

サザエに関する既往知見と問題点*

翠 川 忠 康

国の指定を受け実施した「サザエの成熟・産卵に関する研究」の中で、これまで（1984）に発表されたサザエに関する文献について整理すると共に今後解明してゆかなければならない問題点について検討したのでここに報告する。これまでサザエはアワビ類との比較で発表されたものはあるが、サザエ単独で生態等を論じている報告は少なく、種苗生産に関するものがほとんどである。需要の増大から漁獲努力が強まり資源が減少している現在、アワビ類同様栽培漁業の適種と考えられるので、全国的な取り組みが望まれる。

I 生物学的知見

1 分類

- 1) 学名 *Batillus cornutus* (LIGHTFOOT) 新
Turbo cornutus SOLANDER 旧

- 2) 標準和名 サザエ

3) 分類学的研究 軟体動物門，腹足綱，原始腹足目，リュウテン科に属し，同属のものにはチョウセンサザエ，ヤコウガイ，コシダカサザエ等日本近海に約12種類が棲息する。本種の殻表にみられる棘の有無については種々の論議があり，遺伝性を重視する説もあるが明確でない。

2 分布

1) 地理的分布

外洋性沿岸海域に分布し，日本海側では北海道西南にある小島対岸以南，太平洋側では茨城県以南に分布するが南限は明確でない。伊豆諸島では三宅島が南限である。国外では朝鮮半島南部に棲息する。主な産地は静岡・三重・石川・島根・山口・長崎・愛媛等である¹⁾。近年の府県別漁獲量変動を表1に示した。

表1 海区別県別のサザエの漁獲量 (昭和40年～昭和58年) (単位：トン)

海区・県		年度																		
		40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58
北海道		1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10	2
太平洋北区		0	0	13	4	1	5	0	0	2	2	2	6	4	2	0	2	3	12	
太平洋中区	千葉県	256	185	134	122	188	255	187	150	301	795	1309	884	856	1160	1474	1306	1207	1191	1070
	東京都	2	25	10	8	29	6	2	3	3	24	48	32	15	10	25	36	14	9	12
	神奈川県	606	453	302	220	291	288	174	216	267	399	256	136	152	278	266	277	346	298	205
	静岡県	288	295	209	170	448	678	571	771	1525	1043	993	839	826	538	340	531	395	213	268
	愛知県	11	9	7	19	8	1	1	—	—	11	3	1	17	2	4	5	11	6	4
三重県	834	936	758	699	810	790	589	567	469	343	582	534	318	394	609	595	402	416	466	

* サザエ増殖技術開発研究費による。

表1 つづき

年度 海区・県		40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58
		太平洋 南区	和歌山	8	21	42	26	83	173	212	266	299	221	272	222	128	91	119	43	11
徳島	196		137	108	190	211	162	173	236	217	165	171	120	142	141	112	62	20	31	54
高知	3		2	5	4	3	5	11	11	31	31	22	12	16	9	7	3	3	4	6
愛媛	45		36	34	48	70	37	60	94	164	70	94	29	29	19	28	25	26	32	44
大分	154		139	158	218	255	281	266	300	222	389	392	368	203	153	139	108	109	110	123
日本海 北区	大宮	25	31	39	35	51	53	39	41	24	21	17	1	0	2	1	1	1	1	2
	青森	54	61	56	37	22	16	5	21	39	34	31	52	16	82	126	131	84	135	184
	秋田	59	66	56	35	39	26	58	136	223	96	170	125	159	105	114	121	78	199	175
	山形	30	9	14	18	27	22	39	61	94	97	79	65	39	52	106	81	61	57	52
	新潟	83	103	110	125	114	97	115	159	312	278	286	421	399	489	626	653	532	708	707
日本海 西区	富山	3	2	3	8	6	6	20	41	25	13	13	24	30	22	16	18	28	23	21
	石川	60	79	83	140	135	194	365	560	778	699	418	460	391	390	434	497	442	338	347
	福井	152	234	282	366	332	294	273	331	328	291	241	295	252	274	304	281	271	286	268
	京都	92	100	117	190	218	181	131	162	182	182	207	184	152	167	193	192	161	158	114
	兵庫	35	42	41	53	65	63	62	76	57	38	60	75	73	73	76	67	91	73	56
東シナ 海区	鳥取	10	18	15	20	40	36	46	32	35	32	42	58	121	172	120	117	171	145	68
	島根	374	435	484	811	669	807	678	714	608	628	684	940	895	837	687	613	406	286	217
	山口	551	658	758	905	853	932	876	861	791	897	992	1147	1142	1274	1278	1106	982	901	515
	福岡	115	135	150	178	156	146	183	206	238	198	237	207	269	483	418	461	618	550	281
	佐賀	44	63	78	123	194	90	162	121	123	164	198	201	195	162	144	172	103	58	43
瀬戸内 海区	長崎	1573	1504	2077	2073	1754	1672	1743	1783	1613	1356	1262	1378	1744	1835	1982	1705	1551	1593	1020
	熊本	31	31	30	85	99	69	69	33	72	32	37	42	47	38	37	20	14	16	9
	鹿児島	4	15	4	1	6	4	8	8	7	18	13	6	5	17	10	11	4	2	6
	和歌山	36	38	30	54	59	32	23	34	40	48	35	52	47	29	20	7	7	11	11
	大阪	0	—	0	—	—	—	2	—	—	—	1	—	—	—	—	0	0	0	0
	兵庫	95	83	58	75	78	88	64	37	52	38	25	80	49	34	19	44	22	18	34
	岡山	5	9	4	—	11	12	13	16	16	21	16	9	8	11	3	4	8	7	9
	広島	9	7	13	18	21	24	14	17	8	9	11	9	10	5	7	7	13	11	10
	山口	286	372	389	377	337	296	261	240	135	168	186	185	311	253	220	190	162	126	41
	徳島	421	301	174	249	261	177	196	171	250	288	216	162	136	85	74	49	37	63	88
香川	10	13	10	16	18	15	11	17	21	47	36	24	30	29	14	31	32	24	28	
愛媛	281	255	299	344	420	477	445	541	568	703	615	531	506	455	542	549	500	401	289	
大分	33	28	43	27	79	65	129	83	61	116	72	86	96	67	60	127	123	70	30	
計		6877	8415	7211	8096	8461	8575	8336	8853	10216	10005	10344	9998	9830	10239	10761	10243	9134	8881	7120

農林統計漁業養殖業生産統計年報による。

2) 深淺分布

潮干帯から水深20m位までに分布し、主に5~10m帯に棲息するが、稚貝は浅所に、成貝は深所に分布する²⁾。

3) 分布制限要因

分布の北限は5℃前後の水温が3ヶ月、南限は26℃以上の水温が3ヶ月の長期間続く所であり、これらの水温和持続がサザエの棲息に影響していると考えられている²⁾。特に幼生、稚貝の生存限界が分布を制限していると考えられる。

3 生殖

雌雄異体で生殖巣は肝臓を包むような形で発達し、雌の生殖巣は深緑色、雄は白色を呈する。産卵期は地域により異なるが水温和20～25℃に上昇又は20℃に下降する時期で5～9月の間にあり、同一個体が数回産卵する³⁾。静岡県田牛地先のサザエ孕卵数は $1.062 \times 10^{-2} \times L^{4.462}$ ($L = \text{mm}$)で表わされ、生物学的最小型は殻高80mm(3令)で、全孕卵数の約80%を4～5令時に生産する⁴⁾としているが、西日本での生物学的最小型は殻高40～50mm(3令)と考えられている⁵⁾⁶⁾。(人工種苗では満2年での産卵を観察している。)

4 成長

1) 成長率

宇野²⁾によればサザエの成長様式には

- (1)日本海型：冬期低水温時に成長が停止するか、非常に少なくなり、春夏の水温和上昇時に成長が増大する。
- (2)太平洋型：水温和関係なく一様に成長する。
- (3)内湾型：高水温時に成長が低下する。

の3つの型があるとし、年間の成長量は殻高10mm以下では著しく遅いが、その後外海に移行すると急激な成長を示し、殻高80mm以上になると再び成長は悪くなる。(図1) また水温和13℃以下では成長はほとんど停止している。

2) 年令と殻高

年令査定法は殻高の頻度分布から取り扱う方法⁷⁾と貝殻表面及び蓋の裏面に現われる休止帯による方法⁶⁾⁸⁾⁹⁾があるが、蓋に現われる休止帯の出現率は棲息域により異なり、95%以上の出現率を示す

