

タカセガイの増殖に関する研究
 幼稚貝の生態

久保弘文

1. 目的および内容

タカセガイの種苗放流に際して好適場所の選定がその後の歩留まりの如何を最も左右することは言うまでもない。天然幼稚貝の生息の有無と密度は直接具体的な目安となり、またその環境自体の客観的把握は今後の放流場造成に欠くことのできない知見となる。これら稚貝の生物情報を究明することによって磯根資源型栽培漁業の効果的発展を図る。本研究は沖縄本島沿岸におけるタカセガイ幼稚貝の生息状況を調査し、稚貝の生息場を生態学的観点から検討した。

2. 方法

(2) 広域調査、

沖縄本島西海岸を中心に25地点について幼稚貝の生息状況を一定時間遊泳法(Fixed-time Swims)によって調査した。一定時間遊泳法はサンゴ礁などのライントランセクトが困難な場合や広い平面範囲を対象にする際用いる。タカセガイではNash, 1985がグレートバリアリーフでこれを用いておりスキューバダイビングまたはSCUBAを用いてランダムにタカセガイ幼稚貝をさがし、その個体数と遊泳時間を尺度に生息状況を把握しようとするものである。比較の為の情報として海岸方向、藻類相、岩質、リーフ(裾礁)形態をそれぞれ類型化し記録した。海岸方向は8つに等分した方角を調査地先水面の開放する方向にあて、藻類相は目立って認められた海藻類を見目で多いものから順位をつけ、持ち帰って同定した。尚、海藻採集の時間は一定時間遊泳時に含まれない。岩質は礁石灰岩、千枚岩(黒色粘板岩)、礁石灰岩と千枚岩の混在、ビーチロックと礁石灰岩の混在の4型にわけた。リーフ形態はMorton & Callis, 1969 および 目崎, 1980 を参照し裾礁型を4つに分け、また各々の型によってリーフ内やリーフ外の概念も含めた。(図1)

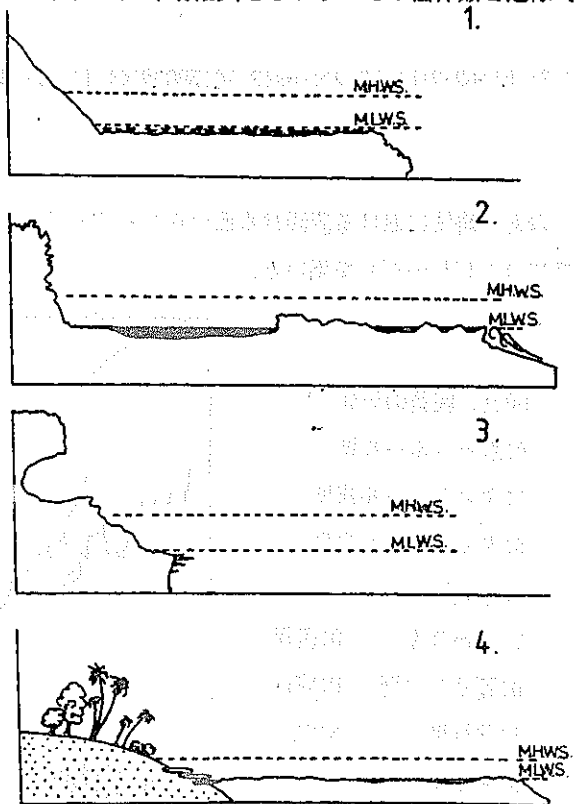


図1. 裾礁の分類(Morton & Challis 1969参考)

- 1:冠水離礁型
- 2:干瀬・イノー型
- 3:エプロン型
- 4:干瀬型

冠水離礁型(1)：基底はM.L.W.S. 塑望平均干潮線(M.L.W.S.)下において干出することはなく、特に本数ではほ礁にいたるまでの平坦な非干出面をも含め、リーフ上(T)の扱いとした。

干瀬・イノー型(2)：基底幅が広く、岸よりにイノーが形成され、沖側に平坦な干瀬が発達し干出する。イノー内をリーフ内(I)干瀬上(T)とした。

干瀬型(3)：基底幅が狭くイノーが形成される平坦な干瀬のみ発達し干出する。リーフ上のみを対象とした。

エブロン型(4)：基底幅がほとんどなく、急にドロップアウトする礁でリーフ外(O)の扱いとした。

(2) 微生物場調査

広域調査で満たせない部分の一つとして微生物場の評価がある。タカセガイ幼稚貝の存在そのものを個体レベルの単位で扱い、いわゆるすみかを明らかにするための徹視的観察を行なった。方法はタカセガイ幼稚貝の付着する点を中心にした1㎡コドラート内の環境を水深、底質(図2)、藻類被度、コドラート内の動物(特にナガウニとリュウキュウヒバリガイ)を調べ、またタカセガイの付着形態と行動、及びその時間を記録した。それぞれの区分(階級)と測定基準を以下に列挙する。

