

アワビの蛸集に与える副産物フェライトの影響

EFFECT OF FERRITE BY-PRODUCTS ON COLLECTION OF ABALONE

間山 正一*

By Masakazu MAYAMA

This paper describes the effect of ferrite by-products on collection of abalone. Shelters used in this experiment were acryl shelters, cement concrete shelters, asphalt concrete shelters and ferrite shelters which were produced through mixing ferrite by-products with binder. Following conclusions were obtained. 1) Ferrite shelters collected more abalones than the shelters which were made of current cement concrete and asphalt concrete. 2) Abalones kept away from acryl shelters because abalones sheltered themselves from smooth, light and semi-transparent surfaces of acryl shelter. 3) Cement concrete shelters covered with ferrite asphalt mixtures collected abalones about equal to ones which all ferrite asphalt shelters collected.

Keywords: ferrite by-products, artificial reef, ferrite shelter, collect of abalone

1. 概 説

従来、主として陸に目を向けていた土木の分野で、海を対象とした各種の提言、開発プラン、研究論文等が多くなってきている¹⁾。

これは200海里の設定、日本海側を中心にした磯焼け現象等、海を生活の場とする水産界から早急な対処が求められていること^{2),3)}、あるいは、いわゆる公害の処理事業や建設工事に伴う海の浄化を行う工事が多くなったことも一因であろう^{4),5)}。

さらには、海洋上の主権が200海里になったことを悲観的に考えず、逆に島の多いわが国は世界第7の地球表面積を得たと同じことになり、むしろ積極的に海洋を利用しようとする思想が行き渡ってきたことも挙げられよう⁶⁾⁻⁹⁾。

つまり、海洋の環境保全を科学的に考えて¹⁰⁾現実問題に対処すると同時に、夢とか文化といった土木工学らしい人間生活からの要請に応える姿勢が土木学会を中心とした海洋への積極的な取組みに現われたものと考えられる。

さらに注目すべきは、土木工学が密接に関連する海洋

支援システム¹¹⁾の中の重要テーマである潜堤の場合でも、本来の消波、護岸等の国土保全の機能とともに、これに栽培漁業の振興にも応える人工魚礁（ここで、人工魚礁とは魚礁、藻礁、築磯等の総称である）の機能をもたせ、さらには藻類等の育成によって間接的に環境保全の役目をもたらす複合的な構造物を目指す思想が生まれてきている点である。特に最近ではリーフ型潜堤においても従来の投石やセメントコンクリートブロック等に代わる新素材に注目した人工魚礁用材料の開発が急がれている。

著者らの研究はこれらの動きに呼応したもので、新しい素材である副産物フェライトを藻場造成あるいはアワビ等の大型生物の蛸集効果をもつ海洋構造物の材料に利用すべく種々の検討をし、その成果の一部について発表してきた¹²⁾⁻¹⁴⁾。

本稿は、特に副産物フェライトで作製したシェルタ（隠れ家）のアワビの蛸集効果についての基礎的研究結果を報告するものであるが、生物学的アプローチというよりもむしろ、アワビの動きを大まかに把握することによって理想的な人工魚礁作製のためのデータを得、それを工学的に応用することを目的としている。

なお、本稿では理解を容易にするため副産物フェライトをフィラーとする人工魚礁（以下、フェライト魚礁と

* 正会員 工博 北海道工業大学教授 工学部土木工学科
(〒006 札幌市手稲区手稲前田419-2)

称す)について簡単に紹介するが、これはこれまで公表した論文^{12)~14)}と一部重複するものであることをあらかじめ、お断りしたい。

2. フェライト魚礁について

(1) フェライト魚礁の作製とタイプ

フェライト魚礁はすでに詳しく報告したように^{13), 14)}セメントやアスファルト等の結合材料と副産物フェライト¹²⁾を混合して得られる。魚礁に用いる副産物フェライトは天然に産出する磁鉄鉱、マグネタイトと同性状のソフトフェライトで、比重が約5、黒色の磁性酸化物であり、化学的安定性はきわめて高い。

フェライト魚礁の主なタイプはスラリー状フェライト混合物を自然石や人工魚礁に塗付して得られる塗付型フェライト魚礁、従来の魚礁にフェライト混合物を貼り付けて作製する貼付型フェライト魚礁、バインダー以外の材料すべてを副産物フェライトを用いて魚礁を作製するオールフェライト製人工魚礁等がある。

