宍道湖のヤマトシジミ個体群の成長および着底稚貝

高田 芳博,^{1*} 園田 武,² 中村 幹雄,³ 中尾 繁²

(2000年9月13日受付, 2001年2月19日受理)

¹秋田県水産振興センター内水面試験池, ²北海道大学大学院水産科学研究科,³島根県内水面水産試験場Growth and Settlement of the Bivalve,
Corbicula japonica Population in Lake ShinjiYoshihiro Takada,^{1*} Takeshi Sonoda,² Mikio Nakamura,³ Shigeru Nakao²¹Akita Prefectural Fisheries Research Center, Inland Fisheries Experimental Station, Akita 018-4732, ²Graduate School of Fisheries Sciences, Hokkaido University, 041-8611, ³Shimane Prefectural Inland Fisheries Experimental Station, Shimane 691-0076, Japan

Growth and settlement of *Corbicula japonica* were studied in 2 sites of Lake Shinji i.e. Tamayu and Hikawa from June 1992 to March 1994. Annual growth rings were observed on the external surface of the shell. According to the number of growth rings, there were 6-ring groups of *C. japonica* in Tamayu site. In Hikawa site, 3-ring groups were observed where 0-ring group was dominant among the groups. The mean shell length of each ring group was higher at Hikawa site compared to Tamayu site. Shell growth was high from spring to autumn, and very low during winter. Growth pattern in soft tissue differed between 1-ring group and 2 or 3-ring groups. The latter groups decreased their weight from June to September 1992. Settled juveniles appeared throughout the year. The density of juveniles was high from spring to autumn, and very low in winter. Many *C. japonica* juveniles settled in each site, but reduction level of post-settled juveniles was higher at Hikawa site than Tamayu site.

キーワード: ヤマトシジミ, 成長, 着底稚貝, 宍道湖

ヤマトシジミ *Corbicula japonica* は, 日本, 朝鮮半島, サハリンにかけての汽水域に生息する二枚貝で, わが国では内水面漁業の重要な対象種となっている。島根県宍道湖は, 本種の代表的な漁場の一つとして知られ, 平成9年度の年間漁獲量 8,300 t は全国漁獲量のおよそ 1/3 を占めている。¹⁾

近年になって漁獲量の減少や, サイズの小型化が指摘され,^{2,3)} 保護区の設定や1日当りの漁獲量規制, あるいは漁獲サイズ規制などの資源管理対策がとられている。しかし, これらの規制の根拠は必ずしも明確ではなく, この種の生活史に準拠した資源管理を施行するまでには至っていない。

ヤマトシジミに関しては, 塩分など環境要因に対する生理的特性や分布,⁴⁻⁶⁾ 生態系の窒素循環における本種の役割などの報告があるが,⁷⁾ 成長^{8,9)} や産卵期の推定¹⁰⁾ を除くと, 生活史に関する基本的知見は乏しいのが現状

である。宍道湖においても D 型幼生の出現時期から産卵期を推定した報告¹¹⁾ があるにすぎない。

そこで本研究は, 今後この種の具体的な資源管理を考える上で必要な生活史特性に関する基礎的知見を得ることを目的とし, 宍道湖におけるヤマトシジミの成長様式, 個体群の年級群構造, 着底稚貝の出現時期と量について検討した。

材料と方法

生息環境 調査は島根県宍道湖において, 1992年6月から1994年3月までの期間に行った。二枚貝類では地域によって成長に差がみられる場合があることから,¹²⁻¹⁵⁾ 宍道湖内のヤマトシジミ保護区域 (100 m × 100 m, 1989年5月設置) の中から玉湯と斐川の2水域を対象とした (Fig. 1)。

両調査地の底層水の塩分濃度, 溶存酸素量および水温

* Tel : +81-186-84-2806, Fax : +81-186-84-2807

Fig. 1. Location of the study area. Solid squares show the sampling sites.

を YSI 社水質測定器（モデル 3800）で測定するとともに、採集面積 $1/20 \text{ m}^2$ の小型スミス・マッキンタイヤ型採泥器で採取した底質の表層 2 cm の粒度組成をふるい分け法によって求め、水域間の環境に差異があるかどうかを検討した。

本研究に用いたヤマトシジミは、2つの保護区域内にそれぞれ任意に設定した 10 地点において、1992 年 6 月から 1993 年 7 月まで毎月 1 回、小型スミス・マッキンタイヤ型採泥器によって底質ごと採集した。採集した底質は 0.5 mm 目合いのふるいでふるった後、ふるい上に残った本種を 10% 中性ホルマリンで固定し、以後の観察に供した。

