

# 魚礁の魚類誘集効果予測手法の開発

南西海区水産研究所外海調査研究部

見元孝一\*・通山正弘\*\*・堀川博史・坂本久雄

調査実施年度：平成3～5年度

## まえがき

魚礁を設置すれば魚が集まることはよく知られた事実である。しかし、どのような材質の魚礁をどのような規模でどのような場所に設置すれば目的が達成されるのかについての明確な根拠を示す報告はほとんど見当たらない。

音響機器類と光学機器類との併用によって、既存魚礁における魚種別・季節別の蝟集状況を調査し、礁の材質・形・高さ・広がり・集積の度合い等、魚礁の構成要素と、流れ・周辺の懸濁物質・水温・塩分などの環境要素を対比させつつ、魚の蝟集に関わる諸環境要因が魚類誘集効果にどのように関わっているかを求め、魚礁の形・大きさ・材質及びそれらの設置規模・設置状況が各魚種の蝟集に与える影響を明らかにし、魚礁設置に関する指針の確立に資することを目的とした。また、人工の魚礁がヤリイカ等の産卵床となっている可能性についても検討した。

## 調査方法

土佐湾中部、高知市沖に設置されている、構成パターンの異なる魚礁を11ヵ所選び、次の調査を行なった。図1に調査海域の魚礁分布図、表1に調査魚礁の構成実態を示した。調査水域は網漁業禁止区域となっており、漁業としてはマダイ延縄、アジ・サバ・イサキ等の遊漁が主なものである。

### 1. 魚群探知機による蝟集魚群量調査及び流動環境調査

当所調査船こたか丸(47.48トン)の魚群探知機(SIMRAD ES470、周波数70 kHz)を用い、3ヵ年に原則として隔月、8方位航走による魚群の分布調査を行なった。同時に超音波潮流計により流れも測定した。

### 2. 漁業情報調査

当魚礁域を主として利用している延縄漁業者から、漁場利用状況の聞き取り調査を行なった。

### 3. 水中テレビロボによる魚礁の観察

当所調査船しらふじ丸搭載の水中テレビロボ(MITSUI RTV-500)により、沖合域人工魚礁に於いてヤリイカ産卵床の有無を観察した。

## 調査結果

### 1. 各魚礁への魚群の蝟集状況

前課題<sup>1)</sup>の中で、サイドスキャンソナーによって当海域の海底魚礁マップを作成した(図1)、その中から主たる魚礁群落を21ヵ所選び、水中テレビロボで観察した。本調査では、更にもその中から構成パターンの異なる11ヵ所を選んで、魚群探知機(SIMRAD ES-470 周波数:70 kHz)によって魚群蝟集状況をみた。

