

人工魚礁周辺域における魚類の分布

内野 憲・山崎 淳・井上 寿

On Fish Cluster around Artificial Reef

Ken UCHINO, Atsushi YAMAZAKI and Hisashi INOUE

Synopsis

Using catch records of experimental trammel-net fishings, which were conducted at 100 m and 500 m distances from artificial reef, fish cluster around the reef was described. The artificial reef was constructed with 1,572 concrete blocks, 1.5 m square each, in 55 m depth of the western Wakasa Bay. 904 fishes with 53 species were caught by 10 fishings through May 1982 to February 1983, of which commercially important 9 species could be characterized as follows.

- (1) *Branchiostegus japonicus japonicus*, *Sebastes schlegeli*, *Trachurus japonicus*, *Pagrus major* (larger than FL 30 cm), distributed in abundance at 100 m distance from the reef,
- (2) *Argyrosomus argentatus*, in abundance at 500 m distance,
- (3) *Paralichthy olivaceus*, *Chelidonichthys kumu*, *Sebasticus marmoratus*, *Dentex tumifrons*, were fished evenly from both the distances from the reef.

人工魚礁の設置は、旧漁場の拡充あるいは新漁場の造成を目的としており、その設置にあたっては、生物的条件・物理的条件・社会的条件などを検討し規模・構造・配置などが決められてきた。そして、設置された魚礁に、どのような魚種が、いつ・どの程度の密度で鰈集しているかを把握しなくてはならない。その方法としては、潜水調査・水中テレビ調査などの直接視覚による方法、三枚刺網をはじめとした試験操業調査、さらに、漁業者の日々の操業記録（標本日誌）による方法などがいままでに試みられている。しかし、それぞれの方法には長短所があり十分な調査結果を導き出すことは難しい。

筆者らは、今回、若狭湾西部海域、通称「丹後海」の水深55m海域に設置された黒崎沖人工魚礁周辺域で三枚刺網を使用した試験操業を実施した。操業位置を魚礁から100mおよび500mとして、両位置からの漁獲物を比較した。この方法は、礁への魚の鰈集を礁からの遠近によって判断するもので、主要魚種9種について礁をとりまく分布状況を検討することができた。

調査対象魚礁と調査方法

調査対象魚礁は、若狭湾西部海域内（丹後海）の黒崎沖合、水深55m海域に、1973年と1978年に設置されたものであり、設置場所は内湾性の強い海域である（Fig. 1）。

魚礁付近の海底は平坦であり、底質は泥と砂質泥の複合域で、粘土シルト分が50%以上を占めている（京都府立海洋センター、1978）。同人工魚礁は、1.5m×1.5m角コンクリートブロック1572個でつくられ、魚礁最高部は

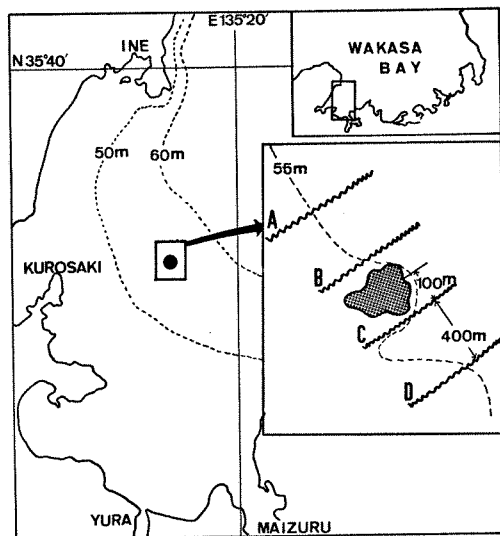


Fig. 1 Map showing the sites of artificial reef and of experimental fishing by trammel-nets (A, B, C, D).

人工魚礁周辺域における魚類：内野・山崎・井上

Table 1 Experimental trammel-net fishing records.

