

濁沼におけるヤマトシジミの研究 - II

D型幼生分布の季節変化

根本隆夫・河崎 正・根本 孝*

1. はじめに

ヤマトシジミは汽水域である濁沼及び濁沼川に多く分布し、重要な水域資源となっている。現在本種の増殖を目的に天然採苗試験を行っているが、採苗を的確に行うためには産卵から浮遊幼生期の生態を把握することが大切である。濁沼における本種の幼生期の生態については小林¹⁾の報告があるものの、降雨や潮汐の影響により環境条件が大きく変化する濁沼において、本種の発生も年変動が大きいと考えられることから基礎資料の蓄積が必要である。本研究ではヤマトシジミD型幼生分布の季節変化を調査し、産卵期を推定するとともに、幼生期の生態と環境条件についての若干の知見を得たので報告する。

なお、本研究を進めるにあたって、調査時にご協力いただいた大濁沼漁業協同組合理事の長洲高夫氏をはじめ同漁協の方々には深く感謝の意を表します。

2. 材料及び方法

(1) 水平分布の季節変化調査

調査年は1994年と1995年で(以下94年と95年と略す)、94年は6月下旬から10月上旬にかけて、95年は5月下旬から10月上旬にかけて月に2~3回程度採集調査を行った。場所は、図1に示した濁沼から下流の濁沼川にかけてで、94年は上流側から下流側にかけて広範囲に分布を調べるため弁天鼻から中瀬にかけての8点で、95年は弁天鼻から松戸にかけての6点で調査を行った(図1)。現場の水深は、秋成は6.0~7.0m、いこいの村と前谷は3.4~4.4m、その他は2.0~3.4mであり潮汐や降雨によって変化した。採集には口径50cm、目合75 μ m、側長150cmのプランクトンネットを用い、水深1m層を低速で30秒間水平曳きした(図2)。ネットにはろ水計を付け、採集物をろ水計100回転当りの数で比較した。

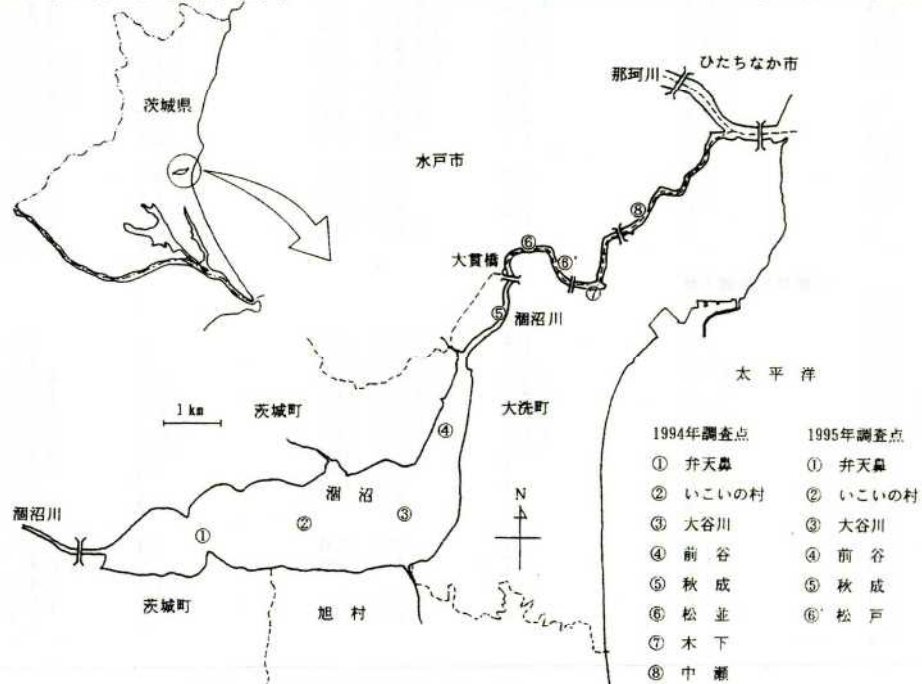


図1 濁沼及び濁沼川の調査位置

*現在 農林水産部漁政課

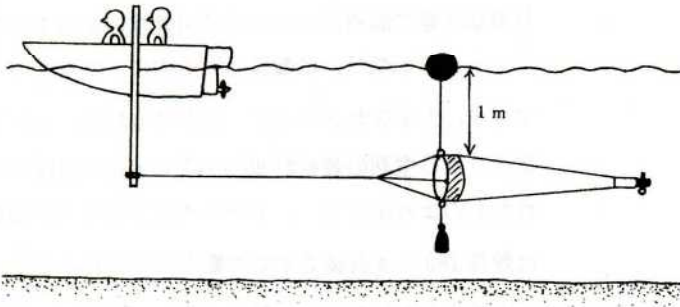


図2 プランクトンネットの曳航による採集

標本は10%中性ホルマリン液で固定し、後日ヤマトシジミD型幼生の数を調べた。計数に当っては標本をよく攪拌した後、定量ピペットで1 mlを計数盤に取り、検鏡して計数することを2~3回繰り返し、液量比から全体数を推算した。

出現したD型幼生について1サンプルにつき100個体の殻長を測定し、一部のものは殻長と殻頂長を測定した(図3)。

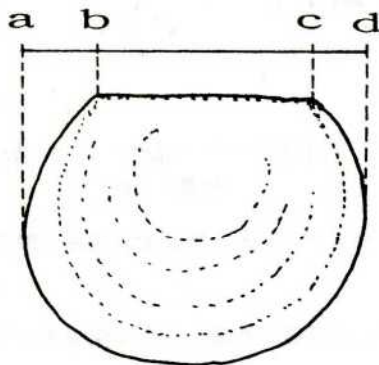


図3 D型幼生測定部位

a-d: 殻長, b-c: 殻頂長

(2) 水平分布の経時変化調査

潮汐の影響の大きい涸沼において、ヤマトシジミD型幼生水平分布の経時変化と潮汐との関係を探るため、94年7月14日から15日にかけて2回の干潮時と1回の満潮時に、涸沼から涸沼川にかけての7点で(1)と同様にプランクトンネットを用いて水

深1 m層を低速で30秒間水平曳きし、D型幼生の採集をした。調査時刻は沿岸(大洗)の潮時を参考にし、それより遅れる涸沼における潮止りを見計らって設定した。なお、14日~15日の潮汐は中潮~小潮であった。

また、同じ7月14日の12時から15日の15時にかけて、涸沼川の大貫橋下において3時間に1回の頻度で同様にプランクトンネットによる採集を行った。

(3) 水深別採集調査

95年8月17日に水深4 mの前谷と7 mの秋成において揚水ポンプ(株共立製 KCL-40V)を用い、1 m深毎に80 l/分の速度で2分間揚水し、目合75 μmのネットで濾してD型幼生の採集を行った。

