

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

肥後伸夫*・吐師弘*²
田畑静夫*・上水樽豊己*

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

At the Off Sea of Taniyama, Kagoshima City

Nobio HIGO*, Hiroshi HASHI*², Shizuo TABATA*
and Toyomi KAMIMIZUTARU*

Abstract

Diving observations were carried out twice in March and in May, 1979, concerning the following artificial reefs which had been set in the sea front off Taniyama beach in Kagoshima City: concrete blocks, dilapidated bus; sunken boat, earthen pipes; withered trees.

The results obtained are as in the following:

1) The artificial reef which was ascertained to be most effective for gathering fishes was the reef consisting of a sort of combination of the concrete blocks and the dilapidated bus, and during the period from March to June *Chrysophrys major* and *Therapon oxyrhynchus* were observed to have been gathered much.

2) In case of the dilapidated bus, due to the erosive decay of the iron board, most of the ceiling was made to be lost away; however, this turned the bus into a sort of box typed artificial reef, which was in possession of somewhat enhanced fishing gathering effect.

3) Such small sized fish as *Apogon emilineatus* was apt to be allured to the withered tree reefs.

Accordingly, it was assumed that the realization of a combination of these withered tree reefs with other artificial reefs which were alluring to the large-sized fishes would give us a heightened effect in fish gathering.

1. 緒 言

鹿児島市谷山漁業協同組合および遊漁者により利用されている谷山沖合海域の人工魚礁について潜水観察を行ない検討を加えたのでその結果について報告する。

* 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)

*² 深海サルベージ株式会社 (Sinkai Salvage Co. Ltd)

2. 人工魚礁の概要と観察方法

鹿児島港の南部の港界線付近にあたる当海域には、新港の港口沖合を中心とする8個所に人工魚礁が設置されている (Fig. 1, Table 1).

用いられている魚礁資材は、コンクリートブロック、古バス、土管、廃船、松樹木、熔岩の6種類である。魚礁にはこれらの資材の中でコンクリートブロックが最も多く用いられているが、複数の資材による組合せがほとんどである。特に葉、枝をつけた松樹が毎年春季に夫々の魚礁上か、もしくはその周辺に投入されている。従って当海域の魚礁は、周年にわたって魚群を滞留させるためのものではなく、むしろ春季に魚群を多く集めて利用するものとなっている。晩春から初夏にかけてのマダイ、イサキ漁はその好例である。

潜水観察は昭和54年の3月と5月の2回、3個所の魚礁 (KT-3, KT-4, KT-8 魚礁) において実施した。また3月には魚礁周辺の8点で採泥を、7点で测温、採水等の漁場観測を行なった (Fig. 2)。なお潜水観察時のテレビ撮影には水中テレビ安定維持装置 (吐師式) を用

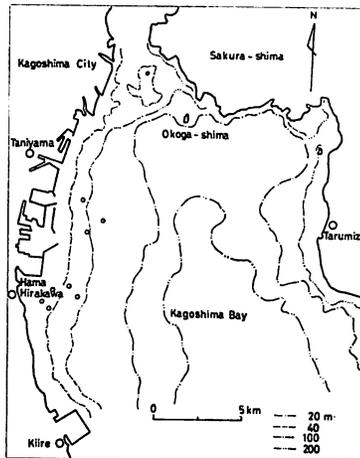


Fig. 1 Showing the position of the artificial reefs off sea of the Taniyama beach in Kagoshima city.

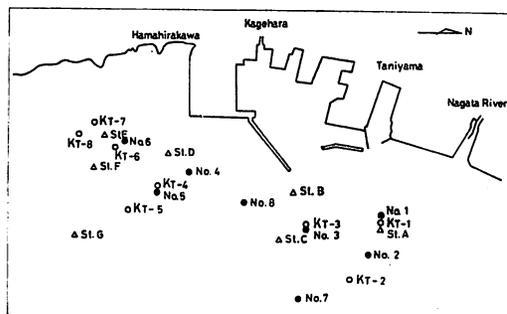


Fig. 2 Showing the researching points of the artificial reefs (○), bottom materials (●) and oceanographic observation (△).

Table 1. Showing the state of artificial reefs off sea of Taniyama beach in Kagoshima city.

