

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：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 23～平 27

担当チーム：水循環研究グループ（河川生態）

研究担当者：萱場祐一、傳田正利、中西哲、片桐浩司

【要旨】

平成 26 年度は、河川水辺の国勢調査データを用いて、全国の河川を対象に約 25 年間の魚類生息状況の長期的変化を把握し、魚類生息状況の変化を分析した。その結果、全国の多くの河川群においてヒガイ類が消失したと考えられた。また、近年、空間情報取得の手段として急速に普及が進む空中写真、高解像度衛星画像、無人飛行機（Unmanned Aerial Vehicle : UAV）を、信濃川水系千曲川において比較し、個別技術の適性を検討した。その結果、UAV の景観から種レベルまで高い適用性を確認できた。

キーワード：河川水辺の国勢調査、魚類、衛星画像、デジタル空中写真、UAV

1. はじめに

平成 26 年度までは、達成目標 1「河川環境評価指標の抽出・評価軸の設定」において、河川水辺の国勢調査（植物調査）を用いた植物群落と群落組成調査の関連付け手法の提案、イシガイ類の生息環境を規定する河川特性の把握、以上の 2 課題への取り組みを通して、河川高水敷、氾濫源に関する生物もしくは物理環境を用いた代用指標の開発を完了した。平成 26 年度は、魚類の代用指標の開発に着手した。

また、達成目標 2「データの取得・解析技術の確立」においては、平成 26 年度までに、国土数値基盤・河川管理データ・河川環境データベース（河川水辺の国勢調査）を用いた物理環境情報と生物情報の取得・解析手法（環境評価 DB）の基礎的な構築作業を終えた。平成 26 年度は、河川管理データの内、空間データとして重要となる衛星画像、空中写真、UAV の画像の河川環境評価への適用性の分析を行った。

次章から、平成 26 年度の成果の概要を示す。

2. 河川水辺の国勢調査データ等を用いた魚類変化と流域・河川管理との関係性に関する研究

2.1 はじめに

河川生態系を良好に維持管理していくには、河川生態系（特に生物群集）の状態を把握できる指標が必要である。一般に、河川生態系は、空間的不均質性・空間的階層性を持つことに加え、出水により攪乱される特性を持ち、

河川生態系を構成する個々の生物群集の動態を正確に評価するのは極めて難しい。近年の保全生態学の研究では、個別の物理環境や生物動態を包括する「指標生物」の有効性が指摘されている^{1) 2)}。イシガイ類は、セグメント 2 の氾濫原水域を中心とした区間における優れた指標生物の事例であり³⁾、イシガイ類の生態、イシガイ類を指標種とした河川生態系管理に関する研究が進んでいる。イシガイ類のように、複雑な河川生態系を包括する指標生物に着目し、河川生態系管理を進めていくことは、今後の河川生態系管理の一つの方向性を示す。

近年の「多自然川づくり」や「自然再生事業」の進展により、ある特定の区間（例、セグメント 2 の氾濫原水域等）の河川生態系保全・再生は着実に進みつつある。今後は、他の区間にも視野を広げ、流域スケール全体の河川生態系管理を行うことが望まれる。流域スケールの河川生態系管理の指標生物としては、「魚類」に大きな可能性がある。

魚類は、河川生態系における上位種であり、生活史に応じ様々な生息場を利用する場合が多い。また、流域スケールでの移動を伴う生活史を持つ魚種もおり、広域での指標生物に適していると考えられる。また、生息空間の適性を判断し能動的に移動出来る魚類にまで負の影響が出るということは、魚類の移動能力で移動できる範囲に必要な生息空間を見つけられなかったことを意味し、この点でも広域での指標生物への可能性を示す。指標生物としての有効性を評価するためには、長期間ほぼ同一

とみなせる調査手法で全国の河川を対象とした広域での魚類調査データが必要となる。河川水辺の国勢調査の魚類調査（以下、「水国」と記述する。）は1990年度（平成2年度）に開始され、全国の直轄河川を対象として行われており、指標生物の抽出に有用である。

水国に着目した既往研究は、全国の魚類生息状況を俯瞰的に分析する研究を実施し^{4) 5)}、全国の河川を対象とした魚類の生息に関する傾向の把握を行っている。水国のデータ蓄積が更に進んだ現在は、既往研究が行った全国スケールでの魚類生息状況の把握に加えて、時間的スケールを拡大した分析（魚類群集の長期的な変化）を実施出来る時期に来ている。また、生息場に関する情報の取得も進んでいることから（詳細は後述）、魚類群集の変化傾向に加えて、河川事業等の人為的インパクトとの関連性を分析することも可能となってきた。

