

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・樋下雄一・徳光俊二

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

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 (該当なし)
 - 養殖衛生管理技術講習会 (表 3)

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 4)

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 5)
- 2) 疾病発生対策
 - 疾病の検査・診断 (表 6)
- 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 地域合同検討会議

実施時期	実施場所	構成員	内容
2017年 2月2～3日	滋賀県	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 2 県内養殖衛生対策会議

実施時期	実施場所	構成員	内容
2016年12月16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3 養殖衛生管理技術講習会

実施時期	実施場所	出席者	内容
2016年12月2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	魚病発生状況とその対策 水産用医薬品の適正使用等について

表4 薬剤耐性菌実態調査

実施時期	実施場所	対象魚	内容
2016年6月	宇佐市 安心院町	ヤマメ アユ	細菌分離とディスク法による感受性測定 <i>Aeromonas salmonicida</i> (2株) <i>Pseudomonas anguilliseptica</i> (1株)
2016年7月	宇佐市 安心院町	ヤマメ	<i>Aeromonas salmonicida</i> (2株)
2016年8月	宇佐市 安心院町	ウナギ ホンモロコ ヤマメ	<i>Edwardsiella tarda</i> (2株) <i>Aeromonas hydrophila</i> (1株) <i>Aeromonas salmonicida</i> (1株)
2016年11月	宇佐市 安心院町	ウナギ	<i>Edwardsiella tarda</i> (1株)
2017年1月	宇佐市 安心院町	アユ	<i>Pseudomonas anguilliseptica</i> (1株)
2017年2月	宇佐市 安心院町	アユ	<i>Pseudomonas anguilliseptica</i> (1株)

表5 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
2016年				2016年			
4月5日	竹田市	アマゴ、ニジマス		11月7日	杵築市	ウナギ	
4月6日	杵築市、豊後高田市	ウナギ、スッポン		11月8日	玖珠郡	ヤマメ	
4月7日	九重町	ヤマメ		11月29日	由布市、竹田市	ヤマメ、アマゴ、スッポン	
4月11日	日田市	ヤマメ		2017年			
4月12日	由布市	ヤマメ、アユ		1月24日	玖珠町、九重町	ヤマメ、アユ	
4月14日	中津市	アマゴ		1月25日	竹田市、由布市	アマゴ、ニジマス	
4月27日	由布市	スッポン、ウナギ		1月27日	由布市	ヤマメ、アマゴ、スッポン	
4月28日	豊後高田市	スッポン		1月30日	豊後高田市	スッポン	
5月10日	豊後高田市	スッポン		2月1日	宇佐市	ウナギ	
5月24日	宇佐市	ドジョウ	養殖資材調査	2月7日	九重町	ヤマメ	養殖資材調査
5月26日	宇佐市	ドジョウ	疾病調査	2月8日	中津市、日田市	ヤマメ、アマゴ、アユ	疾病調査
5月30日	九重町	ヤマメ	および防疫指導	2月9日	杵築市	ウナギ	および防疫指導
6月29日	佐伯市	アユ		3月8日	由布市、中津市、宇佐市	ヤマメ、アユ、スッポン	
7月4日	豊後大野市	アユ		3月9日	佐伯市、竹田市	ヤマメ、アマゴ、ニジマス	
7月8日	杵築市	ウナギ		3月10日	杵築市、豊後高田市、宇佐市	ウナギ、スッポン	
7月21日	竹田市	アマゴ、ニジマス		3月14日	竹田市	ヤマメ、アマゴ、ニジマス	
7月22日	日田市	ヤマメ		3月16日	宇佐市	スッポン	
7月25日	由布市	ヤマメ、アユ、ウナギ		3月17日	玖珠町、九重町	アユ、ヤマメ	
7月28日	臼杵市	スッポン		3月23日	日田市	ウナギ	
8月26日	豊後大野市	アユ		3月29日	中津市、日田市	アユ、アマゴ、ウナギ	
9月2日	宇佐市	ドジョウ		3月30日	由布市	ウナギ、スッポン、ヤマメ	
9月8日	宇佐市	ドジョウ					

表 6 疾病の検査・診断（魚種別検査・診断件数）

魚種名	疾病名	2016年										2017年			計		
		月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3			
アユ	異型細胞性鰓病				1	1		1									3
	細菌性冷水病				1	2											3
	シュートモナス・アンギレセプティカ感染症				1							1	1				3
	不明	1				1	1	1				1	1	1			7
	冷水 + <i>E.ict</i> 検査(陰性)										1	2					3
	冷水病保菌検査(陰性)	1												1			2
アユ小計		2	0	3	4	1	2	0	0	1	4	3	1				21
アマゴ	不明											1					1
アマゴ小計		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0				1
ヤマメ	せつそう病				1	2	1										4
	胃鼓脹症				1												1
	白点病											1					1
	その他				1		1					1					3
	不明															1	1
ヤマメ小計		0	0	3	2	2	0	0	0	0	2	0	1				10
ウナギ	パラコロ病						3	1		1							5
	トリコジナ症															2	2
ウナギ小計		0	0	0	0	3	1	0	1	0	0	0	0	2			7
スッポン	運動性エロモナス症													1			1
スッポン小計		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0			1
コイ	白点病							1									1
	KHV保菌検査(陰性)								1								1
コイ小計		0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0		2
ホンモロコ	運動性エロモナス症						1										1
	不明						3	1									4
ホンモロコ小計		0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0			5
合 計		2	0	6	6	10	5	1	1	1	7	4	4				47

漁場環境・水生生物に関するモニタリング調査－1

山国川、大分川、大野川および番匠川の禁漁期間は妥当か？

～遡上アユの孵化時期から推定した産卵時期との比較～

畔地和久

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。なお、調査河川は県北地域の山国川も加えた。

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、山国川では河口から3.0km上流の潮止堰堤の下、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。

採捕日におけるアユ遡上量の経時変化を調べるために、投網1回当たりの採捕尾数から相対度数のデータを得た。なお、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、耳石を摘出した。

アユの孵化日を調べるために、Tsukamoto and Kajihara¹⁾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、採捕日における遡上量の経日変化を考慮し、各個体の孵化日を孵化時期の旬ごとに集計し、相対度数のデータを得た。

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 = $10^{2.8623/\text{水温}^{1.4668}}$ ）²⁾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、2016年遡上アユの採捕結果を示す。2016年2月15日から5月23日にかけて、調査した4河川で合計1,015尾の遡上アユを採捕した。

図2に、調査河川の採捕日における投網1回当たりの採捕尾数の相対度数（%）の経日変化を示す。山国川の採捕は3月16日から始まり、ピークは4月15日であった。大分川の採捕は3月2日から始まり、ピークは4月5日であった。大野川の採捕は3月15日から始まり、ピークは3月23日であった。番匠川の採捕は2月15日から始まり、ピークは3月22日であった。

図3に、山国川の遡上アユにおける孵化時期の分布を示す。山国川の孵化時期は10月上旬～1月上旬、孵化ピークは11月下旬であった。

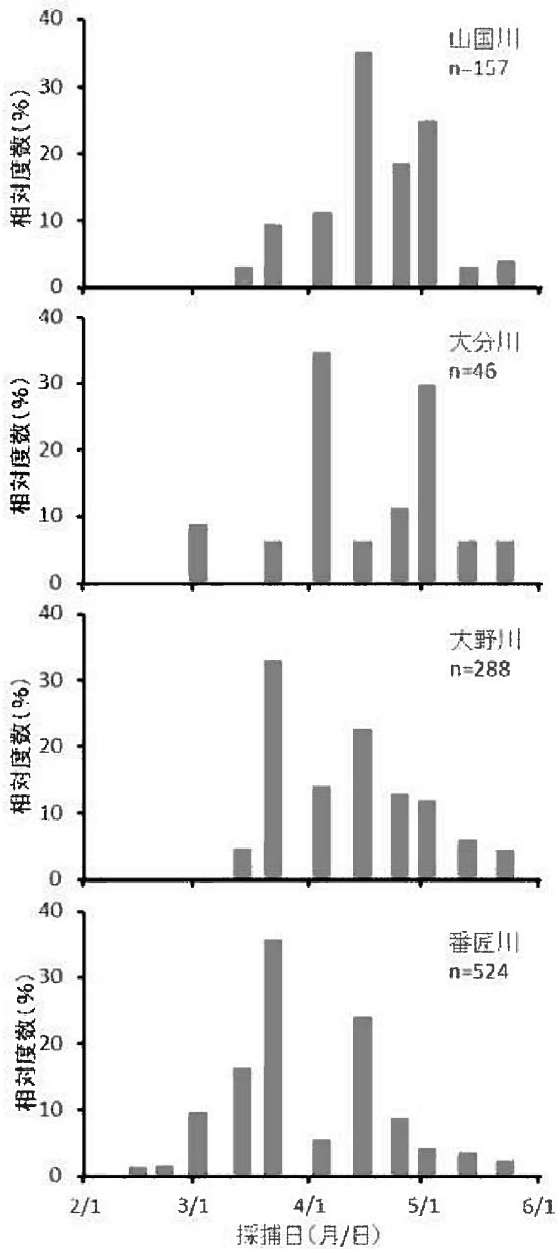


図2 調査河川の採捕日における投網1回当たりの採捕尾数の相対度数 (%) の経日変化

図4に、大分川の遡上アユにおける孵化時期の分布を示す。大分川の孵化時期は11月上旬～1月上旬、孵化ピークは11月下旬～12月上旬であった。

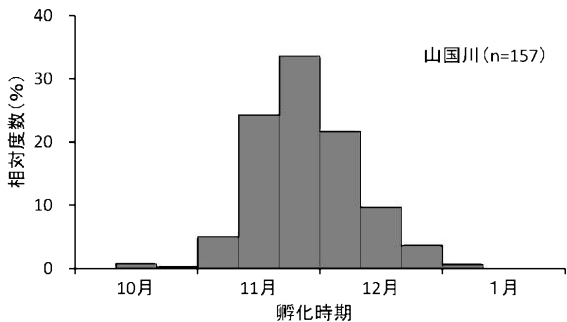


図3 山国川の遡上アユにおける孵化時期の分布

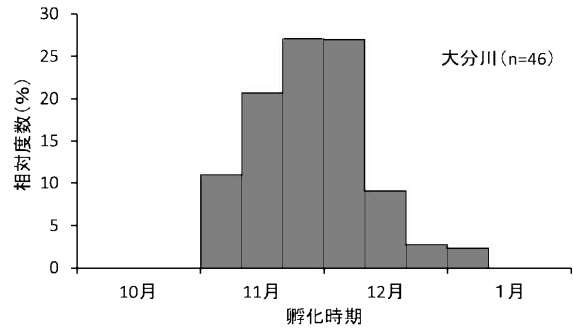


図4 大分川の遡上アユにおける孵化時期の分布

図5に、大野川の遡上アユにおける孵化時期の分布を示す。大野川の孵化時期は10月上旬～1月中旬、孵化ピークは11月下旬～12月上旬であった。

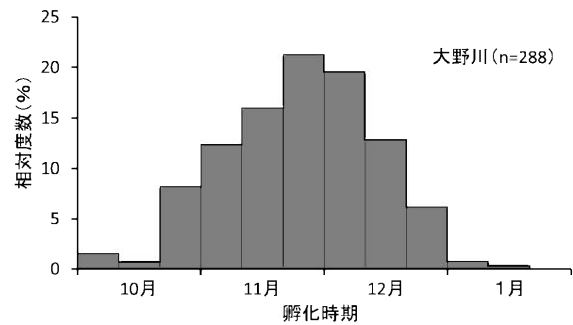


図5 大野川の遡上アユにおける孵化時期の分布

図6に、番匠川の遡上アユにおける孵化時期の分布を示す。番匠川の孵化時期は10月中旬～2月中旬、孵化ピークは12月上旬であった。

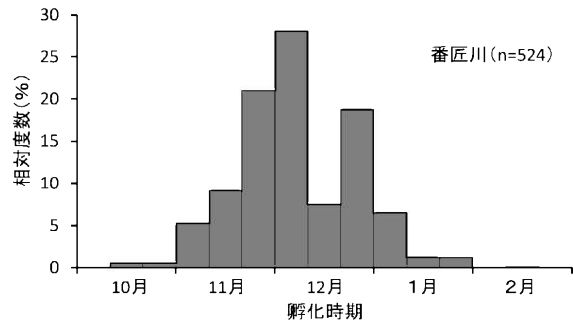


図6 番匠川の遡上アユにおける孵化時期の分布

図7に、調査場所付近における2015年9月～12月の旬平均水温と標準偏差の変化を示す。山国川の旬平均水温は9.5℃～25.4℃で推移し、平均水温は17.5℃であった。大分川の旬平均水温は11.1℃～21.8℃で推移し、平均水温は16.7℃であった。大野川の旬平均水温は10.5℃～21.8℃で推移し、平均水温は16.5℃であった。番匠川では13.8℃～22.3℃で推移し、平均水温は18.5℃であった。

山国川の水温データから推定した産卵時期は9月下旬～12月上旬、産卵ピークは11月中旬であった。その結果、山国川のピーク以降の産卵時期は禁漁期間（9月10日～11月10日）を越えていた。

大分川の水温データから推定した産卵時期は10月下旬～12月中旬、産卵ピークは11月中・下旬であっ

た。その結果、大分川のピーク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。

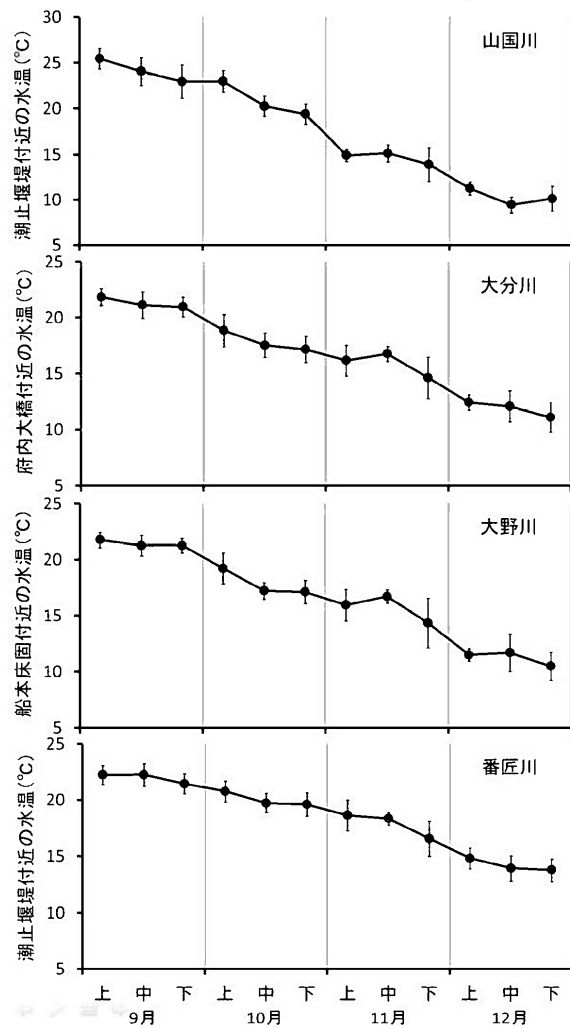


図7 調査場所付近における2015年9～12月の旬平均水温と標準偏差の変化

大野川の水温データから推定した産卵時期は9月下旬～12月中旬、産卵ピークは11月中・下旬であった。その結果、大野川の大半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時期は10月上旬～1月下旬、産卵ピークは11月下旬であった。その結果、番匠川のピーク後の産卵時期は禁漁期間（9月1日～11月30日）を越えていた。

以上のことから、調査した4河川とも産卵ピーク後の産卵期間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 2016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)
山国川	3月 4日	10:05	10.1	6	0			
	3月16日	9:30	10.7	6	3	82.9	70.1	4.2
	3月24日	9:02	12.2	2	9	78.7	65.9	2.9
	4月 1日	11:42	13.6	5	41	82.4	68.9	3.3
	4月15日	15:27	18.4	2	37	72.6	60.5	2.0
	4月25日	15:07	15.7	2	19	69.2	57.4	1.9
	5月 6日	9:10	18.3	2	43	74.7	62.4	2.4
	5月13日	17:09	20.1	3	1	80.1	65.7	2.3
	5月23日	16:02	24.7	2	3	68.4	56.0	1.7
大分川	2月15日	13:45	10.3	2	0			
	2月22日	13:50	9.4	2	0			
	3月 2日	14:30	10.6	2	3	52.0	44.7	0.7
	3月15日	11:50	10.6	2	0			
	3月23日	11:20	12.9	3	1	79.4	65.9	2.5
	4月 5日	11:02	15.3	3	20	76.9	62.9	2.6
	4月15日	11:42	16.6	3	1	70.3	57.9	1.8
	4月25日	12:15	15.3	1	2	65.3	53.5	1.5
	5月 2日	13:25	19.4	3	17	65.1	54.4	1.7
	5月13日	13:33	19.3	2	1	60.0	50.9	1.1
	5月23日	13:31	22.6	1	1	70.7	57.9	2.0
大野川	2月15日	12:50	11.5	5	0			
	2月22日	12:26	9.6	5	0			
	3月 2日	12:49	9.4	6	0			
	3月15日	9:25	9.8	10	19	89.7	75.1	4.5
	3月23日	9:25	12.9	6	104	84.2	70.5	4.1
	4月 5日	9:07	15.1	5	35	78.2	64.7	2.8
	4月15日	10:05	17.4	3	35	66.7	55.6	1.7
	4月25日	10:35	15.8	5	32	73.3	60.8	2.7
	5月 2日	12:09	18.8	6	35	64.0	53.2	1.6
	5月13日	11:35	19.5	8	21	75.0	62.4	3.3
	5月23日	11:20	22.0	4	7	65.4	55.3	1.8
番匠川	2月15日	9:50	11.8	5	6	69.8	59.1	1.8
	2月22日	9:50	10.2	6	8	73.4	62.1	2.5
	3月 2日	9:45	10.3	4	49	76.5	63.9	2.5
	3月14日	9:25	11.9	2	62	77.6	64.4	2.7
	3月22日	9:42	13.4	2	142	73.2	60.9	2.3
	4月 4日	10:02	15.9	4	36	77.8	65.1	3.2
	4月15日	8:30	16.7	2	94	64.8	53.7	1.4
	4月25日	8:18	16.6	2	31	61.8	51.0	1.4
	5月 2日	8:30	17.5	4	33	61.2	51.3	1.5
	5月13日	8:35	17.9	5	20	58.2	48.6	1.1
	5月23日	8:26	20.2	5	43	64.2	53.5	1.7

漁場環境・水生生物モニタリング調査－２

県産アユの親魚養成と採卵

猿渡 実・樋下雄一

事業の目的

放流用種苗の生産などに供する良質卵を得るため、継代飼育している大分県産の海産系アユの親魚養成と採卵を行ってきた。¹⁻⁴⁾ 本年は早期卵を得るため、電照飼育による成熟促進（日長制御）と継代数の違いによる飼育成績に及ぼす影響確認も併せて行った。

事業の方法

飼育期間

2016年4月～10月

飼育池（水槽）および飼育水

親魚の養成は内水面チームの屋外16角形シート水槽4面（直径7m×水深1m：有効水量約23m³）を用い、飼育水は河川水を使用した。なお、電照処理期間中は角型屋内シート池（縦5m×横2m×水深0.5m：河川水使用）で飼育した。

供試魚

供試魚の親魚は内水面チームで養成した大野川系継代魚（F30）で2015年10月5日に採卵したもの（以下、「F31」という。）と、2015年4月2日に大野川（大分市松岡）で採捕した天然種苗を養成し、2015年10月15日に、この雄魚と継代魚（F30）の雌を掛け合わせたもの（以下、「F1」という）である。

これらを発眼卵になった後、大分県漁業公社国東事業場（以下、「漁業公社」という）に引き渡し、孵化生産された人工種苗を翌2016年2月に内水面チームに受入れ、屋内円形コンクリート池（直径4m×水深1.3m：地下水使用で半流水）で試験飼育まで中間育成したものである。