Date	Survey in Evening						Survey in Morning					
	Number of net-boxes used				Shooting time	hauling time	Number of net-boxes used				Shooting time	hauling time
	A	B	C	D			A	B	C	D		
1983. 5.13~14	—	8	8	7	16 ¹⁰ ~16 ³⁵	21 ²⁸ ~23 ²⁰	—	7	8	7	02 ¹⁴ ~02 ⁴⁰	07 ¹³ ~08 ³¹
1982. 7.20~21	10	10	10	10	16 ⁰⁷ ~16 ⁵⁵	01 ¹¹ ~03 ⁵⁴	10	10	10	10	01 ¹⁹ ~02 ¹⁵	08 ⁰⁷ ~10 ⁵⁰
1983.10. 5~ 6	8	8	8	8	15 ¹² ~15 ⁵⁰	20 ¹⁸ ~00 ⁰⁵	8	8	7	8	03 ¹⁵ ~03 ⁵⁴	08 ²⁵ ~11 ⁵⁵
1982.12. 7~ 8	8	8	8	8	14 ³⁹ ~15 ⁰⁹	20 ⁰⁷ ~22 ¹³	8	8	8	8	02 ⁴⁶ ~03 ¹⁵	08 ¹⁷ ~10 ¹³
1983. 2.22~23	7	7	7	7	16 ¹⁹ ~16 ⁴⁴	21 ¹⁷ ~23 ¹²	7	7	7	7	04 ²⁰ ~04 ⁵⁰	08 ¹³ ~09 ⁵⁷

Table 3 Number of the fish caught by the experimental trammel-net fishings around the

Fish species	Fishing site	Date	1983.5.13~14			1982.7.19~21					
			Number of net-boxes used			a	b	a+b	a	b	a+b
			31	14**	45	40	40	80			
1 <i>Stephanolepis cirrhifer</i>	カワハギ		1		1			1	1		
2 <i>Pseudorhombus pentopthalmus</i>	タマガンゾウヒラメ		18	16	34			11	16	27	
3* <i>Pagrus major</i>	マダイ		5		5			9	6	15	
4* <i>Sebastiscus marmoratus</i>	カサゴ		4	3	7			10	8	18	
5* <i>Trachurus japonicus</i>	マアジ		5	1	6			4	2	6	
6* <i>Chelidonichthys kumu</i>	ホウボウ		4	8	12			6	1	7	
7 <i>Saurius undosquamis</i>	マエソ										
8 <i>Caranx equula</i>	カイワリ										
9* <i>Argyrosomus argentatus</i>	イシモチ		1		1				4	4	
10 <i>Raja kenoei</i>	ガンギユイ							9	7	16	
11* <i>Dentex tumifrons</i>	キダイ		1	1	2				2	2	
12* <i>Parolichthys olivaceus</i>	ヒラメ		2	1	3			4	2	6	
13* <i>Sebastes schlegeli</i>	クロソイ		1		1						
14 <i>Sardinops melanosticta</i>	マイワシ										
15 <i>Navodon modestus</i>	ウマズラハギ		1		1			3		3	
16* <i>Branchiostegus japonicus japonicus</i>	アカアマダイ		2		2			2	1	3	
17 <i>Hexagrammos otakii</i>	アイナメ		4	1	5			1	1	2	
18 <i>Uranoscopus japonicus</i>	ミシマオコゼ							2	7	9	
19 <i>Zeus japonicus</i>	マトウダイ							2	2	4	
20 <i>Pleuronichthys cornutus</i>	メイタガレイ							1	4	5	
21 <i>Narke japonica</i>	シビレエイ							2	1	3	
others			4	2	6			16	17	33	
Total number of individuals			53	33	86			82	82	164	
Number of fish species					16					29	

* commercially important fishes.

Table 2 Temperature (°C), Salinity (‰), Current (cm/sec.) at 50 m—52 m depth around the artificial reef.

