

土木研究所資料

海岸保全施設が生態系に及ぼす影響 に関する調査報告書

平成7年3月

建設省土木研究所
河川部海岸研究室

Copyright © (1995) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

海岸保全施設が生態系に及ぼす影響 に関する調査報告書

海岸研究室 室 長 田中 茂信
研 究 員 岩崎 福久

要 旨

海岸保全施設が生態系に及ぼす影響を把握するために現地調査を行い、6種類の海岸保全施設とサンゴ礁海岸に設置されている2種類の施設に関し検討した。また、海岸保全施設の設置が周辺の生態系に及ぼす影響を物理的な側面から評価し、周辺に生息する生物相の変化を予測する手法を提案した。さらに予測手法を現地海岸に適用した。

キーワード：海岸保全施設、生態系変化、予測手法、生態系調査

目次

第1章	はじめに	1
第2章	海岸保全施設の設置が生態系に及ぼす効果・影響	3
2. 1	離岸堤（吉田浜海岸）	4
2. 1. 1	海岸保全上の位置づけ	4
2. 1. 2	調査結果	5
2. 1. 4	離岸堤の生態系に及ぼす効果・影響に関する考察	24
2. 2	離岸堤（高知海岸）	27
2. 2. 1	海岸保全上の位置づけ	27
2. 2. 2	調査内容	27
2. 2. 2	調査結果	27
2. 2. 3	構造物が与えた物理要因の評価	37
2. 2. 4	生態系に及ぼす効果・影響に関する考察	44
2. 3	人工リーフ（胆振海岸）	48
2. 3. 1	海岸保全上の位置づけ	48
2. 3. 2	調査結果	48
2. 3. 3	構造物が与えた物理要因の評価	52
2. 3. 4	生態系に及ぼす効果・影響に関する考察	54
2. 4	人工リーフ（下新川海岸）	55
2. 4. 1	海岸保全上の位置づけ	55
2. 4. 2	調査結果	56
2. 4. 3	構造物が与えた物理要因の評価	61
2. 4. 4	生態系に及ぼす効果・影響に関する考察	62
2. 5	突堤	63
2. 5. 1	海岸保全施設の位置づけ	63
2. 5. 2	調査結果	64
2. 5. 3	出現生物	66
2. 5. 4	構造物が与えた物理要因の評価	69
2. 5. 5	施設が生態系に与える影響に関する考察	70
2. 6	人工海浜	73
2. 6. 1	海岸保全上の位置づけ	73
2. 6. 2	調査結果	74
2. 6. 3	構造物が与えた物理要因の評価	84
2. 6. 4	生態系に及ぼす効果・影響に関する考察	88
2. 7	新型離岸堤	92
2. 7. 1	海岸保全上の位置づけ	92
2. 7. 2	海域特性の整理	93
2. 7. 3	駿河海岸生態系調査	93
2. 7. 4	構造物が与えた物理要因の評価	97
2. 7. 5	生態系に及ぼす効果・影響に関する考察	106
2. 8	堤防・護岸	108
2. 8. 1	海岸保全上の位置づけ	108
2. 8. 2	調査結果	109
2. 8. 4	生態系におよぼす効果・影響に関する考察	113
2. 9	サンゴ礁海岸	117
2. 9. 1	調査概要	117

2. 9. 2 現地調査	117
2. 9. 3 構造物が与えた物理要因の評価	126
第3章 海岸保全施設設置による生態系変化予測手法	129
3. 1 概要	129
3. 2 予測手法の構成と適用範囲	129
3. 3 現地海岸への適用	140
3. 4 考察	154
第4章 おわりに	157
謝意	157
 付録1 海岸保全事業へのミティゲーションの導入	 159
付録2 海岸生態系調査事例写真集	171

第1章 はじめに

海岸保全施設は越波や海岸侵食などの海岸災害を防止するために開発されたものであり、沿岸域における人命や財産を守るために、多くの施設が建設されその目的を果たしてきた。ただし従来の施設については防災に重点が置かれる場合が多く、景観の阻害や海へのアクセスの遮断等、海岸環境と調和しないという問題が生じてきている。そこで昨今このような点を反省し、海岸の利用や開発にも配慮した形式の保全対策がとられつつある。

ところで、近年の自然環境保全への関心の高まりとともに、それまで海岸行政においてあまり考慮されていなかった生態系の保全に対しての要望が増大してきており、特に多種多様な生態系が形成されている沿岸域においては開発行為に伴う生息場の消失に対してミティゲーションなどの対策が検討されている。本研究はこのような背景のもと、海岸保全施設を取りまく環境の一つである生態系に着目し、海岸保全施設の設置が周辺の生態系にどのような影響を及ぼすのかを把握することにより、海岸の生態系保全をも含んだ海岸保全事業に資することを目的としている。

このような分野の研究は海岸保全事業と海岸環境との調和を模索していかなければならない今後の海岸行政にとって、基礎的ではあるが極めて重要なものである。また、海岸保全事業が面的防護方式に推移し、沖合いへ展開する必要がでてきている昨今、その施設が周辺生態系にどのような影響を与えるのかを評価し、予測をすることが海岸保全事業として重要と

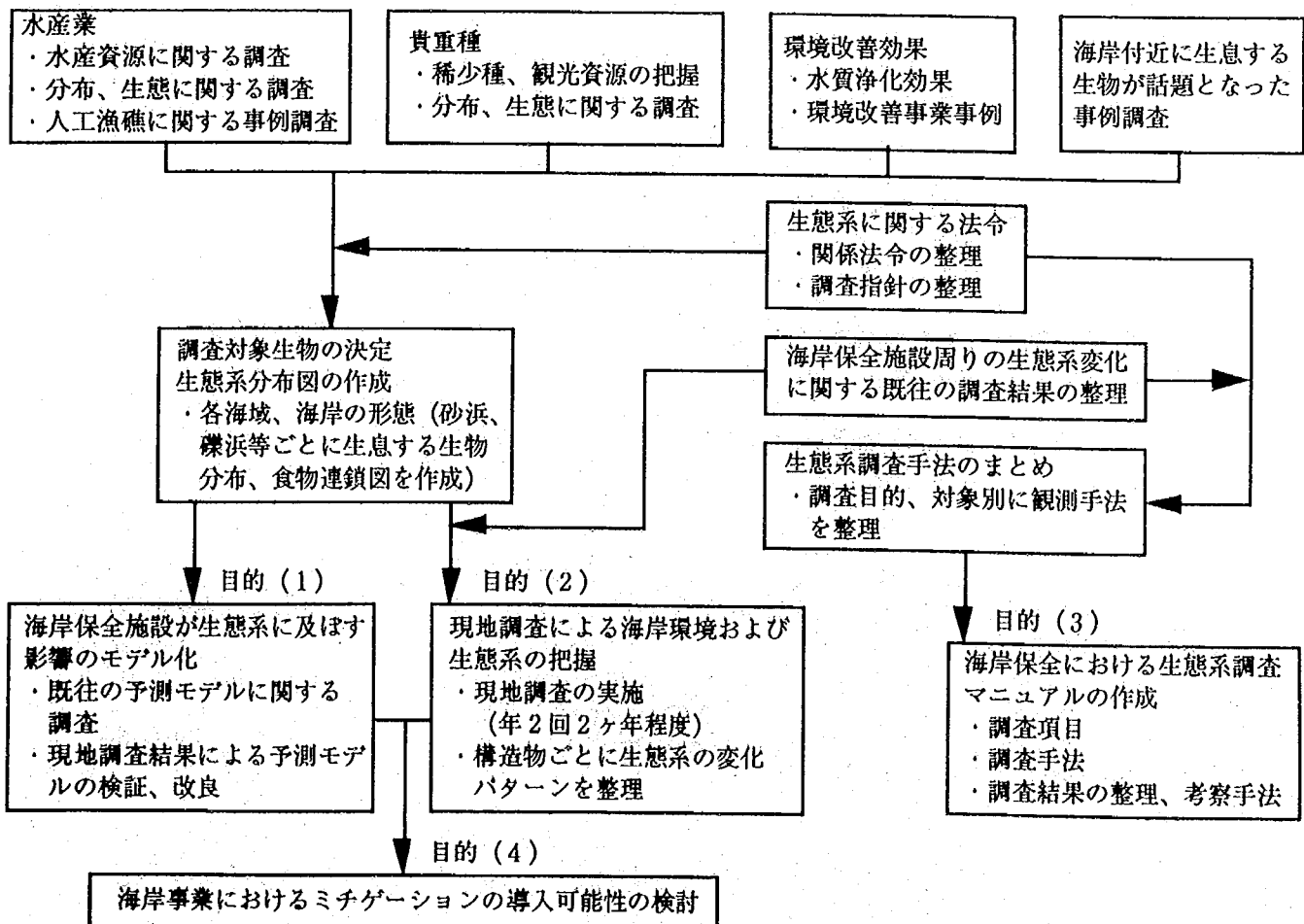


図-1.1 研究の流れ

なっている。特に今後の建設行政はミティゲーションという概念が積極的に導入されていくと考えられるが、海岸保全事業におけるミティゲーションの導入を考える際に、生態系への影響の把握および生態系の変化予測は必要不可欠の技術である。さらにその影響を把握するためには精度の高い調査手法が必要とされる。

上述した背景のもと、建設省技術研究会の指定課題「海岸保全と生態系に関する研究」が平成4年度より3ヶ年計画で進められた。図-1.1にその研究の流れを示す。本報告書は「海岸保全と生態系に関する研究」で行った3年間の調査・研究内容を、以下の項目について詳細にとりまとめたものである。

①海岸保全施設の設置が生態系に及ぼす効果・影響

②海岸保全施設設置による生態系変化予測手法

なお、付録1には、海岸保全事業へミティゲーションを導入する際に問題になると予測される事柄を明確にするため、平成6年12月1日に行われた第48回建設省技術研究会発表会指定課題河川部門「海岸保全と生態系に関する研究」における海岸保全事業へのミティゲーションの導入に関する討議の内容を添付した。

また、2. 海岸保全施設が生態系に及ぼす効果・影響の参考になるよう、本研究で行った生態系調査の際に撮影した写真を写真集（付録2）として添付した。

第2章 海岸保全施設の設置が生態系に及ぼす効果・影響

本章においては、平成4年度から平成6年度までに図-2.1に示す建設省所管海岸である胆振海岸、仙台湾、下新川海岸、駿河海岸、東播海岸、皆生海岸、高知海岸、有明海岸、瀬良垣海岸、安田海岸において行われた現地生態系調査を基に海岸保全施設の設置が周辺生態系に及ぼす影響を把握することを目的として、考察を加えた。対象とした構造物は離岸堤、人工リーフ、突堤、人工海浜、新型離岸堤、堤防の6種類の構造物と、サンゴ礁海岸に設置された人工リーフ、突堤の2種類の構造物である。

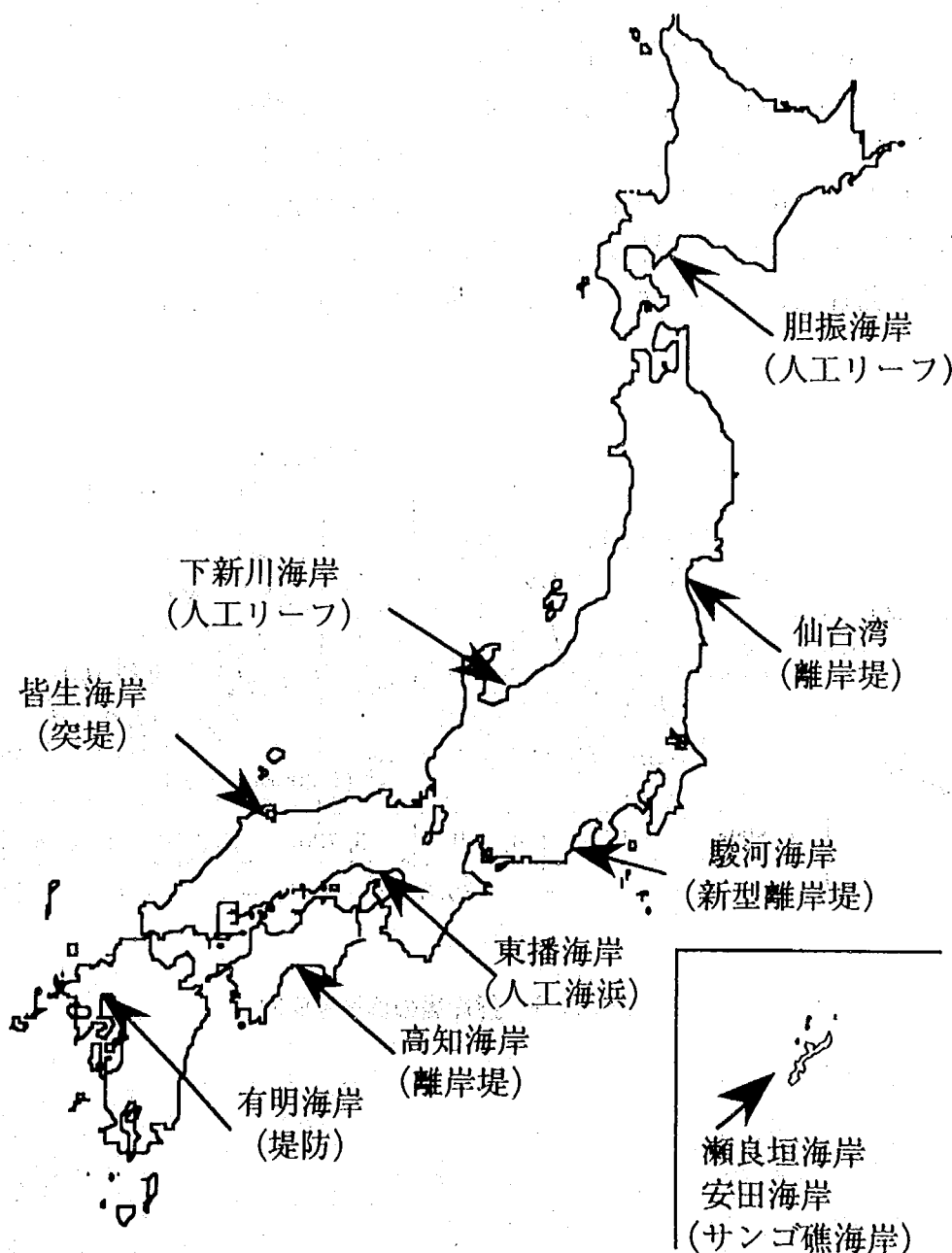


図-2.1 調査対象海岸

2. 1 離岸堤（吉田浜海岸）

2. 1. 1 海岸保全上の位置づけ

離岸堤は、沖合の水深3m～5m程度の海域に汀線に対して平行に建設される構造物であり、消波効果（越波防止効果）あるいは堆砂効果（侵食防止効果）を得ることを目的として設置される。平成5年度版の海岸統計によると、離岸堤は、全国で 7,083基設置されており、平均堤長が80.8m、平均有効延長が 109.0mとなっている。

離岸堤の構造は、図-2.1.1に示すように消波ブロックを積み上げた透過性の構造とすることが多いが、ケーソンや石張りによる不透過構造のものもある。また、離岸堤の機能としては、以下のものが挙げられる。

- ① 離岸堤による入射波の反射および離岸堤内部の乱れや摩擦によって、入射波のエネルギーを減衰させ、離岸堤背後の波高を低減させる。
- ② 離岸堤の開口部では、入射波が回折波となって離岸堤背後に広がる。
- ③ 離岸堤による波高減衰効果によって波形勾配を小さくして、冲向き漂砂を低減させるとともに、沿岸漂砂量を減少させ、土砂が堆積しやすい環境となる。
- ④ 離岸堤背後には、一対の循環流が形成されることから、トンボロと呼ばれる舌状の地形が発達し、場合によっては離岸堤まで達することがある。

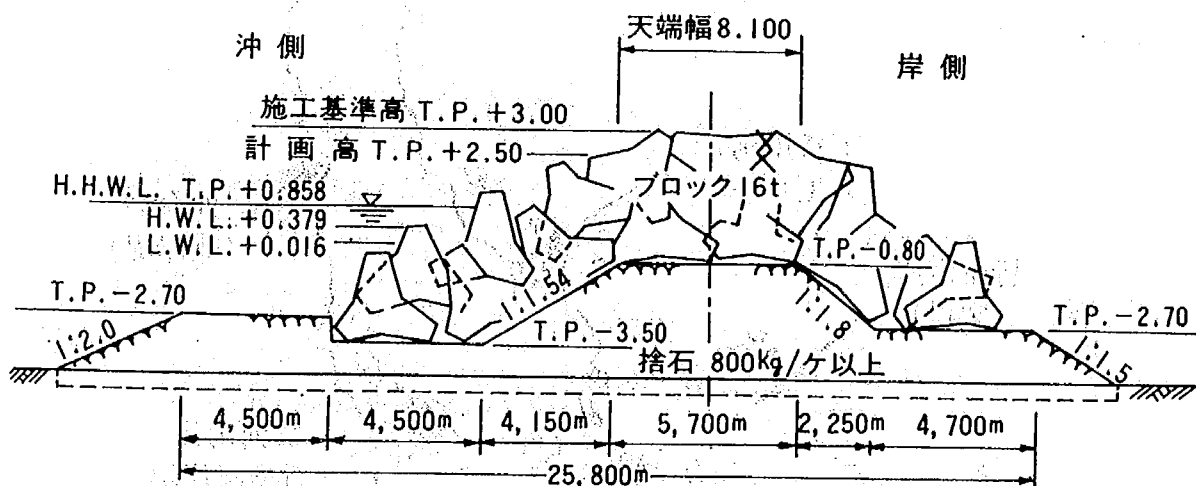


図-2.1.1 離岸堤の標準断面図

2. 1. 2 調査結果

(1) 調査概要

仙台湾（南部）沿岸における生態系の現地調査は、平成4年度（秋）～6年度（春）までの3ヶ年にわたって実施した。平成4年度は、自然海岸（蒲崎海岸）、護岸海岸（中浜海岸）、離岸堤海岸（吉田浜海岸）の3つのタイプの海岸を対象として実施した。平成5年度および6年度では、離岸堤海岸（吉田浜海岸）を対象として、離岸堤および周辺海岸の生態系との関わりについて集中的に調査を行った。現地調査は、平成4年度が平成4年11月、平成5年度が平成5年7月と11月の2回、平成6年度が平成6年5月（魚類については同年7月）に実施した。本報告では、離岸堤の設置による生態系への影響を把握することを主眼として現地調査結果を整理した。

図-2.1.2に各現地調査の調査測点および調査項目を示す。吉田浜海岸には、堤長150mの離岸堤が2基設置されており、開口幅は50mとなっている。平成4年11月の現地調査では、生態系に関する調査項目は底生生物および付着生物であり、物理環境に関しては水質及び底質について調査を行った。平成5年7月と11月、平成6年5月の現地調査では、生態系に関する調査項目として、底生生物、付着生物および魚卵稚仔魚（平成5年度調査）あるいは植物・動物プランクトン（平成6年度調査）であり、物理環境に関しては水質及び底質について調査を行った。また、平成6年7月に魚類について調査を行った。

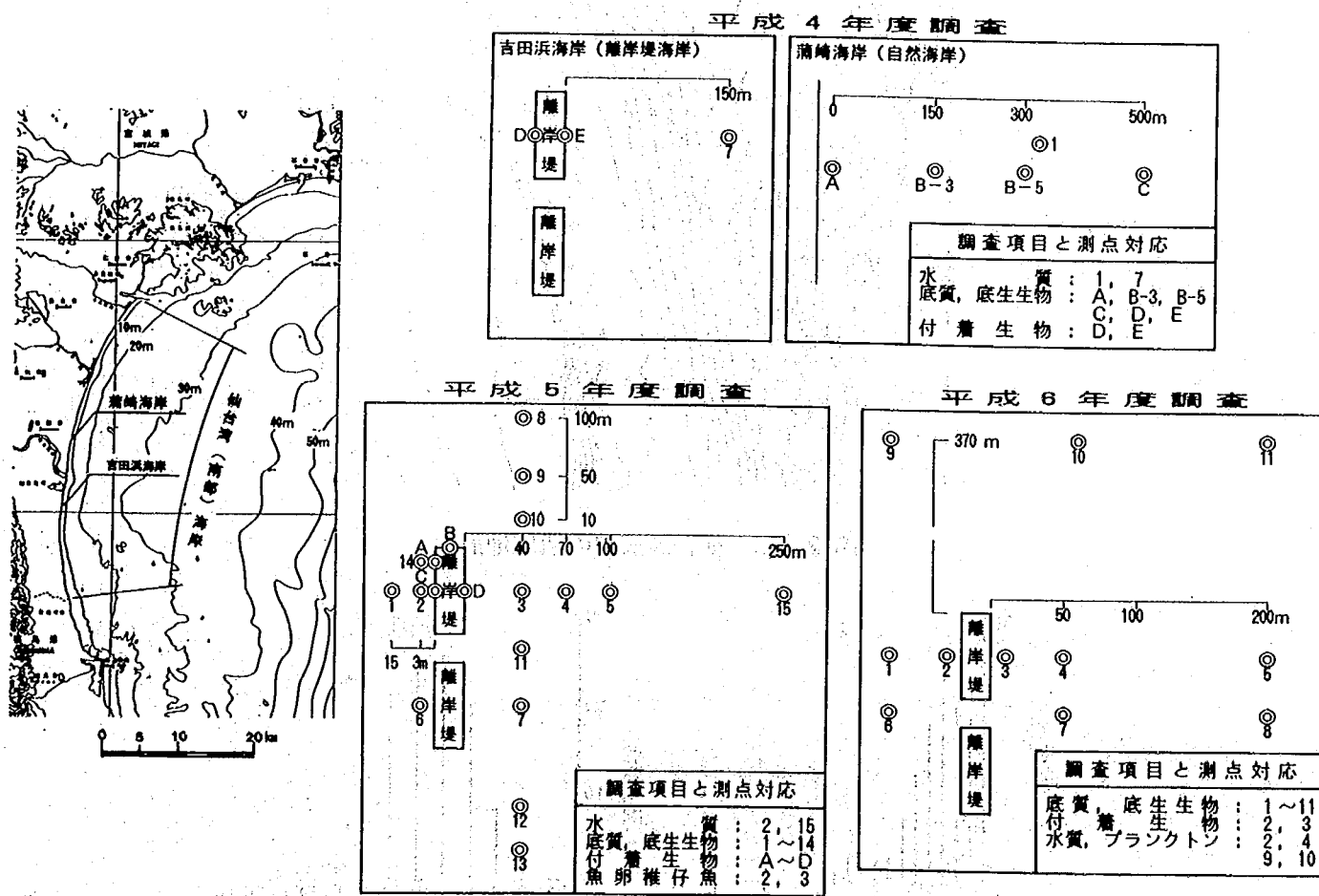


図-2.1.2 調査位置図

(2) 調査地域の海域特性

仙台湾（南部）沿岸は、延長約44kmの南北に長い弓形の砂浜海岸である。海底地形図（日本沿岸海洋誌、1985）を図-2.1.3に示す。浅海域の地形は、前浜では1/10程度と急勾配であるが、漂砂の移動限界の水深8m以浅（T.P.±0m～-8m）では1/30～1/50程度と比較的緩勾配となっており、水深30m以浅ではほぼ一様な海底地形となっている。

荒浜沖で1985～1988年にかけて観測された波高および周期の出現頻度を図-2.1.4に示す。波浪は、波高0.5～0.75mの発生頻度が最も高く、波高1m未満の波が全体の70%を占めており、波高3m以上の高波浪の出現頻度は0.5%程度である。周期は、9～10sの発生頻度が最も高く、周期8s未満の波が10%程度であることから、うねり性の波浪が大半を占めているものと考えられる。波向きについては、仙台港ではESEとSE、荒浜沖ではEとS、相馬港ではE方向が卓越しており、広域的に見た海岸線に対してほぼ直角に入射する波向きとなっている。また、潮位は、平均潮位がT.P.+0.01m、朔望平均満潮位がT.P.+0.86m、朔望平均干潮位がT.P.-0.41mであり、干満時の潮差は1.27mとなっている。

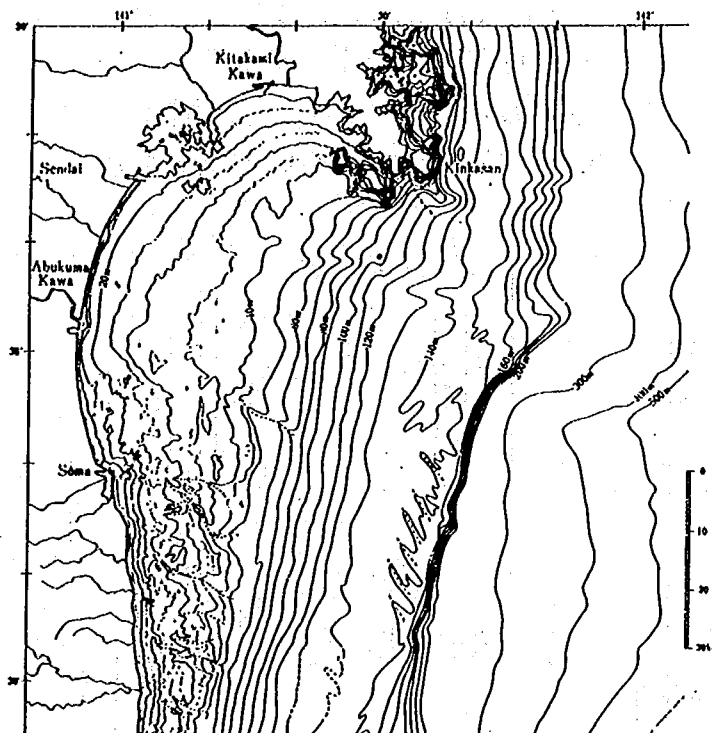


図-2.1.3 仙台湾周辺の海底地形

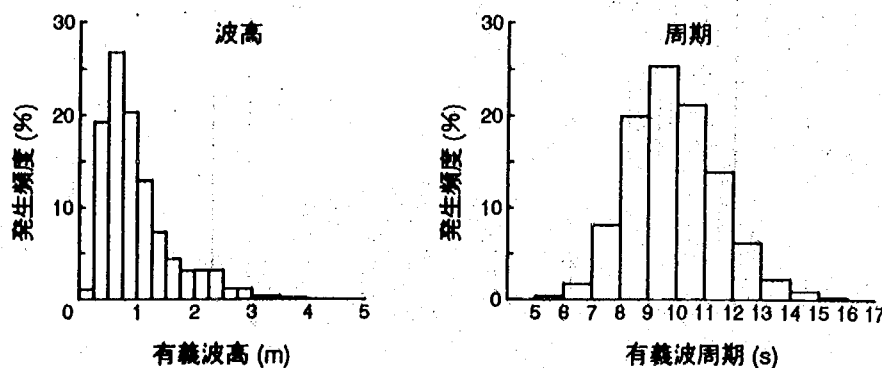


図-2.1.4 荒浜沖における波高・周期の出現頻度 (1985～1988)

(3) 水質・底質調査結果

① 水 質

水質調査結果を表-2.1.1に示す。水質は、離岸堤岸側で環境基準のA類型を満たしている。その他の測点ではCODがやや高めであるがほぼA類型を満たしている。SSに関しては全般にやや高めであるが、地理的な条件を考慮すると人為的なSS負荷分は少ないと考えられる。以上のことから調査海域は水質に関して良好な環境であると考えられる。

表-2.1.1 水質調査結果

海 区 区 分		東 北 太 平 洋 区 (仙 台 湾 南 部 沿 岸)			
海 岸 の 名 称		離 岸 堤 海 岸 (吉 田 浜 海 岸)			
秋季調査 (平成4年11月)	位 置			離岸堤沖約 150m	自然海岸 (蒲崎)
	調査項目			St. 7 : 水深 6.3m	St. 1 : 水深 5.0m
	水温・塩分			13.6 ~ 14.1℃ 32.9 ~ 33.3	14.0 ~ 14.2℃ 33.3 ~ 33.4
	透明度 (m)			2.4	1.8
	pH (15℃)			8.2	8.2
	DO (mg/l)			9.0~9.1	8.6~8.7
	SS (mg/l)			5~6	8
夏季調査 (平成5年7月6日)	水産用水基準			COD, 透明度が基準値より高い	COD, 透明度が基準値より高い
	環 境 基 準			A類型の基準値を満足しているが、CODはC類型である	A類型の基準値を満足しているが、CODはB類型である
	位 置	離 岸 堤 岸 側		離岸堤沖約 250m	
	調査項目	St. 2 : 水深 1.6m		St. 15 : 水深 9.1m	
	水温・塩分	19.0℃ 26.8 ~ 27.0		17.6 ~ 18.9℃ 27.1 ~ 32.2	
	透明度 (m)	1.0		2.2	
	pH (15℃)	8.3		8.3~8.4	
	DO (mg/l)	8.0		8.2~8.7	
	SS (mg/l)	3		5~52	
秋季調査 (平成5年11月26日)	COD (mg/l)	1.7~1.8		0.8~1.5	
	水産用水基準	COD, 透明度が基準値より高い		COD, 透明度が基準値より高い	
	環 境 基 準	A類型の基準値を満足している		A類型の基準値をほぼ満足しているが、pH (1点) が高い	
	位 置	離 岸 堤 岸 側	離 岸 堤 沖 側	離岸堤沖約 250m	
	調査項目	St. 2 : 水深 1.3m	St. 3 : 水深 3.5m	St. 15 : 水深 9.8m	
	水温・塩分	13.9℃ 30.6 ~ 30.8	13.5 ~ 14.0℃ 31.8 ~ 33.4	13.6 ~ 14.3℃ 31.6 ~ 33.5	
	透明度 (m)	1.3	2.5	2.5	
	pH (15℃)	8.2	8.2	8.2~8.3	
	DO (mg/l)	8.6~9.5	8.3~8.4	8.1~8.5	
	SS (mg/l)	3~6	4	4~5	
春季調査 (平成6年5月21日)	COD (mg/l)	1.4	<0.5	1.5~1.7	
	水産用水基準	COD, 透明度が基準値より高い	透明度が基準値より高い	COD, 透明度が基準値より高い	
	環 境 基 準	A類型の基準値を満足している	A類型の基準値を満足している	A類型の基準値を満足している	
	位 置	離 岸 堤 岸 側	離 岸 堤 沖 側	自 然 海 岸	自 然 海 岸
	調査項目	St. 2 : 水深 0.9m	St. 4 : 水深 5.7m	St. 9 : 水深 1.0m	St. 10 : 水深 5.8m
	水温・塩分	11.4℃ 33.1	11.0 ~ 11.8℃ 32.1 ~ 33.3	12.0℃ 32.3	10.9 ~ 11.7℃ 32.4 ~ 33.3
	透明度 (m)	0.9	3.8	0.0	3.5
	pH (15℃)	8.0	8.1	8.1	8.1
	DO (mg/l)	8.5	8.6~8.8	8.9	8.7~8.8
	SS (mg/l)	2	6~9	3	3~5
	COD (mg/l)	1.6	2.6	2.3	2.5~2.8
	水産用水基準	COD, 透明度が基準値より高い	CODが基準値より高い	COD, 透明度が基準値より高い	CODが基準値より高い
	環 境 基 準	A類型の基準値を満足している	A類型の基準値を満足しているが、CODはB類型である	A類型の基準値を満足しているが、CODはB類型である	A類型の基準値を満足しているが、CODはB類型である

② 底 質

底質調査結果を表-2.1.2に示す。底質の粒度組成は、全般に細砂が卓越する測点が大部分であった。シルトはいずれの測点でも2%未満と少なく、微細泥が堆積するような停滞性をもたない底層環境であるといえる。また、自然海岸と比較して離岸堤の岸側は粒径が細かい傾向が見られた。

表-2.1.2 底質調査結果

海 区 区 分		東 北 太 平 洋 区 (仙 台 湾 南 部 沿 岸)										
海 岸 の 名 称		離 岸 堤 海 岸 (吉田浜海岸)										
校 舎 調 査 (平成4年11月)	位 置	離 岸 堤 岸 側			離 岸 堤 沖 側			自 然 海 岸 (南崎海岸)				
	調査項目	St. D : 水深 1.6m			St. E : 水深 2.0m			St. A : 水深 0.0m	St. B-3 : 水深 3.0m	St. B-5 : 水深 5.0m	St. C : 水深 10.0m	
	泥温	15.6℃			13.8℃			15.4℃	16.8℃	15.8℃	14.0℃	
	粒度組成	細砂<(%) 粗砂<(%) シルト	7.1 94.2 0.0				0.8 95.6 0.0	2.2 98.2 0.0	5.5 97.1 0.2	2.4 97.3 0.3	0.3 94.1 4.1	
	中央粒径 (mm)	-	-				-	-	-			
	強熱減量 (%)	0.5	0.6				0.9	1.1	1.6	1.5		
	硫化物	-	-				-	-	-			
夏 季 調 査 (平成5年7月2日)	位 置	離 岸 堤 岸 側			離 岸 堤 沖 側			離 岸 堤 岸 側		離 岸 堤 沖 側		
	調査項目	St. 1 : 水深 0.0m	St. 2 : 水深 0.5m	St. 14 : 水深 1.3m	St. 3 : 水深 3.0m	St. 4 : 水深 3.2m	St. 5 : 水深 3.9m	St. 6 : 水深 1.1m	St. 7 : 水深 2.8m			
	泥温	20.2℃	20.2℃	20.2℃	19.2℃	19.3℃	19.2℃	20.2℃	19.2℃			
	粒度組成	細砂<(%) 粗砂<(%) シルト	0.8 93.5 0.0	1.4 97.8 0.0	5.3 97.7 0.0	2.0 98.0 0.0	0.1 94.3 0.0	11.2 88.8 0.0	7.9 92.1 0.0	5.5 94.5 0.0		
	中央粒径 (mm)	0.26	0.41	0.24	0.24	0.27	0.28	0.22	0.24			
	強熱減量 (%)	1.5	1.2	0.8	1.5	1.6	1.7	1.4	1.3			
	硫化物	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01			
校 舎 調 査 (平成5年11月25日)	位 置	離 岸 堤 岸 側			離 岸 堤 沖 側			離 岸 堤 岸 側		離 岸 堤 沖 側		
	調査項目	St. 1 : 水深 0.0m	St. 2 : 水深 0.9m	St. 14 : 水深 0.9m	St. 3 : 水深 3.4m	St. 4 : 水深 2.9m	St. 5 : 水深 4.3m	St. 6 : 水深 1.0m	St. 7 : 水深 4.7m			
	泥温	13.6℃	13.6℃	13.6℃	14.2℃	14.0℃	14.4℃	13.6℃	14.2℃			
	粒度組成	細砂<(%) 粗砂<(%) シルト	1.9 92.0 0.0	0.2 92.8 0.0	2.2 97.8 0.0	0.8 99.2 0.0	0.7 90.1 0.2	0.2 95.6 0.0	2.1 94.5 0.0	3.4 95.9 0.0		
	中央粒径 (mm)	0.22	0.26	0.23	0.19	0.21	0.27	0.46	0.70			
	強熱減量 (%)	1.0	1.2	0.9	1.0	1.1	1.1	1.1	0.9			
	硫化物	<0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01			
春 季 調 査 (平成6年5月20日)	位 置	離 岸 堤 岸 側		離 岸 堤 沖 側								
	調査項目	St. 1 : 水深 0.6m	St. 2 : 水深 1.2m				St. 3 : 水深 2.7m	St. 4 : 水深 5.4m	St. 5 : 水深 10.5m			
	泥温	12.4℃	12.4℃				12.6℃	11.4℃	10.9℃			
	粒度組成	細砂<(%) 粗砂<(%) シルト	0.6 4.3 95.0 0.1	6.3 13.2 80.5 0.0				0.3 13.7 86.2 0.0	0.3 1.7 97.3 0.7	0.2 1.3 97.9 0.6		
	中央粒径 (mm)	0.20	0.25				0.28	0.20	0.14			
	強熱減量 (%)	1.3	1.1				1.5	1.1	1.7			
	硫化物	<0.01	<0.01				<0.01	<0.01	<0.01			

海 区 区 分			東 北 太 平 洋 区 (仙 台 湾 南 部 沿 岸)						
海 岸 の 名 称			離 岸 堤 海 岸 (吉 田 浜 海 岸)						
夏季調査 (平成5年7月2日)	位 置		離 岸 堤 開 口 部			離 岸 堤 周 辺 部			
	調査項目		St.11: 水深 2.4m	St. 8: 水深 1.8m	St. 9: 水深 2.1m	St.10: 水深 2.7m	St.12: 水深 2.2m	St.13: 水深 2.1m	
	泥温		19.1℃	19.2℃	19.2℃	19.3℃	19.3℃	19.2℃	
	粒度組成		細砂<(%) 粗砂<(%) シルト	4.8 95.2 0.0	4.6 95.4 0.0	4.8 95.2 0.0	4.8 95.2 0.0	5.8 94.2 0.0	3.7 96.0 0.3
	中央粒径 (mm)		0.19	0.25	0.25	0.24	0.23	0.24	
	強熱減量 (%)		0.8	1.0	1.5	0.8	1.1	0.5	
	硫化物		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
秋季調査 (平成5年11月25日)	位 置		離 岸 堤 開 口 部			離 岸 堤 周 辺 部			
	調査項目		St.11: 水深 4.9m	St. 8: 水深 4.8m	St. 9: 水深 4.1m	St.10: 水深 3.9m	St.12: 水深 2.4m	St.13: 水深 3.9m	
	泥温		14.6℃	14.4℃	14.0℃	13.9℃	14.0℃	14.0℃	
	粒度組成		細砂<(%) 粗砂<(%) シルト	3.8 63.8 32.4 0.0	1.2 98.7 0.1	0.5 23.2 76.3 0.0	6.6 68.2 25.2 0.0	0.1 12.8 87.1 0.0	23.2 76.8 0.0
	中央粒径 (mm)		0.55	0.16	0.28	0.90	0.28	0.28	
	強熱減量 (%)		1.0	1.4	1.0	1.0	0.8	1.2	
	硫化物		<0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
春季調査 (平成6年5月20日)	位 置		離 岸 堤 開 口 部			自 然 海 岸			
	調査項目		St. 6: 水深 1.0m	St. 7: 水深 4.8m	St. 8: 水深 9.8m	St. 9: 水深 1.0m	St.10: 水深 5.0m	St.11: 水深10.9m	
	泥温		12.1℃	11.1℃	10.5℃	11.9℃	11.6℃	10.6	
	粒度組成		細砂<(%) 粗砂<(%) シルト	1.2 11.0 87.7 0.1	0.1 1.1 98.4 0.4	0.1 0.8 98.5 0.6	45.5 53.8 0.0	1.7 98.1 0.2	1.0 98.2 0.8
	中央粒径 (mm)		0.22	0.19	0.19	0.40	0.17	0.14	
	強熱減量 (%)		1.2	2.3	1.8	1.7	2.4	2.6	
	硫化物		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	

4) 自然海岸の生態系調査結果

① 底生生物

底生生物の調査結果を表-2.1.3および表-2.1.4に示す。水深の浅い潮間帯では、節足動物のヒメスナホリムシやアミ科の生物が見られたが、種類数が3以下、個体数が11以下と少ない状況となっている。これは、外洋に面している海岸であるため底質の移動が激しく、底生生物が生息しにくい環境にあると考えられる。一方、水深5～10mでは、種類数が4～14、個体数が9～148と増加している。なお、優占種は環形動物のカザリゴカイ科、ハスノハカシパンなどであった。調査で確認されたいずれの種も砂浜海岸で一般的に見られる生物である。自然海岸における平成4年11月（秋季）と平成6年5月（春季）の調査結果を比較すると、種類数、個体数ともに秋季に比べて春季の方が多い傾向が認められる。また、秋季に多く見られる軟体動物のキュウシュウナミノコガイ、コタマガイ、ヒメバカガイなどが、春季にはほとんど見られず、節足動物のヒサシソコエビ科、棘皮動物のハスノハカシパン、環形動物のカザリゴカイ科などが多く見られる。

② プランクトン

植物・動物プランクトンの調査は、平成6年5月に吉田浜の2地点で行っており、調査結果を表-2.1.5に示す。St.9(水深1m)では、植物プランクトンは、17種、151,920細胞出現しており、黄色植物が最も多い40%を占めている。また、動物プランクトンは、4種、383個体出現しており、原生動物が80%を占めている。St.10(水深5m)では、植物プランクトンは、上層では16種、84,960細胞、下層では15種、99,360細胞出現しており、上層、下層ともに黄色植物が50%程度を占めている。動物プランクトンは、11種、6,525個体出現しており、原生動物と節足動物が50%程度を占めている。

なお、自然海岸では、付着生物、魚卵稚仔魚および魚類については、調査を行っていない。

表-2.1.3 底生生物調査結果の概要

海 域 区 分		南 北 太 平 洋 区 (仙 台 湾 南 部 沿 岸)									
海 岸 の 名 称		臨 岸 堤 海 岸 (古 田 系 海 岸)									
秋 田 県 東 部 (平成 4 年 11 月)	位置	臨 岸 堤 岸 側				臨 岸 堤 沖 側		自 然 海 岸 (磯 崎 半 島)			
	調査項目	St. D : 水深 1.6m				St. E : 水深 2.0m		St. A : 水深 0.0m	St. B : 水深 3.0m	St. C : 水深 5.0m	St. D : 水深 10.0m
	観測点 (〇 1m)	44				6		11	2	9	38
	観測点	4				4		3	2	4	12
	観測点 (〇 1m)	0.22				35.06		0.17	13.79	0.06	11.05
	観測点	—				—		—	50.0	—	3.0
	観測点	—				—		—	50.0	—	29.0
	観測点	—				—		—	67.0	—	37.0
	観測点	—				—		—	—	—	31.0
	観測点	—				—		—	—	—	—
秋 田 県 東 部 (平成 5 年 7 月 2 日)	位置	臨 岸 堤 岸 側				臨 岸 堤 沖 側		臨 岸 堤 岸 側		臨 岸 堤 沖 側	
	調査項目	St. 1 : 水深 0.0m				St. 2 : 水深 0.5m		St. 3 : 水深 1.3m	St. 4 : 水深 3.0m	St. 5 : 水深 3.2m	St. 6 : 水深 1.1m
	観測点 (〇 1m)	0				1		5	11	6	1
	観測点	0				1		2	4	5	3
	観測点 (〇 1m)	0.00				0.00		0.05	0.44	0.17	0.40
	観測点	—				—		—	—	—	—
	観測点	—				—		—	—	—	—
	観測点	—				—		—	—	—	—
	観測点	—				—		—	—	—	—
	観測点	—				—		—	—	—	—
秋 田 県 東 部 (平成 5 年 11 月 25 日)	位置	臨 岸 堤 岸 側				臨 岸 堤 沖 側		臨 岸 堤 岸 側		臨 岸 堤 沖 側	
	調査項目	St. 1 : 水深 0.0m				St. 2 : 水深 0.9m		St. 3 : 水深 0.9m	St. 4 : 水深 2.9m	St. 5 : 水深 4.3m	St. 6 : 水深 1.0m
	観測点 (〇 1m)	1				1		1	2	3	4
	観測点	1				1		1	2	3	4
	観測点 (〇 1m)	0.00				0.00		0.34	0.00	0.20	0.06
	観測点	—				—		—	—	—	—
	観測点	—				—		—	—	—	—
	観測点	—				—		—	—	—	—
	観測点	—				—		—	—	—	—
	観測点	—				—		—	—	—	—
秋 田 県 東 部 (平成 6 年 9 月 21 日)	位置	臨 岸 堤 岸 側				臨 岸 堤 沖 側		臨 岸 堤 岸 側		臨 岸 堤 沖 側	
	調査項目	St. 1 : 水深 0.6m				St. 2 : 水深 1.2m		St. 3 : 水深 2.7m		St. 4 : 水深 5.4m	St. 5 : 水深 10.5m
	観測点 (〇 1.5m)	3				7		20		31	64
	観測点	2				7		4		6	12
	観測点 (〇 1.5m)	0.01				0.95		0.11		0.66	0.50
	観測点	—				—		—		—	—
	観測点	—				—		—		—	—
	観測点	—				—		—		—	—
	観測点	—				—		—		—	—
	観測点	—				—		—		—	—

海 区 区 分		東北太平洋区 (仙台湾 松島湾 石巻湾)						
海岸の名称		造成堤海岸 (宮田浜海岸)						
東部調査 (平成5年5月22日)	位置	海岸堤開口部			自然海岸			
	調査項目	SL11:水深2.4m	SL8:水深1.8m	SL9:水深2.1m	SL10:水深2.7m	SL12:水深2.2m	SL13:水深2.1m	
	幅員数 (0.1m)	7	8	10	10	11	11	
	埋没数	6	5	6	5	6	4	
	埋没率 (0.1m)	0.22	0.21	0.24	0.35	0.35	0.29	
	構成比	1. 地形 動物 植物 2. 砂 動物 植物 3. 泥 動物 植物 4. 砂 動物 植物	— 57.1 23.6 14.3	— 25.0 23.5 12.5	— 40.0 50.0 10.0	— 50.0 50.0 —	— 22.3 45.5 32.2	— 21.3 54.5 24.2
	表 占 率 (%)	1. 21.4% (100) 2. 23.6% (110) 3. 14.3% (67) 4. 20.7% (97)	1. 25.0% (100) 2. 23.5% (94) 3. 12.5% (50) 4. 39.0% (153)	1. 40.0% (100) 2. 50.0% (125) 3. 10.0% (25) 4. 0.0% (0)	1. 50.0% (100) 2. 50.0% (125) 3. 0.0% (0) 4. 0.0% (0)	1. 22.3% (100) 2. 45.5% (204) 3. 32.2% (147) 4. 0.0% (0)	1. 21.3% (100) 2. 54.5% (254) 3. 24.2% (112) 4. 0.0% (0)	
	多様性指数	2.52	2.00	2.37	1.96	2.41	1.62	
中部調査 (平成6年11月22日)	位置	海岸堤開口部			自然海岸			
	調査項目	SL11:水深4.9m	SL8:水深4.8m	SL9:水深4.7m	SL10:水深3.9m	SL12:水深2.4m	SL13:水深3.9m	
	幅員数 (0.1m)	6	18	5	1	4	3	
	埋没数	4	6	5	1	4	3	
	埋没率 (0.1m)	0.27	0.21	0.24	0.35	0.35	0.29	
	構成比	1. 地形 動物 植物 2. 砂 動物 植物 3. 泥 動物 植物 4. 砂 動物 植物	— 33.3 66.7 33.3	— 20.0 80.0 —	— — 100.0 —	— — 25.0 25.0	— — 33.3 66.7	
	表 占 率 (%)	1. 21.4% (100) 2. 23.6% (110) 3. 14.3% (67) 4. 20.7% (97)	1. 25.0% (100) 2. 23.5% (94) 3. 12.5% (50) 4. 39.0% (153)	1. 40.0% (100) 2. 50.0% (125) 3. 10.0% (25) 4. 0.0% (0)	1. 50.0% (100) 2. 50.0% (125) 3. 0.0% (0) 4. 0.0% (0)	1. 22.3% (100) 2. 45.5% (204) 3. 32.2% (147) 4. 0.0% (0)	1. 21.3% (100) 2. 54.5% (254) 3. 24.2% (112) 4. 0.0% (0)	
	多様性指数	1.79	2.22	2.32	—	2.00	1.59	
南部調査 (平成6年5月22日)	位置	海岸堤開口部			自然海岸			
	調査項目	SL6:水深1.0m	SL7:水深4.8m	SL8:水深9.8m	SL9:水深1.0m	SL10:水深5.0m	SL11:水深9.9m	
	幅員数 (0.15m)	4	50	174	2	23	128	
	埋没数	1	10	14	2	8	14	
	埋没率 (0.15m)	0.01	1.27	0.23	0.03	1.62	2.42	
	構成比	1. 地形 動物 植物 2. 砂 動物 植物 3. 泥 動物 植物 4. 砂 動物 植物	— 100.0 — —	0.6 1.7 16.7 81.0	— — 50.0 50.0	— 4.3 21.4 74.3	— 1.4 40.5 58.1	
	表 占 率 (%)	1. 71.4% (100) 2. 23.6% (33) 3. 14.3% (20) 4. 20.7% (29)	1. 25.0% (100) 2. 23.5% (94) 3. 12.5% (50) 4. 39.0% (153)	1. 40.0% (100) 2. 50.0% (125) 3. 10.0% (25) 4. 0.0% (0)	1. 50.0% (100) 2. 50.0% (125) 3. 0.0% (0) 4. 0.0% (0)	1. 22.3% (100) 2. 45.5% (204) 3. 32.2% (147) 4. 0.0% (0)	1. 21.3% (100) 2. 54.5% (254) 3. 24.2% (112) 4. 0.0% (0)	
	多様性指数	—	2.60	2.07	1.00	2.44	1.57	

表-2.1.4(1) 底生生物調査結果 (種別の出現状況)

動物門	綱	学名	和名	平成4年11月	平成4年11月					平成5年7月				平成5年11月				平成6年5月	
				離岸堤岸側	自然海岸					離岸堤岸側				離岸堤岸側				離岸堤岸側	
				St. D 1.6m	St. A 0.0m	St. B-3 3.0m	St. B-5 5.0m	St. C 10.0m		St. 1 0.0m	St. 2 0.5m	St. 14 1.3m	St. 6 1.1m	St. 1 0.0m	St. 2 0.9m	St. 14 0.9m	St. 6 1.0m	St. 1 0.6m	St. 2 1.2m
環形	多毛	Hydroides ezoensis	エゾカササギ	3															
		Spiophanes bombyx	スパンズビ					4											
		Haploscoloplos elongatus	ハカモシ																
		Prionospio krusadensis	ミナズビ	38															
		Nephtys polybranchia	シシロガコガイ					5											
		Aspharete sp.	(カササギ科)																
		Lumbrineris sp.	(キヌシノミ科)																
		Anaitides sp.	(カササギ科)					1											1
		Syllinae	(シラス科)																1
		Nephtys sp.	(シロガコガイ科)									1					1		
		Nerinides sp.	(ズビ科)																
		Paraprionospio sp. typeB	(ズビ科)					1											
		Prionospio sp.	(ズビ科)					1											
		Polydora sp.	(ズビ科)																
		Rhynchospio sp.	(ズビ科)	2										1					1
		Scolecopsis sp.	(ズビ科)																
		Glycera sp.	(チリ科)																1
		Sigalion sp.	(チリコロムシ科)																
		Thalenessa sp.	(チリコロムシ科)																
		Scoloplos sp.	(カササギ科)																
節足	甲殻	Cragon affinis	ズビシ																
		Ampelisca brevicornis	ズビナガズビ					6											
		Paradorippe granulata	カササギハナガハ					1											
		Siphonocarcinus tanabensis	タナベシ																
		Excirolana japonica	ズビナガズビ		6								1						1
		Philyra syndactyla	ヒラコ																
		Lysianassidae	ズビナガズビ科																
		Bodotriidae	ズビトリ																
		Ogyrides striatocauda	ズビナガズビ					3											
		Synidotea laevidorsalis	ズビナガズビ																1
		Archaeomysis sp.	(ズビ科)	1	3		2												1
		Gastrosaccus sp.	(ズビ科)														2		
		Synchelidium sp.	(ズビナガズビ科)				1												
		Eurydice sp.	(ズビナガズビ科)																
		Eohaustorius sp.	(ズビナガズビ科)																
		Urothoe sp.	(ズビナガズビ科)																
		Liljeborgia sp.	(ズビナガズビ科)					1											
		Corophium sp.	(ズビナガズビ科)																
		Harpiniopsis sp.	(ズビナガズビ科)					3		1	4			1				2	
		Atylus sp.	(ズビナガズビ科)																
		Melita sp.	(ズビナガズビ科)																
	昆虫	Chironomidae larva	ズビナガズビ科幼虫		2														
軟体	腹足	Muricidae	ズビナガズビ科																
		Olivella japonica	ズビナガズビ																
	二枚貝	Chion kiusiuensis	ズビナガズビ				4												
		Gomphina melanaegis	ズビナガズビ			1	2												1
		Macra chinensis	ズビナガズビ																
		Macra crosseii	ズビナガズビ					1											
紐形		NEWERT (NEA)	紐形動物門					1											1
棘皮	海胆	Scaphechinus mirabilis	ズビナガズビ																
腔腸	花虫	Pennatulacea	海綿目																
尾口	尾虫	Sipunculidae	ズビナガズビ科																

表-2.1.4(2) 底生生物調査結果 (種別の出現状況)

動物門	綱	学名	和名	平成4年11月	平成5年7月					平成5年11月				平成6年5月		
				離岸堤沖側	離岸堤沖側					離岸堤沖側				離岸堤沖側		
				St. E	St. 3	St. 4	St. 5	St. 7	St. 3	St. 4	St. 5	St. 7	St. 3	St. 4	St. 5	
				2.0m	3.0m	3.2m	3.9m	2.8m	3.4m	2.9m	4.3m	4.7m	2.7m	5.4m	10.5m	
環形	多毛	Hydroides ezoensis	エゾカサガシ													
		Spiophanes bombyx	エナシズビ													
		Haploscoloplos elongatus	ナガホコシ											3	10	
		Prionospio krusadensis	ミナハズビ													1
		Nephtys polybranchia	ナシシロホコイ													1
		Ampharete sp.	(カサガシ科)													
		Lumbrineris sp.	(キミツノミ科)													18
		Anatides sp.	(サハコイ科)								1	1				
		Syllinae	(シリシ科)													
		Nephtys sp.	(シロホコイ科)		1				3		1		1			3
		Nerinides sp.	(ズビ科)													
		Paraprionospio sp. typeB	(ズビ科)					1								
		Prionospio sp.	(ズビ科)													
		Polydora sp.	(ズビ科)													
		Rhynchospio sp.	(ズビ科)													
		Scolecopsis sp.	(ズビ科)													
		Glycera sp.	(チリ科)				1			1						
Sigalion sp.	(ナリコロムシ科)				1								1			
Thalenessa sp.	(ナリコロムシ科)				1											
Scoloplos sp.	(ホコサコイ科)										2					
節足	甲殻	Crangon affinis	ズビシコ													
		Ampelisca brevicornis	クビナガメ													
		Paradorippe granulata	ナメハゲキ													
		Siphonocarcinus tanabensis	ナメハゲキ													
		Excirolana japonica	ヒメナガメ													
		Philyra syndactyla	ヒメナガメ													
		Lysianassidae	ズビシコ科													
		Bodotriidae	ズビシコ科			1									1	
		Ogyrides striaticauda	ヒメナガメ												4	5
		Synidotea laevidorsalis	ナメハゲキ		1											
		Archaeomysis sp.	(ズビ科)													
		Gastrosaccus sp.	(ズビ科)													
		Synchelidium sp.	(ナメハゲキ科)				1			1	1			2		
		Eurydice sp.	(ナメハゲキ科)		1		1							1	1	1
		Eohaustorius sp.	(ナメハゲキ科)													
		Urothoe sp.	(ナメハゲキ科)												12	15
		Liljeborgia sp.	(ナメハゲキ科)													1
		Corophium sp.	(ナメハゲキ科)													
		Harpiniopsis sp.	(ナメハゲキ科)		5	6				3			16			7
		Atylus sp.	(ナメハゲキ科)													
		Melita sp.	(ナメハゲキ科)													
	昆虫	Chironomidae larva	ズビシ科幼虫													
		腹足	Muricidae	ズビシ科												
	Olivella japonica		ナメハゲキ				1									
	二枚貝	Chion kiusiuensis	ナメハゲキ	3	4	2	2	2		1	2					
		Gomphina melanaegis	ナメハゲキ	1												
		Mactra chinensis	ナメハゲキ													
Mactra crossei		ナメハゲキ	1													
紐形		NEMERTINEA	紐形動物門													
棘皮	海胆	Scaphechinus mirabilis	ナメハゲキ													
腔腸	花虫	Pennatulacea	海綿目											10		
星口	星虫	Sipunculidae	ズビシ科													

表-2.1.4(3) 底生生物調査結果 (種別の出現状況)

動物門	綱	学名	和名	平成5年7月						平成5年11月						平成6年5月					
				開口部		離岸堤周辺				開口部		離岸堤周辺				離岸堤開口部			自然海岸		
				St. 11	St. 8	St. 9	St. 10	St. 12	St. 13	St. 11	St. 8	St. 9	St. 10	St. 12	St. 13	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. 10	St. 11
				2.4m	1.8m	2.1m	2.7m	2.2m	2.1m	4.9m	4.8m	4.1m	3.9m	2.4m	3.9m	1.0m	4.8m	9.8m	1.0m	5.0m	10.9m
環形	多毛	Hydroides ezoensis	エダコサザシ																		
		Spiophanes bombyx	エナツスビオ														4	39			
		Baploscoloplos elongatus	カノエムシ																		
		Prionospio krusadensis	ミナハスビオ																		
		Nephtys polybranchia	ミナシロハコガ																		
		Ampharete sp.	(カサリコガイ科)															98		3	85
		Lumbrineris sp.	(キヌシイタ科)							1			1					1			
		Anaitides sp.	(カサゴガイ科)																		
		Syllinae	(シリシ科)																1		
		Nephtys sp.	(シロハコガイ科)	1	1	1		2	1	1				1	1			3			
		Nerinides sp.	(スビオ科)																		
		Paraprionospio sp. typeB	(スビオ科)																		
		Prionospio sp.	(スビオ科)																		
		Polydora sp.	(スビオ科)																		
		Rhynchospio sp.	(スビオ科)																		
		Scolecopsis sp.	(スビオ科)																		
		Glycera sp.	(チリ科)					1							1					1	
		Sigalion sp.	(チリコロムシ科)															1			
		Thalenessa sp.	(チリコロムシ科)																		
		Scoloplos sp.	(ホコサゴイ科)																	1	
節足	甲殻	Cragon affinis	エビノエ															2			
		Ampelisca brevicornis	クビナガスビ																		
		Paradorippe granulata	カサノハイタ															1			
		Siphonocarcinus tanabensis	スナガキエビ			1						1									
		Excirolana japonica	ヒメナガエビ					1													
		Philyra syndactyla	ヒコガシ															1			1
		Lysianassidae	フヒナガエビ科															1			1
		Bodotriidae	ボドトリ科																		
		Ogyrides striatocauda	モウワツ															12	9	4	1
		Synidotea laevidorsalis	ワシノエビ													4			1		1
		Archaeomysis sp.	(アミ科)													4					
		Gastrosaccus sp.	(アミ科)									1	1		1				1		
		Synchelidium sp.	(フナノエビ科)			1	1			3	4	1		1			1	1			1
		Eurydice sp.	(スナガエビ科)	1			1														
		Eohaustrius sp.	(フナノエビ科)				1					1						1		1	
		Urothoe sp.	(フナノエビ科)															11	9	2	11
		Liljeborgia sp.	(ヒメナガエビ科)																		
		Corophium sp.	(ドコガエビ科)																		
		Harpiniopsis sp.	(ヒメナガエビ科)	1	4	3	2	3	6	1	5	1		1	1		3	6			32
		Atylus sp.	(フナノエビ科)															1			1
		Melita sp.	(メダコエビ科)																		
	昆虫	Chironomidae larva	スジバネ科幼虫																		10
軟体	腹足	Muricidae	ツチノコ科	1																	
		Olivella japonica	オリーブ	1																1	1
	二枚貝	Chion kiusiuensis	キウスウシ	2	1	3	5	3	3		6										
		Gomphina melanaegis	ゴムファ		1																
		Mactra chinensis	マカ															1			
		Mactra crosseii	マカ															2			1
紐形		NEMERTINEA	紐形動物門						1				1								
棘皮	海胆	Scaphechinus mirabilis	ハシノハシ														15			10	
腔腸	花虫	Pennatulacea	海綿目																		
環口	環虫	Sipunculidae	シムシ科																		1

表-2.1.5 植物プランクトン調査結果

海 区 区 分		東 北 太 平 洋 区 (仙 台 湾 南 部 沿 岸)						
海 岸 の 名 称		離 岸 堤 海 岸 (吉 田 浜 海 岸)						
植物 プランクトン	位 置		離 岸 堤 岸 側	離 岸 堤 沖 側		自 然 海 岸		
	調査項目		St. 2 (上層)	St. 4 (上層)	St. 4 (下層)	St. 9 (上層)	St. 10 (上層)	St. 10 (下層)
	細胞数 (／ℓ)		8480	150720	160800	151920	84960	99360
	種類数		20	33	21	17	16	15
	クロロフィル a (μg／ℓ)		0.47	1.48	1.24	1.03	1.18	1.10
	構成比 比率	1. 黄 色 植 物	07.0	53.8	54.9	41.7	58.2	46.4
		2. 褐 藻 毛 植 物	13.2	13.1	23.0	19.4	11.9	37.2
		3. クリプト植物	3.8	13.4	11.0	22.7	19.8	7.7
		4. 緑 色 植 物	16.0	18.8	9.9	16.1	7.3	4.3
		5. そ の 他	-	1.0	1.2	-	2.8	4.3
	主 要 種	Thala. spp. (珪)	11.3	30.6	36.4	28.4	28.8	29.0
Thala. nit. (珪)		19.8	-	11.9	-	13.0	0.0	
Cymno. (渦)		-	-	-	14.2	-	0.0	
Proto. spp. (渦)		-	-	17.3	-	-	29.5	
Crypto. (ク)		-	13.4	11.0	22.7	19.8	0.0	
Scene. quadri. (緑)		11.3	-	-	-	-	0.0	
動物 プランクトン	位 置		離 岸 堤 岸 側	離 岸 堤 沖 側		自 然 海 岸		
	調査項目		St. 2 : 水深 1.2m	St. 4 : 水深 5.4m		St. 9 : 水深 1.0m	St. 10 : 水深 5.0m	
	個体数 (／m ³)		2924	2053		383	1165	
	種類数		7	14		4	11	
	湿重量 (g／m ³)		3.77	0.20		0.23	0.40	
	構成比 比率	1. 原 生 動 物	55.3	14.9		80.2	53.8	
		2. 節 足 動 物	34.2	69.3		9.9	43.3	
		3. 幼 生	10.5	3.5		9.9	2.9	
		4. そ の 他	-	12.3		-	-	
	主 要 種	Tinti. kofu. (原)	-	-		30.0	-	
		Fave. tara. (原)	-	14.9		50.1	52.4	
Forami. (原)		47.4	-		-	-		
Cope. of Oith. (節)		-	21.0		-	10.5		
Naup. of Cope. (節)		21.0	36.0		-	23.9		
Oiko. diol. (索)		-	11.4		-	-		

表-2.1.6 魚卵稚子魚調査結果

海 区 区 分		東 北 太 平 洋 区 (仙 台 湾 南 部 沿 岸)	
海 岸 の 名 称		離 岸 堤 海 岸 (吉 田 浜 海 岸)	
調査測点		St. 2 : 水深0.5m	St. 3 : 水深3.0m
調査項目	位 置	離 岸 堤 岸 側	離 岸 堤 沖 側
魚	個体数 (／1000m ³)	190	1331
	種類数	2	2
	優 占 種 (%)	1. ネズツボ科 (50) 2. 単脂球形卵 (50) (卵径: 0.73mm, 油球径: 0.27mm)	(64) (36) (卵径: 0.77-0.88mm, 油球径: 0.18-0.20mm)
稚 仔 魚	個体数 (／1000m ³)	0	570
	種類数	0	2
	優 占 種 (%)	1. 2.	カタクチイワシ (67) (体長: 2.80-3.90mm) イソギンボ (33) (体長: 1.90-2.10mm)

(5) 離岸堤海岸の生態系調査結果

① 底生生物

表-2.1.3, 表-2.1.4に示した調査結果によると、離岸堤の岸側に比べて沖側では種類数、個体数ともに多い傾向が認められた。離岸堤の岸側では、節足動物と環形動物が大半を占めているが、環形動物のミツバネスピオが平成4年の11月の調査で38個体採取された以外は各種とも1~4個体の出現が確認されただけであり、全般的に生物相が貧弱であるといえる。なお、節足動物のヒサシソコエビ科については、いずれの調査でも出現が確認された。離岸堤の沖側では、岸側で大半を占めていた節足動物と環形動物に加えて、軟体動物のキュウシュウナミノコガイ、棘皮動物のハスノハカシバンなども数多く出現している。

また、種類数および個体数は、秋季（11月）に比べて春季（5月）および夏季（7月）の方が多い傾向が認められ、夏季には多く出現したキュウシュウナミノコガイが、春季にはほとんど見られないことが特徴的である。

② プランクトン

平成6年5月に離岸堤の岸側と沖側の2地点で調査を行った。表-2.1.5に示した調査結果によると、St.2(水深1m)では、植物プランクトンは、20種、8,480細胞出現しており、黄色植物が67%を占めている。また、動物プランクトンは、7種、2924個体出現しており、原生動物が55%を占めている。St.4(水深5m)では、植物プランクトンは、上層では33種、150,720細胞、下層では21種、160,800細胞出現しており、上層、下層ともに黄色植物が50%程度を占めている。また、動物プランクトンは、14種、2,053個体出現しており、節足動物が69%を占めている。

③ 魚卵稚仔魚

魚卵稚仔魚の調査結果を表-2.1.6に示す。調査は、平成5年7月および11月に離岸堤の岸側と沖側で行ったが、11月の調査ではノルパックネットによる定量採取（表層）では全く採取されなかった。これは春期および夏季を産卵期としている魚類が多いことが理由として考えられる。7月の調査で採取された個体数は、離岸堤の沖側に比べて岸側では少なく、沖側では魚卵が1,331個体、稚仔魚が570個体であるのに対して、岸側では魚卵が190個体、稚仔魚が0であった。魚卵の出現種は、岸側、沖側ともにネズッポ科が多く見られ、沖側のみに出現した稚仔魚は、カタクチイワシとイソギンボの2種類であった。

なお、離岸堤沖側の任意採集によると、平成5年7月では、サツパ、クロダイ、ハゼ科、フグ科などの8種類の稚仔魚が確認され、平成5年11月では、カタクチイワシ、アユ、スズキの稚仔魚が確認されている。

④ 付着生物

付着生物の調査結果を表-2.1.7, 表-2.1.8, 図-2.1.5および写真-2.1.1に示す。調査は、離岸堤の岸側と沖側の潮間帯付近において定量採集と目視観察を行った。目視観察の結果によると、離岸堤の沖側では、碎波による飛沫帯が上方に形成されるため、海藻および付着動物ともに鉛直分布の上限が岸側よりも高くなり、種類数も多くなる傾向が見られた。

付着物については、離岸堤の岸側と沖側で、また季節による違いが認められた。岸側では、高・中潮帯にほとんど海藻が見られないが、沖側では高・中潮帯にも海藻が多く付着している。季節変化については、岸側では、春季（平成6年5月）にはほとんど見られない紅

藻植物のタンバノリが、夏季（平成5年7月）には低潮帯に出現し、秋季（平成4年11月，平成5年11月）には低潮帯にタンバノリとツルツルが出現している。沖側では、各季節ともに紅藻植物のツノマタが高・中潮帯で優占種となっており、低潮帯ではタンバノリとツノマタが優占種となっている。

付着動物については、離岸堤の岸側と沖側には違いが認められたが、季節による明瞭な違いは認められなかった。特に岸側では、ほとんど海藻が出現しなかった高・中潮帯に付着動物が多く見られた。岸側の高潮帯では節足動物のイワフジツボが、中・低潮帯では軟体動物のイワフジツボおよびムラサキイガイが優占種となっており、中・低潮帯には水産有用種であるマガキも多く見られる。沖側では、ムラサキイガイが優占種であり、その他にムラサキイガイの近種であるデアラムラサキインコガイ、軟体動物のコガモガイやマガキ、節足動物のイソヨコエビなどが出現している。

⑤ 魚類

魚類の調査結果を図-2.1.6および表-2.1.9に示す。調査は、平成6年7月に離岸堤周辺で底刺網を用いて行った。調査結果によると、岸側ではサッパが1個体、イシガニが3個体漁獲され、沖側ではシログチが2個体漁獲された。また、目視観察では、岸側でアイナメ、カレイ類、ハゼ科が、沖側でベラ科、ハゼ科が各々確認された。

表-2.1.7 付着生物調査結果の概要

海区区分		東 北 太 平 洋 区 (仙 台 湾 南 部 沿 岸)											
海岸の名称		瀨 岸 堤 海 岸 (吉 田 浜 海 岸)											
秋季調査 (平成4年11月)	調査項目	離岸堤岸側						離岸堤沖側					
	調査地点	St. D						St. E					
	調査地点	潮間帯						潮間帯					
	調査地点	潮下帯						潮下帯					
	調査地点	潮下帯						潮下帯					
夏季調査 (平成5年7月)	調査項目	離岸堤岸側						離岸堤沖側					
	調査地点	St. C						St. A					
	調査地点	高潮帯						中潮帯					
	調査地点	中潮帯						低潮帯					
	調査地点	低潮帯						高潮帯					
秋季調査 (平成5年11月)	調査項目	離岸堤岸側						離岸堤沖側					
	調査地点	St. C						St. A					
	調査地点	高潮帯						中潮帯					
	調査地点	中潮帯						低潮帯					
	調査地点	低潮帯						高潮帯					
春季調査 (平成6年5月)	調査項目	離岸堤岸側						離岸堤沖側					
	調査地点	St. 2						St. 3					
	調査地点	高潮帯						中潮帯					
	調査地点	中潮帯						低潮帯					
	調査地点	低潮帯						高潮帯					

表-2.1.8(1) 付着生物調査結果 (種別の出現状況 [植物])

門	綱	学名	和名	平成4年11月		平成5年7月						平成5年11月						平成6年5月		
				離岸堤岸側		離岸堤岸側						離岸堤岸側						離岸堤岸側		
				St. D		St. C			St. A			St. C			St. A			St. 2		
				高潮帯	中潮帯	高潮帯	中潮帯	低潮帯	高潮帯	中潮帯	低潮帯	高潮帯	中潮帯	低潮帯	高潮帯	中潮帯	低潮帯	高潮帯	中潮帯	低潮帯
褐色植物	褐藻	<i>Desmarestia ligulata</i>	ウルシグサ																	
紅色植物	紅藻	<i>Porphyra</i> sp.	アマノリ属					<0.01												<0.01
		<i>Caulacanthus okamurae</i>	イソダンツウ																	<0.01
		<i>Polysiphonia</i> sp.	イトグサ属																	
		<i>Bangia atropurpurea</i>	ウシケノリ											<0.01			0.8			
		<i>Nemalion vermiculare</i>	ウミゾウメン																	
		<i>Gracilaria asiatica</i>	オゴノリ																	
		<i>Callithamnion</i> sp.	キヌイトグサ属																	
		Delesseriaceae	コノハノリ科																	
		<i>Herpochondria elegans</i>	サエダ																	
		Melobesioideae	サビ帯科																	
		<i>Pachyseniopsis elliptica</i>	タンバノリ					1,172.8			269.6						126.8			
		<i>Chondrus ocellatus</i>	ツノマダ																	
		<i>Grateloupia turuturu</i>	ツルツル		40.4															
		<i>Grateloupia sparsa</i>	ヒヂリメン											251.2						
		<i>Grateloupia livida</i>	ヒラムカデ																	
		<i>Antithamnion</i> sp.	フタツガサネ属																	
		<i>Schizyenia dubyi</i>	ベニスナゴ																	
緑色植物	緑藻	<i>Ulva</i> sp.	アオサ属		0.4															
		<i>Enteromorpha</i> sp.	アオノリ属													<0.01	16.8			
		<i>Ulva pertusa</i>	アナアオサ																<0.01	<0.01
		<i>Cladophora</i> sp.	シオグサ属																	
		<i>Bryopsis plumosa</i>	ハネモ		7.6															

表-2.1.8(2) 付着生物調査結果 (種別の出現状況 [植物])

門	綱	学名	和名	平成4年11月		平成5年7月						平成5年11月						平成6年5月		
				離岸堤岸側		離岸堤岸側						離岸堤岸側						離岸堤岸側		
				St. E		St. D			St. B			St. D			St. B			St. 3		
				高潮帯	中潮帯	高潮帯	中潮帯	低潮帯	高潮帯	中潮帯	低潮帯	高潮帯	中潮帯	低潮帯	高潮帯	中潮帯	低潮帯	高潮帯	中潮帯	低潮帯
褐色植物	褐藻	<i>Desmarestia ligulata</i>	ウルシグサ																	
紅色植物	紅藻	<i>Porphyra</i> sp.	アマノリ属			0.4	0.4	1.6										12.4	6.0	
		<i>Caulacanthus okamurae</i>	イソダンツウ																	
		<i>Polysiphonia</i> sp.	イトグサ属	<0.01	<0.01		0.4			<0.01		0.4			32.0	0.8		5.2		
		<i>Bangia atropurpurea</i>	ウシケノリ													0.8		3.0		
		<i>Nemalion vermiculare</i>	ウミゾウメン															<0.01	<0.01	
		<i>Gracilaria asiatica</i>	オゴノリ			119.2		18.4										6.4		
		<i>Callithamnion</i> sp.	キヌイトグサ属	<0.01	<0.01					17.6										
		Delesseriaceae	コノハノリ科		<0.01															
		<i>Herpochondria elegans</i>	サエダ				<0.01			<0.01										
		Melobesioideae	サビ帯科	計測不可	計測不可															
		<i>Pachyseniopsis elliptica</i>	タンバノリ		3.2	6.0														
		<i>Chondrus ocellatus</i>	ツノマダ	404.8	486.0	203.6	189.2	1,159.2				167.0	351.6	138.8						31.2
		<i>Grateloupia turuturu</i>	ツルツル		0.4		166.0				0.8									
		<i>Grateloupia sparsa</i>	ヒヂリメン	11.2	2.0		45.6			0.8										
		<i>Grateloupia livida</i>	ヒラムカデ	7.6																
		<i>Antithamnion</i> sp.	フタツガサネ属																	
		<i>Schizyenia dubyi</i>	ベニスナゴ				2.0													1.2
緑色植物	緑藻	<i>Ulva</i> sp.	アオサ属	19.6	23.4	<0.01	40.4	0.8		0.8	15.2	0.2	0.8	24.0	2.4	4.8	<0.01	24.4	2.0	5.6
		<i>Enteromorpha</i> sp.	アオノリ属	<0.01		3.2		4.8		<0.01								6.4		
		<i>Ulva pertusa</i>	アナアオサ				4.0													
		<i>Cladophora</i> sp.	シオグサ属	<0.01	<0.01															16.5
		<i>Bryopsis plumosa</i>	ハネモ															<0.01		

