

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

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*

On the Fish Gathering Effect of the Artificial Reefs
ascertained by the Diving Observations—IX

At the Sea-Fronts off the North of Kagoshima City

Nobio HIGO*, Hiroshi HASHI**, Shizuo TABATA*,
Yusuke NISHIDA*, Heiji NAKANO*,
Kenichiro KUCHIMI* and Kenji TAIMURA*

Abstract

In March in 1981, diving observations were carried out on the eight Artificial reefs set at the Northern sea-front off Kagoshima City; with the following results obtained.

(1) Both in the Concrete reef and in the Bus reef, it was noted that the longer is the lapse of time since they were set in, the larger is the number of the gathering fishes.

Especially, in the case of the big sized fishes and in that of the crewfish, the gathering effect was excellent.

(2) In the case of the Concrete reefs, the rates in which the reefs are made to be submerged in to the sea bottom were ascertained to be 3.5~5.7 cm/year; which was noted to be $\frac{1}{2}$ of the rates observable in case of the reefs set in the off sea.

(3) In the case of the Buses reef, it was noted that its structure kept the original construction even thirteen years after its setting in, the appearance of which seeming quite solid and firm. The erosion rate of the iron plate was noted to be 0.06 mm/year.

(4) In the case of the lavas which are quite abundant in these districts, the specific gravities were noted to be 2.2~2.7; their submerging rates in to the sea-bottom being 60~80 cm/year, and their gathering effects were noted to be quite negligible; accordingly, it was assumed that the lava was not proper as the material of the reef.

1. 緒 言

既報¹⁾において鹿児島市南部の谷山沖合海域の人工魚礁の実態を報告したが、本研究では同市の中央部から北部にかけての沖合一帯に設置してある人工魚礁について潜水観察を実施し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)

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

2. 設置の概要と観察方法

当海域は人口50万の市街地と船舶の輻輳する4つの港の前面にあたるため漁場環境は必ずしも良好ではないが、谷山沖合海域の場合と同様に、多くの種類の人工魚礁（以下魚礁と呼ぶ）が大量に投入されている（Table 1, Fig. 1）。これらの魚礁の設置状態をみると、設置場所は南港沖合より花倉沖合に至る海域内で、投入魚礁数22、種類9、個数5812（松樹を除く）、経過年数3カ月～17年、水深24～46mである（Table 2）。このうち今回の研究の対象とした魚礁は、Table 1の魚礁番号に*印を付した8魚礁で、その内訳はコンクリートブロック魚礁（以下ブロック魚礁と呼ぶ）3箇所、熔岩礁2箇所、松樹1箇所である。これらの魚礁のなかから経過年数の古いものをあげると、ブロック魚礁である K_A-14 魚礁の16年、 K_A-2 魚礁の15年、バス魚礁である K_A-17 魚礁の14年がある。

観察の方法は潜水によって魚礁の形態、埋没、付着生物、魚群の蛸集状態を、音響測深儀（略称魚探、JRC製 NJA-171Z型及び略称ボトムソナー、NEC製、NE-70B型）により魚礁の側面及び平面形状を夫々調べた。これらの調査は昭和56年3月5日より9日にかけて実施した。なお3月5日正午の水温は、表面14.5°C、水深46m層14.90°Cであった。

Table 1. The state of artificial reefs at the coast of Kagoshima City.

Reef No.	Type of reef and size	Amount	Setting date	Depth (m)
K_A-1^*	Bus (10.3×2.5×2.9 m)	8	1980, 18th Dec.	45
〃	Car (4.2×1.5×1.4 m)	20	1979, 14th Dec.	45
K_A-2^*	Concrete block (standard type 1 m ³)	194	1966, 5th Dec.	36
K_A-3	Bus	2	1972, 6th Nov.	40
〃	Volcanic rock (dia. 1~1.2 m)	195	1980, 5th Dec.	40
K_A-4	Bus (9.2×2.45×2.92 m)	3	1968, 26th Mar.	45
K_A-5^*	Concrete block (standard type 1.5 m ³)	129	1979, 14th Mar.	46
〃	Volcanic rock (dia. 1.2 m)	445	1978, 30th May	46
K_A-6	Concrete block (standard type 1 m ³)	87	1965, 6th Dec.	40
K_A-7	Ship		1973, 19th Feb.	42
K_A-8	Ship (39 tons)	1	1972, 15th Nov.	42
K_A-9	Volcanic rock (dia. 1.2 m)	135	1975, 15th Mar.	36
K_A-10	Ship (50 tons)	1	1973, 19th Feb.	38
K_A-11	Bus (9.2×2.45×2.92 m)	3	1974, 29th Jan.	34

Table 1. Continued.