写真-1は北海道の「新技術導入漁場整備事業」として1989年9月12日に北海道瀬棚郡瀬棚町三本杉の海岸に沈設したフェライト魚礁のうち、普通コンクリートにフェライトアスファルト混合物を貼付した人工魚礁の例である。

(2) フェライト魚礁の利点^{13), 14)}

フェライト魚礁の主な長所について説明する。

a) 外力への抵抗性：フェライト混合物の単位体積重量が大きいことから、フェライト魚礁の重量が大きくなり、結局、波圧に対する安定性が大きくなる。たとえば、フェライトコンクリート製人工魚礁は従来のセメントコンクリートのそれに比較して約1.7倍の滑動抵抗が得られる¹⁴⁾。

b) 早期の強度発現：副産物フェライトは樹脂やセメントと混合された場合反応促進の役目をするため、早期の強度発現をし、また、強度そのものも大きい¹⁵⁾。

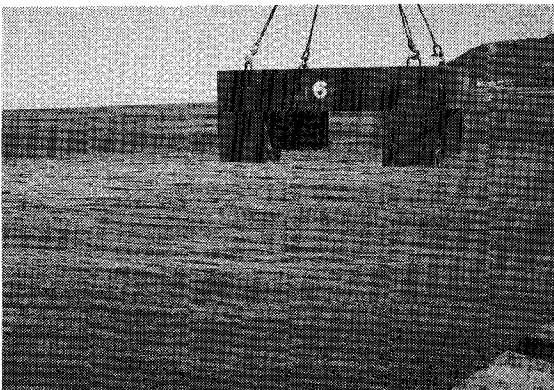


写真-1 フェライト魚礁の一例

c) 任意の形状：型枠の選択によって任意の形状の魚礁を作製できる。

d) 沈設場所の確認：フェライト魚礁は磁性をもつことから磁気センサによってその位置を確認できる¹⁶⁾。

e) アワビの蛸集効果：アワビの成貝の発見率を大きくすることがこの分野で重要かつ緊急課題であるが、フェライト魚礁はアワビの蛸集効果が大きい。

3. 実験の条件と方法

(1) 飼育システムについて¹⁷⁾

飼育システムは独自に考案した多段式汙過槽、1700×800×450 mm (海水の量は約500 lで使用)の内寸法をもち、水色の塗料でコーティングした水槽、毎時3ターン以上の循環を確保する循環部からなり、合計4槽の水槽を用いて実験を行った。コンプレッサによるエアレーションはアワビの動きへの影響を考慮して水槽内で行わず、汙過槽内で行った。

海水は小樽水族館が立地する北海道小樽市祝津海岸より汲み上げ、粗フィルタをかけたものをさらに汙過槽を通して使用した。なお、海水の管理項目について、循環汙過した海水の初期値と交換時のそれ(交換基準値)を表-1に示す。

(2) アワビ

本研究で使用したアワビは北海道大成町アワビ種苗供給センターと増毛町アワビ中間育成センターから入手したエゾアワビである。飼育槽1槽当たり約100個のエゾアワビを飼育したが、その殻長、体重、肥満度の平均値を表-2に示す。

(3) シェルタの材料

シェルタの材料には多くのものがあり、また、実験手法としては骨材や結合材料(バインダー)等の材料の種類、結合材料の量、色、表面粗度等、多くの因子を考慮

表-1 循環汙過した海水の管理基準値

項目	初期値	交換基準値	測定器
P.H.	8.1~8.4	7.9	P.H.メータ
塩濃度	34.1~34.9 ‰	38.5 ‰	塩分計
比重	1.024~1.025	1.036	比重浮ひよう

表-2 アワビの殻長、体重、肥満度

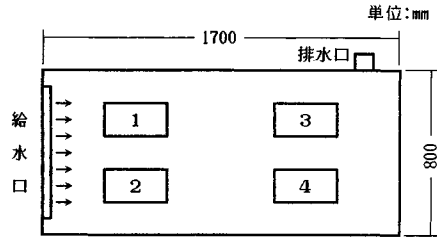
測定日	平均殻長 mm	平均体重 g	肥満度 ¹⁾ g/cm ³
1988年 6月11日	29.5	3.29	0.128
7月1日	30.1	3.37	0.124
9月20日	30.6	3.45	0.120
12月2日	31.0	3.52	0.118
2月4日 ²⁾	31.2	3.64	0.120

