

潜水観察による人工魚礁の実態について—II

鹿児島県薩摩半島周辺海域の場合

肥後伸夫・長島美知男*

On the Fish Gathering Effect of the Artificial Reefs ascertained by the Diving Observation-II

At the Off Sea of the Satsuma Peninsula in
Kagoshima Prefecture

Nobio HIGO* and Michio NAGASHIMA*

Abstract

On the three kinds of artificial reefs (stone reef, concrete block reef, sunken boat reef) submerged into the sea-bottom around the Satsuma Peninsula in Kagoshima Prefecture diving observations were carried out.

Concerning the respective reef, the results obtained were as in the following:

1) About the gathering effect of the stone reef it was ascertained that the effect from the height of the reef was quite negligible, and in promoting the effect what mattered was the following three items, namely; the unevenness of the stone surface perforations upon the stone surface, cracks and fissures of the stones.

2) In case of the concrete block reef, when the reefs were submerged in a scattered condition, the gathering effect was noted to be quite negligible; but when they were submerged in a form of gathering consisting of from 3 to 5 individuals, the effect was noted to be eminent; especially big effect was noted in the case in which the distance between the gatherings was set within the width of effect-space, namely, when the distance between the gathered concrete blocks was kept within the width counting more or less than 2 m.

3) In case of the sunken boat reef, the highest gathering effect, especially about the large and middle sized fish, was noted in the hold of the sunken boat which was made open at the upper port and left lidless.

And the effect was promoted further more when the sunken boat was supplied with stanchions on the side-wall, or when some unevenness was supplied on the side-wall itself vertically.

4) Concerning the width of the effective space, in case of the bottom fish, it was noted to be 0.5~2 m in height and 0.5~3 m in width, but when there was a flowing tide, it was made widened at the upper part of the tide, and at night it was the height that was enlarged.

5) Concerning the kind of the fish related most intimately with the gathering effect of the artificial reefs.

We may mention the name of the sea urchin (*Diadema Setosum*) in case of the attaching organism, and the name of the cardinal fish (*Apogon Semilimeatus*) in case of the small sized fish.

* 鹿児島大学水産学部漁具学研究室 (Laboratory of Fishing Gear, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, Kagoshima, Japan)

1. 緒 言

漁業権内地先海面沖合では、数多くの種類に及ぶ人工魚礁が設定されている。前報では、沖縄県の勝連半島沖合の沿岸近くにおける、コンクリートブロック、ドラム缶、沈船の三種の人工魚礁の設置状況を比較した。

本報では、鹿児島県の薩摩半島周辺海域の漁業権内に設置されているものの中から、並型コンクリート、割石、沈船の各魚礁を潜水観察し、夫々の魚群の蟄集状況と魚礁周辺に形成されている有効空間について知見を得たので報告する。

2. 観察の方法と内容

鹿児島県沿岸には造成漁場の一貫として昭和30年より昭和48年に至る期間に、築礁としてコンクリート材 4240個、自然石 24421.4m³、人工魚礁として大型コンクリートブロック魚礁 23738個、並型コンクリートブロック魚礁 45962個が設置されており (Table 1)、この他数多くの種類の人工魚礁、例えば割石、古バス、沈船、タイヤ等が、主として鹿児島湾、南薩北薩、志布志湾に投入されている²⁾。(Fig. 1)

本研究の対象として、これらの中から薩摩半島周辺海域のもの7点を選定した。(Fig. 2)内訳は、コンクリートブロック魚礁4点 (S-1, N-1, N-2, F-1の各点)、割石魚礁2点 (B-1, B-2の各点)、沈船1点 (K-1点)である。いずれも昭和50年夏より昭和52年夏にかけて実

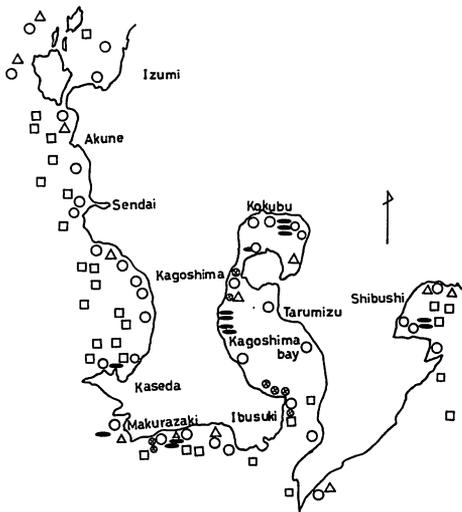


Fig. 1 Total project of the coastal bank arrangement

- ... Big type concrete block reef.
- ... Common type concrete block reef.
- ... Sunken boat reef.
- ⊗ ... Stone reef.
- △ ... Constructing beach (stone, bus, tire).

