

人工産卵基質マブシの素材がニシンの卵発生に及ぼす影響

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2024-08-06 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 長倉, 義智, 野田, 勉, 熊谷, 厚志, 新井, 崇臣, 大河内, 裕之 メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2010472

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



原著論文

人工産卵基質マブシの素材がニシンの卵発生に及ぼす影響

長倉義智^{*1}・野田 勉^{*1}・熊谷厚志^{*1}・新井崇臣^{*2}・大河内裕之^{*3}Effect of Artificial Spawning Beds on Egg Development in the Pacific Herring *Clupea pallasii*Yoshitomo NAGAKURA, Tsutomu NODA, Atsushi KUMAGAI,
Takaomi ARAI and Hiroyuki OKOUCHI

We investigated the effect of artificial spawning beds on egg development and hatching in the Pacific herring *Clupea pallasii*. We compared hatching rates by using three different apparatuses of copper Mabushi (CM), which is a brush of palm fibers bundled with copper wire, iron Mabushi (IM), which is a brush of palm fibers bundled with iron wire, and Fukabon (FB), which is a square plate made of a nylon net in a wooden frame. Hatching rates were 0% (CM) and from 14.0% to around 49.5% (IM and FB). These results suggest that wire materials of Mabushi could seriously affect embryonic development and hatching rates of Pacific herring.

2009年4月13日受付, 2009年6月17日受理

太平洋ニシン *Clupea pallasii* (以下、ニシン) は、北太平洋に広く分布する冷水性魚類で、日本周辺において産卵群が漁獲される水域は、日本海側では北海道石狩湾以北¹⁾、太平洋側では宮城県万石浦とその周辺以北²⁾である。かつて100万トンの漁獲を記録した北海道・サハリン系群は大回遊型の繁殖集団であったが、20世紀中頃に北海道沿岸から姿を消したため、近年の日本沿岸で漁獲されているニシンは、地域型と呼ばれる小回遊型の繁殖集団にほぼ限られている¹⁻³⁾。一般的に本邦ニシンの漁獲量は著しく変動し、長期的にみて安定していない^{4,5)}。そのため、現在、地域型ニシンを対象とした資源の増大・維持を図るため、海産魚類ではヒラメ、マダイ、ハタハタに次ぐ588万尾の人工種苗が、北海道の沿岸海域・風蓮湖、岩手県宮古湾や宮城県松島湾で放流され⁶⁾、その産卵回帰も確認されている⁷⁾。

ニシンは沈性粘着卵を、沿岸域のアマモ類、ヒバマタ

類、コンブ類に産卵する¹⁾。このため、種苗生産における採卵は、人工授精によって様々な人工産卵基質に卵を付着させる方法で行っている。人工産卵基質として、1980年代は主にアワビ種苗生産に用いられるポリエチレン製波板を使用していたが、90年代に入ると水通しがよく卵が付着しやすいふ化盆（ポリエチレンあるいはナイロンネットを木枠に貼り付けたもの、写真1A）が普及し、1996年頃から「マブシ」（シュロ繊維を銅線で巻いてブラシ状に整形したもの、写真1B）が導入された。ニシンと同様に沈性粘着卵であるアユの種苗生産で開発されたマブシを用いた採卵作業は、ふ化盆を用いる方法に比べて技術的に簡便であり、作業時間がおおよそ1/20に短縮できる^{*4)}ことから、ニシン種苗生産尾数の増加に伴ってこの方法が主流となった。一方、マブシによる卵管理法が普及すると、この方法でのふ化率がふ化盆による卵管理法より低いことが複数の種苗生産機関で

^{*1} 独立行政法人水産総合研究センター 宮古栽培漁業センター 〒027-0097 岩手県宮古市崎山4-9-1 (Miyako Station, National Center for Stock Enhancement, FRA 4-9-1 Sakiyama, Miyako, Iwate, 027-0097 Japan).

