

長井沖大型魚礁底層における魚群分布特性の検証 (人工魚礁効果調査)

荻野 隆太[#]・松下 吉樹^{##}

The verification of the characteristic in the distribution of fish schools in bottom layer in the artificial fish bank off Nagai, Kanagawa Prefecture.
(The examination into fish attracting effect in artificial fish bank)

Ryuta OGINO^{#1}・Yoshiki MATSUSHITA^{#2}

A B S T R A C T

Since 1992, the examination into effect in the artificial large fish bank off Nagai had been done with two methods for three years. One method was to examine into the distribution of fish schools with scientific echosounder. And the result, artificial fish bank is effective except Summer when the available stock abundance of the pelagic migratory fish increasing.

The other method was to examine into the fish attracting effect in artificial large fish bank with entangle net. And the result, artificial fish bank is effective especially in *Chelidonichthys spinosus* and *Pagrus major* against *Paralichthys olivaceus* and *Stephanolepis cirrifer*.

はしがき

神奈川県水産総合研究所(旧:水産試験場)および水産工学研究所(以下、水工研と略す)では、1992年から95年にかけて沿岸整備漁場開発事業の一環として、長井沖大型魚礁で人工魚礁効果調査を行ってきた。しかし、人工魚礁の効果は常に一定ではなく、造成海域の海域特性およびその季節変化に対応して異なった様相を示す。

また、人工魚礁の集魚効果というものが、魚礁ブロック近傍に集った魚類のバイオマスで測られる以上、それら魚類の分布様式を念頭においた上で、解析する必要があると思われる。

そこで、科学魚群探知機を用いて本大型魚礁底層の魚群分布特性を把握し、長井沖の季節的な魚種組成の変化に配慮して、人工魚礁の集魚効果について検討した。1992年8月から94年1月にかけての調査結果から、次の2つの特性が示唆された(荻野, 1994¹⁾)。

- (1) 魚礁投入区画では、魚群は局所的に分布する。
- (2) 季節的な魚群分布特性は、表層性浮魚類の来遊量に対応して変化する。

平成6年度は本効果調査の最終年度にあたるが、これ迄に得られた集魚効果の特性を検証した。

また、水工研が1992年から95年にかけて同魚礁海域において行った刺網調査の結果より、魚種毎に人工魚礁の集魚効果を検討した。

材料および方法

1 調査海域

1) 調査海域と区画

長井沖大型魚礁は、1964年から76年にかけて造成されたもので、神奈川県横須賀市長井地先の水深60~70mの海域に1.5mのコンクリートブロックが4479個投入されている(図1)。調査海域は、本大型魚礁およびその周辺海域とし、魚礁区を中心に1mile(1852m)の定線を10本設けた。そして、図1下段に示すように、1定線あたり10等分して調査海域全体を100個の区画に区分した。なお、図1下段に魚礁ブロックの配置状況(東海区水研, 1975²⁾、水工研未発表資料)を示したが、図中太枠内は魚礁ブロックが投入されている区画で、これを魚礁区内、図中太枠外部の区画を魚礁区外として区分した。

2) 海底地形

図1下段の区画(185m)毎の魚探影像より把握した海底傾度(Depth max-Depth min)は、図2に示した。人工魚礁は構造物の投入により、人工的に海底起伏を造成することを目的とするため、周辺海域の海底傾度がなだらかな方が機能的であると思われる。本魚礁海域では、全体的に南側でなだらかで、東西方向がきつい。従って、南北方向に定線を設けた場合、図2の1~3行の北部で海底傾度が大きく8~10行の南部で小さくなる。また、魚礁区内の海底傾度は全般的に(3~5)/185mで1.5mのブロックと比して、小さい起伏であると思われる。

1995.11.17 受理 神水研業績 No.95 - 05

: 資源開発部

: 水産庁水産工学研究所 漁業生産工学部漁法研究室
茨城県鹿島郡波崎町海老台

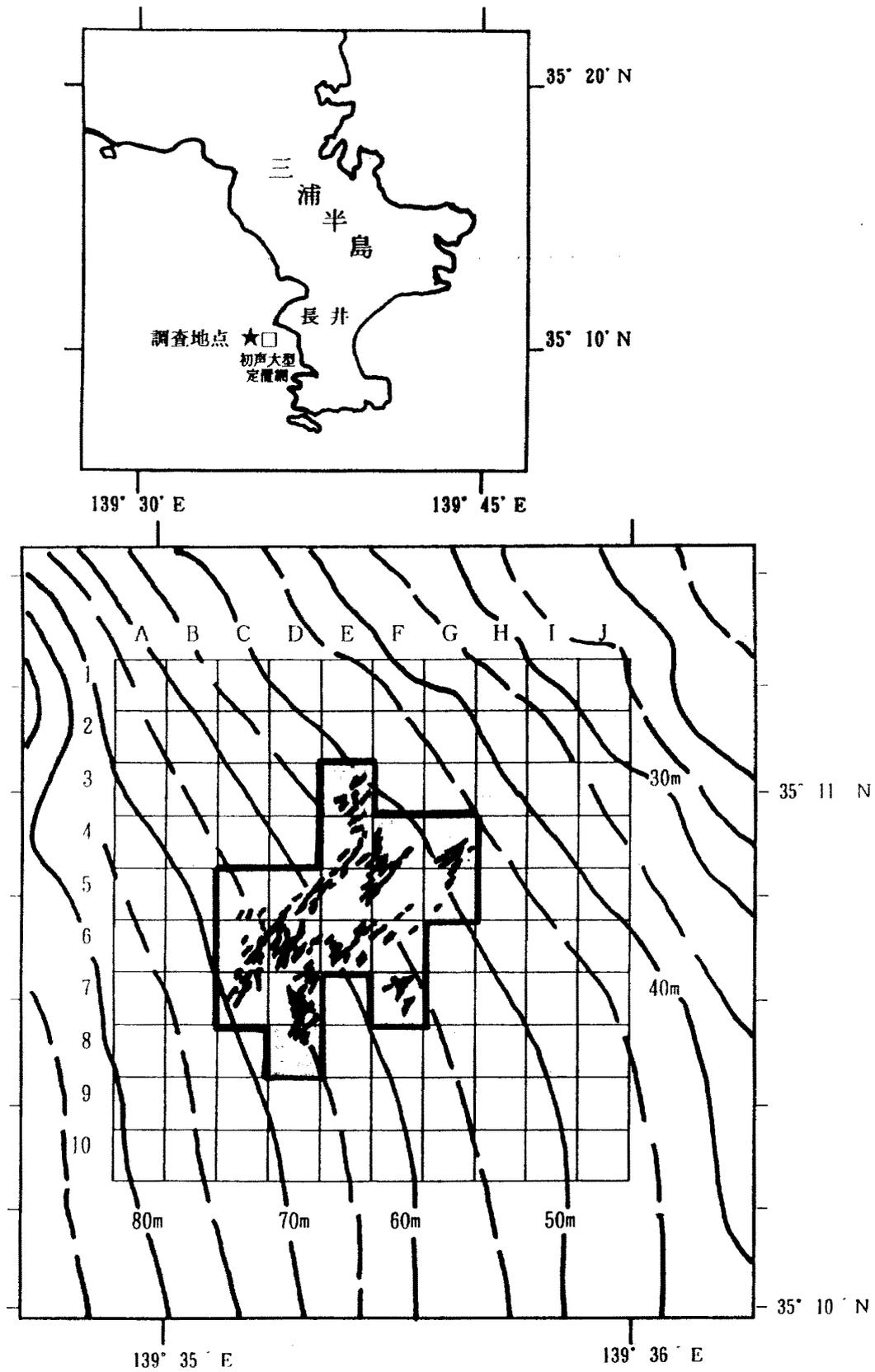


図1 調査海域 (图中太枠内：魚礁区)