以上のような背景から、本研究では、(イ)水国のデータを活用し、全国の河川を対象に約25年間の魚類群集の長期的変化の把握を目的とする。

2. 2 研究の方法

水国は、平成2年度から始まった全国の直轄河川における動植物相（鳥類、魚類、両生類・爬虫類・哺乳類、底生動物、陸上昆虫類、動植物プランクトン、植物）の生息・生育状況の把握を目的とした調査である。生物調査と同時に、その調査地点等を記録した環境基図の作成も行う。平成2年の開始当初は、5年に1回の頻度で行われたが、平成18年度からは、魚類調査、底生動物調査、河川環境基図作成調査は5年に1回、植物調査、鳥類調査、両生類・爬虫類・哺乳類調査、陸上昆虫类等調査は10年に1回以上の頻度で実施し、10年間ですべての調査項目の調査を一巡させている。

本研究では、1990年（平成2年度）から2008年（平成22年度）までの魚類データ（水国1巡目から4巡目）を対象とした⁶⁾（表-1）。

(2) データ解析

a) 水国の在・不在データ化と既往研究を参考にした水国調査地点の分類と各分類を代表する河川群の抽出

水国は1巡目から4巡目まで、調査方法・努力量は厳密には統一されていないため、1巡目から4巡目までの水国の魚類捕獲個体数をデータ分析に用いるのは難しい。そのため、水国を在・不在データで扱った。

水国の調査地点（以下、「水国調査地点」と記述する。）

は、4500近くあるため、魚類の生息状況から各調査地点を分類した。渡辺らは、生物地理学的観点から日本の魚類生息域は25に分類できることを示す^{8) 9)}。巖島ら¹⁰⁾は、九州地方の魚類生息データの統計手法を用いて水系を分類することで、適切なエコリージョンを抽出できる事を示す。

研究当初は、水系別に25に分類することを試みたが、本州では、水系間の水利用、人為的な魚類移動（放流等）の影響が多く、水系内だけで魚類移動が限定されるとは言い難い。そのため、非階層的クラスター法（k-means法）を用いて、水系別ではなく水国調査地点を25に分類した（以下、「調査地点分類」と記述する）。

その後、k-means法により算出される各調査地点分類の中心となる水国調査点を含む水系を特定した（以下、「代表河川」と記述する。）。1水系内の水国調査地点は、10地点前後であることが多く、標本抽出上、各調査地点分類を1水系で代表させることは問題がある。また、望月らは、上流から下流にかけて魚種数が増加することを指摘している。

そのため、上流から下流まで網羅するよう留意しながら、代表河川に近傍河川の水国調査地点を加え、水国調査地点が50地点程度になるように代表河川と近傍河川を組み合わせ、代表河川と近傍河川を25組選定した（以下、この組み合わせを「代表河川群」と記述する）。

b) 代表河川群の魚類群集変化の分析

2006年度（平成18年度）以降、調査方法・努力量がほぼ統一され、水国の3巡目と4巡目の在・不在データは定量的比較が可能となった。このため、1巡目または2巡目に生息が確認され、かつ、3巡目・4巡目に連続して生息が確認されなかった魚種を「消失」と判断した（以下、「消失魚種」と記述する）。

次に、消失魚種から、河口域と海域を主な生息域する種、または、外来種・国内移入種を除外した。上述の排除は、流域・河川管理の以外の要因と人為的な魚類移動の影響を排除するためである。

その後、スクリーニングした消失魚種を代表河川群別に集計した。集計は、最も多くの代表河川群において共通する消失魚種（以下、「共通消失魚種」と記述する。）の特定と、代表河川群別の消失魚種数を算定した。

2. 3 結果

(1) 水国調査地点の分類と代表河川群の選定

図-1 に k-means 法を用いた水国調査地点の分類結果を示す。分類結果は、渡辺の分類の特徴を表現した。具体的には、北海道、九州、四国、及び本州の差異、糸川-静岡構造線の東西での差異、太平洋側・日本海側の差異、中部・関東の特殊性を表現した。また、東北は渡辺の分類より詳細に分類された。

