

二枚貝の生息環境を改善する離岸潜堤の設計法

DESIGN OF DETACHED SUBMERGED BREAKWATER TO IMPROVE HABITAT ENVIRONMENT OF BIVALVES

長谷川 寛* HIROSHI HASEGAWA

The author proposes a design method of a detached submerged breakwater system to improve the habitat environment of *Spisula sachalinensis* (Japanese surf clam), which is one of the most expensive bivalves in Japan. According to the recent investigations, a general description of the ecological condition of the bivalve is given, in which a hydrodynamic explanation on the phenomena of the winter casting-up of *Spisula sachalinensis* due to waves is also given. Then a general design method of a detached submerged breakwater system, which is suited to the propagation of the kind of bivalves, is shown. Wave force on cover stones through sea weeds, such as *Eisenia bicyclis* and *Ecklonia cava*, is made clear as well on the basis of wave flume experiments.

Key word: Detached submerged breakwater, Bivalve, Wave force, *Eisenia*

1. はじめに

沿岸域における劣化した生態系の改善・修復および望ましい生態系の創出のために、学際的な新しい工学としての生態系工学の研究が進められている。電力中央研究所でも経済性を考慮しつつ自然環境と共生する土木技術としてのエコ・シビルエンジニアリング研究を推進している。

本報告は、波浪や流れを低減させ、水産生物の卵・稚仔の拡散低減や着底の促進効果、成貝の打ち上げ低減などが期待できる離岸潜堤に着目し（図-1）、市場価値の高い二枚貝であるホッキガイを対象にして、二枚貝の生息環境を改善する工法としての離岸潜堤群の規模および海藻が付着した場合の潜堤被覆材の所要重量など設計法を提案する。

2. ホッキガイの生息環境

2.1 生息場所

ホッキガイは、寒海性で太平洋側では茨城県以北、特に東北、北海道に分布し、日本海側では富山県以北に分布している¹⁾。その生活史は、表-1に示すように沿岸の砂泥域に、水温が13~16℃の4~7月頃に産卵され、稚貝は離岸距離500~900m付近の表層~中層に浮遊し、約700m以遠の海底に着底する²⁾。成長した成貝は、海底勾配が1/100程度の緩やかな遠浅な海浜で、水深10m以浅の底質が細砂の場所に生息していることが多い。また、生息深さは殻長の半分程度の場所である³⁾。

2.2 潜砂速度

貝は通常、砂の中に生息しているが、波浪などの外力により露出することがある。そのため、貝は潜砂行動をとることが知られている。その潜砂速度については、ホッキガイを用いて、殻長、水温、海底砂の粒径などの条件に対して、多くの実験が行われている。一定粒径の底質に対しては、殻長が大きくなるに従って潜砂速度が速くなる⁴⁾。同一殻長に対しては、水温が低下するに従って潜砂速度が遅くなり、水温の低下により活力が低下すると考えられる。底質の粒径の大きさに対してはシルトに近い細砂では潜砂速度は速く、これより粒径が大きくなると遅くなり、粒径が細砂程好適であると考えられる⁵⁾。因みに、内湾性のアサリはホッキガイの約1/15~1/20程度であり、殻長3cm程度の潜砂速度は細砂に対して約0.06mm/sである。

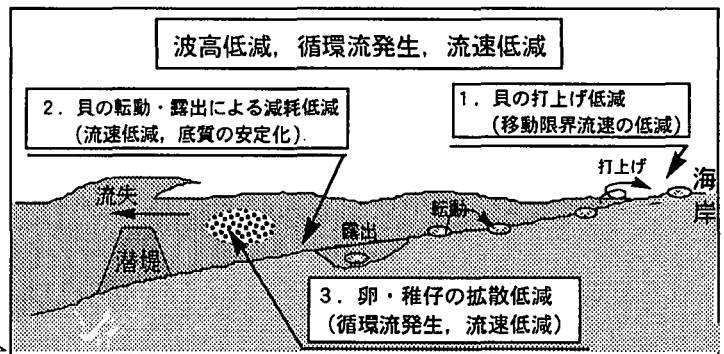


図-1 潜堤による二枚貝の生息環境改善の狙い

表-1 ホッキガイの生息環境²⁾

段階	時期	体長	水深	水温	限界流速
産卵	4~7月			13~16℃	
発生	8~10hr	70~80 μm	0~6m	14~18℃	
卵・稚仔	浮遊期 20~25日	80~250 μm	0~6m	16~23℃	<25cm/s
	着底期	260~300 μm			
稚貝	3年	0~7cm	0~6m	5~29℃	
成貝	寿命 >30年	7~11cm	2~10m	2~20℃	<50cm/s
(底質粒径0.1~0.5mm)					