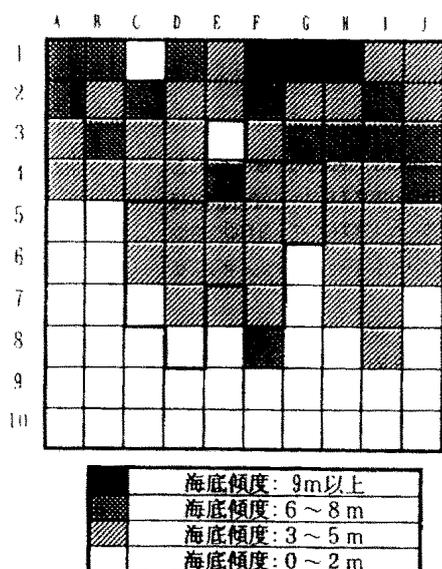


図2 海底傾度図 (太枠内: 魚礁区)

なお、F-1, G-1, H-1 区画には天然の瀬が張り出し、局部的に9m以上の海底起伏が認められた。

2 魚群分布調査

図1下段に示した定線上を、94年4月より新たに導入された調査船「さがみ」(48t)で7Ktの定速で航走し、魚探記録を収録した。調査に用いた科学魚群探知機は、SIMRAD社製ES-500である。このES-500は、94年1月迄の効果調査に用いた、同社のES-470をバージョンアップしたものである。両者共にSPRIT-BEAM方式を採用していることから機能的にも類似点が多いが、その機能の概要および魚探記録図を示す(図3)。

<ES-500の機能>

TVG(Time Varied Gain)機能により、魚群からの散乱波の水深の差異に伴う減衰を補正して、カラープリンター上に記録することができる。

SPLIT-BEAM方式により、サバ型魚類の魚群内の単体反応に対して、体長組成を表示できる。

底付魚群反応に対して、海底上25m迄の魚群反応のみを抽出して、魚探記録の上層に平滑に表示できる。

ある水深層を設定することにより、0.1mile 毎にその水深層における積算資源量(t)を算出できる。

高周波(120Hz)および低周波(38Hz)の超音波の魚探映像を、分割スクリーンにより同時にモニターできる。

SPLIT-BEAM方式により単体魚を追跡し、魚体の移動方向をプロットできる。

これら6種類の主な機能の内、ES-500に新たに付加されたものは機能 , , である。特に機能 は、魚群量指数を導く際に有用であると思われたが、人工魚礁の様に魚種が多様化する海域で応用することは、不都合であると考えられた。そこで、魚群量の指数化にあたっては例年と同じく、記録紙上の魚群反応面積を相模湾試験場の画像処理装置「Pias-III」によって計量し、魚群量指数を導いた。また、魚群反応は表層から底層まで得られたが、底層魚に注目するため、ES-500の機能を活用して、海底上25m迄の範囲の魚群に対して、図1下段の升目の区画単位で魚群量指数を集計した。

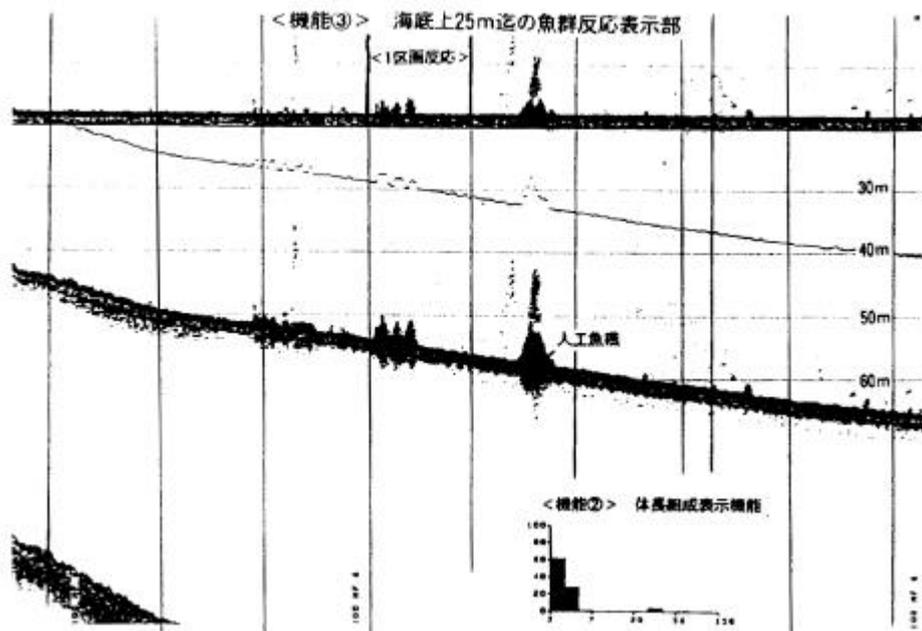


図3 科学魚群探知器ES-500の記録図(カラー映像をコピーした物)

3 魚種組成調査

これ迄の調査結果で季節的な魚群分布特性には調査時の魚種組成が深く関わっていることが判明したので、1) 局所的な魚種確認のために釣獲調査を行い、2) 釣獲調査で網羅できない巨視的な魚種組成を把握するために定置網魚種別漁獲量を入手した。また、水工研では3) 刺網によって実際に漁獲される底層の魚種を把握し、魚種毎に人工魚礁の集効果を検討した。

1) 釣獲調査

魚種確認のため、魚探調査の後魚礁区近傍で釣獲調査を実施した。過去2年間の調査ではさびき釣りを実施してきたが、水工研で行った刺網調査ではホウボウやマダイ等の底魚が漁獲されたため、さびきでは釣れない魚種の存在が示唆された。そこで、あさり、あおいそめ、じやりめ、おきあみを用いた餌釣りを行った。

