

ROVを用いた三枚網漁獲効率の検討

岩手県水産技術センター
増養殖部 山口正希
漁業資源部 高橋宏樹

調査実施年度

1995年から1997年の3ヶ年。

緒言

従来行われてきた人工魚礁における底生魚類を対象とした効果調査は、定性的な調査に基づくものが多いが、人工魚礁の効果を実証するためには現存量等の定量的な効果把握が必要不可欠である。

岩手県水産技術センターでは、1991年と1992年に東北区水産研究所八戸支所との共同研究で三枚網の漁獲効率の推定を行い^{1) 2) 3)}、共同研究終了後の1993年には東北区水産研究所の指導の下で同様の推定を行って、人工魚礁における魚類の分布密度及び現存量を推定した。この方法は海底形状が複雑な海域であっても魚類の定量的な推定が可能であり、人工魚礁における蠣集量の把握に有効であることが示された。しかし、漁獲効率は年による変動が認められ、また、分布密度の異なる海域においても調査を行い、変動幅を明確にする必要があると判断された。

本研究では、人工魚礁周辺域における底生魚類の生息量の推定手法の精度向上を図るため、ROV（自航式水中TVロボット）による観察と、三枚網（複合式底刺網）による漁獲試験を行った。

調査方法

<考え方>

一定時間内における魚の平均行動半径を r とすると、刺網が敷設された場合の漁獲範囲は、網の長さ l と網の両側それぞれ r の幅の面積で示される。漁獲範囲内に生息する魚の個体数と漁獲された個体数の比を漁獲率(q)とすると、その漁獲率は次式で表される。これは底延縄の場合と同じ式である¹⁾。

$$q = c / (d \cdot 2r \cdot l) \quad (1)$$

(q : 漁獲率、 c : 漁獲個体数、 d : 分布密度、 r : 魚の行動半径、 l : 刺網の長さ)

q と r の値が得られていれば、漁獲個体数から分布密度を計算することができる。底延縄では枝縄間隔の異なる数種類の底延縄を用いて r を推定した¹⁾が、底刺網では同じ方法を用いることができない。しかし、 q は r の値によって大きく変化することが分かるので、 $(q \cdot 2r)$ を q' で置き換えると、

$$q' = c / (d \cdot l) \quad (2)$$

となり、水中テレビカメラ等を用いて魚類の分布密度を明らかにすることができれば、同時に漁獲調査をすることによって q' が得られる。

すなわち、 q と r を個々に推定する必要は無く、 q' を用いた(2)式により漁獲調査結果から分布密度の計算が可能である。ここでは、 q' を漁獲効率と呼ぶ²⁾。

(1) ROVによる調査

ROV(広和社製 KOWA-NOVA、Q I 社製 DELTA-100S II)による観察は、1995年～1997年(表1)に、釜石市南部沖合いの尾崎沖大型魚礁及び北部沖合いの御箱崎北大型魚礁、大槌湾口沖合大型魚礁の周辺海域で実施した(図1)。観察は夕方から夜間にかけて行った。観察に当たっては、魚礁を魚群探知機で探索するとともにGPSで正確な位置を確認し、風向を考慮に入れて魚礁縁辺部から外側に調査船をドリフトさせた。ビークルの操作は上下動のみとし、できるだけ海底直上約1mに保った。観察中は5分毎にGPSで船の位置を確認し、移動距離を計算して観察距離とした。なお、観察した映像はビデオテープに収録し、後日再生して出現した魚類の個体数を種毎に計数した。また、ビークルの浮上や砂の巻き上げ等により観察できなかった時間を除外して、正味の観察距離を求め、これにカメラの平均観察幅(KOWA-NOVA:2.65m、DELTA-100S II:2.21m)をかけて正味の観察面積を算出した(表2)。分布密度は観察面積 1,000m²当たりの出現個体数で計算した¹⁾。