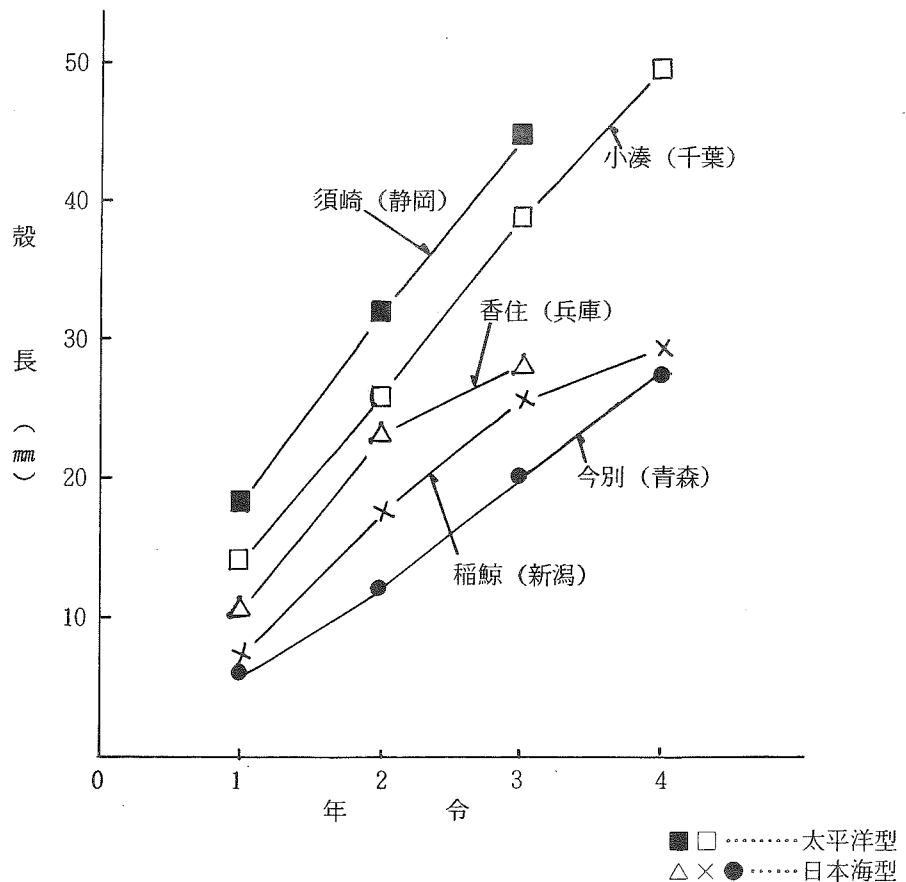


図1 各地の天然サザエの成長 (宇野 1962)

のは青森～石川県までの日本海のもの為主であり、太平洋沿岸のものでは規則正しい休止帯はほとんどみられない。休止帯の成因は高温・低温・産卵期等の成長低下によると考えられている。

休止帯は海域によって明瞭なところと不明瞭なところがあり、これを年令査定に使用すると誤差が大きいという。寿命についての知見はみあたらない。

年令と殻高の関係については下記の関係式が求められている他、表2に示すような値が得られている。

$$Lt = 105 (1 - e^{-0.223(t+0.2188)}) \quad \text{福岡県馬島}^{10)}$$

$$Lt = 151 (1 - e^{-0.226(t+0.44)}) \quad \text{静岡県下田}^{11)}$$

$$Lt = 120 (1 - e^{-0.4464(t+0.1022)}) \quad \text{和歌山県加太}^{12)}$$

表2 サザエの年齢別殻高 (mm) (日水資保協会資料)

場所	年齢	1	2	3	4	5	6	7
飛鳥		—	31～42	46～50	51～60	61～67	63～73	—
小湊		25	51	78	104	—	—	—
今別		10	24	42	56	—	—	—
稲鯨		15	29	45	60	—	—	—
吉見		10～30	25～55	45～80	70～110	—	—	—
田牛		50	65	80	93	104	115	125

3) 殻高と重量

殻高と重量の間には相関が認められるが、海域によって異なる。

$$\text{山口県}^{6)} \quad W = 0.0002192 H^{2.848}$$

$$\text{静岡県}^{13)} \quad W = 0.000175 H^{3.069}$$

$$\text{徳島県}^{5)} \quad \log W = -3.522 + 2.9442 (\log L)$$

$$\text{富山県}^{14)} \quad W = 0.2888 Lt^{2.8862}$$

$$\text{鳥取県}^{9)} \quad W = 5.0 \times 10^{-4} \times L^{2.8}$$

$$\text{和歌山県}^{12)} \quad W = 0.975 L^{2.682}$$

4) 代謝

酸素消費量は日没後から急に上昇し、日没後2時間で最大となるがこれは行動及び摂餌活動の活発化に伴う現象と考えられる²⁾。酸素消費量は平均重量223gのもので18.5～31.6 cc/kg/h (水温20.8～25.0℃)、平均重量105gで21.0～43.6 cc/kg/h (水温20.3～24.0℃)であり、飼育水中の溶存酸素量が1cc/lまで低下してもあまり影響はない¹⁵⁾。また空気中での活力は15.7℃で約5日間生存する¹⁶⁾。

5) 摂餌

アワビ類と同様、歯舌によって匍匐期幼生時～殻高20mm前後までは主として付着珪藻を、成貝は主として褐藻類(アラメ、カジメ、コンブ、ホンダワラ、ヒロメ、ワカメ)・テングサ類・石灰藻

翠川：サザエに関する既往知見と問題点

類・アオサ類を摂餌する。

京都海セ¹⁷⁾が行なった天然貝の胃内容物調査では、餌料環境にもよるが、一番多いのはホンダワラ類，以下アミジグサ，有節石灰藻，テングサ類，ユカリ，アナアオサ，ウミウチワの順となり，飽食量は殻付重量の2%位，また1日の摂餌量は水温25℃で殻付重量の3.5%，同19℃では1.8%位であった。（表3，4，参照）

表3 磯地先におけるサザエ胃内に見出された海藻類

海藻名	階級	調 査 月											
		7月	8月	9月	10月	12月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	
ホンダワラ類	4	+	+		++++	++++	++++	+++	+		+	+	
	3		+		+	+		+	+		+	+	
	2		+	++++					++++		+	+	
	1	++++		+			+	+			++	+	
アミジグサ類	4		+		+++	+			++	+		++	
	3		+		+++	+			+	+	+	++	
	2	++	+	++	++	++		+	+	+	++++		
	1	+	++	++	++	+		++	++	+			
有節サンゴモ類	4		+		++++	+++					+		
	3	+	++	++++	+++						+		
	2	+	+	+	++	++		+++	++	++++	++	++++	
	1	+++	+		+++	+++	++++	++	+	++	++	+	
テングサ類	4	+								++			
	3		+										
	2		+								++		
	1		+	++++			++	++	+		+	++	
ユカリ	4							+	+				
	3												
	2							+	+				
	1			??		+++			+++	++		+	
アナアオサ	4							+			+		
	3								++		+		
	2												
	1												
ウミウチワ類	4												
	3												
	2			+									
	1					+		+					
カシラザキーヒルナミマクラ型 コザネモ型 イトグサ-ヒメコク型 糸状体型	4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	
	3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	2	+	-	+	-	-	-	-	+	+	-	+	
	1	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	
上記以外の出現類	4		スガモ型	スガモ型		ジャバラノリ	ジャバラノリ	ソゾ・ヤナギノリ型	不明紅藻	ソゾ・ヤナギノリ型 ホソサミノハナ ハイウスツリ シオグサ型 ウミフシナミ ドロ? イギス類 ワツナギソウ	ソゾ・ヤナギノリ型 ホソサミノハナ シオグサ型 ハイウスツリ スガモ型 不明紅藻	ハイウスバノリ ワカナギソウ 不明紅藻	
	3												
	2												
	1												

表 4 サザエ個体調査結果

採取年月日 1975年 8月11日

No.	殻蓋径 mm	殻高 mm	体重 g	肉重 g	♂ ♀	身入度 %	飽食度	胃内容重量 g	胃内容/体重 %	胃内容/肉重 %
1	28.2	70.6	76	28		37	11	1.35	1.8	4.8
2	25.1	60.0	50	18		36	9	0.95	1.9	5.3
3	25.9	67.0	60	19		32	9	0.95	1.6	5.0
4	26.0	63.8	58	19		33	10	1.6	2.8	8.4
5	27.0	66.8	70	19		27	3	0.25	0.3	1.3
6	25.0	63.7	57	19		33	4	0.45	0.8	2.4
7	26.6	69.3	68	20		29	1	0.15	0.2	0.8
8	27.3	68.4	66	23		35	9	1.45	2.2	6.3
9	27.7	67.8	67	23		34	8	1.05	1.6	4.6
10	28.4	65.8	72	22		31	9	1.55	2.2	7.0
11	28.3	70.7	73	22		30	7	0.75	1.0	3.4
12	27.0	63.3	60	20		33	6	0.75	1.3	3.8
13	27.7	63.2	70	23		33	7	0.75	1.1	3.3
14	27.3	65.6	65	21		32	8	0.75	1.2	3.6
15	27.1	64.2	57	20		35	3	0.5	0.9	2.5
平均	27.0	66.0	64.6	21.1		33	7	0.88	1.4	4.2
偏差	±1.1	±3.0	±7.3	±2.5		±3		±0.45	±0.7	±2.1

