

江良漁港における人工動揺基質を用いた藻場造成について

(独) 土木研究所 寒地土木研究所 水産土木チーム ○福田光男
道南支所 小川 渉
函館開発建設部 函館港湾事務所 第二工事課 今林 弘

江良漁港の西外防波堤には、自然調和型構造物として藻場造成に優れる背後小段を取り入れている。しかし、海藻の生長力の弱い幼芽期に水産有用種のウニの摂餌圧を原因とする磯焼け現象が背後小段にも確認された。当所では、これまで波浪場におけるウニの摂餌生態に関する実験を行い、波で動揺する基質がウニの移動を抑制する効果があることを確認した。そこで波による動揺と海藻孢子着生に優れる化繊帆布を素材とした「人工動揺基質」を開発した。これにより基質に着生したコンブ幼芽をウニの摂餌圧から保護し藻場造成が期待される。

本研究では、江良漁港に設置した人工動揺基質の海藻着生効果について2007年に行った現地観測結果に基づいた検討の概要を報告する。また、実海域における動揺体のウニの移動抑制効果について2004年の水中ビデオカメラ調査結果より報告する。

キーワード：藻場、海洋環境、背後小段付防波堤

1. はじめに

北海道日本海南部ではコンブなどの大型海藻が消失し、多数のキタムラサキウニ(以下、ウニ)と無節サンゴモが存在する、いわゆる磯焼け現象が顕著である(写真-1)。磯焼けの原因は海水温の上昇など海況の変化やウニやアワビなどの植食動物による摂餌圧の増加及びそれらの複合要因などがいわれている¹⁾。当チームではウニの移植試験などを通してウニの摂餌圧が磯焼けの大きな原因であることを確認している²⁾。ウニの移動は吸盤状の管足によることから、体を固定するための基盤が必要となる。このため、藻場への侵入を防止するために刺し網等を用いたフェンスの設置などが行われてきたが、それらは波浪に対する耐久性などに課題が多い。

そこで、当チームでは2004年から人工動揺基質を用いた藻場造成実験を行ってきた。人工動揺基質とは、容易に変形し波動によってたなびく柔軟性の高い素材であることから、ウニは体を固定できず人工動揺基質上に移動できない。このため、冬季から春季は基質に着生したコンブの幼体は摂餌されずに生長し、夏季には生長した海藻が自重で垂れ下がり、ウニが摂餌可能になることを期待するものである(図-1)。

これより、2006年に新たに人工動揺基質を増設し、天然岩礁など他の基質との海藻現存量の比較による海藻着生機能の経年変化について、2007年調査結果より報告する。また、実海域における人工動揺基質のような容易に変形し波動によってたなびく動揺体のウニの移動抑制

効果について、2004年3月6日～5月19日の水中ビデオカメラによる観測記録を再整理した結果を報告する。



写真-1 磯焼けの現状(北海道松前町)

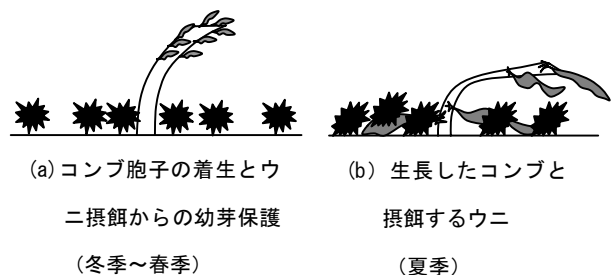


図-1 人工動揺基質の概念

2. 調査方法及び内容

(1) 海藻着生現地調査

人工動揺基質の素材は、基材にポリエステル生地にウレタンコーティングしたものを用い、表面にマジックテープ状の凹凸を持つ植毛シートを縫いつけた帆布状のものである。人工動揺基質の形状は、L型アンクルに3枚を取り付け1基とし、L型アンクルをワンタッチアンカー2本で被覆ブロックなどに固定する構造となっている(図-2)。

現地実験は図-3に示す北海道松前町江良漁港西外防波堤で行った。2006年10月に人工動揺基質25基を西外防波堤背後小段上の被覆ブロックに設置した。また、2004年に外西防波堤に設置していた2基も基質表面のケレン等は行わず新たな人工動揺基質の近くに移設した。海藻繁茂量とウニの数について、2007年2月、5月、6月、7月の4回人工動揺基質と対象区として近接する天然岩礁(水深-3m)及び被覆ブロック(水深-4m)を調査した。天然岩礁と被覆ブロックについては、遊走子等が容易に定着できるようにケレンを行い、人工動揺基質と条件を同じにした。調査箇所を写真-2に示す。

