

シオダマリミジンコの教材化に関する基礎的研究

重松 玲子

鎌倉市立第二中学校

The Utilization of *Tigriopus japonicus* MORI in the classroom

Reiko SHIGEMATSU

DAI-NI JUNIOR HIGH SCHOOL, KAMAKURA

はじめに

シオダマリミジンコ (*Tigriopus japonicus* MORI) は、満潮線より高い位置にある潮溜まりに棲み、水温や塩類濃度の激しく変化する厳しい環境に耐えることが知られている。この種は、季節を問わず簡単に採集でき、飼育下でも容易に繁殖するので教材としての価値が高いと考えられる。ここではシオダマリミジンコを教材化するために、1.分布、2.飼育法、3.生殖、4.耐性等に関する実験や観察を行った。その結果、以下に示す通り多くの実験・観察の材料として適していることがわかったが、誌面の都合でその一部を割愛した。

材料と方法

シオダマリミジンコは、橈脚目 (Order Copepoda), ハルパクチクス科 (Family Harpacticidae), チグリオプス属 (Genus *Tigriopus* NORMAN) に属し、体長は1mm程である。この実験に用いたシオダマリミジンコは、相模湾から採集し神奈川県立教育センターの生物学教室で1974年から飼育・増殖したものに、神奈川県三浦半島芝崎、江の島他相模湾岸各地、静岡県須崎、青森県夏泊、同県下風呂、岩手県船越、北海道利尻仙法志、本泊、礼文スコトン岬などから採集し、飼育・増殖したものである。

シオダマリミジンコの生息状況の調査は芝崎で干潮時に行った。調査地点は、高潮線から低潮線に向

かって65mの間に10箇所、低潮線沿いに5箇所を設け、全地点から橈脚類を採集し、同種を分離した。

地理的分布については、1981年8月から1993年11月までの12年間にわたり、北海道19地点、青森県5地点、岩手県3地点、神奈川県8地点、静岡県3地点、高知県1地点、沖縄県9地点の1道6県48地点を調査するとともに、全国各地の大学の臨界実験所や、水産試験場等9箇所に情報提供を依頼した。その結果を、これまでに文献に記載された地点と合わせて第2図にまとめた。

飼育については、簡易で安定した飼育環境の条件を検討した。

生活史の観察は、卵をもった親を1個体シャーレに取り、卵が孵化した後親のみを除去して nauplius (ノープリウス) を飼育し、12回の脱皮、変態の様子を継続観察した。

生殖については、番いになって泳いでいる個体を分離し、配偶行動、産卵回数等について飼育しながら観察した。

産卵回数は、雌雄の大きさがほぼ等しく、雄が雌を把握しているものを7対個別に飼育し、交尾終了後雄を分離し雌のみを飼育して観察を続けた。

性比については、nauplius VI期以前の個体を、第1回(6月)・20個体、第2回(9月)・39個体、それぞれ1個体ずつシャーレに入れて飼育し、成体になった時点で雌雄の割合を調べた。また、2月にバットで飼育している個体群から無作為に分離し、雌雄の割合を調べた。

単為生殖の可能性については、孵化時から1個体ずつ分離飼育した nauplius のうち成長して雌になっ

た12個体を継続飼育して観察した。

乾燥に対する耐性については、自然状態で乾燥した試料を第1図中の3地点から採集し、それぞれ500mlの漏過海水を入れたシャーレに入れて観察した。

低温に対する耐性については、約3500個体を14グループに分け、家庭用冷蔵庫の冷凍室に入れて凍結し、完全に凍結した後一定時間ごとに取り出して室温で自然解凍し、成体の生存率、卵の孵化率、孵化したnaupliusの生存率を調べた。

