

Ⅱ. 給餌方法の違いがサケ稚魚におよぼす影響に関する試験

【目的】

事業所によって様々な方法で行われている給餌方法の違いがサケ稚魚におよぼす影響について比較試験を行い、行動面からの健苗性評価指標を検討する。

【方法】

給餌方法の異なる 2 群でサケ稚魚を飼育し、放流サイズに成長した稚魚を一定期間水槽に收容して遊泳行動をビデオ撮影した。その際、鳥の模型などを用いて逃避行動をひき起こした場合の遊泳行動についても検討した。撮影した映像から、遊泳速度や成群性を簡便に判定するための映像資料の作成を試みた。同時に体成分の検査による健苗性指標との比較を行った。

【結果】

①2019 年級サケ稚魚の飼育状況

本試験に供試したサケ稚魚は、水産資源研究所さけます部門鶴居事業所において事業規模で行った給餌面積の異なる給餌方法の試験により生産した個体の一部である。採卵は 9 月中旬で通常の卵管理を行い、1 月中旬に浮上、1 月 25 日より全体で 154 万尾の稚魚について給餌飼育を開始した。使用した飼育池は主に屋外施設の B-1、B-2 飼育池でそれぞれ約 77 万尾を收容した。給餌開始の 1 月 20 日から 1 月 24 日の間は餌付けのため、屋内飼育地で北水研稚魚飼料 A 号を通常の散布方法で給餌した。1 月 25 から 26 日の間に、餌料の規格を北水研稚魚飼料 A 号から北水研稚魚飼料 B 号に切り替えるとともに給餌方法を池の下流側に一度に集中して給餌する方法(全面給餌区)と、数回に分けて池全体に均一にばらまく方法(下流半面給餌区)の 2 群に分けて飼育試験を開始した。1 月 27 日からは、屋外飼育池に稚魚を移送して 3 月 24 日まで飼育試験を継続した。飼育期間の水温は 7.4-7.5℃であった。両群の平均個体重量(水切り重量および 60 尾測定値平均重量)の推移を図 II-1 に示す。

実験に使用した試験群では、全面給餌区の餌料効率が 122.3%、下流半面給餌区が 97.8%となり、数回に分けて池全体に均一にばらまく給餌方法の方がやや餌料転換効率が高い結果となった。

②健苗性指標値

健苗性指標比較のための基礎資料として、2019 年級の行動観察試験に供試した鶴居事業所生産群のサケ稚魚の体成分分析等を行った。図 II-2 に体成分等の分析結果を示す。鶴居事業所生産群のサケ稚魚の体成分と、2018 年級の行動観察試験に供試した千歳事業所生産群のサケ稚魚の体成分(図 II-3)とを比較すると、肝臓グリコーゲンや脂質の含有量は鶴居事業所生産群でやや少なかった。一方、標準化遊泳速度はやや高い結果となった。

③行動観察試験

異なる給餌方法で飼育した稚魚を、川に見立てた水槽に收容し、行動のビデオ映像を撮影した。なお、逃避行動の刺激となる鳥の模型が、2 群の試験区の稚魚に同時に見える様にするため、水槽を縦に二つ並べた上を鳥の模型が通過する様にセッティングした。

撮影したビデオ映像を、流体解析ソフト FtrPIV(3.1.37.13)を用いて解析することにより、稚魚の遊泳速度を算出した。撮影したビデオ映像において水面への光の映り込みが少ない領域を選定して解析領域とし、逃避行動などがみられる映像を 2 秒間切り出して解析を行った。解析の条件設定としては、画像の時間間隔は 1/30 秒とし、領域を分割した各セルのサイズは複

数の条件を比較した結果 16pixel(実スケール約 4.5cm) 四方とした。図 II-4 に撮影した画像および解析に用いた反転画像の例を示す。なお、稚魚の動きはセルの画素パターンの移動に基づいて算出されるためセル毎の値として算出される。この場合、稚魚が写っていないセルでは遊泳速度が 0 となるため、遊泳速度が 0 となったセルを除いて解析を行った。各セルで算出された稚魚の遊泳速度について、通常遊泳時の頻度分布を給餌条件別に図 II-5 に、鳥の模型で脅した場合の頻度分布を給餌条件別に図 II-6 に示す。

