

22. 潜水技術を利用した地形測量と付着生物の分布

伊藤 信夫*¹ 井田正比古*² 村井 徹*¹ 梶原 武*³

横須賀港内夏島地区の海洋科学技術センター地先で、1978年5月および1979年1月、潜水技術を利用し、地形測量と付着生物の分布を調査した。

当センター前面のコンクリートスロープの大きさは、陸側が115.08m、沖出し 71.04 m で、面積8213m²、平均傾斜角 4°24' であった。

スロープ上の付着生物は、1978年には ELHWS から MTL にイワフジツボ、MTL から ELWS の下方の潮位 -1 m にムラサキイガイ、潮位 -0.5 m から -2 m の間にホトトギスガイが分布していた。1979年には、ホトトギスガイの分布域が拡大し、分布域の上限が潮位 0.5 m までのび、ムラサキイガイと競合するようになった。

ムラサキイガイは岸壁、転石、コンクリートスロープのような硬い基盤上に付着し、ホトトギスガイは泥底上のような軟かい基盤上に主に棲息している。

Study on the Topography and Distribution of Sesile Organisms Using Diving Research Techniques

Nobuo Ito*⁴, Masahiko Ida*⁵, Tohru Murai*⁴,
Takeshi Kajihara*⁶

1. The topography and distribution of sesile organisms were surveyed using diving techniques at the coastal area around JAMSTEC in Yokosuka during the period from May 1978 to January 1979.
2. The sloping concrete area located on the coast in front of JAMSTEC is 8,213 m² in area and rises at an average slope of 4°24'.
3. The zones for *Chathamalus challenger* Hoek, *Mytilus edulis galloprovincialis* Lamarck, and *Musculista senhousia* (Benson) were found between ELHWS and MTL, MTL and about -1 m tidal level, and -0.5 m and -2 m tidal level respectively, in 1978. But the distributional range of *Musculista* developed beyond the 0.5 m tidal level and clusters of this shell were observed in the *Mytilus* zone in 1979.
4. *Mytilus* was attached to the hard substrata such as the pier, boulders, and the concrete slope. *Musculus* beds were found mainly on the soft mud.

*¹ 潜水技術部

*² 研修部

*³ 東京大学海洋研究所

*⁴ Manned Undersea Science and Technology Department

*⁵ Training and Education Department

*⁶ Ocean Research Institute, University of Tokyo

1. はじめに

近年，わが国では海洋生物の生態研究に潜水技術を利用する試みが多い。しかし，その多くは潜水による生物の観察を主体としたもので，海底の地形を測量し，正確な生物の分布図を作成するという作業に潜水技術を利用した調査の報告例は少ない。

沿岸で最も生物量の多いのは，潮間帯および潮下帯であり，汀線付近の正確な地形調査は，この付近の生物分布の変動を調査する基本的な資料となる。

海洋科学技術センターのある夏島地先で，既に1975年から潜水して採取したムラサキイガイ (*Mytilus edulis galloprovincialis* Lamarck) について調査し，付着期，成長などの生態に関する資料¹⁾を得た。

本調査はそれらに引続き，1978年から夏島地先に分布する主な付着生物，アオサ (*Ulva* sp.)，イワフジツボ (*Chathamalus challenger* Hoek)，ムラサキイガイおよびホトトギスガイ (*Musculista senhousia* (Benson)) の分布を正確な地形図上に図示し，これらの分布域の年変動を明らかにすることを目的として行った。

調査海岸は，石垣と旧海軍の飛行艇引揚げ用のコンクリートスロープ（以下単にスロープと称す）および転石と砂浜によって構成された比較的単調な地形である。スロープ上には上記の4種類が帯状に分布している。

したがってスロープの正確な地形図を作成するため，陸上の測量手法を用いた。小船を固定することが困難なので，スロープ付近では潜水による作業を行った。

本調査の実施項目は，(1)潜水作業を伴う地形測量と，(2)潜水による生物分布調査に2大別される。

したがって本報告では，沿岸における潜水技術の内容を豊富にする上から，まず，今回の潜水測量の経過の詳細な記録について，次いで夏島地先の生物分布について述べる。

なお，本調査に協力された当センター潜水技術部の山田稔，岡本峰雄，中村誠の諸氏に厚く感謝する。

2. 調査の方法と材料

調査は横須賀港内夏島地区の当センター地先

（図1参照）で，第1回調査を1978年5月15日～同年5月24日，第2回調査を1979年1月9日～同年1月19日に行った。第1回には調査域の地形の概査とスロープ地形の精査および生物分布，第2回には調査域内のホトトギスガイとムラサキイガイの分布調査を実施した。

地形測量に使用した測量器材はトランシット，自動レベル，測量用巻尺，箱尺，ポール，スロープに打ち込むピトン，水中記録板など（写真1および写真2参照）であり，潜水器材はスクーバおよび装備品，水中カメラ，水中ストロボ，接写装置などである。なお，測量には作業補助用に5tの小型船を用いた。

測量作業は潜水者を含め計6名で行った。

以下，地形測量と生物分布測定の方法について述べる。

2.1 地先沿岸地形図

陸図（1/50000），海図およびセンター敷地図を参照し，海岸線沿いに定点を設け，トランシットと巻尺で測量して作図した。

2.2 スロープの地形図

スロープの陸岸線に沿って基準線ADを定め，基準線上に三つの基点（A，DおよびH）をおき，さらに基準線から沖に向けて5測線を設けた。5測線と基準線および沖合縁辺上に54の固定点をおき，各点にピトンを打ち込んだ。

固定点の位置は各点でダイバーに支持されたポール（長さ2mおよび6m）を目標にAとDの2点から測角し，三角法で求めた。各固定点間の距離はダイバーが巻尺を用いて実測した。