表-2.1.8(3) 付着生物調査結果(種別の出現状況[動物])

門	綱	学名	和名	平成4年11月			平成5年7月						平成5年11月						平成6年5月		
				標準採集例			標準採集例						標準採集例						標準採集例		
				S1.1)			S1. C			S1. A			S1. C			S1. A			S1. 2		
				高潮帯	中潮帯	低潮帯	高潮帯	中潮帯	低潮帯	高潮帯	中潮帯	低潮帯	高潮帯	中潮帯	低潮帯	高潮帯	中潮帯	低潮帯	高潮帯	中潮帯	低潮帯
環形動物	多毛	<i>Genyllia castanea</i>	7/17/2																		
		<i>Hydroides exoniensis</i>	2/19/2																		
		<i>Polyschides pictus</i>	3/12/17																		
		<i>Sabellidae</i>	7/18																		
		<i>Arabella iricolor</i>	12/6/2																		
		<i>Neanthes laevigata</i>	22/12/2																		
		<i>Platynereis bicanaliculata</i>	24/12/1																		
		<i>Nereis heterosira</i>	3/2/12/1																		
		<i>Teredolites</i>	2/12/11																		
		<i>Nereis pelagica</i>	22/12/1																		
		<i>Cirratulus tentaculatus</i>	12/12/1																		
		<i>Pionosiole krusadensis</i>	2/12/1																		
		<i>Halosydna brevistoma</i>	10/10/2																		
		<i>Capitella capitata</i>	11/12/11																		
		<i>Harmothoe sp.</i>	10/10/2																		
		<i>Lepidodius sp.</i>	10/10/2																		
		<i>Urechis caupo</i>	11/12/11																		
		<i>Nereis pulchra</i>	2/12/1																		
		<i>Nereis sp.</i>	2/12/1																		
		<i>Pseudonereis variegata</i>	2/12/1																		
		<i>Anatides sp.</i>	10/10/2																		
		<i>Eulalia sp.</i>	10/10/2																		
		<i>Syllinae</i>	10/10/2																		
		<i>Roccardia sp.</i>	10/10/2																		
		<i>Polysora sp.</i>	10/10/2																		
		<i>Rhynchospio sp.</i>	10/10/2																		
腔腸動物	花虫	<i>Actinaria</i>	10/10/2																		
		<i>Ascididae</i>	2/12/1																		
		<i>Siphonidae</i>	2/12/1																		
		<i>Botryllidae</i>	10/10/2																		
		<i>Molgulidae</i>	10/10/2																		
節足動物	甲殻	<i>Aoridae</i>	7/18																		
		<i>Pontogeneia rosirata</i>	2/12/1																		
		<i>Amphipoda</i>	2/12/1																		
		<i>Deinoceramus sanguineus</i>	10/10/2																		
		<i>Elasmopus japonicus</i>	2/12/1																		
		<i>Pachygrapsus crassipes</i>	10/10/2																		
		<i>Grapsidae</i>	10/10/2																		
		<i>Chthamalus challengerii</i>	2/12/1																		
		<i>Janicospis longianthennata</i>	10/10/2																		
		<i>Tassa falcata</i>	10/10/2																		
		<i>Deinoceramus penicillatus</i>	2/12/1																		
		<i>Pachycheilus stensii</i>	10/10/2																		
		<i>Dynoides dentatus</i>	10/10/2																		
		<i>Balanus albicostatus</i>	10/10/2																		
		<i>Balanus amphitrite</i>	10/10/2																		
		<i>Semibalanus cariosus</i>	10/10/2																		
		<i>Pleustidae</i>	10/10/2																		
		<i>Cirolana harfordi japonica</i>	10/10/2																		
		<i>Byale barbicornis</i>	10/10/2																		
		<i>Caprella penaeis</i>	10/10/2																		
		<i>Byale grandicornis</i>	10/10/2																		
		<i>Smidotea laevigata</i>	10/10/2																		
		<i>Stenothoe sp.</i>	10/10/2																		
		<i>Amphithoe sp.</i>	10/10/2																		
		<i>Barinopsis sp.</i>	10/10/2																		
		<i>Melita sp.</i>	10/10/2																		
		<i>Byale sp.</i>	10/10/2																		
		<i>Caprella sp.</i>	10/10/2																		
		<i>Tipulidae larva</i>	10/10/2																		
		<i>Dolichopodidae larva</i>	10/10/2																		
		<i>Chironomidae larva</i>	10/10/2																		
		<i>Hydra</i>	10/10/2																		
		<i>Cellana grata</i>	10/10/2																		
		<i>Acanthochiton sp.</i>	10/10/2																		
		<i>Ruditapes philippinarum</i>	10/10/2																		
		<i>Solenia coreanica</i>	10/10/2																		
		<i>Petrolidae</i>	10/10/2																		
		<i>Bistola orientalis</i>	10/10/2																		
		<i>Anomia chinensis</i>	10/10/2																		
		<i>Crassostrea gigas</i>	10/10/2																		
		<i>Mytilus edulis</i>	10/10/2																		
		<i>Adula schmidtii</i>	10/10/2																		
		<i>Mytilus edulis</i>	10/10/2																		
		<i>Septifer virgatus</i>	10/10/2																		
		<i>Entodesma sp.</i>	10/10/2																		
		<i>Collisella dorsuosa</i>	10/10/2																		
		<i>Moluccana conina</i>	10/10/2																		
		<i>Collisella heroldi</i>	10/10/2																		
		<i>Ocenebra rusticus</i>	10/10/2																		
		<i>Crepidula orea</i>	10/10/2																		
		<i>Reishia bronni</i>	10/10/2																		
		<i>Mudibranchia</i>	10/10/2																		
節足動物	海蟹	<i>Polychaeta</i>	10/10/2																		
		<i>Temnocleus tomentosus</i>	10/10/2																		
節足動物	海蟹	<i>Cambaridae</i>	10/10/2																		
		<i>Pictiblenius yabei</i>	10/10/2																		
節足動物	海蟹	<i>Siphonidae</i>	10/10/2																		
		<i>Debaria subvirens</i>	10/10/2																		
節足動物	海蟹	<i>PORIFERA</i>	10/10/2																		
		<i>NEURTERIA</i>	10/10/2																		

表-2.1.8(4) 付着生物調査結果（種別の出現状況〔動物〕）

門	綱	学名和名	平成4年11月			平成5年7月						平成5年11月						平成6年5月		
			離岸堤沖側		高潮形	離岸堤沖側		離岸堤堤部		離岸堤沖側			離岸堤堤部			離岸堤沖側				
			S. E			S. D		S. D		S. D			S. D			S. S				
			高潮形	中潮形		高潮形	中潮形	低潮形	高潮形	中潮形	低潮形	高潮形	中潮形	低潮形	高潮形	中潮形	低潮形	高潮形	中潮形	低潮形
環形動物	多毛	Genetyllia castanea	17/12/2																	
		Hydroides exposita	17/12/2																	
		Polydora pictus	17/12/2																	
		Sabellidae	17/12/2																	
		Arabella tricolor	17/12/2																	
		Naiades laevigata	17/12/2																	
		Platynereis bicanaliculata	17/12/2																	
		Nereis heterocirrata	17/12/2																	
		Terebellidae	17/12/2																	
		Nereis pelagica	17/12/2																	
		Cirriiformia tentaculata	17/12/2																	
		Prionospio krusadensis	17/12/2																	
		Halosydna brevisetosa	17/12/2																	
		Capitella capitata	17/12/2																	
		Harmothoe sp.	17/12/2																	
		Lepidionotus sp.	17/12/2																	
		Quadrineris sp.	17/12/2																	
		Nereis multigemma	17/12/2																	
		Nereis sp.	17/12/2																	
		Pseudonereis variegata	17/12/2																	
Anatides sp.	17/12/2																			
Eulalia sp.	17/12/2																			
Syllinae	17/12/2																			
Boccardia sp.	17/12/2																			
Polydora sp.	17/12/2																			
Rhynchospio sp.	17/12/2																			
腔腸動物	花虫	Actinaria	17/12/2																	
		Ascididae	17/12/2																	
		Stolididae	17/12/2																	
		Botryllidae	17/12/2																	
原索動物	尾索	Molgulidae	17/12/2																	
		Aoridae	17/12/2																	
		Pontogenia rostrata	17/12/2																	
		Amphirochidae	17/12/2																	
節足動物	甲殻	Hemigrapsus sanguineus	17/12/2																	
		Elasmopus japonicus	17/12/2																	
		Pachygrapsus crassipes	17/12/2																	
		Grapsidae	17/12/2																	
		Chthamalus challengerii	17/12/2																	
		Janiropsis longiantennata	17/12/2																	
		Jassa falcata	17/12/2																	
		Hemigrapsus penicillatus	17/12/2																	
		Pachycheles stevensii	17/12/2																	
		Dynoides dentisinus	17/12/2																	
		Balanus albicostatus	17/12/2																	
		Balanus asphilitis	17/12/2																	
		Scobalanus cariosus	17/12/2																	
		Pleustidae	17/12/2																	
		Cirolana harfordi japonica	17/12/2																	
		Hyale tatarica	17/12/2																	
		Caprellia penantis	17/12/2																	
		Hyale grandicornis	17/12/2																	
		Synidotea laevigata	17/12/2																	
		Stenothoe sp.	17/12/2																	
Amphithoe sp.	17/12/2																			
Barpinicopsis sp.	17/12/2																			
Kellicottia sp.	17/12/2																			
Hyale sp.	17/12/2																			
Caprellia sp.	17/12/2																			
昆虫	昆虫	Tipulidae larva	17/12/2																	
		Dolichopodidae larva	17/12/2																	
		Chironomidae larva	17/12/2																	
		Hydroptilidae larva	17/12/2																	
軟体動物	二枚貝	Nepaea retifera	17/12/2																	
		Cellana grata	17/12/2																	
		Acanthochiton sp.	17/12/2																	
		Ruditapes philippinarum	17/12/2																	
		Sphenia coreanica	17/12/2																	
		Petricolidae	17/12/2																	
		Hiatella orientalis	17/12/2																	
		Anomia chinensis	17/12/2																	
		Crassostrea gigas	17/12/2																	
		Noturus nitis	17/12/2																	
		Adula schmidtii	17/12/2																	
		Mytilus edulis	17/12/2																	
腹足	腹足	Scapharca virgatus	17/12/2																	
		Enodonta sp.	17/12/2																	
		Collisella dorsuosa	17/12/2																	
		Notoacmea confusa	17/12/2																	
腕足動物	腕足動物	Colisella heroldi	17/12/2																	
		Ophallus rusticus	17/12/2																	
		Crepidula onyx	17/12/2																	
		Reishia bronni	17/12/2																	
海綿動物	海綿動物	Nudibranchia	17/12/2																	
		Polycladida	17/12/2																	
		Tenoporeus torenaticus	17/12/2																	
		Camaronella	17/12/2																	
海鞘動物	海鞘動物	Pictiblenius yatabei	17/12/2																	
		Sipunculidae	17/12/2																	
		Dakaria subovoidea	17/12/2																	
		Porifera	17/12/2																	
海綿動物	海綿動物	NERTINEA	17/12/2																	
		Porifera	17/12/2																	
		NERTINEA	17/12/2																	
		NERTINEA	17/12/2																	

[illegible]

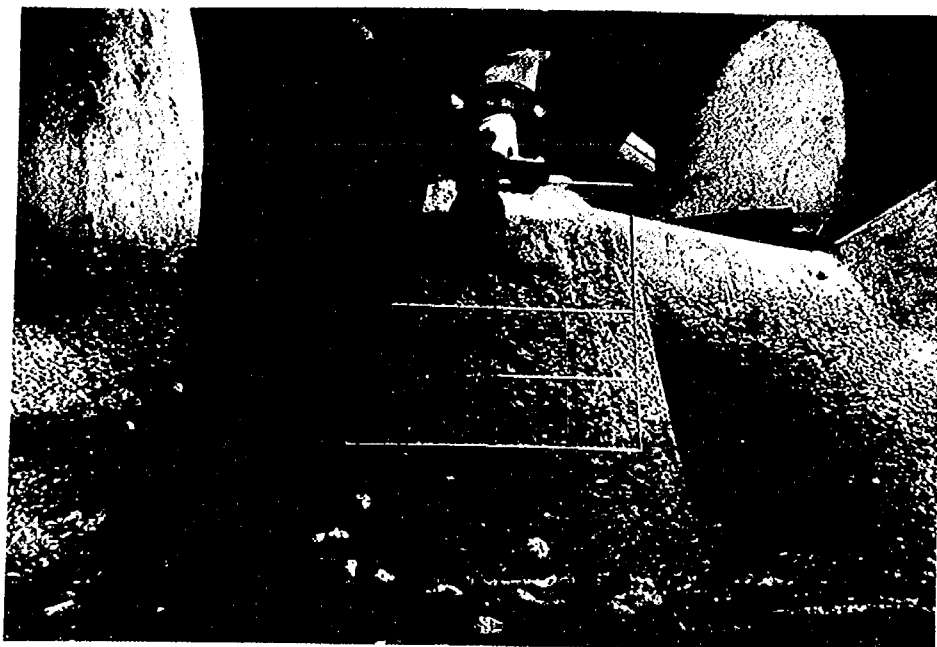
Figure 1: A diagram showing the distribution of various plant species in a coastal area. The vertical axis represents depth in meters (m), ranging from +4 to -3. The horizontal axis represents distance from the shore (海岸線) to the reef edge (断崖). The diagram is divided into two main sections: '断崖' (Cliff) on the left and '海岸線' (Coastal Line) on the right. The '断崖' section shows a steep slope with a central area labeled '断崖' and a lower area labeled '断崖' (断崖). The '海岸線' section shows a flat area with a central area labeled '断崖' and a lower area labeled '断崖' (断崖). Various plant species are indicated by their names and symbols, showing their distribution across the different depths and distances from the shore.

Figure 1 is a detailed diagram of a honeycomb structure, showing a central cluster of hexagonal cells. To the left, a vertical axis is labeled '(m)' and ranges from -3 to +4. To the right, a vertical axis is labeled '(n)' and ranges from -3 to +4. The diagram is divided into two main sections: '左側' (Left Side) and '右側' (Right Side). The left side is further divided into '底層' (Bottom Layer) and '上層' (Top Layer). The right side is divided into '底層' (Bottom Layer) and '上層' (Top Layer). The diagram shows various components and their relative positions, with labels in Japanese and English. The central cluster of cells is labeled '蜂房' (Honeycomb). The left side is labeled '左側' (Left Side) and the right side is labeled '右側' (Right Side). The bottom layer is labeled '底層' (Bottom Layer) and the top layer is labeled '上層' (Top Layer). The diagram shows various components and their relative positions, with labels in Japanese and English. The central cluster of cells is labeled '蜂房' (Honeycomb). The left side is labeled '左側' (Left Side) and the right side is labeled '右側' (Right Side). The bottom layer is labeled '底層' (Bottom Layer) and the top layer is labeled '上層' (Top Layer).

[illegible]

圖-2.1.5 付着生物調查（目視觀察）結果

離岸堤岸側の飛沫帯（イワフジツボが優占種）



離岸堤沖側の飛沫帯（ツノマタが優占種）

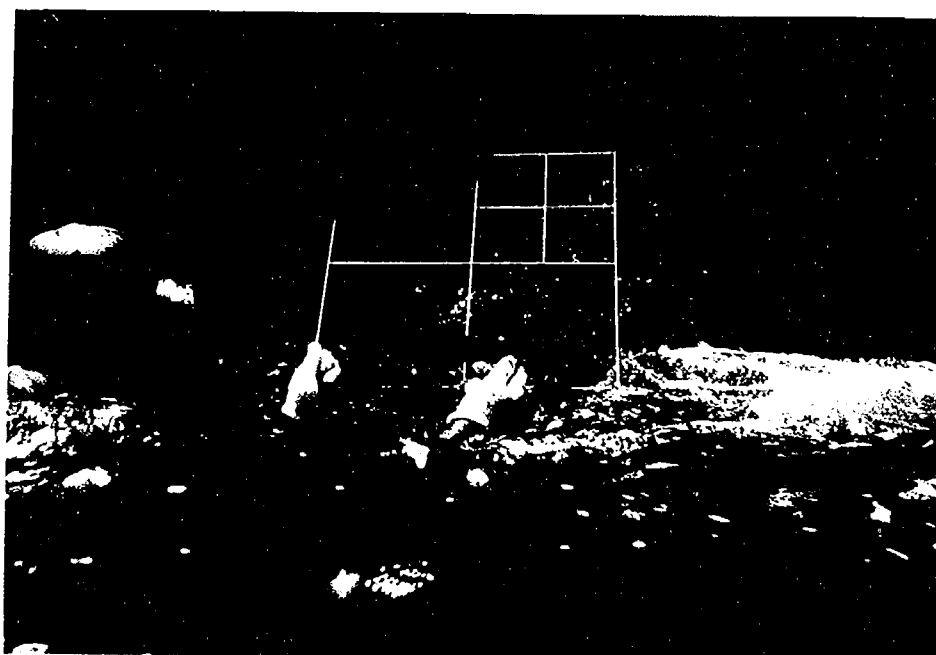


写真-2.1.1 付着生物の分布状況（平成6年5月）

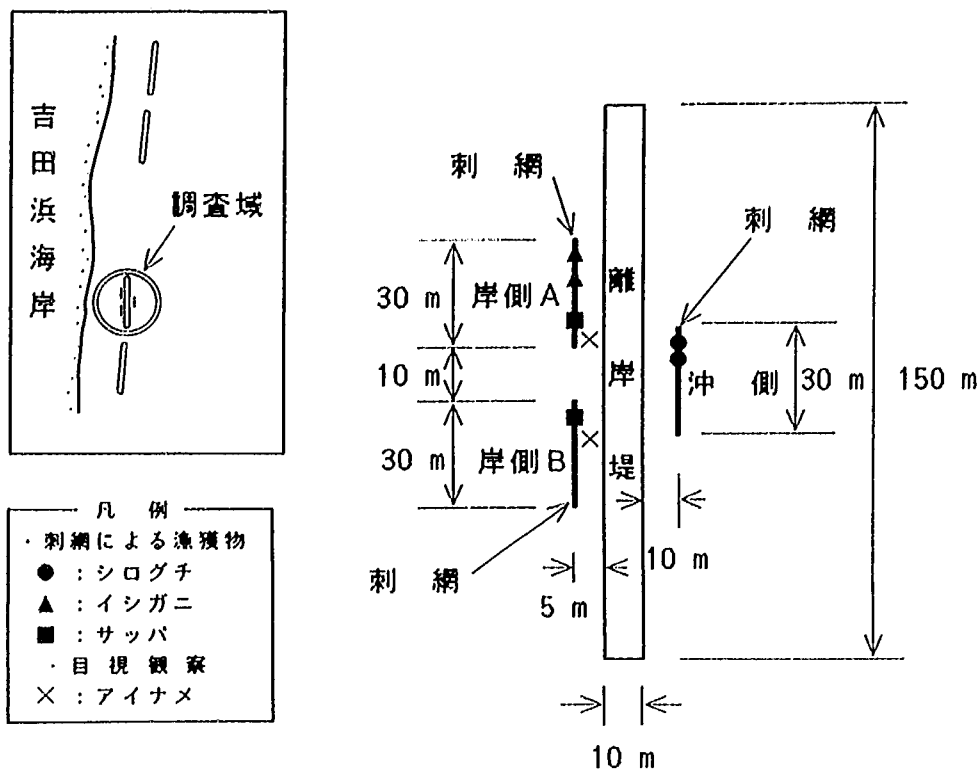


図-2.1.6 魚類調査位置図

表-2.1.9 魚類調査結果

調査日時・項目 調査方法・地点		平成6年7月4, 5日						平成6年5月21, 22日			
		種名	個体数	全長	体長	重量	備考	種名	個体数	全長	備考
刺網	岸側A	サッパ	1個体	149mm	121mm	30g					
		イシガニ	2個体	91mm(殻幅) 58mm(殻幅)	— —	200g 42g	♂ ♂				
	岸側B	イシガニ	1個体	67mm(殻幅)	—	58g	♀(抱卵)				
	沖側	シログチ (イシモチ)	2個体	180mm 182mm	149mm 152mm	55g 60g					
目視観察	岸側	アイナメ	2個体	約250mm	×	×		カレイ類	1個体	約150mm	
								ハゼ科	6個体	約30mm	
	沖側							ベラ科	2個体	約50~80mm	
								ハゼ科	1個体	約30mm	

2. 1. 4 離岸堤の生態系に及ぼす効果・影響に関する考察

(1) 仙台湾における検討結果

① 離岸堤による生態系に及ぼす物理要因の変化

仙台湾のような砂浜海岸に離岸堤を設置すると、新たな生物の新規参入に関する物理要因の変化として、①定位目標の出現（定位目標としての蛸集機能）、②基盤の出現（岩礁性生物の付着基盤や生息場として機能）、③空隙の出現（魚類等の生息場や産卵場として機能）が考えられ、離岸堤周辺において岩礁性の生態系が新たに形成されることから、生物相が多様化するものと考えられる。また、離岸堤の背後には静穏な海域が形成されるとともに、循環流の形成等により離岸堤周辺の流況にも変化が生じることから、現存する生物の増加をもたらす物理要因の変化としては、④物質の集積（浮遊性の生物および飼料の集積作用）、⑤底質の砂泥化（底質の細粒化による生態系の変化）⑦海底の安定化（安定した砂泥域の生息環境の形成）、⑧浅場の形成（生息環境の改善）が考えられる。一方、離岸堤の設置によるマイナスの影響としては、②基盤の出現（生息空間の減少）、④物質の集積（懸濁物質等の集積による生息環境の悪化）、⑤底質の砂泥化（底質の細粒化による生物の減少）、⑥海底の洗掘（反射波による底質の攪乱に伴う生物の減少）が考えられる。

調査結果によると、調査海域の海底は、砂泥質の底質で構成されているため天然の付着基盤は極めて少なく、明瞭な藻場群落も認められない。このため、離岸堤の設置は、付着生物の生息基盤を新たに提供することとなり、周辺の自然海域では見られない岩礁性の生物群集が形成されている。図-2.1.7に自然海岸と離岸堤海岸の出現生物の模式図を示す。離岸堤に付着している生物には、イワフジツボなどの固着性の動物やムラサキイガイ、紅藻類のツノマタが多く見られ、水産有用種のマガキや海藻なども含まれている。また、これらの付着生物の多様化および増大に伴い、移動力を有する生物が生育場、摂餌場および産卵場としての二次的な利用も考えられる。また、魚類調査の目視観察では、岩礁性の魚類であるアイナメが確認されていることから、離岸堤の堤体が定位目標や空隙として機能し、岩礁性魚類の蛸集効果を有していると考えられる。なお、底生生物については、離岸堤岸側の水深が2m以浅と浅いため、生物量が非常に少なく、離岸堤の影響は明らかでないが、離岸堤沖側では自然海岸とほぼ類似した底生生物相が形成されている。

生態系データベース（3. で後述）の対象生物について、調査結果をもとに物理要因の変化を個別に検討する。海藻では、アオサ属（アナアオサの近似種）、ウミゾウメン、ハネモ（オオハネモの近似種）、ツノマタ（マルバツノマタの近似種）は、岩礁などに付着する生物であることから、基盤の出現が主たる物理要因の変化であると考えられ、他の物理要因との関係については明らかでない。魚類を除く動物では、イワフジツボ、エゾカネカンザシ、マガキ、ムラサキイガイは、岩礁などに付着する動物であり、海藻と同様に基盤の出現が主たる物理要因の変化であると考えられる。スピオ科（プリモスピオの1種）は、浅海の砂泥域に生息する生物であるが、離岸堤の岸側だけでなく沖側にも出現していることから、底質の砂泥化や安定性との関係は明らかでない。なお、イシガニ（ガザミの近似種）は、離岸堤の岸側に出現しているが、成体であることから、物質の集積よりは底質の砂泥化あるいは安定性に関係していることが考えられる。魚類では、アイナメ、シログチ、ベラ科（キュウセンの近似種）、サッパ（コノシロの近似種）が出現している。岩礁性の魚類であるアイナメ

およびベラ科は、基盤および空隙の出現が主たる物理要因の変化であると考えられ、他の物理要因との関係については明らかでない。他の魚類については、砂浜海岸に一般的に生息する種類であり、離岸堤による影響は考えられない。以上の生物は、いずれも調査海域である東北太平洋区に分布している生物である。

② 生態系に及ぼす効果・影響に関する考察

調査海域の自然海岸は、砂泥質の底質で構成されているため、岩礁等の天然の付着基盤は存在しない。離岸堤は、主として付着生物等の新たな生息基盤として機能し、イワフジツボなどの固着性の動物やムラサキイガイ、紅藻類のツノマタや水産有用種のマガキなどの付着生物が新たに出現していた。また、アイナメ等の岩礁性の魚類の出現は、離岸堤の堤体が基盤および空隙として機能し、魚類の蛸集効果を有することを示している。プランクトンについても、自然海岸に比べて個体数、種類数ともに全般的に多くなっており、離岸堤による物質の集積効果を有しているものと考えられる。なお、底生生物については、離岸堤岸側の水深が2m以浅と浅いため、生物量が非常に少なく、離岸堤の影響は明らかでない。

以上のように、離岸堤は、付着生物等の生息基盤として機能し、周辺の自然海域では見られない岩礁性の生物群集が形成され、設置海域周辺の生物相を多様化させる。また、離岸堤背後の静穏域には、物質の集積効果により遊泳能力のほとんどない浮遊生物（魚卵、稚仔魚、プランクトンなど）が集積することも考えられる。さらには、離岸堤背後の静穏化による底質の砂泥化、海底の安定化によって、移動能力が小さい底生生物等の生物相や密度が自然海岸に比べて大きくなることが考えられる。

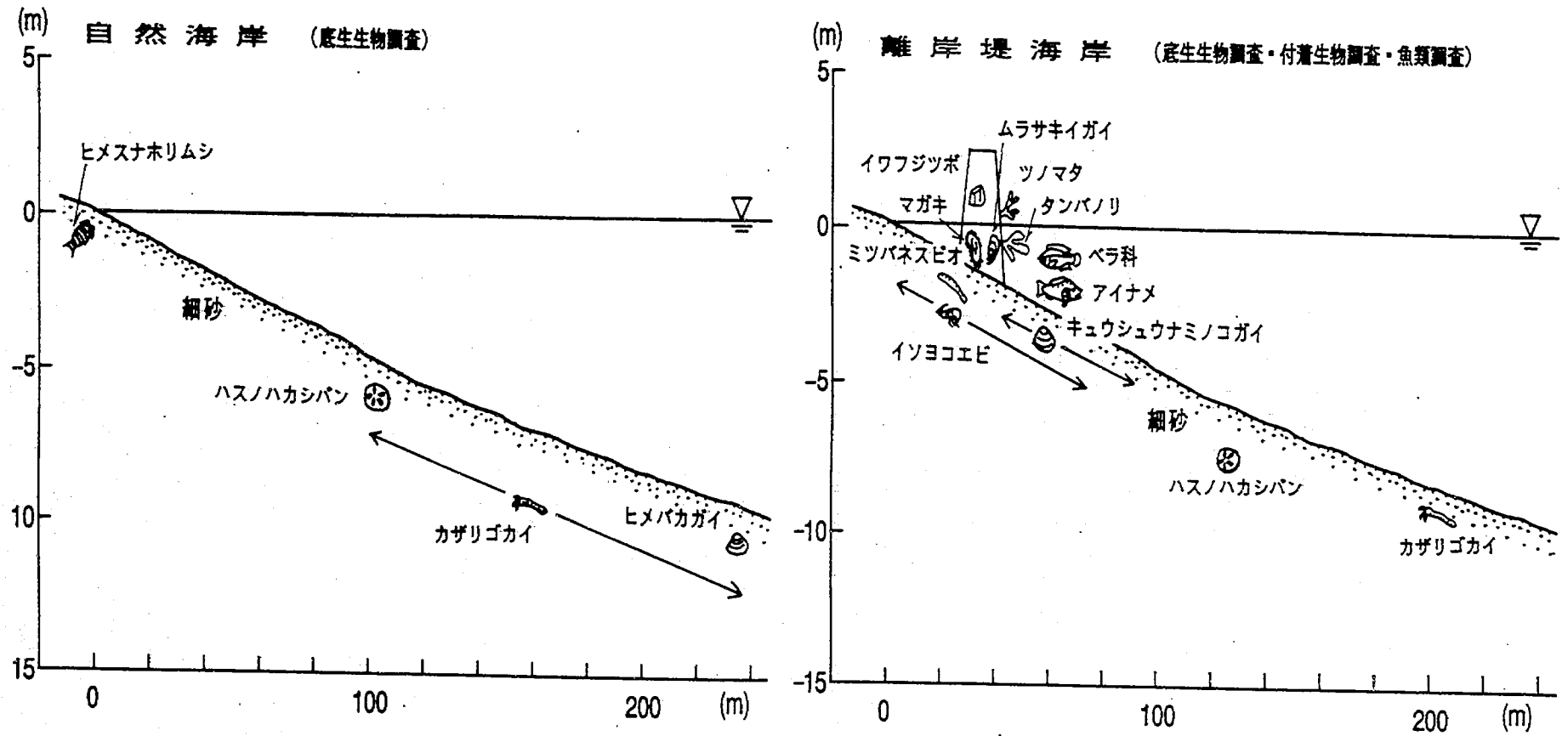


図-2.1.7 自然海岸と離岸堤海岸の生物相の比較図

2. 2 離岸堤（高知海岸）

2. 2. 1 海岸保全上の位置づけ

離岸堤の海岸保全上の位置づけは2. 1で述べたので、ここでは省略する。

2. 2. 2 調査内容

高知海岸の海洋制御構造物は離岸堤で、調査の対象となった離岸堤は昭和57年2月に完成した完成した30 t三柱ブロックによる浜改田地先18号離岸堤（本離岸堤は昭和61年度の調査以来調査対象となっている）。なお、離岸堤設置区と対照の調査を行なうために、離岸堤の設置されていない十市地先において調査が行なわれた。調査対象海岸の位置図を図-2.2.1に示す。

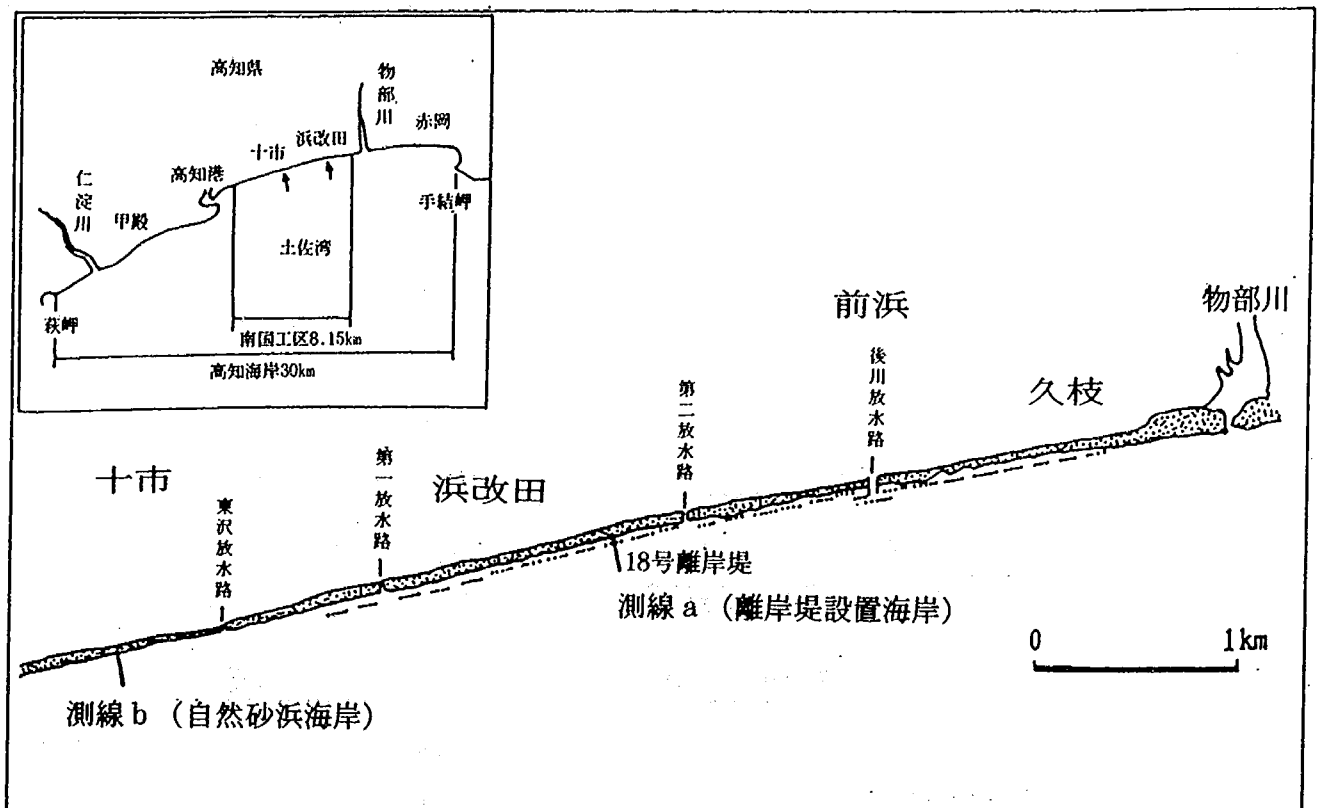


図-2.2.1 調査海岸の位置図

また、調査は、水質、底質、植物・動物プランクトン、底生動物、付着生物、魚類調査をおこなった。それぞれの調査項目に対する調査方法と測点の配置を表-2.2.1に示す。又、調査測線・測点の配置模式図を図-2.2.2に示す。

2. 2. 2 調査結果

(1) 地形・海象特性

高知海岸は高知県の中央部、土佐湾の湾奥部に位置し、土佐市荻岬から夜須町手結岬に至る約30kmの砂浜海岸であり、東に一級河川の物部川、西に仁淀川が流入し、中央部には浦戸湾が開口しており、それに鏡川、国分川などが流入している。海岸線には自然岩礁域はほとんど見られず、比較的变化に乏しい海岸線を程している。

表-2.2.1 調査項目

調査項目	方 法	調査測線および測点	
		離岸堤設置海岸	自然砂浜海岸
①調査時の環境条件	現地観測・資料収集	測線a；距岸100m(1)	測線b；距岸100m(1)
②水質	現地観測・表層採水	測線a；距岸50, 100m(2)	測線b；距岸50, 100m(2)
③底質	ダイバーによる採取	測線a；距岸10, 50, 100m(3)	測線b；距岸10, 50, 100m(3)
④植物プランクトン	採水法	測線a；距岸50, 100m(2)	測線b；距岸50, 100m(2)
⑤動物プランクトン	プランクトンネットによる採集	測線a；距岸50, 100m(2)	測線b；距岸50, 100m(2)
⑥底生動物	採取法による定量採集	測線a；距岸10, 50, 100m(3)	測線b；距岸10, 50, 100m(3)
⑦付着動物・海藻	採取法による定量採集	岸側・沖側法面の平均海面下各3層(6)	なし
⑧魚類	潜水観察 漁獲試験(漁網・刺網)	潜水観察：測線a, a' 漁獲試験(漁網)：測線a'	潜水観察：測線b 漁獲試験(刺網)：測線b上
⑨生物一般	写真撮影・VTR	測線a, a'	測線b

注) 表中の () 内の数字は測点数を示す。

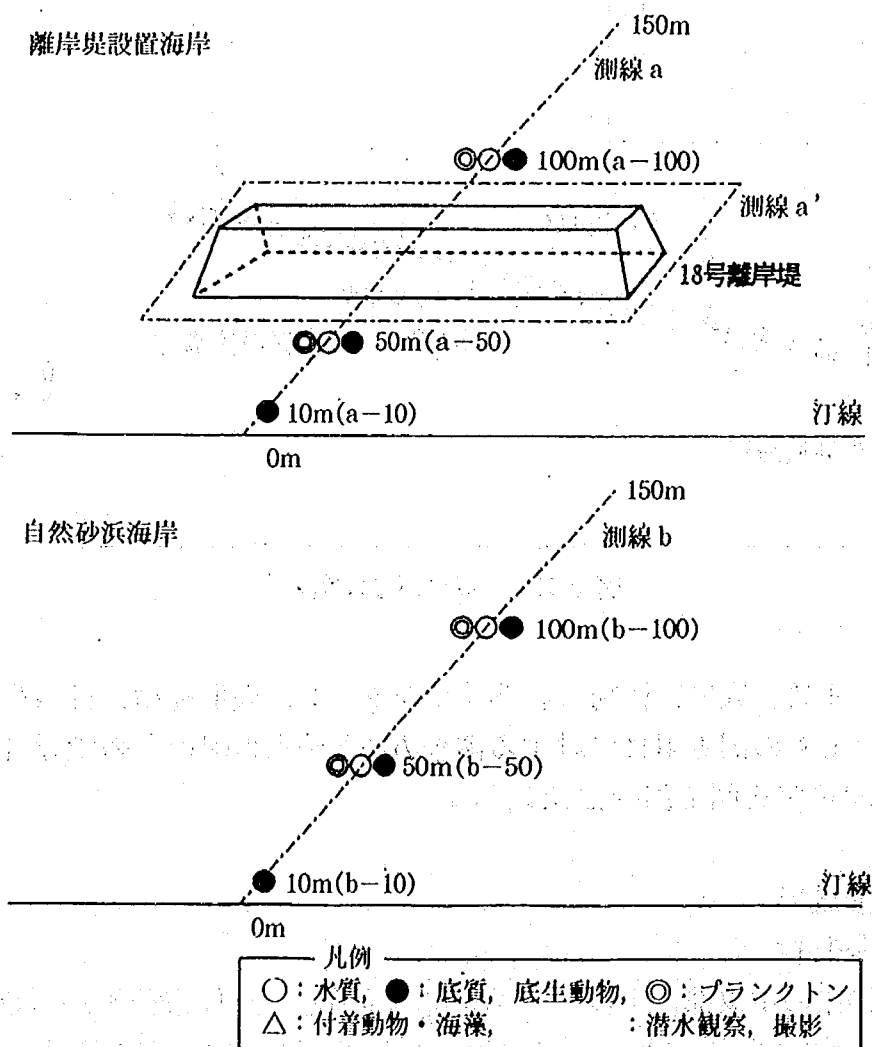


図-2.2.2 調査測線および測点

海底地形は汀線から水深6～8m付近までは勾配1/10程度と急勾配で、その沖は約1/60と緩勾配であるが、沖合300m付近にバーが発達している。

高知海岸の風向は、土佐湾奥部の地理的特性から、全風速では陸上地形の影響により北風が多くなっているが、強風では台風性の風が主体を占め、SSWないしSSEが卓越している。また、南を向いて弓なりに広がった土佐湾の地形は台風による影響を受け易く、来襲する波向についても台風性のSないしSSWが卓越している。流況は1年を通じて西より東へ向かう東流が大部分を占めている。

日平均有義波高は、0.5～1.0mの階級が全体の41～46%を占め、ついで0.5m未満の階級の出現頻度が高い。日平均有義波長は50～125mが主体となっており、この階級で全体の75%を占めている。

年間でみると、波高は12～2月にかけては1.0m未満の階級の出現率が90%程度を占め、7～10月には比較的高波高が観測されている。一方、7～10月には250m以上の波長が出現している。

以上のように高知沖の波浪の季節変化は、冬季は静穏で夏季に高波高の波浪が来襲する。

土佐湾全域の年平均水温は約22℃で、3月上旬に最低（約17℃）となり、8月中旬に最高（約28℃）となる。

(2) 水質・底質

塩分は100m以浅では冬季に最大（34.9%）となり、夏季に最小（33.2%）となる。

NH₄—N、NO₂—N、NO₃—Nは秋季・冬季に少なく、春季・夏季にいくらか多くなる傾向がある。PO₄—Pには明瞭な季節変化は見られない。

高知海岸周辺の水質はPH：8.1～8.2、DO：7.5～8.4mg/ℓ、SS：1～3mg/ℓ、COD：1.1～2.1mg/ℓ、T—N：0.13～0.22mg/ℓ、T—P：0.009～0.011mg/ℓであった。これらの測定値を生活環境保全に係わる環境基準値と比較すると、PHとDOについてはA類型であるが、CODはやや高めでB類型に相当する。

高知海岸の5m以深は砂（中央粒径0.3～0.4mm未満）であって岸に近いほど粒径は粗い傾向にある。

(3) 出現生物

① 植物プランクトン

植物プランクトンの細胞数密度の定点間比較を行ったものを図-2.2.3に示す。

・出現種

平成4年11月調査では、離岸堤周辺・自然砂浜域ともに珪藻が大半を占め、ほぼ共通した組成になっていた。しかし、平成6年6月調査では、両海域の植物プランクトン組成はまったく異なっていた。すなわち、離岸堤周辺ではプラシノ藻が多く出現したのに対して、自然砂浜域ではプラシノ藻はほとんど出現せず、クリプト藻と珪藻の出現が目立った。

・細胞数密度

平成4年11月調査、平成6年6月調査ともに、離岸堤沖側の定点において植物プランクトンの細胞数密度がきわめて高い値を示した。また、11月に比べて6月には植物プランクトンの細胞数密度が高くなった。

② 動物プランクトン

動物プランクトンの細胞数密度の定点間比較を行ったものを図-2.2.4に示す。

・出現種

平成4年11月調査では、離岸堤周辺・自然砂浜域ともに甲殻綱のカイアシ類が大半を占めた。しかし、平成6年6月調査では、離岸堤岸側の定点でのみフジツボ幼生が卓越して出現していた。その他の定点では、原生動物とカイアシ類が卓越して出現し、出現種はほぼ共通していた。

・個体数密度

平成4年11月調査、平成6年6月調査ともに、離岸堤沖側の定点において動物プランクトンの個体数密度がきわめて高い値を示した。また、11月に比べて6月には個体数密度が低下した。

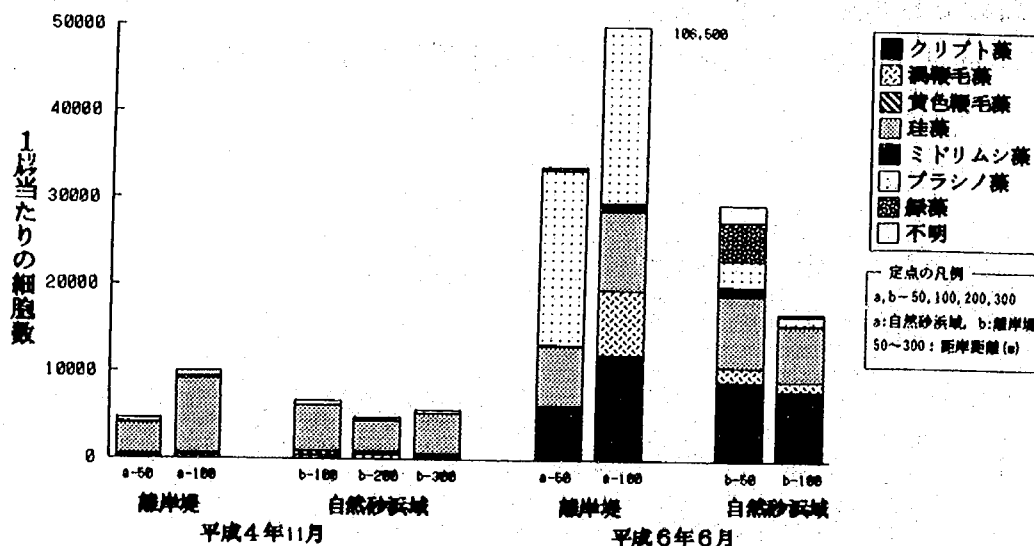


図-2.2.3 植物プランクトンの細胞数密度（細胞数/1リットル）の定点間比較

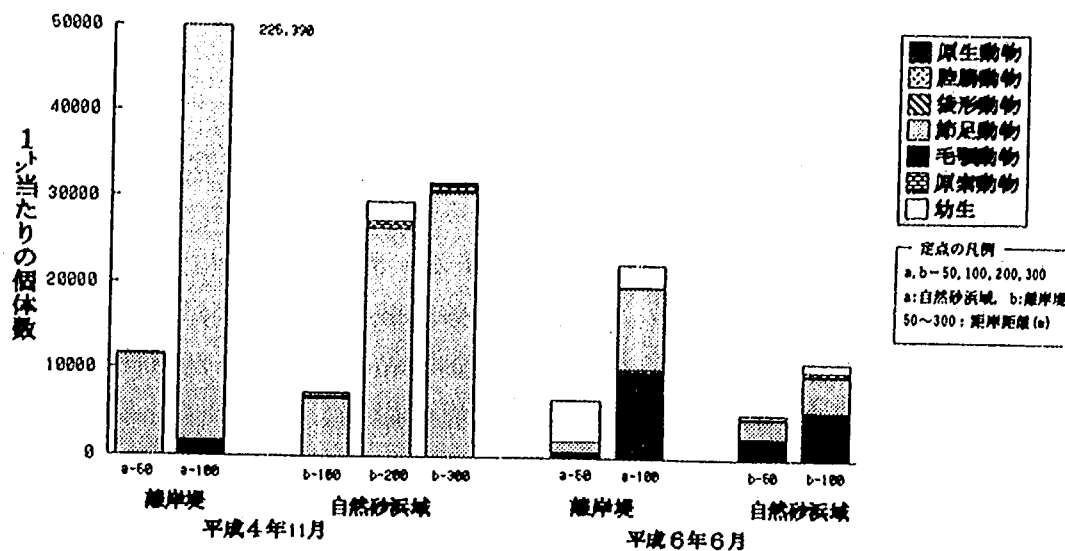


図-2.2.4 動物プランクトンの個体数密度（個体数／1 m³）の定点間比較

③ 魚卵・稚仔魚

図-2.2.5に魚卵・稚仔魚の出現量の定点間比較図を示す。

・魚卵

離岸堤周辺では、エソ科卵が出現した。自然砂浜域では、エソ科・ネズツボ科・ウシノシタ亜目のものが出現した。出現量は、離岸堤周辺よりも自然砂浜域において多かった。

・稚仔魚

離岸堤周辺では、アユ・ハゼ科・カサゴ・ネズツボ科の稚仔魚が出現した。自然砂浜域においては、ミミズハゼ属とハゼ科稚仔魚が出現した。出現量は、卵の出現傾向とは異なり、自然砂浜域よりも離岸堤周辺において多かった。なお、離岸堤周辺で出現したカサゴ仔魚は、離岸堤に生息する親魚から産出された可能性がある。

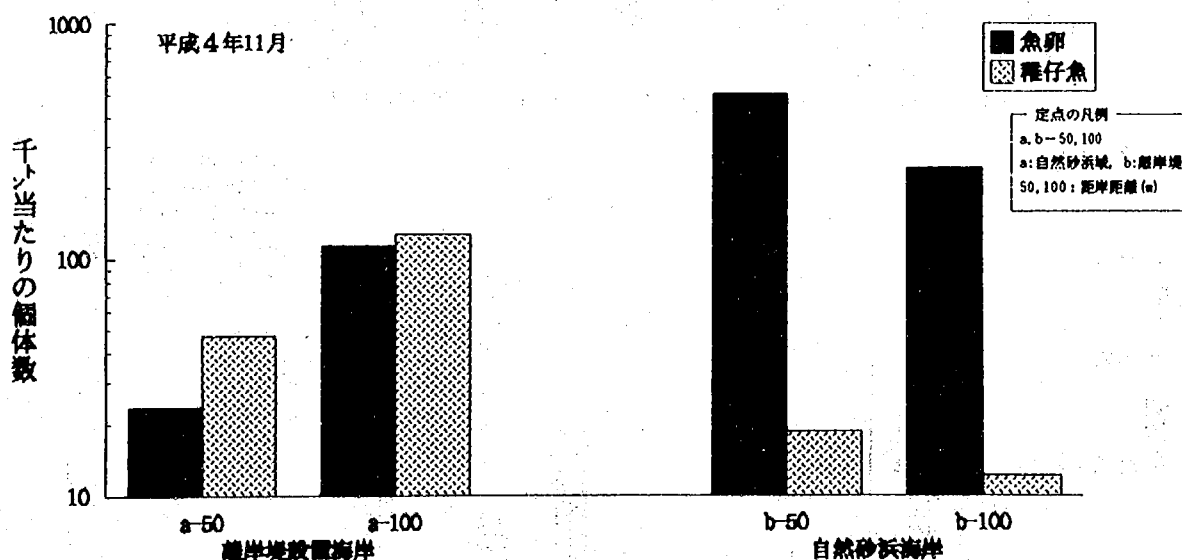


図-2.2.5 魚卵・稚仔魚の出現量（個体数／1000m）の定点間比較

④ 底生動物

図-2.2.6に底生動物の出現状況の定点間比較図を示す。

・出現種

4回の調査を通じて、離岸堤周辺ではヒサシソコエビ科が優占種になることが多かった。一方、自然砂浜域ではアゴナガヨコエビ科が優占する場合が多かった。前者は、砂中に潜る埋在型の生活型を有しており、後者は自由生活をする。離岸堤周辺は離岸堤の堆砂効果によって粒径の細かい砂質底に変化しているが、自然砂浜域の底質は離岸堤のそれに比べて礫分の割合が多い。このように、両海域における底生動物相の差異は、海域間の底質粒径の相違をよく反映していた。また、離岸堤周辺では離岸堤の岸側よりも沖側で多くの種が出現する傾向がみられた。

・個体数密度

底生動物の個体数密度は、離岸堤周辺よりも自然砂浜域において高かった。底生動物の個体数密度は、底質粒径とよく対応しており、中礫以上の礫成分の比率が高いほど個体数密度が高くなる傾向がみられた。離岸堤周辺についてみると、岸側に比べて沖側の個体数密度が高い傾向にあった。

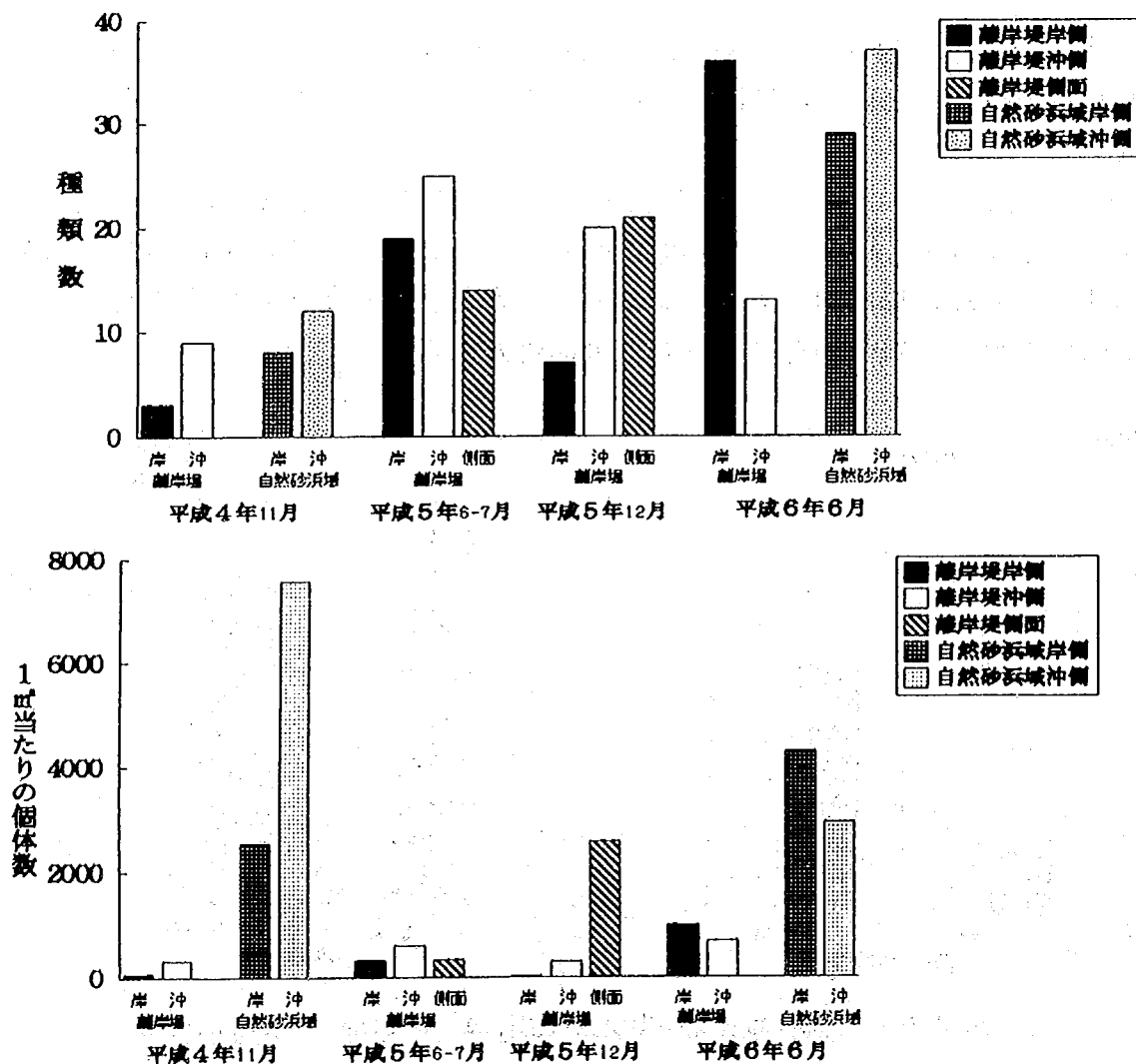


図-2.2.6 底生動物の出現状況の定点間比較 (上: 出現種類数、下: 1 m²あたりの個体数密度)

⑤ 付着動物

図-2.2.7に付着動物の出現状況の定点間比較図を示す。

・出現種

自然砂浜域では平成6年6月調査を除くと、付着動物はほとんどみられなかった。しかし、平成6年調査時のみ砂浜域に比較的大きな礫が散在しており、こうした礫にイワガキが付着しているのが観察された。

離岸堤では、非常に多くの岩礁性付着動物が出現した。離岸堤の付着動物相は、水深に応じて明瞭に分かれた。平均海面より上層では、干出に伴う温度変化や乾燥に強いイワフジツボやアラレタマキビガイなどが多く出現するが、中層以深ではカキ類、ムラサキインコガイ、ホトトギスガイ、フサゴカイ科などが多く出現した。種類数は、上層に比べて中層以深で多く、また、岸側よりも沖側が多かった。このように付着動物の生息環境に対して、水深や波浪の程度といった物理環境が大きく関与していることがわかった。

・現存量

離岸堤では、上層に比べて中層以深で現存量が多かった。これは平均海面上では、干出や波浪に対して強い耐性をもつ限られた生物しか生息できないことによる。また、岸側よりも沖側の方が出現量が多い傾向がみられ、水深のある沖側の方が付着動物にとって好適な環境が創出されていることが明らかとなった。

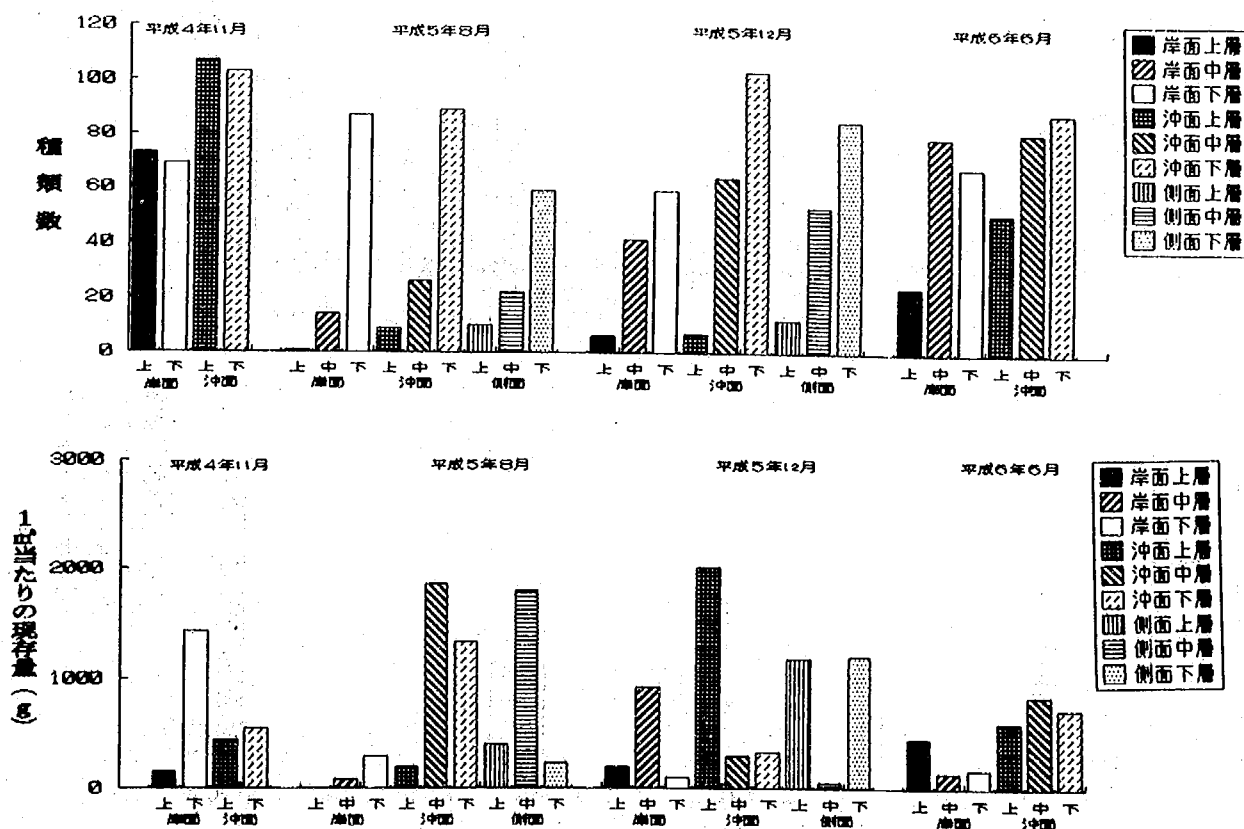


図-2.2.7 付着動物の出現状況の定点間比較 (上：出現種類数、下：1 m当りの現存量)

⑥ 海藻

図-2.2.8に海藻類の出現状況の定点間比較図を示す。

・出現種

自然砂浜域では、平成6年6月調査を除くと海藻類はまったくみられなかった。平成6年調査時のみ、砂浜域諺ノ比較的大きな礫がみられ、ムカデノリ科の海藻類がわずかに付着していた。付着動物同様、安定した付着基盤がないと海藻は生育し得ない。

一方、離岸堤では多くの海藻類がみられた。離岸堤に付着・成育する海藻類は、大半がカイノリ・オニクサ・カバノリをはじめとする小型紅藻類で、海中林を形成する大型褐藻類はほとんどみられなかった。海藻類も、水深に応じて出現種が交代する傾向が認められ、上層ではカイノリが多く、下層にはサビ亜科やイワノカワ科が比較的多く出現した。海藻類の種類数は、水深-1.0~-2.0m層でもっとも豊富であった。

・現存量

層別にみると、平均海面にはほとんど海藻はみられず、中層以深で量的に多い傾向がみられる。また、岸側よりも沖側の方が出現量が高かった。付着動物同様、海藻の生育に対しても水深が重要な役割を果たしていることがわかった。

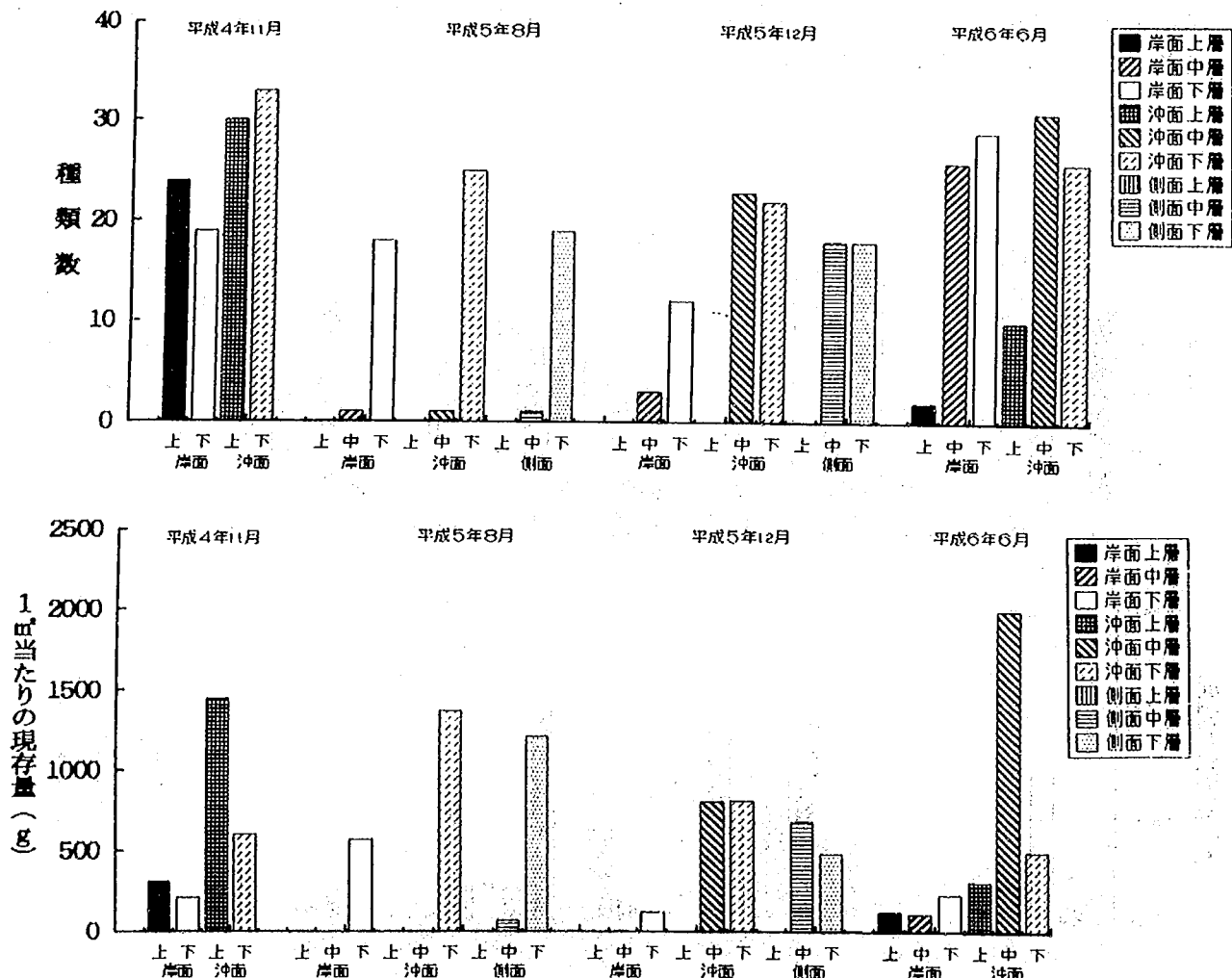


図-2.2.8 海藻類の出現状況の定点間比較 (上: 出現種類数、下: 1 m²当りの現存量)

⑦ 魚類

図-2.2.9に魚類の調査結果を示す。

・生息分布状況

4回の潜水観察調査で、自然砂浜域では1～6種、離岸堤周辺では19～43種の魚類が出現した（ただし、自然砂浜域の調査は平成4年、6年度の2回のみである）。このように、出現した魚類は自然砂浜域に比べて離岸堤周辺で圧倒的に多かった。離岸堤でみられた魚類の多くは、自然砂浜域にはまったくみられない岩礁性魚類であった。これらの中には、周年離岸堤に生息するものもみられるが、季節や発育段階によって一時的に来遊する魚種もみられた。

魚類の分布状況を岸側と沖側で比較すると、岸側よりも沖側の方が魚類の種類数・量ともに圧倒的に豊富であった。また、魚類の蛸集範囲は離岸堤周囲に限られており、離岸堤前後の砂浜域には魚類はほとんどみられなかった。これらの結果は、水深や構造物の有無が魚類の生息に密接に関与していることを示している。

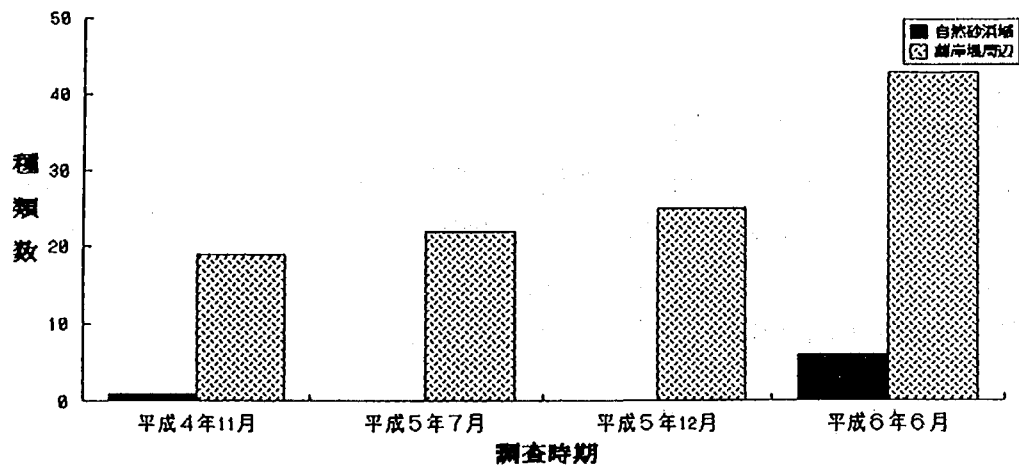


図-2.2.9 離岸堤および自然砂浜域に出現した魚類の種類数



写真-2.2.1 離岸堤に蛸集するイシダイの群れ

・漁獲試験

自然砂浜域では、オキエソ・イザリウオ・シロギス・マダイ・ホウボウ・ネズミゴチ・アラメガレイの7種97個体の魚類が漁獲された。これらはすべて砂浜域に生息するものである。このうち個体数が多かった魚種は、オキエソの33個体とシロギスの44個体で、両種で全体の約80%を占めた。このうち、シロギスは漁業価値の高い魚種としてあげられる。

一方、離岸堤では、ウチワザメ・ニベ・オオニベ・クロダイ・アイゴ・カサゴの6種13個体が漁獲された。このうち前3種は砂浜域にみられるものであるが、後3種は岩礁性魚類であって離岸堤に増殖しているものであった。クロダイ・アイゴ・カサゴの3種は、漁業価値のある魚種である。また、魚類ではないが水産上高価なイセエビ9個体とニシキエビ1個体が同時に漁獲された。こうした漁獲物組成は、本来海岸保全の目的で設置された離岸堤が、水産有用生物の増殖効果を副次的にあげていることを示している。

両海域で使用した漁具や漁法が異なるので単純な比較はできないが、自然砂浜域と離岸堤では漁獲物組成がまったく異なっていた。

⑧ 磯根資源生物

これまでの調査で、離岸堤においてカキ類・サザエ・クロアワビ・ヒメクボガイ・イセエビ・ニシキエビ・ムラサキウニなどの磯根資源生物が確認できた。これらは自然砂浜域にはまったくみられなかったもので、離岸堤の構造物が磯根資源生物の増殖効果をあげていることがわかった。なお、これら生物の多くは、離岸堤本体のブロックよりも基礎捨石に多く分布しており、捨石間の不規則・な間隙がかれらの生息空間としてより好適であることが窺われた。

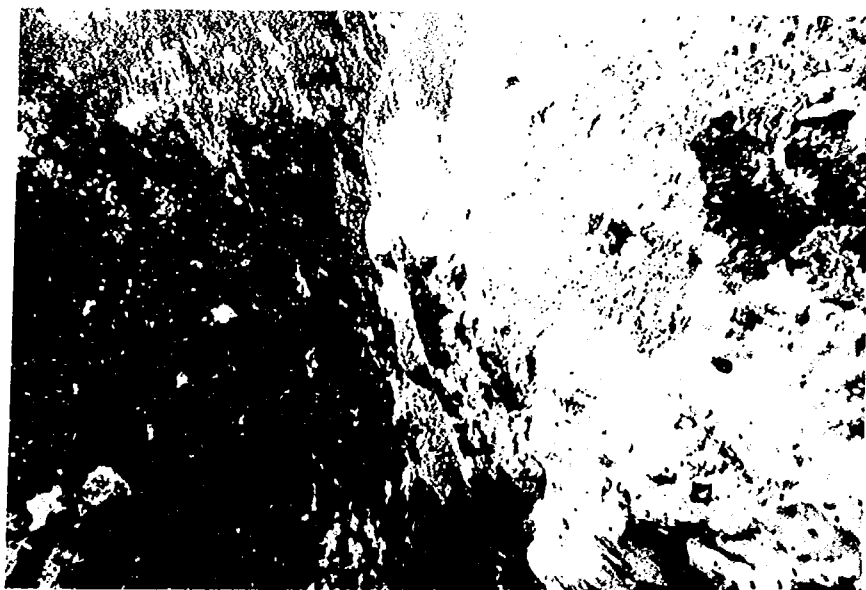


写真-2.2.2 離岸堤に生息するクロアワビ

2. 2. 3 構造物が与えた物理要因の評価

表-2.2.3～2.2.8に物理要因と生物種毎の関係を示す。これらの表から、離岸堤の設置による物理要因の変化に関する評価を以下に述べる。

(1) 定位目標の出現

自然砂浜域ではみられない多くの岩礁性魚類が離岸堤に蛸集していたが、これは構造物という定位目標が出現したことが大きな要因となっている。

(2) 基盤の出現

付着動物や海藻類の成育には、安定した付着基盤の出現が必要不可欠である。また、付着動物や海藻類が付き始めると、それらが魚類や大型の動物の餌料として利用されるようになる。

(3) 空隙の出現

構造物の不規則な間隙が魚類や磯根資源生物の格好の生息場となる。魚類はブロック間の比較的広い間隙を利用するが、磯根資源生物の多くは基礎捨石間のきわめて狭い空隙を好む。この点において、構造物が創出する空隙の形状が有用水産生物の生息に重要な役割を果たしていることが明らかである。このような空隙は、生物にとって陰影効果・逃避効果などの効果もあげる。

(4) 物質の集積

プランクトンの出現量は、離岸堤の沖側の定点で非常に多かったことから、離岸堤によってプランクトンが集積されている可能性がある。しかし、魚卵は構造物周辺よりも自然砂浜域の出現量が多く、プランクトンの出現傾向とは一致していなかった。

(5) 底質砂泥化

構造物周辺の底質は、自然砂浜域に比べてより粒径の細かい砂質底に変化していた。こうした底質の変化は、構造物の堆砂効果によるものとみなされる。底質粒径の変化は、底生動物相を大きく変化させ、砂に潜る埋在型の底生動物が増加する。しかし、構造物底層付近の堆砂が進行すると、付着動物、海藻類、魚類（主として成魚）に悪影響を及ぼす。

(6) 水深の変化（浅場の形成）

構造物の堆砂効果によって、離岸堤岸側の水深は自然砂浜域に比べて浅くなっている。水深と生物には深い関わりがあり、離岸堤岸側に比べて沖側で生物相が豊富であった要因は水深の深浅によるところが大きい。しかしその一方、離岸堤岸側に形成される浅場は稚仔魚の成育場となる。

(7) 波浪の制御

構造物岸側では、波浪が制御されて静穏域が形成される。汀線付近の静穏域は、十分な遊泳力を持たない稚仔魚の成育場となる。

(8) 渦流の発生

構造物周辺では海水の動きに変化が生じ、複雑な流れが発生する。このような渦流効果は、魚類を蜆集させる一因となる。

表-2.2.3 離岸堤が与える生物種毎の物理要因との関係 (その1)

(○: 生物にとって好条件となる要因)
(△: 生物にとって少しはプラスとなる要因)
(×: 生物にとって悪条件となる要因)

① 植物プランクトン

定位 目標出現	基盤出現	空隙出現	物質集積	底質 砂泥化	海底洗掘	底質 安定性	浅場形成
			○				

② 動物プランクトン

定位 目標出現	基盤出現	空隙出現	物質集積	底質 砂泥化	海底洗掘	底質 安定性	浅場形成
			○				

③ 魚卵・稚仔魚

	定位 目標出現	基盤出現	空隙出現	物質 集積	底質 砂泥化	海底 洗掘	底質 安定性	浅場 形成
魚 卵				△				
稚仔魚	△			○餌				○

④ 底生動物

	定位 目標出現	基盤出現	空隙出現	物質 集積	底質 砂泥化	海底 洗掘	底質 安定性	浅場 形成
卵				△				
浮遊幼生				△				
成 体					△		△	

⑤ 海藻類

1) アナアオサ

	定位 目標出現	基盤出現	空隙出現	物質 集積	底質 砂泥化	海底 洗掘	底質 安定性	浅場 形成
配偶子		○		△	×			
孢子体		○						
遊走子		○		△	×			
配偶体		○						

表-2.2.4 離岸堤が与える生物種毎の物理要因との関係 (その2)

2) カジメ

	定位目標	基盤出現	空隙出現	物質集積	底質泥化	海底掘	底質性	浅場形成
配偶子		○		△	×			×
胞子体		○			×			×
遊走子		○		△	×			×
配偶体		○			×			×

3) マクサ

	定位目標	基盤出現	空隙出現	物質集積	底質泥化	海底掘	底質性	浅場形成
果胞子		○		△				
四分胞子体		○						
四分胞子		○		△				
配偶体		○						

⑥ 付着動物

1) アラレタマキビガイ

	定位目標	基盤出現	空隙出現	物質集積	底質泥化	海底掘	底質性	浅場形成
卵				△				
浮遊幼生				△				
稚貝		○餌						
成貝		○餌						

2) イワフジツボ

	定位目標	基盤出現	空隙出現	物質集積	底質泥化	海底掘	底質性	浅場形成
卵				○				
浮遊幼生				○				
未成体		○						
成体		○						

3) フサコケムシ

	定位目標	基盤出現	空隙出現	物質集積	底質泥化	海底掘	底質性	浅場形成
卵				△				
浮遊幼生				△				
未成体		○			×			
成体		○			×			

表-2.2.5 離岸堤が与える生物種毎の物理要因との関係 (その3)

4) イワガキ・ケガキ

	定位目環境	基盤出現	空隙出現	物質集積	底質泥化	海底掘	底質安定性	浅場形成
卵				△				
浮遊幼生				△				
幼体		○			×			
成体		○			×			

