

温水魚（ドジョウ）養殖技術開発 養殖技術普及

内海訓弘

事業の目的

ドジョウの屋内養殖を産業化させるため、1.屋内養殖技術の改良および新開発と生産者への指導、2.種苗の供給に取り組んだ。

事業の内容

1. 屋内養殖技術の改良および新開発と生産者への指導

2006 年度から屋内養殖による企業的生産が本格的に始まったが、各々の生産施設で計画当初に想定していなかった問題が生じており、養殖技術の改良および新開発と生産者への指導が必要となっている。

1) 低水温飼育試験

屋内高密度養殖ではドジョウに潜底行動をさせないため水温を 24℃程度に設定して養殖を行っている。冬期にこの水温を維持することはボイラーで加温している養殖業者にとっては加温のための燃料コストがかかり経営上の大きな負担になっている。

飼育水温を下げることで燃料コスト削減につながることから通常よりも 4℃低い水温 20℃での飼育試験を行った。

日齢 40 まで 24℃で飼育したドジョウ稚魚（平均体重 0.65g、総重量 31.8kg）を日齢 41～日齢 97 まで水温 20℃で飼育し、増重量、生残率、給餌量、飼料効率等を調べた。飼育期間中の平均水温、総給餌量、収容時と取りあげ時の総重量を図 1 に示した。

取りあげ時のドジョウの総重量は 179.7kg、平均体重は 3.13g、生残率は 99.9%であった。飼育試験中の水温は概ね 20℃～19℃の範囲で推移し、総給餌量 142kg に対して増重量は 147.8kg となり飼料効率は 103.9%となった。

日齢 97 で平均体重 3.13g の成長は通常水温での飼育と比較しても遜色のない成長で、飼料効率、生残率とも高かったことから、水温 20℃で問題なく飼育できることが確認された。

2) 生産者への指導

自家種苗生産が安定してきたことで 2011 年度の大分県のドジョウ養殖生産量は 11t を上まわった。

しかしながら、養殖場本来の生産能力をまだまだ十分に生かせていないので、計画的に採卵を行い水槽内のドジョウの飼育尾数を把握して効率よく水槽を使用する指導を行った。

2. 種苗の供給

生産者間で不足した種苗を供給した。生産者の自家種苗生産が安定してきたことから種苗の供給量は昨年度の 43.8 万尾から 33.3 万尾へ減少した。地域別の内訳については表 1 に示した。

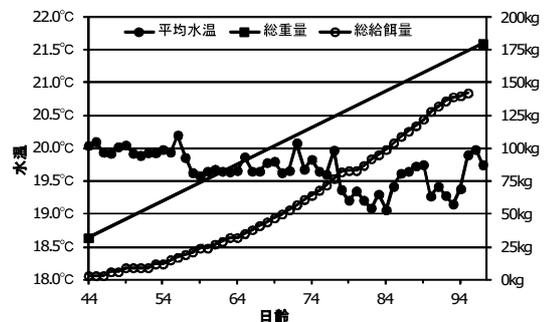


図 1 飼育期間中の水温・総重量・総給餌量

表 1 ドジョウ種苗の地域別供給量

行政区画*	種苗供給量(尾)
北 部	269,500
中 部	4,000
豊 肥	60,000
計	333,500

※県振興局単位

魚病診断と対策指導－1

魚類防疫に関する調査および指導（養殖衛生管理体制整備事業） （交付金）

朝井隆元・福田祐一・内海訓弘

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)
- 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

5. 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
2012年 2月21～22日	東京都	農林水産省消費・安全局 水産総合研究センター 都道府県養殖衛生管理担当者	KHVの防疫対策

表 2 地域合同検討会議

実施時期	実施場所	構成員	内容
2012年 1月26～27日	栃木県	水産総合研究センター アユ疾病研究部会関係県	アユの疾病発生状況 アユのボケ病(ACGD)に関すること 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
2011年12月1日	国東市	大分県水産振興課 大分県漁業公社 大分県農林水産研究指導センター水産研究部	エドワジエラ・イクタルリ感染症対策協議

表 4 養殖衛生管理技術の習得

実施時期	実施場所	出席者	内容
2011年 11月29日～12月8日	東京都	(社)日本水産資源保護協会 都道府県養殖衛生管理担当者	(平成23年度養殖衛生管理技術者養成 本科専門コース研修) 魚病診断技術に関する実習等

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
2011年11月24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	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 6 薬剤耐性菌実態調査

実施時期	実施場所	対象魚	内容
2011年6月	宇佐市	スッポン	細菌分離とディスク法による感受性測定 <i>Aeromonas hydrophila</i> <i>Vibrio</i> sp. <i>Edwardsiella tarda</i> <i>Aeromonas salmonicida</i>
2011年9月		ドジョウ	
2012年1月		ウナギ	
2012年1月		ヤマメ	

表 7 疾病の監視

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
2011年			養殖資材調査	2011年			養殖資材調査
4月5日	日田市	アユ、ヤマメ	疾病調査	10月7日	佐伯市	ヤマメ	疾病調査
4月7日	大分市	ドジョウ	および防疫指導	10月11日	日田市	アユ、ヤマメ	および防疫指導
4月8日	杵築市	スッポン		10月13日	別府市	コイ	
4月13日	大分市	ドジョウ		10月18日	豊後高田市	スッポン	
4月18日	宇佐市	ドジョウ		10月19日	大分市	ドジョウ	
4月21日	大分市	ドジョウ		10月20日	佐伯市	ヤマメ	
4月22日	宇佐市	ドジョウ		10月24日	由布市	アユ	
4月28日	大分市	ドジョウ		10月25日	大分市	ドジョウ	
5月6日	大分市	ドジョウ		11月1日	日田市	アユ、ヤマメ	
5月10日	日田市	コイ		11月11日	大分市	ドジョウ	
5月11日	大分市	ドジョウ		11月18日	宇佐市	ドジョウ	
5月18日	大分市	ドジョウ		11月28日	九重町	ヤマメ	
5月19日	宇佐市	ドジョウ		12月9日	大分市	ドジョウ	
5月26日	大分市	ドジョウ		12月19日	杵築市	スッポン	
6月3日	別府市	ドジョウ		12月21日	杵築市	スッポン	
6月8日	玖珠町	ヤマメ		12月26日	日田市	アユ	
6月14日	日田市	アユ		12月28日	宇佐市	ドジョウ	
6月17日	宇佐市	ドジョウ		2012年			
7月8日	宇佐市	アユ		1月5日	大分市	ドジョウ	
7月8日	大分市	ドジョウ		1月12日	宇佐市	ドジョウ	
7月15日	日田市	コイ		1月24日	宇佐市	ドジョウ	
7月21日	日田市	アユ、ヤマメ		1月28日	日田市	ウナギ	
8月1日	佐伯市	アユ		1月30日	日田市	ヤマメ	
8月5日	大分市	ドジョウ		2月7日	大分市、臼杵市	ドジョウ、スッポン	
8月16日	佐伯市	アユ		2月14日	佐伯市	ヤマメ	
8月23日	宇佐市	ドジョウ		2月15日	九重町	ヤマメ	
8月26日	佐伯市	ヤマメ		2月28日	大分市	ドジョウ	
8月29日	日田市	アユ		3月7日	九重町	ヤマメ	
8月31日	日田市	コイ		3月8日	宇佐市	ドジョウ	
9月1日	大分市	ドジョウ		3月9日	大分市	ドジョウ	
9月2日	竹田市	アマゴ		3月21日	日田市	アユ	
9月16日	日田市	ヤマメ		3月27日	大分市	アユ	
				3月27日	宇佐市	ドジョウ	

