

調査課題名

原単位に係る検討調査 (姫島地区及び豊後水道地区)

実施機関及び担当者

大分県海洋水産研究センター

浅海研究所 主幹研究員 井本有治(姫島地区)
企画・海洋資源利用部 研究員 内海訓弘(豊後水道地区)

調査実施年度

平成13年度から平成15年度

調査のねらい

計量魚探、ROV等を使用し魚礁に蛸集する魚類の現存量を把握するとともに、GPS搭載標本船のデータから、魚礁利用実態、漁獲状況等を把握し、魚礁の原単位を推定する手法について検討する。

調査方法

調査対象海域を姫島地区と豊後水道地区とし(図1)、GPS搭載標本船調査を実施した。また、豊後水道地区については、平成2年度に津久見湾内に造成された大型魚礁Aと平成10年度に保戸島南部に造成された大型魚礁Bを対象(図2)として、試験操業、魚礁配置状況調査、蛸集状況調査を実施した。これらの大型魚礁はいずれも水深50mに設置されており、表1に示すとおり、大型魚礁Aがコンクリート製の2種類の魚礁単体79個、大型魚礁Bが鋼製の2種類の魚礁単体4個により構成されており、礁体積はそれぞれ3,941空³、2,621空³である。

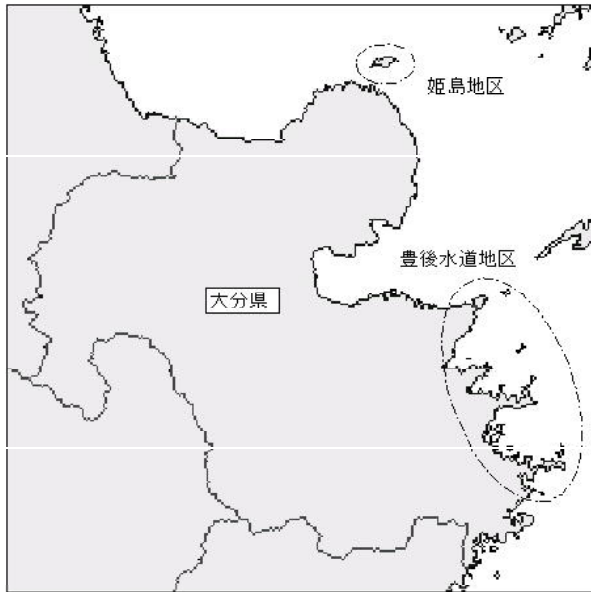


図1 調査対象海域

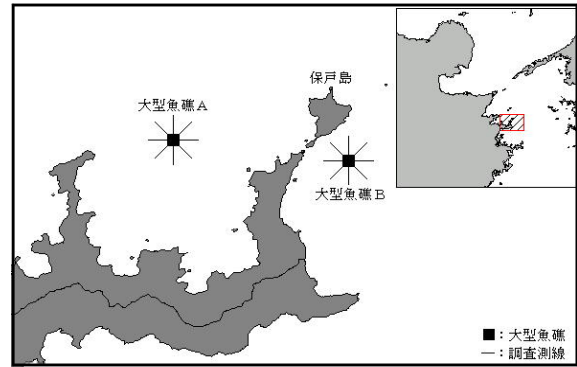


図2 魚礁設置位置及び調査測線

表1 調査対象魚礁

単位魚礁	造成年度	機種	形状		投入 個数	総空 ³ 容積	水深 (m)
			空 ³ 容積	重量(t)			
大型魚礁A	平成2年度	グレートリーフ225A型	225.06	41.8	9	3,941	50
		タートル魚礁2型	27.36	13.3	70		
大型魚礁B	平成10年度	スーパースターフ1-2SN	923	62.33	1	2,621	50
		マリナーフ	565.84	51.76	3		

1) 試験操業

調査対象魚礁の蛸集魚を把握するために、地元漁船を用船し、一本釣りによる試験操業を行った。漁業者1名と調査員1～2名で、1魚礁につき30分～5時間の操業を行い、漁獲物は種を同定し、体重・体長を測定した。操業の時間帯は概ね日の出から正午までであり、一本釣りの仕掛けはサビキ仕掛けを用い、状況によってオキアミを付け餌とした。操業は平成13年5月から平成14年12月までの間に大型魚礁Aで10回、大型魚礁Bで13回行った。

2) 魚礁設置状況調査

調査対象魚礁の配置状況を把握するため、魚探とGPSで魚礁の位置を確認し、サイドスキャニングソナーによる調査を平成13年10月に行った。EdgeTech社製サイドスキャニングソナーDF1000の探査レンジ幅を片側200m、発信周波数を100khzに設定し、それぞれの魚礁を中心に約400m間隔の調査測線を2本設け、4ノットで調査船「豊洋」を航走させ記録を得た。

3) 魚礁蛸集状況調査

調査対象魚礁に蛸集する魚群量並びに同海域の流況を把握するため、調査船「豊洋」による航走調査とROV調査を平成14年5月、9月、10月、11月、12月に行った。それぞれの魚礁を中心に8方位の調査測線(約0.4マイル)を設け、調査船を6ノットで航走させ、カイジヨウ社製計量魚探KFC-3000による魚群量の計測と、RD社製ADCP RD-1020215による流況の計測を行った。また、航走調査後に、調査船をアンカーで魚礁近辺に固定し、広和社製ROV MARINE VEGAを用いて蛸集魚の観察を行った。

4) GPS搭載標本船調査

姫島周辺海域では釣り漁船2隻と刺網漁船1隻、豊後水道海域では釣り漁船3隻にGPS解析システムを附設し、魚礁の利用・漁獲状況を調査した。具体的には、約2分おきに標本船の緯度・経度、及び速度をコンパクトフラッシュカードに記録させ、その後データの読み取りを行った。

調査結果及び考察

1) 試験操業

一本釣り試験操業の結果を表2、3に示した。平成13年度は大型魚礁Aでは6回の操業で10魚種・40尾・16.1kgの漁獲であった。漁獲量の多い順に、ブリ6.8kg、マダイ3.4kg、ワニエソ1.6kg、カサゴ1.3kgが漁獲された。大型魚礁Bでは8回の操業で7魚種・37尾・13.2kgの漁獲であった。漁獲量の多い順に、チダイ5.0kg、カワハギ2.8kg、ウマヅラハギ1.7kg、ブリ1.4kgが漁獲された。ワニエソ、カサゴ、マルアジ、マアジが大型魚礁Aのみで、イラが大型魚礁Bのみで、マダイ、チダイ、カワハギ、ウマヅラハギ、ブリ、マルソウダが両魚礁で漁獲された。また、1人1時間当たりの漁獲効率は大型魚礁Aが大型魚礁Bに比べて高い値を示した。

平成14年度は大型魚礁Aでは5回の操業で11魚種・41尾・12.4kgの漁獲であった。漁獲量の多い順に、マダイ6.1kg、チダイ1.8kg、ワニエソ1.1kg、ウスバハギ1.1kgが漁獲された。大型魚礁Bでは6回の操業で5魚種・34尾・6.6kgの漁獲であった。漁獲量の多い順に、マルソウダ3.2kg、イサキ2.0kg、チダイ0.8kg、マダイ0.8kgが漁獲された。ワニエソ、ウスバハギ、カサゴ、ウマヅラハギ、トゴットメバル、カイワリ、カワハギ、ネンブツダイが大型魚礁Aのみで、マルソウダ、イサキが大型魚礁Bのみで、マダイ、チダイ、マルアジ、マアジが両魚礁で漁獲された。また、1人1時間当たりの漁獲効率は大型魚礁Aが大型魚礁Bに比べて高い値を示した。

どちらの年度も大型魚礁Aが一人当たりの漁獲効率が高かったが、魚探で魚礁の反応を確認しながらの操業では、魚礁の反応を確認しやすい単体魚礁の数が多い方が操業しやすいのではないかと感じられた。また、それぞれ魚礁の設置場所は異なってはいるが、底魚のカサゴやワニエソが大型魚礁Aのみで、イサキについては大型魚礁Bのみで漁獲されたことは、コンクリート製・鋼製といった材質の違いや構造の違いにも何らかの関係があるのかもしれない。

表2 一本釣り試験操業結果(平成13年度)

大型魚礁A														
操業日	2001.07.24		2001.10.11		2001.11.16		2002.01.10		2002.02.14		2002.03.22		総計	
操業時間(h)	0.5		1.5		2.0		1.5		1.5		1.0		8.0	
操業人数	2		2		2		2		2		2		12	
魚種	個体数	重量(g)	個体数	重量(g)	個体数	重量(g)	個体数	重量(g)	個体数	重量(g)	個体数	重量(g)	個体数	重量(g)
ブリ			1	2,647.3	1	913.7	2	2,146.3	1	1,069.1	5	6,776.4		
マダイ	1	493.4			7	2,887.7					8	3,381.0		
ワニエソ			2	1,240.8	1	366.3					3	1,607.1		
カサゴ					1	781.6			2	534.8	3	1,316.4		
マルソウダ					2	1,043.7					2	1,043.7		
ウマヅラハギ					1	864.2					1	864.2		
チダイ	1	267.9					1	140.1			2	408.1		
カワハギ					1	323.7					1	323.7		
マルアジ			11	281.9							11	281.9		
マアジ			4	125.6							4	125.6		
計	2	761.3	18	4,295.6	14	7,180.8	3	2,286.4	3	1,603.9	0	0.0	40	16,128.0
漁獲効率 (1人1時間当たり)	2.0	761.3	6.0	1,431.9	3.5	1,795.2	1.0	762.1	1.0	534.6	0.0	0.0	0.4	168.0
出現種数	2		4		7		2		2		0		10	