飼育開始時の平均体重はF31が0.78g、F1が0.97gであり、例年のものに比べ小さかった。

親魚飼育

親魚の育成は表1のとおり4つの区分で行った。1区（F31）および2区（F1）は5月中下旬に飼育魚の一部を取上げ、飼育密度を下げた。3区（F31電照）および4区（F1電照）は4月25日～6月21日までの約2ヶ月間、屋内池で電照飼育（40W蛍光灯2基、20L-4D）して、その後屋外16角形シート水槽に移動した。

給餌

市販のアユ用配合飼料を自動給餌器を使用して、1日量を4～5回に分けて与えた。給餌量は摂餌等の状況を観察しながら調節した。

採卵

養成している親魚の成熟状況を調べるため、7月中旬から生殖腺指数（GSI=生殖腺重量/体重×10²）を測定した。雌のGSI値が15付近に達していれば1～2週間後には採卵可能魚が出現すると判断し、適宜選別を行い、採卵親魚を得た。卵は媒精後、孵化までの管理のために基質（商品名：サランロック）に付着させた。なお、採卵数は作業途中のロスを考慮して1gあたり2,000粒として計算した。

卵管理

採卵後の受精卵は遮蔽した屋内水槽で管理を行い、翌日から1日毎にプロノポール製剤（商品名：パイセス）を使い卵消毒を実施した。採卵7日後を目安に発眼卵を1日毎に洗卵し、孵化1～2日前に種苗生産機関である漁業公社に引き渡した。なお、一部は大野川漁業協同組合の協力を得て、大野川での発眼卵放流に使用した。

事業の結果

飼育成績

飼育水として河川水を使用したのが、梅雨期の6月に濁水による影響などで給餌ができない日が例年に比べ長く続いた。

親魚養成の結果、採卵時期前の9月2日には1区（F31）は体長が129mm、体重が27.9g、2区（F1）は体長が139mm、体重が35.5gであった。また、3区（F31電照）では体長が143mm、体重が41.1g、4区（F1電照）は体長が137mm、体重が35.8gとなり、例年に比べ成長が悪かった。⁴⁾ 親魚系統（継代数）で見ると相反する結果となった。両者に差がみられた要因は、河川水の濁りで餌止めした期間の長短によるものと考えられる。9月下旬からの採卵期には雌で体重50～75g、雄が40～65gになった。

飼育水温

4月から10月にかけての飼育水温の推移を図1に示した。内水面チームでは河川水を使用しているため、水温（10

時測定)は13.1℃から26.3℃の間で推移した。期間中の平均水温は20.3℃であった。

成熟

成熟促進のため電照した3区(F31電照)、4区(F1電照)では8月中旬には生殖腺の発達がみられ、9月上旬には雌雄ともに成熟が進んだ状態になり、一部はGSI値が15付近に

達するものも出現した。両区とも9月下旬は採卵可能な状態になった。一方自然日長で養成した1区(F31)、2区(F1)では8月中旬までは雌雄判別も難しい状態で、9月上旬になり成熟の兆候がみられた。その後順調に成熟し、3区および4区に約20日遅れた10月上旬に採卵可能魚が出現した。(図2)

表1 親魚飼育の区分

区分	供試魚	成熟調整	初期飼育数(尾)	備 考
1	F31	なし	1,200	5月19日に1,000尾に調整
2	F1	なし	1,600	5月22日に1,200尾に調整
3	F31	電照処理	1,000	5月22日に800尾に調整(飼育池移動時)
4	F1	電照処理	1,000	7月17日に800尾に調整(飼育池移動時)

いるといえる。さらに1尾あたりの採卵数を体重100gに

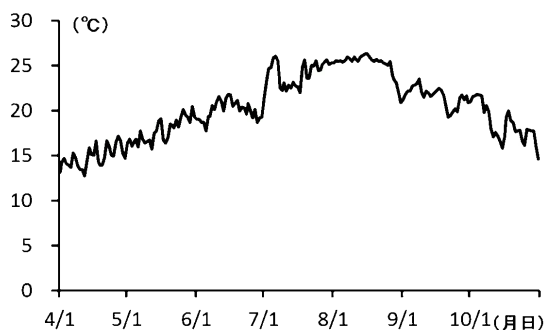


図1 研究所の河川水温の推移(4~10月)

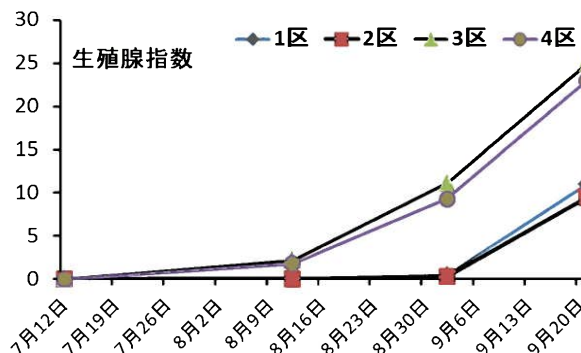


図2 親魚(雌)の生殖腺指数(GSI)の推移

採卵

採卵の結果および採卵数の推移を表2および図3に示した。1区(F31)では10月7日~14日の間で、9,637千粒を、2区(F1)では10月11日~24日の間で、10,702千粒を採卵した。一方、成熟が早く進んだ3区(F31電照)では、前2者よりも20日程度早期の9月21日~26日の間に2,226千粒を採卵した。4区(F1電照)でも9月26日~10月3日の間に4,644千粒を採卵した。親魚系統(継代数)では長期継代の1区(F31)および3区(F31電照)は採卵が短い期間で終わるのに対し、2区(F1)および4区(F1電照)の少し始まりが遅く、長い期間を要した。

親魚(雌)の1尾あたりの採卵数は魚体が小さいため、平均で20.2千粒であったが、これを体重100gに換算すると34.5千粒となり、ほぼ前年並み⁴⁾であった。種苗間で見るとバラツキはあるが、顕著な差はみられなかった。

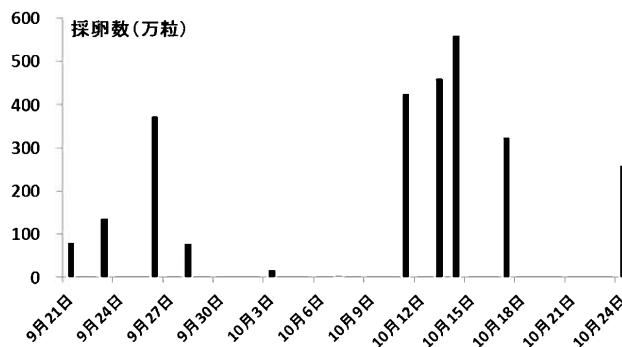
親魚養成雌魚のうち、採卵期間中に採卵できた雌魚の割合を採卵魚率(%)とすると、1区(F31)は90.6%、2区(F1)は80.7%と高い値を示した。一方、電照飼育した3区(F31電照)および4区(F1電照)では成熟にバラツキがみられたことで、それぞれ53.7%、68.5%となり、明らかに低下した。

以上のことから長期継代のF31では、通常飼育(自然日長)で雌の9割から採卵でき、効率的な生産に適して

換算すると36.7千粒となり、過去¹⁻³⁾に比べて向上している。

昨年度に放流用の種苗生産も考慮して、継代魚(♀)に大野川天然魚(♂)を掛け合わせF1魚を作出した。その種苗を本年の試験に用いたが、産卵時期が少し遅れる、成熟にバラツキがあるなどの天然魚の特徴がみられるが、親魚として十分使用できると思われた。

また、電照飼育による成熟促進については、昨年引き続き安定した結果が得られた。種苗生産時期調整



に活用できると考えられる。(図3)

図3 採卵期間中の採卵数の推移

表2 採卵の結果

区 分	使用親魚(尾)		採卵時期 (ピーク)	採卵数 (千粒)	♀ 1尾当たりの 採卵数(千粒)	♀体重100g当たりの 採卵数(千粒/100g体重)
	♀	♂				
1 F31	457	203	10/7~14 (10/11)	9,637	21.1	36.7
2 F1	465	221	10/11 ~24 (10/14)	10,702	23.0	31.6
3 F31 (電照)	130	60	9/21~26 (9/23)	2,226	17.1	29.2
4 F1 (電照)	239	105	9/26~10/3 (9/26)	4,644	19.4	40.7
	1,291	589	9/21~10/24	27,209	20.2(平均)	34.5(平均)

文 献

- 1) 猿渡実・畔地和久. 淡水生物増殖技術開発事業(1) アユの親魚養成と採卵. 平成19年度大分県農林水産研究センター水産試験場事業報告; 279-280.
- 2) 猿渡実. 淡水生物増殖技術開発事業(1) アユの親魚養成と採卵. 平成20年度大分県農林水産研究センター水産試験場事業報告; 326-327.
- 3) 猿渡実. 淡水生物増殖技術開発事業(1) アユの親魚養成と採卵. 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; 290-291.
- 4) 猿渡実・樋下雄一. 漁場環境・水生生物モニタリング調査-2 県産アユの親魚養成と採卵. 平成27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; 255-256.

漁場環境・水生生物に関するモニタリング調査－3 メンノツラ谷に混在するイワメおよびアマゴ个体群の資源量調査

畔地 和久

調査の目的

イワメはサケ科魚類独特の幼魚斑（パーマーク）などがない無斑型のアマゴ（*Oncorhynchus masou ishikawae*）あるいはヤマメ（*O. masou masou*）の地域個体群である。その生息域は、極めて狭い範囲に限られ、関東から九州にかけて6か所で確認されている。なお、九州では大野川水系波木合川メンノツラ谷の1 km程度の区間のみである。¹⁾

また、メンノツラ谷の溪谷斜面は広く人工の杉林で被われ、谷面の崩壊や伐採・林道の施設などに伴う土砂の流出がみられる。このように、イワメの生息環境は気象の変動や人為的な影響を受ける状況下であり、個体群の減少や消滅が懸念される。このことから、メンノツラ谷に生息するイワメは大分県の天然記念物に指定されている。その保全のためには、メンノツラ谷に混在するイワメおよびアマゴ個体群の分布状況を継続して把握することが不可欠である。

メンノツラ谷は落差10mの滝や大きな岩石などがあり、調査に機動性が求められる。また、調査水域は降雨等による濁りを除くと清澄であり、水中で魚を肉眼で直接観察する潜水目視調査に適した水質を有している。

そこで、メンノツラ谷に生息するイワメの保全を目的とした知見を得るために、1994年に生息状況調査を開始した。²⁾さらに、メンノツラ谷に混在するイワメおよびアマゴ個体群の資源量を推定するために、1999年から潜水目視調査を実施している。³⁾

調査区間の概要

図1に、調査区間の概要を示す。調査位置を判別するために、調査区域の流程位置の基準（ランドマーク）として、調査区間の下流から順に、淵（上流側と下流側を早瀬で区切られた、滞留部を有する深み）ごとに淵番号（stナンバー）を付近の岩にペイントラッカーでマーキングした。淵番号は、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.-1～-9（砂

防堰堤上）、上流側の淵を順にst.1～134とした。

また、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。すなわち、O（st.-9下）は調査区間の始点である砂防堰堤を表し、A（st.17上）は農業用の頭首工（取水堰）の位置を示し、B（st.53上）はアマゴの生息域の上端である鎧淵の滝を、C（st.80）はタカハヤの生息域の上端を、D（st.93）は移植放流によらない在来イワメ生息域の上端を表している。なお、E（st.134上）は5合目避難小屋横の砂防堰堤で、調査区間の終点である。

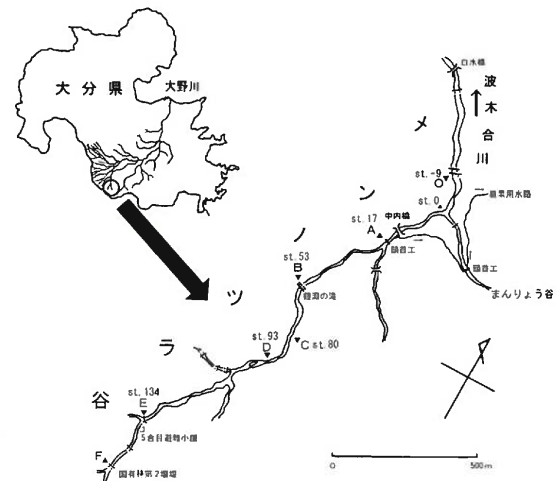


図1 調査区間の概要

調査の方法

1. 河川水温および気象状況の把握

メンノツラ谷の河川水温を把握するため、水中用温度計測データロガー（onset社製TidbiTv2）をA（st.17上）の取水堰上流（st.20.5）に設置し、30分ごとの水温データを得た。

メンノツラ谷付近の気象状況を把握するため、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。

2016年の河川水温、気温および降水量を平均値との違いの程度を表すため、観測された水温、気温および降水量が、平均値を計算した期間の累積度数が

上位33%以上の場合に「高い(多い)」、下位33%以下の場合に「低い(少ない)」、それ以外の場合に「平年並み」とした。なお、上位10%の値を超える場合には「かなり高い(多い)」、下位10%以下の場合には「かなり低い(少ない)」と表現した。

2. イワメおよびアマゴ个体群の資源量の推定

メンノツラ谷に混在するイワメおよびアマゴ个体群の資源量を推定するために、潜水目視調査を実施した。その方法は調査区間内を潜水目視により観察し、確認したイワメおよびアマゴの位置および目視数を5cm幅の目測全長階級別に記録した。そして、資源量は目視数から目視率値で除して推定し、目視率値はこれまでの調査結果から0.4とした。³⁾また、イワメおよびアマゴ个体群の資源量を評価するために、2006~2016年の推定資源量の経年変化から最大値~0を3分割し、資源水準を「高位・中位・低位」の3段階で区分した。なお、本年度調査は8月10日にO~B間を、12日にB~E間を行った。

また、在来群生息区間(O~D)上流への移殖放流がイワメの生息量の増加にどの程度効果があるのかを調べるために、1998年5月に移殖放流を行った。⁴⁾

調査の結果

1. 河川水温および気象状況

図2に、取水堰上流における2016年の旬平均水温と標準偏差の変化を示す。2016年の旬平均水温は3.6~19.7℃で推移し、年平均水温は11.9℃であった。また、標準偏差は平均水温10℃以下の時期に大きく、10℃を超えた時期に小さい傾向であった。

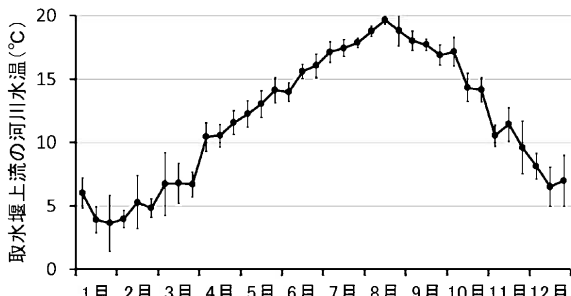


図2 取水堰上流における2016年の旬平均水温と標準偏差の変化

図3に、取水堰上流における2016年の旬平均水温偏差の変化を示す。2016年の旬平均水温偏差は-1.1~+2.4で推移し、1年を通じて、平均値よりかなり高い時期が47.2%、高い時期が27.8%観測された。特に、4月上旬以降はかなしい高い時期が51.9%、高い時期が33.3%を占めた。

図4に、竹田アメダス観測所における2016年の旬平均気温偏差の変化を示す。2016年の旬平均気温偏差は

差は-1.9~+4.3で推移した。また、1年を通じて、かなり高い時期が27.8%、高い時期が36.1%観測されたため、年平均気温は平年よりかなり高かった。特に、4月上旬以降はかなしい高い時期が29.6%、高い時期が48.1%を占めた。

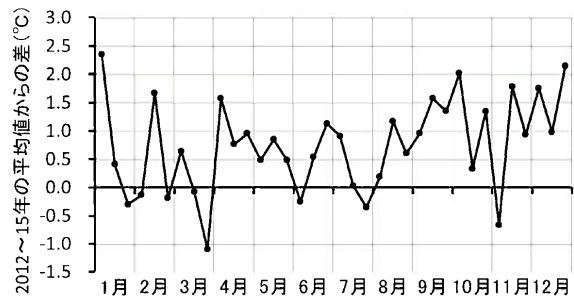


図3 取水堰上流における2016年の旬平均水温偏差の変化

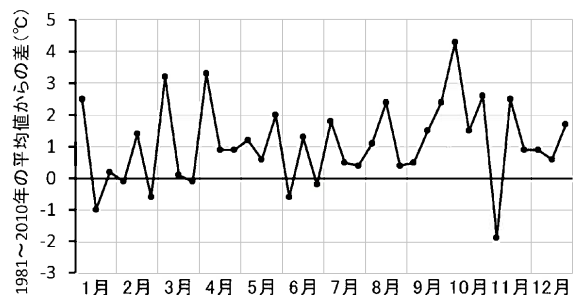


図4 竹田アメダス観測所における2016年の旬平均気温偏差の変化

図5に、竹田アメダス観測所における2016年の旬降水量の平均値に対する比の変化を示す。2016年の旬降水量の平均値に対する比は0~391%で推移し、年降水量は平年より多かった。特に、梅雨前線や台風の影響で6月下旬および9月中旬の降水量は300mmを超えて、かなり多かった。一方、梅雨明け後の7月下旬から8月下旬までの降水量は高気圧に覆われたため、かなり少なかった。

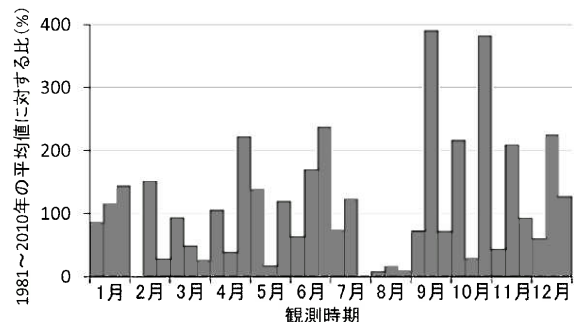


図5 竹田アメダス観測所における2016年の旬降水量の平年値に対する比の変化

2. イワメおよびアマゴ个体群の推定資源量

図6に、在来群生息区間(O~D)におけるイワメの推定資源量の経年変化を示す。推定資源量は50~685尾の範囲で推移した。なお、2016年の推定資源量は378尾で、資源水準は中位であった。2013年以

降の資源動向は増加傾向であった。

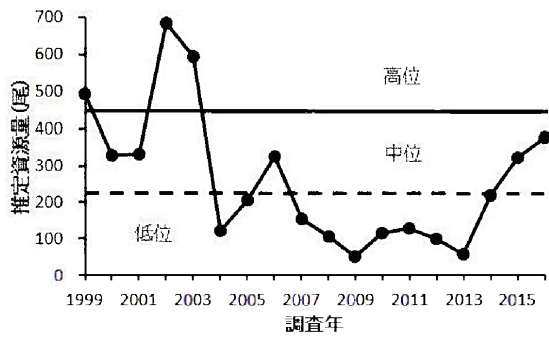


図6 在来群生息区間におけるイワメ推定資源量の経年変化

図7に、移殖放流区間（D～E）におけるイワメ推定資源量の経年変化を示す。推定資源量は20～458尾の範囲で推移した。なお、2016年の推定資源量は295尾で、資源水準は中位であった。2002年以降の資源水準は中位～高位で、資源動向はほぼ横ばいであった。

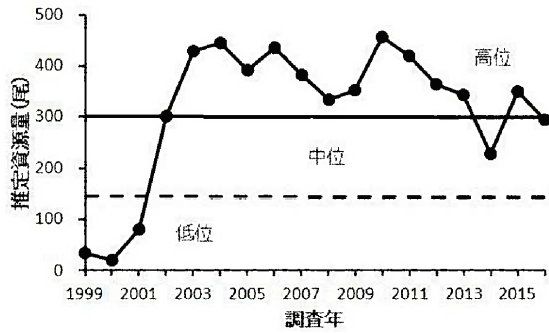


図7 移殖放流生息区間におけるイワメ推定資源量経年変化

図8に、アマゴ生息区間（O～B）におけるアマゴの推定資源量の経年変化を示す。推定資源量は18～273尾の範囲で推移した。なお、2016年の推定資源量は178尾で、資源水準は中位であった。2012年以降の資源水準は中位～高位で、資源動向は増加傾向であった。

