

# マナマコ人工種苗の食害防除技術について

酒井 勇一・近田 靖子

キーワード：マナマコ、シオダマリミジンコ、種苗生産、食害

最近のマナマコの単価高騰により（図1）、道内でのマナマコ資源に対する関心が高まり、道内の17機関で種苗生産への取り組みが始められています。

マナマコの種苗生産は、昭和52年に福岡県で開始され、以来本州を中心に進められてきました。しかしながら、水槽内に発生するシオダマリミジンコ *Tigriopus japonicus* など小型甲殻類による食害が安定生産への大きな障害であることもあり、特に本州西日本で多くの機関で種苗生産を断念しています。その一方で、単価が急上昇している北海道・東北地方では生産機関数が急増しています（図2）。

これまで、このシオダマリミジンコの食害を防ぐために、トリクロルフォンという有機リン系の化合物を主成分とする薬剤（水産用医薬品マゾテンなど）による駆除が行われていましたが、平成18年5月の薬事法の改正・強化により、マナマコの種苗生産にこれを使用することはできなくなりました（この薬品ばかりではなく、現時点で放流用のマナマコ種苗に対して使用してもよい薬品はありません）。

そこで、昨年から改めてこのシオダマリミジンコによる食害を防ぐために、まず、①飼育水槽内に小型甲殻類を侵入させない方法、そして②侵入してしまった小型甲殻類を分離する方法を検討し直しました。

