

サザエの生態学的研究

III. 初期成長と密度変化*

山崎 明人**†・石渡 直典**

Population ecology of the spiny turban shell *Batillus cornutus*

III. Early growth and change of density*

Akihito YAMAZAKI**† and Naonori ISHIWATA**

Abstract: The early growth and the change of density of the spiny turban shell *Batillus cornutus* (LIGHTFOOT) are obtained during the period from November 1981 to August 1983 from size-frequency analysis of the natural population in a subtidal zone of marine preserves on the Pacific coast of Chiba Pref., Japan. In these waters the animal reaches a mean shell height of 12 mm at 1.0 year, 33 mm at 2.0 years, and 50 mm at 3.0 years. Juvenile shells of less than 12 mm in shell height live densely inside the association of articulated coralline algae (Corallinoideae), and they will move from this habitat to the outside of the association when they attain a size of 12 to 33 mm. They will stay in this area for early growth and move gradually to the waters of more than 10 m depth before the third summer.

前報 (山崎・石渡, 1987 a, b) では殻高 10 mm 未満のサザエ稚貝が潮下帯の有節サンゴモ群落内に、殻高 10 mm 以上のサザエが群落外に多数生息していることを明らかにした。本報では調査現場の潮下帯を占める有節サンゴモ群落内外両域において、サザエを連続採集し、殻高頻度分布を求め、年級群に分解し、初期成長と密度変化を調べ、成長に伴う生息場所の変化を検討し、二三の新知見を得たので、その概要を報告する。

1. 調査方法

1981年11月から1983年8月までの期間、東京水産大学小湊実験場地先の潮下帯 (Fig. 1) の有節サンゴモ群落内外両域で、スキューバ潜水によって調査を行った。

有節サンゴモ群落内調査は上記期間中10回行った。あ

らかじめ、潮下帯に水深と底質に応じて16地点 (Fig. 1, a~p) を選定し、各地点付近の有節サンゴモ群落内に方形枠 (30×30 cm, 1981年11月の調査のみ50×50cm) を置き (Table 1)、稚貝が脱落しないように留意しながら、大形ピンセットを用いて、枠内のすべての有節サンゴモを仮根ごと岩面から剥離して採集した。採集したあとに残る砂泥やデトリタスを水中ポンプを使用して採集した。ポンプには市販のビニール製手動式石油ポンプの管を切って短くした改造専用品を使用した。このポンプの出水口につけた木綿袋の中に堆積物などが採集できる。海藻と堆積物を別々に、また、調査地点ごとにポリ袋に入れて実験室に持ち帰り、淡水で洗滌し、動物を分離仕分けし、10%ホルマリンで固定した。サザエ類については、種の同定後、実体顕微鏡測定装置を用いて、殻高を測定した。

有節サンゴモ群落外調査は上記期間中5回行った。潮下帯に4基点 (Fig. 1, w~z) を取り、そのうち3基点 (w~y) では基点から東南東へ、残りの1基点 (z) では基点から南南西へロープ (約 100m) を海底に張り、4定線 (Fig. 1, A~D) を設置した。これらの定線に沿って、基点から延長方向に向かって右側 1 m の範囲内に

* 1986年12月1日受理 Received December 1, 1986

** 東京水産大学, 〒108 東京都港区港南4-5-7
Tokyo University of Fisheries, Konan-4, Minato-ku, Tokyo, 108 Japan

† 現所属: 千葉県水産試験場, 〒295 千葉県安房郡千倉町平磯

Present address: Chiba Prefectural Fisheries Experimental Station, Chikura, Chiba, 295 Japan

