

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

肥後 伸夫 ・ 本中野伸一 ・ 吐師 弘
林 広之 ・ 篠原 佳人 ・ 田畑 静夫

On the Fish Gathering Effect of the Artificial Reefs ascertained
by the Diving Observation—XI
In case of the Open Sea off Fukiage Beach in the Satuma penninsular

Nobio HIGO*, Shinichi MOTONAKANO*, Hiroshi HASHI**,
Hiroyuki HAYASHI*, Yoshito SHINOHARA* and Shizuo TABATA*

Abstract

As the result of the submerging on the spot observations carried out at the 33 locations in the sea fronts of the Fukiage Beach in Kagoshima Prefecture during the period from 1981 to 1982, the following investigations were obtained concerning the shape of artificial reef, the state of block-buried under the sand and the species of gathering fish.

(1) The most numerous shape of the artificial concrete block reef was the two heaps type, which was equivalent to 48 % of the total, when added with three heaps type this amounted to be 61 % of the whole. As to the head, about 36 % of the whole counted above 4.1 m from sea bottom to the block top, the height one measuring 10 m.

(2) The block-buried degree per one year was counted to be 3~4 cm in the part along the seashore, that in the off shore being 3~5 cm. In about 74 % of the artificial reefs, it was southern side and northern side of on block that the sand exovation action by the moving tide was observed.

(3) The sea front showing a high effectivity in fish gathering was fixed to be the central sea front in the Fukiage Beach the sea bottom of which was flat. The species of fish which was noted most often as in the following, those belonging to the pelagic fish were fixed to be Blue sprat, *Spratelloides japonicus*, Horse mackerel, *Trachurus japonicus*, and those belonging to the demersal fish were Barface cardinalfish, *Apogon semilineatus*, Chicken Grunt, *Parapristipoma trilineatum*, Rock breame, *Oplegnathus fasciatus*, Grunt, *Plecothorhynchus cinctus* and Flounder, *Paralichthys olivaceus*. Concerning the grouping shape of the artificial reefs having the highest effectivity in fish gathering, it was ascertained that in case of pelagic fish, the mountainously shaped one was better than the scattering one, and in case of the demersal fish the two heaps type was better than the one heap type.

* 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)

1. 緒 言

串木野市より野間半島に至る薩摩半島の吹上浜沖合海域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。なお本研究は人工魚礁の設置形態と蛸集魚との関係及び埋没・洗掘の実態を水中観察という従来と同じ手法¹⁾により解析したもので、研究の展開として、吹上浜沖の人工礁漁場の基礎設計についても検討したので併せて報告する。

2. 設置の概要と観察方法

研究の対象とした人工魚礁(以下魚礁と呼ぶ)は、串木野市、市来町、東市来町、日吉町、吹上町、加世田市、笠沙町の2市5町の管轄下のものである。ほとんどの魚礁が1m角と1.5m角の正六面体角窓付コンクリートブロック魚礁(以下ブロック魚礁と呼ぶ)で、昭和37年より昭和57年迄の設置個所数とブロック総個数は94個所、26062個にのぼっている。個数の内訳は並型魚礁の1m角41.4%、1.5m角14.5%、大型魚礁の1.5m角44.1%となる(Table 1)。この他に沈船、バス、タイヤ等を用いた魚礁や浮魚礁があるがその数は少ない。潜水観察を実施した魚礁は、大型魚礁3個所、並型魚礁28個所、沈船、バス魚礁各1個所の計33個所で、ブロック魚礁は吹上浜沖合全域のその31%の魚礁を観察している(Fig. 1)。観察時期は昭和56年7月より昭和57年10月にかけて、観察方法は目視観察、水中測量の他、水中カメラ、水中テレビの撮影を行ない、魚礁の形態、埋没、洗掘、付着生物、蛸集魚等について調べた。また水温、塩分、海底地形、海底面、底質等の漁場環境に関する調査も実施した。

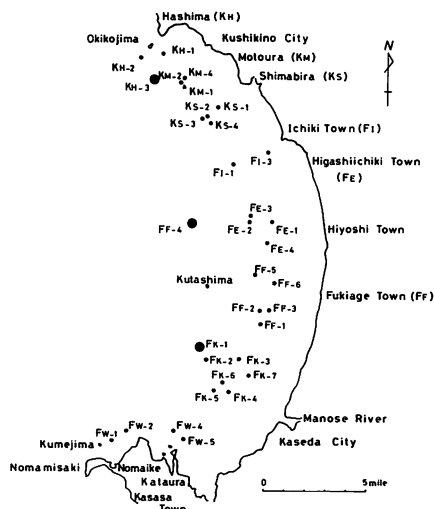


Fig. 1 Artificial reefs which were observed at the off sea of Fukiage Beach.

● : Large scale reef ○ : Common scale reef ▲ : Ship ■ : Bus

Table 1. Position and number of block of artificial reefs which were set at the off sea of Fukuiage Beach.

Sort	Common scale reef			Total	Large scale reef
	Setting year	1976~1982	1962~1982		
	Position	1.0×1.0×1.0	1.5×1.5×1.5		
Kushikino		3451 (13)	563 (4)	4014 (17)	
Ichiki		1420 (8)	668 (5)	2088 (13)	4440 (5)
Higashiichiki		1563 (10)	275 (2)	1838 (12)	
Hiyoshi		380 (3)	153 (1)	533 (4)	2615 (2)
Fukiage		813 (4)	670 (5)	1483 (9)	
Kasada		1384 (7)	666 (5)	2050 (12)	
Kasasa		1778 (9)	780 (6)	2558 (15)	4439 (5)
Total		10789 (54)	3775 (28)	14568 (82)	11494 (12)

Remark Numbers of bracket shows a number of setting place of reef.

Table 2. Showing the state of the artificial reefs at the off sea of Fukuiage Beach.

Reef No.	Setting year	Material	Length of a side (m)	Number	Depth (m)	Configuration	Scale (m)	Height (m)	Date observed
K _H -1	1971	C	1	200	29	II	42×20	4	1981.7.27
2	1981	C	1.5	120	35	X	25×10	3	"
3	1969	C	1.5	874	41	II	70×55	10	1982.10.25
K _N -1	1980	S	-	1	36	-	56×8	-	1981.7.28
2	1973	C	1&1.5	443	38	I	30×20	3	"
4	1975	C	1	267	36	II	30×10	4	"
K _S -1	1979	C	1.5	154	28	II	45×20	4	1981.7.29
2	1966	C	1	196	30	II	40×20	3	"
3	1972	C	1	203	34	II	30×25	4	"
4	1968	C	1	198	32	I	25×20	3	1982.10.25

Table 2. Continued.