今回は、検討結果と新たな技術を紹介します。

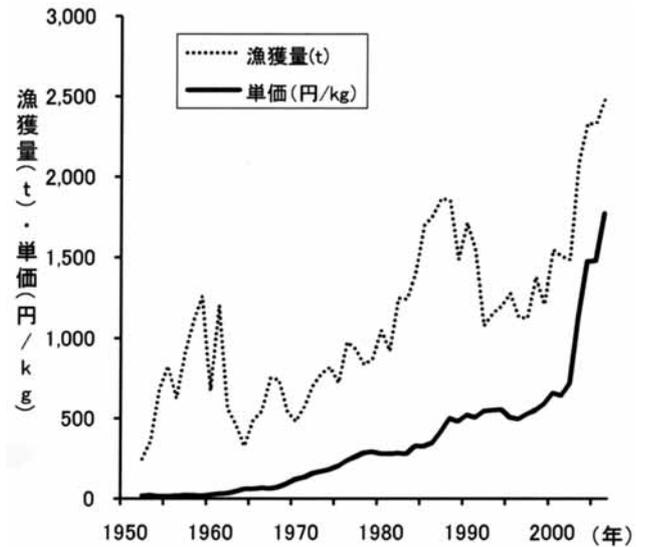


図1 北海道のマナマコ漁獲量と単価の経年変化

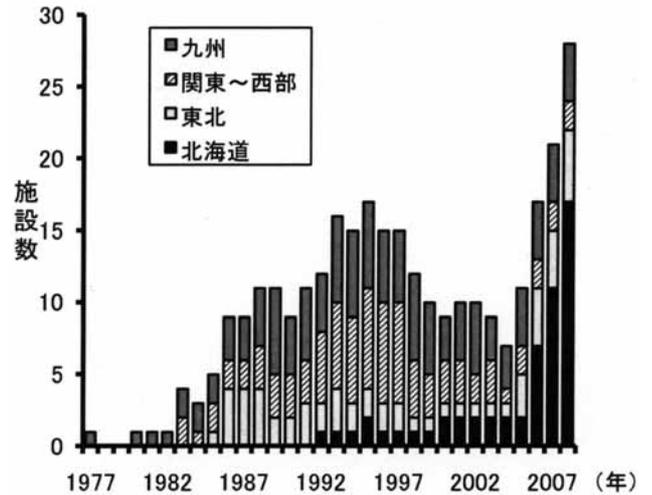


図2 全国のマナマコ種苗生産施設数

1977年～2005年は栽培漁業種苗生産、入手・放流実績(全国)より  
2006年以降は水産部調査およびマナコ増殖研究会資料より

なお、現在このシオダマリミジンコを含むソコミジンコ類は、形態的特徴の他、DNA分析などにより判別する必要があるとも言われています。

本文中では稚ナマコの食害を確認したソコムジンコの仲間を、形態からシオダマリミジンコと判別して、以下の話を進めます。

## ① 飼育水槽内に小型甲殻類を侵入させない方法

### ア 親ナマコからの侵入

親ナマコの体表にはワレカラなどの甲殻類が付着していることがあるため、通常採卵に用いるときにろ過海水で静かに体表を洗います。ただ、これまで小さいシオダマリミジンコについては詳しく検討してきませんでした。シオダマリミジンコは物の表面を匍匐(ほふく)するなどして生活しますが、後述するように、0.2%塩化カリウム海水溶液に1分程度漬けると、親ナマコの体表などから剥がれやすくなります。これを利用して産卵を誘発する延べ118個体の親ナマコを0.2%塩化カリウム溶液に浸けて体表に付着している小型甲殻類を集めてみると、6,809個体ものシオダマリミジンコと24個の卵塊(1つの卵塊は平均100個の卵から出来ています)、そしてシオダマリミジンコ以外にもワレカラやウミミズムシなど24個体の甲殻類が取れました(表1)。

次にこうして体表を洗って、小型甲殻類を除去した88個体の親ナマコを、改めてろ過海水で洗ったところ、表2のようにまだ72個体のシオダマリミジンコが取れました。さらにこれらを1個体ずつ15Lの水槽に収容して、産卵を促し放卵した♀5個体の水槽水にシオダマリミジンコがいるかどうかを確認するため、卵ごと200 $\mu$ mの篩でろ過してみました。卵は平均150 $\mu$ mですので多くはこの篩をすり抜けますから、大きいシオダマリミジンコがいれば篩(ふるい)で確認できます。この結果、まだ数個体のシオダマリミジンコの成体が取れてしまいました(表3)。つまり、体表を軽く洗った

り、塩化カリウム溶液に浸漬して体表にいるシオダマリミジンコを除去したつもりでも、結局マナマコの受精卵にシオダマリミジンコを侵入させてしまった事になります。

### イ 採苗基質からの侵入

育成した稚ナマコはウニやアワビと同じように波板に採苗します(写真1)。この際、ウルベラ *Ulveella lens* と呼ばれる盤状緑藻や、天然珪藻類が付着していたほうが、稚ナマコを採苗しやすいことが分かっていますので、波板上にあらかじめ

表1 塩化カリウム溶液で親ナマコの体表から分離したシオダマリミジンコ個体数

	親ナマコ 個体数	シオダマリミジンコ			その他甲殻類
		携卵個体	成体	卵塊	
A群	30	981		0	0
B群	41	171	1,818	21	15
C群	47	23	3,816	3	9

