

潜水観察による人工魚礁の実態について—XX 鹿児島湾奥沿岸海域の場合

肥後伸夫¹⁾, 柿本 亮²⁾, 清水 博²⁾
David PLOTNER³⁾, 吐師 弘⁴⁾, 上水樽豊己⁵⁾

On the Fish Gathering Effect of the Artificial Reefs Ascertained by the Diving Observation —XX At the Off-sea in Kagoshima Bay, Kagoshima Prefecture

Nobio HIGO, Makoto KAKIMOTO, Hiroshi SHIMIZU,
David PLOTNER, Hiroshi HASHI, and Toyomi KAMIMIZUTARU

Abstract

Divers observed eight artificial reefs composed of concrete blocks, scrapped cars, or vessels located off the three beach-towns of Tarumizu, Kajiki, and Aira, in Kagoshima Bay from June 1988 to May 1989.

Among the reefs off Tarumizu City, the highest fish-gathering effect was obtained in the case of a 3-mountain-shaped group consisting of blocks, each side of which was 1.5m in length. In this group schools of such large-sized fish as *Seriola purpurascens* and *Cheysofphnys* were observed.

In parts of the bay where sudden declivities were found at depths ranging from 30 to 50 meters the effectiveness was noted to be higher in a concentration-type group where small-sized blocks were gathered together than in the diffusion typed group where larger blocks were scattered out.

In the former case, the optimal effectiveness was noted in the reef-design where blocks were arranged to form a T figure.

Key words: Fishing ground, Artificial reef, Fish gathering effect.

1) 現住所：鹿児島市平川町5758-23 (〒891-01)

2) 鹿児島大学水産学部

3) Virginia Institute of Marine Science

4) 深海サルベージ株式会社

5) 鹿児島県私立城西高等学校

緒 言

鹿児島湾に臨む各市町村では、その沿岸沖合に数多くの人工魚礁（以下魚礁と云う）が設置されており、当海域の海底地形を利用した魚礁漁場が随所に形成されている。今回の報告は、平成元年10月に調査した垂水市沖合の魚礁群、昭和63年8月に調査した湾奥の加治木町と始良町の沖合の魚礁群についてその実態を報告する。なお本報を含む20報の研究報告は、沖縄県（肥後、1974）及び鹿児島県（肥後、1984、1989；肥後・長島、1978；肥後ほか、1979；肥後・田畑、1979；肥後ほか、1980a、1980b、1980c、1981a、1981b、1983a、1983b、1983c、1984、1986a、1986b、1986c、1987a、1987b；HIGO *et al.*, 1990）の魚礁群について潜水観察の手法により研究した結果をまとめたものである。

調査魚礁の概要と観察方法

報告の対象とする調査魚礁は計8個所で、その設置場所を Fig. 1 に示す。

各調査魚礁の概要を説明すると、先ず垂水市の場合には計4個所で、その種類は角型コンクリートブロック（以下ブロックと云う）、廃車及び沈船の3種類である。なお角型ブロックは1.5m角と略3m角を、廃車は大型バスと小型車を夫々用いている。加治木町及び始良町の場

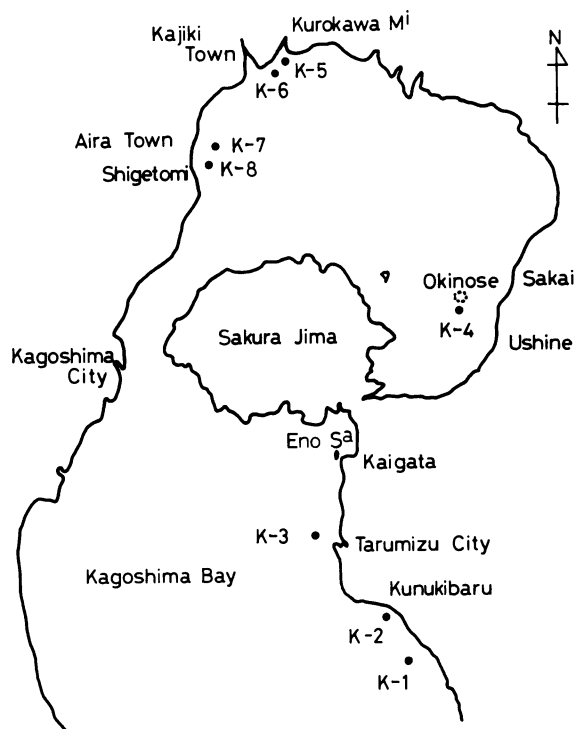


Fig. 1. Showing the position of the reefs of the bay-head area of Kagoshima Bay.

合は計4個所で、その種類は1.5m角ブロックと円筒型ブロック（ヒューム管）の2種類を用いている。

調査方法は魚礁の設置形態、洗掘、埋没、付着生物、蝸集魚及び周辺の海底状況を全てスキューバ潜水（吐師、肥後担当）により観察と測定を行った。なお魚礁の実態調査の方法としては、この他、水中カメラや水中テレビカメラの撮影による方法があるが、このスキューバ潜水による直視法（肥後，1989）は、研究者の潜水技術及び観察方法によって観察結果の精度にかなり巾が生じるので、出来得れば研究者自身が直接潜水し調査を行う必要がある。

