

8.1 物理環境等を指標とする河川環境評価技術に関する研究

研究予算：運営交付金（一般勘定）

研究期間：平 23～平 27

担当チーム：水環境研究グループ（河川生態）

研究担当者：萱場祐一、傳田正利、中西哲、
片桐浩司、田頭直樹、川西亮太、梅本章弘

【要旨】

平成 25 年度は、河川水辺の国勢調査のデータ分析を行い、植物、魚類を対象とした実践的な代用指標の抽出に関する研究を行った。植物では、希少性、典型性、特殊性、外来種の観点から植物群落と種の関連づけを行い、保全すべき植物群落の平面分布を特定する手法を開発した。この地図化の作業により、河川管理者に種多様性を保全すべき範囲を示すことが可能となった。魚類では、代用指標種の選定の前段階として、四国地方の河川水辺の国勢調査データを用いて魚類群集の変化の傾向について分析を行った。その結果、寿命の短い種ほど、環境の変化に対して個体群動態が影響を受けやすい可能性があることが示された。

また河川水辺の国勢調査の公開データを活用するため、データ表記揺らぎ等を真正化するデータベースシステムを開発した。開発したデータベースシステムを用いて、魚類データを真正化し、その有用性を確認した。

さらに、近年普及が進む無人機(UAV)を活用した物理環境データ取得の試みを行った。また過去の物理環境を知るためには、定期横断測量データを用いて、内挿計算等により物理環境を推定する技術の開発が必要とされる。今年度は、その前段階として内挿計算の精度検証を行った。

キーワード：河川水辺の国勢調査、植物群落、魚類群集、河道内地形推定、データベース、UAV

1. はじめに

河川生態系の保全、復元及び維持管理のためには、河川生態系の管理目標の設定が必要となる。そのため、河川生態系を数値で評価出来る技術が必要となる。すなわち、この評価技術を用いて河川環境の状態を正確に評価及び把握し、河川環境の劣化が生じている場合には、保全や復元に向け、劣化前の評価水準を一つの目安として、保全・復元事業を行う必要がある。

河川生態系を保全・復元する際に、生物多様性は、河川生態系保全の重要なキーワードとなる。しかし、生物多様性は、概念的であると同時に、生物多様性自体を計測し指標化することは難しい。この難点を克服するためには、代用指標（Surrogate）の考え方が必要となる。本研究における「代用指標」とは、「定量化が難しい生物多様性を特定の要件を満たす種の生息状況とそれらの生息環境の状態(物理環境)から評価する指標」、と定義している。今後、全国の河川で生物多様性保全、維持管理を行う場合には、この代用指標の考え方は重要な概念になると考えられる。

この「代用指標」、特に生物種を用いて、河川生態系を評価する場合には、特定河川の特定種という

限定された生物種ではなく、日本全国でも生息を確認出来るような生息範囲が広い生物種を代用指標に用いる必要がある。この目的を実現するためには、全国の河川を対象とした生物データと物理環境データである「河川水辺の国勢調査」が適していると考えられる。河川水辺の国勢調査では、全国の主要な河川を対象に哺乳類、魚類、植物等の主要な生物生息状況と物理環境が調査され、データの蓄積は約 15 年間に及ぶ。河川水辺の国勢調査のデータを活用することで、「代用指標」の選定をより一般化して行うことが可能と考えられる。

河川水辺の国勢調査は、代用指標の選定に有用なデータであることは変わらないが、物理環境データに、若干の問題点がある。この問題は、河川水辺の国勢調査のデータは、調査日の調査地点における流速、水深等の瞬時的な物理環境データがとられているに過ぎず、代用指標に選定される種の生息が、どのような物理環境条件により支えられているかを分析するには十分な精度を有していない問題点がある。この問題を補完する方法としては、河川の維持管理等で取得される体系的な物理環境データを活用し、河川水辺の国勢調査データとの親和性を高める必要がある。

平成 25 年度は、平成 24 年度に引き続き、河川水辺の国勢調査のデータ分析を行い、実践的な代用指標に関する研究を行った。本研究では、植物、魚類を主な対象とした。

植物の代用指標としては、良好な植物群落の指標として重要種、劣化した植物群落の指標として外来種が考えられるが、河川水辺の国勢調査では広域なエリアをカバーする種に関する情報は得られていない。このため本研究では、希少性、典型性、特殊性、外来種の観点から植物群落と種に関する関係性を分析し、植物群落を代用指標として優先的に保全すべき区域を特定する手法を開発した（2 章 1 節）。

魚類では、代用指標種の本格的な選定に入る前に、四国地方の河川水辺の国勢調査データを用いて、魚類群集変化の傾向について分析を行った。その結果、最大寿命や産卵数、適した水温帯、産卵基質が要因として選ばれ、中でも最大寿命が 2.5 年未満の種で特に生息地点の消失率が高いことがわかった。これは、寿命の短い種ほど、環境の変化に対して個体群動態が影響を受けやすいことを示している（2 章 2 節）。

2 章の解析に用いた河川水辺の国勢調査のデータは、表記の揺らぎ、種名変更への対応等、データ解析に入る前の段階で、真正化の処理が必要となる。そのため、河川水辺の国勢調査データの真正化システムとその手法の開発を行った。

前述した様に河川水辺の国勢調査は、物理環境データも取得されているが、生物群集との関連性を見るためには、より詳細な物理環境データが必要となる。そのため、近年、普及が進む無人機を活用した物理環境データの取得の試みを行った。また、過去の物理環境データを得るためには、定期横断測量のデータを用いて、内挿計算等により詳細な物理環境（河道内地形）を推定する技術の開発が必要である。その前段階として内挿計算の精度検証を行った（3 章）。

本報告では、次章以降において、これらの研究の概要を報告する。

2. 河川環境評価指標の抽出・評価手法

2. 1 植物

2. 1. 1 はじめに

植物群落は環境の変化を敏感に反映する指標性をもつ存在である¹⁾。植物群落内では、さまざまな植物種が複雑に絡み合った関係のなかで生活しているが、これらを的確に評価するためには、植物群落の解析により、群落と種との従属関係を把握すること

が必要とされる¹⁾。しかし河川における種もしくは植物群落の評価は、これまで特定の種に着目した検討や²⁾、植物群落の分布・規模に着目した検討³⁾に限られ、種組成を用いて植物群落を評価した事例は、国内ではほとんど行われてこなかった。

1991 年より進められている河川水辺の国勢調査で得られた植物相や植物群落に関する資料は膨大な量となり、河川における全国レベルの植生情報として非常に重要なものとなっている⁴⁾。しかし群落組成調査資料の多くは公開されず、また集計、解析もほとんどなされておらず、有効に活用されていないのが現状である⁴⁾。

本研究では、既存の河川水辺の国勢調査の群落組成データを活用することで、種組成と植生分布の両面から客観的に植物群落を評価し、保全対象とする植物群落の抽出をおこなった。

2. 1. 2 方法 (図-1 参照)

千曲川(65~82km 区間、セグメント 2-1)の 4 回分(H6、H11、H16、H20)の河川水辺の国勢調査の「植物組成調査結果」と「植生面積」を用い、植物群落と種との関連づけを行った。

群落名を河川水辺の国勢調査の標準群落名と照らし合わせ、植生凡例を統一整理したうえで、重要種の観点、生態系の典型性や特殊性の観点から⁵⁾種もしくは群落を選定することとした。外来種に対しては河道掘削時に出来る限り排除することを念頭において検討を行った。なお、評価対象の考え方の設定に事業影響評価法の幾つかのマニュアルを参考とした。以下に、重要種、生態系の典型性や特殊性、外来種の各観点の詳細について示す。

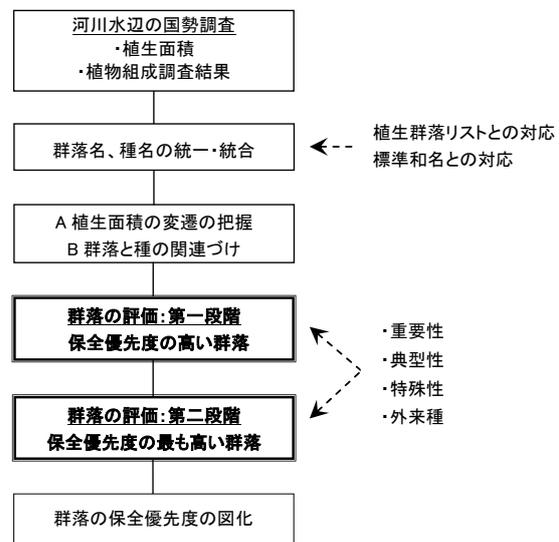


図-1 植物群落の保全優先度の評価フロー

a) 希少性

重要種は学術上重要な種と希少な種の2点から選定される。ここでは、個体群維持の観点から検討するため、希少性についてのみ取り扱った。希少な種については、空間スケールに応じて全国点な観点、地域的な観点の2つがある⁶⁾。以下に、2つの観点について説明する。

①全国的に減少している種

「絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律（以下、絶滅法）」および「環境省第4次レッドリスト」に指定されている種は日本全国で減少している種として評価対象種とする。

