平成22年度岐阜県河川環境研究所業務報告

岐阜県河川環境研究所業務報告

平成 22 年度

目　次

1 組織および職員数 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
2 主な河川環境研究所関係費・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
(1) 総括 ・・・ 1
(2) 試験研究費内訳 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
3 主な試験研究機器 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 2
4 試験研究の概要 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 3
5 主な出来事 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 35
6 水象観測資料（平成22年度） ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 39

1　組織および職員数

区　分	職員数	摘　要
所　長	1人	
総務課	4	下呂支所1名
生態環境部	3.5	
資源増殖部	3.5	
試験研究担当	5	下呂支所
計	17	

2　主な河川環境研究所関係費

(1) 総括

ア　財源内訳　43,488 千円

a	県費等	30,807
b	財産売払収入	4,776
c	国庫交付金	905
d	国庫等委託金	7,000

イ　経費内訳

a	運営経費	26,526
b	事業経費	
	(子持ちアユ生産支援事業)	2,187
c	試験研究費	14,775
	県単事業	6,596
	国庫等事業	8,179

(2) 試験研究費内訳

ア　国庫交付金事業

a	養殖衛生管理体制整備事業	548

イ　国庫等受託事業

a	漁場環境調査指針作成事業	1,300
b	渓流資源増大技術開発研究	1,600
c	地域の状況を踏まえた効果的な増殖手法開発事業	1,000
d	「緑の分権改革」調査事業	631
e	アロマターゼ阻害剤を用いて作出した性転換雄アユの実用性評価	1,300
f	柿ワイン残渣の投与による養殖アユの品質改善研究	1,800

ウ　県単独事業

a	渓流魚資源の新増殖モデルの開発・実用化研究	687 千円
b	新規に開発した優良アユ種苗の実用化研究	524
c	人為的環境改変に対する淡水生物のストレス反応	143
d	水域環境保全に関する普及活動と技術開発研究	140
e	養殖ナマズの安定供給システムの開発	1,403
f	清流魚「カジカ」の養殖技術の確立	940
g	アマゴの優良種苗に関する研究	511
h	地域資源の活用に向けた魚類の増養殖技術の開発	130
i	養殖研究	1,400
j	病害研究	177
k	アユ漁業振興対策事業	541

3　主な試験研究機器

小型冷却遠心機、高速冷却遠心機、多本架低速遠心機、恒温槽、インキュベーター、超低温冷凍庫、冷凍庫、製氷器、薬用保冷庫、PIT タグシステム、流速計、水中照度計、分光光度計、濁度計、距離計、DNA シークエンサー、マイクロプレートレーダー、マイクロプレートウォッシャー、サーマルサイクラー、紫外線照射撮影装置、溶存酸素計、恒温振とう培養器、マッフル炉、低温恒温水槽、高圧滅菌器、蒸留水製造装置、色彩色差計、超音波処理装置、エレクトロフィッシャー、凍結ミクロトーム、実体顕微鏡、万能投影機、落射蛍光顕微鏡、位相差顕微鏡、倒立顕微鏡、生物顕微鏡、紫外線量測定器、水中カメラ、水中ビデオ、自動包埋装置、ミクロトーム、乾燥器、超音波洗浄機、超音波ピペット洗浄機、軟 X 線撮影装置、平板測量器、オートレベル、リアルタイム PCR 装置

4　試験研究の概要

食の安全・安心確保交付金（交付金）
　養殖衛生管理体制整備事業 ・・・

食の安全・安心確保交付金（交付金）

養殖衛生管理体制整備事業

近年、食品の安全・安心に対する消費者の要求が高まっている。水産業においても、養殖生産物に対する魚病発生状況、医薬品の使用状況や養魚飼料の給餌状況などについて関心が寄せられている。

このような養殖生産物を取り巻く現状から、消費者の観点に立った健全で安全な養殖魚の生産を目指すことが望まれている。そのためには、県が主体となって養殖衛生管理に関する情報の収集や周知、養殖衛生管理に対する指導、医薬品残留検査の実施、特定疾病など県内で被害を出している魚病への対策を推進していく必要がある。

方　法

1. 情報の収集・周知

全国的及び地域的な会議に出席し、広域的な魚病発生状況や水産用医薬品に関する情報などを収集する。得られた情報を講習会等の開催により、県内養殖生産者に周知する。

2. 養殖衛生管理に対する指導

養殖生産物の安全性を確保するため巡回指導や広報誌により、水産用医薬品等の適正使用の周知や養殖衛生管理技術の普及、啓発を行う。

3. 特定疾病等の発生予防・まん延防止

魚病の発生、伝播の防止や魚病被害の軽減を図るため、魚病発生の監視や特定疾病まん延防止措置等を行う。

結　果

1. 情報の収集・周知

全国養殖衛生推進会議および東海・北陸内水面地域合同検討会に出席し、特定疾病への対応、KHV 病や冷水病に関する研究成果、水産防疫対策、平成 22 年度養殖衛生対策関連事業等の情報収集を行った。

アユおよびマス類に関する魚病講習会を 2 回開催し、県内で発生した魚病についての情報や水産用医薬品の適正な使用方法について講習を行った。

2. 養殖衛生管理に対する指導

県内の養殖業者 56 件（県内養殖業者 109 件）に対して養殖現場に赴き、水産用医薬品の適正使用に関する注意喚起、魚病に関する情報提供、養殖技術に関する助言を行った。

養殖業者等からマス類で 26 件、アユで 11 件、コイで 7 件、その他で 2 件の合計 46 件の魚病診断依頼があった。診断依頼件数は平成 21 年度の件数とほぼ同じで横ばい傾向であった。また、聞き取りや魚病診断結果から県内で多く発生した魚病はマス類では IHN とせっそう病、アユでは冷水病と考えられた。これらの魚病は近年の全国的な発生状況と同傾向にあり、今後も発生防止のために普及、啓発の推進が必要と考えられた。

3. 特定疾病等の発生予防・まん延防止

KHV病の検査は5件の依頼があり、2件のKHV陽性を確認した。平成18年に23件、平成19年に7件、平成20年に8件、平成21年に4件のKHV陽性をそれぞれ確認しており、平成19年から急激に発生件数が減少し、平成21年度はさらに発生件数が減少した。この減少傾向は、発生予防のための普及、啓発活動が一定の成果を上げていると考えられる。ただし、平成17年以降、個人池での発生割合が高く、平成22年度発生の2件も全て個人池である。このから、KHV病の発生を防止するためには、今後も広く一般にまで情報を提供し、KHV病発生防止の普及、啓発活動を引き続き行う必要がある。　　（担当　景山哲史）

表 平成22年度の魚病診断件数

魚種	病名	件数
ニジマス	IHN	2
	IHN+キロドネラ症	1
	カラムナリス病	4
	カラムナリス病+キロドネラ症	1
	キロドネラ症	1
	合計	9
アマゴ	IHN+せっそう病+キロドネラ症	2
	せっそう病+キロドネラ症	1
	せっそう病+病細菌性鰓病+キロドネラ症	1
	ビブリオ病+病細菌性鰓病+キロドネラ症	1
	細菌性鰓病+キロドネラ症	2
	キロドネラ症	2
	水カビ病	1
	不明	2
	合計	12
イワナ	ビブリオ病+細菌性鰓病+キロドネラ症	1
	細菌性鰓病+キロドネラ症	1
	細菌性鰓病+胃誇張症+キロドネラ症	1
	キロドネラ症	2
	合計	5
アユ	ボケ病	3
	冷水病	2
	細菌性肉芽腫症	1
	ちょうちん病	3
	不明	2
	合計	11
コイ	KHVD	2
	日和見感染症	1
	ウオジラミ症	1
	不明	3
	合計	7
ナマズ	ギロダクチルス症	1
	合計	1
ホンモロコ	カラムナリス病	1
	合計	1
合計		46

漁場環境調査指針作成事業（受託）

アユの生息に及ぼす環境要因の解明

近年アユ種苗を放流しても放流効果が得られないアユ漁の不振漁場が顕著化している。その原因として河川環境の悪化が指摘されており、原因究明が求められている。そこで、アユ漁が不振な漁場および良好な漁場の目視生息密度、漁獲状況および漁場環境を調査し、アユの生息に及ぼす環境要因を明らかにすることを目的として本研究を行った。

方　法

第１図に示した木曽川水系飛騨川支流輪川の取水堰堤下流の流程約 280m を不振漁場、堰堤上流の流程約 285m を良好漁場に設定して調査を行った。各漁場に異なる鰭切除標識を行ったアユ種苗を放流した（第１表）。

図1　調査河川概況図

第1表　調査河川の概況

調査河川	ストリーム・オーダー	調査区間	調査区間流程（m）	河床勾配	放流尾数
輪川	2	不良漁場	280	1/23	4,799
		良好漁場	285	1/40	4,794

目視平均生息密度は、調査員が調査区間内で潜水目視してアユの尾数を計数し、目視した範囲をメジャーで計測して面積を求め算出した。また漁獲状況は調査員 3～4 名が友釣りで2時間アユを漁獲して友釣り平均CPUE(尾/時間/人)を算出し、目視平均生息密度と友釣り平均 CPUE の関係を調査した。

アユの生息密度に及ぼす環境要因を明らかにするためにアユの餌料環境や生息環境の調査を行った。アユの餌料環境として、付着藻類およびシルトの現存量および日間増加量を調べた。またアユの生息環境として、両漁場の河川横断および縦断の水深、流速および開空率を調査した。さらに、水温は自記式水温記録器(Onset 社ストアウェイティドビット)を設置して測定した。

結果および考察

目視生息密度と友釣り平均CPUEの関係を第2図に示した。目視平均生息密度が高いと友釣り平均CPUEが高くなる傾向がみられるものの、目視平均生息密度と友釣り平均CPUEには相関が認められなかった(r=0.687、p=0.873)。

第2図　目視平均生息密度とCPUEの関係

第２表にアユの目視平均生息密度と各調査項目との相関係数を示した。アユの目視平均生息密度と付着藻類の平均現存量との間に正の相関(r=0.970、p=0.001)、付着藻類の平均日間増殖量との間に負の相関(r=-0.875、p=0.022)、シルト平均堆積速度との間に負の相関(r=-0.852、p=0.031)、平均流速との間に負の相関(r=-0.783、p=0.066)がそれぞれ認められ、輪川ではアユの平均目視生息密度に付着藻類の平均現存量、付着藻類の平均増殖量、シルト平均堆積速度、平均流速が関与していると考えられた。

第2表　輪川における目視平均生息密度と環境要因の各項目との相関係数（r）

項　目	相関係数(r)
付着藻類平均現存量(gAFDM/㎡)	0.970 *
付着藻類平均日間増殖量(gAFDM/㎡/日)	-0.875 *
シルト平均堆積量(gAM/㎡)	0.609
シルト平均堆積速度(gAM/㎡/日)	-0.852 *
平均水深(m)	0.083
平均流速(m/sec)	-0.783 *

*p<0.05

第３表に両漁場の栄養塩類を示したが、いずれも大きな違いは認められなかった。

第３図に両漁場の日平均水温の推移を示した。６月中

旬までの渇水期は良好漁場の方が不良漁場より平均水温は高かったが、それ以降両漁場の水温の推移に違いは認められなかった。

第3表　輪川栄養塩類の測定値(mg/ℓ)＊

項　目	不良漁場	良好漁場
NH_4-N	0.0110	0.0200
NO_2-N	0.0010	0.0000
NO_3-N	0.2580	0.2420
PO_4-P	0.0110	0.0140
TN	0.3000	0.3090
TP	0.0130	0.0170

＊2010年6月9日採水

第3図　輪川両漁場の水温の推移

第4図に両漁場の開空率を示したが、両漁場の開空率に有意差は認められなかった(Welchのt検定, p=0.762)。

第4図　輪川の両漁場の開空率

両漁場の河川横断の河床材料の構成を第5図に示した。両漁場の河床の石の構成割合に有意差が認められ、不良漁場は4～50mmの割合が低く、500mm以上の割合が高い傾向が認められたため(χ^2=10.778、df=4、p<0.05)、輪川の不良漁場は、取水用堰堤の影響で上流から4～50mmの石の供給が少なくなり、河床の露盤化が進んで500mm以上の巨石の割合が高くなっている可能性が考えられた。

第5図　輪川の両漁場の河床の構成割合

(担当　原　　徹)

渓流資源増大技術開発研究（受託）

半天然アマゴの放流について

継代飼育されているアマゴの雌に天然魚もしくは野生魚の雄を交配させた半天然魚の稚魚放流時における自然河川での生残について、従来の養殖継代魚との比較を行った。

方 法

供試魚

半天然魚については2009年10月に飛騨川水系馬瀬川支流の在来個体群生息域である谷の雄親魚と当所で継代されている雌親魚を交配させた魚を使用した。また、対照用の養殖継代魚は当所で継代飼育されているアマゴを使用した。

標識再捕調査

下呂市内の飛騨川及び飛騨川支流馬瀬川に流入する小支流の中で、ショッカーによる調査が比較的容易である13河川を調査河川とした。

主に堰堤や、大きい落差がある区切りが良い区間を調査区間（平均57.2m範囲35.7-75.3m）とした。半天然魚を脂鰭と右腹鰭切除、養殖継代魚を脂鰭と左腹鰭を切除することで標識とした。2010年7月8日から7月23日の間に4回に分けて半天然魚、養殖継代魚をそれぞれ0.2尾/㎡、合計0.4尾/㎡の密度になるように調整して放流した。再捕は10月5日から10月20日までの間に6日間調査を実施した。調査区間を1河川につき2回エレクトリックショッカー（Smith & Root社製）で採捕を行った。

結 果

再捕調査の結果、半天然魚が多く捕獲できた河川は9河川、養殖継代魚が多く捕獲できた河川が1河川、引き分けが3河川であった（表）。

この結果を解析した結果、半天然魚の方が多く捕獲できた河川の方が有意に多いものであった（符号検定　$P=0.02$）。また、再捕率そのもので見ても半天然魚が平均値11.1%、中央値12.7%、範囲0.0-26.0%であったのに対し、養殖継代魚は平均値5.0%、中央値4.8%、範囲0.0-14.3%であり、半天然魚の方が有意に高かった（ウィルコクソン符号付順位和検定　$P=0.01$）。

（担当　徳原　哲也）

表 再捕結果

谷	半天然放流尾数	養殖継代放流尾数	半天然再捕数	養殖継代再捕数	半天然魚再捕率	養殖継代魚再捕率
A	38	38	5	2	13.2%	5.3%
B	14	14	2	2	14.3%	14.3%
C	39	39	5	0	12.8%	0.0%
D	63	63	8	3	12.7%	4.8%
E	21	21	1	1	4.8%	4.8%
F	26	26	3	2	11.5%	7.7%
G	37	37	2	1	5.4%	2.7%
H	25	25	4	0	16.0%	0.0%
I	50	50	8	1	16.0%	2.0%
J	42	42	0	0	0.0%	0.0%
K	35	35	4	3	11.4%	8.6%
L	104	104	27	12	26.0%	11.5%
M	67	67	0	2	0.0%	3.0%
		平均	5.3	2.2	11.1%	5.0%
		中央値	4.0	2.0	12.7%	4.8%
		最大	27	12	26.0%	14.3%
		最小	0	0	0.0%	0.0%

地域の状況を踏まえた効果的な増殖手法開発事業（受託）

ヤマメの稚魚放流個体の残存率

ヤマメ（*Oncorhynchus masou masou*）・アマゴ（*O. m. ishikawae*）・イワナ（*Salvelinus leucomaenis*）といった渓流魚の稚魚放流は、現在、最も普及している増殖方法であり、渓流漁場を有する多くの漁業協同組合により長年にわたって実施されている。しかし、現場では放流量に見合う増殖効果は実感されておらず、稚魚放流の効果が疑問視されている。稚魚放流に由来する個体の残存状況は、これまでほとんど検証されておらず、改善策の検討材料さえ不足しているのが実情である。本年度は、ヤマメを対象とし、稚魚放流に由来する個体と野生個体との残存状況の比較を行った。今回は、野生稚魚の採捕および標識放流を実施し、同一区間に同数および同サイズの養殖稚魚の標識放流を追加実施した後、稚魚放流個体と野生個体の残存状況を調査した。

方　法

調査は、宮川（神通川）水系高原川支流の山田川（高原川漁業協同組合管内）において実施した。宮川水系は、本来はヤマメ（サクラマス）の分布域であるが、過去に各地でアマゴの放流が行われており、現在は両亜種の交雑が進行している。聞き取り調査によれば、山田川では、流域にかつて存在した養殖場から流出したアマゴが定着し、平成10年頃は、外見上はアマゴと判断される個体（体側に朱赤点を有する個体）が主体だったとされる。しかし、当研究所による予備調査では、主に体側に朱赤点のない個体あるいは朱赤点の少ない個体が確認され、外見上はヤマメに偏重した交雑集団を形成しているものと推測された。山田川では、漁業協同組合が放流事業を実施していないことから、平成10年以降に個人によりヤマメが放流され交雑が進行したものと推測される。本課題では、以下ヤマメと記述する。

調査区間（区間長114 m、平均水面幅2.4 m、河床勾配1.91%）は、飛騨市神岡町柏原地区に設定した。ヤマメ野生個体の採捕は、平成22年8月30日に実施した。採捕した37個体は、体サイズの測定後、標識として右腹鰭を除して調査区間内に放流した。ヤマメ養殖稚魚の放流は、翌9月1日に実施した。これらは、神通川下流で採捕された遡上サクラマスを初代親魚とする系統で、下呂支所で継代飼育しているものである。放流に使用した37個体は、標識として左腹鰭を切除して調査区間内に放流した。これら稚魚放流個体の体サイズ（平均全長103.5 mm±11.0 SD）は、野生個体（平均全長101.8 mm±11.7 SD）と同様だった（t検定、p=0.50）。

残存状況の調査は10月8日に調査区間において実施し、エレクトリックショッカーを使用した2回除去法により野生個体および稚魚放流個体の個体数をそれぞれ推定した。採捕した個体は、計数および体サイズの測定後、調査区間内に再放流した。解析では、初期の標識個体数を期待値とし、残存状況の調査時の個体数を観測値とするX2検定を行い、野生個体および稚魚放流個体の比率の変化を検討した。

結果および考察

10月8日に山田川において実施した残存状況調査の結果、推定個体数は稚魚放流11.1個体（残存率30.0 %）および野生21.6個体（残存率56.8 %）だった。

稚魚放流個体の残存数は野生個体より低い値ではあるが、χ^2検定の結果、有意差は認められなかった（p=0.08）。稚魚放流個体の体サイズ（平均全長112.1 mm±9.8 SD）は、野生個体（平均全長108.5 mm±10.8 SD）と同様だった（t検定、p=0.35）。23年度も引き続き、残存数を調査する予定である。

（担当　岸 大弼）

「緑の分権改革」調査事業（受託）

カジカのブランド化調査事業

新たな地域特産品をめざして取り組んでいるカジカの養殖生産が事業化されつつある状況において、観光客等の消費者に受け入れられるカジカ商品を開発することを目的に、カジカ料理、加工品の試作とそれに対する消費者の評価を得るためのアンケート調査を実施した。

内容と成果

1　カジカ商品開発検討委員会

カジカ商品開発検討委員会は、的確な事業の推進とカジカのブランド化に向けた取り組みを検討することを目的に、第１表に示すように、カジカ料理試作に係る検討、試作品の評価と消費者の意見を聞くアンケート調査の内容等について検討した。