(4) 水質環境調査

D型幼生の採集調査時に、調査地点毎の1 m深毎の水温、溶存酸素量、表層と底層の塩素量及び透明度の測定を行った。水温と溶存酸素量はYSI社製のDOメーター(モデル54A)を使用し、塩素量は採水して実験室で硝酸銀滴定法で測定し、透明度は透明度板を使用して測定した。

3. 結果

(1) D型幼生の形態

採集されたD型幼生は殻長120~192 μmの大きさで、宍道湖での120~185 μmという結果²⁾と近似し、ヤマトシジミD型幼生は172~198 μmで変態期を迎え着底するという知見³⁾ともほぼ一致した。また、150 μm以下のD型幼生はほとんどローマ字のDの字に近い形をしており、それ以上大きいものは殻高が大きいものの殻頂は不顕著で直線に近く、宮崎⁴⁾の分類によるヤマトシジミの特徴と一致した(図4)。

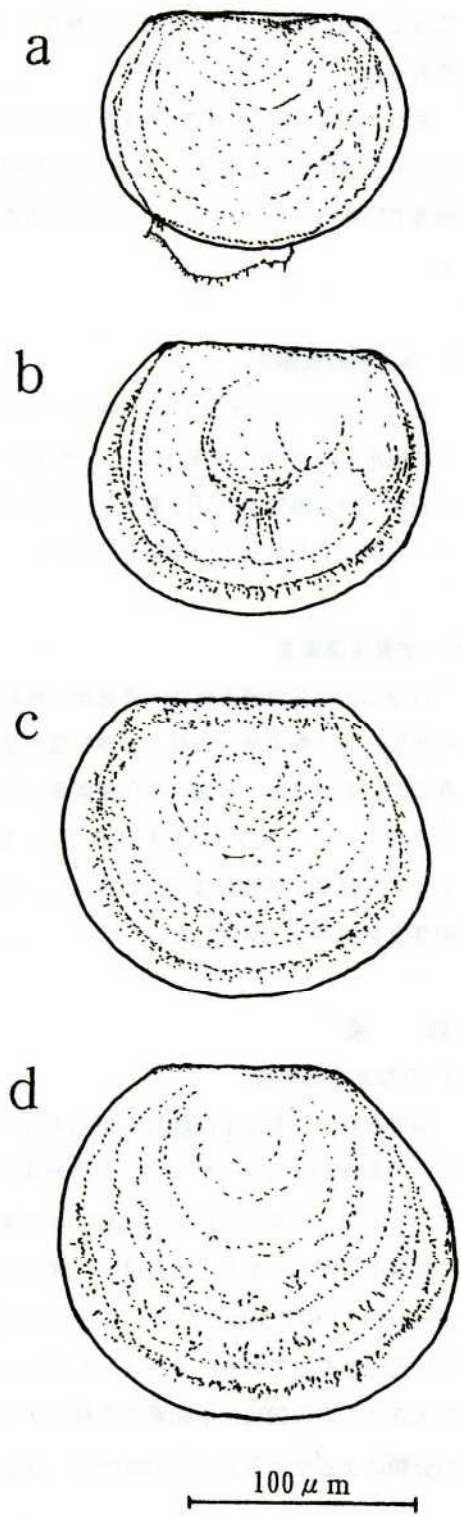


図4 採集されたヤマトシジミD型幼生
 殻長 μm a:136, b:150, c:162, d:182

D型幼生期に濁沼に入ってくる可能性のあるものでヤマトシジミ型⁹⁾に類似したものにアサリやコタマガイ、チョウセンハマグリがあげられる。しかし、アサリはD型期の殻長が95~107 μm と今回採集されたものより小さく⁹⁾、アサリやコタマガイの殻頂は殻長160 μm 前後ですでに膨出が見られるが⁶⁾、今回得られたD型幼生は殻長180 μm 以上で一部のものに膨出が見られたのみでこの特徴と異なった。また、チョウセンハマグリはD型期から底生以降の稚貝まで殻頂部の直線部分(殻頂長)が90~100 μm の範囲にあり一定であるが⁶⁾、今回得られたD型幼生は90 μm 以下のものが多く、平均86 μm と小さかった(図5)。

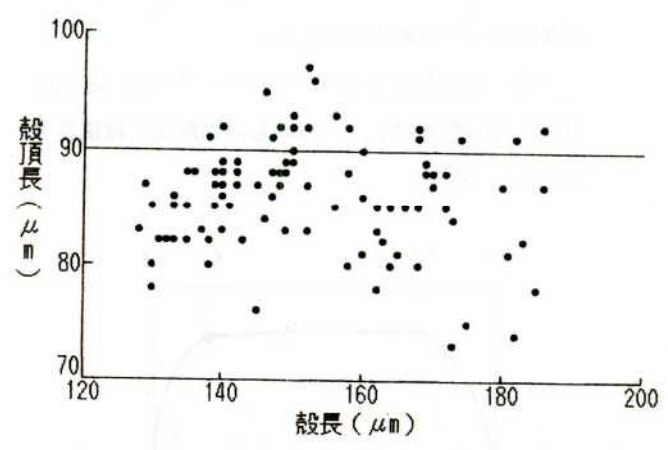


図5 ヤマトシジミD型幼生の殻長と殻頂長

これらの形態的特徴から今回採集されたD型幼生をヤマトシジミのD型幼生とみなし、計測した。以下特に断りのない場合、D型幼生とはヤマトシジミD型幼生のことを示す。

図6, 7に採集日別のD型幼生の殻長組成を示した。殻長モードは採集日毎に異なり、モードが2つあることもあったが、月3回の頻度の調査では成長の様子は確認できなかった。