Ref. No.	Setting year	Material	Length of a side (m)	Number	Depth (m)	Configuration	Scale (m)	Height (m)	Date observed
F ₁ -1	1972	C	1	212	33	III	30×20	2	1981.7.25
3	1976	C	1.5	110	26	III	60×10	3	"
F _E -1	1978	C	1.5	127	28	I	40×25	7	1981.8.4
2	1970	C	1	198	32	II	60×25	3	"
3	-	B	-	1	31	-	9.2×2.5	2.9	"
4	-	C	1	-	25	II	38×15	3	1982.10.26
F _F -1	1969	C	1	217	30	III	30×16	5	1981.7.23 1982.10.27
2	1979	C	1.5	150	29	II	30×18	6	1981.7.24
3	1974	C	1	200	32	I	35×60	2	1981.7.23
4	1977	C	1.5	2250	46	II	40×17	5	1981.12.10
5	-	C	1.5	-	28	III	70×25	3	1981.7.23
6	1964	C	1	100	22	I	18×15	5	1981.10.27
F _K -1	1973	C	1.5	2011	43	II	100×50	3	1981.7.22
2	1976	C	1.5	105	40	X	30×20	3	"
3	1963	C	1	78	33	X	50×20	1	"
4	1980	C	1.5	149	28	X	20×20	2	"
5	1978	C	1.5	130	32	I	35×25	6	"
6	1979	C	1.5	147	32	II	30×25	4	1982.10.28
7	1981	C	1&1.5	134	24	II	25×18	6	"
F _w -1	1968	C	1	192	47	II	35×10	3	1982.9.14
2	1979	C	1.5	149	45	II	50×15	7	"
4	1967	C	1	196	37	I	58×18	6	1982.9.15
5	1969	C	1	209	28	I	60×17	5	"

Remark

C : Concrete block

S : Ship

B : Bus

X : Scattered

I : One heap type

: Two heaps type

III : Three heaps type

3. 観 察 結 果

魚礁数が多く、且つ観察海域が広範囲に亘るため、観察海域を串木野市、吹上浜中央部(市来町～吹上町)、同南部(加世田市)及び笠沙町の4つの海域に分け、夫々の魚礁群の観察結果について説明することにする(Table 2)。

3-1. 串木野市海域の魚礁群 (Fig. 2, Fig. 5, Table 3, Plate I, Plate IV)

この海域には並型魚礁17個所、大型魚礁2個所が設置されているが今回はその中の8個所の魚礁と沈船魚礁1個所を潜水観察した。観察日はTable 2に示す。Fig. 2にあげた魚礁は串木野市の羽島、本浦、島平の各地区沖合の観察魚礁の中から形態的に特徴のあるものを夫々2個所ずつ選び図示したものである。

潜水観察の結果、魚礁の形態は高さ3～4mの2山型が圧倒的に多く、その代表的な例が羽島沖の大型魚礁 K_H-3 魚礁である。この魚礁は水深41mの平坦な海底地形の場所に1.5m角ブロック874個を投入して造成したもので、海底上の高さは10mにも及ぶ。埋没の深さは30～50cm、洗堀は魚礁の南面と北面に形成されておりその深さは最大約50cmに達している。この他、付着生物は経過年数3～4年で小型のフジツボ、約7年でイソバナ、約10年でウミトサカが付着するようである。

蛸集魚の状態は先ずマアジ、ネンブツダイがほとんどの魚礁にみられた。また当地で魚礁によく蛸集すると云われるコショウダイ、インダイ、ヒラメ等の底魚は、南部の島平沖の魚礁群に多く観察された。これらの魚礁群は高さが3～4mで、形態は2山型をしており、蛸集魚は中央の凹部に高い密度を形成している。浮魚については大型魚礁 K_H-3 魚礁に蛸集したマアジの大群で代表される。この魚礁は頂部の高さが10mにも達するので、マアジを特に多く蛸集せしめたものと考えられる。沈船魚礁(K_M-1 魚礁)は長さ55.6mの旧巡視艇を魚礁として沈めたものであるが、マアジとネンブツダイの他は少ない。3ヶ月しか経過していない K_H-2 魚礁では少数尾のマアジの稚魚のみを観察したに過ぎない。

3-2. 吹上浜中央部海域の魚礁群 (Fig. 3, Fig. 5, Table 4, Plate II, Plate IV)

この海域は吹上浜沖の中では海岸線が最も単調、海底は平坦、遠浅である。全部で58個所の並型魚礁が設置されているが、今回はその中から並型魚礁9個所、大型魚礁1個所とその他にバス魚礁1個所の計11個所を選択し潜水観察を行なった。Fig. 3はこれらの魚礁から各町沖合のものを2個所ずつ選び図示したものである。

各魚礁の形態をみると、頂部に起伏を有する山型のものが多く、その高さは2～7mである。埋没は深さ10～50cm、洗堀はほとんど認められない。しかし東市来町沖 F_E-2 魚礁のように南面に深さ約80cmと著るしく洗堀されたものもある。

蛸集魚は魚種・魚群量共に豊富で、特に大型魚の密度は吹上浜沖海域で最も高い。しかし魚礁の経過年数、形態、規模等の設置条件の相違による蛸集密度の差は判然としない。魚種の地理的な水平分布をみると、北部の市来町沖合の魚礁群では、カタクチイワシ、キビナゴ、マアジ等の浮魚の密度が高く、東市来町から吹上町の沖合にかけては、インダイ、コショウダイ、チダイ、イサキ、ヒラメ等の底魚が多くなる。特に吹上町沖の F_E-1 ～ F_E-3 魚礁では底魚の密度が最も高くなっている。東市来町 F_E-1 魚礁は吾智網の漁場として著名な魚礁である。肥後²⁾はかつて当魚礁において吾智網の動態を潜水観察したが、その南面は起伏の少な

