

原単位把握のための調査 - 魚礁事業における増殖効果指標検討調査 -

財団法人漁港漁場漁村技術研究所 第1調査研究部 伊藤 靖

1. 緒言（まえがき）

魚礁の役割には、有用水産物のい集による漁獲の効率化と漁獲量の増大の他に、餌場機能（餌生物の供給による成長維持等）、隠れ場・休憩場機能（被捕食量の軽減、体力維持等）、産卵場機能等の「増殖機能」があることが知られている。近年、魚礁のい集機能や増殖機能の発現を促進させるため、餌料培養構造物等を魚礁に付加する事例が増加しているが、魚礁等の海洋構造物についても増殖機能が重視されてきており、それらの事業効果の計測が求められている。

本調査は、人工魚礁の増殖機能を明らかにするとともに、増殖効果の費用対効果を計測する方法を検討し、事業評価手法の確立に資することを目的として平成13年度～15年度で実施したものである。

2. 調査方法

(1) 調査海域
全国

(2) 調査内容

平成13年度～14年度調査では、魚礁の増殖効果の概念の整理、増殖効果の基盤となる礁体や餌料培養構造物における餌料現存量等のデータの収集整理、餌料培養構造物の事業効果の算定方法の仮説的検討を行った。平成15年度調査では、関連する文献、メーカー等のデータを収集して餌料供給効果の便益額算定に必要な原単位を検討するとともに、これまでの調査を踏まえて「人工魚礁の増殖効果に関する費用対効果分析マニュアル素案」を作成した。

(3) 調査方法

餌料供給効果、その他の増殖効果に関する資料（メーカー等の実証試験結果、既往文献、都道府県（青森県・大分県・神奈川県）関連調査結果）を収集整理するとともに、「原単位把握のための調査」検討委員会を設置して、評価方法等について検討した。

「原単位把握のための調査」検討委員会 名簿

区分	氏名	所属	役職
委員長	安永義暢	(財)海外漁業協力財団	技術顧問
委員	柿元 皓	(元)水産大学校	教授
委員	高木儀昌	水産工学研究所 水産土木工学部	漁場施設研究室長
委員	白取尚実	青森県内水面水産試験場	主任研究員
委員	木下淳司	神奈川県水産総合研究所相模湾試験場	技師
委員	来問淳一	島根県漁港漁場整備課	主幹
委員	真田康広	大分県佐伯南郡地方振興局水産課	改良普及員

3. 調査結果

次ページ以降に示す、「人工魚礁の増殖効果に関する費用対効果分析マニュアル素案」を作成した。

人工魚礁の増殖効果に関する費用対効果分析マニュアル素案

1 本マニュアル素案の目的と性格

魚礁は、有用水産動物のい集機能の他に、餌場、隠れ場・休憩場、産卵場として利用され、その保護、成長を助ける「増殖機能」があることが知られており、近年、い集機能や増殖機能の発現を促進させるため、魚礁に餌料培養構造物等を付加する事例が増加している。人工魚礁の効果は、これまで「い集による漁獲量の増加」を主たる便益として計測してきたが、魚礁等の海洋構造物についても増殖的な機能が重視されてきており、その事業効果の計測が求められている。本マニュアルは、事業主体である地方公共団体や魚礁関係会社等の参考に資するため、魚礁の増殖機能の事業効果を計測する基本的な方法を示したものであり、以下のような性格をもっている。

基本的に事前評価の方法を示すものである。

費用対効果分析の基本的な方法（評価方法、割引率、基準年等）は水産基盤整備事業と同じであり、基本的に「水産基盤整備事業費用対効果分析のガイドライン（暫定版）」が優先されるものである。

後述する魚礁の増殖機能のうち、隠れ場・休憩場としての効果を定量的に把握し、貨幣化することは難しい状況にある。また、産卵場としての効果については、魚類・イカ類・タコ類等を対象とする増殖場に準じた計測が可能であるが、水深の大きい海域で魚礁での親魚量や産卵量を定量的に調査し、効果を貨幣化することは容易ではなく、調査の費用対効果の面からも必要性は必ずしも大きくないと考えられる。また、魚礁に付加する増殖構造物の多くは、基本的に餌料供給を目的とするものであるため、増殖構造物の餌料供給効果を中心に述べる。なお、餌料供給効果やその他の増殖効果についても、知見の蓄積を踏まえて加筆修正していくものである。

本マニュアルで使用する特徴的な用語の定義は、次のとおり。

- ・増殖構造物：餌料の供給等、魚礁の増殖機能の増大を主たる目的とし、通常魚礁に装着する貝殻礁、石詰礁、瓦礁等の総称。
- ・餌料動物：魚類等の餌料となる動物全般。なお、本用語については、利用される重要性に準じてさらに以下のように区分する。
- ・選好性餌料（動物）：餌料として好まれ最も価値が高い餌料動物。本マニュアルでは節足動物軟甲類（ヒトケムシ等の類）と環形動物多毛類（ゴカイ等）をいう。
- ・その他の餌料動物：選好性餌料動物と餌料価値がないとみられる海綿動物、触手動物（コケムシ等）、原索動物（ホヤ等）を除いた動物。本マニュアルでは刺胞動物（ヒドロ虫等）、扇形動物（ヒラムシ等）、軟体動物（貝類等）、節足動物の軟甲類以外（フジツボ等）等をいう。

本マニュアルでは増殖構造物等に付着・潜入する餌料動物量等の調査事例を記載しているが、調査事例として記載されている記号の意味は次のとおり。

（記号例）石詰礁 内潜 KA - OM - 13

石詰礁：増殖構造物の主たる材質に基づく礁の種類。他の礁の記号として鋼（鋼製）、CO（コンクリート）等

内潜：増殖構造物の内部の（に潜入している）餌料。他の餌料の記号として表面（魚礁等の表面に付着している餌料の意）

KA：調査主体、製造メーカーの記号

OM：調査した場所。Oは県名、Mは地名

13：増殖構造物設置後の経過月数（設置後13カ月経過）

2 魚礁の増殖効果

魚礁には、餌場、隠れ場・休憩場、産卵場等として利用されることによる増殖機能があり、魚礁に魚がい集する要因になっているとともに、成長の促進、幼稚魚等の生残率の向上、産卵量と資源の増加等の効果をもたらしている(人工魚礁漁場造成計画指針等参照)。

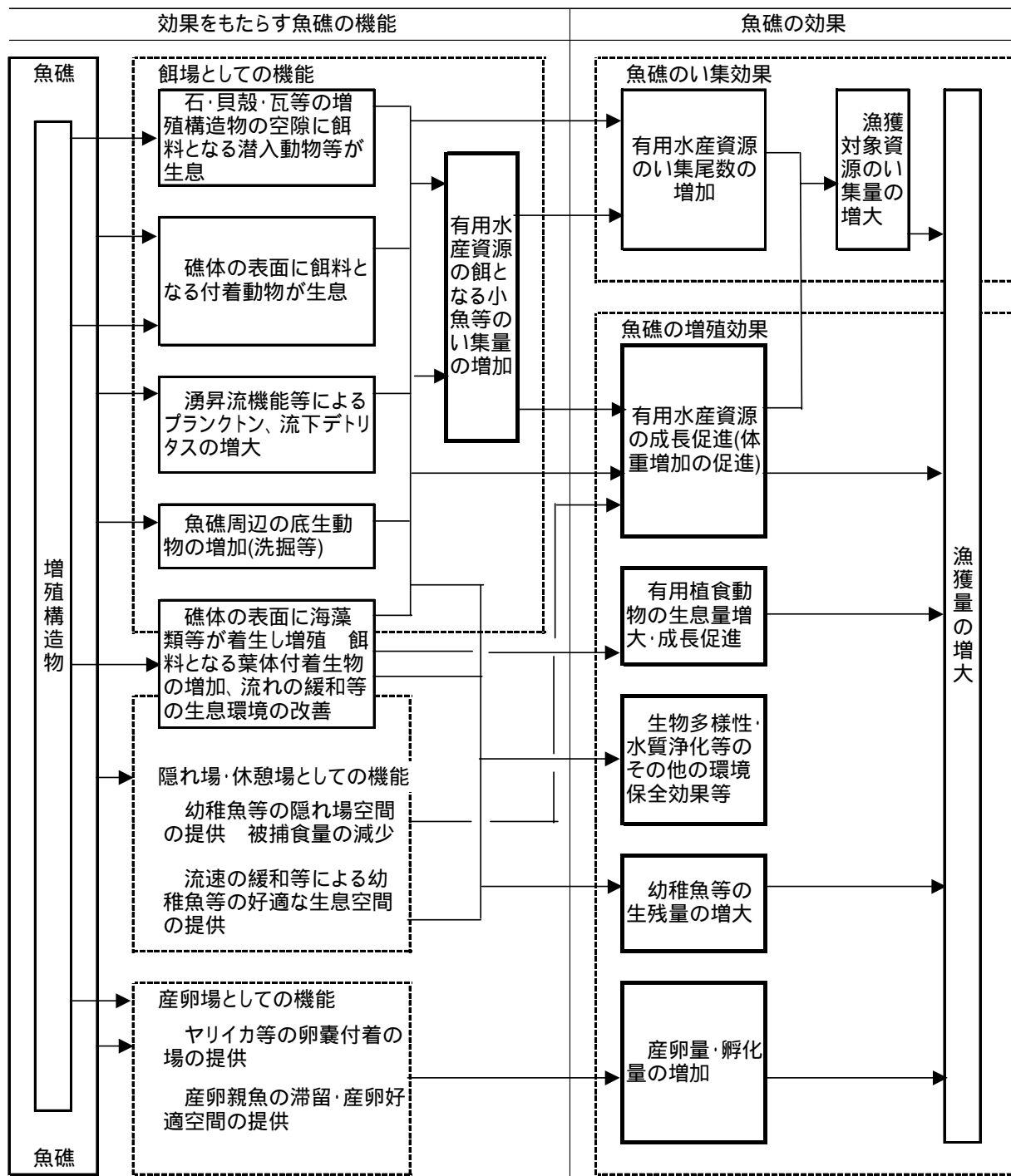


図1 人工魚礁の増殖効果概念図

餌場としての機能

魚礁には礁体表面の付着動物、周辺の水中に分布する動物プランクトン、周辺の砂・泥中に生息し洗掘等により露出する底生動物等の餌料となる動物が多く存在することが知られている。現在増加しつつある増殖構造物(貝殻礁、石詰礁、瓦礁等の魚礁に装着する増殖構造物)は、礁内に潜入し、礁表面に付着する餌料動物を増加させることを主たる目的としている。また、

