

## 天神島自然教育園のタコノマクラ群集

山口 正 士\*

Ecological Observations of the Population of a Sand-dollar,  
*Clypeaster japonicus*, at Tenjin-jima Marine Biological Garden

Masashi YAMAGUCHI\*

(With 6 Text-figs. and 2 Tables)

天神島自然教育園の笠島と天神島との間の浅い水道部の海底の砂上に見られるタコノマクラ (*Clypeaster japonicus*) の群集の概要はすでに報告された<sup>1)</sup>。この群集を構成するのはすべて成体のタコノマクラばかりであって小型の未成体が発見されたことはなく、新しい個体がいつどのように群集に加入していった、それが維持され続けているのかは全くの謎となっていた。またこの動物は中部太平洋沿岸の浅海底においてかなり重要な生態的地位を占めており、しばしば動物発生学上の研究材料とされておりながら産卵期が初夏であることの外にその生態についてはほとんど何も知られていない。

そこで著者は東京大学学術調査探検部に属する海洋研究会の諸君の協力を得て、1968年から1969年にかけて上記の場所を中心にこのタコノマクラ群集の調査を行なって来たので、その結果を著者の油壺湾周辺その他における観察結果とあわせてここに報告したい。

## 調 査 方 法

タコノマクラは一般に砂底の上に座っており、砂中には潜るものもあるが深く入ることは少ないので、これに標識をつけ再放流して観察する方法がとり易い。そこでその群集の天神島自然教育園内の分布地域的一部分で、4隅をハーケンを使って固定したロープによる方形区を設けてその中の個体をすべて取上げて生体重量および殻長（長径と短径）を測定した後に、プラスチックの小片に通し番号をつけた標識をとりつけて再び方形区内に戻した。標識をつけられた個体はまとめて方形区の中心に置かれてその後の移動・分散のようすも観察された。

使われた標識は白色セルロイド板から作られた約2cm×1cmの小片を、タコノマクラの肛門部に1.5mmのドリルで開けた穴へナイロン糸で結びつけられた。その小片上に通し番号としてダイモテープが使われたが、これは海中で9カ月以上を経過しても判読可能であった。

方形区を伴ったロープは調査開始の1カ月後までは残っていたが、冬を過ぎた6カ月後には消えてなくなって、ロープを止めたハーケンの位置も砂の中に埋った岩礁面上であったため再発見することもできず、およその位置がわかるだけとなった。また標識の一部は最初の数日にすでに脱落した。そのため調査結果を解析するのがやや困難になったが、この原因はナイロン糸の結着の不手際によるものであって、最初のうちに落ちるものは落ちてしまったものと考えられた。

調査地点およびその付近は満潮時に水深が2mあまりにすぎず、調査はほとんど素潜りによっ

\* 東京大学農学部水産学科 Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, University of Tokyo.  
原稿受理 1969年4月6日 横須賀市博物館業績 第210号

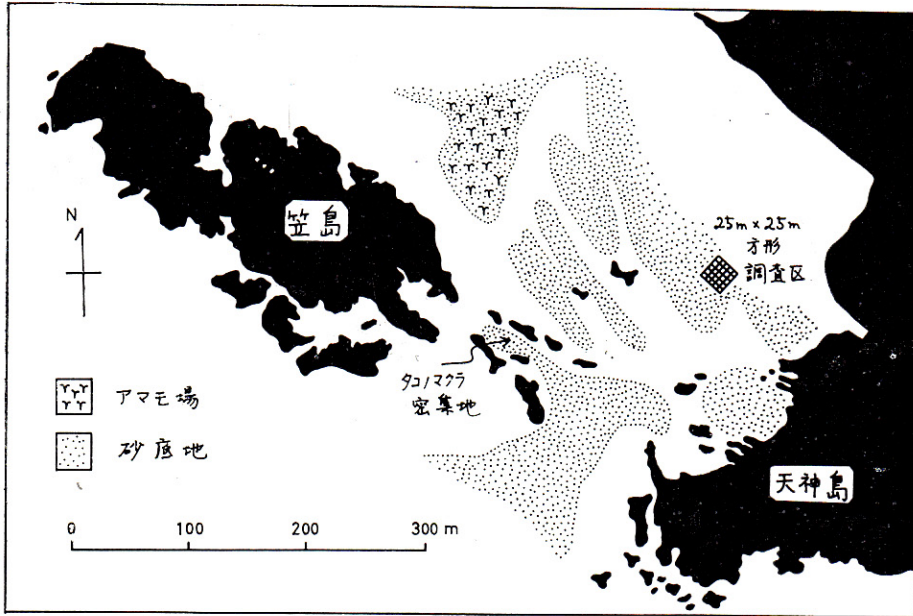


Fig. 1.