---

\*現 黒潮調査研究官

\*\*現 退職

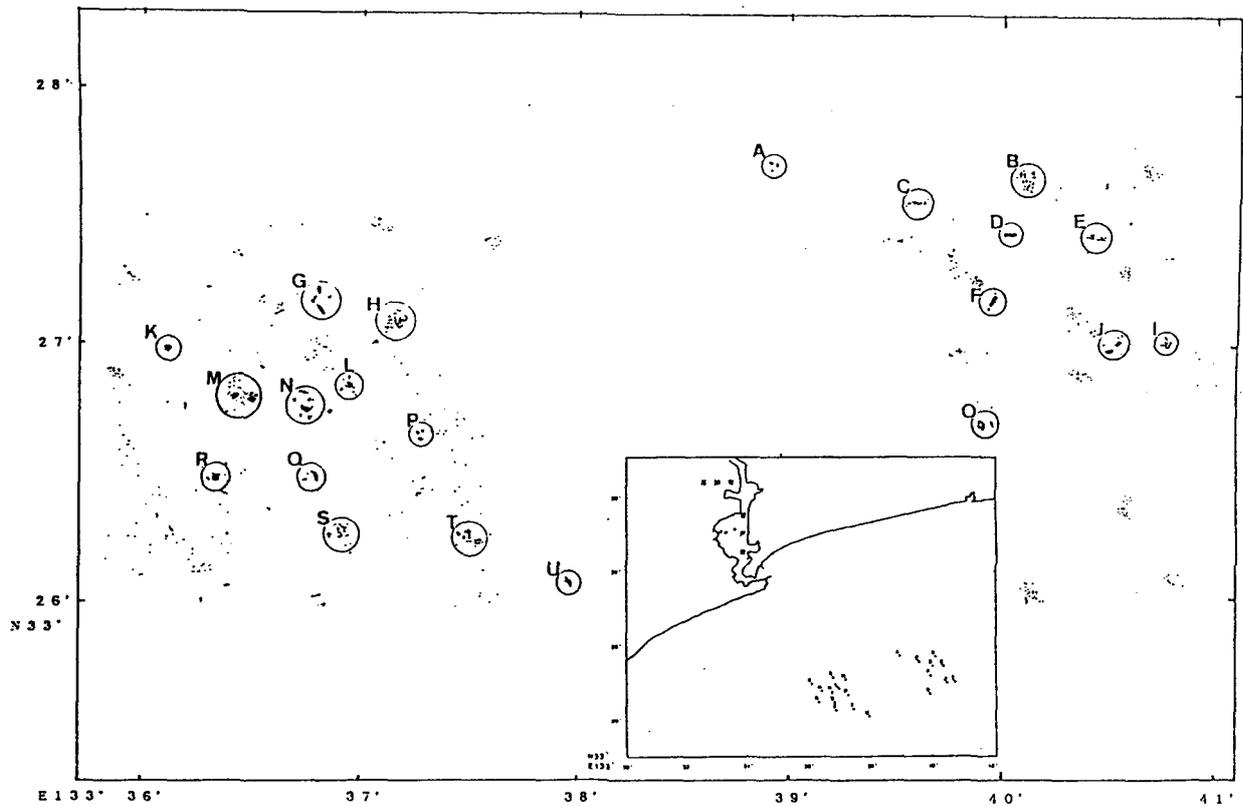


図1. 調査海域の魚礁分布図

表1. 調査魚礁の構成実態

魚礁	水深 (m)	高さ (m)	短径 (m)	長径 (m)	構成材	配置の状態
B	36.5	4	125	150	4m, 1.2mブロック	小型ブロック集中2塊, 大型礁, 廃船
C	36.5	2	30	80	1.2mブロック	集中
E	38.5	4	50	145	4m, 2mブロック	大型・小型各集中2塊
F	40.0	2	50	130	鉾滓	低く平坦な山
G	38.5	6	130	180	鉾滓	5個の山に分かれる
H	39.5	3	100	160	1.5mブロック	比較的集中部分あるが広範囲に散る, 廃船
L	42.5	10	70	100	4mブロック	密集, 頂部は3段
M	44.0	3	100	210	1.5mブロック, 廃パイル	小型ブロック集中と廃パイル密集の2塊
O	44.0	5	50	130	4m, 1.5mブロック	大型ブロック集中と小型の2塊
P	45.0	8	50	60	4mブロック	密集で3塊近接
U	52.0	12	30	55	4mブロック	密集, 頂部は3段

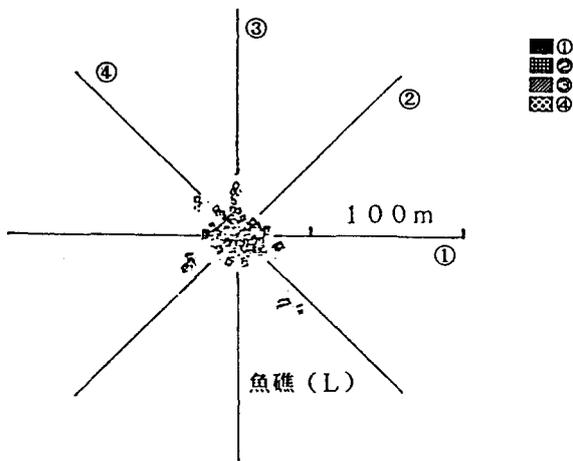
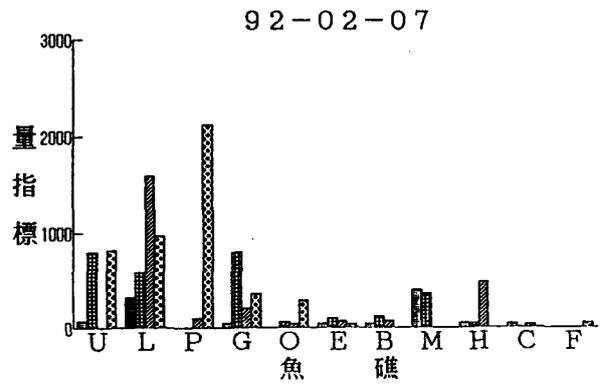
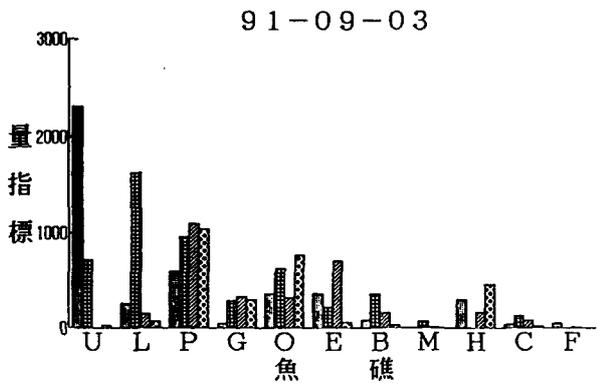
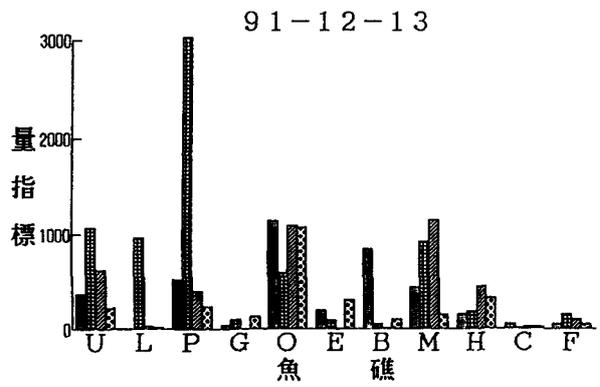
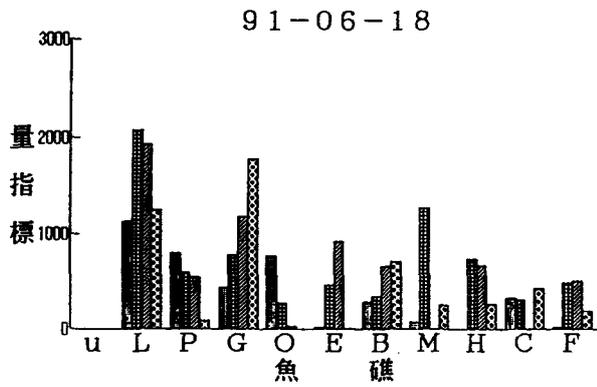
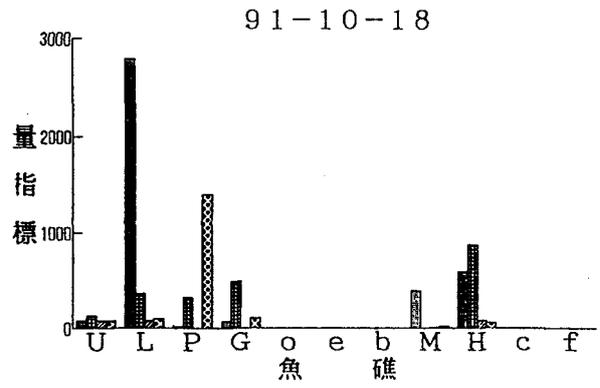
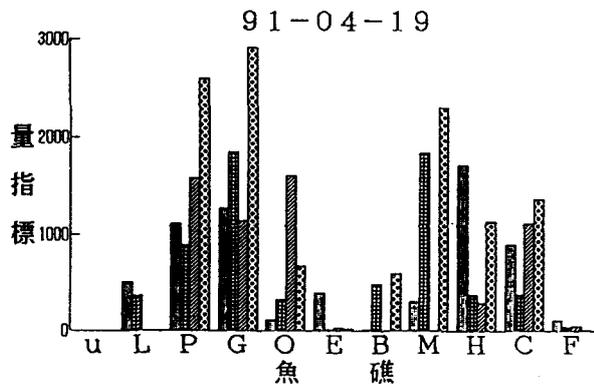


