

## 福井県内二河川における魚類相とマイクロプラスチック汚染

高島 正信<sup>\*1</sup>

### Fish Fauna and Microplastic Pollution in Two Rivers in Fukui Prefecture

Masanobu TAKASHIMA<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> Faculty of Engineering, Department of Architecture and Civil Engineering

In this study, the fish fauna and microplastic pollution in two rivers in Fukui Prefecture were investigated for the purpose of increasing the number and diversity of fishes. It was found that there is a difference in the fish fauna between Hino River and Eiheiji River, even if both rivers are tributaries of the Kuzuryu River system. The analysis of microplastics in sweetfish in Hino and Kuzuryu River showed that they were not present at all, implying that there is little microplastic pollution in fishes in Fukui Prefecture. Continuous monitoring is needed to grasp the situation and improve the river environment.

**Key Words** : Eiheiji River, Environmental DNA Analysis, Fish Fauna, Hino River, Microplastic

### 1. 緒 言

アユやサクラマス（または近縁種サツキマス）は、福井県の誇る代表的な水産・観光資源である。これらは川や海を回遊し、産卵のため河川を遡上・流下する共通点がある。しかしながら、国内の多くの河川において、魚類の遡上環境が良くないことが報告されている<sup>(1)</sup>。したがって、その魚類相も固有の種とともに、河川環境の影響を受けている可能性がある。

また近年、プラスチックごみが5mm以下のマイクロプラスチックとなり、海や川を汚染し、生態系に及ぼす影響が懸念されており、世界中で大問題となっている。マイクロプラスチックは、魚による消化器系閉塞や有害物質吸着のみならず、生体濃縮が行われ食物連鎖に影響する危険性もある<sup>(2)</sup>。

本研究は、河川環境が魚類など生物に与える影響をまず把握し、必要に応じて対策を練ることを最終的な目的とする。今回は、福井県内の主要河川において、環境DNA解析による魚類相調査とアユを主対象としたマイクロプラスチック汚染調査を実施した。

### 2. 日野川と九頭竜川（永平寺川）の概要

対象河川の位置と環境DNA解析における採水場所をFig. 1に示す。採水した場所は、日野川は越前市の下平吹橋付近、九頭竜川は支流である永平寺川の永平寺町東古市付近である。

#### 2.1 日野川

日野川は福井県と岐阜県の境界付近にある夜叉ヶ池（標高1,100m）を源流とする1級河川である<sup>(3)</sup>。流域面積860km<sup>2</sup>、延長71.5kmであり、途中広野ダム、二ツ屋分水堰などがある。福井市大瀬で足羽川を合流し、福井市高屋で九頭竜川に合流する。

\* 原稿受付 2022年5月9日

<sup>\*1</sup> 工学部 建築土木工学科

E-mail: takashima@fukui-ut.ac.jp



Fig. 1 Rivers investigated and sampling sites (Left: Hino River, Right: Kuzuryu River)

## 2.2 九頭竜川（永平寺川）

九頭竜川は福井県のシンボリック大河川で、その源を油坂峠（標高 717m）に発する<sup>(3)</sup>。幹川延長 116 km、流域面積 2,930 km<sup>2</sup>で、福井県面積の約 70%にあたる。その支流である永平寺川は、福井県の大佛寺山（標高 550 m）を源流とする延長 8.55 km の 1 級河川である<sup>(3)</sup>。途中永平寺ダムがあり、鳴鹿大堰にて九頭竜川に合流する。

## 3. 福井県の淡水魚類相とその変遷

本節は、福井県レッドデータブックに関する文献<sup>(4),(5)</sup>に基づいている。

福井県の嶺北には北陸最大の九頭竜川水系が、嶺南には南川と北川があり、大小 40 本余りの河川がすべて日本海へ流入する。さらに三方五湖と北潟湖、池ノ河内湿原、湧水池（大野市）などがあり、福井県の陸水環境は変化に富む。しかし、自然開発や河川工事、水質汚濁等により陸水環境が悪化し、生息し難くなった生物が多く見られ、早急に環境の保全と回復が求められている。