第１表　カジカ商品開発検討委員会の開催概要

開催日	会議概要
平成22年 8月31日	・「緑の分権改革」調査事業について ・カジカの試作品に関する検討 ・カジカの生産状況 ・その他
平成22年 10月21日	・カジカ料理の試作品の試食、意見交換 ・アンケート調査の内容について ・その他
平成23年 2月15日	・カジカの試作料理に対する消費者アンケート調査の結果について ・カジカのブランド化に向けた今後の取り組みについて ・その他

2　カジカ料理等の試作

カジカ料理等の試作は、検討委員会におけるアドバイザーからの意見等を参考に、カジカ養殖をおこなっている料理店、宿泊施設を営む者が取り組んだ。カジカ料理等の品数は、料理が17種類21品目、加工品（土産品）が１種類の計18種類22品目であった。料理の種類は、揚げ物、煮物、焼き物、ご飯類、なま物、土産品など多岐にわたった（第２表）。

第２表　カジカの試作料理の種類

種類	試作品
揚げ物	南蛮漬け、から揚げ、素揚げポン酢だれ、天ぷら、骨せんべい
煮物	甘露煮（２品）、魍魎（もうりょう）煮
焼き物	すずめ焼き（２品）、骨酒、骨酒セット（土産品）
ご飯類	炊き込みご飯（２品）、雑炊、カジカ丼
なま物	うるか和え
その他	湯引き梅肉和え、燻製（２品）、うどん、ふりかけ

3　カジカ試作料理等に対するアンケート調査

試作した料理のうち燻製、南蛮漬け、うるか和え、カジカ炊き込みご飯、骨酒など16品目について、アンケート調査を実施した。回答者数は、延べ301人であった。回答者の性別の割合は、男性が76%、女性が24%であった。年齢構成は20歳未満から60歳以上までと幅広い年齢層から回答を得た。住所地別では、岐阜県内在住者が56%、県外在住者が43%、無回答1%であった。

カジカ料理16品目に対する評価は、13品目において「美味しい」とする回答が最も多く、量や盛り付けについても「ちょうど良い」や「美しく盛り付けられている」とする回答が多かった。料理の価格については、骨酒セットが1000円以上とする回答が多かったが、それ以外は、500円以下が１品、500～700円が８品、700～1000円が２品となった。

調査結果によって、商品化ができる料理が提示できるとともに価格設定の目安がつき、実用化に向け大きく前進できた。　（担当　森美津雄）

試作品の一例（左：カジカの雑炊、右：骨酒セット）

研究成果最適展開支援事業（受託）

アロマターゼ阻害剤を用いて作出した性転換雄アユの実用性評価

当所は、低率ながら性転換雄を確実に作出できる技術を開発し、全国で初めて全雌アユ生産技術を実用化した。現在では、性転換雄アユの精巣培養液を民間養殖場に供給することにより、岐阜県だけで107ｔ（H21実績）の全雌アユが生産されている。しかし、17α―メチルテストステロンを用いた従来の性転換技術には、性転換雄の作出率が10％程度と低い上に、作出された性転換雄アユが全て輸精管を欠くために腹部圧迫によって通常魚のように精液を搾出できないという問題があった。そこでこの問題の解決に取り組んだところ、効率的に雌から雄への性転換を誘導できる新たな技術の開発に至った。新たな技術を全雌アユ生産に応用し実用化するためには、その性転換技術を用いて作出した性転換雄アユによって問題なく全雌アユが作出できること、その全雌アユが食品として安全であることを確認しなくてはならない。具体的には、新技術で作出された性転換雄アユに充分な精巣や精液が形成されること、その精子が運動能を有すること、次世代が遜色なく正常に発生すること、次世代が全て雌になること、次世代に性転換に用いた薬剤が残留しないことを確認する必要がある。そこでこれら項目について検証したところ、新技術を活用すれば、精巣培養を行わなくても通常魚の人工授精と同じ方法で全雌アユ種苗を生産できること、生産された全雌アユは食品として安全であることが実証されたので報告する。なお、本研究は科学技術振興財団からの研究助成により、岐阜県保健環境研究所との共同研究として実施した。

方　法

1)　新技術で作出した性転換雄アユの特性評価

精巣の発達、輸精管の形成、精液搾出の可否、精子の運動能、精子密度について項目ごとに以下の方法により新技術と従来技術または新技術で作出した性転換雄アユと通常魚雄の比較を行った。

精巣の発達：新技術で作出した性転換雄アユと通常魚雄の精巣重量比（精巣重量／魚体重）を測定し比較した。

輸精管の形成：産卵期に開腹調査を行い、新技術で作出した性転換雄アユの輸精管形成率と従来の技術で作出した性転換雄アユの輸精管形成率を比較した。

精液の搾出：新技術で作出した性転換雄アユと従来の技術で作出した性転換雄アユについて、腹部圧迫によって精液を搾出できる個体の割合を調査した。また、新技術で作出した性転換雄アユについてはその精液量を調査し通常魚雄と比較した。

精子の運動能：新しい方法で作出した性転換雄アユの精液精子と通常魚雄、各 10 尾の精液精子の運動割合を以下の方法で比較した。採取した精液を人工精漿（pH8）で 100 倍に希釈し、希釈後直ちに、顕微鏡下で希釈精液を淡水（pH7.5）で 10 倍に再希釈して精子の運動開始を誘起した。淡水による再希釈時の様子を映像として記録し、再希釈 3 秒後の運動精子の割合を調べた。個体ごとに繰り返し映像を記録し、4 回分の映像解析の平均値をその個体の精子の運動率とした。

精子密度：精液を人工精漿で 1000 倍に希釈し血球算定盤を用いて精子密度を計数することによって、新しい方法で作出した性転換雄アユと通常魚雄の各 10 尾の精液の精子密度を比較した。

2)　次世代（新技術で作出した性転換雄アユ×通常雌）の特性

新技術を用いて作出した性転換雄アユの次世代の初期発生率、性比、性成熟について項目ごとに以下の方法により通常魚と比較した。

初期発生率：新技術で作出した性転換雄アユの精液と通常魚雄の精液をそれぞれ個体別に卵に媒精して、その発眼率を比較した。精液をそのまま使用する場合と人工精漿(pH8)で 100 倍に希釈して用いる場合の 2 通りについて検討した。卵 0.5ｇに対し 50μl の精液または希釈精液を媒精後、ただちに 100μl の淡水（pH7.5）を加え、10 秒後に飼育水中に収容してスライドグラスに着卵させた。着卵数を計数後、水温 17℃で 6 日間管理し、発眼卵数を計数し、個体別に発眼率（発眼卵数／着卵

数×100）を求めた。

性比：産卵期に新技術で作出した性転換雄アユの次世代（H21 年度作出）を開腹調査しその性比を調査した。

成熟：産卵期に新技術で作出した性転換雄アユの次世代（H21 年度作出）を開腹して卵巣重量比（卵巣重量／魚体重）を調査し、通常魚雌と比較した。

3）薬剤残留（岐阜県保健環境研究所の協力により測定）

平成 17 年 1 月 24 日付厚生労働省医薬食品局食品安全部長通知「食品に残留する農薬、飼料添加物又は動物用医薬品の成分である物質の試験法について」の動物用医薬品の一斉試験法Ⅲの方法に準じて、アロマターゼ阻害剤投与終了時の魚体全体、産卵期の性転換雄アユの筋肉及び精巣、新技術で作出した性転換雄アユの次世代の稚魚及び成熟期の成魚の可食部についてアロマターゼ阻害剤の含有量を測定した。高速液体クロマトグラフシステムに Agilent 社製 1200 シリーズを、タンデム質量分析計に AB SCIEX 社製 4000QTRAP を用いて測定した。HPLC のカラムには(財)化学物質評価研究機構製 L-column ODS (Ser.No. C1000027-W)を使用した。本測定による定量下限値は 0.04μg／Kg、検出下限値は 0.01μg／Kg であった。

結果および考察

1）新技術で作出した性転換雄アユの特性評価

新技術で作出した性転換雄アユには輸精管が形成され、通常の雄アユと同じ方法で機能的な精液を採取できることを以下のとおり確認した。

第1図　性転換雄アユと通常魚雄アユの精巣重量比（精巣重量／魚体重）

精巣の発達：新技術で作出した性転換雄アユと通常魚雄の産卵期の精巣重量比（精巣重量／魚体重）には違いがないことを確認した。（第 1 図）

輸精管の形成：新技術で作出した性転換雄アユの 9 割(27 尾／30 尾）において輸精管の形成を確認した。一方、従来法で作出した性転換雄アユでは輸精管の形成を確認できなかった(0 尾／30 尾)。

精液の搾出：新技術で作出した性転換雄アユでは、腹部を圧迫することにより、82%（174 尾／212 尾）の個体から精液を採取することが出来た。一方、従来法で作出した性転換雄アユからは、全く精液を採取することが出来なかった（0 尾／146 尾)。また、新技術で作出した性転換雄アユから採取可能な精液量は通常魚雄と遜色がないことを確認した。（第 2 図）

第２図　腹部圧迫によって搾出可能な精液量の比較

精子の運動能：新技術で作出した性転換雄アユの精液精子の平均運動率は 69.8%と同時期の通常魚雄の精液精子の平均運動率（86.3%）より有意に低かった。ただし、この値は過去の調査における通常魚雄の精液の運動率の範囲内（概ね 20～80%）にあり、新技術で作出した性転換雄アユの精液精子の運動率が実用上問題のない値であることを確認できた。

精子密度：新技術で作出した性転換雄アユの精液の平均精子密度は 3.7×10^{10} 個／ml と同時期の通常雄の平均精子密度 2.2×10^{10} 個／ml より有意に高く、実用上問題のない値であることを確認した。なお、精液中の精子の運動率や精子密度は、成熟度によって大きく変動する。成熟度が高まるほど精子の運動率は高まり、精

子密度は低くなるため、性転換雄の精子の運動率が通常魚雄より低く、精子密度が通常魚雄より高かった原因は、両者の成熟度に違いによると推察される。そしてこの違いは機能的な欠陥を示すものではない。

2) 次世代（新技術で作出した性転換雄アユ×通常雌）の特性

新技術で作出した性転換雄アユの精液を媒精した卵は、通常卵と同等の率で発生すること、それらは全て雌となり産卵期には卵巣が発達する（子持ちアユになる）ことを以下のとおり確認した。

初期発生率：精液の希釈の有無に関わらず、新技術で作出した性転換雄アユと通常魚雄の次世代の発眼率には違いがないことを確認した。（第3図）

性比：新技術で作出した性転換雄アユの次世代（前年度作出）は全て雌になることを確認した（107尾／107尾）。

成熟：新技術で作出した性転換雄アユの次世代（全雌アユ）も産卵期に卵巣が発達することを確認した（9月13日の平均卵巣重量比（卵巣重量／魚体重）＝17.7）。ただし、全雌アユの卵巣重量比は、同時期の通常魚雌(23.5)より有意に低い値であった。9月13日の全雌アユには排卵個体が1尾もいなかったのに対して、通常魚ではすでに半数が排卵していたため、両者の卵巣重量比の違いは成熟時期の違いに起因すると考えられる。

3) 薬剤残留（岐阜県保健環境研究所の協力により測定）

測定結果を表に示した。アロマターゼ阻害剤投与終了時の性転換雄候補の魚体からは41μg／Kgのアロマターゼ阻害剤が検出された。成熟期の性転換雄アユの筋肉からは定量下限値以下であるが0.03μg／Kgのアロマターゼ阻害剤が検出された。しかし、性転換雄アユの精巣からは、アロマターゼ阻害剤は検出されなかった。性転換雄アユの次世代（全雌アユ）からは、稚魚、成熟期の成魚ともにアロマターゼ阻害剤は検出されなかった。以上の結果より、新技術で作出した性転換雄アユの次世代（全雌アユ）からはアロマターゼ阻害剤が検出されず、新技術の全雌生産への応用については食品衛生法上の問題がないことを確認した。

（担当　桑田知宣）

第3図　性転換雄アユ精液と通常雄アユ精液の次世代の発生成績の比較

表　性転換雄アユ及び全雌アユのアロマターゼ阻害剤(AI)の残留分析結果

サンプル	分析部位	サンプリング日時	定量結果
AI投与終了時の性転換雄アユ候補	魚体全体	H21年 5月25日	41 μg/kg
AIを投与した性転換雄アユ(成熟個体)	筋　肉	H21年11月10日	定量下限値未満 (0.03 μg/kg)
AIを投与した性転換雄アユ(成熟個体)	精　巣	H21年11月10日	不検出
AIを投与した性転換雄の次世代 (全雌アユ:成熟個体)	可食部	H22年 9月13日	不検出
対照サンプル (成熟した通常魚雌アユ)	可食部	H22年 9月13日	不検出
AIを投与した性転換雄の次世代 (全雌アユ:稚アユ)	魚体全体	H23年 2月28日	不検出
対照サンプル (通常魚稚アユ)	魚体全体	H23年 2月28日	不検出

越山科学技術振興財団研究助成事業（受託）

柿ワイン残渣の投与による養殖アユの品質改善研究

岐阜県特産の富有柿にはアユの品質改善を期待できる生理活性物質が多く含まれている。このため、柿ワインの製造工程で生じた残渣にもそれら有効成分が含まれていると考えられる。そこで柿ワイン残渣に含まれる生理活性成分を分析するとともに、柿ワイン残渣を投与したアユの品質を非投与アユと比較することによって、柿ワイン残渣の養殖アユへの投与効果について検討した。なお、本研究は越山科学技術振興財団からの研究助成により、岐阜県産業技術センターと東海学院大学との共同研究として実施した。

方　法

1）柿ワイン残渣と試験飼料の成分分析

a）一般成分（産業技術センター）

定法によりワイン残渣と試験飼料の一般成分（蛋白、脂質、水分含量等）を分析した。

b）活性成分量の測定（産業技術センター）

新川らの方法（園学研 6(2):251-256）に準じ、柿ワイン残渣と試験飼料中の生理活性成分量（ゼアキサンチン・β－CRY）を分析した。

c)脂肪酸組成の測定（東海学院大学）

柿ワイン残渣と試験飼料から Bligh-Dyer 法に準じたクロロフォルム－メタノール抽出法により脂質を抽出し、抽出物を脂肪酸メチルエステル化キットとメチル化脂肪酸精製キット（ナカライテスク製）を用いてけん化、メチルエステル化し、固相抽出カートリッジによる精製処理を行い、GC-MS で脂肪酸組成を分析した。GC-MS は GCMS-QP2010Plus（島津製作所製）を用い、カラムは RESTEC Rtx-2330 （長さ 30m、内径 0.25mm、膜厚 20μm）を用いた。

2）柿ワイン残渣飼料の投与試験（河川環境研究所）

a）投与試験 1（柿ワイン残渣の有効投与量の検討）

市販配合飼料（くみあい飼料アユ用レスキュー1号:科学飼料研究所製)に柿ワイン残渣を 0,10,20,30%の割合（配合飼料に対する湿重量での割合）で添加し、それぞれ水分量が等量となるように水を加えて成型した飼料を各水槽のアユに 63 日間与え、それぞれ対照区、10%区、20%区、30%区とし、各区の飼育成績（成長・生残・飼料効率）を比較した。

b）投与試験 2（柿ワイン残渣の投与効果の再確認）

市販配合飼料への柿ワイン残渣の混合割合を 20%とした試験区と配合飼料のみを給餌した対照区についてそれぞれ 3 つの飼育水槽を設定し、両区の飼育成績（成長・生残・飼料効率）を比較した。

3）柿ワイン残渣飼料投与アユの評価

両投与試験終了時のアユについて、以下の項目を調査し、柿ワイン残渣の投与効果について検討した。

a）体色（河川環境研究所）

投与試験 1 および投与試験 2 の試験終了時の各区の各 30 尾について、体色（追い星、鰭）を色彩色差計（ミノルタ CR-300）により測定し、天然アユと養殖アユの体色の違いに基づく判別式により判別得点を算出し、柿ワイン残渣の投与による天然アユに近い体色への改善効果を評価した。

b）一般成分（産業技術センター）

投与試験 1 終了時の各区の各 10 尾について、雌雄に分別し、その背肉部分を採取してフードプロセッサーで混合・ミンチ化し、定法により分析した。

c）内臓脂肪量（河川環境研究所）

投与試験 1 終了時の各区の各 20 尾および投与試験 2 終了時の各区の各 30 尾について、個体別に開腹して出来る限り内臓脂肪を採取し、内臓脂肪重量比（内臓脂肪量／体重）を求めて区ごとに比較した。

d）食味（東海学院大学）

投与試験 1 の 30%区と対照区のアユの生の外観および素焼きによる外観・食味を官能検査により比較した。官能評価者は、T 大学の学生のうち、鮎の塩焼きの喫食経験を持つ 26 名（男子 5 名、女子 21 名、年齢 19.9±3.0 歳）とした。ただし、喫食頻度は、“年に 1 回程度”と答えた対象者が約 44%、“殆ど食べない”者が約 11%を占め、今回の評価者のアユの喫食頻度は高くなかった。

e）脂肪酸組成（東海学院大学へ委託）

投与試験 1 終了時の各区の各 10 尾について、その背肉部分を試料として 1)a)と同じ方法で脂肪酸組成を分析した。

f）活性成分量の測定（産技セ食品研）

2)b)一般成分の分析に供した各試料から、尾鰭、尻

鰭、追星部分を採取し、生理活性成分量（ゼアキサンチン・β－CRY）を分析した。

g）鮮度低下速度（河川環境研究所）

投与試験１の各区アユの氷殺直後と氷蔵５日後の鮮度低下指標値（K 値）を分析し比較した。

結果及び考察

1）柿ワイン残渣と試験飼料の成分分析

a）一般成分

柿ワイン残渣の 83.7%は水分であり、蛋白質含有量は 2.6%に過ぎないことを確認した。試験飼料の作成にあたっては、柿ワイン残渣の添加分（乾燥重量）だけ配合飼料を減らしたため、試験飼料中の蛋白質含有量は、柿ワイン残渣の投与量が多いほど少なくなった。（表１）

b）活性成分量の測定

柿ワイン残渣 100ｇ中には、1.7mg のゼアキサンチンと 4.7mg のβ-クリプトキサンチンが含まれていたが、供試した市販配合飼料 100g 中には、これら活性成分がほとんど含まれていなかった（それぞれ 0.01mg と 0.00mg）。このため試験飼料では柿ワイン残渣の添加量に応じてこれら活性成分量が多くなった。

c）脂肪酸組成の測定

柿ワイン残渣の全脂肪酸中のα-リノレン酸の割合は、配合飼料中の同割合の倍程度と高かったが、柿ワイン残渣の脂質含有量は 0.4ｇ／100ｇと配合飼料のそれ（7.3／100ｇ）よりも遙かに少なかったため、柿ワイン残渣の添加は試験飼料中のα-リノレン酸の組成にほとんど影響を与えなかった。

2）柿ワイン残渣飼料の投与試験

a）投与試験１

各区に投与した飼料の組成について第 1 表に、飼育成績について第 2 表に示した。試験期間中の柿ワイン残渣投与区の生残率は 93～97%、対照区のそれは 92%であり、30%までの添加であれば柿ワイン残渣の投与は、アユの生残に悪影響を及ぼさないことを確認した。

各区の飼料効率を比較したところ、柿ワイン残渣の投与量が多いほど、単位配合飼料あたりの飼料効率が高い傾向があった（第２表：飼料効率 2)。試験飼料中の柿ワイン残渣の量が多いほど、飼料中の蛋白質の含有量は低かったことから、蛋白質効率も柿ワイン残渣の投与量が多いほど高い傾向があった（第２表：蛋白質効率)。柿ワイン残渣には、飼料中の蛋白質の同化率を高める効果があると考えられる。