* 電力中央研究所 我孫子研究所 水理部 (270-11 千葉県我孫子市我孫子1646)

2.3 移動限界流速

ホッキガイの移動限界流速については造波実験により調べられている。比重1.32のホッキガイを用いた実験では、底面が平坦の場合、殻長1 cm, 3 cm, 5 cmの移動限界流速はそれぞれ約17, 28, 38cm/s, 底面に砂澱がある場合については、それぞれ約29, 40, 50cm/sが得られている⁶⁾。また、貝の比重と殻長を与えて岩垣の限界掃流式から計算した結果、殻長5 mm程度の稚貝は約20~35cm/sと推定されている⁷⁾。

2.4 底質環境

都筑ら⁸⁾は福島第一原子力発電所周辺海域（沿岸方向約3 km, 岸沖方向約1.5kmの範囲）でホッキガイの稚貝の稚貝出現密度を調査し、図-2に示すシルト含有率と稚貝出現密度の関係などについて明らかにしている。これらの結果から、生息密度が高い場所では、底質のシルト含有率が5~15%の範囲であること、また、稚貝の死亡係数はシルト含有率が約9.6%で極小となり、これを境に死亡係数は増加するが、含有率が小さい場合で死亡係数が高くなるのは、この場所の水深が浅く、波による減耗が大きくなるためとしている。

これらから、(1)と(2)式で示されるシルズ数 ϕ （着底期から安定期の8月~11月の月平均波に対する ϕ の平均値）とシルト含有率との関係を調べ、それらは相関があり、 ϕ が小さくなるとシルト含有率が大きくなりシルト化が進むことを指摘している。また、死亡係数を最小にするシルト含有率9.6%に相当する ϕ は約0.9であることを得ている。さらに、福島県沿岸における平均的な波高条件（有義波1.3m）では、 ϕ が0.9に相当する水深は約10~11mとの結果を得、この値は実際に最も稚貝が生息している水深と一致しているとしている。

$$\phi = (f_w u^2) / (2 s g D) \quad (1)$$

$$f_w = \text{EXP} \{-5.977 + 5.213 (a/r)^{-0.194}\}$$

$$a = H / \{2 \sinh(2\pi h/L)\}$$

$$u = \{\pi H \cosh(2\pi d/L)\} / \{T \sinh(2\pi h/L)\} \quad (2)$$

ここで、 f_w : Jonssonの波による摩擦係数、 u : 軌道流速、 s : 底質の比重、 g : 重力の加速度、 D : 中央粒径、 r : 粗度(0.01m)、 H : 波高、 L : 波長、 h : 水深、 d : 底面からの高さである。

一方、三村⁹⁾は現地調査の結果から、シルト含有率と波高/水深比 H/h の関係を調べ、シルト含有率が10%より少なくなる領域は H/h が0.1以上であることを得ている。

2.5 寄せホッキについて

ホッキガイは冬季の大きな時化時に、大量に砂浜に打ち上げられ斃死する「寄せホッキ」が生じることが知られている¹⁾。福島県の磯部漁場では1964~86年の22年間に7回の大規模な寄せホッキが発生し、大きな被害を生じている。この時の海象は、風速が約10 m/s以上、有義波高4 m以上、周期10 s以上の高波浪時であり、殻長が3 cm以上のホッキガイが海岸に打ち寄せられている。この寄せホッキのメカニズムについては、急激に水温が低下して、潜砂行動が鈍くなり、潜砂速度より波浪などによる底質の洗掘速度が上回るため、貝が露出し、波浪によって浜に打上げられると推定されている⁵⁾。以下にこの寄せホッキの現象について、既往の実験結果を用いて定量的に考察する。

(1) 潜砂速度と洗掘速度

最初に、貝が砂中から波により露出する過程について検討する。貝の露出については、潜砂速度と波浪による底質の洗掘速度を比較することにより説明できる。粒径0.27mmの砂を用いて海底勾配を1/20とした大型造波水路による移動床実験により、波高1.1m, 周期6.0 sの波を1時間作用させた結果、最大の洗掘速度は約0.12mm/sとなる¹⁰⁾。この実験条件を寄せホッキが生じる波浪に近づけるために、模型縮尺を1/5と仮定して現地換算すると、実験波浪条件は寄せホッキが生じる条件とほぼ同程度となり、その波高は5.5m, 周期は13.4 s, 波作用時間は2.2時間から洗掘速度は0.27mm/sとなる。