水深の浅い有光海域に設置される増殖構造物では、増殖した海藻に葉上生物が分布することをとおして餌料動物の増加がもたらされる。

通常の魚礁でのい集量と餌料供給を目的とする増殖構造物を装着した魚礁でのい集量を比較した調査(大分県等)では、後者のい集量が多いこと(図2)、魚礁設置後の一定期間は餌料が増加し、餌料の増加に伴って魚のい集量が増加していること(図3)が明らかにされている。これらの調査事例から、餌料の供給と魚のい集量には密接な関係があることが伺われる。また、魚礁本体や魚礁に装着される増殖構造物の餌料供給機能は、餌となるプランクトン、付着動物、底生動物から、これを捕食する小魚、大型魚へ到る食物連鎖をとおり、い集量の増加や成長の促進等の効果をもたらしている。

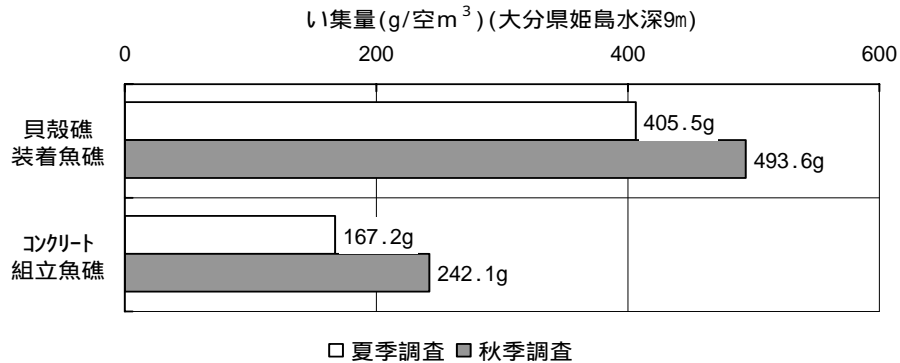


図2 コンクリート組立魚礁と貝殻礁装着魚礁の魚類い集量の比較(H14大分県姫島-大分県調査)

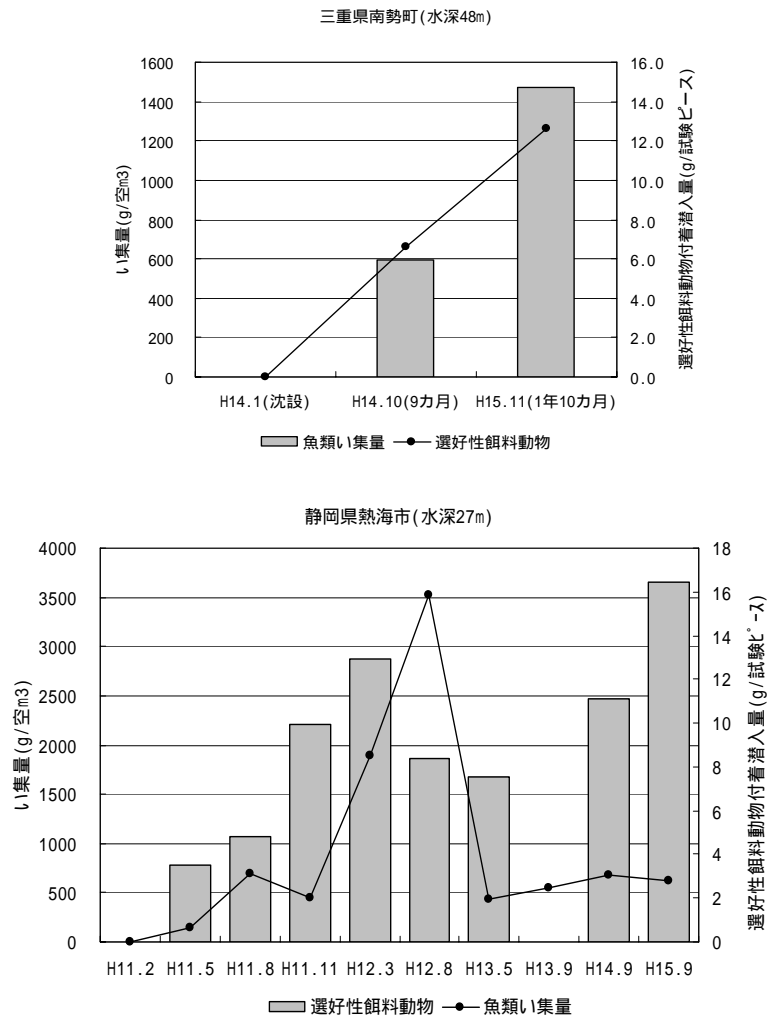


図3 増殖構造物装着魚礁の餌料湿重量と魚類い集量の変化調査事例(資料:KA調査)

隠れ場・休憩場としての機能

人工魚礁、特に複雑な構造をもった魚礁は、被捕食者となりやすい小型魚等の隠れ場としての機能を持っており、幼魚等の生残率の向上に寄与している(図4)。また、水槽実験(安永1984、柿元1984等)では、強い流れに対応しながら穏やかな場所を選択して分布する等、耐久力を超える物理的環境から待避する行動や体力回復のためと考えられる休憩行動がみられる。また、魚礁設置区と対照区(非設置区)では成長に差がみられ、魚礁の休憩場としての機能は、個体の成長の促進に寄与しているものとみられている。

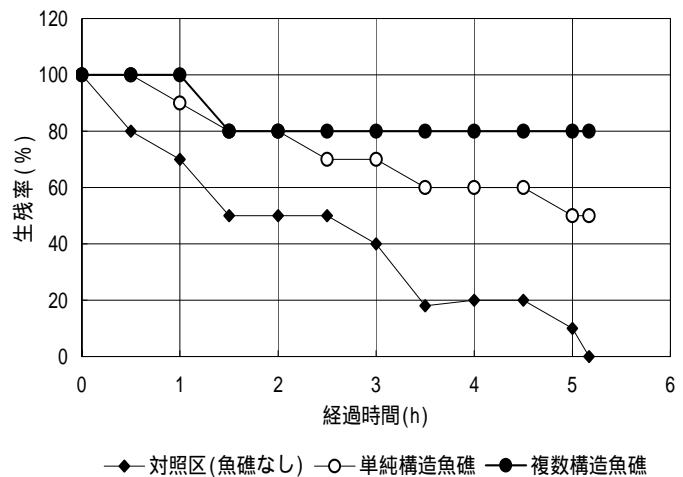


図4 人工魚礁の有無による被捕食者(メジナ)の生残率の経時変化の比較(捕食者:アナハゼ)
資料:柿元・野田・津村(1993)「H12人工魚礁漁場造成計画指針」から転載

産卵場としての機能

魚礁では、クロソイ、メバル、ヤリイカ等の産卵が観察されている。魚礁は、海中の物体に付着卵を産出する種や岩礁域で生活する種の産卵場や仔魚の孵出の場としての役割をはたしている。

3 増殖効果、増殖構造物の評価の基本的な方法

(1) 増殖効果の扱い

有用水産資源の成長の促進、幼魚等の生残率の向上、産卵・孵化量の増加、海藻の増殖に伴う効果（浅海有光域に設置される増殖構造物装着魚礁）等の増殖機能にもとづく効果（図1参照）は、重複しない範囲で通常の魚礁効果（生産量増大効果、出荷過程における生産量増大効果、航行時間等の漁労コストの減少効果等）に加算して評価する。

(2) 増殖構造物の評価

増殖構造物による餌料供給効果は、最終的に魚礁全体の魚群のい集量・漁獲量の増加に帰結する。しかしながら、現在の所、増殖構造物装着魚礁の漁獲量データは殆どないため、その生産効果は、通常の魚礁生産量(kg/空m³)効果等に増殖構造物の餌料供給効果を別途計測してこれを加算し求めることとする。増殖構造物装着魚礁では、増殖構造物自体の便益と費用を計測し、(重複がないように)通常の魚礁の便益・費用に加算して費用対効果を計測するものとする。なお、費用対効果は、魚礁本体・増殖構造物一体で評価し、増殖構造物だけの費用対効果では評価しない。

(3) 費用対効果分析の方法

評価の基準、基準年、割引率、計測期間等は、「水産基盤整備事業費用対効果分析のガイドライン（暫定版）」に従うものとする。

評価の基準

貨幣価値に換算できる効果(便益)については、次のa～cの指標(式)で評価する。

総費用(C)、総便益(B)は、分析対象期間の年度毎に計測した費用及び便益の和であり、各年度の費用、便益とも社会的割引率を用いて基準年の価値に現在価値化する。

a 費用便益比率(CBR) = B / C

b 純現在価値(NPV) = $B - C$

c 内部収益率(IRR) = B / C が1.0となる割引率

総費用(C) = $(C_n \times R_n)$

総便益(B) = $(B_n \times R_n)$

C_n : 基準年からn年後の年度に要する費用

B_n : 基準年からn年後の年度に発生する便益

R_n : 基準年からn年後の年度の社会的割引率を考慮した係数

社会的割引率と現在価値化の基準年

社会的割引率は、「水産基盤整備事業費用対効果分析ガイドライン」に示す値で、変更のない限り0.04とする。

また、現在価値化の基準年は、原則として費用対効果分析を行う年とする。

分析対象期間(計測期間)

通常の魚礁と同じく30年とする。

4 増殖構造物の餌料供給効果便益の計測方法

$$\begin{aligned} \text{年間便益額(千円/年)} &= \text{増殖構造物による増加魚体重 (kg / 年)} \times \text{平均価格 (千円 / kg)} \\ \cdot \text{増殖構造物による増加魚体重} &= \text{増加餌料動物生産量 (kg / 年)} \times \text{利用率} \\ &\quad \times \text{餌料転換効率} \\ \cdot \text{増加餌料動物生産量} &= \text{餌料動物現存量 (kg)} \times [\text{年間生産量 / 現存量}] \text{比} \end{aligned}$$

