

広島湾におけるマガキ血清成分の季節変化

誌名	日本水産学会誌
ISSN	00215392
著者	赤繁, 悟
巻/号	56巻6号
掲載ページ	p. 953-958
発行年月	1990年6月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



広島湾におけるマガキ血清成分の季節変化

赤 繁 悟

(1989年12月18日受付)

Seasonal Variations of Serum Constituents in the Oyster
Crassostrea gigas in Hiroshima Bay

Satoru Akashige*

Oysters *Crassostrea gigas* cultured in Hiroshima Bay were examined for several serum constituents as well as biochemical composition of soft tissues.

The level of carbohydrate in soft tissues reached a maximum (28-38% on dry basis) in May, decreasing steadily to a minimum (2-3%) in September.

Serum levels of glucose, carbohydrate, protein, non-protein nitrogen, phospholipid and triglyceride ranged 0.2-1.5, 7-46, 39-98, 1.7-5.5, 0.9-3.7 and 0.1-2.2 mg/dl, respectively. They showed essentially the same seasonal variations, having a maximum in May or June, decreasing steadily until September or October.

Close relationships were demonstrated between levels of serum constituents and the annual reproductive cycle, suggesting that the transport of serum constituents is activated in the maturing period of gonads.

マガキ *Crassostrea gigas* では生殖巣の発達に伴って、生殖腺間質結合組織等の細胞に蓄積された貯蔵物質（グリコーゲンと脂質等）の含量が低下することから、生殖巣の発達と貯蔵物質の間には密接な関係が指摘されている。¹⁻⁴⁾ 最近、マゼランツキヒガイ *Placopecten magellanicus* において血リンパ液中のタンパク質、脂質、炭水化物含量が生殖巣の発達期に高くなり、血リンパ液による生殖巣への物質輸送が明らかにされた。⁵⁾

マガキでも生殖巣発達期に血リンパ液による物質輸送の可能性が考えられるため、著者は広島湾におけるマガキ血清中の炭水化物、タンパク質、脂質含量の季節変化について研究した。

材料と方法

供試マガキ 1983年5月から1984年2月まで試験に供したマガキ *Crassostrea gigas* は、1982年夏に広島湾で天然採苗し、同年9月より大黒神島 (Fig. 1, St. 1) で養殖を開始したものである。1983年9月中旬に宮島沖 (Fig. 1, St. 2) へ移動した。一方、1984年5月から1985年3月まで試験に供したマガキは、1983年夏に同じく広島湾で天然採苗し、同年9月より大黒神島で養殖を開始したものであり、他の漁場へは移動しなかった。

原則として毎月1回、採苗器5枚に付着する養殖中

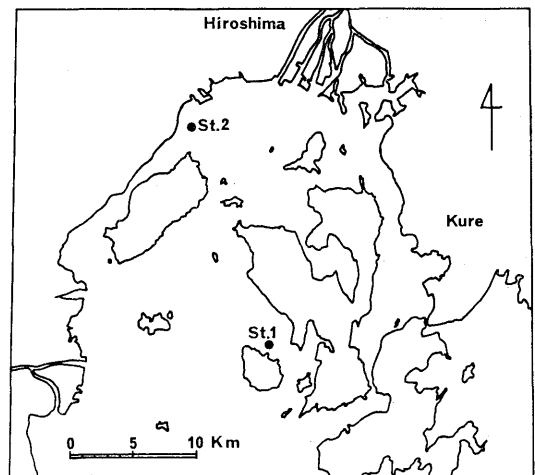


Fig. 1. Map of Hiroshima Bay showing the two locations (St. 1 and 2) where oysters used were cultured.

のマガキ (約100個体) を取り上げて、そのうちの約20個体を直ちに採血に供した。残りのカキは水産試験場へ持ち帰り、軟体部重量や一般成分等の分析に供した。

一般成分の分析 マガキの軟体部重量等を測定した後に、一般成分測定用として、軟体部を個体毎に -20°C に分析時まで凍結保存した。水分含量は、軟体部を 105°C

* 広島県水産試験場 (Hiroshima Prefectural Fisheries Experimental Station, Ondo, Hiroshima 737-12, Japan).

