

コンピュータの中でニジマスを育てる

～養殖の未来を予測するシミュレーション技術を開発～

ポイント

- ・コンピュータ上で養殖試験を実施できる「養殖シミュレーション技術」を開発。
- ・現実の飼育実験と比較したところ、一定の精度で成長過程を再現可能に。
- ・今後の養殖において飼育条件の事前検討が可能になり、養殖の効率化につながると期待。

概要

北海道大学大学院水産科学研究院の高橋勇樹准教授らの研究グループは、ニジマス (*Oncorhynchus mykiss*) の成長をコンピュータ上で再現する養殖シミュレーションモデルを開発し、実際の飼育試験データとの比較検証を行いました。

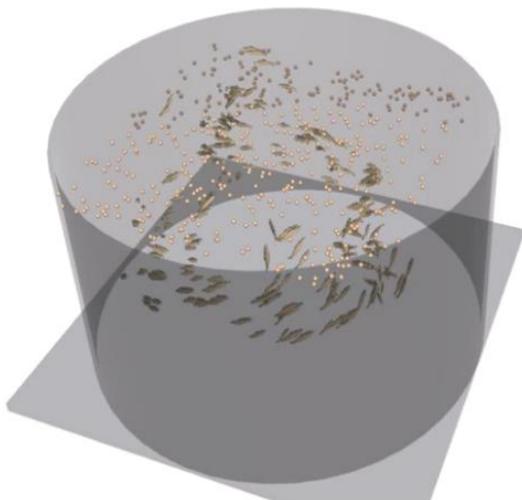
本研究では、魚のエネルギー収支に基づく成長モデルと、魚の遊泳行動を再現する行動モデルを用いることで、魚が遊泳して摂餌量に応じて成長するという、飼育をまるごとコンピュータ上で再現できるモデルを構築しました。併せて、シミュレーションによる成長を飼育実験と比較しました。その結果、シミュレーションによる成長曲線は実験で得られた測定データとおおむね一致し、本モデルが養殖成長の再現に有効であることを示しました。

従来、養殖現場では給餌量や個体数の設定は経験や試行錯誤に依存する部分が多いのが実情です。本研究成果は、養殖条件を事前にコンピュータで検証することを可能にし、効率的で安定した養殖管理に貢献する基盤技術となることが期待されます。

本技術は現在、サクラマス等の他魚種への応用や、大学発スタートアップによる社会実装を進めており、今後、陸上養殖の効率化につながることが期待されます。

なお、本研究成果は、2026年2月7日(土)公開の Scientific Reports 誌にオンライン掲載されました。

飼育10日目



飼育90日目



【背景】

現在、世界的に水産物需要が増加する一方、天然資源は減少傾向にあり、人工的に魚を育てる養殖生産が拡大しています。日本における養殖生産では、天然海域で養殖を行う海面養殖によるものがほとんどでしたが、現在、海面養殖の拡大余地は少ないとされています。そのため、陸上の施設で養殖を行う、陸上養殖に着目が集まっています。しかし、陸上養殖は電気代、餌料代、施設建造費といったコストが非常に高く、収益性が低いことが課題として知られています。そのため、「どのような飼育条件であれば、収益性を高めることができるか」が重要です。これに対して、従来は実際の飼育試験により最適条件を検討してきましたが、条件変更ごとに実験が必要となり、時間・コストが大きくなります。

以上の背景から、本研究では、実験に代わる数値シミュレーション技術として、「養殖シミュレーション技術」の構築を行いました。併せて、実際の飼育試験と比較することで、構築したシミュレーションの実用性についての検討を行いました。

【研究手法】

本研究では、ニジマス (*Oncorhynchus mykiss*) を研究対象として、シミュレーションの構築と、飼育実験を行いました。

シミュレーションモデルは、魚群行動モデル (Boids モデル) *1 と動的エネルギー収支モデル (DEB モデル) *2 を組み合わせて構築しました。魚群行動モデルでは、魚が餌を摂取する摂餌行動を再現することで、実際の魚の動きを PC 上で再現しながら、餌の摂取量をシミュレーションします。その後、動的エネルギー収支モデルにて、摂取した餌から吸収されるエネルギー量を計算し、成長に回されるエネルギー量をシミュレーションします。この流れを反復することで、魚の成長量をシミュレーションすることが可能になります。