2) 定置網魚種別漁獲量

長井沖地先の巨視的な魚種組成として、調査海域の東方700mに設置されている初声大型定置網の、魚群分布調査実施日の魚種別漁獲量を参考にした。

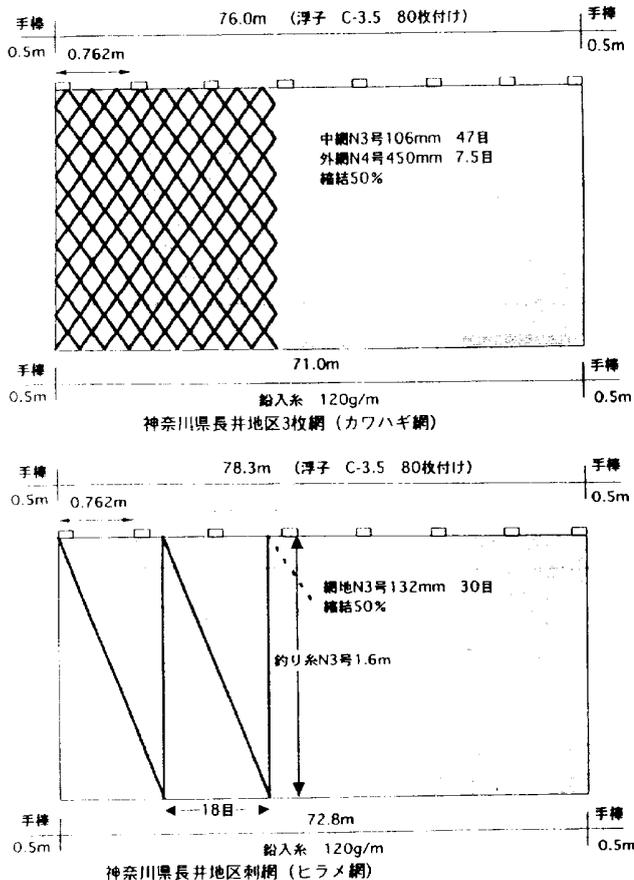


図4 漁獲調査に用いた刺網

3) 刺網調査での魚種組成

漁獲調査は本大型魚礁および本魚礁海域の北側に位置する天然礁において、1992年10月から95年2月にかけて10日間で延べ124反の刺網による調査を実施した。

調査は夕刻15時から16時の間に1調査点につき4~6反の漁具を設置し、翌朝6時から10時の間に揚網を行った。

漁具は図4に示す2種類の構造のものを用いた。使用した漁具は長井地先でカワハギを漁獲するために使用されているカワハギ網と呼ばれている3枚網漁具およびヒラメ網と呼ばれている刺網漁具である。ヒラメ網については網地は1枚しか使用されていないが、浮子網-沈子網間に取り付けられた吊りロープによって網の縮結が十分にとられており、漁獲機能としては3枚網に近い特性を持つ。使用している網目合はヒラメ網のほうが大きく、カワハギ網のほうがより広い選択性能を持つことが予想される。操業位置はGPS装置によって記録し、漁獲生物は何反目に羅網したか、種、体長を測定、記録した。

結果および考察

1 魚群分布特性

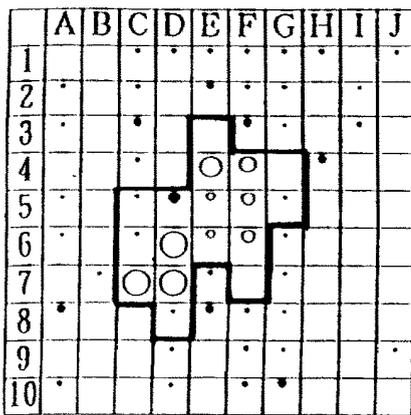
1) 魚群水平分布図にみる魚群分布特性

1992年11月から94年1月にかけての調査で、高い魚群量指数を示す区画は、夏季を除いて魚礁区内(魚礁ブロック投入区画)に集中する傾向が認められた。しかし、魚礁区内においても全く魚群が出現しない区画も認められたことから、魚礁区内では魚群が局在(局所的)に分布していることが示唆された(荻野, 1994³⁾)。

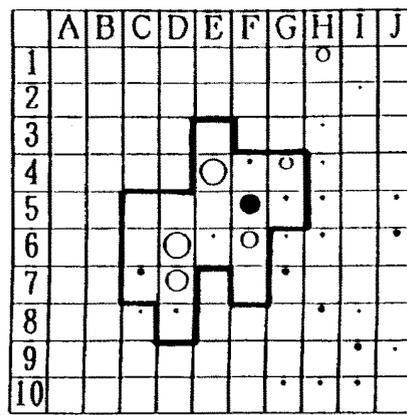
平成6年度の調査は、1994年4月から95年2月にかけて計9回行ったが、調査海域を1mileに拡張したことにより、調査海域の最上部、F-1, G-1, H-1地区に天然の瀬が該当するようになった。また、魚群水平分布図は魚群量指数を8段階に区分して図5に示した。なお、魚探記録紙上の海底地形に、3m以上の海底突起(天然礁および1.5mのブロックが2段以上積み重なっている人工魚礁)が認められた地区は、魚群の大きさを白抜きで示した。

これによると、これ迄の結果と同様に夏季(図5-6月、7月)を除いて、魚群量指数12.0(階級5)以上の高い値を示す区画は、魚礁区内に集中する傾向が認められた。また、白丸で示した魚礁区内および天然礁の海底突起直上地区において、周年を通じて最も高い魚群量指数18(階級7)以上を示したことから、魚群が高い海底突起直上に集中分布していることが示唆された。

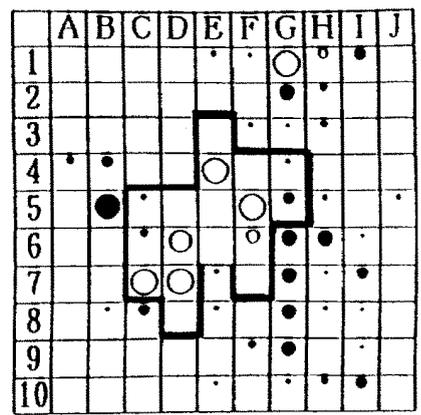
2) 魚礁区内と魚礁区外における魚群量指数の数値特性
魚礁区内、外の魚群分布特性を定量的に把握するため、それぞれの区画別魚群量指数に対して、平均値及び偏差を求めた(表1)。なお、新船の科学魚探を用いた、1994年4月以降は魚群量指数のスケールが変化した(表2)。



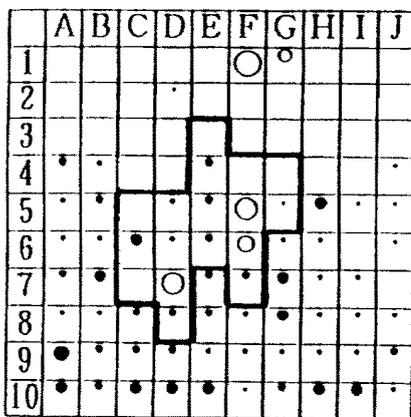
① 1994年4月 (302.0)



