計フローの提案
(文献ポイントブックⅢ⁴⁾ pp. 180 の図を加工し、太枠部分を追加)

筆者は、本研究の成果が河川の実実施設計の照査に活用されることを希望している。図-30 は、試案として実施設計フローに本手法を組み込んだ例であるが、通常河川工事でもそのまま応用できる。

手順として最初に現況図を基に河川設計を行い、次に計画図（計画平面図、計画縦横断面図）と水理計算が一応完了した段階で、魚類生息場評価のための基礎データを得ることができる。

その計算方法は、平常時流量等を用いて照査したい個所の不等流計算を行ない水深と流速を得る。底質は、その計算で得た水深、流速を用い、対象河川の他区間における流速と底質の関係を参照して決定する。植生は、既設の護岸と植生状況から、数年後の植生を予想して、植生の有無を決定する。

以上より上記で得られた数値を用いて生態環境多様性指数 EED を求める。生態環境多様性指数 $EED \geq 0.8$ であれば河道が多様区間と判断でき、 $EED < 0.8$ であれば単調区間と判断できる。多様性を増すにはフィードバックして設計を変更する。また、現況と計画の両データから新旧の魚類生息場環境の変化を定量的に判断でき、計画が魚類生息場環境に影響が大きい場合にはフィードバックして河道計画を再考することができる利点がある。

注意点としては、通常河川工事に用いる横断間隔は 40m ピッチで高水流量計算用であるが、平常流量は低水位で少しの河道変化で水面形が変化する。そのため、横断面をできるだけ短距離間隔で補測し、不等流計算から水面形を表現することが必要である。

4.5. 第4章のまとめ

前3章において、中小河川で河道の蛇行や河床の起伏がある場合には生態環境多様性が高い値を示すことが分かった。本章では、実際の河川での使用方法についての検討を行なった。

災害復旧河川での工事前後と工事2年後、さらに魚類生息場を考慮した工法提案の4ケースの計算を行い、提案工法の有効性を証明した。

また、筆者は、本研究の成果が河川の実実施設計の照査に活用されることを希望しており、試案として多自然川づくりの実実施設計フローの中に本手法を組み込むことを提案した。

第5章 結論

本研究の成果は以下のようなものである。

- 1) 多くの魚種に共通して行動モード別の最適生息域となるような流速，水深，底質粒径の値の範囲を定め，植生の有無とあわせてこれらの環境条件の多様性を評価する「生態環境多様性指数」を提案した。
- 2) 現地調査により，生態環境多様性指数は同じ河川で生物多様性の指標の1つである魚種数と明確な正の相関性があることが示された。生態環境多様性指数が0.1増加すると，魚種が約1種増加した。
- 3) 生態環境多様性指数 EED が0.8 以上の場合，目視でも多様な環境を持つ区間と判断されることが示された。
- 4) 計算の実例を示し，魚類生息場を考慮した河川設計フローの提案をした。

以上により，これまで多くの労力が必要であった HSI の作成をすることなく，多様な魚類が生息できる魚類生息場評価ができるようになった。

今後は，評価事例を積むことで妥当性の検証事例を増すと同時に，本手法を実装した流況シミュレーションソフトウェアの開発や，サケ・マスなど異なる体長や生態を持つ魚種が優占する地域・河川規模での生態環境多様性指数の較正などを検討し，本手法の適用可能範囲を明確にする必要がある。ただし，生態環境多様性指数は，複数の魚種の HSI 情報を考慮しているものの，あくまで生息可能な「環境」の多様性を示す指標であるため，魚種の違いには低感度である一方，魚類生息場の良否の方向性を評価するという意味ではロバストな評価指標ではないかと考えている。

この研究の実用化として，多自然川づくりの技術マニュアル「多自然川づくりポイントブックⅢ」に本研究の魚類生息場の評価手法を組み込むことを提案する。この研究の評価方法を取り入れることで魚類等の知識の少ない河川設計技術者でも魚類生息場環境が少しでも良い方向に進む

ような河川改修を行うことができるようになるのではないかと期待する。さらに、多くの実績を積み重ねることで、土木分野の多くで取り入れられつつある「性能規定型設計」を河川設計に導入することが可能となると考える。例えば魚類生息場の重要度や性能をランク分けして、その河川特性に適したランクの設計をすれば、その河川に適した魚類生息場が必然的に設計図として得られる時代が近日来ると期待する。

謝辞

本研究を進めるにあたり、終始ご指導、ご鞭撻を賜りました山口大学大学院理工学研究科関根雅彦教授、今井剛教授、樋口隆哉准教授、山本浩一准教授、神野有生助教には衷心より感謝申しあげます。また、羽田野袈裟義教授、朝位孝二教授には、本論文への有益な助言をいただきましたこと感謝申し上げます。

中西弘名誉教授、浮田正夫名誉教授には、約10年前に浮田教授のドクターゼミに一般社会人として参加させていただき、院生への研究に対する心構えや問題意識、解決へのプロセスについて両教授の熱意ある指導に感銘しました。その時、私は社会人として機会があれば研究し社会のために役立つことができればと思いました。その後、子供3人が社会人となり、すこし気持ちに余裕ができ山口大学大学院技術経営研究科で2年間学び、さらに研究したいと関根教授にお願いし受け入れていただきました。

関根教授には、進学学生と違い社会人学生としてこの4年間大変ご迷惑とご心配をおかけしたと思っています。勤務の都合上、夕方に研究室にお伺いし夜遅くまで懇切丁寧にご指導いただきました。さらに、我が家や近所が水害で被災した時には、研究室全員の方々にヘッドロ搬出をしていただいたこともありました。この4年間、本研究を進めるに当たり、山口大学学生（当時）の塚田恒幸氏、岡室直樹氏、田部崇博氏、金本祐史氏、野口智弘氏、王嘉寧氏に多大なご協力をいただきました。また、本論文の第2章及び第3章は、科研費（基盤（C）24560666）および山口県官学共同研究の補助を受けました。ここに記して謝意を表します。

株式会社リクチコンサルタントの職場の皆さんには、時に励ましの言葉もいただき、大変感謝いたしております。

本論文は、私が社会人として多自然川づくりを永年携わった時からの問題点を、この研究の中で解決したいとの思いを成果としてまとめたものでもあります。

重ねて多くの方々のご指導や励ましに感謝の意を表し、私からの謝辞とさせていただきます。

参考文献

- 1) 建設省河川局,『多自然型川づくり』の推進について(通達),1990.11.
- 2) 建設省監修(社)日本河川協会編:建設省河川砂防技術基準(案),1997.10.
- 3) 国土交通省監修(社)日本河川協会編:国土交通省河川砂防技術基準同解説計画編,2005.11.
- 4) 多自然川づくり研究会:多自然川づくりポイントブックⅢ,中小河川に関する河道計画の技術基準;解説,財団法人リバーフロント整備センター,pp.180,2011.10.
- 5) Clair Stalnaker, Berton L. Lamb, Jim Henriksen, Ken Bovee, John Bartholow: The instream flow incremental methodology; A Primer for IFIM, National Ecology Research Center, National Biological Survey, pp.99, 1994.
- 6) 中村俊六,塚原健一,石川雅朗監訳,W.S. Platts, W.F. Megahan, G.W. Minshall 著:河川・水辺における生物生息環境評価のための調査・数量化手法,建設省豊橋工事事務所,pp.88,1994.
- 7) 中村俊六,石川雅朗,築坂正美,東信行,中村緩徳:河川における魚類生息環境評価(IFIM適用)のための基礎調査,河道の水理と河川環境シンポジウム論文集, pp.127-134,1995.
- 8) 中村俊六,テリー・ワドゥル訳,アメリカ合衆国内務省/国立生物研究所著:IFIM 入門,(財)リバーフロント整備センター, pp.197,1999.3.
- 9) 小出水規行,藪木昭彦,中村俊六:IFIM / PHABSIMによる河川魚類生息環境評価—豊川を例にして—,河川技術に関する論文集, 6, pp.155-160, 2000.
- 10) 楊継東,関根雅彦,浮田正夫,今井剛:行動モードを考慮した魚の生息環境評価手法に関する研究,土木学会論文集,671/VII-18,pp.13-23,2001.2.
- 11) 知花武佳,玉井信行:生息域の季節変動に着目した魚類生息域適性基準に関する研究,水工学論文集,(46),pp.1145-1150,2002.
- 12) 田代喬,伊藤壮志,辻本哲郎:生活史における時間的連続性に着目した魚類生息場の評価,河川技術論文集,8,pp.277-282,2002.
- 13) 知花武佳,辻本哲郎,玉井信行:物理環境の階層構造を考慮した魚類生息場評価法の開発,水工学論文集,48(2),pp.1567-1572,2004.
- 14) 関根雅彦,後藤益滋,伊藤信行,田中浩二,金尾充浩,井上倫道:生息場評価手法を用いたホタル水路の建設,応用生態工学,10(2),pp.103-116,2007.
- 15) 永矢貴之,筈瀬明日香,永矢貴之,白石芳樹,鬼束幸樹,秋山壽一郎,東野誠,高見徹,東均:流況-生息環境評価モデルに基づく最適河道断面の選択手法の提案,環境工学研究論文集,45,pp.39-50,2008.
- 16) 楊継東,関根雅彦,浮田正夫,今井剛:行動モードを考慮した魚の環境選好性に関する実験的研究,土木学会論文集,636/VII-13,pp.35-45,1999.11.

- 17) 川那部浩哉,宮地伝三郎,森主一,原田英司,水原洋城,大串竜一,遡上アユの生態 とくに淵におけるアユの生活様式について:京都大学理学部, 生理・生態学研究業績第 79 号, pp.37, 1956.3.
- 18) 島谷幸宏,小栗幸雄,萱場裕一: 中小河川改修前後の生物生息空間と魚類相の変化,水工学論文集, 第 38 卷, pp.337-344,1994.2.
- 19) 砂田憲吾,川村和也:河道の物理的多様性と生息魚類の多様性に関する基礎的研究,河川技術論文集,(9),pp.415-420,2003.6.
- 20) 宮下直,野田隆史: 種多様性・群集生態学,東京大学出版会,pp.73-105,2003.
- 21) 「USGS」: <http://www.nwrc.usgs.gov/wdb/pub/hsi/hsi-008.pdf>.
- 22) 鬼束幸樹: 板櫃川における魚類生息域の季節変化の調査,水工学論文集 (CD-ROM),(56),2012.2.
- 23) 川本泰生,関根雅彦,楊継東,今井崇史,浮田正夫: IFIM における河川生態環境評価法の精度と普遍性に関する一考察, 環境システム研究, pp.447-452,1998.
- 24) 佐々木丞: 魚の行動圏に基づく瀬と淵の適性配置手法 に関する研究, 山口大学修士論文 (未公刊) , 1999.
- 25) 山嶋佳代子, 関根雅彦, 佐々木丞, 浮田正夫: 河川生息環境評価のための魚の行動圏の現地調査, 土木学会第 55 回年次学術講演会講演概要集, CS-10, pp.20-21, 2000.9.
- 26) 中村俊六,石川雅朗,築坂正美,東信行,中村緩徳: 河川における魚類生息評価 (IFIM 適用)のための基礎調査, 河道の水理と河川環境シンポジウム論文集, pp.127-134,1995.
- 27) 辻本哲郎,田代喬,伊藤壮志: 生活圏の連結性に着目した魚類生息環境評価法の提案と河道内微地形の役割評価,河川技術に関する論文集,(6) ,pp.167-172,2000.6.
- 28) 関根雅彦,浮田正夫,中西弘,内田唯史: 河川環境管理を目的とした生態系モデルにおける生物の環境選好性の定式化,土木学会論文集,No.503/ II -29,pp.177-186, 1994.11.
- 29) 板沢靖男,羽生功:魚類生理学,恒星社厚生閣,1991.
- 30) 環境工学公式・モデル・数値集,社団法人土木学会環境工学委員会,pp.365,2004.6.
- 31) 水理公式集平成 11 年版,pp.89,社団法人土木学会, 1999.11.

