

漁場監視レーダーによる魚礁効果調査

徳島県水産試験場海洋科 金田佳久

調査実施年度 平成7～9年度

まえがき

人工魚礁における生物の増集生態や生産効果を解明するための調査は、直接的方法としての水槽実験、フィールド観察、魚群探知機による調査、漁獲調査、標識放流調査、あるいは間接的方法としての統計調査、アンケート調査に大別される。このうち間接的方法である統計調査は、全数調査と標本調査に分けられる。統計調査は、全数調査が理想であるが、誤記、不統一等のために誤差が大きくなり調査結果が不正確となる。これを克服するために標本野帳の単純化を図ったところで内容の乏しい調査結果あるいは非能率的な調査方法になると言われている。一方、標本調査は無作為抽出法が望ましいが一般的に有意抽出法が採られることが多く、この場合には魚礁の利用実態が十分に把握されていなければ偏った結果になる可能性が指摘されている。¹⁾²⁾ いずれにせよ人工魚礁における生産効果の把握のためには漁業者の正確な漁獲記録が前提となる。

徳島県ではこの漁獲記録の一部である操業実態を漁業者の記録から求めることなく漁場監視レーダーを使って自動記録することを試みた。また定期的に行う試験操業によって漁獲データを導き出し、これらから魚礁の生産効果の推計を行った。ここでは、3年間の調査から得られた魚礁の利用実態および魚礁の効果について考察するとともに当該調査手法についての問題点を述べる。

調査方法

調査は、人工魚礁への依存度等を把握するための標本船日誌調査、並型魚礁における漁獲調査、レーダーによる並型魚礁の利用実態把握調査の3つに大別される。標本船日誌調査では、阿部漁協所属の一本釣漁船のうち平成7年度は4隻、平成8,9年度は6隻の標本船を設定し、10月～翌年3月までの間、操業位置、魚種別漁獲量および漁獲金額を日誌へ記帳するよう依頼した。漁獲調査では、徳島県海部郡由岐町阿部地先の海域(図1)に設置された3つの並型魚礁(表1)で一本釣漁法により10月～翌年3月において午前7時から午後2時までの間、漁獲調査を行い、魚種別漁獲量、魚種別漁獲金額を記録した。レーダーによる並型魚礁の利用実態把握調査では、アワビ等の密漁監視用のレーダーを用いて、毎日午前6時から午後4時の間、30分間隔で画像記録のハードコピーを行った。(図2)なお、調査期間はレーダーの本来の目的であるアワビ等の密漁監視への支障が出ない10月～翌年3月とした。このハードコピーに記録される情報は、操業隻数、操業時間、操業位置であり、これを読みとることで連続的な操業実態の把握を行った。なお、操業中の漁船と移動する漁船の識別は、レーダー起動後6分間のインターバルを設けることで航跡を記録させ、点状の航跡を操業中、線状の航跡を移動中と判断した。また並型魚礁の効果範囲は魚礁群の中心部から一律半径500mとし、その円内での点状の航跡は当該魚礁で操業中の漁船と判断した。また、事前の聞き取り調査からこれら並型魚礁漁場では刺網による操業、遊漁は行われていないとのことであった。

表1 調査対象魚礁の概要

No.	通称	設置年度	構造	基数	空m ³ 数	水深
1	コボレ	S62	1.5*1.5*1.5	128	432	70m
2	カミジ	H2	1.5*1.5*1.5	133	449	52m
3	アイダ	H3	1.5*1.5*1.5	124	419	72m