¹⁾ 肥満度=体重/(殻長)³

²⁾ 1989年2月4日で24ヶ月

表—3 骨材の粒度分布 (通過重量百分率)

フルイの開き目	セメント混合骨材	アスファルト混合骨材	副産物フェライト
mm	%	%	%
15	100	-	-
13	-	100	-
10	74.5	94.6	-
5	57.0	80.0	100
2.5	44.0	56.9	99.7
1.2	35.0	-	95.6
0.6	21.5	37.9	83.6
0.3	10.0	26.7	65.4
0.15	1.5	17.6	38.0
0.074	0	15.0	8.5



図—2 水槽内のシェルタの設置場所

表—4 実験に供したシェルタおよびその配合

シェルタの名称	C ¹⁾ wt.%	A ²⁾ wt.%	フェライト wt.%	骨材 wt.%	水 wt.%
HC-15	12.9	-	-	80.6	6.5
FLL-15	13.9	-	79.1	-	7.0
FLLI-7	-	7	93	-	-
GI-7	-	7	-	93	-
HC-15 + FLLI-7	HC-15 シェルタの表面全体にFLLI-7からなる厚さ5mmの混合物を貼付				
ACRL	透明に近い厚さ10mmのアクリル樹脂の板				
FLL-ACRL	ACRLシェルタの中にフェライトを封入				

¹⁾比重3.05のB種高炉セメント
²⁾針入度79、軟化点47.5のストレートアスファルト

表—5 基本形シェルタの有効断面積

場所	有効断面積(cm ²)
天井上部	375
天井部	225
内壁	300
底部	225
外壁部	772
計	1897

する必要があり、その実験量は膨大になる。

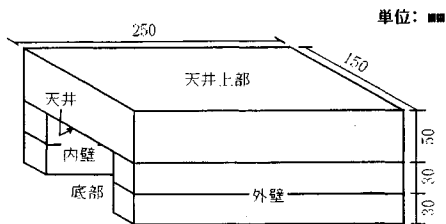
ここでは、1)セメントコンクリート¹⁸⁾、2)アスファルトコンクリート¹⁹⁾、3)副産物フェライトとセメントからなるフェライトコンクリート、4)副産物フェライトとアスファルトからなるフェライトアスファルトコンクリート、5)アクリル樹脂の板、を主たる材料として選定し、シェルタを作製した。これらのシェルタは材料のアクア油を除くため、約6か月間海水に浸した後使用した。

表—3には混合物の作製に用いた骨材の粒度分布を、表—4にそれぞれの配合を示す。

(4) シェルタの形状と設置位置

シェルタの形状は増集効果を検討する際に要素が単純になることを考えてできるだけ単純な形状とし、また、設置しやすさ、水槽寸法とのバランス等を考慮し、3×3×25 cmの直方体の供試体を2段に重ねたものを脚の部分とし、その上に5×15×25 cmの直方体の供試体を乗せた逆U字型断面のものである。

図—1に示したように、シェルタを組み立てたとき、裏面を内側、水槽底面であるがシェルタにより影になる



図—1 シェルタの形状

部分を底部、シェルタの内側で天井にあたる水平面を天井部、内側で壁にあたる立ち上がり部分を内壁部、シェルタの表面(外面)で天井部の真上の水平部分を天井上部、それ以外のすべての側面を外壁部と称した。

シェルタの天井上部、天井部、底部、内影部、外壁部の有効断面積を表—5に示す。

シェルタの設置の基本的考え方は、アワビを水槽中央部に集めたときにアワビから各シェルタまでの距離がほぼ等しくなるように配置することである。次に述べる予備実験の結果等を考慮して図—2に示す配置とした。

(5) 予備実験

アワビの挙動に与える影響因子として本実験に入る前に次に示す項目について検討した。

- a) アワビの殻長、体重、生産地の影響
 - b) シェルタの設置位置の影響
 - c) 水槽内の海水の給水口および排水口の位置の影響
- 予備実験結果の一例として、シェルタの設置位置の影響を検討したデータを紹介します、他は割愛したい。

表—6は同一材料(フェライトアスファルト混合物)で作製したシェルタ4個を水槽内に設置し、アワビの着礁数を比較した結果である。シェルタ名の前に付けた番号は図—2に示したシェルタの設置位置を表す。

