

琵琶湖南湖におけるチャネルキャットフィッシュの生息状況の検討

要 旨

琵琶湖南湖では個体数の多い流出河川の瀬田川からチャネルキャットフィッシュが侵入してきていると推測されている。本種による琵琶湖での生態系被害や漁業被害を防止するためには、本種の琵琶湖内での繁殖を阻止することが重要であり、瀬田川と隣接する南湖における生息状況について把握する必要がある。そこで、環境 DNA 手法を用いて、近江大橋以北の琵琶湖南湖における生息状況について調査し、DNA の検出された地点ではモンドリにより採捕調査を実施した。環境 DNA 調査の結果、30 の調査地点のうち 2 地点で本種の DNA が検出された。これらの地点はいずれも南湖東岸に位置しており互いに隣接していた。DNA 検出地点や 2022 年中に漁業者により本種の採捕があった場所でのモンドリ調査では、本種は採捕されなかったが、水深の深い浚渫跡で多くの在来魚が採捕された。冬季には本種は浚渫跡やその周辺で採捕されることがあることから、コイ科魚類とともに浚渫跡を越冬場所として利用している可能性もある。そのため、この浚渫跡の位置する東岸で環境 DNA が検出された可能性が考えられる。本調査から本種は南湖全域に広く生息している可能性は低いと考えられたが、南湖で増加した場合にはこの浚渫跡を中心に駆除を実施すると効果が得られる可能性がある。

1. はじめに

滋賀県内の琵琶湖水系（琵琶湖および流出河川の瀬田川）では 2001 年に琵琶湖北湖においてチャネルキャットフィッシュ *Ictalurus punctatus* が初めて確認された。その後は 2003 年に北湖で 1 個体、2007 年に南湖で 1 個体が確認されたのみであったが、2008 年以降天ヶ瀬ダム湖を含む瀬田川洗堰（以下、洗堰）下流の瀬田川（以下、瀬田川下流）で、2012 年以降南湖で、2017 年以降洗堰上流の瀬田川（以下、瀬田川上流）で毎年継続的に確認されている（滋賀県水産試験場, 2019 ; 臼杵, 2019 ; 石崎ほか, 2022）（図 1、図 2）。滋賀県内での 2020

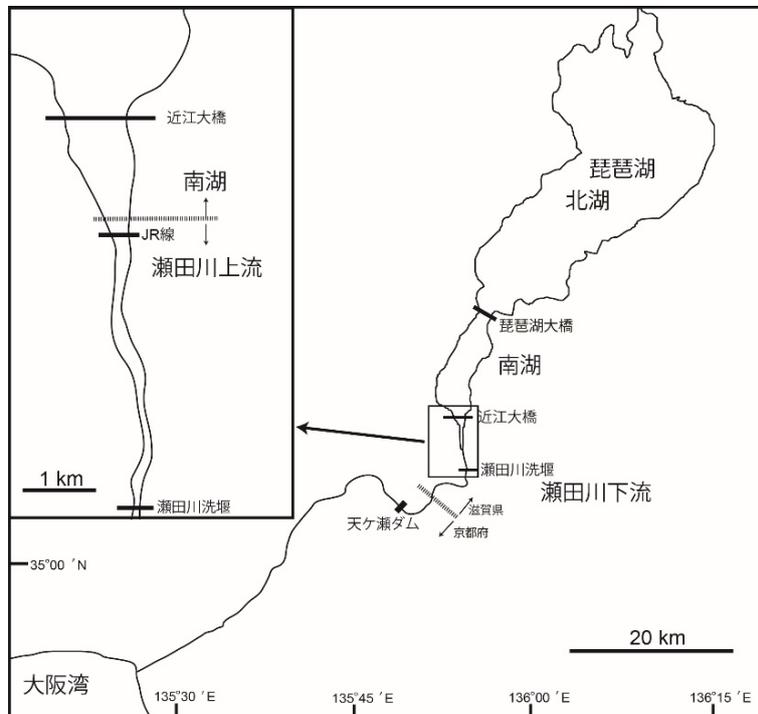


図 1 琵琶湖および流出河川の瀬田川

年までの採捕数の総計は 820 個体にのぼっており、そのうち瀬田川下流で採捕されたものは 485 個体を占め、延縄漁業や調査による漁獲努力量あたりの採捕数（以下、CPUE）は県内の他の水域と比較しても高く、幼魚から成魚までの様々なサイズの個体が毎年まとまって採捕されていることから、定着していると判断されている（石崎ほか、

