

ヤマトシジミの大量斃死機構に関する基礎的研究 II

末光健治¹・山口啓子¹・相崎守弘¹

Study on the mechanism of the large amount death of *Corbicula japonica* II

Kenji Suemitsu¹, Keiko Yamaguchi¹ and Morihiko Aizaki¹

Abstract: *Corbicula japonica* is a typical brackish bivalve and plays an important role in the brackish lake ecosystems. Large amount death of *C. japonica* is a very serious problem for both the fishery productivity and the water quality of brackish lakes. To make ways to avoid the large amount death, it is required to establish some values to check the condition of the bivalve. To clarify the value of the elements effective to check the condition of *C. japonica*, some experiments were carried out in this study. Seasonal changes of Condition Index defined as an index representing the content richness of the shell ($=A.F.D.W./(\text{shell length} \times \text{shell height} \times \text{shell width}) \times 1000$), filtration rate and tolerance of anoxic condition, were examined for *C. japonica* living in an artificial lagoon built beside the Lake Jinzai, Shimane Prefecture, from March 2000 to January 2001. Although the Condition Index reduced largely from May to September, the filtration rate and the tolerance of anoxic condition did not reduce so apparently. It indicates that the artificial lagoon was kept in a comfortable condition for *C. japonica* through the experiment period. The Condition Index of *C. japonica* kept in an anoxic condition artificially reduced rapidly. It appears that the large amount death occurs when the reducing rate of the Condition Index becomes larger than 3%/day. In these cases of large amount death, the filtration rate is reduced to under 0.1 L/ind. · hr. The combination of these two values may provide a guide to check the condition of *C. japonica* and effective to predict the large amount death.

Key words: *Corbicula japonica*, Condition Index, filtration rate, tolerance of anoxic condition, seasonal change

はじめに

ヤマトシジミ (*Corbicula japonica*) は汽水域においてしばしば優占する二枚貝である。島根県東部に位置する宍道湖と神西湖はヤマトシジミの優占する汽水湖で、重要な漁場となっている。特に宍道湖はヤマトシジミの生産が日本で最も高く、漁業資源としての価値が広く認識されている (中村, 2000 a)。また、ヤマトシジミは濾過摂食により水中懸濁物を

直接的に水柱から除去し、更に漁獲や捕食されることを通じて栄養塩を系外除去する役割も持ち、宍道湖の水質浄化において重要な役割を果たしていることが、近年注目されてきている (Nakamura *et al.*, 1988; 山室, 1994; 相崎ほか, 1998; 相崎・福地, 1998 など)。

一方、宍道湖ではヤマトシジミの斃死個体の増加が問題となっている。1997 年の夏季に起こった大量斃死では、8 月に 78,610 トンであったヤマトシジミ

¹ 島根大学生物資源科学部 Faculty of Life and Environmental Science, Shimane University, Matsue 690-8504, Japan
E-mail: keiko@life.shimane-u.ac.jp

の現存量が、11月には11,165トンとなり、現存量の8割以上が減少し、漁業関係者の生活を脅かしている。また大量斃死により、ヤマトシジミの懸濁物質を除去する能力が低下し、さらに斃死個体が腐敗、分解することにより発生するアンモニアや硫化水素のため、宍道湖の水質が著しく悪化することも問題となっている(島根県水産試験場三刀屋内水面分場, 1998)。

宍道湖での大量斃死の原因は浮泥等により鰓詰まり、呼吸困難を起こしたためであると報告されている(島根県水産試験場三刀屋内水面分場, 1998)。しかし、ヤマトシジミの成貝は本来、高い懸濁物質の排出能力、環境悪化への耐性を持っている。浮泥が直接的な原因であったとしても、それ以前にヤマトシジミが別の要因(間接的原因)で抵抗力を低下させていた可能性がある。

前報(相崎ら, 2001)において、ヤマトシジミの事前の健康状態が無酸素耐性に与える影響を調べる目的で、ヤマトシジミの生息密度を変化させた場合の軟体部乾燥重量・ろ過活性・無酸素耐性の変化について調査研究が行われた。その結果、生息密度を高く設定した系(3000, 4000個体/m²)においてヤマトシジミの斃死率が上昇し、斃死率の高い時期には軟体部乾燥重量・ろ過活性・無酸素耐性が低下していることがわかった。これらの項目はヤマトシジミの健康状態を示す指標値となりうる項目(健康指標項目)と考えることができる。そこで本研究では、ヤマトシジミの大量斃死機構に関する基礎的研究として、環境などの要因や生育状況の把握が容易な人工湿地に生息するヤマトシジミを対象に、重量やろ過活性・無酸素耐性などの健康指標項目について年間を通した値の変化を調べ、健康状態の把握を行った。ただし、軟体部乾燥重量は各個体の大きさに支配され、異なる個体の比較が困難である。そのため本研究では、大きさの異なる個体においても適用可能な指標として肥満度を採用し、肥満度・ろ過速度・無酸素耐性を健康指標項目として指標値を検討した。

