

タカセガイ中間育成礁の開発 I 県単調査

久保 弘文・大嶋 洋行・仲間 利夫
粟國 朝厚・玉城 寿子

Study on Artificial Nursery for Trochus Juveniles I

Hirofumi Kubo, Hiroyuki Ooshima, *Toshio Nakama, **
Tomoatu Awakuni, Hisako Tamaki

abstract

Trochus niloticus (Gastropoda, Mollusca) is well known as one of the most important reef resources in Tropical water. Juveniles (about 3-6 mm diameter) production in the order of 200,000-600,000 has been achieved by Okinawa Pref. sea farming centre. In 1989, a total of 100,000 juveniles (10 mm diameter) has been released on the reef flat. However the survival rate was low due to biological and physical reasons (predation and wave action) (Kubo, 1988a.b). The quadrangle "nurseries" made of concrete construction was set on reef flat where is exposed at low tide in order to raise survival rates of juveniles. Trochus is more resistant on exposition and rainfall, abrupt change of water temperature than predator and food competitor (Kubo, 1989b). The nurseries were set about 1 km off the coast of Onna Vil. (Fig 1,2). This study was carried out to monitor invading invertebrates, coverage of macro-algae and micro-algal production in nurseries.

- 1). Released juveniles were almost washed out of nursery by strong wave action in winter
- 2). 3 herbivorous species, *Echinometra mathaei*, *Trochus maculatus* and *Tripneustes gratilla* predominated in every nurseries (Fig.11).
- 3). Predator was hardly invaded in nurseries.
- 4). Productions of Micro-algae in the nursery and in the laboratory tank were estimated by phycological method (trichromatic equation). The nurseries produced about 2 ~ 10 times more the laboratory (Fig.9).

* : 沖縄県庁水産振興課漁業振興係

Okinawa Pref. Government. Fisheries Developmental Office.

** : 沖縄県北部農林土木事務所

Okinawa Pref. Agricultural, forestry & Fisheries Constructive Developmental Office.
Northern Okinawa Branch.

目的

沿岸漁場整備開発事業（地先型増殖場造成事業）の新規メニュー検討のため、タカセガイ種苗の中間育成を目的とした漁場造成手法の開発を行う。具体的にはある珊瑚礁潮間帯域に人工的空間を新規に造成し、タカセガイ種苗を放流添加して天然漁場の生産力を利用した中間育成を図るとともに礁内への食害動物、餌料競合動物の排除を物理的環境条件の調節によって行う。

方法

恩納村前兼久沖約1kmのリーフ上に様ざまな干出程度、地盤高の環境下においた5タイプ、10基の中間育成礁を設置した(Fig.1,2,3, Table.1)。中間育成礁はコンクリート製の升型構造物で一辺2.5m、内のり2.1m正方形を基本として、本体の高さが1.1mと0.8mの2通りがある(FIG.4,5.)。また、升状となった内側は通常、干潮時に水深60cmの人工タイドプール形態をとるが、側面に水抜き穴を設けて、水深が通常の半分の30cmとなるタイプと全て水の抜けるタイプを設けた。タカセガイ人工種苗を放流し、種苗の生残、成長、食害動物と餌料競合動物の侵入推移及び餌料藻類の生産量を現場調査した。特に餌料藻類の生産量は一定期間、中間育成礁のコンクリート面に10cm角のタイルを固定して放置し、付着藻類の量をクロロフィル量の測定によって推定し、同時期の陸上水槽での付着量と比較して生産量を推定した。

