

浅海・内水面グループ  
内水面チーム

# 魚病診断と対策指導

## 養殖衛生管理体制の整備

### (食の安全・消費者の信頼確保対策推進交付金)

畔地和久・徳光俊二・吉井啓亮

#### 事業の目的

内水面における養殖衛生管理への恒常的な対応により、養殖経営の安定と、安全・安心な養殖生産物の生産および特定疾病のまん延防止を図る。

#### 事業の方法

農林水産省消費・安全局長及び生産局長が定めた消費・安全対策交付金のガイドラインに基づき実施した。

#### 事業の結果

##### 1. 総合推進会議の開催等

- 1) 全国会議 (表1)
- 2) 地域合同検討会議 (表2)
- 3) 県内養殖衛生対策会議 (表3)

##### 2. 養殖衛生管理指導

- 1) 医薬品等適正使用指導
- 2) 適正な養殖管理・ワクチン使用指導 (該当なし)
- 3) 養殖衛生管理技術普及・啓発  
 養殖衛生管理技術の習得 (表4)  
 養殖衛生管理技術講習会 (表5)

##### 3. 養殖場の調査・監視

- 1) 養殖資機材使用状況調査
- 2) 医薬品残留検査 (該当なし)
- 3) 薬剤耐性菌実態調査 (表6)

##### 4. 養殖衛生管理機器の整備

該当なし

##### 5. 疾病の発生予防・まん延防止

- 1) 疾病の監視 (表7-1, 2)
- 2) 疾病発生対策  
 疾病の検査・診断 (表8)
- 3) 特定疾病まん延防止措置  
 1), 2) の実施によって、まん延防止を図った。

表1 全国会議

実施時期	実施場所	構成員	内容
2018年3月2日	東京都	農林水産省消費・安全局 国立研究開発法人 水産研究・教育機構 都道府県養殖衛生管理担当者	水産防疫対策の実施状況 水産薬事関係の動き 最近の魚病関連情報

表2 地域合同検討会議

実施時期	実施場所	構成員	内容
2017年11月6～7日	宮崎県	農林水産省消費・安全局 国立研究開発法人 水産研究・教育機構 九州・山口各県関係者	各県の魚病発生状況 技術講演・話題提供・症例検討等
2018年2月21～22日	岐阜県	アユ疾病研究部会関係県	アユの疾病発生状況 アユの疾病対策に関すること

表 3 県内養殖衛生対策会議

実施時期	実施場所	構成員	内容
2017年12月13日	国東市	大分県農林水産研究指導センター水産研究部 浅海・内水面グループ 大分県漁業公社 河川漁業協同組合	アユ疾病対策協議

表 4 養殖衛生管理技術の習得

実施時期	実施場所	構成員	内容
2017年12月14～15日	東京都	公益社団法人 日本水産資源保護協会 都道府県養殖衛生管理担当者	薬剤感受性試験の実施方法について

表 5 養殖衛生管理技術講習会

実施時期	実施場所	出席者	内容
2017年12月5日	別府市	内水面養殖業者 内水面養殖関係漁業協同組合担当者 水産養殖資材販売関係者 大分県農林水産部水産振興課 大分県漁業公社 大分県振興局 大分県農林水産研究指導センター水産研究部 浅海・内水面グループ	内水面における魚病発生状況について 水産用医薬品の適正使用等について 水産用抗菌剤の取扱いについて

表 6 薬剤耐性菌実態調査

実施時期	実施場所	対象魚	内容
2017年4月	宇佐市 安心院町	ヤマメ	細菌分離とディスク法による感受性測定 <i>Aeromonas salmonicida</i> (1株)
2017年5月	宇佐市 安心院町	ヤマメ アマゴ	<i>Aeromonas salmonicida</i> (1株) <i>Streptococcus iniae</i> (1株)
2018年1月	宇佐市 安心院町	スッポン	<i>Aeromonas hydrophila</i> (1株)

表 7-1 疾病の監視 (養殖漁家の巡回指導)

実施時期	実施場所	対象魚	内容	実施時期	実施場所	対象魚	内容
2017年				2017年			
4月4日	杵築市	ウナギ、スッポン		6月12日	大分市	ウナギ	
4月5日	日田市、玖珠町	ヤマメ、ウナギ		6月15日	大分市、臼杵市、日田市	ドジョウ、スッポン、アユ	
4月11日	杵築市	ウナギ		6月21日	日田市、玖珠町	ヤマメ、アユ	
4月12日	日田市、玖珠町、宇佐市	ヤマメ、ウナギ、ドジョウ		6月23日	佐伯市	アユ	
4月18日	中津市	アユ		7月11日	由布市	アユ、ニジマス	
4月20日	由布市、宇佐市	アマゴ、スッポン		7月13日	佐伯市	アユ	
4月24日	由布市、宇佐市	アマゴ、スッポン		7月24日	佐伯市	アユ	
4月27日	豊後高田市	スッポン		7月28日	日田市	アユ	
4月28日	日田市	アユ	養殖資材調査 疾病調査	8月14日	豊後高田市	スッポン	養殖資材調査 疾病調査
5月12日	九重町、中津市	ヤマメ、アユ	および防疫指導	8月17日	日田市	ホンモロコ	および防疫指導
5月15日	中津市	アユ		9月12日	宇佐市	ドジョウ	
5月18日	日田市、中津市	ヤマメ、アマゴ、スッポン等		9月27日	日田市	ホンモロコ	
5月22日	佐伯市、竹田市	ヤマメ、アマゴ		10月18日	日田市	ホンモロコ	
5月23日	宇佐市、中津市	スッポン、ウナギ、アユ		11月9日	中津市、日田市、玖珠町	アユ、ヤマメ	
5月24日	竹田市、由布市、日田市	アマゴ、アユ		11月13日	九重町	ヤマメ	
5月26日	中津市	アユ		12月20日	九重町	ヤマメ	
5月31日	由布市	ウナギ		12月22日	中津市、日田市、玖珠町	アマゴ、ヤマメ、アユ	
6月6日	豊後高田市、日田市	スッポン、ウナギ、アユ		2018年			
6月7日	佐伯市	アユ		1月10日	杵築市、豊後高田市	スッポン	

表7-2 疾病の監視（養殖漁家の巡回指導）

実施時期	実施場所	対象魚	内容	実施時期	実施場所	対象魚	内容
2018年				2018年			
1月12日	宇佐市	ウナギ		3月5日	中津市	アユ	
1月15日	大分市、由布市、竹田市	アユ、アマゴ		3月6日	中津市	アユ	
1月16日	由布市	ヤマメ	養殖資材調査 疾病調査	3月12日	日田市、玖珠町	アユ	養殖資材調査 疾病調査
1月30日	中津市	アユ	および防疫指導	3月13日	竹田市、佐伯市	アマゴ、ヤマメ	および防疫指導
1月31日	中津市	アユ		3月20日	由布市、九重町、大分市	スッポン、ヤマメ、アユ	
2月5日	由布市	ヤマメ		3月27日	豊後高田市	スッポン	
2月19日	日田市	ウナギ		3月28日	豊後高田市、宇佐市	スッポン	

表8 疾病の検査・診断（魚種別検査・診断件数）

魚種名	疾病名	2017年										2018年			計		
		月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3			
アユ	異型細胞性鰓病(ACGD)		2			2											4
	細菌性冷水病		1	2	1												4
	混合感染症(ACGD・冷水病)		1	5	1												7
	エトワジエラ・イクタルリ感染症						1	1									2
	不明		2	3	1		1					3	1	2			13
	冷水+E.ict検査(陰性)			1								4					5
	冷水病保菌検査(陰性)															1	1
アユ小計			2	8	8	4	2	1	0	0	0	7	1	3			36
アマゴ	レンサ球菌症			1								1					2
アマゴ小計			0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0			2
ヤマメ	せつそう病		1	2													3
	カラムナリス病				1							1					2
	不明		1									1					2
ヤマメ小計			2	2	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0			7
ウナギ	パラコロ病					1											1
	シュードダクチロギルス症												1				1
	カラムナリス病			1		1				1							3
	鰭赤病									1							1
ウナギ小計			0	1	0	2	0	0	2	0	0	0	0	1	0		6
スッポン	運動性エロモナス症												1				1
	白斑病						2										2
スッポン小計			0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0		3
コイ	ダクチロギルス症				1												1
	その他			1													1
	KHV保菌検査(陰性)									1							1
コイ小計			0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		3
ホンモロコ	不明			2			2	1	1								6
ホンモロコ小計			0	2	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0		6
合計			4	15	10	6	6	2	4	0	0	11	2	3			63

# 漁場環境・水生生物に関するモニタリング調査ー 1

## 大分川、大野川および番匠川における遡上アユの孵化時期

吉井啓亮

### 調査の目的

大分県では、アユの遡上資源を増やすため、大分川、大野川および番匠川に保護水面が指定されている。その区域では、自然産卵を助長するため、産卵場集まるアユを保護する禁漁期間が設定されている。

そこで、禁漁期間の妥当性を検証するために、遡上アユの孵化時期から推定した産卵時期と比較検討した。

### 調査の方法

図1に、調査河川と採捕場所の位置を示す。採捕場所は、海から河川に遡上した直後のものを採捕するために、大分川では河口から6.8km上流にある古国府取水堤の下、大野川では河口から11.1km上流にある船本床固の下、番匠川では河口から7.4km上流の潮止堰堤の下とした。



図1 調査河川と採捕場所

遡上盛期のアユの孵化時期から産卵時期を推定するために、調査河川ごとに以下の調査を行った。

採捕は網目が26節の投網を使用し、1回の調査で30尾以上採捕するように努めた。また、採捕したアユは魚体を測定し、99.5%エタノールで固定後、日齢を査定するために、採捕アユから耳石を摘出した。

アユの孵化日を調べるために、Tsukamoto and Kajihara<sup>1)</sup>に準じて、耳石に形成された日周輪を顕微鏡で計数し、その数を日齢とし、採捕日から逆算し、各個体の孵化日を推定した。

孵化時期の分布を調べるために、各個体の孵化日を孵化時期の旬ごとに個体数を集計した。

産卵時期を推定するために、孵化日数を調べ、孵化時期から逆算した。なお、孵化日数は水温と孵化日数との関係式（孵化日数 =  $10^{2.8623} / \text{水温}^{1.4068}$ ）<sup>2)</sup>を用いて、推定した。また、水温は調査場所付近にデータロガー（onset社製TidbiTv2）を設置し、毎時記録したデータを収集した。

調査河川の禁漁期間の妥当性を検証するために、推定した産卵時期と比較検討した。

### 調査の結果

表1に、2017年遡上アユの採捕結果を示す。2017年3月6日から5月30日にかけて、調査した3河川で合計763尾の遡上アユを採捕した。

図2に、大分川の遡上アユにおける遡上盛期群（4月4日採捕分）大分川の孵化時期は11月上旬～12月下旬、孵化盛期は11月下旬～12月上旬であった。

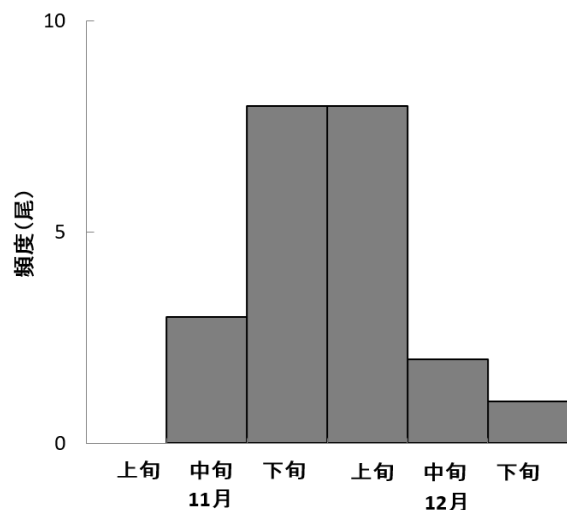


図2 大分川の遡上盛期群における孵化時期の分布

図3に、大野川の遡上アユにおける遡上盛期群（4月4日採捕分）の孵化時期の分布を示す。大野川の孵化時期は11月上旬～12月中旬、孵化ピークは11月下旬であった。

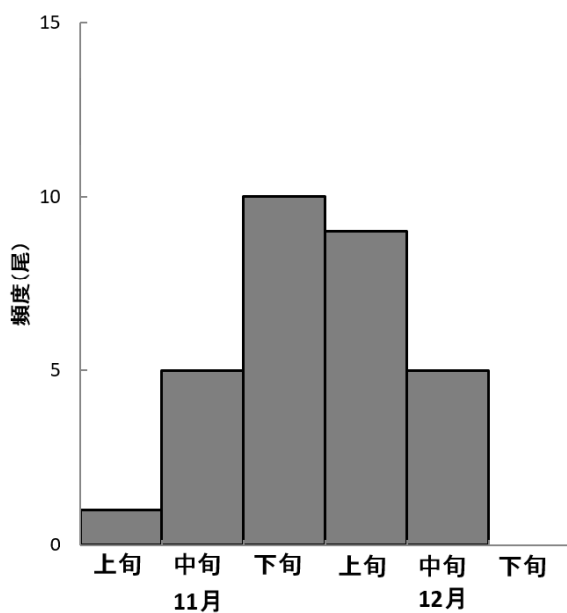


図3 大野川の遡上盛期群における孵化時期の分布

図4に、番匠川の遡上アユにおける遡上盛期群（4月13日採捕分）の孵化時期の分布を示す。番匠川の孵化時期は11月中旬～12月下旬、孵化ピークは12月上旬であった。

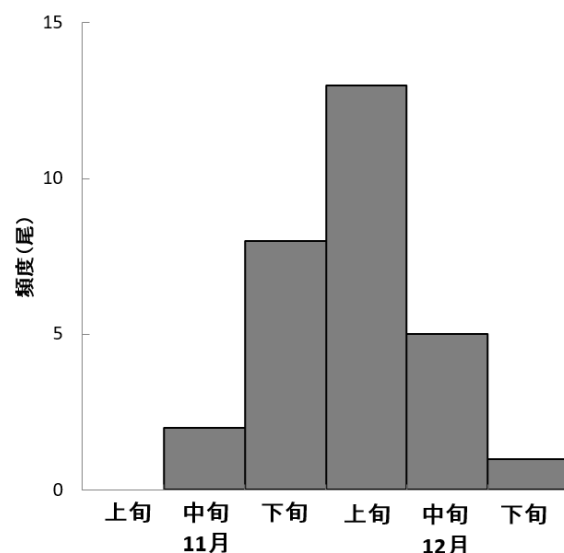


図4 番匠川の遡上盛期群における孵化時期の分布

図5に、調査場所付近における2016年9月～12月の旬平均水温の変化を示す。大分川の旬平均水温は11.1℃～24.1℃で推移し、平均水温は17.2℃であった。大野川の旬平均水温は11.1℃～24.1℃で推移し、平均水温は17.0℃であった。番匠川では18.0℃～24.9℃で推移し、平均水温は19.2℃であった。