安静状態では、稚魚の遊泳速度は毎秒 40～50mm 程度で毎秒 100mm を超えることはほとんどなかった。一方、鳥の模型で脅した場合は、毎秒 100mm 以上の遊泳速度が記録されたセルが増加しており、稚魚が逃避行動を取ったことがわかる。しかし、給餌方法の異なる 2 群間で、逃避行動時の遊泳速度の頻度分布に大きな違いは見られなかった。

一方で、稚魚の群に着目した場合、給餌方法の異なる 2 群間で魚群の形成状況に違いがあるように見受けられたため、魚群の大きさについての検討を行った。図 II-7 に、魚群サイズ測定の様式図を示す。魚群の大きさは、9 個の頂点を持つ多角形で囲んだ面積として、8 分間のビデオ画像を 1 秒間隔で測定した。通常遊泳時の魚群サイズの測定結果 2 例を図 II-8、鳥の模型で脅した場合の魚群サイズの測定結果 2 例を図 II-9 に示す。魚群サイズは、水槽を往復する行動に伴い周期的に変動していた。魚群の大きさは、おおむね下流半面給餌区の方が小さくなる傾向にあったが、通常遊泳時にはその差は小さかった。一方、鳥の模型によって脅し場合は、全面給餌区の魚群の方が、脅す前の魚群の大きさに早く戻る(早く広がる)場合が見られた。

Hasegawa et al. (2021)では、放流後のサケ稚魚が、河川内や沿岸で魚食性の魚に捕食される場合、小型個体の方が捕食されやすい傾向にあることが示されており、その理由として小型個体の逃避能力が群の中で相対的に劣るためと考察している。一方で、稚魚が群を作らずにばらばらに捕食されるような状況では、捕食者と被食者(サケ稚魚)の運動能力の差が非常に大きい場合、稚魚のわずかな体長差で小型個体が捕食されやすくなるとは考えにくい。このため、魚群を形成することは大型で運動能力の高い稚魚を選択的に生残させる効果を持つと想定される。したがって、給餌方法によって魚群の形成力を高めることができれば、放流後の初期減耗の過程において沿岸滞泳期以降も生残しやすいと考えられる大型の稚魚が残りやすい可能性があり、サケ稚魚の生残率向上のための技術開発項目の一つになると考えられる。

④2020 年級行動試験供試稚魚の生産

水産資源研究所さけます部門静内事業所において給餌方法の異なる飼育試験を行う計画とし、施設全体の予定を調整した結果 2021 年 5 月上旬放流群を用いて行動観察試験を行う事とした。2 月末現在で飼育を継続中である。放流前に、一部の稚魚を FRP 水槽に移してビデオ撮影を含む行動観察および体成分測定用のサンプル採取を行う予定となっている。

【引用文献】

Hasegawa et al. 2021. Small biased body size of salmon fry preyed upon by piscivorous fish in riverine and marine habitats. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. DOI: <https://doi.org/10.1139/cjfas-2020-0339>. (Open access).