さらに、北海道大学北方生物圏フィールド科学センター七飯淡水実験所において、実際にニジマスを用いて 203 日間の飼育試験を実施しました。この時、給餌量や個体数等を記録しておくと共に、体重・尾叉長を定期的に計測しました。この飼育試験と同条件となるようにシミュレーションを実施し、シミュレーションによって得られる体重・尾叉長と実測値との比較を行うことで、シミュレーションの精度を確認しました。

【研究成果】

実際の飼育試験とシミュレーションを比較したところ、シミュレーションは魚の摂餌行動・遊泳行動をリアルに再現できることを確認しました(図 1)。成長の推移について、具体的な数値を比較した結果、飼育の初期～中期段階(約 80 日間)では、その誤差率は概ね 4~10%程度となり、体重・尾叉長ともに実験値と良好に一致しました。ただし、体重は飼育後期には過大推定傾向(最終日の誤差率: 22.7%)を示し、今後の課題と言えます。また、養殖において重要な指標となる飼料効率 (FCR) *3 の再現と、実測値との比較を行ったところ、初期 80 日間の FCR は実験で 1.19、シミュレーションで 1.18 となり、飼料効率の再現性も良好であることを確認しました。

最後に、養殖において大きいコスト要因である給餌量について、給餌量を 0.7 倍、1.0 倍、1.3 倍に設定してシミュレーションを行いました。その結果、給餌量を増やすと成長速度は増加しますが、FCR は成長段階によって変動し、最適な給餌量が成長段階によって変化することが示されました。こうした変動を定量的にシミュレーションで事前検討することで、今後の給餌量の決定を支援できると期待されます。

【今後への期待】

本研究では、養殖条件を仮想空間で事前検証可能なシミュレーション技術を構築しました。この技術は、給餌戦略の最適化や、飼育方法の事前検討につながり、短時間・低コストで飼育担当者や養殖管理者のサポートが可能になります。また、同技術は、大学発スタートアップでの社会実装を進めています。

最後に、本研究ではニジマスを対象としましたが、モデル内のパラメータを変更することで、他魚種への応用も期待でき、現在サクラマス等、複数魚種での応用展開を進めています。今後の技術開発により、実用的な養殖意思決定支援ツールへの発展が期待されます。

論文情報

論文名	An aquaculture simulator for rainbow trout (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) based on a fish schooling behavioral model and a dynamic energy budget (魚群行動モデル及び動的エネルギー収支モデルに基づくニジマス養殖シミュレーターの開発)
著者名	高橋勇樹 ¹ 、吉田大修 ² 、山崎祐人 ² 、高橋英佑 ³ 、山羽悦郎 ³ 、米山和良 ¹ (¹ 北海道大学大学院水産科学研究所、 ² 北海道大学大学院水産科学院、 ³ 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター)
雑誌名	Scientific Reports (自然科学の総合誌)
DOI	10.1038/s41598-026-39028-y
公表日	2026年2月7日(土)(オンライン公開)

お問い合わせ先

北海道大学大学院水産科学研究所 准教授 高橋勇樹 (たかはしゆうき)

T E L 0138-40-5588 メール yukitakahashi@fish.hokudai.ac.jp

U R L <https://www.hokudai-fish-infoeng.com/>

配信元

北海道大学社会共創部広報課 (〒060-0808 札幌市北区北8条西5丁目)

