北海道苫小牧におけるバカガイの年齢と成長

櫻井 泉

(1992 年 8 月 17 日受付)

Age and Growth of the Sunray Surf Clam *Macra chinensis* in Tomakomai, Southwest Hokkaido

Izumi Sakurai*

The age and growth of the sunray surf clam *Macra chinensis* in Tomakomai were studied by measuring shell rings. Monthly measurement of shell increment from the last ring indicated ring formation to occur annually from November to January when seawater temperature dropped below about 10°C, and thus to be regarded as an age indicator. Age at the first ring formation was estimated at 0 by observing the shell rings of newly settled clams. Age was determined by counting the number of rings, and the relationship between age and shell length was expressed using von Bertalanffy's growth equation: $L_t = 78.31 [1 - \exp\{-0.67(t - 0.34)\}]$, L_t being shell length (mm) at age t (years).

バカガイ *Macra chinensis* は、サハリン、北海道から九州、中国、朝鮮半島および沿海州の浅海砂泥底に生息する漁獲対象の二枚貝であり、¹⁾ 北海道では年間約 800 ~ 1,300 トン (1985~1989 年) が漁獲されている。²⁾

北海道におけるバカガイについては、これまでに産卵期、^{3,4)} 生殖周期、⁴⁾ 成熟サイズ^{3,4)}および分布様式⁵⁻⁷⁾が研究されている。また、本種の成長に関しては、石狩湾産バカガイについて殻表面にみられる輪紋から年齢査定を試みた結果⁸⁾が報告されている。ところが、この報告では、バカガイの輪紋が形成される時期およびその周期性が検討されていない。そこで本研究では、苫小牧におけるバカガイの輪紋形成過程を周年にわたって追跡し、輪紋の年齢形質としての有効性を検討した。さらに、輪紋を用いて本種の年齢と成長の関係を調べた。

実験方法

バカガイの殻表面には、同心円状の細かい輪脈のほか、に段差状の明瞭な輪紋が観察される (Fig. 1)。これらが年齢形質として有効であるかを検討するために、1990 年 3 月~1991 年 3 月に原則として毎月 1 回、苫小牧沿岸 (42°37'N, 141°36'E) の水深 5~10 m 域において、ウバガイ操業用の噴流式桁網 (桁網 1.2 m, 網目合 90 mm) を用いて殻長 60 mm 以上の個体を採集した。このうち、殻の縁辺成長量を求めるため、輪紋数が 4~5 本の個体を毎回 15~25 個体用いた。また、第 1 番目の輪紋が形

Fig. 1. *Macra chinensis*. Upper view (A) and outside view (B) of the right valve of a clam from Tomakomai in August 1991.

r_n ($n=2-7$) indicates the n -th ring as clear rings could be distinguished from other innumerable fine rings. Scale bars represent 20 mm length.

成される年齢を検討するために、1990 年 9 月~1991 年

* 北海道立中央水産試験場 (Hokkaido Central Fisheries Experimental Station, Hamanaka, Yoichi, Hokkaido 046, Japan).

3 月の間に 3 回、水深 3~11 m 域において、小型桁網（桁幅 0.5 m、網目合 4 mm）を用いて、当年発生個体を採集した。1991 年 8 月には、水深 7 m 域において、前述の噴流式桁網（桁幅 1.2 m、網目合 70 mm）を用いて殻長 30~85 mm の個体を合計 353 個体採集し、年齢と成長の関係を求めた。

供試個体について殻長を 0.1 mm 単位で測定した後、軟体部を取り除き、殻を市販の塩素系漂白剤で洗浄した。これを風乾後、殻表面にみられる輪紋を数計し、これらが形成された時の殻長を 0.1 mm 単位で測定した。殻の縁辺成長量として、採集時および最終輪紋形成時の殻長の差を計算した。供試個体の雌雄の判別は、生殖腺の肉眼観察により行なった。

1990 年 1 月~1991 年 3 月の月別水温については、苫小牧沿岸の水深 10 m 層における北海道開発局苫小牧港湾建設事務所の観測結果を引用した。

結 果

輪紋の形成時期 殻の縁辺成長量の月別変化を Fig. 2A に示した。縁辺成長量の値は、3~5 月はほとんど変化しなかったが、6 月から次第に上昇し、10 月に最大となった。その後、この値は低下し、1 月に最小となった。1~3 月の縁辺成長量には、ほとんど変化がみられな

Fig. 2. *Mactra chinensis*. A: Mean monthly marginal growth of shells.

Vertical bars represent standard deviations. B: Monthly change in seawater temperature at a 10 m depth layer in Tomakomai (Based on data from the Hokkaido Development Agency).

Table 1. Number of individuals with first ring formation on shell of newly settled clams *Mactra chinensis* sampled from September 1990 to March 1991

Shell length (mm)	Sep. 4	Dec. 14	Mar. 25
0-5	0 (39)	—	4 (4)
5-10	0 (5)	134 (147)	8 (8)
10-15	—	183 (192)	31 (31)
15-20	—	32 (36)	13 (13)
20-25	—	—	—

Values in parentheses represent number of specimens examined.