結果と考察

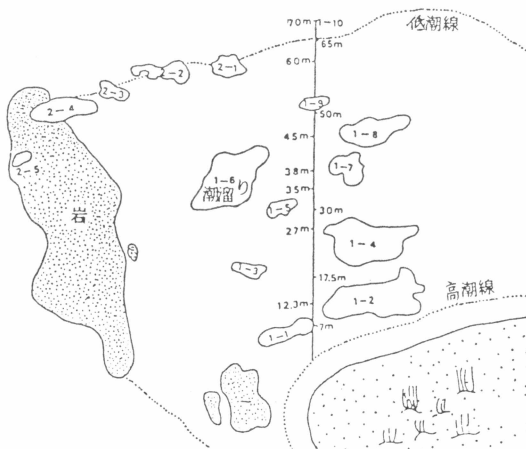
1 分布

1) 生息状況の調査

シオダマリミジンコは、海水の直接流れ込まない満潮線より高い位置の潮溜りに棲むことが一般に知られている。しかし、このような閉鎖系では種の繁栄のためには不利であると考えられるので、神奈川県葉山町芝崎で生息状況の調査を行った(第1図)。その結果、全ての地点からシオダマリミジンコを採集することができた。この事実から、この種は満潮線より高い位置の潮溜りだけでなく、広く潮間帯及び低潮線付近にも生息していることを確認した。なお、この地域の高潮線と低潮線の潮位差は約2mである。

2) 地理的分布

シオダマリミジンコの地理的分布については、従来伊豆以南の沿岸に生息すると記載されていたが、伊藤³⁾は北海道から報告している。分布に関する



第1図 生息状況調査地点(神奈川県・葉山町芝崎)



第2図 シオダマリミジンコの地理的分布
海水表面温度分布図(冬)

不明確な点は、森⁴⁾が時岡により静岡県須崎で採集されたものを新種と記載して以来詳しく調べられることもなく、伊豆以南と記録されていたものと思われる。

武田⁵⁾は、シオダマリミジンコは、0℃以下では生存できないとしているので、冬期において海水の表面温度が0℃以下になる海域であるオホーツク海沿岸(第2図)稚内(最北端45°31'N)、浜頓別、枝幸、野付、羅臼等を調査したが、ほとんどが砂利あるいは砂の海岸で岩礁がなく、生息していなかったが、礼文スコトン岬(45°27'45"N)には生息していた。また、南は沖縄県沖縄本島、石垣島、黒島(24°15'N)、久高島でそれぞれ2~3地点ずつ調査を行ったが、生息が認められなかった。調査地点で採集することができたのは、北海道・利尻沓形、仙法志、本泊、礼文スコトン岬、青森県・下風呂、夏泊、岩手県・久慈、船越、神奈川県・城ヶ島、荒崎、芝崎、逗子、鎌倉、江の島、真鶴、静

岡山・白浜，須崎の17地点であった。さらに，秋田県男鹿水族館，新潟県佐渡相川町・新潟大学佐渡臨界実験所，山口県下関・水産大学校からは生息しているとの情報が寄せられ，福井県小浜・県栽培漁業センターからはホルマリン固定標本を入手することができた。また，長崎県壱岐，沖縄県琉球大学海洋学部や東京都小笠原水産センターからも協力的な情報が寄せられた。これらの結果からシオダマリミジンコは，山口県下関以北の岩礁海岸に分布していると考えられる。そこで，これまでの記載と合わせて報告する（第2図）。

2 飼育

シオダマリミジンコを教材化するためにはある程度の個体数が必要である。ここでは，第1表のように7区を設け，増殖率が高く簡易で安定した飼育法の検索を行った。各区に使用した試料は成体で，雌雄を選別せず，500個体ずつ飼育した。

第1表 飼育環境

区	飼育環境
1	海水
2	海水，ヒトエグサ
3	海水，ヒトエグサ，碎貝殻，砂利
4	海水，ヒトエグサ，アサリ殻，オオヘビガイ殻
5	海水，ヒトエグサ付石
6	海水，ヒトエグサ付石，ホタテガイ，イシダタミ
7	海水，碎貝殻，砂利