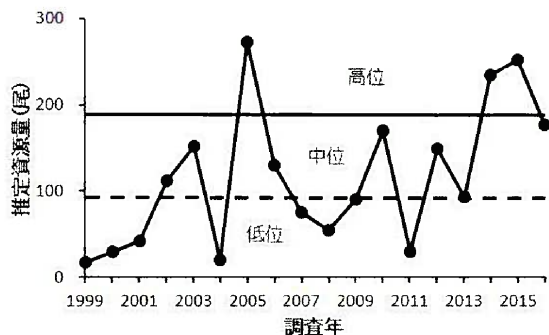


図8 アマゴ生息区間におけるアマゴ推定資源量の経年変化

図9に、2009～2016年までの在来群生息区間におけるイワメの目視全長組成の経年変化を示す。なお、最頻度値は2009～2015年が10～15cm、2016年が15～20cmであった。

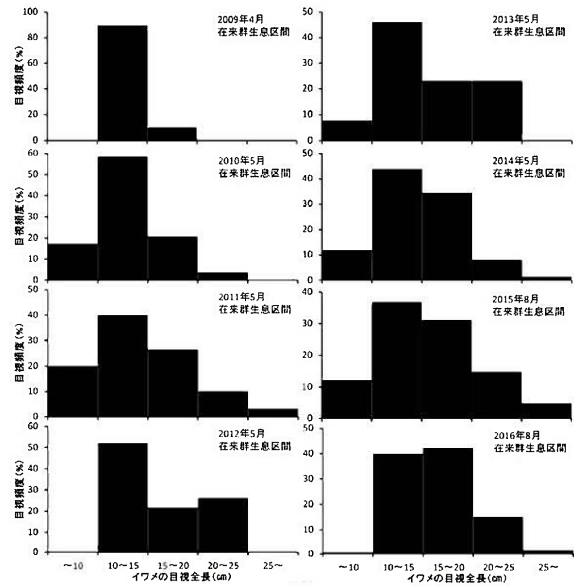


図9 在来群生息区間におけるイワメの目視全長組成の経年変化

図10に、2009～2016年までの移殖放流区間におけるイワメの目視全長組成の経年変化を示す。なお、最頻度値は2009～2010年、2012～2013年および2015年が10～15cm、2011年が10cm未満、2014年および2016年が15～20cmであった。

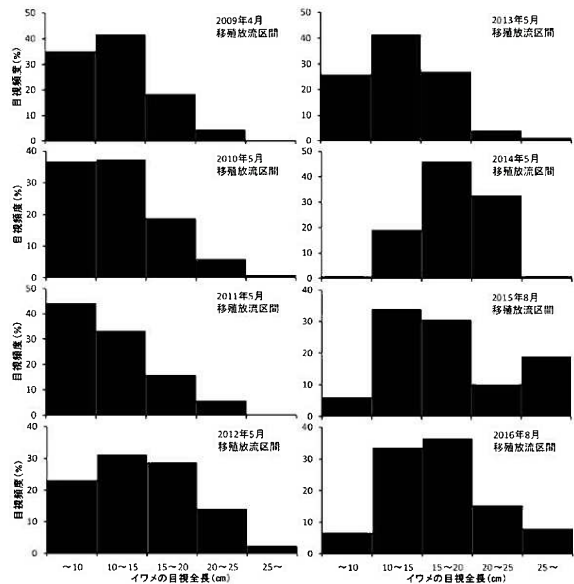


図10 移殖放流区間におけるイワメの目視全長組成の経年変化

図11に、2009～2016年までのアマゴ生息区間におけるアマゴの目視全長組成の経年変化を示す。なお、最頻度値は2009～2011年および2013～2014年が10～15cm、2012年が10cm未満、2015～2016年が15～20cmであった。

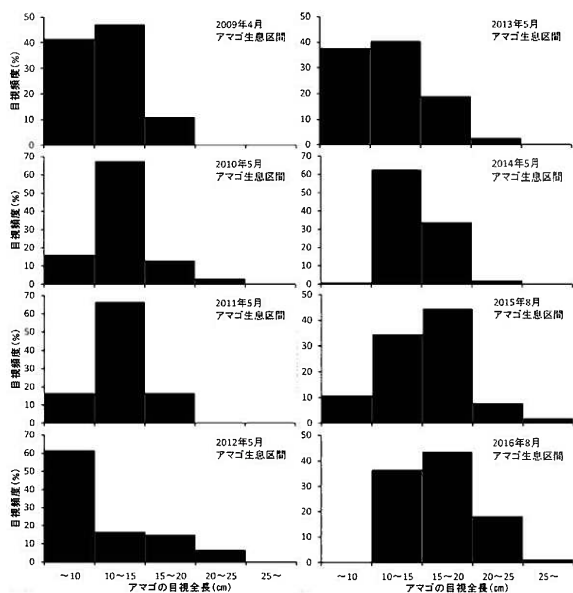


図11 アマゴ生息区間におけるアマゴの目視全長組成の経年変化

図12に、2009～2016年までの各年に、移殖放流区間で目視したイワメの全長10cm未満の頻度(%)と、その年に推定した資源量(尾)の関係を示す。目視全長10cm未満の頻度と推定資源量(尾)には、有意な正の相関関係があった。つまり、目視全長10cm未満の頻度が高いほど推定資源尾数が多かった。

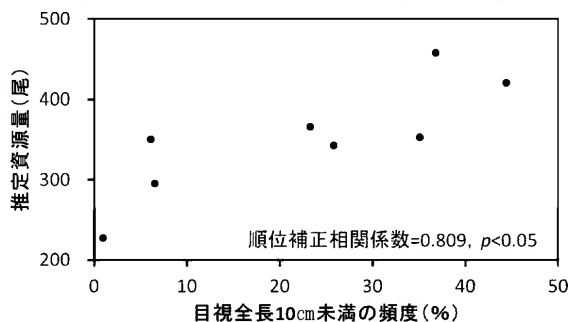


図12 移殖放流区間におけるイワメの目視全長10cm未満の頻度(%)と推定資源量(尾)の関係

今後の課題

2016年のイワメ在来群自然生息区間、移殖放流区間およびアマゴ生息区間における資源水準は中位で、資源動向は増加傾向または横ばいであった。そのため、現状の資源管理および本調査を継続し、資源量を把握するとともに、資源の状況によっては、イワメ資源の増やすための取り組みが必要と思われる。

文献

- 1) 木村清朗. 「日本の淡水魚」山と溪谷社, 東京, 1992 ; 168.
- 2) 矢野鎌太郎, 藤枝國丸, 古川英一. 希少魚増殖対策試験. 平成6年度大分内水漁試事報1996 ; 50-58.
- 3) 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.
- 4) 徳光俊二, 猿渡実, 景平真明. 希少水生生物保存対策推進事業. 平成10年度大分海水研内事報2000 ; 48-52.
- 5) 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－４

神原川在来アマゴ个体群の資源量調査

畔地和久

調査の目的

アマゴ、ヤマメ等の溪流魚は環境の悪化や養殖魚の放流等により、在来个体群（放流された養殖魚と交配していない地付きの个体群）が絶滅の危機にある。

内水面チームでは、2003～2007年度に大野川水系神原川の在来个体群を保全するために、その生息域を遺伝子解析により特定し、その保全案を関係者に提示した。協議の結果、その生息域は2008年に禁漁および無放流となり、在来アマゴ个体群を保全するための保護区となった。

この保護区設置による在来アマゴの維持・増殖効果を把握するためには、資源量を継続して調査する必要がある。

なお、この保護区には、落差10mを越す滝や大きな岩石などがあり、調査に機動性が求められる。また、調査水域は降雨等による濁りを除くと清澄であり、水中で魚を肉眼で直接観察する潜水目視調査に適した水質を有している。

そこで、保護区設置による在来アマゴの維持・増殖効果を把握するために、資源量を潜水目視で推定した。

調査区間および方法

1. 調査区間

大野川水系神原川の一合目滝から五合目滝までの約1km区間（図1、2）である。なお、淵には下流から黄色ラッカースプレーにより番号を記している。

2. 調査方法

在来アマゴ个体群の資源量を推定するために、潜水目視調査を行った。調査は2016年10月13日に実施し、潜水観察で確認したアマゴの位置および目視数を5cm幅の目測全長階級別に記録した。そして、資源量は目視数から目視率値で除して推定した。なお、目視率値はこれまでの調査結果から0.4とした。¹⁾ また、在来アマゴ个体群の資源量を評価するために、2006～2016年の資源量の経年変化から最大値～0を

3分割し、資源水準を「高位・中位・低位」の3段階で区分した。

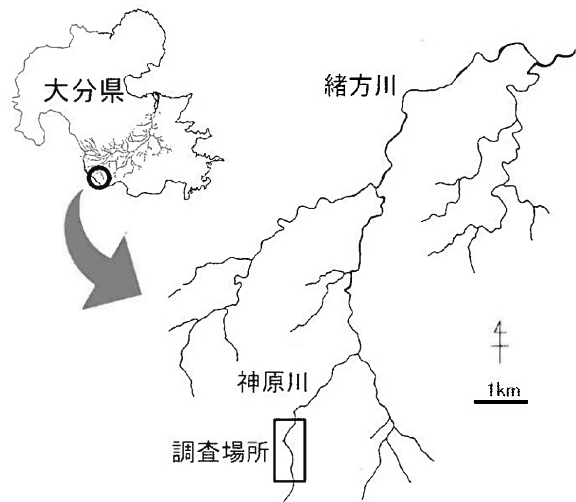


図1 大野川水系神原川と調査場所の位置

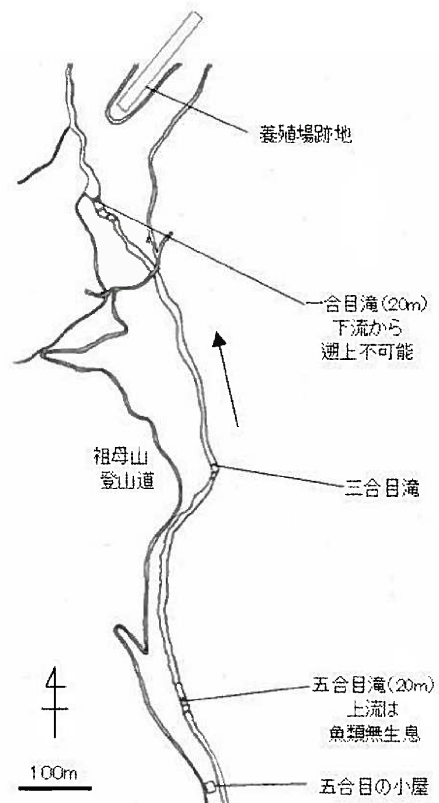


図2 調査場所の詳細

調査の結果

図3に、在来アマゴの推定資源量の経年変化を示す。推定資源量は325～1043尾の範囲で推移した。なお、2016年の推定資源量は510尾で、資源水準は中位であった。2014年以降の資源動向は横ばいであった。

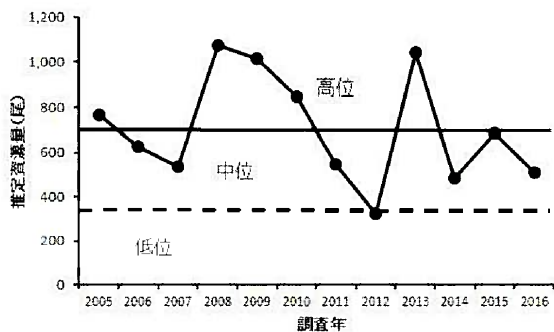


図3 在来アマゴの推定資源量の経年変化

図4に、在来アマゴの目視全長組成の経年変化を示す。なお、最頻度値は2005～2010年および2013～2016年が10～15cm、2011～2012年が15～20cmであった。

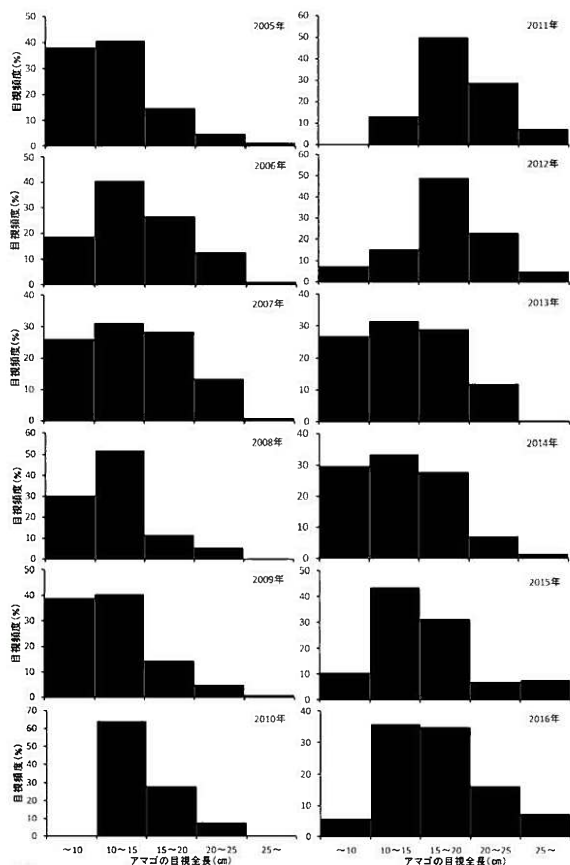


図4 在来アマゴの目視全長組成の経年変化

図5に、2005～2016年までの各年に、目視した在来アマゴの全長15cm未満の頻度 (%) と、その年に推定した資源量 (尾) の関係を示す。目視全長15cm未満の頻度と推定資源量 (尾) には、有意な正の相関関係があった。つまり、目視全長15cm未満の頻度が高いほど推定資源尾数が多かった。

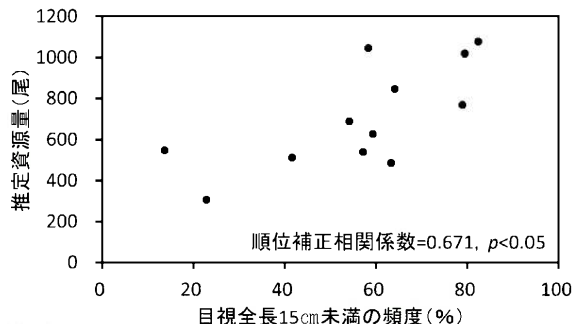


図5 在来アマゴの目視全長15cm未満の頻度 (%) と推定資源量 (尾) の関係

今後の問題点

在来アマゴの資源水準は2012年を除いて、高位～中位で推移し、資源動向はほぼ横ばいと判断される。そのため、現状の資源管理および本調査を継続し、資源量を把握するとともに、資源の状況によっては、在来アマゴ資源の増やすための取り組みが必要と思われる。

文 献

- 1) 木本圭輔・内海訓弘. 淡水生物増殖技術開発 (3) 神原川在来アマゴ個体群の資源量調査. 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－5

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)

樋下雄一

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(由布市扶間町向原)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。

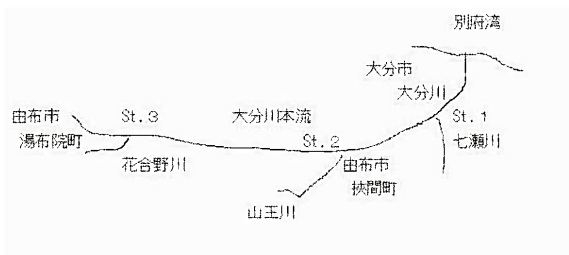


図1 調査点の位置

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10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100cm²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。^{1,2)}

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24.0℃、最低水温はSt.1で1月の7.4℃であった。DOの最高値はSt.1で2月の12.05mg/L、最低値はSt.3で7月の8.34mg/Lであった。透視度はSt.1の6月、St.2の5月と6月、St.3の6月で50cmを下回る値が観測された。

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.3の2月に最も高く、St.2の11月に最も低かった。

類型組成では、珪藻類は全調査点において、2月に最も多く優占していた。藍藻類は全調査点において8月に最も多く優占した。緑藻類はSt.3の5月において最も多く(44%)優占していた。

3) 底生動物

表5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。11月のSt.2ではユスリカ科やヒゲナガカワトビグサ科等多くの個体が採取された一方で、St.1の5月とSt.3の2月で最も個体数は少なかった。

ASPT値は8月のSt.3で8.7と最も高かった。最も低かったASPT値は11月のSt.2で5.6であった。

4) 生息魚類

表6に、St.1において投網で採捕された魚種の内訳を示した。採捕は11月のみで、オイカワとヌマチチブの2種78尾であった。

表1 水温等観測結果 (St. 1)

月日	4月26日	5月21日	6月30日	7月22日	8月29日	9月	10月26日	11月22日	12月14日	1月16日	2月28日	3月
時刻	10:40	9:55	9:45	9:52	9:45		9:40	9:31	11:51	9:45	9:48	
天候	晴	曇り	雨	晴	曇り		曇り	晴	小雨	晴	晴	
水温(°C)	17.2	20.3	19.4	23.7	24.0		17.8	15.8	12.2	7.4	8.5	
pH	7.5	7.8	7.7	7.6	7.5	欠測	7.4	7.4	7.2	7.7	7.8	欠測
DO (mg/L)	10.43	8.41	9.00	10.52	8.48		10.45	10.06	11.02	11.87	12.05	
透視度(cm)	> 50	> 50	< 50 (30cm)	> 50	> 50		> 50	> 50	> 50	> 50	> 50	
濁度 (NTU)	2.00	8.91	-	1.24	3.66		0.61	2.02	1.69	0.35	1.08	

表2 水温等観測結果 (St. 2)

月日	4月26日	5月26日	6月30日	7月22日	8月29日	9月	10月26日	11月22日	12月14日	1月16日	2月28日	3月
時刻	11:25	12:40	10:28	10:36	11:00		10:29	11:50	11:31	10:25	11:08	
天候	晴	小雨	小雨	晴	曇り		曇り	晴	曇り	晴	晴	
水温(°C)	16.9	19.9	19.0	23.0	23.6	欠測	18.3	16.3	12.3	7.9	10.0	欠測
pH	7.6	7.6	7.7	7.8	7.4		7.2	7.9	7.7	7.4	7.9	
DO (mg/L)	9.89	8.94	9.36	9.26	9.26		9.90	10.11	10.82	11.96	11.55	
透視度(cm)	> 50	< 50 (37cm)	< 50 (28cm)	> 50	> 50		> 50	> 50	> 50	> 50	> 50	
濁度 (NTU)	3.63	-	-	2.37	2.37		0.37	1.50	2.75	0.64	0.41	

表3 水温等観測結果 (St. 3)

月日	4月26日	5月21日	6月30日	7月22日	8月29日	9月	10月26日	11月22日	12月14日	1月16日	2月28日	3月
時刻	12:30	14:05	11:26	11:46	12:40		11:30	13:40	12:49	11:24	13:00	
天候	晴	曇り	雨	晴	小雨		曇り	晴	曇り	晴	晴	
水温(°C)	19.3	18.5	18.9	23.2	22.1	欠測	19.6	17.3	13.2	8.8	11.8	欠測
pH	7.6	7.4	7.4	7.1	7.1		7.2	7.4	7.2	7.2	7.9	
DO (mg/L)	8.89	8.50	8.50	8.34	8.41		9.17	9.30	10.37	11.38	10.58	
透視度(cm)	> 50	> 50	> 50	> 50	> 50		> 50	> 50	> 50	> 50	> 50	
濁度 (NTU)	5.76	2.96	2.96	1.71	3.77		1.44	1.95	2.25	0.38	0.32	