大分川の水温データから推定した産卵盛期は11月上・中旬であった。その結果、大分川の盛期後の産卵時期は禁漁期間（9月20日～11月20日）を越えていた。

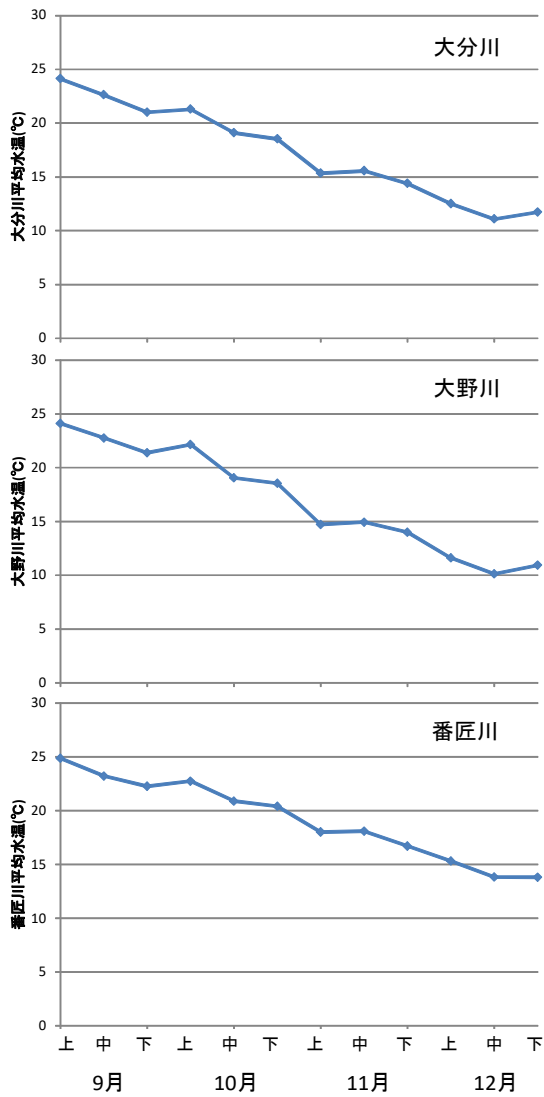


図5 調査場所付近における2016年9～12月の旬平均水温と標準偏差の変化

大野川の水温データから推定した産卵盛期は11月上旬・中旬であった。その結果、大野川の盛期以降の産卵時期は禁漁期間（9月1日～10月31日）を越えていた。

番匠川の水温データから推定した産卵盛期は11月上旬・中旬であった。その結果、番匠川の産卵盛期は禁漁期間（9月1日～11月30日）内であった。

以上のことから、調査した3河川中2河川で産卵盛期後の産卵時期は禁漁期間を越えていた。したがって、遡上アユ資源を増やすためには、禁漁期間を延長することが望ましいと考えられる。

今後も本調査を継続することで、アユの産卵時期を把握し、遡上アユ資源を増やすための取り組みにつなげる必要があると思われる。

### 文 献

- 1) Tsukamoto K. and Kajihara T.: Age determination of ayu with otolith. Nippon Suisan Gakkaishi. 1987 ; 53: 1985-1997.
- 2) 伊藤隆・岩井寿夫・古市達也・堀木信男. アユ種苗の人工生産に関する研究-LXXI アユの人工授精卵のふ化に対する水温の影響, アユの人工養殖研究1971 : 57-98

表1 2017年遡上アユの採捕結果

河川名	採捕月日	調査時刻 (開始時)	水温 (°C)	投網の 投数	採捕尾数	平均全長 (mm)	平均体長 (mm)	平均体重 (g)
大分川	3月 6日	13:45	11.0	1	0			
	3月13日	14:00	10.7	2	7	51.9	43.5	0.5
	3月23日	14:31	10.7	2	0			
	4月 4日	13:15	13.6	1	197	88.6	75.4	4.4
	4月13日	13:15	14.9	2	0			
	4月24日	10:58	15.2	3	0			
	5月 9日	11:00	16.6	3	0			
	5月29日	11:20	21.8	3	0			
大野川	3月 6日	12:01	11.8	6	1	86.9	73.6	3.6
	3月13日	12:10	11.4	8	10	91.3	76.0	4.7
	3月23日	12:31	11.3	10	72	91.6	77.5	4.6
	4月 4日	12:20	13.0	2	149	84.8	71.1	3.5
	4月13日	12:18	15.0	2	95	77.3	67.2	2.7
	4月24日	10:05	16.2	5	34	73.4	63.7	2.2
	5月10日	10:00	18.3	5	30	70.7	61.3	2.4
	5月29日	10:10	21.8	7	0			
番匠川	3月06日	9:36	12.5	6	2	80.3	56.7	1.5
	3月13日	9:32	12.6	6	1	68.7	62.1	2.5
	3月23日	9:32	13.0	7	14	74.6	62.5	2.3
	4月 4日	9:20	13.7	6	8	74.7	62.4	2.5
	4月13日	9:35	14.3	2	79	75.8	66.0	2.7
	4月25日	12:00	18.5	8	30	65.3	56.5	1.8
	5月 9日	13:00	19.1	3	30	63.9	55.4	1.9
	5月30日	10:45	22.1	10	4	72.8	62.3	2.9



## 漁場環境・水生生物に関するモニタリング調査－２

### 神原川のイワメおよびアマゴ在来個体群の保全調査

徳光 俊二

#### 目 的

神原川支流の波木合川メンノツラ谷には、アマゴ *Oncorhynchus masou ishikawae* の亜種で、パーマーク、黒点、朱点を欠く無斑型のイワメが生息する<sup>1)</sup>。イワメは1966年に大分県の天然記念物に指定され、1970年に生息地が禁漁区に指定された。

メンノツラ谷は河川勾配が急峻ないわゆる山岳溪流で、谷を形成する溪谷斜面には杉が広く植林されている。1997年頃に杉林の伐採やそれに伴う林道の敷設が行われ、谷に濁水の流入が度々認められた。このため、1998年に保全の観点からメンノツラ谷イワメ生息域のさらに上流にイワメ浮上稚魚47個体を移植放流した<sup>2)</sup>。この経過観察も含めて1997年から毎年生息域の定量的なモニタリングを継続して行っている。

また、イワメとメンノツラ谷周辺のアマゴのmtD

NAの遺伝的解析により、神原川本流の源流部に生息するアマゴはイワメと遺伝的に非常に近い在来個体群であり、まんりょう谷のアマゴは密放流による養殖由来の個体群であるとされた<sup>3)</sup>。このことから2009年に神原川本流に禁漁・禁放流区を設定し、この水域においても2006年から定量的なモニタリングを行っている。

#### 方 法

図1に調査区間の概要を示す。イワメ禁漁区側では、波木合川とまんりょう谷からの支流との合流点をst.0とし、それより下流側の淵を下流に向かってst.9～-1(砂防堰堤上)、上流側の淵を順にst.1～134とし、約1.8kmを調査区間とした。これらは淵ごとに番号(stナンバー)を付近の岩にペイントラッカ

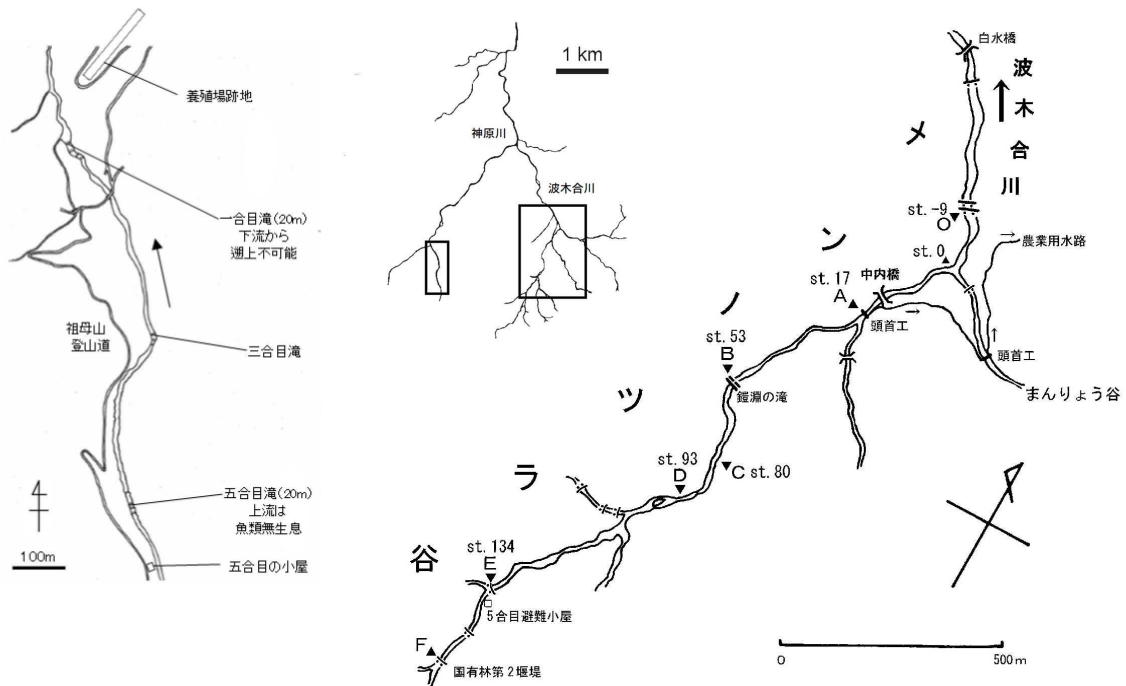


図1 調査区間の概要

ーでマーキングした。なお、調査区間を区分するために、生息環境として重要な転換位置にそれぞれO、A、B、C、D、Eの名称を用いた。O (st.-9) は調査区間の始点である砂防堰堤を表し、A (st.17) は農業用の頭首工（取水堰）の位置を示し、B (st.53) は1997年当時のアマゴ生息域上端である鯉淵の滝、C (st.80) は1997年当時のタカハヤの生息域の上端、D (st.93) は1997年当時の在来イワメ生息域の上端、E (st.134) は1998年にイワメの浮上稚魚を移植した5合目避難小屋跡付近の砂防堰堤である。

また、神原川本流の禁漁・禁放流区では一合目滝から五合目滝までの約1.0kmの区間を調査区間とし、同様に淵をst.1～106と番号付けした。なお、当区間に生息する魚類ではアマゴしか確認されていない。

2017年9月8日にメンノツラ谷のst.-9～74、9月13日にst.75～134、9月29日に神原川本流のst.1～106の調査を行った。調査は潜水目視観察により、イワメおよびアマゴを確認した地点および推定全長を1cm間隔で各個体毎に記録した。これら推定全長からMS-Excelのソルバー機能を用いて最小二乗法により当歳魚および1歳魚を年齢分解し、それ以外を2歳魚以上とした。また、資源量は2005～2009年の禁漁・禁放流区の調査結果に基づいてリボンタグ装着後の目視率から40%として算出した<sup>4)</sup>。

また、メンノツラ谷の河川水温を把握するため、温度ロガー（onset社製TidbiTv2）を取水堰上流（st. 20.5）に設置し水温を測定した。なお、6月9日から8月24日は欠測した。また、竹田アメダス観測所における旬平均気温および旬降水量のデータを取得した。

これらのデータは旬別平均値から年間偏差を標準偏差で除した値が、2.0を上回る場合に「かなり高い（多い）」、1.3を上回る場合に「高い（多い）」、0.6を上回る場合に「やや高い（多い）」と評価し、-0.6、-1.3、-2.0を下回る場合にも同様にそれぞれ「かなり」や「やや」を付して、低い（少ない）と評価した。

### 結果

図2に、メンノツラ谷の日平均水温と旬毎の年間偏差を示す。1月初旬と4月中旬に高め、3月および6月上旬に低めであったが、6月初旬までは概ね年間並みであった。9月～11月はほぼ年間並み、12月～翌2月は低め基調で推移し、1月下旬から2月上旬はかなり低めで推移した。3月はやや高めであった。最高日平均水温は8月25日および26日の19.6℃、最低日平均水温は2月6日および7日の0.1℃であった。

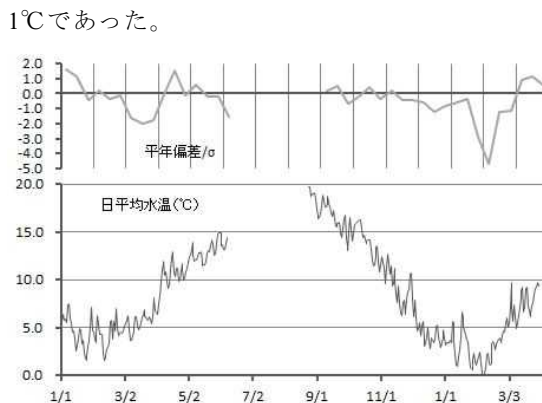


図2 メンノツラ谷における2017年1月～2018年3月の日平均水温と旬毎の年間偏差/σ

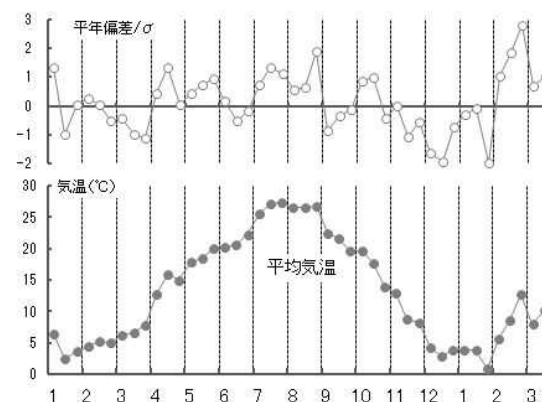


図3 竹田アメダス観測所における2017年1月～2018年3月の旬平均気温と年間偏差/σ

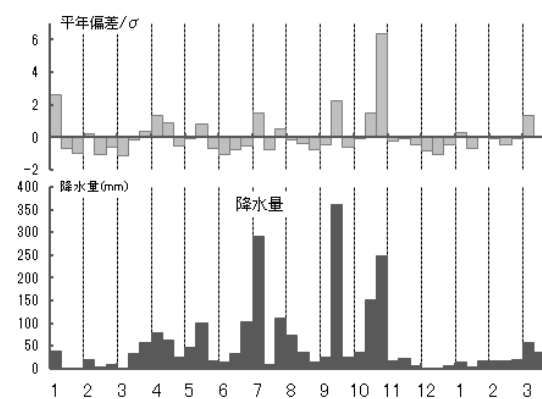


図4 竹田アメダス観測所における2017年1月～2018年3月の旬降水量と年間偏差/σ

竹田の旬平均気温を図3に示す。1月上旬に高めであった以降、3月下旬までは年間並みからやや低めと低め基調で推移した。4月から8月までは年間並みから高めと高め基調で推移した。9月は年間並みからやや低め、10月上中旬はやや高めであった。10月下旬から1月は年間並みから低めと低め基調で推移し、2、3月は年間並みからかなり高めと高め基調で推移した。

