

自然調和型漁港施設における藻場造成 —長崎県有喜漁港の事例—

A CASE STUDY OF SEAWEED BED CONSTRUCTION ON THE ECO-FRIENDLY
OFFSHORE BREAKWATER IN UKI FISHING PORT, NAGASAKI PREFECTURE

丹羽真¹・真野泰人¹・吉村直孝²・吉村聡³

Makoto NIWA, Yasuhito MANO, Naotaka YOSHIMURA and Satoshi YOSHIMURA

¹非会員 (株) センク 2 1 技術部 (〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町2-10-9)

²正会員 水産修 (株) センク 2 1 技術部 (〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町2-10-9)

³非会員 長崎県諫早土木事務所 河港課 (〒854-0071 長崎県諫早市永昌東町25-8)

The method to add the function of seaweed bed construction has been applied in the offshore breakwater in Uki fishing port, Nagasaki Prefecture. After completion of a part of the offshore breakwater, the monitoring survey to verify the effect of the function of seaweed bed construction was carried out 7 times during 6 years. On the basis of the results for monitoring survey, the effect of the function of seaweed bed construction was verified and evaluated using the distribution of seaweed bed and succession of seaweed community.

Key Words : *Eco-friendly offshore breakwater, seaweed bed construction, monitoring survey, distribution of seaweed bed, succession of seaweed community*

1. はじめに

近年の漁港施設整備においては、漁港内の静穏度を確保するというだけでなく、自然環境の保全及び創出、自然環境との共生等にも配慮することが求められてきており、水産庁では漁港内の海水交換の促進、水産生物の生息空間の創出等により、自然環境と調和した漁港施設整備を目指す「自然調和型漁港づくり推進事業」を進めてきた。

このような動きに先駆け、長崎県は橘湾の中央に位置する有喜漁港において、平成6年度から藻場造成を目的とした「自然調和型漁港施設」の建設に取り組み、平成6～7年度に実施した事前調査の結果等を踏まえ、漁港内の静穏度を確保するための沖防波堤の断面構造を検討し、マウンドの形状に階段式を採用する等、藻場造成、水産生物の生息空間の創出を図ってきた。

本研究は、長崎県が実施した有喜漁港における漁港施設整備のうち「自然調和型漁港施設」である沖防波堤に付加された藻場形成機能に着目し、平成12年度から平成17年度まで実施してきた長期的なモニタリング調査の結果に基づき、沖防波堤における藻場の形成過程、海藻群落の遷移過程を把握することにより、藻場形成機能による効果を評価するものである。

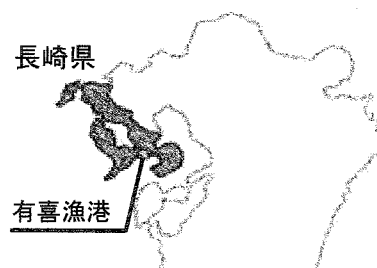


図-1 有喜漁港の位置

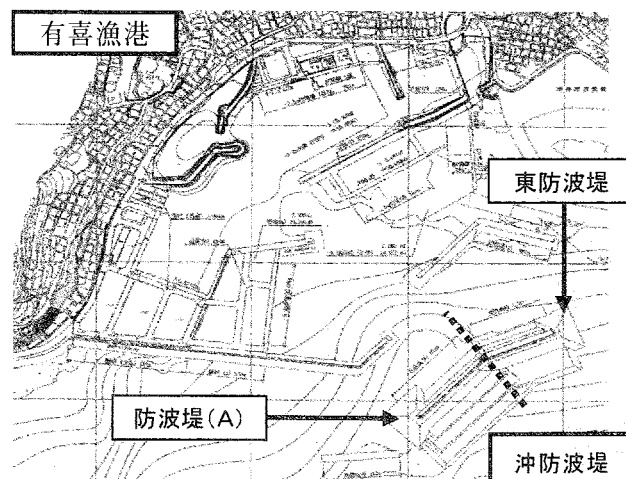


図-2 自然調和型漁港施設（沖防波堤）の位置

2. 自然調和型漁港施設の概要

有喜漁港は長崎県諫早市南部に位置（図-1）し、「自然調和型漁港施設」である沖防波堤は漁港の南東部に位置（図-2）している。

沖防波堤は、平成8年8月に着工、平成10年3月に完成した西側の防波堤（A）、平成13年8月に着工、平成16年3月に完成した東側の東防波堤、これら2つの防波堤により構成された漁港施設である。