参考資料

参考資料-1 : 一の坂川の調査データ

参考資料-2 : 厚東川の調査データ

参考資料-3 : 九田川の調査データ

参考資料-4 : 善和川の調査データ

参考資料-5 : H S I の文献収集資料

参考資料-6 : 英文の要旨

参考資料-1

一の坂川の調査データ

一の坂多様区間（上流）の細分化生データ

日付	調査場所	種名	体長(cm)
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	10
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	3
2013/9/24	一の坂上流上	オイカフ	11
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	8
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	14
2013/9/24	一の坂上流上	ムギツク	13.5
2013/9/24	一の坂上流上	オヤニラミ	12
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	6
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	8
2013/9/24	一の坂上流上	ドンコ	8
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	6
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	9
2013/9/24	一の坂上流上	ドンコ	4
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	10
2013/9/24	一の坂上流上	ドンコ	3
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	9
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	15
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	14
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	9
2013/9/24	一の坂上流上	ムギツク	9.5
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	6
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	15
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	9
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	9
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	7
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	6
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	5.5
2013/9/24	一の坂上流上	ヨシノボリ	6
2013/9/24	一の坂上流上	ヨシノボリ	7
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	6
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	5
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	12
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	11
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	6
2013/9/24	一の坂上流上	ヨシノボリ	5
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	13
2013/9/24	一の坂上流上	ムギツク	11
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	10
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	9
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	9
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	6.5
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	6.5
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	6
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	8
2013/9/24	一の坂上流上	ギギ	4
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	6.5
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	5.5
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	9
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	6
2013/9/24	一の坂上流上	オヤニラミ	9
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	6
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	6.5
2013/9/24	一の坂上流上	アカザ?オコゼ?	7
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	15.5
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	11
2013/9/24	一の坂上流上	ドンコ	13
2013/9/24	一の坂上流上	ドンコ	9
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	10
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	7
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	10
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	8
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	6
2013/9/24	一の坂上流上	ドンコ	4
2013/9/24	一の坂上流上	ヨシノボリ	5

一の坂多様区間（下流）の細分化生データ

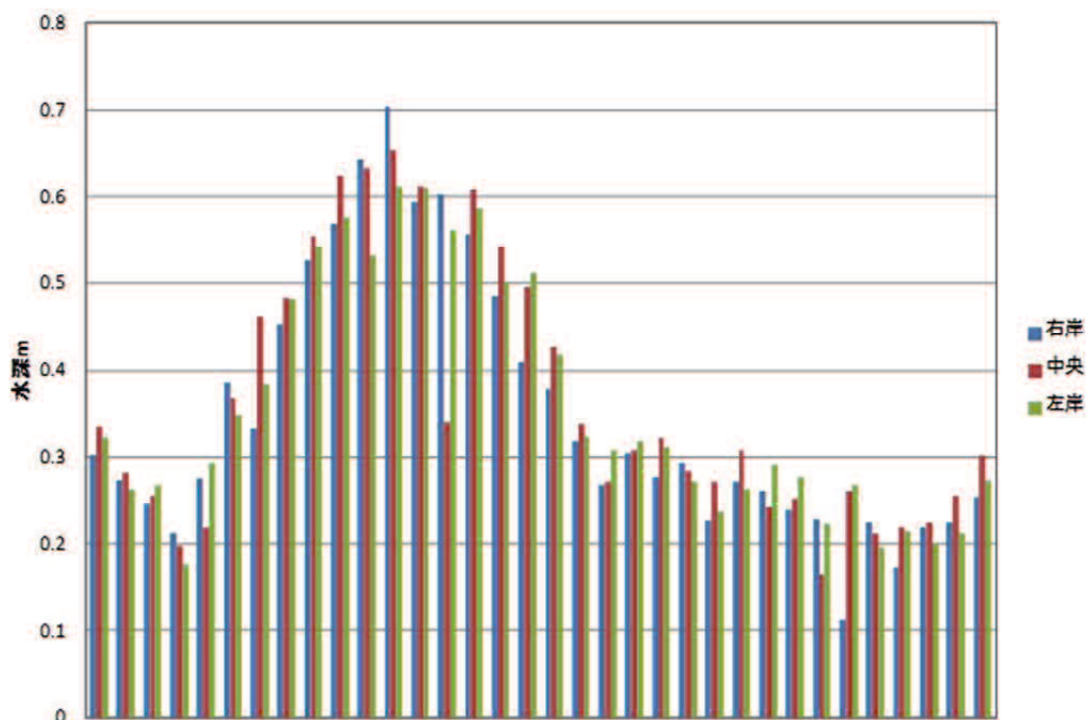
一の坂多様区間（上流）の細分化生データ

日付	調査場所	種名	体長(cm)
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	10
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	3
2013/9/24	一の坂上流上	オイカワ	11
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	8
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	14
2013/9/24	一の坂上流上	ムギツク	13.5
2013/9/24	一の坂上流上	オヤニラミ	12
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	6
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	8
2013/9/24	一の坂上流上	ドンコ	8
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	6
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	9
2013/9/24	一の坂上流上	ドンコ	4
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	10
2013/9/24	一の坂上流上	ドンコ	3
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	9
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	15
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	14
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	9
2013/9/24	一の坂上流上	ムギツク	9.5
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	6
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	15
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	9
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	9
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	7
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	6
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	5.5
2013/9/24	一の坂上流上	ヨシノボリ	6
2013/9/24	一の坂上流上	ヨシノボリ	7
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	6
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	5
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	12
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	11
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	6
2013/9/24	一の坂上流上	ヨシノボリ	5
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	13
2013/9/24	一の坂上流上	ムギツク	11
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	10
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	9
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	9
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	6.5
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	6.5
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	6
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	8
2013/9/24	一の坂上流上	ギギ	4
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	6.5
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	5.5
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	9
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	6
2013/9/24	一の坂上流上	オヤニラミ	9
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	6
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	6.5
2013/9/24	一の坂上流上	アカザ?オコゼ?	7
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	15.5
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	11
2013/9/24	一の坂上流上	ドンコ	13
2013/9/24	一の坂上流上	ドンコ	9
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	10
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	7
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	10
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	8
2013/9/24	一の坂上流上	カワムツ	6
2013/9/24	一の坂上流上	ドンコ	4
2013/9/24	一の坂上流上	ヨシノボリ	5

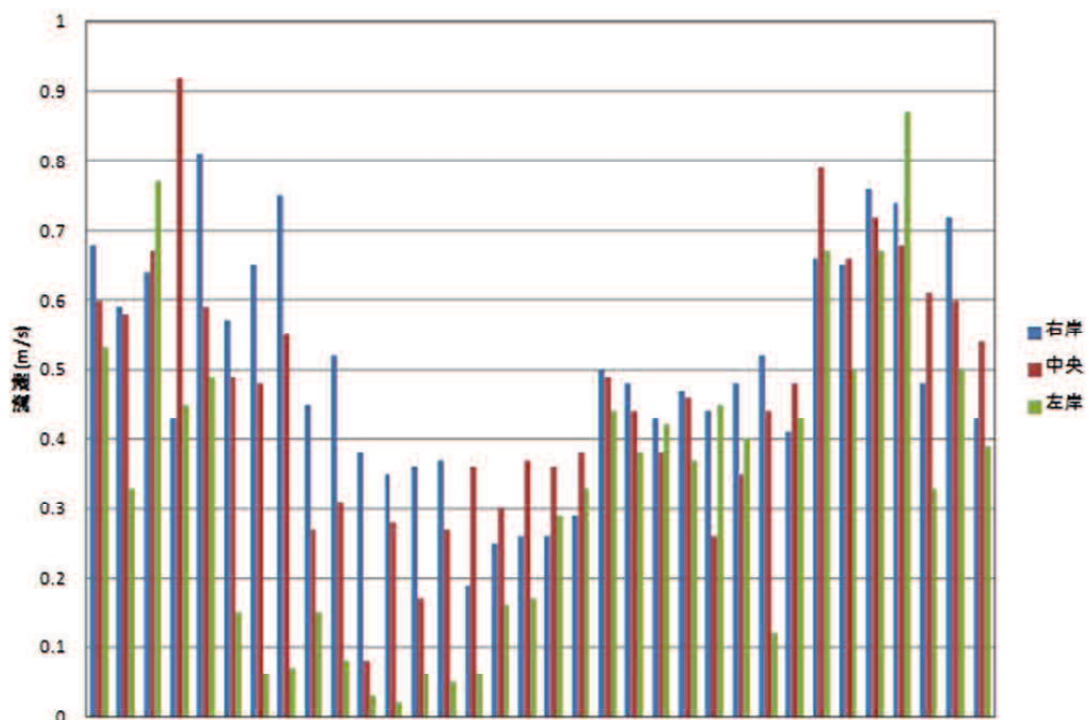
一の坂多様区間（下流）の細分化生データ

日付	調査場所	種名	体長(cm)
2013/9/24	一の坂上流下	カワムツ	11
2013/9/24	一の坂上流下	サワガニ	2
2013/9/24	一の坂上流下	ドンコ	9
2013/9/24	一の坂上流下	ヨシノボリ	5
2013/9/24	一の坂上流下	ドンコ	12
2013/9/24	一の坂上流下	ドンコ	15
2013/9/24	一の坂上流下	ドンコ	9
2013/9/24	一の坂上流下	オヤニラミ	8
2013/9/24	一の坂上流下	カワムツ	9
2013/9/24	一の坂上流下	カワムツ	13
2013/9/24	一の坂上流下	カワムツ	11
2013/9/24	一の坂上流下	カワムツ	6.5
2013/9/24	一の坂上流下	ヨシノボリ	7
2013/9/24	一の坂上流下	カワムツ	8
2013/9/24	一の坂上流下	カワムツ	7
2013/9/24	一の坂上流下	カワムツ	5.5
2013/9/24	一の坂上流下	カワムツ	6
2013/9/24	一の坂上流下	カワムツ	14
2013/9/24	一の坂上流下	ドンコ	11
2013/9/24	一の坂上流下	カワムツ	9
2013/9/24	一の坂上流下	ドンコ	8
2013/9/24	一の坂上流下	ヨシノボリ	6
2013/9/24	一の坂上流下	カワムツ	6
2013/9/24	一の坂上流下	カワムツ	5.5
2013/9/24	一の坂上流下	カワムツ	6
2013/9/24	一の坂上流下	ヨシノボリ	6.5
2013/9/24	一の坂上流下	オヤニラミ	9
2013/9/24	一の坂上流下	ドンコ	9.5
2013/9/24	一の坂上流下	カワムツ	6
2013/9/24	一の坂上流下	カワムツ	8
2013/9/24	一の坂上流下	カワムツ	8.5
2013/9/24	一の坂上流下	サワガニ	2.5
2013/9/24	一の坂上流下	カワムツ	9
2013/9/24	一の坂上流下	カワムツ	5.5
2013/9/24	一の坂上流下	カワムツ	5
2013/9/24	一の坂上流下	オヤニラミ	3