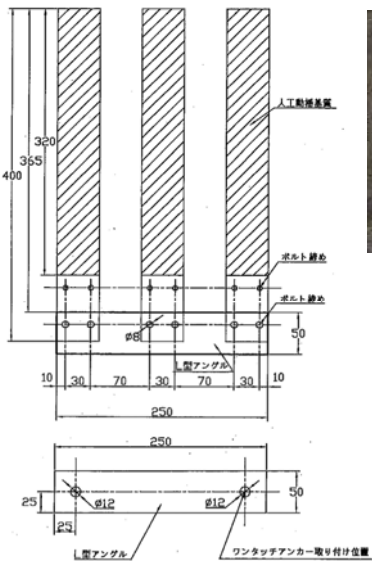


図-2 人工動揺基質の構造

(2) 水中ビデオカメラによるウニの移動現地観測

江良漁港西外防波堤背後小段上に設置した固定板に取り付けられた動揺体を2004年3月6日～5月19日に水中ビデオカメラにより観測している。撮影は、1日4回(7時、10時、13時、16時)で、1回の撮影時間は10秒である。これより、ブロックや天然岩礁と同様に堅牢な固定板0.75㎡(白色パネル1.25m×0.6m)と、動揺体は視認性より水中ビデオカメラに近い2枚(長さ30cm×幅6cm)へのウニの移動個体数と同時観測を行った小段上の流速の関係を整理した(写真-3)。データ解析は、濁りによ

りビデオカメラ画像の視認不可及び同時観測の流速計の欠測を除く186データ(測得率62%)である。なお、水中ビデオカメラで解析した動揺体の材質は、剛性を多少

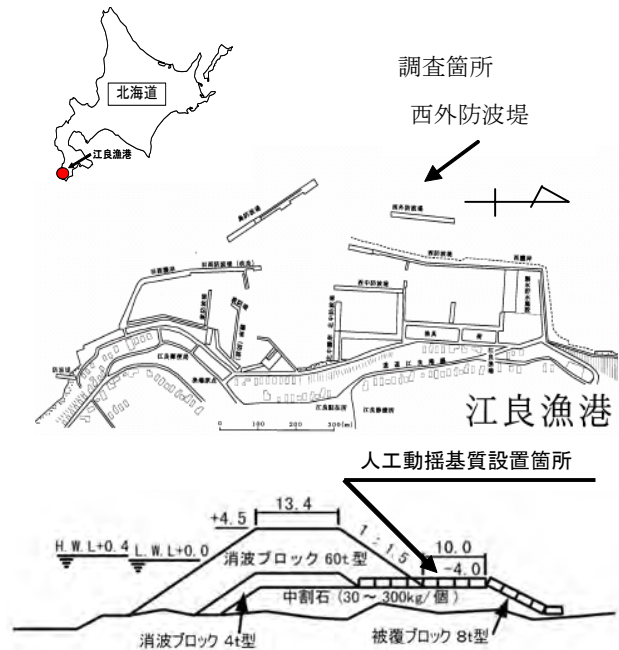
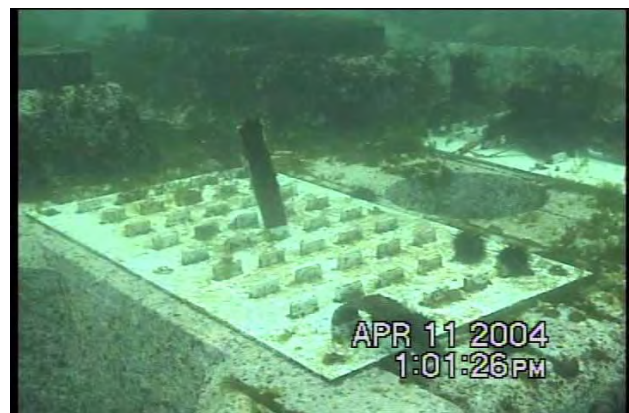


図-3 調査箇所図



写真-2 調査箇所全景



固定板にウニ2個、動揺体に1個移動

写真-3 水中ビデオカメラ撮影状況
(2004年4月11日撮影)