注 海水は濾過して使用する。人工海水も可。

県立教育センターで8年間飼育した方法は以下のようである。容器は35cm×26cm×6cmのバットを用い，海水を6分目まで入れ，自然に繁茂するヒトエグサを時々除去して適量を残す。えさは，1つまみのドライイーストを300mlの水で溶かしたものを数日おきに与える。量の目安は，バットに撒いたとき海水がうっすらと白濁し，翌朝には澄んでいる程度が好ましい。海水は，蒸発による減量分の水を適宜補給しながら，6カ月に1回の割合で全て交換する。飼育場所は，南側の明るい窓際に容器を置き，室温で止水飼育を行う。

この結果，長期間安定した飼育を続けるにはヒトエグサ，アナアオサ等海藻の存在が有効であろうと考えられる。しかし，引きちぎったりした傷のある

海藻はいずれ腐り飼育環境が悪くなるので，貝殻や石にヒトエグサがしっかりと根付いてから飼育を始めた方がより良い結果が得られる。一時的に増殖するだけが目的なら海水のみでも増殖率には大差がないが成体は小形化しやすい。第1表の4や6の区のように貝殻を入れた区のシオダマリミジンコの体長や体色が自然のものに近くなる。

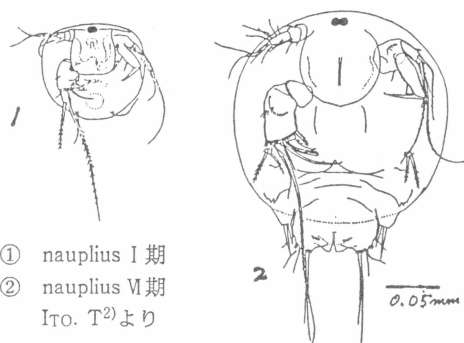
3 生殖

1) 生活史

シオダマリミジンコは，孵化後nauplius幼生期を6期，copepodid（コペポジッド）期を6期を経て成体となる。その間各期ごとに脱皮して脚，体節，触角等の形態を変えて行くが，性決定は，copepodid I期に初めてはっきりする様で，naupliusの期間には顕著な性的特徴は見られなかった。生活史については，武田⁵⁾，伊藤³⁾の報告とほぼ同じであることを確認した。

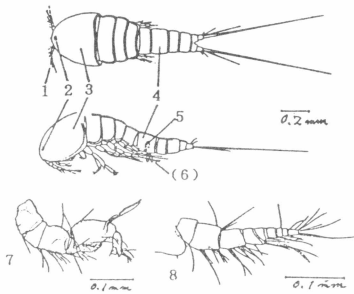
2) 生殖

シオダマリミジンコの配偶行動は，成体の雄がcopepodid IV期以上の雌の頭胸部第1節の末端を第1触角の把握器で背面から把握し，雌がcopepodid VI期（成体）になるまでこのままの状態で泳いでいる。雌が2回脱皮して成体になると，雄は精子の詰まった精包を雌の生殖節につけて離れる。精包はやがて雌の体内に取り込まれ，この中の精子は卵と受精する。ここでは番いになって泳いでいるものを10組別々の容器に入れて飼育観察したが，交尾後雄が把握を解いてから複数の雄を容器に入れても，雌はどの雄にも二度と把握される事実は観察中には見られなかった。このことから雌の受精囊には，1回の交尾で一発受精卵を産卵するだけの精子が供給されるものと考えられる。単為生殖については，原田¹⁾は，橈脚類の繁殖には交尾を必要条件とすると報告



第3図 nauplius

し、さらに、武田⁵⁾はこの種の単為生殖を否定している。しかし、アリアミツバチ、淡水産ミジンコなどでは、時に受精しない卵でも発生を始めることが一般に知られている。そこでシオダマリミジンコでも単為生殖が起こる可能性があるのではないかと考え、次のように実験を行った。nauplius期から1個体ずつ単独飼育した雌は、copepodid期に入って2週間程で卵嚢をつけたが、5~7日経過しても孵化せず卵嚢ごと脱落し、その卵は孵化することはない。通常発生中の卵は全て一つの卵嚢に入っており、雌は腹部につけて泳いでいるが、発生途中で脱落することはない。このことから、この種では単為生殖は行わないと考えられる。