表1 調査期間及び調査海域

調査日	調査回数	調査海域	調査水深	ROV
1995年7月25～26日	3回	尾崎沖大型魚礁	水深125m	Q I 社製 DELTA-100S II
1996年2月13日	2回	〃		広和社製 KOWA-NOVA
1996年6月25～26日	8回	御箱崎北大型魚礁	水深100m	広和社製 KOWA-NOVA
1996年10月14～15日	6回	〃		Q I 社製 DELTA-100S II
1997年6月24～25日	5回	大槌湾口沖合大型魚礁	水深110m	広和社製 KOWA-NOVA
1997年10月14～15日	3回	〃		広和社製 KOWA-NOVA

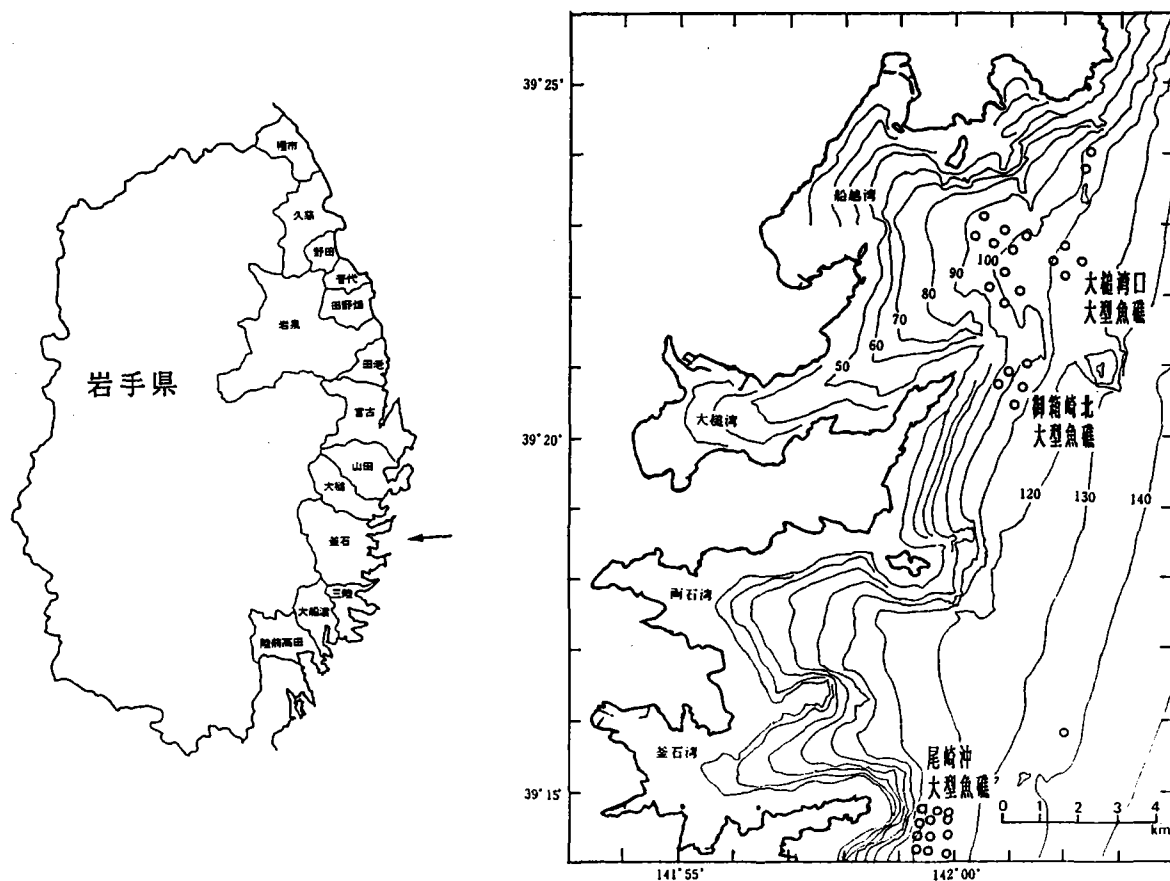


図1 調査海域及び周辺魚礁位置図

表2-1 ROVによる観察の概要 (1995~1996年)