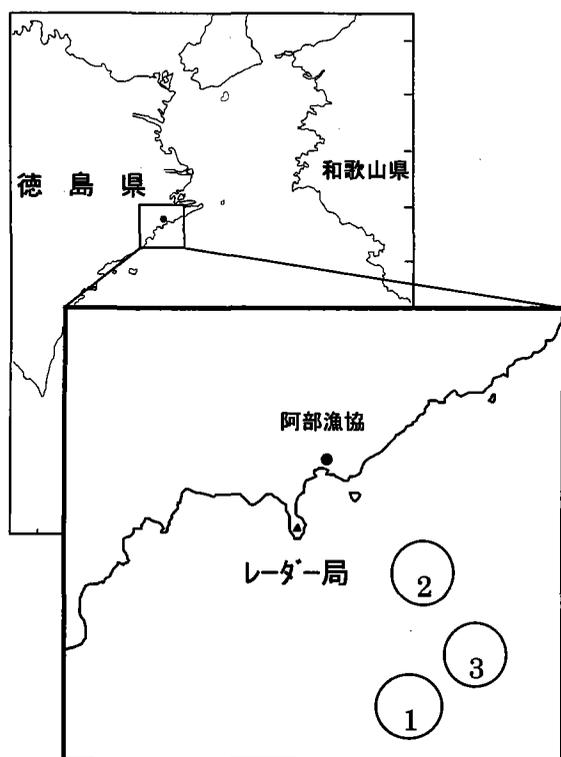


図1 調査海域および魚礁設置位置図

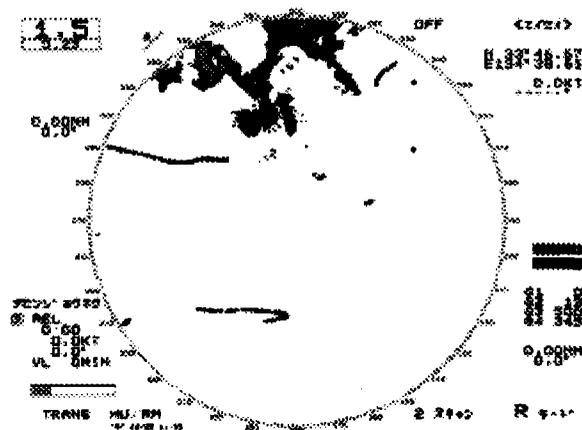


図2 漁場監視レーダー画像のハードコピー

調査結果

1 標本船日誌調査

平成7～9年度の10月～3月における標本船の月別漁場区別漁獲量を表2に、月別漁場区別漁獲金額を表3に示す。なお、漁場は並型魚礁区、大型魚礁区（人工礁区を含む）、沈船魚礁区、天然礁区（魚礁漁場以外の区）の4つに区分した。

漁獲量は年月によって大きく変化したが、調査期間（18ヶ月間）を通した漁場区別の漁獲量は、天然礁区の比率が69.6%で最も高く、次いで並型魚礁区13.6%、沈船魚礁区13.3%、大型魚礁区3.5%であり、並型魚礁区、沈船魚礁区、大型魚礁区を合わせた人工魚礁での漁獲量は全体の約3割を占めた。

総漁獲量に対する各漁場区での漁獲量および漁獲金額の割合の月別推移を図3に示す。天然礁区の月ご

表2 標本船における漁場区別漁獲量 (kg)

年月	大型魚礁	沈船魚礁	天然礁	並型魚礁	合計
1995年10月	11.8	55.4	636.5	118.4	822.1
1995年11月	23.8	115.1	231.9	126.8	497.6
1995年12月	7.3	19.3	319.8	27.1	373.5
1996年01月	0.0	0.0	252.6	0.0	252.6
1996年02月	4.7	9.0	258.8	14.6	287.1
1996年03月	51.5	138.6	224.2	40.0	454.3
1996年10月	36.4	119.1	602.8	51.4	809.7
1996年11月	18.7	91.9	166.8	63.5	340.9
1996年12月	3.9	27.2	108.6	11.7	151.4
1997年01月	2.4	2.2	52.5	4.7	61.8
1997年02月	2.5	30.7	187.7	44.7	265.6
1997年03月	2.0	39.1	84.7	35.5	161.3
1997年10月	0.0	51.8	290.5	95.0	437.3
1997年11月	0.0	0.0	38.0	11.1	49.1
1997年12月	6.1	0.0	20.0	15.4	41.5
1998年01月	0.0	0.0	80.9	18.5	99.4
1998年02月	0.0	3.8	23.4	20.7	47.9
1998年03月	15.3	2.0	114.2	22.8	154.3
合計	186.4	705.2	3,693.9	721.9	5,307.4

表3 標本船における漁場区別漁獲金額 (円)

年月	大型魚礁	沈船魚礁	天然礁	並型魚礁	合計
1995年10月	16,214	36,698	473,112	94,071	620,095
1995年11月	1,233	82,729	172,247	207,936	464,145
1995年12月	8,686	21,017	288,442	44,707	362,852
1996年01月	0	0	208,677	0	208,677
1996年02月	18,394	15,047	166,823	26,958	227,222
1996年03月	9,632	37,561	194,045	83,475	324,713
1996年10月	46,596	120,642	607,426	56,894	831,558
1996年11月	22,229	59,598	268,922	68,886	419,635
1996年12月	10,673	35,125	210,628	19,020	275,446
1997年01月	4,188	1,908	76,884	7,516	90,496
1997年02月	3,410	43,940	196,901	47,301	291,552
1997年03月	1,260	65,277	107,787	98,935	273,259
1997年10月	0	59,107	267,747	86,587	413,441
1997年11月	0	0	45,751	18,826	64,577
1997年12月	11,945	6,000	38,396	28,059	84,400
1998年01月	0	0	105,940	61,967	167,907
1998年02月	0	2,966	44,558	16,310	63,834
1998年03月	25,241	3,700	268,255	26,502	323,698
合計	179,701	591,315	3,742,541	993,950	5,507,507

