

## トリガイおよびアカガイ稚貝の濾過水量に 及ぼす水温の影響について

藤 原 正 夢

### Influence of Temperature on Filtration Rate of Young Cockle and Ark Shell

Masamu FUJIWARA

#### Synopsis

The filtration rates of a young cockle *Fulvia mutica* and ark shell *Scapharca broughtonii*, have been estimated by decrement of *Chaetoceros* density in tanks.

Specific filtration rates (ml/hr/mg total dry weight) of both species decreased with the growth in the shell length. Increments of the specific filtration rates with raising the temperature were high in the small shell, compared with the large shell.

Relationships among filtration rates ( $F$ : ml/hr/animal), temperature ( $T$ : °C) and shell length ( $L$ : mm) are summarized as follows:

Cockle:  $F=1.509 \times 10^{-4} T^{2.915} L^{3.463-0.056T}$

Ark shell:  $F=1.103 \times 10^{-4} T^{3.296} L^{2.778-0.042T}$

一般に二枚貝類の濾過水量は、貝の摂餌や代謝、環境に対する反応、飼育に必要な流量などを知る目的で、多くの種類で調べられてきた(辻井ら, 1957; WALNE, 1972; 楠木, 1977; 天神, 1978)。本報では、トリガイとアカガイ稚貝を Up-welling 法(西広ら, 1984; 藤田ら, 1984)や海上砂床飼育法(藤原ら, 1985)で中間育成する場合の最適注水量を推定するために、二種稚貝の濾過水量を貝の大きさ別に測定し、濾過水量に及ぼす水温の影響について調べたので、その結果について報告する。

#### 材料および方法

実験に使用したトリガイは、1984年11月に人工種苗生産し、海上砂床飼育(藤原ら, 1985)で育成したものである。またアカガイは、1984年7月に人工種苗生産し、海上 Up-welling 装置(藤田ら, 1984)により飼育したものである。

二枚貝類の濾過水量の測定法は、直接法と間接法とがあるが(辻井ら, 1957; WALNE, 1972; 楠木, 1977)、本報では止水式の間接法によった。

5 l ビーカーに精密濾過海水(濾過精度 1 μm)を入

れ、後述のとおり稚貝を收容した。そこに餌料珪藻 *Chaetoceros gracilis* (長径 4.0~5.5 μm) を約 5~8 万細胞/ml (ただし対照区は約 10 万細胞/ml) になるように懸濁させ、弱くエアレーションをしてかく拌させた。投餌してから 1 時間おきに、残餌濃度を Coulter Counter ZB 型 (100 μm アパーチャーチューブを使用) で測定し、辻井ら (1957) に従って濾過水量を算出した。測定時間は約 6 時間である。実験中 *Chaetoceros* が増殖しないように、水面照度を 50 lux 以下に保った。

サイズ別濾過水量を求めるため、トリガイの場合には平均殻長 3.6 mm の稚貝を 50 個、6.2 mm を 20 個、10.9 mm を 10 個、16.3 mm を 5 個用い、アカガイの場合には 6.3 mm を 50 個、11.2 mm を 20 個、16.0 mm を 10 個用いて実験を行った。実験中の水温を一定に保つために実験用ビーカーは、海水を張り石英管ヒーターとサーモスタットをセットした 30 l パンライト水槽に入れた。実験水温は 11°C, 15°C, 20°C および 25°C の 4 段階で、水温の低い方から順次実験を行った。第 1 日目の実験は、自然海水温とほぼ同じ 11°C で実施したが、2 日目以降は、実験水温に貝を十分順応させるため、前日の実験終了の 17 時頃から翌日の 9 時頃にかけて、水温を実

験水温まで徐々に上昇させてから実施した。また、2日  
目以降は、残餌等を除去するため、実験開始の約2時間  
前までに、飼育水を全量換水した。なお、1 mm 以上  
になると潜砂能力を有することが観察されたトリガイの  
場合には、貝を安定させ、より正常に近い実験値を得るた  
めに、実験用ビーカー中に細砂を殻長の約1.5倍の厚さ  
で敷いた。