Date	Temperature (°C)	Salinity (‰)	current (cm/sec)	
1983. 5.13~14	14.6	34.3	3~6	NE~SW
1982. 7.20~21	18.8~19.3	34.5	8~12	SE~NE
1983.10. 5~6	19.5~20.2	—	7~11	SE~E
1982.12. 7~8	16.6~16.8	33.5	16~32	SW~SE
1983. 2.22~23	11.6	34.2	10~24	N~SE

artificial reef in 1982 and 1983. (a); by net-B and-C (b); by net-A and -D

1983.10.5~6			1982.12.7~8			1983.2.22~23			Total			Total number of individuals	
a	b	a+b	a	b	a+b	a	b	a+b	a	b	a+b	evening	Morning
31	32	63	32	32	64	28	28	56	162	146	308	155	153
77	53	130	15	10	25	3	1	4	96	65	161	39	122
4	11	15		4	4	9	7	16	42	54	96	44	52
14	6	20	24	20	44	3	6	9	55	38	93	35	58
3	5	8	5	10	15	18	5	23	40	31	71	31	40
14	14	28	11		11	2		2	36	17	53	14	39
10	4	14	1		1	1	2	3	22	15	37	10	27
3	2	5	1		1	10	18	28	14	20	34	24	10
2	1	3	19	11	30				21	12	33	2	31
	6	6	5	4	9	4	4	8	10	18	28	10	18
3	2	5		1	1		1	1	12	11	23	16	7
9	6	15					1	1	10	10	20	7	13
2	1	3				4	4	8	12	8	20	9	11
			1		1	13	5	18	15	5	20	9	11
						6	14	20	6	14	20	13	7
3	4	7	2	2	4	2		2	11	6	17	7	10
3	2	5	3	1	4	2		2	12	4	16	6	10
	1	1	2	1	3	2	1	3	9	5	14	9	5
1		1		2	2		2	2	3	11	14	7	7
3	4	7		1	1				5	7	12	9	3
2	2	4		1	1		1	1	3	8	11	5	6
3	5	8							5	6	11	5	6
6	4	10	11	8	19	13	19	32	50	50	100	47	53
162	133	295	100	76	176	92	91	183	489	415	904	358	546
	29			24				32			53		

** No survey at st. A in Fig. 1.

5 mの高さである。

試験操業には、1反の長さ50mの三枚刺網（高さ3m、網目D/6本 66m/mとD/9本 300m/m）を使用した。調査は、刺網7～10反連結を一連とした刺網を Fig. 1 に示すように、魚礁からの距離100m域、500m域に各2連、計4連投網する方法で行われた。各調査では、夕方に投網し夜中に揚網する夕網、早朝に投網し朝間に揚網する朝網が実施された。

網の沈設時間は、各調査とも同じになるようにしたが、天候や海況の都合で若干の差が生じた。各調査の投網、揚網時間等の操業状況は Table 1 に示したとおりである。刺網の漁獲物については、種の査定と体長を測定した。なお、各調査時には、CTD（ニールブラウン製）を用い水温と塩分を、デジタル流向速計 SD-2（センサーデータ社製）を用い海底付近の流れを測定した。

結 果

漁獲状況の概要 各調査時の魚礁周辺域の水深50～55 m層における水温、塩分、潮流観測結果を Table 2 に示した。水温は、5月から徐々に上昇し10月に 20°C と最高を示し、2月には 12°C 以下となった。塩分は、33.5～34.5%の範囲で季節による変動は少なかった。潮流は、20 cm/sec 以下の流れが多かったが、12月観測時には 32 cm/sec の流れがみられた。流向は、南東方向に流れる割合が多く、当海域の恒常的な流動パターン（京都府立海洋センター、1978）に適合していた。

延10回の刺網操業で、53種904尾の魚を漁獲した。

Table 3 に各調査時の魚種別網別漁獲尾数を示した。各調査で出現した魚種は、16種（5月）から32種（2月）の範囲であった。漁獲尾数は、各操業とも、魚礁からの距離100m域での漁獲の方が500m域でのそれより多かった。100m域からの漁獲は1操業当り 53～162尾、また500m域からは33～133尾であった。各魚種の年間漁獲尾数は、カワハギ *Stephanolepis cirrhifer* が一番多く（161尾）、ついで多く漁獲された魚種は、タマガンゾウビラメ *Pseudorhombus pentonththalmus*（96尾）、マダイ *Pagrus major*（93尾）、カサゴ *Sebastes marmoratus*（71尾）、マアジ *Trachurus japonicus*（53尾）であった。