ynaga@fra.affrc.go.jp

^{*2} 東京大学海洋研究所附属国際沿岸海洋研究センター

^{*3} 独立行政法人水産総合研究センター 研究推進部

^{*4} 大河内ら未発表

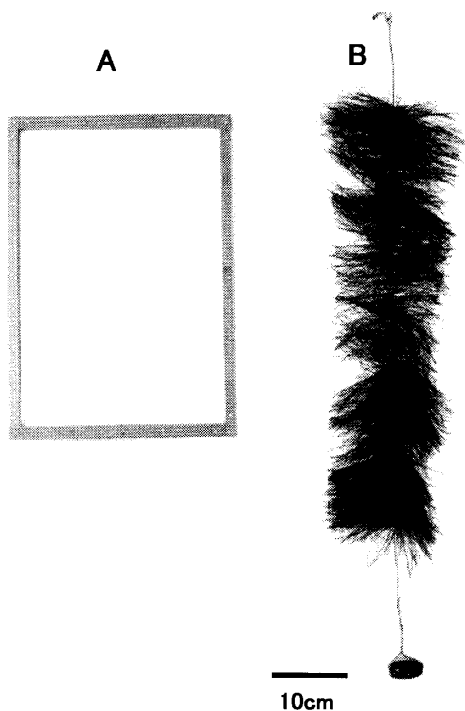


写真 1. 人工産卵基質
A：ふ化盆 B：マブシ

確認された*。これに対し、マブシのあく抜き（海水への浸漬）、卵に付着する気泡の除去、管理水の換水率の増加などの対処が行われたが、改善効果は限定的であり、ふ化盆による卵管理法と同等のふ化率を得るには至らず、そのふ化率は不安定であった。そこで、本試験ではマブシにおいてふ化率が低い原因を探るため、マブシの素材がニシンの卵発生やふ化率に及ぼす影響について検討した。さらに、その結果から対応策を明らかにするとともに、現場規模での実証・普及についても言及した。

材料および方法

卵の付着基質 木枠に 0.5 mm メッシュのナイロンモジ網を張ったふ化盆（40 × 25 cm：写真 1A）、シュロ繊維を銅線で巻いた銅芯マブシ（オーギブラシ加工部製、芯長 100 cm、ブラシ部分 60 cm：写真 1B）、銅芯を鉄芯で代替した鉄芯マブシ（オーギブラシ加工部製特注品、サイズは銅芯マブシと同じ）、の 3 種類を用意した。

飼育水槽と収容密度 ニシンの卵管理に銅芯マブシを使用している北海道の種苗生産機関では、およそ 5 万粒の受精卵を付着させたマブシを 3 本 / kℓ の密度で水槽に収容している。しかし、25 ～ 50 kℓ の大型水槽に 100 ～ 150 本前後のマブシを収容しているため、水槽内に水回りが悪い、あるいはマブシ同士が重なり合う場所ができていると考えられる。本試験 1、2 では芯材の異なるマ

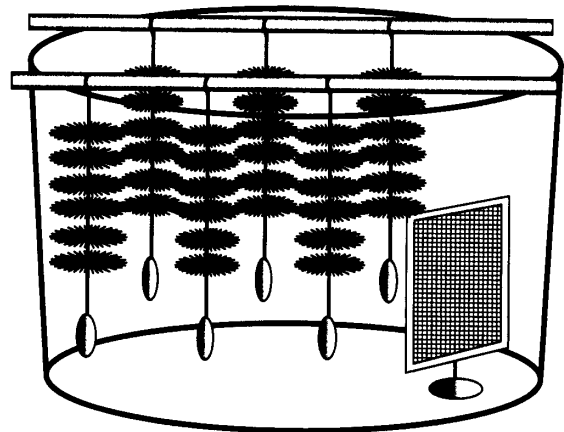


図 1. マブシおよびふ化盆の水槽への収容方法

ブシの影響を明確にする必要があることより、6 本 / 0.5 kℓ の密度でマブシを収容した。卵管理水槽には 0.5 kℓ 円型ポリカーボネート水槽を用い、卵収容後、注水する海水およびウオーターバス内の海水を徐々に加温することで卵管理水温を 10℃ まで上昇させ、その後、10℃ を維持した。換水率は、現場でのレベルと同様に、1 回転 / 日とした。マブシは下方に沈子（瀬戸石：約 40 g / 個）1 個を付けて水面から垂下し、ふ化盆は下方に沈子（瀬戸石：約 400 g / 個）1 個を付けて沈めて、木枠の浮力で水槽底面から立ち上がる形で水槽に収容した（図 1）。

