

幹線排水路における魚類の出現パターンに影響する要因

—岩手県胆沢町の「原川排水路」土水路区間を事例として—

Factors influencing appearance patterns of fishes in main drainage canal

-A case study on the earth canal sections of the HARAKAWA drainage canal in Isawa Town, Iwate Prefecture-

佐藤太郎* 東 淳樹**

SATO Taro* AZUMA Atsuki**

(*新潟県佐渡地域振興局 **岩手大学農学部農林環境科学科)

(*Sado Regional Promotion Bureau, Niigata Pref. **Faculty of Agriculture, Iwate Univ.)

I はじめに

近年、農村に生息する生物の保全の必要性が強く意識されるようになった。これは、農業の生産性の向上に大きく寄与してきた圃場整備事業の実施により、その生息環境が著しく消失・劣化したことがその一因とされている^{1) 2) 3) 4)}。これを背景として、1999年「食料・農業・農村基本法」制定、2002年「改正土地改良法」施行によって現在、圃場整備事業の実施に対する「環境との調和への配慮」が重要視されている。生物の保全に対して、より実効性の伴った圃場整備事業を実施するには、事業の対象地に生息する生物の生息規定要因を明らかにした上で、それらを保全するために必要な環境配慮計画を策定することが重要とある。そこで、本研究では、現在、生態系配慮を一つの柱として、大規模圃場整備事業が実施されている岩手県胆沢町の「いさわ南部地区」を流れる幹線排水路の「原川排水路」に生息する魚類を対象として、その種組成に影響を及ぼす要因を明らかにすることを目的とした。その際、特に魚類にとって良好な生息空間と考えられる土水路区間に焦点を絞って研究を行なった。

これまでの農村の幹線水路における研究では、魚類群集についての個体数、種数、種多様性^{4) 5)}や、個々の魚種の個体数など^{6) 7)}に着目し

た事例が多く、魚類の出現パターンに着目した研究は少ない。そのような中で、魚類の出現パターンに着目し、それらの構造を決定している要因を解明することは、今後の幹線水路の改修の実施に対して、多様な魚類種の保全に配慮した環境配慮計画を策定する上でも有益であると考えられる。なお、本研究は、改修が行なわれた区間と比較するための基礎的データを取得することを兼ねて行なった⁵⁾。

II 対象地と方法

(1) 調査対象地

研究対象地である原川排水路が流れる「いさわ南部地区」は、岩手県胆沢町に位置する胆沢扇状地の西南部に存在する。本地区では、平成10年度以降、約700haの農地を対象として、国営の農地再編整備事業が着工され、大規模な圃場整備が現在進行中である。またその整備計画において、地域内の景観や生態系に配慮した整備を行なうことが目標の一つに掲げられている。原川排水路は、延長約10kmの農業用の排水路である(図1)。本研究ではこのうち、圃場整備事業において整備対象となった新堤から駒込三堤の間を流れる延長約5.9kmを対象とした。原川排水路においても、平成12年度より農業の生産性向上を目的とした改修が行なわ

れた。改修に際しては、水路の生態系に配慮した計画が立案された。その整備内容は、約 5.9km の整備対象区間のうち、上流から約 2.6km を三面張水路区間、中流の約 1.6km を二面張水路区間として整備し、最下流部の約 1.7km を土水路区間（以下、現況保全土水路区間）として現況保全を図っている。なお、調査時点では三面張水路区間のうち、下流の約 0.8km が未整備で土水路（以下、未整備土水路区間）が現存していた。本研究では、そのうち現況保全土水路区間と未整備土水路区間を調査対象域とした。

(2) 魚類採捕調査

魚類採捕調査は 2002 年 6 月 23～27 日の延べ 5 日間、平水時に行なった。調査時の天候は、晴れ～曇りであった。調査区は 1 区間を約 100 m² となるようにし、多様な環境を含むように現況保全土水路区間に 12 調査区、未整備土水路区間に 9 調査区の計 21 調査区を設定した。調査は区間ごとに、下流の調査区から順次行なった。魚類の採捕は、電気ショッカー（Model 12, Smith and Root 社製）を用い、各調査区で約 15 分程度行ない、気絶し流下する個体や気絶せずに遡上する個体を調査員 3 名がタモ網、サデ網を用いて捕獲した。採捕した魚類は種名、体長、個体数を記録した後、採捕した調査区の下流に再放流した。