Reef No.	Type of reef and size	Amount	Setting date	Depth (m)
K _A -12*	Concrete block (standard type 0.8×0.7×0.7 m)	64	1976, 12th Jan.	37
K _A -13*	Concrete block (stone 0.8×0.7×0.7 m)	134	1976, 12th Jan.	37
K _A -14*	Concrete block (Standard type 1 m ³)	170	1963, 15th Feb.	24
K _A -15	Concrete block (stone 0.3×0.5×0.7 m)	3085	1964, 31st May	38
K _A -16	Pine tree (dia. 15 cm×5 m)	100	1977, 3rd Dec.	28
K _A -17*	Bus (7.50×2.40×2.40 m)	5	1967, 16th Nov.	28
K _A -18*	Pine tree (dia. 15 cm×5 cm)	200	1978, 11th Nov.	32
"	Car	20	1978, 15th Mar.	"
"	Volcanic rock (dia. 1~1.2 m)	195	1980, 5th Dec.	"
K _A -19	Bus (7.50×2.40×2.40 m)	5	1972, 1st Jul.	27
K _A -20	Pine tree (dia. 15 cm×5 m)	100	1977, 13th Dec.	30
"	Car	20	1980, 15th Mar.	"
"	Volcanic rock (dia. 1~1.2 m)	195	1980, 5th Dec.	"
K _A -21	Pine tree (dia. 15 cm×5 m)	200	1980, 11th Nov.	—
K _A -22	Pipe (dia. 20 cm×80 cm)	893	1977, 22nd Jul.	32

* The reef observed by diving and the Echo Sounder.

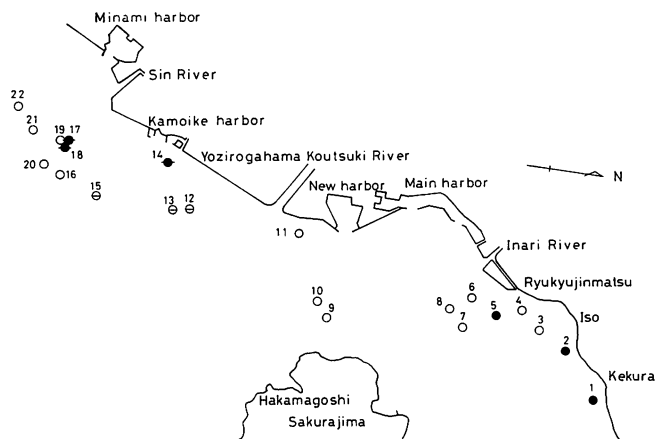


Fig. 1. An outline position of reefs.

● : Observed by scuba diving. ○ : Detected by the bottom sonar.
◐ : Observed by scuba diving and the bottom sonar.

Table 2. Reefs setting condition.

Type of reef	Amount	Setting year	Depth of water
Size			
Concrete block 1 m ³	451	1962, 1966	24, 40
Concrete block 1.5 m ³	129	1979	46
Bus 10.3×2.5×2.9 m 9.2×2.45×2.92 m 7.5×2.4×2.4 m	26	1966, 1970	27, 45
Car	60	1979, 1980	30, 45
Volcanic rock dia. 1~1.2 m	1165	1972, 1980	30, 46
Ship 39, 50 tons	3	1972, 1973	38, 42
Dust box (concrete block 0.3×0.5×0.7 m)	3085	1963	38
Pipe dia. 20 cm×80 cm	893	1977	32
Pine tree dia. 15 cm×5 m	600	1977, 1978	30, 32

3. 魚礁の観察結果

K_A-1 魚礁 (Fig. 2, Plate I)

花倉沖距岸約 200 m, 水深 28~45 m のかなりの急斜面に設置されているバス魚礁で, 昭和54年12月に投入, 台数は 8 台, 設置形態は 10 m から 17 m の間隔をおいて略一線に連なり, 1 台が横墳, 1 台が逆様の状態となっている。投入後約 3 カ月しか経過していないためか, 車体のペンキは投入時とほとんど変わらない。車体の上面に浮泥状の堆積物をみる。魚群は全く観察されなかった。

K_A-2 魚礁 (Fig. 3, Fig. 4, Table 3, Plate I)