T E L 011-706-2610 F A X 011-706-2092 メール jp-press@general.hokudai.ac.jp

【参考図】

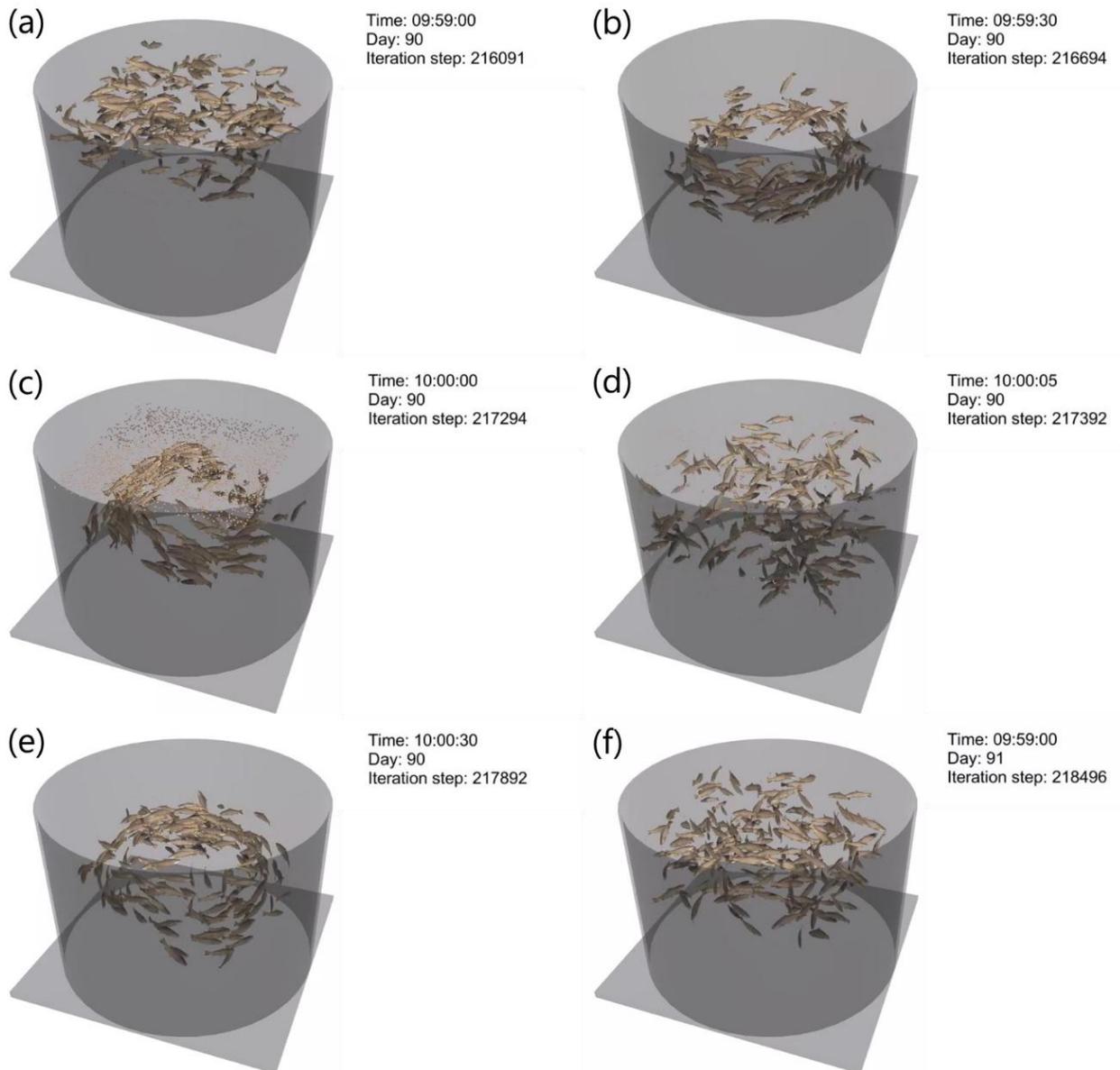


図 1. シミュレーションの様子 (90～91 日目の例)。

- (a, b) 仮想空間内でニジマスが遊泳し、自然な群れを形成する。
- (c) 決められた時刻 (10:00) になると餌が投入される。
- (d) 魚が餌に集まり、摂餌行動を行う。
- (e) 摂餌後は再び自由に遊泳。
- (f) 行動シミュレーション開始から 120 秒が経過すると 1 日が終了し、翌日の計算に進む。

【用語解説】

- *1 魚群行動モデル (Boids モデル) … 魚の水槽内での群行動を再現するためのモデル。もともとは鳥の群行動のために開発されたモデルであるが、魚にも応用されている。
- *2 動的エネルギー収支モデル (DEB モデル) … 生物が摂取したエネルギー量から、消化・生体維持・成長に配分されるエネルギー量を連立微分方程式によってシミュレーションするモデル。
- *3 飼料効率 (FCR) … 餌に対する魚の成長量を示す指標。魚を 1kg 成長させるのに必要となる餌の量を意味する (例: $FCR = 1.19 \rightarrow$ ニジマスを 1kg 成長させるのに、1.19kg の餌が必要)。