Item Reef	Material	Number	Setting year	Size (m)	Setting depth (m)
KT-1	Bus	5	1969-1970	9.2×2.45×2.92	30
	Trees	—	Annually	0.2φ×4~5	
KT-2	Concrete block	—	—	—	—
KT-3*	Concrete block	135	1978	1.5×1.5×1.5	41
	Trees	—	Annually	0.2φ×4~5	
KT-4*	Concrete block	90	1965	1.0×1.0×1.0	30
	Bus	6	1969-1971	1.0×2.5×3.0	
	Trees	—	Annually	0.2φ×4~5	
KT-5	Concrete block	160	1966	1.0×1.0×1.0	40
		227	1973		
	Lava	368	1975		
	Trees	—	Annually	φ ¹ .2	
KT-6	Earthen pipe	1330	1976	0.1φ×0.6	24
	Trees	—	Annually	0.2φ×4~5	
KT-7	Trees	—	1975	0.2φ×4~5	20
KT-8*	Earthen pipe	893	1977	0.2φ×0.8	28
	Boat	—	1979	12 (4 ton)	
	Trees	—	Annually	0.2φ×4~5	

* Reef by the diving observation

いた (Plate IV-H).

3. 魚礁の観察結果

KT-3 魚礁 (Fig. 4, Plate I)

谷山新港の港口から最短距離に位置するこの魚礁は、昭和52年に設置された比較的新しい並型コンクリートブロック魚礁で、礁上には松樹が投入されている。コンクリートブロックの構造は1.5mの正六面体、個数は135個である (Fig. 3)。設置の形態は、中央に僅かながらくぼみを有する山型で、東西方向に長く、平面形状はへら状である。最大の長さは約40m、頂部の高さは約5mで3~4段積みとなっている。中央のくぼみから西方にかけては松樹が投入されており、ブロック上に林立する様相を呈している (Fig. 4, Plate I-F)。ブロックの散乱はみられず、まとまりよく積み重ねられている。ブロックに圧潰や破損はみられないが、角部に亀裂を多くみる。上面は浮泥状の堆積物で薄く覆われているが、その厚さは0.5mm以下である (Plate I-G)。埋没は20cm程度であるが、これは設置時のブロックの重量によるものであろう (Plate I-H)。魚礁付近の洗堀はみられない。付着生物はフジツボが全面に付着している他、シロガヤ、ヤギ類を多く認めた (Table 2)。

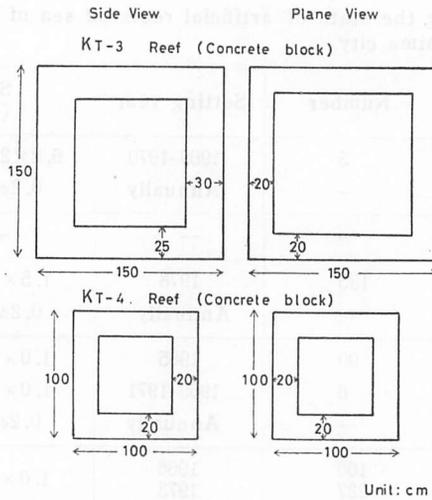


Fig. 3 The size of concrete block reef.

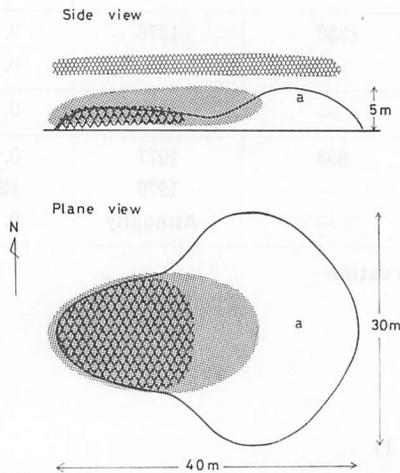


Fig. 4 Schematic gathering condition around of KT-3 reef.

dot: *Apogon semilineatus*

small mesh: *Trachurus japonicus*

large mesh: Trees

a: *Chrysophrys major*

蝸集魚は、ネブツダイ、マアジ、ナガハナダイ、マダイ、カゴカキダイ等がその主なものである。ネブツダイは魚礁の全面を群泳しているが、特に中央部のくぼみに密度が高い。群の高さは魚礁上 2~4m である。この他、松樹付近にも多くみられた。ナガハナダイは体長約 10 cm で、ネブツダイと混棲している。尾数は少ない。マアジは体長 10~15 cm の幼魚で、礁上 5~6 m の層に群泳している。マダイは体長約 40 cm、頂部のブロック内に 3 尾認め

Table 2. The adhered living things and the gathering fishes on the each artificial reef.