これらの実験には、すべて対照区を設けた。実験期間  
は、トリガイでは1985年3月25日～28日、アカガイでは  
同年4月2日～5日である。

実験に用いたトリガイ100個とアカガイ110個につい  
て、それぞれの殻長と乾燥重量(110°C, 12時間乾燥)を  
測定した。さらに、濾過水量と水温の関係を調べるため  
に用いた  $Q_{10}$  値は、次式によって計算した。

$$Q_{10} = \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^{\frac{10}{t_2 - t_1}}$$

ここで  $V_1, V_2$  は各々温度  $t_1, t_2$  の

時の反応速度である。

### 結 果

ビーカー中の *Chaetoceros gracilis* の濃度は、Fig. 1 に  
示したように対照区を除いたすべての実験区で、片対数  
グラフ上で直線的に減少した。この結果から濾過水量を  
計算すると、トリガイの場合には、11°C および 25°C  
の時、3.6 mm 稚貝では各々 6.7 ml/時/個、24.4 ml/時/  
個で、16.3 mm 稚貝では各々 457.6 ml/時/個、577.7  
ml/時/個であった。またアカガイの場合には、同じく  
11°C および 25°C の時、6.3 mm 稚貝では各々 35.3  
ml/時/個、101.9 ml/時/個で、16.0 mm 稚貝では各々  
140.2 ml/時/個、512.2 ml/時/個であった。従って、トリ  
ガイ、アカガイともに濾過水量は、大型貝ほど、また水  
温が高いほど多くなった (Table 1)。なお、両種の濾  
過水量は、サイズ、水温が同じ条件下ではほぼ等しか  
った。

トリガイとアカガイの殻長 ( $L$ : mm) と乾燥重量

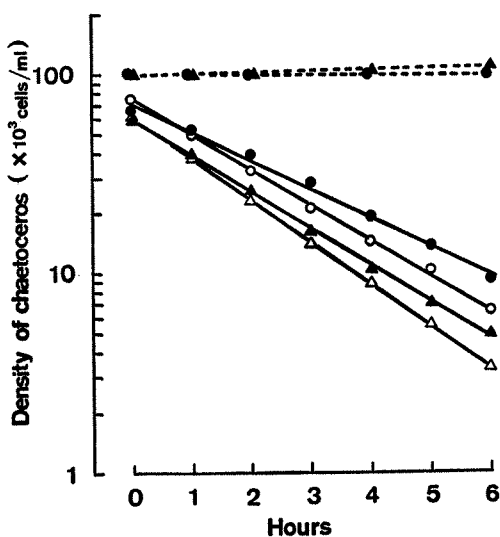


Fig. 1. Changes of density of *Chaetoceros gracilis* in the tank with ten cockles (shell length 10.9 mm) at 11°C (●), 15°C (○), 20°C (▲), and 25°C (△). Broken lines indicate the tank without the cockles at 11°C (●), and 20°C (▲).

( $W$ : g) との関係は、トリガイ:  $W=0.092L^{2.806}$  ( $r=0.996$ ), アカガイ:  $W=0.085L^{2.905}$  ( $r=0.997$ ) の曲線回  
帰式で表わされる (Fig. 2)。この式と Table 1 から、  
サイズ別に水温と単位体重当たりの濾過水量との関係を  
求めて Fig. 3 に示した。トリガイの場合には、11°C  
および 25°C 条件の時、3.6 mm 稚貝では各々 2.48 ml/  
時/mg, 9.05 ml/時/mg で、16.3 mm 稚貝では各々 2.35  
ml/時/mg, 2.97 ml/時/mg であった。またアカガイの  
場合には、同じく 11°C および 25°C の時、6.3 mm 稚  
貝では各々 2.47 ml/時/mg, 7.13 ml/時/mg で、16.0  
mm 稚貝では各々 0.64 ml/時/mg, 2.32 ml/時/mg で  
あった。従って、トリガイ、アカガイともに単位体重当た

Table 1. Filtration rate at different temperatures (ml/hr/animal).