第4図 copepodid VI期(成体)♀

1. 第1触角 2. ノープリウス眼 3. 頭胸節
4. 生殖複体節 5. 貯精囊 (6. 精包)
7. 第1触角♂
8. 第1触角♀ Ito, T²⁾図に精包を加筆

3) 産卵回数

シオダマリミジンコを教材として使用するにはある程度の量を確保する必要がある。そこで、増殖率を調べるために、処女雌が精包をつけられ把握を解かれたところで雄を取り除き、雌のみを7個体単独飼育・観察した結果次のようなことがわかった。

第2表 雌単独飼育での増殖

個体	1	2	3	4	5	6	7
1個体の産卵回数	4	3	2	4	3	7	5
1回の産卵数	18個~35個(夏期) (平均26個) 15個~16個(冬期) (平均15個)						
孵化率	ほぼ100%						
成体になる割合	60%~70%						

卵嚢中の卵は受精卵で、ほぼ100%孵化しnauplius I期の幼生になる。1日以内に脱皮しnauplius II期になるが、この間に30~40%が死亡することもあり、12回の脱皮を経て成体になる割合は60~70%であった。観察の結果から推理すると、次のように考えられる。

第3表 飼育世代と増殖する成体数

世代	週	雌の数	産卵数	産卵回数	生存率	成体数
1	2	1	20(個)	4(回)	60(%)	48(匹)
2	4	24	20	4	60	1152
3	6	576	20	4	60	27648

雌の数×産卵数×産卵回数×生存率=成体数

(数字はいずれも平均とする。約2週間で成体になるものとする。また、成体の半数を雌と仮定する。)

これらのことから、一番いの雌雄から三代6週間飼育し続けると、約2万7千匹の個体が得られる見当になる。

4) 性比

シオダマリミジンコの性比については、武田⁵⁾が、春及び夏には雄が多く、秋及び冬には雌が多く出現すると報告している。このことを先に述べた方法に従って観察したところ、雌雄の割合は6月:20個体中♂8個体(40%)♀12個体(60%)、9月:39個体中♂27個体(69%)♀12個体(31%)、2月:95個体中♂39個体(41%)♀56個体中(59%)であった。この結果から、季節によって性比に差があるものと考えられる。これらのことは、武田⁵⁾の報告と一致した。

このような性比の差が生じる原因は、塩素酸等の薬物や水温などの外因であり、それらが作用する時期はnauplius VI後期半からcopepodid I期の間であるとされているが、このように性比が変化する機構は明らかではない。

4 耐性

生息調査をした潮溜りのうち3箇所は、すっかり底まで乾燥し、シオダマリミジンコも乾燥して岩にはりついていて、自然界では、このように夏季には高温や乾燥に耐えたり、冬季には低温や凍結に耐えたりしながら種族が維持されているものと考えられるが、乾燥や低温に対する実験的な研究はなされていない。

1) 乾燥に対する耐性

乾燥に対する耐性を調べるために、第1図中の3箇所から採集してきた数千個体をそれぞれ18cmシャーレに入れ、海水500mlを加えて観察を続けた結果、24時間以内に相当数が遊泳できる状態になることがわかった。しかし、調査地点1の試料はついに1個体も蘇生しなかった。