人工湿地のヤマトシジミについて約1年間、健康指標項目の測定を行った結果、肥満度とろ過速度の減少が単純に大量斃死を招くものでは無いことがわかった。そこで大量斃死と肥満度、ろ過速度の値との関係をより明確にすることを目的として、人工的に悪化させた環境において飼育したヤマトシジミの健康指標項目の値と斃死率の関係を調べ、斃死率の上昇を予測する指標としてのこれらの指標項目の有

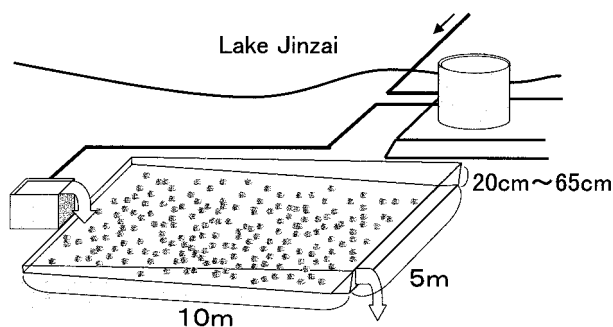


図1. 神西湖畔人工湿地の概略図。

Fig.1 Design of the artificial lagoon built beside Lake Jinzai.

効性について検討を行った。

実験方法

1. 人工湿地に生息するヤマトシジミにおける健康指標項目の季節変化

ヤマトシジミの調査は島根県出雲市から湖陵町にまたがる神西湖湖畔に建設した人工湿地(図1)において、2000年3月から2001年1月までの間に月に一回の頻度で行った。人工湿地への流入水は、神西湖からポンプにより汲み上げた湖水を貯水槽に一時貯留した後、その上澄み水を6t/m²・h、滞留時間が約2時間になるように連続的に供給した。この人工湿地に2000年2月29日、2kg/m²の密度で神西湖産ヤマトシジミを投入した。この生息密度は、前田ら(2000)・相崎ら(2001)の結果を参考として、密度効果が生存やろ過活性に悪影響を及ぼさない程度の値として設定した。投入時のヤマトシジミは平均殻長が20.3±1.6mm、平均重量が3.27±0.75gであった。

ヤマトシジミの調査日は、2000年3月7日、4月13日、5月13日、6月6日、7月4日、8月8日、9月8日、10月4日、11月7日、12月8日、2001年1月10日であった。3月7日の調査で、投入時における湿地内のヤマトシジミの分布が極端に偏っていたため、4月3日に鋤簾を用いて回収し、分布が均一になるように再投入した。生残率は4月13日以降の調査日に現地にてコドラート内の生存個体数を計測し(30cm×30cm×15地点の平均)、4月13日の個体数との比として求めた。

夏季の極端な水温上昇を防ぐため7月末~9月末の間、人工湿地の上に寒冷紗(遮光率50%)をかけた。また、月に一度の調査時には湿地内の水を抜き、

底質表面の泥をホースで洗い流した。

1-1. サイズ・肥満度の測定

人工湿地内からコドラート (30 cm×30 cm×2 地点) で採取したヤマトシジミを研究室に持ち帰り、計測・実験を行った。毎月 40 個体について、湿重量、殻長、殻高、殻幅、軟体部乾燥重量 (60℃, 2 日間乾燥)、軟体部灰重量 (600℃, 2 時間燃焼) の計測を行った。さらに、この計測結果から肥満度を算出した。肥満度は貝の内部充足度を表し、論文によって軟体部の湿重量や殻重量が利用されている (例えば西沢ほか (1992), 網尾ほか (1989))。本論文では以下のように定義して計算を行った。

$$\text{肥満度} = \frac{\text{軟体部有機物量}}{(\text{殻長} \times \text{殻高} \times \text{殻幅})} \times 1000$$