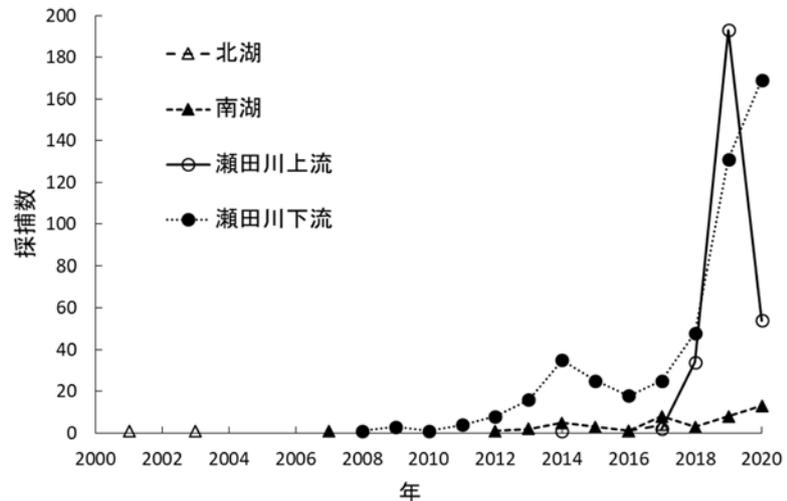


図 2 2001 年から 2020 年までの琵琶湖および瀬田川におけるチャンネルキャットフィッシュの捕獲数の推移

2022)。一方で、瀬田川上流では 2020 年までの採捕数の総計は 284 個体であり、自然繁殖の可能性が指摘されているものの、2019 年から滋賀県漁業協同組合連合会により積極的な駆除活動が行われており、2018 年以降 2020 年まで CPUE は減少傾向で、2020 年は瀬田川下流と比較しても CPUE は有意に低いことから、定着の判断には至っていない（石崎ほか、2022）。そのため、瀬田川上流では本水域で繁殖した幼魚や、個体数の多い瀬田川下流から侵入してきた個体が採捕されている可能性も考えられる（石崎ほか、未発表）。なお、瀬田川洗堰には魚道がなく、落差は 6 m 程度であることから、通常時の本種の遡上は不可能であると予想されるが、琵琶湖水位の上昇時にはゲートを開放し、落差がなくなることから本種の遡上が可能になるものと予想される。南湖では 2020 年までに総計で 44 個体が採捕されているが、CPUE は瀬田川下流や上流と比較して低いことから繁殖については判断できず、瀬田川から移動した個体が採捕されている可能性が指摘されている（石崎ほか、2022）。また、南湖全域において環境 DNA 手法による本種の生息状況調査が 2021 年に行われ、30 地点中 4 地点においてのみ、本種の DNA が検出された（石崎ほか、印刷中）。北湖では 2020 年までの採捕個体数の総計は 7 個体のみであり 2018 年以降採捕されていないことから、繁殖はしていないものと判断される（石崎ほか、2022）。

琵琶湖には約 45 種・亜種の在来魚類が生息し、そのうち 16 種が固有種である (Nishino, 2012)。よって、琵琶湖は日本の淡水魚類の多様性や種形成の理解のために重要な水域であるとともに (Tabata and Watanabe, 2012)、固有種を含む様々な魚種を対象とする多種多様な漁業が行われている (Fujioka and Machata, 2012)。しかしながら、琵琶湖に生息する希少種や漁業対象種を含む在来魚類は、琵琶湖総合開発による環境への負荷、オオクチバス *Micropterus salmoides*、ブルーギル *Lepomis macrochirus macrochirus* などの外来魚の侵入により生息量が著しく減少している (藤岡, 2017)。そのため、チャンネルキャットフィッシュの生息拡大による、琵琶湖生態系の破壊および漁業被害を防止するためには、本種の生息状況の把握が不可欠である。そこで本研究では流出河川瀬田川と隣接する（上流にあたる）南湖において本種の生息状況を把握するために、環境 DNA およびモンドリにより採捕調査を実施した。