表8 疾病の検査・診断

魚種名	疾病名	11)	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12)	1	2	3	計
アユ	ACGD(ボケ病)				1											1
	細菌性冷水病				2				2							4
	ミズカビ病	1			1											2
	ギロダクチルス症				1											1
	チョウチン病														1	1
	不明	1				1	1								1	4
	健康診断	1										8				9
アユ小計		3	0	5	1	1	0	2	0	0	8	0	0	0	2	22
アマゴ	健康診断							1								1
アマゴ小計		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
ヤマメ	IHN									1						1
	細菌性冷水病											1				1
	せつそう病											1				1
	ミズカビ病									2		1				3
	不明				3											3
ヤマメ小計		0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	9
ウナギ	パラコロ病												2			2
	シュードダクチロギルス症												2			2
	健康診断								1	1						2
ウナギ小計		0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	4	0	0	0	6
コイ	トリコジナ症			1												1
	不明				1		1		1							3
	健康診断				1		2			1						4
コイ小計		0	1	2	0	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	8
ドジョウ	ビブリオ病							1								1
	不明					1					1	2	1			5
ドジョウ小計		0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	2	1	0	0	6
スッポン	運動性エロモナス症				1											1
スッポン小計		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
その他	キングョ								1							1
	赤斑病(<i>A. hydrophila</i>)								1							1
	未同定繊毛虫感染症								1							1
	ギロダクチルス症								1							1
	不明			1												1
ギンブナ	不明				1											1
ゲンゴロウブナ	不明													1		1
カワスズメ	不明														1	1
その他小計		0	1	1	0	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	7
合計		3	2	12	2	4	5	4	5	9	9	9	3	2	0	60

注) 天然水域における診断件数を含む。

魚病診断と対策指導－ 2

アユへの過剰投薬が「ボケ（異形細胞性鰓病）」の発症に及ぼす影響

朝井隆元

調査の目的

不活発な遊泳、食欲の低下といったアユのその様子から、養殖現場で通称「ボケ」と呼ばれている疾病は、細菌性鰓病（BGD）の原因として知られている*Flabobacterium branchiophilum*によって引き起こされると考えられていた。しかし、これまで「ボケ」と呼ばれていたアユの突然の大量死の中には、*F. branchiophilum*ではなく、ポックスウイルスに分類される病原体（仮称*Plecoglossus altivelis* Poxvirus（PaPV））が関与する症例があることが、近年、明らかとなってきた。¹⁾³⁾ このウイルスによる疾病を異形細胞性鰓病（Atypical Cellular Gill Disease（ACGD））と呼ぶことが提案されている。³⁾

ACGDが発症すると、急激な大量死が発生するケースが多いため、養殖現場からは、その対策が強く求められている。ACGDへの対処法としては、一般的には長時間の塩水浴が行われており、⁴⁾ 試験的に塩水浴の効果が認められた報告もある。⁵⁾ また、和田^{6,7)} は、ACGDの病魚は正常魚と比較して血清中のNa⁺とCl⁻の濃度が低かったが、塩水浴を行った場合はNa⁺とCl⁻の濃度が増加したと報告した。ACGDの病魚にみられる鰓薄板の癒合等は、鰓の浸透圧調整機能を低下させると考えられるが、長時間の塩水浴が、アユの血清中のNa⁺とCl⁻のバランス調整を補っていることを示唆している。

ところが、大分県内の養殖現場では、ACGDに対して塩水浴の効果が認められない事例も発生している。福田⁸⁾ は、ACGDに関する全国的な症例調査では、塩水浴の効果が判然としなかったと報告した。

石川⁹⁾ は、ACGD発生時の塩水浴効果を認めている。塩水浴に効果が認められなかった事例については、環境的な要因でアユが死亡した可能性について指摘し、塩水浴中のDOやNH₄⁺-Nの管理が重要と報告した。しかし、その一方で、ACGD発症時の新たな対処法の検討の必要性についても述べている。

ACGDの対策研究を進めるためには、人為的にPaPVをアユに感染させて、死亡を再現する手法を確立することが必要不可欠である。ACGDに対する塩水浴に関する知見についても、ACGDが自然発生

した際の事例に限られているのが現状である。

感染実験においてACGDの再現の確認は、いわゆる「ボケ」症状を伴った死亡の他に、死亡魚からのPaPVの検出、⁴⁾ ACGDの特徴である鰓上皮の異形肥大細胞の形成³⁾の有無によって行われる。しかし、これらの条件を満たして、ACGDの再現が確認された事例はほとんどない。筆者も、ACGDの病魚を網袋の中に入れて、試験用の循環水槽に吊すことによってPaPVの感染源とし、供試魚への感染を試みたが、アユは1尾も死亡しなかった（未発表）。

和田⁶⁾ は、アユ養殖場の50事例について、鰓の染色標本の検鏡を行った結果、PCRでPaPVが陽性を示しながら、異形肥大細胞等の顕著な臨床症状が確認されない個体が多数観察されたことから、PaPVが感染して臨床症状に至るには、さらに別の要因が必要となる可能性を疑っている。もし、単にPaPVと接するだけでは、アユはACGDを発症しないのであれば、養殖現場の症例から、発症要因を探る必要がある。なお、既に福田¹⁰⁾ は、全国的な症例調査において、種苗が人工産という点では共通であったが、各地で使用された種苗に関連性はないと推定し、また、水温、魚体重および飼育密度に一定の傾向は認められなかったと報告している。このため、これ以外の視点から、ACGDの発症要因の検討が必要と思われる。

大分県内のアユ養殖業者からの聞き取りでは、まず始めに細菌性冷水病が発生して、その治療を目的としてスルフィゾゾールナトリウム（SIZ）の投薬を行い、死亡が終息した後、しばらくしてACGDが発生したという事例があった。さらに、細菌性冷水病の発生頻度が高い養殖場ほどACGDの被害が多い傾向が見受けられたが、そのような養殖場では、SIZの使用頻度が高いことが推測される。

