

BULLETIN OF IWATE PREFECTURAL
FISHERIES TECHNOLOGY CENTER

No.11 March, 2024

岩手県水産技術センター研究報告

第11号 令和6年3月

岩手県水産技術センター

岩手県釜石市大字平田

IWATE PREFECTURAL FISHERIES TECHNOLOGY CENTER

HEITA, KAMAISHI, IWATE 026-0001, JAPAN

岩手県水産技術センター研究報告

第11号

目次

岩手県沿岸の磯焼けがエゾアワビ釣り漁業の漁獲効率に及ぼす影響

..... 渡邊隼人, 堀井豊充, 高見秀輝, 小林俊将, 西洞孝広 1

サケ不漁下における漁協自営定置の経営実態と収益性推移 —岩手県内4漁協の事例—

..... 及川光 7

サケ精子の由来が卵の発生に与える影響について

..... 岡部聖, 清水勇一 13

岩手県沿岸の磯焼けがエゾアワビ釣り漁業の漁獲効率に及ぼす影響

渡邊隼人・堀井豊充・高見秀輝・小林俊将・西洞孝広

2016年以降、岩手県沿岸の広範囲で海藻がほとんど繁茂しない、いわゆる「磯焼け」が長期にわたり発生しており、2023年現在も継続している。本稿では岩手県内各地のエゾアワビ漁獲統計資料を基に、DeLury法によって磯焼け発生前後の漁獲効率を比較した。分析の結果、2016年以降の漁獲効率は2015年以前の値の概ね2倍程度に上昇していることが明らかとなった。漁獲効率が増加することによって、推定される資源量も大きく変動することとなる。海藻の繁茂状況を考慮せずに資源評価を行うと、資源量を過大に評価することとなるため、現存する資源量に対して過剰に漁獲することにつながりかねない。よって、エゾアワビ資源を適切かつ持続的に利用するためには、資源調査と併せて漁場の藻場現存量のモニタリングを行い、藻場の動態を反映した資源管理・漁業管理手法の導入を検討する必要があると考えられた。

岩手水技セ研報(11), 1~6 (2024)

サケ不漁下における漁協自営定置の経営実態と収益性推移

—岩手県内4漁協の事例—

及川光

岩手県の漁協自営定置を取り巻く環境は厳しさを増しており、各漁協の実情に即した経営改善策の立案が喫緊の課題となっている。本稿では、経営改善策の立案に必要な知見を得るために、岩手県内で漁協自営定置を営む4漁協を対象として損益分岐点分析を行った。分析の結果、4漁協の損益分岐点は平均1.6~2.2億円と漁協間で最大6千万円の差があり、最も収益性の低い漁協では損益分岐点が水揚げ金額を上回った回数が過去9年間で7回に及んでいたことが分かった。損益分岐点を引き下げて収益性を向上させるためには、総経費の約半数を占める労務費の引き下げが有効と考えられるが、その実現にあたっては各漁協の労務費を規定する就業規則を改訂するなど、多くの調整を要することが課題と考えられた。

岩手水技セ研報(11), 7~12 (2024)

サケ精子の由来が卵の発生に与える影響について

岡部聖・清水勇一

サケ (*Onchorhynchus keta*) において、雄親魚の精子の由来が卵の発生にどのような影響を与えるか調べるため、本試験では精子の凍結保存技術を用いた。精子をグルコース-メタノール混合液に希釈し、液体窒素を用いて凍結保存することで、異なるそ上時期や河川における精子を、同一の雌親魚由来の卵に媒精することが可能となった。凍結保存精子を用いた受精卵では、同一日に採取した生精子を用いた受精卵と比較して、ふ化時の積算温度が低く、ふ化速度が早いものが見られた。このことから、サケの卵発生、特にふ化は、雄親魚の精子の由来により影響を受けることが分かった。

岩手水技セ研報(11), 13~16 (2024)

岩手県沿岸の磯焼けがエゾアワビ鉤どり漁業の漁獲効率に及ぼす影響

渡邊隼人・堀井豊充・高見秀輝・小林俊将・西洞孝広

Effects of isoyake on the catchability coefficient of Ezo abalone *Haliotis discus hannai* hook fishing along the coast of Iwate Prefecture

Hayato Watanabe, Toyomitsu Horii*1, Hideki Takami*2, Toshimasa Kobayashi, and Takahiro Saido

Abstract

Since 2016, a wide range of coastal areas in Iwate Prefecture have been experiencing a long-term continuous occurrence of 'isoyake', a phenomena of inhibited seaweed growth, which is continuously appearing as of 2023. Based on the Ezo abalone *Haliotis discus hannai* fishery statistics from nine locations in Iwate Prefecture, the catchability coefficient of pre and post- isoyake is analyzed using the DeLury's method. It was revealed that the catchability coefficient after post-isoyake has increased by about twice as much as pre-isoyake. Since the change in catchability coefficient causes a large divergence in the estimated amount of resources, the resource may be overestimated which may lead to overfishing of the existing resources if the resource assessment is conducted without considering the isoyake and the following change in catchability coefficient.

Key words : *Haliotis discus hannai*, isoyake, resource management, catchability coefficient.

キーワード : エゾアワビ, 磯焼け, 資源管理, 漁獲効率

はじめに

エゾアワビ *Haliotis discus hannai* は、主に茨城県以北の太平洋沿岸、津軽海峡、北海道の日本海沿岸、朝鮮半島に分布する古腹上目ミミガイ科の匍匐性の巻貝である¹⁾。本種は岩手県では11~12月に船上からの鉤どりや潜水漁業によって漁獲され、2015~2021年の漁獲量は年間90~344トンで推移しており(農林水産統計; <http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/kensaku/bunya6.html>)、沿岸漁業の中で最も重要な漁獲対象種の一つである。分布水深は漸深帯の浅所から水深20m以浅で、暖流系のクロアワビと異なり、表出する個体が多いため、鉤どりで漁獲することができる。

岩手県のエゾアワビ鉤どり漁業は、操業日が冬季の数日間に限定されている。また、操業に用いる竿は15mに及び、漁業者は船外機船の上から箱眼鏡で海底を覗き込みながら竿を操り、岩礁上の個体を採捕する。

そのため、船上から見えない岩礁や海藻の陰や竿の届かない深所に生息する個体は漁獲されない。

岩手県ではエゾアワビ漁獲量が減少傾向にあり、資源の持続的な利用と回復を図るため、国立研究開発法人水産研究・教育機構と連携して資源評価を実施している。各地区の漁獲データからVPA法及びDeLury法による資源解析を行い、当該地区の資源量及び漁獲率を推定している。

DeLury法は、漁期の進行に伴うCPUE(単位漁獲努力量あたり漁獲量)の減少傾向から資源量と漁獲効率(漁具能率)を推定する代表的な手法であるが、近年は加入や逸散の無い、閉じた資源の漁獲量-努力量データを用いた推定手法全般を指すのが一般的である²⁾。またDeLury法は漁獲効率を漁期内で一定と仮定して計算される場合が多いが、実際には種々の条件により変動するため、様々な修正や拡張が試みられてきた³⁻⁹⁾。

*1 (国研) 水産研究・教育機構水産資源研究所研究管理部 (Research Management Division, Fisheries Resources Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, Yokohama, Kanagawa 236-8648, Japan)

*2 (国研) 水産研究・教育機構水産資源研究所社会・生態系システム部 (Socio-Ecological Systems Division, Fisheries Resources Institute, Japan Fisheries Research and Education Agency, Shioyama, Miyagi 985-0001, Japan)

一方、岩手県沿岸でエゾアワビ鉤どり漁業の漁獲効率を変動させる要因の一つとして、漁場におけるマコンブなどの大型海藻の繁茂状況が挙げられる。海藻が多く繁茂している場合、エゾアワビは広範囲の海藻群落内およびその周辺に分布しており¹⁰⁾、海藻に隠されているため船上からは発見されにくく、また鉤どりの竿が届かない深所にも生息域が広がることから漁獲されにくいと考えられる。一方、海藻が少ない場合には、潮下帯上部などの浅所に形成される小規模な海藻群落に集中して分布するため¹¹⁾、船上からの発見や漁獲は比較的容易となろう。

2016年から岩手県沿岸の広範囲で海藻がほとんど繁茂しない、いわゆる「磯焼け」が、過去に例が無いほど長期に亘り発生しており、2023年現在も継続している¹²⁻¹⁴⁾。したがって、エゾアワビがより漁獲されやすい状況が続いているものと考えられる。