年齢形質 ヤマトシジミの貝殻表面上には、茶褐色もしくは黒褐色の輪紋（リング）が認められる。このリングが年齢形質として用いることが可能か否かを検討するために、殻縁辺部に新しくリングが形成されている個体の割合を、両水域で 1992 年 7 月から 1993 年 7 月まで毎月 100 個体について調べた。ただし、大型個体では殻縁辺部付近のリング間隔が狭く新しいリングの読取が困難な場合もあるため、リング数 3 本以下の個体に限定した。

また、個体群の年級群構造を検討するために、1992 年 9 月に採集した全個体について殻長を測定後、殻表のリング数を計数した。殻表のリングの読取が困難な大型個体については、1% 塩酸で数分間脱灰した後にリング数を計数した。

成長様式 成長様式を検討するため、1992 年 6 月から 1993 年 6 月にかけて採集したヤマトシジミを、玉湯 334 個体、斐川 315 個体についてリング数を数え、各リング形成時の殻長を 0.1 mm 単位で測定し、同一リング数群毎に各リング形成時の平均殻長を求め、両水域間について比較した。

加えて、成長の季節性を玉湯で採集された個体を対象とし、以下の方法を用いて検討した。成長量が比較的大

きく、リング形成が明瞭に認められるリング数 1 から 3 本の個体を対象とし、毎月各 50~90 個体について採集時の殻長と最新のリング形成時の殻長を測定し、この差を殻成長量 (ΔL) として表した。すなわち、殻縁辺部に新しくリングが形成された直後であれば ΔL の値は小さく、成長するにつれてその値は増加し、新リング形成直前に最大値をとることになる。こうして求めた ΔL の各リング数群の月間変化から、各リング数群の成長の季節性と各リング数群間における差異を検討した。

さらに、軟体部の成長様式の検討を行なうために、玉湯で採集された殻長 4~22 mm までの 70 個体について毎月殻長を測定した後、70°C で 3 日間乾燥させて乾燥重量の測定を行なった。得られた軟体部乾燥重量 (W ; mg) と殻長 (L ; mm) データから、回帰分析により回帰式 ($\log W = a + b \log L$; a, b は定数) を求めた。次いで、各月毎にリング数 1 から 3 本の個体の平均殻長を求め、それぞれ回帰式に代入して軟体部重量の経時的変化を検討した。

着底稚貝の出現と成長 着底稚貝の出現状況を明らかにするために、1993 年 4 月から 1994 年 3 月にかけて毎月 1 回、各水域で小型スミス・マッキンタイヤ型採泥器で底質を 4 回採取し、各底質から面積 $5 \times 5 \text{ cm}$ 、深さ 2 cm のコアサンプルを分取した。残りはそれぞれ 1 mm 目合いのふるいでふるい、以後の観察に供した。コアサンプルは 7% 中性ホルマリンで固定してローズベンガルで染色した後、0.063 mm 目合いのふるいでふるった。得られたヤマトシジミの中から、実体顕微鏡下で殻表にリングを持たない、その年の着定個体のみを選別して殻長の測定を行なった。また、稚貝の着底後の成長を見るために、1 mm 目合いのふるいで得られたヤマトシジミの中から殻表にリングを持たない個体を選出し、殻長を測定した。

結 果

生息環境 調査期間中の底層水の塩分濃度、溶存酸素量、および水温の変化を Fig. 2 に示した。いずれの項目に関しても両地域間で明確な差異は認められなかった。塩分濃度において、1993 年は多雨による降水量の増大のため、1992 年と比較して低い傾向を示し、特に 7 月から 10 月にかけてそれが著しかった。底質の粒度組成を Table 1 に示した。どちらの地域もいわゆる砂泥質であるが、玉湯では粒径 0.25 mm までの細砂と極細砂が大きな割合を占めるのに対して、斐川では 0.25 mm 以上の粗砂と中砂が卓越していた。

年齢形質 殻の縁辺部に新しくリングが形成されている個体の割合を、各月ごとに累積して示したのが Fig. 3 である。玉湯と斐川両水域の新リング形成のパターンは非常に類似していた。92 年 7 月から翌年 3 月まで殻縁

Fig. 2. Dissolved oxygen (a), salinity (b) and water temperature (c) of bottom water at two sites in Lake Shinji.

Table 1. Particle composition (%) of the sediment at each site

	Particle size						
	>2 mm	>1 mm	>0.5 mm	>0.25 mm	>0.125 mm	>0.063 mm	>0.063 mm
Tamayu	1.83	0.77	0.83	25.87	57.13	9.40	4.17
Hikawa	13.33	20.03	19.27	23.60	14.97	3.00	5.80

辺部に新しくリングが形成されている個体は全く観察されなかったが、4月にわずかに見られ始め、5月に急激に増加して6月初めまでにその割合は95%に達し、7月の初めには全個体において新しく形成されたリングが認められた。この結果は、殻表に観察されるリングが1年に1本形成され、年齢形質として有効であることを

Fig. 3. Cumulative percentage of individuals with new growth ring along shell margin.