②地域的に減少している種

各地方自治体で策定している文化財保護条例、野生生物保護条例、レッドリスト等に指定されている種は、地方自治体レベルで減少している種として評価対象種とする。

b) 典型性

典型性の観点から評価対象を抽出する際の着目点として、以下の2点が挙げられる⁷⁾。

- ・植生、地形等によって類型化される環境のうち、面積比が大きい環境であること。
- ・自然または人為によって長期間維持されてきた環境であること

陸域における環境（例えば、群落）全てを対象として、現段階において面積比の大きい群落に着目すると、近年、拡大傾向にある樹林地等が対象となり、適切な保全対象とならない。また河川において、自然または人為によって長期間維持されてきた典型的な群落は、洪水に伴う流失や乾湿の繰り返しに適応した河川に依存した植物から構成される群落が中心となる。このため、本研究では、典型性として河川性(水辺性)の植物²⁾を対象とし、過去に面積比が大きいと推定された群落を評価対象とした。

注) 河川性(水辺性)の種：「日本植生便覧⁸⁾」を参照し、「日本植物種名辞典」のなかで、生活形がHH(水湿植物)か、生育地が「河原」「河辺」「河岸」「河畔」「流水辺」の何れかの種として定義

c) 特殊性

特殊性の観点から評価対象を抽出する際の着目点として、以下の2つが挙げられる⁷⁾

- ・地形、植生等を勘察したとき、面積比が小さく、かつ特異な地形又は地質、植生により成立している環境であること
- ・自然または人為によって長期間維持されてきた環境であること

本研究では、上記視点を踏まえ、群落の種組成が

他の群落と大きく異なり、かつ、面積の小さな群落を評価対象とする。

d) 外来種

外来種は保全対象ではなく、排除すべき対象と捉えることができる。ここでは「特定外来生物による生態系等に係わる被害の防止に関する法律（以下、外来生物法）」に指定されている特定外来生物、環境省が選定した要注意外来生物の種数を評価対象とするほか、外来種の量的尺度として、群落における全ての外来種の被度合計についても評価の対象とした。なお、被度合計については特定外来生物、要注意外来生物のほかに「外来種ハンドブック⁹⁾」の外来種リスト掲載種も対象とした。

e) 群落と評価対象種の関連付け

「河川水辺の国勢調査のマニュアル¹⁰⁾」によると、植生図作成調査では空中写真の判読に基づき群落素図を作成し、現地踏査において群落を確定することとなっている。また、群落組成調査については、「植生基図作成調査の際に、国土交通省水管理・国土保全局水情報国土データ管理センターのホームページで公開されている『植物群落リスト』に記載されていない群落や当該河川で前回までの河川水辺の国勢調査で記録されていない群落が確認された場合に、その群落を対象として実施する』とされている。本マニュアルにしたがうと、過去の調査で確認されている群落については群落組成調査を実施する必要はないが、実際には、群落を確定する現地踏査において、出現する群落の代表的なパッチに対して群落組成を調査することが多く、出現群落の幾つかのパッチについては群落の種組成データが存在する。本研究でも、水辺の国調における調査実態に鑑み、代表的なパッチにおいて群落組成調査が現存することを前提として、方法の提案を行う。

ところで植物群落には、種組成やそれらの量的配分、空間配置に一定の規則性があることが知られている¹⁾。本研究では、各群落の種組成に規則性があることを前提とし、群落組成調査の結果にもとづく一部の群落パッチにおける群落一種の関連性を、対象河川におけるすべての群落パッチにあてはめることとした。

2. 1. 3 結果

本方法を用いて群落と種との関連付けを行った結果として、ここでは希少な種と外来種に関する関連付けを示す(図-2~3)。

千曲川の対象区間において、①特定植物群落、②重要種の優占群落、③高ランクの重要種を含む在来

植物群落は確認されなかった。

重要種が含まれる群落は、ホザキノフサモ群落、リュウノヒゲモ群落、オオイヌタデーオオクサキビ群落、タチヤナギ群落、ハリエンジュ群落の5群落であった(図-2)。

特定外来生物はヤナギ群落、ハリエンジュ群落のほか、オオブタクサ群落、セイタカアワダチソウ群落といった外来広茎草本の群落にそれぞれ出現する(図-3)。外来種の被度合計は、オオブタクサ群落、シナダレスズメガヤ群落、ハリエンジュ群落など、外来種の優占群落で100%前後(中央値)の高い値を示した(図-2)。

種組成データを用いて TWINSpan をおこない、種組成の特殊性について検討したところ、リュウノヒゲモ、ホザキノフサモ群落などの沈水植物群落、カラヨモギーカラハハコ群落、ツルヨシ群落が他群落と種組成が大きく異なっていた(図-3)。このことから、これらの群落の存在により、地域のβ多様性が向上する。

(3) 保全すべき群落の抽出と分布状況

以上の結果を用いて、優先的に保全すべき群落を抽出した。設定は「保全優先度の最も高い群落」、「保全優先度の高い群落」の2つのレベルとし、図-4に示す「保全優先度の設定基準」を用いて評価を行う。「希少性」、「典型性」、「特殊性」、「外来種」の4つの観点から選定する。

a) 保全優先度の最も高い群落

希少性については、全国的な観点、地域的な観点を踏まえ、環境省レッドリスト、県版レッドリスト掲載種が優占する群落と、高ランクの重要種(絶滅

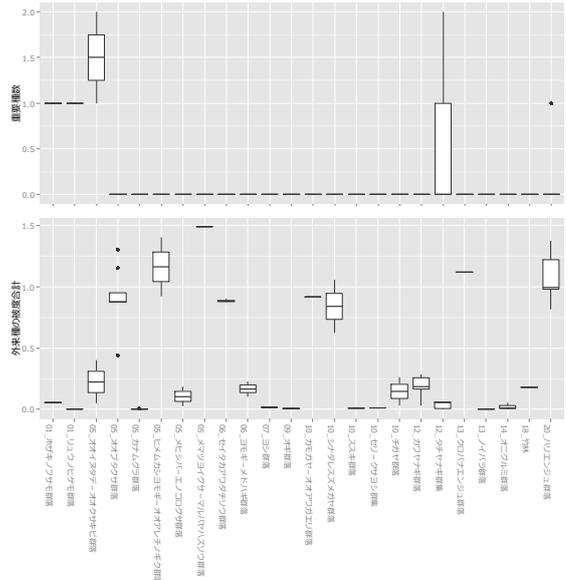


図-2 各群落で確認された重要種数、特定外来生物数および外来種被度合計

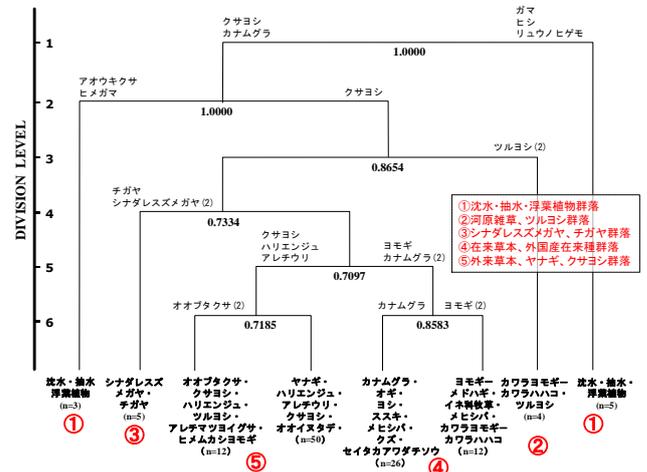


図-3 TWINSpanによる植物群落の種組成の類似性

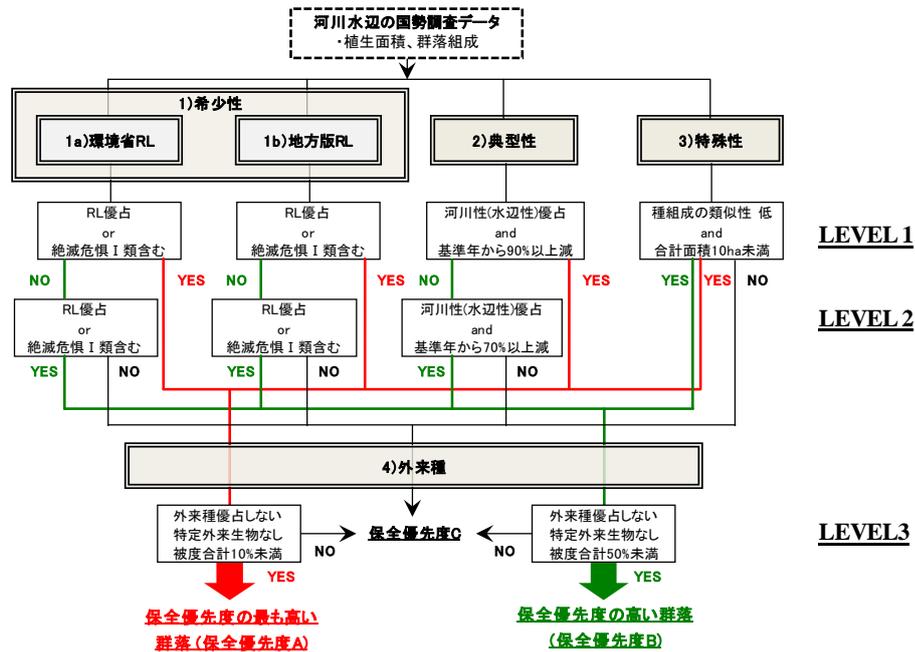


図-4 保全優先度の設定フロー

危惧 I 類) を含む群落を保全対象候補とする。典型性については、河川性(水辺性)の種が優占する在来植物群落であり、かつ、基準年(水国初年度)からの減少率が大きい群落を対象とする。減少率の設定は、IUCN レッドリストカテゴリー¹⁾を参考とした。特殊性については、各群落における種組成データを用いて TWINSpan を実施し、他の群落と異なる種から構成され、かつ、平成 20 年の対象区間における群落合計面積が 10ha 以下の群落を保全対象候補とした。

