

海域自然環境保全基礎調査
重要沿岸域生物調査報告書

平成10（1998）年3月

環境庁自然保護局

はじめに

自然環境保全基礎調査は、昭和48年度より、我が国における自然環境の現況及び改変状況を把握するために環境庁が自然環境保全法に基づき行っているものである。本調査は、陸域、陸水域、海域を含む国土全体を対象としている。

沿岸域は、多様な生物が生息し、生物多様性の保全上重要な部分であるが、埋立等の人間活動による影響が大きいところでもある。沿岸域における人間と自然との共生を実現するためには、沿岸域の自然環境の把握が不可欠である。

沿岸域に関する調査は、第1回自然環境保全基礎調査における海域自然度調査から始まり、第5回自然環境保全基礎調査における海辺調査まで、海岸の改変状況や干潟・藻場・サンゴ礁の分布状況の把握を主に行ってきた。

我が国では平成8年7月に国連海洋法条約が発効したが、同条約では海洋環境の保全に関して、従来からの海洋汚染の防止のみならず、海洋生態系・海洋生物の保全の推進を規定しており、我が国としても積極的に取り組むことが求められている。

このため、我が国の沿岸域における生物学的知見の一層の集積を図るために、平成9年度から従来の海域に係わる自然環境保全基礎調査を拡充し、海域自然環境保全基礎調査を開始することとなった。

本報告書は、このうち我が国の干潟・藻場・サンゴ礁・砂浜を生物の生息域として評価するための調査手法の確立を目的とした重要沿岸域生物調査のうち、干潟とサンゴ礁の調査手法(案)についてとりまとめたものである。

本調査は、環境庁から財団法人海中公園センターが請け負い、実施したものである。

1998年3月

環境庁自然保護局

目 次

はじめに

I. 序	1
1. 海域自然環境保全基礎調査について	3
2. 重要沿岸域生物調査について	5
3. 自然環境保全基礎調査検討会重要沿岸域生物分科会検討員等名簿	9
II. 干潟生物調査	11
1. 文献による全国の干潟の現況	13
(1) 全国の干潟調査の実態	13
i) 干潟調査の実施されている地域	13
ii) 干潟調査の内容	14
(2) 干潟の評価・類型区分について	19
i) 生物学的な干潟の類型区分について	19
ii) 干潟の物理・化学的環境に関する評価手法	24
a. 浄化機能	24
b. 物質収支	28
c. 底質移動	31
d. 干潟の地下間隙水	32
iii) 生物的環境に関する評価手法	33
a. 成帯構造について	33
b. 群集構造について	40
c. 環境指標種	48
d. メイオベントス	51
e. 種の地理的分布と特性	53
2. 干潟生物調査手法試案	57
(1) 調査方針	57
(1) -1. 調査目的	57
(1) -2. 調査期間	57
(1) -3. 調査時期	57
(2) 調査内容	57

(2) -1. 調査項目	57
(2) -2. 調査方法	58
(2) -3. 試料の保管	67
(2) -4. 解析評価	67
(3) 調査候補地	69
3. 現地予備調査結果	71
(1) 調査目的	71
(2) 調査期日	71
(3) 調査場所	71
(4) 調査項目	71
(5) 調査方法	75
(6) 調査結果	79
(6) -1. 八代干潟	79
(6) -2. 小櫃川河口干潟	107
(7) 調査結果のまとめ	121
(7) -1. 八代干潟	121
(7) -2. 小櫃川河口干潟	122
(7) -3. 両干潟の比較	123
4. 調査手法の改善点	124
5. 干潟生物調査手法（案）	127
(1) 調査方針	127
(1) -1. 調査目的	127
(1) -2. 調査期間	127
(1) -3. 調査時期	127
(2) 調査内容	127
(2) -1. 調査項目	127
(2) -2. 調査方法	128
i) 砂・泥質の干潟（歩行可能）	128
ア. 定性調査（目視観察）	128
a. 底質分布	129
b. 臭気	129
c. 地形的特徴の観察	129

d. 生物の分布・出現状況	130
イ. 定量調査	132
a. 底質の酸化層の厚さ	132
b. マクロベントス	132
ウ. 鳥類観察調査	135
ii) 超軟泥干潟（歩行不可能）	135
ア. 定性調査（目視観察）	135
a. 底質分布	136
b. 臭気	136
c. 地形的特徴の観察	136
d. 生物の分布・出現状況	136
イ. 定量調査	137
a. マクロベントス	138
ウ. 鳥類観察調査	139
(2) -3. 試料の保管	139
(2) -4. 調査結果	139
(3) 干潟自然度解析（試案）	151
III. サンゴ群集生物調査	159
1. 文献によるサンゴ礁生物群集の現況	161
(1) はじめに	161
(2) サンゴ群集の分布について	161
(3) サンゴ礁生物群集の種多様性と多種共存機構	167
i) 多種共存促進・維持機構としての棲み込み連鎖	167
ii) 微細棲息環境の構造化と多種共存	168
iii) 構造的生物としての造礁サンゴ相	169
iv) ソフトコーラル	171
v) 多様性を支える骨格生物としてのサンゴ群集の調査	172
vi) サンゴ礁における多様な棲息環境と生物群集の配置	172
vii) 群集の攪乱と多様性の減少およびサンゴ群集の復元	173
(4) 琉球列島のサンゴ礁底生動物の現況	181
(4) -1. はじめに	181
(4) -2. サンゴ礁底生動物の総合調査	181
i) サンゴ礁海岸の潮間帯生物群集	183
ii) 海藻と底生動物	184

iii) 甲殻類	184
iv) 棘皮動物	185
v) 生物侵食作用	186
(5) これまで行なわれた研究一覧	191
2. サンゴ群集生物調査手法試案	202
(1) 調査方針	202
(1) -1. 調査目的	202
(1) -2. 調査期間	202
(1) -3. 調査時期	202
(2) 調査内容	202
(2) -1. 調査海域区分	202
(2) -2. 調査項目	202
(2) -3. 調査方法	202
(3) 調査候補地	211
3. 現地予備調査結果	213
(1) 西表島崎山湾	213
i) 調査方法	213
ii) 調査結果	214
iii) 考察	219
(2) 阿波竹ヶ島	223
i) 調査方法	223
ii) 調査項目	224
iii) 調査結果	224
iv) 考察	230
4. 調査手法の改善点	235
5. サンゴ群集生物調査手法 (案)	241
(1) 調査方針	241
(1) -1. 調査目的	241
(1) -2. 調査期間	241
(1) -3. 調査時期	241
(2) 調査内容	241

(2) -1. 調査海域区分	241
(2) -2. 調査項目	241
(2) -3. 調査方法	242
i) 現地調査	242
ア. サンゴ礁域	242
イ. 非サンゴ礁域	245
ウ. コドラート撮影法	246
ii) データ処理	248

I. 序

1. 海域自然環境保全基礎調査について

(1) 施策の背景

- ・平成8年7月に発効した「国連海洋法条約」では、海洋の環境保全に関して海洋汚染防止のみならず海洋生態系・海洋生物の保全が各締約国の責務として位置づけられた。
- ・沿岸域は多様な生物が生息・生育し、生物多様性保全上重要な部分である一方で、埋立等の人間活動による影響が大きい。
- ・これまで環境庁が実施してきた自然環境保全基礎調査では、沿岸域について、海岸線の改変状況や干潟・藻場・サンゴ礁の分布状況等の地理的・物理的把握を主眼に調査を実施。
- ・以上のことから、沿岸域の生物学的知見の集積が大きな課題。

(2) 目的

従来の基礎調査の海域に関する調査を拡充し、生態系・生物相の把握を中心として、我が国の沿岸域について自然環境の現状に関する基礎的資料を全国レベルで総合的に整備し、もって保全すべき沿岸域の抽出や適切な保全・整備の推進等に資することを目的とする。

(3) 調査期間

平成9年～13年度

(4) 調査内容(図1)

- ① 海辺調査(第5回自然環境保全基礎調査 海辺調査からの移行)
全国の海岸線の改変状況、干潟・藻場・サンゴ礁の分布状況等を把握する。
- ② 重要沿岸域生物調査
多様な生物の生息地として重要な干潟・藻場・サンゴ礁・砂浜のうち、全国の代表的な地区について、生物相・生態系の構造等を把握する。
- ③ 海棲動物調査
我が国の沿岸域に繁殖・回遊するウミガメ、アザラシ類等の主要な海棲動物について、生息地の現状、繁殖状況等を把握する。

		第1回基礎調査 (昭和48年度)	第2回基礎調査 (昭和53・54年度)	第3回基礎調査 (昭和58～62年度)	第4回基礎調査 (昭和63～平成4年度)	第5回基礎調査 (平成5～10年度)
自然環境保全基礎調査	調査対象	自然度調査 植生自然度	すぐれた自然調査 植物	植生調査 特定植物群落調査	植生調査 特定植物群落調査 巨樹・巨木林調査	植生調査 特定植物群落調査
	陸域植物					
	動物		野生動物	動物分布調査	動植物分布調査 全種調査	動植物分布調査 全種調査
	地形・地質		地質・地形 歴史的 自然環境	表土変状状況調査	自然景観資源調査	
	陸水域	河川 湖沼	陸水域自然度 河川 湖沼	河川調査 湖沼調査	河川調査 湖沼調査	河川調査 湖沼調査 湿地調査
	海域	海域自然度	海中自然環境	海岸調査 海域生物調査 干潟・藻場・フコ 礁分布調査 海域環境調査	海岸調査 海域生物環境調査	海岸調査 海域生物環境調査 海辺調査
	生態系	環境寄与度調査			生態系総合 モニタリング調査	生態系総合 モニタリング調査
	種				種の多様性調査 (平成6～10年度)	
	生態系					生態系多様性地域調査 (平成6～15年度)
	遺伝子					遺伝的多様性調査 (平成8～12年度)
海域自然環境調査	調査対象				第1回海域基礎調査 (平成9～13年度)	
海域					海辺調査 海棲動物調査 重要沿岸域生物調査	

図1 自然環境保全基礎調査・海域自然環境保全基礎調査
生物多様性調査骨子一覧

2. 重要沿岸域生物調査について

(1) 目的

日本全国の干潟・藻場・サンゴ礁・砂浜の生物学的な類型区分等を目指し、

- ① 全国の代表的な干潟・藻場・サンゴ礁・砂浜を対象に、生物群集に関する基礎的データを集積するとともに、各域の生物学的な類型区分等について検討する。
- ② 全国調査に必要な簡便な調査項目・手法（都道府県委託レベル）の確立を目指す。
ことを目的とする。

(2) 調査内容

重要沿岸域生物調査は、以下の4つの調査から構成される(図2)。

- ① 干潟生物調査
- ② サンゴ群集生物調査
- ③ 藻場生物調査
- ④ 砂浜生物調査

(3) 調査対象地域

日本沿岸の代表的な干潟・サンゴ礁・藻場・砂浜

(4) 調査期間

平成9年度～13年度

(5) 調査実施者

民間調査団体により調査を実施。

(6) 進行

平成9年度は、干潟とサンゴ礁における生物相等について、レビュー及び現地予備調査を実施し、調査手法について検討した(図3)。

	平成9年度	平成10年度	平成11年度	平成12年度	平成13年度
干潟生物調査	レビュー ↓ 干潟生物調査手法試案の作成 ↓ 現地予備調査 ↓ 干潟生物調査手法案の作成	代表的干潟生物調査 ・現地調査 ・資料調査	代表的干潟生物調査 ・現地調査 ・資料調査	・解析、評価 ・とりまとめ	
サンゴ群集生物調査	レビュー ↓ サンゴ群集生物調査手法試案の作成 ↓ 現地予備調査 ↓ サンゴ群集生物調査手法案の作成	代表的サンゴ群集生物調査 ・現地調査 ・資料調査	代表的サンゴ群集生物調査 ・現地調査 ・資料調査	・解析、評価 ・とりまとめ	
藻場生物調査		レビュー ↓ 藻場生物調査手法試案の作成 ↓ 現地予備調査 ↓ 藻場生物調査手法案の作成	代表的藻場生物調査 ・現地調査 ・資料調査	代表的藻場生物調査 ・現地調査 ・資料調査	・解析、評価 ・とりまとめ
砂浜生物調査		レビュー ↓ 砂浜生物調査手法試案の作成	現地予備調査 ↓ 砂浜生物調査手法案の作成	代表的砂浜生物調査 ・現地調査 ・資料調査	・解析、評価 ・とりまとめ

図2 重要沿岸域生物調査 全体予定フロー図

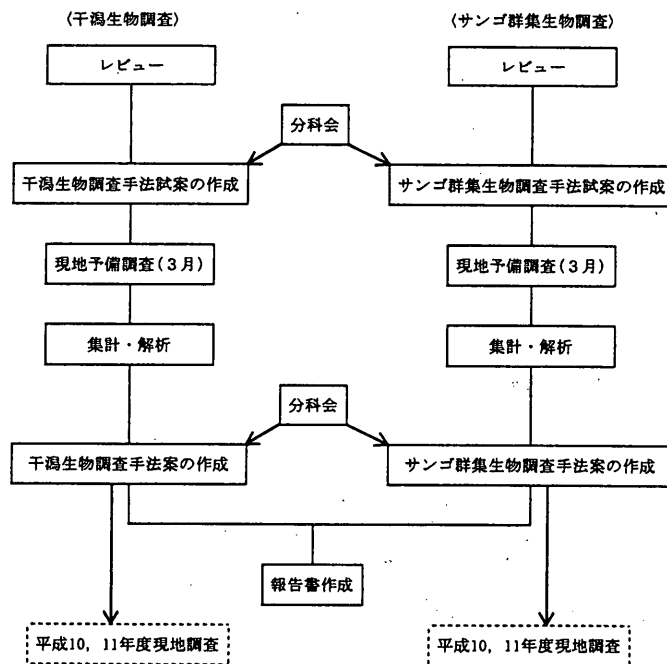


図3 重要沿岸域生物調査 作業フロー

(7) これまでの干潟・藻場・サンゴ礁に関する調査の経緯

■ 第2回自然環境保全基礎調査（昭和53, 54年度）

干潟・藻場・サンゴ礁分布調査

実施年度（昭和53年度）

○全国の干潟・藻場・サンゴ礁について、現存の分布状況、消滅状況（干潟：昭和20年以降、藻場：昭和48年以降、サンゴ礁：昭和48年以降に消滅したもの）について調査。

（干潟調査）・・・地形タイプ、底質タイプ、鳥類渡来の有無まで把握。

（藻場調査）・・・タイプ（アマモ場、ガラモ場、コンブ場等）まで把握。

（サンゴ礁調査）・・・生育型（テーブル状、枝状等）まで把握。

■ 第4回自然環境保全基礎調査（昭和63年～平成4年度）

海域生物環境調査

実施年度（平成元年～4年度）

○全国の干潟・藻場・サンゴ礁について、最新の分布状況と前回調査時以降の消滅状況を調査。

（干潟調査）・・・地形タイプ、底質タイプまで把握。

各県から代表的な干潟を5ヶ所程度選定し、目視観察により、大型種の分類種群レベル（アサギヤコ類、ゴカイ類）の分布量の程度と、鳥類渡来の有無まで把握。

（藻場調査）・・・タイプ（アマモ場、ガラモ場、コンブ場等）まで把握。

（サンゴ礁調査）・・・生育型（テーブル状、枝状等）の被度まで把握。

■ 第5回自然環境保全基礎調査（平成5年～10年度）

海辺調査

実施年度（平成7年～8年度）※現在とりまとめ中

○全体の調査の一部として、全国の干潟・藻場・サンゴ礁について、最新の分布状況と前回調査時以降の消滅状況を調査。

（干潟調査）・・・地形タイプ、底質タイプ、鳥類渡来の有無まで把握。

（藻場調査）・・・タイプ（アマモ場、ガラモ場、コンブ場等）まで把握。

（サンゴ礁調査）・・・生育型（テーブル状、枝状等）の被度まで把握。

■ 第1回海域自然環境保全基礎調査（平成9年～13年度）

重要沿岸域生物調査 実施年度（平成9年～13年度）

○我が国の代表的な干潟・藻場・サンゴ礁・砂浜を対象に、各域の生物群集に関する基礎的データを集積するとともに、各域の生物学的な類型区分等について検討する。また併せて、全国調査に必要な簡便な調査項目・手法（都道府県委託レベル）の確立を目指す。

3. 自然環境保全基礎調査検討会 重要沿岸域生物分科会検討員等名簿

(1) 検討員

秋山 章男	東邦大学理学部教授
内田 紘臣	串本海中公園センター取締役学芸部長
尾崎 清明	(財)山階鳥類研究所標識研究室長
菊池 泰二	九州ルーテル学院大学教授
寺脇 利信	水産庁南西海区水産研究所藻類研究増殖研究室長
西平 守孝	東北大学理学部教授
横濱 康繼	筑波大学生物科学系教授

(2) 現地調査担当

木村 匡	(財)海中公園センター研究員 (阿波竹ヶ島サンゴ群集)
月舘真理雄	(株)水棲生物研究所代表 (八代干潟、小櫃川河口干潟)
御前 洋	(株)串本海中公園センター次長 (阿波竹ヶ島サンゴ群集)
横地 洋之	東海大学海洋研究所助教授 (西表島崎山湾サンゴ群集)

Ⅱ. 干潟生物調査

1. 文献による全国の干潟の現況

(1) 全国の干潟調査の実態

i) 干潟調査の実施されている地域

文献・資料によって何らかの干潟調査が行われたことを確認できた件数は22件、21干潟であった。これらの多くは大学、国立の研究所、県水産試験場等が実施した研究報告で、いわゆる環境調査報告書といった形式のものは入手することができなかった。実際には建設省地方建設局、運輸省港湾建設局、地方自治体などが行っている沿岸域開発計画に伴う干潟環境調査がかなりの件数で存在すると推察されるが、多くは未公開であり関係者以外の入手は困難と思われる。表1に干潟調査の実施地域の一覧を示した。

表1 干潟調査の実施地域

干潟の名称	所在地	発注部署	調査実施組織	地域区分	文献NO
有珠湾内湾干潟	北海道有珠郡伊達町字有珠	北海道水産研究所	北海道水産研究所 北海道大学	北海道	2
十三潟	青森県	北海道大学水産学部		東北	4
七北田川河口干潟	宮城県仙台市	東北大学理学部		東北	47
七北田川河口干潟	宮城県仙台市	東北大学理学部		東北	93
鹿島灘砂浜海岸	茨城県波崎町	水産庁水産工学研究所		関東	45
一宮川河口干潟および小櫃川河口干潟	千葉県一宮町および木更津市	東邦大学		関東	91
稲毛人工海浜	千葉県千葉市稲毛	千葉市	調査機関	関東	19
葛西人工海浜 稲毛人工海浜 盤洲干潟 三番瀬干潟	東京都 千葉県千葉市稲毛 千葉県木更津市 東京都	東京都環境科学研究所		関東	50, 51, 52, 53, 59
小櫃川河口干潟	千葉県	公害資源研究所		関東	41
小櫃川河口干潟および新浜湖干潟	千葉県木更津市および市川市	東邦大学		関東	92
盤洲干潟	千葉県木更津市	通産省工業技術院 地質調査所	調査機関	関東	55
江奈湾干潟	神奈川県三浦市	(財)電力中央研究所	(株)日本海洋生物研究所	関東	30, 34

表1 干潟調査の実施地域（つづき）

干潟の名称	所在地	発注部署	調査実施組織	海域区分	文献 NO
江奈湾干潟	神奈川県三浦市	運輸省港湾技術研究所		関東	34
三河湾一色干潟	愛知県一色町	環境庁	水産庁東海区水産研究所	中部	38, 32, 110
矢作川河口干潟	愛知県西尾市南奥田町	愛知県水産試験場		中部	15
大海湾干潟	山口県	環境庁	水産庁南西海区水産研究所	中国	110
浜名湖	静岡県	静岡県水産試験場		中部	101
大在干潟および 番匠川河口干潟	大分県大分市および佐伯市	環境庁	大分県水産試験場	九州	42
有明海干潟	福岡県	福岡県	福岡県水産試験場	九州	14
有明海干潟	佐賀県	佐賀大学農学部		九州	8
有明海干潟	佐賀県福富町	(財)日本農業土木総合研究所	調査機関	九州	111
浦内川河口干潟および船浦湾干潟	沖縄県西表島	愛媛大学理学部		南西諸島	98

ii) 干潟調査の内容

各地域の干潟調査の内容を表2に示した。研究目的によって調査内容は異なるが、基本的には水質、底質、生物の各分野が調査対象となっている。干潟の浄化機能の評価を研究課題とする場合には各分野ともかなり詳細な項目立てが行われるが、そのような干潟は数例である(ex: 三河湾一色干潟、大海湾干潟、七北田川河口干潟)。

水質は干潟地下水や間隙水を対象として測定される場合が多いが、底質からの溶出、干潟前面の海水の水質が測定されることもある。項目としては水温、塩分(塩素量)、pH、栄養塩類が一般的であるが、浄化機能、基礎生産力といったテーマを扱った調査では、T-N、T-P、T-C、DIN、DIP、クロロフィルa、SS等も測定されることが多い。

底質の項目としては粒度組成が最も普遍的に調査され、次いで強熱減量、含水率、COD、酸化還元電位も比較的測定されている。浄化機能がテーマの場合には、T-N、T-P、T-C等も測定される。

生物の項目はマクロベントスが最も一般的で、浄化機能がテーマの場合にはメイオベントス、付着藻類、バクテリアが取り扱われる。他の項目として鳥類、魚類が挙げられるが、これらが

ベントス調査と合わせて行われた事例は少ない。

表2 干潟調査の内容

干潟の名称	干潟の規模	タイプ (底質)	調査内容 (目的、項目、季節等)	文献 NO
有珠湾内湾干潟		前浜干潟 (砂泥質)	1961. 7~10, 1962. 4~10 *有珠内湾の生態系および堆積学的研究 水質: 塩素量、比重、D. O. 底質: 粒度分析、有機炭素量 生物: マクロベントスの中の軟体類と甲殻類	2
十三潟		潟湖干潟 (砂質)	1967. 7, 1968. 7 *内湾域の底質と底生生物の分布との関係の究明 底質: 粒度組成、COD 生物: メガロベントス	4
七北田川河口干潟	小干潟	河口干潟 (泥質)	環境特性レビュー	47
七北田川河口干潟	小干潟	河口干潟 (泥質)	1983. 7. ~10. *干潟の底生動物による有機物分解活性の把握 有機物分解活性: 炭酸ガス生成活性、メタン生成活性、硫酸還元活性 脱窒活性 生物: マクロベントス 底質: 含水率、炭素量、窒素量 間隙水の水質: 塩素イオン濃度、硫酸イオン濃度 微細藻類による光合成活性	93
鹿島灘砂浜海岸		外海砂浜	1986~1988 *外海砂浜域の二枚貝を中心としたベントスの帯状分布構造の把握 物理環境: 漂砂、波浪、沿岸流、海底地形断面 底質: 粒度組成 生物: マクロベントス	45

*: 調査目的

表2 干潟調査の内容(つづき)

干潟の名称	干潟の規模	タイプ(底質)	調査内容(項目、回数、季節等)	文献NO
一宮川河口干潟および小櫃川河口干潟	前者小干潟 後者中干潟	前者河口干潟(砂質) 後者河口前浜複合干潟(砂泥質)	前者1975 後者1976 *干潟のマクロベントスの成帯構造の把握 生物:マクロベントス	91
稲毛人工海浜	小干潟	前浜干潟(砂質)	1975.10.~1976.2. 水質:健康9項目、大腸菌群数 生物:鳥類、魚類、マクロベントス	19
葛西人工海浜 稲毛人工海浜 盤州干潟 三番瀬干潟	小干潟 小干潟 大干潟 小干潟	人工海浜(砂質) 人工海浜(砂質) 前浜干潟(砂質)	1988~1992 *人工海浜の浄化能力の把握 水質:塩分、水温、pH、COD、3態窒素、PO ₄ -P、T-N、T-P、大腸菌群数 底質:粒度組成、強熱減量、COD 生物:マクロベントス	50, 51, 52, 53, 59
小櫃川河口干潟	中干潟	河口前浜複合干潟	1988.7. *干潟の地下間隙水の動態の把握 地下水位の測定 底質:含水率 水質:河口付近の塩素量	41
小櫃川河口干潟および新浜湖干潟	前者中干潟 後者小干潟	前者河口前浜複合干潟(砂泥質) 後者(砂泥)	前者1980 後者1979.4.~5. *干潟のマクロベントスの群集構造の把握 生物:マクロベントス その他:干潟間隙水の水位、潮位	92
盤洲干潟	大干潟	前浜干潟(砂質)	1988~1992 *東京湾横断道路建設のための盤洲干潟の堆積環境の把握 干潟微地形(水準測量) 底質:泥色、酸化層の有無、粒度組成 酸化還元電位、重金属類、有機物量 生物:マクロベントス	55
江奈湾干潟	小干潟	前浜干潟(砂泥質)	1984.12. *干潟生態系におけるメイオベントスの役割の評価 生物:メイオベントス、マクロベントス、付着珪藻 水質:泥温 底質:粒度分析	30

表2 干潟調査の内容(つづき)

干潟の名称	干潟の規模	タイプ(底質)	調査内容(項目、回数、季節等)	文献NO
江奈湾干潟	小干潟	前浜干潟 (砂泥質)	1984~1988 *干潟後背地のヨシ群落の水質浄化能力の把握 ヨシ群落中の底質:含水率、強熱減量 T-N、T-P ヨシ群落底質中の間隙水の水質: 3態窒素、PO ₄ -P ヨシ草体の各部位の栄養塩	34
三河湾一色干潟	中干潟	前浜干潟 (砂泥質)	1982~1986 *潮間帯海域の物質循環とそれに関与している生物の役割を明らかにし、この海域の持つ浄化と生産を解明する 水質: DIN, DIP, クロフィルa, フェオフィチン, SS, 3態窒素、PO ₄ -P, SiO ₂ -Si, 塩分、水温、炭素量 底質: 粒度組成、酸化還元電位、 T-N, T-P 生物: メイオベントス、マクロベントス、 バクテリア、付着珪藻、動物植物プランクトン、魚類	32, 38, 110
矢作川河口干潟		河口干潟 (泥質)	1976. 6. *腐泥干潟の底質改良試験 覆砂とアサリ稚貝の放流・追跡調査	15
大海湾干潟	中干潟	河口干潟 (砂質)	1982~1986 *潮間帯海域の物質循環とそれに関与している生物の役割を明らかにし、この海域の持つ浄化と生産を解明する 水質: DIN, DIP, クロフィルa, フェオフィチン, SS, 3態窒素、PO ₄ -P, SiO ₂ -Si, 塩分、水温、炭素量 底質: 粒度組成、酸化還元電位、 T-N, T-P 生物: メイオベントス、マクロベントス、 バクテリア、付着珪藻、動物植物プランクトン、魚類	110
浜名湖			1913~1994 *浜名湖の底生生物群集の変遷と現状の評価 生物: マクロベントス	101

表2 干潟調査の内容(つづき)

干潟の名称	干潟の規模	タイプ(底質)	調査内容(項目、回数、季節等)	文献NO
大在干潟および番匠川河口干潟	小干潟	前浜干潟および河口干潟(砂泥質)	1988 *第4回自然環境保全基礎調査海域生物調査 干潟の地形:形状、面積、沖出し幅 底質: 海水の清澄度 生物:マクロベントス、植生	42
有明海干潟	大干潟	前浜干潟(泥質)	1967.7.&9. *ノリ漁場の栄養塩の把握 流入河川の水質:3態窒素、PO ₄ -P 海水の水質:3態窒素 底質からの溶出:3態窒素、PO ₄ -P、T-N、T-P アサクサノリ葉体のN 生物:植物プランクトン	14
有明海干潟	大干潟	前浜干潟(泥質)	1975.8. *干潟における波と流れの解析 流況:定点観測、プイ追跡 風向風速、漂砂	8
有明海干潟	大干潟	前浜干潟(泥質)	1995.2,3,5,8,9,10,11 *ミチゲーションの概念を導入した沿岸域管理のための基礎資料 水質:水温、塩分 底質:酸化還元電位、粒度組成、COD 強熱減量、T-S 生物:マクロベントス、鳥類	111
浦内川河口干潟および船浦湾干潟	前者小干潟 後者小干潟	前者河口干潟 後者前浜干潟	1987.4.&9. *マングローブ域のベントス群集構造の把握 生物:マクロベントス 底質:粒度組成、強熱減量 その他:植物残渣量	98

