

群馬県水産試験場研究報告

第 2 8 号

(附 令和3年度業務報告)

R E P O R T
OF
GUNMA FISHERIES EXPERIMENT STATION
No. 28

令和4年9月

群 馬 県 水 産 試 験 場

群馬県水産試験場研究報告

第 28 号 (2022)

目 次

I 研究報告

- 異なる給餌方法によるハコスチ飼育試験-II
神澤裕平・山下耕憲・星野勝弘・田中英樹…………… 1
- ニジマスの味上げ試験
神澤裕平・山下耕憲・星野勝弘・田中英樹…………… 5
- マス類稚魚の塩水経験による飼育試験
神澤裕平・山下耕憲・星野勝弘・田中英樹……………10
- 江戸川系継代アユと天然遡上アユの冷水病耐性比較
阿久津崇・鈴木究真……………15
- ギンヒカリの低魚粉飼料による飼育および肉質の検討
神澤裕平・山下耕憲・星野勝弘・田中英樹……………19
- ホエー添加飼料を与えたニジマスの飼育および肉質の検討
神澤裕平・山下耕憲・星野勝弘・田中英樹……………21

II 別途報告

- The Dynamics of Radiocesium in the Lake Onuma Ecosystem, Mt. Akagi
Shun Watanabe, Kyuma Suzuki, Kin-ichi Tsunoda, Masanobu Mori,
Seiichi Nohara, Yukiko Okada, Seiya Nagao……………24
- Body Size Effect of Radiocesium Concentrations in Wakasagi (*Hypomesus nipponensis*)
Kyuma Suzuki, Shun Watanabe, Kin-ichi Tsunoda,
Masanobu Mori, Seiichi Nohara, Yukiko Okada……………25
- Radiocesium concentrations in great cormorants (*Phalacrocorax carbo*)
between 2011 and 2012 after the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant
accident
Kyuma Suzuki, Shun Watanabe, Hideki Tanaka,
Masanobu Mori, Kin-ichi Tsunoda……………26
- 令和3年度環境収容力推定手法開発事業
山下耕憲・神澤裕平・星野勝弘・田中英樹……………27

異なる給餌方法によるハコスチ飼育試験-Ⅱ

神澤裕平・山下耕憲・星野勝弘・田中英樹

要旨

群馬県水産試験場川場養魚センターにおいて、箱島系ニジマス *Oncorhynchus mykiss* の雌とスチールヘッド系ニジマスの雄との交配により作出した「ハコスチ」は、県内の釣り場で利用され、増産に向けて、より効率的な生産が求められている。川場養魚センターでハコスチ稚魚を用いて行った異なる給餌量における飼育試験では、自発摂餌で飼育した群やライトリッツの給餌率表よりも高い給餌率で給餌した群は大きく成長し、背鰭の形状も良好であった。そこで、川場養魚センターと飼育水温が異なる群馬県水産試験場箱島養鱒センターで飼育試験を実施したところ、同様に給餌量が多い群は、通常給餌した群よりも大きく成長し、背鰭の形状も良好となった。

I 緒言

群馬県水産試験場川場養魚センター(以下「川場養魚センター」という。)において、箱島系ニジマスの雌とスチールヘッド系ニジマスの雄との交配により作出した「ハコスチ」は、引きの強さの計測法¹⁾を用いたところ、スチールヘッド系ニジマスと同等の引きの強さを持つことが確認された²⁾。ハコスチは、その引きの強さが評価され³⁾、導入により遊漁者数が大幅に増加した釣場もある⁴⁾が、生産者と生産量が限られるため、放流される釣場は限定的であり、増産が求められている。一方、群馬県内の養鱒業者は小規模経営体が多く、飼育池や飼育魚種を増やすのは困難である。そのため、ハコスチの増産にあたり、レギュラーサイズ(約 150 g)として出荷している通常ニジマスの一部をハコスチに置き換えながら大型魚を遊漁対象用として活用する生産体制が必要となる。さらに、稚魚期の背鰭にスレが生じやすいとの報告^{5) 6)}もある。そこで、水温約 12℃の川場養魚センターで飼育試験を実施したところ、多給餌飼育をすることで成長や背鰭の形状が良好になる可能性が示唆⁷⁾されたため、飼育水温の異なる箱島養鱒センターで有効性を確認するため飼育試験を実施した。

II 材料および方法

1 供試魚

供試魚は川場養魚センターで 2020 年 11 月に作出し、2021 年 2 月から箱島養鱒センター屋内飼育池で養成したハコスチ 0 年魚(平均体重 3.9±0.8 g)を用いた。

2 試験区

ライトリッツの給餌率表の 1.5 倍量を給餌した飼育区(以下「多給餌区」という。)およびライトリッツの給餌率表に従った飼育区(以下「対照区」という。)をそれぞれ 1 区ずつ設定した。多給餌区は自動給餌器(有限会社松坂製作所製さんし郎 KA-20)を用いて全日給餌を行った。一方、対照区は手まきにより、月曜日から金曜日まで給餌を行い、土曜日と日曜日は無給餌とした。なお、多給餌区と対照区については、魚体測定時に計量した総重量を基に給餌量もその都度補正した。

飼育水は両区とも水温約 14℃の湧水を用い、配合飼料は日清丸紅飼料株式会社製「マススーパーNo. 1」から「マススーパーNo. 5」をハコスチの成長に応じて給餌した。

3 試験日

試験は 2021 年 3 月 22 日～8 月 30 日までの 23 週間行った。

4 試験池

両区とも箱島養鱒センター屋外飼育池（1.7×8.0×水深0.4 m）を用いた。

5 試験方法

（1）収容尾数

両区とも試験開始時に500尾、試験開始8週間後に450尾、試験開始16週間後は400尾になるように計数して試験池に収容した。

（2）魚体測定

試験開始時と試験開始から4、8、12、16、20、23週間後に両区ともに総重量の計量および無作為にサンプリングした30尾の魚体測定（全長、標準体長、体重）を行った。

（3）背鰭の計測

試験開始から8、16、23週間後の魚体測定時に、両区、それぞれ30尾ずつ背鰭の各部位（図1）について、デジタルノギス（株式会社ミットヨ製ABSクレーンプルーフIP67）を用いて測定した。なお、鰭の大きさは体サイズに依存すると考えられるため、背鰭①／背鰭②および背鰭③／背鰭②の値で背鰭の形状を比較した。

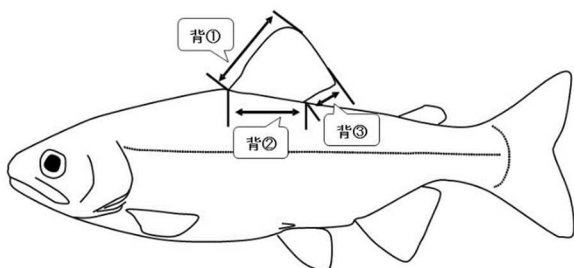


図1 背鰭測定部位

Ⅲ 結果

各区における魚体測定時の平均体重を表に示した。試験開始から4週間後から試験終了まで有意差が認められ、多給餌区は対照区よりも成長した（ t -test: $P < 0.05$ ）。また、試験期間中の飼料効率、多給餌区で90～134%、対照区で99～157%であった

（図2）。

背鰭の形状の比較は、背鰭①／背鰭②を図3、背鰭③／背鰭②を図4に示した。背鰭①／背鰭②の値について、試験開始8週間後、16週間後は有意差が認められなかった（ t -test: $P > 0.05$ ）が、23週間後には有意差が認められ（ t -test: $P < 0.05$ ）、多給餌区の方が対照区よりも高い値となった。背鰭③／背鰭②の値については、全ての計測について多給餌区と対照区で有意差は認められなかった（ t -test: $P > 0.05$ ）。

Ⅳ 考察

今回の試験において、多給餌区は、試験開始から16週間後の7月中旬には概ねレギュラーサイズにまで成長し、20週間後の8月中旬には群馬県養鱒漁業協同組合の内規でハコスチとして利用可能な300gを超える個体が確認された。このことから、水温14℃の飼育条件下では、ライトリッツの給餌率表よりも多く給餌することで、通常は秋季以降にレギュラーサイズとなるところ、夏季には通常ニジマスの置き換えとしての利用が可能になることが示唆された。また、管理釣り場や河川での特設釣り場などで需要が増える秋季から冬季にかけて、遊漁用として利用可能なサイズを夏季に超えたことから、需要期には十分成長した個体を提供できることが期待される。特に、川場養魚センターよりも水温が高い箱島養鱒センターでは給餌量も増やすことができ、それに伴い成長も早くなるため、飼育に要する時間を短縮することが可能であることが明らかになった。したがって、給餌量を調整することで、ハコスチの飼育池利用のサイクルも早められ、効率的なハコスチ生産の可能性が示された。しかし、今回の試験において、多給餌区の給餌率は、川場養魚センターにおける自発摂餌³⁾を基に設定したが、残餌が確認された。

表 魚体測定時の平均体重±標準偏差（g）

	試験開始時	4週間後	8週間後	12週間後	16週間後	20週間後	23週間後
多給餌区	3.9±0.8	10.2±2.0	30.5±7.5	59.1±22.0	114.5±28.4	215±66	288±60
対照区	3.9±0.8	7.5±1.3	14.2±2.1	23.0±4.0	36.5±8.0	54±10	60±12

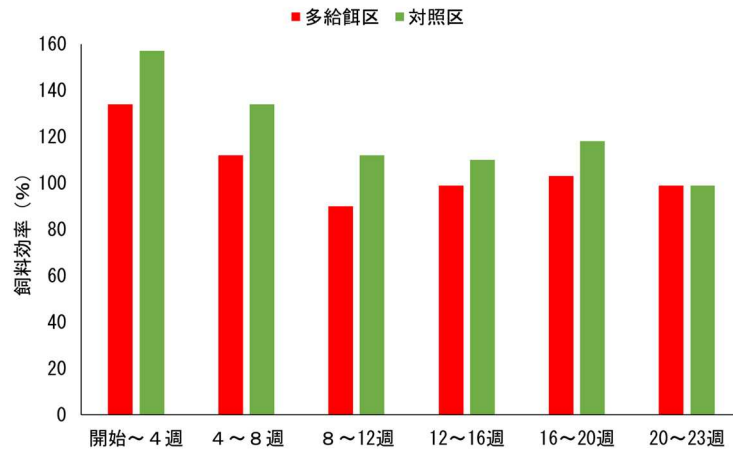


図2 各区の飼料効率

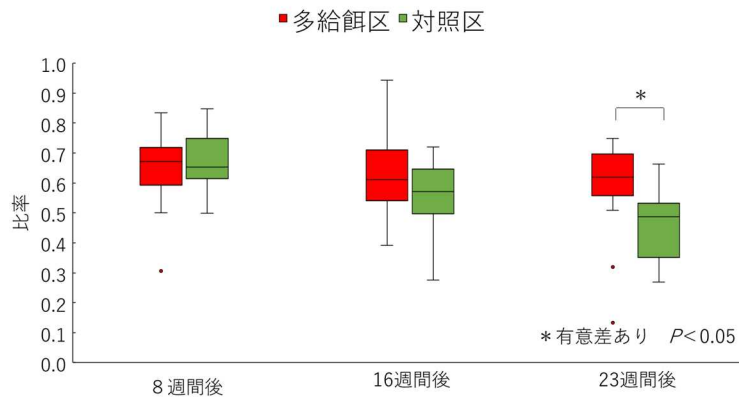


図3 背鰭測定値(背鰭①/背鰭②)

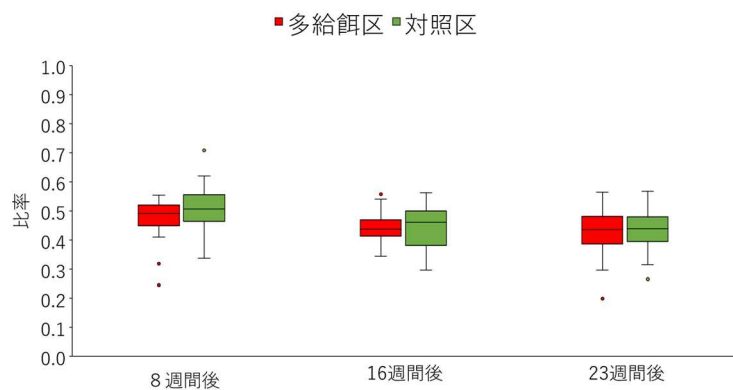


図4 背鰭測定値(背鰭③/背鰭②)

また、背鰭の形状は、多給餌区は対照区と比べて同等もしくは良好な結果となった。サケ科魚類の背鰭の損傷は個体間の攻撃が影響する^{8) 9)}とされ、飽食給餌による飼育方法で背鰭の形状が良好になるとの報告¹⁰⁾がある。今回の試験において、

多給餌区は飽食給餌とほぼ同等であると考えられ、その結果、背鰭の形状も良好であった可能性が示唆される。さらに、前報の川場養魚センターの飼育試験でも背鰭の形状が良好⁷⁾であったことから、多給餌による飼育は、ハコスチの背鰭形状

を良好に保つ有効な手法であると考えられる。一方、ハコスチに関して、背鰭のスレの状況によっては回復しない報告⁵⁾や飽食給餌に近い自発摂餌で飼育しても背鰭のスレを抑制する効果が認められない報告⁶⁾がある。また、ニジマスは収容密度により背鰭の形状に影響を受けるとの報告¹¹⁾もある。したがって、今後は異なる飼育密度で飼育試験を行い、背鰭の形状について検討する必要がある。

V 文献

- 1) 泉庄太郎・神澤裕平・清水延浩・小西浩司 (2012) : 釣獲時の魚の引きを測定する技術の開発. 群馬県水産試験場研究報告 18、29-33.
- 2) 新井肇・神澤裕平・清水延浩・松岡栄一 (2013) : 遊漁用ニジマスの引きの強さ. 群馬県水産試験場研究報告 19、14-18.
- 3) 群馬県水産試験場 (2015) : 遊漁用ニジマスの現地実証試験. 群馬県水産試験場業務報告 21、20.
- 4) 小西浩司 (2020) : 「ハコスチ」の生産拡大に向けて. 令和元年度群馬県農林水産業関係機関成果発表会発表課題要旨(水産分科会) 13-14.
- 5) 群馬県水産試験場 (2019) : ハコスチ活用推進研究. 群馬県水産試験場業務報告 25、16.
- 6) 群馬県水産試験場 (2020) : 背鰭にスレのないハコスチの生産. 群馬県水産試験場業務報告 26、13.
- 7) 神澤裕平・山下耕憲・星野勝弘・田中英樹 (2021) : 異なる給餌方法によるハコスチ飼育試験. 群馬県水産試験場研究報告 28、1-5.
- 8) A. MacLean, N. B. Metcalfe, D. Mitchell (2000): Alternative competitive strategies in juvenile Atlantic Salmon(*Salmo salar*): evidence from fin damage. Aquaculture 184, 291-302.
- 9) H. A. C. Jones, C. Noble, B. Damsgard, G. P. Pearce (2011): Social network analysis of the behavioural interactions that influence the development of fin damage in Atlantic salmon parr(*Salmo salar*) held at different stocking densities. Animal Behavior Science 133, 117-126.
- 10) R. S. Rasmussen, F. H. Larsen, S. Jensen (2007): Fin condition and growth among rainbow trout reared at different sizes, densities and feeding frequencies in high-temperature re-circulated water. Aquaculture International 15, 97-107.
- 11) B. P. North, J. F. Turnbull, T. Ellis, M. J. Porter, H. Migaud, J. Bron, N. R. Bromage (2006): The impact of stocking density on the welfare of rainbow trout(*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture 255, 466-479.