有し自立するが波浪により容易に揺れる軟質塩化ビニールに植毛シートを貼り付けたものであり、2004年、2006年設置の帆布状の人工動揺基質とは若干異なる。

3. 現地調査結果と考察

(1) 人工動揺基質の海藻着生効果

人工動揺基質、天然岩礁、被覆ブロックにおけるコンブ着生本数とウニの個体数を図-4に示す。単位は人工動揺基質1基（3本）0.096㎡当り（表と裏の合計）とした。人工動揺基質には多数のコンブが着生していたが天然岩礁と被覆ブロックにはコンブの着生は見られなかった。時系列的に人工動揺基質に着生していたコンブを見ると、本数は5月に最大となり、その後減少した。これは、コンブの根に当たる付着器の生長に伴って基質の競合が発生するとともに、生長が遅いものは早いものの陰になり受光できる光量が減少するために淘汰されるためと推察される。また、7月調査では先枯れが確認されたことから、枯れたことによる流出も考えられる。

次にコンブを摂餌するウニの個体数は、調査期間全般にわたって天然岩礁に最も多く蟄集し、人工動揺基質には最も少なかった。これは、天然岩礁にはウニの体を固定できる凹凸が多く隠れ家として利用されているためであり、人工動揺基質では動揺することによってウニの移動が抑制されているためと考えられる。

写真-4に人工動揺基質のコンブ繁茂状況を示す。5月以降は同一地点（NO.18）の状況である。また、写真-5に天然岩礁と被覆ブロックの状況を示す。写真-4において、2月18日ではコンブの芽が出て間がないことから数cm程度の大きさであるが、光量の増加に伴い5月13日には数十cmに生長する。しかし、6月14日には葉長の伸びはほぼ終了し、先端がウニの摂餌を受けたものも

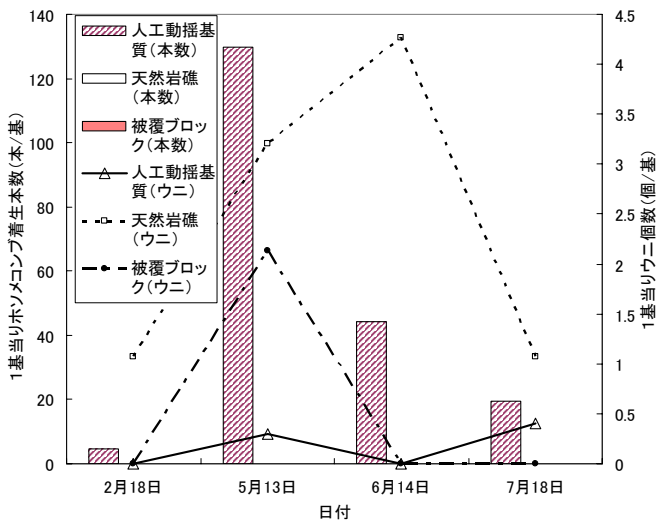


図-4 各基質のホソメコンブ着生本数とウニ個数



2007年2月18日

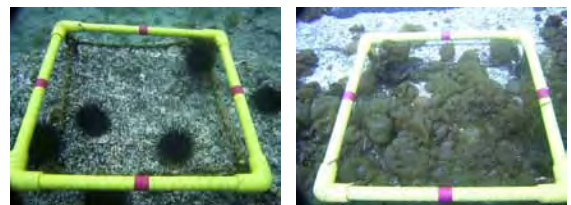
2007年5月13日



2007年6月14日

2007年7月18日

写真-4 人工動揺基質海藻繁茂状況(時系列, 基質 No18)



天然岩礁 被覆ブロック
写真-5 天然岩礁と被覆ブロックの状況(2007年5月13日)