表4 附着藻類の現存量および類型組成

観測月日 調査地点	5月26日			8月29日			11月22日			2月28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	
沈殿量(mL)	1.0	1.6	2.8	2.0	2.0	1.4	0.8	1.2		2.4	3.2	2.8	
湿重量(g)	0.2119	0.5178	0.5992	0.4320	0.5188	0.5086	0.4200	0.3670		0.8188	1.4012	0.6728	
乾重量(g)	0.0531	0.0406	0.0444	0.0656	0.0684	0.0360	0.0908	0.0320	欠測	0.1252	0.1176	0.1254	
強熱減量(g)	0.0102	0.0140	0.0144	0.0222	0.0180	0.0120	0.0236	0.0082		0.0280	0.0340	0.0440	
類型組成 (%)	藍藻	1	7	0	10	59	98	1	1		0	0	0
	珪藻	92	82	56	82	39	2	90	95		96	98	97
	緑藻	7	11	44	8	2	0	9	4		4	2	3

石の表面積100cm²の範囲を採取して測定

表5 採取した底生動物の数量

調査月日 調査地点	5月26日						8月29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												
ヒラタカゲロウ科												
コカゲロウ科	2	14.6	14	184.2	2	37.8	2	52.8	4	71.8	4	460.0
マダラカゲロウ科	4	36.2	8	43.6	6	53.2			4	11.6	36	667.8
モンカゲロウ科												
トビケラ目												
ヒゲナガカワトビケラ科			40	3,640.0	38	1,313.4					6	2,222.2
カワトビケラ科												
シマトビケラ科	2	96.4	2	10.2	6	30.8	34	40.0	8	34.4		
ハエ目												
ガガンボ科					4	99.2						
ユスリカ科	2	13.0					2	0.8	2	0.8		
ヌカカ科	2	3.2										
合計	12	163.4	64	3,878.0	56	1,534.4	38	93.6	18	118.6	46	3,350.0

調査月日 調査地点	11月22日						2月28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												
ヒラタカゲロウ科					8	32.0						
コカゲロウ科			2	4.8			6	290.4	12	675.0	8	1519.4
マダラカゲロウ科			4	48.2			2	33.2				
モンカゲロウ科					4	12.2						
トビケラ目												
ヒゲナガカワトビケラ科			32	3,784.0	2	27.0	4	21.8	34	6,698.8	2	2,231.0
カワトビケラ科												
シマトビケラ科	48	248.2			2	0.4	4	13.6	12	101.6	2	46.4
ハエ目												
ガガンボ科												
ユスリカ科	2	21.4	48	43.2			6	4.6				
ヌカカ科	2	20.0										
合計	52	289.6	86	3,880.2	16	71.6	22	363.6	58	7,475.4	12	3,796.8

サーブーネットを用い、川底の30cm×30cmの範囲を2か所採取

表6 投網で採捕された魚種 (St. 1)

調査月日		5月26日			11月22日		
魚種名	項目	個体数	体長(mm)	体重(g)	個体数	体長(mm)	体重(g)
			平均±S.D	平均±S.D		平均±S.D	平均±S.D
魚種名	オイカワ				77	19.8±3.1	0.1±0.02
	ヌマチチブ				1	74.8	4.0
	合計	0			78		

(投網：26節,20回)

文 献

- 1) 環境庁水質保全局.大型底生動物による河川水域環境評価のための調査マニュアル(案).環境庁1992.
- 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付着藻類調査

樋下雄一

調査の目的

2012年7月の九州北部豪雨以降、筑後川水系の大山川、玖珠川および三隈川（以下「筑後川水系上中流域」とよぶ）においてアユの漁獲量が減少しているが、その要因は未だわかっていない。このため、減少要因を究明するため、アユの餌料環境の面から付着藻類調査を行った。

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は日田市天瀬町を玖珠川の代表点にした。St.2は日田市役所大山振興局前（日田市大山町）を大山川の代表点にした。また、玖珠川と大山川の合流点である日田漁業協同組合前（日田市高瀬）をSt.3とした。

II. 調査内容

1) 水質環境調査

水温、DO、pH、透視度等、4～3月（2016年9月、2017年3月欠測）の間月1回、計10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100cm²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）を毎月1回（計10回）調べ、9月は欠測とした。

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¹⁾ 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。

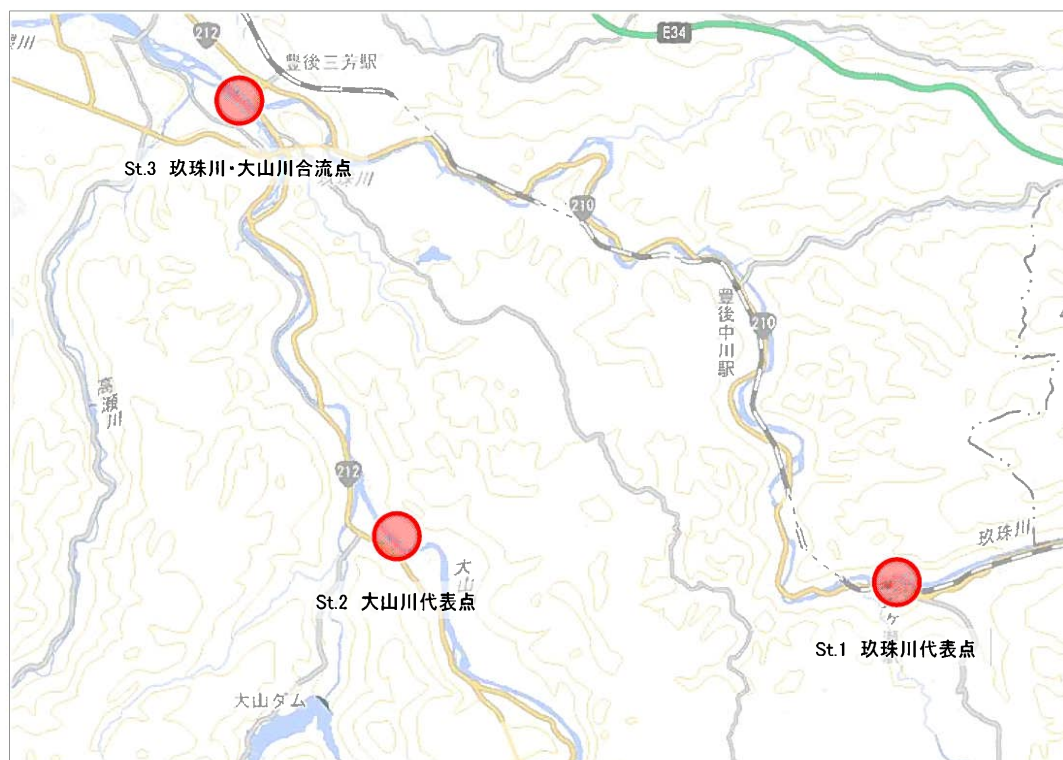


図1 調査点の位置

調査の結果および考察

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.3で8月の27.1℃、最低水温はSt.1で1月の6.9℃であった。DOの最高値はSt.3で1月の12.52mg/L、最低値はSt.1で8月の8.21mg/Lであった。透視度はSt.1の4月、5月において50cmを下回った。

2) 付着藻類

図2 に各調査点の年間平均強熱減量を示した。St.3は0.049gと最も多く、次いでSt.2で0.040g、St.1で0.037gと最も少なかった。

各調査点の月別平均強熱減量を示した（図3）。

このうち、St.3は他の調査点と比べ強熱減量の月別変化が大きい一方で、St.1、St.2は一部を除き周年を通じて0.05g以下で推移した。

藻類の現存量は、アユ等の藻の摂食量および藻の生長速度と深く関わっていると言われていたが、本年度は4月～8月の間に藍藻の類型組成の割合が高い一方で、強熱減量はそれほど多くなかった。

3調査点の月別平均強熱減量と月別平均の強熱後の試料重量（平均泥量）の関係をみると、平均強熱減量の割合は周年を通じ0.3であった（図4）。

図5に3調査点の月別平均の藻類の類型組成を示した。アユやオイカワ等の摂食により増殖が助長されるといわれる藍藻が6月に多く出現した。

表1 水質等観測結果（玖珠川代表点 st1）

月日	4月22日	5月24日	6月27日	7月26日	8月23日	9月	10月30日	11月24日	12月13日	1月17日	2月27日	3月
時刻	10:25	10:00	9:58	9:56	10:50		9:47	10:00	10:00	10:20	9:56	
天候	晴	曇	曇	晴	晴		晴	晴	曇	晴	晴	
水温(℃)	16.3	20.6	18.1	21.7	25.4	欠測	15.3	13.5	11.3	6.9	9.0	欠測
pH	8.4	7.2	7.8	7.5	7.0		7.2	7.2	7.1	7.3	7.8	
DO (mg/L)	9.53	9.26	9.28	9.07	8.21		10.45	10.80	10.92	12.33	11.47	
透視度(cm)	< 50 (18.5)	< 50 (45)	> 50	> 50	> 50		> 50	> 50	> 50	> 50	> 50	
濁度(NTU)	-	-	3.48	3.35	1.19		1.84	0.97	0.35	0.56	0.78	

表2 水温等観測結果(大山川代表点 St. 2)

月日	4月22日	5月24日	6月27日	7月26日	8月23日	9月	10月30日	11月24日	12月13日	1月17日	2月27日	3月
時刻	11:22	11:00	11:09	10:45	11:15		10:55	10:05	11:00	11:26	10:55	
天候	晴	曇	雨	晴	晴		晴	晴	雨	晴	晴	
水温(°C)	16.8	18.5	18.2	23.2	26.5		17.8	14.8	12.7	10.2	9.4	
pH	7.8	7.8	7.5	7.4	7.4	欠測	7.2	7.1	7.4	7.2	7.7	欠測
DO (mg/L)	9.82	9.90	9.09	10.78	9.23		11.04	11.25	10.59	11.97	11.74	
透視度(cm)	> 50	> 50	> 50	> 50	> 50		> 50	> 50	> 50	> 50	> 50	
濁度(NTU)	0.85	1.06	0.93	1.00	1.19		0.93	0.69	0.35	0.54	1.67	

表3 水温等観測結果(玖珠川・大山川合流点 St. 3)

月日	4月22日	5月24日	6月27日	7月26日	8月23日	9月	10月30日	11月24日	12月13日	1月17日	2月27日	3月
時刻	13:15	13:14	12:17	13:12	13:45		12:07	12:50	13:05	13:19	13:00	
天候	晴	曇	雨	晴	晴		晴	晴	曇	晴	晴	
水温(°C)	17.8	19.1	18.2	24.7	27.1	欠測	18.4	15.2	12.7	9.5	11.0	欠測
pH	7.2	7.6	7.8	7.5	7.3		7.1	7.0	7.0	7.0	7.5	
DO (mg/L)	9.74	10.63	9.14	9.77	9.77		10.76	10.60	11.12	12.52	11.21	
透視度(cm)	> 50	> 50	> 50	> 50	> 50		> 50	> 50	> 50	> 50	> 50	
濁度(NTU)	1.52	1.06	4.38	1.12	1.12		0.89	1.01	0.72	0.77	0.93	

表4-1 付着藻類現存量および類型組成

観測日		4月22日			5月24日			6月27日			7月26日		
調査地点		St1	St2	St3	St1	St2	St3	St1	St2	St3	St1	St2	St3
沈殿量(mL)			2.6	2.0	5.4	2.0	2.4	3.2	1.2	0.4	5.6	4.8	12.0
湿重量(g)			0.1397	0.2566	0.5506	0.4100	0.0076	0.5240	0.1788	0.2136	0.2946	0.3888	2.7392
乾重量(g)		欠	0.0881	0.1816	0.1422	0.063	0.078	0.24	0.0656	0.0206	0.1028	0.1996	0.2408
強熱減量(g)		測	0.0286	0.0402	0.0386	0.0178	0.0376	0.028	0.0096	0.003	0.0332	0.0452	0.0704
類型組成 (%)	緑藻		31	17	4	43	19	5	0	14	0	9	0
	珪藻		32	55	32	55	76	15	35	69	40	90	45
	藍藻		37	28	64	2	5	80	65	17	60	1	55

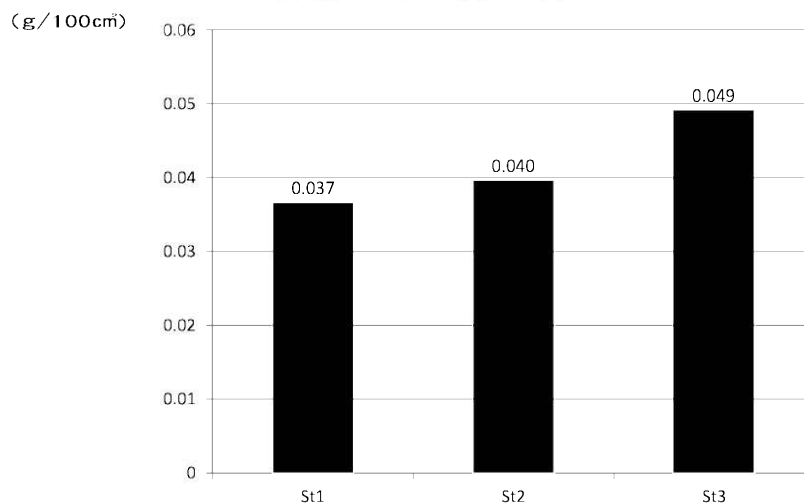
表4-2 付着藻類現存量および類型組成

観測日		8月23日			10月30日			11月24日			12月13日		
調査地点		St1	St2	St3	St1	St2	St3	St1	St2	St3	St1	St2	St3
沈殿量(mL)		2.0	2.8	9.0	8.0	4.8	6.4	4.8	3.2	2.8	10.0		8.0
湿重量(g)		0.1572	0.6982	0.6746	0.3368	0.9744	0.8292	1.1744	0.6260	0.6784	1.3320		0.5796
乾重量(g)		0.0704	0.1262	0.191	0.2008	0.12	0.176	0.136	0.1496	0.0904	0.1246	欠	0.1504
強熱減量(g)		0.0232	0.0296	0.0594	0.0616	0.0328	0.0496	0.0336	0.0332	0.0228	0.0502	測	0.0336
類型組成 (%)	緑藻	0	0	0	0	0	0	47	1	7	43		31
	珪藻	22	96	97	86	88	99	42	97	93	57		67
	藍藻	78	4	3	14	12	1	11	2	0	0		2

表4-3 付着藻類の現存量および類型組成

観測日		1月17日			2月27日		
調査地点		St1	St2	St3	St1	St2	St3
沈殿量(mL)		1.4	9.6	25.6	2.8	4.4	4.0
湿重量(g)		0.1106	1.7152	1.2040	0.4272	1.2572	0.8340
乾重量(g)		0.0606	0.3672	0.4432	0.1588	0.4452	0.2460
強熱減量(g)		0.0178	0.088	0.1232	0.0428	0.0716	0.0516
類型組成 (%)	緑藻	8	35	26	11	24	18
	珪藻	90	65	74	89	76	82
	藍藻	2	0	0	0	0	0

※石の表面積100cm²あたり採取して測定

図2 各調査点の年平均強熱減量 (g/100cm²)

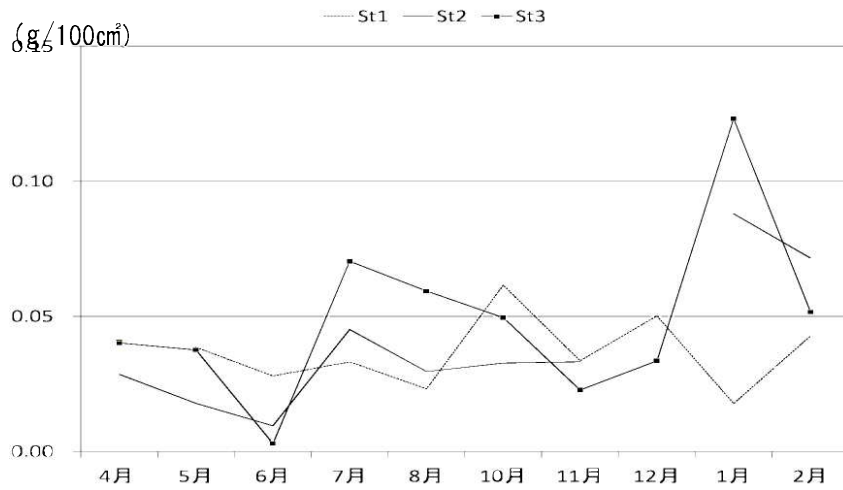


図3 各調査点の月別強熱減量 (g/100cm³)

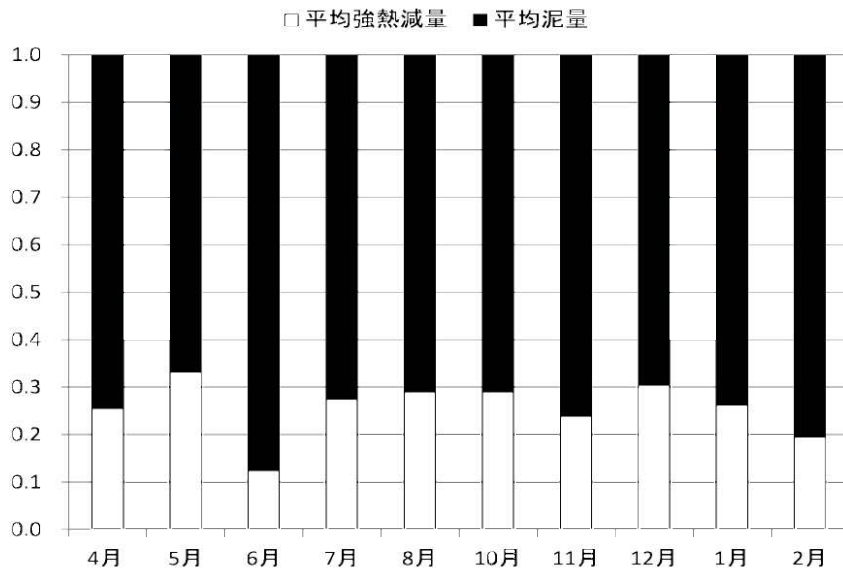


図4 全調査点の月別平均強熱減量及び月別平均の強熱後の試料重量 (平均泥量) の関係

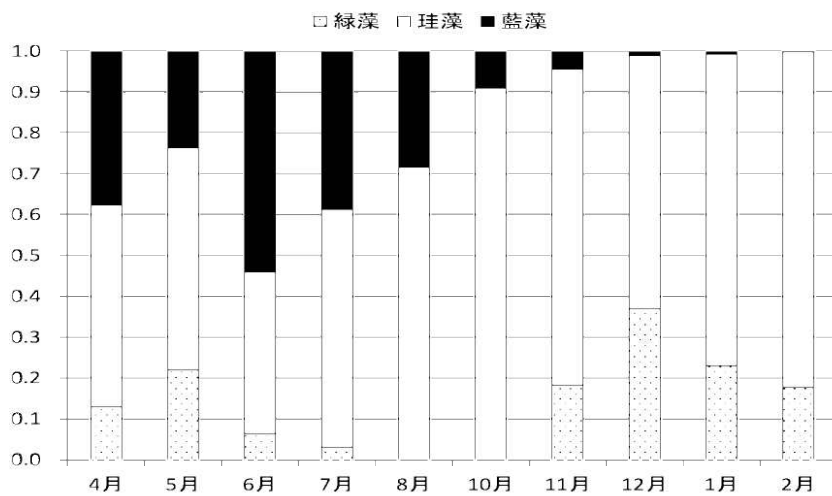


図5 全調査点の月別平均藻類の種類組成

引用文献

- 1) 漁場保全対策推進事業調査指針
(平成9年水産庁研究部漁場保全課)

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 集魚光を用いた陸封アユの効率的な採捕方法の検討

畔地和久

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採捕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1.9km²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釜ダムがあり、満水時には湛水域が下釜ダム堰堤まで達する。

陸封アユの効率的な採捕時期を調べるために、2015年9月～2016年3月に各月1回、貫見の湖岸に設置した投光器2基の灯下に集まったアユをタモ網等で採捕した。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 Kajihara¹⁾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。

松原ダム湖内の魚群の分布を調べるために、魚群探知機（以下、魚探）を用いて、魚影を探し、位置を記録した。

集魚灯を用いた陸封アユ等の増集状況を調べるために、魚探が捉えた魚影の位置に船を停止し、その船に設置した水中灯および船上灯の灯下に集まった魚類を観察した。



図1 調査水域と調査場所の位置

調査の結果および考察

図2に、貫見地先における陸封アユ採捕数の経日変化を示す。陸封アユの採捕は調査開始の9月から1月までであり、盛期は11月であった。なお、2月以降、松原ダム湖の水位が低下したため、貫見では陸封アユを採捕することができなかった。以上のことから、光を用いた陸封アユの効率的な採捕時期は11月であることが示唆された。