回	観察月日	観察時間	観察距離 (m)	正味の観察距離 (m)	観察面積 (m ²)
No. 1	7/25	18:50~19:50	974	958	2117
No. 2	"	20:20~21:08	740	725	1602
No. 3	7/26	19:10~20:55	2,301	1,078	2382
		(有効範囲: 19:10~20:20)	1,087	983	2172)
No. 1	2/13	16:54~18:00	659	533	1412
No. 2	"	18:20~19:35	939	706	1871

表2-2 ROVによる観察の概要 (1996年)

回	観察月日	観察時間	観察距離 (m)	正味の観察距離 (m)	観察面積 (m ²)
No. 1	6/25	15:50~16:50	865	846	2242
No. 2	"	17:16~18:20	1287	1119	2965
No. 3	"	18:42~19:05	555	179	474
No. 4	"	19:23~20:05	990	701	1858
No. 5	6/26	16:10~16:20	397	174	461
No. 6	"	16:43~17:25	1620	1516	4017
No. 7	"	17:50~18:35	1672	1618	4288
No. 8	"	18:57~20:00	1682	1464	3880
No. 1	10/14	15:24~16:10	767	588	1299
No. 2	"	16:38~17:55	933	657	1452
No. 3	"	18:16~19:30	966	730	1613
No. 4	10/15	15:22~16:15	573	527	1165
No. 5	"	16:34~17:35	809	567	1253
No. 6	"	17:56~19:00	497	379	838

表2-3 ROVによる観察の概要 (1997年)

回	観察月日	観察時間	観察距離 (m)	正味の観察距離 (m)	観察面積 (m ²)
No. 1	6/24	17:20~18:40	722	685	1815
No. 2	"	19:05~20:05	755	552	1463
No. 3	6/25	17:05~17:20	214	73	193
No. 4	"	17:45~18:50	1258	754	1998
No. 5	"	19:15~20:00	284	279	739
No. 1	10/14	16:50~17:20	203	198	525
No. 2	"	17:50~18:50	637	612	1622
No. 3	10/15	17:43~18:28	1134	1011	2679

(2) 漁獲試験

ROVによる観察の後、観察を行った海域とほぼ同じ海域において、三枚網による漁獲試験を実施した。使用した三枚網はアミランマルチフィラメント製で、1反の長さが40.5m、網丈が1.95m、外網と内網の目合いがそれぞれ 454.5mm、75.8mmのものを20反用いた¹⁾。

調査結果

(1) ROVによる魚類の分布密度

ROVにより、1995年7月の調査では合計5,891m²を観察して4種94個体の魚類を、1996年2月の調査では合計3,283m²を観察して5種25個体の魚類を観察した。1996年6月の調査では合計20,185m²を観察して8種106個体の魚類とスルメイカ(1個体)及びタコ類(1個体)を、10月の調査では合計7,620m²を観察して5種61個体の魚類とスルメイカ(11個体)を確認した。1997年6月の調査では合計6,209m²を観察して6種425個体の魚類が出現した。10月の調査では合計4,826m²を観察して4種84個体の魚類とスルメイカ(214個体)を確認した。

3カ年の各調査における各魚種の分布密度(個体数/1,000m²) (表3)は、観察毎にばらつきがみられたが、平均値をみると1997年6月調査でのマダラの46.22個体と1997年10月調査でのスルメイカの39.18が多かった。3カ年の調査で毎回確認された魚種はアナゴ類とイカ類(スルメイカを含む)であり、次いで多く確認されたのはエゾイソアイナメとニジカジカであった。

表3 ROVで推定した魚類の分布密度 (1,000m²当たりの個体数)

