

調査報告

福井県南川における 20 年間の魚類群集の変化： カワヨシノボリの増加およびウグイ、アカザの減少

松井 明*

京福コンサルタント株式会社

Changes in a fish community over 20 years in the Minami River, Fukui Prefecture, Japan:
Increase in *Rhinogobius flumineus* and decrease in *Tribolodon hakonensis* and *Liobagrus reinii*

Akira Matsui*

Keifuku Consultant Co., Ltd.

要旨：わが国は戦後の拡大造林政策による上流集水域の森林化およびダム建設・河川改修による流況の平滑化が進行している。このようにわが国の戦後の拡大造林政策および治水・利水政策の弊害を検証するためには、上述の期間中の直近 30 年程度の中期的な期間のモニタリングが重要になる。本報では、中期的な期間の魚類の個体数変動から河川環境の変化を推定し、望ましい河川整備のあり方を提案することを目的とする。福井県南川に注目し、2000 年から現在に至る河川水辺の国勢調査の結果を解析することによって、魚類相および個体数が豊かな河川における魚類群集の経年変化を統計解析した。南川において、過去約 20 年間の魚類調査の結果、カワヨシノボリが増加し、ウグイおよびアカザが減少している可能性が示唆された。カワヨシノボリが増加した原因として平瀬が増加し、ウグイおよびアカザが減少した原因として早瀬や淵が減少した可能性が考えられる。今後は、南川において早瀬や淵を造成する河川整備を提案する。

キーワード：河川水辺の国勢調査、統計解析、早瀬、平瀬、淵

Abstract: Due to a postwar forestry expansion policy in Japan, upstream catchment areas are currently forested, and flow conditions are being homogenized by dam construction and river improvement. To document any adverse effects of this policy as well as hydraulic and water-utilization policies, it is important to monitor systems over the long term, such as the most recent 30 years of the postwar period. This report focuses on the Minami River, Fukui Prefecture, Japan. I estimate how changes in the river environment have affected the number of fish in the long term and propose crucial river development plans. Using the results of a national census along rivers, temporal changes in the fish communities of rivers with abundant fish fauna and populations were statistically analyzed. The biomass of *Rhinogobius flumineus* has increased, while those of *Tribolodon hakonensis* and *Liobagrus reinii* have significantly decreased in the Minami River. I hypothesize that an increase in the abundance of river runs led to the increase in *Rhinogobius flumineus*, whereas the reduced abundance of rapids and pools caused the decreases in *Tribolodon hakonensis* and *Liobagrus reinii*. A future river development plan is proposed to create additional rapids and pools in the Minami River.

Keywords: national census along river waters, pool, rapid, run, statistical analysis

* 〒 917-0026 福井県小浜市多田 11-2-1 京福コンサルタント株式会社

Keifuku Consultant Co., Ltd., 11-2-1 Tada, Obama City, Fukui 917-0026, Japan

e-mail: matui@keifuku-consul.co.jp 2020 年 9 月 3 日受付、2021 年 5 月 20 日受理、2021 年 8 月 31 日早期公開 (J-STAGE)

はじめに

わが国は戦後の拡大造林政策による上流集水域の森林化、ダム建設・河川改修による流況の平滑化が進行している。日本の森林面積は過去 50 年間増減がなく、森林蓄積だけが増加している。この理由の一つは、戦後の拡大造林で、生産目的で植林した木々が生長し、収穫期を迎えているにもかかわらず使われていないためである(森林・林業学習館「日本の森林面積と森林蓄積の推移」https://www.shinrin-ringyou.com/forest_japan/menseki_tikuseki.php 最終確認日 2021 年 4 月 21 日)。荒廃した森林は、公益的な機能を発揮できず、台風等の被害を受けたり、大雨等によって、土砂災害を起こしやすくなる(森林・林業学習館「日本の林業の現状」<https://www.shinrin-ringyou.com/ringyou/> 最終確認日 2021 年 4 月 22 日)。戦後 50 年の治水は、昭和 20 - 30 年代は経済発展への基盤整備、昭和 40 年代以降は急激な都市化の進展に対応した河川整備が行われた。施工技術の進歩により大規模なダムが多数築造されるようになった。計画規模を上回る大洪水に対して破堤による壊滅的な被害を回避するために高規格堤防が導入された(国土交通省水管理・国土保全局「河川審議会について」https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/past_shinngikai/shinngikai/shingi/to-1.html 最終確認日 2021 年 4 月 21 日)。ダム建設・河川改修による流況変化は、河川の瀬・淵構造を変える。例えば、ダム建設により生じる減水区間あるいは無水区間では、早瀬の減少や平瀬化が起こり、水生生物の生息可能な空間を減少させる(森 1999; 谷田・竹門 1999)。早瀬の平瀬化は、平瀬を好むオイカワ *Opsariichthys platypus* が増加する一方、アユ *Plecoglossus altivelis altivelis* やウグイ *Tribolodon hakonensis* を減少させる(水野・御勢 1993)。