ただし、軟体部有機物量 (AFDW) = 軟体部乾燥重量 - 軟体部灰重量

1-2. ろ過速度

ヤマトシジミのろ過速度は、一般に水温の影響を強く受けるため、毎月 25℃ の恒温槽内において約 6 時間の馴致後に測定した。1 L の広口ガラス瓶に持ち帰ったヤマトシジミを 10 個体と、人工湿地流入水を試水として 1 L 入れ、試水のみを入れたものをコントロールとした。実験容器は 25℃ の恒温槽で保持し、実験開始時と実験開始 90 分後に試水を採水し、濁度の測定を行った。試水は擬糞などが混入しないように注意しながらシリンジを用いて採水し、濁度は携帯濁度計 (Hach 社, 2100 P 型) を用いて測定を行った。濁度と懸濁粒子濃度との間には高い相関があり、濁度からはほぼ正確に懸濁粒子濃度を推定することができる (相崎ら, 2001)。これを利用して、ろ過速度の算出には濁度を懸濁粒子濃度に換算し、Nakamura *et al.* (1988) の方法に準じて、ろ過速度 (F) を算出した。

$$F = (V/t) [\ln(C_{(0)}/C_{(t)}) - \ln(Cb_{(0)}/Cb_{(t)})]$$

V : 試水の量 (L), t : 培養時間 (h),

$C_{(0)}$: ヤマトシジミを入れた容器内での実験開始時における懸濁粒子濃度 (mg/L)

$C_{(t)}$: ヤマトシジミを入れた容器内での t 時間後における懸濁粒子濃度 (mg/L)

$Cb_{(0)}$: コントロール系の実験容器内での実験開始時における懸濁粒子濃度 (mg/L),

$Cb_{(t)}$: コントロール系の容器内での t 時間後における懸濁粒子濃度 (mg/L) を表している。

1-3. 無酸素耐性実験

無酸素耐性は環境悪化時にヤマトシジミが持つ個体維持能力を表す。本実験では人工湿地内に生息するヤマトシジミの無酸素耐性を比較するために、無酸素水中における半数致死日数の測定を行った。死貝の混入を防ぐため、実験には研究室において潜砂したヤマトシジミを用いた。試水には人工海水 (テトラ社製) を用い、人工湿地に近い 8.5% の塩分に調整した。底質を入れない 1 L の実験容器に試水を満たし、ヤマトシジミ 10 個体を入れた。試水を無酸素状態にするため、窒素ガスを溶存酸素が DO メーターで 0.05 mg/L 以下になるまで吹き込んだ。その後ふたをして暗条件下の 25℃ の恒温槽で保持し、毎日一定時刻に観察して斃死個体を確認した。腐敗による水質悪化を防ぐために死貝は取り出し試水の交換を行った。半数致死日数の測定は 2000 年 5 月から 2001 年 1 月まで行った。

1-4. 湿地の環境

人工湿地内の環境要素として水温・電気伝導度・クロロフィル a 濃度 (Chl-a)・溶存酸素濃度 (DO) を測定した。水温および電気伝導度は自記水温・電気伝導度計 (CI サイエンス社製, C 55-F) を用いて連続測定 (5 分毎) した。塩分はこのデータから計算によって求めた。Chl-a と DO は週 1 回の頻度で測定した。Chl-a は SCOR/UNESCO 法で測定し、DO は多項目水質計 (HORIBA 社製, U-10 型) を用いて測定した。

2. 環境悪化時の肥満度・ろ過速度・斃死率の変化

2-1. 無酸素条件実験

無酸素耐性実験と同条件の密閉容器にヤマトシジミを入れ (各 10 個体×2 容器)、無酸素での保持をそれぞれ 3 日間、5 日間、7 日間行う系、および無酸素の飼育を行わない飼育前系 (0 日間)、計 4 系を設定し、各日数経過後のヤマトシジミの肥満度・ろ過速度・斃死率について調べた。無酸素飼育の影響により斃死した個体を含めて斃死率を求めるために、設定日数経過後に生存した個体をさらに 25℃ の人工湿地水でエアレーションを行いながら 2 日間飼育した。実験開始から日数経過後 2 日間までの期間中にへい死した個体を、各系無酸素飼育の影響により斃死した個体と判断した。

2-2. 無給餌条件実験

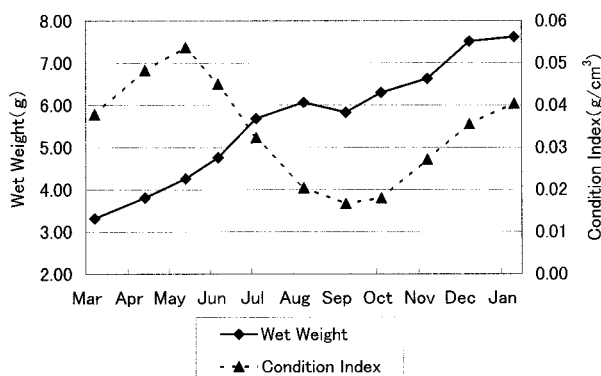


図2 人工湿地内に生息するヤマトシジミにおける1個体当たりの湿重量 (g) と肥満度 (g/cm^3) の経時変化.
Fig.2 Seasonal change of wet weight (g) and condition index (g/cm^3) for *Corbicula japonica* in the artificial lagoon.

