水産研究・教育機構 機関リポジトリ
FRA Japan Fisheries Research and Education Agency Institutional Repository

三陸沿岸域におけるサケ稚幼魚の成長、食性、およびニシン仔稚魚との生態的関係

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 水産総合研究センター 公開日: 2024-07-03 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 栗田, 豊, 斎藤, 寿彦, 有瀧, 真人 メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2009709

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

三陸沿岸域におけるサケ稚幼魚の成長，食性，およびニシン仔稚魚との生態的関係

栗田 豊[*1]・斎藤 寿彦[*2]・有瀧 真人[*3]（[*1]東北区水産研究所 海区水産業研究部，
[*2]さけますセンター さけます研究部，[*3]宮古栽培漁業センター・現西海区水産研究所 海区水産業研究部）

はじめに

水産総合研究センターでは，平成 19－20 年に地域連携プロジェクト研究「生態系アプローチによる資源管理に向けた基礎的研究－サケ，ニシン，スケトウダラの順応的管理方策の検討－」を実施した．本プロジェクト研究は，サケ，ニシン，スケトウダラの種間関係を考慮した資源変動概念モデルを作成すること，モニタリングのための指標を開発すること，放流手法と漁業管理を組み合わせた順応的管理手法を提案することを目的とした．具体的には，初期生活史における成長の良否が生残に影響を及ぼす可能性が高いことに着目して，３魚種が初期生活期に同所的に分布する可能性が見込まれた厚岸沿岸（道東沿岸海域）と宮古沿岸（三陸沿岸海域）において，仔稚魚期の成長の環境応答の把握，種間関係の評価，環境および初期成長と資源変動に関する長期データの解析を行った．本稿では，得られた成果のうち，サケ稚幼魚の生態に関連するものを抜粋して紹介する．

三陸のふ化場で生産されたサケ幼魚の成長速度と水温の関係（飼育実験）

個体の成長を決定するのは，主に水温と摂餌量である．摂餌量が十分であれば，成長は水温から期待できる最大の値となり，摂餌量が不十分であれば，成長は低下する．従って，ある水温下における最大成長速度は，野外採集個体の成長が餌料環境によって制限されているか否かを解釈するための尺度となる．本研究は，サケ幼魚の飽食時の成長速度と水温の関係を明らかにすることを目的とした．

三陸沿岸域におけるサケ幼魚の体長，経験水温を網羅するため，標準体長(SL)44～85mm（尾叉長(FL)50～92mm に該当），水温 7～22℃における幼魚の飽食時の成長を調べた．供試魚は，岩手県内の孵化場で生産された稚魚を宮古栽培センターで一定期間馴致した．実験では，100 リットル水槽に約 30 個体の幼魚を収容し，各水温条件において 14 日間飼育した．各水温条件につき 3 水槽を用い，成長速度は 3 水槽から得られた値の平均値とした．餌は冷凍オキアミを 1 日 4 回飽食まで与えた．初期値は，実験開始時に親水槽から採集した 50 個体の平均体長および体重により与えた．実験開始時の体重を用いて，体重 1 g に標準化したサケ幼魚の 7～22℃における相対成長速度(SGR(1g))は，水温 15～20℃で最大となり，22℃では低下した（図 1）．成長速度(GR(L)；mm/d)は小型，大型群ともに，15～20℃において 1.1～1.2mm/d で最大値を示し，22℃では低下した（図１）．すなわち体重を用いて算出した成長率と同様の水温応答であった．なお，相対成長速度(SGR(W))，成長速度(GR(L))，1g に標準化した相対成長速度(SGR(1g))は以下の式により求めた（Jobling 1994）．

$$SGR(W) = \{(\ln W_1 - \ln W_0) / D\} \times 100$$

$$GR(L) = (SL_1 - SL_0) / D$$

$$SGR(1g) = SGR(W) \times W_0^{0.35}$$

W_0 と W_1 はそれぞれ，実験開始時と終了時の体重(g)，SL_0 と SL_1 はそれぞれ実験開始時と終了時の体長(mm)，D は実験期間(日)を表す．

サケ幼魚は水温 15～20℃で最大の成長を示すという結果を得たが，日本沿岸域に生息するサケ幼魚が 15°C 以上の水温を経験することは極めて稀である．このことの理由として，餌料環境の影響が考えられる．飼育実験では，水温上昇に伴い摂餌量も増加した．摂餌量が制限されている条件下では成長速度が低下するため，成長速度のピー