で恒量に達するまで乾燥して求めた。この乾燥カキについて粗脂肪と粗灰分含量をそれぞれ常法に従って求めた。炭水化物含量は別の軟体部について測定した。すなわち、0.1% 硫酸銀を含む 6% トリクロル酢酸約 80 ml を加えて、ポリトロン (KINEMATICA 製: PI 10/35) にて 1 分間ホモジナイズした後、100°C で 20 分間加熱後遠心分離 (3,000 rpm, 20 min) して、その上清に 6% トリクロル酢酸を加えて全容を 100 ml とした。⁶⁾ この溶液を蒸留水により 100 倍希釈した後、アンスロン-硫酸法によりグルコースを標準物質として炭水化物含量を求めた。⁷⁾ なお、1984 年 6 月から 9 月までは、雌雄別に成分分析を行った。タンパク質含量は乾燥重量から粗脂肪、炭水化物および粗灰分を差し引いた残りとした。

採血 ムラサキイガイ、ホヤ等の付着生物を直前に取り除いて、殻の破損していないマガキを採血用に用いた。心臓およびその周辺に傷つけないように注意して右殻を取り除き、囲心こう膜を破って拍動している心室より注射器で採血した。毎回 16~19 個体のカキより採血し、直ちに 0~5°C で保存して水産試験場へ持ち帰り、3,000 rpm で 20 分間遠心した後、上清を -20°C 以下に分析まで冷凍保存した。

血清成分の分析 総炭水化物は、アンスロン-硫酸法⁷⁾ で、その他の成分は和光純薬工業 (株) 製の臨床検査試薬により分析した。分析項目とその方法は次のとおりである。グルコース; ムタロターゼ・GOD 法, タンパク質; ビウレット法, 非タンパク態窒素 (NPN); Rappaport-梅田変法, トリグリセリド; GPO-*p*-ククロフェノール発色法, 燐脂質; 酵素法, 遊離脂肪酸; ACS-ACOD 法。マガキ血清中の各成分濃度は、人血に比べて低いため、人血の血清所要量の 10~20 倍のマガキ血清を用いて測定した。標準物質はろ過海水の溶液として標準直線を作成した。

結 果

カキの成長 生殖巣の外観的状况は以下のようであった。1983, 1984 年の両年とも、5 から 6 月にかけて生殖巣は急速に発達・肥厚した。7 月には卵・精子 (生殖素) が生殖巣に充満し、その表面を傷つければ卵や精子が流出することからみて、放卵放精直前の完熟状態であると思われた。8 月になると、放卵放精した個体が多く出現し、これらの個体では生殖巣の周辺部や外套膜は透明であった。9 月には卵や精子が再び充満しているものの、8 月同様に生殖巣の周辺部や外套膜は透明であった。1983 年 10 月には、生殖素は残存するものの外套膜は白濁し始めていた。一方、1984 年 10 月には生殖素は殆ど消失していたものの、外套膜は依然として透明で白濁していなかった。

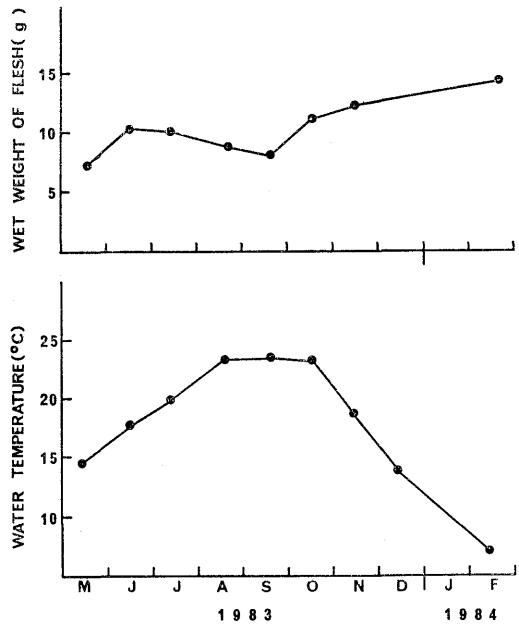


Fig. 2. Mean wet weight of oyster flesh, and water temperature during 1983-1984.