Table.1 Type of Artificial Nurseries

TYPE	BASE LEVEL	DEPTH OF POOL	EXPOSED LEVEL	Trochus SIZE & NUMBER	
LF1:Low height and full water 1	+ 7 cm	52cm	+97cm	5.5mm	2000
LF2:Low height and full water 2	+ 6	60	+97	12.9	1000
LM1:Low height and 1/2 exposure 1	+ 0	31	+61	5.5	2000
LM2:Low height and 1/2 exposure 2	+14	30	+74	12.9	1000
HM1:High height and 1/2 exposure 1	+15	22	+95	5.5	2000
HM2:High height and 1/2 exposure 2	+ 8	26	+87	5.5	2000
HD1:High height and exposure 1	+ 5	0	+55	5.5	2000
HD2:High height and exposure 2	+24	0	+73	5.5	2000
Y1:Low and full without iron plate 1	+ 0	60	+90	5.5	2000
Y2:Low and full without iron plate 2	- 5	56	+86	5.5	2000

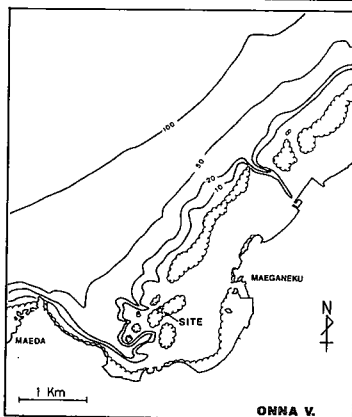


Fig.1 Reefs of Onna V. Okinawa Is. and study site:☆.

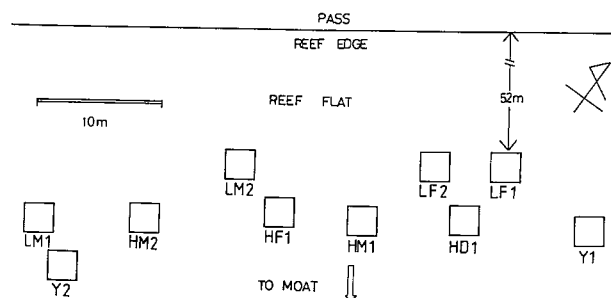


Fig.2 Position of Artificial nurseries on reef flat.

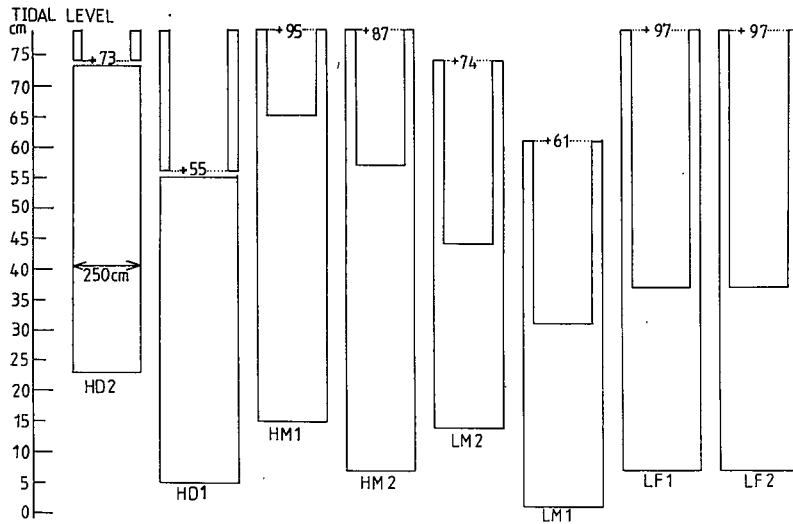


Fig.3 Vertical Situation of Artificial nurseries.

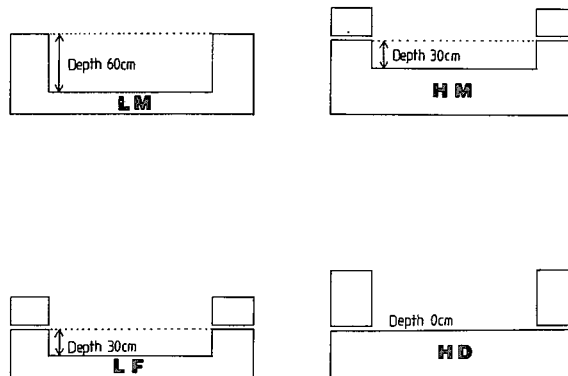


Fig.4 Transverse picture, Kinds of 4 nurseries.