各調査月における出現魚種組成は、例えば10月にカワハギが集中的に漁獲されていたように、月によって異なる（Fig. 2）。そこで、まず各調査月ごとの魚種組成を検討した。5月の場合、タマガンゾウビラメの占める割合が40%と高く、ホウボウ *Chelidonichthys kume*（14

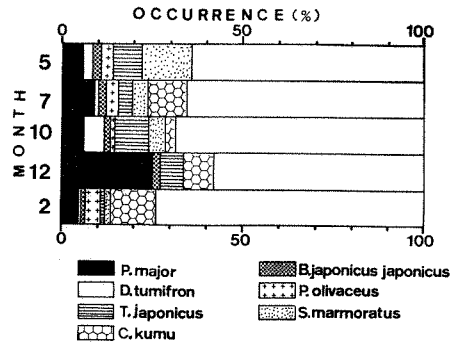


Fig. 2 Monthly species compositions of fishes caught by experimental trammel-net fishing around the artificial reef of the western Wakasa Bay in 1982 and 1983.

%), マアジ（8%）、マダイ（6%）、アイナメ *Hexagrammos otakii*（6%）がこれにつづいて多かった。7月では、タマガンゾウビラメは第1位であったが17%で5月よりは減少し、カサゴ（11%）、ガンギエイ *Raja kenoei*（10%）、マダイ（9%）の占める割合が多くなった。10月調査では、カワハギが44%と圧倒的に多くなり、マアジは10%、マダイは7%であった。12月の場合、マダイが第1位で25%を占めた。2月になるとマダイは5%と減少し、マエソ *Saurius undosquamis*（15%）、カサゴ（13%）、クロソイ *Sebastes schlegeli*（10%）が多かった。

各調査月の魚種組成上の特徴は以上のとおりであったが、種によっては、水温変化に伴う季節移動をすることもあった。したがって、主要有用9種（年間漁獲尾数が15尾以上で、釣・延縄漁業の主要漁獲対象種、Table 3中に※印で示す）の月別漁獲尾数をその月の水温との関係で検討してみる必要がある。マダイは、5月以後順次増加し、12月に最大となり、水温が12°C以下になった2月（Table 2）には少なくなった。ホウボウは、5月と10月に特に多く、水温が低下する12月と2月には少なくなった。キダイ *Dentex tumifrons* とマアジは10月に、クロソイは12月に多く漁獲された。これに対し、アカアマダイ *Branchiostegus japonicus japonicus*、ヒラメ *Paralichthys olivaceus*、カサゴ、インモチ *Arggrosomus argentus* は、季節による変動は少なかった。

有用9種の羅網時間帯を知るために、各魚種の朝網と夕網漁獲尾数の割合（1反当り朝網漁獲尾数/1反当り夕網漁獲尾数）を調べた。この漁獲割合が1.5以上、すなわち朝網に多く羅網した種は、マダイ・マアジ・ホウ

ボウ・イシモチ・キダイ・アカアマダイであった。ヒラメ・カサゴ・クロソイには差がほとんど認められなかった。

人工礁からの距離による漁獲量の差 人工魚礁に集まる魚種は120種以上に達し(小川, 1968), 多くの魚種に魚礁性が認められているが, 魚種によってその魚礁性には差があり, また, 同一種でも成長段階によって差がある(柿元, 1968)。そこで, 前述有用9魚種について, 魚礁からの距離100m域での漁獲 (Fig. 1 における刺網B, Cによる漁獲で, 以下, 100m域漁獲とする) と500m域漁獲 (刺網A, Dによる漁獲で, 以下, 500m域漁獲とする) との差を検討した。Fig. 3 に, 有用9種の100m域と500m域の刺網1反当り漁獲尾数の割合を示した。この図で, 100m域漁獲の占める割合が66.6%以上である場合は, 100m域漁獲が500m域漁獲より2倍以上多いこと, 33.3%以下は, 100m域漁獲が500m域漁獲の半分以下であったことを示す。また, Fig. 4 に刺網試験操業で漁獲された各魚種の100m域漁獲, 500m域漁獲別の体