Shell length Temperature (°C)	<i>Fulvia mutica</i>				<i>Scapharca broughtonii</i>		
	3.6±0.3 (mm)	6.2±0.5	10.9±0.6	16.3±0.5	6.3±0.4	11.2±0.4	16.0±0.5
11	6.7	30.4	167.0	457.6	35.3	119.2	140.2
15	9.2	45.8	202.7	491.0	41.1	148.1	307.1
20	15.0	76.9	210.9	342.3	79.4	252.7	495.0
25	24.4	102.2	241.1	577.7	101.9	289.4	512.2

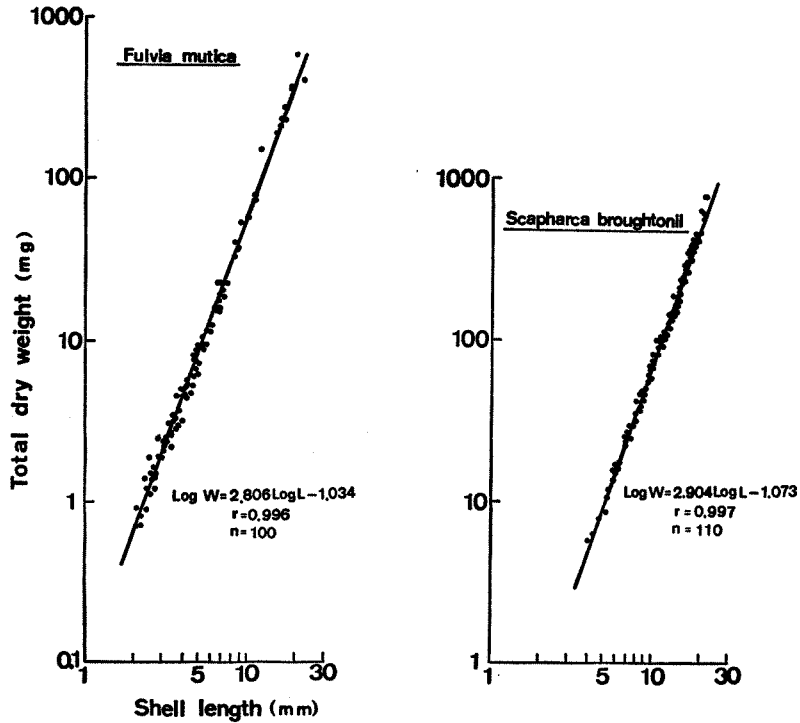


Fig. 2. Relationships between shell length ( $L$ ) and total dry weight ( $W$ ).

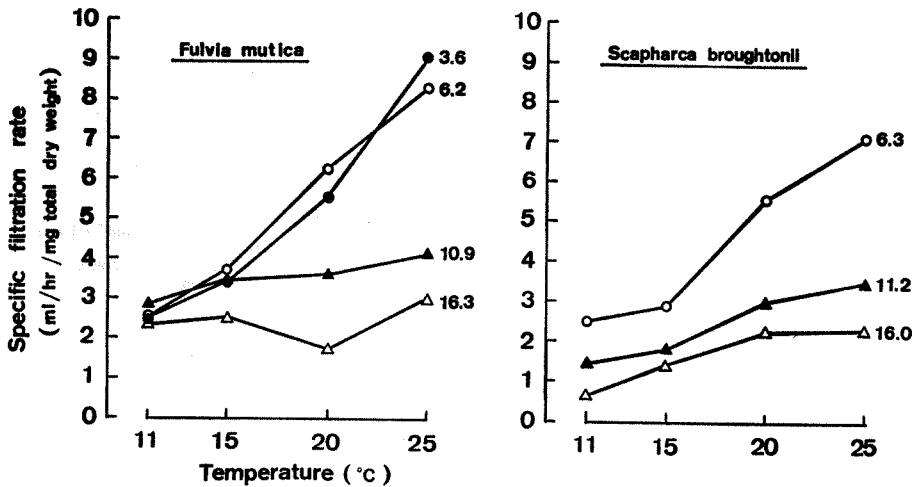


Fig. 3. Relationships between temperature and specific filtration rates at different shell lengths (numerals in mm).