図2(1). 魚群量指標の魚礁別計測結果(平成3年度)  
(魚礁の小文字部分は欠測)

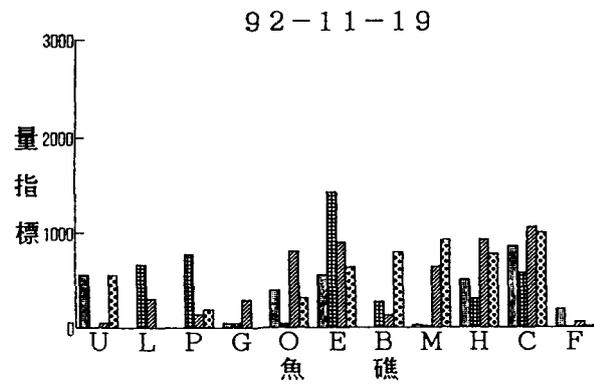
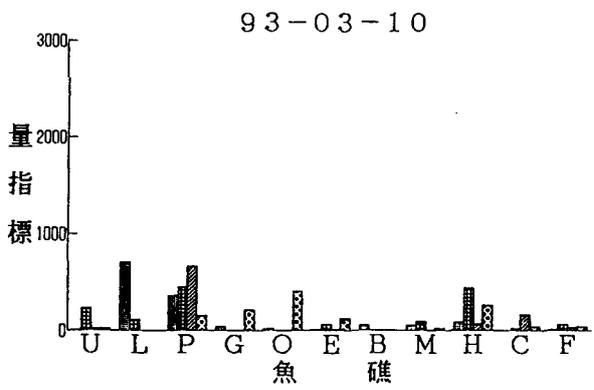
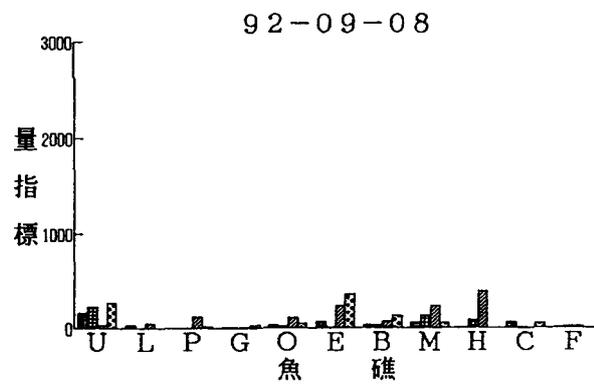
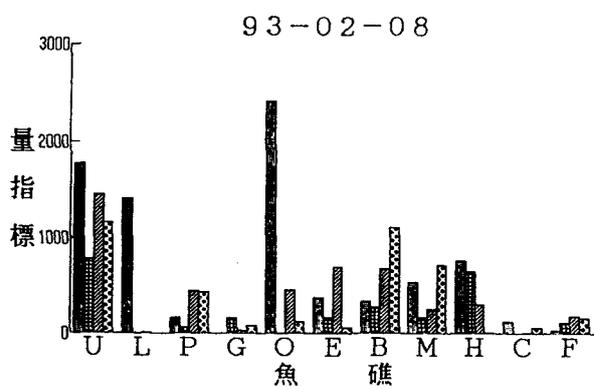
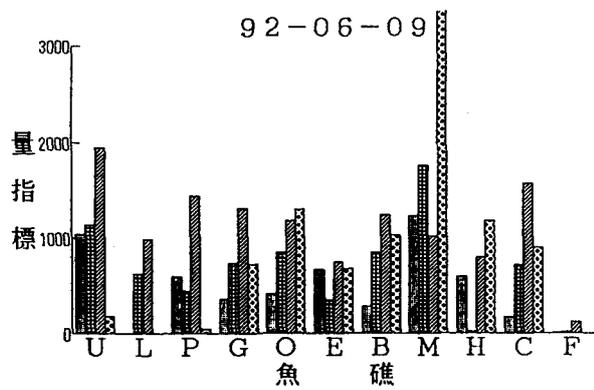
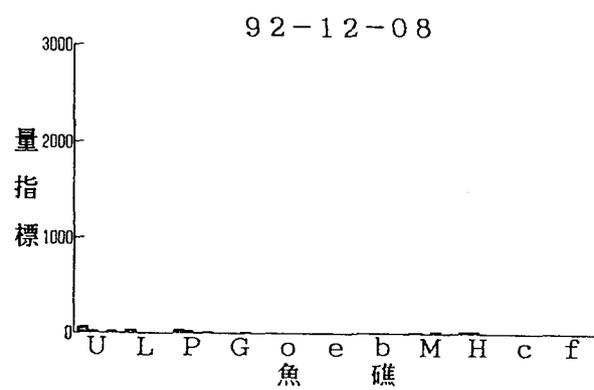
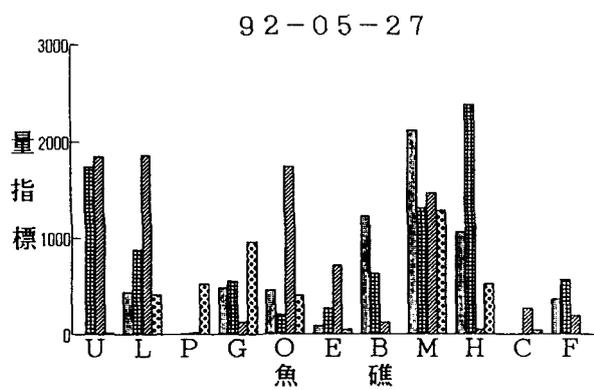


