

海洋生物資源科学科

〒252-0880 神奈川県藤沢市亀井野 1866

TEL・FAX：0466-84-3687

E-mail:makiguchi.yuya@nihon-u.ac.jp

URL: <http://www.msr-nihon-university.org>

サケ雄は雌の大きさに応じて精子量を配分する

研究成果のポイント

- ・サケ雄が雌の大きさによって放精量を変えているのかをバイオリギング手法を使って調べた
- ・放精時における振動時間を加速度データロガーにより、放精量をサケにコンドームを装着して調べた
- ・放精時における振動時間と放精量には正の相関があり、振動時間から放精量を推定することがわかった
- ・サケ雄は雌の大きさに合わせて放精量を配分していることが明らかとなった

【精子のコストは高い】

ご存知の通り、雄は精子をつくり雌は卵をつくります。一般に、卵は精子よりも一個あたりの生産コストが高いです。この配偶子一個あたりの生産コストの違いは、雌雄の繁殖行動の違いにつながります。卵に多くの生産コストを費やしている雌はなるべく質の高い雄を厳選するのに対して、多くの精子をばらまける雄は雌の質はあまり問わないでなるべく多くの雌と配偶しようとするのが定説でした。しかし、過去20年の研究から精子生産にもある程度のエネルギーコストがかかっているのと同時に、受精に使われる精子が蓄積されるまである程度時間がかかることが明らかとなってきました。理論研究から雄は繁殖の機会や雌の質に応じて渡す精子量を調節することが予測されています。実証研究として、雄のニワトリ (*Gallus gallus*) はより大きな性的装飾を持つ雌に対してより多くの精子を配分することが報告されています (Pizzari et al., 2003)。雄の精子貯蔵量は繁殖回数とともに減少し、精子貯蔵量がもとに戻るまでには時間がかかると考えられています。そのため繁殖機会や期間が限られている場合、雄の精子配分は繁殖成功に影響を与える可能性があると考えられます。

【サケは大きい雌が魅力的】

サケ(*Oncorhynchus keta*)は繁殖後にすべての個体が斃死する一回繁殖型の魚類です。産卵のために河川に遡上した雌は尾鰭を使って産卵床をつくります。一方、雄は雌に求愛するだけで産卵床づくりには参加しません。産卵床ができると雌と雄はタイミングを合わせて放卵・放精し、繁殖行動が完結します。産卵場では大きな雌の周りに多くの雄がペアを組もうと集まることが報告されています。雄は大きな雌を選ぶことによって繁殖における恩恵を受けているのかもしれませんが。なぜなら、大きな雌はより多くの卵を持っているからです(雌の質が高い)。このようにサケでは雌の大きさによって質(卵の数)が異なるため、雄は雌の大きさによって精子量の配分を変えている可能性があるかもしれないと考えました。

【加速度波形から放精量を推定】

サケは体側筋を強く収縮させて配偶子を水中へ排出するために、放卵・放精時の左右方向の加速度を記録すると特異的な波形が記録されます(図 1)。収縮に伴う振動から放精量を推定するために、雄の総排泄孔周辺にコンドームを外科的に縫い付け産卵をさせ精子(正確には精子と河川水が混ざったもの)を採取しました。この混合液の吸光度を測定し、事前に計測した精子濃度と吸光度の関係式から放精量を推定しました。この結果、放精時の振動時間と放精量には正の相関がみられました。つまり、放精時の振動時間から放精量を推定できることが明らかになりました(図 2)。

【放精量は雌の大きさによって異なる】

すべての準備が整い、加速度計ロガーを装着したサケを雄/雌 1 尾で産卵させて加速度波形を記録しました。推定した放精量と雌/雄のサイズ比をプロットすると、正の相関がみられました(図 3)。つまり、雄は自分よりも大きい雌には多くの精子を、小さい雌には少ない精子をとるように雌の大きさに従って放精量を配分していました。この結果から、サケ雄は雌の体サイズを繁殖相手の質として見極めて精子量の判断をしていると考えられました。繁殖できる期間が極端に制限されたサケ雄は、精子を経済的に使用するか産卵場において繁殖機会を求めてより良い雌を探索するコストとの間でトレードオフがあるのかもしれませんが。