本調査では、増殖構造物による餌料供給効果年間便益額を計測する方法として、上記のA増殖構造物による増加魚体重から計測する方法の他に、B増殖構造物によるい集可能量 (= 1日当り餌料動物供給量 × い集動物日間摂餌量)、C増殖構造物による増加い集量 (= 魚礁の餌料効果による魚群のい集量 × 増殖構造物餌料増加比率)の3つの方法について検討した(H13年度報告)。その結果、Cの方法は貨幣化が難しいため棄却した。A、Bは基本的に同じ考え方であるが、簡便で必要な原単位が得やすいAを餌料供給効果の計測方法とした。

(1) 餌料現存量を表す基本指標

餌料現存量を表す基本指標は、餌料動物湿重量とする。また、その原単位(換算等に使用する単位餌料湿重量)は、礁体等の表面に付着する動物ではkg/表面積m²、貝殻礁・石詰礁等の空隙に潜入する動物ではkg/体積m³で表し、その合計はkg/基(経済的には費用額)で表すものとする。

便益算定に必要な餌料の増加量は年間生産量であり、簡易的には現存量 × [年間生産量/現存量]比率で推計される。この場合の現存量は、年平均現存量を使用している事例が多く、また、[年間生産量/年平均現存量]比率も原単位として定めることが可能であると考えられるため、基本的に年平均現存量を使用する。なお、[年間生産量/年最大現存量]比率等、年間生産量の推計に必要なデータが明らかな場合には、年間最大現存量から年間生産量を推計してもよい。

(2) 対象餌料

現存量を計測する対象餌料は、い集魚類の餌料となる動物とし、特別な理由がない限り海綿動物、触手動物、原索動物を除いた動物を対象(餌料動物)とする。

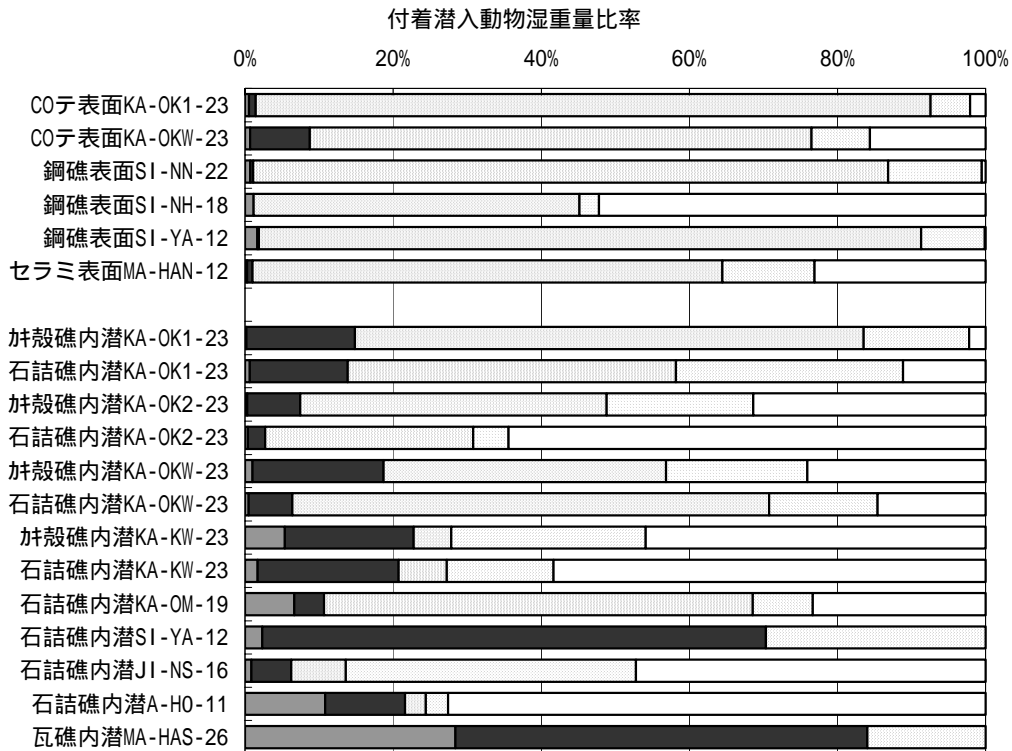
餌料価値からみた付着・潜入動物は、次の3つに大別される。

- A 選好性餌料動物：餌料として好まれ餌料価値が高い節足動物軟甲類(エビ・カニ等の類)と環形動物多毛類(ゴカイ等)
- B その他の餌料動物：刺胞動物(ヒトロ虫等)、扇形動物(ヒラムシ等)、軟体動物(貝類等)、上記A、下記C以外の動物
- C 餌料価値がないとみられる動物：海綿動物、触手動物(コケムシ等)、原索動物(ホヤ等)魚礁や増殖構造物の付着潜入動物

魚礁等の表面(コンクリート表面等)に付着する動物を湿重量でみると、フジツボ類、貝類等が多い。表面付着型構造物での調査6事例をみると、フジツボ類が餌料動物湿重量の80~90%を占め、選好性餌料動物は数%と少ない。一方、貝殻礁・石詰礁・瓦礁等の内部潜入型構造物では、貝類、フジツボ類とともに、多毛類、軟甲類等の選好性餌料動物が多い。

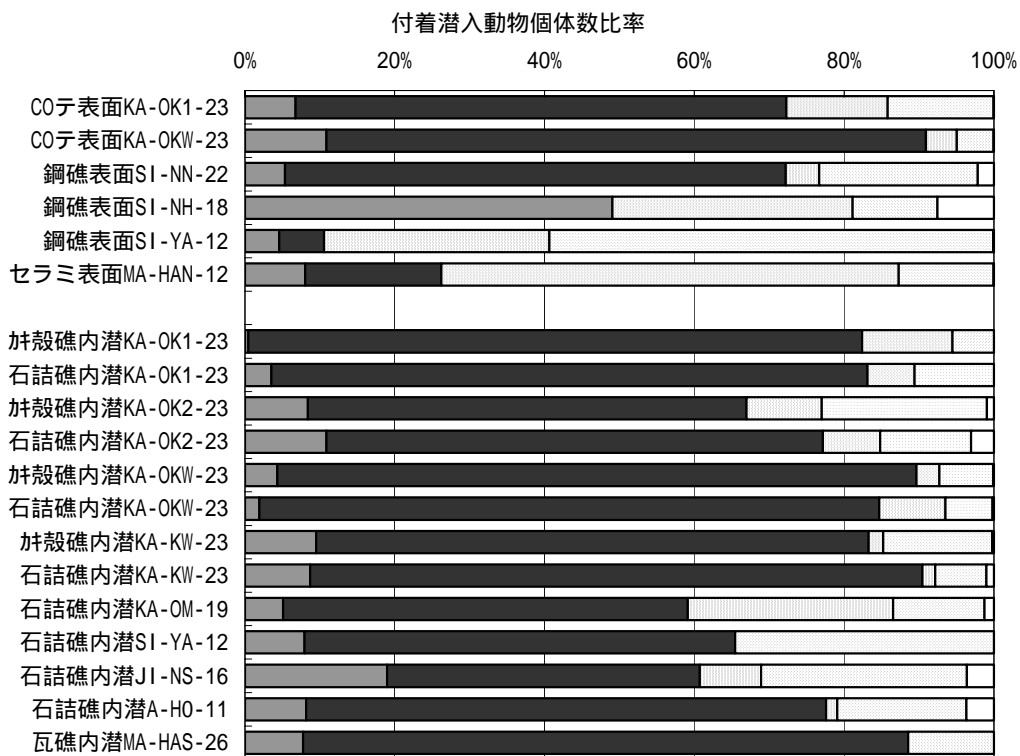
計測対象餌料

魚礁にい集した魚類の胃内容物調査事例では、軟甲類(エビ・カニ類等)や多毛類(ゴカイ等)の出現率が高いが、クロダイ、イシダイ、ハギ類等で貝類・フジツボ類等も餌料となっている。したがって、餌料価値がないとみられる海綿動物、触手動物(コケムシ等)、原索動物(ホヤ等)を除いた付着潜入動物を餌料動物とし計測対象とする。



■環形動物多毛類 ■節足動物軟甲類 □節足動物蔓脚類 □他の餌料動物 □海綿+触手+原索動物
 他の餌料動物とは全付着・潜入動物から標記した種類を除いたもので、貝類等の軟体動物を主として刺胞・紐形・扇形・星口・棘皮動物が該当する。

図5 魚礁・増殖構造物の付着・潜入動物湿重量比率（魚礁メーカー等調査事例）



■環形動物多毛類 ■節足動物軟甲類 □節足動物蔓脚類 □他の餌料動物 □海綿+触手+原索動物
 他の餌料動物とは全付着・潜入動物から標記した種類を除いたもので、貝類等の軟体動物を主として刺胞・紐形・扇形・星口・棘皮動物が該当する。

図6 魚礁・増殖構造物の付着・潜入動物個体数比率（魚礁メーカー等調査事例）

表1 魚礁・増殖構造物の付着・潜入動物湿重量比率(%) (魚礁メーカー等調査事例)

