

## 新潟県出雲崎海域におけるサザエの成長と再生産

丸山 克彦<sup>1)</sup>

(新潟県水産試験場)

## 緒 言

サザエ *Turbo (Batillus) cornutus* はアワビ類とともに本県沿岸域における重要な磯根資源である。最近では磯焼けや乱獲等により、資源の低下を招いている海域も現れ、資源の維持管理技術の確立が望まれている。貝類など固着性の高い生物は回遊魚などに比べ海域による生物学的特性値に大きな相違が認められる。本県ではこれまでに宇野 (1962) と加藤 (1986) が佐渡海域における成長について報告しているが、越後側では詳しい報告はない。そこで、これまでにない好調な漁獲をあげている本県出雲崎海域において、成長と再生産について調査を行い、いくつかの知見を得たのでここに報告する。

今回の調査を行うに当たって、助言を頂いた日本海区水産研究所の林育夫氏に感謝いたします。

## 材料と方法

## 1 調査海域

新潟県三島郡出雲崎町勝見地先から柏崎市鯖石川河口域を調査海域とした (図 1)。観音岬周辺以北は一部砂浜があるものの岩礁が発達し、サザエの好漁場となっているが、それ以南は、本来は砂浜域でサザエは生息していなかった。現在では東京電力柏崎・刈羽原子力発電所が建設され、発電所の堤防等に海藻が繁茂し多数のサザエが生息しているのが確認されているが、漁業の対象とはなっていない。

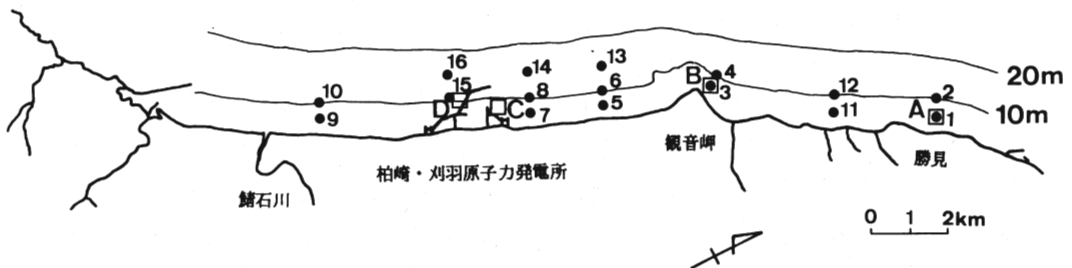


図 1 調査海域

黒丸：浮遊幼生調査定点，白抜き四角：潜水調査定点。

1) 現新潟県農林水産部水産課

## 2 成 長

1992年8月12日と9月2日にSt.A～Dで潜水によって標本を採集し、殻高の測定を行った。採集水深は観音岬地先 (St.A) 及び勝見地先 (St.B) は5 m, 発電所北側堤防 (St.C) は3.5 m, 南側堤防 (St.D) は6 mであった。また、1991年9月30日に出雲崎市場で漁獲物の殻高を測定した。殻高組成の解析には赤嶺 (1985) の最尤法を用いた。

## 3 生殖腺熟度指数と組織構造の変化

供試貝は1991年6～10月に観音岬地先のSt.Aにて漁業者に依頼して、竿取で採集し、殻高を測定後、破殻して10%中性ホルマリンで固定した。生殖腺を1か月以上経過してから先端から1/2のところで切断し、生殖腺熟度指数 (以下GIと呼ぶ) を以下の式で求めた。

$$\text{生殖腺熟度指数 (GI)} = \frac{\text{生殖腺最厚部の厚さ (mm)}}{\text{肝臓部断面直径 (mm)}} \times 100$$

一部の雌の生殖腺については常法に従いパラフィン切片を作製し、マイヤーのヘマトキシリン・エオシンの二重染色を行い顕微鏡にて検鏡した。

## 4 浮遊幼生調査

1991年7～10月にSt.1～10の10定点で計7回、1992年6～10月にSt.1～16の16定点で計5回、浮遊幼生の採集を行った。採集はプランクトンネット (内径450mm, 目開150 $\mu$ m) を用い、船速1.5ノットの表層2分曳で行った。標本は船上で直ちに3%ホルマリンにて固定した。実験室に持ち帰りソーティング後、実体顕微鏡下で検鏡し、「原殻が平巻で、表面に彫刻が見られ、周口部がラッパ状に開いている」(林 1983) 被面子で長径が200～300 $\mu$ mのものをサザエ浮遊幼生として計数した。1992年9、10月に濾水計を装着して採集を行った時の一回当たりの濾水量は平均で12 $\text{m}^3$ であり、この値を1曳網当たりの濾水量として出現密度を求めた。