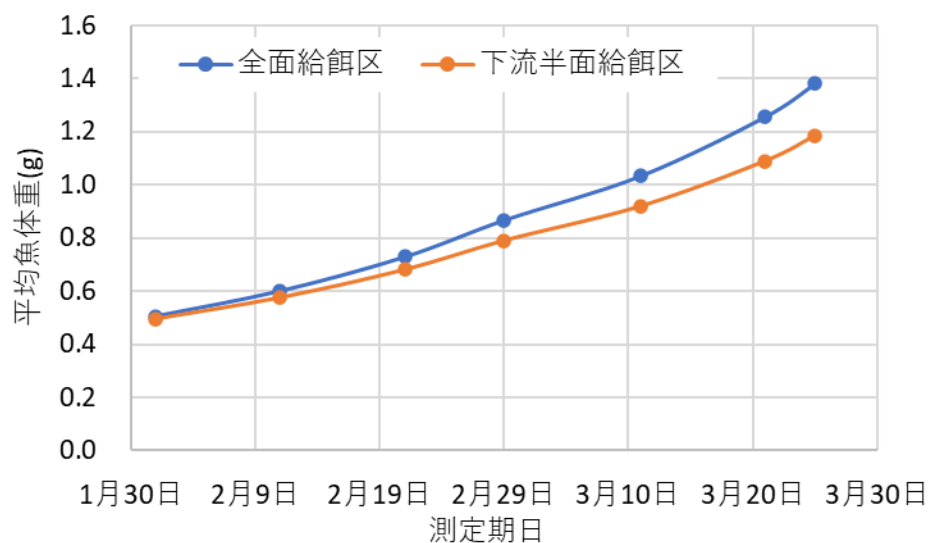


図 II-1. 平均魚体重の推移

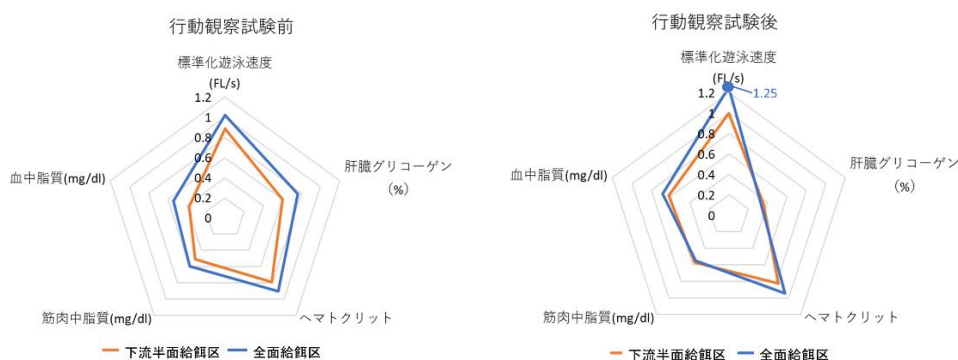


図 II-2. 行動観察試験に供試した鶴居事業所生産群のサケ稚魚の体成分

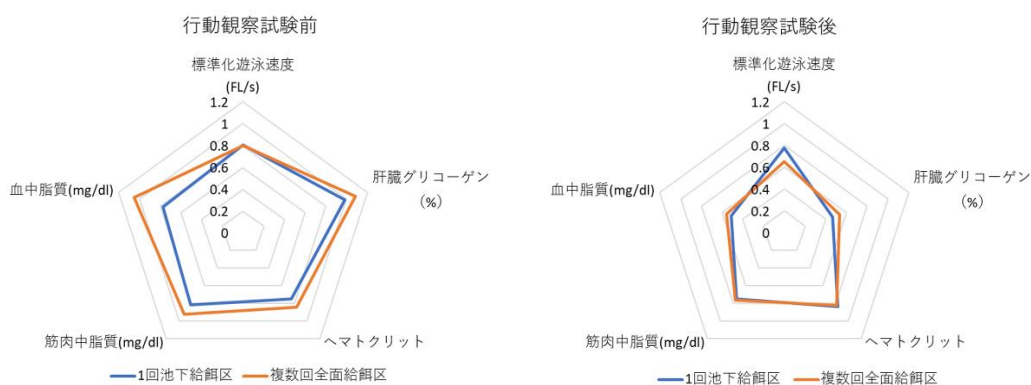


図 II-3. 2018 年級の行動観察試験に供試した千歳事業所生産群のサケ稚魚の体成分