基準

水深；満潮、干潮の時刻及び潮位から任意時刻tにおける潮位zの概略値は、次式で算出できることから測定時とその水深値から潮位を求めた。

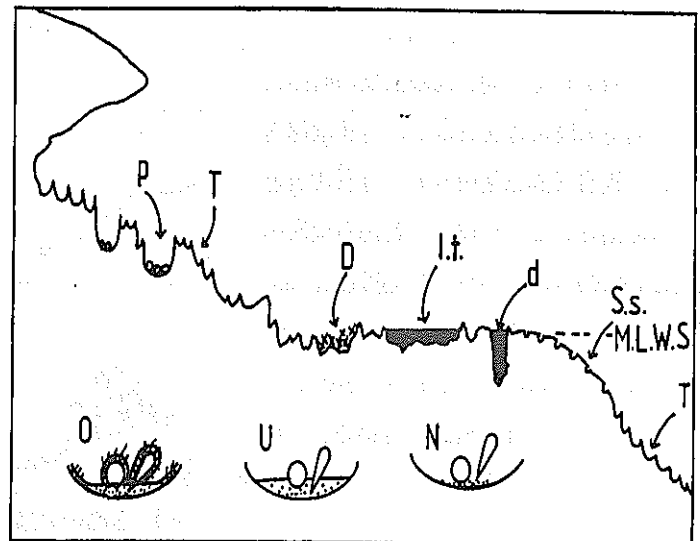
$$Z = h_1 + h_2/2 + h_1 - h_2/2 \times \cos(3.1415962 \times t - t_1/t_2 - t_1) \quad t_1, t_2 \text{は} t \text{をはさむ干満の時刻}$$

h₁, h₂はそれらの潮位である。

なお 現場における測深は水面からテープメジャーをおろすか 潮深部では水深計(日アクk.k. プロコンピゲージ)を用いた。

図2. 底質の分類

- P: ボットホール型
- t: タイドプール浅型
- d: タイドプール深型
- s: 小穴型
- T: とがり型
- O: 表面
- D: 死サンゴ型
- I.t: 移行型
- U: 底面
- N: なし
- S: 平滑型



底質 表面 とがり型；小塔(pinnacle)の内、小型で鋭いピラミッド様を呈するものが多数突出する高潮位と低潮線下に形成される岩盤。

平滑型；突出部が少なく、なめらかで低潮位の岩棚(ledge)外縁に形成される岩盤。

死サンゴ型；死枝サンゴが蓄積して、格子様形態を呈し、岩盤の表面に被る。

移行型；前2者の中に当たる形態で岩棚の主な部分を占める。

補足；リュウキュウヒバリガイが集団となって足糸で付着している岩盤

穴 小穴型；径が約5~10cm程度の穴や虫の這跡の様な細いみぞが走るパターンで低潮位外縁部に出現する。

ポットホール型；穴が大きく、内面が平滑で高潮位に形成される。

タイドプール浅型；水深1mまでの直径1m内外から10m程度の広いタイドプールで岩棚低潮位に分布する。

タイドプール深型；外縁部のクレビスから連続する細長く深いタイドプール。

砂 表面；岩の表面に薄い微細ソウを伴った厚さ5mm内外の砂層が存在する。

底面；岩の表面には特に認められないが基底部に砂がたまっている。

なし；表面にも基底にも砂がないか、極めて少ない。

被度；1㎡コドラート内の被度をブラウンブランケの方法(Braun-Blanquet 1964)の5階級を参考にし
て3階級 1;(1-25%), 2;(25-50%), 3;(50-100%)に分けた。

付着形態 上向き；岩，転石上に殻頂を真上にしてしている。

横向き；斜面，壁面，また突起物に横向きに付着する。

下向き；岩のひさし，転石裏に殻頂を下にして付着する。

3. 結果と考察

(1) 広域調査

調査地点、及び調査結果を図3、表1に示した。一定時間遊泳法の発見率(1時間当りの個体数)が1個体以上の8地点、1個体以下の17地点の間に存在する差異を4つの因子(海岸方向、藻類相、岩質、リーフ形態)に基づいて考察する。便宜的に1個体以上/時間の地点を[多い所]、それ以下を[少ない所]と呼ぶ。多い所と少ない所の諸因子の出現率を図4.5.6に示した。巨視的に見た生息地は物理的環境(波、潮汐、地史)によって造られたサンゴ礁形態が、随伴して存在する植相に反映し、ひいては動物相にも派生していると考えられる。沖縄本島にみられる礁地形はほとんどが裾礁型で地史的な要因である基底幅と波浪の強さによって変化する岩棚形態の組合せで細分類できる。波浪が強く基底幅の狭い外洋域に干瀬型(4)、波浪が強く基底幅の広い外洋域に干瀬イノ型(2)、逆に波浪が弱く基底幅の大きい内湾域に離礁型(1)(ここでは冠水型にあたる)がみられる(目崎1980)。