5) ムラサキイガイ

	定位目環境	基盤出現	空隙出現	物質集積	底質泥化	海底掘	底質安定性	浅場形成
卵				△				
浮遊幼生				△				
幼体		○						
成体		○						

6) ワレカラ科

	定位目環境	基盤出現	空隙出現	物質集積	底質泥化	海底掘	底質安定性	浅場形成
卵				△				
浮遊幼生				△				
幼体		○生	○生		×			
成体		○生	○生		×			

⑦ 魚類

1) アイゴ

	定位目環境	基盤出現	空隙出現	物質集積	底質泥化	海底掘	底質安定性	浅場形成
卵								
稚仔魚								
未成魚	○	○	○		△			
成魚	○	○生	○		×			×

2) ヤマトカマス

	定位目環境	基盤出現	空隙出現	物質集積	底質泥化	海底掘	底質安定性	浅場形成
卵								
稚仔魚								
未成魚	○							
成魚	○							×

表-2.2.6 離岸堤が与える生物種毎の物理要因との関係 (その4)

3) イシダイ

	定位目環境	基盤出現	空腔出現	物質集積	底質泥化	海底泥掘	底質安定性	浅場形成
卵								
稚仔魚								
未成魚	○	○餌	○		×			×
成魚	○	○餌	○		×			×

4) ウマズラハギ

	定位目環境	基盤出現	空腔出現	物質集積	底質泥化	海底泥掘	底質安定性	浅場形成
卵								
稚仔魚								
未成魚	○	○餌	△		×			×
成魚	○	○餌	△		×			×

5) カサゴ

	定位目環境	基盤出現	空腔出現	物質集積	底質泥化	海底泥掘	底質安定性	浅場形成
卵								
稚仔魚		△		○餌				
未成魚		○餌	○		×			×
成魚		○餌	○		×			×

6) キュウセン

	定位目環境	基盤出現	空腔出現	物質集積	底質泥化	海底泥掘	底質安定性	浅場形成
卵								
稚仔魚								
未成魚		○餌	△		×	×		×
成魚		○餌	△		×	×		×

7) クロダイ

	定位目環境	基盤出現	空腔出現	物質集積	底質泥化	海底泥掘	底質安定性	浅場形成
卵								
稚仔魚								○
未成魚	○	○餌	○					×
成魚	○	○餌	○					×

表-2.2.7 離岸堤が与える生物種毎の物理要因との関係 (その5)

8) シロギス

	定位目標	基盤出現	空隙出現	物質集積	底質泥化	海底掘	底質安定性	浅場形成
卵				△				
稚仔魚								
未成魚					○餌		○餌	△
成魚					○餌		○餌	○

9) ヒラメ

	定位目標	基盤出現	空隙出現	物質集積	底質泥化	海底掘	底質安定性	浅場形成
卵								
稚仔魚					○餌		○餌	○
未成魚					○餌		○餌	△
成魚					○餌		○餌	×

10) ブダイ

	定位目標	基盤出現	空隙出現	物質集積	底質泥化	海底掘	底質安定性	浅場形成
卵								
稚仔魚								
未成魚		○餌	○		×			×
成魚		○餌	○		×			×

11) マアジ

	定位目標	基盤出現	空隙出現	物質集積	底質泥化	海底掘	底質安定性	浅場形成
卵								
稚仔魚								
未成魚	○			○餌				
成魚								

12) メジナ

	定位目標	基盤出現	空隙出現	物質集積	底質泥化	海底掘	底質安定性	浅場形成
卵								
稚仔魚				△				△
未成魚	○	○餌	○		×			×
成魚	○	○餌	○		×			×

表-2.2.8 離岸堤が与える生物種毎の物理要因との関係（その6）

⑧ 磯根資源生物

1) イセエビ

	定位目標境	基盤出現	空隙出現	物質集積	底質泥化	海底洗掘	底質安定性	浅場形成
卵								
浮遊幼生								
未成体		○餌	○		×			×
成体		○餌	○		×			×

2) クロアワビ

	定位目標境	基盤出現	空隙出現	物質集積	底質泥化	海底洗掘	底質安定性	浅場形成
卵				△				
浮遊幼生				△				
稚貝		○餌	○		×			△
成貝		○餌	○		×			×

3) サザエ

	定位目標境	基盤出現	空隙出現	物質集積	底質泥化	海底洗掘	底質安定性	浅場形成
卵				△				
浮遊幼生				△				
稚貝		○餌	○		×			△
成貝		○餌	○		×			×

4) マダコ

	定位目標境	基盤出現	空隙出現	物質集積	底質泥化	海底洗掘	底質安定性	浅場形成
卵				△				
浮遊幼生				△				
底生稚仔		○餌	○		×			
成体		○餌	○		×			

5) ムラサキウニ

	定位目標境	基盤出現	空隙出現	物質集積	底質泥化	海底洗掘	底質安定性	浅場形成
卵				△				
浮遊幼生				△				
着底期		○餌			×			
成体		○餌	△		×			

2. 2. 4 生態系に及ぼす効果・影響に関する考察

離岸堤が自然砂浜海岸に設置されると、それまでまったくみられなかった岩礁性の付着動物や海藻類が比較的短期間で付き始める（図-2.2.10、写真-2.2.3,2.2.4）。こうした生態系が形成される第一義的要因は、安定した付着基盤の出現であるといえる。構造物に対する付着生物や海藻類の着生の度合は、構造物の安定度・設置水深・波浪の強さ・光などによって決定される。例えば、安定度が低く、波浪が強いと、付着動物や海藻類は剥離する危険にさらされ、水深が適当でなければ成育量は減少する。付着動物や海藻類にみられる鉛直分布構造は、種によって好適な生息水深があることを意味しており、これら生物の分布量が岸側よりも沖側で多いことも水深と生物の深い関わりを示唆するものである。また、付着動物の幼生プランクトン（例えばフジツボ幼生など）が離岸堤周辺で多くみられ、プランクトン相を特異なものに変化させる現象もみられた。稚仔魚相についても同様の現象が認められた。

一方、構造物の堆砂効果は、底質と深い関わりを持つ底生動物相を大きく変化させる。自然砂浜域では底質が動きやすいため、自由生活種のものが多く出現するが、離岸堤周辺では砂が堆積するため砂中に潜る埋在型の底生動物が増加している。

魚類は、構造物が創出する陰影効果・逃避効果（隠れ場）・渦流効果（複雑な流れの変化）などによって増集し始める。構造物が一定以上の規模を持つものでなければ、こうした効果はあまり期待できない。離岸堤は多くの沿岸性魚類を増集するだけの十分な規模を持っているものと考えられる。また、構造物の付着動物や海藻類は、岩礁性魚類の良好な餌料としても利用される。さらに、物質の集積効果によって、プランクトンが構造物沖側に集積されやすくなり、その分布密度が砂浜域よりも大きくなっている。したがって、プランクトン食性の魚類にとっても離岸堤周辺は良好な餌料環境にあることが窺われる。また、一部の魚類では構造物を産卵場とし、岸側の静穏域は稚仔魚の成育場として利用される。

離岸堤では、水産上有用なクロアワビ・イセエビなどの磯根資源生物もみられる。彼らはブロック本体よりも基礎捨石の狭い不規則な間隙にみられることが多い。この事実は、構造物が創出する生息空間の多様性が磯根資源生物の生息にとって重要な意味を持っていることを示唆している。

以上のように、構造物周辺に形成される生態系は、生物にとっての単なる住み場所としてのみならず、かれらの餌場、産卵場、成育場といった多様な側面から利用されている点が非常に重要である。生態系に及ぼす物理要因の影響の度合からいえば、第一には付着基盤の出現と生息空間の創出があげられる。構造物の構造や設置水深は、生息空間の良否や陰影・逃避・渦流効果の度合に影響を及ぼす重要な要因である。（図-2.2.11）

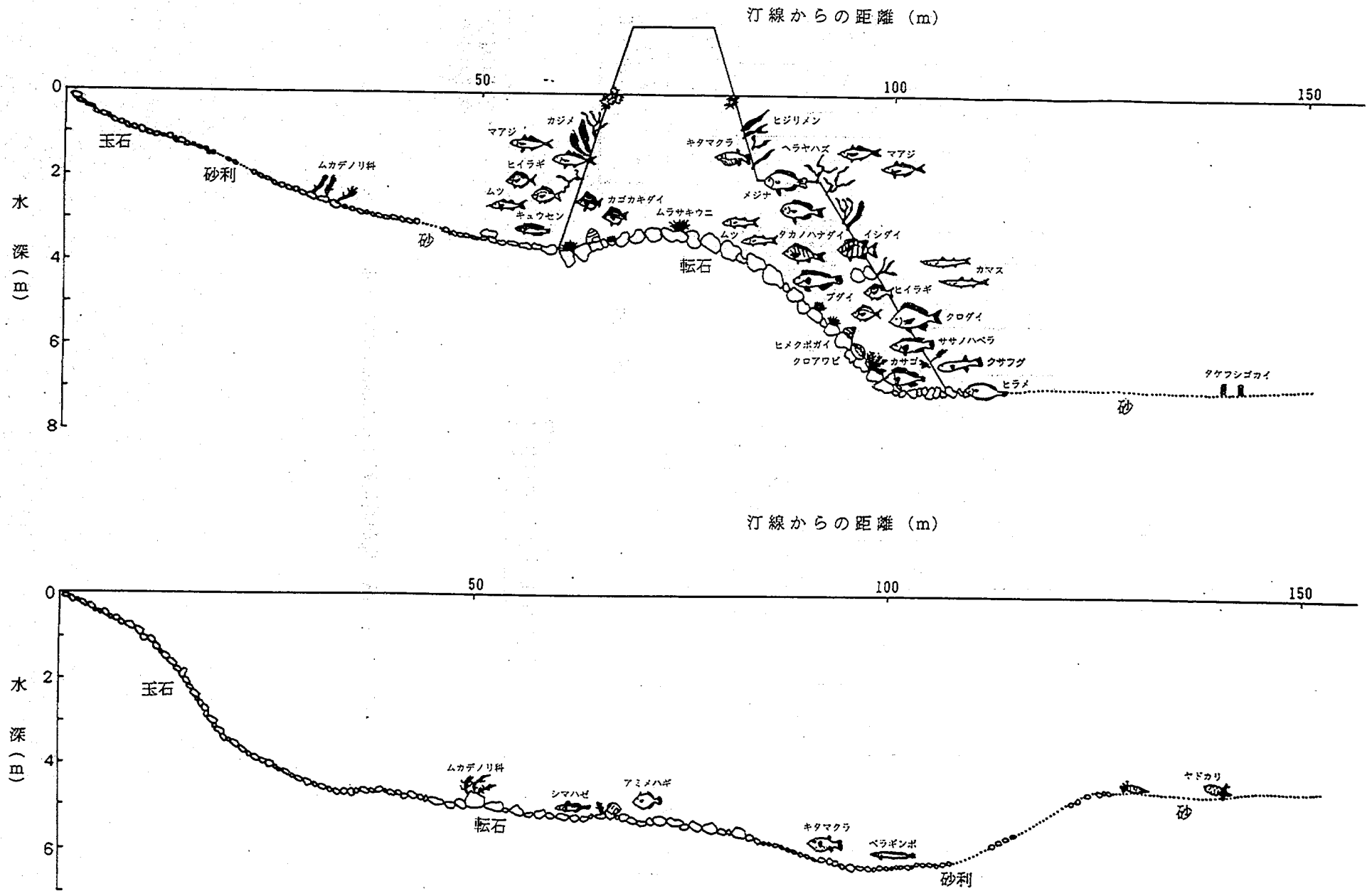


図-2.2.10 生物の分布状況

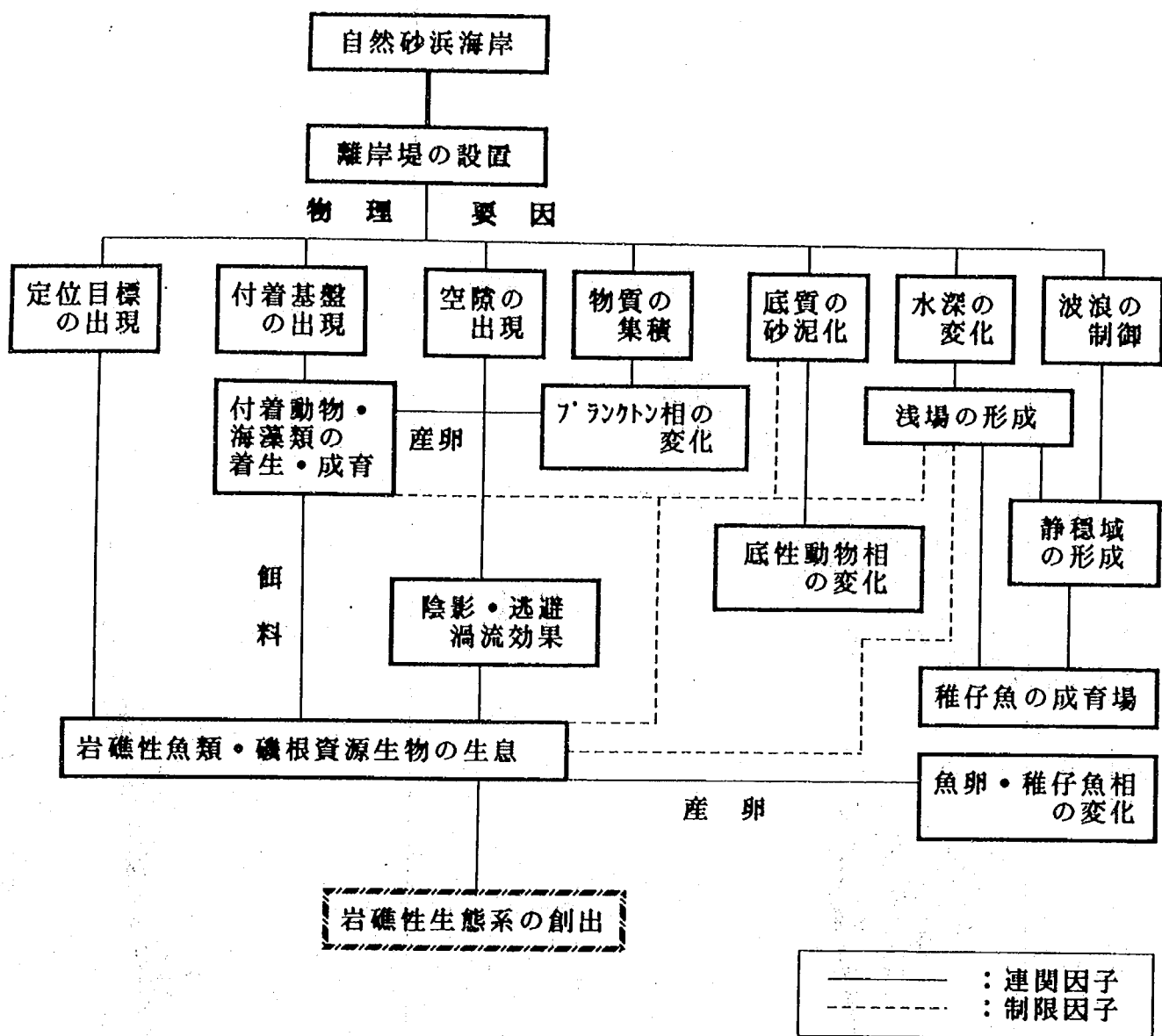


図-2.2.11 離岸堤設置に伴う生態系の連関モデル



写真-2.2.3 自然砂浜域—生物相は貧弱である

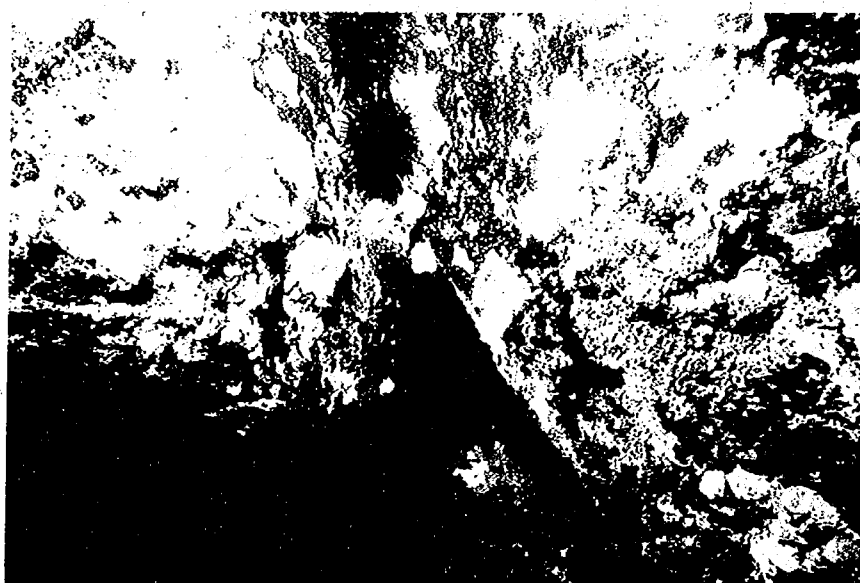


写真-2.2.4 離岸堤周辺—多様な岩礁性生物群集がみられる

2. 3 人工リーフ（胆振海岸）

2. 3. 1 海岸保全上の位置づけ

人工リーフは、離岸堤と同様に、越波の軽減や海浜の安定化を期待する消波構造物であり、具体的な設置目的は次のとおりである。これらの目的は単独ではなく、複合的に考えられる場合が一般的である。

- ① うちあげ高、越波量、あるいは飛沫量を減少させる。
- ② 沿岸標砂量を減少させる。
- ③ 人工リーフの岸側に砂を堆砂させて汀線を前進させる。
- ④ 人工リーフの岸側の砂が冲向きに流出するのを防止する。

離岸堤と異なり、水面下に没した構造の人工リーフは、海域の景観に悪影響をほとんど及ぼさず、遊泳やボードセーリングなどの海域利用を阻害することも少ない。そのため、工法が開発されて日が浅いにもかかわらず、全国各地の海岸で施工されている。

また、人工リーフの表面は石材やコンクリートブロックで構成され、かつ広い天端幅を有することから、構造上自然の岩礁と類似している。人工リーフの設置は、生態系の比較的単調な砂泥海岸や礫海岸に、このような自然の岩礁に似た生物の付着基盤を提供することになるため、周辺海域の生態系を豊富にし、場合によっては、魚礁のような効果も期待されている。

胆振海岸における人工リーフは平成2年度から施工を開始し、平成5年度末までに施工延長 220m (1基 300m) で、付着面積は約 12,760 m^3 (=58 m^2 × 220m) である。(図-2.3.1)

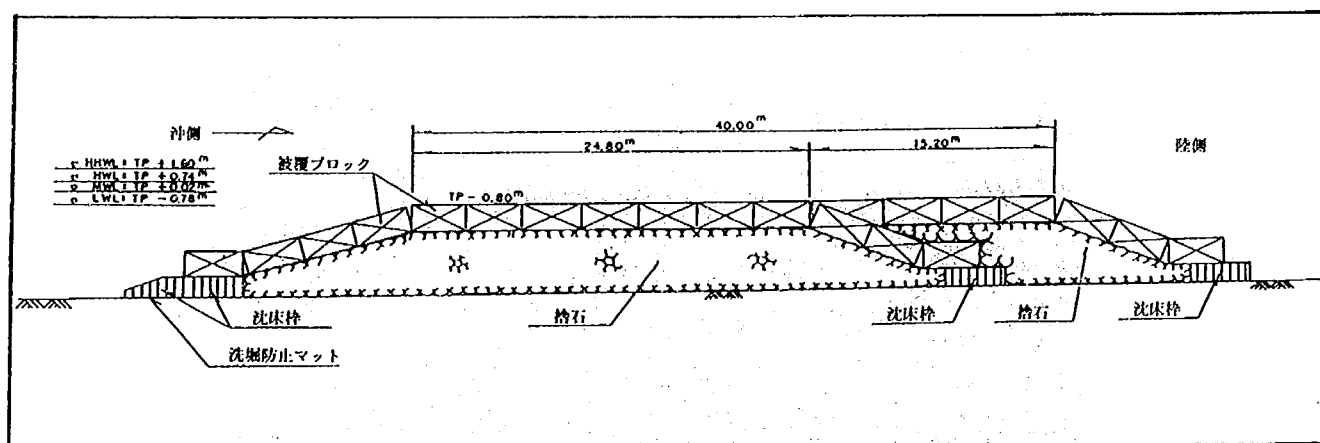


図-2.3.1 胆振海岸の人工リーフ標準断面図

2. 3 . 2 調查結果

調査海域の海岸の特性および人工リーフ周辺の自然海岸、人工リーフにおける各種生物の出現調査結果を述べる。

(1) 地形特性

胆振海岸は太平洋に面した緩い円弧上の海岸線を示し、門別町のシノダイ岬から苫小牧東港に至る前浜の存在する自然海岸の区間と、苫小牧東港と苫小牧西港間の自然海浜と直立護

岸が多い区間、そして前浜の消失が著しい苫小牧西港から敷生川河口までの3区間に分類される（図-2.3.2 参照）。

卓越波向はESE～SE方向であり、各区間における海岸線に対する波の入射角はそれぞれ45°程度、15°程度、0°程度となる。したがって、シノダイ岬～苫小牧東港、苫小牧東港～苫小牧西港、苫小牧西港～敷生川河口の順に沿岸漂砂が卓越すると考えられ、シノダイ岬～苫小牧東港の区間では前浜が侵食されたことによる浜崖の発達、苫小牧東港～苫小牧西港の区間では供給土砂の遮断による侵食が、また卓越波がほぼ直角に入射する苫小牧西港～敷生川河口の区間では岸沖漂砂による海浜変形が卓越している。

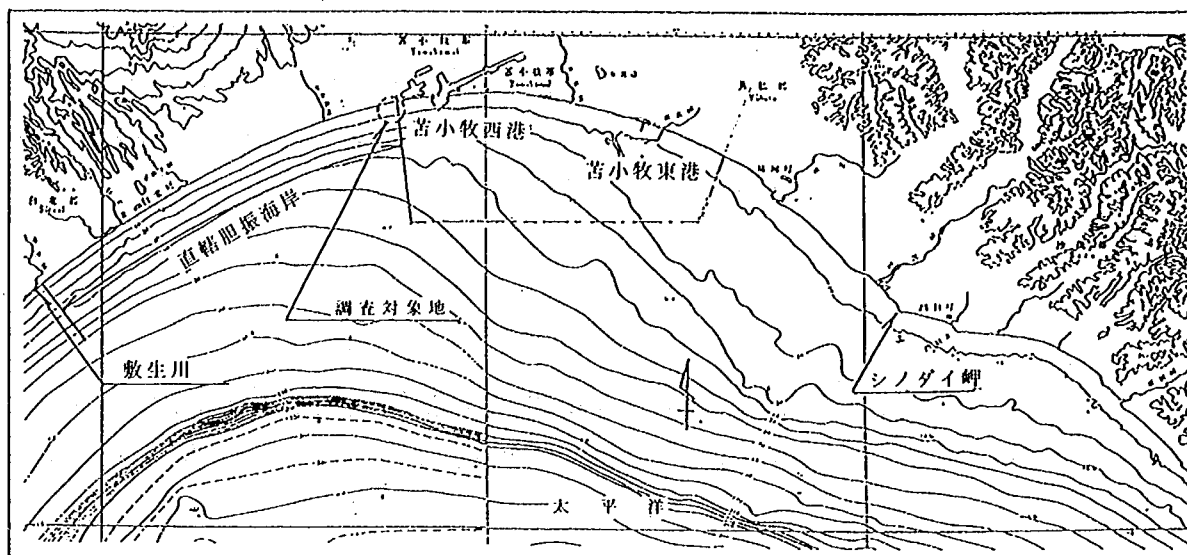


図-2.3.2 海底地形図

(2) 海象特性

① 波浪

波浪エネルギーを季別に比較すると、秋季において最大で年間総エネルギーの31.4%、ついで春季の28.7%、夏季の23.9%、冬季の16%の順になっている。季別の波エネルギーが最大である秋季の最大波高階級は $H_{1/3}=2.0 \sim 2.5$ m、卓越周期は $T_{1/3}=6 \sim 7$ 秒で長時間ほぼ同一波向となる。また、通年での最大波高は4.0～4.5 mで卓越周期は $T_{1/3}=8.5$ sであり、昭和57年から平成3年までの10ヶ年における年間波高上位5波の有義波高の平均は、 $H_{1/3}=3.1$ m、 $T_{1/3}=7.8$ sである。

② 海流

北海道太平洋沿岸では、図-2.3.3 に示すように津軽海峡を通過した対馬海流成分と千島海流が存在する。苫小牧周辺では、夏季は東進する津軽海峡流の補償流としての西流（流速12cm/s）が卓

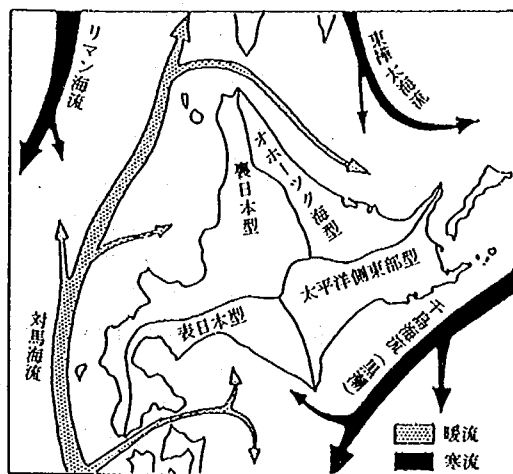


図-2.3.3 北海道近海の流れ（日本地図センター、1973「海流・海水温度・潮汐等」）

越し、冬季は勢力の強くなる千島海流（親潮）による西流（流速27cm/s）が卓越する。

（3）調査結果

① 底質

底質調査の結果によると、周辺の底質は細砂であり、粒径は $d_{50}=0.09\text{mm}\sim0.31\text{mm}$ である。CODは $0.4\text{ mg/l}\sim7.7\text{ mg/l}$ の範囲で水深が深い個所でCOD値が大きかった。

② プランクトン

胆振海岸は栄養塩の豊富な親潮の強く影響する海岸で、植物プランクトン、動物プランクトン量が多く、植物プランクトンと動物プランクトンの比は3.2:1である。

春、秋の出現プランクトン種類・量は、親潮と津軽暖流水の流入状態により異なる。

海潮流が人工リーフと平行方向に流れ、人工リーフ延長が流れの現象（周期）に比較し短い、平成5年6月の調査では人工リーフ沖側にクリガニのラーバがみられ、人工リーフ背後では貝類のラーバがみられた。

③ 底棲生物

イ) 自然海岸

当海岸の底質は細砂および粗砂であり、底棲生物の出現種類は平成4年度～平成6年度の5回調査の平均で15種類、個体数518体/0.1m²であり、サラガイ、多毛類、アミ類が多い。

ロ) 人工リーフ

a. 出現生物

人工リーフ周辺の底棲生物出現種類は平均20種類で、サラガイ、多毛類および有用水産生物であるエゾバカガイ（ホッキ貝）が多く、出現個体数は676体/0.1m²であった。

b. 人工リーフ設置による波浪変化に伴うホッキ稚貝の分布

平成3年までの調査では、水深6m～8mの個所の幼稚貝の分布は少なかったが、平成4年10月の調査では水深6m～7mの個所に設置された人工リーフの背後で多くの幼稚貝が確認された。（図-2.3.4 参照）。

平成2年7月から平成5年10月までの調査結果より、人工リーフ背後のSt 3, 4と将来開口部となる同一水深の対称地点のSt 27, 28のホッキ貝生息数の経年変化を図-2.3.5 に示

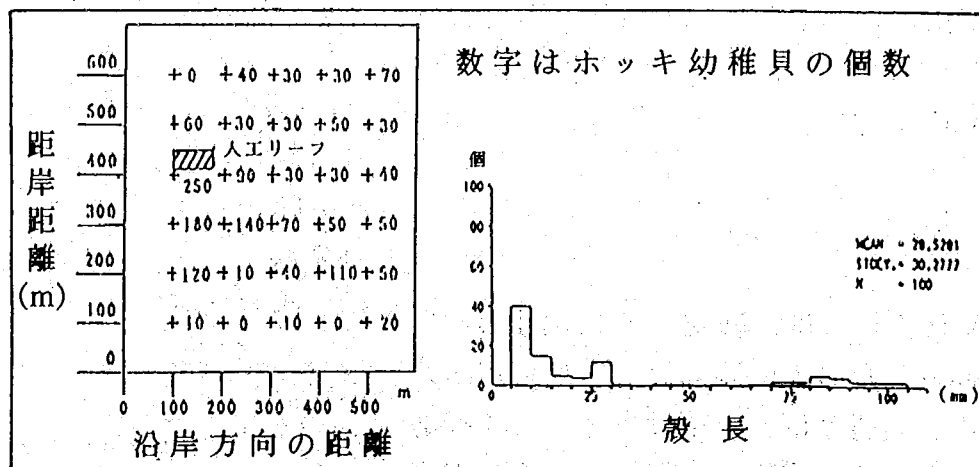


図-2.3.4 ホッキガイ分布と殻長組成（平成4年10月）

す。人工リーフ背後のSt3, 4は、人工リーフ建設に伴い夏季産卵貝が沈着し減耗せずには生
育しているものと考える。

人工リーフ建設前の平成2年10月と人工リーフが64m建設され、背後水域が多少静穏に
なった平成4年10月および人工リーフ延長が110mとなった平成5年10月のホッキ貝の生息
分布を図-2.3.6に示す。

人工リーフ延長が50m以上となった平成4年10月において、静穏域が形成されたSt3,
St4では8月に沈着したホッキ幼稚貝の生息数が建設前に比較し3倍以上となり、周辺に比
較しても3倍以上となっている。

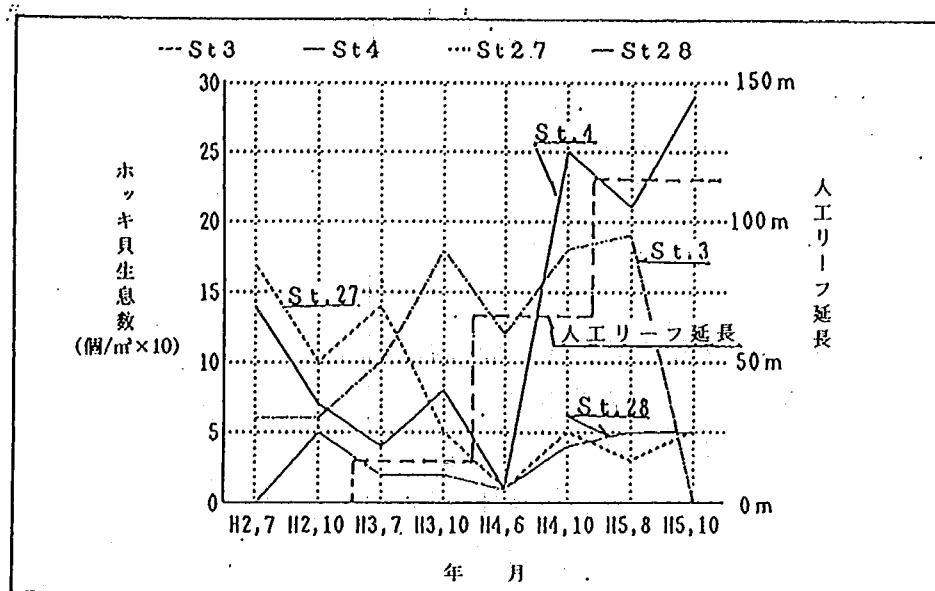


図-2.3.5 人工リーフ延長とホッキ貝生息数

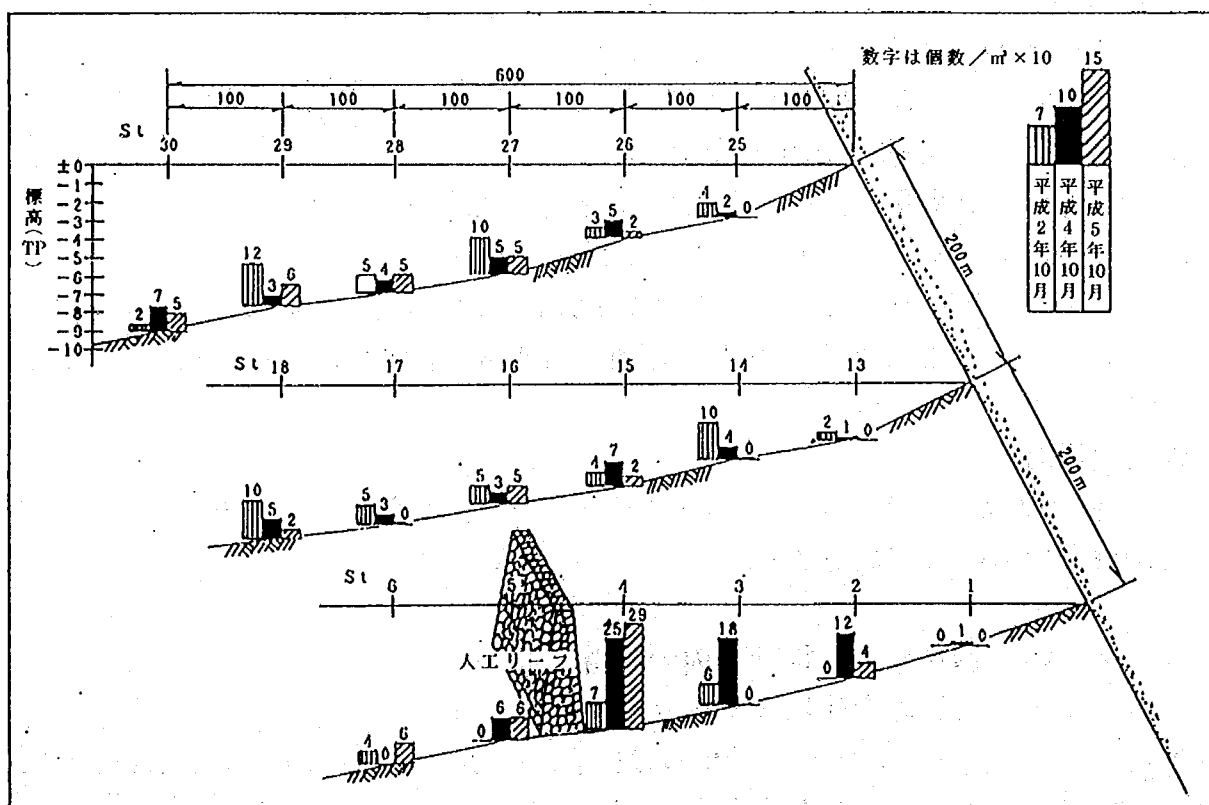


図-2.3.6 人工リーフ建設前後のホッキ貝生息数

④ 付着生物

イ) 自然海岸

底質が細砂および粗砂であることから、自然海岸における付着生物は生育しない。

ロ) 人工リーフ

人工リーフ建設により、砂浜海岸において一種の岩礁帯が形成された。

a. 海藻類の出現

人工リーフ施工前は、底質（細砂）が適さないということもあり海藻類の生息は見られなかったが、今回の調査で、緑藻類ではアナアオリ、シオグサ類、褐藻類ではミツイシコンブ、ハバモドキ、カヤモノリ、紅藻類ではダルス、アナダルス等の着生が確認された。

生育状況を見ると人工リーフの岸側全体に分布が見られるが、早くに施工された東側で付着量が特に多い。

ウニ類の餌料海藻、ハタハタの産卵海藻および幼稚魚の隠れ場であるミツイシコンブは、図-2.3.7 に示すように平成3年度に遊走子が着定し、冬季発芽したものが、平成4年5月には1年生コンブ幼葉として密集し生育していた。

生育競争に負けたコンブは脱落し、平成4年11月には生育本数は少なくなったが、1本当りの重量が増加し、順調に生育している。

平成5年6月には平成3年に着生した2年生コンブが根元から着定基質と離れ、平成4年に着定したコンブ幼葉が見られた。

この結果湿重量が減少し、本数は180本程度であった。

平成5年10月の調査では、2年生コンブが生育し1年生コンブが脱落したものと考えられ、平成6年6月では本数が56本と減少し、湿重量も平成5年10月に比較し減少したが、コンブ群落が形成されつつある。

b. 磯根生物の出現

また、2回の調査によりイガイ、エゾチヂミボラ、節足動物のクリガニ、フジツボ類等が出現数が少ないものの確認された。

2. 3. 3 構造物が与えた物理要因の評価

(1) 構造物による波高変化に伴うホッキ幼稚貝の分布

夏季に発生し、沈着したホッキ幼稚貝は秋季に高波浪が来襲すると減耗が大きい。ホッキ稚貝が生存する条件として底質が波動により液状化しないことが一要因として上げられる。

底質が波動により液状化し、海底面直下に生育しているホッキ稚貝が海底面上に放り出さ

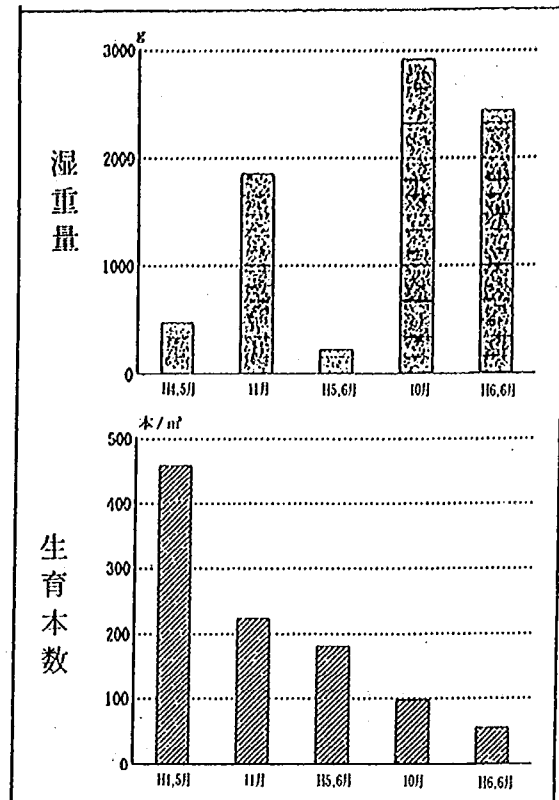


図-2.3.7 人工リーフ上のSt8におけるミツイシコンブの湿重量と生育本数

れ、波浪の水粒子運動により海底面上を砂粒子とともに回転しながら移動する。この結果、稚貝のまだ薄い貝殻が破損しホッキ幼稚貝は減耗する。

図-2.3.8 は沈着後の稚貝の生育に最も関与すると考えられる季別最大エネルギー波

($T=6.5\text{sec}$, $H_o' = 2.3\text{m}$) が人工リーフ設置個所に近づいたときの $H \cdot W \cdot L + 0.75\text{m}$ における波高とその波高で液状化するか否かを示したものである。

人工リーフ建設前は $T P - 6\text{m}$ 以浅は底質が洗掘されやすく、砂地盤の内表面に生育しているホッキ幼稚貝が海底地盤び液状化とともに波動により掘り出され減耗され易い個所であった。

人工リーフ建設後、背後水域の波高は図-2.3.8 に示すとおりとなり、波動による液状化が発生していない。

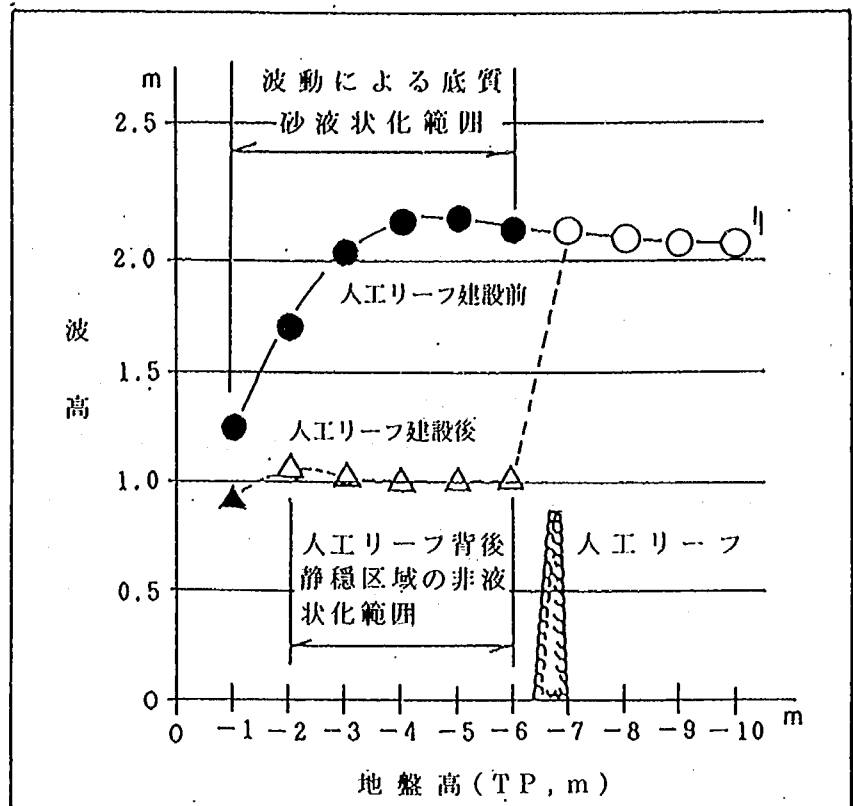


図-2.3.8 人工リーフによる静穏域と地盤の液状化範囲

図-2.3.6 の人工リーフ背後の $St4$ にホッキ幼稚貝が周

囲に比較し3倍以上生息していることは、人工リーフの周辺で洗掘されたホッキ稚貝が海浜流や波動により移動し寄せホッキ状態となったか、沈着した幼貝の減耗が少なく他の個所に比較し多く生息しているか、どちらの要因か解明出来ていない。いずれにせよ人工リーフが波動エネルギーを制御し、生態底質環境を変化させ、ホッキ稚貝の生息環境を良好なものにした結果と考えられる。

(2) 付着基盤の出現による出現生物の変化

コンブなどの遊走子は着底しても、基盤が不安定であると胞子が形成されない。このため、海藻の遊走子が胆振海岸に到来し、砂粒子に付着しても減耗するため、これまで海藻の生育は見られなかった。

人工リーフ設置により波浪や潮流に対し安定した基質が砂浜海岸に現われ、室蘭市や白老町の岩礁海岸、苫小牧西港および日高海岸からの潮流により海藻の遊走子や貝類（イガイ等）の浮遊幼生などが着底し、被覆ブロック、割石上で生育している。

(3) 人工岩礁の出現による出現生物の変化

海底勾配が $i = 1/64$ 程度の平坦な海底地形上に比高 6.2m 、容積 $12,760\text{m}^3$ の人工岩礁帯（人工リーフ）が出現した。人工リーフに付着生物が着生すること、人工リーフ周辺海底に

(人工リーフ) が出現した。人工リーフに付着生物が着生すること、人工リーフ周辺海底にベントス等が増殖することから、人工リーフの付着生物を直接接餌する魚類 (ウマズラハギ等)、カサゴ、カレイ等のベントスを接餌する魚類が出現した。

遊泳力の小さく、接触走性のあるエゾメバル、カサゴは潮流の速い時には人工リーフ被覆ブロック内や流影に身を寄せたり、人工リーフの間隙を隠れ場を利用している。

2. 3. 4 生態系に及ぼす効果・影響に関する考察

自然海岸の底質は細砂で波浪による地形変動が激しいため、T P-6m以浅における底棲生物の生息数は少なく、サラガイ等地形変動に適応できる生物が生息している (図-2.3.9 参照)。自然海岸で見られる魚類は貝類を餌料とするイシガレイや回遊するマサバ類が多い。

人工リーフが砂浜海岸に設置されると、図-2.3.9 に示すように定位目標・付着基盤の出現による効果があらわれ、岩礁性の生態環境が創造される。さらに、付着海藻に産卵する魚類、海藻場を幼稚魚が保育場としていることから、海域全体の生物種が増加し、生態系が豊かになっている。また、波浪制御により人工リーフ背後水域では底質の液状化・移動が少なくなり、底棲生物の減耗が小さくなることから、砂浜生物に良好な環境が形成される。

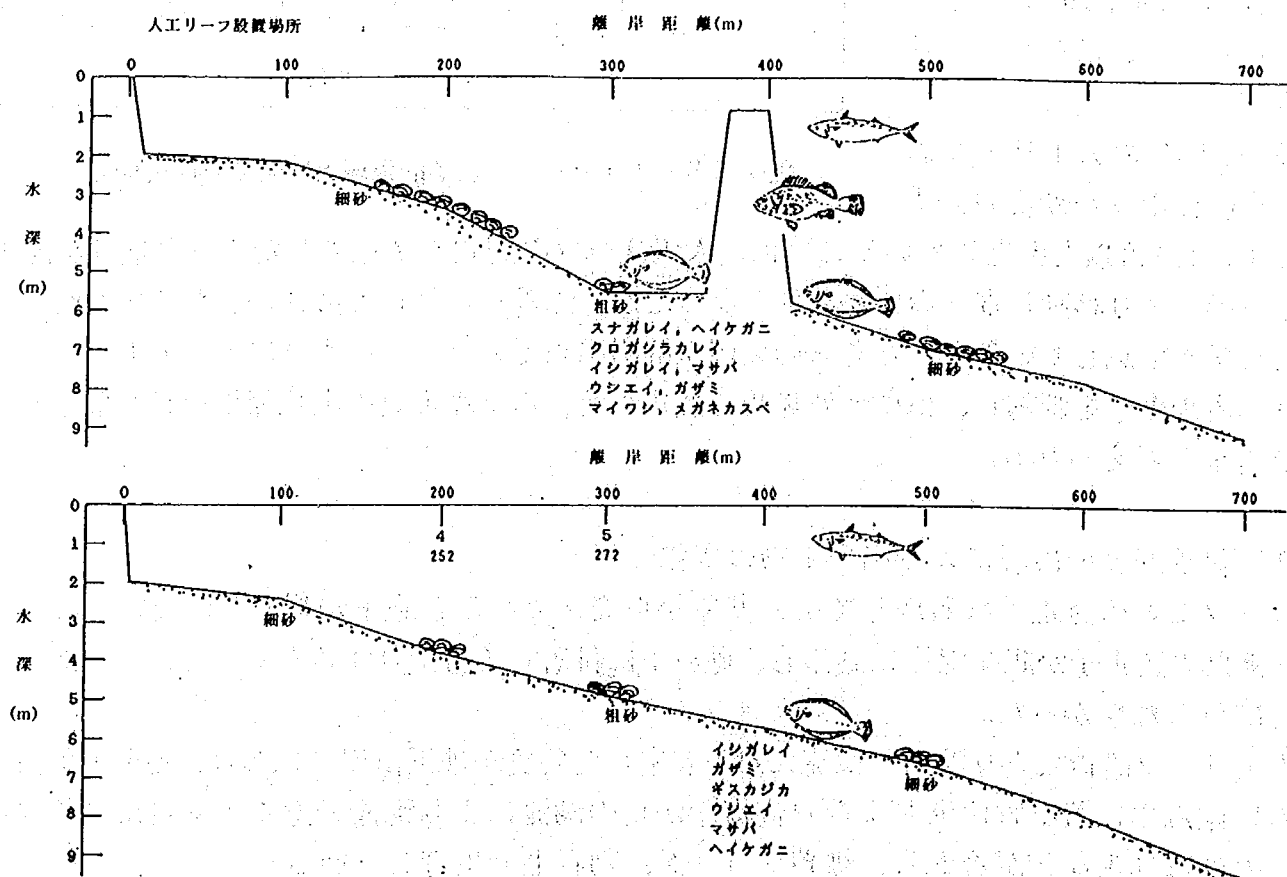


図-2.3.9 施設周辺および自然海岸の生態模式図

2. 4 人工リーフ（下新川海岸）

2. 4. 1 海岸保全上の位置づけ

富山県下新川郡朝日町赤川地先に位置する朝日海岸(図-2.4.1参照)においては、海岸保全を目的として、直立堤や消波工の設置を中心として行われてきた。現在は完成後25年以上経過し老朽化が進んでいることから、「なぎさリフレッシュ事業」として直立堤の緩傾斜堤への改築、直立堤前面の消波工と離岸堤の一部を人工リーフの転用している。

当海岸の人工リーフは、既設の副離岸堤間の開口部に設置既設の副離岸堤したものの天端幅50mである。天端水深は、小型船舶(漁船)の航行が盛んな地先であることからT.P.-2mとしている。構造は既設の離岸堤と消波工の再利用を図るため、中積みに既設の離岸堤ブロックを利用し、その上に石を積み重ねたものであり、平成3年から平成4年にかけて施工したものである(写真-2.4.1, 図-2.4.2, 写真-2.4.1参照)。

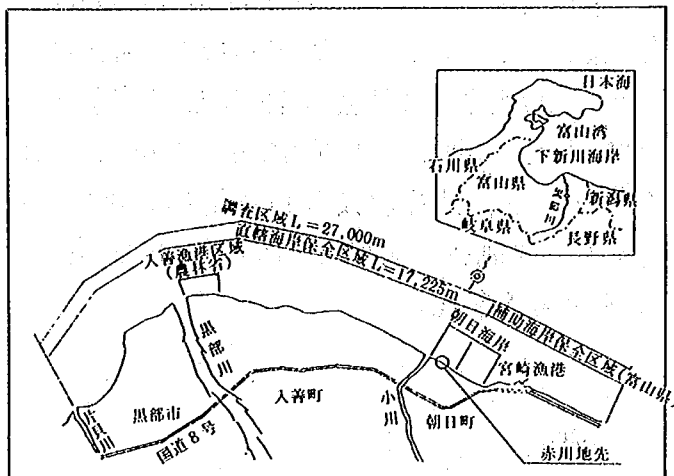


図-2.4.1 下新川海岸位置図

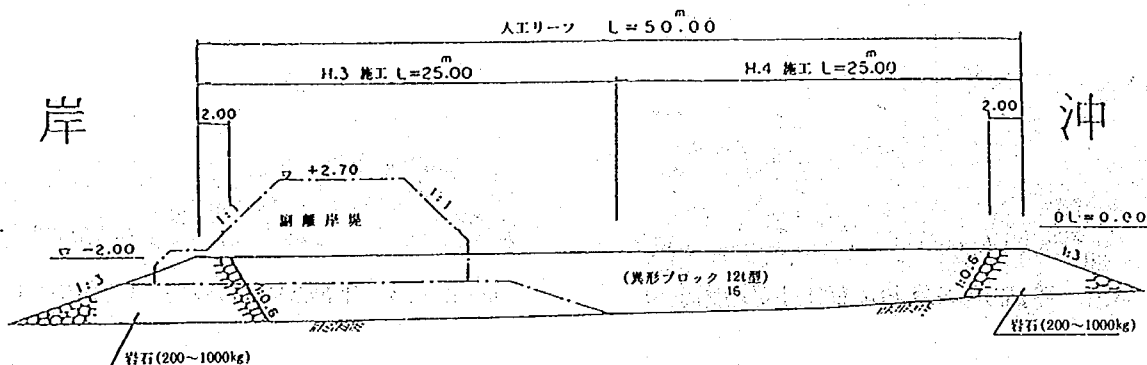


図-2.4.2 人工リーフ断面図

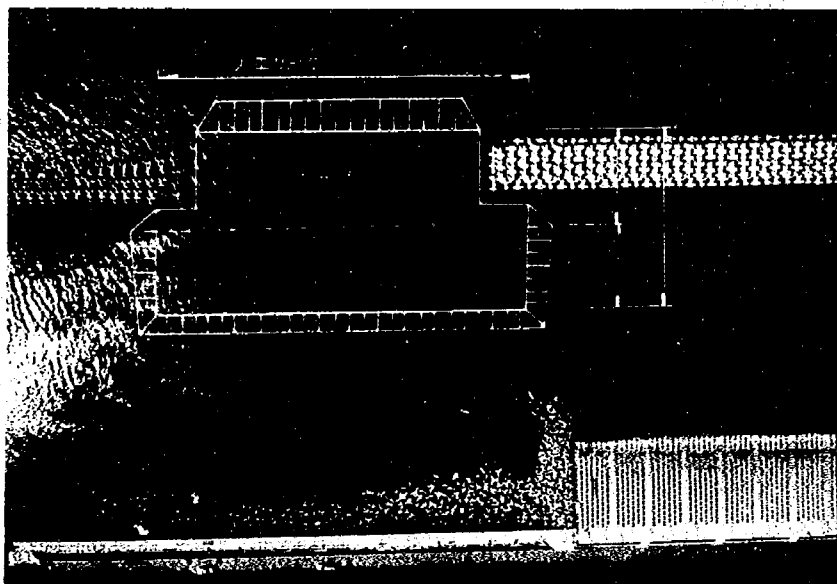


写真-2.4.1 人工リーフ設置位置

2. 4. 2 調査結果

現地調査は、平成4年12月、平成5年6月、平成5年9月及び平成6年5月の計4回を実施した。平成4年12月の現地調査は人工リーフのある海岸と人工リーフのない自然海岸とを比較するため、2測線、3地点を設置して実施した（図-2.4.3参照）。平成5年6月及び9月の現地調査は人工リーフ周辺の現況を把握するため、3測線、2地点を設置して実施した（図-2.4.4参照）。平成6年5月の現地調査は人工リーフ、離岸堤及び自然海岸を比較するために、5測線、4地点を設置して実施した（図-2.4.5参照）。

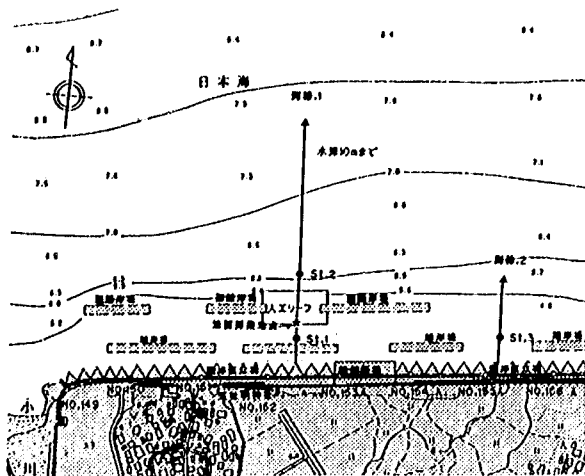


図-2.4.3 平成4年12月現地調査位置図

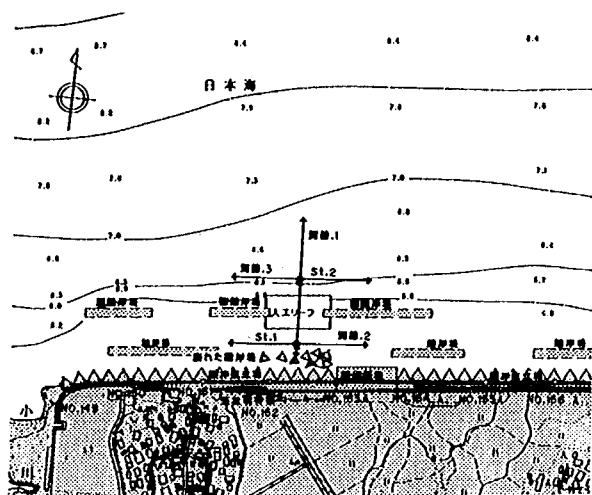


図-2.4.4 平成5年6月および9月現地調査位置図

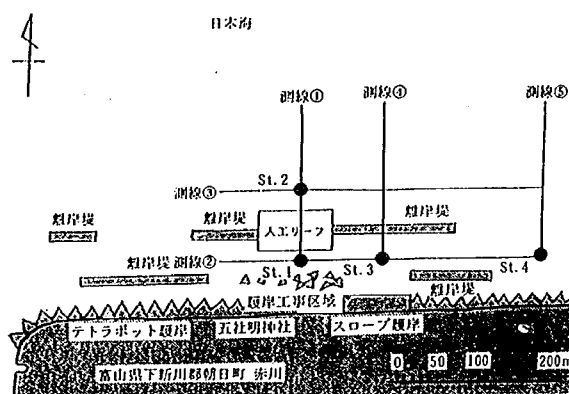


図-2.4.5 平成6年5月現地調査位置図

(1) 自然海岸域における調査結果

自然海岸域における調査は平成4年12月及び平成6年5月に実施した。

① プラクトン

自然海岸域における植物プランクトンの出現概要を表-2.4.1に示す。平成4年12月の調査において出現した植物プランクトンは計8種類であり、総細胞数は珪藻類とミドリムシ藻類が約半数ずつであった。平成6年5月の調査において出現した植物プランクトンは計18種類であり、そのほとんどを珪藻類が占めた。冬季、春季ともに分類群組成では珪藻類が優占した。また、冬季よりも春季の方が種類数、細胞数ともに多かった。

自然海岸域における動物プランクトンの出現概要を表-2.4.2に示す。平成4年12月の調査において出現した動物プランクトンは計8種類であり、その半数以上を有孔類が占めた。平成6年5月の調査において出現した動物プランクトンは計12種類であり、その約半数をかい脚類が占め、約40%を幼生類が占めた。

季節変化は冬季が有孔類、春季がかい脚類が優占するものの、種類数、個体数ともに大きな変化はみられなかった。

表-2.4.1 植物プランクトン出現概要（自然海岸） 細胞数/ℓ

調査年月	平成4年12月		平成6年5月	
分類群	種類数	細胞数 (%)	種類数	細胞数 (%)
珪藻類	7	51.5	14	98.80
渦鞭毛藻類	0	0.0	3	1.10
ミドリムシ藻類	1	48.5	1	0.00
総種類数	8		18	286.08

表-2.4.2 動物プランクトン出現概要（自然海岸） 細胞数/m³

調査年月	平成4年12月		平成6年5月	
分類群	種類数	細胞数 (%)	種類数	細胞数 (%)
根足虫類	1	12.9	0	0.0
繊毛虫類	1	6.5	0	0.0
有孔類	1	58.1	0	0.0
ヒドロ虫類	0	0.0	1	1.6
線虫類	0	0.0	1	4.8
介形類	0	0.0	1	4.8
かい脚類	3	16.1	6	50.0
幼虫類	2	6.5	3	38.7
総種類数	8		12	4.611

②底生生物

自然海岸域における底生生物の出現概要を表-2.4.3に示す。平成4年12月の調査では2種類2個体のみしか確認できなかった。また、その湿重量は、ほとんどを1個体の環形動物（シロガネゴカイ科の1種）が占めた。平成6年5月の調査では9種類44個体が出現し、平成4年12月の調査結果と比較して種類数、個体数及び湿重量ともに増加した。優占種は個体数、湿重量ともに棘皮動物でウニの仲間であるScaphechinus属の1種であった。

表-2.4.3 底生生物出現概要（自然海岸）

		H4.12	H6.5
種類数	紐形動物	1	0
	環形動物	1	3
	軟体動物	0	1
	節足動物	0	4
	棘皮動物	0	1
	総種類数	2	9
個体数 %	紐形動物	50.0	0.0
	環形動物	50.0	11.4
	軟体動物	0.0	4.5
	節足動物	0.0	40.9
	棘皮動物	0.0	43.2
	総個体数 (/0.1 m ³)	2	44
湿重量 %	紐形動物	+	0.0
	環形動物	100.0	13.0
	軟体動物	0.0	0.0
	節足動物	0.0	14.8
	棘皮動物	0.0	72.2
	総湿重量 (/0.1 m ³)	0.15	0.54

③付着生物

自然海岸域における付着生物調査は平成4年と平成6年に実施した。出現概要を表-2.4.4に示す。冬季で波が高い平成4年12月の調査では自然海岸域において付着生物は全く観察されなかった。平成6年5月の調査では海藻が2種類（アオサ属の1種、ハネモ）と動物が2種類（ヒラモミジガイ、ウミサボテン）の計4種類が観察されたがどの種類も被覆率5%未満のわずかなものであった。

表-2.4.4 付着生物出現概要（自然海岸）

	岸側 ←	→ 沖側
H4.12	出現種なし	
H6.5	アオサ属・ハネモ	ヒラモミジガイ・ウミサボテン

④魚類

自然海岸域における魚類捕獲調査は平成4年12月に実施した。出現概要を表2.4.5に示す。11種類38個体の魚類が出現し、優占種はクロメジナで13個体出現した。砂底にもかかわらずムラソイ等の岩礁性の種類も出現した。

表-2.4.5 魚類出現概要（自然海岸）

番号	学名	和名	H4.12
1	Konosirus punctatus	コノシロ	1
2	Tribolodon hakonensis	ウグイ	4
3	Mugil cephalus cephalus	ボラ	4
4	Girella melanichthys	クロメジナ	13
5	Ditrema temmincki	ウミタナゴ	5
6	Sebastes inermis	メバル	1
7	Sebastes schlegeli	クロソイ	1
8	Sebastes paychycephalus	ムラソイ	4
9	Hexagrammos agrammus	クジメ	3
10	Zebrias zebra	シマウシノシタ	1
11	Takifugu poecilonotus	コモンフグ	1
計			38

(2) 人工リーフ周辺域における調査

①プランクトン

人工リーフ周辺域における植物プランクトンの出現概要を表2.4.6に示す。平成4年12月の人工リーフ岸側では計11種類が出現した。分類群組成は珪藻類が50%以上、ミドリムシ藻類が40%以上を示した。これらの結果と同時期に調査を行った自然海岸の結果とでは顕著な違いはみられなかった。平成6年5月の人工リーフ岸側では計15種類が出現し、珪藻類が80%以上を示した。自然海岸域と同様に冬季よりも春季の方が細胞数の多い結果となった。平成6年5月の人工リーフ沖側では計20種類が出現し、95%以上を珪藻類が占めた。この結果と同時期に調査を行った人工リーフ岸側の結果とでは顕著な差はみられなかった。また、

表-2.4.6 植物プランクトン出現概要（人工リーフ） 細胞数/ℓ

調査年月	平成4年12月		平成6年5月		平成6年5月	
調査地点	人工リーフ岸側		人工リーフ岸側		人工リーフ沖側	
分類群	種類数	細胞数(%)	種類数	細胞数(%)	種類数	細胞数(%)
珪藻類	9	55.4	11	80.4	12	95.9
黄色鞭毛藻類	1	1.4	0	0.0	0	0.0
渦鞭毛藻類	0	0.0	3	13.3	6	3.4
クリプト藻類	0	0.0	1	6.3	1	0.6
ハプト藻類	0	0.0	0	0.0	0	0.0
緑藻類	0	0.0	0	0.0	0	0.0
ミドリムシ藻類	1	43.2	0	0.0	1	0.1
総種類数	総細胞数		15	2,220	15	114,900
					20	343,440

人工リーフと自然海岸とを比較しても有意な差はみられなかった。

人工リーフ周辺域における動物プランクトンの出現概要を表-2.4.7に示す。平成4年12月の調査では人工リーフ岸側において計11種類が出現した。同時期調査を行った自然海岸域の結果と同様に類別組成では有孔類が約60%を占めて優占し、その他の結果も自然海岸と顕著な違いはみられなかった。平成6年5月の人工リーフ岸側では19種類が出現した。類別組成ではかい脚類が50%以上を占めて優占し、平成4年12月の調査でみられた有孔類は全く出現しなかった。また、冬季に比べて種類数、個体数ともに増加した。しかし、同時期に調査を行った自然海岸と比較して、種類数、類別組成及び個体数ともに顕著な違いはみられなかった。平成6年5月の人工リーフ沖側では計26種類が出現し、類別組成では人工リーフ岸側と同様にかい脚類が優占した。これについても種類数、個体数ともに岸側との間に顕著な違いはみられなかった。

表-2.4.7 動物プランクトン出現概要（人工リーフ） 細胞数/m³

調査年月	平成4年12月		平成6年5月		平成6年5月	
調査地点	人工リーフ岸側		人工リーフ岸側		人工リーフ沖側	
分類群	種類数	個体数(%)	種類数	個体数(%)	種類数	個体数(%)
繊毛虫類	0	0.0	0	0.0	0	0.0
有孔類	1	69.2	0	0.0	0	0.0
根足虫類	1	7.7	0	0.0	0	0.0
ヒドロ虫類	0	0.0	0	0.0	2	0.4
矢虫類	0	0.0	0	0.0	1	0.4
枝角類	0	0.0	1	4.1	1	0.2
介形類	0	0.0	1	1.4	0	0.0
かい脚類	2	15.4	10	52.7	15	77.1
端脚類	1	7.7	0	0.0	0	0.0
尾虫類	0	0.0	1	4.1	2	2.2
幼生類	0	0.0	6	37.8	5	19.8
総種類数	総個体数		0	2,168	19	11,218
					26	24,771

②底生生物

人工リーフにおける底生生物の出現概要を表-2.4.8に示す。

平成4年12月の調査では人工リーフの岸側が計15種類129個体、沖側が計8種類33個体と、種類個体数ともに岸側が多い。優占種は岸側はスゴカイイソメ、沖側はマルスダレガイであった。

平成5年6月の調査では人工リーフの岸側が計13種類302個体、沖側が計17種類143個体で、種類数は沖側の方が多いが、個体数は岸側の方が多。岸側の優占種は環形動物のツブラホコムシ、Prionospio属の1種であり、沖側では軟体動物のシズクガイ、棘皮動物のハスノハカシパンであった。

平成5年9月の調査では岸側が計11種類48個体、沖側が計7種類20個体で、種類個体数、湿重量ともに岸側が多い。優占種は岸側が環形動物のスゴカイイソメ、沖側がハスノハカシパンであった。

平成6年5月の調査では人工リーフの岸側が計22種類1,138個体、沖側が計9種類79個体で、種類数、個体数ともに岸側が多い。優占種は岸側が節足動物のカマキリヨコエビで、沖側が節足動物のレウコン科であった。

表-2.4.8 底生生物出現概要（人工リーフ）

分類群		H4.12		H5.6		H5.9		H6.5	
		岸側	沖側	岸側	沖側	岸側	沖側	岸側	沖側
種 類 数	紐形動物	0	0	0	0	0	0	0	1
	腔腸動物	0	0	0	0	1	0	0	0
	環形動物	6	4	8	7	7	3	12	3
	軟体動物	6	3	2	4	3	3	1	1
	節足動物	2	3	3	4	0	0	9	3
	棘皮動物	1	1	0	2	0	1	0	1
	総種類数	15	11	13	17	11	7	22	9
個 体 数 %	紐形動物	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3
	腔腸動物	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0
	環形動物	85.3	18.2	97.4	17.5	68.8	20.0	2.6	5.1
	軟体動物	10.9	57.6	1.0	49.7	29.2	40.0	0.2	1.3
	節足動物	1.6	18.2	1.7	8.4	0.0	0.0	97.2	91.1
	棘皮動物	2.3	6.1	0.0	24.5	0.0	40.0	0.0	1.3
	総個体数 (/0.1 m ²)	129	33	302	143	48	20	1138	79
湿 重 量 %	紐形動物	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
	腔腸動物	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0
	環形動物	56.1	9.4	93.5	1.5	41.7	44.7	16.1	0.6
	軟体動物	39.8	50.9	6.5	5.6	55.7	13.2	3.1	+
	節足動物	1.0	35.8	+	12.6	0.0	0.0	80.7	2.0
	棘皮動物	3.2	3.8	0.0	80.3	0.0	42.1	0.0	96.4
	総湿重量 (/0.1 m ²)	6.94	0.53	2.61	23.4	1.54	0.38	1.61	4.99

③付着生物

人工リーフ周辺における出現概要を表-2.4.9に示す。

出現した付着生物のほとんどが人工リーフ上で観察された。その人工リーフ上において植物ではウスカワカニノテが冬季、夏季、秋季ともに多く出現したが、春季には若干観察されただけであった。また、夏季、春季にはワカメが多く観察された。ワカメは春先から夏場にかけて成長する海藻である。一方、人工リーフ上における付着動物は沖側法面において常にマガキが優占的に観察された。人工リーフ上に次いで多く生物が観察されたのは人工リーフの岸側の海底で礫に付着する海藻類が観察された。人工リーフ沖側の砂底域においては、平成6年5月の調査でアオサ属が若干観察されただけであった。

表-2.4.9 付着生物出現概要（人工リーフ）

	陸側海底 岸 ←	人工リーフ天端上	沖側海底 → 沖
H4.12	ほとんど見られない (カジメ属・アカモク・タマハアキモク、 各々若干確認された)	ウスカワカニノテ サンカクフジツボ アカモク マガキ	出現種なし
H5.6	ワカメ・マクサ ・フシツナギ各10%	ウスカワカニノテ ワカメ マガキ	出現種なし
H5.9	マクサ属10%	ウスカワカニノテ マクサ アオサ属 マガキ	出現種なし
H6.5	カンザシゴカイ60% ワカメ・サビ亜科・ケ ウルシグサ・フシツナ ギ各 30 %	ワカメ マガキ フシツナギ マガキ	ほとんど見られない (アオサ属が若干確認 された)

④魚類

人工リーフの沖側における魚類捕獲調査は平成4年12月及び平成6年5月に実施した。平成4年12月には9種類21個体の魚類が出現し、ムラソイ、クロソイ等の岩礁性の魚類が優占した。平成6年5月には5種類6個体の魚類が出現し、ウグイが優占した。

2. 4. 3 構造物が与えた物理要因の評価

(1) プランクトン

調査結果では、人工リーフ岸側と自然海岸域及び人工リーフ沖側との間に有意な差がみられなかったことから、人工リーフ設置による物質の集積効果はほとんどないものと考ええる。

(2) 底生生物

調査結果では種類数、個体数がほぼ人工リーフ岸側、沖側、自然海岸の順で多いことより、人工リーフ設置による消波効果が多少なりとも機能しているものと考ええる。

表-2.4.10 魚類出現概要 (人工リーフ)

番号	学名	和名	H4.12	H6.5
1	<i>Tribolodon hakonensis</i>	ウグイ	3	3
2	<i>Trachurus japonicus</i>	マアジ	1	
3	<i>Acanthopagrus schlegeli</i>	クロダイ	1	
4	<i>Ditrema temmincki</i>	ウミタナゴ	1	
5	<i>Sebastes schlegeli</i>	クロソイ	5	1
6	<i>Sebastes pachycephalus</i>	ムラソイ	6	
7	<i>Sebastiscus marmoratus</i>	カサゴ	2	
8	<i>Hexagrammos agrammus</i>	クジメ	1	
9	<i>Hexagrammos otakii</i>	アイナメ		1
10	<i>Ocella kurosumai</i>	シロウ		1
11	<i>Zebrias zebra</i>	シマウシノシタ	1	
計			21	6

(3)付着生物

調査結果では人工リーフ上に最も多く多様な付着生物が出現したことより、人工リーフの設置による付着基盤の出現の効果があると考ええる。

(4)魚類

調査の結果では人工リーフと自然海岸域で有意な差がみられないことより、当海域において人工リーフ設置による効果はほとんどないものと考ええる。

2. 4. 4 生態系に及ぼす効果・影響に関する考察

人工リーフが設置されることにより消波効果、付着基盤の出現による効果が現れ、底生生物、付着生物の生息環境が創造される。これにより今後、これらの生物を補食する魚類等の高次消費者の増加が期待できる。また、付着基盤の出現によって、それまで養殖の場になかったワカメやマガキ等の有用生物の生産が期待できる。

2. 5 突堤

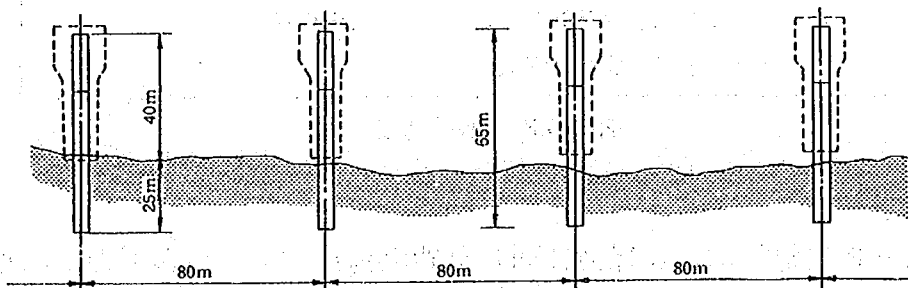
2. 5. 1 海岸保全施設の位置づけ

突堤は、一般に海岸または湖岸の汀線からほぼ直角方向に沖側に向かって突き出して設けられる構造物である。突堤を目的別に分類すると、海岸侵食防止を目的とする本来の突堤、港湾などに漂砂が流入堆積するのを阻止するための防砂堤、河川の河口安定および維持を図るための導流堤、小規模な漁港や泊地などの突堤と防波堤を兼ねる防波堤などの4種類がある。平成4年3月末現在で全国の突堤は総計9,294基に達し、延長は392,130mに達している（海岸便覧および海岸保全施設築造基準解説から引用）。

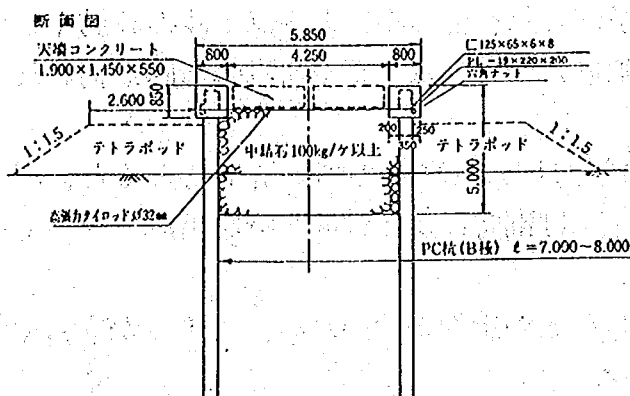
今回調査を行った皆生海岸海域のうち、調査対象とした両三柳工区に設置されている突堤は最初に述べた海岸侵食防止を目的とした本来の突堤である。これらの突堤は昭和53年度から61年度にかけて設置されたもので、コンクリート柱および消波ブロックによって構成されている。調査対象とした突堤の構造図を図-2.5.1に示す。

海岸侵食は、漂砂の収支の平衡が破れたために生じる現象である。突堤によって沿岸漂砂量を減少させ、流入土砂量と流出土砂量とが再び平衡するようにすれば侵食防止が可能になる。突堤は1基でその役割を果たすこともあるが、通常は複数の突堤を適当な間隔で配置した突堤群としてその効果を発揮させるものが多い。今回の調査対象海域には9基の突堤が設置されている。