本研究では、岩手県内各地の漁獲統計資料を基に、DeLury法によって磯焼け発生前後の漁獲効率を比較した。

材料と方法

資料

資料として、岩手県内9地区のエゾアワビ鉤どり漁業に関する漁獲統計資料を用いた。資料には、操業日別に操業者数、操業時間およびエゾアワビ漁獲量が漁場別(専属・入会)に記録されている。このうち近隣地区の漁業者と同所・同時に操業する入会漁場は漁場内の漁獲努力量および漁獲量の把握が困難なため、本報告では専属漁場のみを解析の対象とした。また資料として用いることが可能な期間(漁獲統計資料が整っている期間)は地区により異なり、長い地区では34年間(1988~2022年)、短い地区では11年間(2012~2022年)である。また東日本大震災の発生年である2011年には大津波によって多くの漁船が被災したため、操業自体を中止した地区や、損壊を免れた漁船に複数名が乗り込むなど通常年とは異なる形態で操業を行った地区もあった。さらに2016年以降で発生した磯焼けの影響等による資源状態の悪化に対応するため、2019~2020年の2年間を自主禁漁とした地区が9地区のうち2地区あった。このようにDeLury法を適用する資料として利用できる期間は限られるものの、統計資料に記載された操業者数や漁獲量等の数値については、共販事業に用いられることもあり、信頼できるものである。

方法

DeLury法は漁期の進行に伴うCPUE(単位漁獲努力量あたり漁獲量)の減少傾向から初期資源量と漁獲効率(漁具能率)を推定する方法であり、CPUEの減少が前提となる。しかし操業日によって気象、海象、海水の透明度などの影響を受けるため、CPUEは必ずしも減少傾向とはならない。例としてG地区の操業日別CPUEの変化(2009~2022年)を図1に示した。CPUEは漁期の進行に伴って減少傾向となる年がある一方、横ばいで推移したり不規則に変化したりする年もあり、DeLury法は必ずしも全ての年に対して適用できない。またCPUEが減少傾向を示していたとしても、漁獲による資源減少以外の要因がその変化に影響した可能性も否定できないが、その評価は困難である。

一方、エゾアワビ鉤どり漁業の操業形態は数十年間変わっておらず、漁船漁業で考えられるような漁船装備や漁具の進歩・改良等による漁獲効率の上昇と比べ、その変化は小さいと考えられる。また岩手県沿岸の漁業地区では操業日当たりの操業者数が数百名に上る地区が大部分を占めることから、或る操業日の平均的な漁獲効率に対する漁業者の偏り(例えば偶然優れた漁業者ばかり操業した、など)の影響は極めて小さいと考えられる。このため、本報告では解析対象とする期間内の漁獲効率を一定の値とし、各年の操業日毎の漁獲量を確率変数として解析を行った。

なお岩手県内では密漁防止のために各漁業地区の漁獲量等に関する数値は非公表とされており、岩手県水産技術センターに対しても、数値を公表しないという条件での信頼関係に基づいて資源計算のための統計資料が提供されている。このため、本報告では9箇所の地区名をA~Iで記号化して記載することとした。

漁獲効率を複数年間(a)で一定の値(q)と仮定し、 y 年の漁期始めの初期資源量を $N_{y,0}$ 、操業日数を n_y とした時の操業日 y_t ($0 \leq y_t \leq n_y - 1$)の漁獲量を $C_{y,t}$ 、漁獲努力量を $X_{y,t}$ とし、 y 年における $t-1$ 日目までの累積漁獲量を $\Gamma_{y,t} (\Gamma_{y,t} = \sum_{i=0}^{t-1} C_{y,i})$ とすると、 y 年 t 日目の資源尾数($N_{y,t}$)は

$$N_{y,t} = N_{y,0} - \Gamma_{y,t} \quad \text{-----} \quad (1)$$

である。

y 年の t 日目の漁獲率を $P_{y,t}$ ($P_{y,t} = 1 - \exp(-qX_{y,t})$)とし、その日の漁獲量が $C_{y,t}$ となる確率

($Q_{y,t}$)が二項分布の正規近似モデルに従うとすると、 $Q_{y,t}$ の確率分布は

$$Q_{y,t} = \frac{1}{\sqrt{2\pi N_{y,t} P_{y,t} (1-P_{y,t})}} \exp\left[-\frac{(C_{y,t} - N_{y,t} P_{y,t})^2}{2 N_{y,t} P_{y,t} (1-P_{y,t})}\right] \quad (2)$$

となる。

目的とする対数尤度関数を $\ln L (\ln L = \sum_{y=1}^a \sum_{t=1}^{n_y} \ln Q_{y,t})$ とし、この値を最大化する漁獲効率 q の値を推定した。

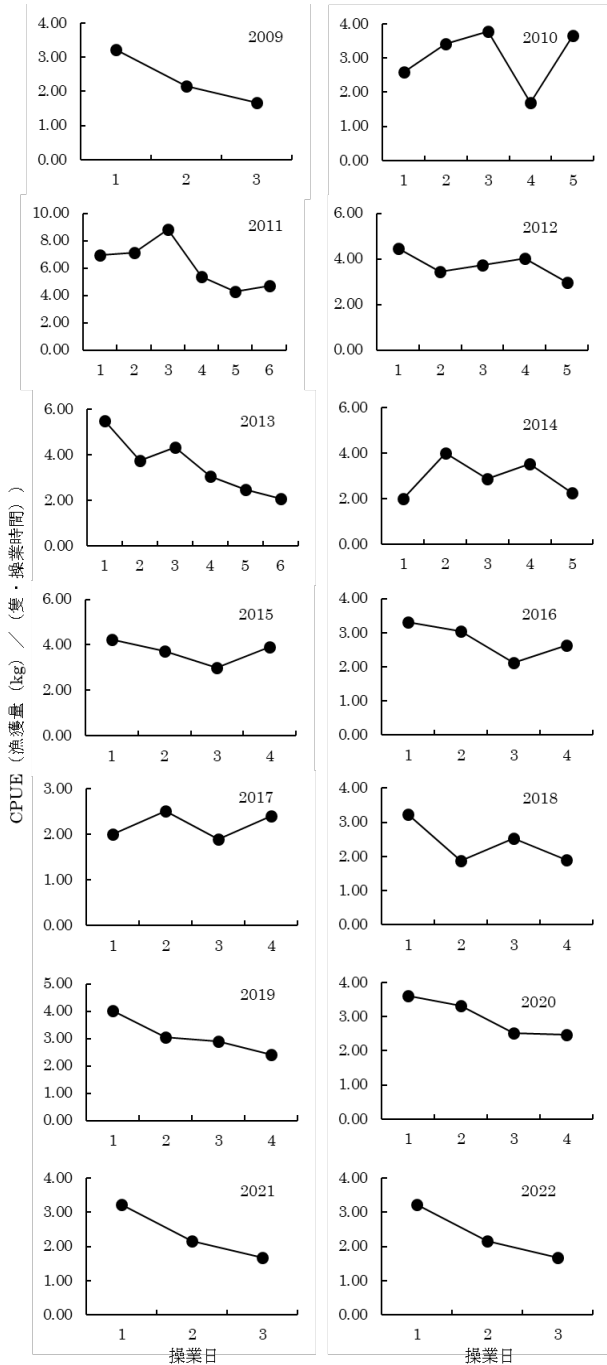


図 1. 漁期の進行に伴う CPUE の変化例 (G 地区, 2009 ~2022 年)

漁獲効率は、磯焼けの長期発生前 (~2015 年) と発生後 (2016~2022 年) の 2 期に分け、それぞれの期間の漁獲効率を q_{2015} および $q_{2016-2022}$ とした場合と、全ての期間で一定の値 (q_A) とした場合をそれぞれ推定し、AIC (赤池情報量規準) によって両者間のモデルとしての当てはまりの良さを比較した。

また漁獲効率に変化した年が磯焼けの長期発生開始年 (2016 年) と同期しているかを検証するため、長期間のデータが利用可能な B 地区 (岩手県北部) と C 地区 (岩手県中部) の 2 地区を対象に、変化年を 2008 年から 2018 年までずらした場合の対数尤度を比較して検討した。

結果

漁獲効率の推定結果を表 1 に示した。漁獲効率を 2 期に分けたモデル (q_{2015} , $q_{2016-2022}$) と全ての期間で一定の値 (q_A) としたモデルを比較すると、9 地区全てで AIC の値は前者が後者よりも小さく、2 期に分けたモデルの方が当てはまりの良い結果となった。また 2 期それぞれの漁獲効率を比較すると、地区による差異はあるものの、2016 年以降の漁獲効率 ($q_{2016-2022}$) は 2015 年以前の値 (q_{2015}) の概ね 2 倍程度に上昇していることが明らかとなった。

B 地区と C 地区における、変化年をずらした場合の対数尤度 $\ln L$ の計算結果を図 2 に示した。 $\ln L$ は 2003~2022 年の合計値である。また C 地区の 2011 年は東日本大震災津波により多くの漁船が被災し、損壊を免れた漁船に複数名が乗り込むなど通常とは異なる操業形態であったため、解析の対象としなかった。 $\ln L$ が最大となる年は両地区で若干異なり、B 地区および C 地区でそれぞれ 2015 年および 2016 年となったものの、概ね 2010 年代の中頃にあったことが示された。