魚礁の観察結果

(1) 垂水市沖合魚礁

K-1 魚礁（平成元年10月24日調査）

柘原の南方、距岸930m、水深37mに設置されている魚礁で、設置年は昭和56年、規模は1.5m角ブロック137個である。

魚礁の設置形態は、Fig. 2 に示すように、2つのブロック群に分かれており、その全長は東西方向に約45mである。このうち西方群は2段積み、東方群は2段積みと3段積み

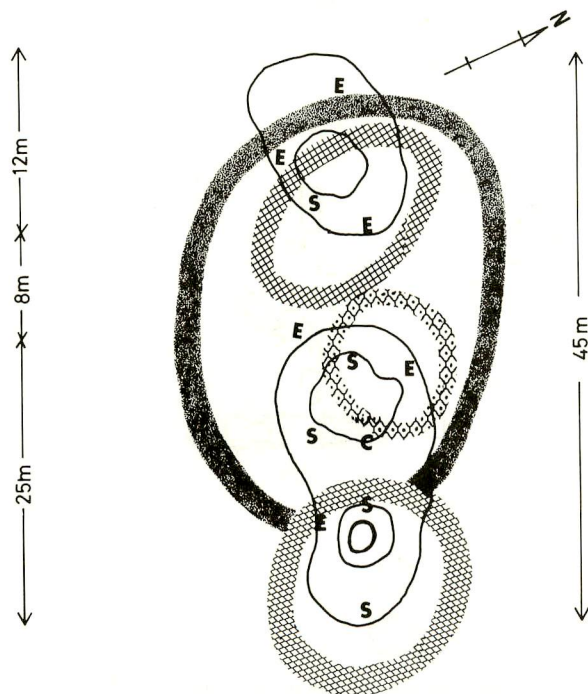


Fig. 2. Setting condition and fish distribution on the K-1 reef.

- | | |
|---|--|
| <i>Seriola purpurascens</i> | <i>Plectorhynchus pictus</i> |
| <i>Apogon semilineatus</i> | <i>Oplegnathus fasciatus</i> |
| C <i>Chrysophrys major</i> | S <i>Stephanolepis cirrhifera</i> |
| E <i>Epinephelus chlostiguma</i> | |

の2山型である。なおブロック群の周辺には、ブロックが散在している。埋没は15~20cmで、洗堀はみられない。付着生物は大型のフジツボが上面を除く全ての面に豊富に付着している。なお上面は付着物はなく平滑である。また海底付近の水中視程は5~6mであった。

蝟集魚は、Fig. 2とTable 1に示すように、東方のブロック群の中央部に体長4~5cmのネンブツダイ群とイシダイ群が占位し、その直上に体長50~55cmのカンパチ10尾が魚礁上を巡回しながら群泳していた。西方のブロック群にはコロダイの小群と体長約50cmの大型のマダイ3尾を認めた。なおこのマダイ群は潜水者の出現に反応し逃避した。この他、カワハギ、ホウセキハタ、ハタタテダイ、ハナダイ等を観察した。

K-2 魚礁 (10月24日調査)

柁原沖距岸230mの水深34~42mに位置している魚礁で、設置年は平成元年4月5日、魚礁の種類は沈船1隻、小型車15台、1トン及び4トンのコンクリート方塊、松樹8本の複合型魚礁である。

魚礁の設置形態は、Fig. 3に示すように、総トン数約4トンの沈船1隻と、その北方に長さ40mに亘って小型車が分散した形で設置されている。沈船は甲板上に1トンのコンクリート方塊が積まれており、半壊状態ではあるが正立の形で着底している。船の毀損の程度は船

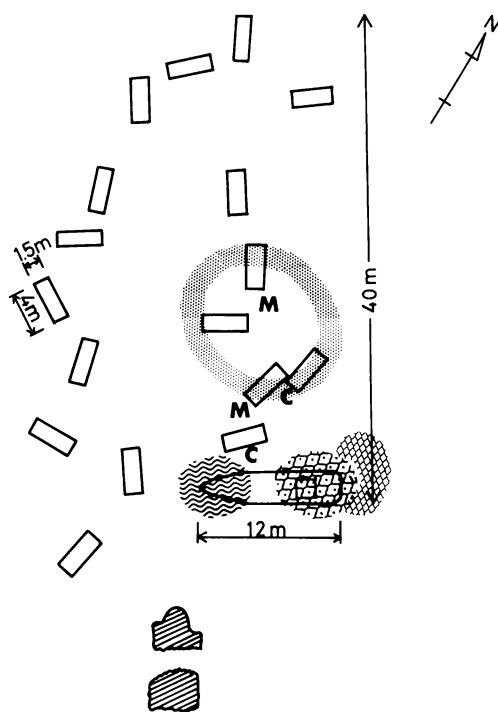
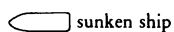
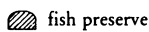
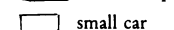

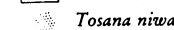
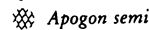



Fig. 3. Setting condition and fish distribution on the K-2 reef.