その他の甲殻類はワレカラとウミミズムシの仲間  
A群のシオダマリミジンコは携卵個体と成体を分けて計数

表2 親ナマコの体表を洗浄したろ過海水中に混入したシオダマリミジンコ個体数

	親ナマコ 個体数	シオダマリミジンコ			その他甲殻類
		携卵個体	成体	卵塊	
B群	41	4	40	1	1
C群	47	1	27	0	0

その他の甲殻類はワレカラとウミミズムシの仲間

表3 受精卵の200 $\mu$ mメッシュろ過残留物

	シオダマリミジンコ	
	携卵	成体
A群	0	1
B群-1	1	1
B群-2	0	3
B群-3	1	1
B群-4	0	0

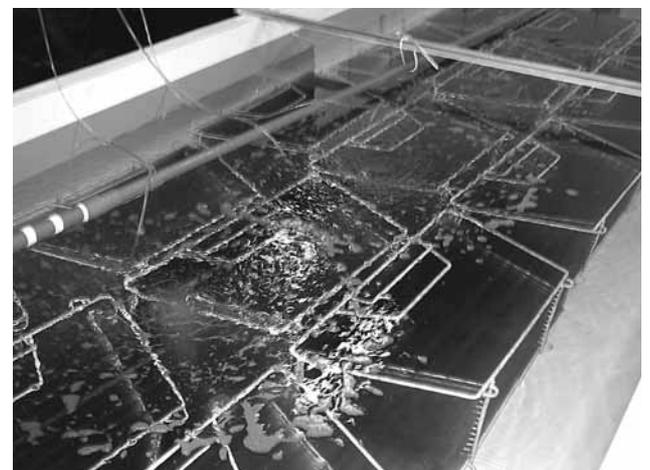


写真1 採苗用の波板を収容した水槽

これらを繁茂させておきます。ところが、この波板上にシオダマリミジンコも繁殖し、ここから飼育水槽に侵入することがあります。これを防ぐ方法として、波板の淡水浴を考えました。孵化後のシオダマリミジンコは淡水（水道水）に数分漬けるだけで死んでしまいますが、卵は2時間以上淡水に漬ければ孵化してしまいます(図3)。そこで、採苗に用いる波板などの基質を、2時間以上淡水浴することで、基質からの侵入を防除できると考えられます。

ただしあまり長く淡水に浸けすぎるとせっかく繁茂させた珪藻類なども枯れてしまいます。先述

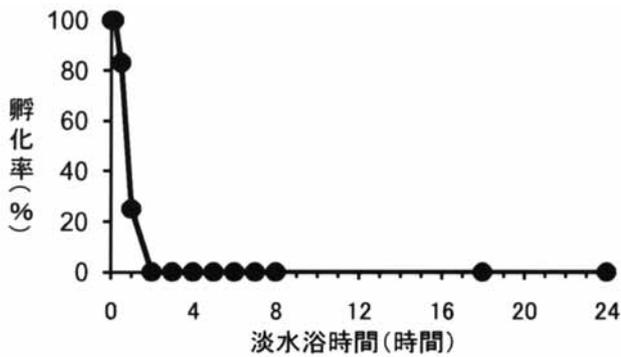


図3 基質の淡水浴時間とシオダマリミジンコの卵孵化率の関係

表4 シオダマリミジンコの侵入防除策と発生状況

親産地	回生	親KCL 処理*	基質	水槽数	水容積(t)	淡水浴**	飼育水***	換水	コペ発生の有無****	
									1週間以内	2週間以内
室蘭	1回生	×	天然珪藻	6	0.1	3時間	0.45 μm	週1回	×	○
				2	2.5		50 μm	5換水/日	○	○
	2回生	×	天然珪藻	3	2.5	2時間	50 μm	週1回	○	○
			リビック	4	0.1	×	0.45 μm	週1回	○	○
3回生	×	天然珪藻	1	2.5	2時間	5 μm	週1回	○	○	
豊浦	4回生	○	天然珪藻	1	2.5	10分/10分	5 μm	週1回	×	○
				50 μm	1換水/日		○	○		
	1回生	○	天然珪藻	1	2.5	2時間	50 μm	週1回	○	○
			リビック	1	2.5	×	50 μm	週1回	○	○
宗谷	1回生	×	天然珪藻	1	2.5	2時間	5 μm	週1回	○	○
			天然珪藻	5	0.1	2時間	0.45 μm	週1回	○	○
			天然珪藻	1	2.5	2時間/10分	50 μm	週1回	×	○
2回生	○	天然珪藻	1	2.5	10分/10分	5 μm	週1回	○	○	
			50 μm	1換水/日		○	○			

\*: 親ナマコを0.2%塩化カリウム海水溶液に浸してシオダマリミジンコを除去

\*\* : 基質を水道水で淡水浴した時間を示す。10分/10分は使用1週間前に10分間の淡水浴をした後、使用直前に再度10分間の淡水浴をしたことを示す。

\*\*\*: 飼育水のろ過径(フィルターサイズ)を示す

\*\*\*\*: 波板の目視観察でシオダマリミジンコを確認した結果を示す

のようにふ化後のシオダマリミジンコは数分淡水に浸けただけで死んでしまうので、1回目の淡水浴で卵以外を殺し、生き残った卵から孵化する個体をねらって1週間後にもう一度淡水浴をする(20℃で1週間程度すれば卵が孵化するため)という方法も検討しました。