第1表　試験1の各区の飼料の組成

項　　目	対照区	10%区	20%区	30%区
配合飼料	61.6	60.3	59.2	58.4
柿ワイン残渣	0.0	6.0	11.9	17.4
水	38.4	33.7	28.9	24.2
（一般成分）				
水分	44.4	44.6	44.7	44.4
蛋白質	29.9	29.4	29.0	28.8
脂質	4.5	4.4	4.3	4.3
炭水化物	13.1	13.5	14.0	14.6
灰分	8.2	8.0	7.9	7.9

第2表　投与試験1の飼育成績

期間	項　　目	対照区	10%区	20%区	30%区
Ⅰ期	開始時重量(g)	2350	2350	2350	2350
	終了時重量(g)	3160	3653	3736.5	3880
	死魚重量(g)	277	0	0	0
	増重量(g)※1	1087	1303.5	1386.5	1530
	給餌量(g)	3294	3304	3268	3251
	飼料効率(%)※2	33.0	39.5	42.4	47.1
	飼料効率2(%)※3	53.6	65.4	71.7	80.6
	蛋白質効率(%)※4	110.4	134.0	146.2	163.3
Ⅱ期	開始時重量(g)	2230	2330	2360	2510
	終了時重量(g)	3161	3126	3157	3418
	死魚重量(g)	0	130	107	217
	増重量(g)※	931	926	904	1125
	給餌量(g)	2889	2997	3051	3240
	飼料効率(%)※2	32.2	30.9	29.6	34.7
	飼料効率2(%)※3	52.3	51.2	50.0	59.5
	蛋白質効率(%)※4	107.8	104.9	102.1	120.5
全期	飼料効率(%)※2	32.6	35.4	36.2	40.9
	飼料効率2(%)※3	53.0	58.7	61.2	70.1
	蛋白質効率(%)※4	109.2	120.2	124.9	142.0

※1増重量＝終了時重量－開始時重量＋死魚重量
※2飼料効率(%)＝増重量÷給餌量×100
※3飼料効率2(%)＝増重量÷配合飼料給餌量×100
※4蛋白質効率(%)＝増重量÷(配合飼料給餌量×飼料中の蛋白質含有割合)×100

b）投与試験２

試験区への柿ワイン残渣の投与割合を 20%とする条件で、対照区と試験区についてそれぞれ３つの飼育水槽を設定して投与試験を行い、柿ワイン残渣の投与により有意に飼料効率が高まることを確認した（一元配置分散分析 $p<0.05$)。

c）有効な投与方法の開発

最も効果的な柿ワイン残渣の添加量は、評価項目ごとに異なっており、飼料効率の向上または体色の改善を目指す場合には 30%の添加が、内臓脂肪量の低減を図る場合に 20%の添加が最も効果的であると考えられる。

3）柿ワイン残渣飼料投与アユの評価

a）一般成分の測定

柿ワイン残渣投与区の筋肉中の脂質含有量は、雄ではいずれの区も対照区より低い傾向を示したのに対して、雌ではいずれの区も高い傾向を示した（第1図）。しかし、いずれの区も天然アユの筋肉中の脂質含有量（既報：1.6～8.5%）より高く、天然アユと同質の肉質に改善することは出来なかった。

b）活性成分量の比較

アユの鰭のゼアキサンチンの含有量は個体差が大きく、柿ワイン残渣投与区と対照区との間に有意な差異を確認することはできなかった。

c）体色評価

天然アユと養殖アユの体色を色彩色差計により測り、体側にある黄色斑や尾鰭の黄色味の違いを測定・評価できることを確認した（第2図）。この両者の体色の違いを判別得点として評価する手法を開発し、氷殺直後のアユについて柿ワイン残渣の投与による天然アユに近い体色への改善効果を評価したところ、30%投与区でのみ有意な改善効果を確認できた（Williamsの多重検定　$p<0.05$）。その後体色の違いは氷殺後次第に明瞭となることが明らかになったため、投与試験2の柿ワイン残渣投与アユを用いて、氷殺3時間後の体色を再評価したところ、有意な体色改善効果を確認できた（第3図：一元配置分散分析　$p<0.001$）。しかし、天然アユと同質の体色に改善することは出来なかった。

d）内臓脂肪量の測定

柿ワイン残渣投与区の内臓脂肪の量（体重比）を対照区と比較し、柿ワイン残渣の投与により内臓脂肪量が有意に低下することを確認した（第4図:Dunnettの多重検定 $p<0.05$）。また、再投与試験においても、柿ワイン残渣の投与には有意な内臓脂肪低減効果があることを確認した（二元配置分散分析　$p<0.05$）。

e）食味試験

外観評価では、試験区アユの体色を対照区アユに比べ“鮮やか”と評価した者は有意に少なかった（第5図）。柿ワイン残渣投与区のアユと対照区のアユの外観には、評価者が認識し得る差異があることを確認できたが、柿ワイン残渣の投与によって生じた体色変化は、今回の評価者からは良い評価を受けなかった。アユの喫食頻度が低い今回の評価者にとって、天然アユに近い体色は好ましいものではなかった可能性がある。一方、素焼きの外観評価では、柿ワイン残渣投与区アユの方が対照区アユに対し良好な評価が多かったが、その差は有意ではなく、食感および風味についても、両区の素焼きアユの評価に統計的な有意

第1図　各区アユの背部筋肉の一般成分

第2図　天然アユと養殖アユの色彩色差計による体色測定値

第3図　柿ワイン残渣の投与がアユの体色に及ぼす影響

垂線は標準偏差を表す。
判別得点が大きいほど天然アユに近い色調であることを表す。なお、天然アユは正の値を示す。

差は認められなかった(第 6 図)。前述のように、柿ワイン残渣の投与により内臓脂肪量が低下するが、残念ながらその違いは、食感や風味に反映されなかった。

f) 脂肪酸組成の測定

各区のアユの脂肪酸組成を比較したところ、いずれの区間においても脂肪酸組成に大きな違いは認められなかった (第 7 図)。アユの脂肪にはおおむね飼料に含まれる脂肪酸が移行していると考えられる。前述の通り、柿ワイン残渣の脂質含有量は非常に少ないため、30%の投与においても飼料の脂肪酸組成に対する寄与率は低く、結果、アユの脂肪酸組成にもほとんど影響を与えなかったと考えられる。α-リノレン酸に富む天然アユに脂肪酸組成を近づけるには、柿ワイン残渣の投与では不足であると考えられる。

g) 鮮度低下速度

各区アユの氷殺直後と氷蔵 5 日後の ATP 関連物質及び K 値を第 3 表に示した。氷殺直後と氷蔵 5 日後の K 値には、いずれの区間においても顕著な差異は認められず、柿ワイン残渣投与による鮮度低下の抑制効果は確認できなかった。また、筋肉中の ATP 関連物質の含量(μmol/g)についてもほぼ同じであった。しかし、今回の保存条件では、刺身でも食用可とされる鮮度(K 値 20%以下)が保たれていたことから、煮・焼魚の指標値(40%以下)付近でも比較する必要がある。

(担当　桑田知宣)

第4図　柿ワイン残渣の投与がアユの内臓脂肪量に与える影響

第5図　柿ワイン残渣を投与した生アユの外観等の評価点
柿ワイン残渣無投与アユと同等の評価

第6図　柿ワイン残渣を投与したアユの塩焼きの評価
柿ワイン残渣無投与アユの評価点=0 点

第7図 各区のアユの脂肪酸組成

第3表 各区アユの筋肉の ATP 関連物質及び K 値

試験区		ATP	ADP	AMP	IMP	Inosine	Hypoxanthine	Total	K-value
		(μmol/g)							(%)
即殺魚	未添加	0.02	0.05	0.03	1.05	0.02	0.00	1.17	1.78
	10%添加	0.02	0.06	0.03	1.06	0.01	0.00	1.19	1.44
	20%添加	0.02	0.06	0.03	1.10	0.01	0.00	1.23	1.15
	30%添加	0.02	0.06	0.03	1.07	0.01	0.00	1.20	1.16
氷蔵 5 日	未添加	0.02	0.03	0.01	0.78	0.17	0.02	1.04	18.45
	10%添加	0.02	0.03	0.02	0.78	0.15	0.03	1.02	17.43
	20%添加	0.02	0.03	0.02	0.74	0.14	0.03	0.99	17.36
	30%添加	0.02	0.03	0.02	0.76	0.16	0.02	1.00	17.65

渓流魚資源の新増殖モデルの開発・実用化研究（県単）

アマゴ・ヤマメの発眼卵埋設後の稚魚の出現状況

アマゴ（Oncorhynchus masou ishikawae）・ヤマメ（O. m. masou）・イワナ（Salvelinus leucomaenis）といった渓流魚の稚魚放流は、現在、最も普及している増殖方法であり、渓流漁場を有する多くの漁業協同組合により長年にわたって実施されている。しかし、現場では放流量に見合う増殖効果は実感されておらず、稚魚放流の効果が疑問視されている。稚魚放流に代わる増殖方法として発眼卵埋設が有望視されており、一部地域ではすでに実施されている。ただし、発眼卵埋設は、実施後の定量評価はほとんど行われておらず、稚魚の出現状況については知見が不足している。本年度は、前年秋に発眼卵埋設を実施した河川において、出現した稚魚の残存数および埋設地点からの移動距離を調査した。

方　法

飛騨川水系のアマゴおよび宮川水系のヤマメでは、遺伝的調査による野生個体と放流個体の識別技術がまだ確立されていない。発眼卵に対しては耳石への温度あるいは色素による標識方法があるが、耳石の摘出のために野生個体を含めて多数殺傷しなければならない。本調査では、野生個体の減少を回避するためにこの方法を採用せず、アマゴおよびヤマメが先住しない河川で調査を実施することとした。予備調査では、五升ヶ谷を除く10河川ではイワナのみが確認され、五升ヶ谷では魚類の生息は確認されなかった。調査対象とした11河川は、いずれも堰堤で隔離された水域であり、下流側に生息するアマゴおよびヤマメが遡上できない条件であり、後述の残存状況の調査で採捕されたアマゴおよびヤマメは、すべて本課題の発眼卵埋設に由来する個体と判断した。

発眼卵埋設は、平成21年11月13・19・20日に飛騨川水系の7河川（萩中谷・杉谷・黒谷・樋口洞谷・大谷・大巻谷・初矢谷：益田川漁業協同組合管内）および宮川水系の4河川（宮谷・クルミ谷・五升ヶ谷・松倉谷：宮川漁業協同組合管内）において実施した。飛騨川水系ではアマゴ発眼卵、宮川水系ではヤマメ発眼卵を使用し、1河川につき1ヶ所200粒ずつ直まき法により埋設した。アマゴは飛騨川およびその支流群で採捕された個体を初代親魚とする系統、ヤマメは神通川下流で採捕されたサクラマスを初代親魚とする系統で、いずれも岐阜県河川環境研究所下呂支所で継代飼育しているものである。

残存状況の調査は平成22年6月10日～8月23日に実施し、エレクトリックショッカーを使用した2回除去法により個体数を推定した。調査区間は、稚魚の出現状況を勘案しながら必要に応じて延長した。採捕した個体は、計数および体サイズの測定後、調査区間内に再放流した。また、各個体の採捕地点に目印を設置しておき、採捕後に埋設地点からの移動距離を巻尺で測定し平均値を算出した。距離の測定では、下流方向への移動はプラスの値、上流方向への移動はマイナスの値として記録した。

結果および考察

11河川における残存率は、範囲0.0-40.5％、平均6.9％だった。黒谷・初矢谷・松倉谷においては1個体も確認されなかった。一方、五升ヶ谷では、40.5％と高い残存率を記録した。これは、五升ヶ谷に先住魚が生息しないことに関連しているかもしれない。他の10河川にはイワナが生息しているが、それらの生息数とヤマメの残存数との間には明瞭な傾向は認められなかった。

残存個体は大部分が埋設地点よりも下流側で確認され、平均移動距離は130.1ｍだった。静岡県の河川におけるアマゴ発眼卵埋設の事例では、下流への移動傾向および残存率6％という結果が報告されており、本課題でも同様の結果が得られた。

（担当　岸 大弼、德原哲也）

新規に開発した優良アユ種苗の実用化研究（県単）

冷水病に強い人工産アユ種苗の開発

選抜履歴が異なる４種類の系統の冷水病耐病性の違い

研究報告 No. 57　p29～32　参照

（担当　苅谷　哲治）

人為的環境改変に対する淡水生物のストレス反応（県単）

淡水生物の健康・幸せを科学する研究

この研究では、ストレス反応の代表的な指標であるコルチゾルを用い、水温の違いや水温の変動に対するコイの生理学的ストレス反応を定量的に評価する。コルチゾルは、その分泌量や持続期間に応じて、糖新生亢進、水利尿作用、電解質作用、抗炎症作用、血液作用、神経作用などの影響を与える。そのため、コルチゾルの分泌量や持続時間を把握することにより、その後の一連の生理学的ストレス反応を予測することが可能となる。この報告では、今年度、実施した異なる水温に対するコイの生理学的ストレス反応の評価を報告する。

方　法

実験システム

水温環境を人為操作できる"実験システム"を用いて、水温に対するコイの生理学的ストレス反応を評価した。コイの飼育実験は、6 基の FRP 水槽(600L)それぞれの中に設置した 6 基のパンライト水槽(200L)それぞれにコイ 1 個体を飼育することにより実施した。加温冷却ユニットにより加温もしくは冷却した水を循環させることにより、FRP 水槽の水温を直接、操作管理した。試験魚を含むパンライト水槽内の水温制御は、FRP 水槽を循環する水温から間接的に加温・冷却されることにより制御した。

実験の設定と手順

実験には、研究所で飼育しているコイ(湿重量 50-300 g)を用いた。実験開始に先立ち、実験システムの水温を飼育水温と同じ 18℃に調節した後、飼育中のコイを無作為に 6 尾選び、それらをパンライト水槽 6 基に 1 尾ずつ収容した。コイを急激な水温変化にさらすことのないよう、4-5 日の馴致期間を設定した。馴致期間中、1 日あたり 4℃の範囲内で水温を設定水温まで加温もしくは冷却し、その後、実験を開始した。実験期間は計7日間とし、飼育水の一部(約 800mL)を 24 時間ごと(12:00-13:00)に計 7 回採水し、コルチゾル測定用のサンプルとした。飼育水のサンプルは直ちに－20℃で冷凍保存し、その後、解凍した飼育水によりコルチゾルの定量をおこなった(冷凍及び解凍によるコルチゾルの分解は微量であることを事前確認している)。コイの排泄物や残餌による影響を緩和するため、サンプルの採水後、パンライト水槽から毎日 50L を排水し、FRP 水槽から同量・同水温の飼育水を補充した。それ以外、FRP 水槽とパンライト水槽との水交換は行わなかった。

コルチゾルの定量

この研究では、コイの排泄物や鰓などから水中へと排出されるコルチゾルを間接的に飼育水より測定することで、水温の違いに対するコイのストレス反応を定量した。従来の血中からの直接的なコルチゾルの測定と比べ、コイの負担が少ないことや同じ個体の繰り返しの測定が可能などの利点がある。

飼育水に含まれる微量のコルチゾルの精製・濃縮には固相抽出を用いた。コルチゾルの分子量や極性に適合した固相カートリッジにサンプル水を50～500mL滴下し、飼育水のコルチゾルを定量可能な濃度にまで固相カートリッジ内に濃縮させた。濃縮させたコルチゾルは、エタノールにより固相カートリッジから溶出させ、抗原抗体反応を利用したELISA法により飼育水中のコルチゾル濃度を定量した。

24時間ごとに採水した飼育水のコルチゾルの濃度は、コイが24時間にわたり飼育水中に放出したコルチゾル量と飼育水中で分解されたコルチゾル量との差分と考えられる。飼育水中のコルチゾルの定量に加え、単位時間あたりに分解されるコルチゾル量を見積もり、実際の魚類から放出される糖質コルチコイド量を以下のように推定した。

$$\text{コルチゾル放出量(ng)} = \frac{Vkt(C_t - C_0 e^{-kt})}{1 - e^{-kt}}$$

ここで、Vはパンライト水槽の容量、kは毎日50Lの排水による希釈効果、Ct及びC_0は実験日(t及び0日)におけるコルチゾル濃度を示す。実験に使用したコイが大きくなるにつれ、放出されるコルチゾル量が増加するものと考えられる。したがって、この報告では、コルチゾル量をコイの単位重量あたりに換算し、以下の2つの推定値について評価する。1時間あたりのコルチゾル放出速度(ng/g/h)、ならびに実験期間中の積算コルチゾル放出量(ng/g)である。

結果および考察

さまざまな水温にコイをさらした場合の生理学的ストレス反応を測定した。今年度は 2 段階の一定水温(5℃、15℃)および 3 つの水温変動(10-5℃、20－15℃、25－30℃)について実験をおこなった。平成 22 年度以前におこなった異なる水温(10℃、18℃、20℃、25℃、35℃)でのストレス反応の結果(岐阜県河川環境研究所報告 56 巻を参照)と併せると、異なる水温に対するコイのストレス反応の特徴は以下のようにまとめられる。

1) 魚類のような変温動物の場合、温度により生理学的活性が異なる場合がある。ストレス反応についても水温の違いがストレス反応の大きさに関与していた。コイのストレス反応は飼育水温が高くなるほど大きくなった。
2) 同じ水温にさらし続けた場合でも、コルチゾルの放出量は実験期間が経過するに従い減少する。馴化や促進などにより、個体のストレス反応の大きさが変化することが知られているが、この研究では馴化によるコルチゾル量の減少が認められた。
3) 実験期間中のコルチゾルの積算量の多くは、実験期間前半の放出量により決まる。このことから、実験期間前半でより多くのストレスを受けていたと想像できる。しかし、実験終了時においても、20℃以上では依然として高い濃度のコルチゾルが放出され続けていることから、慢性ストレスを受けていたと考えられた。

備考

この研究は、総合地球環境学研究所の研究プロジェクト「病原生物と人間の相互作用環(プロジェクトリーダー：川端善一郎教授)」の一環として行った。水温ストレスの実験は当研究所でおこない、コルチゾルの分析は総合地球環境学研究所でおこなった。

(担当　米倉竜次)

水域環境保全に関する普及活動と技術開発研究（県単）

ウシモツゴの野生復帰

ウシモツゴはコイ科に属する日本固有の淡水魚で、かつては濃尾平野一帯の池沼、農業用水路や小河川の止水域などに分布していたと考えられている。しかし、近年、本亜種は、その分布域や生息数が極めて限られた状態となり、国や岐阜県などのレッドデータブックにおいて最も絶滅が危惧されるカテゴリーにランクされるなど、直ちに保護すべき対象となっている。本報では、本亜種の保全を目的とする組織「ウシモツゴを守る会」の一員として行った活動のうち、生息域外保全として人為環境下で産卵・ふ化させたウシモツゴの稚魚を野生復帰させたため池（以下、「復元生息池」という。）における追跡調査結果を報告する。

方　法

調査池

6つの復元生息池のうちの5つ（ST、SK、SO、MY、MO）

調査時期

2010年8月～11月

調査方法

モンドリ8～12個の1時間設置による採捕

放流

各調査池への放流状況は第1表のとおり。

第1表　調査池への放流状況

調査池	放流年月日	放流尾数(尾)
ST	2005年11月27日	1,200
SK	2008年10月　9日	1,000
SO	2008年11月26日	1,500
MY	2008年11月14日	800
MO	2009年12月10日	500

結果および考察

調査結果を第2表に示した。

SK及びSOでは各3回の調査にも関わらず、本亜種の生息を確認できなかった。このことから、SK及びSOでは、本亜種の繁殖や増殖が成功した可能性は低いと思われる。

一方、ST、MY及びMOでは各1回の調査により本亜種の生息を確認できた。STは放流後4年が経過しており、ウシモツゴの平均寿命、個体群構成などの観察結果から、放流後、繁殖・増殖に成功している可能性が高いと思われる。