飼育前の状態として、まず、採取直後のヤマトシジミについて肥満度、ろ過速度、無酸素耐性の測定を行った。その後、ヤマトシジミを人工海水中に置き、無給餌でエアレーションを行いながら室温にて2ヶ月間(2000年9月~11月)飼育した。飼育後のヤマトシジミ10個体に対して、肥満度の計測、ろ過速度、無酸素耐性の測定を行った。

結 果

1. 人工湿地のヤマトシジミの成長

人工湿地より採取したヤマトシジミの湿重量および肥満度の平均値について、経月変化を図2に示す。湿重量は盛夏の7月から9月および冬季の12月から1月に成長の停滞があったが、全実験期間では1個体平均3.32 gから7.62 gへと4.30 g増加した。

肥満度は3月から5月までは増加、5月から9月までは減少、9月から1月にかけて再び増加していた。肥満度は2000年5月に最大値 $0.054 \text{ g}/\text{cm}^3$ 、9月には最低値 $0.017 \text{ g}/\text{cm}^3$ を示した。2001年1月には2000年3月とほぼ同じ値 $0.040 \text{ g}/\text{cm}^3$ となった。

2. ろ過速度と無酸素耐性

ろ過速度と半数致死日数の経月変化を図3に示す。ろ過速度は7月から8月にかけては低下したが、8月から10月に向けて大きく上昇した。10月に実験期間の中でも最も高い値 $0.173 \text{ L}/\text{個体} \cdot \text{h}$ となった後、ろ過速度は低下し、11月から12月にかけて大きく低下した。1月においても低い値のみであり、最も低い値 $0.084 \text{ L}/\text{個体} \cdot \text{h}$ を示した。また、7月28日に人工湿地内の水が非常に濁っているこ

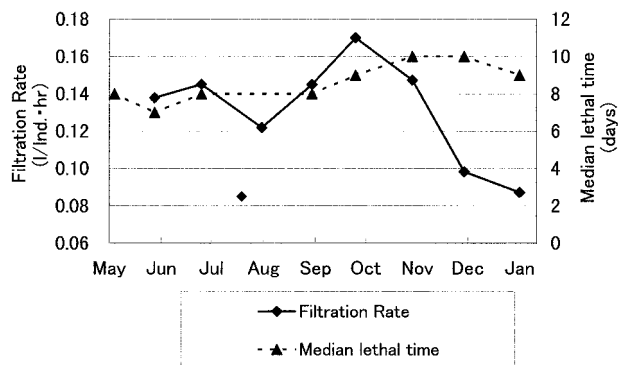


図3 人工湿地内に生息するヤマトシジミ1個体当たりのろ過速度 (25°C) と半数致死日数の変化.
Fig.3 Filtration rate ($\text{l}/\text{ind.} \cdot \text{hr}$) at 25°C and Median lethal time (day) of *C. japonica* in the artificial lagoon.

とが観察されたため、ろ過速度の測定を行ったところ、 $0.09 \text{ L}/\text{個体} \cdot \text{h}$ という低い値になっていた。

無酸素耐性については、5月から9月までは半数致死日数は七日、または八日であり、大きな変化は見られなかった(図3)。10月、11月、12月と気温が低下するにつれて半数致死日数は長くなる傾向がみられた。1月では、半数致死日数は12月より短くなった。

3. 人工湿地の環境と生残率

水温の変化を図4Aに示す。水温は3月と12月はじめには 10°C を下回っていた。夏季(7月~9月)の日中は 30°C を超えていたが、一日の変動幅は $7\sim 8^\circ\text{C}$ あり、夏季も夜間は 25°C 程度に下がっていた。

塩分は変動が激しく(図4B)、一時的に 0 psu 程度に下がったこともあったが、最高でも 16 psu 程度で、平均して 8 psu 前後であった。ヤマトシジミの生息する水域の塩分としては、好条件な範囲の変動であった。

図5にクロロフィル a 濃度と溶存酸素濃度の季節変化をしめす。3月~6月までは Chl-a は高い値で推移していたが、7月以降急激に低下し、9月まで低い値が継続した。10月以降、Chl-a はやや回復したものの高い値ではなかった。DO は、全般には $6 \text{ mg}/\text{L}$ 以上の高い値であったが、7月28日と8月5日の測定では $3 \text{ mg}/\text{L}$ 以下に低下していた。

図6に人工湿地内のヤマトシジミの生残率を示す。月平均5%程度で緩やかに減少した。4月から5月に10%を超える生残率の減少があったが、大量斃死といえるような生残率の急激な低下はなかった。