図2(2). 魚群量指標の魚礁別計測結果(平成4年度)  
(魚礁の小文字部分は欠測)

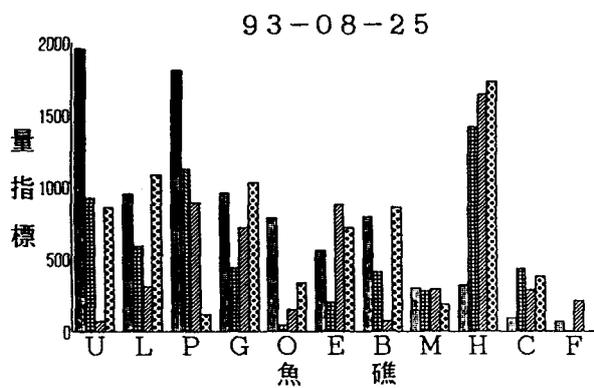
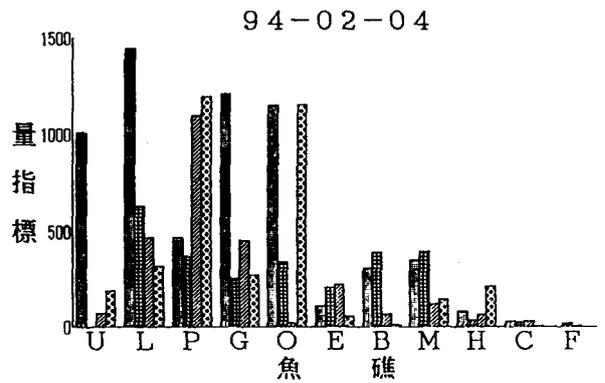
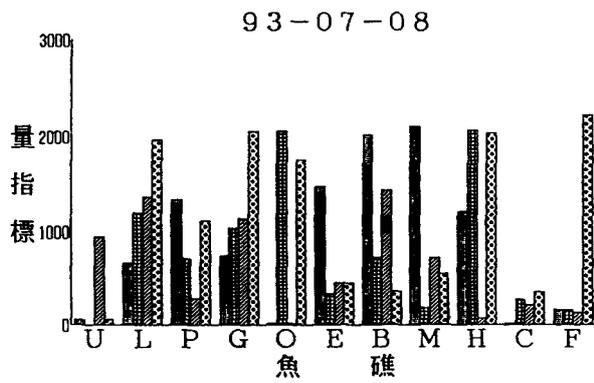
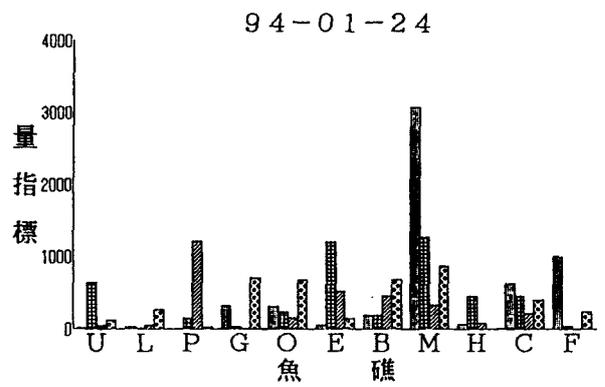
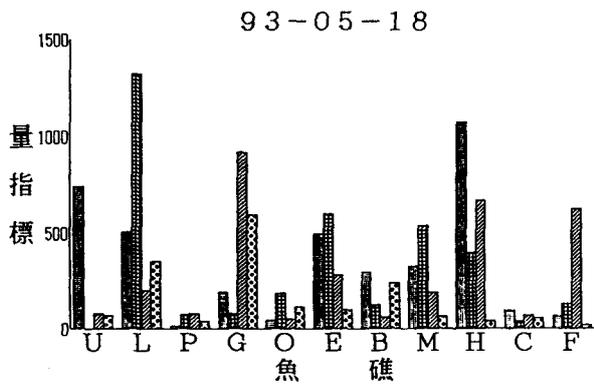
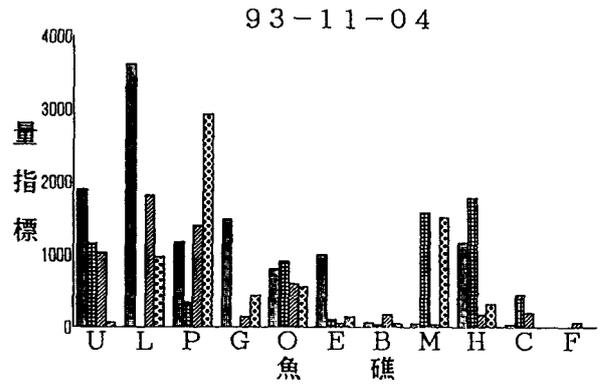
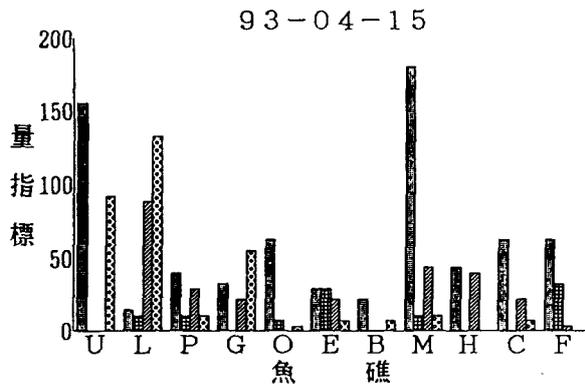