表1. 漁獲効率の推定結果

地区名	計算対象期間	漁獲効率		ln L	AIC	漁獲効率		ln L	AIC
		Q-2015	Q 2016-2022			Q _A			
A	2000-2022	0.001986	0.002391	-1549	3102	0.002071		-1555	3112
B	1999-2022	0.000918	0.001709	-1988	3979	0.000978		-2167	4335
C	1988-2010, 2012-2022 ^{*1}	0.000072	0.000178	-15810	31625	0.000076		-16523	33048
D	2005-2009, 2011-2013, 2015-2022 ^{*2}	0.000074	0.000151	-3535	7073	0.000081		-3651	7304
E	2012-2022	0.000061	0.000240	-1589	3182	0.000144		-1762	3526
F	2006-2010, 2012-2022 ^{*3}	0.000068	0.000202	-3800	7604	0.000078		-3986	7974
G	2009-2010, 2012-2022 ^{*1}	0.000151	0.000252	-1703	3410	0.000164		-1740	3482
H	1994-2010, 2012-2018, 2021-2022 ^{*1, 4}	0.000122	0.000176	-7132	14268	0.000123		-7140	14282
I	2008-2009, 2012-2018, 2021-2022 ^{*1, 4, 5}	0.000057	0.000133	-2373	4750	0.000062		-2426	4854

^{*1}2011年は東日本大震災の大津波によって多くの漁船が被災し、損壊を免れた漁船に複数名が乗り込むなど通常年とは異なる操業形態であったため、解析の対象としなかった。

^{*2}2010年および2014年の漁獲統計資料が欠落しており解析できなかった。

^{*3}東日本大震災の影響により2011年の操業は中止となった。

^{*4}磯焼けの発生に対応するため、2019～2020年の2年間を自主禁漁とした。

^{*5}2010年の漁獲統計資料が欠落しており解析できなかった。

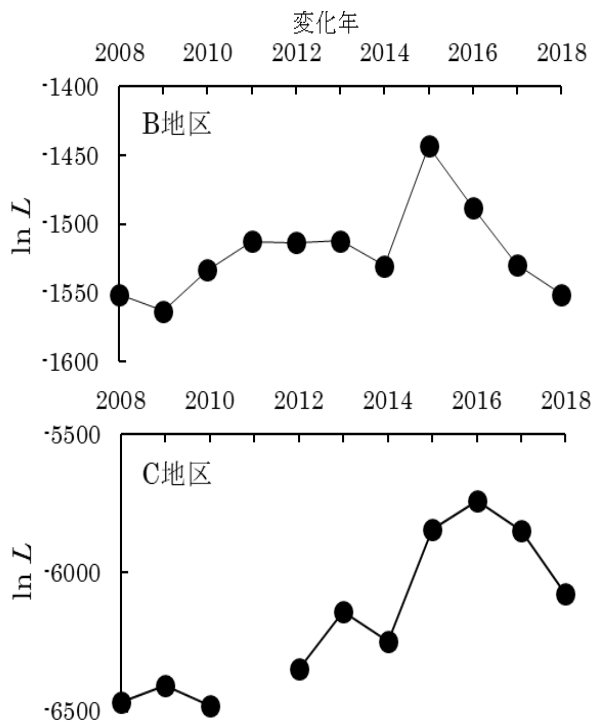


図 2. B 地区及び C 地区において漁獲効率の変化年を 2008～2018 年の間でずらした場合の対数尤度 (ln L) の変化

考 察

本研究では、大型海藻類が繁茂しない磯焼け発生の有無がエゾアワビ釣り漁業の漁獲効率に及ぼす影響について検討した。

岩手県沿岸では、マコンブ群落の形成は、冬季の海水温の高低に左右されることが調査結果から明らかになっており¹⁵⁾、2016年以降では、2019年を除き、いずれも2～3月の平均水温が5℃を上回り海藻類が繁茂しない磯焼けが発生した。また、2019年には岩手県沿岸に親潮系冷水が接岸し2～3月の水温が一時的に3℃以下に低下したが、その後の水温が高めに推移したため、2015年以前のような濃密なマコンブ群落の形成は限られた。磯焼け発生期間は、海藻類が繁茂せず餌料海藻が少ないため、浅所に残存したわずかな海藻にエゾアワビが蟄集している。隠れる海藻が少ないため、漁業者に発見されやすく、浅所に集中して分布するため、効率的に漁獲しやすい条件が揃っていると考えられる。

従って、2016年以降は磯焼け発生により釣り漁業の漁獲効率がそれ以前と比較して最大3.9倍にも上昇したと考えられる。

エゾアワビ資源量の推定について、磯焼け発生の有無によって釣り漁業の漁獲効率が変わり、推定される資源量も大きく変動することとなる。磯焼けの有無による海藻の繁茂状況を考慮せず、漁獲効率が常に一定である

と仮定して資源評価を行うと、磯焼けの発生時には資源量を過大に評価することとなるため過剰漁獲につながりかねない。

さらに、海藻類の現存量はエゾアワビの餌料環境に大きな影響を及ぼすことが知られ、磯焼けの発生は個体の肥満度の低下を招く¹²⁾。即ち磯焼けの発生は、漁業と生息環境の両面からエゾアワビ資源に悪影響をもたらす可能性が高い。

A～Iの9地区の資源量推定値、CPUEの推移を図3、漁獲努力量及び漁獲率推定値の推移を図4に示した。資源量及びCPUEはこの間の平均を1として規格化値で示した。

2016年以降、岩手県のエゾアワビ資源量は総じて減少傾向にあり、これは磯焼けの発生による成長阻害等の影響に加え、震災による放流の中断等が複合的に影響した結果とみられる。このように資源が減少している中で漁獲効率が上昇すると乱獲を招く恐れがあると考えられる。

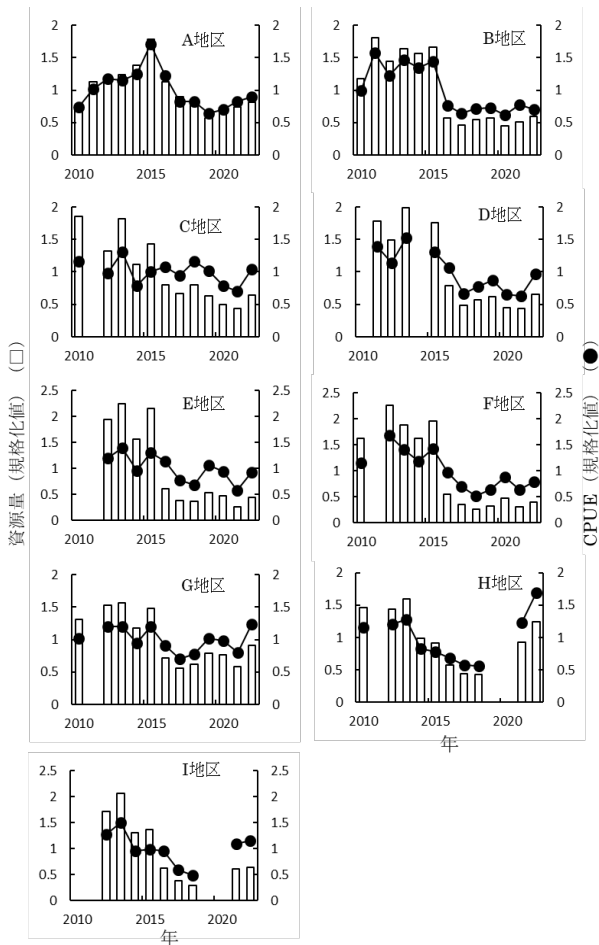


図3. 9地区(A～I)における資源量推定値及びCPUEの推移(2010～2022年)

一方、漁獲率は2016年以降の数年間は漁獲効率の上昇傾向を反映して高い状態が続いたが、各漁業地区では操業日数の短縮、禁漁措置等を講じることで漁獲努力量を抑制してきたため、徐々に低下傾向となっている。

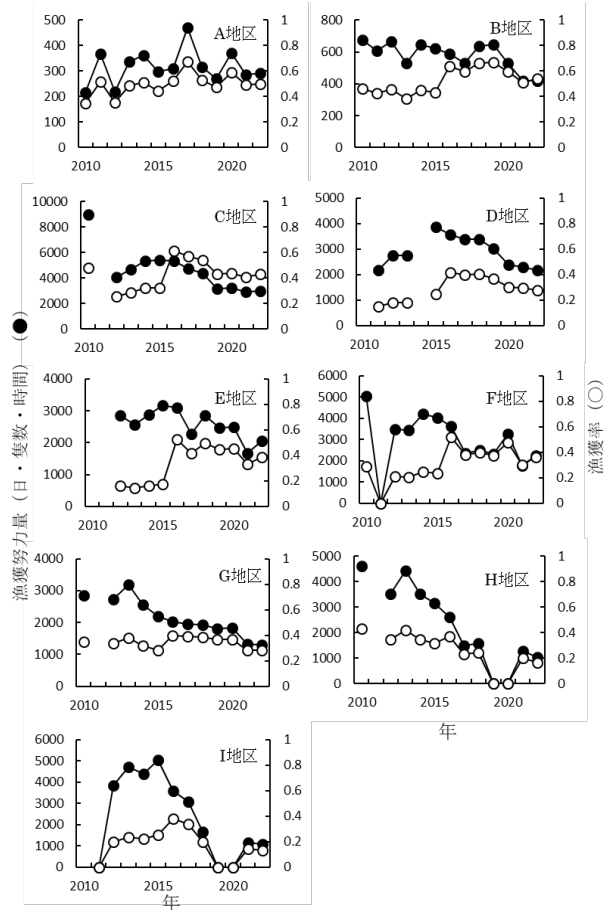


図4. 9地区(A～I)における漁獲努力量及び漁獲率推定値の推移(2010～2022年)