スロープの傾斜はH点に設置した自動レベルの水準と，各固定点に位てた箱尺（長さ6m）の同一水準を測定して求めた。測量作業の模式図を図2に示した。

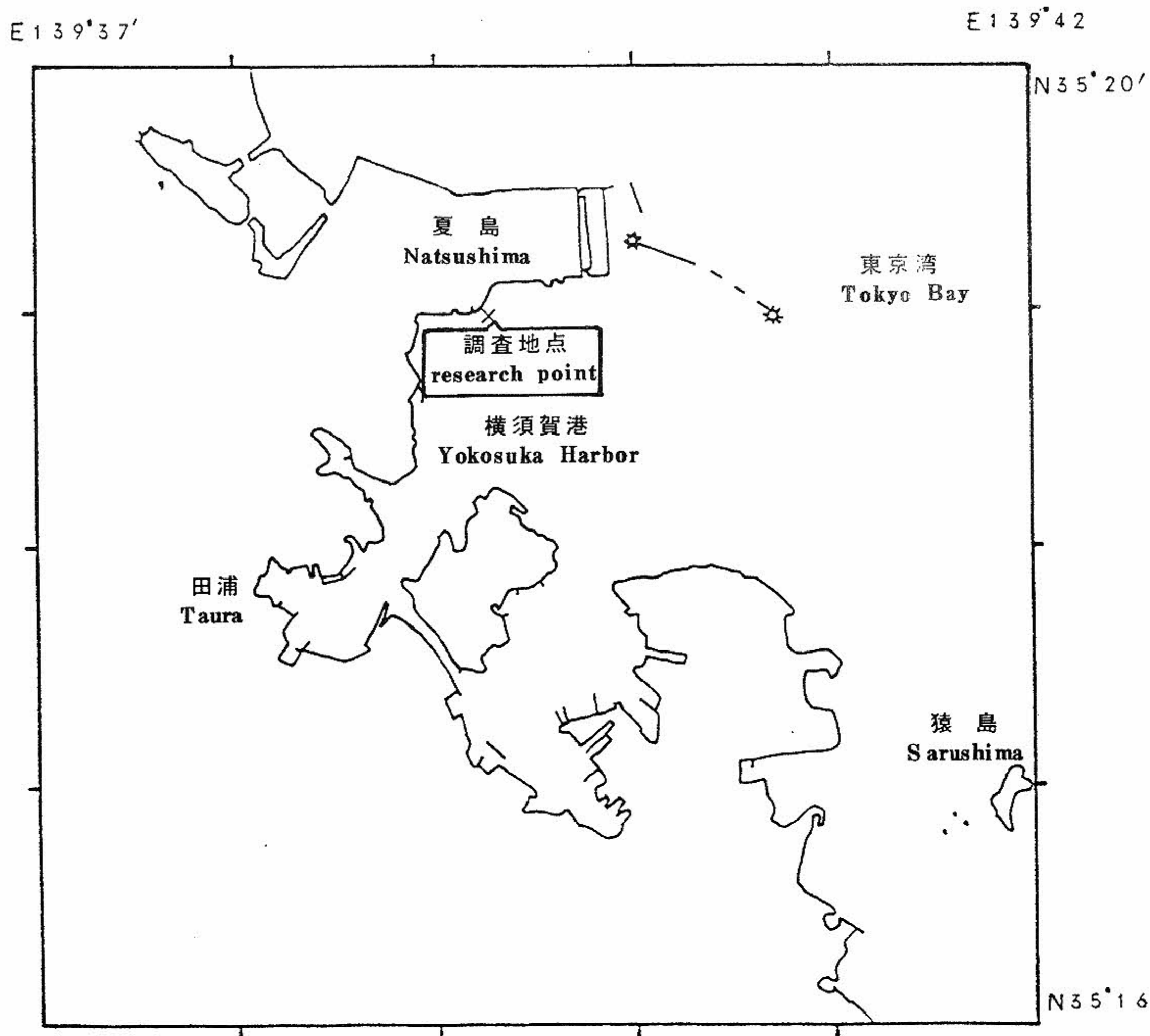
2.3 スロープ上の潮位測定

精密な検潮が実施できなかったので，次のような簡便法によった。

予定潮位が0mになる1978年5月22日10時44分に，スロープ上の水面位置4点（図5中のSt1～4）にピトンを打込んでおき，潮位0mの水準とし，自動レベルで測定した。