餌料種類別に飼育すると形成される貝殻の色彩は異なり、アラメ、アオサ、配合飼料では灰白色、テングサ類では緑黒褐色、ホンダワラ類では褐色となる^{18) 19)}。

摂餌量は1kgの増重にアラメ、カジメが17.3kg必要とされているが²⁰⁾、これよりもかなり多量が必要とするものとする。

5 棲場と移動

1) 棲場

(1) 稚貝 (0~1令)

福岡県馬島¹⁰⁾では水深+0.5~-0.5mのところでは表面がウニ穴、亀裂等小さな凹凸に富んでおり、比較的平坦な岩盤域でフサイワズタあるいは有節石灰藻がジュートン状に着生した所に多く棲息する。

富山¹⁴⁾では殻高10~30mmの稚貝がガラモ場の海藻根元、窪み、溝等に多く、30~40mmの稚貝は溝に多く、海藻の根元にも観察されるが比較的少ないとしている。しかし穴の多い漁場では35~55mmの貝はその穴に入っているものが多かった。

太平洋側では潮干帯の潮留りや、比較のおだやかな水深0~2mのテングサ場に棲息している例が多い²⁾。

(2) 成貝

水深3~20mのガラモ場、カジメ場等に棲息するが主に5~10mの水深帯に多い。これは餌料藻類との関係と考えられる¹²⁾。

2) 移動

小型サザエは浅所に多く、成長につれて沖合深所に移動する²⁾。移動距離は水槽実験の例では1日平均244m、1時間最大4.5mであり²⁾、天然漁場では1日平均1m、1時間最大0.4mが観察された²¹⁾。

6 資源解析

1) 資源量変動

サザエは漁獲変動の大きな種とされているが、その原因としては人為的なものよりも産卵期中の海況に大きく影響され特にその海域の流向及び水温により豊凶が著しい²²⁾と考えられている。伊豆半島¹⁴⁾での漁獲変動は数年間隔で発生する卓越年級群の大きさにより決まり、大型個体を漁獲する沖あるいは深い漁場ではその変動が大きく現われる。静岡県田牛における漁獲物組成を図2に示したが、1963年に発生した単一年級群が'67~'69年の3年間漁獲の主対象であったと推察している。

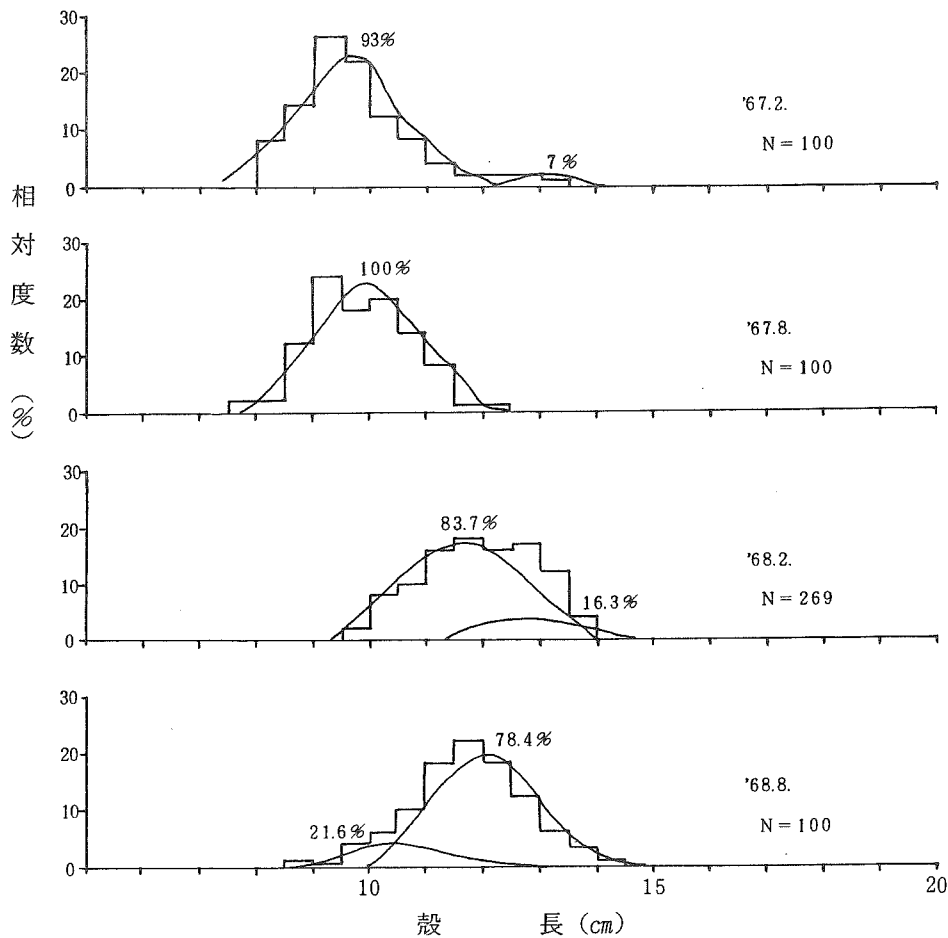
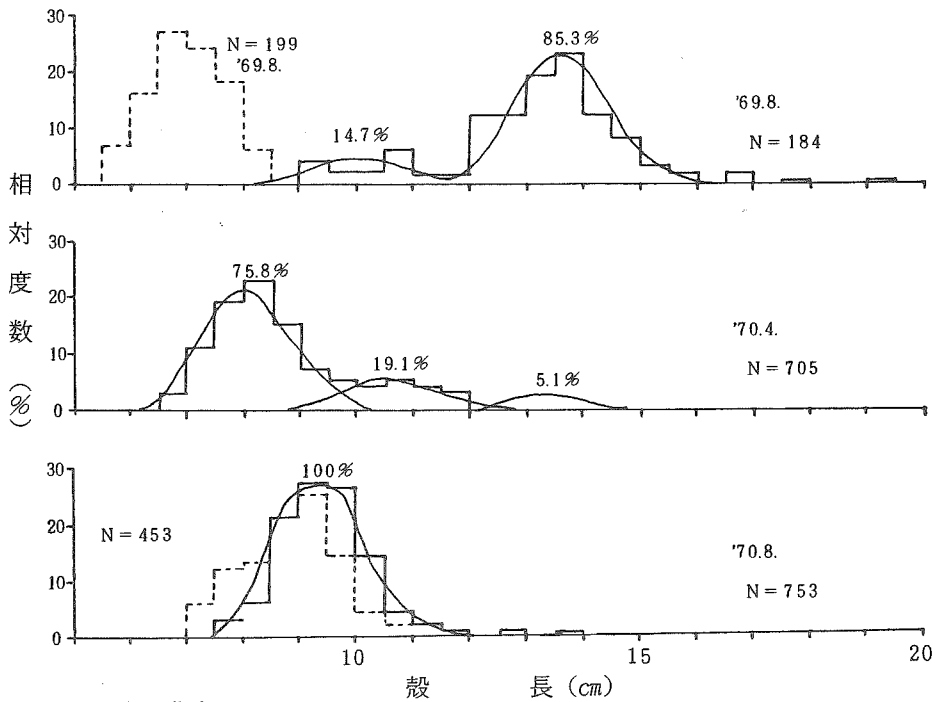


図2 田牛地先潜水機漁場でのサザエの殻長組成

実線は潜水機、破線は海女

図2 つづき



(2) 死亡率及び漁獲率

伏見他²³⁾は田牛地先で漁獲されたサザエの単位努力当り漁獲個体数の経年変化から1963年発生の年級群について年間生残率を39%, 年間全減少率を61%と推定しており, 漁獲量を増加させるためには漁業調整が一番重要であり, 調整を行うためには成長係数と自然減耗係数の決定および漁獲努力量と漁獲死亡係数の関係を解決しなければならないとしている。福岡馬島¹⁰⁾では図3に示すように0.74 mmの稚貝が12月15日から翌2月16日の間に8%に減少したという。

