

長崎県における人工マウンド礁 の整備について

DEVELOPMENT OF MOUND FISHING GROUNDS IN THE OFFSHORE AREA OF NAGASAKI PREFECTURE

吉塚靖浩
Yasuhiro YOSHIZUKA

長崎県水産部 水産基盤計画課長 (〒850-8570 長崎市江戸町2番13号)

Since United Nations Convention on the Law of the Sea became effective, offshore fisheries have been pressured to find new fishing grounds. Then, the development of mound fishing grounds has become notable in recent Nagasaki prefecture. A mound fishing ground means a large-scale high-rise artificial reef with up-well structure.

In this paper, we compile and analyze the results of research and construction on mound fishing grounds in Nagasaki, and then suggest some important points for development of offshore fishing grounds.

Key Words : development of offshore fishing ground, large-scale high-rise artificial reef, up-well structure,

1. はじめに

近年、天然礁にかわる湧昇漁場として人工海底山脈の造成事業が注目されている。

現在では、表-1のとおり長崎県と鹿児島県において事業が進められた。さらに、いくつかの県において新たな造成事業が計画されている他、長崎県においては、長崎西地区及び壱岐地区において新たな

造成を計画しているところである。

本報告では、長崎県下におけるこれまでの人工海底山脈の整備を通じて得られた知見を基に、人工海底山脈（以下、マウンド）による漁場造成の現状と課題及びその成果について述べる。

表-1 人工海底山脈造成実績一覧

地区名	長崎県 生月島沖北松海域 (MF21 実証実験)	長崎県 北部地区宇久北・対馬沖 (水産基盤整備事業)	長崎県 西部地区五島西 (水産基盤整備事業)	鹿児島県 薩摩地区阿久根沖 (水産基盤整備事業)
造成素材	軽量コンクリートブロック (石炭灰コンクリートブロック) (1.6m角, 6t/個)	軽量コンクリートブロック (石炭灰コンクリートブロック) (1.6m角, 6t/個)	捨石 1000kg/個内外	捨石 500kg/個内外
水深	約 82m	宇久北 85m, 対馬沖 89m	約 85m	約 63m
造成規模	高さ約 11.5m (実績) 底面長約 130m (実績) 斜面勾配約 1:3 (実績)	高さ 15m (設計) 山頂間距離 60m (設計) 斜面勾配 1:2 及び 1:2.41 (設計)	高さ 15m (設計) 山頂間距離 75m (設計) 斜面勾配 1:2.5 (設計)	高さ 14m (設計) 山頂間距離 120m (設計) 斜面勾配 1:2.5 (設計)
施工方法	全開式バージ船 (ブロック固縛→開扉投入)	全開式バージ船 (ブロック固縛→開扉投入) 多目的作業用台船 (ブロック2個連結→投入装置 を傾斜、滑落)	全開式バージ船 (平積み→開扉投入)	全開式バージ船 (平積み→開扉投入)
施工年度	平成 9～12 年度	平成 15～17 年度	平成 17～18 年度	平成 16～17 年度