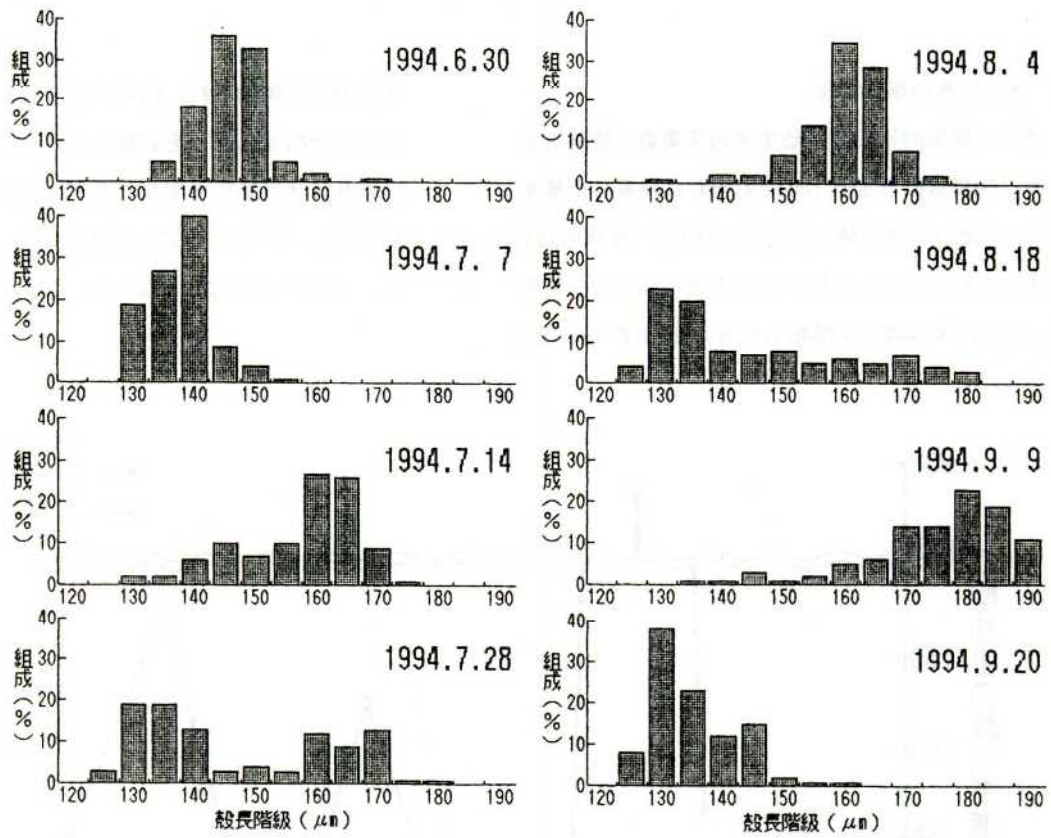


図6 ヤマトシジミD型幼生の殻長組成(1994年)

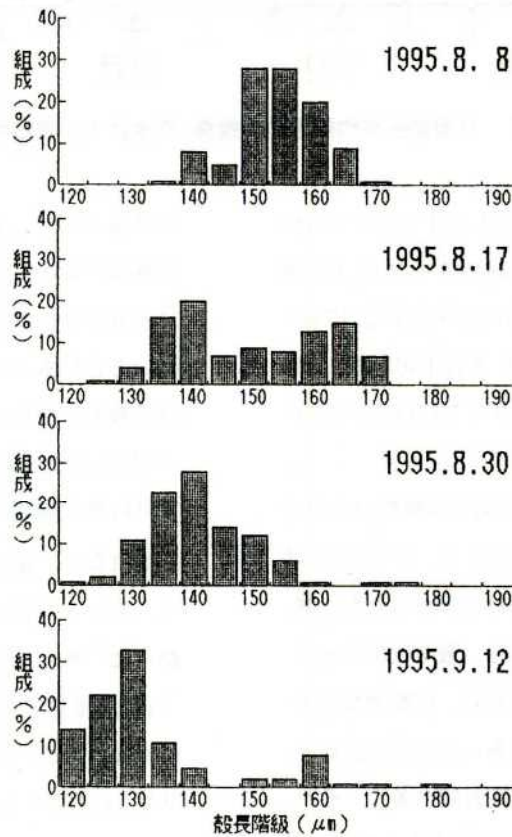


図7 ヤマトシジミD型幼生の殻長組成(1995年)

(2) 水平分布の季節変化

図8に採集回毎のD型幼生平均採集数の推移を示した。採集数はろ水計100回転当りに換算した値を用い、各地点の平均値で示した。94年と95年の比較をするため2年間とも松戸より上流の6点の平均値とした。94年は調査を開始した6月30日からD型幼

生の分布が確認され、次の7月7日には最高数の1点当たり平均883,572を記録した。その後減少したものの9月9日まで平均9,000~35,000個のD型幼生が出現し、9月20日に再び多くなり176,405個出現し、10月7日には0となった。

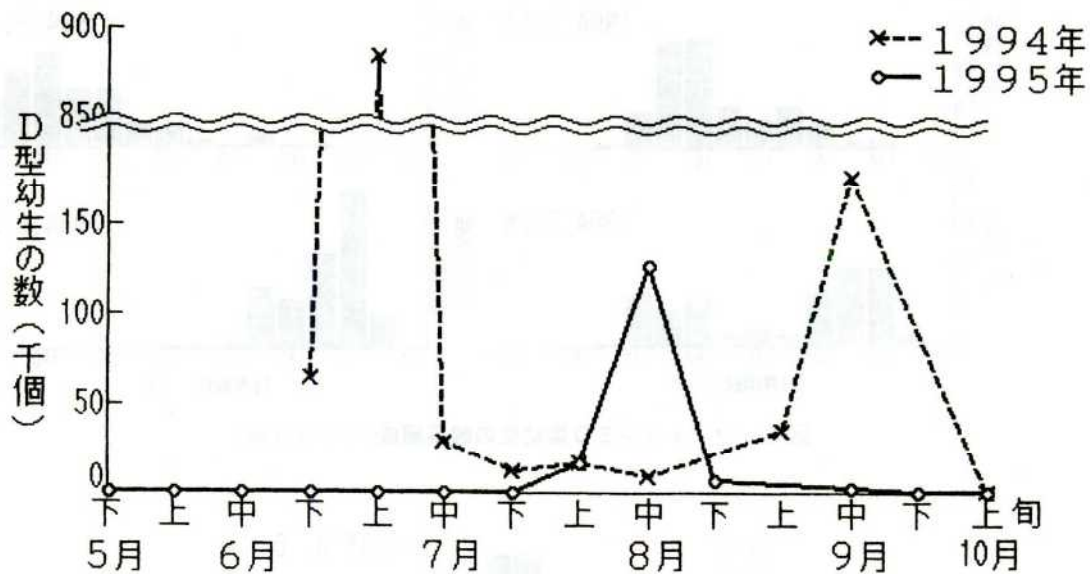


図8 D型幼生平均採集数の推移(ろ水計100回転当り)

これに対し95年は5月下旬から7月下旬までD型幼生は確認されず、8月8日に始めて平均17,171個確認された。その後前年少なかった8月中旬(17日)に127,509個と多く出現したが、8月下旬以降6,767個、2,578個と徐々に減少し、9月下旬(22日)には15個とほぼ0となった。

図9に94年の採集日別のD型幼生採集数の水平分布をろ水計100回転当りの数で示した。6月30日は中間の③大谷川から⑤秋成にかけて多かったが、最上流部の①弁天鼻でもその約半分、最下流部の⑧中瀬でも4分の1の数が分布しており、広範囲な分布が確認された。分布量が最高であった7月7日は④前谷から⑤秋成で136万から153万個と多く、それより下流の3点でも約3分の1の54万から65万個

が採集された。その後の期間を通して多かったのは⑤秋成であったが、7月14日の①弁天鼻や7月28日と9月9日の②いこいの村等上流部でも卓越して多いことがあった。これに対しその間の③大谷川では比較的少なかった。