りの濾過水量は、水温とは正の相関関係が、サイズとは負の相関関係があり、小型貝ほど水温の上昇に伴う増加率が大きい傾向が認められた。

殻長と濾過水量 ( $F$ : ml/時/個) との関係は、同一水温条件下において、Fig. 4 および Table 2 に示したよ

うに  $F = aL^b$  の曲線回帰式で表わされた。相関がより低く、図中の回帰直線の傾きの傾向が異なる、アカガイ 11°C 条件下の式を除いて、両種の回帰式中の定数  $a$ 、 $b$  と水温 ( $T$ : °C) の関係を調べた。定数  $a$  と水温との間には、トリガイでは、 $a = 1.509 \times 10^{-4} T^{2.915}$  ( $r = 0.988$ ),

Table 2. The relations between filtration rate ( $F$ : ml/hr/animal) and shell length ( $L$ : mm). Equations were calculated using values in Table 1.

Temperature (°C)	<i>Fulvia mutica</i>	<i>Scapharca broughtonii</i>
11	$F=0.186 L^{2.816}$ ( $r=1.000$ )	$F=2.341 L^{1.528}$ ( $r=0.962$ )
15	$F=0.347 L^{2.635}$ ( $r=0.998$ )	$F=0.815 L^{2.143}$ ( $r=1.000$ )
20	$F=0.823 L^{2.370}$ ( $r=0.990$ )*	$F=2.237 L^{1.949}$ ( $r=1.000$ )
25	$F=2.079 L^{2.024}$ ( $r=0.994$ )	$F=4.370 L^{1.723}$ ( $r=1.000$ )

\* Except for 16 mm-sized.

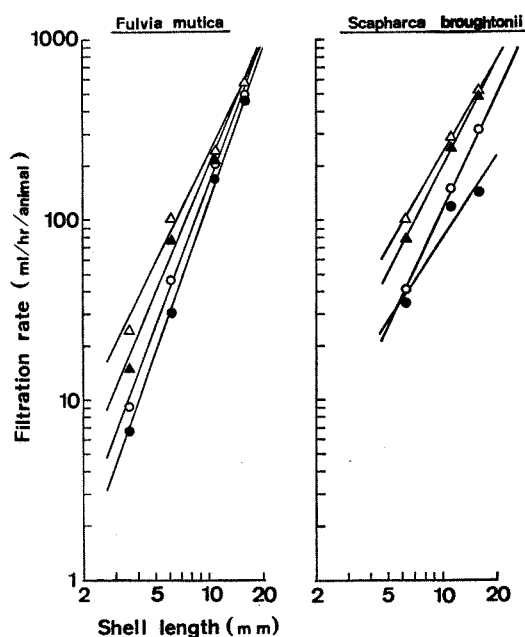


Fig. 4. Relationships between shell length and filtration rate at 11°C (●), 15°C (○), 20°C (▲), and 25°C (△).

アカガイでは、 $a=1.103 \times 10^{-4} T^{3.296}$  ( $r=0.999$ ) の関係が認められた (Fig. 5-1)。また、定数  $b$  と水温との間には、トリガイでは、 $b=3.463-0.056T$  ( $r=0.996$ )、アカガイでは、 $b=2.778-0.042T$  ( $r=0.999$ ) の関係が認められた (Fig. 5-2)。従って、トリガイ、アカガイの濾過水量 ( $F$ )、殻長 ( $L$ )、水温 ( $T$ ) との間には、