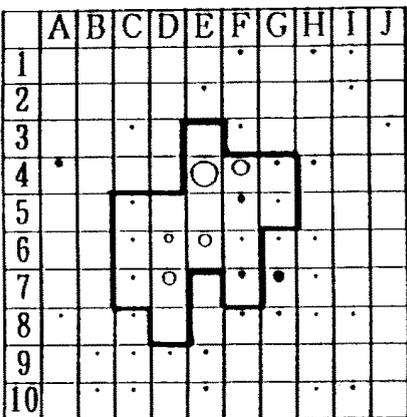
② 1994年5月 (214.6)



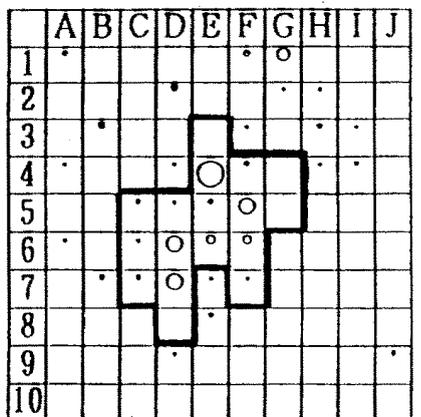
③ 1994年6月 (397.9)



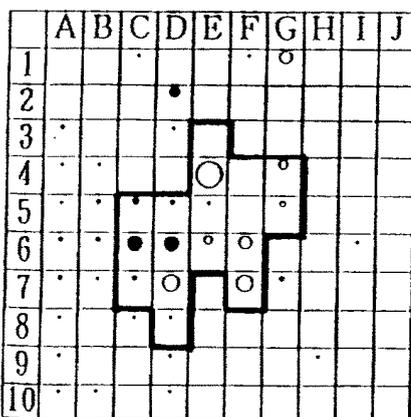
④ 1994年7月 (466.2)



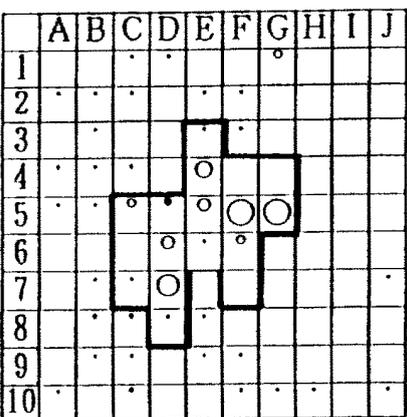
⑤ 1994年10月 (181.2)



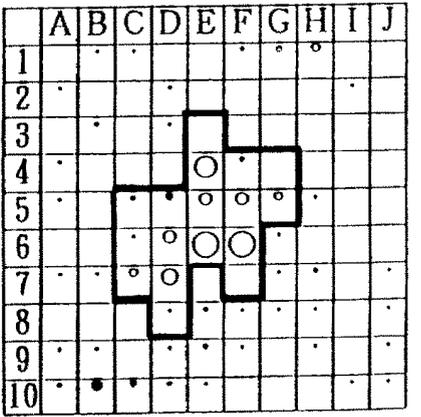
⑥ 1994年11月 (176.4)



⑦ 1994年12月 (214.6)



⑧ 1995年1月 (201.7)



⑨ 1995年2月 (260.0)

<魚群量指数>

空白: <0.1, .: 0.1~2.9, ..: 3.0~5.9, .o.: 6.0~8.9, .o.: 9.0~11.9, .o.: 12.0~14.9, .o.: 15.0~17.9, .o.: 18.0<

図5 魚群水平分布図

太枠内: 魚礁区、()内: 月別魚群量指数合計値

魚群調査の際に、高さ3m以上の海底突起直上を探索した区画では、魚群量指数を白丸()で表した。

これによれば、3年に渡る調査を通じて魚礁区内の平均魚群量指数および不偏分散は、魚礁区外を上回った。この数値特性は、先の魚群水平分布図で認められた魚礁区内において高い魚群量指数が集中する反面、その局在性が強いことを反映している。この局在性の度合いを、魚礁区内、外の魚群量指数に対する、不偏分散比のF検定により検討した。この結果は、表1,2の最右列に示したが、1993年5,6,8月(表1- , ,)および1994年7月(表2-)の夏季を除いて、不偏分散比(F値)に信頼度1%で有意差が認められた。この結果は、夏季を除いて、魚礁区内では魚礁区外と比べて魚群の局在性が極めて強いことを示している。

2 魚群分布特性と集魚効果

どのような魚群分布特性を示す場合に、人工魚礁の集魚効果が高まるかを検討するにあたり、それぞれの特性値を定義し、これがどのような相関を示すか把握した。

1) 魚群分布特性値

前項1-2)において、魚礁区内では魚礁区外と比

して魚群量指数の不偏分散が大きく、魚群が局在的に分布していることが判明した。そこで、月毎の不偏分散比(F値)を、局在的な魚群分布特性を示す特性値として定義した。このF値は、魚礁区内において魚礁区外と比して魚群が局在する度合いが大きいほど低い値を示す。

2) 魚礁区内における集魚効果の特性値

前項1-1)において、魚群が海底突起直上に集中分布していたことから、人工魚礁の集魚効果は、その直上海域において最も顕著であることが示唆された。そこで、月毎の魚群水平分布において、調査海域全体の積算魚群量指数(以後、合計魚群量指数と呼ぶ)の内、魚礁区内の積算魚群量指数が何割りを占めるかを、魚礁区内集魚率として求めた。ここで、魚礁区内集魚率とは $\{100 \times \text{魚礁区内の区画別魚群量指数} / (\text{魚礁区内の区画別魚群量指数} + \text{魚礁区外の区画別魚群量指数})\}$ であり、これを人工魚礁が引き起こす直接的な集魚効果の特性値とした(表1,2-4列目)。

表1 魚礁区外()および魚礁区内()における魚群量指数の数値特性(92年11月~94年1月)

調査年,月	魚群分布型	セクター	魚礁区内,外 集魚率(%)	平均魚群 量指数	標準偏差	不偏分散 ²	自由度	F値検定
92'11月	型	魚礁区外	63.7	1.55	2.44	6.08	63	0.1091**
		魚礁区内	36.3	4.31	7.24	55.66	16	
92'12月	型	魚礁区外	66.0	2.70	2.36	5.65	72	0.0687**
		魚礁区内	34.0	6.79	8.80	82.23	16	
93'3月	型	魚礁区外	61.7	4.36	4.61	21.46	82	0.0895**
		魚礁区内	38.3	13.19	15.02	239.60	16	
93'4月	型	魚礁区外	43.3	1.65	3.06	9.47	82	0.1461**
		魚礁区内	56.7	10.57	7.81	64.83	16	
93'5月	型	魚礁区外	75.4	4.65	3.28	10.90	82	0.5585
		魚礁区内	24.6	7.77	4.18	18.52	16	
93'6月	型	魚礁区外	81.4	11.37	6.43	41.87	82	0.5075*
		魚礁区内	18.6	12.69	8.81	82.51	16	
93'8月	型	魚礁区外	81.7	10.03	5.09	26.24	82	0.7331
		魚礁区内	18.3	10.98	5.80	35.80	16	
93'10月	型	魚礁区外	72.5	6.84	4.72	22.57	82	0.3283**
		魚礁区内	27.5	12.65	8.05	68.76	16	
94'1月	型	魚礁区外	58.8	3.20	3.06	9.48	82	0.1278**
		魚礁区内	41.2	10.94	8.36	74.17	16	