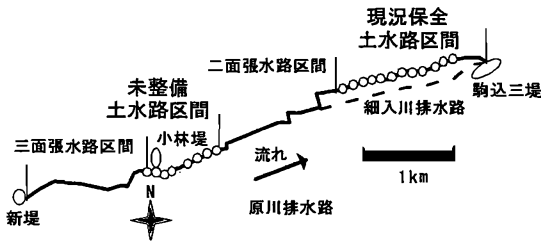


図 1. 原川排水路概況図

○は調査区を示す。下流側から調査区 No1～21 と順次設定した。

(3) 環境要因調査

魚類の生息に影響を与えると考えた環境要因について、2002 年 5 月 31 日、6 月 3 日の延べ 2 日間、魚類採捕調査を行なった調査区において実施した。調査項目は、流速 (m/s)、水深 (m)、水面幅 (m)、淵面積 (m²) (淵は Bisson

et. al. (1982)⁸⁾ の定義を参考として分類した)、カバー面積 (m²)、底質・浮き石の割合 (%) とした。流速の測定には電磁流速計を、水深、水面幅、淵面積、カバー面積の測定には巻尺および金尺を用い、そして、底質の割合、浮き石の割合は目視によって計測した。流速、水深の測定は、調査区内に 4-5 か所ライントランセクトを設け計測した。流速 (6 割水深の位置で測定)、水深は各ライントランセクトの中央、兩岸の計 3 点で計測した。それぞれの平均値を平均流速、平均水深とし、変動係数を流速、水深の複雑さを表す流速変異、水深変異とした。水面幅は各ライントランセクト上で計測し、平均値を平均水面幅とした。淵面積は淵の長径と短径を計測し、それらを乗じたものとし、カバー面積は湿性・抽水植物群落、倒流木、えぐれ (侵食によって削られてできた川岸の窪み)、落葉や枯枝の集積など魚類の隠れ家になると考えられるものの総面積を計測した。底質は、1. 岩盤、2. 砂 (礫径 < 2mm)、3. 小礫 (礫径 2-16mm)、4. 中礫 (礫径 17-64mm)、5. 大礫 (礫径 65-256mm)、6. 巨礫 (礫径 > 256mm) の 6 段階に分類した。浮き石は可児 (1978)⁹⁾ に基づき、中礫以上の礫について評価した。底質の割合と浮き石の割合は調査区を 3 等分し、それぞれで河床に占める各底質の割合、浮き石の割合を目視評価し、それらを平均し、各調査区の河床の状況を表す代表値とした。

(4) 分析方法

分類型の多変量解析の手法である TWINSpan を用いて、出現した魚類の出現パターンに基づき、種と調査区をいくつかのタイプに分類した。pseudospecies cut level には、それぞれの種の個体数について、標準設定の 0 個体 (-)、1 個体 (1)、2～4 個体 (2)、5～9 個体 (3)、10～19 個体 (4)、20 個体以上 (6) の 6 段階とした。分割は最大で 2 段階までとした。分割後、所属する調査区の数 が 3 未満のグループは 1 段階目の分割を参考にして、そのグループとより近いグループに統合した。分析には、mjm 社の PC-ORD を用いた。TWINSpan によるグループ分けに、どのような環境要因が関係しているのかを明らかに

するために、分類・回帰樹木 (Classification and Regression Trees) による解析を行なった。説明変数には、平均流速、平均水深、流速変異、水深変異、平均水面幅、淵面積、カバー面積、各底質の割合、浮き石の割合のデータを用いた。所属する調査区の数が5以下のグループはそれ以上細分化しない、分割して得られるグループの一方に所属する調査区が一つしかないような分割は実行しない、分割は最大で5段階まで、とした。不純度の尺度には Gini 係数を用い、分割による改善度が 0.0001 に満たなくなった場合にも分割を停止した。分析には、SPSS 社の Anser Tree 3.1J を用いた。