図2(3). 魚群量指標の魚礁別計測結果(平成5年度)

魚礁への魚群集結は非常に局所的で、魚礁上を1回通過しただけでは魚群探知機でうまく捕捉できない場合がかなり生じる。そこで、魚礁中心を基点として、①：東-西、②：北東-南西、③：南-北、④：北西-南東、の8方位4本の調査線を船速5ノットで航走、魚群探知機記録から魚群の量を「反応の厚み×反応の持続距離」を指標としてコース別に集計した。各調査次毎の、魚礁別、コース別結果を図2に示した。

図2にみられるように、同じ魚礁でも4本の調査線で結果に大きくフレのみられる場合が多い。本報告では、各魚礁で、調査次毎の量指標最大値を示すコースの値を、その魚礁の魚群集結量として扱った荒天やロランCの欠射のため、一部欠測もあるが、まとめて表2に示す。

表2. 魚礁別魚群量指標

航 礁	B	C	E	F	G	H	L	M	O	P	U
91-04-19	592.0	1369.0	395.9	111.0	2930.4	1713.1	503.2	2312.5	1605.8	2601.1	
91-06-18	706.7	421.8	917.6	506.9	1776.0	732.6	2072.0	1261.7	765.9	795.5	
91-09-03	370.0	133.2	710.4	55.5	333.0	469.9	1631.7	77.7	765.9	1098.9	2316.2
91-10-18					495.8	873.2	2793.5	392.2		1398.6	136.9
91-12-13	832.5	51.8	307.1	159.1	140.6	447.7	954.6	1147.0	1139.6	3041.4	1065.6
92-02-07	129.5	44.4	103.6	51.8	799.2	481.0	1583.6	410.7	296.0	2120.1	814.0
92-05-27	1215.5	281.2	714.1	569.8	954.6	2386.5	1856.7	2120.1	1739.0	529.1	1848.2
92-06-09	1233.6	1562.9	743.7	129.5	1309.8	1176.6	987.9	3811.0	1295.0	1435.6	1942.5
92-09-08	133.2	66.6	366.3	22.2	33.3	399.6	59.2	240.5	114.7	125.8	277.5
92-11-19	799.2	1054.5	1428.2	199.8	292.3	928.7	666.0	925.0	806.6	777.0	555.0
92-12-08					14.8	22.2	33.3	22.2		40.7	62.9
93-02-08	1101.1	125.8	695.6	185.0	169.8	754.8	1409.7	717.8	2414.3	447.7	1764.9
93-03-10	55.5	166.5	129.5	62.9	210.9	444.0	706.7	92.5	414.4	666.0	236.8
93-04-15	22.2	62.9	29.6	62.9	55.5	44.4	133.2	181.3	62.9	40.7	155.4
93-05-18	296.0	99.9	599.4	625.3	917.6	1073.0	1324.6	536.5	188.7	81.4	736.3
93-07-08	2016.5	351.5	1472.6	2231.1	2057.2	2064.6	1968.4	2101.6	2060.9	1335.7	950.9
93-08-25	862.1	436.6	884.3	214.6	1036.0	1739.0	1091.5	303.4	788.1	1816.7	1961.0
93-11-04	185.0	462.5	1013.8	70.3	1491.1	1794.5	3626.0	1598.4	910.2	2945.2	1905.5
94-01-24	684.5	629.0	1213.6	1013.8	717.8	462.5	273.8	3095.8	680.8	1221.0	640.1
94-02-04	395.9	33.3	225.7	22.2	1213.6	218.3	1446.7	399.6	1158.1	1198.8	1006.4
総平均	646.2	408.5	663.9	349.7	847.5	911.3	1256.1	1087.4	955.9	1185.9	1020.9
完平均	645.8	347.7	664.8	354.7	733.3	930.3	1232.5	1109.9	927.2	1180.1	1136.0
大群出現	4/18	3/18	3/18	1/18	4/20	6/20	9/20	6/20	6/18	9/20	7/18

注 空欄は欠測

「総平均」は調査全平均

「完平均」は全魚礁を調査した航海の平均

「大群出現」は量指標 1,000を超える大群の出現頻度（回数／調査数）

この3年間の魚探調査データを魚礁毎に平均してみると、一応魚類誘集能に優劣のランクづけはできる。しかし、これだけのデータからその優劣を論じていいものかどうか検定した結果を表3に示した。

調査魚礁は大きくは2つのブロックに分けられる（図1）。表3を西側（M～U）と東側（C～E）に2本線で分けしたが、西側に属する6魚礁間には有意の差が認められない。東側に属する5魚礁間ではOとC、OとF間に差がみられている。東西のブロック間でみると、O以外の東側ブロックの魚礁は西側より少し誘集能が落ちると言えそうである。魚礁の構成材や規模の問題もあるが、大きくみた設

表3. 魚礁別蛸集魚群量指標平均値の差の検定

魚礁	M	G	L	H	P	U	C	O	F	B	E
M	-	-	-	-	-	-	*	-	*	-	-
G		-	-	-	-	-	*	-	-	-	-
L			-	-	-	-	**	-	**	*	*
H				-	-	-	**	-	*	-	-
P					-	-	**	-	**	-	-
U						-	**	-	**	*	*
C								**	-	-	-
O									*	-	-
F										-	-
B											-
E											

有意水準 \*\* : <1% \* : <5% - : N.S.

