

# かぶせ網を利用したガラモ場における小型魚介類の保護育成機能の評価手法の開発

## DEVELOPMENT OF TECHNIQUE TO ASSESS SEAWEEDS' NURSERY FUNCTION WITH HOLD NET

藤澤真也<sup>1</sup>・片山貴之<sup>1</sup>・藤原宗弘<sup>2</sup>・香川哲<sup>3</sup>・伊藤靖<sup>4</sup>・柿元皓<sup>4</sup>

Shinya FUJISAWA, Takayuki KATAYAMA, Munehiro FUJIWARA, Tetsushi KAGAWA,  
Yasushi ITO and Hiroshi KAKIMOTO

<sup>1</sup>海洋建設株式会社 (〒711-0921 岡山県倉敷市児島駅前1丁目75番地)

<sup>2</sup>香川県水産試験場 (〒761-0111 香川県高松市屋島東町75-5)

<sup>3</sup>香川県農政水産部水産課 (〒760-8570 香川県高松市番町4-1-10)

<sup>4</sup>財団法人漁港漁場漁村技術研究所 (〒101-0047 東京都千代田区内神田1-14-10)

Seaweeds, sticking on various harbor facilities, are suspected to have small fishes and juveniles protect. Observed researches have been operated to estimate their function, but failed to get quantitatively detailed results. Accordingly, we have newly developed the collection technique with "hold net". The numbers of fish species variety collected with the net were as 1.4 ~ 5.0 times many as those of observed. Similarly, the total numbers of individuals were 1.1 ~ 16.5 times. And sea cucumbers under 5cm were confirmed only by the collected. As those results, it is proved the collection of small fishes and juveniles in seaweed beds with the hold net could research in more quantitatively detailed than observed. It is convinced that those data are useful to assess harbor area.

**Key Words :** Seaweed bed, small fishes, juveniles, hold net, collection, quantitative research

### 1. はじめに

近年、港湾施設の建設にあたっては周辺の生態系への配慮が望まれるようになり<sup>1)</sup>、とくに藻場の形成や幼稚魚の保護が要求されることが多い<sup>2)</sup>。海藻類には端脚類など多様な小型動物が生息しておりこれらが魚介類の餌料となっている<sup>3), 4)</sup>ほか、海藻群落内部には陰影や水の動きなどの変化により小型魚介類の格好の生息環境が形成され<sup>5)</sup>、これらの藻場の保護育成機能は小型魚介類の生残率の向上に寄与していると考えている。この保護育成機能を評価するには、それらに蛸集する魚介類の種や蛸集量を明らかにすることが必要であるが、過去に実施されている潜水による目視観察、刺網、ガラモ漕ぎなどを用いた捕獲などによる調査手法ではほとんどが定性的な結果に留まっている<sup>3), 6)</sup>。そこで本研究は、藻場の形成に重要なガラモ場に分布する小型魚介類を精度高く定量的に調べる方法として、小型魚介類の生態的特性を利用したかぶせ網による生物回収調査手法を開発し、その有効性を証明するとともにガラモ場における幼稚魚などの小型魚介類の保護育成効果を検討することを目的とした。

なお、本報告は香川県が平成 18~19 年度に行った「水産物供給基盤整備事業に関する調査」<sup>7), 8)</sup>などの結果を取りまとめたものである。

### 2. 調査内容および方法

#### (1) 調査地点および調査対象

調査対象は香川県小豆島町、同県東かがわ市、同県さぬき市、同県高松市、岡山県備前市の水深 4 ~ 8m に沈設された藻礁 a~e の 5 種類と天然礁に着生したシダモク、アカモク、ヨレモクなどのホンダワラ類を主としたガラモ場とし、2005 年 4 月から 2007 年 5 月までの春季に実施した(図-1、表-1)。また岡山県備前市では、藻長 200cm 程度のアカモク 10 個体程度の根元をトワインで束ね、藻礁 b の上面に移植した母藻を調査対象とした。