# 調査結果

## 1 成 長

採集した標本を天然漁場 (St.A+Bの9月2日採集個体)、発電所北側堤防 (8月12日と9月2日採集個体) 及び同南側堤防 (々) の3つのグループとし殻高組成から年級群に分離した。また、出雲崎の市場調査についても同様に年級群に分離を行った (図2)。

天然漁場では殻高で1年で18mm, 2年で30mm, 3年で41mm, 4年で53mm, 5年で60mm, 6年で70mmとなり、満5年で漁獲サイズの60mmに達することが明らかとなった。また、市場調査では、5年で65mm, 6年で74mm, 7年で82mm, 8年で89mmとなった。市場調査と天然漁場との満5年での差は漁獲の殻高制限のため、60mm以下の個体が市場にほとんど出荷されず、殻高組成が変形され、最初のピークが右側に移行したためであり、本来は60mm程度と推察される。

発電所北側堤防では1年で11mm, 2年で27mm, 3年で42mm, 4年で56mm, 5年で68mm, 南側堤防では1年で13mm, 2年で30mm, 3年で46mm, 4年で61mm, 5年で70mm, 6年で77mmとなり成長に差が生じた。また、発電所北側堤防では大型の個体がほとんど見られなかった。

天然漁場における成長を佐渡と比較すると、稲鯨とではほとんど差はないものの内海府に比べると成長は遅く、特に成長が進むにつれその差が顕著となっている(表1)。

## 2 生殖腺熟度指数と組織構造の変化

標本を殻高に従って大75mm以上、中65~74mm、小55~64mmに区分し、GIについて解析を行った(表2)。GIは55mm以上ではほとんど差は認められず、雌雄別では雌がやや高い傾向にあるが変動の仕方は調査期間を通じ雌雄でよく同調した。調査開始時の6月7日にはGIの平均値は雌で39.5、雄で36.4とかなり高い値を示し、6月26日にはそれぞれ53.9、49.7と上昇した(図3)。7月4日には39.7、44.3と低下し、雌の一部はGIが30以下となり小規模な産卵が生じたものと推察された。7月16日には54.5、47.2と再び上昇したが、8月7日には46.5、39.9、8月19日には42.1、33.3と緩やかに低下した。8月19日の雌はGI40以上の成熟個体群とGI30以下の経産卵個体群の2つのグループに分離した。9月3日にはそれぞれ14.9、9.3と急激に低下し、ほとんどがGI30以下の経産卵個体群で占められており、8月中旬から9月上旬にかけて大規模な産卵が生じたものとみられる。9月27日にはGIはそれぞれ29.0、17.2とやや上昇し、10月8日には13.9、10.4となった。9月27日の上昇はGIが50を越える個体がいくつかみられたことに起因し、産卵は9月下旬まで継続するものと推察された。

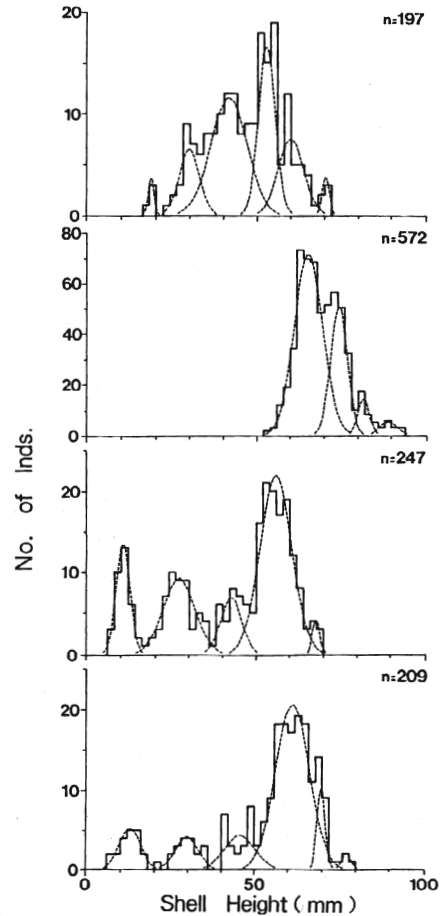


図2 各調査定点における殻高組成と赤嶺(1985)の最尤法による年級群への分解。  
上段より、天然漁場(St.AとBの9月2日採集個体)、出雲崎市場調査、発電所北側堤防(St.C、8月12日と9月2日の採集個体)、発電所南側堤防(St.D、〃)。