明らかに各シェルタにはほぼ同様の数のアワビが増集されている。シェルタの材料を変えたセメントコンクリート製シェルタを使用した場合でも同じ傾向がみられることから、この種の実験においてはこの因子の影響は無視できるものと考えてさしつかえあるまい。

(6) 実験の方法と手順

実験方法は、異なる材料からなるシェルタを水槽内に

表一六 シェルタの位置がアワビの挙動に与える影響

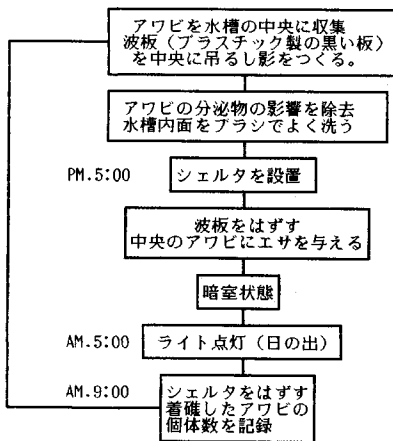
シェルタ名	1.FLL1-7	2.FLL1-7	3.FLL1-7	4.FLL1-7
着礁位置	天上(個)	5	8	5
	天井(個)	11	11	7
	内壁(個)	12	14	17
	底部(個)			
外壁(個)				11
小計(個)	28	33	29	33
合計(個)	123			
着礁位置	天上(%)	4.1	6.5	4.1
	天井(%)	8.9	8.9	5.7
	内壁(%)	9.8	11.4	13.8
	底部(%)			
外壁(%)				8.9
小計(%)	22.8	26.8	23.6	26.8
合計(%)	100			

*シェルタに付着しないアワビの数は11個

設置し、アワビの着礁率を比較する方法をとった。ここで、着礁率とは対象とするシェルタに着礁したアワビの数を全シェルタに着礁したアワビの数全体で除した数字である。実際の海洋の現場においては同類の用語として蝸集(率)や発見(率)等の用語を使用することもある。シェルタの底部はシェルタの構成材料からできておらず水槽の床面であるが、投影面積内に含まれシェルタの一部分と考えた方が合理的であるのでそれに含めた。また、シェルタの素材に注目した研究であることからシェルタ以外の場所にいたアワビは計算に含まれないものとした。

なお、水槽には2種類のシェルタを2個ずつ計4個のシェルタを設置したが、設置はお互いに位置を変えて4回測定したので、結局1種類のシェルタにつき計8個の測定値が得られることになる。その単純平均値を表にまとめる方法とした。

実験の手順¹⁷⁾は図一3に示すように、1日1サイクルであり、夕方5時にシェルタをセットし、翌朝9時にアワビの着礁数を数える方法をとった。



図一三 観察方法のフローチャート

なお、水槽は実験室内の遮光の加減が容易な部屋に置かれ、また、水槽1槽につき100Wの電球2個を水面から70cmの位置に設置した。

4. 実験結果

(1) セメントを結合材料とするシェルタ

表一七は高炉セメントと副産物フェライトを混合して得られたフェライトコンクリートシェルタ(FLL-15シェルタ)と、同一セメントおよび同一セメント量で砂利と砂を骨材としたHC-15シェルタのアワビの着礁率を比較した表である。

トータルで着礁率を比較すると、HC-15シェルタには37.0%のアワビが着礁しているのに対してFLL-15シェルタには63.0%のアワビが着礁している。同一のセメントおよびセメント量であるにもかかわらず、明らかに副産物フェライトをフィラーとして用いたフェライトコンクリートシェルタにアワビが多く集まっている。

シェルタの部位によってアワビの着礁率が異なり、最もアワビが着礁する部位は水槽の底部である。たとえば、FLL-15シェルタの底部には29.1%、HC-15シェルタの底部には18.0%のアワビが着礁している。これは底部は特に陰影部分が多いことによる。また、FLL-15シェルタの場合には内壁にも着礁が多く、18.2%のアワビが着礁していることが注目される。

(2) アスファルトを結合材料とするシェルタ

表一八はストレートアスファルトを結合材料とし副産物フェライトをフィラーとするFLL1-7シェルタと、同一アスファルトおよび同一アスファルト量で碎石を骨

表一七 セメントコンクリートシェルタとフェライトコンクリートシェルタのアワビの着礁率

シェルタ名	HC-15	FLL-15
天井上部(%)	0.2	0.3
天井(%)	5.2	13.2
内壁(%)	12.9	18.2
底部(%)	18.0	29.1
外壁(%)	0.7	2.2
計(%)	37.0	63.0