表2 魚礁区外()および魚礁区内()における魚群量指数の数値特性(94年4月~95年2月)

94'4月	型	魚礁区外	46.4	1.69	2.27	5.21	82	0.0707**
		魚礁区内	53.6	9.52	8.32	73.61	16	
94'5月	型	魚礁区外	41.1	1.06	2.36	5.63	82	0.0911**
		魚礁区内	58.9	7.43	7.63	61.81	16	
94'6月	型	魚礁区外	65.2	3.12	5.10	26.33	82	0.3124**
		魚礁区内	34.8	8.16	8.91	84.26	16	
94'7月	型	魚礁区外	77.7	4.37	4.98	25.08	82	0.8295
		魚礁区内	22.3	6.10	5.33	30.23	16	
94'10月	型	魚礁区外	47.5	1.04	1.90	3.67	82	0.1028**
		魚礁区内	52.5	5.59	5.80	35.68	16	
94'11月	型	魚礁区外	43.6	0.93	1.96	3.88	82	0.1187**
		魚礁区内	56.4	5.85	5.54	32.63	16	
94'12月	型	魚礁区外	37.5	0.97	2.04	4.22	82	0.0769**
		魚礁区内	62.5	7.88	7.19	54.90	16	
95'1月	型	魚礁区外	35.9	0.87	1.34	1.82	82	0.0321**
		魚礁区内	64.1	7.60	7.30	56.62	16	
95'2月	型	魚礁区外	42.8	1.34	1.88	3.56	82	0.0448**
		魚礁区内	57.2	8.75	8.65	79.52	16	

* F検定: { 帰無仮説(H0): $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$, 対立仮説(H1): $\sigma_1^2 < \sigma_2^2$ }

3) 魚群分布特性と集魚効果の対応

魚礁区内集魚率は 18.3~64.1%の範囲で変動を示したが、どのような魚群分布特性(F 値)を示す場合に高い値を示すかを検討した(図 6-1,2)。この結果、魚礁区内集魚率が高まる冬季から春先にかけては、F 値が 0.3 以下の低い値を示し、魚礁区内集魚率が低下する夏季には F 値は 0.7 以上の高い値を示した。また、春から夏にかけての 6 月には、丁度中間の F 値 (0.3~0.6) を示し、全体

として F 値が低いほど魚礁区内集魚率が高まる傾向が認められた。従って、魚礁区内において魚礁区外と比べて不偏分散が大きい、即ち、魚礁区内の魚群分布特性について魚群の局在性が強いほど集魚効果が高くなる傾向が、3 年に渡る調査を通じて認められた。この結果より、人工魚礁の集魚効果とは周辺海域の魚群を集中分布させ、その海域における魚群の局在性を強める作用として定義できる。

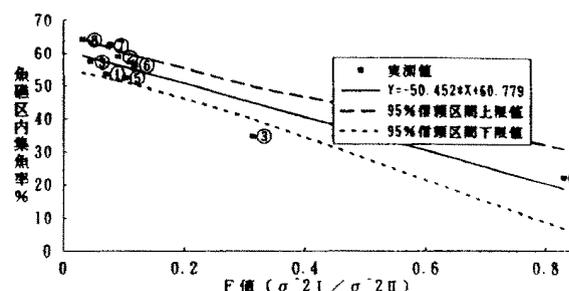
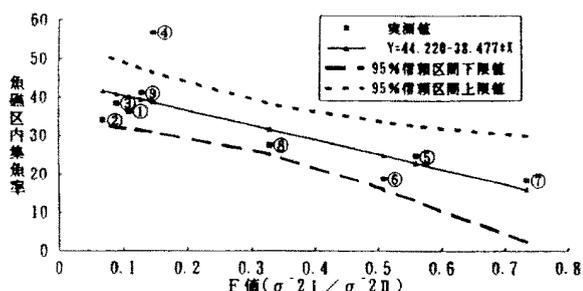


図 6-1 魚礁区内及び魚礁区外における F 値 ($\sigma^2 i / \sigma^2 D$) 図 6-2 魚礁区内及び魚礁区外における F 値 ($\sigma^2 i / \sigma^2 D$)

と魚礁区内集魚率の関係 { $r^{**} = -0.777, r^2 = 0.604$ }

と魚礁区内集魚率の関係 { $r^{**} = -0.930, r^2 = 0.865$ }

図中 番号 : 表 1 内の調査年月番号に対応

図中 番号 : 表 2 内の調査年月番号に対応

表 3 魚礁区における餌釣りによる釣獲調査結果 (94 年 4 月 ~ 95 年 2 月, 上段 : 尾数、下段 : 尾叉長組成 ; cm)

魚種	1994, 4, 22	1994, 5, 24	1994, 6, 20	1994, 7, 25	1994, 10, 21	1994, 11, 29	1994, 12, 19	1995, 1, 27	1995, 2, 3	Total
トラギス			1 (13.0)	2 (13.8-14.2)	1 (12.9)		1 (13.4)	1 (11.3)		6
クラカケトラギス	1 (18.4)				5 (14.1-19.4)	17 (13.1-17.8)	3 (13.3-15.8)			26
オキトラギス		1 (16.5)	1 (14.6)		2 (13.5-13.6)	4 (10.7-14.8)	15 (11.4-17.0)	4 (12.4-15.7)	8 (14.0-17.8)	35
ササノハベラ		2 (15.4-16.5)	1 (15.3)		1 (13.7)		9 (7.5-16.5)		2 (17.0-18.2)	15
ソコカナガシラ	1 (10.7)						1 (6.5)			2
トゲカナガシラ	1 (16.9)			1 (20.4)					1 (18.0)	3
ニシキハゼ	1 (19.3)									1
ヒメ()		4 (12.8-17.9)	1 (19.8)	2 (15.4-19.0)						7
ネンブツダイ					3 (10.4-10.8)				4 (10.3-12.3)	7
トカゲエソ					1 (23.5)					1
キタマクラ					1 (11.5)					1
ヒレナガカナガシラ					2 (9.0-16.5)					2
ホウボウ						1 (29.0)	1 (24.5)			2
イシダイ						1 (18.5)				1
サバフグ						2 (31.0-33.0)				2
サクラダイ								1 (11.6)		1
カワハギ								2 (23-24.5)	1 (20.2)	3
カサゴ								1 (24)		1
マトウダイ									1 (29.0)	1
マダイ									1 (18.0)	1
釣獲尾数	4	7	4	5	16	25	30	9	18	118
種類数	4	3	4	3	8	5	6	5	7	20