ニジマスの味上げ試験

神澤裕平・山下耕憲・星野勝弘・田中英樹

要旨

ニジマス *Oncorhynchus mykiss* を塩水中において一時的に畜養することで、うま味成分であるアミノ酸量が増加するとの報告がある。この手法は味上げと呼ばれるが、大型ニジマスでの知見はない。そこで、群馬県水産試験場川場養魚センターで三年成熟系ニジマスのギンヒカリを用いて、味上げ試験を行ったところ、肉質分析では大きな違いは認められなかったが、食味試験において味上げ処理区の方は臭みがないとの回答が多かった。また、塩水畜養による血清浸透圧の経時的変化を確認したところ、時間の経過とともに浸透圧が高くなる傾向が認められた。

I 緒言

近年、マス類のブランド化が進み、差別化¹⁾や肉質の向上²⁾を視野に入れた開発が行われている。ニジマスを塩水に一時的に畜養することで、うま味成分であるアミノ酸量が増加するとの報告がある³⁾。この手法は味上げ（食味向上）と呼ばれており、200 g 程度のニジマスでの報告³⁾はあるが、大型ニジマスでの知見はない。そこで、群馬県水産試験場川場養魚センター（以下「川場養魚センター」と言う。）で三年成熟系ニジマスのギンヒカリを用いて、味上げ処理を行い、肉質分析や食味試験の実施および血清浸透圧の経時的変化を把握した。

II 材料および方法

1 肉質分析

(1) 供試魚

川場養魚センターで飼育しているギンヒカリ 2 年魚（平均体重 1,297 g）を用いた。

(2) 試験区

対照区、味上げ区を各 1 区ずつ設定した。

(3) 試験期間

2022 年 3 月 1 日に行った。

(4) 試験水槽

0.5 t FPR 水槽に水温約 12℃の湧水を各区 350 L ずつ貯水した。なお、水温を一定に保つため、F R P 水槽は取揚げ池の水中（約 12℃）に設置し、エアレーションによる通気を行った。

(5) 試験条件

味上げ区には鳴門塩業株式会社のボイラーソルトを塩分濃度が 2.8%になるよう溶解した。各区とも供試魚を 3 尾ずつ収容した。収容の 8 時間後に取揚げ、魚体測定（全長、標準体長、体重）を行った。個体ごとに尾柄部付近の採血を行い、三枚におろし、皮と骨を取り除き、背側の筋肉をサンプルとして、分析委託先である株式会社食環境衛生研究所へ氷冷の状態で送付した。肉質分析の項目は一般成分、遊離アミノ酸、飽和脂肪酸、不飽和脂肪酸とした。

また、採血したサンプルは 4℃で冷蔵保存し、翌日に遠心分離（4℃、10,000rpm、1 分）した。分離された血清を -20℃で冷凍した状態で東京大学大学院に送付し、浸透圧の測定を依頼した。

2 食味試験

(1) 供試魚

川場養魚センターで飼育しているギンヒカリ 2 年魚（平均体重 1,124 g）を用いた。

(2) 試験区

対照区、味上げ区を各 1 区ずつ設定した。

(3) 試験期間

2022年3月2日に行った。

(4) 試験水槽

肉質分析と同様の水槽を利用した。

(5) 試験条件

試験区の設定および条件は肉質分析と同様とした。なお、食味試験は、群馬県水産試験場職員および群馬県養鱒漁業協同組合員の計25名をパネリストとした。パネリストには、どちらのサンプルか分からないようにして、ほぼ同じ厚さに切った各2切れずつのサンプルを別々の皿に盛って提供した。試験はサンプルに醤油等の味をつけない状態で行い、パネリストが回答用紙に記入する方法で実施した。

また、肉質分析と同様に、採血したサンプルは -20°C で保存した状態で東京大学大学院に送付し、測定を依頼した。

3 血清浸透圧の経時的変化の把握

(1) 供試魚

川場養魚センターで飼育しているギンヒカリ2年魚（平均体重1,284 g）を用いた。

(2) 試験期間

2022年3月3日に行った。

(3) 試験水槽

肉質分析と同様の水槽とした。

(4) 試験条件

水槽に鳴門塩業株式会社のボイラーソルトを塩分濃度が2.8%になるよう溶解した後に、供試魚を収容した。収容の2時間、4時間、6時間、8時間後にそれぞれ1尾ずつ取揚げて、魚体測定（全長、標準体長、体重）と採血を行った。採血したサンプルは -20°C で保存した状態で東京大学大学院に送付し、測定を依頼した。

III 結果および考察

1 肉質分析

開始時の水温は、対照区、味上げ区ともに 10.1°C で、取揚げ時は対照区 9.6°C 、味上げ区 10.2°C であった。供試魚の体サイズと血清浸透圧を表1に示した。また、肉質分析結果については、表2～7に示した。

血清浸透圧は対照区で297～298 mOsm、味上げ区で399～450 mOsmであった。ニジマスにおいて、淡水から80%海水へ移行し24時間経過すると血漿浸透圧は350 mOsmを超えるとの報告³⁾があり、今回の試験においても、塩水に畜養することで血清浸透圧が上昇したと考えられる。一方、テラピアやニジマスにおいて味上げを実施することで、筋肉中水分含量が減少するとの報告³⁾があるが、本試験において味上げによる筋肉中水分含量の減少は確認されなかった。さらに、うま味に影響を及ぼすとされる遊離アミノ酸のグルタミン酸⁴⁾について、対照区が7 mg/100 gであったのに対して、味上げ区では5 mg/100 gであったため、グルタミン酸に関して、味上げによる効果は認められなかった。

今回の試験では、前述の条件で試験を実施したが、味上げ技術は確立されているとは言い難く、設定した条件では味上げ条件としてバラツキもある可能性もあり得る。今後、塩分濃度や畜養時間、魚体サイズ等の条件について詳細に検討していく必要がある。

2 食味試験

開始時の水温は、対照区 10.1°C 、味上げ区 10.2°C で、取揚げ時も対照区 10.1°C 、味上げ区 10.2°C であった。また、供試魚の体サイズと血清浸透圧を表8、回答結果を表9に示した。回答結果を $P=1/2$ の二項検定の両側検定により解析したところ、臭みに有意差が認められた($P<0.05$)が、他の質問項目について有意差は認められなかった($P>0.05$)。

今回の食味試験において味上げ区は対照区に比べて臭みがないとの回答が多かった。コイ *Cyprinus carpio* は生きた状態で2～3%の食塩水に数分間、遊泳させることで生臭さが減少する⁵⁾。今回の試験ではギンヒカリを2.8%塩水に8時間畜養させたが、そのことで抑臭効果が生じた可能性も示唆された。

味上げ処理をしたテラピアは、うま味が強いとの報告³⁾があるが、今回の試験において、おいしさの回答に差は認められなかった。今回の試験は肉質分析と同様の設定で行い、血清浸透圧は塩水に畜養したことで上昇したが、筋肉中水分の減少

や遊離アミノ酸の増加量が少なかった可能性が考えられる。

今回の試験ではギンヒカリを供試魚としたが、ギンヒカリの肉質は他のニジマスに比べて脂質が少ないことが確認されている^{6) 7)}。そのため、肉質の異なる他系統のニジマスやヤマメ等の魚種において、味上げによる効果を検証する必要がある。

3 血清浸透圧の経時的変化の把握

試験中の水温は、9.7～11.5℃であった。また、供試魚の体サイズと血清浸透圧値を表10に示した。今回の試験では、肉質分析や食味試験と同様の条件でギンヒカリの血清浸透圧がどのように変化するかを把握するために塩水畜養から2時間毎に測定を行ったが、時間の経過とともに血清浸透圧が高くなる傾向が認められた。体重200gのニジマス淡水から80%海水へ移行したときの血漿浸透圧上昇のピークは24時間後、テラピアを淡水から70%海水へ移行した場合も同様にピークは24時間後となることが報告されている³⁾。したがって、血清浸透圧の経時的変化の把握についても、肉質と同様に塩分濃度や畜養時間、魚体サイズ等の条件を変えて確認する必要がある。

IV 謝辞

本試験を行うにあたり東京大学大学院農学生命科学研究科の金子豊二教授にご助言とご指導を頂いた。また、東京大学大学院農学生命科学研究科の井ノ口繭助教には血清浸透圧濃度の測定をして頂いた。両氏に厚く御礼申し上げる。

V 文献

- 1) 名倉淳 (2013) : ブドウ絞り滓を利用した新ブランド魚の開発. 山梨県水産技術センター業務報告 40、5-7.
- 2) 渡邊長生・尾田紀夫 (2016) : ヤシオマスの高品質化に関する研究. 栃木県水産試験場研究報告 59、5-11.
- 3) 金子豊二 (2020) : 魚類の浸透圧調節研究とマス類養殖への実践的展開. 第44回全国養鱒技術協議会要録 86-91.
- 4) 河合美佐子 (2011) : 味を決めるアミノ酸. 生化学 89、679-681.
- 5) 太田静行 (1980) : 魚の生臭さとその抑臭. 油化学 29 (7)、469-488.
- 6) 茂木実・吉野功・垣田誉史志・小林保博・高澤智美・岡崎恵美子 (2004) : ギンヒカリの肉質と食味. 群馬県水産試験場研究報告 10、40-49.
- 7) 松原利光・吉野功・黒沢静男・松岡栄一 (2008) : ギンヒカリ (大型サイズ) の肉質分析. 群馬県水産試験場研究報告 14、26-32.

表1 肉質分析サンプルの体サイズと血清浸透圧

対照区					味上げ区				
No.	全長 (cm)	体長 (cm)	体重 (g)	浸透圧 (mOsm)	No.	全長 (cm)	体長 (cm)	体重 (g)	浸透圧 (mOsm)
1	44.9	39.0	1,192	298	1	46.6	40.7	1,617	443
2	43.7	37.7	1,148	297	2	47.4	40.8	1,517	399
3	41.4	35.8	1,074	297	3	43.7	37.3	1,235	450

表2 肉質分析結果(一般成分)

	水分 (g/100g)	タンパク質 (g/100g)	脂質 (g/100g)	炭水化物 (g/100g)	灰分 (g/100g)	ナトリウム (mg/100g)	食塩相当 (g/100g)	熱量 (kcal/100g)
対照区	71.1	20.8	6.6	0.0	1.5	72	0.183	143
味上げ区	70.8	23.1	4.6	0.0	1.5	98	0.249	134

表3 肉質分析結果(遊離アミノ酸) 単位 mg/100 g

	アスパラギン酸	スレオニン	セリン	アスパラギン	グルタミン酸	グルタミン	プロリン	グリシン	アラニン	バリン	シスチン	メチオニン	イソロイシン
対照区	2	7	9	<1	7	<1	2	63	18	4	<1	2	2
味上げ区	3	7	9	<1	5	<1	2	77	22	5	<1	2	2

表4 肉質分析結果(遊離アミノ酸) 単位 mg/100 g

	メチオニン	イソロイシン	ロイシン	チロシン	フェニルアラニン	ヒスチジン	リジン	トリプトファン	アルギニン	タウリン	β -アラニン	アンセリン
対照区	2	2	4	1	1	49	15	<1	3	48	3	330
味上げ区	2	2	4	2	2	57	15	<1	3	45	4	380

表5 肉質分析結果(飽和脂肪酸) 単位 g/100 g

	ブタン酸	ヘキサン酸	オクタン酸	デカン酸	ドデカン酸	トリデカン酸	テトラデカン酸	ペンタデカン酸	ヘキサデカン酸	ヘプタデカン酸	オクタデカン酸	イコサン酸	ドコサン酸	テトライコサン酸
対照区	0	0	0	0	0	0	0.085	0	0.65	0	0.22	0	0	0
味上げ区	0	0	0	0	0	0	0.067	0	0.48	0	0.16	0	0	0

表6 肉質分析結果(不飽和脂肪酸) 単位 g/100 g

	ミリストレイン酸	ペンタデセン酸	パルミトレイン酸	ヘプタデセン酸	オレイン酸	エイコセン酸	エルカ酸	テトラコセン酸	リノール酸
対照区	0	0	0.23	0	0.91	0	0	0	0.28
味上げ区	0	0	0.16	0	0.66	0	0	0	0.21

表7 肉質分析結果(不飽和脂肪酸) 単位 g/100 g

	α -リノレン酸	γ -リノレン酸	エイコサジエン酸	エイコサトリエン酸	アラキドン酸	エイコサペンタエン酸	ドコサジエン酸	ドコサヘキサエン酸
対照区	0	0	0	0	0	0.10	0	0.48
味上げ区	0	0	0	0	0	0.074	0	0.39

表8 食味試験サンプルの体サイズと血清浸透圧

対照区					味上げ区				
No.	全長 (cm)	体長 (cm)	体重 (g)	浸透圧 (mOsm)	No.	全長 (cm)	体長 (cm)	体重 (g)	浸透圧 (mOsm)
1	46.7	40.6	1,438	288	1	39.7	34.4	774	419
2	36.8	32.7	779	287	2	40.4	35.2	902	390
3	47.6	42.2	1,642	319	3	42.3	36.9	1,209	396

表9 質問内容と回答者数(人)

		味上げ	対照
質問1	肉がしっとりしているのはどちらですか	13	12
質問2	肉が軟らかいのはどちらですか	13	12
質問3	肉に臭みがないのはどちらですか	19	4
質問4	脂があるのはどちらですか	16	8
質問5	食べておいしいのはどちらですか	12	13

表10 サンプル体サイズと血清浸透圧

No.	全長 (cm)	体長 (cm)	体重 (g)	浸透圧 (mOsm)	備考
1	44.3	38.7	1,230	301	塩水蓄養なし
2	47.7	41.3	1,426	359	塩水蓄養 2 時間
3	45.4	39.2	1,309	378	塩水蓄養 4 時間
4	46.4	40.5	1,508	382	塩水蓄養 6 時間
5	41.3	35.8	946	391	塩水蓄養 8 時間

マス類稚魚の塩水経験による飼育試験

神澤裕平・山下耕憲・星野勝弘・田中英樹

要旨

マス類養殖において、養殖魚の成長促進を図る場合は、給餌量を多くすることが一般的であるが、養殖魚の健康や飼育水の環境等に細心の注意が必要となる。近年、ニジマス *Oncorhynchus mykiss* の塩水経験による成長促進効果が報告され、成長ホルモン分泌作用による効率的な飼育が期待されている。そこで、ヤマメ *Oncorhynchus masou masou*、ニジマスおよびイワナ *Salvelinus leucomaenis* の稚魚において、塩水経験とその後の成長について把握するため飼育試験を実施したが、いずれの試験においても塩水経験した群と経験していない群で成長に違いは認められなかった。

I 緒言

マス類養殖において、養殖魚の需要に応じて、成長促進を図らなければならない状況が生じる。また、養殖魚をより早く成長させることで、飼育期間を短縮し生産効率を高めることが期待される。養殖魚の成長促進を図る場合は、給餌量を多くすることが一般的であるが、飼育水温や水質、摂餌状況を確認する等、細心の注意と高度な飼育技術が必要となる。近年、ニジマスの塩水経験による成長促進効果が報告¹⁾され、成長ホルモン分泌作用による効率的な飼育が期待されている。そこで、ヤマメ、ニジマスおよびイワナの稚魚において、塩水経験とその後の成長について把握するため飼育試験を実施した。

II 材料および方法

1 塩水経験試験

(1) 供試魚

1) ヤマメ試験 I

群馬県水産試験場川場養魚センター（以下「川場養魚センター」と言う。）で 2020 年 9 月に作出したヤマメ 0 年魚（平均体重 2.4 g）を用いた。

2) ヤマメ試験 II

川場養魚センターで 2020 年 9 月に作出したヤマ

メ 0 年魚（平均体重 21.3 g）を用いた。

3) ニジマス試験

川場養魚センターで 2020 年 11 月に箱島系ニジマスの雌とスチールヘッド系ニジマスの雄を交配して作出したハコスチ 0 年魚（平均体重 3.7 g）を用いた。

4) イワナ試験

川場養魚センターで 2020 年 11 月に作出したイワナ 0 年魚（平均体重 4.0 g）を用いた。

(2) 試験区

ヤマメ試験 I、ニジマス試験およびイワナ試験においては、対照区、人工海水区、粉碎塩区を各 1 区ずつ設定した。ヤマメ試験 II については、対照区、人工海水区を各 1 区ずつ設定した。

ヤマメ試験 I、ニジマス試験およびイワナ試験では、水温 12℃の湧水を各区 250 L ずつ貯めた水槽に、それぞれ 200 尾を収容した。その後、人工海水区は塩分濃度が 0.9%になるように株式会社イワキの人工海水レイシーマリン II、粉碎塩区も塩分濃度が 0.9%になるように日本製塩株式会社の碎粒を投入した。24 時間経過後に人工海水区、粉碎塩区ともに塩分濃度が 2.5%になるように調整した。対照区は人工海水および粉碎塩の投入は行わなかった。試験期間中は無給餌でエアレーションとポンプによる通気を行った上で止水とし、試験終了までの死亡魚を確認した。

ヤマメ試験Ⅱでは、対照区および人工海水区ともに 110 尾収容した後、人工海水区は塩分濃度が 2.5%になるように株式会社イワキの人工海水レイシーマリンⅡを投入した。対照区は人工海水の投入は行わなかった。試験期間中は無給餌でエアレーションとポンプによる通気を行った上で止水とし、試験終了までの死亡魚を確認した。

(3) 試験期間

ヤマメ試験Ⅰは 2021 年 5 月 10 日から 5 月 18 日までの 8 日間、ヤマメ試験Ⅱは 2021 年 6 月 22 日から 6 月 28 日の 6 日間、そして、ニジマス試験は 2021 年 5 月 18 日から 5 月 26 日の 8 日間、イワナ試験は 2021 年 6 月 9 日から 6 月 18 日の 8 日間とした。

(4) 試験水槽

川場養魚センターの屋内 F R P 水槽 (0.7×2.4×水深 0.4 m) を用いた。

2 淡水移行後の飼育試験

(1) 供試魚

各試験において、塩水経験で生残した対照区および人工海水区の供試魚を用いた。

(2) 試験区

各試験において、対照区、人工海水経験区を各 1 区ずつ設定した。

(3) 試験期間

ヤマメ試験Ⅰは 2021 年 5 月 18 日から 11 月 11 日、ヤマメ試験Ⅱは 2021 年 6 月 28 日から 12 月 15 日、そして、ニジマス試験は 2021 年 5 月 26 日から 11 月 16 日、イワナ試験は 2021 年 6 月 18 日から 12 月 6 日のそれぞれ 24 週間とした。

(4) 試験池

ヤマメ試験Ⅰ、ニジマス試験およびイワナ試験では、川場養魚センター屋外飼育池 (0.9×1.9×水深 0.6 m) を用いた。ヤマメ試験Ⅱでは、川場養魚センター屋外飼育池 (1.0×3.5×水深 0.5 m) を用いた。