現時点において各調査池における本亜種の野生復帰の成否を結論づけることはできないが、今後、この様な活動を継続実施し、その成否を分ける要因の探索を検討する必要がある。

（担当　松田宏典）

第2表　調査結果

調査池	調査日	CPUE (尾/モンドリ数/時間)
ST	10月7日	40.0
SK	8月17日,9月28日,11月3日	0
SO	8月17日,9月28日,11月3日	0
MY	8月25日	22.0
MO	8月25日	9.9

養殖ナマズの安定供給システムの開発（県単）

近年、岐阜県における食用ナマズの自給率は、河川等における天然漁獲量の減少や県外からの供給の増加などにより減少している。また、養殖技術が県内では確立していないため、ナマズを食材として利用した伝統的料理の再興や新たな地域特産品の創出といった地域の要望に応えられないのが現状である。このように、内水面漁業や伝統的食文化を考えるうえで、養殖技術の開発によるナマズの安定供給は、岐阜県での重要な課題となっている。

この課題では、水田やコイ養殖場などの既存の場所を活用し、少ない初期投資で実施可能なナマズの養殖技術の開発に水田農家や養殖業者と連携して取り組んでいる。

1．繁殖技術の開発

民間でナマズ養殖を実践するためには、簡便に実施できるナマズの繁殖技術が必要である。ここでは、人為的に排卵促進させる繁殖技術や、自然産卵条件に近く簡易に実施できる繁殖技術の開発をめざしている。今年度は、長良川水系で捕獲した天然のナマズ親魚を用い、自然での産卵条件を模倣した濁水（計 6 回）、低水位（計 3 回）、雌の腹部圧迫（計3回）といった人為処理により、ナマズのメス親魚の排卵あるいは雌雄の交配による産卵を促すことができるかどうかを小型簡易水槽（約 960L）により実験した。この実験では、いずれの人為処理においても、十分に成熟したメス1～3尾ならびにオス 1～3 尾を同じ水槽内に放養し、繁殖期にあたる 6 月上旬から 7 月下旬にかけて、15～30 日の間、実験を継続させた。しかし、いずれの人為的処理においてもナマズの排卵および産卵は確認できなかった。

一方、性腺刺激ホルモンを用いた人工採卵を計 6 回実施し、推定産卵数、ふ化率等の情報を収集した。今年度は、簡易的なふ化槽を用い、受精卵から約 14 万尾の仔魚を生産し以下の試験に使用した。自然産卵条件に近く簡易に実施できる繁殖技術に比べ、人為的に排卵促進させるこの方法では試験に使用したナマズ親魚のうち、約 90%のメスが排卵し、メス親魚1尾あたりの平均排卵数9,300粒と比較的、安定的に産卵をさせることが可能であった。しかし、ふ化率が平均約 33%，メス親魚1尾あたりから得られる仔魚が平均約 3,100 尾と比較的低いため、産卵に用いる親魚の選定やミズカビによる受精卵の死亡軽減など，さらなる改善が必要である。

2．養殖技術の改良（水田）

ここでは、ふ化から幼魚期までの初期段階において、餌生物の高い生産性を有する水田を利用したナマズの粗放養殖について検討している（第1図）。特に、水田へ放流するナマズの個体数や放流する時期など、水田における仔魚の回収率が高くなるような条件について検討している。

今年度は、6 月下旬に休耕田2カ所（関市）、水田 3 カ所（白川町）で全長 1cm 程度のナマズ仔魚を放流し、7 月下旬～8 月中旬に成長したナマズを水田・休耕田から回収した。水田では，無給餌であるにもかかわらずナマズの高い成長が確認され、5～11cm程度にまで成長した（第2図）。しかし、土地改変（小溝の設置）を実施した関市の休耕田の回収は合計 89 尾、放流した個体数に対し回収できた個体数の割合（以下、回収率）は平均 0.2%であった。同様に、回収頻度を多くした場合でも、白川町における水田からの回収は合計 231 尾、回収率平均 1.2%に留まった（表）。土地改変、回収頻度による明瞭な改善効果はみられなかった。

■ナマズを放流した水田や休耕田

■水田からの回収風景（放流後、約1ヶ月）

第１図　水田や休耕田を使用したナマズ稚魚の粗放的養殖試験。使用した水田や休耕田の写真（上段図）。放流後、約１か月後の水田からの回収作業及び回収されたナマズ稚魚の写真（下段図）。

第２図　回収時におけるナマズ稚魚の大きさ（全長、mm）。水田・休耕田で約１か月間、粗放養殖した場合と養殖場で配合飼料を給餌して養殖した場合を示す。平成20年度及び21年度の事例を示す。

また、水田での回収率を相対的に評価するため、養殖池に直接、仔魚を放流する実験も関市の養殖池3面で実施した。仔魚の回収は 2,622 尾、回収率は平均 4.1%であった。また、大小選別作業を取り入れ、共食い緩和の効果を確認した。水田を利用せず養殖池に直接，放流した場合でもナマズの成長は良かった(第２図)。

３．養殖技術の改良（養殖池）

水田から回収したナマズ仔魚ならびに養殖場で生産したナマズ仔魚は、関市の養鯉場1件、白川町の養殖業者 1 件で養殖した。今年度は、計 2,711 尾のナマズ仔魚を関市の養鯉池3面に放流した。この養鯉池は、池側面のみを補強した素堀り池である。また、白川町の水田より回収できたナマズ 231 尾は、白川町 1 件の FRP 水槽に放流した。

養殖池でのナマズ成長は順調であり、例えば、ナマズの成長モニタリングを関市で実施したところ、放流後、約 2 か月後にあたる 9 月中旬において、188～401g、176～401mm 程度にまで成長した(第 3 図)。このように、調理方法にもよるが、養殖場での養殖開始から約 2 か月でナマズの一部は商品サイズにまで成長した。

第3図　養殖池投入時（生後約30～40日後）からの養殖池におけるナマズの成長（湿重、g）。平成２１年度及び２２年度の事例を示す。

表　水田及び休耕田におけるナマズ稚魚の粗放養殖の結果。平成21年度及び22年度の結果を示す。

地域	場所	面積 (m^2)	放流尾数 (N)	放流密度 (尾/m^2)	回収尾数 (N)	回収率 (%)	最小 (mm)	最大 (mm)	年度	水田区分
白川町	黒川	361	6000	16.6	107	1.78	62	89	2009	水田
白川町	切井	800	9000	11.3	316	3.51	61	136	2009	水田
白川町	佐見	808	6000	7.4	1558	25.97	80	134	2009	水田
白川町	黒川	361	10000	27.7	230	2.30	74	92	2010	水田
白川町	切井	800	10000	12.5	1	0.01	42	42	2010	水田
関市	志津野	2975	32175	10.8	1543	4.80	50	145	2009	水田
関市	小野	992	11502	11.6	158	1.37	92	157	2009	水田
関市	志津野	1200	20424	17.0	63	0.31	50	110	2010	休耕田
関市	志津野	1200	20425	17.0	26	0.13	47	92	2010	休耕田

4．技術指導・普及

この課題は、上記のような研究のみならず、研究の取り組みや成果を広く県民や養殖業者等に普及することもめざしている。今年度は、マスメディアにより水田を利用したナマズ養殖が2度、取り上げられた。

また、第24回農業フェスティバルにおいて、関市で生産したナマズを使用した料理試食会を岐阜県水産課と東海応用生物研究所の主催で開催した。ナマズの味、購買意欲など、アンケート情報を収集したところ、多くの方から関心を持たれた（第4図）。また、岐阜県内の大型小売店舗にて、ナマズを使用した県産品PRの出典を東海応用生物研究所・名古屋女子大学の主催で開催した。

（担当　米倉竜次　松田宏典　藤井亮吏）

第4図　第24回農業フェスティバルにて開催した養殖ナマズを使用した料理試食会のアンケート結果（岐阜県水産課と東海応用生物研究所の主催）。東海応用生物研究所が収集したアンケートデータをもとに作成。

清流魚「カジカ」の養殖技術の確立（県単）

初期飼育における水槽の色の影響

清流で育まれた「カジカ」は、郷土料理、家庭料理の食材として山間部を中心に食されてきていたが、近年、味の良さと希少さから高級食材として扱われるなど、注目を浴びつつあり、平成24年に開催される「ぎふ清流国体」において、清流のイメージに直結する「おもてなし」の食材として期待され、地域ブランド水産物としての確立が求められている。しかしながら、資源量の減少により希少魚として扱われることもしばしばであり、天然魚による食材確保は困難であることから、安定供給のための養殖技術の確立や供給体制の向上が求められている。

養殖に用いるカジカは、両側回遊魚であり、ふ化仔魚は1か月程度の浮遊生活の後、着底し、稚魚となる。この浮遊生活期の減耗を抑えることは安定生産に向けて非常に重要となるが、この期間には、ふ化仔魚に強い走光性があり、明るい色の水槽の壁面に頭部を打ち付けることにより、摂餌が困難となって死亡していると思われる個体を多く目にする。そこで、水槽の色によるふ化仔魚の生残率の違いを調査した。

方　法

飼育水槽は、#54型：内容量53.2L（内寸525×340×282mm）および#42-2型：内容量42L（内寸461×336×251mm）のプラスチックコンテナをそれぞれ2個ずつ用い、スプレーペイントを用いて#54型は緑色と黒色、#42-2型は灰色と空色に内面を塗装した。飼育水は、市販の人工海水を1/2の濃度として用い、共用の濾過槽により濾過を行って循環した。水温はヒーターを用いて15℃を保った。飼育期間中、毎日1回、スパーカプセルA1パウダー（クロレラ工業）で栄養強化したアルテミア幼生を充分量（翌日まで飼育水中にアルテミア幼生が見られる量）給餌した。

供試魚は、当所で飼育しているカジカ小卵型養成親魚から採卵し、2011年3月29日～30日にふ化した仔魚を用いた。3月30日に#54型の水槽には160尾、#42-2型の水槽には130尾を放養し、2011年3月30日から5月10日までの試験期間中、4月18日までは死魚の確認が困難であったため、仔魚が変態を開始した以降から、毎日死魚の計数を行い、5月10日には生残していた稚魚をすべて計数した。4月18日までの死魚数は、生残尾数から逆算することによって求めた。

結果および考察

5月10日の生残尾数は、緑色水槽で2尾（生残率1.25%）、黒色水槽で0尾（生残率0%）、灰色水槽で4尾（生残率3.08%）、空色水槽で3尾（生残率2.26%）といずれの水槽でも生残率が極めて低かった。4月18日時点での生残尾数は、緑色水槽で127尾（生残率79.38%）、黒色水槽で19尾（生残率11.88%）、灰色水槽で113尾（生残率86.92%）、空色水槽で133尾（生残率103%：計数ミスによるものと考えられ、生残率100%と見なした）となり、変態開始までの生残率は、黒色水槽を除き高かった（図）。

変態開始後は、毎日死魚が見られ、試験終了時での低い生残率は、水質の悪化など、水槽の色とは別に原因がある可能性がある。

変態開始までの仔魚の水槽内での分布を見たところ、黒色水槽以外では壁面に仔魚が寄っている状況が見られたが、黒色水槽では壁面よりも明るい水面に仔魚は集中していた。今回の試験で見られた黒色水槽での低い生残率は、摂餌がうまく行えなかったなど、仔魚が過度に水面に集中した結果引き起こされる何らかの原因があるのかもしれない。水槽設置場所を暗くするなどして、水面に過度に仔魚が集中しないようにした場合での生残率の調査が必要と思われる。

また、ほかの色では、通常の種苗生産で見られるように、仔魚は壁面に集中していたが、変態開始までの生残率は低くても約80%と、大量死は認められなかった。通常の種苗生産ではコンテナ水槽には着色しておらず、今回の試験水槽との違いは、スプレー塗料の有無である。コンテナ水槽は有色のプラスチックであっても、透過光が多く、塗料による着色を行っていない通常の種苗生産では、仔魚が透過光に向かって水槽壁面に衝突している可能性がある。今後は、透過光の有無と生残率の関係を調査する予定である。

（担当　藤井亮吏）

図　水槽の色ごとの生残率の推移

アマゴの優良種苗に関する研究（県単）

天然魚を利用したサツキマスの放流状況

従来よりも回帰率の高いサツキマス放流種苗を開発するため、河川に遡上してきたサツキマスを親魚に使用した種苗の放流試験を行った。

方 法

2008年の5月に長良川に遡上してきたサツキマスを捕獲し、研究所で畜養した。2008年の11月に畜養したサツキマス雌雄を交配させた群（サツキマス純系）、サツキマス雌と養殖継代アマゴの雄を交配させた群（半サツキ系）、養殖継代アマゴ雌雄の交配群（養殖継代系）の三群を作出し、飼育した。2009年の12月にそれぞれの群の中からスモルトになった個体を放流用に選別した。

2009年12月9,15,24日に放流魚の背部にバノックタグを群ごとに色を変えて打ち込み標識とした。2009年12月14日にサツキマス純系1550尾（平均体重80.33g）と養殖継代系1550尾（平均体重69.14g）を木曽川馬飼大堰の下流に放流した。2009年12月17日に木曽川に放流した魚の同群のサツキマス純系1505尾と養殖継代系1505尾を長良川河口堰右岸呼び水式魚道に放流した。2009年12月25日に半サツキ系を630尾（平均体重92.11g）ずつ、木曽川馬飼大堰の下流と長良川河口堰右岸呼び水式魚道に放流した。

2010年の5月から木曽川と長良川でサツキマス漁をしている漁師に標識魚の捕獲数の記録を依頼した。

結果および考察

各放流系統の回収尾数について長良川ではサツキマス純系3尾、半サツキ系0尾、養殖継代系0尾であった。木曽川ではサツキマス純系6尾、半サツキ系6尾養殖継代系2尾であった。

回収尾数が予想外に少ないため、統計解析ができなかったものの、両河川ともサツキマス純系の回収尾数は養殖継代魚に比べが高いものであった。

（担当　徳原　哲也）

地域資源の活用に向けた魚類の増養殖技術の開発（県単）

初期餌料であるアルテミア幼生の沈降について

アルテミア幼生は、カジカ、アユ等魚類の初期飼育の生物飼料として用いられている。しかし、これら仔魚は、遊泳しているアルテミアを選択的に摂餌するため、水槽の底に沈降（沈殿）したアルテミアは、餌料になりにくい。一方、アルテミア幼生は経験的に沈降することが知られており、初期飼育におけるアルテミアの適正給餌方法を検討する際に考慮しなければならい要因であるが、それに関する知見は無い。そこで、種々の塩分濃度、水温条件下でのアルテミア幼生の沈殿状況を明らかにした。

方　法

沈殿状況調査に供試したアルテミア幼生は、中国産のアルテミア耐久卵を 3%塩水、水温 28℃で 24 時間培養してふ化した幼生である。

アルテミア幼生の沈殿状況の観察は、水温条件として水温 5℃、10℃、15℃、20℃、25℃の５段階を設定し、各水温条件下で塩分条件として、淡水及び塩分濃度 5‰、10‰、15‰、20‰、25‰、30‰の人工海水の７段階を設定し、計 35 区で実施した。

各塩分濃度の人工海水 40ml を注入した沈殿管（50ml 容量）を所定の温度に設定したインキュベーターに事前に収納し、そこへふ化直後のアルテミア幼生を適量加えた。アルテミア幼生を収容した 10 分、30 分、1 時間、2 時間、3 時間、4 時間、5 時間、6 時間、8 時間、24 時間後に沈殿した個体を駒込ピペットで吸引して管瓶に移し、その後十穴ホールグラスに分注のうえ万能投影機を用いて 10 倍に拡大して個体数を計数した。また、24 時間後の遊泳している個体も計数した。なお、人工海水は市販の人工海水の素を用い、所定の塩分濃度に希釈した。

結果および考察

水温別の塩分濃度毎のアルテミア幼生の沈殿状況を図に示した。収容した水温、塩分濃度の条件によってアルテミア幼生の沈降状況が大きく異なり、全体的には、水温が高いほど、塩分濃度が高いほど沈殿率が低い傾向を示した。水温 5℃の場合は、収容 10 分後には淡水から塩分濃度 30‰の人工海水までのすべてにおいて 90 パーセント以上の個体が沈降した。また、淡水では、いずれの水温条件でも２時間後には 90%以上が沈降した。

カジカの初期飼育は、水温 15℃、半海水（塩分濃度 16‰）の条件で行っている。この条件に近い水温 15℃、塩分濃度 15‰人工海水でのアルテミア幼生の沈降状況から給餌 1 時間後には半数が、4 時間後には 7 割強が沈降すると推定されることから、摂餌活性が低い餌付け時には 1 日の給餌回数を増やすなどして、遊泳するアルテミア幼生の数を確保して稚魚の摂餌機会を増やすことが必要であると考えられる。

（担当　森美津雄、藤井亮吏）

図　各種条件下におけるアルテミア幼生の沈殿率　　塩分濃度凡例

養殖研究（県単）

アマゴ異節卵の生産技術開発

産卵時期を早期化あるいは晩期化することによって、通常産卵期(10～11月)に加えて年3回種苗を生産し、アマゴの周年供給による需要拡大を図ることを目的に研究を行った。本年度は電照による長日条件と自然日長とを組み合わせることにより産卵期を２月に遅らせて採卵を行い、雌親魚の個体ごとの発眼率の違いを検討した。

方　法

供試親魚には、2008年10月に作出した通常魚および2009年2月に作出した異節卵よりふ化し、継続飼育した“冬卵魚”を用いた。電照は、屋内の350×350×40(D)cmのコンクリート池において、水面上30cmに設置した40Wの蛍光灯3本により、2010年6月23日から2010年12月29日まで20L4Dの長日条件となるよう行った。また、一部の通常魚は、2008年11月から2010年12月29日まで継続して電照を行った（以下長期電照魚)。飼育水は当所第4井戸水を用いた。採卵は2011年2月25日に冬卵魚の雌親魚4尾、通常魚の雌親魚6尾、長期電照魚の雌親魚4尾、通常魚の雄親魚10尾、3月3日に冬卵魚の雌親魚1尾、通常魚の雌親魚5尾、長期電照魚の雌親魚1尾、通常魚の雄親魚10尾を用いて採卵、受精させ、雌親魚ごとに発眼率を求めた。卵管理には当所第4井戸水を用いた。

結果および考察

2011 年 3 月 28 日に検卵を行ったところ、冬卵魚から得られた卵の発眼率は 0～13.05%、通常魚から得られた卵の発眼率は 0～52.54%、長期電照魚から得られた卵の発眼率は 0～57.88%であった(表)。

冬卵魚の親魚から得られた卵は、発眼率が最高でも13.05%ときわめて低かった。しかし、いずれの親魚群でも 0%の発眼率の個体が見られ、発眼率は個体ごとに大きく異なっていることから、親魚に冬卵魚を用いたことが低い発眼率の原因とは断定できない。また、1 年以上電照により長日条件に置いた場合でも、発眼率がほかより著しく低いとは言えず、ここでも個体による差が顕著であった。

得られた発眼卵は、発眼率が 50%未満と 50%以上の 2 群に分けて親魚養成して採卵を行い、発眼率の高い個体から得られた子孫を選抜することにより、発眼率の向上が見られるのかを調査する予定である。