III 結果

(1) 調査の結果

魚類採捕調査の結果、5科11属11種計524個体の魚類が確認された。確認された魚類の和名と学名は以下の通りである。アブラハヤ *Phoxinus logowskii steindachneri*, ウグイ *Tribolodon hakonesis*, オイカワ *Zacco platypus*, ギバチ *psedobagrus tokiensis*, シマドジョウ *Cobitis biwae*, スナヤツメ *Lethernteron reissneri*, タイリクバラタナゴ *Rhodeus ocellatus ocellatus*, トウヨシノボリ *Rhinogobius* sp. OR. ドジョウ *Misgurnus anguillicaudatus*, モツゴ *Pseudorasbora parva*, フナ類 (キンブナとギンブナの生息が認められたが、便宜的にフナ類としてまとめた) *Carassius* sp.。全体の種構成 (種ごとの個体数割合) は、トウヨシノボリが 26.0%, アブラハヤが 24.2% と優占しており、ドジョウが 11.6%, スナヤツメが 11.5%, ギバチが 8.0% と続いた。これら5種で全体の 81.3% と非常に大きな割合を占めていた。

また、環境要因調査の結果について、各環境要因の平均値と標準偏差を、後述の TWINSpan で分類された3つのグループごとに表1に示した。

(2) TWINSpan による分析結果

それぞれの調査区で魚類の個体数を用いて、

表1. 環境要因調査の結果

	グループA (N=9)	グループB (N=4)	グループC (N=8)
平均流速 (m/sec)	0.26 ± 0.05 *	0.29 ± 0.06	0.30 ± 0.08
平均水深 (m)	0.21 ± 0.07	0.28 ± 0.11	0.23 ± 0.05
流速変異	0.55 ± 0.16	0.49 ± 0.16	0.64 ± 0.18
水深変異	0.40 ± 0.11	0.46 ± 0.15	0.43 ± 0.19
平均水面幅 (m)	3.89 ± 0.93	4.02 ± 0.98	3.75 ± 1.09
淵面積 (m ²)	4.88 ± 8.68	28.08 ± 29.62	14.15 ± 16.64
カバー面積 (m ²)	2.15 ± 1.78	2.33 ± 3.58	2.78 ± 3.37
浮き石 (%)	27.59 ± 12.11	23.78 ± 8.86	12.29 ± 6.23
砂 (%)	25.51 ± 7.09	20.85 ± 10.34	36.08 ± 17.74
小礫 (%)	7.89 ± 3.29	13.20 ± 5.51	9.55 ± 8.41
中礫 (%)	13.96 ± 4.36	12.98 ± 1.96	14.91 ± 4.27
大礫 (%)	30.74 ± 3.64	33.60 ± 11.95	26.99 ± 7.92
巨礫 (%)	21.90 ± 8.61	19.45 ± 6.34	12.46 ± 6.57

*は平均値±標準偏差を示す。

TWINSpan を行なった結果、分割の2段階までに3つのグループに分類された (図2)。それぞれのグループをグループAからCとした。各グループの種組成の特徴をよりわかりやすくするために、それぞれのグループで典型的に出現した種について、出現パターン模式図を図3に示した。ここで、典型的に出現した種とは、各グループにおいて5割以上の調査区に出現した種とした。その結果、まず、遊泳性のアブラハヤと砂泥中を主要な生息場所とするスナヤツメはどのグループにも典型的に出現していた。グループAとBではトウヨシノボリやギバチなど、浮き石や大径の礫中などを生息場所として利用する種や、泥中を生息場所として利用するドジョウが出現した。グループBとグループCには、モツゴやフナ類のような止水・緩流環境を生息場所として利用する種も出現した。さらに、グループBには、止水環境を好むタイリクバラタナゴや、湧水を好み、砂礫質を生息場所として利用するシマドジョウが出現した。また、出現個体数に着目すると、アブラハヤはグループAとCで、ドジョウはグループAで、トウヨシノボリ、ギバチはグループBで比較的個体数が多かった。

(3) 分類・回帰樹木による分析結果

分類・回帰樹木による分析結果について図4に示した。全体的には、21調査区のうち、誤判別された調査区は計3カ所で、誤判別率は14.3%と概ね高い精度のモデルが構築された。グループAは、浮き石の割合が19.1%より大きくかつ