2. 事業の手順と留意点

事業の手順については、次のとおりである。

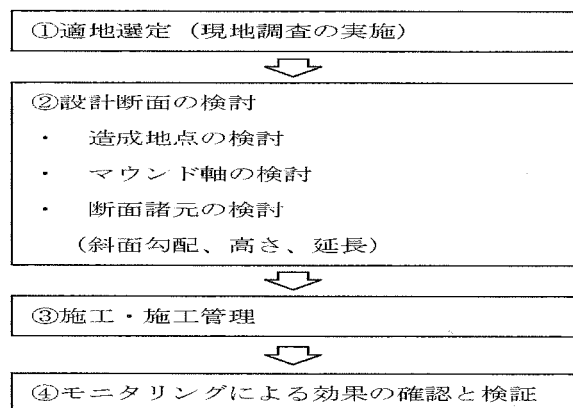


図-1 事業のフロー

（1）適地選定

適地選定に際しての基本的な考え方を表-2に示す。また、これらの諸条件の他、造成素材入手の容易性、海象条件等についても考慮する必要がある。

表-2 適地選定に際しての基本的な考え方

項 目	内 容
広域エリア（数十 km 程度）	
【基本条件】	
漁業操業実態	操業実態、リモートセンシング等によるクロフィッシュの分布把握等を踏まえ、プランクトンの増殖により漁業資源が増大すると考えられる海域
水深	事業実施に適切な水深であること
最適海域（数百 m～数 km）→ 造成地点の決定	
【物理・環境条件（現地調査の実施が必要）】	
栄養塩類	上層に比べ、底層に多量の栄養塩が存在していること
流況	底層の流速が比較的速い海域であること
密度	上下層の密度差があまり大きくないこと
地盤条件	造成後の埋没、移動が生じない地盤であること
海底地形	起伏のない平坦な海底面の方が施工は容易

（2）設計断面の検討

1) 造成地点の検討

造成地点は、表-2で示したように、当該水域の物理・環境条件、漁業操業実態等により決めることができるが、設定した造成地点における想定断面に対する経済性の検討結果において適正断面が求まらない場合は、再度造成地点を設定することとなる。

2) マウンド軸の検討

マウンド軸は湧昇効果が最も大きく得られる方向に設定する必要がある。同一断面のマウンドを想定

した場合でも、湧昇効果は海底地形、流れの大きさと方向によって異なる。また、流れは潮流と恒流に分けて検討する必要がある、それらの大きさと方向は季節によって異なる。これらにより、マウンド軸方向を一意的に決めることはできないが、一般的には以下のように設定することができる。

- ・ 季節による流れの方向に差の無い場合には、流れの方向に直角方向とする。
- ・ 季節による流れの方向の差が小さい場合には、年間の湧昇効果量への寄与度の大きい春、秋季の流れの方向に直角方向とする。

一方、潮流と恒流の方向が大きく異なる場合、季節により流れの方向に大きな差がある場合、地形勾配の向きと流れの方向が異なる場合等においては、マウンド軸をいくつか設定して比較検討する必要がある。

3) 断面諸元の検討

造成素材により、造成可能な斜面勾配、施工方法、施工コストは異なる。さらに、断面形状（高さ、延長）により湧昇効果も異なる。

したがって、造成するマウンドの形状及び規模を評価する因子は、一義的には、下層より有光層内に引き上げられた栄養塩量と考えることができる。

断面諸元の検討のため、斜面勾配、高さ、延長をいくつか設定し、各設定断面に対する湧昇栄養塩量をシミュレーションにより数値的に予測し、費用対効果分析結果等の比較検討によって最適断面を決定する。その際、マウンドには、湧昇流を引き起こす効果の他に、魚の棲みかとしての魚の鰓集効果等があることも忘れてはならない。

設定した断面で目標とする結果が得られない場合は、断面諸元の再設定や、場合によってはマウンド軸や造成地点の再検討が必要となる。

具体的な手順は次のフロー図に示すとおりである。

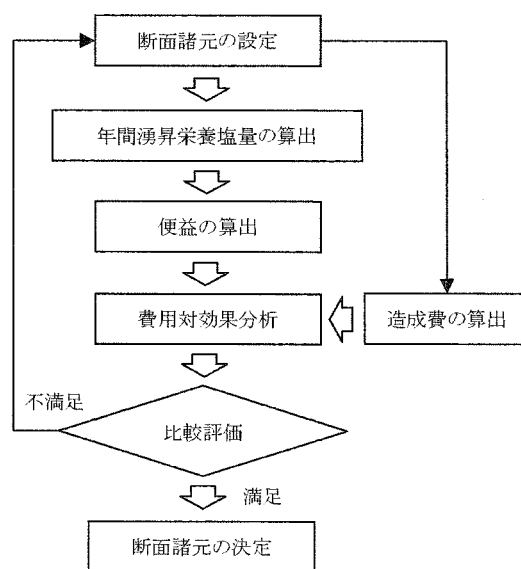


図-2 断面決定のフロー

(3) 施工・施工管理

これまでの実績では、マウンドの材料として、石炭灰コンクリートブロックおよび石材が使用されている。

材料ごとの留意点をまとめると、次のとおりである。

- ・ 石材を使用する場合は、投入時の散乱を防止するため、扁平なものは避け、立方体に近いものなど、できるだけ一定形状のものが望ましい。
- ・ 石炭灰コンクリートブロックは重量6.0t/個で、中空構造となっているが、沈設時の衝撃によるブロックの欠損は、ROVによる調査でもほとんど認められていない。ただし、ブロック製作のための専用プラントを設置する必要がある。