観 察 月 日	1995年7月25～26日		1996年2月13日	
観 察 回 数	3 回		2 回	
総観察面積(m ²)	5,891		3,283	
魚 種	平均	標準偏差	平均	標準偏差
アナゴ類	9.03	2.97	2.67	2.67
ハゼ類	4.35	4.95	—	—
エゾイソアイナメ	2.27	1.62	1.16	0.45
ニジカジカ	0.46	0.38	0.35	0.35
タナゴ類	—	—	2.67	2.67
カレイ類	—	—	0.35	0.35
イカ類	0.15	0.22	1.06	1.06
タコ類	—	—	0.35	0.35
その他の魚類	0.21	0.29	0.98	0.44
全 魚 種	16.47	2.20	9.60	3.23

表3 続き ROVで推定した魚類の分布密度 (1,000m²当たりの個体数)

観 察 月 日	1996年 6月25～26日		1996年10月14～15日	
観 察 回 数	8 回		6 回	
総観察面積(m ²)	20,185		7,620	
魚 種	平均	標準偏差	平均	標準偏差
アイナメ	0.17	0.29	0.36	0.37
アナゴ類	0.41	0.92	1.19	1.35
エゾイソアイナメ	0.43	0.49	1.93	1.85
カレイ類	2.82	1.67	4.62	2.74
スルメイカ	0.03	0.09	1.15	2.27
ソイ類	0.10	0.17	0.00	0.00
タラ類	—	—	0.13	0.29
タコ類	0.06	0.15	0.00	0.00
ニジカジカ	0.57	0.38	0.00	0.00
ハゼ類	0.99	1.70	0.00	0.00
その他の不明魚類	1.53	2.66	0.46	0.65
全 魚 種	7.11	2.93	9.70	4.35
観 察 月 日	1997年 6月24～25日		1996年10月14～15日	
観 察 回 数	5 回		3 回	
総観察面積(m ²)	6,209		4,826	
魚 種	平均	標準偏差	平均	標準偏差
カレイ類	4.16	2.25	7.14	1.72
アナゴ類	1.71	1.13	1.11	0.80
エゾイソアイナメ	0.00	0.00	0.82	1.16
マダラ	46.22	36.90	0.00	0.00
ニジカジカ	0.48	0.50	0.00	0.00
スルメイカ	0.00	0.00	39.18	25.05
ホウボウ類	0.22	0.44	0.00	0.00
その他の不明魚類	0.27	0.54	5.39	6.77
全 魚 種	52.84	38.48	53.64	25.52

(2) 漁獲試験結果

三枚網による漁獲試験では、1995年7月の調査で合計11種200個体の魚類(ミズダコを含む)が、1996年2月の調査で11種55個体の魚類が採集された。なお、2月の調査では、6反目から9反目までの計4反の網地が切断により回収できなかったため、実際に使用された漁具数は16反であった。

1996年6月の調査では合計18種195個体の魚類(スルメイカを含む)が、10月の調査では12種180個体の魚類が採集された。6月にはエゾイソアイナメが、10月にはミギガレイが優占していた。

1997年6月の調査では合計18種195個体の魚類が、10月の調査では12種180個体の魚類が採集された。1996年の調査と同様に6月の調査ではエゾイソアイナメが、10月の調査ではミギガレイが優占していた(表4)。

表4 三枚網による漁獲試験結果（個体数）

漁獲年月日	1995年 7月28日	1996年 2月16日	1996年 6月28日	1996年 10月17日	1997年 6月27日	1997年 10月17日
水深 (m)	122~124	125~126	86~100	94~101	111~115	109~116
エゾイソアイナメ	130	12	99	53	77	2
アイナメ	1	1	7	8	6	
キツネメバル	2	2	5	1	1	1
ウスメバル		1	3		1	
クロソイ				1		
マダラ		2	1		13	
スケトウダラ		2	14			
キアンコウ	4		7	1	10	11
ニジカジカ	25		11		4	
マルカワカジカ			1			
アイカジカ					1	
ケムシカジカ	1	1				
ミギガレイ	23	9	36	97	27	46
マガレイ				1		
マコガレイ			1			
ババガレイ			2		6	3
ヒレグロ			1			
アカガレイ		22				
サメガレイ	7					
ムシガレイ			3	11	11	12
ヤナギムシガレイ			1	2		
ソウハチ			1			
アブラガレイ			3			
カレイ類				1		
カタクチイワシ			1			
シロサケ				1		
アツモリウオ	1					
ウミタナゴ		1				
フサギンボ	1					
ナガヅカ		2				
ハツメ						1
メダイ						1
アブラツノザメ					3	
スルメイカ			1	3		
ミズダコ	5					
合計	200	55	195	180	159	81
種類数	11	11	18	12	12	8