このようにわが国の戦後の拡大造林政策および治水・利水政策の弊害を検証するためには、上述の期間中の直近 30 年程度の時間スケールの中期的な期間のモニタリングが重要になる。しかし、福井県において中期的な期間のモニタリングの報告事例は、松崎ほか(2011)のみである。また、松崎ほか(2011)は魚類相の変化にとどまり、個体数の変動まで言及できていない。

本報では、中期的な期間の魚類の個体数変動から河川環境の変化を推定し、望ましい河川整備のあり方を提案する。魚類の個体数変動を理解するために、魚類の現存量(相および個体数)が豊かな特徴をもつ福井県南川に注目し、2000 年から現在に至る河川水辺の国勢調査の

結果を解析することによって、魚類の現存量が豊かな河川における魚類群集の経年変化を解析した。南川における河川水辺の国勢調査は、今までに 1999 - 2000 年、2004 - 2005 年、2009 - 2010 年、2019 - 2020 年の 4 回実施された(福井県嶺南振興局小浜土木事務所 2001, 2005, 2010, 2020)。

方法

調査地

南川は、京都府・滋賀県との境の若丹山地にある頭巾山(標高 871 m)に源を発し、福井県大飯郡おおい町を東流し、北東に方向を変えてからは小浜市内を流れ、途中多くの溪流や小河川を合わせ、日本海に面した小浜湾に注ぐ 2 級河川である。流域面積は 211 km²、法定河川延長は 32.42 km である(福井県「南川水系河川整備基本方針」https://www.pref.fukui.lg.jp/doc/kasen/kasenseibi_d/fil/minamigawa-houshin.pdf 最終確認日 2021 年 5 月 11 日)。

本調査は、南川に 3 地点を設定した(図 1)。St. 1 は河口から 7.3 km に位置し、河床勾配は 1/400、河川形態は Bb 型である。St. 2 は河口から 18.0 km に位置し、河床勾配は 1/190、河川形態は Bb 型である。St. 3 は河口から 31.2 km に位置し、河床勾配は 1/70、河川形態は Aa-Bb 型である。

なお、河川形態は水野・御勢(1993)に基づいて分類した。すなわち、A 型は 1 つの蛇行区間に多くの瀬と淵が交互に出現するのに対し、B 型は瀬と淵が 1 つずつしか存在しない。次に、瀬から淵への流れ込み方について、a 型は滝のように落ち込むのに対し、b、c 型は落ち込まずに、なめらかに流れ込む。特に、b 型は波立っているのに対し、c 型はほとんど波立たない。

魚類調査

秋季(2019 年 11 月 12 - 13 日)および春季(2020 年 4 月 7 - 8 日)に魚類を採捕した。採捕は各地点約 4 人、おおよそ 2 時間行った。採捕漁具は、投網、タモ網、刺網およびセルびんを用いた。採捕後は、魚類を同定・計数し、元に戻した。

著者は 2019 - 2020 年の調査を担当したが、全 4 回の調査とも河川水辺の国勢調査の一環として行われているため、調査はマニュアル(国土交通省水管理・国土保全局河川環境課 2016)に従って実施されている。故に、調査地点、調査時期および調査方法は統一されており、