(2) 干潟の評価・類型区分について

i) 生物学的な干潟の類型区分について

干潟の類型区分については、地形、底質の特徴に基づいた区分が一般的に用いられている。地形的特徴による分類としては以下の3区分がある。

- ① 前浜干潟
- ② 河口干潟
- ③ 潟湖干潟

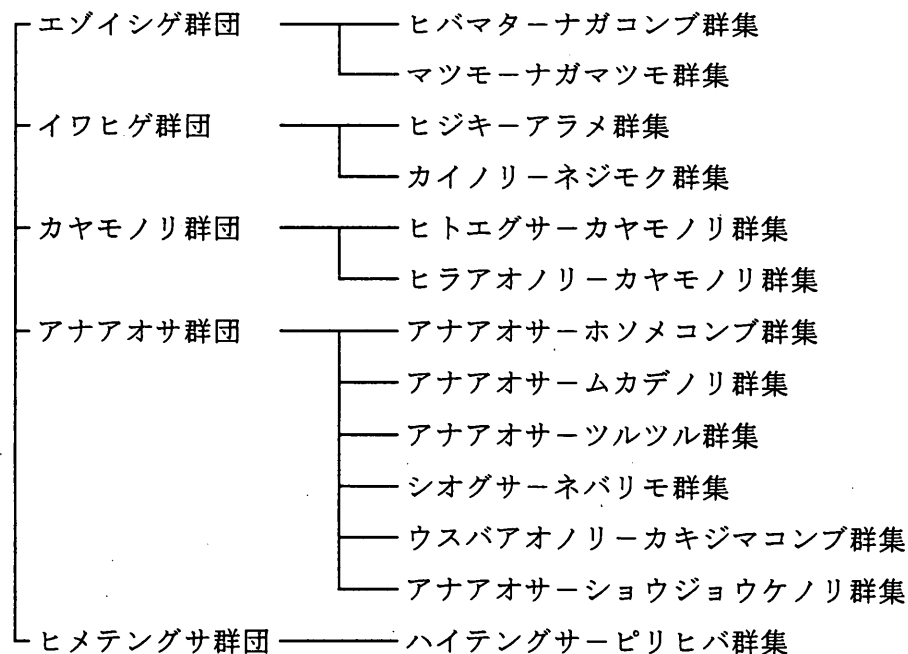
底質による分類としては以下の2区分がある。

- ① 砂質干潟
- ② 泥質干潟

秋山・松田(1974)⁶は以上の要素を組み合わせ、下記の干潟の区分を示した。

- ① 砂質前浜干潟
- ② 泥質前浜干潟
- ③ 河口前浜干潟
- ④ 潟湖前浜干潟

このような区分に対し生物学的な特徴から干潟の類型区分を行った文献は、わずかに日本沿岸の海藻植生を扱った谷口(1987)¹¹³の研究事例が該当するのみであった。谷口は日本沿岸の海藻植生について群落の分類体系化を行い、下記のように整理した。



干潟の存在する海域に認められる群団もしくは群集について抜粋、整理すると以下の通りとなる。

東京湾ではヒジキ-アラメ群集とアナアオサームカデノリ群集が代表的な群落であるとし、

東京外湾はヒジキアラム群集域、東京内湾はアナアオサームカデノリ群集域としている。東京内湾の検見川、千葉などの様な遠浅の砂泥域にはアナアオサ、アオノリ、オゴノリ、イトグサ等が優占すると報告している。三河湾の湾奥部はヒトエグサーカヤモノリ群集域に当たり、矢作川河口のある知多湾沿岸はアナアオサ群団の分布領域としている。伊勢湾湾奥部はアナアオサ群団の分布領域で、主にアナアオサームカデノリ群集、アナアオサーツルツル群集が認められると報告している。大阪湾はアナアオサ群団、カヤモノリ群団の分布領域で、主にアナアオサームカデノリ群集、アナアオサーツルツル群集、ヒラアオノリーカヤモノリ群集が認められると報告している。瀬戸内海沿岸は、アナアオサ群団、カヤモノリ群団の分布領域で、ヒトエグサーカヤモノリ群集、ヒラアオノリーカヤモノリ群集、アナアオサームカデノリ群集、アナアオサーショウジョウケノリ群集が認められると報告している。有明海はヒトエグサーカヤモノリ群集の分布域としている。

以上のことから、日本沿岸の内湾域はアナアオサ群団、カヤモノリ群団の分布領域であり、群集としてはヒトエグサーカヤモノリ群集、ヒラアオノリーカヤモノリ群集、アナアオサームカデノリ群集、アナアオサーツルツル群集、アナアオサーショウジョウケノリ群集が出現することが判断される。

谷口の研究は、日本沿岸及び台湾、朝鮮半島、中国大陸、千島列島など極東の海藻植生の植物社会学的システムの評価が目的であるため、干潟の植生構造については論究していないが、海藻植生からみて代表的な地域に出現する種を記述していることから、干潟域に該当すると思われる地域の情報を整理すると、以下のような特徴を抽出することができる。

日本の代表的な干潟に分布する海藻植生はヒトエグサーカヤモノリ群集、アナアオサームカデノリ群集の2つで、種としてはアナアオサ、アオノリ、ウスバアオノリ、ヒトエグサ、カヤモノリ、オゴノリ、イトグサ、及び海草のコアマモ等があげられる。

通常、海藻類では安定した基質に着生するため、干潟のような砂泥質の場は生育環境として不適であり、出現する種はごく限られている。干潟における海藻類の生活様式は、砂泥中に混入した貝殻片や小礫等の、ある程度の大きさを持った基質表面に着生した個体が生残するが、藻体が大きくなると流体抵抗が増して、荒天の折などに流失してしまうことが多い。従って密生群落を形成することはなく、点在あるいは散在する程度である。

これに対し、海産種子植物であるコマモは、底質中に地下茎を伸長分枝させ節から草体を発芽させる生長様式をとるため、大小の群落を形成する。

すなわち、干潟の植生は、点在あるいは散在する海藻類とパッチ状に分布するコマモ群落によって構成されるが、その生育密度は極めて低い場合が殆どである。と同時に先に述べた干潟の海藻出現種はいずれも日本沿岸各地にごく普通にみられる種ばかりで、地域的な指標性は認めにくい。

植生から干潟の類型区分を考えた場合、出現種の組合せと現存量による分類があり得るが、現状では情報不足のため、その妥当性を検討することは難しいものと考えられる。

干潟の底生生物の群集型については、堀越・菊池(1976)¹⁰⁵がわが国の内湾における各種のベントス群集型を整理し(表3)、これらを取りまとめて陸上植物群集でなされているように、上位から下位に群系、群団、群叢、基群叢といった系列を整理することが望まれると指摘している。また優占種や標徴種に注目して見分けた群集型は、海底地形や底質、海況等も対応した分布を見せる場合が多く、十分に客観的であるとし、数学的群集分類法の適用を推称している。

表3 わが国の内湾における各種のベントス群集型(堀越・菊池 1976)

弱 内 湾 性 群 集	好砂底性群集(福岡湾湾口部) <i>Molgula-Caprella</i> 群集(的矢湾主湾部, 福岡湾湾口部, 七尾湾北湾, 同南湾湾口部, 由良湾湾口部) <i>Corella-Ampelisca</i> 群集(東京湾南部) <i>Ampelisca</i> 群集(多数の内湾の浅部, とくに砂底ないし砂泥底) <i>Cypridina</i> 群集(諸磯油壺湾口) <i>Ophiopholis</i> 群集(東京湾) <i>Lygdamis</i> 群集(大阪湾の由良瀬戸と明石瀬戸, 鹿児島-桜島瀬戸) <i>Sclerocheilus</i> 群集(伊勢湾口の深部)
中 内 湾 性 群 集	<i>Maldane</i> 群集(田辺湾主湾部) <i>Terebellides</i> 群集(別府湾の一部) <i>Terebellides-Maldane</i> 群集(的矢湾水道部, 英虞湾湾口部, 五ヶ所湾) <i>Cirratulus</i> 群集(諸磯油壺湾湾央部) <i>Cylichna</i> 群集(七尾湾南湾) <i>Pinnixa</i> 群集(伊勢湾の浅底部, 七尾湾および東京湾の一部) <i>Bechelia</i> 群集(大阪湾の一部)
強 内 湾 性 群 集	<i>Telepsavus</i> 群集(大阪湾奥部) <i>Prionospio</i> 群集(伊勢湾湾央部, 東京湾湾央部, 別府湾) <i>Lucinoma</i> 群集(別府湾湾央部) <i>Theora</i> 群集(山川港) <i>Theora-Ampelisca</i> 群集(伊勢湾湾奥部, 松永湾) <i>Theora-Paphia</i> 群集(五ヶ所湾奥) <i>Theora-Sternaspis</i> 群集(諸磯油壺湾の一部) <i>Cerithium</i> 群集(田辺湾支湾部, 勝浦湾の一部) <i>Cardium-Dentalium</i> 群集(英虞湾) <i>Brachydontes</i> 群集(的矢湾の伊雑浦区, 松永湾, 浦戸湾, 笠岡湾の一部) <i>Brachydontes-Theora</i> 群集(福岡湾の博多港区, 七尾湾の西部, 中ノ海) <i>Brachydontes-Macoma</i> 群集(松永湾) <i>Tellina</i> 群集(浦内湾および鹿児島湾奥部)
	<i>Ampelisca</i> スガメソコエビ類, <i>Bechelia</i> 無足なまこ類の1種, <i>Brachydontes</i> [= <i>Musculus senhausia</i>] ホトトギス, <i>Caprella</i> われから類, <i>Cardium</i> [= <i>Fulvia hungerfordi</i>] チゴトリガイ, <i>Cerithium</i> [= <i>Proclava pfefferi</i>] ヒメカニモリ, <i>Cirratulus</i> ミズヒキゴカイ類, <i>Corella</i> [<i>japonica</i>] ドロボヤ, <i>Cylichna</i> [<i>yamakawai</i> = <i>Cylichnatys angusta</i>] カミスジカイコガイダマン, <i>Cypridina</i> [<i>hilgendorffii</i>] ウミホタル, <i>Dentalium</i> [<i>octangulatum</i>] ヤカドツノガイ, <i>Lucinoma</i> [<i>annulata</i>] ツキガイモドキ, <i>Lygdamis</i> [<i>giardi</i>] ハナカンムリゴカイ, <i>Macoma</i> [<i>incongrua</i>] ヒメシラトリ, <i>Maldane</i> タケフシゴカイ類, <i>Molgula</i> 様類の1種, <i>Ophiopholis</i> [<i>mirabilis</i>] マダラクモヒトデ, <i>Paphia</i> [<i>undulata</i>] イヨスダレ, <i>Pinnixa</i> [<i>rathbani</i>] ラスパンマメガニ, <i>Prionospio</i> [<i>pinnata</i>] ホツバネスピオ, <i>Sclerocheilus</i> 多毛類の1種, <i>Sternaspis</i> [<i>scutata</i>] ダルマゴカイ, <i>Tellina</i> [<i>juvenilis</i>] ニウソノガイ, <i>Terebellides</i> [<i>stroemii</i>] タマダシフサゴカイ, <i>Telepsavus</i> [<i>costarum</i>] アンビキツバヤゴカイ, <i>Theora</i> [<i>lubrica</i>] シズクガイ。

さらに砂泥地潮間帯のベントス群集においても、岩礁域と同じように帯状の垂直分布(成帯)構造が認められることを示し、一般的な生物群の配置を整理した(表4)。

表4 砂泥地潮間帯動物の垂直分布 (堀越・菊池 1976)

	砂 質	泥 質
上部～中部	コメツキガニ, ハクセンシオマネキ, チコガニ	ベンケイガニ類, (ハマガニ, アシハラガニ, アカツメガニ), ウミナ
中部～下部	マメコフシ, スナモグリ, キンセンガニ, ガサミ類, ハカガイ, カガミガイ, ハマグリ, マテガイ, ツメタガイ, ミクリガイ, イホキサコ, ムシロガイ類, クロムシ, ツバサコガイ, ミサキキボシムシ	チコガニ, ヤマトオサガニ, ヘタナリ, カワアイ, アサリ, シオヤガイ, オキシジミ, ウラカガミ, ソトオリガイ, オオノガイ, ヒメシラトリ, コカイ
潮間帯上縁	ムラサキハナキンチャク, ニンジソイツキンチャク, フジナミ, キヌタアゲマキ, ヘニガイ, オトリガイ, カモリガイ, タケノコガイ類, ホタルガイ類, ハイ, ヒラモシガイ, モミシガイ, ハスノハカシパン	ヒメシラトリ等, ミスヒキコガイ, ニッポソフサコガイ, スコガイ, トゲイカリナマコ

ただし干潟に滞筋があつたり、畝状の起伏がある場合にはより複雑なパッチ状分布となることがあるとし、泥質干潟と開放性砂浜海岸の場合の一般的な成帯構造について説明している(表5)。

表5 泥質干潟と開放性砂浜海岸の一般的な成帯構造 (堀越・菊池 1976)

泥質干潟	開放性砂浜海岸
(潮間帯上部) ベンケイガニ類(ハマガニ, アシハラガニ, アカツメガニ等) ウミナ	(高潮線付近) スナガニ, 端脚類(オハマトビムシ, ヒゲナガハマトビムシ等)
(中潮帯) スナガニ科(チコガニ, ヤマトオサガニ等), 巻貝類(ヘタナリ, カワアイ等), 二枚貝類(アサリ, シオヤガイ, オキシジミ, ウラカガミ, ソトオリガイ, オオノガイ, ヒメシラトリガイ等), 多毛類(コカイ等)	(潮間帯中部) スナホリムシ類, ツノヒゲソコエビ科の端脚類
(低潮線～潮下帯) ヒメシラトリ, ミスヒキコガイ, ニッポソフサコガイ, スコガイ, トゲイカリナマコ	(低潮線付近) マクラガイ類, タケノコガイ類, カシパン類

干潟マクロベントスの成帯構造については秋山の総括的な整理がある。秋山(1979)¹¹⁷は、干潟の成帯構造について Watkin(1942)、Dahl(1952)、Vohra(1971)など先駆的研究を紹介した後、千葉県外房の一宮川河口干潟、および内房小櫃川前浜干潟の成帯構造を詳述し、両者の間に種構成の上でかなりの違いのあることを明らかにしている(表6)。

一宮川河口干潟では、小潮平均低潮線が多くの種の Critical level になっていることが示されるが、小潮平均高潮線は必ずしも種の分布を制限していない。また、潮下縁辺部は上部に比べ種の多様性と共に季節による種の移り変わりも著しく、特定の種で指標させるのは困難である。小櫃川前浜干潟では、陸側から漸移的に各種の帯位の存在が明らかに認められるが、全般的に分布帯の広狭が顕著である。更に一宮川河口干潟とは対照的に、小潮平均低潮線が必ずしも明瞭な Critical level とはならず、多くの種がこの線の上部に進出しているという特徴がみられた。

表6 一宮川河口干潟(1975)と小櫃川前浜干潟(1976)におけるマクロベントスの成帯区分(秋山 1979)

区分	一宮川河口干潟	小櫃川前浜干潟
潮上縁辺帯	ヒメハマトビムシ	ヒメハマトビムシ
真潮間帯	<i>Eurydice</i> sp.	コメツキガニ
	コメツキガニ	チゴガニ
		イトメ・ゴカイ
		<i>Capitella</i> sp.
		ムロミスナウミナナフシ
		ウミニナ・モロテゴカイ
	小潮平均低潮線.....	
	イソシジミ	ホソミサンバ
	<i>Capitella</i> sp.	ハナオカカギゴカイ
	チゴガニ, ゴカイ	<i>Armandia lanceolata</i>
ソトオリガイ	アサリ	
ケヤリ科の一種		
ムロミスナウミナナフシ		
潮下縁辺帯	<i>Prionospio</i> sp.	<i>Ceratonereis</i> sp.
ニホンドロソコエビ	<i>Pseudopolydora</i> sp.	
ヤマトオサガニ・ホトトギスガイ	イボキサゴ	
サビンラトリ		

成帯構造の起因については、潮汐要因、底質要因、生物的要因の3つに大別されることを示し、各要因を概説すると共に単一の要因だけでは成帯構造の成立を説明しきれないことを指摘している。そして、「現象として観察される成帯構造は、上記3要因の複合的な働きによる結果であるという認識は広く容認されつつあり、また、地理的にも時間的にも個々の要因の相対的重要性は変化すると考えられている。つまり、成帯構造は極めて動的な存在としてとらえる必要がある」と結んでいる。

生物学的な干潟の類型区分を確立するためには、日本沿岸各地の干潟の生物相に関する一次的資料を集積し、優占種、従属種、優越種および標徴種を抽出すると共に、各干潟の生物成帯構造、およびその成立要因を明らかにし、これらの情報を数学的手法により群集型を分類、確定する作業が必要と考えられる。その際、陸上の植生について行われている植物社会学的な解

析によるヒエラルキー確定は大いに参考となるものである。

ii) 干潟の物理・化学的環境に関する評価手法

干潟の物理・化学的環境を論じる文献は32件で、その内訳は浄化機能に関するもの14件、物質収支に関するもの9件、底質移動に関するもの3件、干潟地下間隙水の動態に関するもの2件、その他9件であった。

項目	件数	文献番号
浄化機能	14	20, 32, 43, 49, 51, 29, 50, 52, 53, 64, 67, 58, 59, 113
物質収支	9	32, 49, 57, 65, 75, 64, 38, 67, 60
底質移動	5	3, 5, 12
干潟地下間隙水	2	41, 54
底質	2	4, 55
その他	9	13, 37, 39, 48, 56, 65, 55, 65
合計	32	

a. 浄化機能

干潟の浄化機能については林(1979)²⁰がその基本的な構造を「波浪、干満の差、粒度組成、底質の温度、沿岸海水の富栄養度、干潟に存在する生物群集の種類と量など、種々の要因によって大きく変動する」と指摘している。また桑原(1979)¹¹⁴は「干潟による浄化の対象とすべき成分は水質浄化の一般的目的と同様に先ずN、Pと考えてよい」、「底泥表面における燐の移動は吸着と嫌気状態における解離であり微生物の作用も含まれる。窒素の交換は無機化、硝化作用、脱窒作用を含み、全て生物学的プロセスである」と指摘している。

このように干潟の浄化作用は底質の物理化学的条件と生物的条件が複雑にリンクした結果として認識されるもので、両者はほぼ不可分である。このことを前提として、各研究者が干潟の浄化機能の把握に際し、具体的にどのような方法を以てアプローチしているかをまとめた。

・桑原 連(1979)¹¹⁴

小櫃川河口干潟と葛西干潟の表層水を比較したところ、いずれもほぼ十分な酸化的条件下にあり、燐酸態燐も一般海水の範囲内に入る値であるが、アンモニア態窒素、硝酸態窒素の高濃度が目立ち、海域の水質環境としては窒素成分が異常に高いいわゆる有機富栄養水域であることを明らかにし、その一因が近接する河川より流入する有機汚染水にあることを指摘した。

干潟間隙水の水質には、底質の粒度組成が大きく作用する。粒度は含水率や有機物量とも密接な関係があり、全国の主要な干潟の総括的な数値として、強熱減量で表される有機物質と各因子との間の関係を示した。

$$y=0.845-6.176\log x$$

$$=1.34+0.11x_2$$

$$y: \text{強熱減量}(\%) \quad x_1: \text{中央粒径値}(\text{mm})$$

$$=-1.16+0.17x_3$$

$$x_2: \text{粘土・シルト含有率}(\%) \quad x_3: \text{含水率}(\%)$$

干潟表層水と底質との間の物質交換について、1976年10月22～23日に小櫃川河口干潟および葛西干潟で長さ50cm、内径7.5cmのプラスチック・コアに水層と底質を自然状態のまま採取し、3時間放置して前後の水層における水質成分の濃度変化から単位時間、単位面積の底泥に取り込まれあるいは溶出する物質量を求めた。干潟による浄化の対象成分であるN・Pに関する実験結果を表7に示した。

表7 干潟表面におけるN, Pの移動(湖底との比較) (桑原 1979)

所 在 項 目	小櫃川河口干潟*	葛西干潟*	Furesø湖**	Esrom湖**
PO ₄ -P, (mg/m ² /h)	-0.12±0.28 (-0.45±0.27)	+0.18±0.11	-0.08±0.08	-0.06±0.03
NH ₄ -N, (mg/m ² /h)	+1.75±1.27	-0.55±0.58	-0.05±0.03	+0.25±0.10
NO ₃ -N, (μg/m ² /h)	-31.2±92.5	-20.8±98.8 (-116.7±169.2)		
NO ₂ -N, (mg/m ² /h)	-0.73±1.28	-8.85±3.70	-0.45±0.13	+0.09±0.04
Total-N, (mg/m ² /h)	+7.58±7.48 (-10.54±5.50)	+1.41±4.39		
Total-P, (mg/m ² /h)	+0.07±0.58			

* 1976年10月22, 23日における実験結果, 平均値および95%信頼限界

** デンマークの湖沼における実験結果, LARS KAMP-NIELSEN (1974) より

正の値は底泥より水層への移動, 負の値は水層より底泥への移動を示す. 括弧内は光合成生物による消費量を表わす

底泥へのPO₄-Pの吸収は恐らく大部分が底質表面の付着藻類による光合成作用によるものと思われる。無機態窒素の取り込みは溶存酸素の減少と比較的よく対応することから微生物による硝化作用、底泥内層における脱窒素作用の他、底質粒度や浮泥による吸着置換も働いていると考えられる。表7に示したN・Pの移動と干潟面積に基づいて小櫃川干潟と葛西干潟の浄化量を試算した(表8)。

小櫃河口干潟の1日当たりの浄化量はT-Nで130.2kg、葛西干潟では無機態Nを合計すると232.1kgになる。これらの数値を相対的に評価するため、1972年の江戸川、荒川、中川の合計T-N発生負荷量49.3ton(昭和47年度東京湾総合調査報告書、一都三県公害防止協議会)と葛西干潟の浄化量を比較すると、T-N発生負荷量の1/2が無機態窒素と仮定して、0.9(232.1/24650)%の浄化能力という見積りが得られる。これは予想外に小さい値である印象を受けるが、干潟の浄化は平面による接触形態である点から、見かけ以上に浄化能力が低くN・P汚濁低減の積極的手段として余り期待できないものである。

表8 干潟における浄化量の概算結果 (桑原 1979)

所 在 項 目	PO ₄ -P	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	Total-N	
小櫃川河口干潟 (103.0ha)	単位面積当りの浄化量 (mg/m ² /h)	-0.45	⊕	-0.03	-0.73	-10.54
	干潟全体における1時間当りの浄化量	0.46kg	-	0.03kg	0.75kg	10.85kg
	干潟全体における1日当りの浄化量	5.5kg	-	0.4kg	9.0kg	130.2kg
葛西干潟 (203.2ha)	単位面積当りの浄化量 (mg/m ² /h)	⊕	-0.55	-0.12	-8.85	⊕
	干潟全体における1時間当りの浄化量	-	1.12kg	0.24kg	17.98kg	-
	干潟全体における1日当りの浄化量	-	13.4kg	2.9kg	215.8kg	-

⊕は底質からの遊離溶出

・木村賢史(1988~92, 1993, 1996)^{50, 51, 52, 53, 97}

木村らのグループは、東京湾の三番瀬干潟、葛西人工海浜、稲毛・検見川人工海浜、盤洲干潟をフィールドとして海浜(干潟)の浄化能力の評価を行った。

いずれの海域でも海浜部のCODは沖合部に比べ、平均値で0.3~1.4mg/l程度低い値を示しており、これは海浜部での水質浄化によるものと考えられる。

底生生物による除去有機物量は葛西人工海浜で119g/m²、稲毛・検見川人工海浜で103g/m²、三番瀬干潟で337g/m²、盤洲干潟で366g/m²となり、人工海浜は自然干潟の約1/3の浄化能力を示している。この値に基づいて各海浜(干潟)の面積から年間の浄化能を試算すると、葛西人工海浜で38ton、稲毛・検見川人工海浜で52ton、三番瀬干潟で4050ton、盤洲干潟で4400tonの有機物が底生生物に除去されていることになる。

砂泥中の微生物による浄化能を濾過水のTOC分解速度でみると、葛西人工海浜>三番瀬干潟>三番瀬沖の順を示し、好気的な葛西人工海浜や三番瀬干潟の砂泥が、嫌気的な三番瀬沖のシルト、粘土分の多い底質よりも高い値を示した。

底質の砂礫の粒径と浄化能との関係は、中央粒径0.15~7mmの範囲内では粒径の大きい順にCOD除去能が高かった。これは、粒径の大きい砂は間隙も多く透水係数が大きいため、好気的微生物の活動が効率よく行われ、高い浄化能を示したことによると考えられる。

葛西人工海浜の養浜工事を施工している西なぎさは、東なぎさと比べ底質中のCOD、強熱減量、T-N、T-Pが低く、これは新たな砂の投入や砂洗いといった養浜工事の効果と考えられる。西なぎさの底質中のCOD、強熱減量は自然干潟である盤洲干潟、三番瀬干潟の値とほぼ同程度であるが、シルト・粘土分はこれら自然干潟の約3倍の値を示していた。西なぎさは養浜工事の結果、多毛類の編組比率が高く甲殻類の編組比率は低く、Biotic Indexの減少傾向、多様性指数(Shannon-weaver)の増加傾向を示し、底生生物の生息環境により影響をもたらしていると考えられる。ただし、工事自体は一時的に海浜環境を不安定にさせるため、その環境本来の生物相が現れるには一定の時間経過が必要である。

人工海浜は自然干潟に比べ底生生物の種類数等が少なく、浄化能も1/3程度であるが、人為的に砂を他所から搬入して造成できる利点がある。人工海浜を水質浄化という視点から捉えた場合、砂と礫を組み合わせた水深4 m付近までの海浜・干潟の造成、投入砂礫の中のシルト・粘土分の低減化、潮間帯に付着動物の着生基質となる岩場の整備などを行い、多種多様なベントス相と好気性微生物相の形成が重要となる。

・栗原康一(1980, 1986, 1988)^{115, 29, 116}

栗原康一(1980)¹¹⁵は仙台平野の北縁を流れる七北田川河口の蒲生干潟(潟湖干潟)において、多毛類のゴカイが干潟に流入堆積する有機懸濁物の浄化に大きく関与していることを明らかにし、汚泥摂食量や生息条件(DO, Temp., Sal.)、浄化機構について明らかにした。

栗原(1986)²⁹は干潟が陸上由来の有機物を集積してCO₂やCH₄に変換する能力や硫酸還元能力が高い場所であることを示し、特に低潮線付近で脱窒素活性が活発であることとゴカイの生息密度が高いことと密接な関係があることを明らかにした。即ち、ゴカイ巢穴の表層部はゴカイの蠕動運動により酸素に富んだ海水が引き込まれるため酸化的になって硝酸態窒素が極めて高くなっている。他方、巢穴以外の泥中は著しく還元的であり、巢穴表層部の硝酸が土壌内部に拡散することによって容易に還元され脱窒が促進される。このようにゴカイが巢穴をつくることにより、酸化部位と還元部位が隣接することとなり、干潟の脱窒活性が増大する構造について説明している。

続いて、海浜部の生態系の環境浄化能力について、砂浜域では砂中の細菌による好気分解が重要な役割を担っている点、塩性湿地におけるヨシ群落の重要性、岩礁域潮間帯のムラサキイガイ群集や干潟のアサリ群集の浄化能力、干潟のベントスを餌とする渡り鳥の浄化能力について説明している。

栗原ら(1988)¹¹⁶は「河口・沿岸域の生態系とエコテクノロジー」(東海大学出版会)において河口・沿岸域の諸課題を多角的に解説している。その中で、環境特性について物理環境、化学環境、微生物環境の3分野に分け、整理している。

物理環境は潮汐と潮流、河口域の密度流、風波と吹送流と海浜流、小湾内の海水の交換、懸濁粒子の輸送と堆積、砂の移動と地形変化、海面・海底境界層の流動と鉛直混合の各項目について詳述されている。化学環境は河川水の化学成分、海水の化学組成、河川水と海水の混合による物質動態、有機物分解、河口・海浜の物質循環の各項目について概説している。微生物環境は、微生物のエネルギー獲得形式として、光合成と化学合成について、微生物の生育環境としての酸化還元電位、還元化の進行と細菌の遷移、底泥における微生物群集の代謝活性の垂直分布、微生物の分布を規定する要因としての環境の影響と微生物間の相互関係(酸素、脱窒素、硫酸還元、メタン生成)の各項目についてまとめている。

・熊田・佐藤(1988)³²

熊田・佐藤は三河湾の干潟表面における脱窒素量を把握するため、干潟域と対照域から底質試料を採取し、脱窒素速度測定容器に封入して溶存窒素と溶存酸素量の測定を行った。

b. 物質収支

砂浜、干潟、塩性沼沢など潮間帯における物質収支は、その区域の生産力と浄化能力を含む代謝量の総計値に近似的であり、潮間帯の環境条件と物質変化の過程の違いによって除去源となったり供給源となったりする。

干潟の生産力と浄化能力を明らかにする上で物質収支の定量的把握、生物の現存量と代謝量を把握することが必要となる。日本においてはこのような物質収支の研究は非常に少なく、急速に減少しつつある干潟の役割の重要性を科学的に明らかにすることが、社会的にも早急に求められている。以下に、いくつかの研究例をまとめた。

・森本(1993)⁵⁷

森本は、埋め立てなどによる沿岸域の環境変化が内湾をはじめとする海域の水質環境や生態系への影響を考えるうえで、環境変化による物質収支の変化を推定することが重要であることを指摘し、物質収支研究の方法論を整理した。

<潮間帯の物質収支定量法>

潮間帯自身の変化量と活動量を求める方法と、外部と出入りする物質量の差から求める方法とがある。

蓄積量の増(減) + 内部反応での消滅(生成) = 外部からの流入(流失)

左辺から求める方法は、保存性の良い物質(T-N、T-P)について一定期間中の潮間帯堆積物中の総変化量に脱窒、固定量などを加えればその期間の収支が求められる。この方法の問題点是对象区域全域にわたる正確な調査法とデータの集計の仕方にある。