以上の 3 つの基準のいずれかで保全対象候補となった群落のうち、外来種が優占せず特定外来生物を含まない、かつ、外来種の被度合計の平均値が 10% 未満の群落を抽出し「保全優先度の最も高い群落」とした。

b) 保全優先度の高い群落

希少性については、全国的な観点、地域的な観点を踏まえ、環境省レッドリスト、県版レッドリストの掲載種が含まれる群落を保全対象候補とする。

典型性については「保全優先度の最も高い群落」とほぼ同様であるが、減少率を 70% に設定した。

特殊性については「保全優先度の最も高い群落」と同様である。以上 3 つの基準のいずれかで保全対象候補となった群落のうち、外来種が優占せず特定外来生物を含まない、かつ、外来種の被度合計の平均値が 50% 未満の群落を抽出し「保全優先度の高い

群落」とした。

2. 1. 4 群落の保全優先度の図化

例として、千曲川における「保全優先度の最も高い群落(保全優先度 A)」、「保全優先度の高い群落(保全優先度 B)」の選定根拠およびその結果を示した(表-2)。なお、ここでホザキノフサモ群落およびリュウノヒゲモ群落は、群落組成調査が実施されたにもかかわらず、植生図作成調査では対象とされなかったが、保全上重要な群落のため対象に加えた。

「保全優先度の最も高い群落」として選定されたのは、5 群落であり、「保全優先度の高い群落」は 1 群落となった。ただし、対象となった群落の中で平成 20 年の調査段階で現存していた群落はわずか 1 群落に留まり、植物における生物多様性の減少が懸念される結果となった。

保全対象群落に選定された基準の内訳を見ると(表-2)、希少性で選定された場合よりも、典型性の観点から選定され減少率が高い群落、もしくは、特殊性の観点から選定された群落が多かった。ただし、これらのケースに該当しても、外来種の基準により保全対象群落に選定されない場合があった。

千曲川の検討区間の一部(延長約 3.5km)について、「保全優先度の最も高い群落」、「保全優先度の高い群落」の平面分布の変遷を地図化した結果を図-4 に示す。

表-2 群落保全優先度の選定基準と選定結果の例(●は保全対象群落)

基本分類名	群落名	H20の面積(ha)	保全優先度の最も高い群落(保全優先度 A)						保全優先度の高い群落(保全優先度 B)					
			典型性		希少性		外来種	判定	典型性		希少性		外来種	判定
			河川性	減少率	河川性 × 減少率	希少性			河川性	減少率	河川性 × 減少率			
沈水	01. ホザキノフサモ群落	-	1			1	1	●	1	1		1	1	A
沈水	01. リュウノヒゲモ群落	-	1			1	1	●	1	1		1	1	A
一年草本	05. アレチウリ群落	33.11												
一年草本	05. オオイヌタデ-オオクサキビ群落	5.09	1						1	1	1	1		●
一年草本	05. オオブタクサ群落	6.53												
一年草本	05. カムシ群落	59.51												
一年草本	05. ヒメムカシゴキ-オオアレチノギク群落	5.11												
一年草本	05. メヒシバ-エノコログサ群落	5.24									1		1	
一年草本	05. ママツヨイグサ-マルバハズソウ群落	0	1	1	1				1	1	1	1		
多年広葉草本	06. カワラヨモギ-カワラハハコ群落	0	1	1	1	1	1	●	1	1	1	1	1	A
多年広葉草本	06. セイタカアワダチソウ群落	4.58												
多年広葉草本	06. ヨモギ-メドハキ群落	11.39												
樹子草草本	07. ヨシ群落	0	1	1	1		1	●		1	1	1		A
樹子草草本	08. ツルヨシ群落	13.88	1				1			1			1	
樹子草草本	09. オギ群落	77.17	1				1			1			1	
樹子草草本	10. オニウシノケグサ群落	3.15					1						1	
樹子草草本	10. カマ群落	0					1						1	
樹子草草本	10. カモガヤ-オオアワガエリ群落	0	1	1			1	○		1	1		1	A
樹子草草本	10. シナダレスメカヤ群落	3.81					1						1	
樹子草草本	10. シバ群落	0.13					1						1	
樹子草草本	10. ススキ群落	0					1						1	
樹子草草本	10. セリ-クサヨシ群落	20.01	1				1			1			1	
樹子草草本	10. チガヤ群落	0		1							1		1	
ヤナギ高木林	12. カワヤナギ群落	20.02	1				1			1			1	
ヤナギ高木林	12. コメヤナギ群落	2.96	1				1			1			1	
ヤナギ高木林	12. タチヤナギ群落	0	1	1	1		1			1	1	1		
その他の低木林	13. クズ群落	0.64					1						1	
その他の低木林	13. クロバナエンジュ群落	1.47					1						1	
その他の低木林	13. ノイバラ群落	0		1			1			1			1	
落葉広葉樹林	14. オニグルミ群落	0.02	1	1	1		1			1	1	1		
落葉広葉樹林	14. ケヤキ群落	0					1						1	
落葉広葉樹林	14. ムクノキ-エノキ群落	0	1	1	1		1	●		1	1	1		A
樹林地(竹林)	18. 竹林	0		1			1				1		1	
樹林地	19. スギ-ヒノキ植林	0					1						1	
樹林地	20. シンジュ群落	0.06					1						1	
樹林地	20. その他の樹林	0		1			1			1			1	
樹林地	20. ハリエンジュ群落	20.7					1			1			1	

注) "1"は当該基準で保全対象候補となった群落を示す。表下部の"OR"は、いずれかの基準で"1"となったものが選定されることを示し、"AND"は、双方で"1"となった場合に選定されることを示す。また図中の●は判定の結果、保全対象群落となった群落、○は保全対象群落となったが、直近の面積が 0 ha のため、保全対象とはならない群落を示す。判定の「A」は、より優先度の高い保全優先度 A で選定されていることを示す。

平成6年の時点では、保全優先度A（図-4、赤色）の群落は河道内に広範囲に成立していた。これらはカワラヨモギーカワラハハコ群落とヨシ群落であり、このうち前者は砂州を中心に分布していた。また保全優先度B（図-4、緑色）のオオイヌタデーオクサキビ群落は河岸付近に分布していた。平成11年には裸地が大幅に拡大し、保全優先度Aのカワラヨモギーカワラハハコ群落の大部分が失われた。同様にヨシ群落は、その多くが保全優先度の低い群落へと置き換わった。平成16年には、各群落パッチが縮小し、小規模なパッチのいくつかが消失した。直近の平成20年には保全優先度Aの群落がすべて消失し、保全優先度Bについても水際の陸域側に沿って局所的に分布するのみとなった。

以上のように、植物については、保全すべき植物群落を地図化した保全マップを提示することで、河川管理者に種多様性を保全すべき範囲を示すことが可能となった。

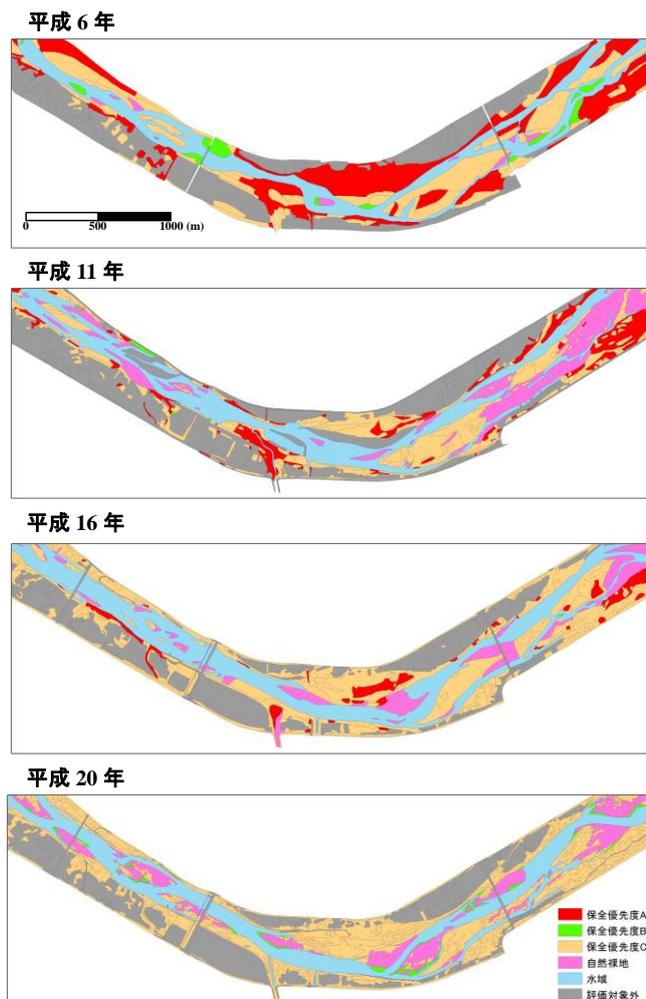


図-4 保全すべき植物群落の変遷
(千曲川 81.5～85km 区間における)

2. 2 魚類

2. 2. 1 魚類の生息状況の現状把握について

魚類の在不在や増減を評価する場合、1) 同一地点での時間的比較、2) 地点間の空間的比較、3) 地点間の時空間的比較の3つの視点が考えられる。河川水辺の国勢調査からは、各調査地点における魚種の「在・不在」と「個体数」の2種類のデータを取得することが可能であるが、上記の比較を行う際に、データの性質に留意する必要がある。1) の場合、在・不在または個体数データを利用することが可能である。一方、2) や3) の用途の場合、在・不在データはそのまま利用可能である（ただし、各調査年での調査地点の変更等に注意する必要がある）が、個体数データは地点毎の調査ユニット数（瀬、淵など）や調査努力量などが異なるため、それらを補正する必要がある。このような状況から、今回は在不在データを用いて一連の解析を行った。