3 魚種組成

1) 釣獲調査結果

今年度は餌釣りを行ったが、9カ月の調査で表3に示す20種118個体の魚類が釣獲された。この内、トラギス、クラカケトラギス、オキトラギスといったトラギス類およびササノハベラは周年を通じて釣れた。また、季節的には春から夏にかけてヒメが釣れたが、釣獲尾数および種類数は極めて少なく、秋から冬にかけてサバフグやマトウダイ等の回遊魚や、ホウボウ、カワハギ、イシダイ等の底層魚が釣れるに従い、釣獲尾数および種類数は増加した。日中に釣獲試験を実施したため、何れの個体も釣獲尾数は少なかったが、底層魚を主対象とする餌釣りでは、冬季に比較的釣獲率が良かった。

2) 定置網魚種別漁獲量の推移

1994年4月から95年2月にかけての釣獲試験実施日における、初声定置網魚種別漁獲量の推移は表4および図7-1,2に示した(95年1,2月は休漁)。

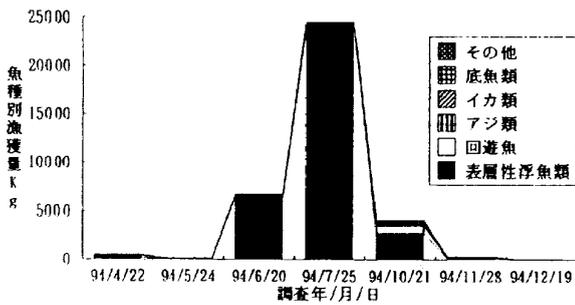


図7-1 初声定置網における定置網魚種別漁獲量の推移

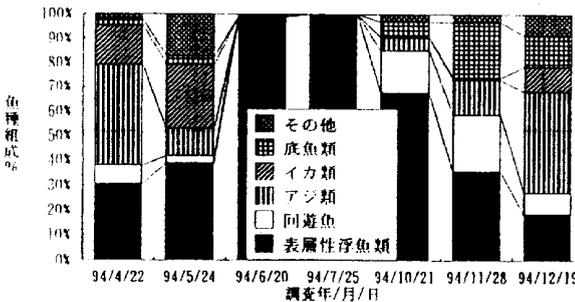


図7-2 初声定置網における魚種組成の推移

これによると表層性浮魚類出現率は、夏季の6、7月に100%に近い極めて高い値を示し、これに伴い総漁獲量も急増した。従って、表層性浮魚類の来遊が、初声定置網総漁獲量の増減に寄与していることは明確である。

3) 刺網による漁獲調査結果

刺網による調査は、秋季から冬季にかけて計10回行われたが、何れの操業の際も漁獲尾数は少なかった。また、表4に示した通り、刺網が対象とする底魚類は他の

魚類と比べて漁獲量の季節変動が少なかったため、10回の調査結果を総合して、魚礁区内、外および天然礁(対照海域：亀城礁)、それぞれの海区毎の漁獲尾数およびCPUEを表5に示した。

全調査を通じて漁獲されたのは、魚類、甲殻類、頭足類を含めた、41種、302個体であった。この内、比較的多獲された産業的に重要な主要漁獲物はマダイ、ホウボウ、ヒラメ、カワハギ等であった。

主要漁獲物の体長組成は図8に示したが、体長は20~50cm前後と広い範囲にわたって漁獲された。ただし、操業を実施した海域では、羅網した魚類の小型節足動物による食害が多く、体長を測定できた魚類は漁獲尾数に比べて少なかった。

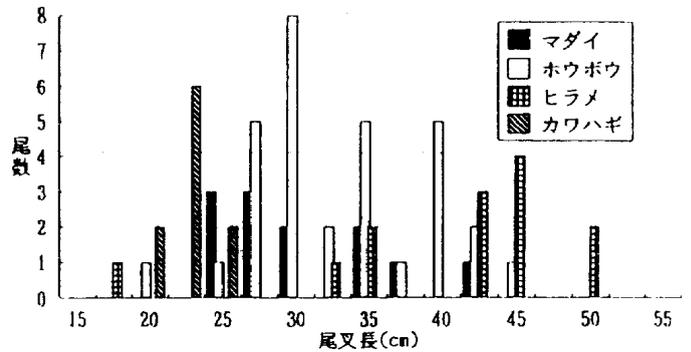


図8 主要漁獲物の体調組成

全漁獲物に対する海区毎のCPUEは、対照海区(2.923) > 魚礁区内(2.400) > 魚礁区外(2.158)であった。また、主要漁獲物の内、マダイ、ホウボウについては人工魚礁上に設置した漁具で多く漁獲された。これに対して、ヒラメ、カワハギは、人工魚礁よりも天然礁の対照海域で多く漁獲され、種による魚礁の利用形態の違いが推察された。魚礁区内、外のCPUEを比較すると、ホウボウ以外の3種は魚礁区内の方が高い値を示し、これらの魚種の蛸集に人工魚礁が寄与していることが窺えた。

なお、マダイ、ホウボウ、ヒラメについては、これまで報告されている魚礁周辺における蛸集形態とほぼ同様の分布であった(山田・内木, 1977⁴⁾)。

人工魚礁海域において、対象区と比べて高いCPUEを示した他の水産有用種として、ミシマオコゼ、スズキ、マアジ、エゾイソアイナメ、マダコ、コウイカ等が挙げられるが、何れも漁獲尾数が極めて少なかったため、この結果より人工魚礁の生産効果について検討することはできない。しかし、天然礁と比べて人工礁で特に高いCPUEを示したマダイ、ホウボウについては、漁獲効率の優れた漁具を用い、小型節足動物による食害対策を検討して操業すれば、これらの蛸集効果が生産効果に還元される可能性もある。

表4 初声定置網における定置網魚種別漁獲量 (kg)

魚種 / 調査年月日	94/4/22	94/5/24	94/6/20	94/7/25	94/10/21	94/11/2	94/12/1
表層性浮魚類	159	56.7	6634	24418	2697.3	107.3	15.6
回遊魚	40.2	3.9	0	0	705.6	69.5	7.4
アジ類	214.7	16.7	4.8	0	217.8	44.6	35.3
イカ類	84.8	38.6	26.4	0	13.3	1.7	9.1
底魚類	12.5	4.7	3.8	0	257.2	70.5	11.1
その他	11.7	25.5	43.1	0	122.3	9.4	7.6
合計	522.9	146.1	6712.1	24418	4013.5	303	86.1
浮魚類出現率%	30	39	98	100	67	35	18

表5 海区別刺網操業結果 (CPUE 評価 ***:魚礁区内>対照海域・魚礁区外, **:魚礁区内>対照海域, *:魚礁区内>魚礁区外)