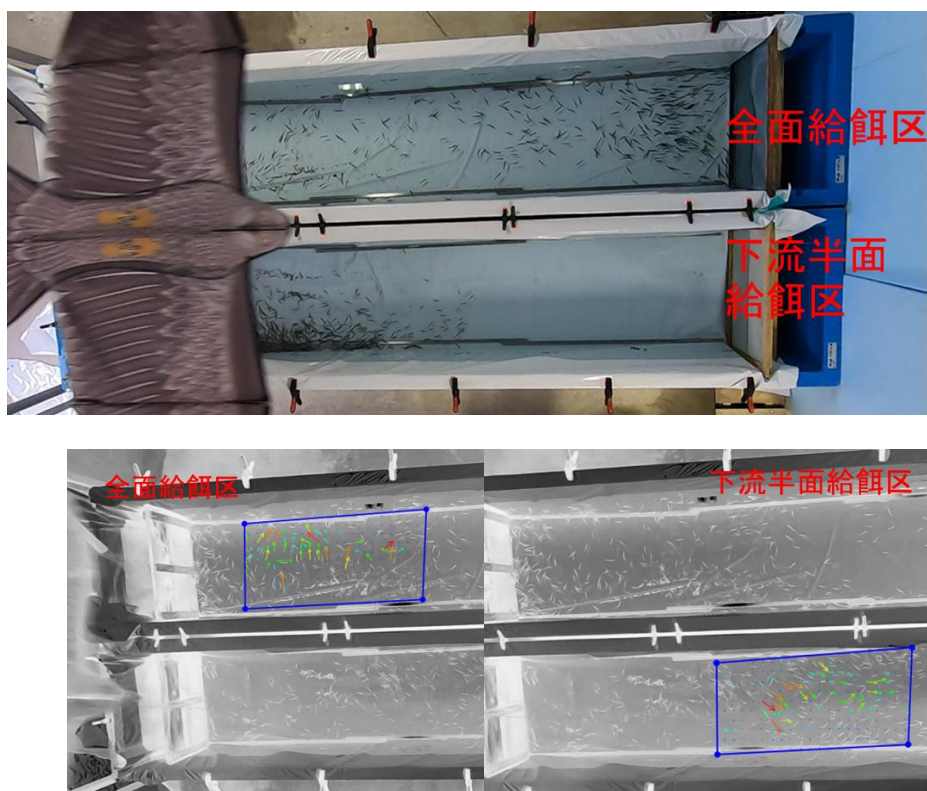


図 II-4. 撮影した画像の例(上)と解析に用いた反転画像(下)
 青色の線で囲んだ領域を解析領域とした。緑～赤の小さな矢印は、算出された速度ベクトルを示す。画像の左側から鳥の模型を移動させて、稚魚の逃避行動をひき起した。

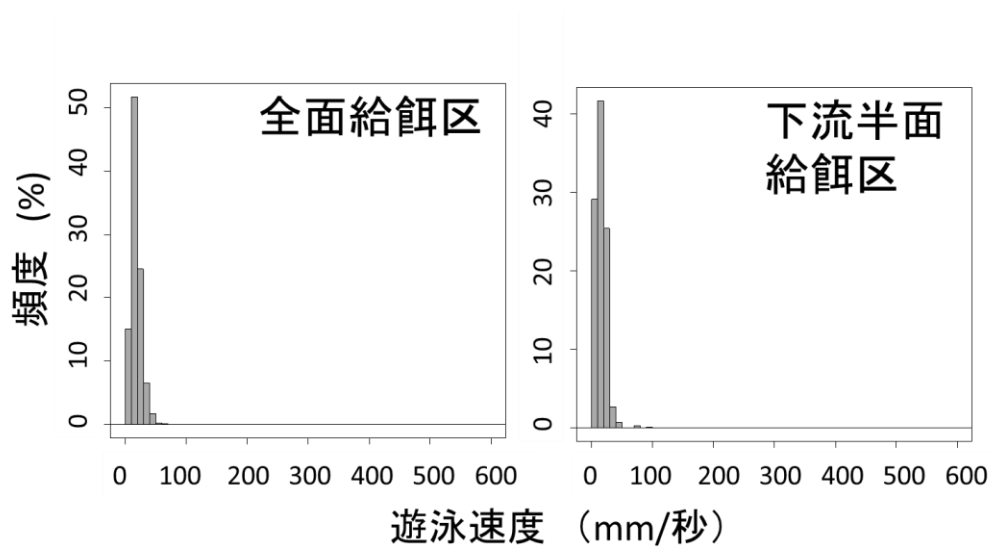


図 II-5. 給餌方法の異なる2群間での遊泳速度頻度分布の比較(通常遊泳時)