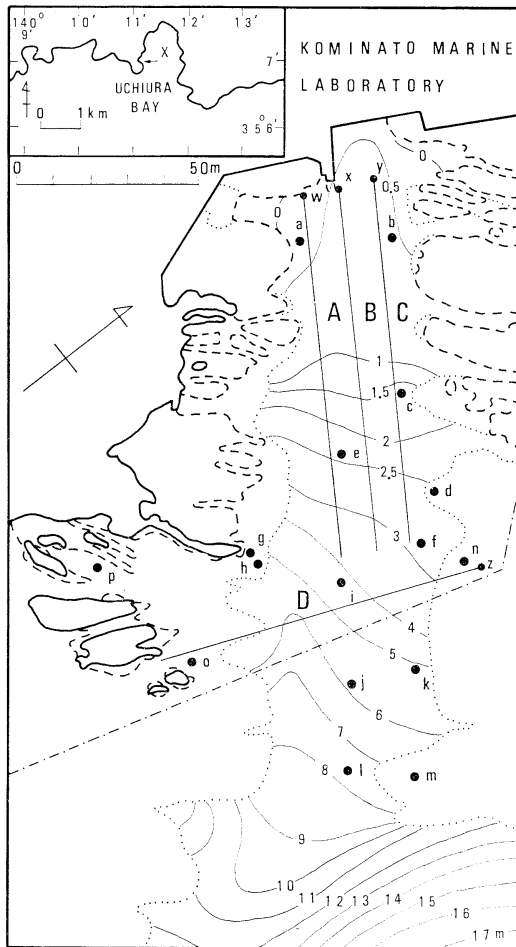


Fig. 1. Sampling stations and transects for investigation of the spiny turban shell in a subtidal zone (indicated by arrow in top map) on the coast of Uchiura Bay (cross in top map), Chiba Pref. Solid circle (a-p), station for sampling of the juvenile and young shells in the inside of the association of articulated coralline algae; solid line (A-D), transect for sampling of the young shells in the outside of the association. Solid bold line, tide line at mean high water; broken line, tide line at mean low water; dotted line, boundary between rocky bottom and boulder area; chain line, limit (part) of the preserves; solid thin line, isopleth in meter; w-z, fiducial points of transects A, B, C and D respectively.

生息するすべてのサザエを採集した。採集物を実験室に持ち帰り、ノギスを用いて殻高を測定し、採集地点付近に放流した。

有節サンゴモ群落内外両域の調査から得られた標本を調査ごとに2mm間隔の階級別に殻高頻度分布を求め、これを年級群に分解し、各年級群の動向から、初期成長と密度変化を調べた。

2. 調査結果

有節サンゴモ群落内外両域の殻高頻度分布 (Fig. 2) から見ると、群落内の形態は単峰型であり、各年級群は明瞭に分離している。群落外の形態は概して多峰型であり、各年級群を区別することができる。群落外の殻高頻度分布について、赤嶺 (1985) のプログラムによって年級群に分解した。群落内外両域について、年級別に殻高の平均値、標準偏差および組成個体数を求めた (Table 2)。1981年11月有節サンゴモ群落内に出現した平均殻高1.7mm、平均密度3.7個体/枠の群は、当年産卵した1981年級群であるが、この群は翌年の1982年8月には群落内で11.3mm、1.9個体/枠になった。その後、この群は群落外に出現し始め、翌年の1983年8月には群落内からほとんど消滅し、群落外に出現し、33.3mm、602個体/全トランセクトになった。また、1982年11月群落内に平均殻高1.7mm、平均密度6.3個体/枠で出現した1982年級群も翌年の1983年8月には群落内で12.0mm、1.6個体/枠になり、成長と密度変化において1981年級群とほぼ同様の傾向を示した。また、1982年8月群落外に平均殻高34.8mm、763個体/全トランセクトの顕著な峰が出現するが、この時期に1981年級群は13.0mmに達しているため、この峰は明らかに1980年級群である。その後、この群は密度を激減しながら成長し、翌年の1983年4月には45.4mm、158個体/全トランセクトになった。

以上の結果を取りまとめ、各年級群の動向 (Fig. 3) について見ると、各年級群は有節サンゴモ群落内外両域を通して連続して変化している。千葉県千倉では産卵盛期は8~9月 (山本・山川, 1985) であるため、平均殻高は満1年で約12mm、2年で33mm、3年で50mmになった。

次に、8月下旬を基準にとり、年齢に対して調査ごとの平均殻高を図示し、これに逐次回帰法により Bertalanffy, Logistic および Gompertz の成長式を当てはめた (Fig. 4)。実測値と各成長曲線との残差平方和は Bertalanffy 曲線では77.5、Logistic 曲線では75.2、

Table 1. Number of quadrats (see text for size) in sampling stations (a-p, Fig. 1) of juvenile shells in the inside of the association of articulated coralline algae.