磯焼けの発生を防ぐことは困難であるが、漁業については制御が可能である。エゾアワビ資源を適切かつ持続的に利用するためには、資源調査と併せて漁場の藻場現存量のモニタリングを行い、藻場の動態を反映した資源管理・漁業管理手法の導入を検討する必要があると考えられる。岩手県沿岸では2023年現在でも磯焼け状態が持続しており、藻場が回復する兆しが見えない。2016年以降で低水準に転じたエゾアワビ資源の回復を図るためには、磯焼けが解消して藻場が回復するまでは、引き続き開口日数の短縮などによる漁獲努力量の抑制が望まれる。

なお本研究の一部は水産庁委託「水産資源調査・評価推進委託事業」で実施した。

文 献

- 1) 干川 裕 : エゾアワビ. 「漁業生物図鑑 新北のさかなたち」(上田吉幸・前田圭司・嶋田 宏・鷹見達也編), 北海道新聞社, 320-323(2003).
- 2) 山川 卓 : 1. DeLury 法 (Leslie 法・除去法), IV. 漁業情報を用いた資源量推定, 平成 12 年度資源評価体制確立推進事業報告書—資源解析手法教科書一, 日本水産資源保護協会, 東京, 73-90(2001)
- 3) 平山信夫・山田作太郎・菊池弘・山田潤一 : DeLury 法の修正とアワビ採捕漁業への応用. 日水誌, 53(3), 409-416(1989).
- 4) A.A. Rosenberg, P.G. Kirkwood, A. J. Crombie, J. R. Beddington : The assessment of stocks of annual squid species. *Fish. Res.* 8. 335-350(1990).
- 5) T. Yamakawa, Y. Matsumiya, Y. Nishimura, S. Ohnishi: Expanded DeLury's method with variable catchability and its application to catch-effort data from spiny lobster gillnet fishery. *Fish. Sci.* 65, 59-63(1994) .
- 6) N. Yamashita, M. Hasegawa, S. Yamada, E. Tanaka, T. Kitakado, H. Fushimi : Modification of DeLury's Method for fishery exploiting two stocks. *Fish. Sci.* 66, 460-466(2000) .
- 7) 山下紀夫, 長谷川雅俊 : 努力の有効度の変化を考慮した拡張 DeLury 法, *Nippon Suisan Gakkaishi*, 71(5), 775-781(2005).
- 8) J. Cao, J. Chen X, Q. Tian S : A Bayesian hierarchical DeLury model for stock assessment of the west winter-spring cohort of neon flying squid (*Ommastrephes bartramii*) in the northwest Pacific Ocean. *Bull. Mar. Sci.* (91), 1-13(2015) .
- 9) S. Nishijima, S. Suzuki, M. Ichinokawa, H. Okamura : Integrated multi-timescale modeling untangles anthropogenic, environmental and biological effects on catchability. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* (76), 2045-2056 (2019).
- 10) Matsumoto, Y and H. Takami : The effect of brown kelp phenology on abalone movement and spatial distribution; acoustic telemetry and spatially explicit individual-based model approach. *Fish. Sci.*, (88), 693-701(2022).
- 11) Hayakawa, J, K. Nakamoto, M. Kodama and T. Kawamura : Aggregation of adult abalone *Haliotis discus hannai* during the spawning season, and its associations with seasonal and interannual changes in the macroalgal community. *Mar. Eco. Prog. Ser.*, (670), 105-120(2021).
- 12) 高見秀輝 : 岩礁生態系の変化とエゾアワビ資源への影響, 「東日本大震災から 10 年 海洋生態系・漁業・漁村」(片山知史, 和田敏裕, 河村知彦編), 恒星社厚生閣, 89-110(2022).
- 13) 渡邊成美・滝澤紳・及川仁・小林俊将 : 4.(3) 震災による磯根資源への影響を考慮したアワビ・ウニ資源の持続的な利用に関する研究, 令和 4 年度岩手県水産技術センター年報, 147-153(2023).
- 14) K.Yatsuya, Y.Matsumoto : Deterioration of an annual kelp *Saccharina japonica* forest and its effects on dominant herbivores, sea urchin *Mesocentrotus nudus* and abalone *Haliotis discus hannai*, in northeast Japan. *Reg. Stud. Mar. Sci.*, (57), 102739(2023)
- 15) 北川真衣・佐々木司・渡邊成美・田中一志・高梨脩 : 3.(2) アワビ・ウニ等の増殖に関する研究 ②餌料海藻造成手法の検討, 令和元年度岩手県水産技術センター年報, 46-58(2020).

サケ不漁下における漁協自営定置の経営実態と収益性推移

—岩手県内4漁協の事例—

及川光

Economic performance and profitability trends of set-net fisheries managed by fisheries cooperative under the poor salmon catch: the case of four fisheries cooperative in Iwate Prefecture

Hikaru Oikawa

Abstract

The business environment for set-net fisheries managed by fisheries cooperative in Iwate Prefecture continues to deteriorate. Therefore, it is necessary to propose management improvement plans tailored to the actual situation of each fishery cooperative. This paper conducted a break-even point (BEP) analysis on four fishing cooperatives in Iwate Prefecture in order to obtain the knowledge needed to formulate management improvement measures. As a result of the analysis, the average BEP for the four fishing cooperatives ranged from 160 million JPY to 220 million JPY, with a maximum difference of 60 million JPY. In addition, it was found that fishing cooperatives with low profitability have had their income below the BEP seven times in the past nine years. In order to lower the BEP and improve profitability, it is considered effective to reduce labor costs, which account for about half of total expenses. On the other hand, it was assumed that reducing labor costs would require many adjustments, such as revising the employment regulations of each fishing cooperative.

Key words : Set-net Fisheries managed by fisheries cooperative, business analysis, break-even point

キーワード : 漁協自営定置, 経営分析, 損益分岐点

はじめに

漁業を営む経営組織の一形態として、沿海漁業協同組合（以下、「漁協」とする）が免許主体となる「漁協自営」の存在が知られている。漁協自営は単に経営の合理化を推進するのみならず、漁業の調整や漁場の総合利用、漁利の分配といった意義を持つことに特徴がある¹⁾。漁協自営で営まれる漁業種類のうち概ね半数を占めているのは定置網漁業であり、それらは「漁協自営定置」と呼ばれている。岩手県では全22組合のうち21組合が漁協自営定置を所

有しており、殆どの漁協が漁協自営定置の収益に依存した経営を展開しているほか、その収益をアワビ等の種苗放流費や指導事業費に充てて活用している²⁾。さらに、一部の漁協では漁協自営定置から得られた利益の配分方法として、漁港や道路などのインフラ整備やスクールバス寄贈などの教育振興を行っていた歴史があり^{3,4)}、漁協自営定置は岩手県にとって極めて重要な位置付けにある。

他方、岩手県の漁協自営定置を取り巻く環境は厳しさを増しつつある。主力魚種のサケ漁獲量は2022年漁期で446トンであり、東日本大震災以前の水準(26,741トン、

2006～2010年平均値)の2%まで落ち込んでいるほか⁵⁾、資材費の高騰や気候変動に伴う定置網漁具の滅失等も経営を圧迫していると見られる。このような状況に際しては、漁協自営定置の経営改善策の立案が喫緊の課題となっている。

漁協自営定置の経営分析を実施した先行研究として、京都府を事例に収益性や生産原価を明らかにした報告があるほか⁶⁾、福岡県の小型定置網漁業を対象とした事例では、経営実態を明らかにしたうえで望ましい経営モデルを提案した報告もある⁷⁾。一方、現状の岩手県が講じる取組みは、統計資料(『岩手県水産業の指標』)の公表を目的とした各種データ(漁協毎の水揚金額等)の収集に留まっており、漁協毎の経営実態や収益性の動向といった経営改善策の立案に必要な知見が揃っていない。

以上の背景から、本稿では岩手県の漁協自営定置の経営実態と収益性の推移を明らかにし、今後の経営改善に資する基礎資料を提供することを目的に設定した。

方 法

分析手法の選定

冒頭で目的に設定した収益性の推移を把握するために、本稿では損益分岐点分析を行った。損益分岐点とは収益と費用が等しくなる点を指し、これが低ければ低いほど収益性が高く、利益をあげる上で有効と判断されるものである。具体的な定義式は下記(1)のとおりである。

$$BEP = \frac{f}{(1 - \frac{v}{s})} \dots \dots \dots (1)$$

f : 固定費 v : 変動費 s : 売上高

損益分岐点分析を行う際には、経営に要した費用を収益が変化しても変わらない固定費と、収益に比例して変化する変動費の2種類に分ける必要があるが、本稿では経営分析の際に最も多く使われる勘定科目法を採用して費用分解を行った⁸⁾。