図10には95年の同様の調査結果を示した。8月8日は最下流部の⑥松戸で42,800個と最も多く採集されたが、最上流部の①弁天鼻でも29,455個と多く、②いこいの村と③大谷川が5,000個以下で少なかった。8月17日は③大谷川から⑤秋成が179,000~191,000個と多かった。8月30日には全体的に少なくなったが、④前谷が17,649個とやや多かった。9月12日は1,300~4,500個程度の分布数であった。

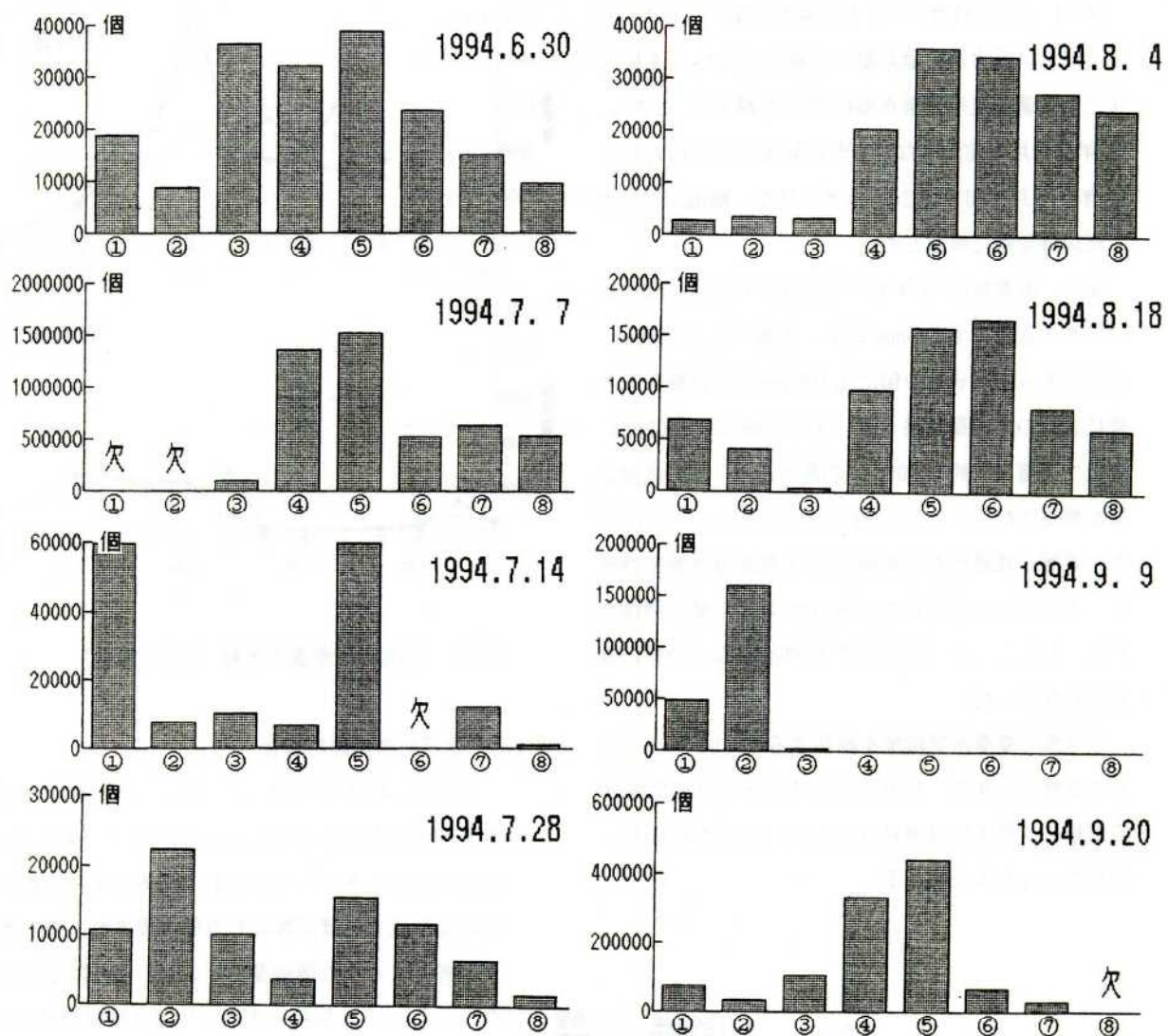


図9 D型幼生場所別採集数(ろ水計100回転当り)(1994年)

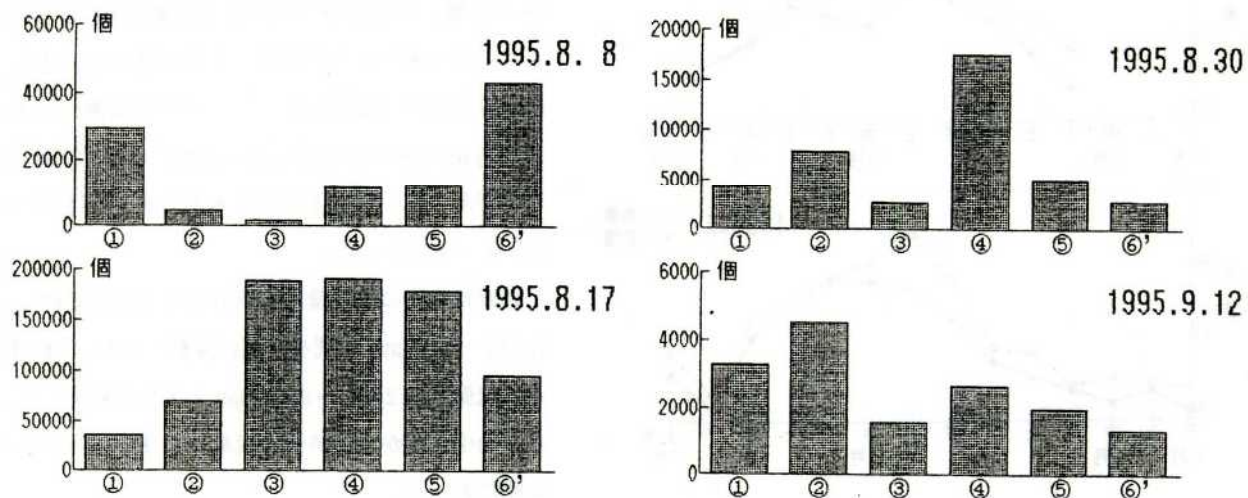


図10 D型幼生場所別採集数(ろ水計100回転当り)(1995年)

図 11, 12 に 94 年と 95 年の調査期間中の③大谷川
 定点における水温と塩素量の推移を示した。94 年 95
 年とも猛暑で夏季表層水温は 30℃を越えた。しかし、
 94 年は 6 月下旬からなだらかに昇温したのに対し、
 95 年は 7 月中旬まで 24℃以下と低く、梅雨明けした
 下旬以降急激に昇温した。