表1 新潟県におけるサザエの成長

単位: mm

調査海域	年齢	1	2	3	4	5	6	7	8
出雲崎		18	30	41	53	60	70		
出雲崎市場調査						65	74	82	89
発電所北側		11	27	42	56	68			
発電所南側		13	30	46	61	70	77		
佐渡稲鯨(宇野1962)		15	29	45	60				
佐渡内海府(加藤1986)		18.7	34.2	49.6	62.3	79.0	88.0	91.3	

表2 各採集日における銘柄別の生殖腺熟度指数の平均と標準偏差

単位: mm

採集場所	性別	サイズ	6/7	6/26	7/4	7/16	8/7	8/19	9/3	9/27	10/8
観音岬	雌	大	28.8 (7.8)	48.4 (5.0)	49.6 (9.8)	50.4 (6.4)	53.1 (7.2)	50.7 (16.8)	16.6 (5.5)	38.9 (17.3)	18.2
		中	39.2 (8.2)	54.5 (14.4)	43.7 (10.2)	56.4 (8.7)	45.8 (14.3)	39.9 (19.0)	15.8 (8.2)	25.3 (17.3)	15.5 (4.6)
		小	41.5 (12.7)	54.2 (13.1)	35.0 (13.6)	52.4 (12.3)	42.3 (13.1)	43.2 (20.2)	13.2 (8.2)	33.9 (19.7)	10.4 (4.4)
		全	39.5 (12.0)	53.9 (13.3)	39.7 (13.4)	54.5 (10.5)	46.5 (13.3)	42.1 (19.4)	14.9 (8.0)	29.0 (18.6)	13.9 (5.1)
		雄	大	39.3 (2.4)	54.2 (5.7)	43.3	49.2 (6.0)	52.5 (11.0)	47.0 (10.9)	12.9 (3.8)	18.3 (3.4)
中	38.3 (11.8)	50.7 (7.2)	45.6 (16.4)	49.0 (13.0)	39.4 (11.5)	33.3 (13.4)	9.3 (4.5)	17.3 (10.1)	10.4 (6.1)		
小	35.6 (8.8)	47.6 (13.0)	43.8 (15.3)	45.2 (13.0)	36.1 (10.5)	30.0 (12.8)	8.9 (5.4)	16.5 (10.6)	10.0 (6.6)		
全	36.4 (9.4)	49.7 (10.3)	44.3 (15.5)	47.2 (12.9)	39.9 (12.2)	33.3 (13.8)	9.3 (5.0)	17.2 (9.8)	10.4 (6.2)		

大: 殻高75mm~, 中: 殻高65~74mm, 小: 殻高55~64mm.

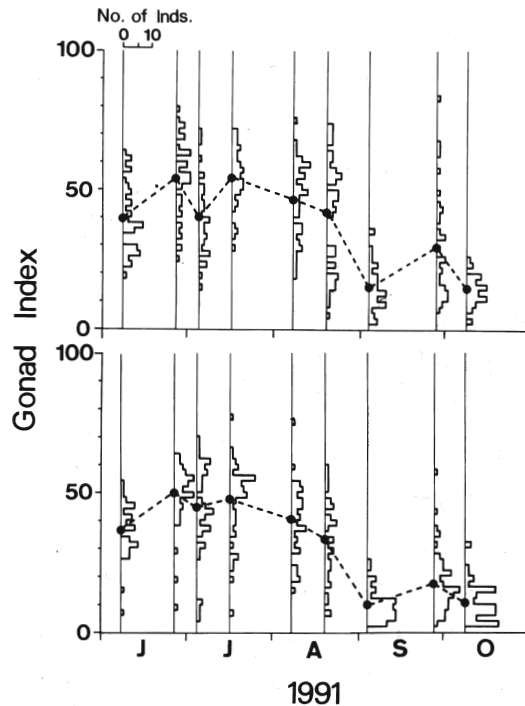


図3 各調査時における生殖腺熟度指数の度数分布と平均値の変化。  
上段: 雌, 下段: 雄.