第4表 乾燥に対する耐性

	調査地点 1	調査地点 2	調査地点 3
採集の地状で	完全に乾燥、干し海老の香。 岩の表面に、濃い褐色になってこびり付く。	ヒトエグサの中に入ったまま乾燥し、僅かに水分を残している。	岩の割れ目の僅かな隙間にある砂の中に潜り込み、やや水分を残している。
双眼実体で顕微鏡観察	甲殻はつぶれ、筋肉と甲殻が分離している。 卵は黒褐色に濁濁。 体色は濃褐色。甲殻は乾燥により脱色。 内臓の動きはなく、生きている兆候はない。	甲殻はつぶれたものもあり、体色は濃褐色。 卵の色は青緑色、橙色、黒褐色（濁濁）等。 体表には塩類が結晶。 内臓の動きはなく、生きている兆候はない。	甲殻と筋肉の分離はなく、体色は赤みを増す。 卵の色は青緑色、橙色。 脱落したものも多い。 内臓の動きはなく、生きている兆候はない。
500ccの海水中に入のれ観察	海水により甲殻は膨張、外見は元通りになるが、筋肉と甲殻が分離したまま蘇生せず。 卵の発生も停止。 15日経過後、成体、卵共に腐敗。	早いものは2,3分で脚を動かし始める。 30分後、20個体余りが遊泳開始。24時間後、90個体が遊泳。 残りは死ぬ。 卵は、青緑色、橙色のものは孵化。黒褐色のものは孵化せず。	5分程で1/3程度遊泳開始。卵も発生する。 蘇生しなかった成体についている卵も発生を続け、90%以上孵化。 成体から脱落した卵囊中の卵も孵化。 (青緑色、橙色の卵は通常の発生中の卵)

受精卵については、乾燥により黒褐色に濁濁したもの以外は発生を続け、孵化する可能性が強いことがわかった。このことから、卵の方が成体よりわずかに乾燥に対する耐性が高いと考えられる。成体や卵は、生存に必要な限界水分量があるものと推察され、体内水分を限界水分量以上に保持できれば周囲に海水がなくても生存可能であり、卵の孵化率も発生段階の違いより、水分の含有量による影響の方が強いと考えられる。潮溜りの中にヒトエグサや砂などが存在すると潮溜りは乾燥しにくく、シオダマリミジンコはこれらの下部に潜り込んで長時間の乾燥に耐えているものと考えられる。

2) 低温に対する耐性

シオダマリミジンコの高温の海水に対する耐性と、種々の塩類濃度の海水における耐性については、時岡・鈴木⁶⁾により実験結果から、「高い温度の影響(35℃以上)は、温度よりむしろ塩度が海水より低い場合により大である」と報告されている。

しかし低温についての研究はなされていない。ここでは低温の海水中での耐性を調べたところ、第5表のような結果を得た。

第5表 低温に対する耐性

時間	成体の生存率%	卵の孵化率	幼生の生存率
0	100	Na 1 0%, Na 2 100%(卵囊保有♀)	100%
1	89	90%以上. nauplius I, II	70%死亡 残30%
2	12	50%以下.	10%以下.
3	0	10%以下.	ほとんど生存
4	0	10%以下.	ほとんど生存
5	0	2週間後0.007%以下.	ほとんど生存
6	0	2週間後0.004%以下.	ほとんど生存
12	0	2週間後0.002%以下.	死滅
24	0	0%	
168	0	0%	

成体は、凍結直後に解凍した場合、表層に薄い氷が浮いていても水温が4~5℃になるとほぼ100%の個体が運動を開始し、一時的な凍結には十分耐えられることがわかった。また凍結時間が長くなるに従って生存率が低くなり、完全凍結後3時間未滿が生存できる限界だと考えられる。受精卵は、凍結後時間が経過するに従って孵化率やその後の幼生の生存率が低くなり、6時間未滿が生存できる限界だと考えられる。成体と卵の耐性を比較すると、卵の方がやや耐性が高いものと推察される。これらのことから自然界では潮溜りの表層の海水が凍結する程度の低温に耐えて生活して行けることが推察されるので、長期にわたり氷に閉ざされるような海域を除けば本邦沿岸のほとんどの地域はシオダマリミジンコの生息が可能であると考えられる。

教材化についての考察

小・中学校で教材として使われる橈脚類の代表格は、ケンミジンコ属(*Cyclops*)だが、季節的な消長がありいつでも都合よく採集できるものでもない。また、飼育増殖を試みても同じ状態を長く保つのは大変難しい。その点、同じ橈脚類であるシオダマリミジンコは季節を問わず簡単に飼育ができしかも苛