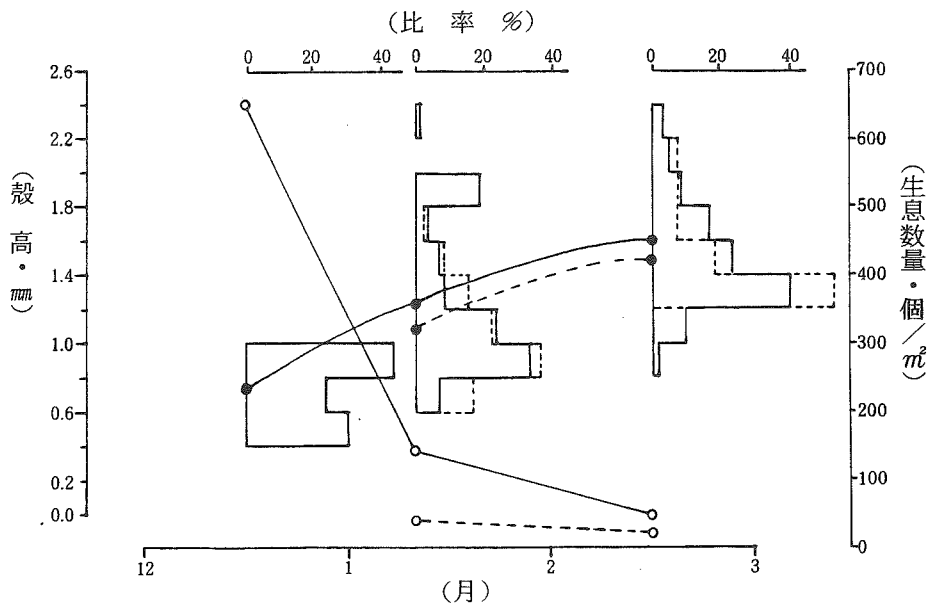


図3 サザエ着底稚貝の成長及び生残経過
(水深+0.5 ~ -0.5 m)

7 競合種と害敵生物および疾病

1) 競合種

ムラサキウニとは住み場に関する要求がきわめて似ているところから、すみ場と飼料をめぐる競合の可能性が考えられる¹⁴⁾。また磯根資源の重要種であるアワビ類も餌料について競合すると考えられるが、価格の面でアワビの方が数倍上なので、アワビ類の好漁場では人為的に競合をさけるべきだと考える。

2) 害敵生物

害敵生物としてはイトマキヒトデ、ヤツデヒトデ等のヒトデ類が上げられているが、著者はオニヤドカリ、イセエビ等が食害しているのを観察している。この外イシガニ類、タコ及びイシダイ等が考えられているが室内実験の知見はみあたらない。

3) 疾病

サザエの口腔及び食道部に橈脚類 *Panaeys incamerata* が寄生し、粘膜上皮を摂食する²⁴⁾。

8 漁業形態

和歌山市加太では約80%が素潜によって約10%がイサリ（見つき）、約10%が刺網。兵庫県由良では約60%がイサリ、約20%が刺網、残り20%が素潜りによって漁獲されている。兵庫

表 5 府県別サザエ漁業種類別漁獲動向 (単位トン, 上昭50, 下昭55)

府 県	採 貝	刺 網	小型定置	小型底曳	そ の 他	計
青 森	26	2	—	—	6	34
秋 田	170 120	— 1	— 0	— —	— —	170 121
山 形	79 81	0 —	— —	— —	— —	79 81
新 潟	252 516	34 137	— 0	— —	1 0	287 653
富 山	12 19	0 4	— —	— 0	1 —	13 23
石 川	314 341	87 151	0 2	1 0	16 3	418 497
福 井	230 281	0 0	0 0	— —	— 0	230 281
京 都	161 107	46 46	— 0	— —	— 40	207 193
兵 庫	60 67	0 —	— —	— —	— —	60 67
鳥 取	31 88	3 0	— —	— —	8 28	42 116
島 根	618 608	13 5	— 0	— —	3 1	634 614
山 口	903 902	57 197	— —	— 1	32 7	992 1,107
合 計	2,856 (90.21%) 3,130 (83.40%)	242 (7.64) 541 (14.42)	0 2 (0.05)	1 1 (0.03)	67 (2.12) 79 (2.10)	3,166 3,753

県では由良以外はほとんどイサリである¹²⁾。日本海の状況は表5に示したが近年では刺網を貝用に改良しているところもあって、刺網による漁獲はアワビ類同様増えつつある²⁵⁾。

II 増殖技術

1 親貝管理

購入または採取した親貝を300ℓ～10ℓ水槽に収容して、アオサ、アラメ、ワカメ、コンブ、オゴノリ、テングサ、乾燥ワカメ、乾燥コンブ等手に入り易い餌料を与え、流水で飼育している。京都、青森、徳島水試では採卵数ヶ月前より蛍光灯を用いて光の照射時間を調整している。また青森県では飼育水温を20℃と一定にしている。

2 採卵方法

1) 産卵誘発刺激：刺激方法としては干出・加温・冷却・止水・止水通気・一晩止水通気飼育後新鮮海水の流水・紫外線照射海水の流下・紫外線殺菌灯24～48時間照射後の海水への浸漬、海藻アク中への浸漬、精子液の添加、H₂O₂液の添加等があり、これらを併用したり、くり返し刺激を反復する場合もある。

2) 採卵：前記刺激の中では夜間止水通気の後換水を行ってから紫外線照射海水を注入する方法がよく、反応率 $\left(\frac{\text{反応個数}}{\text{総使用個数}} \times 100\right)$ は雌雄合わせて京都海セ²⁶⁾が23.1%、山口外海水試²⁷⁾が26.1%と高い率を示し、次に紫外線殺菌灯照射海水へ浸漬する方法で愛媛水試²⁸⁾は20.2%の反応率を得ている。また刺激方法は定かでないが青森水増センター²⁹⁾では雄で85.1%、雌で59.5%ときわめて高い反応であったと報告している。しかし一般的に6～8月の反応率は低く5～10%程度の値であるが、水温が24～22℃に下降する9～10月になると比較的簡単な刺激で20～30%の反応を示すようになる³⁰⁾。

3 発生

阿井³¹⁾によると卵巣から摘出した卵は卵膜径0.23mmで、直径0.41mmのゼラチン状被膜に包まれている。しかし受精卵は囲卵腔を形成し、卵膜径0.26mmとなる。

阿井³¹⁾の観察による発生経過を図4に示した。水温25～26℃では受精後30分で第1分裂、1時間30分で第2分裂、2時間後に第3分裂が、3時間後に第4分裂、4時間後には第5分裂が行われ7時間後には*gastrula stage*に達する。8時間後には面盤上に繊毛を生じトロコフォラとなり卵膜中で回転運動をはじめ。孵化は11時間ではじまりこの時期の大きさは0.20 × 0.17mmである。孵化後直ちにせん毛を動かして、水底を断続的に回転しながら動きまわる。*shell gland*から幼殻が分泌され、同時に内臓のうが形成される。やがて頭部が分化してベリジャー期に入る。幼殻は27時間で完成し、ベリジャーは再び水底に沈む。完成した幼殻の大きさは0.31 × 0.24mmで、殻表には刻紋が存在する。2日目には足部の発達著しく、3日目にはほとんど遊泳活動を停止し、匍匐生活に入り、周口殻(成殻)を形成し始める。5日目には周口殻の伸長が明瞭となりせん毛は消失し、口部が形成される。7日目には匍匐活動が活発になり、歯舌の活動が認められる。周口殻の稜線は明瞭となり、殻口の断面が五角形を呈する。12日目には殻径0.38～0.39mmとなる。