昭和41年12月に投入された 1 m 角ブロック魚礁で, 個数は194個, 付近の海底は略平坦, 水深 36 m である。形態は東西に長く, 略中央部は 3 段積みになっている。付着生物は経過年数が略14年と古いため豊富である。大型のフジツボが最も多く, 所々にウミシダ, ウミトサカがみられる。ヤギ類は観察されなかった。魚礁の表面には浮泥状の物質が薄く堆積していた。埋没は 20~80 cm であるが, 魚礁の周辺は深さ約 1 m の大きな洗掘がみられ, 魚礁全体が埋没したような形となっている。蛸集魚は密度が高く, 大型魚では, コショウダイ, イシダイ, マダイ, ホウセキハタ, 中型魚ではイサキ, ウマヅラハギ, 小型魚はネブツダイ等がみられた, イセエビも多い。主な魚種の占位場所は, イサキ, ウマヅラハギが 2 段積みの上, イシダイが 2 段積み周辺の下部, マダイはブロックの最下部である。ネブツダイは体長 5 cm 程度のもので小群を形成している。

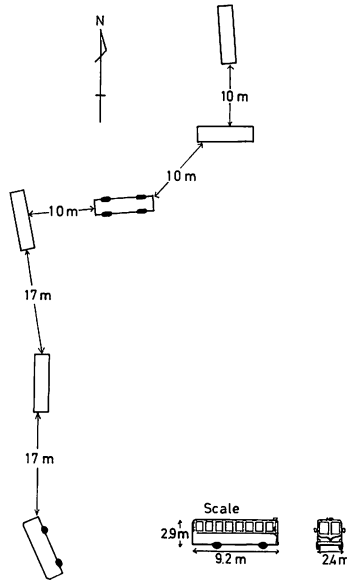


Fig. 2. Schematic setting condition of K_A -1 reef.

☐ : Bus.

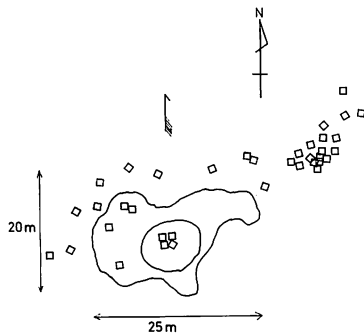


Fig. 3. Schematic setting condition of K_A -2 reef.

☐ : Concrete block.

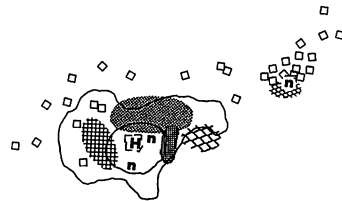


Fig. 4. Schematic gathering condition of fishes around K_A -2 reef.

H: *Chrysophrys major*. **n**: *Panulius japonicus*.
◇: *Apogon semilineatus*. ☐ : Concrete block.
▨: *Stephanolepis cirrhifer*. **⊗**: *Plectorhynchus cintus*.
⊞: *Oplegnathus fasciatus*. **●**: *Parapristipoma trilineatum*.

K_A -5 魚礁 (Fig. 5, Fig. 6, Table 3, Plate II)

この魚礁は昭和54年3月投入の1.5m角ブロック129個と昭和53年5月投入の熔岩445個よりなっている。付近の海底は略平坦で水深は46.5mである。底質は砂、海底面には浮泥状の物質がうすく堆積している。魚礁の形態は12m及び20mの間隔をおいた3個のブロッ

Table 3. The gathering fishes on the each artificial reef at the off shore of Kagoshima City.

Reef	The gathering species	Fork length (cm)	No. of fishes
K _A -1	—		
K _A -2	<i>Apogon semilineatus</i>	5	small school
	<i>Navodon modestus</i>	20	small school
	<i>Parapristipoma trilineatum</i>	25~30	50
	<i>Plectorhynchus cinctus</i>	50~60	3
	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	30	15
	<i>Pargus major</i>	40	2
	<i>Epinephelus chlorostigma</i>	45	2
	<i>Panulirus japonicus</i>	35	4
K _A -5	<i>Trachurus japonicus</i>	20~25	large school
	<i>Apogon semilineatus</i>	7~8	small school
	<i>Navodon modestus</i>	20	small school
	<i>Plectorhynchus cinctus</i>	40~50	3
	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	40~50	1
	<i>Choerodon azurio</i>	50	1
K _A -14	<i>Trachurus japonicus</i>	20~25	large school
	<i>Apogon semilineatus</i>	7~8	small school
	<i>Navodon modestus</i>	20	small school
	<i>Plectorhynchus cinctus</i>	60~70	small school
	<i>Myllo macrocephalus</i>	30	10
	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	30	2
K _A -17	<i>Panulirus japonicus</i>	—	5
	<i>Trachurus japonicus</i>	20~25	large school
	<i>Apogon semilineatus</i>	7~8	large school
	<i>Navodon modestus</i>	20	small school
	<i>Parapristipoma trilineatum</i>	30~35	50
	<i>Plectorhynchus cinctus</i>	40~50	10
	<i>Pseudupeneus chrysopleuron</i>		5
	<i>Microcanthus strigatus</i>		5
	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	20	1
K _A -18	<i>Epinephelus chlorostigma</i>	50	1