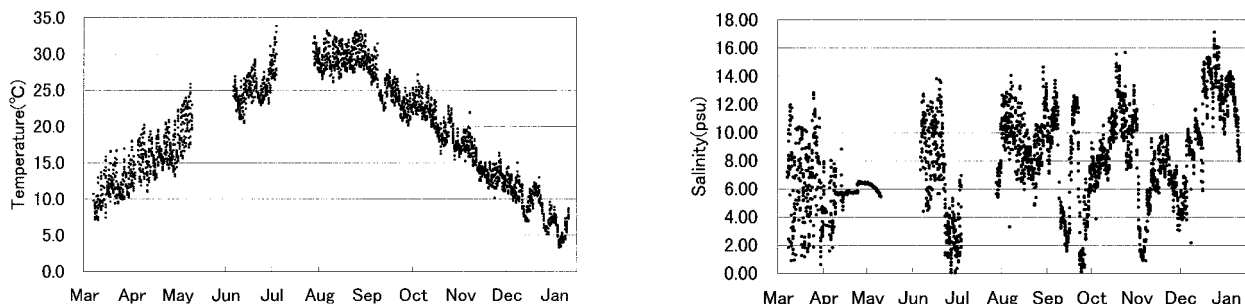


図4 人工湿地内の A) 水温 B) 塩分. 水温・塩分ともに2時間の平均値(5分ごとの測定値を24個ごとに平均)が1ポイントで表されている.

Fig.4 Changes in A) temperature (°C) and B) salinity (psu) of the artificial lagoon water during the experimental period.

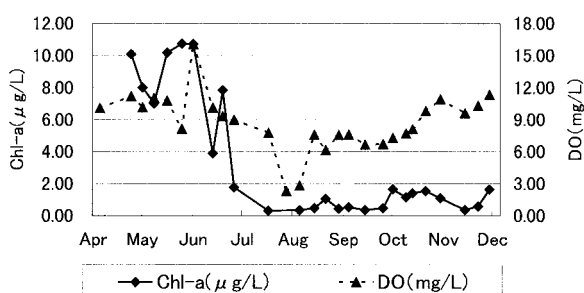


図5 人工湿地内のクロロフィル a 濃度と溶存酸素濃度の変化.

Fig.5 Changes in concentration of Chl-a ($\mu\text{g/l}$) and dissolved oxygen (mg/l) of the artificial lagoon water during the experimental period.

4. 環境悪化時の肥満度, ろ過速度の検討

無酸素条件

表1に各実験の結果を示す.3日間の飼育を行ったものでは肥満度の減少は2.23%と小さく, ヤマトシジミの斃死も起こらなかった.5日間では19.83%の肥満度の減少があり, 無酸素の飼育後2日以内に20個体中2個体が斃死したため, 斃死率は10%となった.7日間では25.64%肥満度が減少し, 無酸素の飼育中に3個体, 無酸素の飼育後に4個体, 合計7個体が斃死した. 斃死率は35%となった. ろ過速度については, 0日間は0.097 L/個体・h, 3日間飼育をおこなったものでは0.083 L/個体・h, 5日間で0.089 L/個体・h, 7日間では0.072 L/個

表1 環境悪化時におけるヤマトシジミの肥満度の変化と斃死率およびろ過速度.

Table 1 Changes in reducing rate of Condition Index, mortal rate and filtration rate of *Corbicula japonica* under experimental conditions.

	Condition	Reducing	Reducing	Death	Filtration Rate
	Index (g/cm^3)	Ratio(%)	Rate(%/day)	Ratio(%)	(l/Ind.・hr)
Anoxic Exp.	Before	0.0343	-	-	0.097
	3days	0.0335	2.23	0.78	0.083
	5days	0.0275	19.83	3.97	0.089
	7days	0.0255	25.64	3.65	0.072
Unfeeding Exp.	Before	0.0170	-	-	0.147
	After	0.0167	1.78	0.03	5 (2months) 0.063
Artificial Lagoon	May	0.0540	-	-	0.137
	May to Sept	Sept	0.0170	68.52	0.58
Death Event in Aizaki <i>et al.</i> (2001)	Before	0.0164	-	-	0.156
	After	0.0135	17.09	3.42	17 (2weeks) 0.088

体・hとなり、7日間の飼育によりろ過速度はわずかに低下した。

無給餌条件

無給餌での飼育を行ったものにおいて、表1に示すように肥満度の減少は1.78%と非常に小さかった。濾過速度は飼育前では0.140 L/個体・hであったが、無給餌での飼育後には0.063 L/個体・hと大きく低下した。無給餌飼育後の個体で無酸素耐性実験を行った結果、半数致死日数は7日となり、耐性の低下は見られなかった。飼育期間中にへい死した個体は20個体中1個体のみで、斃死率は2ヶ月間で5%であった。