たが、より詳しい観察、採集のためにスキューバも使用された。(Fig. 1. 参照)

### 調査結果および考察

#### 1. 分 布

タコノマクラの地理的分布域は本州中部より九州南部までとされている。油壺湾周辺でも同様であるが、天神島付近でも低潮線下 1 m くらいから水深 20 m あるいはそれ以上にまで見られる。その生息場所は一般に岩礁に近接した砂底とか起伏した岩礁面のくぼみに浅く堆積した砂の上に多いようであるが、岩礁面上にも見られる。伊豆諸島の大島と神津島ではむしろ岩礁面上のみに散在しているのが見られた。砂中に埋没している場合の他、この動物は殻の上側に小石や貝殻、あるいは海藻の破片などがかぶってカモフラージュを行なっている。(Fig. 2. a. b.)

この種は泥質の多い海底には通常生息していない。そのような場所にはヨツアナカシパン (*Peronella japonica*) が多くタコノマクラとは水平的に棲み分けている。また砂中により深く潜るスカシカシパン (*Astriclypeus manni*) は立体的な棲み分けを行なっている。この棲み分け現象はこれらの歪形ウニ類の間の食性の差によるものと考えられる。すなわちタコノマクラは砂粒に付着した珪藻類やデトリタスなどを砂ごと摂取するが、カシパン類は砂をとりこまずにデトリタスのみを摂取する。砂中に潜る行動を示すスカシカシパンは泥の少ない、比較的砂粒の粗い所に分布するので、タコノマクラの下に潜っているような場所がある。

これらの歪形ウニ類の卓越する群集は他の海域、例えばサンゴ礁の礁原におけるナマコ類あるいはコブヒトデ<sup>2)</sup>などの占めているような生態的地位を、日本の太平洋沿岸の中南部において占めている。ここにナマコ類の群集が発達せず、日本海側の沿岸と異っているのは、歪形ウニ類群集の発達がすでに極相になっているためであろう。



a. Covered with sand



b. Uncovered

Fig. 2. Underwater Photographs of *Clypeaster*

## 2. 密度

天神島におけるタコノマクラの生息密度については簡単な調査が1967年の秋に行なわれている<sup>1)</sup>。この報告における方形区の設定地点はそれに基づいて決められたものであるが、密度の大小を問題にする場合には、この地点よりも西側寄りの水道部およびその出口付近の方が一般に密度が高いようであった。なかでも笠島の南東端近くには一部に1平方メートル当たり1.6個体という他の場所より一桁ほど密度の高い地点が発見された。(Fig. 1. 参照)

25 m×25 m の方形区の内側からは合計 65 個体のタコノマクラと 38 個体のスカンカンパンとが採集された。その密度は前者が1平方メートル当たり約0.1個体、後者が同約0.06個体である。これより天神島自然教育園内のタコノマクラの分布密度はおよそ1平方メートル当たり0.1~1.0個体であると考えられた。ただしこれには、全く分布していないかあるいは非常に少ない場所である低潮線下1メートル以浅、アマモ場あるいはカジメ・アラメそしてモクの類など大型藻類の群落の中は含まれない。

方形区の中をさらに5 m×5 mの小区画に細分した場合にはタコノマクラとスカンカンパンとの分布状態はFig. 3. のようになった。この地点は南から北に向かって約0.5 m/25 mの下り勾配となっていて南端付近は砂中から一部岩礁面が露出していたが、北側に進むに従って砂がより厚く堆積していた。ここでスカンカンパンの分布密度が北に片寄っていたのは砂の堆積状態を反映したものであろう。それに対しタコノマクラは1小区画当たり0にないし6個体の間で変動したが南の岩礁面の露出部付近に多かった程度で、特別な傾向は認められなかった。

なお調査された方形の区画の中に見られた他の動物の主なものには、露出した岩礁面上にムラサキウニ、コンダカウニそしてラップウニ、砂上にはサンショウウニそして砂中にはモミジガイとギボシムシ(多分ミサキギボシムシであろう)などがあつた。