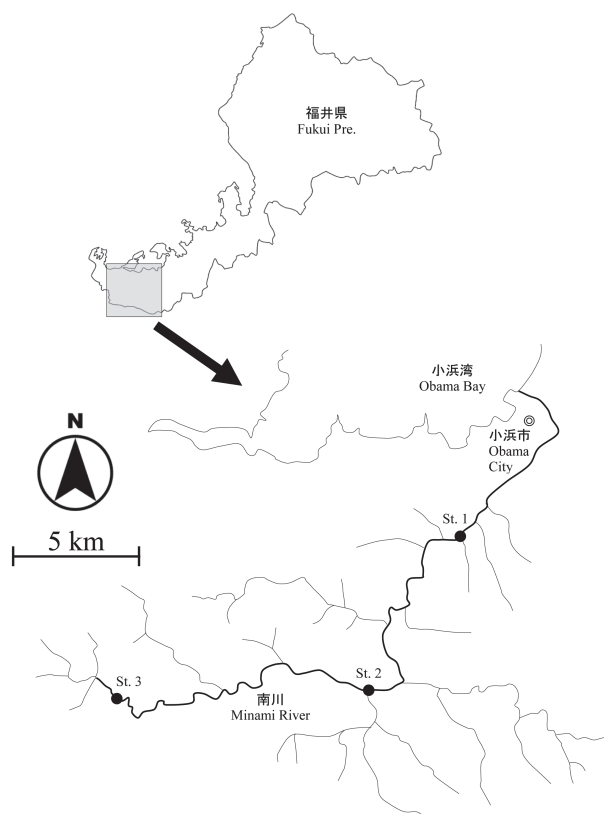


図1. 調査地点の位置。

Fig. 1. Locations of survey sites.

たとえ調査者が変わってもデータの比較が可能である。全4回の調査日を表1に示す。

個体数を比較する際は、単位努力量当たりの採捕個体数 CPUE (Catch Per Unit Effort) により行った。過去3回の調査の努力量は、本調査と同様、各地点約4人、お

およそ2時間であったことから、記載・公表されている個体数をそのまま採用した。全4回の調査とも、春季および秋季の2季ずつ行われている。なお、ほぼ同地点で1993 - 1994年の8月にも、タモ網および潜水観察により調査されているが(加藤・松田 1994)、採捕方法が異なるため本報では参考にとどめた。

1999 - 2020年の4回調査で採捕されたすべての魚種について、増加あるいは減少傾向を検証するために、クラスカル・ウォリス検定 (Kruskal-Wallis test) を行った。Kruskal-Wallis test は一元配置分散分析に相当するノンパラメトリックな検定法であり、3群以上における代表値(中央値)の差を検定する(データ科学便覧「Rによるクラスカル・ウォリス検定」https://data-science.gr.jp/implementation/ist_r_kruskal_wallis_test.html 最終確認日 2020年10月1日)。従属変数は、魚種、地点ごとに4群間(1999 - 2000年、2004 - 2005年、2009 - 2010年、2019 - 2020年の各季)の個体数とし、その中央値に差があるかを検定した。有意な差がある場合は、調査年のどこに違いがあったかを検討するために多重比較法 (Steel-Dwass test) を実施した。なお、有意水準は5%とした。

現地写真が示す河川環境変化

河川水辺の国勢調査では、現地調査時に調査地区の状況が分かる写真を撮影し、平瀬、早瀬および淵等の環境区分を図示することになっている。本報では、魚類採捕当時の河川の状況を知るために、全4回の調査時に撮影された写真および環境区分を整理した。

表1. 4回調査の調査日。

Table 1. Dates for the four surveys.

	1999-2000	2004-2005	2009-2010	2019-2020
St. 1	autumn 1999年11月14-15日 Nov. 14-15, 1999	2004年11月4日 Nov. 4, 2004	2009年10月26日 Oct. 26, 2009	2019年11月12日 Nov. 12, 2019
	spring 2000年4月26-27日 Apr. 26-27, 2000	2005年4月21日 Apr. 21, 2005	2010年4月20-21日 Apr. 20-21, 2010	2020年4月8日 Apr. 8, 2020
St. 2	autumn 1999年11月11-12日 Nov. 11-12, 1999	2004年11月2日 Nov. 2, 2004	2009年10月21日 Oct. 21, 2009	2019年11月13日 Nov. 13, 2019
	spring 2000年5月10-11日 May 10-11, 2000	2005年4月19日 Apr. 19, 2005	2010年4月19-20日 Apr. 19-20, 2010	2020年4月7日 Apr. 7, 2020
St. 3	autumn 1999年11月6日 Nov. 6, 1999	2004年11月1日 Nov. 1, 2004	2009年10月20日 Oct. 20, 2009	2019年11月13日 Nov. 13, 2019
	spring 2000年5月8-9日 May 8-9, 2000	2005年4月18日 Apr. 18, 2005	2010年4月19日 Apr. 19, 2010	2020年4月7日 Apr. 7, 2020