大型魚礁B																		
操業日	2001.05.17		2001.07.05		2001.07.24		2001.10.11		2001.11.16		2002.01.10		2002.02.14		2002.03.22		総計	
操業時間(h)	1.5		5.0		0.7		1.5		2.0		0.7		1.0		1.0		13.4	
操業人数	2		2		2		2		2		2		2		2		16	
魚種	個体数	重量(g)	個体数	重量(g)	個体数	重量(g)	個体数	重量(g)	個体数	重量(g)	個体数	重量(g)	個体数	重量(g)	個体数	重量(g)	個体数	重量(g)
チダイ			3	702.5					14	4,335.9					17	5,038.4		
カワハギ	7	1,740.8	2	370.1	1	199.4	1	191.4	1	265.4					12	2,767.2		
ウマヅラハギ			3	1,747.4											3	1,747.4		
ブリ			1	1,429.9											1	1,429.9		
マダイ			1	582.6					1	608.7					2	1,191.4		
マルソウダ			1	823.5											1	823.5		
イラ			1	238.4											1	238.4		
計	7	1,740.8	12	5,894.4	1	199.4	1	191.4	16	5,210.1	0	0.0	0	0.0	37	13,236.1		
漁獲効率 (1人1時間当たり)	2.3	580.3	1.2	589.4	0.7	142.4	0.3	63.8	4.0	1,302.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	61.7		
出現種数	1		7		1		1		3		0		0		7			

表3 一本釣り試験操業結果(平成14年度)

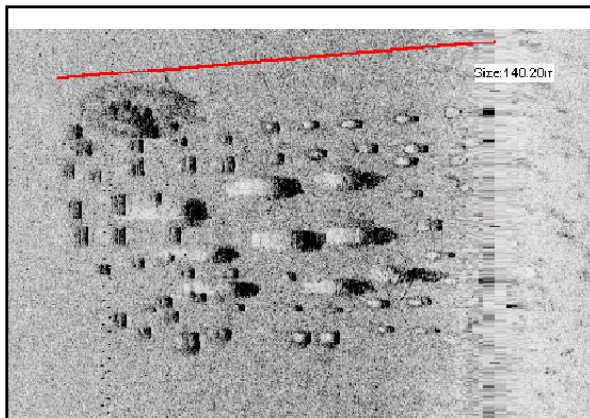
大型魚礁A										
操業日	2002/5/23		2002/10/25		2002/11/26		2002/12/25		総計	
操業時間(h)	2.5		1.0		2.0		1.3		6.8	
操業人数	2		3		2		2		9	
操業時間(h)×操業人数	5.0		3.0		4.0		2.6		14.6	
魚種	個体数	重量(g)	個体数	重量(g)	個体数	重量(g)	個体数	重量(g)	個体数	重量(g)
クハハキ					1	1,117.2			1	1,117.2
クマヅラハキ					1	461.5			1	461.5
カササギ					1	135.7			1	135.7
サコ	1	101.7			3	617.1			4	718.8
カササギ	1	122.4							1	122.4
ササギ	2	268.5			15	1,549.3			17	1,817.7
トコノメハキ	3	327.0							3	327.0
ササギ	1	20.6							1	20.6
マサギ							4	125.1		125.1
マサギ	1	184.3	2	566.6	5	3,261.8	1	2,112.2	8	6,124.9
マサギ					2	96.6	4	171.6	2	268.2
マサギ			2	631.4			1	511.0	2	1,142.4
計	9	1,024.4	4	1,198.0	28	7,239.1	10	2,919.9	41	12,381.4
漁獲効率 (1人1時間あたり)	1.8	204.9	1.3	399.3	7.0	1,809.8	3.8	1,123.1	2.8	848.0
出現種数	6		2		7		4		11	

大型魚礁B												
操業日	2002/5/23		2002/10/1		2002/10/25		2002/11/26		2002/12/25		総計	
操業時間(h)	1.5		3.5		2.5		1.5		1.3		10.3	
操業人数	2		2		3		2		2		11	
操業時間(h)×操業人数	3.0		7.0		7.5		3.0		2.6		23.1	
魚種	個体数	重量(g)	個体数	重量(g)	個体数	重量(g)	個体数	重量(g)	個体数	重量(g)	個体数	重量(g)
イサキ			2	527.7	2	691.6			2	824.7	6	2,043.9
ササギ	2	813.8	1	34.1							3	847.9
マサギ			3	67.4	2	77.7	2	90.2	6	226.6	13	461.8
マサギ	1	255.9	1	521.5							2	777.4
マサギ			1	22.7	1	39.4	6	311.0	1	27.0	9	400.1
マサギ	3	2,015.0							2	1,231.2	5	3,246.3
計	6	3,084.8	6	645.6	3	117.0	8	401.2	11	2,309.5	34	6,558.1
漁獲効率 (1人1時間あたり)	2.0	1,028.3	0.9	92.2	0.4	15.6	2.7	133.7	4.2	888.3	1.5	283.9
出現種数	3		4		2		2		3		5	

2) 魚礁設置状況調査

サイドスキャニングソナー調査で得られた解析データを図3に示した。また、大型魚礁A及び大型魚礁Bの魚礁配置図を図4に示した。ソナーの解析画像からは魚礁の設置間隔等も読みとることが可能であり、配置図と比較すると、両大型魚礁とも概ね計画どおりに設置されていることが確認できた。

大型魚礁A



大型魚礁B

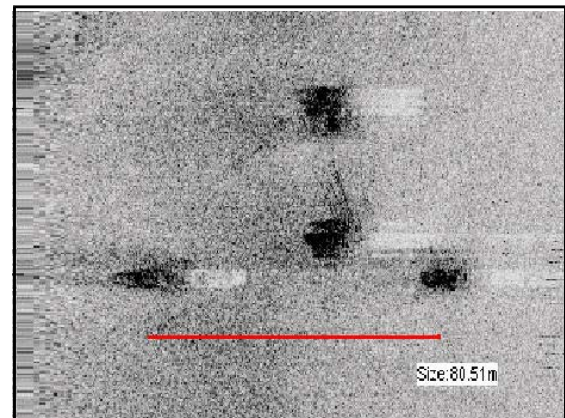


図3 サイドスキャニングソナー解析画像

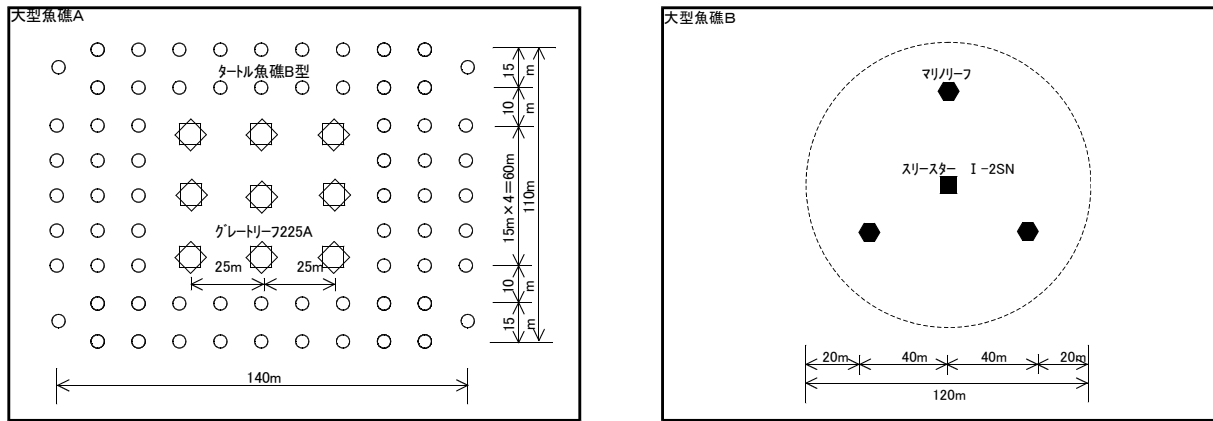


図4 大型魚礁配置図

3) 魚礁蛸集状況調査

各回各魚礁での航走調査のうち、魚群が多く出現した測線の計量魚探調査の記録を図5、7、9、11、13に示した。計量魚探調査の記録は、SonarData社製の解析ソフト「E-choview V1.51」を用い、データ解析を行った。試験操業で釣獲されたマアジ(BL=16cm、BW=35.5g)が計量魚探に記録された魚群を構成していると仮定して、魚群を方形に囲んだ領域の平均Sv値と体積Vを算出した。マアジのTS値と体長の関係式： $TS=20 \cdot \log BL - 64.1$ から求められた $TS=-40$ (dB)と現存量B(尾)： $B = \sum Vi \times 10^{(Svi - TS)}$ の関係式から蛸集量を推定し、表4、6、8、10、11に示すとともに、魚群が出現した測線で計量魚探調査と同時に行ったA DCP調査の結果を図6、8、10、12、14に示した。魚群は流れに対して魚礁の潮上側に主に観察されている。

ROVで観察された魚の大きさと尾数、それぞれの魚種の体長-体重換算式から求めた蛸集量を表5、7、9、12に示した。計量魚探調査とのタイムラグは若干あるが、計量魚探では蛸集量を量れない部分(魚礁内部等)を補うものとしてROVで観察された蛸集量と計量魚探で得られた蛸集量を加えた値を魚礁の現存量としたい。