表-2 に代表河川群の一覧を示す。分類3：信濃川・千曲川のように流程の長い河川では、同一水系で目標とする水国調査地点数が得られた。分類6：利根川・鬼怒川、分類24：木曾川・根尾川のような流程の長く流域面積が大きい河川では水国調査地点数が多かったため、本川筋と支川を組み合わせ、目標とする水国調査地点数に調整した。分類18：菊池川水系では、流域が小さいため、水系を構成する支川群をまとめ、目標とする水国地点数とした。

(2) 代表河川群における消失と判断された魚種の集計結果

表-2 に各代表河川群における消失魚種の集計結果を示す。ヒガイ類は7代表河川群、カジカは6代表河川群で消失が確認された。キンブナ、サクラマス、スジシマドジョウ種群、ゼゼラ等も複数の代表河川群で消失が確認された。

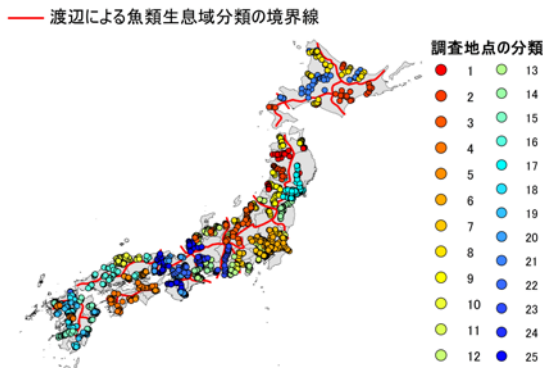


図-1 渡辺の分類と代表河川・代表河川群の比較

(3) 消失と判断された魚種数の代表河川群間での比較

表-3 に消失と判断された魚種の代表河川群間での比較を示す。分類6：利根川・鬼怒川で12種、次いで、分

表-1 代表河川群一覧

調査地点分類	代表河川群
1	米代川水系
2	沙流川、十勝川
3	信濃川、千曲川
4	重信川、肱川
5	芦田川、高屋川
6	利根川、鬼怒川
7	那珂川、酒沼川
8	天塩川、留萌川水系(チバベリ川、留萌川)
9	最上川
10	斐伊川
11	多摩川
12	小矢部川水系、庄川
13	狩野川水系(黄瀬川、柿田川、狩野川、大場川、来光川)、庄内川
14	阿武隈川
15	松浦川水系、山国川
16	大田川
17	鳴瀬川水系(吉田川、鳴瀬川)
18	菊池川水系(岩野川、菊池川、合志川、上内田川、迫間川、繁根木川、木葉川)
19	番匠川、白川
20	北川、由良川
21	千歳川
22	木津川、野洲川、淀川
23	天竜川水系(三峰川、太田切川、天竜川)
24	木曾川、根尾川
25	紀の川、新宮川

※グレーのハッチングは、ヒガイ類が消失したと判断された代表河川群を示す。

表-3 代表河川群別の消失魚種数の集計結果

調査地点分類	代表河川群	消失魚種数
6	利根川、鬼怒川	12
9	最上川	9
15	松浦川水系、山国川	9
14	阿武隈川	8
17	鳴瀬川水系(吉田川、鳴瀬川)	8
11	多摩川	7
24	根尾川、木曾川	7
25	紀の川、新宮川	7
10	斐伊川	6
16	大田川	6
3	信濃川、千曲川	5
13	狩野川水系(黄瀬川、柿田川、狩野川、松毛川、大場川、来光川)、庄内川	5
5	芦田川、高屋川	4
18	菊池川水系(岩野川、菊池川、合志川、上内田川、迫間川、繁根木川、木葉川)	4
4	重信川、肱川	3
12	小矢部川水系、庄川	3
19	番匠川、白川	3
20	北川、由良川	3
7	那珂川、酒沼川	2
22	木津川、野洲川	2
23	天竜川水系(三峰川、太田切川、天竜川)	2
1	米代川水系(阿仁川、荒川、小阿仁川、小坂川、長木川、藤琴川、米代川)	1
2	沙流川、十勝川	1
8	天塩川、留萌川水系(チバベリ川、留萌川)	1
21	千歳川	0

※グレーのハッチングは、社整備データで物理環境比較を行った代表河川群を示す。

表-2 各代表河川群における消失魚種数の集計結果 (上位)