ク群に分かれている。各群のブロック数は40~50個程度、2~3段積みである。熔岩はその大部分が南部に集中しているが、その他はブロック群の周辺に広く散在している。北側のブロック群には木船、約3トンの沈船が存在する。付着生物はブロックに小型のフジツボが所々にみられる程度。埋没はブロックではほとんどみられないが、熔岩はほとんど埋没したものが多く、その埋没の速さを示している。蛸集魚の状態は魚種、尾数とも豊富で、その密度の高い場所は3段積みのブロック群付近となっている。大型魚はコショウダイ、イシダイ、中・小型魚はアジ、ウマヅラハギ、ネンブツダイがその主なものである。これらの魚種の占

位場所はアジがブロック群の汐下部の礁上，ウマヅラハギが海底から高さ 1.5 m 迄の空間，ネンブツダイが礁内から礁上約 1 m 迄の空間である。その他沈船には体長約 50 cm のイラ 1 尾を認めたが熔岩群は魚影零であった。

K_A-14 魚礁 (Fig. 7, Fig. 8, Table 3, Plate III)

昭和38年2月投入された 1 m 角ブロック 170 個の魚礁で，市街地の中央を流れる甲突川の

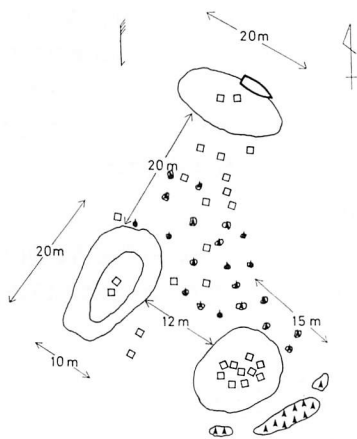


Fig. 5. Schematic setting condition of K_A-5 reef.

□: Concrete block. ○: Ship.
⊕: Volcanic rock.

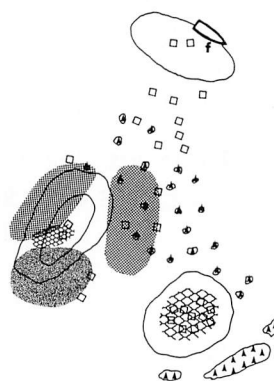


Fig. 6. Schematic gathering condition of fishes around K_A-5 reef.

○: Ship. □: Concrete block.
⊕: Volcanic rock. f: *Cherodon azurium*.
⊗: *Trachurus japonicus*. ⊗: *Apogon semilineatus*.
⊙: *Stephanolepis cirrhifer*.

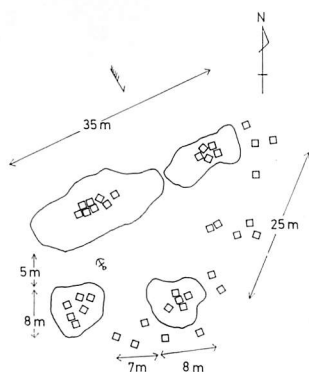


Fig. 7. Schematic setting condition of K_A-14 reef.

□: Concrete block.

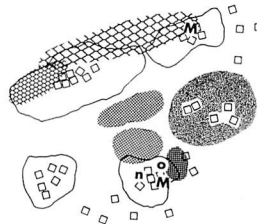


Fig. 8. Schematic gathering condition of fishes around K_A-14 reef.

M: *Myllo macrocephalus*. n: *Penulus japonicus*.
o: *Oplegnathus fasciatus*. ⊗: *Apogon semilineatus*.
□: Concrete block. ⊗: *Trachurus japonicus*.
⊙: *Stephanolepis cirrhifer*. ⊗: *Plectorhynchus cinctus*.
⊙: *Parapristipoma trilineatum*.