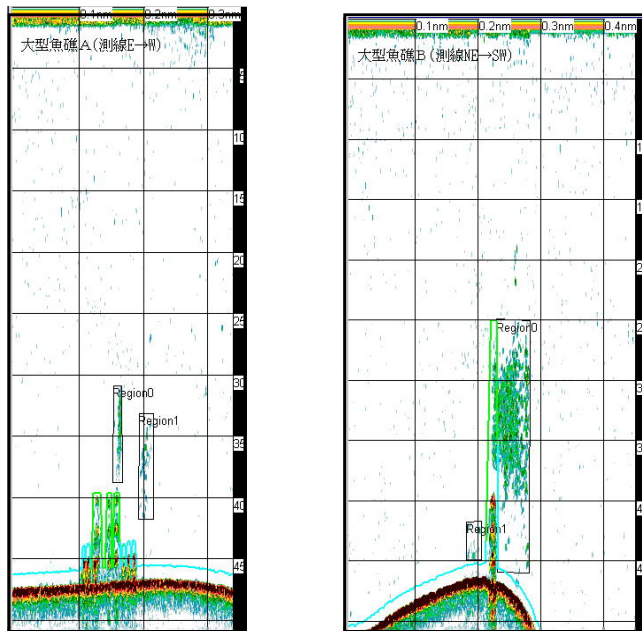


図5 計量魚探記録(平成14年5月、
調査日時は図6のADCP記録と同じ)

表4 蛸集量(平成14年5月)

大型魚礁A(測線E→W)		大型魚礁B(測線NE→SW)	
魚群のみられた領域	Region 0	Region 1	Region 0
領域の平均Sv値(dB)	-50.35	-57.45	-59.24
領域の高さ(m)	7.79	8.63	20.21
領域の直径(m)	12.96	24.08	22.22
領域の体積(m ³)	1,028.3	3,928.9	1,004.7
現存量(kg)	3.4	2.5	0.4
現存量 計(kg)	5.9		274.9

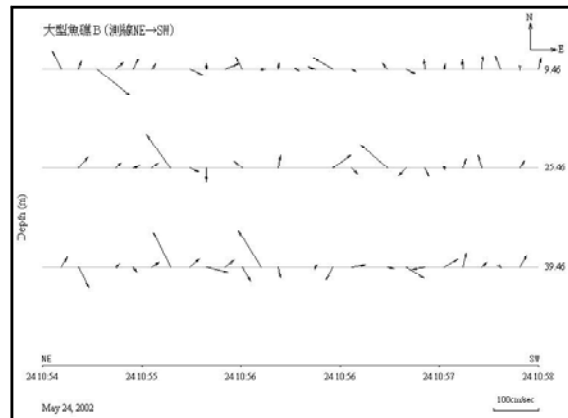
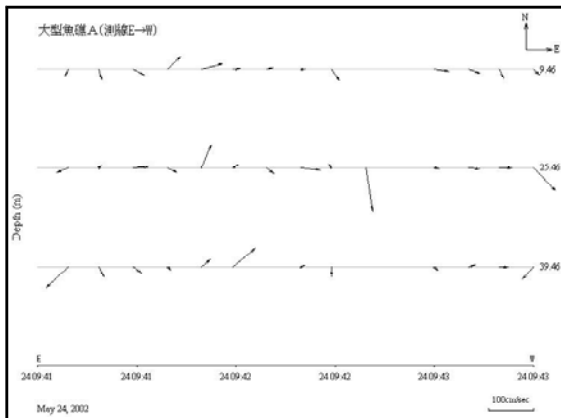


図6 ADCP記録(平成14年5月)

表5 ROVで観察された蛸集魚(平成14年5月)

大型魚礁B							
調査年月日	魚礁	種名	大きさ(cm)	個体数	用いた体長-体重換算式	蛸集量(kg)	蛸集量 計(kg)
2002/5/24	スリスターフ I →2SN	ブリ	35	50	ブリ: 体重=0.0168×尾叉長 ³	36.0	455.2
		カサゴ	25	300	シマシマ: 体重=0.0132×尾叉長 ^{3.2247}	127.5	
		ウツリハシ	30	50	ウツリハシ: 体重=14.34(0.84×全長-1.62) ^{2.65} ×10 ⁻⁵	16.3	
		コヨウダイ	35	300	クロダイ: 体重=5.46(0.83×全長-2.54) ^{2.89} ×10 ⁻⁵	209.8	
		カサゴ	30	1	クロダイ: 体重=5.46(0.83×全長-2.54) ^{2.89} ×10 ⁻⁵	0.4	
		イサギ	35	10	イサギ: 体重=2630.01(0.83×全長-0.05) ^{1.72} ×10 ⁻⁵	4.5	
		カサゴ	8	10	テンジクダイ: 体重=2.16(0.86×全長-5.80) ^{3.14} ×10 ⁻⁵	0.1	
		スズキ	50	1	スズキ: 体重=2.33(0.82×全長+2.32) ^{2.95} ×10 ⁻⁵	1.2	
		イサギ	25	300	スズキ: 体重=2.33(0.82×全長+2.32) ^{2.95} ×10 ⁻⁵	47.7	
		ブリ	50	3	ブリ: 体重=0.0168×尾叉長 ³	6.3	
		カサゴ	30	20	カサゴ: 体重=93.22(0.88×全長-11.62) ^{2.26} ×10 ⁻⁵	5.0	
		イサギ	25	1	キョウテン: 体重=0.01(1.07×全長-40.38) ^{4.00} ×10 ⁻⁵	0.3	
		イサギ	1	1			

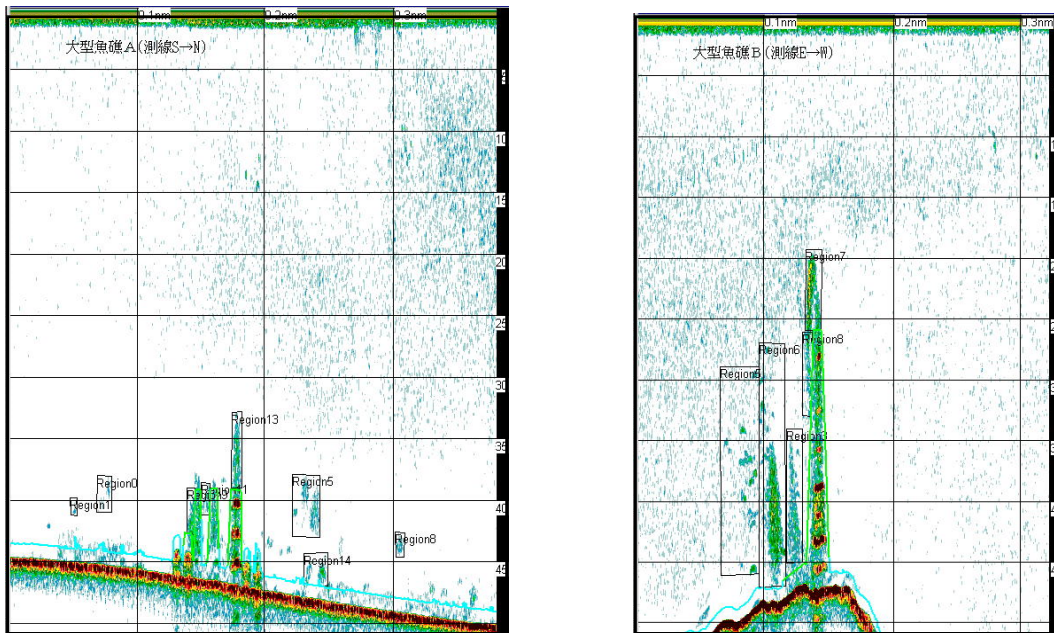


図7 計量魚探記録(平成14年9月、
調査日時は図8のADCP記録と同じ)

表6 蛸集量(平成14年9月)

大型魚礁A(測線S→N)							大型魚礁B(測線E→W)						
魚群のみられた領域	Region 9	Region 11	Region 13	Region 5	Region 14	Region 8	魚群のみられた領域	Region 5	Region 6	Region 3	Region 8	Region 7	
領域の平均Sv値(dB)	-46.79	-50.20	-45.00	-45.00	-49.60	-50.96	領域の平均Sv値(dB)	-52.88	-42.98	-48.40	-47.18	-35.89	
領域の高さ(m)	3.17	2.55	5.38	4.99	1.62	2.00	領域の高さ(m)	17.70	19.04	10.66	6.67	6.11	
領域の直径(m)	5.56	6.85	7.41	22.78	17.59	3.70	領域の直径(m)	22.22	14.82	9.26	11.11	15.56	
領域の体積(m ³)	76.9	94.0	231.9	2,033.7	393.9	21.6	領域の体積(m ³)	6,866.1	3,282.6	717.9	646.8	149.3	
現存量(kg)	0.6	0.3	2.6	22.8	1.5	0.1	現存量(kg)	12.6	58.67	3.68	4.4	13.7	
現存量 計(kg)	27.9						現存量 計(kg)	93.0					

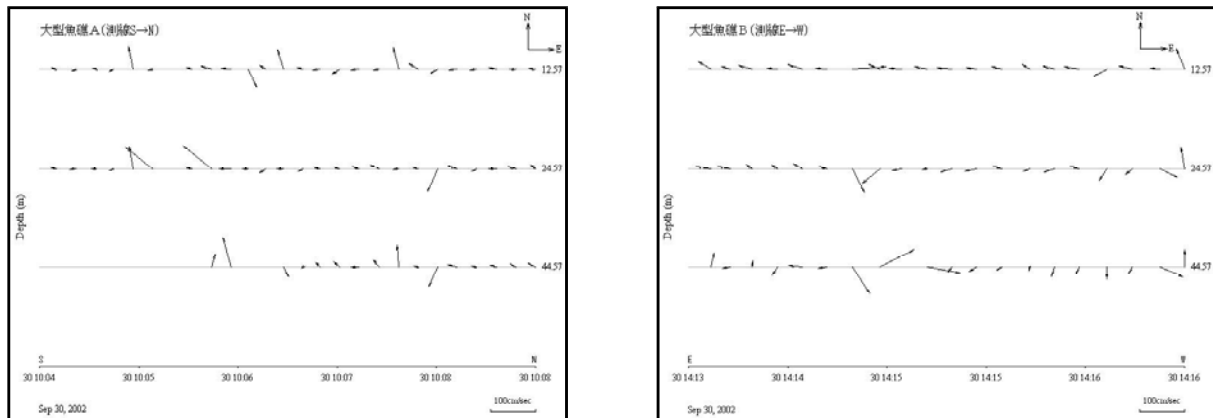


図8 ADCP記録(平成14年9月)