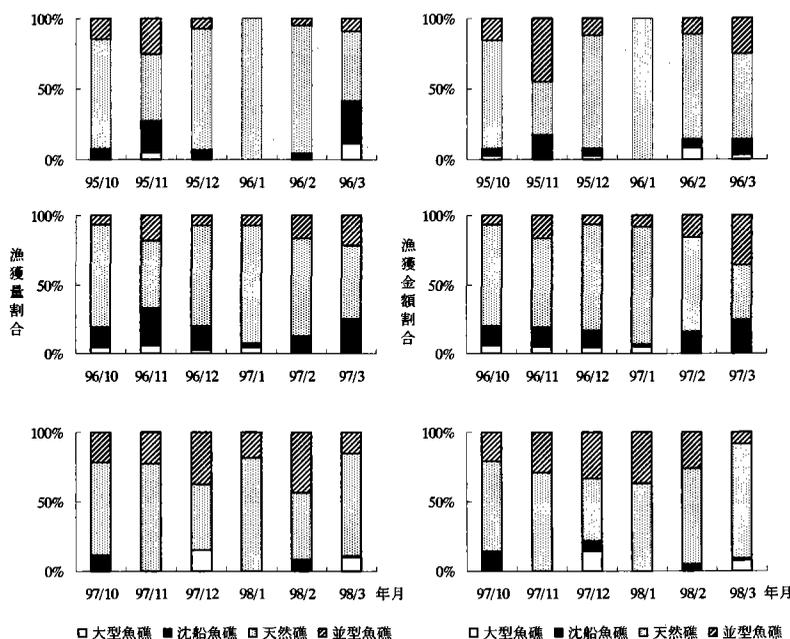


図3 漁場区分ごとの漁獲量および漁獲金額割合の推移

との比率は46.6～100%と大きく変化したが、どの年月においても4漁場区のうちで最も高かった。天然礁区以外では、並型魚礁区が0～43.2%、沈船魚礁区が0～30.5%、大型魚礁区が0～14.7%と、年月によってばらつきが見られ全く利用されていない月もあった。季節変化に注目すると、1995,1996年度は11月に並型魚礁区、沈船魚礁区の比率が高く、12～2月にはそれらの比率は低くなり、3月には再び高くなるという傾向がみられた。しかしながら、1997年度の調査結果からは明瞭な傾向はみられなかった。このことは漁場利用の方法は定型化しているわけではなく漁模様や漁場形成等によって漁場が選択されていることを示している。

漁獲金額については、調査期間を通した漁場区別の漁獲金額は漁獲量と同様に天然礁の比率が68.0%

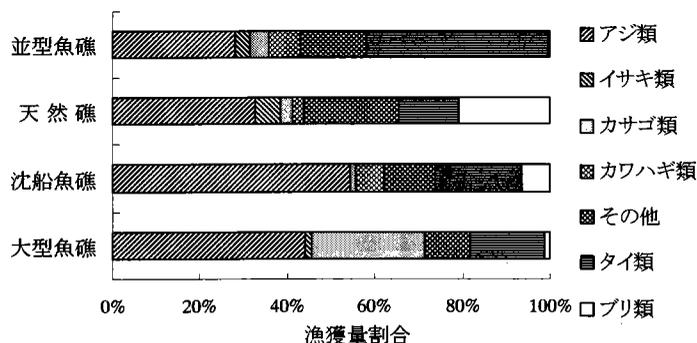


図4 漁場区分ごとの漁獲量および漁獲金額割合の推移

と最も高く、次いで並型魚礁18.0%、沈船魚礁10.7%、大型魚礁3.3%であった。総漁獲金額に対する各漁場区別の漁獲金額比率の推移を見ると(図3)、天然礁区の月ごとの比率は37.1～100%で変化するものの、どの年月においても4漁場区分のうちで最も高かった。一方、並型魚礁0～44.8%、沈船魚礁0～23.9%、大型魚礁0～14.2%と漁獲量と同様な変化を示した。

次に漁獲された魚種をタイ類、アジ類、イサキ、ブリ、カワハギ類、カサゴ類、その他に分類し、各漁場区における魚種分類

ごとの漁獲量および漁獲金額比率を図4に示した。これによると、並型魚礁区はタイ類、天然礁区はアジ類、沈船魚礁区はアジ類が、大型魚礁区ではアジ類の漁獲割合が最も高かった。

次に各魚種における漁場区ごとの漁獲量比率を図5に示した。図中、空円は3年間(18ヶ月)を通した漁獲量(漁獲金額)の比率を示し、空円の上下の太線は月ごとの漁獲量比率の最大値と最小値の範囲を示す。これをみると、いずれの魚種においても天然礁区で比率が高いが、天然礁区>大型魚礁区>並型魚礁