表1. 生息状況評価の視点と河川水辺の国勢調査データの関係性

評価の視点	在・不在データ	個体数データ
同一地点の時間的比較	○	留意点あり
地点間の空間的比較	○	補正が必要
地点間の時空間的比較	留意点あり	補正が必要

2. 2. 2 四国を例にした魚類データ解析の流れ

(1) 対象とする範囲の選定

既に触れたように河川水辺の国勢調査における魚類データの単位は、調査地点である。調査地点はほとんどの水系で1水系あたり3～9地点程度しか設定されていないため、1つの水系の在・不在データだけから魚類の増減傾向を把握することは難しい。そのため、複数の水系を含んだ生物地理学的に適切な範囲を設定し、その地域レベルでの増減のトレンドを評価するのが妥当であると考えられる。

今回対象とする四国地方は地史的にも生物地理学的にも妥当な範囲であるため、このプロセスは省略したが¹²⁾、今後、特に本州のように地続きの地域においては、対象範囲の分けが必要であると考えられる¹³⁾。これには例えば、河川水辺の国勢調査第1回のデータから国外・国内移入種を除外し、それを真の在来魚類群集であると見なして、クラスター解析などのクラスタリングを行うことで、ある程度妥当な境界を見いだすことができるかもしれない。

(2) 各調査地点における魚種の経時的出現パターンの評価

表2に基づいて、各魚種の在・不在の経年パターンから、各調査地点における経年変化を分類した。すなわち、その地点から消失(▼)、新たに出現(△)、変化なし(◎)、不明瞭(?)の4つである。今回の分類では、直近2~3調査回分で生息が確認されない場合のみ、その種が消失したと判断した。直近1調査回のみ生息が確認されなかった場合を消失と見なしていないのは、偶然採集できなかつた可能性を考慮したからである。また、調査第1回目については、当時の調査手法の不確実性が近年の調査に比べて高いと考えられるため、他の調査回よりも種の発見効率が低いとみなして評価している。

表2. 各調査地点における魚種の経時的出現パターンの評価。
○は在データ。(◎:変化なし、△:出現、▼:消失、?:不明瞭)

4調査回分のデータがある地点

第1回	第2回	第3回	第4回	判定
○	○	○	○	◎
○	○	○	○	?
○	○	○	○	▼
○	○	○	○	▼
	○	○	○	◎
	○	○	○	△
	○	○	○	△
	○	○	○	?
	○	○	○	?
○		○	○	◎
○	○		○	◎
○		○	○	?
○			○	◎
○			○	◎
			○	-

3調査回分のデータがある地点

第1回	第2回	第3回	判定
○	○	○	◎
○	○	○	?
○	○	○	▼
	○	○	◎
	○	○	△
○	○	○	◎
	○		?
			-

(3) 各魚種の生息地点の消失率の算出

上記②の結果をもとに、対象地域における各種の生息地点の消失率(=100×消失地点数/総確認地点数)を算出した(表3)。今回はこの消失率が高いほど、当該地域で減少傾向にある種であると判断した。

(4) 対象とすべき種の選定と減少傾向に共通する生態的特性の特定

調査の結果、四国における魚類は汽水・海水魚を除けば、40種程度であった。ある地域における具体

表3. 四国における各魚種の総確認地点数および生息地点の消失率

環境省RDB	生息地点の消失率(%)	総確認地点数
アマゴ	50.0	2
オオキンブナ	29.2	24
チチブ	28.6	7
ヒナイシドジョウ	25.0	4
タカハヤ	16.7	6
オオヨシノボリ	16.7	24
シマヨシノボリ	13.8	29
カワアナゴ	13.6	22
ムギツク	12.5	8
ドジョウ	12.5	8
ウキゴリ	12.5	16
ナマズ	12.1	33
ニゴイ	11.1	27
ヌマチチブ	10.0	30
カマキリ	9.1	11
シマドジョウ	8.3	24
アカザ	7.7	13
ウナギ	6.7	30
タモロコ	6.7	15
ヤリタナゴ	6.7	15
コイ	5.9	34
ギンブナ	5.6	36
モツゴ	4.3	23
ゴクラクハゼ	4.3	23
カワヨシノボリ	4.2	24
ドンコ	4.0	25
カワムツ	3.4	29
アユ	3.2	31
ウグイ	3.2	31
オイカワ	0.0	36
メダカ	0.0	28
カマツカ	0.0	27
スゴモロコ類	0.0	22
ギギ	0.0	17
トウヨシノボリ	0.0	17
ボウズハゼ	0.0	13
スミウキゴリ	0.0	10
ミミズハゼ	0.0	10
スジシマドジョウ中型種	0.0	8
ビリンゴ	0.0	7
ルリヨシノボリ	0.0	5
シマヒレヨシノボリ	0.0	4
ヌマムツ	0.0	4
アブラボテ	0.0	4
イドミズハゼ	0.0	3
サツキマス	0.0	2
スナヤツメ	0.0	1
シロヒレタビラ	0.0	1
クロヨシノボリ	0.0	1
ウツセミカジカ	0.0	1

的な指標種を設定する場合、総確認地点数と生息地点の消失率の関係から、広域に分布しているながら減少傾向にある種を選ぶのが1つの方策であると考えられる。四国の場合、総確認地点数と生息地点の消失率を散布図にしてみると、オオキンブナ、オオヨシノボリ、シマヨシノボリ、カワアナゴ、ナマズ、

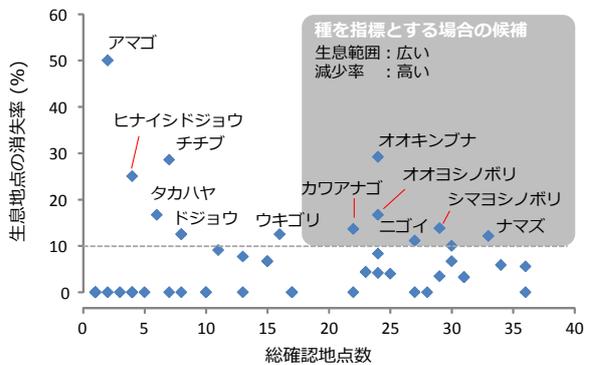


図1. 四国における各魚種の総確認地点数と生息地点の消失率の関係

ニゴイなどがこれに該当すると考えられた (図 1)。

一方、確認地点数が少なく、消失率が高い種については、いくつかの可能性が含まれていると考えられる。1 つは、真に分布範囲が狭く、なおかつ減少している場合である。もう 1 つは河川水辺の国勢調査の調査地点が河川の中・下流域 (国直轄区間) に設定されている、上流域に生息する種が散発的に含まれる場合である。今回の場合、たとえばヒナイシドジョウは前者に、アマゴ・サツキマスやタカハヤなどは後者に該当する可能性がある。今後、各都道府県が行っている水辺の国勢調査や河川水辺の国勢調査が始まる以前 (すなわち 1990 年以前) の分布データなどを蓄積していくことで、これらの可能性を検討していく必要があると思われる。いずれにせよ、現状ではこれらの種については、種の分布範囲などを別途調査し、各水系で個別に検討する必要があるだろう。

今回の研究では、生息地点の消失率の高い種がどのような生態的特性を持っているか回帰木分析を用いて解析した (図 2)。その結果、最大寿命や産卵数、適した水温帯、産卵基質が要因として選ばれ、中でも最大寿命が 2.5 年未満の種で特に生息地点の消失率が高いことがわかった。これは、寿命の短い種ほど、環境の変化に対して個体群動態が影響を受けやすい (たとえば、寿命 1 年の種ではたった 1 回繁殖できなければ、個体群は大きく縮小する) ためではないかと考えられる。このような知見は、他地域において指標となる種を選定するうえでも有用であると考えられる。

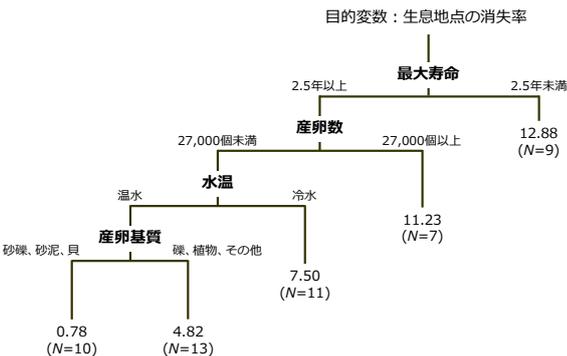


図2. 回帰木分析による生息地点の消失率に対する魚類の生態的特性の影響ターミナルノードの数値は、各サブグループに含まれる魚種の平均消失率。

(5) 選ばれた種の分布予測モデルの作成

(4)で選ばれた 6 種について、分布予測モデルを作成した。各魚種の分布データとしては、河川水辺の国勢調査の第 1 回および第 3 回を、物理環境データとしては、社会資本重点整備計画策定のための物理