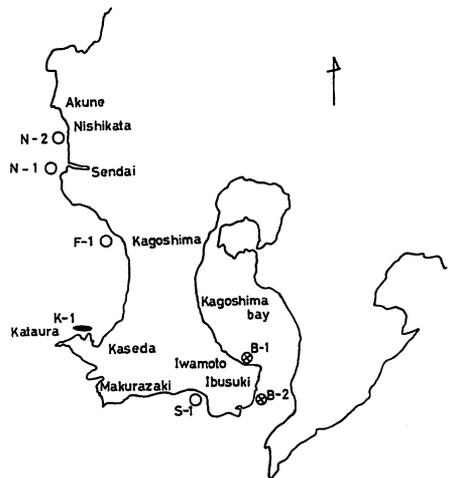


Fig. 2 The researching point of the artificial reef.

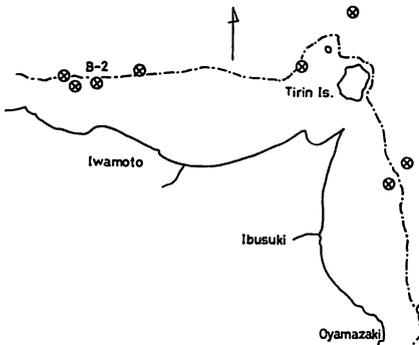


Fig. 3 Position of the artificial reef.
(B-1, B-2)

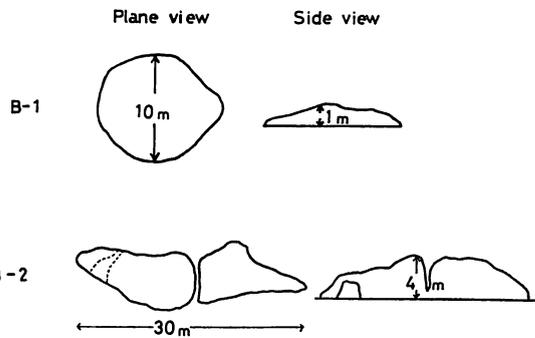


Fig. 4 The setting configuration of the stone reef.

Table 1. Abstract of the coastal bank project at Kagoshima coastal sea (1962-1973)

Kind	Item	Capacity of one	the number of articles
Big type	concrete block reef	1.2 m ³	4738
		1.5 m ³	19000
Common type	concrete block reef	1 m ³	45962
Constructing beach (stone, concrete block)			4240 (24421.4 m ³)

Table 2. The adhered living things and gathering fish of the stone reef

Item	Kind	Stone reef (B-1)	Large stone reef (B-2)
Depth		8 m	12m
Material		Stone	Rock
Setting year		1850	—
Observational month		1977. Mar.	1977. Mar.
The adhered living things		<i>Diadema setosum</i> <i>Parasicyonis actinostoides</i> <i>Haliclona permollis</i> <i>Colpomenia sinuosa</i> <i>Codium contractum</i> <i>Aneuria lorenzii</i>	<i>Diadema setosum</i> <i>Parasicyonis actinostoides</i> <i>Dendronephthya nipponica</i> <i>Scleractinia</i>
The gathering fish		Nil	<i>Apogon semilineatus</i> <i>parapristipoma trilineatum</i> <i>Girella punctata</i>

施したもので、魚礁の設置状況、魚群の蝟集状況、付着生物等を直接潜水によって観察した。なお水中カラーテレビ撮影（キューアイ、QAC-107型）も実施した。

3. 観 察 結 果

B-1点 (Fig. 3~4, Plate I)

水深8mの平坦な海底に設置された割石魚礁で、設置時期は江戸末期と云われる。その形状は図示するように円形状をなし、その高さは約1mと低いものである。割石の個々の形状は直径約30cm大のものであるが、長い年月を経ているせいか凹凸がほとんどなく、平滑である。割石間は付着生物 (Table 2) や小型の固形物で埋まり、そのためか蝟集魚は全く認められなかった。高さが低く、凹凸のほとんどない場合、また間隙のほとんどない割石の場合の好例と云えよう。

B-2点 (Fig. 3~4, Plate I)

長さ約30m、高さ約4mの、大きな1個の岩塊よりなる天然礁で、平坦な砂地の海底上に存在する。B-1点の小型の割石魚礁と対照的であるので観察した。この岩塊には高さ約1.5mの穴と約3mの亀裂が存在する。付着生物はガンガゼが裾部に群棲し、サンゴイソギンチャク、トサカノリ等が岩塊全面を覆っているが、東南部の鹿児島湾口の方向にあたる斜面や裾部にはテーブルサンゴが多い。