### ウ 飼育水からの侵入

シオダマリミジンコの卵径は50 μmです。ふ化した個体は12回の脱皮を行い全長2ミリの成体になりますが、飼育海水を50 μm以下の目合いのフィルターで濾過することでこの侵入を防除できると考えられます。

### エ 実証試験の結果

実際にこれらの方法を組み合わせて稚ナマコ飼育水槽への侵入防除を試した結果を表4に示しました。どの組み合わせでも2週間もするとシオダマリミジンコが繁殖してしまいました。また、海藻粉末を付着させ、シオダマリミジンコの繁殖を防いだ波板上でも発生してしまいました。ただし、

こうした対策により最初の侵入個体数を減らし、大発生を遅らせる効果は期待できます。

② 侵入した小型甲殻類を分離する方法

ア 塩化カリウム溶液に麻醉剥離と篩い分け

稚ナマコ育成水槽内でシオダマリミジンコが発生してしまった場合、これらが稚ナマコを育てている波板上で匍匐(ほふく)・繁殖するため、この波板から効率的に分離する必要があります。稚ナマコはできるだけ波板に付けたままで、シオダマリミジンコだけを落とすことができれば水槽管理が楽になります。そこで、塩化カリウムを使って、稚ナマコとシオダマリミジンコの剥離効果を調べ

のなら網の上に残すことができます(図5)。

写真2に示したように水槽の波板を措置すれば、水槽に増殖したシオダマリミジンコを除去して食害を防ぐことができます。

ただしこの方法では、①塩化カリウムを使う際に獣医師の診断を仰がなければならず(その際使用できるのは日本薬局方の塩化カリウムです)、②水槽交換などの作業が大きな負担であり、③稚ナマコが体長800 $\mu$ m以上に成長しなければ利用できない(これ以下の稚ナマコは網目の下に落ちてしまい、せっかく分離したシオダマリミジンコと混ざってしまいます)という問題があります。

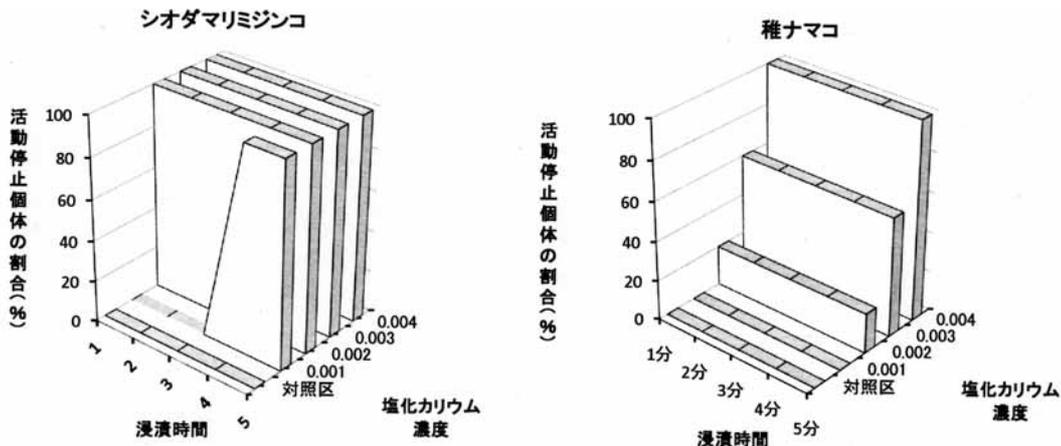


図4 塩化カリウム濃度別のシオダマリミジンコ(上図)と稚ナマコの剥離効果

ました。この結果、0.2%濃度の塩化カリウム海水溶液に1分程度浸けると、シオダマリミジンコは波板から剥離しやすく、稚ナマコは8割程度波板に付いたまま残ってくれることが分かりました(図4)。

次に、波板から落ちてしまった稚ナマコとシオダマリミジンコを篩い分ける事を考えました。500 $\mu$ mの目合いであれば、最も大きいサイズである成体のシオダマリミジンコまで振るい分けることができます。