表 2. 各調査地点における魚類の採捕個体数の経年変化。

Table 2. Temporal changes in the number of fish caught at each survey site

学名 Scientific name	和名 Japanese name	生活型 Life type	St. 1				St. 2				St. 3				合計 Total	割合 Ratio (%)
			1999 -2000	2004 -2005	2009 -2010	2019 -2020	1999 -2000	2004 -2005	2009 -2010	2019 -2020	1999 -2000	2004 -2005	2009 -2010	2019 -2020		
<i>Lethenteron</i> sp.N and/or sp.S	スナヤツメ Sunayatsume	純淡水型 Pure freshwater type	12	5	2	13	12	6	9	1	0	2	0	0	62	0.8
<i>Cyprinus carpio</i>	コイ Koi	純淡水型 Pure freshwater type	0	0	0	0	2	0	0	5	0	2	0	0	9	0.1
<i>Carassius</i> sp.	ギンブナ Ginbuna	純淡水型 Pure freshwater type	3	1	13	1	47	25	35	1	0	0	0	0	126	1.6
<i>Acheilognathus rhombeus</i>	カネヒラ Kanehira	純淡水型 Pure freshwater type	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0
<i>Opsarichthys platypus</i>	オイカワ Oikawa	純淡水型 Pure freshwater type	2	13	14	35	18	30	47	8	45	8	11	2	233	3.0
<i>Candidia temminckii</i>	カワムツ Kawamutsu	純淡水型 Pure freshwater type	131	65	245	368	421	187	295	219	233	196	235	189	2,784	36.1
<i>Phoxinus lagowskii steindachneri</i>	アブラハヤ Aburahaya	純淡水型 Pure freshwater type	72	31	54	34	207	44	25	23	16	15	24	4	549	7.1
<i>Phoxinus oxycephalus jouyi</i>	タカハヤ Takahaya	純淡水型 Pure freshwater type	892	40	66	28	56	1	3	31	27	50	26	39	1,259	16.3
<i>Tribolodon hakonensis</i>	ウグイ Ugui	両側回遊型 Diadromous type	33	7	43	33	93	22	14	5	74	7	5	0	336	4.4
<i>Sarcocheilichthys variegatus microoculus</i>	ビワヒガイ Biwahigai	純淡水型 Pure freshwater type	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0
<i>Pungtungia herzi</i>	ムギツク Mugitsuku	純淡水型 Pure freshwater type	12	162	54	12	59	38	44	51	0	0	0	0	432	5.6
<i>Pseudogobio esocinus esocinus</i>	カマツカ Kamatsuka	純淡水型 Pure freshwater type	39	44	47	71	57	22	34	6	7	4	9	3	343	4.4
<i>Squalidus gracilis gracilis</i>	イトモロコ Itomoroko	純淡水型 Pure freshwater type	7	9	3	54	19	5	5	5	0	3	2	0	112	1.5
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	ドジョウ Dojou	純淡水型 Pure freshwater type	6	5	11	21	1	6	2	2	0	0	0	1	55	0.7
<i>Cobitis</i> sp. BIWAE type A	オオシマドジョウ Oshimadojou	純淡水型 Pure freshwater type	27	13	5	6	45	32	34	7	15	15	8	16	223	2.9
<i>Lefua</i> sp. 1	ナガレホトケドジョウ Nagarehotokedojou	純淡水型 Pure freshwater type	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	8	0.1
<i>Tachysurus nudiceps</i>	ギギ Gigi	純淡水型 Pure freshwater type	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.0
<i>Silurus asotus</i>	ナマズ Namazu	純淡水型 Pure freshwater type	1	0	1	2	2	1	6	1	0	0	0	0	14	0.2
<i>Liobagrus reinii</i>	アカザ Akaza	純淡水型 Pure freshwater type	32	18	11	24	25	9	6	4	32	8	3	3	175	2.3
<i>Plecoglossus altivelis altivelis</i>	アユ Ayu	両側回遊型 Diadromous type	2	15	38	0	3	0	6	0	0	0	0	0	64	0.8
<i>Oncorhynchus masou masou</i>	ヤマメ Yamame	純淡水型 Pure freshwater type	0	0	0	0	3	10	2	0	2	0	11	2	30	0.4
<i>Oncorhynchus masou ishikawae</i>	アマゴ Amago	純淡水型 Pure freshwater type	2	0	0	0	1	1	1	0	12	1	4	0	22	0.3
<i>Cottus pollux</i>	カジカ Kajika	純淡水型 Pure freshwater type	13	10	14	16	14	19	17	51	1	5	19	15	194	2.5
<i>Odontobutis obscura</i>	ドンコ Donko	純淡水型 Pure freshwater type	7	11	12	0	8	6	7	1	0	0	0	0	52	0.7
<i>Rhinogobius flumineus</i>	カワヨシノボリ Kawayoshinobori	純淡水型 Pure freshwater type	0	0	0	45	0	1	66	298	0	0	0	75	485	6.3
<i>Rhinogobius nagoyae</i>	シマヨシノボリ Shimayoshinobori	両側回遊型 Diadromous type	36	6	23	24	2	1	4	1	0	0	0	0	97	1.3
<i>Rhinogobius fluviatilis</i>	オオヨシノボリ Oyoshinobori	両側回遊型 Diadromous type	7	10	9	2	12	2	0	0	0	0	1	0	43	0.6
<i>Gymnogobius petschiliensis</i>	スミウキゴリ Sumiukigori	両側回遊型 Diadromous type	3	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0.1
合計 Total			1,341	474	669	789	1,108	468	662	720	464	316	359	349	7,719	100.0