環境調査Ⅲ時期およびⅤ時期から以下の 21 変数を抽出した: セグメント区分、淡水/汽水区分、平均河道幅、平均水面幅、河道幅・水面幅比、蛇行度、淵面積/km、淵面積比、淵数/km、瀬面積/km、瀬面積比、瀬数/km、サブ水域面積/km、サブ水域面積比、湛水域面積/km、湛水域面積比、高水敷森林面積比、水際森林率、水際自然率、水際の複雑さ、BOD75%。加えて、標高、河床勾配、海からの距離、最大移動可能距離を算出した。最大移動可能距離は、各調査地を挟んで上下流の直近に分布する 2 つの人工横断構造物間の距離を算出したものであり、河川の分断化の程度を表している。分布予測モデルの作成にはランダムフォレスト¹⁴⁾¹⁵⁾を用い、解析は R ver. 3.0.2で行った。その結果、どの種についても 70%以上の正判別率を持つ精度の良いモデルを作成できた。

表4. ランダムフォレストによる各魚種の在・不在に対する変数重要度 (黄塗りは上位5変数)

n tree=200	ニゴイ	オオキンナ	ナマズ	カワアナゴ	オオヨシノボリ	シマヨシノボリ
海からの距離 (km)	63.67	47.50	28.26	68.00	27.99	50.87
標高 (m)	50.04	72.29	37.96	100.00	100.00	100.00
河床勾配	70.71	71.02	31.18	45.88	79.35	28.81
セグメント	32.41	20.35	7.81	8.90	8.71	9.76
淡水/汽水	5.87	2.81	3.73	8.55	24.83	4.80
最大移動可能距離 (km)	100.00	72.98	18.62	38.30	7.64	17.24
平均河道幅 (km)	40.56	69.31	35.19	46.72	15.13	27.98
平均水面幅 (km)	63.92	63.46	40.80	35.04	47.62	25.06
河道幅・水面幅比	29.11	77.99	100.00	33.14	67.73	32.32
蛇行度	28.04	72.43	23.44	32.66	18.27	18.60
淵面積/km	42.42	62.96	20.28	90.41	21.61	12.73
淵面積比	25.51	47.02	23.41	71.90	22.32	21.96
淵数/km	47.87	55.33	24.91	49.43	12.02	13.34
瀬面積/km	80.35	52.47	52.68	41.27	17.05	36.09
瀬面積比	23.94	58.12	38.72	50.75	46.13	48.35
瀬数/km	39.57	44.04	72.03	44.95	36.64	46.39
サブ水域面積/km	15.13	57.13	9.76	28.74	10.16	5.15
サブ水域面積比	22.81	92.77	13.09	26.39	12.10	8.91
湛水域面積/km	12.89	50.50	4.19	9.11	4.58	5.03
湛水域面積比	13.89	28.20	9.49	12.11	16.45	3.73
高水敷森林面積比	62.99	72.91	20.02	46.31	17.08	24.92
水際森林率 (%)	40.23	45.30	35.28	38.11	31.46	22.41
水際自然率 (%)	38.35	100.00	59.21	28.64	16.58	33.32
水際の複雑さ	32.98	57.81	42.47	63.95	15.53	15.71
BOD75%	39.16	43.13	34.52	26.53	19.86	25.33
OOB推定誤判別率	25.76	28.79	31.82	28.79	27.27	25.76

(6) 実河川での適用

(5)のモデルと各河川の社会資本重点整備計画策定のための物理環境調査データを利用することで、流程に沿った 1 km ごとの各種の在・不在の予測確率を算出することが可能である。また、物理環境の経年変化から、生息環境が良好に維持されている区間、悪化している区間を推定し、河道掘削などの実際の河川整備計画での改修範囲などを決定することも可能である。河道掘削そのものについても、掘削によって⑤で用いた物理環境要因がどのように変化するかを推定できれば、分布予測モデルを用いて、河道掘削が対象種の分布確率にどの程度影響するかを見積もることも可能であると考えられる。今後はこれらを実河川に適用し、その有用性を検討していく必要がある。

3. データの取得・解析技術の確立

3. 1 はじめに

達成目標2では、データの取得から解析までの環境評価にいたるプロセスの確立・提案を行うことを目的としている。平成24年度は、政府（主として国土交通省）が取得したデータの活用を主眼とし、国土基盤情報、河川環境データベース、河川の維持管理（LPデータ、空中写真データ）の収集・データベース化を行った。

平成25年度も引き続き、河川水辺の国勢調査の貴重種データの入手・実装、直轄区間の河川横断測量データ、水位流量観測所のデータの入手・実装を行い、主要な既存データのデータベースが完成した。

これらのデータを用いて河川生態系を構成する物理環境、生物群集に関して、試行的な解析を実施したところ、物理環境に関しては、①横断測量データを内挿計算することにより河道内地形の復元が可能であることを明らかにした。生物群集に関しては、②河川環境データベース（河川水辺の国勢調査データ）の公開データに関して、データ表記の揺らぎ等が散見されたため、データの真正化を行うソフトウェアの開発を行った。開発したソフトウェアを近年問題となる外来種のコクチバス（*Micropterus dolomieu*）の長期変化へ適用し、開発したシステムの実用性を検証した。

また、達成目標2では、新たなデータ取得手法の開発も目的としている。従来の河川管理では、定期横断測量、空中写真、河川水辺の国勢調査等の物理基盤、生物情報データが約5年間隔で蓄積されている。しかし、河川生態系管理を考える場合には、より高頻度に空間情報を取得する必要がある。そのためには、より安価な空間情報の取得技術が必要となる。従来の物理基盤、生物情報データの収集方法では、上述の条件を満たすことが出来ない。このため、平成25年度は、近年、急速に普及が進む無人機（Unmanned Aerial Vehicle : UAV）を河川生態系モニタリングに適用し、その実用性を検証した（実施事項③）。

3章では、①~③の実施事項に関して、2節~5節にとりまとめ、6節では、平成25年度以降の方向性を取りまとめるものとする。

3. 2 河川横断測量データを活用した河道内微地形復元手法について

(1) はじめに

河川に生息する生物は、河川の微細な環境勾配に敏感に対応しながら生息している。河川地形は、こ

の環境勾配を規定する基盤である。適切な河川環境管理を行うには、過去から現在にわたって河川地形がどのように変遷してきたか定量的に把握する必要があり、水域の形状を含めて定量的に評価するには、我が国で一定期間の間隔で測量されている定期横断測量結果を利用することが現実である。この場合、横断測量データの内挿を行うことによって詳細な地形を再現する手法が必要となる。

地形内挿を行う有力なツールとして、iRICがある。河川の流れ・河床変動解析ソフトウェアであるiRIC¹⁶は、プリプロセッサに水理計算に必要な格子点を作成するための内挿ツールを実装している。iRICは横断測量データを地形条件として用いることを基本としている。この内挿ツールは一般座標系変換を行うことで河道に則した地形が再現できることが特徴である。iRICは洪水時の流れおよび河床変動を対象とした水理計算ソフトであるため、内挿による地形の再現には一般座標系上での単純な線形補間を採用している。そのため、河川生態系の維持管理に必要な微地形を含む詳細な地形の再現精度の面では疑問があり、検証が必要である。

このような背景から、本研究では、河川横断測量データに内挿計算手法を適用し、河川微地形の再現性について、その可能性を検討することを目的とする。

(2) 研究の方法

本研究では、iRICの内挿手法と他の各種内挿手法での河川地形の再現性について検証を行う。iRIC

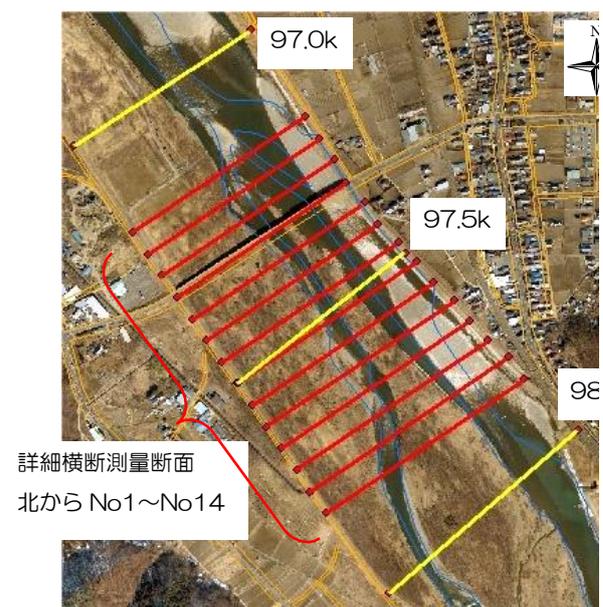


図-1 対象区域

の再現性を検証するため、定期横断測量データから格子間隔から約 5m となるように内挿処理を施した。次に GIS に実装されている内挿による地形再現であるが、GIS 等を実装している内挿手法はほぼ等間隔の取得されたポイントの内挿することを想定している。そのため上記の通り河川横断測量データは縦横断方向に測量間隔の粗密が大きく異なる横断測量の特性ため、直接内挿処理を施すと誤差が大きくなる。

河川の地形を河道の地形に沿った手法を適用する必要があるが、今回は実際の河道の形状に則した地形を再現できる iRIC の内挿手法に着目し、一段階目で粗く iRIC にて内挿し、二段階目として GIS の内挿ツールによって詳細な地形内挿を行うこととした。

具体的には、図-1 に示すように、定期横断測量データより iRIC の内挿ツールを使用して、ほぼ 25m 間隔で格子を作成し、その粗い格子に対して間隔 5m の詳細な内挿を行い、ラスタデータを作成した。詳細な地形内挿手法は、Natural neighbor 法 (以下、NN 法)、Inverse Distance Weighted 法 (以下、IDW 法)、およびスプライン法である。NN 法と IDW 法は、周辺の測量点を重み付けすることで任意地点の内挿値を算出する方法である。