表7 ROVで観察された蛸集魚(平成14年9月)

大型魚礁A											
調査年月日	魚礁	種名	大きさ(cm)	個体数	用いた体長-体重換算式			蛸集量(kg)	蛸集量	計(kg)	
2002/9/30	カトル魚礁B型	ネブツグイ	8	50	テジツグイ: 体重=2.16(0.86×全長-5.80) ^{3.14} ×10 ⁻⁵			0.5		0.6	
		チグイ	20	1	コログイ: 体重=5.46(0.83×全長-2.54) ^{2.89} ×10 ⁻⁵			0.1			

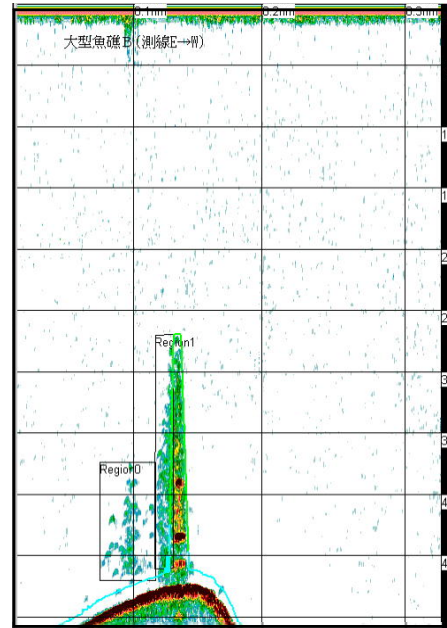
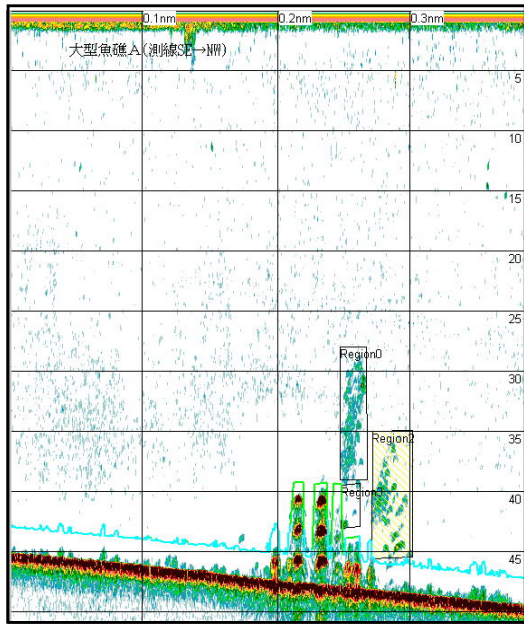


図9 計量魚探記録(平成14年10月、
調査日時は図10のADCP記録と同じ)

表8 鯖集量(平成14年10月)

大型魚礁A(測線SE→NW)			
魚群のみられた領域	Region 0	Region 3	Region 2
領域の平均Sv値(dB)	-51.75	-53.21	-52.26
領域の高さ(m)	11.06	3.38	10.00
領域の直径(m)	5.56	2.96	13.70
領域の体積(m ³)	268.1	23.3	1,475.1
現存量(kg)	0.6	0.04	3.11
現存量 計(kg)	3.8		

大型魚礁B(測線E→W)		
魚群のみられた領域	Region 0	Region 1
領域の平均Sv値(dB)	-54.94	-49.27
領域の高さ(m)	9.15	16.53
領域の直径(m)	30.56	8.33
領域の体積(m ³)	6,710.6	901.7
現存量(kg)	7.6	3.8
現存量 計(kg)	11.4	

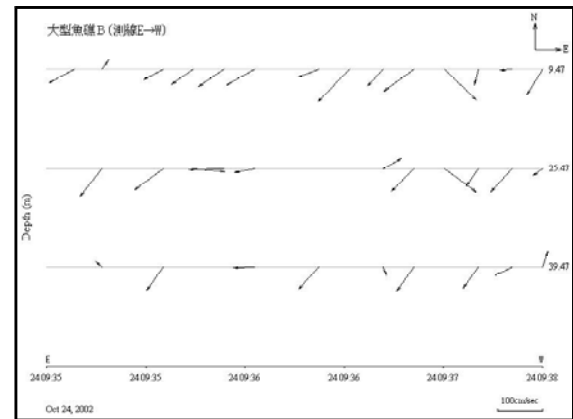
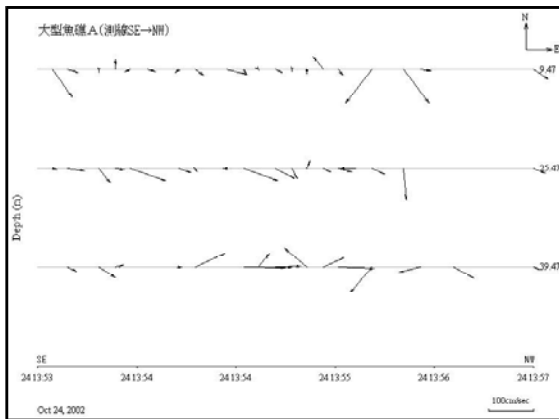


図10 ADCP記録(平成14年10月)

表9 ROVで観察された鯖集魚(平成14年10月)

大型魚礁B

調査年月日	魚礁	種名	大きさ (cm)	個体数	用いた体長-体重換算式	個集量(kg)	個集量 計(kg)
2002/10/24	スーパ-リーフ I-2SN	アジ類	17	300	マアジ : 体重=0.01413×尾叉長 ³	20.8	71.2
		イサギ	35	6	イサギ : 体重=2630.01(0.83×全長-0.05) ^{1.72} ×10 ⁻⁵	2.7	
		ネブツメ	8	10	テソメ : 体重=2.16(0.86×全長-5.80) ^{3.14} ×10 ⁻⁵	0.1	
		キウチ	20	2	キウチ : 体重=0.01(1.07×全長-40.38) ^{4.00} ×10 ⁻⁵	0.2	
		ハコブ	25	1	ショウチ : 体重=3.86(0.83×全長-3.87) ^{3.00} ×10 ⁻⁵	0.3	
		イサ	30	3	キウチ : 体重=0.01(1.07×全長-40.38) ^{4.00} ×10 ⁻⁵	1.9	
		イサ	25	200	スズキ : 体重=2.33(0.82×全長+2.32) ^{2.95} ×10 ⁻⁵	31.8	
		カサ	20	50	シマアジ : 体重=0.0132×尾叉長 ^{3.2247}	10.4	
		カサ	25	1	カサ : 体重=93.22(0.88×全長-11.62) ^{2.26} ×10 ⁻⁵	0.2	
		カサ	20	50	カサ : 体重=5.46(0.83×全長-2.54) ^{2.89} ×10 ⁻⁵	2.9	
		2002/10/24	マリブ	ネブツメ	8	50	
ハコブ	25			1	ショウチ : 体重=3.86(0.83×全長-3.87) ^{3.00} ×10 ⁻⁵	0.3	
カサ	25			2	カサ : 体重=93.22(0.88×全長-11.62) ^{2.26} ×10 ⁻⁵	0.3	
イサ	30			1	イサ : 体重=2630.01(0.83×全長-0.05) ^{1.72} ×10 ⁻⁵	0.3	

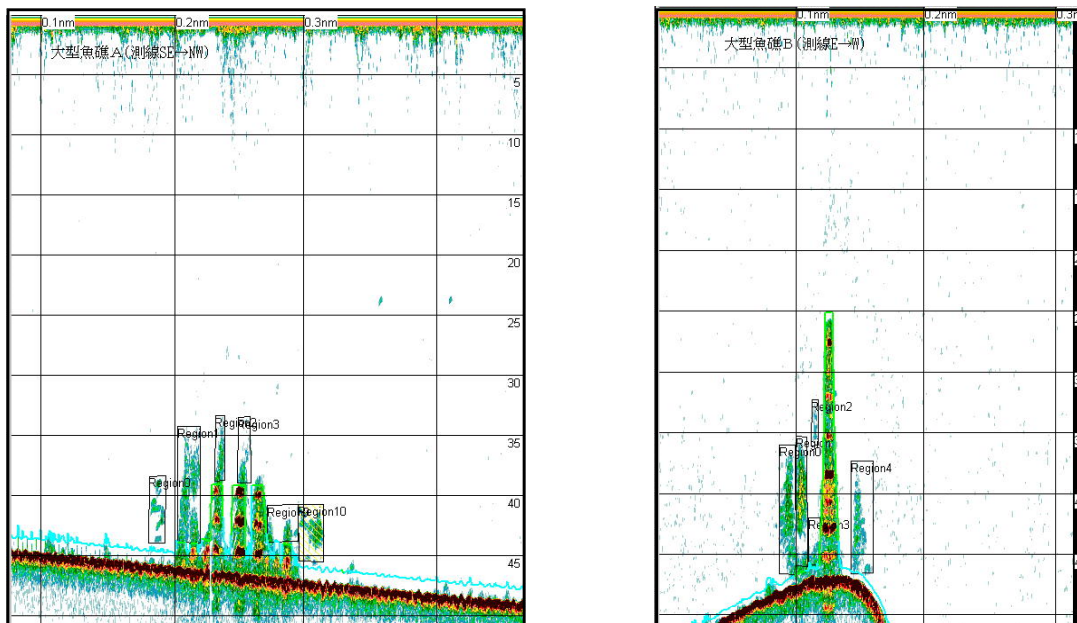


図11 計量魚探記録(平成14年11月、
調査日時は図12のADCP記録と同じ)