SIZは、サルファ剤に分類される化学療法剤であるが、サルファ剤は魚類においても、その投与量によっては様々な副作用例の報告がある。¹¹⁾ 薬事法によるSIZの使用基準は、副作用等の検討を踏まえた上で定められているものの、PaPV感染という特殊な条件下での検証は行われないため、ACGDの発症には、PaPVの感染の他に、SIZの作用が関与してい

る可能性を完全には否定できないと思われる。

そこで本報では、SIZを投与したアユにPaPVの感染を試みることによって、SIZがACGDの発症に及ぼす影響について検討を行った。

調査の方法

供試魚として、当チーム内で継代飼育している大野川由来のアユ（F26，平均体重12.1g）を用いた。

予備飼育用のFRP製水槽（0.45×1.70m×水深0.35m）2基に供試魚を100尾ずつ収容し、河川水を注水した。水槽内で2日間馴致させた後、一方の水槽には市販の配合飼料を、もう一方の水槽には、市販の配合飼料にSIZを添加させたものを、それぞれ魚体重の1%を目安に5日間給餌した。なお、SIZの使用基準は魚体重1kgあたり1日に200mgとなっているが、SIZの影響を検討する際に、過小評価することのないようにするため、SIZの投与量を300mg/kg/日となるように飼料に添加した。PaPVの感染実験は、5日間の投薬終了後の翌日から開始した。

感染実験は、表1に示したとおり3試験区を設定した。PaPVの接種方法は、福田ら¹²⁾の報告を参考にして行った。県内のアユ養殖場で発生したACGDの病魚から鰓を摘出して、ホモジナイザーですりつぶしたものをPaPVの感染源とし、10Lの水が入ったバケツ2つに、それぞれ4g浮遊させた。予備飼育でSIZを投与した供試魚（1区）と無投薬の供試魚（2区）を25尾ずつ各バケツに入れ、エアストーンで曝気しながら2時間浸漬させた。なお、対照区（3区）については、正常なアユの鰓をすりつぶしたものを4gを使用し、10Lの水が入った別のバケツの中に入れて、SIZを投与した供試魚25尾を2時間浸漬した。

感染実験の経過観察には、FRP製円形水槽（直径1.4m×水深0.5m）3基を使用し、水中ポンプ（Compact 2000，EHEIM）を用いて、約2回/時間の頻度で濾過循環させた。経過観察は16日間行った。なお、この期間の水温は24℃から28℃で推移した。

感染実験中に死亡した個体は、その都度取り上げて、PCRによるPaPV遺伝子の検出および鰓のスタ

ンプ標本の観察によって、ACGDかどうかの判定を行った。さらに、鰓の検鏡、トリプトソーヤ寒天培地（TSA）を用いた腎臓からの病原性細菌の検出、およびPCRによる*F.branchiophilum*遺伝子の検出によって、死亡原因の究明を行った。

鰓のスタンプ標本の観察には、迅速染色キット（ディフ・クイック，国際試薬株式会社）を使用し、異形肥大細胞の有無の確認を行った。PCRに必要な鰓からのDNAの抽出は、DNA抽出キット（Genra Puregene，QIAGEN）を用いて行った。PCRはサーマルサイクラー（2720Thermal Cycler，Applied Biosystems）を使用し、PCR条件は既報^{4)，13)}に準じたが、非特異反応の防止に有効とされるホットスタート用のDNA合成酵素（AmpliQ Gold，Applied Biosystems）を使用したため、PCRのプレヒートを10分間とした。増幅産物は、2%アガロース（Agarose HS，ニッポンジーン）を用い、電気泳動装置（Mupid-2plus，ADVANCE）で30分間の電気泳動を行った。泳動後、エチジウムブロマイドで核酸染色を行い、紫外線照射下で、増幅産物の大きさを確認した。

感染実験終了後、生残魚についても、鰓のスタンプ標本の観察を行い、異形肥大細胞の有無を確認すると共に、PCRによるPaPV遺伝子の検出を試みた。

調査の結果

供試魚の累積死亡率の推移を図1に示した。供試魚の死亡は、SIZを投薬した後、PaPVを接種した1区のみで発生した。しかし、死亡したのは2尾に留まり、1区の累積死亡率も8%と低くなった。

2尾の死亡を把握したのは共に、朝、最初の観察時であったため、死亡直後に取り上げることができなかった。死亡魚2尾には、目立った外傷は認められなかった。鰓の検鏡で寄生虫等の病原体は確認されず、TSAから病原性細菌は分離されなかった。PCR

	SIZ投薬 ^{※1}	病魚鰓磨砕液浸漬攻撃 ^{※2}
1区	○	○
2区	—	○
3区	○	—

※1 300mg/kg/日、5日間経口投与

※2 鰓重量換算で1/2500希釈、2時間浸漬

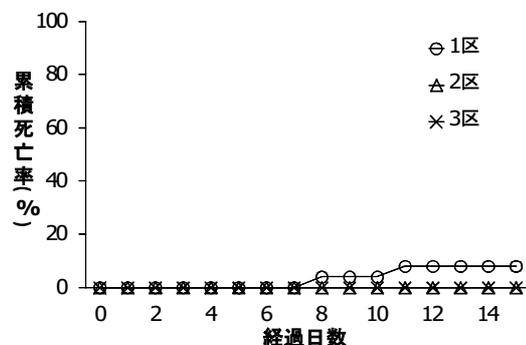


図1 PaPV接種後の累積死亡率の推移

表2 鰓スタンプ標本観察による異形肥大細胞の検出とPCR法によるPaPV遺伝子の検出

	異形肥大細胞	PaPV
1区 死亡魚	U	1/2
生残魚	0/23	0/23
2区 生残魚	0/25	0/25
3区 生残魚	0/25	0/25

※ 表中の数値は、陽性の個体数/検査個体数を示し、Uは、判定ができなかったことを示す。

で*F.branchiophilum*遺伝子も検出されなかった。

異形肥大細胞およびPaPV遺伝子の検出結果を表2に示した。異形肥大細胞は、どの個体からも検出されなかった。なお、死亡魚2尾の鰓スタンプ標本は、像が不鮮明であったため、異形肥大細胞の有無の判定ができなかった。

PaPVについては、1区で死亡した2尾のうち、実験開始11日後に死亡した個体からは検出されたが、もう一方の個体からは検出されなかった。生残魚からは、どの個体からもPaPV遺伝子は検出されなかった。

