一般財団法人新潟県建設技術センター研究助成 令和元年度研究成果報告書

三面川再生に向けたステークホルダー・インタレスト分析と魚類に着目した河川環境再生手法の検討

新潟大学 佐渡自然共生科学センター 豊田光世 熊本大学 先端科学研究部 皆川朋子

研究の背景と目的

古くより鮭の川として知られる三面川は、地域を支える重要な自然資源である。現在、森づくりなど流域保全の取り組みが行われているが、地域資源としての価値をさらに高めていくためには、さまざまな視点から三面川の価値・課題を見出し、再生シナリオを示す必要がある。近年は、中流域における課題として、アユの漁獲量の減少が指摘されており、その要因としてダムの影響が懸念されている。ダム下流では、河床の粗粒化、黒色化、糸状緑藻の繁茂といった問題が生じ、新潟県はこれらを改善するため、平成25年度より河床の天地返し(河床整正)を実施し、平成30年度からは置土設置によるクレンジング効果の検証を行っている。河床整正の効果を定量的に検証しつつ、より効果的な対策を検討していく必要が生じている。

本研究では、三面川再生に向けたビジョン構築のための基礎データを収集することを目的に、平成29年度より以下2つのテーマで調査を進めてきた

- 1. 三面川再生に向けたステークホルダー・インタレストの分析(担当:豊田光世)
- 2. 魚類に着目した河川環境再生手法の検討(担当:皆川朋子) 以下、各テーマについて、令和元年度の調査研究の結果を報告する。

研究報告

1. 三面川再生に向けたステークホルダー・インタレストの分析

平成29~30年度の調査では、次のことを考察としてまとめた。

- ・ 「三面川中流部の再生」というコンセプトから見えてくる合意形成の枠組みは、アユ漁を活性化したい漁協と、河川管理者ならびに上流のダム管理者である県との間に生じる、極めて限定的なインタレストによって規定されてきたが、より包括的な視点から河川の意味を捉えなければ、公共事業として実施される再生の意義も乏しいものとなってしまう。三面川がもつ多面的な意味を紐解いていくことが、地域の多様な主体の協力のもと、河川再生を持続的に進めていくうえで、重要なステップとなる。
- ・ 平成 29 年度に実施した聞き取り調査では、三面川中流部に 45 件の地名が付されていることが明らかとなり、各地点の地形的特徴やかつての川の様子、人の暮らしとのかかわりについての多様な価値認識が明らかとなった。
- ・ 一方で、三面川の環境条件や文化的価値は昔と比べて大きく変化しており、平成30年度に実施した流域の小中学生を対象とするアンケート調査では、川との接点は昔と比べて減少していることが推察された。学校や家庭が、川について学ぶ機会となっていることも示唆されており、世代を超えて川について語り、考える場が作られていくことが、三面川の多元的価値を継承し、地域の川づくりのアクターを育むうえで望ましい。

こうした考察を経て、今年度は、三面川の変化や未来の姿について地域の人びとが語り合うための基礎資料として、「三面川上流部地名 MAP(仮称)」の作成に取り組んだ。なお、川のデータをより多面的な観点から集めるため、新潟大学の学内助成制度「令和元年度 U-go グラント」も活用し、災害復興科学研究所・安田浩保准教授(河川工学)、人文学部・堀健彦准教授(人文地理学)、人文学部・加賀谷真梨准教授(民俗学)、佐渡自然共生科学センター・満尾世志人准教授(河川生態学)にも参加・協力を得た。

(1) 地名地点の緯度・経度の測定と景観画像の撮影

平成 29 年度に実施した聞き取り調査では、地名ポイントの正確な位置情報を現場で確認することができなかったため、今年度は地域住民とともに、三面ダム直下の「足土」から布部橋下流の「大広間」までの 35 地点をまわり、緯度・経度のデータを収集した。このデータをもとに、GIS マップデータを作成した(協力:堀健彦准教授)。

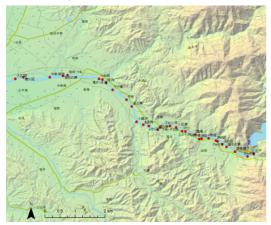


図1 三面川上流部地名ポイント GIS マップ

また、35 地点の景観の撮影を行った。川岸から撮影できないポイントについては、ドローンを用いて撮影を行った。以下、30 地点のデータを示す。

表1 三面川上流部景観データ



しもの	なかいわ	やなば	たきぞ	ろくすけまえ
てらむこう	みやだのせ	なかしんぼやな	こもがわじり	おおひろま

(2) 三面川上流部地名マップの作成

緯度・経度のデータ、景観画像データ、および聞き取り調査で得た各地点の特徴をもとに、「三面川上流部地名 MAP(仮称)」を製作した。このマップは、人と川のかかわりについて世代を超えて議論をするための基礎資料として活用することを目的としている。このマップには過去、三面川がどのように活用されていたか、すなわち、かつて川が有していた多様な意味が表されている。ただし、時代とともに多くの川の機能が失われ、その記憶も途絶えつつある。過去を学び、現状との比較を通して、川がどのように変化したのかを理解を深めるとともに、未来に望む川の姿を議論するための材料としたい。



図2 三面川上流部地名マップ(製作中)

(3) 考察

- ・ マップはまだ未完成であり、今後、集落住民とのワークショップなどを経て、情報を加筆・修正していく 必要がある。また、生態学的情報や河川の構造的情報も重ねることができれば、川のビジョンづくりの合 意形成の場面で活用の幅が広がる。本マップの制作については、新潟大学のプロジェクトとして今後も継 続する予定である。
- ・ 三面川の特徴を知るためにも、他の河川との比較は重要である。ダムのある三面川とダムのない高根川の 差については、漁協関係者も高い関心を示している。高根川でも同様の調査を行い、かつてどのような機 能をもっていたのか、その機能はどう変化しているのかなどを明らかにすることで、三面川再生のビジョ ンづくりに役立つ。
- ・ 三面川上流部のみに焦点をあてて調査を行なったが、回遊魚の生息環境として川を見る場合は、下流からのつながりにおいて川を捉える必要がある。聞き取り調査で整理した過去の魚類の目撃情報では、アユ、サクラマスなど、回遊魚についての話が多く聞かれた。上流部再生に取り組む上でも、海からのつながりで川の健全性を考えていくことが重要であり、そうした視点を上流部地域住民も持つことができるように工夫する必要がある。
- ・ 高根川との比較調査や、よりスケールを広く捉えた川の調査研究の可能性については、今後の検討課題としたい。