蝟集魚は、ネブツダイが岩塊より2~3m側方に、底部より2mの高さまで群棲している他、既述の穴と亀裂部に密群を形成していた。この他、イサキとメジナがテーブルサンゴの群棲する場所にかかなり多くみられたがその群の高さは、0.5mをこえない状態であった。

S-1点 (Fig. 5)

昭和49年に設置された並型コンクリートブロック魚礁で、底質は貝殻まじりの砂である。潜水による発見が出来ず、水中テレビを移動させながら確認した。水中テレビで視認し得たものは、約1mの間隔をもつ2個だけであった。このうち1個は直立、他の1個は約30度傾斜し、埋没進行中のものとみられる。

この付近一帯の海底は砂蓮の状態であるので、並型コンクリートブロック魚礁の場合は埋没し易いのではないかと考えられる。蝟集魚は約20~30cmのタイ、ブダイ等10尾程度を魚礁付近に視認したが、その高さは海底上より約1m、魚礁の側方2m程度と観察した。

N-1, N-2, F-1点 (Fig. 6~7, Table 3, Plate II)

北薩海区から吹上浜北部に至る平坦な海底に設置された並型コンクリートブロック魚礁群である。経過年数は7~10年、水深28~38mで、いずれも、ばらつきの多い設置形式のものである。

N-1点：この魚礁は広範囲にばらばらで設置されたものの中の1個体の場合で、単体間の距離は50m以上である。フジツボ等の付着生物は豊富であるにも拘らず、蝟集魚はほとんどなく、キタマクラ、ササノハベラ各一尾を認めたにすぎない。

N-2点：蝟集魚はかなり多く、魚礁上5~10mに小アジが群泳し、魚礁付近にイサキ、ウマヅラハギの大群が蝟集し、他にクロダイ、イシダイ、ウミヒゴイ、キタマクラ等を認めた。内部にネブツダイの稚魚が多数占位していたが、これらの群は個体間隔を略等しくとっており、 π 効果現象⁹⁾に近い状態をみせていた。

Table 3. The adhered living things and gathering fish of the common type concrete block reef.

Iten \ Kind	N-1	N-2	F-1
Depth	38m	34m	28m
Material	Common type concrete block	Common type concrete block	Common type concrete block
Setting year	1970	1971	1971
Observational month	1976. Sep.	1976. Oct.	1976. Oct.
The adhered living things	<i>Balanus</i> <i>Meristotheca papulosa</i> <i>Ostrea denselamellosa</i> <i>Hymeniacion japonica</i>	<i>Bpogons</i> <i>Ostrea denselamellosa</i>	<i>Balanus</i>
The gathering fish	<i>Canthigaster pivilato</i> <i>Pseudolabrus japonica</i>	<i>Apogon notatust</i> <i>Carangidae</i> <i>Parapristipoma trilineatum</i> <i>Navodona modestus</i> <i>Mylio macrocephalus</i> <i>Oplegnathus fasciatus</i> <i>Pseudupeneus chrysopleuron</i>	<i>Parapristipoma trilineatum</i> <i>Navodon modestus</i> <i>Microcanthus strigatus</i>

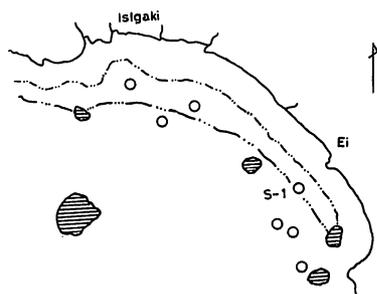


Fig. 5 Point of the observation by diving. (S-1)
Side line: reef

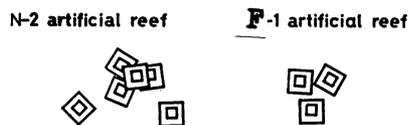


Fig. 7 The setting configuration of the common type concrete block reef. (F-1, N-2)

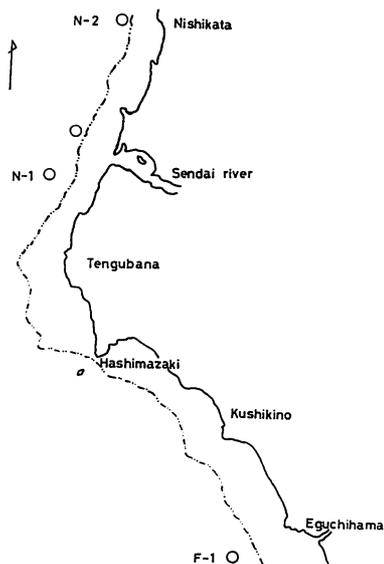


Fig. 6 Point of the observation by diving. (N-1, N-2, F-1)