考 察

今回、薬事法に基づく使用基準を超える用量のSIZ(300mg/kg・5日間)を投与したアユに、ACGD病魚の鰓を感染源としてPaPVを接種した。その結果、累積死亡率は8%は低かったものの、死亡魚が発生した。死亡魚には、目立った外傷は確認されず、鰓の検鏡やTSAによって病原体は検出されなかった。SIZを投与せずにPaPVを接種した試験区では、死亡魚が発生しなかったことを踏まえると、感染実験でのアユの死亡には、PaPVとSIZによる何らかの相互作用が働いた可能性が考えられる。

ただし、死亡した2尾は共に、死亡直後に取り上げることができなかったため、作成した鰓スタンプ標本の像が不鮮明となり、異形肥大細胞の有無を確認することができなかった。また、PCRによるPaPV検出結果についても、取り上げの遅れが影響している可能性があるものの、PaPV遺伝子が検出されたのは、死亡した2尾のうち1尾のみであった。したがって、ACGDによるアユの死亡を再現できたととは断定できない。

SIZがACGDの発症に及ぼす影響については、今後さらなる検討が必要と思われる。一方で、再現実験については、PaPVを一定量攻撃するために必要となるPaPVを培養するための魚類由来細胞が確立

されていないという問題もある。

今回、使用基準の用量を超えるSIZを投与して、感染実験を行ったが、使用基準内で実験を行えば、アユは死亡しなかった可能性も考えられる。養殖現場では、日誌等の記帳内容から、飼育尾数と平均体重を推定して、水産用医薬品の投与量が算出されるが、記帳が疎かになれば、結果として、使用基準を超える用量のSIZが投与される恐れもある。ACGD対策となるかは不明であるが、消費者に安全な養殖アユを提供するためにも、水産用医薬品の適正使用について、養殖現場への普及指導が重要と思われる。

文 献

- 1) 和田新平. 不明病(「ボケ」). 「新魚病図鑑」 緑書房, 東京. 2006; 71.
- 2) 福田穎穂. 8.アユ「ボケ病」のボックスウイルスとの関連に関する研究. 平成19年度養殖衛生管理問題への調査・研究成果報告書, (社)日本水産資源保護協会, 東京. 2008; 101-109.
- 3) Wada S, Atami H, Kurata O, Hatai K, Kasuya K, Watanabe Y, Fukuda H. Histopathology of gill lesions of ayu *Plecoglossus altivelis* clinically diagnosed with 'Boke' disease. *Fish Pathol.* 2011; **46(2)**: 59-61.
- 4) 魚類防疫技術書シリーズX X V II. アユの異形細胞性鰓病 (Atypical Cellular Gill Disease: ACGD) 診断・治療マニュアル, (社)日本水産資源保護協会, 東京. 2011.
- 5) 石川孝典, 尾田紀夫, 渡邊長夫, 小原明香. 5. アユ「ボケ病」の細菌学的研究. 平成21年度養殖衛生管理問題への調査・研究成果報告書, (社)日本水産資源保護協会, 東京. 2010; 59-77.
- 6) 和田新平. 6.アユ「ボケ病」の病態生理および診断技術に関する研究. 平成19年度養殖衛生管理問題への調査・研究成果報告書, (社)日本水産資源保護協会, 東京. 2008; 66-84.
- 7) 和田新平. 4.アユ「ボケ病」の病態生理および診断技術に関する研究. 平成20年度養殖衛生管理問題への調査・研究成果報告書, (社)日本水産資源保護協会, 東京. 2009; 41-57.
- 8) 福田穎穂, 石垣恵, 太田周作. 3.アユ「ボケ病」のボックスウイルスとの関連に関する検討. 平成21年度養殖衛生管理問題への調査・研究成果報告書, (社)日本水産資源保護協会, 東京. 2010; 27-46.
- 9) 石川孝典, 尾田紀夫, 小原明香, 渡邊長夫, 渡辺祐介, 土居隆秀, 横塚哲也, 澤田守伸, 糟谷

- 浩一. アユの通称”ボケ病”に関する研究. 栃木県水産試験場研究報告2012 ; 55 : 4-17.
- 10) 福田穎穂, 渡邊房子, 太田周作, 石垣恵. 6.アユ「ボケ病」のボックスウイルスとの関連に関する検討. 平成20年度養殖衛生管理問題への調査・研究成果報告書, (社) 日本水産資源保護協会, 東京. 2009 ; 73-85.
- 11) 尾崎久雄, 池田彌生. 第12章 副作用. 魚類薬理学 I サルファ剤, 緑書房, 東京. 1978 ; 121-138.
- 12) 福田穎穂, 井上友恵, 和田新平. 4.アユのボケ病の防除技術に関する研究—アユボックスウイルスの病原性と迅速診断法に関する検討. 平成22年度養殖衛生管理問題への調査・研究成果報告書, (社) 日本水産資源保護協会, 東京. 2011 ; 39-53.
- 13) Toyama T, Kita T, Wakabayashi H. Identification of *Flexibacter maritimus*, *Flavobacterium branchiophilum* and *Cytophaga columnaris* by PCR targeted 16S ribosomal DNA. *Fish Pathol.* 1996 ; 31(1) : 25-31.

河川重要資源増殖技術開発－1

アユの親魚養成と採卵

福田祐一

事業の目的

放流用種苗の生産などに供する県内河川に遡上する海産系アユの良質卵を得るため、継代飼育しているアユの親魚養成と採卵を行った。

事業の方法

1. 飼育期間

2011年2月～10月

2. 飼育水槽

親魚の養成は、冷水魚センター廃止にともない初期稚魚育成用として内水面チームの加温施設のある屋内循環棟の循環水槽（10t）2面と屋外16角形シート水槽4面（直径7m×水深1m：有効水量約23m³）を使用した。

3. 飼育水

循環水槽、屋外水槽とも河川水を使用した。

4. 供試魚

（社）大分県漁業公社国東事業場（以下、「漁業公社」という）で生産された人工種苗を用いた。種苗は漁業公社で孵化生産したものを2月3、16日に12℃前後に水温設定した循環水槽に受入れた後、4月に屋外水槽へ移動した。なお、その親魚は大野川系継代魚（F26）および同じ大野川系継代魚（F5）（以下、供試魚はそれぞれ「F26」、「F5」という。）である。

5. 親魚飼育

親魚の育成は表1のとおりであった。

飼育開始時の平均体重は1区（F5）が21.5g、2区（F26）が24.5g、3区（F26）は30.5g、4区（F5）は22.4gであった。

6. 給餌

市販のアユ用配合飼料を自動給餌器を使い、1日量を4回程度に分けて与えた。給餌量は摂餌状況を観察しながら調節した。

7. 採卵

親魚の成熟を調べるため、8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が20付近に達していれば採卵可能魚が出現していると判断し、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：サラロック）に付着させた。なお、採卵数は途中のロスを考慮して2,000粒/gとして計算した。