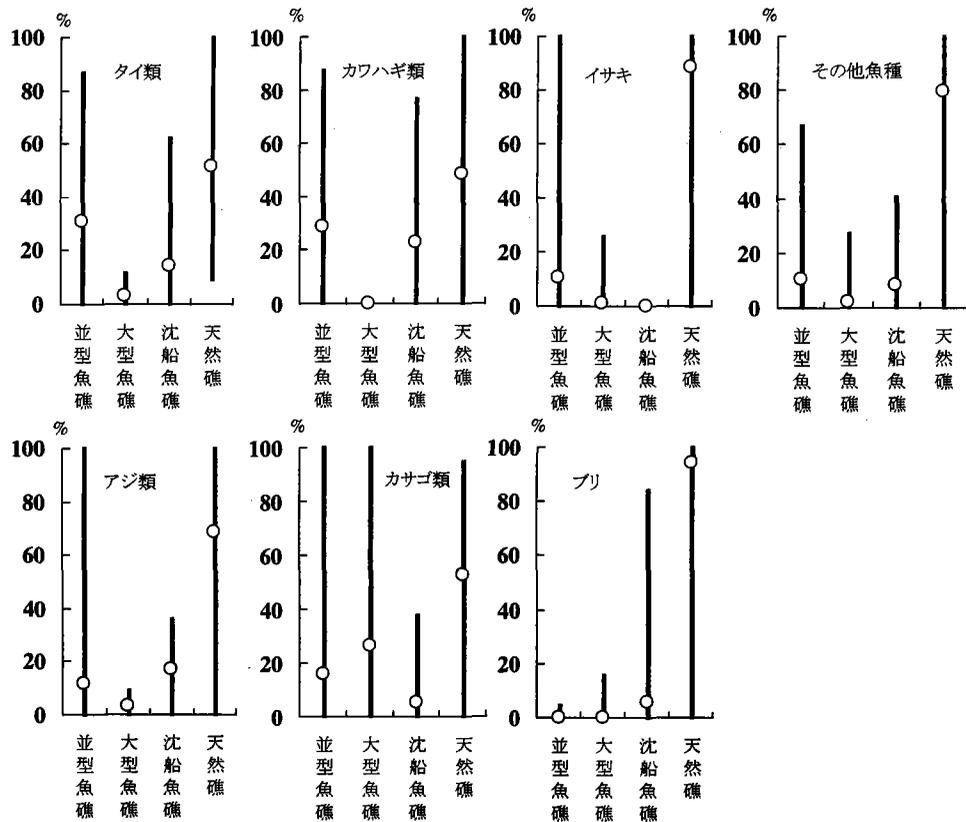


図5 各魚種の漁場区別漁獲割合

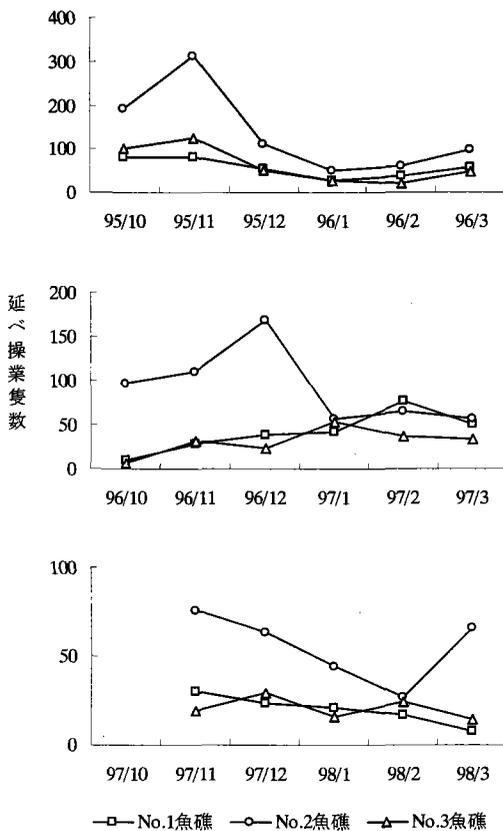


図6 レーダー画像から読みとった並型魚礁での延べ操業隻数

区>沈船魚礁区となるのがカサゴ類、天然礁区>並型魚礁>沈船魚礁区>大型魚礁区の順となるのがタイ類、カワハギ類、その他で、天然礁区>沈船魚礁区>並型魚礁区>大型魚礁区となるのがアジ類、大半の漁獲が天然礁区であったのがイサキ、ブリであった。タイ類については、天然礁区以外の漁場区での漁獲量割合が30%を超えた唯一の魚種であり、並型魚礁がタイ類の漁場として特化していることが窺われた。

以上のように、魚種により漁場区ごとに漁獲量割合が異なった。これは魚種により蟻集しやすい魚礁の形や広がりがあるものと思われるが、今後さらに詳細な検討が必要と思われる。なお、イサキ類については生活型がⅡ型³⁾(ほとんど体を固形体に接触させないがごく近距離に常に固形体が存在することが必要な魚種)に属するにもかかわらず大半の漁獲が天然礁区であったことについては、調査期間が10月～翌年3月であるのに対し徳島県南部沿岸のイサキの漁獲盛期が夏期であることが一因と考えられる。

2 レーダー画像による漁場利用実態把握調査 調査期間中におけるレーダー画像から読み取った魚

礁漁場での延べ操業隻数(時間*隻数)の月別推移を図7に示す。なお、レーダー画像が機器の不具合あるいは海象悪化等によりハードコピーできなかつたときには標本漁協の水揚記録から得られた当該観測日の一本釣操業隻数と前3日間平均の一本釣操業隻数の比を前3日間平均の延べ操業隻数に乗じて当該観測日の値とした。ただし、1997年10月については、レーダーの故障のため観測が行えず欠測月とした。

調査月における延べ操業隻数は、魚礁No.1で10~81.5隻、魚礁No.2で26.5~312隻、魚礁No.3で6~123隻であった。調査年ごとの延べ操業隻数の合計は、年にかかわらず魚礁No.2の延べ操業隻数が最も多かった。その月別推移を見ると、魚礁No.2では10~12月に隻数が増え、1月に最も少なくなる傾向が窺えた。一方、魚礁No.1および魚礁No.2では1ヶ月当たりの延べ操業隻数は50隻前後で少なかった。また、延べ操業隻数は魚礁No.2では1~5隻の範囲で増減し、魚礁No.1および魚礁No.3では1~3隻で増減していた。これらのことは魚礁No.2では一時的に魚の蛸集量が増加する時期があるのに対し、魚礁No.1及び魚礁No.3では魚類の集散が比較的少ないことを反映していると思われる。延べ操業隻数を調査年度ごとに見ると、1995,1996年度に対し1997年度が極めて少ない。標本漁協の水揚記録によれば1997年度はタイ類の漁獲が少なく、このことがタイ類以外の魚種への漁獲努力量の分散、タイ類の漁場として特化している並型魚礁以外への漁獲努力量の分散に繋がったと推察された。