長組成を示した。

マダイ: FL 15~22cmの小ダイを主体に, FL 9~50cmまでの大きさのものが93尾漁獲された。100m域と500m域での刺網1反当り漁獲尾数は, それぞれ0.340尾と0.260尾であった。ただし, Fig. 4 から明らかなように, FL 30cm以上の大・中ダイはすべて100m域で漁獲された。

カサゴ: 漁獲された71尾の体長は, TL 16~41cmで

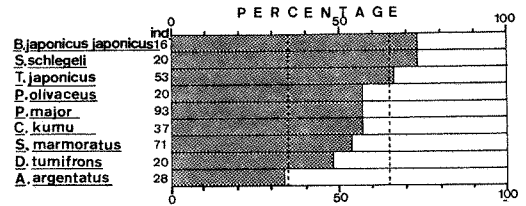


Fig. 3 Percentage compositions of catch in number.
 [Hatched bar] catch by net-B and -C,
 [White bar] catch by net-A and -D shown in Fig. 1.

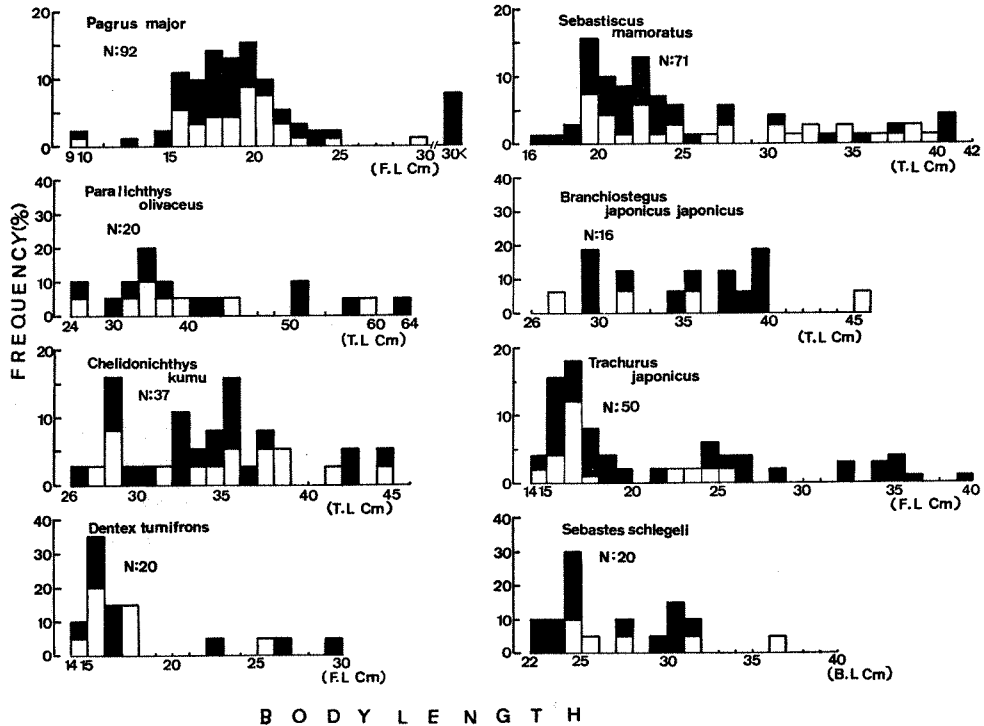


Fig. 4 Body size compositions of 8 commercially important fishes caught by the experimental trammel-net fishing around the artificial reef. [Hatched bar] catch by net-B and -C, [White bar] catch by net-A and -D shown in Fig. 1.