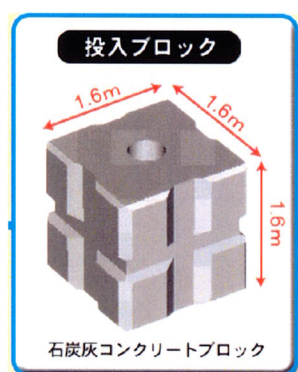


図-3 石炭灰コンクリートブロック

マウンド魚礁築造（沈設・投入）の施工フローは、ブロックでも石材でも基本的には同様であり、その

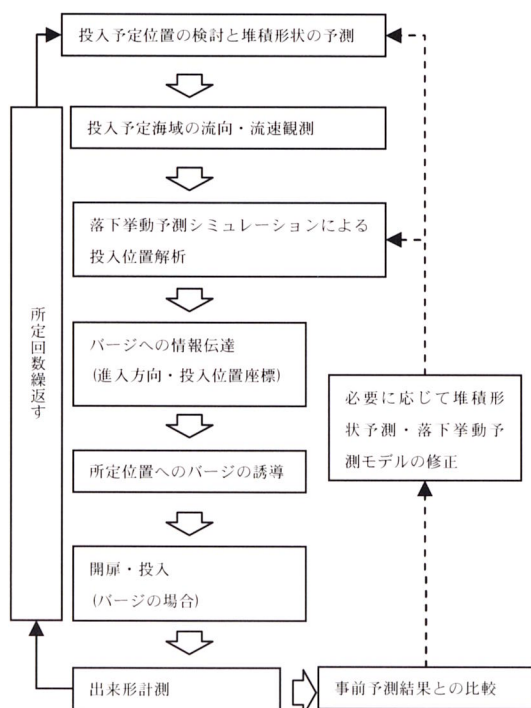


図-4 施工のフロー

手順を図-4に、施工イメージを図-5に示す。

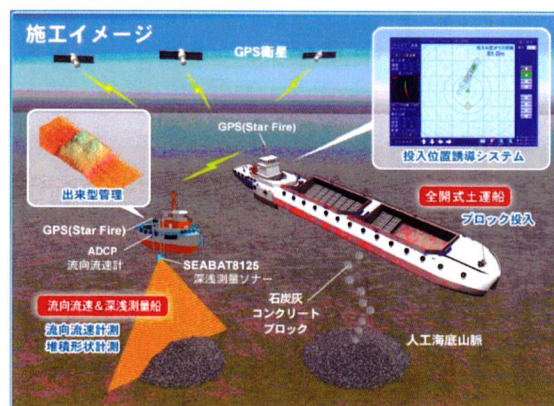


図-5 施工イメージ

マウンドの施工にあたっては、海域特性や施設の機能を十分に考慮し、目標形状のマウンドを効率的かつ精度良く築造する必要がある。

施工時においては、以下の事項への対応が特に重要となる。

- ・ GPS による高精度位置管理とリアルタイム情報伝達
- ・ 落下挙動予測シミュレーションによる投入位置解析
- ・ 所定位置へのバージ誘導
- ・ 高精度出来形管理

(4) モニタリングによる効果の確認と検証

マウンド造成による湧昇効果（湧昇流の発生と栄養塩の増加）や最終的な便益である水産資源の増殖量の実態を把握・評価することが以降の事業をより適切に計画するために重要となる。しかし、事業評価の手法についての知見、すなわち評価を「どのような場（造成後の経過時間、時期、調査位置等）」において「どのような方法」で「どのような項目」で行えば良いのかについては確立されておらず、今後の課題と言える。

湧昇効果に関しては、事前に実施される現地調査と同様の調査を事業実施後においても実施し、事業前後の対比による効果把握が有効である。

また、水産資源の増殖量については、定量的な把握が容易ではないという課題はあるが、ある程度長期間にわたる調査（調査時期、調査海域については、当該海域の状況に応じて検討する）が必要であり、その調査方法・内容としては次の項目が考えられる。