一方、殻長2 cmのホッキガイの潜砂速度は底質の粒径が0.27mmの場合、文献4)により水温が20℃程度では約0.6mm/sであるが、水温が20℃から5℃と低下すると、潜砂速度は約1/4の約0.15mm/sとなり、洗掘速度よりも小さくなり露出することが判る。従って、通常の水温、つまり潜砂能力が失われていない場合は「時化」に遭遇しても露出することはないが、水温が低下し、潜砂行動が鈍くなっている時に「時化」に遭遇すると、露出することもあり得ると考えられる。

(2) 移動限界流速と寄せホッキ

波による貝の海底面上の移動については、底面の軌道流速と貝の移動限界流速の比較により推定することができる。例えば、周期10 s, 波高が1 mの場合の底面軌道流速は(2)式により、水深10mで0.43m/s, 6 mで0.59 m/s

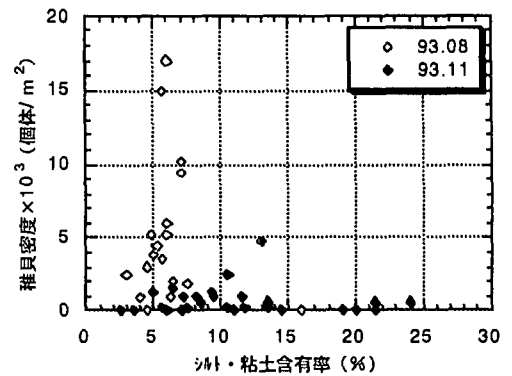


図-2 シルト含有率と稚貝出現密度の関係⁸⁾

sとなる。これに対して、ホッキガイの移動限界流速は殻長が3cmの場合0.4m/sであるので、波高が1m程度におさまっても一旦海底面に露出してしまうと、波により移動させられる可能性があることが判る。

貝の海岸への打上げについては、砂村¹¹⁾による(3)式の汀線上の遡上流速と移動限界流速の比較により推定することができる。海底勾配を1/50として、汀線上の流速Usを計算すると、砕波波高が2.2mの場合、汀線流速は40cm/sとなり、殻長3cmのホッキガイの移動限界流速と同程度となる。従って、貝が底面上に露出する場合、汀線付近のホッキガイは砕波波高2.2m以上で海岸へ打上げられ、寄せホッキが生じる場合もあることが判る。

以上のように、冬季の「時化」の時、水温の低下などでホッキガイの潜砂能力が落ちる場合、海底に貝が露出された状態になり、波によって海岸に打ち寄せられると考えられるが、このような場合に潜堤を設置すれば波高を低減させ、貝の移動や海岸へ打上げる流速を低減させることができるので、二枚貝増殖場の造成工として有効と考えられる。

$$U_s = 1.25(\tan \beta) \times \left[\{g H_b\} / \{1.63(\tan \beta) + 0.048\} \right]^{0.5} \quad (3)$$

ここに、gは重力の加速度、Hbは砕波波高、Usは遡上流速、tanβは海底勾配である。

3. 生息環境を改善する離岸潜堤の設計

二枚貝の生息環境を改善させる潜堤を設計するために、寄せホッキの低減および卵・稚仔の流出減耗を低減させる潜堤の高さと設置水深、潜堤間隔および潜堤材料に海藻が付着した場合の潜堤の所要重量について検討する。

3.1 潜堤設置水深と潜堤高

前述した寄せホッキを低減させるためには、潜堤などのように遡上流速を低減させる対策工が必要となる。殻長3cmのホッキガイの打ち上げを低減させるためには遡上流速を40cm/s以下、つまり(3)式から波高換算で2.2m以下にする必要がある。そのためには、寄せホッキが生じる波高が有義波高4m以上であるので、波高伝達率を0.6(2.2/4.0)以下となる潜堤高にする必要がある。

しかし、このような潜堤の規模は天端水深が水面近くになるので大規模になり現実的ではないが、数mの波高が砕波する水深付近に潜堤を施工すれば自然の砕波と潜堤による強制砕波により波高伝達率は0.6に近づくと考えられる。