（担当　藤井亮吏）

表　採卵雌親魚の系統、体重、採卵重量および発眼率

採卵日	親魚系統	親魚体重(g)	採卵重量(g)	発眼率(%)
2011/2/25	冬卵魚	445.4	30.41	0
		444.3	11.46	0
		386.3	30.15	13.05
		264.5	24.72	1.19
	通常魚	486.1	47.09	2.15
		280.1	34.84	52.54
		345.8	17.24	0.23
		395.6	30.50	0
		289.3	32.58	0.14
		269.6	16.08	29.65
	長期電照魚	627.1	51.14	0
		522.5	62.68	1.64
		468.7	50.59	0
		696.3	108.01	57.88
2011/3/3	冬卵魚	314.5	4.12	0
	通常魚	376.6	27.48	35.69
		289.1	3.47	0
		310.6	8.88	0
		378.3	42.76	1.13
		375.6	36.66	0
	長期電照魚	314.5	24.22	19.64

病害研究（県単）

小型アユに対する冷水病試作ワクチンの効果について

アユ漁業において冷水病は現在も大きな問題となっており、冷水病対策としてのワクチン開発が強く望まれている。特に、放流用種苗に対して、河川に放流後も効果を示すワクチンの開発が求められている。そのため、本年度は、河川放流前を想定した小型魚に対するワクチン開発研究を実施した。なお、ワクチンはアユ筋肉液体培地を用いて試作したホルマリン不活化ワクチンを供試した。また、接種は既報の微量ピペットを用いた手法により行い、試作ワクチンの小型魚に対する効果の有無について検証した。

方　法

供試魚は平均魚体重 1.8g の人工産継代種苗を用いた。

アユ筋肉液体培地 100mL に冷水病原因菌(GAMM-1 株)凍結保存菌液 0.1mL を接種し、15℃で 96 時間の静置培養を行った。培養菌液にホルマリン 0.04mL (0.04%)を加え、4℃で 3 日間放置した。その後、アユ筋肉液体培地および寒天培地を用いて不活化確認を行い、ホルマリン不活化試作ワクチン（以下、試作ワクチン）とした。なお、不活化直前の菌濃度は 4.6×10^8CFU/mL であった。試作ワクチンは使用するまで 4℃で保管した。試作ワクチンの供試魚への接種は既報の手法を参考にして微量ピペットを用いた連続注射器により行い、供試魚に試作ワクチン 0.01mL/尾を腹腔内注射した。供試魚は試作ワクチン接種の後 15 日間、井戸水で飼育を行い、その後ワクチン効果判定試験に供した。供試魚の飼育およびワクチン処理時の水温は 16℃前後であった。

アユ筋肉液体培地 5mL に冷水病原因菌(GAMM-1 株)凍結保存菌液 0.5mL を接種し、15℃、72 時間静置培養し、攻撃菌液としてワクチン効果判定試験に供した。脱塩素処理を施した水道水を 15℃に調整した飼育水 5L に浸漬攻撃菌濃度が 2.7×10^4、2.7×10^2CFU/mL となるようにアユ筋肉液体培地で培養菌液を希釈し、30 分間浸漬攻撃を行った。試験区はワクチン接種区（ワクチン区）とワクチン無接種の陽性対照区(対照区)の 2 区とし、それぞれ 22 尾の供試魚を供した。浸漬処理終了後、流水飼育により 28 日間観察を行った。死亡魚は取り上げ、死亡尾数および症状を記録した。

結果および考察

試作ワクチンの効果判定試験における死亡魚は、症状および死亡経過から冷水病による死亡と考えられた。

ワクチン区の死亡率は 2.7×10^4、2.7×10^2CFU/mL 浸漬でそれぞれ、54.5、27.3%であった。一方、対照区では、それぞれ、72.7、22.7%であった。試作ワクチンの有効率（RPS）はそれぞれ、25.0、-20.3%であった（表）。2.7×10^4CFU/mL 浸漬で、試作ワクチンの有効性が認められたが、2.7×10^2CFU/mL 浸漬ではワクチン効果が認められなかった。攻撃菌濃度によって試作ワクチンの効果に違いが出た原因は、不明である。しかし、既知の報告によれば、1～2 g のアユに対してアジュバントの添加やワクチンの菌濃度を高濃度にすることにより高い有効性を示す結果が得られている。そのため、本研究で供試した試作ワクチンについても投与方法や菌濃度を改良することで有効性が高まる可能性もあるため、今後は、小型魚に対しても安定して有効性を示す試作ワクチンの開発およぶ投与方法について検討を行う必要がある。

（担当　景山哲史）

表　試作ワクチンの効果判定試験結果

攻撃菌濃度 (CFU/mL)	試験区	供試数(尾)	死亡尾数	死亡率(%)	RPS(%)*
2.7×10^4	ワクチン区	22	12	54.5	25.0
	対照区	22	16	72.7	
2.7×10^2	ワクチン区	22	6	27.3	−20.3
	対照区	22	5	22.7	

* RPS = (1−試験区死亡率/無処理対照区死亡率) X 100

子持ちアユ生産普及支援事業（県単）

性転換雄アユ精液の生産

当所では、性転換雄アユ精液を用いた全雌アユの量産化技術を確立した。この技術は高値で取引されている子持ちアユを効率的に生産できるため、業界からのニーズは高い。しかし、全雌生産技術の要である性転換雄アユを民間養殖場で生産することは技術的に困難である。そこで民間養殖場における子持ちアユの生産支援を目的として、性転換雄アユ精液を生産し、民間養殖場に販売した。

方　法

性転換雄アユ精液の生産

県内民間養殖場からの要請に基づいて性転換雄アユ精液を生産し販売した。性転換雄の精巣を摘出し重量を測定後、アユ用人工精漿中でハサミにより精巣を細断し、重量換算で終濃度が30倍になるようにアユ用人工精漿で希釈、希釈液をビニール袋に収容して15℃で1時間以上簡易培養した液を性転換雄アユ精液とした。

結果および考察

性転換雄アユ精液の生産

9月10日に80ml、9月13日に50ml、9月17日に50ml、9月22日に350ml、9月24日に200ml、12月13日に370ml、12月16日に50mlの性転換雄アユの精液を生産し、岐阜県池中養殖漁業協同組合に販売した。販売した精液を利用して、県内の民間養殖場において1780万尾の全雌アユふ化仔魚が生産された。

以上のとおり、性転換雄アユ精液を販売することにより、県内養殖場における雌アユの効率的な生産が実現し、県内養殖業者を支援することが出来た。

（担当　桑田知宣）

5　主な出来事

4月 5日	ウシモツゴ親魚交換会打合せ	關市・美濃市
9日	ウシモツゴ親魚交換会	ｱｸｱﾄﾄ
13日	全国豊かな海づくり大会放流班・御覧班班別会議	本　所
14日	第1回岐阜地域振興会議	岐阜市
14日	河川環境楽園関係機関連絡調整会議	体験館
14日	重点研究（ナマズ）打合せ	関　市
15日	アユ漁業対策事業打合せ会議	岐阜市
15日	第1回飛騨圏域地域振興会議	高山市
16日	行幸啓秘書課事前調査	栃・ｱｸｱﾄﾄ
16日	第1回試験研究機関等所長会議	岐阜市
20日	益田川漁協　南飛騨・東濃ブロック研修会	下呂市
21日	第2回岐阜地域振興会議	岐阜市
21日	養魚施設巡回指導	白川村
22日	行幸啓宮内庁事前調査	ｱｸｱﾄﾄ
23日	河川環境楽園環境教育ネットワーク会議	発見館
23日	KHVサンプリング研修会	本　所
26日	第1回農林水産関係試験研究所長会	岐阜市
26日	農政部、林政部等事業説明会	岐阜市
26日	現地機関人事担当課長会議	岐阜市
26日	全国豊かな海づくり大会第2回班別会議	岐阜市
28日	第3回岐阜地域振興会議	岐阜市
28日	研究開発課視察	支　所
30日	研究開発課視察	本　所
5月 6日	第2回飛騨圏域地域振興会議	高山市
7日	平成22年度公害関係立入検査研修会	各務原市
8～ 9日	全国豊かな海づくり大会・1ヶ月前リハーサル	関　市
8日	馬瀬川フィッシングアカデミー「テンカラ釣り講座」講師	下呂市
10日	第1回馬瀬渓流魚付き保全林連絡調整会議	下呂市
11日	行幸啓リハーサル	ｱｸｱﾄﾄ
11日	河川環境楽園環境教育ネットワーク会議	発見館
14日	河川環境楽園関係機関連絡調整会議	体験館
19日	第4回岐阜地域振興会議	岐阜市
19日	行幸啓リハーサル	ｱｸｱﾄﾄ
19日	地域状況事業の計画検討会	東京都
20日	達成目標・研究課題にかかるヒアリング	岐阜市
20日	第1回試験研究機関等部長会議	岐阜市
21日	岐阜大学応用生物科学部生産環境科学課程1年生フィールド科学基礎実習	支　所
24日	行幸啓リハーサル	ｱｸｱﾄﾄ
25日	岐阜市こばと西保育園アユ展示	岐阜市
27日	トンボ池等湿地環境再生検討委員会	各務原市
27日	KHV浸潤調査説明	岐阜市
28日	長良川流域環境ネットワーク協議会	岐阜市
28日	河川環境楽園環境教育ネットワーク会議	発見館
28日	海づくり大会 部長・班長会議	岐阜市
6月 2日	第5回岐阜地域振興会議	岐阜市
2日	行幸啓リハーサル	ｱｸｱﾄﾄ
2～3日	防災管理者講習会	各務原市
3日	全国豊かな海づくり大会第３回班別会議	岐阜市
3日	第4回飛騨圏域地域振興会議	高山市
3日	岐阜県池中養殖漁業協同組合総会	下呂市
7日	行幸啓リハーサル	ｱｸｱﾄﾄ
8～9日	中央水産研究所阿部主任研究員来所	支　所
9日	第6回岐阜地域振興会議	岐阜市
10日	危険物等立入検査（各務原市消防）	本　所
10日	全国豊かな海づくり大会準備（車入替・魚輸送）	下呂市
11日	全国豊かな海づくり大会準備（資材確認と分配）	本所、支所
11日	河川環境楽園関係機関連絡調整会議	体験館
12日	全国豊かな海づくり大会前日リハーサル	関市
13日	全国豊かな海づくり大会	関市
14日	行幸啓（お出迎え、お見送り）	ｱｸｱﾄﾄ

14～15日	東京農業大学とのカジカ研究打合せ	支所
15日	ナマズに関するNHKの取材打合せ	関市
16日	岐阜振興局部局研修(岐阜総庁)	岐阜市
17日	水辺共生体験館第1回展示運営ワーキンググループ会議	体験館
17日	第5回飛騨圏域地域振興会議	高山市
18日	岐阜振興局部局研修(岐阜総庁)	岐阜市
21日	ナマズについてのNHK取材	本所
22日	NHK取材（ナマズ稚魚放流）	関市
24～25日	全国内水面水産試験場長会・全国湖沼河川養殖研究会東海北陸ブロック場長会議	焼津市
25日	河川環境楽園環境教育ネットワーク会議	体験館
28日	ブランド研究開発連携会議	岐阜市
28～29日	漁場環境調査指針作成事業第1回検討会	東京都
29日	岐阜県内水面振興活動検討委員会	岐阜市
7月 1日	第6回飛騨圏域地域振興会議	高山市
1日	外来魚駆除	高山市
2日	県博物館特別展開場式	関市
2日	魚類調査（馬瀬川支流）	下呂市
2日	不法不当要求対応方針研修会	岐阜市
2日	広報・情報担当者会議	岐阜市
5日	専門課程公物管理（河川コース）講師	名古屋市
5日	県漁連理事会	岐阜市
6～7日	全国水産試験場長会	東京都
6日	アユ資源変動に関する研究打合せ	蒲郡市
7日	地域水産試験研究振興協議会	東京都
7日	第7回岐阜地域振興会議	岐阜市
7日	放流体験学習会	本巣市
8日	人権問題講演会	岐阜市
9日	河川環境楽園関係機関連絡調整会議	体験館
15日	県域統合型GIS会議	岐阜市
15日	第7回飛騨圏域地域振興会議	高山市
16日	第1回自然共生体験館調査・実験ワーキンググループ会議	体験館
16日	とんぼ池に関する木曽川上流事務所との打合せ	本所
21日	第8回岐阜地域振興会議	岐阜市
22日	ぎふ清流国体カウントダウンイベント展示	岐阜市
23日	ウシモツゴを守る会会議	関市
23日	トンボ池イベント「アメリカザリガニみっけ！」講師	笠松町
27日	所属長研修	岐阜市
28日	第9回岐阜地域振興会議	岐阜市
29日	試験研究機関所長会議	美濃市
29日	農林水産関係研究所長会	美濃市
29日	河川環境楽園環境教育ネットワーク・夏休みイベント「川の楽校」	体験館
30日	県漁連研修会	下呂市
8月 1日	河川環境研究所1日開放事業	支所
2日	内部評価委員会	本所
3日	会計事務巡回指導	本所
4日	第8回飛騨圏域地域振興会議	高山市
6日	著作権セミナー	岐阜市
6日	メンタルヘルス研修	岐阜市
9日	支所内部評価委員会	支所
11日	第2回試験研究機関等所長会議	岐阜市
11日	河川環境楽園関係機関連絡調整会議	体験館
19日	第10回岐阜地域振興会議	岐阜市
19日	岐阜県ロボット産業推進協議会	各務原市
23日	研究機関等部長会議	岐阜市
24日	川辺町・環境教育イベント	川辺町
24日	田んぼの生き物調査	上石津町
26日	重点研究ヒアリング	岐阜市
26日	池中養殖漁協ます部会	岐阜市
26日	魚苗センター理事会	岐阜市
31日	河川環境楽園環境教育ネットワーク打合せ	体験館
31日	第11回岐阜地域振興会議	岐阜市
31日	アユ資源の変動解明に関する共同研究打合せ	本所
31日	カジカ商品開発検討委員会	支所
9月 1～3日	全国湖沼河川養殖研究会	秋田市
3日	全国内水面水産試験場長会役員会	秋田市
6日	第9回飛騨圏域地域振興会議	高山市
6日	田んぼの生き物調査	下呂市
7日	東濃保健所医師研修	本所
8日	第12回岐阜地域振興会議	岐阜市
10日	河川環境楽園関係機関連絡調整会議	体験館
10日	河川環境楽園環境教育ネットワー	体験館

	ク会議	
12日	特定外来魚駆除実験協力	笠松町
12日	農地・水・環境保全向上対策事業研修会講師	大野町
14日	ISO内部監査	岐阜市
15日	第13回岐阜地域振興会議	岐阜市
15日	アユに関する研修会講師	下呂市
16～17日	技術研修（滋賀水試2名来所）	本所
16日	第10回飛騨圏域地域振興会議	高山市
17日	ISO内部監査	下呂市
28日	第1回養魚講習会（郡上会場）	郡上市
29日	第1回養魚講習会（大垣会場）	大垣市
30日	漁場管理委員会	岐阜市
30日	池中養殖漁協種卵割り当て会議	岐阜市
10月 1日	不当要求防止責任者講習会	岐阜市
1日	第1回養魚講習会（下呂会場）	下呂市
3日	第35回山県市錦鯉品評会	山県市
3日	外来魚駆除	岐阜市
5日	トンボ池委員会	各務原市
6日	長森南中学校環境ツアー講師	各務原市
6日	魚類放流体験学習会	山県市
7日	国体に向けた新たな産品開発研究報告会	岐阜市
7日	瀬尻小学校総合学習講師	関市
7日	平成22年度電気保安講習会	各務原市
7～8日	河川流域振興活動実践事業全国事務担当者研修会	下呂市
8日	河川環境楽園関係機関連絡調整会議	体験館
14日	高円宮久子様お成り	本所
15日	水辺共生体験館河川講座講師	体験館
19日	漁業体験学習会講師	恵那市
20日	第15回岐阜地域振興会議	岐阜市
20日	魚類放流体験学習会講師	白川町
21日	第2回カジカ商品開発検討委員会	下呂市
21日	第1回全国養殖衛生管理推進会議	東京都
22日	幹部セミナー	岐阜市
22日	水産用医薬品薬事監視講習会	東京都
23日	人工産卵床講習講師	高山市
23～24日	農業フェスティバル展示	岐阜市
23～24日	第43回岐阜県錦鯉品評大会	岐阜市
28日	危険物取扱講習会	各務原市
28～29日	内水面関係研究開発推進会議	上田市

11月		
1～ 2日	新任主査級研修	岐阜市
2日	漁連放流体験学習会	高山市
4日	第12回飛騨圏域地域振興会議	高山市
5日	岐阜大学フェア2010	岐阜市
5日	小坂滝めぐりガイド養成講習会	下呂市
8～ 9日	東海・北陸内水面地域合同検討会	加賀市
9日	放流体験学習会講師	関市
10日	渓流魚付き保全林連絡調整会議	下呂市
11～12日	全国水産試験場長会第4回役員会	東京都
12日	河川環境楽園関係機関連絡調整会議	体験館
12日	全国内水面漁業振興大会	名古屋市
12日	河川環境楽園内研究協議会	体験館
12日	食品の安全・安心シンポジウム	各務原市
15～16日	渓流資源増大技術開発事業中間報告会	北杜市
16日	第16回岐阜地域振興会議	岐阜市
16日	魚苗センター理事会	岐阜市
16日	NPO法人東海地域生物系先端技術研究会	名古屋市
17日	水辺共生体験館展示運営ワーキング会議	体験館
18日	ウシモツゴを守る会	関市
19日	振興局部局研修	岐阜市
22日	恵那地区高校生物研修会	支所
25～26日	地域状況事業中間検討会	宇都宮市
26～27日	メコンオオナマズ学術調査委員会	ｱｸｱﾄﾄ
29日	研究報告審査委員会	本所
12月 2日	第13回飛騨圏域地域振興会議	高山市
2～3日	マス類資源研究部会	東京都
3日	魚病症例研究会	伊勢市
10日	内水面関係研究開発推進会議	宇都宮市
10日	河川環境楽園関係機関連絡調整会議	体験館
11日	木曽三川フォーラム（講師）	岐阜市
15日	第3回試験研究機関等所属長会議	岐阜市
16日	長良川漁業対策協議会	岐阜市
20～22日	漁場環境調査指針作成事業報告会	東京都
28日	第17回岐阜地域振興会議	岐阜市
1月 4日	第18回岐阜地域振興会議	岐阜市
6日	研究員研修会	笠松町
11日	重点研究ヒアリング	岐阜市
14日	アユ冷水病対策協議会同対策検討	岐阜市