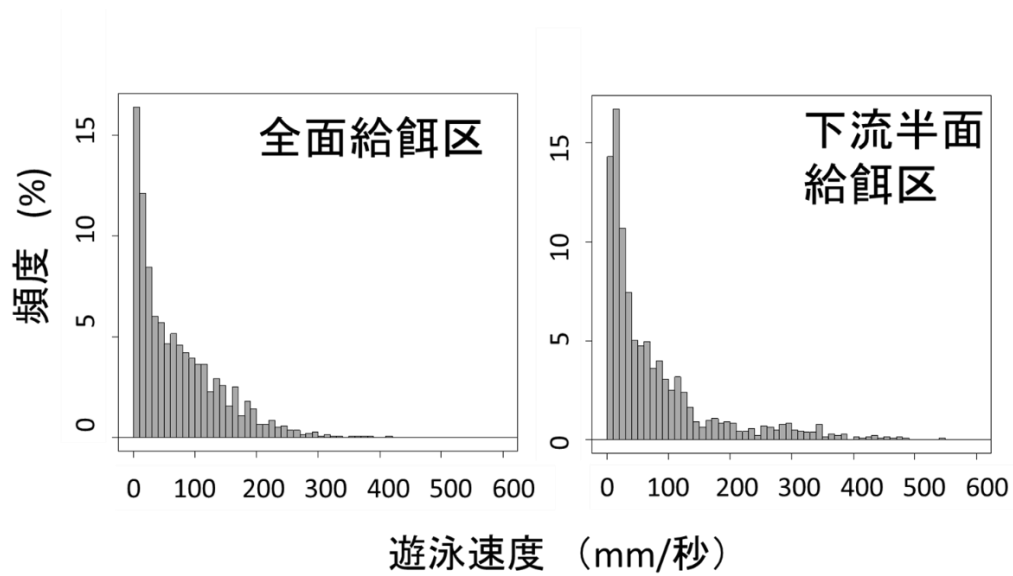


図 II-6. 給餌方法の異なる 2 群間での遊泳速度頻度分布の比較(鳥の模型で脅した場合)