8. 卵管理

採卵後の受精卵は内水面チームの屋内水槽で流水による管理を行い、翌日から隔日卵消毒を実施した。採卵7日後を目安に発眼卵を洗卵し、種苗生産機関である漁業公社に引き渡した。なお、一部は大野川での発卵放流に使用した。

表1 親魚飼育の区分

区分(系統)	飼育水槽	飼育数(尾)	平均体重(g)	飼育開始日	備 考
1 (F5)	シート水槽1号	1,500	21.5	7月11日	循環水槽より移動分
2 (F26)	シート水槽3号	1,500	24.5	7月11日	〃
3 (F26)	シート水槽2号	1,200	30.5	7月11日	〃
4 (F5)	シート水槽4号	1,500	22.4	7月11日	

事業の結果

1. 飼育成績

飼育水に河川水を使用したため、6月に入って上流部の田植えや梅雨期での濁水による影響で給餌ができない日があったものの、順調に生育した。養成の結果、採卵前の9月中旬には平均体重が1区(F5)は79.7g、2区(F26)は96.7g、3区(F26)は94.3g、4区は99.1gとなった。3区および4区のアユは採卵期には平均体重が100gを越えた(図1)。

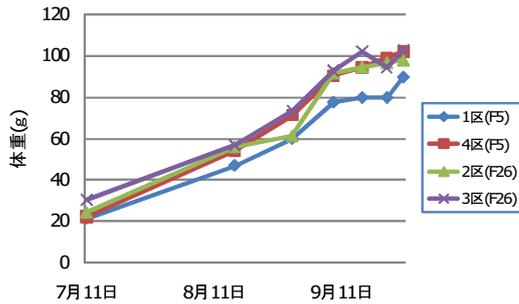


図1 継代飼育別体重の推移

2. 飼育水温

4月から10月にかけての飼育水温の推移を図2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(1日24時間平均)は10℃から27℃の間で推移し、平均水温は18.9℃であった。

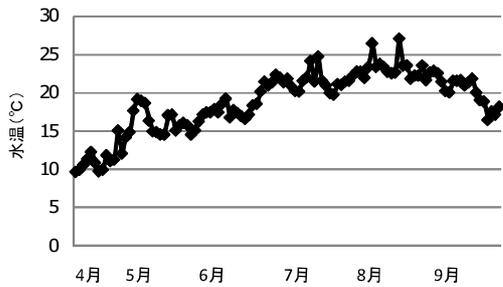


図2 河川水温の推移(4~10月)

3. 成熟

8月中旬から徐々に生殖腺の発達がみられた。8月下旬には雌のGSI値は0.7~1.9であった。9月中旬には2区でGSIが10を越えた。9月下旬には全ての区でGSIが15近くの個体が見られ、採卵可能魚も出現した。特に、2区は9月末には急速に成熟が進み採卵作業を行ったが、残りの区は例年通り10月にはいって成熟した(図3)。

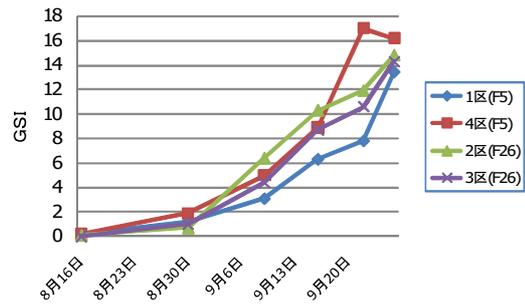


図3 親魚(雌)の生殖腺指数の推移

4. 採卵

採卵の結果および採卵数の推移を表2に示した。1区(F5)では10月12日の1回で、3,239千粒を、2区(F26)では9月30日の1回で、8,893千粒を採卵した。一方、3区(F26)では10月5日に、6,754千粒を採卵した。これに対して4区(F5)は10月5日と10月12日の2回採卵で、5,449千粒の卵を得た。

今年度は、10月に入って急速に成熟し、3日間の採卵作業で、漁業公社への発眼卵供給数が例年並みとなったのでこの時点で終了した。

親魚(雌)の1尾当たりの採卵数は平均で30千粒で、これを体重100gに換算すると31千粒となった。前年度は、それぞれ22千粒、28千粒であったので、本年度は1尾当たり及び体重100gに換算した採卵数ともに増加した。今年度は、河川水の濁りは例年通りであったものの、魚体重は順調に増加したためである。

ただ、図4に内水面チームの河川水の透視度の推移を示したが、6月は特に透視度が低く投餌の休止日数が多かった。100g前後の産卵親魚を確保するためにも、魚病の発生に特に注意する必要がある。

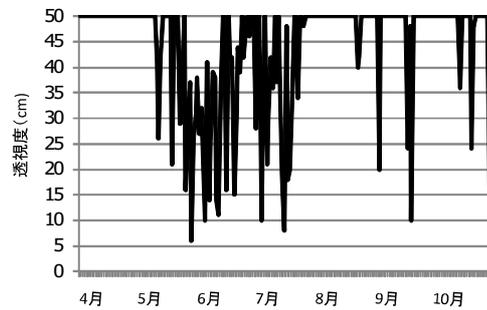


図4 透視度の推移(測定上限値: 50cm)

表2 採卵の結果

区 分	使用親魚(尾)		採卵時期	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 F5	151	181	10/12	3,239	21	22
2 F26	239	239	9/30	8,893	37	39
3 F26	207	209	10/5	6,754	33	32
4 F5	214	215	10/5、10/12	5,449	25	28
計	811	844	9/30~10/12	24,336	30(平均)	31(平均)

河川重要資源増養殖技術開発－2

大分川、大野川、番匠川および山国川における遡上アユのふ化時期

福田祐一

調査の目的

大分県には、大分川、大野川、番匠川にアユ保護水面が設定されている。この保護水面の管理事業として、産卵期と考えられる期間に産卵場に集まるアユを保護（採捕禁止）するとともに、耕耘などによる産卵場整備で、遡上資源増大のための自然産卵を助長している。

この保護水面が設定されている3河川に県北地域の山国川も対象河川に加え、春先から初夏にかけて海域から河川に遡上するアユを採捕し、前年の産卵・ふ化時期を推定することにより、これら禁漁期の設定等の方策の妥当性を検討した。

調査は2011年2月23日から6月9日にかけて行った。採捕の方法は、遡上稚アユのサイズに合わせて網の目合いが26節または30節の投網を使用し、1回の調査で30尾以上の稚アユを採取するように努めた。採捕した稚アユは、魚体を測定後、直ちに100%エタノールで固定した。

各河川とも遡上の盛期に採捕したアユから耳石を取り出した。（大分川：3/9・4/22・5/2・5/19、大野川：3/22・4/5・4/21・5/2、山国川：4/18・5/6・5/20の採捕アユ）