あった。人工魚礁からの距離による体長および1反当り漁獲尾数(100m域0.242尾, 500m域0.212尾)に差は認められない。

マアジ：FL 14~40 cmの大きさのものが53尾漁獲され、それらは主にFL 20cm以下の個体であった。100m域での刺網1反当り漁獲尾数(0.222尾)は、500m域漁獲尾数(0.116尾)より1.9倍ほど多かった。なお、FL 26cm以下のものは、100m域でも500m域でも漁獲されているが、FL 26cm以上魚はすべて100m域でしか漁獲されていない。

ホウボウ：37尾が漁獲され、魚体の大きさはTL 26~45cmであった。人工魚礁からの距離による体長および刺網1反当り漁獲尾数(100m域漁獲0.136尾, 500m域漁獲0.103尾)に差はほとんど認められなかった。

イシモチ：TL 27~36 cmの大きさのものが28尾漁獲された。人工魚礁からの距離による体長に差はみられず、100m域での刺網1反当りの漁獲尾数は0.062尾であり、500m域漁獲尾数0.123尾の1/2以下であった。

キダイ：FL 14~30 cmのものが20尾漁獲された。FL 18cm以下の未成魚が80%を占めた。100m域と500m域での刺網1反当り漁獲尾数は、両域ともほとんど同じで0.062尾と0.068尾であった。

ヒラメ：TL 24~64 cmの魚体のものが20尾羅網した。柿本(1968)が指摘するのと同様、TL 50cm以上の大型ヒラメは、100m域で多く漁獲される傾向にある。100m域と500m域での刺網1反当り漁獲尾数は、0.074尾と0.055尾であった。

クロソイ：漁獲された20尾の体長は、BL 22~37cmであった。人工魚礁からの距離による体長に差はみられず、100m域漁獲尾数(0.093尾)が500m域漁獲尾数(0.034尾)に比べ2.7倍多かった。

アカアマダイ：TL 27~46 cmの魚体のものが16尾漁獲された。100m域での刺網1反当り漁獲尾数は0.074尾であり500m域での漁獲尾数0.027尾の2.7倍であった。TL 37~40 cmの大型個体はすべて100m域で漁獲された。

考 察

人工魚礁の効果としては、有用種が周年蛸集しており、その結果、漁船の利用も周年に亘ることが理想的であろう。今回調査した黒崎沖人工魚礁周辺域は、釣・延縄漁業の操業域である。漁業者の操業日誌を整理すると(未発表)、同魚礁周辺域は、タチウオ *Trichiurus lepturus*、マダイ、キダイ、アカアマダイ、ホウボウ等の漁場とな

っているが、12月から3月の期間は、これまで操業はほとんど行われていない。今回の12月調査結果では、釣・延縄漁業の主要対象種であるマダイ・カサゴ・マアジ・チダイが、2月調査でも、カサゴ・クロソイ・ヒラメ等が他魚種に比べ多く漁獲された。刺網と釣・延縄では漁具性能が異なることは当然であるが、上記結果は、黒崎沖人工魚礁周辺域に冬期間においても、釣・延縄漁業の主要漁獲対象種が蛸集していることを示唆するものとして注目される。

魚の移動した結果が刺網への羅網であると考えられるならば、朝網と夕網との漁獲差は各魚種の行動時間を示すであろう。したがって、今回の調査で朝網と夕網との漁獲差が1.5以上あったマダイ・マアジ・ホウボウ・イシモチ・キダイ・アカアマダイなどは朝方に大きな行動を行う魚種と考えられる。そしてこのことは上記の種を主に漁獲対象とする延縄と釣漁業者が「朝まづめ」に操業していることの妥当性を裏づけている。

魚礁からの距離100m域漁獲が、500m域漁獲に比べ2倍近く多かったことを、各魚種の魚礁性の有無の判断基準とすると、アカアマダイ・クロソイ・マアジ(とりわけFL 26cm以上の魚体)・FL 30cm以上のマダイに魚礁性が認められ、ヒラメ・カサゴ・ホウボウ・キダイの場合は、両域の漁獲差はほとんどなく、したがって魚礁性は認められない。イシモチは、500m域漁獲の方が100m域漁獲より2倍ほど多く、負の魚礁性が認められる。