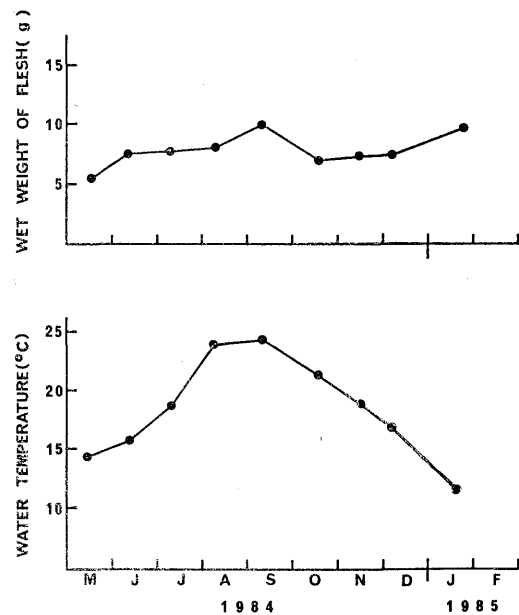


Fig. 3. Mean wet weight of oyster flesh, and water temperature during 1984-1985.

カキの軟体部平均重量の推移を Fig. 2 と Fig. 3 に示した。1983 年には軟体部重量は 6 月に 10.4 g となり、以後徐々に低下して 9 月には 8.1 g となったが、10~11 月にかけて回復した。一方、1984 年には軟体部重量は 9 月に最高で 10.1 g となった後、10 月に 7.0 g と最低と

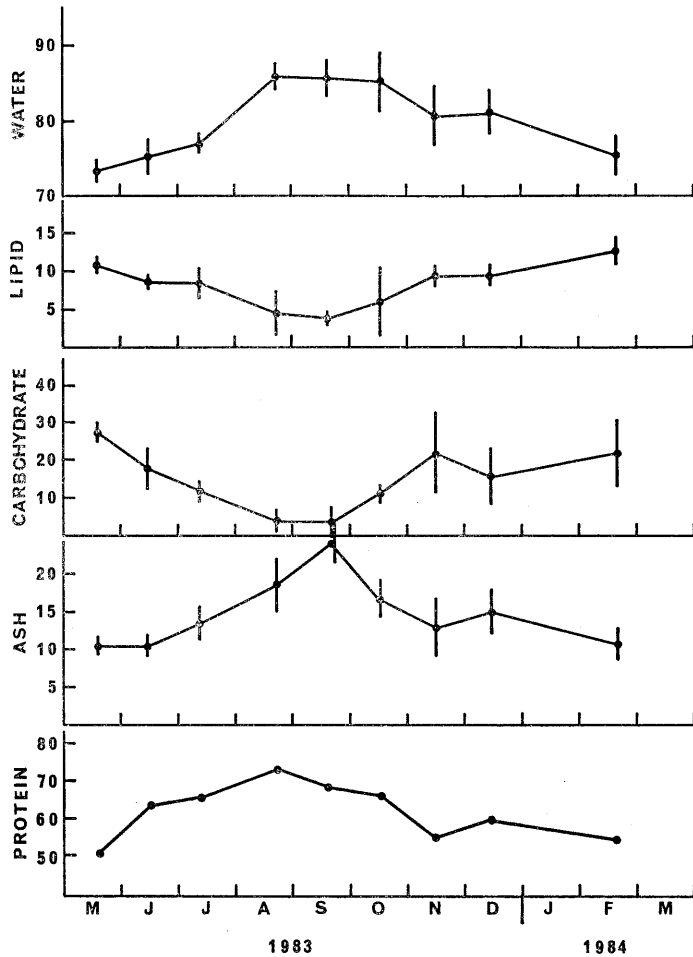


Fig. 4. Proximate composition of oyster soft tissues during 1983-1984. The content of each constituent is expressed as percentage on dry basis (mean±95% confidence limits).