先に完成した防波堤（A）は、藻場形成機能が期待でき、水産生物の生息空間として、水深帯が多様であり、地形の凸凹等による渦流域が多い方が適当と考えられることから、マウンド形状として階段式が採用されている。また、後に完成した東防波堤は、防波堤（A）におけるモニタリング調査の結果に基づき、海藻の生育が良好であったD.L. -2.5mから-4.5mまでを傾斜したマウンド形状とし、藻場分布域の拡大を図ることとした（図-3）。

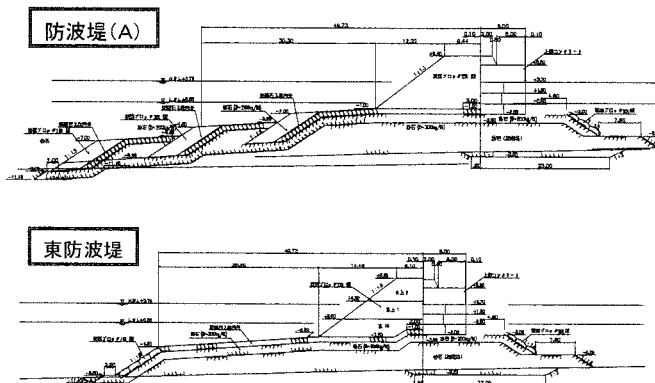


図-3 自然調和型漁港施設（沖防波堤）の断面図

3. モニタリング調査の概要

(1) 調査内容

モニタリング調査は、藻場形成機能による効果を把握するため、平成17年度の夏季を除き、藻場生物（海藻及び付着動物）及び魚類の分布状況（種類別の被度又は個体数）の潜水目視観察、並びに藻場生物の定量採取及び分析（種類別の個体数及び湿重量）を継続的に実施した。

また、海域環境の特性を把握するため、流況板追跡による流況（流向及び流速）の現地観測、流速計設置による流況の15昼夜連続観測、機器による水質測定（水温、塩分、pH、DO、光量子束密度）、採水及び水質分析（SS、VSS、COD、T-N、NO₂-N、NO₃-N、NH₄-N、T-P、PO₄-P、クロロフィルa、フェオフィチン）、堆積物の定量採取及び分析（乾重量、強熱減量、TOC、クロロフィルa、フェオフィチン）を実施した。

(2) 調査時期

モニタリング調査は、防波堤（A）の完成2年後の平成12年度に3回（夏季、秋季及び冬季）、平成13年度に1回（春季）、平成14年度に1回（冬季）、東防波堤の完成1年後の平成17年度に2回（春季及び夏季）、合計7回実施した（表-1）。

表-1 モニタリング調査時期

調査年度	沖防波堤		調査時期 (全7回)
	防波堤 (A)	東 防波堤	
平成6年度			(事前調査)
平成7年度			
平成8年度	着工↓		
平成9年度	↓		
平成10年度	完成		
平成11年度	1年後		
平成12年度	2年後		夏季(10月) 秋季(11月) 冬季(2月)
平成13年度	3年後	着工	春季(6月)
平成14年度	4年後	↓	冬季(2月)
平成15年度	5年後	↓	
平成16年度	6年後	完成	
平成17年度	7年後	1年後	春季(6月) 夏季(9月)