表1. 広域調査結果

0:リーフ外 T:リーフ上 I:リーフ内(干瀬・I-I型)

St. No.	調査地点	個体数 /分	個体数 /時間	海岸 方向	藻類相 (多いもの順)	季節	岩質	リーフ 形態
1	知念安座真北	0/80	0	N	S, C, O, P, V, G	秋	C	3-0
2	知念安座真南	0/70	0	NE	E, U, Y	春	C	2-1
3	玉城奥武島	0/45	0	E	U, E, Y, B, S, L	春	C	2-1
4	具志頭港川南	d1/170	0.18	SE	U, E, B, V, G	春	C	2-1
5	具志頭南部水道北	2/200	0.6	E	C, U, G, S, V, E	秋	C	2-T
6	具志頭南部水道南	5/120	2.5	SE	G, U, C, P, H, L	夏	C	4-T
7	糸満大渡海岸	0/120	0	S	H, C, U, P, I, E	春	C	2-T
8	読谷都屋北	1/150	0.4	W	H, P, E, U, Y	春	C	1-T
9	読谷長浜	2/110	1.09	NW	S, U, E, B, S	冬	C	4-T
10	恩納真栄田岬	3/200	0.9	NW	U, C, E, V	夏	C	2-T
11	恩納山田口南	6/60	6	N	G, C, U, S, E, P	冬	CP	4-T
12	恩納山田口北	5/185	1.62	NW	S, G, C, U, P, L	冬	CP	4-T
13	恩納前兼久	2/110	1.09	N	G, C, E, V	夏	C	2-T
14	恩納富着	3/220	0.82	NW	S, U, P, E, C	春	C	2-1
15	恩納谷茶南	0/230	0	NW	C, G, E, H	冬	P	1-T
16	恩納赤崎	d2/100	0.6	NW	E, H, U, C	春	C	2-1
17	恩納漁港北	1/110	0.55	N	U, E, S, P, C	春	CP	1-T
18	恩納瀬良垣漁港前	0/80	0	NW	U, E, S	冬	BC	1-T
19	恩納安富祖南	3/60	3	N	G, C, P, U, V	夏	CP	2-T
20	恩納安富祖北	2/105	1.14	NW	G, U, C, S, P	冬	CP	4-T
21	恩納名嘉真	0/180	0	W	U, E, P	冬	CP	1-T
22	名護喜瀬南	0/70	0	NW	E, C, S	冬	BC	1-T
23	本部備瀬崎西	0/65	0	W	E, U, P, B	春	CP	2-1
24	本部備瀬崎北	4/145	1.66	N	G, C, U, P, V	夏	CP	4-T
25	名護天仁屋	0/170	0	SE	S, C, U, G, E	冬	P	3-0

凡例 藻類相 E:アオリ類 U:アサギ類 G:テンケリ類 C:石灰藻 S:ホタテワカ類 P:ウミウシ類 H:コカイムシ I:ミル類
V:キョウコケリ類 L:コカイ類 O:ホウチシロカ B:シロミドリsp Y:カメムシ 岩質 C:礁石灰岩 P:千枚岩 CP:CP混合
BC:ヒレ・チロク+C混合 リーフ形態 1:冠水型裾礁 2:干瀬・I-I型裾礁 3:I-I型裾礁 4:干瀬型裾礁