3.2 潜堤長と開孔長さ

(1) 実験の方法

潜堤設置による卵・稚仔の拡散低減効果を確認するために、平面水槽(長さ45m、奥行き35m、高さ1.1m)内に1/50の一樣斜面を作り、潜堤がない一樣斜面の場合、また、5基の潜堤を設置した場合の潜堤背後水域における波高や流況を測定した。模型縮尺は約1/100とし、現地換算の潜堤長さ80m、高さ5m、天端長さ20mの台形断面(法勾配1/2)の不透過潜堤を水深7mの地点(離岸距3L)に、開口幅20mとして設置した。実験に用いた波は汀線に直角に入射する波向とし、一樣水深部52mの地点で、有義波高 $H_{1/3} = 5.0\text{m}$ 、有義周期 $T_{1/3} = 14\text{s}$ の不規則波を作用させた。

(2) 卵・稚仔の拡散低減

潜堤が無い場合、流れの鉛直分布は表層は岸向きの流れ、中層から底層にかけては沖方向の離岸流やもどり流

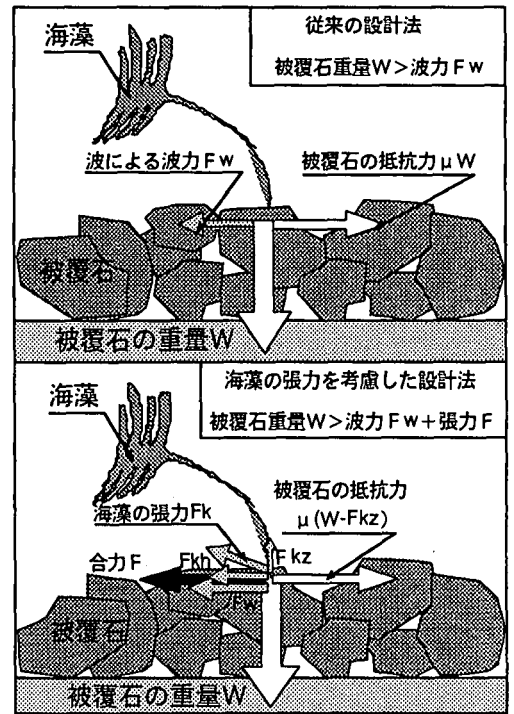


図-3 海藻經由の波力

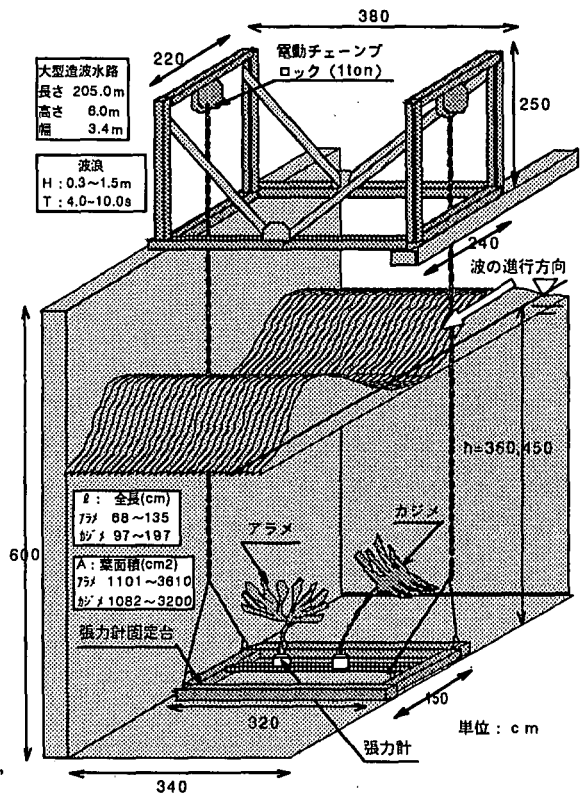


図-4 実験装置の概要

れが生じる。これに対して、開口幅 b と潜堤長さ l の比 b/l が $1/4$ となるように潜堤5基を直列に並べて設置した場合、潜堤背後水域の中層と底層間の流れは、開口部では冲向きの流れ、非開口水域内では流れが遅くなった流れの向きが一部沿岸方向や向岸流に変化するのが見られる。従って、離岸潜堤は、水域内の流れを遅くしたり方向を変えることにより卵・稚仔の水域内における滞留時間を長くし、着底を促進できるので、二枚貝増殖場造成工として有効と考えられる。