図3に、貫見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2015年8月1日から10月25日の約3か月間であった。なお、孵化時期のピークは9月中旬にみられ、9月生まれが全体の87.8%を占めた。

図4に、11月4日に松原ダム湖で魚探が捉えた魚影の位置を示す。魚探が捉えた魚影の位置は貫見の南側に多かった。

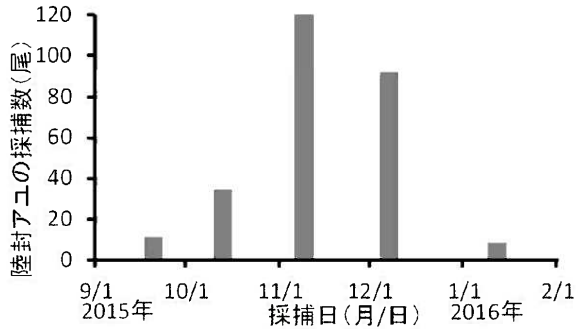


図2 貫見地先における陸封アユ採捕数の経日変化

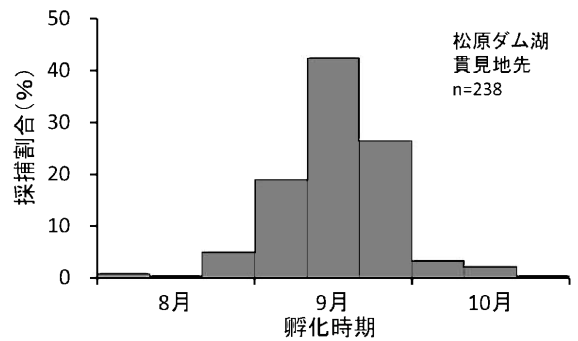


図3 採捕した陸封アユの孵化時期の分布

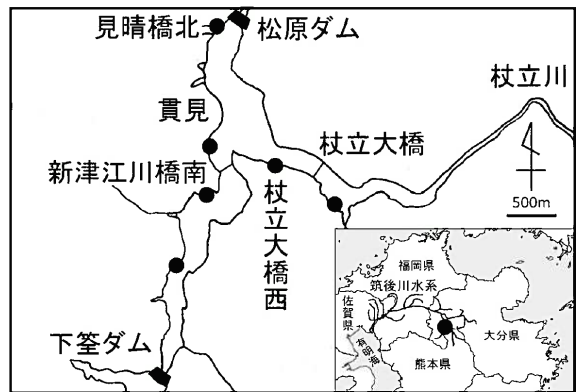


図4 松原ダム湖で魚探が捉えた魚影の位置

表1に、集魚灯を用いた陸封アユ等の蜻集状況を示す。アユ稚魚の蜻集を確認した調査場所は新津江川橋南だけであった。それ以外では、風や波の影響等で、アユの群れを集めることができなかった。また、水温が12℃を下回った1月および3月調査では、アユの群れを表層(0~2m)では確認できず、大きな群れも観察できなかった。このことから、集魚灯を用いて、アユの群れを効果的に集めるには、水温が12℃以上の時期に実施することが適当であると考えられる。

また、新津江川橋南で確認したアユの群れは体長50mm前後が主体であった。そのため、この群れを採捕するには、サンマ棒受網漁のような採捕方法が適していると思われる。

表1 集魚灯を用いた陸封アユ等の蜻集状況

調査日	調査場所	蜻集状況	水温
11月4日	杖立大橋西	魚類の蜻集を観察できず	17.4-17.9℃
11月16日	杖立大橋西	オイカワの群れを観察	16.1-16.4℃
11月23日	新津江橋南	アユ稚魚の蜻集を観察	15.7-15.8℃
12月8日	見晴橋北	魚類の蜻集を観察できず	13.2-13.4℃
12月20日	新津江橋南	アユ稚魚の蜻集を観察	12.1-12.2℃
1月25日	新津江橋南	アユ稚魚の群れを観察	9.0-9.4℃
3月10日	新津江橋南	魚類の蜻集を観察できず	10.0-11.4℃

文 献

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

放流魚等食害対策事業－ 1

電気ショッカーボートおよびカゴ網による外来魚駆除試験

樋下雄一

事業の目的

「特定外来生物による生態系等に係わる被害の防止に関する法律（通称：外来生物法）」に指定されているオオクチバス及びブルーギルは、県内湖沼河川に広く分布していると考えられている。

この間、河川漁協によって、主にオオクチバスの駆除を実施してきたが、その効果は上がっていないようにみえる。

そこで、全国内水面漁業協同組合組合連合会（以下全内漁連という）所有の電気ショッカーボート（以下ショッカーボートという）を用いて外来魚駆除試験を実施し、その効果を検証する。

また、2015 年度に引き続き、ショッカーボートに替わる外来魚駆除方法として、遮光シート付カゴ網（以下カゴ網という）を用いて外来魚駆除試験を実施し、その効果を検証した。

I. 電気ショッカーボートによる外来魚駆除試験

事業の方法

1. 試験期間

2016年8月22日～9月23日

2. 試験場所

筑後川水系松原ダム湖（以下、松原ダム：1972 年竣工、特定多目的ダム）、駅館川水系香下ダム湖（以下、香下ダム：1993 年竣工、農業用ダム）、山国川水系耶馬溪ダム湖（以下、耶馬溪ダム：1984 年度竣工、特定多目的ダム）の3ダム湖で実施した（図1）。

上記ダム湖は、ブラックバス、ブルーギルが放流され、①ゲームフィッシングの場としてかなりの生息量であると予想される②閉鎖域のため在来生物への悪影響が大きい③電気ショックによる在来生物への影響観察が比較的容易である④ショッカーボートの作業性が良い等の理由により選定した。

3. ショッカーボートによる操業と捕獲方法

全内漁連所有のショッカーボート（組み立て式アルミ船0.3ト）を用いた。（図2）

捕獲は、搭載している発電機により数秒間水中へ通電し、一時的に外来魚等の生息魚電気ショックで気絶させ、タモ網ですくい取った。なお、「水中に電流を通じてする漁法」は法令で禁止されているので、特別採捕許可を受け実施した。

4. 捕獲魚の処理

捕獲されたオオクチバスとブルーギルは、内水面チームに持ち帰り、全長、体重を測定した。

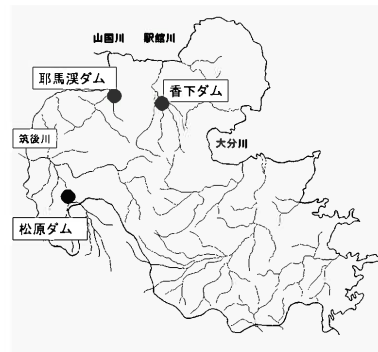


図1 ショッカーボートによる駆除試験場所

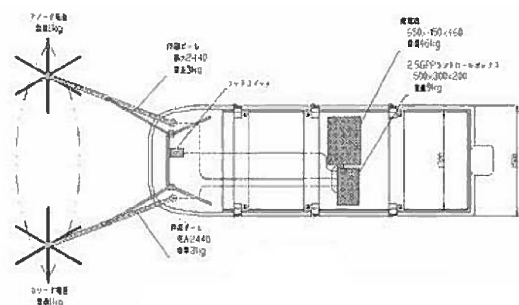


図2 ショッカーボート平面図

事業の結果

1. 各調査場所の捕獲状況

1) 全体の捕獲量

延べ 7 日間の操業で、オオクチバス 719 尾、ブルーギル 640 尾を捕獲した。(表1)

表1 調査場所別、魚種別捕獲尾数

調査月日	調査日数	調査水域 ダム名	オオクチバス(尾)	ブルーギル(尾)
8/22, 8/24 ~ 8/26	4	香下ダム	668	412
9/6 ~ 9/7	2	松原ダム	30	2
9/23	1	耶馬溪ダム	21	226
計	7		719	640

※ 1日:5時間(9:00~15:00(うち休憩時間1時間))

1) 香下ダム

8月22日から8月26日の間で4日間実施した。オオクチバスは668尾、ブルーギルは412尾いずれも広域的に捕獲された(図3,4)。

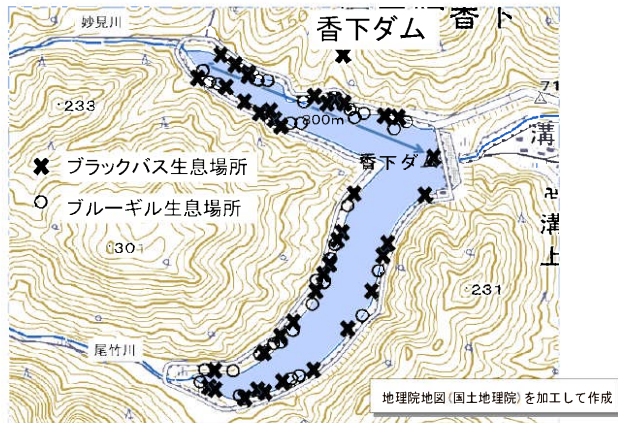


図3 外来魚の捕獲場所(香下ダム)

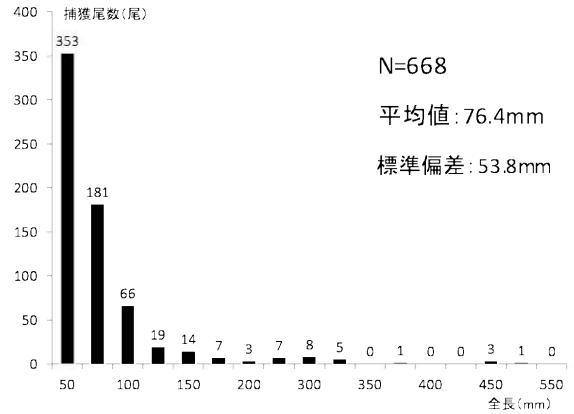


図4-1 オオクチバスの全長組成

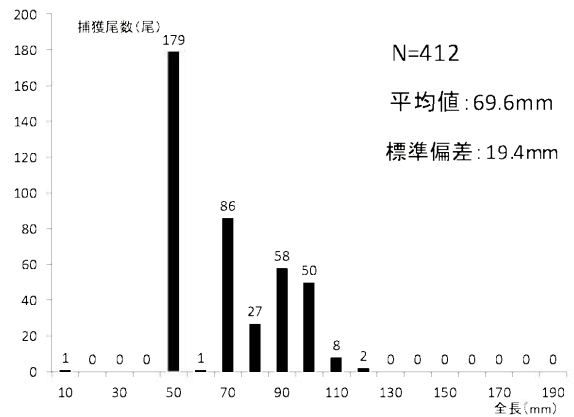


図4-2 ブルーギルの全長組成

2) 松原ダム

9月6日と9月7日の2日間実施した。オオクチバス30尾が広域的に捕獲され、ブルーギル2尾捕獲された(図5,6)。



図5 外来魚の捕獲場所(松原ダム)

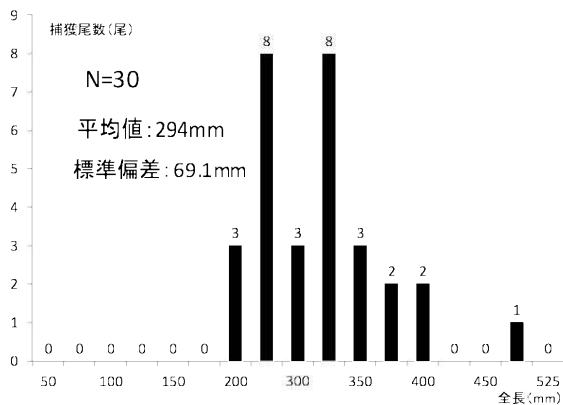


図6-1 オオクチバスの全長組成 (松原ダム)

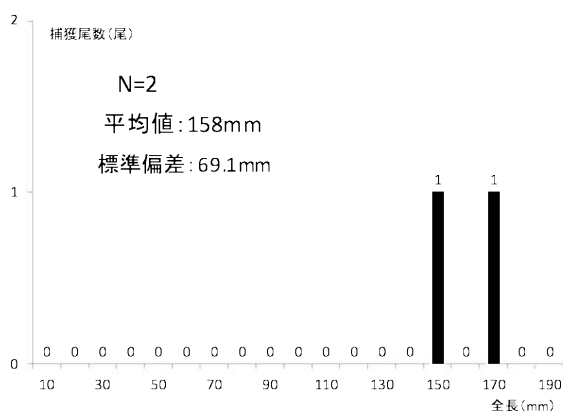


図6-2 ブルーギルの全長組成 (松原ダム)

3) 耶馬溪ダム

駆除試験は、9月23日において、アクアパーク横の斜路を出発し、山移川の上流に登って試験を行った(図7)。

オオクチバス 21尾が広域的に捕獲され、ブルーギル 226尾捕獲された(図8)。



図7 外来魚の捕獲場所 (耶馬溪ダム)

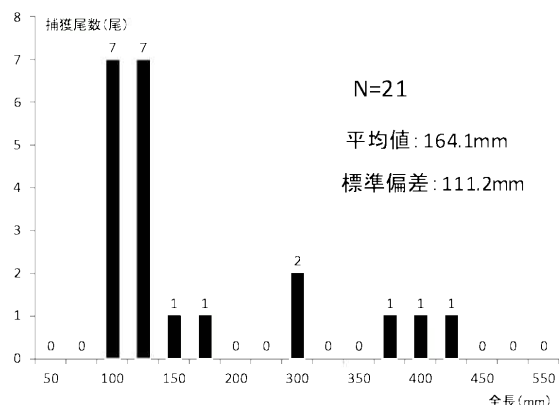


図8-1 オオクチバスの全長組成 (耶馬溪ダム)

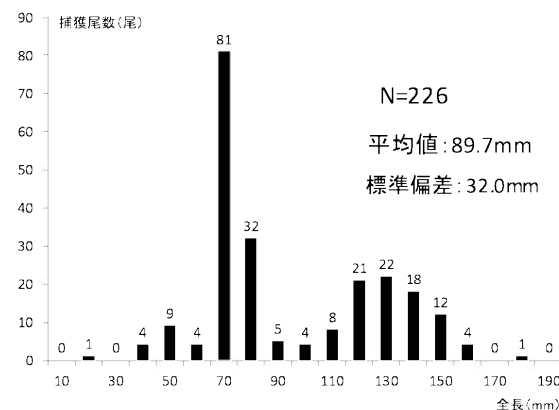


図8-2 ブルーギルの全長組成 (耶馬溪ダム)

2. 各調査場所における外来魚のCPUE (尾/日)

オオクチバス

各調査場所での年度別捕獲の CPUE を比較した(図9)。

香下ダムでは、2016年のCPUEが167尾/日で、2015年(34尾/日)と比べ4.9倍に増加した。一方、2016年はこれまで実施してきた試験の中でCPUEが最も高かった2011年に比較しても高かった。また、捕獲したオオクチバスの多くは全長50mm以下の稚魚であった。

松原ダムでは、2016年は15尾/日で、2015年(12尾/日)と比べほぼ同数であった。

耶馬溪ダムでは、2013年以來の駆除試験(17尾/日)であるが、2016年のCPUEは21尾/日であった。

ブルーギル

各調査場所での年度別捕獲のCPUEを比較した(図10)。

香下ダムでは、2016年のCPUEが103尾/日で、2015年(10尾/日)と比べ10倍に増加した。また、捕獲したブルーギルの半数近くは全長50mm以下の稚魚であった。

松原ダムでは、2011 年以降、ブルーギルの捕獲数は少なく、それにともない CPUE も低く推移している。

耶馬溪ダムでは、2013 年以降の駆除試験（163 尾/日）であるが、2016 年の CPUE は 226 尾/日であった。

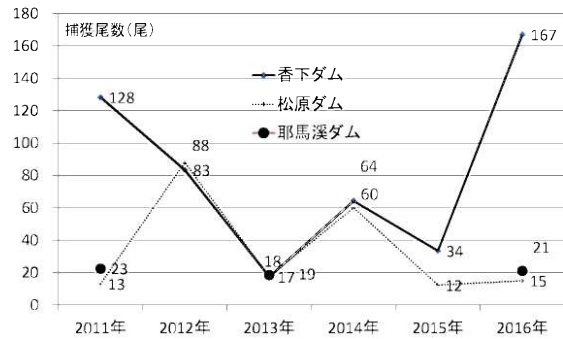


図9 各調査年のオオクチバス捕獲のCPUE (尾/日)

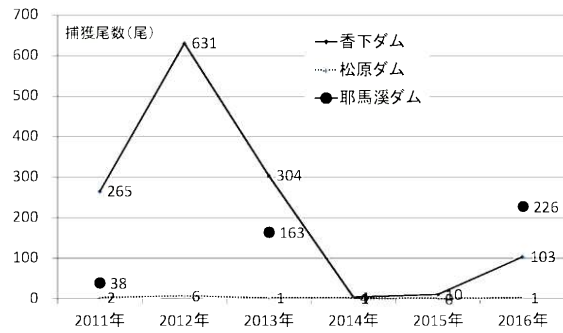


図10 各調査年のブルーギル捕獲のCPUE (尾/日)

II. カゴ網による外来魚駆除試験

香下ダム

事業の方法および結果

1. 試験期間

2016年7月26日～7月29日

2. 試験場所

香下ダム湖に流入している2河川(妙見川、尾竹川)の流れ込み当たる2地点(St.2,3)と他1地点(St.1)計3地点で実施した(図11)。

3. 捕獲方法

午前9時にブルーギルの侵入口が水深50cmで沖合側に向けるようにカゴ網(目合9mm)を設置し、設置後24時間経過した翌日の午前9時に回収した(図12)。このカゴ網は、遮光シートにより隠れ場所が確保され、ブルーギルの侵入口を改良することにより、一旦、カゴ網内に侵入したブルーギルが外

に逃げにくくし、餌なしで捕獲することができる構造になっている。

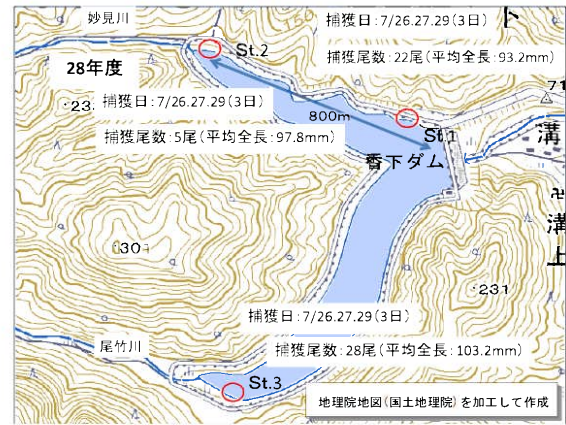


図11 カゴ網による設置場所 (香下ダム)



図12 カゴ網

4. 捕獲結果

3地点での捕獲状況を示した(図11)。全体では、3日間でブルーギルを55尾捕獲し、1日当たり捕獲数が最も多かったのは、7月27日に19尾捕獲したSt.1であった。(図13)。

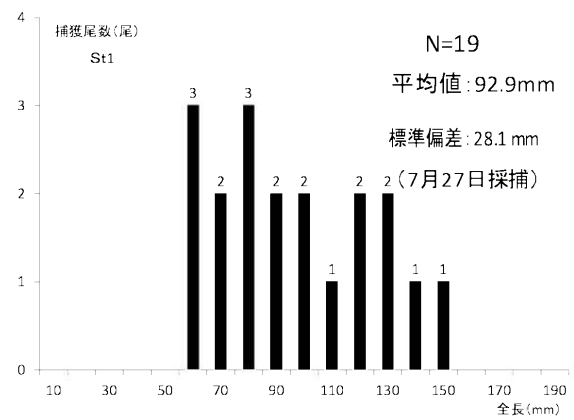


図13 ブルーギルの全長組成 (St.1)