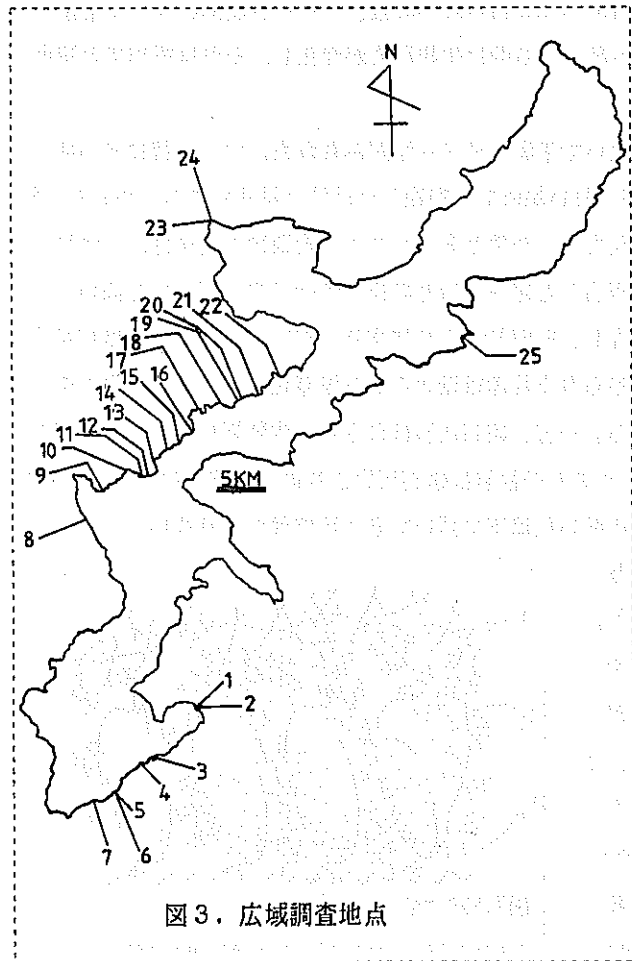


図3. 広域調査地点

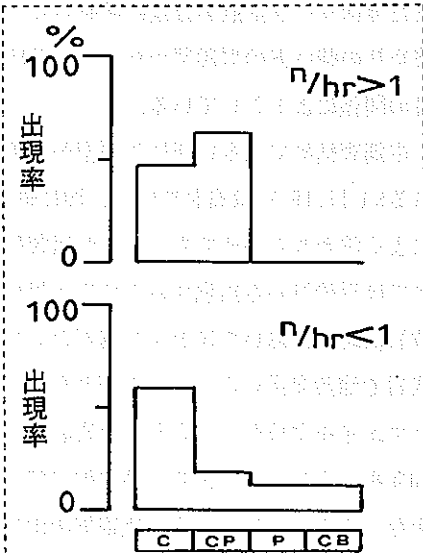


図5.

岩質と多い所、少ない所の出現率

C:礁石灰岩 P:千枚岩 CP:CP混合

BC:ビ-チロック+C混合

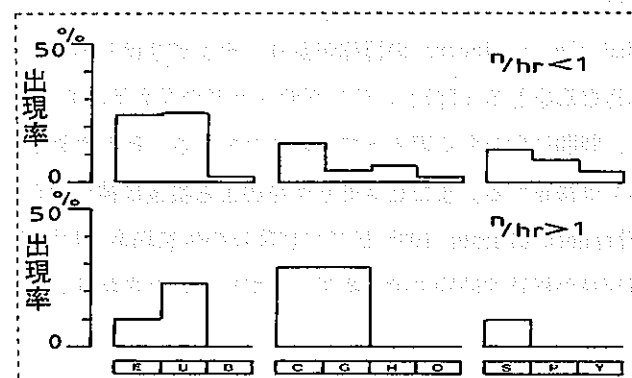


図4.

藻類相と多い所、少ない所の出現率

E:アオリ類 U:アオリ類 G:テングサ類 C:石灰藻 S:ホンダワラ類

P:ウミウチ H:ユカイイラ O:ホリナミノハ B:シオミトウソウ Y:カコメノリ

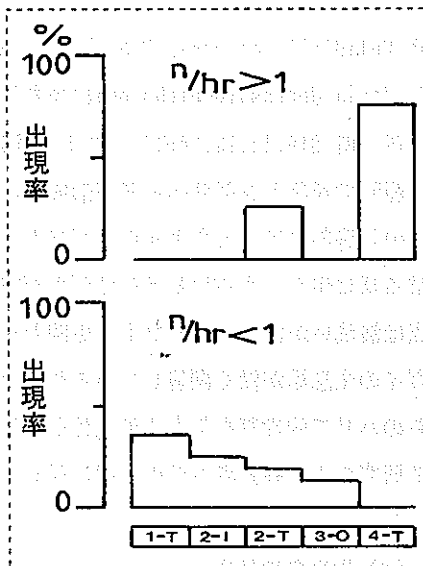


図6.