竹田の旬別降水量を図4に示す。1月上旬にかなり多めであった以降、3月までは平年並みからやや少ないと少なめで推移した。4月から9月上旬までは多いからやや少ないと7月上旬の梅雨前線の影響による長雨以外は大きな降水はなかった。9月中旬に台風18号の影響によりかなり多めとなり、10月中旬に秋雨前線の影響で多め、10月下旬に秋雨前線と台風21号、22号の影響で過去30年で1位となる247mmを記録し、かなり多めであった。11月～2月は平年並みからやや少ないと少なめ基調であり、3月は上旬に前線の通過による降水により多めであった。

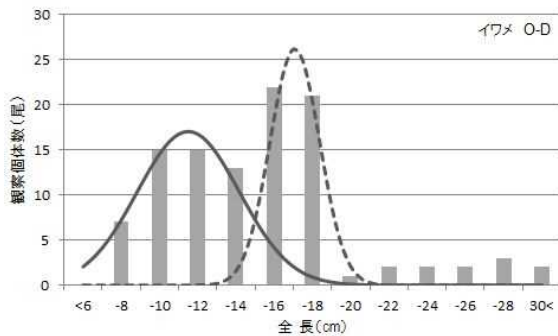


図5 0-D間におけるイワメの推定全長組成

在来群生息区間 (O～D) におけるイワメの推定全長組成を図5に示す。この区間にイワメ105尾を確認した。年齢分解の結果、当歳魚の平均全長は11.5 cm、1歳魚は17.1cmとされ、観察個体数から当歳魚は56.8尾、1歳魚は42.7尾、2歳魚以上は5.5尾と推定された。

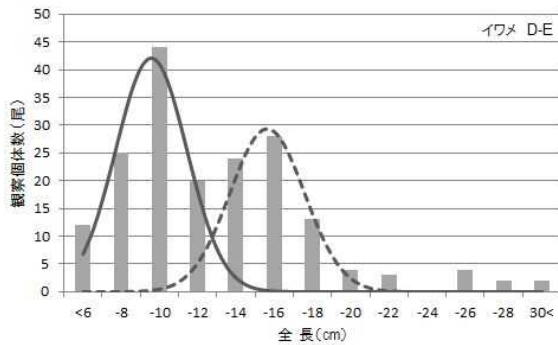


図6 D-E間におけるイワメの推定全長組成

移植放流区間 (D～E) におけるイワメの推定全長組成を図6に示す。この区間にイワメ181尾を確認した。年齢分解の結果、当歳魚の平均全長は9.6cm、1歳魚は15.6cmとされ、観察個体数から当歳魚は97.9尾、1歳魚は71.7尾、2歳魚以上は11.4尾と推定された。

アマゴ生息区間 (O～B) におけるアマゴの推定全長組成を図7に示す。この区間にイワメ60尾を確認した。

年齢分解の結果、当歳魚の平均全長は11.2 cm、1歳魚は14.1cmとされ、観察個体数から当歳魚は51.1尾、1歳魚は6.1尾、2歳魚以上は2.8尾と推定された。

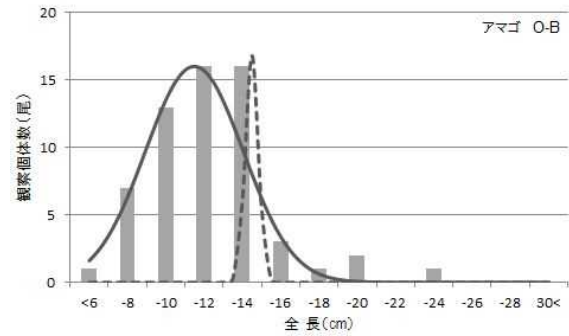


図7 0-B間におけるアマゴの推定全長組成

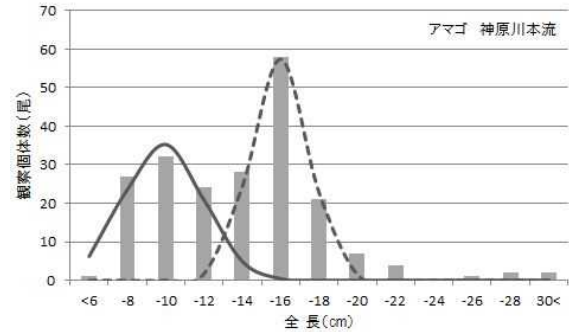


図8 神原川本流におけるアマゴの推定全長組成

神原川本流の禁漁・禁放流区におけるアマゴの推定全長組成を図8に示す。この区間にアマゴ207尾を確認した。年齢分解の結果、当歳魚の平均全長は9.9cm、1歳魚は16.0cmとされ、観察個体数から当歳魚は91.3尾、1歳魚は108.0尾、2歳魚以上は7.7尾と推定された。

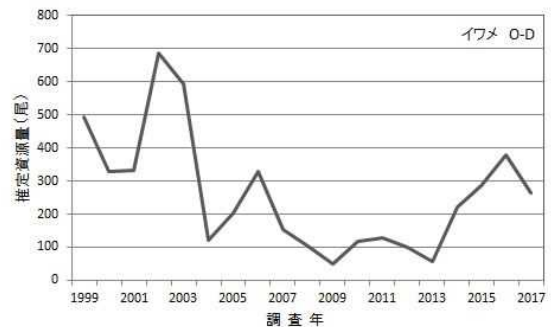


図9 0-D間におけるイワメ資源量の推移

在来群生息区間 (O～D) におけるイワメの資源量の推移を図9に示す。2017年の資源尾数は263尾と推定され、1歳魚 (2016年の加入群) が多く生残しており、2017年の産卵親魚は確保されていた。

移植放流区間 (D～E) におけるイワメの資源量

の推移を図10に示す。2017年の資源尾数は453尾と推定され、2010年に次いで多かった。O～D区間と合わせるとイワメの資源尾数は716尾であった。

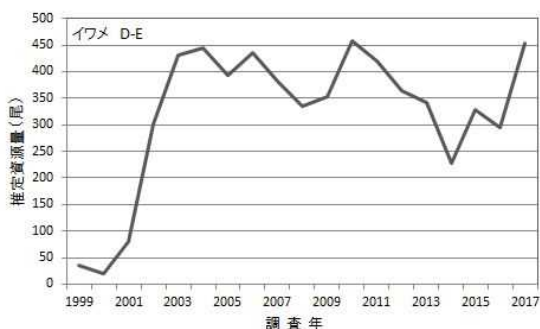


図10 D-E間におけるイワメ資源量の推移

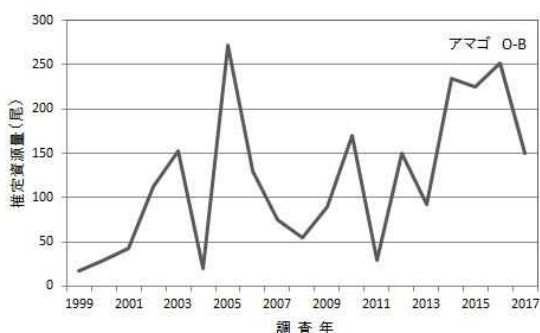


図11 O-B間におけるアマゴ資源量の推移

アマゴ生息区間(O～B)におけるアマゴの資源量の推移を図11に示す。2017年の資源尾数は150尾と推定された。また、メンノツラ谷のアマゴを確認した最上流地点はst.23であった。ちなみにタカハヤはst.90では確認できず、その直下のst.89で確認した。

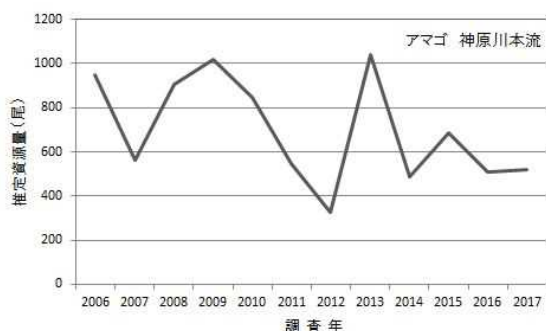


図12 神原川本流におけるアマゴ資源量の推移

神原川本流の禁漁・禁放流区におけるアマゴの資源量の推移を図12に示す。2017年の資源尾数は518尾と推定された。また、五合目滝の直下であるst.106では2004年までアマゴが確認されていたが、2015年以降はst.104までしかアマゴが確認されていない。

## 考 察

メンノツラ谷のイワメの資源尾数は716尾とされ、資源は高位にあると思われる。特にD-E間では当歳魚の加入が多く、1歳魚も多く生残していた。このため、生息密度が高く、他区のイワメ、アマゴと比較して成長の遅滞が認められた。また、O-D間においては1歳魚は多く生残していたが、当歳魚の加入は不調であったと思われる。しかし、杉の伐採が行われていた2000年代後半に比べると生息環境は格段に改善されてきており、1歳魚が多いことから産卵親魚が多く確保されており、資源の回復が期待される。但し、産卵期である10月中下旬に降水がかなり多かったことから、この影響が懸念される。

同所的に生息していたアマゴはst.23より下流にまで生息域が縮まっており、主な生息域であるO-A間の河川勾配は0.09と高低差がなく、大きな淵が形成されないため、アマゴの当歳魚は多く生息していたが、1歳魚までの生残が悪く、成長の遅滞も認められた。

また、農業用頭首工(A:st17)からメンノツラ谷の水が流れる水路は、まんりょう谷を経由するときにまんりょう谷の水を加えて取水している。このため、まんりょう谷由来のアマゴが水路に迷入し、これを遡った場合に農業用頭首工の上に出ることになる。st.17からst.23までの遡上はそれほど困難で無いと思われることから、現状でイワメの遺伝子を有している在来個体のアマゴは放流群との交雑により絶滅の危機に瀕していると思われる。

神原川本流の禁漁・禁放流区におけるアマゴは当歳魚の加入が不調で、1歳魚は多く生残していた。このため、資源量は中位ではあるが、産卵親魚が多く確保されていることから、10月の降水の懸念はあるが、資源の増大が期待できる。また、五合目滝下のst.106に2015年以降にアマゴが生息が確認されていない。メンノツラ谷でも生息域上限が下流に下がる現象が認められたが、ゲリラ豪雨などによる出水により、さらに生息域が縮小することがあれば、対策を考えなければならない。

また、メンノツラ谷のst.0付近では杉の伐採が始まっており、濁水の流入等の危険性もあり、今後もモニタリングを行っていく必要がある。

## 文 献

- 1) Kimura, S. and M. Nakamura. 1961. A new salmonid fish, *Oncorhynchus iwame* sp. nov., obtained from Kyusyu, Bull. Biogeogr. Soc. Japan, 22: 69-74.
- 2) 徳光俊二, 景平真明. 希少水生生物保存対策推

- 進事業. 平成9年度大分海水研内事報1999 ; 33-36.
- 3) Kimoto,K.,T.Mekata,H.Takahashi and K.Nagasawa.  
2015.Genetic structure of the amago and iwame forms of the red-spotted masu salmon (*Oncorhynchus masou ishikawae*) in the upper Ono River,northeastern Kyushu,southern Japan.Aquacult.Sci.,63(3)299-309
- 4) 木本圭輔・内海訓弘. 淡水生物増殖技術開発(3) 神原川在来アマゴ个体群の資源量調査. 平成21年度大分県農林水産研究センター水産試験場事業報告 : 296-298.

# 漁場環境・水生生物に関するモニタリング調査－3

## 大分川の漁場環境モニタリング調査

### (漁場環境保全推進事業)

吉井啓亮

#### 調査の目的

長期的な漁場環境の変動を監視するため、県内主要河川の一つである大分川において、水質環境調査、付着藻類、底生動物、および魚類生息状況調査を実施した。

#### 調査の方法

##### I. 調査地点

図1に示したとおり大分川本流の3定点で調査を実施した。最下流部のSt.1(大分市畑中)は七瀬川との合流点にあたる。また、St.2(由布市挾間町向原)は山王川、St.3(由布市湯布院町湯平)は花合野川のそれぞれの合流点にあたる。

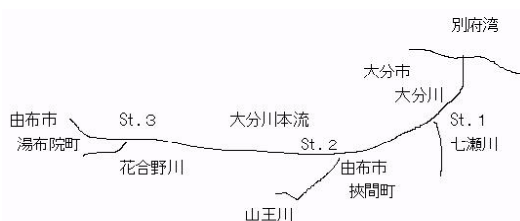


図1 調査点の位置

##### II. 調査内容

##### 1) 水質環境調査

水温、DO、pH、透視度、濁度等、月1回、計12回観測した。

##### 2) 付着藻類調査

河川内の石を取り上げて、表面積100cm<sup>2</sup>範囲の付着藻類をブラシで削ぎ落として、サンプル瓶に回収して持ち帰り、現存量、類型組成(綱まで)を計4回(5月、8月、11月、2月)調べた。

##### 3) 底生動物調査

サーバーネット(30cm×30cm)を用いて1定点当たり2か所から底生動物を採取し、現存量、類型組成(綱まで)を計4回(5月、8月、11月、2月)調べた。さらに、河川環境評価手法の一つである平均スコア値(ASPT

値)も求めた。<sup>1,2)</sup>

##### 4) 魚類生息状況調査

St.1において、投網で生息魚類を採捕し、種組成を計2回(5月、11月)調べた。

#### 調査の結果

##### 1) 水質環境

各定点の観測結果を表1から表3に示した。最高水温はSt.1で8月の26.8℃、最低水温はSt.1で1月の6.8℃であった。DOの最高値はSt.1で12月の13.05mg/L、最低値はSt.3で5月の8.17mg/Lであった。透視度はすべての定点で50cmを上回る値となった。

##### 2) 付着藻類

表4に付着藻類の調査結果を示した。付着藻類の量の指標となる強熱減量はSt.1の11月に最も高く、St.3の5月が最も低かった。

類型組成では、珪藻類は全調査点において、5月と2月に多く優占していた。藍藻類はSt.1およびSt.3において8月に最も多く優占した。緑藻類はSt.1の5月において最も多く(9%)優占していた。

##### 3) 底生動物

表5-1および表5-2に採取した底生動物の測定結果(科ごとの個体数および重量)を示した。2月のSt.3では多くの種数と個体が採取された一方で、8月のSt.1および11月のSt.2で最も個体数は少なかった。

ASPT値は5月のSt.3で7.91と最も高かった。最も低かったASPT値は11月のSt.1で2.0であった。

##### 4) 生息魚類

表6に、St.1で採捕した魚種の個体数、平均体長および平均体重を示した。5月は5種21尾、11月は3種240尾の魚類が採捕された。



表4 附着藻類の現存量および類型組成

月日	5月29日			8月21日			11月13日			2月19日			
	St.1	St.2	St.3	St.1	St.2	St.3	St.1	St.2	St.3	St.1	St.2	St.3	
調査定点													
沈殿量(ml)	1.0	0.6	0.6	16.4	4.1	3.1	8.0	4.4	0.8	3.0	1.4	2.8	
湿重量(g)	0.380	0.263	0.208	0.774	0.781	0.475	1.169	0.577	0.326	0.678	0.162	0.559	
乾重量(g)	0.067	0.029	0.028	0.168	0.305	0.115	0.513	0.232	0.047	0.179	0.066	0.157	
強熱減量(g)	0.016	0.013	0.012	0.066	0.079	0.052	0.096	0.060	0.016	0.058	0.029	0.060	
類型組成 (%)	藍藻類	2.0	0.0	0.0	97.0	7.0	73.0	64.0	0.0	1.0	3.0	4.0	10.0
	珪藻類	89.0	99.0	95.0	3.0	92.0	27.0	36.0	100.0	99.0	97.0	96.0	86.0
	緑藻類	9.0	1.0	5.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0