- | | | | |
|---|-------------------------------|---|-----------------------------------|
|  | sunken ship |  | fish preserve |
|  | small car |  | <i>Oplegnathus fasciatus</i> ets. |
|  | <i>Tosana niwae</i> |  | <i>Apogon semilineatus</i> |
|  | <i>Microcanthus strigatus</i> | M | <i>Chaetodon modestus</i> |
| C | <i>Choerodon azurigo</i> | | |

橋が原型を止めているものの船首尾部がかなり破損している状態となっている。また船の近くには1個所に束ねられた松樹群が認められた。洗堀は船の周囲で形成されており、また埋没は小型車群の周辺においてかなり進捗し、車体の約半分が埋没している。浮泥状物質の堆積量は少なく、付着生物は皆無であった。

魚群の蝟集状況は、Fig. 3 に示すように、沈船の周辺にイシダイやカゴカキダイを始め多くの種類の魚群がみられた。しかし小型車群にはハウセキハタやハナダイがみられたが、いずれも尾数が少ない。なお松樹や養殖用生簀の残骸には全く魚群はみられなかった。

K-3 魚礁 (10月24日調査)

垂水港沖水深42mに位置している魚礁で、昭和52年に投入されたバス5台のうち2台を確認し観察を行った。この2台のバスは、Fig. 4 に示すように隣接した正立の状態で設置されている。車体は全体的に浮泥状物質に厚くおおわれており、フジツボ、ヤギ類、ムツサンゴ、ウミシダ、ウミウチワ、イソバナ等が豊富に付着している。写真で示すように、窓枠部はフジツボが厚く付着して変形しているが、屋根の部分はまだ腐蝕していない。車体の下部は埋没がかなり進行し、その深さは約50cmに達している。しかし車体周辺によくみられる溝状の洗堀現象はみられない。

蝟集魚群は体長約5cmのネンブツダイの大群の他、イシダイ、カワハギ、イラ等の中型魚群を少数尾認めた。海底付近の透明度は低く、その水中視程は約1mであった。

K-4 魚礁 (10月26日調査)

鹿児島湾の湾奥にある沖瀬の南方に設置されている魚礁で、昭和57年に投入された1.5m角ブロック25個と略3m角ブロック6個より構成されている。今回の調査ではその1部を確認した。設置場所は水深38~50mとかなりの勾配をもつ傾斜面となっている。

魚礁の設置形態は、Fig. 5 に示すように、南北方向35m、東西方向25mの扇状の範囲に各ブロックは分散して設置されている。このうち大型のブロック群は10~15m間隔に2基ずつ群がっている。なお1.5m角ブロックは魚礁の南側にまとまって分散している。ブロックの表面にはムツサンゴが豊富にみられる他、浮泥状物質が薄く堆積している。埋没は深さ20cmのものが多く、ブロックの一部が海底の斜面上に突っ込みの状態で見られるものもみられた。

魚群の蝟集状況は体長40~45cmのカンパチ5尾が大型ブロック群と小型ブロック群の混在する魚礁の南側の部位にみられた他、ウマヅラハギの大群とイシダイ、カゴカキダイ等が観察された。なおこの魚礁調査の直後、沖瀬上の水深7mで小型ブロック群を潜水観察した。その結果、水深が浅く透明度の高いこともあって、ブロックに蝟集する多くの魚群の行動を観察することが出来た。蝟集魚は体長5cmのネンブツダイ、種不明の体長約1cmの稚魚及び体長15~20cmのイシダイの群であるが、潜水者が接近すると、これらの群はブロックの穴部に逃避する行動をとり、魚礁の穴部が隠れ場として重要な役割をもつことを確認した。

(2) 加治木町沖合魚礁

K-5 魚礁 (昭和63年8月1日調査)

須崎海岸沖約280m、水深30~45mに設置されている魚礁で、設置年は昭和56年、規模は1.5m角ブロック125個である。魚礁周辺の海底面はかなりの急斜面で、底質は浮泥状物質の堆積した軟泥質である。

魚礁の設置形態は、Fig. 6 に示すように、水深30mから45mの斜面上に約50mの長さに互ってブロックが散在する形で設置されている。このうち浅所のブロック群はやや密集し1個所

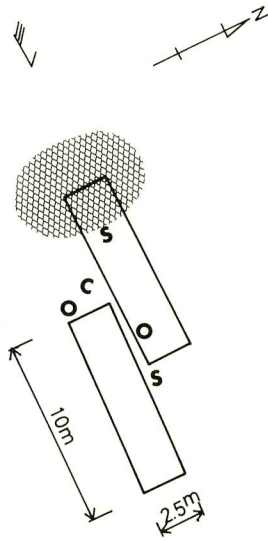


Fig. 4. Setting condition and fish distribution on the K-3 reef.

- | | |
|--------------------------------|----------------------------------|
| □ bus | ⊗ <i>Apogon semilineatus</i> |
| ○ <i>Oplegnathus fasciatus</i> | ♣ <i>Stephanolepis cirrhifem</i> |
| ⊂ <i>Choerodon azurro</i> | |