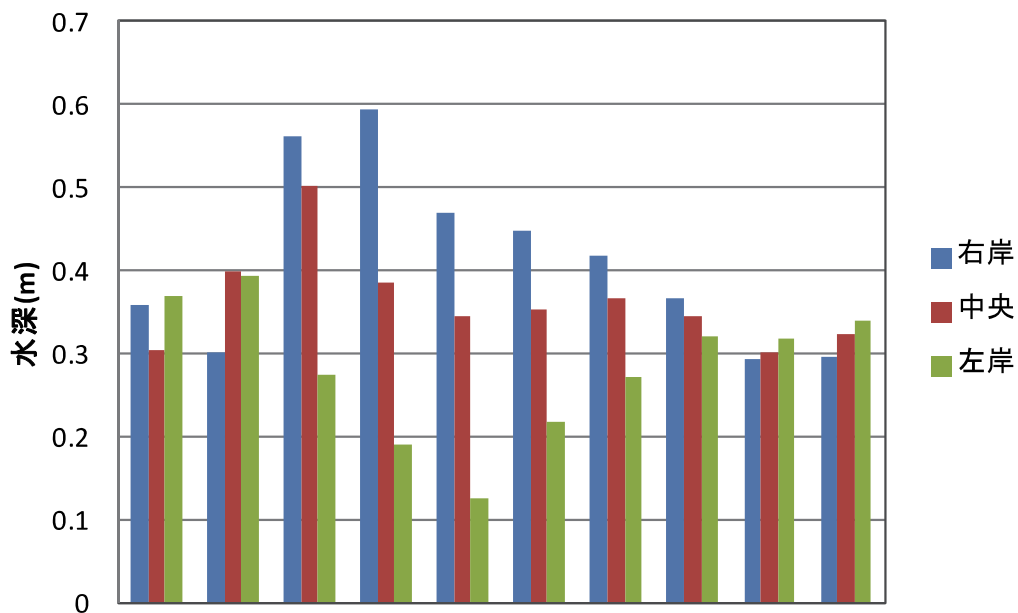
一の坂単調区間（IM1、下流）の細分化生データ



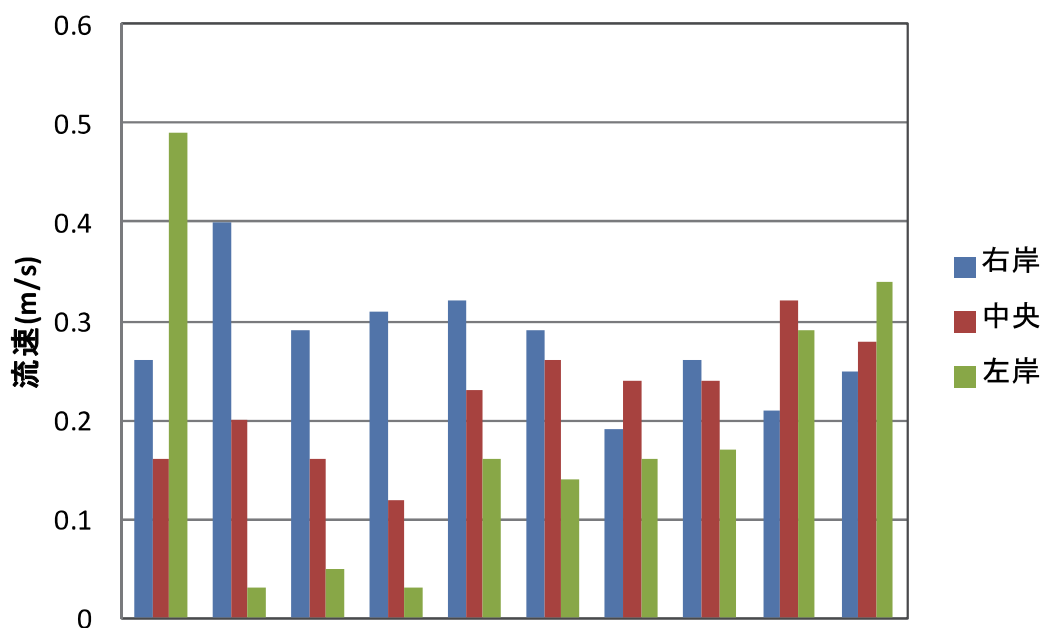
一の坂多様区間 (ID) の環境調査結果 (水深)、上流 (左) から下流 (右)



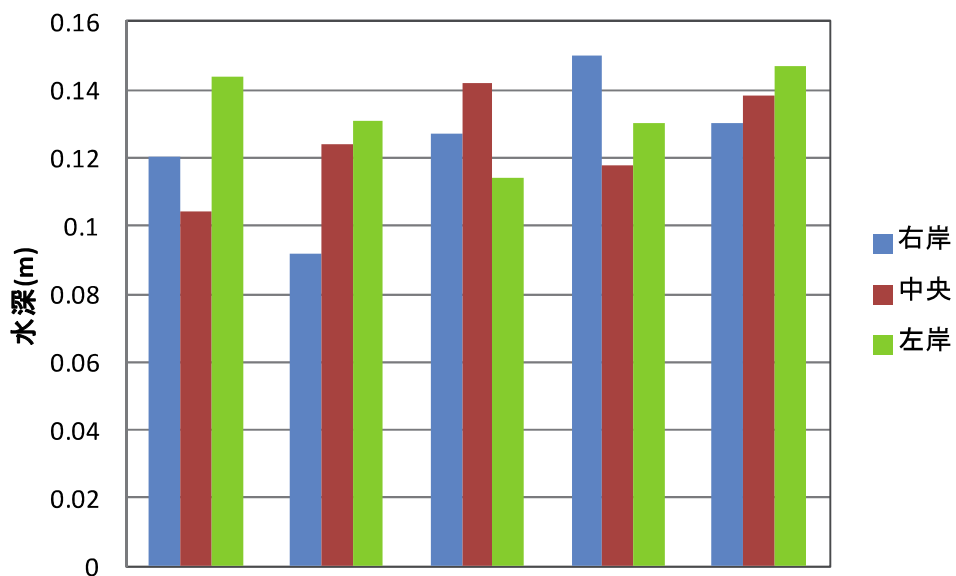
一の坂多様区間 (ID) の環境調査結果 (流速)、上流 (左) から下流 (右)



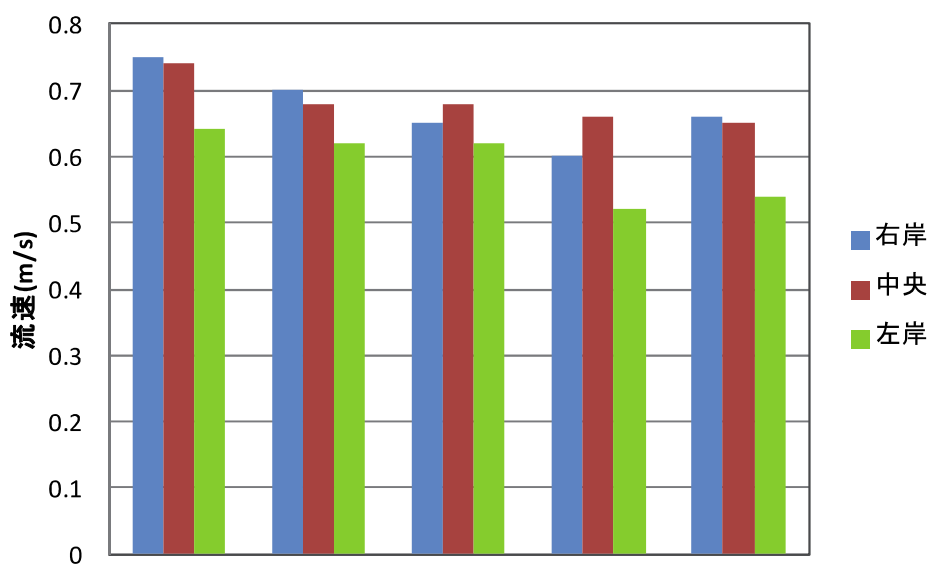
一の坂単調区間 (IM1) の環境調査結果 (水深)、上流 (左) から下流 (右)



一の坂単調区間 (IM1) の環境調査結果 (流速)、上流 (左) から下流 (右)



一の坂単調区間 (IM2) の環境調査結果 (水深)、上流 (左) から下流 (右)



一の坂単調区間 (IM2) の環境調査結果 (流速)、上流 (左) から下流 (右)

一の坂川各区間における底質、植生の目視結果

	底質	植生
IM2	岩盤(10地点)、砂(5地点)	なし(15地点)
IM1	石(7地点)、礫(17地点)、砂礫(6地点)	なし(30地点)
ID	巨石(3地点)、石(82地点)、砂礫(17地点)	なし(34地点)、あり(68地点)

一の坂川各区間における水質調査結果

区間名	pH	電気伝導度(mS/cm)	濁度(NTU)	Do(mg/l)	温度(°C)	塩分(%)
IM2	8.05	0.97	10	8.89	23.2	0
IM1	7.79	0.1	10	8.15	23.5	0
ID	7.79	0.093	10	8.37	23.5	0

一の坂川各区間における体長別捕獲数

種名	ID	IM1	IM2
アカザ (cm)	1		
40			
50			
60			
70	1		
80			
90			
100			
アユ		2	1
110			1
150			
160		1	
170		1	
イトモロコ		49	
50		1	
60		17	
70		30	
80		1	

種名	ID	IM1	IM2
オイカワ(cm)	1	60	105
40			
50		9	8
60		8	9
70		14	19
80		16	40
90		7	19
100		3	7
110	1	2	3
120		1	
オヤニラミ	5		
30	1		
40			
50			
60			
80	1		
90	2		
120	1		

	ID	IM1	IM2
カマツカ			
30			
40			
50			
100			
カワムツ	65	22	
50	2	3	
60	19	7	
70	8	7	
80	6	4	
90	12		
100	5		
110	4		
120	1	1	
130	2		
140	3		
150	2		
160	1		

種名	ID	IM1	IM2
ギギ (cm)	1	1	
40	1		
50		1	
60			
シマドジョウ			
50			
60			
70			
80			
90			
100			
120			
タナゴ			
20			
30			
40			
チチブ			
60			
70			
90			

	ID	IM1	IM2
ドンコ	13	1	
30	1		
40	2		
60			
80	2		
90	3		
100	1		
110	1		
120	1		
130	1		
150	1	1	
ヌマチチブ			
60			
70			
80			
ムギツク	3		
40			
50			
60			
70			
100	1		
110	1		
120			
140	1		

ヨシノボリ	8	7	31
20			
30		1	
40			7
50	3	1	8
60	2	2	6
70	3	1	9
80		2	1
100			
稚魚	1	8	5
20		1	1
30	1	5	
40		2	4
総計	98	150	142

るつぼ重量	105°Cで乾燥後 るつぼ+試料重 量(g)	600°Cで加熱後 るつぼ+試料重 量(g)	乾燥試料重 量(g)	灰分(g)	乾燥藻重量 (g)	IL (%)	藻類付着範囲の単 位面積あたり藻重 量(g/m ²)	河川区間平均の単 位面積あたり藻重 量(g/m ²)	備考
24.4363	24.8444	24.5086	0.4081	0.0723	0.3358	82.28	33.58	9.08	一の坂下流: 試料は10×10cmの1か所から採取。流路幅3m70、藻類の幅1m

磁皿+ろ紙重量(g)	105°Cで乾燥後 磁皿+ろ紙と付 着物質(g)	550°C1時間で加 熱後磁皿+ろ紙 と付着物質(g)	乾燥付着物 重量(g)	灰分(g)	補正灰分 (g)	IL (%)	乾燥藻重量(g)	藻類付着範囲の単 位面積あたり藻重 量(g/m ²)	備考
18.3822	18.3895	18.3803	0.0073	-0.0019	0.00045	187.67	0.007	0.343	一の坂上流: 10×10cmの石を2か所
19.4177	19.6707	19.631	0.253	0.2133	0.21565	29.53	0.037	1.868	一の坂中流: 上流と同じ

磁皿+ろ紙重量(g)	550°C1時間で 加熱後磁皿+ ろ紙(g)	灰分(g)	補正灰分(g)
19.5614	19.5592	0.0022	0.00235
19.079	19.0765	0.0025	

105°Cで乾燥後ろ紙 と付着物質(g)	550°C1時間で 加熱後ろ紙と付 着物質(g)	乾燥付着物重量 (g)	灰分(g)	補正灰分 (g)	IL (%)	乾燥藻重量(g)	藻類付着範囲の単 位面積あたり藻重 量(g/m ²)	備考
0.2003	0.192	0.0071	-0.0012	0.00065	90.8	0.006	0.323	一の坂上流: 10×10cmの石を2か所
0.4467	0.4074	0.2534	0.2141	0.21595	14.8	0.037	1.873	一の坂中流: 上流と同じ