川口の南方に位置している，陸岸側の一帯はかつて長い砂浜の続く遠浅の海辺であり，13年前に埋立てられたものである．魚礁の設置されている付近の海底は平坦，水深 25 m，底質は砂質で砂紋がみられる．この魚礁は筆者らが観察した最も古い魚礁で，その経過年数は17年に及ぶ．魚礁は略中央部に凹みを有する4個のブロック群よりなっている．各群とも2段積みである．付着生物は年数がかなり経過しているため非常に多く，Plate-III にみるように，各群とも叢林のような様相を呈している．ヤギ，フジツボ，ウミトサカ，ウミマツ，フジツボは大型である．埋没は 20~60 cm で，ブロック周辺に深さ約 30 cm の洗堀がみられる．この埋没の状態からその速さを推算すると， $60\text{ cm}/17\text{ 年} \approx 3.5\text{ cm}/\text{年}$ となる．蛸巻魚は魚種・尾数とも豊富で特に大型魚が多い．アジ，ウマヅラハギ，ネブツダイ，コショウダイ，イサキは凹みの部分を中心として密度が高く，凹みの効果²⁾ が発揮されているようである．注目されるのはイセエビで，大型のものがブロック内かなりの尾数認められた．

K_A-17 魚礁，K_A-18 魚礁 (Fig. 9, Fig. 10, Table 3, Plate II)

4種類の魚礁がほとんど1個所に集中し投入されているもので，その内容を古い順にあげると，昭和42年のバス5台，昭和53年の松樹200本，昭和55年の小型車20台と熔岩195個であ

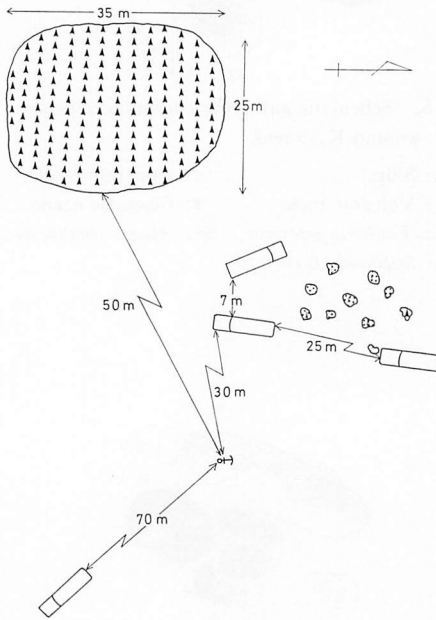


Fig. 9. Schematic setting condition of K_A-17 and K_A-18 reefs.

▲: Volcanic rock. ⊕: Pine tree.
 □: Bus.

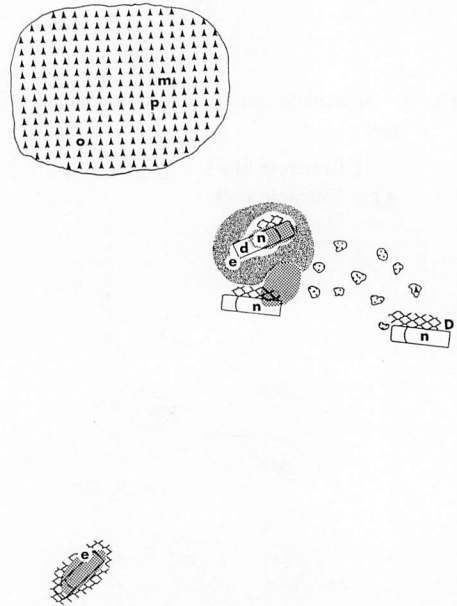


Fig. 10. Schematic gathering condition of fishes around K_A-17 and K_A-18 reefs.

D: *Epinephelus chlorostigma*. d: *Seriola purpurascens*.
 e: *Plectoryncus cinctus*. m: *Microcanthus strigatus*.
 n: *Panulius japonicus*. o: *Oplegnathus fasciatus*.
 p: *Pseudupeneus chysopleuron*. ☆: *Apogon semilineatus*.
 ●: *Trachurus japonicus*. ⊞: *Stephanolepis cirrhifer*.
 ▲: Volcanic rock. ⊕: Pine tree. □: Bus.