順位	消失魚種名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	消失魚種が確認された代表河川群数
1	ヒガイ類						1				1				1	1			1		1				0	1	7
2	カジカ	0	0				1	0		0	1	0	1	1			1	1						0			6
3	ホンモロコ						1				0				1								0	0	1	1	5
4	キンブナ		0	1				0	0	0		1			0				0				1				4
5	サクラマス(ヤマメ)	0	0	0				0	0	0	0		0	0	0	1		1	1		0	0				4	
6	スジシマドジョウ種群										1														1	1	3
7	スミウキゴリ	0	1					0	1			0	0	0	1		0				0		0	0			3
8	ゼゼラ			0	0	1						0	1		0	1			0	0	0	0	0	0	0		3
9	タカハヤ				0						1	0	0	0		1	1		0	0	0			0	0		3
10	チチブ	0		0				0	1	0	1	0	0		0	0		1	0	0				0	0		3
11	ニゴイ	0	0	0	1	0	0		0		0	0	0	0		1	0			0		0	0	0	0	1	3
12	ワカサギ		0	0	0		0	0	0	0	0		0		1			1					1	0	0		3

1:消失 0:変化なし 空白:水国1巡目~4巡目にかけて確認なし

類9：最上川で9種と多かった。一方、分類2：沙流川・十勝川では0種、分類8：手塩川・留萌川、分類21：千歳川では、消失と判断された種は少なかった。

2. 4 考察

(1) 水国のデータの分析による魚種の長期的変化の把握

本研究の結果、多くの代表河川群において、共通消失種としてヒガイ類の消失が確認され(表-4)、多くの河川で消失魚種が確認された。ヒガイ類は、川の下流域から中流域、これらに接続する用水路等に生息し、砂礫底や礫底に生息する。また、淡水二枚貝類を産卵基盤とする生態を持つ¹¹⁾。近年指摘されている氾濫原環境やイシガイ類の減少³⁾に伴う魚類への影響を再確認する結果となった。

3. 衛星画像・空中写真・無人飛行機写真の河川生態系管理への適用性に関する研究

3. 1 はじめに

河川生態系保全に一定の方向性が見出され、河川生態系保全に関する留意点や工法等の整理が進みつつある¹⁰⁾。今後は、河川生態系を保全・再生することに加え、河川生態系を良好な状態で維持管理することが必要である。河川生態系管理のための現状把握と状態評価の結果、河川生態系の保全・再生が必要と判断される場合には、要因分析、保全・再生目標の設定、事業実施、事業効果が持続するよう維持管理を行う PDCA サイクルが必要となる。

PDCA サイクルの初期段階である、河川生態系の現状把握・状態評価には、河川生態系の特性である空間的階層性と空間的不均質性に十分に留意する必要がある。一般に、生態系は、対象スケールにより生態系を規定する要素が異なり、それらの要素は、対象空間内に不均質な状態で分布することが知られている¹²⁾。出水により周期的に攪乱を受ける河川生態系は、その傾向が顕著である。この特性から、河川生態系管理を適切に行うには、管理対象スケールの明確化、対象スケールの生態系に影響を与える要素の空間的配置等を正確に把握することが必要となる²⁾。

上述の目的を実施するために、河川工学では、古くから空中写真が活用されてきた。古くは米軍が撮影したアナログ空中写真等が利用され、現在では高解像度デジタル空中写真が利用されている。また、デジタル空中写真と同時に計測されるレーザープロファイラ(以下、LP

データと記述する)を用いた3次元地形を併用し、河川生態系の現状把握やその定量的評価に関する研究・調査も数多く実施されている¹³⁾。2000年頃からは、近赤外線を含めた高解像度衛星画像の商用公開が始まり、流域管理に適用した研究が活発に行われている¹⁴⁾。近年では、安価な無人飛行機(UAV: Unmanned Aerial Vehicle)の普及が進み¹⁴⁾、¹⁵⁾、高解像度の空中写真が研究・調査で活用されている。また、UAVで取得した画像を活用し、SfM(Structure from Motion)等を用いて3次元地形モデル作成を行えるようになる等¹⁶⁾、¹⁷⁾、2000年以降、河川生態系管理への活用が期待できる空間情報の取得手法の開発が進んでいる。