550°C1時間で加熱 後ろ紙(g)	灰分(g)	補正灰分(g)
0.193	-0.0016	-0.00185
0.1867	-0.0021	

磁皿+ろ紙重量(g)	105°Cで乾燥後 磁皿+ろ紙と付 着物質(g)	550°C1時間で加 熱後磁皿+ろ紙 と付着物質(g)	乾燥付着物重量 (g)	灰分(g)	補正灰分 (g)	IL (%)	乾燥藻重量(g)	藻類付着範囲の単 位面積あたり藻重 量(g/m ²)
19.079	19.517	19.421	0.438	0.342	0.343	43.37899543	0.095	4.75
23.867	23.969	23.944	0.102	0.077	0.078	47.05882353	0.024	1.2
19.561	19.699	19.671	0.138	0.11	0.111	39.13043478	0.027	1.35
20.451	21.66	21.521	1.209	1.07	1.071	22.82878412	0.138	6.9

磁皿+ろ紙重量(g)	550°C1時間で 加熱後磁皿+ ろ紙(g)	灰分(g)	補正灰分(g)
19.157	19.156	0.001	0.001

一の坂川の藻類付着乾燥重量の試験結果

日付	調査者	場所	枠	川の状況	一箇所目					二箇所目					全体	生息密度 (個体/m ²)	
					0-1cm	1-2cm	2-3cm	3-4cm	合計	川の状況	0-1cm	1-2cm	2-3cm	3-4cm			合計
2013/9/27	関根、阿堂、田部	一の坂上流	50×50cm	流れ、瀬、河床、礫	38	42	3	0	83	流れ、瀬、河床、石	41	7	0	0	48	131	262
2013/9/27	関根、阿堂、田部	一の坂中流	50×50cm	流れ、平瀬、河床、砂礫	7	6	0	0	13	流れ、瀬、河床、礫	11	3	1	2	17	30	60
2013/9/27	関根、阿堂、田部	一の坂下流	50×50cm	流れ、平瀬、河床、石礫	0	0	0	0	0	流れ、平瀬、河床、砂礫	4	1	2	1	8	8	16

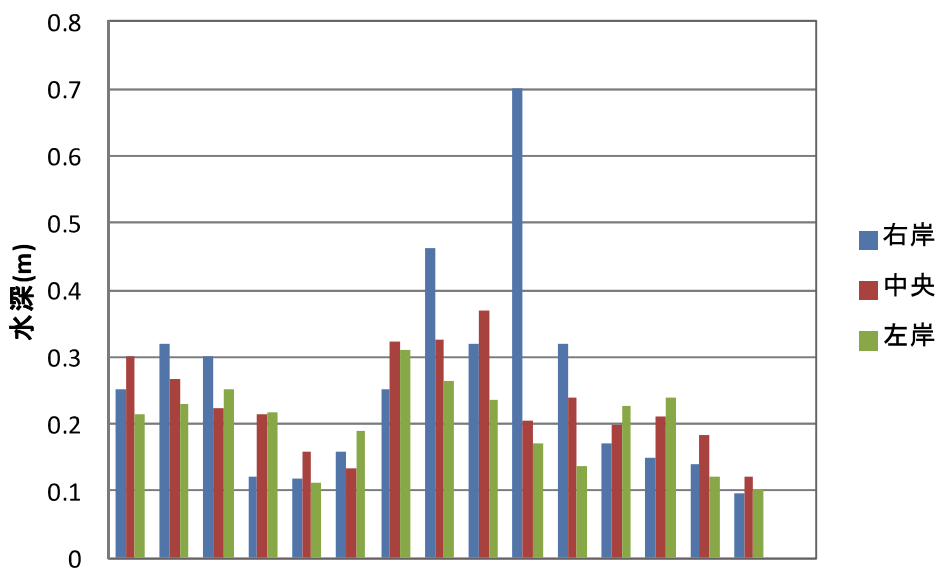
日付	調査者	場所	枠	川の状況	一箇所目					二箇所目					全体	生息密度 (個体/m ²)	
					0-1cm	1-2cm	2-3cm	3-4cm	合計	川の状況	0-1cm	1-2cm	2-3cm	3-4cm			合計
2013/10/22	野口、阿堂、田部	善和川D	50×50cm	流れ、とろ、河床、砂	0	0	0	0	0	流れ、瀬、河床、岩盤	5	2	3	5	15	15	30
2013/10/22	野口、阿堂、田部	善和川M	50×50cm	流れ、平瀬、河床、礫	28	22	4	1	55	流れ、平瀬、河床、礫	11	22	4	2	39	94	188
2013/10/22	野口、阿堂、田部	九田川m	50×50cm	流れ、平瀬、河床、石礫	0	0	0	0	0	流れ、平瀬、河床、砂礫	0	0	0	0	0	0	0
2013/10/22	野口、阿堂、田部	九田川d	50×50cm	流れ、平瀬、河床、石礫	0	0	0	0	0	流れ、平瀬、河床、砂礫	4	1	1	0	6	6	12

区間名	カワニナ 生息密度 (個体/m ²)	採集付着範囲の 単位面積あたりの 重量 (g/m ²)
ID 一の坂上流(多様)	262	0.3
IM1 一の坂中流(単調)	60	1.9
IM2 一の坂下流(単調)	16	9.1
VD 善和川上流(多様)	30	4.8
YM 善和川中流(単調)	188	1.2
QD 九田川中流(多様)	12	1.4
QM 九田川下流(単調)	0	6.9

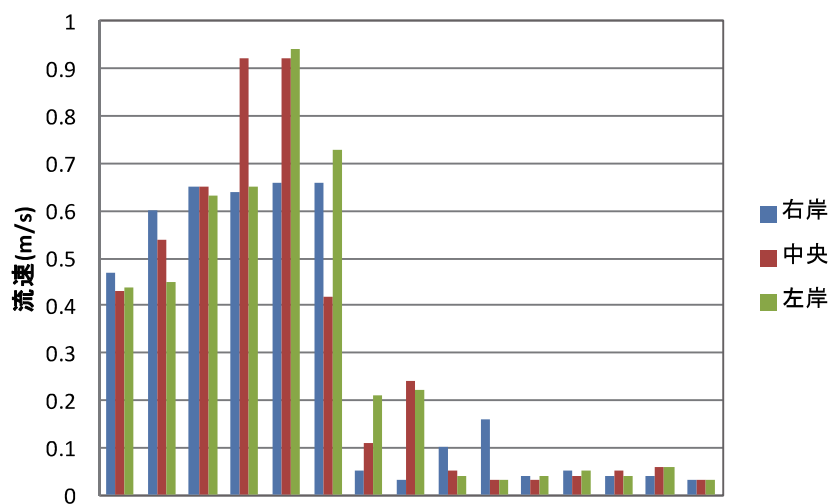
一の坂川のカワニナ調査結果

参考資料-2

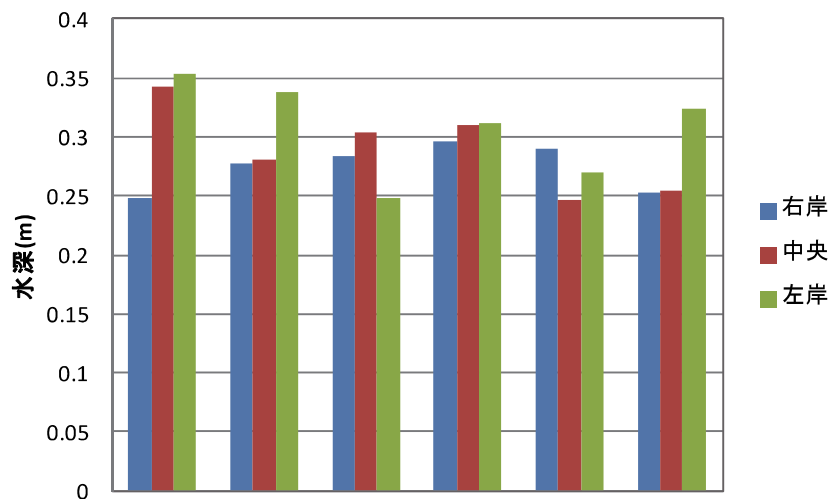
厚東川の調査データ



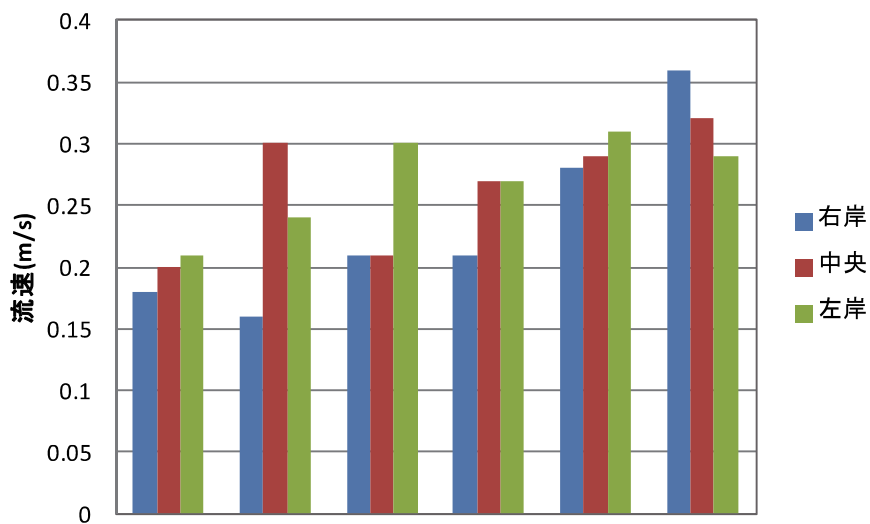
厚東川多様区間 (KD) の環境調査結果 (水深)、上流 (左) から下流 (右)



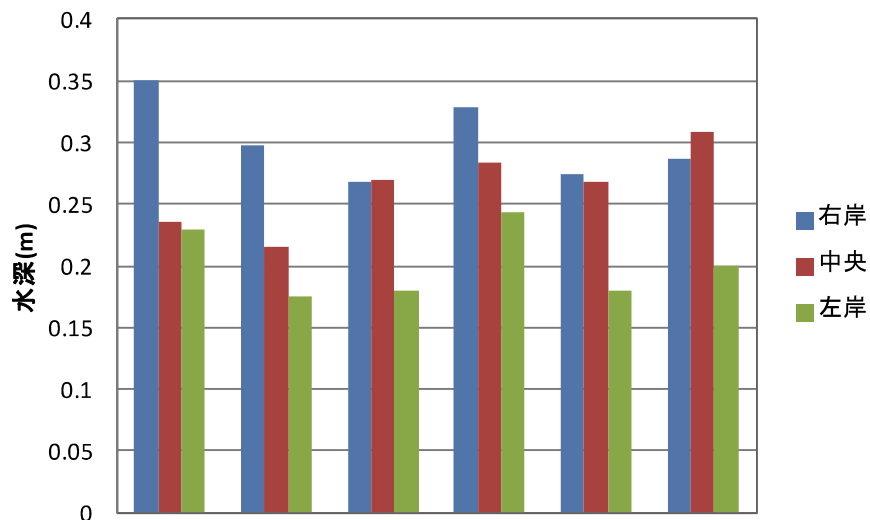
厚東川多様区間 (KD) の環境調査結果 (流速)、上流 (左) から下流 (右)