裾礁型と多い所、少ない所の出現率

1:冠水型裾礁 2:干瀬・イ-型裾礁

3:エア'ロ型裾礁 4:干瀬型裾礁

また今回リーフ形態の分類に参照した Mortton & Challils, 1969は、ソロモン諸島のリーフ形態が波当りの強い方の裾礁型から弱い方のほ礁へ移行する間に生物群集が変化し、それは露出度と遮蔽度の関係によるとしている。

本調査結果では多い所に干瀬型が顕著で次いで干瀬・イノー型がみられた。中でも特に多い所であるSt 11, 19, 24は真北を向き、沖に遮蔽部の無い場所で冬期激しい波浪に見まわれる。つまり、波によく洗われる場所であることが巨視的に見た第一条件と考えられる。岩質は本島中部、特に西側では恩納村から出現する千枚岩（黒色粘板岩）と礁石灰岩との組合せ(cp)の値が極めて高い。千枚岩は現場においてほとんど転石として存在し、露頭部はより岸寄りに存在する。千枚岩は広域変成岩で地殻変動による強大な圧力をかけて造られた片理組織からなる塩基性の泥岩（キヌウンモとセキエイを主成分としたち密な岩石）である。一方、礁石灰岩はれき性の生物岩片の多い孔隙率が20%をこえる岩石である（沖村他, 1977）。つまり千枚岩は礁石灰岩より重く、波浪による転がりが少なく安定した転石で先の礁形態の波当りの強い環境下に残留できる可能性がより高い。しかも、この岩石の安定性は植相（餌）条件にも関与していることが判っている（久保、未発表）。藻類相は全地点を通してアオサ類と石灰藻の頻度が高いが、多い所のみではテングサ類がきわだち、併せて石灰藻も多くなっている。ここでいうテングサ類はほとんどがシマテングサ *Gelidiella acerosa*、石灰藻はヒメモサヅキ *Jania decussato-dichotoma*に当たり、特に多い所 St 6, 11, 13, 24のリーフ上岩盤には広い範囲で通称テングサベッドが形成されている。

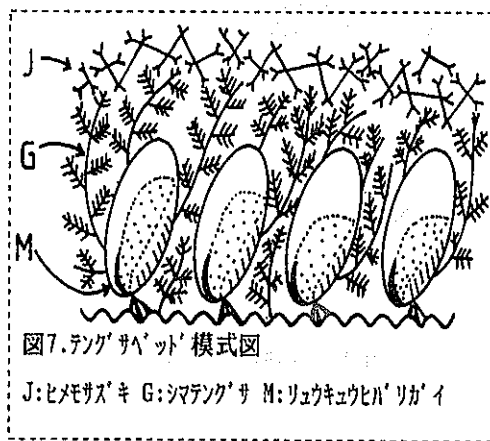


図7.テングサベッド模式図

J:ヒメモサヅキ G:シマテングサ M:リュウキュウヒバリガイ

この基底にはリュウキュウヒバリガイ *Modiolus agripetus* の群体があり、テングサはその上に被る様に生え、さらにヒメモサヅキが絡み込む形をとる（図7）。テングサベッドの最も特記すべき点は波洗いが激しいリーフ上にも関わらず、隙間に砂が多く留まっていることである。砂とタカセガイの生息場が深く関連している事については後述する。またヒメモサヅキによる被覆は捕食者からのバリア的役割を果たす可能性もあり Shepherd & Turner 1985 はアワビ稚貝の生息場選択に関する研究の中で捕食者ベラ的一种に対して石灰藻が構造的防除の役目を果たしていることを指摘している。

(2) 微生物地調査

・垂直分布 沖縄本島7地域及び伊平屋島より発見されたタカセガイ幼稚貝83個体に設定した1㎡コドラートに出現した環境を水深（潮位）と殻径組成の二点から考察する。水深別殻径組成を図8, 9に示す。83個体中10個体は平均水面下1m~10mまでの漸深帯域のもので図8には含まれていない。図9は親貝調査の情報を併せた資料である。潮間帯における生物学的最小型（殻径6cm以下）の幼稚貝の垂

直分布は平均水面(M.T.L.)；潮位+106.5cmから低極潮位(E.L.W.S.)-42.2cm間に全83標本の89%が含まれ、逆に同範囲の全個体中殻径6cm以上の出現率は6.9%にすぎない。また図9から漸深帯での205個体中、殻径40mm以下の小型幼稚貝が全く見いだされていないことから幼稚貝生息場が潮間帯に形成される事は明白である。なお同現象はオーストラリアでも報告されている(Nash, 1985)。一般的な裾礁形態の中でE.L.W.S.以下の領域に岸側のイノーとリーフ外の礁縁部があり、特にイノーについては広域調査からも密度の低いことが判っている。Tsuchiya & Nishihira, 1984 および 1985は沖縄の潮間帯に最も多産するナガウニ *Echinomerta mathaei*の生態的二型を見だし、イノー内中心に分布し集団性と移動性が著しいA型とリーフ上中心に分布し独立性が強く、溝に入り込み、ほとんど歩かないB型を提唱している。A型の集団性と移動性はイノー内の海藻を食べ尽くし、いわゆる磯焼けをおこす。実際イノー内の藻類被度は極めて低く、恩納村安富祖南の観察例ではタカセ幼稚貝の分布するリーフ上はナガウニA型の数が少なく平均10.6/m²で被度が高いがイノー内の M.L.W.S.以下ではナガウニが極めて多く平均42/m²で被度は全て1と低かった(図10)。本調査ではコドラート内のナガウニを全て数えたが遺憾にもABの区別をしなかったため、ほとんどで類出してという当然の結果しか得られていない。しかしナガウニが極端に少ない10個体以下であった9コドラートの潮位と殻径は高潮位で小型の傾向が出ており(図8の点囲み)、また潮間帯の72個体を便宜的に殻径40mm境界で小型幼稚貝と垂成員に区分して、それぞれのコドラート内における被度を比較すると小型幼稚貝の生息場に被度3(多い)の出現率が高く豊かな植相の微環境が伴っていたことになる(図11)。以上の結果から鑑みて小型幼稚貝の生息場のナガウニがB型であった可能性は高く、E.L.W.S.以下に分布の空白部が生じている理由の一つはナガウニA型との餌料競合に対する回避効果が働いていると考えている。