以上の通り、iRIC で作成した再現地形と、iRIC の内挿手法と三種の GIS の内挿手法を組み合わせた再現地形の 4 種類のラスタデータを作成した。

(3) 結果と考察

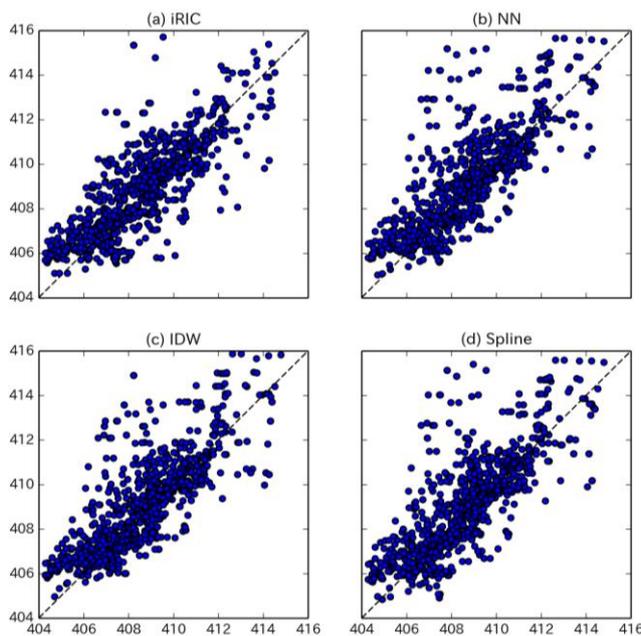


図-3 詳細横断測量と内挿による地形再現の比較

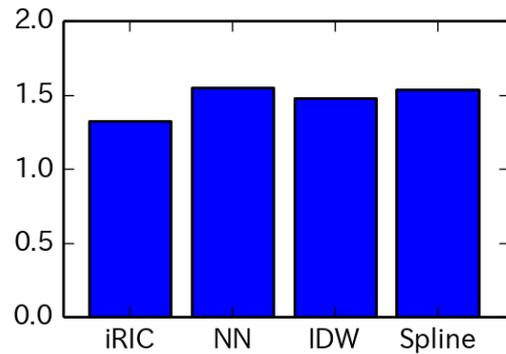


図-2 内挿手法の平方二乗平均誤差

各種内挿による地形再現方法と詳細横断測量データとの平方平均誤差を図-2 に示す。また詳細横断測量データと内挿による結果の比較図を図-3 に示す。図-3 の横軸はすべて詳細横断データであり、縦軸は各種法による算出値である。平方平均誤差は各手法とも 1.5m 付近と同様の結果となったが、iRIC による内挿手法の平方平均誤差が最も小さく、加えて比較図でも散らばりが少ない結果となった。他の手法の比較図についてはほぼ同様の結果となった。また各手法とも実測値に対し、再現値が高い傾向となった。

これらの結果から、iRIC の内挿手法は河川の地形再現に優れているといえる。iRIC の内挿手法は、一般座標系で作成した格子を縦断方向に内挿する手法である。

代表的な断面として、詳細横断測量 No.1、8、14 断面における実測値と内挿値の断面図形状を図-4

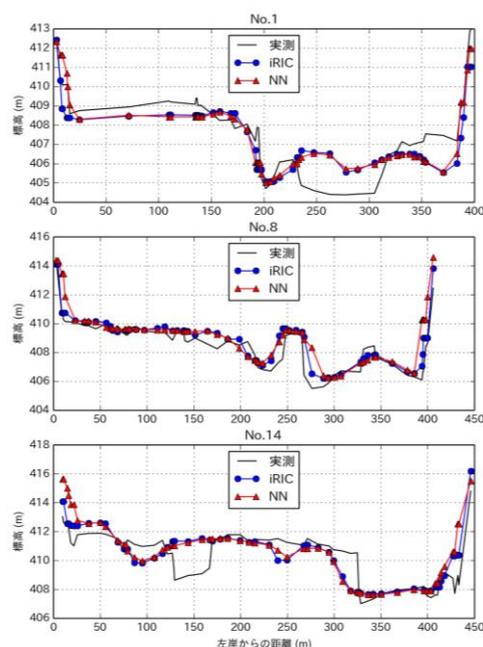


図-4 詳細横断図と内挿手法による結果

示す。内挿手法は iRIC と NN 法である代表例として載せた。No.8 断面の再現性が高いが、これは No.8 が元データとして使用した断面とほぼ重なるからである。再現値は双方とも同様な値であるが、NN 法は iRIC と比較して、形状を滑らかにしていることが分かる。

これは先に述べた情報量の多さによる影響である。河川の地形は、実測の横断面に見られるように、局所的に切り立った形状がよく見られる。NN 法などの汎用的な内挿手法では、こういった地形情報を喪失してしまう可能性がある。

全体的に見て、河川の流路を再現できているといえる。しかし微地形の再現性は高いとは言えない。No.14 断面の左岸から 150m 付近の副流路は再現できていない。これらの副流路は洪水時の魚類の避難所として、また低流速、低水深を生息場として利用する河川の動植物にとっても重要な環境基盤を提供する。元データの情報に含まれない微地形形状を内挿によって再現することは不可能である。微地形を再現するには、元となる横断地形データに加えて、付加的な地形情報が必要となる。付加的な地形情報として、河川工学で蓄積されてきた砂州形状などの地形の形状特性の情報を利用することが再現性を高めるし、かつ河川工学的にも妥当な手法であろう。

3.3 河川水辺の国勢調査の公開データの真正化システムの開発と公開データを活用した魚類群集の長期変化の試行

(1) はじめに

平成2年度から開始された「河川水辺の国勢調査」(以下、水国と記述する。)は、河川に生息・生育する動植物相の把握という点で大きな成果を上げてい

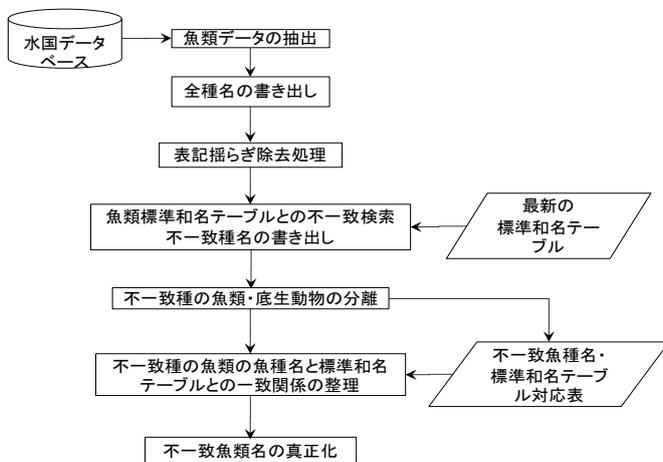


図-5 CSVデータの種名真正化処理

る。

平成2年度から開始された水国は、5年かけて全国の河川を一巡し、平成25年現在、5巡目に入っている。平成12年度からは水国の電子化が開始され、入力作業のシステム化、紙媒体で発行したデータのデータベース化が進んでいる¹⁷⁾¹⁸⁾¹⁹⁾。

水国のサイトからダウンロード出来る CSV データは、調査年次、水系、河川名、調査地点、確認種等、水国で得られた主要データを網羅し、生物群集の解析、生物群集と河道特性との関係性把握に十分な情報を持ち、活用が期待される。ただし、これらの CSV データは、種名の表記揺らぎの残存、生物種の分類変更に伴う種名の変更等、問題が残存する。

このような背景から、本研究では水国の CSV データの不具合を整理し、これらの修正を行うデータベースシステムを作成した。本研究では、開発したデータベースシステムの概要を報告し、修正した CSV データの活用し、平成2年から現在までのコクチバス個体群の拡大に関して試行的な分析を行う。これらの試みを通して、CSV データの活用の可能性を議論することを目的とする。

(2) 研究の方法

a) 河川水辺の調査の CSV データの問題点

河川水辺の国勢調査の公開 CSV データは、前章でも概説したが、電子入力システムの未整備に起因する種名に関するエラー、地点名標記が現行標記と異なるための問題点、以上の2点の問題が存在する。以下に、その詳細を記述する。

電子入力システムの整備前は、水国の受注者が手動で入力したため、種名の誤入力、全角半角等の文字表記の不統一という単純なエラーに加え、標準和名との未統一などの様々な問題が残存している。

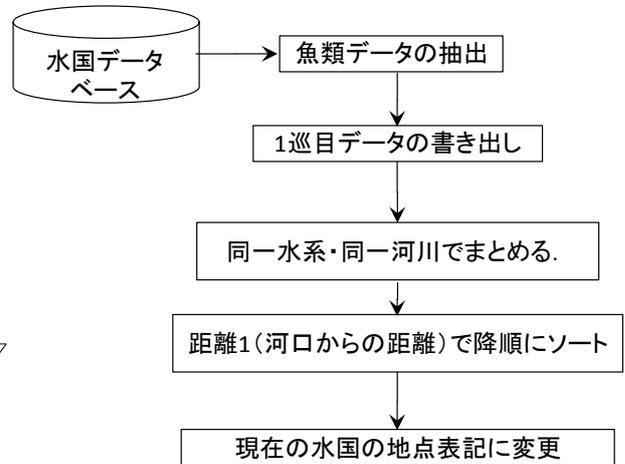


図-6 CSVデータの種名真正化処理

次に、魚類と両生類・爬虫類・哺乳類に関しては、同一 CSV に複数の生物類のデータが格納している問題がある。「魚類」の CSV データは、魚類、甲殻類及び貝類が同一 CSV データ内に格納され、両生類・爬虫類・哺乳類は、文字通り、両生類、爬虫類、哺乳類が混在している。