なり、以後徐々に回復した。

軟体部の一般成分 一般成分の分析結果を Fig. 4 と Fig. 5 に示した。炭水化物含量は、両年も 5 月に最高で 28~38% であったものが、以後急激に減少して 8 月または 9 月に 2~3% と最低となった。10 月以後、炭水化物含量は徐々に増加した。

1984 年の雄の粗脂肪含量も炭水化物含量と同様の季節変化を示した。雌の粗脂肪含量は 1984 年 6 月から 9 月にかけて雄よりも有意に高かった。

水分含量は、炭水化物、粗脂肪とは逆の季節変化を示した。すなわち 5 月から 7 月にかけて水分含量は若干増大し、産卵後に 85% にまで増大した。その後、炭水化物および粗脂肪の蓄積に伴って水分含量も減少していった。

灰分含量は、水分含量の季節変化とほぼ同様に变化した。また、タンパク質は水分や灰分の季節変化とほぼ同様に变化した。

血清成分 血清成分の分析結果を Fig. 6 と Fig. 7 に示した。

グルコース: 両年も 5 月か 6 月には 1.2~1.4 mg/dl と最高含量になり、以後含量は低下して 9 月に 0.3 mg/dl となった。1983 年には 9~10 月に含量が一時的に増大し、以後再び低下した。1984 年にはこのような一時的な増大はなく、12 月以後は更に含量が低下して 0.2 mg/dl となった。

総炭水化物: 両年も 5 月に 42~45 mg/dl と最高含量となり、以後低下して 1983 年には 9 月に 7 mg/dl になったが、10~11 月に急激に含量が増大した。一方、1984 年にはこのような含量の増大はみられず、10 月の含量は 10 mg/dl と最低となり、以後 1 月に 13 mg/dl であったが、3 月には 25 mg/dl と再び含量が高くなり始めた。

タンパク質: 両年も 5 月に 90~100 mg/dl と最高含量となり、以後低下して 9 月又は 10 月に 40~60 mg/dl

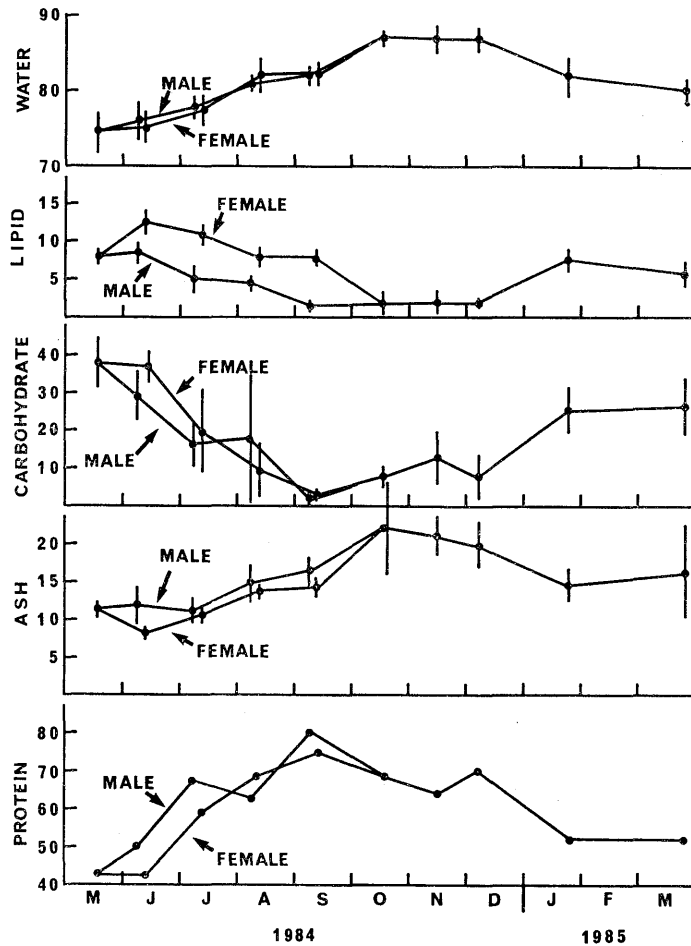


Fig. 5. Proximate composition of oyster soft tissues during 1984-1985. The content of each constituent is expressed as percentage on dry basis (mean \pm 95% confidence limits).