試験 1 の設定 銅芯マブシ 6 本を収容した 1 区、鉄芯マブシ 6 本を収容した 2 区、対照区としてマブシを収容しない 3 区を設けた。また、それぞれの試験区をダブルで設け、1 区の銅芯マブシ 6 本の内 1 本および 2 区の鉄芯マブシ 6 本の内 1 本に、2007 年 1 月 20 日に宮城県松島湾で漁獲された成熟ニシン雌 10 尾、雄 8 尾（平均全長 ± 標準偏差は 31.0 ± 3.4 cm）から得たニシン卵を、山本⁹⁾の方法に従っておよそ 4 万粒ずつ付着させた。さらに、マブシに付着させた卵は付着部位により卵発生時の生残率が異なることから、これらの生残率が均等で観察が容易なふ化盆に、マブシと同じニシン卵およそ 1.6 万粒 / 枚を付着させ、各試験水槽に 1 枚ずつ収容して経過観察に用いた（表 1、2）。ふ化率は、1 区、2 区では、ふ化直前にふ化盆を取り出し、マブシからふ化した仔魚を、3 区ではふ化盆からふ化した仔魚を容量法により推定した。ふ化盆付着卵の観察は毎日行い、適宜サンプリングして発生段階および生残率を把握した。発生段階は桑谷ら⁹⁾に従った。

試験 2 の設定 試験 1 の結果を補強し、鉄芯マブシがふ化率に与える影響を確認するため、鉄芯マブシ 6 本および 2007 年 2 月 19 日に岩手県宮古湾で漁獲された成熟ニシン雌 5 尾、雄 7 尾（平均全長 ± 標準偏差は 30.3 ± 1.0 cm）から得たニシン卵 2.3 万粒を付着させたふ化盆 1 枚を収容する 1 区と、対照区として同数のニシン卵を付着

* 長倉他未発表

させたふ化盆 1 枚のみを収容する 2 区をそれぞれダブルで設け、ふ化盆付着卵の卵発生時の生残状況およびふ化率を把握した（表 1）。

結 果

試験 1 受精後 6 日（積算水温 55℃・日）のステージ 12（眼胞にレンズが形成され、心臓の搏動がみられはじめるステージ）到達時点では各試験区間の生残状況に差はなく、生残率は 66.9～73.0% の範囲であったが、受精後 8 日（76℃・日）のステージ 13（眼胞が淡褐色となり、頭部背面にふ化腺が散在するステージ）到達時点で 1 区の生残率が 0 および 4.0% に低下し（図 2）、胚体の萎縮を伴う死亡卵がみられた（写真 2）。一方、2 区および 3 区では、ステージ 13 以降は目立った死亡はみられず、発眼が完了した受精後 11 日での生残率は 48.0～55.4% であった（図 2）。2 区および 3 区では受精後 13 日（126℃・日）にふ化が始まり、14 日（136℃・日）にふ化が完了した。ふ化率は 2 区では 22.4、14.0（平均 18.2）%，3 区では 49.5、49.3（平均 49.4）% であった。なお、1 区のふ化率は 0% であった（表 2）。2 区および 3 区におけるふ化完了日（受精後 14 日）の仔魚の平均全長±標準偏差は、それぞれ 9.3 ± 0.3 mm、9.3 ± 0.4 mm であった。

試験 2 1 区、2 区とも受精後 2 日以降、ふ化直前まで

目立った死亡はなく、両区における生残過程も同様に推移した。ふ化率は 1 区で 70.2、55.0（平均 62.6）%，2 区で 57.7、62.2（平均 59.9）% であった（表 2）。

考 察

試験 1 では、銅芯マブシを用いたニシンの卵管理によってふ化率が著しく低下することが確認された。銅は生体内では重要な生理的役割を果たす必須元素であるが、過剰に摂取すると毒性が発現する¹⁰⁾。特に水生生物では、環境水中から容易に銅が取り込まれるため陸上生物より毒性が強く発現し、海水魚における 96 時間半数致死濃度は 0.07～4.3 mg/ℓ¹¹⁾と低濃度である。また、銅が魚類の浸透圧調節能に異常を与えること¹²⁾、*Artemia salina* の卵のふ化率を低下させること¹³⁾が報告されている。これらのことから、本実験の銅芯マブシによる卵管理での顕著な卵発生の異常やふ化率低下は素材に用いた銅の影響が強く疑われる。今後、さらに銅の卵発生阻害の機序を解明する必要があるだろう。