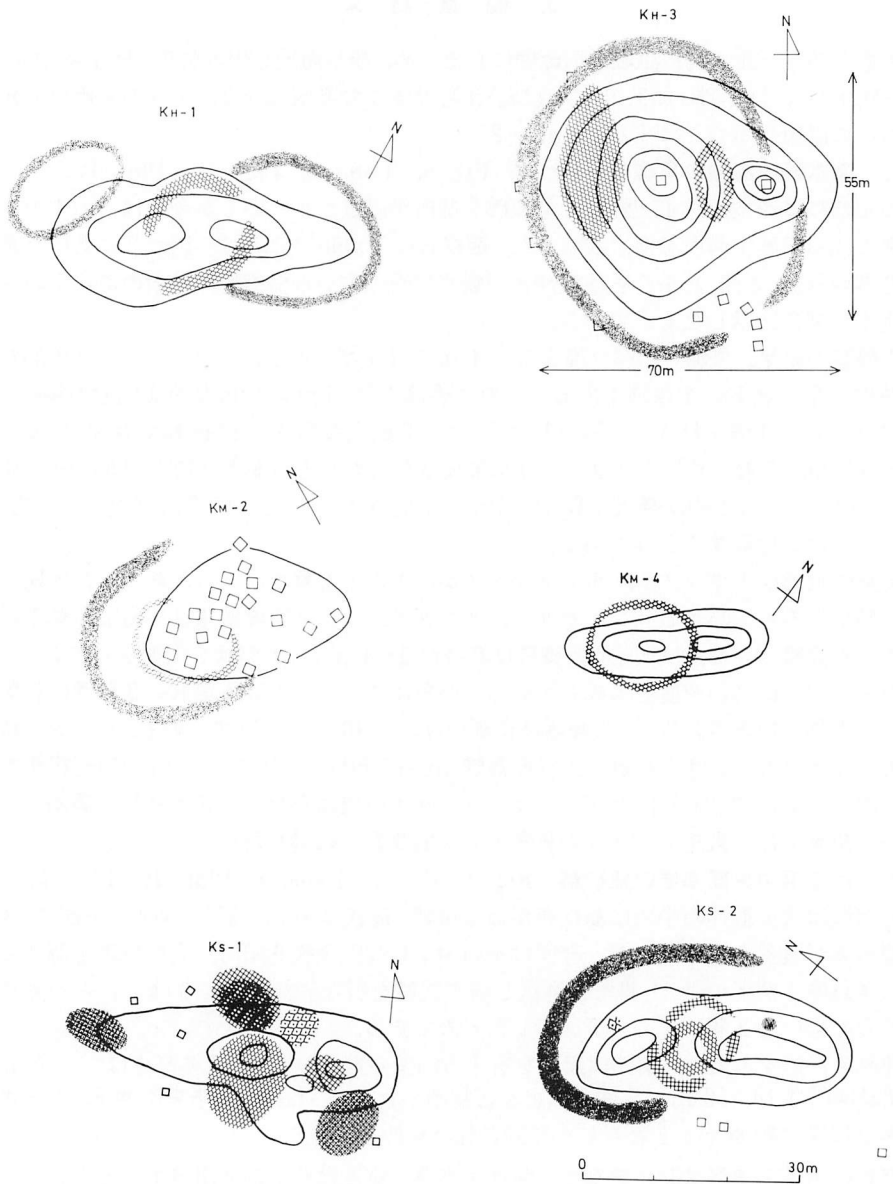


Fig. 2 Schematic gathering condition around the artificial reefs at the off sea of northern part of Fukiage Beach.

※: *Apogon semilineatus*

■: *Scombrops boops*

●: *Mylio macrocephalus*

●: *Trachurus japonicus*

■: *Plectorhynchus cinctus*

Table 3. The gathering fishes on the reefs at the off sea of the northern part of Fukiage Beach.

Reef No.	The gathering fishes	Fork length (cm)	Number
K _N - 1	<i>Apogon semilineatus</i>	—	School
	<i>Trachurus japonicus</i>	25~30	School
	<i>Microcanthus strigatus</i>	—	1
	<i>Taius tumifrons</i>	—	1
K _N - 3	<i>Apogon semilineatus</i>	—	School
	<i>Trachurus japonicus</i>	12~30	Large school
	<i>Plectorhynchus cinctus</i>	40	1
	<i>Niphon spinosus</i>	40	2
K _M - 2	<i>Apogon semilineatus</i>	—	Large school
	<i>Trachurus japonicus</i>	—	School
	<i>Microcanthus strigatus</i>	20	2~3
K _M - 4	<i>Apogon semilineatus</i>	—	School
K _S - 1	<i>Apogon semilineatus</i>	—	School
	<i>Plectorhynchus cinctus</i>	50	10
	<i>Trachurus japonicus</i>	—	School
	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	—	20
	<i>Mylio macrocephalus</i>	35	10
	<i>Paralichthys olivaceus</i>	60	1
	<i>Dasybatis akajei</i>	70	1
	<i>Scombrops boops</i>	—	School
	<i>Goniistius zonatus</i>	35	1
	<i>Epinephelus septemfasciatus</i>	40	1
K _S - 2	<i>Apogon semilineatus</i>	—	School
	<i>Trachurus japonicus</i>	20	School
	<i>Mylio macrocephalus</i>	45~50	10
	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	60	1
	<i>Plectorhynchus cinctus</i>	50~55	10
	<i>Paralichthys olivaceus</i>	80, 45	2
	<i>Niphon spinosus</i>	50	1
	<i>Scombrops boops</i>	15	School
	<i>Epinephelus chlorostigma</i>	45	1

い急斜面の形状もなし、網の掃立場所となっている。なおこの魚礁ではチダイとキダイの両群を観察した。両群の行動は対照的で、チダイは礁周辺の海底上に占位し、キダイは魚礁内を敏捷に移動していた。

3-3. 吹上浜南部海域の魚礁群 (Fig. 4, Fig. 5, Table 5, Plate III, Plate IV)

吹上浜の南部を占める加世田市沖合には12個所の並型魚礁と2個所の大型魚礁が設置されている。今回はその中から並型魚礁5個所と大型魚礁1個所を潜水観察した。観察日と魚礁をTable 2に示す。

当海域の魚礁は吾智網の漁場として盛んに利用されているせいか分散型のものが多い。し

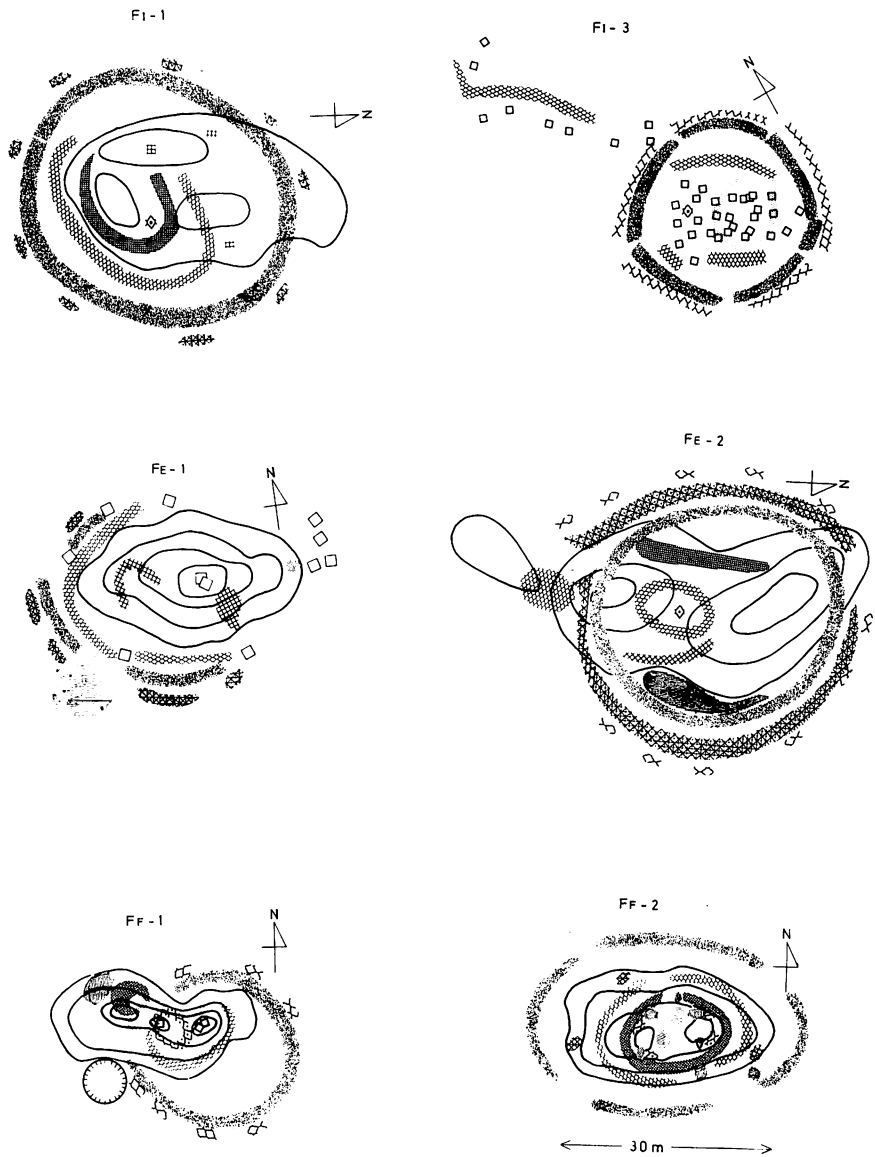


Fig. 3 Schematic gathering condition around the artificial reefs at the off sea of middle part of Fukiage Beach.