	グループ			
	A	B	C	
	1 111122	1111	1	
	427357901	0168	28135946	
シマドジョウ	---32-3---	-141	-----	00
トウヨシノボリ	---515555	-155	-----	00
ギバチ	1232--223	5152	---1--11	01
ドジョウ	-3-5-5-13	225-	-11--4-	01
タイリクバラタナゴ	-2-----	-2-1	1-----	01
スナヤツメ	-21222---	5552	23-11-2-	10
アブラハヤ	--324413-	3555	5522213-	10
モツゴ	-----	1432	-2-1-11-	10
ウグイ	--1--1--	---	52-1---	11
オイカワ	-----	---	3--1--1	11
フナ類	--2-11--	-332	42-1-4-	11
	000000000	0000	11111111	
	000000000	1111	00000001	
	調査区 4, 12, 7, 13, 15, 17, 19, 20, 21	調査区 10, 11, 16, 18	調査区 2, 8, 1, 3, 5, 9, 14, 6	

図 2. TWINSpan の結果

左の列は魚類の種名、上の数字は調査区の番号を示す（下の箱枠内にも番号を記した。）。図中の数字はそれぞれの種のそれぞれの調査地点における pseudospecies level を示す。2本の縦線は第2段階までの分割において分割された場所を示す。

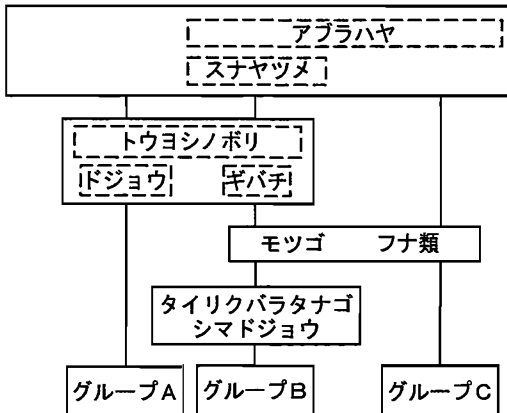


図 3. 魚類の出現パターン模式図

波線で囲まれている種は、そのグループにおいて特に個体数が多いことを示す。

平均水深が 0.195m 以下、もしくは浮き石の割合が 19.1% 以下かつ巨礫の割合が 22.5% より大きかった（誤判別率 11.1%）。グループ B は、浮き石の割合が 19.1% より大きくかつ平均水深が 0.195m 大きかった（誤判別率 25.0%）。グループ C は、浮き石の割合が 19.1% 以下かつ

巨礫の割合が 22.5% 以下に区分された（誤判別率 0.0%）。以上をまとめると、グループ A の調査区は、浮き石が多くかつ水深が小さいか、浮き石率が少なくかつ巨礫が多いという特徴が明らかとなった。グループ B の調査区は、浮き石が多くかつ水深も大きい特徴が認められた。一方、グループ C の調査区は、浮き石が少なくかつ巨礫も少なかった。

IV 考察

(1) 魚類の出現パターンに影響を及ぼす要因

本研究において、原川排水路の魚類の出現パターンに影響を及ぼしている要因は、浮き石の割合、巨礫の割合、平均水深であることが明らかとなった。まず、浮き石の割合の多寡によってグループ分けがなされた。グループ A 及び B に含まれた調査区の多くは、浮き石の割合が大きい特徴があった。また、グループ A には浮き石の割合が小さく巨礫の割合が大きい調査区も含まれた。この 2 グループのみに共通して、特徴的に出現した種にトウヨシノボリ、ギバチ、ドジョウの 3 種の底生魚が認められた。このうち、トウヨシノボリ、ギバチは浮き石や礫間を隠れ家、採餌場所として利用する種である¹⁰⁾。また、佐藤・東（印刷中）⁵⁾は、本水路におけるこの 2 種の生息規定要因として、トウヨシノボリは浮き石の割合が大きいこと、ギバチは大礫や巨礫の割合が大きいことであることを明らかにしている。以上のことから、この 2 種の底生魚を保全するためには、浮き石の存在が最も重要であるといえる。また、浮き石が少ない場合も、巨礫のような大径の礫が多いことによって、巨礫が浮き石と同様に隠れ家としての機能を発揮すると考えられる。さらに、グループ B には、タイリクバラタナゴ、シマドジョウ、モツゴ、フナ類が典型的に出現していた。また、アブラハヤ、スナヤツメは全てのグループに出現していたが、特にグループ B にその個体数が多い調査区が多く含まれた。グループ B の豊富な種組成を支えている要因として、平均水深が大きいことが挙げられる。特にアブラハヤ、フ