Item Kind	The adhered living things	The gathering fishes
The species on the KT-3 reef	<i>Balanomorpha</i> <i>Aglaophenia whiteleggei</i> (BALE) <i>Gorgonacea</i>	<i>Apogon semilineatus</i> (TEMMINCK & SCHLEGEL) <i>Trachurus japonicus</i> (TEMMINCK & SCHLEGEL) <i>Pseudanthias elongatus</i> (FRANZ) <i>Chrysophrys major</i> (TEMMINCK & SCHLEGEL)
The species on the KT-4 reef	<i>Aglaophenia whiteleggei</i> (BALE) <i>Gorgonacea</i> <i>Balanomorpha</i> <i>Panulirus japonicus</i> (SIEBOLD)	<i>Apogon semilineatus</i> (TEMMINCK & SCHLEGEL) <i>Pseudanthias elongatus</i> (FRANZ) <i>Amanses modestus</i> (GUNTHER)

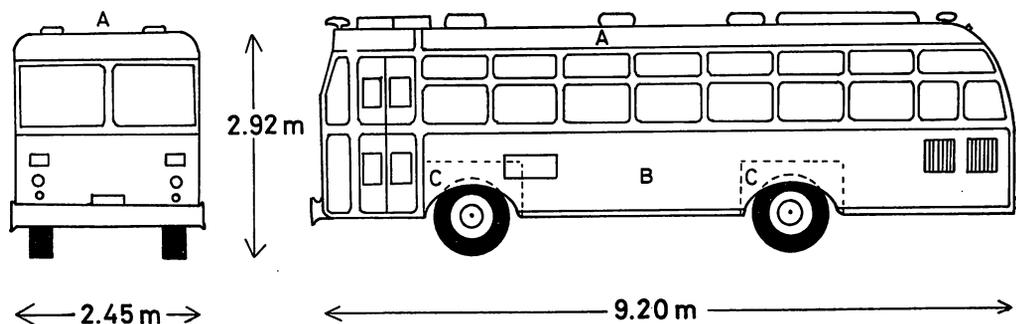


Fig. 5 The size of bus. (KT-4 reef)

A, B, C. Thickness of iron plate.

A: 0.8 m/m

B: 1.2 m/m

C: 1.6 m/m

(Table 2).

KT-4 魚礁 (Fig. 6, Plate II, III)

KT-3 魚礁の南南西約 2.5 km の水深 36 m に位置する。昭和 40 年に並型コンクリートブロック 90 個、その上に、昭和 44, 46 年、大型の古バス 6 台を投入した珍しい型のものである。ブロックの寸法を Fig. 3, バスの寸法を Fig. 5 に示した。設置形態は東西方向に長く、約 50 m, 最高部の高さは約 7 m である。ブロック自体は略 2 段積み、長さは約 30 m であり、その上にバス 4 台が□字型におかれている。従ってバス群の中央部は箱型のくぼみが形成されている。ブロック魚礁から距離を置いて 2 台のバスが独立して存在する。いずれも正姿の状態である。バスの腐蝕の状態は屋根の鉄板の部分が最も甚だしく、1/2~2/3 の面積を消失している (Plate II-A~C)。海中における鉄材の腐蝕量は年に厚さ 0.2 mm とされているが¹⁾、この魚礁の場合は、バスの鉄板の厚さが 0.8 mm であるので、 $0.8 \text{ mm} \div (54 \text{年} - 46 \text{年}) = 0.1 \text{ mm/年}$ となる。しかし側壁、窓枠、シャーシー等はさほど腐蝕していない。床、内壁等の

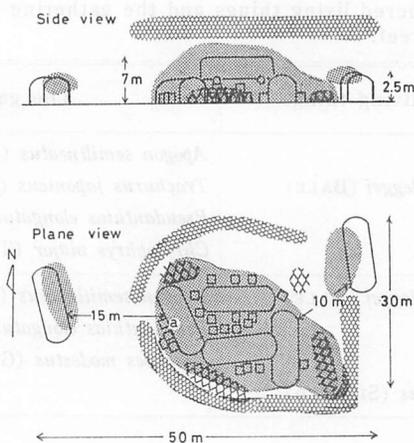


Fig. 6 Schematic gathering condition around of KT-4 reef.

dot: *Apogon semilineatus*
 small mesh: *Trachurus japonicus*
 large mesh: Trees

木板部分は既に腐蝕し消失している。ハンドル、椅子等は写真にみる様にそのままの形で残っている (Plate II-A~C)。その他、底部の毀損したもの、タイヤの消失したもの等もあるが、これは着底時の衝撃によるものであろう。窓は全て開放状態である。なおバス魚礁を設置する際はバスの両側に樹木を付して投入している模様である (Plate IV-E~G)。浮泥状の堆積物はKT-3 魚礁より量的に多く、特にバスの屋根の部分と車内に多い。その厚さは0.5~1mmである。埋没はブロックで約20cm、バスで約30cmである (Plate III-D, G)。付着生物はシロガヤ、ヤギ類をKT-3 魚礁より多く認めたが、外海に設置された魚礁と異なり、フジツボ等の付着生物が非常に少ない (Table 2)。