Fig. 7は潜水した場所での観察の範囲を示したもので、この魚礁は2段積みとなっている。同図の2段積みの群と、右下の1段の群との空間に魚群が密群をなし、潜水者が停止するのに戸惑う程であった。このような空間の利用は魚群の占位に極めて有効であるように考えられる。魚礁の周辺に形成される魚群の占位する有効空間の幅は3~4m、高さは海底上約2mであり、1段の場合より若干高くなることが認められた。

F-1点：ごち網の動態実験¹⁾をかねて調査したもので、3個体隣接した形で設置されていた。付着生物は、N-1、N-2点のものより若干少量であり、蛸集魚もN-2点のものよりはるかに少ない。この魚礁で特異な現象は、3個のうち2個が埋没進行中であるということである。

1個は上部より約10cm程度残すのみで、埋没完了直前のものであり、1個は約1/2埋没し、傾斜していた。この場合、有効空間の広さは、N-2点のものより狭く、幅、高さ共に1m内外である。埋没中の魚礁の状態より埋没の速さを推算すると、16cm/年となる。

K-1点 (Fig. 8~10, Table 4~6, Plate III)

片浦湾外水深15mに擱座した総トン数約275トンの鉄製の沈船魚礁である。港外の右側に位置し、400~1000mの範囲の周囲に天然礁、小島、千出し、陸地があり、魚群の生息場及び回遊場所としては好適な場所である。

船体は砂地の上に船首をNNWに向け、直立の形で擱座しており、甲板上的な構造物や機械類はほとんどそのままの状態であり凹凸が多い。

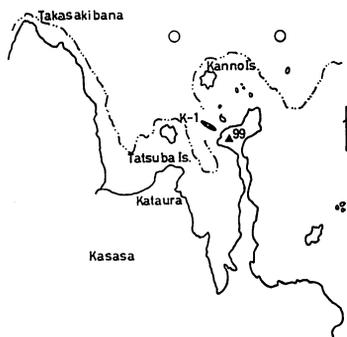


Fig. 8 Point of the observation by diving. (K-1)

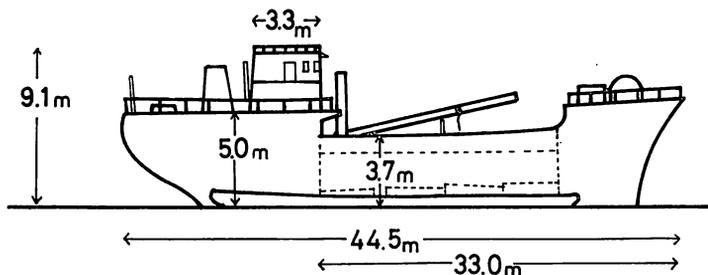


Fig. 9 The setting configuration of the sunken boat reef.

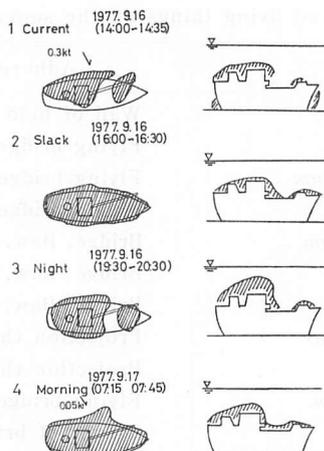


Fig. 10 The relation gathering fish and current.
The oblique line is a school.

Table 4. A gathering fish species of the sunken boat reef (K-1)

Species	Body length	Number
<i>Apogon semilineatus</i>	7	No cunt
<i>Prions microlepidotus</i>	35	10
<i>Goniistius zonata</i>	40	3
<i>Oplegnathus fasciatus</i>	25	4
<i>Micrcanthus strigatus</i>	15	3
<i>Chrysiptera assimilis</i>	5	4
<i>Heniochus permutatus</i>	15	2
<i>Stephanolepis cirrhifor</i>	20	5
<i>Parapristipoma trilineatum</i>	35	350
<i>Canthigaster rivulata</i>	10	10
<i>Fugu vermiculure</i>	10	5
<i>Epinephelus awoara</i>	20	5
<i>Pseudolabrus gracilis</i>	10	10
<i>Halichoeres poecilopterus</i>	10	7
<i>Pseudolabrus japonicus</i>	10	10
<i>Navodon modestus</i>	25	4
<i>Girella punctata</i>	50	5
<i>Labroides dimidiatus</i>	5	2
<i>Coris multicolor</i>	7	12
<i>Scarops rubroviolaceus</i>	40	6
<i>Plectorhynchus pictus</i>	50	2
<i>Thachuropos crumenophthamus</i>	6	150

Remark

Depth	15 m
Material	Iron
Setting year	1973
Observational month	1977 Mar.~Sep.