- | | |
|---------------------------------------|------------------------------------|
| ⊗ : <i>Apogon semilineatus</i> | ● : <i>Trachurus japonicus</i> |
| ● : <i>Parapristipoma trilineatum</i> | ● : <i>Navodon modestus</i> |
| ● : <i>Eynniss japonica</i> | ⊕ : <i>Spratelloides japonicus</i> |
| ⊗ : <i>Oplegnathus fasciatus</i> | ⊗ : <i>Engraulis japonica</i> |

Table 4. The gathering fishes on the reefs at the off sea of the middle part of Fukiage Beach.

Reef	The gathering fishes	Fork length (cm)	Number
F _I - 1	<i>Apogon semilineatus</i>	—	Large school
	<i>Trachurus japonicus</i>	7~8	School
	<i>Parapristipoma trilineatum</i>	30~40	School
	<i>Plectorhynchus cinctus</i>	50	5~6
	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	40~50	10
	<i>Mylio macrocephalus</i>	30~40	20
	<i>Evynnis japonica</i>	7~8	School
F _I - 3	<i>Spratelloides japonicus</i>	—	Large school
	<i>Trachurus japonicus</i>	12~15	School
	<i>Apogon semilineatus</i>	—	School
	<i>Navodon modestus</i>	25	Large school
	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	40~50	10
	<i>Plectorhynchus cinctus</i>	40~50	School
F _E - 1	<i>Apogon semilineatus</i>	—	School
	<i>Trachurus japonicus</i>	—	School
	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	5~12, 50	2
	<i>Oplegnathus pnnctatus</i>	30~35	1
	<i>Mylio marmoratus</i>	35	5
	<i>Taius tumifrons</i>	30~40	50~100
	<i>Evynnis japonica</i>	10	School
	<i>Scombrops boops</i>	10~15	School
	<i>Etrumeus micropus</i>	—	School
	<i>Engraulis japonica</i>	—	School
F _E - 2	<i>Apogon semilineatus</i>	—	Large school
	<i>Trachurus japonicus</i>	—	Large school
	<i>Plectorhynchus cinctus</i>	40~50	School
	<i>Navodon modestus</i>	25~30	School
	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	50	5~6
	<i>Taius tumifrons</i>	40	50
	<i>Paralichthys olivaceus</i>	60	10
	<i>Nippon spinosus</i>	—	1
	<i>Epinephelus chlorostigma</i>	—	1
	<i>Evynnis japonica</i>	15	School
F _F - 1	<i>Spratelloides japonicus</i>	—	School
	<i>Trachurus japonicus</i>	12~15	School
	<i>Apogon semilineatus</i>	—	Large school
	<i>Parapristipoma trilineatum</i>	30~50	School
	<i>Mylio macrocephalus</i>	40~50	Large school
	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	40~45	10
	<i>Plectorhynchus cinctus</i>	50	30
	<i>Epinephelus septemfasciatus</i>	—	—
	<i>Panulivus japonicus</i>	—	20

Table 4. Continued.

Reef	The gathering fishes	Fork length (cm)	Number
F _F -2	<i>Trachurus japonicus</i>	12~15	School
	<i>Parapristipoma trilineatum</i>	25~30	School
	<i>Apogon semilineatus</i>	—	School
	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	40~45	100
	<i>Plectorhynchus cinctus</i>	40~50	50
	<i>Chrysophrys major</i>	30	10
	<i>Lethrinus choerorhynchus</i>	40	30
	<i>Mylio macrocephalus</i>	40~50	200
	<i>Navodon modestus</i>	20~25	School
	<i>Sebastes inermus</i>	20~25	20
	<i>Paralichthys olivaceus</i>	40~50	5

かし最近では山型, 特に2山型のものの投入が増えてきている。付着生物については約5年経過するとフジツボを始めウミトサカ, ウミシダ等が付着し始めてくるようである。埋没の深さの最大値は18年経過したF_K-3魚礁の70cmである。洗堀はほとんど魚礁の南面で行っており, その深さは沿岸部のもので30~40cm, 沖合の大型魚礁で約1mに達している。

蛸集魚は分散型の魚礁にイサキ, クロダイ, コシヨウダイ等の底魚が多く, 山型のものには底魚の他キビナゴやマアジが大群を形成しており, 分散型と山型とでは形態的にみて浮魚の蛸集構造に差があるようである。2山型の魚礁は当海域でも多くの魚群を集めているようである。即ち沖合の大型魚礁F_K-1魚礁では上層にマアジ, 底層にイサキ, イシガキダイ, マダイ, コシヨウダイの密群を, また設置後半年しか経過していないF_K-7魚礁はマアジ, イシダイ, イサキの高密度の群を夫々中央の鞍部に蛸集せしめている。この現象は魚群の魚礁への蛸集理由³⁾としてあげられている本能説又は渦流説を裏付ける結果となっている。

3-4. 笠沙町沖合海域の魚礁群 (Fig. 4, Fig. 5, Table 5, Plate III)

吹上浜の南部より西方に突出した野間半島の大部分を占める笠沙町の沖合海域には15個所の並型魚礁と, 4個所の大型魚礁が設置されている。今回は4個所の並型魚礁について潜水観察を実施した。

魚礁の形態は1山型と2山型に分けられる。埋没はF_w-1魚礁以外はほとんど進行していない。洗堀は魚礁の北西側で若干みられる程度である。付着生物はF_w-2魚礁を除いていずれも極めて豊富である。その種類は大型のフジツボ, ウミトサカ, イソバナ, ウミシダ, ヤギ等があげられる。

蛸集魚は全ての魚礁に豊富に観察された。特にマアジ, ヒラマサ, カマス, イサキ等の回遊魚が多い。底魚はフエフキダイ, タカノハダイ, ブダイ, ハタ等が多い。最も蛸集効果の高い魚礁は片浦沖のF_w-5魚礁であった。