耶馬溪ダム

1. 試験期間

2016年9月23日

2. 試験場所

アクアパーク付近の2地点で実施した(図14-1, 2)。

なお、2地点は聞き取りにより、ブルーギルが多く生息していることで選定した。

3. 捕獲方法

St.1, 2において、午前9時にブルーギルの侵入口が水深50cmで沖合側に向けるようにカゴ網を水中に設置し、設置後24時間経過した翌日の午前9時に回収した(図12)。



図14-1 カゴ網の設置場所(耶馬溪ダム)



図14-2 カゴ網の設置場所(耶馬溪ダム)

4. 捕獲結果

カゴ網を24時間水中設置後の2地点合計のブルーギルの捕獲状況を示した(図15)。ブルーギルを12尾捕獲し、捕獲サイズは全て全長70mm以上であった。

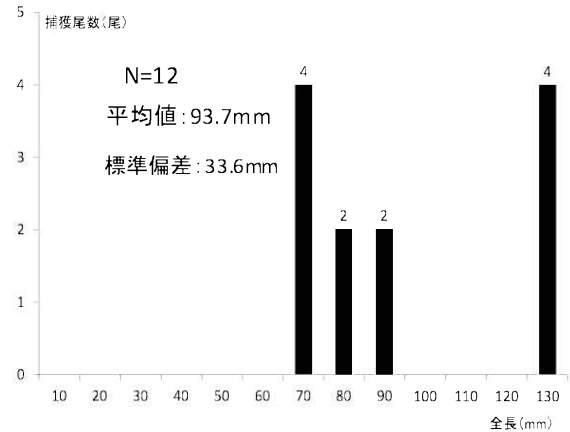


図15 24時間水中設置後のブルーギルの全長組成 (St. 1, 2の合計)

放流魚等食害対策事業－2

カワウの生息状況と銃器による捕獲および追い払い状況

樋下雄一

事業の目的

カワウは、1920年代には全国に分布していたといわれていたが、その後減少し1970年代には、3,000羽まで個体数が激減した。しかし、1980年代から個体数は増加に転じ、2000年代にはその分布は全国に広がった(5～6万羽)。それにもない漁業被害、食害被害は全国で問題になり、大分県でも例外ではなくなった。

カワウは、高い潜水能力(水深10m以上潜水可能)と移動能力(1日に50kmの広域移動例あり)を有し、大食漢で繁殖能力が高い等の特徴を持っている。2006年全国内水面漁業協同組合連合会調査によれば、被害金額は73億円と推定されている。

このため、大分県においても河川漁協を中心に、カワウ被害防止対策を実施しているが効果を上げているとは言い難い。

そこで、前年度に引き続き、カワウの個体数を科学的に管理する目的で、全県的な個体数把握のためのモニタリング調査を実施するとともに、繁殖地(コロニー)・ねぐらでのカワウ対策を行うことで、より効果的な被害対策指針を確立することを目的とした。

事業の方法

I 調査期間

2016年4月～2017年3月

II 調査項目とその方法

1. モニタリング調査

原則3ヶ月に1回のペースで、県内のカワウのねぐら及びコロニーを確認後、目視により当該地点での個体数を計測した。ねぐらの個体数計測は、夕方の「ねぐら入り」の際の個体数とした。

なお、佐伯市沖黒島のコロニーにおいては、今年度調査しておらず、佐伯市三栗島のねぐらでは2月のみ実施した。

なお、図1中のコロニー等の地名は、耶馬溪ダム(中津市耶馬溪柿坂)、黒木池(宇佐市安心院中山)桜づつみ(宇佐市別府)、柚木ダム(日田市大山町西大山)・下釜ダム(日田市中津江村栃野)・滝瀬(玖珠町戸畑)、櫛木ダム(由布市抜間)、芹川ダム(竹

田市直入)、大野川鉄塔(大分市家島)、定付(豊後大野市緒方町野尻)、沖黒島(佐伯市米水津)・三栗島(佐伯市鶴見)・尾浦(佐伯市蒲江)、北川ダム(佐伯市宇目)、乙見ダム(臼杵市乙見)である。

事業の結果

1. モニタリング調査結果

1) カワウの生息個体数と捕獲数および追い払い数

これまでの県内のカワウのねぐらおよびコロニーの位置を示した(図1)。この中で、本年度カワウの生息が確認されたのは、ねぐら9箇所(定付、下釜ダム、滝瀬、桜づつみ、夫婦池、大野川鉄塔、乙見ダム、三栗島、府内大橋下)コロニー3箇所(耶馬溪ダム、櫛木ダム、黒木池)であった。

2011年から2016年の県内のカワウの旬別最大生息個体数を示した(図2)。

2016年度と2015年度の生息個体数を比較すると、4月から9月の間では横這い、10月以降は減少した。

2008年から2016年の間の県内のカワウの捕獲数および追い払い数を示した(図3)。捕獲数は年々増加している中で、2016年度は、2015年と比べ減少した。追い払い数も捕獲数と同様な傾向を示し、2016年度は4,815羽で、2015年の6,770羽(推定値)と比べ1,955羽減少した。

2008年から2016年の間の県内のカワウの最大生息個体数と捕獲数の関係を示した(図4)。2013年度以降、2015年度までカワウの捕獲数が増加するにしたがって、県内のカワウの最大生息個体数は減少しており、銃器による捕獲効果が表れていることが考えられた。

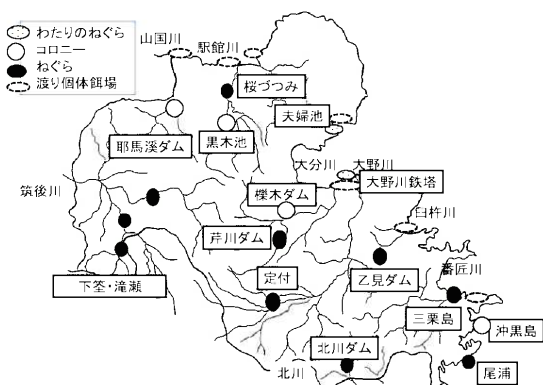


図1 カワウのねぐら・コロニーの位置

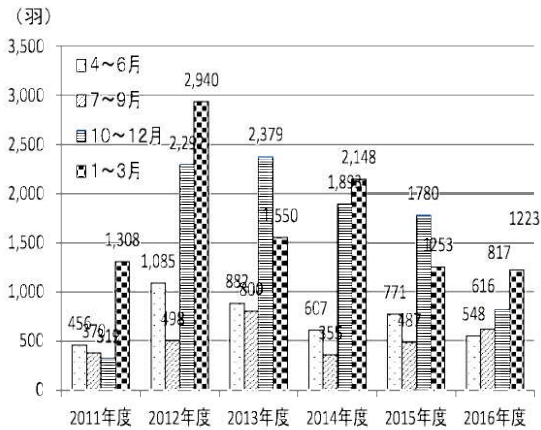


図2 カワウの旬別の最大生息個体数 (羽)
(三栗島ねぐら、沖黒島コロニーを除く)



図3 県内のカワウの捕獲数および追払い数 (羽)
(大分県内水面漁業協同組合連合会資料)

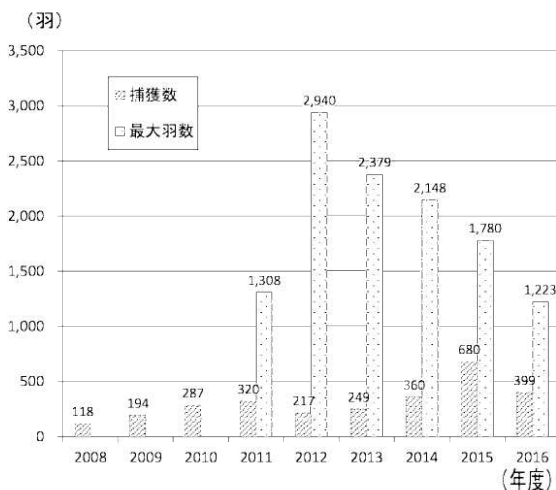


図4 カワウの最大生息個体数と捕獲数の関係 (羽)
※捕獲数は番匠川・堅田川漁協を除き、最大羽数は三栗島ねぐら、沖黒島コロニーを除く

2) カワウ生息ゾーン

カワウの1日の移動距離 (半径: 15km) および日

没時にねぐら・コロニーに戻って来るカワウの飛来方向から、県内には9ヶ所 (日田、魚住ダム、櫛木ダム、耶馬溪ダム、黒木池、大野川鉄塔、沖黒島、夫婦池、北川ダム) に生息ゾーンがあることが推定されている (図5)。

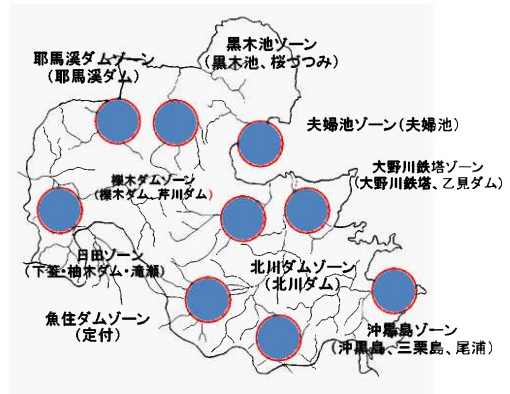


図5 県内のカワウの生息ゾーン

日田ゾーン

当ゾーンには、これまで柚木ダム、下笠ダム、松原ダムおよびの滝瀬 (玖珠川) の4ヶ所にねぐらがあったが、2014年10月以降、松原ダムねぐらは消滅した。柚木ダムでは、2015年6月にねぐらがみられたが、その後、確認されていない。また、下笠ダムねぐらはその位置を変えながら周年20羽~40羽のカワウが確認されている (図6)。

当ゾーンのカワウの生息個体数の減少は、2011年から毎年100羽以上の継続的な銃器捕獲を行ったことによるものと考えられる。

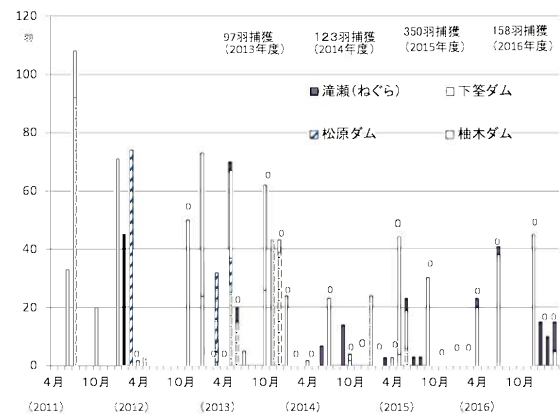


図6 カワウの生息状況 (日田ゾーン)

魚住ダムゾーン

当ゾーンでは、これまで魚住ダムにコロニー、定付でねぐらが確認されている。魚住ダムコロニーは2015年の4月10日に銃器捕獲を行い、それ以降、カワウ生息個体は確認されていない (図7)。また、銃器捕獲を行った後、魚住ダムコロニー付近で新しい

コロニーが確認されたので、直ちに銃器捕獲を行い、コロニーを消滅させた。一方、2015年9月に定付ねぐらで70羽のカワウの生息個体数が確認されたが、これは、魚住ダム付近に出現した上記の新コロニーでの銃器捕獲で、捕獲できなかったカワウの一部が定付ねぐらに移動したものと考えられる。

2016年に入り、定付ねぐらは4月から8月にかけて10羽以下のカワウが見られた程度で、全体的にカワウの生息個体数は少なかった。

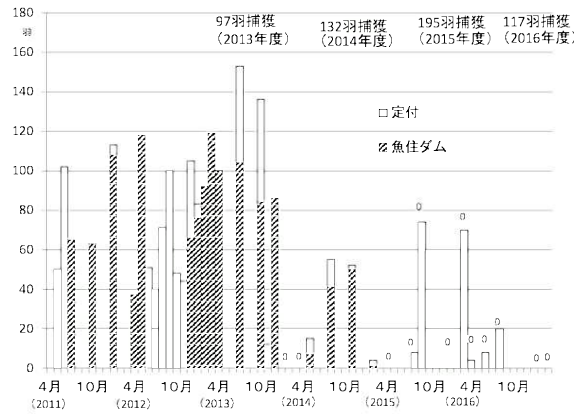


図7 カワウの生息状況（魚住ダムゾーン）
樅木ダムゾーン

当ゾーンでは、これまで樅木ダムでコロニー、横瀬、芹川ダムでねぐらが確認されている。2015年5月16日に初めて樅木ダムコロニーにおいて銃器捕獲（22羽）を行い、その後2016年の3月までカワウの出現はなかったが、翌月の2016年4月に入り再びコロニー（112羽）を形成した。一方、2015年10月に府内大橋下流にある鉄橋において、初めてねぐら（55羽）が発見され、2016年も同時期にねぐらを形成するようになった（図8）。これは、2015年の樅木ダムコロニーでの銃器捕獲で、捕獲できなかったカワウの一部がこの時期、落ちアユをねらって移動したものと考えられる。なお、2016年度の芹川ダムでのカワウのモニタリングは未実施である。

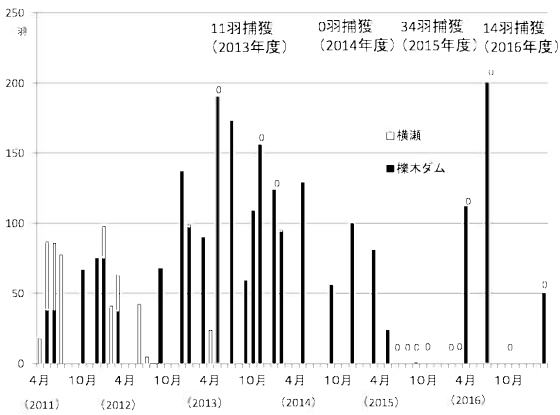


図8 カワウの生息状況（樅木ダムゾーン）

耶馬溪ダムゾーン

耶馬溪ダムコロニーでは、2015年4月に100羽近くのカワウがみられた。2016年4月には同コロニーで82羽のカワウが確認され、それ以降10羽程度であった（図9）。

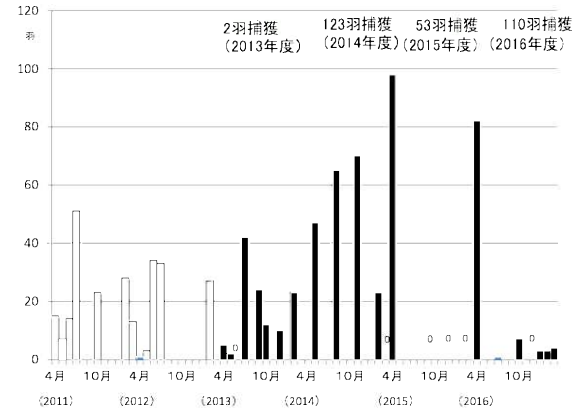


図9 カワウの生息状況（耶馬溪ダムゾーン）

黒木池ゾーン

当ゾーンのカワウは、主に駅館川を餌場としており、駅館川の上流にある黒木池にコロニー、その下流にある桜づつみでねぐらが確認されている。

2015年4月の黒木池の生息個体数は445羽であり、2011年以来最も多かった。また、2015年7月の黒木池でのカワウ個体数は187羽となり、カワウの巣立ちが終了した。その後、桜づつみねぐらでは、例年あたりカワウが進入する2015年11月頃、黒木池の居付きカワウも進入して個体数は増加するのであるが、2015年では桜づつみに居付きカワウは黒木池の方に移動した（図10）。2016年に入り黒木池コロニーでは、4月から5月にかけて300羽近いカワウが出現した。一方、駅館川漁協は2015年度に引き続き、桜づつみねぐらにおいて、2016年11月の1ヶ月間、早朝と夕方の毎日2回、ロケット花火によるカワウの追い払いを行った。この結果、2017年3月までカワウの出現がなかった。

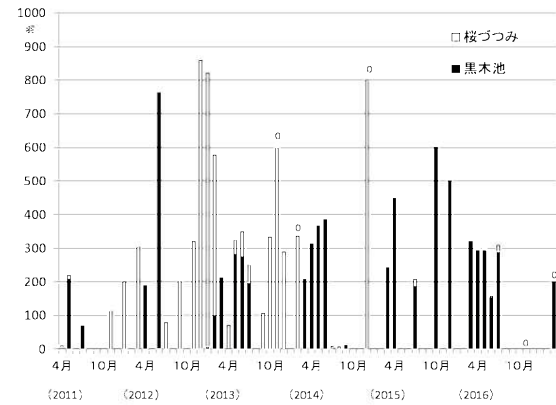


図10 カワウの生息状況（黒木池ゾーン）

大野川鉄塔ゾーン

当ゾーンでは、これまで大野川鉄塔と乙見ダムでねぐらが確認されている。大野川鉄塔ねぐらでは、カワウはここ6年間、4月～9月中旬において、100羽前後の生息個体数が確認されている(図11)。アユが生息しなくなる晩秋から早春期にかけて、わたりカワウが多数進入し、2016年11月には762羽のカワウが確認された。

乙見ダムねぐらでは、2016年6月に5羽、8月に4羽のカワウが確認されたが、その他の時期では確認されなかった。

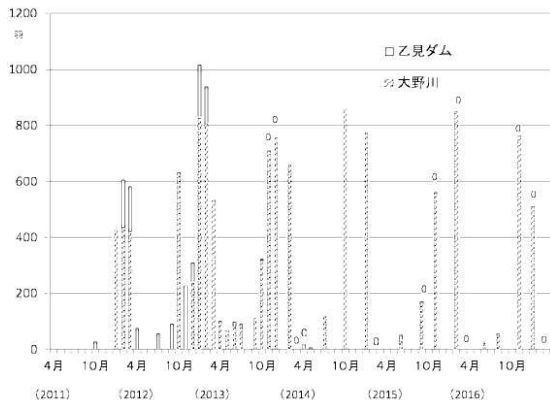


図11 カワウの生息状況(大野川鉄塔ゾーン)

沖黒島ゾーン

当ゾーンでは、これまで沖黒島にコロニー、三栗島、蒲江尾浦地区でねぐらが確認されている。

2016年度の調査は2017年2月に三栗島ねぐらにおいて1回実施した(55羽)。三栗島ねぐらの最近の調査では、カワウの生息個体数は2014年1月に738羽、2015年1月に150羽と年々減少傾向にある(図12)。

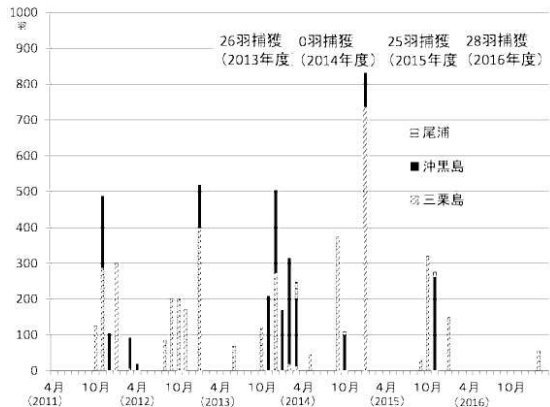


図12 カワウの生息状況(沖黒島ゾーン)

夫婦池ゾーン

当ゾーンでは、夫婦池でねぐらが確認されている。カワウはここ6年間、4月～10月中旬において、10羽前後生息している。アユが生息しなくなる晩秋から早春期にかけては、多くのわたりカワウが進入し、2016年度では2017年2月に450羽が確認された(図13)。

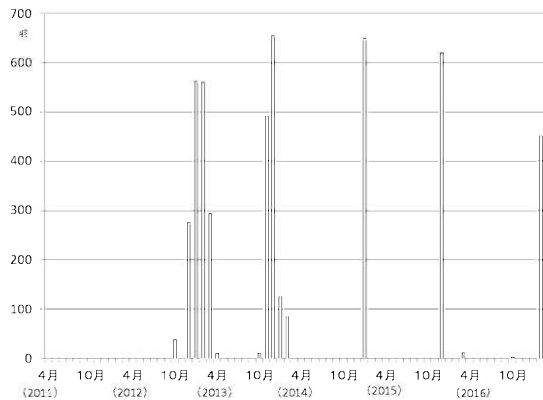


図13 カワウの生息状況(夫婦池ゾーン)