蛸集魚は観察の範囲では小型魚のみで、ほとんどネブツダイである。その他、ネブツダイと混棲しているナガハナダイ、ウマズラハギの小数尾と、バスの底部に潜むイセエビを認めた (Plate III-C)。ネブツダイは、KT-3 魚礁より多く蛸集しており、随所に密度の高い群を形成している。特に中央部のバス周辺に多い。この群はバスの内外を縫うように移動する群と、バス内に占位する群とに分かれるが、後者は尾数が少ない。群の高さはバス上で約0.5mとかなり低い。なおバス魚礁に絡む魚網、テグス、錨を認めた。有名なマダイとイサキの1本釣漁場であるが、視界が1m程度と非常に暗かったこともあって、これらの大型魚を認めることが出来なかった (Table 2)。

KT-8 魚礁 (Fig. 7, Plate IV)

当海域の魚礁群の最南端に位置し、土管、沈船および樹木の松樹よりなる。土管魚礁は昭和52年、径20cm、長さ80cmの土管を893本、沈船魚礁は昭和54年2月、長さ10mの木船を1隻沈設したもので、図示するように両魚礁の間隔は約50mである。松樹はこの両魚礁の1部と、夫々の周辺に横倒しの状態でおかれている。土管魚礁の形態は直径約40mの円形

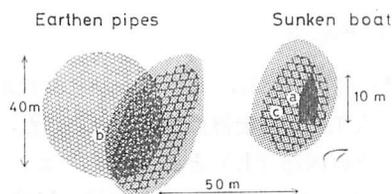


Fig. 7 Schematic gathering condition around of KT-8 reef.

dot: *Apogon semilineatus*

small mesh: Trees

large mesh: Earthen pipe

a: *Panulirus japonicus*b: *Epinephelus chlorostigma*c: *Amanses modestus*, *Chrysphrys major* (young)

状，中央で4～5段積み，広範囲に散乱しており，高さは約1.5mと低い．周縁の土管は1/4～1/3程度埋没しており，ほとんどのものが1部毀損している．全体が厚い浮泥状の堆積物で覆われている．付着生物はフジツボを少数認めたにすぎない．

沈船魚礁は2カ月程度しか経過していないため未だに船底塗料はそのままの状態に残っている．船尾部の破損がみられるが，これは着底時の衝撃によるものであろう．正姿の状態で，魚倉蓋はなく，甲板上にドラム缶1本をみる．

観察し得た鯛集魚は，土管魚礁上に薄くネブツダイ，土管の間に体長20cmのホウセキハタを，松樹のかかる土管魚礁に密群をなすネブツダイ，小数尾のマアジ，チダイ，キジハタを夫々認めた．土管を出入するマダイ，土管内に潜むイセエビを期待したが全く認められなかった．沈船魚礁では，船上にネブツダイの密群，船底にイセエビ2尾を認めた．沈船の至近の松樹にはネブツダイの密群と小ダイ，トラギス，ウマズラハギ，アカシタビラメ，ヒラメを認めた．しかしその尾数は少ない (Table 3)．

Table 3. The adhered living things and the gathering fishes on the each artificial reef.

Item Kind	The adhered living things	The gathering fishes
The species on the KT-8 reef	<i>Balanomorpha</i>	<i>Apogon semilineatus</i> (TEMMINCK & SCHLEGEL)
	<i>Panulirus japonicus</i> (SIEBOLD)	<i>Oplegnathus fasciatus</i> (TEMMINCK & SCHLEGEL)
		<i>Epinephelus chlorostigma</i> (CUVIER & VALENCIENNES)
		<i>Trachurus japonicus</i> (TEMMINCK & SCHLEGEL)
		<i>Evynnis japonica</i> (TANAKA)
		<i>Epinephelus akaara</i> (TEMMINCK & SCHLEGEL)
		<i>Paraperca pulchella</i> (TEMMINCK & SCHLEGEL)
		<i>Cynoglossus joyneri</i> (GUNTHER)
		<i>Amanses modestus</i> (GUNTHER)
		<i>Paralichthys olivaceus</i> (TEMMINCK & SCHLEGEL)

4. 底質の分析結果 (Table 4, Fig. 8)

昭和54年3月6, 8日の2日間にわたり, エクマンバージ採泥器による表層の採泥を行なった. 採泥点は Fig. 2 に示す人工魚礁の配置点付近6点とした. これらの測定点より得た底質柱状試料の表層部 2cm(U) と底層部 (L) とについて, エミリー管による沈降法と, ピペット法により粒度を測定した. そして試料毎に中央粒径値 (Md), 淘汰係数 (So), 歪度 (Sk), 泥質含有量を算定した.