また生態学的に分布水準の指標となる各潮線は，1978年の潮汐表から計算して求めた。

2.4 スロープ上の生物分布



分布測量調査, duration of measurement of distribution

① 1978年5月15日～24日

② 1979年1月9日～19日

図1 調査地点および期間

The location and duration of measurement in Yokosuka Harbor

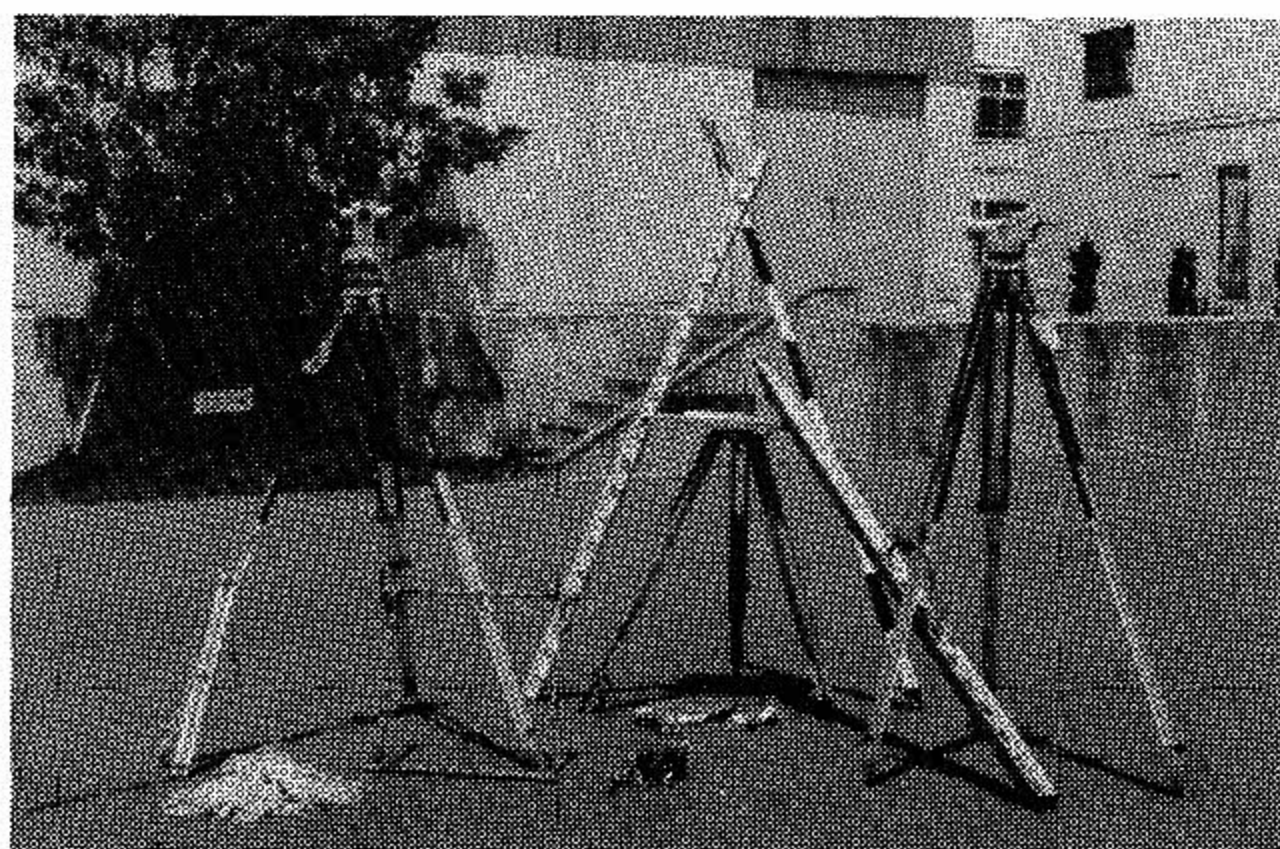


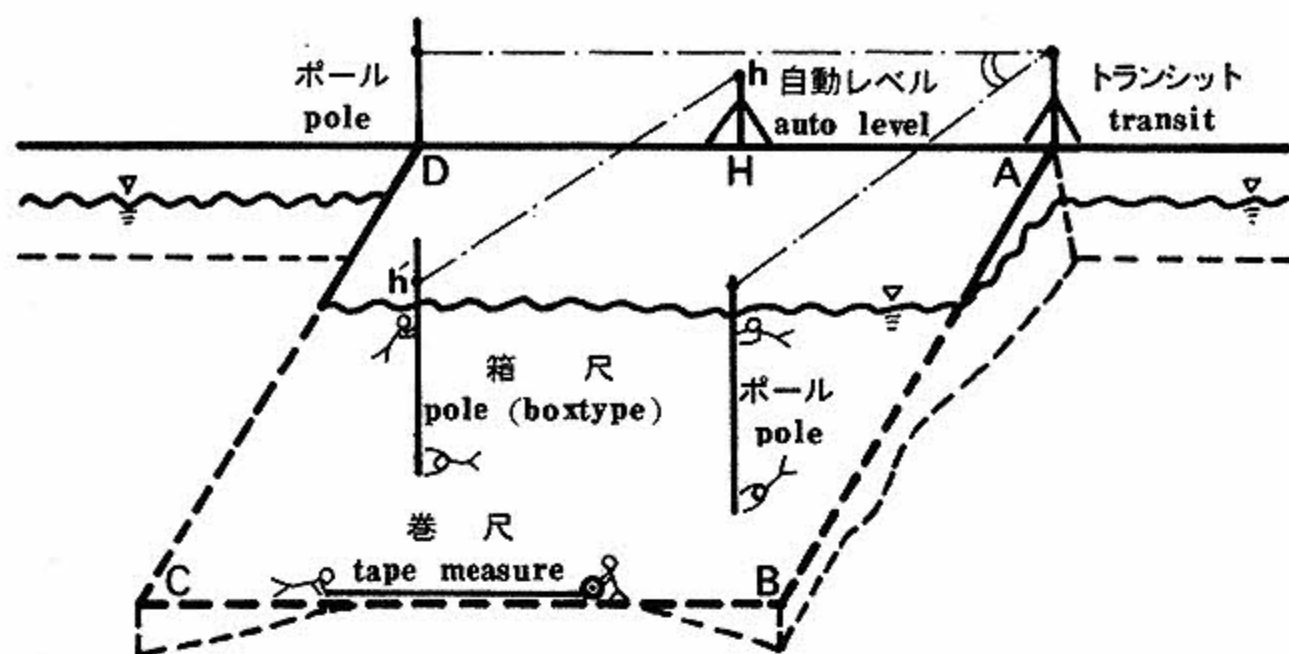
写真1 測量器材

Survey instruments



写真2 ピトン

Piton