3.3 海藻經由の波力

従来、潜堤などの所要重量は波だけによる耐波浪安定性で設計されてきた。しかし、潜堤の材料となる被覆石に海藻が着生した場合、図-3に示すように海藻經由の波力が作用する。ここでは、海藻の波による抗力係数を推定し、それから得られる海藻經由の波力を潜堤の耐波浪安定設計に取り入れることを提案する。

(1) 実験の方法

海藻が受ける波力については図-4に示すように当所の大型造波水路（長さ205m、幅3.4m、高さ6.0m）および中型造波水路（長さ50m、幅0.9m、高さ1.2m）を用いて実験を実施した。実験に用いた海藻は三浦半島の西海岸（秋谷地先）から採取したアラメ48個体およびカジメ43個体とし、それらの葉の全長 l (cm) や葉面積 A (cm²)などを測定した後、造波水路の底に固定した鉛直・水平の2成分張力計に海藻を取り付け波力を測定した。なお、アラメ、カジメは主に本州の太平洋側沿岸に生育している海藻で、アラメは水深約2～6m、カジメは約6～12mに繁茂している。

実験の波浪条件および海藻の諸元を表-2と表-3に示す。海藻の全長 l と水深 h の比 l/h は大型造波水路の実験では約 $1/6 \sim 1/2$ 、中型造波水路では $1/3 \sim 1.7$ の範囲で、葉長が水深より長い条件も実験を行った。

また、抗力係数を計算する場合、葉の投影面積が必要となる。そのため、2m四方のガラス張り水槽の上面から海藻を落下させて沈降速度を測定し、同時に水槽の上面と側面から写真、ビデオなどにより投影葉面積 S (cm²)を測定した。流れは海藻自身の沈降速度から海藻の根部に取り付けた重りにより速度を調整し、流速35cm/sまで変化させた。

(2) 海藻の特性

実験に用いたアラメの全長の平均は大型造波水路では中型水路の約2.5倍の約1mである。カジメの全長の平均は大型では中型の約4倍の約160cmである。

海藻の全長 (cm) と葉面積 (cm²) の関係は図-5に示すようにアラメが約 $20l$ 、カジメが約 $10l$ であり、アラメは同一長さのカジメより葉面積が約2倍大きい。流れによる投影葉面積の測定から、実験前に海藻の葉を開いた状態の葉面積を A として、流速 u に対する海藻の投影葉面積 S との比 S/A をプロットした結果を図-6に示す。

この図から流速 u (cm/s) に対するアラメ、カジメの S/A は(4)式のように表わすことができ、抗力係数の計算に用いる投影葉面積はこの式で近似することにする。海藻はこのように、波れが速くなるに従って、自然に投影葉面積を小さくし、波などの流体力を軽減すると考えられる。

表-2 波浪条件

水路	水深 h (cm)	波高 H (cm)	周期 T (s)
大型	450, 360	30, 60, 90, 120, 150	4.0, 6.0, 8.0, 10.0
中型	40, 70	10, 15, 20, 25, 30, 35	1.5, 2.0, 2.5, 3.0

表-3 実験に使用したアラメとカジメの諸元

海藻名	水路	本数 n	葉面積 A (cm ²)	全長 l (cm)	葉長 l_1 (cm)	重量 W (g)	全長/水深 l/h
アラメ	大型	27	2296	103	70	515	0.15~0.38
	中型	21	504	44	39	43	0.43~1.68
カジメ	大型	22	1730	156	58	477	0.22~0.55
	中型	21	343	38	34	20	0.33~1.30