右辺から求める方法は、調査地点を流れる物質のみを求めればよいから、調査対象区域が広い場合でも出入り口の狭い水路などを調べれば、データ集計の際の代表性の問題が回避できる利点があり、比較的多く用いられている。この方法によれば、上げ潮時および下げ潮時のそれぞれについて対象区域に出入りする水の量にその水質を乗じて移動物質量を求め、流入量から流出量を差し引いて物質収支を求めればよい。

従ってその信頼性は正確な水の移動(収支)の測定によるところが大きい。

潮間帯の水収支測定法には水域区分法と間隙収支法とがある。

水域区分法は低潮線付近の測点における上げ潮時、下げ潮時に通過する水量を求め、そのときの水質を乗じて一潮汐にわたる物質収支を求めるものである。測点は可能な限り海への出入り口が狭まった箇所とするが、前浜干潟のように海に大きく開けた場合は、対象区域をいくつかの大きなブロックに区切り、ボックスモデルを解くことにより物質収支を求める。

間隙収支法は潮間帯の地表面を通過して、表面海水と地下の間隙を行き来する水量と水質変化から収支を求めるものである。測定法は2通りがあり I 法は干潮時の地下水の減少量を直接測定する方法で、II 法は地下水の流速は水面の勾配に比例するというダルシーの法則を用いて、周辺の地下水位、その地層の透水係数、透水層の厚さから測点の一定断面

を通過する地下水量を求める方法である。

<潮間帯の水収支>

表9に各タイプの海浜における水収支の概要を、表10に地下間隙との収支の実測値を示す。砂浜・礫浜では満潮の潮間帯への冠水量のうちほぼ10%が地下へ浸透するのに対し、干潟はわずか0.03%であり、干潟の地下浸透の寄与は砂浜に比べ1/300～1/500程度でしかない。

干潟の地下水面は、地表面が緩傾斜なためほとんど勾配を生じず、間隙水の流動は極めて緩やかで、干潮時の地下水面の低下量は数 cm のオーダーにとどまり、広大な面積にもかかわらず海水と間隙水の交換量は砂・礫浜よりも小さい。また満潮時の汀線前進速度の方が地下水の流動速度よりも速いため、冠水した海水はその場で下向きに浸透していくことになり、間隙水が鉛直方向に移動する傾向が強くなる。

表10をみると、泥質の汐川(Siokawa)干潟と砂質の小櫃(Obitu)川河口干潟において交換量に余り違いはないが、同じ砂質でも傾斜の急な砂浜の場合は3～4倍となっている。これは間隙水の交換量に支配的な影響を及ぼすのは底質の透水性よりも地表面の勾配であることを示唆している。

表9 Water balances of four intertidal area (m³/m/tide) (森本 1993)

Coast type	Influent or effluent seepage by tide...a	Surface flooding or ebbing...b	Underground/surface ratio...a/b
Gravelly beach	2.6	25	10%
Sandy beach	1.9	20~30	〃
Tidal flat	0.8 (1,000)	2,500	0.03%
() indicates quantity filtrated by bivalves.			
Salt marsh	—	—	1%

表10 Tidal exchange of water between sea and the intertidal underground (森本 1993)

	Water exchange (m ³ m ⁻¹ tide ⁻¹)		Tidal amplitude (cm)		Hydraulic conductivity (透水係数) (cm day ⁻¹)	Exchange porosity (間隙水) (交換率)
	Ave.	Spring	Ave.	Spring		
Rhode River, MD (Jordan and Correll, 1985 ¹⁵⁾)	0.03	0.07	30		600	
Carter Creek, VA (Harvey <i>et al.</i> , 1987 ¹⁶⁾)		0.014	80	100	64	
Green Channel, NC (Yelverton and Hackney, 1986 ¹⁷⁾)	0.047				26	
Bread and Hackney, 1986 ¹⁷⁾) (Agosta, 1985 ¹⁸⁾)	(0.23)		120			
Dill Creek, SC (Gardner, 1976 ¹⁹⁾)		0.001			2.9	
Yedobasi sandy beach, JPN		3.00*		210		
Nisikata sandy beach, JPN		1.95*		210		0.2
Sinkatahama gravity beach, JPN		2.58*		210		0.25
Siokawa tidal flat, JPN (S. D. P. C. B.***, 1981 ⁴⁾)		0.85*		210		0.1
Issiki tidal flat, JPN (Matsukawa <i>et al.</i> , 1987 ²⁰⁾)		1000.**				
Obitu tidal flat, JPN (Morimoto, 1990 ⁹⁾)		0.50* 0.04		200	1,152	0.025

* Measured as change of porewater volume (referred as method I in text).

** Filtration by bivalves.

*** The Fifth District Port Construction Bureau (Japan).

Other data are measured as flow out volume of ground water calculated by Darcy's law (method II).

<物質収支>

潮間帯における海岸線 1 m 当たり一潮汐当たりの有機物、栄養塩の除去量を表11に、窒素については別に表12に形態別の量を示した。これらの表の第2欄は水域区分法による総収支、第3欄は間隙収支法による収支である。物質が海域から潮間帯に移動する場合を流入(除去)、逆の場合を流出(生産)とする。

表11をみると、砂浜も干潟も窒素の除去は30~50gN/m²/tide でかなり安定しており、両者はほぼ同レベルにあるのに対し、礫浜は除去量がかなり小さくなっている。水収支については地形的要因の影響が強く現れたが、物質収支とくにN・Pについては地形的に似ている砂浜と礫浜よりも、砂浜と干潟の方が近い値を示しており、底質における構成素材の影響の方が大きい結果となっている。

次に表12をみると、干潟は各成分とも除去しているのに対し、砂浜の場合 NH₄-N は除去しているが NO₃ は生産傾向にあり、硝化作用が働いていることを示している。砂・礫浜や干潟においては、有機態窒素が無機態窒素に比べはるかに大きい除去量を示す。

物質収支において干潟や砂浜は有機物・栄養塩ともに明らかな除去の傾向を示し、水域浄化の効果は高いと判断される。また面積当たりの除去効果も両者は同レベルと見込まれる。

表11 Mass balances of intertidal areas (C, N, P) (森本 1993)

	Total exchange above & underground gC : N : P/m ² /year	Exchange between sea water & underground pore water gC : N : P/m ² /year	References
Shores			
Sandy shore (Nisikata)		56.5 : 56.4 : 15.7	5th district port const. bureau, 1981 ⁴⁾
Gravelly shore (Sinkatahama)		67.4 : 11.6 : -7.2	”
Tidal flats			
Sand (Issiki)	: 52.5* : 12.0	: 7.7 : 0.5	Sasaki, 1989 ³⁾
Mud (Siwokawa)		1.5 : 0.2 : 0.0	5th district port const. bureau, 1981 ⁴⁾
” (Rhode River)	224 : 37.5 : 3.3		Jordan <i>et al.</i> , 1983 ³⁾
Salt marshes			
Rhode River			Jordan <i>et al.</i> , 1983 ³⁾
high marsh	-57 : -2.8 : 0.6		
low marsh	11 : 0.9 : -0.6	: -1.1 : -1.0	
Carter Creek	-145 : -4.0 : 0.1		Axelrad <i>et al.</i> , 1976 ²²⁾
Ware Creek	-115 : -3.1 : 0.8		Axelrad <i>et al.</i> , 1976 ²²⁾
Gott's Marsh	-7 : -3.7 : -0.3		Heinle & Flemer, 1976 ²³⁾
Great Sippewisset	-34 : -11.0 : -0.3		Valiela & Teal, 1979 ¹¹⁾ ; Valiela <i>et al.</i> , 1978 ²⁴⁾

Negative value indicates export from the intertidal area.

* This is a summer removal, which includes permanent removal of 24.3 gN/m²/year by denitrification and fishing.

表12 Nitrogen balances of intertidal areas (森本 1993)

	Total exchange above & underground Org-N : NH ₄ : NO ₂ +NO ₃	Exchange between sea water & underground pore water Org-N : NH ₄ : NO ₂ +NO ₃	References
Shores			
Sandy shore (Nisikata)		44.6 : 12.8 : -1.0	5th district port const. bureau, 1981 ⁴⁾
Gravelly shore (Sinkatahama)		9.4 : 0.5 : -0.9	”
Tidal flats			
Mud (Siwokawa)		0.24 : -0.03 : -0.00	5th district port const. bureau, 1981 ⁴⁾
” (Rhode River)	34.7 : 1.1 : 1.8		Jordan <i>et al.</i> , 1983 ³⁾
Salt marshes			
Rhode River			Jordan <i>et al.</i> , 1983 ³⁾
high marsh	-2.6 : -0.1 : -0.1		
low marsh	1.8 : -1.3 : 0.3	-0.3 : -0.9 :	
Carter Creek	-4.6 : 0.3 : 0.3		Axelrad <i>et al.</i> , 1976 ²²⁾
Ware Creek	-2.3 : -2.9 : 2.2		”
Gott's Marsh	-2.4 : -0.4 : -0.9		Heinle & Flemer, 1976 ²³⁾
Great Sippewisset	-7.4 : -1.9 : -1.7		Valiela & Teal, 1979 ¹¹⁾ ; Valiela <i>et al.</i> , 1978 ²⁴⁾
Colne Point	-3.1 : -0.2 : 3.1		Aziz & Nedfwell, 1986 ²⁵⁾

Negative value indicates export from the intertidal area.

c. 底質移動

一般に内湾浅海域には浮泥、ヘドロの堆積が顕著で、海水流動に伴う底質の移動による漁港や水門などの埋没といった問題が発生するため、粒況と底質移動の解析・予測を扱った事

例がみられる。

満田(1968)³は有明海浅海域の浮泥の動態について解析した。有明湾奥部における浮泥の出入りは、上げ潮時に洗掘傾向、下げ潮時に堆積傾向となる。上げ潮時の場合、筑後川および六角川のように比較的遡上距離の長い河川の河口付近に洗掘を生じるが、これは上げ潮と共に河道内へ浮泥が運搬されるためと考えられる。これに対し矢部川—竹崎を結んだ地域内は潟面にほとんど変化がなく、海域外からの浮泥流入は余りないようである。竹崎沖は常に堆積傾向となっている。下げ潮時の場合は、各河川の河口部および沿岸部はいずれも堆積傾向となり、河道内は洗掘傾向にあるので、浮泥は河道内から河口干潟あるいは沿岸部へと移動しているとみられる。

戸原(1977)¹²は有明海湾奥部佐賀県地先海域について、上げ潮時、下げ潮時の流況調査を行い、干潟上の流れの水理学的な解析を報告した。また干潟のタイドプールの形成過程を、福岡県の豊前海に面した行橋市地先海域をフィールドとして解析を行った。佐々木(1972)⁵は浅海養殖漁場の底質移動について水理学的な検討を行った。

流れによる砂礫の移動は、現在は掃流力摩擦速度との関係から求められていることを説明し、この考え方を漁場底質移動に導入した場合の計算手法を示している。また、波による砂礫の移動については移動限界水深と沿岸漂砂量を求める一般式の妥当性について検証している。

d. 干潟の地下間隙水

干潟の地下間隙水の動態は干潟の物質収支を考える上で重要な役割を持つことが明らかになってきたが、日本における研究はまだ始まったばかりで事例は少ない。

森本(1990)⁴¹は潮汐による干潟間隙水と前面の海水との交換機構を推定するため、東京湾の小櫃川河口干潟において地下水位および干潮時の間隙水交換率を測定し、間隙水交換量を検討した。小櫃川河口干潟における水収支を整理すると、満潮時の地下への浸入量 $0.3\sim 0.6\text{ m}^3/\text{m}/\text{tide}$ のうち干潮時に直接海へ流出するのは約10%の $0.04\text{ m}^3/\text{m}/\text{tide}$ 以下で、90%以上は海へ戻っていないことになる。この90%以上の水の行方については蒸発散の影響が大きいと考えられるが、この調査では特定することはできない。

坂本(1981, 1994)^{54, 65}は透水性潮間帯である砂浜域での潮汐を動力とする呼吸による有機物分解機能について評価を行った。上げ潮で排気しながら砂浜の交替間隙に侵入する水量、下げ潮で細く吸いを残して地表から吸気しながら汀線から滲出される水量を、三重大学前浜で調査した結果、出入水量は海岸線長1 km 当り、潮差35cm 程度の小潮では約 350 m^3 程度であるが、潮差2 m の大潮では 3000 m^3 前後の地表大気と汀線海水が1 潮汐で交替していた。したがって日交替量(日呼吸量)はその約2 倍と評価される。上げ潮時で砂浜の交代間隙に浸入する汀線の海水は砂浜間隙を通過する間に捕捉水と混合し、下げ潮時に混合水が砂浜から滲出して行く。

iii) 生物的環境に関する評価手法

干潟の生物的環境に関する文献は21件で、その内訳は成帯構造に関するもの4件、群集構造に関するもの4件、指標種に関するもの5件、メイオベントスに関するもの4件、種の地理的分布と特性に関するもの1件、その他3件であった。

項目	件数	文献番号
成帯構造	4	2, 45, 91, 103
群集構造	4	92, 101, 98, 104
環境指標種	5	94, 105, 106, 108, 109
メイオベントス	4	27, 30, 24, 26
種の地理的分布と特性	1	102
その他	3	24, 47, 77
合計	21	

a. 成帯構造について

大島(1963)²は北海道有珠湾奥の干潟における底生生物群集について、潮位による区分と主要種による区分を行った。

〈潮位による区分〉

イ. 潮上帯(灌水部)

満潮線から上の荒天時にのみ波しぶきのかかるところまで、ハマダンゴムシ、ヒゲナガハマトビムシによって代表される。

ロ. 潮間帯

大満潮線と大干潮線との間(潮位差1.2m)、この帯域を更に3つに区分する。

- ・高潮亜帯；小潮時にも干潟を形成する域。アリアケモドキ、コメツキガニによって代表される。
- ・中潮亜帯；内湾干潟の代表的な域で、スナモグリ、アナジャコ、シラトリガイによって代表される。
- ・低潮亜帯；大潮前後4, 5日のみ干潟となる域で、内湾ではアナジャコ、テッポウエビ、クロムシによって代表される。

ハ. 正浅海帯

大干潮線より水深20m ぐらいまで。ヨツハモガニ、ヒラツメガニ、ヒメエゾボラが多い。

〈主要種による区分〉

軟体類、甲殻類の主要出現種にその深度分布を加味して区分した。

イ) ハマダンゴムシ帯

ハマダンゴムシ	<i>Tylos granulatus</i> MIERS
ヒゲナガハマトビムシ	<i>Talorchestia brito</i> STEBBING
オオハマトビムシ	<i>Orchestia ditmani</i> DERSHAVIN
ヒメハマトビムシ	<i>Orchestia platensis</i> KROVER

大満潮線より30cm位までの砂質潮上帯である。淘汰係数1.5以下で淘汰がよい。シルト・粘土含有量は10%以下である。ブクナウシモシリ砂質地、ポンウスハナよりアルトリ岬まで広く分布している。ヒメハマトビムシは、敏速に跳躍するもので海藻の打上がっているようなところに多い。この種は、砂中に体をかくす場合も体がかくれる位で、別に巣穴を掘るようなことはない。ヒゲナガハマトビムシは、深さ10cm位の巣穴をほる。ハマダンゴムシも巣穴を掘るが、ヒゲナガハマトビムシの巣穴の口縁には多くの場合、砂のもり上がりが見られる。これらの動物の巣穴は、10~20位かたまっている。冬期に表面が凍結しているとき、これらの生物の活動は認められない。

ロ) アリアケモドキ帯

アリアケモドキ	<i>Paracleistostoma cristatum</i> DE MAN
ムカシゴカイ	<i>Saccocirrus major</i> PIERANTONI

高潮亜帯で表面が特に泥質域である地点のみに、アリアケモドキは生息している。淘汰係数2.5、シルト・粘土含有率30~50%である。アリアケモドキは一つの巣穴につき単位面積で群棲している。そのため単位面積当たりの生息数ははっきりしない。この域ではムカシゴカイがかなり生息している。この域はコメツキガニの生息域と隣り合っているが、コメツキガニが巣穴を掘るのは、有珠ではシルト・粘土含有率30%以下である。

ハ) コメツキガニ帯

コメツキガニ	<i>Scopimera globosa</i> DE HAAN
イソシジミ	<i>Nuttalia olivacea</i> JAY

コメツキガニは、高潮亜帯砂質地に分布する。淘汰係数2以下の粗砂地でシルト含有量30%以下に多い。コメツキガニの活動は干潮時のみで、夏期には昼夜を問わず砂団子を作っている。満潮時には巣穴に砂団子でふたをして入っている。巣穴より掘りだしても2~3秒で砂中にかくれる。冬期には、干潟表面が凍結するため、その活動は顕著ではない。夜間の大潮時においても同様である。この域は、干潟表面から10cm位まではコメツキガニの活動域のため、他の動物はあまり認められない。10cmより深くもぐるイソシジミはかなり生息する。ホソウミニナも多少生息する。

ニ) クチバガイ帯

クチバガイ	<i>Caecella chinensis</i> DESHAYES
-------	------------------------------------

高潮亜帯礫泥質に、主として生息する。淘汰係数3以上、シルト・粘土の含有量10~30%位である。シラトリガイはほとんど認められない。転石下にはヒモムシ、ジャムシが多数いる。

ホ) シラトリガイ帯

シラトリガイ *Macoma nasuta* (CONRAD)

オオノガイ *Mya japonica oonogai* MAKIYAMA

シラトリガイは中潮亜帯泥質域に広く分布する。淘汰係数2以上、シルト・粘土の含有量30%以上の泥質に多い。有機炭素量は0.7%位である。シラトリガイの生息域にはコマツキガニはほとんどみられない。多毛類の生息数が非常に多い有珠内湾で、もっとも軟体動物の多い域で、ウミニナは1 m²に100個体以上、アナジャコは1 m²に2~3匹認められる。

へ) スナモグリ帯

スナモグリ *Callianassa japonica* ORTMANN

アナジャコ *Upogebia major* DE HAAN

中潮亜帯砂質域に、スナモグリは広く分布する。淘汰係数2位、シルト・粘土の含有率30%以下に多い。アナジャコもともに分布するが、泥質低潮亜帯の方に多い。スナモグリは1つの巣穴には1匹しかいないが、その巣穴の口は2~5あり、その上入り口の径が小さいためすぐ埋もれ、単位面積当たりの個体数ははっきりしない。また外洋のメノコシラルの岩陰にも多数生息している。二枚貝はイソシジミ、ソトオリガイが生息している。

ト) アナジャコ帯

アナジャコ *Upogebia major* DE HAAN

アナジャコは、低潮亜帯泥質域に最も多く分布する。淘汰係数2位、シルト・粘土の含有量30~50%で、有機炭素量は1.5%をこえる。生息密度は最高1 m²当たり16匹である。アナジャコの巣穴は大抵入り口は2つであるが、3つの場合もある。1つの巣穴には1匹しか生息しない。この域も多毛類が多い。

チ) テッポウエビ帯

テッポウエビ *Alpheus brevicristatus* DE HAAN

クロムシ *Arenicola cristata* STIMPSON

低潮亜帯より正浅海帯にかけての、淘汰係数1.5位、シルト・粘土含有量30%以上、有機炭素量2%位に多い。テッポウエビは肉食性で、その餌となる多毛類の多いところに生息している。

リ) アマモ帯

ヒメエゾボラ *Neptunea arthritica* (BERNARDI)

ヨツバモガニ *Pugettia quadridens* (DE HAAN)

本湾の干潟以外は大部分アマモの密生地である。淘汰係数1.5位、シルト・粘土含有量50%以上、有機炭素量は1.5~3%におよぶ。多毛類、ホシムシ、ヒモムシが多く生息している。それらを餌とするヒメエゾボラが多くパイ籠によって漁獲されている。

甲殻類も、ヨツバモガニ、ヒラツメガニ、ウミセミ、ワレカラが多く採集される。

秋山(1979)¹¹⁷は、千葉県九十九里海岸に流入する一宮川河口干潟(小規模)と東京湾に注ぐ小櫃川河口の前浜干潟(大規模)のマクロベントスの成帯構造について以下のように述べている。

〈一宮河口干潟〉

潮間帯の幅は20m 弱と小規模で、潮上帯上部にヨシ原が広がっている。平均高潮線(M. H. W.)の上部にはヒメハマトビムシが、平均潮位(M. T. L.)までスナホリムシ科の *Euridice* sp. が分布している。同じ帯位により広い分布帯をコメツキガニが占め、さらに平均低潮線(M. L. W.)を中心にチゴガニ、ケヤリ科の一種、イソシジミが分布している。平均低潮線もしくは小潮平均低潮線(M. L. W. N.)以下に分布が限定されるのはヤマトオサガニ、ホトトギスガイで、多毛類の *Prionospio* sp. やアサリもその傾向を示しており、小潮平均低潮線が多くの種の Critical level になっていることを示している。

潮下帯縁辺は強いといえばヤマトオサガニによって占有されるが、種の多様性に富むとともに季節変化が著しく、特定の種で指標されるのは困難である。季節によってはドロクダムシ科のニホンドロソコエビや *Corophium insidiosum* がこの帯域を中心に優占する(図4)。

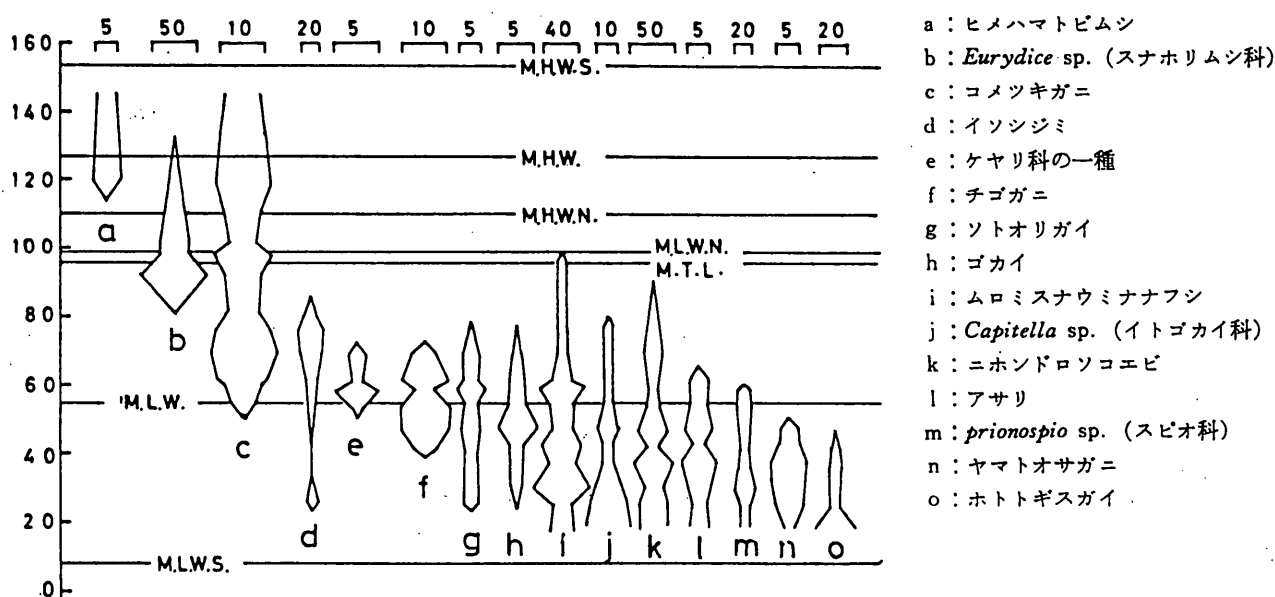


図4 千葉県一宮川河口干潟(1975. 7.)におけるマクロベントスの成帯構造 (秋山 1979)

(縦軸は潮位 cm、横軸上の数字は625cm²当たりの個体数)

〈小櫃川前浜干潟〉

小櫃川河口に広がる前浜干潟は沖合1.2kmに至る広大な砂質干潟である。

一宮河口干潟とは種構成がかなり異なっており汽水性の種は消失し、全般的に分布帯の広狭が顕著である。また小潮平均低潮線が必ずしも明瞭な Critical level とならず多くの種がこの線の上部に進出している。

多毛類ゴカイ *Neanthes japonica*、イトメ *Tylorrhynchus heterochaetus*、イトゴカイ科の *Capitella* sp. は平均高潮線を中心に、同じく多毛類のホソミサシバ *Eteone longa*、ハナオカカギゴカイ *Ancystrosyllis hanaokai*、チロリ類は平均低潮線の上部に、それぞれ比較的狭い分布帯で出現している一方、オフェリアゴカイ科の *Armandia lanceolata* やアサリ、その他の種類が極めて広い範囲に分布している。狭い帯位は明らかに底質の局所的差異に対応したもので、平均高潮線付近での潮汐クリーク、平均低潮線付近での浅い潮溜まりの存在と深く関連している(図5)。

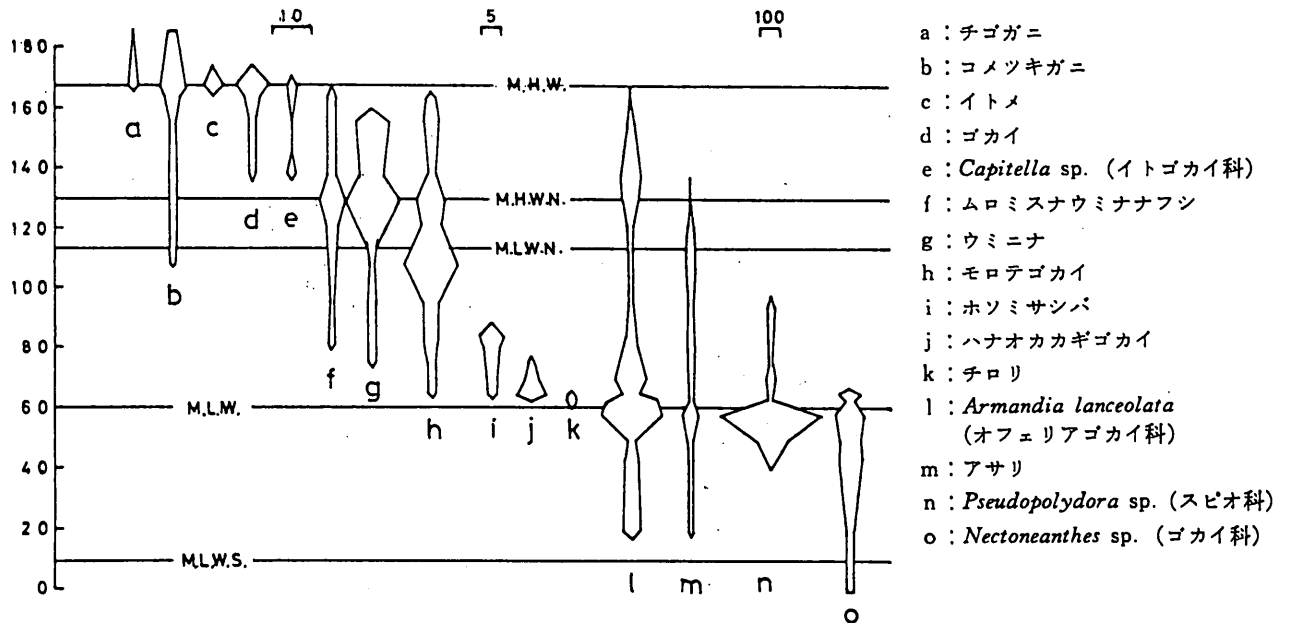


図5 小櫃川前浜干潟(1976. 5.)におけるマクロベントスの成帯構造 (秋山 1979)
(縦軸は潮位 cm, 横軸上の数字は900cm²当たりの個体数, i と n 以外はすべて e と同じスケール)

潮間帯に生息する生物種の約大半はその Critical level が平均高潮線付近にある。これは干潟の傾斜の緩やかさが環境勾配(生息条件)の緩やかさを導き、ベントスのより上部での生息を可能にする、いわば傾斜効果と考えられる。

泥質干潟の場合は砂質干潟より一層環境勾配は緩やかで、不明瞭となるが、やはり成帯構造が認められる。基本的には指標種が存在しない潮上縁辺部と、二枚貝帯の真潮間帯、多毛類帯の潮下帯の3帯に区分することができるが、その普遍性は充分検討されておらず今後の

研究課題である。

一宮川河口干潟の成帯構造は種によって異なるものの明瞭に季節的な帯位の移動が認められる。これは年間を通しての潮位変動とそれに伴う底質変化、各生物種の生活様式と繁殖周期が複雑に関連した結果と考えられる。

成帯構造の起因は潮汐要因、底質要因、生物的要因の3つに大別することができる。潮汐要因は、潮汐に伴う干出や水没の繰り返しにより形成される物理的勾配、特に干出や水没の継続時間が成帯構造を支配するとみる考え方である。底質要因は基底の物理的性質、特に粒度組成が帯位やベントス分布を規定すると考えるものである。生物的要因は、捕食関係と種間競争が帯位を決定するという考え方であるが、干潟において食物関係や競争と関連づけて帯位を考察した報告はほとんどない。