Fig. 4. Composition of each ring group of *C. japonica* population at both sites in September 1992.

示している。

個体群の年齢群構造を Fig. 4 に示した。玉湯ではリング数6本、斐川ではリング数3本までの個体が確認された。リング数0本群が53%で、高齢の個体が認められる玉湯に対し、斐川ではリング数0本群が81%と卓越しており、若齢群を中心として個体群が構成されていた。

成長様式 1992年6月から1993年6月にかけて採集されたヤマトシジミの各リング形成時の平均殻長を示したのが Table 2 である。両水域のリング数1本から3

本までの各リング形成時の平均殻長には有意差が認められ (t 検定, $p < 0.01$), いずれも玉湯より斐川の個体の方が若干大きいことが示された。同様に成長量についてみると, 1本目から2本目のリングが形成されるまでの成長量には有意差がなかったが, これの前後, 1本目形成時までと, 2本目から3本目形成時までの成長量には有意差が認められ (t 検定, $p < 0.05$), 成長量についても, 玉湯より斐川で大きい傾向があることが示された。

次に, 殻成長の経時変化を示したのが Fig. 5 である。リング数1本群では成長量が大きく, 6月から10月にかけて著しい成長を示していた。成長は秋まで認められ, 殻成長量は約6 mmにまで達するが, 12月から3月までの冬期間は ΔL の増加が見られなかった。4月~5月にかけては殻の縁辺部に新しくリングが形成されるために, ΔL の値が急激に減少した。リング数2本群と3本群では6月に急速な成長を示し, その後秋まで少しずつ成長を続け, リング数1本群と同様, 冬期間に成長が停滞するとともに5月には新リング形成による ΔL 値の低下が見られた。

軟体部重量の経時変化を Fig. 6 に示した。殻長と軟体部重量との関係は, 全ての月において有意な回帰式が得られた (F 検定, $p < 0.001$)。リング数1本群の軟体部重量は6月から9月まで大きな変化が見られず, 殻成長とは推移が異なった。9月から11月にかけて重量は増加傾向を示し, その間に値は約2倍に達するが, 11月以降はほぼ一定の重量で推移していた。一方, リング数2本群と3本群では1本群と異なり, 6月から9月にかけて重量が大幅に減少し, 9月以降12月までは

増加が著しく, 軟体部重量は急速に回復していた。12月から1月にかけて重量はわずかに減少傾向を示すが, その後若干増加し, 冬から春にかけてはほぼ一定の値

Fig. 5. Seasonal changes in shell increment from the out-most ring to shell margin for each of three ring groups. r_i ($i=1\sim3$) indicates the group with the i -th ring. Vertical bars indicate one standard deviation of the mean.

Table 2. Mean shell length ($\pm$ SD) at each growth ring at both sites. r_i ($i=1\sim6$) indicates shell length at the i -th ring. N : Number of clams

No. of rings	N	Shell Length (mm)					
		r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6
(a) Tamayu							
1	151	10.2±2.5					
2	94	10.2±3.2	15.5±2.1				
3	56	10.3±3.2	15.4±2.4	17.8±2.2			
4	24	11.9±2.8	15.7±2.0	18.2±1.7	19.9±1.7		
5	7	11.6±3.6	16.3±2.7	18.1±1.6	19.8±1.6	21.4±1.8	
6	2	8.6±3.8	14.8±2.1	18.7±3.3	20.4±3.6	21.3±3.6	22.0±3.0
mean		10.3±2.9	15.5±2.2	18.0±2.0	19.9±1.7	21.3±1.9	22.0±3.0
N		334	183	89	33	9	2
(b) Hikawa							
1	249	12.6±2.8					
2	54	12.0±2.8	17.0±2.4				
3	11	11.1±2.8	16.9±2.0	20.2±2.0			
mean		12.4±2.8	17.0±2.3	20.2±2.0			
N		314	65	11

Fig. 6. Seasonal changes in soft tissue dry weight for each of three ring groups. r_i ($i=1\sim3$) indicates the group with the i -th ring.