三面川では、奥三面ダム建設後においてアユの現存量が減少したとされ、生息場の改善が急務となっている。国内外の多くの河川において、ダム建設後、下流河川への土砂供給の諌止や流況の平滑化等により、河床底質の粗粒化や河道の2極化・樹林化が進行することが報告されている。三面川においても、奥三面ダム建設後、樹林化の進行や河道の二極化やダム下流河川における粗粒化が確認されている。粗粒化はアユの餌となる付着藻類の生育に影響を与え、また河道の二極化は瀬や淵の消失を招き、アユのみならず、他の魚類や水生生物にも影響を及ぼしていると考えられる。ダム下流河川における粗粒化や付着藻類の異常繁茂を改善するため、1990年代より置土やフラッシュ放流が実施されているが、三面川においても、河川環境の現状を科学的に評価し課題を明らかにした上で、保全・再生目標や再生シナリオを具体的に示していく必要がある。そこでH29年度は、奥三面ダム建設後の河道の変化に伴う生息場の変化や現在のアユの生息分布等を評価し、現状の課題を科学的に評価することを目的として調査を実施した。H30年度は、これらの結果を基に、奥三面ダム建設前の1975年当時のアユの生息環境評価を行い、現況を比較することで、生息場の変化の状況を定量的に把握した。また、2018年6月に発生した大出水後の河床の状況に関する踏査を行い、これらを踏まえ、置土を含め今後の河川環境再生の方向性を考察した。R元年度は、以下の2点に着目し検討を行った。

- (1) アユの付着藻類の消化割合からの餌資源の評価と改善のための置土のあり方
- (2) 環境 DNA 分析を用いた三面川の魚類の生息状況の把握と今後の三面川の河川環境再生のあり方

(1) アユの餌資源評価

ダムによる上流からの土砂供給の諌止と流量制御は、 アユの餌資源である付着藻類の生育基盤となる河床材料の粒度組成を変化させ(主に粗粒化)、洪水による攪乱頻度を低下させるため、アユの餌資源としての付着藻類の質に影響を及ぼすことが指摘されている。影響の一つとして、細粒土砂の堆積や河床付着量の増加に伴う光合成阻害による生産速度の低下等があげられる。この他、種組成の変化に伴う消化のしやすさや、栄養価への影響があげられる。後者に関しては、これまでに糸状緑藻のカワシオグサは後腸でも消化されていないこと等が示されているが、知見は限られている。そこで、三面川に生育するアユを採取し、胃及び腸の内容物の藻類を分析し、各種の消化しやすさを明らかにすることで餌資源としての価値を評価した。

①方法

三面川3地点(やな地点,高根川合流下流地点中央及び左岸),高根川1地点(高根川関口柿畑上地点)で釣りにより採取されたアユ(採取期間 2019年9月中旬~







図-1 高根川合流下流 中央および左岸の様子

10月中旬)各3個体の胃及び腸の内容物を対象に付着藻類分析を行った. 図-1には高根川合流下流地点中央,

左岸の河床の状況を示す。中央は、高根川からの土砂供給によって河床が頻繁に攪乱されている状態、左岸は床止に木枠工が設置され河床材料が安定しており、両者の河床付着物の状態は大きく異なっていた。

図-2 にアユから採取した胃と腸,そして内容物の 状態を示す. 内容物は,5%ホルマリンで固定し付着 藻類の種同定を行うとともに,乾燥重量,強熱減量 を測定した.

②結果

a. 胃内容物の付着藻類

図 - 3,4 に各地点における胃内容物における藻類細胞数及び細胞容積をそれぞれ3サンプルの全細胞数(生細胞+空細胞)の平均値を示す。細胞数では合流下流左岸は珪藻綱の Achnanthidium spp., 紅藻綱の Audouinella sp., 合流下流中央は藍藻綱の



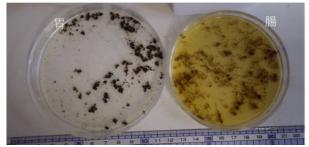


図-2 アユの胃及び腸の内容物

■紅藻綱 Audou inella sp.

Homoeothrix janthina, 珪藻綱の Achnanthidium spp., やな場地点は、珪藻綱の Achnanthidium spp., 高根川は 藍藻綱の Homoeothrix janthina, 珪藻綱の Achnanthidium spp.が優占していた(図-3). ただし、細胞容積でみ ると、細胞が大きい紅藻綱の Audouinella sp. 、緑藻綱の糸状緑藻類が優占していた(図-4). 表-1 に同定され た出現種を示す.

■藍藻綱 Hom oeoth rix janth in a * ■藍藻綱 その他の藍藻類

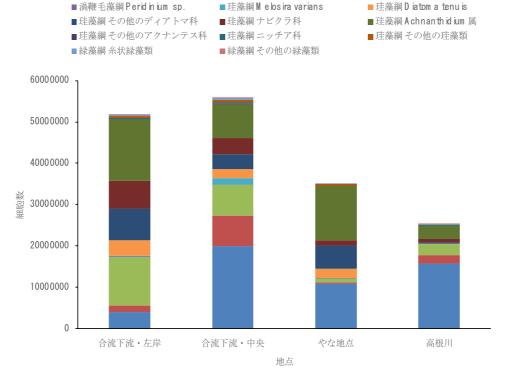


図-3 アユの胃内容物における細胞数数(アユ3サンプルの平均値)