結 果

魚類調査

1999年から2020年に至る調査により、28種の魚類が採捕された(表2)。このなかで、環境省レッドリスト2020(環境省2020)、福井県の絶滅のおそれのある野生動植物(福井県2016)に該当する絶滅危惧種は、スナヤツメ *Lethenteron* sp.N and/or sp.S、ムギツク *Pungtungia*

herzi、イトモロコ *Squalidus gracilis gracilis*、ドジョウ *Misgurnus anguillicaudatus*、アカザ *Liobagrus reinii*、ヤマメ *Oncorhynchus masou masou*、カジカ *Cottus pollux* およびカワヨシノボリ *Rhinogobius flumineus* の8種であった。1999年以降の同一方法での定量調査における採捕個体数の合計は、多い魚類から順に、カワムツ *Candidia temminckii* 2,784個体(36.1%)、タカハヤ *Phoxinus oxycephalus jouyi* 1,259個体(16.3%)、カワヨシノボリ

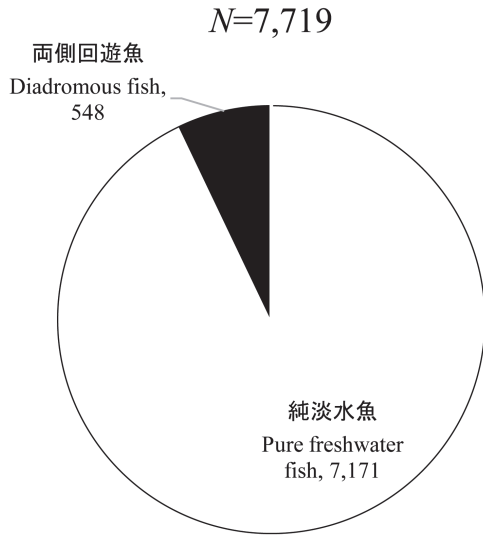


図 2. 4 回調査で採捕された魚類 (生活型別)。
Fig. 2. Fish caught during the four surveys (by life-history type).

485 個体 (6.3%)、ムギツク 432 個体 (5.6%)、カマツカ *Pseudogobio esocinus esocinus* 343 個体 (4.4%) であった。生活型は、純淡水魚 7,171 個体 (92.9%)、両側回遊魚 548 個体 (7.1%) であった (図 2)。

28 種の採捕個体数について Kruskal-Wallis test を実施した結果、ウグイ、アカザ、カワヨシノボリの 3 種において期間による有意差が認められた (ウグイ: $p = 0.032$ 、アカザ: $p = 0.020$ 、カワヨシノボリ: $p = 0.001$)。次に、Steel-Dwass test を実施した結果、ウグイは 1999 - 2000 年の採捕個体数が 2004 - 2005 年のそれより有意に大きかった ($p = 0.050$)。アカザは 1999 - 2000 年の採捕個体数が 2009 - 2010 年のそれより有意に大きかった ($p = 0.048$)。カワヨシノボリは 2019 - 2020 年の採捕個体数が 1999 - 2000 年および 2004 - 2005 年のそれより有意に大きかった (それぞれ $p = 0.011$, 0.015) (図 3)。

現地写真が示す河川環境変化

各調査地点における採捕当時の全景の経年変化を示す (図 4)。平瀬、早瀬および淵の分布の経時変化は、各地点とも 1999 - 2000 年には淵や早瀬が複数存在したのに対し、2019 - 2020 年には淵や早瀬が平瀬に代わった。なお、2013 年 9 月の台風 18 号による豪雨災害に伴い、St. 1 に架かる飛川橋が流出する等、長期間のトレンドのみでなく、短期間の大規模な出水の影響も確認された。