2. 環境 DNA 分析によるチャネルキャットフィッシュの生息状況の把握

(1) 調査方法

i調査水域

琵琶湖は琵琶湖大橋を境にして北部が北湖、南部が南湖と呼ばれている。北湖は面積 623 km²、平均水深 41 m であるのに対して、南湖は面積 58 km²、平均水深 4 m と環境が大きく異なる。瀬田川は唯一の琵琶湖から流出する自然河川であり、南端に位置していることから、瀬田川の上流部が南湖さらにその上流部が北湖にあたる。なお、本研究は南湖と瀬田川の境界は行政的に定められた境界とし、瀬田川上流と南湖の境界には魚類の移動を妨げるような物理的な障壁は存在しない。本研究ではチャネルキャットフィッシュが多く生息している瀬田川に隣接する水域の生息状況を把握することが目的であることから、南湖を調査地とした。

ii調査方法

環境 DNA 調査のための採水は、2022 年 12 月 7 日に、近江大橋以北の南湖の全域に配置した 30 か所で実施した (図 3)。滋賀県水産試験場の所有する船舶から採水ビーカーを用いて、各地点において表層水を 2 本のプラスチック製ボトルに 1L ずつ採水した。なお、チャネルキャットフィッシュは底層を中心に生息していると予想されるが、事前の調査により底層と表層水を同時に採水し分析しても、本種の DNA の検出には一定の傾向がみられないことが把握されていることから、表層水のみを採水とした。採水後、DNA の分解を抑えるためにベンザルコニウム塩化物液 (BAC) 1 ml をただちに加えた。また、持参した蒸留水に調査地の船上で BAC を 1 ml 加える作業を実施し、ネガティブコントロールとした。

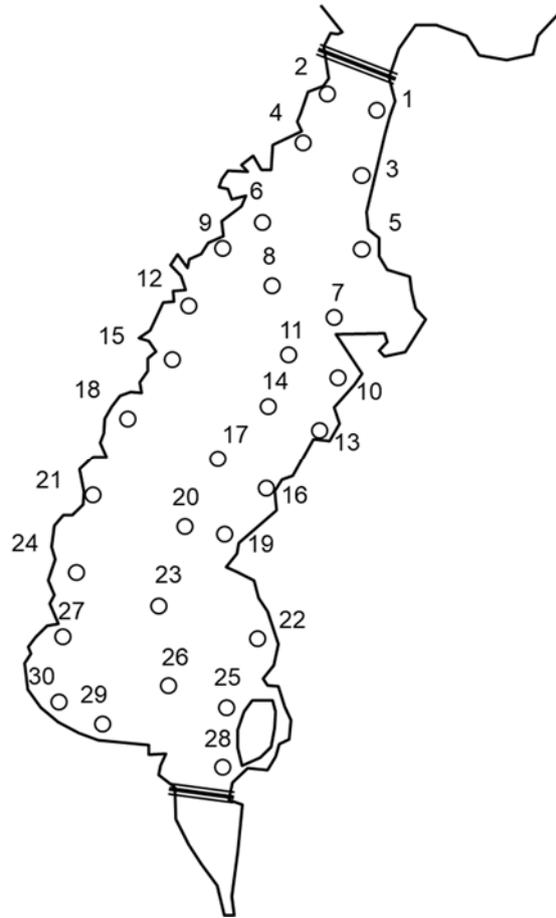


図 3 環境 DNA 試料採水地点

iii環境 DNA 分析

採水した環境水中のチャネルキャットフィッシュの DNA の分析は株式会社日吉に委託して実施した。各資料につき、種特異的プライマーを用いてリアルタイム PCR 法で 2 回分析し、本種の DNA の検出の有無を解析した。すなわち各地点につき 4 回の分析が実施されたことになる。そして 4 回のうち 1 回でも本種の DNA が検出された地点を検出地点とした。