Table 5. The adhered living things on the sunken boat reef (K-1)

Species	Adhered Position
<i>Codium fragile</i>	Wall of hold
<i>Jania arborescens</i>	Flying bridge
<i>Plocamius leptophyllum</i>	Flying bridge
<i>Hyponaea charoides</i>	Flying bridge
<i>Balanus tintinabulum</i>	Bridge, Baw, Stern. Funnel
<i>Balanus trigonus</i>	Bridge, Baw, Stern. Funnel
<i>Balanus amphitrite</i>	Bridge, Baw, Stern. Funnel
<i>Ophioplocus japonicus</i>	Projection thing
<i>Perinereis cultrifera</i>	Projection thing
<i>Monostroma nitidum</i>	Flying bridge
<i>Diadema setosm</i>	Corner of bridge and deck
<i>Jectus pyramis</i>	Bridge, Baw, Funnel
<i>Jectus conus</i>	Bridge, Baw, Funnel
<i>Ostrea denselamellosa</i>	Bridge
<i>Neoliomera interimedia</i>	Bridge
<i>Actumnus setifer</i>	Bridge
<i>Aniculus aniculus</i>	Bridge
<i>Digenea simplex</i>	Bridge, Deck

船倉は底部にパルプ材が一段残されているが、船倉覆板は完全に除去され、長さ 26 m、巾 5 m、深さ 2.7 m の箱型の空間を形成しており、その上方にデリックが左舷外方に宙吊りの形、またその至近に高さ 1.2 m のスタクション 6 本がある。

7 年を経過しているが、舷側外板や船橋の側壁は厚さ 1 cm 程度のフジツボに覆われている。

即ち、この魚礁は比較的凹凸の多い、前部甲板と後部甲板、広い空間をもつ船倉、垂直方向に凹凸の多い船橋前壁、窓を多く持つ箱型の船橋の 5 つの異なる小魚礁に分割されているとみよい。

この夫々の小魚礁に如何なる魚種がどの程度蝟集するか、春夏の 2 季に互り観察した。蝟集魚の状態は Table 4 に示す通りで、ネンブツダイ、イサキが最も多く、次いで、ニザダイ、インダイその他となっている。

ネンブツダイは船橋を中心に広く分布するが、船橋内に最も多く、次いで、船橋上、後部甲板、前部甲板、船橋周辺、船側の順となっている。但し、船倉内にはほとんどみられない。

この分布は潮時により、また昼夜によって異なるようである。その分布密度は潮上に厚く、潮下に少ない。憩流時には分布域が広がる。夜間は船橋を中心に分布域は狭るが、その高さは昼間よりやや高くなり 3 m にも及ぶ。なお魚群量の季節的な差は少ない。従って船橋を中心とした有効空間の広さは高さが約 2 m、幅は船側外約 2 m である。

船倉内は時折来遊する大・中型魚の占位場所となる。魚種は、イサキ、メジナ、インダイ、コロダイ、ブダイ等で、特に前 2 者が多く、500 尾以上に達する時もある。占位の状態は、魚種別に明確に群を形成し、ゆっくりした速度で船倉内の底部上 1~2 m を船首尾線方

Table 6. Results of the diving observation on the artificial reefs

Kind	Shape of reef	Effective area of reef		note
		height (m)	width (m)	
Stone	• Stone (Slope 1/10)	—	—	
	• Rock (height 5 m)	—	—	
	• Side of Rock	0.5	1	
		0.5	2-3	
Common type concrete block reef	Single (radius inner 100 m)	0.3	—	
	Two block (interval 1 m)	0.5	2-3	
	Three block	1	2-3	
	(Two block is burying)	1	2-3	
	Over Five block (two steps) "	10-12 inner block	wide scope	
Sunken boat reef	Upper position	1- 3	—	Under water illumination 23×10 ³ 80×10 92×10 ² 18×10 ³ 82×10 ² 9×10
	Flying Bridge			
	Inner Bridge			
	On the deck	1- 3	—	
	Lower position	—	1-3	
		—	—	
	Hold	0.5-1	—	
	Wall. Shadow	0.5-1	—	
	Projection thing	—	0.5	
		—	0-0.5	
Over sunken boat reef	over sunken boat reef	50-100m		

Measurement of under water illumination. 1977.8.12. 12: 35-13: 30 Weather Fine apparatus IU-2A type Ishikawa Sangiyo K. K.