表10 蛸集量(平成14年11月)

大型魚礁A(測線SE→NW)							大型魚礁B(測線E→W)					
魚群のみられた領域	Region 0	Region 1	Region 2	Region 3	Region 5	Region 10	魚群のみられた領域	Region 0	Region 1	Region 2	Region 3	Region 4
領域の平均Sv値(dB)	-51.69	-49.61	-49.39	-56.56	-51.80	-47.41	領域の平均Sv値(dB)	-46.65	-39.92	-57.24	-52.73	-53.52
領域の高さ(m)	5.16	8.27	4.94	5.02	2.59	4.21	領域の高さ(m)	10.48	10.57	3.78	3.49	8.92
領域の直径(m)	11.11	20.37	6.85	12.96	19.63	21.67	領域の直径(m)	11.11	10.19	7.04	11.11	15.19
領域の体積(m ³)	500.4	2,695.6	182.2	662.6	783.9	1,552.5	領域の体積(m ³)	1,016.3	861.3	147.0	338.5	1,615.7
現存量(kg)	1.2	10.47	0.74	0.5	1.8	10.0	現存量(kg)	7.8	31.15	0.10	0.6	2.6
現存量 計(kg)	24.8						現存量 計(kg)	42.2				

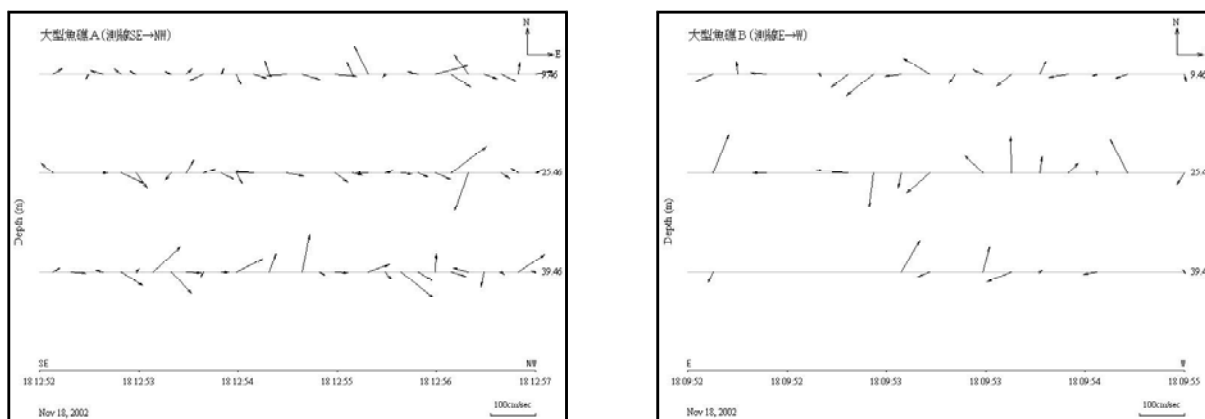


図12 ADCP記録(平成14年11月)

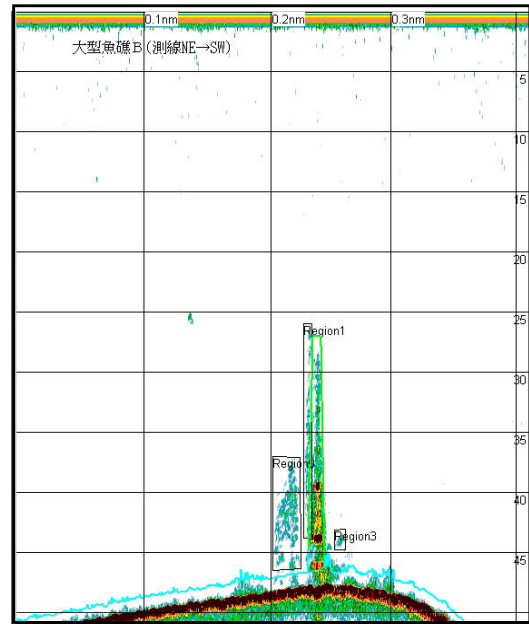
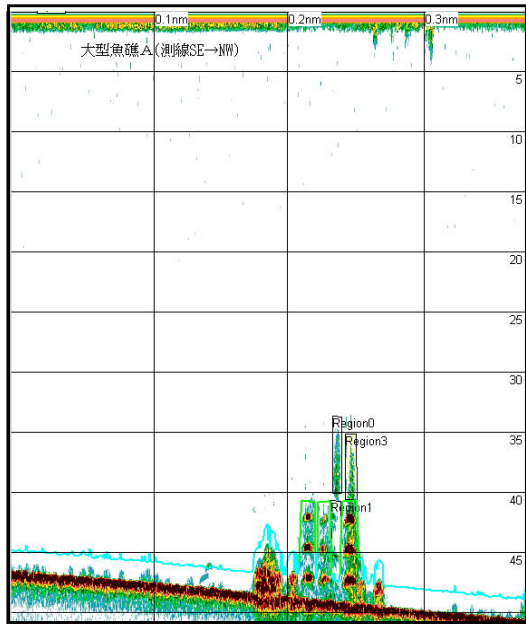


図13 計量魚探記録(平成14年12月、
調査日時は図14のADCP記録と同じ)

表11 鯖集量(平成14年12月)

大型魚礁A(測線SE→NW)				
魚群のみられた領域	Region 0	Region 1	Region 3	
領域の平均Sv値(dB)	-46.60	-50.38	-46.72	
領域の高さ(m)	6.39	4.04	4.74	
領域の直径(m)	7.41	8.33	4.63	
領域の体積(m ³)	275.4	220.4	79.8	
現存量(kg)	2.1	0.72	0.60	
現存量 計(kg)	3.5			

大型魚礁B(測線NE→SW)				
魚群のみられた領域	Region 0	Region 1	Region 3	
領域の平均Sv値(dB)	-54.41	-56.68	-53.24	
領域の高さ(m)	8.87	15.22	1.72	
領域の直径(m)	22.78	5.56	11.11	
領域の体積(m ³)	3,615.0	369.0	166.8	
現存量(kg)	4.6	0.28	0.28	
現存量 計(kg)	5.2			

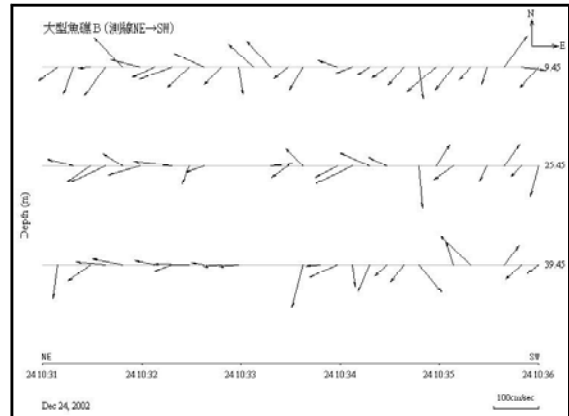
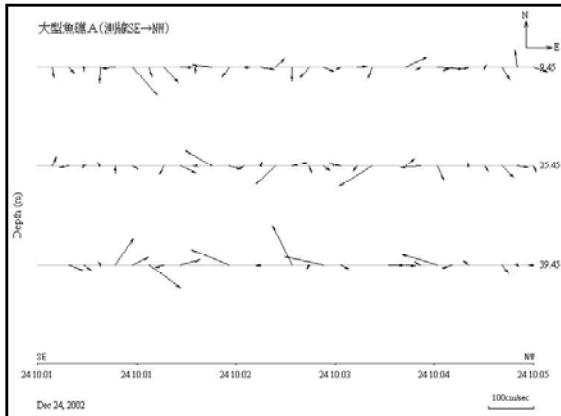


図14 ADCP記録(平成14年12月)

表12 ROVで観察された鯖集魚(平成14年12月)

大型魚礁B							
調査年月日	魚礁	種名	大きさ(cm)	個体数	用いた体長-体重換算式	鯖集量(kg)	鯖集量 計(kg)
2002/12/24	マリリーフ	アジ類	20	50	マアジ: 体重=0.01413×尾叉長 ³	5.7	10.0
		アジ類	10	300	マアジ: 体重=0.01413×尾叉長 ³	4.2	
		チガイ	20	1	コガイ: 体重=5.46(0.83×全長-2.54) ^{2.89} ×10 ⁻⁵	0.1	
2002/12/24	マリリーフ	アジ類	20	200	マアジ: 体重=0.01413×尾叉長 ³	22.6	22.9
		チガイ	20	2	コガイ: 体重=5.46(0.83×全長-2.54) ^{2.89} ×10 ⁻⁵	0.3	
2002/12/24	スカーリーフ I-2SN	アジ類	15	500	マアジ: 体重=0.01413×尾叉長 ³	23.8	73.3
		イサキ	25	1	スズキ: 体重=2.33(0.82×全長+2.32) ^{2.95} ×10 ⁻⁵	0.2	
		カササギ	20	30	コガイ: 体重=5.46(0.83×全長-2.54) ^{2.89} ×10 ⁻⁵	1.8	
		ホアツギ	8	120	テンジクガイ: 体重=2.16(0.86×全長-5.80) ^{3.14} ×10 ⁻⁵	1.2	
		チガイ	15	1	コガイ: 体重=5.46(0.83×全長-2.54) ^{2.89} ×10 ⁻⁵	0.1	
		カハギ	25	3	カハギ: 体重=93.22(0.88×全長-11.62) ^{2.26} ×10 ⁻⁵	0.5	