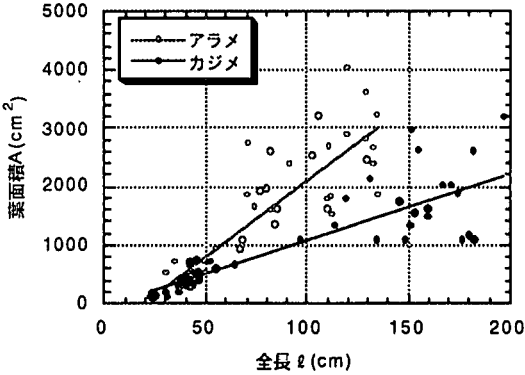


図-5 アラメとカジメの全長と葉面積の関係

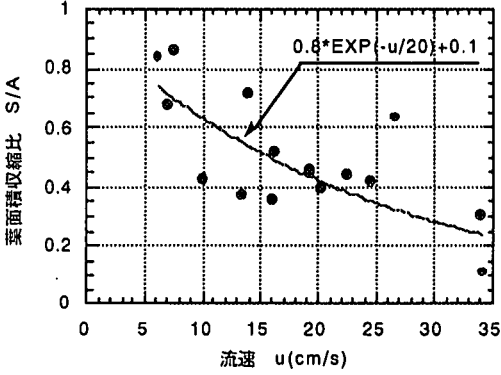


図-6 流速に対する葉面積収縮比

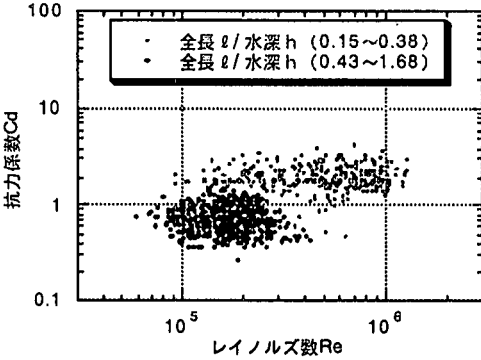


図-7 アラメの抗力係数

$$S/A = 0.9 \times \exp(-u/20) + 0.1 \quad (4)$$

(u はcm/s単位)

(3) 海藻の抗力係数

図-7および図-8はアラメとカジメの全長 l 、葉面積に対する水平波力 F_x の実験結果に基づいて、(5)式の抗力係数 C_d 、

(2)式の花藻に作用する流速 u および(6)式のレイノルズ数 Re を計算し、レイノルズ数に対する抗力係数をプロットしたものである。なお、花藻に作用する波力の作用点は全長 l の1/2として、これを(2)式の d に代入して流速を計算した。

この結果、抗力係数の実験値は全長 l と水深 h の比 l/h が0.33~1.68の実験では0.15~0.55より小さい値に分布して、その最小値と最大値では10倍程度ばらついている。しかし、アラメとカジメの平均的な C_d はほぼ1.0に収斂し、アラメとカジメの種類の差は無い。これから、花藻着生による被覆石の波力は C_d の上限約5.0を採用すれば被覆石の重量を安定に設計できる。また、鉛直上向きの花藻経由の波力 F_z は図-9から F_x の約1/5となる。

$$C_d = (2gF_x) / (w_0 S u^2) \quad (5)$$

$$Re = u l / \nu \quad (6)$$

$$F_z = F_x / 5 \quad (7)$$

ここに、 g ：重力の加速度、 w_0 ：海水の単位体積重量、 S ：投影葉面積、 u ：軌道流速、 l ：葉長、 ν ：動粘性係数(0.01cm²/s)である。

3.4 潜堤材料の所要重量

以上の結果に基いて、全長 $l = 1$ mのアラメに作用する波力を試算する。計算条件は水深10m、周期 $T = 10$ s、 $H_{max} = 5$ m(有義波高約3 m)とすると、初期の葉面積 A は図-5より2000cm²、流速 u は式(2)より2.14m/s、葉の収縮率 S/A は式(4)より0.1、 F_x は式(5)の $C_d = 5$ を用いて約35Kgf、アラメ1本当たりの F_z は式(7)より約7Kgfとなる。

これに対して、被覆石に作用する波力はShore Protection Manualに準拠した(8)式に $\gamma_r = 2.3$ tonf/m³、 $u = 2.14$ m/s、 $g = 9.8$ m/s²、 $S_r = 2.3$ 、 $F_{rc} = 1.42$ を代入すると、約13Kgfとなり、アラメ2本分の波力となる。

$$W = \{ \gamma_r \cdot u^6 \} / \{ g^3 \cdot (S_r - 1)^3 \cdot F_{rc}^6 \} \quad (8)$$

ここに、 W ：被覆石重量、 γ_r ：被覆石の単位体積重量、 u ：底面流速、 S_r ：被覆石の比重、 F_{rc} ：被覆石の安定係数($F_{rc} = 1.42$)である。

3.5 シルト化に対する配慮

一般的に貝は底質がシルト質の場合、摂餌の効率が悪くなる。都筑ら⁸⁾は、稚貝の減耗はシルト含有率が多くなると大なることをデータで示した。シルト化について予測する根拠とするデータが乏しいので、ここでは都筑ら⁸⁾の福島海岸のデータに基づいて判断することにする。生残のしきい値の上限をシルト含有率が15%、シールズ数 ψ 換算で約0.3として、潜堤設置による背後水域のシルト化について検討する。