石の表面積100cm<sup>2</sup>の範囲を採取して測定

表5-1 採取した底生動物の数量

月日	5月29日						8月21日					
	St.1		St.2		St.3		St.1		St.2		St.3	
調査定点	個体数	重量(mg)	個体数	重量(mg)	個体数	重量(mg)	個体数	重量(mg)	個体数	重量(mg)	個体数	重量(mg)
カゲロウ目												
チラカゲロウ科	2	50.3										
ヒラタカゲロウ科	1	6.1	3	35.7			3	48.3	10	146.3	5	49.7
コカゲロウ科	5	9.3	47	67.7	8	14.5			4	4.5	1	1.8
マダラカゲロウ科	15	81.7	25	103.0	15	62.9	4	16.1	11	87.4	23	170.2
カワカゲロウ科							1	8.5				
モンカゲロウ科												
トビロカゲロウ科	1	2.0										
フタオカゲロウ科											2	2.0
トンボ目												
サナエトンボ科												
カワゲラ目												
アミメカワゲラ科												
カワゲラ科					3	98.4			1	4.1	10	538.4
アミメカゲロウ目												
ヘビトンボ科											1	1040.9
トビケラ目												
ヒゲナガカワトビケラ科	2	193.6	14	2426.8	17	1181.6					15	2008.2
カワトビケラ科												
ヒゲナガトビケラ科	2	4.7										
シマトビケラ科			2	98.7	11	148.8					11	99.6
ナガレトビケラ科					1	28.5						
ヤマトトビケラ科	1	0.8	5	38.6	2	23.1						
ハエ目												
ガガンボ科	2	1.8										
ブユ科			6	4.9								
ユスリカ科	1	0.3	7	1.5	3	3.3			1	0.3	1	0.3
ヌカカ科												
コウチュウ目												
ヒメドロムシ科	1	0.1	2	3.4	4	6.8	1	2.4			3	2.7
ウズムシ目												
サンカクアタマウズムシ科					1	4.2	1	2.7			1	2.9
ヒル目												
イシビル科			1	4.3								
グロシフォニ科												
ヨコエビ目												
ヨコエビ科			2	3.8	1	1.5					48	87.4
エビ目												
サワガニ科											3	430.3
ハマグリ目												
マシジミ												
合計	33	350.7	114	2788.4	66	1573.6	10	78.0	27	242.6	121	4004.1

※ サーバーネットを用い、川底の30cm×30cmの範囲を2か所採取



表5-2 採取した底生動物の数量

月日 調査定点	11月13日						2月19日					
	St.1		St.2		St.3		St.1		St.2		St.3	
項 目	個体数	重量(mg)	個体数	重量(mg)	個体数	重量(mg)	個体数	重量(mg)	個体数	重量(mg)	個体数	重量(mg)
カゲロウ目												
チラカゲロウ科					1	8.2					1	6.4
ヒラタカゲロウ科					13	54.2	6	99.7	2	1.3	16	258.4
コカゲロウ科					22	52.0			23	190.2	41	327.4
マダラカゲロウ科					2	3.8	1	13.5	2	3.5	46	686.0
カワカゲロウ科												
モンカゲロウ科												
トビロカゲロウ科												
フタオカゲロウ科							1	2.5			2	13.6
トンボ目												
サナエトンボ科							1	277.5				
カワゲラ目												
アミメカワゲラ科									4	202.7	19	1360.1
カワゲラ科					3	92.1	1	74.9	1	206.1	7	474.4
アミメカゲロウ目												
ヘビトンボ科											2	3376.3
トビケラ目												
ヒゲナガカワトビケラ科			1	12.6			2	855.8	14	3305.6	5	1546.9
カワトビケラ科												
ヒゲナガトビケラ科												
シマトビケラ科									9	140.6	17	437.6
ナガレトビケラ科											5	72.8
ヤマトビケラ科											1	3.7
ハエ目												
ガガンボ科											1	14.2
ブユ科									1	2.7		
ユスリカ科	15	22.4	8	14.5			25	41.8	12	12.3	5	2.1
ヌカカ科												
コウチュウ目												
ヒメドロムシ科									1	1.0	1	0.8
ウズムシ目												
サンカクアタマウズムシ科			1	35.1			1	14.0	1	2.0	1	6.0
ヒル目												
イシビル科							1	27.5				
グロシフォニ科												
ヨコエビ目												
ヨコエビ科					13	125.8					42	420.5
エビ目												
サワガニ科												
ハマグリ目												
マシジミ												
合 計	15	22.4	10	62.2	54	336.1	39	1407.2	70	4068.0	212	9007.2

※ サーバーネットを用い、川底の30cm×30cmの範囲を2か所採取

表6 St. 1で採捕した魚種の個体数、平均体長および平均体重

調査月日	5月29日			11月13日		
	個体数	体長(mm) (平均±SD)	体重(g) (平均±SD)	個体数	体長(mm) (平均±SD)	体重(g) (平均±SD)
イトモロコ	12	38.3±7.0	1.0±0.4			
オイカワ	4	55.8±8.4	3.0±1.1	235	24.5±3.6	0.2±0.1
ゴクラクハゼ	2	55.6±8.1	3.2±1.4			
シマヨシノボリ	1	36.0	0.9	3	41.6±3.6	0.2±0.1
ヌマチチブ	2	49.3±12.0	3.4±2.4			
メダカ				2	20.0±2.6	1.0±0.2
合 計	21	—	—	240	—	—

## 文 献

1) 環境庁水質保全局.水生生物による水質評価法マニユアル-日本版平均スコア法.環境庁2017.3.

2) 野崎隆夫.大型底生動物を用いた河川環境評価-日本版平均スコア法の再検討と展開-.水環境学会誌2012;35(4):118-121.

# 三隈川水系におけるアユの生息環境把握と陸封アユ有効利用の開発－ 1 筑後川水系上中流域におけるアユの生息環境調査

吉井啓亮

## 調査の目的

2017年7月の九州北部豪雨の影響を調べるために、アユの生息環境の面から河川環境および付着藻類の生育状況の調査を行った。

## 調査の方法

### I. 調査地点

図1に示したとおり筑後川水系上中流域の3定点で調査を実施した。St.1は大山川竹ノ首沈橋上流部（日田市大山町）を上流域の代表点にした。St.2は日田市役所大山振興局前（日田市大山町）を大山川中流域の代表点にした。また、玖珠川と大山川の合流点である小淵橋下流部（日田市日高）をSt.3とした。

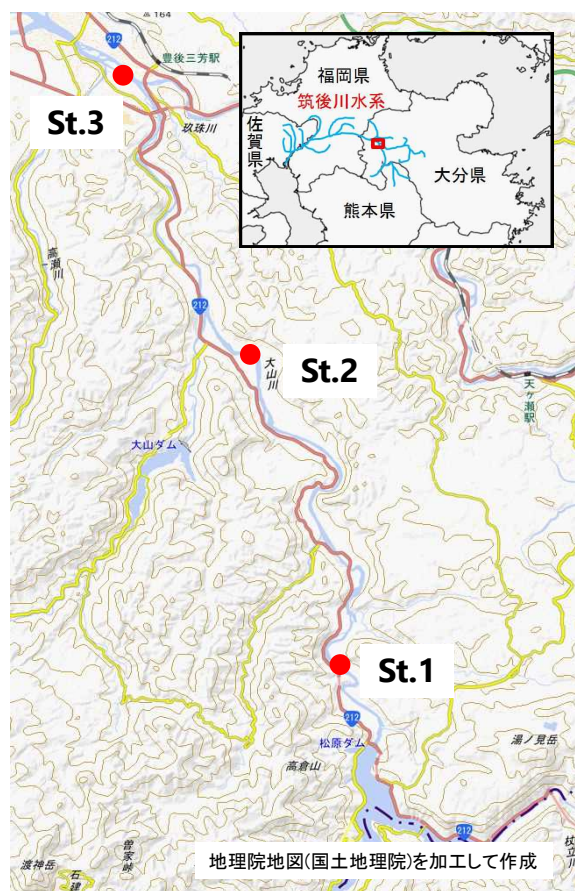


図1 調査地点の位置

## II. 調査内容

### 1) 河川環境調査

水温、流速（cm/sec）、川幅を6～9月の間に月1回、計4回観測した。流速は各地点の平瀬・早瀬で計測を行った。

### 2) 付着藻類調査

河川内の石を平瀬・早瀬で各3個取り上げて、表面積合計125cm<sup>2</sup>範囲の付着藻類をブラシで削ぎ落とし、サンプル瓶に回収して持ち帰り、現存量、類型組成（綱まで）を毎月1回（計4回）調べた。

藻類は、100細胞に達するまで顕微鏡で観察し、珪藻・藍藻及び緑藻に区分して、類型組成を把握した。また、漁場保全対策推進事業調査指針<sup>1)</sup>に従い、乾燥重量と強熱後の試料重量との差を強熱減量とした。

さらに、各定点の川幅を計測した場所から上流・下流20mの範囲でアユの付着藻類の食痕（以下ハミアトと呼ぶ）を観察し、調査範囲の河床全体の石に対する、ハミアトが付いた石の割合（ハミアト割合）を算出した。

## 調査の結果および考察

### 1) 河川環境

各調査地点の観測結果を表1に示した。最高水温はSt.3で7月の27.9℃、最低水温はSt.1、St.2で6月の18.9℃であった。流速は、8月のSt.3の早瀬で最も速く108.8cm/sec、6月のSt.1の平瀬で最も遅く9.0cm/secであった。

### 2) 付着藻類

各調査地点の付着藻類現存量の推移を表2に示した。調査期間中最も強熱減量が多かったのは、6月のSt.1早瀬で、最も少なかったのは8月のSt.1平瀬であった。また、付着藻類類型組成を表3-1、3-2に示した。St.1では、珪藻類が優占している時は強熱減量が多く、藍藻類が優占している時は低い傾向にあった。

ハミアト割合を表4に示した。また、アユが主に利用しているとされる早瀬のハミアトの推移を図3

に示した。St.1では、7月から8月にかけてハミアト割合が増加した。St.3では、6月に多くのハミアトが観察されたものの、7月以降急激に減少した。アユが石表面の付着藻類を摂食することにより、藍藻

類の増殖が助長されると言われているが、St.1では、ハミアト割合の増加とともに藍藻類の割合が増加していた。

表1 河川環境観測結果

調査日 調査地点	6月6日			7月25日			8月25日			9月22日			
	St.1	St.2	St.3	St.1	St.2	St.3	St.1	St.2	St.3	St.1	St.2	St.3	
天候	曇り			晴れ			晴れ			雨			
水温(°C)	18.9	18.9	21.1	23.1	24.4	27.9	24.9	25.6	26.3	20.4	21.0	20.2	
川幅(m)	33.3	38.4	121.0	34.2	37.5	121.0	32.6	36.1	121.0	34.0	36.3	121.0	
流速 (cm/sec)	平瀬	9.0	36.1	11.9	29.8	41.5	27.9	24.3	25.8	24.3	22.1	20.5	20.4
	早瀬	86.0	69.6	85.5	55.7	105.8	67.4	48.1	65.8	108.8	60.6	69.1	102.3

表2 付着藻類現存量

調査日 調査地点	6月6日			7月25日			8月25日			9月22日			
	St.1	St.2	St.3	St.1	St.2	St.3	St.1	St.2	St.3	St.1	St.2	St.3	
湿重量(g)	平瀬	1.3575	1.0148	2.4873	1.1183	1.5128	1.0127	0.1348	0.5495	0.9103	0.5285	0.5822	0.4106
	早瀬	4.1295	0.9668	0.6500	0.7952	0.5980	0.6062	0.3354	0.9286	0.8276	0.4572	0.1204	0.7315
乾重量(g)	平瀬	0.4003	0.3563	1.7567	0.4434	0.4793	0.4059	0.0732	0.1355	0.4957	0.2423	0.2110	0.2647
	早瀬	0.4239	0.2623	0.1844	0.2201	0.1625	0.1629	0.1014	0.1771	0.2068	0.1541	0.0888	0.1978
強熱減量(g)	平瀬	0.1129	0.1027	0.0844	0.0860	0.1026	0.0882	0.0294	0.0494	0.0923	0.0635	0.0876	0.0347
	早瀬	0.1140	0.0849	0.0830	0.0563	0.0704	0.0720	0.0676	0.0903	0.1007	0.0537	0.0373	0.0615

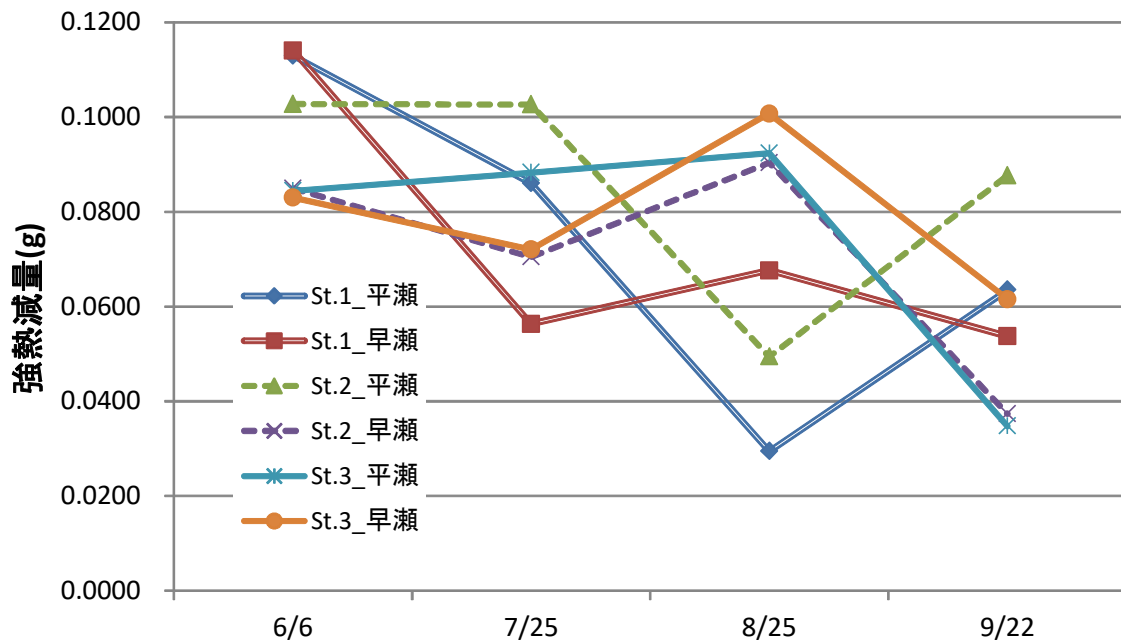


図2 各調査地点の月別強熱減量

表3-1 付着藻類類型組成

調査日	調査地点	6月6日						7月25日					
		St.1		St.2		St.3		St.1		St.2		St.3	
		平瀬	早瀬	平瀬	早瀬	平瀬	早瀬	平瀬	早瀬	平瀬	早瀬	平瀬	早瀬
類型組成 (%)	緑藻	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	珪藻	80.2	92.5	70.3	90.4	88.0	29.9	67.6	17.4	93.1	51.4	21.5	66.1
	藍藻	18.1	7.5	29.7	9.6	12.0	70.1	32.4	82.6	6.9	48.6	78.5	33.9