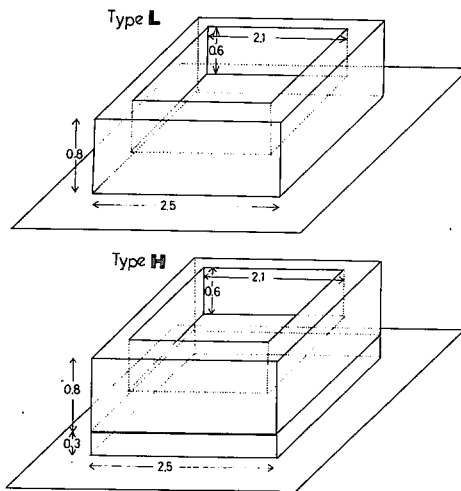


Fig.5 Stereoscopic picture of nurseries with iron plate.

結果と考察

1. 追跡調査

放流用種苗の成長が著しく遅延したため、水温下降期の10月4日、水試八重山支場生産の殻径 5.5 ± 0.7 mm、沖縄県栽培漁業センター生産の 12.9 ± 2.1 mmの2種類をTable.1の通り放流した。

放流後、40日目の歩留まりはLM2が最も高く、次いでLF2となった。当初、付着基質として漁業者に大量の死エダサンゴを礁内へ入れてもらい高歩留まりを期待した高干出型は予期せぬ波浪の影響によって、種苗が死エダサンゴごと礁内から放り出され、本礁の周辺に移動してしまった。したがって、種苗の歩留まりはあくまで滞留率を示すに過ぎず、食害や自然死亡といった直接的な生残率は推定できない(Fig.6)。また、留まった種苗について、成長を調査したところ、高半干出型が最も早い。しかし、これも種苗密度がきわめて低いこと、本来、事業展開を想定しても季節が冬季にかかり、殆ど参考にならない。しかし、天然域における成長より放流サイズが非常に小さいことなどを鑑みれば、むしろ冬季にしては速い成長と評価するのが妥当と思われる(Fig.7,8)。

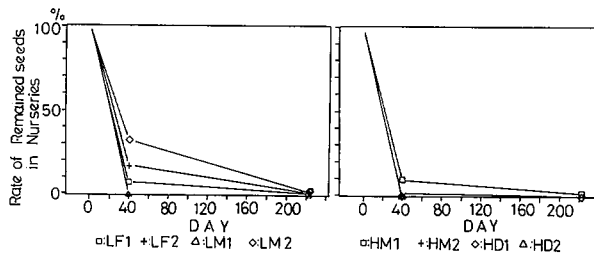


Fig.6 Rate of survived at seeds in the nurseries.

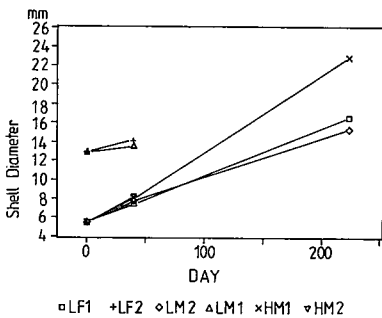


Fig.7 Growth of released seeds in the artificial nurseries.

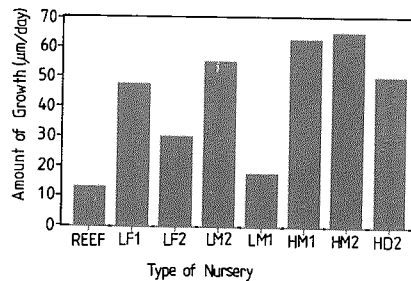


Fig.8 Juveniles growth (μ m/day) on each nurseries.