注) 1996年2月の調査における実際の三枚網使用数は16反であった。

(3) 三枚網の漁獲効率

魚類の分布密度と魚種別の漁獲個体数から、前記の式により漁獲効率（ q' ）の計算が可能となる。ROVによる観察と漁獲試験で共に出現した魚種は、1995年7月の調査で2種、1996年2月の調査で3種、1996年6月の調査で4種、1996年10月の調査で3種、1997年6月の調査で2種、1997年10月の調査で2種となった。これらの魚種について漁獲効率を計算したものを表5に示した。1997年6月の人工魚礁周辺の海域で三枚網を用いた調査では、エゾイソアイナメの漁獲効率は、ROVによる観察で映像に捉えていないため数値化はできなかった。また、ROVで観察されたマダラは漁獲対象サイズ外と判断し、漁獲効率は求めなかった。

表5 三枚網における漁獲効率の計算 $q' = c / (\ell \cdot d)$

調査年月	漁獲個体数	漁具の長さ	分布密度	漁獲効率	備考
1995~1996	c	ℓ	d	q'	観察個体数
エゾイソアイナメ (7月)	130	/ (810	$\times 0.00227$) =	70.7	13
(2月)	12	/ (648	$\times 0.00116$) =	16.0	4
ニジカジカ (7月)	25	/ (810	$\times 0.00046$) =	67.1	3
ウミタナゴ (2月)	1	/ (648	$\times 0.00267$) =	0.6	10
カレイ類 (2月) ^a	31	/ (648	$\times 0.00035$) =	136.7	1

a: ミキガレイ、アカガレイ

調査年月	漁獲個体数	漁具の長さ	分布密度	漁獲効率	備考
1996	c	ℓ	d	q'	観察個体数
エゾイソアイナメ (6月)	99	/ (810	$\times 0.00043$) =	284.2	9
(10月)	53	/ (810	$\times 0.00193$) =	33.9	14
アイナメ (6月)	7	/ (810	$\times 0.00017$) =	50.8	4
(10月)	8	/ (810	$\times 0.00036$) =	27.4	3
ニジカジカ (6月)	11	/ (810	$\times 0.00057$) =	23.8	15
カレイ類 (6月) ^a	45	/ (810	$\times 0.00282$) =	19.7	44
(10月) ^b	112	/ (810	$\times 0.00462$) =	29.9	33

a: ミキガレイ、ムシガレイ、ハバガレイ、マコガレイ、ソウチ、ヒレグロ、ヤナギムシガレイ、b: ミキガレイ、ムシガレイ、ヤナギムシガレイ、マコガレイ

調査年月	漁獲個体数	漁具の長さ	分布密度	漁獲効率	備考
1997	c	ℓ	d	q'	観察個体数
エゾイソアイナメ (6月)	77				0
(10月)	2	/ (810	$\times 0.00082$) =	3.0	14
ニジカジカ (6月)	4	/ (810	$\times 0.00048$) =	10.3	3
カレイ類 (6月)	44	/ (810	$\times 0.00416$) =	13.1	31
(10月)	64	/ (810	$\times 0.00714$) =	11.1	31