結果として, 測定域の堆積物の Md はいずれも 4φ 以下の値であり, 砂質以上の粒径分布を主としている. So については値が 0.9~2.4 と全域にわたりかなり淘汰良好といえよう. 一般に浅海での堆積物の淘汰度は Md φ 値がおよそ Md 2 の細粒砂, Md 8 の泥質堆積物の付

Table 4. Results of the oceanographic observation.

Station No.	Depth (m)	Gravel (%)	Sand (%)	Silt & Clay (%)	Md (φ)	So	Sk
1	33.0	0	61.75	38.24	3.33	1.77	0.19
2-U	41.0	0	57.82	42.18	3.55	1.64	0.03
2-L	"	0	69.03	30.97	3.21	1.77	0.23
3-U	43.0	1.74	56.42	41.93	3.76	1.75	0.32
3-L	"	0	64.80	35.20	3.38	1.87	0.40
4-U	33.0	0.03	85.60	14.37	2.67	0.89	0.11
4-L	"	—	—	—	—	—	—
5	41.0	16.86	79.16	3.97	1.64	1.89	0.50
6-U	41.0	0	73.78	26.22	3.00	2.21	0.49
6-L	"	2.36	74.60	23.04	3.00	1.99	0.44
7-U	64.0	—	—	0	—	—	—
7-L	"	0	60.44	39.56	3.54	2.40	0.51
8-U	35.0	0	77.36	22.64	2.68	1.35	0.42
8-L	"	0.37	86.76	12.87	2.39	0.96	0.45

U; Upper layer L; Lower layer

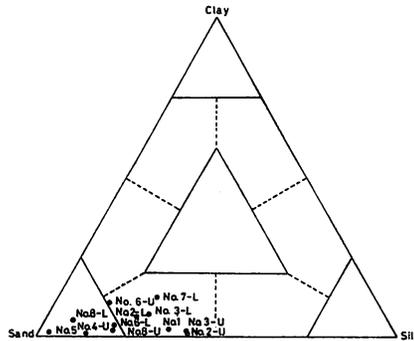


Fig. 8 Showing the distribution of sand, silt and clay off sea of Taniyama beach in Kagoshima city.

Table 5. Results of the oceanographic observation.

Depth (m)	Temperature (°C)	Salinity (‰)	Oxygen (ml/l)
St. A		Depth	
0	15.83	4.419	4.64
10	15.60	34.476	5.35
20	15.55	34.578	3.78
30	15.60	34.564	4.77
40	15.55	34.610	4.70
St. B		Depth 27 m	
0	15.8	34.376	4.54
10	15.59	34.429	4.98
20	15.42	34.573	4.38
25	15.30	34.434	5.17
St. C		Depth 45 m	
0	15.4	34.079	5.34
10	15.50	34.427	4.96
20	15.34	34.399	5.18
30	15.30	34.385	4.90
40	15.38	34.456	5.17
St. D		Depth 26 m	
0	15.3	34.426	5.25
10	15.40	34.413	5.33
20	15.35	34.412	5.28
25	15.31	34.468	5.11
St. E		Depth 24 m	
0	15.2	34.409	5.45
10	15.41	34.435	5.58
20	15.30	34.444	5.22
St. F		Depth 32 m	
0	15.2	34.475	5.48
10	15.45	34.413	2.91
20	15.41	34.423	3.62
30	15.35	34.442	5.20
St. G		Depth 57 m	
0	15.3	34.413	5.35
10	15.52	34.502	5.21
20	15.45	34.518	4.57
30	15.45	34.531	4.57
40	15.45	34.509	4.93
50	15.50	34.548	4.88

近で分級の良いものが集中する²⁾と云われる。この海域では Md ϕ 値は Md 1.64~3.76 となり、ほぼ同様な傾向がみとめられた (Table 4)。底質粒度組成は砂質およびシルト質砂が全域を占めている。ただ No. 6 の測定点において U は silty-sand, L が sand と僅かながら差がみられた (Fig. 8)。これは長い年数を経てシルト質砂の供給が沿岸からの混入、或いは海水の流動等によって行なわれたものと推定される。

5. 漁場観測結果 (Table 5)