2. 中間育成礁の微細藻類生産量

陸上池での一日あたりの珪藻生産量は $0.21 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ で、これを中間育成礁の生産量が同時期に全てのタイプで上回り、特にHM1(地盤高+65cm)は10倍以上の、 $2.22 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ で他にもそのレベルのものが多(Fig.9)。これら微細藻類は光学顕微鏡下で付着珪藻類が主体であった。珪藻類は陸上育成における有効な餌料であり、タカセガイの育成に十分な餌料価値を有していると考えられる。礁間の大型藻類の被度と比較した場合、L型は平均被度が40~70%と安定しているが微細藻類生産量は低く推移した。これは地盤高の低さ・干出程度のあまさ等が大型藻類の成長を促し、いわば急激に極相安定に到ったと考えられる。その結果、微細藻類の生産が抑制されたと推測する。一方、H型は全て平均被度30%以下で、微細藻類生産量は極めて高低差が著しかった。著しく低いHD1は被度も0%で地盤高+20cm以上、また+73cm以下の干潮、すなわち殆ど毎日干出するため、藻類生産が夏場の直射日光等、過激な条件によって、阻害されたと考えられる(Fig.10)。一方、HD2, HM1は低被度で高生産量、すなわち大型藻類の繁茂には無理があるが微細藻類の生育条件は満たされている状態で、侵入動物も非常に少なく、中間育成の条件としてはタカセガイさえ残れば(波浪にもてば)最適なものとなろう。特にHM1は突出した生産量であり、事業想定タイプに近い形態の目安と考えている。

3. 中間育成礁侵入動物の推移

中間育成礁設置後に侵入してきた主要動物はナガウニ、シラヒゲウニ、ニシキウズガイであった。これら3種の全侵入動物に占める個体割合は94.2%であり、極めて単純な種組成であった(Fig.11)。なお、本礁内には1cm以下のフトコロガイ、ヒメアワビガイ、トゲアメフラシの一種等が出現したが個体数が若干であり、餌料競合の点で影響は小さいと考えられたため、無視した。本礁には侵入防止の鉄板を周囲に増設したタイプとそうでないものがあるが、明かに侵入防止鉄板の効果が認められた。すなわち、例えばナガウニの場合、無しでは16-17個体/礁、有りでは0-3.6個体/礁で、経日推移を見ても、その差は歴然としていた(Fig.12)。なぜ鉄板がこのような侵入防止の効果があるのかについては基底面の平滑な底質が移動を阻害しているか、凹部がない平面を要求しないためと推定しているが、結論は見いだせなかった。また背の高いタイプ(H Type)では低いものに比べてきわめて侵入動物が少なく、食害動物も完全に排除する事ができた。Kensler, 1966は潮間帯にすむ無脊椎動物の帯状分布がそれぞれの乾燥に対する抵抗力に深く関与していることを指摘し、また Southward, 1958は高低温度に対する無脊椎動物の耐性と帯状分布の状態を比較検討し、巻貝より温度耐性のあるフジツボがより、帯状分布の範囲を広げていることを述べ、これらは何れも底生無脊椎動物の生態学的競争、特に住場の獲得に物理条件が強く影響していることを協調している。H Typeの環境は高水温、干出、降雨にさらされる事と強い波当りの影響で一般の潮間帯中位に生息する無脊椎動物にとって過酷であったと考えられ、タカセガイの物理耐性が秀でていること(久保, 1989a)や天然稚貝の垂直分布が潮間帯上部に形成されること(久保, 1989c)を考慮した場合、今後、波浪対策を施すことによって、独占的な生息場所を造成することが可能と考えられる。原田・川幡, 1988は潮溜りの生物分布と無機環境について、夜間の干出時間が5時間であれば表層部でも酸素飽和度は30%まで低下し、多くの生物が上層に集中していたとした。珊瑚礁性ウニ類等の酸素要求量は明らかにされていないが、少なくとも夜間に於ける本礁内