## 3. 群集を構成する個体の大きさと成長

天神島自然教育園の中に設けた調査区におけるタコノマクラとスカンカンパンの殻長および生体重量の分布はFig. 4. に示されたようであった。タコノマクラ64個体の計測結果は長径と短径とがそれぞれ98×76 mm~143×114 mmの範囲にあって平均値は114~96 mmであった。その生体重量は163~350 gの範囲にあって、平均値は243 gであった。またスカンカンパン33個体では殻径が110~134 mmで平均122 mm、生体重量は135~215 gで平均171 gであった。これらの動物は上記の大きさのものが発生学上の実験材料として普通に使われており、成体ばかりであつて中に若い未成体は含まれていないものと考えられる。

著者はタコノマクラをはじめ沿岸性の無背椎動物の群集の再生産について興味をいだき、数年来、機会ある毎に潜水して若い個体の分布状態の観察を試みているが、タコノマクラ

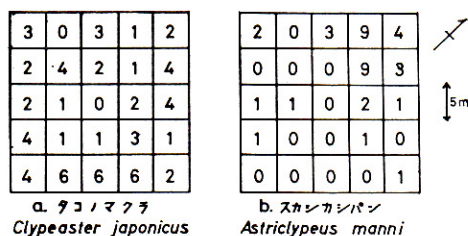


Fig. 3. Distribution Patterns of Sand-dollars

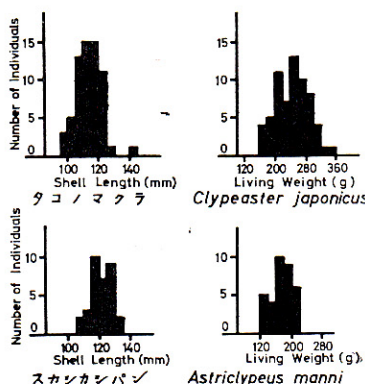


Fig. 4. Distributions of Shell Length and Living Weight in Sand-dollars

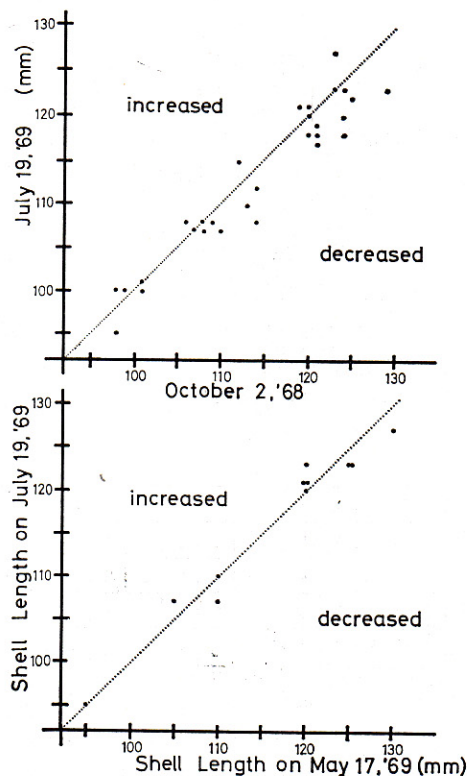


Fig. 5. Comparisons in Shell Length of Marked individuals *Clypeaster* in Different Seasons

は殻長の小さい個体でも大きい個体でも全く同様であった。タコノマクラに近縁のブンブクチャガマの一種では3年で成体に達すると成長が止まり以後殻は大きくならないといわれているが<sup>8)</sup>、タコノマクラでも同様な現象を示すものと思われる。

#### 4. タコノマクラ群集における加入と死亡

タコノマクラの生活史についてはこれまでに何も報告されておらず、寿命の長い事なども全く知られていない。したがってその群集の構成員の死亡による減少と新しい個体の加入とがどのように行なわれているかに興味を持たれた。

1968年10月2日にタコノマクラ個体に標識をとりつけ、調査区に戻したが、その後に1カ月経過した11月3日、冬を越した1969年の5月16～17日および7月19日に追跡調査が行なわれた。

11月には38個体が再発見されたが、後の2回の調査でこの時に未発見だったものも見つかったのでその数を加えた45個体がこの時点における生存個体数の最小値となった。この1カ月間に13個体の減少があったことになるが、そのうち3個体は標識の脱落によることが確認されており、他のものも同じ原因によるものが多いものと考えられる。

次に、越冬後の5月には34個体が再発見され、7月には29個体が確認された。後者のうち27個体は5月にも見られたものであって、残り2個体が加わった36個体が5月の時点における確