(2) 結果及び考察

チャネルキャットフィッシュの DNA が検出されたのは 2 地点であり、それぞれのサンプル中の検出回数は 1 回であった (図 4)。なお、ネガティブコントロールについては検出されなかった。検出地点は St.19 と 22 であり、その DNA コピー数はそれぞれ 411 と 198 であった。これらは定量限界値以下と考えられたことから、コピー数の数値により本種の DNA 量について議論することは不可能である。これらの検出地点は南湖東岸に位置する互いに隣接する地点であった。2022 年の南湖における漁業者による本種の確認記録は 10 個体であり、そのうち 3 個体が南湖東岸であった。その採捕地点は 2 個体が St.22 の南方の St.25 付近であり、1 個体は St.19 の北方の St.10 付近であった。また、本調査から約 1 か月後の 2023 年 1 月には St.25 よりさらに南方の St.25 と 28 の中間付近において大型の本種が採捕されている。加えて St.25 の付近には 1 辺が約 500 m の正方形で水深約 12 m の浚渫跡が存在しており、過去に 12 月から 2 月の冬季にはこの浚渫跡やその周辺で本種がたびたび採捕されている。一方で、近江大橋以北の南湖における東岸以外では、2022 年 4~10 月に本種が 5 個体採捕された。その採捕地点は西岸の St.2 付近、St.12 付近と南部の St.30 付近であった。特に St.12 ではほぼ同一の場所で 3 個体が採捕された。しかしながら、本種の DNA は検出されなかった。生息するすべての本種の DNA を確実に検出できるわけではないが、これら南湖西岸や南部に生息していた個体は越冬のために水深のある浚渫跡付近に移動した可能性もある。2021 年 7

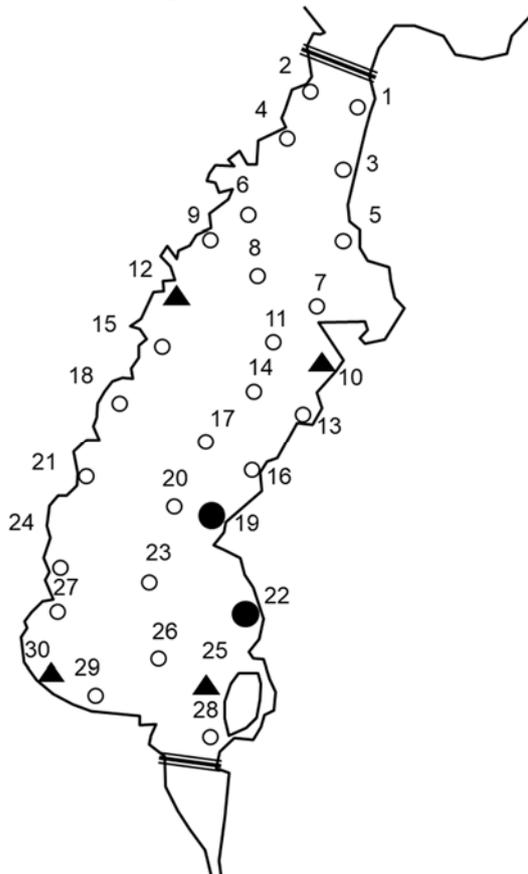


図 4 本調査における環境 DNA 検出地点 (●) とモニタリング調査地点 (●、▲)

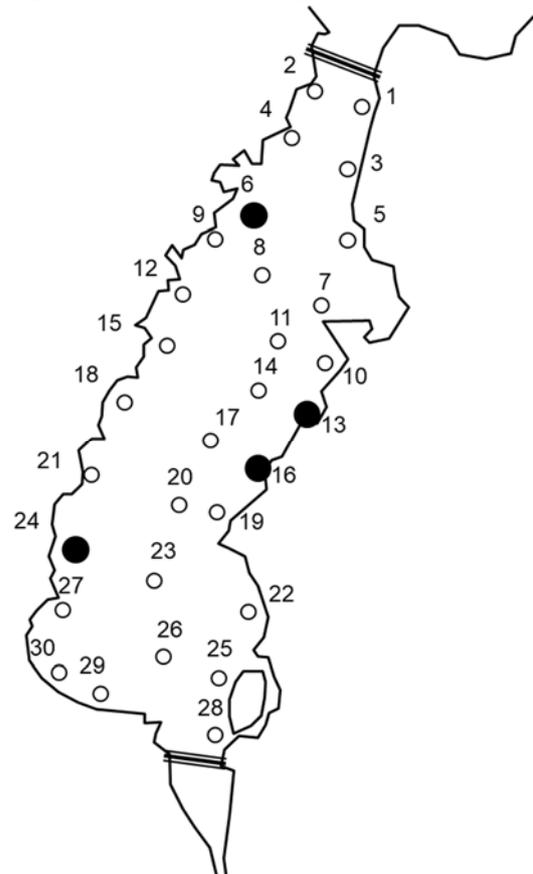


図 5 2021 年 7 月における環境 DNA 検出地点 (●)