耳石に形成された日周輪を顕微鏡で計数し、日周輪の数を日令とした。この日令から逆算し、遡上稚アユの孵化日を推定した。

調査の方法

遡上アユの採捕場所は、海から河川に遡上した直後のものを採捕するため、大分川では河口から6.8km上流にある古国府取水堤の下とした。大野川では河口から11.1km上流にある船本床固の下とした。番匠川では河口から7.4km上流の潮止堰堤の下とした。山国川では河口から3.0km上流の潮止堰堤の下とした(図1)。



図1 調査河川と採捕場所

調査の結果

1. 大分川

3月9日から5月19日にかけて古国府取水堤下で遡上稚アユの採捕した(表1)。推定孵化日は2010年11月11日～12月23日で11月中旬～12月上旬に孵化のピークがみられた(図2)。このうち11月中旬の孵化のピークは遡上初期の3月上旬に採捕された個体由来のものであった。また11月下旬～12月上旬の孵化のピークは4月下旬以降に採捕されたものであった。

2. 大野川

3月9日から5月19日にかけて遡上稚アユを採捕した(表1)。採捕したアユの推定孵化日は2010年10月29日～12月17日で、11月中旬～12月上旬にピークがみられた(図2)。このうち11月中旬の孵化のピークは遡上初期の3月下旬～4月上旬に採捕された個体由来のものであった。また12月上旬の孵化のピークは4月下旬～5月上旬に採捕されたものであった。

3. 番匠川

2月23日から6月9日にかけて遡上稚アユ採捕を試みたが、4月5日の1尾のみで後は採捕でき

なかった。今年度は遡上期に極端に水量が少なかったことが影響して、遡上が大幅に阻害されたのかもしれない(表2)。

4. 山国川

4月18日から5月20日にかけて遡上稚アユを採捕した。採捕したアユの推定孵化日は2010年11月2日～12月20日の間で、11月下旬がピークであった。このうち11月下旬の孵化のピークは遡上初期の4月中旬～5月上旬に採捕された個体に由来するものであった。また12月の孵化個体は5月下旬に採捕されたものであった。

今回、採捕した遡上盛期のアユの孵化日と孵化までの河川水温から推定される産卵時期は、大分川は11月中旬から12月下旬、大野川は10月下旬から

12月中旬、山国川は11月上旬から12月下旬まで続いていたと考えられた。いずれの河川でも前年(2010年産卵)とほぼ同様に、遡上アユの産卵・孵化時期の晩期化の傾向がみられる。なお、番匠川では遡上アユを捕獲することができなかった。

各保護水面の禁漁期間は、大分川では9月20日から11月20日、大野川は9月1日から10月31日、番匠川は9月1日から11月30日となっている。また、山国川では下流域の産卵場と考えられる区間の禁漁期間が9月1日から11月30日に設定されている。しかし、各河川の遡上アユの産卵時期を調べると、近年、この禁漁期間とのずれがみられるようになった。

このため、今後も調査を継続して行い、この産卵時期の晩期化傾向を注視していく必要がある。

表1 採捕した遡上アユの大きさ

保護水面 (河川名)	採捕月日	採捕尾数	平均全長 (mm)	平均体長 (mm)	平均体重 (g)	水温 (°C)	時刻 (開始時)
大分川	2月23日	0	—	—	—	11.1	14:43
	3月9日	16	60.8	52.9	1.1	9.7	13:55
	3月22日	0	—	—	—	12.0	14:06
	4月5日	1	75.5	63.4	2.3	12.0	14:20
	4月22日	46	74.6	64.5	2.7	15.4	13:40
	5月2日	34	72.8	62.4	2.4	18.6	13:00
	5月19日	22	80.6	68.7	3.9	22.2	14:35
	6月9日	0	—	—	—	—	14:00
大野川	2月23日	0	—	—	—	10.8	13:00
	3月9日	1	70.3	60.3	2.1	10.5	12:40
	3月22日	27	76.8	66.0	2.7	12.7	12:50
	4月5日	14	83.3	70.9	3.6	15.0	12:50
	4月21日	11	67.0	57.9	1.9	14.5	10:45
	5月2日	11	78.5	67.2	3.4	17.5	10:30
	5月19日	2	89.9	77.0	5.5	21.8	13:15
	6月9日	1	—	—	—	21.5	12:53
番匠川	2月23日	0	—	—	—	12.3	10:41
	3月9日	0	—	—	—	11.6	11:01
	3月22日	0	—	—	—	13.4	10:30
	4月5日	1	82.9	71.5	3.0	14.3	11:06
	4月22日	0	—	—	—	16.2	10:50
	5月19日	0	—	—	—	21.8	11:10
	6月9日	0	—	—	—	20.4	11:26
	山国川	3月4日	0	—	—	—	7.8
3月11日		0	—	—	—	7.4	10:50
3月29日		0	—	—	—	11.6	13:30
4月7日		0	—	—	—	16.5	11:10
4月18日		7	77.0	66.5	2.6	17.0	13:10
5月6日		22	78.4	66.7	2.8	20.0	11:00
5月20日		12	63.1	57.0	1.5	22.3	11:00
6月10日		0	—	—	—	21.9	10:35