$$\text{トリガイ: } F=1.509 \times 10^{-4} T^{2.915} L^{3.463-0.056T} \quad (1)$$

$$\text{アカガイ: } F=1.103 \times 10^{-4} T^{3.296} L^{2.778-0.042T} \quad (2)$$

の関係が存在した。

両種の濾過水量の  $Q_{10}$  値を、測定誤差を少なくするため、(1)(2) 式から計算した濾過水量より求め、Table 3

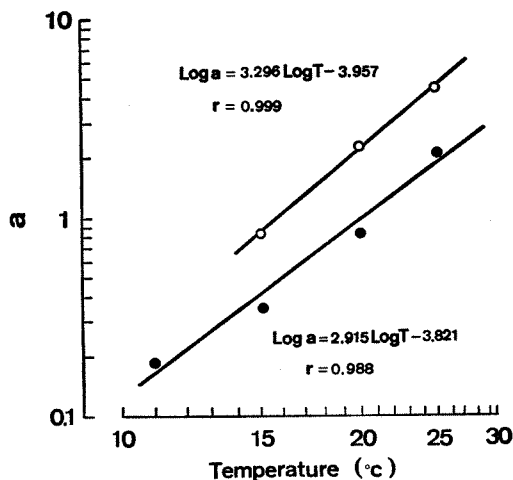


Fig. 5-1. Relationships between temperature ( $T$ ) and  $a$  of  $F=aL^b$  in Table 2. Solid circles indicate cockle and open circles ark shell.

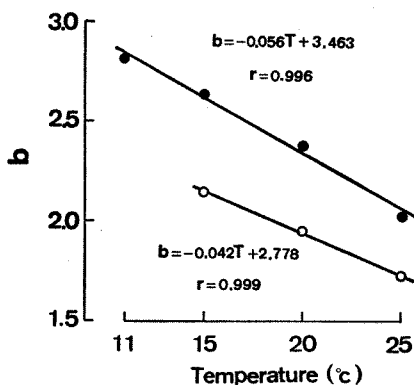


Fig. 5-2. Relationships between temperature ( $T$ ) and  $b$  of  $F=aL^b$  in Table 2.

に示した。トリガイの場合には、3.6 mm 稚貝は 11~15°C で 4.7, 15~20°C で 2.6, 20~25°C で 1.8, 16.3

Table 3. Temperature coefficients ( $Q_{10}$ ) for the filtration rate.

Temperature (°C)	<i>Fulvia multica</i>				<i>Scapharca broughtonii</i>		
	3.6 (mm)	6.2	10.9	16.3	6.3	11.2	16.0
11~15	4.7	3.5	2.5	2.0	5.9	4.7	4.0
15~20	2.6	1.9	1.4	1.1	3.1	2.4	2.1
20~25	1.8	1.3	1.0	0.8	2.0	1.6	1.4

mm 稚貝は各々、2.0, 1.1, 0.8であった。アカガイの場合には、6.3 mm 稚貝は 11~15°C で5.9, 15~20°C で3.1, 20~25°C で2.0, 16.0 mm 稚貝は各々、4.0, 2.1, 1.4であった。両種とも  $Q_{10}$  値は、高温になるほど小さく、小型貝ほど大きくなった。

### 考 察

多くの二枚貝類において、濾過水量は一定水温までは水温と正の相関関係があり(宮内, 1962; WALNE, 1972; 楠木, 1978), 単位体重当たりの濾過水量は小型個体ほど大きいことが知られている(辻井ら, 1957; 宮内, 1962; WALNE, 1972)。今回トリガイ, アカガイにおいても同じ傾向が認められた。

著者ら(1985)は、トリガイ稚貝の成長には飼育水温が大きく影響し、10~30°C の範囲内では水温が高いほど成長は良く、また小型貝ほど水温上昇に伴う成長量の増加が著しいことを報告した。また、その原因として水温条件によって餌の利用状況が変化するためではないかと推定した。単位体重当たりの濾過水量は、小型貝ほど水温の上昇に伴う増加率が大きい傾向が認められ(Fig. 3), また濾過水量の  $Q_{10}$  値(Table 3)も同傾向を示していることから、前報の水温が高い程成長が良いという結果は、濾過水量の増加と密接に関係しているものと考えられる。アカガイについても、冬期に成長が悪くなる事例(菅野ら, 1970)が知られるが、トリガイと同様の原因ではないかと推測される。