5) 試験条件

ヤマメ試験Ⅰ、ニジマス試験およびイワナ試験では、開始時に、各区 100 尾ずつ収容し、ライトリッツ給餌率表の 1.5 倍量の給餌率で給餌した。飼育開始から 8 週間、16 週間、24 週間後に取揚げ、総重

量および各区 30 尾魚体測定 (全長、標準体長、体重) を行った。また、試験開始から 16 週間後に各区の尾数を 50 尾に調整し、試験終了まで飼育した。ヤマメ試験Ⅱでは、開始時に、各区 100 尾ずつ収容し、ライトリッツ給餌率表の 1.5 倍量の飼料を給餌した。飼育開始から 8 週間、16 週間、24 週間後に取揚げ、総重量および各区 30 尾の魚体測定 (全長、標準体長、体重) を行った。なお、各試験の飼育水は水温 12℃の湧水とし、流水下で飼育した。

Ⅲ 結果

1 塩水経験

(1) ヤマメ試験Ⅰ

各区の水温は対照区で 10.9~14.3℃、人工海水区で 10.9~14.4℃、粉碎塩区で 10.8~13.8℃であった。また、各区の生残率は対照区で 100%、人工海水区で 94.5%、粉碎塩区で 1.0%であった (図)。

(2) ヤマメ試験Ⅱ

試験期間中における各区の水温は対照区で 12.2~15.8℃、人工海水区で 12.2~15.0℃であった。また、各区の生残率は対照区で 100%、人工海水区で 95.0%であった (図)。

(3) ニジマス試験

試験期間中における各区の水温は対照区で 12.3~14.0℃、人工海水区で 12.2~13.9℃、粉碎塩で 12.0~13.9℃であった。また、各区の生残率は対照区で 100%、人工海水区で 97.5%、粉碎塩区で 0.5%であった (図)。

(4) イワナ試験

期間中における各区の水温は対照区で 12.8~15.5℃、人工海水区で 12.8~14.6℃、粉碎塩区で 12.8~14.6℃であった。また、各区の生残率は対照区で 99.0%、人工海水区で 88.5%、粉碎塩区で 3.1%であった (図)。

2 淡水移行後の飼育試験

各試験の取揚げ結果を表 1~4 に示した。いずれの期間でも対照区と人工海水経験区で体重の平均に差は認められなかった (t -test: $P>0.05$)。

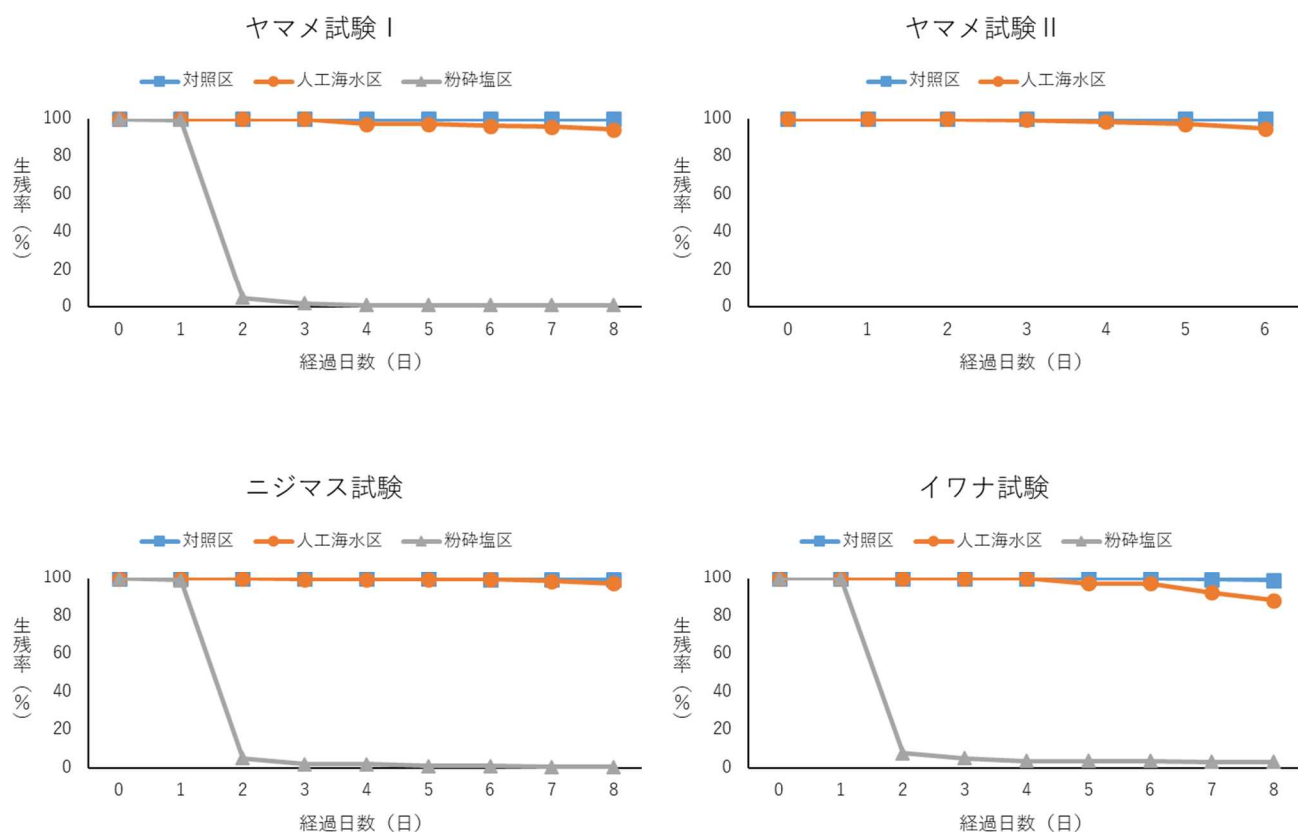


図 各試験における塩水経験日数と生残率

表 1 ヤマメ試験Ⅰにおける淡水移行後の平均体重の推移

	開始時	8週間後	16週間後	24週間後
	平均体重 (g) ±SD	平均体重 (g) ±SD	平均体重 (g) ±SD	平均体重 (g) ±SD
対照区	1.9 ± 0.5	18.2 ± 3.9	43.8 ± 16.0	90 ± 31
人工海水経験区	1.9 ± 0.4	19.6 ± 5.2	48.8 ± 21.0	88 ± 26

表 2 ヤマメ試験Ⅱにおける淡水移行後の平均体重の推移

	開始時	8週間後	16週間後	24週間後
	平均体重 (g) ±SD	平均体重 (g) ±SD	平均体重 (g) ±SD	平均体重 (g) ±SD
対照区	22.4 ± 5.7	64.0 ± 20.3	145 ± 43	181 ± 64
人工海水経験区	21.7 ± 6.0	62.3 ± 16.6	156 ± 40	197 ± 65

表 3 ニジマス試験における淡水移行後の平均体重の推移

	開始時	8週間後	16週間後	24週間後
	平均体重 (g) ±SD	平均体重 (g) ±SD	平均体重 (g) ±SD	平均体重 (g) ±SD
対照区	3.5 ± 0.5	20.8 ± 6.1	64.4 ± 17.4	178 ± 38
人工海水経験区	3.7 ± 0.6	23.6 ± 6.2	73.3 ± 19.2	183 ± 55

表4 イワナ試験における淡水移行後の平均体重の推移

	開始時	8週間後	16週間後	24週間後
	平均体重 (g) ±SD	平均体重 (g) ±SD	平均体重 (g) ±SD	平均体重 (g) ±SD
対照区	4.1 ± 0.8	14.1 ± 2.7	56.4 ± 12.8	95.9 ± 18.0
人工海水経験区	4.0 ± 0.8	13.8 ± 3.4	56.0 ± 10.8	96.4 ± 16.0

IV 考察

ヤマメ試験Ⅰ、ニジマス試験およびイワナ試験において、粉碎塩区の生残率は極めて低い値となった。今回使用した粉碎塩についての組成は不明であるが、市販されている塩類の多くは塩化ナトリウムの組成が高い²⁾。海産魚において、魚種や発育段階により相違はあるものの、少なくともナトリウム、カリウムおよびカルシウムは短期間の生命維持に必要な元素とされている³⁾。したがって、各試験において、粉碎塩区で生残率が低かった原因としてカリウムやカルシウムの不足が考えられる。各種のミネラルが配合された人工海水区において、死亡魚は確認されたものの、生残率はイワナ試験で88.5%、ニジマス試験では97.5%であったため、粉碎塩にカリウムやカルシウムを添加することで生残率が向上する可能性が示唆された。また、イワナ稚魚において、市販の食塩を用いた塩水経験でも、緩慢馴致することで、最終塩分濃度2.2%まで上昇させても、生残率が60%と96%であった⁴⁾ことから、塩水経験の手法や塩分濃度について検討する必要もある。

今回の飼育試験では、淡水移行後の各飼育試験において対照区と人工海水区で成長に差は認められなかった。今回の飼育試験では、概ね飽食給餌に近い状態とするため川場養魚センターのハコスチ飼育試験⁵⁾を基に、ライトリッツ給餌率表の1.5倍の給餌率とした。試験中に残餌も確認されたことから、給餌量が不足していたとは考えにくく、飽食給餌に近い状態であったと言える。ニジマスにおいて1週間70%人工海水に暴露してから淡水移行し、飽食給餌に近い飼育を行った場合、系統によっては成長が良好であったとの報告⁶⁾があるため塩水経験に適した系統を選抜する必要がある。

塩水経験を行うことで、成長ホルモン分泌作用により成長促進効果¹⁾が期待される。一方、体液

よりも塩分濃度が高い海水中では、魚類は浸透圧調整のため多量の水を飲んで多くの塩類を排出する必要があり、エネルギーを消費³⁾する。そのため、その後の成長を促進させるためには、塩水経験時の際に魚に与えるダメージをなるべく軽減させることが重要となってくる。サクラマスにおいて海水に暴露したところ、パーよりも大型スモルトの方が生残率が高いとの報告⁷⁾がある。また、体重40g程度のニジマスで塩水経験による成長促進効果が確認¹⁾されている。ニジマスにおいて塩水適応能力は体サイズに影響され、50gや100gの個体よりも150gや200gの個体の方が塩分耐性は強いとの報告⁸⁾がある。さらに、魚種によっても塩分耐性に違いがあることも報告⁹⁾されている。したがって、サケ科魚類の塩水耐性には体サイズや時期、魚種の違いが大きく影響すると考えられる。

本試験では、ヤマメ、ニジマス、イワナの稚魚を春季から夏季にかけて試験を実施したが、異なる時期、体サイズ、発育段階で塩水経験を行い、その有効性について確認する必要がある。

V 謝辞

本試験を行うにあたり、東京大学大学院農学生命科学研究科の金子豊二教授にご助言とご指導を頂いたことを厚く御礼申し上げます。

VI 文献

- 1) 金子豊二 (2020) : 魚類の浸透圧調節研究とマス類養殖への実践的展開. 第44回全国養鱒技術協議会要録 86-91.
- 2) 新野靖・西村ひとみ・古賀明洋・篠原富男・伊藤浩士 (1999) : 市販食塩の品質. 日本調理科学会誌 32 (2) 、133-144.

- 3) 石橋泰典(2015):海産魚の種苗生産における人工海水の利用と海水に含まれる各種元素の要求性. 日本海水学会誌 69(4)、1-5.
- 4) 田中英樹・神澤裕平・山下耕憲・星野勝弘(2021):イワナ0年魚の塩分耐性. 群馬県水産試験場研究報告 27、11-13.
- 5) 神澤裕平・山下耕憲・星野勝弘・田中英樹(2021):異なる給餌方法によるハコスチ飼育試験. 群馬県水産試験場研究報告 27、1-5.
- 6) 新潟県内水面水産試験場(2022):短期的人工海水暴露による成長促進効果試験-I. 新潟県内水面水産試験場調査研究報告 46、26.
- 7) 伴真俊・菅野肇・泉孝行・山内皓平(1988):池産0年魚サクラマスの体長と塩分耐性. 東北区水産研究所研究報告 50、117-123.
- 8) S. Gorie (1993): Relationship between Seawater Adaptability and Body Weight in 0+ Landlocked Rainbow Trout, Nippon Suisan Gakkaishi 59(3), 487-491.
- 9) 宇野将義(1989):数種のサケ科幼魚における秋期海水適応能と春期淡水適応能. 日本水産学会誌 55(2)、191-196.

江戸川系継代アユと天然遡上アユの冷水病耐性比較

阿久津崇・鈴木究真

要旨

群馬県水産試験場において、冷水病耐性アユ系統である江戸川系継代アユの種苗性維持を目的として、江戸川系継代アユのメスと天然遡上アユのオスとの間で交配を行い、次世代系統として江戸川系ver. 2を作出した。交配前に実施した冷水病感染実験により、親魚となる両系統の冷水病耐性を比較したところ、攻撃強度を 1.0×10^7 CFU/fishに設定した試験区において最終死亡率に有意な差がみられ、天然遡上が江戸川系に対して冷水病耐性に優れることが示された。一方で、半数致死菌量LD₅₀の比較において両系統間で差はみられなかったものの、江戸川系は作出当初と変わらない冷水病耐性を維持していることが示された。よって、江戸川系ver. 2において冷水病耐性が損なわれる可能性は低いとみられるが、今後も定期的な冷水病耐性の把握が必要であると考えられた。

I 緒言

江戸川系継代アユ¹⁾ (以下「江戸川系」という。) は群馬県水産試験場 (以下「群馬水試」という。) が作出した冷水病耐性アユ系統であり、現在の群馬県産放流用種苗のほとんどを占めている。しかし、2021年放流用種苗で継代数が10となり、今後の継代数増加に伴う種苗性の低下が懸念されている。種苗性は、「直接放流効果に結びつく生理・行動特性」と定義され²⁾、種苗性の低下に関わる要因のひとつとしては、継代飼育過程において、養殖施設の環境に適する個体が意図的または非意図的に選抜されることが考えられる³⁾。そこで、群馬水試では、江戸川系の種苗性の維持を目的として、2021年9月に天然遡上アユ (以下「天然遡上」という。) のオスと江戸川系のメスによる交配を行い、次世代系統として江戸川系ver. 2を作出した。この交配を実施するにあたっては、種苗性の維持に加え、冷水病耐性の維持もまた重要であると考えられた。ゆえに本研究では、冷水病の原因となる細菌*Flavobacterium psychrophilum*による人為感染実験を実施し、両系統の冷水病耐性を事前に比較することを目的とした。また、両系統の半数致死菌量LD₅₀ (以下「LD₅₀」

という) を算出し、系統間や過去の種苗との間で冷水病耐性を比較した。

II 材料および方法

1 供試魚

天然遡上は、江戸川 (千葉県松戸市) で2021年3月および4月に採捕した個体で、群馬水試で約3か月間畜養した後に実験に供した。江戸川系は、群馬水試で継代している個体 (F10) を用いた。各系統の供試魚の平均体重を表1に示した。なお、両系統間で供試魚の体重に有意な差はなかった (*t*-test, $P < 0.05$)

表1 供試魚

	継代数	体重 (g±SD)
天然遡上	—	4.37±1.00
江戸川系	10	4.47±0.61

2 試験期間

試験期間は2021年6月22日から7月8日までの17日間とした。

3 試験方法

試験区あたりの供試個体数は25尾とした。攻撃区は、1尾あたり0.1 mLの冷水病菌液（GMA0330株⁴⁾により作製）を腹腔内に注射した。なお、攻撃強度の異なる4区を設定し、それぞれ攻撃強度を 1.0×10^5 、 1.0×10^6 、 1.0×10^7 、 1.0×10^8 CFU/fishとした。対照区は、1尾あたり0.1 mLの改変サイトファーガ液体培地（以下「MCY液体培地」という。）を腹腔内に注射した。注射後、供試魚は容量約80 Lの試験水槽へ収容して水温約17℃の井戸水で飼育し、以後1日あたりの死亡個体数を記録した。死亡個体数データから、Probit法⁵⁾によりLD₅₀を算出した。なお、統計解析ソフトウェアはR (4.0.3)を使用し、LD₅₀の算出は、群馬大学元教授である青木繁伸氏がウェブサイト（<http://aoki2.si.gunma-u.ac.jp/R/ed50.html>）で公開している関数ed50()を用いた。

Ⅲ 結果

両系統の累積死亡率の推移を図に示した。攻撃強度を 1.0×10^7 CFU/fishに設定した試験区においては、天然遡上（最終死亡率48.0%）が江戸川系（最終死亡率84.0%）に比べ有意に低い最終死亡率を示した（Fisher's exact test, $P < 0.05$ ）。その他の攻撃強度に設定したいずれの試験区においても、両系統間で最終死亡率に有意な差はみられなかった（Fisher's exact test, $P > 0.05$ ）。

LD₅₀の比較を表2に示した。天然遡上与江戸川系F10は同程度のLD₅₀を示した。江戸川系F10のLD₅₀は、作出当初（F1、F2）の種苗からほとんど変化していなかった。なお、群馬水試で長期継代中の冷水病感受性アユ系統である群馬系と比較すると、天然遡上および江戸川系が10–1000倍程度高いLD₅₀を示した。