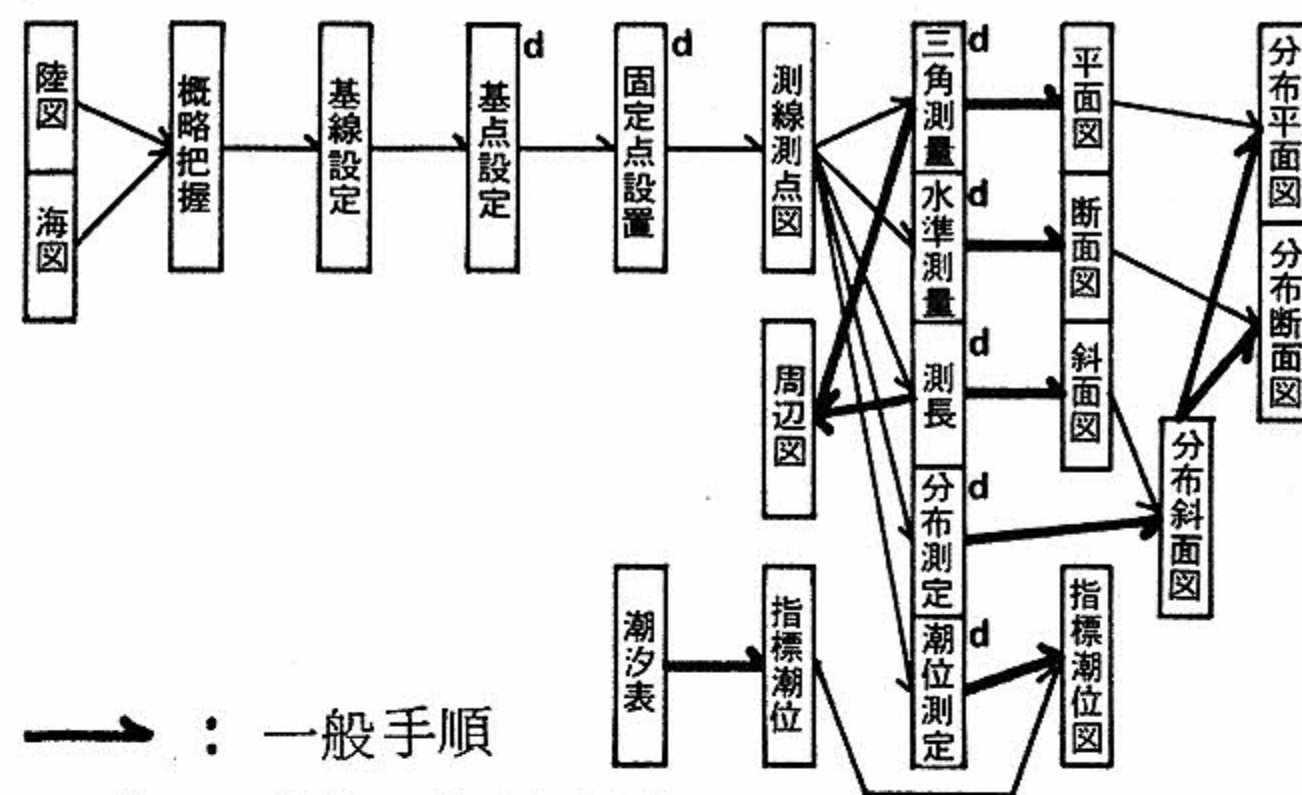
h, h' : 同一水準, h and h' are same level

人 : ダイバー, diver

≡ : 水面, sea level

図2 測量模式図

General concept of survey methods on the concrete slope



→ : 一般手順

→ : 計算, 作図手順

d : 潜水を要する行程

図3 スロープの地形測量調査手順図

The flow chart for measuring of topography on the concrete slope

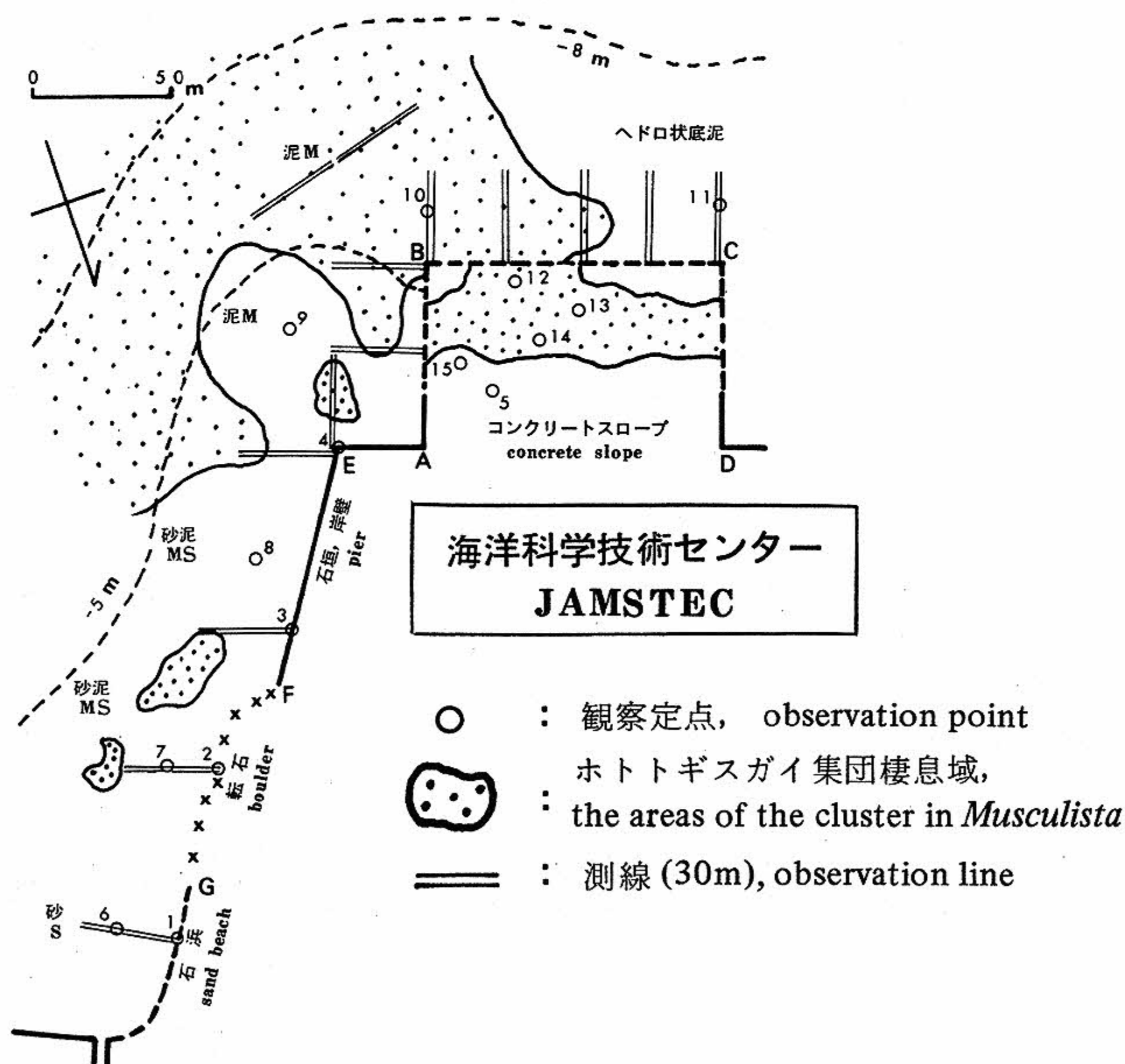
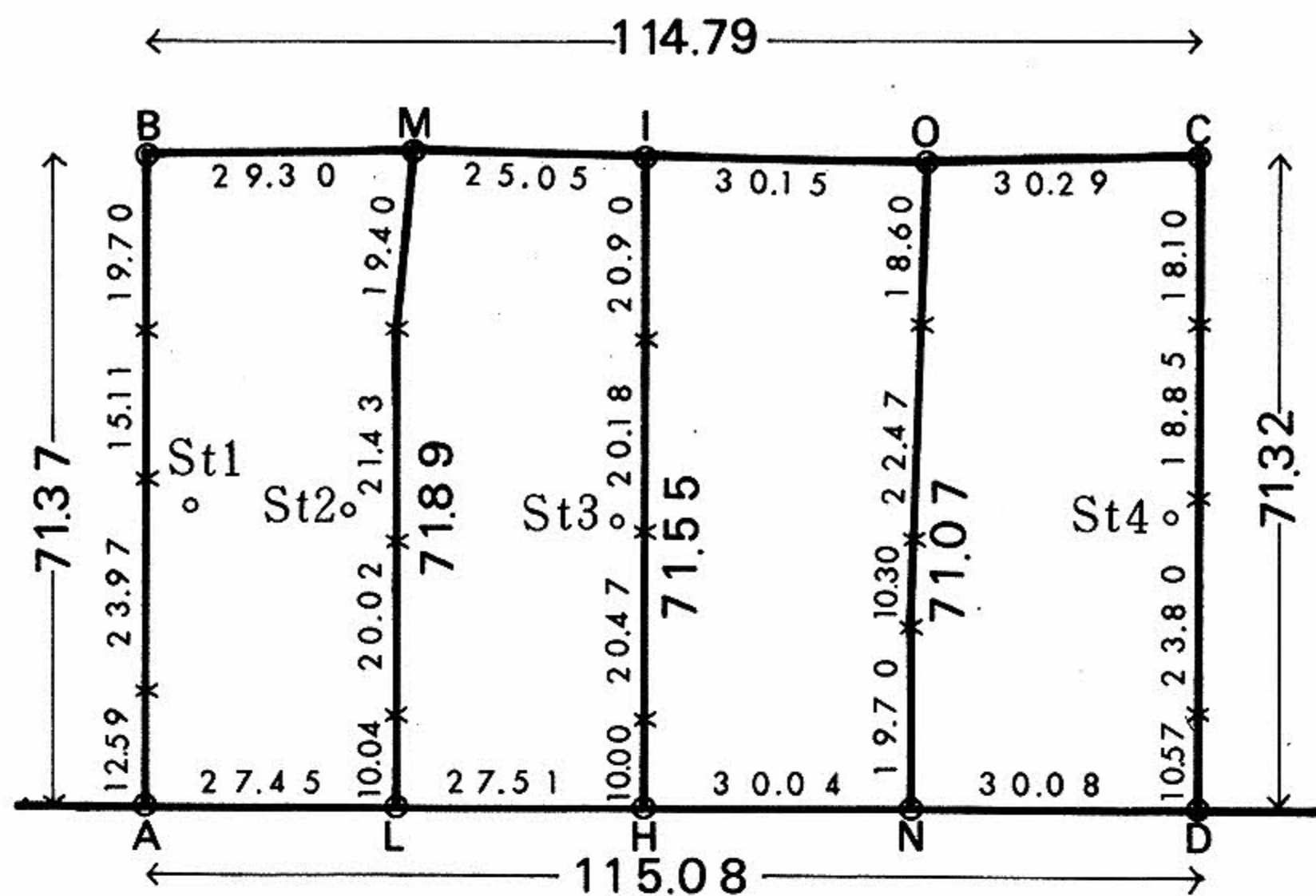