稚ナマコの方は、体長800 $\mu$ m以上に成長したも

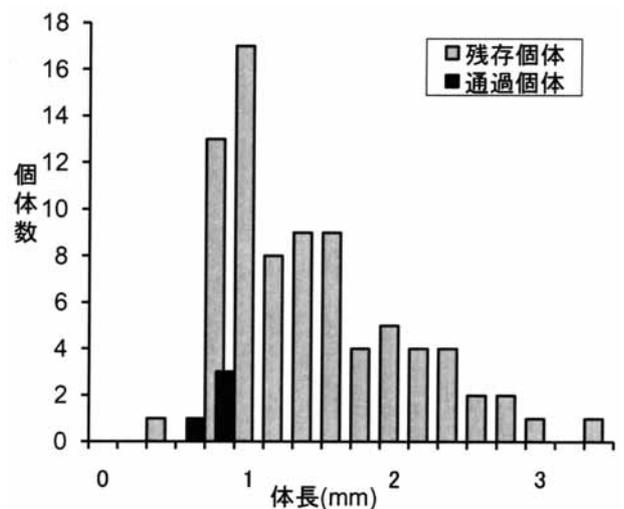


図5 500 $\mu$ m篩に残存した稚ナマコと通過した稚ナマコの体長組成

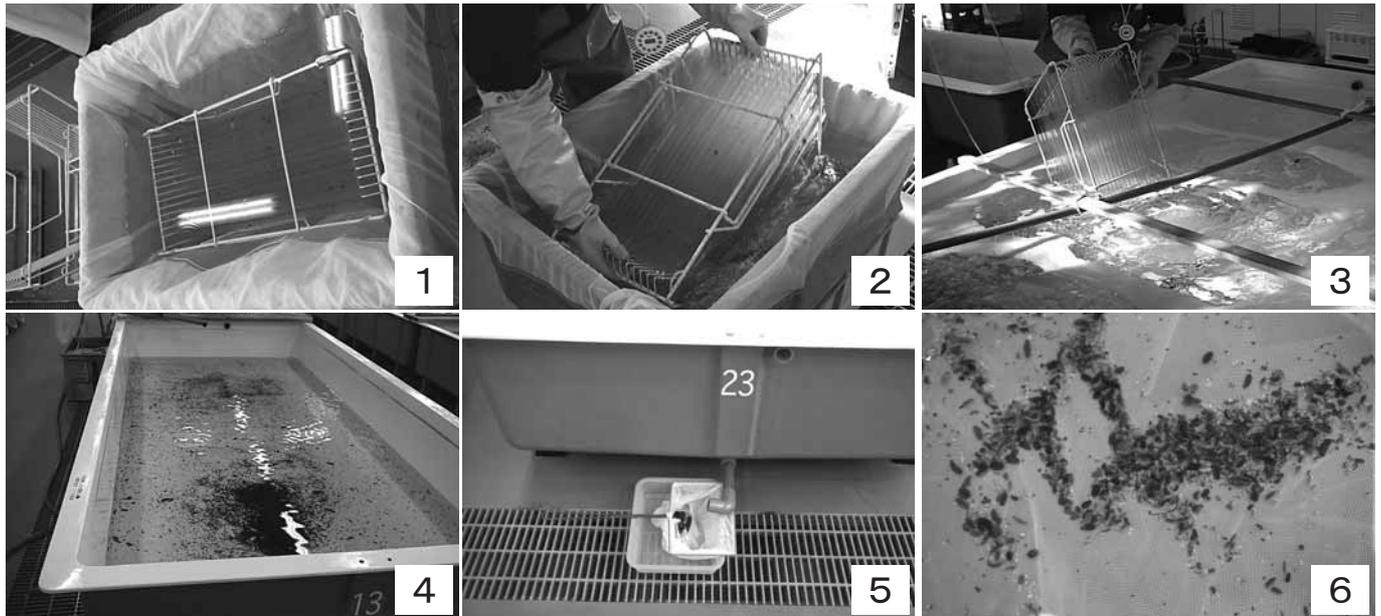


写真2 塩化カリウムを利用した小型甲殻類の剥離分離

- ① 0.2%塩化カリウム海水を入れた水槽に500 $\mu$ m目合いの網を張り、波板をホルダーごと設置
- ② およそ1分後、この網の中で波板をよく振り麻痺したシオダマリミジンコを振り落とす
- ③ 50 $\mu$ m以下の濾過海水を満たした新しい水槽に移動
- ④、⑤ 水槽内に残った稚ナマコを回収
- ⑥ 回収した稚ナマコと混在するシオダマリミジンコを塩化カリウム溶液中で分離