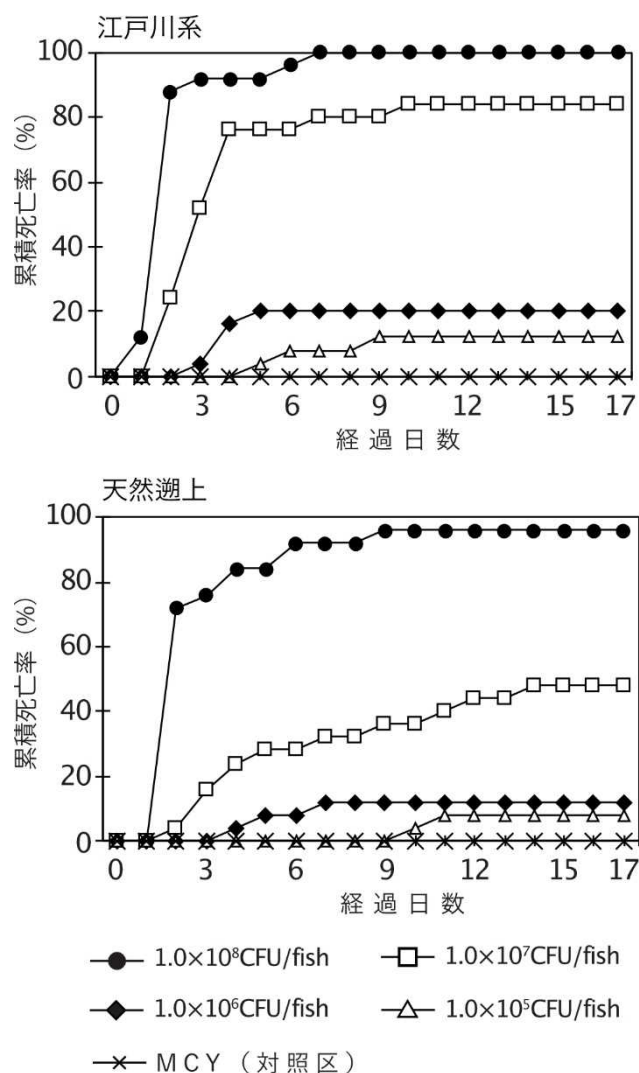


図 累積死亡率の推移

表2 LD₅₀の比較

系統	継代数	実施年	LD ₅₀ (CFU/fish) (95%信頼区間)
天然遡上	0	2021	3.23×10^6 (1.62×10^6 – 6.77×10^6)
	10	2021	2.01×10^6 (1.05×10^6 – 3.80×10^6)
江戸川系	2	2013	3.13×10^6 (1.26×10^6 – 9.59×10^6)
	1	2012	7.37×10^6 (3.26×10^6 – 1.68×10^7)
群馬系	43	2013	1.99×10^5 (4.47×10^4 – 1.99×10^6)
	42	2012	2.27×10^3 (5.59×10^{-9} – 2.28×10^4)

IV 考察

アユ人工種苗において、継代数増加による種苗の冷水病耐性低下を示す報告^{6) 7) 8)}がある。江戸川系は、作出当初(F1、F2)から示していた高いLD₅₀を継代数10となった現在まで維持していることが示された。これは冷水病耐性に関連する遺伝的な因子が江戸川系の系統内に固定化されていることを示している。実際、江戸川系作出時には、1,328個体に計3回の冷水病選抜試験を行い、耐過した64個体を親魚として養成した¹⁾。このような冷水病耐性についての強い選抜により、系統内に耐性因子が固定化されたと考えられる。

最終死亡率の比較においては、攻撃強度を 1.0×10^7 CFU/fishに設定した試験区において、天然遡上が江戸川系より高い冷水病耐性を有していることが示された。この結果から、天然遡上が冷水病耐性因子を有していたことと、野外環境中で*F. psychrophilum*に接触し、*F. psychrophilum*に対する特異抗体を持つ個体が含まれていたことが推察された。実際に、液性免疫による*F. psychrophilum*の除去がアユにおいて報告されており⁹⁾、天然遡上個体の冷水病耐性は、遺伝的因子に加え、野外環境における*F. psychrophilum*への接触歴の影響を少なからず受けていると考えられる。ゆえに今後は、野外河川で採捕した個体を感染実験に供する場合、事前に血清を採取して抗体価を把握するなどの過程が必要であろう。

今回の実験結果では、江戸川系では冷水病耐性因子が系統内に固定化されていることが示唆された。また、天然遡上においても高い冷水病耐性を有していることが示された。よって両系統の交配で作出された江戸川系ver. 2についても、冷水病耐性は受け継がれている可能性が高いと考えられる。しかしながら、一般的に海産系統は冷水病耐性に優れ^{7) 8)}、それが遺伝的な耐性因子に起因する¹⁰⁾とされているものの、今回使用した天然遡上個体が冷水病耐性因子をどの程度の割合で有していたか、また、抗冷水病菌抗体をどの程度有していたかという点については明らかでない。ゆえに両系統の交配によって作出された江戸川系ver. 2について、冷水病耐性に関わる遺伝的な因子をどの程度有しているのかは不明である。上述の通り、江戸川系では作出の過程

で系統内に冷水病耐性因子が固定化されていたとみられる。しかし、今回、江戸川系と天然遡上との交配で作出された江戸川系ver. 2において、冷水病耐性因子の頻度がどのように変化したのか明らかではない。江戸川系ver. 2の雌雄どうしの交配により継代される江戸川系ver. 2(F2)以降の種苗については、継代に伴い冷水病耐性が変化してゆく可能性があり、今後も定期的な冷水病耐性の把握が必要である。

V 引用文献

- 1) 群馬県水産試験場(2013): 多様性を維持した冷水病耐性アユの作出. 群馬県水産試験場業務報告 19、20-23.
- 2) 塚本 勝巳(1993): 種苗の質、放流魚の健苗性と育成技術. 北島力編集. 恒星者厚生閣 102-113.
- 3) 池田 実・高木 秀蔵・谷口 順彦(2005): マイクロサテライトDNA分析によるアユ種苗の遺伝的変異性と継代数の関係. 日本水産学会誌 71(5)、68-774.
- 4) H. Arai, Y. Morita, S. Izumi, T. Katagiri. and H. Kimura (2007): Molecular typing by pulsed-field gel electrophoresis of *Flavobacterium psychrophilum* isolates derived from Japanese fish. Journal of Fish Diseases 30, 345-355.
- 5) C. I. Bliss (1935): The calculation of the dosage-mortality curve. Annals of Applied Biology 22, 134-167.
- 6) 尾崎 真澄・上田 卓哉(2018): 戻し交配手法を用いて生産した海産系アユ人工種苗の冷水病耐性. 千葉県水産総合研究センター研究報告 12、69-74.
- 7) 増成 伸文・難波 洋平・植木 範行(2004): 継代数の異なる親魚を用いて生産したアユ人工種苗の冷水病耐性の差. 岡山県水産試験場報告 19、17-20.
- 8) T. Nagai, T. Tamura, Y. Iida and T. Yoneji(2004): Differences in Susceptibility to *Flavobacterium psychrophilum* among Three Stocks of Ayu *Plecoglossus*

- altivelis*. Fish Pathology 39(3), 159–164.
- 9) G. Kato, K. Suzuki, T. Sakai, M Kawakami, T. Takano, T. Matsuyama and C. Nakayasu (2015): The role of a specific antibody against *Flavobacterium psychrophilum* infection in ayu sweetfish, *Plecoglossus altivelis altivelis* (Temminck & Schlegel, 1846). Journal of Fish Diseases 38, 107–112.
- 10) 永井 崇裕・坂本 崇 (2006) :異なるアユ系統間の冷水病感受性と免疫応答. 魚病研究 41、99-104.

ギンヒカリの低魚粉飼料による飼育および肉質の検討

神澤裕平・山下耕憲・星野勝弘・田中英樹

近年、マス類について低魚粉飼料による飼育が行われているが¹⁾、大型のニジマス *Oncorhynchus mykiss* に関して、低魚粉飼料で飼育した知見はない。そこで、群馬県水産試験場川場養魚センター（以下「川場養魚センター」と言う。）でギンヒカリを用いて低魚粉飼料を給餌した飼育試験および食味試験を実施した。

I 材料および方法

1 飼育試験

(1) 供試魚

供試魚は、川場養魚センターで継代している三年成熟系ニジマスであるギンヒカリ 2 年魚（平均体重 1,239 g）を用いた。

(2) 試験区

試験区は、対照区および低魚粉区を各 1 区ずつ設定した。対照区は動物質性飼料含有量が 58%の株式会社科学飼料研究所製「ますネッカ色揚 EP 8」、低魚粉区は動物質性飼料含有量が 35%の同社製「ます類育成用エル色揚 EP 8」を用いた（表 1、2）。給餌量はライトリッツの給餌率表を基に両区が同量となるように調整し、月曜日から金曜日まで手まきによる給餌を行った。なお、給餌量の補正は 1 週間毎に行った。

表 1 各試験区における飼料の成分組成

成分	対照区	低魚粉区
粗たん白質	44.0%以上	44.0%以上
粗脂肪	10.0%以上	10.0%以上
粗繊維	3.5%以下	3.5%以下
粗灰分	15.0%以下	15.0%以下
カルシウム	1.60%以上	1.00%以上
りん	1.20%以上	1.00%以上

表 2 各試験区における飼料の原材料区分と配合割合

原材料	対照区	低魚粉区
動物質性飼料 (%)	58	35
穀類 (%)	25	35
植物性油かす類 (%)	6	18
そうこう類 (%)	1	1
その他 (%)	10	11

(3) 試験期間

試験は 2021 年 1 月 18 日から 8 月 3 日までの 198 日間とした。

(4) 試験池および供試魚数

川場養魚センターの屋外飼育池（2.1×3.8×水深 0.7 m）を使用し、試験開始時に各区 50 尾ずつ収容した。なお、飼育水は水温約 12℃の湧水を用いた。

(5) 測定方法

試験終了時に取揚げを行い、総重量を計測するとともに、各区 30 尾ずつ魚体測定を行った。

2 食味試験

(1) 供試魚

供試魚は各区 1 尾ずつとし、体サイズを表 3 に示した。

表 3 食味試験に用いた供試魚の体サイズ

対照区			低魚粉区		
全長 (cm)	体長 (cm)	体重 (g)	全長 (cm)	体長 (cm)	体重 (g)
55.3	48.6	2652	54.7	48.8	2438

(2) サンプル

2021 年 8 月 3 日の飼育試験終了後に供試魚を取

揚げて、内臓を除去した後、三枚におろし、皮を剥いた状態で4℃に設定した冷蔵庫内で保存した。冷蔵保存を開始してから24時間後に背側の肉を厚さが概ね均等になるように切り分けた。

(3) 試験日

2021年8月4日に実施した。

(4) パネリスト

群馬県水産試験場職員15名をパネリストとした。

(5) 方法

パネリストには、どちらのサンプルか分からないようにして、各2切れずつ別々の皿に盛って提供した。試験はサンプルに醤油等の味をつけない状態で、パネリストが回答用紙に記入する方法で実施した。

II 結果および考察

1 飼育試験

試験終了時の取揚げ結果を表4に示した。各区の体重に有意差は認められなかった (t -test: $P > 0.05$)。川場養魚センターにおいて、低魚粉飼料で飼育した体重100g程度のギンヒカリでは通常飼料と比べて飼料効率が低く²⁾、他系統の箱島系ニジマスでは通常飼料と飼料効率が差がない³⁾との報告がある。今回、大型のギンヒカリを用いて飼育試験を実施したが、水温約12℃の湧水での飼育条件下では低魚粉飼料でも通常飼料と比べて遜色なく成長することが示唆された。今後は、水温等の異なる条件でギンヒカリの低魚粉飼料飼育を行い、データを蓄積する必要がある。

表4 飼育結果

		対照区	低魚粉区
開始時	総重量 (kg)	66.28	62.14
	平均体重 (g ± SD)	1,239 ± 171	
	尾数 (尾)	50	50
終了時	総重量 (kg)	109.06	110.00
	平均体重 (g ± SD)	2,242 ± 238	2,355 ± 372
	尾数 (尾)	49	48
	増重量 (kg)	42.78	47.86
	給餌量 (kg)	85.56	85.56
	飼料効率 (%)	50	56

2 食味試験

質問の内容とパネリストによる回答結果を表5に示した。回答結果を $P=1/2$ の二項検定の両側検定により解析したところ、脂に関する回答で有意差が認められた ($P < 0.05$)。ギンヒカリに関して、他のニジマスと比較して脂質が少ないとの報告⁴⁾、⁵⁾もある。今回、通常飼料で飼育したギンヒカリの方が低魚粉飼料で飼育したものよりも脂肪が多いとの回答があったことから、低魚粉で飼育したギンヒカリは脂質がより少ない肉質となる可能性が示唆された。しかし、今回の試験で用いた供試魚が1尾と少なかったため、今後、低魚粉飼料で飼育したギンヒカリにおける食味試験のデータを蓄積するとともに肉質成分分析を実施して、総合的に評価する必要がある。

表5 質問と回答人数

		対照区	低魚粉区
質問1	肉の色がよいのはどちらですか (人)	7	8
質問2	肉が軟らかいのはどちらですか (人)	9	6
質問3	肉に臭みがないのはどちらですか (人)	5	10
質問4	脂があるのはどちらですか (人)	12	3
質問5	食べておいしいのはどちらですか (人)	7	8

III 文献

- 1) 三浦正之・山本剛史 (2021) : マス類低魚粉飼料の普及に向けた取り組み. 日本水産学会誌 87 (6) , 711-716.
- 2) 松岡栄一・山下耕憲・星野勝弘・松原利光 (2018) : 低魚粉飼料の有効性評価-I-. 群馬県水産試験場研究報告 23, 14-15.
- 3) 松岡栄一・山下耕憲・星野勝弘・松原利光 (2018) : 低魚粉飼料の有効性評価-II-. 群馬県水産試験場研究報告 23, 16-17.
- 4) 茂木実・吉野功・垣田誉志史・小林保博・高澤智美・岡崎恵美子 (2004) : ギンヒカリの肉質と食味. 群馬県水産試験場研究報告 10, 40-49.
- 5) 松原利光・吉野功・黒沢静男・松岡栄一 (2008) : ギンヒカリ (大型サイズ) の肉質の分析. 群馬県水産試験場研究報告 14, 26-32.

ホエー添加飼料を与えたニジマスの 飼育および肉質の検討

神澤裕平・山下耕憲・星野勝弘・田中英樹

近年、地元の特産品等を飼料に添加し、特色ある養殖魚を生産する研究が海産魚を中心に行われており¹⁾、マス類に関してもブドウの皮を飼料に添加した事例²⁾がある。群馬県は全国有数の生乳生産県であり、乳製品に加工する際にホエー（乳清）が生成されている。ホエーは畜産の飼料に添加されていることから、群馬県水産試験場川場養魚センター（以下「川場養魚センター」と言う。）で、モッツァレラチーズを生産する際に生成されるホエーを添加した配合飼料をニジマス *Oncorhynchus mykiss* に給餌して飼育試験を行った。さらに、飼育したニジマスについて食味試験も実施した。

I 材料および方法

1 飼育試験

(1) 供試魚

供試魚は、川場養魚センターで飼育している箱島系ニジマスの雌とスチールヘッド系ニジマスの雄を交配したハコスチ 0 年魚（平均体重 2.6 g）を用いた。

(2) 試験区

試験区は、対照区およびホエー区を各 1 区ずつ設定した。ホエーは株式会社田園プラザ川場から提供されたものを用い、配合飼料の重量に対して 20% 添加した。ホエーを添加した配合飼料は室内で自然乾燥させた後に、冷凍保存して、給餌毎に解凍して使用した。両区とも配合飼料は日清丸紅飼料株式会社製「マススーパーNo. 0」から「マススーパーNo. 6」をニジマスの成長に応じて給餌した。なお、給餌量はライトリッツの給餌率表を基に調整し、月曜日から金曜日まで手まきによる給餌を行い、土曜日と日曜日は無給餌とした。なお、両区とも、魚体測定時に計量した総重量を基に給餌量もその都度、補正した。

(3) 試験期間

試験は 2020 年 4 月 15 日から 2021 年 5 月 11 日までの 392 日間とした。

(4) 試験池

試験池は 2020 年 4 月 15 日から 6 月 9 日までは川場養魚センター屋外飼育池 2 号池（0.9×1.9×水深 0.6 m）、6 月 9 日から試験終了までは同 7 号池（1.0×3.6×水深 0.5 m）を用いた。なお、飼育水は水温約 12℃の湧水を用いた。

(5) 方法

1) 収容尾数

各区とも試験開始時に 500 尾、試験開始 8 週間後に 250 尾、16 週間後は 150 尾、24 週間後は 110 尾、36 週間後は 50 尾になるように計数して試験池に収容した。