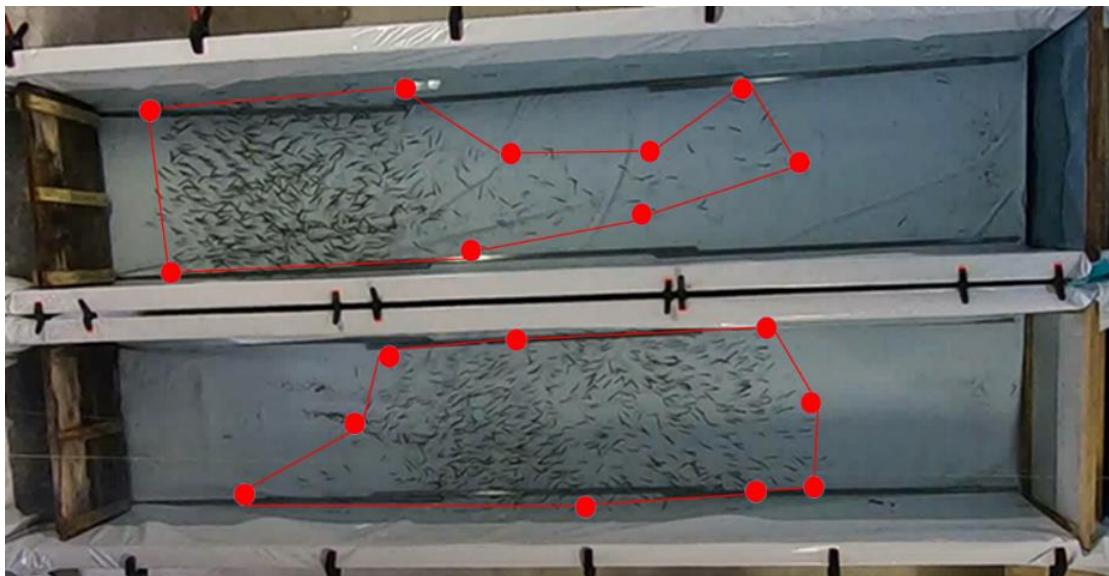


図 II-7. 魚群サイズの測定方法模式図

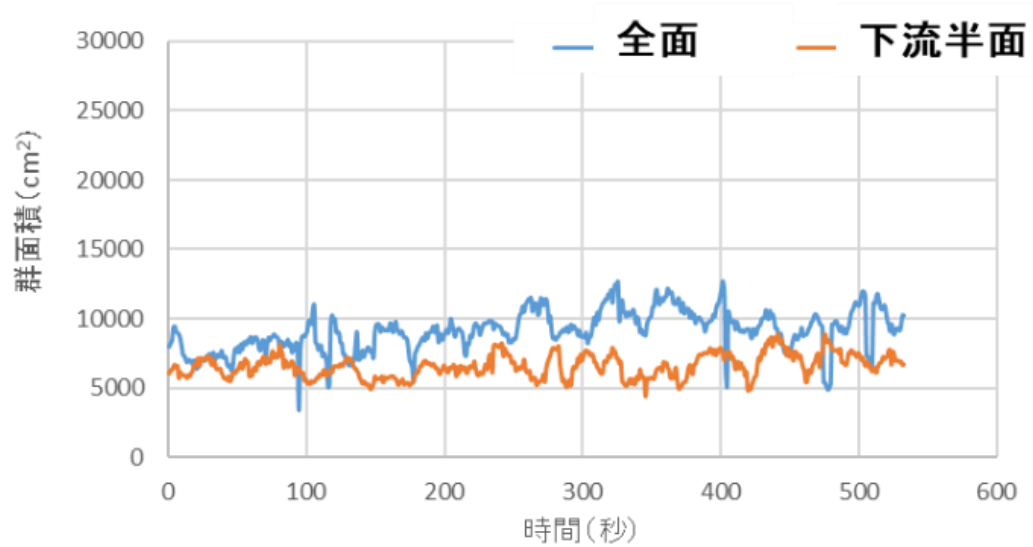
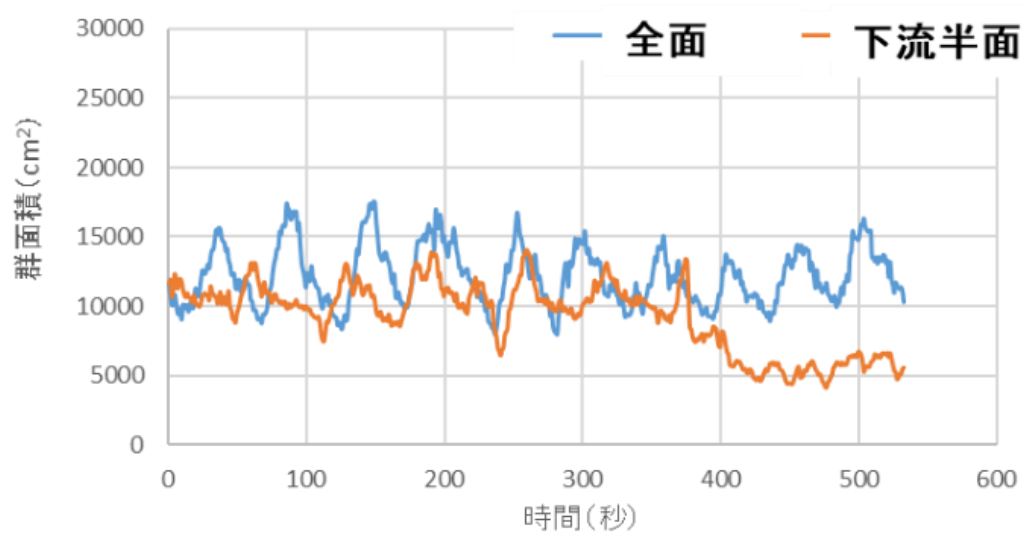