置場所の影響の方が大きいと言えるかも知れない。

また、魚探記録上で一つの大群と認識される魚群は、いずれもその重心を魚礁中心の高まりの潮上側にもって位置していた。表2中に、量指標で1,000を超える大群が記録された頻度を最下段に示した。

蛸集魚種の確認は行っていないが、前課題<sup>1)</sup>における水中テレビロボでの観察から、主体はネンプツダイとみられるが、本調査中に時々‘ワキ’を見たことからイワシ・アジ・サバ類の可能性もある。

2. マダイ延縄漁業による各魚礁別釣獲率

当魚礁漁場を主漁場としてマダイ延縄漁業を営んでいる漁業者の一人から、永年にわたっての詳細な操業記録を提供していただいた。漁業者の魚礁別呼び名と本調査魚礁とを照合して抽出し、昭和63年～平成4年（平成5年はほとんど稼働せず）の5カ年について整理した結果を表4に示す。この他の漁場にも出漁しているが、平均的に見るとこの魚礁漁場域での釣獲率が高い。

魚探調査による魚礁別平均蛸集魚群量に、一部を除いて有意差が無いと先に述べたが、マダイの平均釣獲率と魚探調査結果を魚礁別に見ると逆相関がうかがえる（図3）。相関関係を散布図として図4に示した。相関係数は-0.773となり、高い負の相関が認められる。

表4. 調査水域内マダイ延縄漁獲状況（昭和63年～平成4年）

魚礁	操業回数	有効針数	マダイ漁獲	その他漁獲	マダイ釣獲率	総釣獲率
a	29	1004	21	23	2.091	4.382
B	46	1645	50	35	3.039	5.167
C	45	1544	46	51	2.979	6.282
d	5	161	6	3	3.726	5.590
E	62	2107	70	45	3.322	5.457
F	28	1015	41	35	4.039	7.487
G	87	3024	74	92	2.447	5.489
H	90	3538	96	62	2.713	4.465
i	31	1066	19	17	1.782	3.377
j	9	300	11	4	3.666	5.000
k	47	1598	41	21	2.565	3.879
L	6	193	2	5	1.036	3.626
M	71	2498	72	32	2.882	4.163
n	36	1253	28	36	2.234	5.107
O	28	918	12	15	1.307	2.941
P	42	1470	23	22	1.564	3.061
q	52	1775	30	23	1.690	2.985
r	5	175	4	3	2.285	4.000
s	44	1475	30	31	2.033	4.135
t	52	1876	35	21	1.865	2.985
U	34	1157	23	9	1.987	2.765
水域計	849	29792	734	585	2.463	4.427
その他計	659	22382	489	474	2.184	4.302
合計	1508	52174	1223	1059	2.344	4.373

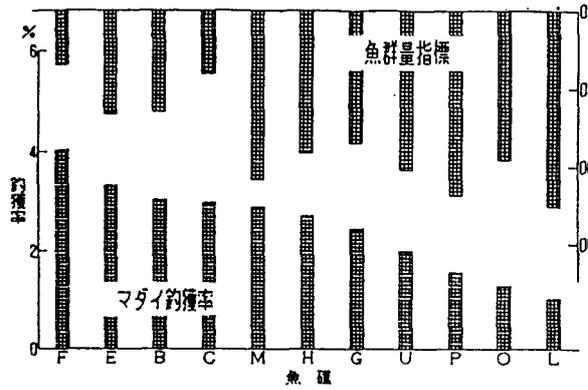


図3. 魚礁別マダイ釣獲率と平均魚群量指標の比較

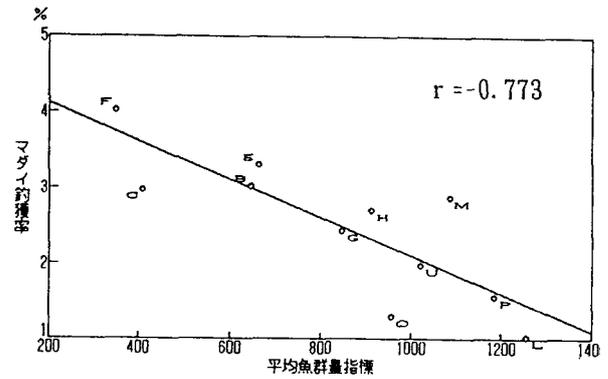


図4. 魚礁別平均魚群量指標とマダイ釣獲率

### 3. 沖合人工魚礁でのヤリイカの産卵

ヤリイカの産卵場は、北海道南西部沿岸では岸近くの岩礁地帯の岩棚天井面や海藻に産卵されるとし（諫早・高橋<sup>2)</sup>）、日本海北部の山形県飛島周辺では水深 3~30mの波静かで、潮通しが良く、モク類が多く、岩棚若しくは転石の多いところに形成されている（山洞他<sup>3)</sup>）。しかし土佐湾沿岸にはこのようなリアス式海岸は足摺・室戸の両岬付近を除いて少なく、多くは砂泥地帯となっている。特に根付きの魚礁は認められないが、水深 100~150m の海底にはビノスガイモドキが等深線に沿って分布し、その貝殻地帯が産卵床となっている可能性がある（通山他<sup>4)</sup>）。この他に土佐湾の水深 100~500m 区間にはシイラ漬けが 1,000基以上あり、その錨として土俵が大量に投入されていることからこれらの土俵やロープも産卵床の一翼を担っていると考えられる。

次に産卵場の適水温についてみると、北海道南西岸域や日本海側では、7~14℃を示すと言われている（浜部<sup>5)</sup>、石井・村田<sup>6)</sup>）。土佐湾のヤリイカ産卵期に当たる 1月下旬~4月下旬の水温鉛直分布をみると、浅海域の水温は 15~18℃の高温水帯を示しているが、100m以深には適水温帯が存在する（通山他<sup>7)</sup>）。このように北日本に比べ、南の土佐湾ではヤリイカ産卵の好適水温帯が深みに存在することから、産卵場所も深みに形成されているようである。