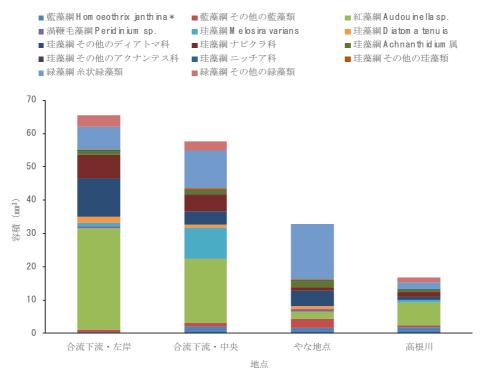


図-4 アユの胃内容物における細胞容積(アユ3サンプルの平均値)

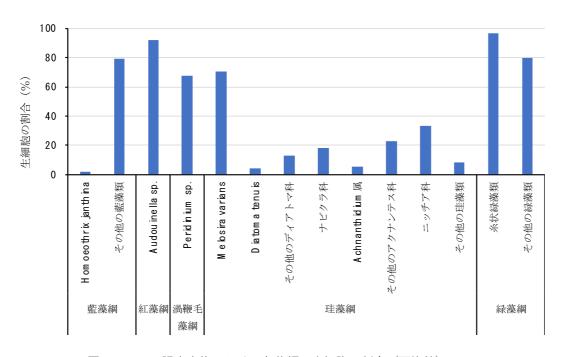


図-5 アユの腸内容物における各藻類の生細胞の割合(平均値)

b. 腸内容物における生細胞の割合

図-5 に、腸内容物における付着藻類の全細胞数(生細胞+空細胞)に対する生細胞の割合を示す。生細胞の割合が大きいほど消化しにくい藻類であることを示している。

藍藻綱の Homoeothrix janthina の生細胞の割合(平均値)は 2.0%であり,最も消化しやすい藻類であることが示された.次いで珪藻綱の Diatoma tenuis は 4.4%,Achnanthidium 属は 5.7%,その他の珪藻類は 8.5%であり,その他のディアトマ科,その他のアクナンテス科,ニッチア科は $12.9\%\sim33.3\%$ であった.一方,緑藻綱の糸状緑藻類の生細胞の割合は 97.0%,紅藻綱の Audouinella sp.は 92.4%,そのほかの緑藻綱 79.8%,紅藻綱の Audouinella sp.は 92.4%であり,これらは消化しにくい藻類であることがよみとれた.また,多くの珪藻綱の種は生藻類の割合が小さく,消化しやすい種であるのに対し,Melosira varians は 70.6%であり,消化しにくい種であった.緑藻綱の糸状緑藻類や紅藻綱 Audouinella sp.は,図-4 に示すように容積としては大きく,アユの餌資源として有効ではない可能性があることが明らかになった.

③考察:消化割合からみたダム下流のアユの餌資源評価と改善のための置土のあり方

ダム下流においては攪乱頻度の減少や流況の平滑化によって、緑藻綱の糸状緑藻類の発生がしばしば報告されている。矢作川では、糸状緑藻類の1種であるカワシオグサ Cladophora glomerata の繁茂が顕著な時期にはアユの成長が鈍く、成長を阻害している可能性があることが報告されている(内田、2002)。三面川で出現していた糸状藻類は、主に Stigeoclonium sp. (キヌミドロ)、 Oedogonium sp. (サヤミドロ)、 Spirogyra sp. (アオミドロ) であるが(表-1)、矢作川のカワシオグサと同様に消化しにくい藻類であることが本研究によって示された。糸状緑藻は、前述した餌資源に対する負の影響のみならず、糸状緑藻が長く繁茂した場合は遊泳にも影響が及ぶと考えられることから、アユの生息に負の影響を与える藻類である。紅藻綱の Audouinella sp.は、伏流水や湧水が認められる地点に生育する種であり、ダムの存在の影響によって生育している種ではないが、消化しにくい藻類であった。ダムのない高根川においても比較的多く生育しているが、糸状緑藻のような長い糸状体は形成しないため、糸状緑藻ほどの影響は生じていないと考えられる。しかし、糸状緑藻のとうな影響を及ぼしているは不明であるため、今後詳細に検討していく必要があると考えられた。

藍藻綱の Homoeothrix janthina に関しては、最も消化しやすい種であることが明らかになった。本種は、夏~秋に流速の大きな場所で優占する種であることが知られている。また、アユが摂食することでより優占し、アユの生息と最も関係が大きい種である。筆者らが過去に実施した実験によると、Homoeothrix janthina は河床に土砂供給による攪乱の影響を受け優占すること示されている。このことから、置土の土砂の粒度組成や土砂量によって影響の程度は異なると考えられるが、置土は Homoeothrix janthina の生育に正に寄与するものと予想される。一方、糸状緑藻類に対して置土による土砂のクレンジング効果が期待される。三面川においてはすでに新潟県により置土が行われ(写真-1)、モニタリング調査が開始された。今後も上記の観点から付着藻類の種組成についても着目しながら置土及びモニタリング調査を継続し、調査結果を科学的に評価しながら順応的に管理していく必要がある。