で推移していた。このように軟体部重量に関しては、6月から9月にかけてリング数1本群ではほぼ横ばい、リング数2本群と3本群では急激な減少という、明らかに異なる季節的変化が示された。

着底稚貝の出現と成長 コアサンプルから得られた稚貝の月毎のサイズ組成を、地域毎に Fig. 7 と Fig. 8 に示した。玉湯 (Fig. 7) では、4月に殻長1 mm未満の個体を中心としてすでに600個体以上の稚貝が出現しており、1 mm未満の個体数は9月まで高い値を示していた。7月から9月にかけては着底直後と思われるD型幼生が確認され、その最小サイズは殻長170 μm であった。10月以降、殻長1 mm未満の稚貝は急激に少なくなっていた。一方、斐川 (Fig. 8) でも玉湯と同様に4月に400個体を越える多くの稚貝が出現しており、殻長1 mm未満の個体が大多数を占めていた。殻長1 mm未満の稚貝は4月から翌年3月まで見られたが、4月と5月および7月と8月に多くの個体数が認められ、10月以降は個体数が減少していた。

1 mm目合いのふるいで得られたリング0本群の殻長組成を Fig. 9 と Fig. 10 に示した。ただし、4月と5月については、1本目のリングがまだ形成されていない個体と、形成された直後の個体とが混在して見られたので、1本目のリングが新しく形成された個体のヒストグラムも加えた。1本目のリングが新しく形成されている個体は、両水域とも4月にはわずかであったが、5月には玉湯で殻長4 mm以上 (平均殻長8.5 mm)、斐川では6 mm以上 (平均殻長12.1 mm) の個体において新リングが観察された。リング数0本群は、玉湯 (Fig. 9) では5月に殻長4 mm未満 (平均殻長2.1 mm) の個体を中心に構成されていたが、時間の経過と共に成長し、7月には6 mmをこえる個体が見られ始めた。10月には最も大きい個体で10 mm以上に達し、3月まで6 mm前後をモードとしたサイズ組成で推移していた。斐川

Fig. 7. Size frequency distributions of *C. japonica* spats collected at Tamayu in 1993.

Fig. 8. Size frequency distributions of *C. japonica* spats collected at Hikawa in 1993.

(Fig. 10) でも玉湯と同様に、5月には殻長4 mm未満 (平均殻長2.8 mm) の個体を中心に構成され、また、その後の成長パターンも玉湯と類似していた。玉湯と斐川のリング数0本群の平均殻長について、1993年5月から1994年3月までの各月で比較した結果、8月を除く全ての月で有意差が認められ (t 検定, $p < 0.01$), 玉湯よりも斐川の方が大きかった。

1 mm目合いのふるいで得られた稚貝の個体数は、5

Fig. 9. Size frequency distributions of juveniles retained on a mesh with 1 mm openings at Tamayu in 1993.

Fig. 10. Size frequency distributions of juveniles retained on a mesh with 1 mm openings at Hikawa in 1993.

Fig. 11. Changes in density of *C. japonica* spats (S.L. < 1 mm) at each site.

月以降多数見られる玉湯に対し、斐川では明らかに個体数が少ないという結果が示された。そこで、両水域における各月毎の稚貝の着底量を相対的に比較するため、コアサンプルから得られた殻長 1 mm 未満の個体の密度変化を Fig. 11 に示した。その結果、4 月における斐川での着底量は玉湯の約 60% の 40,000 個体/m², 6 月では玉湯の約 16% の 6,000 個体/m², 7 月では 47,000 個体/m² と玉湯の 2 倍以上の値を示していた。その他の月では、両地域で着底量に大きな差は見られなかった。したがって、斐川では玉湯と比較して、稚貝の着底数が極端に少ないということではなく、比較的多くの稚貝が着底しているものと判断され、Fig. 9 と Fig. 10 に示される殻長 1 mm 以上の個体数の差から、斐川では 1 mm 以上の稚貝の減耗が著しいことが示唆された。

考 察

年齢形質 多くの二枚貝類では殻成長を行う上で成長に不利な状況になると、成長率が停滞して成長休止線（リング）が形成され、それを年齢形質として年齢査定を行っている例が数多く報告されている。¹⁶⁻²⁰⁾そして、一般に成長の停滞は繁殖期、および高水温期や低水温期に観察される。²¹⁻²⁴⁾ 宍道湖におけるヤマトシジミの場合、水温が低くなる冬期間に殻の成長が停滞し、4 月頃から再び成長が見られるようになるとともに新しいリングを持つ個体が現れ始め (Fig. 5), 7 月初めには全個体において新リングが確認された (Fig. 3)。このことは着底稚貝の結果からも示され、4 月の段階ではその年生まれのリング 0 本の稚貝群と、前年生まれて越冬したリング数 0 本の稚貝群が混在した状態であったが (Figs. 9, 10), 5 月には越冬群で第 1 リングの形成が認められた。このような冬期の成長休止線であるリングの形成は、他の水域のヤマトシジミにおいても報告されている。^{8,9)} 宍道湖のヤマトシジミの産卵期は 3 月下旬～11