Station	Date									
	22 Nov. '81	3-4 Feb. '82	11-14 Apr. '82	5-7 Jun. '82	19-20 Aug. '82	3-4 Nov. '82	25-26 Jan. '83	14-18 Apr. '83	9-11 Jun. '83	25-28 Aug. '83
a	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2
b	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2
c	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2
d	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2
e		1	2	2	2	1	1	1	2	2
f	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2
g		1	2	2	2	1	1	1	2	2
h		1	2	2	2	1	1	1	2	2
i		1	2	2	2	1	1	1	2	2
j								1	1	1
k								1	1	1
l										1
m										1
n					2		1	1	1	1
o					2		1	1	1	1
p										2
Total	5	9	18	18	22	9	11	13	22	26

Gompertz 曲線では51.4となり、Gompertz 曲線が最もよく適合した。

さらに、有節サンゴモ群落内における0年貝の調査地点別密度分布 (Table 3) では、0年貝は潮下帯の群落内に広く分布しているが、その中でも湾口部 (Fig. 1, f~p) の群落内に比較的高密度で生息している傾向が認められた。

3. 考察

本地先における本種の初期成長は上述の通りであり、調査期間中の本地先の環境の総体を象徴的に表わしていると考えられる。これを既往の調査結果 (Tables 4~5) と対比すると、蓋内面の年輪による阿部 (1952) の山形県飛島地先、宇野 (1962) の青森県今別、大間越地先、新潟県稲鯨地先および山形県香頭浜地先のものとは大差がない。蓋内面の年輪による宇野 (1962) の兵庫県香住地先、須川・川村 (1982) の青森県深浦地先、貝殻表面の年輪による網尾 (1955) の山口県吉見地先、貝殻表面の成長線による宇野 (1962) の千葉県小湊地先、静岡県須崎地先および漁獲物の殻高頻度分布の解析による伏見ら (1978) の静岡県田牛地先のものとは著しい差異がある。また、本調査結果は、人工採苗サザエの飼育実験による中川ら (1967)、野中 (1968)、寺尾ら (1970)、松

岡 (1975)、西村 (1975)、遠山 (1980)、梶川 (1981)、角田ら (1983)、市川 (1983) および二島 (1984) のものとよく近似している。

本地先の潮間帯の有節サンゴモ群落内に高密度で出現した0年貝は、満1年直前に密度が急減し、2年目までに群落内からほとんど消滅する。群落内における密度の急減にやや遅れて、群落外における1年貝の密度が激増している。このことは群落内に生息していた0年貝が満1年直前から2年にかけて、群落外へ生息場所を変えたものと推測される。この生息場所の変化は成長に伴う食性の変化や食物要求の増大に関連して起こる移動であると考えられる。さらに、群落内に出現した2年貝は、満2年から3年にかけて、密度が急減している。このことは群落外に生息していた2年貝が満2年から3年にかけて、沖合・深所へ生息場所を変えたものと推測される。宇野 (1962) は同地先のサザエの生態について調べ、小型貝は浅所に生息しているが、成長するに伴い沖合・深所へ移動することを示唆している。山本・山川 (1985) によれば、千葉県千倉ではサザエの成熟は殻高50~60 mm以上である。このことから見ると、満2年から3年にかけては成熟直前期にあたり、この生息場所の変化は成熟に関連して起こる移動であると考えられる。