月 12 日には本調査と同一の 30 地点において、同様な環境 DNA 調査を実施した結果、本種の DNA の検出地点は南湖東岸の 2 地点と西岸の 2 地点の計 4 地点であった（石崎ほか、印刷中）（図 5）。2021 年は南湖では過去最高の 22 個体が採捕されており、2022 年の 10 個体と比較すると倍近い採捕数である（石崎、未発表）。そのため 2021 年は本種の DNA 検出地点も 2022 年の倍である 4 地点となり、さらに調査時期は夏季であったことから西岸でも DNA の検出がみられた可能性がある。したがって、本調査による DNA の検出場所や、現在までの採捕状況から、南湖に侵入した本種は特に冬季は水深のある浚渫跡やその周辺の東岸に生息しているものと推察される。

3. モンドリによるチャネルキャットフィッシュの採捕の試み

(1) 調査方法

i調査水域

調査水域は「2. 環境 DNA 分析によるチャネルキャットフィッシュの生息状況」と同様に近江大橋以北の琵琶湖南湖とした。

ii調査方法

「2. 環境 DNA 分析によるチャネルキャットフィッシュの生息状況」によりチャネルキャットフィッシュの DNA が検出された地点および 2022 年に漁業者により本種が採捕され、さらにその周辺で過去にも採捕記録がある地点において、モンドリ (72 cm×54 cm×38 cm (H)、目合い 13 mm) を用いて採捕調査を実施した（図 4）。すなわち、DNA が検出された地点は St.19 および 22、その他の地点は St.10, 12, 25, 30 である。なお、St.25 は上述の浚渫跡付近の点であるが、冬季は浚渫跡の中の水深のある部分で本種が採捕されることがあることから、浚渫跡の中心部にモンドリを設置した。DNA の検出された St.19 および 22 では連結したモンドリ 2 個を用いて調査を行い、それぞれにエサとしてイカとサバの切り身を入れた。その他の地点ではモンドリ 1 個を用いて調査を行い、エサとしてイカとサバの切り身を混合させて入れた。合計で 8 個のモンドリを設置したことになる。モンドリ設置期間は 2022 年 12 月 21 日から 2023 年 1 月 6 日（16 日間：期間 1）と 2023 年 1 月 6 日から 1 月 31 日（25 日間：期間 2）とした。

(2) 結果および考察

期間 1 では St.22 のイカをエサに入れたモンドリでブルーギル 1 個体 5 g が採捕され、St.25 ではエサを混合して入れた 1 つのカゴでニゴイ類が 171 個体、フナ属が 20 個体、スゴモロコが 1 個体、ビワヒガイが 1 個体採捕された。種ごとの総重量はそれぞれ、8951 g、1042 g、13 g、26 g であった。期間 2 では St.12 と St.25 にエサを混合して入れたモンドリでそれぞれ 1 個体ずつフナ属が採捕された。St.10 のエサを混合して入れたモンドリではブルーギルが 3 個体採捕され、その合計重量は 22.3 g であった。St.19 のイカをエサに入れたモンドリではナマズ 1 個体 1670 g が採捕された。

期間 1 では浚渫跡の St.25 で多数の在来魚が採捕されたが、モンドリ引き上げ時の表層水温は 5.7~7.3℃と低いことから、越冬のために多くのコイ科魚類が水深のある

浚渫跡に集まっていると考えられる。また期間 2 ではすべての地点で採捕が少なかったが、モンドリ引き上げ時の表層水温は 4.2~5.6℃と期間 1 よりも低下したことが要因の可能性はある。今回の調査ではチャンネルキャットフィッシュの採捕はできなかったが、過去に冬季は、この浚渫跡やその付近で採捕された事例がある。国外では水深の大きな場所で越冬するとの事例もあり (Pellet et al., 1998)、南湖ではコイ科魚類と同様にこの浚渫跡を越冬場所として利用しているものと予想される。