秋山(1988)¹⁰³は三河湾に注ぐ矢作川古川の前浜干潟における成帯構造と現存量等について以下のように報告した。

矢作川古川河口前面には面積約500haの典型的な砂質前浜干潟が広がり(図6)、北護岸部から10~20mの範囲は転石と粗砂、護岸部から50~100mの範囲は泥地で、これ以外の区域は砂地となっているが、水路際は泥分の割合が幾分高くなっている(図7)。



図6 矢作川古川前浜干潟の潮差定線と調査区域(秋山 1988)

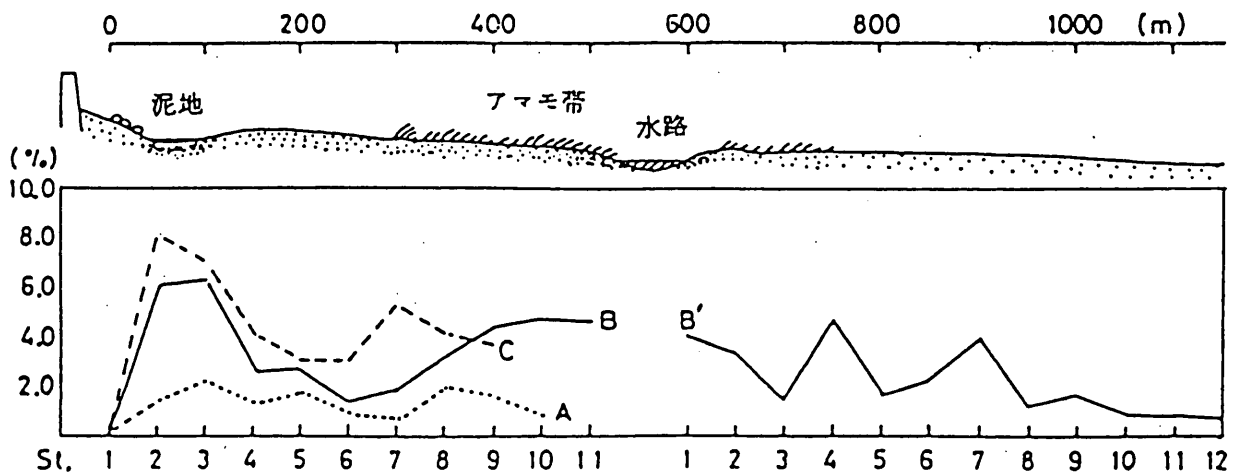


図7 測線Bの断面略図(上)と測線A, B, C, B'におけるシルト粘土含有率の分布(下)(秋山 1988)

護岸の壁と転石には岩礁の潮上縁辺帯の指標種であるアラレタマキビ、タマキビが着生し、転石下にはカリガネエガイ、タテジマイソギンチャクの付着がみられる。粗砂地には砂浜の潮上縁辺帯の指標種であるスナガニ、ヒメハマトビムシが分布し、散在する石にはイボニシ、キクコザラの着生がみられた。これらの種類の出現はこの護岸寄りの区域のみに限定された。

護岸部から沖合50~100mの範囲はアオサが堆積し、基底は泥分に富み、ヤマトオサガニとニホンスナモグリの2種が目立っている。

この砂地から沖合300m付近までは中粒砂からなる砂地が続き、ウミニナ、オサガニが目立つほか、1m²当たり1~2個体の密度でタマシキゴカイの糞塊が認められた。またツバサゴカイの棲管も散見された。

300~500mの水路際まではアマモ、コアマモがパッチ状に繁茂しており、基底は砂質、砂泥質で、内在性のイソギンチャクとテッポウエビ、イシガニなどが目視された。棒杭にはミナミイソカイメンの付着が観察された。

図8に示した各測線における底生動物各種の個体数分布状況から、この干潟の成帯構造は以下のような特徴が示された。

潮上帯を含む護岸から150mまでの区域では、幅の狭いスナガニ-ハマトビムシ帯と、これに続いてホトトギスガイ-ヤマトオサガニが識別された。両帯位の分布は粗砂地と泥地に対応している。潮間帯中部に相当する200~350mまでの砂地には顕著なウミニナ帯があり、この帯位は海岸線に沿った東西方向の勾配で見ると東から西に向かって分布幅が小さくなる傾向を示した。

潮間帯の下部に相当する350~500mの範囲はアマモの繁茂で特徴づけられる区域であるが、底生動物の分布は測線により異なるが、ゴカイ科の多毛類の優占と、イソギンチャクの出現が目立った沖部550~1100mの範囲は測線B'の資料だけであるが、成帯構造は不明瞭で、水路寄りでのイソギンチャクの優占を除くとむしろ不連続な分布を示した。この区域は含泥率の分布をみても環境勾配が不明確であり、これが成帯構造を欠く一因となっているものと考えられる。

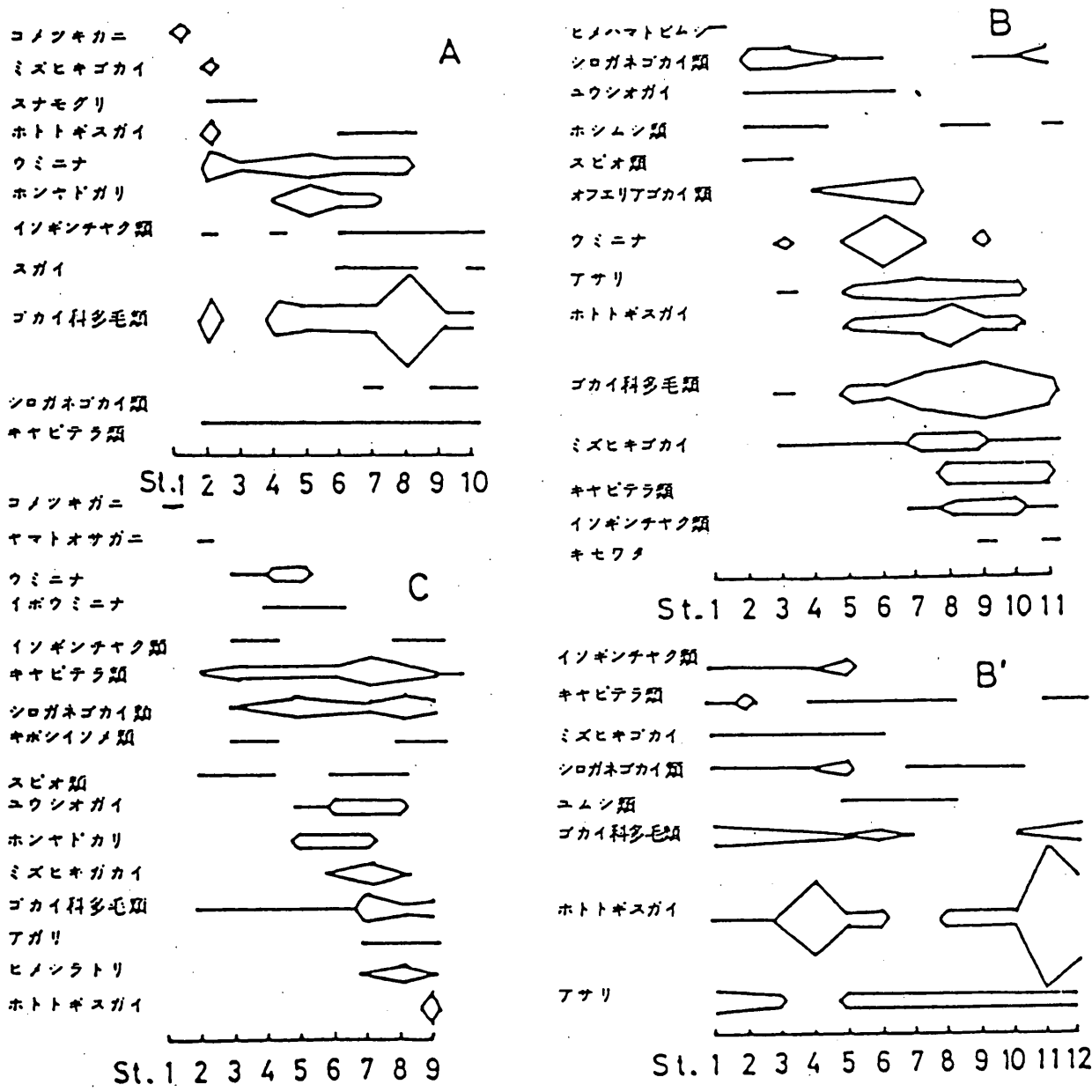


図8 測線 A, B, C, B'における底生動物代表種の成帯分布 (秋山 1988)
 (カイトグラム幅は個体数の相対量を示す)

b. 群集構造について

風呂田(1981)⁹²は、潮汐作用に起因する干潟の水条件の鉛直変化と生物の種間関係が干潟のマクロベントス群集構造にどのような影響を与えているかを、東京湾の小櫃川河口干潟と新浜湖干潟について検討、報告した。

(小櫃川河口干潟のマクロベントスの垂直分布)

小櫃川河口干潟のマクロベントスの垂直分布は以下の4つに大別される(図9)。

イ. M. H. W. (平均高潮線)付近に上限があり、M. T. L. (平均潮線)以下では出現しない。

ヒメハマトビムシ、コメツキガニ、チゴガニ、ゴカイ

ロ. M. H. W. の下に上限があり、M. L. W. (平均低潮線) 付近が下限となる。

ムロミスナウミナナフシ、ウミニナ、ホソウミニナ、モロテゴカイ

ハ. E. L. W. N. (小潮最小低潮線) 付近に上限があり、E. L. W. S. (大潮最大低潮線) 付近が下限となっている。

アサリ、*Armandia lanceolata*、シオフキガイ

ニ. 上限は E. H. W. N. (小潮最小高潮線) 以下で一定でなく潮下帯まで分布する。

Capitella capitata、チロリ、イボキサゴ、ミズヒキゴカイ、ハナオカカギゴカイ、*Pseudopolydora kempj japonica*、バカガイ

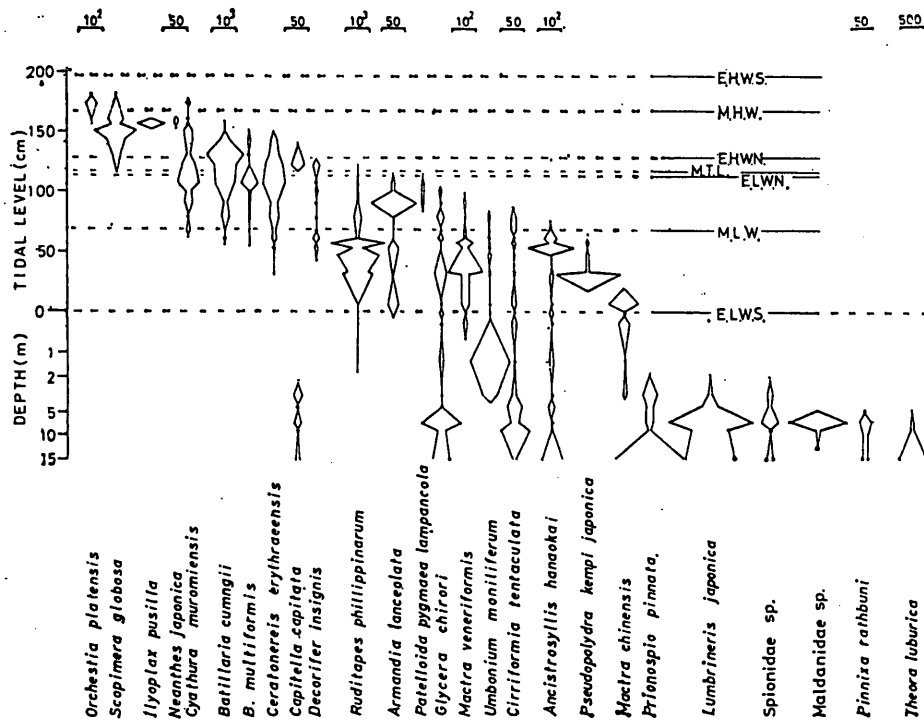


図9 小櫃川河口干潟におけるマクロベントスの鉛直分布(大嶋と風呂田, 1980を一部改変。上部のスケールは個体数/㎡を表し、スケールのない所は左側に準ずる)

〈新浜湖干潟のマクロベントスの垂直分布〉

新浜湖干潟のマクロベントスの垂直分布(図10)は、小櫃川河口でのイ)の分布型にコメツキガニとチゴガニが相当するが、ロ)とハ)の型がなく、多くのマクロベントスはニ)の型に属している。この中にはゴカイ、ラスバンマメガニ、ミズヒキゴカイ、*Pseudopolydora kempj japonica*、アサリ、ハナオカカギゴカイなど小櫃川河口干潟との共通種も多く、これらの種が異なった分布様式を示していることは、少なくとも潮汐作用が直接これらの種の鉛直分布様式を決定しているのではないことを示している。

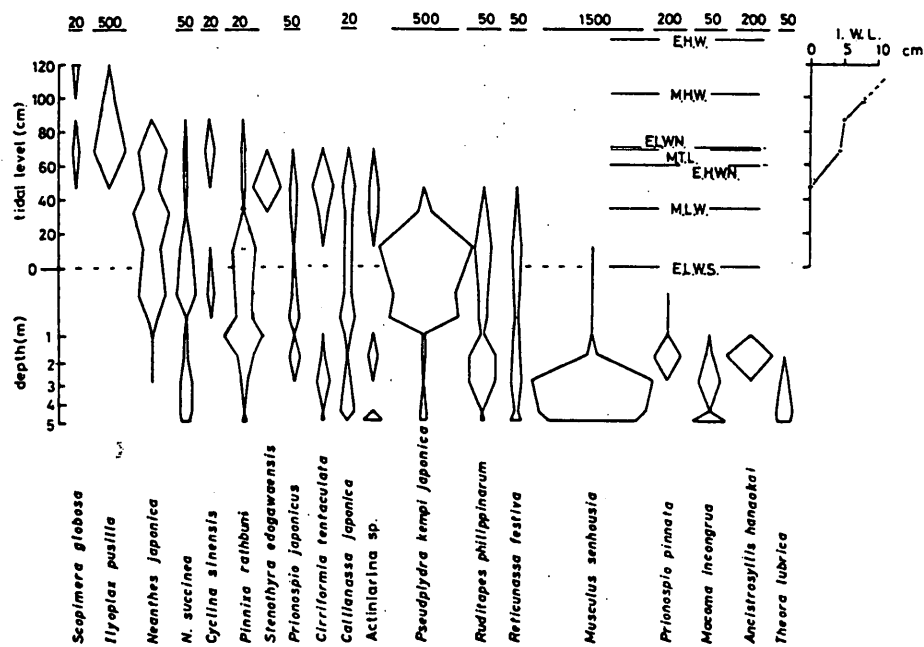


図10 新浜湖におけるマクロベントスの鉛直分布 (風呂田 1981) . 1979.5. 上部のスケールは個体数/m²を表し、スケールのない所は左側に準ずる. 右上は大潮干潮時の間隙水位.

干潟の水条件とマクロベントスの海水への依存様式は、マクロベントスの干潟での分布に大きく影響すると考えられる。干潟では波の影響が極めて少ないため、生物群集の潮上帯への分布拡大はないが、小櫃川河口干潟のように保水力の強いところでは、ゴカイ科など内在性ベントスの潮間帯内での分布上限の拡大が認められる。さらに干潮時に活動するが底質表面に十分な残留水の必要なウミニナ類が出現していることが、干潟の保水力の差が干潟のマクロベントス群集の構造と鉛直分布に大きな影響を与えていること示している。

新浜湖干潟でも小櫃川河口干潟でも、干潟に分布するマクロベントスの多くが干出の全くない潮下帯域まで出現しており、干潟面のみを生息場所としているベントスは、ヒメハマトビムシ、コメツキガニ、チゴガニ、ヤマトオサガニ、オサガニ、ウミニナ、ホソウミニナなど干潮時に活動する動物に限られている。このことは中潮帯以高の干出が定期的に生じる領域に分布し、干潮時に活動する行動様式を持った動物が干潟という砂泥平底潮間帯に適応したベントスである。内在性ベントスや満潮時に活動する動物は干潟の保水力により干潟にも生息できるベントスであると考えられる。

従って、干潟でのベントス分布の臨界線 (Critical level) は、干潮時に活動する種の (潮位が物理的に分布限界として作用する) 分布下限と、満潮時に活動するベントスの多くの種の分布条件とがほぼ一致する M. T. L. を中心とした E. H. W. N. と E. L. W. N. の間付近に存在すると考えられる。また底質内で活動する内在性ベントスや、干潮時の残留水中で活動できる表在性ベントスでは、干潟の保水力が分布限界を変動させるため、臨界線を潮位によって求

めることはできないと考えられる。

大森(1988)⁹⁹は、沖縄県西表島の距離的に近い範囲にありながら立地条件の異なるマングローブ林の分布する干潟の内在性ベントス群集構造と環境構造の関係を解析した。

浦内川河口干潟は西表島でも有数の大きな河川である浦内川の河口に発達した干潟で、船浦湾湾奥前浜干潟はいくつかの小河川が流入する湾奥の前浜に形成された干潟である。

出現した主な種の組成と底質の粒度組成、強熱減量、植物残渣量との関係を正準相関分析により解析した結果、大きな正準相関係数を持つ($R^2_1=0.99$ と $R^2_2=0.93$) 2つの正準変量(Axiz 1;Axiz 2)が抽出された。第一正準変量は粒径0.063mm以下の細かい有機物の量に関係するもので、第二正準変量は植物残渣量に由来する粒径が0.063mmよりも大きなサイズの有機物片の量に関係するものである。

浦内川河口干潟はマングローブ由来の比較的大きな、または中程度のサイズの有機物片が直接ベントス群集に供給されるため、これを摂食するキバウミニナやミナミアシハラガニ等の大型動物が分布している。これに対し船浦湾奥前浜干潟ではマングローブ由来のかなり細かく粒子状になった有機物が供給されていると推察され、浦内川河口干潟にみられたような大型の植食動物の生息密度が低くなっている。これは両干潟においてマングローブ由来の生産物の生態系内における流れに違いがあることを示唆しているが、本質的な相違を意味するものではなく、むしろ干潟にモザイク状に分布する狭い範囲の環境単位の特質と考えるのが妥当である。

風呂田(1997)¹⁰⁴は東京湾内の干潟と浅瀬のベントス相について整理している。

〈小櫃川河口干潟〉

東京内湾で自然海岸地形が残されているのは木更津市の小櫃川河口周辺のみで、ここには河口湿地、前浜干潟、浅瀬からなる前置層上の浅海地形の全てがそろっている。河口湿地に生息する主要な底生生物を表13に示す。

表13 小櫃川河口湿地の主要底生動物(大嶋・風呂田, 1980 ; 風呂田, 1996 ; 和田ら, 1996を参考)

種名	学名	生息状況	生息環境	塩分選好性
多毛類				
ゴカイ	<i>Neanthes japonica</i>	普通	干潟	汽水
イトメ	<i>Tylorrhynchus heterochaetus</i>	普通	干潟	汽水
ミスヒキゴカイ	<i>Cirriformia tentaculata</i>	普通	感潮池, 水路	海水
腹足類				
カワザンショウガイ	<i>Assiminea japonica</i>	普通	湿地植生	汽水
クリイロカワザンショウガイ	<i>Angustassiminea castanea</i>	普通	湿地植生	汽水
ヘナタリガイ	<i>Cerithideopsis cingulata</i>	危機	干潟	汽水
フトヘナタリガイ	<i>Cerithidea rhizophorarum</i>	危機	湿地植生	汽水
ホソウミニナ	<i>Batillaria cumingii</i>	普通	感潮池, 水路	汽水, 海水
ウミニナ	<i>B. multiformis</i>	希少	干潟	汽水, 海水
二枚貝類				
ヤマトシジミ	<i>Corbicula japonica</i>	希少	本流	汽水
オキシジミガイ	<i>Cyclina sinensis</i>	希少	感潮池	汽水
アサリ	<i>Ruditapes philippinarum</i>	希少	水路	海水
ヒメシラトリガイ	<i>Macoma incongrua</i>	希少	感潮池	汽水, 海水
甲殻類				
シラタエビ	<i>Palaemon orientis</i>	希少	感潮池	汽水
ハサミシャコエビ	<i>Laomedea astacina</i>	希少	干潟	汽水
ニホンスナモグリ	<i>Callinassa japonica</i>	希少	干潟	海水
ユビナガホンヤドカリ	<i>Pagurus dubius</i>	普通	感潮池, 水路	海水
ノコギリガザミ	<i>Scylla serrata</i>	危機	感潮池	汽水
コメツキガニ	<i>Scopimera globosa</i>	普通	干潟	汽水, 海水
チゴガニ	<i>Ilyoplax pusilla</i>	普通	干潟	汽水, 海水
ヤマトオサガニ	<i>Macrophthalmus japonicus</i>	普通	干潟	汽水, 海水
アカテガニ	<i>Chiromantes haematocheir</i>	希少	クロマツ林	汽水, 淡水
アシハラガニ	<i>Helice tridens</i>	普通	感潮池, クリーク, 干潟, 湿地植生	汽水
ウモレベンケイガニ	<i>Clistocoeloma merguense</i>	危機	湿地植生	汽水
ハマガニ	<i>Chasmagnathus convexus</i>	希少	湿地植生	汽水
クロベンケイガニ	<i>Chiromantes dehaani</i>	普通	湿地植生, 陸上植生	汽水

生息状況： 普通—普通に見られる, 希少—少ないながらも頻繁に見られる, 危機—極めて少なく個体群の消失が心配される。

河口干潟および前置斜面の底生生物分布状況を図11に示す。

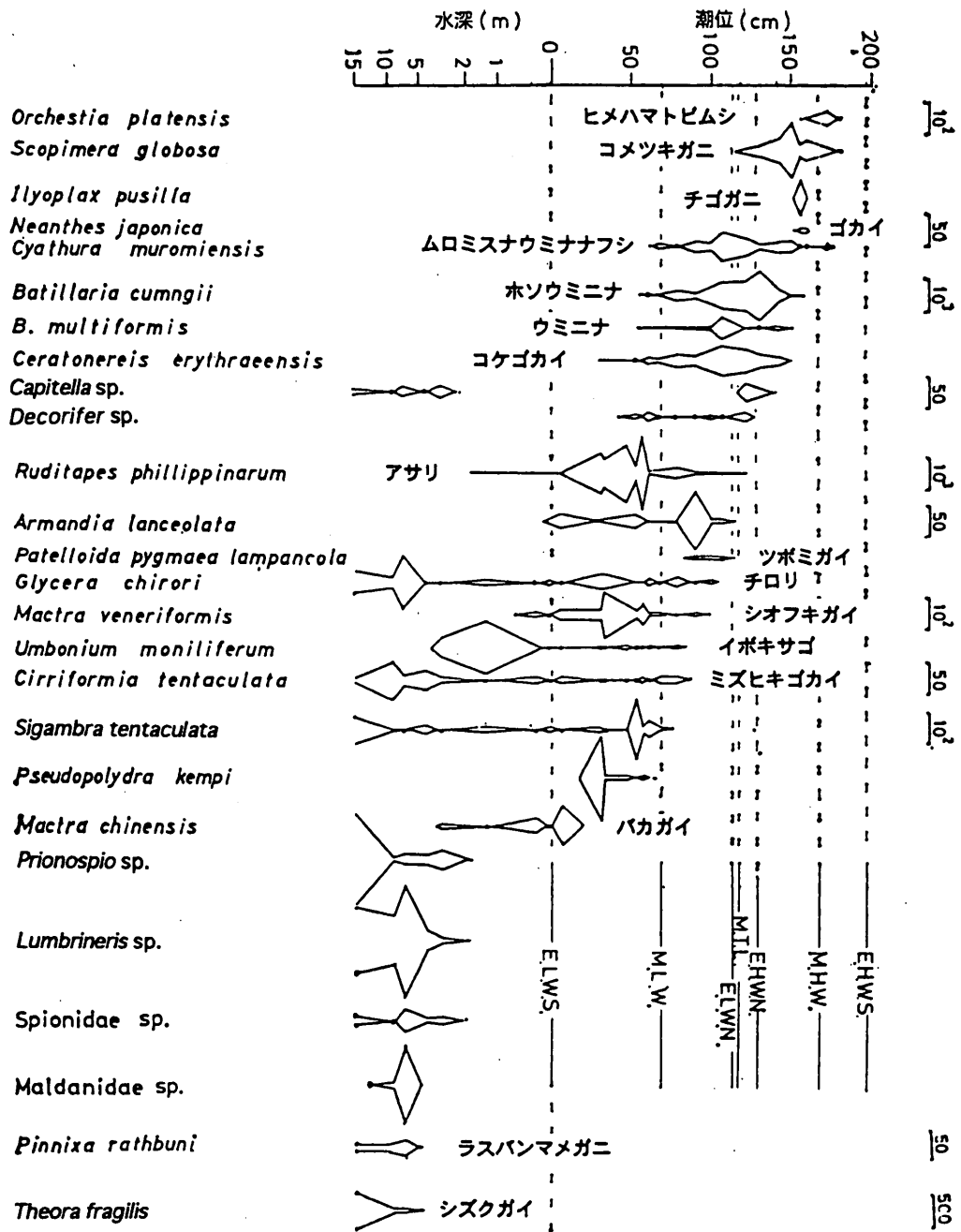


図11 小櫃川河口干潟ならびに前置斜面における底生動物分布(大嶋・風呂田, 1980を一部改変)個体数/m²を右に示し, 表示のない所は上は準じる.