表3-2 付着藻類類型組成

調査日	調査地点	8月25日						9月22日					
		St.1		St.2		St.3		St.1		St.2		St.3	
		平瀬	早瀬	平瀬	早瀬	平瀬	早瀬	平瀬	早瀬	平瀬	早瀬	平瀬	早瀬
類型組成 (%)	緑藻	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	珪藻	21.8	4.3	81.1	43.0	88.2	59.5	88.4	82.5	77.8	87.2	90.7	86.4
	藍藻	78.2	95.7	16.7	57.0	11.8	40.5	11.6	17.5	22.2	12.8	9.3	13.6

表4 ハミアト割合 (%)

調査日	St.1		St.2		St.3	
	平瀬	早瀬	平瀬	早瀬	平瀬	早瀬
6月6日	1	0	0	10	20	30
7月25日	0	20	0	10	0	1
8月25日	10	40	0	5	0	0
9月22日	0	0	0	5	0	0

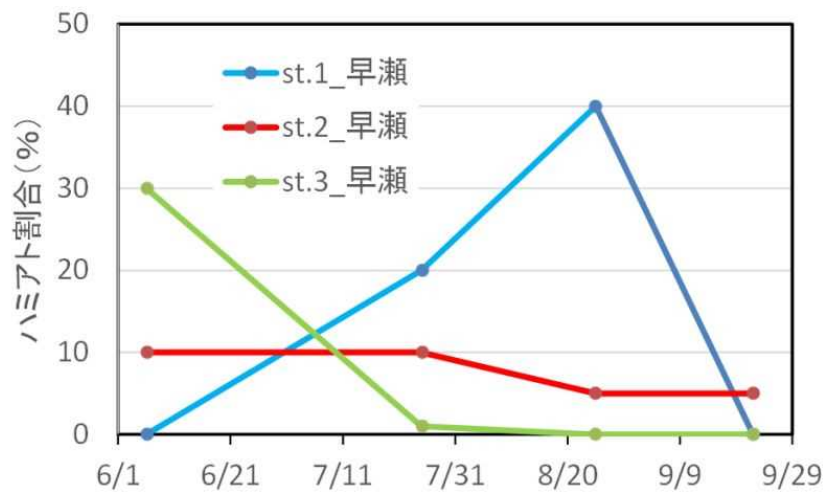


図3 各地点の早瀬におけるハミアト割合

# 三隈川水系におけるアユの生息環境の把握と 陸封アユ有効利用の開発－ 2 光を用いた陸封アユの効率的な集魚方法の検討

吉井啓亮

## 調査の目的

大分県内の筑後川水系では、夜明ダムの上流にあるため、海産アユは本県への遡上ができない。その対策として、筑後川水系では、アユの漁獲量を維持するため、毎年100万尾を超える種苗放流を行っている。

しかし、2013年から2014年にかけて、アユの漁獲量が激減した。その結果、筑後川水系の漁協経営が悪化し、経費を抑えた増殖策が強く求められている。

このことから、地元から松原ダム湖に生息する未利用資源の陸封アユを有効利用するため、その効果的な採捕方法の開発が切望されている。

ところで、アユなど水生生物が光に集まることが知られている。この習性を利用すれば、陸封アユを効率的に採捕できる可能性がある。

そこで、陸封アユの効果的な採捕方法を開発するため、光を用いた効率的な集魚方法の検討を行った。

## 調査水域および方法

図1に、調査水域と調査場所を示す。調査水域は1973年に大分県日田市の筑後川上流に完成した松原ダムにより、せき止められた湛水面積1.9km<sup>2</sup>の貯水池（以下、松原ダム湖）である。本ダム湖に流入する主な河川は杖立川と津江川である。なお、津江川の上流には下笠ダムがあり、満水時には湛水域が下笠ダム堰堤まで達する。

陸封アユの効率的な集魚方法を検討するため、2017年10月～12月に4回、松原ダム湖新津江橋南地先で水中灯および投光器を用いて、アユの蝸集状況を観察した。採捕は、灯下で集まったアユを敷網を用いて行った。なお、採捕したアユは魚体を測定し、99.5%エタノールで固定後、日齢を査定するために、耳石を摘出した。

陸封アユの孵化時期の分布を調べるために、以下の調査を行った。各個体の孵化日はTsukamoto and

Kajihara<sup>1)</sup>に準じて、耳石に形成された日周輪を計数し、その数を日齢とし、採捕日から逆算し、推定した。孵化時期の分布は各個体の孵化日のデータを匂ごとに集計した。



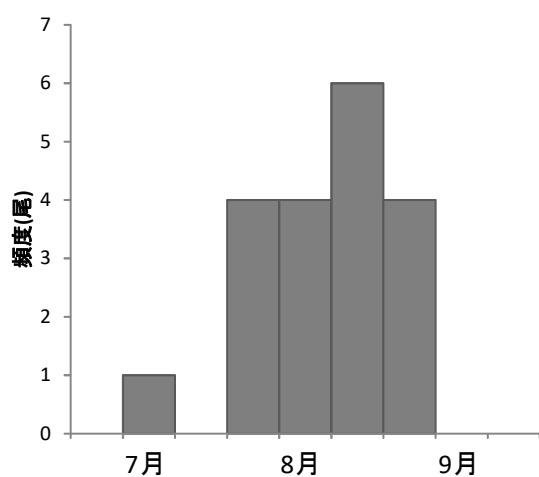
図1 調査水域と調査場所の位置

## 調査の結果および考察

表1に、新津江橋南地先における陸封アユの蝸集状況および採捕結果を示す。陸封アユの集魚は、水深35m程度の場所で行った。19時以降に小規模なアユの群れが集まるものの、効果的な採捕につながる蝸集はみられなかった。なお、12月7日に採捕したアユ100尾は、6月25日まで養殖池で育成を行い、平均体長17.8cm、平均体重81.8gまで成長した。

図2に、新津江橋南地先で採捕した陸封アユの孵化時期の分布を示す。孵化期間は2017年7月19日から10月7日の約2か月間であった。なお、孵化時期のピークは8月下旬にみられた。

12月26日に杖立大橋上流1.3km、水深4m程度の場所で集魚を行ったところ、大きなアユの群れが確認された。そのため、今後は調査場所を変更し、効率的な集魚方法を検討する必要がある。



## 文 献

- 1) Tsukamoto K. and Kajihara T.: Age determination of ayu with otolith. Nippon Suisan Gakkaishi. 1987 ; 53: 1985-1997.

図2 採捕した陸封アユの孵化時期の分布

表1 陸封アユの蝸集状況および採捕結果

採捕月日	蝸集状況	採捕尾数	平均全長 (mm)	平均体長 (mm)	平均体重 (g)
10月19日	アユ稚魚の群れを観察	6尾	26.3	23.7	0.05
11月20日	アユ稚魚の群れを観察	13尾	56.7	48.1	1.1
12月 7日	アユ稚魚の群れを観察	100尾	—	—	—
12月20日	アユの群れを観察できず	なし			

# 放流魚等食害対策事業－ 1

## 遮光カゴ網を用いた外来魚駆除方法の検討

畔地 和久

### 事業の目的

オオクチバスやブルーギルなどの外来魚は全国の湖沼や河川で増加し、生態系に大きな影響や内水面漁業に甚大な被害を与えている。大分県でも外来魚による被害が拡大しているため、県内の内水面漁協では外来魚駆除に取り組んでいる。しかし、これらの外来魚は繁殖力が強く、根絶することは困難であるため、外来魚を効果的に継続して駆除する取り組みが必要である。

ところで、ドーム型のカゴ網(アイカゴ：商品名)の上部に遮光シートを被せたカゴ網(以下、遮光カゴ網)は餌を入れなくてもブルーギルなどの外来魚を効率よく捕獲できることが知られている。

そこで、県内の内水面漁協が実施する取り組みを支援するため、遮光カゴ網を用いた外来魚駆除方法の検討を行った。

### 事業の方法

遮光カゴ網を用いた外来魚の駆除方法を検討するため、県内のダム湖および河川の3か所で調査した。

図1に、調査したダム湖および河川の位置を示す。



図1 調査したダム湖および河川の位置

県内の内水面漁協が外来魚駆除に取り組んだダム湖および河川の内、日田漁協が実施した筑後川水系の松原ダム湖、番匠川漁協が実施した佐伯市上岡を流れる番匠川および駅館川漁協が実施した駅館川水系の香下ダム湖で行った。

図2に、本調査で使用した遮光カゴ網の概要を示す。調査は2017年5月2日から7月20日にかけて実施した。遮光カゴ網は午前中に設置し、24時間後に捕獲魚を取り上げた。なお、7月19日および7月20日に捕獲した外来魚は、内水面チームに持ち帰り後、全長、体長および体重を測定した。

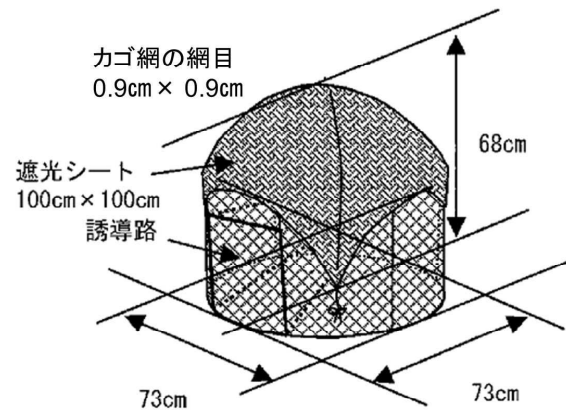


図2 遮光カゴ網の概要

### 事業の結果および考察

表1に、調査日、捕獲場所および捕獲状況を示す。調査は松原ダム湖が5月2日および7月20日、番匠川が5月10日、香下ダム湖が7月14日および7月19日に実施した。なお、番匠川では降雨で増水し、遮光カゴ網が流失したため、外来魚を捕獲できなかった。

表1 調査日、捕獲場所および捕獲状況

調査日	調査場所	捕獲状況
5月2日	松原ダム湖	オオクチバスを主体に捕獲
5月10日	番匠川	カゴ網が流出し、捕獲できず
7月14日	香下ダム湖	ブルーギルを主体に捕獲
7月19日	香下ダム湖	ブルーギルを主体に捕獲
7月20日	松原ダム湖	オオクチバスを主体に捕獲

表2に、調査した捕獲場所および魚種別捕獲個体数を示す。松原ダム湖ではオオクチバス、香下ダム湖ではブルーギルを多く捕獲した ( $p < 0.01$ )。

表2 捕獲場所および魚種別捕獲個体数

捕獲場所	魚種別捕獲個体数(尾)		
	オオクチバス	ブルーギル	計
松原ダム湖	10	1	11
香下ダム湖	2	71	73
計	12	72	84

※ 捕獲場所と魚種に有意な差が認められた ( $\chi^2$ 検定,  $p < 0.01$ )

図3に、松原ダム湖で捕獲したオオクチバスおよびブルーギルの体長組成を示す。松原ダム湖では、体長111～231mmのオオクチバスを10尾、体長45mmのブルーギルを1尾捕獲した。

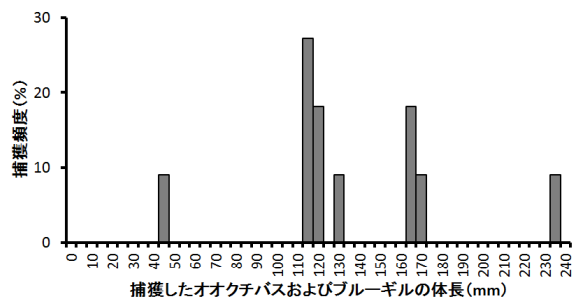


図3 松原ダム湖で捕獲したオオクチバスおよびブルーギルの体長組成 (%)

図4に、香下ダム湖で捕獲したオオクチバスおよびブルーギルの体長組成を示す。香下ダム湖では、体長85～127mmのオオクチバスを2尾、体長51～114mmのブルーギルを71尾捕獲した。

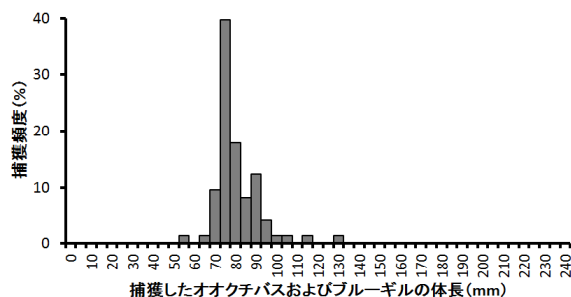


図4 香下ダム湖で捕獲したオオクチバスおよびブルーギルの体長組成 (%)

遮光カゴ網を用いた外来魚の駆除方法では、オオクチバスは体長85～231mmの個体、ブルーギルは体長45～114mmの個体を捕獲した。これらのことから、遮光カゴ網は体長80～200mmのオオクチバスおよび体長50mm以上のブルーギルを捕獲するには適していると考えられる。なお、外来魚を駆除する場合、体長50mm以下および体長200mm以上の個体も対象にする必要があり、他の方法も併用することで、より効果的な外来魚駆除につながるとと思われる。

文 献

- 1) 井出允彦・大山明彦. 改良カゴ網によるブルーギルの捕獲効率の比較. 滋賀県水産試験場研報 2010 ; 53 : 1-9



# 放流魚等食害対策事業－2

## カワウの生息状況と捕食状況の把握

畔地 和久

### 事業の目的

カワウは、かつて全国の内湾や河川などに生息していたが、河川改修や干潟・浅海域の埋め立て、水質汚染などによって、各地のコロニー・ねぐらが消失し、生息域が分断化した。その結果、1971年には全国で総数が3,000羽以下に減少したと考えられている<sup>1)</sup>。その後、禁猟制限による保護や水質改善などにより、1980年代以降急速にカワウの生息域が拡大し、個体数が急増した。それに伴い、漁業被害や樹木枯死被害、悪臭などの生活被害が全国的に問題になっている<sup>2,3)</sup>。本県でもカワウによる深刻な被害が問題になっており、被害の軽減のための効果的な対策が求められている。そのため、本県では2017年度から3か年計画で、県内に年間を通して生息する居付き群を半減させるカワウ対策を実施している。

そこで、カワウの生息状況と捕食状況を把握するために、カワウの個体数調査と胃内容物調査を実施した。

### 事業の方法

#### 1. カワウの生息状況の把握

図1に、大分県内のカワウのねぐら・コロニーの位置を示す。これまでに、ねぐら11か所、コロニー4か所が確認されている。



図1 大分県内のカワウのねぐら・コロニーの位置

県内に生息するカワウの個体数を把握するために、ねぐら・コロニーで夕方、カワウの個体数を調査した。なお、カワウは季節移動するため、個体数調査は年4回、季節ごとに行った。また、県内の内水面漁協が個体数調査を実施している場所は3か月ごとに、聞き取り調査を行い、最大生息個体数を把握した。