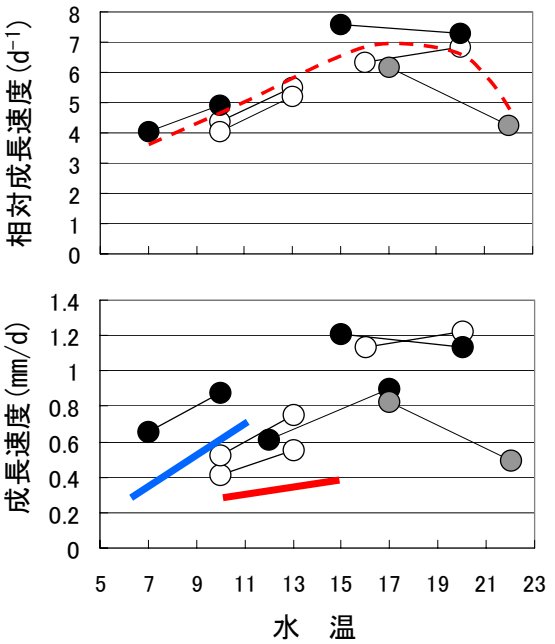

図 1. サケ幼魚の飽食時の成長速度と水温の関係．上図は体重 1 g に標準化した相対成長速度（体重ベース），下図は成長速度（体長ベース）の値である．
○,●,◎ は実験開始時の体長が，それぞれ 44－47mm，55－65mm，85mm であることを表す．上図の赤破線は相対成長速度と水温の関係をフリーハンドで描いた．直線で結ばれた 2 点は，同時に行った実験であることを表す．下図の赤線は 2007 年，青線は 2008 年の宮古湾内における推定成長速度と水温の関係を表す．

クはより低水温側で現れる（図 1）．したがって，天然海域において，高水温時に十分な摂餌量を確保できない場合，成長の適水温は実験から得られる水温帯よりも低くなる可能性がある．なお，本飼育実験は三陸沿岸の河川由来のサケ幼魚を用いており，道東のサケとは成長の水温応答が遺伝的に異なる可能性もある．道東のサケ幼魚の成長の解釈に用いる際は注意が必要であろう．

本研究から得られた成長－水温関係は，野外における餌料環境の評価に適用可能である．例えば，2007 年と 2008 年の採集直前 5 日間の成長率と水温の関係を比較すると，同水温帯では 2008 年が 2007 年よりも良好な成長を示した（図 1）．また，2008 年の成長は，飼育実験から予想された生息水温における最大の成長速度に近似した．このことから，2008 年に採集されたサケ稚幼魚は採集直前 5 日間は餌が十分ある環境に生息していたのに対し，2007 年は餌が不十分な環境に生息していたと推察される．

宮古湾内におけるサケ稚幼魚とニシン仔稚魚の生態的関係（野外調査）

宮古湾内において野外調査を行ない，サケ幼魚とニシン仔稚魚の成長および食性を調査し，捕食－被食関係や餌生物の競争といった生態的関係を明らかにすることを目的とした．なお，3 魚種を対象に同様の調査を道東海域の昆布森沿岸でも行ったが，同時に 2 魚種以上が分布することはなかった．また，宮古湾外では，サケ幼魚とスケトウダラ稚魚が同時に分布したが，餌生物の重複は大きくなかった．

宮古湾内において，2007 年 3 月から 7 月までに計 18 回，2008 年 2 月から 7 月までに計 33 回，湾奥部の小型定置網に乗網した稚幼魚を収集するとともに，餌料環境を把握するために動物プランクトンを旬 1 回の頻度で NORPAC ネットの鉛直曳き（水深 5m）により採集した．湾内の水温と塩分はデータロガーにより記録した．得られた標本は，魚体測定を行なったのちに耳石を摘出して成長解析（耳石輪紋計測）に用いた．2 魚種以上が同時に採集された場合には，胃内容物を摘出して餌生物の種組成を調べ，さらに主要な餌生物についてサイズを計測した．

水温は，2007 年が 2008 年よりも 2～3℃高かった（図 3）．これに対して，湾内の動物プランクトンの出現時期や密度には大きな違いが認められなかった（図 3）．動物プランクトンの湿重量は 3 月下旬から上昇しはじめて 4ー5 月にピークを示したのちに 6 月に入ると急激に減少した．4ー5 月の動物プランクトンのピークに出現した優占種は小型カイアシ類の *Acartia hudsonica* であり，本種が約 60%以上を占めた．