〈三番瀬〉

三番瀬は行徳から船橋沖に残る広さ約1200haの東京湾奥部最大の干潟浅瀬海域である。その一部は干潟になっているが、干潟面のほとんどは干出時間が短い潮間帯下部に位置しているため、底生動物の多くは水没している時間に活動する種で、アサリ、バカガイ、シオフキガイなどの二枚貝類が多い。表14に三番瀬の主要大型底生動物の出現状況を示す。

表14 三番瀬の主要大型底生動物の出現状況 (風呂田 1997)

動物	学名	生息中心域	出現頻度	出現時期
腔腸動物				
クロガネイソギンチャク	<i>Anthopleura kurogane</i>	全域	普通	周年
多毛類				
アシナガゴカイ	<i>Neathes succinea</i>	全域	普通	周年
チロリ	<i>Glycera chirori</i>	全域	普通	周年
ミスヒキゴカイ	<i>Cirrifornia tentaculata</i>	全域	普通	周年
スゴカイイソメ	<i>Diopatra bilobata</i>	?	稀	?
タマシキゴカイ	<i>Arenicola brasiliensis</i>	奥部(干潟面)	普通	周年
腹足類				
アカニシ	<i>Rapana venosa</i>	沖部	普通	周年
アラムシロガイ	<i>Reticunassa festiva</i>	全域	普通	周年
ツメタガイ	<i>Glossaulax didyma</i>	沖部	稀	一過的
キセワタガイ	<i>Philine argentata</i>	沖部	普通	周年
二枚貝類				
アカガイ	<i>Scapharca broughtonii</i>	奥部	稀	周年
サルボウガイ	<i>S. subcrenata</i>	奥部	稀	周年
マテガイ	<i>Solen strictus</i>	沖部	普通	周年
バカガイ	<i>Mactra chinensis</i>	沖部	普通	周年
シオフキガイ	<i>M. quadrangu laris</i>	全域	普通	周年
アサリ	<i>Ruditapes philippinarum</i>	全域	普通	周年
カガミガイ	<i>Phacosoma japonicum</i>	全域	普通	周年
オオノガイ	<i>Mya arenaria oonogai</i>	全域	普通	周年
頭足類				
マダコ	<i>Octopus vulgaris</i>	沖部	稀	一過的
甲殻類				
クルマエビ	<i>Penaeus japonicus</i>	沖部	稀	不定期
シバエビ	<i>Melapenaeus joyneri</i>	沖部	稀	不定期
ユビナガスジエビ	<i>Palaemon macrodactylus</i>	全域	普通	周年
エビジャコ	<i>Crangon affinis</i>	沖部	普通	季節的
ニホンスナモグリ	<i>Callinassa japonica</i>	全域	普通	周年
ユビナガホンヤドカリ	<i>Pagurus dubius</i>	全域	普通	周年
サメハダヘケガニ	<i>Paradorippe granulata</i>	沖部	稀	不定期
イッカククモガニ	<i>Pyromaia tuberculata</i>	沖部	稀	周年
マメコブシガニ	<i>Philyra pisum</i>	奥部	稀	周年
イシガニ	<i>Charybdis japonica</i>	沖部	稀	周年
ガザミ	<i>Portunus trituberculatus</i>	沖部	稀	不定期
チチュウカイミドリガニ	<i>Carcinus maditaraneus</i>	全域	稀	周年
スネナガイソガニ	<i>Hemigrapsus longitarsis</i>	沖部	稀	不定期
ケフサイソガニ	<i>H. penicillatus</i>	全域	普通	周年
オサガニ	<i>Macrophthalmus abbreviatus</i>	干潟	稀	一過的
コメツキガニ	<i>Scopimera globosa</i>	干潟	稀	周年
棘皮動物				
マナマコ	<i>Stichopus japonicus</i>	沖部	稀	不定期
ヒトデ	<i>Asterias amurensis</i>	沖部	稀	不定期

〈富津前浜干潟〉

富津州は東京湾と浦賀水道を区分する砂嘴で、北部海岸(東京内湾側)に干潟と浅海域が広がる。この干潟の東端と西端における底生生物の分布状況を図12に示す。出現種は小櫃川河口干潟でも見られる種がほとんどであるが、東京湾の干潟や浅海域の代表的底生動物であるシオフキガイやバカガイが少ないという特徴が見られる。また豊富なコアマモ、アマモの群落が分布している。

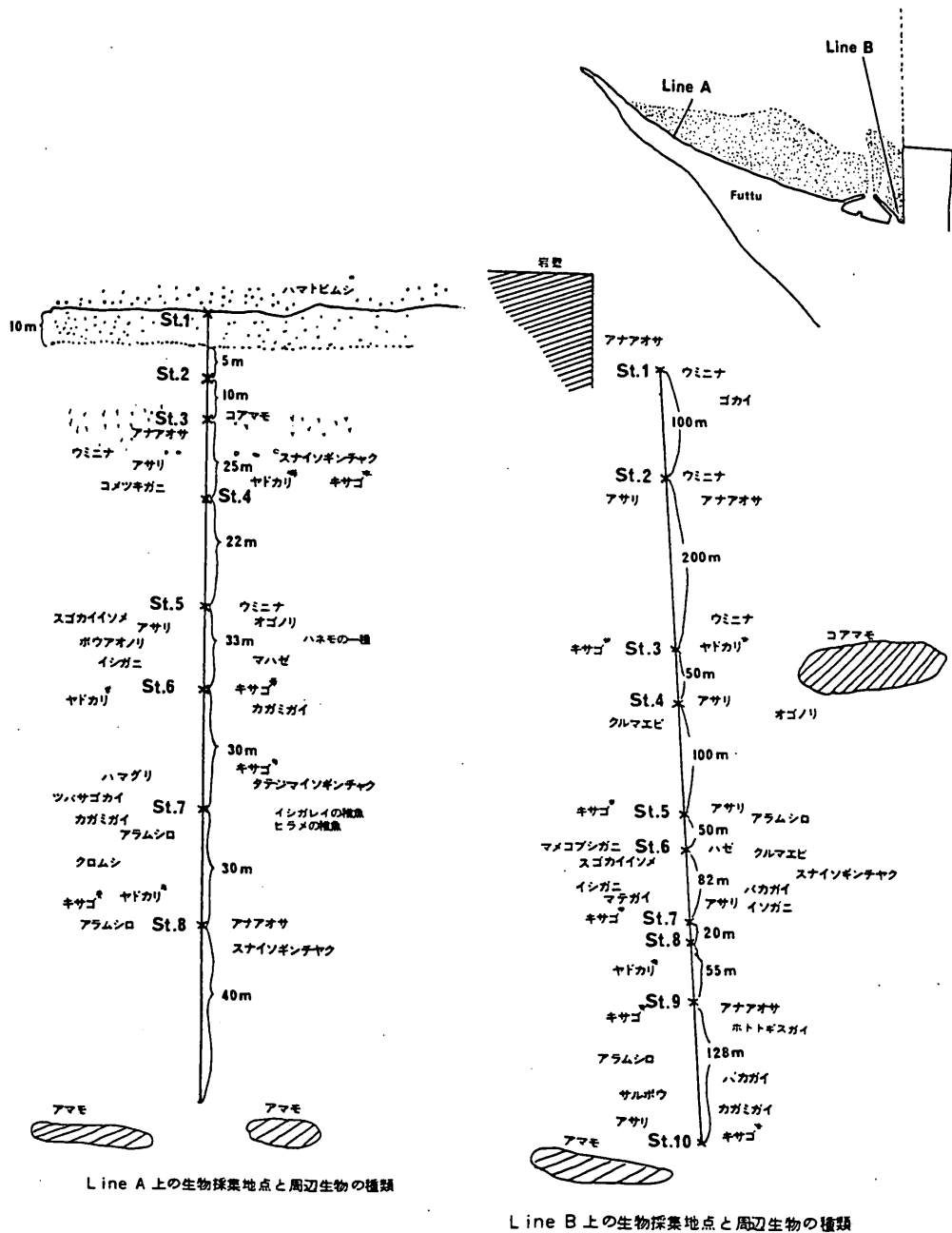


図12 富津干潟における底生動物調査測線と周辺生物; 1974年5月 (風呂田 1997)

*の動物は未同定; ハマトビムシ、ヒメハマトビムシもしくはヒゲナガハマトビムシ (前者の可能性が大きい一著者); ヤドカリ、ユビナガホンヤドカリ? (テナガツノヤドカリも含まれる可能性が大きい一著者); キサゴ、イボキサゴを含む (イボキサゴのみと思われる一著者) (村田, 1975) .

〈野島干潟〉

横浜市の金沢湾奥部野島の前面に広がる小規模な干潟で、海岸長約500m、幅200m、底質は砂質である。この干潟は東京湾西部で唯一の干潟らしい干潟であり、東京湾奥の海岸生物の貴重な生き残り環境となっている。

1987年の春、夏に目視観察調査では、甲殻類のニホンスナモグリ、オサガニ、二枚貝類のホトトギスガイ、マテガイ、アサリ、カガミガイ、シオフキガイ、バカガイの出現が認められている。また海をつくる会(1995)によれば、アメフラシ、マメコブシガニ、エビジャコ、ユビナガスジエビ、タマシキゴカイ、コメツキガニが生息し、隣接の平潟湾ではヤマトオサガニ、チゴガニ、カクベンケイガニ、クロベンケイガニ、アシハラガニ、アカテガニの生息が報告されている。

c. 環境指標種

底生生物の環境指標種については菊池(1975)¹⁰⁶が群集組成の面からその有効性を論じている。すなわち、底生生物は移動力に乏しく、その分布と密度は生息場所の環境条件をよく反映する。水の流動の大きい砂底では甲殻類、クモヒトデ類の相対比率が高く、水の動きの少ない内湾奥部になると多毛類と軟体動物、特に二枚貝類の比率が高くなり、ことにシルト・粘土率の高い軟泥底では多毛類の比率が際立って高くなる。有機汚染が進行すると同一水域の経年的観察でも甲殻類の比率の減少、多毛類比率の増大がみられる。このように内湾の湾口から湾奥にかけて、海岸環境の変化に応じ生物の分布も推移し、それほどこの湾にもある程度共通した性格をうかがうことができる。この特性に基づいて内湾性の度合いを種群の組合せによって表示することは充分可能であり、太平洋岸、日本海岸、内海岸と地方により変異はあるものの、内湾性を指標する種群を示した(表15)。

また北森(1975)は指標生物を、正常な海域よりもむしろ富栄養～汚染域に多く生息し、汚染度を指標し得る種類であるとし、指標生物の条件として採集頻度や個体数がかなり多いことをあげている。その上でいくつかの指標生物の特徴を述べている。

イ. *Capitella capitata*, *Capitella capitata japonica*

多毛綱イトゴカイ科の *Capitella* 属は、我が国沿岸では上記の2種しか報告されていない。この2種は底泥中に有機物の多い沿岸域に生息することが日本や欧米でかなり古くから知られており、有機汚染の指標生物として最初に取り上げられた種である。溶存酸素の低下に対する耐性が強い *C. capitata* は関東以北、*C. capitata japonica* は関西以西で多く出現し、特に後者は3～5月(産卵期)に著しく増加することが多い。両種とも、河川や都市・工場排水が流入し、淡水の影響を受けやすい沿岸域で多く出現し、沿岸域で多く出現し、沿岸域の局部的有機汚染の指標種である。海洋汚染が都市や工場前面の比較的小規模に限られていた段階では、指標種としての利用価値は高かったが、近年のように海洋汚染が著しく進行し、内湾・内海の全域、さらに外海水の影響が強い非閉鎖型海域に至るまで底生生物相が変化を生じている状況下ではその利用価値は低下しつつある。

表15 環境指標生物

(宮地ら'44, 波部'56より)(菊池'75)

種	湾奥 ————— (内湾) ————— 湾口				
	——強内湾性——		強・中内湾性	——中・弱内湾性——	弱内湾性——
類	泥底	泥底	泥底	砂泥底	砂底
	富栄養極浅域	一時停滞域	中・富栄養 非停滞域	中・貧栄養性	貧栄養性
貝類	ホトトギス ヒメシラトリ シズクガイ ウメノハナガイ	シズクガイ チヨノハナガイ チゴトリガイ	シズクガイ イヨスダレ ヒメカノコアサリ ゴイサギ	シズクガイ ケシトリガイ ヒメカノコアサリ マメグルミ キヌタレガイ	マメグルミ マダラチゴトリ ミジンシラオガイ アデヤカヒメガイ コアサリ
多毛類	ギボシイソメ ミズヒキゴカイ	ヨツバネスピオ	ヨツバネスピオ タマガシガカイ ダルマゴカイ マゴウカシ	ホソタケフシ コウキケヤリ属	ハナカンムリ コウキケヤリ属
その他			カキクモヒトデ ウツリイカリナコ	クオウモヒトデ ヨコエビ類 ドロクダムシ科 カクモヒトデ科 モルグラ属ホヤ	クオウモヒトデ ヨコエビ類 カクモヒトデ科 カクモヒトデ科 ナメクジウオ ラスバンマカニ

注) 内湾性の度合いが移行する過程で生物の組み合わせも中間的性格を示す。

太平洋岸と日本海岸、南日本と北日本で指標生物を異にすることがあり全国一律にはゆかない。

ロ. *Prionospio pinnata*; ヨツバネスピオ

日本沿岸では多毛綱スピオ科の種はかなり多く出現し、*Prionospio* 属だけでも10種近くみられる。ヨツバネスピオは淡水の影響がほとんど及ばないやや沖合の有機汚染域、ないしは停滞性の高い海域の指標種で、相模湾では水深300m まで分布している。通常12～3月(産卵期)に多数採取されるが、波浪の強い外海域ではむしろ6～9月に多い。海洋汚染が広範囲に拡大しつつある現在、利用価値は高まっている。

ハ. *Cossura coasta*

多毛類ミズヒキゴカイ科 *Cossura* 属の種で、鉱山排水、窯業排水、埋め立て、浚渫、河川水などによる微細泥の沈積による無機汚染の指標種である。6～7月に多く採集される。

ニ. その他

採集される頻度や個体数が少なかったり、分布に規則性を欠き、指標種とするには至らないが、汚染された海域で指標生物と随伴してしばしば採集され、汚染に関する抵抗性が強いと考えられる種として以下のものがあげられる。

- 多毛類 : *Ceratonereis erythraensis* (モロテゴカイ)
Nereis vexillosa (エゾゴカイ)
Neanthes oxypoda (ウチワゴカイ)
Neanthes diversicolor (ゴカイ)
Platynereis bicanaliculata (ツルヒゲゴカイ)
Stauronereis rudolphi
Cirriformia tentaculata (ミズヒキゴカイ)
Pseudopolydora paucibranchia
- 軟体類 : *Sthenothyra edogawaensis* (エドガワミツゴマツボ)
Musculus (Musculista) senhousia (ホトトギスガイ)
Theora lata (シズクガイ)
Raeta (Raetellops) rostralis (チヨノハナガイ)
Macoma tokyoensis (ゴイサギガイ)
Scapharca subcrenata (サルボウ)
Tapes (Amygdala) philippinarum (アサリ)
Lucinoma annulata (ツキガイモドキ)
- 甲殻類 : *Nebalia bipes* (コノハエビ)

ホトトギスガイ、サルボウ、アサリは富栄養域代表種であり、貧酸素状態への耐性は小さい。シズクガイ、チヨノハナガイは貧酸素になりやすい重汚染域にも出現し、*Prionospio pinnata* とよく似たパターンを示す。

汚染と直接的関係は少ないが、沿岸域の一般環境を推察するのに有効な多毛類としては以下の種が知られている。

- ・淡水の影響 ; ヤマトスピオ、ゴカイ
- ・沿岸における沖合水の影響 ; ダルマゴカイ、マサゴウロコムシ、モロテゴカイ、

Paralacydonia paradoxa japonica

- ・河口域や藻場などの富栄養化 ; *Lumbrineris brevicirra*

海底生活者である底生生物は、汚水の直接的影響よりむしろ二次的汚染である底質悪化に支配される。通常は強熱減量13%、COD30mgO₂/乾泥 g、全硫化物量0.5mg/乾泥 g を越えると群集構造や指標生物の分布に大きな変化を生ずる。

菊池(1979)⁹⁴は多毛類 *Capitella capitata* の汚染指標性、生態的特徴について既存知見を整理した。*C. capitata* の汚染指標種については、カリフォルニア沿岸、瀬戸内海岸、黄海、東シナ海沿岸、地中海、北欧、カリブ海のジャマイカでその効果性が指摘されている。他方、人為的汚染とは直接結びつかない場所にも高密度で生息する例が多く認められ、指標性に異議を唱える研究者もいる。このような現象は単純に *C. capitata* の高密度の出現を人為的汚染と直結することの危険を示唆している。本来生物の種は長い歴史を持って進

化してきた存在であり、一方、人為的海洋汚染がごく近年の局地的現象であることを考慮すると、汚染域だけを指標する生物を期待することは不自然である。汚染海域だけに出現するのではないにしても、他のベントスの繁栄し得ない汚染域で繁栄していることは事実であり、*C. capitata*が多産する場所は有機富栄養であるという共通性は確かに存在する。汚染、非汚染にかかわらず、この種が卓越できる条件とは何か、どのような生物学的属性がそれを可能にしているかという観点からの検討が必要である。生態的特徴等については、底質選択、分布パターン、産卵・発生・生活史、無機環境に対する生理的耐性などについてまとめている。

d. メイオベントス

メイオベントスの生物学的特徴については堀越・菊池(1976)¹⁰⁵、伊藤(1985)²⁴の論文が参考となる。

メイオベントス(中型底生生物)の大きさの上限は必ずしも一定していないが、日本では便宜的に1mmの篩目を通過する大きさの底生生物とすることが多い。生活史との関連でみると一時的メイオベントスと永久的メイオベントスに分けることができ、前者は軟体動物、環形動物、棘皮動物などの幼稚体が該当する。後者は輪虫類、腹毛類、動物類、線虫類、クマムシ類、橈脚類、介形類、ウミダニ類、扁形動物の多くの群、腹足類、腹溝類、ナマコ類、ホヤ類とほとんど全ての動物群を網羅している。単にメイオベントスという場合は永久的メイオベントスを意味するのが一般的である。

浅海域のメイオベントスは1 m²当たり1万~60万個体の範囲で存在している。メイオベントスの大部分を占めているのは線虫類とソコミジンコ(底生橈脚類)で、世界の海に共通した現象である。メイオベントスは高い繁殖力と代謝速度を持ち、食物連鎖における上位段階の動物の餌としての役割よりも、底質中で生産あるいは蓄積された有機物を無機化放出して生産力維持に寄与するという物質循環への役割の方が大きいと考えられるが、その生態学的な位置付けは十分に解明されていない。

平川・熊田(1986)³⁰は、三河湾の矢作古川河口前面の前浜干潟もメイオベントス分布性状について報告した(図13, 14)。この干潟域では0~5 cm層にメイオベントスの90%以上が分布しており、各地点の出現総個体数の平均は 3.5×10^6 個体/m²であった。動物群の組成は線虫類 Nematoda が最優占し、全体の62~95%となっている。次いで Copepoda および Protozoa が優占し、各地点とも類似した主要群組成を示した。 3.5×10^6 個体/m²は世界中のほとんどの海域における分布密度である数十万~数百万個体/m²と比較すると若干高密度レベルにあるといえる。またメイオベントスの分布が表層に限られるのは、底質の下層では水の流通が悪く、間隙水の溶存酸素が欠乏することが原因と思われる。また泥分量が少ないにもかかわらず、メイオベントスの群集化が顕著な地点が認められたことは、泥分含量以外の環境条件がメイオベントス現存量と関連していることを示唆している。

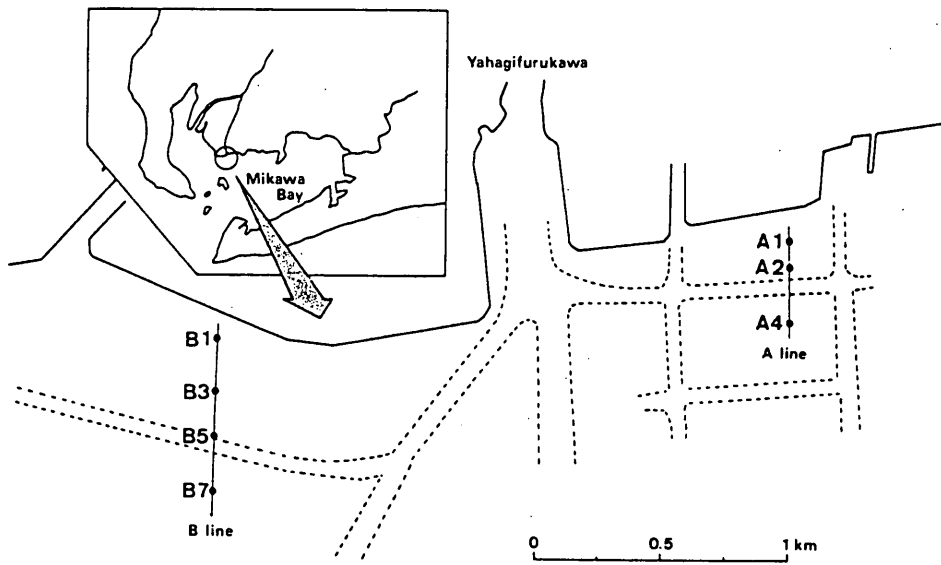


図13 Location of sampling stations in the intertidal zone of Mikawa Bay. (平川・熊田 1986)

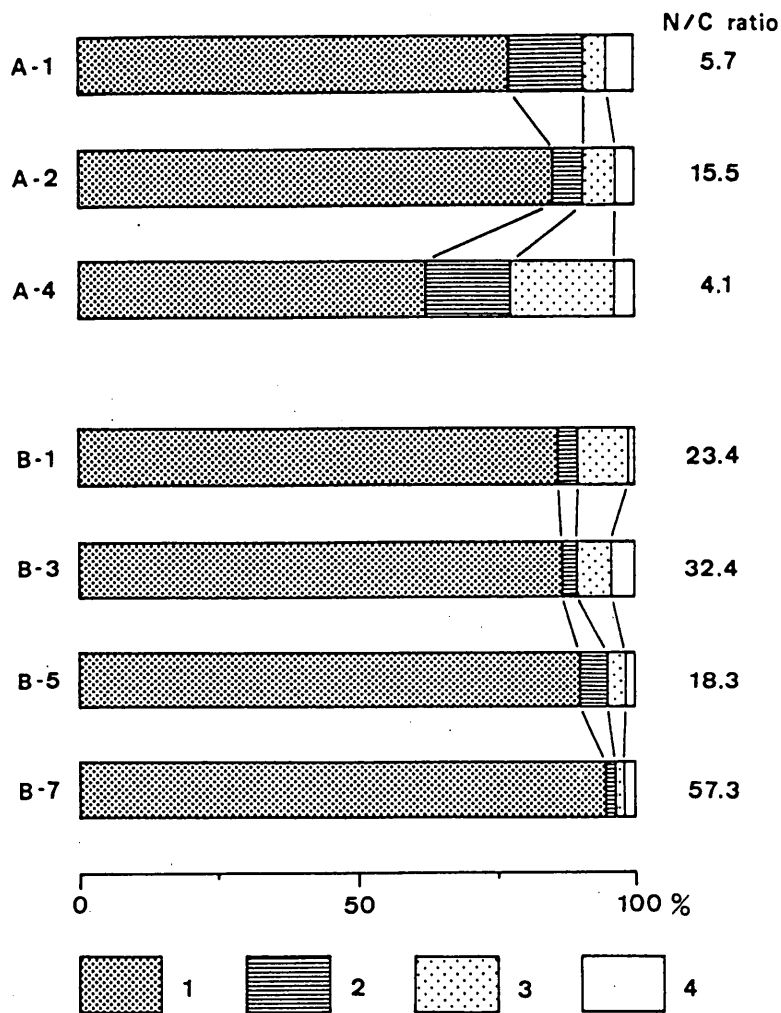


図14 Relative abundance of the four meiobenthos groups and Nematoda/Copepoda (N/C) ratio in the upper layers (0-5cm depth) at each station.
 1 Nematoda, 2 Copepoda, 3 Protozoa, 4 Others

石川(1987)³⁰は1984年12月に三浦湾江奈干潟の3地点において干出時と冠水時に生物採集を行い、付着珪藻、メイオベントス、マクロベントス等の分布を調べた。深さ25cmまでの底泥中のメイオベントス生息密度は $1.6\sim 14.5\times 10^5$ 個体/m²で、その分布は表層(0~2 cm)に集中しており全体の64~80%を占めていた。この値は世界各地の生息密度である $10^4\sim 10^6$ 個体/m²の範囲に含まれるものである。付着珪藻は深さ25cmまでの底泥中に $7.0\sim 9.9\times 10^4$ cells/cm²、表層には34~76%が集中していた。主な種類は *Navicula* 属と *Amphora* 属であった。

平川・熊田・佐々木(1998)²⁶は、三河湾に注ぐ矢作古川河口域に広がる前浜干潟の生態系における物質循環に、線虫類がどのような役割を果たしているかを評価するため、線虫類全体の大まかな生産量の推定を試みた。線虫類の総個体数の鉛直分布から各地点とも90%以上が表層(0~5 cm)に観察された。その現存量は、3月で平均1.00g 乾重/m²、0.33 gC/m²、7月では平均1.14g 乾重/m²、0.42gC/m²を示し、生息環境の著しい季節変化にもかかわらず線虫類群集が全体としてほぼ一定の現存量を維持していることがうかがわれる。年間回転率 $R=P(\text{Production})/B(\text{Biomass})$ から年間生産量を推定すると、少なくとも3.42 gC/m²·year であると見積もられた。

当干潟域底質中の生物現存量に占める線虫類の割合は1.9%と小さいが、生産量はマクロベントスのその約11%に当たり、干潟域における役割は小さくないものと考えられる。

会沢(1988)¹⁰⁹は、山口県大海湾の干潟域におけるメイオベントス群集の現存量を中心とする季節的動態について、1983~'87にわたりその実態を報告した。メイオベントス群集は主に線虫類、多毛類、甲殻類(底生橈脚類)の3群によって構成され、現存量の季節変動は5~6月に一時的な急増がみられるものの、他の時期はそれ程大きな変動はない(図15)。この一時的急増は泥質域に顕著で、線虫類の増加に起因している。干潟全域における年間平均現存量は1,160mg 湿重/m²であった。

メイオベントスの年間回転率を線虫類8、多毛類5、甲殻類6と仮定して年間生産量を計算すると、窒素量で67mg/m²、炭素量で389mg/m²となり、約2/3は線虫類によるものと推定された。

e. 種の地理的分布と特性

各種底生生物の日本沿岸における分布の現状と種の特性、および各地域の干潟の現状については、WWF Japan Science Report Vol. 3(1996)に詳しくまとめられている。

他に有明海、諫早湾など話題性の高い干潟を題材として、干潟の持つ重要性を読み物風に解説した単行本がある。これらはその性格上、学術論文と同等に取り扱うことはできないが、準資料としての価値は充分認められると思われるので以下に記す。

高木正人. 1979. 有明海. 118pp.

菅野 徹. 1981. 有明海—自然・生物・観察ガイド. 東海大学出版会. 194pp.

逸見泰久. 1994. 和白干潟の生き物たち. 海鳥社. 195pp.

海を作る会. 1995. 横浜・野鳥の海と生き物たち. 八月書館. 266pp.

山下弘文. 1996. 西日本の干潟. 南方新社. 230pp.

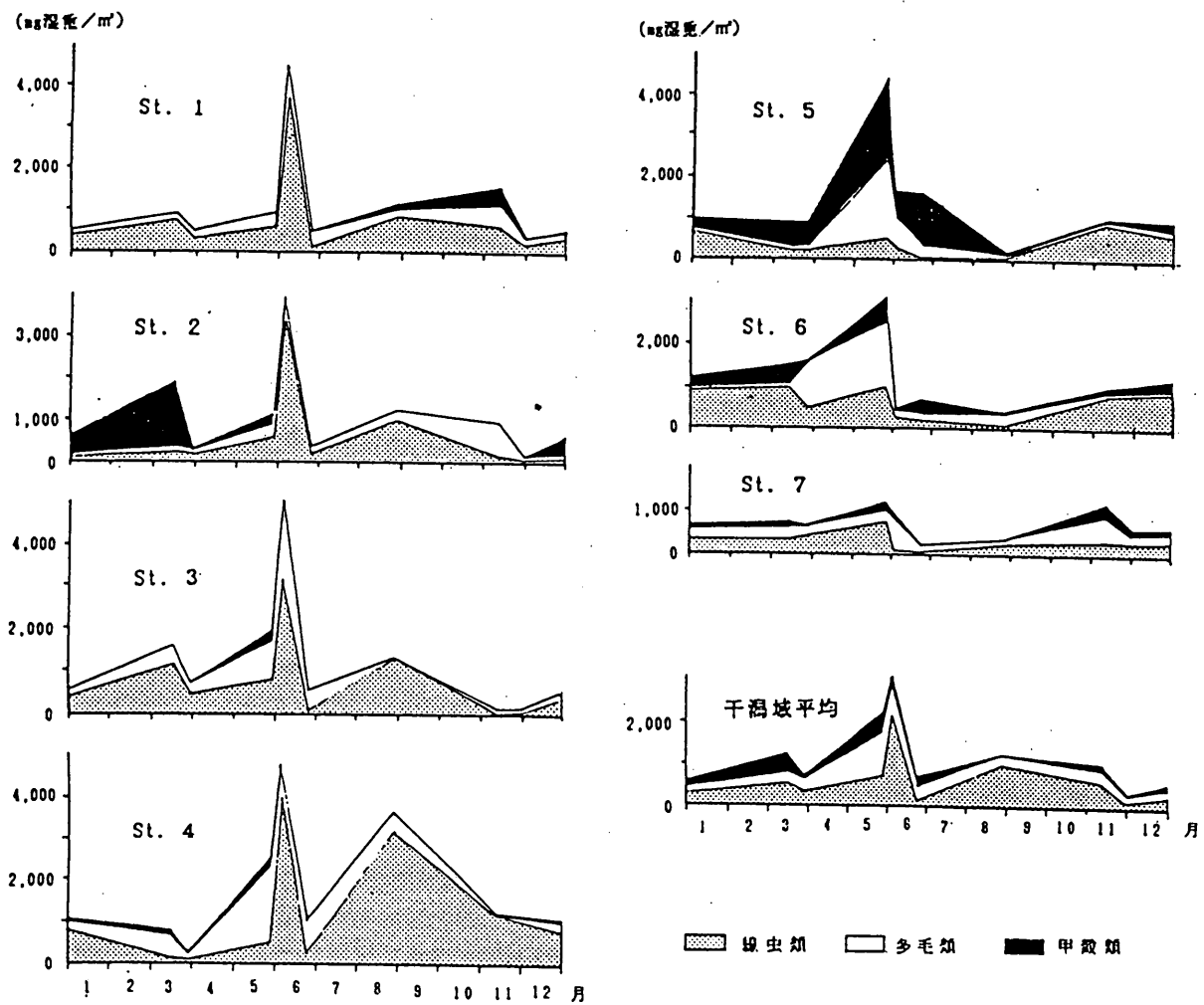


図15 大海湾干潟におけるメイオベントス現存量の季節変化(mg 湿重/m²) (会沢 1988)