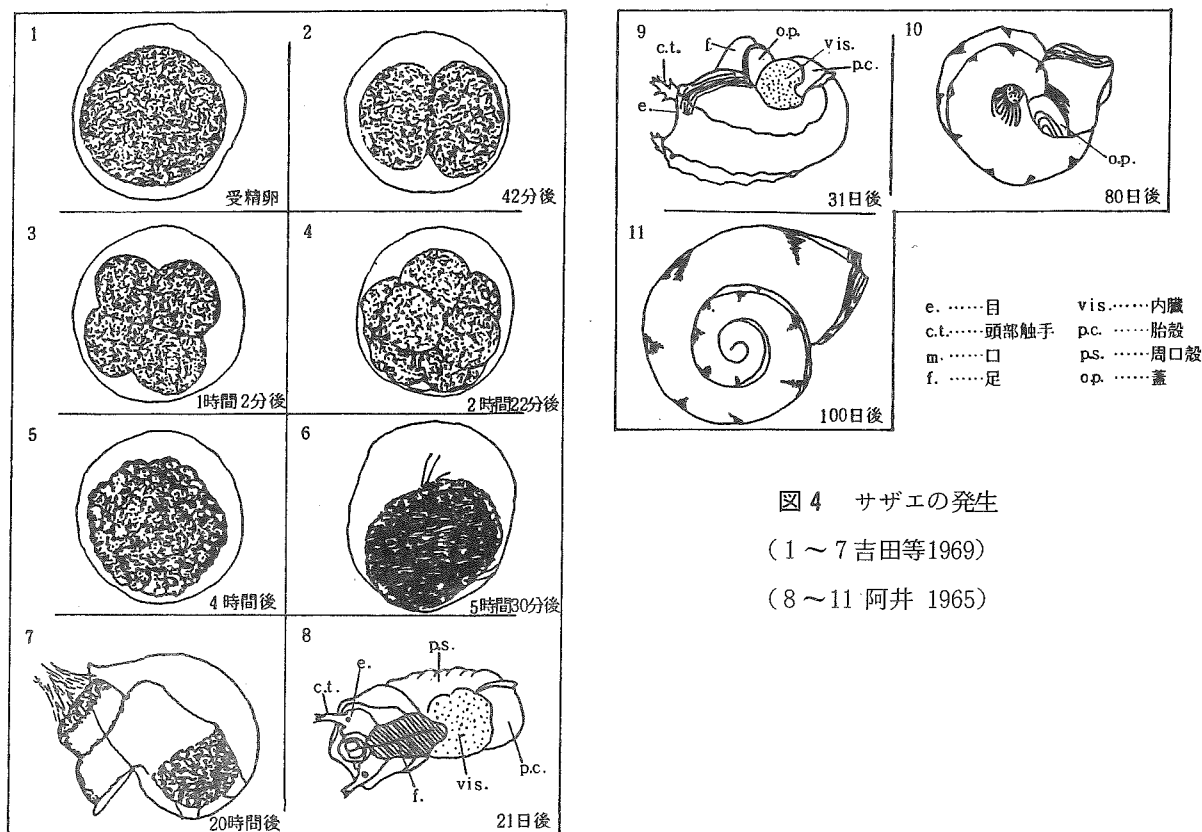


図4 サザエの発生
(1～7 吉田等1969)
(8～11 阿井 1965)

4 種苗生産

1) 種苗生産

種苗生産の方法はほとんどアワビ類と同様であらかじめ珪藻付けしたコレクターを垂下し、止水通気してある水槽へ孵化幼生を収容し、幼生がコレクターに付着し終る収容後4～5日目に流水飼育に切り替える。

サザエはアワビ類よりコレクターへの付着力が弱く、単位面積当り付着数が少ないため、コレクターを水平にしたり、波板の波型が横になるように工夫している³²⁾。また水槽底面に着く幼生が多いので幼生収容後3ヶ月位にコレクターを底面に付け、コレクターへのサザエ付着数を増加させることも可能である³³⁾。以降はコレクターに増殖する付着珪藻を摂餌して成長するが、1～2月の餌料不足により、脱落、斃死することが多い。普通は翌年の4～5月にコレクターより殻高3～4mmの稚貝を剥離する。幼生収容時からの歩留りはよい例で1～5%程度である。

単位面積当りの適正付着密度、適正な幼生収容数及び餌料となる付着珪藻に関する知見は見当らない。

2) 飼育餌料

サザエは孵化後5日目に口部が形成され、7日目には歯舌の運動が観察され、この頃より摂餌を始める。飼育初期から剥離する殻高3～4mm稚貝まではコレクターに着生する付着珪藻・スジアオリ・その他藻類の幼芽を摂餌して成長する。剥離から放流までの飼育にはアオサ類が多く用いられ、その他ワカメ・テングサ類・コンブ・アラメ・カジメ・アワビ用配合飼料等を与えている。

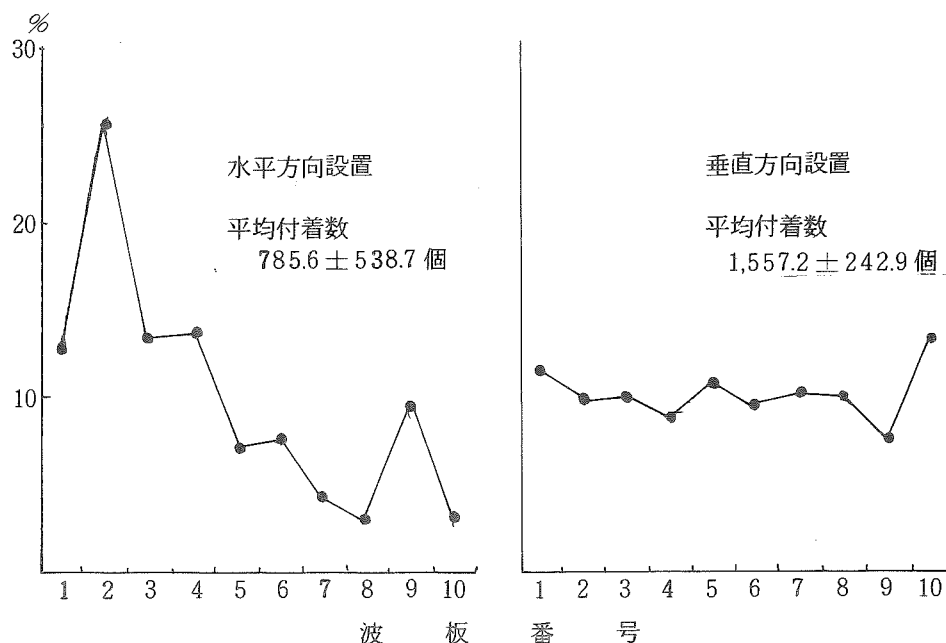


図5 水平および垂直方向設置の採苗器におけるサザエ稚貝の波板別付着状況

水平方向設置の波板1は最上部、10は最下部に、
垂直方向設置の波板1および10は最外部の位置。

餌料価値を調べるため、各種の藻類を用いて飼育試験を実施している。和歌山県³⁴⁾では表6に示すように平均殻高約7.6mmの種苗を用いて一年間飼育し、テングサ区平均殻高41.9mm(重量16.5g)生ワカメ、乾燥ワカメ区36.9mm(12.1g)、配合飼料区32.5mm(9.6g)、アオサ区28.2mm(5.2g)となり。成長ではテングサ区が最も良好でアオサ区は悪い。しかし、テングサ区は、高水温時の成長が悪かった。生残率では配合飼料区86%、アオサ区80%、ワカメ区68%、テングサ区12%となり、総合的には配合飼料区、ワカメ区が良かった。山口外海水試¹⁹⁾では殻高約15mmの種苗を用いて7種類の海藻について検討し表7の結果を得た。すなわち緑藻類(アオサ・ミル)の摂餌率が高く、褐

表6 餌料別サザエ飼育結果

区分		測定月日												
		開始時 III/3	IV/3	V/2	VI/5	VII/3	VII/27	IX/3	X/3	XI/6	XII/5	I/6	II/4	III/6
アオサ区 I区	平均殻高mm	7.5	8.9	10.6	13.3	15.3	16.2	16.7	18.4	21.7	24.6	26.7	27.3	28.2
	平均重量g	—	0.23	0.37	0.69	0.98	1.2	1.4	1.8	2.6	3.6	4.6	4.9	5.2
	生残率%	100	100	100	100	100	94	84	80	80	80	80	80	80
配合飼料区 II区	平均殻高mm	7.6	9.3	11.0	14.9	18.7	20.5	23.1	25.7	28.7	30.9	32.0	32.3	32.5
	平均重量g	—	0.25	0.45	0.95	1.82	2.6	3.5	5.0	6.5	7.8	8.8	9.1	9.6
	生残率%	100	96	96	96	96	94	92	92	86	86	86	86	86
ワカメ区 III区	平均殻高mm	7.6	8.3	9.8	12.2	15.1	18.7	22.7	27.3	31.8	34.5	36.2	36.4	36.9
	平均重量g	—	0.20	0.29	0.53	0.93	1.8	3.1	5.2	7.4	9.7	10.7	11.6	12.1
	生残率%	100	94	92	92	92	70	68	68	68	68	68	68	68
テングサ区 IV区	平均殻高mm	7.7	9.0	11.2	14.3	18.3	20.1	26.1	31.5	36.5	39.4	40.9	41.2	1.9
	平均重量g	—	0.24	0.42	0.79	1.55	2.1	4.3	7.7	10.8	13.0	15.0	15.5	6.5
	生残率%	100	100	100	100	100	16	12	12	12	12	12	12	12