カレイ類: ミキガレイ、ムシガレイ、ハバガレイ、アブラガレイ

考 察

広和製KOWA-NOVAの平均観察幅を2.65m、Q I 製DELTA-100S IIの平均観察幅を2.21mとして分布密度を計算した。ROVの観察結果から魚類の分布密度を計算する際の平均観察幅は、メーカーから収集した画角等のデータにより計算した。計算方法は、水中での水平画角と視認距離(X)から、表6の計算式により観察幅(Y)を求めた。

水平画角はカメラに固有の値であるが、視認距離はビークルに装備されたライトの光量や調査時における濁り等の環境条件によって異なると考えられ、調査ではビデオ画面に映ったケーブルの長さから推定した。すなわち、KOWA-NOVAを使用した調査では、視認距離を1.5mとして、平均観察幅は2.65mと計算し、DELTA-100S IIを使用した調査では、視認距離を2mとして、平均観察幅は2.21mと計算した。

表6 ROVによる観察幅の計算方法

ROV機種	KOWA-NOVA		DELTA-100S II	
水平画角(気中)	$a_1 : 95.5^\circ$		$b_1 : 77^\circ$	
(水中)	$a_2 : 83^\circ$		$b_2 : 57.75^\circ$	
計算式	$Y = 2 \cdot X \tan(a_2 / 2)$		$Y = 2 \cdot X \tan(b_2 / 2)$	
	視認距離(X)	観察幅(Y)	視認距離(X)	観察幅(Y)
	1.0m	1.77m	1.0m	1.10m
	1.5m	2.65m	1.5m	1.66m
	2.0m	3.54m	2.0m	2.21m
	2.5m	4.42m	2.5m	2.76m
	3.0m	5.31m	3.0m	3.31m
調査時の視認距離 及び平均観察幅	1.5m	2.65m	2.0m	2.21m

漁獲率(q')は次の式で求められるが、分布密度(d)は観察尾数を正味の観察面積(観察距離と平均観察幅を掛けた値)で割ったものであるから、平均観察幅の値を大きくすれば分布密度は小さくなり、逆に漁獲率は大きい値になる。

$$q' = c / (d \cdot l) \quad [q' : \text{漁獲効率}, c : \text{漁獲量(尾数)}, d : \text{分布密度}, l : \text{漁具の長さ}]$$

本来、平均観察幅には調査時の視認距離などによって若干の変動があると考えられるが、過去の調査における平均観察幅も今回の調査と同じ値であったと仮定し、過去に同様の方法で推定されていたカレイ類、エゾイソアイナメ、ニジカジカの漁獲効率を次の式により補正した。(表7)

$$(\text{補正漁獲率}) = (\text{旧漁獲率}) \times [(\text{新観察幅}) / (\text{旧観察幅})]$$

エゾイソアイナメの1997年6月の調査における漁獲効率は、観察されなかったことにより数値化はできなかった。しかし、漁獲個体数は77個体と6月の調査においては最も多く漁獲された。また、1994年、1996年の調査においても分布密度は高くなかったが、漁獲量は多く、漁獲効率は高い数値を得た。これはROVによる確認が十分でなかったことが原因と考えられるが、この要因としては調査開始時刻が適正でなかったことが考えられる。本調査におけるROVの観察は17:00~21:00の間に行われ、この時期の日没は19:00前後であった。本種の夜行性という生態学的特性を考えると⁴⁾、本種を観察するには調査開始時刻が早かったと考えられる。つまり、調査開始時刻の問題により、映像による分布密度を過少評価していたと判断される。

ニジカジカの漁獲効率は、1993年の調査では2.5、1995年の調査では67.1と差があるものの全体的には10～30の間で安定している。しかし、カレイ類の漁獲効率は1.1～135.6と大きな差がみられ、その精度にはまだ検討の余地があると考えられた。