考 察

1. 人工湿地におけるヤマトシジミの健康状態

本研究で約1年間にわたり人工湿地内に生息するヤマトシジミ成貝個体群の観察・測定を行った結果、6月から9月にかけて肥満度が68%以上と著しく減少したが、大量斃死は起こらなかった。相崎ら(2001)では軟体部乾燥重量の減少が斃死と密接な関連があることが指摘されたが、本研究から軟体部の減少が必ずしも斃死につながるわけではないことがわかる。

6月から9月に肥満度が減少した理由の一つとして、この時期がヤマトシジミの繁殖期であることがあげられる。最も肥満度の高かった5月には生殖腺の顕著な発達が見られていた。神西湖と地理的に近い宍道湖におけるヤマトシジミの繁殖期は5月下旬から10月上旬で、産卵盛期は6月中旬と9月下旬にあると報告されている(島・後藤, 1988)。一般に、ヤマトシジミ幼生の出現は水温が22.5℃から27℃の時に多いとされる(根本ら, 1996)。本研究の人工湿地でも、6月と10月上旬に放卵放精が現場において確認されており、上記の報告とほぼ一致する。一方、人工湿地では7月～9月の日中に水温が30℃を超えており(図4A)、このころの軟体部の減少は、生殖活動が主な原因とは考えがたい。そこで環境要因をみると、7月から9月はクロロフィルa濃度すなわちヤマトシジミの餌料量が低い値を維持していた(図5)。また、7月末から8月初めに流入水の溶存酸素濃度が3 mg/L以下まで低下した時期があった(図5)。このように、7-9月には高水温・餌料の減少・一時的貧酸素化といった環境要因も肥満度の減少に関わったと考えられる。

本研究のヤマトシジミのろ過速度は7月から8月にやや低下し、その後回復して10月に最大値を示し、秋から冬に向けて低下した。ろ過速度は個体サイズによって変化することが知られ、相崎・福地(1998)の報告では、殻長25 mmで20℃において0.4 l/個体・hの値が得られている。本研究の結果はその値に比べてやや低い傾向にある。この原因としては個体サイズに対して用いた水量が少なかったため、過小評価となったと考えられる。本実験で得たろ過速度を単位湿重量当りに換算すると図7のようになり、日中の水温が25℃付近であった6月・10月が最もろ過活性が高かった。ろ過活性は水温に大きく依存することが知られ、一般に水温20～25℃付近をピークとして、それより低温・高温で活性は低下する(中村, 2000b)。本研究の結果もそれと調和的であった。ろ過速度は7月28日のように一時的に低下しても、8月8日の月例調査時には水温に見合ったろ過速度までほぼ回復していたと考えることができる。

無酸素耐性も飼育水温に大きく依存し、高水温時には極端に耐性が低下することが知られる(中村ら, 1997)。実際の生息条件においては水温の高い夏季に最も耐性が低下すると考えられるが、8月の無酸素耐性は欠測となってしまったため、詳細な検討はできない。逆に11月～12月は人工湿地の水温が低下したため半数致死日数がやや長くなったと考えられる。本研究では、全期間を通じて25℃に馴致して実験を行ったため、無酸素耐性の季節変化は小さかった。25℃馴致条件では期間を通じてヤマトシジミは高い無酸素耐性を示し、高い個体維持能力を維持していたといえる。

このように、人工湿地のヤマトシジミは、肥満度に大きな減少があつにもかかわらず、大量斃死することは無かった。4月から5月にかけて生残率の減少がやや大きい、これは4月3日に人工湿地内を鋤簾で攪乱したことの影響、あるいは5月の生息個体数がやや過少に見積もられている、と考えられる。健康状態としては、夏季にやや殻成長の停滞とろ過活性の低下が見られ、高水温・貧酸素化が健康状態に影響した可能性はあるが、これらも斃死とは結びつかなかった。1997年の宍道湖の大量斃死および相崎ら(2001)の大橋川における実験においては、ヤマトシジミの生息密度が非常に高い場合に斃死が起こりやすくなっていた。一方、本研究では人工湿地内の密度は期間中2.0～2.7 kg/m²(平均2 gの個体であれば1000～1400個体/m²に相当)程度であっ

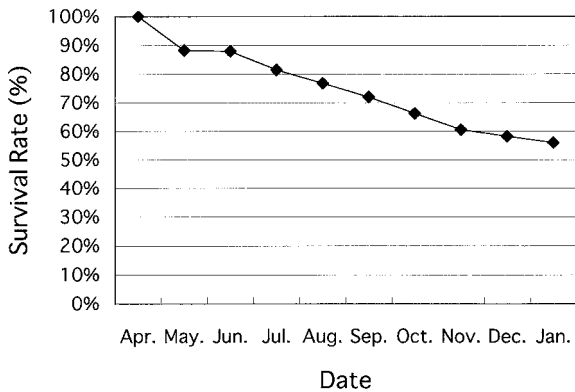


図6 人工湿地内に生息するヤマトシジミの生残率.
Fig.6 Survival rate of *C. japonica* in the artificial lagoon.