- ・ 標本船による漁場形成調査
- ・ 計量魚探等による漁場形成調査
- ・ 一本釣り・刺網等による鰯集魚類調査
- ・ ROV（水中 TV カメラロボット）等による鰯集魚類、岩礁性生態系調査

- ・ 採泥等によるベントス調査
- ・ ネット採取等による魚卵・稚魚調査

3. 事業の成果

対馬東地区のマウンドの湧昇効果を確認するために、クロロフィル衛星画像解析や春夏秋冬の3季にわたる現地調査を実施した。

その結果、栄養塩の分布変化が確認されるほどの大きな湧昇効果は確認されなかったが、マウンド造成前の平成14年9月及び15年8月のクロロフィルaの平均濃度が $0.386\text{mg}/\text{m}^3$ であったのに対し、造成後の18年8月には $0.689\text{mg}/\text{m}^3$ と約1.8倍に増加していることが確認された。また、マウンド付近で高いクロロフィル濃度が確認され、離れていくに従って濃度が低くなる傾向や、水深30mで最大値を示す測点が多かった。

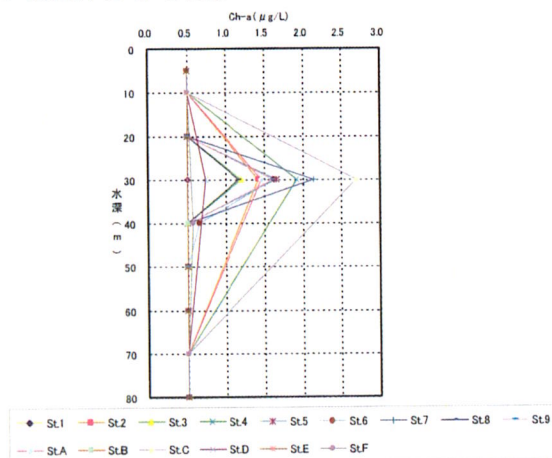


図-6 クロロフィルaの調査結果

マウンド魚礁の設置目的が漁場及び増殖場の造成にあることから、物理的な効果調査のみならず、当然のことながら、標本船、計量魚探、ROV（水中TVカメラロボット）による集魚状況調査も行っている。

集魚状況については、マウンドの設置位置のみならず季節によっても大きく変動するが、宇久北地区のマウンドで平成18年8月に行った調査結果によれば、通常的大型魚礁の集魚量の平均値が400kg



図-7 集魚状況

程度であるにもかかわらず、5.5tものヒラマサ、マアジ、ヒラメ、マダイ等の集魚が確認されている。

また、平成18年11月に実施した漁民アンケート調査の結果によれば、まき網を除く、釣りや延縄等の漁業形態で、マウンド礁を利用する漁業者の日平均水揚げ量及び金額が、43kg、3万5千円に上っており、一般の魚礁を利用した場合の30kg、2万8千円と比較して、大きな整備効果をあげている。加えて、まき網漁業者については、マウンド魚礁での日平均水揚げ量が、2.2tと回答しており、アンケート結果からもかなりの魚が集魚している状況が確認された。

4. おわりに

国連海洋法条約の発効に伴い、他国の周辺水域において操業を続けてきた我が国漁業は徐々に締め出されており、わが国周辺水域の高度利用が、国民に魚を安定供給する観点からも重要な課題となっている。

人工海底山脈造成事業は、天然礁にかわる好漁場を築く為の手段として注目されているのみならず、植物プランクトンを発生させることにより、減少傾向にあるわが国の水産資源を増殖させる効果も有していると考えられていることから、今後、国の直轄漁場整備を含めて事業を推進していくことが求められている。

しかしながら、公共事業の予算が縮減され、事業着手前の事前評価が厳格化される状況下においては、実海域に造成した人工海底山脈が水産資源の増殖等の様々な観点からどの程度の効果を及ぼしているかについて、詳細な検証を行っていくことが、漁場造成に関わる技術の向上とともに、不可欠である。

本論文は、社団法人水産土木建設技術センターの関連資料を参考として作成したものであり、資料の引用等について快諾いただいた関係各位に謝意を表する次第である。

参考文献

- 1) (社)水産土木建設技術センター：人工海底山脈による漁場造成の現状と課題について