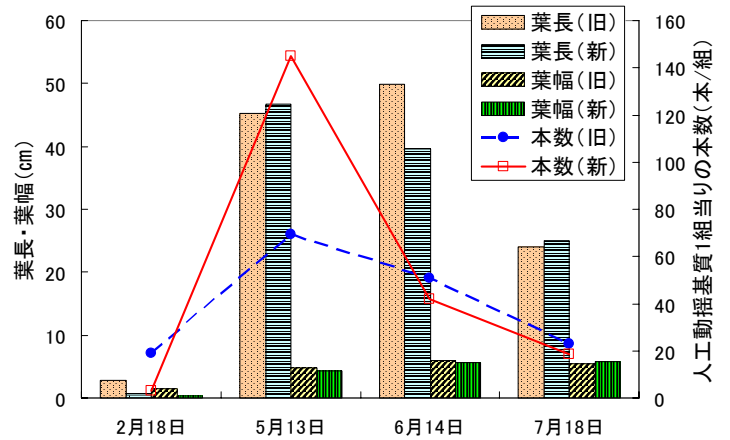
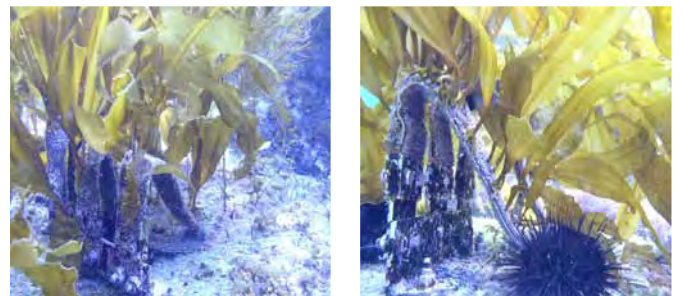


図-5 新基質と旧基質のコンブ着生量の比較



旧基質 (2004年設置)

新基質 (2006年設置)

写真-6 旧基質と新基質の海藻着生状況(H19年6月撮影)

確認できる。7月18日にはウニの摂餌を強く受けるとともに、先端部には小さな孔が確認できるようになり、先枯れが始まっていることがわかる。また、人工動揺基質周辺でウニを確認することができる。ウニの活動は流速と密接な関係があることが知られている³⁾。夏季は海象状況が静穏になることからウニの活動が活発になり、人工動揺基質から垂れ下がってきたコンブや流出したコンブを摂餌しているものと考えられる。しかし、人工動揺基質に登っている個体は確認されなかった。これに対して、被覆ブロックにはフクロノリが確認できるが、天然岩礁とともにコンブの着生は見られない。以上のことから、藻場の形成と水産生物への餌料の供給という人工動揺基質の当初の目的を達成できていることがわかる。

次に、2006年に新たに設置した人工動揺基質（以下、新基質）と2004年から設置していた基質（以下、旧基質）について、図-5でコンブ着生量を比較した。着生本数は、5月調査では旧基質は新基質の1/2程度であるが、生長が進み淘汰が生ずる6月、7月調査では多少上回った。葉長及び葉幅は、新基質と旧基質が同程度であった。これより、成熟期では旧基質と新基質の着生本数等が同程度であり、3年間は海藻着生機能が維持が確認された（写真-6）。

(2) 動揺体のウニの移動抑制

動揺体には、遊走子の着生促進のため凹凸を持つ植毛シート縫いつけている。そこで、素材のウニ抑制効果について、動揺体（植毛シート付）と植毛シートを動揺しないようにブロックに直接貼り付けた基質の海藻着生実験を行った。写真-7より、動揺体にはコンブやワカメが着生したが、ブロックに貼り付け動揺しない植毛シートには着生が殆どしなかった。これより植毛シート自体には、ウニによる磯焼け海域での海藻を着生させる効果がないことがわかる。

次に水中ビデオカメラによる固定板0.75㎡と動揺体2本へのウニの移動個数と有義振動流速（以下流速）の関係を図-6、7に示す。図より固定板へのウニ移動個数は、流速10cm/秒程度で最大を示し流速の増加に伴い減少し、流速60cm/秒以上で確認されなかった。固定板のウニの移動制限流速は60cm/秒程度と思われる。動揺体は、流速10cm/秒程度で最大を示し流速17cm/秒で確認されなかった。動揺体のウニの移動制限流速は20cm/秒弱と思われる。

図-8に固定板及び動揺体へのウニの移動が確認された回数と解析データの流速の累加出現率を示す。

当チームでは防波堤や天然コンブ場の藻場調査から海藻繁茂条件として、流速25cm/秒以下の出現率が40%以下ではウニの摂餌圧を受けにくく藻場が持続することを確認している⁴⁾。そこで図より流速25cm/秒以下の出現率を見ると60%程度であり、ウニの摂餌圧との関係より持続的な海藻繁茂が厳しい箇所であることがわかる。