る。付近の海底は水深 28~30 m のゆるやかな傾斜をもつ平坦地で、底質は砂質である。今回の観察では Fig. 9 に示す魚礁群を確認した。各魚礁別にその設置状態を説明すると、まずバス魚礁はかなり広範囲にちらばっており、その個体間隔は 7~100 m である。全て正立の状態前で前部のエンジンは除去されている。13 年余経過しているが、天井部分に一部腐蝕による穴がみられるだけで、タイヤもそのままの状態であり、車体は未だに堅牢である。このバスの鉄板の腐蝕の速さを推算すると、厚さが天井部分で 0.8 mm であるので、 $0.8 \text{ mm} / 13 \text{ 年} \approx 0.06 \text{ mm} / \text{年}$ となる。埋没は約 30 cm。洗堀はバスの西側方に形成されている。附着生物は所々にウミマツ、ウミトサカ、ウミシダを観察したが、一般にみられるフジツボは認められなかった。魚群の蛸集状態は 2 台のバスが近接している場所に密度が高い。アジは体長 20~25 cm で大群をなしバスの上部に、この群の下方にネブツダイ群とウマヅラハギ群が占位、体長約 50 cm のコショウダイ群は、バスを出入しながらその周辺を遊泳していた。なお南東方のバスは 1 台で孤立しているが、大型魚やイセエビを多く認めている。

熔岩群はバス魚礁の西方に 25 m × 35 m の範囲にわたって設置されている。2~3 m の間隔をもって散在しているが、1 個所だけ 2 段に積み重なった場所がある。その高さは 50~80 cm である。埋没は 50~60 cm。蛸集魚はカゴカキダイ、ウミゴイ、インダイの小型魚を少数認めたに過ぎない。松樹は腐蝕して細くなり広範囲に散乱している。これには魚群は全く付いていない。

3. 音響測深儀による記録結果

各魚礁の魚探記録 (Fig. 11) によると、魚礁の周辺の海底地形は、 K_A-1 魚礁がかなりの傾斜面である他は概ね平坦である。洗堀は K_A-2 魚礁、 K_A-14 魚礁及び K_A-15 魚礁に若干

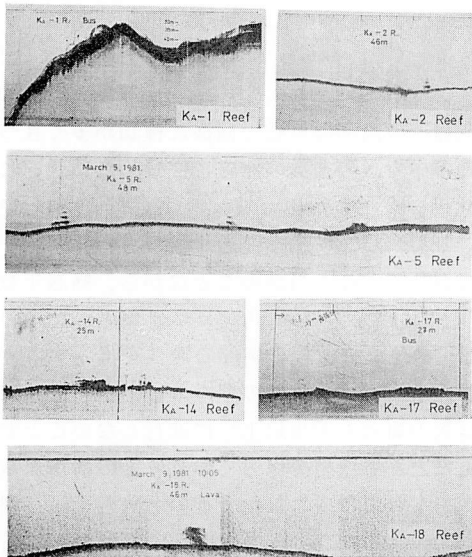


Fig. 11. Records of the Echo Sounder (JRC type) about the artificial reefs.

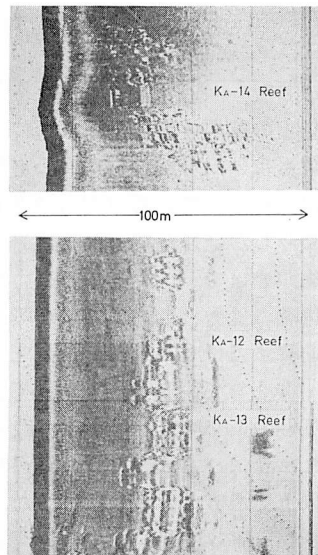


Fig. 12. Records of the Bottom Sonar about the artificial reefs.

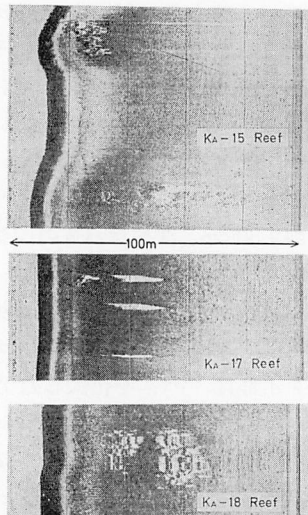


Fig. 13. Records of the Bottom Sonar about the artificial reefs.