4. 考 察

潜水観察を実施した31個所の魚礁はほとんどブロック魚礁で, 寸法別にみると1m角と

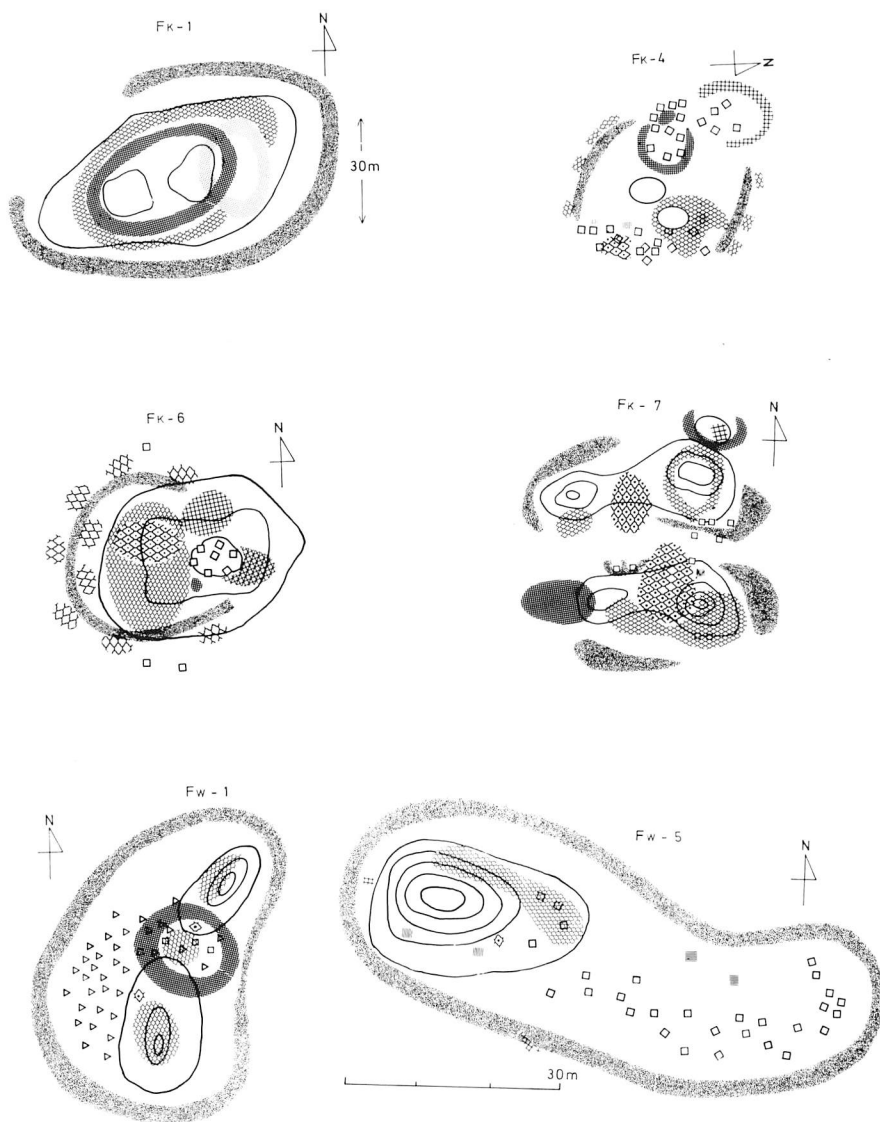


Fig. 4 Schematic gathering condition around the artificial reefs at the off sea of southern part of Fukiage Beach.

- | | |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| ⊗ : <i>Apogon semilineatus</i> | ● : <i>Trachurus japonicus</i> |
| ● : <i>Parapristipoma trilineatum</i> | ● : <i>Navodon modestus</i> |
| ● : <i>Erynnis japonica</i> | ⊗ : <i>Oplegnathus fasciatus</i> |
| ● : <i>Myllo macrocephalus</i> | ⊗ : <i>Plectorhynchus cinctus</i> |

Table 5. The gathering fishes on the reefs at the off sea of the southern part of Fukiage Beach.

Reef	The gathering fishes	Body length (cm)	Number
F _k -1	<i>Apogon semilineatus</i>	—	Large school
	<i>Trachurus japonicus</i>	12~15	Large school
	<i>Parapristipoma trilineatum</i>	20~25	Large school
	<i>Navodon modestus</i>	20~25	School
	<i>Plectorhynchus cinctus</i>	40~50	7~8
	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	40~45	15~20
	<i>Oplegnathus pinnatus</i>	40~60	30~40
	<i>Chrysophrys major</i>	80~100	5
	<i>Evynnis japonica</i>	5~10	School
F _k -4	<i>Apogon semilineatus</i>	—	School
	<i>Trachurus japonicus</i>	12~15	School
	<i>Spratelloides japonicus</i>	—	School
	<i>Parapristipoma trilineatum</i>	30~40	Large school
	<i>Plectorhynchus cinctus</i>	50~60	20
	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	40~50	20
	<i>Mylio macrocephalus</i>	40~50	100
F _k -6	<i>Apogon semilineatus</i>	—	Large school
	<i>Trachurus japonicus</i>	12~15	Large school
	<i>Spratelloides japonicus</i>	—	Large school
	<i>Parapristipoma trilineatum</i>	12~13	School
	<i>Plectorhynchus cinctus</i>	50	10
	<i>Seriola purpurascens</i>	40~45	20
	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	50~55	20
F _k -7	<i>Spratelloides japonicus</i>	—	School
	<i>Trachurus japonicus</i>	12~15	Large school
	<i>Apogon semilineatus</i>	7~8, 1	School
	<i>Nippon spinosus</i>	150, 30	1, 5
	<i>Epinephelus chlorosigma</i>	40~50	5
	<i>Epinephelus septemfasciatus</i>	40~50	5
	<i>Lutjanus russelli</i>	35~40	50~60
	<i>Parapristipoma trilineatum</i>	35~40, 10	School
	<i>Mylio macrocephalus</i>	25~30	5
	<i>Girella melanichthys</i>	40~45	5
	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	25~45	School
F _w -1	<i>Apogon semilineatus</i>	10	School
	<i>Trachurus japonicus</i>	15~20	Large school
	<i>Parapristipoma trilineatum</i>	25~30, 15~20	L.school, S.school
	<i>Lutjanus russelli</i>	45~50	5~6
	<i>Epinephelus septemfasciatus</i>	100	1
	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	35~40	2

Reef	The gathering fishes	Fork length (cm)	Number
Fw - 5	<i>Apogon semilineatus</i>	5~7,10	Large school
	<i>Trachurus japonicus</i>	20	Large school
	<i>Sphyrna lewini</i>	30~35	Small school
	<i>Caranx delicatissimus</i>	—	Small school
	<i>Lutjanus russelli</i>	40~45	10
	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	20	Small school
	<i>Plectorhynchus cinctus</i>	45	Small school
	<i>Mylio macrocephalus</i>	25~35	Small school
	<i>Evynnis japonica</i>	15~20	Small school
	<i>Goniistius zonatus</i>	30	5~6
	<i>Navodon modestus</i>	25	School
	<i>Pseudupeneus chrysopleuron</i>	—	Small school
	<i>Panulirus japonicus</i>	—	20