【精子を取るのは大変】

最後に、論文では上記のように何の苦労もなくサケ雄にコンドームを装着して放精後に精子を採取したと書いていますが実際は失敗の連続でした。まずは、コンドームを装着する方法の検討でつまづきました。当初コンドームとビニールチューブを接続したものを直接総排泄に縫い付ける方法を検討しました。しかし、総排泄孔付近に縫い付け際に出た血液がつまったり、総排泄孔付近に装着したことで精子の出口を圧迫されることで、産卵行動には至るもののうまく放精してくれませんでした。次に考案したのが、ゴム手袋を使った方法です。ゴム手袋の親指の部分を取り取りコンドームと接続して、総排泄孔を優しく覆うように

縫い付ける方法を検討しました(図4)。すると総排泄孔が圧迫されずにうまく放精をしてくれました(論文に動画があります)。これで実験がうまくいくだろうと思いきやまだ問題が残っていました。この実験は標津サーモン科学館の展示水槽をお借りして実施してはいたのですが、実験の性質上(察して下さい)、閉館してから朝方まで昼夜逆転で実験を行っていましたが、ある日夜中にサケが産卵したのを確認したのですが、連日の作業で疲れが溜まっていたため水槽前で2時間ほど仮眠を取ってからサケを回収することにしました。仮眠後にコンドームを回収すると中身がなくなっていました。なんと、縫い目の間から精子が徐々に漏れていたのです。この失敗からサケが放精したらすぐにコンドームを回収しなくてはならないことがわかりました。サケは水槽に入れてから12時間ほどで産卵することが多いですが、いつ産卵するかわからないため常に監視する必要があります。当時の学部4年生と協力して10日間毎夜水槽の前に張り付いて、なんとか十分な数のサンプルを得ることができました。