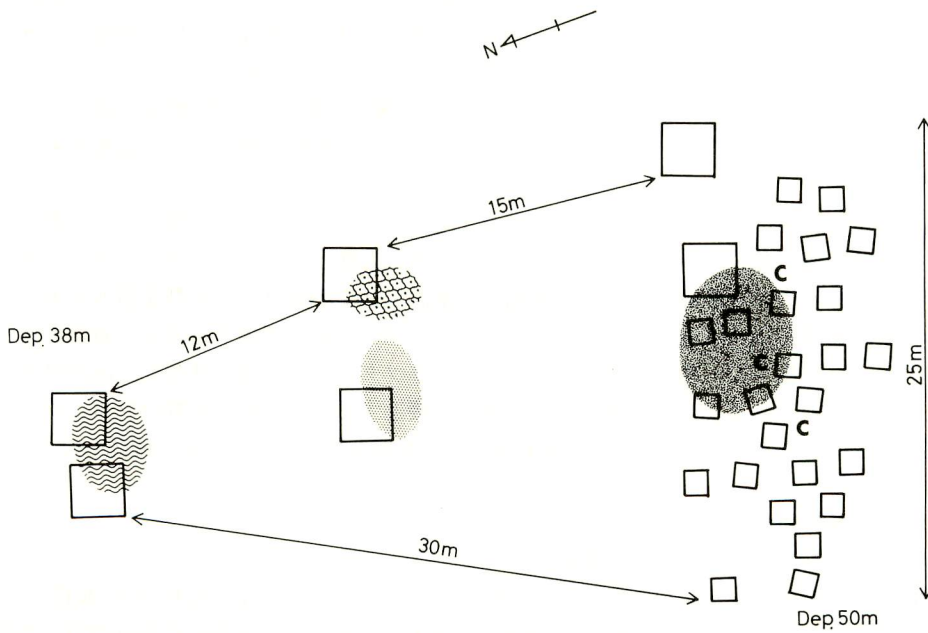


Fig. 5. Setting condition and fish distribution on the K-4 reef.

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------|
| □ Concrete block reef | ⊗ <i>Seriola purpurascens</i> |
| ⊙ <i>Navodon modestus</i> | ⊗ <i>Oplegnathus fasciatus</i> |
| ⊃ <i>Microcanthus strigatus</i> | ♣ <i>Chaetodon modestus</i> |

で2段積みとなっている。また深所のブロック群は5~10mの個体間隔で広く分散している。なお今回の調査では図示するように約20個のブロックを確認出来たが、この他のブロックは、このブロック群より深所の斜面域に分散しているものと考えられる。埋没はかなり進捗しており、その深さは40~60cmに達している。付着生物はムツサングが豊富に付着している他、フジツボ、ムチャギ、センナリスナギンチャク等がみられた。なおブロック面上に堆積した浮泥状物質はかなりの量に達しており、またブロックに絡まった捨網も認められた。

蛸集魚の状態は、Table 1 に示すように、体長8~10cmのネンブツダイと体長15~20cmのウマヅラハギの両群が浅所のブロック群にみられた。

K-6 魚礁 (8月1日調査)

黒川岬沖、距岸約100m、水深30~55mに設置されているヒューム管魚礁である。ヒューム管の寸法は直径1.5m、長さ2mである。周辺の海底は急斜面をなし、浮泥状物質の堆積した軟泥の底質となっている。なおこの魚礁は昭和45年度に投入した1m角ブロックの並型魚礁(未確認)の探索中に確認したものである。

この魚礁の設置状況は、Fig. 7 に示すように、急斜面の海底上に広範囲に互って約15個のヒューム管が分散している。このうち水深55m付近では約10個が長さ15mの範囲に集群している。埋没は顕著に進捗しており、図示するようにほとんどのヒューム管が、その1部を正立もしくは斜めの形で海底面上に露出している。付着生物はムツサングが豊富に付着している。

蛸集魚の状態は、深所のヒューム管群にネンブツダイとウマヅラハギが蛸集している他、円筒内に潜む体長約1mのマハタ3尾を認めた。この他、水深30mのヒューム管群の管内に大型のイセエビ5尾と、付近の海底面上で体長約80cmのエイ2尾を認めた。なお調査時の水温は表層27.9℃、底層(水深30m)22.1℃であった。

(3) 始良町沖合魚礁

K-7 魚礁 (昭和63年8月2日調査)

松原沖、距岸約370m、水深32~45mに設置されている魚礁で、設置年は昭和53年、規模は1.5m角ブロック129個である。魚礁周辺の海底面は軟泥の急斜面となっている。なお海底付近の水中視程は約2mである。魚礁の設置形態は、Fig. 8 に示すように4段積みの1山型で、細長いテーブル状を呈している。その底面形状は南北方向が40m、東西方向が15mの楕円状である。また頂部は小さい起伏を有し、最高部の高さは約6mとなっている。付着生物はブロック面に多くのムツサングが付着している他、所々にツルヤギがみられた。埋没は約30cmである。

蛸集魚の状態は、Fig. 8 に示すように、魚礁の北端の頂部付近に体長20~25cmのウマヅラハギ及びネンブツダイの両群が占位している他カサゴやアラの小型魚群を認めた。

K-8 魚礁 (8月20日調査)

重富港南方約400m、水深30~40mに設置されている魚礁で、設置年は昭和55年、規模は1.5m角ブロック149個である。魚礁周辺の海底面は、前述のK-6魚礁と同様に軟泥の急斜面となっている。

魚礁の設置形態は、Fig. 9 に示すように、3段積みの1山型の2つの群から形成されている。夫々の群の形状をみると、浅所のブロック群は、水深30m付近の等深線上にブロックが積まれている。また深所のブロック群は等深線に略直角に斜面上に積まれている。従ってこの2つのブロック群は急勾配の斜面上に近接して夫々山型をなしているため、全体的にみて斜面の地形を巧みに利用した2山型の魚礁とみてよい。埋没は一般に30cm程度であるが、両ブロッ

ク群の相対する部分のブロック群が顕著に進捗しており、その深さは最高1.2mにも達している。

蝟集魚の状態は、浅所のブロック群の直上約3～4mの層に体長30～35cmのカマスの大群が群泳している他、両ブロック群の中間付近にウマヅラハギ、ネンブツダイ、ハナダイ等が認められた。

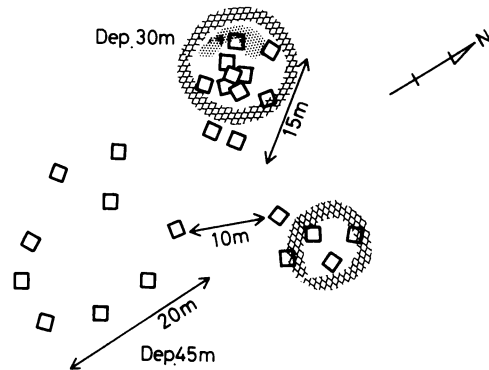


Fig. 6. Setting condition and fish distribution on the K-5 reef.