一般に生海水を利用した二枚貝類の飼育では、貝が十分成長するために必要な流量を把握することが重要である。すなわち、水中ポンプにより生海水を強制的に飼育槽に送る Up-welling 飼育(西広ら, 1984; 藤田ら, 1984), 海上砂床飼育(藤原ら, 1985)によってトリガイ, アカガイ稚貝を中間育成する場合には、サイズに応じた貝1個体当たりの最適注水量を推定することが重要となる。トリガイの海上砂床飼育(藤原ら, 1985)によれば、収容稚貝が十分成長するためには、注水量は収容

貝によるクロロフィル *a* 消費率が50%以下になるように調整することが必要である。よって、最適注水量は濾過水量の少なくとも2倍以上となる。したがって、今回算出した濾過水量と水温および殻長との関係式(1), (2)から最適注水量を求めることにより、効率的・計画的な中間育成が実施できるものとする。今後は、中間育成を実施する海域の水温および餌料量の季節変化を調べ、その海域に適した中間育成のためのマニュアル作りをして行く必要がある。

### 要 約

トリガイおよびアカガイ稚貝の濾過水量を止水式の間接法により測定し、濾過水量に及ぼす水温の影響について検討して、以下の知見を得た。

- 1) 濾過水量は大型貝ほど、また水温が高いほど多い。
- 2) 単位体重当たりの濾過水量は、小型貝ほど多く、また、水温上昇に伴う増加率は、小型貝ほど大きい傾向が認められた。
- 3) 濾過水量、殻長および水温との関係は次式で表わされる。

$$\text{トリガイ: } F=1.509 \times 10^{-4} T^{2.915} L^{3.463-0.056T}$$

$$\text{アカガイ: } F=1.103 \times 10^{-4} T^{3.266} L^{2.778-0.047T}$$

- 4) 両種稚貝の成長量は、水温条件による濾過水量の増減と密接に関係しているものと予想された。

### 文 献

- 藤田眞吾・吉田 弘・西広富夫. 1984. Up-welling System を応用した二枚貝の海上中間育成装置と飼育の試み. 栽培技研, 13(2): 29~35.
- 藤原正夢・藤田眞吾. 1985. 海上砂床飼育によるトリガイ稚貝の中間育成と母貝養成. 京都海洋センター研報, 9: 59~66.
- 菅野薄記・赤星静雄. 1970. アカガイの増殖に関する研究. 付着稚貝の調査. 青森県陸奥湾水産増殖研究所業務報告書, 11: 79~88.
- 楠木 豊. 1977. マガキの濾過水量の測定法について.

- 日水誌, 43(9): 1069~1076.
- 楠木 豊. 1978. マガキ排せつ物量と懸濁物捕捉量との関係. 日水誌, 44(11): 1183~1185.
- 宮内徹夫. 1962. アコヤガイ濾過水量 II. 濾過水量におよぼす水温と比重の影響. 水産増殖, 10(3): 7~13.
- 西広富夫・吉田 弘・藤田真吾. 1984. 生海水を使った海上 Up-welling 装置によるトリガイ稚貝の飼育. 栽培技研, 13(1): 21~27.
- WALNE, P.R. 1972. The influence of current speed, body size and water temperature on the filtration rate of five species of bivalves. J. mar. biol. Ass. U.K., 52: 345~374.
- 天神 愷. 1978. ホッキガイ人工採苗研究一Ⅱ 稚貝の濾水速度. 福島水試研報, 5: 83~84.
- 辻井 禎・大西侯彦. 1957. アコヤガイの濾過水量及び捕食の実験的研究 I. 濾過水量について. 国立真珠研報, 3: 194~201.