た(投稿準備中). この値は安定した漁獲量を維持していた時期の宍道湖におけるヤマトシジミの生息密度に近い(島根県, 1984). 人工湿地のヤマトシジミは生息密度の上では好ましい状態で維持されていた. また, 人工湿地では寒冷紗や底泥の除去などヤマトシジミの保護を行っていたことも斃死の予防につながったと考えられる. 人工湿地の環境はヤマトシジミにとってほぼ好条件であったと考えられる. 本研究で得られた年間を通じての肥満度およびろ過活性の変化は, むしろ対象水域におけるヤマトシジミの生理周期や環境要因の季節変化と密接に関係した周期的変化としてとらえることができる.

2. 環境悪化実験における健康指標項目の値変化と野外調査結果の比較

表1には無酸素条件実験系・無給餌条件実験系に加えて, 5-9月の人工湿地系および相崎ら(2001)の実験で大量斃死が起こった系(No. 4, 8月26日~9月3日)における健康指標項目の値とその変化を示した. ただし相崎らのデータは重量と殻長のみであったため, 本研究で用いたシジミのデータから肥満度を推算した. また, 相崎ら(2001)は, 軟体部乾燥重量の急激な減少の後に斃死率が増加したことも指摘した. そこで, 表1には肥満度の減少を一日当たりで換算した値, 減少速度%/dayを示した.

無酸素条件実験では飼育3日目までの減少速度は0.78%/dayと低いが, 5日間飼育では3.97%/day, 7日間では3.65%/dayとなった. 3日目と5日目の間で軟体部重量の減少速度が大きく変わっており, 斃死率は5日目以降に上昇している. 相崎ら(2001)の斃死系においては, 飼育中にへい死が起こったときにおける肥満度の減少速度は3.42%/dayであっ

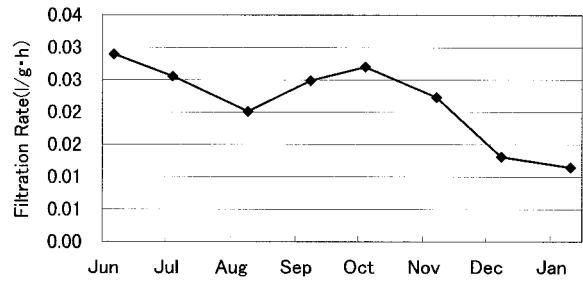


図7 重量当たりで換算したろ過速度.
Fig.7 Filtration rate (l/g · hr) at 25°C of *C. japonica* in the artificial lagoon.

た. 一方, 人工湿地における調査では5-9月の間に68%以上の肥満度の減少があったが, これは一日当たりで換算すると0.58%/dayとなる. 最も減少の大きかった6月-7月でも, 一日当たりでは1.34%の減少であった. これらの時期において人工湿地のヤマトシジミの斃死率は4ヶ月で18%であり, 全期間を通じた穏やかな減耗と調和的な減少であった(図6). 無給餌条件実験においては2ヶ月間で肥満度の減少はほとんどなく, 斃死率も2ヶ月間で5%という低い値であった. これらの結果から, 肥満度の減少速度が約3%/day以上となったとき, 斃死が起こることができるといえる.

無酸素条件実験においてヤマトシジミは嫌気呼吸を行っていたと考えられる. 嫌気呼吸を行う際には, 体内のグリコーゲンを消費する(Hochachka, 1984).

肥満度の急激な減少は, 嫌気呼吸による体内蓄積栄養の急速な消費を反映した現象であろう. 3%/day以上という数字の意味は本研究では明らかにできなかったが, 嫌気呼吸を行って3日程度では斃死はおこらず肥満度の減少も小さいことを考慮すると, 嫌気呼吸速度がある限度を超えると斃死に至るのかもしれない.

相崎ら(2001)の実験において斃死が起こった系の場合, その死亡要因は特定できなかったが, 肥満度の減少速度が無酸素条件実験の場合と類似することから, 嫌気呼吸に入っていた可能性が高い. 斃死直前(8/26)において大橋川の溶存酸素濃度は3mg/L程度とやや低かった. 浮泥の襲来や硫化水素の発生が嫌気呼吸を起こさせたのかもしれない.