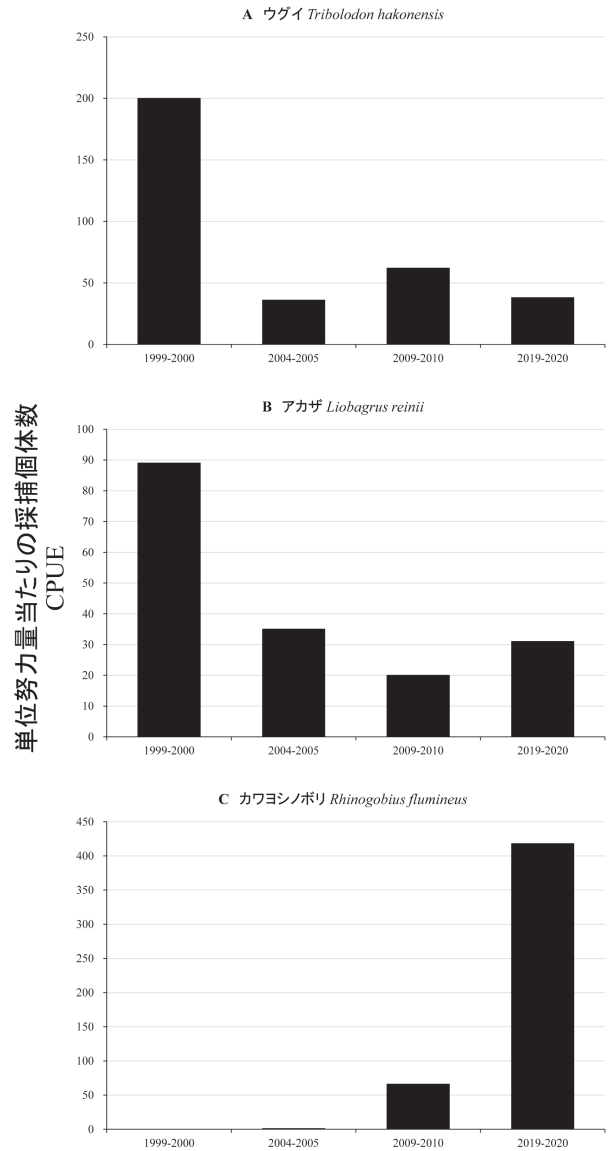


図 3. A ウグイ、B アカザおよび C カワヨシノボリの採捕個体数の経年変化。

Fig. 3. Temporal changes in the number of captured A) *Tribolodon hakonensis*, B) *Liobagrus reinii* and C) *Rhinogobius flumineus*.

考 察

魚類群集を構成する種群のなかで、カワヨシノボリが増加し、ウグイおよびアカザが減少している可能性が示唆された。このうち、カワヨシノボリおよびアカザは絶滅危惧種に該当する (福井県 2016; 環境省 2020)。

カワヨシノボリは分布が西日本に限定されている (水野 1987)。福井県では嶺南地方の佐分利川および南川にのみ分布する (福井県 2016)。カワヨシノボリを絶滅危