イ 飼育水の循環濾過によるシオダマリミジンコ除去

シオダマリミジンコの密度が食害に及ぼす影響を把握するため、1 mL容積（表面積21.2cm<sup>2</sup>）の容器に1個体、10個体、20個体のシオダマリミジンコの携卵個体（卵を抱えている成体）を入れ、着底直後の0.5mmの稚ナマコ、または着底から1ヶ月程度たった体長5.0mmの稚ナマコを1個体ずつ一緒に収容しました。この稚ナマコの1週間後の生き残りを調べた結果が図6です。0.5mmの稚ナマコも5.0mmの稚ナマコも、シオダマリミジンコの密度が低い場合は食害を受けず、これが10個体以上の密度になると食害を受けることが分かります。

そこで、稚ナマコ育成水槽中に発生したシオダマリミジンコすべてを除去するのではなく、この密度を低くして食害を防ぐことを考えました。水槽をよく観察すると、波板上や水槽壁にいるシオダマリミジンコは比較的頻繁に水中を泳ぎまわって移動しています。一方、稚ナマコは壁面や波板

に付着して水中に浮遊することはほとんどありません。そこで、稚ナマコ育成水槽に揚水ポンプを設置して飼育水をくみ上げ、この排水口に目合い45 $\mu$ mのプランクトンネットを張ります（この目合いなら孵化直後の個体まで濾し取ることが出来ます）。水中に泳ぎまわるシオダマリミジンコを飼育水とともにくみ上げて、ネットで濾し取り、海水は元の水槽に戻します。

我々が使用している2.5 t水槽の場合、この

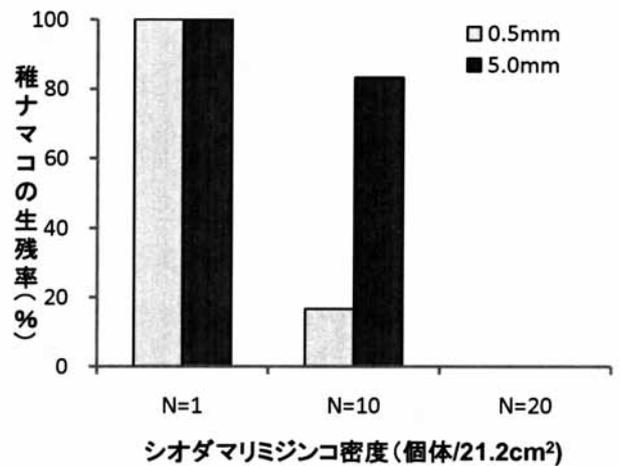


図6 シオダマリミジンコ密度と稚ナマコの生残率

10L/分程度の小型ポンプ1基で多いときには1日に36万個体ものシオダマリミジンコを除去できました(図7)。

表5に水産用医薬品マゾテンで水槽内のシオダマリミジンコを除去していたときの生残率と、今回開発した飼育水の循環ろ過による方法を比べています。薬品によりシオダマリミジンコを除去する場合は、孵化以降のシオダマリミジンコは殺せますが、水槽内に残った卵はその後孵化して増殖してしまうため、水槽換えなどの作業が必要でし