	試験礁記号	環形動物 多毛類	節足動物 軟甲類	節足動物 蔓脚類	他の 餌料動物	海綿+触手+ 原索動物
表面付着 型	COテ表面KA-OK1-23	0.5	0.9	91.1	5.3	2.1
	COテ表面KA-OKW-23	0.7	8.1	67.7	7.9	15.6
	鋼礁表面 SI-NN-22	0.7	0.4	85.8	12.6	0.5
	鋼礁表面 SI-NH-18	1.2	0.0	44.0	2.6	52.2
	鋼礁表面 SI-YA-12	1.7	0.2	89.4	8.6	0.1
	セラミ表面 MA-HAN-12	0.3	0.8	63.5	12.4	23.1
増殖礁内 潜入型	舂殻礁内潜KA-OK1-23	0.2	14.7	68.7	14.2	2.2
	石詰礁内潜KA-OK1-23	0.6	13.2	44.3	30.7	11.1
	舂殻礁内潜KA-OK2-23	0.3	7.1	41.4	19.8	31.4
	石詰礁内潜KA-OK2-23	0.4	2.3	28.1	4.8	64.4
	舂殻礁内潜KA-OKW-23	1.0	17.7	38.1	19.1	24.1
	石詰礁内潜KA-OKW-23	0.5	5.9	64.4	14.6	14.6
	舂殻礁内潜KA-KW-23	5.4	17.4	5.1	26.2	45.9
	石詰礁内潜KA-KW-23	1.7	19.0	6.5	14.5	58.3
	石詰礁内潜KA-OM-19	6.6	4.0	57.9	8.1	23.3
	石詰礁内潜SI-YA-12	2.3	68.0	0.0	29.7	0.0
	石詰礁内潜JI-NS-16	0.9	5.4	7.3	39.2	47.2
	石詰礁内潜A-HO-11	10.8	10.8	2.8	3.0	72.6
	瓦礁内潜MA-HAS-26	28.4	55.6	0.0	16.0	0.0

資料:各メーカー調査資料

他の餌料動物とは全付着・潜入動物から標記した種類を除いたもので、貝類等の軟体動物を主として刺胞・紐形・扇形・星口・棘皮動物が該当する。

表2 魚礁・増殖構造物の付着・潜入動物個体数比率(%) (魚礁メーカー等調査事例)

	試験礁記号	環形動物 多毛類	節足動物 軟甲類	節足動物 蔓脚類	他の 餌料動物	海綿+触手+ 原索動物
表面付着 型	COテ表面KA-OK1-23	6.8	65.5	13.5	14.1	0.0
	COテ表面KA-OKW-23	10.9	80.1	4.1	4.9	0.0
	鋼礁表面SI-NN-22	5.3	66.9	4.4	21.2	2.1
	鋼礁表面SI-NH-18	49.1	0.0	32.1	11.3	7.5
	鋼礁表面SI-YA-12	4.6	6.0	30.1	59.3	0.1
	セラミ表面MA-HAN-12	8.0	18.2	61.0	12.7	0.1
増殖礁内 潜入型	舂殻礁内潜KA-OK1-23	0.4	82.0	12.1	5.5	0.0
	石詰礁内潜KA-OK1-23	3.5	79.6	6.3	10.6	0.0
	舂殻礁内潜KA-OK2-23	8.4	58.6	10.0	22.1	0.9
	石詰礁内潜KA-OK2-23	10.9	66.2	7.7	12.1	3.1
	舂殻礁内潜KA-OKW-23	4.3	85.4	3.0	7.2	0.1
	石詰礁内潜KA-OKW-23	1.9	82.7	8.8	6.3	0.2
	舂殻礁内潜KA-KW-23	9.5	73.8	1.9	14.6	0.2
	石詰礁内潜KA-KW-23	8.7	81.8	1.7	6.8	1.0
	石詰礁内潜KA-OM-19	5.1	54.1	27.4	12.2	1.3
	石詰礁内潜SI-YA-12	8.0	57.5	0.0	34.5	0.0
	石詰礁内潜JI-NS-16	19.0	41.7	8.2	27.5	3.6
	石詰礁内潜A-HO-11	8.2	69.4	1.5	17.2	3.7
	瓦礁内潜MA-HAS-26	7.8	80.8	0.0	11.4	0.0

資料:各メーカー調査資料

他の餌料動物とは全付着・潜入動物から標記した種類を除いたもので、貝類等の軟体動物を主として刺胞・紐形・扇形・星口・棘皮動物が該当する。

(3) 餌料現存量とその計測時期

餌料現存量は、施設設置後、概ね1年以上経過した後に調査する。

餌料動物現存量（単位餌料動物湿重量）の測定

単位餌料動物湿重量(kg/m³等)は、事例によってバラツキが大きい。また、同一事例でも構造物の設置後の経過時間によって変動する傾向にある。設置後1年を経過した増殖構造物を対象とした23調査事例では、付着・潜入した餌料動物湿重量は、2.6kg/m³から223.3kg/m³の範囲にあり、平均では75kg/m³であった。また、そのうち選好性餌料では0.5kg/m³~23.7kg/m³で平均12.1kg/m³であった。バラツキには、調査水深、調査時期、試料ピースの規模（体積）や構造（定量的には不明であったが、カキ殻礁・石詰礁・瓦礁等に付着・潜入する餌料生物の量（個体数・湿重量）は、礁の空隙率に強く影響を受けるものと考えられる）の違い等が影響しているが、調査海域の違いが大きな影響要因として働いているものと考えられる。そのため、単位餌料動物湿重量を原単位として全国一律に標準化することは難しく、魚礁の単位漁獲量（kg/空m³）と同じく、海域別等、個別に調査するものとする。