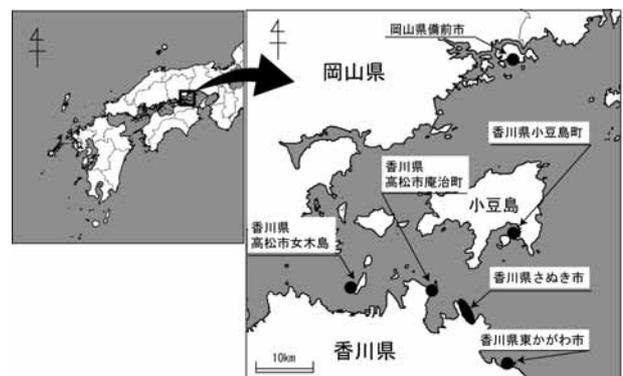


図-1 調査地点図

各藻礁の構造は、藻礁 a, b はメッシュパイプに貝殻を充填した部材を組み込んだ鋼製の人工構造物、藻礁 c はコンクリート製の人工構造物、藻礁 d, e は籠に 20cm 程度の礫を充填した人工構造物である(表-2)。

表-1 各調査地点の概要と調査対象

調査地点	水深(m)	調査時期	藻礁の種類	調査回数	対象がラモ場の主なホンダワラ類
香川県小豆島町	5~7	2005年5月19日	藻礁a	1	ヨレモク
香川県東かがわ市	8	2006年5月23日	藻礁c	1	シダモク
			藻礁e	1	シダモク
香川県さぬき市	5 6	2006年5月24日	藻礁a	1	ヨレモク
			藻礁c	1	シダモク
			藻礁d	1	シダモク
香川県高松市庵治町	7	2007年5月7、10日	藻礁c	2	シダモク
		2006年5月15日、2007年5月7、10日	藻礁e	3	シダモク
香川県高松市女木島	6	2006年5月15日、2007年5月7日	藻礁c	2	シダモク
			藻礁e	2	シダモク
岡山県備前市	4 6	2005年4月4日~2006年4月27日	藻礁b	16	アカモク アカモク(移植)
			天然礁	1	アカモク

表-2 各藻礁の大きさ

礁	底面の大きさ(m)	高さ(m)	ホンダワラ類の着生面積(m <sup>2</sup> )
藻礁a	3.4×3.4	1.6	9.0
藻礁b	3.4×3.4	2.2	9.0
藻礁c	3.3×3.8	1.2	11.7
藻礁d	2.1×2.1	1.1	3.6
藻礁e	5.6×5.6	2.0	11.3

底面の大きさは最大幅×最大奥行を表す。

## (2) 調査方法

調査は潜水による目視観察調査、かぶせ網による捕獲調査を、藻礁1基に着生したホンダワラ類全体を対象に実施した。

目視観察調査は、海藻類着生状況と魚介類蛸集状況を観察した。海藻類着生状況は、ホンダワラ類の着生状況を記録したほか、任意の5~30個体を選び平均藻長を実測した。魚介類蛸集状況は、ホンダワラ類に触れないようにガラモ場に蛸集した小型魚介類の大きさ、個体数を記録した。なお、マナマコについては香川県小豆島町と岡山県備前市で調査を実施しており、大きさ、個体数を記録した。

捕獲調査は、目視観察調査を行った直後に行い、観察した同じガラモ場をかぶせ網で包み囲んで、小型魚介類と生息していたホンダワラ類をまとめて回収した。捕獲した小型魚介類は種別に大きさ、個体数の記録を行い、同時に採集されたホンダワラ類は乾燥機で恒量になるまで乾燥<sup>9)</sup>させて合計乾重量(kg dw)を測定し、単位着生面積当たりの重量(kg dw/m<sup>2</sup>)を算出した。

かぶせ網の仕様は、長さ15m、高さ6mのモジ網(1

辺が6mmの正方形目)で、網の上端には浮子、下端には沈子を取り付けてあり、水中では底刺網のように海底から立ち上がるようになっている。またホンダワラ類や小型魚介類を完全に取り囲むため、網の両端が長さ6mのファスナー(囲み用)でつなぎ合わせることができること、網丈の間には海藻類刈り取り用のファスナー付き開口部10個が等間隔で設けられていることが特徴である。