図4 夏島地先沿岸の地形とホトトギスガイの分布 (1979年1月)

The distribution map of *Musculista* around coast of JAMSTEC and the location of observed stations (Jan. 1979)

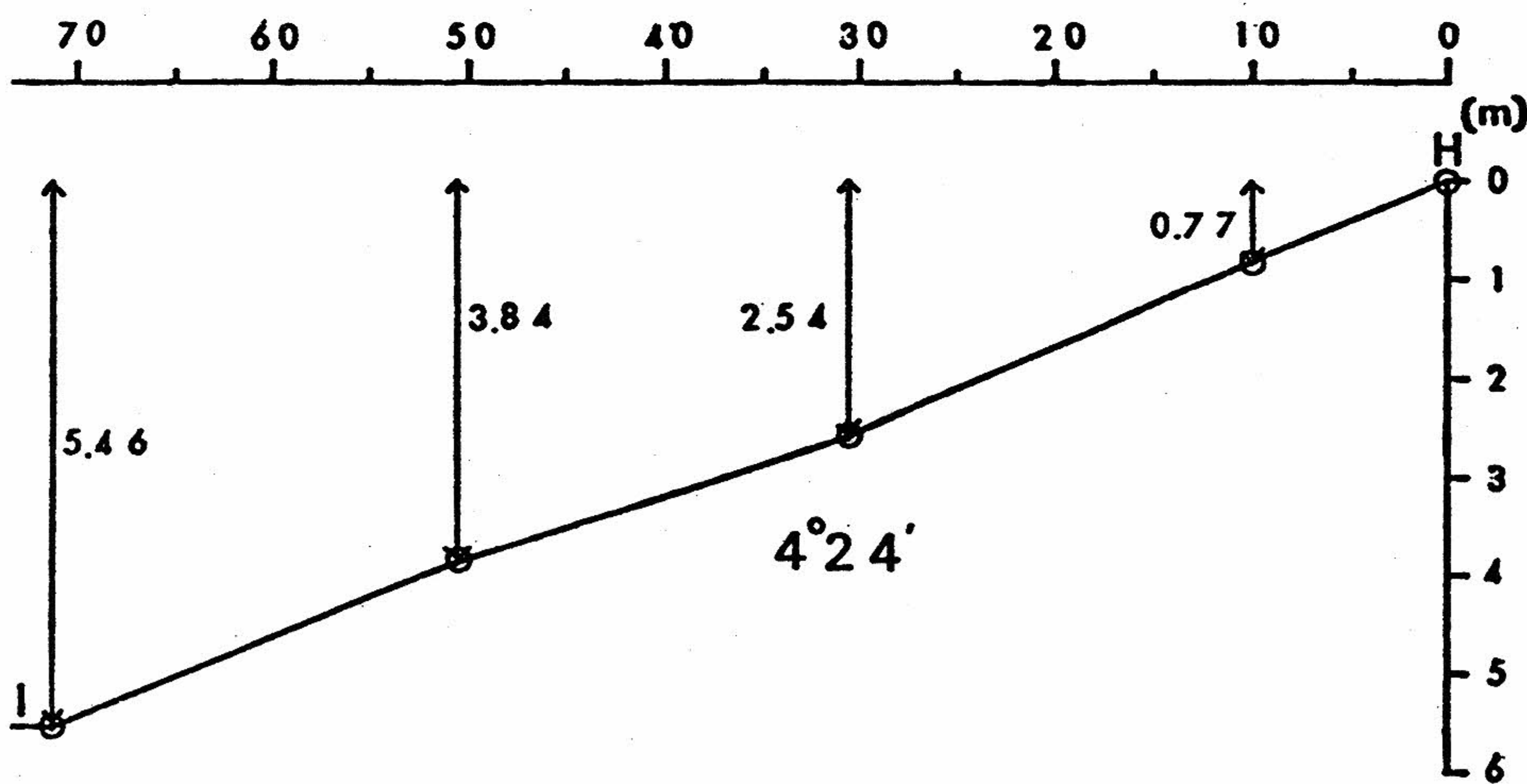


- : 基点, main fix point
- × : 固定点, fix point
- : 潮位 0 m の水準, 0 m tidal level

単位 ; m
unit

図5 スロープ実測図 (斜面図)

The form of concrete slope



- ; 基点および固定点, measuring points

図6 スロープ断面図 (HI 測線の場合)

The cross section of the concrete slope, ex: HI line

第1回および第2回の調査では各測線上で種別に分布域を巻尺を用いて実測した。さらに後述の周辺海域での分布調査時には、5点（図4中の5および12～15の定点）において水中撮影を併用し、生物の付着状態を観察した。

なお、スロープ上での地形測定、潮位測定、生物分布調査の実施手順およびこれらから得られた地形図および生物分布図の作成の過程をフローチャートで示したのが図3である。

2.5 スロープ周辺海域の地形および生物分布調査

地形は海図、水深と底質とは潜水調査で得た資料によって作図した。

分布調査は、あらかじめ地形図上に設定した15測線（1測線長は30m）上に沿って潜水して行った。実施時には、各基点から水中コンパスで方位を決め、巻尺を置いて測線とした。

3. 結 果

3.1 地形図

3.1.1 調査域の地形図

スロープを含めた調査域の全域を図4に示す。なお、この図には第2回調査時に判明したホトトギスガイの分布域も併わせて示しておいた。

3.1.2 スロープの地形図

スロープの面積および傾斜を求める基準となった実測図を図5および図6に示す。面積は 8213m^2 で、平均傾斜は $4^\circ 24'$ であった。また沖合縁辺は、中央部付近（図5のI～Oの間）は海底と落差がなく連続し、その他では海底と最大 0.80m の段差がある。

3.2 生物の分布

3.2.1 調査域での分布概要

調査全域に設けた15地点（図4参照）における底質と第2回調査時におけるムラサキガイとホトトギスガイの付着状態をまとめて表1に示す。

ムラサキガイは、スロープのコンクリート面、岸壁の石垣、転石などの硬い基盤上にのみ付着しており、ホトトギスガイは泥底上にも着棲している。

なお、図4に示すように、夏島地先の海底に、かなり広範囲にわたり、ホトトギスガイの分布域が存在することがわかった。

3.2.2 スロープ上の分布

第1回調査時に実測した5測線上の4種類の分布範囲を図7に示す。

この図には実測で求めた各潮線の潮位（m）と基準線を0mとしたときのスロープの長さ（m）を示す。

イワフジツボはELHWSのやや下方からMTL付近に分布し、4種類中で最も潮位の高い水準に位置している。

ムラサキガイはイワフジツボの分布の下限付近からまばらな分布がみられ、潮位 0.5m 付近から潮位 -0.8m の間まで、密な帯状分布域があり、その下方にまばらな分布が潮位 -1.1m 付近までである（写真3参照）。

ホトトギスガイの分布の上限はムラサキガイ分布帯の下方のまばらな分布域に重複しており、分布の下限は潮位 -1m から -2m の間、または -2m 以深にまでのびている（写真4参照）。