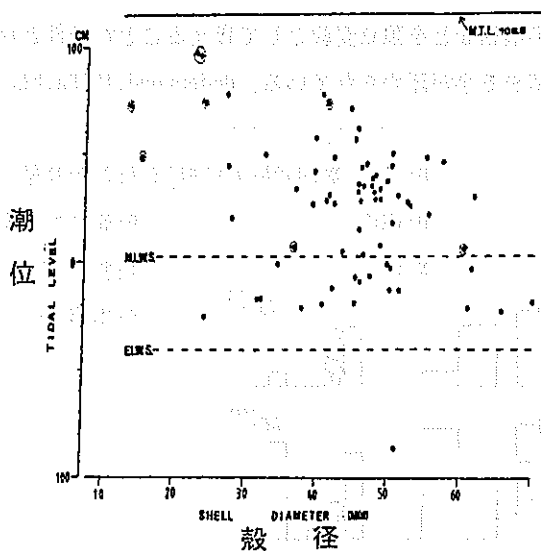


図8. 潮間帯における水深別殻径組成

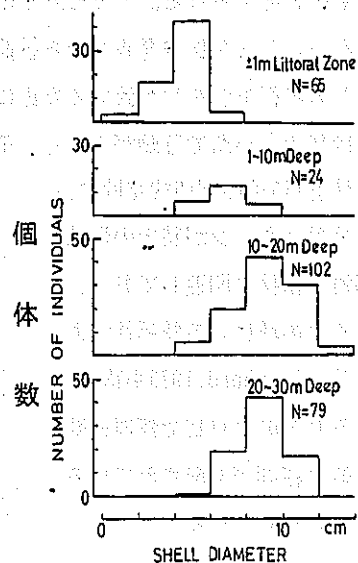


図9. 漸深部における水深別殻径組成

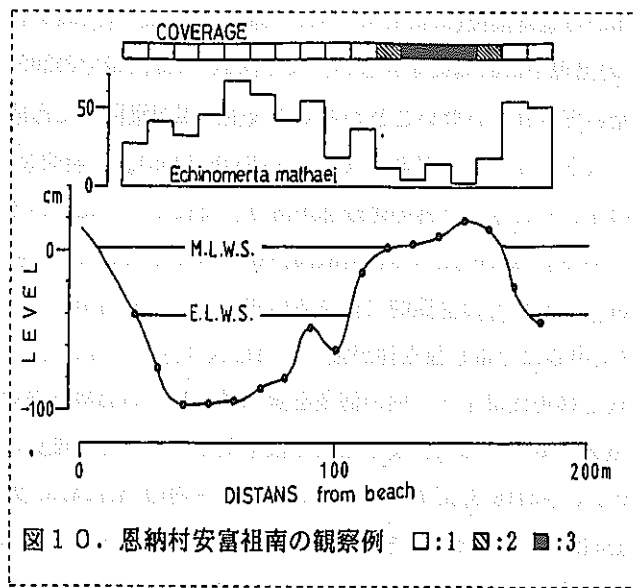


図10. 恩納村安富祖南の観察例 □:1 ▨:2 ■:3

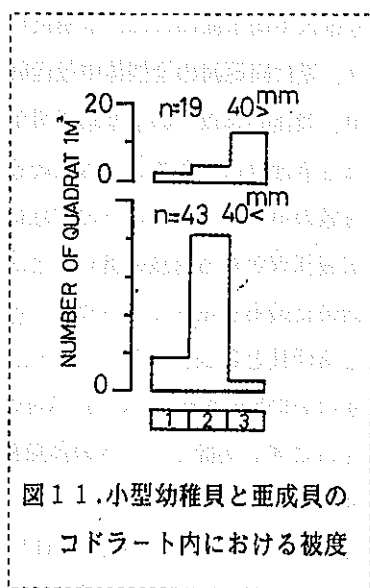
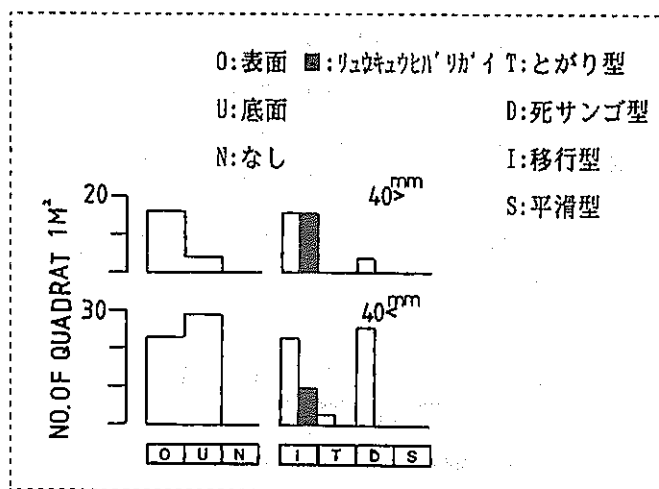


図11. 小型幼稚貝と亜成員の
コドラート内における被度

・底質 全コドラートのうち小型幼稚貝80%、亜成員44%に砂の被覆が認められ、なしの場所では出現していない(図12)。漸深部では比較的砂の少ないところで出現することもあるが潮間帯では有力な因子である。また形態的特性は小型幼稚貝で80%が移行型でリュウキュウヒバリガイを伴い、亜成員では死エダサングの蓄積部50%、移行型44%の順となった(図13)。リュウキュウヒバリガイ上にテングサベッドの形成されること、および砂が蓄積していることは波浪の激しいリーフ上にも関わらず棲み場の安定度が高く、また死エダサングの格子様蓄積も砂を滞留させており同様の効果をもつものと考えられる。タカセガイの胃内容物および排泄物中に砂が多く含有し大型藻類の葉片が少ないこと(久保未発表)から摂餌生態との関係が示唆される。葭矢1988はサザエの移動分散がランダム歩行モデルに合致するためには周辺の植相などを独立変数として扱えることが条件となり、現実には餌の多い所で移動が乏しく、その場に留まる事が認められている。