海区	魚礁区内 CPUE (尾/反)	魚礁区外 CPUE (尾/反)	対照海区 (天然礁) CPUE (尾/反)	Total(尾)	魚礁区内/ 対照海域 (CPUE)	魚礁区内/ 魚礁区外 (CPUE)	CPUE (尾/反) 評価			
使用反数 <魚種>	60	38	26	124						
ホウホウ	26	0.433	18	0.474	1	0.038	45	11.267	0.915	**
マダイ	21	0.350	6	0.158	1	0.038	28	9.100	2.217	***
テンズ	13	0.217	13	0.342	1	0.038	27	5.633	0.633	**
スズキ	5	0.083	1	0.026	1	0.038	7	2.167	3.167	***
ミシマオコゼ	9	0.150	3	0.079	3	0.115	15	1.300	1.900	***
マアジ	3	0.050			1	0.038	4	1.300		***
メダイ	5	0.083	5	0.132	3	0.115	13	0.722	0.633	
ヒラメ	12	0.200			12	0.462	24	0.433		*
マコガレイ	1	0.017			1	0.038	2	0.433		*
カワハギ	7	0.117	3	0.079	12	0.462	22	0.253	1.478	*
ウマツリハギ	1	0.017	13	0.342	8	0.308	22	0.054	0.049	
カンパチ					1	0.038	1	0		
イソイソイサメ	3	0.050	1	0.026			4		1.900	***
アイサメ	1	0.017	1	0.026			2		0.633	**
アカアマダイ			1	0.026			1		0	
タカハタ	5	0.083	4	0.105	3	0.115	12	0.722	0.792	
アナゴ	1	0.017	1	0.026	1	0.038	3	0.433	0.633	
イシダイ	1	0.017	2	0.053	2	0.077	5	0.217	0.317	
マトウダイ	1	0.017			2	0.077	3	0.217		*
ミキマキ			1	0.026	5	0.192	6	0	0	
トラキス					1	0.038	1	0		
ワニゴチ					4	0.154	4	0		
ハコフグ					1	0.038	1	0		
マイソ	2	0.033	1	0.026			3		1.267	*
アソコウ	4	0.067	3	0.079			7		0.844	
ミノガサゴ	3	0.050	1	0.026	2	0.077	6	0.650	1.900	*
マツカサウオ	1	0.017			2	0.077	3	0.217		*
リュウキュウアカヒメジ					1	0.038	1	0		
テンクダイ					1	0.038	1	0		
オキカサゴ			1	0.026			1		0	
ヒメジ			1	0.026			1		0	
ガンキイ	2	0.033					2			***
エイ.sp	7	0.117			2	0.077	9	1.517		***
ホシサメ	4	0.067			1	0.038	5	1.733		***
サメ.sp	1	0.017	1	0.026			2		0.633	**
マダコ	1	0.017					1			***
コウイカ			1	0.026			1		0	
イセエビ	2	0.033			1	0.038	3	0.867		*
シャコ	2	0.033				0.000	2			**
カサミ					1	0.038	1	0		
ウツホ					1	0.038	1	0		
種類数	28		22		29		41			
Total	144	2.400	82	2.158	76	2.923	302	0.821	1.112	*

4 集魚効果の季節変動構造

92年11月から94年2月迄の調査結果より、本魚礁海域では表面水温の上昇する夏場に表層性浮魚類の来遊が認められ、この表層性浮魚類の出現率に対応して、集魚効果が変動を示すことが既知である(荻野, 1994¹⁾)。

集魚効果の季節変動構造を検討するに当たり本魚礁海域近傍に設置されている初声定置網魚種別漁獲量を、長井沖における巨視的な魚種組成のマニュアルとして活用した。そこで、初声定置網総漁獲量と長井沖大型魚礁海域における合計魚群量指数との対応を図9に示す。なお、定置網総漁獲量は、図7-1に示したように、表層性浮魚類の来遊に伴い膨大な変動を示したため、対数目盛で表示した。

これによると、4月から7月迄の春季から夏季にかけては、漁獲量と魚群量指数の推移はよく対応していたことから、人工魚礁海域においても表層性浮魚類の来遊に伴う影響が示唆された。そこで、これ迄と同様に表面水温および表層性浮魚類出現率と集魚効果の対応を検討した。

今年度の結果においても、表面水温の上昇に伴い浮魚類の来遊が認められ、浮魚類出現率は夏場にピークを迎えた(表4、図10)。そして、合計魚群量指数および魚礁区外の積算魚群量指数は夏場にピークを迎えた(図11, 12)。

これに対して、魚礁区内の積算魚群量指数は、周年を通じて95~161の安定した数値を示した。そして、夏季における集魚効果は低い値を示した(図12, 13)。

また、図7-1, 2の魚種別漁獲量の結果において、底魚(マダイ、ホウボウ等)類、イカ、アジ類が多く占める際に魚礁区内では高い集魚効果を示しており、人工魚礁はこれらの魚類に対して高い集魚効果を示すと思われる。また、11月の釣獲調査ではサバフグも僅かに釣獲されたことから、回遊魚に対しても若干の滞留作用を示すことが窺えた。