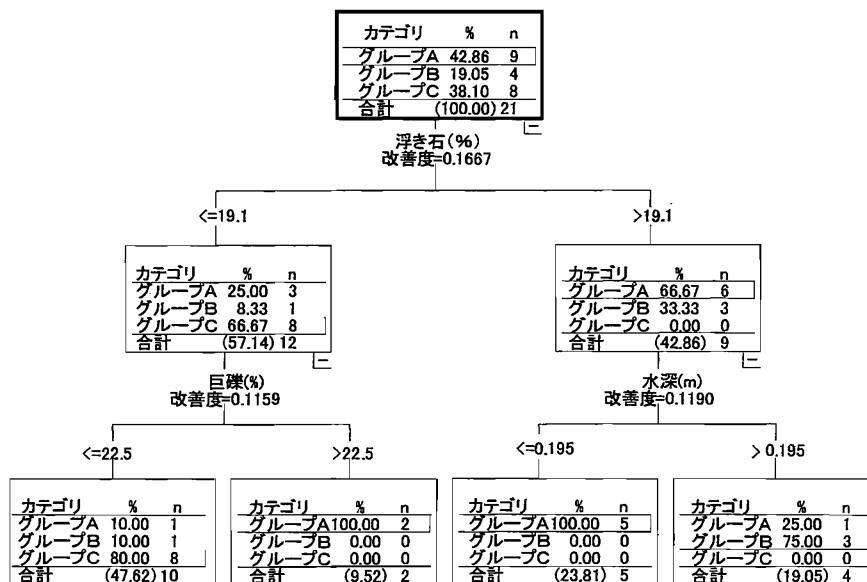


図 4. 分類・回帰樹木の結果

ナ類、モツゴ、タイリクバラタナゴなどは、緩流・止水環境を生息場所としている¹⁰⁾。また、佐藤・東(印刷中)⁹⁾は本水路において、アブラハヤ、フナ類は淵面積が大きいこと、モツゴは平均水深が大きいことが生息数を豊富にする条件であることを明らかにしている。以上のことから、このような種にとって、淵などに代表されるような水深が大きい環境が存在することが、生息を支える重要な要因となっていると考えられる。一方でグループCは浮き石が少なく、巨礫の割合が小さいという特徴があった。出現した魚種もあまり多くなかった。また、特に個体数の多い魚種はアブラハヤ一種のみであった。このグループに出現した種の特徴は、トウヨシノボリ、ギバチとは異なり、河床に浮き石や大径の礫が存在しなくとも生息が可能な種が多いことである。また、フナ類やモツゴは他の魚種と比較すると、河川改修、水質汚濁など環境の変化に強い種とされている²⁾¹⁰⁾。以上のことから、グループCは魚類の多様度の低い調査区が多いと考えられる。

(2) まとめ

最後に、本研究の結果から今後の水路改修の

在り方について若干の考察を行なう。6月中旬の1回の調査からではあるが、本研究の結果、本水路において魚類の出現パターンを最も多様にする環境は、浮き石が多くかつ水深が大きい環境であることが考えられた。特に今後の河川改修において、その対象地に、浮き石を生息環境として利用する底生魚が生息する場合は、浮き石の保全に十分配慮する必要がある。さらに、淵のような水深が大きい環境も重要であることが示された。しかし、三面張施工ではこのような環境は消失する。また近年、二面張施工において、人工的に淵を造成する事業がみられる。しかし、この場合も人工淵が堆砂によって埋没し、その機能が消失することもありうる。したがって、今後の生態系配慮型水路改修の在り方としては、浮き石、淵が豊富に残る土水路区間を優先的に保全することが重要である。そのためには、計画を立案する際に、その整備対象水路のうち、改修を行わずに土水路を保全する場所の位置選定が適切に行なわれることが重要であると考えられる。その上で、整備を行なわざるを得ない区間についても、極力、三面張施工を控え、二面張施工を行う際も、浮き石、淵などの深みを復元・創出できる近自然型工法の導入を推進していくことが必要である。