固定板へのウニの移動頻度は、流速15cm/秒までは流速頻度と共に増加するが、それ以降は流速頻度の関わらず減少し、累加頻度は35cm/秒以上で40%程度と一定となる。動揺体は、流速10cm/秒までは流速頻度と共に増加するが、以降急激に減少し流速17cm/秒以上で確認されず、累加頻度は固定板の約1/4の10%程度である。動揺体は、固定板より小さい流速でもウニの移動を抑制する効果が確認された。これより動揺体の海藻着成は、動



動揺体（植毛シート付） 植毛シートのみ

写真-7 動揺体（植毛シート付）と植毛シートのみ海藻着生状況（2005年3月撮影、2004年12月設置）

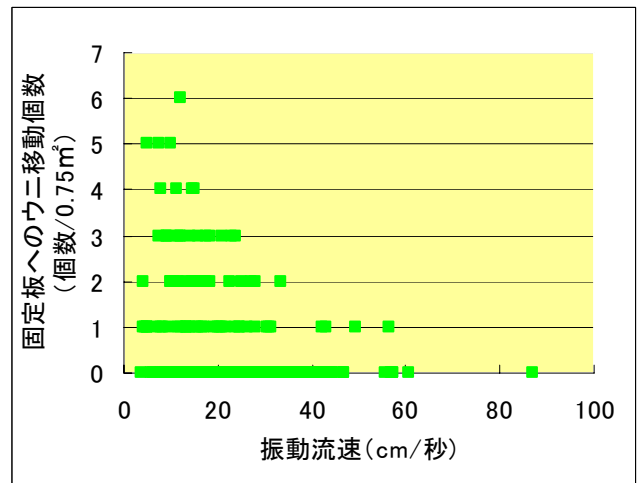


図-6 固定板へのウニ移動個数と振動流速

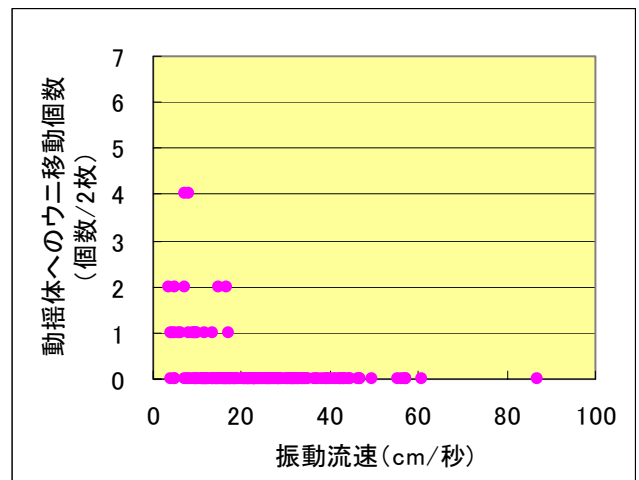
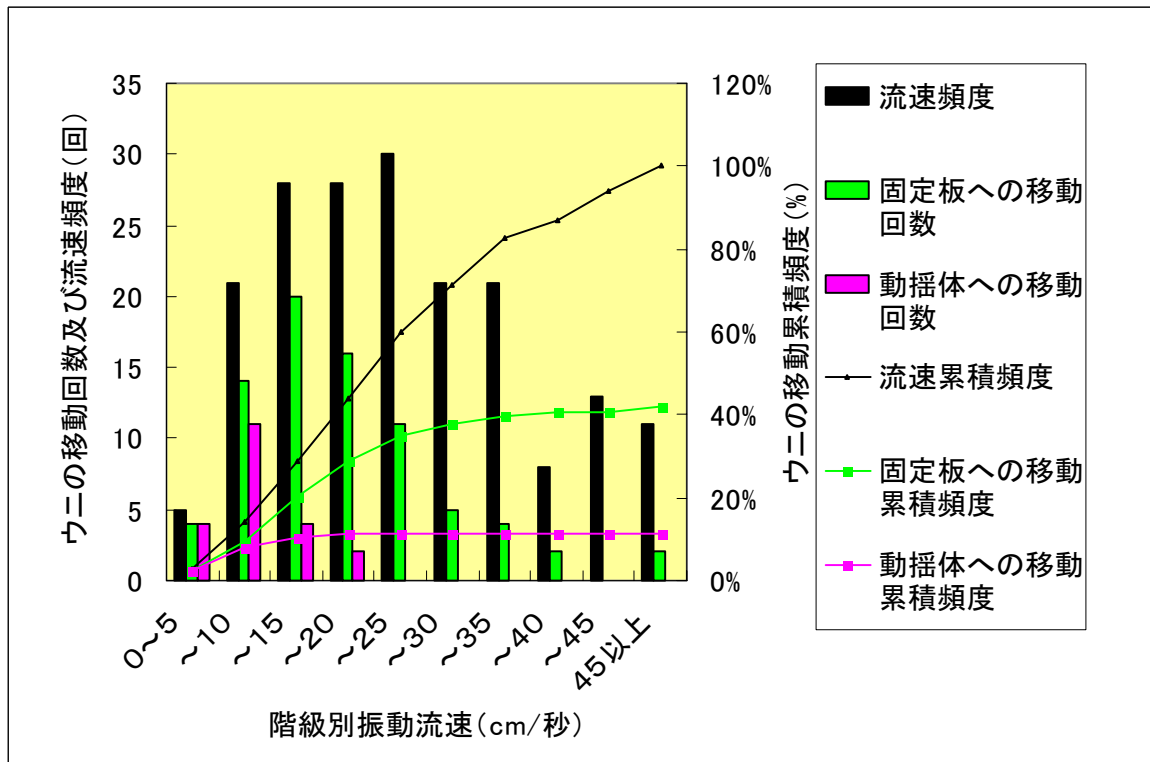