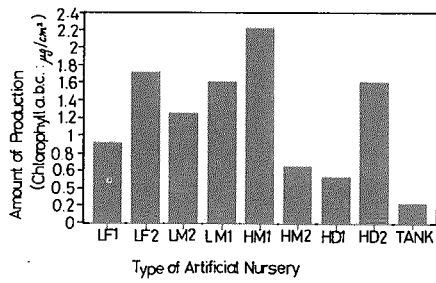


Fig.9 The comparison between micro-algal production of each nurseries and the laboratory tank. (Conversion into chlorophyll a, b, c amount)

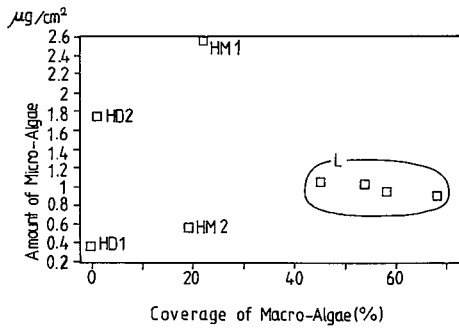


Fig.10 Relation to Coverage of macro-algae and Amount of micro-algae on each nurseries.

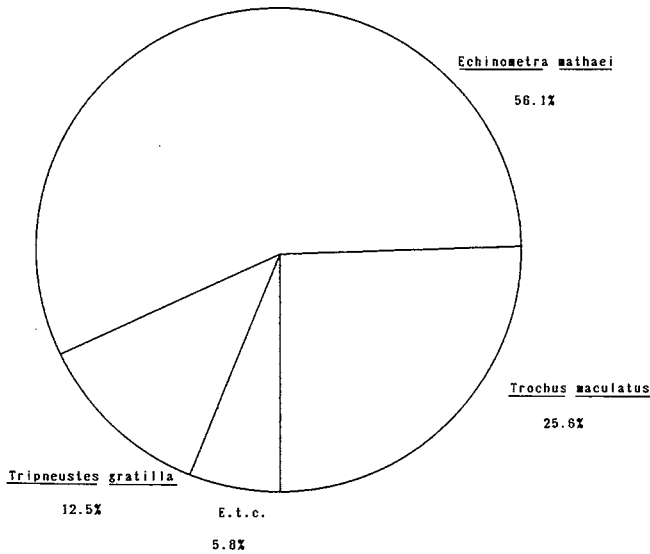


Fig.11 Composition of invertebrates as invader in nurseries.

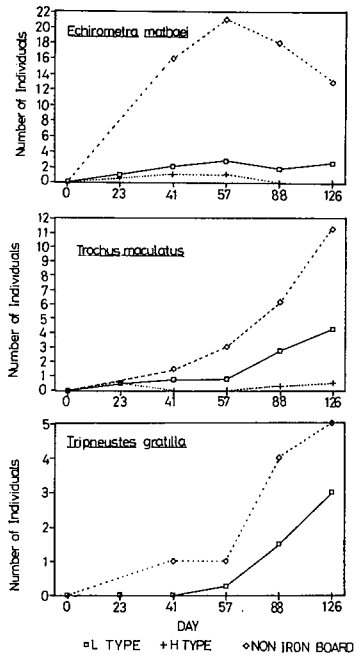


Fig.12 Abundance on 3 invader (Average No. of individuals / nurseries).