福井県の淡水魚類（純淡水魚・回遊魚・汽水魚）の調査では、28 科 98 種および亜種（移入魚を含む）が確認されている。県域の基準に該当する希少淡水魚は Table 1 に示す 13 科 33 種で、この中に環境庁が指定した希

Table 1 Endangered species of fish in Fukui Prefecture

Type	Number of species	Species
Extinct	None	None
Endangered - type I	8	<i>Acheilognathus tabira erythropterus</i> , <i>Acheilognathus cyanostigma</i> , <i>Opsariichthys uncirostris</i> , <i>Lefua torrentis</i> , <i>Lefua echigonia</i> , Three-spined Stickleback (Land-sealed type), <i>Pungitius sinensis</i> , <i>Hemiramphus kurumeus</i>
Endangered - type II	17	<i>Lethenteron reissneri</i> , <i>Lampetra japonica</i> , <i>Salvelinus pulvius</i> , <i>Oncorhynchus masou</i> , <i>Hypomesus nipponensis</i> , <i>Salangichthys microdon</i> , <i>Tanakia limbata</i> , <i>Niwaella delicate</i> , <i>Cobitis taenia striata</i> , <i>Liobagrus reini</i> , <i>Oryzias sakaizumii</i> , <i>Gasterosteus aculeatus</i> (Seafall type), <i>Gymnogobius taranetzi</i> , <i>Gymnogobius castaneus</i> , <i>Rhinogobius brunneus</i> , <i>Rhinogobius flumineus</i> , <i>Rheopresbe kazika</i>
Near endangered	7	<i>Anguilla japonica</i> , <i>Oncorhynchus keta</i> , <i>Squalidus gracilis gracilis</i> , <i>Pungtungia herzi</i> , <i>Leucopsarion petersii</i> , <i>Rhinogobius kurodai</i> , <i>Cottus pollux</i>
Attention required	1	<i>Cottus pollux</i> (Migratory type)

少淡水魚は8種含まれている。

淡水魚が減少する原因として、河川ではダム、砂防、護岸、付近の道路敷設等の諸工事、森林とくに河畔林の伐採、水質汚濁等があげられる。上流域ではイワナ、ヤマメ（回遊魚としてサクラマス）、ナガレホトケドジョウ、アジメドジョウ、スナヤツメ、アカザ、カジカなど、中・下流域ではアカヒレタビラ、アブラボテ、スジシマドジョウ、カワヤツメ、降海型イトヨ、回遊型カジカ、カマキリ、シロウオ、サケ（回遊魚）など、また海岸沿いの小河川では、クロヨシノボリ、トウヨシノボリ（回遊魚）などの減少が著しい。

湖では、護岸工事や水質汚濁により、ハス、イチモンジタナゴ、ワカサギ、シラウオ、クルマサヨリ、シンジコハゼが、湧水池では水涸れが起こり、陸封型イトヨやトミヨ、ホトケドジョウなどの魚が、それぞれ減少の一途をたどっている。

淡水魚等の陸水生物がすめる水環境を保全するには、河川工事の際に多自然型川づくりをするなどして、そこにすむ生物の生態に配慮すべきである。すでに設置されている堰堤や落差工、コンクリート護岸については見直し、可能な限り自然に近い状態に復元することが望ましい。湖のコンクリート護岸についても同様に見直し、魚の生息や繁殖の場として、水草の生える水辺移行帯を復元することが望まれる。また、ヨシなどの水生植物は水質汚濁防止にも有効であることがわかっている。自然との共生には、以上のような取り組みが必要である。

#### 4. 魚類相の環境 DNA 解析

##### 4.1 解析方法

本解析では、わずか 1L の試料水から魚類の多様性を調べることができる。手順の概略は、まず 0.22 $\mu$ m フィルターを用いてろ過し、ろ過残留物から DNA を抽出し、その DNA 濃度を測定する。次いで、12SrRNA 領域などを対象にライブラリー（DNA 分子のコレクション）を作製し、ライブラリーの濃度と品質を確認した後、Illumina Miseq を用いたシーケンシング解析を行う。取得したリード（生物種推定に用いる DNA 配列の単位）を整理し、データベースの DNA 配列と相同性が 97%以上の生物種を抽出する。なお、この解析は（株）生物技研に依頼した。