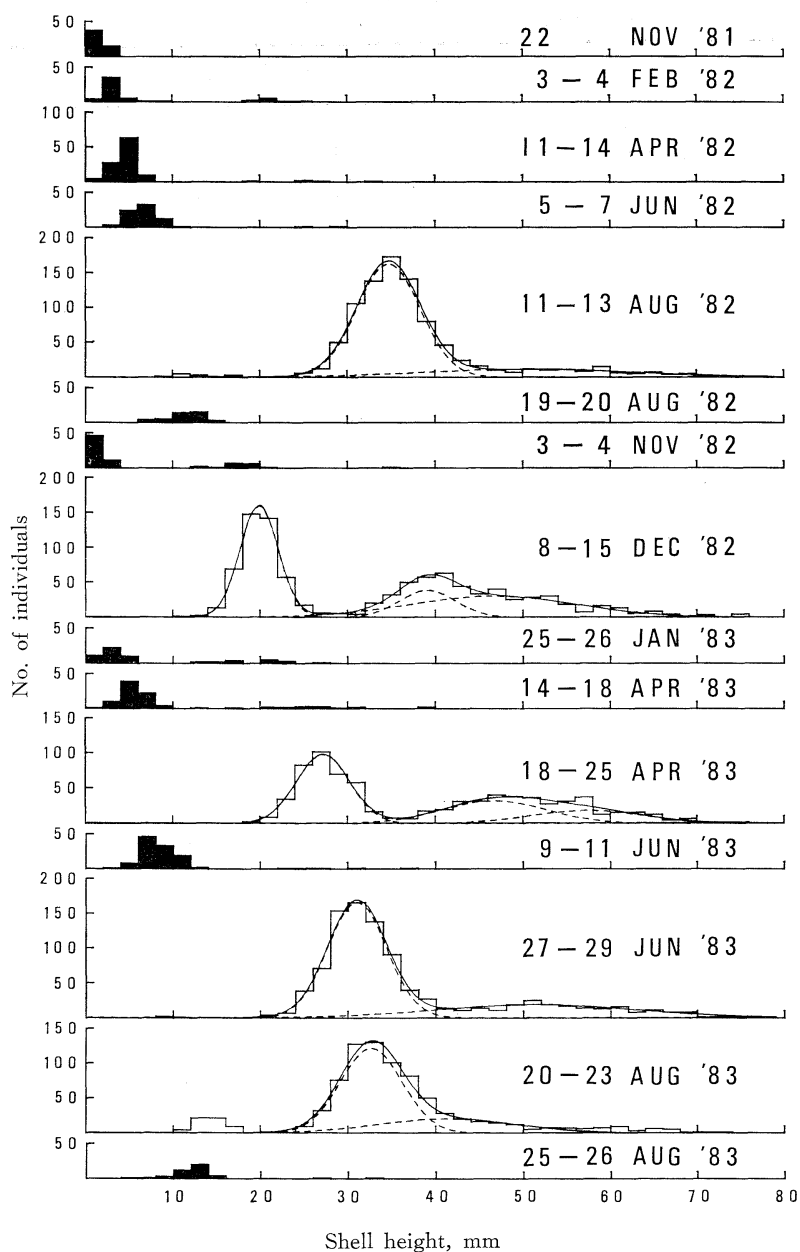


Fig. 2. Seasonal change in the shell height frequency distributions of the spiny turban shell. The histograms show the observed frequency in the inside of the association of articulated coralline algae (black parts) and the outside of the association (white parts). The broken lines are the normal curves fitted to each year group by the AKAMINE'S program and the solid lines are the sum of the normal curves.

Table 2. Results of the size-frequency analysis of the spiny turban shell in the inside and outside of the association of articulated coralline algae. Q, quadrat; T, transect. Figures in parentheses, mean number of individuals per quadrat.

Item	Date	Year class				Remarks
		1979	1980	1981	1982	
Mean shell height \pm SD, mm	Nov. '81			1.7 \pm 0.4		Q
	Feb. '82		21.2 \pm 1.9	3.2 \pm 1.2		Q
	Apr. '82		25.8 \pm 4.1	4.4 \pm 1.3		Q
	Jun. '82		26.4 \pm 2.4	6.4 \pm 1.6		Q
	Aug. '82	53.3 \pm 8.9*	34.8 \pm 3.7	13.0 \pm 2.3		T
	Aug. '82			11.3 \pm 2.0		Q
	Nov. '82			17.3 \pm 2.1	1.7 \pm 0.4	Q
	Dec. '82	47.3 \pm 10.2*	39.3 \pm 3.3	19.9 \pm 2.3		T
	Jan. '83			19.2 \pm 3.7	3.0 \pm 1.0	Q
	Apr. '83			24.3 \pm 4.6	5.4 \pm 1.6	Q
	Apr. '83	54.9 \pm 7.2*	45.4 \pm 5.1	27.3 \pm 2.9		T
	Jun. '83			28.8 \pm 5.0	8.2 \pm 1.8	Q
	Jun. '83		52.7 \pm 9.2*	31.2 \pm 3.5		T
	Aug. '83		48.5 \pm 10.1*	33.3 \pm 3.7	14.2 \pm 1.5	T
	Aug. '83			29.9 \pm 3.8	12.0 \pm 2.0	Q
Composition, number of individuals	Nov. '81			52(3.7)**		Q
	Feb. '82		9(1.0)	46(5.1)		Q
	Apr. '82		5(0.3)	103(5.7)		Q
	Jun. '82		2(0.1)	72(4.0)		Q
	Aug. '82	131*	763	13		T
	Aug. '82			41(1.9)		Q
	Nov. '82			17(1.9)	57(6.3)	Q
	Dec. '82	352*	169	443		T
	Jan. '83			17(1.6)	43(3.9)	Q
	Apr. '83			15(1.2)	76(5.9)	Q
	Apr. '83	227*	158	375		T
	Jun. '83			5(0.2)	109(5.0)	Q
	Jun. '83		227*	720		T
	Aug. '83		153*	602	55	T
	Aug. '83			2(0.1)	41(1.6)	Q

* Excluding year groups of plural. ** Reduced value.