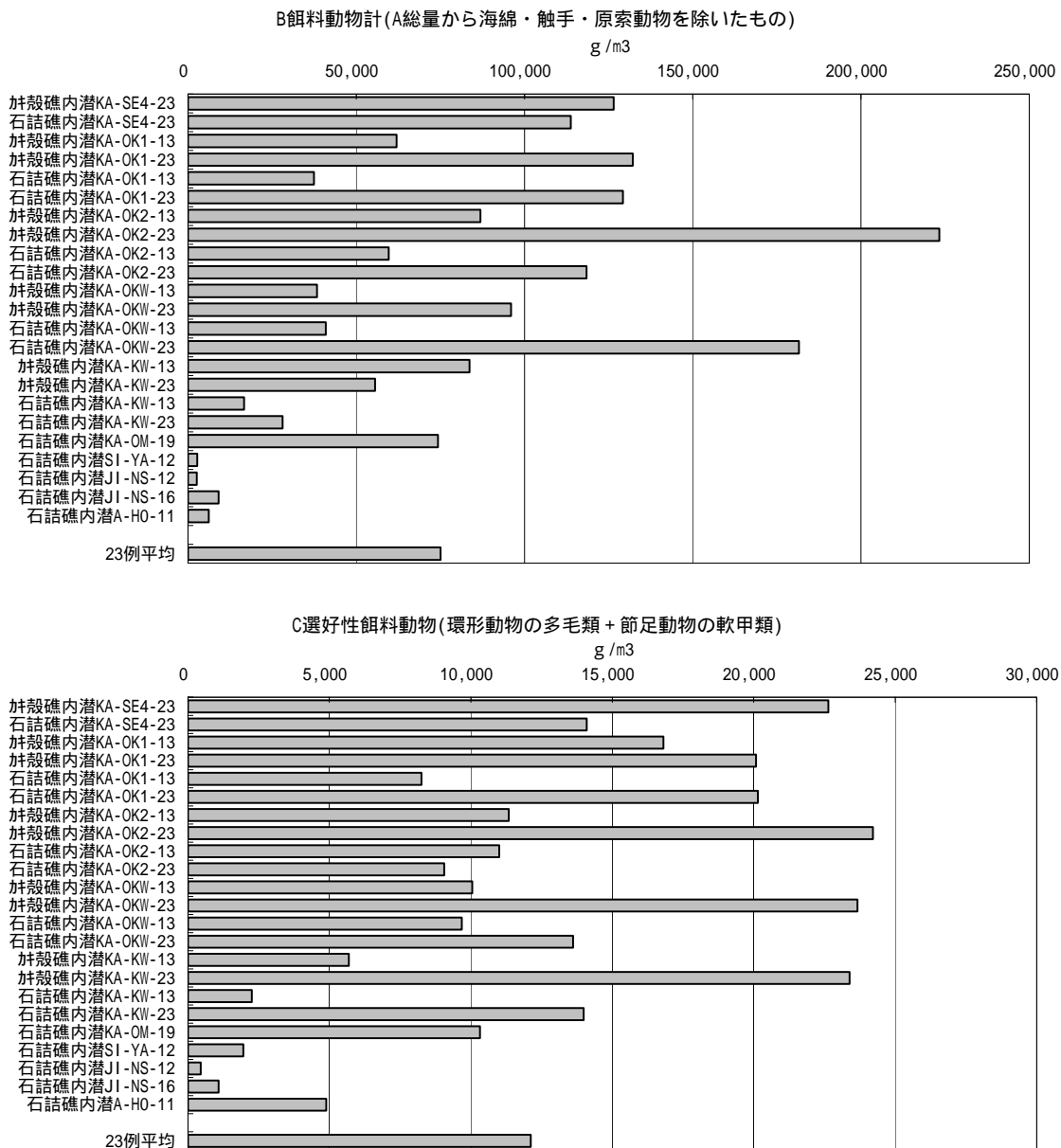


図7 設置後12カ月経過した増殖構造物内部の潜入動物湿重量（魚礁メーカー調査事例）

表3 設置後12カ月経過した増殖構造物内部の潜入動物湿重量（魚礁メーカー調査事例）

試験礁記号	計測試料	構造物 設置場所	調査月	設置後 経過月数	付着動物量 (g / m ²)			備考
					A付着 動物計	B餌料 動物計	C選好性餌 料動物計	
1 舩殻礁内潜 KA-SE4-23	礁上面に装着した 力キ殻礁潜入動物	岡山県・香川 県4箇所計	2月	23カ月	172,434	126,491	22,642	
2 石詰礁内潜 KA-SE4-23	礁上面に装着した 石詰礁潜入動物	同上	2月	23カ月	189,679	113,774	14,094	
3 舩殻礁内潜 KA-OK1-13	礁上面に装着した 力キ殻礁潜入動物	岡山県倉敷市 水深7.5m	4月	13カ月	64,560	62,040	16,804	3、4は同一試験礁 3～6は同一試験場所
4 舩殻礁内潜 KA-OK1-23	礁上面に装着した 力キ殻礁潜入動物	同上	2月	23カ月	135,151	132,174	20,077	3、4は同一試験礁
5 石詰礁内潜 KA-OK1-13	礁上面に装着した 石詰礁潜入動物	同上	4月	13カ月	47,296	37,474	8,255	5、6は同一試験礁
6 石詰礁内潜 KA-OK1-23	礁上面に装着した 石詰礁潜入動物	同上	2月	23カ月	145,468	129,258	20,147	5、6は同一試験礁
7 舩殻礁内潜 KA-OK2-13	礁上面に装着した 力キ殻礁潜入動物	岡山県倉敷市 水深19m	4月	13カ月	197,194	86,923	11,338	7、8は同一試験礁 7～10は同一試験場所
8 舩殻礁内潜 KA-OK2-23	礁上面に装着した 力キ殻礁潜入動物	同上	2月	23カ月	325,377	223,328	24,219	7、8は同一試験礁
9 石詰礁内潜 KA-OK2-13	礁上面に装着した 石詰礁潜入動物	同上	4月	13カ月	117,651	59,657	11,000	9、10は同一試験礁
10 石詰礁内潜 KA-OK2-23	礁上面に装着した 石詰礁潜入動物	同上	2月	23カ月	333,074	118,458	9,057	9、10は同一試験礁
11 舩殻礁内潜 KA-OKW-13	礁上面に装着した 力キ殻礁潜入動物	岡山県倉敷市 水深7.5m	4月	13カ月	43,953	38,328	10,049	11、12は同一試験礁 11～14は同一場所
12 舩殻礁内潜 KA-OKW-23	礁上面に装着した 力キ殻礁潜入動物	同上	2月	23カ月	126,442	96,000	23,666	11、12は同一試験礁
13 石詰礁内潜 KA-OKW-13	礁上面に装着した 石詰礁潜入動物	同上	4月	13カ月	54,049	40,972	9,683	13、14は同一試験礁
14 石詰礁内潜 KA-OKW-23	礁上面に装着した 石詰礁潜入動物	同上	2月	23カ月	212,625	181,598	13,615	13、14は同一試験礁
15 舩殻礁内潜 KA-KW-13	礁上面に装着した 力キ殻礁潜入動物	香川県詫間町 水深5.0m	4月	13カ月	116,211	83,664	5,687	15、16は同一試験礁 15～18は同一場所
16 舩殻礁内潜 KA-KW-23	礁上面に装着した 力キ殻礁潜入動物	同上	2月	23カ月	102,723	55,570	23,389	15、16は同一試験礁
17 石詰礁内潜 KA-KW-13	礁上面に装着した 石詰礁潜入動物	同上	4月	13カ月	50,506	16,696	2,255	17、18は同一試験礁
18 石詰礁内潜 KA-KW-23	礁上面に装着した 石詰礁潜入動物	同上	2月	23カ月	67,538	28,149	13,992	17、18は同一試験礁
19 石詰礁内潜 KA-OM-19	礁上面に装着した 石詰礁潜入動物	大阪府岬町 水深10m	2月	19カ月	96,889	74,292	10,326	
20 石詰礁内潜 SI-YA-12	礁上面に装着した 石詰礁潜入動物	山口県阿武沖	6月	12カ月	2,792	2,792	1,964	
21 石詰礁内潜 JI-NS-12	礁上面に装着した 石詰礁潜入動物	新潟県佐渡島 水深16m	5月	12カ月	17,427	2,613	450	21、22は同一試験礁
22 石詰礁内潜 JI-NS-16	礁上面に装着した 石詰礁潜入動物	同上	9月	16カ月	17,288	9,127	1,081	21、22は同一試験礁
23 石詰礁内潜 A-HO-11	礁上面に装着した 石詰礁潜入動物	広島県大崎町 水深10m	8月	11カ月	22,648	6,207	4,893	
23例平均					115,608	75,025	12,117	

B餌料動物はA潜入動物計から海綿動物・触手動物(苔虫等)・原索動物(ホヤ等)をのぞいたもの

C選好性餌料動物は多毛類(ゴカイ等) + 軟甲類(ヒトケ等)の和

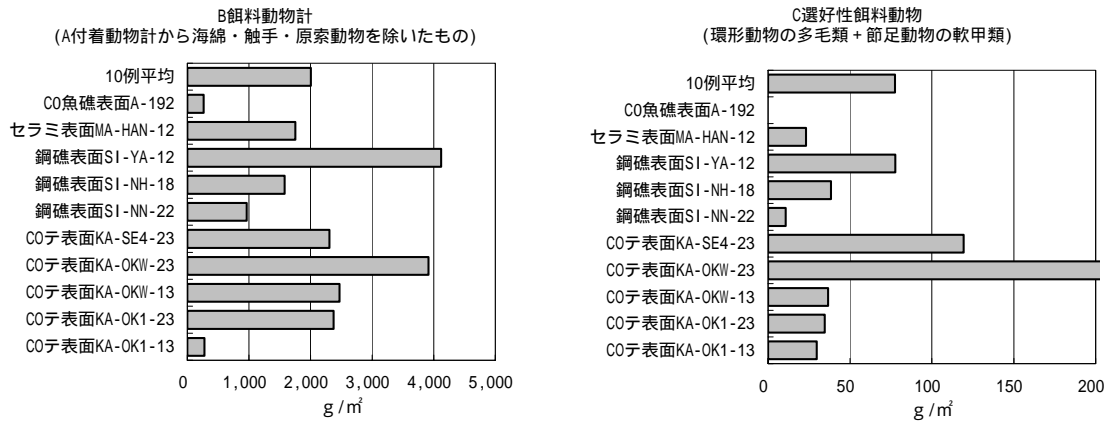


図 8 設置後12カ月経過した増殖構造物表面の付着動物湿重量 (魚礁メーカー調査事例)

表 4 設置後12カ月経過した増殖構造物表面の付着動物湿重量 (魚礁メーカー調査事例)

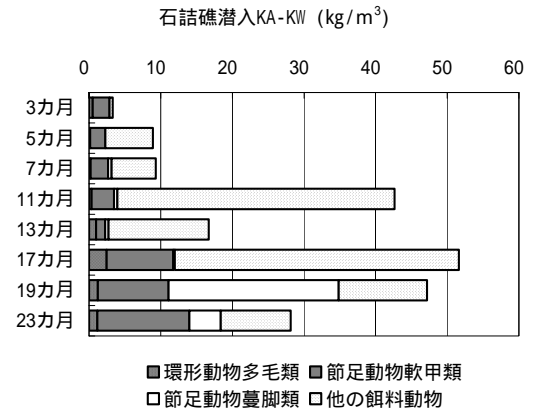
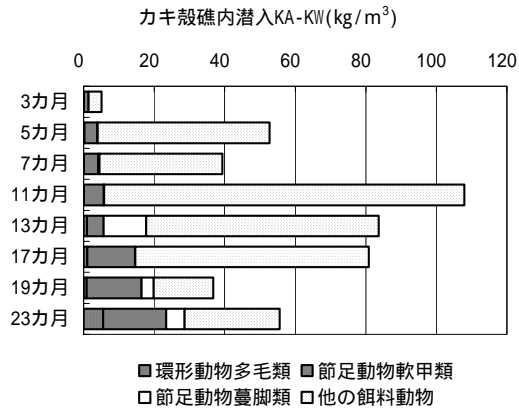
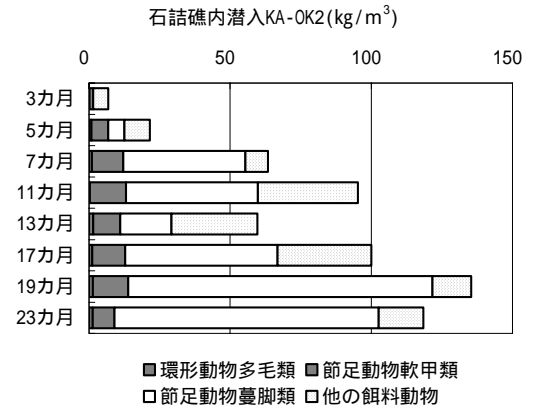
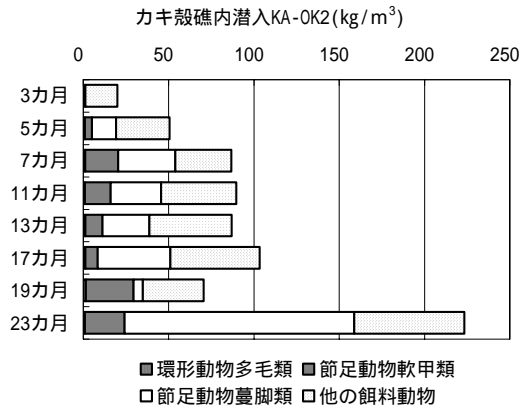
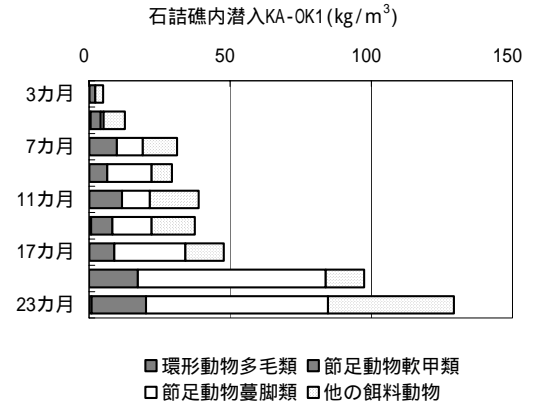
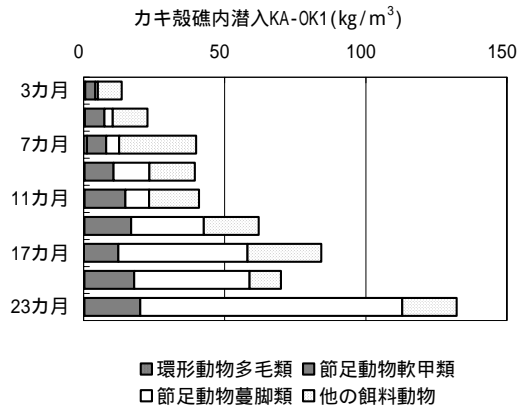
試験礁記号	計測試料	構造物設置場所	調査月	設置後経過月数	付着動物量 (g/m ²)			備考
					A付着動物計	B餌料動物計	C選好性餌料動物計	
1	魚礁に装着したCOシリカ'-表面付着動物	岡山県倉敷市水深6.5m	4月	13カ月	489	278	30	1、2は同一試験礁
2	魚礁に装着したCOシリカ'-表面付着動物	同上	2月	23カ月	2,425	2,374	35	1、2は同一試験礁
3	魚礁に装着したCOシリカ'-表面付着動物	岡山県倉敷市水深7.5m	4月	13カ月	2,582	2,469	37	3、4は同一試験礁
4	魚礁に装着したCOシリカ'-表面付着動物	同上	2月	23カ月	4,639	3,915	406	3、4は同一試験礁
5	魚礁に装着したCOシリカ'-表面付着動物	岡山県・香川県4箇所計	2月	23カ月	2,977	2,307	119	
6	鋼製魚礁礁体上面の表面付着動物	新潟県新潟市	7月	22カ月	966	960	11	
7	鋼製魚礁礁体上面の表面付着動物	長崎県平戸市水深38m	3月	18カ月	3,309	1,581	38	
8	鋼製魚礁礁体上面の表面付着動物	山口県阿武沖	6月	12カ月	4,124	4,120	78	
9	魚礁に装着したセラミック管の内部表面付着動物	兵庫県淡路島水深35m	9月	12カ月	2,278	1,752	23	
10	既設1.5m角魚礁礁体表面付着動物	青森県水深15m		約16年	579	266	0	魚礁表面3箇所平均
10例平均					2,437	2,002	78	