った。このように、殻の縁辺成長量には、1 年周期の変化が認められた。また、縁辺成長量の値は、輪紋が殻縁部に形成された直後であれば小さく、逆に形成される直前であれば大きくなるので、輪紋は 11~1 月にかけて形成されると推定できる。

1990 年 9 月~1991 年 3 月に採集された当年発生個体のうち、輪紋が観察された個体数を殻長別に整理したのが Table 1 である。9 月に採集された当年発生個体には輪紋がみられなかったが、12 月に採集された当年発生個体の約 93% には輪紋がみられた。さらに、1991 年 3 月に採集された当年発生個体には、すべて輪紋がみられたことから、第 1 番目の輪紋は 0 歳時に形成されると考えられた。

成長様式 1991 年 8 月に採集されたバカガイの各輪紋形成時の平均殻長を雌雄別に比較したところ、有意差は認められなかったので (Mann-Whitney U-検定, $P > 0.05$), 雌雄を込みにして各輪紋形成時の平均殻長を計算

Fig. 3. *Mactra chinensis*. Growth curve obtained using von Bertalanffy's growth equation and mean shell length.

Vertical bars represent standard deviations.

Table 2. Mean shell length and standard deviations at each shell ring for clams *Macra chinensis* sampled in August 1991

Number of rings	N	Shell length _r (mm)								
		L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆	L ₇	L ₈	L ₉
2	48	4.2±2.2	40.5±5.5							
3	145	3.4±2.2	40.0±4.3	59.6±3.8						
4	74	3.2±1.5	41.1±3.9	62.0±2.8	68.3±3.2					
5	12	3.9±2.2	35.7±6.1	61.0±5.9	70.9±3.5	75.9±3.6				
6	8	3.8±1.5	35.5±5.8	58.5±5.3	66.7±3.3	71.4±2.8	73.6±2.5			
7	23	4.0±1.6	37.3±6.3	58.6±4.6	67.7±2.8	72.6±2.5	75.2±2.5	76.9±2.7		
8	35	4.1±1.4	36.7±5.3	56.0±4.5	66.4±2.7	72.3±2.6	74.9±2.7	76.8±2.5	78.4±2.7	
9	8	3.3±1.0	38.9±5.0	58.2±4.6	65.9±3.8	70.9±2.8	73.5±2.9	75.2±2.6	76.8±2.5	78.3±2.6
Mean		3.6±1.9	39.5±5.0	59.7±4.3	67.8±3.3	72.7±3.1	74.7±2.7	76.7±2.6	78.1±2.6	78.3±2.6
N		353	353	305	160	86	74	66	43	8

L_r (r=1-9) indicates shell length at the r-th ring. N represents number of specimens examined.

した。その結果を Table 2 に示した。この値を用いて Walford の定差方程式を導き、(1) 式に示す von Bertalanffy の成長式を得た。

$$L_r = 78.31[1 - \exp\{-0.67(r-0.92)\}] \quad (1)$$

ここで L_r は、輪紋数 r の時の殻長 (mm) である。求めた成長曲線は、観測値に対して非常によく適合している (Fig. 3)。

水温の変化 苫小牧海域の水深 10 m 層における 1990 年 1 月～1991 年 3 月までの水温の月別変化を Fig. 2B に示した。最低水温は 3.0°C (1990 年 3 月) であり、最高水温は 20.2°C (9 月) であった。水温の上昇は 4 月 (5.6°C) から始まり、6 月には 10°C、7 月には 15°C を超え、9 月 (20.2°C) をピークに下降した。

考 察

多くの二枚貝類では、殻の表面に輪紋が周期的に形成され、これが年齢査定に用いられている。⁸⁻¹²⁾ 本研究からバカガイの輪紋は 1 年 1 本、11～1 月に形成され、これを年齢形質とみなせることが明らかになった。輪紋が形成される原因としては繁殖、⁸⁾ 水温低下⁹⁻¹¹⁾ および高温^{11,12)} 等による成長の停滞が知られている。バカガイの繁殖期は、苫小牧では 7～9 月⁴⁾ であることから、本種の輪紋形成に繁殖は直接関係していないと思われる。このことは、繁殖に参加しない当年発生個体⁴⁾ に輪紋が観察されたことから裏付けられる。ところで、本種の殻の縁辺成長量と水温の変化を比較すると、成長量の値は水温の上昇とともに増加し、水温が下降し始めてから 1 カ月後に低下したことがわかる。さらに、成長量の顕著な増加は、水温が約 10°C 以上の 6～10 月にみられ、水温が約 10°C 以下の 11～5 月にはみられなかった。すなわち、殻の成長は水温変化に同調しており、バカガイの輪紋は、水温が約 10°C を下回った時に起こる成長の