Table 3. Mean number of individuals per quadrat (30 \times 30 cm) of 0-year-old shells in the inside of the association of articulated coralline algae. —, no investigation in concerned station.

Station	Date							
	Nov. '81*	Feb. '82	Apr. '82	Jun. '82	Nov. '82	Jan. '83	Apr. '83	Jun. '83
a	4	3	2	5	3	7	3	0.5
b	4	0	0.5	0.5	3	2	1	1
c	7	4	3	4	4	1	5	4
d	9	4	2.5	1.5	8	3	5	3
e	—	3	9.5	5	9	6	5	5
f	28	4	6.5	3.5	2	6	8	7
g	—	8	7	10	6	1	10	1
h	—	10	9.5	3	16	7	4	7
i	—	6	11	3.5	6	5	10	7
j	—	—	—	—	—	—	4	14
k	—	—	—	—	—	—	16	22
l	—	—	—	—	—	—	—	—
m	—	—	—	—	—	—	—	—
n	—	—	—	—	—	5	4	2
o	—	—	—	—	—	0	1	0
p	—	—	—	—	—	—	—	—

* Size of quadrat: 50 \times 50 cm.

Table 4. Local growth data of the spiny turban shell given by researchers.

Researcher Locality	Shell height (mm)				Age standard
	Age				
	1	2	3	4	
ABE (1952) Tobishima, Yamagata Pref.		31-42	46-50	51-60	Year mark on operculum
AMIO (1955) Yoshimi, Yamaguchi Pref.	25	45	56	75	Year mark on shell
UNO (1962) Imabetsu, Aomori Pref.	10.3	23.9	41.6	56.1	Year mark on operculum
Omagoshi, Aomori Pref.	11.6	34.0	48.6	60.1	Year mark on operculum
Kozunohama, Yamagata Pref.	13.9	35.6	—	—	Year mark on operculum
Inakujira, Nigata Pref.	14.8	29.2	45.3	60.4	Year mark on operculum
Kasumi, Hyogo Pref.	20.4	42.8	58.3	—	Year mark on operculum
Suzaki, Shizuoka Pref.	33.2	63.2	92.2	—	Daily growth line on shell
Kominato, Chiba Pref.	25.2	50.7	78.1	103.9	Daily growth line on shell
FUSHIMI <i>et al.</i> (1978) Tōji, Shizuoka Pref.	49.5	65.3	79.7	92.6	Size composition
SUGAWA & KAWAMURA (1982) Fukaura, Aomori Pref.	26.1	38.9	49.2	65.5	Year mark on operculum

Table 5. Local growth data of the juvenile spiny turban shell in rearing experiments. Shell size (mm) is given by height except the case in diameter (figure with asterisk).

Researcher Locality	Shell size						Remarks
	Age						
	0.5	1	1.5	2	2.5	3	
NAKAGAWA <i>et al.</i> (1967) Shizuoka Pref.	2.9*						
	2.8*						
	3.7*						
	2.1*						
NONAKA (1968) Izu, Shizuoka Pref.		11					
TERAO <i>et al.</i> (1970) Yamaguchi Pref.		9.8*	13.7*				
MATSUOKA (1975) Kyoto Pref.		11.2					
NISHIMURA (1975) Hachijo, Tokyo		11.7		32.5		49.3	
		12.4		29.4			
		14.3					
TOYAMA (1980) Chiba Pref.	3.6	16.4	28.3	38.2			
KAJIKAWA (1981) Tottori Pref.	3	10	17	38			
		27	34				Warm up water in winter
KAKUDA <i>et al.</i> (1983) Yamaguchi Pref.		9.4					
ICHIKAWA (1983) Ehime Pref.	2.3						
NISHIMA (1984) Fukuoka Pref.	1.3	7.7					

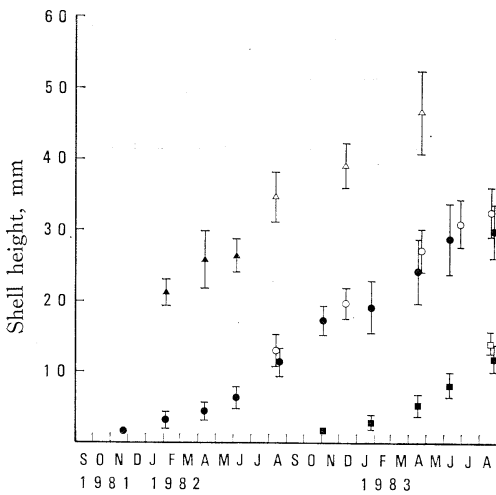


Fig. 3. Growth of successive year group of the spiny turban shell. Solid triangle, the mean shell height of 1980 year group in the inside of the association of articulated coralline algae; open triangle, the mean shell height of 1980 year group in the outside of the association. Solid circle, the mean size of 1981 year group in the inside of the association; open circle, the mean size of 1981 year group in the outside of the association. Solid square, the mean size of 1982 year group in the inside of the association; open square, the mean size of 1982 year group in the outside of the association. Vertical lines through marks are standard deviations.