酷な条件に耐えて良く繁殖する。また、地理的分布から見て、九州以南を除く本邦沿岸のほとんどの地域に生息していると考えられるので入手しやすい。海岸から遠く離れた地域にも2~3日は生かしたままで運搬することができ、その先人工海水でも飼育が可能なので、淡水産のミジンコ類と併せて大いに利用価値が認められる。これまでの実験観察の結果をまとめるとシオダマリミジンコの教材としての有用性は以下に示す通りである。

1. 季節を問わず繁殖しているので、野外で生息状況を観察することができる。
2. 採集するのに特別な道具は必要でなく、身近な容器やピペットがあれば十分である。
3. 採集した個体群は簡単な方法で飼育できるので、大量に増殖し、形態の観察、環境要因に対する耐性などの実験・観察の良い材料となる。なお、人工海水を使用しても飼育可能である（その際、海水を半量混ぜるとより良い）。
4. 生活史が短時間で、幼生から成体になるまでの12期の形態を10日から2週間で追うことができる。
5. 季節、日照時間、水温、薬物等の外的要因が成体の雌雄の割合及び発生や成長の状況に影響を与えるので、性比や生理生態を観察するのに適している。
6. 行動・運動の観察、発生の観察、水温の違いによる心搏数の変化等を観察することができる。
7. シオダマリミジンコの飼育容器の中に鞭毛虫、繊毛虫、珪藻、線虫、輪虫等種々の小さな生物が観察されるので、シオダマリミジンコはこれらと共に生態的学習にも利用できる。

摘 要

シオダマリミジンコを教材として利用するために、生活史、環境要因に対する耐性、分布、飼育法などに関する基礎的研究を行った。その結果を要約すると次の通りである。

1. 生息状況について、従来一般に知られていた環境条件に加えて、広く潮間帯及び低潮線付近にも生息していることを確認した。
2. 1939年以来伊豆以南と記載されていた分布について、耐性の実験と照らして本邦では多くの海岸で生息可能なことを推測し、これまでに報告され

ていない地点から採集し報告した。

3. 簡単で安定した飼育法を明らかにした。
4. 産卵回数を調査し、増殖率を推察した。
5. 乾燥にもよく耐え、海水がなくても海藻や砂の中で相当数が生存可能なことを明らかにした。
6. 低温に対する耐性が高く、凍結しても成体は3時間以内、卵は6時間以内は生存するものがあることを明らかにした。

謝 辞

研究を進めるにあたり、御指導を賜った元神奈川県立教育センター第二研修室長小島経広先生、同生物学教室楠元守先生、同高木勝行先生、横浜国立大学教授鈴木博先生、株式会社荏原総合研究所高井雄博士、実地調査にご強力くださった利尻町立杵形中学校長長谷川昌央先生、沖縄県立石川高等学校伊波善勇先生、情報を提供して下さった全国各地の大学、水族館、水産試験場の皆様、元横浜国立大学教授故酒井恒先生、貴重な文献を多数ご恵送くださった京都大学瀬戸臨海実験所故伊藤立則先生に対し、深く感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 原田五十吉 1935 淡水産橈脚類に於ける雌雄比率について、日本学術協会報告, 10: 216-218
- 2) Iro T. 1969 Descriptions and Records of Marine Harpacticoid Copepods from Hokkaido II
- 3) Iro T. 1970 The Biology of a Harpacticoid Copepod, *Tigriopus japonicus* Mori. J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. VI., Zool. 17: 474-500
- 4) Mori T. 1939 *Tigriopus japonicus*, A new species of neritic Copepoda. Zool. Mag., 50: 294-296
- 5) 武田信之 1939 海産橈脚類 *Tigriopus japonicus* Moriの雌性に及ぼす外界の影響 I, 塩素酸加里の作用について. Zool. Mag., 51: 1-13
- 6) 時岡隆・鈴木武文 1939 タイドプールに棲む橈脚類の一種 *Tigriopus japonicus* Moriに関する小観察, 生態学研究., 5: 152-159