事例の選定

岩手県で漁協自営定置を営む21組合のうち、2ヶ統を自営する漁協が8組合と最も多く、3ヶ統自営が5組合、1ヶ統自営が3組合、4ヶ統以上の自営が計5組合と続いている。本稿では、岩手県内の典型例を対象とした損益分岐点分析を行うことを目的に、2ヶ統自営および3ヶ統自営をそれぞれ2組合ずつ事例に選定した(表1)。

損益分岐点分析のデータは、4漁協の『業務報告書』巻末部に記載された漁協自営定置の損益計算書(2014～2022年度)を用いた。

結 果

漁協自営定置の経営実態

図1では、4漁協の収益と経費の推移について示した。はじめに収益について、全体的にサケ水揚金額が減少し、その他魚種(イワシやブリ類が該当)の占める割合が高くなっていった。B漁協を例にすると、2014年度のサケ水揚金額は約26千万円で全体の72%を占めていたものが、直近の2022年度には13万円まで減少し、水揚金額の総計も11千万円と2014年度の32%まで落ち込んでいた。このような魚種転換と併せて、近年は共済受入金の占める割合も高くなっており、共済制度によって減収補てんの役割

表1. 分析対象漁協の概要(2023年度時点)

	A 漁協	B 漁協	C 漁協	D 漁協
地区	宮古地区	釜石地区	大船渡地区	大船渡地区
自営統数(ヶ統)	3	2	3	2
乗組員数(人)	28	18	25	20
雇用期間	4/1～翌1/31	5/1～翌2/10	4/上～翌2/10	4/上～翌1/31

資料：2023年6月7日、同年6月15日、同年6月23日および同年7月11日に実施したヒアリング調査結果により作成。

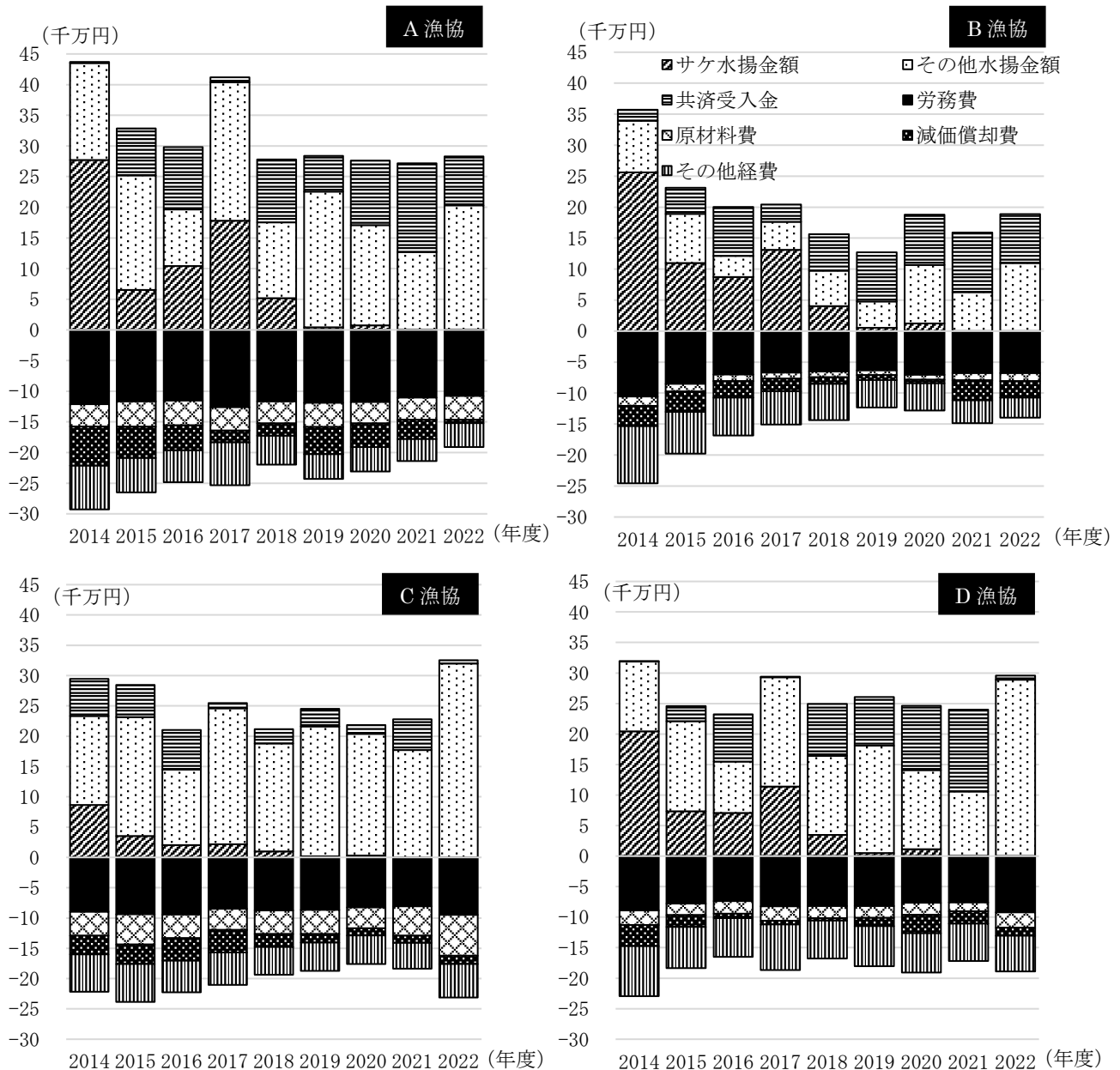


図1. 各漁協自営定置の収益（上段側）と費用（下段側）の推移

資料：各漁協『業務報告書』により作成。

注：図中の「共済受入金」は、漁獲共済と積立ぶらすを合算したものである。

が果たされていることが分かった。例えば、A 漁協では 2018 年度以降に平均で 1 千万円程度の補てんを受けており、これによってサケ水揚金額の減少分を補っていた。

次に経費の動向について、総計の平均は 3 ヶ統自営の方が高く、A 漁協が 24 千万円、C 漁協が 21 千万円、B 漁協が 16 千万円、D 漁協が 19 千万円となっていた。費目別に見ると、いずれの漁協も労務費が 7～12 千万円と高額であり、全体に占める割合も 40～56% と高位だった。漁具漁網費や燃料費、氷代等によって構成される原材料費

は平均で 1～3 千万円となっており、全体に占める割合も 20% 未満だった。また、他の費目と比較して年変動が小さいことも特徴的であった。減価償却費は平均で 2～3 千万円だったが、年によって全体に占める割合が 5% 未満の場合もあれば 20% を超える場合もあるなど、変動が大きかった。その他経費は平均 5～6 千万円であり、近年の割合は全ての漁協で 30% 前後と比較的高位だった。ヒアリング調査の結果によれば、修繕費や染網料（漁網用防汚塗料の代金を指す）の高騰が影響しているとのことである。