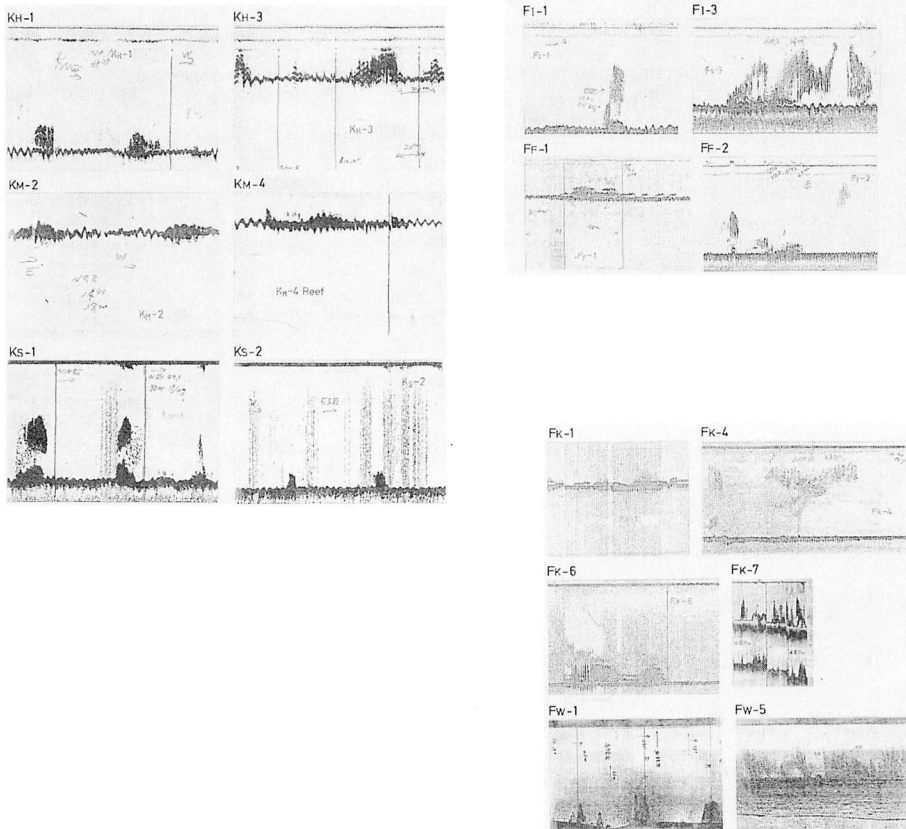


Fig. 5 Records of the Echo Sounder about the artificial reefs at the off sea of Fukiage Beach.

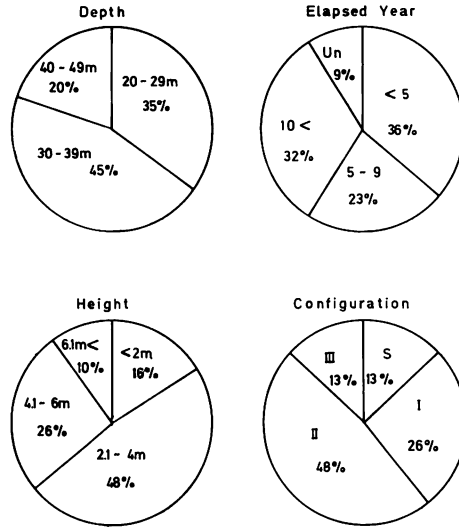


Fig. 6 Setting condition of artificial reefs which were observed.

- Un : Uncertainty
- S : Scattered
- I : One heap type
- II : Two heaps type
- III : Three heaps type

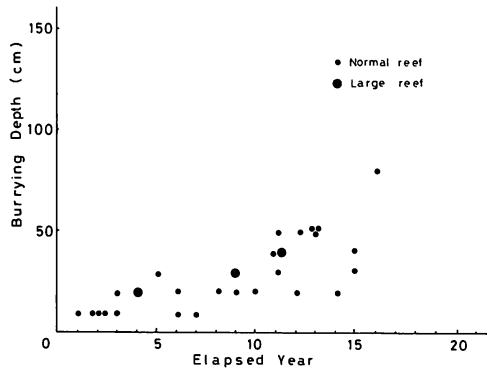


Fig. 7 Relationship between the progress of burying in the sea bottom of artificial reefs which were observed and the elapsed year.

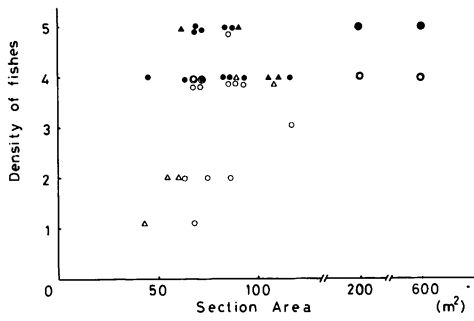


Fig. 8 Relationship between the density of fishes and the setting condition of reefs.

- Large and middle class fishes at two heaps type common scale reef
- △ Large and middle class fishes at one heap type common scale reef
- Horse mackel at two heaps type common scale reef
- ▲ Horse mackel at one heap type common scale reef
- ◎ Large and middle class fishes at large scale reef
- ⊙ Horse mackerel at large scale reef

Density of Fish

- 1 : < 10 (No.)
- 2 : 11~50 (No.)
- 3 : 50~200 (No.)
- 4 : School
- 5 : Large school

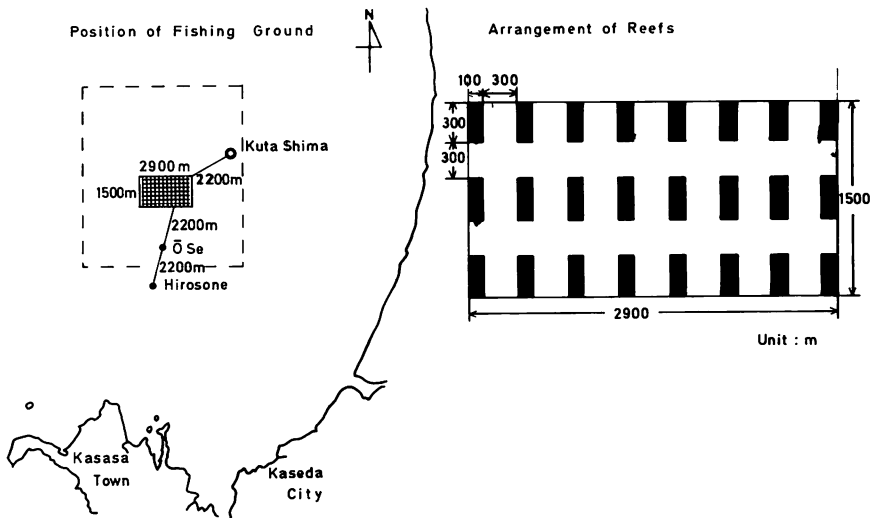


Fig. 9 A tentative plan of setting a large scale artificial reef consisted of many reefs at the off sea of Fukiage beach.