2) 魚体測定

試験開始時と 4 週間毎に両区とも総重量を計量した後、無作為にサンプリングした 30 尾の魚体測定（全長、標準体長、体重）を行った。

2 食味試験

(1) 供試魚

供試魚は各区とも無作為にサンプリングした 15 尾とした。

(2) サンプル

2021 年 5 月 11 日の午前中に供試魚を取揚げ、内臓を除去した後、三枚におろし、皮を剥いだ状態で 4℃に設定した冷蔵庫内で保存した。冷蔵保存を開始してから 24 時間後に背側の肉を厚さが概ね均等になるように切り分けた。

(3) 試験日

食味試験は2021年5月12日に実施した。

(4) パネリスト

群馬県水産試験場職員15名および群馬県漁業協同組合連合会職員2名の計17名をパネリストとした。

(5) 方法

パネリストには、どちらのサンプルか分からないようにして、各2切れずつ別々の皿に盛って提供した。試験はサンプルに醤油等の味をつけない状態で、パネリストが回答用紙に記入する方法で実施した。

II 結果および考察

1 飼育試験

取揚げ時の平均体重を図に示した。全ての取揚げ時において、両区の体重に有意差は認められなかった (t -test: $P>0.05$)。したがって、今回の試験条件で

は、ホエーを配合飼料に添加しても成長に影響がないことが示唆された。

2 食味試験

質問の内容とパネリストによる回答結果を表に示した。回答結果を $P=1/2$ の二項検定の両側検定により解析したところ、全ての質問において、有意差は認められなかった ($P>0.05$)。今回の試験において、配合飼料の重量に対して20%のホエーを添加したが、1回で添加して自然乾燥させるには限界に近い量であった。また、1年以上もホエーを添加した飼料を給餌したが、食味試験で差は認められなかったため、今回の手法では肉質に大きな変化は生じないと考えられる。今回、ホエーを添加した配合飼料をニジマスに給餌して肉質を評価したが、ホエーでコーティングしたタイセイヨウサケ *Salmo salar* を冷凍保存すると、解凍する際のドリップを抑えられる他、脂質酸化も遅らせるとの報告³⁾があるため、ホエーを利用した冷凍保存技術の開発も検討の余地がある。

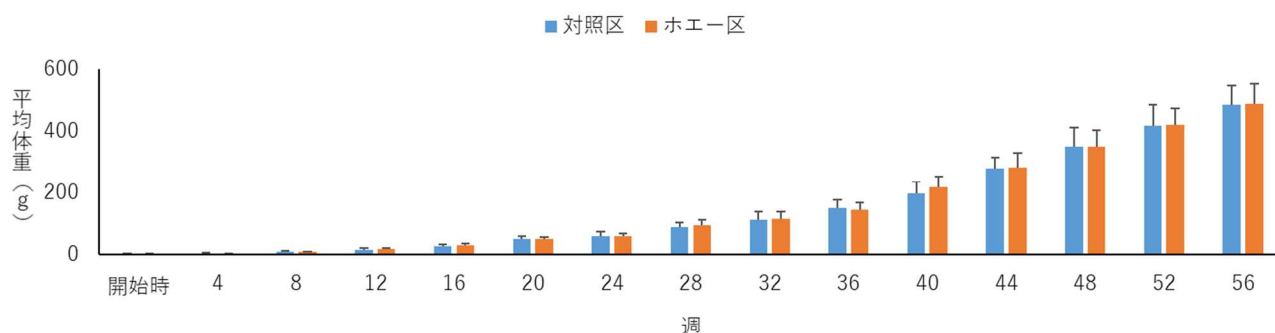


図 平均体重の推移

表 質問内容と回答結果

		対照区	ホエー区
質問1	肉の色がよいのはどちらですか (人)	8	9
質問2	肉が軟らかいのはどちらですか (人)	11	6
質問3	肉に臭みがないのはどちらですか (人)	12	5
質問4	脂があるのはどちらですか (人)	5	12
質問5	食べておいしいのはどちらですか (人)	9	8

Ⅲ 文献

- 1) 深田陽久(2015):柑橘類を用いた新しい養殖ブリ(香るブリ)の開発. 日本水産学会誌 81(5)、796-798.
- 2) 名倉淳(2013):ブドウ絞り滓を利用した新ブランド魚の開発. 山梨県水産技術センター業務報告 40、5-7.
- 3) L. Rodriguez-Turienzo, A. Cobos, V. Moreno, A. Caride, J. M. Vieites, O. Diaz (2011): Whey protein-based coatings on frozen Atlantic salmon (*Salmo salar*): Influence of the plasticiser and the moment of coating on quality preservation. Food Chemistry 128, 187-194.

The Dynamics of Radiocesium in the Lake Onuma Ecosystem, Mt. Akagi (別途報告)

Shun Watanabe, Kyuma Suzuki, Kin-ichi Tsunoda^{*1}, Masanobu Mori^{*2}, Seiichi Nohara^{*3}, Yukiko Okada^{*4},
Seiya Nagao^{*5}

要旨

The Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident on March 11, 2011 released substantial amounts of radiocesium (^{134}Cs and ^{137}Cs) and contaminated the environment across eastern Japan. In this study, we aimed to elucidate the temporal dynamics of ^{137}Cs in the aquatic ecosystem of Lake Onuma, Mt. Akagi. We estimated the effective ecological half-life of ^{137}Cs in fish and lake water, using ^{137}Cs concentration survey data collected from 2011 to 2019, and single- and two-component decay function models (SDM and TDM, respectively). TDMs provided a good fit for ^{137}Cs concentration decline processes in wakasagi (*Hypomesus nipponensis*), pale chub (*Zacco platypus*), and lake water. We concluded that ^{137}Cs concentrations approached a state of dynamic equilibrium between these aquatic organisms (wakasagi and pale chub) and the lake water. However, SDMs better predicted decline processes in ^{137}Cs concentrations in charr (*Salvelinus leucomaenis*), Japanese dace (*Tribolodon hakonensis*), and western waterweed (*Elodea nuttallii*). The ^{137}Cs mass balance in Lake Onuma suggests that ^{137}Cs may be eluted from the lake bottom sediments. In summary, ^{137}Cs contamination levels in Lake Onuma have significantly decreased, but monitoring surveys should continue to further our understanding of the processes underlying this reduction.

[報告雑誌名 : Impacts of Fukushima Nuclear Accident on Freshwater Environments, 199–226 (2021)]

^{*1}Gunma University, ^{*2}Kochi University, ^{*3}National Institute for Environmental Studies, ^{*4}Tokyo City University,

^{*5}Kanazawa University

Body Size Effect of Radiocesium Concentrations in Wakasagi (*Hypomesus nipponensis*) (別途報告)

Kyuma Suzuki, Shun Watanabe, Kin-ichi Tsunoda^{*1}, Masanobu Mori^{*2}, Seiichi Nohara^{*3}, Yukiko Okada^{*4}

要旨

The Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident on 11 March 2011 released large amounts of radiocesium (^{134}Cs and ^{137}Cs) and contaminated the environment of Gunma Prefecture in eastern Japan. Concentrations of 640 Bq kg^{-1} -wet radiocesium were found in wakasagi (*Hypomesus nipponensis*) in Lake Onuma on Mt. Akagi in Gunma Prefecture in August 2011. To elucidate the effect of body size on radiocesium levels in the Lake Onuma ecosystem, we determined age, body weight class, and radiocesium concentrations in wakasagi from 2012 to 2019. Furthermore, we estimated the effective ecological half-life of ^{137}Cs using ^{137}Cs concentration survey data and decay function models. A body size effect was found for the ^{137}Cs concentration of wakasagi from 2012 to 2015, i.e., the ^{137}Cs concentration increased with increased body weight. Conversely, no body size effect was found from 2016 to 2019. This may be due to the ^{137}Cs concentration of the lake water stabilizing after May 2014, and wakasagi being a small plankton-feeding fish. The decay of the ^{137}Cs concentration in wakasagi at age 0+ consisted of fast- and slow-term components, and the ^{137}Cs concentration decay rate was greatly reduced. Although the radiocesium contamination level of wakasagi inhabiting Lake Onuma has decreased, contamination has continued and monitoring studies should be continued.

[報告雑誌名 : Impacts of Fukushima Nuclear Accident on Freshwater Environments, 151–168 (2021)]

^{*1}Gunma University, ^{*2}Kochi University, ^{*3}National Institute for Environmental Studies, ^{*4}Tokyo City University

Radiocesium concentrations in great cormorants (*Phalacrocorax carbo*) between 2011 and 2012 after the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident (別途報告)

Kyuma Suzuki, Shun Watanabe, Hideki Tanaka, Masanobu Mori^{*1}, Kin-ichi Tsunoda^{*2}

要旨

Radiocesium concentrations were measured in the pectoralis muscles of great cormorant (n = 36) collected from Gunma Prefecture between November 2011 and July 2012. The ¹³⁷Cs contamination levels in great cormorant were consistent with the ¹³⁷Cs deposition levels on ground soil and ¹³⁷Cs concentrations in freshwater fishes. The Tag of great cormorants were comparable with those of other birds except for copper pheasant.

[報告雑誌名 : Analytical Sciences 38, 207–214 (2022)]

^{*1}Kochi University, ^{*2}Gunma University

令和３年度環境収容力推定手法開発事業 (別途報告)

山下耕憲・神澤裕平・星野勝弘・田中英樹

要旨

現在、内水面漁業協同組合による増殖の手法は稚魚放流が主流である。国内において稚魚放流に用いられる溪流魚の多くは、養魚場で長期継代された魚（継代養殖魚）である。一般的にサケ科魚類の継代養殖魚は自然繁殖由来の魚（天然魚と野生魚）よりも放流後の自然界における適応能力や生残率が低いことが明らかになっている。しかしながら、放流によって遊漁や漁業が維持されている現状や養殖業への影響を考えると、放流による増殖をすぐに中止することは難しい。一方、遊漁対象としての天然魚や野生魚のニーズも存在している。したがって、内水面の漁業協同組合や養殖業者からは稚魚の効率的な放流手法が求められており、それと並行して漁業管理および環境改善による天然魚と野生魚の効果的な増殖も必要とされている。

過去の知見において、サケ科魚類の放流後の定着および減耗には、体サイズや先住効果の影響がない場合には、成育環境や系統が影響することが指摘されている。一方、既存の国内の河川残留型サケ科魚類の定着性および減耗に関する研究においては、孵化成育環境と系統の影響を分離して評価していなかった。また、漁場管理手法の１つとして、キャッチアンドリリース区の設定が挙げられる。しかしながら、溪流魚におけるキャッチアンドリリース区設定の増殖効果についてはほとんど明らかになっていない。

そこで、孵化成育環境以外の条件を調整した実験系で定着性を比較することで、一般的に放流に用いられる人工孵化由来魚の定着および減耗の要因を検討した。また、通常の入漁区およびキャッチアンドリリース区において溪流魚の資源量および環境の調査を行い、環境条件によるバイアスを調整したうえでのキャッチアンドリリース区の設定が資源量に与える効果量を推定した。その結果、系統が同じ継代養殖魚であっても、人工孵化魚よりも自然繁殖魚の方が定着性が高いことが示された。また、キャッチアンドリリース区における溪流魚の生息密度は通常の入漁区の約２倍に増加することが示された。

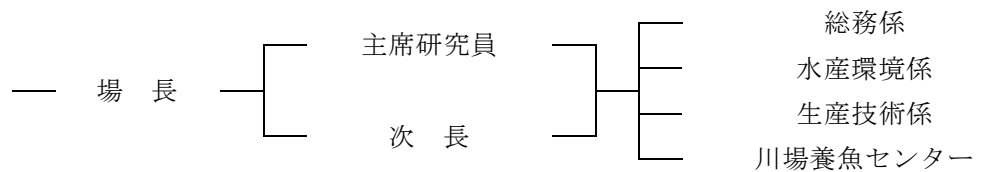
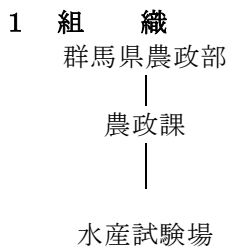
〔報告誌名：令和３年度環境収容力推定手法開発事業実績報告書（令和４年３月）、発行元：水産庁〕

群馬県水産試験場業務報告

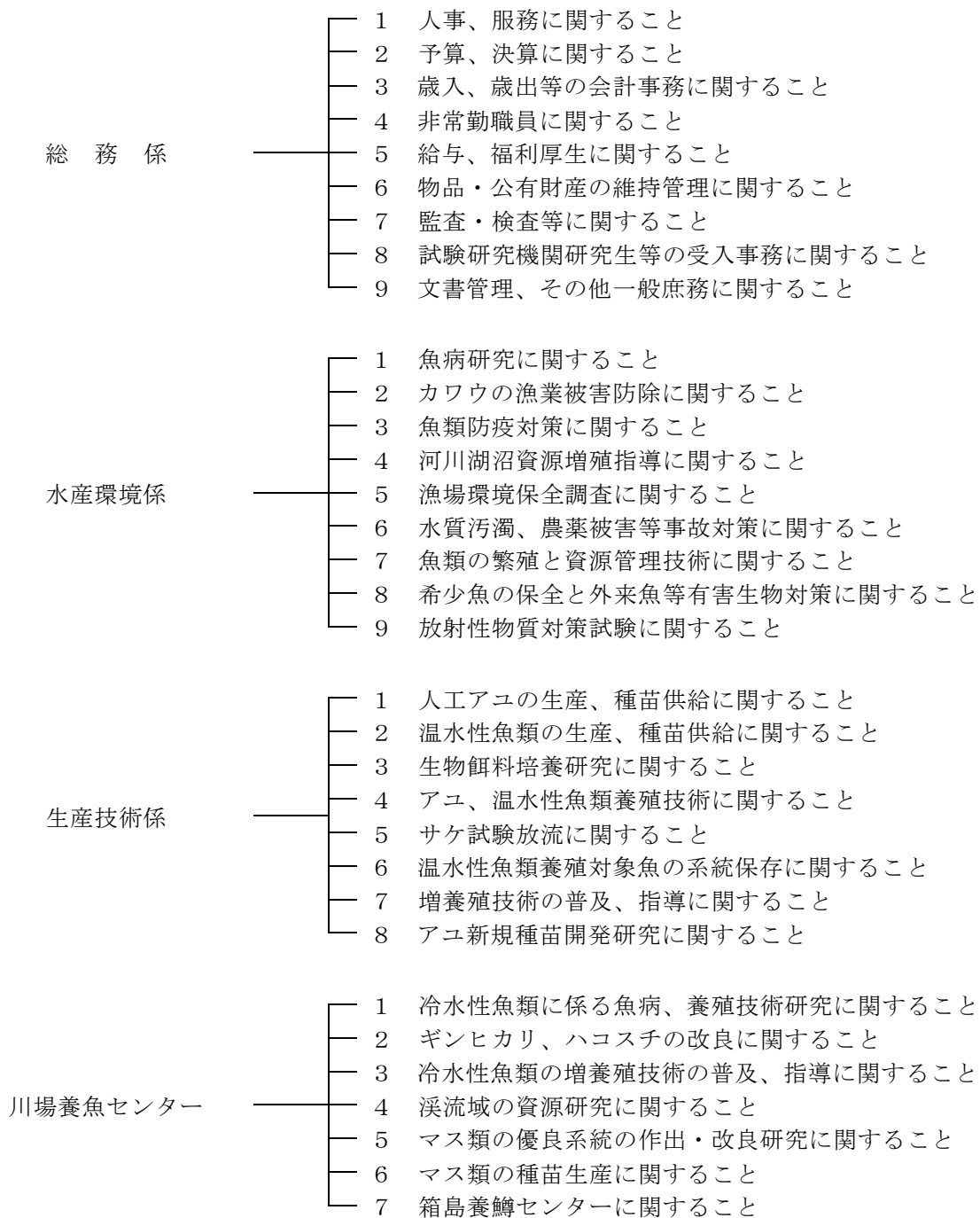
令和3年度

目 次

1	組 織	1
2	担当業務	1
3	職員配置	2
4	決算の概要	2
5	事業概要	3
	公害対策試験	3
	魚病研究	4
	魚類の繁殖と資源管理手法の研究	5
	養殖技術研究	5
	サケ放流試験	6
	人工アユ養殖研究	7
	マス類増養殖	11
	四年成熟系ニジマス固定化試験	14
	2年目成熟と春季体サイズの検討	14
	ニシブタ沢(イワナ保護水面)調査	15
6	研究成果の発表・伝達	16
7	研修会等出席状況	18
8	主な会議	19
9	その他	21
	福島県へのアユ中間育成種苗供給	21
	福島第一原子力発電所事故による放射能汚染に対する県内水産物の放射性物質検査	21
	放射性物質濃度検査結果	21
10	公有財産	22
11	継代種保有状況	23
12	職員名簿	24



2 担当業務



3 職員配置

2022 年 3 月 31 日現在

区 分	研 究 職	行 政 職		計
		事務吏員	技術吏員等	
場 長	1			1
主 席 研 究 員	1			1
総務係(次長含む)		3		3
水 産 環 境 係	4			4
生 産 技 術 係	2		1	3
川場養魚センター	3		1	4
合 計	11	3	2	16

4 決算の概要

(1) 歳 入 (単位：千円)

科 目	調 定 額	収 入 済 額	摘 要
使用料および手数料	202	202	土地使用料
財産収入	15,283	15,283	生産物売払代金
諸収入	1,410	1,410	受託事業収入等
合 計	16,895	16,895	