dlと最低となった。

NPN: NPN 含量は 1983 年には季節変化はあまり目立たなかったが、5~6 月に含量が最高となり以後低下して 8 月または 10 月に最低となった。

脂質: リン脂質とトリグリセリドは、ほぼ同じような季節変化を示した。すなわち、5~6 月に含量が高く、以後 9 月または 10 月まで含量の低下がみられた。

遊離脂肪酸は、今回の分析方法ではほとんど検出されなかった。

考 察

広島湾における生殖巣の発達 マガキの生殖巣は、水温 10°C 以上で発達し、水温 10°C を基準にして積算水温 600°C で産卵可能となる。^{8,9)} 広島湾では、2~3 月に 10°C 以下となる¹⁰⁾ので、3 月頃から生殖巣の発達が始まると考えられる。広島湾で積算水温が 600°C に達するのは、表層で 6 月 20 日頃、5 m 層で 7 月 5 日頃、

10 m 層で 7 月 15 日頃であり、マガキの産卵は 7 月から 8 月、時には 9 月に起きている。¹¹⁾ 10 月になると、生殖巣部位での軟体部横断面に占める生殖巣の面積比は、それまで 60% 前後であったものが、20% 前後まで低下する。¹²⁾ これら既往の資料と既述のようなマガキ生殖巣の外観的状况および軟体部の炭水化物含量の季節変化 (Fig. 4 と Fig. 5) から、今回試験に供したマガキの生殖巣の発達状況について次のようにまとめられよう。すなわち、生殖巣は 3 月頃から発達しはじめ、特に 5~6 月に急速に発達・肥厚した。7~9 月が産卵期であり、10 月には生殖巣は退縮するとともに、グリコーゲンの蓄積が始まったと思われる。

軟体部の一般成分 軟体部の炭水化物含量は 5 月に 28~38% と最高となった後、生殖巣の発達にもなって急激に低下し、9 月に 2~3% となった (Fig. 4 と Fig. 5)。また、軟体部の粗脂肪含量についても、雄では炭水化物含量の変化とほぼ同じように推移し、6 月に 9% で

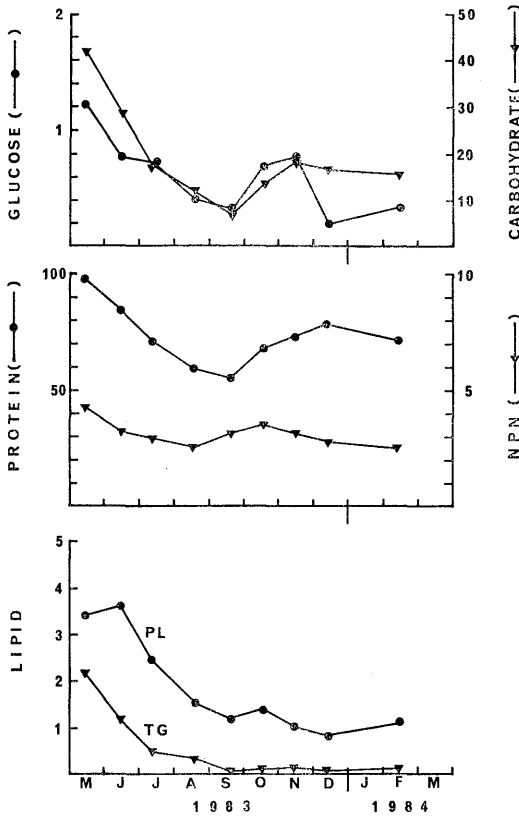


Fig. 6. Serum constituents' levels (mg/100 ml) during 1983-1984. Each time, hemolymphs' sample were removed from hearts of 16-19 individuals and pooled. The pooled hemolymphs were centrifuged at 3,000 rpm for 20 min, and the supernatant was stored frozen below -20°C until used.
 PL: Phospholipid, TG: Triglyceride, NPN: Non-protein nitrogen.