昭和 54 年 3 月 6 日, Fig. 2 に示す各観測点において、表層、水深 10, 20, 30, 40, 50 m の各層の水溫、塩分、酸素量を測定した。各測定値については表に示す通りである。なお潜水観察した 3 魚礁付近底層の測定値の範囲は、水溫 15.31~15.38°C, 塩分 34.442~34.468‰, 酸素量 5.11~5.20 ml/l である。

6. 考 察

潜水観察を行なった魚礁について魚群の蝟集効果を比較してみると、最も優れた魚礁として、コンクリートブロックとバスを組合せた KT-4 魚礁をあげることが出来る。観察した魚種はほとんどネブツダイであるが、マダイおよびイサキの漁場として最も優れた魚礁であるという。その理由は設置後の経過年数が 10 年以上でかなり古いことと、バスが大小、様々のしかも多くのくぼみを有することで、構造的にも、形態的にも優れた形を備えていることにある。このくぼみの効果^{3),4)}については、設置後 1 年しか経過していない KT-3 魚礁でもみられた。次に優れた魚礁としては、各魚礁にとっては副資材的な存在になっている松樹の樹木魚礁をあげることが出来る。ネブツダイ群の密度も高く、また多くの魚種を集めている。最も効果の低い魚礁は土管魚礁であろう。浮泥状の堆積物が表面を厚く覆っている上に高さも低く凸凹も顕著でない。このような形態をもつ魚礁は、上に述べた樹木魚礁を組み合わせることにより、その効果を多少あげることが出来よう。

次に当海域で行なわれる漁業と魚礁との関係についてふれてみる。現在この魚礁はほとんど 1 本釣漁業の漁場として利用されている。

その主な対象物は、チダイ、アジ、マダイ、イサキで、その水揚量は谷山漁協に水揚げされるこれらの魚種の 4 割程度を占めるという。タイ、イサキ漁の盛んな晩春から初夏にかけては、多数の漁船が特定の魚礁に集中するため、撒餌や漁具の魚礁への絡み等により、魚礁周辺の漁場環境が損なわれる恐れがある。特に好漁場とされている KT-4 魚礁は、その構造と形態の故に漁場荒廃につながる危険性を有している。適正な魚礁管理こそ必要であろう。

終りにこれらの魚礁群が鹿児島市に近く、また大型港の港口沖合に位置するとあって、浮泥状の堆積物が問題となる。観察の結果では、各魚礁を通じて、その堆積量は厚さ 0.5~1.0 mm 程度とみる。恐らくその堆積量は鹿児島県下の人工魚礁の中で最も多いクラスに入であろう。特にその量の多いのは、複雑な形態をもつバス魚礁と、高さが低く凸凹の少ない土管魚礁である。このことは漁場環境の変化によっては、魚礁個体の構造と魚礁全体の形態について再検討する必要のあることを示唆するものである。

7. 要 約

鹿児島市谷山沖合海域に設置してあるコンクリートブロック、古バス、廃船、土管、樹木の各魚礁を昭和54年3月と5月に潜水観察した結果、次のような知見を得た。

1) 最も魚群の蝟集効果の優れた魚礁は、コンクリートブロック魚礁とバス魚礁を組み合わせた形式のもので、マダイ、イサキの大型魚が蝟集するといわれている。今回はネブツダイとイセエビ等を観察した。

2) バス魚礁は設置後10年を経過すると、鉄板が腐蝕して屋根の大部分を消失する。しかしそのため、箱型の魚礁となり、魚群の蝟集効果は増加する。

3) 樹木魚礁にはネブツダイ等の小型魚が多く蝟集する傾向がある。従って他の魚礁と組合せることにより、大型魚の来遊を招き、生産効果をあげることが出来るようである。

本研究は谷山漁業協同組合の依頼により実施したもので、研究調査に当り、御協力をいただいた同組合長を始めとする多くの組合員各位に深くお礼申し上げる。また潜水調査の遂行と写真を含む資料の提供に御協力と御助力を賜った鹿児島市水産課に対し深謝申上げる次第である。

文 献

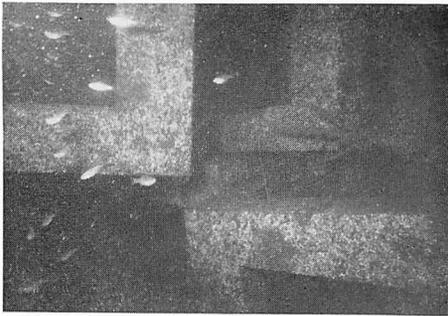
- 1) 大島泰雄 (1964): 人工魚礁. 水産増殖叢書, 8, 9-10.
- 2) Shepard, F. P., K. O. and Gould, H. R. (1949): Distribution of sediments on East Asiatic Continental Shelf. Allan Hancock Foundation Publications, 9, 1-64.
- 3) 肥後伸夫 (1978): 潜水観察による人工魚礁の実態について-Ⅱ. 鹿児島大学水産学部紀要, 27(1), 117-130.
- 4) 肥後伸夫 (1979): 枕崎沖人工魚礁調査報告書. 枕崎市, 2-26.