- ▣ points of setting
- artificial reef

1.5 m 角は略同数である。次に魚礁の経過年数をみると、5～9年23%、10年以上32%であり、半数以上が5年以上経過している。

観察結果を要約すると(Fig. 6)、設置水深は20～39 mが80%を占める。最深は吹上町大型魚礁(F_F-4魚礁)の46 mである。魚礁の海底からの高さは4.1 m以上のものが36%で、最高はK_H-3魚礁の10.5 mである。魚礁の形態は2山型が48%を占めるが、3山型を加えると61%となる。次に魚礁の埋没の深さと経過年数との関係を見ると、埋没の速さは、設置場所によって異なるが、概して沿岸近くでは2～4 cm/年、沖合では3～5 cm/年となり、沖合でやゝ速いことがわかった(Fig. 7)。洗掘は南北流の卓越する当海域では大きな問題となるが、観察した結果によると、74%の魚礁で洗掘現象がみられた。この現象のみられる部位は魚礁の北面もしくは南面で、その深さは10～100 cmの範囲である。なお砂蓮現象は市来町沖合の魚礁付近で観察された。

魚礁に蝟集する魚群の魚種と密度は、魚礁の規模、形態、経過年数等の設置条件により異なると思われるが⁴⁾、今回得た蝟集魚の資料より魚群の蝟集密度と魚礁の規模及び形態との関係を検討してみた(Fig. 8)。同図の縦軸は蝟集魚の密度を出現頻度という表現で示したもので、水中において計数可能な約200尾を基準とし、これより密度の高い魚群については群及び大群という表現を用いた。横軸は各魚礁の測量結果より求めた魚礁の最大断面積で、魚礁の規模を表わす尺度とした。なおこの値は水中測量の範囲内より求めたもので、魚礁によっては1部分しか表わしていないものもある。同図より蝟集魚群と魚礁の規模及び形態との関係を見ると、次にあげるような魚群の蝟集構造の特徴がみられた。第1に魚群量は魚礁の断面積即ち規模の大きい程増加する傾向がみられる。第2に大・中型魚の場合は2山型の魚礁において蝟集密度が高い。第3にマアジで代表される中層性魚類は断面積60 m²程度の小さい規模のものでも相当量の魚群量を確保することが可能である。また魚礁の形態については分散型より山型の方が密度は高くなるが、1山型と2山型については差はみられない。

次に吹上浜沖合海域の魚礁における魚群の蝟集構造を水平的にみると、蝟集密度の高い海域は、東市来町から加世田市の沖合にかけての平坦な遠浅の海域である。魚種別にみると、浮魚ではキビナゴ、マアジ、イサキ、底魚ではネブツダイ、インダイ、コショウダイ、クロダイ、チダイ、ヒラメ等の密度が高くなっている。特にマアジとネブツダイの密度の高い魚礁では他魚種の密度も高くなっている傾向がある。マアジの場合は密度が高くなると、海底近くまで占位することが、昭和57年10月の加世田市沖F_F-7魚礁で判明した。串木野市沖合ではマアジは多いが、底魚は他の海域より少ない。この現象は昭和55年に実施した底曳網による底魚分布調査⁵⁾の結果と略一致している。笠沙町沖合は浮魚ではヒラマサ、カマス、底魚ではハマフエフキ、フエフキダイ、ブダイ等が多く観察されており、魚種組成が北方より若干異なっていることがわかる。

最後に昭和57年度より造成が始められた吹上浜沖合海域の人工礁漁場についてその基礎設計の1部を鹿児島県の委託を受け行なったので紹介する。

設計法は県で定めた予定海域(Fig. 9)の周辺に点在するこれまで述べた33個所の魚礁群の潜水観察の結果をもとに検討したもので、漁場の造成場所、魚礁の配列及び構造について次のように定めた(Fig. 9)。

造成場所：予定海域内とその付近には好漁場となっている久多島と2つの大型天然礁が存

在している。図示するように人工魚礁漁場を定めると、この漁場は上述の3つの好漁場と略等間隔に並ぶこととなり、4つの好漁場を擁する一大漁場が形成されると考える。

魚礁の配列：各漁業協同組合での聞取調査の結果、アジ、タイ類、イサキ、ヒラメ等の重要魚種は南北移動が顕著であることがわかった。また魚礁周辺でみられた洗堀現象の結果から南北流の卓越することも判明した。そこで魚礁の配列を魚群との遭遇する確率を高めるため、図示するように東西に長くとり、各魚礁については、埋没及び洗堀の影響を出来るだけ少なくするため、南北方向に長い形とした。魚礁間隔を300 mとしたのは、この付近の漁場の主役が回遊魚のアジ、イサキ、カマス等であるためである。

魚礁の形態：マアジのような浮魚を対象とする場合は、高い山型とし、魚礁数を多くする必要がある。またイサキ、タイ類、ヒラメ等の底魚を対象とする場合は、高さを最高5 mとし、形態は2山型とすることが望ましい。

以上が人工魚礁設計についての概略である。少々抽象的な表現となったのは、周辺海域の魚礁を利用している漁業者の聞取調査も参考としたためである。なお吹上浜全域に設けた14点の底質の分析結果、魚探及びボトムソナーの記録及び模型実験によるブロック魚礁の空隙率の計算値も検討のための資料とした。各県では現在人工魚礁を盛んに造成しているが、夫々の県で独自の設計法を定めているようである^{6,7,8)}。本研究では魚礁の潜水観察の展開として、人工魚礁の設計を行なったが、今後は効果調査を実施して再検討し、魚礁設計の進展を計りたい。

5. 要 約

昭和56年7月より昭和57年10月にかけて、薩摩半島吹上浜沖合海域において、33個所の人工魚礁を潜水観察し、魚礁の形態、埋没、蝸集魚について下記のような知見を得た。

- 1) 観察した魚礁の形態で最も多い型は2山型で全体の48%を占め、3山型を加えると61%となる。頂部の高さは4.1 m以上のものが36%を占め、最高は10 mである。
- 2) 魚礁の埋没の速さは、沿岸部で2~4 cm/年、沖合で3~5 cm/年となる。また洗堀現象は74%の魚礁の南面及び北面でみられた。
- 3) 魚礁の蝸集効果の最も高い魚礁は海底が平坦で浅海の吹上浜中央部の海域の魚礁群である。浮魚はキビナゴ、マアジ、底魚はネンブツダイ、イサキ、イシダイ、コショウダイ、ヒラメが特に多く観察された。優れた魚礁の形態は、浮魚では分散型より山型の方が、また底魚では1山型より2山型の方がより良好である。

本研究は昭和56年度については鹿児島県及び串木野市の委託により、また昭和57年度については文部省の科学研究費により、また笠沙町の委託により実施したものである。研究調査の実施に当り御協力をいただいた鹿児島県水産課、水産業技術改良普及所、串木野市水産課、笠沙町経済課の関係者に対して深い謝意を表す。また御助力を賜った串木野市の羽島、本浦、島平及び市来町、東市来町江口、吹上町、加世田市小湊、笠沙町の片浦及び野間池の各漁業協同組合長他職員並びに組合員の方々に厚くお礼申し上げる次第である。