(3) 調査方法

モニタリング調査のうち、藻場生物の潜水目視観察の方法は、沖防波堤上に設定した複数の調査測線において、基準面（D.L. ±0.0m）から最深部（D.L. 約-10m）までの基盤上を対象に、スキューバ式潜水にてライントランセクト法により、沖防波堤の断面形状に合わせた水深帯別に幅2m、延長10m又はブロック1基分の観察枠毎に海藻及び付着動物の種類別の被度区分（表-2）又は個体数を目視観察により記録した。

なお、藻場形成機能が期待される沖防波堤前面（港外側）の調査測線は、調査年度により本数及び位置が異なり、平成12～13年度は防波堤（A）上に13測線（総観察枠数：104枠）、平成14年度は防波堤（A）上に6測線（48枠）、平成17年度は防波堤（A）に4測線、東防波堤に3測線、合計7測線（58枠）とした。

表-2 海藻の被度区分

被度区分		被度区分の基準	被度 (%)
1	ごく点生	ごくまばらに生育	0～5
2	点生	まばらに生育	5～25
3	疎生	海藻より海底が多い	25～50
4	密生	海底より海藻が多い	50～75
5	濃生	海藻で海底が見えない	75～100

4. モニタリング調査結果

(1) 海域環境の特性

沖防波堤前方（港外側）の流況は、沖防波堤完成2年後（平成17年9月）では概ね10cm/sec未満であり、静穏な海域であった。そのため、沖防波堤前面（港外側）の基盤上の堆積物は、沖防波堤完成1年後（平成17年6月）では平均10mg/cm²程度あり、深場ほど増加する傾向が見られた。

また、沖防波堤前方（港外側）の水質は、沖防波堤完成1年後（平成17年9月）では、各項目とも、藻場を構成する大型褐藻の生育に適していた。

(2) 藻場の形成過程

沖防波堤全体の藻場の形成過程を把握するため、代表的な調査測線を選定し、調査結果を整理した。その結果を図-4に示した。図中の□は水深帯別の観察枠、□の連なりは調査測線、■（黒塗り）は藻場を構成する大型褐藻の生育が確認された観察枠を示す。また、藻場分布率（＝■の観察枠数／全観察枠数×100）及び平均被度（＝■の観察枠の被度区分を代表する被度の合計／全観察枠数）を集計した。なお、被度区分を代表する被度（％）は、表-2に示した被度区分に該当する被度範囲の中央値とした。

沖防波堤前面（港外側）の藻場は、防波堤（A）完成2年後の平成12年10及び11月では、藻場の分布率は29及び25%と少なく、平均被度は3.1及び2.0%と低かったが、平成13年2及び6月では、藻場の分布率は82及び73%と多く、平均被度は12.2及び6.9%と上昇し、藻場形成が進んでいることを確認した。

防波堤（A）完成4年後（東防波堤の建設中）の平成15年2月では、藻場の分布率は71%と多く、平均被度は17.7%と上昇し、さらに藻場形成が進んでいることを確認した。また、防波堤（A）完成7年後（東防波堤完成1年後）の平成17年6月では、東防波堤の藻場はやや少なかったが、沖防波堤全体の藻場の分布率は76%と多く、平均被度は16.3%と以前の水準を維持していた。

(3) 海藻群落の遷移過程

沖防波堤前面（港外側）の海藻群落を代表する優占種2種の分布率及び平均被度（％）を表-3、生育状況の写真を図-5にそれぞれ示した。

単年生の藻場構成種であるワカメ（褐藻綱コンブ目チガイソ科）は、防波堤（A）完成2年後の平成12年10及び11月では分布がなかったが、平成13年2及び6月では、分布率が52及び64%、平均被度は4.3及び2.7%と上昇し、最優占種となった。防波堤（A）完成4年後（東防波堤の建設中）の平成15年2月では、分布率は50%、平均被度は1.3%と低下し、防波堤（A）完成7年後（東防波堤完成1年後）の平成17年6月では、分布率は36%、平均被度は1.1%とやや低下した。