A



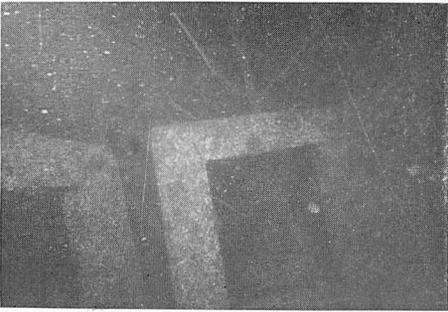
E



B



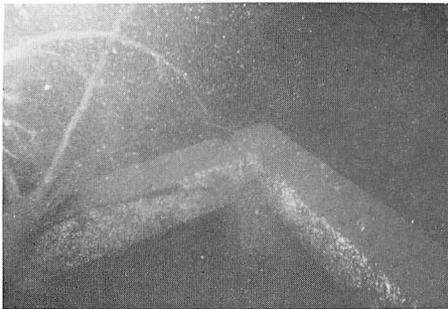
F



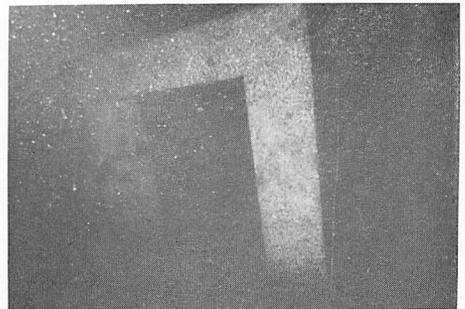
C



G

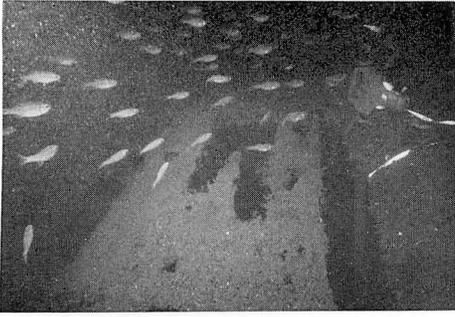


D



H

Plate I K_T-3 reef (concrete block)