平成4年4月16~17日、20~21日に本調査水域のやや沖合に設置されている高知県中央地区人工魚礁漁場（水深75~85m）で当所調査船しらふじ丸により、水中テレビロボを用いて観察を行ったが、底層水温が18.04℃から19.22℃と、例年より高かったこともあってか、魚礁に着生した卵塊は発見できなかった。しかし、平行して行った双子型 R80ネット（海底直上より水面までの鉛直曳き）による 2時間毎の24時間連続調査で 4月21日午前 7時に、孵化直後のヤリイカ稚仔（外套長 5mm）が 1尾採集された。

## 考 察

魚探調査で得た魚群の蛸集量と、延縄漁業でのマダイ釣獲率の間に負の相関が高いことを上で述べた。

この課題の命題から、魚礁の特徴の何が魚の蛸集に対して効いているかをみる必要がある。魚礁の特徴としては、高さ、広がり、構成材質、形、規模、集積の度合い、設置からの経過年数、さらには隣接魚礁との距離や位置関係など複雑多岐にわたって検討の必要がある。結果の 1. 2. から、ここで今のところ魚礁の特徴の内、絶対値として捉えられている高さ、広がり等（表 1）との関係について考察する。

### 1. 魚礁の高さ

図 5 に平均魚群量指標と魚礁の高さ、図 6 にマダイ釣獲率と魚礁の高さの散布図を示した。また、設置水深に対する比高（最大の L で 23.5%）ともそれぞれ対比させ、図 7、図 8 に示した。本調査結果

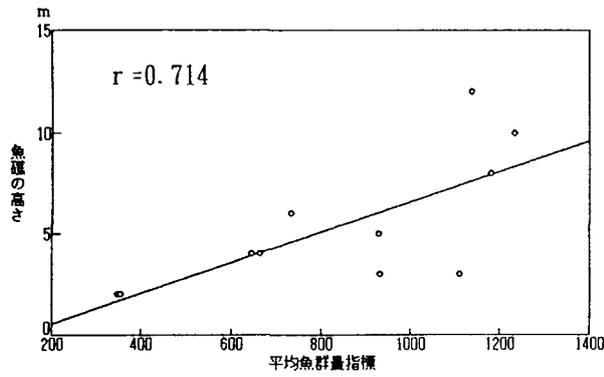


図5. 平均魚群量指標と魚礁の高さ

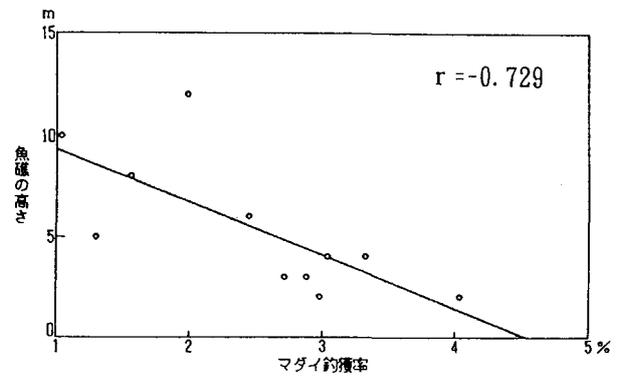


図6. マダイ釣獲率と魚礁の高さ

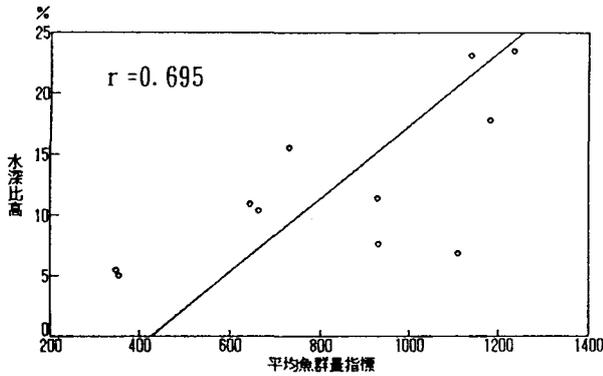


図7. 平均魚群量指標と魚礁の水深比高

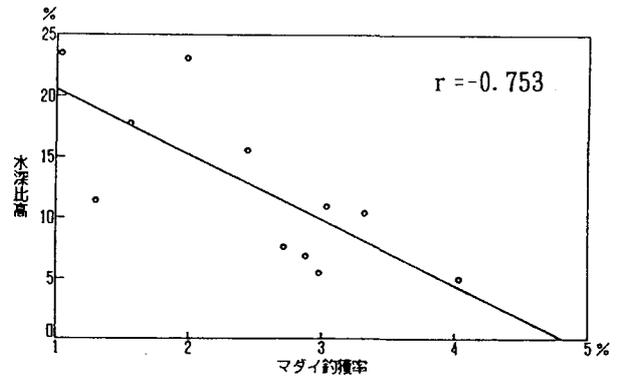


図8. マダイ釣獲率と魚礁の水深比高

からは、平均魚群量指標は魚礁の高さの要素と正の相関が高く、マダイ釣獲率では魚礁の高さの要素と負の相関が高い。浮魚類の誘集には高さのある魚礁が有利、マダイ延縄にとっては高さはマイナス要因ということになるだろうか。同一事業量では、高く積み上げると広がり小さくなるわけで、延縄漁法の性格から、枝針の魚礁との係わりかたはそれだけ薄くなり不利である点は考慮しなければならない。

## 2. 魚礁の広さ

魚礁の広がりを考える場合、どこを境界とするかむつかしい面もある。ここでは単純に、表1に示した短径×長径を広さとして比較した。平均魚群量指標と広さの関係を図9に、マダイ釣獲率と広さの関係を図10に示す。図9では相関はないといえる。図10のマダイ釣獲率では、幾らか右上がりの傾向線を見せているものの、同じ広さで釣獲率の高低に分かれている。広ければ良いというものでもなさそうである。