Underwood, 1976a, bは藻食性巻貝3種の同所的空間に占める分散パターンが特定の藻類や基質と密接に関連しており、それぞれの種による特異性があるとし、Shepherd, 1973も南オーストラリアのアワビで餌料藻類の供給に移動が支配されていることを指摘している。

図12. 小型幼稚貝・亜成員別
砂の被覆と底質



・タイドプール形態 高潮位のポットホール、砕波帯の小穴はまったく出現していない。岩棚部の浅型は小型幼稚貝が100%、垂成貝が80%を占め、深型（クレビス）は少ない（図14）。この現象は先のナガウニA型への回避やテングサベッドと共通し、潮間帯の物理的環境（降雨、盛夏時の水温上昇）から見た諸種に対する制限要因を解明する鍵を握っている可能性がある。

・付着形態、行動 タカセガイの付着形態は昼夜を問わず上向き（F）が最も多く85%、次いで横向き（P）15%、転石下に逆さまに付いたものは全く無い（図15）。逆さまは今回とは別に観察した例で唯一恩納村で認められただけである。しかし殻径20mm以下の個体では発見個体数が非常に少ないため、全く別の場所に棲んでいる可能性があり、現時点では30~60mm内外に対する結論である。タカセガイのいわゆる非陰生行動（uncryptozoic behavior）については漸深部の成貝生息状況からも確かめられ、この種のもつ特異な習性である。ただ陸上水槽で飼育した母貝はシェルターに隠れ込みらしい（玉城英信氏、私信）。行動は夜間にやや活発になるものの昼間も這っているものが出現している（図15）。即ち先の非陰生行動とあわせて端的にいわば「ずぶとい」性格であることが示唆され、他のリュウテンサザエ科のヤコウガイやチョウセンサザエが夜行性で経験的に夜間漁をされているのとは比ベタカセガイ漁が専ら昼間に行われている事実とよく合致する。