また、カワウの生息状況を季節ごとに評価するために、2011～2017年度の最大生息個体数の経年変化から最大値～0を3分割し、個体数の評価水準を「高位・中位・低位」の3段階で区分した。

#### 2. カワウの捕食状況の把握

宇佐市安心院町の黒木池で捕獲したカワウの捕食状況を把握するため、以下の操作を行った。

体重等を測定したカワウから胃を摘出し、これを凍結保存した。後日解凍した胃から内容物を取り出し、その総重量を胃内容物重量とした。胃から得た餌生物を種ごとに分別し、個体ごとに全長、体長、体重を測定した。なお、消化が進行した魚類は体長から体重を推定した<sup>4)</sup>。また、カワウの餌生物を評価するため、餌重要度指数 (Index of Relative Importance : IRI)<sup>5)</sup>の組成 (以下、% IRI) で比較した。

### 事業の結果および考察

#### 1. カワウの生息状況

図2に、4～6月におけるカワウの最大生息個体数の経年変化を示す。最大生息個体数は380～1,085羽の範囲で推移し、2017年度は380羽、評価水準は中位であった。また、個体数の動向は2015年度以降、減少傾向であった。

図3に、7～9月におけるカワウの最大生息個体数の経年変化を示す。最大生息個体数は180～800羽の範囲で推移し、2017年度は180羽、評価水準は低位、2011年度以降の最低値であった。

図4に、10～12月におけるカワウの最大生息個体数の経年変化を示す。最大生息個体数は319～2,379羽の範囲で推移し、2017年度は470羽、評価水準は

は低位であった。また、個体数の動向は2013年度以降、減少傾向であった。

図5に、1～3月におけるカワウの最大生息個体数の経年変化を示す。最大生息個体数は1,139～2,940羽の範囲で推移し、2017年度は1,139羽、評価水準は中位であった。また、個体数の動向は2015年度以降、横ばいであった。

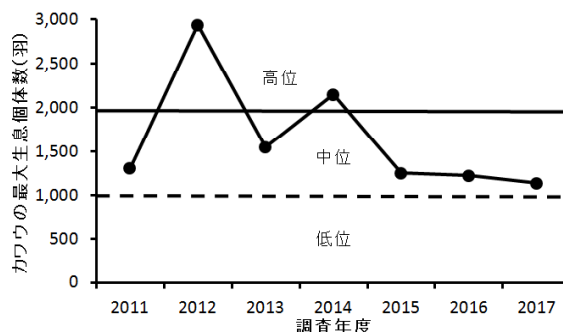


図5 1～3月におけるカワウの最大生息個体数(羽)の経年変化

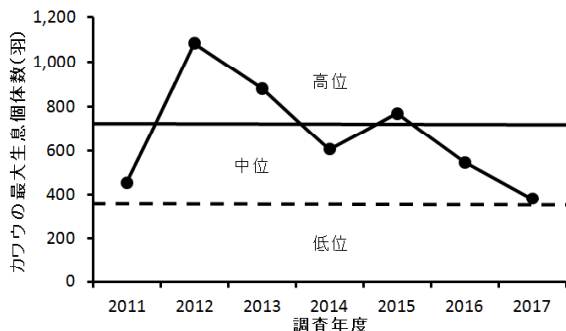


図2 4～6月におけるカワウの最大生息個体数(羽)の経年変化

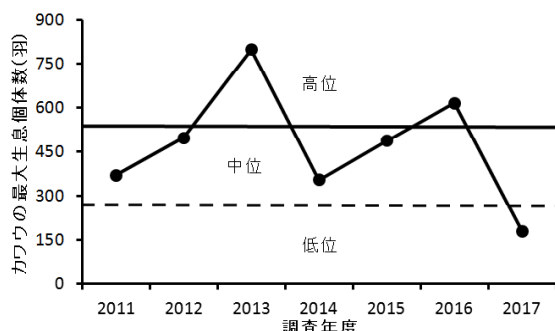


図3 7～9月におけるカワウの最大生息個体数(羽)の経年変化

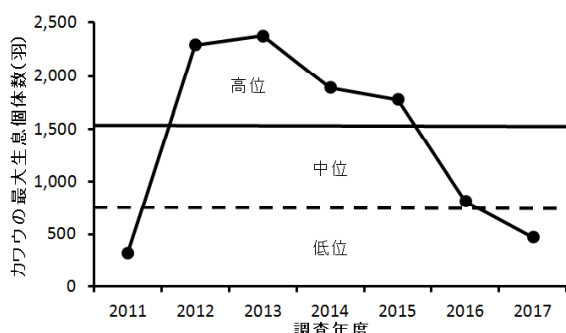


図4 10～12月におけるカワウの最大生息個体数(羽)の経年変化

本県では、2017年度から3か年で適切な捕獲により、居付きのカワウ生息個体群を半減させる個体群管理を実施している。本年度は4月から6月にかけて、実績のある民間事業者へ委託し、宇佐市安心院町の黒木池のコロニーで266羽(成鳥210羽、幼鳥34羽、ヒナ22羽)を捕獲し、個体数調整捕獲を行った。その結果、本県の最大生息個体数は、前年度同期より4～6月が168羽、7～9月が436羽、10～12月が345羽、1～3月が84羽減少した。それにより、本年度の最大生息個体数の評価水準は低位～中位、2011年度以降の最低(10～12月は2番目に低い)であった。なお、県外から渡ってくるカワウが増える1～3月の個体数は2015年度以降、横ばいであった。これらのことから、宇佐市安心院町の黒木池で実施した居付きのカワウ個体数調整捕獲による効果が現れていると考えられる。

## 2. カワウの捕食状況

表1に、調査したカワウの捕獲日、性別の個体数および平均体重を示す。カワウの捕獲日と性別に有意な差は認められなかった( $p>0.05$ )。カワウの体重はオスの方が重かった( $p<0.01$ )。

表1 調査したカワウの捕獲日、性別の個体数および平均体重

捕獲日	個体数(羽)			平均体重(g)		
	オス	メス	計	オス	メス	計
4月27日	9	4	13	2,053	2,093	2,066
5月11日	4	6	10	2,090	1,740	1,880
5月12日	6	4	10	2,075	1,553	1,866
6月1日	1	2	3	1,850	1,805	1,820
計	20	16	36	2,057	1,790	1,938

※ 捕獲日と性別に有意差は認められなかった( $\chi^2$ 検定,  $p>0.05$ )

※ オスとメスの体重に有意な差が認められた(U検定,  $p<0.01$ )

表2に、調査したカワウの捕獲日、性別の平均胃内容物重量および空胃個体の割合を示す。性別で胃内容物重量に差は認められなかった( $p>0.05$ )。空胃個体の割合はオスの方が高かった( $p<0.01$ )。

表2 調査したカワウの捕獲日、性別の平均胃内容物重量および空胃個体の割合 (%)

捕獲日	平均胃内容物重量(g/羽)			空胃個体の割合 (%)		
	オス	メス	計	オス	メス	計
4月27日	75.1	102.9	83.6	55.6	0.0	38.5
5月11日	0.0	85.6	51.4	100.0	16.7	50.0
5月12日	50.3	45.7	48.5	50.0	50.0	50.0
6月1日	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
計	48.9	69.3	57.9	65.0	31.3	50.0

※ 性別で胃内容物重量に有意差は認められなかった(χ<sup>2</sup>検定, p>0.05)  
 ※ 性別で空胃個体の割合に有意な差が認められた(χ<sup>2</sup>検定, p<0.01)

図6に、胃内容物から判別できた魚種別個体数組成を示す。判別できた個体数は10種82尾、判別できなかった個体数は15尾であった。魚種別合計個体数組成はカワムツが24%、フナ類が16%、カマツカが15%、ドンコが13%、ムギツクが11%、アユが9%、オイカワが6%、ヤマトシマドジョウが3%、ギギが2%、ブルーギルが1%であった。

図7に、胃内容物から推定できた魚種別重量組成を示す。調査したカワウ36羽のうち、胃内容物の魚種別重量が推定できた個体数は5羽であった。また、その体重を推定した魚種の個体数は4種10尾、推定した体重は平均が134.5g、最小がカワムツの23.6g、最大はフナ類の448.3gであった。胃内容物から推定した魚種別重量組成はフナ類が71%、ギギが21%、カワムツ・ブルーギルが4%であった。

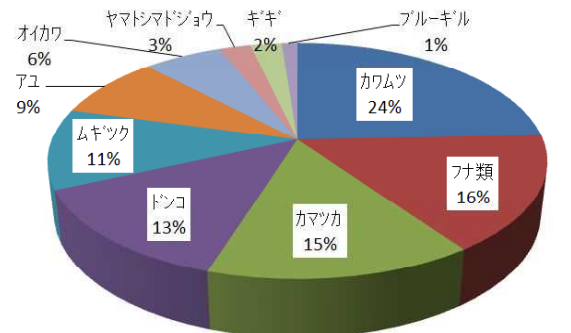


図6 胃内容物から判別できた魚種別個体数組成 (%)

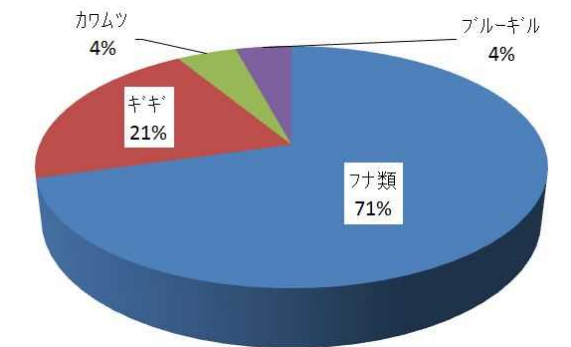


図7 胃内容物から推定できた魚種別重量組成 (%)

図8に、推定できたカワウの餌重要度指数組成を示す。カワウの餌重要度指数はフナ類が88%、ギギが5%、カワムツが4%、ブルーギルが3%であった。

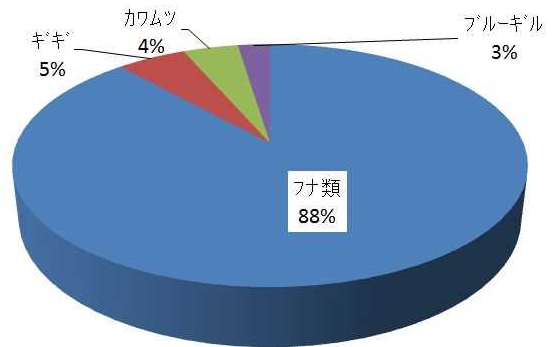


図8 推定できたカワウの餌重要度指数組成 (%IRI)

宇佐市安心院町の黒木池で捕獲したカワウは、カワムツやフナ類等の遊泳種を多く捕食していた。また、フナ類の胃内容物重量組成および餌重要度指数組成は71%および88%を占めていた。これらのことは、フナ類が黒木池に生息するカワウの餌生物として最重要種であることを示唆している。

文 献

- 1) 福田道雄・成末雅恵・加藤七枝. 日本におけるカワウの生息状況の変遷. 日本鳥学会誌 2002;51:4-11.
- 2) 環境省. 鳥獣関係統計(Ⅲ-1(2)歴史的経緯) 1961-1998
- 3) 環境省. カワウ保護管理方策検討調査報告書(Ⅲ-1(2)歴史的経緯) 1999-2002
- 4) 戸井田伸一. 相模川水系におけるカワウ *Phalacrocorax carbo* の食性. 神奈川水総研研報 2002 ; 7 : 117-122.
- 5) Pinkas, L., MS Oliphant, ILK Iverson. Food Habits of Albacore, Bluefin Tuna, and Bonito in Californian waters. Fish Bulletin 1971 ; 152 : 1-105

## 河川及び海域での鰻来遊・生息調査事業 大分県の内湾域における海ウナギの出現状況の把握 (水産庁委託)

徳光 俊二

### 事業の概要

本事業は、ニホンウナギの河川での移動状況や生息数等を把握し、河川での生活史に係る知見を整理するとともに、資源管理及び資源評価を行う上で基礎となる減耗要因や減耗量等の推定に資する指標について検討する。また、海域でのニホンウナギの生息状況を把握し、その生活史や生態学的な特徴に係る知見を収集する。さらに、河川等（汽水域及び湾などの海域を含む。）でのシラスウナギの来遊量や来遊時期の的確な把握及び統計資料の解析によって、我が国へのシラスウナギの来遊量を評価する指標となり得るか検討する。

本年度は以下の3課題（「日本におけるシラスウナギの来遊状況の把握とニホンウナギの移動状況等の把握」、「ニホンウナギの個体標識技術開発」、「海ウナギの出現状況の把握と生態調査」）の調査及び検討会議による調査計画と成果の検討等を行う。

なお、大分県は平成28年度から「海ウナギの出現状況の把握と生態調査」の課題に参画しており、詳細は水産庁委託鰻供給安定化事業のうち「河川及び海域での鰻来遊・生息調査事業」平成29年度報告書を参照されたい。

# おおいた農産品を利用して品質を高める飼料開発－ 1

## かぼすヤマメの作出方法の検討

徳光 俊二

### 事業の目的

カボスは大分県が全国生産量の98%（2014年）を占める特産柑橘である。養殖魚に大分らしさを付加するため、カボス果皮の乾燥粉末等を添加した飼料を給餌したかぼすブリ、かぼすヒラメなどが作出され、大分県産品として販売を進めてきた。

大分県で淡水養殖されるヤマメは、主にホテルや旅館、専門料理店などに直接販売されることから、カボスを添加することにより大分らしさを付加し、生産者の思いとともに、地元での観光振興や都市圏での商品の差別化に結びつく手法として有効であると考えられる。また、カボスに含まれるリモネンなどの成分により、脂肪分にさわやかな香りが付加され、臭みを消すなどの身質改善効果が認められる。

昨年度の給餌試験結果をもとに、今年度は生産現場での実証試験を行い、現場での問題点について対応策を検討するために試験を行った。

### 事業の方法

#### 1. かぼすヤマメ現地給餌試験

2017年6月29日から9月7日までの70日間、日田市前津江町のヤマメ養殖場「やまめの郷」において試験を行った。供試魚は同養殖場で養成したヤマメ当歳魚平均体重56.6gを、120t円形水槽に50,000尾収容した。試験区はカボス粉末を同量のなたね油と混合し、カボス粉末が飼料（林兼産業、キングEP3）に対して3%になるように外添した。また、8月24日以降は5%に増やして外添した。給餌量は飽食給餌とし、給餌量を日誌に記入した。

サンプリングは7月19日、8月7日、23日、9月7日に各5尾を採取し、尾叉長、体重、肝臓重量、性別、生殖腺重量を測定した。また、一部のヤマメ背筋肉を採取し、一般財団法人日本冷凍食品検査協会福岡検査所に分析委託し、d-リモネン含量をガスクロマトグラフ質量分析計を用いて測定した。