月上旬にまでおよび、6月から9月が盛期であると推察されている。¹¹⁾ これらのことから、観察されたリングは繁殖が直接関係して形成されたとは考えにくく、冬期の低水温 (Fig. 2) が関与しているものと思われる。

リング数と年齢との対応関係を確かめるには、第1リングの形成年齢を検討する必要がある。宍道湖のヤマトシジミでは産卵盛期が6~9月であり、リング形成完了期が7月であることから、第1リング形成群は、出生後1年未満、すなわち0才の個体を主群として構成され、第1リング形成後に満1才になると考えられる。しかしながら、出生群の出生時期には、宍道湖のヤマトシジミの長い産卵期間を反映して最大7ヶ月程度の時間差があると思われる。産卵期を3月下旬から11月上旬とし、リング形成完了が7月とすると、第1リング形成群は出生後8ヶ月から15ヶ月までの個体を含むことになり、リング形成直後では0才と1才が混在することになる。したがって、第1リングを持つ全個体が1才であると判断できるのは、12月から2月までの冬季間に採集した個体についてであろう。以上のように、リング数を年齢に読みかえる上では、長い産卵期間を反映した出生時期の差異を含めて考慮する必要性があり、注意を要する。

以上の注意点に留意しながらも、Fig. 4の結果から年級群構造の水域間での差異は、あきらかに斐川側での減耗率の高さを示しており、斐川ではリング数4本以上の個体が認められないことから、2齢以上の個体の多くは死亡または移出するものと考えられる。この原因については、攪乱頻度や強度、生理的ストレス、潜水ガモ類による捕食圧等の水域間差異などが考えられるが、²⁵⁾ 今後の検討課題である。

成長様式 リング数3本までの成長には、玉湯と斐川の間に差が認められ、玉湯より斐川の方で成長量が大きく、したがって、平均殻長も大きかった。このことから、宍道湖内でも場所の差異により成長様式に多様性が認められる可能性は大きいと思われる。Nakaoka¹⁴⁾は、大槌湾のフリソデガイについて、湾内の異なる場所で成

長に差異があることを明らかにし、このような差異が餌供給量の差に起因することを指摘している。本研究の結果も、宍道湖内における餌供給量、あるいは餌種の場所間差異を反映したものかもしれない。このような生息場所による成長パターンの多様性は、地理的に異なる水域間で比較すると、より明瞭になると思われる。そこで、他の水域のヤマトシジミについて各リング形成時の平均殻長を Table 3 に示した。北海道網走湖と島根県神戸川では共にリング数10本までの個体が見られるのに対し、玉湯と斐川ではリング数7本以上の高齢個体は認められなかった。また、第1リング形成時の殻長は他の水域で5 mm 程度であるのに対し、玉湯と斐川ではその約2倍の10 mm 以上となっている。しかし、2本目のリングが形成された以降の年間成長量、すなわち次のリングが形成されるまでの成長量は、他の水域よりもむしろ小さくなっている。宍道湖での第1リング形成時のサイズが、他水域のそれと比較して大きいのは、Fig. 9 と Fig. 10 で示されるように、着底して翌年1本目のリングが形成されるまでの成長期間が長い個体を含むことや、水域間での水質条件や利用可能な餌の量などの環境条件の差異が反映されていることが考えられる。以上のことから、地理的に異なる水域間に加え、同一水域内においても環境条件の差異があれば、成長に差が表れることが示唆されたが、利用可能な餌の量やその質などの場所間変異についてはさらに検討が必要である。

殻と軟体部の成長には時間的なずれが見られ、リング数2本と3本の2群においてこの傾向が顕著であった (Figs. 5, 6)。このように、殻の成長と軟体部の成長の間に時間的なずれが生じる現象は、他の二枚貝類でも報告されている。^{17,26,27)} この原因として Harvey と Vincent¹⁷⁾は、殻と軟体部の成長速度の違い、産卵による重量の減少、摂取エネルギー量より消費エネルギーが大きい時に起こる重量の減少をあげている。殻成長が明瞭に認められる6月に軟体部重量は減少を示し、9月まで減少傾向が続いた (Figs. 5, 6)。成熟した生殖巣を持つヤマトシジミの最小サイズは、北海道藻琴沼、および

Table 3. Mean shell length at each growth ring in different populations of *C. japonica*. r_i ($i=1\sim10$) indicates shell length at the i -th ring.