- Concrete block reef (1.5m×1.5m)
- ⊗ *Apogon semilineatus*
- ⊙ *Navodon modestus*

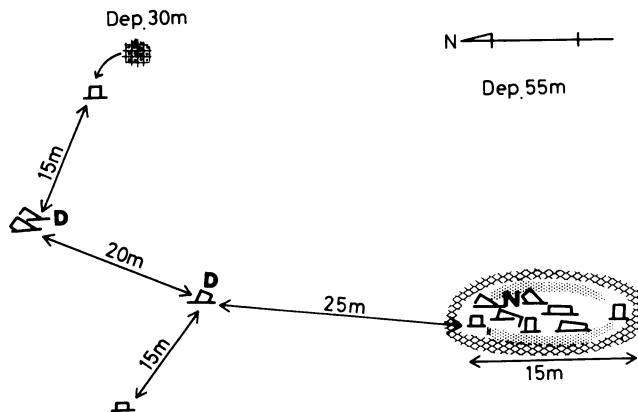


Fig. 7. Setting condition and fish distribution on the K-6 reef.

- ⊗ *Apogon semilineatus*
- ⊙ *Navodon modestus*
- ⊠ *Panulius japonicus*
- *Nipon spinosus*
- *Dasyatis akajei*

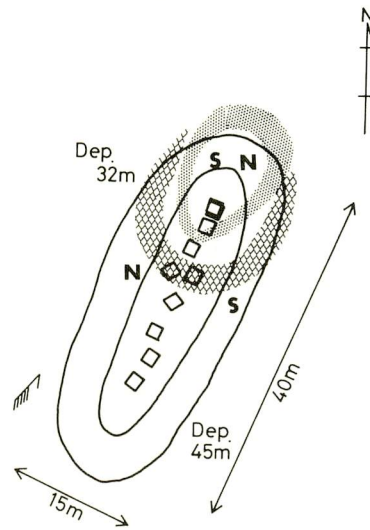


Fig. 8. Setting condition and fish distribution on the K-7 reef.

- ⊗ *Apogon seemilineatus*
- ⊙ *Navodon modestus*
- ⊕ *Sphyaena obtusata*

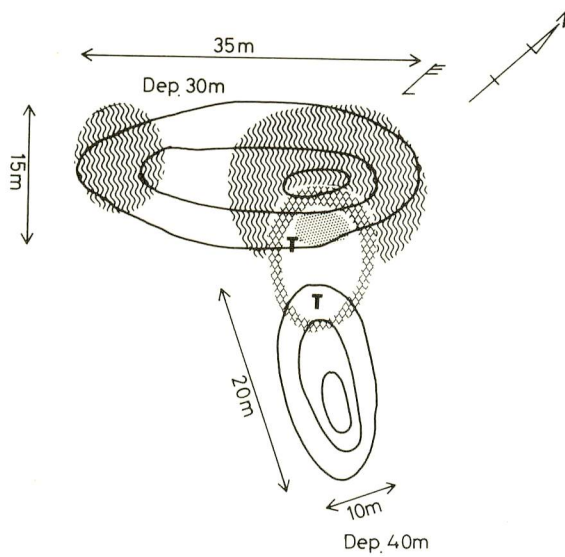


Fig. 9. Setting condition and fish distribution on the K-8 reef.

- N** *Nipon spinosus*
- S** *Sebasiscus marmoratus*
- T** *Tosana niwae*

Table 1. Fishes observed on each artificial reef.

Reef No.	Species	Fork length (cm)	Number
K-1	<i>Apogon semilineatus</i>	4~5	Large school
	<i>Seriola purpurascens</i>	50~55	10
	<i>Chrysophrys major</i>	45~50	5
	<i>Plectorhynchus pictus</i>	45~50	5
	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	45~50	5
	<i>Epinephelus chlostiguma</i>	40~50	5
	<i>Microcanthus strigatus</i>	15	10~15
	<i>Tosana niwae</i>	5~7	10~15
	<i>Heniochus acuminatus</i>	15	10~15
	<i>Stephanolepis cirrhifien</i>	15~20	10~15
K-2	<i>Apogon semilineatus</i>	4~5	School
	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	25~40	15
	<i>Oplegnathus punctatus</i>	40	5
	<i>Epinephelus chlostiguma</i>	35~40	5
	<i>Girella punctata</i>	25	5
	<i>Microcanthus strigatus</i>	15	Small school
	<i>Tosana niwae</i>	5~7	Small school
	<i>Navodon modestus</i>	20	Small school
	<i>Choerodon azurio</i>	40	5
	<i>Chaetodon modestus</i>	15	5
K-3	<i>Apogon semilineatus</i>	4~5	School
	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	25~30	3
	<i>Choerodon azurio</i>	30	3
	<i>Stephanolepis cirrhifien</i>	15~20	10
K-4	<i>Seriola purpurascens</i>	40	5
	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	20~25	5
	<i>Microcanthus</i>	15	Small school
	<i>Navodon modestus</i>	20~25	Large school
K-5	<i>Chaetodon modestus</i>	15	10
	<i>Apogon semilineatus</i>	8~10	School
K-6	<i>Navodon modestus</i>	25~30	School
	<i>Nipon spinosus</i>	100	3
	<i>Apogon semilineatus</i>	8~10	School
	<i>Navodon modestus</i>	25~30	School
	<i>Dasyatis akajei</i>	80	2
K-7	<i>Panulius japonicus</i>		5
	<i>Navodon modestus</i>	25	School
	<i>Sebasliscus marmoratus</i>	15	School
	<i>Nipon spinosus</i>	25	School
K-8	<i>Apogon semilineatus</i>	8~10	School
	<i>Sphyræna obtusata</i>	30~35	Large school
	<i>Navodon modestus</i>	20~25	School
	<i>Apogon semilineatus</i>	8~10	School
	<i>Tosana niwae</i>	10	School