また、塩素量は 94 年の 7 月上旬から 9 月上旬にか
 けて常に底層で 4,000ppm 以上、表層でも 3,000ppm
 以上であって、9 月中旬に 2,000ppm 以下に降下した。
 特に底層の塩素量は最も高い 8 月中旬で 10,000ppm
 以上で表層とは約 5,000ppm の差があり、強い成層状
 態が観測された。一方 95 年は 6 月中旬から 7 月下旬
 まで表層、底層とも 300ppm 以下と低塩分状態で推移
 し、8 月になって初めて 2,000ppm 以上の値が観測さ
 れた。しかし、10 月上旬まで 3,000ppm 以上の値は観
 測されなかった。

2 年間の夏季水質環境を総括すると、94 年は高塩
 分で推移した年で、95 年は 7 月中旬まで低温低塩分
 で推移し 7 月下旬以降昇温したが、塩分はあまり上
 がらなかった年と言える。

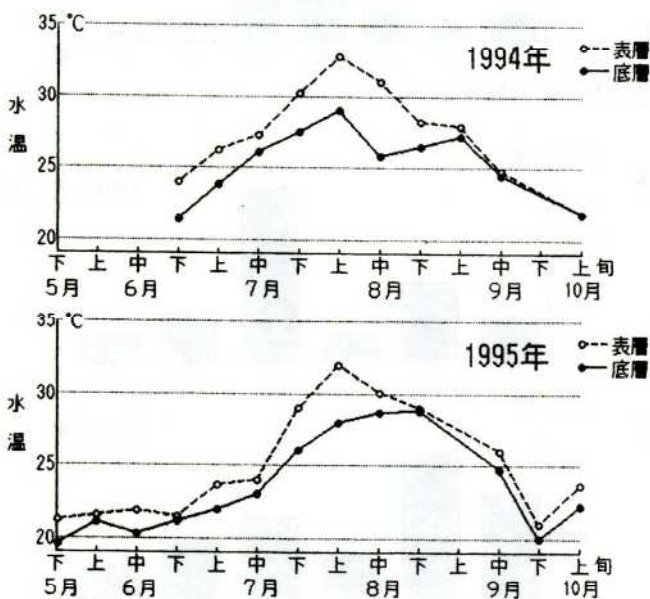


図 11 涸沼の水温の推移(大谷川定点)

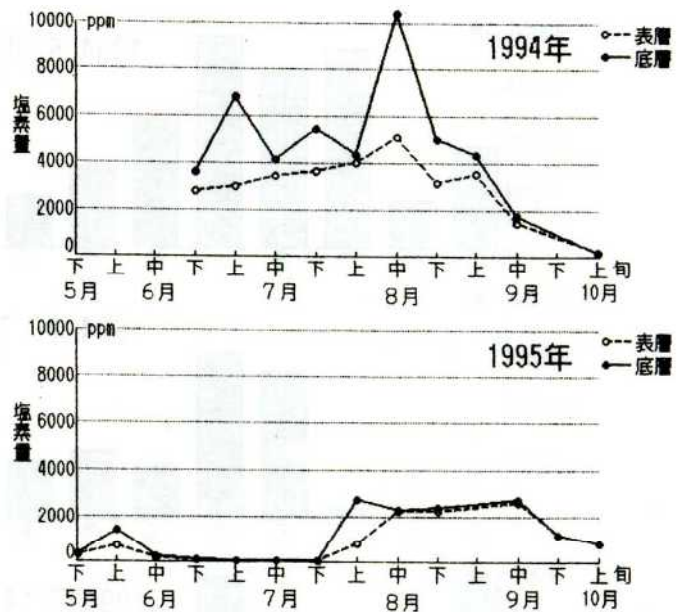


図 12 涸沼の塩素量の推移(大谷川定点)

(3) 水平分布の経時変化

図 13 に 94 年 7 月 14 日から 15 日の干潮時、満潮時
 計 3 回の分布調査結果を示した。14 日午後の干潮時
 に D 型幼生が多かったのは最上流側の①弁天鼻と中
 間の⑤秋成でほぼ同数の 6 万個採集され、その他の
 点は多くても 1 万個程度で、これらよりはるかに少
 なかった。15 日早朝の干潮時には⑤秋成が最も多く
 約 3 万個で、これより上流側の 4 点は約 10,000～
 18,000 個、下流側は約 800～5,400 個と少なかった。
 また、前日多かった⑤秋成、①弁天鼻とも 2 分の 1
 から 5 分の 1 に減少した。15 日日中の満潮時は④前
 谷が約 69,000 個と突出していたが、他は 20,000 個
 以下であった。特に下流の⑦木下と⑧中瀬は 141～
 155 個と少なかった。

調査時表層の塩素量は④前谷より上流側では
 1,340～3,859ppm の間を小幅に変動したが、⑤秋成か
 ら下流側では 2,891～9,089ppm と大きく変化した。
 D 型幼生が多かった時の塩素量は 2,000～4,000ppm
 の間にあった。

図 14 に 2 日間の大貫橋下の D 型幼生採集数の経時

変化を示した。D型幼生の採集数は258~35,012個で大きく変化し、周期性が見られた。また、塩素量も表層で3,183~9,851、底層で3,648~14,178と大きく変化した。D型幼生が10,000個以上採集された