相崎ら(2001)において斃死の起こった系ではろ過速度が大きく低下して, 0.1L/個体 · h以下になっていた. 無酸素条件実験においてもろ過速度は0.1L/個体 · h以下に低下しており, 斃死が起こるときにはろ過活性が低下しているといえることができ

る。しかし、その逆は必ずしも成り立っていない。無給餌条件実験の結果ではろ過活性が大きく低下していたが、斃死率は非常に低かった。無給餌であるにもかかわらず、肥満度に減少がほとんど見られなかったことから、この実験ではヤマトシジミは休眠状態に入っていたと考えられる。また、冬季など水温が低下した場合もろ過活性は大きく低下する。このように、ろ過活性が低下しただけでは斃死が起こるということとはできない。肥満度についても、たとえば水域の個体群が一斉に放卵放精を行った場合など、短期間に急激に減少することがあり得る。しかし3%/day以上の肥満度の急激な減少(休眠状態ではないことを意味する)とろ過速度の0.1 L/個体・h以下への低下が同時に起こった場合には、斃死が起こりやすい状態にあると判断できるものと考えられる。

3. 応用の可能性と今後の課題

本研究において、ヤマトシジミの斃死率が上昇する場合の健康指標値(ろ過速度・肥満度減少速度)の目安が示された。ろ過速度の測定は濁度計を用いて現場において即座に行うことができる。一方、肥満度の減少速度の測定から斃死を予測するには、週1回程度の定期的な試料採集と数日の処理日数が必要であり、宍道湖のような湖沼で実際に行うことは難しい。しかし、前述のように、肥満度やろ過速度の変化には年周期があると考えられ、対象水域におけるヤマトシジミが健全な状態にある場合のこれらの値の変動パターンと各時期の標準値を把握することができれば、それを基準に実測値の比較検討を行うことでヤマトシジミの健康状態を判断することが可能となるだろう。また、漁協などの協力によって定期的な肥満度測定を行うことができれば、肥満度の変化速度の把握も不可能ではないだろう。

本実験の無酸素条件実験は12月に行ったため、実験に使用したヤマトシジミは活性が低下しつつあった。そのため、無酸素条件とろ過速度の低下との関係については、実験によって顕著な変化を把握する事ができなかつたと考えられる。夏季を中心とした時期に再度、実験を行い検討する必要がある。

引用文献

- 相崎守弘・森岡美津子・木幡邦夫(1998)ヤマトシジミを利用した汽水域の水質浄化に関する基礎的研究。用水と排水, **40** (2): 142-147.
- 相崎守弘・福地美和(1998)ヤマトシジミを用いた汽水性汚濁水域の浄化。用水と排水, **40**(10): 894-898.
- 相崎守弘・高橋愛・山口啓子(2001)ヤマトシジミの大量斃死機構に関する基礎的研究 I. LAGUNA(汽水域研究), **8**: 31-37.
- 網尾勝・浜野龍夫・浜崎日出男・花田貴志・石飛博敏・村上雅信(1989)二枚貝の活力を何で評価するか。水産増殖, **37** (4): 281-288.
- Hochachka.P.W. (1984) 嫌気代謝: 何が変わり得るか。低酸素適応の生化学酸素なき世界で生きぬく生物の戦略(橋本周久訳), pp.15-28, 恒星社厚生閣, 東京.
- 前田伊佐武・相崎守弘・山口啓子・藤田直樹(2000)汽水湖水を連続供給した屋外水槽でのヤマトシジミの水質浄化能に関する研究。水環境学会誌, **23** (11): 716-720
- Nakamura, M, Yamamuro, M., Ishikawa, M. and Nishimura, H. (1988) Role of the bivalve *Corbicula japonica* in the nitrogen cycle in mesohaline lagoon. *Marine Biol*, **99**: 369-374.
- 中村幹雄(2000 a)宍道湖。日本のシジミ漁業, pp.187-202, たたら書房, 米子.
- 中村幹雄(2000 b)ヤマトシジミが宍道湖の窒素循環に果たす役割。月刊「水」, **10**: 16-25.
- 中村幹夫・品川明・戸田顕史・中尾繁(1997)ヤマトシジミの貧酸素耐性。水産増殖, **45** (1): 9-15.
- 根本隆夫・河崎正・根本孝(1996)湖沼におけるヤマトシジミの研究。II. 茨城内水試研報, **32**: 8-20.
- 西沢正・柿野純・中田喜三郎・田口浩一(1992)東京湾盤州干潟におけるアサリの成長と減耗。水産工学, **29** (1): 61-68.
- 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.
- 島根県水産試験場三刀屋内水面分場(1998)宍道湖におけるシジミ大量へい死対策緊急調査報告書。75 p.
- 山室真澄(1994)食物連鎖を利用した水質浄化技術。化学工学, **58**: 214-220.