##### 4.2 結果と考察

日野川（下平吹橋付近、2019 年 11 月 3 日採水）と永平寺川（東古市付近、2019 年 11 月 6 日採水）の環境 DNA 解析の結果を Table 2 に示す。

日野川ではドンコ、オイカワ、アブラハヤなど、永平寺川ではドンコ、サツキマス、カワムツ、ウグイなどが

Table 2 Results of environmental DNA analysis

Read number per mL in Hino River	Read number per mL in Eihei River	Estimated species (Scientific name)	Homology (%)
15.7	10.4	<i>Odontobutis obscura</i>	98.2
0.0	22.8	<i>Oncorhynchus masou</i>	99.4
3.6	16.5	<i>Nipponocypris temminckii</i>	99.4
5.3	16.6	<i>Tribolodon hakonensis</i>	98.9
9.0	0.6	<i>Zacco platypus</i>	99.4
0.0	4.4	<i>Rhinogobius sp.</i>	99.4
10.6	0.2	<i>Phoxinus steindachneri</i>	97.7
3.4	1.1	<i>Pseudogobio esocinus</i>	99.4
3.8	0.0	<i>Hemibarbus barbus</i>	99.4
2.2	0.0	<i>Niwaella delicata</i>	100.0
1.7	0.0	<i>Carassius cuvieri</i>	100.0
0.0	1.6	<i>Oncorhynchus keta</i>	99.4
1.2	0.0	<i>Liobagrus reinii</i>	100.0
0.5	0.6	<i>Cyprinus carpio</i>	100.0
0.9	0.0	<i>Plecoglossus altivelis</i>	100.0
0.0	0.7	<i>Rhinogobius nagoyae</i>	100.0
0.0	0.5	<i>Pseudorasbora parva</i>	100.0
0.0	0.3	<i>Gymnogobius petschiliensis</i>	100.0
0.2	0.0	<i>Tachysurus nudiceps</i>	100.0

主に検出された。アユは、日野川で検出されたが、永平寺川では検出されなかった。永平寺川ではアユ遡上量の減少が危惧されており<sup>6)</sup>、この結果はその傾向を示唆するものと考えられる。一方、サケとサツキマスは、永平寺川で検出され、実際、遡上が毎年観察されている。日野川では両種とも検出されなかったものの、近年観察された記録がある<sup>7)</sup>。以上より、日野川と永平寺川ではそれぞれ異なる魚類相の傾向を示すことが明らかとなった。

加藤<sup>6)</sup>による九頭竜川上流での調査では、ダム湖の流出河川では著しい減水により、早瀬の平瀬化や淀みの増加、水温の上昇などにより、イワナやアマゴの冷水性サケ科魚類が減少し、代わりにウグイ、アブラハヤなどの温水性で止水域を好むコイ科魚類が増加した。上流域の魚類相から中流域の魚類相への移行化が進み、時期と場所によっては魚のすめない水涸れの水域も生じていた。今回の環境 DNA 解析結果も、この傾向を支持していると思われる。

## 5. アユのマイクロプラスチック汚染

### 5.1 測定方法

日野川と九頭竜川のアユを各 5 匹（それぞれ日野川漁協より 2019 年 10 月 5 日、九頭竜川中部漁協より 2019 年 9 月 29 日に購入）と、比較のために県内鷹巣港で同年 8 月に採取したアジ 10 匹を使用した。

手順<sup>2)</sup>は、摘出した消化管に 10%水酸化カリウム溶液を加えて約 100 mL とし、温浴 50°C で 2~3 日分解させた。次いで、106 μm ふるいでろ過し、ろ過残留物を精製水で洗浄後、30%過酸化水素水約 50mL を加え、50°C で 2~3 日温浴させた。残留物の有機物が十分に分解されたことを確認した後、106 μm ふるいでろ過し、残留物がある場合は精製水にて洗浄し乾燥させ、得られた乾燥物について実体顕微鏡で観察した。