表一八 アスファルトコンクリートシェルタとフェライトアスファルトシェルタのアワビの着礁率

シェルタ名	G1-7	FLL1-7
天井上部(%)	0.0	0.0
天井(%)	2.3	5.9
内壁(%)	11.2	20.3
底部(%)	21.2	36.4
外壁(%)	1.0	1.7
計(%)	35.7	64.3

材とした G 1-7 シェルタを各 2 組ずつ水槽内に設置し、アワビの着礁率を比較した表である。

FLL 1-7 シェルタには全体の 64.3 % のアワビが、G 1-7 シェルタには全体の 35.7 % のアワビが着礁している。同一のアスファルトおよびアスファルト量であるが、全体として骨材に副産物フェライトを用いたフェライトアスファルトシェルタにアワビが多く集まっている。

また、シェルタの部分によってアワビの着礁率が異なり、FLL 1-7 シェルタの底部には 36.4 %、G 1-7 シェルタには 21.2 % のアワビが着礁しているように底部に多い。

(3) 表面にフェライトアスファルト混合物を貼り付けたシェルタ

表—9 はセメントコンクリートシェルタ (HC-15) と、その表面全体にフェライトアスファルト混合物を貼り付けたシェルタ (HC-15+FLL 1-7) の着礁率を比較したものである。ここで、貼付したフェライトアスファルト混合物は FLL 1-7 シェルタを作製した混合物と同一のもので、5 mm の厚さに切り出して接着剤で貼付した。

HC-15 シェルタには全体の 31.1 %、HC-15+FLL 1-7 シェルタには全体の 68.9 % のアワビが着礁しており、後者の着礁率が高い。表—7 と表—9 で実験に供したシェルタの片方は同一の HC-15 シェルタであるので、その相手方となる FLL-15 シェルタ (表—7) と HC-15+FLL 1-7 シェルタ (表—9) の増集効果を比較してみる。シェルタの同一部位における比較では、内壁における着礁率に差があるほかはほぼ同じである。トータルでは FLL-15 シェルタに 63.0 % が、HC-15+FLL 1-7 シェルタに 68.9 % のアワビがそれぞれ着礁しており、これは副産物フェライト量および結合材料の色が影響したものと考えられる。工学的利用の観点からは、構造部材を強度が大きくかつ比較的安価なセメントコンクリートで作製し、表面をフェライト混合物で覆ったシェルタ等への利用が考えられよう。

表—10 は FLL 1-7 シェルタと、それと同一の混合物であるフェライトアスファルト混合物をセメントコン

表—10 フェライトアスファルトシェルタとフェライトアスファルト混合物を貼付したシェルタのアワビの着礁率

シェルタ名	FLL1-7	HC-15 + FLL1-7
天井上部(%)	0.1	0.2
天井 (%)	4.6	8.2
内壁 (%)	19.1	16.8
底部 (%)	24.2	26.3
外壁 (%)	0.3	0.2
計 (%)	48.3	51.7

クリートの表面全体に貼り付けたシェルタ (HC-15+FLL 1-7) のアワビの着礁率を比較した表である。

全体のアワビの着礁率は FLL 1-7 シェルタには 48.3 %、HC-15+FLL 1-7 シェルタには 51.7 % とほぼ拮抗しており、また、シェルタの部位別に比較した場合でも底部や内壁への着礁が多く、かつアワビの着礁率が類似している。このデータは表面が同一の混合物からなるシェルタであればアワビの動きに与える影響もほぼ同様であることを意味しており、前述したようにアワビの動きがシェルタの表面性状に大きく左右されることを改めて確認させるものである。

(4) アクリル樹脂の板で作製したシェルタ

アワビの着礁特性に与えるシェルタの材質、色、表面の粗滑等の影響を検討するため、透明に近い色、表面の滑らかさ、内部に副産物フェライトを封入できること等の理由によりアクリルシェルタを選び実験を行った。

表—11 は平均密度が 1.25 g/cm³ のアクリル板を接着し、図—2 に示した基本型と同一寸法にした 4 組のアクリルシェルタ (ACRL シェルタ) の着礁率を示す。