時の表層の塩素量は3,000~4,000ppmの間にあり、2日間では塩分が低い時間帯であった。

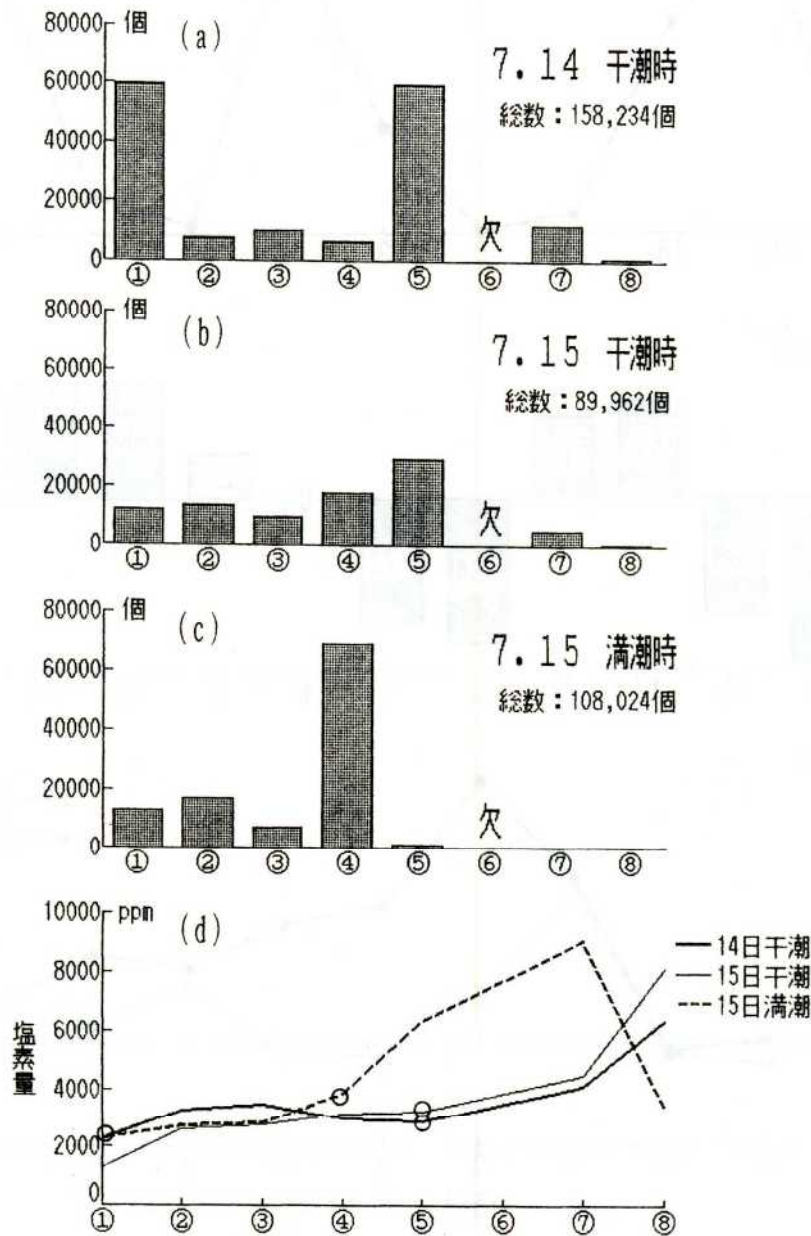


図13 潮汐とD型幼生場所別分布数の変化 (1994.7.14~15)

(a)~(c) : D型幼生の採集数(ろ水計100回転当り)

(a) : 14日15時30分~16時30分 , (b) : 15日5時30分~7時00分

(c) : 15日10時00分~11時40分

(d) : 表層塩素量の場所別変化 ○ D型幼生が多かった点

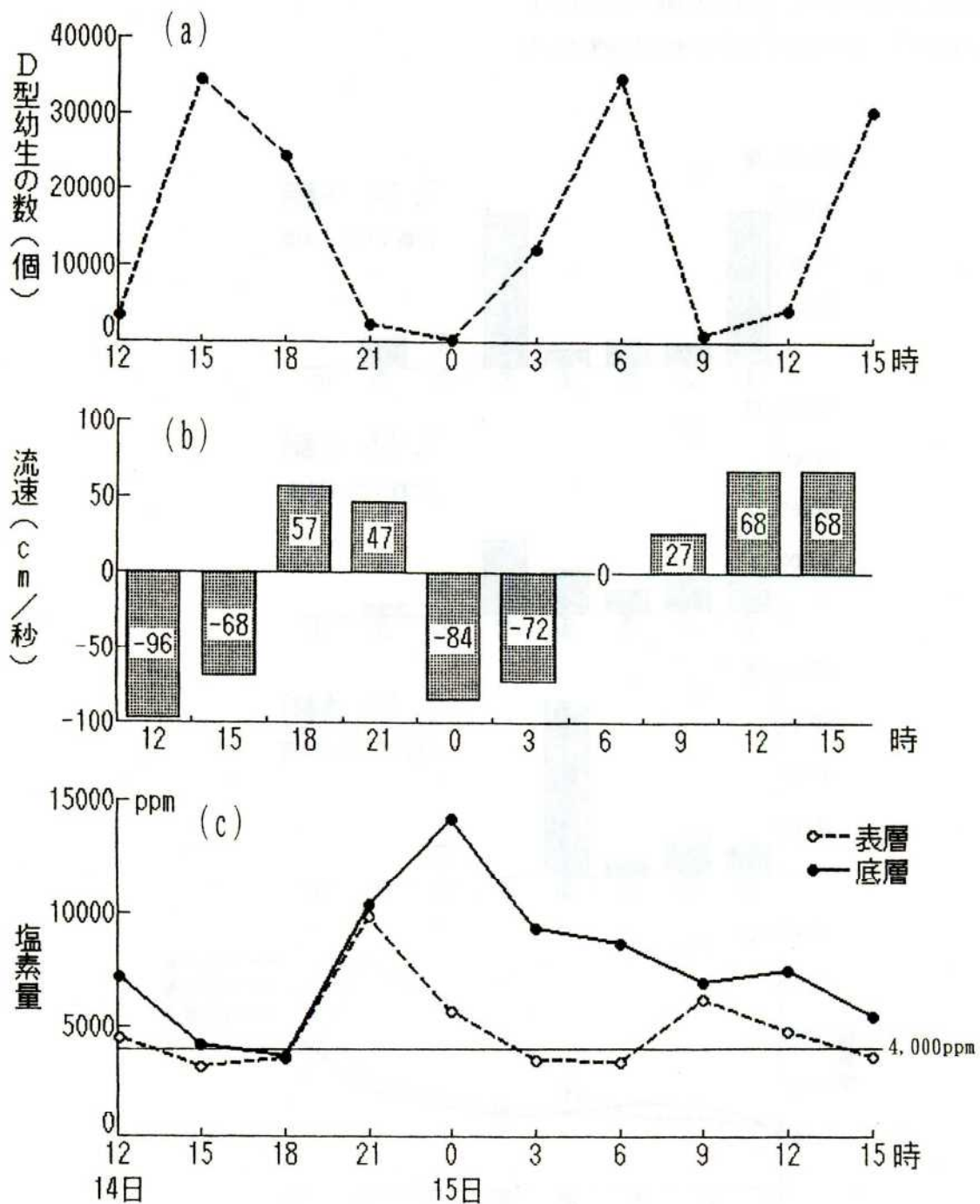


図14 大貫橋におけるD型幼生採集数の経時変化 (1994.7.14~15)

(a):ろ水計100回転当りのD型幼生採集数

(b):流速の経時変化, +は上流への流れ, -は下流への流れ

(c):表層及び底層塩素量の経時変化

(4) 垂直分布

水深別D型幼生採集調査結果を図15に示した。調査時刻は12時40分から14時の間であった。前谷においては水深4mの間を1m深毎に、秋成では水深7mの間を3, 4, 6mを除いて1m深毎に採集した。前谷では最高198個/l、秋成では376個/l採

集された。前谷、秋成ともに水深1, 2mで多く採集され、底層では極少数であった。この結果は朝比奈⁷⁾のプランクトンネットを用いての採集は困難で、底泥と共にのみ被面子期の幼生を得たという調査結果とは異なるものであった。