写真-1 白っぽい河床は流下した置土土砂

表-1 藻類出現種

N.º	細		4 4	種	名			
No.		目	科	学 名	容積 (μm3)			
1	藍藻綱	クロオコックス 目	エントフィサリス科	Entophysalis sp.		エントフィサ リス		
2		ネンシ゛ュモ 目	ヒゲモ科	Calothrix sp. *	22,717	カロスリックス		
3				Homoeothrix janthina *		ピロウドランソウ		
4			ュレモ科	Phormidium sp. *	個体別値			
5		カマエシフォン目	カマエシフォン科	Chamaesiphon sp.		コンホ*ウランソウ		
6		アクロカエチウム目	オオジュイネラ科	Audouinella sp.		^*=-1\+E		
7	渦鞭毛藻綱 ^{は英細}	ペリディニウム目	ペリディニウム科	Peridinium sp.		ヘ"リテ"ィニウム + : / カ / コ か / ソ ハ		
9	珪藻綱	中心目	タラシオシラ科	Discostella stelligera		ホシノタイコケイソウ		
10	-	羽状目	メロシラ科 テ*イアトマ科	Melosira varians		チャツ*ツケイソウ ミハ*エハリケイソウ		
11		31 AL	7 17 144	Ctenophora pulchella Diatoma tenuis		イタケイソウ		
12				Fragilaria capitellata		オピケイソウ		
13				Fragilaria capucina		オピケイソウ		
14				Fragilaria gracilis		オピケイソウ		
15				Fragilaria gruenis Fragilaria rumpens		オピケイソウ		
16				Fragilaria tenera		オピケイソウ		
17	1			Fragilaria vaucheriae		オピケイソウ		
18				Fragilaria sp.		オピケイソウ		
19	1			Hannaea arcus var. recta		ハラケイソウ		
20				Tabellaria fenestrata		ヌサカ^タケイソウ		
21				Tabellaria flocculosa		ヌサカ^タケイソウ		
22				Ulnaria acus		ハリケイソウ		
23	1			Ulnaria inaequalis		ハリケイソウ		
24	1			Ulnaria ulna		ハリケイソウ		
25	1		1-/57科	Eunotia sp.		クシケイソウ		
26	1		ナt'クラ科	Amphora pediculus		ニセクチヒプルケイソウ		
27	1		1	Brachysira neoexilis		サミタ"レモト"キケイソウ		
28	1			Cymbella aspera		クチピルケイソウ		
29	1			Cymbella microcephala		クチヒプルケイソウ		
30	1			Cymbella tumida		クチヒプルケイソウ		
31	1			Cymbella turgidula var. nipponica		クチヒ ルケイソウ		
32				Cymbella turgidula var. turgidula		クチヒプルケイソウ		
33				Encyonema gracile		ハラミクチヒ゛ルケイソウ		
34				Encyonema minutum		ハラミクチヒプルケイソウ		
35				Encyonema silesiacum		ハラミクチヒプルケイソウ		
36				Frustulia rhomboides var. saxonica		ヒシカ・タケイソウ		
37				Frustulia vulgaris		ヒシカ・タケイソウ		
38	1			Gomphoneis heterominuta		クサヒ^フネケイソウ		
39	1			Gomphonema angustatum var. productum		クサ E^ケイソウ		
40	1			Gomphonema angustum		クサ ピケイソウ		
41				Gomphonema augur		クサ ピケ イ ソ ウ		
42				Gomphonema gracile	1,969	クサ ピケ イ ソ ウ		
43				Gomphonema inaequilongum	838	クサ E^ケイソウ		
44				Gomphonema lagenula	271	クサ ピケ イ ソ ウ		
45				Gomphonema parvulum	280	クサ ピケ イ ソ ウ		
46				Gomphonema pseudosphaerophorum	1,309	クサ E*ケイソウ		
47				Gomphonema truncatum	3,938	クサ E^ケイソウ		
48				Navicula amphiceropusis	2,063	フネケイソウ		
49				Navicula angusta	2,218	フネケイソウ		
50				Navicula bacillum	7,500	フネケイソウ		
51				Navicula cari	531	フネケイソウ		
52				Navicula contenta		フネケイソウ		
53				Navicula cryptocephala		フネケイソウ		
54	1			Navicula cryptotenella		フネケイソウ		
55	4			Navicula decussis		フネケイソウ		
56	4		1	Navicula gregaria		フネケイソウ		
57	1			Navicula lanceolata		フネケイソウ		
58			1	Navicula minima		フネケイソウ		
						-4.1.1.1.1		
59				Navicula nipponica	891	フネケイソウ		
59 60				Navicula nipponica Navicula tripunctata	891 2,306	フネケイソウ		
59 60 61				Navicula nipponica Navicula tripunctata Navicula trivialis	891 2,306 645	フネケイソウ フネケイソウ		
59 60 61 62				Navicula nipponica Navicula tripunctata Navicula trivialis Navicula ventralis	891 2,306 645 1,641	7ネケイソウ 7ネケイソウ 7ネケイソウ		
59 60 61 62 63				Navicula nipponica Navicula tripunctata Navicula trivialis Navicula ventralis Pinnularia sp.	891 2,306 645 1,641 18,047	7* 5 1 7 1 7 1 7 1 7 1 7 1 7 1 7 1 7 1 7 1		
59 60 61 62 63 64				Navicula nipponica Navicula ripunctata Navicula trivialis Navicula ventralis Pinnularia sp. Reimeria sinuata	891 2,306 645 1,641 18,047 361	7		
59 60 61 62 63 64 65			7/4/	Navicula nipponica Navicula ripunctata Navicula rivialis Navicula ventralis Pinnularia sp. Reimeria sinuata Rhoicosphenia abbreviata	891 2,306 645 1,641 18,047 361 1,647	フネケイソウ フネケイソウ フネケイソウ ハネケイソウ カイコマケケイソウ マカ"リクサモ"ケイソウ		
59 60 61 62 63 64 65 66			アクナンテス科	Navicula nipponica Navicula ripunctata Navicula tripunctata Navicula virialis Navicula ventralis Primularia sp. Reimeria sinuata Rhoicosphenia abbreviata Achnanthes laevis	891 2,306 645 1,641 18,047 361 1,647 595	フネケイソウ フネケイソウ フネケイソウ ハネケイソウ カイコマケケイソウ マカ"リクサと"ケイソウ マカ"リケイソウ		
59 60 61 62 63 64 65 66			79+ンテス科	Navicula nipponica Navicula ripunctata Navicula tripunctata Navicula ventralis Pinnularia sp. Reimeria sinuata Rhoicosphenia abbreviata Achnanthes laevis Achnanthidium convergens	891 2,306 645 1,641 18,047 361 1,647 595	フネケイソウ フネケイソウ フネケイソウ ハネケイソウ カイコマケケイソウ マカ"リクサと"ケイソウ マカ"リケイソウ ツメワカレケイソウ		
59 60 61 62 63 64 65 66 67			7かかえ科	Navicula nipponica Navicula ripunctata Navicula trivalis Navicula trivalis Pinnularia sp. Reimeria sinuata Rhoicosphenia abbreviata Achnanthes laevis Achnanthidium convergens Achnanthidium minutissimum	891 2,306 645 1,641 18,047 361 1,647 595 234	フネケイソウ フネケイソウ フネケイソウ ハネケイソウ ハネケイソウ ハネケイソウ オカコマケケイソウ マカ"リケイソウ フジワカレケイソウ フメワカレケイソウ フメワカレケイソウ		
59 60 61 62 63 64 65 66 67 68			7かナンテス科	Navicula nipponica Navicula ripunctata Navicula riripunctata Navicula virivalis Navicula ventralis Pinnularia sp. Reimeria sinuata Rhioicosphenia abbreviata Achnanthes laevis Achnanthidium convergens Achnanthidium minutissimum Cocconeis pediculus	891 2,306 645 1,641 18,047 361 1,647 595 234 53 2,152	フキケイソウ フキケイソウ フキケイソウ ハキケイソウ カイコマウケイソウ オイコマウケイソウ マカ"リウサビケイソウ マカ"リケイソウ ソタフカレケイソウ リスクカレケイソウ		