アオサの分布範囲の上限は、ほぼ中潮線でイワフジツボ帯の下限およびムラサキガイ帯の上限と一致し、分布下限はホトトギスガイ帯の下限またはそれよりもやや下方までである。

以上の各種の分布域について、潮位、潮線との関係および各種の付着状態をまとめ表2に示した。

図8にはスロープ上のムラサキガイとホトトギスガイの分布の1978年と1979年の状態を示す。第2回の測定時には測線の数を増して調査した。

この図によれば、1978年にはムラサキガイ帯は、AB側でやや幅広くなり、DC側へ向かうにつれて狭くなっている。このことは図7でも認められた。この現象はAB側が港口に面しており、周期的にAB側から波が寄せており、潮通しがDC側よりもやや良いことによるものと思われる。

またこの図8で、特に目につく現象は、1979年におけるホトトギスガイ帯の拡大とムラサキガイ帯の縮小である。この年にはスロープ上のホトトギスガイ帯は、沖側の海底の群に連続し、またムラサキガイ帯にも浸入し、1978年のように両者の明瞭な層状分布がなくなり、ムラサキガイ帯とホトトギスガイとの競合域を

表 1 観察点における底質と 2 種の出現状況

The bottom characters and occurrences of *Musculista* and *Mytilus* in each observed station

++ : 密集して出現, clustered occurrence
 + : まばらに出現, occurrence
 r : まれに出現, rare
 空欄 : 出現せず, no-occurrence

観察点 St. No	底 質 Bottom characters	ホトトギスガイ <i>Musculista</i>	ムラサキイガイ <i>Mytilus</i>
1	砂 浜 (汀) sand beach		
2	転 石 (汀) boulder beach		+
3	石 垣 (岸壁) pier		+ +
4	石 垣 (岸壁) pier		+ +
5	スロープ (汀) concrete beach	r	+
6	砂 底 sand		
7	転 石 boulder		+
8	砂泥底 sandy mud		
9	泥 底 mud		
10	泥 底 mud	+ +	
11	ヘドロ状泥底 slime		
12	大型貝殻底 large shell	+	
13	泥 底 mud	+ +	
14	コンクリート concrete	+	r
15	コンクリート concrete	r	+

形成した。

4. 考 察

本調査で実施した潜水技術を利用した沿岸域の地形測量, 作業過程での問題点を整理したのが表 3 である。

また作業過程の中で, 潜水作業で行った主なものには, 固定点の設定, 測量時のポール立て, および巻尺による実測である。

今回は調査域が港内の風波の静かな場所であり, またスロープ上という特殊な場所であったため, 作業は順調に実施することができた。しかし, 風波のあつちる場所, または海底地形の複雑な海域などで, このような作業をする場合には, 上記の作業内容の各々について, 条件に応じた検討と作業を容易にする機器の工夫が必要となろう。