干潟文献リスト

番号	著者	タイトル	文献名	年
1	宮地伝三郎・黒田徳米・波部忠重	日本近海の生物地理区について	生物科学, 5	1952
2	大島和雄	北海道有珠湾の生態学的研究. 第1報 底質と採集動物	北海道区水産研究所報告, 27	1963
3	瀧田雅男	浅海湾内における浮泥と干潟について	水産土木Vol. 5, No. 1	1968
4	中尾繁	十三湾の底質	水産土木Vol. 6, No. 1	1970
5	佐々木泰雄	漁場底質移動の水理について	水産土木Vol. 4, No. 2	1972
6	秋山章男, 松田道生	干潟の生物観察ハンドブック	自然科学への招待 1 東洋館出版社	1974
7	秋山章男	底生生物. 葛西沖公園野鳥生息状況 (昭和48年度)	日本野鳥の会・干潟研究会	1974
8	日本野鳥の会・干潟研究会	葛西沖公園野鳥生息現況調査 昭和48年度	日本野鳥の会・干潟研究会	1974
9	西平守孝	沖縄の潮間帯	琉球大学海洋保全研究会, 那覇	1974
10	西平守孝	八重山の潮間帯	琉球大学海洋保全研究会, 那覇	1975
11	相山正雄	汐川河口部干潟底生生物の調査報告	謄写印刷	1975
12	戸原義男	干潟における波と流れ	水産土木Vol. 13No. 2	1977
13	飯倉敏弘	浮遊・けん濁物質の移動からみた干潟の環境について	水産土木Vol. 14No. 1	1977
14	河辺克巳	有明海ノリ漁場における栄養塩	水産土木Vol. 4No. 2	1977
15	依佐方人, 日比野光, 伊藤英之進	三河湾の干潟利用	水産土木Vol. 14No. 1	1977
16	井上泰	干潟の生物生産	水産土木Vol. 13, No. 2	1977
17	相良順一郎	貝類の増養殖における干潟の利用について	水産土木Vol. 13, No. 2	1977
18	猪子嘉生, 高橋稔	甲殻類の増養殖における干潟の利用について	水産土木Vol. 13, No. 2	1977
19	菅原兼男	稲毛人工海浜(いなげ浜)の造成について	水産土木Vol. 13, No. 2	1977
20	桑原達	干潟による浄化(水域の自浄作用と浄化)	水産学シリーズ30 恒星社厚生閣	1979
21	大嶋 剛・風呂田利夫	小瀬川河口干潟周辺における底生動物の分布.	東邦大学理学部海洋生物学研究室	1980
22	菅野 徹	有明海	東海大学出版会	1981
23	横山 寿・川合真一郎・小田国雄	大阪南湾野鳥園における底生動物相	大阪市立環境科学研究所報告調査・研究年報, 46	1984
24	伊藤立則	砂のすきまの生きものたち	間隙生物学入門 海鳴社	1985
25	秋山章男	干潟ベントス群集の機能と生存戦略-二枚貝を中心に-	遺伝Vol. 39, No. 5	1985
26	平川和正, 熊田弘, 佐々木克之	三河湾干潟域における自由生活線虫類の生産量推定	東海区水産研究所研究報告第125号	1985
27	平川和正, 熊田弘	1985年春季の三河湾干潟域におけるメイオベントスの分布性状	東海区水産研究所研究報告第119号	1986
28	玉置昭夫	干潟におけるベントスの種間関係および群集研究の現状	日本生態学会誌Vol. 36, No. 1	1986
29	栗原康	海・陸境界面の生態学的諸問題	沿岸海洋研究ノート第24巻第1号	1986
30	石川雄介	三浦半島江奈湾干潟における底生生物の分布性状	電力中央研究所報告(研究報告485027)	1987
31	石川雄介, 清野通康, 寺脇利信	干潟に関する文献調査	電力中央研究所報告(研究報告485026)	1987
32	東海区水産研究所	脱窒素による干潟の浄化機能の評価に関する研究	東海区水産研究所(成果報告書)	1988
33	大方昭弘	海洋における生物生産過程と沿岸環境	海洋と生物Vol. 10, No. 6	1988
34	堀江毅	汚染海域におけるリビングフィルターの適用に関する研究	港湾技研	1988
35	玉井恭一	ベントスノ生産量とその推定法	海洋と生物58(Vol. 10, No. 5)	1988
36	秋山章男	干潟の底生生物, 干潟におけるマクロベントス相とその特徴	千葉県環境部自然保護課編	1988
37	上田真吾, 小倉紀雄	手賀沼における底泥の脱窒活性と沼の浄化に果たす役割	Jpn. J. Limnol. 50, 1	1989
38	佐々木克之	干潟域の物質循環	沿岸海洋研究ノート第26巻第2号	1989
39	鷲見栄一	干潟における底質温度変動	第15回産業公害研究資料	1989
40	佐々木克之	干潟の生物と物質循環	さかな(東海区水産業續C集), 41	1989
41	森本研吾	小瀬川河口干潟前浜部における地下間隙水の動き	公害Vol. 25, No. 5	1990
42	末吉隆, 大林尚, 阿南宏重	第4回自然環境保全基礎調査海域生物調査(干潟・養魚調査)	大分県水産試験場事業報告	1990
43	三好康彦, 嶋津輝之, 木村賢史	人工海浜の浄化能力について	東京都環境科学研究所年報	1990
44	宗宮 功	自然浄化機能-河川感潮域における自然浄化機能-	自然の浄化機能 技報堂出版	1990
45	日向野純也	沿岸汀線域の生態系	水産土木, 26	1990
46	菊池泰二	有明海干潟域のマクロベントス群集(予報)要旨	日本ベントス学会誌, (38), 48	1990
47	菊池永祐	生物面から見た河口干潟域の環境特性	水産土木, 26	1990
48	細見正明, 須藤隆一	湿地による生活排水の浄化	水質汚濁研究第14巻第10号	1991
49	伊藤和男, 土山秀樹	干潟底泥における脱窒量の測定法の比較	水質汚濁研究第14巻第12号	1991
50	木村賢史, 三好康彦, 嶋津輝之	人工海浜の浄化能力について(2)	東京都環境科学研究所年報	1991
51	三好康彦, 大島奈緒子, 木村賢史	人工海浜の浄化能力について(3)	東京都環境科学研究所年報	1992
52	赤澤豊, 三好康彦, 嶋津輝之	人工海浜の浄化能力について(4)	東京都環境科学研究所年報	1992
53	木村賢史, 三好康彦, 嶋津輝之	人工海浜(干潟)の浄化能について	東京都環境科学研究所年報	1992
54	坂本市太郎	砂浜と干潟との海浜呼吸機構の異同	日本海洋学会春季大会	1992
55	大島和雄	浅海環境の長期的変遷過程の解明による最適立地の予測技術に関する研究(東京湾盤洲干潟の堆積環境)	地質調査所 (国立機関公害防止等研究成果報告)	1992
56	大石京子, 楠田哲也	底泥中のマクロサイトの分布構造に関する実験的研究	水環境学会誌第16巻第5号	1993
57	森本研吾	潮間帯の物質収支と水循環	沿岸海洋研究ノート第30巻第2号	1993
58	細川恭史	海域の環境と浄化	工業技術会講習会	1993
59	木村賢史	海浜(干潟)の浄化能について	工業技術会講習会	1993
60	森本研吾	各種潮間帯の物質収支の比較	工業技術会講習会	1993
61	岸道郎	沿岸域におけるエコシステムモデル	工業技術会講習会	1993
62	沿岸域のエコテクノロジーを考える	水産的立場から見た「アサリ」についての干潟	工業技術会講習会	1993
63	今村均	ミチゲーションを目的とした人工干潟造成事例	工業技術会講習会	1993
64	佐々木克之	内湾および干潟における物質循環と生物生産	海洋と生物	1993~94
65	坂本市太郎	砂浜の潮汐に伴う呼吸(有機物の好気分解代謝)機能	用水と廃水Vol. 36, No. 1	1994
66	稲森悠平, 木村真子, 須藤隆一	干潟における底生生物の役割と保全のための対策のあり方	用水と廃水Vol. 36, No. 1	1994
67	佐々木克之	干潟の水質保全と物質循環	用水と廃水Vol. 36, No. 1	1994
68	今村均	人工干潟の造成による環境保全対策	用水と廃水Vol. 36, No. 1	1994
69	細見正明	ヨシ人工湿地による水質浄化法	用水と廃水Vol. 36, No. 1	1994

干 潟 文 献 リ ス ト

番号	著者	タイトル	文献名	年
70	秋山章男	干潟・湿地における鳥類の採食生態と環境保全	用水と廃水Vol. 36, No. 1	1994
71	栗原康	沿岸域のエコテクノロジーを考える	用水と廃水Vol. 36, No. 12	1994
72	楠田哲也	自然の浄化機構の強化と制御ー沿岸域における自然浄化機能ー	自然の浄化機構の強化と制御技報堂出版	1994
73	逸見泰久	博多湾東部におけるベントスの定量的研究	WWF Japan Science Report, 2	1994
74	松川浦田研究グループ	福島県相馬市松川浦の干潟における底生生物とその生痕の研究(その1)	Journal of Fossi Research, 26	1994
75	森本研吾、松尾信	海浜砂中における水分と有機物分解性の関係	水環境学会誌第18巻第5号	1995
76	逸見泰久	和白干潟の生き物たち	海鳴社	1995
77	海をつくる会 (編)	横浜・野鳥の海と生き物たち	八月書館	1995
78	山下弘文・富永健司	有明海諫早湾干潟の生物および生息環境の研究 (第1報)		1995
79	今村均	ミチゲーションと技術としての人工干潟造成	生態系工学研究会会報 第3号	1996
80	小笹博昭	人工干潟の室内実験	生態系工学研究会会報 第3号	1996
81	大方昭弘	沿岸水域における浅海域生態系の重要性	生態系工学研究会会報 第3号	1996
82	栗原康	自然干潟と生態系	生態系工学研究会会報 第3号	1996
83	棚瀬信夫	江戸川放水路における干潟環境と生態系修復	生態系工学研究会会報 第3号	1996
84	碓 京子・阿部恭治・伊豆永功・他	東京湾奥部船橋人工海浜公園におけるマクロベントス群集	千葉生物誌, 45	1996
85	鈴木嘉平	谷津干潟におけるマクロベントスの分布と底質環境	1985年度東邦大学理学部生物学科特別問題研究	1996
86	山下弘文・富永健司	有明海諫早湾干潟の生物および生息環境の研究 (第2報)		1996
87	酒井浩二	港湾における干潟の創造	水環境学会誌Vol. 20, No. 8	1997
88	八持進・有山啓之・佐野雅基	渚の生態的機能定量化に関する調査・研究	大阪府立水産試験場事業報告	1997
89	千葉県生物学会	千葉県木更津市小櫃川河口干潟の生態学的研究 I	千葉県生物学会編	
90	東邦大学理学部海洋生物学研究室・千葉県生物学会	千葉県木更津市 小櫃川河口干潟の生態学的研究 I		
91	秋山章男	干潟マクロベントスの成帯構造	海洋と生物 1 (Vol. 1No. 1)	1979
92	風呂田利夫	干潟のマクロベントスの群集構造	沿岸海洋研究ノート 第18巻 第2号	1981
93	富永明・栗原康	河口干潟における底生生物と有機物分解活性	日本ベントス研究会誌 NO. 32	1988
94	菊池泰二	多毛類Capitella Capitataの生態、生活史	ベントス研誌 17/18	1979
95	栗原康	人工干潟の研究 (4)	下水道協会誌 Vol. 17 No. 193	1980
96	栗原康・稲森悠平・土屋誠	人工干潟の研究 (1)	下水道協会誌 Vol. 17 No. 191	1980
97	木村賢史	東京湾における生態系修復事業の効果	生態系工学研究会会報 第3号	1996
98	山下弘文	西日本の干潟ー生命あふれる最後の楽園ー	南方新社	1996
99	大森浩二	西表島マングローブ域のベントス群集 (予報)	日本ベントス研究会誌 33/34	1988
100	木村賢史、三好康彦、嶋津輝之	人工干潟湖における生物による浄化について	東京都環境科学研究年報1995	1995
101	木村妙子	浜名湖の底生動物群集	水産海洋研究 第59巻 第2号	1994
102	WWF Japan	日本における干潟海岸とそこに生息する底生生物の現状	WWF Japan Science Report Vol. 3	1996
103	秋山章男	底生生物の挙動と食物連鎖	潮間帯周辺海域における浄化機能と生物生産に関する研究. 農水会議事務局研究成果212	1988
104	風呂田利夫	底生生物 東京湾の生物誌	築地書館	1997
105	堀越増興・菊池泰二	ベントス 海藻・ベントス (海洋科学基礎講座5)	東海大学出版会	1976
106	菊池泰二	環境指標としての底生生物 (1)	環境と生物指標 2 -水界編-	1975
107	北森良之介	環境指標としての底生生物 (2)	環境と生物指標 3 -水界編-	1975
108	熊田 弘	三河湾干潟域におけるメイオベントスの分布状況	潮間帯周辺海域における浄化機能と生物生産に関する研究. 農水会議事務局研究成果212	1988
109	会沢安志	大阪湾干潟域におけるメイオベントスの動態	潮間帯周辺海域における浄化機能と生物生産に関する研究. 農水会議事務局研究成果212	1988
110	農水会議事務局	潮間帯周辺海域における浄化機能と生物生産に関する研究	潮間帯周辺海域における浄化機能と生物生産に関する研究. 農水会議事務局研究成果212	1988
111	(財)日本農業土木総合研究所	平成7年度ミチゲーションの概念を導入した沿岸域計画	整備方策策定調査報告書	1996
112	西村 修 他	人工干潟が水質浄化能に及ぼす影響の数値モデルによる解析	日本沿岸域学会論文集	1988
113	谷口森俊	極東の海藻植生学的研究		1987
114	桑原 連	干潟による浄化 水域の自浄作用と浄化 (水産学シリーズ30)	恒星社厚生閣	
115	栗原 康	干潟は生きている	岩波新書	1980
116	栗原 康	河口・沿岸域の生態学とエコテクノロジー	東海大学出版会	1988
117	秋山章男	干潟マクロベントスの成帯構造	海洋と生物 1 (Vol. 1No. 1)	1979

2. 干潟生物調査手法試案

(1) 調査方針

(1)-1. 調査目的

日本全国の干潟の生物学的な類型区分等を目指し

- ① 全国の代表的な干潟を対象に、生物群集に関する基礎的データを集積し、干潟の生物学的な類型区分等の検討。
- ② 全国調査に必要な簡便な調査項目・手法(都道府県委託レベル)の確立を目的とする。

(1)-2. 調査期間

平成9年度～平成12年度

(1)-3. 調査時期

原則として9月を中心とした大潮期

(2) 調査内容

(2)-1. 調査項目(表16)

i) 砂・泥質の干潟(歩行可能)

ア. 定性調査(目視観察)

- a. 底質分布
- b. 臭気
- c. 地形的特徴の観察
- d. 生物の分布・出現状況

イ. 定量調査

- a. 底質の酸化層の厚さ
- b. マクロベントス

ウ. 鳥類観察調査

ii) 超軟泥質の干潟(歩行不可能)

ア. 定性調査(目視観察)

- a. 底質分布
- b. 臭気
- c. 地形的特徴の観察
- d. 生物の分布・出現状況

イ. 定量調査

a. マクロベントス

ウ. 鳥類観察調査

表16 調査項目と収集データ一覧

調査項目		収集データ
定性調査	底質分布 泥色, 臭気, 付着藻類 地形的特徴 生物の分布・出現状況	底質分布 底質分布 干潟の微地形 表生生物の水平分布状況と帯状分布構造
定量調査	基底の勾配 底質 マクロベントス	還元層の深さと厚さ(大干潟32地点, 中小干潟10地点) 種類毎の個体数と湿重量(大干潟32地点以上, 中小干潟10地点以上) 分類群毎の総個体数と総湿重量(大干潟52地点以上, 中小干潟30地点以上)
鳥類観察	既存資料の利用または 現地観察	種類数と数量、利用状況(索餌場、休息場)

(2)-2. 調査方法

i) 砂・泥質の干潟(歩行可能)

ア. 定性調査(目視観察)

以下に示す干潟の様々な特徴の平面的分布状況を、目視観察により定性的に把握する。

調査に当っては現地の状況に応じた任意のルートを選定し、双眼鏡を用いてできるだけ広範囲に観察する。

任意のルートの選定に際しては、大干潟(300ha以上)と中干潟(100~300ha)・小干潟(100ha以下)とではそれぞれ以下の点に留意する(図16参照)。

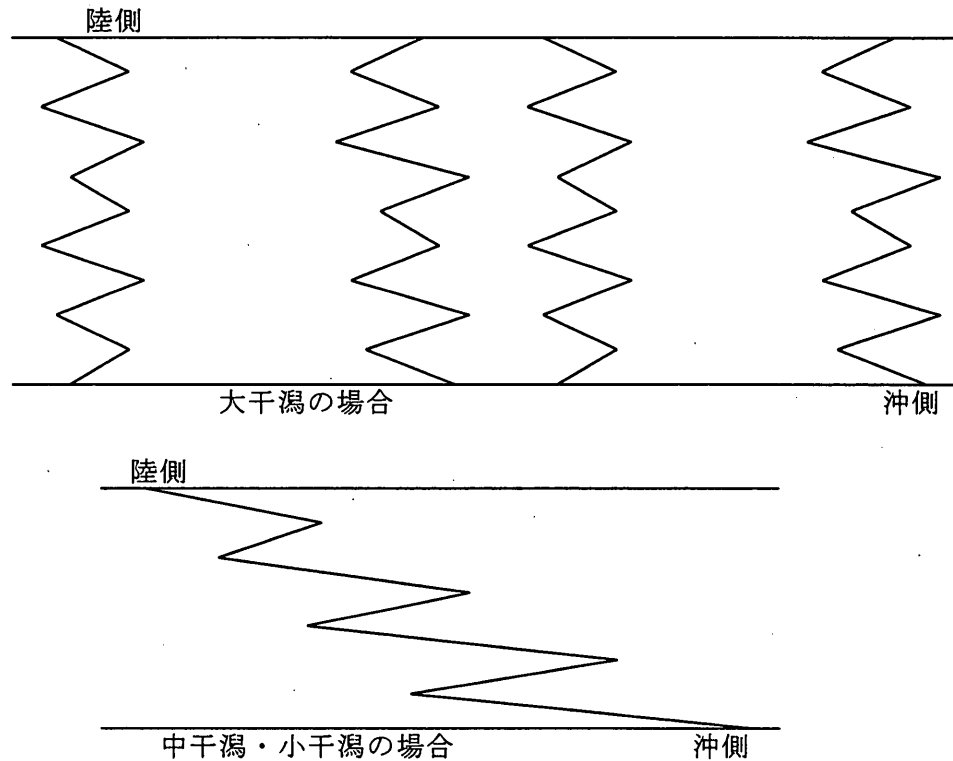


図16 任意の目視観察ルート選定模式図

① 大干潟(300ha 以上)

調査範囲の両端付近および中央部の2地点の計4地点で、干潟の最上部(陸側)から最下部(海側)に向かって、滞筋や潮溜まり、凸地等の地形状況を充分チェックできるようなジグザグ状のルートを設定する。

② 中干潟(100~300ha), 小干潟(100ha 以下)

調査範囲の干潟の最上部(陸側)から最下部(海側)に向かって斜め方向に横切ることを原則とし、滞筋や潮溜まり、凸地等の地形状況を充分チェックできるようなジグザグ状のルートを設定する。

a. 底質分布

干潟において底質の種類(砂、泥、砂泥、礫、転石等)がどのような状況で分布しているかを目視観察し、概略の底質分布図を作成する。

b. 臭気

各底質区の任意の複数の点において臭気(衛生試験法注解 4.1.1.1(5))を適宜観察し、底質分布図中に備考として記入する。

c. 地形的特徴の観察

干潟における流入河川の流路、滞、潮溜まり、凸地などの微地形的特徴および満潮時・干潮時の汀線の位置の概略を目視観察によって確定し、干潟の微地形図を作成する。

干潟後背地については潮間帯上部から陸側100mの範囲内で概略の植物群落(日本植生便覧改訂新版 宮脇;1995に準拠)の分布状況を観察・記入する。

d. 生物の分布・出現状況

干潟全域について表生生物の概略の水平分布状況(図17参照)を目視観察により作図する。海草・藻類が分布する場合は種類毎の被度(1m×1m方形枠内)を記録、撮影する。打ち上げられた海草・藻類についてはその状況(種類、位置、形状)を記録、撮影する。

補完的な情報として、動物の巣穴や糞塊・排出土の分布密度(1地点あたり50cm×50cm 方形枠を4ヶ所)も適宜、撮影、記入する。なお巣穴や糞塊・排出土の形状によって種類の推定が可能なものについては種名を記録する。但し小さな巣穴の場合は甲殻類ニホンスナモグリによるものか、ゴカイ科多毛類によるものかをスコップで掘って確認する。

また、潮上帯から潮下帯にかけての生物の帯状分布構造(図18参照)も併せて作図する。

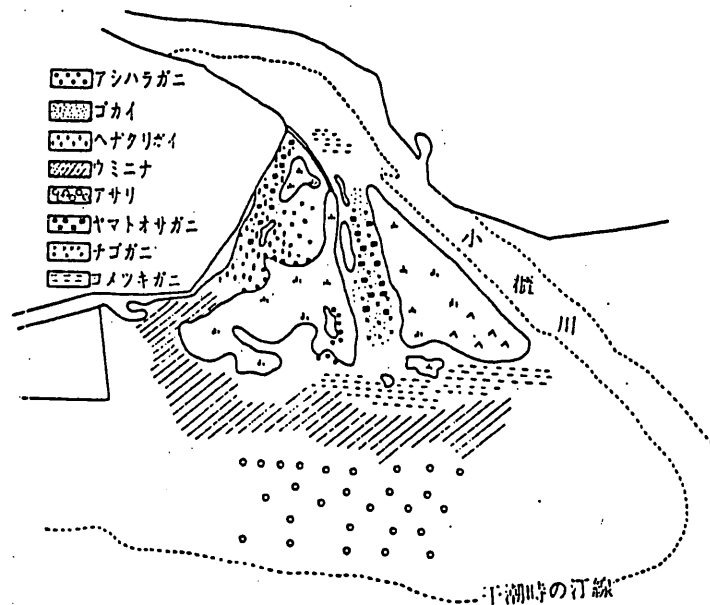


図17 千葉県小櫃川河口周辺の干潟における代表的な底生動物の分布(干潟の生物観察ハンドブック, 1974; 秋山・松田)

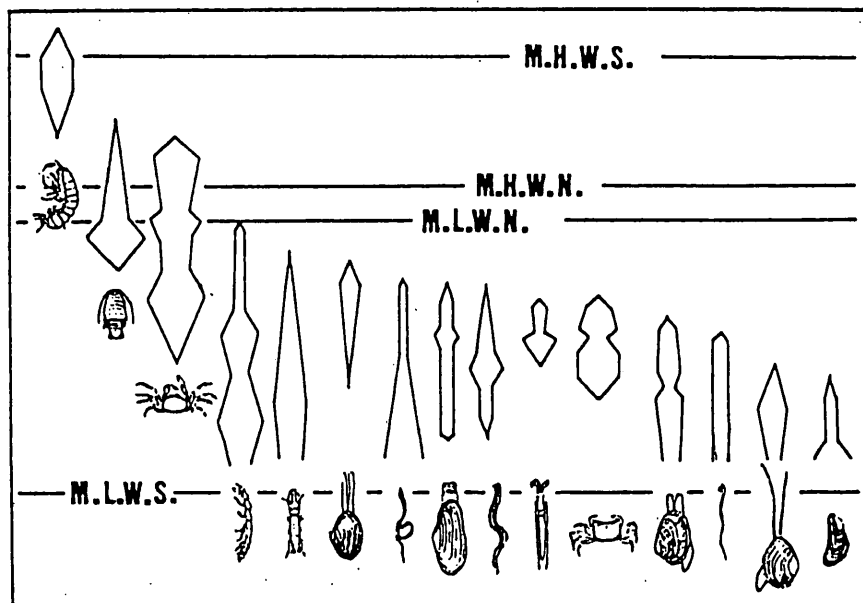


図18 干潟底生動物の成帯構造 (九十九里海岸、一宮川河口干潟の例)
(河口・沿岸域の生態学とエコテクノロジー, 1988; 栗原)

イ. 定量調査

① 大干潟の場合

4地点における任意のルートのもそれぞれにおいて潮間帯上部で2点以上、潮間帯中部で3点以上、潮間帯下部で3点以上の計32点以上において、底生生物(マクロベントス)の定量的分析のための試料を採集する。

a. 底質の還元層の深さと厚さ

上記の32地点において、口径50mm程度の透明なパイプを干潟基底に打ち込んで底質のコアサンプルを採取し、還元層の深さ(表面からの距離)および厚さを測定する。パイプを打ち込む深さは還元層以上とする。

b. マクロベントス

上記の32地点以上において、25cm × 25cm × 15cmの方形箱を用いて深さ15cmまでの底質を1地点当たり4枠(合計50cm × 50cm × 15cm)採取する。なお15cm以深の底質中に大型多毛類の生息が認められた場合は更に30cmの深さまでの底質を採取する。採取した底質は1mmメッシュのフルイを用いて底質中の生物をふるい分け、10%中性ホルマリン海水で固定し、実験室に持ち帰って種の同定、計数、湿重量の計測を行う。なおこの場合、試料は1枠ごとにポリ瓶に収納し、固定するものとする。

また、この32地点以外の任意の20地点^{*)}において同様の要領で底生生物の試料を採取し、現地にて1 mm メッシュのフルイを用いて底質中の生物をふるい分け、10%中性ホルマリン海水で固定し、現地に仮設した実験室で分類群別(図19参照)の出現総個体数と総湿重量を測定する。ただし、環境悪化の程度を示す指標種(表17参照)が採集された場合はその総個体数および総湿重量の測定を行う。

表17 環境指標生物

(宮地ら '44, 波部 '56より)(菊池 '75)

種	湾 奥 ————— (内 湾) ————— 湾 口				
	——強内湾性——	強・中内湾性	中・弱内湾性	——弱内湾性——	
類	泥底	泥底	泥底	砂泥底	砂底
	富栄養極浅域	一時停滞域	中・富栄養 非停滞域	中・貧栄養性	貧栄養性
貝類	ホトトギス ヒメシラトリ シズクガイ ウメノハナガイ	シズクガイ チヨノハナガイ チゴトリガイ	シズクガイ イヨスダレ ヒメカノコアサリ ゴイサギ	シズクガイ ケシトリガイ ヒメカノコアサリ マメグルミ キヌタレガイ	マメグルミ マダラチゴトリ ミジンシヲオガイ アデヤカヒメガイ コアサリ
多毛類	ギボシイソメ ミズヒキゴカイ	ヨツバネスピオ	ヨツバネスピオ タマガシサコガイ ダルマゴカイ マサコウロコムシ	ホソタケフシ コウキケヤリ属	ハナカンムリ コウキケヤリ属
その他			カキクモヒトデ ウツリイナモ	クシオウモヒトデ ヨコエビ類 ドロクダムシ科 スガメソコエビ科 モルグラ属ホヤ	クシオウモヒトデ ヨコエビ類 スガメソコエビ科 クダオソコエビ科 ナメクジウオ ラスパソマカニ

*1: 任意の20地点の選定に際しては、4本の設定ルートの間を補完すると同時に潮間帯上中下の各部位に均等に配分されるよう留意する。

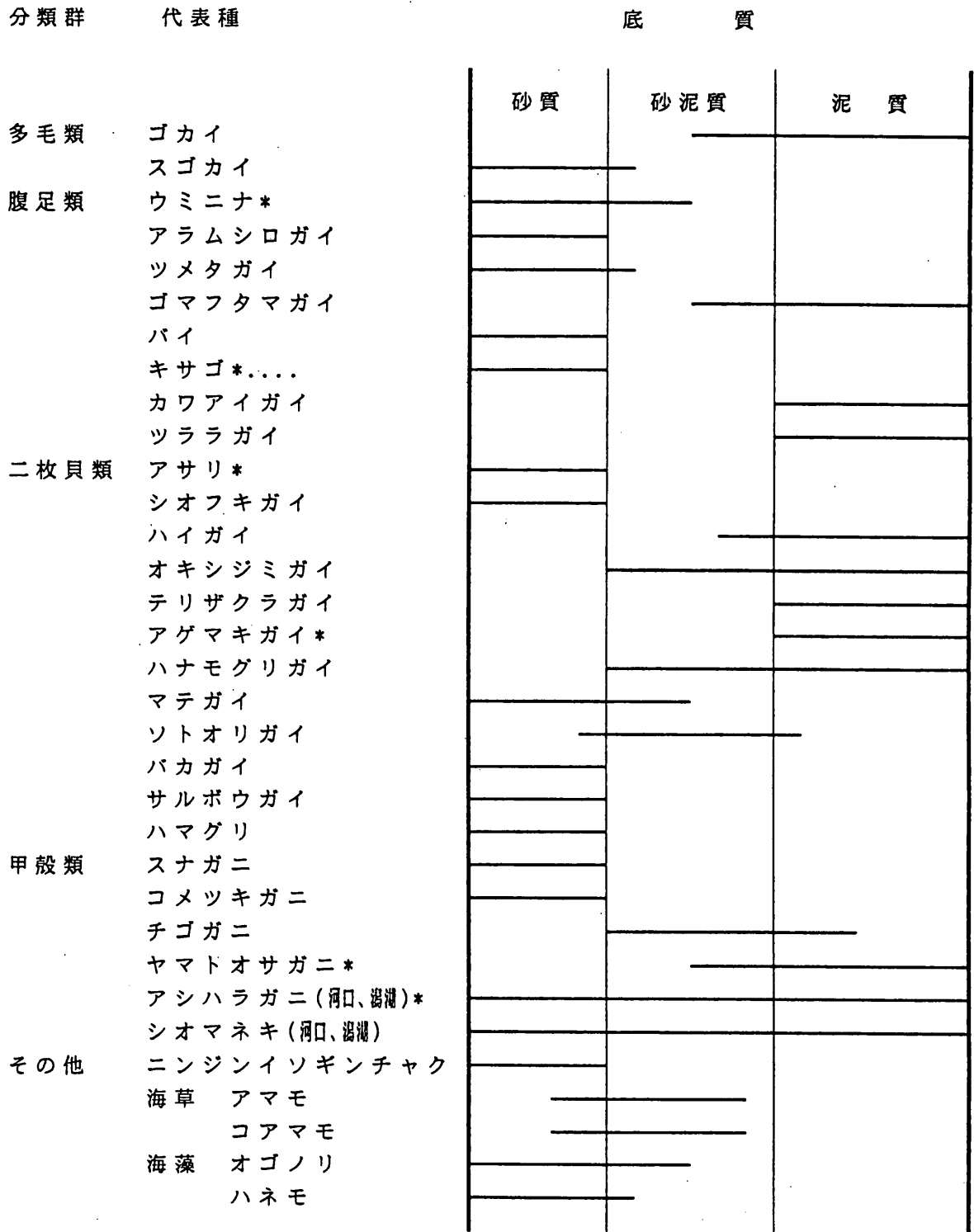


図19 底質と生物の分布
(干潟に優占する分類群；多毛類、腹足類、二枚貝類、甲殻類の4群)