59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69			アクナンテス科	Navicula nipponica Navicula ripunctata Navicula tripunctata Navicula erivalis Navicula ventralis Pinnularia sp. Reimeria sinuata Rehotosphenia abbreviata Achnanthes laevis Achnanthidium nonvergens Achnanthidium minutissimum Cocconeis pediculus Coccoenis placentula	891 2,306 645 1,641 18,047 361 1,647 595 234 53 2,152	フキケイソウ フキケイソウ フキケイソウ フキケイソウ カイコマケケイソウ カイコマケケイソウ マカ"リウサビサイソウ マカ"サイソウ フメワカレケイソウ コハ"ンケイソウ		
59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70				Navicula nipponica Navicula ripunctata Navicula tripunctata Navicula ventralis Pinnularia sp. Reimeria sinuata Rhoicosphenia abbreviata Achnanthes laevis Achnanthidium convergens Achnanthidium minutissimum Coccomels pediculus Coccomels placentula Planothidium lanceolatum	891 2,306 645 1,641 18,047 361 1,647 595 234 53 2,152 1,500 853	フキケイソウ フキケイソウ フキケイソウ カキケイソウ ハキケイソウ カイコマケケイソウ オカコマケケイソウ マカリウキビケイソウ フメワカレケイソウ コハンケイソウ コハンケイソウ コハンケイソウ フトスシヴメワカレケイソウ		
59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71			7 ク ナンテス科 - ッ チ 7 科	Navicula nipponica Navicula nipunctata Navicula riripunctata Navicula virivalis Navicula ventralis Pinnularia sp. Reimeria sinuata Rhoicosphenia abbreviata Achanthidium deleviata Achanthidium minutissimum Cocconeis pediculus Cocconeis placentula Planothidium lanceolatum Nitzschia dissipata	891 2,306 645 1,641 18,047 361 1,647 595 234 53 2,152 1,500 853 1,980	フキケイソウ フキケイソウ フキケイソウ ハキケイソウ ハキケイソウ カイコマケケイソウ マカ"リサモ" イソウ マカ"リサモ" イソウ マカ"リサイソウ フタワカレケイソウ コハ"ンケイソウ コハ"ンケイソウ フトスシ" アタカレケイソウ サザ /ハケイソウ		
59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73				Navicula nipponica Navicula ripunctata Navicula rivialis Navicula ventralis Primularia sp. Reimeria sinuata Rhoicosphenia abbreviata Achnanthes laevis Achnanthidium convergens Achnanthidium minutissimum Cocconeis padiculus Cocconeis placentula Planothidium lanceolatum Nitzschia filiformis	891 2,306 645 1,641 18,047 3361 1,647 595 234 53 2,152 1,52 1,52 1,980 1,125	78 5 4 7 9 78 5 4 7 9 78 5 4 7 9 78 7 4 7 9 78 7 4 7 9 78 7 4 7 9 78 7 9 9 7 9 7 9 78 7 9 9 7 9 78 7 9 9 9 78 7 9 9 9 78 7 9 9 9 78 7 9 9 9 78 7 9 9 9 9 78 7 9 9 9 9 9 78 7 9 9 9 9 9 78 7 9 9 9 9 9 78 7 9 9 9 9 9 9 78 7 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9		
59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74				Navicula nipponica Navicula ripunctata Navicula ripunctata Navicula rivialis Navicula ventralis Pinnularia sp. Reimeria sinuata Rhoicosphenia abbreviata Achnanthes laevis Achnanthidium convergens Achnanthidium minutissimum Cocconeis padedulus Cocconeis placentula Planothidium lanceolatum Nitzschia dissipata Nitzschia dissipata Nitzschia finstulum	891 2,306 645 1,641 18,047 361 1,647 535 2,152 1,500 853 1,125 389	フキケイソウ フキケイソウ フキケイソウ カキケイソウ ハキケイソウ カイコマケイソウ オカフウチイソウ マカブリケイソウ フメワカレケイソウ コハンケイソウ コハンケイソウ コトンケイソウ ササノハケイソウ ササノハケイソウ ササノハケイソウ		
59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74				Navicula nipponica Navicula ripunctata Navicula riripunctata Navicula virivialis Navicula ventralis Pinnularia sp. Reimeria sinuata Rhoicosphenia abbreviata Achnanthes laevis Achnanthidium convergens Achnanthidium imnutissimum Cocconeis pediculus Cocconeis pediculus Cocconeis placentula Planothidium lanceolatum Nitzschia filiformis Nitzschia filiformis Nitzschia filiformis Nitzschia firstulum Nitzschia inconspicua	891 2,3066 645 1,641 18,047 505 234 53 2,152 1,500 853 1,980 1,125 3898 20	フキケイソウ フキケイソウ フキケイソウ カキフィソウ ハキケイソウ カオコマケケイソウ マカリウキソウ フメワカレケイソウ フメワカレケイソウ コハンケイソウ コトンケイソウ サナバケイソウ ササバケイソウ ササバケイソウ サナバケイソウ サナバケイソウ		
59 60 61 62 63 64 65 66 67 70 71 72 73 74 75 76				Navicula nipponica Navicula ripunctata Navicula riviatis Navicula viriatis Navicula ventralis Prinularia sp. Reimeria sinuata Rhoicosphenia abbreviata Achnanthes laevis Achnanthidium convergens Achnanthidium minutissimum Cocconeis pediculus Cocconeis placentula Planothidium lanceolatum Nitzschia dissipata Nitzschia firstulum Nitzschia firstulum Nitzschia firstulum Nitzschia firstulum Nitzschia firospicua Nitzschia firospicua	891 2.306 645 1.6441 18.047 361 1.647 533 2.152 2.152 389 1.980 1.125 389 202 4.580	78 74/99 78 74/99 78 74/99 78 74/99 78 74/99 78 78/94/99 78 78/94/99 78 78/94/99 78 78/94/99 78 78/94/99 78 78/94/99 78 78/94/99 78 78/94/99 78 78/94/99 78 78/94/99 78 78/99		
59 60 61 62 63 64 65 66 67 70 71 72 73 74 75 76	44-26-48B	hnna-N P	- 79 7 7科	Navicula nipponica Navicula ripunctata Navicula ripunctata Navicula rivialis Navicula ventralis Pinnularia sp. Reimeria sinuata Rhoicosphenia abbreviata Achnanthes laevis Achnanthidium convergens Achnanthidium minutissimum Cocconels pediculus Cocconels pediculus Cocconels placentula Planothidium lanceolatum Nitschia dissipata Nitschia firistulum Nitschia firistulum Nitschia inconspicua Nitschia inconspicua Nitschia incaris Nitschia linearis Nitzschia palea	891 2,306 645 1,641 18,047 535 234 53 2,152 1,500 853 1,980 1,125 389 20 4,589 547	78 74 79 78 74 79 78 74 79 78 74 79 78 74 79 78 74 79 78 74 79 78 78 78 78 78 78 78 78 78 78 78 78 78		