みられる程度である。魚礁の形態は K_A-2 魚礁及び K_A-5 魚礁の3段積みが識別できる。蛸集魚群は K_A-1 魚礁及び K_A-18 魚礁の礁上にかなり顕著に認められるが魚種は不明である。

ボトムソナーの記録 (Fig. 12~Fig. 13) は Fig. 1 に示す与次郎ヶ浜沖の6魚礁について測得した。その結果、魚礁周辺の海底は、略平坦ではあるが僅かながら砂紋がみられ、所によっては岩石や天然礁の存在を確認した。各魚礁ともかなりの規模を有しているが、 K_A-12 魚礁及び K_A-13 魚礁のように長さが100m以上に及ぶものもある。

4. 考 察

鹿児島市の前面沖合に設置されている魚礁は既報¹⁾の南部の魚礁と同様に種類が多く且つ経過年数も古い。今回潜水観察の対象とした魚礁の中で次の3種の魚礁に注目したい。それは10年以上経過しているブロック魚礁の K_A-2 魚礁、 K_A-14 魚礁、バスの K_A-17 魚礁と半年から2年しか経過していない熔岩の K_A-5 、 K_A-18 魚礁である。経過年数の古い前者は、附着生物が豊富で、大型魚やイセエビを多く蛸集させており、当然のことながら、経過年数の古い魚礁の優秀性を立証している。なおこれらの魚礁から1m角ブロック魚礁の埋没の速さを推算すると3.5~5.7cm/年となり、またバス魚礁の鉄板の腐蝕の速さを推定すると0.06mm/年となる。以上の結果から、当海域におけるブロック魚礁の埋没の速さは、外洋に面した魚礁の1/2程度と遅く、またバス魚礁の鉄板の腐蝕も予想以上³⁾に進行しないことが判明した。特にバス魚礁は13年経過した現在でもほとんど原型を保っており、その耐用年数が10年以上であることを確認出来た。反面、溶岩をもって形成された上述の2魚礁では、埋没の速さが60~80cm/年と速く、しかも潮流の速いとされている場所程その値は大となる傾向をもつようである。なお桜島の現場より採取した5個の標本について比重を求めた結果2.2~2.7という値を得た。これは礫やコンクリートより大きい値である。熔岩は至近距離の

桜島に無尽蔵に近い形で存在しているが、魚礁材料としては必ずしも適当ではないので、潮流の弱い場所を選んで投入する等の工夫が必要であろう。

当海域は市街地からの排水による海水の汚染度の高いことや潮流の速いこと等漁場環境としては必ずしも良好でないが、一本釣りの漁場として著名であり、マダイ、イサキ、イカ、イセエビ等の好漁場が形成される場所である。今回潜水観察した結果、各魚礁とも大型魚を多く蝟集させており、研究面でも参考になる点が多い。今後、魚礁の形態と蝟集魚の関係について更に研究を展開してゆきたいと考える。

6. 要 約

昭和56年3月、鹿児島市の沖合の北部海域において、8個所の人工魚礁を潜水観察した結果、下記のような知見を得た。

- 1) コンクリートブロック魚礁及びバス魚礁は、設置後の経過年数の古い程、魚群の蝟集効果が優れており、特に大型魚とイセエビを多く蝟集させている。
- 2) 1m角コンクリートブロック魚礁の埋没の速さは3.5~5.7cm/年で、外洋の魚礁のそれに比べ約1/2の速さである。
- 3) バス魚礁は13年経過しても原型は崩れず堅牢である。鉄板の腐蝕の速さは平均0.06mm/年となる。
- 4) 当地で人手し易い熔岩は比重が2.2~2.7であり、また急潮流下における埋没の速さは60~80cm/年となる。

本研究は鹿児島市の委託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市水産課、市漁業協同組合の関係者各位に対して深甚なる謝意を表する次第である。

文 献

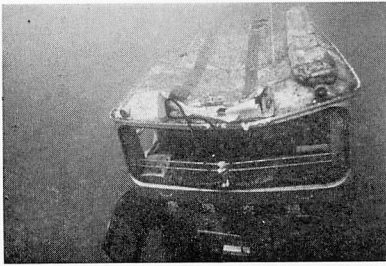
- 1) 肥後伸夫・吐師 弘・田畑静夫・上水樽豊己(1979)：潜水観察による人工魚礁の実態について-III. 鹿児島大学水産学部紀要, 28, 91-105.
- 2) 肥後伸夫・長島美知男(1978)：潜水観察による人工魚礁の実態について-II. 鹿児島大学水産学部紀要, 27, 117-130.
- 3) 増沢 寿・福島 誠・泉 隆広・金指元計(1965)：人工魚礁としての鋼材の腐蝕について. 人工魚礁研究, 2, 2-3.