### 5.2 結果と考察

Table 3 にマイクロプラスチック測定の結果を示す。結果として、淡水魚（通し回遊魚）アユおよび海水魚アジの消化管からは約 100 μm (0.1 mm) 以上のマイクロプラスチックは検出されなかった（=分解後、ふるいに残るものがなかった）。よって、福井県内の主要二河川および近海においては、マイクロプラスチック汚染は魚に深刻な影響を与えていないと現時点では推測できる。しかし、世界中の海洋で問題になっており、琵琶湖産魚でも検出されていることから<sup>2)</sup>、今後も監視が必要であろう。

2015 年より開始された河川水中のマイクロプラスチック調査<sup>8)</sup>では、70 河川、90 地点におけるサイズ 0.3~5 mm を対象としたマイクロプラスチック濃度について測定された。数密度としては 0.03~63.89 個/m<sup>3</sup>であり、その平均値・中央値はそれぞれ 4.34, 1.51 個/m<sup>3</sup>であった。質量濃度としては 0.00008~16.15 mg/m<sup>3</sup>であり、その平均値・中央値は 0.79, 0.12 mg/m<sup>3</sup>であった。このように、マイクロプラスチック濃度の変動幅が非常に大きいことは数密度、質量濃度に共通していた。また、日本全国の河川におけるマイクロプラスチック数密度の平均値は、マイクロプラスチックのホットスポットと呼ばれる日本近海の結果と同程度であった。

Table 3 Results of microplastic (MP) measurements

Species	River	No.	Length	Sex	Number of MP
<i>Plecoglossus altivelis</i>	Hino River	1	22	Male	0
		2	21	Male	0
		3	20	Male	0
		4	19.5	Male	0
		5	20.5	Female	0
	Kuzuryu River	6	22	Male	0
		7	21	Male	0
		8	23	Female	0
		9	20	Female	0
		10	18.5	Male	0
<i>Trachurus japonicus</i>	Takasu Port	1~10	Not analyzed	Unknown	0

## 6. 結 論

本研究により、同じ九頭竜川水系の支流であっても、日野川と永平寺川では魚類相に相違があることがわかった。また、日野川と九頭竜川においてアユ体内のマイクロプラスチック汚染を調べたところ、まったく検出されず、今のところ魚への影響は大きくないと推定された。

本研究はまだ緒に就いたばかりである。解析・測定を継続するとともに、今後は河川の水質、河床や横断物のアユ遡上への影響などについても検討していく予定である。

## 謝 辞

本研究の一部は学長裁量費による援助をいただいた。また、マイクロプラスチック測定に用いたアユの入手には九頭竜川中部漁業協同組合および日野川漁業協同組合にご協力をいただいた。ここに記して感謝の意を表する。

## 参考文献

- (1) 伊藤一十三ら, 魚がのぼりやすい川づくりについて, リバーフロント研究所報告, No. 16 号, 66-73, 2005.
- (2) 牛島大志ら, “日本内湾および琵琶湖における摂食方法別にみた魚類消化器管中のマイクロプラスチックの存在実態”, 水環境学会誌, Vol. 41, No. 4 (2018), pp. 107-113.
- (3) 国土交通省近畿地方整備局福井河川国道事務所, 九頭竜川流域誌, 2001.
- (4) 福井県自然保護課, 福井県レッドデータブック, 2002.
- (5) 加藤文男, 九頭竜川水系上流域におけるダム敷設後の魚類相の変化, 福井市自然史博物館研究報告, 第 52 号 (2005), pp. 83-98.
- (6) 永平寺川にサケ・サクラマスの上を實現する会, <http://www.eiheiji.info/sakuramasu/index.html> (参照日 2022 年 1 月 20 日)
- (7) 日野川漁業協同組合, <https://www.fukui-hinogawa.org/> (参照日 2021 年 1 月 20 日)
- (8) 工藤功貴ほか, “日本国内における河川水中のマイクロプラスチック汚染の実態とその調査手法の基礎的検討”, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol. 73, No. 4 (2017), pp. I\_1225-I\_1230.

(2022 年 8 月 4 日受理)