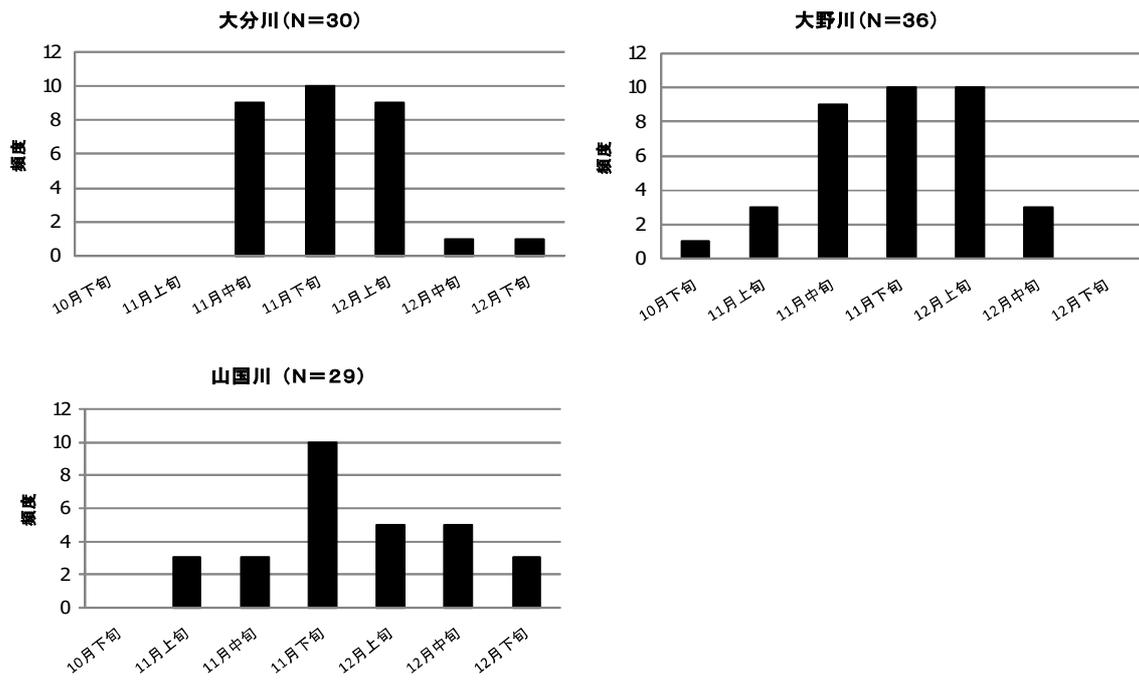


図2 各河川の遡上盛期に捕獲したアユの孵化時期

河川重要資源増殖技術開発－3 RAPD-PCR 法による遡上アユの集団分析

朝井隆元

事業の目的

アユの資源管理手法を開発する上で、遡上アユがどの程度の割合で、前年に降海した河川と同じ河川に上るのかを把握することは重要な研究課題である。一般的には、アユの母川回帰性は低いと考えられている。¹⁾しかし、アユの生息環境によっては、降海した稚アユの大多数が河口域から拡散せずに留まって、同じ河川に遡上している可能性もある。²⁾³⁾古川、西村⁴⁾は、アユの母川回帰の実態を把握することを目的として、アリザリン・コンプレクソンで標識付けした発眼卵を大野川に放流し、翌年、大野川および大分川で標識の付いたアユの採捕を試みたが(図1)、捕獲したアユの中に標識のついた個体は1尾も確認されなかった。大野川のように遡上アユが多い河川では、標識付け放流による調査は困難と思われる。



図1 アユを採捕した河川の概略図

表1 RAPD-PCR 法による集団分析に用いた供試魚

採捕場所	採捕年月	平均全長(mm)	試魚数
大野川	2009年4月	60.4	5
大分川	2009年6月	56.3	4
番匠川	2009年4月	56.8	4

ところで、大野川と大分川の河口は、約 7km 離れているが、両河川のアユが母川回帰していないと仮定した場合、両河川間で交配が進むことが想定されるため、両河川間のアユに遺伝的差異は認められないことになる。そこで本事業では、遺伝マーカーによって近縁関係や地域集団の解析を行う手法の一つである RAPD-PCR 法⁵⁾に着目した。RAPD-PCR 法は、10 塩基前後の無作為に選択された塩基配列をプライマー（遺伝マーカー）として PCR を行い、未知の DNA 配列を検出する手法であるが、この手法にはシーケンサー等の高額機器が不要という利点がある。しかし、RAPD-PCR 法は DNA 領域のうち高変異部位を選択して検出しないため、集団解析に必要な多様性は必ずしも高くはないとの指摘もある。⁶⁾このため、遡上アユのサンプルを用いて RAPD-PCR 法による集団分析を行い、その有効性について検討を行った。

事業の方法

供試魚として、2009 年に大野川、大分川および番匠川(図1)の河口で投網によって採捕され、エタノール固定された遡上アユ 13 尾を用いた(表1)。DNA の抽出は、DNA 抽出キット(Gentra Puregene, QIAGEN)を用いた。なお、DNA の抽出にあたっては、抽出部位を心臓とすることによって、アユの体表等に付着した藻類や菌類由来の DNA 混入防止を図った。遺伝マーカーには、20 種類のランダムプライマー(OPA01-20, OPERON)を用いた。PCR はサーマルサイクラー(2720Thermal Cycler, Applied Biosystems)を使用し、PCR 条件は 95℃で 30 秒、40℃で 60 秒、72℃で 60 秒を 1 サイクルとし、合計 40 サイクルとした。ただし、最後の伸張反応は 72℃で 8 分間とした。なお、非特異反応の防止に有効とされるホットスタート用 DNA 合成酵素(AmpliTaq Gold, Applied Biosystems)を使用したため、PCR のプレヒートを 10 分間とした。増幅産物は、1.5% アガロース(Agarose HS, ニッポンジーン)を用い、電気泳動装置(Mupid-2plus, ADVANCE)で 30 分

間の電気泳動を行った。泳動後、エチジウムブロマイドで核酸染色を行い、紫外線照射下で、DNA 断片の大きさを確認した。また、各マーカーごとに 2 回の PCR を行い、DNA 断片産出の再現を確認した。⁷⁾

遺伝マーカーの有効性を検討するための集団分析は、個体間の DNA 断片の共有度 (BSI) を指標として行い、以下の式により産出した。⁸⁾

$$BSI = 2 \times Nab / (Na + Nb)$$

Nab : 個体 a および b に共通な DNA 断片数

Na, Nb : 個体 a および b に見られた DNA 断片数

事業の結果および考察

今回、20 種の遺伝マーカー (A01 - A20) を用いて、遡上アユ 13 尾について RAPD-PCR 法による集団分析を行った。その結果、A01 や A07 には DNA 断片が産出されなかった一方で、A02、A03 および A10 の 3 種のマーカーには、DNA 断片に多型がみられた。そこで、この 3 種のマーカーについて BSI の平均値を算出した。

表 2 に BSI の算出結果を示したが、河川の内外で BSI の値に違いがみられた。このため、RAPD-PCR 法を用いた遡上アユの集団分析は有効と思われる。今後は、分析を行うサンプル数を増やして、アユの

母川回帰の実態を推定することが必要となるが、仮に、サンプルを増やしても今回算出した BSI と同じような傾向がみられた場合は、大野川と大分川のアユに遺伝的な差異がみられるため、母川回帰しているアユは多いと推定されることになる。

ところで、通常、BSI の値を集団の内外で比較した場合、集団外よりも集団内の方が BSI は高くなる。本事業においても、大野川内の平均 BSI が 0.733 と最も高かった。しかし、大分川および番匠川の双方において、同一河川内の個体よりも大野川の個体と比較した方が、BSI の平均値が高くなった (大分川×大分川が 0.248 に対して、大分川×大野川が 0.419。番匠川×番匠川が 0.428 に対して、番匠川×大野川が 0.553。)。このことは、大分川および番匠川の同一河川内の個体よりも、大野川の方に遺伝的に近縁な個体がいることを示唆しているが、その原因は、過去 20 年以上、大野川産のアユを親魚として、種苗生産を行い、県内の主要河川に放流してきたことによるのかもしれない。

したがって、RAPD-PCR 法によって、大野川および大分川におけるアユの母川回帰の実態を推定するためには、遡上アユだけでなく、降海前の稚魚もしくは卵のサンプルを採取し、降海前と遡上アユの DNA 断片を比較して、その違いを検討するという調査が必要かもしれない。