卵巣の組織学的観察の結果, 6月7日には既に卵黄蓄積が完了し, 核移動が生じているものや卵胞上皮細胞が褶曲し空隙が存在して排卵が生じたとみられる卵巣がいくつか認められ, この時点で産卵の可能性が示唆された. 7月4日には卵黄蓄積がほぼ完了し50以上の高いGIを示すものと, 卵胞上皮細胞が一部褶曲し空隙がみられ, なおかつ卵黄蓄積期の卵が存在する個体が認められた. 7月16日にはほとんどの個体は卵黄蓄積を終了し一部は核移動を生じたり, 卵胞上皮細胞の褶曲が認められた. 8月19日にはほとんどの個体で核移動や卵胞上皮細胞の褶曲が認められ産卵盛期とみられた. また,

卵黄蓄積期の卵の全くない産卵を終了した個体も出現した。9月3日には一部G Iの高い個体を除いて卵黄蓄積期の卵は認められず、産卵期後期とみられた。9月27日には産卵を終了した個体の他に、高いG Iを示し卵黄蓄積を完了した卵を持つ産卵中の個体が再び出現し、一部では産卵が継続していた。10月8日には無卵黄球期の卵で占められた個体がほとんどで産卵期の終了を示唆した。

以上の結果をまとめると、産卵期は6月から9月で、8月下旬から9月上旬に産卵のピークがみられた。また、産卵の痕跡があるものでも産卵可能な卵黄蓄積期の卵細胞を持っていることから、産卵を行った個体でも、その後に卵黄蓄積を行い複数回の産卵を行うことが明らかとなった。

殻高55mm以上の個体では、経産卵を示す卵胞上皮細胞の褶曲や卵巣内の空隙がみられ、産卵に関与することが明らかとなり、漁獲対象となるサザエはすべて性成熟に達し再生産に寄与している。

### 3 浮遊幼生

1991年では7月上旬に若干の出現が認められたが、大部分は9月上旬を中心に出現した(表3)。1992年では8月中旬を中心に出現し、9月上旬まで出現がみられ、出現のピークに差が生じた。

勝見(St.1,2)、石地(St.11,12)、観音岬(St.3,4)地先といった天然のサザエ漁場のほか、発電所周辺からその北側(St.5,6)にかけての広い範囲に渡って浮遊幼生の出現がみられた。本海域では北東流が卓越しており、サザエが生息しないSt.5,6でも浮遊幼生の出現が認められることから、発電所堤防周辺で孵出した幼生の一部が観音岬地先など天然の漁場へ移送されているものと推察された。

浮遊幼生の出現密度は、最大でも1991年9月3日の勝見地先水深5mにおける6.75個/m<sup>3</sup>で、二枚貝の浮遊幼生に比べるときわめて低い値であった。

表3 出雲崎海域におけるサザエ浮遊幼生の出現状況

単位：個/m<sup>3</sup>

定 年	1991								1992				
	月日	7/3	7/16	8/7	8/19	9/3	9/27	10/8	6/29	8/12	9/2	9/8	10/8
1		0.25	0	0	0	6.75	0	0	0	0	0	0	0
2		0	0	0	0.08	0.83	0.08	0	0	0.08		0.08	0
3		0	0	0	0.08	0	0	0	0	0		0	0
4		0	0	0	0.08	0	0	0	0	0.58		0	0
5		0	0	0	0.08	3.42	0	0	0	0.75	0.08		0
6		0	0	0	0	0.67	0	0	0	0.25	0.17		0
7		0.08	0	0	0	0.58	0	0	0	0.08	0	0	0
8		0.17	0	0	0	2.83	0	0	0	0.33	0	0	0
9		0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	0	
10		0	0	0	0	0.33	0	0	0	0.17	0.08	0	
11									0	0.08		0	0
12									0	0		0.08	0
13									0	0	0		0
14									0	0.08	0		0
15									0	0.17	0	0.08	
16									0	0	0.08		

## 考 察

今回の調査では餌料となる海藻や漁場における生息密度についての調査を行っておらず推測の域をでないが、本海域はきわめて高い資源水準にあり環境収容力の限界状態にあるものと考えられ、佐渡の稲鯨に比べて成長が遅いのは過密による成長の阻害が原因となっている可能性もある。

天然域ではサイズによって生息水深が異なることが知られているが（内場ら 1984）、発電所堤防周辺に生息するサザエは生息水深が限定されており、水深10m以深に移動することはできない。特に北側堤防で大型の個体が少ないのは採集水深が3.5mと他に比べて浅いことに起因するものと思われるが、浅深移動が阻害されていることも原因の一つと考えられる。