59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77	緑藻綱	<i>γ</i> ππατγγγλ. Ε	-yf7科 -t4f',7474 -t4f',7474	Navicula nipponica Navicula ripunctata Navicula ripunctata Navicula rivialis Navicula ventralis Pinnularia sp. Reimeria sinuata Rhoicosphenia abbreviata Achnanthes laevis Achnanthidium convergens Achnanthidium minutissimum Cocconeis pediculus Cocconeis placentula Planothidium lanecolatum Nitzschia dissipata Nitzschia dissipata Nitzschia finstulum Nitzschia inconspicua Nitzschia linearis Nitzschia linearis Nitzschia inconspicua Nitzschia inearis Nitzschia palea Scenedesmus spp.	891 2,306 645 1,641 18,047 595 234 53 2,152 1,500 853 1,980 20 20 4,580 547 888	フキケイソウ フキケイソウ フキケイソウ カキケイソウ カキフィンウ カイコマウテイソウ オカコマウテイソウ マがリウキじケイソウ アメワカレケイソウ フメワカレケイソウ コハンケイソウ ササ ハケイソウ オカアイソウ オカアイソウ オカアイソウ オカアイソウ オカアイソウ オカアイソウ オカアイソウ オカアイソウ オカアイソウ オカテモ		
59 60 61 62 63 64 65 66 67 70 71 72 73 74 75 76 77 78	緑藻網	カエトフォラ目	- y + 7 7 科	Navicula nipponica Navicula ripunctata Navicula riviatalis Navicula virivatalis Navicula ventralis Primularia sp. Reimeria sinuata Rhioicosphenia abbreviata Achnanthes laevis Achnanthidium convergens Achnanthidium convergens Achnanthidium minutissimum Cocconeis pediculus Cocconeis placentula Planothidium lanceolatum Nitzschia dissipata Nitzschia firistulum Nitzschia firistulum Nitzschia firistulum Nitzschia firistulum Nitzschia firistulum Nitzschia firistulum Nitzschia palea Scenedesmus spp. Stigeoclonium sp.	891 2,306 6454 1,641 18,047 595 2,152 1,500 1,125 339 2,152 4,580 4,580 547 888 888 888 611	フキケイソウ フキケイソウ フキケイソウ カキケイソウ ハキケイソウ ハキケイソウ カイコマケイソウ マカツラナビテイソウ マカツラナビアイソウ コハンケイソウ コハンケイソウ サナハケイソウ ササノハケイソウ ササノハケイソウ ササノハケイソウ ササノハケイソウ ササノハケイソウ ササノハケイソウ ササノハケイソウ オナハケイソウ オナハケイソウ オナハケイソウ オナハケイソウ オナハケイソウ オナハケイソウ オナハケイソウ オナ		
59 60 61 62 63 64 65 66 67 70 71 72 73 74 75 76 77 78 80		カエトフォラ目 サヤミト*ロ目	- ッチア科 セキテ [・] スムス科 カエトフォラ科 サヤミドロ科	Navicula nipponica Navicula ripunctata Navicula rivialis Navicula virialis Navicula ventralis Primularia sp. Reimeria sinuata Rhoicosphenia abbreviata Achnanthes laevis Achnanthidium convergens Achnanthidium minutissimum Cocconeis placentula Planothidium lanceolatum Nitzschia dissipata Nitzschia filiformis Nitzschia filiformis Nitzschia inconspicua Nitzschia inconspicua Nitzschia incersi Nitzschia inearis Nitzschia inearis Nitzschia palea Scendesmus spp. Stigeoclonium sp. Oedogonium sp.	891 2,306 645 1,644 18,047 361 1,647 595 234 2,155 2,155 389 1,125 389 20 4,580 547 888 6111	フキケイソウ フキケイソウ フキケイソウ カキマイソウ ハキケイソウ カイコマウケイソウ オフ・ファー カインウ・ファー カーファー カーファ		
59 60 61 62 63 64 65 66 67 70 71 72 73 74 75 76 77 78 80 81		カエトフォラ目	- y + 7 7 科	Navicula nipponica Navicula ripunctata Navicula ripunctata Navicula rivialis Navicula ventralis Pinnularia sp. Reimeria sinuata Rhoicosphenia abbreviata Achnanthes laevis Achnanthidium convergens Achnanthidium minutissimum Cocconels pediculus Cocconels pediculus Cocconels pediculus Cocconels placentula Planothidium lanceolatum Nitzschia dissipata Nitzschia filiformis Nitzschia filiformis Nitzschia inconspicua Nitzschia inconspicua Nitzschia inconspicua Nitzschia placearis Nitzschia palea Scenedesmus spp. Stigeoclonium sp. Oedogonium sp.	891 2,306 645 1,641 18,047 536 234 53 2,152 1,500 853 389 20 4,580 547 888 611 60,079 9,781	フキケイソウ フキケイソウ フキケイソウ ハキケイソウ ハキケイソウ カイコマケイソウ オカフラナイソウ フメワカレナイソウ フメワカレナイソウ コハンケイソウ コハンケイソウ ヨトンケイソウ サナハケイソウ ササノハケイソウ ササノハケイソウ ササノハケイソウ ササノハケイソウ ササノハケイソウ オカッドモ キヌミドロ ナヤミドロ		
59 60 61 62 63 64 65 66 67 70 71 72 73 74 75 76 77 78 80 81 82		カエトフォラ目 サヤミト*ロ目	ニッチア科 セネテ・スムス科 カエトフェラ科 サヤミトロ科 ホシミトロ科	Navicula nipponica Navicula ripunctata Navicula riviatis Navicula viriviatis Navicula ventralis Primularia sp. Reimeria sinuata Rhioicosphenia abbreviata Achnanthidium convergens Achnanthidium convergens Achnanthidium minutissimum Cocconeis pediculus Cocconeis placentula Planothidium lanceolatum Nitzschia fiststulum Nitzschia fiststulum Nitzschia finstulum Nitzschia finstulum Nitzschia inconspicua Nitzschia inconspicua Nitzschia inceris Nitzschia paea Secendesmus spp. Stigeoclonium sp. Oedogonium sp. Mougeotia sp. Spirogyra sp.	891 2,306 6454 1,641 18,047 595 2,152 1,500 1,125 389 2,00 4,580 547 885 611 60,795 9,781 34,1916	フキケイソウ フキケイソウ フキケイソウ ハキケイソウ ハキケイソウ ハキケイソウ カイコマケイソウ マカツラナビ・イソウ マカツウナインウ コハンケイソウ コハンケイソウ サナハケイソウ ササバケイソウ ササバケイソウ ササバケイソウ ササバケイソウ ササバケイソウ サナバケイソウ サナバケイソウ サナバケイソウ サナバケイソウ サナバケイソウ サナバケイソウ オカジェ オース・ドー サヤミドロ ヒサーナリモ アオミドロ		
59 60 61 62 63 64 65 66 67 70 71 72 73 74 75 76 77 78 80 81		カエトフォラ目 サヤミト*ロ目	- ッチア科 セキテ [・] スムス科 カエトフォラ科 サヤミドロ科	Navicula nipponica Navicula ripunctata Navicula ripunctata Navicula rivialis Navicula ventralis Pinnularia sp. Reimeria sinuata Rhoicosphenia abbreviata Achnanthes laevis Achnanthidium convergens Achnanthidium minutissimum Cocconels pediculus Cocconels pediculus Cocconels pediculus Cocconels placentula Planothidium lanceolatum Nitzschia dissipata Nitzschia filiformis Nitzschia filiformis Nitzschia inconspicua Nitzschia inconspicua Nitzschia inconspicua Nitzschia placearis Nitzschia palea Scenedesmus spp. Stigeoclonium sp. Oedogonium sp.	891 2,306 645 1,644 18,047 595 234 533 2,152 1,500 1,125 389 20 4,580 547 88 6111 60,795 9,781	フキケイソウ フキケイソウ フキケイソウ ハキケイソウ ハキケイソウ カイコマケイソウ オカフラナイソウ フメワカレナイソウ フメワカレナイソウ コハンケイソウ コハンケイソウ ヨトンケイソウ サナハケイソウ ササノハケイソウ ササノハケイソウ ササノハケイソウ ササノハケイソウ ササノハケイソウ オカッドモ キヌミドロ ナヤミドロ		