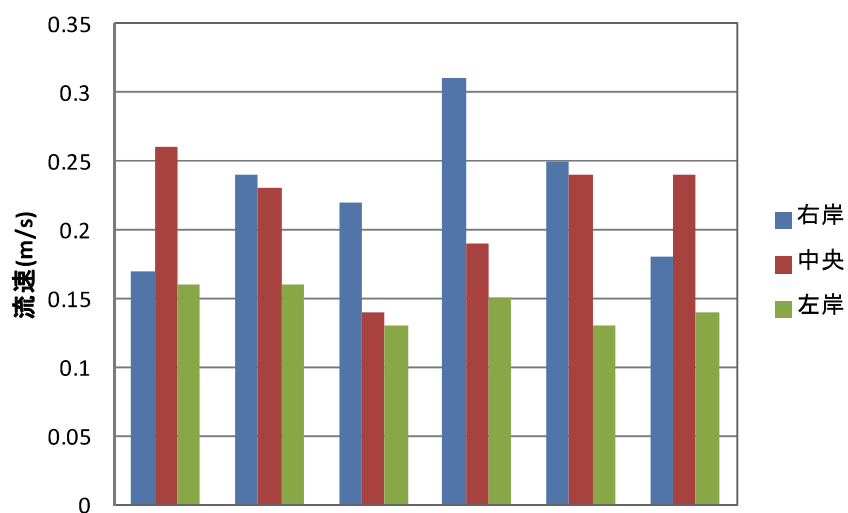
厚東川単調区間 (KM1、右岸側) の環境調査結果 (水深)、上流 (左) から下流 (右)



厚東川単調区間 (KM1、右岸側) の環境調査結果 (流速)、上流 (左) から下流 (右)



厚東川単調区間 (KM2、左岸側) の環境調査結果 (水深)、上流 (左) から下流 (右)



厚東川単調区間 (KM2、左岸側) の環境調査結果 (流速)、上流 (左) から下流 (右)

厚東川各区間における底質、植生の目視結果

	底質	植生
KD	石(32地点)、砂礫(5地点)、砂(8地点)	なし(30地点)、あり(15地点)
KM1	礫(18地点)	なし(18地点)
KM2	礫(18地点)	なし(12地点)、あり(6地点)

厚東川各区間における水質調査結果

pH	伝導度(mS)	濁度(NTU)	Do(mg/l)	温度(°C)	塩分(%)
7.99	0.223	10	8.12	24.2	0

厚東川各区間における体長別捕獲数

種名	KD	KM2	KM1
アカザ(cm)	15	10	6
40	2	1	1
50	1		1
60	4		1
70	3		
80	3	4	
90	2	4	3
100		1	
アユ		1	
110			
150		1	
160			
170			
イトモロコ			
50			
60			
70			
80			

	KD	KM2	KM1
オイカワ	10	1	
40	1		
50	3		
60	3	1	
70			
80			
90	2		
100	1		
110			
120			
オヤニラミ	3	2	
30			
40	1		
50	1		
60	1	2	
80			
90			
120			

種名	KD	KM2	KM1
カマツカ(cm)	4	1	
30	2		
40	1		
50	1		
100		1	
カワムツ	1	1	
50	1	1	
60			
70			
80			
90			
100			
110			
120			
130			
140			
150			
160			

	KD	KM2	KM1
ギギ		2	
40			
50		1	
60		1	
シマドジョウ	19		
50	3		
60	4		
70	2		
80	5		
90	3		
100	1		
120	1		
タナゴ	2		1
20	1		
30	1		
40			1
チチブ	4		
60	1		
70	2		
90	1		

種名	KD	KM2	KM1
ドンコ (cm)	6	2	
30			
40			
60	2		
80		1	
90		1	
100	2		
110			
120	2		
130			
150			
ヌマチチブ	5		
60	1		
70	2		
80	2		
ムギツク		9	1
40		1	1
50		1	
60		2	
70		1	
100		2	
110			
120		2	
140			

	KD	KM2	KM1
ヨシノボリ	171	28	28
20	2		1
30	17	6	6
40	40	2	7
50	79	11	4
60	29	3	6
70	4	3	3
80		2	1
100		1	
稚魚	35	3	6
20			
30	24	1	2
40	11	2	4
総計	275	60	42

参考資料-3

九田川の調査データ

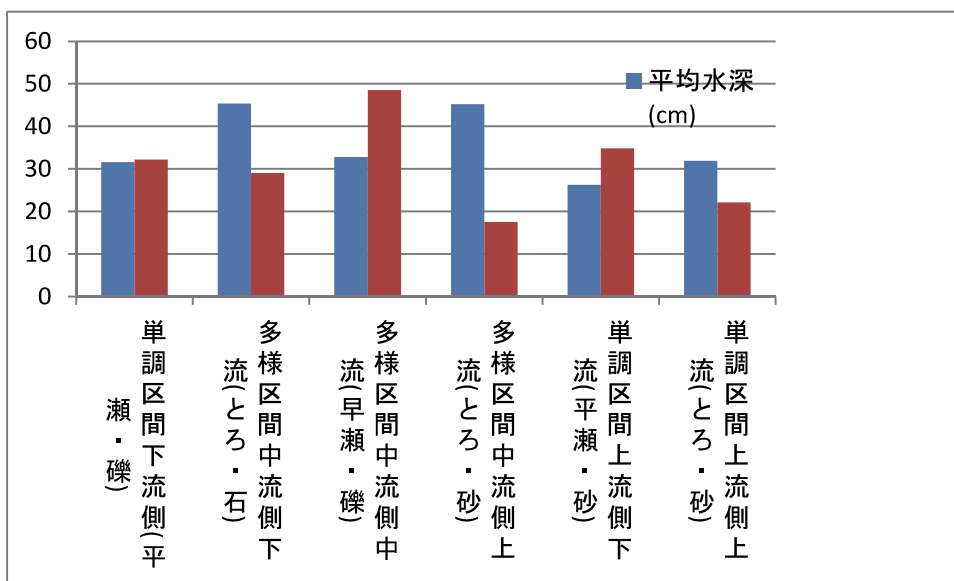
九田川 上流

調査場所		水深(cm)	流速(m/s)	底質	植生	
QM1	単調区間上流側下流(平瀬・砂礫)	QM1D-L1	31	0.23	砂礫	有
	単調区間上流側下流(平瀬・砂礫)	QM1D-L2	23	0.14	砂礫	有
	単調区間上流側下流(平瀬・砂礫)	QM1D-L3	25	0.12	砂礫	有
	単調区間上流側下流(平瀬・砂礫)	QM1D-L4	18	0.32	砂礫	有
	単調区間上流側上流(とろ・砂礫)	QM1U-L1	32	0.15	砂礫	有
	単調区間上流側上流(とろ・砂礫)	QM1U-L2	28	0.25	砂礫	有
	単調区間上流側上流(とろ・砂礫)	QM1U-L3	32	0.21	砂礫	有
	単調区間上流側上流(とろ・砂礫)	QM1U-L4	34	0.1	砂礫	有
	単調区間上流側上流(とろ・砂礫)	QM1U-L5	33	0.18	砂礫	有
	単調区間上流側下流(平瀬・砂礫)	QM1D-C1	27	0.55	砂礫	無
	単調区間上流側下流(平瀬・砂礫)	QM1D-C2	30	0.62	砂礫	無
	単調区間上流側下流(平瀬・砂礫)	QM1D-C3	22	0.76	砂礫	無
	単調区間上流側下流(平瀬・砂礫)	QM1D-C4	32	0.76	砂礫	無
	単調区間上流側上流(とろ・砂礫)	QM1U-C1	32	0.39	砂礫	無
	単調区間上流側上流(とろ・砂礫)	QM1U-C2	32	0.29	砂礫	無
	単調区間上流側上流(とろ・砂礫)	QM1U-C3	32	0.28	砂礫	無
	単調区間上流側上流(とろ・砂礫)	QM1U-C4	29	0.35	砂礫	無
	単調区間上流側上流(とろ・砂礫)	QM1U-C5	32	0.38	砂礫	無
	単調区間上流側下流(平瀬・砂礫)	QM1D-R1	34	0.17	砂礫	有
	単調区間上流側下流(平瀬・砂礫)	QM1D-R2	34	0.15	砂礫	有
	単調区間上流側下流(平瀬・砂礫)	QM1D-R3	25	0.13	砂礫	有
	単調区間上流側下流(平瀬・砂礫)	QM1D-R4	14	0.23	砂礫	有
	単調区間上流側上流(とろ・砂礫)	QM1U-R1	30	0.12	砂礫	有
	単調区間上流側上流(とろ・砂礫)	QM1U-R2	35	0.1	砂礫	有
	単調区間上流側上流(とろ・砂礫)	QM1U-R3	33	0.16	砂礫	有
単調区間上流側上流(とろ・砂礫)	QM1U-R4	32	0.19	砂礫	有	
単調区間上流側上流(とろ・砂礫)	QM1U-R5	32	0.17	砂礫	有	

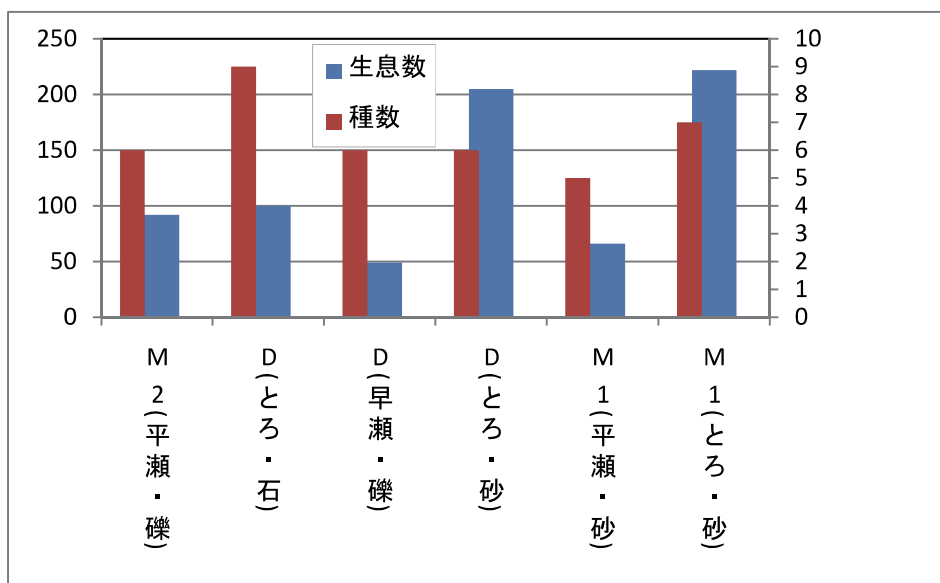
九田川 下流

調査場所		水深(cm)	流速(m/s)	底質	植生	
QM2	単調区間下流側(平瀬・礫)	QM2-L1	30	0.25	礫	有
	単調区間下流側(平瀬・礫)	QM2-L2	26	0.25	礫	有
	単調区間下流側(平瀬・礫)	QM2-L3	25	0.33	礫	有
	単調区間下流側(平瀬・礫)	QM2-L4	27	0.3	礫	有
	単調区間下流側(平瀬・礫)	QM2-C1	43	0.36	礫	無
	単調区間下流側(平瀬・礫)	QM2-C2	31	0.38	礫	無
	単調区間下流側(平瀬・礫)	QM2-C3	30	0.39	礫	無
	単調区間下流側(平瀬・礫)	QM2-C4	30	0.42	礫	無
	単調区間下流側(平瀬・礫)	QM2-R1	40	0.31	礫	有
	単調区間下流側(平瀬・礫)	QM2-R2	27	0.34	礫	有
	単調区間下流側(平瀬・礫)	QM2-R3	25	0.3	礫	有
	単調区間下流側(平瀬・礫)	QM2-R4	35	0.37	礫	有