検討条件は、図-10に示すように、底質粒径0.22mm、8~11月の平均有義波高0.65m、周期16s、潜堤水深6 m、潜堤高4.2m(波高伝達率は0.6程度)とすると、潜堤背後水域の伝達波高は約40cmとなり、

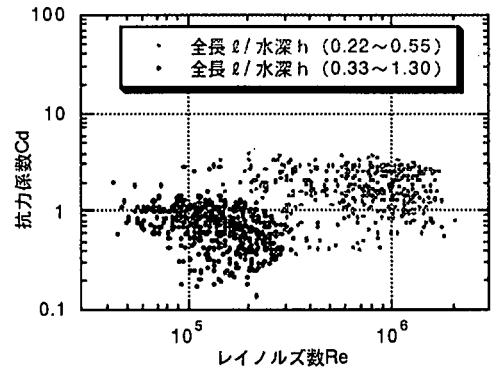


図-8 カジメの抗力係数

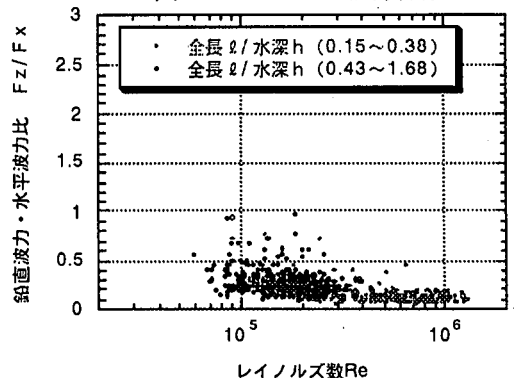


図-9 鉛直波力と水平波力の比

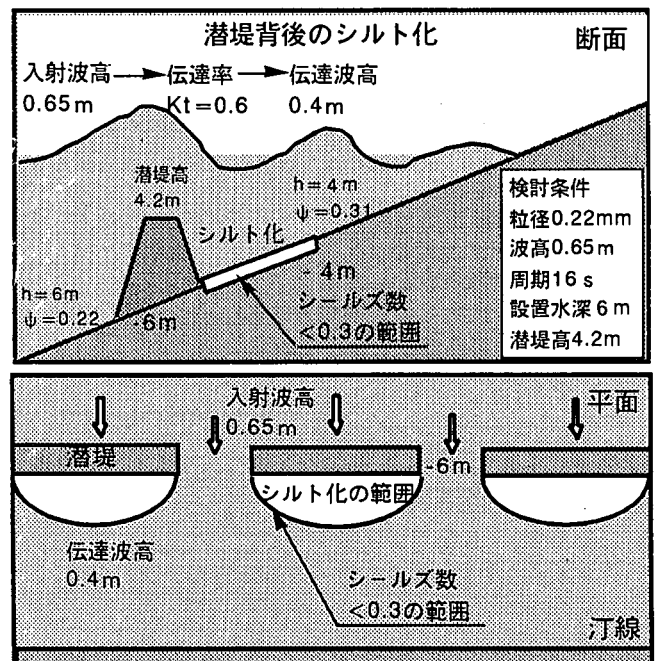


図-10 潜堤背後水域のシルト化

(1) と (2) 式を用いて $\phi = 0.3$ となる水深を計算すると 4m となる。

従って、二次元的には潜堤設置水深の 6 m から水深 4 m までの範囲がシルト含有率が 15% 以上になりシルト化が予測されるが、三次元的には、潜堤背後水域は伝達波と潜堤の開孔部からの入射波高が重なり波高が増大するため、二次元よりシルト化の領域は小さくなる。なお、波高低減の対策工として潜堤の代わりに離岸堤を採用すると、波高伝達率が小さいため過度の静穏となり、潜堤よりシルト化の範囲が広がると考えられる。

4. 潜堤によるホッキガイ増殖場の施工事例

北海道の浜中湾では図-11 に示すように稚貝の打上げによる減耗を防止して漁獲高の増大するために、設計波高 4.0m に対して沖合い 800m、水深 4 m 地点に潜堤 5 基を設置している。この地点は平均 3/1000 とかなり緩勾配で、湾内流速は 15cm/sec 以下であり、底質は主に細砂であるがシルトも含まれている湾である。

5. まとめ

二枚貝の生息環境を改善する増殖場を造成する工法として離岸潜堤に着目し、二枚貝の生息環境の改善を図る効果的な離岸潜堤群および潜堤に海藻が着生した場合の潜堤材の所要重量の設計法について提案した。