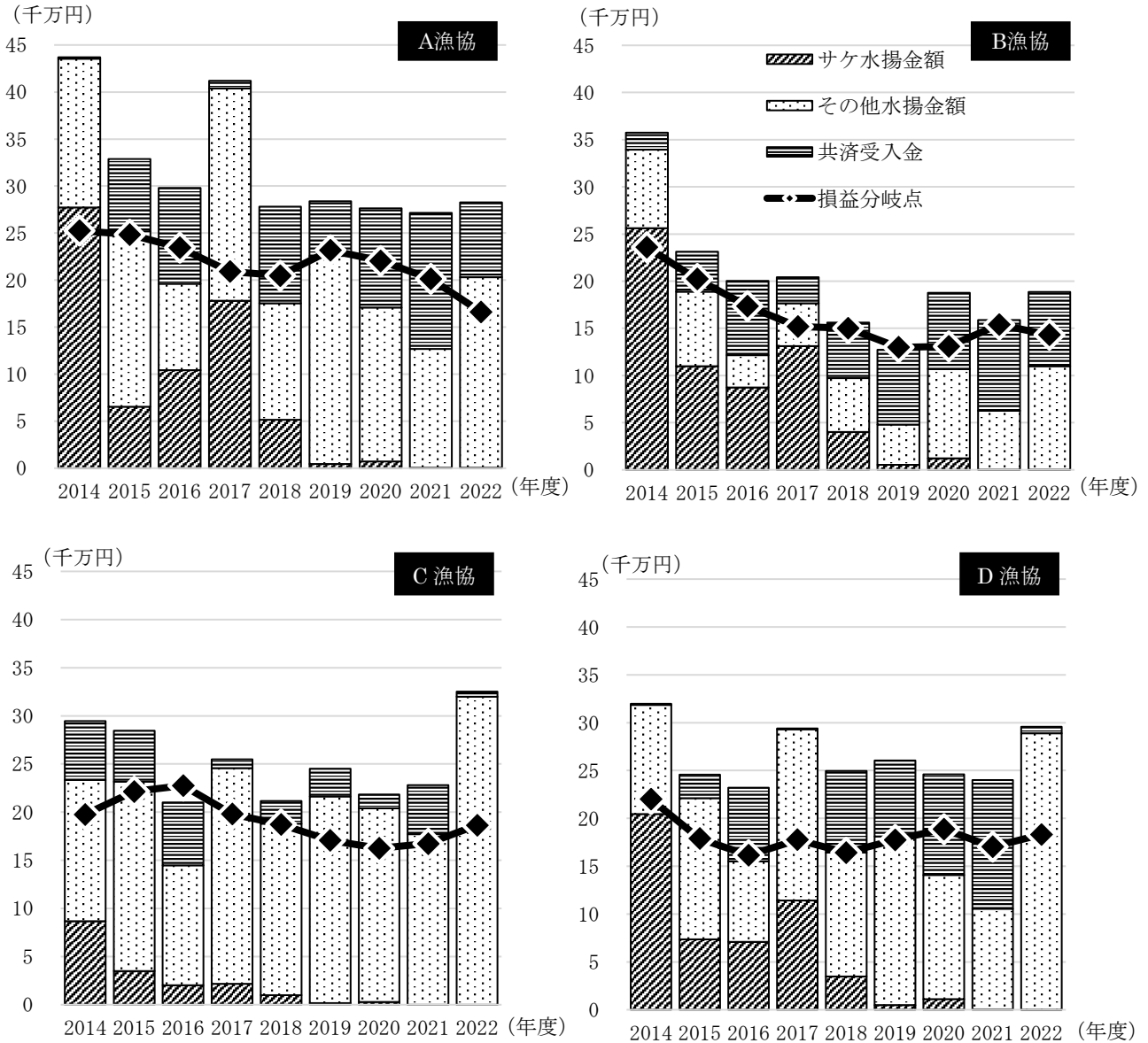


図2. 各漁協自営定置の収益と損益分岐点の推移

資料：各漁協『業務報告書』により作成。

注1：図中の「共済受入金」は、漁獲共済と積立ふらすを合算したものである。

注2：変動費は支払販売手数料，賦課金および負担金，歩合給，全ての原材料費とし，損益分岐点を算出した。

損益分岐点の推移

図2では、4漁協の収益と損益分岐点の推移について示した。はじめにA漁協について、2020年度以降の損益分岐点は低下傾向にあるものの、分析期間中の平均は22千万円で最も高く、収益性は低いと判断された。また、損益分岐点が水揚金額を上回った回数は過去9年間で5回となり、経営を持続させるうえで共済受入金が欠かせない存在となっていた。

次にB漁協について、損益分岐点の平均は16千万円で

あり、これは4漁協の中で最も低い数値だった。一方、損益分岐点が水揚金額を上回った回数は過去9年間で7回となっており、2018年度、2019年度および2021年度については採算割れに近い水準となっていた。

C漁協については、損益分岐点の平均が19千万円となっていた。2016年度には採算割れとなり、共済金を受け入れてもなお1.2千万円の赤字を計上する結果となったが、それ以降の年についてはサケ以外の魚種の水揚金額が伸びたことにより、利益確保に成功していた。

最後に D 漁協について、損益分岐点の平均は 18 千万円であり、2015 年度以降は概ね安定的に推移していた。損益分岐点が水揚金額を上回った回数は過去 9 年間で 3 回であり、直近の 2020 年度と 2021 年度には 10 千万円を超える共済受入金によって利益を確保していた。

考 察

本稿で事例に選定した 4 漁協は、いずれもサケ水揚金額の減少に直面しており、損益分岐点は概ね 16~22 千万円で推移していた。損益分岐点は低ければ低いほど収益性が高いと判断されるが、分析の結果からは損益分岐点が水揚金額を上回るケースが数多く見られた。この場合は共済受入金によって利益確保を図っていたが、現行の共済制度は過去 5 年間の漁獲金額から最高と最低の年を除いた 3 年間の平均額を基準額とし、これを下回った場合に減収分を補填する仕組みとなっているため⁹⁾、今後もサケの水揚げ

が低迷し続ければ基準額が下がり、減収補填の効果が弱まる恐れがある。漁協自営定置の経営を改善させるためには、共済受入金に頼ることなく利益をあげることが可能な仕組みを構築する必要があり、目下の課題として損益分岐点を引き下げることによって収益性を向上させることが考えられる。

損益分岐点を引き下げるためには固定費の削減が有効とされており¹⁰⁾、その具体案として図 1 で見たように総経費の概ね半数を占める労務費の削減が挙げられる。労務費を削減するためには、①既存の給与支払いの仕組みを変更するか、②乗組員数を削減する必要がある。はじめに①について、表 2 を参照すると、漁協によって給与の算定式が異なっていることが分かる。例として、損益分岐点分析の結果から収益性が低いと判断された A 漁協および B 漁協と、比較的収益性が高いと判断された C 漁協および D 漁協を比較すると、前者は不漁時であっても月給もしくは年俵が保証されており、さらには毎年必ず水揚金額に応じ

表 2. 各漁協自営定置の給与支払いの仕組み (2023 年度時点)

種別		給与の算定式 (役職が付かない乗組員の場合)
A 漁協	月給保証制	・ 基本給：月給 240,000 円 × 従事月数
		・ 歩合給：なし
		・ 手当：(総水揚金額－販売手数料等) × 2.5% ※毎年必ず支給される。
B 漁協	年俵保証制	・ 基本給：2,430,000 円
		・ 歩合給：(総水揚金額－販売手数料等) × 25% ※支払い済みの基本給との差額分を支給する。
		・ 手当：(総水揚金額－販売手数料等) × 2% ※毎年必ず支給される。
C 漁協	日給保証制	・ 基本給：最低保証日給 8,400 円 × 従事日数
		・ 歩合給：(総水揚金額 × 90%) × 29% ※年間の総水揚金額が 285 百万円を上回った場合のみ、支払い済みの基本給との差額分を支給する。
		・ 手当：理事会で決定した金額 (1 名あたり 5~10 万円程度) を支給する。
D 漁協	日給保証制	・ 基本給：最低保証日給 8,200 円 × 従事日数
		・ 歩合給：(総水揚金額－販売手数料等) × 20% ※年間の総水揚金額が 3 億円を上回った場合のみ、支払い済みの基本給との差額分を支給する。
		・ 手当：(総水揚金額－販売手数料等) × 2% ※毎年必ず支給される。

資料：2023 年 6 月 7 日、同年 6 月 15 日、同年 6 月 23 日および同年 7 月 11 日に実施したヒアリング調査結果により作成。

た手当が支給されている。一方の后者は手当こそ設定されているものの、水揚金額が一定の水準に達しない限り原則として最低保証日給のみ支払われる仕組みになっている。また、労務費を比較すると前者が平均 9.5 千万円に対して后者は 8.4 千万円であり、1 千万円を超える差が生じていた。このように、各漁協が定めた給与規程によって労務費の多寡が左右されることから、損益分岐点を引き下げるためには県内で相対的に経営状況が良いとされる漁協の給与規程を参考にし、他漁協の給与規程へ適用させることが効果的と推察される。一方で、給与規程は各地域で長年にわたって慣例的に運用されており、これを安易に変更することは漁協と乗組員の間に軋轢を生じさせる危険性を孕んでいる。よって、①の実行にあたっては乗組員との合意形成が最重要課題になると考えられる。

②については、全国各地で揚網方式の変更（単船操業化など）や艀装の更新等に伴う省人化が図られている¹¹⁾。この方式は短期間で労務費を引き下げることが可能である一方で、①と同じく乗組員との合意形成が必須であり、慎重な経営判断を要する。また、ヒアリング調査の結果によれば乗組員の募集に苦慮し、定年を超えた乗組員の再雇用を繰り返している漁協も見られた。このことから、②を実行することが可能な漁協は限られていると推察される。

結論としては、漁協によって給与規程や乗組員の雇用状況といった実情が異なっているため、個々の現状に即した労務費の削減策を立案し、合意形成等の課題解決にあたることが重要と考えられる。

最後に、本稿で議論できなかった課題点について述べたい。第一に、本稿では岩手県内の典型例を分析するために 4 漁協を事例としたが、今後は全県的な経営実態を把握することを目的に、分析対象を拡充する必要がある。第二に、本稿の考察で述べたように漁協自営定置の経営を改善させるためには乗組員との合意形成など講ずべき課題点が存在するが、これらは未だ着手されていない。よって、今後は具体的な課題解決の方法を立案し、早急に関係者間で議論を始める必要がある。