今後、本格化する河川生態系管理では、これらの技術を適切に組み合わせ、流域から特定区間まで、対象とするスケールに合わせ、河川生態系を規定する要素を空間情報として把握することが、適切な河川生態系管理に向けての技術的な裏付けになると考えられる。

しかし、既往研究においては、空中写真、高解像度衛星画像、UAVの個別技術の河川生態系管理への可能性を検討した研究は多いが、これらの技術の空間情報を比較し、個々の技術の長所・短所を検討した事例は少ない。また、河川生態系管理で必要とする空間情報を得るために、これらの技術をどのように組み合わせるべきかを考察した事例は少ない。このような背景から、同一河川において、空中写真、高解像度衛星画像、UAVの画像を比較し、個別技術の利点・不得意な分野を検討する。その後、個別技術の河川生態系管理への活用方法を考察することを目的とする。

3. 2 研究の方法

(1) 調査地の概要

調査は、信濃川水系千曲川中流域(直轄区間65~108km)で行った。本河川は流域面積7,163km²、流路延長214kmの大河川であり甲武信ヶ岳(標高2,475m)から長野盆地を流下し新潟県境に入り信濃川と名前を変える。千曲川は、長野県千曲市(直轄区間85km付近)でセグメントが変化し、千曲市より上流ではセグメント1、千曲市より下流ではセグメント2の河道特性である。

セグメント1の景観を代表する地区として、冠着橋付近(長野県埴千曲市、直轄区間87km、以下、冠着地区と記述する)を選定した。冠着地区は、樹林化抑制と礫河原再生を目的とし礫河原再生事業等が行われるなど、河川生態系管理が積極的に行われている場所である。セグメント2の景観を代表する地区として、岩野橋付近(長

表-5 解析対象の空中写真

衛星画像・空中写真	データ供給元・撮影主体	データ諸元	撮影時期	対地高度	地上分解能	前回撮影時期
衛星画像	IKONOS販売代理店	オルソ画像, 4バンド	2007年6月17日	-	80cm/pixel	2007
デジタル空中写真	北陸地方整備局	オルソ画像, RGB	2013年6月18日	550	9cm/pixel	2008
UAV	土木研究所	オルソ画像, RGB	2013年11月7日	137	5cm/pixel	-
			2014年10月27日	200	5cm/pixel	2014/7/1※

※：土木研究所指定

野県埴長野市、直轄区間 78km、以下、岩野地区と記述する)を選定した。岩野地区は、河床勾配が約 1/1000 と緩やかであり、高水敷における農地利用等、人的利用が進む。また、セグメント 2 の上流部にあたるため、大規模出水時には、セグメント 1 を流下した流送土砂が堆積する特性があり、河道掘削等の河川管理が高頻度で行われる区域である。

(2) 解析対象の空中写真

本研究では、デジタル空中写真、衛星画像、UAV の画像を検討対象とした。表-5 に画像データの諸元を示す。デジタル空中写真は、北陸地方整備局千曲川河川事務所の撮影したデジタル空中写真（撮影解像度約 25cm/pixel）を用いた。衛星画像は、調査地の撮影アーカイブが存在し、かつ、高解像度画像（撮影解像度約 80cm/pixel）である IKONOS を用いた。UAV は、土木研究所が撮影した 2013 年と 2014 年の UAV（平均対地高度：約 200m、解像度：約 5cm/pixel）を用いた。画像は全てオルソ化された画像を用いた。

(3) 空中写真画像の比較手法

河川管理（河川生態系管理）では、流域を俯瞰し、河川管理（河川生態系管理）上の課題がある区間（2km 程度の区間）を特定し、特定区間の改修・維持管理行為を検討し、事業がなされることが多い。この流れの中で、本研究では、区間の特定以降で行われる作業を考慮して、空中写真を比較評価するための基準を設定した。以下に、検討の流れを示す。

特定区間での検討に際しては、空中写真の比較は、

(イ) 両調査地区の景観・生息場の視認（概括での認識）、判読（画像を詳細に見て、景観・生息場の境界を認識する）ができるか、(ロ) 河川生態系管理・河川管理でも問題となる樹林管理への活用を考慮し、河道内の植物群落・種の判読ができるか、以上の 2 つの観点から評価した。植物群落・種に関する判読は、調査地で樹林管理の問題となるハリエンジュ、ヤナギ類の生育状況を確認できるかを検討した。