	部会合同会議	
14日	アユ資源研究打合せ会議	名古屋市
14日	河川環境楽園関係機関連絡調整会議	体験館
17日	平成23年度農林水産省等競争的研究資金に関する説明会	名古屋市
20日	平成23年度農林水産省等競争的研究資金に関する申請打合せ	名古屋市
21日	平成22年度養殖衛生管理問題への調査・研究成果報告会	東京都
21日	河川環境楽園環境教育ネットワーク会議	体験館
26日	ISO外部監査	岐阜市
27日	東海環状自動車道勉強会	岐阜市
27日	漁業・漁村の6次産業化説明会	名古屋市
27日	フィールドネット発表会	岐阜市
27～28日	アユの疾病研究部会	和歌山市
31日	全国水産関係試験研究機関場長会役員会	東京都
31日	水産関係試験研究機関長会議	東京都
2月 2日	岐阜振興局部局研修	岐阜市
2日	第19回岐阜地域振興会議	岐阜市
3日	第15回飛騨圏域地域振興会議	高山市
4日	秋篠宮殿下お成り	本所
9日	農林水産技術会議が実施する競争的資金に関する説明会	岐阜市
10日	河川環境楽園関係機関連絡調整会議	体験館
15日	第3回カジカ商品開発検討委員会	下呂市
15～17日	アユ資源研究部会	東京都
16日	地域状況事業年度末報告会	東京都
16～17日	アユ資源研究部会	東京都
17日	第16回飛騨圏域地域振興会議	高山市
17日	渓流資源増大技術開発事業年度末報告会	東京都
22日	河川環境研究所研究成果発表会	各務原市
24日	河川環境研究所研究成果発表会	下呂市
28日	ブランド研究開発連絡会議	岐阜市
3月 1日	物品管理研修（県庁）	岐阜市
2日	揖斐川町自然環境保全研修会講演	揖斐川町
2日	魚苗センター理事会	岐阜市
3日	内水面漁場管理委員会	岐阜市
3日	第17回飛騨圏域地域振興会議	高山市
4日	県漁連講演会	岐阜市
4日	岐阜大学招待講演	岐阜市
6日	津保川漁協総代会	関　市
7日	岐阜県試験研究所長会	岐阜市
7日	ウシモツゴを守る会	関市
10～11日	地球研共同研究打合せ	京都市
11日	河川環境楽園関係機関連絡調整会議	体験館
13日	益田川漁協総代会	下呂市
14日	水辺共生体験館運営会議	体験館
14日	第2回養魚講習会	下呂市
17日	第20回岐阜地域振興会議	岐阜市
17日	第4回試験研究機関所長会	岐阜市
17日	第18回飛騨圏域地域振興会議	高山市
18日	第2回岐阜県内水面振興活動検討委員会	岐阜市
24日	全国水産試験場長会役員会	大阪市

6　水象観測資料（平成 22 年度）

(1) 測定は下呂支所水温自動記録計による。
(2) 第 4 地下水温は第 4 ポンプの貯水槽水温。
(3) 第 5 地下水温は第 5 ポンプの貯水槽水温。
(4) 一印は欠測。

平 成 2 2 年

5月	河川水温（℃）			第5地下水温（℃）			暗化水温（℃）			第4地下水温（℃）			第7地下水温（℃）		
	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均
1	8.2	6.2	7.2	8.9	8.5	8.7	9.1	8.8	9.1	10.7	10.4	10.6	10.1	10.0	10.1
2	9.3	7.1	8.2	9.1	8.7	8.9	9.6	8.9	9.3	11.0	10.7	10.9	10.1	9.9	10.0
3	8.6	6.0	7.0	8.9	8.6	8.8	9.5	8.8	9.2	11.0	10.7	10.9	10.1	9.8	10.0
4	8.5	6.7	7.4	9.1	8.4	8.8	9.7	8.6	9.2	11.2	10.7	11.0	10.2	9.9	10.1
5	8.9	7.7	8.3	9.2	8.9	9.1	9.8	9.3	9.6	11.5	11.2	11.4	10.2	10.0	10.1
6	10.1	7.4	8.8	9.1	8.8	9.1	10.1	9.2	9.7	11.6	11.1	11.4	10.1	10.1	10.3
7	9.0	7.1	8.1	9.2	8.8	9.0	9.7	9.1	9.4	11.5	11.3	11.4	10.3	10.1	10.2
8	9.6	6.3	8.0	9.2	8.6	8.9	9.9	8.9	9.4	11.7	11.2	11.5	10.5	10.1	10.3
9	8.9	7.5	8.2	9.2	9.0	9.1	9.8	9.3	9.6	11.6	11.1	11.5	10.1	10.2	10.3
10	10.6	7.7	9.2	9.6	9.0	9.3	10.2	9.1	9.8	11.8	11.4	11.6	10.5	10.2	10.1
旬平均	9.1	6.9	8.0	9.2	8.7	9.0	9.8	9.0	9.4	11.4	11.0	11.2	10.3	10.0	10.2
11	11.1	9.1	10.1	9.7	9.4	9.6	10.4	9.8	10.1	12.0	11.7	11.9	10.5	10.2	10.4
12	10.1	9.5	10.0	9.7	9.5	9.6	10.2	9.9	10.1	11.8	11.7	11.8	10.3	10.2	10.3
13	10.3	8.9	9.6	9.7	9.4	9.6	10.1	9.9	10.2	11.9	11.6	11.8	10.5	10.2	10.4
14	9.3	7.9	8.6	9.5	9.2	9.4	10.0	9.5	9.8	11.6	11.3	11.5	10.5	10.2	10.4
15	8.3	7.1	7.7	9.3	9.0	9.2	9.8	9.2	9.5	11.4	11.1	11.3	10.6	10.3	10.5
16	8.4	6.9	7.5	9.4	9.4	9.3	9.8	9.3	9.6	11.2	11.0	11.1	10.8	10.4	10.6
17	9.6	7.1	8.5	9.7	9.2	9.5	10.3	9.5	9.9	11.4	11.0	11.2	11.0	10.6	10.8
18	9.5	6.7	8.1	9.7	9.1	9.4	10.3	9.3	9.8	11.5	10.9	11.2	11.0	10.6	10.8
19	10.3	7.7	9.0	9.6	9.4	9.7	10.6	9.8	10.2	11.7	11.2	11.5	11.1	10.7	10.9
20	9.4	8.6	9.0	9.8	9.7	9.8	10.3	10.0	10.2	11.5	11.4	11.5	10.9	10.8	10.9
旬平均	9.6	8.0	8.8	9.6	9.3	9.5	10.2	9.6	9.9	11.6	11.3	11.5	10.7	10.4	10.6
21	12.0	8.7	10.1	10.3	9.7	10.0	11.0	10.1	10.6	12.0	11.4	11.7	11.0	10.8	10.9
22	9.8	9.0	9.1	10.6	9.8	9.9	10.4	10.2	10.3	11.7	11.5	11.6	10.8	10.8	10.8
23	9.2	7.9	8.6	9.9	9.6	9.8	10.1	9.9	10.2	11.5	11.2	11.4	10.9	10.8	10.9
24	9.7	7.2	8.5	9.9	9.1	9.7	10.5	9.6	10.1	11.4	11.0	11.2	11.1	10.8	11.0
25	10.3	7.1	8.7	10.2	9.4	9.8	10.8	9.6	10.2	11.6	10.9	11.3	11.2	10.9	11.1
26	10.7	7.7	9.2	10.3	9.6	10.0	10.9	9.9	10.4	11.7	11.1	11.4	11.3	10.9	11.1
27	9.1	8.6	8.9	10.0	9.9	10.0	10.1	10.2	10.3	11.5	11.3	11.4	11.1	11.0	11.1
28	11.3	8.6	9.9	10.5	9.8	10.2	11.1	10.2	10.7	11.9	11.1	11.7	11.3	11.1	11.2
29	10.7	9.1	9.9	10.1	10.0	10.2	11.0	10.1	10.7	12.0	11.6	11.8	11.3	11.1	11.2
30	10.2	8.1	9.2	10.3	9.8	10.1	10.9	10.1	10.5	11.8	11.1	11.6	11.3	11.0	11.2
旬平均	10.1	8.1	9.1	10.2	9.7	10.0	10.7	10.0	10.4	11.7	11.3	11.5	11.1	10.9	11.0
月平均	9.7	7.7	8.7	9.7	9.3	9.5	10.3	9.6	10.0	11.6	11.2	11.4	10.7	10.5	10.6

6月	河川水温（℃）			第5地下水温（℃）			暗化水温（℃）			第4地下水温（℃）			第7地下水温（℃）		
	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均
1	16.0	12.9	11.5	14.0	13.0	13.5	11.9	13.5	11.2	11.6	13.9	11.3	11.0	13.7	13.9
2	16.9	13.3	15.1	14.4	13.2	13.8	15.2	13.7	13.5	11.8	11.2	11.5	11.1	13.8	14.0
3	16.3	13.2	14.8	14.2	13.2	13.7	15.1	13.7	14.1	11.9	11.1	11.7	11.2	13.9	14.1
4	16.2	12.7	14.5	14.2	13.0	13.6	14.9	12.5	13.2	11.8	11.3	11.6	11.3	14.0	14.2
5	16.9	13.1	15.0	14.6	13.2	13.9	15.4	13.7	14.6	15.0	14.1	14.7	14.1	14.1	14.3
6	17.0	13.1	15.1	14.6	13.3	14.0	15.5	13.7	14.6	15.1	14.0	14.9	11.5	14.2	14.1
7	16.2	14.2	15.2	14.4	13.8	14.1	15.2	14.3	14.8	15.2	14.9	15.1	14.6	14.3	14.5
8	15.6	14.3	15.0	14.2	13.9	14.0	14.9	14.3	14.6	15.1	14.9	15.0	14.6	14.4	14.5
9	17.3	13.7	15.5	14.8	13.6	14.2	15.0	14.1	14.9	15.2	14.9	15.1	14.8	14.5	14.7
10	18.8	14.1	16.6	15.5	14.0	14.8	16.1	14.5	15.5	15.6	15.0	15.3	15.0	14.6	14.8
旬平均	16.7	13.5	15.1	14.5	13.4	14.0	15.3	13.9	14.6	15.0	14.6	14.8	14.5	14.2	14.4
11	19.3	15.3	17.3	15.8	14.4	15.1	16.7	15.0	15.9	16.0	15.4	15.7	15.1	14.8	15.0
12	20.1	16.4	18.3	16.3	15.0	15.7	17.2	15.6	16.4	16.6	15.9	16.3	15.3	14.9	15.1
13	18.3	16.4	17.4	15.7	15.4	15.1	16.2	15.6	15.9	16.7	16.3	16.5	15.3	15.0	15.2
14	17.2	15.9	16.6	15.2	14.8	15.0	16.0	15.4	15.7	16.5	16.2	16.4	15.1	15.2	15.3
15	18.9	15.8	17.1	15.9	14.8	15.4	16.7	15.4	16.1	16.7	16.2	16.5	15.6	15.3	15.5
16	17.9	11.6	16.3	15.8	14.7	15.3	16.4	15.2	15.8	16.8	16.4	16.5	15.0	15.6	15.8
17	17.1	13.9	15.5	15.6	14.3	15.0	16.6	14.8	15.7	16.4	16.9	16.2	16.1	15.8	16.0
18	16.2	14.8	15.6	15.0	14.7	14.9	16.8	15.2	15.5	16.0	15.7	15.9	16.0	15.9	16.0
19	16.8	14.8	15.8	15.3	15.0	15.2	16.2	15.5	15.9	16.0	15.7	15.9	16.2	15.9	16.1
20	15.5	14.3	14.9	15.2	14.7	15.0	16.4	15.4	15.8	15.8	15.5	15.7	16.3	16.1	16.2
旬平均	17.7	15.2	16.5	15.6	14.8	15.2	16.4	15.3	15.9	16.4	15.9	16.2	15.7	15.5	15.6
21	15.7	14.3	15.0	15.4	14.7	15.1	16.3	15.3	15.8	15.7	15.5	15.6	16.3	16.1	16.2
22	17.0	14.6	15.8	15.9	14.9	15.4	16.9	15.5	16.2	15.9	15.5	15.7	16.3	16.1	16.2
23	16.8	14.2	15.5	15.5	14.9	15.2	16.1	15.1	15.9	15.9	15.5	15.7	16.3	16.1	16.2
24	16.1	13.5	14.8	15.8	14.8	15.2	16.7	15.0	15.9	15.7	15.3	15.5	16.3	16.1	16.2
25	16.0	13.9	15.0	15.7	14.8	15.3	16.6	15.2	15.9	15.7	15.4	15.6	16.3	16.1	16.2
26	16.7	14.5	15.6	15.8	15.0	15.4	16.6	15.5	16.1	15.7	15.5	15.6	16.2	16.1	16.2
27	16.6	15.0	15.8	15.8	15.4	15.6	16.9	15.9	16.5	16.0	15.7	15.9	16.3	16.1	16.2
28	16.1	14.7	15.1	15.9	15.2	15.6	17.1	15.8	16.5	16.1	15.7	15.9	16.4	16.2	16.3
29	16.6	14.9	15.8	15.7	15.4	15.6	16.7	15.9	16.3	16.0	15.8	15.9	16.3	16.2	16.3
30	17.5	14.5	16.0	16.5	15.2	15.9	17.6	15.8	16.7	16.3	15.7	16.0	16.4	16.2	16.3
旬平均	16.6	14.4	15.5	15.8	15.0	15.4	16.8	15.6	16.2	15.9	15.6	15.8	16.3	16.1	16.2
月平均	17.0	14.1	15.7	15.3	14.4	14.9	16.2	15.0	15.6	15.8	15.4	15.6	15.8	15.3	15.4

7月	河川水温（℃）			第5地下水温（℃）			暗化水温（℃）			第4地下水温（℃）			第7地下水温（℃）		
	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均
1	17.6	15.9	16.3	16.6	15.4	16.0	17.8	16.0	16.9	16.5	16.0	16.3	16.1	16.2	16.3
2	16.9	15.1	16.0	16.2	15.5	15.9	17.0	16.1	16.6	16.5	16.1	16.3	16.1	16.2	16.3
3	17.1	14.6	15.9	15.8	15.2	15.5	16.3	15.8	16.1	16.1	16.0	16.1	16.3	16.2	16.3
4	16.3	14.8	15.6	15.8	15.5	15.7	16.9	16.1	16.5	16.3	16.1	16.2	16.1	16.2	16.3
5	17.3	15.1	15.9	16.6	15.3	16.0	17.7	15.9	16.8	16.5	15.9	16.2	16.5	16.3	16.4
6	17.1	15.1	16.1	16.0	15.6	15.8	17.1	16.2	16.7	16.5	16.2	16.4	16.1	16.3	16.1
7	17.2	15.1	16.2	16.1	15.5	16.0	17.1	16.1	16.8	16.7	16.2	16.5	16.5	16.3	16.1
8	17.8	15.1	16.5	16.7	15.5	16.1	17.8	16.1	17.0	16.8	16.3	16.6	16.5	16.2	16.1
9	16.2	15.5	15.9	16.1	16.7	15.9	16.8	16.2	16.5	16.6	16.4	16.5	16.1	16.2	16.3
10	18.2	15.2	16.7	16.9	15.5	16.2	17.9	16.0	17.0	17.0	16.4	16.7	16.5	16.3	16.1
旬平均	17.2	15.0	16.1	16.3	15.5	15.9	17.3	16.1	16.7	16.6	16.2	16.4	16.1	16.2	16.3
11	20.2	15.8	18.0	17.0	15.8	16.4	17.7	16.3	17.1	17.2	16.7	17.0	16.5	16.3	16.4
12	19.3	15.0	17.2	17.2	16.3	16.8	18.1	16.9	17.5	17.3	17.0	17.2	16.7	16.5	16.6
13	17.8	14.8	16.3	16.5	15.9	16.2	17.2	16.5	16.9	17.0	16.7	16.9	16.8	16.6	16.7
14	17.9	14.7	16.3	16.4	16.0	16.2	17.3	16.6	17.0	17.0	16.7	16.9	16.8	16.7	16.8
15	18.0	14.7	16.1	16.7	16.0	16.4	17.7	16.6	17.2	17.0	16.7	16.9	16.9	16.8	16.9
16	16.1	11.5	15.3	16.6	15.9	16.3	17.6	16.6	17.1	17.0	16.6	16.8	17.0	16.8	16.9
17	17.1	14.5	15.8	16.9	15.8	16.4	17.9	16.5	17.2	17.0	16.6	16.8	17.0	16.8	16.9
18	17.4	14.5	16.0	17.0	15.8	16.4	18.1	16.4	17.3	17.0	16.6	16.8	17.0	16.8	16.9
19	18.0	15.0	16.5	17.2	16.0	16.6	18.3	16.7	17.5	17.2	16.7	17.0	17.1	16.8	17.0
20	19.5	15.1	17.5	17.5	16.2	16.9	18.6	16.9	17.8	17.1	16.8	17.1	17.1	16.9	17.0
旬平均	18.1	14.9	16.5	16.9	16.0	16.5	17.9	16.6	17.3	17.1	16.7	16.9	16.9	16.7	16.8
21	19.1	16.0	17.6	17.8	16.5	17.2	19.1	17.2	18.2	17.6	17.1	17.1	17.2	16.9	17.1
22	19.2	16.4	17.8	17.9	16.8	17.1	19.1	17.5	18.3	17.8	17.3	17.6	17.3	17.0	17.2
23	19.5	16.5	18.0	18.2	16.9	17.6	19.1	17.6	18.5	18.0	17.5	17.8	17.3	17.1	17.3
24	20.0	16.7	18.4	18.2	16.9	17.6	19.4	17.6	18.5	18.2	17.6	17.9	17.5	17.2	17.4
25	19.9	16.9	18.4	18.3	17.1	17.6	19.3	17.8	18.6	18.1	17.9	18.2	17.6	17.4	17.5
26	19.8	16.6	18.2	18.4	17.0	17.6	19.2	17.6	18.4	18.1	17.9	18.2	17.7	17.5	17.6
27	20.1	16.9	18.7	18.4	17.1	17.8	19.5	17.7	18.6	18.5	18.0	18.3	17.8	17.5	17.7
28	20.1	17.2	18.8	18.1	17.3	17.7	19.0	17.9	18.5	18.6	18.2	18.4	17.9	17.7	17.8
29	18.8	17.2	18.0	17.8	17.3	17.6	18.6	17.9	18.3	18.1	18.2	18.3	17.9	17.8	17.9
30	18.0	16.8	17.4	17.7	17.3	17.5	18.8	17.9	18.4	18.5	18.1	18.3	18.1	17.9	18.0
31	18.1	16.4	17.3	17.7	17.0	17.4	18.0	17.6	18.3	18.3	18.0	18.2	18.2	18.0	18.1
旬平均	19.1	16.8	18.1	18.0	17.1	17.6	19.1	17.7	18.4	18.3	17.9	18.1	17.7	17.5	17.6
月平均	18.3	15.6	17.0	17.1	16.2	16.7	18.1	16.8	17.5	17.1	16.9	17.2	17.0	16.8	16.9