文 献

- 1) 漁協組織研究会：水協法・漁業法の解説．漁協経営センター出版部，(2015)．
- 2) 宮田勉：漁協自営定置網漁業の役割－近未来を展望して－．月刊漁業と漁協，45(1)，16-19 (2007)．
- 3) 山本辰義：組合自営と地域経済－重茂漁協の事例を中心に－．漁業経営（組織・管理方式）のあり方－事例調査研究報告－，53-75 (2001)．
- 4) 山内愛子：漁協自営定置を中心とする漁業権所有形態の変化と利益分配の実態－岩手県大船渡市三陸地域を事例として－．漁業経済研究，51(1)，1-22 (2006)．
- 5) 岩手県水産技術センター漁業資源部：令和 5 年度岩手県秋サケ回帰予報．岩手県水産技術センター，(2023)．
- 6) 飯塚覚・宗清正廣：漁業協同組合自営定置網の経営実態とその問題点．京都府立海洋センター研究報告，(14)，49-57 (1991)．
- 7) 里道菜穂子・中原秀人：筑前海における小型定置網漁業の経営状況．福岡県水産海洋技術センター研究報告，(29)，39-48 (2019)．
- 8) 有路昌彦：水産業者のための会計・経営技術．緑書房，(2012)．
- 9) 小野征一郎：漁業者の収入を守る－分かりやすい漁業共済・積立ぶらすー．一般財団法人東京水産振興会，57(4)，(2023)．
- 10) 青木茂男・青淵正幸・清松敏雄・渡辺智信：要説 経営分析[五訂版]．森山書店，(2016)．
- 11) 奈田兼一：もうかる漁業の改革計画に見る定置漁業の将来像．地域漁業研究，58(1)，30-38(2018)．

サケ精子の由来が卵の発生に与える影響について

岡部聖・清水勇一

Effect of sperm derivation on egg development in chum salmon

Akira Okabe, Yuichi Shimizu

Abstract

Effects of the differences of sperm derivation, such as rivers or seasons at swimming upstream, on egg development in chum salmon (*Onchorhynchus keta*) were investigated by constructing fertilized eggs which had the same mother and different fathers. In order to fit the starting line of fertilization, sperms from different rivers or former seasons had been freezed by glucose-methanol extender method. Some eggs fertilized with cryopreserved sperm showed lower accumulative temperatures at the timings of hatching than control eggs which had been fertilized with raw sperm.

Key words : chum salmon, development, genetics, sperm cryopreservation

キーワード : サケ, 発生, 遺伝, 精子凍結保存

はじめに

我が国において、サケ (*Onchorhynchus keta*) は人工ふ化放流事業により資源造成がなされてきた魚種であり、北海道から本州北部・中部地域の定置網等の漁業において、重要な魚種の一つである。サケの人工ふ化放流にあたっては、各地のふ化場が重要な役割を果たしており、受精卵からふ化、放流サイズの稚魚に至るまでの飼育管理を担っている。サケ属魚類の卵発生の進行を示す尺度としては、卵の受精からふ化するまでの日数と水温との関係性を示す、積算温度がその目安としてよく用いられてきた。すなわち、サケの場合は水温 8℃では 60 日間、積算水温 480℃ (8℃×60 日) でふ化する、といった具合である。しかし、サケのふ化、ふ上のタイミングは地域やふ化場の立地条件、採卵時期により異なることが経験的に知られている。魚類の卵の発生速度と温度の関係には、様々な積算温度の法則が提案されてきたが、冷水種であるサケの場合、平均水温 X

(℃) に対するふ化までの時間 Y (日) を表す式として、 $Y(X-X_0)=a$ がよく当てはまる場合が多い¹⁾。この式の X_0 は、それ以下では発育が進行しない、生物学的零度、 a は有効積算温度と呼ばれる値であり、北海道 29ヶ所のふ化場におけるサケ受精卵のふ化までの日数と水温の関係を当てはめた場合、生物学的零度は-1℃、有効積算温度は 576℃となる²⁾。一方、カナダのフレーザー川にそ上するベニザケの場合、生物学的零度は産卵床の水温、有効積算温度は卵サイズと直線関係を示し³⁾、種や発育段階の生物学的特性により、有効積算温度の法則が異なることが示されている。以上のように、サケ属魚類の発生速度と水温との関係性を求める試みは行われてきたものの、精子又は卵の由来が異なる受精卵について、ふ化のタイミングを直接比較した事例は少ない。本試験では、精子の凍結保存技術を活用することで、同一日に採取したサケ卵を用いて、雄の由来が異なる受精卵を作成し、そ上河川やそ上時期等の精子の由来の違いが卵発生に与える影響を調べた。

表 1. 試験に用いた卵及び精子

年級		採取年月日	採取河川	由来となる親魚の尾数
2022	卵	2023/1/10	甲子川	1
	精子	2023/11/28	砂鉄川	2
		2022/11/30	片岸川	2
2023	卵	2023/12/22	熊野川	2
	精子	2023/10/3	津軽石川	6
		2023/10/10	津軽石川	1
		2023/10/18	津軽石川	1
		2023/11/2	熊野川	1
		2023/11/7	熊野川	1
	2023/11/9	織笠川	1	
	2023/11/13	砂鉄川	1	

材料と方法

サケ卵、精子の採取及び受精

試験に用いたサケ卵及び精子を表 1 に示す。採取した精子は冷暗所 (4℃) で保管し、1~2 日後に後述の方法で凍結保存した。凍結保存精子は、卵を採取した当日に 40℃ で 5~7 秒間の解凍処理を施し、媒精に用いた。また、卵採取と同日同河川にそ上した雄 1 尾から精子を採取し、即日媒精した受精卵を対照区とした。作成した試験区を表 2 に示す。

精子の凍結保存

精子の凍結保存には藤本 (2022) の手順を用いた⁴⁾。凍結防止バッファー (0.18M グルコース, 9%メタノール) を加えて 6 倍希釈した精子を 0.25mL のプラスチックストロー管 (富士平工業株式会社, 01128100) 内に充填し、ストローパウダー (富士平工業株式会社, 01128710) を用いて密閉した。同ストロー管を氷上で 15 分間静置した後、液体窒素上に浮かべた架台 (厚さ 3.0cm) の上に置いて 5 分間冷却した。その後、液体窒素中にストロー管を落とし

表 2. 作成した試験区とふ化時における積算温度 (灰色部は同日中に全てふ化した試験区を示す。)

年級	♀由来	♂由来	試験区名称	ふ化開始年月日	ふ化終了年月日	ふ化開始積算温度(℃)	ふ化終了積算温度(℃)
2022	甲子川 1/10	砂鉄川11/28	砂鉄区	2023/2/17	2023/2/18	467.1	478.8
		片岸川11/30	片岸区	2023/2/17	2023/2/18	467.1	478.8
		甲子川1/10	対照区	2023/2/18	2023/2/19	478.8	490.4
2023	津軽石川 10/3	津軽石川10/3	津軽石区a	2024/1/27	2024/1/27	501.2	501.2
		津軽石川10/10	津軽石区b	2024/1/27	2024/1/27	501.2	501.2
		津軽石川10/18	津軽石区c	2024/1/27	2024/1/27	501.2	501.2
		熊野川11/2	熊野区a	2024/1/27	2024/1/28	501.2	528.1
		熊野川11/7	熊野区b	2024/1/26	2024/1/27	487.9	501.2
	織笠川11/9	織笠区	2024/1/27	2024/1/27	501.2	501.2	
	砂鉄川11/13	砂鉄区	2024/1/26	2024/1/27	487.9	501.2	
	熊野川12/22	対照区	2024/1/27	2024/1/28	501.2	528.1	

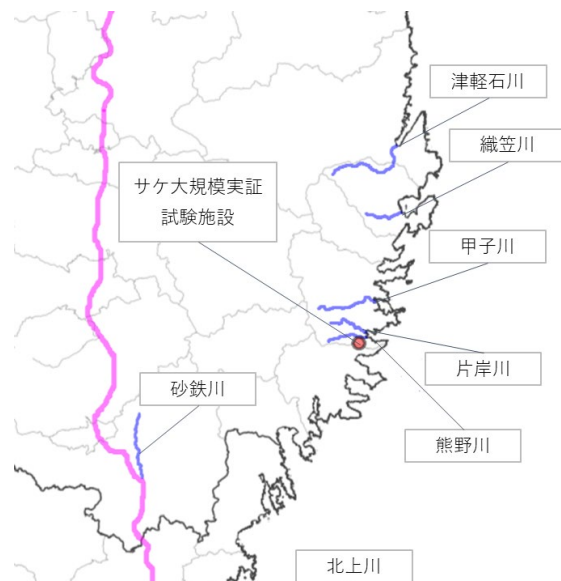


図 1. 卵、精子を採取した河川とサケ大規模実証試験施設の位置 (国土地理院白地図を加工して作成)

て凍結し、液体窒素保管容器内で保存した。

受精卵の管理及び発生を観察

受精卵はサケ大規模実証試験施設 (図 1) に収容し、屋内のプラスチック水槽 (30cm×50cm×40cm) を用いて、井戸水かけ流しで管理した。各試験区の受精からふ化までの様子を 1 日ごとに目視で観察し、ふ化開始時から終了時までの積算温度を求めた。なお、収容からふ化までの水温は、2022 年級では 11.6~12.7℃, 2023 年級では 13.2~14.4℃で推移した。