考 察

鹿児島湾の中央部から湾奥部にかけての海域は、水深50m以浅の略平坦な魚礁設置適地の面積が狭く、しかも急斜面となっているところが多いため、海底地形を利用した魚礁設置が随所に試みられているようである。今回報告した8個所の調査魚礁は、いずれも水深の深い斜面漁場に設置されているが、夫々の設置形態や種類が異なることから、魚礁の集魚効果にかなりの差がみられるようである。

まず垂水市沖の3個所の魚礁を比較すると、最も集魚効果の高い魚礁は、小型の単体を3段に積み重ねた3山型のK-1魚礁である。蛸集魚はネンブツダイの大群の他、カンパチ、マダイ、コロダイ、イシダイといった大型魚がみられ、この魚礁のもつ強い集魚効果を確認出来た。このように小型の単体を積みあげた魚礁に対し、小型車と船を混在させたK-2魚礁や1.5m角と略3mの大小のブロック群を用いたK-4魚礁は、いずれも複合型のものであるが、両魚礁共、個体間隔の広い分散型であるため、蛸集魚が群れを形成するに至らず魚群は貧相であった。

次に鹿児島湾の最も湾奥部に位置している加治木町及び始良町の沖合の4個所の魚礁では、分散型のK-5魚礁及びK-6魚礁よりブロックを積み上げたK-7魚礁及びK-8魚礁の場合が多く魚群を蛸集させており、垂水市沖の魚礁と同様の結果となっている。特に急斜面上にT字型に2個のブロック群を接近させて2山型をつくりあげているK-8魚礁は、ネンブツダイやアカガマスの大群を蛸集させており、急斜面の多い鹿児島湾の沿岸域における優良魚礁の典型的な好例とみてよい。

要 約

鹿児島湾の湾奥に面した垂水市、加治木町及び始良町の沖合に設置してあるコンクリートブロック、廃車等の8個所の魚礁を昭和63年から平成元年にかけて潜水観察した。その結果は次のようである。

- (1) 垂水市沖合の魚礁群の中では、K-1魚礁のように小型の1.5m角コンクリートブロックを積み重ねた3山型が最も集魚効果が高く、カンパチ、マダイ等の大型魚を認めた。
- (2) 水深30~50m域が急深となっている湾奥部の魚礁群の集魚効果を比較すると、大型ブロックの分散型より、小型ブロックの集中型が効果が高く、特に後者の中では、K-8魚礁のように、2つのブロック群をT型に配置した漁場造成法が優れた効果を発揮している。

謝 辞

本報は垂水市役所、加治木町役場及び始良町役場より研究費を受け実施した調査の結果をまとめたもので、関係各位の御理解に謝すると共に、調査の推進に当り御協力を賜った垂水市漁業協同組合及び錦海漁業協同組合に対し厚くお礼申し上げる次第である。