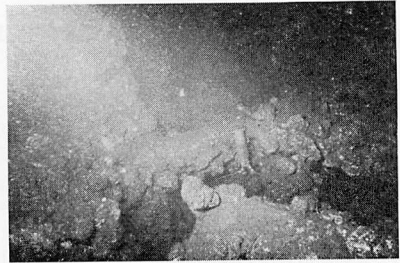
A



E



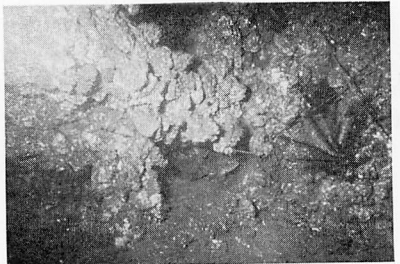
B



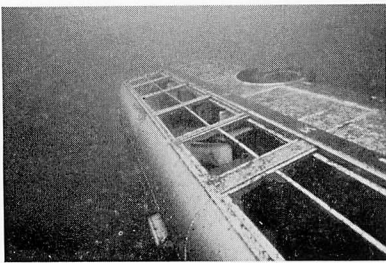
F



C



G



D



H

Plate I. The artificial reefs at the off shore of Kagoshima City.

A~D: K_A-1 reef. E~H: K_A-2 reef.



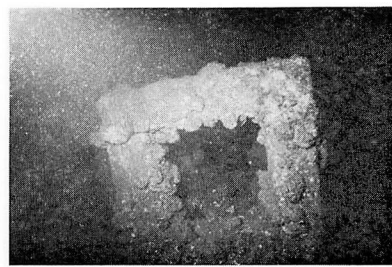
A



E



B



F



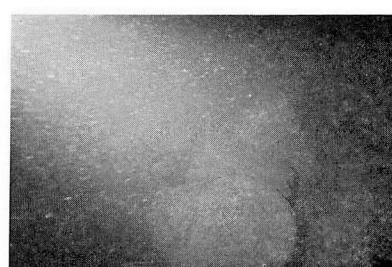
C



G

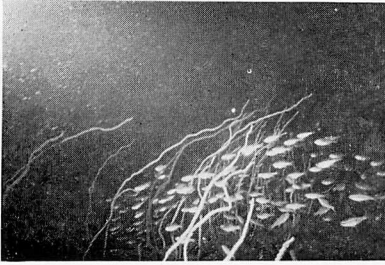


D

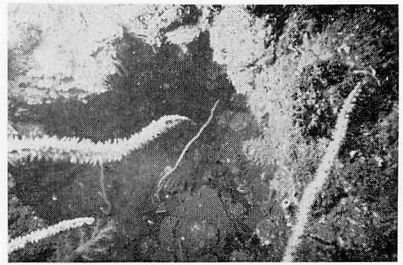


H

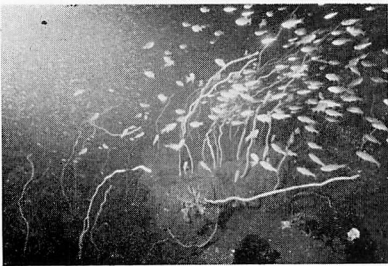
Plate II. The artificial reefs at the off shore of Kagoshima City.
A~D: K_A-5 reef. E~H: K_A-17, 18 reef.



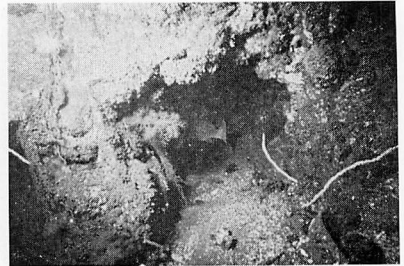
A



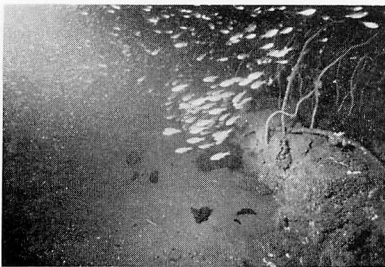
E



B



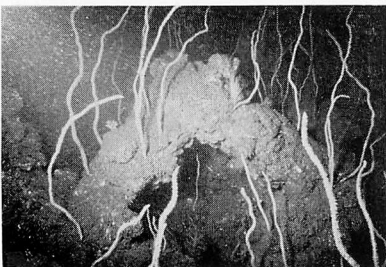
F



C



G



D



H

Plate III. The artificial reefs at the off shore of Kagoshima City.

A~H: K_A-14 reef.