翠川：サザエに関する既往知見と問題点

飼育期間別日間成長量

区 分	飼 育 期 間											
	Ⅲ/3~ Ⅵ/3	Ⅳ/4~ Ⅴ/2	Ⅴ/3~ Ⅵ/5	Ⅵ/6~ Ⅶ/3	Ⅶ/4~ 27	Ⅶ/28~ Ⅸ/3	Ⅸ/4~ Ⅹ/31	Ⅹ/4~ Ⅺ/6	Ⅺ/7~ Ⅻ/5	Ⅻ/6~ Ⅰ/6	Ⅰ/7~ Ⅱ/4	Ⅱ/5~ Ⅲ/6
I区 成長量mm	1.4	1.7	2.7	2.0	0.9	0.5	1.7	3.3	2.9	2.1	0.6	0.9
I区 日間成長量μ	43.8	58.6	79.4	71.4	37.5	13.2	56.6	97.1	100.0	67.7	20.7	30.0
II区 成長量mm	1.9	1.7	3.9	3.8	1.8	2.6	2.6	3.0	2.2	1.1	0.3	0.2
II区 日間成長量μ	59.4	58.6	114.7	135.7	75.0	68.4	86.7	88.2	75.9	35.5	10.3	6.7
III区 成長量mm	0.7	1.5	2.4	2.9	3.6	4.0	4.6	4.5	2.7	1.7	0.2	0.5
III区 日間成長量μ	21.9	51.7	70.6	103.6	150.0	105.3	153.3	132.4	93.1	54.8	6.9	16.7
IV区 成長量mm	1.3	2.2	3.1	4.0	1.8	6.0	5.4	5.0	2.9	1.5	0.3	0.7
IV区 日間成長量μ	40.6	75.9	91.2	142.9	75.0	157.9	180.0	147.1	100.0	48.4	10.3	23.3
	32	29	34	28	24	38	30	34	29	31	29	30

表7 餌料の種類別成長結果

No	餌 料	初 期 10 / 6			終 期 11 / 8			日 数
		個体数	体 重 g	殻 径 mm	個体数	体 重 g	殻 径 mm	
1	ア ナ ア オ サ	20	0.65~2.32 1.039	12.8~20.7 15.245	20	0.73~2.64 1.277	13.3~22.5 16.390	82
2	ア ミ ジ ク サ	20	0.70~1.82 1.031	13.4~19.1 15.235	20	0.75~1.87 1.115	14.2~20.0 16.050	82
3	フ シ ス ジ モ ク	20	0.70~1.80 1.027	13.6~19.1 15.460	19	0.75~1.86 1.089	14.3~19.8 16.050	82
4	ウ ミ ウ チ ワ	20	0.65~1.78 1.024	13.3~19.3 15.375	20	0.72~1.84 1.102	13.6~19.8 15.775	82
5	ア カ モ ク	20	0.70~1.68 1.030	13.4~18.4 15.495	20	0.73~1.73 1.040	14.0~19.1 15.365	82
6	ミ ル	20	0.65~1.70 1.021	13.0~18.5 15.340	20	0.89~2.17 1.348	14.9~20.9 17.50	82
7	カ ジ メ	20	0.55~1.96 1.009	12.4~19.4 15.225	19	0.63~1.94 1.028	12.6~19.9 15.276	25

注 下段は平均値

餌料の種類別成長率，日間増重率，日間摂餌率

餌 料	成 長 率 %	日 間 増 重 率 %	日 間 摂 餌 率 %
ア ナ ア オ サ	10.79	1.03	3.42
ア ミ ジ ク サ	5.35	0.39	3.14
フ シ ス ジ モ ク	3.82	0.30	1.49
ウ ミ ウ チ ワ	2.60	0.36	2.26
ア カ モ ク	2.39	0.46	0.92
ミ ル	14.08	1.37	17.89
カ ジ メ	0.33	0.10	3.61

藻類 (カジメ・アカモク・ウミウチワ・フシスジモク・アミジグサ) は低かった。摂餌量が一番多いのはミル 212 g, 一番少ないのはアカモクの 10mg でミルはアカモクの約 22 倍摂餌した。また日間成長量はミルが最高で 67.5 μ (0.21 mg), 最低はカジメ 2.1 μ (0.8 mg) と極端に低かった。新潟水試³⁵⁾ が平均殻高 185 mm (範囲 134 ~ 248 mm) を用いて 20 種類の海藻について行った試験結果を表 8 に示したが, 成長・増重率とも高い種類はエゴノリ, オゴノリ, モズク, テングサ, オキツノリ, ツノマタ等で増重率 45.5 ~ 21 %, 成長率 18 ~ 7 % を示した。

表 8 餌料種類別によるサザエの摂餌と生長

餌料の種類		日間摂餌率	成長率	増重率	転換効率	備考
褐藻	アラノ	6.5 %	12.6 %	34.9 %	15.4 %	平均水温 21.1℃ 飼育期間 30日 (6月12日~7月11日) 185 mm (134~248) 稚貝
	アミジグサ	1.0	-1.8	-0.6	—	
	モズク	測定せず	10.3	30.8		
	ハバモドキ	2.3	5.9	19.2	25.9	
	養殖2年コンブ	6.1	3.0	9.7	5.2	
	ツルアラメ	1.7	1.0	2.7	5.4	
	養殖ワカメ	6.5	4.6	12.9	6.4	
紅藻	フジスジモク	1.8	0.3	1.1	2.2	
	テングサ	2.8	10.9	29.0	30.8	
	キョウノヒモ	2.7	3.3	8.3	10.2	
	フダラク	2.6	2.0	2.9	3.8	
	オゴノリ	12.7	16.5	42.1	9.5	
	オキツノリ	2.9	7.0	22.3	24.3	
	ツノマタ	2.2	7.6	21.7	30.5	
藻	エゴノリ	測定せず	18.0	45.5		
	クロソゾ	8.0	6.0	16.7	6.6	
緑藻	アナアオサ	2.6	4.0	15.0	18.3	

3) 成長

人工種苗の成長は天然のそれ⁶⁾⁸⁾¹⁰⁾¹⁴⁾³⁶⁾ と比較すると大変遅く, 飼育水温に大きく左右されている。

飼育例では和歌山水増試³⁷⁾ がよく平均殻高で 1年 19mm, 2年 44.4mm, 3年 54.6mm, 4年 59.5mm 東京八丈³⁸⁾ では 1年 13mm, 2年 32mm, 3年 50mm。静岡伊豆³⁹⁾ では 1年 12mm, 2年 26.5mm, 2年 2ヶ月で 34mm となっている。日本海側では鳥取水試⁴⁰⁾ は 1年 10mm, 1.5年 17mm, 2年 38mm。山口外海水試¹⁹⁾ で 1年 10mm, 1.5年 14mm。福岡水試⁴¹⁾ では 1年 8mm, 1年 4ヶ月でようやく 10mm となっている。青森県栽⁸⁾ では更に成長が悪く, 1年 4.1mm, 1年 8ヶ月で 7.7mm である。以上のことと表 2 を比較すると日本海側と太平洋側との成長差の原因が成長適正水温期間の長短にある事が推察さ

れる。

5 放流

1) 標識方法

種々の標識方法を列挙すると次のようになる。

- a プラスチック製楕円盤 ($7 \times 4 \times 1 \text{ mm}$) の水中ボンドによる接着¹⁰⁾⁴²⁾
- b プラスチック製円盤 (径 10 mm) をドリル穴に押入¹³⁾
- c アトキンス法及びラッカー塗抹¹⁵⁾⁴³⁾
- d ステンレス線の結着
- e ビーズ玉を付けたステンレス線をドリル穴に結着⁴⁴⁾ (図7参照)
- f ドリル穴にテグスを結着⁴⁵⁾

$a \sim d$ の方法は殻高 $43 \sim 75 \text{ mm}$ の比較的大きな種苗に用いられ、 e の方法は殻高 $25 \sim 40 \text{ mm}$ 、 f は殻高 $39 \sim 50 \text{ mm}$ の比較的小型の種苗に用いられている。サザエはアワビ類より標識を殻内に包込むのが早いようである。

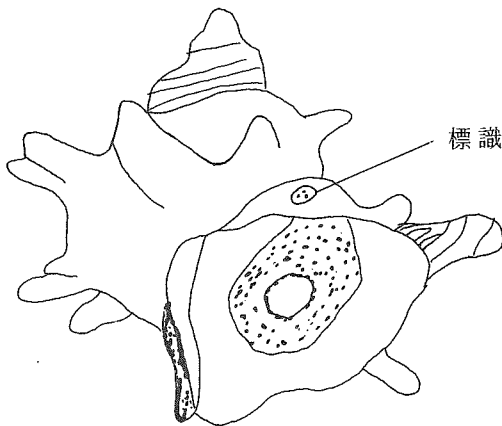


図6 標識の位置

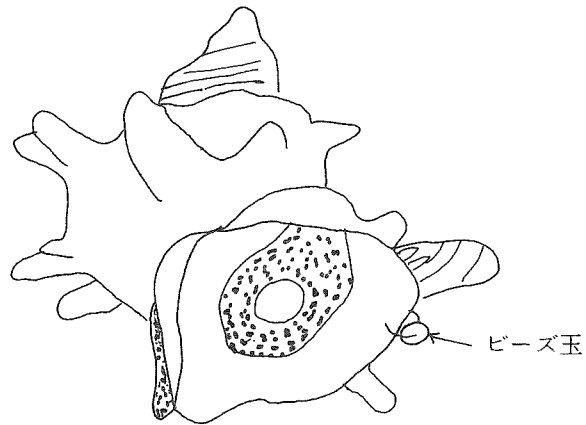


図7 標識の位置

2) 放流数

全国で放流されるサザエ総数は昭和58年度約47.7万個でそのほとんどは天然種苗であり外国産も混っているものと考えられる。人工種苗の放流についてはまだ試験の段階をでていない。