現行の地点名標記ルールでは、「水系名」、「河川名」、「地点名」、「河川事務所名」、「下流からの距離に基づく順位」、を調査地点名として用いることになっているが、1 巡目のデータでは、「St. 1」等の記述で現行の地点名との統一がなされていない。これらの問題は、魚類、底生動物、植物、鳥類、両生類・爬虫類・哺乳類、陸上昆虫類等でも同一の問題が確認された。

b) 水国の CSV データの真正化システムの開発

図-5 に CSV データの魚種名の真正化処理を示す。ステップ 1 として、単純な表記揺らぎ（全角・半角のカタカナの混在）を修正する。次に、毎年公開される全角カタカナで表記された標準和名の一覧（以下、標準和名テーブルと記述する。）を参照し、標準和名に合致しない種名（以下、除外種名と記述する）を書きだす。その後、除外種名と標準和名の対応関係を整理し、魚種名修正テーブルを作成する。この魚種名修正テーブルを利用し、標準和名テーブルに一致しない魚種名を修正する。同時に、魚種名修正テーブルに合致しない種名は、甲殻類・貝類等であるため、これらを除外して甲殻類・貝類テーブルを作成する。

H9 年のマニュアル改訂以前は、水国の調査地点は、「St. 1」等という表記で地点名が記録されているのに対し、H9 年以降は、水系、河川名、事務所名、下流からの距離の順で地点名が記録されている。この処理により、1 巡目（平成 2 年度～平成 7 年度）までのデータを、2 巡目以降の同一地点と比較することが可能となった。

表-1 オオクチバスとコクチバスの確認地点の比較

地方整備局名	オオクチバス	コクチバス	総計
東北	120	16	136
関東	156	11	167
北陸	66	18	84
中部	187	0	187
近畿	199	0	199
中国	94	0	94
四国	48	0	48
九州	72	0	72

c) 真正化データを活用した水国の特定外来種コクチバスの試行的分析

魚類の CSV データを活用し、1 巡目から 4 巡目までの魚類データを分析することの意義を実証するために、近年、河川に生息する外来の魚類として近年問題となっているコクチバス（*Micropterus dolomeu*）の拡大状況をオオクチバス（*Micropterus salmoides*）の拡大状況と比較するとともに、地域、道特性との関連性を分析した。

(3) 研究の結果と考察

図-7 に 1 巡目から 4 巡目までのコクチバス確認地点数の全調査地点数に占める割合の変化を示す。コクチバスは、2 巡目に 2 地点で確認後、急激に確認調査地点割合を増やしている。特に、4 巡目は、3 巡目よりも確認調査地点割合が少ないにもかかわらず、調査地点数が増加している。この結果は、コクチバスは、少なくとも平成 7 年（1995 年）以前には、直轄河川での生息可能性は極めて低く、平成 8 年（1996 年）以降に直轄河川区間に侵入した可能性が高いことを示し、3 巡目が終了した平成 17（2005 年）以降、急激にその分布範囲を拡大していることがわかる。

図-8 に 1 巡目から 4 巡目までのオオクチバス生息確認地点数の全調査地点数に占める割合の変化を

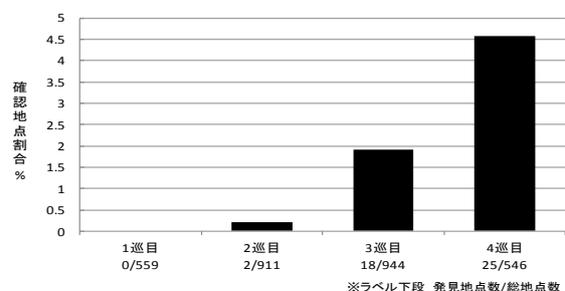


図-7 1 巡目から 4 巡目までのコクチバス確認地点数

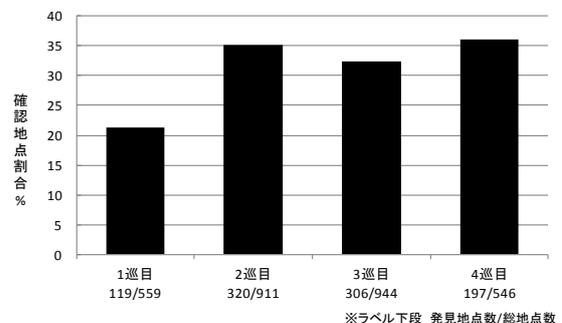


図-8 1 巡目から 4 巡目までのオオクチバス確認地点数の変化

比較的水温が低い地域のセグメント 2-1 を中心として分布しているのに対し、オオクチバスは、セグメント 2-1 を中心としながら、広い区域に生息していることがわかる。表-1、図-5 は、オオクチバスの分布域は、オオクチバスが生息できる地点には飽和状

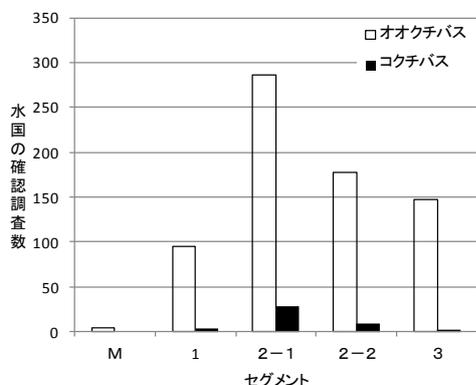


図-9 各セグメント区分におけるコクチバスとオオクチバスの確認地点数の比較

態に近く拡大したという推定を支持する結果といえる。

これらの結果は、水国データは、適切なエラー修正がなされれば、日本全国を対象とするマクロスケールでの解析に適したデータであることが把握出来た。次年度は、水国データを活用した生物群集解析を行う予定である。

3. 4 UAV を用いた河川の物理環境・植物群落変化のモニタリングの可能性

(1) はじめに

無人ヘリコプターに代表される無人機 (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) は、河川環境モニタリングに大きな可能性を持つ。UAV にデジタルカメラ、赤外線カメラ等を搭載し、河川内の高解像度の低高度空中写真や植物群落分布等を分析する手法が開発され、出水による攪乱に起因して変動が激し

い河川景観を的確に捉えられる環境が整い始めている²⁰²¹⁾。

更に、リチウムイオン電池の普及に伴う動力源の電動化、ジャイロの高性能化に伴う制御基盤の発達により、無人ヘリコプターよりも軽量化が進んだ UAV が開発されている。その中でも、飛行機型の UAV は航続距離も長い (以下、飛行機型 UAV と記述する。) この飛行機型 UAV は、低高度空中写真の撮影、デジタル表層モデル (Digital Surface Model : DSM) の作成が安価に可能であり、既往研究は飛行機型 UAV を河畔植生の再生状況のモニタリングに適用し、安価に良質な河川植生情報を得られることを示している²²⁾。しかし、日本において、飛行機型 UAV を活用した研究・調査事例は少ない。

本研究では、河川環境モニタリングに大きな可能性を持つ飛行機型 UAV を日本の河川にも適用し、その実用性を検証することを目的とする。

(2) 研究の方法

a) 調査地の概要

調査は、信濃川水系千曲川で行った。調査地は千曲川の中流部に位置する鼠橋付近 (長野県埴科郡坂城町、東経 138° 12' 4.6"、北緯 36° 25' 14.4"、以下、調査地と記述する) で行った。調査地では、2013年10月16日、2013年10月26日、流量約 300m³/s の出水が生じ、河道内地形、植生に変化が生じた。

b) 現地調査の方法

表-2 撮影諸元

撮影時期	撮影日	平均高度	解像度 (cm/pixel)
1	10月2日	137	5.0
2	11月7日	137	5.0

飛行機型 UAV を用いた空中写真撮影の詳細を表-2 に示す。2回の撮影とも、飛行機型 UAV は (sensfly 社、型式: swingletcam) を用いて、以下の方法で撮影を行った。

飛行機型 UAV を予め設定した航路通りに制御で



図-10 UAV の撮影航路及び撮影に用いた小型 UAV

きるソフトを用いて、調査地付近の裸地（概ね 1、600 m²）の機体の離発着を行い、UAV を自動操縦し、機体に搭載したデジタルカメラから空中写真撮影を行った。

c) 現地調査の方法

飛行機型 UAV の地被状況変化の把握能力を評価するために、飛行機型 UAV を用いて撮影した空中写真、デジタル表面モデル (Digital Surface Model : DSM) の撮影解像度評価、小規模出水時前後における砂州状況変化の把握状況の検証を行った。