その後、区間の特定がされると、区間内の樹林化の進展を注視することが多い。その場合、ハリエンジュ、ヤ

ナギ類の成長過程の観測が重要となる。本研究で解析・対象とした画像の中では、UAV の画像は撮影間隔が短く樹林化の成長過程を分析可能なため、UAV 画像を用いて、ハリエンジュ、ヤナギ類の成長過程が判読できるか検討した。

(4) 空中写真画像、高解像度衛星画像及び UAV 画像の河川管理への活用方法の検討

(3) の結果に基づき、空中写真画像、高解像度衛星画像及び UAV 画像の適性を総合的に考察した。

3. 3 結果と考察

(1) 景観・生息場の視認・判読に関する評価

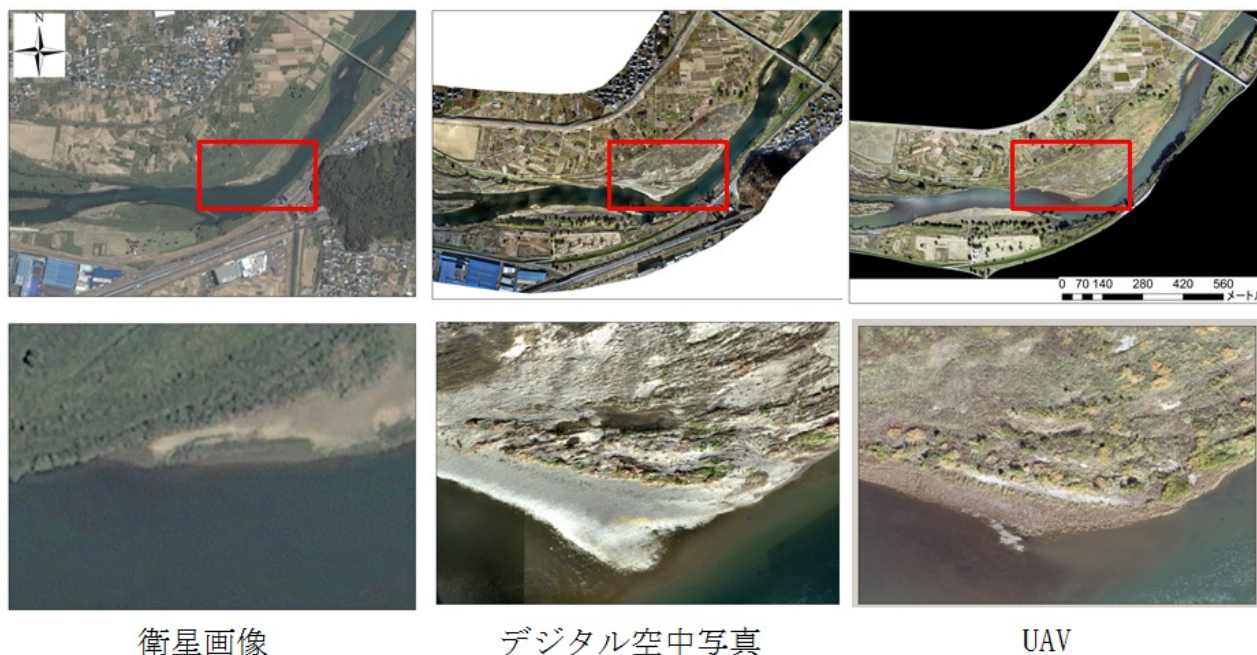
図-1 に岩野地区における各技術別の画像を示す。衛星画像は、景観の視認・判読は可能であるが、生息場の判読までは、困難を伴う。空中写真は、景観から、生息場・群落までは視認・判読できる。しかし、種の視認・判読を行うのは難しい。UAV は、景観から生息場までは、より良好に視認・判読が可能である。

(2) 河道内の植物群落・種の判読に関する評価

冠着地区においては、2013 年時、礫河原であった区域に、2014 年時には草本群落が入り込んできたことが視認・判読出来る。また、2014 年時の写真は秋期に撮影したため、茶色に変色した多年生草本の生育を確認出来る。一部の種や群落の判読は、植物の専門家であれば可能であるとも考えられる。さらに、簡易な現地確認結果を教師データにすることで精度向上も期待できる。これらの結果から、UAV の撮影時期・間隔を適切に設定することで、特定区間での樹林化管理に適用可能であると考えられる。