■突堤平面図



■突堤断面図



■突堤標準図

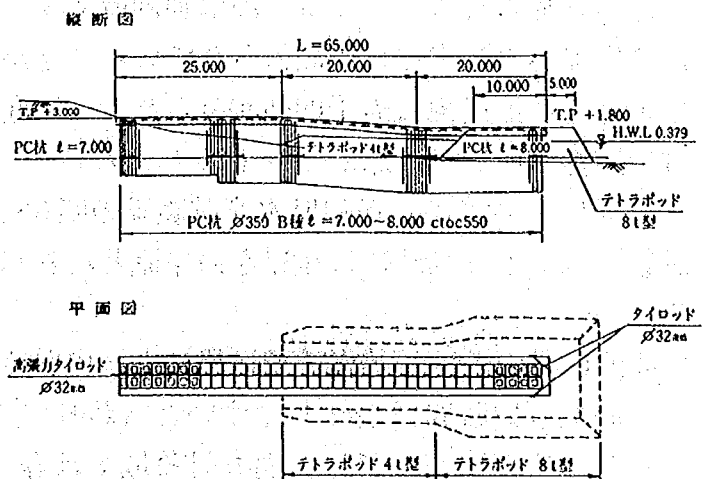


図-2.5.1 調査対象突堤の構造図

2. 5. 2 調査結果

(1) 調査地点

今回調査対象とした地点は、図-2.5.2に示した突堤周辺およびその西方約2kmの自然海岸である。

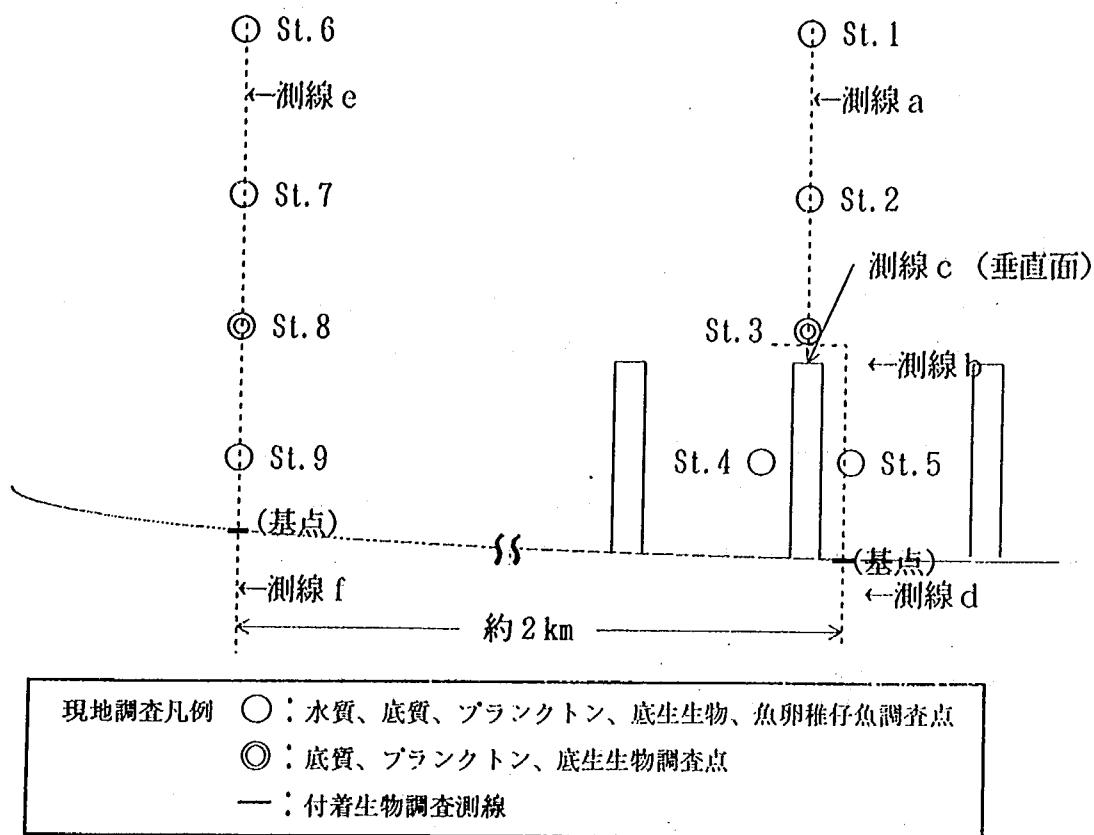


図-2.5.2 調査位置図

(2) 調査海域の特性

調査対象域である皆生海岸は、美保湾に面した砂浜海岸である弓が浜のほぼ東端に位置する。調査対象域から西方には美保関まで弧を描く砂浜海岸が続き、東方には日野川が流入している。

海岸地形の特徴としては、波浪制御構造物（コンクリート柱または消波ブロックで組まれた離岸堤および突堤）が設置されていることが挙げられ、構造物による海岸砂の移動や集積によって、海岸線に若干凹凸がみられる。海底地形については、やや遠浅の傾向が伺われ、離岸距離100mで水深2～3m程度しかない。

流況については、島根県水産試験場の昭和50年6月および9月の調査結果によると、調査対象海域は上げ潮時には複雑な沿岸流となるが、下げ潮時には比較的明瞭な西流となっている。

波浪については、美保湾では風によって発達した波の影響が強いため、三角波が立ちやすく、海況も短時間で変化しやすいと言われている。

また、波高については、調査対象域では春～夏季には波高1m未満の波、秋～冬季には2m未満の波が多い傾向がみられた。

水質は、懸濁物の少ない、比較的透明度の高い結果を示している。

底質は、砂分が大半を占め、強熱減量は1.0%前後となっている。

このようなことから、生物の生息環境としては、海藻や岩礁性動物等の生息場は存在せず、砂泥域を好む生物以外の生息にはあまり適していない。このため、生物相も比較的単調であることが考えられる。

なお、対象海域の流況、水質、底質について表-2.5.1にまとめた。

表-2.5.1 調査海域の特性

調査項目		調査海域の特性
流 況		概して、この海域は、開放性内湾地形の中で沿岸流の流入と内陸性流入水（日野川）の強弱による複雑な流れの環境下にあると考えられる。美保湾全域における初夏～秋（1979年の表層での観測結果）では、沿岸流が湾口から湾央へ深く入り込み、日野川河口沖付近で東流と西流に別れた後、それぞれ沿岸を伝って流れるようであるが、西流が強いとき（日野川流入水の多い降水時、初春等）では、沿岸流の流入が湾口部で抑えられる傾向があるとされている。
水 質	水 温 ・ 塩 分	水温・塩分の分布は春および秋季（1979年の表層での観測結果）には上述のの差し込みの影響で、日野川沖付近から右方向へ走行する蛇行型を示すようである。
	水産用水基準	概ね、基準値以下であると考えられる。
	環境基準	概ね、基準値以下であると考えられる。
	構造物との 関連	前記流況の概略からみて、対象海域における構造物の設置域は、極沿岸であることから、その周辺における局所的な海水の滞留域、吸い込み域等のな発生に伴った水質変化は想定されるが、湾内の恒常的な流れに対する影響はほとんどないと考えられる。
底 質	粒度組成	美保湾外（阿弥陀川と地蔵崎を結ぶ線以北）は粗粒砂の多い外洋性の海域であるが、湾内中央部は、内湾性泥分の多い海域のようである。また、文献報告は特にみられなかったが皆生海岸沿岸を中心とした極沿岸域は粒度の粗い砂分が中心となっていることが現地調査によってわかっている。
	構造物との 関連	前記流況の概略からみて、対象海域における構造物の設置域は、極沿岸であることから、その周辺域における海底の削掘、堆積等の局所的な変化は想定されるが、湾内の全般的な底質に対しての影響は、ほとんどないと考えられる。

2. 5. 3 出現生物

① 突堤周辺

突堤周辺における調査は平成4年度冬季（2月および3月）、平成5年度春季（6月）、秋季（10月）、平成6年度春季（6月）に行った。

プランクトン調査は平成6年度春季に行い、その結果、植物は珪藻類を中心として50種、動物は節足動物門を中心として23種が確認された。これらの種は日本海西部海域で春～秋季にかけて一般的に出現する種であった。

底生生物調査は全調査時に行い、軟体動物、環形動物、節足動物を中心とした種が出現した。調査時期別にみると、平成4年度冬季では種数、個体数とも他の調査時季に比べて極端に少なかったが、平成5年度春季と秋季では特に差がみられなかった。平成6年度春季は平成5年度春季に比較して、5倍以上の湿重量の増加を示した（図-2.5.3）。

付着生物調査は全調査時に行った（図-2.5.4）。この結果、植物では突堤の先端部を中心に、支柱や消波ブロック上にスジウスバノリ等の紅藻を中心とした種が確認された。しかし、突堤周辺の砂質域では付着植物は確認されなかった。調査時期別にみると、平成4年度冬季調査では、他の調査時期と比較して種数は多いが、湿重量は少なかった。平成5年度春季と秋季では、種数の変化はあまりみられなかったが、湿重量は秋季に大幅に減少していた。平成6年度春季調査では、湿重量は前年度と比較して約半分に減少していた。季節的変動については、これまでのところ、春季調査で湿重量が多い傾向がみられる。しかし、調査回数がまだ少ないためよりはっきりとした傾向を把握するためには、今後の引き続いた調査が必要である。また、年変動の理由については、これまでの調査からは明らかにすることはできなかった。

動物では、支柱や消波ブロック上に、軟体動物、環形動物、節足動物を中心とした種が確認された。しかし、植物と同様に突堤周辺の砂質域では確認されなかった。調査時期別にみると、平成4年度冬季では種数、湿重量とも少なかった。5年度春季以降は、種数は冬季調査より増加したが、3回の調査で大きな変化はみられなかった。湿重量は5年度秋季で減少した。

魚類調査は全調査時に行った。平成4年度冬季では魚類は確認できなかったが、その後の3回の調査では砂泥に生息するハゼ科等の魚類に加え、ウミタナゴ等の岩礁性の魚類も多種確認される等、多様な魚類相を示した。

魚卵・稚仔魚調査は平成5年度春季、秋季、平成6年度春季に行った。このうち魚卵は、平成5年度春季ではコノシロを中心として190個体（/1000m³）確認された。秋季調査ではカタクチイワシおよび不明種（単一油球卵）があわせて32個体（/1000m³）確認されたが、平成6年度では、ほとんど出現しなかった。稚仔魚は、平成5年度の2回の調査ではわずかな量が確認されたのみであったが、平成6年度春季ではシロギスを中心に105個体（/1000m³）確認された。

なお、水産有用種としては、魚類以外ではイワガキ、バフンウニ、ムラサキウニ、ワカメ等が若干観察されたのみであった。

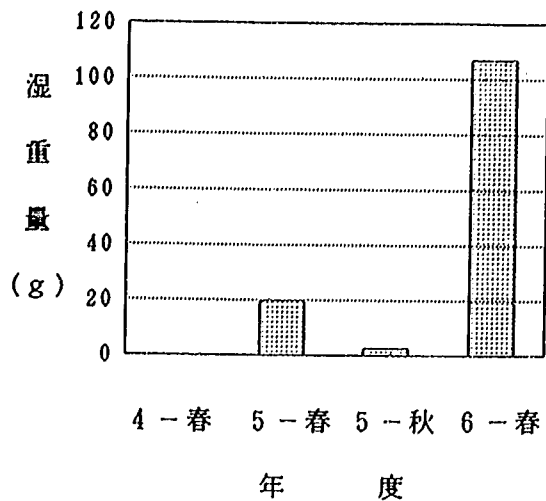


図-2.5.3 底生生物調査回次別生物出現量

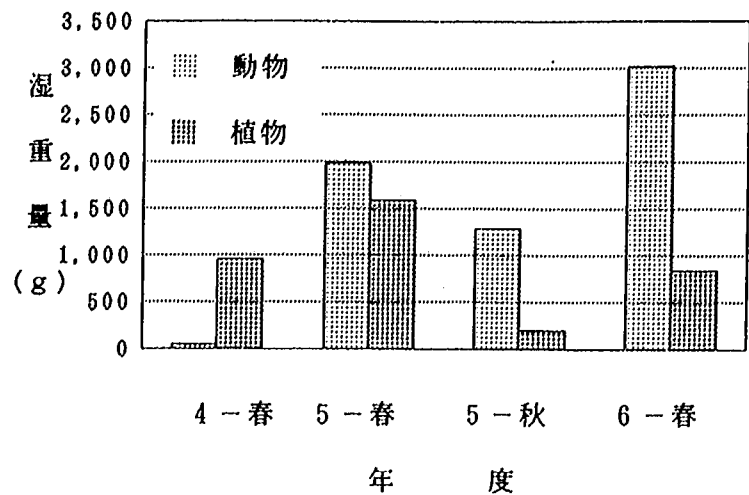


図-2.5.4 付着生物調査回次別生物出現量

② 自然海岸

自然海岸調査は、平成6年度の春季調査でのみ行った。

調査地点は構造物存在地点の約2km西方で、調査時の岸からの位置関係は構造物周辺と同様に設定して調査を行った。

プランクトンについては、植物プランクトンは珪藻類を主体として59種、動物プランクトンは節足動物門を主体として23種が確認された。これらの種は、春～秋季にかけて日本海西部海域で普通に確認される種であった。種の組成に関しては、突堤周辺との間に大きな違いはなかった。出現量は、突堤周辺よりかなり多かった（図-2.5.5）。

底生動物については、4つの動物門にわたって9種が確認された。全湿重量のうち、99%をコタマガイが占めていた。また、種の組成に関しては、突堤周辺との間に大きな違いはなかった。出現量は、観測地点による変動はあるものの、総計では突堤周辺とあまり差はなかった（図-2.5.5）。

付着生物については動物、植物ともまったく確認されなかった。

魚類については、マアジ、ヒラメ、カレイ科等の底生性魚類が確認された。

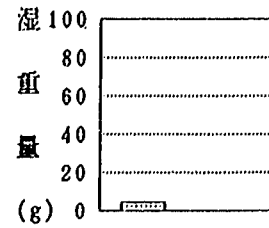
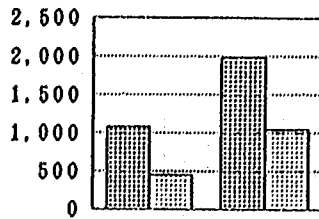
魚卵および稚仔魚については、魚卵は単一油球卵やコノシロを中心に1,870個体（/1000 m³）確認されたが、稚仔魚は1種2個体（/1000 m³）が確認されたのみであった。

なお、水産有用種としては、魚類以外ではアサリが確認された。

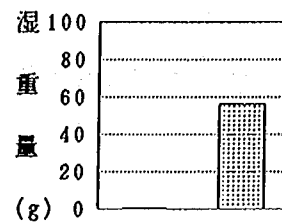
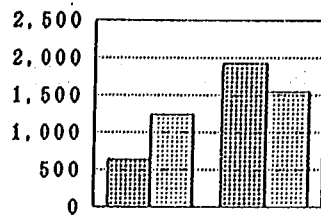
プランクトン

底生生物

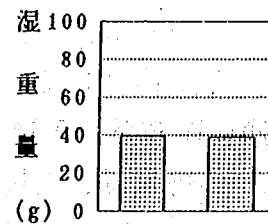
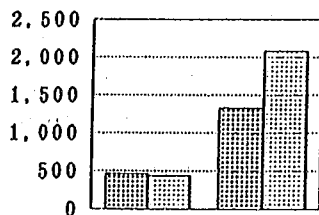
測点1,6



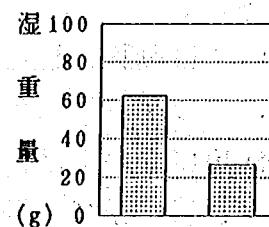
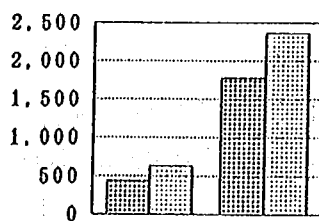
測点2,7



測点3,8



測点4,9



構造物 天然

構造物 天然

海岸線

■ 動物 (×100個体/ℓ)

■ 植物 (×1000細胞/ℓ)

注) 測点1~4は突堤周辺、6~9は自然海岸の測点である。

図は下から上に向かって岸から沖の測点になるように表示した。

図-2.5.5 突堤周辺と自然海岸のの比較

2. 5. 4 構造物が与えた物理要因の評価

海中に構造物を設置した場合、環境に与える物理要因は、以下の項目が考えられる。

(1) 定位目標の出現

海域に構造物が出現することにより、定位目標に蛸集する生物種が増加、あるいは新規に参入するといわれている。今回出現した生物のうち、カタクチイワシは定位目標に蛸集することが知られており、マアジ、マダイは定位目標に蛸集する生物を餌料として利用するために定位目標に蛸集することが知られている。このうち、マダイ、カタクチイワシは突堤周辺でのみ確認されたことから、突堤が定位目標として機能し、これらの生物が蛸集したことが考えられる。

(2) 基盤の出現

付着基盤が出現することにより、付着生物が生息の場を得、新規参入、あるいは増加するといわれている。また、基盤の出現により餌料となる生物が増加することにより、これらを餌料とする魚類も増加、あるいは新規参入するといわれている。今回出現した付着生物および魚類のほとんどは付着基盤の出現により増加、あるいは新規参入することが知られている種であった。このことから、調査対象の突堤は付着基盤として機能しており、生物の増加に寄与していることが考えられる。

(3) 空隙の出現

構造物の出現により空隙が出現すると、空隙を住处・隠れ家とする生物が増加、あるいは新規に参入するといわれている。また、微少な付着生物にとっては、付着面が拡大することによって着生が促進されるといわれている。今回の調査では、確認された付着生物のうち、動物はほとんどの種（ムラサキイガイ、マガキ等）が空隙の出現が生息に有利となる種であった。また、魚類では岩礁性の魚類の中に（クジメ、メジナ等）、空隙の出現を有利とするものが多く出現した。このことから、突堤の設置によって出現した空隙が生物の生息を促進していることが考えられる。

(4) 物質の集積

構造物の設置により周辺の潮流および波浪に変化が起こり、物質の集積が起こることがある。遊泳能力の小さい生物は、波浪により寄せられることによって増加するといわれている。また、懸濁物質が寄せられ海藻類の葉体に積もることにより、海藻類の成長が阻害されることがあるといわれている。今回の調査では、魚類の中には集積した物質を餌料として利用する種があったが、プランクトンの出現量は、むしろ自然海岸の方が多い結果となった。これらのことから、調査対象の突堤周辺には、現在のところ物質集積効果が現れていないと考えられるが、現在、プランクトンに関してはまだ1回しか調査を行っていないため、確実な影響評価をするためには、今後の引き続いた調査が必要であると考えられる。

(5) 底質の砂泥化

構造物の影響により底質が砂泥化（細粒化）することにより、砂泥を生息域とする生物の生息は促進するが、シルト分などが砂に含まれるのを好まない生物は減少するといわれている。また、付着基盤の表面が覆われることにより、付着基盤を必要とする生物は減少する。今回の調査では、砂泥化が生息にはっきりと有利になる生物種は、マハゼのみであった。一方、砂泥化が生息に不利となる種は、岩礁性の魚種（イシダイ、ウミタナゴ等）を中心に複

数出現した。突堤周辺は、漂砂の堆積により、底質は砂分を主体としている。このことから、突堤周辺では底質の砂泥化は起こっておらず、砂泥を好まない生物の生息は阻害されていないと考えることができる。

(6) 海底の洗掘

底質が常に攪乱されていると、砂泥域を生息の場とする生物は減少するといわれる。一方、底質が常に更新されていることにより、付着生物などの付着基盤が安定であることを望む生物は減少する。今回の調査では、底質の洗掘により大きな影響を受ける生物は出現しなかった。調査対象の周辺では、やや洗掘が起こっているが、特に生物の生息には影響を与えていないようである。

(7) 海底の安定性

底質の攪乱が抑えられると、砂泥域を生息の場とする生物が増加するほか、安定した付着基盤が確保されるために付着生物が増加するといわれている。今回は、底生生物の分布に関しては、突堤周辺と自然海岸の間には、大きな違いは認められなかった。一方、出現した付着生物は、そのほとんどが、底質が安定することが生息に有利となるとされている種であった。調査対象の突堤周辺では一部で洗掘が起こっており、特に底質が安定しているという事実は認められていない。付着生物の着生は、底質の安定によるものというよりもむしろ、付着基盤の出現によるものと考えられる。

(8) 浅場の形成

浅場が形成されると、水面が攪乱され、溶存酸素の増加を好む生物は増加する。また、大型捕食者が侵入できないため、被捕食者は捕食を免れるために増加する。しかし、水面が攪乱され続けることを嫌う生物は増加しない。今回の調査対象の突堤周辺には、沖側で浅場が出現していた。しかし、生物の分布には自然海岸と比較して違いは認められなかった。このことから、浅場の形成は、生物の生息には特に影響を与えていないと考えられる。

2. 5. 5 施設が生態系に与える影響に関する考察

(1) 底質環境に対する影響

突堤周辺と自然海岸を比較した結果、底質の粒度組成が、自然海岸に比べ突堤周辺の方が粗いという傾向が認められた。これは、突堤により砂の流出が抑えられること、川砂を含む漂砂の堆積が誘導されたためであること等が考えられる。しかし、底生生物の分布は調査時期による変動が大きく、粒度の変化が生物に及ぼす影響については、今後さらに調査を行い検討する必要があると考えられる。

(2) 確認された生物に対する影響

プランクトンの分布については、突堤周辺の方が自然海岸に比較して出現量が少なかった(図-2.5.5)。このことから突堤による流況等の変化がプランクトンの分布に影響を与えていることが考えられる。しかし、この調査はまだ1回しか行われていないので、今後この点については更に調査を行い検討する必要があると考えられる。

魚卵・稚仔魚に関しては、魚卵は自然海岸の方が多く確認され、稚仔魚は突堤周辺の方が多く確認された。しかし、これらはパッチ状分布を示すことが多く、出現状況を確実に把握するためには、今後さらに調査が必要であると考えられる。

討する必要があると考えられる。

(2) 確認された生物に対する影響

プランクトンの分布については、突堤周辺の方が自然海岸に比較して出現量が少なかった(図-2.5.5)。このことから迷堤による流況等の変化がプランクトンの分布に影響を与えていることが考えられる。しかし、この調査はまだ1回しか行われていないので、今後この点については更に調査を行い検討する必要があると考えられる。

魚卵・稚仔魚に関しては、魚卵は自然海岸の方が多く確認され、稚仔魚は突堤周辺の方が多く確認された。しかし、これらはパッチ状分布を示すことが多く、出現状況を確実に把握するためには、今後さらに調査が必要であると考えられる。

底生生物に関しては、底生生物の出現種、量は、両海域の間で大きな差は認められなかった(図-2.5.5)。底質は、今回の調査では粒度組成が突堤周辺の方が自然海岸に比べて粗いという結果が出た。調査時によって変動が見られるが、このような結果が示されたことから、平成6年度については底質の差異が底生生物の生息に及ぼす影響はなかったものと考えられる。

付着生物に関しては、自然海岸では全く確認されなかったにもかかわらず、突堤には多数着生していることが確認された。また、岩礁性の魚類が突堤周辺に多数生息していることも確認された。これらのことから、突堤の出現はこれまでとは異なった生息環境を生物に与えていることが示唆される。

(3) 生態系に対する影響

突堤周辺と自然海岸を比較して、出現状況に顕著な差が認められたのは付着生物および魚類であった。自然海岸の砂質の海底に対して、突堤は付着基質としての機能を有している。付着生物が着生すると、それらの生物を摂餌や産卵に利用する魚類が集まってくる。また、突堤のような水中構造物にはそれ自体に生息空間等としての魚礁効果がある。これらの複合効果により、突堤周辺にこれまで生息しなかった魚類が増集し、生活を始める。このように、従来砂浜性の生態系が存在していた当該海域に、突堤の出現により新たな岩礁性の生態系が創造されたと考えることができる(図-2.5.6)。

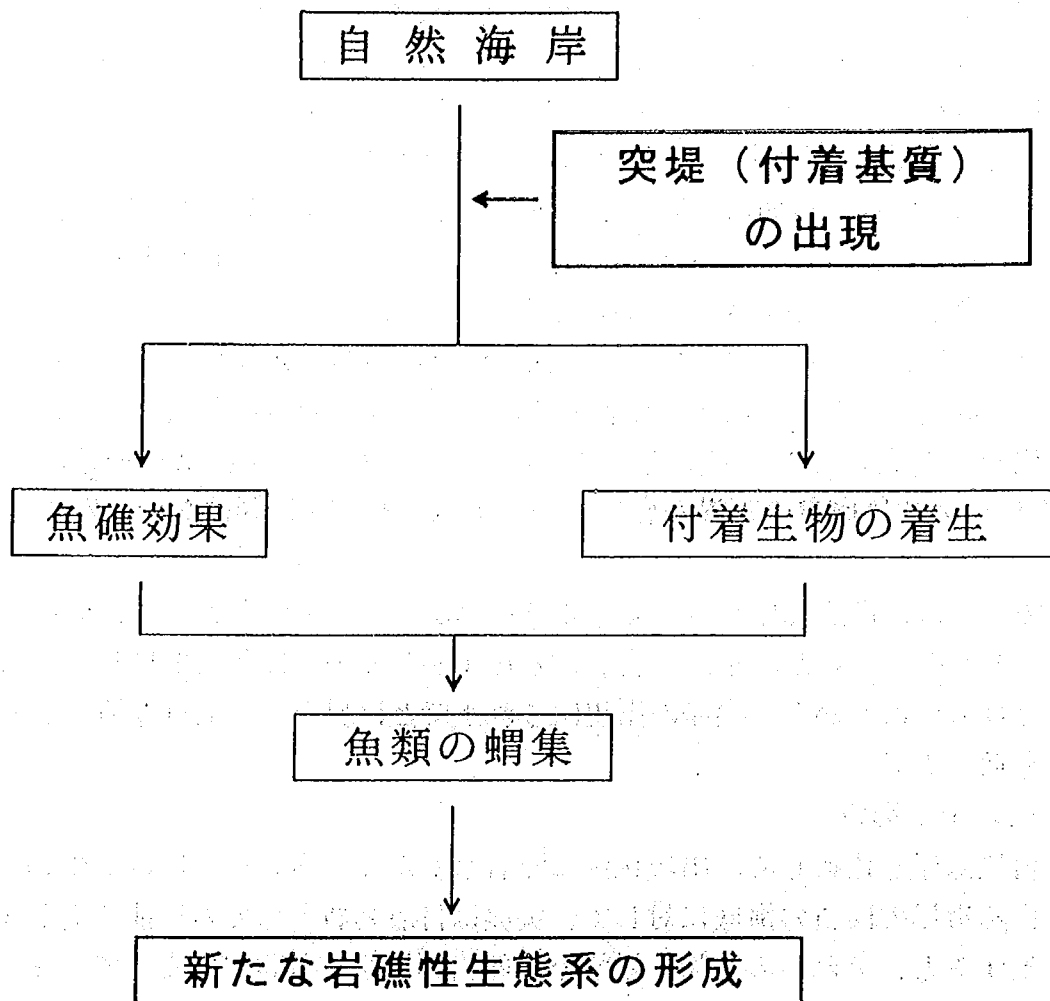


図-2.5.6 新たな生態系創造の模式図

2. 6 人工海浜

2. 6. 1 海岸保全上の位置づけ

侵食された海岸、あるいは種々の利用要請のある海岸に人工的に土砂を供給し、海浜を造成することを養浜といい、造成された海浜を人工海浜という。人工海浜には養浜材料流出防止施設を設けるなどしてその安定状態を保つもの（静的養浜）とサンドバイパス工法などのように、継続的に砂を補給することにより動的な安定を保つもの（動的養浜）がある。

人工海浜は2つの主要な目的で設置されることが多い。

- ①海浜のもつ優れた消波効果を得るため、砂浜の復元により防災機能を向上すること
- ②海水浴等の海洋性レクリエーションの場を確保すること

そのうち人工海浜の海岸保全上の役割である前者については、波のうちあげ時に生ずるエネルギー損失を人工海浜を設置することによって増大させ、うちあげ高を低減するものである（図-2.6.1）。これにより堤防・護岸と一体となって防災効果を発揮することから、堤防・護岸の天端を低くすることができ、背後地と海岸の関係を眺望、アクセスの面で良好に保つことができる。このため人工海浜を利用した海岸保全施設の計画は、既設の堤防・護岸の天端を上げることが困難な場合などに、その特徴がきわめて有効に生かされる。また、造成された砂浜は、海水浴場などのレクリエーションの場や背後住民のアメニティーの場として利用することができる。これらの特徴により近年の海水浴等の海洋性レクリエーションのニーズの増大とあいまって、全国各地で施工されている。

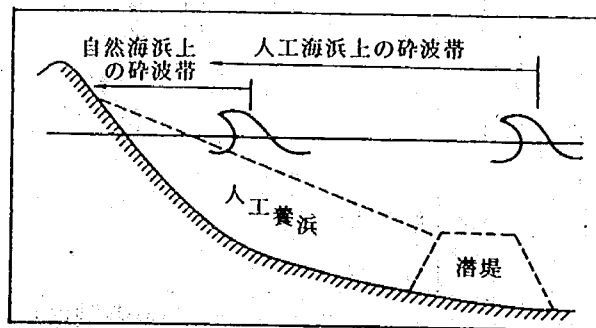


図-2.6.1 人工海浜における消波効果模式図（樫木享「波と構造物」,1991より）

東播海岸における養浜工の施工平面図および断面図を図-2.6.2に示す。

東播海岸での養浜工施工距離は2,793mに及び、全国的にはこの他に皆生海岸（日吉津工区;L=240m）、富士海岸（富士工区;L=490m,吉原工区;L=370m）、青森海岸（L=269m）などの施工例（直轄海岸）がある。

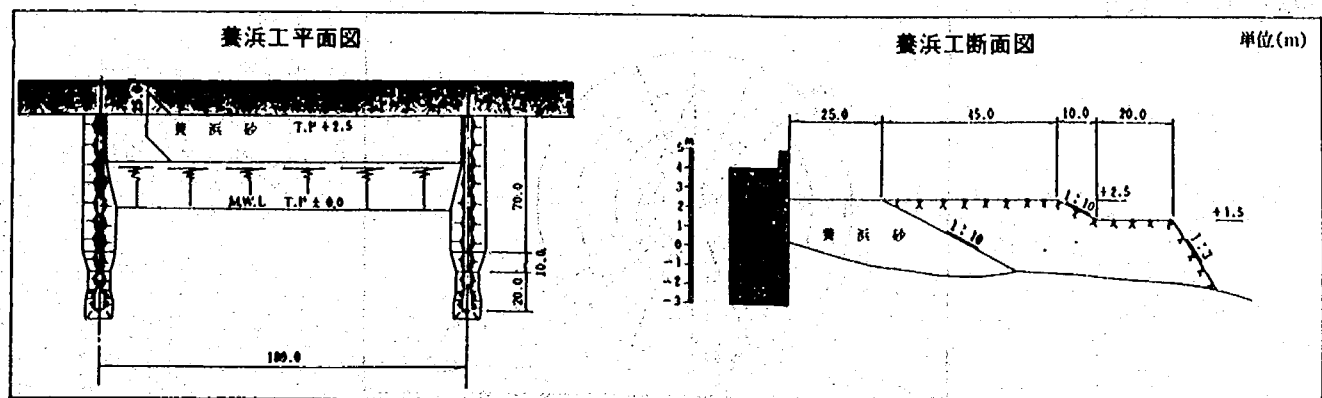


図-2.6.2 養浜工施工平面図および断面図（松江地区）

2. 6. 2 調査結果

(1) 調査海岸の概要

調査海岸である東播海岸の位置を図-2.6.3に、現地調査を実施した測線・調査点の位置を図-2.6.4に示す。

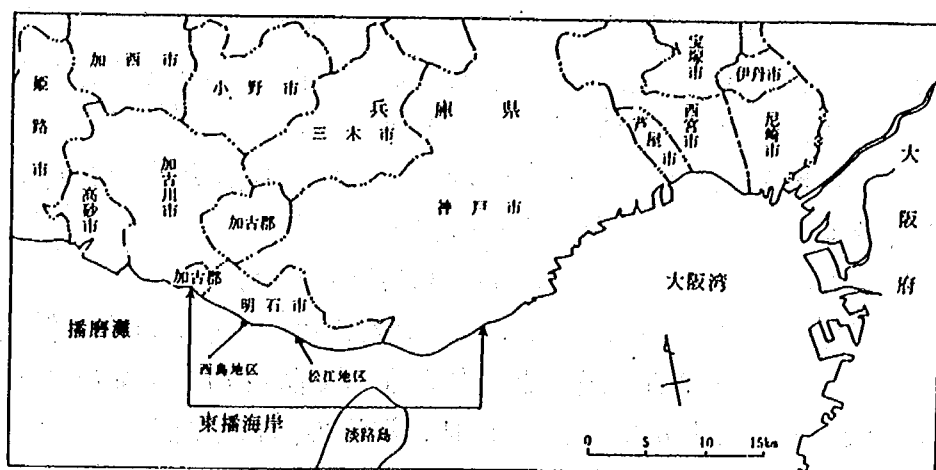
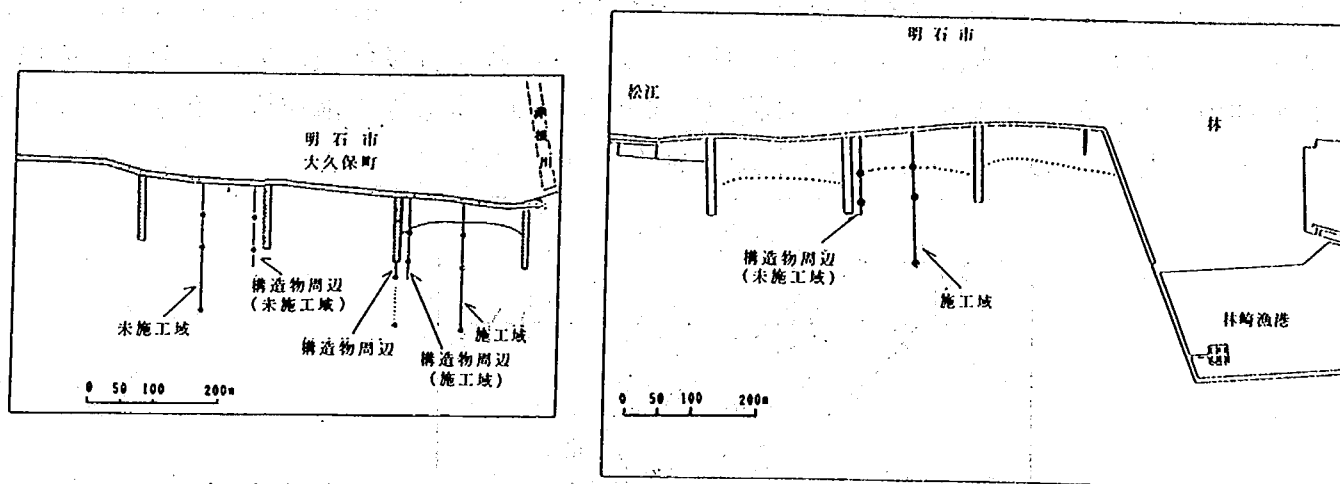


図-2.6.3 東播海岸位置図



(西島地区)

(松江地区)

図-2.6.4 調査点の位置

東播海岸は瀬戸内海の播磨灘東北部に位置する総延長約26kmの海岸であり、明石海峡の潮流などの影響により侵食の進む典型的な侵食海岸となっていたが、昭和36年以降建設省により「東播海岸保全施設整備事業」が開始され、護岸工事が進められている。

東播海岸では全風速をみると北の風が卓越し、強風時には西～西南西の風が卓越する傾向がみられる(図-2.6.5)。

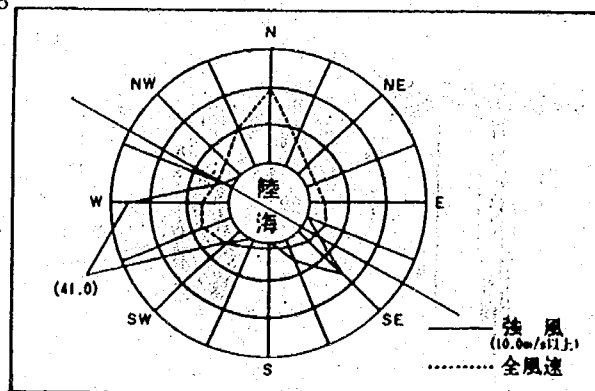


図-2.6.5 風配図(江井ヶ島風向風速観測所)

波浪については波高0.20～0.39mの出現率が最も高く、1mを越える波高の出現率は5%未満である（図-2.6.6）。

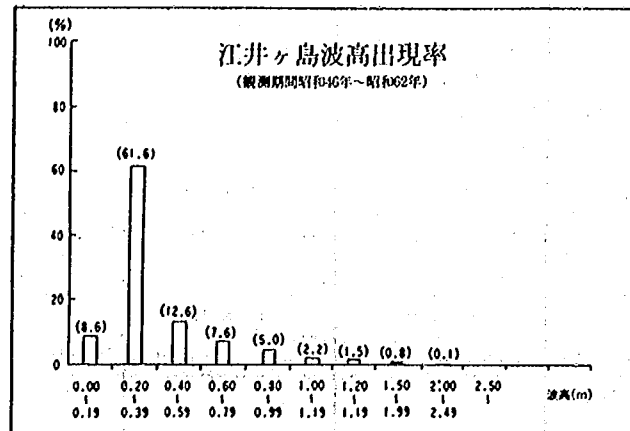


図-2.6.6 波高出現率（江井ヶ島波高観測所）

播磨灘で最も卓越する潮流は1日に4回転流する半日周潮流で、流速は海峡部周辺で大きく、灘中央部で小さくなっている（図-2.6.7、柳哲雄「瀬戸内海東部の潮流・潮汐」、1980年より引用）。

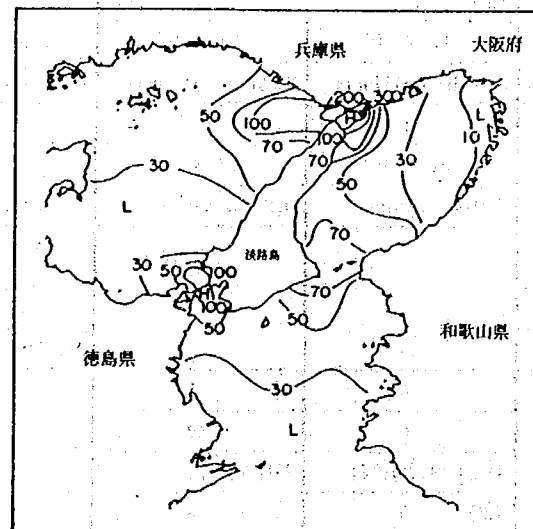


図-2.6.7 M2分潮流の分布 最大流速：cm s⁻¹

東播海岸の位置する播磨灘北部では灘中央部と比べて、表層の水温は夏季に高く、冬季に低くなっている。また、塩分は淡水が直接流入するため低鹹となり、夏と冬季で大きな変化はみられない。

灘北部における透明度の平均は約5mで、冬季に高く、夏季には河川流量が多くなり、無機懸濁物や栄養塩の増加、水温上昇による基礎生産の増加などにより透明度は低くなる傾向がみられる。

（2）植物プラクトン

調査結果概要を表-2.6.1に示す。全体を通して11～52種類、 $18 \times 10^3 \sim 15 \times 10^5$ 細胞/ℓの範囲にあり、夏季に現存量が大となる。砂養浜域で出現がやや少ない場合もみられるが、自然海岸・構造物周辺・礫養浜域など調査域による分布の差はほとんどみられない。また、

表-2.6.1 調査結果概要

海区分: 大阪湾沿岸・瀬戸内海

海岸の名称: 東瀬戸

項目\時期	場所	自然海岸	構造物周辺	磯浜域	砂浜域	備考
植物 プランク トン	平成 4年11月	種類数	37	36	39	調査域による差はみられない。また、構造物周辺に植物プランクトンが偏在する状況は認められない。
		細胞数	25×10^4	20×10^4	28×10^4	
		主要種	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	
	平成 5年 7月	種類数	26	(※) 27	21	砂浜域での出現がわずかに少ない。 淡水種が主要種となる。 (※)構造物の沖合地点で採取。
		細胞数	12×10^4	11×10^4	71×10^3	
		主要種	<i>Scenedesmus</i> sp.	<i>Nitzschia</i> sp.	<i>Scenedesmus</i> sp.	
	平成 5年 9月	種類数	49	(※) 52	42	調査域による差はほとんどみられない。 (※)構造物の沖合地点で採取。
		細胞数	13×10^5	11×10^5	15×10^5	
		主要種	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Skeletonema costatum</i>	
	美浜施工前	種類数	(平成 2年 7月) 32			(昭和57年 8月) 17
		細胞数	13×10^5			
		主要種	<i>Skeletonema costatum</i>			
動物 プランク トン	平成 4年11月	種類数	25	25	29	突堤(構造物)の両側で現存量にやや差がみられたが、構造物の影響によるものとは認め難い。
		個体数	13×10^3	14×10^3	27×10^3	
		主要種	<i>Oithona davisae</i>	<i>Oithona davisae</i>	<i>Oithona davisae</i>	
	平成 5年 7月	種類数	20	(※) 19	20	調査域による差はほとんどみられない。 (※)構造物の沖合地点で採取。
		個体数	11×10^3	17×10^3	27×10^3	
		主要種	<i>Noctiluca miliaris</i>	<i>Noctiluca miliaris</i>	<i>Noctiluca miliaris</i>	
	平成 5年 9月	種類数	27	(※) 31	25	調査域による差はほとんどみられない。 (※)構造物の沖合地点で採取。
		個体数	27×10^3	31×10^3	33×10^3	
		主要種	<i>Oithona davisae</i>	<i>Oithona davisae</i>	<i>Oithona davisae</i>	
	美浜施工前	種類数	(平成 2年 7月) 21			(昭和57年 8月) 21
		個体数	50×10^3			
		主要種	<i>Paracalanus parvus</i>			
魚 卵	平成 4年11月	種類数		4	1	魚卵の採集状況では季節による現存量の差が著しい。 最大採集時に砂浜域で現存量が少ないが、美浜の影響によるものとは認め難い。
		個 数		6	14	
		主要種		イナダ科, ウツリ科	単脂球形卵	
	平成 5年 7月	種類数	5	(※) 5	6	
		個 数	1353	1457	327	
		主要種	単脂球形卵	単脂球形卵	単脂球形卵	
	平成 5年 9月	種類数	3	(※) 4	3	(※)構造物の沖合地点で採取。
		個 数	46	56	44	
		主要種	単脂球形卵	単脂球形卵	単脂球形卵	
稚 魚	平成 4年11月	種類数		1	0	いずれの調査域でも稚仔魚の採集はごくわずかである。
		個体数		1	0	
		主要種		71		
	平成 5年 7月	種類数	7	(※) 2	6	
		個体数	37	6	24	
		主要種	イナダ	イナダ	イナダ	
	平成 5年 9月	種類数	2	(※) 0	0	(※)構造物の沖合地点で採取。
		個体数	2	0	0	
		主要種	メダカ科, イナダ		メダカ科	

注) 1. 種類数は1地点当たりの平均で示す。

2. 単位は植物プランクトン(細胞数/ℓ)、動物プランクトン(個体数/㎡)、魚卵(個数/曳網)、稚仔魚(個体数/曳網)で表す。

表-2.6.2 調査結果概要

海区分：大阪湾沿岸・播磨沿岸

海岸の名称：東播磨海岸

項目\時期	場所	自然海岸	構造物周辺	礫浜域	砂浜域	備考
マクロベントス	平成 4 年 11 月	種類数	33	31	2 (21) (※)	(※)礫浜域の()内は直近の原地盤での値を示す。 礫浜域ではその他の調査域と比べて現存量が少ない。 自然海岸や構造物周辺ではゴカイ類やヨコエビ類が、礫浜域ではヒライソガニが、砂浜域ではニゲイ類が優占し、底質の状況を反映している。
		個体数	292	311	2 (57)	
		主要種	ニギハシガイ Aonides sp. Tharyx sp.	ニギハシガイ Tharyx sp. Reticnassa sp.	(ワカサギ) (Aonides sp.)	
		底質	砂～砂泥	砂～砂泥	礫 (砂)	
	平成 5 年 7 月	種類数	39	40	16 (42)	夏季には季節的変化により現存量が減少するが、礫浜域ではヒライソガニが卓越して出現し、現存量の変動が少ない。 砂浜域では優占種のホトギスガイを除くと、現存量は少ない。
		個体数	406	301	100 (186)	
		主要種	Tharyx sp. スサキハシガイ科	ニギハシガイ Paraprionospio sp. (A) Polydora sp.	ヒライソガニ (ヒライソガニ) ホトギスガイ	
		底質	砂泥～泥	砂泥(礫混じり)～泥	礫(礫混じり砂泥)	
	平成 5 年 9 月	種類数	19	17	12 (15)	夏季には季節的変化により現存量が減少するが、礫浜域ではヒライソガニが卓越して出現し、現存量の変動が少ない。 砂浜域では優占種のホトギスガイを除くと、現存量は少ない。
		個体数	62	47	106 (30)	
		主要種	Aonides oxycephala Tharyx sp.	スサキ科 ホトギス スサキハシガイ科	ヒライソガニ (Chono sp.) Mollia sp. Reticnassa sp.	
		底質	泥	砂泥～泥	礫(礫混じり砂)	
	美浜施工前	種類数	(平成 2 年 7 月) 40			(昭和 57 年 8 月) 5
		個体数	104			
		主要種	Tharyx sp. Aonides sp. スサキハシガイ			
		底質	礫混じり砂			

注) 1. 種類数は 1 地点当たりの平均で示す。

2. 単位は個体数/0.1m²で表す。

表-2.6.3 調査結果概要

海区分分：大阪湾沿岸・瀬戸内海

海岸の名称：東瀬戸内海

項目\時期	場所	自然海岸	構造物周辺	磯浜域	砂浜域	備考
海底地形・海藻・メガロベントス・魚類	平成 4年11月	底質	捨石・砂・粘土 沖側の粘土底には砂や礫が堆積する。	礫・砂・粘土(潜堤) 沖側の粘土底には砂や礫が堆積する。	礫・砂・粘土・砂・粘土 粘土底には砂が堆積する。	各調査結果は潜水目視観察をもとに整理した。 【凡例】 海藻 c:常生 +:疎生 r:点生 rr:わずかな 動物・魚類 c:多い +:普通にみられる r:少ない rr:非常に少ない
		海藻	捨石:749風・749風(+) 砂や粘土底では分布はわずかな。	捨石:749風(c) 砂や粘土底では分布はわずかな。	礫や砂底では分布はわずかな。 潜堤:82メ(+)	
		動物	捨石:859風・イ(+) 砂底:799(r) 粘土底:799・ヒデ・ウシ ウシ(rr)	捨石:859風・イ(c) 砂底:799(r) 粘土底:イキ・フキ類・ヒ デ(rr)	礫底:749・コサ・82メ 3(rr) 潜堤:799・ヒデ・ゴ イ類(rr)	
		魚類	捨石:859風・ヒデ(rr) 砂底:ヒデ・ゴイ類(rr)	潜堤:82メ(+) 砂底:82メ(rr)	潜堤:82メ(rr) 砂・粘土底:82メ・ヒ デ(rr)	
	平成 5年 7月	底質	捨石・粘土(潜堤) 粘土底では一部に砂泥が堆積。	礫・砂・粘土(潜堤) 沖側の粘土底には礫が堆積する。	礫・潜堤・粘土 粘土底には砂泥や砂が堆積する。	
		海藻	捨石:749風・749風(+) 749風(r) 潜堤:82メ(+) 粘土底では分布はわずかな。	捨石:749風(+) 潜堤:749風・749風(+) 粘土底では分布はわずかな。	礫:749風・749風(rr) 潜堤:82メ(c), 749風(r) 粘土底では分布はわずかな。	
		動物	捨石:859風・イ(r) 砂底:799(r) 粘土底:799・ヒデ・イキ フキ類(rr)	捨石:749風・859風 イ(c) 粘土底:イキ・フキ類・74 9・ヒデ(rr)	礫底:イキ・フキ類・コサ 82メ・ヒデ(rr) 砂泥・砂底:799(r), ヒ デ・イキ(r)	
		魚類	捨石:82メ(r) 粘土底:82メ・ヒデ・イ キ類(rr)	捨石:82メ(+) 粘土底:82メ・ヒデ・イ キ類(rr) 潜堤:82メ・ヒデ・イ キ類(rr)	砂底:82メ(rr)	
	平成 5年 9月	底質	捨石・粘土(潜堤) 粘土底では一部に砂泥や礫が堆積。	礫・砂・粘土(潜堤) 沖側の粘土底には礫が堆積する。	礫・潜堤・砂・粘土 粘土底には砂や砂泥や礫が堆積する。	
		海藻	捨石:749風・749風(r) 潜堤:82メ(c) 粘土底では分布はわずかな。	捨石:749風(+), 749風(r) 潜堤:82メ(c) 砂泥や粘土底では分布はわずかな。	礫:749風(rr) 潜堤:82メ(c), 749風(r) 砂や粘土底では分布はわずかな。	
		動物	捨石:749風・859風・イ イ(+) 粘土底:ヒデ・イキ・フ キ類(rr)	捨石:749風・859風・イ イ(r) 粘土底:ヒデ・ヒデ・イ キ類(rr)	礫底:749・コサ・82メ 3(rr) 砂泥・砂底:ヒデ・イ キ類(rr)	
		魚類	捨石:749風・749風(r) 粘土底:ヒデ・ヒデ・イ キ類(rr) 潜堤:82メ・ヒデ・イ キ類(rr)	捨石:82メ(r), 749風・ 749風・ヒデ(rr)	潜堤:82メ・ヒデ・イ キ類(rr) 砂泥・砂底:749・ヒ デ(rr)	
	美浜施工前	底質	(平成 2年 7月) 捨石・粘土(砂泥) 粘土底では沖側に砂泥が堆積。		(平成 2年 7月) 捨石・砂(砂泥)・粘土 粘土底には砂泥が堆積する。	
		海藻	捨石:749風・749風(r) 粘土底:749風・ヒデ・イ キ類(rr)		捨石:749風・749風 (r) 砂・粘土底では分布はわずかな。	
		動物	捨石:749風・859風・イ イ(+) 粘土底:イキ・フキ類(rr)		捨石:859風・イ(r) 粘土底:ヒデ・イキ(r)	
		魚類	749風・ヒデ・イキ類・ヒ デ(r) 749風・ヒデ・イキ類(rr)		82メ・ヒデ・イキ類・ヒ デ(r) 749風・ヒデ・イキ類・ヒ デ(rr)	

構造物周辺でも植物プランクトンが偏在する様子は認められない。

陸水の影響が強くとれたときには淡水性種が優占するが、おおむね珪藻綱に属する種類が多く出現し、*Skeletonema costatum*が優占する。播磨灘で一般的にみられる状況にある。

養浜前と比べて大きな変化はみられない。

(3) 動物プランクトン

全体を通して18~31種類、 $11 \times 10^3 \sim 17 \times 10^4$ 個体/ m^3 の範囲にあり、季節的な量的変動は小さい。構造物の近傍で現存量にやや差がみられることもあるが、自然海岸・構造物周辺・礫養浜域・砂養浜域など調査域による分布の差はほとんどみられない。プランクトンが偏在する様子は認められない。

甲殻綱に属する種類が多く出現し、*Oithona davisae*や*Noctiluca milliaris*が優占する。播磨灘で一般的にみられる状況にある。

養浜前と比べて大きな変化はみられない。

(4) 魚卵・稚仔魚

魚卵は、全体を通して1~6種類、6~1,457個/曳網の範囲にあり、春季に現存量が大きく、秋季に小さい。春季に砂養浜域で採集が少ない場合がみられるが、構造物の差によるものとは認め難い。

単脂球形卵が優占することが多い。

稚仔魚は、全体を通して0~7種類、0~37個体/曳網の範囲にあり、春季に現存量がやや大きくなるが、他の季節ではほとんど採集されない。

魚卵・稚仔魚については自然海岸・構造物周辺・礫養浜域・砂養浜域など調査域による分布の差はほとんどみられない。

(5) 底生生物 (マクロベントス)

全体を通して2~40種類、2~406個体/ 0.1m^2 の範囲にあり、夏季に現存量が小さくなる季節変化を示す。

西島地区の自然海岸や構造物周辺では底質が砂泥~泥である。経年的にみると、自然海岸の岸寄りの場所では砂分が多く、比較的安定しているが、岸から100mあるいはそれ以上沖側の場所ではシルト分や粘土分が多く、突堤の先端位置に相当する岸から100m付近での変動が大きい。また、構造物(養浜突堤)の周辺ではシルト分の増加が認められる。この自然海岸や構造物周辺では比較的現存量が大きく、ゴカイ類やヨコエビ類が優占種となる。養浜前と比べると、現存量にやや増加がみられるが、優占種などには変化は見られない。

礫養浜域の礫部では、種類数は自然海岸域と比べて少ない傾向にある。現存量は礫部の主要種であるヒライソガニの季節的個体数変動が小さく、自然海岸域と比べると春季には小さく、夏季には大きくなる傾向がみられる。礫養浜域近傍の原地盤(礫混じりの砂~砂泥)では、礫部と比べると種類数、個体数とも多く出現するが、自然海岸域と比べると少ない。ゴカイ類・ヨコエビ類やヒライソガニなどが優占し、原地盤の底質である砂・砂泥と養浜礫の混じる割合によって生物相が変動すると思われる。

松江地区では底質が砂～砂泥～泥であるが、養浜帯では礫分や砂分が大部分を占め、経年的にみて比較的安定しているが、養浜帯外縁部から外側ではシルト分や粘土分などが占める割合が高く、その量は変動している。養浜域の現存量は春季から夏季にかけて漸増がみられる程度であるが、養浜域外側では底質が砂泥から泥へと変化し、ホトトギスガイの多量出現により、大幅な増加を示している。（ホトトギスガイは内湾の砂泥底などで足糸をからみあわせて大集塊をつくることがあることで知られる。）養浜前と比べて現存量は増加している。

礫および砂養浜域では、潮間帯付近での底生生物の現存量が乏しく、人工海浜での鉛直的な分布特徴の一つであると思われる。

（6）海藻草類

西島地区の主な海藻類（アオサ類・カジメ・ワカメ）の水平分布状況の経年変化を図-2.6.8～2.6.10に示す。西島地区の自然海岸では、海藻の分布は主に岸沿いの捨石底でみられ、アオサ属やアオノリ属が比較的良好に着生し、春季にはフダラクが多く出現し、ワカメの分布もみられる。夏季には、季節的消長により現存量は減少する。調査域の大半を占める捨石底沖側の砂泥・粘土底では海藻の分布はごくわずかである。養浜施工前と比べて大きな変化はみられない。

養浜礫に着生する海藻としては、アオサ属やアオノリ属がみられるが、いずれもその量はわずかである。松江地区では、海藻の分布はごくわずかであり出現種も少ないが、岸から160～200m 沖合の砂泥底に少量のアマモの分布が認められる。構造物周辺の海底では海藻の分布状況は、自然海岸と同様である。構造物への海藻の着生状況をみると、養浜突堤の平均水面下には比較的多くの種類が分布し、春季には密生状態にある。西島地区と松江地区の養浜突堤で海藻相に若干の違いがみられるが、カジメ、ワカメ、フダラク、マクサなどが多く分布する。また、西島地区に設けられた潜堤上ではカジメが密生し、春季にはワカメも繁茂する。坪刈りの結果からみると、種類数は付着基盤の違い（捨石、養浜突堤、潜堤）による差はあまりみられず、また季節的な変化も明瞭ではないが、重量からみると、いずれも「夏枯れ、冬春の繁茂」といった一般的な海藻の季節変化がみられ、各季で構造物における現存量の方が自然海岸の捨石上を上回ることが多い。なお、潜堤上ではカジメが優占し、時間経過とともに増加の傾向にある。

（7）メガロベントス

西島地区の自然海岸では、岸沿いの捨石にムラサキイガイやイワフジツボの付着が目立ち、砂底ではタイラギやアサリ、粘土底ではイソギンチャク類やヒトデなどがわずかに生息し、季節的に大きな変化はみられない。養浜施工前と比べて大きな変化はみられない。

養浜礫帯に生息する動物としては、コシダカガンガラ、イソギンチャク類、ヒトデ、マガキなどがみられるが、いずれもその量はわずかである。

松江地区では砂養浜域の沖側の粘土底域でイソギンチャク類、ヒトデ、コシダカガンガラなどの分布がみられるが、西島地区の自然海岸と比べて、動物相はやや乏しい。

構造物周辺の海底では動物の分布状況は、自然海岸と同様である。

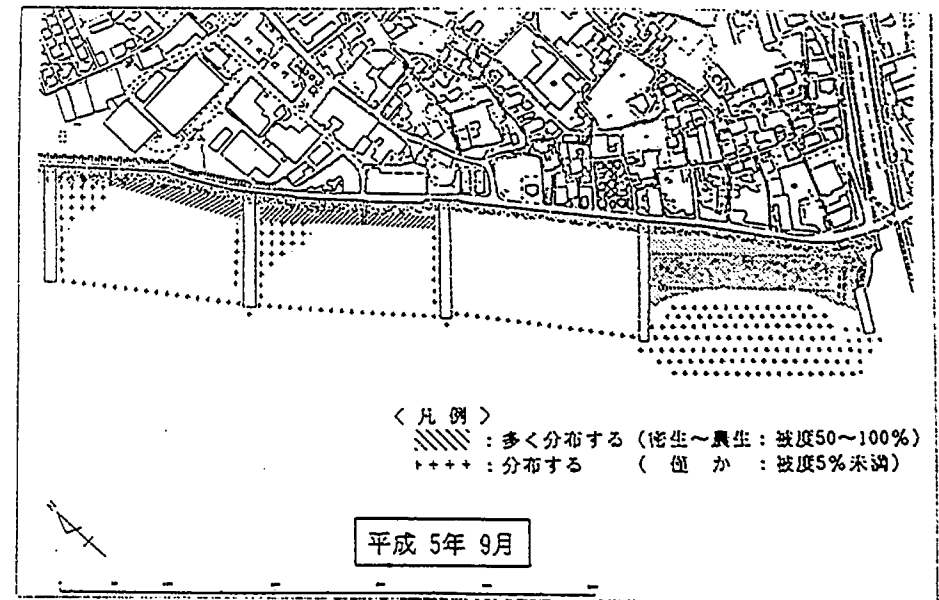
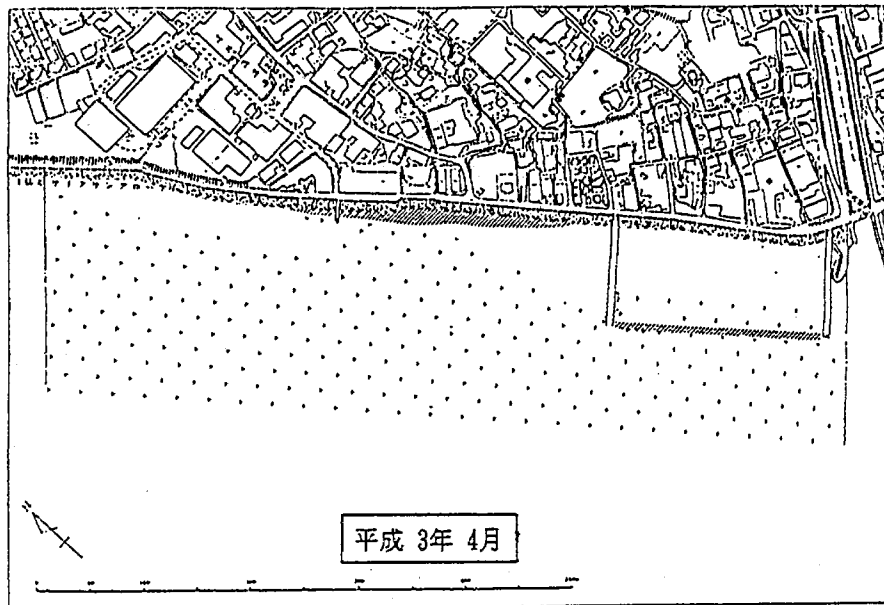
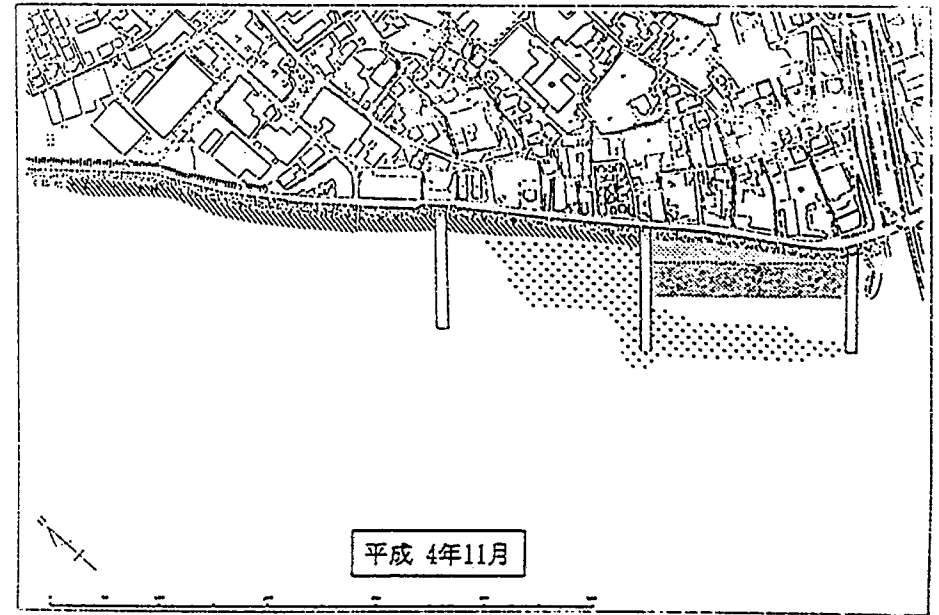
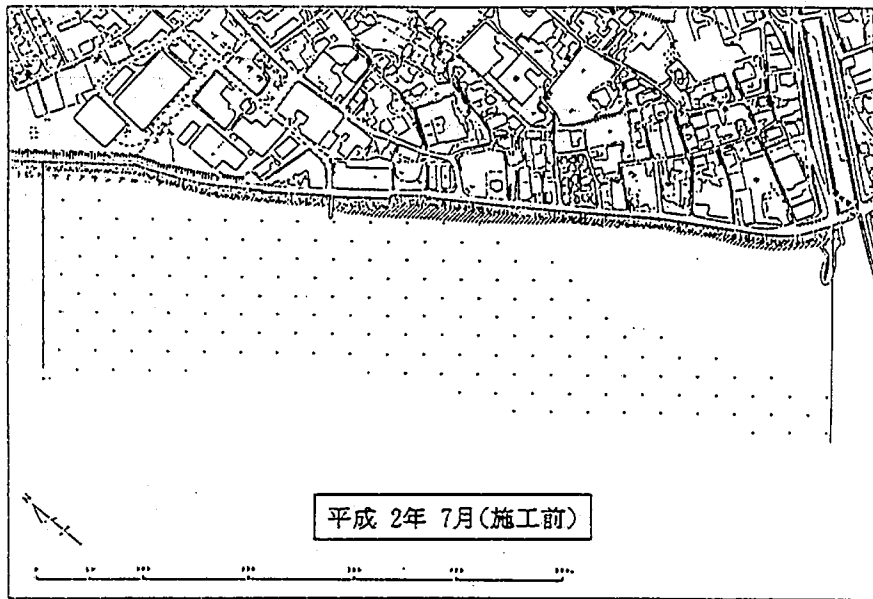


図-2.6.8 海藻水平分布の経年変化 (西島地区：アオサ類)

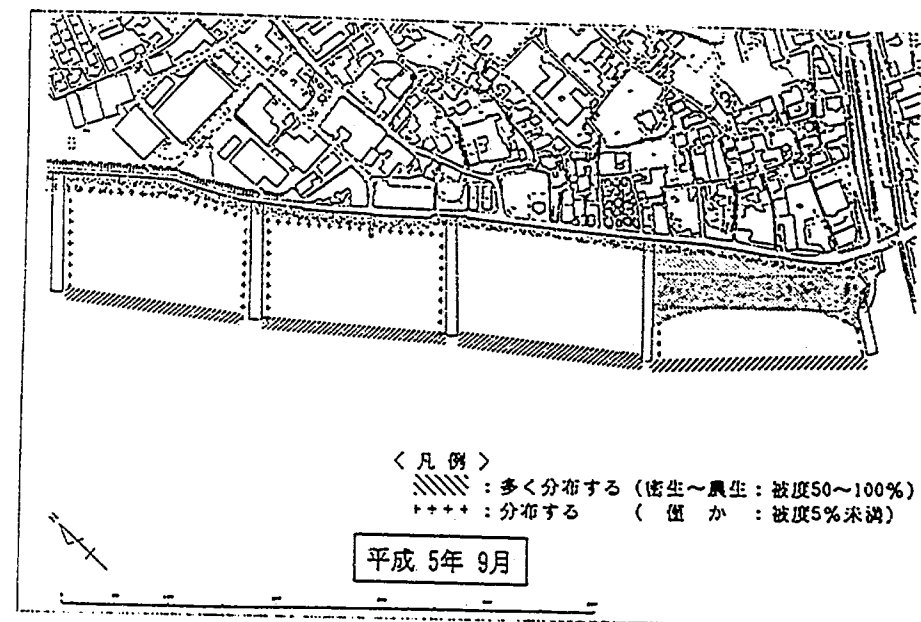
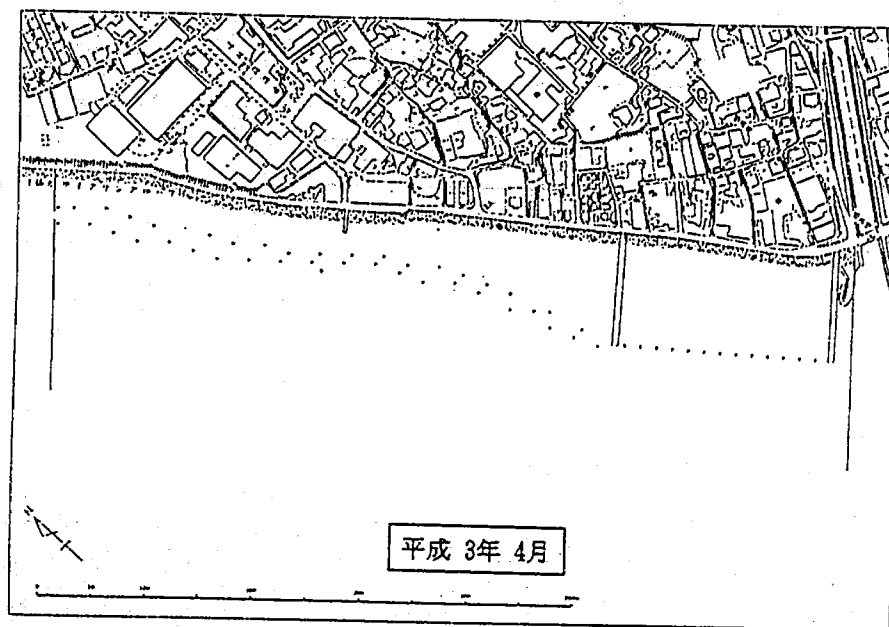
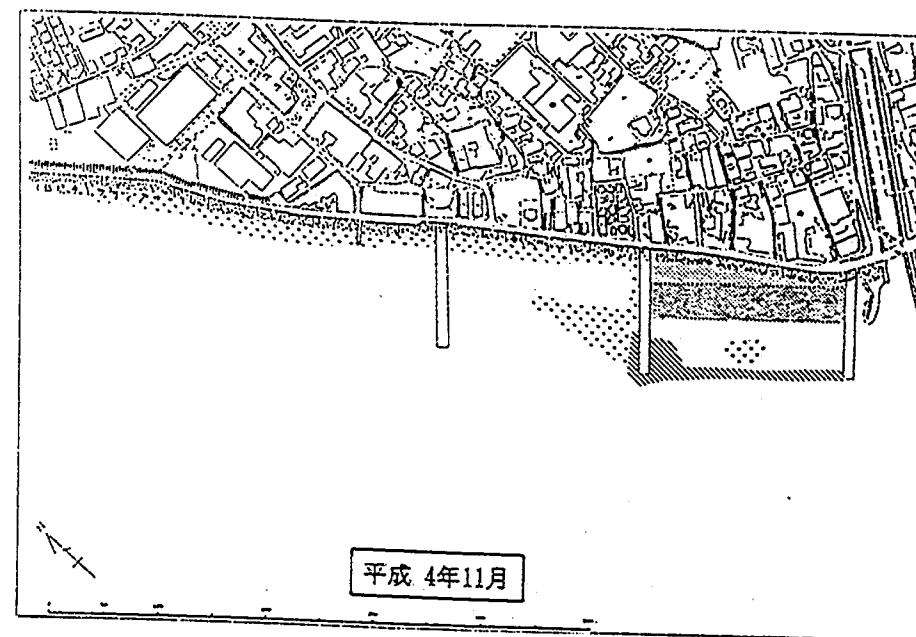
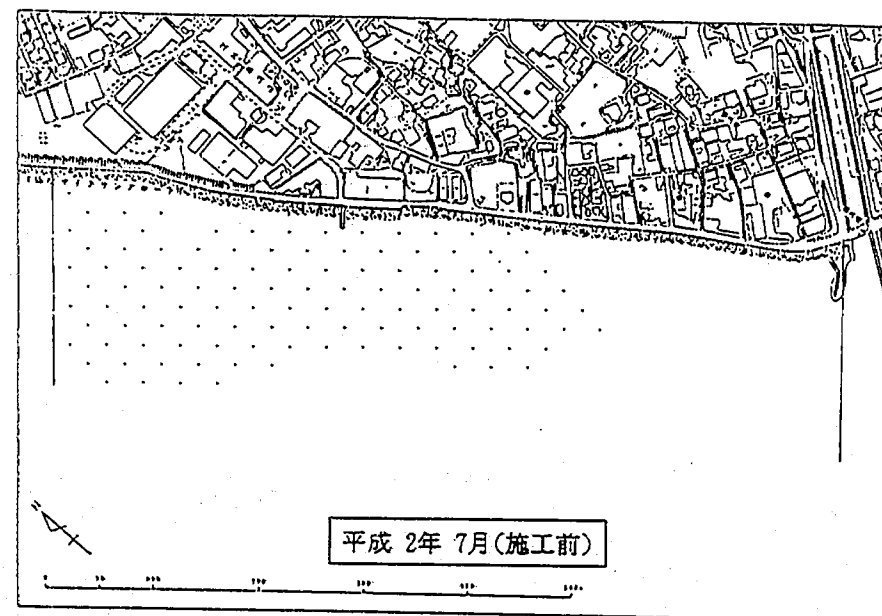


図-2.6.9 海藻平面分布の経年変化図 (西島地区: カジメ)

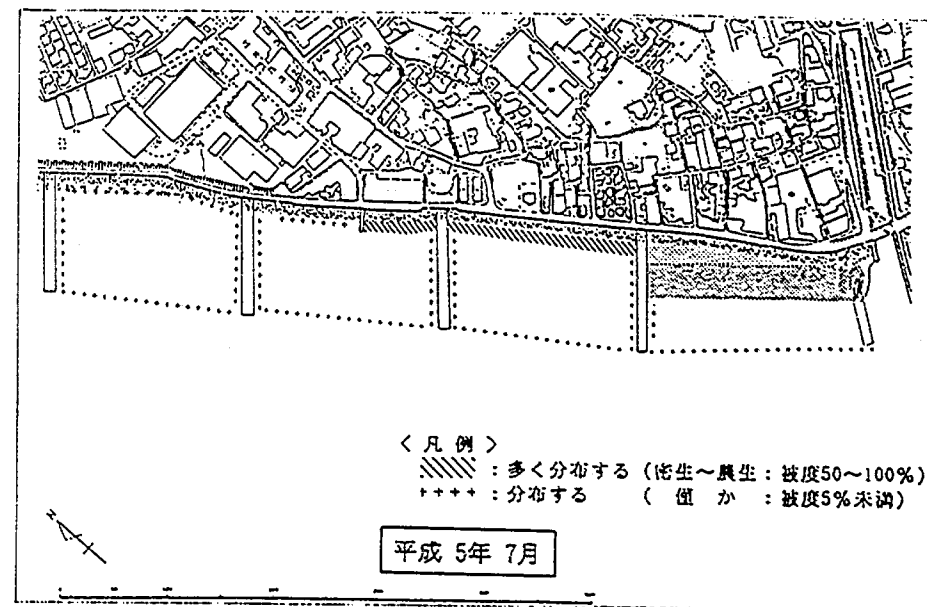
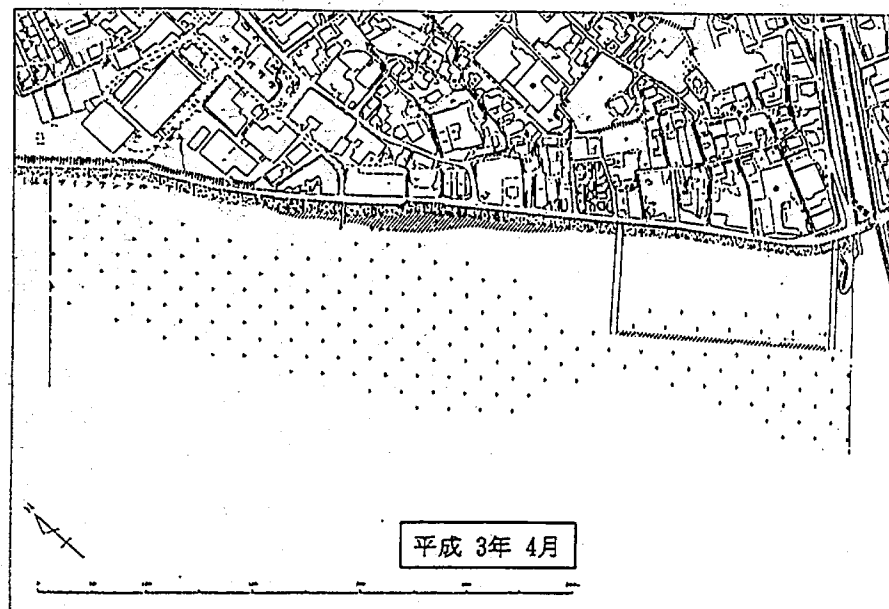
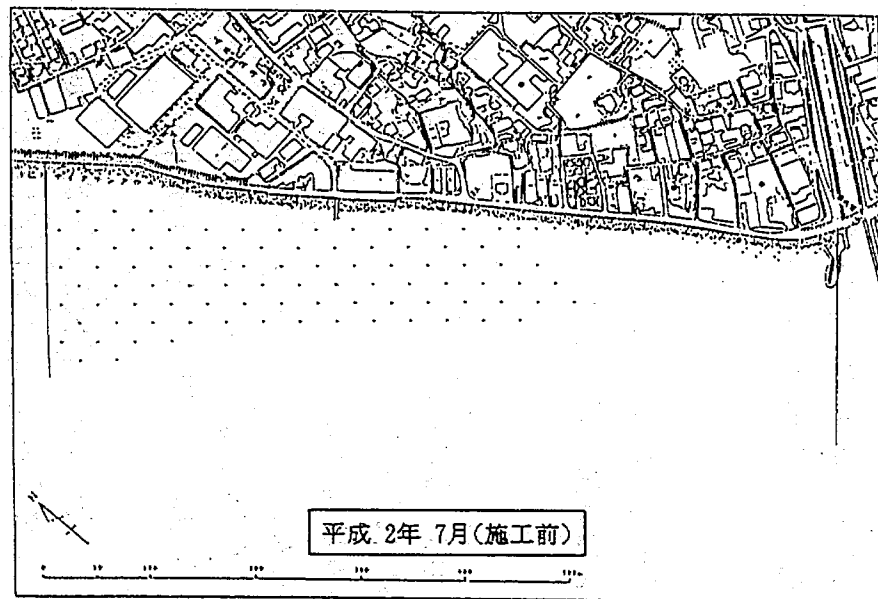