(2) 歳 出 (単位：千円)

費 目		金 額
人 件 費	水産試験場費	128,982
	人事管理費	8,793
	農政総務費	93
	小 計	137,868
施設維持管理費	農政総務費（特別維持整備費）	15,054
	小 計	15,054
事 業 費	水産試験場費	45,692
	農政企画費	348
	水産振興費	864
	財政管理費	15
	総務事務費	170
	小 計	47,089
合 計		200,011

(3) 事業費（水産試験場費）決算内訳

(単位：千円)

事業名	事項名	実施年度	金額
水産試験場運営 (総務係)	一般常用経費	—	8,522
	一般常用経費(箱島維持管理)	—	1,589
	会計年度任用職員経費	—	11,839
	小計		21,950
水産環境開発研究 (水産環境係)	魚病研究	各年	300
	魚類の繁殖と資源管理手法の研究	各年	300
	水圏生態系における放射性セシウムの動態解明	各年	391
	先端技術を活用したアユ漁場の活性化	R3～R7 年	614
	小計		1,605
温水性魚類生産技術研究 (生産技術係)	サケ放流試験	各年	66
	人工アユ養殖研究	各年	15,911
	温水性魚類養殖技術研究	各年	72
	アユを用いた老化・寿命に関するメカニズムの解明	R2～R5 年	330
	小計		16,379
冷水性魚類生産技術研究 (川場養魚センター)	冷水性魚類生産技術研究	各年	2,520
	溪流資源増殖研究	H30～R4 年	747
	マス類の高付加価値化研究	R3～R7 年	2,191
	親魚放流の増殖効果研究	H31～R3 年	300
	小計		5,758
合 計			45,692

5 事業概要

公害対策試験

水質汚濁に関連した事故処理

2021 年度中に群馬県内で発生した水質汚濁事故等による魚類被害の中で、検査を行ったものは 1 件であった(表)。なお、搬入魚については必要に応じて細菌検査等を行った。

表 2021 年度 水質汚濁事故等による魚類被害状況

No.	発生年月日	発生場所	状況	死亡魚の調査結果	協力機関
1	2021 年 6 月 7 日	伊勢崎市 水路	コイ等の死亡	原因不明	伊勢崎市

魚病研究

魚病対策

魚病の診断と水産用医薬品の適正使用の指導等に関し、コイ、フナ、アユ等の温水性魚類や観賞魚等については群馬県水産試験場本場で、ニジマス、ヤマメ、イワナなどの冷水性魚類については同川場養魚センターで対応した。また、養殖場の定期的巡回、魚病被害等の調査、水産用医薬品残留検査等を実施した。

1 魚病の診断結果と現状

2021 年 4 月から 2022 年 3 月までに、本場と川場養魚センターで扱った魚病診断件数は 25 件であった(表 1)(2020 年度 35 件、2019 年度 16 件)。

ニジマス、在来マスでは細菌性疾病の冷水病の発生が 11 件、ウイルス性疾病の IHN の発生が 1 件あった。アユ冷水病の発生河川数は 26 河川中 1 河川であった。アユ冷水病対策としては、2021 年度も前年度に引き続き策定した「2021 年度アユ冷水病防疫対策指針(群馬県版)」を基に放流方法や輸送時の種苗の取扱い方法、具体的な消毒方法等について河川漁業協同組合とアユ中間育成業者に対して指導を行った。

表 1 2021 年度 魚病診断件数

疾 病 魚 種	細菌性疾病				ウ イ ル ス 性 疾 病	寄生虫	その他	不明	計
	ビ ブ リ オ病	せ っ そ う病	冷水病	その他					
ニジマス、在来マス			11		1			5	17
コ イ									
ア ュ			1					1	2
そ の 他 の 魚 種						3		3	6
計			12		1	3		9	25

2 コイヘルペスウイルス病の発生と検査の概要

コイヘルペスウイルス病(以下「KHV 病」という。)は、国内では 2003 年 10 月 31 日に茨城県霞ヶ浦の養殖コイで、群馬県では 2004 年 4 月に初めて発生が確認された。以後、本県内の湖沼河川、公園池、養殖池、個人観賞池等で次々に発生して大きな被害をもたらした。なお、2021 年度は KHV 検査を行わなかった。

表 2 2021 年度 KHV 検査概要

項目	件数(前年)	陽性率(%) (前年)
検査件数	0(0)	陽性件数/検査件数
陽性件数	0(0)	0(0)
検査尾数	0(0)	陽性尾数/検査尾数
陽性尾数	0(0)	0(0)

3 医薬品の残留検査

食品として安全な養殖魚を消費者に提供するために、県内の養鱒業者で飼育しているニジマス2検体、ヤマメ2検体を対象にスルフィソゾールナトリウム、塩酸オキシテトラサイクリンの残留検査を行った（サンプリングは2021年9月）。その結果、医薬品残留が全てのサンプルで認められなかった。それぞれの医薬品の定量限界値は、スルフィソゾールナトリウム $0.01 \mu\text{g/g}$ 、塩酸オキシテトラサイクリン $0.02 \mu\text{g/g}$ である。なお、医薬品の残留分析は（一財）日本食品分析センターに委託した。

4 巡回指導および魚病被害調査

（1）巡回指導

定期的に養魚場を巡回し、魚病発生状況の把握と適切な治療方法、防疫対策について指導と啓発を図った。

（2）魚病被害調査等

魚病被害の実態調査と水産用医薬品の使用実態調査を行い、魚病対策と医薬品の使用規制、薬の投与方法、休薬期間等を指導した。また、県内の養殖魚類に発生する魚病の原因と対策について検討した。

魚類の繁殖と資源管理手法の研究

減少種の生息保護と系統保存を行うとともに、外来種に関する対策を講ずることで、魚類を指標とした生態系保全に努めた。

減少種の系統保存として、ヤリタナゴとホトケドジョウを増殖した。ヤリタナゴは、1999年に笹川（藤岡市）で採捕した天然魚から採卵し、継代飼育している魚を親魚に養成して人工採卵を行った（表）。また、ホトケドジョウは、水産試験場内のFRP水槽内で自然産卵により、稚魚32尾が得られた。

表 ヤリタナゴの人工採卵成績

採卵月日	採卵尾数(尾)	採卵数(粒)	ふ化数(尾)	ふ化率(%)
6月8日	1	23	17	73.9
6月9日	1	53	19	35.8

三名湖（藤岡市）の管理者からの依頼により、オオクチバスの釣獲駆除を実施した。駆除は2021年4月22日と5月20日に実施し、総駆除尾数は57尾であった。なお、CPUEはそれぞれ1.13と1.63尾/時間/人であった。

養殖技術研究

温水性魚類養殖技術研究

群馬県内における内水面養殖業の振興と資源増殖を図るため、飼育技術を検討した。なお、ギンブナの系統保存も行った（表）。

表 種苗生産状況

魚種	年齢	平均体重(g)	出荷量(kg)
ギンブナ	0年魚	9.47	75

サケ放流試験

サケ放流試験

群馬県に源を発している利根川は本州太平洋岸におけるサケ産卵遡上の南限となる川であり、そこでの産卵行動は学術的にも極めて重要である。しかし、河川環境等の変化により、サケの遡上は減少し、再生産は極めて難しい状況にあった。そこで本県では、利根川のサケ資源回復を図るため稚魚の放流を行うとともに、情操教育の一環として放流を行っている市民団体に稚魚を配布してきた。2021 年は、前年度に続きサケの遡上数が極端に少なく、採卵、採精に供する尾数を採捕できない状況が続いていたが、11 月 19 日に利根大堰（埼玉県行田市）右岸第 1 号魚道にてメス 2 尾、オス 6 尾、11 月 26 日にはメス 4 尾、オス 2 尾を採捕し、採卵を実施した。

1 種卵の収容方法と飼育成績

2021 年 11 月 19 日および 26 日に利根大堰（埼玉県行田市）右岸第 1 号魚道で採捕したサケ（表 1）から採卵し、群馬県水産試験場の縦型ふ化槽へヨード剤で 15 分間消毒した受精卵約 6,000 粒を収容した。発眼後はサケ飼育池へ収容し、ふ化管理および養成した。採卵・飼育成績を表 2 に示す。

表 1 サケの魚体測定結果（採捕した全個体）

	♂（N=8）			♀（N=6）		
	全長（cm）	体長（cm）	体重（kg）	全長（cm）	体長（cm）	体重（kg）
最大	81.0	70.0	4.9	77.5	68.0	4.8
最小	56.5	49.5	1.6	64.0	56.0	2.4
平均	71.2	62.3	3.4	71.0	62.6	3.6

表 2 採卵・ふ化飼育成績

項 目	内 容
卵の由来	群馬県利根川
採卵日	11 月 19 日、26 日
採卵尾数（尾）	6
採卵数（粒）	8,336
平均卵重（g）	0.25
発眼卵数（粒）	7,521
発眼率（%）	90.2
飼育池	7.0m×1.8m×深さ 0.4m×2
ふ化飼育用水	井戸水
飼育水温（℃）	12.0～16.2（平均 14.1℃）
ふ化開始月日	12 月 20 日
ふ化率（%）	93.4
給餌飼料	リッチ（科学飼料研究所製）
給餌期間	1 月 11 日～3 月 3 日
給餌回数（回/日）	1～5
総給餌量（kg）	2.42
生残尾数（尾）	5,947
生残率（%）	93.9
放流量（kg）	6.33
放流時平均体重（g）	1.06

2 稚魚の放流実績と回帰実績の結果

過去 24 年間の水産試験場のサケ稚魚放流尾数と、（独）水資源機構で調査した利根大堰上流への回帰尾数を表に示した。

表 年度別の稚魚放流尾数と回帰尾数(調査期間：10 月 1 日～12 月 25 日)

年度	稚魚放流尾数(尾)	回帰尾数(尾)	備考
1998	97,019	733	
1999	98,031	516	
2000	35,995	311	
2001	69,200	729	
2002	81,700	1,090	
2003	19,500	1,565	
2004	17,300	1,266	
2005	12,000	2,283	ゲート操作運用開始
2006	26,700	3,215	遡上サケから採卵開始
2007	27,400	4,769	
2008	14,660	5,606	
2009	10,700	9,463	
2010	12,307	8,964	
2011	14,700	15,095	
2012	18,505	15,889	
2013	16,742	18,696	
2014	11,610	8,759	
2015	9,711	12,338	
2016	47,159	4,038	
2017	17,522	3,389	
2018	16,888	4,142	
2019	-	129	
2020	4,572	140	
2021	5,947	36	

人工アユ養殖研究

人工アユ種苗生産

河川放流を目的にアユ中間育成用と、放流用の種苗生産を行った。

1 河川放流数量

群馬県内では約 16.5 t のアユが放流され（表 1）、そのうち群馬県水産試験場から中間育成用に 6 業者へ 633 kg、直接放流用として県下 7 漁業協同組合に種苗 1,910 kg を出荷した。

表 1 2021 年県内アユ放流実績

種 苗	放流量(kg)	放流割合(%)
水試産(直接)	1,910	11.6
県内産人工	8,585	51.8
県外産人工	6,050	36.6
合 計	16,545	100.0

2 親魚養成および採卵・ふ化状況

2021 年度は、従来から継代している系統、江戸川遡上海産系、江戸川遡上海産（♀）に天然遡上アユ（♂）を戻し交配した系統の種苗生産を行った。

（1）親魚養成

1）継代系

継代数：51 代

親魚候補群：2021 年 6 月 24 日から約 1,500 尾を親魚候補群として飼育開始、8 月 6 日に雌雄選別を行った。

2）海産系（江戸川遡上の海産系を親魚として継代、冷水病耐性系）

継代数：10 代

親魚候補群：2021 年 6 月 2 日から約 3,400 尾を親魚候補群として飼育開始、6 月 10 日から 7 月 16 日まで電照を行い、成熟時期を調整した。8 月 16 日に雌雄選別を行った。

飼育水：井戸水（17～22℃）

給餌率：配合飼料（日清丸紅飼料、科学飼料研究所製）を 2.0～3.5% 給餌した。

3）天然遡上魚（海産系の戻し交配用に江戸川天然遡上アユを親魚養成）

継代数：0 代

親魚候補群：2021 年 5 月 25 日から約 1,200 尾を親魚候補群として飼育開始、6 月 10 日から 7 月 16 日まで電照を行い、成熟時期を調整した。8 月 30 日に雌雄選別を行った。

（2）戻し交配による新たなアユ系統の作出

冷水病に強い個体を選抜して作出した海産系は、開発から 10 年が経過し、今後、遡上性や遺伝的多様性の低下が懸念される。そこで、戻し交配により海産系の雌と江戸川天然遡上アユの雄を交配し、漁業協同組合、遊漁者から求められる特性を持つ新たなアユ系統を作出することにした。

2021 年 3 月 22 日と 4 月 1 日に江戸川河口域から 13.5km 上流の葛飾大橋周辺で捕獲された天然遡上アユ約 2,000 尾を群馬県水産試験場に輸送した。このアユは冷水病に感染している可能性があるため、継代飼育しているアユとは別の飼育棟内の屋内コンクリート製飼育池（八角池 80 t 容）に設置した網生け簀（3.8×3.8×水深 0.9 m）に収容し、水温約 17℃の井戸水でアユ用配合飼料を 3.0～4.0% で与えて養成した。天然遡上アユへの配合飼料の給餌は、2 回目の輸送日の翌日である 4 月 2 日に開始した。当初、配合飼料の餌付けには日数を要することが予想されたが、天然遡上アユの摂餌行動は活発であり、開始日から摂餌を行う個体が確認され、翌々日にはほぼ餌付けを完了することができた。その後も天然遡上アユの摂餌行動は活発であった。

4 月から 5 月にかけて抗菌剤を使用基準に従って投薬し、体内からの冷水病菌等の魚病細菌の除菌を試みた。6 月中旬から頭部に潰瘍がある個体が確認されるようになったため、6 月 21 日に選別を行い、潰瘍のある個体を除去して収容尾数を 500 尾に減らした。しかし、その後も頭部に潰瘍がある個体が確認されたため、7 月 9 日に約 300 尾を屋外コンクリート飼育池（八角形 50 t 容）に移動した。その後は潰瘍のある個体は確認されなかった。

2021 年 9 月 7 日に江戸川系の雌 38 尾と天然遡上アユの雄 40 尾、9 月 13 日に江戸川系の雌 45 尾と天然遡上アユの雄 51 尾を用いて交配を行い、新たな系統を作出した。冷水病については、成熟期に雄 30 個体について保菌検査を行ったところ、陰性であった。

(3) 採卵・ふ化

採卵・発眼状況を表2に示す。

表2 採卵・発眼状況

系統	採卵月日	採卵尾数 (尾)	採卵粒数 (万粒)	1尾あたり粒数 (粒)	平均卵重 (mg)	発眼率 (%)
継代	8月27日	15	58	38,991	0.330	79.5
〃	8月30日	18	67	37,250	0.360	58.8
海産	9月2日	77	336	43,582	0.385	66.9
〃	9月3日	60	242	40,256	0.386	64.6
〃	9月6日	51	237	46,374	0.378	78.3
戻し交配	9月7日	38	196	51,460	0.390	79.4
海産	9月10日	35	180	51,567	0.368	62.5
戻し交配	9月13日	45	211	46,843	0.393	92.8
海産	9月20日	59	288	48,868	0.390	58.8
計		398	1,815			

* 1尾あたりの粒数は、採卵粒数（受精卵＋廃棄卵）／採卵尾数で算出

3 仔魚の飼育

ふ化直前の発眼卵を屋内飼育池に収容した。推定ふ化仔魚数は継代が21万尾、海産系は121万尾、戻し交配系は86万尾であった。仔魚の飼育には塩分濃度4‰の人工汽水を用い、放養初期に水温が25℃を上回る場合があるので、それ未満を維持（22～23℃）するように飼育水をクーラーで冷却した。戻し交配系は収容尾数が多いと考えられたため、ふ化後の経過日数で27から49日に分養を行った。冬季の水温は15℃を下回らなかったためボイラーでの加温は行わなかった。ふ化後の経過日数で、継代系は63と64日、海産系は71から75日に一次選別を行った。戻し交配系は、ふ化後の経過日数で52日と58日後に取り揚げを行ったところ、作業中に多数の死亡魚が確認されたため一次選別の時期を延期し、ふ化後の経過日数で81から93日後に一次選別を行った。それぞれの飼育結果を表3に示す。

表3 仔魚の放養・取り揚げ結果

系統	放養尾数(千尾)	取揚げ尾数(千尾)	平均体重(g)	生残率(%)
継代	207	104	0.255	50.2
海産	1,205	793	0.249	65.8
戻し交配	858	701	0.859	81.6

4 餌料生物

シオミズツボウムシは、12t槽12面によるバッチ式で培養した。収穫時にエアレーションを休止し、浮遊懸濁物などを沈降させポンプで吸い出し収穫した。餌料には濃縮淡水クロレラ（クロレラ工業株式会社製）、イースト（オリエンタル酵母工業株式会社）を使用した。2007年から継代系以外の親魚では、電照により採卵を早めており、培養日数の短縮を図っている。培養結果を表4に、年別培養成績を表5に示した。