試験 1 では鉄芯マブシも対照区に比べてふ化率が低下した。そのため、鉄芯あるいはシュロ繊維の影響も確認する必要が生じたが、鉄芯マブシと対照区でふ化仔魚の大きさに差はなく、さらに、試験 2 の結果から鉄芯マブシからの溶出物がふ化に影響する可能性が排除された。このことから、鉄芯マブシでのふ化率が低いのはマブシ

表 1. ニシン卵を用いた人工産卵基質比較試験

試験	試験区	水槽			マブシ		卵付着 ふ化盆 収容数
		容量	形状と 材質	個数	芯材	収容本数 (うち卵付 着本数)	
1	1	0.5kℓ	円型ポリ カーボ ネット	2	銅	6 (1)	1
	2				鉄	6 (1)	1
	3					0 (0)	1
2	1				鉄	6 (0)	1
	2					0 (0)	1

表 2. 試験区毎の収容卵数とふ化の結果

試験	試験区	卵収容数 (粒)	ふ化数 (尾)	ふ化率 (%)	備考
1	1-1	39,900	0	0.0	マブシ付着 卵のふ化率
	1-2	39,700	0	0.0	
	2-1	38,800	8,690	22.4	
	2-2	39,550	5,520	14.0	
	3-1	16,200	8,020	49.5	ふ化盆付着 卵のふ化率
	3-2	16,200	7,980	49.3	
2	1-1	23,330	16,370	70.2	ふ化盆付着 卵のふ化率
	1-2	23,100	12,710	55.0	
	2-1	23,350	13,480	57.7	
	2-2	23,150	14,390	62.2	

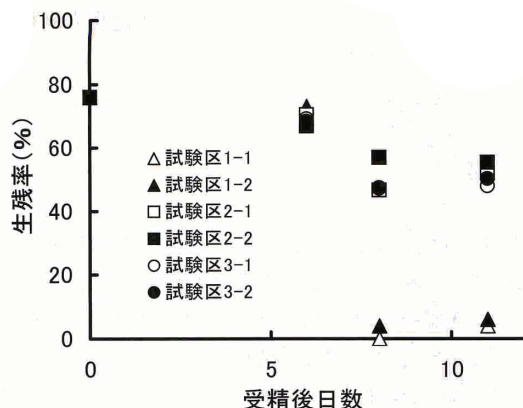


図2. ニシン卵の生残率の推移 (試験1)

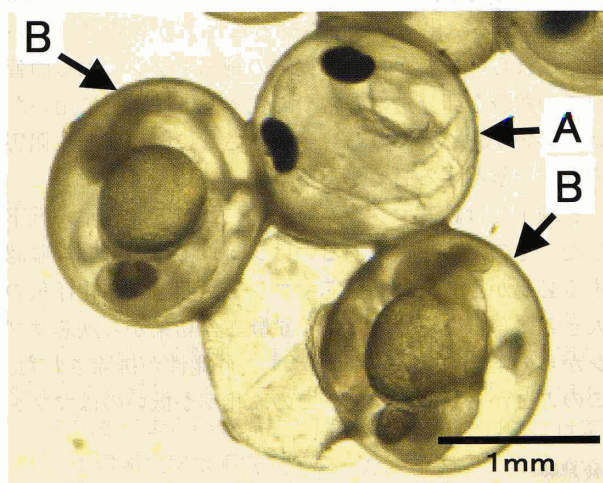


写真2. ステージ13における正常卵(A)と胚体萎縮卵(B)

の素材である鉄芯およびシュロ繊維の影響ではないことが考えられた。マブシを用いた採卵方法では、ふ化盆に比べて付着卵同士が重なり易いため、酸欠による卵の死亡が発生しやすかったことも考えられる。

以上述べてきたことから、その機序についての詳細は不明ながらも、マブシの素材、特に銅芯がニシンの卵発生に及ぼす影響が極めて大きいことを確認したため、この結果を重く見た著者らは関係会議等を通じてこの結果を都道府県に公表した。その結果、ニシン種苗生産機関が使用するマブシは2008年までにすべて鉄芯に変更され、各機関の平均ふ化率は変更以前の0～45.3(平均21.9)%¹⁴⁾から32.1～54.9(平均41.7)% (長倉他未発表)に向上し、安定したふ化率が得られるようになった。このように、今回実施した試験の結果を参考にして、マブシを用いたニシン卵の管理の問題は大きく改善され、ふ化率の向上、安定化が見込めることが現場規模でも実証された。