写真 3 スロープ上のムラサキイガイ床
Mytilus bed on the concrete slope

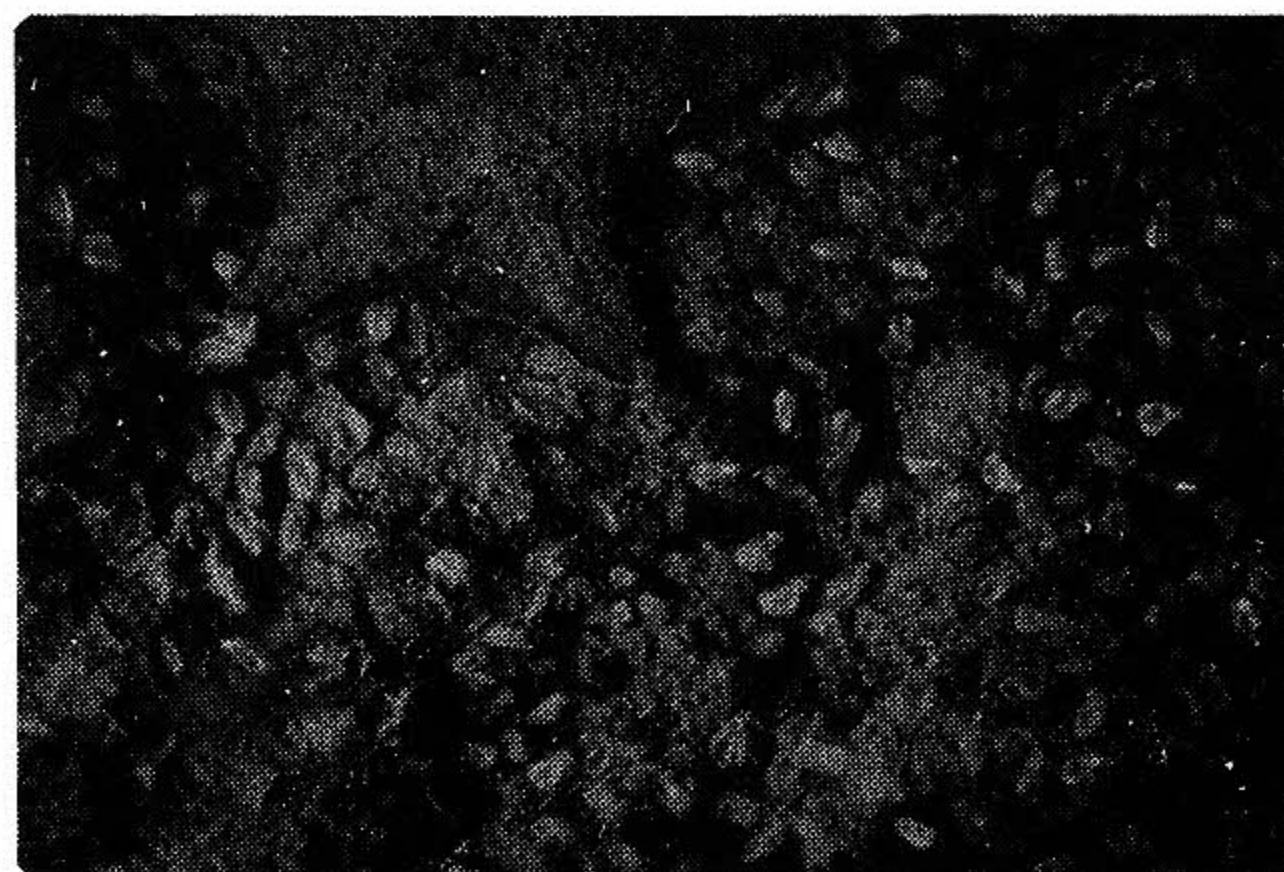


写真 4 ホトトギスガイの集団
The cluster of *Musculista* on the concrete slope

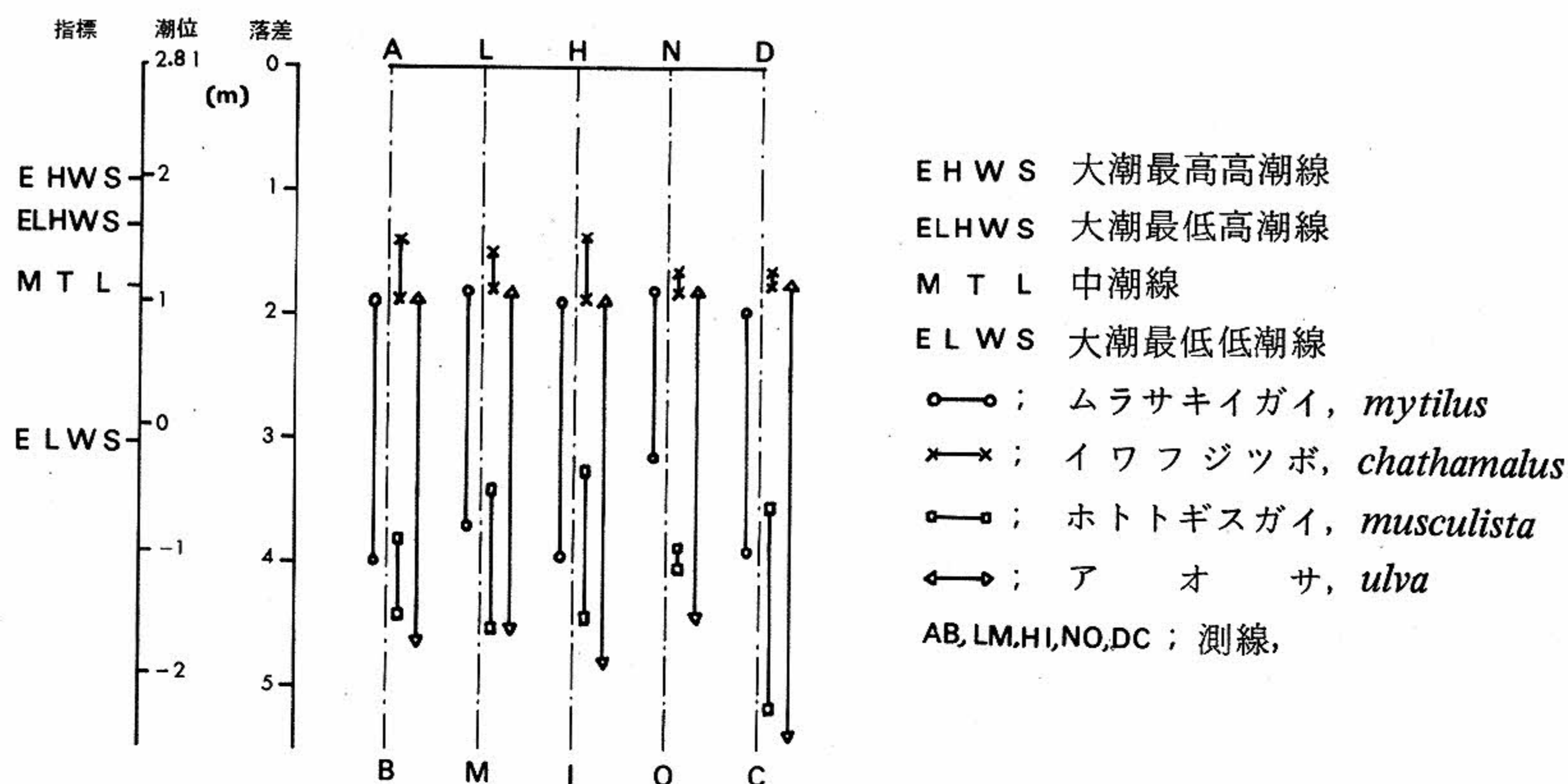


図7 スロープ上の付着生物4種類の分布と潮位(1978年5月)

The distributions of four sessile organisms, *Mytilus*, *Chathamalus*, *Musculista*, *Ulva*, and tidal level on the concrete slope

表2 イワフジツボ, ムラサキイガイ, ホトトギスガイ, アオサ の分布範囲と付着の状態

The distributional ranges and attaching conditions of four sessile organisms, *Chathamalus*, *Mytilus*, *Musculista*, *Ulva*, on the concrete slope.

種 名	分布範囲と指標潮位 (m)		付 着 の 状 態
イワフジツボ <i>Chathamalus</i>	分 布 長	3.5	上限ではまばらで, 下限に近づくに従って密棲する。下限はアオサが付着。直下の潮位から出現するムラサキイガイと接している。
	上 限 潮 位	1.40	
	下 限 潮 位	1.08	
	潮 位 差	0.32	
ムラサキイガイ <i>Mytilus</i>	分 布 長	2.40	上限はイワフジツボの下限やアオサの上限と一致する。下限はホトトギスガイと競合している場合が多い。
	上 限 潮 位	1.00	
	下 限 潮 位	-1.10	
	潮 位 差	1.84	
ホトトギスガイ <i>Musculista</i>	分 布 長	1.03	上限はムラサキイガイの下限と競合するが, 下限はアオサの下限よりも少し浅く, カーペット状の泥マット中に集団をなし基盤に付着。
	上 限 潮 位	-0.68	
	下 限 潮 位	-2.20	
	潮 位 差	0.84	
ア オ サ <i>Ulva</i>	分 布 長	3.67	上限はイワフジツボの下限に接し, 下限はホトトギスガイの下限をカバーする。ムラサキイガイの貝殻表面や, 付着間隙およびスロープ基盤に固着している。
	上 限 潮 位	1.08	
	下 限 潮 位	-1.76	
	潮 位 差	2.84	

分 布 長 : zone width on the slope
上 限 潮 位 : upper tidal limit

下 限 潮 位 : lower tidal limit
潮 位 差 : tidal range

表3 測量調査中における潜水技術の利用例と問題点
Working processes topography survey with diving techniques

潜水利用行程	作業内容 Working processed	問題点 Problems under discussion	対策 Counterplans
基点の設置 Setting standard points	スロープの各コーナー等にピストンを打ち込み、基点とした	打ち込んだ敷石の間隙が不均等で、所定の位置に打ち込めない所が2箇所あった	コンクリート面の任意の点を固定点とするため、水中ドライピットを用いるか、固化剤でマーキングするのも、併用可
固定点の設置 Setting spare point	スロープ敷石の間隙にピストンを打ち込み、固定点とした	同上の理由により固定点間の長さがばらついた	同上
トランシットによる測角 Triangulation	陸岸のADラインを基線とし、AおよびDから各基点および固定点を測角した、改造ポールを併用した	ポールを垂直に固定点上に立てる作業は、風波のある時にはぐらつきが大きい	ポールの垂直を確認できる簡便な方法（ウェイトの垂直等）の併用も考えられる
巻尺による測長 Measuring the length	20, 50, 100m用の巻尺で各固定点間の測長を実施し、記録板に記入した	ほとんど問題点なし	なし
自動レベルによる水準測量 Leveling	陸岸のH点、または汀線近くのH点から、各固定点を水準測量した、6mの箱尺を用いて視準した	箱尺を垂直に立てる作業は、風のあるときには、ぐらつきが大きい	ポールの場合と同様の処置をとる必要あり
巻尺による分布測量 Measuring the rength of distributions	各測線上の指標生物を目視観測し、境界を判定して分布域の長さを測長した	巻尺による測長は問題なし、分布限界を見分ける判定がむづかしい、他生物との競合域と集中分布とに分け判定した	測線上に出現し始める位置と、密集して出現する位置とを分けて判定した方が、より現実的であった
潮位0点判定 Measuring 0 m tidal level	1978年5月24日の10時44分潮汐表の0表示時に汀線上に4点の潮位0点をピトン打ちを行った	簡便法なので、誤差がでてしまう、4点の水準測量から、その平均値を潮位0cmとして採用した	簡便法でも、もっと精度の良い、ポールによる検潮を実施し、今回の値を補正する必要がある