向に遊泳を繰返し、時折折前部甲板上、または左船甲板上に位置するスタンション付近に浮上する。この場合でも、その高さは船体上 2 m をこえることはない。滞在時間が 1 時間以上に及ぶことは稀であり、来遊時期や潮時とは無関係のようである。但し夜間は全く姿を見せない。

垂直方向に凹凸の多い船橋前壁は、ネブツダイ、イサキの幼魚、チョウチョウウオ、ミナミハタテダイ、ベラ、カサゴ、フグ類等の小型魚が多く、活発に出入りをおこなっている。

船側や舵首直下はネブツダイが時折小群を形成しているに過ぎない。

付着生物のなかで、藻類は貧相である。特に夏、秋季は極少である。しかし、春季は、船橋上に紅藻類のキブリモサヅキ、ホソユカリ、イバラノリ等が群棲していた。また水深 10 m 前後の突起物やデリックに緑藻類のミルがみられた。

また、海岸動物では、ガンガゼ、ギンタカハマ、イタボガキ、フジツボ類等が、甲板上や船橋内外部に周年を通して群棲していた。それらの個体数は、一年を通して大きな変化はない。

水中照度に関しては、船橋上が一番明るく、船倉が暗くなっている。晴天時の水中照度測定

値 (*lux*) は、船橋で 23×10 、船橋内で 84×10 、甲板上で 29×10^2 、上部舷側で 18×10 、船倉は 9×10 であった。

4. 考 察

魚礁の周辺に形成される有効空間の広さは、魚礁自体の形状によってかなり異なることが、今回の潜水結果からも認められた。

即ち、石塊の場合には高さが 5 m とかなり高くても、有効空間の高さは海底から 0.5 m と極めて低い (B-2 点)。しかし、沈船の場合は海底から 5 m の高さの構造物上に高さ 1~2 m、場合によっては 3 m の有効空間が形成されている。(K-1 点) 前者は表面が平滑な上に、頂部に凹凸が少ないため、底部に近い範囲にしか有効空間は形成されない。

これに対し、後者の場合は全体に凹凸が多く、また頂部付近に小型魚の占位し易い空間が存在しているためか構造物を中心に広く有効空間が形成されており、両者の間に大きな差がある。総じて有効空間の広さは、底魚の場合、高さ 0.5~2 m、幅 0.5~2 m である。但し潮流のある場合とか、夜間の場合等のような環境下では、多少広くなる場合がある。

魚礁が広く散ばり単体でおかれた場合 (N-1 点) や、魚礁全体の高さが低い場合は例え付着生物は多くても、魚群はほとんど認められない。しかし、1 箇所に 3 個以上隣接して凹凸のある場合は魚群が認められ (F-1 点)、5 個以上でしかもくぼみのような適当な空間を持つ場合は、大・中型魚が密群を形成することが認められた (N-2 点)。

くぼみをもつ空間の例としては今回研究の対象とした沈船の船倉の場合がある。この船倉はかなりの空間を有し、一見して潮溜りのような形になるにもかかわらず、多くの大・中型魚が占位することは注目してよい。これは、上方をオープンにした箱型の鉄製魚礁に似たものとして一考に価する。なお、この場合、側壁上にたつスタクション、或いは垂直方向に凹凸をもつ側面を有することは蝟集効果を高めるものと考えられる。

今回の潜水結果から、蝟集魚の多かった魚礁に共通している点をあげると、付着生物として、ガンガゼ、蝟集魚として、ネンブツダイの存在していることである。ガンガゼは岩塊の礁ではその裾部に、コンクリートブロック魚礁ではその周辺及び内部に、沈船では甲板上及び船橋内に多くみられた。この現象は前報の場合と同様である。ネンブツダイは岩塊の礁では、穴場及び亀裂部に、コンクリートブロック魚礁ではその内部に、沈船では甲板上のすべての構造物の内部及び周辺に多くみられた。このような付着生物および小型魚と蝟集効果との関係は一応餌料説⁴⁾とも考えられるが、観察を重ねることにより解明してゆきたい。