表4 ワムシ培養結果

項 目	内 容
培養方法	バッチ式（一部、間引き式を含む）
培養期間	2021/8/24～11/29（98日間）
培 養 槽	12t（3×4.9×水深0.78 m）培養池×12面
培 養 水	0.8～1％塩水
水 温	25.3～30.3℃
餌 料	濃縮淡水クロレラ、イースト
給 餌 量	クロレラ：ワムシ10億個体あたり4 L/日 給餌量合計1,890 L イースト： " 2 kg/日 " 457 kg
給餌回数	1日3回（8:30、11:30、16:00）
収穫期間	2021/9/7～11/26（81日間）
収 穫 量	全体の3/4 総収穫量664 kg
種付け量	全体の1/4
培養日数	4～7日間

表5 年別ワムシ培養成績

年	クロレラ使用量(L)	イースト使用量(kg)	ワムシ生産量(kg)
2000	4,095	972	1,133
2001	6,708	1,841	2,174
2002	6,478	3,254	2,252
2003	4,049	2,618	1,696
2004	3,235	2,442	1,526
2005	4,330	3,413	2,322
2006	3,580	2,750	1,285
2007	3,439	2,152	1,413
2008	2,501	1,748	1,218
2009	2,776	1,742	1,110
2010	2,352	1,637	1,067
2011	3,125	1,858	1,231
2012	2,493	1,554	1,526
2013	2,512	1,527	1,401
2014	2,369	1,344	1,385
2015	2,277	1,123	1,004
2016	2,158	1,322	685
2017	2,172	1,310	611
2018	1,818	862	878
2019	2,212	869	737
2020	1,858	797	713
2021	1,890	457	664

5 疾病発生状況

疾病の発生はなかった。

6 中間育成用種苗の出荷

2021 年 1 月 4 日から 2022 年 2 月 4 日まで、6 業者（県内 5 業者、県外 1 業者）に 633 kg、約 46 万尾を出荷した。表 6 に中間育成種苗出荷を開始した 1996 年以降の実績を示す。

表 6 中間育成種苗出荷実績

年	出荷量(kg)	平均体重(g)	出荷尾数(尾)	放流種苗出荷量(kg)
1996	466	0.48	959,000	5,570
1997	477	0.38	1,247,000	5,217
1998	823	0.35	2,346,600	10,791
1999	975	0.50	1,932,000	15,973
2000	1,764	0.62	2,825,000	22,677
2001	1,635	0.67	2,423,000	19,118
2002	1,651	0.50	3,260,000	19,118
2003	1,273	0.57	2,260,000	17,656
2004	818	0.47	1,711,000	16,004
2005	985	0.37	2,770,000	14,060
2006	581	0.47	1,710,000	15,824
2007	450	0.45	1,060,000	12,480
2008	888	0.54	2,261,000	11,950
2009	796	0.92	864,000	9,273
2010	805	0.72	1,111,000	10,645
2011	835	0.83	1,001,000	7,380
2012	756	0.89	847,000	7,502
2013	1,075	1.02	1,049,000	9,546
2014	842	0.93	905,000	9,358
2015	778	0.92	844,000	7,500
2016	1,173	1.30	902,000	6,412
2017	1,049	1.01	1,038,000	8,932
2018	566	1.04	545,000	8,420
2019	733	0.94	783,000	7,390
2020	598	0.99	606,000	5,970
2021	507	1.13	447,000	8,565
2022	633	1.37	463,000	—

マス類増養殖

ニジマス、ヤマメ、イワナの種苗生産と養鱒技術指導業務を行った。なお、2011 年度から箱島養鱒センターは川場養魚センターに組織統合されている。

種苗生産

1 親魚の由来

(1) ニジマス

1) 早期採卵系

従来から川場養魚センターで継代飼育してきた系統であり、稚魚期の成長が良好な魚を親魚として養成した。

2) 箱島系

2001 年から箱島養鱒センターで継代飼育してきた系統であり、2016 年に遊漁用ニジマスとして商標登録された「ハコスチ」の雌親魚として養成した。

3) スチールヘッド系

1987 年に水産庁養殖研究所日光支所から稚魚で導入した。また、上記の「ハコスチ」の雄親魚として養成した。

(2) ギンヒカリ

川場養魚センターで 1987 年から選抜を繰り返して固定化した「性成熟遅延系(三年成熟系)」のニジマスで、生食用を主とした新しい養殖対象魚種として 2002 年に「ギンヒカリ」のブランド名で商標登録を行い、川場養魚センターで種卵、種苗の供給体制を整備し、「群馬の最高級ニジマス」として普及を図っている。継代にあたっては、2 年目で成熟した個体はすべて淘汰し、3 年目以降で初めて成熟した雌雄のみを親魚として採卵した。また、稚魚期における成長が著しく良い個体群(トビ)と悪い個体群(ビリ)を除いた群を親魚として養成した。

(3) ヤマメ

1) 吾妻系

1967 年に温川支流今川で採捕した天然魚を親魚とし継代飼育している。継代にあたっては採卵期間中のピーク時の群を残し、稚魚期の成長が良好なものを親魚として養成した。

2) 嬬恋系

嬬恋村の養鱒業者が選別してきた体表の斑紋の優良な群を 2004 年に導入し、継代飼育している。継代にあたっては斑紋の優良なものを親魚として養成した。

(4) イワナ

1983 年に薄根川支流の溝又川最上流域で採捕した天然魚を親魚とし継代飼育している。継代にあたっては稚魚期の餌付きが良く、成長が良好なものを親魚として養成した。

2 親魚養成

(1) ニジマス

早期採卵系 150 尾、箱島系 700 尾およびスチールヘッド系 370 尾を川場養魚センターで親魚として養成した。さらに箱島系については、前年に採卵を行った経産魚 90 尾を継続飼育した。

(2) ギンヒカリ

川場養魚センターで 600 尾を親魚として養成した。

(3) ヤマメ

川場養魚センターで吾妻系 520 尾、箱島養鱒センターで嬬恋系 1,000 尾を親魚として養成した。

(4) イワナ

川場養魚センターで 510 尾を親魚として養成した。うち、260 尾は前年に採卵を行った経産魚を継代飼育した。

3 採卵成績

各魚種、各系統の採卵成績を表 1～8 に示した。

表 1 ニジマスの採卵成績（早期採卵系）

採卵月日	採卵尾数(尾)	採卵数(粒)	1尾当たり卵数(粒)	発眼卵数(粒)	発眼率(%)
9月16日	13	32,341	2,488	25,614	79.2
9月22日	5	10,911	2,182	9,253	84.8
合計	18	43,252		34,867	

表 2 ニジマスの採卵成績（箱島系）

採卵月日	採卵尾数(尾)	採卵数(粒)	1尾当たり卵数(粒)	発眼卵数(粒)	発眼率(%)
12月9日	40	109,717	2,743	95,015	86.6
12月16日	36	95,440	2,651	65,854	69.0
計	76	205,157		160,869	

表 3 ニジマスの採卵成績（スチールヘッド系）

採卵月日	採卵尾数(尾)	採卵数(粒)	1尾当たり卵数(粒)	発眼卵数(粒)	発眼率(%)
12月9日	95	163,612	1,722	115,837	70.8
12月15日	35	60,629	1,732	42,925	70.8
合計	130	224,241		158,762	

表 4 ニジマスの採卵成績（ハコスチ：箱島系♀×スチールヘッド系♂）

採卵月日	採卵尾数(尾)	採卵数(粒)	1尾当たり卵数(粒)	発眼卵数(粒)	発眼率(%)
11月9日	25（経産魚）	85,523	3,421	75,603	88.4
11月17日	18	53,034	2,946	44,761	84.4
	15（経産魚）	63,075	4,205	52,983	84.0
11月24日	30	67,621	2,254	58,695	86.8
	21（経産魚）	74,163	3,532	66,895	90.2
12月2日	57	128,594	2,256	108,534	84.4
	9（経産魚）	30,419	3,380	24,701	81.2
合計	175	502,429		432,172	

表 5 ギンヒカリの採卵成績

採卵月日	採卵尾数(尾)	採卵数(粒)	1尾当たり卵数(粒)	発眼卵数(粒)	発眼率(%)
10月7日	9	39,074	4,342	22,272	57.0
10月14日	16	61,795	3,862	33,246	53.8
10月21日	60	246,731	4,112	146,851	59.5
10月28日	62	265,200	4,277	211,099	79.6
11月4日	15	48,449	3,230	33,139	68.4
合計	162	661,249		446,607	

表 6 ヤマメの採卵成績（吾妻系）

採卵月日	採卵尾数(尾)	採卵数(粒)	1尾当たり卵数(粒)	発眼卵数(粒)	発眼率(%)
10月4日	258	301,327	1,168	285,056	94.6
10月13日	84	100,045	1,191	88,840	88.8
合計	342	401,372		373,896	

表 7 ヤマメの採卵成績（孀恋系）

採卵月日	採卵尾数(尾)	採卵数(粒)	1尾当たり卵数(粒)	発眼卵数(粒)	発眼率(%)
10月5日	156	160,117	1,026	130,244	80.6
10月8日	82	124,643	1,520	105,625	84.0
10月12日	91	144,004	1,582	117,554	80.2
10月15日	62	102,700	1,656	91,101	90.0
10月19日	62	86,773	1,399	71,524	82.4
合計	453	618,237		516,048	

表 8 イワナの採卵結果

採卵月日	採卵尾数(尾)	採卵数(粒)	1尾当たり卵数(粒)	発眼卵数(粒)	発眼率(%)
11月8日	109	126,224	1,158	87,094	69.0
	166(経産魚)	211,572	1,275	193,800	91.6
11月16日	72	87,254	1,212	41,882	48.0
	26(経産魚)	33,523	1,289	27,489	82.0
合計	373	458,573		350,265	

四年成熟系ニジマス固定化試験

2018年に4年目で初めて成熟した個体群から新たな系統を作出して継続飼育した。作出した系統の三年成熟魚出現率は75%であった（表）。

表 三年成熟状況確認結果

尾数(尾)			三年成熟魚出現率(%)	未成熟魚平均体重(kg)
未成熟	成熟♂	成熟♀	75	2.28
22	31	36		

2年目成熟と春季体サイズの検討

2020年2月にイラストマーで個体識別したギンヒカリ（1+）を3～6月上旬まで通常給餌量の1.2倍量に設定した区（1.2倍区）と同様に1.5倍に設定した区（1.5倍区）を設けた。6月上旬まで1回、個体測定（全長、体長、体重）した後、秋季（11月）まで飼育し、春季の体サイズと2年目の成熟状況について確認したところ、2年目秋季に成熟するオス個体の試験開始時の最小体重は1.2倍区で202g（表1）、1.5倍区で199g（表2）であったため、2月上旬において、体重200g以上の個体を選別することで、概

ね2年目に成熟するオスを事前に除ける可能性が示唆された。

表1 1.2倍区における体重の推移

		2月2日	3月1日	4月1日	5月6日	6月2日
未成熟 (n=19)	平均 (g) $\pm$ SD	179 $\pm$ 36	217 $\pm$ 43	291 $\pm$ 62	385 $\pm$ 78	425 $\pm$ 75
	最小-最大 (g)	120-274	150-341	204-478	270-612	307-624
成熟オス (n=5)	平均 (g) $\pm$ SD	227 $\pm$ 23	294 $\pm$ 42	407 $\pm$ 62	551 $\pm$ 86	617 $\pm$ 97
	最小-最大 (g)	202-257	252-357	354-513	472-706	524-799
成熟メス (n=3)	平均 (g) $\pm$ SD	248 $\pm$ 53	297 $\pm$ 66	407 $\pm$ 86	550 $\pm$ 119	628 $\pm$ 135
	最小-最大 (g)	182-311	218-379	313-520	429-712	499-814

表2 1.5倍区における体重の推移

		2月2日	3月1日	4月1日	5月6日	6月2日
未成熟 (n=25)	平均 (g) $\pm$ SD	187 $\pm$ 37	230 $\pm$ 45	326 $\pm$ 66	449 $\pm$ 86	527 $\pm$ 98
	最小-最大 (g)	137-276	165-323	240-479	326-622	382-729
成熟オス (n=4)	平均 (g) $\pm$ SD	278 $\pm$ 47	358 $\pm$ 59	482 $\pm$ 80	652 $\pm$ 101	766 $\pm$ 114
	最小-最大 (g)	199-321	257-408	351-565	484-748	573-868
成熟メス (n=1)	体重 (g)	139	179	268	404	473

ニシブタ沢（イワナ保護水面）調査

2021年10月29日に野反湖（中之条町）に流入するニシブタ沢において、湖から約700 m上流の魚止めの滝までの間、目視によりイワナの産卵床造成跡数を確認した。2021年の産卵床造成跡数は63であった（図）。

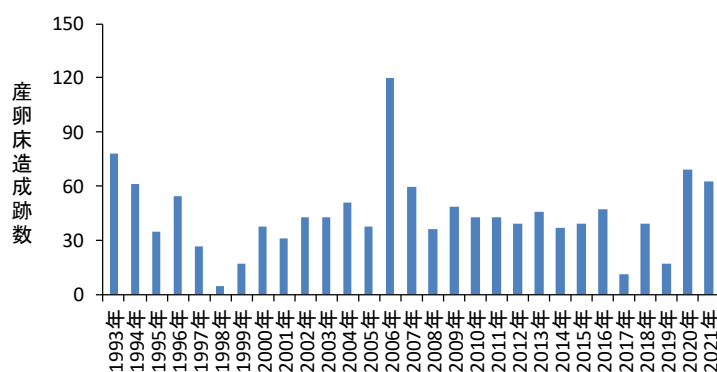


図 イワナの産卵床造成跡数の年次変動

6 研究成果の発表・伝達

(1) 水産試験場研究報告（別途報告を含む）以外の水産試験場発行資料

資料名（発行年）	内 容
水試だより 第 53 号 (令和 3 年 6 月)	【巻頭】 負けないぞ！「群馬の水産」 【特集】 戻し交配による新たなアユ系統の開発 【水産行政から】 「群馬県水産振興計画」を策定しました 【試験研究から】 イワナの半天然魚と継代養殖魚の移動性

(2) 水産試験場主催の講習会等(魚病関係を除く)

講習会等の名称(開催日)	課 題 名	講 師 名
フォローアップセミナー (令和 3 年 4 月 20 日) 養鱒業関係者を対象 (総参加者数 15 名)	ハコスチの効率生産に向けた多給餌飼育	神澤裕平 (川場養魚センター)
群馬県水産試験場成果発表会 (令和 4 年 2 月 9 日) 新型コロナウイルス感染症対策として参加者を漁業協同組合員に限定して開催 (総参加者数 46 人)	1 戻し交配による新たなアユ系統の作出 2 天然遡上アユと江戸川系継代アユとの冷水病耐性比較 3 外部形態による釣獲アユの由来判別 4 アユの急冷ヒートショック反応 5 ビニル袋による活魚の輸送条件 6 代理親魚技術を用いたアユにおける系統保存方法の開発 7 県内水産業におけるデジタル化・D X 導入の可能性 8 ギンヒカリ早期成熟対策について 9 群馬のサーモン 過去・現在・未来	松原利光 (生産技術係) 阿久津崇 (水産環境係) 新井肇 (水産環境係) 井下真 (生産技術係) 田中英樹 (川場養魚センター) 鈴木究真 (水産環境係) 渡辺峻 (蚕糸園芸課) 神澤裕平 (川場養魚センター) 小西浩司 (水産試験場)

(3) 雑誌、単行本等による技術解説

該当なし。

(4) マスコミ発表 (掲 載)

タ イ ト ル	マスコミ名	日 付
コクチバス駆除にドローン 産卵床発見、目視の 1.5 倍に	東京新聞	3.10.6
オレンジに輝く命 川場でギンヒカリ採卵	上毛新聞	3.10.31
群馬県で育ったおいしい食材を紹介 養殖マス特集	ぐんま読売 タウンぐんま	4.2.3

(5) 研究会、研修会および現地講習会等での発表(群馬水試主催を除く)

研修会・講習会の名称	場 所	主 催	発表者氏名	課 題 名	期 日	人数
ネイチャークラブ	水産試験場	コープぐんま	小西 浩司	ぐんまのお魚を学ぼう！	3.8.3	21
9 th World Recreational Fishing Conference	Web 開催	World Recreational Fishing Conference Committee	山下 耕憲	Angler's requests and innate desires concerning recreational fishing: a case study by questionnaire survey in reservation-only, catch-and-release stream segments	3.6.28 ～6.30	550
全国湖沼河川養殖研究会第93回大会	Web 開催	全国湖沼河川養殖研究会	山下 耕憲	遊漁者の満足度を向上させる要因と遊漁管理への要望～予約制 C&R 特設釣り場における事例～	3.9.2	80

(6) 技術相談・依頼診断件数

・現地指導による技術相談・依頼診断等

場 所	漁場環境	漁場増殖	養殖技術	計
本 場	0	3	4	7
川場センター	0	0	15	15
計	0	3	19	22

・来場・電話による技術相談・依頼診断等

場 所	漁場環境	漁場増殖	養殖技術	計
本 場	7	4	32	43
川場センター	1	1	13	15
計	8	5	45	58

(7) 視察および見学

場 所	日 本 人		外 国 人		
	件数	人員	国 名	件数	人員
本 場	0	0	—	—	—
川場センター	3	7	—	—	—
計	3	7	計	—	—

(8) 研修員(県要領、要綱等に基づく受け入れ)