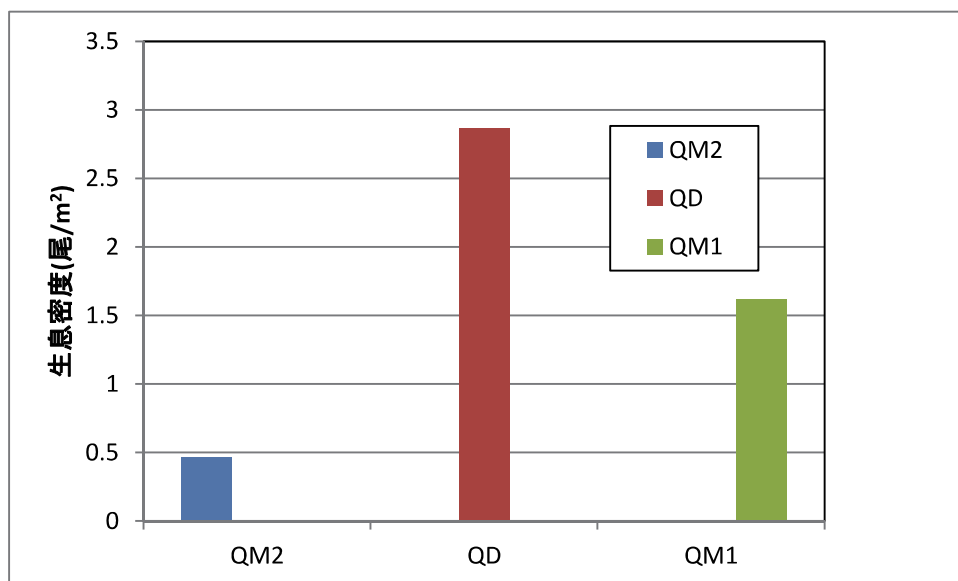
九田川 中流						
調査場所			水深(cm)	流速(m/s)	底質	植生
QD	多様区間中流側下流(とろ・石)	QDD-L1	42	0.29	石	有
	多様区間中流側下流(とろ・石)	QDD-L2	58	0.05	石	有
	多様区間中流側下流(とろ・石)	QDD-L3	40	0.06	石	有
	多様区間中流側下流(とろ・石)	QDD-L4	40	0.21	石	有
	多様区間中流側下流(とろ・石)	QDD-L5	53	0.33	石	有
	多様区間中流側中流(早瀬・砂礫)	QDM-L1	20	0.77	礫	有
	多様区間中流側中流(早瀬・砂礫)	QDM-L2	40	0.39	礫	有
	多様区間中流側中流(早瀬・砂礫)	QDM-L3	32	0.53	礫	有
	多様区間中流側中流(とろ・石)	QDU-L1	25	0.49	砂礫	有
	多様区間中流側上流(とろ・砂礫)	QDU-L2	40	0.08	砂礫	有
	多様区間中流側上流(とろ・砂礫)	QDU-L3	40	0.11	砂礫	有
	多様区間中流側上流(とろ・砂礫)	QDU-L4	58	0.17	砂礫	有
	多様区間中流側上流(とろ・砂礫)	QDU-L5	60	0.21	砂礫	有
	多様区間中流側下流(とろ・石)	QDD-C1	39	0.34	石	無
	多様区間中流側下流(とろ・石)	QDD-C2	55	0.26	石	無
	多様区間中流側下流(とろ・石)	QDD-C3	60	0.4	石	無
	多様区間中流側下流(とろ・石)	QDD-C4	45	0.21	石	無
	多様区間中流側下流(とろ・石)	QDD-C5	35	0.44	石	無
	多様区間中流側中流(早瀬・砂礫)	QDM-C1	23	0.72	礫	無
	多様区間中流側中流(早瀬・砂礫)	QDM-C2	40	0.4	礫	無
	多様区間中流側中流(早瀬・砂礫)	QDM-C3	35	0.44	礫	無
	多様区間中流側中流(とろ・石)	QDU-C1	33	0.28	砂礫	無
	多様区間中流側上流(とろ・砂礫)	QDU-C2	35	0.24	砂礫	無
	多様区間中流側上流(とろ・砂礫)	QDU-C3	49	0.18	砂礫	無
	多様区間中流側上流(とろ・砂礫)	QDU-C4	53	0.14	砂礫	無
	多様区間中流側上流(とろ・砂礫)	QDU-C5	75	0.07	砂礫	無
	多様区間中流側下流(とろ・石)	QDD-R1	30	0.27	石	有
	多様区間中流側下流(とろ・石)	QDD-R2	45	0.37	石	有
	多様区間中流側下流(とろ・石)	QDD-R3	63	0.3	石	有
	多様区間中流側下流(とろ・石)	QDD-R4	40	0.45	石	有
	多様区間中流側下流(とろ・石)	QDD-R5	35	0.38	石	有
	多様区間中流側中流(早瀬・砂礫)	QDM-R1	25	0.68	礫	有
	多様区間中流側中流(早瀬・砂礫)	QDM-R2	35	0.62	礫	有
	多様区間中流側中流(早瀬・砂礫)	QDM-R3	36	0.59	礫	有
	多様区間中流側中流(とろ・石)	QDU-R1	25	0.22	砂礫	有
多様区間中流側上流(とろ・砂礫)	QDU-R2	38	0.19	砂礫	有	
多様区間中流側上流(とろ・砂礫)	QDU-R3	47	0.11	砂礫	有	
多様区間中流側上流(とろ・砂礫)	QDU-R4	45	0.08	砂礫	有	
多様区間中流側上流(とろ・砂礫)	QDU-R5	55	0.06	砂礫	有	



九田川の区間別平均水深



九田川の区間別魚類生息数と種数



九田川の区間別生息密度

調査場所	調査年月日	調査時刻	天候	区間数		
九田川(単調区間)	11月15日		くもり・雨・晴れ	2		
気温(°C)	水温(°C)	Do(mg/l)	ph	EC(ms/cm)	濁度	
	13.5	9.8	7.48	0.153	3	
底質 %						
岩盤			右岸	中央	左岸	
巨礫($\phi > 250\text{mm}$)	5	水深(cm)	31	27	34	
玉石($\phi > 64\text{mm}$)	15	6割水深流速(cm/s)	0.17	0.55	0.23	
砂利($\phi > 2\text{mm}$)	35	川幅上(m)	4.8			
砂($\phi > 62\mu\text{m}$)	45	川幅下(m)	4.5			
シルト($62\mu\text{m} > \phi$)		流量(m^3/s)	0.451566667			
粘土						

調査場所	調査年月日	調査時刻	天候	区間数		
九田川(多様区間)	11月16日		晴れ	3		
気温(°C)	水温(°C)	Do(mg/l)	ph	EC(ms/cm)	濁度	
	14.6	10.85	7.44	0.155	3	
底質 %						
岩盤			右岸	中央	左岸	
巨礫($\phi > 250\text{mm}$)		水深(cm)	26	34	29	
玉石($\phi > 64\text{mm}$)		6割水深流速(cm/s)	0.67	0.28	0.21	
砂利($\phi > 2\text{mm}$)		川幅(m)	6.5			
砂($\phi > 62\mu\text{m}$)		流量	0.745622222			
シルト($62\mu\text{m} > \phi$)						
粘土						

調査場所	調査年月日	調査時刻	天候	区間数		
九田川(単調区間)			晴れ	1		
気温(°C)	水温(°C)	Do(mg/l)	ph	EC(ms/cm)	濁度	
	13.9	10.32	7.5	0.138	7	
底質 %						
岩盤			右岸	中央	左岸	
巨礫($\phi > 250\text{mm}$)		水深(cm)	35	35	35	
玉石($\phi > 64\text{mm}$)		6割水深流速(cm/s)				
砂利($\phi > 2\text{mm}$)		川幅(m)				
砂($\phi > 62\mu\text{m}$)		流量				
シルト($62\mu\text{m} > \phi$)						
粘土						

九田川の各区間基礎調査結果

参考資料-4

善和川の調査データ

善和川上流

調査箇所	水深(cm)	流速(m/s)	底質	植生
YD1D-L1	27	0.06	砂	無
YD1D-L2	42	0.03	砂	無
YD1D-L3	46	0.05	砂	無
YD1D-L4	30	0.04	砂	無
YD1M-L1	37	0.03	岩盤	無
YD1M-L2	42	0.04	岩盤	無
YD1M-L3	22	0.04	岩盤	無
YD1M-L4	6	0.06	岩盤	無
YD1U-L1	4	0.53	岩盤	無
YD1U-L2	8	0.37	岩盤	無
YD1U-L3	11	0.07	岩盤	無
YD1U-L4	12	0.5	岩盤	有
YD1D-C1	43	0.03	砂	無
YD1D-C2	47	0.04	砂	無
YD1D-C3	41	0.02	砂	有
YD1D-C4	57	0.03	砂	有
YD1M-C1	89	0.04	岩盤	無
YD1M-C2	88	0.07	岩盤	無
YD1M-C3	55	0.04	岩盤	無
YD1M-C4	16	0.16	岩盤	無
YD1U-C1	11	0.21	岩盤	無
YD1U-C2	15	0.08	岩盤	無
YD1U-C3	3	0.04	岩盤	無
YD1U-C4	9	0.34	岩盤	有
YD1D-R1	49	0.05	砂	有
YD1D-R2	42	0.04	砂	有
YD1D-R3	41	0.04	砂	有
YD1D-R4	41	0.03	砂	有
YD1M-R1	88	0.04	岩盤	無
YD1M-R2	83	0.07	岩盤	無
YD1M-R3	53	0.22	岩盤	無
YD1M-R4	13	0.26	岩盤	無
YD1U-R1	11	0.13	岩盤	無
YD1U-R2	14	0.12	岩盤	無
YD1U-R3	5	0.2	岩盤	無
YD1U-R4	5	0.25	岩盤	無

善和川中上流

調査箇所	水深(cm)	流速(m/s)	底質	植生	
YM1	YM1D-L1	9	0.13	岩盤	有
	YM1D-L2	7	0.25	岩盤	有
	YM1D-L3	9	0.37	岩盤	有
	YM1D-L4	14	0.28	岩盤	有
	YM1D-L5	15	0.31	岩盤	有
	YM1U-L1	8	0.25	砂	有
	YM1U-L2	10	0.12	砂	有
	YM1U-L3	10	0.12	砂	有
	YM1U-L4	16	0.03	砂	有
	YM1U-L5	11	0.04	砂	有
	YM1D-C1	10	0.37	岩盤	無
	YM1D-C2	4	0.39	岩盤	無
	YM1D-C3	7	0.36	岩盤	無
	YM1D-C4	7	0.29	岩盤	無
	YM1D-C5	9	0.3	岩盤	無
	YM1U-C1	7	0.25	砂	無
	YM1U-C2	15	0.14	砂	無
	YM1U-C3	15	0.14	砂	無
	YM1U-C4	15	0.1	砂	無
	YM1U-C5	12	0.17	砂	無
	YM1D-R1	6	0.33	岩盤	有
	YM1D-R2	9	0.31	岩盤	有
	YM1D-R3	6	0.3	岩盤	有
	YM1D-R4	6	0.23	岩盤	無
	YM1D-R5	7	0.12	岩盤	無
	YM1U-R1	9	0.12	砂	無
	YM1U-R2	10	0.08	砂	無
	YM1U-R3	6	0.11	砂	無
	YM1U-R4	12	0.12	砂	無
	YM1U-R5	10	0.17	砂	無

善和川中下流

調査場所	水深(cm)	流速(m/s)	底質	植生	
YM2	YM2D-L1	12	0.08	石	有
	YM2D-L2	9	0.11	石	有
	YM2U-L1	16	0.03	石	有
	YM2U-L2	14	0.41	石	有
	YM2D-C1	13	0.07	石	無
	YM2D-C2	9	0.13	石	無
	YM2U-C1	12	0.11	石	無
	YM2U-C2	5	0.02	石	無
	YM2D-R1	18	0.11	石	有
	YM2D-R2	6	0.09	石	有
	YM2U-R1	11	0.19	石	有
	YM2U-R2	11	0.21	石	有