明らかに 4 組の ACRL シェルタのいずれにもアワビは着礁しておらず、また、表—11 からは読み取れないが、アワビはシェルタの周辺にも集まらず、水槽の角等の陰影の多い部分に集まっていたことを考え合わせると、水槽の水色よりも透明に近い ACRL シェルタへの着礁をアワビが嫌うことを推定させるものである。

表—12 は ACRL シェルタと FLL 1-7 シェルタのア

表—9 セメントコンクリートシェルタとフェライトアスファルト混合物を貼付したシェルタのアワビの着礁率

シェルタ名	HC-15	HC-15 + FLL1-7
天井上部(%)	0.0	0.0
天井 (%)	1.7	10.3
内壁 (%)	13.1	26.6
底部 (%)	16.1	31.3
外壁 (%)	0.2	0.7
計 (%)	31.1	68.9

表—11 アクリルシェルタのみのアワビの着礁率

シェルタ名	ACRL	ACRL
天井上部(%)	0.0	0.0
天井 (%)	0.0	0.0
内壁 (%)	0.0	0.0
底部 (%)	0.0	0.0
外壁 (%)	0.0	0.0
計 (%)	0.0	0.0

表—12 アクリルシェルタとフェライトアスファルトシェルタのアワビの着確率

シェルタ名	ACRL	FLL1-7
天井上部(%)	0.0	0.0
天井(%)	0.0	9.6
内壁(%)	0.0	46.8
底部(%)	0.0	43.6
外壁(%)	0.0	0.0
計(%)	0.0	100.0

表—13 アクリルシェルタとフェライト封入シェルタのアワビの着確率

シェルタ名	ACRL	FLL-ACRL
天井上部(%)	0.0	0.0
天井(%)	0.0	0.0
内壁(%)	0.0	0.0
底部(%)	0.0	100.0
外壁(%)	0.0	0.0
計(%)	0.0	100.0

ワビの蝸集効果を比較したものである。

ACRL シェルタにはアワビは全く着確せず、そのすべてがFLL1-7 シェルタ、特にその底部と内壁に着確している。これはFLL1-7 シェルタの蝸集効果を示すと同時に、前述したようにアワビのACRL シェルタからの逃避を意味するものであろう。

表—13 はACRL シェルタと、アクリルシェルタに副産物フェライトを平均2.70g/cm³封入したFLL-ACRL シェルタのアワビの着確率を比較した表である。

ACRL シェルタにはアワビは着確せず、FLL-ACRL シェルタに100%のアワビが着確した。つまり、アクリル樹脂で作製したシェルタにはアワビはほとんど着確しないにもかかわらず、副産物フェライトを内部に詰めることによってアワビが着確することがわかる。

表—14 はACRL シェルタ(表—11)、FLL1-7 シェルタ(表—12)、FLL-ACRL シェルタ(表—13)の蝸集特性をさらに詳しく検討するため、対峙するシェルタをACRL シェルタに限定した場合の表—11～表—13のそれらの数値をまとめたものである。

FLL-ACRL シェルタはFLL1-7 シェルタと同様に、ACRL シェルタと比較した場合には100%の着確率であるが、後者が内壁と底部にそれぞれ46.8%、43.6%の高い着確率を示しているのに対して、前者はアクリル板からなる内壁には着確せず水槽の床面である底部にのみ100%の着確率を示している。この事実はアワビは副産物フェライトを内部に含むFLL-ACRL シェルタの周辺に移動して水槽の床面に相当する底部に

表—14 各種シェルタのアワビの着確率の比較

シェルタ名	ACRL	FLL1-7	FLL-ACRL
天井上部(%)	0.0	0.0	0.0
天井(%)	0.0	9.6	0.0
内壁(%)	0.0	46.8	0.0
底部(%)	0.0	43.6	100.0
外壁(%)	0.0	0.0	0.0
計(%)	0.0	100.0	100.0

表—15 フェライト封入シェルタとフェライトアスファルトシェルタのアワビの着確率

シェルタ名	FLL-ACRL	FLL1-7
天井上部(%)	0.0	0.0
天井(%)	0.0	1.1
内壁(%)	0.0	42.9
底部(%)	6.6	49.4
外壁(%)	0.0	0.0
計(%)	6.6	93.4

は集まるが、直接、アクリル板に着確しなかったことを意味している。その理由については、アクリル板が無色に近い陰影部分が少ないこと、また、表面がスムーズであること等が推定される。

表—15 はアクリル樹脂で作製したシェルタの中に副産物フェライトを詰めたシェルタ(FLL-ACRL シェルタ)とFLL1-7 シェルタのアワビの着確率を比較した表である。