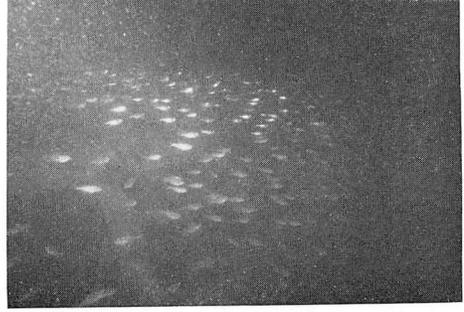
A



E



B



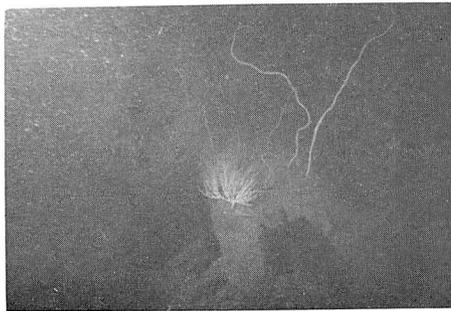
F



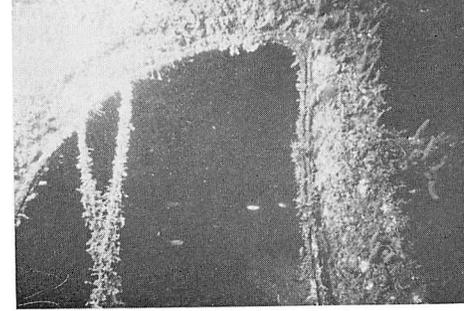
C



G

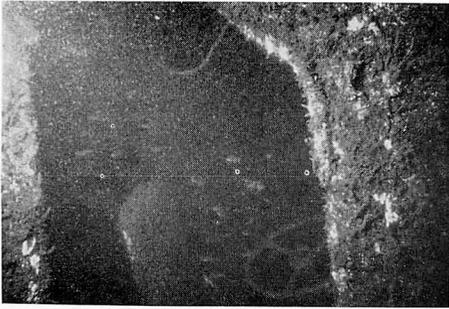


D

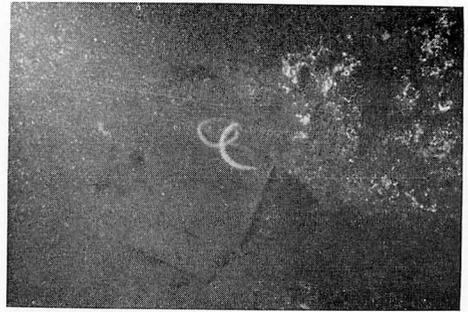


H

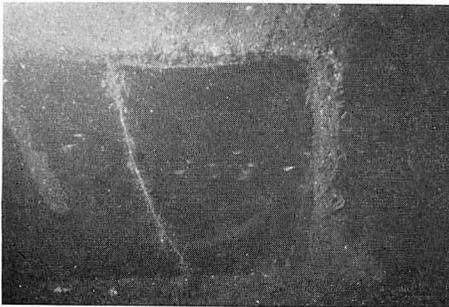
Plate II Kr-4 reef (bus)



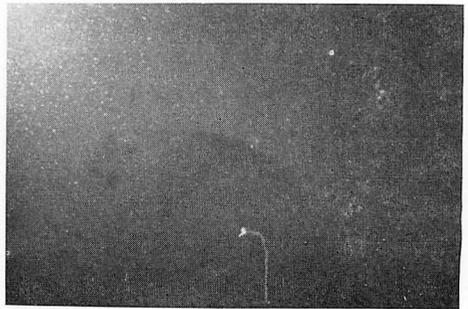
A



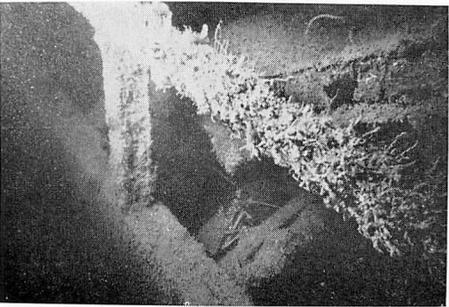
E



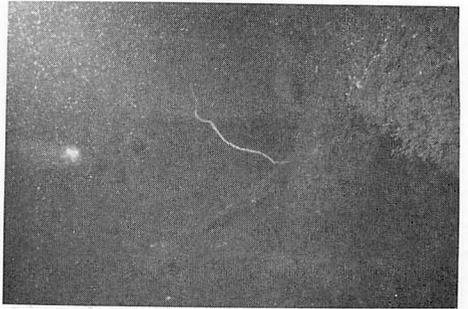
B



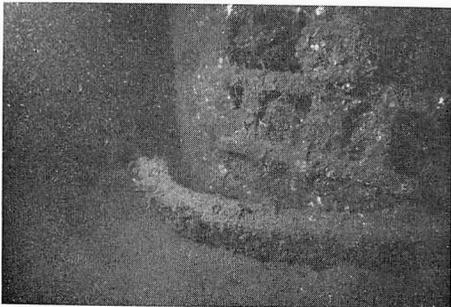
F



C



G



D



H

Plate III K_T-4 reef (bus)



A



E



B



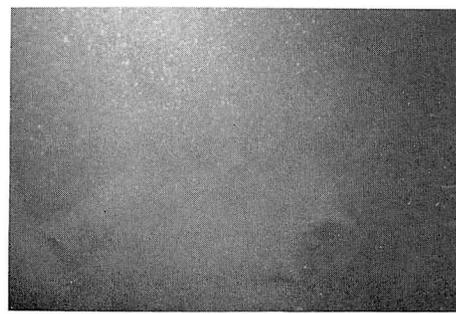
F



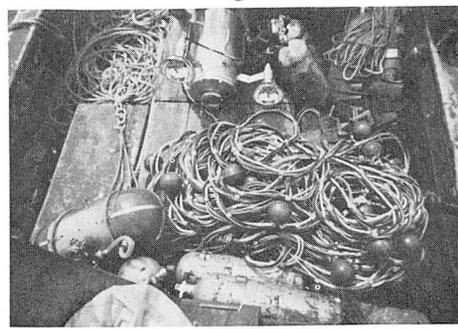
C



G



D



H

Plate IV A~G K τ -8 reef (earthen pipe)
E~G View of setting operation of bus reef (鹿児島市役所水産課提供)
H T. V. Camera stabilizing equipment. (吐師式)