* 各分類群の中の代表的で一般的によく知られている種

湿重量測定に当たっては濾紙上で体表の自由水を除去した後に測定する。二枚貝の場合には殻を少しこじ開け殻内の自由水を流出させ、濾紙上に水が出てこなくなると水分を除いてから測定する。

② 中・小干潟の場合

陸から沖方向に調査範囲を斜めに横切るジグザグ状のルートに沿って、潮間帯上部で3点以上、中部で4点以上、下部で3点以上の計10地点以上において底生生物(マクロベントス)の定量的分析のための試料を採集する。

a. 底質の還元層の深さと厚さ

上記の10地点において、口径50mm程度の透明なパイプを干潟基底に打ち込んで底質のコアサンプルを採取し、還元層の深さ(表面からの距離)および厚さを測定する。パイプを打ち込む深さは還元層以上とする。

b. マクロベントス

上記の10地点以上において、25cm×25cm×15cmの方形枠を用いて深さ15cmまでの底質を、1地点当たり4枠(合計50cm×50cm×15cm)採取する。なお15cm以深の底質中に大型多毛類の生息が認められた場合は更に30cmの深さまでの底質を採取する。

採取した底質は1mmメッシュのフルイを用いて底質中の生物をふるい分け、10%中性ホルマリン海水で固定し、実験室に持ち帰って種の同定、計数、湿重量の計測を行う。なおこの場合、資料は1枠ごとにポリ瓶に収納し、固定するものとする。

また、この10地点以外の任意の20地点^{*1}において同様の要領で底生生物の資料を採取し、現地にて1mmメッシュのフルイを用いて底質中の生物をふるい分け、10%中性ホルマリン海水で固定し、現地に仮設した実験室で分類群別(図19参照)の出現総個体数と総湿重量を測定する。ただし、環境悪化の程度を示す指標種(表17参照)が採集された場合はその総個体数および総湿重量の測定を行う。

湿重量測定に当たっては濾紙上で体表の自由水を除去した後に測定する。二枚貝の場合には殻を少しこじ開け殻内の自由水を流出させ、濾紙上に水が出てこなくなると水分を除いてから測定する。

*1: 任意の20地点の選定に際しては、潮間帯上中下の各部位に均等に配分されるよう留意する。

ウ. 鳥類観察調査

鳥類の干潟利用の現況については、干潟生物調査期間中の早朝と夕刻および干潟生物の定性調査時に、索餌場所、休息場所について観察し、その区域を確定する。

飛来する鳥類の種類については、環境庁野生生物課で実施している「シギ・チドリ定点調査」等のような既存の調査資料を参考、利用するものとする。

ii) 超軟泥干潟の場合(歩行不可能)

底質が極めて軟質で歩行しようとした場合など、体の相当部分が泥中に没して調査遂行が困難な干潟においては、以下の方法で調査を行う。

ア. 定性調査(目視観察)

滞筋など歩行可能なルートに沿って歩きながら、双眼鏡を用いてできるだけ広範囲に、以下に示す干潟の様々な特徴の平面的な分布状況を目視観察する。

a. 底質分布

干潟において底質の種類(砂、泥、砂泥、礫、転石等)がどのような状況で分布しているかを目視観察し、概略の底質分布図を作成する。

b. 臭気

各底質区の任意の複数の点において臭気(衛生試験法注解 4.1.1.1(5))を適宜観察し、底質分布図中に備考として記入する。

c. 地形的特徴の観察

干潟における流入河川の流路、滞、潮溜まり、凸地などの微地形的特徴および満潮時・干潮時の汀線の概略を目視観察によって確定し、干潟の微地形図を作成する。また、干潟後背地については潮間帯上部から陸側100mの範囲内で概略の植物群落(日本植生便覧改訂新版 宮脇;1995に準拠)の分布状況を観察・記入する。

d. 生物の分布・出現状況

干潟全域について表生生物の概略の水平分布状況(図17参照)を目視観察により作図する。海草・藻類が分布する場合は種類毎の被度階級(表18参照)を記録、撮影する。打ち上げられた海草・藻類についてはその状況(種類、位置、形状)を記録、撮影する。

表18 海草・藻類被度の区分

被度区分の基準	区分	被度階級	植被率(%)
海底面がほとんど見えない	濃生	5	75以上
海底面よりも植生の方が多い	密生	4	50~75
植生よりも海底面の方が多い	疎生	3	25~50
植生はまばらである	点生	2	5~25
植生はごくまばらである	極く点生	1	5
植生はない	なし	0	0

その際、補完的な情報として、可能であれば動物の巣穴や糞塊・排出土の分布密度（1 m×1 mの面積当たりの個数）も適宜、記入する。なお巣穴や糞塊・排出土の形状によって種類の推定が可能なものについては種名を記録する。但し小さな巣穴の場合は甲殻類ニホンスナモグリによるものか、ゴカイ科多毛類によるものかをスコップで掘って確認する。

また、潮上帯から潮下帯にかけての生物の帯状分布構造(図18参照)も併せて作図する。

イ. 定量調査

① 大干潟の場合

調査範囲の両端付近および中央部の2地点の計4地点で、干潟の最上部(陸側)から最下部(海側)に向かって直線ルートを設定し、満潮時に小型舟艇を用いてそれぞれのルートの潮間帯上部で2点以上、潮間帯中部で3点以上、潮間帯下部で3点以上の計32点以上において、船上からエクマンバージ型採泥器(20cm×20cm)を用いて1地点5回のサンプリングを行い、底生生物(マクロベントス)の定量的分析のための試料を採集する。

a. マクロベントス

上記の32地点以上において、船上からエクマンバージ型採泥器(20cm×20cm)を用いて1地点5回のサンプリングを行い、1 mmメッシュのフルイを用いて底質中の生物をふるい分け、10%中性ホルマリン海水で固定し、実験室に持ち帰って種の同定、計数、湿重量の計測を行う。

また、この32地点以外の任意の20地点*1において同様の要領で底生生物の資料を採取し、現地にて1 mmメッシュのフルイを用いて底質中の生物をふるい分け、10%中性ホルマリン海水で固定し、現地に仮設した実験室で分類群別(図19参照)の出現総個体数と総湿重量を測定する。

ただし、環境悪化の程度を示す指標種(表17参照)が採集された場合はその総個体数および総湿重量の測定を行う。

湿重量測定に当たっては濾紙上で体表の自由水を除去した後に測定する。二枚貝の場合には殻を少しこじ開け殻内の自由水を流出させ、濾紙上に水が出てこなくなると水分を除いてから測定する。

② 中・小干潟の場合

干潟の最上部(陸側)から最下部(海側)に向かって斜め方向に横切る直線状のルートを設定し、満潮時に小型舟艇を用いてルートの潮間帯上部で3点以上、中部で4点以上、下部で3点以上の計10地点以上において、船上からエクマンバージ型採泥器(20cm×20

*1: 任意の20地点の選定に際しては、4本の設定ルートの間を補完すると同時に潮間帯上中下の各部位に均等に配分されるよう留意する。

cm)を用いて1地点5回のサンプリングを行い、底生生物(マクロベントス)の定量的分析のための試料を採集する。

a. マクロベントス

上記の10地点以上において、船上からエクマンバージ型採泥器(20cm × 20cm)を用いて1地点5回のサンプリングを行い、1 mm メッシュのフルイを用いて底質中の生物をふるい分け、10%中性ホルマリン海水で固定し、実験室に持ち帰って種の同定、計数、湿重量の計測を行う。

また、この10地点以外の任意の20地点^{*1}において同様の要領で底生生物の資料を採取し、現地にて1 mm メッシュのフルイを用いて底質中の生物をふるい分け、10%中性ホルマリン海水で固定し、現地に仮設した実験室で分類群別(図19参照)の出現総個体数と総湿重量を測定する。

ただし、環境悪化の程度を示す指標種(表17参照)が採集された場合はその総個体数および総湿重量の測定を行う。

湿重量測定に当たっては濾紙上で体表の自由水を除去した後に測定する。二枚貝の場合には殻を少しこじ開け殻内の自由水を流出させ、濾紙上に水が出てこなくなるとまで水分を除いてから測定する。

ウ. 鳥類観察調査

鳥類の干潟利用の現況については、干潟生物調査期間中の早朝と夕刻および干潟生物の定性調査時に、索餌場所、休息場所について観察し、その区域を確定する。

飛来する鳥類の種類については、環境庁野生生物課で実施している「シギ・チドリ定点調査」等のような既存の調査資料を参考、利用するものとする。

(2)-3. 試料の保管

分析が終了した干潟生物の試料は、海藻草類は腊葉標本として、マクロベントスは液浸標本の形で、5ヶ年間保管するものとする。

(2)-4. 解析評価

干潟の地形的環境要素、底生生物データ、鳥類データ等を基に、なるべく数値的表現(数式等^{*2})に基づいた干潟の生物学的な類型区分等について検討する。

基本的な方向性は、評価分野として底生生物、後背地の植生、海岸線の改変状況、干潟利用鳥類の4分野を設定し、それぞれの分野において幾つかの妥当な評価項目を選定する。さ

*1: 任意の20地点の選定に際しては、潮間帯上中下の各部位に均等に配分されるよう留意する。

*2: 優占度指数、類似度指数、種多様度指数等

らに各分野各項目毎に何等かの評価基準に基づいた採点可能なランク区分を設け、マトリックス方式で得点を集計し、総合的な評価を検討する。

なお、評価基準は①人為的な影響によるランクの変化に伴って値が一方向に増えるか減るかすること②最も人為的な影響の少ない場所および高い場所との間の差が歴然としていること、の2点を満足するものであることが必要である。

また、集計・解析データを基に、全国調査に必要な簡便な調査項目・手法(都道府県委託レベル)を併せて検討する。

(3) 調査候補地

i) 調査対象干潟の選定基準

- ① 干潟生物群集に関するデータの蓄積がある干潟。
- ② 環境庁で「シギ・チドリ定点調査」を実施している干潟。
- ③ 全国を幾つかの海域に区分けし、全国的な干潟の分布バランスを考慮して、各海域区分の代表的な地形・底質タイプの干潟がなるべく含まれるように選定すること。
- ④ 干潟を取り巻く環境が、良好な自然状態を保っていること。

ii) 調査地の設定

原則として、

- ① 第4回海域生物環境調査で、サンプル的に干潟生物調査を実施した標本区を対象とする。
- ② 調査対象候補の干潟に、第4回の干潟生物調査の標本区が存在しない場合は、「シギ・チドリ定点調査」を実施した範囲を調査対象とする。

以上の条件を検討した結果、表19に示す10ヶ所の調査候補地及び2ヶ所の予備調査候補地が選定された。

表19 干潟調査候補地 (10地点案)

県名	地名	タイプ (底質)	シギ・チドリ 渡来湿地	規模	選定理由
《北海道地方》 北海道	春国岱内湾部 (風連湖東岸)	潟湖干潟 (砂質)	●	中干潟 100ha	北海道沿岸においては幾つかの地理的条件や海・気象条件が原因して大規模な干潟が少ないが、道東の海跡湖には比較的規模の大きい干潟が認められる。タイプとしては潟湖干潟が多く次いで前浜干潟となっている。風連湖は根室湾に面した塩水湖で、湖岸には典型的な潟湖干潟が数カ所に分布し春国岱内湾干潟もその一つである。シギ・チドリ類定点調査地点が所在する。
《東北地方》 宮城県	仙台市蒲生干潟	潟湖干潟	●	小干潟 5ha	昭和40年代に人工的に出現した干潟でありながら、現在は国設仙台湾海浜鳥獣保護区蒲生特別保護区に指定されるほど、貴重な自然環境を回復した干潟である。底生生物相は少数の種類が卓越する特徴を示し、特にゴカイが多い。長期間にわたり生物相調査が行われてきた場所であり、シギ・チドリ類定点調査地点も所在する。また天然記念物のコクガンの飛来地でもあり、候補地とした。
《中部地方》 愛知県	汐川干潟	河口干潟 (砂泥質)	●	中干潟 280ha	かつて三河湾内には各所に広大な干潟が存在していたがその殆どは沿岸域の埋立開発によって消失し、現在は汐川、一色、矢作川河口、伊川津等数ヶ所を残すのみになってしまった。このうちシギ・チドリ類定点調査地点の所在するのは汐川、矢作川河口、伊川津の3ヶ所で規模としては汐川干潟が最も広く、生物相も豊かである。なおこの干潟は鳥類の飛来ないし越冬地としても有名である。調査範囲としては田原湾の湾口に架かる三河港大橋より内湾の沿岸に形成された干潟域が選定される。
《近畿地方》 和歌山 県	和歌山市和歌川 河口	河口干潟 (砂泥質)	●	小干潟 35ha	大阪府、兵庫県下の干潟は6～7ヶ所程であり、いずれも規模は小さく海域汚濁の影響を受け生物相は余り豊かとは言えない。近畿地方を代表する干潟は和歌山県に集中している。従って近畿地方ではほぼ最大規模の干潟で、シギ・チドリ類定点調査地点の所在する和歌川河口干潟を候補地とするのが妥当である。この干潟は生物相が豊富で、他の干潟では見られなくなった貴重種が少なからず認められるなど生態的にも重要である。

表19 (つづき)

県名	地名	タイプ (底質)	シギ・チドリ 渡来湿地	規模	選定理由
《中国・四国地方》 山口県	下関市千鳥浜～ 木屋川河口	河口干潟 (砂泥質)	●	大千潟 1000ha	周防灘に面した下関湾の最奥部に流入する木屋川の河口域に形成された大規模な干潟で、絶滅寸前の未記載種のセンベシアワモチの産地でもある。生物相は質・量ともかなり豊かであるが、いまだ調査は不十分で、今後さらに貴重な種の見出される可能性は高い。なおシギ・チドリ類定点調査地点も所在する。
徳島県	徳島市吉野川河 口	河口干潟 (砂泥質)	●	小干潟 70ha	紀伊水道に流入する吉野川河口左岸に形成された小規模な干潟で、徳島県下にはこの他に数カ所の干潟が存在するがいずれも数 ha と小さい。その中でシギ・チドリ類定点調査地点が所在するのはこの干潟のみであるため候補地として選定した。
《九州地方》 佐賀県	国造干潟	前浜干潟 (泥質)	●	大千潟 1000ha	有明海は大陸系強内湾性種が多く生息し、固有種が多い国内では特異な生態系を示す地域で、わが国の干潟を論ずるときこれを除くことはできない。佐賀県下の有明海沿岸干潟には4ヶ所のシギ・チドリ類定点調査地点が所在する。それらの中で地形的に調査区域の設定しやすい国造干潟を候補地として選定した。
大分県	中津市自見川 河口干潟	河口前浜 複合干潟 (砂質)		大千潟 750ha	北部九州の周防灘沿岸における代表的な干潟で、中津市、宇佐市、豊後高田市の前面に展開する広大な前浜干潟の一部である。山国川、鱈瀬川、自見川等大小の河川が流入し、底生生物は種類数・現存量共に極めて豊富で特にハマグリ漁獲が多く、コアマモ、ツルシラモの群落も散見する。一部に自然海岸が残されており、シギ・チドリ類重要飛来地で、シギ・チドリ類定点調査地点が所在する。
鹿児島県	上甕島浦内湾	河口前浜 複合干潟 (砂礫質)		小干潟	環境汚染の見られない極めて稀な自然干潟で、稀少種が多く生息している。この干潟はシギ・チドリ類定点調査地点が所在しないが、九州南西岸のコントロールとしての干潟生物相を知る上で欠くことのできない場所ゆえ、候補地とした。
《南西諸島》 沖縄県	石垣島アンパル	マンゴローブ 前浜干潟 (#ソコ・砂)		小干潟 30ha	名蔵川河口に発達した広大なマンゴローブ湿地の外干潟である。近年、土地改良事業の影響で干潟環境が泥質化し固有種のヒノマルズキンが絶滅するなど多くの内湾生物が姿を消しているが、まだ豊富な生物相が残されている。現在でも渡り鳥の中継地、越冬地として貴重な場所、シギ・チドリ類定点調査地点が所在する。

干潟予備調査候補地（2地点案）

県名	地名	タイプ (底質)	シギ・チドリ 渡来湿地	規模	選定理由
《関東地方》 千葉県	木更津市小櫃川 河口干潟	前浜・河 口干潟 (砂泥質)	●	中干潟 230ha	東京湾内湾中部東岸の小櫃川河口に広がるデルタ状干潟で、河口湿地と前浜干潟からなる海岸構造はわが国の典型的な内湾河口地形である。この干潟は東京湾に残る最大の前浜干潟である盤州干潟に接続しており、生物多様性は高く保存価値が極めて高いとされる干潟の一つである。シギ・チドリ類定点調査地点が所在し、極めて多種多様の鳥類の飛来が認められている。
《九州地方》 熊本県	八代干潟	河口干潟 (泥質)	●	大千潟 500ha	八代海の最奥部に広がる大規模干潟の一部で、熊本県下では最大の泥干潟である。かなりの面積でカキ礁が広がっており生態的にも貴重なものである。シギ・チドリ類定点調査地点が所在する。

3. 現地予備調査結果

(1) 調査目的

干潟生物調査手法(案)作成のため、干潟生物調査手法試案(以下「調査手法試案」という。)に基づいて、予備調査候補地として選定された、九州の八代干潟および東京湾内の小櫃川河口干潟を調査した。

(2) 調査期日

平成10年3月21日～3月28日の大潮時に実施した。

〈八代干潟〉

- 3月21日：移動、現地踏査
- 22日：調査(L-1、L-2)
- 23日：調査(L-3、L-4)
- 24日：調査(補完調査および鳥類調査)
- 25日：調査(地形調査)、移動

〈小櫃川河口干潟〉

- 3月27日：移動、調査(中潮帯、低潮帯調査)
- 28日：調査(任意調査、高潮帯調査)、移動

(3) 調査場所

図20に示す熊本県八代市八代干潟および図21に示す千葉県木更津市小櫃川河口干潟である。但し、八代干潟は大干潟とみなし観察測線は4測線、小櫃河口干潟を中干潟とみなし観察測線は1測線とした。なお、調査測点は図22、23にそれぞれ示した。

(4) 調査項目

調査項目は以下のように調査手法試案の通りである。

- 1) 定性調査(目視観察)
 - a. 底質分布
 - b. 臭気
 - c. 地形的特徴の観察
 - d. 生物の分布・出現状況
- 2) 定量調査
 - a. 底質の還元層の深さと厚さ
 - b. マクロベントス
- 3) 鳥類観察調査

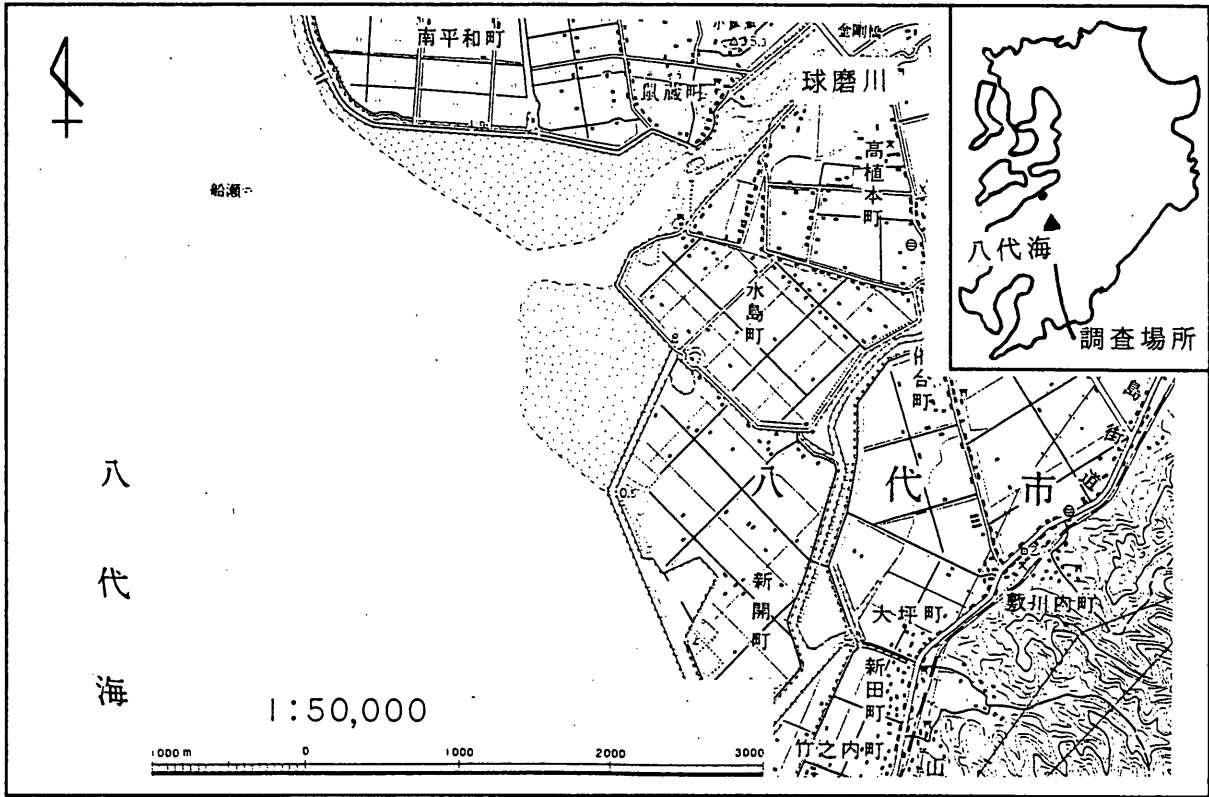


図20 八代干潟

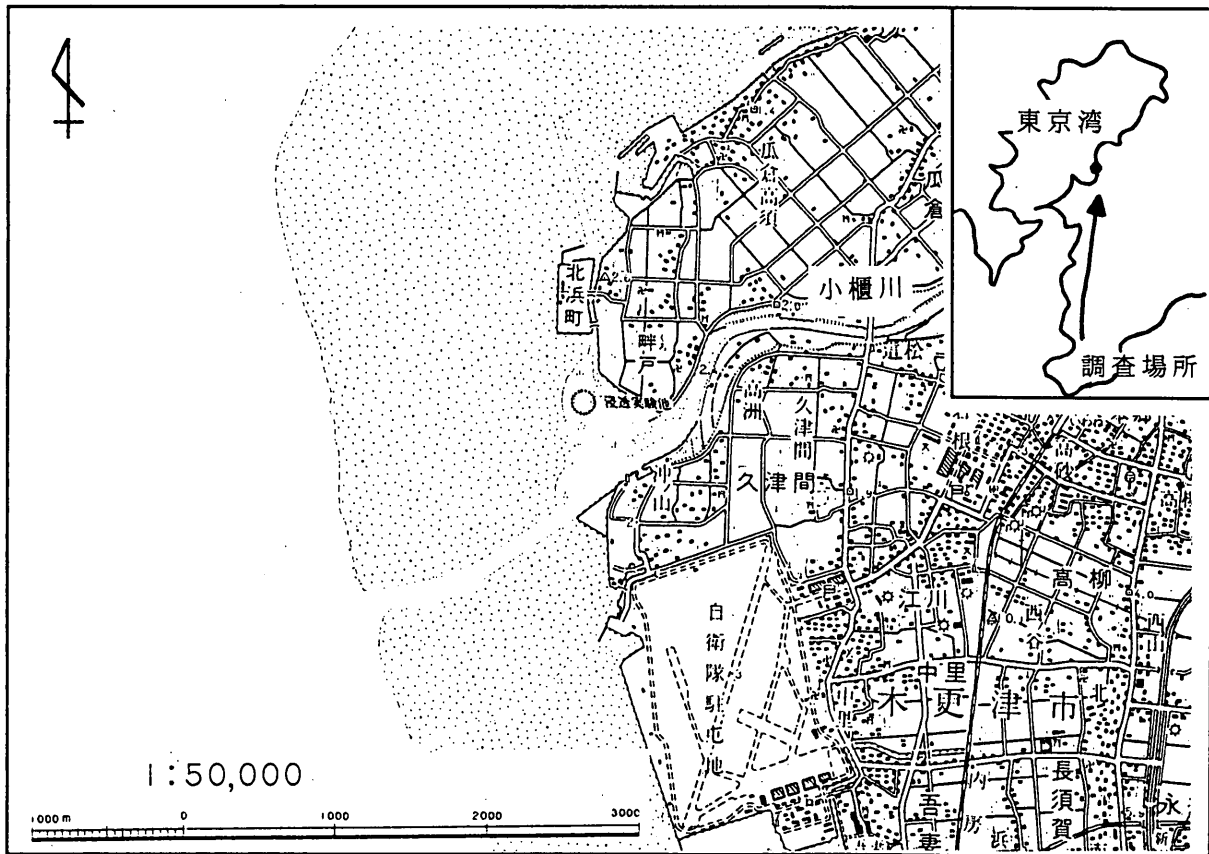


図21 小櫃川河口干潟

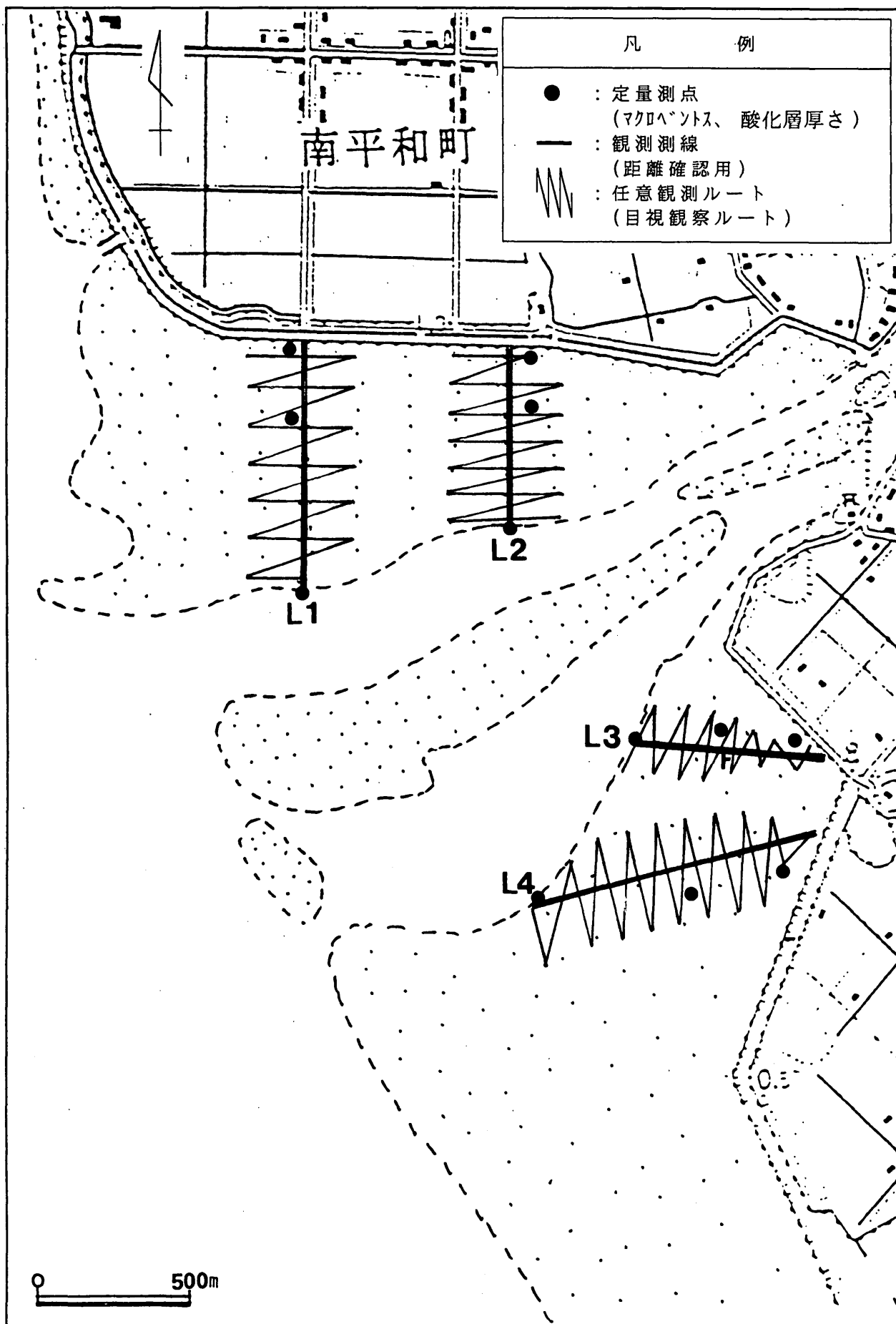


図22 八代千潟調査地点図

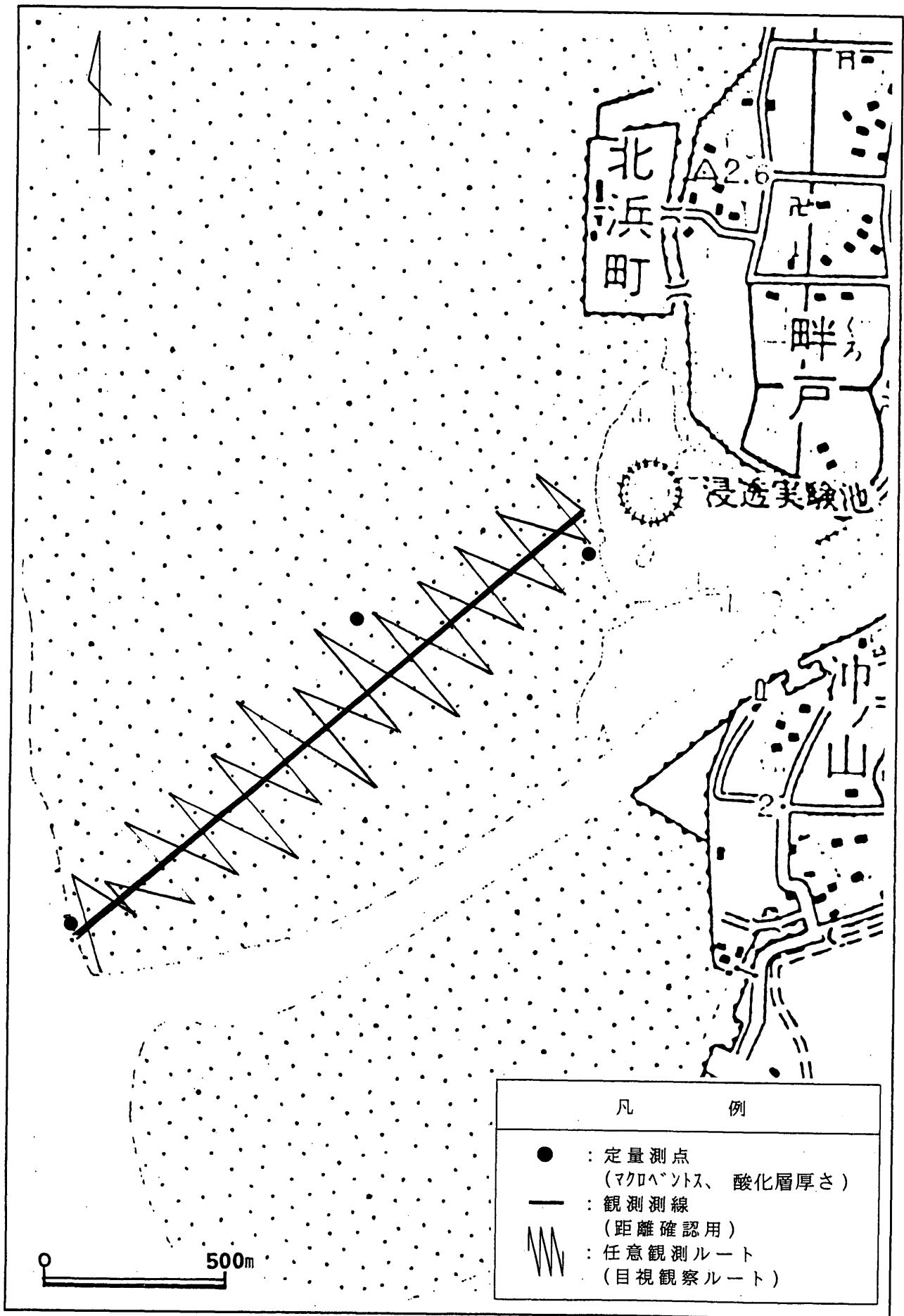


図23 小櫃川河口干潟調査地点図

(5) 調査方法

i) 定性調査(目視観察)