図 2-8. 通常遊泳時の魚群サイズの測定結果2例

↓ : 脅したタイミング

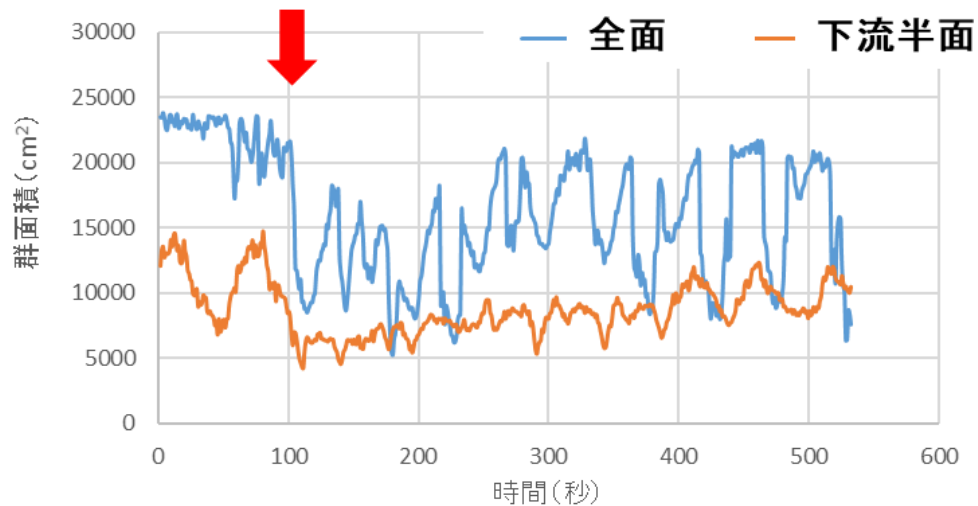
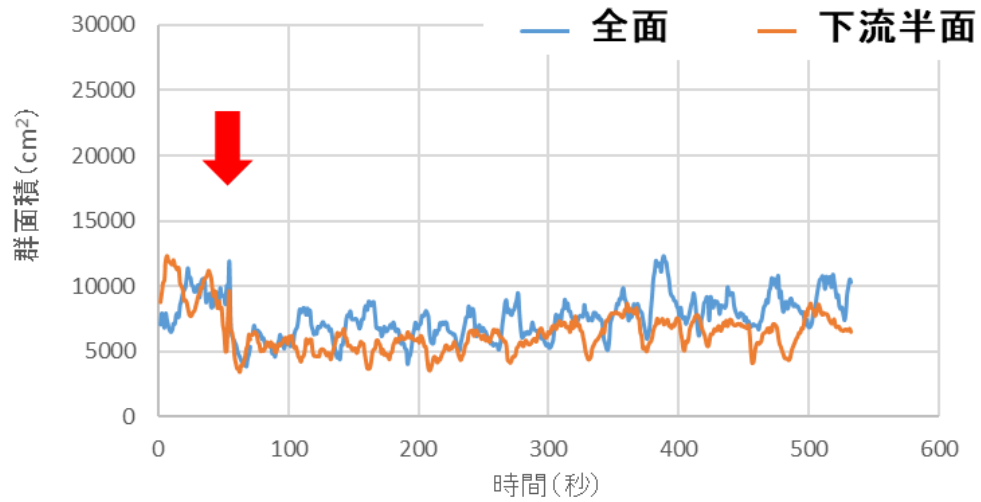


図 II-9. 鳥の模型で脅した場合の魚群サイズの測定結果2例