(2) 環境 DNA を用いた魚類の生息状況評価

三面川は水産魚種のサケ、アユのみならずトミヨ(環境省絶滅危惧 I A 類)、ホトケドジョウ(環境省絶滅危惧 I B 類)、カジカ(環境省絶滅危惧 I B 類)、アユカケ(環境省絶滅危惧 I 類)、ヤリタナゴ(環境省準絶滅危惧種)等、存続が危ぶまれている種が多く生息し、生物多様性の保全においても重要な河川である。また、三面川支流の山田川においてはキタノアカヒレタビラ(環境省絶滅危惧 I B 類)の生息が確認されている。しかし、トミヨに関しては、新潟県内でも生息地が大きく減少し、現在生息が確認されているのは三面川及び荒川水系のみであることが報告されている。これらの状況を鑑み、荒川ではトミヨの生息地の保全・創出等の対策が講じられている。ここでは、河口から上流 20 k m地点に位置する三面ダムまでの区間における魚類の生息状況を把握し、これを踏まえ、今後の三面川の河川環境再生のあり方について考察した。

① 方法

環境 DNA メタバーコーディング解析を行い生息魚種の有無を確認した。調査地点 6 地点(図-6)における河川水を分析対象とした。河川水の採水・濾過は、2019 年 9 月 13 日に 0.45 μm Sterivex filter (Merk Millipore) と,テルモシリンジ 50 ml(Terumo)を用いて行った。各地点において水域の様々なハビタットにおいて 50 ml ずつ,計 1000 ml 採水・濾過した。濾過後の Sterivex filter には, RNAlater(Thermo Fisher Scientific)を 1 ml 封入してクーラーボックスで持ち帰り,冷凍庫で保管した。ステリベクス中に含まれる DNA を抽出したのち,Miya et al. による魚類のユニバーサルプライマーを用いた 2 段階 PCR によって増幅した。1 段階目の PCR はKAPA HiFi HS ReadyMix を使用して 20 μ L で行った。その PCR 産物を AMPure XP ビーズ(ビーズ液量比 1:1)を用いて精製したのち 20 μ L で溶出した。溶出液 2 μ L を鋳型として 2 段階目の PCR を行い,次世代シーケンサー(MiSeq,Applied Biosystems 3130 Genetic Analyzer)により塩基配列を分析した。分析結果を MiFish データベースと照合し,魚種を決定した。