善和川下流

調査箇所	水深(cm)	流速(m/s)	底質	植生
YD2D-L1	31	0.08	砂	有
YD2D-L2	45	0.06	砂	有
YD2D-L3	34	0.11	砂	有
YD2D-L4	25	0.13	砂	有
YD2M-L1	27	0.12	砂	有
YD2M-L2	27	0.07	砂	有
YD2M-L3	22	0.09	砂	有
YD2M-L4	14	0.08	砂	有
YD2U-L1	11	0.05	岩盤	有
YD2U-L2	15	0.22	岩盤	有
YD2U-L3	16	0.35	岩盤	有
YD2U-L4	9	0.15	岩盤	有
YD2U-L5	27	0.11	岩盤	有
YD2D-C1	29	0.09	砂	無
YD2D-C2	38	0.05	砂	無
YD2D-C3	39	0.09	砂	無
YD2D-C4	42	0.09	砂	無
YD2M-C1	35	0.12	砂	無
YD2M-C2	33	0.11	砂	無
YD2M-C3	38	0.1	砂	無
YD2M-C4	42	0.28	砂	無
YD2U-C1	19	0.31	岩盤	無
YD2U-C2	9	0.05	岩盤	無
YD2U-C3	21	0.25	岩盤	無
YD2U-C4	11	0.36	岩盤	無
YD2U-C5	25	0.12	岩盤	無
YD2D-R1	20	0.03	砂	有
YD2D-R2	12	0.04	砂	有
YD2D-R3	26	0.03	砂	有
YD2D-R4	33	0.03	砂	有
YD2M-R1	37	0.04	砂	有
YD2M-R2	39	0.03	砂	有
YD2M-R3	37	0.05	砂	有
YD2M-R4	32	0.14	砂	有
YD2D-R1	24	0.1	岩盤	有
YD2D-R2	17	0.58	岩盤	有
YD2D-R3	20	0.06	岩盤	有
YD2D-R4	8	0.03	岩盤	有
YD2D-R5	25	0.08	岩盤	有

魚類調査箇所	調査回数	季節	調査年月日	調査時刻	調査時間(時間)	天候
善和川	1	秋	2012年9月15日	10:00 ~ 16:00	6:00 時間	晴れ

気温(°C)	水温(°C)	DO(mg/l)	PH	EC(ms/cm)	濁度
30	29.3	9.93	7.89	0.615	3

水深(cm)	6割水深流速(cm/s)	川幅(m)
10	0.03	3.8

底質	巨礫	玉石	砂利	砂	シルト	粘土
岩盤B	$\phi > 250\text{mm}$	$\phi > 64\text{mm}$	$4 > \phi > 2\text{mm}$	$> \phi > 62\mu\text{m}$	$32\mu\text{m} > \phi$	
5	2	1	1		1	

魚類調査箇所	調査回数	季節	調査年月日	調査時刻	調査時間(時間)	天候
善和川(上流)	1	秋	2012年9月19日	10:00 ~ 17:30	7:30 時間	晴れのち曇り

気温(°C)	水温(°C)	DO(mg/l)	PH	EC(ms/cm)	濁度
30	22.7	8.32	6.02	0.169	2

水深(m)	6割水深流速(m/s)	川幅(m)
0.4	0.04	3.7
	0.1	

底質	巨礫	玉石	砂利	砂	シルト	粘土
岩盤B	$\phi > 250\text{mm}$	$\phi > 64\text{mm}$	$4 > \phi > 2\text{mm}$	$> \phi > 62\mu\text{m}$	$32\mu\text{m} > \phi$	
5	2	1	1		1	

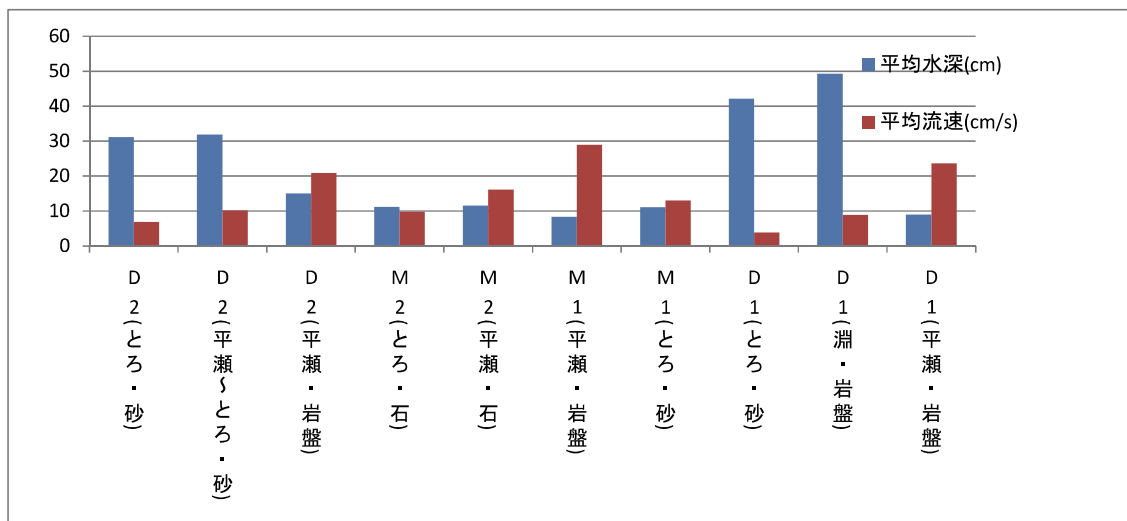
魚類調査箇所	調査回数	季節	調査年月日	調査時刻	調査時間(時間)	天候
善和川	1	秋	2012年9月20日	10:00 ~ 14:43	4:43 時間	晴れのち曇り

気温(°C)	水温(°C)	DO(mg/l)	PH	EC(ms/cm)	濁度
30	25	8.22	7.55	0.17	3

水深(cm)	6割水深流速(cm/s)	川幅(m)
40	0.04	3.7

底質	巨礫	玉石	砂利	砂	シルト	粘土
岩盤B	$\phi > 250\text{mm}$	$\phi > 64\text{mm}$	$4 > \phi > 2\text{mm}$	$> \phi > 62\mu\text{m}$	$32\mu\text{m} > \phi$	
5	2	1	1		1	

善和川の基礎調査結果



善和川の箇所別流速と水深

参考資料-5

HS I の文献収集資料

水深HS I の文献収集資料

魚種	生息可能域 (m)		最適生息域 (m)		参考文献
	下限値	上限値	下限値	上限値	
アユ(6月)	0.1	1.0	0.4	0.5	26) 中村俊六: 河川における, 1995.
アユ(8月)	0	1.0	0.2	0.3	26) 中村俊六: 河川における, 1995.
アユ(産卵場)	0	1.8	0.1	0.6	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
アユ(成魚)	0	1.8	0.4	1.8	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
ウグイ(産卵場)	0	1.5	0.2	0.7	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
ウグイ(成魚)	0	1.5	0.5	1.5	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
ウグイ(稚魚・未成魚)	0	1.5	0.1	1.5	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
ウグイ(夏期)	0	2.1	0.3	0.4	26) 中村俊六: 河川における, 1995.
ウグイ(秋期)	0	2.1	1.1	1.2	26) 中村俊六: 河川における, 1995.
オイカワ(sp)	0	1.0	0.4	0.4	22) 鬼東幸樹: 板櫃川, 2012.
オイカワ(sum)	0	1.0	0.4	0.4	22) 鬼東幸樹: 板櫃川, 2012.
オイカワ(win)	0	1.0	0.4	0.4	22) 鬼東幸樹: 板櫃川, 2012.
オイカワ(夏期)	0	2.1	0.5	0.6	26) 中村俊六: 河川における, 1995.
オイカワ(産卵場)	0.05	0.7	0.15	0.4	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
オイカワ(仔魚)	0	1.2	0.01	0.5	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
オイカワ(秋期)	0	2.1	0.9	1.0	26) 中村俊六: 河川における, 1995.
オイカワ(成魚)	0	0.6	0.2	0.6	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
オイカワ(稚魚・未成魚)	0	1.2	0.1	0.5	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
オイカワ休息モード(実験)	0	0.49	0.42	0.49	23) 川本泰生: IFIMにおける, 1998.
オイカワ摂餌モード(実験)	0.75	0.22	0.17	0.17	23) 川本泰生: IFIMにおける, 1998.
夏期オイカワ	0.05	0.68	0.13	0.13	23) 川本泰生: IFIMにおける, 1998.
夏期カワムツ	0	0.66	0.1	0.25	23) 川本泰生: IFIMにおける, 1998.
カジカ(産卵場)	0	1.0	0.2	0.7	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
カジカ(成魚)	0	1.2	0.2	0.8	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
カジカ(未成魚)	0	0.8	0.1	0.4	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
カマツカ(昼)	0.05	1.0	0.75	0.75	25) 山嶋佳代子: 河川生息, 2000.
カマツカ(夜)	0.05	0.95	0.45	0.45	25) 山嶋佳代子: 河川生息, 2000.
カワムツ(sp)	0	1.0	0.5	0.5	22) 鬼東幸樹: 板櫃川, 2012.
カワムツ(sum)	0.1	1.0	0.4	0.4	22) 鬼東幸樹: 板櫃川, 2012.
カワムツ(win)	0	1.0	0.3	0.3	22) 鬼東幸樹: 板櫃川, 2012.
カワムツ(産卵場)	0	0.5	0.1	0.2	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
カワムツ(仔魚)	0.1	1.2	0.2	0.6	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
カワムツ1(昼)	0.01	0.6	0.01	0.01	24) 佐々木丞: 魚の行動圏, 1999.
カワムツ1(夜)	0.01	0.6	0.01	0.01	24) 佐々木丞: 魚の行動圏, 1999.
カワムツ2(昼)	0.01	0.9	0.75	0.75	24) 佐々木丞: 魚の行動圏, 1999.
カワムツ2(夜)	0.01	0.9	0.15	0.15	24) 佐々木丞: 魚の行動圏, 1999.
カワムツ2(夜)	0.01	0.9	0.35	0.35	24) 佐々木丞: 魚の行動圏, 1999.
カワヨシノボリ(産卵)	0	0.65	0.2	0.4	27) 辻本哲郎: 生活圏, 2000.
カワヨシノボリ(摂餌仔稚魚)	0	0.65	0.1	0.1	27) 辻本哲郎: 生活圏, 2000.
カワヨシノボリ(摂餌成魚)	0	0.9	0.1	0.1	27) 辻本哲郎: 生活圏, 2000.
カワヨシノボリ(定位仔稚魚)	0	1.2	0.2	0.6	27) 辻本哲郎: 生活圏, 2000.
カワヨシノボリ(定位成魚)	0	1.2	0.2	0.7	27) 辻本哲郎: 生活圏, 2000.
ギンブナ(sp)	0	1.0			22) 鬼東幸樹: 板櫃川, 2012.
ギンブナ(sum)	0	1.0	0.3	0.3	22) 鬼東幸樹: 板櫃川, 2012.
ギンブナ(win)	0.7	1.0			22) 鬼東幸樹: 板櫃川, 2012.
コイ(昼)	0	0.215	0.165	0.165	24) 佐々木丞: 魚の行動圏, 1999.
コイ(夜)	0	0.215	0.105	0.105	24) 佐々木丞: 魚の行動圏, 1999.
シマヨシノボリ(産卵場)	0	0.8	0.2	0.4	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
シマヨシノボリ(成魚)	0	1.2	0.2	0.7	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
シマヨシノボリ(未成魚)	0	1.2	0.2	0.8	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
タナゴ(4cm)	0.04	0.12			28) 関根雅彦: 河川環境管理, 1994.
タナゴ(6cm)	0.04	0.12			21) USGS: http://www.nwrc.usgs.gov/
フナ(昼)	0.05	1.0	0.35	0.35	25) 山嶋佳代子: 河川生息, 2000.
フナ(夜)	0.05	1.0	0.75	0.75	25) 山嶋佳代子: 河川生息, 2000.
フナ1(昼)	0.01	0.9	0.35	0.35	24) 佐々木丞: 魚の行動圏, 1999.
フナ1(夜)	0.01	0.9	0.75	0.75	24) 佐々木丞: 魚の行動圏, 1999.
フナ2(昼)	0.01	0.9	0.85	0.85	24) 佐々木丞: 魚の行動圏, 1999.
フナ2(夜)	0.01	0.9	0.75	0.75	24) 佐々木丞: 魚の行動圏, 1999.