の未成体の分布はどこにも見られずに終わっている。これまでに発見した最小個体は、水深15～20mの油壺湾外で相模湾に出た付近からドレッジで採集された殻長36×31mmの1個体のみである。この時同時に採集された他の個体はすべて100mm以上の殻長のものばかりであった。いまのところ殻径が長径90mmより小さい個体は非常に珍しい存在であることは確かである。

若い個体についてはその生息状態すら知られていないので当然その成長についても知ることはできない。しかし成体群集に含まれている個体では標識をつけて成長を追跡して測定することができた。1968年10月2日に殻長が記録され、同時に標識がつけられたタコノマクラ58個体のうち12個体が1969年5月17日に、続いて29個体が7月19日に再び計測された。そのうち11個体は重ねて測定された。タコノマクラの大きさは長径の値が測り易く、信頼性が高いのでこれについて比較したものがFig. 5.の結果である。

冬を越して約7カ月半経過したものとその後の約2カ月経過したものとの間をそれぞれ二つの軸

に取って大きさを比較したところ、タコノマクラは調査期間に殻長はほとんど変化せず、むしろやや減少するような傾向が認められた。そしてこれ

認数であった。

1968年11月の45個体、および1969年の36個体をそれぞれの時点における現存数に近いものと見なして、この間の生残率を推定すれば80%という値が得られる。この時の減少には調査もれ、移動そして標識の脱落などが関係し単なる死亡による減少ばかりではない。しかし移動する距離は小さかったこと(後述)と、標識の脱落は初期に集中していたであろうということを考えれば、この生残率は実際と大差ないものであったと思われる。すなわちタコノマクラの成体群集の構成員の減少は冬を越える6カ月間に約20%であった。なお、この調査を通して標識のついた個体の死殻は全く発見されなかった。以上の結果は第1表にまとめて示されている。

第1表 タコノマクラ標識個体の再発見

調査年月日	再発見個体数	追加個体数 <sup>①</sup>	確認生存数 <sup>②</sup>	標識脱落数	逐次減少数 <sup>③</sup>
1968. 10. 2~4	(58)*	—	—	3	—
11. 4	38	7	45	?	10
1969. 5. 16~17	34	2	36	?	9
7. 19	29	—	—	?	7

(註) ( ) \* 標識をつけた個体数。

① 後の調査で再発見された見落とし分。

② 確実に生存していた個体数。

③ 未発見のものすべて(標識脱落、見落とし、移動および死亡したものを含む。)

調査地点の位置が前に述べたように途中で不明確となったので、調査区内に新しく加入した個体の数については正確に数えることはできなかった。しかし11月には方形区内に8個体が新しく加わっており、翌年5月および7月にはその時点において標識のついた個体の数よりもそのついでいない加入個体の方が多かったように観察された。全体数は調査中に増加したようであった。

調査区に新しく加入した個体の大きさが測定され、それを前からあった標識個体の大きさと比較されたが、両者の間に差を認めることができなかった。第2表のように両者の平均殻長、標準偏差および不偏分散の間の差は小さく、有意と認められなかった。

第2表 標識個体と加入個体の大きさの比較

	個体数	平均殻長	標準偏差	不偏分散
標識個体	29	113.0mm	8.7mm	76.0
加入個体	96	111.7	9.3	85.9
		t=0.65		F=1.13

(註) tの5%信頼限界(d. f.=123)は1.98,  $F\left(\frac{28}{100}\right)$ では1.72であって  
 平均値、分散共に有意差ありとは認められなかった。

冬の間調査区内に多数の新しいタコノマクラが加わったことは明らかであるが、その大きさは従来そこにあった個体と差が認められず、すでに成体に達したものが移動してきたものであろう。ところが後に述べるように標識をつけた個体には移動・分散の距離は小さく、同じ場所に定着したままであった。これは周囲の成体群が移動して加入した事実と矛盾しているが、次のようにも考えられる。すなわちこの調査地点が海岸寄りの浅い方でタコノマクラの分布の周縁部に当り、この動物は深い方から浅い方へと移動して最後に浅い所に止まる傾向があるとこのような結果にもなり得る。

1年のある時期に限ってタコノマクラの死殻が野外でまとめて発見されたことはないが、少数ずついつでも見られるようであった。この動物の寿命は成体となって後も数年で終るようなことはなくかなり長いものであろう。成体群集の中には多くの年級群が含まれており（毎年産卵が初夏に行なわれている）。少しずつ死亡してゆくものと推察される。この動物には天敵は知られておらず、死亡はほとんどが自然死あるいは台風の波浪で岸に打上げられたり<sup>1)</sup>、人間に遊び半分に採集されて死ぬなどの事故によるものであろう。