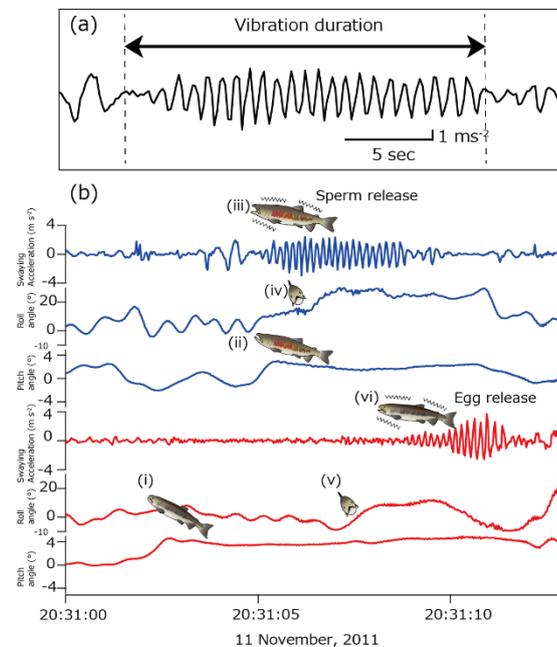


図1：放卵・放精前後の横方向の加速度およびピッチ角度の波形。赤が雌、青が雄を示す。

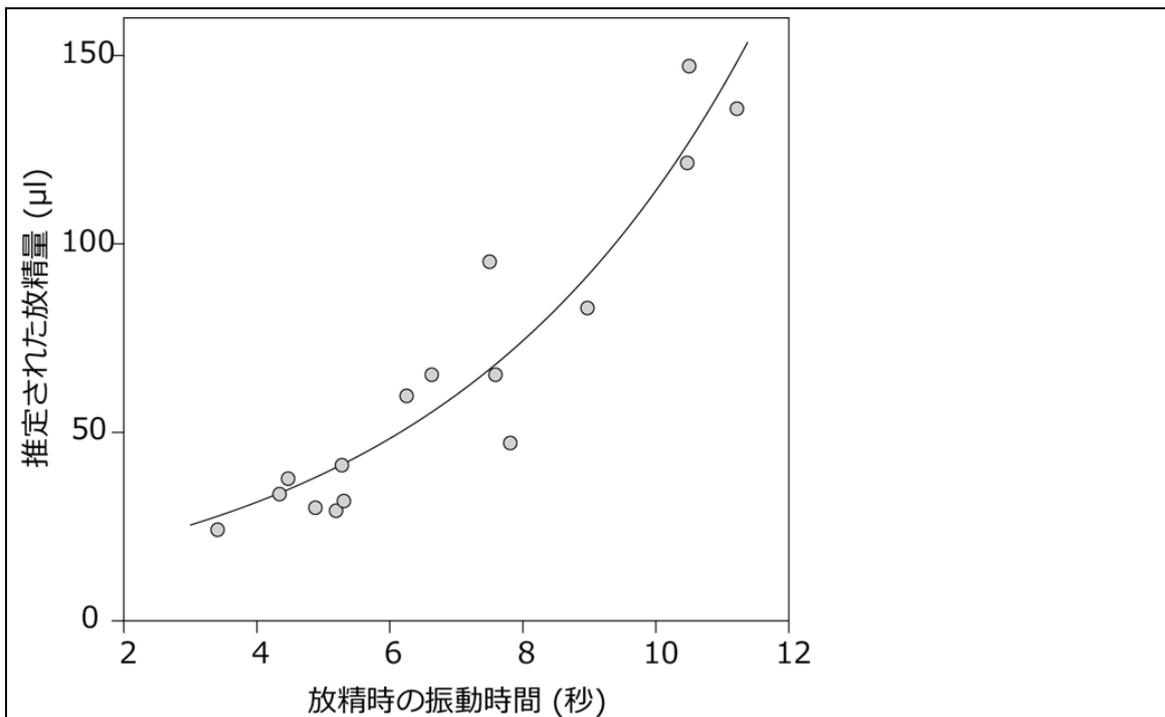


図2：コンドームで採取した混合液から推定した精子量と加速度波形から測定した縫製時の振動時間。

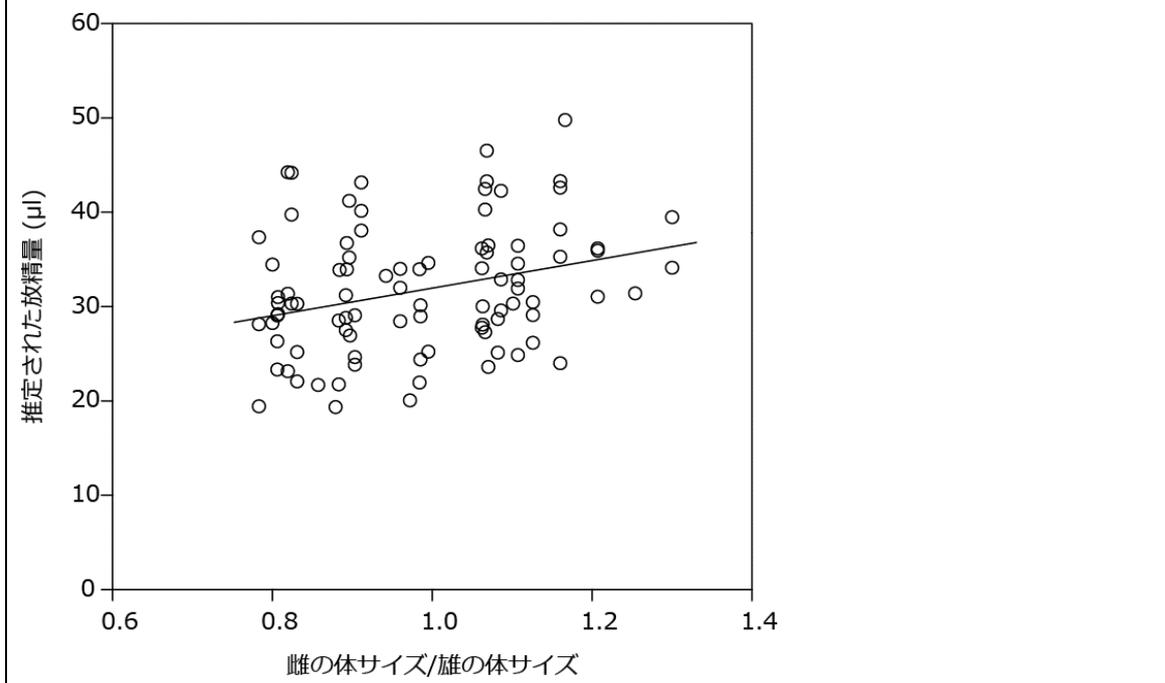
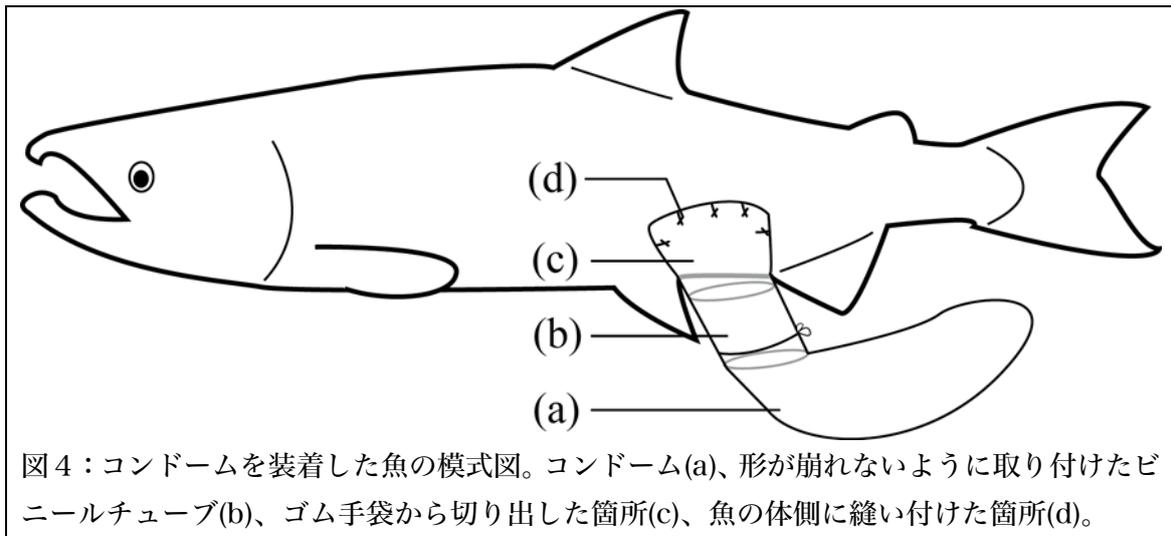


図3：振動時間から推定した放精量と雌と雄の体サイズ比。



発表論文の概要

研究論文名

Sperm allocation in relation to female size in a semelparous salmonid.

著者

牧口 祐也 (日本大学生物資源科学部海洋生物資源科学科 専任講師)

市村 政樹 (標津サーモン科学館 館長)

北山 武憲 (日本大学生物資源科学部 大学院生)

河端 雄毅 (長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科 准教授)

北川 貴士 (東京大学大気海洋研究所国際沿岸海洋研究センター 准教授)

小島 隆人 (日本大学生物資源科学部海洋生物資源科学科 教授)

Pitcher, E. Trevor, (Great Lakes Institute for Environmental Research, University of Windsor, Associate Professor)

公表雑誌：Royal Society Open Science 3 12 (2016) 160497

公表日：2016年11月14日

お問い合わせ先

日本大学生物資源科学部海洋生物資源科学科 魚群行動計測学研究室

専任講師 牧口 祐也 (まきぐち ゆうや)

TEL/FAX 0466(84) 3687 E-mail: makiguchi.yuya@nihon-u.ac.jp

文責：魚群行動計測学研究室 専任講師 牧口 祐也