操業の方法は下記 ~ の通り行った(図-2, 写真-1)。

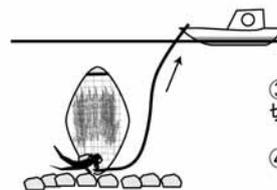
潜水により、調査対象としたガラモ場をかぶせ網により取り囲む。

網の両端および上部を閉じて袋状にする(投網のような形にする)。

網丈の中間の海藻類刈り取り用のファスナー付き開口部もしくは網裾から手を入れてホンダワラ類の仮根部付近を切断する(切断されたホンダワラ類は、そこに蛸集していた小型魚介類共々自然に浮き上がり、網内の上部に溜まる)。網の内部のホンダワラ類や魚介類が逸脱しないよう、網の下部をロープで絞って閉じこめる。

船上に網を回収する。

- ①かぶせ網で対象のガラモ場を囲む。 ②網の上端を縛る。



- ③ホンダワラ類の仮根部付近を切断し、網の下部を縛る。

- ④船上にかぶせ網を回収する。

図-2 かぶせ網による捕獲調査の手順イメージ



写真-1 捕獲調査の作業状況

なお、捕獲調査については作業性の問題からかぶせ網の大きさに制限があるので、調査対象としたガラモ場全体を取り囲むことができない場合がある。そこで天然礁ではその一部分（約12.6m<sup>2</sup>）において同様の方法で捕獲調査を実施し、藻礁の規模が大きく全体を囲むことができなかった藻礁<sup>e</sup>では、着生面積の1/4部分（約2.83m<sup>2</sup>）において同様の方法で実施した。それらのデータはその他の藻礁の礁全体を囲んで捕獲した調査結果と比較して、部分的捕獲調査の精度を検討した。

### 3. 調査結果

#### (1) 海藻類着生状況

##### a) 目視観察調査

各調査地点に着生していた主なホンダワラ類は、香川県東かがわ市、さぬき市、高松市庵治町、高松市女木島では藻長100～300cm程度のシダモク、香川県小豆島町、香川県さぬき市では藻長80～90cm程度のヨレモク、岡山県備前市では藻長は160～300cmのアカモクであった(表-3)。

##### b) 捕獲調査

捕獲調査により採集されたホンダワラ類の合計乾重量を測定した結果、単位着生面積当たり平均乾重量は 0.20～0.50kg dw/m<sup>2</sup> であった(表-3)。

表-3 各調査地点に着生していた主なホンダワラ類の藻長と単位着生面積当たりの乾重量 (kg dw/m<sup>2</sup>)

調査地点	主なホンダワラ類	藻長 (cm)	単位着生面積当たりの平均乾重量 (kg dw/m <sup>2</sup> )
香川県小豆島町	ヨレモク	90	0.31
香川県東かがわ市	シダモク	200	0.40
香川県さぬき市	ヨレモク シダモク	80 150～170	0.43
香川県高松市庵治町	シダモク	100～300	0.27
香川県高松市女木島	シダモク	135～170	0.50
岡山県備前市	アカモク アカモク(移植)	160～200 200	0.20 0.22
岡山県備前市(天然礁)	アカモク	200～300	0.37

#### (2) 魚介類集積状況

##### a) 目視観察調査

目視観察調査により各調査地点で確認された魚類の出現種数は1～7種類で、メバル、クジメ、アイナメ、アナハゼ属、クロダイ、ササノハベラ属、キュウセン、ヒガンフグ、コモンフグが確認された(表-4)。ほとんどの調査地点において全長2～5cmの当歳魚のメバルが優占種で、本種はガラモ場の隙間や周囲に集団で分布していた。また全長が10cm未満のクジメ、アイナメ、アナハゼ属は主にガラモ場の隙間に潜入しており、全長30cm程度のクロダイや全長10cm程度のササノハベラ属、キュウセンは主にガラモ