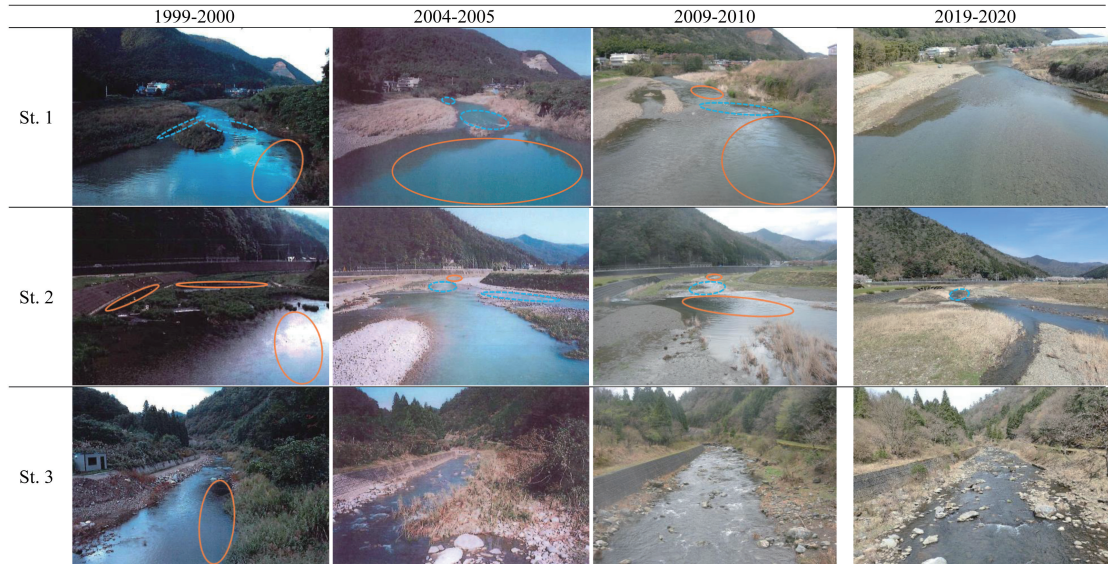


図 4. 各調査地点における平瀬、早瀬および淵の分布の経時変化。実線は淵、破線は早瀬である。淵および早瀬の区別は、現地調査時の環境区分図を参照した。

Fig. 4. Change over time in the distribution of runs, rapids and pools at each survey site. The solid line represents pools, and the dashed line represents rapids. To distinguish between pools and rapids, an environmental classification map was consulted at the time of the field survey.

惧種に指定しているのは静岡県、富山県、福井県、滋賀県、広島県、愛媛県、佐賀県および長崎県の 8 県である（野生生物調査協会・Envision 環境保全事務所「日本のレッドデータ検索システム」<http://jpnrd.com/index.html> 最終確認日 2020 年 11 月 9 日）。福井県は県域絶滅危惧Ⅱ類に指定している（福井県 2016）。環境省は指定していない（環境省 2020）。カワヨシノボリは河川陸封性であるため（中坊 2013）、両側回遊型のヨシノボリ類と違い、他の河川へ移動できない。

アカザを絶滅危惧種に指定しているのは 2 府 30 県である（野生生物調査協会・Envision 環境保全事務所「日本のレッドデータ検索システム」<http://jpnrd.com/index.html> 最終確認日 2020 年 11 月 9 日）。福井県は県域絶滅危惧Ⅱ類に指定している（福井県 2016）。環境省もレッドリストに指定している（環境省 2020）。アカザの生息を脅かす主な要因は、河川の開発や護岸工事、水質汚濁等である（福井県 2016）。

カワヨシノボリの採捕個体数に注目すると、南川では採捕方法が異なる 1993 - 1994 年および 1999 - 2000 年は上述の 3 地区でまったく採捕されなかった（加藤・松田 1994）。この傾向は 2005 年まで続いた。しかし、2009 - 2010 年になると、St. 2 で 66 個体採捕された（St. 1、3 では採捕されなかった）。2019 - 2020 年では、St. 1 で 45

個体、St. 2 で 298 個体、St. 3 で 75 個体採捕され、個体数および分布域ともに著しく増加した。他方で、ウグイおよびアカザはカワヨシノボリとは逆に過去約 20 年間に採捕個体数が減少した。

カワヨシノボリは川の中・上流域の、淵の周囲から平瀬にかけての流れの緩やかなところに生息する（水野 1989; 上原 1996）。他方で、ウグイは主として淵にすむが、群れで平瀬に出て、付着藻類や水生昆虫を捕食することも多い。産卵場は瀬で、毎年おおむね同じ場所で産卵が行われる。特に雨後の増水で洗われた浮き石状態の礫底が好まれる（酒井 1989）。アカザは水の比較的きれいな川の中流から上流下部の瀬の石の下や間にすみ、石のすき間をかいぐるようにして泳ぐことが多い。礫底の中に深くもぐり込むこともある。夜間に活動することが多く、主に水生昆虫を捕食する（森・名越 1989）。採捕個体数が減少しているウグイおよびアカザが共通して選好するハビタットとして、比較的大きな礫底からなる早瀬が挙げられる。

以上のことから、カワヨシノボリが増加し、ウグイおよびアカザが減少した原因として、1999 - 2000 年には早瀬や淵が多かったのに対し、それ以降は早瀬や淵が減少し代わって平瀬が増加した可能性が考えられる。現地写真による平瀬、早瀬および淵の分布の経時変化を見て

も、1999 - 2000 年には淵や早瀬が複数存在したのに対し、2019 - 2020 年には淵や早瀬が平瀬に代わった。ただし、長期間のトレンドのみでなく、短期間の大規模な出水の影響も見られたため、各魚種の個体数も単純なトレンドで増減するのみでなく、大規模な出水による河床の変化の影響も受けていると推察される。特定の種の顕著な増減は河川生態系の遷移の進行を現しており、たとえ絶滅危惧種のカワヨシノボリの増加であっても好ましくない。故に、今後は南川で早瀬や淵を造成する河川整備を行うことを提案する。