#### 2. かぼすヤマメ低給餌量試験

2017年12月7日から2018年1月1日まで25日間、当

チームの室内コンクリート15t円形水槽2基に平均体重93.7gのヤマメ当歳魚各300尾を収容し試験を行った。試験区はカボス粉末を飼料（林兼産業、ネオマスEP3）に対して8%外添した8%区および10%外添した10%区の2区とし、それぞれオリーブ油12%と混合し外添した。なお、期間中の給餌率はライトリッツの給餌率を基準にその1/2量の0.9%/日とし、12月26日までの20日間は毎日給餌し、それ以降は12月27日、29日、31日と隔日給餌とした。

サンプリングは12月6日、14日、22日、27日、1月1日に各5尾を採取し、現地試験と同様に分析した。

### 事業の結果

#### 1. かぼすヤマメ現地給餌試験

図1に試験期間中の実際の日間給餌率と目標とするライトリッツの給餌率×0.8と実際の給餌率を示した。生産現場では通常午前午後の2回給餌/日を行っているが、毎週火曜は休日のため午前給餌となり、家人も不在の場合は無給餌となることもあった。また、選別作業前には半日無給餌としていた。7月中旬まで日間摂餌量は1.4%程度であったが、それ以後は低下し、8月上旬には1.0%を割り込んだ。なお、7月17日に12,000尾を取り上げ、8月6日に小型魚を5,400尾を池入れし、19日に8,600尾を取り上げた。

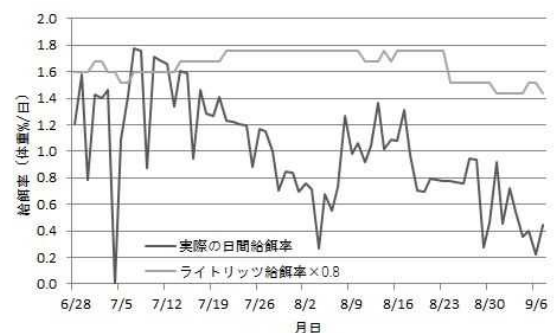


図1 試験期間中の給餌率の変化

図2に期間中の飼育用水の水温と椿ヶ鼻の降水量の推移を示した。水温は6月下旬から7月中旬までは16～17℃で推移したが、7月下旬以降は18℃台で推

移した。8月8日14時には20.3℃と20℃を超えることもあったが、飼育魚の死亡は認められなかった。降水量を見ると6月下旬が236.5mm、7月上旬が271.5mmとまとまった雨がかったが、7月中旬から8月上旬は9.5mm、57.0mm、44.5mmと少なく、8月中旬に91.5mmの降水があつたが、8月下旬は40.0mmと少なかった。

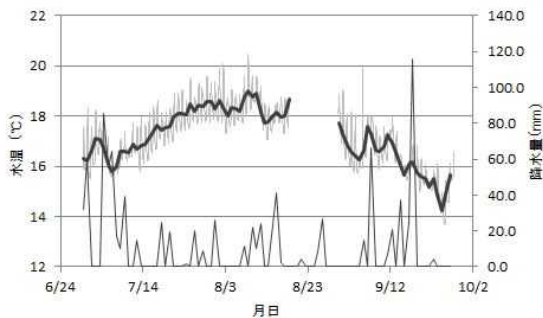


図2 飼育用水の水温と椿ヶ鼻アメダスの降水量の推移

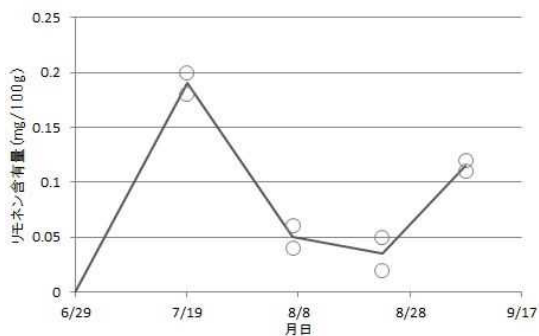


図3 筋肉中のリモネン蓄積濃度の推移

図3に筋肉中のリモネン濃度の変化を示した。7月19日のリモネン濃度は0.19mg/100gと目標とする0.30mg/100gに達していなかった。8月7日、23日にはさらに低く0.05mg/100g、0.04mg/100gと推移した。また、8月24日以降カボス粉末を5%添加に変更した結果、9月7日には0.12mg/100gとやや増加した。

2. かぼすヤマメ低給餌量試験

図4に期間中の水温変化を示した。用水は雨水が混じる浅い井戸水であるが、この時期の水温は気温の影響を受けつつも15~17℃と比較的安定しており、若干の日較差が認められた。

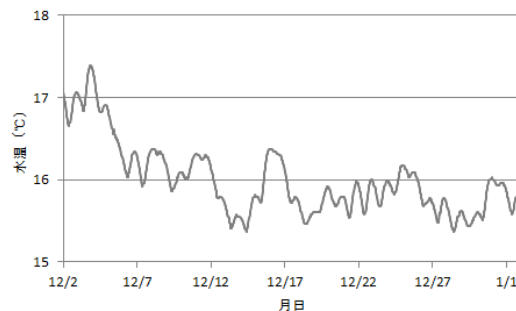


図4 飼育用水の水温変化

図5にヤマメの成長を示す。給餌量が少ないため、成長に個体差が見られ、希に痩せ個体の死亡が確認されたが、全体として緩やかな成長は認められた。

図6にリモネンの蓄積濃度の推移を示す。摂餌に偏りが生じており、リモネンの蓄積濃度にも個体差が認められた。なお、20日後以降は10%区では0.31、0.37mg/100gと高い値を示した。

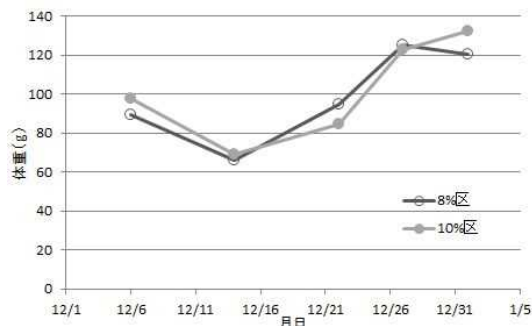


図5 ヤマメの成長

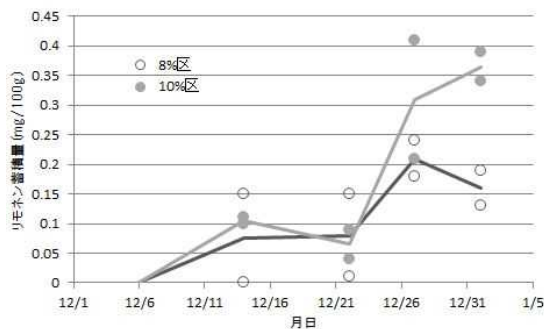


図6 筋肉中のリモネン蓄積濃度の推移

考 察

現場試験では最盛期の夏に摂餌量の減少が認められ、リモネンが蓄積しなかった。これは少雨により飼育用水の水量減少が関係していると思われた。また、放養密度を試算すると7月中旬には26kg/tに達

しており、非常に高密度な状態であった。出荷を行った結果、8月後半には16kg/t程度には下がったが依然として高密度であった。

原料とした使用した2015年製造および2016年製造のカボス粉末のうち2016年製造の一部のリモネン濃度を測定した結果、330mg/100gに減少していた。

このため、魚体重の1.6%/日程度を摂餌する状態において、800mg/100gのリモネンが含まれるカボス粉末を使用し飼料に対して3%のカボス粉末を添加すれば、筋肉中のリモネン蓄積濃度0.3mg/100g以上に維持できると考えられた。今回のように飼育水の水量が少ない場合には放養密度を低くし、摂餌が回復するように対策を行う必要がある。

また、低給餌量でカボス粉末を高濃度で添加した試験を行い、長期的に給餌することにより個体差を少なくなり、高濃度のカボス粉末を添加することにより、リモネンを0.3mg/100g以上の蓄積することは可能であることを示した。

## 文 献

木藪仁和, 川上恵. 地域養殖業拡大総合対策事業-2. かぼすブリ付加価値総合対策事業. 平成26年度大分県農林水産研究指導センター水産研究部事業報告: 110-113.

## おおいた農産品を利用して品質を高める飼料開発－2 カボス粉末添加飼料の給餌方法の検討

徳光 俊二

### 事業の目的

地元での観光振興や都市圏での商品の差別化する手法として、大分の特産柑橘であるカボスの粉末等を飼料に添加し育てたかぼすブリ、かぼすヒラメなどが開発されている。これらは大分らしさを付加し、生産者の思いを届けるとともに、カボスに含まれるリモネンなどの成分により、脂肪分にさわやかな香りが付加され、臭みを消すなどの身質改善効果が認められる。

アユ、スッポン、ドジョウなど淡水養殖魚種にこの技術を応用するため、カボス粉末を添加した飼料の給餌方法と可食部への成分の移行を確認するために飼育試験を行った。

### 事業の方法

#### 1. アユのリモネン蓄積試験

2017年8月3日から9月7日まで35日間、当チームの室内コンクリート15t円形水槽2基に平均体重45.6gのアユ当歳魚各260尾を収容し試験を行った。試験区は飼料（日本農産工業(株)、あゆEP3号）に対してカボス粉末を5%、オリーブ油を10%外添した5%区およびカボス粉末10%、オリーブ油を12%外添した10%区の2区とした（表1）。なお、期間中の給餌率は総魚体重3.5%/日とし、8月23日までの20日間は給餌し、以降無給餌とした。

サンプリングは試験開始前の8月2日、10日、17日、24日、31日、9月7日に各5尾を採取し、尾叉長、体重、肝臓重量、性別、生殖腺重量を測定した。また、一部の背筋肉を採取し、一般財団法人日本冷凍食品検査協会福岡検査所に分析委託し、d-リモネン含量をガスクロマトグラフ質量分析計を用いて測定した。

#### 2. ドジョウのリモネン蓄積試験

2017年12月7日から12月26日まで20日間、当チームの室内FRP0.3t水槽(1.7×0.5×0.4m)2基に宇佐養魚から購入した平均体重4.54gのドジョウ当歳魚各310尾を収容し試験を行った。水温はオートヒーター(ニ

ッソー,NewICオート150)を2台設置して28℃に設定した。試験区は飼料（日本農産工業(株)、あゆEP2号）に対してカボス粉末を5%、オリーブ油を10%外添した5%区およびカボス粉末7%、オリーブ油を12%外添した7%区の2区とした。なお、期間中は自動給餌器（ヤマハ発動機、YDS100MS）を用い、1時間毎に給餌し日間給餌率は魚体重の2.0%程度とした。なお、換水は滴下程度のごく少量の地下水を24時間行った。

サンプリングは12月6日、14日、22日、27日に各5尾を採取し同様に測定し、d-リモネンの分析は3尾分の筋肉を混合し飼料と同様に分析した。

#### 3. スッポンのリモネン蓄積試験

2018年1月30日から2月18日まで20日間、当チームのガラス温室のコンクリート8t角水槽(4.8×1.8×0.9m)1基に当チームで飼育した平均体重1044gの1歳のスッポン48匹を収容し試験を行った。水温はボイラー加温で29℃に設定した。試験区はカボス粉末、オリーブ油を1:1で混合し、脂肪酸グリセリンエステルオリーブ油に対して2%、さらに水をオリーブ油の2倍量を加えて乳化したものを、飼料（日本農産工業(株)、天然スッポン）に対してカボス粉末が10%外添するよう調餌したものを与えた。期間中の給餌率は体重の0.8%とした。スッポンは一部個体にダルトンタグを甲羅縁辺に装着し個体識別した。

サンプリング1月9日および19日にそれぞれ2尾を採取し、尾叉長、体重、肝臓重量、性別、生殖腺重量を測定した。また、一部のスッポンの後脚基部の脂肪を採取し、d-リモネンの分析に用いた。

なお、アユおよびドジョウに用いた2016年製カボス粉末のリモネン含量は330mg/100gであり、やや低く、スッポンに用いた2017年製カボス粉末のリモネン含量は84mg/100gとかなり低かった。



表1 試験飼料の配合割合と一般成分

	アユ		ドジョウ		スッポン
	5%区	10%区	5%区	7%区	
飼料組成(%)					
配合飼料	100	100	100	100	100
カボス粉末	5	10	5	7	10
オリーブ油	10	12	10	12	10
脂肪酸グリセリンエステル					0.2
配合飼料一般成分(%) : 0内は乾物換算値					
水分	10.8		6.6		3.8
粗タンパク	47.1 (52.8)		48.6 (52.0)		48.0 (49.9)
粗脂肪	5.0 (5.6)		5.1 (5.4)		6.1 (6.4)
粗糖分	25.1 (28.1)		25.0 (26.8)		30.1 (31.3)
粗灰分	12.0 (13.5)		14.8 (15.8)		12.0 (12.5)

事業の結果

1. アユのリモネン蓄積試験

図1に期間中の水温変化を示した。8月24日の取り上げ時に水槽の縁にローガーを放置してしまったため、以後の水温は記録されなかった。用水は雨水が混じる浅い井戸水であるが、この時期の水温は気温の影響を受けつつも22~24℃と比較的安定しており、若干の日較差が認められた。

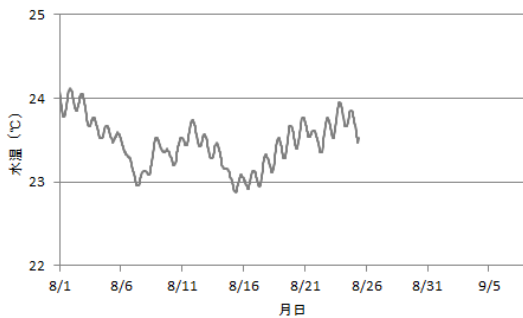


図1 飼育用水の水温変化

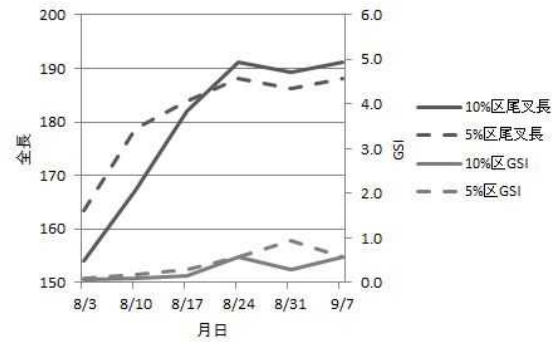


図2 アユの成長

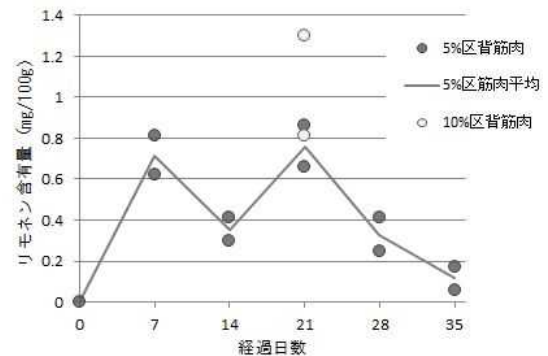


図3 筋肉中のリモネン蓄積濃度の推移

図2にアユの成長を示す。5%区、10%区ともに成長は良好であった。5%区の生残率は94.2%で10%区は88.8%であった。死亡魚はいずれも腹水貯留と体表の発赤が認められたが、細菌は分離されず原因は不明である。また、2016年には生殖腺の発達は認められたが、今回は認められなかった。