地形図の作成によって、生物の分布、特にムラサキガイとホトトギスガイとの分布状態の変化を定量的に測定することができた。夏島地先のスロープ上のように、両種が同一場所に層状をなして分布しているという例は、まだ、知られていない。

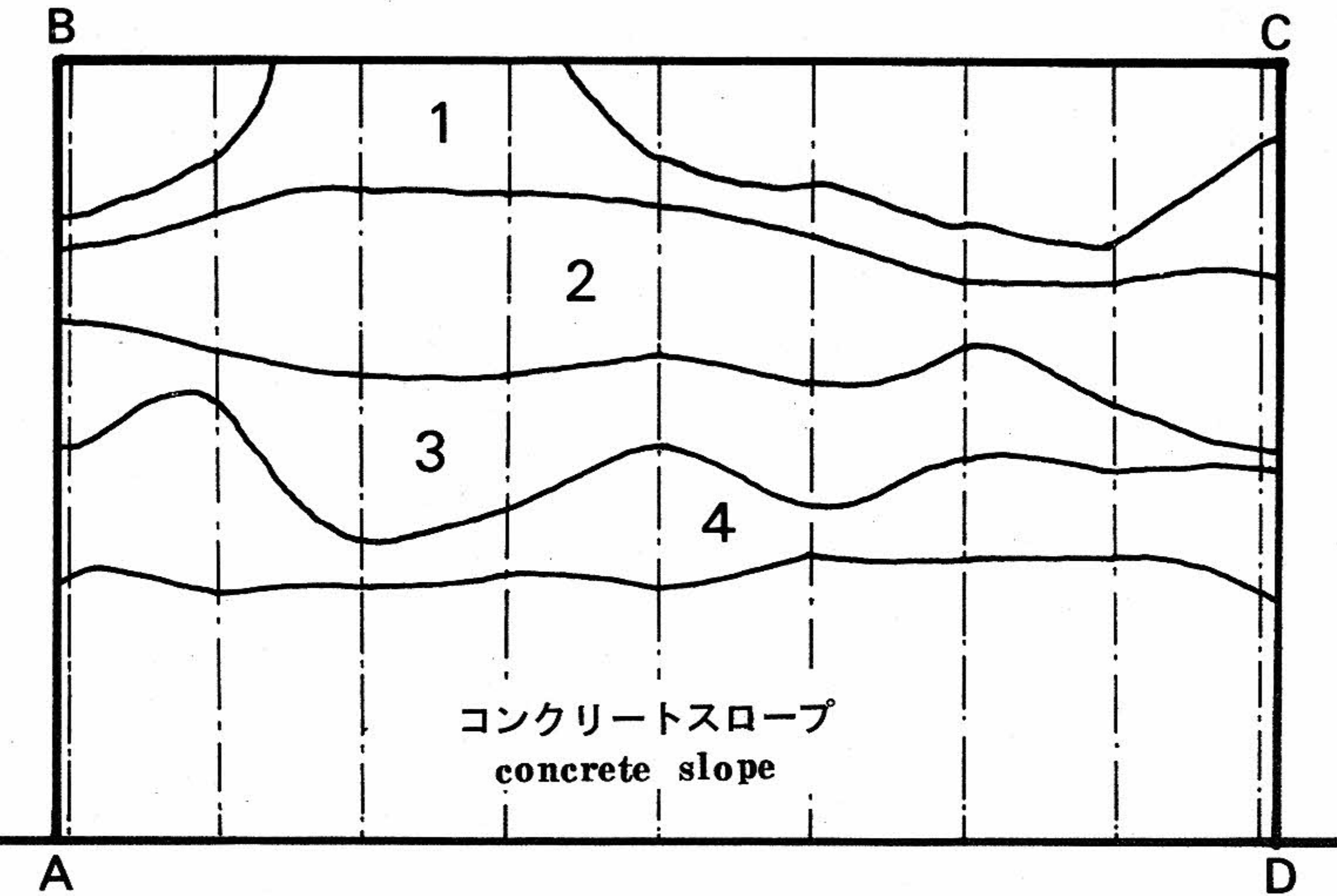
今後、両者の競合状態を観察することによって、両者の被覆作用の序列と、序列を決める機構とがわかるものと思う。

東京湾内では、特にホトトギスガイの被害が報

告されている。1979年にはホトトギスガイ帯が拡大したが、今回の調査のような定量的な観察の継続は、ホトトギスガイ個体群の変動要因を知るためにも必要と考える。

文 献

1) 梶原武, 浦吉徳, 伊藤信夫, 1978, “東京湾の潮間帯におけるムラサキガイの付着・生長および死亡について” 日水誌 44 (9) 949 - 953



A ~ D ; 基点, main fix points
 1 ~ 4 ; 分布区分, zonations of *mytilus* and *musculista*
 — · — ; 分布測定測線, observation lines

	1978 年 5 月 1 (May 1978)	1979 年 1 月 (Jan. 1979)
ムラサキガイ, <i>Mytilus</i>	3 および 4 に密集	4 に密集, 3 にまれ
ホトトギスガイ, <i>Musculista</i>	2 に密集	1, 2 および 3 に密集

図 8 スロープ上におけるムラサキガイとホトトギスガイの分布域の変化
 (1978 年 5 月, 1979 年 1 月)

The change of distributional areas on the concrete slope in *Mytilus* and *Musculista* during the period from 1978 to 1979

- 2) . 時岡隆, 原田英司, 西村三郎, “海の生態学”
(1972) p. 205 – 295
- 3) 掘越増興, 菊池泰二ほか, “海藻・ベントン”
海洋学基礎講座—5 (1976), p. 287 – 307
東海大学出版会
- 4) NOAA, “The NOAA Diving Manual”
(1975), U S Government Printing Office,
Washington
- 5) Southward., A.J. “Life on the Sea-Shore”
(1966), Heinemann Educational Books Ltd.,
London
- (6) 山本護太郎, “海洋生態学” 海洋学講座—9
(1973), P. 185 ~ 203, 東京大学出版会
- (7) 津田松苗ほか編, “環境と生物指標 2—水界
編” (1975) p. 274 – 283, 共立出版
- (8) 辻義人ほか (私信), “センター地先海底調
査報告” (1976)
- (9) 千葉健治, 1978, “ホトトギスガイの生態
について” 海洋科学 230 (9) 13—17