表-4 各調査地点の目視観察調査と捕獲調査で確認された小型魚類の出現種数と単位着生面積当たりの平均個体数(個体/m<sup>2</sup>)

調査地点	香川県								岡山県					
	小豆島町		東かがわ市		さぬき市		高松市庵治町		高松市女木島		備前市		備前市(移植アカモク)	
調査項目	目視	捕獲	目視	捕獲	目視	捕獲	目視	捕獲	目視	捕獲	目視	捕獲	目視	捕獲
出現種数	3	9	5	9	7	10	2	9	3	7	1	2	2	10
ヨウジウオ				0.1										
サンゴタツ														0.0
タツノオトシゴ						0.1								
カサゴ		0.2				0.1				0.0				0.0
メバル (当歳魚/1歳魚以上)	27.8	52.0	1.7	2.3	10.8	10.1	4.8	11.8	44.3	21.6			0.2	6.6
ハオコゼ		0.1		5.0		0.7		0.3						0.0
クジメ				0.1	0.0	0.1		0.3	0.0	0.1				0.1
アイナメ			0.2	0.1	0.4									0.0
アナハゼ属	1.1	0.6	0.3	2.6	1.6	3.4	0.0	1.5	0.3	0.6	0.2	3.2	0.7	6.7
サラサカジカ								0.0						
クロダイ			0.1											
ササノハベラ属の一種					0.5	0.2		0.2		0.1				
キュウセン					0.2			0.0						
カズナギ属						0.0				0.0				
タウエガジ科		0.1												
ギンボ		0.4		0.2		0.3		0.0		0.4		0.0		0.4
チャガラ		1.6												
チチブ属の一種		0.1												0.0
アミメハギ		3.4		0.8		0.0		0.0						0.1
ヒガンフグ	0.1				0.0									
コモンフグ			0.0											
クサフグ				0.1										
合計	29.0	58.6	2.4	11.1	13.6	15.1	4.9	14.3	44.8	22.9	0.2	3.3	0.9	13.9

1 藻場全体を調査対象とした結果を集計した。  
2 合計は四捨五入によるため、数値が合致しないことがある。  
3 表中の「0.0」は0.1未満を表す。

場の内部を遊泳していた。

マナマコは観察した場所では体長 15～20 cm程度の個体がガラモ場の周囲に分布しており、香川県小豆島町では体長 5 cm以上の個体が単位着生面積当たり 1.4 個体/m<sup>2</sup>程度観察された(表-5)。

b) 捕獲調査

捕獲調査により各調査地点で確認された魚類の出現種数は2～10種類であり、全長5cm未満の魚類が大半であった(表-4)。ほとんどの調査地点において全長2～5cmの当歳魚のメバルや全長2～4cmのアナハゼ属が優占しており、単位着生面積当たり捕獲数は、当歳魚のメバルが2.3～52.0個体/m<sup>2</sup>、アナハゼ属が0.6～6.7個体/m<sup>2</sup>であった(写真-2)。また捕獲調査時に採集したホンダワラ類の乾重量測定の結果から、ホンダワラ類1kg dw当たりメバルの収容推定個体数は5.8～167.7個体、アナハゼ属では1.2～30.5個体であった。

マナマコについては岡山県備前市で体長5～10cm程度の個体が0.1～0.4個体/m<sup>2</sup>捕獲され、香川県小豆島町では体長5cm以上の大型個体が2.0個体/m<sup>2</sup>、体長5cm未満の小型個体が13.0個体/m<sup>2</sup>捕獲された(表-5, 写真-3)。また香川県小豆島町で捕獲調査により採集したホンダワラ類の乾重量の測定結果から、ホンダワラ類1kg dw当たりマナマコの収容推定個体数は48.4個体であった。

表-5 香川県小豆島町の目視観察調査と捕獲調査で確認されたマナマコの大きさや単位面積当たりの個体数(個体/m<sup>2</sup>)