次に並型魚礁での時間帯ごとの操業隻数の頻度分布を図8に示す。魚礁の利用は7~10時の時間帯に集中しており、それ以降は急減する。このことは並型魚礁での操業は朝まづめをねらって行われ、それ以降は魚礁にこだわらず漁模様によっては漁場を変えてしまうという操業パターンが窺われる。

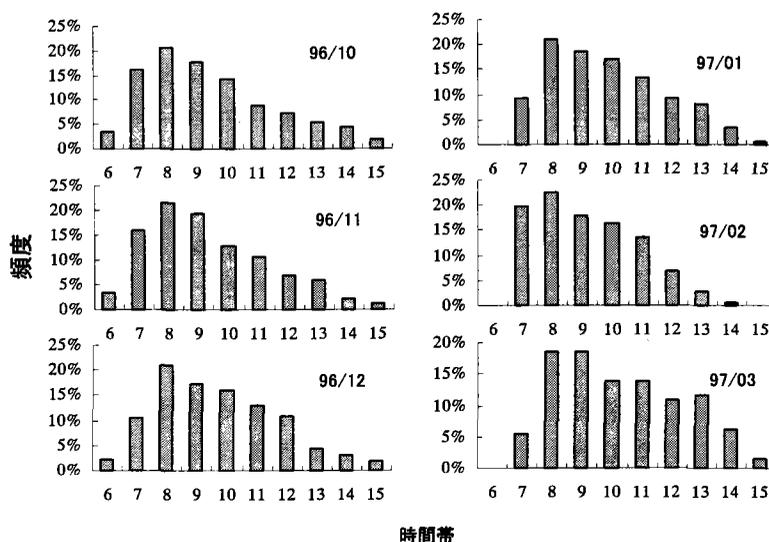


図7 各月における時間帯ごとの操業隻数の頻度分布

3 漁獲調査

3名の漁業者が10月から翌年3月までの間、毎月3回、魚礁No.1、魚礁No.2および魚礁No.3のそれぞれにおいて一本釣による漁獲調査を行った。操業は午前7時から午後2時までとし、釣り上げた魚ごとに全長、体重を記録し、水揚げ後に漁獲金額を記録した。(平成9年度については釣り上げた時刻も記録した。)調査年度ごとの魚種別漁獲量を表4に、魚種別漁獲金額を表5に示す。調査年度ごとに見ると、漁獲量は1995年度が最も多く152.8kg、次に1996年度で134.4kg、1997年度は50.8kgで前年度、前々年度に比べて極端に漁獲が減少している。この傾向は、標本船による漁獲状況、試験操業の結果とも一致しており、1997年度においては調査海域への魚群の来遊資源量が低調であったこと裏付けている。魚礁別に見ると、

1995年度および1996年度においては魚礁No.2での漁獲が最も多く、1997年度においてはそれぞれの魚礁での漁獲量に大差はなかった。魚種別に見ると、調査年度が異なってもほとんどの並型魚礁でマダイの漁獲が最も多く、標本船調査で示された「並型魚礁がタイ釣りの漁場として特化している。」ことを支持する結果となった。また、3つの並型魚礁の中で最もマダイの漁獲が多かったのは魚礁No.2であり、設置位置、設置水深等の違いが原因でマダイの蛸集状況に差が生じたと考えられたが、明らかではない。

表4 試験操業における魚種別漁獲量(kg)

調査年度	魚礁No.	アジ類	イサキ	カサゴ類	カワハギ類	その他	ブリ類	マダイ	合計
1995年度	1	13.1	1.1	3.2	4	6.7	3.05	14.1	45.25
	2	6.1	0	5.7	8.3	11.8	0	55.7	87.6
	3	7	0	1.4	6.4	0	0.65	4.5	19.95
1996年度	1	2.5	0	1.3	3.9	7.1	2.1	13.3	30.2
	2	6.5	0.6	4.6	3.2	10.9	0	36.3	62.1
	3	12.9	0	5.3	8.3	1.6	1.4	12.6	42.1
1997年度	1	0.2	0	1	3	6.2	0	6.3	16.7
	2	4.35	0	1.2	0.3	2.7	0	8.2	16.75
	3	0	0	5.75	0	6.2	0	5.4	17.35

表5 試験操業における魚種別漁獲金額(円)

調査年度	魚礁No.	アジ類	イサキ	カサゴ類	カワハギ類	その他	ブリ類	マダイ	合計
1995年度	1	11,442	1,445	3,448	4,274	2,071	1,983	18,474	43,137
	2	6,134	0	6,327	8,260	3,670	0	65,593	89,984
	3	7,848	0	1,870	4,106	0	447	7,560	21,831
1996年度	1	2,288	0	1,643	3,571	12,379	1,647	25,495	47,023
	2	7,240	650	6,321	2,776	19,091	0	64,699	100,777
	3	13,603	0	6,474	9,329	1,680	1,288	17,171	49,545
1997年度	1	179	0	1,324	3	18,544	0	19,790	39,840
	2	3,442	0	1,560	300	1,973	0	11,343	18,618
	3	0	0	7,895	0	736	0	19,720	28,351