B餌料動物はA付着動物計から海綿動物・触手動物(苔虫等)・原索動物(ホヤ等)をのぞいたもの
C選好性餌料動物は多毛類(ゴカイ等) + 軟甲類(ヒトケ等)の和

餌料動物現存量の調査時期

調査事例によると、付着・潜入動物の湿重量は、設置後9カ月～1年数カ月まで増加傾向を示す。その後は平衡状態に移行したり、増加傾向が継続する等、事例によりバラツキがあるものの、設置後1年内の変化に比べれば安定する傾向にある。この傾向は、設置後の魚類集量の変動傾向とほぼ同様であり、設置後約1年以上経過した時期に餌料現存量を計測することが適当と考えられる。また、1年経過後であっても、季節的な変化がみられるため、年平均現存量を求める場合には、季節を分けて年に数回調査し、その平均値を用いることが望ましい。

(増殖構造物内部潜入型)



(礁体等表面付着型)

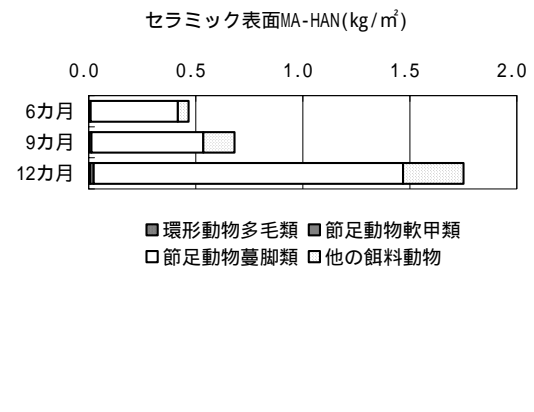
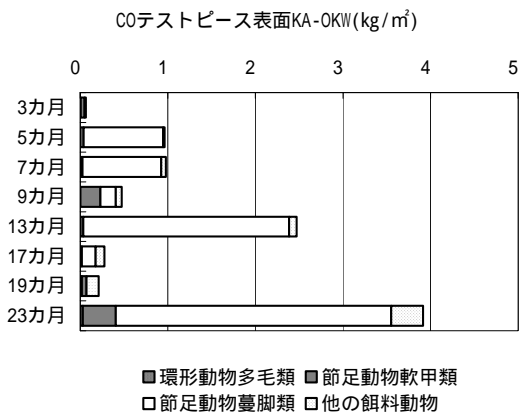


図9 増殖構造物等の付着潜入餌料動物湿重量の経時変化(魚礁メーカー等調査事例)

(4) 利用率、年間生産量/現存量比、餌料転換効率

特別な理由のない限り、利用率 = 1、年間生産量/年平均現存量比(P/B_{AVE}) = 3、餌料転換効率 = 0.13を使用してよい。

利用率：付着潜入した餌料動物は全て利用される(利用可能である)とし、利用率は1としてよい。

[年間生産量 / 年平均現存量]比(P/B_{AVE})

P/B_{AVE}は、種の寿命によって異なることが知られ、寿命の短い種では4~5、長い種では2~3以下であることが多い。調査文献41事例(表5、表6中の番号を記載した事例)では、図10のように1.5~5.0の値が多く、平均は3.07であった。そのため、ここでは調査文献の平均的な値である3を採用するものとする。

P / Bave	事例数
1未満	2
1~2	11
2~3	11
3~4	10
4~5	6
5以上	3
41事例平均	3.07

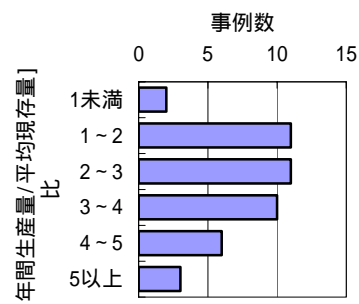


図10 ベントス等の[年間生産量/平均現存量]比別事例数(文献調査)

表5 文献に掲載された付着生物・ベントス等の[年間生産量/年平均現存量]比率その1

調査者氏名	対象種名	P / Bave	掲載文献名	備考
玉井恭一	ベントス16種平均	3.4	玉井恭一「瀬戸内海におけるベントス生産量の推計」	体重0.5g以下の個体。他報告を含め検討
伊藤・山本	イガイ(0+)	6.00	伊藤猛夫・山本雄二「瀬戸内海来島海峡におけるイガイ個体群の生産量の推定-付着生物研究5(1)1984」	乾重量比
	イガイ(1+)	1.41		
	イガイ(2+)	0.83		
	イガイ(3+以上)	0.10		
	1 平均	2.09		
Dare1976	2 ムラサキイガイ1968	2.05	伊藤猛夫・山本雄二「瀬戸内海来島海峡におけるイガイ個体群の生産量の推定-付着生物研究5(1)1984」	イングランド Morecambe湾潮間帯調査
	3 ムラサキイガイ1969	2.83		
	4 ムラサキイガイ1970	1.31		
Zaika1973	二枚貝等18種寿命5年以下種	1.5~10.95	伊藤猛夫・山本雄二「瀬戸内海来島海峡におけるイガイ個体群の生産量の推定-付着生物研究5(1)1984」	年間日平均回転率×365
	二枚貝等18種寿命6~13年の種	0.13~1.28		
Boysen-Jensen	5 多年生種	2.16	山本護太郎編「海洋生態学3・2底生生物の生産-東京大学出版会海洋学講座9」	
	6 短世代種	5.00		
Richard and Riley	7 多毛環虫Amphrete actifrons	4.58	山本護太郎編「海洋生態学3・2底生生物の生産-東京大学出版会海洋学講座9」	
	8 裂脚甲殻類Neomysis americanus	3.66		
	9 十脚甲殻類Crangon septemspinosa	3.82		
	10 海星類Asterias forbesi	8.61		
山本他1972	11 ホウザワイツギンチャク	2.46	山本護太郎編「海洋生態学3・2底生生物の生産-東京大学出版会海洋学講座9」	仙台湾調査
	12 クピナガスガメ(端脚甲殻類)	4.60		
Sanders1956	13 Nephtheys incisa(多毛類)	2.16	「海の生物群集と生産(山本護太郎「底生生物群集」)-恒星社厚生閣昭和52年」	
	14 Cistenoides gouldii(多毛類)	1.94		
	15 Pandora gouldiana	1.99		
	16 Yoldia limatura	2.28		
Buchanan等(1974)	17 Ammotrypane aurogaster1+(多毛類)	2.1	「海の生物群集と生産(山本護太郎「底生生物群集」)-恒星社厚生閣昭和52年」	Northumber land沖調査
	18 その他の多毛類2+5種平均	1.2		