調査項目	体長 (cm)	個体数 (個体/m <sup>2</sup> )
目視観察調査	5	1.4
	<5	0
捕獲調査	5	2.0
	<5	13.0



写真-2 捕獲調査で確認された小型魚類 (メバル、アナハゼ属、ハオコゼなど)



写真-3 捕獲調査で確認されたマナマコ

(3) 目視観察調査と捕獲調査の比較

遊泳力のある魚類のガラモ場における蛸集状況を調べる場合は、ガラモ場全体を対象とした方が、その一部分を対象とするよりも、より正しい結果を示すものと考えられる。そこで目視観察調査と捕獲調査の比較は、規模が大きくてガラモ場の一部を調査した天然礁や藻礁を除いて、藻礁全体を対象として行った計25回の調査結果を集計して行った。

目視観察調査と捕獲調査で確認された魚類全体の出現種数を比較すると、計25回の調査中24回において捕獲調査で確認された種数が多くなるなど有意な差がみられ (Wilcoxon-test;  $p < 0.01$ )、各地点での平均値についても捕獲調査が目視観察調査よりも1.4～5.0倍多い結果となった (表-6)。魚類全体の総個体数 (個体/m<sup>2</sup>) についても同様に、計25回の調査中23回において捕獲調査で確認された個体数が多くなるなど有意な差がみられ (Wilcoxon-test;  $p < 0.01$ )、各地点での平均値についても高松市女木島地区を除いて捕獲調査が目視観察調査よりも1.1～16.5倍多い結果となった。とくに2005年4月15日に岡山県備前市で実施した調査では、目視観察調査でのメバル当歳魚は着生面積当たり0～0.8個体/m<sup>2</sup>であったが、その直後に行った捕獲調査では4.9～56.0個体/m<sup>2</sup>が確認され、結果が大きく異なった。

香川県小豆島町のマナマコについては体長5cm以上の大型個体については目視観察調査と捕獲調査の結果に大きな差異はみられなかったが、体長5cm未満の小型個体については目視観察調査では確認することができず、捕獲調査により船上に揚げたホンダワラ類内部を調べ初めて確認された。

これは、目視観察調査ではガラモ場の内部に潜入している小型魚介類の観察が困難であることや、水中視界の状態によって精度が大きく変化することが大きな要因として考えられた。これらのことから、かぶせ網による捕獲調査の方が潜水による目視観察調査よりも精度の高い定量的な結果が得られることが分かった。

表-6 目視観察調査と捕獲調査による小型魚類の出現種数と平均個体数の比較

調査地点	出現種数			平均個体数(個体/m <sup>2</sup> )		
	目視観察調査(A)	捕獲調査(B)	(B/A)	目視観察調査(A)	捕獲調査(B)	(B/A)
小豆島町	3	9	3.0	29.0	58.6	2.0
東かがわ市	5	9	1.8	2.4	11.1	4.6
さぬき市	7	10	1.4	13.6	15.1	1.1
高松市庵治町	2	9	4.5	4.9	14.3	2.9
高松市女木島	3	7	2.3	44.8	22.9	0.5
備前市	1	2	2.0	0.2	3.3	16.5
備前市(移植)	2	10	5.0	0.9	13.9	15.5

#### (4) ガラモ場の一部を対象とした捕獲調査の精度

ガラモ場全体を採集した方法で行った捕獲調査では、着生したホンダワラ類の乾重量が多くなるとともに生息する小型魚類の出現種数や個体数が増加しており、それぞれ正の相関関係がみられた(出現種数:  $r = 0.51$ ,  $p < 0.01$ , 個体数:  $r = 0.64$ ,  $p < 0.01$ ) (図-3, 図-4)。

一方ガラモ場の一部分を採集した方法で行った調査では、小型魚類の出現種数は、ホンダワラ類の乾重量が0.50kg dw/m<sup>2</sup>以下でガラモ場全体を採集した場合と同様の傾向であった。しかし、ホンダワラ類の乾重量が0.70kg dw/m<sup>2</sup>以上になると少なくなる傾向がみられた。また個体数については、ガラモ場全体を採集した場合とほぼ同様であったが、ホンダワラ類の乾重量が0.70kg dw/m<sup>2</sup>以上になると散らばりが大きくなる傾向がみられた。