海の中で死んだタコノマクラは殻だけになって砂上にしばらく転々としているが、そのうち砕けて破片と化するようである。調査地の海岸や海中の砂粒の中にもこれの細かい破片がしばしば認められている。死殻の上には緑藻などが生長して色がついてくるものもあり、海の静かな時期にはしばらく完全な殻の姿が残ることもあるようだが、一般に短時日のうちに砕けてしまうものであろう。

野外で発見された完全な死殻の大きさについても測定されたが、これの大きさにも特別なかたよりはなく、成体群集の構成員の大小を問わずに死んでいることが認められた。これは前に述べた成体の成長停止の現象とも一致している。

### 5. 移動・分散と行動

一辺5メートルの小区画25が方形区の中に設けられたことはすでに述べられたが、ここで1968年10月2日より4日までの間標識のつけられたタコノマクラの移動・分散のようすが観察された。方形区内における最初の分布状態は第2図a.のようであったが、標識をつけられた58個体は全部中央の小区画の中心部に戻された。その後1昼夜および2昼夜を経過した時の分布状態の変化は第6図のようであった。この間に標識の脱落は3個発見され、また砂中深く潜って再発見されなかったものもいくらかあった。

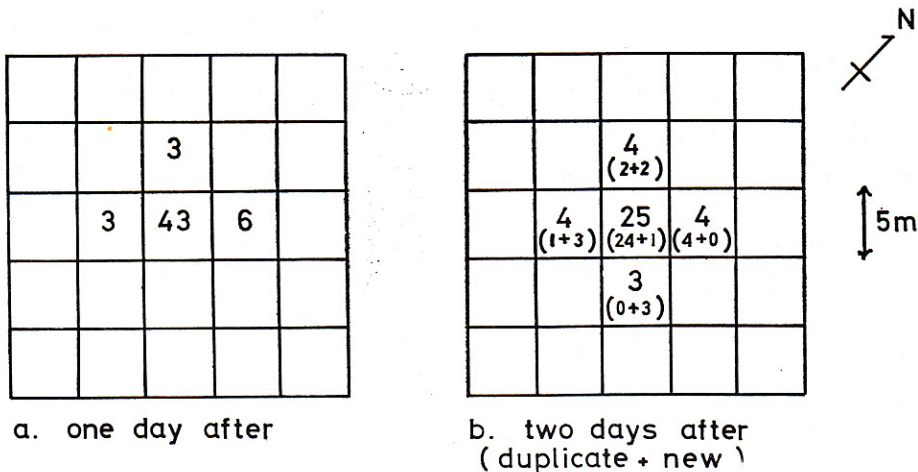


Fig. 6. Dispersion of *Clypeaster*  
(numbers of rediscovery in the marked individuals)

1昼夜経過後に再発見されたもののうち78%は中央の小区画に止り、残りもすべてそれに隣接した小区画中であつた。そして2昼夜後にも中央に再発見数の63%が止り他はやはり隣接した小区画中であつた。なおこの間に、小区画のいくつかに標識のない個体が認められたが、それは最初に見落したものが後から移動して来たものであつたか区別がはっきりしなかつたが、周辺部のものはおそらく侵入してきたものであつたであろう。

上の観察に引き続き 1 カ月後の 11 月 3 日には方形区内外 (小区画は設けなかった) の標識個体が探索されたが、枠内に 37 個体および枠外だが非常に近接した所に 1 個体の合計 38 個体が再発見された。翌年には枠を定めたロープを失い、位置が不明確となったがそれでも標識のついたものは 1 カ所に集中していたのが確認された。このようにタコノマクラの成体はあまり活動的でなく定着して動きまわることは少ないように思われた。

著者の観察では採集されて実験室内で飼われているタコノマクラは日中は動かずにいて夜間にゆっくり動きまわるようであった。おそらく野外でもこの動物は夜行性であろうが、摂食行動が夜に限られる必然性はあまり考えられないのでこの点は興味が持たれる。また波浪の強い時に潜水して観察すると、浅い海底のタコノマクラは岩礁の陰や砂中に潜み、波浪による影響を避けているように思われた。