95～97年の3ヶ年及び過去の調査より得られた漁獲効率は、エゾイソアイナメとカレイ類において調査毎に数値の変動幅が大きいという結果となった。つまり、分布密度を映像として正確に捉えきれなかったが、三枚網では漁獲されたため、漁獲効率を過大に評価したことが変動幅を大きくしたと考えられた。3ヶ年及び過去の調査より得られた漁獲効率に基づいて人工魚礁周辺の魚類現存量を推定すると、必ずしも正確な数値を把握できるとは言えない。

95～97年の3ヶ年の調査では、観察距離に対する正味の観察距離の割合は、30.0～90.0%であった。これは、調査海域でウネリが大きくピークルの動きが不安定であったり、砂泥の巻き上げによる視界不良のため必ずしも観察に適した条件の日に調査を行っておらず、安定した映像を得ることが難しかったことを表している。また、強風のため調査の継続が困難となり、データの収集が不十分な時もあった。

底生魚類の分布密度や現存量推定の精度を低下させる要因としては、映像調査における誤差と漁獲調査における誤差が考えられることから、この3ヶ年の調査では実施海域と水深帯を変えて行ってきたが、安定した漁獲効率は得られなかった。今後、この方法で調査を行う上で、分布密度や漁獲効率の推定精度を向上させるためには、正確な観察幅の把握と調査回数を重ねることのほかに、魚類分布の現況をできるだけ正確に把握するための、ROV操作技術の工夫と習熟が重要になると考えられる。特にこれまでのROV操作は船のドリフトによるところが大きかったが、潮流まかせでは正確な密度推定は難しいため、ROVを一定の速度で曳航する等の映像調査の誤差が少なくなるような方法を取って、分布密度や漁獲効率の推定をすることも必要になってくると考えられる。

摘要

95～97年の調査では、三枚網の漁獲効率から底性魚類の生息量を推定する方法において、十分に精度を向上させることができなかった。

今後は、映像調査による魚類分布密度把握の誤差を少なくすることに着目して、さらに精度の向上を図る必要がある。その具体的方法としては次のことが考えられる。

(1) 調査時の海況条件

船をドリフトさせながらピークルを曳航するためには、ある程度の風力や潮流が好適な条件となるが、強風や大きなウネリがある状況ではピークルの動きが不安定になり、良好な観察映像を得ることは難しい。映像調査を行う際には環境条件も考慮し、できるだけ好適な条件下で観察を行う必要がある。

(2) ROVケーブルの長さ

調査海域の水深に応じてケーブルを繰り出し、船の移動速度が速い場合はさらに伸ばすとともに、2～5kgのおもりを着けてピークルが海底上1mに安定するような操作が必要である。ケーブルを伸ばしすぎたり、おもりが重すぎたりすると、これらが海底を擦って砂泥を巻き上げたり魚類に影響を与えたりする心配がある。船の移動速度、ケーブルの長さ、おもりの重量等とピークルの安定度を把握して、状況に応じたこれらの調整が必要である。

(3) 平均観察幅

ビークルが海底上1mに安定して一定の速度で移動すれば、観察幅が安定して良好な映像が得られる。しかし、観察幅は調査時の状況によって変化するものと考えられる。今年度の調査では、カメラの画角と推定した視認距離から平均観察幅を計算により求めたが、調査を実施する毎に視認距離を測定するか、少なくとも陸上の水槽等で実験的に把握しておく必要がある。

表7 三枚網によるエゾイソアイナメ、ニジカジカ、カレイ類の漁獲効率 (q')