の溶存酸素量は藻類被度の高さから考慮してもかなり低下するものと思われ、ウニ類等の排除の重要因子の一つとして今後、着目すべきであろう。食害動物はただ唯一、低満水型2番にツノヒラムシが侵入したのみで、久保、1989a, b.の指摘した捕食量の多いフトフビシャコは全く侵入しなかった。以上の結果から本礁の第一目標である捕食者、餌料競合動物からの隔離は達成されたと考えられる。

4. 魚礁内大型藻類相の遷移

設置後41日目から高全干出型を除く、全てのタイプで褐藻ウスユキウチワの繁茂が認められ、中でも低いタイプの57日後では80%以上の被度を記録している (Fig. 13)。周囲の環境は礁内と比べ植相が貧弱であり、藻食動物も多いことから、侵入動物の排除がこの豊かな植相の維持をもたらしたと考えられる。礁毎にみると干出・水温変動等の少ない安定した環境である背の低いタイプの被度が高い (Fig. 14)。しかし、これに伴ってウニ等の侵入も増加しているので、必ずしも被度の高さがタカセガイにとって好適なものとは言い難い (Fig. 11, 15)。さらに褐藻ウスユキウチワの繁茂はその枯死によって葉体が流出するので、それに付着している貝も同様に流出し逸散してしまう可能性が高い。一方、一部のHタイプは被度は低いが先述の通り、藻類生産量は多く、大型藻類の低被度によって微細藻類の繁殖がむしろ促されていると考えられる。稚貝期のタカセガイの食性は専らこうした微細藻類であることから、条件として大型藻類の被度は低い方が良いと考えられる。

大型藻類の遷移と侵入動物の推移には興味深い関係が見られた。礁の設置後57日後からL及びY型は高い被度を示し、同時にナガウニの密度も酷似した傾向で推移している (Fig. 10, 11)。ここでまず、被度、すなわち餌料藻類の増加がナガウニの増集をもたらしていると考えられるが、鉄板のあるL型ではそれがかなり制限され、先述した防除の効果が更に裏付けられている。一方、ニシキウズガイとシラヒゲウニは被度増加の推移からワントンボ遅れての増加傾向を示した (Fig. 10)。これらは新規生息場所への移入戦略の相違というよりも、リーフ上に出現する底生動物の優位差に起因していると考えられ、新規生息場所を提供した場合の動物相遷移は周りにいる多いものから順番に侵入し、結果的に周りの動物相に似てくると考えられる。しかし、先述したように生態学的根拠に基づき様々な条件を構造物に付加すれば、藻食動物密度の制限ができ、結果的に被度を高い状態で安定できるので、その空間にタカセガイのみならず特定の水産上有用種を定着させれば、極めて優占度の高い中間育成場の造成が可能となるであろう。

要約

- ・タカセガイ放流種苗の歩留まり向上のため、人工的なコンクリート構造物を設置し、種苗を放流した。
- ・放流後の種苗は強い波の影響で礁外へ多くが流失した。
- ・人工礁の侵入動物はナガウニ、ニシキウズガイ、シラヒゲウニの3種が全体の94%を占めた。
- ・人工礁へ食害動物はツノヒラムシが1個体侵入したのみで、他は全く見られなかった。
- ・人工礁の微細藻類生産量は同時期の陸上池のそれより全てのタイプで上回り、特にHM1は10倍以上となった。

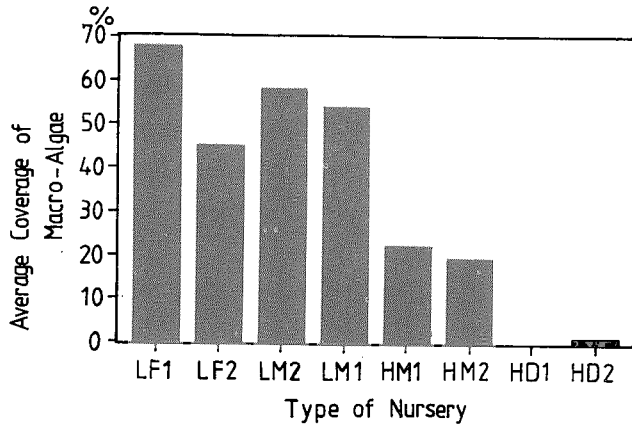


Fig.13 Average coverage of macro-algae on each nurseries.