8月	河川水温（℃）			第5地下水温（℃）			孵化水温（℃）			第4地下水温（℃）			第7地下水温（℃）		
	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均
1	18.2	16.7	17.5	17.0	17.1	17.5	18.9	17.7	18.3	18.4	18.0	18.2	18.3	18.1	18.2
2	20.3	16.8	18.6	18.8	17.5	18.1	19.9	18.0	19.0	18.5	18.1	18.3	18.4	18.1	18.3
3	20.6	17.7	19.2	18.8	17.8	18.3	19.9	18.5	19.2	18.8	18.4	18.6	18.3	18.1	18.2
4	20.9	18.1	19.5	19.0	18.0	18.5	20.0	18.7	19.4	19.0	18.6	18.8	18.3	18.1	18.2
5	22.2	18.4	20.3	19.6	18.1	18.9	20.7	18.8	19.8	19.1	18.8	19.1	18.4	18.2	18.3
6	22.2	19.1	20.7	19.8	18.6	19.2	20.9	19.3	20.1	19.8	19.3	19.6	18.4	18.2	18.3
7	21.9	19.1	20.5	19.6	18.7	19.2	20.6	19.1	20.0	19.9	19.6	19.8	18.5	18.3	18.4
8	20.8	19.0	19.9	19.2	18.6	18.9	20.1	19.2	19.7	19.8	19.6	19.7	18.6	18.4	18.5
9	21.7	18.7	20.2	19.6	18.5	19.1	20.5	19.1	19.8	19.8	19.5	19.7	18.8	18.6	18.7
10	21.0	19.2	20.1	19.4	18.8	19.1	20.3	19.5	19.9	19.9	19.7	19.8	18.9	18.7	18.8
旬平均	21.0	18.3	19.7	19.2	18.2	18.7	20.2	18.8	19.5	19.3	19.0	19.2	18.5	18.3	18.4
11	20.2	19.0	19.6	19.3	18.8	19.1	20.1	19.4	19.8	19.8	19.6	19.7	19.0	18.8	18.9
12	19.8	18.2	19.0	18.9	18.6	18.8	19.8	19.2	19.5	19.7	19.5	19.6	19.1	18.9	19.0
13	19.2	17.7	18.5	18.9	18.2	18.6	19.9	18.9	19.4	19.6	19.3	19.5	19.3	19.1	19.2
14	19.8	17.7	18.8	18.6	18.4	18.5	19.4	19.0	19.2	19.3	19.2	19.3	19.3	19.2	19.3
15	18.4	17.1	17.8	18.7	18.1	18.4	19.8	18.8	19.3	19.3	19.0	19.2	19.4	19.2	19.3
16	19.3	17.1	18.2	19.1	18.1	18.6	20.2	18.7	19.5	19.3	18.9	19.1	19.4	19.2	19.3
17	19.7	17.3	18.5	19.4	18.3	18.9	20.7	19.0	19.9	19.4	19.0	19.2	19.4	19.2	19.3
18	21.0	17.7	19.4	19.8	18.5	19.2	20.9	19.2	20.1	19.5	19.1	19.3	19.4	19.2	19.3
19	21.9	18.5	20.2	20.3	18.9	19.6	21.5	19.6	20.5	19.6	19.2	19.4	19.4	19.1	19.3
20	22.9	18.6	20.8	20.3	19.0	19.7	21.4	19.6	20.5	19.7	19.3	19.5	19.3	19.1	19.2
旬平均	20.2	17.9	19.1	19.3	18.5	18.9	20.4	19.1	19.8	19.5	19.2	19.4	19.3	19.1	19.2
21	22.2	19.1	20.7	20.4	19.1	19.8	21.6	19.8	20.7	20.0	19.5	19.8	19.4	19.1	19.3
22	22.4	19.2	20.8	20.4	19.3	19.9	21.6	19.9	20.8	20.1	19.7	19.9	19.4	19.2	19.3
23	22.7	19.0	20.9	20.5	19.1	19.8	21.6	19.8	20.7	20.2	19.8	20.0	19.5	19.3	19.4
24	22.8	19.3	21.1	20.6	19.3	20.0	21.7	20.0	20.9	20.5	20.0	20.3	19.7	19.4	19.6
25	22.8	19.4	21.1	20.6	19.4	20.0	21.7	20.1	20.9	20.6	20.1	20.4	19.8	19.5	19.7
26	22.9	19.7	21.3	21.0	19.6	20.3	21.9	20.3	21.1	20.6	20.3	20.5	19.9	19.6	19.8
27	23.1	19.8	21.5	21.0	19.8	20.4	22.5	20.4	21.5	20.6	20.1	20.4	20.0	19.8	19.9
28	23.5	20.4	22.0	21.2	20.1	20.7	22.8	20.9	21.9	20.8	20.3	20.6	20.2	19.9	20.1
29	23.2	20.1	21.7	21.1	20.0	20.6	22.6	20.6	21.6	20.9	20.5	20.7	20.3	20.0	20.2
30	23.0	20.5	22.3	21.3	20.2	20.8	22.8	20.9	21.9	21.2	20.6	20.9	20.5	20.2	20.4
旬平均	21.6	21.2	22.9	21.6	20.5	21.1	20.2	21.2	22.2	21.4	21.0	21.2	20.6	20.4	20.5
月平均	23.2	19.9	21.6	20.9	19.7	20.3	22.2	20.4	21.3	20.7	20.2	20.5	20.0	19.7	19.9
月平均	21.5	18.8	20.2	19.9	18.9	19.4	21.9	19.5	20.3	19.9	19.5	19.7	19.3	19.4	19.2

10月	河川水温（℃）			第5地下水温（℃）			孵化水温（℃）			第4地下水温（℃）			第7地下水温（℃）		
	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均
1	17.6	15.3	16.5	18.2	17.3	17.8	-	-	-	18.0	18.1	18.4	19.5	19.3	19.4
2	17.9	15.7	16.8	18.4	17.5	18.0	-	-	-	18.7	18.2	18.5	19.4	19.2	19.3
3	17.1	16.1	16.6	18.1	17.7	17.9	-	-	-	18.6	18.4	18.5	19.2	19.1	19.2
4	16.9	15.2	16.1	17.9	17.5	17.7	-	-	-	18.4	18.2	18.3	19.1	18.9	19.0
5	15.6	14.4	15.0	17.5	16.9	17.2	-	-	-	18.3	17.9	18.1	19.0	18.8	18.9
6	16.4	14.3	15.4	17.1	16.5	17.0	-	-	-	18.2	17.8	18.0	19.0	18.8	18.9
7	16.5	14.7	15.6	17.6	16.8	17.2	-	-	-	18.3	17.8	18.1	19.0	18.8	18.9
8	16.8	14.9	15.9	17.6	16.8	17.2	-	-	-	18.2	17.8	18.0	18.9	18.7	18.8
9	16.3	15.1	15.9	17.4	17.2	17.3	-	-	-	18.1	17.9	18.0	18.7	18.6	18.7
10	16.3	15.1	15.7	17.4	17.0	17.2	-	-	-	18.2	17.9	18.1	18.7	18.5	18.6
旬平均	16.7	15.1	15.9	17.8	17.1	17.5	-	-	-	18.4	18.0	18.2	19.1	18.9	19.0
11	17.1	15.1	16.1	17.7	16.8	17.3	-	-	-	18.3	17.9	18.1	18.7	18.5	18.6
12	16.9	15.1	16.2	17.6	17.1	17.3	-	-	-	18.4	18.0	18.2	18.6	18.5	18.6
13	17.3	15.0	16.2	17.6	16.8	17.2	-	-	-	18.4	17.9	18.2	18.6	18.4	18.5
14	16.8	15.0	15.9	17.3	16.6	17.0	-	-	-	18.2	17.9	18.1	18.6	18.5	18.5
15	16.7	15.3	16.0	17.2	16.7	17.0	-	-	-	18.2	17.9	18.1	18.6	18.5	18.6
16	16.2	14.1	15.2	16.9	16.1	16.5	-	-	-	18.0	17.6	17.8	18.6	18.1	18.5
17	15.1	13.6	14.4	16.6	15.8	16.2	-	-	-	17.7	17.3	17.5	18.5	18.4	18.5
18	15.3	12.9	14.1	16.3	15.4	15.9	-	-	-	17.4	17.1	17.3	18.6	18.4	18.5
19	15.1	13.4	14.3	16.3	15.5	15.9	-	-	-	17.3	17.0	17.2	18.5	18.3	18.4
20	14.9	13.9	14.4	16.2	15.8	16.0	-	-	-	17.1	17.0	17.1	18.3	18.2	18.3
旬平均	16.1	14.1	15.3	17.0	16.3	16.7	-	-	-	17.9	17.6	17.8	18.6	18.1	18.5
21	15.2	14.3	14.8	16.3	16.0	16.2	-	-	-	17.1	16.9	17.0	18.2	18.1	18.2
22	15.8	14.3	15.1	16.6	15.9	16.3	-	-	-	17.2	16.9	17.1	18.1	18.0	18.1
23	15.5	13.7	14.6	16.5	15.7	16.1	-	-	-	17.2	16.8	17.0	18.1	17.9	18.0
24	14.8	14.2	14.5	16.4	16.2	16.3	-	-	-	17.1	16.9	17.0	17.9	17.8	17.9
25	15.4	14.5	15.0	16.7	16.3	16.5	-	-	-	17.2	16.9	17.1	17.8	17.7	17.8
26	15.3	12.2	13.8	16.5	15.6	16.1	-	-	-	17.2	16.7	17.0	17.7	17.6	17.7
27	12.6	11.1	11.9	15.6	15.1	15.4	-	-	-	16.7	16.4	16.6	17.6	17.5	17.6
28	11.9	11.6	11.8	15.5	15.2	15.4	-	-	-	16.4	16.1	16.3	17.6	17.5	17.6
29	13.2	11.4	12.3	15.7	15.2	15.5	-	-	-	16.5	16.2	16.4	17.5	17.1	17.5
30	13.1	11.9	12.5	15.8	15.4	15.6	-	-	-	16.5	16.2	16.4	17.1	17.2	17.3
31	13.4	12.7	13.1	15.8	15.7	15.8	-	-	-	16.4	16.3	16.4	17.2	17.0	17.1
旬平均	14.1	12.8	13.5	16.1	15.6	15.9	-	-	-	16.8	16.5	16.7	17.7	17.6	17.7
月平均	15.6	14.1	14.9	16.9	16.3	16.6	-	-	-	17.7	17.3	17.5	18.1	18.2	18.3

9月	河川水温（℃）			第5地下水温（℃）			孵化水温（℃）			第4地下水温（℃）			第7地下水温（℃）		
	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均
1	24.5	21.5	23.0	21.6	20.8	21.2	23.2	21.5	22.4	21.8	21.3	21.6	20.8	20.5	20.7
2	24.1	21.4	22.9	21.7	20.8	21.3	23.7	21.5	22.6	22.1	21.7	21.9	20.9	20.6	20.8
3	22.9	21.0	22.0	21.4	20.7	21.1	24.4	21.6	23.0	22.2	21.7	22.0	21.0	20.7	20.9
4	23.5	20.3	21.9	21.9	20.6	21.3	25.6	23.4	24.5	22.0	21.6	21.8	21.1	20.9	21.0
5	23.8	20.9	22.4	22.0	21.0	21.5	26.3	24.1	25.2	22.0	21.6	21.8	21.2	21.0	21.1
6	23.5	21.1	22.3	21.9	21.1	21.5	26.1	24.8	25.5	22.1	21.7	21.9	21.3	21.1	21.2
7	24.8	20.9	21.4	21.5	20.9	21.2	25.9	25.1	25.5	21.9	21.6	21.8	21.4	21.2	21.3
8	21.3	19.4	20.3	20.9	20.3	20.6	25.3	24.5	24.9	21.6	21.3	21.5	21.5	21.3	21.4
9	21.5	18.7	20.1	21.1	19.9	20.5	25.9	24.0	25.0	21.4	21.1	21.3	21.7	21.5	21.6
10	21.7	18.9	20.3	21.1	20.0	20.6	26.2	24.3	25.3	21.2	20.9	21.1	21.8	21.6	21.7
旬平均	22.9	20.4	21.7	21.5	21.2	21.4	25.3	23.5	24.4	21.8	21.5	21.7	21.3	21.0	21.2
11	21.8	18.9	20.4	21.2	20.0	20.7	26.4	24.3	25.4	21.2	20.8	21.0	21.8	21.6	21.7
12	21.2	19.5	20.4	21.0	20.4	20.7	26.3	25.1	25.7	21.2	20.9	21.1	21.7	21.5	21.6
13	21.6	19.8	20.7	21.1	20.5	20.8	25.9	25.2	25.6	21.2	20.9	21.1	21.6	21.5	21.6
14	21.5	18.7	20.1	21.0	19.9	20.5	-	-	-	21.1	20.7	20.9	21.6	21.1	21.6
15	19.8	18.9	19.4	20.5	19.9	20.2	-	-	-	20.8	20.5	20.7	21.5	21.1	21.6
16	19.2	17.2	18.2	19.9	19.2	19.6	-	-	-	20.5	20.1	20.3	21.5	21.4	21.5
17	19.0	16.6	17.8	19.6	18.7	19.2	-	-	-	20.1	19.8	20.0	21.5	21.3	21.4
18	19.7	16.7	18.2	19.9	18.7	19.3	-	-	-	20.0	19.8	19.8	21.4	21.2	21.3
19	20.1	17.5	18.8	20.1	19.1	19.6	-	-	-	20.0	19.6	19.8	21.3	21.0	21.2
20	18.7	17.6	18.2	19.7	19.0	19.4	-	-	-	19.8	19.6	19.7	21.0	20.8	20.9
旬平均	20.3	18.1	19.2	20.4	19.5	20.0	-	-	-	20.6	20.3	20.5	21.5	21.3	21.4
21	19.1	17.5	18.3	19.6	18.9	19.3	-	-	-	19.8	19.5	19.7	20.9	20.7	20.8
22	19.6	17.9	18.8	19.8	19.1	19.5	-	-	-	19.8	19.5	19.7	20.8	20.6	20.7
23	18.7	16.1	17.4	19.6	18.2	18.9	-	-	-	19.7	19.1	19.4	20.6	20.4	20.5
24	16.2	15.5	15.9	18.2	17.7	18.0	-	-	-	19.1	18.7	18.9	20.1	20.3	20.1
25	17.3	15.0	16.2	18.1	17.3	17.7	-	-	-	18.7	18.3	18.5	20.1	20.2	20.3
26	17.1	14.2	15.7	18.1	16.8	17.5	-	-	-	18.1	18.0	18.2	20.1	20.1	20.3
27	18.7	15.7	17.2	18.8	17.6	18.2	-	-	-	18.6	18.2	18.1	20.2	20.0	20.1
28	17.6	15.8	16.7	18.5	17.8	18.2	-	-	-	18.6	18.3	18.5	20.0	19.7	19.9
29	16.9	15.2	16.1	18.0	17.1	17.7	-	-	-	18.6	18.2	18.1	19.7	19.5	19.6
30	15.9	15.5	15.7	17.8	17.5	17.7	-	-	-	18.3	18.2	18.3	19.5	19.4	19.5
旬平均	17.6	15.7	16.7	18.5	17.7	18.1	-	-	-	18.9	18.5	18.7	20.2	20.0	20.1
月平均	20.2	18.0	19.1	20.1	19.3	19.7	-	-	-	20.1	20.1	20.3	21.0	20.8	20.9

11月	河川水温（℃）			第5地下水温（℃）			孵化水温（℃）			第4地下水温（℃）			第7地下水温（℃）		
	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均
1	13.4	12.7	13.1	15.8	15.6	15.7	-	-	-	16.5	16.2	16.4	17.0	16.8	16.9
2	12.7	11.5	12.1	15.6	15.2	15.4	-	-	-	16.4	16.2	16.3	16.8	16.7	16.8
3	12.2	10.8	11.5	15.3	14.9	15.1	-	-	-	16.5	16.2	16.4	16.8	16.6	16.7
4	11.6	9.8	10.7	15.1	14.5	14.8	-	-	-	16.6	16.0	16.3	16.8	16.6	16.7
5	11.2	9.8	10.5	15.0	14.5	14.8	-	-	-	16.2	15.9	16.1	16.7	16.5	16.6
6	11.8	9.8	10.8	15.1	14.6	14.9	-	-	-	16.2	15.8	16.0	16.6	16.4	16.5
7	11.6	9.8	10.7	14.9	14.5	14.7	-	-	-	16.1	15.7	15.9	16.1	16.2	16.3
8	11.4	10.1	10.8	14.7	14.5	14.6	-	-	-	15.8	15.6	15.7	16.2	16.0	16.1
9	11.6	10.5	11.1	14.7	14.4	14.6	-	-	-	15.7	15.4	15.6	16.0	15.8	15.9
10	10.6	9.9	10.3	14.4	14.0	14.2	-	-	-	15.4	15.1	15.3	15.8	15.6	15.7
旬平均	11.8	10.5	11.2	15.1	14.7	14.9	-	-	-	16.1	15.8	16.0	16.5	16.3	16.4
11	11.1	9.0	10.1	14.3	13.8	14.1	-	-	-	15.2	14.9	15.1	15.6	15.4	15.5
12	10.4	9.0	9.7	14.1	13.8	14.0	-	-	-	14.9	14.6	14.8	15.4	15.3	15.4
13	10.9	9.4	10.2	14.1	13.7	13.9	-	-	-	14.8	14.5	14.7	15.2	15.1	15.2
14	11.2	10.6	10.6	14.2	13.8	14.0	-	-	-	14.7	14.5	14.6	15.1	11.8	15.0
15	10.5	9.2	9.9	13.9	13.4	13.7	-	-	-	14.5	14.1	14.3	14.8	14.6	14.7
16	10.2	8.3	9.3	13.7	13.2	13.5	-	-	-	14.2	13.9	14.1	14.7	14.5	14.6
17	10.5	8.7	9.6	13.6	13.2	13.4	-	-	-	14.4	14.0	14.2	14.5	14.3	14.4
18	9.5	8.4	9.0	13.4	12.8	13.1	-	-	-	14.0	13.7	13.9	14.3	14.1	14.2
19	9.2	7.5	8.4	13.1	12.5	12.8	-	-	-	13.9	13.6	13.7	14.1	13.9	14.0
20	10.1	8.1	9.1	13.3	12.7	13.0	-	-	-	13.9	13.5	13.7	14.0	13.8	13.9
旬平均	10.4	8.8	9.6	13.8	13.3	13.6	-	-	-	14.5	14.1	14.3	14.8	14.6	14.7
21	10.0	8.2	9.1	13.2	12.7	13.0	-	-	-	13.8	13.4	13.6	13.8	13.6	13.7
22	9.6	8.6	9.1	12.9	12.7	12.8	-	-	-	13.5	13.1	13.3	13.6	13.5	13.6
23	10.0	9.0	9.5	13.1	12.7	12.9	-	-	-	13.6	13.4	13.5	13.5	13.4	13.5
24	9.7	8.3	9.0	12.9	12.4	12.7	-	-	-	13.7	13.4	13.6	13.4	13.3	13.4
25	9.9	8.5	9.2	12.9	12.6	12.8	-	-	-	13.8	13.4	13.6	13.4	13.3	13.4
26	10.3	8.9	9.6	13.0	12.5	12.8	-	-	-	13.9	13.5	13.7	13.3	13.2	13.3
27	9.5	7.9	8.7	12.6	12.2	12.4	-	-	-	13.6	13.3	13.5	13.2	13.1	13.2
28	8.8	8.0	8.4	12.4	12.2	12.3	-	-	-	13.5	13.2	13.4	13.2	13.0	13.1
29	8.5	8.0	8.3	12.3	11.9	12.1	-	-	-	13.5	13.1	13.3	13.0	12.9	13.0
30	8.7	7.2	8.0	12.1	11.6	11.9	-	-	-	13.6	13.3	13.5	13.0	12.9	13.0
旬平均	9.4	8.3	8.9	12.7	12.3	12.5	-	-	-	13.6	13.3	13.5	13.3	13.2	13.3
月平均	10.5	9.1	9.8	13.8	13.4	13.6	-	-	-	14.7	14.4	14.6	14.8	14.6	14.7