4 魚礁漁場における漁獲量および漁獲金額の推計

魚礁漁場における漁獲量および漁獲金額の推計は、調査月における魚礁ごとの漁獲調査結果(漁獲量および漁獲金額)を1時間当たりの漁獲量および漁獲金額に換算し、レーダー画像から得られた延べ操業隻数で引き延ばすことによって求めた。推計された漁獲量および漁獲金額を表6および表7に示す。なお、レーダー故障のため推計を行ったのは1997年11月から1998年3月までの5ヶ月間である。

推計された調査月別魚礁別漁獲量および漁獲金額はNo.1魚礁で1.2~63.2kg、248~50,300円、No.2魚礁

表6 調査対象魚礁魚礁における推計漁獲量(kg)

年月	延べ操業隻数			1時間当たり漁獲量(kg)			推計された漁獲量(kg)		
	魚礁No.1	魚礁No.2	魚礁No.3	魚礁No.1	魚礁No.2	魚礁No.3	魚礁No.1	魚礁No.2	魚礁No.3
1995/10	79	193	101.5	0.63	1.15	0.39	49.8	221.5	39.4
1995/11	81.5	312	123	0.78	1.51	0.18	63.2	469.6	21.7
1995/12	53.5	109.5	52	0.26	0.54	0.07	13.8	59.4	3.5
1996/01	26	51	26	0.15	0.17	0.01	4.0	8.5	0.3
1996/02	38	61.5	19.5	0.09	0.30	0.20	3.3	18.5	3.8
1996/03	57	98.5	46	0.29	0.58	0.11	16.6	57.2	5.3
1996/10	10	96	6	0.46	0.34	0.44	4.6	32.9	2.6
1996/11	28	110	32	0.23	0.70	0.67	6.4	77.0	21.5
1996/12	38	169	23	0.11	0.66	0.21	4.0	111.1	4.7
1997/01	42	56	54	0.27	0.16	0.20	11.1	8.7	10.5
1997/02	77	65	36	0.26	0.57	0.30	20.2	36.8	10.8
1997/03	50	57	33	0.14	0.54	0.22	6.9	30.9	7.2
1997/10				0.03	0.17	0.30	0.0	0.0	0.0
1997/11	30	76	19	0.11	0.23	0.14	3.3	17.4	2.7
1997/12	23.5	63.5	29.5	0.14	0.12	0.05	3.4	7.9	1.4
1998/01	20.5	44	15.5	0.27	0.05	0.20	5.5	2.1	3.2
1998/02	16.5	26.5	24	0.07	0.04	0.00	1.2	1.0	0.0
1998/03	7.5	66	14.5	0.17	0.19	0.13	1.3	12.7	1.8

表7 調査対象魚礁における推計漁獲金額(円)

年月	延べ操業隻数			1時間当たり漁獲金額(円)			推計された漁獲金額(円)		
	魚礁No.1	魚礁No.2	魚礁No.3	魚礁No.1	魚礁No.2	魚礁No.3	魚礁No.1	魚礁No.2	魚礁No.3
1995/10	79	193	101.5	637	958	512	50,300	184,857	52,016
1995/11	81.5	312	123	613	1,832	215	49,968	571,646	26,398
1995/12	53.5	109.5	52	299	556	89	15,997	60,887	4,643
1996/01	26	51	26	120	188	9	3,122	9,598	228
1996/02	38	61.5	19.5	66	373	116	2,522	22,919	2,261
1996/03	57	98.5	46	348	465	99	19,839	45,831	4,539
1996/10	10	96	6	708	444	515	7,082	42,661	3,091
1996/11	28	110	32	274	1,205	651	7,679	132,571	20,835
1996/12	38	169	23	201	1,011	283	7,648	170,851	6,518
1997/01	42	56	54	338	203	296	14,190	11,340	15,976
1997/02	77	65	36	416	995	373	32,069	64,700	13,414
1997/03	50	57	33	327	950	272	16,343	54,158	8,990
1997/10				28	149	174	0	0	0
1997/11	30	76	19	212	281	31	6,369	21,356	597
1997/12	23.5	63.5	29.5	320	178	99	7,514	11,324	2,929
1998/01	20.5	44	15.5	1,148	72	836	23,526	3,168	12,965
1998/02	16.5	26.5	24	157	47	0	2,585	1,237	0
1998/03	7.5	66	14.5	33	159	208	248	10,519	3,022