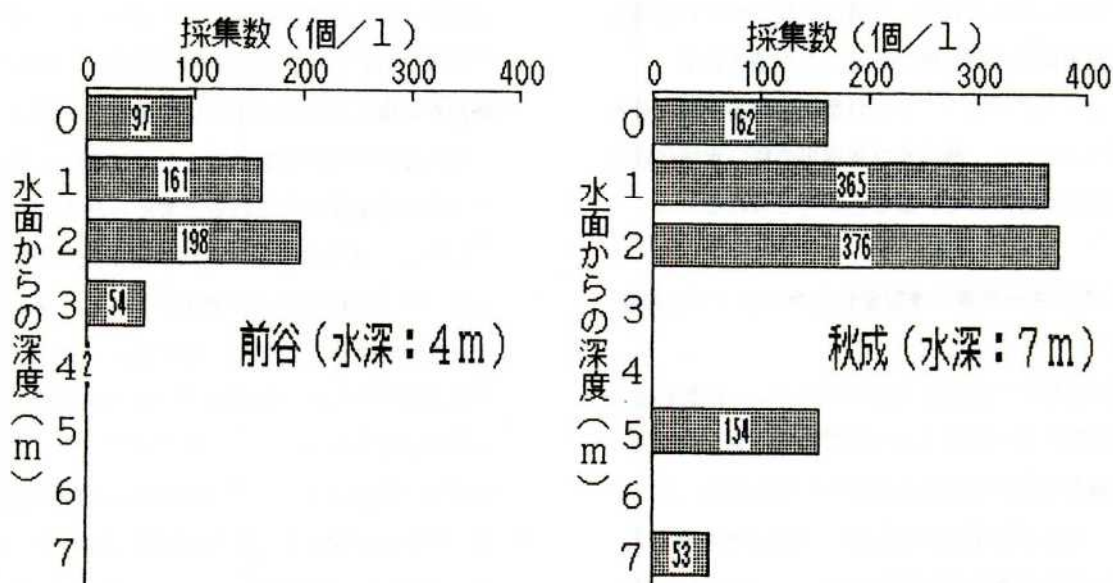


図15 水深別D型幼生採集数 (1リットル当り) (1995. 8. 17)

4. 考 察

(1) 採集されたD型幼生について

今回採集されたD型幼生をその形態的特徴からヤマトシジミと判断したが、全体的な殻頂長の傾向から否定したチョウセンハマグリについては重なるものもあり個別に見れば不十分である。しかし、チョウセンハマグリのD型幼生の低比重限界は1.014 (56%海水濃度)であり⁸⁾、塩素量にして約10,000ppmである。今回の調査結果では10,000ppmもの塩素濃度の水塊ではD型幼生は極少なかったことから、チョウセンハマグリの可能性をほぼ否定できる。

親貝の分布密度から判断しても、菊池・菊池⁹⁾の溜沼と溜沼川の底生動物調査においてヤマトシジミ以外の二枚貝は確認されなかったことから、分布す

るD型幼生がほとんどヤマトシジミであると見ても妥当であろう。菊池らは他の汽水湖でその他の二枚貝が分布しているのに、溜沼において見られなかった理由として塩分の季節変化が激しい環境であることと、海からの距離が比較的長いことをあげている。

岩崎¹⁰⁾の鹿島灘における調査結果では、大洗南部沿岸に形成された那珂川の水と沖合水との潮境付近で二枚貝の浮遊幼生が102,000個/m³の密度で分布しているのが確認されたが、他の水域はこれより少なかった。また、綿貫¹¹⁾は潮汐によって溜沼に遡上する水は海水が直接入るものではなく、海水と那珂川の水が混合し更に溜沼川の水と段階的に混合して入ってくるものと述べている。これらのことから、溜沼に海産二枚貝類のD型幼生が入ってきたとして

も、その数は決して多くないと思われる。今回の調査結果では濁沼川において95年8月中旬に376,000個/m³のD型幼生が分布しており、沿岸での調査結果より高密度であった。更に94年の7月上旬は水平曳きによる採集量がこの時の数倍あったことから、1,000,000個/m³以上の分布量が推察された。これらのことから、濁沼に高密度に浮遊するD型幼生はのほとんどが海産二枚貝類ではなく、ヤマトシジミであると考えられる。今後は採集されたD型幼生の飼育実験等により確かめることが望まれる。

このようにヤマトシジミD型幼生が高密度に分布する理由として、濁沼及び濁沼川の狭い水域に高密度に親貝が分布していることが考えられる。

(2) D型幼生分布量の季節変化とヤマトシジミの産卵期

飼育実験による知見ではヤマトシジミD型幼生の浮遊期間が26~30°Cで6日間である²⁾が、今回3回の調査ではD型幼生の成長がたどれなかつたことから、天然での浮遊期間も10日以下と考えられる。D型幼生の浮遊期間が比較的短いことからその分布量の季節変化をとらえることにより、ヤマトシジミの産卵期が推定できる。

今回の調査結果から濁沼及び濁沼川における産卵期は94年では遅くとも6月から始まり9月まで続き、95年では8~9月であり、2年とも産卵盛期は夏季の梅雨明け以降であると推定された。宍道湖において同様にD型幼生採集量の季節変化から推定された産卵盛期は6月中旬から9月下旬であり²⁾、この結果と類似した。濁沼において94年の産卵期は95年よりも長かったと判断されることから、水温や塩分等の環境条件が良ければ初夏から秋季にかけて産卵期が長くなることが考えられた。94年は梅雨の降水量が特に少ない年であり、逆に95年は5月から7月下旬までの降水量が特に多かった年である。この差が2年間の濁沼の水質環境の差として現れ、産卵開始日の差につながったと考えられる。そして、環境

の差は特に塩素量が大きかったことから塩素量が産卵の限定要因になったと考えられる。塩素量が300~3,500ppmの範囲にないとヤマトシジミ卵の発生が全く進行しないという佐々木¹⁾の報告と、95年は7月下旬まで300ppm以下を推移していた濁沼においてD型幼生が分布しなかったことが一致した。

また、毎回の水平分布調査から濁沼川の⑤秋成付近で定常的に分布量が多いことが分かったが、これは濁沼よりも下流の濁沼川でヤマトシジミ親貝の分布密度が高いことより説明できる。これに潮汐や降雨が影響してD型幼生が広く分布し、親貝の少ない濁沼や濁沼川下流部で時としてD型幼生が高密度で分布する現象が見られると考えられる。