4. 総合考察

琵琶湖南湖に侵入したチャンネルキャットフィッシュは、冬季は水深のある浚渫跡やその周辺の東岸に生息する可能性が推測された。そのため、冬季においても駆除を実施するにはこの浚渫跡や東岸を中心に実施する必要があると考えられる。しかしながら、水温が低下する冬季には摂餌活性が低下することから、琵琶湖で本種が多く混獲されている延縄では効率よく採捕ができないものと考えられる。実際に冬季のチャンネルキャットフィッシュでは刺網による混獲の事例がある。冬季には、浚渫跡周辺は大型のオオクチバスが刺網で効率よく採捕されることから、2022 年から 2023 年にかけて刺網による採捕行為が集中的に実施されている。しかしながら、現在のところチャンネルキャットフィッシュの混獲は 1 個体のみである。生息している本種の体長と刺網の目合があっていないなどの要因も捨てきれないが、南湖における本種の採捕個体数は 2021 年と比較して 2022 年は半分程度であったことや DNA 検出地点も 2 地点のみと少なかったことから、生息数そのものが少ない可能性もある。南湖の本種はたびたび自然繁殖する瀬田川上流から侵入してきているものと推測されており、2022 年の瀬田川上流の幼魚発生個体数も 2021 年の発生個体数と比較して半分程度であることから、南湖への侵入個体も減少しているのかもしれない。このような低い密度における生息状況の把握を行う場合、漁具を用いた採捕調査だけでは信頼性が乏しくなることから、環境 DNA 調査を併用することで、その確度を向上させることは非常に有効であると考えられる。瀬田川上流水域では本種を対象とした積極的な駆除が行われており、これは南湖への侵入個体の減少にも効果的であると推測される。現在のところ、南湖では本種を対象に駆除を行っても、採捕されるほど個体数は多くないと推測されるが、今後南湖で本種が増加した場合には、冬季は浚渫跡などの水深のある場所で刺網などを用いて駆除を実施することが効果的である可能性がある。

5. 引用文献

藤岡康弘. 2017. 6 章 魚類と湖岸環境の保全. 西野麻知子・秋山道雄・中島拓男(編), pp. 151-173. 琵琶湖岸からのメッセージ 保全・再生のための視点. サンライズ出版, 彦根.

Fujioka, Y. and M. Maehata. 2012. Various fishing methods developed in and around Lake Biwa. Pages 317-326 in H. Kawanabe, M. Nishino and M. Maehata, eds. Lake Biwa: interactions between nature and people. Springer, Dordrecht, Heidelberg, New York, and London.

石崎大介・近藤昭宏・近野真央・山中裕樹. 印刷中. 南湖における環境 DNA によるチャンネルキャットフィッシュの拡散状況の把握. 滋賀県水産試験場(編), 令和 3 年度滋賀県水産試験場事業報告. 滋賀県水産試験場, 彦根市.

- 石崎大介・臼杵崇広・三枝 仁・上垣雅史・田口貴史・根本守仁・酒井明久・亀甲武志. 2022. 琵琶湖および流出河川瀬田川におけるチャネルキャットフィッシュの生息状況. 魚類学雑誌. 69 : 75–85.
- Nishino, M. 2012. Biodiversity of Lake Biwa. Pages 31–35 in H. Kawanabe, M. Nishino and M. Maehata, eds. Lake Biwa: interactions between nature and people. Springer, Dordrecht, Heidelberg, New York, and London.
- Pellet D. T., J. G. VanDyck and V. J. Adams. 1998. Seasonal migration and homing of channel catfish in the lower Wisconsin River, Wisconsin. North American Journal of Fisheries Management. 18: 85–95.
- 滋賀県水産試験場. 2019. 資料4 瀬田川および琵琶湖におけるチャネルキャットフィッシュの捕獲状況. 滋賀県水産試験場 (編), pp. 152–154. 平成 29 年度滋賀県水産試験場事業報告. 滋賀県水産試験場, 彦根市.
- Tabata, R. and K. Watanabe. 2012. Hidden mitochondrial DNA divergence in the Lake Biwa endemic goby *Gymnogobius isaza*: implications for its evolutionary history. Env. Biol. Fishes, 96: 701–712.
- 臼杵崇広. 2019. 平成 29 年度におけるチャネルキャットフィッシュの捕獲状況. 滋賀県水産試験場 (編), p. 73. 平成 29 年度滋賀県水産試験場事業報告. 滋賀県水産試験場, 彦根市.

石崎 大介 (滋賀県水産試験場)