- (1) 離岸潜堤群は、潜堤と汀線間の水域内の波浪や海浜流などの多くの環境要素を同時に制御することができるとともに、貝類の生息場安定化に有望である。
- (2) 潜堤被覆材の所要重量は考慮すべき海藻経由の波力の設定法を示した。
- (3) 海藻の抗力係数 C_d は約 1.0 であり、この C_d から水平波力が推定される。また、海藻経由の鉛直波力は水平波力の約 1/5 である。
- (4) 高波浪に対しては、波の遡上流速が貝の移動限界流速より小さくなる潜堤高、また、通常の低波高に対しては、潜堤背後水域のシルト化の領域が少なくなる潜堤高が望ましい。
- (5) 設置水深、潜堤長および開孔幅は離岸潜堤群の背後水域に循環流を発生させる配置とする。

謝辞

本研究の全般について電力中央研究参事鹿島遼一氏から助言を得た。また、海藻の波力については同研究所の環境科学部の丸山康樹氏および(株)DCCの五十嵐由雄氏からデータの提供を受けた。ここに謝意を表す。

参考文献

- 1) 佐々木浩一：ウバガイ(ホッキガイ)の生態と資源、日本水産資源保護協会、p.85、1993。
- 2) 長谷川寛：二枚貝増殖場造成のための離岸潜堤の水理的検討、海岸工学論文集、第43巻、pp.1056-1060、1996。
- 3) 梨本勝昭、小島隆人、佐藤修：ウバガイの潜砂行動について、北大水産彙報、Vol.37(3)、pp.171~180、1986。
- 4) 山下俊彦、和田彰、松岡学、谷野賢二、明田定満：振動流場での二枚貝の挙動に関する実験的研究、海岸工学論文集、第42巻、pp.506~510、1995。
- 5) 城戸勝利、木下秀明、梅森龍史、本田正樹、磯野良介：海岸構造物における生物的検討-2 発電所周辺海域を利用した二枚貝増殖場造成に向けた生物的検討、沿岸海洋研究、33巻、2号、pp.133-146、1996。
- 6) 渡辺栄一：波浪によるホッキガイの減耗に関する実験的研究、土木試験所月報、No.351、pp.3~15、1982。
- 7) 宮本義憲：海岸構造物によるホッキ貝漁場の形成機構に関する研究、土木試験所月報、No.410、pp.12~23、1987。
- 8) 都築 進・小泉欣也・大島 巖・田 永軍・広松和親：港湾施設周辺海域におけるホッキガイ稚貝の分布特性及び環境要因による稚貝死亡係数の推定法、海岸工学論文集、第43巻、pp.1061-1065、1996。
- 9) 三村信男・鯉淵幸生・中村義治・喜田 潤・磯野良介：ホッキガイの生息分布と物理環境に関する総合的解析、海岸工学論文集、第43巻、pp.1051~1055、1996。
- 10) 鹿島遼一、斉藤昭三、清水隆夫、丸山康樹、長谷川寛、榊山勉：大型造波水路による岸沖漂砂の実験データ集No.1-2、電中研業務資料、1983。
- 11) 砂村継夫：S wash zoneにおける岸沖漂砂量の算定式、第30回海岸工学論文集、pp.214-218、1983。

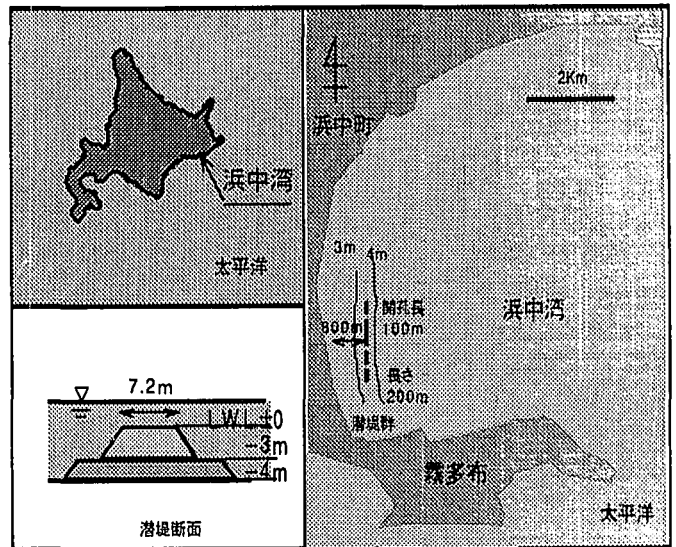


図-11 二枚貝増殖場の施工事例(浜中湾)