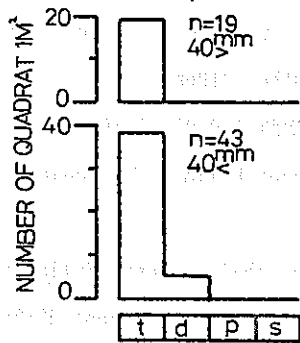


図13. 小型、垂成貝別タイドプール型

t: タイドプール浅型 P: ポットホール型
d: タイドプール深型 S: 小穴型

4. 成果の要約

天然タカセ幼稚貝（30~60mm内外）の生息場を生態学的尺度によって以下のごとく評価した。

- ・干瀬型、干瀬・イノー型のリーフで、藻類相はテングサ類がきわだち、併せて石灰藻も多い場所。
- ・垂直分布域は平均水面(M.T.L.)；潮位+106.5cmからE.L.W.S.-42.2cmの潮間帯に形成される。
- ・藻類被度は小型幼稚貝の生息場に被度3（多い）の出現率が高く豊かな植相の微環境が伴われ、E.L.W.S.以下に分布の空白部が生じている。
- ・底質は砂の被覆が認められ、岩盤形態が移行型でリュウキュウヒバリガイを伴うか、死エダサングの蓄積があり、岩棚部の浅型タイドプールの場所。
- ・行動様式は非陰生で厳密な夜行性ではない。

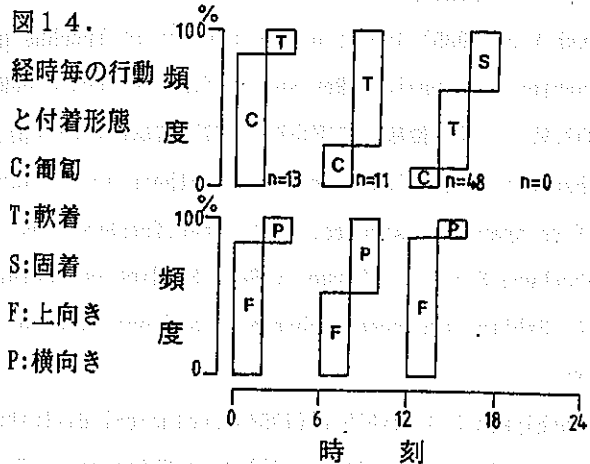


図14.

経時毎の行動
頻度
と付着形態
C: 匍匐
T: 軟着
S: 固着
F: 上向き
P: 横向き

5. 今後の課題

- ・幼生の着底機構と殻径20mm以下の生息場の解明。殻径60mm以降の漸深帯移動の実態調査。
- ・生息場の物理化学的評価（水温、塩分濃度）。
- ・餌競合、食害動物の生存制限要因とタカセガイの環境耐性。
- ・摂餌生態の消化吸収に関する生理学的究明と摂餌量及び限界生息密度。

謝辞、本研究に際して、恩納村漁協ならびに同青年部、伊平屋村漁協ならびに同青年部より多大なる協力を戴いた。ここに深謝の意を表するとともに今後の更なる援助をお願いする次第である。また本稿の作成にあたり終始、御助力くださった金城早苗女史にお礼申し上げる。

文献

- 目崎茂和(1980) 沖縄の珊瑚礁と開発問題。地理 25(8):84-92.
- Horton J.E.& D.A.Challis (1969) The biomorphology of Solomon Islands shores with a discussion of zoning patterns and ecological terminology. Phil.trans.roy.soc.B 255:459-516.
- Nash W.J.(1985) Aspect of the biology of Trochus niloticus and its fishery in the Great Barrier reef region. Rep.submit.fish.res.bra.& GBR.mar.park autho. 210pp.
- 沖村雄二・関根倫雄・篠田良明(1977) 琉球層群の岩相と堆積場。海洋科学 9(9):13-19.
- Shepherd S.A.(1973) Studies on southern australian abalone (genus Haliotis) 1.Ecology of five sympatric species. Aust.J.mar.freshwat.res. 24:217-257.
- Shepherd S.A.& J.A.Turner (1985) Studies on southern australian abalone(genus Haliotis). 6. Habitat preference,abundance and predators of juveniles. J.exp.mar.biol.ecol.93:285-298.
- Tsuchiya,M & M.Nishihira(1984) Ecological distribution of two types of the sea-urchin, Echinomerta mathaei (Blainville),on Okinawan reef flat. Galaxea 3:131-141.
- Tsuchiya,M.& M.Nishihira.(1985) Agonistic behavior and its effect on the dispersion pattern in two types of the sea-urchin,Echinomerta mathaei (Blainville). Galaxea 4:37-48.
- Underwood A.J.(1976a) Analysis of patterns of dispersions of intertidal Prosobranch Gastropods in relation to macroalgae and rock-pools. Oecologia (berl.) 25:145-154.
- Underwood A.J.(1976b) Nearest neighbour analysis of spatial dispersion of intertidal Prosobranch Gastropods within two substrata. Oecologia (berl.) 26:257-266.
- 葭矢護・桑原昭彦・辻秀二・内野憲・田中雅幸(1988) サザエの移動・分散と環境収容力。京海セ研報 11:1-7.