12月	河川水温（℃）			第5地下水温（℃）			野花水温（℃）			第4地下水温（℃）			第7地下水温（℃）		
	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均
1	9.3	7.5	8.4	12.3	11.7	12.0	·	·	·	13.8	13.1	13.6	12.9	12.7	12.8
2	8.9	7.0	8.0	12.1	11.6	11.9	·	·	·	13.7	13.3	13.5	12.8	12.6	12.7
3	9.8	8.3	9.1	12.7	12.0	12.1	·	·	·	13.7	13.3	13.5	12.6	12.4	12.5
4	8.4	7.6	8.0	12.1	11.6	11.9	·	·	·	13.6	13.3	13.5	12.5	12.4	12.5
5	8.1	7.1	7.8	11.8	11.4	11.6	·	·	·	13.7	13.2	13.5	12.5	12.1	12.5
6	8.8	7.2	8.0	11.8	11.3	11.6	·	·	·	14.0	13.4	13.7	12.5	12.4	12.5
7	8.6	8.0	8.3	11.7	11.5	11.6	·	·	·	14.1	13.9	14.0	12.5	12.5	12.5
8	8.8	7.3	8.1	11.6	11.2	11.4	·	·	·	14.1	13.8	14.0	12.5	12.4	12.5
9	7.3	6.8	7.1	11.4	11.1	11.3	·	·	·	13.9	13.6	13.8	12.1	12.3	12.1
10	8.0	6.3	7.2	11.3	10.9	11.2	·	·	·	13.7	13.4	13.6	12.3	12.2	12.3
旬平均	8.6	7.3	8.0	11.9	11.4	11.7	·	·	·	13.8	13.5	13.7	12.6	12.4	12.5
11	7.8	7.0	7.4	11.4	11.1	11.3	·	·	·	13.6	13.4	13.5	12.2	12.0	12.1
12	8.0	6.7	7.4	11.3	11.0	11.2	·	·	·	13.4	13.2	13.3	12.0	11.8	11.9
13	8.5	7.0	7.8	11.4	11.0	11.2	·	·	·	13.3	13.1	13.2	11.9	11.7	11.8
14	9.0	7.9	8.5	11.8	11.3	11.6	·	·	·	13.2	13.0	13.1	11.7	11.5	11.6
15	7.9	6.7	7.3	11.5	11.1	11.3	·	·	·	13.1	12.8	13.0	11.6	11.4	11.5
16	6.7	5.9	6.3	11.1	11.0	11.1	·	·	·	13.0	12.7	12.9	11.5	11.4	11.5
17	6.6	5.5	6.1	11.1	10.8	11.0	·	·	·	13.0	12.6	12.8	11.6	11.4	11.5
18	6.6	5.5	6.1	11.0	10.7	10.9	·	·	·	13.0	12.6	12.8	11.6	11.5	11.6
19	6.5	5.0	5.8	11.0	10.5	10.8	·	·	·	12.9	12.5	12.7	11.6	11.5	11.6
20	6.8	5.7	6.3	11.1	10.7	10.9	·	·	·	12.8	12.5	12.7	11.5	11.1	11.5
旬平均	7.1	6.3	6.9	11.3	10.9	11.1	·	·	·	13.1	12.8	13.0	11.7	11.6	11.7
21	6.8	5.1	6.1	11.1	10.7	10.9	·	·	·	12.7	12.4	12.6	11.4	11.3	11.4
22	7.5	6.8	7.2	11.1	10.8	11.0	11.0	10.6	10.8	12.7	12.5	12.6	11.3	11.0	11.2
23	7.5	6.5	7.0	10.9	10.7	10.8	10.9	10.4	10.7	12.6	12.4	12.5	11.0	10.9	11.0
24	6.9	6.9	6.4	10.8	10.4	10.6	10.7	10.1	10.4	12.6	12.3	12.5	10.9	10.8	10.9
25	5.9	4.6	5.3	10.1	10.0	10.2	10.1	9.5	9.8	12.1	12.1	12.3	10.8	10.6	10.7
26	5.0	4.3	4.7	10.1	9.9	10.0	9.9	9.4	9.7	12.2	12.1	12.2	10.6	10.5	10.6
27	4.8	4.1	4.6	10.0	9.8	9.9	9.8	9.5	9.7	12.1	12.1	12.1	10.5	10.4	10.5
28	6.0	4.8	5.1	10.2	9.8	10.0	10.0	9.5	9.8	12.3	12.0	12.2	10.4	10.2	10.3
29	6.0	5.1	5.6	10.1	9.8	10.0	9.9	9.5	9.7	12.2	12.0	12.1	10.2	10.1	10.2
30	5.5	5.0	5.3	9.8	9.6	9.7	9.6	9.3	9.5	12.0	11.9	12.0	10.1	9.9	10.0
31	5.5	4.6	5.1	9.8	9.4	9.6	9.5	8.2	8.9	11.9	11.7	11.8	9.9	9.7	9.8
旬平均	6.1	5.2	5.7	10.3	10.0	10.2	10.1	9.6	9.9	12.3	12.1	12.2	10.6	10.1	10.5
月平均	7.3	6.2	6.8	11.1	10.8	11.0	·	·	·	13.1	12.8	13.0	11.6	11.1	11.5

2月	河川水温（℃）			第5地下水温（℃）			野花水温（℃）			第4地下水温（℃）			第7地下水温（℃）		
	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均
1	3.5	1.3	2.4	6.8	6.3	6.6	6.7	5.8	6.3	12.8	10.9	11.9	6.3	6.2	6.3
2	1.0	1.7	2.9	7.0	6.1	6.6	7.0	5.6	6.3	13.1	12.8	13.1	6.3	6.1	6.2
3	4.8	2.2	3.5	7.2	6.3	6.8	7.2	5.9	6.6	13.6	13.1	13.4	6.2	6.1	6.2
4	5.3	3.2	4.3	7.3	6.7	7.0	7.3	6.4	6.9	13.7	13.4	13.6	6.2	6.0	6.1
5	4.8	3.1	4.0	7.3	6.6	7.0	7.2	6.3	6.8	13.7	13.3	13.5	6.0	5.9	6.0
6	4.8	3.1	4.0	7.2	6.6	6.9	7.1	6.3	6.7	13.6	13.3	13.5	5.9	5.8	5.9
7	5.4	3.9	4.7	7.3	6.7	7.0	7.3	6.5	6.9	13.5	13.2	13.1	5.8	5.7	5.8
8	5.0	3.5	4.3	7.1	6.6	6.9	7.0	6.1	6.6	13.4	13.1	13.3	5.8	5.7	5.8
9	5.8	4.4	5.1	7.3	6.9	7.1	7.3	6.5	6.9	13.4	13.1	13.3	5.8	5.6	5.7
10	5.5	3.9	4.7	7.0	6.6	6.8	6.9	6.1	6.5	13.2	13.0	13.1	5.8	5.6	5.7
旬平均	4.9	3.0	4.0	7.2	6.5	6.9	7.1	6.2	6.7	13.4	12.9	13.2	6.0	5.9	6.0
11	4.3	3.4	3.9	6.6	6.3	6.5	6.3	5.9	6.1	13.0	12.8	12.9	5.7	5.6	5.7
12	3.9	3.1	3.5	6.6	6.2	6.4	6.4	5.7	6.1	13.0	12.7	12.9	5.8	5.6	5.7
13	4.2	2.8	3.5	6.5	6.1	6.3	6.3	5.6	6.0	12.9	12.6	12.8	5.8	5.7	5.8
14	3.7	2.3	3.0	6.4	5.9	6.2	6.2	5.1	5.8	12.9	12.5	12.7	5.9	5.7	5.8
15	3.5	2.3	3.9	6.6	6.0	6.3	6.6	5.6	6.1	12.8	12.4	12.6	6.0	5.8	5.9
16	3.0	2.2	3.6	6.7	5.8	6.3	6.7	5.3	6.0	12.8	12.3	12.6	6.1	5.8	6.0
17	4.8	3.5	4.2	6.6	6.1	6.4	6.6	5.8	6.2	12.8	12.5	12.7	6.0	5.9	6.0
18	4.7	3.9	4.3	6.7	6.2	6.5	6.8	5.9	6.4	12.6	12.1	12.3	6.0	5.8	5.9
19	3.9	3.4	4.7	6.9	6.0	6.5	6.9	5.6	6.3	12.4	12.0	12.2	6.0	5.7	5.9
20	6.3	4.0	5.2	6.9	6.2	6.6	7.0	5.9	6.5	12.4	12.0	12.2	6.0	5.8	5.9
旬平均	4.8	3.1	4.0	6.7	6.1	6.4	6.6	5.7	6.2	12.8	12.4	12.6	5.9	5.7	5.8
21	7.0	4.1	5.6	7.1	6.2	6.7	7.3	6.0	6.7	12.5	12.0	12.3	6.0	5.8	5.9
22	7.2	4.2	5.7	7.2	6.2	6.7	7.3	5.9	6.6	12.5	12.0	12.3	6.0	5.8	5.9
23	7.7	5.2	6.5	7.3	6.5	6.9	7.5	6.3	6.9	12.4	12.1	12.3	7.0	5.9	6.5
24	6.7	6.1	6.4	7.0	6.8	6.9	7.0	6.7	6.9	12.1	12.0	12.1	6.4	6.1	6.3
25	7.3	5.9	6.6	7.3	6.6	7.0	7.4	6.4	6.9	12.2	11.8	12.0	6.1	5.9	6.0
26	7.2	4.3	5.8	7.0	6.1	6.6	7.1	5.9	6.5	12.1	11.6	11.9	6.1	5.8	6.0
27	7.1	5.0	6.1	7.0	6.4	6.7	7.0	6.2	6.6	12.1	11.8	12.0	6.2	6.0	6.1
28	7.1	6.3	6.7	7.0	6.7	6.9	7.0	6.6	6.8	11.9	11.7	11.8	6.3	6.2	6.3
旬平均	7.2	5.1	6.2	7.1	6.4	6.8	7.2	6.3	6.8	12.2	11.9	12.1	6.3	5.9	6.1
月平均	5.5	3.7	4.6	7.0	6.3	6.7	6.9	6.0	6.5	12.8	12.4	12.6	6.1	5.8	6.0

平成23年

1月	河川水温（℃）			第5地下水温（℃）			野花水温（℃）			第4地下水温（℃）			第7地下水温（℃）		
	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均
1	3.0	4.1	4.5	9.5	9.3	9.4	9.3	9.0	9.2	11.7	11.6	11.7	9.7	9.6	9.7
2	5.7	4.1	5.1	9.6	9.3	9.5	9.5	8.8	9.2	11.7	11.5	11.6	9.6	9.5	9.6
3	5.5	3.8	4.7	9.4	9.0	9.2	9.3	8.5	8.9	11.6	11.3	11.5	9.5	9.4	9.5
4	5.2	3.9	4.6	9.3	9.0	9.2	9.2	8.3	8.8	11.6	11.3	11.5	9.4	9.3	9.4
5	4.5	4.0	4.3	9.0	8.3	8.7	8.8	8.2	8.5	11.4	11.3	11.4	9.3	9.1	9.2
6	3.0	3.9	4.5	8.5	8.0	8.3	8.1	7.7	8.1	11.3	10.9	11.1	9.1	8.9	9.0
7	4.0	3.1	3.6	8.2	7.6	7.9	8.1	7.3	7.7	11.0	10.7	10.9	8.9	8.8	8.9
8	3.8	1.9	2.9	8.0	7.4	7.6	7.9	6.7	7.3	10.9	10.5	10.7	8.8	8.7	8.8
9	4.2	3.6	3.9	8.2	7.9	8.1	8.0	7.6	7.8	10.9	10.7	10.8	8.7	8.5	8.6
10	3.8	2.6	3.2	8.0	7.5	7.8	7.7	7.1	7.4	10.7	10.5	10.6	8.5	8.4	8.5
旬平均	4.7	3.5	4.1	8.8	8.3	8.6	8.6	7.9	8.3	11.3	11.0	11.2	9.2	9.0	9.1
11	3.0	1.6	2.3	8.0	7.1	7.6	7.8	6.7	7.3	10.7	10.4	10.6	8.4	8.3	8.4
12	3.8	2.5	3.2	8.1	7.7	7.9	8.0	7.3	7.7	10.9	10.5	10.7	8.4	8.2	8.3
13	3.2	2.1	3.3	8.1	7.6	7.9	8.0	7.2	7.6	11.0	10.7	10.9	8.4	8.2	8.3
14	3.4	2.4	2.9	7.9	7.5	7.7	7.7	7.1	7.4	11.0	10.7	10.9	8.3	8.2	8.3
15	3.2	2.8	3.0	7.9	7.6	7.8	7.6	7.3	7.5	10.9	10.8	10.9	8.2	8.0	8.1
16	3.2	2.2	2.7	7.7	7.3	7.5	7.6	6.9	7.3	10.9	10.7	10.8	8.1	8.0	8.1
17	3.0	1.5	2.3	7.8	7.2	7.5	7.7	6.8	7.3	11.0	10.7	10.9	8.0	7.8	7.9
18	3.8	2.1	3.1	7.9	7.4	7.7	7.8	7.1	7.5	11.0	10.7	10.9	7.9	7.7	7.8
19	3.9	3.0	3.5	8.0	7.6	7.8	7.8	7.3	7.6	11.1	10.9	11.0	7.9	7.6	7.8
20	4.3	3.2	3.8	8.2	7.6	7.9	7.9	7.2	7.6	11.3	11.0	11.2	7.8	7.7	7.8
旬平均	3.6	2.4	3.0	8.0	7.5	7.8	7.8	7.1	7.5	11.0	10.7	10.9	8.1	8.0	8.1
21	3.7	2.5	3.1	7.9	7.5	7.7	7.5	7.0	7.3	11.2	10.9	11.1	7.7	7.6	7.7
22	4.2	2.4	3.3	7.9	7.3	7.6	7.7	6.7	7.2	11.3	10.9	11.1	7.7	7.5	7.6
23	4.2	2.5	3.4	7.8	7.2	7.5	7.5	6.8	7.2	11.3	11.0	11.2	7.5	7.4	7.5
24	3.6	2.5	3.1	7.6	7.2	7.4	7.4	6.8	7.4	11.3	11.1	11.2	7.5	6.6	7.1
25	4.4	2.9	3.7	7.5	7.4	7.3	7.3	6.7	7.0	11.4	11.1	11.3	6.7	6.6	6.7
26	3.2	2.3	2.8	7.3	7.0	7.2	7.0	6.5	6.8	11.3	11.1	11.2	6.7	6.5	6.6
27	3.7	1.9	2.8	7.3	6.8	7.1	7.0	6.3	6.7	11.3	11.0	11.2	6.6	6.5	6.6
28	4.0	2.1	3.2	7.2	6.8	7.0	7.0	6.3	6.7	11.2	11.0	11.2	6.5	6.4	6.5
29	3.2	1.8	2.5	7.1	6.6	6.9	6.8	6.0	6.4	11.3	11.0	11.2	6.5	6.4	6.5
30	2.8	2.1	2.5	7.0	6.7	6.9	6.6	6.2	6.4	11.3	11.1	11.2	6.4	6.3	6.4
31	3.1	1.1	2.3	6.9	6.4	6.7	6.6	5.8	6.2	11.3	11.0	11.2	6.1	6.2	6.3
旬平均	3.6	2.2	2.9	7.4	6.9	7.2	7.1	6.4	6.8	11.3	11.0	11.2	6.9	6.6	6.8
月平均	3.9	2.7	3.3	8.0	7.5	7.8	7.8	7.1	7.5	11.2	10.9	11.1	8.0	7.8	7.9

3月	河川水温（℃）			第5地下水温（℃）			野花水温（℃）			第4地下水温（℃）			第7地下水温（℃）		
	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均
1	7.0	6.3	6.7	6.9	6.7	6.8	6.8	6.6	6.7	11.8	11.6	11.7	6.6	6.3	6.5
2	7.0	5.8	6.4	6.9	6.5	6.7	6.9	6.2	6.6	11.8	11.5	11.7	6.7	6.6	6.7
3	6.4	4.7	5.6	6.7	6.2	6.5	6.7	5.9	6.3	11.6	10.8	11.2	6.9	6.7	6.8
4	6.2	4.1	5.2	6.7	6.1	6.4	6.7	5.8	6.3	11.7	11.3	11.5	7.1	6.9	7.0
5	7.2	4.1	5.7	7.0	6.2	6.6	7.4	5.9	6.5	12.1	11.6	11.9	7.3	7.1	7.2
6	6.2	4.1	5.3	6.9	6.4	6.7	6.8	6.3	6.6	12.2	11.8	12.0	7.3	7.2	7.3
7	6.6	5.2	5.9	7.2	6.6	6.9	7.3	6.4	6.9	12.3	12.0	12.2	7.3	7.2	7.3
8	7.0	4.9	5.6	7.2	6.6	6.9	7.3	6.4	6.9	12.5	12.0	12.3	7.4	7.2	7.3
9	5.9	4.6	5.3	6.9	6.6	6.8	6.8	6.3	6.6	12.4	12.1	12.3	7.4	7.3	7.4
10	5.9	3.9	4.9	7.0	6.4	6.7	7.0	6.1	6.6	12.4	12.1	12.3	7.4	7.3	7.4
旬平均	6.5	4.8	5.7	6.9	6.4	6.7	6.9	6.2	6.6	12.1	11.7	11.9	7.1	7.0	7.1
11	5.1	4.1	4.6	6.9	6.6	6.8	6.8	6.3	6.6	12.4	12.1	12.3	7.4	7.3	7.4
12	6.9	3.6	5.3	7.3	6.4	6.9	7.3	6.1	6.8	12.6	12.1	12.4	7.6	7.3	7.4
13	7.9	4.1	6.2	7.7	6.7	7.2	7.8	6.5	7.2	12.6	12.2	12.4	7.6	7.4	7.5
14	7.5	5.3	6.4	7.6	7.0	7.3	7.8	6.8	7.3	12.5	12.1	12.3	7.7	7.5	7.6
15	8.3	6.0	7.2	7.8	7.2	7.5	7.9	7.0	7.5	12.6	12.2	12.4	7.7	7.6	7.7
16	7.9	5.8	6.9	7.7	7.0	7.4	7.6	6.8	7.2	12.4	12.1	12.3	7.7	7.6	7.7
17	5.8	4.5	5.2	7.1	6.7	6.9	7.0	6.1	6.7	12.4	12.1	12.3	7.7	7.6	7.7
18	7.1	3.3	5.2	7.5	6.3	6.9	7.6	6.0	6.8	12.6	12.0	12.3	7.8	7.6	7.7
19	8.2	4.8	6.5	7.9	6.9	7.4	8.1	6.8	7.5	12.7	12.3	12.5	8.0	7.8	7.9
20	7.7	5.6	6.7	7.8	7.2	7.5	7.9	7.1	7.5	12.7	12.3	12.5	8.1	7.9	8.0
旬平均	7.2	4.7	6.0	7.5	6.8	7.2	7.6	6.6	7.1	12.6	12.2	12.4	7.7	7.6	7.7
21	7.6	6.2	6.9	7.9	7.5	7.7	7.9	7.3	7.6	12.5	12.2	12.4	8.0	7.9	8.0
22	8.3	6.0	7.2	8.0	7.3	7.7	8.2	7.2	7.7	12.5	12.1	12.3	8.1	7.9	8.0
23	7.9	5.5	6.7	7.7	7.2	7.5	7.8	7.0	7.4	12.3	12.0	12.2	8.1	7.9	8.0
24	6.5	4.5	5.5	7.5	6.9	7.2	7.4	6.6	7.0	12.3	11.9	12.1	8.2	8.0	8.1
25	6.9	4.7	5.8	7.6	7.1	7.4	7.7	6.9	7.3	12.4	12.0	12.2	8.3	8.1	8.2
26	6.5	4.9	5.7	7.1	7.2	7.3	7.4	7.0	7.2	12.2	11.9	12.1	8.3	8.1	8.2
27	7.3	3.9	5.6	7.7	6.9	7.3	7.7	6.6	7.2	12.2	11.4	11.8	8.3	8.1	8.2
28	8.3	4.1	6.2	8.0	6.9	7.5	8.1	6.7	7.4	11.9	11.2	11.6	8.3	8.1	8.2
29	8.3	4.7	6.5	8.1	7.2	7.7	8.2	7.0	7.6	12.1	11.2	11.7	8.3	8.1	8.2
30	8.1	5.2	6.7	8.1	7.4	7.8	8.1	7.2	7.7	11.9	11.5	11.7	8.2	8.0	8.1
31	7.4	5.4	6.4	7.9	7.4	7.7	8.0	7.2	7.6	11.7	11.2	11.5	8.1	8.0	8.1
旬平均	7.6	4.9	6.3	7.8	7.2	7.5	7.9	6.9	7.4	12.2	11.6	11.9	8.2	8.0	8.1
月平均	7.1	4.8	6.0	7.5	6.8	7.2	7.5	6.6	7.1	12.3	11.8	12.1	7.7	7.6	7.7