FLL-アクリルシェルタの着確率はわずかに底部に全体の6.6%の着確があったのに対して、FLL1-7のシェルタには内壁に42.9%、底部に49.4%、全体として93.4%のアワビが着確した。このデータからシェルタが副産物フェライトを含んでいても、先に表—14で考察したように、アワビの蝸集効果はシェルタの表面性状に大きく依存するということを理解できる。

5. 結 論

本研究で明らかになった事項を列記する。

(1) 副産物フェライトをフィラーとして使用したシェルタは従来の骨材を使用したシェルタと比較してアワビの蝸集効果が大きく、これはセメントやアスファルト等の結合材料が異なっても成立する。この理由については、フェライトシェルタの表面相度、黒色、磁性等が考えられるが、定量化した結論は得られていない。

(2) フェライトアスファルト混合物で表面を覆われたセメントコンクリートシェルタはフェライトアスファルトシェルタとほぼ同じ蝸集特性を示し、シェルタの表

面が同一性状であるならばこれに対するアワビの動きも類似であることを明らかにした。

(3) アワビはアクリルシェルタを好まないが、副産物フェライトを封入することによって近くまで蛸集できることを明らかにした。

(4) シェルタの表面の材料、粗滑さ、陰影等がアワビの蛸集に影響することを推定した。

6. 後 記

この種の研究に工学的発想をもってアプローチする方法はご専門の方々から分岐テーマとしてみられた場合、ある意味では稚拙な研究手法となるかもしれないが、人工魚礁を作製するための基礎的データを取り工学的応用をはかるため、浅学をも顧みずこの場をお借りした。そのため、本研究を進めるにあたり、多くの方々のご意見、ご助力をいただいた。特に北海道水産部、檜山支庁、北海道中央水産試験場、北海道水産会、大成町アワビ種苗センター、瀬棚町および同漁業協同組合の皆様には深く感謝の意を表したい。

参 考 文 献

- 1) 土木学会誌編集委員会：ウォーターフロントの再生，土木学会誌，Vol. 73，No. 8，pp. 2～69，1988.
- 2) 中村 充：21世紀の海洋生物生産に向けて，水産土木，Vol. 20，No. 2，p. 1，1984.
- 3) 水産土木第36回研究集会講演内容，水産土木，Vol. 18，

No. 2，pp. 43～62，1982.

- 4) 山口晶敬・望月規行：水湾水銀汚泥処理事業，土木学会誌，Vol. 74，No. 7，pp. 9～11，1989.
- 5) 坂井利充：東京国際（羽田）空港沖合展開事業，土木学会誌，Vol. 74，No. 8，pp. 6～9，1989.
- 6) 土木学会誌編集委員会：リゾート開発と土木，土木学会誌，Vol. 73，No. 5，pp. 2～74，1988.
- 7) 名合宏之：ウォーターフロント空間利用，土木学会誌，Vol. 73，No. 12，pp. 19～20，1988.
- 8) 荻野英生：ゆとりある水辺を求めて，土木学会誌，Vol. 74，No. 7，pp. 6～8，1989.
- 9) 青木義典：ウォーターフロント開発，土木学会誌，Vol. 74，No. 8，pp. 12～13，1989.
- 10) 加納 敬：海洋環境科学，土木学会誌，Vol. 73，No. 9，pp. 41～42，1988.
- 11) JSMB 研究会会報，JSMB，Vol. 1，No. 1，1988.
- 12) 間山正一ほか：副産物フェライトの土木工学への応用，土木学会誌，Vol. 72，No. 5，pp. 35～40，1987.
- 13) 間山正一・山内文雄：副産物フェライトを利用した藻礁，水産土木，Vol. 23，No. 1，pp. 7～12，1986.
- 14) 間山正一ほか：磁性を持つ人工魚礁，第8回海洋工学シンポジウム，日本造船学会，pp. 231～237，1988.
- 15) 間山正一：コートドフェライトコンクリートの振動性状，土木学会論文集，V-7，pp. 93～101，1987.
- 16) 間山正一・山内文雄：副産物フェライトを利用した磁気標識体，土木学会論文集，VI-6，pp. 102～106，1987.
- 17) 間山正一ほか：土木学会第44回年次学術講演会講演概要集，VI-76，pp. 200～201，1989.

(1989. 12. 8・受付)