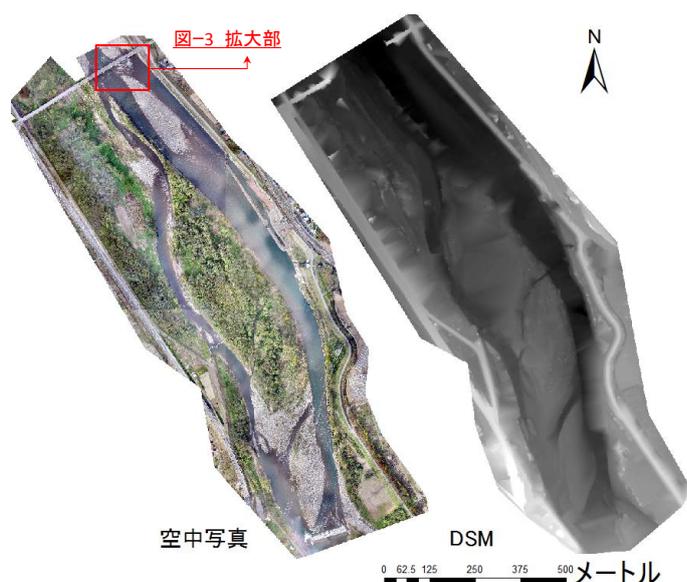


図-11 UAV を用いた空中写真及び DSM

(3) 結果と考察

a) 飛行機型 UAV を用いた空中写真の検証と地被状況変化の能力

図-11 (左) に飛行機型 UAV を用いた空中写真を示す。UAV を用いた空中写真は、航空機と比較して 3 倍の解像度のため、高精細に地被状況を把握出来た。図-12 に出水前後の砂州状況変化を示す。UAV を用いた空中写真は、砂州の細かな形状に加えて表層土壌変化を詳細に把握することが出来た。

b) 飛行機型 UAV を用いて DSM の特性

図-2(右)に飛行機型 UAV を用いた DSM に示す。DSM は、河川地形・河道内微地形の一定の傾向を把握することが出来ているが、樹林帯の樹冠部や水域周辺の河岸構造までは表現していない。一方、砂礫地等の表層に植生等が存在しない区域の地形は、詳細に再現した。これは、飛行機型 UAV データを用いた立体視による写真測量の DSM 作成方法に起因

すると考えられる。UAV で DSM 作成に用いられているアルゴリズムを修正することが、UAV を河川環境モニタリングへ適用するための課題と考えられる。

DSM を用いて、地被状態管理、特に、樹林生育範囲を記録するには、DSM 作成方法を検証する必要があるが、飛行機による撮影と比較して極めて安価な飛行機型 UAV は、河川環境モニタリングに有用と考えられる。



図-12 出水前後の河道内地形比較

3. 5 おわりに

平成 25 年度は、①定期横断測量結果を用いた河道内微地形を再現する手法の可能性を検証、②河川水辺の国勢調査データの真正化システムの開発、③ UAV を用いた河道内の空間情報取得技術の開発、以上の 3 点を行った。

河川横断測量データに内挿計算手法を適用し、河川微地形の再現性について、その可能性を検討した。適用した地形再現手法は iRIC および iRIC と GIS に実装された三種類の内挿手法を組み合わせた全部で四種類である。これら地形再現と詳細に測量された横断データを比較することで、妥当性について検討を行った。結果は、内挿手法による違いはあまり見られなかったが、iRIC による手法が適応度の高い結果となった。その原因は、GIS に実装されている手法は、平面を平滑化する手法であるためと考えられる。またどの手法も微地形を再現しきれなかった。これに対処するには河川工学の知見を付加情報として与える必要が有効であろう。

河川水辺の国勢調査（水国）の公開 CSV データが修正するデータベースシステムの開発を行った。修正したデータを用いて、近年、問題となるコクチバス、オオクチバスの確認地点数の変化を把握した。その結果、オオクチバスと比較して、コクチバスは、2 巡目終了以降、確認地点数が増加していることを明らかにし、水国の公開データ、特に、1 巡目のデータを活用することの有用性を示した。

飛行機型 UAV で撮影した空中写真、DSM の可能性を検証するため、信濃川水系千曲川で撮影した画像を検証した。その結果、空中写真は高精細な画像が撮影でき、地被状態把握に適しているが DSM は、作成方法等の検証が必要であることを明らかにした。

平成 26 年度は、既存データと UAV 等の新しい空間データ取得手法により得られた空間情報を体系的にデータベース化する検討を進める。同時に、得られた空間情報を適切に加工し、水工学解析・生態学解析を短時間で実行する手法の開発を行う。その後、全直轄河川を対象とした空間情報活用とその解析を行える手法の開発を進める予定である。

4. 参考文献

- 1) 福嶋司編 (2005), 植生管理学, 朝倉書店
- 2) 上野達也・佐々木寧 (2001), 河川水辺の国勢調査手法に関する基礎的研究—河川水辺の国勢調査・植物調査における特定種の選定—,
- 3) 佐々木寧(1996), 河川水辺の国勢調査(植物調査編)の活用—多摩川を例として—, 河川環境総合研究所報告 2, 133-148
- 4) 矢ヶ崎朋樹・佐々木寧 (2000), 河川環境調査に関わる植生情報の問題点とその検討—「河川水辺の国勢調査」植生調査データについて—, 生態環境研究 7(1)
- 5) ダム事業に係わる環境影響評価の項目並びに当該項目に係わる調査、予測及び評価を合理的に行うための手法を選定するための指針、環境の保全のための措置に関する指針等を定める省令
- 6) 道路環境影響評価の技術手法 2007 改定版 第 3 巻. (財)道路環境研究所, 2007.
- 7) 河川事業環境影響評価研究会：ダム事業における環境影響評価の考え方. (財)ダム水源地環境整備センター, 2000.
- 8) 日本植生便覧 改定新版. 宮脇昭責任編集・奥田重俊・藤原陸夫編, 至文堂, 1994.
- 9) 外来種ハンドブック. 日本生態学会編, 地人書館, 2002.
- 10) 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課：平成 18 年度版河川水辺の国勢調査基本調査マニュアル [河川版] (河川環境基図調査編), 2006.
- 11) IUCN 国際自然保護連合：IUCN レッドリストカテゴリと基準 3.1 版. 日本語訳：矢原徹一・金子与止男
- 12) 川西亮太, 梅本章弘, 傳田正利, 萱場祐一 (2014). 四国における河川魚類の群集構造と種多様性：河川水辺の国勢調査から見た変遷と現状. 第 61 回日本生態学会講演要旨, PB3-075.
- 13) Watanabe, K. (2012). Faunal structure of Japanese freshwater fishes and its artificial disturbance. *Environmental biology of fishes*, 94(3), 533-547.
- 14) Cutler, D. R., Edwards Jr, T. C., Beard, K. H., Cutler, A., Hess, K. T., Gibson, J., & Lawler, J. J. (2007). Random forests for classification in ecology. *Ecology*, 88(11), 2783-2792.
- 15) Hein, C. L., Pike, A. S., Blanco, J. F., Covich, A. P., Scatena, F. N., Hawkins, C. P., & Crowl, T. A. (2011). Effects of coupled natural and anthropogenic factors on the community structure of diadromous fish and shrimp species in tropical island streams. *Freshwater Biology*, 56(5), 1002-1015.
- 16) iRIC Software User's Manual : <http://i-ric.org/ja/>
- 17) 阿部充・丸岡昇・内藤正彦・竹本進：河川水辺の国勢調査からみた河道内樹木群落の現状—, リバーフロント研究所報告 Vol. 21, pp.95-pp.96, 2010 年 9 月.
- 18) 都築隆禎・前田諭・阿部充・横田潤一郎・沼田彩友美：河川水辺の国勢調査結果からみた河川環境 —1・2・3・4 巡目調査結果 (魚類・底生動物) の総括検討—, リバーフロント研究所報告 Vol. 23, pp.24-pp.34, , 2012 年 9 月.
- 19) 阿部充・前田諭：セグメントと植物分布の関係性分析, リバーフロント研究所報告 Vol. 22, pp.120-pp.124., 2011 年 9 月.
- 20) 長井正彦・柴崎亮介・アーメッド アフザル：無人ヘリコプターによる河川横断測量データを活用した河道内微地形復元手法について, 水文・水資源学会誌 第 22 巻第 5 号, pp.401-pp.408, 2009.
- 21) 長井正彦・柴崎亮介：センサ統合による UAV 搭載型マッピングシステム, 写真測量とリモートセンシング, pp.260-pp.265, Vol.48, No.5, 2009.
- 22) S. Dufour, I. Bernez, J. Betbeder, S. Corgne, L. Hubert-Moy, J. Nabucet(1), S. Rapinel, J. Sawtschuk, C. Trollé : Monitoring restored riparian vegetation: how can recent developments in remote sensing sciences help?, *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, pp.1-pp.15, Vol.410, 10, 2013.

STUDY ON INTEGRATED INDICES AND METHODS FOR EVALUATING RIVER ENVIRONMENT WITH PHYSICAL CONDITIONS

Budget : Grants for operating expenses General account

Research Period : FY2011-2015

Research Team : Water Environment Research Group(River Restoration)

Author : KAYABA Yuichi

DENDA Masatoshi

NAKANISHI Satoru

KATAGIRI Koji

TAGASHIRA Naoki

KAWANISHI Ryota

UMEMOTO Akihiro

Abstract: We propose a process on extracting an index useful by utilizing plant and fish data according to "National Censuses on River Environment" in 2013. In terms of plant, the species about conservation of biodiversity are chosen from the viewpoint of rare species, typical species, peculiar species and exotic species, and chosen species are associated with plant communities. A change in the conservation area can be recognized easily, by utilizing spatial distribution of plant community in terms of conservation of biodiversity. This mapping process provides river manager with the area where we should pay attention from the viewpoint of conservation of biodiversity. In terms of fish, we analyze the change tendency about the fish communities based on the available data on National Censuses on River Environment in Shikoku Region. As a result, we show the population dynamics of short-lived species is susceptible to the influence of a change habitat.

To utilize open data of National Censuses on River Environment, we developed a original database system using the data. We analyzed spread condition of fish alien species, using the database. The results indicated quantitative spread condition of the species and availability of the database.

We acquire the detailed physical environment data by the aerial photograph using the Unmanned Aerial Vehicle (UAV), and we develop techniques to estimate past physical environment by interpolation calculation using cross-sectional surveying.

Key words: , National Censuses on River Environment, plant communities, fish communities, geomorphological estimation on the channel, Database, UAV