(3) 河道内の植物群落・種の判読に関する評価

デジタル空中写真は、景観、生息場、群落まで識別できる解像度を有し(図-2)、UAV は、植物の専門家ならば、種までも十分に識別できる可能性がある解像度を有していた(図-3)。一方、高解像度衛星画像は、デジタル空中写真や UAV と比較すると生息場、群落といった詳細な視認・識別は困難であり、景観のスケールで概括するのに適性があると考えられた。



※下段写真は、上段赤枠部分の拡大部を示す。

図-2 岩野地区における衛星画像、デジタル空中写真、UAV 画像の比較

3つの技術を比較すると、UAVは河川生態系研究や河川生態系管理に大きな可能性を持つ。UAVは、景観から群落レベル、状況が良ければ種まで視認・判読が可能である。同時に、UAVの撮影の平易さから任意の時期に撮影を可能にする。一方、高解像度衛星画像やデジタル空中写真は、コストの関係から約5年に1回程度の撮影であることが多く、詳細な河川生態系の機構解明や河川生態系管理に関する研究に適性が低く、UAVは、大きな可能

性を持つといえる。

しかし、UAVの可能性は、高解像度衛星画像やデジタル空中写真の有用性を否定するわけでない。高解像度衛星画像は、流域スケール（県管理区間も含む）を一枚の画像（近赤外線画像も含み）で撮影し、この特性は、平易な画像解析を用いて、流域スケールでの景観変化の解析（例えば、樹林分布の抽出）が可能であることを示す。また、デジタル空中写真は、定期的な河川管理データと

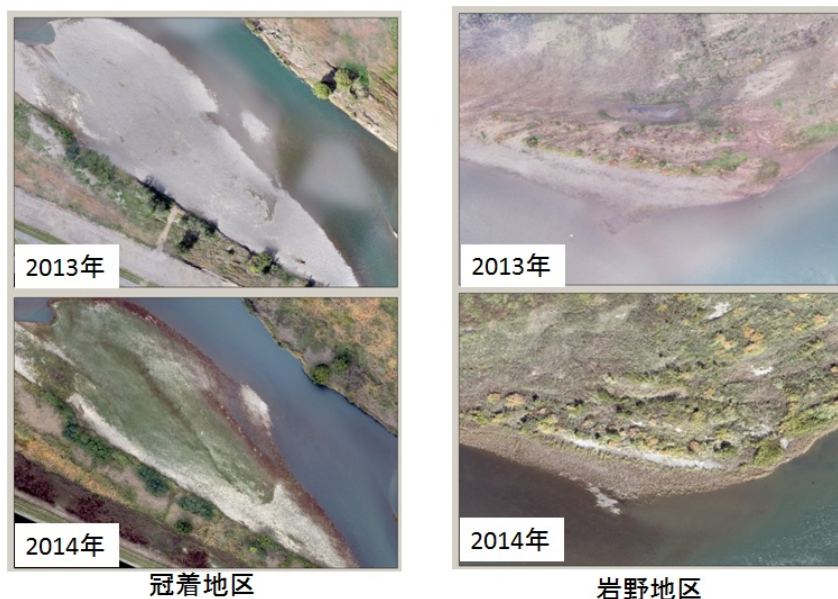


図-3 UAV画像を用いた冠着地区・岩野地区における植物群落・種の時系列変化

して取得され、群落のスケールまでであれば極めて良好な視認・識別が可能である。

これらの特性を考慮しながら適性を考えれば、直轄河川区間と県区間を含めた流域スケールでの景観スケールでの河川生態系管理に衛星画像を用い、直轄河川内の群落レベルまでの管理にデジタル空中写真を用い、管理上問題のある区間の詳細な分析にUAVを用いることが、体系的な空間情報技術の組み合わせとして適切であると考えられる。

岩野地区においては、2013年時には水際域の微高地に侵入が確認されるヤナギ類が、2014年時には大きく成長し、群落を形成していることが視認できる。また、ヤナギ類がカワヤナギである可能性が高いことが判読できる。