上述の結果の中で、これまで、魚礁効果がないと指摘されてきたアカアマダイ(柿本, 1967)に、魚礁性が認められたことが特に注目される。アカアマダイは体長によって、底質を要因としたすみわけが見られる(清野・林, 1977)。今回の調査で漁獲されたTL 27cm以上魚の大型個体は、若狭湾西部海域の水深80mで浅域においては、餌料である表在性動物を捕食しやすい砂質泥域に主に生息する。今回の調査は、前述したように、泥域と砂質泥域の複合域であったため、アカアマダイが砂質泥域に偏って分布していた可能性が考えられた。しかしながら、各刺網へのアカアマダイの羅網は、ある特定の網に集中していたのではなく、礁から遠い距離のA、D網に各2尾、近い距離のB網に5尾とC網に7尾が羅網していた。また各網の各反毎にも集中していなかった。したがって、魚礁からの距離100m域での漁獲尾数と500m域での漁獲尾数の差は、各刺網投網域の底質の違いによって生まれた現象とは考えられず、各刺網の魚礁からの距離の差に起因していたと推察される。しかし、今回の調査は、アカアマダイの主分布域での調査ではなく、また

漁獲尾数も少ないことから、本種の魚礁との位置関係は、今後主分布域である砂質泥域での調査で更に解明をはかりたい。

このように、魚と魚礁との相対的位置関係は、魚礁設置海域の生物的特性や、潮流、水温、底質などの物理的環境条件によって変化すると考えられる。また、魚の分布を把握する調査方法や、魚の魚礁性を示す表示基準によって、様々な判断がされる。したがって、今回の調査結果は、各種の魚礁との位置関係の側面を把握したと考えるべきである。各魚種の魚礁性については、各地、各方法での調査の積み重ねの中から、各魚種に共通した行動実態、魚礁周辺域での分布実態を導き出すことが重要であろう。

要 約

若狭湾西部海域、通称“丹後海”の水深55m海域に設置された黒崎沖人工魚礁周辺域（魚礁からの距離100m域と500m域）で三枚刺網を使用した試験操業を延10回実施し、53種904尾の魚類を漁獲して、以下の知見を得た。

1) カワハギ、タマガンゾウビラメ、マダイ、カサゴ、マアジが多く漁獲された。釣・延縄漁業者が操業していない冬期間、黒崎沖人工魚礁周辺域に、マダイ、カサゴ、マアジ、チダイ、クロソイ、ヒラメが網集していることが明らかとなった。

2) マダイ、マアジ、ホウボウ、キダイ、アカアマダイ、イシモチなどは、朝網の漁獲が夕網の漁獲より、1.5倍以上多く、これらの種は、朝方に大きな行動を行うと推察された。

3) 魚礁からの距離100m域での漁獲が、500m域での漁獲に比べ、2倍近く多かった種は、アカアマダイ、クロソイ、マアジであった。逆に、500m域での漁獲が、100m域での漁獲より、2倍以上多かった種はイシモチであった。両域での漁獲尾数がほぼ同じであった種はヒラメ、カサゴ、ホウボウ、キダイであった。FL 30 cm以上のマダイ、FL 26cm以上のマアジ、TL 37~40 cmのアカアマダイは、すべて、魚礁からの距離100m域で漁獲された。

4) 魚礁からの距離100m域で比較的多く漁獲されたアカアマダイが魚礁性のある種であるかどうかは判明しなかった。

終りに、本調査を行うにあたりご指導をいただいた京都府立海洋センター塩川司所長、同篠田正俊海洋調査部長に厚く御礼申し上げます。また、調査にあたり、海上での困難な試験操業に従事していただいた同センター調査船平安丸乗組員の皆さまに心から感謝の意を表します。

文 献

- 柿本 皓. 1967. 人工魚礁の効果範囲について. 水産増殖, 14(4): 181~189.
- 柿本 皓. 1968. 人工魚礁における漁獲魚の体長組成. 水産増殖, 16(3): 127~130.
- 清野精次・林文三. 1977. 若狭湾産アカアマダイの研究—II, 未成魚・成魚の分布, 京都海洋センター研報, 1: 15~28.
- 京都府立海洋センター. 1978. 丹後海地区人工魚礁漁場造成事業調査報告書, pp. 34, 35, 36, 37.
- 小川良徳. 1968. 人工魚礁と魚付き. 水産増殖臨時号, 7: 3~21.