図-2.6.10 海藻平面分布の経年変化図 (西島地区：ワカメ)

構造物への動物の付着状況をみると、養浜突堤の平均水面付近にはイワフジツボの帯状分布がみられ、小型巻貝類や笠貝類の少量生息がみられる。以深ではカンザシゴカイ科やマガキなどの付着がやや目立ち、フジツボ類やムラサキイガイなどがわずかに生息する。坪刈り結果からみると、種類数や個体数には付着基盤の違いによる差はあまりみられないが、捨石や養浜突堤ではイワフジツボやムラサキイガイなどの付着性の種類が優占するのに対し、潜堤上ではエゾカサネカンザシ、サンカクフジツボといった付着性の種類以外にも海藻の根間などを生息場とするキヌマトイガイやノミニナモドキなどの小型巻貝類が優占種となっている。

(8) 魚類

調査範囲に出現する魚類は全体的に少なく、自然海岸や構造物周辺、砂養浜域の砂・粘土底ではカレイ科やネズツボ科など底生性の種類が、自然海岸の捨石底付近ではクサフグ、キュウセン、カサゴ、メバルなど岩礁性の種類が出現する傾向がみられる。西島地区の潜堤周辺ではホンベラ、メバル、カサゴ、キュウセン、アサヒアナハゼなどの岩礁性の種類が主に観察される。

水平的な魚類の分布状況をみると、自然海岸では岸沿いの捨石底や養浜突堤近傍にメバルやアイナメ、ウミタナゴなどが出現し、捨石や養浜突堤から離れた原地盤での出現はきわめて少ない。礫養浜域や砂養浜域でも同様の傾向がみられる。西島地区に施された潜堤付近では養浜突堤近傍と同様にメバルやアイナメが観察され、人工構造物の魚類に対する増集効果をうかがうことができる。

魚介類の採集調査結果によると、砂養浜域の松江地区では西島地区の自然海岸～礫養浜域と比べて種類数、個体数ともやや少ない。出現種のうちウミタナゴ、ヒガンフグ、アイナメなどが全調査域に出現するが、より強い走触性を示すカサゴは西島地区のみにみられる。一方、コチやヒラメなどの底生性魚種は松江地区にのみ出現する。

2. 6. 3 構造物が与えた物理要因の評価

これらの調査結果から、先にまとめられた構造物が設置されることにより生態系に影響を及ぼすと考えられる物理要因について、その影響の有無、程度を評価する。

(1) 物質の集積作用

調査結果では、植物・動物プランクトンおよび魚卵・稚仔魚など浮遊性の生物群については自然海岸域、構造物周辺、養浜域とも現存量には大きな差はみられず、構造物（養浜突堤）の周辺でもこれらの生物が偏在するような状況はみられないことから、構造物（養浜突堤）の浮遊生物に対する集積効果は、ほとんどみられないものと考えられる。

当調査地域は播磨灘の明石海峡の近くに位置し、半日周潮流が卓越する。過去に当調査域に近い藤江地先沖で行った潮流調査の結果でも、半日周潮流（M2分潮流）が卓越しており、ほぼ海岸線に沿った東西流が形成されている。

養浜突堤が浮遊物に対して集積効果を及ぼす場合、その主要な要因として流れに対して突堤の後部で形成される渦流（循環流）によるものと考えられるが、松江地区の養浜域で

行った漂流草の調査結果によると、東流時には突堤内から林崎港方面（東側）へ、西流時には突堤内から西方へ向かう流れが測定されている。西島地区では調査域の東側に江井ヶ島港をひかえ 松江地区とよく似た地形をなしていることから、同様の流れが形成されているものと推察され、構造物（養浜突堤）の周辺では集積効果がみられないと考えられる。

（２） 定位目標の出現および空隙の出現

魚類の観察結果から、自然海岸の砂泥や粘土底と比べると、養浜突堤の周辺や潜堤付近に岩礁性の魚種が出現しており、構造物を生息空間、定位目標として利用しているのがうかがえる。魚介類の採集結果によると、砂養浜域でも養浜突堤の集積効果と思われる出現状況がみられ、潜堤の有無によると思われる出現状況の差がみられる。

（３） 基盤の出現

海藻類の出現状況および付着生物調査結果から、養浜突堤ならびに潜堤が海藻の付着基盤となっており、自然海岸（捨石部）と比べて大きな現存量を示している。また、自然海岸と比べて大型海藻が生育しており、特に潜堤上では周年にわたり繁茂するカジメや春季にはワカメも密生するのがみられ、小規模ながらも藻場のような様相を呈している。

付着動物の現存量は付着基盤の違いによる差はあまりみられず、自然海岸（捨石）と養浜突堤では付着性の種類が優占し、潜堤上では付着性の種類以外に小型巻貝類が優占するといった差がみられた。

（４） 海底の洗掘

当調査域では海底には「滑床」と呼ばれる硬質粘土底が広がっており、その表面に砂や砂泥、泥などが堆積している。このためこれまでの潜水による目視観察調査では、養浜突堤や潜堤の周辺では海底の洗掘は確認されていない。

（５） 海底状況の変化（底質の砂泥化、海底の安定化）

これまでの底質、マクロベントス、目視観察調査の結果から、養浜工の施工前後で原地盤には大きな底質の変化はみられないが、自然海岸に設置された養浜突堤沿いの部分や潜堤沿いに砂や砂泥の堆積が観察されており、底質の分析結果によると構造物周辺ではシルト分の増加がみられる。また、自然海岸および砂養浜域では突堤先端部より内側（岸側）の部分では底質の変化は小さいが、突堤先端部を結んだ線付近やその外側（沖側）で変動が大きい（図-2.6.11、図-2.6.12）。

このことから、自然海岸や砂養浜域では岸寄りの部分では養浜突堤の影響により底質は比較的安定しているが、突堤先端部付近より沖寄りの部分では漂砂などの影響により底質が変動しやすくなっていると思われる。また、構造物の周辺では砂や砂泥の堆積が生じている。

（６） 浅場の形成

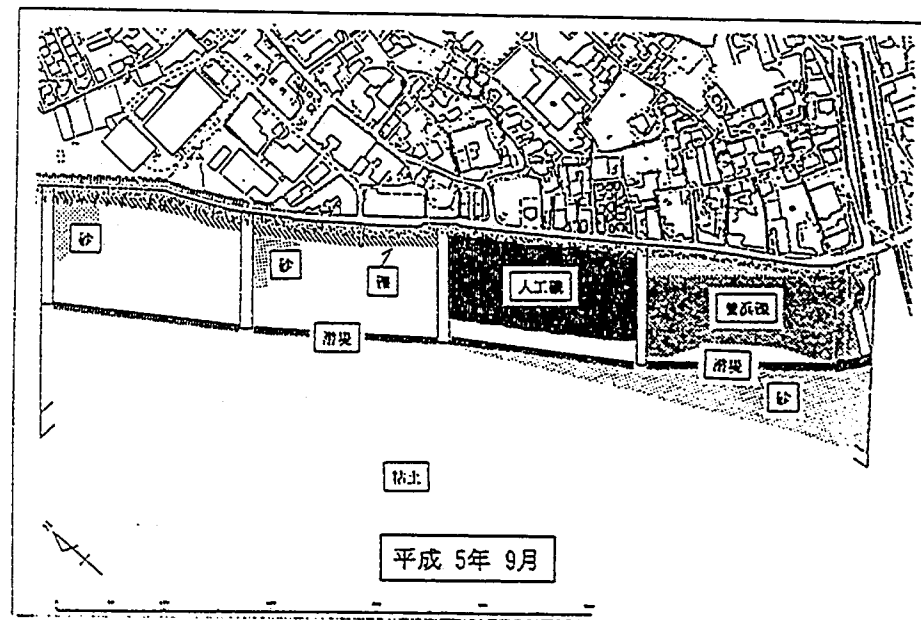
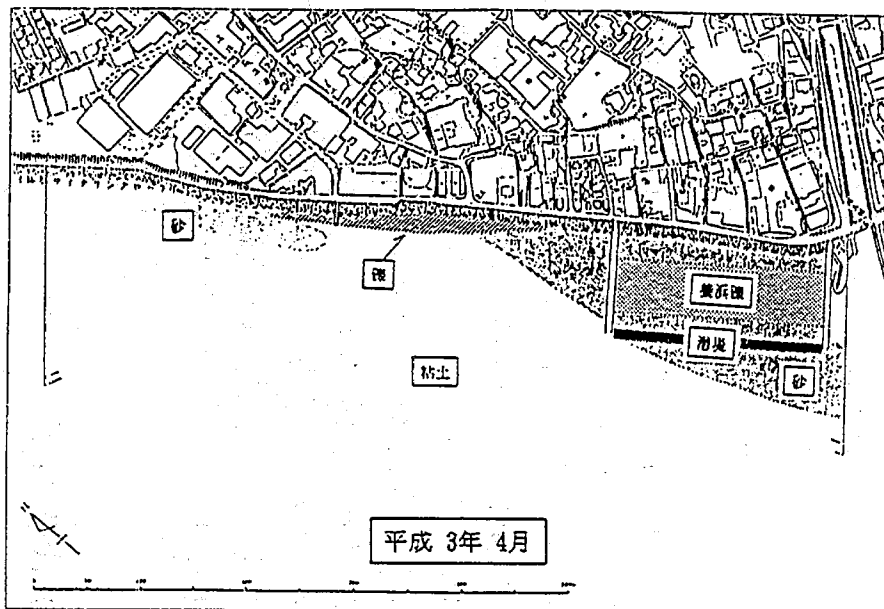
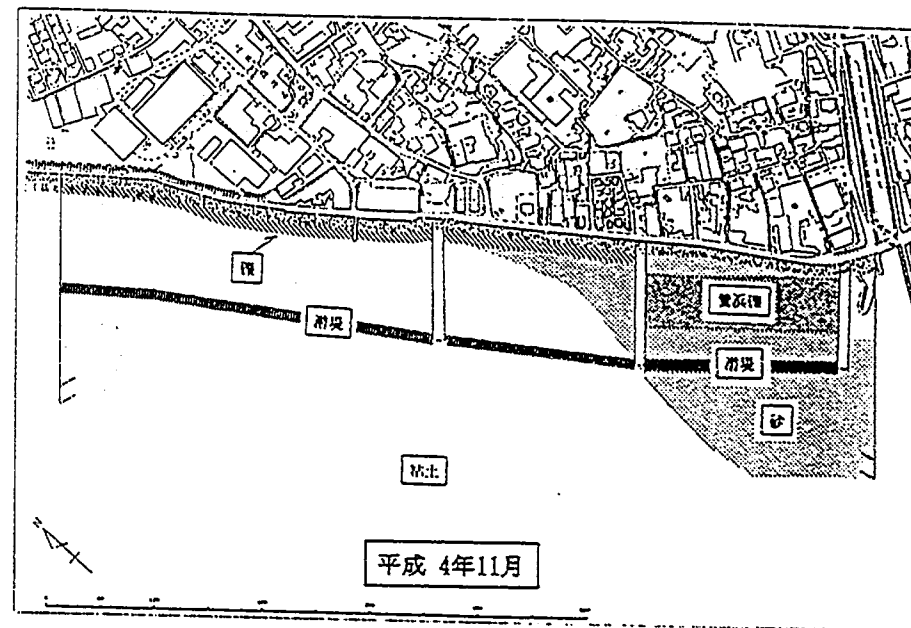
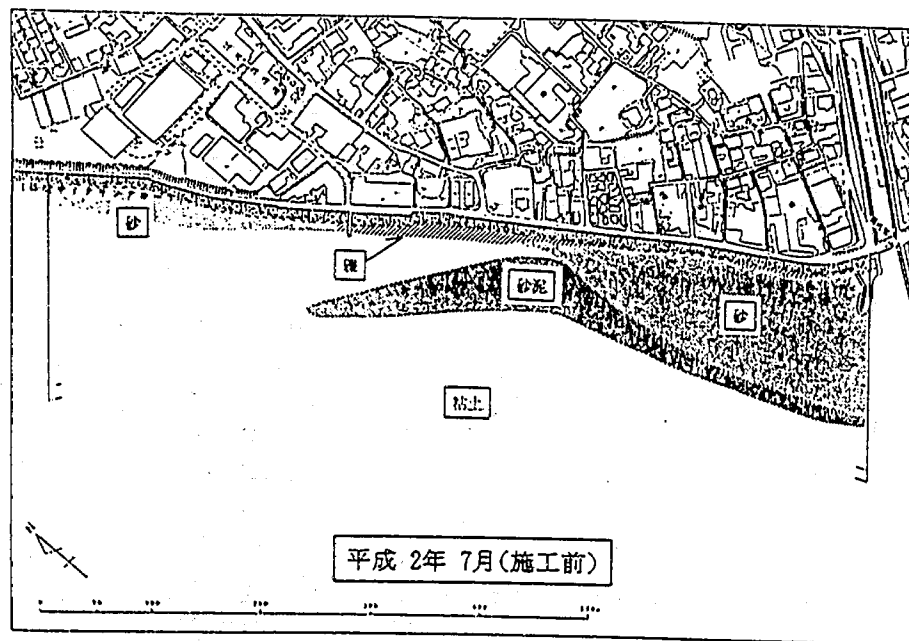


図-2.6.11 底質平面分布の経年変化図 (西島地区)

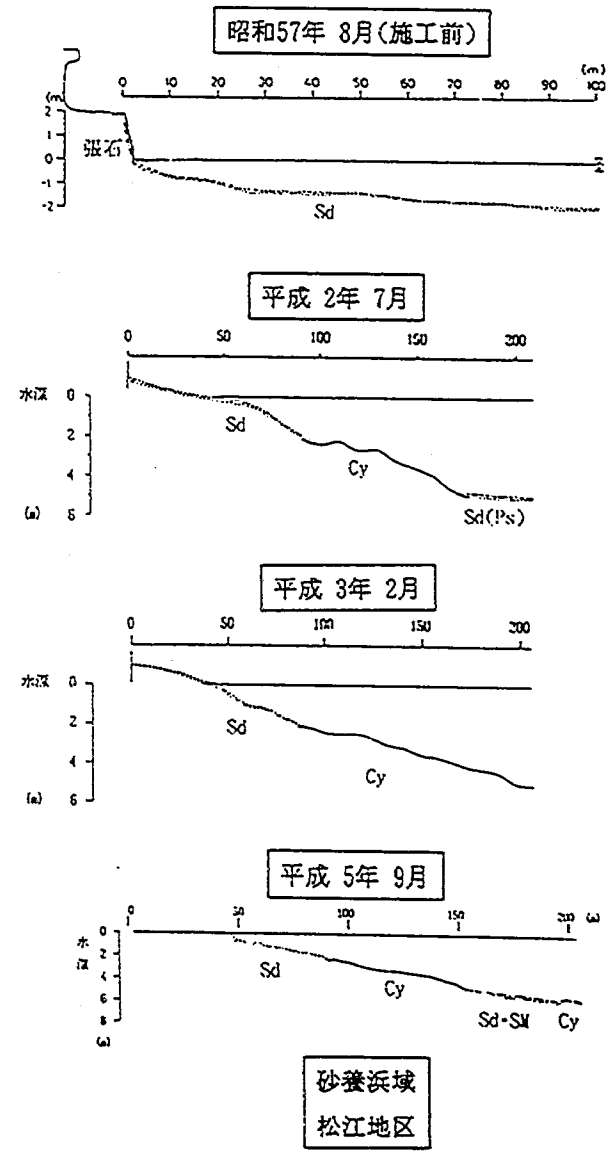
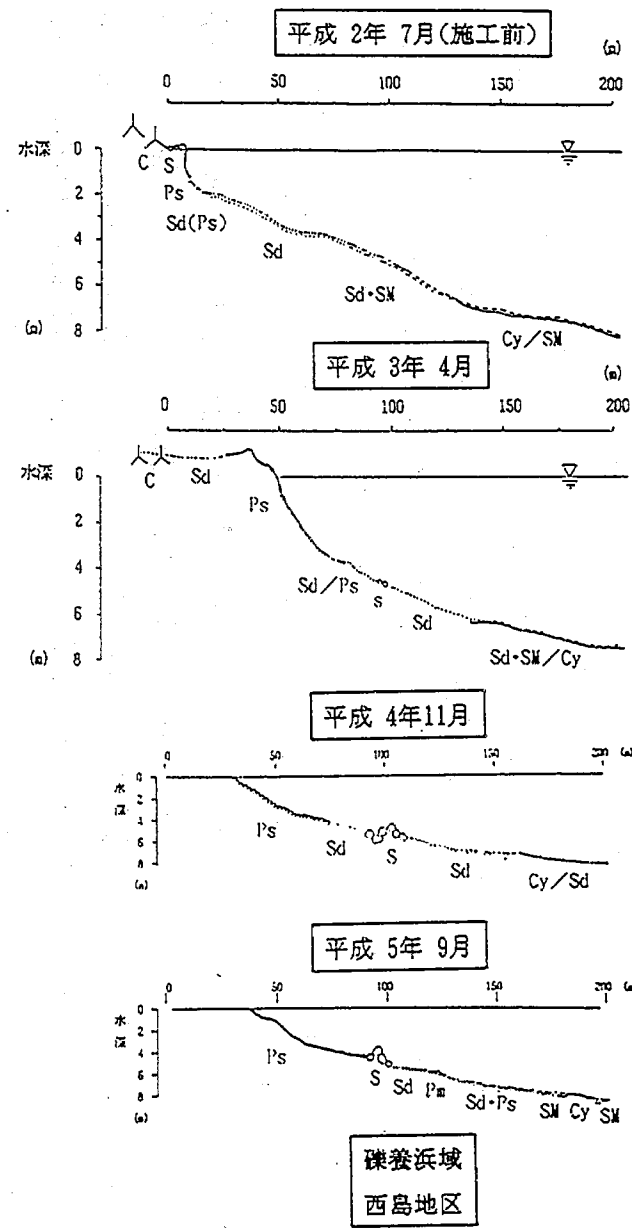
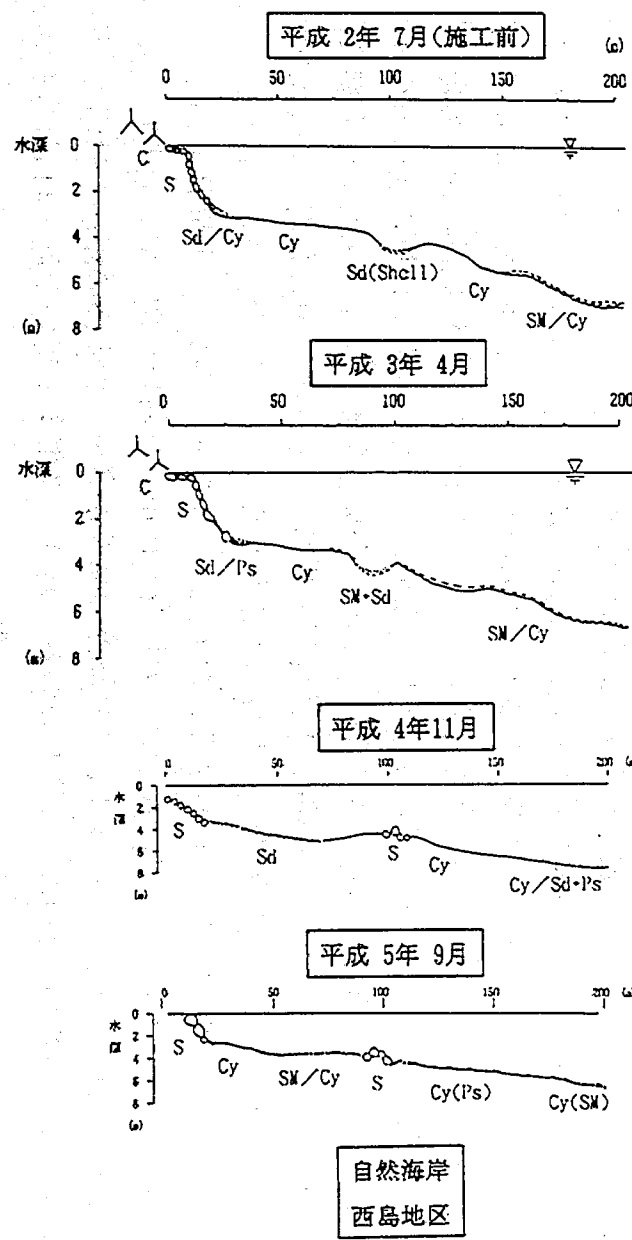


図-2.6.12 海底状況の経年変化

当調査域では浅場の形成は、養浜による緩やかに傾斜した汀線部ならびに漸深帯の形成と養浜突堤の設置によるものとでなされている。水面攪乱による溶存酸素量の増加などのように、二次的な影響による生物相の変化については把握することができないが、養浜域では潮間帯付近での生物の現存量は潮下帯などに比べて小さい。

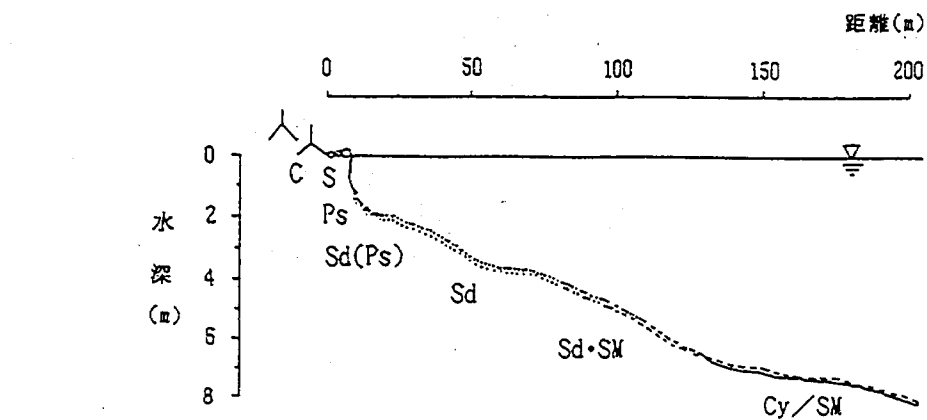
2. 6. 4 生態系に及ぼす効果・影響に関する考察

人工海浜が生物の生息環境に及ぼす影響の要因の一つは養浜によるもの、また一つにはその補助施設である養浜突堤、潜堤の設置によるものに分けられる。

まず、養浜によるものとして海岸形状の変化、底質の変化による影響が考えられる。東播海岸の場合、養浜前の自然海岸では捨石や大礫、石積み護岸などが付着生物の生息場となっており、砂・砂泥・粘土底はベントスの生息場となっていた（図-2.6.13の左図）。養浜ではこのような場所に礫や砂を覆砂するため、付着生物やベントスにとっての生息場を消滅することになる。ベントスについては覆砂後しだいに回復していく様子がみられ、砂地に砂を養浜した場合には養浜前の現存量を上回るようになる場合もみられる。しかし、礫養浜部では養浜材が均質な小礫であるため間隙が多く、ヒライソガニなどのように礫底に生息する種類は多くなるが、ゴカイ類などのように砂や泥などの底質中に埋れ生息する種類の出現は少なく、現存量全体としては砂底や砂泥底と比べて少なくなっている。砂養浜域では付着生物が多数出現するようになることはないが、礫養浜域では養浜材に少量のアオノリ属やアオサ属の着生がみられるようになる（図-2.6.13の右図）。しかし、養浜礫ではその付着基盤としての安定性の低さにより、海藻が繁茂するようになったり、大型海藻が生育するようになる可能性は低いと思われる。

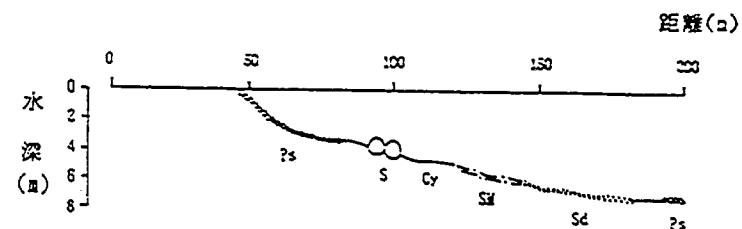
また、松江地区の砂養浜部、西島地区の礫養浜部とも突堤間で漂砂による海岸変形が認められ、松江地区では沿岸方向、西島地区では岸沖方法に漂砂が生じる。この地形変化の限界水深は松江地区で約2m、西島地区で約3mであるとされ（宇多・伊藤、1993）、この水深より浅では海底では季節により底質の移動が起き、そこに生息する移動能力の小さいベントスに影響を及ぼすものと考えられる。

次に、養浜の補助施設である養浜突堤、潜堤の設置による影響の一つに養浜と同様に付着生物、ベントスの生息場の消滅があるが、設置面積が小さいため、大きな影響はないと考えられる。養浜突堤の周囲では砂や砂泥の堆積、泥分の増加などがみられ、このような場所ではベントス相の変化があるものと思われるが、この範囲についても狭い面積であり、自然海岸の生態系に及ぼす影響は小さいと考えられる。これら養浜突堤や潜堤は海藻や動物にとって付着面の創出という点で大きく寄与しているといえ、とくに海藻では単位面積当たりの現存量が自然海岸での値を上回るようになっており、潜堤上や養浜突堤の深所では大型海藻のカジメが繁茂するようになっている。東播海岸の場合、3t程度の割石を用いて養浜突堤の施工、潜堤の設置を行っているが、これは古くからワカメやテングサ、コンブ、カジメなどの水産有用海藻の増殖を図って行われてきた手法の一つである「投石」と同様であり、その効果があらわれているものと思われる。この投石では用いる石質に関して、1)山石（割り出したばかりの石）は海岸・川岸の丸石より海藻の発芽が多い。2)表面の粗い石は滑らかな石より発芽が多い（片田、1969）。等といわれており、当事業で用いた施工材料は海藻の着



ア	ナ	ア	オ	サ	} ◆	—	—	}				
フ	ダ	ラ	ク	} —								
カ	ジ	メ	} —			—						
ワ	カ	メ				} —						
イ	ワ	フ					ジ		ツ	ボ	} —	
ム	ラ	サ					キ		イ	ガイ		} ◆

平成2年7月
施工前



ア	オ	サ	属	} —					
ワ	カ	メ	} — ◆ —						
カ	ジ	メ							
イ	ソ	ギ			ン	チャ	ク	目	} — — —
ヒ	ト	デ							
ア	サ	リ			} — ◆ —				
カ	レ	イ	科	} —					

平成5年7月
施工後

[凡例]
海藻 動物

◆ : 藻生 非常に多い
◆ : 密生 多い
◆ : 疎生 普通
— : 点生 少ない
— : 僅か 非常に少ない

図-2.6.13 養浜工施工前後の海底地形、生物分布の変化（磯養浜：西島地区）

生面の材質といった点からも好適であったといえよう。

今野 (1977) がガラモ場、カジメ場において、海藻の付着基盤として基質の安定度が海藻群落に及ぼす影響を調査した結果によると、出現種類数は大礫 (基質の長径が12.5~25 cm) で最も多く、基質がこれより大きくても、小さくても少なくなっている。植被率については、基質安定度が高まるにつれて次第に増加する傾向がみられており、特に多年生の大型海藻は巨礫以上 (基質の長径が50cm以上) の付着基盤で最も高い被度を示している。また、基質の安定度の低い小礫 (基質の長径が5cm以下) では珪藻類や短命海藻などのいわゆる遷移の初期に出現する種類の被度が高く、安定度が高まるにつれて多年生の小型海藻や多年生の大型海藻などの遷移の後期に出現する種類の被度が高くなっている。

このように、付着基盤上で形成される海藻群落の構造は、その基質の大きさによる安定度 (基質が小さければ、基質面は反転・埋没を繰り返している不安定となり、基質が大きければ、長時間にわたって動くことがなく安定している) に大きな影響を受けていると考えられる。

東播海岸で礫養浜に用いた養浜材、養浜突堤・潜堤の施工に用いた割石を海藻の付着基盤の安定度からみると、径が10~20mmの碎石である養浜礫では安定度が低く、養浜突堤の被覆石や潜堤では安定度は高いといえ、現在これらの表面に形成されている海藻相をみると、付着基盤の大きさ (安定度) に大きな影響を受けていると考えられる。

さらに、養浜突堤や潜堤には魚類に対する蛸集効果がみられており、これらの表面で大型海藻が繁茂するようになると、場の構造が立体的・複雑になるため生息帯を利用する魚種が増えたり (図-2.6.14)、稚仔魚の保育場、餌場として機能するようになると期待される。

人工海浜が生態系に及ぼす効果・影響をまとめると、以下のようになる。

①養浜により付着生物、ベントスの生息場が消滅するが、養浜材が原地盤と同様であれば

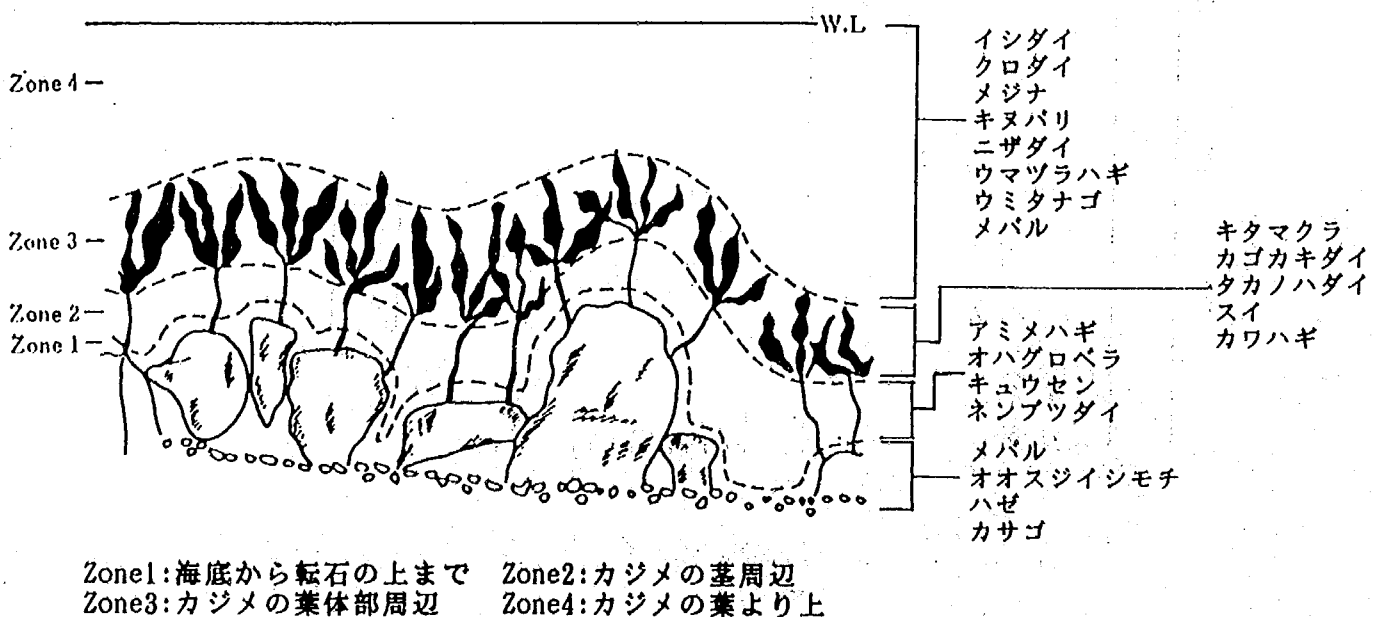


図-2.6.14 カジメ場と蛸集魚のすみわけ模式図

ントス相は回復し、原地盤と大きく異なっていれば影響は大きい。養浜材の粒径が砂以下と小さければ、ベントスの生息場として、大礫以上と大きければ、付着生物の基盤として機能すると考えられる。

- ②養浜により汀線部が創出されると、汀線部を中心に潮間帯域では現存量は小さくなる。漂砂による海岸変形がみられる場所では、漂砂が限界水深より浅でのベントス相に影響を及ぼすと推察される。
- ③養浜突堤、潜堤の設置は周辺の底質を変化させ、ベントス相に影響を及ぼすが、東播海岸の場合、その範囲は狭い。
- ④養浜突堤、潜堤の設置は海藻、動物に付着面を付与し、生息場として機能する。特に潜堤は本来の養浜材流出防止の機能以外に、小規模ながら藻場造成の効果をあげている。
- ⑤養浜突堤、潜堤の周囲では岩礁性魚類がみられ、蛸集効果がうかがえる。

[参考文献]

宇多高明・伊藤弘之(1993)：養浜工の変形特性と設計上の留意点，東播海岸を例として，土木技術資料，35-7，p44-50.

片田実(1969)：着生面付与，つくる漁業，資源協会，p140-165.

今野敏徳(1977)：海藻群落構造の測定，海の生態学と測定，恒星社厚生閣，p16-34.

2. 7 新型離岸堤

2. 7. 1 海岸保全上の位置づけ

新型離岸堤はMMZ（マリン・マルチ・ゾーン）計画の実行のために開発された消波構造物であり、海象条件の厳しい沿岸域の沖合いにおいて消波を行い広い静穏域を創出するとともに、侵食傾向の海浜を安定化させることを目的とする。このため、従来型の離岸堤に比べ新型離岸堤の設置水深は20m以浅と大きく、構造形式も異なる。

新型離岸堤については、11種類の構造物が開発されているが、施工実施例が少なく、静岡県駿河海岸の大井川沖で静岡河川工事事務所が、昭和62年度から平成4年度155.7m/1基×2基をパイロット事業として施工した水平板付スリット型構造物（消波形式：スリット式、構造形式：有脚式、施工形式：連結ブロック式、設置水深：7m）の事例（今回の調査対象）及び、平成5年度より透過水平板付スリットケーソン型構造物、同じく平成5年度より静岡県富士海岸蒲原工区においてH型スリット板ジャケット型構造物が着手されている程度である。（図-2.7.1）

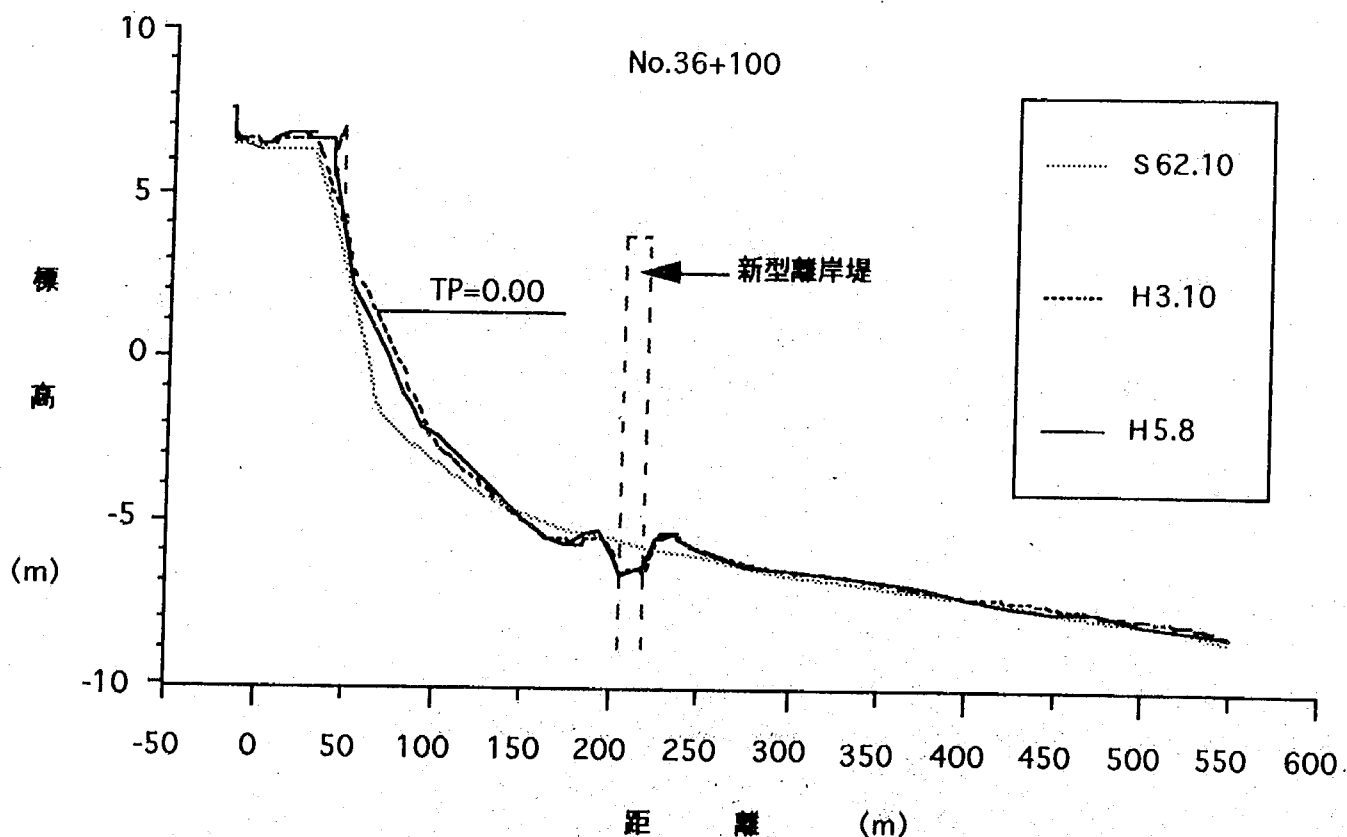


図-2.7.1 駿河海岸施設効果（吉永）横断経年変化図

2. 7. 2 海域特性の整理

(1) 海岸地形

図-2.7.2は駿河湾の海底地形を表している。湾の中央部に南北方向の「駿河トラフ」と呼ばれるV字形の溝状地形（最大水深約2500m）が存在する為、海底は深海へと急激に落ち込んでいる。駿河湾東部は、大陸棚の発達が悪く比較的単純な地形の大陸斜面からなっている。湾西部は駿河トラフに沿った石花海堆と、その西に広がる石花海盆によって特徴づけられる。湾西部は東部や湾奥部と比較すると大陸棚（外縁水深約100m）が発達している。

駿河海岸は、駿河湾西岸にあり海岸線の延長は18kmである。この海岸は大井川からの流出土砂で形成された扇状地海岸

であり、駿河海岸北端の和田鼻砂嘴から焼津沖には海底谷が存在し、海底勾配は約1/7と非常に急である。この海岸でも他の海岸と同様に漂砂を阻止する構造物が建設されたこと等により、漂砂の下手側で顕著な侵食が見られるようになった。

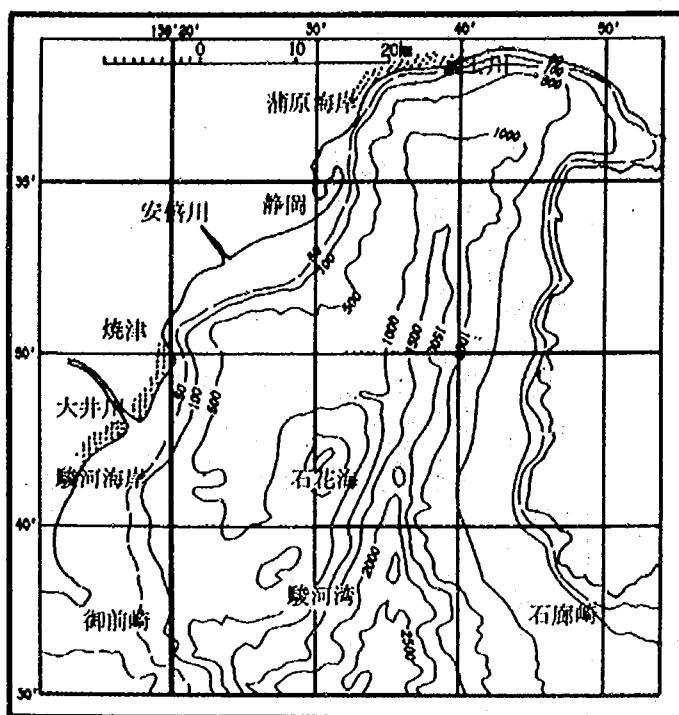


図-2.7.2 駿河湾の海底地形図

(2) 波浪

平常時の波浪は、駿河海岸の沖合にある海洋技術総合研究施設で得られた約1年間の海象データを整理し、有義波高で比較した結果、冬季では波高0.50m以下の出現頻度が高く、周期5～6秒の出現頻度が高い。夏季には、波高0.50～0.75m周期5～6秒の出現頻度が高い。秋期には波高0.50～1.00mで周期4～8秒の出現頻度が高い。しかし、夏季から冬季にかけては台風の影響などにより波高2.0m以上の波も襲来しており、駿河海岸ではこの時期波浪条件が厳しいといえる。平常時波浪と計画波浪を表-2.7.1に示す。

表-2.7.1 平常時の波浪と計画波浪

海岸名	計画波浪			平常時の波浪	
	波高	周期	波向	波高	周期
富士海岸	17.0m	20.0 s	S～SSW	0.5～1.0m	7～8S
駿河海岸	9.0m	14.0 s	S～SSW	0.25～0.5m	6～7S

2. 7. 3 駿河海岸生態系調査

(1) 調査結果

平成4年秋～平成6年春にかけて行われた4回の駿河海岸生態系現地調査結果を表-2.7.2に示す。

表-2.7.2 駿河海岸生態系現地調査結果

調査項目	駿 河 海 岸														
	自 然 海 岸					離 岸 堤 設 置 海 岸					離 岸 堤 周 り の 地 点				
	H4年10月	H5年6月	H6年1月	H6年4月	考 察	H4年10月	H5年6月	H6年1月	H6年4月	考 察	H4年10月	H5年6月	H6年1月	H6年4月	考 察
植 物	種類数43種、平均細胞数39.0/㎡、優占種は珪藻類(60%) -12mに多い。	種類数46種、平均細胞数60.9/㎡、優占種は珪藻類(47%)表層に多い。		種類数28種、平均細胞数19.4/㎡、優占種はブラシノ藻類(80%)表層に多い。	優占種は、定まっていない。	種類数59種、平均細胞数53.9/㎡、優占種は珪藻類(72%) -4mが最大。	種類数55種、平均細胞数55.7/㎡、優占種は渦鞭毛藻類(55%) -8mの表層が最大。		種類数27種、平均細胞数11.8/㎡、優占種はブラシノ藻類(68%)分布傾向は特に見られない。			種類数46種、平均細胞数51.2/㎡、優占種は渦鞭毛藻類(63%)、離岸堤岸側の表層が最大。		種類数32種、平均細胞数14.6/㎡、優占種はブラシノ藻類(72%)。岸側に多い。	離岸堤岸側の静穏域に多い。優占種は、季節ごとに変化。
	種類数47種、平均個体数32,109/㎡、優占種はかいあし類(82%) -4mに多い。	種類数33種、平均個体数131,488/㎡、優占種はかいあし類(84%) -12mに多い。		種類数24種、平均個体数136,502/㎡、優占種はかいあし類(90%) -12mに多い。	優占種はかいあし類。	種類数44種、平均個体数24,260/㎡、優占種はかいあし類(65%) -12mが最大。	種類数31種、平均個体数155,726/㎡、優占種は纖毛虫類(90%) -4mが最大。		種類数36種、平均個体数97,876/㎡、優占種はかいあし類(69%) -12mが最大。	優占種は定まっていない。		種類数20種、平均個体数67,872/㎡、優占種は纖毛虫類(80%)、離岸堤岸側の表層が最大。		種類数23種、平均個体数74,063/㎡、優占種はかいあし類(83.9%)岸側が多い。	離岸堤岸側の静穏域に多い。優占種は、季節ごとに変化。
魚 卵	種類数2種、平均個体数352/1,000㎡、エソ科とウシノシタ亜目の卵確認。 -8mに多い。	種類数6種、平均個体数6,412/1,000㎡、ネズッポ科とウシノシタ亜目の卵を確認。 -8mに多い。				種類数5種、平均個体数1,270/1,000㎡、 -8mに多い。エソ科、ネズッポ科、ウシノシタ亜目、ミシマオコゼ等の卵確認。	種類数10種、平均個体数45,269/1,000㎡、 -4mに多い。ネズッポ科、ウシノシタ亜目の卵、沖側にマイワシ、カタクチイワシの卵確認。			重要な沿岸漁業対象種であるシラスの卵を確認。自然海岸より種類数、個体数とも多い。		種類数7種、平均個体数20,009/1,000㎡、ネズッポ科、ウシノシタ亜目の卵を確認。離岸堤岸側が多い。			重要な沿岸漁業対象種であるシラスの卵を確認。魚卵は、離岸堤岸側の静穏域に多く確認。
稚 仔 魚	種類数1種、平均個体数9/1,000㎡、ハダカイワシ科を -8mで確認。	種類数1種、平均個体数25/1,000㎡、カタクチイワシを -8mで確認。			重要沿岸漁業対象種であるシラス(カタクチイワシ)の稚魚を確認。	種類数4種、平均個体数29/1,000㎡、 -4mに多い。コトヒキ、ハゼ科、イソギンボを確認。	種類数3種、平均個体数89/1,000㎡、 -8mでヨウジウオ、カタクチイワシ、トウゴロウイワシ科を確認。			重要沿岸漁業対象種であるシラス(カタクチイワシ)の稚魚を確認。自然海岸より種類数、個体数とも多い。		種類数3種、平均個体数820/1,000㎡、ハゼ科、カタクチイワシ、イソギンボ。離岸堤岸側が最大。			重要沿岸漁業対象種であるシラス(カタクチイワシ)の稚魚を確認。稚魚は、離岸堤岸側の静穏域に多く確認。
底 生	種類数17種、平均個体数32.3/0.1㎡、湿重量10.63g/0.1㎡、優占種は、環	種類数22種、平均個体数16.3/0.1㎡、平均湿重量0.38g/0.1㎡、優占種は、環	種類数24種、平均個体数22/0.1㎡、湿重量10.37g/0.1㎡、優占種は、環形動	種類数20種、平均個体数13.7/0.1㎡、湿重量1.33g/0.1㎡、優占種は、環形	種類数の季節的変動は少ない。優占種は、環形動物のゴ	種類数15種、平均個体数8.7/0.1㎡、平均湿重量11.94g/0.1㎡、優占種は、環	種類数37種、平均個体数40.3/0.1㎡、平均湿重量27.63g/0.1㎡、優占種は、環	種類数22種、平均個体数22/0.1㎡、平均湿重量22.08g/0.1㎡、優占種は環形	種類数23種、平均個体数33/0.1㎡、平均湿重量12.12g/0.1㎡、優占種は環形	6月が個体数、種類数、湿重量とも最大値を示している。優占種は環形動物		種類数18種、平均個体数20/0.1㎡、平均湿重量20.43g/0.1㎡、優占種は環形	種類数9種、平均個体数11/0.1㎡、平均湿重量0.34g/0.1㎡、優占種は、環	種類数6種、平均個体数4.5/0.1㎡、平均湿重量0.65g/0.1㎡、優占種は環形	離岸堤周りの地点の底生生物の変動は季節的消長よりも物理的
	境の変化によ														環境の変化によ

生物	形動物のゴカイ類。(50%) - 12mに多い。	環形動物のゴカイ類。(35%) - 4mに多い。	物のゴカイ類。(41%) - 8mに多い。	動物のゴカイ類。(43%) - 8mに多い。	カイ類。	環形動物のゴカイ類。(42%) - 12mに多い。	は環形動物のゴカイ類。(40%) - 8mが最大。	動物のゴカイ類。(41%) - 12mに多い。	動物のゴカイ類。(52%) - 12mに多い。	のゴカイ類。		動物のゴカイ類。(35%)	形動物のゴカイ類。(50%)	動物のゴカイ類。(40%)と軟体動物巻貝類。(40%)	る変動が大きい。優占種は、環形動物のゴカイ類。
魚	生息確認できず。(自然観察)	生息確認できず。(自然観察)	生息確認できず。(自然観察)	種類数8種、個体数20.3/網、優占種はニベ。(39%)他にアカエイ、ホシザメ、ヒラメ、マゴチが出現。(漁獲調査)	水産上有用なニベ、ヒラメ、マゴチを確認。	離岸堤にクロダイ、イシダイ、アイゴ、シマアジ等の生息確認。(目視観察)	離岸堤にクロダイ、イシダイ、ショウサイフグ、マアジ、アイゴ、クサフグ、カタクチイワシ、ネンブツダイ、キタマクラ、ムツ等の生息確認。(目視観察)	離岸堤にクロダイ、クサフグ、ショウサイフグ、ハコフグ、カサゴ、ボラ、ササノハベラ、ヘビギンボ等の生息確認。(目視観察)	種類数18種、個体数29.5/網、優占種はクロウシノシタ(41%)。他にヒラメ、マゴチ、カサゴ、クロダイ、トビウオ、ボラ、マアジが出現。(漁獲調査)	水産上有用なヒラメ、マゴチ、カサゴ、クロダイ等が確認。					
海藻	生息確認できず。	生息確認できず。	生息確認できず。	生息確認できず。		種類数20種、平均湿重量60.81g/m ² 、上層に多い。優占種は緑藻類(99%以上)、中下層は0.1g未満。(調査地点数は10地点)	種類数19種、平均湿重量44.8g/m ² 、沖側中央の上、中層に多い。優占種は紅藻類(53%)緑藻類(47%)。(調査地点数は4地点)	種類数31種、平均湿重量119.0g/m ² 、沖側上層~中層に多い。優占種は緑藻類(48%)紅藻類(33%)。(調査地点数は2地点)	種類数26種、平均湿重量13.6g/m ² 、沖側上層~中層に多い。優占種は緑藻類(50%)紅藻類(50%)。(調査地点数は4地点)	離岸堤沖側上・中層に多い。季節的には冬から春に多い。優占種は、緑藻類と紅藻類。					
動物	生息確認できず。	生息確認できず。	生息確認できず。	生息確認できず。		種類数133種、平均個体数3,290/m ² 、優占種は節足動物のフジツボ類(88.9%)個体数は上層に多い。目視観察でマダコの成体、イセエビ幼体を確認。(調査地点数は10地点)	種類数135種、平均個体数18,968/m ² 、優占種は環形動物のゴカイ類(48%)個体数は沖側中層に多い。マダコ科の幼体を確認。(調査地点数は4地点)	種類数107種、平均個体数37,256/m ² 、優占種は節足動物のフジツボ類(93%)個体数は岸側上層に多い。マダコ科の幼体、マガキ科の幼体、ウニの仲間の幼体を確認。目視観察でマナコの成体確認。(調査地点数は2地点)	種類数116種、平均個体数4,331/m ² 、優占種は節足動物のフジツボ類(67%)個体数は沖側上層に多い。マダコ科の幼体、ウニの仲間の幼体を確認。(調査地点数は4地点)	種類数は6月が最大を示し優占種は節足動物のフジツボ類と環形動物のゴカイ類。水産上有用なマダコ科の幼体、マガキの幼体、ウニの仲間の幼体が離岸堤に生息しているのを確認。					

(2) 駿河海岸生態系調査結果における評価

- ① 植物プランクトンの主な出現種は、ブラシノ藻類と珪藻類であり、その他の種類としてクリプト藻類、渦鞭毛藻類等で、離岸堤設置海岸にやや多い。また、自然海岸と離岸堤設置海岸、及び離岸堤周りの地点の平均細胞数を比較するとあまり変わらないが、分布傾向に着目すると、自然海岸では表層に多く、離岸堤設置海岸では岸側に多い。しかし、構造物の周りで植物プランクトンの出現量が特に多いという顕著な傾向は認められなかった。
- ② 動物プランクトンの主な出現種は、かいあし類であり、その他の種類は少ない。自然海岸と離岸堤設置海岸の平均個体数を比較すると、自然海岸に多く、分布傾向に着目すると、自然海岸と離岸堤設置海岸のいずれも沖合に多く出現しているのに対し、離岸堤周りの地点では、岸側に多く出現していた。
- ③ 魚卵の主な出現種はネズッポ科とウシノシタの一種であり、その他の種類は少ない。自然海岸と離岸堤設置海岸を比較すると平均個体数は離岸堤設置海岸に多い。また、離岸堤周りでかなりの魚卵が出現している。これは構造物の周りに魚卵が多く集積する傾向にあると推測される。
- ④ 稚仔魚の主な出現種としてはシラス漁の対象種であるカタクチイワシとハゼ科であり、その他の種類は少ない。自然海岸と離岸堤設置海岸を比較すると平均個体数としては離岸堤設置海岸に多く出現している。また、離岸堤周りの岸側の地点で稚仔魚の個体数が最も多く出現している。これは構造物の周りに稚仔魚が多く集積する傾向にあると推測される。
- ⑤ 底生生物の主な出現種は環形動物（ゴカイ類等）と軟体動物（貝類等）であり、その他の種類は少ない。底生生物を海岸別に比べて見ると出現種類数は、離岸堤設置海岸にやや多く、平均個体数については離岸堤設置海岸は自然海岸よりも多く出現している。また、離岸堤周りの地点では、種類数、平均個体数ともに少ない。

底生生物の平均個体数を海岸別に経時的にみてみると、平成4年10月の離岸堤設置海岸は自然海岸の約1/3であったのが平成5年6月では自然海岸の2倍に増加し、平成6年1月ではどちらの海岸も同じになり、平成6年4月では離岸堤設置海岸は自然海岸の2倍に増加した。主な出現種類としては環形動物のゴカイ類で4回の調査とも変わっていない。
- ⑥ 付着動物の主な出現種は節足動物のフジツボ類、環形動物のゴカイ類であり、その他の種類として軟体動物の貝類、原索動物のホヤ類等である。付着動物は、新型離岸堤の表面全体にみられ、沖側の上層の端部に多く出現し、新型離岸堤という構造物が付着動物の着生基盤となっている。また、新型離岸堤の同地点において経時的付着動物の変動を比較すると種類数は上層に少なく、中層、下層に多い。また、平均個体数は平成5年6月の時期が多く出現している。特に沖側端部の中層と下層の地点の平均個体数の変動が大きい。

- ⑦ 付着海藻の主な出現種は、緑藻植物と紅藻植物であり、その他の種類は少ない。種類数、湿重量についての鉛直分布を見ると上、中層に多く、岸沖方向では、特に沖側に多く出現している。
- ⑧ 漁獲調査による魚類出現状況は、自然海岸では、砂泥域を好む魚類が7種類、60個体、岩礁域を好む魚類が1種類、1個体確認された。主な魚種としては、アカエイ、ニベ、ホシザメで他に水産有用種としては、ヒラメ、クロウシノシタ、マゴチ等が確認された。
- 離岸堤設置海岸では、離岸堤沖側で、砂泥域を好む魚類が11種類、50個体、岩礁域を好む魚類が4種類、26個体、回遊性魚類が2種、2個体確認された。主な魚種としては、クロウシノシタ、クロダイ、カサゴで他に水産有用種としてニベ、ヒラメ、シロギス、マゴチ等が確認された。離岸堤岸側では、砂泥域を好む魚類が6種類、85個体、岩礁域を好む魚類が2種類、10個体、回遊性魚類が1種類、4個体確認された。主な魚種類は、クロウシノシタ、アカシタビラメ、シマウシノシタで他に水産有用種としては、ヒラメ、クロダイ、カサゴ、マゴチ等が確認された。また自然海岸で確認されなかった回遊性魚類のトビウオ、ボラ、マアジが確認されている。また、個体数は、離岸堤岸側に99個体と最も多く出現し、種類数については、離岸堤沖側が17種類と最も多く出現していた。水産有用種の一つであるヒラメは、自然海岸よりも離岸堤まわりに多く出現している。
- ⑨ 離岸堤周りで目視観察された魚類は15種で普通に見られたのはショウサイフグの成魚（全長10～20cm）とササノハベラの成魚（全長10～20cm）であった。
- ⑩ 新型離岸堤の間隙にはマダコ科の幼体やウニの幼体がみられ、新型離岸堤に水産上有用な磯根資源生物が生息していることが確認された。

2. 7. 4 構造物が与えた物理要因の評価

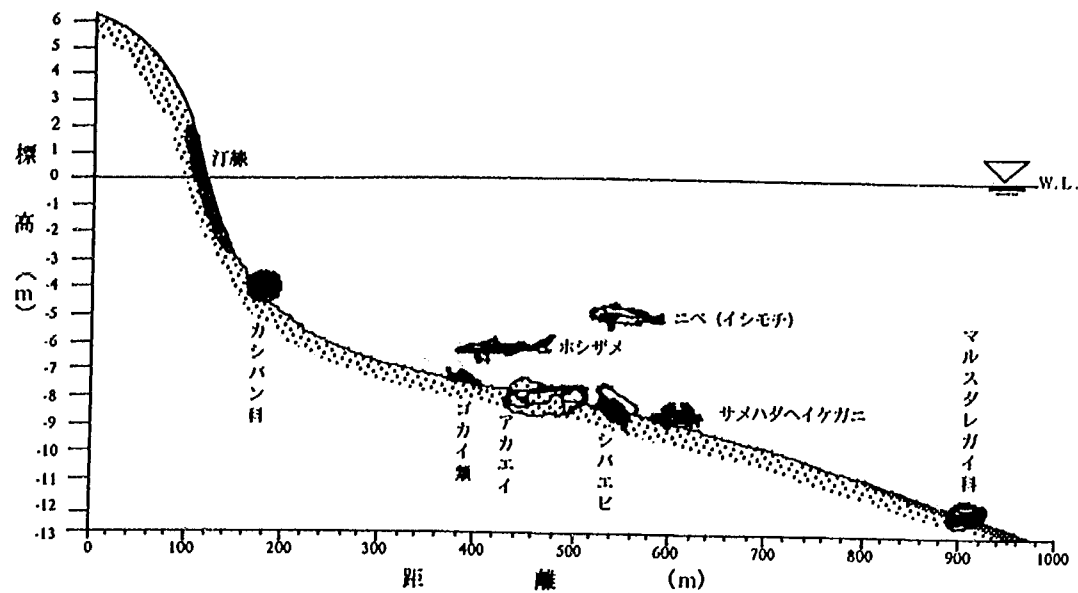
(1) 定位目標の出現

定位目標の出現の影響とは、構造物が設置されることによりその構造物を目標として直接的に生物が蛸集（寄り集まってくる）してくることである。図-2.7.3は、離岸堤設置海岸と自然海岸で主に確認された生物を、模式図にして比較したものである。構造物の出現により、付着生物などが着生する以前の早い時期から、クロダイ、イシダイ、タカノハダイ等の岩礁性魚類が増加もしくは新規参入していることが目視観察より確認されている。この結果から十分に定位目標の出現としての効果があると思われる。

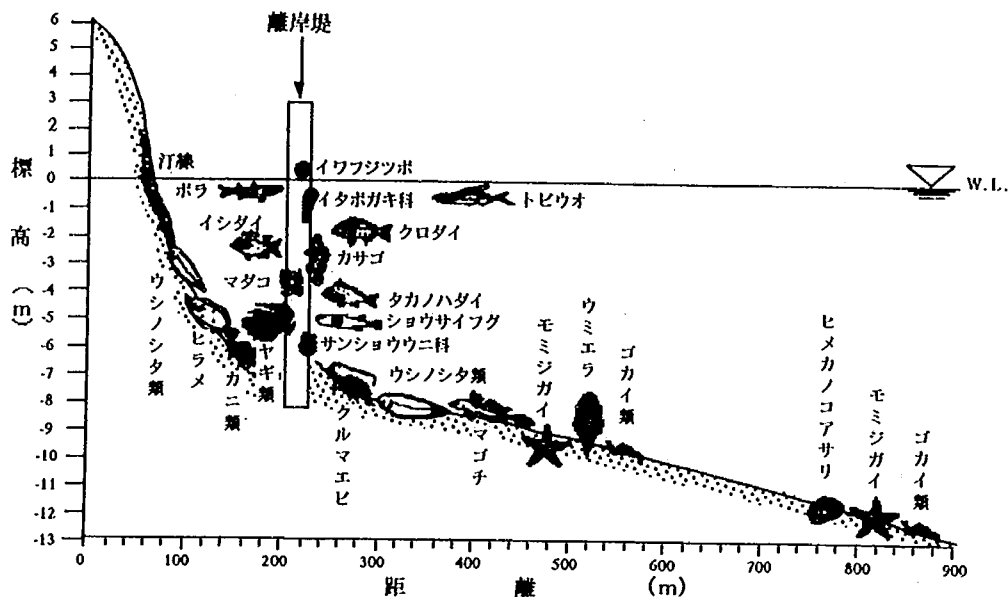
(2) 基盤の出現

構造物という新たな着生基盤の出現によって付着生物が生息できる場が与えられる事により、付着生物を餌という目的で蛸集する生物や、様々な付着生物が構造物に着生することで構造物の表面が複雑な凹凸となり、そこを隠れ家として利用する生物が多数出現する。

新型離岸堤の設置水深は約7mと普通の離岸堤に比べて深いために付着生物は、鉛直的に



自然海岸 (No.64)



離岸堤設置海岸 (No.36+120)

図-2.7.3 駿河海岸に見られる生物群の模式図

広く分布している。目視観察結果から上層ではイワフジツボ（節足動物）やアオサ属（緑藻植物）、中層ではアオサ属、フシツナギ（紅藻植物）、フダラク（紅藻植物）、チゴケムシ（触手動物）、下層ではカイメン類（海綿動物）、ヤギ類（腔腸動物）等が多く見られた（図-2.7.4）。また、付着生物の着生状況は、上層では岸側は水面付近に密集しているのに対し、沖側は水面付近から飛沫帯（潮間帯より上の波のしぶきがかかる部分）までの広い範囲にみられ、中層では岸側はチゴケムシが多いのに対し、沖側はアオサ属、フシツナギ、それに（岸側では僅かしかみられなかった）オオアカフジツボ（節足動物）やフダラクが多くみられるように上層、中層においては岸側と沖側でかなり着生状況が異なっていたが、下層はそれほど変わらない。このように新型離岸堤という構造物の形状が付着生物の着生状況にも大きく影響していることが言える。また、離岸堤にはイセエビ、タコ、ウニ、ナマコの幼

体が着生しているのも確認されており（写真-2.7.1）、水産上有用な生物の生息も確認された。このように、ある時間を経過した構造物には複雑な生物群集が形成されている。そして付着生物が餌という目的で蛸集すると考えられるクサフグ、シヨウサイフグ、カサゴ、クロダイ等の魚類が確認されている（写真-2.7.2）。これらのことから十分に基盤の出現効果があると思われる。

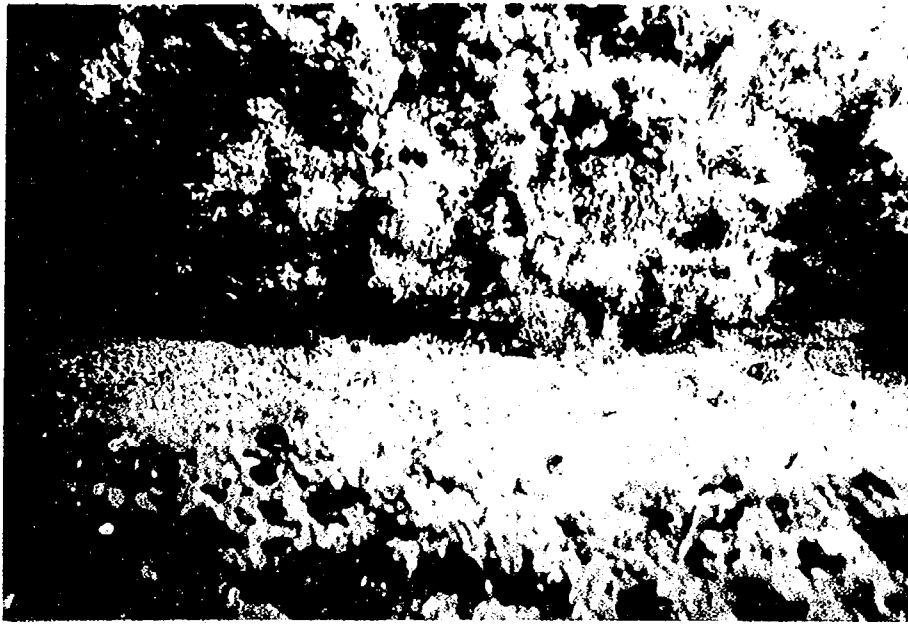


写真-2.7.1 離岸堤で確認されたマナマコの幼体

（3）空隙の出現について

新型離岸堤は内部に空隙を持つ構造のため、岩礁域を好む魚類のクロダイ、カサゴ等が随時見られ、季節的にはイシダイも多く見られる。そして、自然海岸で確認されなかったこれらの魚類は、それぞれの生活様式に合わせて離岸堤内外を遊泳したり、構造物に密着したり、あるいは、蔭に隠れたりして生息している様子が確認されている。ことから、岩礁域を好む魚類の生息場となっている。

また、新型離岸堤内側には、伊豆半島の岩礁域で潮通しがよく、水深15～20m位でよく見られるヒドロ虫類、ヤギ類、ウミトサカ類等の濾過食動物が多く観察され（写真-2.7.3）、大きなものでは高さが約1mに達するウミトサカ類やヤギ類も確認された。このような大型な付着生物は離岸堤外側ではみられない。つまり、空隙の出現は従来の離岸堤とは異なった離岸堤内側という新たな生物環境が形成されていると考えられる。

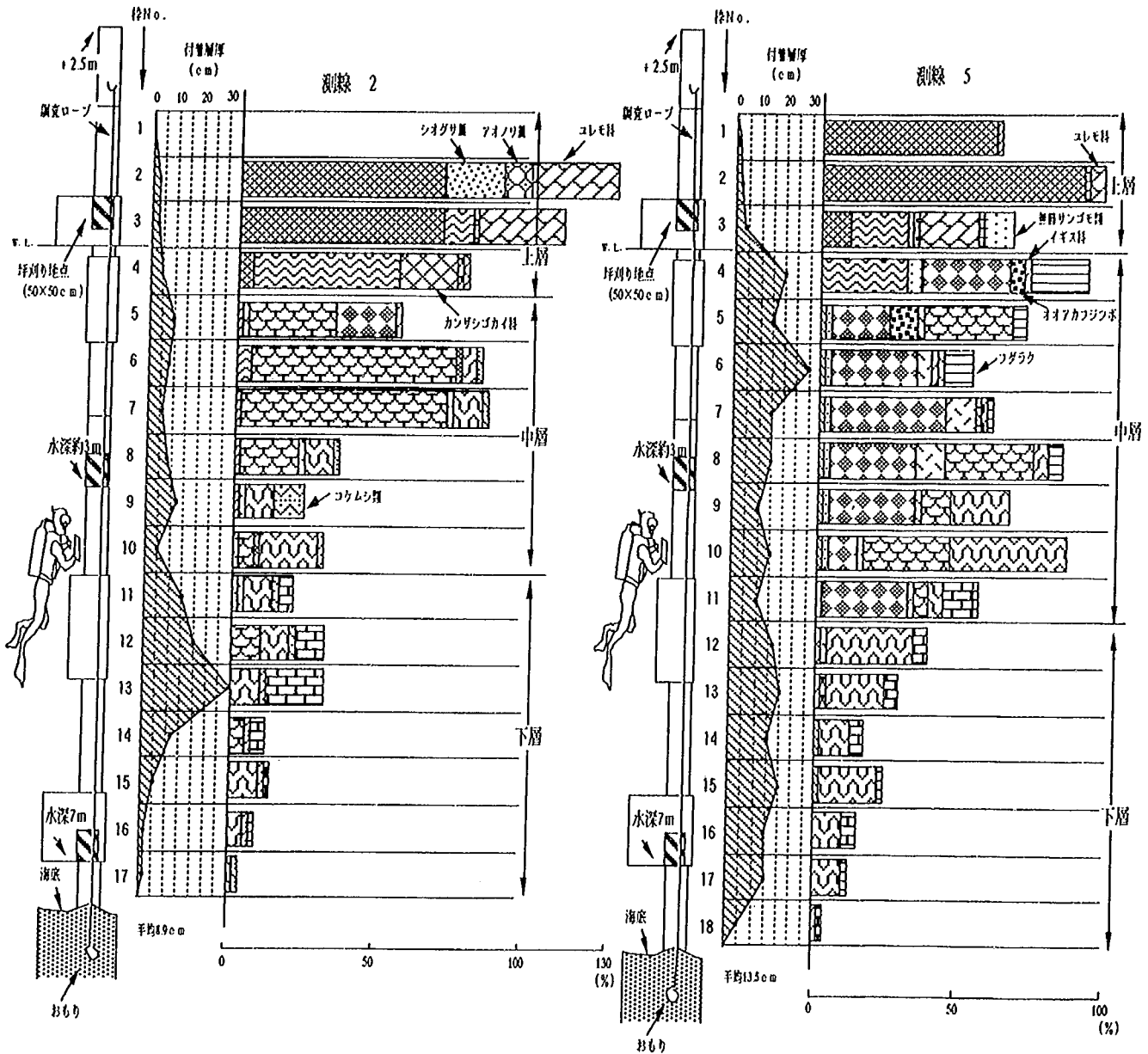
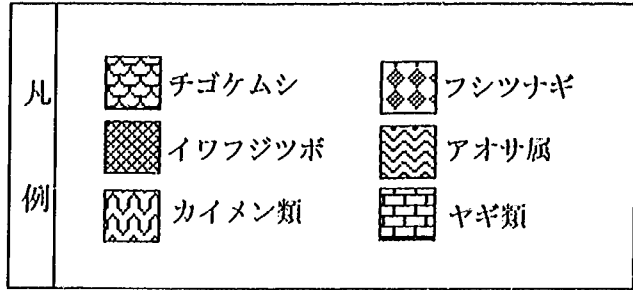
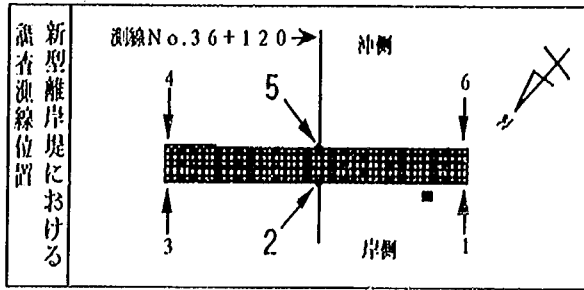


図-2.7.4 離岸堤の測線2と測線5の付着生物黙視観察結果 (平成6年4月)



写真-2.7.2 離岸堤内部で確認されたクロダイの魚類

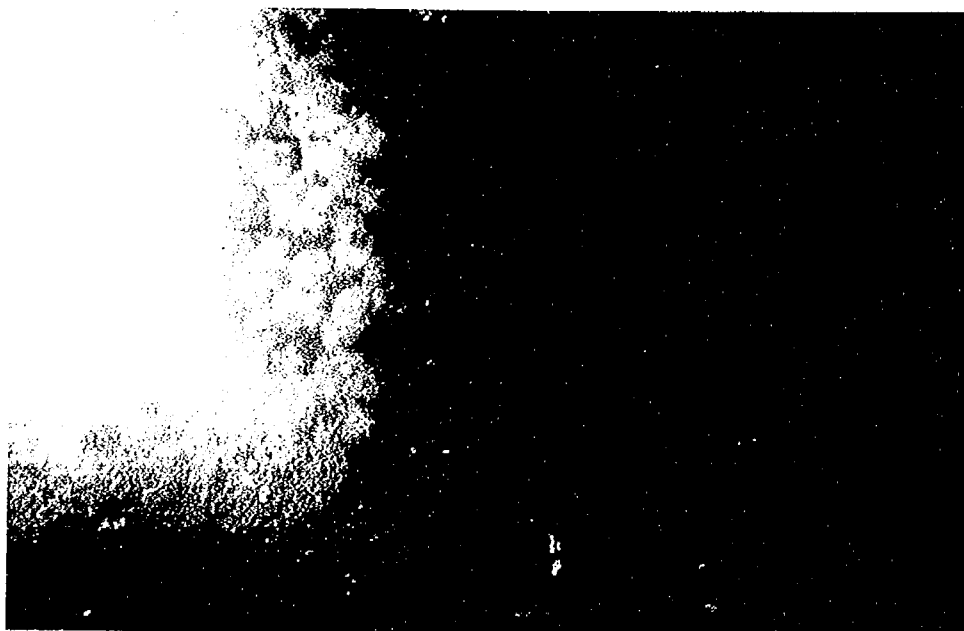


写真-2.7.3 離岸堤内部で確認されたウミトサカ類

(4) 物質の集積について

構造物の設置により、構造物の背後では静穏域が形成されている。表-2.7.3～2.7.5は、離岸堤設置海岸で行った魚卵・稚仔魚調査結果と動・植物プランクトン調査結果である。

遊泳能力の小さい魚卵・稚仔魚についてみると、魚卵は堤体の沖側、稚仔魚は、堤体の岸側に集積する傾向がある。しかし、動・植物プランクトンについては、優占種は定まらず、また、出現種類数や個体数も自然海岸と離岸堤設置海岸を比べて特に傾向は認められない。