しかし、94年の9月9日に濁沼上流部の①弁天鼻と②いこいの村でのみ高密度で分布し、他の地点ではほとんど分布していなかった現象は、このことだけでは説明できない。94年9月は天然採苗数も濁沼川より濁沼で多かった¹⁾。これらのことから、濁沼と濁沼川でのヤマトシジミの産卵期のずれが考えられる。94年のD型幼生の平均採集数の推移を見ると(図8)、見掛け上産卵期が二山あるように見られるが、濁沼と濁沼川の産卵期のずれの結果とも考えられる。この原因として今回示さなかったが、94年夏季に濁沼の底層で酸欠状態が見られ8月下旬に回復したが、濁沼川では極端な低下は確認されなかった環境条件の違い¹⁾があげられる。つまり濁沼川では好条件下、早期に産卵が終了したが、濁沼では酸欠が回復するまで産卵期が伸びたと考えられる。濁沼の場所及び個体群別の産卵期について今後検討する必要がある。

(3) D型幼生の着底後の生残

小林¹⁾の調査では濁沼では南側にヤマトシジミ分布の中心があり、北側や上流側は少なく、更に1.5~2.0m以深にはほとんど分布が見られず、これには底質条件の違いが影響していると述べている。この知見と今回のD型幼生の調査結果から判断すると、

涸沼では周辺部浅所の限られた場所以外に分布するD型幼生の多くが着底後死滅することが推察された。

また、高塩分がD型幼生に与える影響を考えると、今回の水平分布の経時変化調査から塩分の高かった94年7月中旬においてもD型幼生は塩素量2,000~4,000ppmの低塩分水塊に多く分布していたと見られた。これは佐々木¹²⁾の塩素量3,500ppm以下がヤマトシジミ卵発生条件という実験結果とほぼ一致するものである。D型幼生は潮汐の影響を受けながら数日間の浮遊生活後、涸沼川下流部に着底したものはやがて高塩分に晒され死滅することが考えられる。今後は無駄になるこれらの種苗をいかに増殖技術の開発が期待される。

(4) D型幼生の垂直分布と採集法の検討

今回の調査結果においてD型幼生は水深1, 2mに多く分布することが確認されたが、垂直分布が経時的に変化するか否か今後調査する必要がある。今回調査した2点の内、水深4mの④前谷は、作滝工事により周辺より2mほど深くなった特殊な地形であった。今後涸沼の浅い地点においてもD型幼生がどの層に分布するか調査する必要がある。また、D型幼生の垂直分布と水質環境との関係は見られなかったが、他のプランクトン、特に餌となるものとの量的関係について今後の研究が期待される。

今回、広範囲な水平分布調査でプランクトンネットの1m深水平曳きを行った理由は、第一に涸沼は平均水深2.1mと浅い湖なので垂直曳きでは少量の水しか濾せないこと。第二に短時間に長い距離の水を濾せる水平曳きの方がより均一に分布数を把握できると考えたこと。第三に朝比奈⁷⁾の知見でD型幼生は水底近くに浮遊すると見られていたため、底層曳きが良いと考えられたが、低泥の混入が予想されたため1m深曳きが適当と判断したためである。

結果として水深1, 2mでD型幼生が多く分布することが確認され、曳航水深としては問題がなかったと言える。また過去の涸沼における調査では¹³⁾

D型幼生の採集数が多い時で1回1地点当り1,000~2,000個程度でその期間も短かった。今回の調査では1回1地点で最高1,099,014個(94年7月7日、⑦木下)採集され、平均10,000個以上採集される期間も長かったことから、1m深水平曳きはD型幼生の分布状況を把握する有効な方法と考えられた。

しかし、目合75 μ mのネットでは藍藻類等が高密度で分布する時は直ぐに目詰りを起こし、1回当りのろ水計回転数も11~198と幅が大きかった。より定量性を求めるならば、垂直分布調査で行った揚水ポンプによる採集方法をとることが望ましいが、調査に手間がかかること、1回毎の採集範囲が狭いこと等の短所もある。今後は調査の目的に応じてこれらの採集方法を使い分けていくことが望ましいと考えられる。

5. 要 約

- (1) 涸沼及び涸沼川においてプランクトンネットの1m深水平曳きを行い、ヤマトシジミD型幼生分布の季節変化を調べた。
- (2) 採集されたD型幼生はその形態的特徴等からヤマトシジミと判断したが、その量は多い時で百万個/m³にも及び、沿岸における二枚貝浮遊幼生の分布密度より高かった。
- (3) D型幼生は94年は6月下旬から9月中旬、95年は8月上旬から9月下旬にかけて採集され、94年の方が産卵期が長く発生量も多いと見られた。
- (4) 94年夏季は高塩分状態で推移したが、95年夏季は低塩分状態で推移した。このことが2ヶ年のD型幼生発生量の違いとなって現れたと考えられた。
- (5) D型幼生は親貝の多い涸沼川の秋成付近で定常的に多かったが、涸沼上流部や涸沼川下流部においても分布し、着底後死滅することが推察された。
- (6) 塩分の高かった94年7月にD型幼生は低塩素量(2,000~4,000ppm)の水塊に高密度に分布し、潮汐による水平移動が見られた。
- (7) 水深4m以上の2点において、D型幼生は水深1

～2 mに多く分布し底層には少なかった。

6. 文 献

- 1) 小林 稔(1986) : 湊沼におけるヤマトシジミとその生息環境, 茨内水試研報, 23, 27-37
- 2) 川島隆寿・後藤悦郎(1988) : 宍道湖におけるヤマトシジミD型幼生の出現時期について, 島根水試研報, 5, 103-112
- 3) 田中彌太郎(1984) : ヤマトシジミ稚仔期の形態および生理的特性について, 養殖研報, 6, 23-27
- 4) 宮崎一老(1962) : 二枚貝の浮遊幼生(Veliger)の識別につて, 日本水産学会誌, 28(10), 955-966
- 5) 田中彌太郎(1982) : 二枚貝類幼生の同定⑩, 海洋と生物, 18(4-1), 23-26
- 6) 小沼洋司(1992) : チョウセンハマグリ幼生の識別方法, 茨城水試研報, 30, 85-88
- 7) 朝比奈英三(1941) : 北海道に於ける蜆の生態学的研究, 日本水産学会誌, 10(3), 143-152
- 8) 田中彌太郎(1969) : チョウセンハマグリの増殖に関する研究-II. 生活力におよぼす低張海水の影響, 東海水研報, 58, 169-172
- 9) 菊池泰二・菊池昶史(1967) : 茨城県湊沼の底生動物, その春季相について, 日本生態学会誌, 17(2), 63-69
- 10) 岩崎 順(1987) : 鹿島灘における二枚貝浮遊幼生の分布と環境要因について, 昭和61年度茨城水試研報, 162-165
- 11) 綿貫紀平(1995) : 湊沼における潮流と水質特性, 湊沼水質環境討論集会記録集, 10-14
- 12) 佐々木道也(1981) : ヤマトシジミの産卵誘発について, 茨内水試研報, 18, 65-70
- 13) 根本隆夫・位田俊臣・河崎 正・根本 孝(1995) : 湊沼におけるヤマトシジミの研究-I, 水域別稚貝発生数の変化と採苗器の検討, 茨内水試研報, 31, 66-82