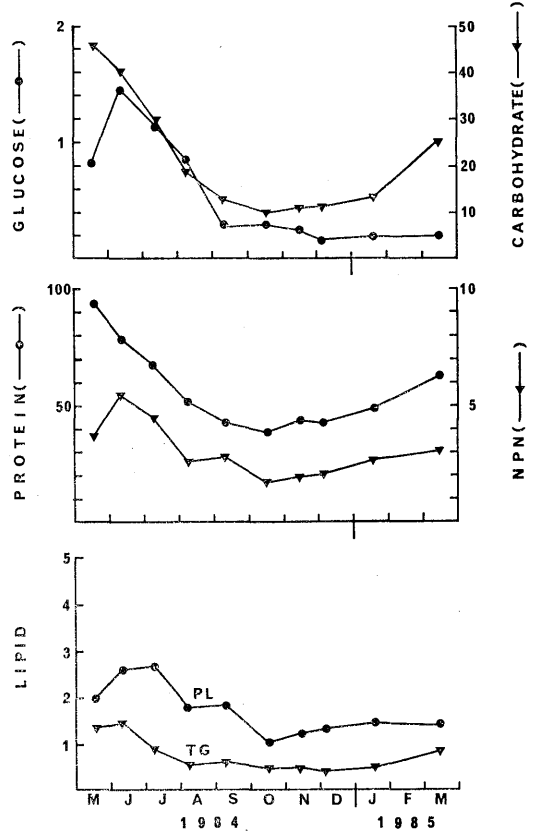


Fig. 7. Serum constituents' levels (mg/100 ml) during 1984-1985. Refer to the legend of Fig. 6 for details.

あったものが 9 月には 2% にまで低下した。一方、雌では卵巣への脂肪蓄積のため、軟体部の粗脂肪含量は、雄に比べて 6~9 月には有意に高くなっていた (Fig. 5)。

血清成分 貝類の血リンパ液中の成分含量は、撰餌¹³⁾・絶食¹⁴⁻¹⁶⁾・水温と塩分の変化^{17,18)}により、また季節的^{9,14,19)}にも変動することが知られており、貝を生息地から取り上げて血リンパ液を採取するまでの時間および取り扱い方が、成分含量の変動要因となり得ることが考えられる。そこで、著者は血液の採取をマガキの養殖場所で行い、このような成分含量の変動要因をできるだけ除くようにして、心臓血の採取を行った。

軟体部の炭水化物含量は、5 月以後に急激に低下した (Fig. 4 と Fig. 5)。一方、血清中の炭水化物、グルコース、タンパク質、非タンパク態窒素、トリグリセリドおよびリン脂質の各成分含量は 5~6 月に最高となった。

既述のように、5~6 月には生殖巣が急激に発達して成熟する時期であり、このために炭水化物即ちグリコーゲンがエネルギー源や体成分の素材として消費されるとともに、血清による物質輸送が活発であることがうかがわれる。その後も血清中の諸成分含量は依然として高いものの次第に低下して、産卵期末の 9 月または 10 月には最低となるといった顕著な季節変化を示した。

血清成分間の相関関係をみると、成分間では有意な正の相関がみられるものが多く、特にタンパク質と炭水化物、炭水化物とトリグリセリドの間で相関が高かった (Table 1 と Table 2)。これは、今回調査した各血清成分が共に生殖巣の発達と密接に関連して変化していることの反映である。

今回マガキにおいてみられた生殖巣発達期における血清成分含量の増大は、*Placopecten magellanicus*⁵⁾でもみられている。*P. magellanicus*では、生殖巣の発達期が春のプランクトン増殖と重なっており、餌から撰餌した物質を血リンパ液中の血清および血球により生殖巣へ輸送していると考えられる。また、他の貝類でも血リンパ液による物質輸送が知られている。^{13,16,20,21)} 従って、マ

Table 1. Correlation between hemolymph constituents of cultured oysters in 1983-1984

Constituent	Protein	NPN	Carbohydrate	Glucose	Phospholipid	Triglyceride
Protein		0.635	0.953**	0.691*	0.661	0.811**
NPN			0.720*	0.829**	0.580	0.738*
Carbohydrate				0.815**	0.793*	0.941**
Glucose					0.745*	0.807**
Phospholipid						0.884**
Triglyceride						

*: Significant difference at 0.05 level.