## 5. ま と め

タコノマクラの生態調査を始めた動機は、その未成体が群集中に全く見られず、一年中いかなる時期に潜水観察しても同じような大きさのものが同じような密度で分布していることの意味を明らかにしたかったためであるが、調査がいくぶん進んだ現在でもまだ問題の焦点については明らかにされていない。しかも上に述べてきた結果からも事態はますます深い謎につつまれてしまったように考えられる。すなわち若い年級の個体群の群集への加入のようすがさっぱりつかめなかったことである。

未成体の分布がより深い場所にかたよっていて、成体となってからしだいに浅い方へと移動するとしか考えようがないが、油壺湾付近の 15~20 m の海底でも浅い所と同じように大型の成体ばかりから成る群集を潜水観察で認めている。天神島自然教育園においてもやや深い所のもとの浅い所のもの大きさが比較測定されたが意味のある差が認められなかった。もしタコノマクラの未成体の群集がどこかで発見されることがあれば、その追跡によってこの生活史上の謎は解けるであろうが、その場所は手近かな所にも見当たらないようである。また成体群集を追っても年級群の分離を見るには殻の大きさでは区別がつかない。一方、浮游幼生は夏の間に変態を終えて定着生活に入るであろうが、その追跡調査もかなり困難なものとなるであろう。

この報告ではタコノマクラについて述べてきたが、同様に成体ばかりから構成される群集は沿岸性の棘皮動物の多くのものに認められていて、それらの若い個体の存在がつかめていない場合が多い。サンゴ礁地帯の礁原に普通であってタコノマクラに良く似た生態的地位を占めているコブヒトデ (*Protoreaster nodosus*) でも著者等はこの現象を観察した<sup>3)</sup>。また八重山群島の調査でもマンジュウヒトデ (*Culcita novaeguineae*) が大きなものばかりで小さいものが見つからないと言われている<sup>4)</sup>。

興味あることに、固着して動くことのない海産動物でもしばしば大きいものばかりで小さいものの存在が良くわからないことが多い。しかし付着動物の定着初期の大きさは数ミリメートルに満たず、それが急速に成長するので突然大きな個体の群集が出現するように見えることが多い。タコノマクラなどでもおそらく未成体である急速な成長時代の生活史全体の長さに占める時間が相対的に短いものであろうから、未成体が発見される確率も低くなり、いっそう調べられ難いものとなるようである。

この報告を作るに当って著者は、東京大学、学術調査探検部、海洋研究会の諸君の手によって調べられ、集められた結果を中心としてまとめた。その調査に際し、海中調査の苦しさや寒さによく



耐えて潜水し資料を集めた多くの諸君の努力に感謝したい。また横須賀市博物館の羽根田弥太館長をはじめ館員の諸氏には調査の機会を与えられたばかりでなく、いろいろの便宜をはかっていただいた。そして調査の実施に当って宿舍の利用を許可して下さった神奈川県立臨海青年の家の西谷所長はじめ職員のみなさまにもここで感謝の意を表したい。

#### 引用文献

- 1) 山口正士, 中山舜資, 椎名誠, 高原義之 (1968): 天神島笠島周辺の無脊椎動物の潜水調査. 横須賀市博物館雑報 13, 9~11.
- 2) 山口正士, 宮本正史, 中山舜資, 栗原康二 (1969): ミクロネシア海洋生物調査隊報告書. 東京大学学術調査探検部. ミクロネシア海洋生物調査隊.
- 3) MOOR, H. B. LOPEZ, N. N. (1966): The ecology and productivity of *Moira atropos* (LAMARCK). *Bull. Mar. Sci.*, 16, 648~667.
- 4) 大島 広 (1962) ナマコとウニ, p. 64. 老鶴圃新書, 内田老鶴圃.

#### Abstract

The population of a sand-dollar, *Clypeaster japonicus*, colonizing in the shallow water is studied on the growth and survival by marking each individuals and by repeated underwater observations from October 1968 to July 1969 at Tenjin-jima Marine Biological Garden. The population density of this species varied from 0.1 to 1.0 individual per square meter. About 80% of labeled ones found living over half a year covering a full winter season. The dead shell of marked one has not been found in the course of the surveys. Growth of shell length were not observed during ten months in the neither bigger nor smaller marked individuals. The distribution patterns of the shell length of recruited, naturally dead and that of marked ones were not discriminated in their averages and deviations. This population was composed of fully grown animals only and the recruitment of younger generation could not be noticed in the field. They reproduce in early summer of every year but the early life histories of this sand-dollar and the mode of re-establishment of the population are remained unknown.