結果として、本魚礁海域では全体の合計魚群量指数が少ないほど魚礁区内の集魚率は高まるという逆相関が、認められた(図14)。

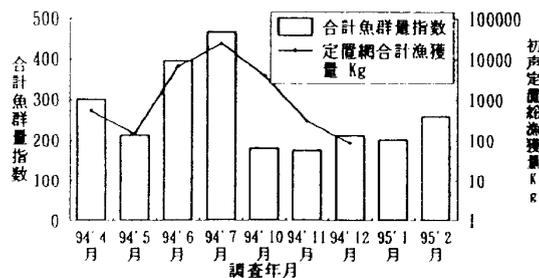


図9 初声定置網の漁獲量(kg)と長井沖大型魚礁の合計魚群量指数の対応

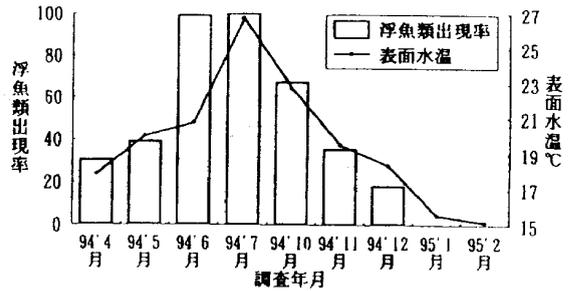


図10 表面水温の季節変化と浮魚類出現率

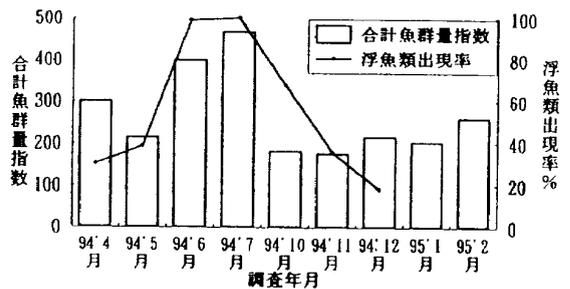


図11 浮魚類出現率と合計魚群量指数の月変化

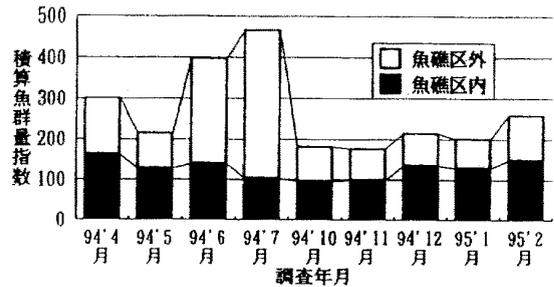


図12 魚礁区内、外における積算魚群量指数の月変化

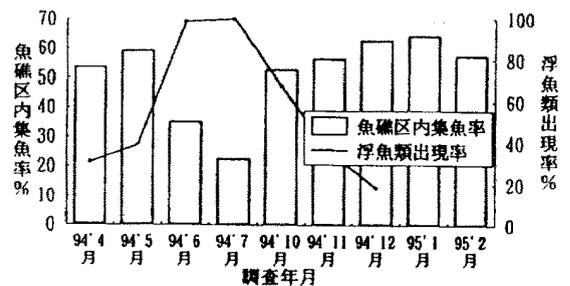


図13 浮魚類出現率と魚礁区内集魚率の季節変化

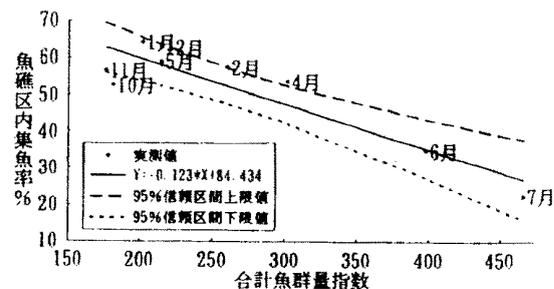


図14 月別魚群量指数合計値と魚礁区内集魚率の関係 (R = -0.919)

考 察

1 魚群分布特性と集魚効果

人工魚礁投入海域における魚群分布特性として、魚礁区内の魚礁区直上に大きな魚群が局在的に分布していることが判った。そして、魚礁区内において魚群が局在的に分布する度合いが大きいほど、魚礁区内において高い集魚効果を示す傾向が認められた。従って、人工魚礁には魚群を局在(集中分布)させる作用があり、これが集魚効果を導くと考えられた。

しかし、実際に漁業者が人工魚礁海域を利用する場合、集中分布した魚群の規模によって、その操業形態は限定される。即ち、本魚礁海域のように局在する魚群の規模が、沖合の陸棚上に形成される漁場のそれと比べて小さい場合、その漁法は釣漁法等の極めて小規模なものに限定される。実際に本魚礁海域で操業しているのは、遊漁船および極めて僅かの刺網船が主体である。

人工礁の効果を実際の漁業における生産性の向上に発展させるには、以下の3点に要約される。

第1に、集魚効果をより大規模なものにすること。

第2に、高級魚に対する選択性のある条件で人工魚礁を投入すること。

第3に、漁業での利用形態を想定して、投入すること。

さし当たって、既に投入されている魚礁については、どのような状況下において魚礁に高い集魚効果が認められるかを把握すると共に、それぞれの魚類がどのような要因で魚礁に集まっているかを究明し、これからの人工魚礁造成事業に反映していく必要がある。

2 集魚効果の季節変動構造

本魚礁海域では、表面水温が上昇する夏季に浮魚類が多く来遊するに伴い合計魚群量指数が急増したが、魚礁区内における集魚効果は逆に低下した。これに対して、底魚類、イカ、アジ類が多く分布する秋季から春先にかけて、合計魚群量指数は低下する傾向が認められたが、魚礁区内では高い集魚効果を示した。魚礁区内における集魚効果が、このような季節変動を示すのは、季節毎に優占的に占める魚種によって、異なった魚群分布特性を示すことに起因すると考えられる。この魚種による魚群分布特性の相違は、浮魚類について最も顕著であると考えられるが、この原因として次の2つの特性が挙げられる。

浮魚類は人工魚礁の様に小規模な海底構造物よりも、より大型の海丘に対して集魚する傾向が強く、人工魚礁単体に対する依存度は低い。

浮魚類は、他の中、底層魚と比べて早く広範囲を回遊することから、人工魚礁に対する滞留性が悪い。

以上の様な特性上、浮魚類の来遊が顕著な夏季には、魚礁区外にも魚群が分散し、結果として魚礁区内にお

ける集魚効果は低下した。これに対して、人工魚礁に対する依存度が高いマダイ、ホウボウ等の底魚類、イカ、アジ類が多く占める冬季は、魚礁区内において高い集魚効果を示した。

従って、人工魚礁を造成する際に、周年を通じて集魚効果を期待するのであれば、底魚類(根付き魚)が多く占める海域に設置し、季節的な生産効果を求めるのであれば、イカ、アジ類およびその他の回遊性魚類の接岸海域や回遊経路に設置し、魚群の滞留性を促すのが機能的であると思われる。

3 本手法の有効性

科学魚群探知機を用いた本手法では、魚群分布量の相対値として魚群量指数を導き、魚群分布特性を把握することができた。しかし、この様に魚群反応に対して指数を導くことは可能であるが、それを形成している魚種の判定および魚群の絶対量の把握は困難である。本報では、魚礁区近傍に設置されている定置網魚種別漁獲量の結果を魚種組成の巨視的なマニュアルとして代用した。

一方、刺網調査では本魚礁海域底層に分布する魚種を確認することができたが、何れの魚種も漁獲尾数が少なくその集魚量を把握するには至らなかった。

この様に、両手法共相反する一長一短があるが、人工魚礁の集魚効果についてより具体的に把握するためには、魚群単位での魚種識別の手法の開発が、課題といえる。

謝 辞

本報告を取りまとめるにあたり、科学魚探を用いた音響調査および釣獲調査に協力していただいた調査船「さがみ」の奥村船長を始めとする乗船員一同、そして水工研が行った刺網調査に協力して戴いた、長井の刺網漁船「三京丸」の梶ヶ谷貞夫船長に、感謝の意を表する。

引用文献

- 1) 荻野隆太(1994):長井沖大型魚礁底層における魚群分布特性 神奈川県水産試験場研究報告第15号, 神奈川県水産試験場, 25~34
- 2) 東海区水研(1975):長井沖魚礁分布調査, 三洋水路株式会社
- 3) 荻野隆太(1994):長井沖大型魚礁底層における魚群分布特性, 南西海ブロック第12回魚礁研究会報告, 水産庁南西海区研究所, 99~108
- 4) 山田悦正・内木幸次(1977):造成漁場における魚類の分布型と行動について, 石川水試研報2, 21~32