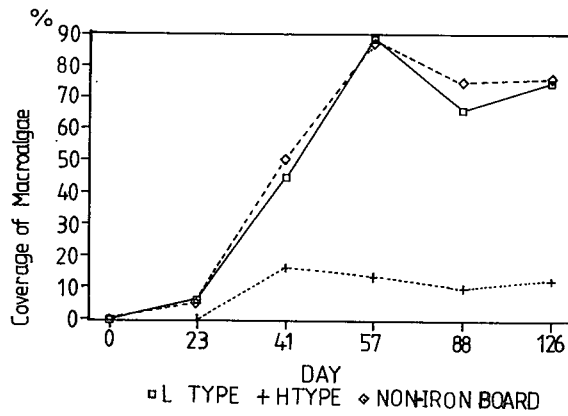


Fig.14 Monitor on coverage of macro-algae.

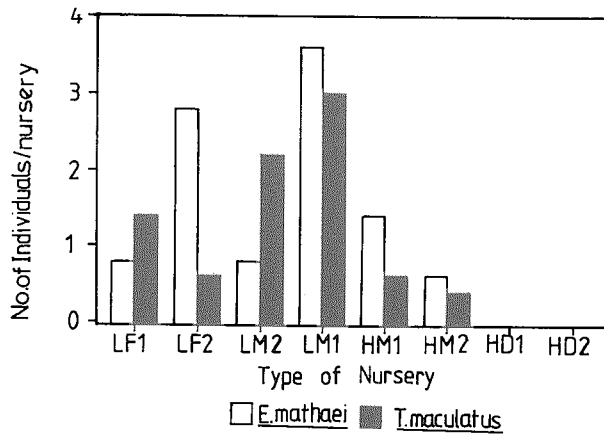
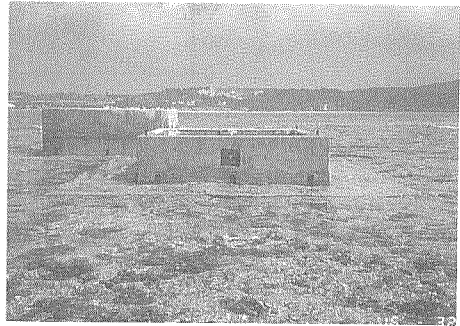
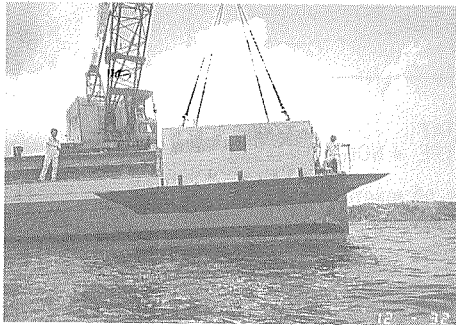


Fig.15 Two dominant invader on each nurseries.

参考文献

- ・原田・川幡,1988 潮だまりの生物分布及び無機環境についての一観察 南紀生物,30(2):144-148
- ・Kensler, C.B.1966 Desiccation resistance of intertidal crevice species as a factor in their zonation
- ・久保,1989a 昭和63年度地域特産種増殖技術開発事業亜熱帯磯根グループ報告(タカセガイ:資源添加技術開発),34-51pp.
- ・久保,1990 平成元年度地域特産種増殖技術開発事業亜熱帯磯根グループ報告(タカセガイ:資源添加技術開発),24-31pp.
- ・久保,1989b タカセガイ(サラサバテイ)の放流調査(食害による歩留まりの減少), 南西海区ブロック介類情報,南西海区ブロック会議介類研究会,33-36pp.
- ・久保,1989c タカセガイの増殖に関する研究 幼稚貝の生態. 昭和63年度沖水試事報, 208-217.
- ・Southward, A.J.1958 Note on the temperature tolerances of some intertidal animals in relation to environmental temperatures and geographical distribution. J.mar.biol.ass. U.K. 37,49-66.



Artificial Nursery for Trochus seeds