文 献

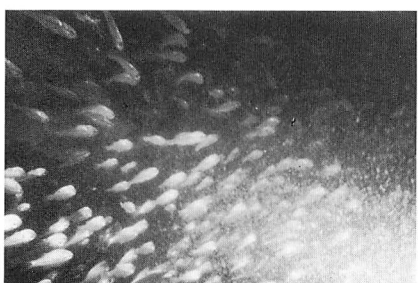
- 1) 肥後伸夫他6名(1981):潜水観察による人工魚礁の実態について—IX, 鹿児島大学水産学部紀要, **30**, 25~38.
- 2) 肥後伸夫・不破 茂・今井健彦(1977):ごち網に関する研究—I, 鹿児島大学水産学部紀要, **26**, 137~145.
- 3) 魚礁総合研究会(1976):人工魚礁の理論と実際(II), 水産増殖叢書, 33~44.
- 4) 魚礁総合研究会(1976):人工魚礁の理論と実際(I), 水産増殖叢書, 21~23.
- 5) 肥後伸夫(1977):串木野海域の底魚の分布, 串木野海域生態系調査委員会報告書, 1~43.
- 6) 宮崎県(1969):日向灘中部地区人工礁漁場造成事業全体計画書, 1~31.
- 7) 長崎県(1982):昭和56年度野母崎地区人工礁沈設状況調査委託業務報告書, 長水開協第99号, 1~20.
- 8) 熊本県(1982):牛深地区人工礁漁場造成事業全体計画書, 1~40.



A



B



C



D

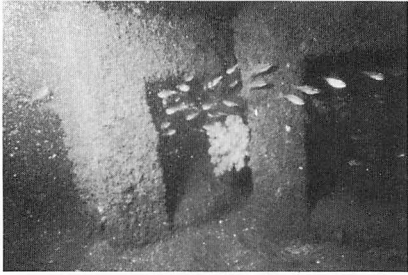


E



F

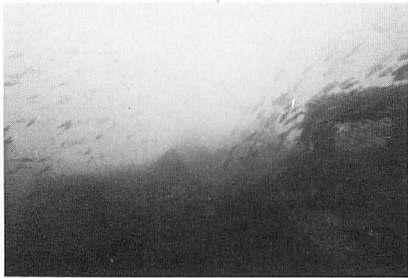
Plate I The artificial reefs at the off sea of northern part of Fukiage Beach.
A, B : K_H-1, 3 reef C, D : K_M-2, 4 reef E, F : K_S-1, 2 reef



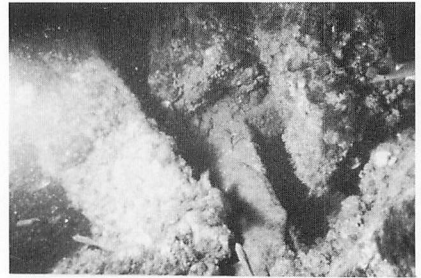
A



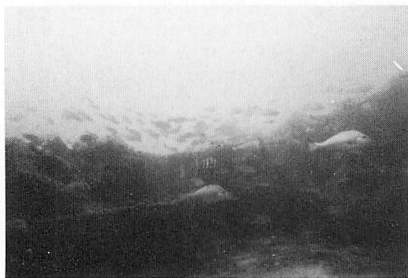
B



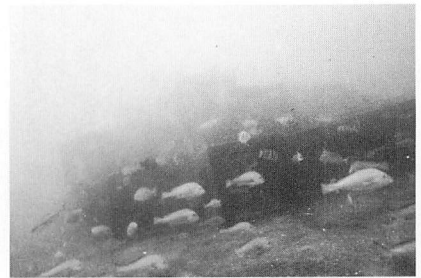
C



D



E



F

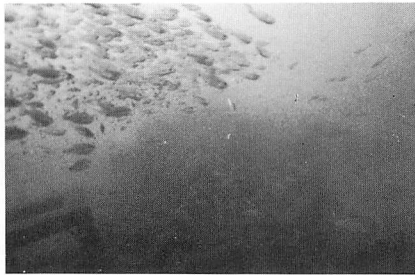
Plate II The artificial reefs at the off sea of middle part of Fukiage Beach.
 A, B : F_I-1, 3 reef C, D : F_E-1, 2 reef E, F : F_F-1, 2 reef



A



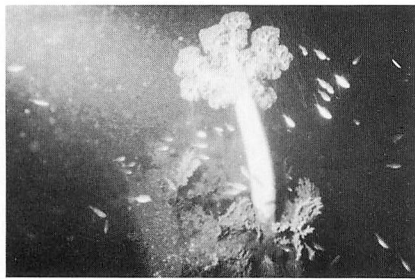
B



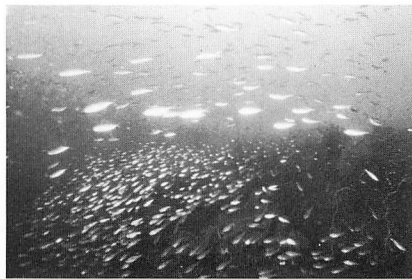
C



D



E

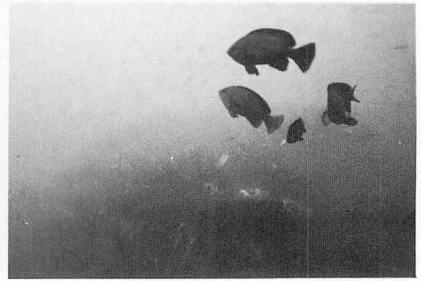


F

Plate III The artificial reefs at the off sea of southern part of Fukiage Beach.
A, B : F_K-1, 4 reef C, D : F_K-6, 7 reef E, F : F_w-1, 5



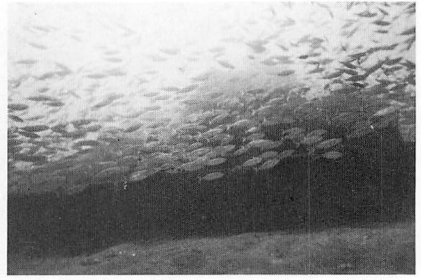
A



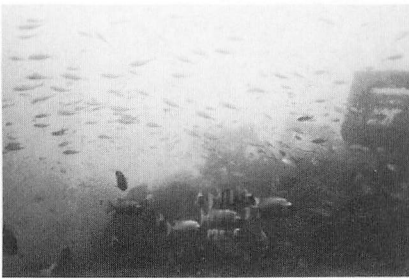
B



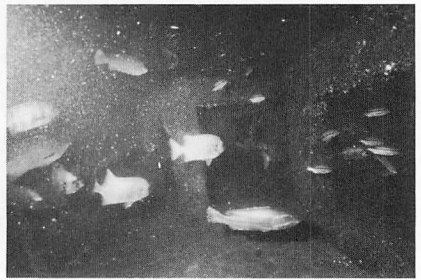
C



D



E



F

Plate IV The artificial reefs at the off sea of Fukiage Beach.
 A, B : K_S-4 reef C, D : F_F-1 reef F_K-6 reef
 (1982. 10. 25 ~ 27 photographed)