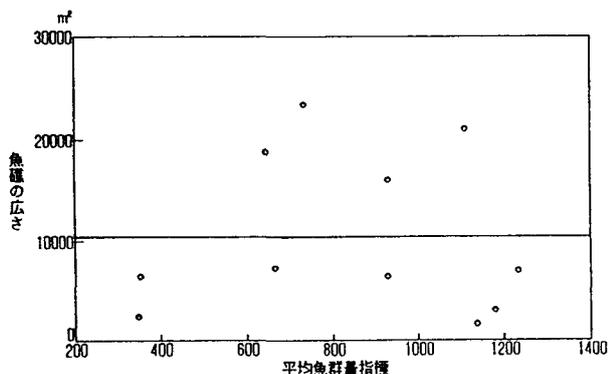


図9. 平均魚群量指標と魚礁の広がり

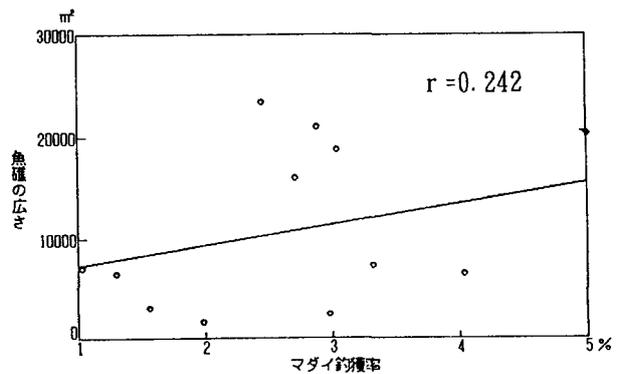


図10. マダイ釣獲率と魚礁の広がり

以上、未だわずかな考察しか行っていないが、浮魚類を集めるには魚礁に高さの要素が有効で、マダイ延縄漁業のための魚礁としては、4 mよりも低い魚礁が望ましいという結果が得られ、事業の中でこのような造成を行うことによって効果が期待できる。漁獲資料を提供してくれた漁業者は、「マダイのためには、4 m角を中心に少し入れて、その周辺に2 m角程度の小型ブロックを散らばらせた魚礁を造ってほしい」と言っている。

魚種の確認がここでも果たせなかったことがまことに残念である。この水域でマダイが生息、漁獲されていることは事実であるのに、前課題の度重なる水中テレビロボ観察でもついに一度もマダイを視認することができなかった。観察のための船の定置作業や、ロボビークルのプロペラ音がマダイを遠ざけていることを考えて、デモをみて有効と思われた手軽な曳航式テレビの導入を考えたが、購入できなかった。

## 摘 要

1. 高知市沖人工魚礁漁場において、魚礁別の魚群蛸集状況を魚群探知機を用いて調査し、漁業者から提供を受けたマダイ延縄漁獲状況資料から、魚礁の特徴との対比を試みた。
2. 魚探による蛸集魚群量は調査毎のばらつきが大きく、平均値をもって魚礁の優劣を論じるには一部問題もあるが、魚礁毎の平均値とマダイ延縄釣獲率には高い負の相関がみられた。
3. 魚礁の高さ（水深比で最高 23.5 %）と魚探調査による蛸集魚群量の間には正相関、魚礁の高さとマダイ延縄釣獲率の間には負の相関がいずれも高い。
4. 魚礁の広がりとは無相関、広がりとはマダイ延縄釣獲率では、いくらか広い方が有利といえる。
5. 浮魚類の誘集には高さが必要、マダイにとっては高さはむしろマイナス要因ではなかろうか。マダイの場合、延縄の釣針の魚礁との遭遇率を考えれば、ある程度の広がりが必要と求められる。
6. 人工の魚礁が土佐湾でヤリイカの産卵床となっていることのテレビ観察確認は果たせなかったが、調査魚礁周辺で孵化直後の稚仔（外套長 5mm）が1尾ネット採集されたことから産卵床として機能している可能性が示唆された。
7. 魚礁の特徴と魚の蛸集に関し、もう少し時間をかけて検討を追加したい。

## 引用文献

- 1) 見元孝一・堀川博史・通山正弘・坂本久雄, 1991: 無人探査装置による魚礁蛸集魚の生態解析. 平成2年度沿岸漁場整備開発事業に関する水産研究所研究報告書, 水産庁振興部開発課, 9-23.
- 2) 諫早隆夫・高橋武司, 1934: イカ卵の一種について No. 6 第2. ヤリイカの適温試験. 北水試旬報, (249), 4-5.
- 3) 山洞 仁・佐藤雅希・大井明彦・今野 亘・山田彰一・鈴木恒夫, 1986: 飛鳥地区のヤリイカ. 昭和60年度大規模増殖場造成事業調査総合報告書, 水産庁, 1-60.
- 4) 通山正弘・堀川博史・岸田周三, 1983: 土佐湾中央部の魚礁とその周辺の砂泥域で漁獲される主要魚種の分布構造. 南西海ブロック第5回魚礁研究会報告, 南西海区水産研究所, 7-16.
- 5) 浜部基次, 1960: ヤリイカ *Loligo bleekeri* KEFERSTEIN の初期発生について. 日水研年報, (6), 149-155.
- 6) 石井 正・村田 守, 1976: 北海道後志海域におけるヤリイカの漁業と生態に関する2・3の知見. 北水研報告, (41), 31-48.
- 7) 通山正弘・坂本久雄・堀川博史, 1987: 土佐湾におけるヤリイカの分布と環境との関係. 南西外海の資源・海洋研究, (3), 南西海区水産研究所, 27-36