3) 移動・拡散

京都海セ⁴⁶⁾は水深 $2.5 \sim 3 \text{ m}$ に設置されたアワビ礁 ($1.5 \times 1.5 \times 0.3 \text{ m}$ のコンクリート盤で表面には深さ 10 cm で巾 15 cm と 3 cm の溝が各々6本と4本、計10本が設けられている) 2個にそれぞれ平均殻高 16.7 mm の個体1,000個と 20.5 mm の個体823個を無標識で放流し、拡散を調査した。その結果図8に示すように前者の礁内残留率は放流後1日目に 31.2% と激減、7日目には 17.4% 、15日目は 9% と大きく減少しているが、29日目では 8.6% 、62日目で 6.6% と15日目以降はゆるやかな減少を示した。後者は9日目 19.8% 、24日目は 1.7% と激減し実験礁内に留まる個体はほとんどなかった。

これら減耗要因は拡散による未発見よりも、ヒトデ類等による食害による減耗が大きいと推察している。また半月後の移動方向・分散範囲は浅所方向への傾向がみられ、分散範囲は4~6mと狭かった。

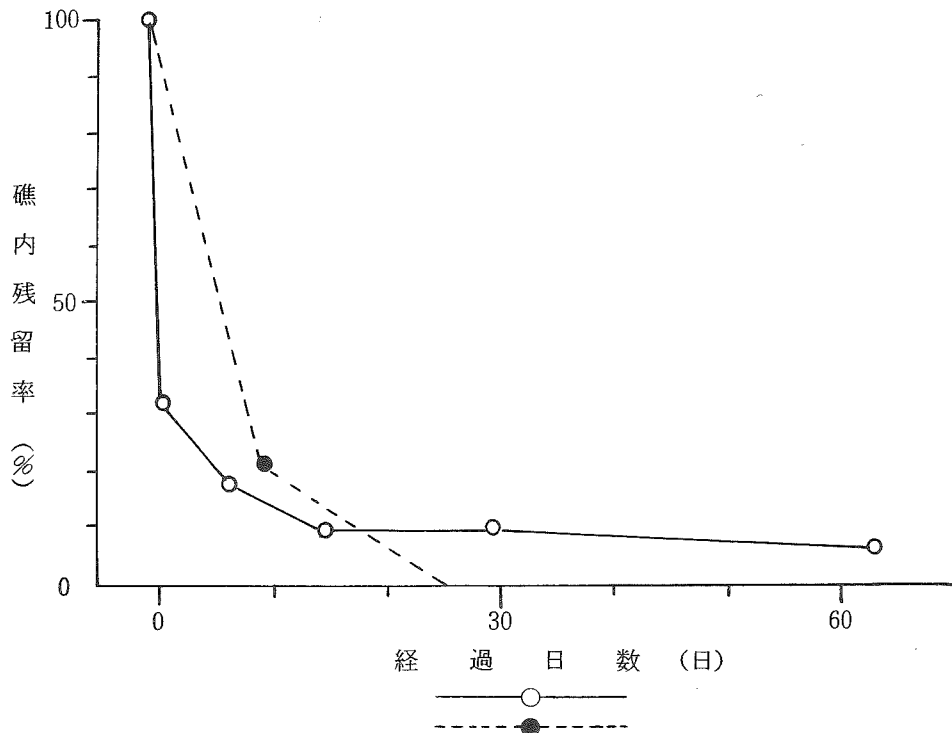


図8 実験礁内残留率 (%) の変化

千葉水試⁴⁷⁾では殻高55~80mmの天然種苗を禁漁区の岩礁域に220個放流した結果、移動については1ヶ月後放流場所で塊状、2ヶ月後やや分散、6ヶ月後周辺域に分散、12ヶ月後ほとんど300m以内に留まるが最大は500m移動、24ヶ月後の試験採取では5個体のみ採捕された。静岡県伊豆⁴⁸⁾では殻高40~55mmの個体で6ヶ月後に20~30mの移動を観察している。

4) 成長

放流員は10~20日後より成長を始めるものが多い、大型個体より小型の方が成長率がよい。月間成長率では殻高40mmが7%、殻高50mmが5~4%、殻高60mmが3~2%となっている⁴⁸⁾。

5) 再捕率と放流効果

富山¹⁴⁾では殻高55mm種苗で90日後の再捕率が約20%、伊豆では殻高39.3~55.6mm種苗で3年間で8.4~12.3%の再捕率であったが実質は20%以上と予想している。和歌山⁴⁵⁾では殻高53~77mmの天然種苗を放流し、6ヶ月後の再捕率は23.7%と高かった。東京都八丈³⁸⁾では殻高50~70mm種苗の放流で300日後の再捕率は1.9%と低い。

放流効果としては野中¹³⁾の試算では放流のみを考えれば次式でよく、A 150円、B 300円とすると18.2%以上の再捕があればよいとしている。

$$W_0 \times N_0 \times A \leq W_1 \times N_0 \times (1 - m) \times f \times B$$

W_0 : 購入時重量	W_1 : 再捕時重量
N_0 : " 個数	B : 販売単価
A : " 単価	f : 漁獲率
m : 逸散・減耗	

また千葉水試⁴⁷⁾は調査結果より生残率を100%とした場合効果を上げるためには放流時殻高55mm種苗ならば、1年後に漁獲するとすれば再捕率37%以上、2年後18%以上。放流時殻高80mm種苗ならば1年後73%、2年後53%以上と推定し、小型種苗の放流が大型のそれに比較していかに重要かを指摘している。

6 資源管理

現在は殻高制限、禁漁期等の規制及び移殖放流を行なっているが、産卵期を禁漁にしているところはほとんどない。

静岡県伊豆⁴⁹⁾では漁獲量の多いマスク式、ヘルメット式漁業の出漁制限又は禁止によって漁獲量を調整している。

先にも述べたようにサザエは資源変動の激しい種であり、稚貝発生量の変動に左右されると考えられるので、大量発生した年級群を有効利用することによって比較的安定した漁獲が得られる。(図2)しかし天然での稚貝発生機構が不明な現段階では発生が少ない年には人工種苗放流による資源添加を考えなければならない。

III 問題点

生物学的知見の不足によって漁業者へ適切な増殖対策、資源保護対策が指導できないのが現状である。

近年各府県の水試、栽培センターの調査によって明らかになりつつあるが今後の問題点について検討する。

1 生物学的知見

1) 棲息制限要因の把握

棲息制限要因として水温が最も大きなものとされているが他の要因はないのかどうか。東京都八丈島³⁸⁾のようにある大きさ以上の種苗を放流することによって増殖は可能であるが再生産が行われないことを考えると、各成長段階によって水温耐性が異なると思われるので各段階の水温耐性を知ることによって現在分布しない海域でもサザエの増殖事業を行うことが可能となるのではないか。

2) 生物学的最小型と年令別産卵数の把握

海域による成長差からと考えるが、生物学的最小型は静岡県伊豆⁴⁾では殻高80mm、山口外海⁶⁾で殻高40~50mm、徳島県⁵⁾では殻高35~40mmと大きな差がある。産卵にかかる年令と大きさは再生産や漁獲制限殻高と密接な関係があるので、各海域毎の生物学的最小型と年令別産卵数は是非把握しておく必要がある。

3) 幼生沈着場所の把握

福岡水試¹⁰⁾は水深+0.5~-0.5mの海域で0.7mmの稚貝を観察しているが、これは干満の少ない

日本海の特徴的な例とするのか干満の大きい太平洋岸ではまだ観察されていないので、漁場造成、増殖、保護等の方策として把握して置く必要がある。

4) 各海域毎の成長及び成長段階別餌料藻類の把握

(2)と同様再生産や漁獲制限殻高と密接な関係があると共に餌料種類を明らかにすることによって漁場拡大に利用できる。

5) 資源量把握のための各係数の決定

自然減耗係数、漁獲減耗係数、死亡率等を把握し、資源保護、適正漁獲量等の漁獲調整に必要な基礎資料を得る。

6) 稚貝大量発生機構の解明

かなり複雑な面があると思われる²²⁾が、漁場造成や自然保護の必要性等大切な事項が多い。また早期に稚貝発生量を予想することができれば、発生の少ない年には人工種苗放流によって不足分を補充することが可能となる。