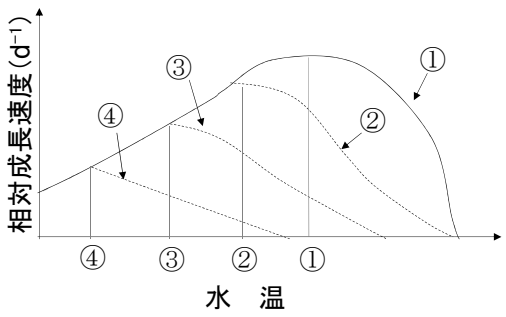

図 2. 摂餌量を変化させたときの相対成長速度と水温の関係．摂餌量は①＞②＞③＞④であり，①は飽食量摂餌した際の成長と水温の関係を表す．X 軸上の①～④は対応する摂餌量において最大の成長となる水温を表す．摂餌量が少なくなるほど，最大の成長を示す水温は低くなる．

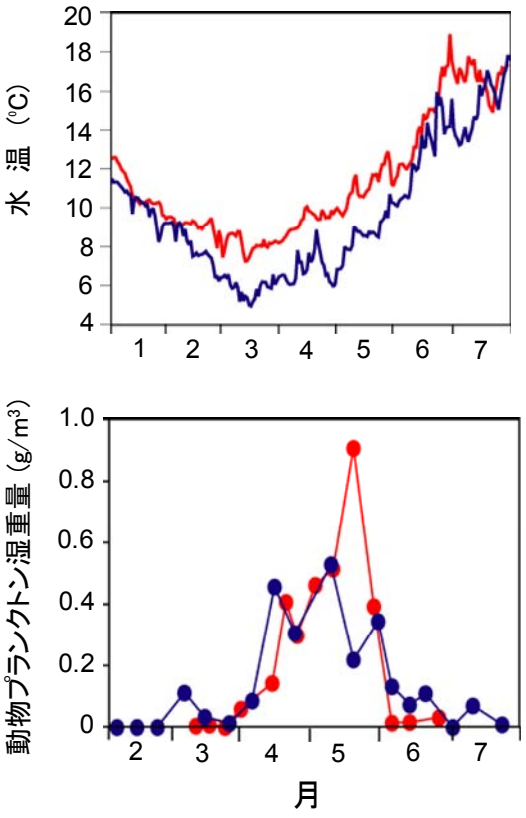

図 3. 宮古湾内における水温と動物プランクトン密度の変化．赤線は 2007 年，青線は 2008 年の値を表す．

宮古湾ではサケおよびニシンの種苗放流が行われている．また，ニシンの自然産卵が認められる．2007ー2008 年の 2 月中旬から 5 月中旬にかけて，宮古湾に流入する津軽石川と閉伊川には毎年約 6000 万尾のサケが放流された．一方，ニシン稚魚は 2007 年 4 月 23 日に 29.4 万尾，2008 年 4 月 21 日に 42.6 万尾がそれぞれ湾内に放流された．湾内では 2ー6 月にかけてサケ稚幼魚が確認された（2007 年，尾叉長 FL：36ー100mm；2008 年，FL：34ー104mm）．両年とも採集数が多いのは 4 月中旬から 5 月までの時期だった．ニシン稚魚は

5 月下旬ー7 月にかけて採集され（2007 年，全長 TL61ー124mm ; 2008 年，TL52ー90mm），このうち天然ニシンはごくわずかであった．両年の採集状況から，宮古湾では 5 月中旬以降にサケとニシンの稚幼魚が同所的に分布することが確認された（図 4）．

宮古湾内でサケとニシンが同所的に生息した 5 月中旬以降の両種の胃内容物を比較したところ，両種の主要な餌生物は十脚目ゾエア（Thalassinidea /Caridea zoea），尾虫類（Appendicularia），小型カイアシ類（*Acartia omorii/hudsonica*）等であり，湾内のサケとニシンの食性は類似することが明らかになった．また，飼育実験では，サケ幼魚がニシン仔魚の潜在的な捕食者となることが確認された．そこで，野外での捕食実態を解析した．宮古湾に天然ニシン仔魚が出現すると考えられた 4 月中旬までの期間について，サケ稚幼魚の胃内容物中における魚類の出現状況を調べた．分析の結果，2008 年に調べた 97 個体中 2 個体（2.1%）の胃内容物から仔魚（魚種不明）が 1 尾ずつ確認された．さらに眼球，耳石，魚卵と思われるものが発見された 3 個体（3.1%）を加えると，2008 年の検体に占める仔魚の出現割合は 5.1%になった．一方，2007 年の検体からは仔魚を摂餌した形跡は全く認められなかった．以上の結果，本調査ではサケ稚幼魚によるニシン仔魚の積極的な捕食は確認されなかった．