4. まとめ

達成目標1「河川環境評価指標の抽出・評価軸の設定」では、魚類の代用指標の開発に着手し、魚種の増減に関する基本的な情報を整理することが出来た。

達成目標2「データの取得・解析技術の確立」では、近年、空間情報取得の手段として急速に普及が進む空中写真、高解像度衛星画像、無人飛行機画像を、信濃川水系千曲川において比較し、個別技術の適性を検討した。その結果、UAVは、景観から種レベルまで高い適用性を示した。また、中小河川を含む流域の景観管理に高解像度衛星画像を、空中写真を直轄区間の景観から群落までの管理に適用することにより、総合的な河川生態系管理の基礎となる空間情報取得が可能になることが示唆された。

参考文献

- 1) 中村太士・辻本哲郎・天野邦彦監修／河川環境目標検討委員会編集：川の環境目標を考える，川の健康診断，技報堂，2008.
- 2) Chris Margules and Sahotra Sarkar: Systematic Conservation Planning pp.19-46, cambridge university press, 2007.
- 3) 根岸淳二郎・萱場祐一・塚原幸治・三輪芳明：指標・危急生物としてのイシガイ類目二枚貝：生息環境の劣化プロセスと再生へのアプローチ，応用生態工学pp.195-pp.211, Vol. 11, (2), 2008.
- 4) 佐合純造・永井明博：河川水辺の国勢調査結果を用いた全国河川の魚種数の特性とその評価手法，土木学会論文集 No. 727/VII-26, pp. 49-62, 2003年2月.
- 5) 望月貴文・天野邦彦：河川水辺の国勢調査結果を利用した魚類出現特性による全国一級水系の類型化及び分析，河川技術論文集，第18巻，pp. 107-112, 2012.
- 6) 西畑昭史・前田正諭・山内茂・野谷靖浩：河川水辺の国勢調査 全体調査計画策定の試行について，リバーフロント研究報告，第16号，pp.106- pp.112, 2005.
- 7) 楯慎一郎・小林稔：物理環境からみた全国河川の状況，リバーフロント研究所報告，第19号，pp. 87-pp. 95, 2008年9月.
- 8) 渡辺勝敏・高橋洋・北村晃寿・横山良太・北川忠生・武島弘彦・佐藤俊平・山本祥一郎・竹花佑介・向井貴彦・大原健一・井口恵一朗：日本三炭水魚類の分布域形成史：系統的地理的アプローチとその展望，魚類学雑誌，Vol. 53 (1), pp. 1-pp. 38
- 9) Katsutoshi Watanabe : Faunal structure of Japanese freshwater fishes and its artificial disturbance, environmental biology of fishes, Vol.94, pp.533-547, 2012.
- 10) 巖島怜・島谷幸宏・中島淳・河口洋一：環境指標のための魚類セグメントエコロジー，水工学論文集，Vol. 53, pp. 1189-1194, 2009.
- 11) 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 川の営みを活かした川づくり ～河道計画の基本から水際部の設計まで～，公益社団法人日本河川協会，pp. 1, 2011.
- 12) M. G. Turner, R. H. Gardner, R. V. O'Neill 著，中越信和／監訳：景観生態学，生態学からの新しい景観理論とその応用，文一総合出版，pp.37-pp.57, 2004.
- 13) Margaret E. Andrew and Susan L. Ustin: Habitat suitability modelling of an invasive plant with advanced remote sensing data, Diversity and Distributions, Vol.15, pp.627-pp.640, 2009.
- 14) 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.
- 15) 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.
- 16) 移豫岡宏樹・浜田晃規・山崎惟義・渡辺亮一：中高度空中写真とSfMを用いた河川ハビタットの把握手法に関する研究，応用生態工学会第18回研究発表会講演集，pp. 67-pp. 68, 2014.
- 17) 内山庄一郎・井上 公・鈴木比奈子：SfMを用いた三次元モデルの生成と災害調査への活用可能性に関する研究，防災科学技術研究所研究報告，第81号，pp. 37-pp. 98, 2014.

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

Budgeted : 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

Abstract : We researched long-term changes (25 years) of fish habitat condition using National census on river environment and analyzed a relationship between the changes and management of river basin and river. In the results, species of minnow were estimated to disappear in several Japanese rivers. Recent years, we verified the possibility of spatial information observation methods such as aerial photograph, high resolution satellite photograph and Unmanned Aerial Vehicles (UAV) in the Chikuma River. In the results, UAV had high possibility for observation from landscape and to community and species.

Key words : National Censuses on River Environment, fish communities, Water Environment evaluation database, Unmanned Aerial Vehicles (UAV)