停滞によって形成されると考えられる。

輪紋数を年齢に置き替えるには、繁殖期および輪紋形成時期を知る必要がある。苫小牧におけるバカガイの繁殖期は 8 月⁴⁾ であり、第 1 番目の輪紋は 0 歳時に形成され (Table 1)、輪紋の形成は 1 月で完了する (Fig. 2A)。したがって、繁殖期と輪紋形成時期のずれの年数は 0.58 年となる。この年数をもとに (1) 式を補正し、年齢 t 時の殻長 Lt の関係式 (2) を得た。

$$L_t = 78.31[1 - \exp\{-0.67(t-0.34)\}] \quad (2)$$

これを成長曲線として Fig. 3 に図示した。(2) 式より満 1, 3, 5, 7 および 9 歳時の殻長を算出すると、それぞれ 28.0, 65.1, 74.9, 77.4 および 78.1 mm となる。

ところで、成長式に含まれる成長係数は、曲線の立ち上がりの速さを表すパラメータであり、この値が大きいほど若齢時に最大到達殻長に漸近し、その後の成長が頭打ちになることを意味する。本研究から苫小牧におけるバカガイの成長係数は、0.67 と算出された。この値を北海道で漁獲されている他の潜砂性二枚貝の成長係数と比較すると、例えば上磯産ウバガイ *Pseudocardium sybilae* および知内産サラガイ *Megangulus venulosus* では、それぞれ 0.43^{12,18)} および 0.14⁹⁾ と計算されており、いずれもバカガイより小さい。また、ウバガイやサラガイでは 20 歳以上の個体の採集例が報告されているが、^{9,14)} バカガイでは、本研究に用いた個体の最大輪紋数をみてもわかるように、10 歳以上の個体は採集されなかった。このことは、バカガイの寿命がウバガイやサラガイに比べて短いことを示唆しており、上述した成長係数も合わせて考えると、バカガイは北海道で漁獲される潜砂性二枚貝の中では、成長が頭打ちになる年齢が早く寿命が短い種と言えよう。

現在、苫小牧では殻長 60 mm 以上を目安にバカガイを漁獲している。これは約 3 歳に相当する大きさである

が、漁獲サイズを殻長 60 mm に設定した根拠はさほどないようである。さらに、年間の許容漁獲量は、ウバガイの資源管理に準じて総資源量の 10% 以内に設定されている。しかし、バカガイとウバガイは上述のように成長および寿命が著しく異なるので、今後バカガイ個体群の構造および動態を含めた生活史を明らかにし、本種の成長および繁殖様式に見合った資源管理の方策を検討する必要がある。

謝 辞

本報告にあたり、本文を校閲のうえ、有益なご助言を賜った北海道大学水産学部教授中尾 繁博士および同助教授五嶋聖治博士に深く感謝申し上げます。また、標本の採集と測定にご協力頂いた苫小牧漁業協同組合安田有造次長ならびに漁業者の方々、北海道立函館水産試験場室蘭支場の阿部英治科長、蔵田 護研究員および北海道原子力環境センター 宮本建樹科長に深くお礼申し上げます。

文 献

- 1) 波部忠重: 日本産軟体動物分類学。二枚貝綱/掘足綱。北隆館、東京、1977, pp. 178-180.
- 2) 水島敏博: 道南日本海のバカガイ (エゾバカ) 資源。北水試だより, 17, 9-12 (1992).
- 3) 富田恭司: エゾバカガイに関する二、三の知見。北水試月報, 31, 8-14 (1974).
- 4) 櫻井 泉, 蔵田 護, 宮本建樹: 苫小牧におけるバカガイの産卵期について。日水誌, 58, 1279-1283 (1992).
- 5) 林 忠彦, 川村一広, 横山善勝, 花田 正: 石狩町エゾバカガイ漁場調査。北水試月報, 22, 447-469 (1965).
- 6) 林 忠彦, 寺井勝治, 有馬健二: 八雲沿岸におけるウバガイ *Spisula sachalinensis* (SCHRENCK) の浮遊稚貝および底棲稚貝についての研究。北水試報告, 7, 8-71 (1967).
- 7) 櫻井 泉, 宮本建樹, 高橋和寛: 北海道苫小牧沿岸におけるホッキガイ漁場の環境特性と二枚貝の分布。北水試研報, 36, 39-59 (1991).
- 8) W. R. Coe: Nutrition, growth and sexuality of the pismo clam (*Tivela stultorum*). *J. Exp. Zool.*, 104, 1-24 (1947).
- 9) 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, 40, 23-33 (1991).
- 10) J. A. Stevenson and L. M. Dickie: Annual growth rings and rate of growth of the giant scallop, *Placopecten magellanicus* (Gmelin) in the Digby area of the Bay of Fundy. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 2, 660-671 (1954).
- 11) 丸 邦義, 小原昭雄: ホタテガイ *Patinopecten yessoensis* (Jay) の生態に関する研究, I. 成長と年輪形成について。北水試報告, 7, 72-83 (1967).
- 12) 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, 42, 39-48 (1992).
- 13) Y. Kato and I. Hamai: Growth and shell formation of the surf clam, *Spisula sachalinensis* (Schrenck). *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* 25, 291-303 (1975).
- 14) 木下虎一郎, 川村一広: ホッキガイの寿命について。北水試月報 16, 139-141 (1959).