表-2.7.3 魚卵分析結果表

調査年月：平成5年6月

単位：個体／1,000m ³		平均個体数の単位：平均個体数の		個体／1,000m ³
		地点数		
No.	種 名	駿 河 海 岸		
		離岸堤周りの地点		
		B(岸側)	C(沖側)	
1	ネズッポ科 Callionymidae spp.	96	118	
2	ウシノシタ亜目-2 Soleoidei-2	48		
種 類 数		2	1	
合計個体数		144	118	
3	不明卵-1 Unidentified Egg-1	5,880	15,630	
4	不明卵-2 Unidentified Egg-2	3,085	9,614	
5	不明卵-3 Unidentified Egg-3	96	413	
6	不明卵-4 Unidentified Egg-4	675	4,483	
7	不明卵-5 Unidentified Egg-5		59	
不明卵合計個体数		9,736	30,199	
1～7合計個体数		9,880	30,317	

表-2.7.4 稚子魚分析結果表

調査年月：平成5年6月

単位：個体／1,000m ³		平均個体数の単位：平均個体数の		個体／1,000m ³
		地点数		
No.	種 名	駿 河 海 岸		
		離岸堤周りの地点		
		B(岸側)	C(沖側)	
1	ハゼ科 Gobiidae	1,301		
2	カタクチイワシ <i>Engraulis japonicus</i>	289		
3	イソギンボ科 Blenniidae	48		
種 類 数		3	0	
合計個体数		1,638	0	

表-2.7.5 プランクトン調査結果

調査海岸 調査時期		般 河 海 岸									構造物の 影 響
		自 然 海 岸			離 岸 堤 設 置 海 岸			離 岸 堤 周 り の 地 点			
		H.4年10月	H.5年6月	H.6年4月	H.4年10月	H.5年6月	H.6年4月	H.4年10月	H.5年6月	H.6年4月	
植 物 プ ラ ン ク ト ン 物	平均細胞数 (/ml)	39	61	19	54	56	12	51	15	優占種は定まって おらず離岸堤沿岸側 にやや多く分布す る(特にH4年 10月)が、明らか な傾向は認められ ない。	
	種 数	43	46	28	59	55	27	46	32		
	優占種 (%) 1.	建溝類Skeletone- mum (32.9)	建溝類Skeletone- mum (34.9)	ブラシノ藻類 Prasinophyceae (80.0)	建溝類のSkeletone- mum (52.6)	渦鞭毛藻類Prorocentrum triestinum (53.4)	ブラシノ藻類 Prasinophyceae (67.8)	渦鞭毛藻類Prorocentrum triestinum (59.2)	ブラシノ藻類 Prasinophyceae (71.9)		
	2.	ハプト藻類 Haptophyceae (24.0)	クリプト藻類 Cryptophyceae (18.1)	建溝類 Chaetoceros debile (10.6)	ハプト藻類 Haptophyceae (15.6)	クリプト藻類 Cryptophyceae (16.7)	建溝類 Chaetoceros debile (11.5)	ブラシノ藻類 Prasinophyceae (14.1)	建溝類 Fragilariaceae (5.6)		
	3.	ブラシノ藻類 Prasinophyceae (8.4)	ブラシノ藻類 Prasinophyceae (14.3)	クリプト藻類 Cryptophyceae (1.4)	クリプト藻類 Cryptophyceae (7.1)	ブラシノ藻類 Prasinophyceae (9.4)	クリプト藻類 Cryptophyceae (10.7)	クリプト藻類 Cryptophyceae (9.3)	クリプト藻類 Cryptophyceae (5.1)		
	細胞数の分布傾向	水深8mの表層に多い。	表層に多い。	表層に多い。	表層の岸側に多い。	表層に多い。	下層の岸側に多い。	上層の岸側に多い。	下層の岸側に多い。		
	平均個体数 (/ml)	32,109	131,438	136,502	24,260	155,726	97,376	67,372	74,063		
	種 数	47	33	24	44	31	36	20	23		
	優占種 (%) 1.	かいあし類 ノアワシス期幼生 (27.9)	かいあし類 ノアワシス期幼生 (31.3)	かいあし類 ノアワシス期幼生 (53.6)	かいあし類 ノアワシス期幼生 (37.7)	縋毛虫類 Favella ehrenbergii (72.9)	かいあし類 ノアワシス期幼生 (44.0)	縋毛虫類 Favella ehrenbergii (72.9)	かいあし類 ノアワシス期幼生 (57.9)		
	2.	放射虫類 Radiolaria (11.4)	コバダイト期幼生 (31.2)	Paracalanidae科 Paracalanidae科 (23.3)	放射虫類 Radiolaria (14.9)	縋毛虫類 Peritrichida (9.4)	縋毛虫類 Peritrichida (18.0)	蔓脚類 ノアワシス期幼生 (5.7)	かいあし類Oithona属 コバダイト期幼生 (11.6)		
	3.	かいあし類Parvocalanus crassirostris (9.6)	コバダイト期幼生 (20.2)	コバダイト期幼生 (8.2)	かいあし類Oithona属 コバダイト期幼生 (9.4)	縋毛虫類 Tininnopsis beroides (4.6)	かいあし類Oithona属 コバダイト期幼生 (9.0)	かいあし類 ノアワシス期幼生 (4.5)	かいあし類Paracalanidae科 コバダイト期幼生 (6.2)		
	個体数の分布傾向	水深8mの表層に多い。	沖方向に多い。	沖方向に多い。	沖側に多い。	離岸堤の岸側に多い。	沖方向に多い。	岸側に多い。	岸側に多い。		

(5) 海底の砂泥化と底生生物について

底生生物の主な出現種は環形動物（ゴカイ類等）と軟体動物（貝類等）であり、その他の種類は少ない。

底生生物の平均個体数を海岸別に経時的にみてみると主な出現種類としてはどちらの海岸でも環形動物のゴカイ類で4回の調査とも変わっていない（表-2.7.6）。

表-2.7.6 底生生物調査結果

調査海岸 調査時期	駿河湾											
	自然海岸				離岸堤設置海岸				離岸堤周りの地点			
	H.4年10月	H.5年6月	H.6年1月	H.6年4月	H.4年10月	H.5年6月	H.6年1月	H.6年4月	H.4年10月	H.5年6月	H.6年1月	H.6年4月
平均個体数 (0.1㎡)	32.3	16.3	22.0	13.7	8.7	40.3	22.0	33.0		20.0	11.0	4.5
種類数	17	22	24	20	15	37	22	23		18	9	6
組成率												
1.環形動物	48.5	34.8	41.0	42.9	53.8	40.4	41.0	51.5		35.0	50.0	40.0
2.軟体動物	37.1	22.5	23.0	28.6	19.2	3.3	36.0	39.4		27.5	34.0	40.0
3.節足動物	0.0	30.6	18.0	14.3	3.8	37.2	9.0	3.0		30.0	8.0	20.0
4.その他	14.4	12.1	18.0	14.3	23.1	19.1	14.0	6.1		7.5	8.0	0.0
底生生物の分布傾向	水深12mに多い	水深4mに多い	水深8mに多い	水深8mに多い	水深12mに多い	水深8mに多い	水深12mに多い	水深12mに多い		岸側に多い	岸側に多い	沖側に多い

また、多様度指数 H' の値を比較すると底生生物群集の構造は自然海岸では、沖合いに複雑な群集構造を示し、一方の離岸堤設置海岸では、離岸堤の背後に位置する岸側の-4m地点が全地点中最も高い値を維持しており、駿河海岸で最も複雑な群集構造を示す地点であると判断される。しかし、これら調査結果より海底の砂泥化を結びつけることはできず、以前とあまり変化していないものと考えられる（図-2.7.5）

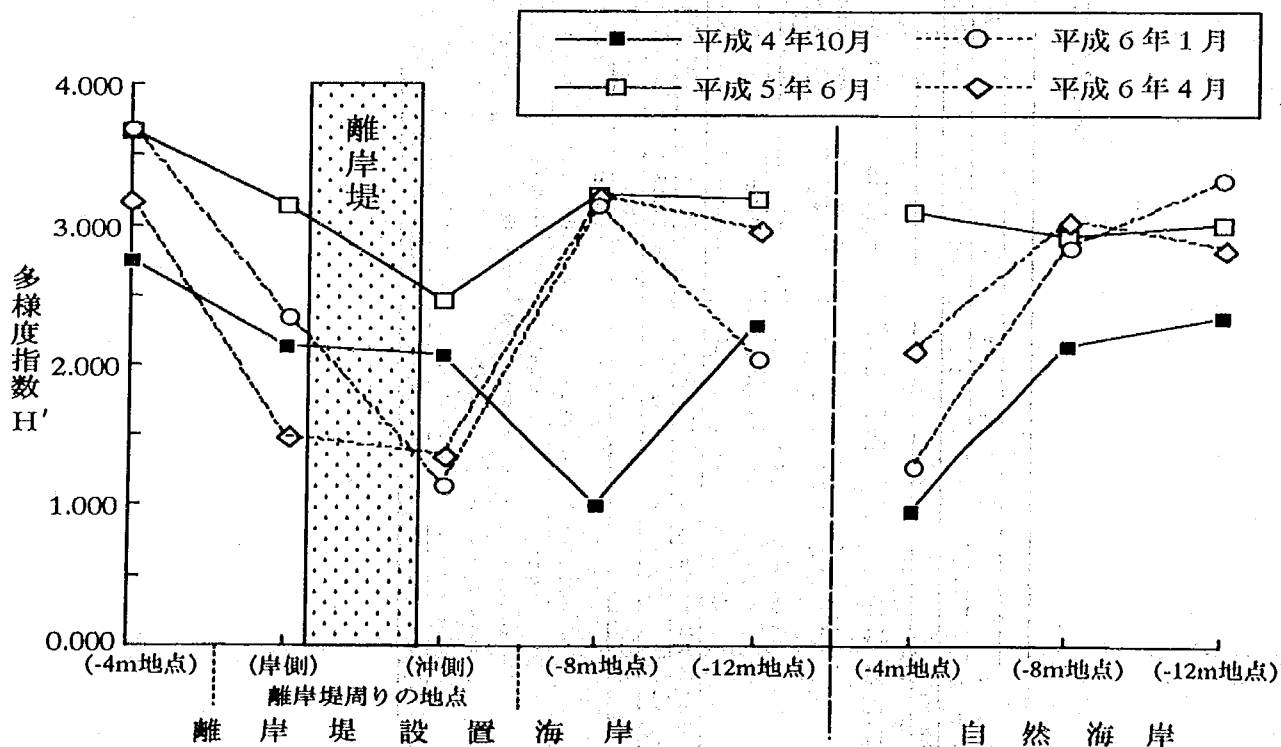


図-2.7.5 底生生物の多様度指数 H' の経年変化図

(6) 海底の洗掘について

図-2.7.6は底生生物調査結果を海岸別で比較したものである。出現種類数についてみると、離岸堤設置海岸にやや多く、平均個体数については離岸堤設置海岸は自然海岸よりも多く出現している。また、離岸堤周りの地点では、種類数、平均個体数ともに少ない。

新型離岸堤設置前と比較すると、構造物周辺では波浪による局所洗掘や、部分的な埋め戻し等の土砂動態がみられることから海底は不安定である。これらのことから、構造物直下は底生生物にとって生息しにくい環境と考えられる。

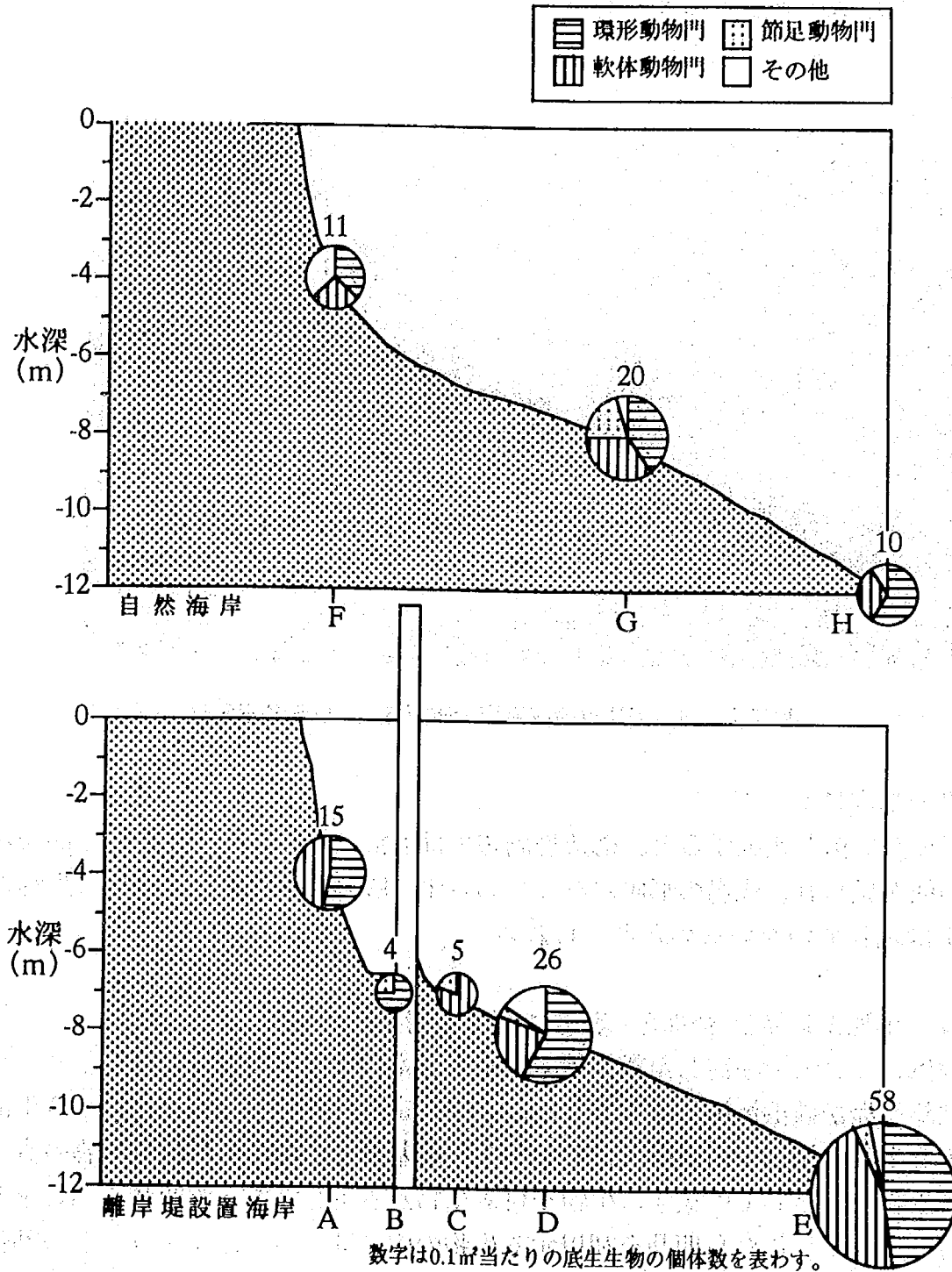


図-2.7.6 底生生物分析結果 (平成6年4月)

(7) 海底の安定化について

離岸堤設置海岸では、岸側の水深4mの地点において比較的大型な腔腸動物のウミサボテンの生息が底生生物調査により確認されている。また、いくつかのウミサボテンが離岸堤本体で生息しているのも目視により確認している(写真-2.7.4)。そして、離岸堤沖側の水深8mの地点では比較的大型な腔腸動物のウミエラが底生生物調査で確認されている。一般にウミサボテン、ウミエラは潮通しのよい比較的稳定した場所に生息する動物である。このことから駿河海岸における離岸堤設置海岸は、ウミサボテン、ウミエラ等の濾過食動物が生息し易い安定した底質であると考えられる。



写真-2.7.4 離岸堤設置海岸で確認されたウミサボテン

(8) 浅場の形成について

新型離岸堤設置前と比較すると、構造物周辺では波浪による局所洗掘や部分的な埋め戻し等の土砂動態が見られ、浅場の形成になっておらず、駿河海岸の場合には出現生物から見てもその効果は現れていないものと考えられる。

2. 7. 5 生態系に及ぼす効果・影響に関する考察

図-2.7.7は、これまで検討した新型離岸堤が生態系に及ぼす効果・影響をまとめたものである。新型離岸堤が砂浜海岸に設置されることで、定位目標・空隙の出現により生活空間として利用する生物の増加や新規参入、そして、付着基盤の出現による付着生物の直接的な出現と、付着生物を餌として蟄集する生物や付着生物が着生してできた凹凸を隠れ家として利用する生物、そして、これら凹凸を利用する生物の中には、ウニ、マダコなどの幼体が確認されており、このことから離岸堤は、これら幼体の保育、育成の場であり世代交代が行われていると考えられる。このように、様々な利用方法で多くの種類の生物が直接的もしくは間接的に出現していることが確認されている。このことは単なる砂浜海岸を、多様性のある海

岸へと変化したものと考えられ、生態系に及ぼす効果、影響は大きいと思われる。また、離岸堤設置にともない生物相の変化や海流の変化、静穏域の形成により魚卵稚仔魚が構造物周辺に集積し易くなるため、生物相の密度が自然海岸に比べて大きくなると考えられる。

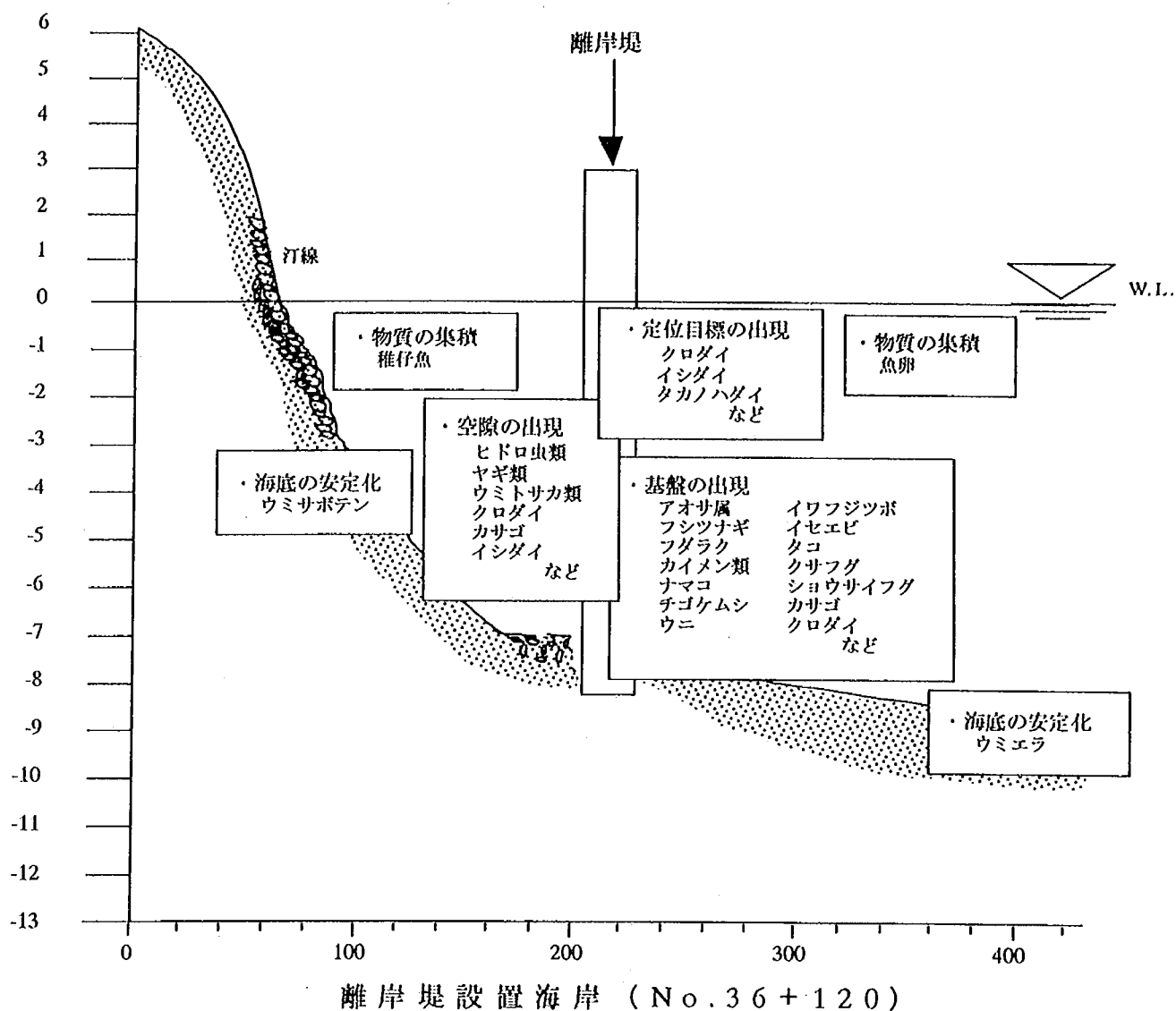


図-2.7.7 生態系に及ぼす効果・影響

2. 8 堤防・護岸

2. 8. 1 海岸保全上の位置づけ

堤防は、現地盤を盛土またはコンクリート打設などによって増嵩し、高潮・津波による海水の侵入を防止し、波浪による越波を減少させると共に、陸域が侵食されるのを防止する施設をいい、護岸は現地盤を被覆することにより、同様な機能を持たせる施設をいう。

堤防・護岸は、単独もしくは離岸堤等と組合せたりと一般的な施設であり、全国の建設省所管の海岸保全区域延長においても、約半分を占めている（表-2.8.1）。

表-2.8.1 建設省所管における堤防・護岸延長(m)

海岸保全区域 延長	堤 防 (A)	護 岸 (B)	計 (A)+(B)
5,113,602	1,045,875	1,734,779	2,780,654
(率)	20.5%	33.9%	54.4%

※重複区間含み

< H4年度 海岸統計より >

有明海岸における高潮防御手法としては、発生する高潮を直立堤防で受けとめようとするもので、伊勢湾台風規模の台風が、当該海岸における高潮の発生に対し、最悪のコースを通ると想定し、発生した高潮を T.P.+7.50m の堤防で防御する。

表-2.8.2 計画堤防高

朔望平均 満潮位 (T.P.m) ①	計 画 偏 差 (m) ②	計 画 高 潮 位 (T.P.m) ③	うちあげ高 (m) ④	余 裕 高 (m) ⑤	計画堤防高 (T.P.m) ⑥ = ③ + ④ + ⑤
+2.66	2.36	+5.02	2.32	0.16	+7.50

また、施設の設置にあたっては、堤体のすべりを防止するために、海側に根固工（捨石）を設置している（図-2.8.1）。

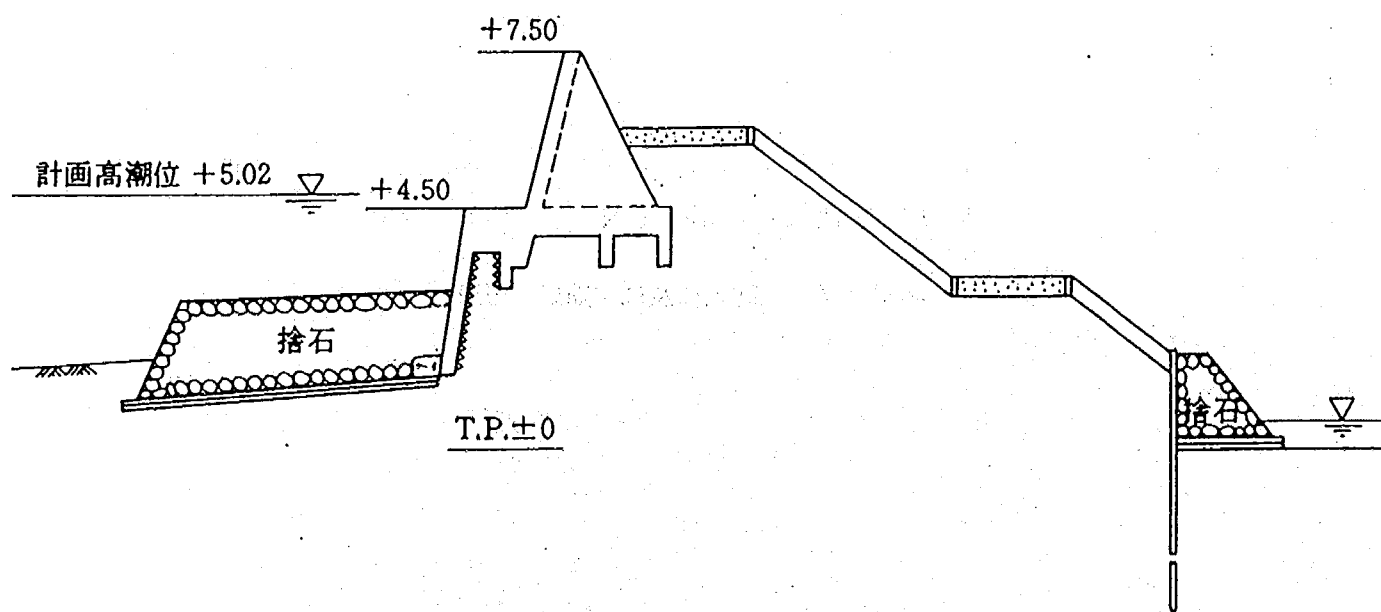


図-2.8.1 標準堤防断面

2. 8. 2 調査結果

(1) 調査方法の概要

有明海岸の自然環境および生態系に関する調査項目、調査方法は下記に示す通り。

1) 現地調査

平成4年度までは、有明海岸を代表する海岸として東与賀海岸を選定し、調査を実施してきたが、平成5年度には武雄工事事務所管内の鹿島海岸・有明海岸・芦刈海岸および福富海岸において、植生調査、鳥類調査、干潟生物調査、魚類調査（ヒアリング・文献調査）等が実施されたことにより、従来調査地点である東与賀海岸に加えその広範囲な自然環境の現状が理解されるようになった（図-2.8.2）。

調査項目は以下に示すとおりである。

- ① 塩生植物調査（海岸にそって、分布状況等の調査）
- ② 鳥類調査（海岸線にそって、ラインセンサス調査あるいは定点調査）
- ③ 干潟生物調査（干潮時に海岸堤防から目視による調査）
- ④ 魚類および動植物プランクトン調査（試験操業等による調査）
- ⑤ 底生生物調査（干潮時に、干潟にてコドラート調査）

2) 聞き込み調査

聞き込み調査は、佐賀水産振興センターおよび佐賀漁協（東与賀漁協）に対して行っている。

3) 文献調査

水産振興センター、図書館等から入手したものを中心に整理した。（自然環境調査、海象等によるものの一部は、筑後川および武雄工事事務所内の資料を用い、また生物調査に関しては筑後大堰〔水資源開発公団〕等の資料も参考になっている）

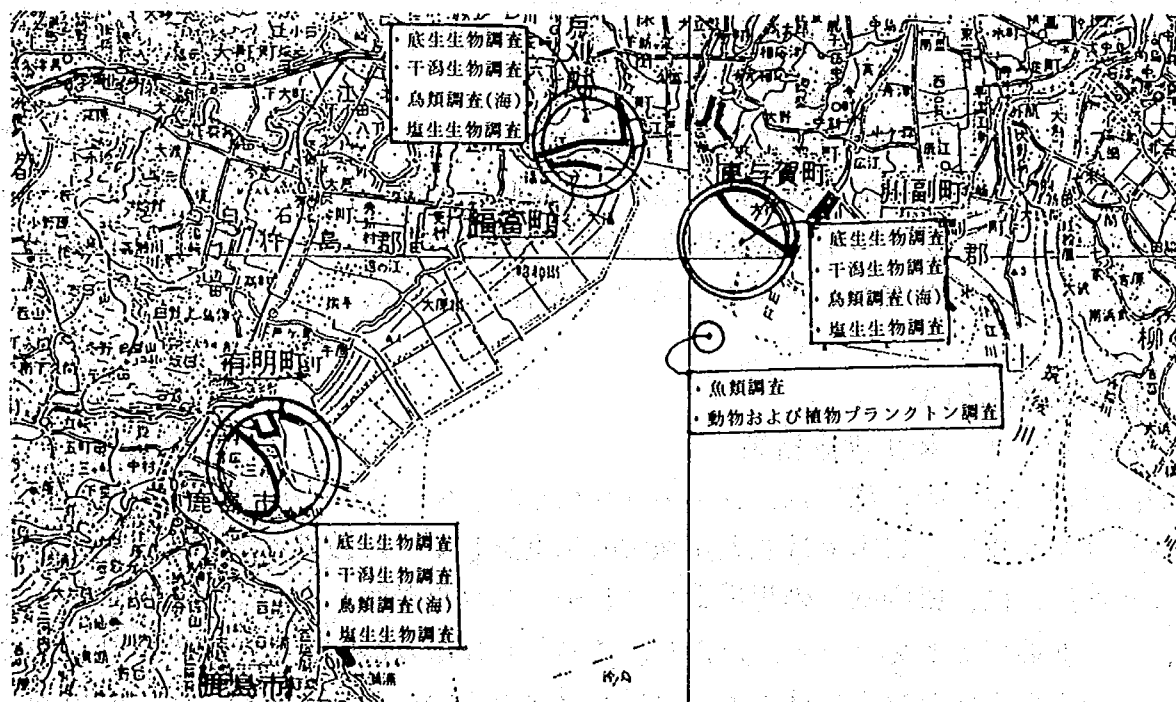


図-2.8.2 調査位置図

(2) 有明海岸の海域の特性

有明海は、九州西岸に位置した内湾で、湾口は東シナ海の天草灘に開き、奥深く湾曲している。有明海の大きさは、湾軸長約98km、幅約18km、総面積約1,700km²で、流入する沖合水は対馬暖流の影響を受け、湾奥では、筑後川、矢部川等の流入河川水の影響を受けている。

有明海の特徴の一つは、干満差の大きいことで、湾奥で最大6mという我が国最大の潮位差を持つことがあげられる。したがって、潮流が速く、狭隘な湾口で7ノット、湾奥でも1.5ノット程度の最大流速がみられる。なお、潮流は、比較的単調な流れであり、島原付近までは、反時計回りの運動をしている。また、波浪については、入り込んだ内湾であるため、外洋波浪の影響を受けることがなく、この海域に生ずる波は、風によってもたらされる風浪である。

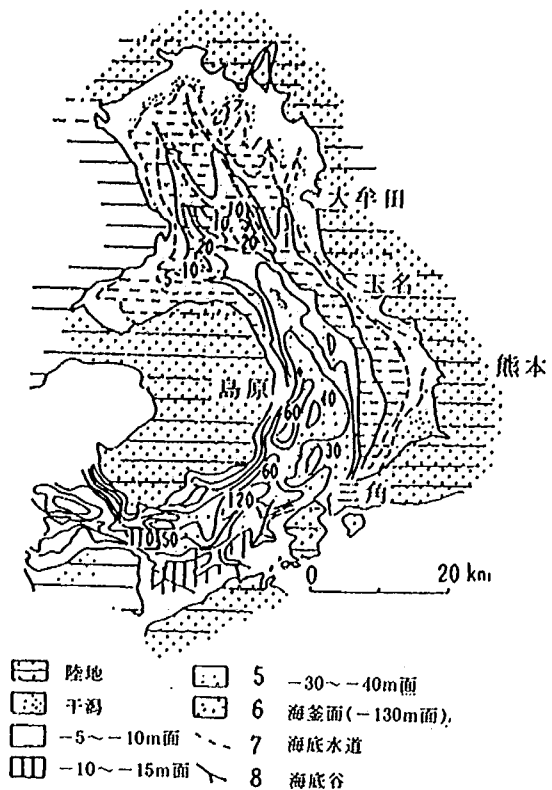


図-2.8.3 有明海の海底地形分類図

また、湾奥等では、大潮の干潮時には2~10km沖合まで干潟が広がる。

今回の対象海岸である東与賀海岸をはじめとした直轄海岸は湾奥内に位置するが、この湾奥部の特徴は、河川水の流入が多く、外海水の影響が極めて少ないこと、水深が20m以浅で、広大な干潟が発達していること、底質は大部分が泥質であること等が挙げられる(図-2.8.3)。また、水温較差が大きく、透明度が極めて低い水域でもある。この河川が流入する水域は、常に豊富な栄養塩が供給されるため、植物プランクトンの現存量も多く、基礎生産も極めて大きい環境を形成している。

有明海に生息する生物についても、その環境の多様性より、淡水産から汽水および海水産の生物、干潟生物から浅海生物、内湾性から対馬暖流の沖合性生物並びに定着性生物から移動回遊性生物に至るまでの生態的に異なる極めて多くの種類がみられ、この地域を代表する生物としては、ムツゴロウ、シオマネキなどが有名である。

(3) 調査結果の概要

1) 塩生植物等の植生調査結果

有明海岸の沿岸域の一部には、シチメンソウやハママツナ等の塩生植物がみられる。このうちシチメンソウは、日本では北九州地域のみ生息している種で景観的にもすぐれている。

東与賀海岸には、県内随一の規模をもつシチメンソウ群落をはじめとし、ヒロハママツナ群落、フクド群落等が見られる。ただし、このうち最も景観的価値を認められ、保全の対象になっているシチメンソウ群落の大部分はハママツナが占め、他の植物は、面積的に小さな群落を形成しているのみで、シチメンソウは群落の先端や船着き場跡に小群落を形成している程度である。また、東与賀海岸の他にシチメンソウ群落がみられる海岸としては、芦刈海

岸の六角川左岸の水産振興センター前、福富海岸の住ノ江漁港付近および鹿島海岸の塩田川河口付近があげられ、いずれもその小群落がみられる。

なお、今回の対象地域には、塩生植物以外にも河川植生群落、路傍雑草群落がみられるが、これらの植物群落については、出現種を含めて、特に注目すべきものは認められておらず、今後の植生管理上においても問題にはならないと考えられる。

2) 鳥類調査結果

有明海の干潟には、シギ類、チドリ類をはじめとした豊富な種類の分布が確認されているが、これは、鳥類にとって地理的位置と植物の豊富な条件が渡り鳥の中継地点、越冬地として最適な位置にあること等の条件が挙げられるためであろう。具体的には、これまでの調査によって得られている種類は106種であり、そのうち旅鳥が31種含まれている。この旅鳥の大部分を占めるのは、北方で繁殖して東南アジアからオーストラリアで越冬するシギ類で、これらが豊富なことが当地域の特徴である。また、冬鳥が36種であることは、カモ類とカモメ類に適した越冬地であることを意味し、また、チドリ類を含めるとそれらの固体数が多いことも特徴として挙げられる。

特に、鳥類の重要な評価としては、国内の他の地域に比べ、次のような点があげられる。

- ① ツクシガモが、秋から春にかけて、いつでもいること。
- ② アオサギの固体数が多いこと。
- ③ 東与賀海岸では、シロハヤブサが九州ではじめて記録されたこと。
- ④ ムナグロ、ダイゼンの大群がみられること。
- ⑤ アオシギ、オグロシギ、オオソリハシシギ、ダイシャクシギ、ホウロクシギ、
- ⑥ チュウシャクシギ等の中大型のシギ類が、数多く生息していること。
- ⑦ 他地域では、あまり見られないオオジュリンが冬期には普通に生息していること。

3) 干潟生物および魚類

有明海の湾奥部では、一部の沖合種を除いて、有明海生息の魚種のほとんどが見られ、これまでに、魚類では総計166種が知られており、その大部分は暖海性魚類層であるといわれている（表-2.8.3）。また、淡水性魚類層も豊かで、アリアケヒメシラウオ等の産卵成育域でもある。さらには、ウナギのシラス、アユ、ヤマノカミ稚魚の遡上路にあたっており、秋には大型のウナギやアユの稚魚の下降路ともなっている。

湾奥部は、これら有明海特産魚種の主な産卵場であるとともに、稚魚の成育場ともなっている。代表的なものとして、エツやメナダの産卵場であるとともに、稚魚の成育場ともなっており、またムツゴロウ等のハゼ類やスズキやボラ幼魚の成育場でもある。

また軟泥質の干潟では、ワラスボ、アカウオ、トビハゼ、ムツゴロウ、ハゼクチ等を始めた、有明海特有の干潟生物が生息していることや、干潟一帯には21種類ものハゼ類の生息もみられる等の特徴がある。

4) その他

① エビ、カニ類

エビ類については、11科42種が認められているが、湾奥部の干潮域には、テナガエビ、シラタエビ等のアミ類の生息が多く、干潟浅海域には、オキアミ、シバエビ等が多くみられる。またカニ類については、15科96種が認められているが、湾奥部の干潮域で

表-2.8.3 有明海における魚類生態総括

成魚の分布

季節移動を行うもの

a) 外海または隣接海域と有明海との間を移動

i) 主に湾中央部までの比較的外洋的な水域に来遊

マナガツオ、サワラ、タチウオ、シログチ、キス、マダイ、トラフグ、マコガレイ

ii) 湾奥部まで来遊

コノシロ、ヒラ、クロダイ、キチヌ

b) 有明海内で湾奥部及び沿岸域と外洋性の深い水域との間を移動

サッパ、スズキ、コイチ、デンベエシタビラメ、ムラサキシタビラメ

移動しないもの

a) 外洋性水域に分布

トカゲエソ、クラカケギス、ネズミゴチ、オニオコゼ、メバル、アイナメ、ヒラメ、メイタガレイ

b) 湾奥部と外洋的な浅海域に分布

ウナギ、マアナゴ、ヒイラギ

c) 湾奥部に分布

アリアケシラウオ、メナダ、ハゼ類

成魚の分布域と産卵域との関係

産卵期前後に外海または隣接海域より有明海に来遊して産卵するもの

a) 比較的外洋的な水域で産卵するもの

マナガツオ、トラフグ、マコガレイ

b) 湾奥部まで来遊して産卵するもの

コノシロ、ヒラ

有明海に周年、分布しているもの

a) 季節移動を行うもの

i) 外洋的な深い水域に移動して産卵

スズキ、ムラサキシタビラメ

ii) 湾奥部、熊本沿岸域に移動して産卵

サッパ、コイチ、シログチ、クロダイ、デンベエシタビラメ

b) ほぼ一定の水域に分布し、そこで産卵するもの

i) 外洋的な水域で産卵

ヒイラギ、ネズミゴチ、メバル、アイナメ、マゴチ

ii) 湾奥部汽水域で産卵

ハゼ類

産卵域と幼期の分布域との関係

外海または湾口部で産卵し、稚魚・若魚が有明海に来遊するもの

a) 稚魚・若魚は湾口部から湾中央部に分布し、成魚も有明海に来遊するマダイ

b) 稚魚・若魚の分布域は湾奥部、沿岸部に及ぶ

i) 成魚も有明海に分布

トカゲエソ、マアナゴ、マボラ、ホウボウ

ii) 成魚は有明海にほとんど出現しない

イボダイ、サバフグ

湾口部から湾中央部で産卵するもの

a) 稚魚・若魚も湾口部から湾中央部に分布

カタクチイワシ、ネズミゴチ、イカナゴ、メバル、アイナメ、マゴチ、メイタガレイ、マコガレイ

b) 稚魚・若魚は湾奥部、沿岸域に分布

キビレ、スズキ、トラフグ、ムラサキシタビラメ

湾中央部から湾奥部で産卵するもの

a) 稚魚・若魚は外洋的な水域に分布

キス、イヌノシタ

b) 稚魚・若魚は湾奥部、沿岸域に分布

メナダ、マナガツオ、ヒイラギ、シログチ

主に湾奥部で産卵するもの

a) 稚魚・若魚は同水域で成育

コノシロ、サッパ、ヒラ、サヨリ、コイチ、ハゼクチ、ムツゴロウ、ウラスボ

b) 同水域での育成が認められないもの

クロダイ、デンベエシタビラメ

有明海に注ぐ河川の下流域で産卵するもの

a) 主に湾奥部に注ぐ河川で産卵し、稚魚・若魚も湾奥部に分布

アリアケシラウオ、エツ

b) 有明海に注ぐやや大きい河川(主に湾奥部と沿岸域)で産卵し、稚仔魚は有明海に広く分布

アユ

日本全国沿岸海洋誌(1985)より

はモズクイカニが、また河口域ではシオマネキが多くみられる。また軟泥質の海岸寄りでは、ヤマトオサガニやオサガニがみられる。

② 貝類

貝類については、軟泥質の干潟にアゲマキ、オオノガイ等の分布がみられるのであるが、近年、アゲマキについては原因は不明であるが絶滅状態にあるといわれている。砂泥質干潟域には、アサリ、サルボウ、シオフキが多く、干潟線以深ではタイラギの生息も多く見られる。ただし、タイラギについても近年、減少傾向にあると言われる。

なお貝類ではないが、干潟から干潮線にかけて、シャミセンガイの生息が見られる。

③ 底生動物

有明海全域の底生動物は約200種類に達するが、その群集組成は泥質と砂質では、まったく異なる。湾奥部は泥質であるため、多毛類が大きな比重を占めるが、ベントスの密度分布は小さい。

④ 動植物プランクトン

有明海の湾奥部で確認された動植物のプランクトン層は、わが国の内湾・沿岸域において普通にみられる種類からなる。植物プランクトンについては、優先してみられたのは珪藻類であり、動物プランクトンについては、脚類、輪虫類等の出現量が多い。

2. 8. 3 構造物が与えた物理要因の評価

現在、施工されている堤防は、干拓で作られた堤防を嵩上げしたものであり、近隣の堤防も同様であるため、自然海岸との比較が出来ず、構造物が与えた物理要因の評価も出来ない。堤防の新設はないので、現工種で影響を与えるものとしては、根固工（捨石）が考えられるが、今後の施工としては、現有施設の上に施工する等、大規模な前出しがないため、物理的影響は小さいと思われる。

一般的には、干潟は堆積傾向にあると言われており、これは、内湾としての地形的条件や6mも干満差、流入河川の影響によって得られているものであり、いいかえれば、干潟海岸のもつ特徴のある自然作用そのものがもたらしたものであるといえる。

この結果、古くから有明海岸の海岸線は、干拓事業によって常に沖出しされてきたが、その海岸線付近の環境は毎年数cmの堆積があること等による自然の回復力が期待され、一時的には環境の変化があったであろうが、数年から数十年の時間をかけることにより自然自らの力で復元されてきたと考えられる（図-2.8.4）。

2. 8. 4 生態系におよぼす効果・影響に関する考察

有明海岸に設置された構造物が、そこに生息する生物に与えた影響に関しては、海岸構造物の設置前後の比較できる調査結果がないため、具体的に評価することはできないが、直接影響を及ぼすであろうと考えられる海岸沿いの塩生植物に関して以下、これまでの調査結果等より考察する。

シチメンソウに関しては、海岸構造物が与えた物理要因の評価にはつながらないが、経年的な変化を調査したのものがある。これによれば、塩生植物の変化について、1989年と1990年における各植物群落の構成面積を表-2.8.4に示すように、1年間で植生の面積は大きく変

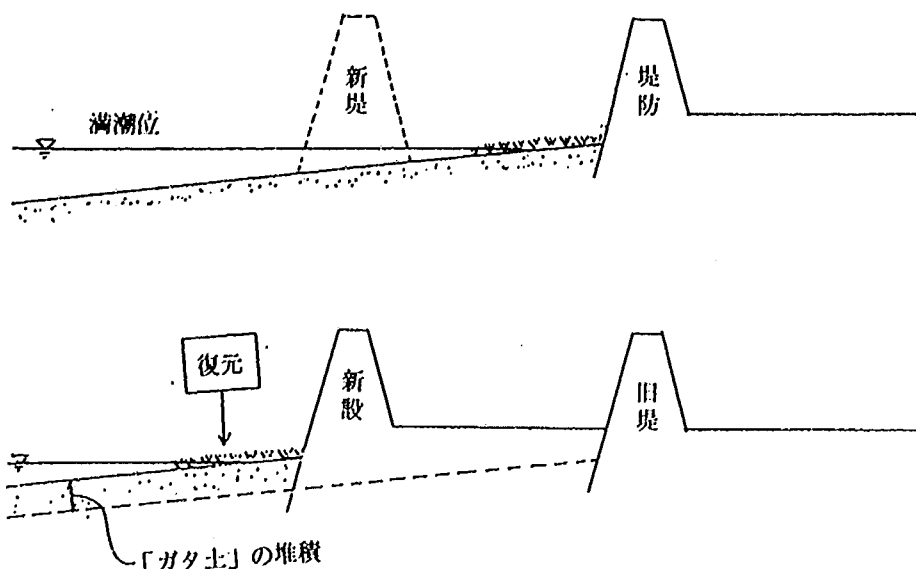


図-2.8.4 環境復元の概念図

表-2.8.4 植物群落の構成面積の2年間の推移(東与賀海岸)

	1989.11.15	1990.11.15	'90/'89(%)
シチメンソウ	2,070㎡	460㎡	22
ハママツナ	9,010㎡	4,310㎡	48
フクド	560㎡	1,060㎡	189
ウラギク	100㎡	100㎡	100

化していることが示されている。

もちろん、これらの植生分布状態が変化した原因は、直接、海岸構造物の設置によるものでなく、気象条件や、干潟における土砂の堆積等によるのではないかと考えられるが、それぞれの種毎にみると、シチメンソウでは、ほぼ1/4に、ハママツナでは1/2に減少しているのに対し、フクドは2倍に、ウラギクはほとんど変わらないことがわかる。

これは、有明海岸の土壌が、年間数cmの速さで堆積していることで、現在、土壌が堆積している現植生地には、さらに土壌が堆積し、土壌深度が深い箇所では、物理性、化学性に微妙に変化が現れることによると考えられる。

したがって、土壌の堆積が進むにつれて、塩湿地の比較的塩濃度の低い上位に優先するフクド等がその生息域を広げていくことが予想される(図-2.8.5)。その際、シチメンソウは塩濃度が高く、潮の冠水回数の高い場所を求めて成育域を移動することが予想される。つまり、構造物が生物に与える影響よりは、このような自然条件の変化による影響でシチメンソウの分布状況は変わっていくものと考えられる。しかし、シチメンソウのような塩生植物については、分布地の減少が顕著になっているといわれ、今日、できるだけ生息地の確保、分布地の拡大等が求められている。

生息地の確保に寄与した事例であるが、東与賀海岸のシチメンソウ群落等の塩生植物については、海岸堤外側の捨石工がなされたために、成立した植生と考えられる。これは、捨石

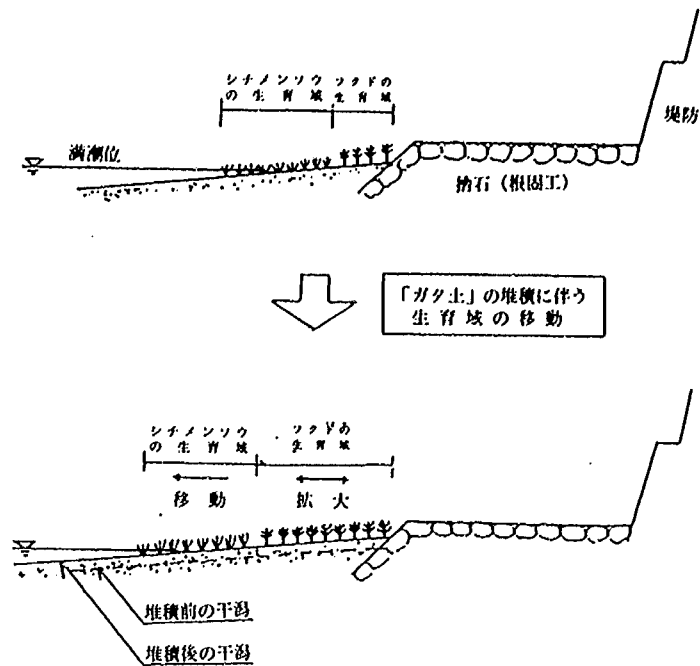


図-2.8.5 堆積に伴う成育域の変化の概念図

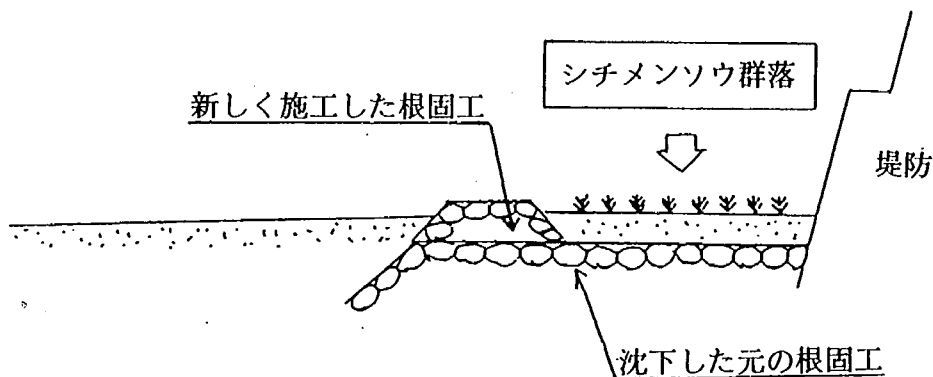


図-2.8.6 生息地確保に寄与した事例の概念図

の幅、高さあるいは形状等がガタ土の付着・潮につかる頻度など、それぞれの塩生植物の適正な環境を形成した結果であろうと考えられる。ただし、シチメンソウ、ハママツナ等の塩生植物はいずれも多年草でないために、ひとつの場所に生息しにくかったり、降水量等の気象の影響を大きく受けるといわれており、また、生息地が泥土という環境の変動が激しい場所であること等、同じ場所で成育し続けることが難しいという問題もある。現状として、人が種の採取及び種まき等実施している。

このように、塩生植物の生息環境としてふさわしい条件をつくるような構造物の形状・位置は、十分に考えられるため、海岸構造物の設置においては、これらの保全・育成が可能なように配慮することが今後も必要である（図-2.8.6）。魚類や干潟生物についても、構造物が与える影響の調査はこれまでなされたことがなく、現状での評価は困難であるが、魚類は大きな干満差にあわせて移動しており、海岸保全施設付近に定着しているとは言いがたくシチメンソウと同様なことは言えないが、産卵・成育域としては同様な傾向になることは予想

される。また、干潟生物は泥の中に潜ることにより、安全な生息域を自ら作り出すことから、シチメンソウと同様に成育域を移動すると考えられる。従って、有明海岸においては、構造物が生物に与える影響よりは、ガタ土の堆積のような自然条件の変化による影響が大きいと考えられる。

2. 9 サンゴ礁海岸

2. 9. 1 調査概要

沖縄本島を含む南西諸島の海岸は大部分がサンゴ礁で縁どられ、海岸線は白い砂浜で形成されている。一般的にサンゴ礁海岸の白い砂を造っているのは島を取り巻くサンゴ礁に生きる有孔虫やサンゴ等の生物の遺骸であり、この白い砂はサンゴ礁から絶えず供給されている。

このようにサンゴ礁海岸は九州以北の海岸と異なり、サンゴ礁に生きる生物が砂の供給源であり、河川から運び込まれる黒っぽい鉱物起源の砂が占める割合が小さいという特徴があるため、沖縄本島のサンゴ礁海岸における海岸保全施設設置がサンゴや有孔虫に及ぼす効果、影響について、沖縄本島の東海岸（太平洋）側の安田海岸及び西海岸（東シナ海）の瀬良垣海岸において現地調査を実施した。（図-2.9.1）

2. 9. 2 現地調査

（1）海浜砂の現況把握

サンゴ礁海岸における海岸保全施設設置の効果、影響の調査の前に海浜砂（前浜）の粒度及び構成物質を把握するため、沖縄本島の代表的な10箇所の砂浜海岸において汀線付近の砂を採取し粒度及び構成物質を調べた。その結果どの海岸においても粒径 $0.85 \sim 2.0\text{mm}$ の砂が占める割合が最も多く、その次に $2.0 \sim 4.75\text{mm}$ であった（図-2.9.2）。また、砂の構成物質については量的に多く占めている粒径 $0.85 \sim 2.0\text{mm}$ について分類した結果、本島北部に位置する奥海岸・安田海岸においては有孔虫の殻と岩石破片の割合が多かった。特に安田海岸においては有孔虫の殻の割合が多い。また中南部に位置するその他の海岸ではサンゴ破片の割合が最も多かった（図-2.9.3）。

次に粒径 $2.0 \sim 4.75\text{mm}$ の範囲では、奥海岸を除く全ての海岸でサンゴ破片が多く有孔虫の殻はほとんど確認されていない（図-2.9.4）。

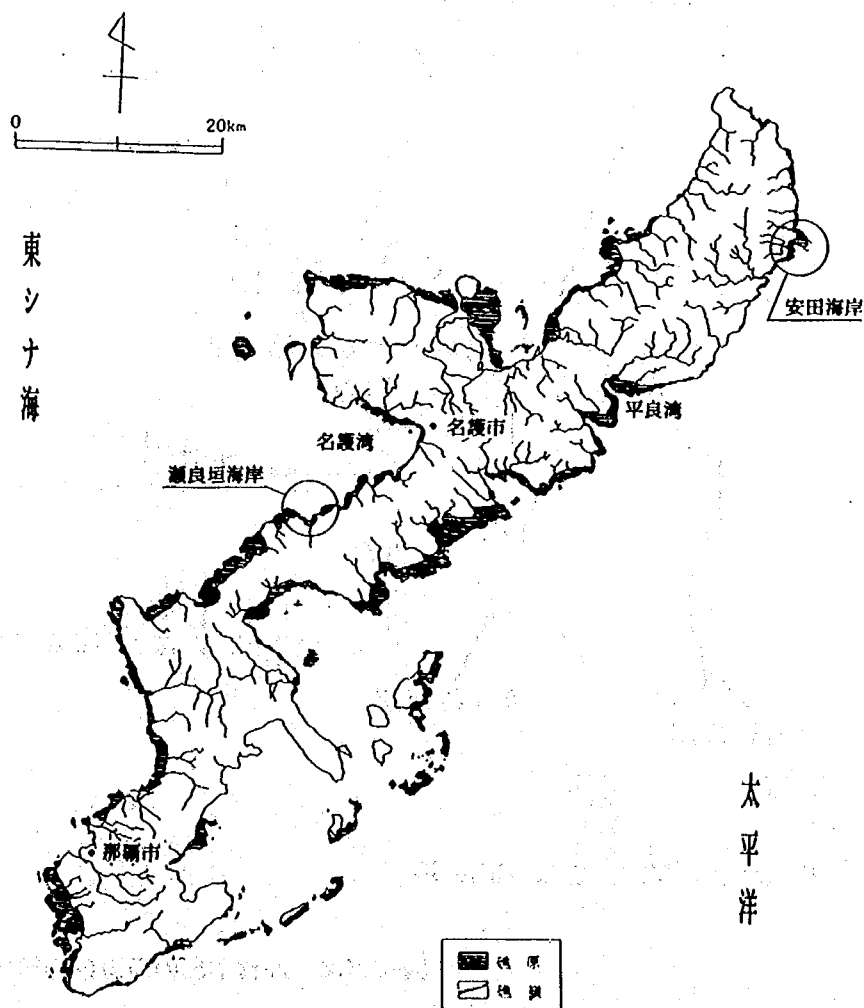


図-2.9.1 調査位置図

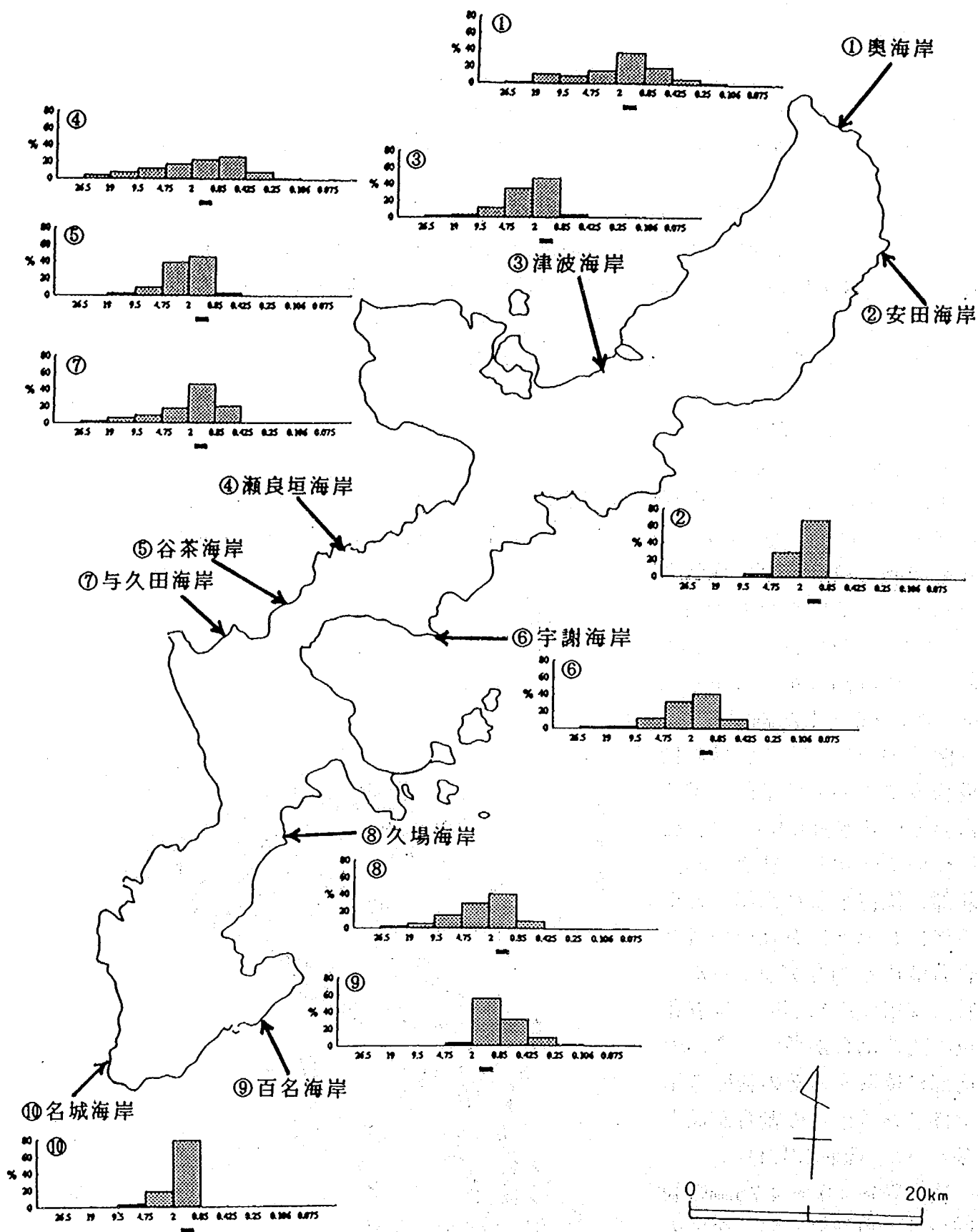


図-2.9.2 沖縄本島の海浜砂の粒度組成

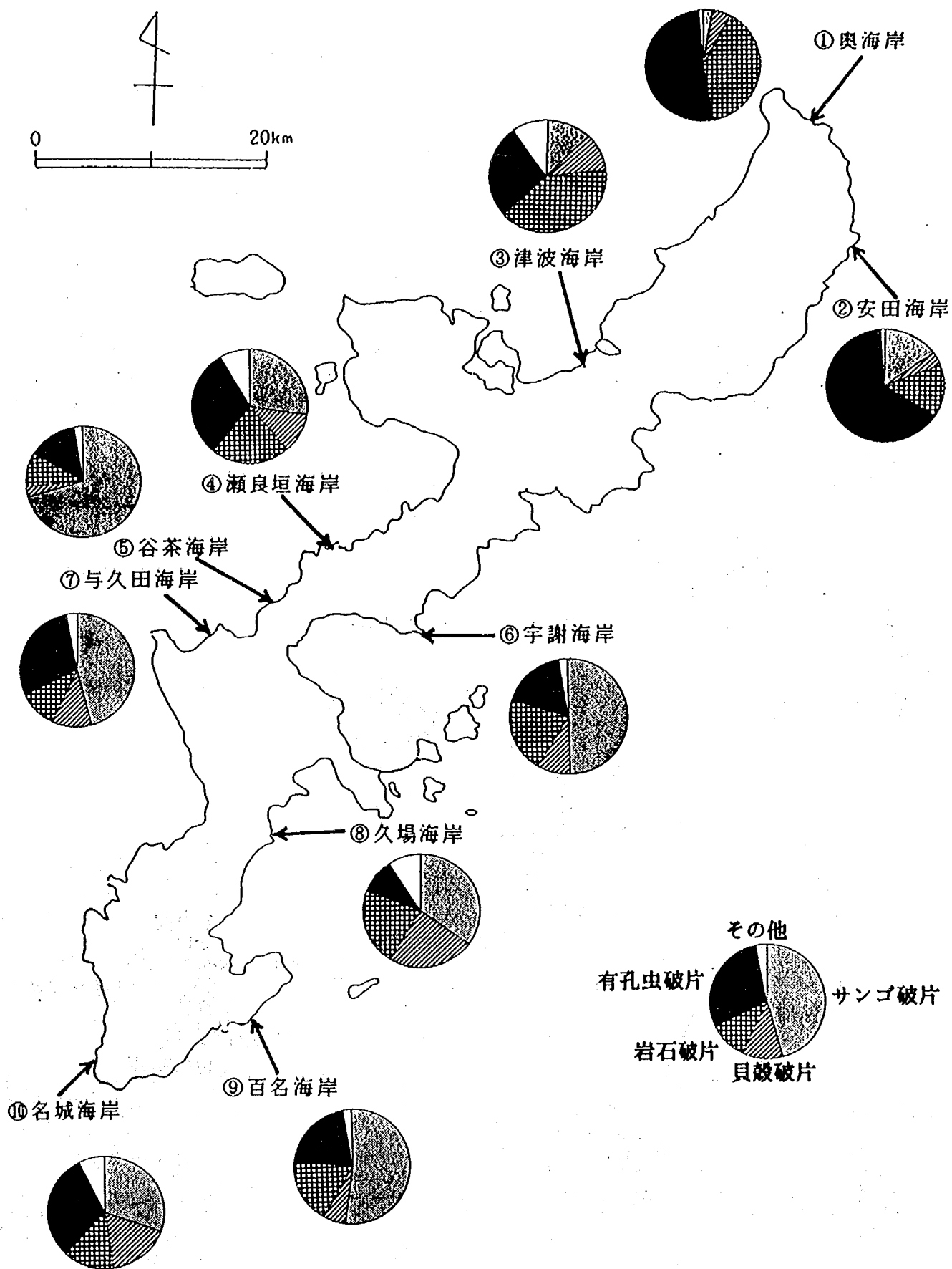


図-2.9.3 沖縄本島の海浜砂の構成物質（前浜：径0.85～2mmの砂）

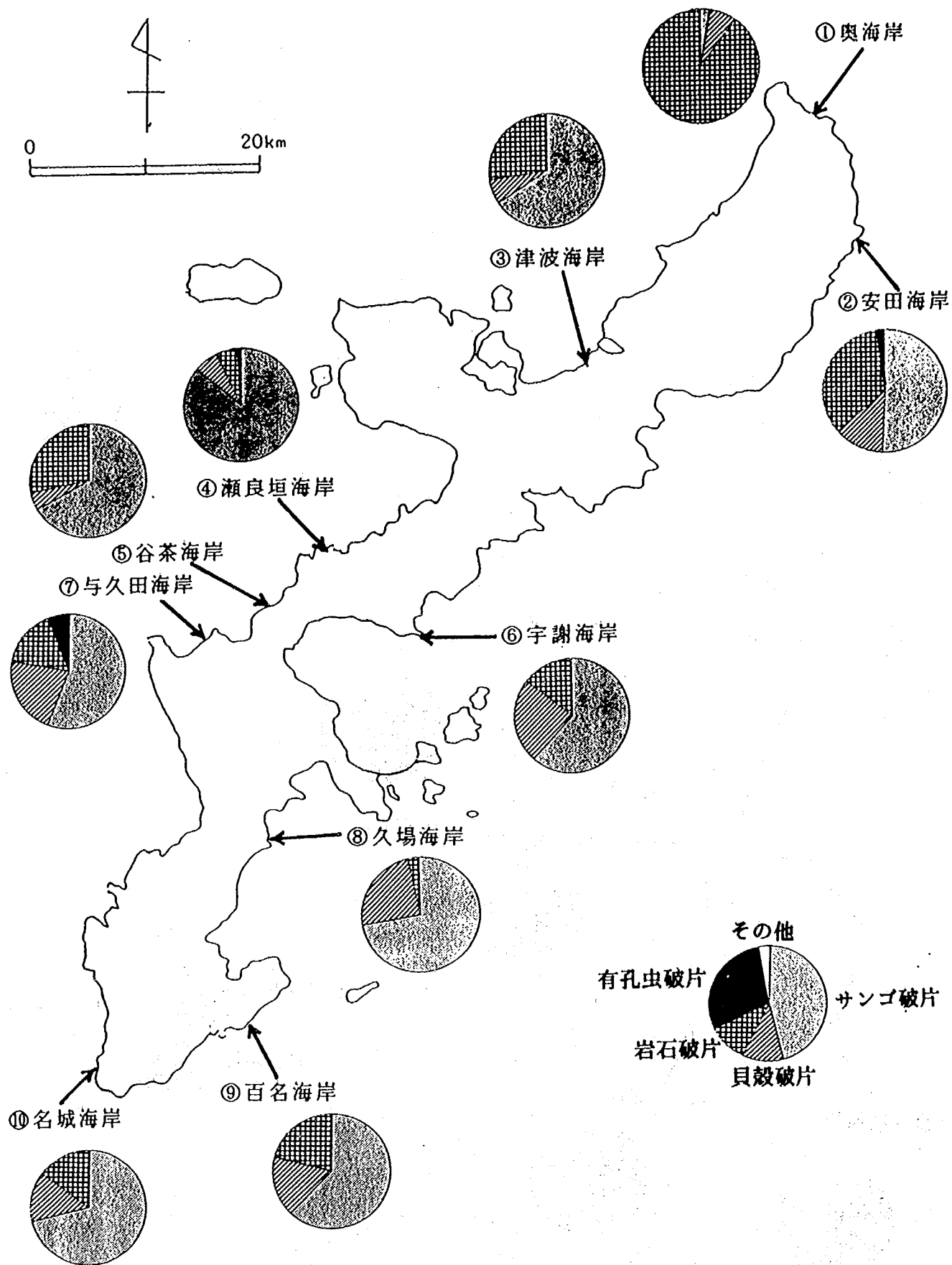


図-2.9.4 沖縄本島の海浜砂の構成物質（前浜：径2～4.75mmの砂）

(2) 安田海岸

安田海岸は沖縄本島北部国頭村の安田漁港北側に位置し、昭和52年7月に水産庁により海岸保全区域指定が告示され、昭和52年度から平成5年度までに高潮対策を目的に離岸堤6基と突堤(L=600m)1基が設置されている。漁港と海岸の間には安田川の河口があり河口周辺には赤土の堆積がみられる。海岸の北東側約1km沖に安田ヶ島があり島を中心にサンゴ礁が発達している。調査は海岸にほぼ直角に設置された突堤と平行に河口側と沖側に測線を設け有孔虫の生息状況と飼料となる海藻類の繁茂状況について調べた(図-2.9.5)。その結果、河口側に比べ沖側が海藻類の被度(図-2.9.6)が大きく生息している有孔虫の量(図-2.9.7~8)も多い傾向が見られた。

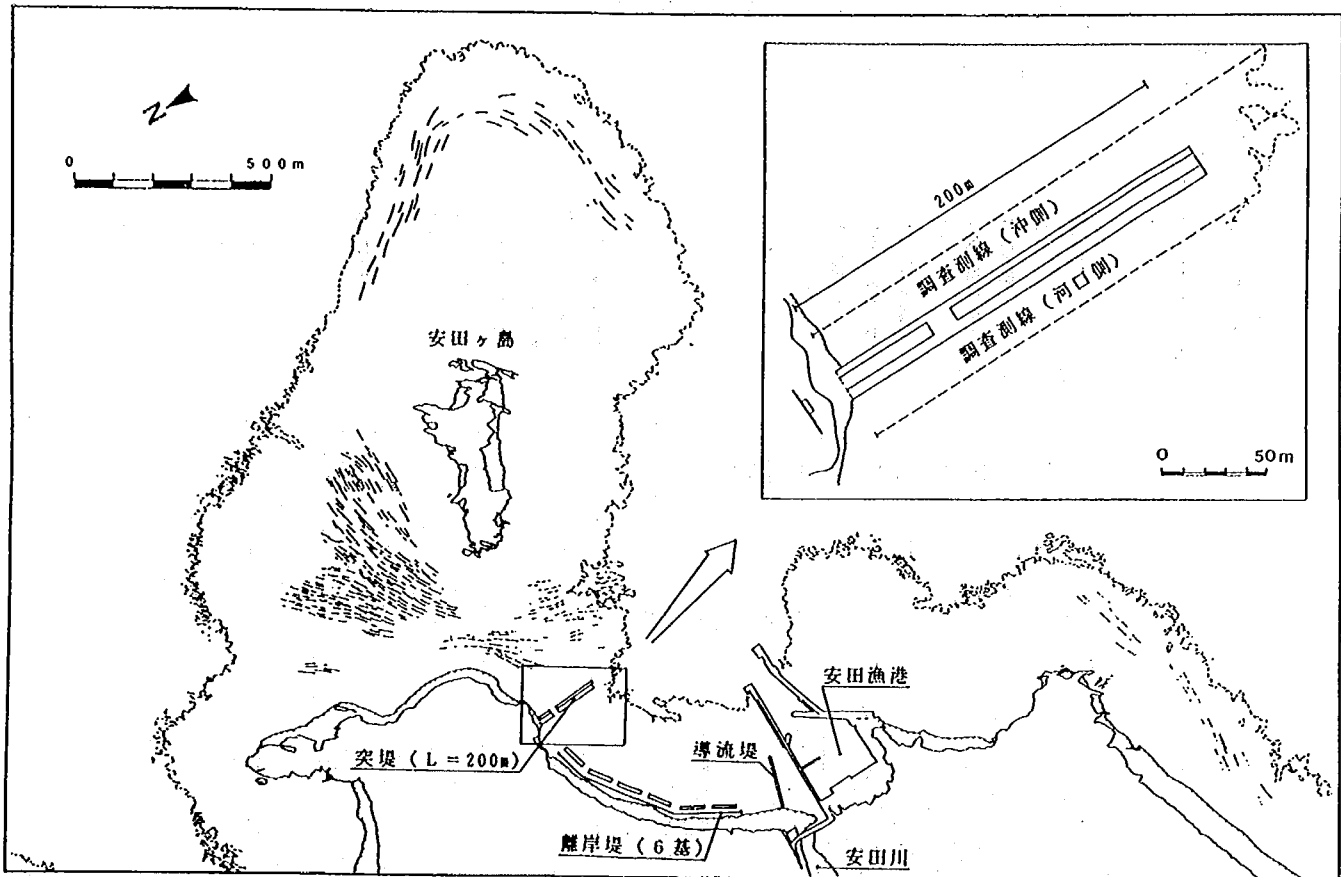


図-2.9.5 安田海岸における調査位置図

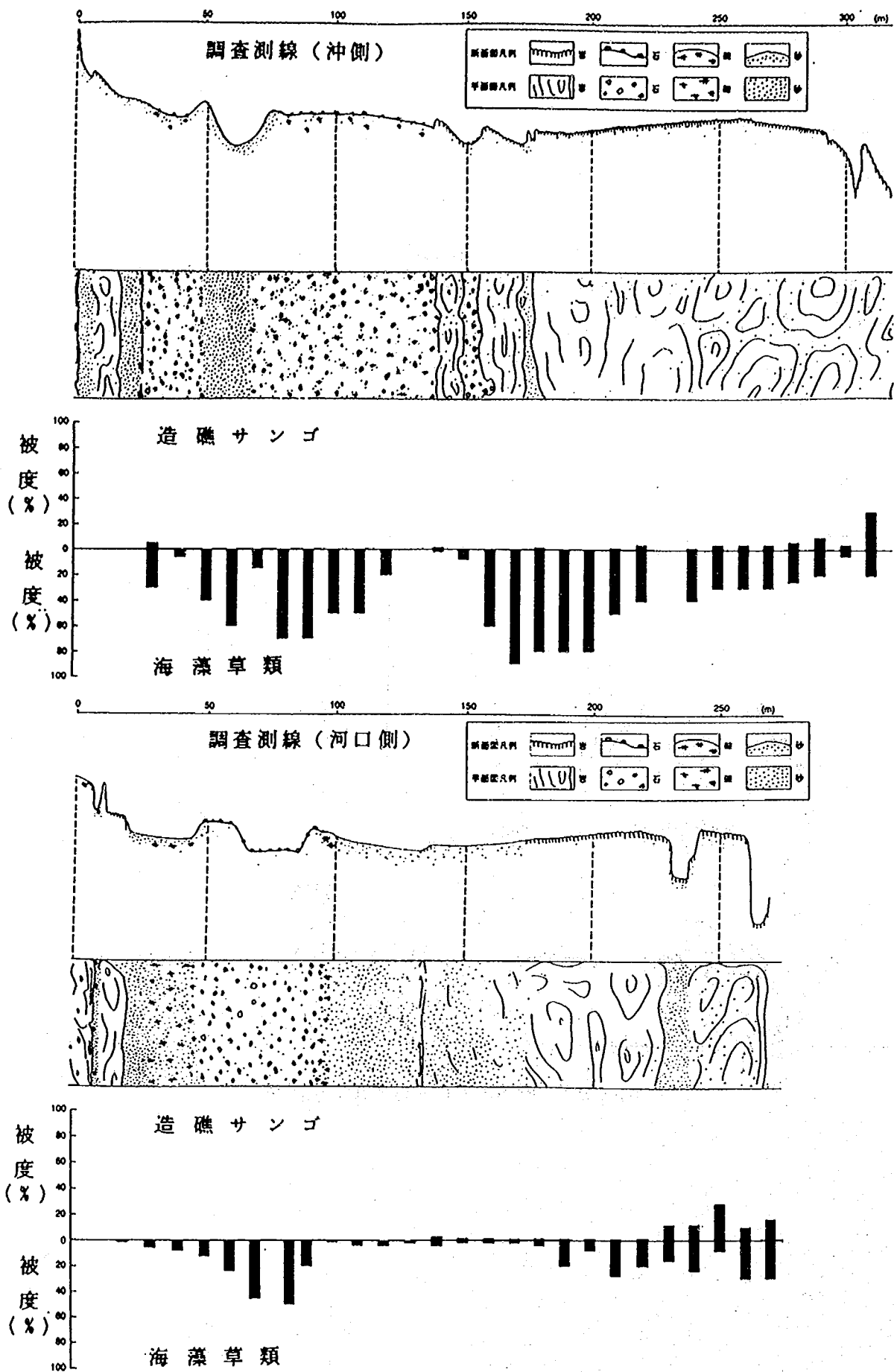


図-2.9.6 海底地形と造礁サンゴ・海藻草類の被度

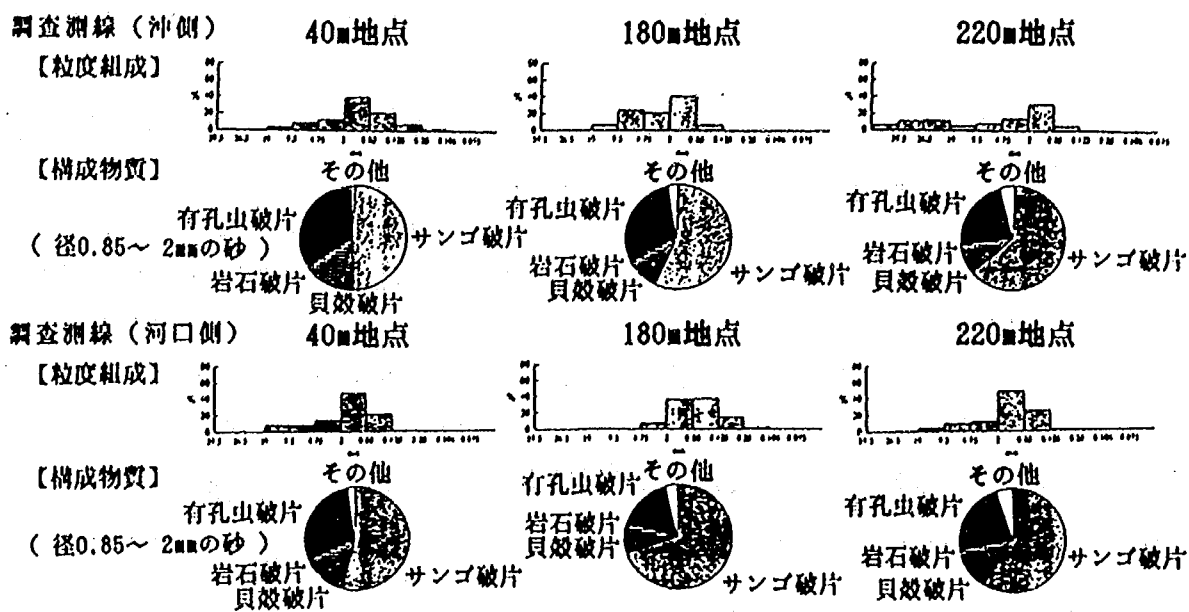


図-2.9.7 粒度組成・構成物質（安田海岸）

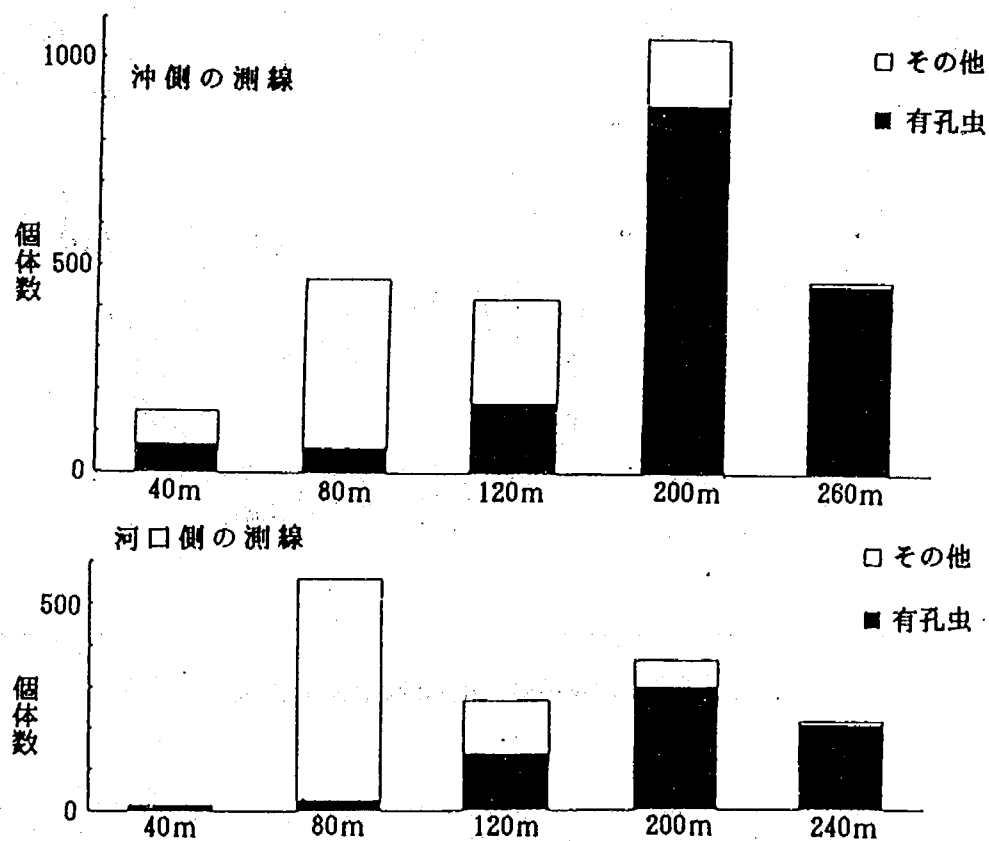


図-2.9.8 有孔虫生息個体数の変化（個体数／100cm²）

(3) 瀬良垣海岸

沖縄本島中部の恩納村の瀬良垣海岸は昭和50年10月に建設省により海岸保全区域指定が告示され昭和54年度から高潮対策事業が実施され、平成元年度から人工リーフ2基がサンゴ礁の内側に築造されている。調査は人工リーフが築造されている場所に1測線と海岸構造物がない東側に1測線を海岸に対して直角に設けて行った(図-2.9.9)。