魚種名	調査年	調査区分	漁獲効率 (q')		ROV		漁獲効率		
				平均	機種	観察幅	(補正值)	平均	
エゾイソアイナメ	1991(7月)	A	7.8		DELTA	2.21m	22.1		
	1991(7月)	B	12.2		DELTA	2.21m	34.6		
	1992(6月)	1	13.3		DELTA	2.21m	37.7		
	1992(6月)	2	17.8	12.8	DELTA	2.21m	50.4	36.2	
	1993(5月)	A	0.9		DELTA	2.21m	2.5		
	1993(5月)	B	5.5	3.2	DELTA	2.21m	15.6	9.1	
	1994(1月)	A	1.5		DELTA	2.21m	4.2		
	1994(1月)	B	1.5	1.5	DELTA	2.21m	4.2	4.2	
	砂泥域			7.6				21.4	
	1994(6月)			(96.1)		DELTA	2.21m		
	"		(修正値)	38.1		DELTA	2.21m	107.9	
	1994(10月)			6.4		DELTA	2.21m	18.1	
	1995(7月)					DELTA	2.21m	70.7	
	1996(2月)					NOVA	2.65m	16.0	43.3
	1996(6月)					NOVA	2.65m	284.2	
1996(10月)					DELTA	2.21m	33.9		
魚礁周辺海域			18.7				95.4		
1997(10月)					NOVA	2.65m	3.0		
ニジカジカ	1991(7月)	A	4.4		DELTA	2.21m	12.5		
	1991(7月)	B	4.4		DELTA	2.21m	12.5		
	1992(6月)	1	4.4		DELTA	2.21m	12.5		
	1992(6月)	2	1.4	3.7	DELTA	2.21m	4.0	10.4	
	1993(5月)	A	1.5		DELTA	2.21m	4.2		
	1993(5月)	B	0.3	0.9	DELTA	2.21m	0.8	2.5	
	1994(1月)	A	3.1		DELTA	2.21m	8.8		
	1994(1月)	B	15.4	9.3	DELTA	2.21m	43.6	26.3	
	砂泥域			4.4				12.4	
	1994(6月)			2.8		DELTA	2.21m	7.9	
	1995(7月)					DELTA	2.21m	67.1	
	1996(6月)					NOVA	2.65m	23.8	
	魚礁周辺海域			13.3		NOVA		32.9	
1997(6月)					NOVA	2.65m	10.3		

表7、続き 三枚網によるエゾイソアイナメ、ニジカジカ、カレイ類の漁獲効率 (q')

魚種名	調査年	調査区分	漁獲効率 (q')		ROV		漁獲効率 (補正值)	
			平均		機種	観察幅	平均	
カレイ類	1991(7月)	A	1.3		DELTA	2.21m	3.7	
	1991(7月)	B	1.6		DELTA	2.21m	4.5	
	1992(6月)	1	33.6		DELTA	2.21m	95.2	
	1992(6月)	2	13.2	12.4	DELTA	2.21m	37.4	35.2
	1993(5月)	B	0.4		DELTA	2.21m	1.1	
	1994(1月)	A	38.4		DELTA	2.21m	108.8	
	1994(1月)	B	19.2	28.8	DELTA	2.21m	54.4	81.6
	砂泥域			15.4				43.6
	1994(6月)		0.1		DELTA	2.21m	0.3	
	1994(10月)		31.8		DELTA	2.21m	90.1	
	1996(2月)				NOVA	2.65m	136.7	
	1996(6月)				NOVA	2.65m	19.7	
	1996(10月)				DELTA	2.21m	29.9	
	魚礁周辺海域			23.9				55.1
	1997(6月)				NOVA	2.65m	13.1	
	1997(10月)				NOVA	2.65m	11.1	

引用文献

- 1) 北川大二・奥山勇作、1992：人工礁漁場における底魚類の分布量推定、平成3年度東北海区人工魚礁技術研究会会議報告，31-38.
- 2) 北川大二・奥山勇作、1992：水中テレビカメラを用いた三枚網の漁獲効率の推定、漁業資源研究会議北日本底魚部会報，No.25，51-58.
- 3) 藤田敏彦・北川大二・神 康俊・奥山勇作、1993：映像サンプリングによる底生魚類の密度ならびに現存量の調査．平成4年度東北海区人工魚礁技術研究会会議報告，55-66.
- 4) 北川大二、1988：岩手県沿岸におけるエゾイソアイナメ *Physiculus maximowiczii*(Herzenstein) の生態に関する研究．北海道大学水産学部学位論文，172+vixpp.