流速H S I の文献収集資料

魚種	生息可能域 (m/s)		最適生息域 (m/s)		参考文献
	下限値	上限値	下限値	上限値	
アユ(6月)	0.00	2.00	0.80	0.90	26) 中村俊六: 河川における, 1995.
アユ(8月)	0.00	1.80	0.90	1.00	26) 中村俊六: 河川における, 1995.
アユ(産卵場)	0.10	1.20	0.20	1.00	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
アユ(成魚)	0.00	1.20	0.50	1.00	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
ウグイ(産卵場)	0.10	1.50	0.20	1.20	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
ウグイ(成魚)	0.00	1.80	0.10	1.40	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
ウグイ(稚魚・未成魚)	0.00	1.50	0.00	0.80	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
オイカワ(sp)	0.00	0.13	0.03	0.03	22) 鬼束幸樹: 板櫃川, 2012.
オイカワ(sum)	0.00	0.13	0.03	0.03	22) 鬼束幸樹: 板櫃川, 2012.
オイカワ(win)	0.00	0.13	0.03	0.03	22) 鬼束幸樹: 板櫃川, 2012.
オイカワ(産卵場)	0.00	0.20	0.03	0.10	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
オイカワ(仔魚)	0.00	0.20	0.00	0.10	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
オイカワ(成魚)	0.00	1.20	0.10	0.60	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
オイカワ(稚魚・未成魚)	0.00	1.00	0.00	0.50	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
夏期オイカワ	0.00	0.82	0.10	0.10	23) 川本泰生: IFIMにおける, 1998.
夏期カワムツ	0.00	0.85	0.05	0.10	23) 川本泰生: IFIMにおける, 1998.
カジカ(産卵場)	0.00	1.20	0.10	0.60	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
カジカ(成魚)	0.00	1.40	0.20	0.80	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
カジカ(未成魚)	0.00	0.80	0.00	0.40	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
カマツカ(昼)	0.01	0.25	0.01	0.01	25) 山嶋佳代子: 河川生息, 2000.
カマツカ(昼室内)	0.13	0.45	0.28	0.28	25) 山嶋佳代子: 河川生息, 2000.
カマツカ(夜)	0.01	0.25	0.01	0.01	25) 山嶋佳代子: 河川生息, 2000.
カマツカ(夜室内)	0.01	0.45	0.01	0.01	25) 山嶋佳代子: 河川生息, 2000.
カワムツ(sp)	0.13			0.03	22) 鬼束幸樹: 板櫃川, 2012.
カワムツ(sum)	0.00	0.15	0.03	0.03	22) 鬼束幸樹: 板櫃川, 2012.
カワムツ(win)	0.00	0.15	0.03	0.03	22) 鬼束幸樹: 板櫃川, 2012.
カワムツ(産卵場)	0.00	0.20	0.00	0.10	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
カワムツ(仔魚)	0.00	0.20	0.00	0.10	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
カワムツ(昼)	0.00	1.10	0.30	0.30	25) 山嶋佳代子: 河川生息, 2000.
カワムツ(夜)	0.00	1.10	0.00	0.00	25) 山嶋佳代子: 河川生息, 2000.
カワムツ1(昼)	0.01	0.60	0.01	0.01	24) 佐々木丞: 魚の行動圏, 1999.
カワムツ1(夜)	0.01	0.60	0.01	0.01	24) 佐々木丞: 魚の行動圏, 1999.
カワムツ2(昼)	0.01	0.60	0.01	0.01	24) 佐々木丞: 魚の行動圏, 1999.
カワムツ2(夜)	0.01	0.60	0.01	0.01	24) 佐々木丞: 魚の行動圏, 1999.
カワヨシノボリ(産卵)	0.00	0.65	0.20	0.50	24) 佐々木丞: 魚の行動圏, 1999.
カワヨシノボリ(摂餌仔稚魚)	0.00	0.65	0.20	0.20	27) 辻本哲郎: 生活圏, 2000.
カワヨシノボリ(摂餌成魚)	0.00	0.90	0.20	0.20	27) 辻本哲郎: 生活圏, 2000.
カワヨシノボリ(定位仔稚魚)	0.00	1.80	0.20	0.60	27) 辻本哲郎: 生活圏, 2000.
カワヨシノボリ(定位成魚)	0.00	1.20	0.20	0.65	27) 辻本哲郎: 生活圏, 2000.
ギンブナ(sp)	0.00	0.13	0.03	0.03	22) 鬼束幸樹: 板櫃川, 2012.
ギンブナ(sum)	0.00	0.15	0.05	0.05	22) 鬼束幸樹: 板櫃川, 2012.
ギンブナ(win)	0.00	0.10	0.03	0.03	22) 鬼束幸樹: 板櫃川, 2012.
コイ(昼)	0.00	0.11	0.01	0.01	24) 佐々木丞: 魚の行動圏, 1999.
コイ(夜)	0.00	0.11	0.03	0.03	24) 佐々木丞: 魚の行動圏, 1999.
シマヨシノボリ(産卵場)	0.00	0.80	0.20	0.40	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
シマヨシノボリ(成魚)	0.00	1.30	0.20	0.70	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
シマヨシノボリ(未成魚)	0.00	1.00	0.20	0.60	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
タナゴ(4cm)	0.10	0.14			28) 関根雅彦: 河川環境管理, 1994.
タナゴ(6cm)	0.10	0.12			28) 関根雅彦: 河川環境管理, 1994.
フナ1(昼)	0.01	0.23	0.01	0.03	24) 佐々木丞: 魚の行動圏, 1999.
フナ1(夜)	0.01	0.23	0.03	0.03	24) 佐々木丞: 魚の行動圏, 1999.
フナ2(昼)	0.01	0.23	0.05	0.05	24) 佐々木丞: 魚の行動圏, 1999.
フナ2(夜)	0.01	0.23	0.01	0.01	24) 佐々木丞: 魚の行動圏, 1999.
ブルーギル(仔魚)	0.00	0.12	0.00	0.04	21) USGS: http://www.nwrc.usgs.gov/
ブルーギル(成魚)	0.00	0.40	0.00	0.08	21) USGS: http://www.nwrc.usgs.gov/

魚種	生息可能域		最適生息域		参考文献
	下限値	上限値	下限値	上限値	
アユ(6月)	1	7	4	5	26) 中村俊六: 河川における, 1995.
アユ(8月)	1	7	4	5	26) 中村俊六: 河川における, 1995.
アユ(産卵場)	2	3	2	3	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
ウグイ(産卵場)	2	4	2	4	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
ウグイ(成魚-西日本)	2	7	3	6	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
ウグイ(成魚-東日本)	0	4	1	4	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
ウグイ(稚魚・未成魚)	0	6	1	2	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
オイカワ(産卵場)	1	3	2	3	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
オイカワ(仔魚)	0	3	2	2	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
オイカワ(成魚)	1	7	2	5	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
オイカワ(稚魚・未成魚)	1	7	2	3	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
夏期オイカワ	0	5	4	5	23) 川本泰生: IFIMにおける, 1998.
夏期カワムツ	0	5	3	5	23) 川本泰生: IFIMにおける, 1998.
カジカ(産卵場)	3	6	4	6	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
カジカ(成魚)	2	7	4	6	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
カジカ(未成魚)	0	6	2	4	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
カワムツ(産卵場)	0	3	0	4	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
カワムツ(仔魚)	0	4	1	2	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
カワヨシノボリ(産卵)	1	8	1	8	27) 辻本哲郎: 生活圏, 2000.
カワヨシノボリ(摂餌仔稚魚)	0	8	5	8	27) 辻本哲郎: 生活圏, 2000.
カワヨシノボリ(摂餌成魚)	0	8	5	8	27) 辻本哲郎: 生活圏, 2000.
カワヨシノボリ(定位仔稚魚)	1	8	2	5	27) 辻本哲郎: 生活圏, 2000.
カワヨシノボリ(定位成魚)	0	8	2	5	27) 辻本哲郎: 生活圏, 2000.
シマヨシノボリ(産卵場)	2	6	4	5	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
シマヨシノボリ(成魚)	2	7	2	5	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
シマヨシノボリ(未成魚)	1	7	2	5	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
ナワバリアユ(成魚)	3	7	4	6	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.
ムレアユ(成魚)	2	7	3	6	8) 中村俊六リバーフロント, 1999.

0~1	シルト
1~2	砂
2~3	砂礫
3~4	礫
4~5	石
5~6	巨石
6~7	岩盤

参考資料-6

英文の要旨

Research on practical application of fish habitat evaluation in small-scale rivers

ABSTRACT

Multi-nature type river development is addressed in a number of rivers, based on 'notification for the multi-nature type river development in 1990'. The development on all of the rivers has been done nowadays. Nevertheless, new challenges for river development in river improvement sites are remained.

In small-scale rivers, river channel plans to delve deeply is the number times the refurbishment cross section as compared to the current width of the river, based on the notification, so the river bed is seen flatly in many construction sites.

In order to improve the situation, many new technical standards of river channel planning have been published. Such as "multi-natural river development point book III" published in 2011, has been clearly explained to improve the former uniform technical standards, but the river planning has been performed in almost 90% rivers without understanding of the new technical standards.

Although there are many research reports on the ecology of fish, the method of evaluating relation to fish-easily living rivers has not been established. Therefore, a technique for quantitatively evaluating the habitat of the fish is demanded.

In this study, we are aiming to establish a method for evaluating the fish habitat in the river environment.

Current status of the evaluation of fish habitats in Japan, such as IFIM / PHABSIM have been studied as a quantitative evaluation methods the habitat from physical parameters. However, there is a problem in PHABSIM, must be calculated for each species and the growth stage, also requires the creation of habitat proper index HSI per fish influencing factors, large and ecology in the absence HSI it does not spread to the practical stage as a fish habitat evaluation methods, such as requiring a histological investigation.

In this study, as an indicator of the quality of the overall habitat for common fish species in small-scale rivers, water depth, flow velocity, sediment, for vegetation, apart from multiple fish species and growth stage

behaviors such as food and rest it defines the category classification that represents the optimum habitat that is common to. For many fish species and growth stage, which is commonly found in small-scale rivers, collecting the existing preference curve, and the optimum habitat is common to many fish species and growth stage so that such environmental conditions range (category) it was determined. In this study, water depth, flow velocity, sediment was divided into 3 category in consideration the balance of coincidence and the lack of the number of categories of optimal habitat. Water depth, obtained by dividing the optimum habitat in three categories at boundaries of 0.2m, 0.4m and 0.6m. Sediment, silt-sand by setting the best habitat in the range of particle size 2 ~ 75mm, gravel-gravel, was divided into three categories of stone-rock. Vegetation, it is assumed the shelter and spawning substrate of rest and spawning mode, it was a two-category division of none-vegetation and vegetation by the presence or absence of land plants covering the aquatic plants. "Ecological diversity index (Eco-Environmental Diversity; EED)" representing the diversity in behavior within the fish of the environmental condition of a combination of these we have proposed.

Fish habitat evaluation technique result of the fish survey in order to confirm the validity of EED, which indicates the fish species number and positive relationship, EED increased in 0.1 resulted in approximately 1 species increase. Streams which had over 0.8 of EED showed high environmental diversity by visual observation.

Thus, a new fish habitat evaluation index (EED) has been introduced, which could evaluate small-scale river habitat from the view point of bio-diversity without using habitat suitability index or other fish information during its evaluation process. To practice to use the EED index, four cases of calculation method for evaluating fish habitat of river are showed in the study, two cases showed before and after the design of an actual disaster recovery river works, third case showed after construction two years, the fourth case showed further consideration of the habitat of the fish. The proposal of consideration of the habitat of the fish, which introduces a simple proposed method for improve uniform flattening refurbishment standard, could produce the ecological environment diversity of the river immediately after the construction work by using this proposed method.

We will propose to incorporate the evaluation method of the fish habitat of the present study, into the multi-natural river development of technical manuals, such as "many natural river development point book III". As an

effect of spreading of the knowledge of fish habitat environment, the better planning of river for fish-easy living can be able to be carried out in all rivers.