河川水辺の国勢調査は 1990 年度から調査を開始し、約 30 年が経過する。大量のデータが蓄積されているが、本報で行ったような統計解析を行い、増加している種あるいは減少している種を抽出し、その原因を検討することによって、今後の河川行政・整備に反映させることができるであろう。調査努力量を明示的に取り込むことにより、努力量が異なるデータの統計解析も可能になる。

謝 辞

福井県嶺南振興局小浜土木事務所の宮下雄太氏には、調査結果の公表に同意していただきました。福井県立大学海洋生物資源学部の田原大輔教授には、本調査のアドバイザーとして有益な情報を提供していただきました。藤本仁氏、竹山正知氏、藤原浩二氏、堀部翔氏、岡友章氏には、魚類調査に参加していただきました。保全生態学研究編集委員長には、論文の構成に有益な助言をいただきました。過去の河川水辺の国勢調査に従事された方、以上の方々に感謝申し上げます。

引用文献

福井県 (2016) 改訂版福井県の絶滅のおそれのある野生動植物. 福井県, 福井
 福井県嶺南振興局小浜土木事務所 (2001) (県単) 河川調査費に伴う調査業務委託その2. 福井県, 福井
 福井県嶺南振興局小浜土木事務所 (2005) 基幹河川改修工事 (治水特別会計) に伴う調査業務委託その2. 福井県, 福井

福井県嶺南振興局小浜土木事務所 (2010) 広域河川改修工事設計業務委託深野その2. 福井県, 福井
 福井県嶺南振興局小浜土木事務所 (2020) (県単) 河川維持修繕工事 (ゼロ県債) 調査業務委託名田庄小倉他2-1. 福井県, 福井
 環境省 (2020) 環境省レッドリスト2020. 環境省, 東京
 加藤 文男, 松田 隆喜 (1994) 福井県河川におけるヨシノボリ類5種とカワヨシノボリの分布. 福井市自然史博物館研究報告, 41:63-76
 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課 (2016) 平成28年度版河川水辺の国勢調査基本調査マニュアル [河川版] (魚類調査編). 国土交通省, 東京
 松崎 慎一郎, 児玉 晃治, 照井 慧, 武島 弘彦, 佐藤 専寿, 富永 修, 前田 英章, 多田 雅充, 鷺谷 いづみ, 吉田 丈人 (2011) モニタリングデータと生態的特性から探る福井県三方湖流域の純淡水魚類相の変化とその要因. 保全生態学研究, 16:205-212. https://doi.org/10.18960/hozen.16.2_205
 水野 信彦 (1987) ヨシノボリ類. (水野 信彦, 後藤 晃 編) 日本の淡水魚類 - その分布, 変異, 種分化をめぐって, 179-188. 東海大学出版会, 東京
 水野 信彦 (1989) カワヨシノボリ. (川那部 浩哉, 水野 信彦, 細谷 和海 編) 山溪カラー名鑑日本の淡水魚, 600-601. 山と溪谷社, 東京
 水野 信彦, 御勢 久右衛門 (1993) 河川の生態学 補訂・新装版. 築地書館, 東京
 森 誠一 (1999) ダム構造物と魚類の生活. 応用生態工学, 2:165-177. <https://doi.org/10.3825/ece.2.165>
 森 誠一, 名越 誠 (1989) アカザ. (川那部 浩哉, 水野 信彦, 細谷 和海 編) 山溪カラー名鑑日本の淡水魚, 410-411. 山と溪谷社, 東京
 中坊 徹次 (2013) 日本産魚類検索全種の同定第三版. 東海大学出版会, 神奈川
 酒井 治己 (1989) ウグイ. (川那部 浩哉, 水野 信彦, 細谷 和海 編) 山溪カラー名鑑日本の淡水魚, 259-264. 山と溪谷社, 東京
 谷田 一三, 竹門 康弘 (1999) ダムが河川の底生動物へ与える影響. 応用生態工学, 2:153-164. <https://doi.org/10.3825/ece.2.153>
 上原 伸一 (1996) 伊勢湾沿岸地域におけるヨシノボリ属6種の分布. 魚類学雑誌, 43:89-99. <https://doi.org/10.11369/jji1950.43.89>