で1.0～469.6kg、1237～571,646円、No.3魚礁で0～39.4kg、0～52,016円であった。

ところで魚が良く釣れる時間帯は経験的に早朝と夕方と言われている。このことを考えると魚礁での漁獲量および漁獲金額を推計するにあたっては、試験操業1時間当たりの漁獲量および漁獲金額を延べ操業時間・隻数で引き延ばすよりも時間帯ごとの漁獲量及び漁獲金額を時間帯ごとの延べ操業時間・隻数で引き延ばす方が精度が良いと思われる。よって、平成9年度については試験操業における時間帯ごとの漁獲量および漁獲金額を、レーダー画像から得られた時間帯ごとの延べ操業時間・隻数で引き延ばす推計の方法を試みた。その結果を表8および表9に示す。また、平成9年度のデータを用いて時間帯を考慮して推計した結果(A)と先に示した時間帯を考慮しないで行った推計結果(B)を表10に示す。これを見ると、漁獲量、漁獲金額ともに時間帯を考慮した推計結果の方が時間帯を考慮しなかったそれより大きい。ここには示さないが、レーダー画像のハードコピーから読み取った延べ操業隻数も7～10時に偏りが見られ、試験操業の結果も7～10時によく漁獲されていた。これらのことを反映して時間帯を考慮した推計結果の値が時間帯を考慮しなかったそれより大きくなったと思われる。

表8 時間帯ごとの漁獲量、漁獲金額、延べ操業隻数から推計した漁獲量(kg)

時間帯	魚礁No.1	魚礁No.2	魚礁No.3
6～7	0.0	0.0	0.0
7～8	1.8	7.6	0.0
8～9	6.3	9.3	2.7
9～10	4.7	10.4	1.3
10～11	2.3	8.2	5.4
11～12	1.0	4.5	1.7
12～13	0.3	0.8	1.8
13～14	2.0	5.5	0.9
14～15	0.0	0.0	0.0
15～16	0.0	0.0	0.0
合計	18.3	46.2	13.8

表9 時間帯ごとの漁獲量、漁獲金額、延べ操業隻数から推計した漁獲金額(円)

時間帯	魚礁No.1	魚礁No.2	魚礁No.3
6～7	0	0	0
7～8	5,017	9,499	0
8～9	20,093	11,480	8,167
9～10	11,707	11,075	1,746
10～11	1,703	9,358	990
11～12	459	5,041	3,275
12～13	712	1,647	4,125
13～14	3,467	1,397	1,436
14～15	0	0	0
15～16	0	0	0
合計	43,157	49,497	19,738

表10 時間帯を考慮した推計結果(A)と時間帯を考慮しなかった推計結果(B)

	魚礁No.1	魚礁No.2	魚礁No.3
A漁獲量(kg)	18.3	46.2	13.8
B漁獲量(kg)	14.6	41.1	9.1
A漁獲金額(円)	43,157	49,497	19,738
B漁獲金額(円)	40,242	47,604	19,513

以上のようにして得られた推計漁獲量を魚礁1空 m^3 当たりの値に換算し、他県の事例と比較してみる。なお、時間帯を考慮した推計方法は1997年度の結果しかないので、ここでは時間帯を考慮しない方法で求めた値を比較に用いる。魚礁1空 m^3 当たりの年間生産量については、大型魚礁の例ではあるが、過去に高知県11kg/ m^3 広島県8 kg/ m^3 大分県12 kg/ m^3 、千葉県7 kg/ m^3 青森県8.4 kg/ m^3 、福島県5 kg/ m^3 、岩手県7 kg/ m^3 、北海道0.35 kg/ m^3 、新潟県1.72 kg/ m^3 、人工魚礁では宮崎県1.2 kg/ m^3 の報告例^{4,5)}がある。これら報告例と本調査結果は、魚礁の規模・特性、対象種、海域特性、資源水準、調査手法等が異なる。また、調査期間もこれら報告例が1年を通じたものであるのに対し、本調査の場合は10月～翌年3月であり、同列に比較することに問題がある。しかし、敢えて本調査結果を単純に按分して年間の値とするなら魚礁No.1では0.08～0.7 kg/ m^3 、魚礁No.2では0.21～3.72 kg/ m^3 、魚礁No.3で0.05～0.35 kg/ m^3 となり最も多い年、最も多い魚礁で新潟県の2倍、宮崎県の3倍程度、最も少ない年、少ない魚礁で北海道の1/9程度と極めて低水準であった。

表1 推計された魚礁1空 m^3 当たりの生産量 (kg/ m^3 /年)

	魚礁No.1	魚礁No.2	魚礁No.3
1995年度	0.70	3.72	0.35
1996年度	0.25	1.32	0.27
1997年度	0.08	0.21	0.05

考 察

人工魚礁に関する研究は、経済的側面においては魚礁漁場の利用、生産効果、事業の経済性、社会性などの研究に分けられる。本調査では、このうちの魚礁漁場の利用と生産効果について、その効果的な調査手法について検討を行った。一つが、標本船を利用した操業記録調査であり、もう一つが漁場監視レーダーを利用した生産効果の推定である。前者は、魚礁の利用率、生産量、蛸集魚種、漁期等を検討するために従来から行われてきた手法であり、漁業者がどのように数ある魚礁を利用しているのか、その利用実態を大まかに把握するには有効な手段であった。この調査からは、標本船においては人工魚礁(並型魚礁+沈船魚礁+大型魚礁)での漁獲が総漁獲の約3割を占めることが明らかとなった。また、調査時期の10～3月の時期には並型魚礁はタイ釣り漁場として特化していることが明らかとなった。これらは漁業者の漁業経営における人工魚礁への依存状況を示すものであり、漁業経営や操業上の人工魚礁の位置づけを端的に表している。