これは、ガラモ場の一部分の選択方法とガラモ場内における生物分布の不均一性や、隣接するガラモ場に容易に逃避できることなどが主原因と考えられた。従って、ガラモ場を部分的に調査対象とする場合は、生物分布の不均一性が起きないように留意して採集部分を選択することや、目視観察調査などを併用し複数回の調査を行うなどの検討が必要であると考えられた。

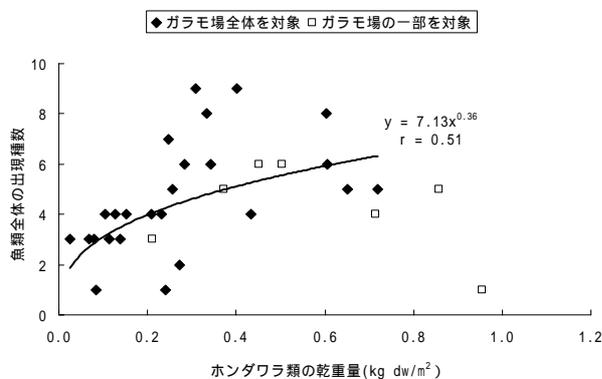


図-3 ガラモ場全体とガラモ場の一部分を対象に行った捕獲調査によるホンダワラ類の乾重量と魚類全体の出現種数との関係

#### (5) 期待漁獲量の試算例

人工構造物の藻場で生育した幼稚魚は藻場を離れ、生活領域を拡大しながら成長を続ける<sup>10)</sup>。その成長・生残後の期待される漁獲量を捕獲調査で多く採れたメバルについて試算した(表-7)。

試算には、捕獲調査により最もメバルが多く漁獲された香川県小豆島町のデータを使用した。当地点には同型の藻礁が34基沈設されており、1基当たりのホンダワラ類着生面積は9.0m<sup>2</sup>であるので全体では306.0m<sup>2</sup>となる。捕獲調査のデータよりメバル当歳魚の蛸集量は52.0個体/m<sup>2</sup>であったことから、全ての藻礁において同量のホンダワラ類が着生していると仮定すると、藻礁全体では15,912個体が生息しているものと推定された。

このデータと「魚礁における増殖機能の便益計測マニュアル」など<sup>10)</sup>を参考に、生残率、自然死亡率、漁獲率などの資源特性値<sup>4)</sup>を利用して当地点の藻礁全体におけるメバルの期待漁獲量は652kgと試算された。この値は、漁港港湾施設などに着生した藻場の保護育成機能を評価する手法の一つとして役立つと考えられた。

#### 4. まとめ

ガラモ場に蛸集した魚介類の種や蛸集量を定量的に調べるために、ガラモ場内に生息している小型魚介類をホンダワラ類共々かぶせ網で包み込んで船上に回収し捕獲する手法の有効性について検討を行った。本手法は従来の潜水を使用した目視観察調査の結果と比べ、捕獲調査が目視観察調査よりも出現種数では1.4~5.0倍、個体数の結果では1.1~16.5倍多く、捕獲調査では目視観察調査で観察されにくい小型の魚介類も確認することができた。これは、目視観察調査では藻場の奥部に潜入している小型魚介類の観察が困難であることや水中視界の状態によって精度が大きく変化することが大きな要因として考えられ、かぶせ網による捕獲調査は従来行われている潜水による目視観察調査よりもガラモ場で生息し