site	shell length (mm)										references
	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7	r_8	r_9	r_{10}	
L. Abashiri (a)	5.5	11.4	15.6	18.6	20.6	22.1	23.1	23.8	24.3	24.7	Uto ⁸⁾
(b)	5.7	11.0	15.7	20.0	23.8	27.2	30.3	33.1	35.6	37.9	Uto ⁸⁾
(c)	5.3	13.6	20.2	25.5	29.8	33.2	36.0	38.2	40.0	41.4	Uto ⁸⁾
R. Kando	5.4	10.4	14.7	18.6	22.2	25.3	28.1	30.5	32.8	34.7	Kawashima et al. ⁹⁾
Tamayu	10.3	15.5	18.0	19.9	21.3	22.0					present study
Hikawa	12.4	17.0	20.2								present study

宮城県松島湾付近で殻長 14 mm 前後であると言われ、^{28,29)} 北海道網走湖では殻長 15 mm 以上の個体は全て生殖能力を有すると報告されている。¹⁰⁾ 玉湯において、2 本目のリングが形成された直後の殻長の平均値は 15.5 mm であることから (Table 2), リング数 2 本以上の個体の多くが生殖能力を持っていると推察される。さらに、これらの個体で軟体部重量の減少が見られた 6 月から 9 月は産卵盛期に相当している。¹¹⁾ このことから、この重量減少は生殖物質の放出によるものであらうと思われる。また、9 月から 11 月にかけて軟体部重量が急速に増加するのに対し、殻の成長はそれほど顕著ではなかった (Figs. 5, 6)。これは、生殖物質の放出によって重量が減少した軟体部の回復に、摂取したエネルギーの多くを配分した結果によると推察される。

着底稚貝の出現と成長 殻長 1 mm 未満の個体は密度に大きな時間的差異があるものの、その出現は通年観察された (Figs. 7, 8)。これは宍道湖での長い産卵期間を反映した結果であると思われる。両水域とも 10 月以後は出現密度が非常に低くなるが、これは大多数の成熟個体では繁殖活動が終了したためであらう。一方、冬季間にみられる殻長 1 mm 未満の個体は、一部の成熟個体の繁殖活動によるもの、または繁殖期間終了期の出生群が低い成長量のまま生残した結果によるものと推測される。

リング数 0 本群の成長パターンは両水域で類似していたが、Table 2 における成長様式の結果と同様に、殻長に差が認められ、玉湯より斐川で大きかった。一方、これら 0 本群の殻長組成の推移において、94 年 3 月の平均殻長は玉湯で 5.1 mm、斐川で 5.6 mm であり、これは 93 年 4, 5 月にみられた越冬群のサイズ組成と大きな差がある。これは 93 年の低塩分などの環境条件が稚貝の成長や生残に影響した可能性、また 94 年 1 月から 3 月にかけて大型の個体が減少している可能性があることによるものと思われる (Figs. 9, 10)。冬季間の減少は、冬季には大きな個体ほど底質深部へ鉛直移動することや、^{5,30)} 潜水ガモ等によるサイズ選択的捕食などの結果が考えられるが、²⁵⁾ ここでの原因は不明であり今後の検討課題である。

一方、玉湯と比較して、斐川では着底後の稚貝の減耗が著しいことが示された。このような着底後稚貝の減耗の主な原因としては、死亡と移出が考えられる。田中⁴⁾ は、ヤマトシジミ稚仔期に及ぼす低塩分の影響について飼育実験を行なった結果、後期幼生 (殻長 200~300 μm) では塩分濃度 1.7 psu において行動に変化が現れ、淡水中では 1 日後に全個体が死亡し、初期稚貝 (殻長 1.5~2 mm) においても淡水中では死亡個体が生じると報告している。毎月 1 回の本調査では両水域の塩分濃度に差はなかった。しかし、大きな河川の河口付近に位置する斐川では、降雨の時には着底した個体が著しく低

い塩分濃度による生理的ストレスを受けやすいことが考えられる。そのため降雨時の塩分濃度の時間変化と着底稚貝の生残について検討する必要がある。

二枚貝類のいくつかの種では、一度着底した稚貝が粘液質足糸を分泌することによって自らの体を浮上させ、流れののって水中を再び移動するという現象が知られている。³¹⁻³⁶⁾ 渋谷、加藤³⁷⁾ は、八郎潟においてヤマトシジミの稚貝 (殻高 1~10 mm) を小さな容器に入れ、底質上に沈めて飼育実験したところ、多くの稚貝が粘液を貝殻周辺に分泌して浮上し、わずかな流れにより容器外に流出するのを観察している。この粘液質足糸による移動は能動的なものであり、自然の生息域でも不適な環境から逃避する手段として使われる可能性が強いことを指摘している。斐川の稚貝においても、このような行動による移出の可能性を検討することが必要と考えられる。