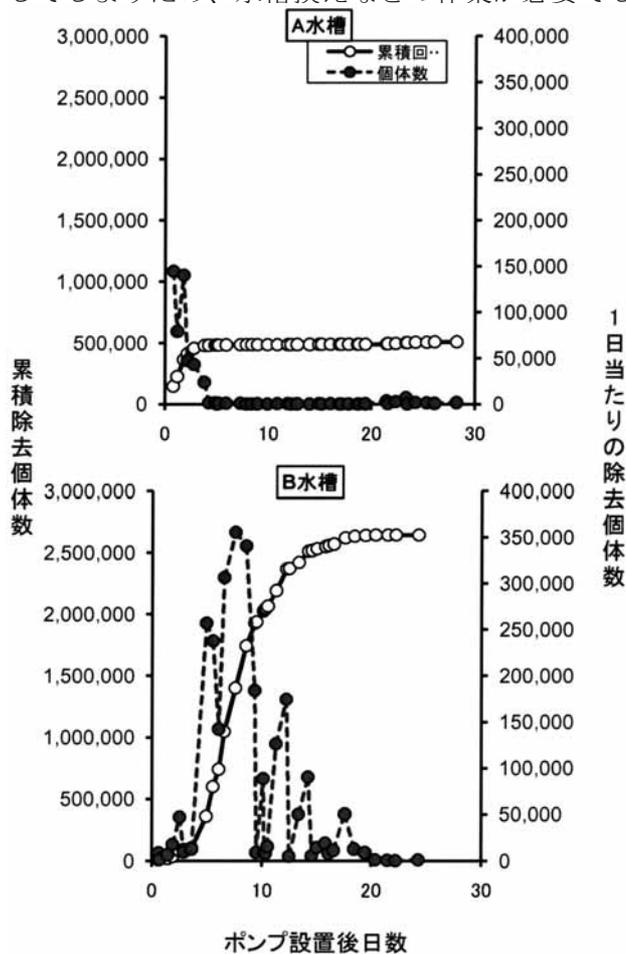


図7 揚水ポンプによる水槽内のシオダマリミジンコ除去個体数

表5 栽培水試で実施した試験採苗結果と小型甲殻類の除去法別の作業性

年度	小型甲殻類の除去方法	生残率	稚ナマコ		飼育水槽数	のべ水槽換え頻度
			初期育成期間	日間成長量* (μm/日)		
H18年度	マゾテン薬浴	86%	165日	41.2	10	162
H19年度	飼育水循環ろ過	90%	116日	64.4	4	0

H18年度の数値は全体平均、H19年度は11月までに飼育試験を終了した水槽の平均値を示す  
\*：初期育成終了時の平均サイズを育成日数で割り返した平均値を示す

た(これは、塩化カリウムを使って水槽内のシオダマリミジンコを分離する場合も同じです)。栽培水試の場合、頻繁にシオダマリミジンコが発生するため、使用していた10水槽で、6か月でのべ162回もの水槽換えを行っていました。また、シオダマリミジンコは、孵化直後の50μmという極小さいサイズから稚ナマコを食害しますが、これは人の目でとても見えるものではありません。1日に何回も水槽を観察して、薬浴のタイミングを

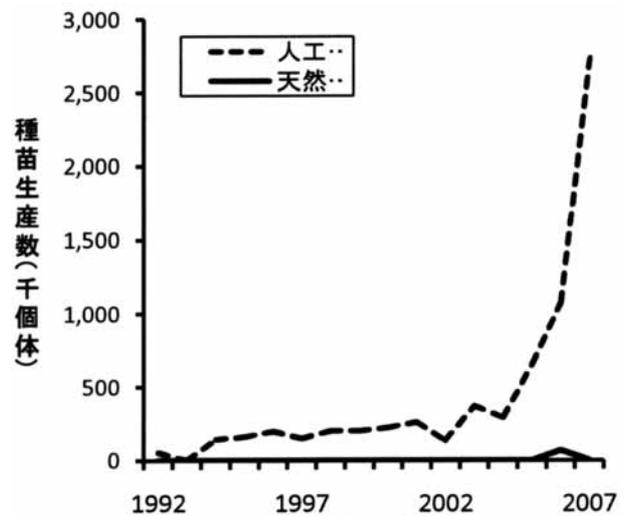


図8 道内の種苗生産数の推移  
2005年以降の数値は道水産林務部調査結果より

計るといった細かい観察が必要でした。さらに獣医師の診断により薬品の使用許可を得なければなりません。

この飼育水の循環ろ過法ならば、こうした水槽替えも細かい観察も、そして獣医師の診断も不要になります。ただしこの方法は平成19年7月末に始めたばかりの方法で、まだまだ改良の余地もあり、さらに多くの水槽での検証も必要です。