海域でのうなぎ生息調査事業

守江湾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

調査の目的

守江湾には干潮時東西約1.5km、南北約2km目に及ぶ広大な干潟が発達しており、カブトガニやアオギス等の希少な動植物が生息することが知られる。ここでは漁業者によるうなぎ筒漁が行われており、採捕されるニホンウナギ (*Anguilla japonica*: 以下、ウナギという。)の多くは一生を海域で生活するいわゆる海ウナギであると考えられる。

Mochioka *et al.*¹⁾は、産卵場で採捕されたウナギ親魚の耳石微量元素解析から、河口や沿岸域に生息する海ウナギが資源の再生産に貢献する比率が大きいとしており、減少するウナギ資源を回復させるために生態調査が急務となった。

このため、守江湾において海ウナギを定量的に採集し、精密測定を行うことにより、季節的出現と分布状況の把握および銀ウナギの出現状況を把握するとともに、聞き取り調査等により漁獲量を推定し、内湾域のウナギ資源の管理方策立案のための基礎的知見を得る。

調査の方法

守江湾においてうなぎ筒漁を営むA氏およびB氏、守江湾の干潟域境界に小型定置網を設置をしている

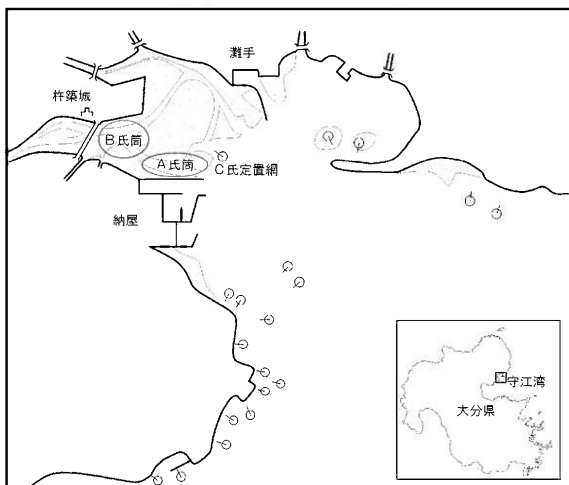


図1 調査位置図

C氏他小型定置網漁業者8経営体にウナギの採捕を依頼した(図1)。なお、うなぎ筒漁には同行してすべてのウナギおよびマアナゴを買い取った。小型定置網ではウナギのみを買い取り、買い取ったもの以外のウナギは漁獲量を聞き取った。ウナギは精密測定(全長、体重、性別、肝臓重量、生殖腺重量、消化管重量(胃、腸)、Okamura *et al.*²⁾による銀化ステージ判別(SI)を行い、耳石、肝臓、筋肉、生殖腺、血液等を収集、整理した。また、C氏の小型定置網のロープ、海底から1m程に温度ロガー(onset社製:TidbiTv2)を設置し、水温を測定した。

調査の結果

2016年5月20日から2017年3月28日の間に、580尾のウナギ計78.6kgを採捕した。このうち黄ウナギは523尾、銀ウナギは57尾であった。生殖腺観察による性別では、黄ウナギの雌が349尾と半数以上を占め、雄は145尾、未成熟あるいは不明としたものは29尾であった。黄ウナギの雌の最大全長は637mm、雄は532mm、雌の最小体長は316mm、雄は329mmであった。黄ウナギが採捕されたのは守江湾干潟域のうなぎ筒漁およびC氏の小型定置網で、これより沖に設置された他の小型定置網で採捕

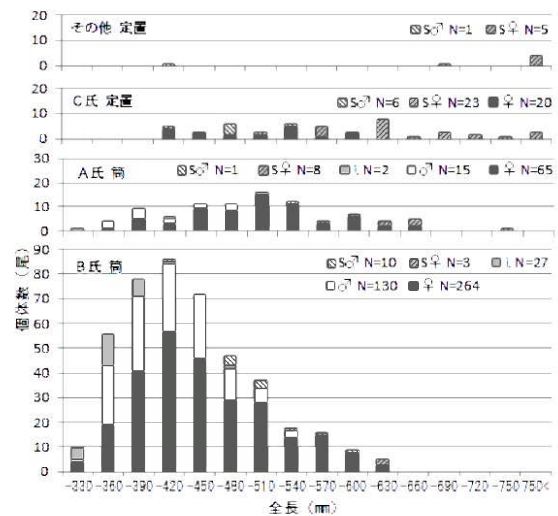


図2 漁業者別ウナギの全長組成

されたのは銀ウナギのみであった（図2）。

C氏の小型定置網で漁獲された黄ウナギはすべて雌であり、うなぎ筒漁では沖側に漁具を設置したA氏は雌65尾に対して雄15尾、河口側に漁具を設置したB氏は雌264尾に対して雄130尾となり、B氏が雄を漁獲する割合が高かった（ $p < 0.01$, X^2 -test）。また、雌の全長を比較するとB氏はA氏およびC氏に比べて小さかった（ $p < 0.01$, Kruskal Wallis -test）。

銀ウナギは雌が39尾、雄は18尾で、雌の最大全長は1008mm、雄は546mm、雌の最小全長は533mm、雄は412mmであった。漁業者別の採捕割合では、A氏が雌8尾、雄1尾およびC氏が雌23尾、雄6尾、その他の小型定置網が雌5尾、雄1尾と比べて、B氏は雌3尾、雄10尾であり、黄ウナギ同様に雄を漁獲する割合が高かった（ $p < 0.01$, X^2 -test）。

また、雄の銀ウナギが成熟して降海するサイズより小さいサイズとして、400g以下の黄ウナギの性比を比較すると雌90尾:雄77尾:未成熟または不明27尾

となり、雌雄比は概ね1:1であった。

5月から6月初旬は採捕数量自体が少なく、6月中旬以降に梅雨による出水やそれに伴う一部ウナギ筒の埋没により出漁出来なかった（図3）。7~11月は筒漁でまとまった採捕があり、12月以降は筒漁での採捕は低調であった。一方、銀ウナギは筒漁では7月から採捕され、10、11月に多く採捕されたが、11月下旬以降は採捕されていない。また、1~3月のウナギの採捕は低調であったが、うなぎ筒漁で採集されたウナギはすべて雌であった。

小型定置網では、C氏の網に黄ウナギが入網したのは7月19日~11月17日で、潮回りの大きい時や出水後にまとまって入網が認められた。C氏の定置網に設置した温度ロガーの水温（図4）では、この時の水温は概ね25℃付近を示し、大潮時に外海水との交換により日較差が大きくなった時や降雨による出水と一致していた。

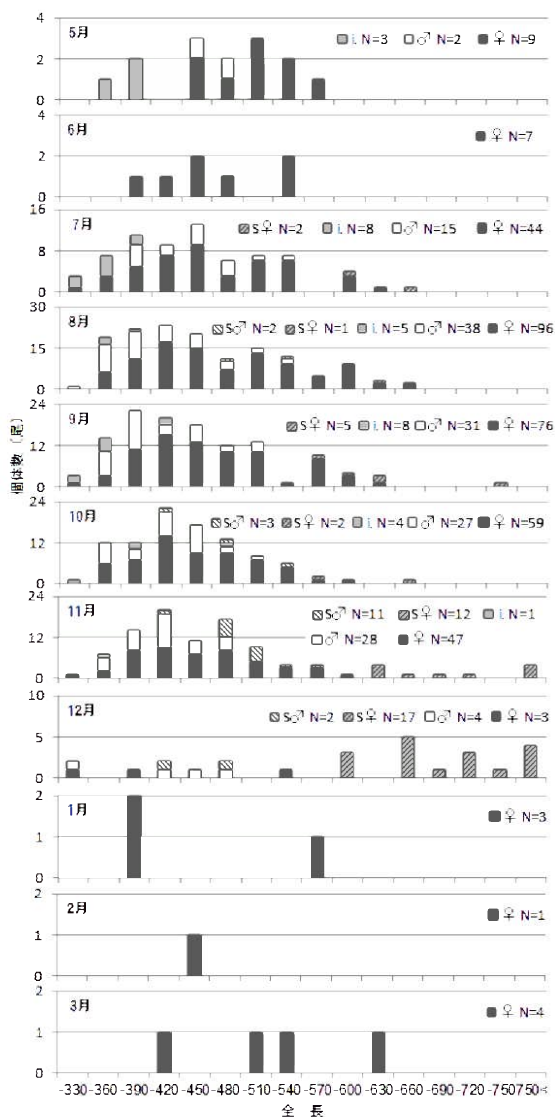


図3 月別ウナギの全長組成

表1 小型定置網に入網した黄ウナギの測定結果

採捕日	旧暦	漁法	SI	全長 (mm)	体重 (g)	性別	生殖腺重量 (g)	GS1
▽ 7/22	6/19	定置網	Y2	597	289.21	♀	1.30	0.45
		定置網	Y1	520	182.65	♀	0.75	0.41
		定置網	Y2	431	96.33	♀	0.22	0.23
▽ 8/1	6/29	定置網	Y1	429	88.92	♀	0.11	0.12
		定置網	Y1	451	153.88	♀	0.44	0.29
		定置網	Y1	529	165.54	♀	0.38	0.23
		定置網	Y1	493	128.92	♀	1.24	0.96
		定置網	Y1	436	104.43	♀	0.17	0.16
8/4	7/2	定置網	Y2	585	267.16	♀	0.86	0.32
		定置網	Y1	408	91.68	♀	0.21	0.23
9/15	8/15	定置網	Y1	563	216.28	♀	0.85	0.39
9/26	8/26	定置網	Y1	463	116.18	♀	0.31	0.27
		定置網	Y1	399	57.82	♀	0.12	0.21
▽ 10/3	9/3	定置網	Y1	536	235.93	♀	1.43	0.61
		定置網	Y1	597	349.12	♀	1.84	0.53
		定置網	Y1	531	190.97	♀	0.98	0.51
		定置網	Y1	489	134.61	♀	0.54	0.40
10/25	9/25	定置網	Y1	517	183.74	♀	0.70	0.38
11/17	10/18	定置網	Y1	394	59.78	♀	0.15	0.25

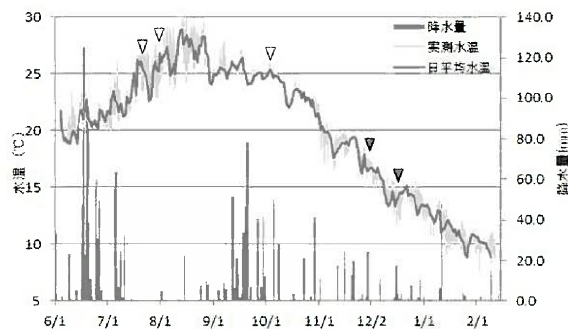


図4 C氏定置網の水温（海底1m上）および杵築の降水量（▽黄ウナギ入網、▼銀ウナギ入網）

銀ウナギは10月17日から入網が認められ、C氏の聞き取りでは12月28日まで入網し、1月以降は入網していない。ピークは11月28、29日および12月14日で、同様に大潮や降雨もあり水温の一時的な低下も

認められた。また、この時の水温は15～18℃であった。

表2 銀ウナギの測定結果

採捕日	旧暦	漁法	SI	全長 (mm)	体重 (g)	性別	生殖腺重量 (g)	GSI
7/4	6/1	B筒	S1	581	292.91	♀	2.03	0.69
		A筒	S1	636	374.39	♀	2.64	0.71
8/2	6/30	B筒	S1	464	181.42	♂	0.18	0.10
		B筒	S1	526	221.69	♂	0.42	0.19
8/19	7/17	A筒	S1	627	326.48	♀	3.11	0.95
9/1	8/1	B筒	S1	620	326.08	♀	2.85	0.87
		A筒	S1	608	331.53	♀	3.01	0.91
9/16	8/16	A筒	S1	567	260.66	♀	2.64	1.01
		A筒	S1	731	686.40	♀	7.11	1.04
		A筒	S1	584	295.43	♀	2.83	0.96
10/15	9/15	A筒	S1	638	463.70	♀	4.85	1.05
		A筒	S1	520	173.88	♂	0.48	0.28
		B筒	S2	414	143.64	♂	0.39	0.27
		B筒	S2	478	141.19	♂	0.21	0.15
10/17	9/17	C定置	S1	563	268.12	♀	1.30	0.48
11/13	10/14	A筒	S1	654	414.57	♀	6.67	1.61
		B筒	S1	487	107.80	♂	0.30	0.28
B筒	S1	606	333.23	♀	5.99	1.80		
		467	119.89	♂	0.38	0.32		
B筒	S1	546	202.29	♂	0.57	0.28		
		476	157.61	♂	0.42	0.27		
B筒	S1	494	160.94	♂	0.48	0.30		
		491	147.78	♂	0.43	0.29		
11/17	10/18	C定置	S1	614	327.11	♀	8.50	2.60
11/20	10/21	他定置	S1	772	678.10	♀	16.37	2.41
11/21	10/22	他定置	S1	774	625.90	♀	12.71	2.03
11/25	10/26	C定置	S1	762	741.64	♀	26.65	3.59
		C定置	S1	533	207.39	♀	6.77	3.26
▼ 11/28	10/29	他定置	S1	419	99.43	♂	0.35	0.35
		C定置	S2	709	542.26	♀	15.11	2.79
C定置	S2	616	406.34	♀	10.77	2.65		
		610	309.44	♀	5.93	1.92		
C定置	S1	486	158.40	♂	0.29	0.18		
		474	151.46	♂	0.53	0.35		
C定置	S2	475	131.28	♂	0.62	0.47		
		11/29	10/30	他定置	S1	876	1008.1	♀
C定置	S2	688	682.9	♀	21.14	3.10		
		476	156.28	♂	0.40	0.26		
12/1	11/3	C定置	S2	751	716.7	♀	18.91	2.64
		他定置	S2	934	1100.3	♀	21.57	1.96
他定置	S2	676	492.99	♀	13.73	2.79		
		12/5	11/7	C定置	S1	659	522.16	♀
C定置	S1	668	434.24	♀	10.83	2.49		
		552	266.57	♀	6.78	2.54		
C定置	S2	472	165.71	♂	0.81	0.49		
		12/9	11/11	C定置	S2	676	543.65	♀
C定置	S1	618	275.10	♀	6.09	2.21		
		▼ 12/14	11/16	C定置	S2	1008	1762	♀
C定置	S1	739	756.0	♀	21.72	2.87		
		718	484.30	♀	10.89	2.25		
C定置	S1	617	332.29	♀	7.16	2.15		
		612	315.08	♀	9.58	3.04		
C定置	S1	567	260.16	♀	7.84	3.01		
		616	326.94	♀	6.98	2.13		
C定置	S2	614	349.24	♀	9.27	2.65		
		568	273.76	♀	6.91	2.52		
C定置	S1	412	141.68	♂	0.79	0.56		

また、うなぎ筒漁により33尾のマアナゴを採捕した(図5)。雌19尾、雄または未成熟と判別されたものが14尾であり、ウナギと同様に雌が多く大型であった。雄と未成熟個体は肉眼視による判別が困難なために判別を行っていない。雌の最大全長は620mm、最小体長は359mmであった。

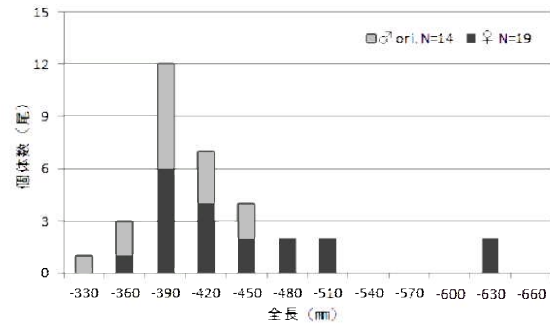


図5 マアナゴの全長組成

考 察

黄ウナギは守江湾の干潟域付近で採捕され、それより外域の定置網には入網していないことから、生息域はC氏の定置網のある干潟域付近までと考えられた。また、C氏の定置網への入網が潮回りの大きい時や出水時であったことから、水温、塩分、潮汐流、にごりなど条件による摂餌行動の範囲が広がった結果、まとめて入網するものと考えられた。また、採捕された黄ウナギはすべて雌であったことや、河口の感潮域に雄が多く分布することから、雄は感潮域から狭い行動範囲に分布しており、雌はより沖側まで分布すると考えられる。また、1～3月に筒漁で採捕されたウナギはすべて雌であり、これも同様に雌雄の生態の違いによるものと思われた。

銀ウナギは筒漁では7月から出現するが、産卵回遊へ向かうのは10月から12月の大潮や出水時に小型定置網で漁獲された。これら銀ウナギにどのくらいの割合で海ウナギが含まれているのか、今後の分析の分析を待ちたい。

守江湾で営まれるウナギを目的とした主な漁業種類はうなぎ筒漁と小型定置網の2種類であり、それ以外は遊漁に近い形態であった。定置網の袋網の目合いと筒漁の手網の目合いは18節程度で大きな差はなかった。最大全長は小型定置網で採捕された黄ウナギがうなぎ筒漁と比べて大きかったが、河口と干潟の沖という水域特性も踏まえて、これら漁業種類を組み合わせ、漁獲量、体長組成を把握することにより、守江湾において資源量推定できると考えられた。

また、海ウナギと同所的に生息が確認されたマアナゴについては大分県では調査事例がないことから基礎生態を把握し、ウナギとの競合関係を明らかにするため、年齢査定や生殖腺の組織切片観察を進めていきたい。

今後の問題点

採捕されたウナギの年齢査定を進める上で、300mm以下のウナギが採集されていないことから、これらを採集できる漁法を導入する必要がある。

引用文献

- 1)Mochioka N,R Wakiya,H Kurogi,S Chow,K Morishita,T Inai,J Aoyama,T Otake and K.Tsukamoto.2012. Migratory history of Japanese eels collected from their spawning area.6th World Fisheries Congress.Book of Abstract:124.
- 2)Okamura A,Yamada Y,Yokouchi K,Horie N,Mikawa N.2007.A silvering index for the Japanese eel *Anguilla japonica*.ENVIRONMENTAL BIOLOGY OF FISHES no.80:77-89

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 橋本 裕太^{※1}

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¹⁾、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。

また、日田市の特産であるユズの果皮粉末をについてカボスと同様に身質改善効果の付与について試験要望があったことから、カボス粉末およびユズ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試験を行い、さらに品質を評価するために食味試験を行った。

事業の方法

1. カボスおよびユズ添加飼料試験①

2016年9月10日から10月10日までの30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1歳魚平均体重423.5gを、敷地内の野外にFRP2t円形水槽を2基設置し各50尾収容した。試験区はカボス粉末を飼料に対して3%外添したカボス区およびユズ粉末3%外添したユズ区の2区とし、カボスおよびユズ粉末は同量のなたね油と混合し配合飼料に吸着させた（表1）。給餌量はライトリッツの給餌率表を基準に総魚体重の1.2%/日とした。

サンプリングは試験開始前の9月9日、15日目の9月26日、30日目の10月11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. カボスおよびユズ添加飼料試験②

2016年11月22日から12月21日まで30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108.3gのヤマメ当歳魚各250尾を収容し試験を行った。試験区はカボス粉末を飼料に対して5%外添したカボス区およびユズ粉末5%外添したユズ区の2区とし（表1）、それぞれ30日間給餌した。なお、期間中の給餌率はライトリッツの給餌率表を基準に総魚体重1.8%/日とした。

サンプリングは試験開始前の11月20日、20日目の12月12日、30日目の12月22日に各5尾を採取し、試験①と同様に分析した。

さらに持続効果を調べるためにカボス区は1月10日までの20日間、何も添加していない配合飼料を給餌率1.8%/日で給餌を続けた。12月31日および2017年1月10日に各5尾をサンプリングし、同様に分析した。また、一部のサンプルについて粗脂肪含量を分析した。

なお、これらの飼育水槽には温度ロガー（onset .TidbiTv2）を設置し、水温を測定した。

3. 食味試験

2017年2月10日に日田市桂林公民館において試作したかぼすヤマメの食味評価を行った。評価は日田市内水面利活用推進協議会関係者18名（女性6名、男性12名）にアンケートにより、かぼすの香りの有