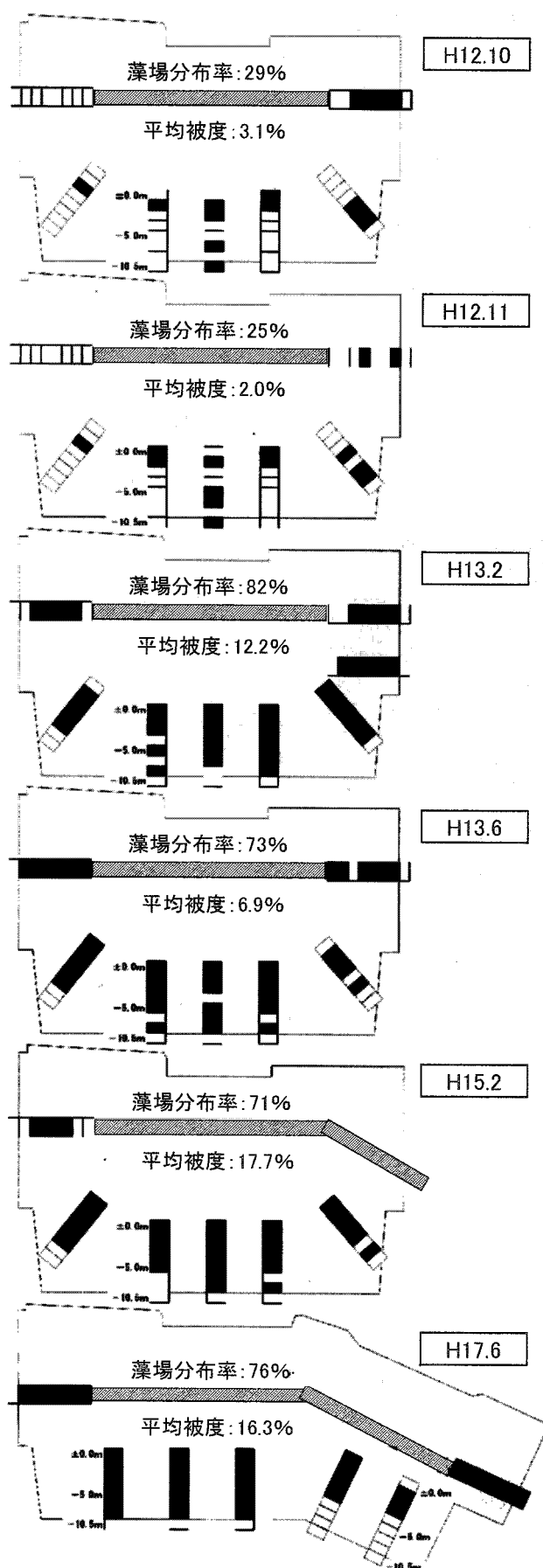


図-4 沖防波堤の藻場形成過程

表-3 沖防波堤の海藻の優占種2種の分布状況

調査時期	ワカメ		ノコギリモク	
	分布率 (%)	被度 (%)	分布率 (%)	被度 (%)
平成12年10月	0	0.0	25	1.3
平成12年11月	0	0.0	23	0.9
平成13年2月	52	4.3	32	2.1
平成13年6月	64	2.7	24	1.5
平成15年2月	50	1.3	48	5.2
平成17年6月	36	1.1	40	5.5



図-5 ワカメ（上）及びノコギリモク（下）の生育状況

これに対して、多年生の藻場構成種であるノコギリモク（褐藻綱ヒバマタ目ホンダワラ科）は、防波堤（A）完成2年後の平成12年10及び11月では、分布率が25及び23％、平均被度は1.3及び0.9％と少なく、平成13年2及び6月では、分布率が32及び24％、平均被度は2.1及び1.5％と分布を維持していたが、防波堤（A）完成4年後（東防波堤の建設中）の平成15年2月では、分布率は48％、平均被度は5.2％と上昇して最優占種となり、防波堤（A）完成7年後（東防波堤完成1年後）の平成17年6月では、分布率は40％、平均被度は5.5％と以前の水準を維持していた。