**: Significant difference at 0.01 level.

NPN: Non-protein nitrogen.

Table 2. Correlation between hemolymph constituents of cultured oysters in 1984-1985

Constituent	Protein	NPN	Carbohydrate	Glucose	Phospholipid	Triglyceride
Protein		0.792**	0.992**	0.698*	0.665*	0.943**
NPN			0.842**	0.867**	0.928**	0.864**
Carbohydrate				0.757*	0.714*	0.970**
Glucose					0.894**	0.745*
Phospholipid						0.705*
Triglyceride						

*: Significant difference at 0.05 level.

**: Significant difference at 0.01 level.

NPN: Non-protein nitrogen.

ガキ血清中の各種成分含量が生殖巣の発達期に高まるという今回の結果は、貯蔵物質またはその代謝生成物が血リンパ液に入って体内を循環して、ろ胞或いは生殖細胞へ輸送されることを示唆している。

本研究の御指導並びに校閲をお願いした広島県水産試験場楠木 豊博士に謝意を表します。また、御校閲をお願いした東北大学農学部教授野村 正博士に謝意を表します。

文 献

- 1) B. Masumoto, M. Masumoto, and M. Hibino: *J. Sci. Hiroshima Univ.*, **A4**, 47-56 (1934).
- 2) 畑中正吉: 日水誌, **9**, 21-26 (1940).
- 3) 森 勝義, 今井丈夫, 豊島清明, 白杵 格: 東北水研報, **25**, 49-63 (1965).
- 4) 森 勝義, 玉手英夫, 今井丈夫, 市川 収: 東北水研報, **25**, 65-88 (1965).
- 5) R. J. Thompson: *J. Fish. Res. Bd. Can.*, **34**, 2104-2116 (1977).
- 6) A. Kemp and A. J. M. Kits van Heijningen: *Biochem. J.*, **56**, 646-648 (1954).
- 7) J. D. H. Strickland and T. R. Parsons: *Bull. Fish. Res. Bd. Can.*, **167**, 231-234 (1968).
- 8) 大泉重一: 浅海完全養殖, 改訂版 (今井丈夫監修), 恒星社厚生閣, 東京, 1971, pp. 164-166.
- 9) R. Mann: *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, **59**, 95-110 (1979).
- 10) 橋本俊将: 広島水試研報, **16**, 45-68 (1986).
- 11) 楠木 豊, 荒谷義章: 広島水試研報, **16**, 19-31 (1986).
- 12) 楠木 豊, 赤繁 悟: 広島水試研報, **14**, 11-24 (1984).
- 13) F. E. Friedl: *Comp. Biochem. Physiol.*, **39A**, 605-610 (1971).
- 14) B. S. Vasu and A. C. Giese: *Comp. Biochem. Physiol.*, **19**, 737-744 (1966).
- 15) G. P. Hoskin and S. P. Hoskin: *Biol. Bull.*, **152**, 373-381 (1977).
- 16) W. V. Allen and H. Conley: *Comp. Biochem. Physiol.*, **71B**, 201-207 (1982).
- 17) M. L. Swift and M. Ahmed: *J. Shellfish Res.*, **3**, 45-50 (1983).
- 18) 船越將二: 全真連技術研報, **3**, 49-51 (1987).
- 19) 船越將二: 全真連技術研報, **2**, 47-51 (1986).
- 20) M. T. Vassallo: *Comp. Biochem. Physiol.*, **44A**, 1169-1175 (1973).
- 21) W. V. Allen: *Comp. Biochem. Physiol.*, **57A**, 41-46 (1977).