表 2 RAPD-PCR 法による遡上アユの (マーカー 3 種の平均) BSI

	大野川					大分川				番匠川			
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4
大野川 1			0.733 ± 0.190										
2	1.000												
3	0.556	0.556											
4	0.889	0.556	1.000										
5	0.889	0.556	0.667	0.667									
大分川 1	0.722	0.500	0.611	0.611	0.611				0.248 ± 0.246				0.310 ± 0.210
2	0.579	0.413	0.357	0.357	0.690	0.489							
3	0.500	0.333	0.389	0.389	0.389	0.333	0.556						
4	0.206	0.095	0.206	0.206	0.206	0.111	0.000	0.000					
番匠川 1	0.970	0.636	0.859	0.859	0.859	0.578	0.537	0.500	0.111				0.428 ± 0.283
2	0.970	0.636	0.859	0.859	0.859	0.578	0.537	0.500	0.111	1.000			
3	0.267	0.000	0.267	0.267	0.267	0.000	0.222	0.222	0.000	0.267	0.267		
4	0.378	0.111	0.378	0.378	0.378	0.167	0.445	0.222	0.222	0.350	0.350	0.333	

文 献

- 1) 古川英一. アユ資源増殖技術開発試験. 平成 8 年度大分海水研内水面研究所事業報告 : 22-24.
- 2) 高橋勇夫, 木下泉, 東健作, 藤田真二, 田中克. 四万十川河口内に出現するアユ仔魚. 日水誌 1990 ; **56(6)** : 871-878.
- 3) 東健作, 平賀洋之, 木下泉. 降下仔アユの海域への分散に及ぼす降水量の影響. 日水誌 2003 ; **69(3)** : 352-358.
- 4) 古川英一, 西村和紀. 大野川におけるアユの母川回帰性の検討. 大分海水研調研報 1999 ; **2** : 15-18.
- 5) 廣野育生. RAPR-PCR 法. 「魚類の DNA」恒星社厚生閣, 東京. 1997 ; 20-21.
- 6) 谷口順彦, 高木基裕. DNA 多型と魚類集団の多様性解析. 「魚類の DNA」恒星社厚生閣, 東京. 1997 ; 117-137.
- 7) 鈴木蒼士, 永野元, 小林徹, 上野紘. RAPD 分析による琵琶湖産フナ属魚類の種・亜種判別およびヨシ帯に出現するフナ仔稚魚の季節変化. 日水誌 2005 ; **71(1)** : 10-15.
- 8) 谷口順彦, 高木基裕, 庄司栄治朗. マダいの集団分析における RAPD-PCR および DNA フィンガープリント. 「くろしお特別号 No.10」高知大学, 高知. 1996 ; 11-20.

スッポン種苗供給

資源増殖支援と養殖技術開発・指導

内海訓弘

事業の目的

1. 資源増殖支援

スッポンは他の放流種苗と比べて定着性が強く、放流後の捕獲率も高い。また、簡易な漁具(カゴ、刺網、漬け針等)で容易に漁獲でき、活かしも簡単で高値で取引されるため(特に大分県では)、漁業資源として漁協や地域住民の関心が高い。しかし、主な生息域である中下流域では岸堤の人工化が進み、近年頻発する集中豪雨による出水で堤防内が頻繁に冠水するなど、水没しない砂礫堆に産卵するスッポンにとって再生産が困難な河川環境が進行している。

スッポンの資源維持には種苗放流が欠かせないため、内水面チーム(以下、「チーム」という)では、河川漁協等に放流用の優良種苗の供給と放流技術指導を行っている。

2. 養殖技術開発・指導

チームが確立した冬期加温養殖技術により、スッポン養殖は産業として定着し、また安定供給されることにより関連の加工産業が勃興した。その中でも大分県は豊富な温泉熱を利用し、チームが開発した高品質仕上げの配合飼料を活用するなどしてブランド化が図られ、有数のスッポン生産地として知られている。

スッポン養殖業界はバブル崩壊後の長期不況による減産体制から、近年の美容健康ブームにより消費が飛躍的に伸び増産体制へと移行していたが、リーマンショック以降消費の勢いは一時的に沈静化した。昨年、春先の天候不順で親亀を死亡させ補充ができなかった養殖場が多かったことから、今年度も県内の各養殖場では稚亀が足りない状況に陥った。

一方、薬事法の改正(2003年)で疾病に対する投薬が規制され、これまでの方法では対処できなくなった。そのため、チームでは養殖業者からの疾病相談と飼育管理相談に細やかに対応した。

事業の内容

1. 資源増殖支援

疾病の侵入や蔓延を防ぐため、河川漁協や地域団体に対して放流用種苗は県内産のものを使用するよう指導している。養殖業者から入手が困難な場合はチームから種苗を供給し、近年は県外からの移入履歴はない。

種苗放流は水温が低下する10月中旬までに行わなくてはならないが、養殖業者の早期種苗は自家用に確保されるため、外部への供給は10月中旬以降が主となる。そのため放流種苗の多くはチーム産が担い、今年度は3漁協に対して2,855尾を供給した。

2. 養殖技術開発・指導

1) 改正薬事法対応

需要に応じて各養殖場ではフル生産体制に近い体制で臨んでおり、飼育密度の上昇にともなって疾病の発生が増加傾向にある。以前であれば、早期に抗菌剤等を投与することにより感染拡大を抑えられたが、薬事法改正後はしばしば養殖経営に影響を及ぼすような深刻な事例がみられる。

チームでは相談を受けた養殖場の飼育環境の改善指導により疾病の発生リスクを抑えるとともに、重篤な事例では獣医師の指示書を得た上での適切な薬剤の投与を指導した。

2) 新疾病対応

これまで未確認の極度の貧血による大量斃死が2006年度からみられるようになった。斃死は梅雨時期に集中し、盛夏には治まる。貧血個体のヘマトクリット値は10%を切っており、中には2%のものもみられた。貧血個体から病原体は確認できず原因は不明である。チームでは飼育環境や遺伝的要素も含めて原因を究明する体制であるが、2009年度以降貧血による大量斃死はみられていない。

3) 白斑病対策

稚亀の体重が10～30gの時期に死亡率の高い真菌症である白斑病が発生することが多く、種苗生産時の減耗の主原因となっている。この時期にドジョウを混養させることにより白斑病の発生を抑制でき

ることを確認したため、白斑病被害の予防を目的にドジョウを混養するよう養殖業者を指導した。

4) 稚亀の供給

疾病の侵入や蔓延を防ぐため、養殖業者間で補いきれない種苗不足分を研究所が供給することを前提に、県外から種苗導入しないよう指導している。本年度は2業者に対して6,850尾を供給したが種苗の供給は不足している。