有効空間測定については、生物的な方向より検討するより、魚礁自体の形態及び規模と関係のある物理的な環境要因 (水温、潮流、水中照度等) より検討した方が展開し易いように考えられるので、今回はこの手法により研究を進めてゆきたい。

5. 要 約

鹿児島湾口、薩摩半島周辺に設置してある割石、並型コンクリートブロック、沈船の各魚礁について潜水観察を行なった結果、次のような知見を得た。

1) 割石魚礁の蝟集効果は、魚礁の高さは差程問題とならず、むしろ凹凸、穴場、亀裂のあ

るものが効果が高い。

2) 並型コンクリートブロック魚礁では、単体のみでは蝟集効果は極めて低いが、3～5個以上の群体ではその効果は高まり、特に群体間の間隔が有効空間の幅である2m程度ある場合は特に顕著である。

3) 沈船魚礁では上部がオープンになった蓋なし船倉に大・中型魚の蝟集効果が高く、側壁上のスタンション、垂直方向に凹凸を有する側壁を有する場合はその効果は更に高まる。

4) 有効空間の広さは底魚の場合、高さが0.5～2m、幅が0.5～3mで潮流のある場合は潮上に幅が広くなり、夜間では高さが高くなる。

5) 大・中型魚の蝟集効果に最も関係のあるものとして、付着生物では、ガンガゼ、小型魚ではネンブツダイをあげる事が出来る。

本研究は文献1)と同様、昭和51年度科学研究費の受託によって実施したものである。研究調査に当って御協力をいただいた川内市漁業協同組合、阿久根市漁業協同組合、江口漁業協同組合、片浦漁業協同組合、かいてい漁業協同組合、指宿市漁業協同組合、岩本漁業協同組合の各組合長および組合員の各位に深くお礼申しあげると共に、資料の提供をいただいた鹿児島県北薩水産産業改良普及所、南薩水産産業改良普及所、ならびに潜水技術の指導をいただいた九州潜水科学研究所に深謝申し上げる次第である。

文 献

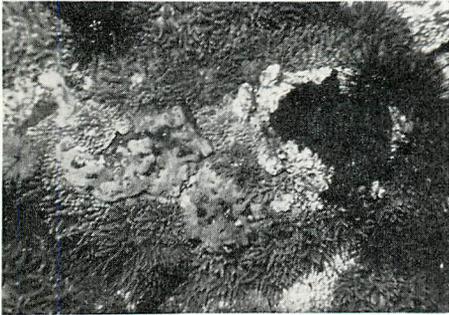
- 1) 肥後伸夫・不破 茂・今井健彦(1977): ごち網に関する研究-I. 鹿大水紀要. 26, 137-145.
- 2) 鹿児島県(1974): 沿岸漁業振興事業報告書. 144-145.
- 3) 肥後伸夫(1968): 魚の遊泳運動における π 効果現象-I. 日水誌. 34(4). 319-323.
- 4) 大島泰雄(1964): 人工魚礁. 水産増殖叢書. 8, 9-10.



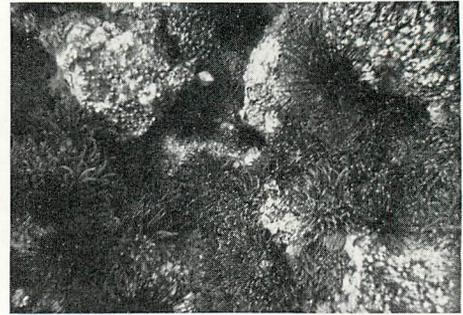
A



B



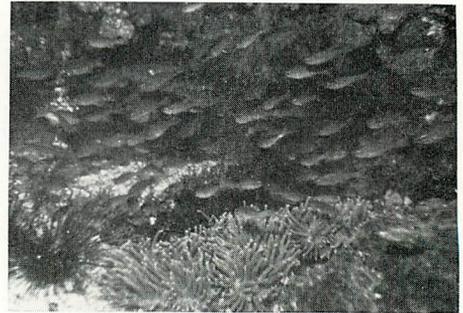
C



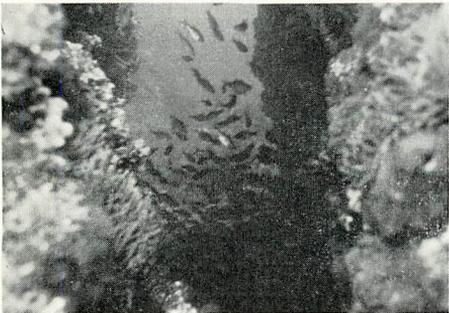
D



E



F



G



H

Plate I

Fig. A~D Stone reef (B-1).