表6 文献に掲載された付着生物・ベントス等の〔年間生産量/年平均現存量〕比率その2

- 日本近海でのベントスの年間生産量調査事例 (乾重量^{*1}) -

種名	P ^{*2} g/m ²	Bave ^{*2} g/m ²	Bmax ^{*2}	P/Bave	P/Bmax	寿命 年	海域など	著者	
多毛類	チマキゴカイ	0.24 ^{*3}	0.26 ^{*3}		0.9		仙台湾	山本ら(1972)	
	ヨツバネスピオ	0.010 ^{*4}	0.008	0.01	1.3	1.0	瀬戸内海、周防灘、砂質域	玉井(1985)	
		0.178	0.089	0.117	2.0	1.5	"、"、砂泥域	"	
		0.062	0.032	0.038	1.9	1.6	"、"、泥質域	"	
	19 平均				1.7				
	20 ダルマゴカイ	0.230	0.048		4.8		瀬戸内海、備後灘、向島近海	田中ら(1973)	
	21 マサゴウロコムシ	0.359	0.075		4.8	1+	瀬戸内海、備後灘、向島近海	田中ら(1973)	
甲殻類	22 クビナガスガメ	6.4	1.7	2.3	3.8	2.8	1+	仙台湾	山本ら(1971)
	23 クマ目の1種	0.078	0.043	0.045	1.8	1.7	2+	北海道、厚岸湾	Fuji・Nakao(1975)
	ラスバンマメガニ	2.5 ^{*4}	11.4 ^{*4}		0.2		?	仙台湾	山本ら(1972)
	24 シオムシ	0.248	0.128	0.143	1.9	1.7	2+	北海道、厚岸湾	Fuji・Nakao(1975)
棘皮類	25 イカリア	0.34 ^{*5}	0.17 ^{*5}		2.0		1+	天草、巴湾	田中・菊地(1972)
	26 カキクモヒトデ	1.72 ^{*5}	0.33 ^{*5}		5.2		1+	天草、巴湾	田中・菊地(1972)
軟体類	27 ヒメコメツブ	0.017	0.009		1.9		1>	天草、巴湾	田中ら(1971)
	28 ツヤモツボ	0.52	0.137		3.8		1>	天草、巴湾	田中ら(1971)
	29 ヒメシラトリガイ	1.76	0.47		3.7		1~2	天草、巴湾	田中ら(1971)
	30 ホトトギスガイ	47	30		1.6		1~2	天草、巴湾(1966年)	田中・菊地(1970)
	31 ホトトギスガイ	71	38		1.9		"、" (1967年)	"	
	イガイ	154	26		5.9		11+	瀬戸内海、采島海峡、向島近海(年齢群0+)	伊藤・山本(1984)
		131	93		1.4		" (年齢群1+)	"	
		80	96		0.8		" (年齢群2+)	"	
		483	5072		0.1		" (年齢群3+以上)	"	
		848	5287		0.2		" (合計)	"	
	32 平均				1.7				
	33 マメクルミガイ	0.41	0.12		3.4		?	瀬戸内海、備後灘、向島近海	Mukai(1974)
	34 コボレウメノハナガイ	0.76	0.19		4.0		?	瀬戸内海、備後灘、向島近海	Mukai(1974)
	35 シズクガイ	2.4	1.2		2.0		1>	天草、巴湾(1966年)	田中・菊地(1970)
	36 シズクガイ	5.8	1.9	3.1	3.1	1.9	"、" (1967年)	"	
	37 シズクガイ	14.2	4.2		3.4		"、" (1968年)	"	
	38 シズクガイ	2.4	0.61		3.9		瀬戸内海、備後灘、向島近海	Mukai(1974)	
	39 ヒメカノコアサリ	6.3	1.29		4.9		1>	天草、巴湾	田中ら(1971)
	40 ヒメカノコアサリ	1.8	0.56		3.2		瀬戸内海、備後灘、向島近海	Mukai(1974)	
その他	41 ホウザワイソギンチャク	22.4 ^{*5}	9.1 ^{*5}		2.5		?	仙台湾	山本ら(1972)

資料: 玉井恭一「ベントスの生産量とその推定法」(海と生物61 vol.11N02-1989)

#元データからの再計算値

- *1 乾重量への変換係数が論文中に与えられている場合は、それを用いて変換した。また、変換係数が与えられていない場合、多毛類、甲殻類、軟体類の3群については乾重量へ変換し、他の動物群については変換しなかった。軟体類は殻込みの乾重量で示した
- *2 P:年間生産量、Bave:年間平均現存量、Bmax:年間最大現存量(3点移動平均現存量の最大値)
- *3 1967年11月から1968年6月までの7カ月間の値
- *4 1971年7月から12月までの5カ月間の値
- *5 湿重量

餌料転換効率

調査文献によると、増肉係数（増肉量 / 投餌量）は概ね4～14程度である。表7の調査サンプル(77事例)のうち、番号を記載した30事例(捕食者の魚類と餌料が基本的に同一で魚体重が異なるサンプルの場合は、増肉係数を平均してこれを1事例として扱ったもの)の平均増肉係数は7.8であり、増肉係数の逆数である餌料転換効率は12.8%である。文献では、魚礁性魚類を捕食者とし、かつ節足動物・環形動物、軟体動物等の「餌料動物」を餌料とする調査事例が少ないため、蛋白質含有量等で栄養的に近いと考えられる魚類等を餌料とする事例を含めて用いたが、ここではこの結果を使用し、餌料転換効率の原単位として12.8%の近似値13%を採用する。

表7 増肉係数（増重量 / 投餌量）調査事例

番号	魚種及び大きさ	増肉係数	餌	報告者	
1	ブリ1	1.2～8.7 平均	5.0	ビタミン添加 広島水試 1968	
2	ブリ1	1.2～7.7 平均	4.4	ブドウ糖添加 広島水試 1968	
3	ブリ2	平均	6.2	イカナゴ 古川 1969	
4	ブリ2	平均	3.5	イカナゴ+配合 古川 1969	
5	ブリ3 200～500g	2.9～4.1 約	3.5	かつぢ(2.9 ｽﾙﾒｲｶ)	畑中・村川 1958
	ブリ3 200～400g	7.3～9.9 約	8.0	かつぢｲｯｼ	畑中・村川 1958
	ブリ3 400～700g 平均		12.5 8.0	かつぢｲｯｼ	畑中・村川 1958
6	マサバ1 100～200g	4.0～12.3 平均	7.4	かつぢｲｯｼ	畑中他 1957
	マサバ1 7～61g 平均	2.2～10.4 平均	3.6 5.5	かつぢｲｯｼ	畑中他 1956
7	マサバ2 13～46g	2.4～10.2 平均	4.8	かつぢｲｯｼ	高橋他 1958
	マサバ2 55～155g 平均	3.7～19.2 平均	6.7 5.8	かつぢｲｯｼ	高橋他 1958
8	マサバ3 50～150g	2.6～3.9 平均	3.2	かつぢｲｯｼ	畑中他 1960
	マサバ3 230～440g 平均		9.9 6.6	かつぢｲｯｼ	畑中他 1960
9	スズキ1 75～200g	3.1～4.8 平均	2.1	イカナゴ	畑中他 1962
	スズキ1 85～250g		3.8	かつぢｲｯｼ	畑中他 1962
	スズキ1 100g		7.7	かつぢｲｯｼ	畑中他 1932
	スズキ1 100g		5.7	イカナゴ	畑中他 1962
	スズキ1 165g		9.1	かつぢｲｯｼ	畑中他 1962
	スズキ1 268g		9.9	かつぢｲｯｼ	畑中他 1962
	スズキ1 268g		6.3	イカナゴ	畑中他 1962
	スズキ1 375g		14.5	かつぢｲｯｼ	畑中他 1962
	平均		7.4		
10	マアジ1 20～50g	6.8～21.3 平均	6.4	かつぢｲｯｼ	鈴木 1967
	マアジ1 60～100g		12.3	かつぢｲｯｼ	鈴木 1967
	マアジ2 1才魚 平均		14.6 11.1	かつぢｲｯｼ	鈴木 1973
11	イシガレイ1 180～190g		3.2	マサバ	畑中他 1956
	イシガレイ1 200～210g 平均		3.3 5.9	マサバ	畑中他 1956
12	ヒラメ 68～114g		6.9	イカナゴ	新活 1985
13	マダイ 42～340g		7.7	魚肉	新活 1984
14	ヒラメ 126～218g		2.8	イカナゴ	森実他 1984
15	ヒラメ 132～244g		2.2	マアジ	森実他 1984
16	ヒラメ 130～216g		2.3	サンマ	森実他 1984
17	ヒラメ 127～226g		2.8	かつぢｲｯｼ	水産増殖32(3) 1984
魚類を餌料とする全32例平均			6.3		
魚類を餌料とした番号付事例17例平均			5.5		

(続く)

(表7の続き)

番号	魚種及び大きさ	増肉係数	餌	報告者	
18	メバル1 2~8g		3.4	シロビ	畑中他 1962
	メバル1 20~45g		4.6	シロビ	畑中他 1962
	メバル1 20~65g		4.6	シロビ	畑中他 1962
	平均		4.2		
19	イシガレイ1 80~100g	文献係数 4.6	18.4	二枚貝	畑中他 1956
	イシガレイ1 105~170g	文献係数 6.5	26.0	二枚貝	畑中他 1956
	イシガレイ1 140~160g	文献係数 5	20.0	二枚貝	畑中他 1956
	イシガレイ1 180~200g	文献係数 6.7	26.8	二枚貝	畑中他 1956
	イシガレイ1 180~250g	文献係数 5.5	22.0	二枚貝	畑中他 1956
	平均		22.6		
20	イシガレイ1 130~180g		5.0	環形動物	畑中他 1956
	イシガレイ1 190~210g		5.5	環形動物	畑中他 1956
	平均		5.3		
21	マコガレイ1 50~120g		5.0	環形動物	畑中他 1956
	マコガレイ1 80~100g		5.5	環形動物	畑中他 1956
	マコガレイ1 80~100g		6.2	環形動物	畑中他 1956
	マコガレイ1 110~200g		7.5	環形動物	畑中他 1956
	マコガレイ1 130~210g		8.8	環形動物	畑中他 1956
	マコガレイ1 140~210g		7.3	環形動物	畑中他 1956
	マコガレイ1 200~270g		9.6	環形動物	畑中他 1956
	平均		7.1		
22	マコガレイ1 120~220g	文献係数 7.4	29.6	二枚貝	畑中他 1956
23	マコガレイ1 平均22g		6.1	環形動物	畑中他 1956
	マコガレイ1 105g		7.4	環形動物	畑中他 1956
	マコガレイ1 246g		11.5	環形動物	畑中他 1956
	マコガレイ1 224g		14.1	環形動物	畑中他 1956
	マコガレイ1 374g		12.7	環形動物	畑中他 1956
	マコガレイ1 282g		14.5	環形動物	畑中他 1956
	マコガレイ1 495g		13.1	環形動物	畑中他 1956
	マコガレイ1 318g		15.6	環形動物	畑中他 1956
	マコガレイ1 636g		13.7	環形動物	畑中他 1956
	マコガレイ1 349g		15.9	環形動物	畑中他 1956
	平均		12.5		
ベントスを餌料とする全28例平均			12.2		
ベントスを餌料とする番号付事例6例平均			13.6		
24	マサバ2 11~27g	4.9~29.1 平均	9.2	オキアミ	高橋他 1958
	マサバ2 14~38g	3.7~12.7 平均	6.0	オキアミ	高橋他 1958
	マサバ2 47~70g	6.5~13.9 平均	11.0	オキアミ	高橋他 1958
	マサバ2 56~122g	6.3~19.6 平均	7.8	オキアミ	高橋他 1958
	平均		8.5		
25	マサバ3 17~65g	約	5.0	オキアミ	畑中他 1960
26	スズキ1 35g以上		3.8	オキアミ	畑中他 1962
	スズキ1 33g		8.0	オキアミ	畑中他 1962
	平均		5.9		
27	マアジ1 3~20g	6.7~8.2 平均	7.6	オキアミ	鈴木 1967
	マアジ1 20~30g		17.6	オキアミ	鈴木 1967
	マアジ1 18~25g		10.7	オキアミ	鈴木 1967
	マアジ1 70~140g		9.3	オキアミ	鈴木 1967
	マアジ1 100~140g	17~18 平均	17.5	オキアミ	鈴木 1967
	マアジ1 0才魚	6.2~8.0 平均	7.0	オキアミ	鈴木 1973
	平均		9.7		
28	イシダイ1 10~90g		14.9	オキアミ	鈴木 1976
29	カササギ 10~45g		10.1	オキアミ	高橋他 1960
30	ウズラギ 10~45g		3.6	オキアミ	鈴木 1976
	ウズラギ 100~100g		6.2	オキアミ	鈴木 1976
	平均		4.9		
オキアミを餌料とする全17例平均			9.1		
オキアミを餌料とする番号付事例6例平均			8.4		
全77例平均			9.1		
番号付き事例30例平均			7.8		