文 献

- 肥後伸夫 1974. 潜水観察による人工魚礁の実態について—I 沖縄県勝連半島周辺海域の場合. 鹿児島大学水産学部紀要, 23: 19-28.
- 肥後伸夫 1984. 人工魚礁における魚群の蝟集機構に関する研究—昭和58年度科学研究費補助金(一般研究C)研究成果報告書, 1-20, 鹿児島大学.
- 肥後伸夫 1989. 漁具に対する魚群行動の研究—現場観察による方法—目視. 「水産学シリーズ 73」(日本水産学会編), 9-25, 恒星社厚生閣, 東京.
- 肥後伸夫, 長島美知男 1978. 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. 鹿児島大学水産学部紀要, 27(1): 117-130.
- 肥後伸夫, 吐師 弘, 田畑静夫, 上水樽豊己 1979. 潜水観察による人工魚礁の実態について—III 鹿児島市谷山沖合海域の場合. 鹿児島大学水産学部紀要, 28: 91-105.
- 肥後伸夫, 田畑静夫 1979. 潜水観察による人工魚礁の実態について—IV 志布志湾枇榔島西方海域の場合. 鹿児島大学水産学部紀要, 28: 107-117.
- 肥後伸夫, 吐師 弘, 後藤眞宏, 田畑静夫, 柿本 亮 1980a. 潜水観察による人工魚礁の実態について—IV 垂水市沖合海域の場合. 鹿児島大学水産学部紀要, 29: 23-35.
- 肥後伸夫, 吐師 弘, 上水樽豊己 1980b. 潜水観察による人工魚礁の実態について—VI 定置網の誘導魚礁の2例. 鹿児島大学水産学部紀要, 29: 37-50.
- 肥後伸夫, 吐師 弘, 高浜一字, 田畑静夫, 長島美知男, 迫野 豪, 上水樽豊己, 山崎孝久 1980c. 潜水観察による人工魚礁の実態について—VII 枕崎市沖合海域の場合. 鹿児島大学水産学部紀要, 29: 51-63.
- 肥後伸夫, 西鉢幹夫, 柿本 亮, 吐師 弘, 田畑静夫, 新門道範, 橘井 猛 1981a. 潜水観察による人工魚礁の実態について—VIII 鹿児島県北薩海域の場合. 鹿児島大学水産学部紀要, 30: 1-24.
- 肥後伸夫, 吐師 弘, 田畑静夫, 西田雄祐, 中野平二, 朽見健一郎, 田井村健次 1981b. 潜水観察による人工魚礁の実態について—IX 鹿児島市北部沖合海域の場合. 鹿児島大学水産学部紀要, 30: 25-38.
- 肥後伸夫, 高山辺佳彦, 安島幸典, 田畑静夫, 柿本 亮, 吐師 弘 1983a. 潜水観察による人工魚礁の実態について—X 指宿市沖合海域の場合. 鹿児島大学水産学部紀要, 32: 193-205.
- 肥後伸夫, 本中野伸一, 吐師 弘, 林広之, 篠原佳人, 田畑静夫 1983b. 潜水観察による人工魚礁の実態について—XI 薩摩半島吹上浜沖合海域の場合. 鹿児島大学水産学部紀要, 32: 207-228.
- 肥後伸夫, 古賀慎二, 吉田昌志, 竹之下祐二郎, 吐師 弘 1983c. 潜水観察による人工魚礁の実態について—XII 鹿屋市沖合海域の場合. 鹿児島大学水産学部紀要, 32: 229-243.
- 肥後伸夫, 吐師 弘, 荒井 彰 1984. 潜水観察による人工魚礁の実態について—XIII 坊津町沖合海域の場合. 鹿児島大学水産学部紀要, 33(1): 133-143.
- 肥後伸夫, 大毛雄三, 西野英人, 吐師 弘 1986a. 潜水観察による人工魚礁の実態について—XIV 薩摩半島江口浦沖合海域の場合. 鹿児島大学水産学部紀要, 35(1): 53-67.
- 肥後伸夫, 西野英人, 大毛雄三, 吐師 弘 1986b. 潜水観察による人工魚礁の実態について

- XV 加世田市沖合海域の場合. 鹿児島大学水産学部紀要, 35(1): 69-86.
肥後伸夫, 田畑静夫, 吐師 弘, 上水樽豊己 1986c. 潜水観察による人工魚礁の実態について— XVI 薩摩半島開聞町沖合海域の場合. 鹿児島大学水産学部紀要, 35(1): 87-100.
肥後伸夫, P. W. ハフリー, 福元 誠, 斎藤 聡, 吐師 弘 1987a. 潜水観察による人工魚礁の実態について— XVII 川内市沖合海域の場合. 鹿児島大学水産学部紀要, 36(1): 37-52.
肥後伸夫, 符啓超, 西野英人, 上山洋昭, 福島賢二, 吐師 弘 1987b. 潜水観察による人工魚礁の実態について— XVIII 鹿児島湾山川町沖合海域の場合. 鹿児島大学水産学部紀要, 36(1): 53-66.
HIGO, N., PLOTNER, D., NAKASHIMA, S., FUJIEDA, S., and HASHI, H. 1990. On the fish gathering effect of the artificial reefs ascertained by the diving observation — XIX. At the reefs offshore of Tanegashima, Kagoshima Prefecture. 南太平洋研究, 10: 241-251.

(Accepted September 10, 1990)