今後もこうした技術改良を繰り返し、

できるだけ大きい種苗を、できるだけ短い期間で、できるだけ多く、できるだけ簡単に生産できるように工夫を重ねていきます。

同時にこうした技術改良で、道内のマナマコ人工種苗の生産数は今後増えてくると考えられます(図8)。

今後はこうした種苗をいつ、どこに、どのようにして放流することが、資源増大や資源の維持に

効果的であるかを急いで検討していくつもりです。

(さかい ゆういち・こんだ やすこ

栽培水試生産技術部 報文番号B2290)

## 各水試発トピックス

# ケガニの先祖の話

ケガニが属するクリガニ科で現存するのは、ケガニ、クリガニとトゲクリガニの、わずか2属3種のみです。しかし、ケガニの先祖にあたる化石種は、新生代第三紀の始新世中期(およそ4,860万年~3,800万年前)から漸新世(およそ3,370万年~2,380万年前)にかけて現在までに2属13種が知られています。これら化石種の産出地をみると、ヨーロッパ、北アメリカ大陸、北アフリカで、これらの種は、当時存在していた、テチス海が起源だと思われます。始新世から漸新世にかけては、非常に温暖な気候でしたので、意外なことにケガニの先祖は暖海性種ということになります。漸新世のつぎの中新世(2,300万年~500万年前)からは、地球の寒冷化が始まり、160万年~1万年前の更新世には氷河期を迎えます。寒冷化にともない、ケガニの先祖のほとんどの種が絶滅しましたが、たまたま低水温に適応できたケガニ属とクリガニ属だけが、現在まで生き残っているのでしょうか。残念なことに、寒冷な気候になってからのクリガニ科の化石は発見されておらず、ケガニの直接のご先祖様はまだ知られていません。もしかしたら、あなたのそばの石の中に眠っているかも知れませんかよ。

(栽培水試調査研究部 佐々木 潤)

### 化石種を含めたケガニの仲間のリスト

- Superfamily CHEIRAGONOIDEA Ortmann, 1893  
クリガニ上科
- Family Cheiragonidae Ortmann, 1893 クリガニ科
- Genus *Erimacrus* Benedict, 1892 ケガニ属  
*Erimacrus isenbeckii* (Brandt, 1848) ケガニ  
(北東大平洋~日本海; 現生種)
- Genus *Telmessus* White, 1846 クリガニ属  
*Telmessus acutidens* (Stimpson, 1858) トゲクリガニ  
(日本海; 現生種)
- T. cheiragonus* (Tilesius, 1812) クリガニ  
(東大平洋~日本海; 現生種)
- † Genus *Montezumella* Rathbun, 1930 モンデスマ属  
† *Montezumella amenosi* Vía, 1959  
(スペイン; 始新世中期)
- † *M. casayetensis* Rathbun, 1937  
(パナマ; 漸新世後期)
- † *M. eichhorni* Schweitzer & Salva, 2000  
(ワシントン州, アメリカ; 始新世後期)
- † *M. elegans* (LÖrenthey, 1929)  
(ハンガリー・イタリア; 始新世後期)
- † *M. fraasi* (LÖrenthey, 1909)  
(エジプト; 始新世中期)
- † *M. lamiensis* Rathbun, 1934  
(フィジー; 中新世)
- † *M. microporosa* Portell & Collins, 2002  
(フロリダ州, アメリカ; 始新世後期)
- † *M. pumicosa* Beschin, et al., 2002  
(イタリア; 始新世)
- † *M. rutherni* Van Straelen, 1934  
(ボナール, カリブ海; 始新世後期)
- † *M. scabra* Quayle and Collins, 1981  
(イギリス・イタリア; 始新世後期)
- † *M. tubulata* Rathbun, 1930  
(メキシコ; 始新世後期)
- † Genus *Stintonius* Collins, 2002 スイントニウス属  
† *Stintonius markgrafi* (LÖrenthey, 1909)  
(エジプト; 始新世)
- † *S. subovatus* (Quayle & Collins, 1981)  
(イギリス; 始新世)