各測線の底質状況はほぼ同様であり、人工リーフより岸側は砂、礫底が多くみられる(図-2.9.10)。なお、砂の構成物質は各測線ともサンゴ破片の割合が多くみられ大きな差はない(図-2.9.11)。

海岸構造物がない東側の測線では西側の測線に比べて礁池内のサンゴ被度は若干高いが西側の測線の礁池内でも10%程度の被度でサンゴが生息している場所がみられた。両測線とも人工リーフより岸側のサンゴ被度が沖側に比べて高い傾向が多くみられた。

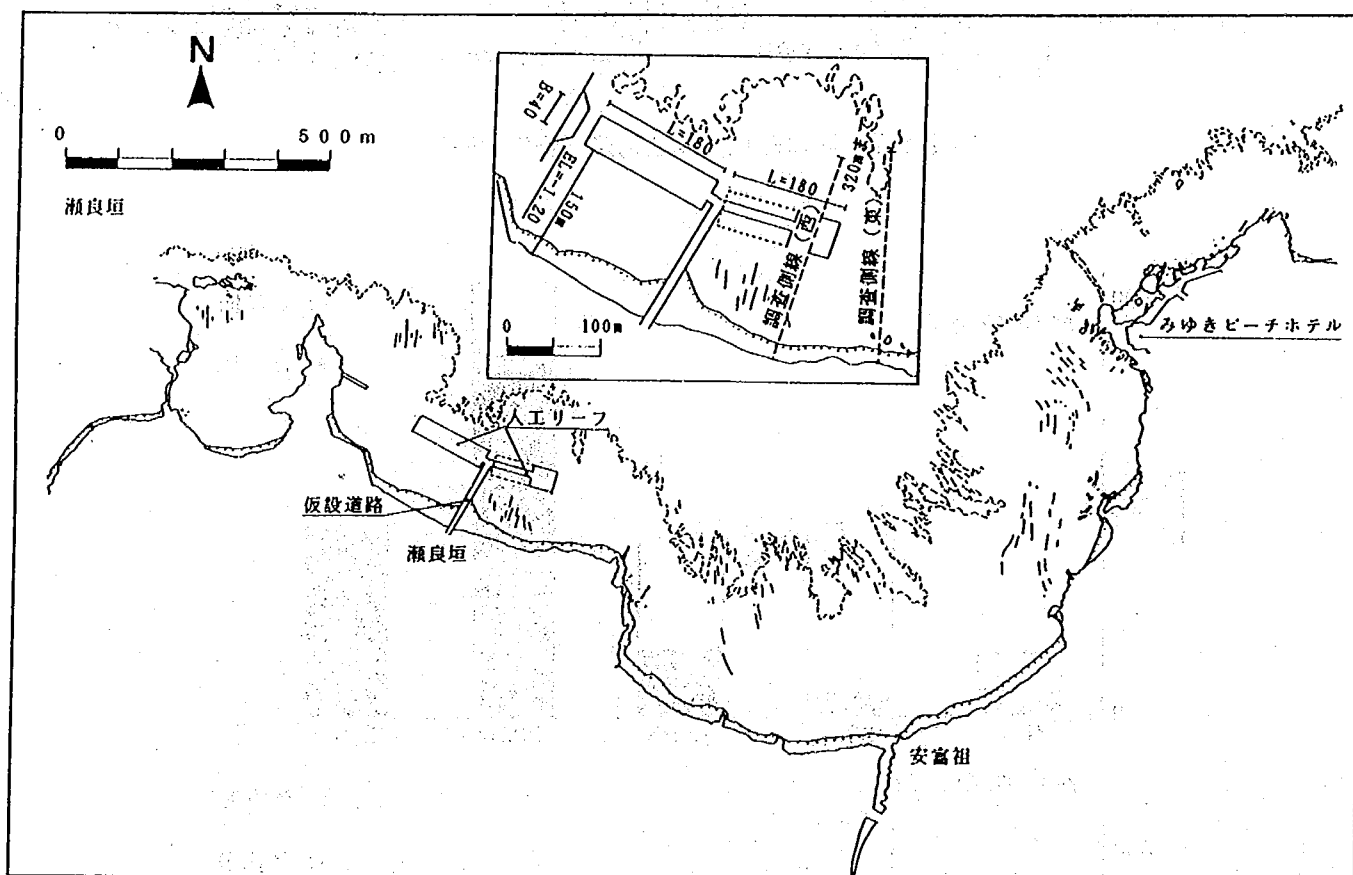


図-2.9.9 瀬良垣海岸における調査位置図

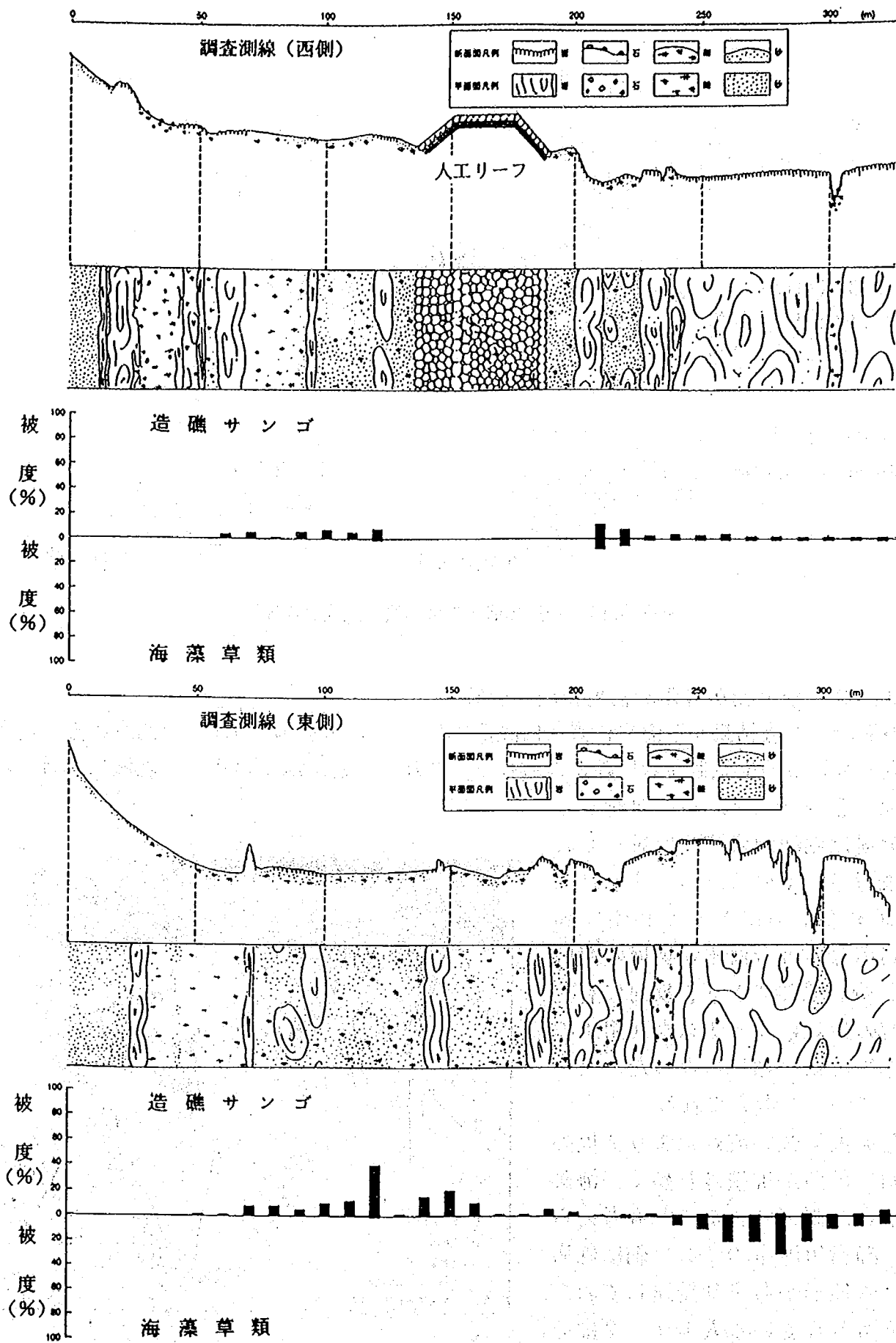
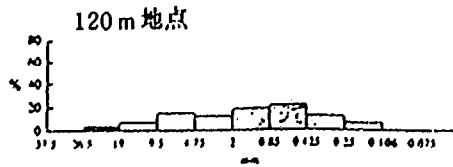


図-2.9.10 海底地形と造礁サンゴ・海藻草類の被度

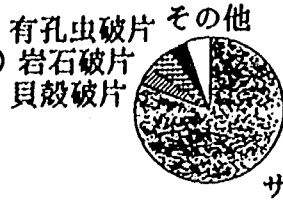
調査測線（西側）

【粒度組成】

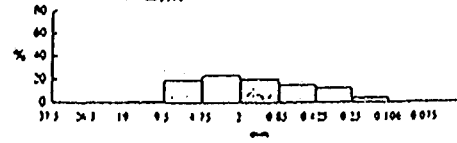


【構成物質】

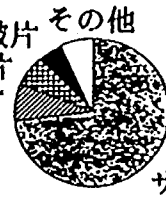
（径0.85～2mmの砂）



220 m 地点



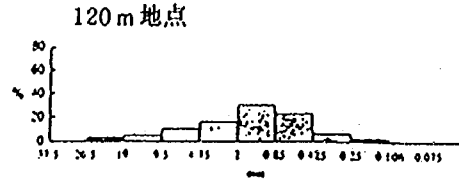
有孔虫破片
岩石破片
貝殻破片



サンゴ破片

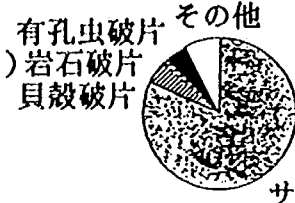
調査測線（東側）

【粒度組成】

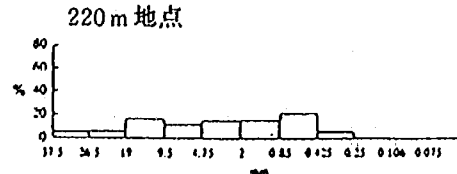


【構成物質】

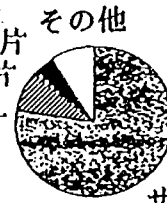
（径0.85～2mmの砂）



サンゴ破片



有孔虫破片
岩石破片
貝殻破片



サンゴ破片

図-2.9.11 粒度組成・構成物質（瀬良垣海岸）

2. 9. 3 構造物が与えた物理要因の評価

安田海岸の調査結果から海岸に直角に設置された突堤の河口側測線と沖側測線で、海藻類の被度と有孔虫の生息個体数に差がみられた。これは、安田海岸のサンゴ礁域における流況模式図（図-2.9.12）から判断すると、突堤は礁池内の流れに対して直角に設置されているため、サンゴ礁に生息する生物にとって必要な高温・高塩分の沖合海水が突堤の河口側に十分に供給されず、反対に有孔虫などの生息にマイナスな河川水の影響を受け易い環境になったことに起因していると考えられる。

また波浪や強い流れにより突堤の河口側には砂が堆積され易く、海藻類の生息が阻害されたことも考えられる。瀬良垣海岸のサンゴ礁は礁嶺に当たる地形があまり発達しておらず、築造されている人工リーフはその断面から干潮時に干出するような

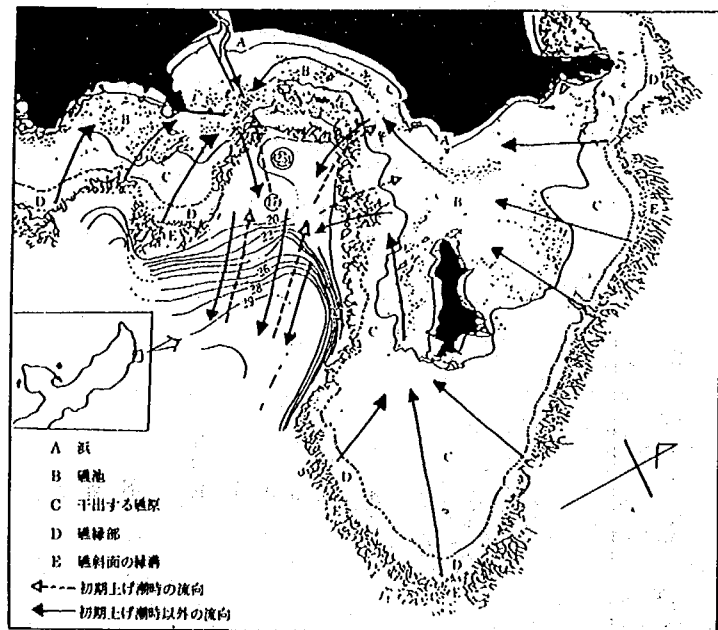


図-2.9.12 安田沿岸サンゴ礁域の地形と流況模式図（西島、1988）

礁嶺的形狀に近く、仮設道路と人工リーフによって囲まれた穏やかな礁池が形成されたことになる。したがって、今回の調査では確認されたスギノキミドリイシなど穏やかな礁池に比較的多くみられるサンゴが生息し易い環境が形成され、放卵（写真-2.9.1）し潮流により流されてきたプラヌラが着生し成長したものと考えられる。しかし、人工リーフにはサンゴの着生がほとんどみられなかったこれは、瀬良垣海岸に設置された人工リーフにはプラヌラが着生しにくい硬質の古い石灰岩が被覆石として用いられているためと考えられる。

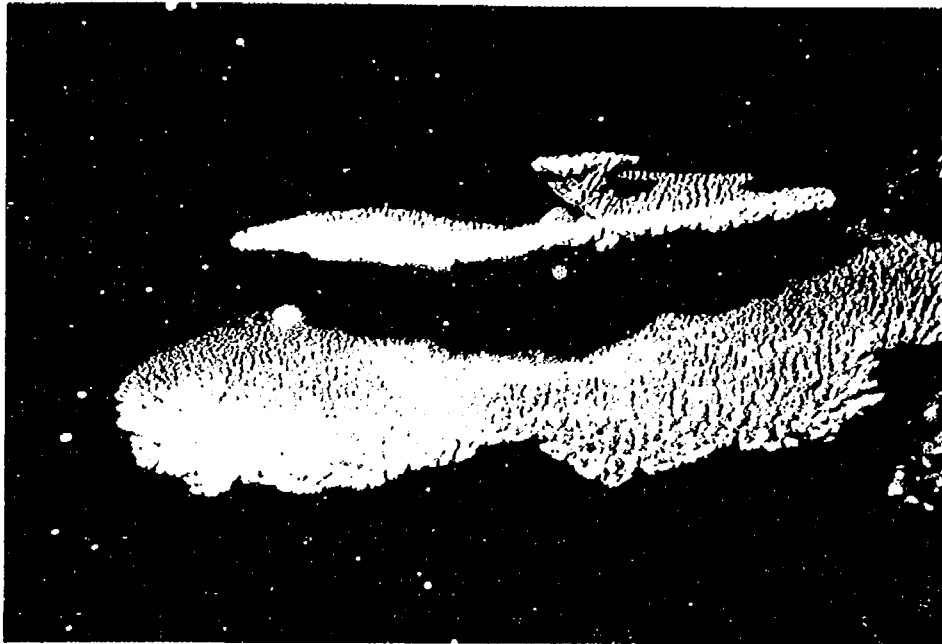


写真-2.9.1 ハナバチミドリイシの放卵

（1994年5月25日午後10時 黒島：財団法人海中公園センター 森美枝氏撮影）

2. 9. 4 生態系に及ぼす効果・影響に関する考察

構造物がサンゴ礁海岸に設置されると、設置場所に生息していたサンゴ等の底生生物は消失するが、新たに出現する構造物の形状や材質がサンゴ幼生の着生に適した小さな凹凸が多いなどの条件を満たしていれば、構造物にサンゴが定着し成長することが期待できる。また、サンゴ礁内に出現する構造物の周辺では波浪や流況が変化するため、構造物の岸側と沖側では外海水と陸水の影響域が変化し、さらに砂の堆積量や粒度組成にも変化が生じる。しかし、人工リーフはその断面から干潮時には干出するが満潮時には外海水が流入する礁嶺的形状であり、その岸側には穏やかな礁池に近い状態が形成されるため、河川水の流入がなく岩盤が砂に埋没していなければ礁池にみられるサンゴなどが着生し成長することが可能であろう。

沖縄の海域ではサンゴ礁近くでも透明度が30mに達するほど海水は青く透き通っているが、表層水への栄養塩類の供給が乏しく一次生産者である植物プランクトンの現存量は少ない。しかし、サンゴ礁は地質学的には現世において生物による最も活発な地形形成の場であり、生物学的には生物群集がみずから形成した基質によって支えられている特殊な生態系であり、自然界の中でも生物学的生産性が高い場である。この高い生産力はサンゴに依存しているものであり、サンゴや大型の底生有孔虫に共生している藻が光合成を行い一次生産を担っている。また、サンゴ礁に生息する非常に多くの生物種が規則正しい植物連鎖を形成し

栄養の循環を効率よく行っていることと、外海水と陸水による栄養塩の流入・流出量のバランスがうまく行われていることなども、この高生産力を支えていると考えられている。

このような特徴あるサンゴ礁海岸に構造物を設置する場合には、河川水の影響範囲をせばめる配慮がサンゴ礁生態系の維持や復元にとって特に重要であると考えられる。つまり、サンゴ礁海域では一方的な流れが卓越しており、サンゴや有孔虫の生息に適さない河川水は礁池内に流入することなく水道を通り沖に出るため、高温・高塩分で透明度の高い外海水が礁池内に常に供給され高生産力のサンゴ礁生態系が維持されているからである。したがって、今後はさらにサンゴ礁海岸に見られる独特な流れを考慮に入れて人工リーフなどの配置や形状あるいは施工手順などを検討することにより、サンゴ礁生物群集の生息に適した環境の維持あるいは創造がひつようである。

参考文献

- 目崎茂和・渡久地健・中村倫子(1977)：沖縄島のサンゴ礁地形，琉球列島の地質研究，第2巻p.91-106.
- 沖縄県(1993)：沿岸海域実態調査(沖縄島及び周辺離島).
- 河名俊男(1988)：サンゴ礁地形，西平守孝編『沖縄のサンゴ礁』(財)沖縄県環境化学検査センター，p.34-50.
- 琉大海洋保全研究会(1974)：沖縄の潮間帯.
- 山内秀夫(1990)：サンゴ礁海岸の砂，サンゴ礁地域研究グループ編『熱い自然—サンゴ礁の環境誌』古今書院，p.101-117.
- 沖縄県(1991)：『沖縄の潮間帯の人為的変革と攪乱』.
- 西島信昇(1988)：漁場としてのサンゴ礁，西平守孝編『沖縄のサンゴ礁』(財)沖縄県環境化学検査センター，p.193-207.

第3章 海岸保全施設設置による生態系変化予測手法

3.1 概要

前章においては、海岸保全施設の設置が生態系に与える影響について、現地生態調査結果を基に考察を加え、7つの構造物について構造物が生態系に与える定性的な影響を把握した。その結果、構造物が設置されることによりある特定の物理要因が変化し、それが構造物周辺の生態系に影響を及ぼすことがわかった。そこでこの構造物が設置されることにより構造物周辺の物理条件が変化しそれがその周辺の生態系に影響を及ぼすと考え、構造物設置が及ぼす物理要因に着目してこれを自然状態の生態系と組み合わせて海岸保全施設設置による生態系変化を予測する手法を開発した。

3.2 予測手法の構成と適用範囲

(1) 予測手法の概略

本予測手法の核となるのは、生物の生息場所や餌などに関する知見をまとめた生態系データベース、および、その生態系データベースを元に各生物間の相互の関係をまとめた生態系関連図である。本研究で提案する海岸保全施設設置による生態系予測手法の流れを図-3.1に示す。生態系変化の予測は、その海岸の自然状態の生態系を推定することから始まる。まず、海区・海岸の底質から、その地区の自然海岸における生態系関連図が定まる。さらに設置される構造物の種類がわかることにより、構造物が周辺海域に与える複数の物理的影響が評価される。そしてこれら複数の物理的影響をそれぞれ加味した複数の生態系関連図を組み合わせることにより、各海岸、各構造物毎に予測モデルが作成される。以下に本予測モデル

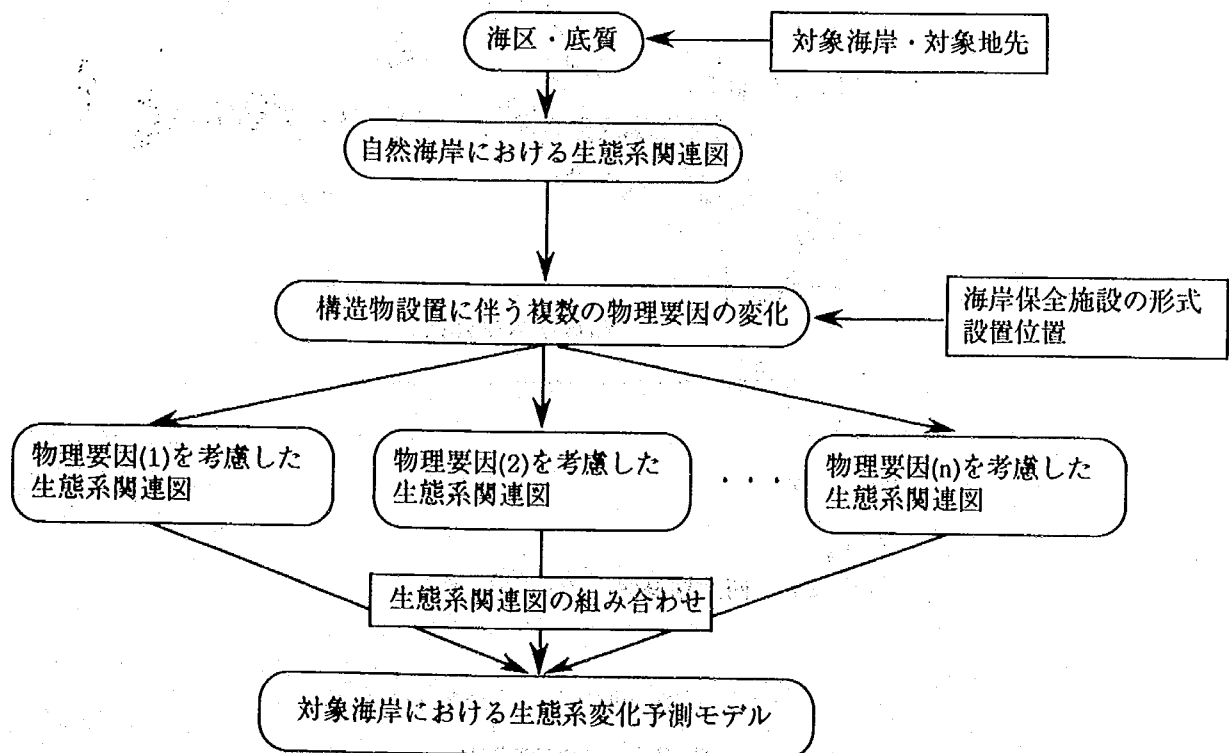


図-3.1 生態系変化予測の流れ

が対象とした種々の条件とモデルの説明を述べる。

(2) 対象海区

対象とする海区は日本の沿岸域とした。海区区分は宇多・小俣(1992)が示した日本沿岸の9海区を用いた。海区区分の根拠は、海域の生態と最も関係が深いと考えられる自然条件である海流と表面水温を指標としたものである。海区区分図を図-3.2に示す。

(3) 対象生物種

海岸保全施設の設置による生態系の変化を予測するためには、理想的には保全施設の影響海域に生息する全ての生物種を対象とするべきであるが、モデルの規模や、データの量が大きくなりすぎ、その処理が煩雑となるため、今回のモデルでは沿岸域に生息する生物の中から

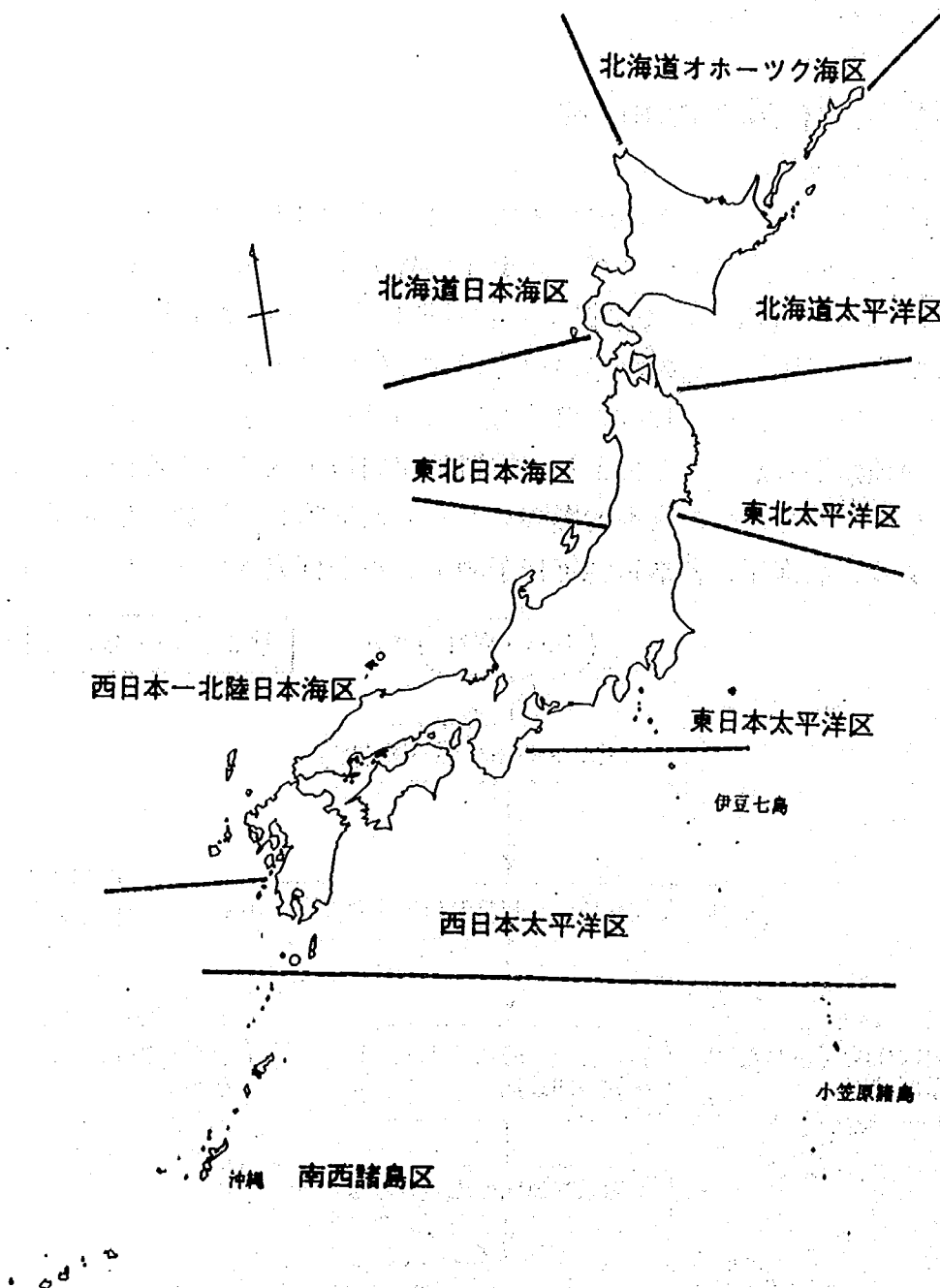


図-3.2 海区区分図

ら水産有用種、一般的にみられる生物種、および生態系の中で重要な位置付けがなされる生物を選んだ。さらにさまざまな地域特性、生息条件が偏らないように抽出し、生態が類似したものをたものを代表生物にまとめ合計135の生物グループ（魚類49、付着生物・底生生物47、海藻類39、動物・植物プランクトンを除く。）に分類した。表-3.1に対象生物種一覧を示す。

表-3.1 対象生物種一覧

魚類	動物	海藻
アイゴ	アオウミウシ	アオモグサ
アイナメ	アオリイカ	アカモク
アカエイ	アカガイ	アナアオサ
アカカマス	アサリ	アマモ
アカシタビラメ	アメフラシ	アミジグサ
アカハタ	アラレタマキビガイ	アラメ
イカナゴ	イセエビ	イシモズク
イサキ	イソガニ	イソハギ
イシダイ	イソゴカイ	イトフジマツ
イシモチ	イボニシ	イボノリ
ウマヅラハギ	イワフジツボ	ウミゾウメン
ウミタナゴ	ウミサボテン	エゴノリ
オヤビツチャ	ウミナナフシ	エツキイワノカワ
カゴカキダイ	エゾカネカンザシ	オオハネモ
カタクチイワシ	オオタマウミヒドラ	オキツノリ
キュウセン	カキクモヒトデ	オゴノリ
コトヒキ	ガザミ	クビレツタ
ゴンズイ	ククメイシ	スサビノリ
サヨリ	キセワタガイ	タマゴバロニア
シラコダイ	キヌマトイガイ	チャシオグサ
シロギス	クモガニ	ツカサアミ
スズキ	クルマエビ	ツルモ
タカノハダイ	コブカニダマシ	トサカノリ
タチウオ	サザエ	ハバノリ
ツクシトビウオ	サメハダホシムシ	ビリヒバ
トチザメ	ソコシラエビ	ヒロハノヒトエグサ
トラフグ	ソトオリガイ	フクロフノリ
ニザダイ	チゴガニ	ベニスナゴ
ネンブツダイ	ツノナガハマアミ	ホソエガサ
ハオコゼ	テッポウエビ	マクサ
ハコフグ	トウヨウコシオリエビ	マツモ
ハタハタ	トゲバナウミシダ	マルバツノマタ
ハモ	ヒザラガイ	ミル
ヒメジ	ヒトデ	ムカデノリ
ヒラメ	ヒメオウギガニ	モズク
ブダイ	ヒラコブシ	ヤレウスバノリ
ホウボウ	フサコケムシ	ユカリ
ボラ	マガキ	ワカメ
マアジ	マダコ	ワツナギソウ
マアナゴ	マナマコ	
マイワシ	マボヤ	
マエソ	ミズクラゲ	
マコガレイ	ムラサキウニ	
マゴチ(コチ)	ムラサキカイメン	
マサバ	モクズヨコエビ	
マダイ	ユビノウトサカ	
マハゼ	ヨロイイソギンチャク	
メジナ		
メバル		

(4) 構造物設置により生態系に影響を及ぼすと考えられる物理要因

構造物が設置されることにより生態系に影響を及ぼすと考えられる物理要因の中から直接影響を及ぼす要因を抽出した。抽出した8項目の物理要因としては以下の8項目を取りあげ、それらの影響が生物にどのような影響を及ぼすのかを検討し、予測モデルに反映させた。対象とした物理要因とその評価基準を以下に示す。

①定位目標の出現

構造物の設置により定位目標が出現する。この場合、蜆集作用によって遊泳性の生物が増加あるいは新規に参入する。

②基盤の出現

構造物が設置されると固着及び付着基盤の出現する。この場合、固着及び付着する生物足場の存在、接触基盤の存在によって生物が増加あるいは新規に参入する。

砂泥などを生活空間とする生物は生活空間が縮小することにより減少する。

③空隙の出現

構造物の設置により構造物内部に空隙が出現する場合がある。このような場合、空隙を住处・隠れ家とする生物が増加あるいは新規に参入する。

④物質の集積

構造物の設置により構造物背後に静穏域あるいは渦流域が出来る場合がある。このような場合、遊泳能力の小さい生物（動・植物プランクトン、卵稚子魚など）が集積することにより増加する。

⑤底質の砂泥化

構造物の設置により構造物背後の底質が砂泥化する場合があるが、このような場合、砂泥を生息域とする生物の生息場が拡大あるいは新規に構築されるため、それらの生物が増加あるいは新規に加入する。

⑥海底の洗掘

構造物の設置により構造物基礎周辺の海底が洗掘される場合があるが、このような場合、底質が常に攪乱されるため、砂泥域を生息の場とする生物は減少する。逆に底質が常に更新されるため、付着基盤が安定的であることを好む生物は減少する。

⑦海底の安定化

構造物の設置により構造物背後の海域が静穏化することにより、底質の攪乱が抑えられる場合がある。このような場合、砂泥域を生息の場とする生物は増加する。また、安定した付着基盤が確保されるため、付着生物などは増加する。

⑧浅場の形成

構造物の設置により構造物の背後あるいは構造物の直上に浅場が形成される場合がある。このような場合、水面が攪乱されるため溶存酸素の増加を好む生物が増加する。しかし水面を攪乱されることを好まない生物は減少する。

また、浅場には大型の捕食生物が侵入できないため、小型の被捕食生物が増加する。

(5) 予測モデルの構成

1) 生態系データベース

生態系予測モデルの基本となる生態系データベースは対象生物毎にその成長過程における生息場と摂餌生物をまとめたものであり、各物理的要因が及ぼす影響についても整理した。なおプランクトンは、生態系データベースに取り上げていない。例として表-3.2に、アイナメの生態系データベースを示す。

表-3.2 生態系データベースの一例（アイナメ）

代表種名	アイナメ (アイナメ科)					
その他の種名	クジメ、スジアイナメ、エゾアイナメ、ウサギアイナメ、ホッケ、キタノホッケ、ヤセアイナメ など					
分布域	日本各地					
ステージ	出現時期 春 夏 秋 冬	生息条件	生息環境	餌料	捕食者	備 考
卵		潮通しの良い岩礁、礫石、海藻の茎	水深2~30m		アイナメの成魚	付着沈性卵。
稚仔魚		アマモ場、岩礁、藻場	水深2~30m	プランクトン、機脚類	雑食性魚類など	体長5~7cmで着底する。
未成魚		沿岸の岩礁域	浅所	雑食、小型甲殻類、魚類		6~7月に藻場から消える。2年で成熟する。ほとんど移動しない。
成魚		やや沖合いの岩礁域	浅所~水深100~150m	雑食、他の個体の卵塊		漁獲の80%は2~3歳魚である。雄が卵塊を保護する。縄張りを持つ。

引用文献

落合 明・田中 克(1986)新版 魚類学(下)、恒星社厚生閣
 益田 一ら(1988)日本産魚類大図鑑、東海大学出版会
 (財)海洋生物環境研究所(1991)沿岸至近域における海生生物の生態知見 魚類、イカタコ類編、(財)海洋生物環境研究所

物理要因との関係

ステージ	定位目標の出現	基盤の出現	空隙の出現	物質の集積	底質の砂泥化	海底の洗掘	底質の安定性	浅場の形成
卵		○			×		○	
稚仔魚		△		△	△		△	
未成魚		△	○					
成魚		○	○				○	

*アイナメの卵、仔魚に与える濁りの影響は、濁度200ppmまでは影響は見られない。成魚は100ppmまでは死亡しないが、300ppmになると逐次死亡する。
 (財団法人海洋生物環境研究所(1991)沿岸至近域における海洋生物知見, pp. 14)

2) 生態系関連図

個々の生物間の関連を把握するため、生態系データベースを元に生物間の自然状態における生態系の関連を、生息関係と摂餌関係に関して一つの図にまとめた。(図-3.3) この関連図は、日本沿岸の9海区、3底質(岩礁、礫質、砂泥域)の合計27ケース作成した。さらに構造物設置に伴い生じる物理的要因が与える生態系変化を各物理的要因毎に検討し、自然海岸の関連図に各々の物理的要因の影響が及んだ場合を想定し、9海区×3底質×8物理的要因の226ケースを図にまとめた。図化する際に対象生物を生息形態と主要餌料からグループ分けした。生態系関連図内で表現した生物のグループ名とグループに含まれる生物の特徴および生物名を表-3.3~5に示す。

表-3.3 生物グループ名 (魚類)

グループ名	内容	生物名
定在性魚 1	岩礁、藻場などに常時生息 小型動物を捕食する 大型動物により捕食される	シラコダイ・ネンブツダイ・オヤビッチャ カゴカキダイ・コトヒキ
定在性魚 2	岩礁、藻場などに常時生息 魚類、小型匍匐動物を捕食する	アイナメ・アカハタ・ゴンズイ
定在性魚 3	岩礁、藻場などに常時生息 小型動物を捕食する	ハオコゼ・イシダイ
定在性魚 4	岩礁、藻場などに常時生息 海藻を捕食する	メジナ・アイゴ・ニザダイ・ブダイ
定在性魚 5	岩礁、藻場などに常時生息 小型遊泳動物を捕食する	ハコフグ
移動性魚 1	海底を遊泳 (移動小) 小型動物を捕食する 大型動物により捕食される	イカナゴ・キュウセン・シロギス・マハゼ
移動性魚 2	海底を遊泳 (移動小) 魚類、小型匍匐動物を捕食する	マアナゴ・マゴチ・メバル・イシモチ・ハタハタ ヒラメ
移動性魚 3	海底を遊泳 (移動小) 小型匍匐動物を捕食する	アカエイ・ホウボウ・アカシタヒラメ マコガレイ・ヒメジ
遊泳性魚 1	遊泳する (移動大) 小型動物を捕食する 大型動物により捕食される	サヨリ・カタクチイワシ・マイワシ・マアジ イサキ・ウミタナゴ・ツクシトビウオ ウマヅラハギ
遊泳性魚 2	遊泳する (移動大) 魚類、小型動物を捕食する	マダイ・タカノハダイ・ドチザメ・ハモ・マエソ アカカマス・マサバ・スズキ・タチウオ・トラフグ
遊泳性魚 3	遊泳する (移動大) 小型匍匐動物を捕食する	ボラ

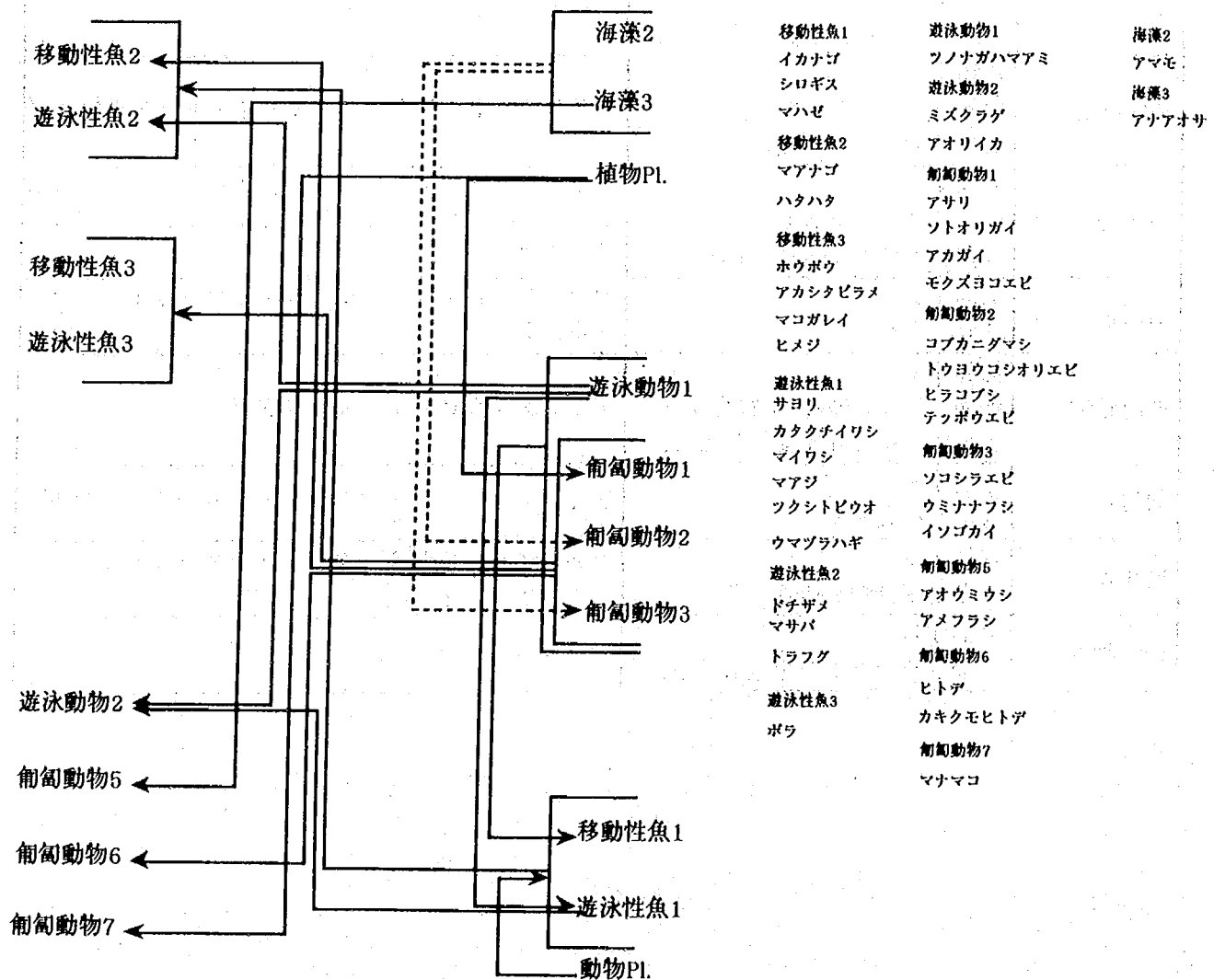
表-3.4 生物グループ名 (動物)

グループ名	内容	生物名
着生動物 1	固着動物 小型遊泳動物を捕食する 大型動物により捕食される	サメハダホシムシ
着生動物 2	固着動物 動物プランクトンを捕食する 捕食される	エゾカネカンザシ・キヌマトイガイ・マガキ イワフジツボ
着生動物 3	固着動物 プランクトンを捕食する 生物の生息場となる	ムラサキカイメン・オオタマウミヒドラ キクメイシ・ユビノウトサカ・ウミサボテン フサコケムシ・ヒザラガイ トゲバネウミシダ・マボヤ
着生動物 4	固着動物 小型遊泳動物を捕食する	ヨロイイソギンチャク
遊泳動物 1	遊泳する デトライタスを捕食する 捕食される	ツノナガハマアミ
遊泳動物 2	遊泳する 小型遊泳動物、魚類を捕食する	ミズクラゲ・アオリイカ
匍匐動物 1	匍匐する 植物プランクトンを捕食 大型動物により捕食される	アサリ・ソトオリガイ・アカガイ・モクズヨコエビ
匍匐動物 2	匍匐する デトライタスを捕食 大型動物により捕食される	コブカニダマシ・トウヨウコシオリエビ・イソガニ ヒメオウギガニ・クモガニ・ヒラコブシ・チゴガニ テッポウエビ
匍匐動物 3	匍匐する 共食いも行なう	ソコシラエビ・ウミナナフシ・イソゴカイ イボニシ
匍匐動物 4	匍匐する 海藻、植物プランクトンを捕食する 大型動物により捕食される	アラレタマキビガイ・キセウタガイ
匍匐動物 5	匍匐する 海藻を捕食する	アオウミウシ・アメフラシ・ムラサキウニ・サザエ
匍匐動物 6	匍匐する 小型匍匐動物を捕食する	クルマエビ・ガザミ・ヒトデ・カキクモヒトデ マダコ・イセエビ
匍匐動物 7	匍匐する 植物プランクトンを捕食する	マナマコ

表-3.5 生物グループ名 (海藻類)

グループ名	内容	生物名
海藻 1	藻場形成海藻 匏匏動物、付着性動物 あるいは魚類により捕食される	ワカメ・アラメ・ツルモ・アカモク
海藻 2	藻場形成海藻	アマモ
海藻 3	匏匏動物、付着性動物 あるいは魚類により捕食される	アナアオサ・ヒロハノヒトエグサ・ホソエグサ・ チャシオグサ・アオモグサ・タマゴバロニア クビレツタ・オオハネモ・ミル・エゴノリ ヤレウスバノリ・イソハギ・イトフジマツ スサビノリ・ウミゾウメン・エツキイワノカワ ビリヒバ・ツカサアミ・フクロフノリ ムカデノリ・イボノリ・オキツノリ・オゴノリ マルバツノマタ・ベニスナゴ・トサカノリ・ユカリ マクサ・ワツナギソウ・アミジグサ・ハバノリ マツモ・イシモズク・モズク

生態系関連図の例として図-3.3に、北海道オホーツク海区における砂泥質の自然海岸に出現すると考えられる生物の関連図を示す。



3) 予測モデル (組み合わせモデル)

実際の構造物の設置に伴い生じる生態系の変化は、構造物の設置に伴う複数の物理要因の影響が組合わさった結果生じるものである。したがって予測モデルは複数の物理要因の変化が重なった状況を再現する必要がある。よって本予測モデルでは複数の物理要因の変化を扱うために、対象となる物理要因毎の生態系関連図を組み合わせ、それを生態系変化予測モデルとした。

図-3.4に高知海岸における生態系変化予測モデルを示す。この例は西日本太平洋区の砂質域の海岸において、定位目標の出現、基盤の出現、空隙の出現、海底の安定という4つの物理要因の変化を考慮した生態系関連図を組み合わせたものである。図の左側は生物間相互の関連を表した模式図であり、右側は生物グループ毎の生物内訳を載せてある。模式図において、直線は捕食関係を表し被捕食生物グループから捕食生物グループへと矢印が延びている。また、点線は生息関係を表したものであり、生息場を提供する生物グループからそれを利用する生物グループへと矢印が延びている。捕食関係・生息関係ともに線の太さは細線が物理要因変化前後でその関係に変化が無い場合であり、太線はその関係が強くなった場合である。右側の生物種の文字で太字は当初からその海岸にいた生物で、物理要因の変化後増加すると予測された生物である。また、網掛け文字は当初その海岸に存在しなかったが、物理要因の変化後新規に出現すると予測された生物である。図中の矢印及び文字書式の詳細な説明を図-3.5に示す。

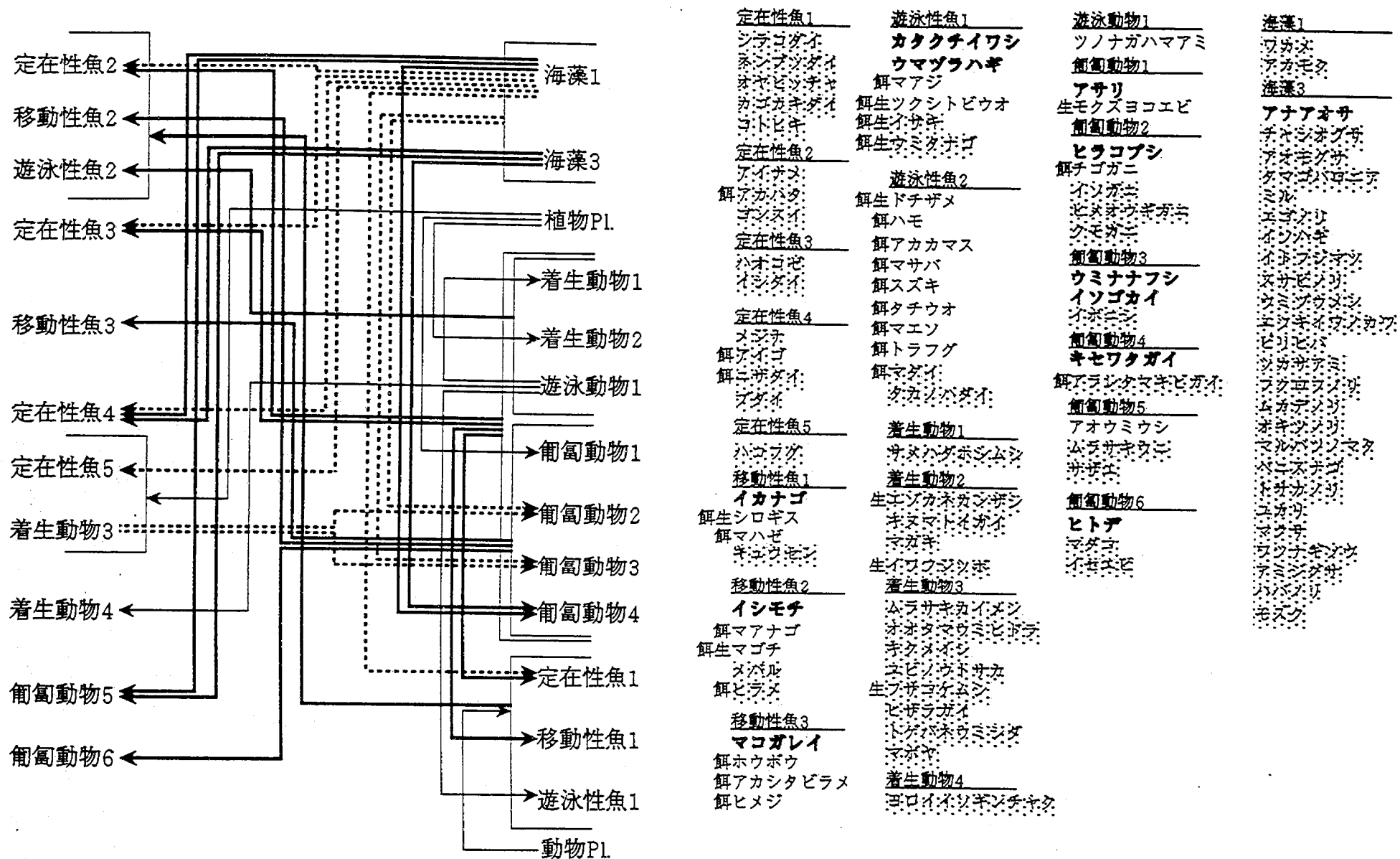


図-3.4 高知海岸における生態系変化予測モデル

- マナマコ 装飾無しの文字：当初から生息している生物で個体の増減が予測されなかった生物を示す。
- イブツシヨボ 網掛文字：当初は生息しておらず、物理要因の影響によって新規に出現すると予測された生物を示す。
- 肉食性機脚類 袋文字：当初から生息している生物で、物理要因の影響によって増加すると予測された生物を示す。
- イブツシヨボ 網掛文字2：当初から生息している生物で、物理要因の影響によって減少すると予測された生物を示す。
- 餌イゴ 装飾なし文字+餌：当初から生息している生物で物理要因の影響のみでは増減は予測されないが、物理要因の影響により二次的に餌料環境が整った場合に増加すると予測された生物を示す。
- 生イゴ 装飾なし文字+生：当初から生息している生物で物理要因の影響のみでは増減は予測されないが、物理要因の影響により二次的に生息環境が整った場合に増加すると予測された生物を示す。
- 餌イゴ 網掛文字+餌：当初は生息しておらず、物理要因の影響により二次的に餌料環境が整った場合に新規に出現すると予測された生物を示す。
- 生イゴ 網掛文字+生：当初は生息しておらず、物理要因の影響により二次的に生息環境が整った場合に新規に出現すると予測された生物を示す。
- 餌ヒメジ 袋文字+餌：当初から生息している生物で、物理要因の影響によって増加すると予測された生物を示すが、物理要因の影響により二次的に餌料環境が整った場合には増加がより確実になる生物を示す。
- 生ヒメジ 袋文字+生：当初から生息している生物で、物理要因の影響によって増加すると予測された生物を示すが、物理要因の影響により二次的に生息環境が整った場合には増加がより確実になる生物を示す。
- 餌生マナマコ 餌+生両方：餌料環境、生息環境の両方が整った場合に上記の現象が生じる。
- ← 実線矢印：食べられる生物から食べる生物に矢印が進む。線が太くなればその関係も太くなったことを示す。
- ←..... 破線矢印：生息場となる生物からそれを生息場として利用する生物に矢印が進む。線が太くなればその関係も太くなったことを示す。

図-3.5 予測モデル中の矢印および文字書式

3. 3 現地海岸への適用

(1) 概要

今回モデルを適用したのは吉田浜海岸（離岸堤）、下新川海岸（人工リーフ）、駿河海岸（新型離岸堤）、皆生海岸（突堤）、高知海岸（離岸堤）の5海岸である。また、出現すると予測された生物と現地調査（平成5、6年度春季のもの）より得られた出現生物を比較し、予測モデルの精度を検証した。

(2) 適用結果

1) 吉田浜海岸

(a) 構造物および周辺環境

吉田浜海岸は、宮城県の仙台湾の南部に位置し、東北太平洋区、砂・砂泥区にあたる。対象とした構造物は離岸堤である。対象海岸の位置、調査点及び調査項目などについては2. 1を参照されたい。

(b) 物理要因の変化

生態系変化予測モデルで取り上げている物理要因8項目のうち、吉田浜海岸に離岸堤が設置されたことにより現れる物理要因の変化とその理由を表-3.6に示す。

表-3.6 物理要因の変化およびその理由

物理要因	当該海岸での影響の有無	理由
定位目標の出現	有り	離岸堤という施設が海域内にできたことだけで十分な定位目標となる。
基盤の出現	有り	離岸堤本体部を構成している消波ブロックが基盤となる。
空隙の出現	有り	離岸堤本体部を構成している消波ブロック間に空隙が出現している。
物質の集積	無し	物質の集積が生じるほどの滞留は認められない。
底質の砂泥化	無し	離岸堤周辺部において砂泥化しているとはいえない。
海底の洗掘	無し	離岸堤周辺部が大きく洗掘されているとはいえない。
海底の安定性	有り	離岸堤後背域において離岸堤が直接波を塞いでいるため離岸堤裏面の海底は安定していると思われる。
浅場の形成	無し	浅場が形成されているとはいえない。

表-3.6より吉田浜海岸での物理要因の変化による影響は①定位目標の出現、②基盤の出現、③空隙の出現、④海底の安定性の4つが考えられる。よって、吉田浜海岸における組み合わせ予測モデルは、東北太平洋区砂・砂泥域の定位目標の出現、基盤の出現、空隙の出現、海底の安定性の関連図を組み合わせた物となる。

(c) 予測結果

図-3.6に吉田浜海岸の組み合わせ予測モデルを示す。これより、吉田浜海岸の組み合わせ予測モデルに出現する生物と予測された生物は魚類31種、動物27種、海藻21種の計79種であった。

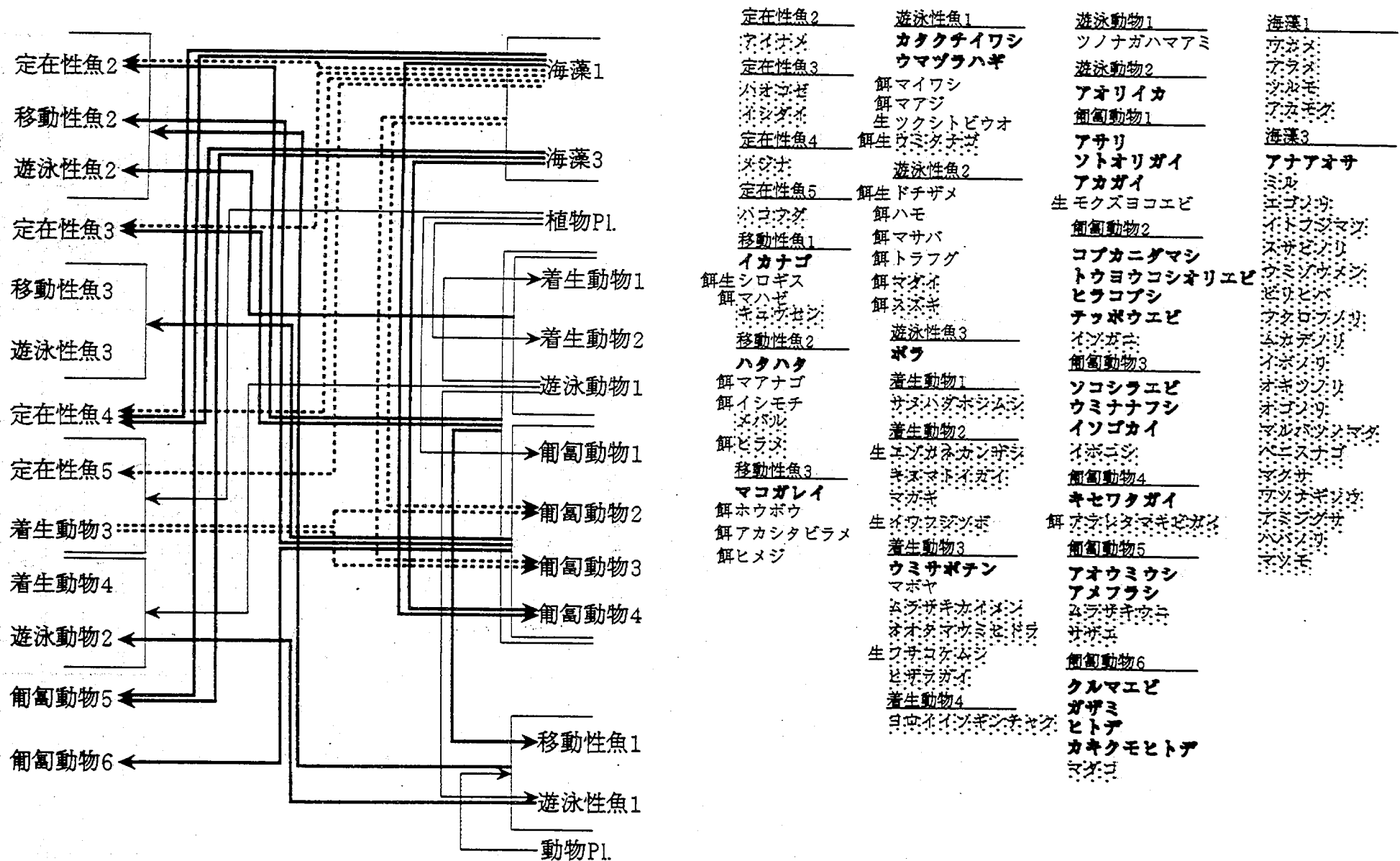


図-3.6 吉田浜海岸生態系変化予測モデル

(d)予測精度

作成した組み合わせ予測モデル出現種と、現地調査出現種を比較し、予測モデルの精度について記す。予測モデルの精度は、予測モデル出現種として出現が予測された生物が何パーセント実際に出現したのかを見たもの（予測モデルから見た予測精度）と、現地調査結果で出現した生物のうち何パーセントが予測モデルとして予測されたかを見たもの（現地調査結果から見た予測精度）および、自然海岸から新規に加入することが予測された生物の精度の3方向から検討した。

①予測モデルから見た予測精度

予測モデルから見た予測精度を表-3.7に示す。

表-3.7 予測モデルから見た予測精度

	出現種 / 予測種	予測率
魚 類	6 / 31	19.35 %
動 物	22 / 27	81.48 %
海 藻	8 / 21	38.10 %
合 計	36 / 79	45.57 %

②現地調査結果から見た予測精度

現地調査結果から見た予測精度を表-3.8に示す。

表-3.8 現地調査結果から見た予測精度

	予測種 / 出現種	予測率
魚 類	6 / 7	85.71 %
動 物	22 / 29	75.86 %
海 藻	8 / 12	66.67 %
合 計	36 / 48	75.00 %

③新規加入予測生物予測精度

新規加入予測生物から見た予測精度を表-3.9に示す。

表-3.9 現地調査結果から見た予測精度

	予測種 / 出現種	予測率
魚 類	2 / 11	18.18 %
動 物	15 / 17	88.24 %
海 藻	7 / 20	35.00 %
合 計	24 / 48	50.00 %

吉田浜海岸の生物調査は方形枠内の目視観察、ベルトトランセクトによる離岸堤部の目視観察、付着生物の枠取り採集、底生生物の枠取り採集が行なわれている。しかしながら、この調査では移動能力が大きい生物に対しては確認することがほとんど不可能である。そのため、魚類、ネクトン、大型ベントスは本調査では確認されていない。

吉田浜海岸における生態系変化予測モデルにおいて予測漏れとなった生物は魚類で1グループ、動物で7グループ、海藻で4グループであった。動物の海鰓目、ワタリガニ科の2グループについては出現予測種となる生物であったが、対照地点における生物調査時に出現が確認されなかったために組み合わせ予測モデル作成時に削除された種である。また、海藻のシオグサ科、ハネモ科では代表種とした種より生息分布域の広い別種の出現によって誤差が生じた。

予測したのに出現しなかった生物は魚類で25グループ、動物で5グループ、海藻で13グループであった。そのうち調査方法によって出現の確認がされなかったと思われる種は魚類全種、動物で1グループである。また、海藻のうちカヤモノリ科については垂直の基盤であったため出現しなかったのではないかと考えられる。

2) 下新川海岸

(a) 構造物および周辺環境

下新川海岸は富山湾の湾口部に位置し、西日本―北陸日本海区、砂・砂泥区にあたる。対象とした構造物は人工リーフである。対象海岸の位置、調査点及び調査項目などについては2. 4を参照されたい。

(b) 物理要因の変化

生態系変化予測モデルで取り上げている物理要因8項目のうち、下新川海岸に人工リーフが設置されたことにより現れる物理要因の変化とその理由を表-3.10に示す。

表-3.10 物理要因の変化とその理由

物理要因	当該海岸での 影響の有無	理由
定位目標の出現	有り	人工リーフという施設が海域内にできたことだけで十分な定位目標となる。
基盤の出現	有り	人工リーフを構築している材料が基盤となる。
空隙の出現	有り	人工リーフを構成している石積みの中に空隙が出現している。
物質の集積	有り	人工リーフ岸側のプランクトン沈澱量が自然海岸に比べ遥かに多いことから集積作用は生じている。
底質の砂泥化	無し	人工リーフ岸側において砂泥化しているとはいえない。
海底の洗掘	無し	人工リーフ周辺部が大きく洗掘されているとはいえない。
海底の安定性	有り	人工リーフの消波効果により海底は安定していると思われる。
浅場の形成	無し	浅場が形成されているとはいえない。

表-3.10より下新川海岸での物理要因の変化による影響は①定位目標の出現、②基盤の出現、③空隙の出現、④物質の集積、⑤海底の安定性の5つが考えられる。よって、下新川海岸における組み合わせ予測モデルは、西日本ー北陸日本海区の定位目標の出現、基盤の出現、空隙の出現、物質の集積、海底の安定性の関連図を組み合わせた物となる。

(c)予測結果

図-3.7に下新川海岸の生態系変化予測モデルを示す。出現が予測された生物は魚類46種、動物29種、海藻27種の計102種であった。

(d)予測精度

①予測モデルから見た予測精度

予測モデルから見た予測精度を表-3.11に示す。

表-3.11 予測モデルから見た予測精度

	出現種 / 予測種	予測率
魚 類	9 / 46	19.57 %
動 物	21 / 29	72.41 %
海 藻	18 / 27	66.67 %
合 計	48 / 102	47.06 %

②現地調査結果から見た予測精度

現地調査結果から見た予測精度を表-3.12に示す。

表-3.12 現地調査結果から見た予測精度

	予測種 / 出現種	予測率
魚 類	9 / 11	81.82 %
動 物	21 / 30	70.00 %
海 藻	18 / 22	81.82 %
合 計	48 / 63	76.19 %

③新規加入予測生物予測精度

新規加入予測生物から見た予測精度を表-3.13に示す。

表-3.13 新規加入予測生物から見た予測精度

	予測種 / 出現種	予測率
魚 類	3 / 20	15.00 %
動 物	12 / 18	66.67 %
海 藻	17 / 26	65.38 %
合 計	32 / 64	50.00 %

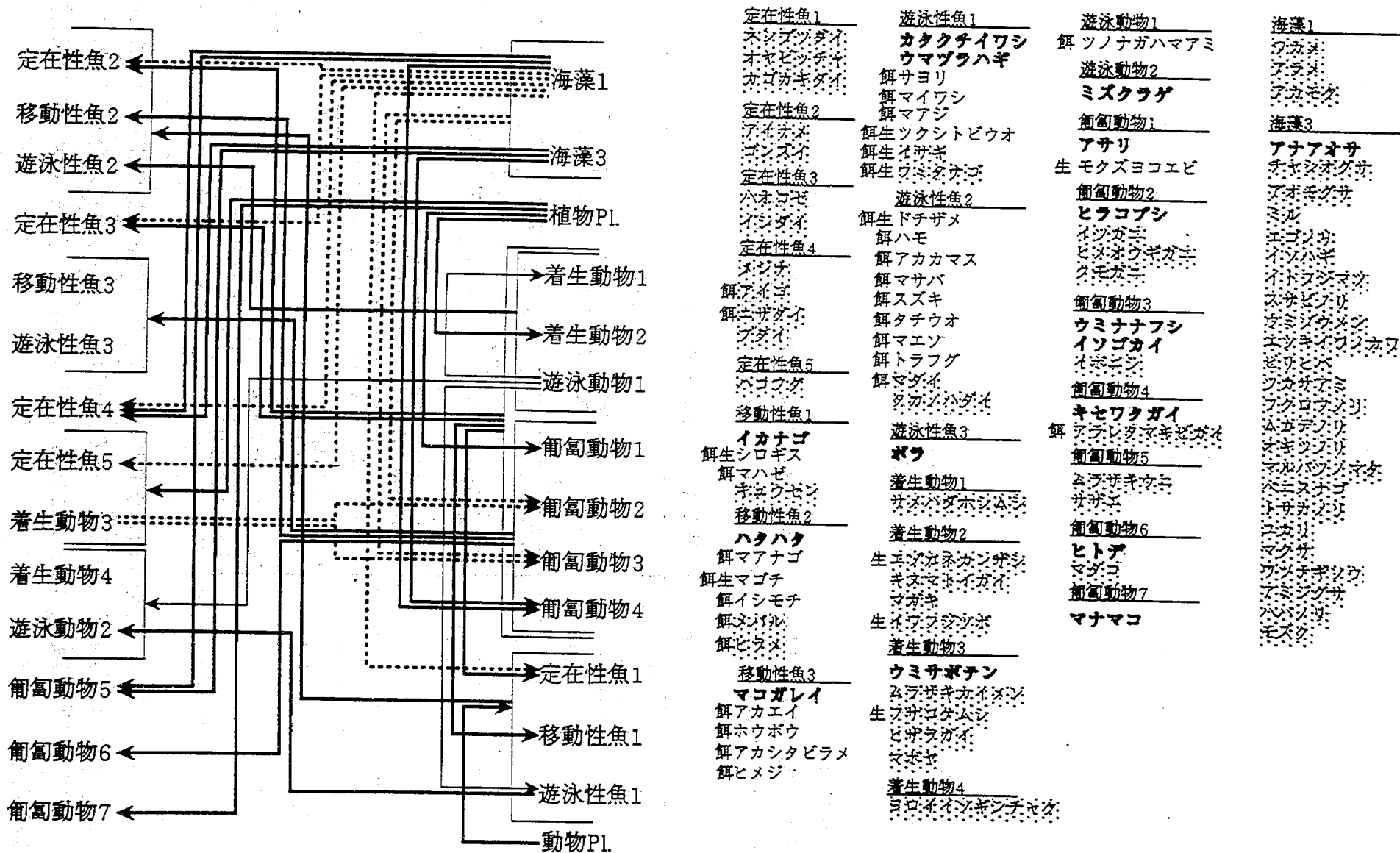


図-3.7 下新川海岸の生態系変化予測モデル

下新川海岸における生態系変化予測モデルにおいて予測漏れとなった生物は魚類で2グループ、動物で9グループ、海藻で4グループであった。動物のうち十腕目、真多歯目、裸鰓目、蛇尾綱の4グループについては出現予測種となる生物であったが、対照地点における生物調査時に出現が確認されなかったために組み合わせ予測モデル作成時に削除された種である。

過剰予測生物は魚類で37グループ、動物で8グループ、海藻で9グループであった。そのうち調査方法によって確認がされなかったと思われる種は魚類で7グループ、動物で5グループであった。また、魚類に関しては調査回数の少なさが出現生物の確認種数に特に影響があったと思われる。

3) 駿河海岸

a) 構造物および周辺環境

駿河海岸は駿河湾西岸部に位置し、東日本太平洋区、砂・砂泥区にあたる。対象とした構造物は新型離岸堤である。対象海岸の位置、調査点及び調査項目などについては2. 7を参照されたい。

(b) 物理要因の変化

生態系変化予測モデルで取り上げている物理要因8項目のうち、駿河海岸に新型離岸堤が設置されたことにより現れる物理要因の変化とその理由を表-3.14に示す。

表-3.14 物理要因の変化とその理由

物理要因	当該海岸での 影響の有無	理由
定位目標の出現	有り	離岸堤という施設が海域内にできたことだけで十分な定位目標となる。
基盤の出現	有り	離岸堤を構築しているコンクリート魁が基盤となる。しかしながら、その基盤は垂直基盤である。
空隙の出現	有り	離岸堤支柱部、コンクリート部が空隙として出現している。
物質の集積	無し	物質が集積するだけの滞留は認められない。
底質の砂泥化	無し	離岸堤岸側において砂泥化しているとはいえない。
海底の洗掘	無し	離岸堤直下は洗掘されているが、周辺部が大きく洗掘されているとはいえない。
海底の安定性	無し	潮流が早いため海底は安定しない。
浅場の形成	無し	浅場が形成されているとはいえない。