② 結果

環境 DNA が検出された魚種は 29 種であった。表-2 に各地点で検出された魚種を示す。前述した絶滅危惧種の関しても環境 DNA が検出され、ヤリタナゴ、カジカ、アユカケ、アカザに関しては、全地点で検出された。一方、ホトケドジョウ及びトミヨに関しては、いずれも 1 地点で確認されたのみであった。また、特定外来生物のコクチバスが確認されており物のコクチバスが確認された。



図-6 採水地点

表-2 環境DNAメタバーコーディング解析の結果

和名	学名	環境省選定	St1	St2	St3	St4	St5	St6
オイカワ	Zacco platypus		•	•	•	•		•
タカハヤ	Phoxinus oxycephalus jouyi		•	•	•		•	•
キンギョ	Cyprinus auratus			•		•		
ウグイ	Tribolodon hakonensis		•	•	•	•	•	•
カワムツ属	Nipponocypris		•	•	•	•		•
アユ	Plecoglossus altivelis altivelis		•	•	•	•	•	•
ドンコ	Odontobutis obscura			•	•	•		
コイ	Cyprinus carpio		•		•	•	•	•
クロヨシノボリ	Rhinogobius sp. DA		•	•	•	•	•	•
ヌマチチブ	Tridentiger brevispinis		•	•	•	•	•	•
モツゴ	Pseudorasbora parva						•	
シマウキゴリ	Gymnogobius sp.		•	•	•	•	•	•
オヤニラミ	Coreoperca kawamebari		•					
ニジマス	Oncorhynchus mykiss				•			
ヤリタナゴ	Tanakia lanceolata	準絶滅危惧種	•	•	•	•	•	•
ヒメハヤ属	Phoxinus		•	•	•	•	•	•
カジカ	Cottus pollux	絶滅危惧 I B 類	•	•	•	•	•	•
ニゴイ	Hemibarbus barbus			•		•	•	
アユカケ	Cottus kazika	絶滅危惧Ⅱ類	•	•	•	•	•	•
ドジョウ	Misgurnus anguillicaudatus		•				•	
スケトウダラ	Theragra chalcogramma		•					
シマドジョウ属	Cobitis		•	•	•		•	•
ナマズ属	Silurus			•	•			
ウキゴリ	Gymnogobius urotaenia				•			
イシカリワカサギ	Hypomesus olidus		•	•	•	•	•	•
アブラハヤ	Phoxinus logowskii steindachneri					•	•	•
カマツカ	Pseudogobio esocinus		•	•				
アカザ	Liobagrus reini	絶滅危惧Ⅱ類	•	•	•	•	•	•
ホトケドジョウ	Lefua echigonia	絶滅危惧 I B 類						•
コクチバス	Micropterus dolomieu					•		
トミヨ	Pungitius sinensis	絶滅危惧 I A類		•				
カツオ	Katsuwonus pelamis		•					
ミミズハゼ	Luciogobius guttatus		•					
スナヤツメ	Lethenteron reissneri				•			
シナイモツゴ	Pseudorasbora pumila pumila		•	•				
	確認種数		23	22	21	19	18	18

③ 考察:環境 DNA 分析を用いた三面川の魚類の生息状況の把握と今後の三面川の河川環境再生のあり方平成30年度報告書にも記載したとおり、一般的にセグメント2-1の河道では、単列砂州が形成されると、平瀬、早瀬、淵が連続する河床型(Bb型)が発達し、アユの摂食場となる瀬と、休息場及び避難場となる淵が連続し、生息場として必要な環境が存在する。しかし二極化が進行すると、瀬や淵が不明瞭になることが指摘されている。三面川においても同様の傾向が認められ、アユの生息場、産卵場環境に負の影響を与えていること





図-7 三面川における河道の二極化・樹林化の状況 (1975 年と 2015 年の空中写真 (国土地理院) の比較)

を示唆した.本年度はその他の種への影響についても検討するため、環境 DNA メタバーコーディング解析により魚類の生息状況を確認した.絶滅が危惧される魚種について生息が確認できたが、止水性で湧水や伏流水が流入する水域に生息するトミヨ及びホトケドジョウの確認地点がそれぞれ1地点のみであった.環境 DNA メタバーコーディング解析による調査は1回のみで、採水サンプル数も1であったため、サンプル数や調査回数を増やすことによって、より精度の高いデータを得ることができると考えられるが、図-7に示すように

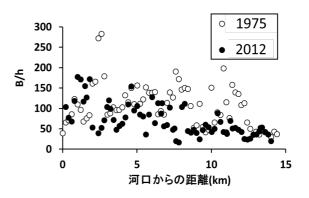


図-8 奥三面ダム建設前後における B/h の変化

1975年にみられる二次流路やワンドやたまりが 2015年には大きく減少していることが認められる. ダム建設以降,河道の二極化が進行し(図-7),瀬淵が不明瞭になる一方で,ワンドやタマリ等の止水性水域も大きく減少し,止水域を生息場とする種に対して負の影響が生じている可能性が危惧される.トミヨは新潟県内では1998年以前は6水系で確認されていたが,近年荒川と三面川のみで確認されるのみとなっている.現在,三面川における流下能力を増加させるための工事が下流から実施され,中州や高水敷に堆積した土砂や増加した樹木の除去が行われている.このような工事は、ダム建設後に低下した川幅/水深比(図-8)を回復させ、砂州が形成される河道に回復する可能性がある.出水時の攪乱規模や頻度の増加や砂州が発生し二次流路やワンドやたまりが形成されるような掘削断面の検討を行い、治水と環境が両立する計画の立案が望まれる.工事後、二次流路やワンドやたまりが形成されない場合には、それらが生息できる水域を荒川のように人為的に創出する等の対策等も必要である.また、すでに工事計画が立案されている区間において、良好な止水性が存在する場合、これらの種の生息状況を確認し、生息が確認された場合には、水域が保全され、維持されるよう工事計画の変更を図っていく必要がある.