これらのことから、沖防波堤の海藻群落の代表種は、平成13年度の春季のワカメから平成14年度以降のノコギリモクに変化したことが分かり、単年生を中心とする海藻群落から多年生を中心とする海藻群落に遷移する過程であると考えられた。

なお、これら優占種2種は、沖防波堤の海域環境（流況及び水質等）に適した海藻と考えられるが、ワカメはD.L.－1mから－3mの浅場に多く、ノコギリモクはD.L.－2mから－7mのやや深場に多く分布する傾向が見られた。

5. 藻場形成機能の評価

モニタリング調査の結果から、自然調和型漁港施設である沖防波堤上には、防波堤（A）完成2～3年後の平成13年2月に単年生の大型褐藻であるワカメを中心とした混生藻場が形成され、防波堤（A）完成4～5年後の平成15年2月に多年生の大型褐藻であるノコギリモクを中心とした混生藻場となった。

一般に、単年生の海藻は毎年更新されることから、海域環境の変化による影響を受けやすく、その分布の年変化は大きい。多年生の海藻は母藻が数年間生育して再生産に寄与し続けることから、その分布の年変化が小さく、安定性が高いと考えられる。

当該地区は橘湾の湾奥に位置しており、外洋からの波浪による影響は少ない。又、現地調査結果から潮流の最大流速は表層・底層ともに0.2m/sec程度である。そのため、マウンド基盤上に堆積物が見られたが、水質は藻場構成種の生育に適しており、ワカメ及びノコギリモクの優占種以外にも多くの藻場構成種が生育していたことから、静穏な海域環境であっても藻場形成機能による効果が見られたものと考えられた。なお、ノコギリモクの場合は、平成12～17年度のモニタリング調査における水温、塩分及び光量の実測値はその生育条件を満たしていた（表-4）。

表-4 沖防波堤の水質とノコギリモクの生育条件

項目	単位	実測値	生育条件
水温	℃	11.3～24.5	6～28 ¹⁾
塩分	—	33.1～34.0	30.9以上 ¹⁾
光量	%	11.1～34.3	1.3以上 ²⁾

また、ワカメの場合は、母藻から放出される遊走子の拡散範囲が広く、周辺の自然海岸に自生する成熟母藻から種苗供給を受けた可能性が考えられるが、ノコギリモク（ホンダワラ類）の場合は、受精卵が重く、拡散範囲が狭いため、周辺の自然海岸に自生する成熟母藻から種苗供給は受けにくいと考えられる。しかしながら、平成13～14年にかけて、沖防波堤前面に簡易なイカダを設置し、地元漁業者による流れ藻等の母藻投入の取り組みが行われており、このことがノコギリモク等のホンダワラ類の分布拡

大の大きな要因になっているものと考えられた。

以上のことから、藻場造成を目的とした漁港施設の整備については、当初の計画段階において現地に適した藻場形成機能の検討を行うとともに、地元漁業者による積極的な母藻投入等の取り組みにより、安定性の高い大規模な藻場形成が促進されたものと考えられた。

6. おわりに

多年生の大型褐藻で構成される安定した藻場は、水産生物の生息空間となるだけでなく、水産資源の保護・育成等に貢献するものと考えられる。

今後は、自然調和型漁港施設である沖防波堤の藻場形成機能による効果を維持及び向上させるため、

- ①定期的な海域環境（水質及び堆積物等）の監視
- ②藻場及び水産資源に対する食害の監視

③藻場の維持及び拡大のための種苗供給（流れ藻の積極的な利用）

④水産資源の維持及び管理のための漁獲ルール作り
等、各種の取り組みを行うことが重要と考えられる。

謝辞：本調査の遂行に当たり、現地調査にご協力いただいた橘湾中央漁業協同組合に謝意を表する。

参考文献

- 1) エコポート（海域）技術 WG 編：港湾構造物と海藻草類の共生マニュアル，財団法人 港湾空間高度化センター港湾・海域環境研究所，1998.
- 2) 能登谷正浩編著，海藻利用への基礎研究，シリーズ応用藻類学の発展 No.1，成山堂書店，2003.