結 果

各試験区のふ化年月日及びふ化時の積算温度を表 2 に示した。2022 年級の卵は、収容 20 日目、積算水温 237.5°C で発眼した。発眼までの発生速度は、各試験区で差は見られなかった。また、砂鉄区 (図 2, A) 及び片岸区 (図 2, B) は、収容 39 日目、積算水温 467.1°C でふ化を開始し、同日時点でそれぞれ概ね 50%及び 20%のふ化率を示した一方で、対照区 (図 2, C) ではふ化は見られなかった。翌日 (積算水温 478.8°C) には砂鉄区、片岸区で概ね 100%のふ化が認められた一方で、対照区では概ね 70%のふ化に留まった。さらにその翌日 (積算水温 490.4°C) には、各試験区ともふ化が完了した。その後、飼育を継続したが、いずれの稚魚も順調に生育した。

2023 年級の卵は、収容 18 日目、積算水温 242.6°C で発眼した。発眼までの発生速度は、各試験区で差は見られなかった。また、熊野区 b (図 3, E) 及び砂鉄区 (図 3, F) は、収容 36 日目、積算水温 487.9°C でふ化を開始し、同日時点でそれぞれ概ね 60%及び 20%のふ化率を示した一方で、対照区 (図 3, G) ではふ化は見られなかった。翌日 (積算水温 501.2°C) には、熊野区 a (図 3, I) と対照区を除く各試験区で、概ね 100%のふ化が認められた。熊野区 a と対照区では、概ね 90%のふ化で、その 2 日後 (積算水温 528.1°C) においてほぼ完了した。

考 察

2022 年級は砂鉄区、片岸区、対照区 (甲子川由来) の順に早くふ化した。サケ大規模実証試験施設に移入された砂鉄川由来の受精卵は、片岸川由来の受精卵と比較して低い積算温度でふ化しており⁵⁾、本試験結果においては、砂鉄川由来の精子により、その性質が反映されたものと考えられる。サケ仔魚の発育は、河口から離れた上流域にふ化場を有する河川ほど速い傾向があることが報告されている⁶⁾。北上川の河口から離れた上流域に位置する、砂鉄川由来の精子を用いた砂鉄川区では、河口域に近い片岸区と比較して、卵発生の段階においても、同様の発育特性を示しているものと考えられる。

2023 年級でも、砂鉄区は対照区 (熊野川由来) と比べ

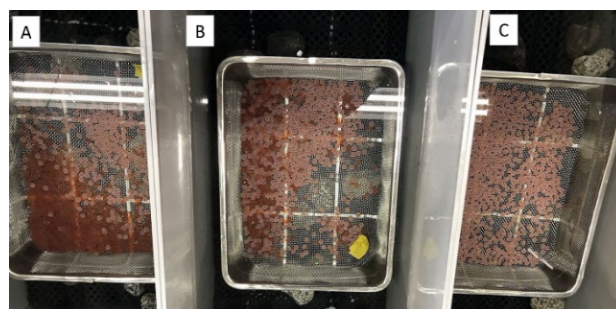


図 2. 2022 年級の積算水温 467.1°Cにおけるふ化の様子 (A: 砂鉄区, B: 片岸区, C: 対照区, 赤い部分がふ化した稚魚)

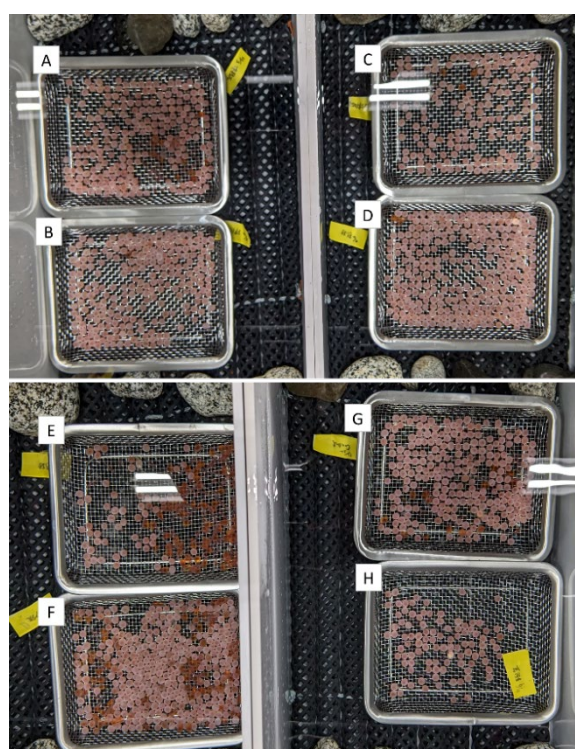


図 3. 2023 年級の積算水温 487.9°Cにおけるふ化の様子 (A: 津軽石区 a, B: 津軽石区 b, C: 津軽石区 c, D: 熊野区 a, E: 熊野区 b, F: 砂鉄区, G: 対照区, H: 織笠区, 赤い部分がふ化した稚魚)

て発生が速かったのは 2022 年級と同様の傾向であった。一方、熊野区 b が砂鉄区よりもふ化が速かった理由は不明であるが、津軽石区 (a, b, c)、熊野区 a、織笠区は、対照区と採取した精子の時期が異なるにも関わらず、ふ化のタイミングに大きな差は無かったことから、採取した精子の時期がふ化のタイミングへ与える影響は小さいと考えられる。

以上のことから、サケの卵発生、特にふ化は、そ上河川

や時期といった、雄親魚の精子の由来により影響を受けることが分かった。河口からふ化場までの距離が、卵の発生速度を定義付ける要素の一つと考えられるが、その要素に関わらず、さらに速くふ化する試験区も見られた。今後、親魚の個体差が卵の発生速度に与える影響についても、詳細に検討していく必要がある。

卵発生については、帰山 (1989) において導出された有効積算温度式があるが、本試験における受精からふ化までの日数の期待値は、2022 年級で 44 日、2023 年級で 39 日と、実際の 39~41 日及び 36~39 日と比較してやや大きい。当該式ではサケの受精からふ化における生物学的零度を -1.0°C と定義しているが、受精卵の由来により、生物学的零度が変動する可能性がある。このことから、親魚の由来が卵の温度特性に与える影響についても興味深く、調べる価値があるものと言える。

近年、岩手県のサケ増殖事業では、そ上親魚の不足から他道県からの種卵移入を行っている。回帰が期待できる健康で大型の稚魚を放流するためには、卵管理・仔魚管理・稚魚飼育を適切に行う必要がある。そのためには、各地域における種卵の発生・成育・温度特性を詳細に把握することが重要であり、本研究がその一助となることを願う。

謝 辞

本研究を開始するにあたり、岩手県沿岸広域振興局宮古水産振興センターの長坂剛志 水産業普及指導員には、精子の凍結保存技術の導入において多くのご助言をいただき、感謝申し上げます。

文 献

- 1) 石田昭夫・石村豊：サケの卵発生時の生物学的零度について. 魚と卵. 北海道さけ・ますふ化場 149, 32-34 (1980).
- 2) 帰山雅秀：サケ属魚類の発育と成長 1. 発育と成長の概念. 魚と卵. 北海道さけ・ますふ化場 158, 22-28 (1989).
- 3) 帰山雅秀：サケ属魚類の発育と成長 5. 再び有効積算温度の法則について. 魚と卵. 北海道さけ・ますふ化場 162, 77-80 (1993).
- 4) T Fujimoto, T Kaneyasu, M Endoh, Y Kogame, J Nynca, A Ciereszko, E Takahashi, E Yamaha, K Naruse and K Arai : Cryopreservation of masu salmon sperm using glucose-methanol extender and seminal plasma biomarkers related to post-thaw sperm motility. *Aquaculture* 557, 738305 (2022).
- 5) 清水勇一・長坂剛志：秋サケ増殖に関する研究. 令和 2 年度岩手県水産技術センター年報, 36-66 (2021)
- 6) 大本謙一：サケ仔魚の発育と飼育開始時期の地域差について. SALMON 情報. 国立研究開発法人水産研究・教育機構 12, 16-19 (2018).

岩手県水産技術センター研究報告第11号

令和6年3月

発行 岩手県水産技術センター
〒026-0001 岩手県釜石市大字平田第3地割75番地3
Tel. (0193)26-7914 Fax. (0193)26-7920

編集 岩手県水産技術センター研究報告編集委員会
Tel. (0193)26-7914 Fax. (0193)26-7920

印刷 (株)興版社
〒020-0816 岩手県盛岡市中野一丁目4番14号
Tel. (019)624-3456 Fax. (019)625-3456

BULLETIN OF IWATE PREFECTURAL FISHERIES TECHNOLOGY CENTER

No.11 March, 2024

CONTENTS

Effects of isoyake on the fishing efficiency of Ezo abalone hook fishing along the coast of Iwate Prefecture

Hayato Watanabe, Toyomitsu Horii, Hideki Takami, Toshimasa Kobayashi, and Takahiro Saido 1

Economic performance and profitability trends of set-net fisheries managed by fisheries cooperative under the poor salmon catch

: The case of four fisheries cooperative in Iwate Prefecture

Hikaru Oikawa 7

Effect of sperm derivation on egg development in chum salmon

Akira Okabe, Yuichi Shimizu 13