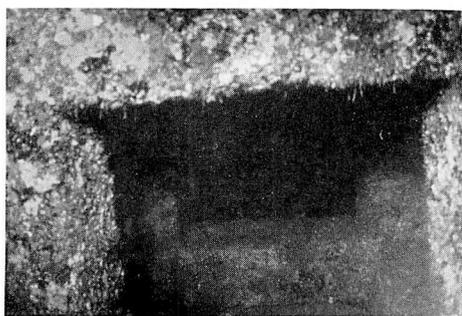
Fig. E~H Reef (B-2).



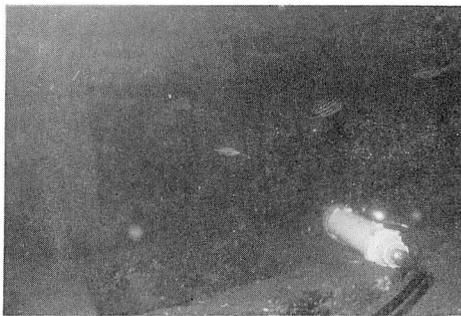
A



B



C



D



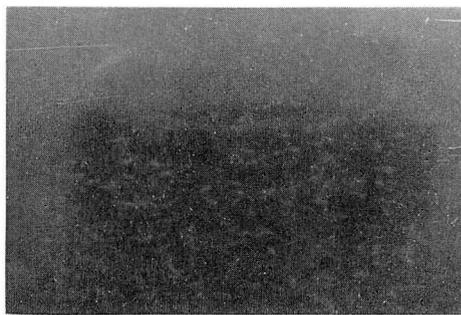
E



F



G



H

Plate II

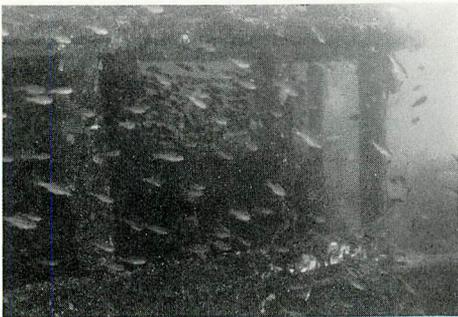
Fig. A Common type concrete block reef (N-1).
Fig. B~H " " (N-2).
Fig. D " " (F-1).



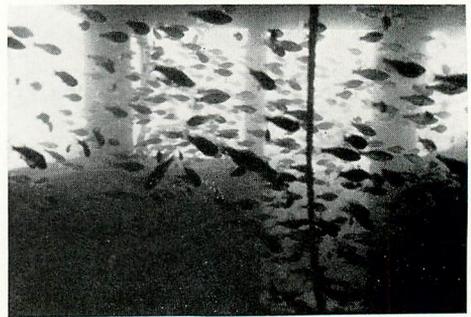
A



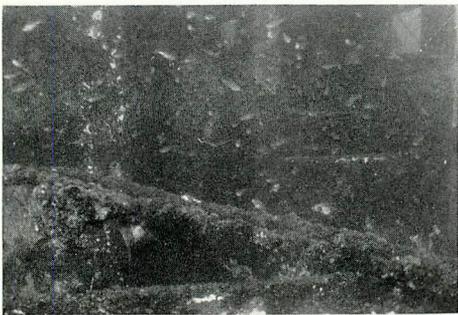
B



C



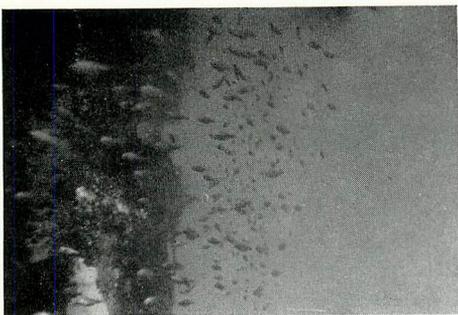
D



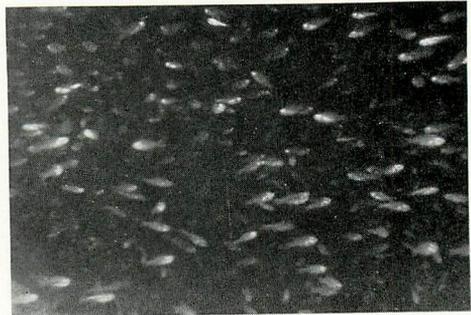
E



F



G



H

Plate III

Sunken boat reef (K-1).

Fig. A~E Bridge.

Fig. F Hold.

Fig. G Port side

Fig. H Bridge (night)