(3) 今後の課題

本研究では、生態系配慮型改修が行なわれた幹線排水路のうち、魚類の好適な生息環境が多く残存していると考えた土水路区間に着目し、研究を行なった。今後は、生態系配慮型改修が行なわれた区間においても同様の調査を行ない土水路区間との比較をすること⁵⁾と、複数年のモニタリングが必要と考えられる。また、本研究は環境要因としては幹線水路内の環境のみを重視した。今後は、幹線水路に流出入する小水路、支線水路などの水路網や溜め池などの魚類の生息状況が幹線水路の魚類相や齢分布に及ぼす影響についても検討する必要がある。

謝辞

本研究を行なうにあたり、弘前大学農学生命科学部の東信行助教授、岩手大学農学部の中田純一教授、三輪式教授には調査に対する有益な助言、技術供与をして頂いた。また、現地調査では、岩手大学教官、学生をはじめとする多くの方々にご協力頂いた。岩手県からは特別採捕許可を頂いた。以上の方々にご場を借りて厚くお礼申し上げます。

引用文献

- 1) Fujioka, M., and S. J. Lane (1997) 「The impact of changing in irrigation practices in the rice fields on frog populations of the Kanto plain, central Japan」 *Ecological research* 12:101-108.
- 2) 片野 修・細谷和海・井口恵一郎・青沼佳方 (2001) 「千曲川流域の3タイプの水田間での魚類相の比較」 *魚類学雑誌* 48(1) : 19-25.
- 3) 片野 修 (1998) 「水田・農業水路の魚類群集」『水辺環境の保全』(江崎保男・田中哲夫, 編), pp67-79, 朝倉書店, 216pp, 東京.
- 4) Katano, O., K. Hosoya., K. Iguchi., M. Yamaguchi., Y. Aonuma., and S. Kitano (2003) 「Species diversity and abundance of freshwater fishes in irrigation ditches around rice fields」 *Environmental Biology of Fishes* 66 : 107-121.
- 5) 佐藤太郎・東 淳樹 (印刷中) 「農業用小河川における生態系に配慮した排水路改修が魚類相と生息環境に及ぼした影響」 *野生生物保護*.
- 6) 藤咲雅明・神宮字 寛・水谷正一・後藤 章・渡辺俊介 (1999) 「小河川・農業水路系における魚類の生息と環境構造との関係」 *応用生態工学* 2(1) : 53-61.
- 7) 井口恵一郎・淀 太我・片野 修 (2003) 「西表島の水田用水系に出現する魚類の生息環境」 *魚類学雑誌* 50(2) : 115-122.
- 8) Bisson, P. A., J. L. Nielsen., R. A. Palmason., and L. E. Grove (1982) 「A system of naming habitat types in small streams with example of habitat utilization by salmonids during low streamflow」 『Acquisition and Utilization of Aquatic Habitat Inventory Information』 (Eds. Armantrout, N. B.), pp. 62-73, American Fishery Society, Western Division, Bethesda, MD
- 9) 可児藤吉 (1978) 『普及版可児藤吉全集』. 思索社, 429pp., 東京.
- 10) 川那部浩哉・水野信彦・細谷和海 (2001) 『日本の淡水魚改訂版』. 山と溪谷社, 719pp., 東京.

This study clarified the relationships between appearance patterns of fishes and environmental factors in the main drainage canal in Isawa Town, Iwate Prefecture. Appearance patterns of fishes were most diverse in the environments with high openwork gravel rate and deeper water. It was because of an indispensable condition for fishes of which habitat in the space between gravel and fishes of which habitat was deeper water like pool. We discussed it was important to maintain the environmental factors such as the openwork gravel and pools to secure fish diversity.