図-7 動揺体へのウニ移動個数と振動流速



図－8 固定板と動揺体へのウニ移動回数及び流速頻度並びに累積頻度

揺体が有する幼芽期の保護育成が可能なウニの移動制限効果であることが実海域で実証された。

仮に、この流速条件で持続的な藻場が可能な背後小段形状を試算してみた。持続的な藻場が可能な流速25cm/秒以下の累加出現率40%程度（現状60%）を確保できる背後小段形状は、天幅高さ約2m（現状4m）と試算された。これより、波により容易にたなびく人工動揺基質の藻場造成効果に関する評価の一つとして、背後小段を2m盛土するのと同等と見ることができる。

4.まとめ

人工動揺基質による藻場造成について、主要な結論をまとめると以下のとおりである。

- (1) 天然岩礁及び被覆ブロック上には着生が見られず、背後盛土上では人工動揺基質のみにコンブが着生した。このことから、人工動揺基質は海藻繁茂効果が高いと判断できる。
- (2) 人工動揺基質は設置後3年間、海藻着生機能が維持できる。
- (3) 動揺体が堅牢な基質より小さい流速でウニの移動制限効果を有することを実海域で実証した。

以上のように、ウニの摂食圧による磯焼け海域において大型海藻のホソメコンブを対象とした人工動揺基質の海藻繁茂効果と持続性が確認された。また、過去のデータではあるが動揺体が有するウニの移動抑制効果を実海域で実証した。

本文では記述していないが、調査期間中の2007年2月15日に松前町白神岬沖で年間最高の有義波高は7.0mが気象庁で観測⁵⁾されたが、人工動揺基質に破損は生じなかった。また、2008年の海藻着成調査において2004年設置（4年目）の人工動揺基質へのコンブ着生は数本に減少した。その要因は、基質表面へのサンゴモなどの雑海藻着生による劣化と思われるが、その原因の解明と基質更新策が課題となった。

今後は、江良漁港では海藻着生効果の持続性を確認すると共に、水深や違う海域など条件が異なる港湾・漁港、特に磯焼けの激しい場所での実証実験を進める。

参考文献

- 1) 農林水産技術会議事務局編：磯焼けの発生機構の解明と予測技術の開発，pp2, 1997
- 2) 永田晋一郎，坪田幸雄，竹田義則：傾斜堤背後小段に形成された藻場における流速とウニの摂餌の関係について，開発土木研究所月報NO.557，pp.2～7，1999
- 3) 川俣茂，足立久美子，山本正昭：キタムラサキウニに及ぼす波浪の影響，平成6年度日本水産工学会学術講演会論文集，pp85～88，1994
- 4) 森信幸，坪田幸雄：自然調和型構造物の藻場創出状況と課題について，開発土木研究所月報NO584，pp.2～15，2002
- 5) 沿岸波浪計統計値：気象庁WEBサイト <http://www.data.kishou.go.jp/kaiyou/db/wave/stat/>