図3にリモネンの蓄積濃度の推移を示す。リモネン濃度は7日後の5%区において、0.72mg/100gと高い値を示し、給餌期間中は目標とする0.3mg/100gを下回することはなかった。また、給餌終了7日後では0.25mg/100gと目標を下回るものが認められた。

2. ドジョウのリモネン蓄積試験

図4に期間中の水温変化を示した。水温は28℃に設定したが、17~26℃と水温は安定しなかった。これは西日本が32年ぶり寒冬であったため、ヒーターの能力が追いつかなかったと思われる。14日以降保温用に銀マットで上部を覆ったが、夜間は20℃前後

まで低下した。

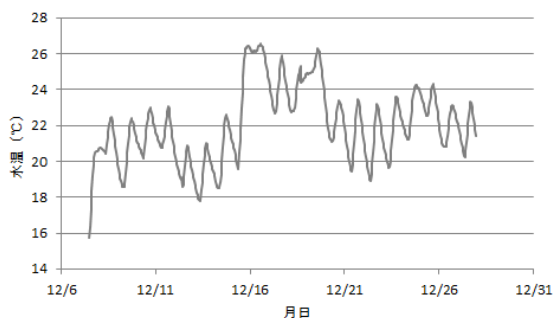


図4 飼育水の水温変化

図5にドジョウの成長を示した。5%区の成長は良好であった。7%区で初期に成長が遅滞したが、以降は良好であった。

図6に期間中の生残率を示す。カラムナリス病による死亡が12月4日から両区で認められ、1~5尾/日程度で重症化しなかったため試験を継続した。しかし、死亡は収まらず、7%区において、12月25、26日に30尾、19尾と大量死亡が発生した。この原因は不明であるが、試験終了後にカボス添加飼料の給餌を止めてからは死亡が無かったことから、低換水であったためカボスの成分が水槽内に蓄積し、何らかの悪影響があった可能性はある。

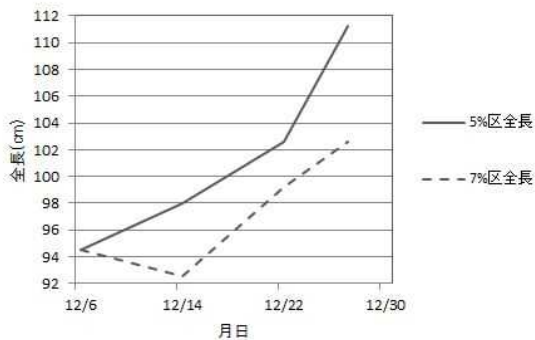


図5 ドジョウの成長

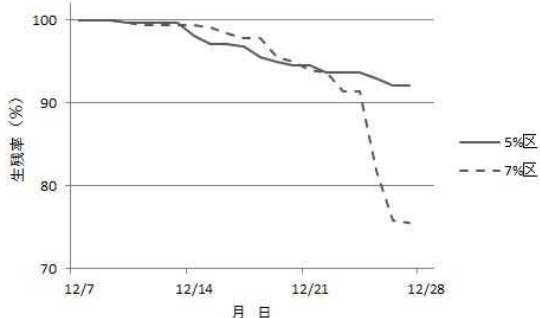


図6 生残率の推移

図7にリモネンの蓄積濃度の推移を示した。リモネンは5%区、7%区ともに大きな違いは認められなかったが、7日後の時点で0.13mg/100g、0.16mg/100gと目標よりは低いが高い数値を示し、短期間でリモネンの蓄積が認められた。

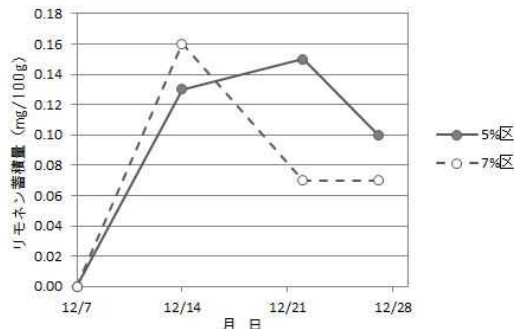


図7 筋肉中のリモネン蓄積濃度の推移

3 スポンのリモネン蓄積試験

図8に期間中の飼育水槽の水温変化を示した。飼育水はボイラー加温により29°Cに設定しているが、水温にやや誤差があり29~32°Cで推移した。また、ボイラーの不着火が度々起こっており、25~26°Cまで低下することがあった。

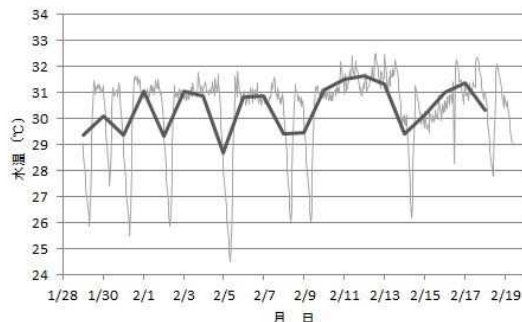


図8 飼育水の水温変化

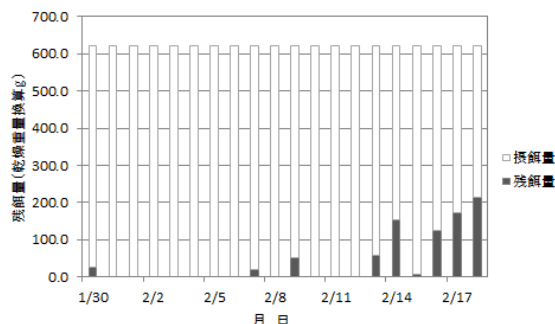


図9 給餌板に残った餌の推移 (飼育水に溶けた餌の量は無視している)

図9にスッポンの残餌量を示した。摂餌は良好であったが、2月14日から残餌が増えた。また、2月16日に3尾、2月18日に2尾が死亡した。また、2月19日にスッポンをすべて取り上げたが、行方不明となったスッポンが4尾あった。試験開始時と比べて、増重している個体は約30.7%で、69.3%は痩せており、平均すると4%体重が減っていた。

2月9日に測定した後脚基部の脂肪のリモネン蓄積濃度は0.02mg/100g、0.01mg/100gであった。また、2月19日に測定した後脚基部の脂肪のリモネン蓄積濃度は0.01mg/100gおよび検出限界以下であった。

## 考 察

アユは給餌から7日後に目標とする0.3mg/100gを超えていたことから、より短期間にリモネンを蓄積できることが分かった。また、料理方法など目的に合わせてリモネンの蓄積濃度をコントロールできる可能性もある。しかし、10%区が20日後に5%区の2倍量までは蓄積していないことから、効率の良い蓄積方法を検討する必要がある。なお、原料としたカボス粉末は2016年製であったことから、800mg/100gのリモネン濃度であるカボス粉末であれば2/5程度の添加率でも同様の結果が得られるはずである。

ドジョウは本来の性能のカボス粉末であれば、5%のカボス粉末を飼料に外添し、魚体重の2.0%/日で7日間の給餌で0.3mg/100g程度の蓄積は可能であると思われるが、今回の試験では目標を達成していない。

また、試験期間中にカラムナリス病が発生した。

このことは飼育水槽が低換水のため、何らかのカボス成分が飼育水中で濃度が上がることによって障害が起こる可能性が考えられ、免疫力の低下や体表粘液の減少などなんらかの障害を起こす可能性がある。このようなことから、なるべく短期間で高濃度のカボス粉末添加飼料を給餌して、筋肉中にリモネンを蓄積する方法が有効であると考えられた。

スッポンは0.02mg/100gと微量ではあるが脂肪の中にリモネンの蓄積を初めて確認した。2017年製造のカボス粉末であったことから、通常のカボス粉末であれば、0.10mg/100g程度の蓄積であれば可能と思われる。しかし、スッポンの成魚の摂餌量が体重の0.8%/日程度と少ないことや、飼育環境の変化によって摂餌が不活発なることなどから、計画的にカボス飼料を給餌してかぼすスッポンを作出することはなかなか困難であると思われる。

また、スッポンについてもドジョウと同様に死亡が認められた。これらのことから、健康状態をモニタリングする指標を用いて、カボス粉末を摂餌すること、飼育水中に懸濁、または成分が溶出することについて、飼育魚に与える影響を見ていく必要がある。

## 参考文献

木藪仁和, 川上恵. 地域養殖業拡大総合対策事業-2. かぼすブリ付加価値総合対策事業. 平成26年度大分県農林水産研究指導センター水産研究部事業報告: 110-113.

## ウナギの性決定条件の解明

—ウナギ種苗の放流効果の向上—

(予備試験調査費)

徳光 俊二

### 調査の目的

ニホンウナギ (*Anguilla japonica* : 以下ウナギという) は絶滅する危険性が高い絶滅危惧種に指定(国際自然保護連合IUCN 2014) されており、大分県においても漁獲量の減少が著しい。

ウナギは多くの河川で漁業権魚種に指定され、種苗放流による増殖が行われてきた。養殖ウナギのほとんどは雄になるため、ウナギの性決定が行われる体重50g<sup>1)</sup>以下のサイズで放流することが理想と考えられるが、具体的な手法の開発は行われていない。一方、河川で漁獲されるウナギはむしろ雌に偏っており、特に河川中上流部で漁獲されるウナギのほとんどが雌である。これは雄が100gサイズから成熟し、雌より早く降海するためと考えられ、雄の放流が漁獲に結びつかないことも問題となる。

雌を作出するために種苗生産現場では雌性ホルモン ( $\beta$ -エストラジオール) の投与や養殖飼育した低成長群 (1.5%day<sup>-1</sup>以下) の再養成<sup>2)</sup>により作出されるが、新たな手間とコストが発生する。

このため、ウナギの性決定に関係する要素を確認するために、性分化時期から発達段階の生殖腺を時系列毎に組織観察することにより性決定条件に関する条件および性比の傾きを確認する。これにより、種苗放流用のウナギの養成方法と放流効果を再検証するための基礎的知見を得ることを目的とする。

### 調査の方法

2016年8月6日にA養殖場で0歳のウナギを大小選別を行い、大サイズから30尾をサンプリングした(図1)。また、9月26日に小サイズの再選別を行い、そのうちの中サイズから30尾をサンプリングした。

また、2016年8月25日にB養殖場で0歳のウナギを5段階に選別し、そのうちの最大サイズから30尾をサンプリングした。また、11月7日に中サイズとされた群から30尾をサンプリングし、さらに、2017年4月4日に最小サイズとされた群から30尾をサンプリ

ングした。

サンプリングしたウナギは肉眼視で生殖腺観察を行い、不明または未成熟と判別したものは組織切片観察により再検査した。また、一部の雄個体も組織切片観察を行った。

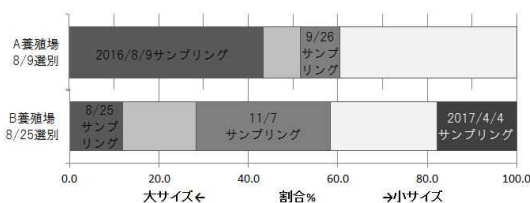


図1 養殖場における選別群の尾数割合

また、2017年4月11日にB養殖場で選別した0歳のウナギのうち、小サイズのウナギを200尾購入し、当所のFRP1t水槽を用いて飼育した。給餌は週3回飽食給餌とし、水温は自然水温とした。その後50g程度に成長したものを適時サンプリングし、同様に性判別を行った。

### 結果および考察

サンプリングした各養成群の性比を表1に示す。A養殖場の9月26日とB養殖場の4月4日は放流用に出荷されたため、やや小さいサイズでのサンプリングとなった。また、低成長群の組織切片観察は今後行う予定である。

養殖ウナギの雄の割合はいずれも90.9~100.0%と雄に偏っており、雌と判別された個体は11月7日にB養殖場で採取した1尾のみであった。また、雄個体の一部を組織切片観察をした結果、中成長群の中に雄の精巢中に卵母細胞を有した個体が高い比率で観察された。千葉ら(1999)はこれら雄間性個体が養殖ウナギに約20%出現するとしており、遺伝的雌の卵巣分化が飼育環境の何らかの影響を受けて抑制される、あるいは精巢への分化が促進されている可能性が指摘されている。また、高成長群にこのような個体が出現していないこともあり、今後観察個体数を増やして精査する必要がある。

表1 養殖場のウナギ各成長群の性比および雄間性個体の出現率

	高成長群		中間成長群		低成長群
	8/9A養殖場	8/25B養殖場	9/26A養殖場	11/7B養殖場	4/4B養殖場
TL(mm)	332±32	346±28	285±23	339±50	239±63
BW(g)	43.70±12.64	51.65±13.65	25.35±7.19	50.02±26.08	18.98±22.27
♂(尾)	30 (23)	30 (23)	31 (27)	29 (27)	未 (3)
うち雄間性個体	0/4	0/4	3/5	3/4	未
♀(尾)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (0)	未 (0)
未成熟(尾)	3 (10)	0 (2)	2 (6)	2 (5)	未 (24)
計	33	30	33	31	27
雄の割合(%)	90.9	100.0	93.9	93.5	-

※ ( )内は生殖腺の形状観察で判定した数

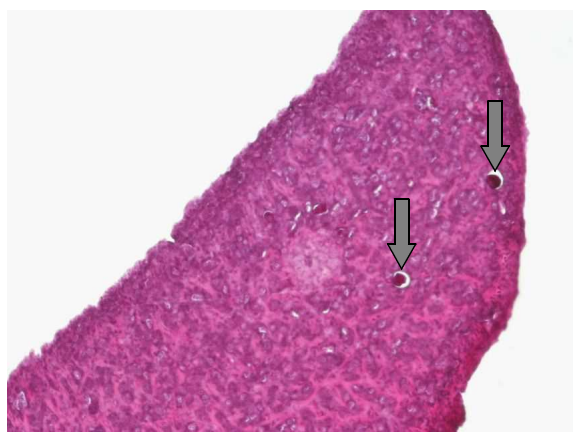


写真1 精巣の中に観察された卵母細胞

当所FRP水槽で飼育した低成長群のウナギの成長は悪く、初期飼育期に低成長であった性質をそのまま維持しているようであった。2018年3月6日に50g

程度に成長したウナギ11尾をサンプリングしたが、すべて雄であった。服部ら (2017) は低成長群には雌が多く含まれているとしており、引き続き、飼育を続けるとともに、生殖腺観察を行い、性比を精査したい。

## 文 献

- 1)千葉洋明・岩田宗彦 (1999) ウナギの性：雌雄は環境によって変わるかー遡上過程の性分化ー. 月刊海洋,31 (5),297-303
- 2)服部克也・岩田友三・鈴木貴志 (2017) 養鰻場から出荷されたニホンウナギの成長と性比から構想した放流用ウナギ集団の作出モデル. 愛知水試研報,22,1-8.