生殖腺熟度指数と組織学的観察の結果から、成熟段階という定性的な現象をGIという定量的な指数への変換の可能性を検討してみたが重複する部分が多く、良い結果は得られなかった。GIはこれまで産卵期の推定に広く用いられてきたが、8月19日にみられるように、GIの平均値が必ずしも群の成熟状況を代表しない例も生じることから、あくまでGIは相対的な指標として利用していく必要がある。特にGIの平均をとって産卵盛期の推定を行うのは問題があるといえよう。

出雲崎海域では6～9月とかなり長期間にわたってサザエは産卵が可能であることが明らかとなったが、この間でも産卵の盛んな時期とそうでない時期がみられた。この間、産卵を引き起こす何らかの要因が存在し、産卵行動の同調が生じているものと思われる。再生産を考える場合、孵出後の浮遊幼生の拡散が種の生息域の拡大のうえで重要であることから、海況特に潮流が因子の一つとなるとみられるが実際には確かめられていない。今後連続して浮遊幼生の出現状況を把握することが出来れば産卵を引き起こす因子を見つけ出すことが可能となろう。

今回の調査は本海域におけるサザエ資源管理を行うに際して必要な資源生物学的特性について把握することを目的として行った。とりわけ、成長と再生産にかかわる情報が重要といえる。本海域のサザエは殻高55mm以下で性成熟に達し、再生産に関与しており、現行の殻高60mmの漁獲規制は再生産を確保する上で特に問題はないように思われる。ここ数年、この海域は良好な資源状態を維持して来たが、科学的な根拠をもった資源管理が行われてきた結果とは言えず、いつどの様に資源が悪化するか予測のつかない状況にあった。現在、高齢貝で成長の停滞が認められているが、海況等の変化で海藻類など餌料生物量に大きな変化が生じない限り、漁獲圧を増しても乱獲に陥ることなく好適な環境収容量へと移行し、良好な資源状態を維持していくものと思われる。

資源管理を行うには資源がどのような状況にあるのか常にモニタリングしていく必要がある。サザエの資源量や漁場特性、資源の補給機構などまだまだ、不明な点も多く今後も調査を継続していく必要がある。

## 文 献

- 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. 日水研報告, (35), 129-160.
- 林 育夫 (1983) サザエ*Turbo (Batillus) comutus*の被面子幼生と稚貝の貝殻形態. 貝雑, 42, 212-216.
- 加藤和範 (1986) サザエ種苗量産技術開発(2)資源増殖に関する調査. 新潟県栽培漁業センター業務・研究報告書, (11), 29-36.
- 内場澄夫・二島賢二・山本千裕・岸本源次 (1984) サザエ生息生態に関する研究-I. サザエ稚貝漁場の形成要因についての検討. 昭和57年度福岡水試研究業務報告, 157-165.
- 宇野 寛 (1962) サザエの増殖に関する基礎研究-特に成長と周期性とに関して. 東水大特研報, 6, 1-76.

### [質 疑 応 答]

- 山田 (鳥根水試鹿島分場) ①市場調査員の漁法, 漁獲水深について. 漁法, 水深で殻高組成が変化するのはないか. ②浮遊幼生の同定方法は. ③鳥根県の調査結果では産卵期は水温上昇期の夏と下降期の秋に分かれると捉えているが, 水温との関係をどう捉えているのか. ④図11の観察結果は, 組織像に占める卵細胞の面積割合なのか, 数の割合なのか.
- 丸山 (新潟水試) ①漁法は刺網, 漁獲水深は不明. 漁法による選択性は当然考えられるが, 殻高60mm以上では大きな選択性はないものと仮定した. 水深による殻高組成の変化は認められた. 潜水調査では, 北側堤防で水深約3.5m, 南側で5mであるが, 同時期の採集でも南側で明らかに大型の個体が多くみられた. ②実体顕微鏡下で観察. 大きさは225 $\mu$ m~280 $\mu$ m程度. 殻表面に特徴的なすじ状の模様が認められる. 類似した幼生は認められなかった. ③水温の上昇期と下降期の2回産卵のピークがあるものと考えているが, 詳しい関係については今後調査して行きたい. ④面積の割合であるが, 大まかな模式図と理解してもらいたい.