一方、斐川の底質粒度は細砂が卓越する玉湯と比較して明らかに粗砂が多い。Baba et al.³⁸⁾ は、網走湖のヤマトシジミ稚貝と底質について、粒度組成ではシルト・粘土および極細砂含有率が約 37% 以上になると不適であることを指摘している。斐川の底質のシルト・粘土および極細砂含有率は 9% 以下であり、この点では生息に不適でないと思われるが、よりサイズの大きな粒子や、それらの変動性と稚貝の生残の関係は不明である。斐川における殻長 1 mm 以上の稚貝の減耗率が玉湯より高いことについては、両地域の年級群構造の違いにも大きく関与していると考えられ、短期間における塩分変動の有無、稚貝の死亡や挙動と底質の関係をさらに検討する必要がある。

個体群構造を決定する上で加入は重要な要因として考えられており、³⁹⁻⁴¹⁾ 今後は初期稚貝の減耗要因を明らかにすると同時に加入時期やその決定要因を解明することが必要であり、より効率よく漁獲群に添加させるための方策について検討を重ねることで、十分な資源管理を行っていくことが望まれる。

謝 辞

本研究を行うにあたり、有益な御助言をいただいた北海道大学大学院水産科学研究科五嶋聖治助教授、野田隆史博士に深謝いたします。現地調査を行う上で多大な御協力をいただいた、島根県水産試験場旧三刀屋内水面分場職員各位に厚くお礼申し上げます。英文を査読していただいた北海道大学大学院水産科学研究科多様性生物学講座の Ilano Anthony 氏に感謝いたします。また、本稿に対し有益な御助言と御指摘をしていただいた校閲者の方々に心より感謝いたします。