資料:科学技術庁資源調査所「水産資源増大のための海洋生産力の有効利用に関する調査(海洋生態モニタリング)-昭和60年3月」内資料(尾形哲男「各種養殖試験による増肉係数-南西水研資料1982」)のうち平均値、餌料名が記載されている事例を中心に、魚礁性魚類の増肉係数に関する調査事例(番号12~17)を加えて整理した。

付着した二枚貝の湿重量は殻付きで計測することとしており、二枚貝の増肉係数は「軟体部重量/殻付全重量」比0.25を使用し、文献のむき身増肉係数/0.25で殻付の増肉係数に換算した。

増肉係数=増重量/投餌量、魚類の番号は同一文献の同一年次ごとに番号をふった。

平均価格

平均価格は、魚礁にい集（で漁獲）する主要魚種の加重平均で算定する。

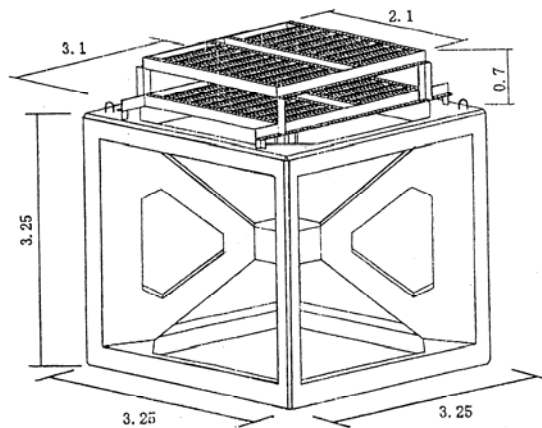
(例)

		計	マアジ	ブリ類	マダイ	チダイ	カンパチ
漁獲量	kg/年	2,497	840	1,140	320	40	157
平均単価	円/kg	880	503	834	2,000	1,317	834
漁獲金額	千円/年	2,197	423	951	640	53	131

(5) 増殖構造物の餌料供給効果 B / C の試算

以上の算定方法で計測した費用対効果の事例(大分県姫島カキ殻礁、山口県阿武沖石詰礁)を以下に示す。これは、あくまで増殖構造物の B / C の目安をみるものであり、餌料動物現存湿重量も設置後1年から4年8カ月のデータを使用する等、仮設的に試算したものである。試算対象のカキ殻礁は、調査事例の中で餌料動物現存湿重量が多い事例であるが、試算した B / C は、餌料動物全体を対象とした場合は 1 を上回り、選好性餌料だけを対象とした場合は 1 を大きく下回る。この事例から推察すると、餌料動物全体を対象とした場合の B / C は、設置海域、施設の構造等により 1 以上または 1 以下にバラツキ、選好性餌料だけを対象とした場合には 1 を大きく下回るものと想定される。

カキ殻礁事例（大分県姫島）



A シェルナースFP3.25-A型

図11 B / C 試算対象増殖構造物概要図（大分県姫島カキ殻礁）

表 8 試算対象カキ殻礁の餌料動物(湿重量)調査結果（大分県姫島）

調査年月	沈設後の年月	餌料動物計 kg/m ³	選好性餌料動物 kg/m ³
H11.10.19	1年	67.7	28.13
H12.6.27	1年8ヶ月	69.2	46.38
H13.11.9	3年1ヶ月	195.8	25.99
H14.2.4	3年4ヶ月	122.9	23.92
H15.6.11	4年8ヶ月	234.5	22.13
平均		138.0	29.3

設置年 = H10.10.23

テストピースは直径15cm、長さ30cmの円筒(体積0.0053m³)
固着性動物は含んでいない。

表9 増殖構造物（力キ殻礁）のB/C試算事例（大分県姫島）

		調査5回平均		調査最大	
魚礁規模(体積)	空m ³ /基	34.3			
装着力キ殻礁体積	m ³ /基 A	0.5544			
装着力キ殻礁事業費	円/基 B	420,449			
餌料種類		餌料動物	(参考) 選好性餌料	餌料動物	(参考) 選好性餌料
体積当り餌料動物湿重量	kg/m ³ C	138.0	29.3	234.5	22.1
力キ殻礁餌料動物湿重量	kg/基 D=A*C	76.5	16.2	130.0	12.3
利用率	E	1.00	1.00	1.00	1.00
年間生産量/現存量比	F	3.00	3.00	3.00	3.00
餌料転換効率	G	0.13	0.13	0.13	0.13
年間増加魚体重	kg/年基 H=D*E*F*G	29.84	6.34	50.70	4.78
平均単価	円/kg I	880	880	880	880
増加魚体重金額(便益額)	円/年基 J=H*I	26,258	5,577	44,613	4,211
妥当投資額	円	454,047	96,434	771,449	72,811
投資効率(B/C)		1.08	0.23	1.83	0.17

B/Cは割引率4%、耐用年数30年の妥当投資額法で算定

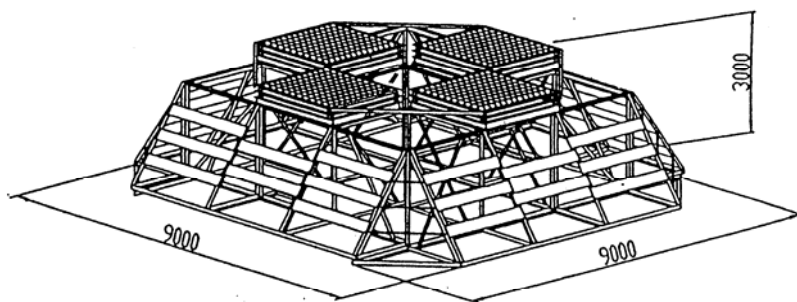
調査5回平均はH11.10.19からH15.6.11までの5回の調査の平均値、調査最大はH15.6.11の調査値を使用して試算したものである(表8参照)。(そのため、参考として計測した選好性餌料のB/C試算値は調査5回平均の方が大きくなっている)

表10 平均単価算定表（大分県姫島仮設）

		計	マアジ	ブリ類	マダイ	チダイ	カンパチ
漁獲量	kg/年	2,497	840	1,140	320	40	157
平均単価	円/kg	880	503	834	2,000	1,317	834
漁獲金額	千円/年	2,197	423	951	640	53	131

大分県魚礁標本船調査から仮設的に設定したものである。

石詰礁事例（山口県阿武沖）



B 神鋼150B型

図12 B/C試算対象増殖構造物概要図（山口県阿武沖石詰礁）

表11 試算対象石詰礁の餌料動物査結果(山口県阿武沖、平成13年6月調査)

設置後経過月	石詰礁内部潜入動物			礁体表面付着動物			
	12力月			12力月			
試験ピース規模	0.00225m ³ (30×30×25cm)			0.04m ² (20×20cm)			
付着動物	個体数	湿重量 g	g / m ³	個体数	湿重量 g	g / m ²	
扇形動物 計	6	0.39	17	17	0.7	18	
紐形動物 計	1		0	11	0.07	2	
星口動物 計	4	0.49	22	40	0.22	6	
軟体動物	腹足綱	56	1.49	66	97	0.75	19
	二枚貝綱	44	16.05	713	747	12.02	301
環形動物 多毛綱	35	1.46	65	73	2.74	69	
節足動物	蔓脚綱		0	481	147.5	3688	
	軟甲綱	253	42.72	1899	96	0.37	9
	その他	12	0.02	1	1		0
棘皮動物 計	29	0.19	8	36	0.42	11	
原索動物 計			0	1	0.17	4	
A 付着動物計	440	62.8	2,792	1600	165.0	4,124	
B 餌料動物計	440	62.8	2,792	1599	164.8	4,120	
C 選好性餌料動物計	288	44.2	1,964	169	3.1	78	

硬骨魚類13個体64.32gを除く

表12 増殖構造物(石詰礁)のB/C試算事例(山口県阿武沖)

魚礁規模(体積)	空m ³ /基	155.0	
装着石詰礁体積	m ³ /基 A1	5.2770	
装着石詰礁鋼材部分表面積	m ² /基 A2	29.19	
装着石詰礁事業費	円/基 B	393,000	
	餌料種類	餌料動物	(参考) 選好性餌料
体積当り餌料動物湿重量	kg/m ³ C1	2.792	1.964
鋼材表面積当り餌料動物湿重量	kg/m ² C2	4.120	0.078
石詰礁内部餌料動物湿重量	kg/基 D1=A1*C1	14.7	10.4
石詰礁表面(鋼材部)餌料動物湿重量	kg/基 D2=A2*C2	120.3	2.3
餌料動物湿重量計	kg/基 D=D1+D2	135.0	12.6
利用率	E	1.00	1.00
年間生産量/現存量比	F	3.00	3.00
餌料転換効率	G	0.13	0.13
年間増加魚体重	kg/年基 H=D*E*F*G	52.65	4.93
平均単価	円/kg I	880	880
増加魚体重金額(便益額)	円/年基 J=H*I	46,331	4,338
妥当投資額	円	801,152	75,019
投資効率(B/C)		1.91	0.18

B/Cは割引率4%、耐用年数30年の妥当投資額法で算定
価格は姫島と比較のため880円/kgとした。