表-3.14より駿河海岸での物理要因の変化による影響は①定位目標の出現、②基盤の出現、③空隙の出現の3つが考えられる。よって、駿河海岸における組み合わせ予測モデルは、東日本太平洋区砂・砂泥域の定位目標の出現、基盤の出現、空隙の出現の関連図を組み合わせた物となる。

(c)予測結果

図-3.8に駿河海岸の生態系変化予測モデルを示す。予測生物は魚類38種、動物31種、海藻32種の計101種であった。

(d)予測精度

①予測モデルから見た予測精度

予測モデルから見た予測精度を表-3.15に示す。

表-3.15 予測モデルから見た予測精度

	出現種 / 予測種	予測率
魚 類	24 / 38	63.16 %
動 物	30 / 31	96.77 %
海 藻	15 / 32	43.75 %
合 計	69 / 101	68.32 %

②現地調査結果から見た予測精度

現地調査結果から見た予測精度を表-3.16に示す。

表-3.16 現地調査結果から見た予測精度

	予測種 / 出現種	予測率
魚 類	24 / 34	70.59 %
動 物	30 / 53	56.60 %
海 藻	15 / 20	75.00 %
合 計	69 / 107	64.49 %

③新規加入予測生物予測精度

新規加入予測生物から見た予測精度を表-3.17に示す。

表-3.17 新規加入予測生物から見た予測精度

	予測種 / 出現種	予測率
魚 類	11 / 21	52.38 %
動 物	21 / 22	95.45 %
海 藻	13 / 30	43.33 %
合 計	45 / 73	61.64 %

4) 皆生海岸

(a)構造物および周辺環境

皆生海岸は美保湾弓が浜中央部に位置し、西日本一北陸日本海区、砂・砂泥区にあたる。対象とした構造物は突堤である。対象海岸の位置、調査点及び調査項目などについては2.5を参照されたい。

(b)物理要因の変化

生態系変化予測モデルで取り上げている物理要因8項目のうち、駿河海岸に新型離岸堤が設置されたことにより現れる物理要因の変化とその理由を表-3.18に示す。

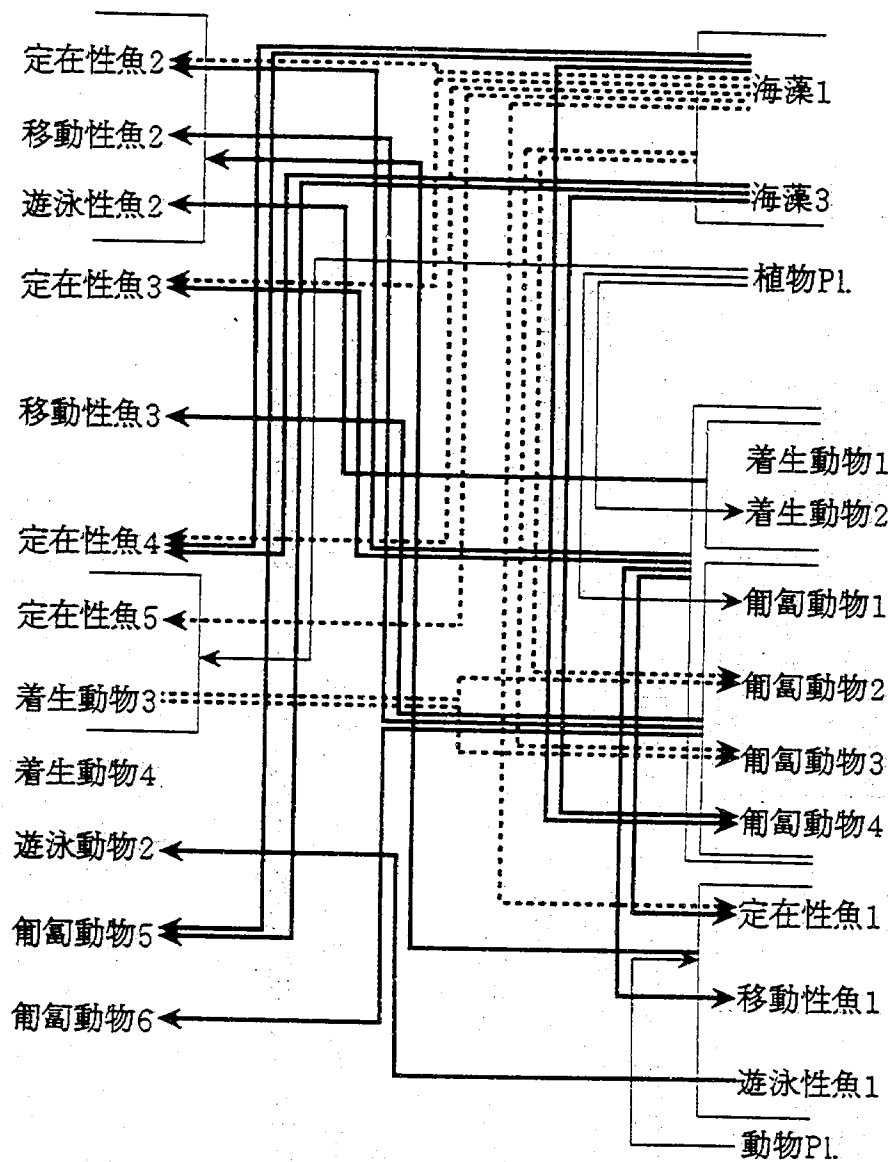
表-3.16 物理要因の変化とその理由

物理影響	当該海岸での 影響の有無	理由
定位目標の出現	有り	突堤という施設が海域内にできたことだけで十分な定位目標となる。
基盤の出現	有り	突堤本体部の PC 杭および突堤の周囲に組まれている消波ブロックが基盤となる。
空隙の出現	有り	突堤の周辺に組まれている消波ブロック間に空隙が出現している。
物質の集積	無し	物質の集積が生じるだけの滞留は認められない。
底質の砂泥化	無し	突堤周辺部において砂泥化しているとはいえない。
海底の洗掘	無し	突堤周辺部が大きく洗掘されているとはいえない。
海底の安定性	有り	突堤裏面において突堤が直接波を塞いでいるため突堤裏面の海底は安定していると思われる。
浅場の形成	無し	浅場が形成されているとはいえない。

表-3.18より皆生海岸での物理要因の変化による影響は①定位目標の出現、②基盤の出現、③空隙の出現、④海底の安定性の4つが考えられる。よって、皆生海岸における生態系変化予測モデルは、西日本一北陸日本海区の定位目標の出現、基盤の出現、空隙の出現、海底の安定性の関連図を組み合わせた物となる。

(c)予測結果

図-3.9に皆生海岸の組み合わせ予測モデルを示す。皆生海岸の突堤周辺に出現すると予測された生物は、魚類43種、動物27種、海藻28種の計98種であった。



定在性魚1 ネシブツダイ オヤビツチヤ カゴカキダイ	遊泳性魚1 カタクチイワシ ウマヅラハギ	遊泳動物2 アオリイカ	海藻1 ウカサ アラネ アカモク
定在性魚2 アイナメ ゴンズイ	餌マアジ 餌生ウミタナゴ 餌生イサキ 餌生ツクシトビウオ	匍匐動物1 アサリ 生モクズヨコエビ	海藻3 アナアオサ チセシボダサ アネモクサ
定在性魚3 ハネゴゼ イシダイ	遊泳性魚2 餌生ドチザメ 餌ハモ	匍匐動物2 ヒメオウギガニ クモガニ ヒラコブシ	ミル エゴノザ イソバギ
定在性魚4 メジナ 餌アイゴ 餌ニザダイ ブダイ	餌アカカマス 餌マサバ 餌スズキ 餌タチウオ 餌マエソ 餌トラフグ 餌マダイ	匍匐動物3 ウミナナフシ イソゴカイ イボニシ	イボナシ スサビナリ ウミウメシ エシキイワナカワ
定在性魚5 バコフグ 移動性魚1 イカナゴ 餌生シロギス 餌マハゼ キヌウセン	餌マアジ 餌生マゴチ 餌イシモチ メバル 餌ヒラメ	匍匐動物4 キセワタガイ 餌アラレタマキビガイ 匍匐動物5 サザエ ムラサキウニ	ヒリセバ シカサアミ アクロフシガ ムカデナリ オキツナリ マルバツノマダ
移動性魚2 ハタハタ 餌マアジ 餌生マゴチ 餌イシモチ メバル 餌ヒラメ	餌マアジ 餌生マゴチ 餌イシモチ メバル 餌ヒラメ	匍匐動物6 ガザミ ヒトア マダコ	ベニスナゴ トサカンリ ユガリ マダコ ワツナギシウ アミシグサ ハバブサ イシモズク モズク
移動性魚3 マコガレイ 餌アカエイ 餌ホウボウ 餌アカシタビラメ 餌ヒメジ	生エンガネカサザン 生ギネマドイカイ マダコ 生イナフシガサ 生ムラサキガイメシ 生スサゴケムシ ヒサカガイ マボヤ ヨウイイシギンチヤク		

図-3.9 皆生海岸における生態系変化予測モデル

(d)予測精度

①予測モデルから見た予測精度

予測モデルから見た予測精度を表-3.19に示す。

表-3.19 予測モデルから見た予測精度

	出現種 / 予測種	予測率
魚 類	14 / 43	32.56 %
動 物	21 / 27	77.78 %
海 藻	17 / 28	60.71 %
合 計	52 / 98	53.06 %

②現地調査結果から見た予測精度

現地調査結果から見た予測精度を表-3.20に示す。

表-3.20 現地調査結果から見た予測精度

	予測種 / 出現種	予測率
魚 類	14 / 17	82.35 %
動 物	21 / 31	67.74 %
海 藻	17 / 20	85.00 %
合 計	52 / 68	76.47 %

③新規加入予測生物予測精度

新規加入予測生物から見た予測精度を表-3.21に示す。

表-3.21 新規加入生物から見た予測精度

	予測種 / 出現種	予測率
魚 類	8 / 20	40.00 %
動 物	15 / 18	83.33 %
海 藻	15 / 27	55.56 %
合 計	16 / 65	58.46 %

皆生海岸における生態系変化予測モデルにおいて予測漏れとなった生物は魚類で3グループ、動物で10グループ、海藻で3グループであった。動物のうち真多歯目、アミ目の2グループについては出現予測種となる生物であったが、対照地点における生物調査時に出現が確認されなかったために組み合わせ予測モデル作成時に削除された種である。海藻のうちハネモ科、コノハノリ科の2グループについては代表とした生物種の生息分布域と異なる生息分布域を有する別種が出現したことにより、予測洩れが生じた。

予測したのに出現しなかった生物は魚類で29グループ、動物で6グループ、海藻で11グ

ループであった。そのうち魚類および動物の一部（十腕目）については調査方法（遊泳する生物に関しての十分な調査が行なわれていない）によって出現の確認がされなかったと思われる種であった。また、海藻のアオモグサ科、カヤモノリ科、コンブ科、ナガマツモ科、ホンダワラ科の4グループについては個別モデル備考欄に垂直基盤では出現しない種となっており、垂直基盤からなる突堤の影響が大きいものと思われる。

5) 高知海岸

a) 構造物および周辺環境

高知海岸は土佐湾中央部に位置し、西日本太平洋海区・砂質域にあたる。対象構造物は離岸堤である。対象海岸の位置、調査点及び調査項目などについては2. 1を参照されたい。

(b) 物理要因の変化

生態系変化予測モデルで取り上げている物理要因8項目のうち、高知海岸に離岸堤が設置されたことにより現れる物理要因の変化とその理由を表-3.22に示す。

表-3.22 物理要因の変化とその理由

物理要因	当該海岸での 影響の有無	理由
定位目標の出現	有り	離岸堤という施設が海域内にできたことだけで十分な定位目標となる。
基盤の出現	有り	離岸堤を構成している消波ブロックが基盤の役割を果たす。
空隙の出現	有り	離岸堤を構成している消波ブロック間に空隙が出現している。
物質の集積	無し	物質の集積が生じるだけの滞留は認められない。
底質の砂泥化	無し	離岸堤後背域においても砂泥化しているとはいえない。
海底の洗掘	無し	離岸堤周辺が大きく洗掘されているとはいえない。
海底の安定性	有り	離岸堤後背域において離岸堤が直接波を塞いでいるため海底は安定していると思われる。
浅場の形成	無し	浅場が形成されているとはいえない。

表-3.22より高知海岸での物理要因の変化による影響は①定位目標の出現、②基盤の出現、③空隙の出現、④海底の安定性の4つが考えられる。よって、高知海岸における生態系変化予測モデルは、西日本太平洋区の定位目標の出現、基盤の出現、空隙の出現、海底の安定性の関連図を組み合わせた物となる。

(c) 予測結果

高知海岸の生態系変化予測モデルはすでに図-3.4に示してある。高知海岸の離岸堤周辺に出現すると予測された生物は魚類44種、動物33種、海藻27種の計104種であった。

(d)予測精度

①予測モデルから見た予測精度

予測モデルから見た予測精度を表-3.23に示す。

表-3.23 予測モデルから見た予測精度

	出現種 / 予測種	予測率
魚 類	24 / 44	54.55 %
動 物	29 / 33	87.88 %
海 藻	15 / 27	55.56 %
合 計	68 / 104	65.38 %

②現地調査結果から見た予測精度

現地調査結果から見た予測精度を表-3.24に示す。

表-3.24 現地調査結果から見た予測精度

	予測種 / 出現種	予測率
魚 類	24 / 33	72.73 %
動 物	29 / 48	60.42 %
海 藻	15 / 27	62.50 %
合 計	68 / 105	64.76 %

③新規加入予測生物予測精度

新規加入予測生物から見た予測精度を表-3.25に示す。

表-3.25 新規加入生物から見た予測精度

	予測種 / 出現種	予測率
魚 類	17 / 24	70.83 %
動 物	20 / 22	90.90 %
海 藻	14 / 26	53.85 %
合 計	51 / 72	70.83 %

高知海岸における生態系変化予測において予測漏れとなった生物は魚類で9グループ、動物で19グループ、海藻で9グループであった。動物のうち真多歯目、テッポウエビ科、ワタリガニ科、海鼠綱、蛇尾綱の5グループについては出現予測種となる生物であったが、対照地点における生物調査時に出現が確認されなかったために組み合わせ予測モデル作成時に削除された種である。海藻のうちハネモ科、コノハノリ科、イソガワラ科、コンブ科の4グ

グループについては代表とした、生物種の生息分布域と異なる生息分布域を有する別種が出現したことにより、予測洩れが生じた。

過剰予測生物は魚類で20グループ、動物で4グループ、海藻で12グループであった。そのうち調査方法によって出現の確認がされなかったと思われる種は魚類で12グループ、動物1グループである。また、過去の調査では出現が確認されていた生物は魚類、動物海藻とも1グループずつ存在している。

今回の予測結果の評価に用いた調査結果は、調査回数や測点の数が少なく、また、調査手法も満足のものではなかった。このため、本来生息している筈の生物が確認できなかったことが考えられる。したがって調査方法を改善する（調査回数、測点の増数、調査手法の高度化）ことにより、予測精度を高める余地が残されていると考えられる。

3. 4 考察

今回提案した生態系変化予測手法を現地海岸へ適用し、現地調査結果と比較し予測精度について検討した。予測精度を全生物種を対象とし、5海岸の合計値で見た場合、予測モデルから見た精度は56.4%、出現種から見た精度は69.8%、新規加入種の予測精度は59.0%となっている。

まず、予測モデルから見た予測精度について考察する。動物に関しては、70%以上の高予測精度（最高96.77%）が記録された。しかしながら魚類に関しては10%台の精度となった海岸（下新川海岸）もあり、平均で44.5%とあまり満足のいかない結果であった。予測精度が低い地点は出現種が少ない海岸であり、遊泳能力の高い種や砂中に身を潜める種などは確認することが難しく、調査方法を改善すれば、精度は向上する可能性を含んでいると考えられる。なお、海藻に関しては、他の一般の海域に比べ、その海岸のもつ生息環境のポテンシャル（水質などの条件）が低かったため、予測したのに出現しなかったのではないかと推察される。すなわち、自然海岸の調査結果より推定される対象海岸のもつ生息環境のポテンシャルを過大見積もりしたためであると推測される。

予測したのに出現しなかった種類のうち、出現しなかった（確認できなかった）原因が不明な種類がみられた。このうち、2回以上（2海岸以上）で原因不明であったのが、魚類で14種、動物で1種、海藻で13種存在した。とくに、海藻に関しては3海岸以上で原因不明であった種が7種存在していた。出現しなかった原因が不明な種を減らすためには、個々の生物に対してより詳しい生態学的知見が必要であると考えられる。つまり予測精度の向上には、より高度な生態系データベースが必要とされる。

また、現地調査結果から見た予測手法の精度に関しては、出現種から見た予測精度は全出現生物を対象とすると約70%の予測精度、動物に関しては約65%となり、十分満足の行く精度が得られた。予測漏れが生じた理由は、その予測できなかった生物のほとんどが、対象生物種に取り上げられていなかったためである。また、生態系変化予測モデル作成時に、対照地点（自然海岸）の現地調査結果を考慮して、予測種からはずした種もあるが、これらの種については対照地点の調査をより高精度に行なうことによって解消されるものと考えられる。

最後に新規加入種の予測精度について考察する。予測精度は全生物種で5地点の平均が

59.01%と、先に考察した予測モデルから見た精度や現地調査結果から見た予測精度に比べ低い精度となった。特に魚類を対象とした場合には下新川、吉田浜の2海岸で10%台の低精度であった。

この予測精度が低かった要因は、予測モデルから見た予測に関しての項で述べたように、調査方法によるところが大きい。予測モデルの精度を向上させるための調査方法は如何に生物を確認するかが焦点となる。つまり、今回開発したモデルの性質上、定量性より定性性が重視されるため、生物をもれなく確認する調査手法が望まれる。確認精度をあげるためには、①種々の方法で調査する、②調査回数を増やすの2点が重要となる。

予測モデルは、海域・底質・物理要因の3点が支配要因となっているが、3点とも優良な条件であるという前提において成立している。このことから、予測精度が低いことは、海域・底質のポテンシャルおよび、物理要因の変化の影響が低いことの裏付けであると考えることができる。予測モデル作成の際に、自然海岸の関連図で出現すると推定された生物と、自然海岸において現地調査した結果出現した生物を比較し、予測生物種の取捨を行った（海岸のポテンシャルを見積もった）ことから、特に物理要因の変化の影響の大小は予測精度を大きく左右することがわかる。

今後の課題としては、物理要因の変化の影響の大小を以量的に判断し、出現の予測に反映させることが挙げられる。

参考文献

宇多高明・小俣篤(1992)：離岸堤設置に伴う生態系変化予測手法に関する調査報告書・離岸堤周辺の生態変化予測マニュアル，土木研究所資料第3106号,149p.

海岸保全と生態系に関する研究(1993)：第47回建設省技術研究会河川部門指定課題論文集，75p.

海岸保全と生態系に関する研究(1994)：第48回建設省技術研究会河川部門指定課題論文集，20p.

第4章 おわりに

本報告書は、平成4年度から6年度にかけて建設省技術研究会指定課題「海岸保全と生態系に関する調査」で行った調査・研究を、部分的に取りまとめたものである。

1. まえがきでは、建設省技術研究会指定課題「海岸保全と生態系に関する調査」の調査・研究の背景、目的およびその流れについて述べた。

2. 海岸保全施設の設置が生態系におよぼす効果・影響では、3年間の生態系調査結果をもとに、6形式の構造物とサンゴ礁海岸において海岸保全施設の設置が周辺生態系に与える定性的な効果・影響について検討した。

その結果、構造物が設置されることによりある特定の物理要因が変化し、それが構造物周辺の生態系に影響を及ぼすことがわかった。また、自然の砂浜海岸に、離岸堤、人工リーフ、突堤、新型離岸堤が設置されると、その周辺にはそれまで存在しなかった岩礁性の生態系が創出され、種類数、生物密度はそれまでのものに比較してかなり増大することがわかった。この知見は今後、現在までに失われてきた生態系をもとの豊かな生態系に戻すため、あるいは新たに創出するために参考になるであろう。

3. 海岸保全施設設置による生態系変化予測手法では、2. で明らかとなった構造物設置が周辺環境に及ぼす物理要因に着目し、それを用いた海岸保全施設設置による生態系変化予測手法を開発した。

今回開発した生態系変化予測手法は、あくまで定性的な変化を予測するものである。今後、定量的な評価予測手法の拡張や生態系のバロメーターとなる指標生物の特定により、海岸保全事業へのミティゲーションの導入の際に必要とされるであろう施設設置後の生態系の将来像を把握する有効な手段となるであろう。

本報告書では上記の海岸保全施設の設置が生態系におよぼす効果・影響と海岸保全施設設置による生態系変化予測手法を中心にまとめた。ところで、「海岸保全と生態系に関する調査」では、上記以外の生態系調査マニュアルの作成を行った。このマニュアルを用いた生態系調査が全国で統一した形で行われることにより、より高いレベルでの生態系への影響の把握や、生態系と協調した海岸保全事業に役立つことが期待される。また、近年注目されているミティゲーションの概念と、海岸保全事業への導入の可能性についても検討を行った。参考として、付録1に建設省技術研究会発表会の際に海岸保全事業へのミティゲーションの導入に関して討議された内容を掲載した。

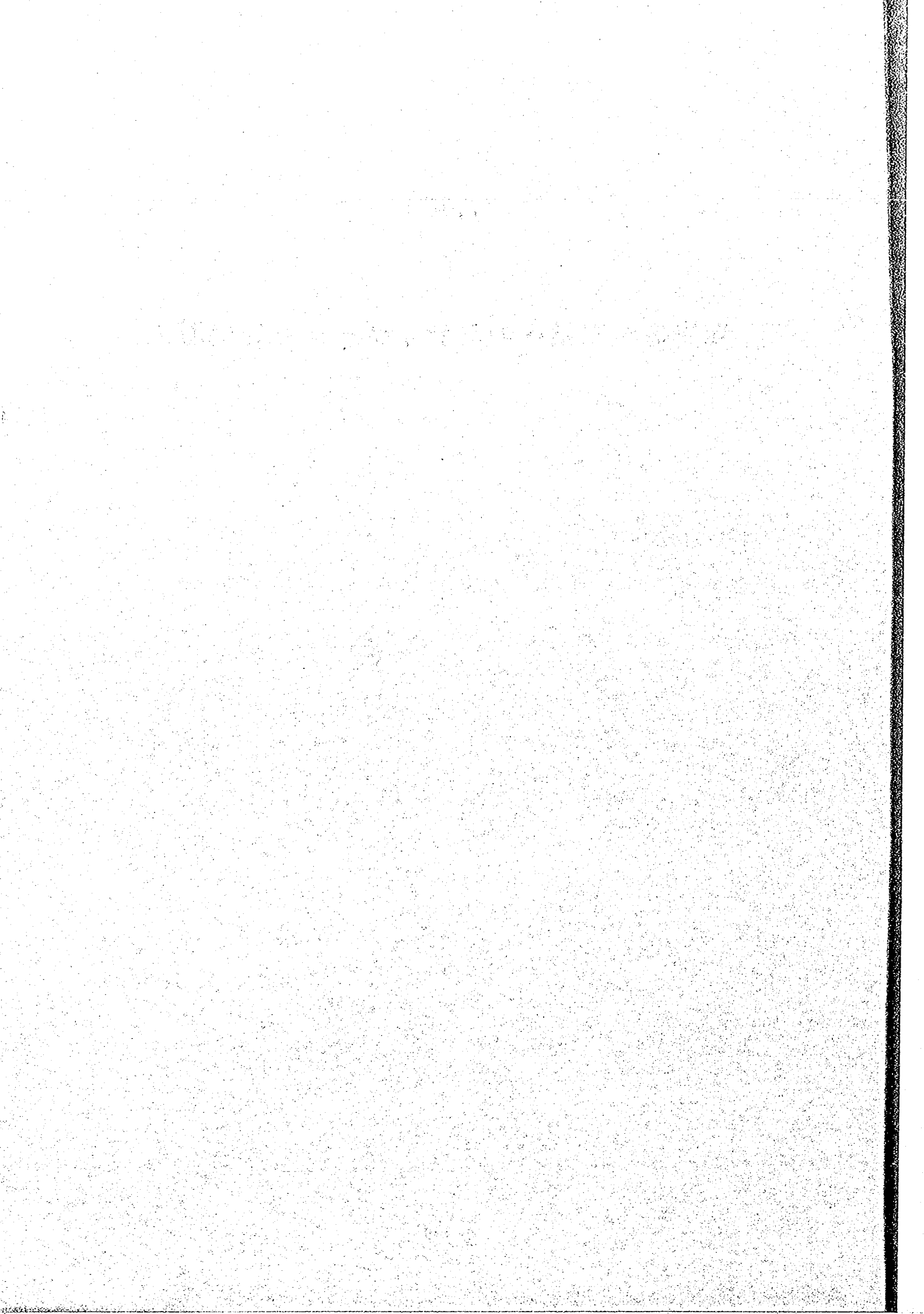
本研究では生態系の保全を考慮した海岸事業のあり方を考えていく方法を提案した。今後、全国の海岸で本研究を前例として調査が進むことにより、生態系を考慮し、ミティゲーションを導入した海岸事業の考え方が確立されていくことが期待される。

謝意

最後に、本報告書をまとめるにあたり、建設省海岸課ならびに各地方建設局の建設省技術研究会指定課題「海岸保全と生態系に関する研究」担当の方々には、多大なるご尽力を頂いた。ここに感謝の意を表する。

付録1

海岸保全事業へのミティゲーションの導入



付録1 海岸保全事業へのミティゲーションの導入

本章は平成6年12月1日に行われた、第48回建設省技術研究会発表会指定課題「海岸保全と生態系に関する調査」の発表において、海岸保全事業へのミティゲーションの導入に関して討議された内容を収録したものを、とりまとめたものである。

討議参加者

建設省河川局海岸課 課長補佐	金澤 功
北陸地方建設局河川部河川計画課河川環境係長	羽根田 守人
中部地方建設局河川部河川計画課計画第三係長	小林 敬司
中部地方建設局中部技術事務所所長	相原 正之
近畿地方建設局河川部河川計画課計画第一係長	橋本 紀一
中国地方建設局河川部河川計画課計画第一係	西 博之
土木研究所河川部海岸研究室長	田中 茂信
大分県土木建設部課長補佐	甲斐 徹
(財)リバーフロント整備センター所長	小池 達夫

以下に討議された内容を示す。

田中室長（土木研究所）

ミティゲーションという言葉が最近あちこちで聞かれるようになっておりますので、ミティゲーションというものはどういうものかということと、今、他の国ではどういうふうになっているのかということをお池所長の方から最初にお話をいただいて、その話とこれまでやってきた生態系に与える影響の調査報告とか予測手法の話とか、そういうものを頭の中で結びつけていただいて、今後の海岸事業のあり方についてというのを皆さんで議論していただければと思います。ですからまずちょっと頭をミティゲーションに切り替えていただいて話を聞いていただければと思います。小池所長、よろしくお願いします。

小池所長（リバーフロント整備センター）

まずミティゲーションという言葉ですが、辞書を引いてみますと、mitigateの名詞形でして、苦痛・苦しみなどを和らげる、軽減、緩和という意味です。冒頭に藤兼さんからお話がありましたように、今年1月に建設省から発表された環境政策大綱にもミティゲーションという言葉が三回出てまいりました。いずれも環境への影響を軽減する、解消するという意味で使われております。ただ、海岸の方でミティゲーションといいますと、やはりアメリカのカリフォルニア州で中心に行われております、開発行為に伴うミティゲーションという意味合いが非常に強くなっております。海岸で特にミティゲーションといいますと、どうしても開発行為に伴う影響の軽減緩和、あるいは最小限化とか代償とかいう意味合いを帯びてくるわけですが、もともとアメリカの方では海岸保全事業といった、国土を保全するため

の、いわゆる公共事業はミティゲーションの対象にしておりません。

最初に話がありましたように、平成3年4年に沿岸域管理懇談会というのを開きましてこれからの沿岸域管理のあるべき姿というのをいろいろ学識経験者に集まって議論していただいた中に、ミティゲーション概念の日本への導入といいますか、いわば日本型ミティゲーションの定義づけといいますか、どういう風に導入すればよろしいかということについて勉強なさいという提言がございました。平成5年の終わり頃から、今もやっているところですが、日本型ミティゲーションと僕らは言っているわけですが、建設省の仕事ですから、海岸保全施設をつくっていくときにどういう風にミティゲーションの概念を構築すればいいかという観点で議論を進めてまいりました。

もともとアメリカの方のミティゲーションは、何度も言いますが、開発行為に伴うミティゲーションですから、開発利益が生ずるわけです。開発利益は環境を悪化することによって生ずる開発利益です。ただミティゲーションというのは、その環境への悪化をゼロに近づけるために、その開発利益を社会へ還元するという意味あいを持っているわけですね。そういう意味でちょっと言葉が汚れていると言いますか、一方に聘しているという印象が非常に拭えないわけです。その時に海岸保全施設を構築すべき時にどういう風に考えて、ミティゲーションという言葉を考えとらまえて事業を展開していけばいいかという議論を1年半ぐらいにわたってしてきたわけです。

結論を言いますと、海岸保全に関わるミティゲーション概念の定義、非常に堅苦しい話になりますが、簡単に言いますと、海岸保全施設におけるミティゲーション概念の定義というのは、ここでは沿岸域の環境ということになりますが、環境を質量ともに維持増大させていくために場の状況に応じた成立要因を積極的に保全創出していく一連の実行手段というふうに考えております。今までのミティゲーションとか環境アセスメントというのは、環境に対して悪いことをしている、悪いことをした分をゼロに近づける、ゼロにするという意味あいではありますが、海岸保全施設というのは別に国土保全、侵食を防ぐために主としてやっているわけでありまして、それによる開発利益というのはないわけですね。

また先程もお話がありましたように、離岸堤とか突堤とか、そういうものを作りますと、生態系はある意味では豊かになる。そういうことでも必ずしもマイナスばかりではないんじゃないか。プラスの面もあるんじゃないかということで、環境を質量ともに維持増大させていくプラスαが必ずあるんじゃないか。

それからもう一つ重要な言葉が場の状況に応じたという言葉です。先程も何度も話に出ておりますが、これから面的防御をやって、人工リーフとか離岸堤とかを作っていきますと、今まで砂浜であったやつが岩礁性を帯びてくる、生態系の豊かさばかりを追い求めていきますと、結局今は砂浜はわりと生態系は貧弱ですから、砂浜から岩礁性の海岸、磯浜へ、磯浜だったとしても生態系は豊かにしようと思うと、干潟の方へもっていく。生態系の豊かさばかり求めていきますと、砂浜から磯浜から干潟へと、まあ物理的にできるかどうかは別にしまして、概念的には砂浜から磯浜から、最終的には干潟までもっていくことになります。そうしたことが本当のミティゲーションになるのかという議論になりまして、場の状況に応じたという言葉をつけたわけです。

といいますのは、元来、砂浜のところに海岸保全施設をつくる場合、あくまでも砂浜らしさを失ってはまずいんじゃないか、磯浜なら磯浜らしさを失ってはまずいんじゃないか、そのらしさをやはり原則的には追求していかないとまずいんじゃないかというのが現在までの結論です。

ですから砂浜なら砂浜らしい生態系が営まれているはずですし、生態系を変えるというのは、多様性を求めていきますと、砂浜らしさを失うわけですね。砂浜で生息しない生物までが増えてくる。生態系の豊かさから見ると、確かにプラスなんですけど、これも非常に難しいところなんですけど、生態系の豊かさばかり求めていくと、建設省はこれからミティゲーションを一生懸命やっていくと、何か画一化していくといいますか、同じような海岸ばかり求めていくようになる恐れがあるということで、今のところ場の状況に応じた、磯浜なら磯浜らしいというのを追求して、そのらしさというのはそこに生息している生物が恒常的にかつ安定的に維持しえる空間をつくるというのが現在までの結論です。

考えてみますと、今まで海岸保全施設をたくさんつくってきたわけですが、たしかに沿岸域の生態系を保持するために、少しはこういう工夫をしようなんていうことを考えてやった事例はあまりないと思うんです。ただ結果的に今日ご報告がありましたようにいろんなものをつくりましますと、生態系はたしかに豊かになっておりますが、それはあくまでも反射的利益、あるいは不利益もあるかも知れませんが、あくまでも反射的なものです。意として求めたものではない。結果的にそうなったというだけです。これからはそれを意図的に生態系の豊かさといいますか、質量ともに維持創出していくということを意図的にやろうということですよ。

ただ海岸保全施設というのはあくまでも防災が一番の目的ですし、また景観の問題もあります。それから浸水性の問題もあります。ものをつくる以上は生態系の豊かさだけを求めて決してつくれるものではないわけでありまして、ただ今まで欠けておりました生態系の保全という観点からも考えて、海岸保全施設をつくる時に一つの重要な要素としてミティゲーション、生態系の保全という観点も一つ加えてつくろうというのが海岸保全施設を構築していく時のミティゲーションであろうと私は思っております。

田中室長

それでは議論に入るまでに、今の小池所長のお話の中でわからなかったとか、この辺をもうちょっと話してほしいというのがありましたら、お聞きしたいと思いますが、よろしいでしょうか。それでは日本型ミティゲーションの考え方みたいなものを紹介していただきました。生態系のこともある程度わかってきたという段階で、今後の海岸事業のあり方についていろんな観点からのご意見をいただければと思います。これはパネラーからでも結構ですし、会場の方からでも結構です。質問でも意見でも何でもいいですから活発に参加していただければと思います。

橋本係長（近畿地建河川計画課）

近畿の東播海岸では、昭和54年ぐらいからだったと思いますが、砂による養浜工事をや

りまして、61年から、最近になりますと平成5年の間に六回ほど海カメが砂浜に帰って来て卵を産んでいます。それはまさに結果的にはミティゲーションということになっていると思うんですが、ただその砂浜への施工をするにあたりまして、粘土質の海底だったので、ちょっとヘドロみたいなものがたまっているようなところだったのですが、それを埋めることによってその辺に生息している底生生物といいますか、生物がやっぱり生息場所をなくすわけですね。そうすると何らかの生態系に影響を及ぼすんじゃないだろうか。

あるいはちょっと例が良くないかもしれないですが、東播みたいに侵食の激しいところになりますと、砂浜だったんですが、今は崖つぶちみたいになっていいところがあって、それはそれなりに景色からいえば良くなっているかわからないんですが、そういうところで砂浜が復活するというようなことになると、その辺の判断基準が非常に難しいんじゃないか、ミティゲーションの考え方が非常に難しいんじゃないかと思うんですが、その辺ちょっと教えていただければ幸いです。

小池所長

個人的な考えでよろしければ私がお答えします。たしかにその現場だけでその収支を考えると難しいと思うんですね。ですからいずれにしても面的、たとえば海岸保全施設等をつくって面的防御をやりますと、必ず生態系というのは変わると言うんです。これはどうしようもないですね。ですからおそらくこれはできるかどうかわかりませんが、トータルの収支としてとらまえないと現場も困るんじゃないかと思うんです。トータルというのは日本の海岸全域を対象にした収支決算なんていうのはとてもできる話ではありませんが、たとえば東播海岸なら東播海岸が何キロかあるはずでして、そのお宅の管轄している区域の中で、その場で復元するというのは無理ですからね、その管轄の中でトータルが収支よりもプラスαになるようなことを考えることですね。

もうちょっと先程の土研のところでは海区を九つに分けておりましたが、その海区ごとのトータルとか、そういうふうになんか幅をもってトータルを考えないと、自分で自分の首を絞めることになるんじゃないかと思うんですね。もうちょっと視野を広げないと何もできないでしょう。その場だけみんなうまくやろうというのは……

橋本係長

たしかにおっしゃる通りなんですが、東播の26キロなら26キロ、直轄というと14キロぐらいありますが、それを見ながらというのはやっぱり非常に難しいものがありまして。

小池所長

でもいずれそういう議論もしないと、どこかで話が途切れてしまうと思うんです。委員会で議論していたときも、やはりトータルの収支をどういうふうにとらまえるか、沿岸域の環境としての、あるいは量の、これはやっぱり収支をどこかで誰かが計算しないとダメなんじゃないですかね。これは難しいですよ。言うのは簡単ですけど。

橋本係長

わかりました。どうもありがとうございました。

相原（中部技術事務所）

今回、話題になっております海岸保全事業のミティゲーションというものについては、ミティゲーションという概念自体が保全事業というものの考え方としては合わないんだということで、今教えていただいたんですが、海岸全体を考えた場合、たとえば私どもの地区では原子力発電所が海岸のところにできるとか、それから港湾の整備というのは大分進んでいるのでアレかも知れませんが、そういう中で海岸保全事業というものと、そういう海岸を利用した開発事業、そういうものの相対的な中でのミティゲーションというのは、今後、建設省の施策の中で総合的にそういうふうなことを考えていくべきではないのかなと、そんな気もするんですが、そういう意味で海岸ごとの所管があるとかというのはいろいろ新聞とかテレビとかでも話題になっているんですが、やはり技術的にそういうものを海岸全体として保全していくんだというか、補償していくんだというか、そういう考えは必要なような気もいたしますが、いかがでしょうか。

金沢補佐

行政上の問題と技術的な問題、これは非常に難しいところなんですけど、まず技術があって行政と、こういうふうにもっていきたい訳なんですけど、その件に関しましては、たしかにミティゲーションについては建設省、海岸に関係する省庁、今までずっと勉強してきております。その中で今後、今年から国土庁がイニシアチブをとりながら海岸に関係する省庁、まあ海岸4省庁と、こういっているわけですが、そちらとの連携をとりながら、この海岸事業に関するミティゲーション、これについて研究をしていくことに今なっております。行政上からそのような状態です。

小池所長

ただ非常に個人的な意見なんですけど、国土庁で5省庁集まって、それぞれにミティゲーションの検討をこれから始めるわけですが、たとえば水産庁でしたら、水産庁のミティゲーションというのはおそらく有用魚類をいかに増やすかというのが目的になるであまりしょうか。まあこれは私の勘違いかも知れませんが、運輸省でしたら、いかに快適な港をつくるかというのがミティゲーションの対象になると思います。その時に建設省だけじゃないですかね、環境を客観的に保全しようという立場に立てるのは。何も色眼鏡を持たずに……。そういう意味では建設省の海岸の仕事というのは非常に大事な仕事になると思いますね。色眼鏡で見ないで環境を見れるというのは……。これは私の個人的な意見ですが、そういう感じがするんですが。

田中室長

今の議論の技術的な話のところは、その場その場で違った対応になると思うので、なかなか

かここでは言えないと思いますが、先程、小池所長の方からあった、場に応じた対応というのが技術的なところのフォローをしてくれるんじゃないかなというふうに私は思います。それでは今の質問はそれで終えさせていただいて、その他に何かございませんか。

甲斐（大分県）

感想のようなものですが、先程の小池所長のご発言には大変関心を持ちました。環境庁が自然環境保全基礎調査をやっている中で、干潟藻場調査というのを何年おきかにやっていて、たしか2～3年前に何回目かの調査の結果が報道されましたが、確実にやっぱり干潟藻場というのが日本から失われているのはたしかですね。たしかに新産都市開発とか、そういう工業化、埋め立て、造成とかいうことで、そういうものが戦後日本から消えていっているのはたしかなことだと思いますので、先程の話では、生態系至上主義になっちゃうと、やっぱりどこでも干潟という話になっちゃうじゃないかという話があって、それはたしかにその通りだと思いますが、大きな考え方としては、人間の手でそれだけのものを失ったのであれば、これからは人間の手でそういうものを復元していくんだという考え方はあっていいんじゃないかな。それをどこがどういうデザインをするかは、まあ私は国土庁か何か、そういうところかなというふうに思うんですが、先程おっしゃった省庁の利害を超えたところで、そういう計画をどこかがやっぱりたてて、そういうことをやるべきではないかなというふうに思います。

田中室長

思われた通りのことが進みつつありますので、期待しておいて下さい。その他、ございませんか。

西（中国地建河川計画課）

先程の小池所長の話で、生態系の収支を考えるという話がありましたが、やっぱりそういう収支という観点でとらえる場合に、やはりその事前事後の調査というのはかなり重要になってくると思うんですが、またその中でも、たとえばある食物連鎖で同じ位置に位置する生物の中でも、たとえば川でいえばコイとかフナとか、ある程度水質の汚いところを好む生物とか、環境的に見たら、その種類によってはそれが出てきたことによって悪くなってきたことを示すような場合も出てくると思うんですが、そういうのをどういうふうにとらえていけばいいのかなと思っているんですが。

田中室長

私の意見ですが、先程小池所長の話の中に、もう一つの話で、砂浜らしさとか、磯浜らしさとか、そのらしさという言葉の通りにやっていけば、それが一つの方法になり得るんじゃないかという話がありましたが、環境がどんどん変わっていく中で、昔はこうだったのが今はこうなっている、今こうなっているところに、たとえばコイやフナとかがいて非常にいいじゃないかというふうに思われる人が何人かいても、別の人には全然そう思っていないくて、

やっぱり昔の方がいいと思っている人もいます。そういうところでどうするかという話だと思うんですね。いつの時点の環境に対して我々は目を向けるかということだと思うんですね。だからそれは関係者の声によってどちらかを選ぶことができるんじゃないかと私は思います。

いずれになっても私たちが河川局で行っているような事業というのは、ある開発行為のためにやるという性格よりは、自然の猛威が人間にとって非常に都合が悪いから、だからそれをちょっとでも和らげてあげようということで始めているわけですね。その結果として予期しないところに変なものが出てきているものはあるわけですが、それは今後整理しなければいけないわけですが、そういうようなことですから、地元の人たちの意見を吸い上げた上で、どういう時点の環境を取り戻したいのかということ考えていけばいいんじゃないかなと、私は思います。

羽根田係長（北陸地建河川計画課）

アメリカ型のミティゲーションのように開発行為が対象にあれば、当然その開発する事業の採算性から、当初の限度額というようなものが出ようかと思うんですが、日本型のように公共事業の場合に投資できる限度額的な考えがあるのかどうか、その基本的な方向性みたいなものをちょっとお教えいただければと思うんですが。

田中室長

その辺はまた難しい話ですね。多分いろんな意見が出て来るんじゃないかと思うので、小池所長からちょっとお願いします。

小池所長

おそらくアメリカ型のミティゲーションでどこまでやらせるかというのは、実績を調べてみますと、これは結果論ですが、トータルの事業費に対して4%～6%ぐらい、まあ物によって違うでしょうが、開発利益が大きければ大きいほど、また環境に対する悪影響が大きければ大きいほど、デカクなるのは当然なんですけど、おそらくミティゲーションをやって、このミティゲーションにかかる費用の方が大きければ、そのプロジェクトはできないということになるでしょうね。

ただ海岸保全施設でどこまでできるかというのは、おそらく環境への国民の関心度、理解度、いわば合意形成が必要なんで、いずれにしても今まで5～6億で離岸堤が一基できたのが、ミティゲーションを考えたために、これが7～8億もあるわけですね。だからそんなに金をかけてまで生態系の保全が必要かどうかというのは、これは税金を使ってやっているわけですから、まさに国民の合意、皆さんの合意がないとできないと思いますね。

考えてみると、私は多自然型川づくりと一生懸命いろんなことをやっていますが、あれも別に限度額を考えてやってるわけじゃあないですね。常識の範囲と言えば常識の範囲で、逆にいいますと、考えてみますと、おそらく各現場現場で工夫をこらしながらミティゲーションらしきものをやっていく、どうもその実績が決めるんじゃないかと思うんですね。初めか

ら理論を構築して、ここまでは絶対投資できるなんて、その理屈を構成するだけでも大変な話なんですね。環境を良くしたという、その評価はしないといけない。

まずさっき生態系の予測のモデルがございましたが、いずれにしても何をやればどれだけ良くなるというのを正確に評価して、それが皆さんに良く判ってもらえないと、何もできなくなりますね。その評価自体が非常に難しいんです。だからこれは絶対良くなるということを信じ込んで、事業費の2～3割ぐらいで少しやってみてという話じゃないですかね。その実績の積み上げが、うまくいけばいくらでも使えるわけですから、うまくやればやるほど皆さん、国民の合意が得られてできるということになるので、むしろ現場の努力に待つところが、僕は逆に大きいんじゃないかと、まあ第三者だからこんな気楽なことを言うんですけどね。どうもそんな気がするんですね。

田中室長

多分いろんな意見が出てくると思いますから、ちょっと値段の高い離岸堤をやっている中部地建からご意見をいただきたいと思います。

小林係長（中部地建河川計画課）

先程、小池所長が多自然型川づくりの件でおっしゃられたと思うんですが、そういう中でやはりいろいろ意見を交換しますと、そこまでやるのかと、たとえばちょっと川の話で恐縮なんですが、川にヤナギがある。例えば十年たった大きなヤナギでも伐っちゃう。それを少しでも早く自然に戻すために、ヤナギは伐らずに、例えば高いクレーンとか大きな機械を使って、高い工費を使ってやってそれが自然に2～3年で戻ってしまう。それが本当にやりすぎだという意見もあれば、いや、それは伐ったって十年たったら戻ってくるじゃないか、今はその時間的スパンというか、みんな見方が違うと思うんです。

そこでそういう価値観みたいなものも皆さん違うから、そういう意見になると思うんですが、それともう一つ、ウミガメの話が先程出されたかと思うんですが、私はこれはウミガメの先生に聞いた話なんですが、多の国ではウミガメを食べる種族もあるわけですね。それから卵を食べる人もいます。それと片やウミガメを一生懸命守らなければいけないと言っておって、片やウミガメを食べている、そういう何のためにやっているかなというところもあると思うんです。

たとえば長良川でも問題になっていますが、サツキマスですが、そういうものでもサツキマスは例のレッドデータブックでは貴重種に載っていますが、あれは片や漁業では一生懸命にとって、それを高い値で売って、みんな食べているわけですね。じゃああれは何で漁業で禁止種目にしないんだという意見もございますね。

そこらへんがあって、それこそちょっとそういう価値観みたいなところとそういう民族性みたいなものがみんなあると思って、そこらへんを何か一つにしちゃうと、それこそ何か訳が判らなくなってしまうということで、先程言われたように場に応じたという小池所長の言葉が全てを表しているんじゃないかという気がするんです。

というのはやはり相対的にものを一つ見ると、その場に応じたところで、そこで本当にウミガメはどうしてもここにのぼらせなきゃいけないところだというようなふうにとらえたら、やはりそれに応じた対策をする。

それで中部では新型離岸堤はたしかに20億ばかりかけてやっております。一基20億という莫大な金になっておるんですが、それがじゃあ今後どうなっていくかということになると、今思っているのは、今実は新型離岸堤の裏というか、岸側、先程も航空写真でお見せしましたが、ちょうど汀線維持のために消波工が、ずっとブロックが置いてありまして、結局汀線から水辺への間が、人間もそうだし、それから動物に対してもやはり遮断されている。だから今はそういう新型離岸堤をやったことによって、そういう前にブロックの前にも汀線が前に維持できるということで、そのブロックが次はとれるんじゃないかというようなことも考えております。そうすれば人間も得だし、そういう生物にも何か新しい役割、生産性というかそういう生態系が生まれてくるのではないかと考えておまして、それはやはり未来に向けて、どこで評価するかわかりませんが、結論は出ませんが、そういうものが残していける、またそういう価値があると思っているんですが。以上です。

金沢補佐

今その新型離岸堤の話が出まして、一基20億とか、とんでもないというか、おそろしい数字が出てきたわけですが、事実メートル2,000万円×100mで20億になってしまうわけです。ですけれども先程から話に出てきております、場に応じた工法ということでご理解いただけたらと思います。全国どこでもそれをやろうということを考えているわけではございません。日本で一番急峻な駿河海岸のその場所で、この工法でなければいくらやっても砂上の楼閣で、ブロックをいくら放り込んでも効果がない、そういうことでその場に応じた工法をしているわけですから、必要な投資はそれなりにしなければならないと、こういうふうに思っております。

それと先程工事をするためにヤナギの木を伐ってしまう、松の木を伐ってしまうという、こんなような話も出てきているわけですが、これらについては工事を安くあげるためにまわりの環境を破壊していいという議論にはならないわけで、やっぱりその辺も何でも壊してしまっただけという話ではなくて、生きている生物に優しくという話がこれからの海岸事業におけるミティゲーションの考え方が確立された上での工法になっていくのではないかとこのように考えます。

それならば本省行政上からいくらでも好きな金を出すかということ、これはたしかに問題があるわけですので、その辺をミティゲーションの思想の確率の上で、今後いろんな事業を進めていきたいと思っております。こういうふうに考えますが、そう言ってしまうと私が最後に言う何かまとめになってしまっただけのような感じがしますが、これが皆さんのご協力を得てよりよい海岸事業を推進していきたいということで、何かまとめになってしまったようなかんじになります。

田中室長

どうもありがとうございました。まだまだ議論が足りなくて、今後の問題などももうちょっとディスカッションの中で取り上げたかったんですが、もう時間がきてしまいましたので、この辺にしたいと思います。私が今考えているところをちょっとお話ししますと、海岸侵食というのは今非常に激しいわけですが、それがなぜ起こっているのかというのはいろんな意見があります。特にマスコミとかその辺では河川の流域を好き勝手にいじっているからこんなことになっているんだとか、ダムや砂防ダムが悪いんじゃないかとか、そういうようないろんな話が出てきてますけれども、まあ私が考えるに、原因を特定することができない原因で起こっている海岸侵食だとすれば、これはやっぱり国のお金でそれは直していけばいいんじゃないかなというふうに思っていて、砂浜らしさというのが、砂がそこにたくさんあって、後ろに松があつてというような形であるならば、海岸侵食対策を行って、元の砂浜に戻すという、要するに昔の浜のイメージに戻す対策、それも海岸保全の一つのミティゲーションかなというふうに思っています。

あまりいいまとめではないとは思いますが、今一番大きな問題が海岸事業の中で侵食ですが、ミティゲーションという言葉の中からも対象として考えているというふうに私は最近思うようになりました。小池所長のところでやっているミティゲーションの委員会の中ではいろんな意見が出ておりますが、その中で何となくそういうふうに位置づけられるなという気がしております。

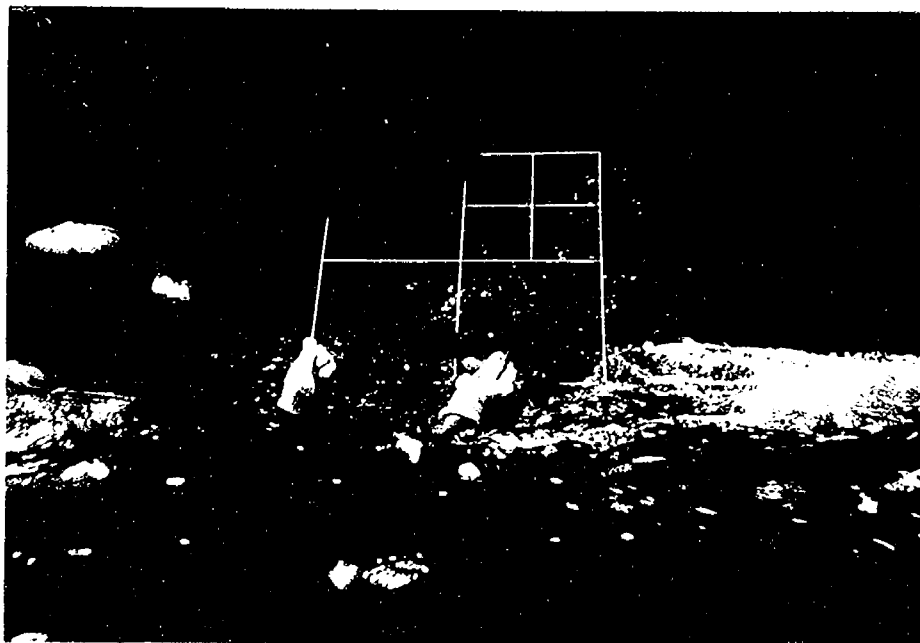
付録2

海岸生態系調査事例写真集

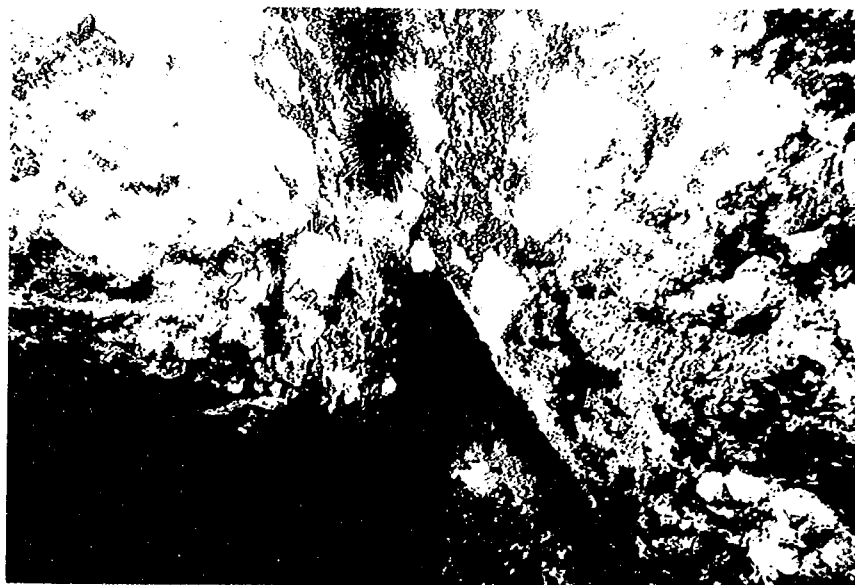
付録2 海岸生態系調査事例写真集

ここでは、平成4年から6年にかけて行われた生態系調査において事例となる写真を掲載した。

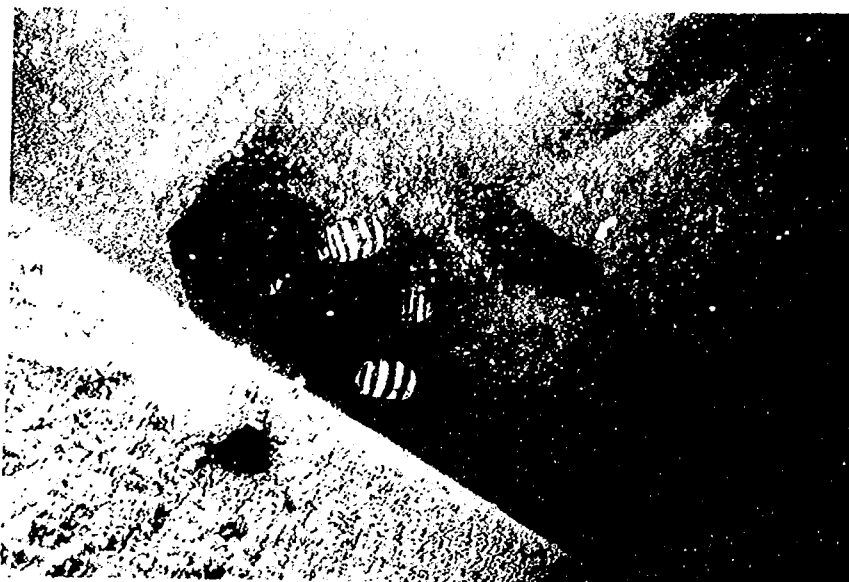
離岸堤



吉田浜海岸離岸堤沖側表面の生物付着状況（平成6年5月21日撮影）
ムラサキイガイが優先種、フラサクインコガイ、コガモガイ、マガイ等が出現



高知海岸離岸堤生物付着状況（平成6年6月撮影）
高知海岸離岸堤に付着するムラサキウニとクロアワビ



高知海岸離岸堤内部空隙状況（平成6年6月撮影）
高知海岸離岸堤空隙に潜むイシダイ、ブロックの表面にはサザエが付着している。



高知海岸離岸堤沖側基礎付近（平成6年6月撮影）
離岸堤沖側の捨石周辺を遊泳するセダカスズメダイ、表面にはムラサキウニも確認できる。



高知海岸離岸堤底層付近（平成6年6月撮影）
離岸堤沖側の底層付近を群泳するヒイラギの群



高知海岸離岸堤岸側中層付近（平成6年6月撮影）
離岸堤岸側の中層付近を遊泳するマアジ若魚の群

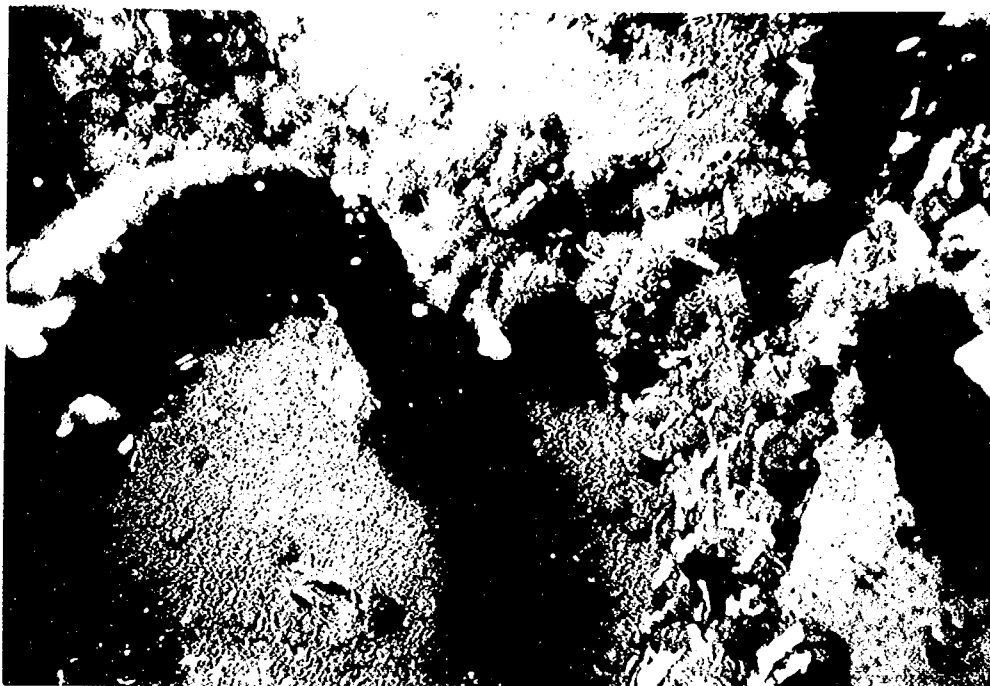
人工リーフ



下新川海岸人工リーフ表面（平成6年5月撮影）
人工リーフを構成する捨て石表面にワカメ等が繁茂している。



胆振海岸人工リーフ表面（平成6年6月撮影）
ブロック表面に自然発生のミツイシコンブ繁茂している。



胆振海岸人工リーフ表面（平成6年6月撮影）
ブロック隙間に平成5年11月に放流した稚ウニが生息している。

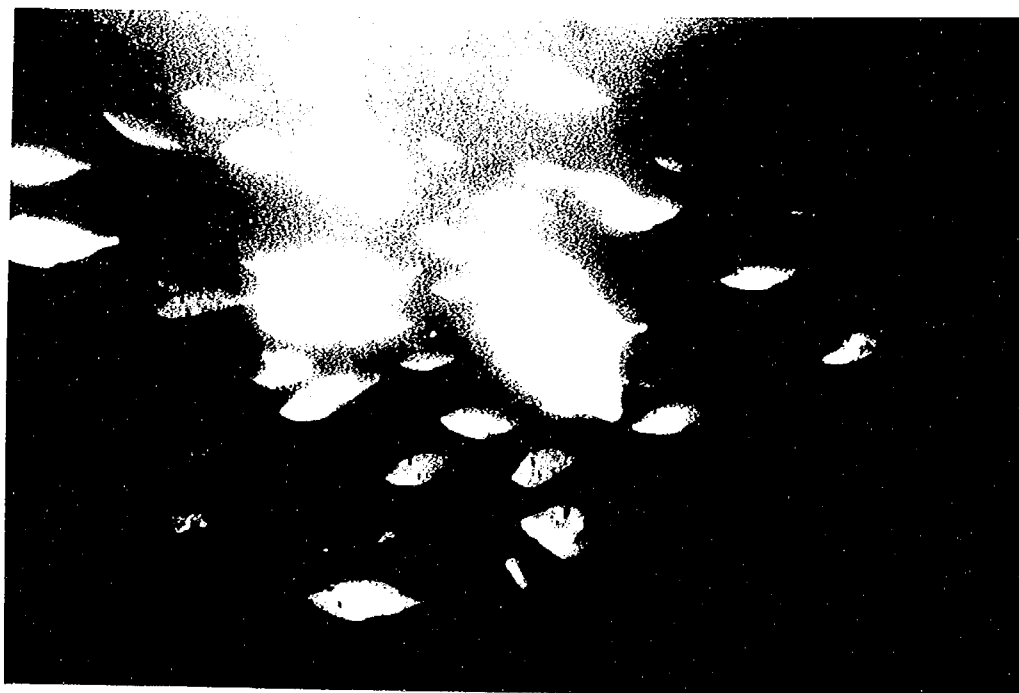


胆振海岸人工リーフ表面（平成6年6月撮影）
リーフ表面を生息場とするクリガニ

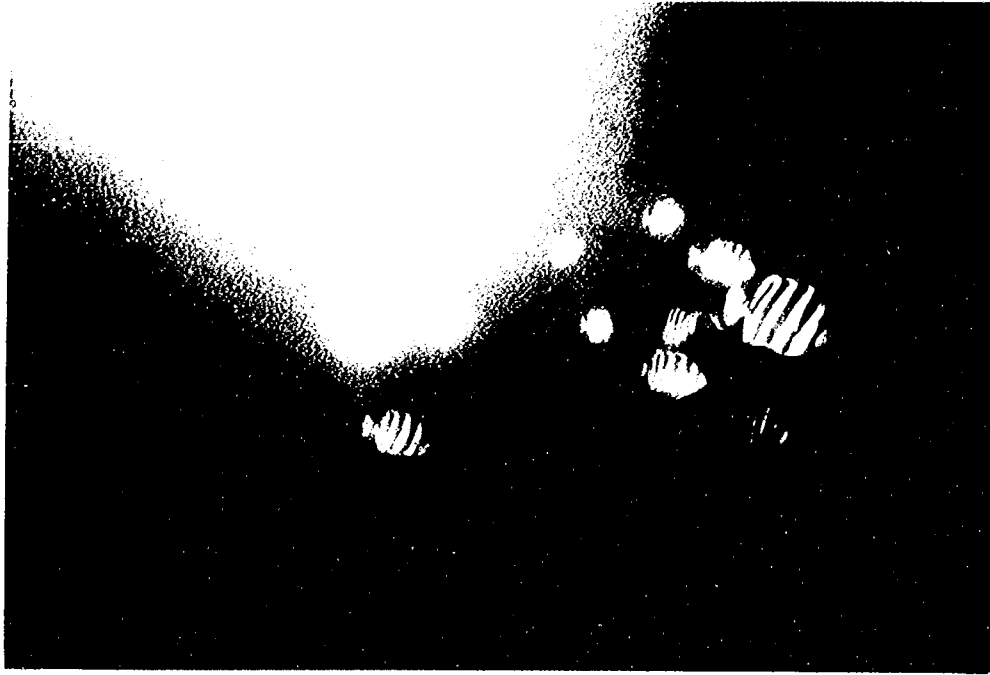


胆振海岸人工リーフ周辺

人工リーフ設置により、リーフ岸側に生息するホッキガイの稚貝の減耗する割合が減少した。



胆振海岸人工リーフ周辺（撮影平成6年6月）
人工リーフ周辺を遊泳するウマツラハギ

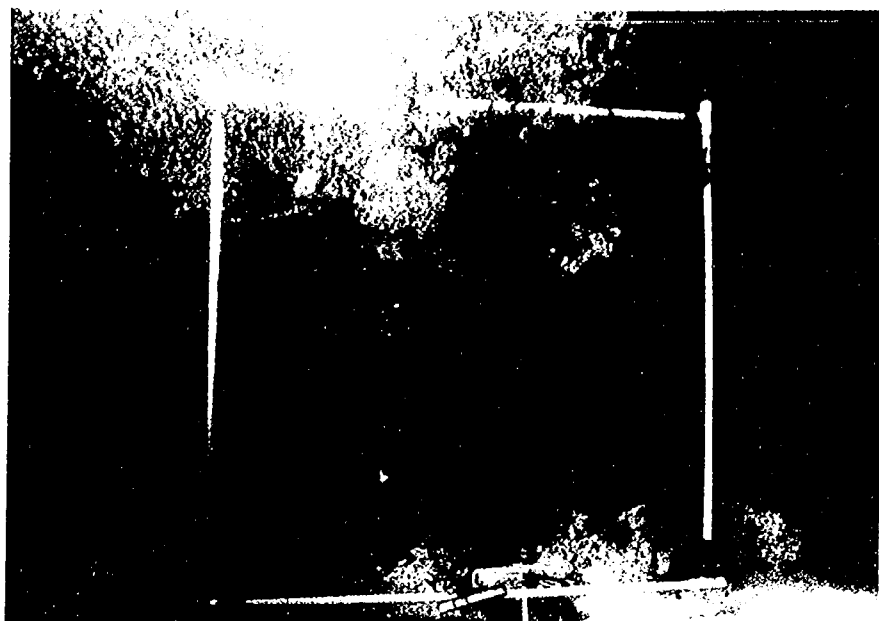


胆振海岸人工リーフ周辺（撮影平成6年6月）
人工リーフ周辺を遊泳するイシダイの群



胆振海岸人工リーフ表面付近（撮影平成6年6月）
人工リーフ内の空隙を生息場とするアイナメ

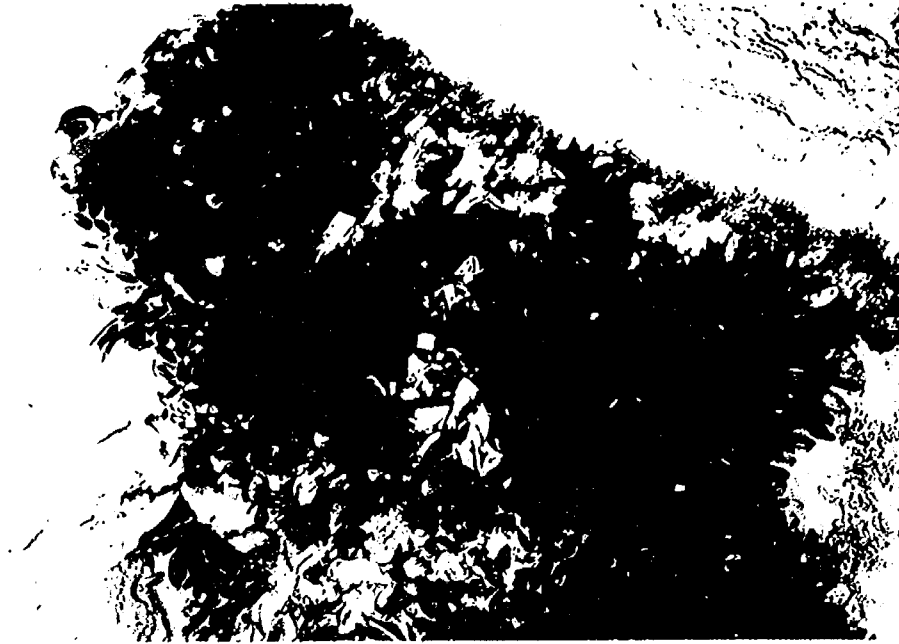
突堤



皆生海岸突堤表面状況（撮影平成6年6月）
突堤の表面に付着性植物が繁茂している。



皆生海岸突堤周辺（撮影平成6年6月）
突堤周辺を群泳するカタクチイワシの未成魚



東播海岸突堤表面状況（撮影平成5年7月）
突堤の表面にムラサキイガイが付着している。



東播海岸突堤先端部状況（撮影平成4年11月）
突堤の先端部にフダラク、アオサが付着している。

人工海浜



東播海岸養浜砂止め潜堤（撮影平成6年5月）
潜堤の表面にワカメが密生している。



東播海岸養浜工（撮影平成5年7月）
養浜工施工箇所に上陸し、産卵しているアカウミガメ

新型離岸堤

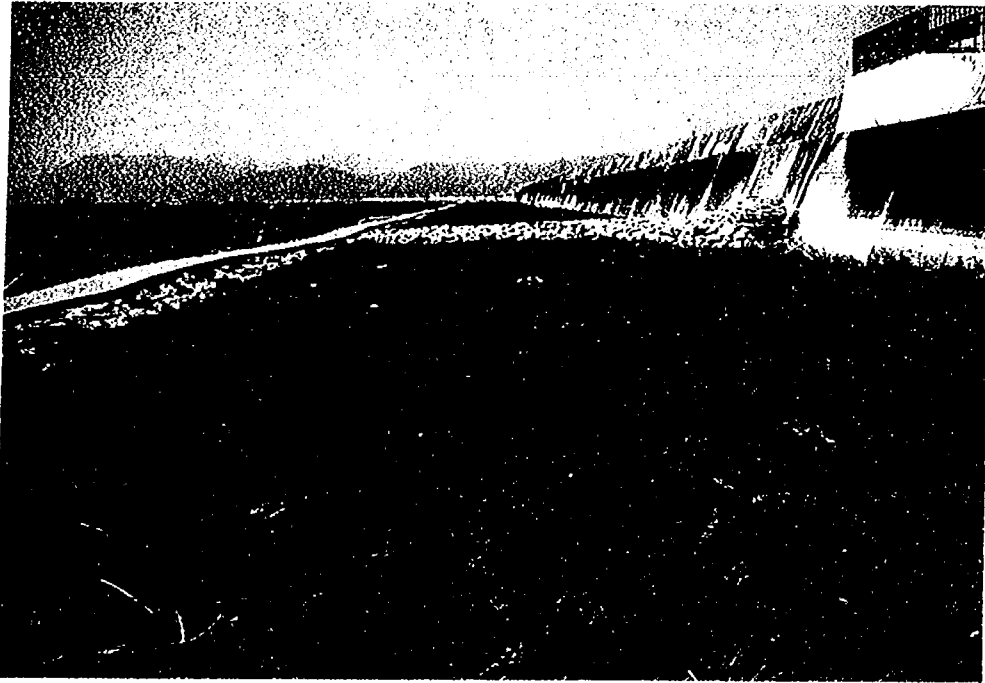


駿河海岸新型離岸堤鋼管杭表面（撮影平成6年1月）
鋼管杭の表面に付着するサナダグサ



駿河海岸新型離岸堤堤脚部（撮影平成4年9月）
新型離岸堤の鋼管杭周辺に蟠集するイシダイの群

堤防・護岸



有明海岸堤防前面状況（撮影平成6年11月）
堤防前面に繁茂する塩生植物であるシチメンソウの群落

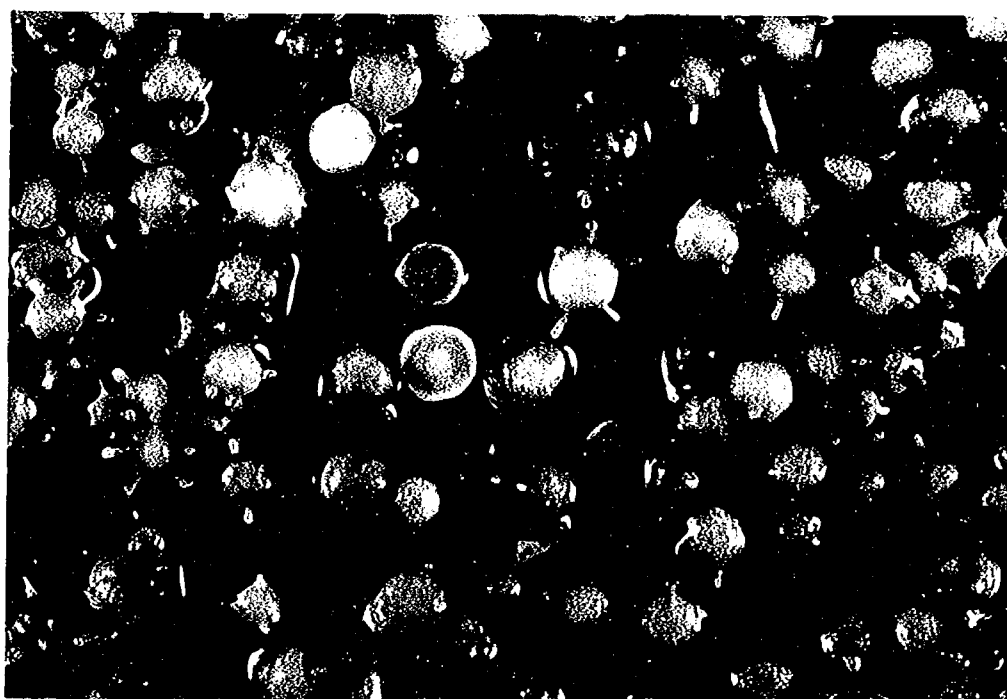


有明海岸堤防前面状況（撮影平成5年11月）
堤防前面に繁茂するフクド群落

サンゴ礁海岸



瀬良垣海岸人工リーフ岸側（撮影平成6年6月）
人工リーフ岸側に着生した若い枝サンゴ



安田海岸突堤周辺サンゴ礁（撮影平成6年6月）
サンゴ礁に生息していた有孔虫

海岸保全施設が生態系に及ぼす影響
に関する調査報告書

I S S N 0386-5878
土木研究所資料第3346号
平成7年3月

田中 茂信
岩崎 福久

要 旨

海岸保全施設が生態系に及ぼす影響を把握するために現地調査を行い、6種類の海岸保全施設とサンゴ礁海岸に設置されている2種類の施設に関し検討した。また、海岸保全施設の設置が周辺の生態系に及ぼす影響を物理的な側面から評価し、周辺に生息する生物相の変化を予測する手法を提案した。さらに予測手法を現地海岸に適用した。

キーワード：海岸保全施設、生態系変化、予測手法、生態系調査



郵便はがき

五十円切手
をはって下
さい

3 0 5 - □ □

茨城県つくば市大字旭一番地

建設省土木研究所

河川部海岸研究室

御中

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所





土木研究所資料第3346号 部

上記のとおり受領しました。

所 属（住所）

氏 名

印

土木研究所資料第3346号

○ 海岸保全施設が生態系に及ぼす影響
に関する調査報告書