新型コロナウイルス感染症対策のため受け入れを中止した。

(9) 職場体験学習受入

所 属	受入人数	受 入 期 間	主 担 当 係	備 考
県立万場高校	4	3. 6. 30	主席研究員	講義・施設見学
県立万場高校	5	3. 9. 16	生産技術係	アユ採卵実習
県立万場高校	13	3. 9. 22	川場養魚センター	ニジマス採卵実習
川場村立川場中学校	1	3. 10. 11～14	川場養魚センター	飼育管理実習
県立万場高校	5	3. 11. 11	生産技術係	ワムシ観察実習
前橋市立岩神小学校	22	3. 12. 2	主席研究員	講義・施設見学
太田市立太田中学校	8	3. 12. 8	主席研究員	講義・施設見学

7 研修会等出席状況

(1) 水産関係研修会等

研 修 会 名	会 場	期 間	出 席 者
養殖生成管理技術者養成研修 本科基礎コース	Web 開催	3. 8. 20～10. 25	阿久津 崇
外来魚web勉強会 「ゲノム編集技術を用いた外来魚の駆除技術に関する研究開発の概要と進展」	Web 開催	3. 12. 13	小西 浩司
東京海洋大学オンラインセミナー「東京湾から天然遡上するアユに対する放流された湖産アユの遺伝的影響」	Web 開催	4. 2. 4	新井 肇 鈴木 究真 阿久津 崇
内水面漁協の活性化に関する研究成果検討会	Web 開催	4. 3. 11	小西 浩司 松原 利光
コンプライアンス研修会	水産試験場	4. 3. 18	水試職員

(2) 一般研修

研 修 会 名	会 場	期 間	研修者氏名
新任管理職研修(R2 年未受講分)	県自治研修センター	3. 6. 24	田中 英樹
メンター研修	(動画視聴)	3. 7. 13～7. 30	井下 眞
能力開発eラーニング研修	(動画視聴)	3. 7. 1～4. 2. 28	小西 浩司 登丸 早智子 鈴木 紘子
職員ストレスチェック分析結果に基づく管理監督者研修	(動画視聴)	3. 9. 27～10. 29	原田 昌季
主事・技師キャリアアップ研修	(動画視聴)	3. 10. 1～11. 30	山下 耕憲 井下 眞
幹部職員研修	(動画視聴)	3. 10. 4～11. 8	原田 昌季
主事・技師キャリアアップ研修	群馬県公社総合ビル	3. 10. 15	山下 耕憲 井下 眞
主事・技師キャリアアップ研修	県自治研修センター	3. 10. 20～10. 21	井下 眞
主事・技師キャリアアップ研修	県自治研修センター	3. 11. 4～11. 5	山下 耕憲
内部統制制度オンライン研修	(動画視聴)	3. 11. 11～12. 13	係長以上の職員
「ワンペーパー作成力」研修	(動画視聴)	4. 1. 17～2. 17	阿久津 崇

8 主な会議

会 議 名	開 催 日	参 集 範 囲	場 所
群馬県養鱒漁業協同組合ギンヒカリ部会、ハコスチ部会	3. 4. 20	関係者	水産会館
第1回農政部研究調整担当者会議	3. 4. 21	農政部関係者	県庁
群馬県漁業協同組合連合会漁業組合事務職員会議	3. 4. 27	関係者	水産会館
効果的な外来魚等抑制管理技術開発事業第1回検討委員会	3. 5. 14	関係者	(Web 開催)
群馬県養鱒漁業協同組合ギンヒカリ部会	3. 5. 26	関係者	水産会館
全国湖沼河川養殖研究会第1回理事会・運営委員会	3. 5. 27	関係者	(書面開催)
群馬県漁業増殖基金協会定例理事会	3. 5. 31	関係者	水産会館
群馬県漁業増殖基金協会評議員会	3. 5. 31	関係者	水産会館
環境収容力推定手法開発事業計画検討会	3. 6. 8	関係研究機関	(Web 開催)
群馬県漁業協同組合連合会通常総会	3. 6. 15	関係者	水産会館
内水面水産資源被害対策事業カワウ被害防止対策事業第1回検討委員会	3. 6. 18	関係者	(Web 開催)
全国養鱒技術協議会 養殖技術部会	3. 6. 18	関係者	(Web 開催)
水産試験場研究評価会 (事前評価)	3. 6. 21	関係者	群馬水試
群馬県養鱒漁業協同組合ギンヒカリ部会	3. 6. 22	関係者	水産会館
農業農村振興計画重点プロジェクトⅠ第1回推進会議	3. 6. 23	農政部関係者	県庁
全国湖沼河川養殖研究会関東甲信越ブロック会議	3. 7. 1	関係者	(書面開催)
第28回坂東大堰地区事業推進会議	3. 7. 15	関係者	広瀬桃木両用水土地改良区
全国水産試験場長会内水面部会 関東甲信越ブロック会議	3. 7. 26	関係者	(書面開催)
農政部長川場養魚センター視察	3. 7. 30	農政部関係者	川場養魚センター
全国養鱒技術協議会総会	3. 7. 30	関係者	(書面開催)
農業技術推進会議 水産専門部会	3. 9. 1	関係者	水産試験場
全国湖沼河川養殖研究会第93回大会	3. 9. 2	関係者	(Web 開催)
試験研究機関機関長会議	3. 9. 2	関係者	(書面開催)
第2回農政部研究調整担当者会議	3. 9. 3	農政部関係者	県庁
群馬県養鱒漁業協同組合第2回理事会	3. 9. 15	関係者	水産会館
全国湖沼河川養殖研究会総会	3. 9. 21	関係者	(書面開催)
群馬県水産多面的機能発揮対策地域協議会通常総会	3. 9. 30	関係者	(書面開催)
群馬県養鱒漁業協同組合ギンヒカリ部会	3. 10. 4	関係者	水産会館
群馬県漁業協同組合連合会河川関係漁業	3. 10. 15	関係者	水産会館

協同組合長会議			
群馬県漁業増殖基金協会理事会	3.10.15	関係者	水産会館
養殖衛生管理体制整備事業内水面関東甲信ブロック地域合同検討会	3.10.29	関係者	(Web 開催)
農業技術推進会議本会議	3.11.11	農政部関係者	県庁
W.F.F.A. フィッシングカルチャースクール	3.11.14	関係者	黒坂石川
指定農薬運営委員会幹事会	3.11.16	関係者	県庁
水産利用関係研究開発推進会議品質安全研究会、資源利用研究会	3.11.16～17	関係者	(Web 開催)
水産利用関係研究開発推進会議	3.11.18	関係者	(Web 開催)
全国水産試験場長会全国大会	3.11.18	関係者	(Web 開催)
ハコスチの日	3.11.19	関係者ほか	上野村
指定農薬運営委員会	3.11.30	関係者	(書面開催)
農業農村振興計画重点プロジェクトⅠ第2回推進会議	3.12.15	農政部関係者	県庁
マス類資源研究部会	3.12.17	関係者	(Web 開催)
内水面関係研究開発推進会議	3.12.20	関係者	(Web 開催)
第1回内水面漁場管理委員会	3.12.20	関係者	水産会館
第3回農政部研究調整担当者会議	4.1.18	農政部関係者	県庁
効果的な外来魚等抑制管理技術開発事業第2回検討委員会	4.2.3	関係者	(Web 開催)
都道府県水産関係試験機関長会議	4.2.4	関係者	(Web 開催)
環境収容力推定手法開発事業成果検討会	3.2.9～10	関係研究機関	(Web 開催)
全国湖沼河川養殖研究会第3回理事会・運営委員会	4.2.10	関係者	(書面開催)
第2回内水面漁場管理委員会	4.2.14	関係者	水産会館
関東甲信越ブロックマス類養殖担当者研修会	4.2.15	関係者	(Web 開催)
アユ冷水病防疫対策会議	4.2.15	関係者	水産会館
農業技術推進会議 水産専門部会(第2回)	4.2.15	関係者	水産試験場
群馬県養鱒漁業協同組合理事会	4.3.2	関係者	水産会館
利根沼田みのりの里プロジェクト実行委員会	4.3.3	関係者	(書面開催)
内水面水産資源被害対策事業 カワウ被害防止対策事業 第2回検討委員会	4.3.3	関係者	(Web 開催)
環境農林常任委員会	4.3.11	関係者	議会庁舎
内水面漁協の活性化に関する研究年度末検討会	4.3.11	関係者	(Web 開催)
外来魚の被害に関する情報交換会	4.3.14	関係研究機関	(Web 開催)
群馬県漁業協同組合連合会組合長会議	4.3.15	関係者	水産会館
群馬県漁業増殖基金協会理事会	4.3.15	関係者	水産会館
群馬県養鱒漁業協同組合通常総会	4.3.16	関係者	水産会館
群馬県養鱒漁業協同組合ギンヒカリ部	4.3.16	関係者	水産会館

会、ハコスチ部会			
試験研究機関長会議	4. 3. 17	関係者	県庁
利根沼田みのりの里プロジェクト実行員	4. 3. 22	関係者	(書面開催)
会会議			
第2回群馬県内水面漁場管理委員会	4. 3. 22	関係者	水産会館
群馬県漁業増殖基金協会評議員会	4. 3. 25	関係者	水産会館
水産多面的機能発揮対策地域協議会	4. 3. 25	関係者	(書面開催)

9 その他

(1) 東日本大震災による緊急対応

福島県へのアユ中間育成種苗供給

(公財) 福島県栽培漁業協会は、福島県の種苗生産施設(福島県双葉郡大熊町)を利用して年間300万尾のアユ中間育成種苗を生産していたが、2011年3月11日に起きた東日本大震災で被害を受け、東京電力(株)福島第1原子力発電所の事故により復旧ができないことから、アユ中間育成種苗の生産が不可能となった。このため、2011年7月11日付けで福島県知事からの依頼により福島県内の養殖業者へアユ中間育成種苗を供給することとなった。本年度も引き続き、海産系種苗を福島県へ計11.9万尾、165kg(平均体重1.38g)供給した。

福島第一原子力発電所事故による放射能汚染に対する県内水産物の放射性物質検査

2011年3月11日の東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所事故で大気中に放出された人工放射性核種である放射性セシウム(^{134}Cs + ^{137}Cs)と放射性ヨウ素(^{131}I)(以下「放射性物質」という。)は、大気輸送沈着シミュレーションと航空機モニタリング調査結果から、東日本の陸地に高濃度で沈着していることが明らかとなっている。群馬県においても全域で放射性物質の沈着が確認された。そこで、群馬県水産試験場では群馬県農政部蚕糸園芸課水産係と協力し、食の安全性確保の観点から、県内水産物の放射性物質濃度の測定を行った。

放射性物質濃度検査結果

2021年4月から2022年3月までの期間に、県内水産物の放射性物質濃度検査を231件行った(表)。放射性物質濃度測定はゲルマニウム半導体検出器を使用し、民間検査機関で行った。

放射性セシウムは養殖魚からは全て不検出で、天然魚(採捕魚)から食品衛生法に基づく基準値である100Bq/kgを超える検体は確認されなかった。

表 放射性物質検査の検体数

区分	魚種	検査検体数	不検出又は 50Bq/kg以下	50Bq/kg超～ 100Bq/kg以下	100Bq/kg超	100Bq/kg超過地点
天然魚 (採捕魚)	ヤマメ	90	90	0	0	
	イワナ	65	63	2	0	
	ワカサギ	13	13	0	0	
	アユ	8	8	0	0	
小計		176	174	2	0	
養殖魚	ヤマメ	8	8	0	0	
	イワナ	9	9	0	0	
	アユ	3	3	0	0	
	ギンヒカリ	10	10	0	0	
	ハコスチ	7	7	0	0	
	ニジマス	18	18	0	0	
小計		55	55	0	0	
合計		231	229	2	0	

(2) 職員の海外派遣

該当なし

10 公有財産

(1) 土 地

区 分	種 目	前年度末の面積(㎡)	年度中の増減(㎡)	年度末の面積(㎡)	備 考
水産試験場 (本 場)	敷 地	32,980.55		32,980.55	
	池 沼	5,992.29		5,992.29	
	小 計	38,972.84		38,972.84	
箱島養鱒 センター	敷 地	14,546.99	▲102.75	14,444.24	
	池 沼	1,051.08		1,051.08	
	小 計	15,598.07	▲102.75	15,495.32	
川場養魚 センター	敷 地	2,969.00		2,969.00	
	池 沼	1,006.00		1,006.00	
	小 計	3,975.00		3,975.00	
合 計	敷 地	50,496.54	▲102.75	50,393.79	
	池 沼	8,049.37		8,049.37	
	合 計	58,545.91	▲102.75	58,443.16	

(注) 本場の場長公舎および職員公舎の敷地面積(1,100.02 ㎡)は除く。

(2) 建 物

区 分	木 造 非木造 の 別	前年度末現在高			前年度末増減高			年度末現在高		
		床面積 (㎡)	延面積 (㎡)	棟数	床面積 (㎡)	延面積 (㎡)	棟数	床面積 (㎡)	延面積 (㎡)	棟数
水産試験場 (本 場)	木 造	33.05	33.05	1				33.05	33.05	1
	非木造	5,375.94	5,578.14	29				5,375.94	5,578.14	29
	小 計	5,408.99	5,611.19	30				5,408.99	5,611.19	30
箱島養鱒 センター	木 造	271.07	271.07	2				271.07	271.07	2
	非木造	217.65	217.65	5				217.65	217.65	5
	小 計	488.72	488.72	7				488.72	488.72	7
川場養魚 センター	木 造	159.82	159.82	2				159.82	159.82	2
	非木造	240.15	299.77	5				240.15	299.77	5
	小 計	399.97	459.59	7				399.97	459.59	7
合 計	木 造	463.94	463.94	5				463.94	463.94	5
	非木造	5,833.74	6,095.56	39				5,833.74	6,095.56	39
	合 計	6,297.68	6,559.50	44				6,297.68	6,559.50	44

(注) 本場の場長公舎および職員公舎の建物面積 (153.27 ㎡) は除く。

11 継代種保有状況 (2022 年 3 月 31 日現在)

種 名	品種・系統名等	入手年月	備考(特徴、由来、入手先等)	保有尾数(尾)
マゴイ	群馬在来系	1930. 5	不明 (本)	40
キンブナ	城沼系	1991. 11	館林市城沼採取 (本)	300
ギンブナ	〃	2013. 11	〃 (本)	150
アユ	群馬水試継代系	1969. 9	海産・湖産交雑 52 代 (本)	7,000
〃	群馬水試海産系	2011. 4	江戸川遡上採取 11 代 (本)	13,000
〃	群馬水試交配系	2021. 9	海産系 10 代雌・天然雄交配 (本)	12,000
モツゴ	群馬在来系	1999. 1	群馬水試飼育池 (本)	60
ヤリタナゴ	笹川(藤岡市)系	1999. 1	藤岡市神流川支流笹川採取 (本)	145
クロメダカ	群馬在来系	2000. 5	群馬県水産学習館(蛇沼産) (本)	80
ホトケドジョウ	〃	2013. 9	宮城村荒砥川水系採取 (本)	50
ニジマス	早期採卵系	1961. 10	栃木県他より入手選抜淘汰 (川)	340
〃	スチールヘッド系	1987. 5	養殖研究所日光支所 (川)	500
〃	箱島系	2001. 1	オリエンタル酵母工業 KK (川)	1,400
〃	ギンヒカリ	2002. 5	早期採卵系より選抜育種 (川)	490
ヤマメ	吾妻川水系	1966. 9	吾妻町温川支流今川採取 (川)	600
イワナ	ホタカイワナ	1983. 10	川場村薄根川支流溝又川採取 (川)	680

保有尾数の欄：(本)は本場、(川)は川場養魚センターを示す。

12 職員名簿（2022年3月31日現在）

係およびセンター	職 名	職 種	氏 名
	場 長	研究職	原田 昌季
	主席研究員	〃	小西 浩司
	次長（総務係長）	行政職	登丸 早智子
総 務 係	総務係長	（行政職）	（次長兼務）
	主幹（事）	行政職	北野 洋一
	副主幹専門員（事）	〃	桜木 葉子
水 産 環 境 係	主任研究員（技）（水産環境係長）	研究職	新井 肇
	独立研究員（主幹）	〃	鈴木 究真
	主任（技）	〃	鈴木 紘子
	主任（技）	〃	阿久津 崇
生 産 技 術 係	生産技術係長	〃	松原 利光
	主査（技）	行政職	清水 延浩
	技 師	研究職	井下 眞
川場養魚センター	主席研究員（センター長）（技）	〃	田中 英樹
	独立研究員（主幹）	〃	神澤 裕平
	主査（技）	行政職	星野 勝弘
	技 師	研究職	山下 耕憲

群馬県水産試験場研究報告
第 28 号

(附 令和 3 年度業務報告)

令和 4 年 9 月 30 日発行

発行者 群馬県水産試験場長
小西 浩司

発行所 群馬県水産試験場
〒371-0036 群馬県前橋市敷島町 13
TEL 027(231)2803 FAX 027(231)2135