4)GPS搭載標本船調査

(1) 姫島地区

GPS搭載標本船3隻のデータ収集結果を表13に示した。機械が不調等の原因があり当初に計画したデータは集められていないが、3隻の標本船についてそれぞれ解析を行った。

表13 姫島地区におけるGPS搭載標本船のデータ収集結果

	主とする 漁業種類	データ収集期間	日数	操業時間計 (A)	魚礁を利用 した時間(B)	魚礁利用 割合
標本船①	釣り	平成15年9月～16年3月	53	186時間22分	32時間6分	17.2
標本船②	釣り	平成15年10月～16年3月	32	71時間22分	15時間42分	22.0
標本船③	刺網	平成15年11月～16年3月	24	93時間58分	1時間10分	1.2

標本船①は釣り漁業主体であるが、時期によってはたる流し(フグを対象とする漁法)も行う。釣りとなる流しの操業結果を表14、表15にそれぞれ示した。なお、船の速度が2ノット以下の状態が1分以上続いた状態を操業中と見なし、人工礁は魚礁の中心より500m、その他の魚礁は300m以内で操業した場合は魚礁を利用しているとした(以下同じ)。釣り漁業では魚礁利用割合が18.3%であったが、たる流しは全く魚礁を利用していなかった。また、釣り漁業の魚礁利用状況を表16に示した。これをみると昭和33年設置の並型魚礁と昭和56年設置の並型魚礁の二つで操業時間の67%、漁獲量の68%を占めており、この標本船はこの二つを主な魚礁漁場として利用していると推定された。

表14 標本船①の操業結果(釣りのみ)

出漁日数(A)	47 (日)
記録時間(B)	255.1 (時間)
操業時間(C)	175.6 (時間)
魚礁利用時間(D)	32.1 (時間)
漁獲量(E)	578.7 (kg)
操業時間割合(C/B)	68.8 (%)
魚礁利用時間割合(D/C)	18.3 (%)
1日当たり出漁時間(B/A)	5.4 (時間)
1日当たり操業時間(C/A)	3.7 (時間)
1日当たり魚礁利用時間(D/A)	0.7 (時間)
1日当たり漁獲量(E/A)	12.3 (kg)

表15 標本船①の操業結果(たる流しのみ)

出漁日数(A)	6 (日)
記録時間(B)	38.3 (時間)
操業時間(C)	8.7 (時間)
魚礁利用時間(D)	0 (時間)
漁獲量(E)	29.0 (kg)
操業時間割合(C/B)	22.7 (%)
魚礁利用時間割合(D/C)	0 (%)
1日当たり出漁時間(B/A)	6.4 (時間)
1日当たり操業時間(C/A)	1.5 (時間)
1日当たり魚礁利用時間(D/A)	0 (時間)
1日当たり漁獲量(E/A)	4.8 (kg)

表16 標本船①の魚礁ごとの操業状況(釣りのみの47日間)

	番号	設置年度	操業日数 (日)	操業時間 (時間)	漁獲量 (kg)	時間あたり漁獲量 (kg/時間)
並型魚礁	1	S32	6	2.7	15.1	5.6
	2	S33	7	9.9	20.3	2.1
	3	S37	1	0.1	0.1	1.0
	4	S38	2	0.6	1.4	2.3
	5	S39	1	0.1	0.7	7.0
	6	S44	2	0.5	1.7	3.4
	7	S46	1	0.1	0.1	1.0
	8	S51	2	1.3	1.9	1.5
	9	S53	2	0.4	0.3	0.8
	10	S56	5	11.5	49.4	4.3
	11	S59	3	1.0	0.5	0.5
	12	S60	1	0.2	0.1	0.5
	13	S61~63	1	0.0	0.0	-
	14	S62	2	0.1	0.0	-
	15	H3-1	5	1.4	7.0	5.0
	16	H4	2	0.1	0.1	1.0
	17	H5	5	1.4	2.1	1.5
	18	H11	2	0.1	0.4	4.0
大型魚礁	1	S41	1	0.0	0.0	-
	2	S55	1	0.1	0.2	2.0
	3	H13	1	0.0	0.1	3.0
大規模増殖場	1	S58~59	1	0.1	0.5	5.0
	2	S59~60	3	0.4	1.2	3.0
計			57	32.1	103.2	3.2

標本船②は釣り漁業主体であるが、時期によってははえ縄漁業も行う。今回の調査では、操業日数32日のうち28日が釣り漁業であった。釣りのみの操業結果を表17に、魚礁利用状況を表18に、それぞれ示した。魚礁利用状況をみると、利用回数と操業時間は昭和33年設置の並型魚礁が最も多いが、漁獲量は昭和57年設置の大規模増殖場が最も多かった。これは、たまたま一日だけ昭和57年設置の大規模増殖場でタチウオが大量に漁獲されたためである。

表17 標本船②の操業結果(釣りのみ)

出漁日数(A)	28	(日)
記録時間(B)	129.3	(時間)
操業時間(C)	63.3	(時間)
魚礁利用時間(D)	14.5	(時間)
漁獲量(E)	270.8	(kg)
操業時間割合(C/B)	49.0	(%)
魚礁利用時間割合(D/C)	22.9	(%)
1日当たり出漁時間(B/A)	4.6	(時間)
1日当たり操業時間(C/A)	2.3	(時間)
1日当たり魚礁利用時間(D/A)	0.5	(時間)
1日当たり漁獲量(E/A)	9.7	(kg)

表18 標本船②の魚礁ごとの操業状況(釣りのみ28日間)

	番号	設置年度	操業回数 (回)	操業時間 (時間)	漁獲量 (kg)	時間あたり漁獲量 (kg/時間)
並型魚礁	1	S29	4	1.0	2.4	2.4
	2	S33	6	2.9	5.7	2.0
	3	S42	2	0.6	3.2	5.3
	4	S53	1	0.2	0.5	2.5
	5	S54	4	2.1	6.4	3.0
	6	H7	1	0.1	0.0	-
大型魚礁	1	H5	1	0.2	2.0	10.0
	2	H6	2	1.1	6.9	6.3
	3	H7	2	1.2	22.4	18.7
	4	H11	2	0.4	6.4	16.0
人工礁	1	H3~8	1	0.3	0.2	0.7
大規模増殖場	1	S57	1	2.1	37.1	17.7
	2	S59~60	1	1.3	5.9	4.5
	3	S60~61	5	0.8	3.3	4.1
	4	S61	1	0.2	1.6	8.0
計			34	14.5	104.0	7.2

標本船③は刺網漁業主体であるが時期によっては釣り漁業も行う。年間を通しては刺網の操業日数が多いが、今回の調査期間内では釣りの操業日数が多かった。刺網の操業結果を表19に、釣りの操業結果を表20に、それぞれ示した。魚礁の利用時間は標本船①、②に比べて極端に少ない。聞き取りによると、刺網を操業する漁業者は魚礁を利用する者としていない者の二とおりに別れるようである。標本船③は後者であり、網が破損することを嫌って魚礁は避けて操業するということであった。また、釣り漁業を行うときは約50km離れた佐賀関海域で行うことが多く、この場合も魚礁は利用していない。

表19 標本船③の操業結果(刺網のみ)

出漁日数(A)	9	(日)
記録時間(B)	48.5	(時間)
操業時間(C)	29.6	(時間)
魚礁利用時間(D)	1.1	(時間)
漁獲量(E)	201.7	(kg)
操業時間割合(C/B)	61.0	(%)
魚礁利用時間割合(D/C)	3.7	(%)
1日当たり出漁時間(B/A)	5.4	(時間)
1日当たり操業時間(C/A)	3.3	(時間)
1日当たり魚礁利用時間(D/A)	0.1	(時間)
1日当たり漁獲量(E/A)	22.4	(kg)

表20 標本船③の操業結果(釣りのみ)

出漁日数(A)	15	(日)
記録時間(B)	134.6	(時間)
操業時間(C)	64.3	(時間)
魚礁利用時間(D)	0.0	(時間)
漁獲量(E)	778.0	(kg)
操業時間割合(C/B)	47.8	(%)
魚礁利用時間割合(D/C)	0.0	(%)
1日当たり出漁時間(B/A)	9.0	(時間)
1日当たり操業時間(C/A)	4.3	(時間)
1日当たり魚礁利用時間(D/A)	0.0	(時間)
1日当たり漁獲量(E/A)	51.9	(kg)

今回GPSを設置した標本船は通常の日誌も記帳してもらっているので、データが最も多かった標本船①の釣り漁業について、GPSデータと標本船日誌から推定した漁獲状況の比較を表21に示した。また参考のために、10月下旬の航跡図と魚礁設置位置を図15に示した。

33年並型魚礁の漁獲量は両者の間に大きな違いは見られない。しかし56年並型魚礁の漁獲量には大きな差を生じた。原因としては、二つ考えられる。まず、この1マイルメッシュ内には、魚礁が3.5設置されている(一つの魚礁は二つのメッシュにまたがっているため0.5と計数した)。一般の標本船日誌ではメッシュ内のどの魚礁を利用しているかわからないため、メッシュ内の漁獲量を魚礁の数で割ることになる。実際はほとんどを56年並型魚礁を利用していることがGPSデータから推定できるが、標本船日誌からは推定できない。