文 献

阿部 襄 (1952): 飛鳥産サザエ, *Turbo (Batillus) cornutus* SOLANDER の成長について. 日水研創立3周年記念論文集, p. 7-14.
 赤嶺達郎 (1985): Polymodal な度数分布を正規分布へ分解する BASIC プログラムの検討. 日水研報, (35), 129-160.
 網尾 勝 (1955): サザエ *Turbo cornutus* SOLANDER の成長並びに棘の消長について. 農水講研報, 4, 57-68.
 伏見 浩, 影山佳之, 松原壮六郎 (1978): サザエの漁獲管理に関する研究-I. 下田市田牛地先におけるサザエ資源の動向特に年級群の交代と生残り, 成長について. 静岡水試研報, (12), 15-34.
 市川 衛 (1983): VIII. サザエ種苗生産. 昭57年度愛媛水試事報, p. 161-164.
 梶川 晃 (1981): サザエの種苗生産について. 鳥取水試報, (23), 23-30.
 角田信孝, 由良野範義, 井上 泰, 国近正雄 (1983): サザエの種苗量産技術開発研究. 昭57年度山口外海

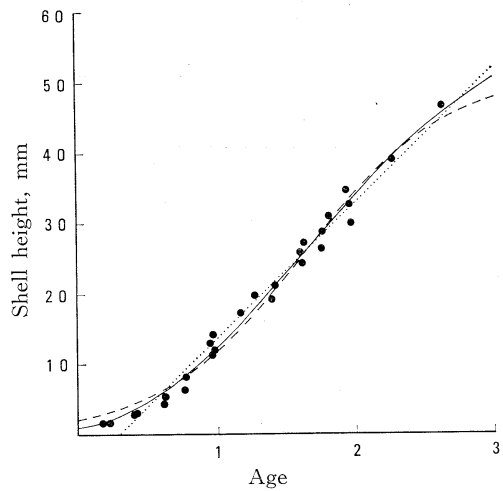


Fig. 4. Growth curves fitted to each observed mean shell height of the spiny turban shell by the method of successive regression. Dotted line, Bertalanffy curve; broken line, logistic curve; solid line, Gompertz curve.

水試事報, p. 61-68.

松岡祐輔 (1975): サザエの種苗生産研究-II. 昭48年度京都水試報, p. 199-201.
 中川征章, 野中 忠, 平井 享, 佐々木 正 (1967): サザエの種苗生産 (稚貝の成長). 昭41年度静岡水試事報, p. 141-143.
 二島賢二 (1984): サザエの種苗量産化技術開発試験-I. 昭57年度福岡水試研業報, p. 143-151.
 西村和久 (1975): 伊豆諸島における貝類増殖に関する研究, サザエ. 東京水試出版物通刊, (259), 29-39.
 野中 忠 (1968): サザエの種苗生産と増殖. 養殖, (5), 64-66.
 須川人志, 川村 要 (1982): サザエ増殖試験. 青森水増事業概要, (11), 231-234.
 寺尾百合正, 角田信孝, 中村達夫 (1979): サザエの種苗生産研究. 昭44年度山口外海水試事報, p. 24-27.
 遠山忠次 (1980): サザエの種苗生産研究. Ocean Age, (2), 59-66.
 宇野 寛 (1962): サザエの増殖に関する基礎研究-I 特に生態と成長の周期性とに関して. 東水大特別研報, 6 (2), 1-76.
 山本哲生, 山川 紘 (1985): サザエ *Turbo (Batillus) cornutus* の生殖巣成熟に関する研究. 日水誌, 51, 357-364.
 山崎明人, 石渡直典 (1987a): サザエの生態学的研究 I. 生息場所の生態的特性. うみ, 25, 124-136.
 山崎明人, 石渡直典 (1987b): サザエの生態学的研究 II. 稚貝の生息場所. うみ, 25, 184-189.