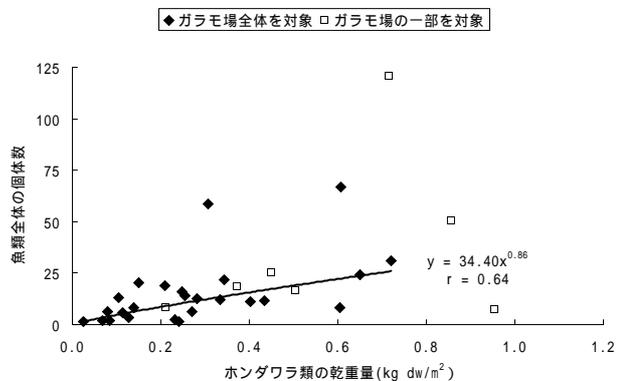


図-4 ガラモ場全体とガラモ場の一部分を対象に行った捕獲調査によるホンダワラ類の乾重量と魚類全体の個体数との関係

表-7 香川県小豆島町の藻場に蛸集したメバルの期待漁獲量の試算例

年齢	全長 (cm)	体重 (g)	半年 生残率	資源尾数		死亡尾数			漁獲量 (kg)
				半年後	1年後	総数	自然死亡	漁獲死亡	
0.5				15,912					
1.0	10.5	20	0.84		13,366	4,684	4,684		
1.5			0.84	11,228					
2.0	15.5	66	0.84		9,431	5,286	2,070	3,216	212
2.5			0.63	5,942					
3.0	18.5	112	0.63		3,743	3,583	1,403	2,180	244
3.5			0.63	2,358					
4.0	20.5	152	0.63		1,486	1,422	557	865	132
4.5			0.63	936					
5.0	22.0	188	0.63		590	564	221	343	65
5.5			0.63	371					
合計						15,541	8,936	6,604	652

漁獲開始年齢：2才（岡山県、香川県資料）

漁獲前自然死亡率：0.3

漁獲開始後自然死亡率：0.235（全減少率を0.6とした）

漁獲率：0.365（全減少率を0.6とした）

ている小型魚類量をより定量的に把握することができる手法であると判断された。また、広範囲に着生しているガラモ場の一部を対象に捕獲調査を実施する場合には、生物分布の不均一性による誤差が起きないように複数力所の捕獲調査を行う方法、目視観察調査を併用する方法などの検討が必要であると考えられた。

捕獲調査で得られた結果から、生残率、自然死亡率、漁獲率などの資源特性値を利用して期待漁獲量を試算することが可能であり、かぶせ網を使用した小型魚介類の捕獲調査は漁港港湾施設などに着生した藻場の保護育成機能を評価する手法の一つとして役立つと考えられた。

#### 参考文献

- 1) 水産庁漁港漁場整備部：増殖機能付加型漁港づくりの計画手引き 平成19年3月, 2007.
- 2) (財) 港湾空間高度化センター港湾・海域環境研究所：港湾構造物と海藻草類の共生マニュアル. 運輸省港湾局, 1998.

3) 布施新一郎：ガラモ場における動物群集. 生理生態, 11, 1962.

4) 水産庁漁港漁場整備部・(財) 漁港漁場漁村技術研究所：漁場施設の増殖機能の定量化検討調査報告書, 2007.

5) 徳田廣・大野正夫・小河久郎：海藻資源養殖学. 緑書房, 東京, pp.219-246, 1986.

6) 有山啓之・日下部敬之：19. 漁場環境修復推進調査, 大阪水産試験場事業報告Vol.1997. pp.125-134, 1999.

7) 香川県水産課・香川県水産試験場・海洋建設(株)：増殖場効果調査手法の検討(かぶせ網による加入量の把握), 平成18年度香川県水産審議会漁場整備部会資料. 香川県, 2007.

8) 藤原宗弘・山賀賢一・内海範子・明石英幹：水産物供給基盤整備事業に関する調査, 平成18年度香川県水産試験場事業報告 平成20年3月, pp.56-57, 2008.

9) 有賀祐勝・田中次郎・横濱康繼・吉田忠生・井上勲：藻類学 実験・実習. 講談社, 東京, pp.128, 2000.

10) 水産庁漁港漁場整備部・(財) 漁港漁場漁村技術研究所：魚礁における増殖機能の便益計測マニュアル 平成19年3月, 2008

海洋開発論文集, Vol. 24,  
pp. 789 ~ 794, 2008