また、標本船日誌からの推定ではその日の漁獲量を利用したメッシュの数で割ってメッシュ内の漁獲量とするが、どのメッシュ内で何時間操業したかという割合が把握できない。

その他魚礁の漁獲量にも大きな差を生じた。その最大の原因は、標本船日誌からの推定ではメッシュ内に魚礁がある場合はその魚礁を利用したと推定するが、今回GPSデータの解析では魚礁中心より300m以内で操業した場合のみ魚礁を利用したと推定した。そのため、標本船日誌からの推定では実際の利用状況より高い結果が出たと推定された。

表21 標本船①の漁獲状況の推定(釣りのみ) 単位:kg

	GPSより推定	標本船日誌より推定
33年並型魚礁の漁獲量	20.3	22.9
56年並型魚礁の漁獲量	49.4	8.8
その他魚礁の漁獲量	33.5	279.2
魚礁以外の漁獲量	475.5	267.8
計	578.7	578.7

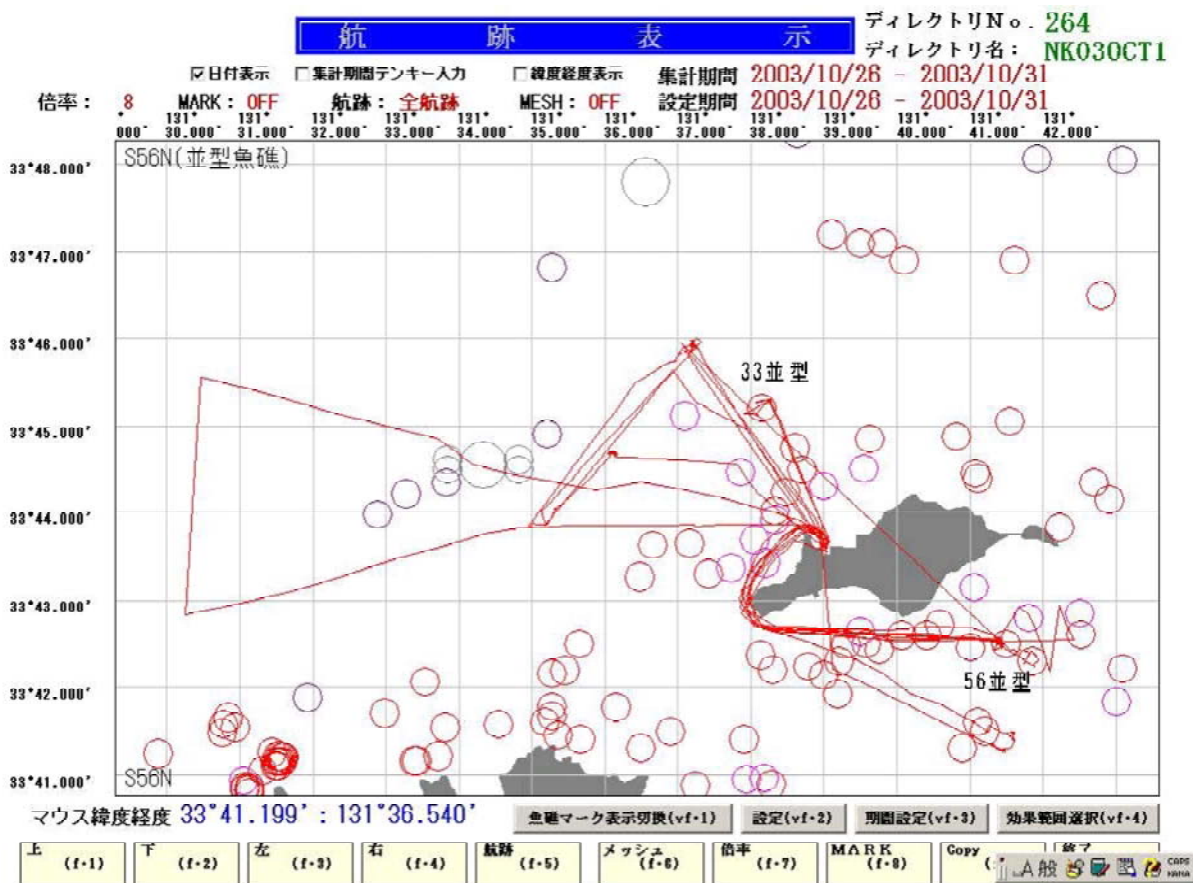


図15 魚礁設置位置及び航跡図の一例

(2) 豊後水道地区

GPS搭載標本船3隻のデータ収集結果を表22に示した。また、魚礁の設置状況とそれぞれの標本船の航跡例を図16に示した。機械が不調等の原因があり当初に計画したデータは集められていないが、3隻の標本船についてそれぞれ解析を行った。

表22 豊後水道地区におけるGPS搭載標本船のデータ収集結果

	漁業種類	データ収集期間	データ収集日数	操業時間	魚礁利用時間	魚礁利用割合(%)
標本船④	釣り	2001/8~2003/9	203	363.6	95.9	26.4
標本船⑤	釣り	2001/8~2003/8	86	143.2	15.7	11.0
標本船⑥	釣り	2001/8~2003/12	351	851.6	31.3	3.7

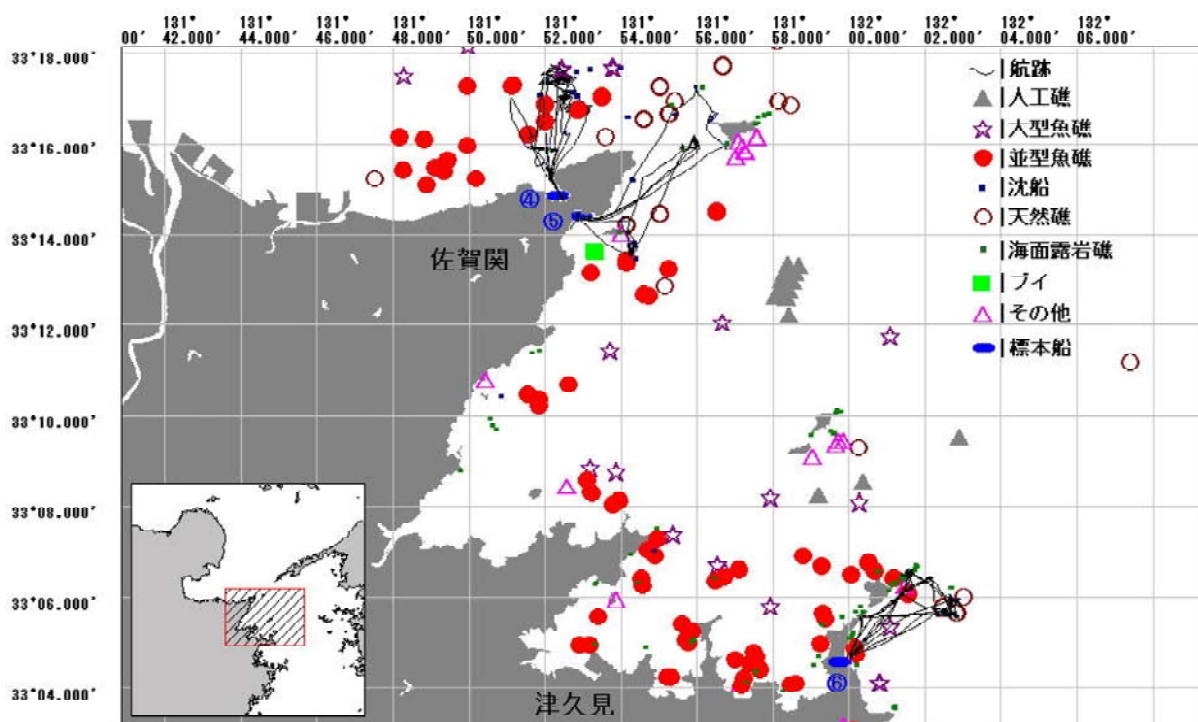


図16 魚礁設置位置及び標本船航跡の一例

3隻の標本船の漁業種類は一本釣りで、それぞれの操業結果と操業状況を表23、24、25に示した。船速が2ノット以下の状態が1分以上続いた状態を操業中とみなし、人工礁及び大型魚礁は魚礁中心から漁場造成面積をカバーする半径の円内で、並型魚礁及びその他の魚礁は魚礁中心から半径300mの円内で操業した場合を魚礁を利用していると見なした（以下同じ）。また、天然礁での操業が各標本船ともに多かったが、ここでは天然礁の操業状況は解析から除外した。

表23 標本船④の操業結果

出漁日数(A)	203	(日)
出漁時間(B)	994.7	(時間)
操業時間(C)	363.6	(時間)
魚礁利用時間(D)	95.9	(時間)
漁獲量(E)	2,128.2	(kg)
操業時間割合(C/B)	36.6	(%)
魚礁利用時間割合(D/C)	26.4	(%)
1日当たり出漁時間(B/A)	4.9	(時間)
1日当たり操業時間(C/A)	1.8	(時間)
1日当たり魚礁利用時間(D/A)	0.5	(時間)
1日あたり漁獲量(E/A)	10.5	(kg)

表24 標本船⑤の操業結果

出漁日数(A)	86	(日)
出漁時間(B)	395.6	(時間)
操業時間(C)	143.2	(時間)
魚礁利用時間(D)	15.7	(時間)
漁獲量(E)	254.1	(kg)
操業時間割合(C/B)	36.2	(%)
魚礁利用時間割合(D/C)	11.0	(%)
1日当たり出漁時間(B/A)	4.6	(時間)
1日当たり操業時間(C/A)	1.7	(時間)
1日当たり魚礁利用時間(D/A)	0.2	(時間)
1日あたり漁獲量(E/A)	3.0	(kg)