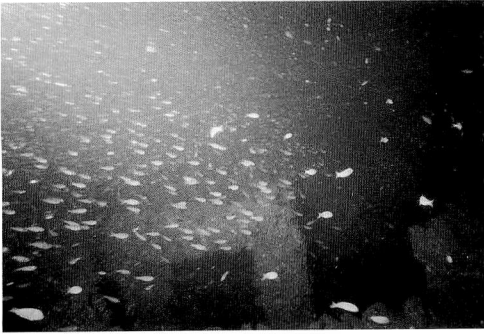
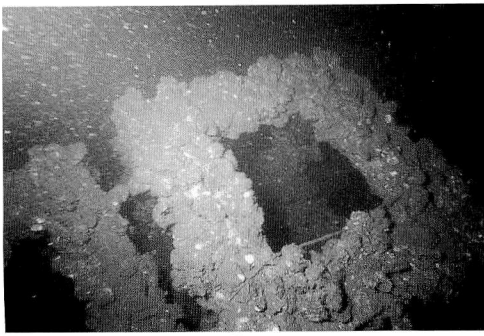
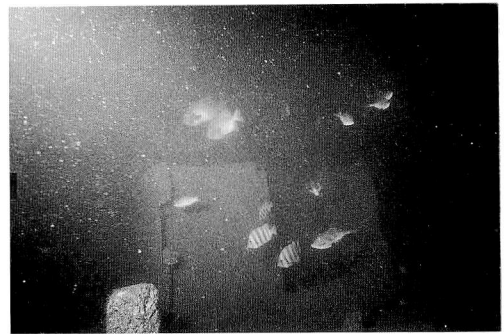
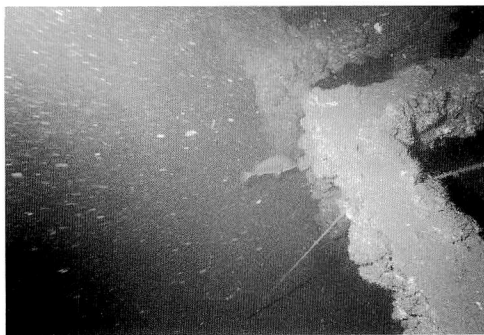
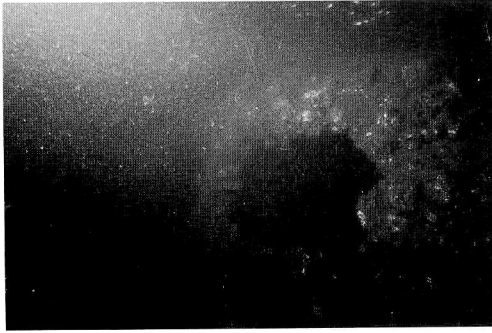
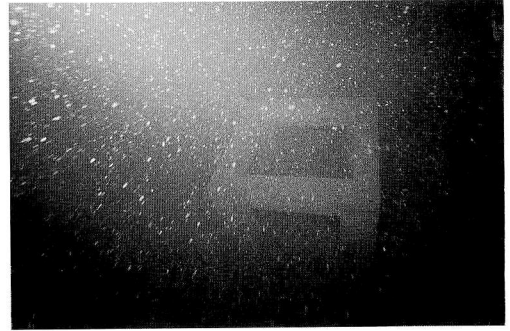
**A****D****B****E****C****F**

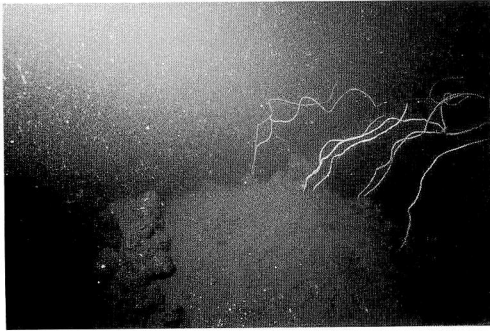
Plate I. A-C : K-1 reef
D-F : K-2 reef



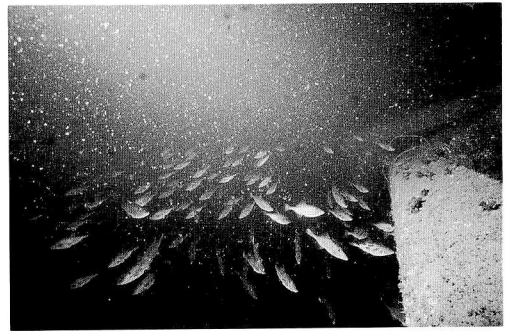
A



D



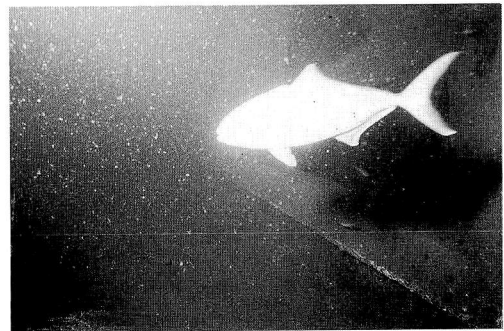
B



E



C



F

Plate II. A-C : K-3 reef
D-F : K-4 reef

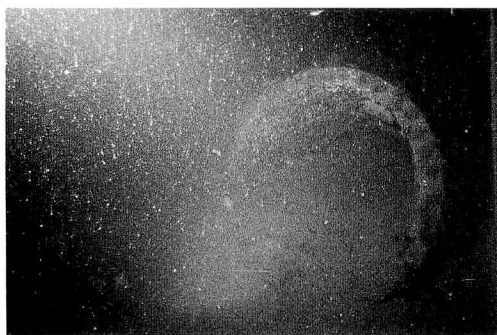
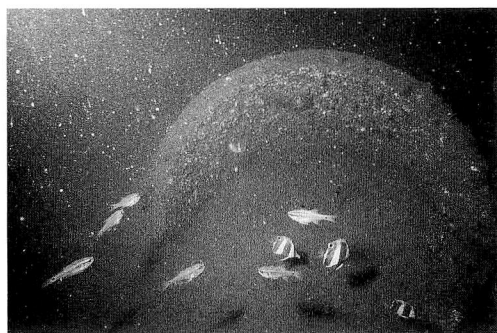
**A****D****B****E****C****F**

Plate III. A-C : K-5 reef
D-F : K-6 reef



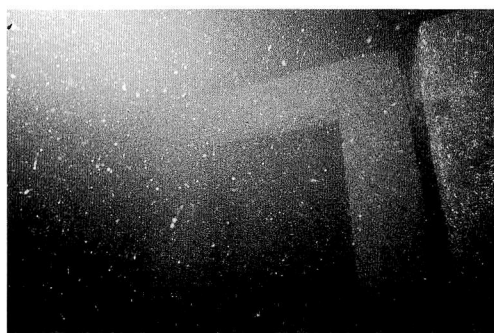
A



D



B



E



C



F

Plate IV. A-C : K-7 reef
D-F : K-8 reef