2 年間の調査の結果，少なくとも春季の宮古湾周辺ではサケ，ニシン，スケトウダラ稚幼魚が同所的に生息することが明らかとなり，これらの種について，食性や成長などの基礎的知見を得ることができた．しかし，本調査では湾内の小定置網に混獲された稚幼魚を標本として分析したことから，宮古湾内におけるサケやニシンの出現状況や餌生物の競争あるいは捕食-被食関係について，詳細に現状把握ができたとは言いがたい．特に，宮古湾に流入する津軽石川および閉伊川からは毎年 3 月までに 2000 万尾（両水系から放流される全放流数の約 1/3 に相当）ものサケ稚魚が放流されているが，小定置網ではこの時期のサケがあまり採集されない．3 月の宮古湾には餌となる動物プランクトンが少ないことから，これら早期に大型サイズで放流されるサケ（岩手県で呼ぶところの早期群由来の種苗）の生息状況が気がかりである．また，この時期は宮古湾内における天然ニシンの産卵・ふ化時期にも重なることから，天然ニシン仔魚に対するサケの捕食も懸念される．詳細については，今後明らかにする必要がある．

おわりに

本プロジェクト研究は，先行研究が無いなか，2 年間のみの実施であった．そのため，未完成な成果が多いが，本稿で紹介した成果以外にも，ニシン仔稚魚の成長の水温応答に関する飼育実験，サケ幼魚によるニシン仔魚捕食に関する飼育実験，厚岸沿岸におけるサケ幼魚の食性および成長，道東および三陸沿岸域における低次生産の経年変動と水塊の関係，宮古湾における 3 魚種の順応的管理試案の作成など，今後発展する可能性がある興味深い成果が得られた．一部の課題は，すでに新たな研究課題に引き継がれて発展しているが，より多くの課題が今後新たな研究課題に発展することを願っている．また，本プロジェクト研究の一つの目的として，同地域に存在する水産総合研究センター諸機関による共同研究の推進があった．本研究には北海道区水産研究所，東北区水産研究所，さけますセンター，宮古栽培漁業センターが参画した．機関間の連携は各課題の実施において非常によく図られ，研究設計会議および推進会議で浮かび上がった問題点に対して迅速な対応が図られた．最後に，プロジェクト研究の推進にあたって貴重なコメントを頂いた福井県立大学の富永修教授，研究に参画した各機関の研究者の方々，野外調査に必要な特別採捕許可証の申請に際してお世話になった宮古漁業協同組合，宮古湾におけるサケおよびニシン採集において全面的にご協力頂いた同漁業協同組合の山根幸伸氏にお礼申し上げる．

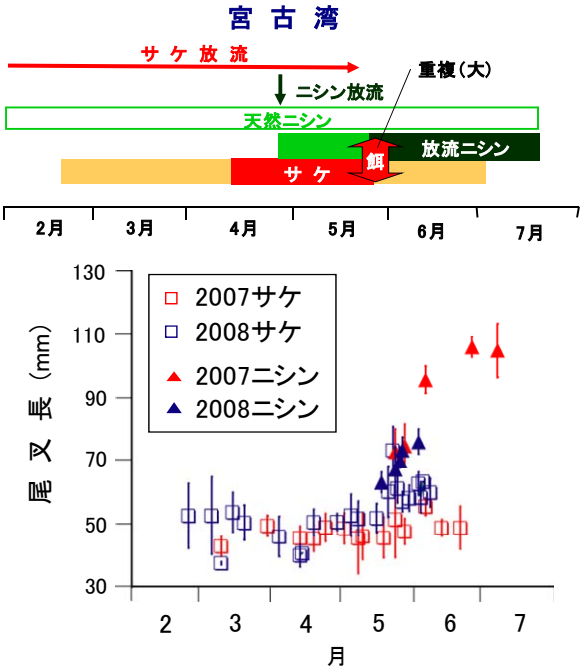

図 4. 宮古湾内におけるサケ幼魚およびニシン仔稚魚の出現時期および尾叉長．

引用文献

Jobling, M. 1994. Fish bioenergetics. Chapman & Hall, London. 309 p.