表25 標本船⑥の操業結果

出漁日数(A)	351	(日)
出漁時間(B)	2,562.3	(時間)
操業時間(C)	851.6	(時間)
魚礁利用時間(D)	31.3	(時間)
漁獲量(E)	3,905.2	(kg)
操業時間割合(C/B)	33.2	(%)
魚礁利用時間割合(D/C)	3.7	(%)
1日当たり出漁時間(B/A)	7.3	(時間)
1日当たり操業時間(C/A)	2.4	(時間)
1日当たり魚礁利用時間(D/A)	0.1	(時間)
1日あたり漁獲量(E/A)	11.1	(kg)

表26 標本船④の魚礁ごとの操業状況

	番号	設置年度	操業日数	操業時間	漁獲量(kg)	時間当たり漁獲量(kg/時間)
並型魚礁	1		40	5.6	31.3	5.6
	2		21	75.0	27.9	0.4
大型魚礁	1	H3	24	5.4	40.6	7.5
	2	S62	2	0.7	4.1	5.8
沈船魚礁	1	S63	2	0.1	1.2	11.6
	2	H1	74	34.3	219.1	6.4
	3	H1	6	1.2	5.4	4.5
	4	H2	75	36.6	264.2	7.2
	5	H2	23	4.4	24.3	5.5
	6	H7	4	0.1	1.0	10.2
計			271	163.4	618.9	3.8

標本船④は魚礁利用時間割合が26.4%で、豊後水道地区の他の標本船に比べるとよく魚礁を利用していた。魚礁別の操業状況を表26に示したが操業時間を魚礁別にみると、標本船④は大型魚礁の利用が少なく沈船魚礁と並型魚礁を同程度利用していたが、個々の魚礁では並型魚礁のNo.2の利用割合が高かった。魚礁での漁獲量の83.2%を沈船魚礁で漁獲しており、年間を通して沈船魚礁でマダイを漁獲していた。

表27 標本船⑤の魚礁ごとの操業状況

	番号	設置年度	操業日数	操業時間	漁獲量(kg)	時間当たり漁獲量(kg/時間)
並型魚礁	1	S52-S55	3	0.5	0.7	1.3
	2	S56-S58	1	0.0	0.0	1.8
	3	S58	1	0.0	0.0	1.8
その他の魚礁	1	S51	35	13.5	21.4	1.6
	2	S59-S60	3	0.6	1.0	1.7
	3	S60	2	0.2	0.3	1.4
	4	S61	1	0.0	0.0	1.8
	5	S62	1	0.1	0.1	0.6
沈船魚礁	1	H4	1	0.1	0.1	1.2
	2	H9	3	0.8	1.8	2.3
計			51	15.9	25.4	1.6

標本船⑤は他の2隻に比べるとデータ収集数が少ないが、魚礁別の操業状況を表27に示した。標本船⑤の魚礁利用時間割合は11%で、魚礁操業時間の85%を昭和51年設置のその他の魚礁に費やしている。魚礁での漁獲量もこの魚礁から84%を漁獲している。この標本船はマアジ・マサバを中心に操業しているが、この魚礁では夏場にカサゴを漁獲していた。

表28 標本船⑥の魚礁ごとの操業状況

	番号	設置年度	操業 日数	操業時 間	漁獲量 (kg)	時間当たり漁獲 量(kg/時間)
並型魚礁	1	S31	1	0.2	2.0	10.2
	2	S36S57	2	0.1	0.7	7.4
	3	S37	2	0.1	0.4	4.4
	4	S37	2	0.1	0.6	6.4
	5	S41S46	1	0.4	1.4	3.4
	6	S41S43	9	3.4	12.5	3.7
	7	S42	3	0.7	2.3	3.2
	8	S46	1	0.0	0.1	6.6
	9	S51	20	7.3	29.6	4.1
	10	S60	4	0.9	7.5	8.4
	11	S61	2	0.2	1.5	7.4
	12	S62	1	0.1	0.7	6.8
	13	S64	8	0.7	2.8	4.0
大型魚礁	1		6	2.1	8.5	4.0
	2	S46S48S51	1	0.0	0.1	4.8
	3	S54	1	0.0	0.1	2.7
	4	H2	3	2.2	8.6	3.9
	5	H3	2	0.1	0.3	2.8
人工礁	1	S59-S63	3	0.3	1.2	4.1
その他の魚礁	1	H12	21	12.3	47.5	3.9
	2	S59	2	0.1	0.1	0.6
計			95	31.4	128.4	4.1

標本船⑥は魚礁利用時間割合が3.7%と3隻の中では一番魚礁の利用時間割合が少なかった。標本船⑥の魚礁別操業状況を表28に示したが、ほぼ周年、特定の天然礁で微妙に位置を変えながらマダイ、イサキを中心に操業しており、魚礁はほとんど利用していない。

この3隻の操業日誌は、図17のように地図上にその日の操業地点を示し、操業地点別に漁場の種類、操業時間、魚種別漁獲量、その地点での操業隻数を記入してもらう様式になっている。正確に操業位置を日誌に記帳すれば、ある程度日誌からも魚礁毎の漁獲量が把握できるが、1日にごく近接した魚礁を何カ所か利用している場合などは、日誌の地図上には同一操業地点として記入しがちで、そういった判断しにくい部分の解析をGPSシステムは補完してくれる。

年間を通して一つの魚礁を利用するといった操業形態を今回の標本船はとっていないことから、日誌の記帳が正確な標本船⑥が魚礁を多く利用していた平成14年10月のデータを基に平成12年設置の魚礁について原単位を求めた。対象とした魚礁での標本船⑥の操業状況を表29に示したが、10月の操業日数27日のうち対象魚礁で6日操業していた。対象魚礁での平均漁獲量は5.35kg/日、平均魚礁利用隻数は4.33隻/日、平成14年の年間操業日数が246日であったから、10月の利用率でこの魚礁を年間を通して利用したとすると、魚礁での年間の漁獲量は $5.35\text{kg/日} \times 4.33\text{隻/日} \times 246\text{日/年} \times 6\text{日} \div 27\text{日} = 1,261.6\text{kg}$ と推定された。対象とした魚礁が1,080.74空 m^3 の単体の魚礁であることから、この魚礁の原単位は、 $1,261.6\text{kg} \div 1,080.74\text{空}\text{m}^3 = 1.17\text{kg/空}\text{m}^3$ と推定された。この魚礁ではイサキが主に漁獲されていることから、イサキの盛期の操業状況が把握できれば、もう少し違った推定値にな

ったのではないかとと思われる。

〇月 〇日 (旧暦 〇月 〇日) 天候記

出漁時刻	〇時 〇分 〇秒	(出漁の理由○で囲む)
帰港時刻	〇時 〇分 〇秒	〇〇 〇〇 〇〇 〇〇 〇〇 〇〇

魚種名	尾数	重量	魚種名	尾数	重量
イサキ	20	13.0			
マダイ	2	1.0			

出漁時刻	〇時 〇分 〇秒	(出漁の理由○で囲む)
帰港時刻	〇時 〇分 〇秒	〇〇 〇〇 〇〇 〇〇 〇〇 〇〇

出漁時刻	〇時 〇分 〇秒	(出漁の理由○で囲む)
帰港時刻	〇時 〇分 〇秒	〇〇 〇〇 〇〇 〇〇 〇〇 〇〇

出漁時刻	〇時 〇分 〇秒	(出漁の理由○で囲む)
帰港時刻	〇時 〇分 〇秒	〇〇 〇〇 〇〇 〇〇 〇〇 〇〇

出漁時刻	〇時 〇分 〇秒	(出漁の理由○で囲む)
帰港時刻	〇時 〇分 〇秒	〇〇 〇〇 〇〇 〇〇 〇〇 〇〇

出漁時刻	〇時 〇分 〇秒	(出漁の理由○で囲む)
帰港時刻	〇時 〇分 〇秒	〇〇 〇〇 〇〇 〇〇 〇〇 〇〇

図17 標本船日誌様式（豊後水道地区）

表29 H12その他の魚礁での操業状況

操業日	操業時間	魚種	漁獲量(kg)	操業隻数
2002/10/7	3.3	イサキ	9.0	4
		マダイ	1.0	
2002/10/8	2.8	イサキ	13.0	4
2002/10/9	3.3	イサキ	13.0	4
		マダイ	1.0	
2002/10/10	5.3	イサキ	1.0	6
2002/10/11	5.0	イサキ	4.0	4
		イサキ	1.0	
2002/10/23	1.7	マダイ	8.5	4
		ブリ	2.0	
計	21.5		53.5	26
平均	3.6		5.35	4.33

(3)まとめ

通常の標本船のデータと比較して、GPSデータを用いた推定手法のメリットは次の3点が考えられる。

- 1) 一般の標本船日誌のデータではどの海域メッシュを利用したかということは把握できるが、それ以上の状況把握はGPSデータを用いた推定手法でなければ困難である。特に、一つのメッシュ内に複数の魚礁が設置されている場合にGPSデータが威力を発揮する。
- 2) 一般の標本船日誌では一日に利用した操業位置は把握することができるが、操業時間の割合は把握できない。GPSデータでは漁場ごとの操業時間の割合まで把握が可能である。
- 3) 一般の標本船でも操業位置を記帳してもらっているが、記帳者の記憶に頼る場合が多い。GPSデータであれば機械が故障していない限り正確な位置が記録されるので信頼度が高い。

このように、GPSを利用した標本船日誌調査から、より正確な魚礁利用状況の把握が可能であると推定された。周年のデータを集めることと、その地区全体を代表すると考えられるだけのGPS標本船の隻数を確保することができれば、魚礁ごとの原単位を推定することが可能であると考えられた。