2 種苗生産と放流

1) 親貝管理方法の確立

青森水増センター²⁹⁾では日長調整と水温管理で反応率は雄が85.1%，雌が59.5%ときわめて高い値を示しているが、20℃に調整された流水飼育は限られた施設でしか実現できないので、より簡便な管理方法を確立する必要がある。

2) 採卵方法の確立

山口外海水試、京都海セでは夜間止水通気とし朝換水して後紫外線照射海水注入によって26~23%の反応率を得ているが、愛媛水試は紫外線照射海水による悪影響が予想されるとしており、又、和歌山水増試では紫外線照射海水中への浸漬法で産卵したものを通常の方法で処理した卵と、産卵開始後普通の海水中にもどして産卵させた卵について孵化率、奇形率を観察した結果、前者は94.8%と48.6%と、後者は95.3%と9.2%となり孵化率には大差ないが奇形率で前者が約5.3倍と高率であった。これらの継続飼育ができなかったので明らかでないが、種苗生産に供するにはその後の歩留りに大きな影響があると思われる。紫外線を用いない良質卵を得る技法を検討しなければならない。

3) 種苗生産技術の確立

現在の種苗生産はほとんどアワビ類の種苗生産方式をそのまま模倣したもので、サザエの生産方法に合致しない点がある。

例えば

(1)産卵から孵化までの卵管理について夏期のため高水温による細菌の繁殖が激しく換水が容易でない。

(2)浮遊幼生期が短く、又、水槽底に沈んだ状態が多い。

(3)アワビと比較して付着力が弱く、少しの動揺でコレクターより離脱する。

これらのことからコレクターの設置条件による付着数を検討しているが、まだ確実なものとなっていない。

またアワビ類と比べると遅く着手されたこともあるが、採卵に重点をおいた試験が多く、以降の幼生収容密度、単位面積当り適正付着数、付着珪藻の培養方法等はまだ検討されていない。

4) 放流技術開発

現在まだ人工種苗を用いて放流を事業化している所はない。

先にも述べたように昭和58年には全国で約47.7万個の放流が実施されているが、その効果を示す資料は見当たらない。

人工種苗では殻高18mm位から試験放流されているが、それまでに1年以上の陸上飼育が必要であり、なおかつ効果については不明である。生態学的知見の蓄積によって、より小型種苗の放流を可能にする方法を確立しなければならない。そのためには各サイズの放流試験、害敵生物と考えられる種類による室内実験及びその駆除方法を工夫するとともに、放流時期等も検討しなければならない。

文 献

- 1) 水産増養殖データブック, 1976: 全漁連沿岸漁場開発対策室, 水産出版KK, 東京
- 2) 宇野寛, 1962: サザエの増殖に関する基礎研究—特に生態と成長の周期性に関して 東水大特別研報 6-2
- 3) 中久喜昭他, 1982: サザエの種苗生産研究—II 産卵誘発試験—2, 昭和56年度徳島水試事報
- 4) 伏見浩, 1975: サザエの成熟と孕卵数 昭和59年度静岡水試事報
- 5) 谷本尚則他, 1978: 徳島県南部海域におけるサザエの生態と資源保護について 昭和52年度徳島水試事報
- 6) 網尾勝, 1932: サザエの成長並びに棘の消長に就いて, 農水講研報 4(1)
- 7) 野中忠他, 1971: 静岡県沿岸の磯根資源に関する研究—VIII・サザエの漁獲と年級群について, 静岡水試研報 第4号
- 8) 須川人志他, 1982: サザエ増殖試験, 青水増事業概要第11号
- 9) 渡部俊明, 1984: 鳥取県 江地区のサザエについて, 鳥取水試場報, 第27号
- 10) 内場澄夫他, 1984: サザエの生息生態に関する研究—1, サザエ稚貝漁場の形成要因についての検討, 昭和57年度福岡水試研業報
- 11) 静岡県水試伊豆分場, 1980: サザエ, 伊豆分場だより 第200号
- 12) 日本水産資源保護協会, 1970: 関西国際空港建設計画検討のための漁業環境影響調査説明会用資料
- 13) 野中忠他, 1969: 静岡県沿岸の磯根資源に関する研究—VII 放流サザエの成長・分散とその回収について, 静岡水試研報第2号
- 14) 奈倉昇他, 1984: 氷見地区サザエ大規模増殖場造成事業, 昭和58年度大規模増殖場造成事業調査総合報告書 水産庁
- 15) 静岡水試伊豆分場, 1964: 蓄養池の設計・運営の基礎知識(4), 伊豆分場だより第79号
- 16) 竹村嘉夫, 1955: サザエ *Turbo cornutus* SOLANDER の空気中における耐久力と重量変化, 水産増殖 3
- 17) 西岡純他 1977: 磯地先におけるサザエの餌料環境について, 京都海洋センター研報第1号
- 18) 猪野峻 1958: サザエの生態学的研究—II, 餌料海藻の種類による殻色の相違, 東海区水産研究所報告No. 022
- 19) 寺尾百合正他, 1970: サザエの種苗生産研究, 昭和44年度山口外海水試事報
- 20) 田村正, 1956: 浅海増殖学, 恒星社厚生閣, 東京
- 21) 京都水試, 1969: 昭和43年度磯根資源調査報告書
- 22) 大西慶一 1983: サザエの漁獲変動と沿岸海況との関係, 伊豆分場だより第213号
- 23) 伏見浩他, 1972: 静岡県沿岸の磯根資源に関する研究—IX・田牛地先でのサザエ年級群の動態, 静岡水試研報第5号
- 24) 吉越一馬他, 1976: サザエに寄生する 脚類 *Panaetis incamerata* の消化管の構造と機能, 昭和51年度日本水産学会秋季大会講演要旨集
- 25) 田中邦三, 1982: 日本海沿岸のサザエの増殖, 日本水産資源保護協会, 月報No. 222
- 26) 岡部三雄, 1982: サザエの産卵誘発方法について, 京都海洋センター研報第6号

翠川：サザエに関する既往知見と問題点

- 27) 山口外海水試, 1984: サザエの成熟・産卵に関する研究, 昭和59年度指定調査研究「増養殖研究—貝類関係」中間報告書
- 28) 市川衛, 1983: 紫外線照射海水によるサザエの採卵と種苗生産, 栽培技研 vol 12, No. 2
- 29) 大川光則他, 1983: サザエ種苗生産試験, 青森水増事報第13号
- 30) 中久喜昭他, 1982: サザエの種苗生産研究—II, 産卵誘発試験—2, 昭和56年度徳島水試事報
- 31) 阿井敏夫, 1965: サザエの産卵と発生—II 産卵誘発と幼生の発達, 日水誌 (31) 2
- 32) 角田信孝他, 1984: サザエの種苗量産技術開発試験, 昭和56年度山口外海水試事報
- 33) 翠川忠康, 1984: サザエ種苗生産試験, 和歌山水増試場報 第15号
- 34) —, —: サザエ中間育成試験, —・—
- 35) 吉田昭喜他, 1969: サザエ人工採苗試験, 新潟県水試村上分場研報 第3号
- 36) 伊豆分場, 1980: サザエ, 伊豆分場だより第200号
- 37) 翠川忠康, 1983: サザエ種苗生産試験, 和歌山水増試場報 第14号
- 38) 西村和久, 1975: 伊豆諸島における貝類増殖に関する研究 (フクトコブシ・サザエ・アワビ), 東京都水試八丈分場調査研究要報
- 39) 静岡水試伊豆分場, 1964: サザエの種苗生産について, プリント
- 40) 梶川晃, 1981: サザエの種苗生産について, 鳥取水試場報 第23号
- 41) 二島賢二, 1984: サザエの種苗量産化技術開発試験—1, 昭和57年度福岡水試研究業務報告
- 42) 俵正夫他, 1980: サザエの標識放流結果について, 鳥取水試場報第22号
- 43) 角田信孝他, 1984: サザエ人工種苗の放流試験, 山口外海水試事報
- 44) 翠川忠康, 1984: 標識放流試験, 和歌山水増試場報 第15号
- 45) 影山佳之, 1980: サザエ稚貝の標識放流, 静岡水試伊豆分場だより 第198号
- 46) 辻秀二他, 1979: 蒲入磯根漁場へのサザエ人工種苗放流実験, 京都海洋センター研報 第3号
- 47) 佐藤新他, 1971: サザエ移殖試験—III, 移殖後の成長による生産効果について, 千葉水試報告 No.24
- 48) 伏見浩他, 1973: サザエ漁業管理に関する研究, 昭和49年度静岡水試事報