一方、後者は特定の単位魚礁における生産効果の定量的な把握を目的としている定量的な観察方法としては、試験操業、水中カメラ、魚群探知機による調査が有効な手段であるが、スナップショット的な観察であることが否めない。これに対し漁場監視レーダー画像のハードコピーは船の航跡を30分ごとに連続的に、また自動的に長期間にわたって記録し、それを後から読みとることで簡単に魚礁の利用実態を把握できた。具体的には、ハードコピーに記録された航跡からは操業隻数、操業時間(時刻)、操業場所のデータが取得できた。併せて行った並型魚礁での試験操業から1時間当たりの漁獲量および漁獲金額を求め、それを魚礁漁場での延べ操業隻数で引き延ばし魚礁漁場での生産効果を求めたこのようにして求めた生産効果は人工魚礁の最適事業量の検討、人工魚礁の投資効果の検討資料になることはもちろんのこと、魚の蛸集状況の指標としての生産効果と人工魚礁の設置場所、設置水深、規模、構造などとの関係を明らかにすることによって漁場造成計画の基礎資料となり得るただし、推計の基となった単位時間当たりの漁獲量および漁獲金額の値は月に3回の試験操業による標本データでしかなく得られた値の代表性に疑問が残る。推計された値の精度向上のためには試験操業の回数を増やす周年にわ

たる調査を行う等のより密な調査を行う、年間漁獲量を指標として階層区分しその代表を標本船として抽出する等の調査方法の見直しが必要となろう。

以上のように、標本船による操業記録調査は漁業者が地域漁場において人工魚礁をどのように利用しているのかが記録されること、漁場監視レーダーによる操業船の記録は魚礁の利用状況が自動的に記録されることが特筆される。しかしながら、前者においては記録者に依存する、後者においては観測範囲が限られるといった短所を持つ。今後は、標本船における1日の操業開始から終了までの操業状況（操業位置、利用した魚礁、操業時間）を、漁業者の手を煩わせることなく自動記録するような調査手法が強く望まれる。

摘 要

- ・標本船による漁獲記録調査からは、人工魚礁（並型魚礁＋沈船魚礁＋大型魚礁）での漁獲の占める割合は約3割であることが明らかとなった。また、並型魚礁はタイ釣り漁場として特化していることが明らかとなった。

- ・レーダー画像により操業時間帯ごとに並型魚礁での操業隻数の頻度分布を調べたところ、7～10時に操業が集中していた。

- ・漁場監視レーダーを用いて人工魚礁漁場の連続観測を行ったところ、30分間隔で自動記録されたハードコピーから操業中の漁船と思われる航跡の識別が行え、人工魚礁の利用実態（操業隻数、操業時間、操業位置）の把握が可能であった。

- ・試験操業の結果と漁場監視レーダーから読み取った延べ操業隻数から並型魚礁における生産効果を推計したところ、 $0.08 \sim 3.72 \text{kg/m}^3/\text{年}$ となり、他県の事例と比べて低水準であった。

- ・漁獲量および漁獲金額を推計するに当たっては、操業時間帯を考慮した推計方法がより実際の操業実態を表していると思われた。

- ・海象条件の悪化等により波浪のノイズと操業船の航跡を識別しづらい場合があり、漁協の水揚げ記録から操業船隻数を補正する必要が生じた。

- ・使用したレーダーは、その探知範囲が0.75マイルでは1つの魚礁しか探知範囲に入らず、3マイル以上広範囲では航跡記録が小さくなり過ぎ、操業船なのか波によるノイズなのか識別不可能となる場合があった。これらから適当な探知範囲は1.5マイルであった。しかしながら、1.5マイルレンジに設定しても数ある漁場のうち一部の並型魚礁しか映し出されず一部の漁場での操業といった断片的な情報しか得ることができなかった。

- ・漁場監視用レーダーを用いた観測方法は漁場監視レーダーが設置されていることが前提となるが、全ての漁協に設置されているわけではなく他地区への応用、展開が図れない。

- ・人工魚礁漁場での漁獲量および漁獲金額を推計するのに漁獲調査で得られた単位時間当たりの漁獲金額を漁場監視レーダーの画像記録から読み取られた延べ操業時間・隻数で引き延ばす方法を探したが、得られた1時間当たりの漁獲金額が調査月における人工魚礁を利用した一本釣り漁業者の代表値として妥当なのかどうか疑問が残る。これには漁獲調査の頻度、漁獲調査の手法を見直すことによって精度を向上させる必要がある。

引用文献

- 1) 金盛浩吉、1984：水産学シリーズ 人工魚礁、恒星社厚生閣、111～122。
- 2) 水産庁研究部研究課、1981：海中構築物周辺の水産生物の資源生態に関する事前研究報告書－調査研

究の手法、35-41.

3) 小川良徳、1968:人工魚礁とその効果—人工魚礁と魚付き、水産増殖臨時号7、3-21.

4) 小川良徳、1973:沿岸増殖と人工魚礁について. PROPAGATION OF MARINE RESOURCES OF THE PACIFIC OCEAN, TOKAI UNIVERSITY. 83-91.

5) 柿元 皓、1966:人工魚礁効果認定調査報告書(昭和41年度報告). 新潟県水産試験場.