本報ではマブシの素材を銅芯から鉄芯に変更することで顕著なふ化率の向上が示された。しかし、海水中では

錆等による強度の低下は銅芯よりも鉄芯で進行しやすいことから、鉄芯マブシを現場レベルで使用して行くには耐久性に関しても検討しなくてはならない。さらに、前述のとおり、マブシの素材を銅芯から鉄芯へ変えても、依然として、ふ化率はふ化盆にくらべ低い。このことは、マブシの使い方に工夫が必要であることを暗示している。今後、ふ化率が低い原因をさらに究明し、マブシの使い方を工夫することでふ化率のさらなる向上、安定化を図ることが必要であろう。

謝 辞

御助言および本論文の御校閲を賜った水産総合研究センター有瀧真人博士に深謝する。また、採卵および試験水槽の管理にご協力頂いた宮古栽培漁業センターの職員の方々に厚くお礼申し上げる。

文 献

- 1) 小林時正 (1993) 太平洋ニシンの集団遺伝学的特性と種内分化に関する研究. 遠洋水研報, 30, 1-77.
- 2) 小林時正 (2002) 北海道におけるニシン漁業と資源研究 (総説). 北水試研報, 62, 1-8.
- 3) 菅野泰次 (1983) 日本周辺海域に分布するニシンの系統群とその生態. 栽培技研, 12, 59-69.
- 4) 花村宣彦 (1963) 北海道の春ニシン (*Clupea pallasii*. Cuvier et Valenne) の漁況予測に関する研究. 北水研報, 26, 1-66.
- 5) 児玉純一 (1997) 万石浦ニシンの個体群変動機構に関する研究. 宮城水産研報, 15, 1-41.
- 6) 水産庁・独立行政法人水産総合研究センター・(社)全国豊かな海づくり推進協会 (2008) 平成18年度栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績 (全国) ~資料編~. 414 p.
- 7) 大河内裕之・児玉純一・永島 宏・兜森良則・岩本明雄 (2003) 本州の太平洋沿岸におけるニシン放流魚の移動生態と産卵回帰. 裁検資料, 16, 日本栽培漁業協会, 東京, 19-39 pp.
- 8) 山本義久 (2001) ニシンの種苗生産技術. 栽培漁業技術シリーズ No.7, 日本栽培漁業協会, 東京, 17-21.
- 9) 桑谷幸正・渋谷三五郎・和久井達哉・中西 孝 (1978) ニシンの卵発生と稚魚の飼育に関する研究-I, 卵発生に及ぼす水温の影響, ニシン増養殖技術開発企業化試験報告, 11-29.
- 10) 山本義和 (1979) 水生生物と重金属 [I] 銅. サイエンティスト社, 東京, 140-182 pp.
- 11) 社団法人日本水産資源保護協会 (2006) 水産用水基準 (2005年版). 66-68 pp.
- 12) Courtois, L. A. (1976) Copper intoxication - a possible biochemical homologue. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 15, 205-210.
- 13) Saliba, L. J. and R. M. Krzyz (1976) Effect of heavy metals on hatching of brineshrimp eggs. *Mar. Pollut. Bull.*, 7, 181-182.
- 14) 北海道 (2006) 平成14年～16年度日本海ニシン増大推進プロジェクト報告書. 233 p.

人工産卵基質マブシの素材がニシンの卵発生におよぼす影響

長倉義智・野田 勉・熊谷厚志・新井崇臣・大河内裕之

ニシンの人工産卵基質として従来のマブシを使用したふ化率は、ふ化盆を使用した場合より低いことから、マブシの素材がニシンの卵発生に及ぼす影響を調べた。銅線を芯材とした従来のマブシを用いる銅芯マブシ区、銅線の代わりに鉄線を芯材とした鉄芯マブシ区、マブシを入れない対照区のふ化率等を比較した結果、銅芯マブシ区におけるふ化率は0%であったのに対し、鉄芯マブシ区および対照区では14.0～49.5%であった。このことから、マブシの素材である銅芯がニシンの卵発生に甚大な影響を及ぼすことが明らかとなった。

水産技術, 2 (1), 45-48, 2009