表1 試験飼料の配合割合と一般成分

	試験①		試験②	
	カボス区	ユズ区	カボス区	ユズ区
飼料組成(%)				
配合飼料	100	100	100	100
カボス粉末	3		5	
ユズ粉末		3		5
なたね油	3	3	5	5
配合飼料一般成分(%)：()内は乾物換算値				
水分		4.1		
粗タンパク		48.4 (50.4)		
粗脂肪		11.7 (12.2)		
粗糖質		22.6 (23.6)		
粗灰分		13.2 (13.8)		

※1 日田市 農林振興部 農業振興課 内水面・畜産振興係

無、脂の乗りを5段階の評価と感想をいただいた。
メニューは塩焼きと刺身とし、比較対象としてやまめの郷のヤマメと食比べた。

事業の結果

1. カボスおよびユズ添加飼料試験①

表1に市販の配合飼料との配合割合と配合飼料の一般成分を示した。配合飼料の粗脂肪含量は11.7%とやや高かった。なお、供試したカボスおよびユズ粉末になたね油を1:1で加えたもののd-リモネン含量はそれぞれ300mg/100g、220mg/100gであった。

図1にヤマメの成長とGSIの変化を示す。カボス区、ユズ区ともに成長は認められなかった。9月9日に放精は認められなかったが、9月25日、10月11日には放精が認められ、試験中GSIは高い値を維持された。

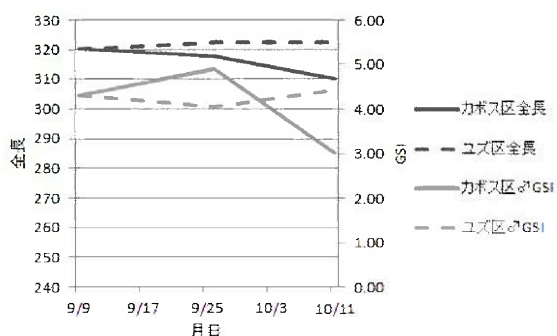


図1 試験①におけるヤマメの成長とGSIの変化

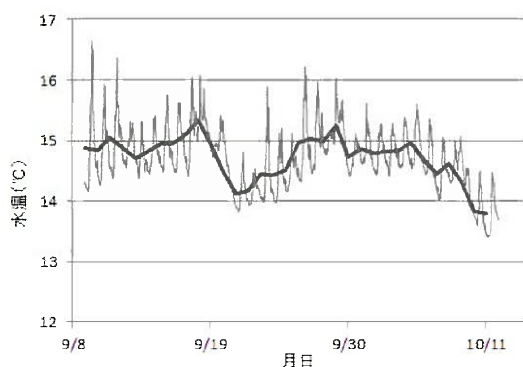


図2 試験①における飼育水温の変化

飼育水温の変化を図2に示した。飼育水は湧水であるが、ガス病防止のため空中曝気していることから、2°C程度の日較差が認められ、概ね14°C台で推移した。

図3にリモネンの分析結果を示す。15日後にカボ

ス区、ユズ区ともにヤマメ背筋肉からリモネンは検出できなかった。また、30日後はカボス区のみ分析し、リモネン含有量は0.12mg/100gであった。

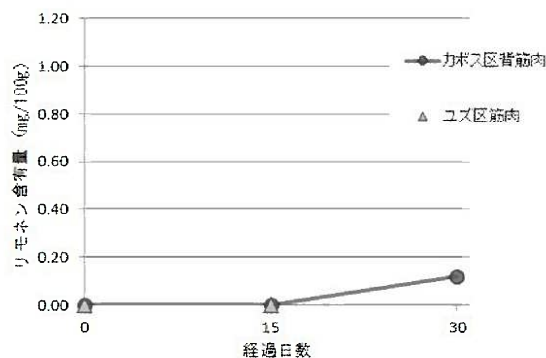


図3 試験①におけるリモネン含有量の推移

2. カボスおよびユズ添加飼料試験②

図4にヤマメの成長とGSIの変化を示す。カボスおよびユズ添加飼料給餌中の日間成長率はカボス区で0.81mm/日、ユズ区で1.14mm/日であり、いずれも良好に成長した。また、婚姻色のある個体を除外して試験を始めたこともあり、GSIは低く推移した。給餌後、12月31日は平均全長が小さくなったが、これは12月22日に検体の他に食味用サンプル各100尾を姿の良いものから採取し、その後やや摂餌が落ちたことによると思われる、1月10日までの20日間の成長率は0.49mm/日であった。

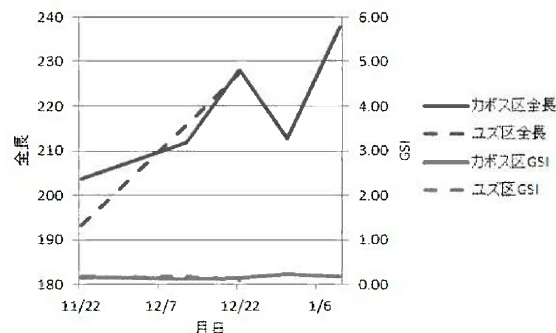


図4 試験②におけるヤマメの成長とGSIの変化

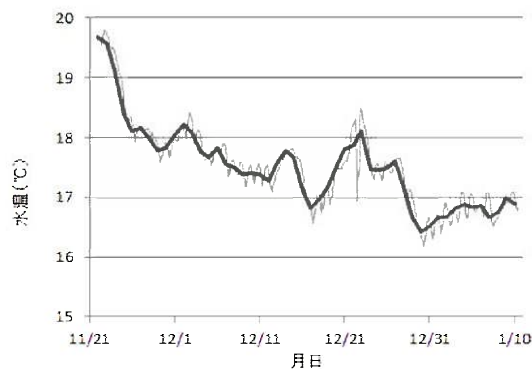


図5 試験②における飼育水温の変化

飼育水温の変化を図5に示した。飼育水は地下水であるが深度が浅く、山水や雨水を含むことから気温の影響を受け16℃から20℃の範囲で推移した。

図6にリモネンの分析結果を示す。20日目にはカボス区背筋肉は1.00および0.62mg/100gであり、ユズ区は0.91mg/100g、30日目のカボス区は0.65および1.00mg/100g、ユズ区は0.27mg/100gであった。また、カボス区の肝臓では20日目には0.35mg/100g、30日目は0.49mg/100gであった。さらに給餌から10日後には背筋肉で0.10mg/100g、20日後は検出限界以下になった。

筋肉中の粗脂肪含量の推移を図7に示した。期間を通じて粗脂肪含量は4.22±0.98%にあり、差は認められなかった (p>0.05, Kruskal Wallis -test)。

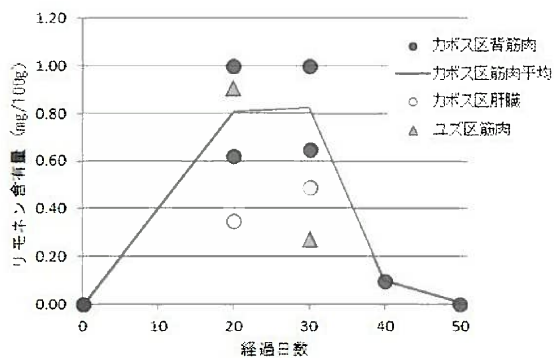


図6 試験②におけるリモネン含有量の推移

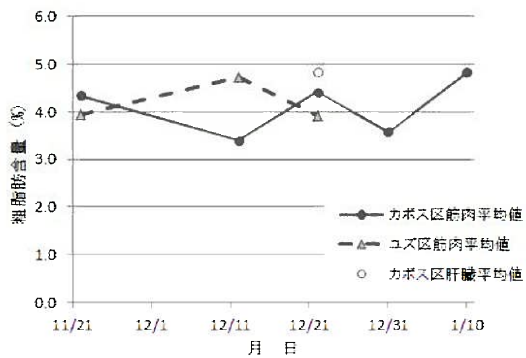


図7 試験②における粗脂肪含量の推移

3. 食味試験

カボスの香りについては0～4点の5段階評価で平均1.66点となり、わずかにカボスの香りがするとなり、淡いカボスの香りを感じた人が多かった。脂の乗りについては平均2.92点となり、脂は良く乗っているとなった。

感想としては、臭みがない、癖がないという意見がある反面、うまみは少ないとする意見もあり、脂が乗っているのにさっぱりした印象が残るようであった。食べ方としては寿司やカルパッチョといった生食がよいとの意見が多かった。

考 察

産卵期前に柑橘類添加飼料を給餌した試験①では、15日目にリモネンは背筋肉に蓄積しなかった。これはGSIが増加する過程では背筋肉に餌由来のリモネンが蓄積されないと考えられた。また、30日目にカボス区の背筋肉で0.12mg/100gのリモネンが検出されたことは、GSIが放精等により減少する過程では少ないながら筋肉にリモネンが蓄積するが、GSIが増大を始める8月中旬以降は、婚姻色の出たヤマメを除外して柑橘類添加飼料を給餌すると効率的にリモネンを蓄積できると思われる。

試験②では5%の果皮粉末を添加したが、カボス区とユズ区ともに成長に障害は認められなかった。これはさらに高濃度のカボス添加が可能であることから、給餌期間の短縮や今後の抗病性試験に有用であると考えられる。

リモネンはカボス区の背筋肉では20日目と30日目ではともに平均0.8mg/100gで変わらなかったことから、20日間の給餌でリモネンの蓄積が頭打ちになると考えられた。肝臓は背筋肉に比べてリモネン濃度は低く、濃度が1日分の飼料に添加されているリモネンの濃度に近いことから、肝臓には蓄積されない可能性はある。また、ユズ区の背筋肉については30日目に0.27mg/100gと低い値であった。これについては原因不明であり、品質維持のために事例を蓄積する必要がある。

給餌終了から10日後は背筋肉で0.10mg/100gと低い値を示した。このことは活魚で出荷した際に短期間でリモネンが排出される可能性を示しており、重要な課題のひとつとなる。今回はリモネン給餌後にも通常の配合飼料を給餌していたこともあり、無給餌でのリモネンの排出を確認する必要がある。

また、油脂を飼料に添加したにも関わらず、ヤマメ背筋肉中の粗脂肪含量の増加は無かった。このことはあらかじめ粗脂肪含量の低い飼料を使用することにより、カボスの添加効果を高めることが出来る可能性がある。

参考文献

1) 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

淡水養殖種に対する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ぶり、かぼすヒラメなどが開発されている。これらは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種にこの技術に応用するため、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. アユに対するカボス添加飼料試験

2016年9月16日から10月5日までの20日間、当チームの室内コンクリート15t円形水槽2基に当チームで稚鮎から飼育した平均体重35.6gのアユ当歳魚各200尾を収容し試験を行った。カボス粉末を等量のなたね油と混合し、飼料(日本農産工業(株)、あゆEPC2号)に対してカボス粉末が3%になるように外添した区および5%外添した区の2区としそれぞれ20日間給餌した。なお、期間中の給餌率は魚体重の3.0%とした。

サンプリングは試験開始前の9月15日、20日目の10月6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、10月6日の一部の背筋肉を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。また、一部のサンプルについて粗脂肪含量を分析した。

2. スッポンに対するカボス添加飼料試験

2016年11月20日に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996gの1歳のスッポン47匹を収容した。水温はボイラー加温で29℃に設定した。馴致期間をとって、11月29日から12月18日までの20日間、飼料(日本農産工業(株)、天然スッポン)は同様に7%外添し給餌した。期間中の給餌率は体重の0.7-0.8%

とした。スッポンはダルトンタグを甲羅縁辺に装着し個体識別した。

サンプリングは試験終了時の12月19日に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、一部のスッポンの後脚筋肉および肝臓のd-リモネン含量を同様に測定した。

3. ドジョウに対するカボス添加飼料試験

2017年1月11日から30日までの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(株)から購入した平均体重6.71gのドジョウ当歳魚各200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。カボス粉末を飼料(日本農産工業(株)、あゆEPC2号)に対して5%外添し同じ設定の2区とし、それぞれ20日間給餌した。なお、期間中は自動給餌器(ヤマハ発動機、YDS100MS)を用い給餌率は魚体重の2.0%程度とした。

サンプリングは試験開始前の1月10日、20日目の1月31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、一部のドジョウ筋肉をd-リモネン含量測定した。なお、これらの飼育水槽には温度ロガー(onset Tidbitv2)を設置し、水温を測定した。

事業の結果

1. アユに対するカボス添加飼料試験

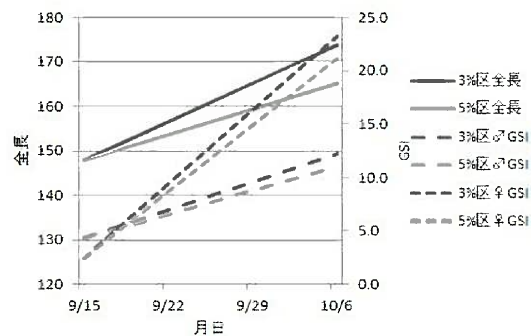


図1 アユの全長およびGSIの変化

試験開始時と比較すると3%区、5%区ともに有意に成長した(U-test, $P < 0.05$)。試験終了時の3%区と5%

区を比較すると、全長、雌雄のGSIともに有意差は認められなかった (U-test, P>0.05)。しかし、試験終了時には雄のGSIは10を雌のGSIは20を超えた。また、生残率は3%区は97.0%、5%区は96.5%であった。

アユの背筋肉中の粗脂肪含量の変化を見ると、有意差は無いが粗脂肪含量は減少していた (図2)。試験終了時の背筋肉中のリモネンは3%区で0.17mg/100g、5%区で0.21mg/100gであった。なお、水温はロガーの故障によりデータが回収出来なかったが、概ね22~25℃であった。

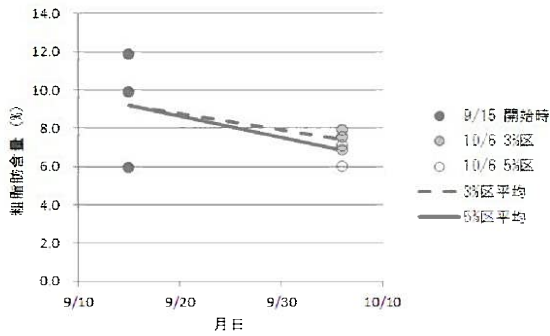


図2 アユ背筋肉の粗脂肪含量の変化

スッポンは餌台に残った餌の量から摂餌量を推定した。なお、餌台から落下して水中に溶けた餌は無視した。当初、体重の0.8%を日間給餌量としたが、残餌が出たため、12月2日以降は0.7%とした (図3)。給餌開始から8日目にあたる12月6日までは残餌が多かったが、その後は安定して摂餌した。生残率は12月6日に1尾のへい死があり、97.8%であった。

試験終了前の12月17日未明にボイラーが不着火により約1日停止していたことにより、24℃台にまで水温が低下した。そのため、試験終了前の2日間はほぼ摂餌していなかった。

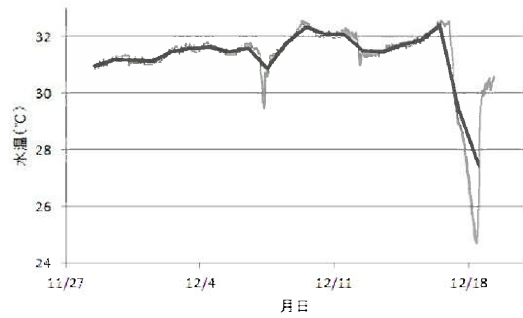


図5 スッポン水槽の水温変化

2. スッポンに対するカボス添加飼料試験

試験開始時と比較して体重に有意差は無く (U-test, p> 0.05)、むしろ総じて体重が減っていた (図3)。

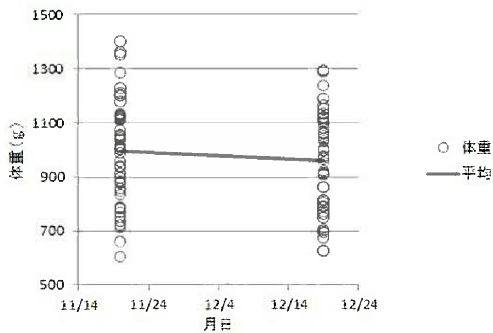


図3 スッポンの体重変化

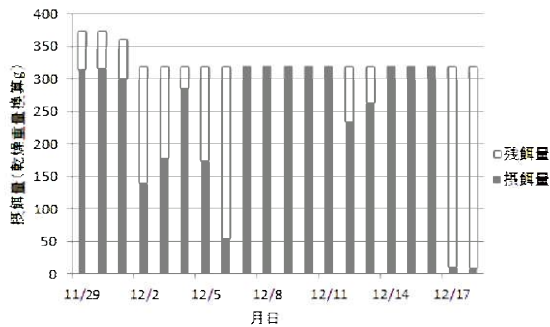


図4 スッポンの摂餌量の推移

試験終了時のスッポン後脚筋肉1サンプル、肝臓2サンプルのリモネンを分析したが、いずれも検出限界の0.01mg/100g以下であった。また、脂肪含量は後脚筋肉で平均0.75%と低く、肝臓は平均7.98%であった

3. ドジョウに対するカボス添加飼料試験

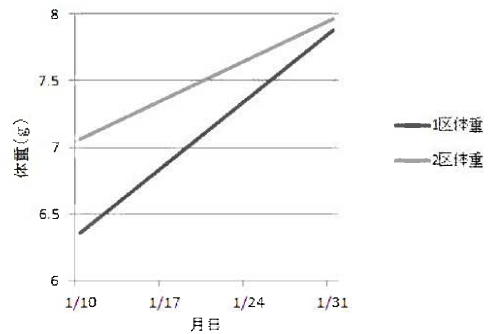


図6 ドジョウ体重の変化

1区は有意に体重の増加が認められたが、2区に有意差は認められなかった (図6)。なお、期間中のへい死は無かった。GSIは1月31日の終了時に平均1.14であり、成熟の進んだ個体は認められなかった。

水温はオートヒーターの能力不足により設定温度に達せず、21~28℃であり、3~4℃程度の日較差があった (図7)。

ドジョウの筋肉3尾分を混合し、リモネンの分析

を行った結果、1区は0.25mg/100g、2区は0.31mg/100gであった。

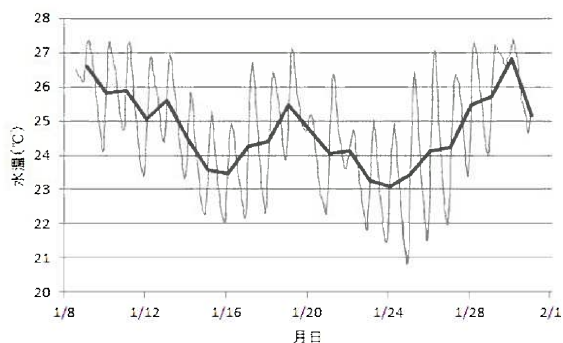


図7 ドジョウ水槽の水温変化

考 察

アユは試験期間中に成熟が進んだため、筋肉中の粗脂肪分が減少し、リモネンが目標とする

0.3mg/100gを達しなかったものと思われる。しかし、5%添加した飼料を問題なく摂餌し、成長したことから、産卵期以外であれば十分に目標を達成したものと考えられる。

スッポンはボイラーの不着火という事故はあったものの、リモネンが検出限界以下であったことは不明である。1日あたりの摂餌量も体重の0.7%程度と少なく、カボス粉末の添加率を上げなければならないとなると、体重が減じている現状から根本的な見直しが必要である。また、筋肉中の脂肪蓄積が0.75%と低いことから、内臓などの脂肪蓄積部位を探索する必要がある。

ドジョウのリモネンの蓄積についてはカボス粉末の添加率を上げることなどにより目標達成は可能と思われ、安定的にリモネンを蓄積できるよう条件を整えていく必要がある。また、ドジョウは活きたまま流通することから、活け水という流水で餌や臭い抜きをすること、袋詰めで1日程度輸送されることなど、料理されるまでのリモネンの蓄積を考えなければならない。