文 献

- 1) 農林水産省統計情報部. 第 74 次農林水産省統計表. 農林

- 統計協会, 東京, 1999; 365-366.
- 2) 島根県水産試験場. 赤潮対策技術開発試験報告書. 島根県水産試験場三刀屋内水面分場, 浜田, 1984; 49-81.
 - 3) 中村幹雄, 山根恭道, 坂本 敏. 宍道湖におけるヤマトシジミ漁場と生息密度および現存量 (中間報告). 島根水試事報, 浜田, 1990; 175-177.
 - 4) 田中彌太郎. 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 1984; 6: 23-27.
 - 5) 中村幹雄. 宍道湖におけるヤマトシジミ *Corbicula japonica* PRIME と環境との相互関係に関する生理生態学的研究. 島根水試研報 1998; 9: 1-192.
 - 6) Fuji A. Some ecological aspects of Zyusan-gata with special reference to the habitats of *Corbicula japonica*. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* 1955; 5: 313-319.
 - 7) Nakamura M, Yamamuro M, Ishikawa M, Nishimura H. Role of the bivalve *Corbicula japonica* in the nitrogen cycle in a mesohaline lagoon. *Mar. Biol.* 1988; 99: 369-374.
 - 8) 宇藤 均. 網走湖産ヤマトシジミ *Corbicula japonica* Prime の成長. 北水試報 1981; 23: 65-81.
 - 9) 川島隆寿, 山根恭道, 山本孝二. 神戸川産ヤマトシジミの成長と宍道湖産ヤマトシジミとの形態の相違. 島根水試研報 1988; 5: 94-102.
 - 10) 丸 邦義. 網走湖産ヤマトシジミ *Corbicula japonica* Prime の生殖周期. 北水試報 1981; 23: 83-95.
 - 11) 川島隆寿, 後藤悦郎. 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 1988; 5: 103-112.
 - 12) Thompson JK, Nichols FH. Food availability controls seasonal cycle of growth in *Macoma balthica* (L.) in San Francisco Bay, California. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 1988; 116: 43-61.
 - 13) Peterson CH, Beal BF. Bivalve growth and higher order interactions: importance of density, site, and time. *Ecology* 1989; 70: 1390-1404.
 - 14) Nakaoka N. Spatial and seasonal variation in growth rate and secondary production of *Yoldia notabilis* in Otsuchi Bay, Japan, with reference to the influence of food supply from the water column. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 1992; 88: 215-223.
 - 15) Franz DR, Tanacredi JT. Variability in growth and structure among populations of ribbed mussels, *Geukensia demissa* (Dillwyn) (Bivalvia: Mytilidae), in Jamaica Bay, New York (Gateway NRA). *Veliger* 1993; 36: 220-227.
 - 16) Goshima S. Population dynamics of the soft clam, *Mya arenaria* L., with special reference to its life history pattern. *Publ. Amakusa. Mar. Biol. Lab.* 1982; 6: 119-165.
 - 17) Harvey M, Vincent B. Density, size distribution, energy allocation and seasonal variations in shell and soft tissue growth at two tidal levels of a *Macoma balthica* (L.) population. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 1990; 142: 151-168.
 - 18) 五嶋聖治, 野田隆史. 函館湾におけるエゾイシカゲガイ *Clinocardium californiense* の成長. 日本ベントス学会誌 1992; 42: 39-48.
 - 19) Nakaoka N. Age determination and growth analysis based on external shell rings of the protobranch bivalve *Yoldia notabilis* Yokoyama in Otsuchi Bay, northeastern Japan. *Benthos Res.* 1992; 43: 53-66.
 - 20) Slattey JP, Lutz RA, Vrijenhoek RC. Repeatability of correlations between heterozygosity, growth and survival in a natural population of the hard clam *Mercenaria mercenaria* L. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 1993; 165: 209-224.
 - 21) Ansell AD, Parulekar AH, Allen JA. On the rate of growth of *Nuculana minuta* (Muler) (Bivalvia: Nuculanidae). *J. Molluscan Stud.* 1978; 44: 71-82.
 - 22) 五嶋聖治, 長本克義, 河合 溪, 中尾 繁. 知内におけるサラガイ *Megangulus venulosus* の生殖周期と成長. 日本ベントス学会誌 1991; 40: 23-33.
 - 23) Ramon M, Richardson CA. Age determination and shell growth of *Chamelea gallina* (Bivalvia: Veneridae) in the western Mediterranean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 1992; 89: 15-23.
 - 24) Kawai K, Goshima S, Nakao S. Reproductive cycle and shell growth of the tellin *Nitidotellina nitidula* (Dunker) in Hakodate Bay. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* 1993; 44: 105-115.
 - 25) Oka N, Yamamuro M, Hiratsuka J, Satoh H. Habitat selection by wintering tufted ducks with special reference to their digestive organ and to possible segregation between neighboring populations. *Ecol. Res.* 1999; 14: 303-315.
 - 26) Hilbish TJ. Growth trajectories of shell and soft tissue in bivalves: seasonal variation in *Mytilus edulis* L. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 1986; 96: 103-113.
 - 27) Borrero FJ, Hilbish T. Temporal variation in shell and soft tissue growth of the mussel *Geukensia demissa*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 1988; 42: 9-15.
 - 28) 朝比奈英三. 北海道に於ける蜆の生態学的研究. 日水誌 1941; 10: 143-152.
 - 29) 谷田専治, 平野和夫. 松島湾附近のシジミに関する研究. 東北水研研報 1952; 1: 68-81.
 - 30) Goshima S, Ikegawa M, Sonoda T, Wada S. Seasonal vertical migration within sediment by the brackish water clam *Corbicula japonica*. *Benthos Res.* 1999; 54: 87-97.
 - 31) Bayne BL. Primary and secondary settlement in *Mytilus edulis* L. (Mollusca). *J. Anim. Ecol.* 1964; 33: 513-523.
 - 32) Sigurdsson JB, Titman CW, Davies PA. The dispersal of young post-larval bivalve molluscs by byssus threads. *Nature* 1976; 262: 386-387.
 - 33) Prezant RS, Chalermwat K. Flotation of the bivalve *Corbicula fluminea* as a means of dispersal. *Science* 1984; 225: 1491-1493.
 - 34) Yankson K. Observations on byssus systems in the spat of *Cerastoderma glaucum* and *C. edule*. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 1986; 66: 277-292.
 - 35) Beukema JJ, De Vlas J. Tidal-current transport of thread-drifting postlarval juveniles of the bivalve *Macoma balthica* from the Wadden Sea to the North Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 1989; 52: 193-200.
 - 36) Armonies W. Migratory rhythms of drifting juvenile molluscs in tidal waters of the Wadden Sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 1992; 83: 197-206.
 - 37) 渋谷和治, 加藤 潤. 八郎潟において大量に発生したヤマトシジミ. 秋田県内水指事報, 1989; 15: 60-105.
 - 38) Baba K, Takahashi K, Kawajiri T, Kuwahara Y. Favorable sediment environments for juveniles of the brackish-water bivalve *Corbicula japonica* in Lake Abashiri. *Benthos Res.* 1998; 53: 37-46.
 - 39) Luckenbach MW. Settlement and early post-settlement survival in the recruitment of *Mulinia lateralis* (Bivalvia). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 1984; 17: 245-250.
 - 40) Hines AH, Posey MH, Haddon PJ. Effects of adult suspension- and deposit-feeding bivalves on recruitment of estuarine infauna. *Veliger* 1989; 32: 109-119.
 - 41) Ahn IY, Malouf R, Lopez G. Enhanced larval settlement of the hard clam *Mercenaria mercenaria* by the gem clam *Gemma gemma*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 1993; 99: 51-59.