以下の a～d に示す干潟の様々な特徴の平面的分布状況を、目視観察により定性的に把握した。調査に当っては現地の状況に応じた任意のルートを選定し、双眼鏡を用いてできるだけ広範囲に観察した。任意のルートの選定に際しては、大干潟(300ha 以上)と中・小干潟(100～300ha・100ha 以下)とではそれぞれ以下の点に留意した。

① 大干潟(300ha 以上：八代干潟)

調査範囲の両端付近および中央部の 2 地点の計 4 地点で、干潟の最上部(陸側)から最下部(海側)に向かって、滞筋や潮溜まり、凸地等の地形状況を充分チェックできるようなジグザグ状のルートを設定した(図24)。

② 中・小干潟(100～300ha・100ha 以下：小櫃川河口干潟)

調査範囲の干潟の最上部(陸側)から最下部(海側)に向かって斜め方向に横切ることを原則とし、滞筋や潮溜まり、凸地等の地形状況を充分チェックできるようなジグザグ状のルートを設定した(図24)。

a. 底質分布

干潟において底質の種類(砂、泥、砂泥、礫、転石等)がどのような状況で分布しているかを目視観察した。

b. 臭気

各底質区の任意の複数の点において臭気(衛生試験法注解 4.1.1.1(5))を適宜観察した。

c. 地形的特徴の観察

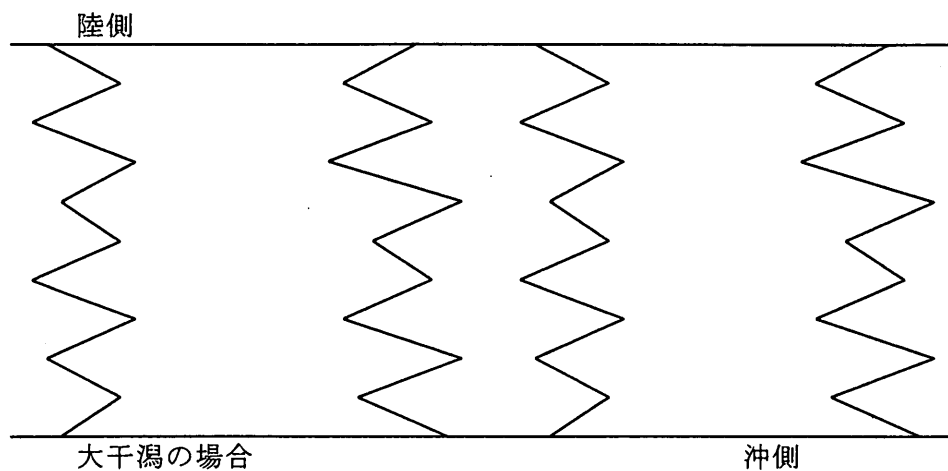
干潟における流入河川の流路、滞筋、潮溜まり、凸地などの微地形的特徴および満潮時・干潮時の汀線の位置などを目視観察によって確定し、地形を把握した。干潟後背地については潮間帯上部から陸側100mの範囲内で植物群落の分布状況を観察した。

d. 生物の分布・出現状況

干潟全域について表在性生物の水平分布状況を目視観察し、海草・藻類が分布する場合は種類毎の被度(1m×1m方形枠内)を記録、撮影を実施した。打ち上げられた海草・藻類についてはその状況(種類、位置、形状)も記録した。

補完的な情報として、動物の巣穴や糞塊・排出土の分布密度(1地点当たり50cm×50cm 方形枠を4ヶ所)も適宜、撮影し、なお、巣穴や糞塊・排出土の形状によって種類の推定が可能なものについては種名を記録した。但し、小さな巣穴の場合は甲殻類のニホンスナモグリによるものか、多毛類のゴカイ科によるものかをスコップで掘って確認した。

〈大干潟の場合：八代干潟〉



〈中・小干潟の場合：小櫃川河口干潟〉

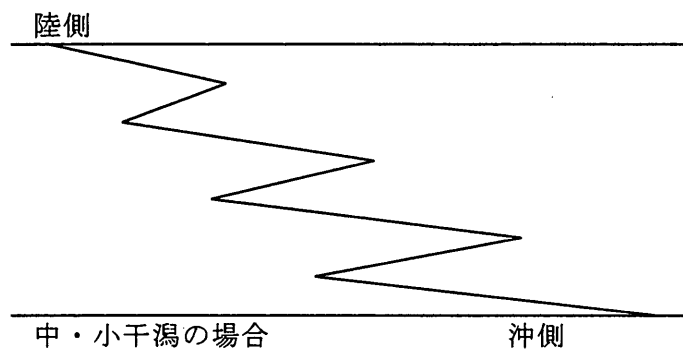


図24 目視観察ルート選定模式図

ii) 定量調査

ア. 大干潟の場合(八代干潟)

図22に示す4測線における任意のルートそれぞれのそれぞれにおいて高潮帯で2点、中潮帯で3点、低潮帯で3点の計32点において、次のa、bに示すように底質の還元層の測定および底生生物(マクロベントス)の定量分析のための試料を採集した。

a. 底質の還元層の深さと厚さ

図22の32地点において、口径50mm程度の透明なパイプを干潟基底に打ち込んで底質のコアサンプルを採取し、還元層までの深さ(表面からの距離)および厚さを測定した。

b. マクロベントス

図22の32地点において、25cm×25cm×15cmの方形箱を用いて深さ15cmまでの底質を1地点当たり4枠(合計50cm×50cm×15cm)採取し、なお15cm以深の底質中に大型多毛類の生息が認められた場合は更に30cmの深さまでの底質を採取した。

採取した底質は1mmメッシュのフルイを用いて底質中の生物をふるい分け、10%中性ホルマリン海水で固定し、実験室に持ち帰って種の同定、計数、湿重量の計測を行った。

また、地点以外の任意の20地点において同様の要領で底生生物の試料を採取し、現地で1mmメッシュのフルイを用いて底質中の生物をふるい分け、10%中性ホルマリン海水で固定し、現地に仮設した実験室で分類群別の出現総個体数と総湿重量を測定した。

イ. 中・小干潟の場合(小櫃川河口干潟)

図23に示すように陸から沖方向に調査範囲を斜めに横切るジグザグ状のルートに沿って、高潮帯で3点、中潮帯で4点、低潮帯で3点の計10地点において、次のa、bに示すように底質の還元層の測定および底生生物(マクロベントス)の定量分析のための試料を採集した。

a. 底質の酸化層の深さと厚さ

図23に示す10地点において、口径50mm程度の透明なパイプを干潟基底に打ち込んで底質のコアサンプルを採取し、還元層までの深さ(表面からの距離)および厚さを測定した。

b. マクロベントス

図23に示す地点において、25cm×25cm×15cmの方形箱を用いて深さ15cmまでの底質を、1地点当たり4枠(合計50cm×50cm×15cm)採取し、なお、15cm以深の底質中に大型多毛類の生息が認められた場合は更に30cmの深さまでの底質を採取した。

採取した底質は1mmメッシュのフルイを用いて底質中の生物をふるい分け、10%中性ホルマリン海水で固定し、実験室に持ち帰って種の同定、計数、湿重量の計測を行った。

また、10地点以外の任意の20地点において同様の要領で底生生物の資料を採取し、現地で1mmメッシュのフルイを用いて底質中の生物をふるい分け、10%中性ホルマリン海水で固定し、現地に仮設した実験室で分類群別の出現総個体数と総湿重量を測定した。

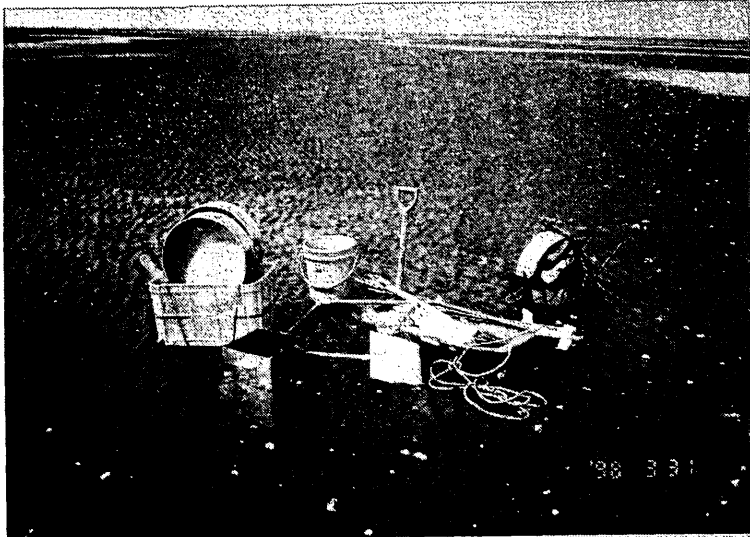
ウ. 鳥類観察調査

鳥類の干潟利用の現況については、干潟生物調査期間中の干潟が干出する前に定点を設け、

索餌場所、休息場所および区域を観察した。

iii) 調査資材

調査資材一式の写真を図25に示す。



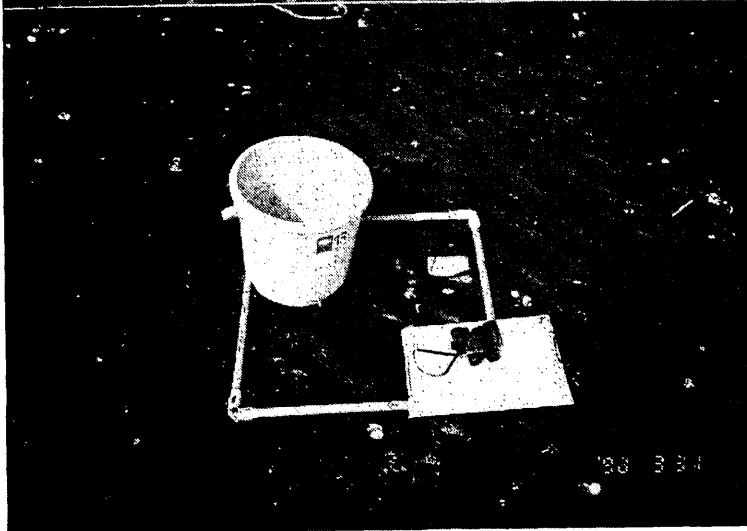
干潟調査資材一式

- ・シヨイコ
- ・フルイ
- ・バケツ
- ・方形枠(25×25cm)
- ・方形枠(50×50cm)
- ・ソリ
- ・スコップ
- ・リュックサック
- ・距離目印棒



干潟調査資材

- ・フルイ
- ・方形枠(25×25cm)
- ・メジャー
- ・酸化層測定管
- ・スコップ
- ・距離目印棒
- ・熊手



干潟調査資材

- ・バケツ
- ・方形枠(50×50cm)
- ・双眼鏡
- ・野帳

図25 調査資材一式

(6) 調査結果

(6)-1. 八代干潟(大干潟：500ha)

八代干潟は、八代海の最奥部に広がる球磨川河口の大規模干潟の一部であり、熊本県下では最大の泥質干潟である。定性調査および定量調査の結果は以下のとおりである。

i) 定性調査

ジグザクルートの目視観察結果より、図26に干潟の微地形図、図27に干潟生物分布図(主要種)、図28 (1)～(4)に底質と生物の分布、図29 (1)～(4)に底生生物の成帯構造を示した。

ア. 干潟地形

干潟部は河口の左右両岸および中州とに分布している。両岸ともコンクリート護岸化されており護岸基部が高潮帯に当たっている。中潮帯から低潮帯までは約1/50の勾配の平坦でなだらかな地形となっている。干潟の護岸に近い範囲はタイドプールが点在する軟泥域である。全般に砂泥域が発達しているものの、マウンド(凸部)ではやや砂分が多い傾向がみられる。右岸、左岸ともに護岸に沿って大きな滞筋が走っている。左岸の低潮帯付近にはマガキ礁(規模の大きなマガキ群集)が存在する。

イ. 生物分布

生物の分布状況は底質性状を反映していた。軟泥域ではヤマトオサガニが多く観察され、軟泥域のタイドプールや護岸の切れ目および滞筋では、トビハゼやハゼ科などが多くみられた。ただし、左岸の干潟ではトビハゼは確認されなかった。

マウンドではチゴガニが優占しているが、左岸河口側のマウンドはコメツキガニが優占していた。中潮帯の優占種はニホンスナモグリ、アナジャコおよびクシケマスオガイであり、低潮帯ではアナジャコとイトゴカイ科が多く観察された。また低潮帯には漁網片やロープ塊、転石を着生基質とするマガキ群集が点在していた。

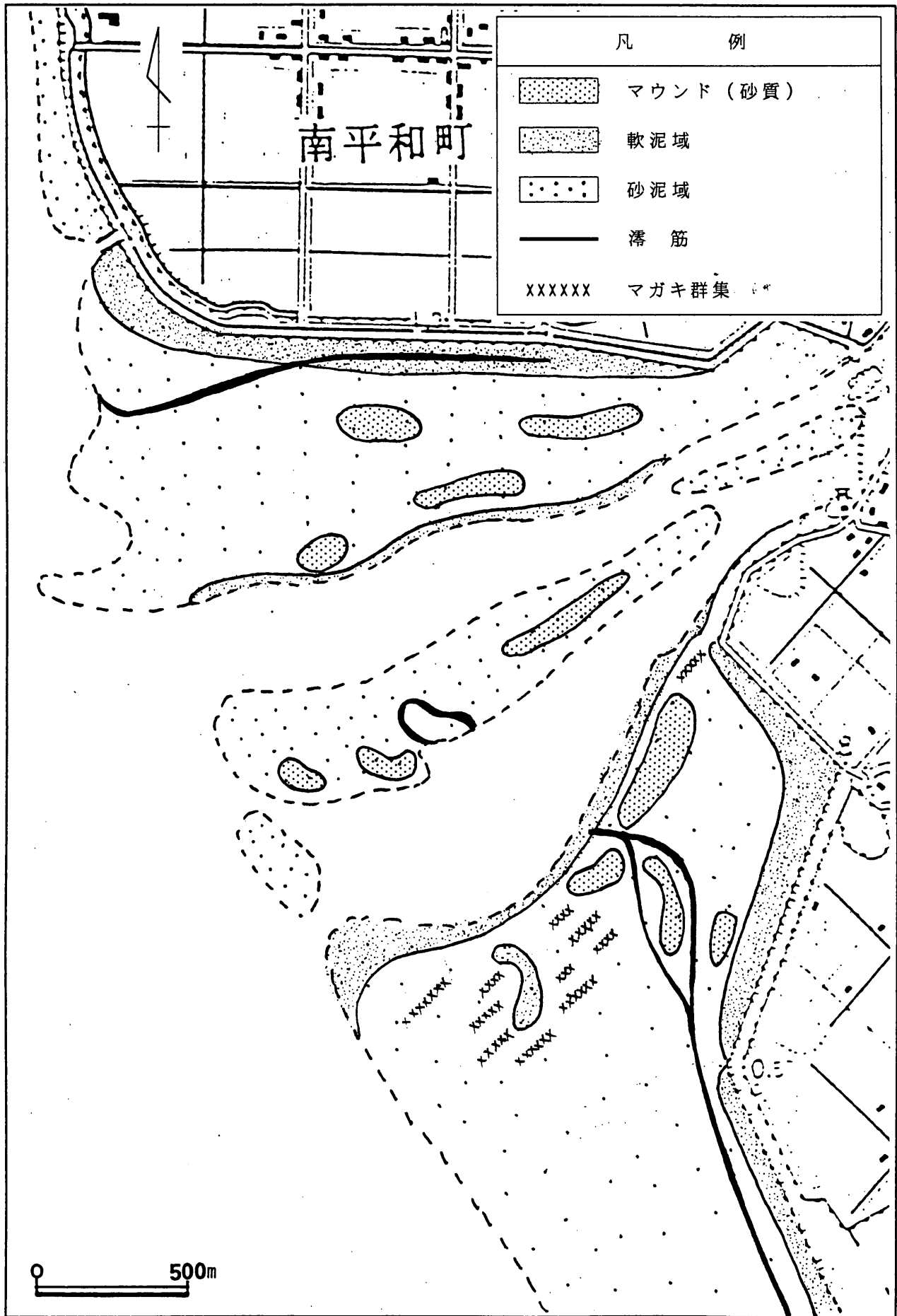


図26 八代干潟微地形図

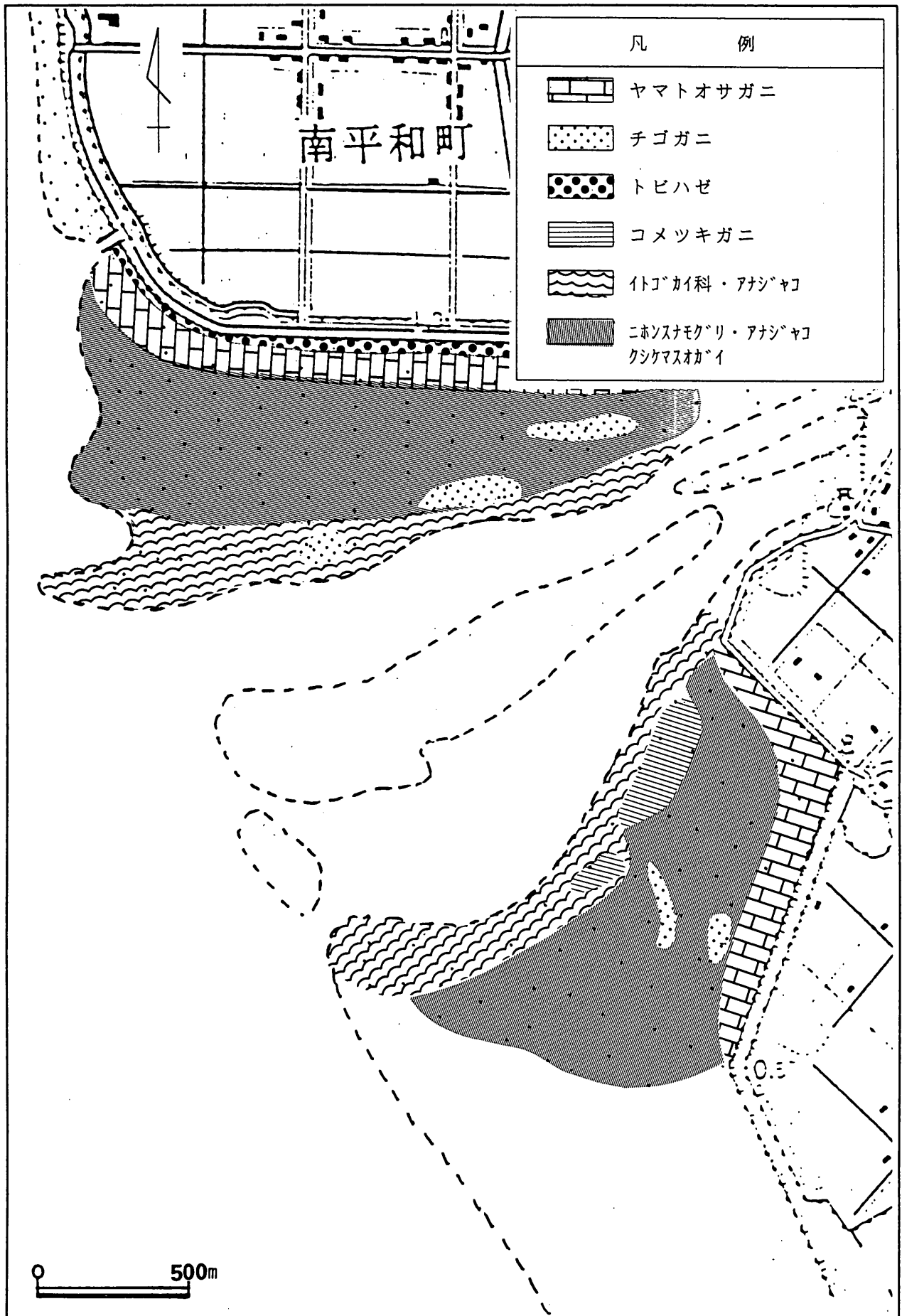


図27 八代干潟生物分布図

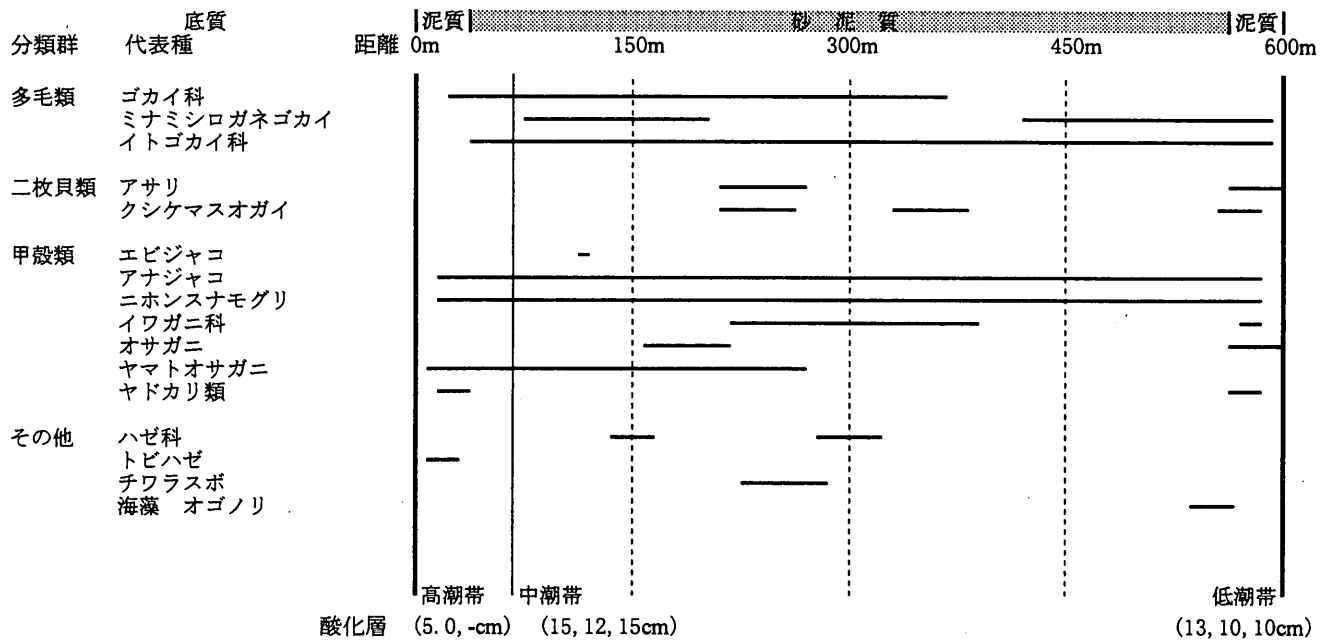


図28(1) 底質と生物の分布状況 (八代干潟 : L 1)

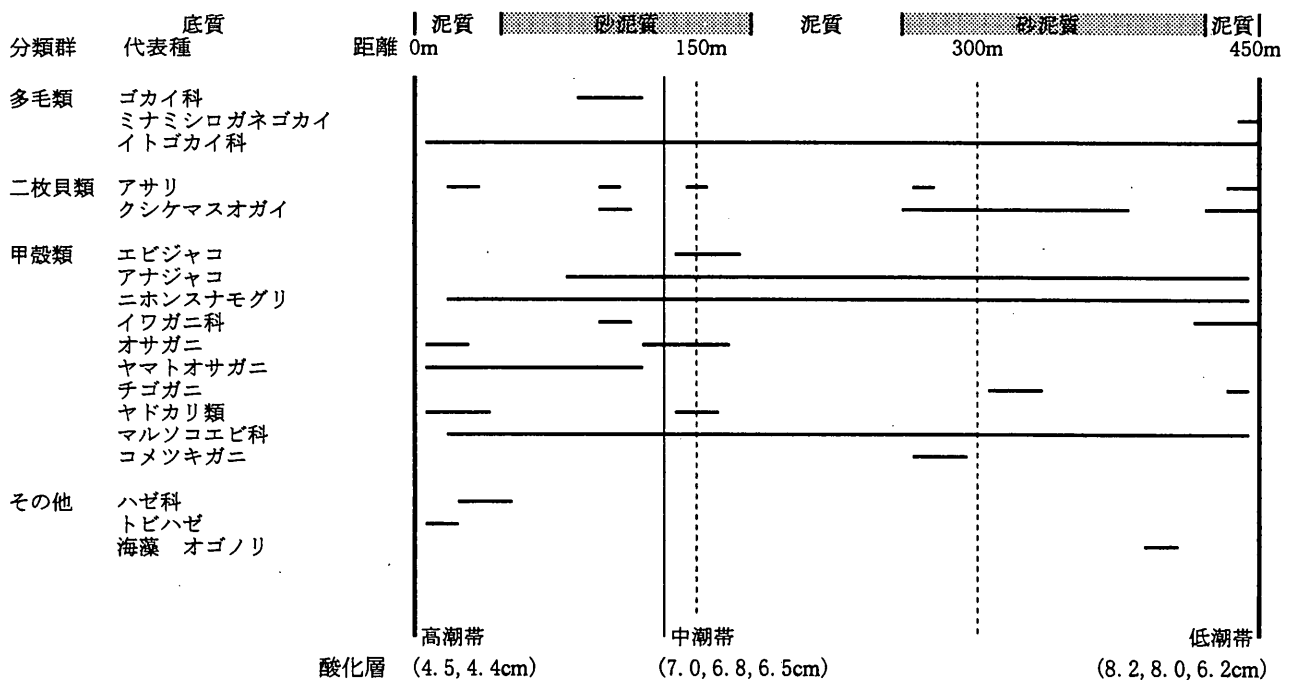


図28(2) 底質と生物の分布状況 (八代干潟 : L 2)

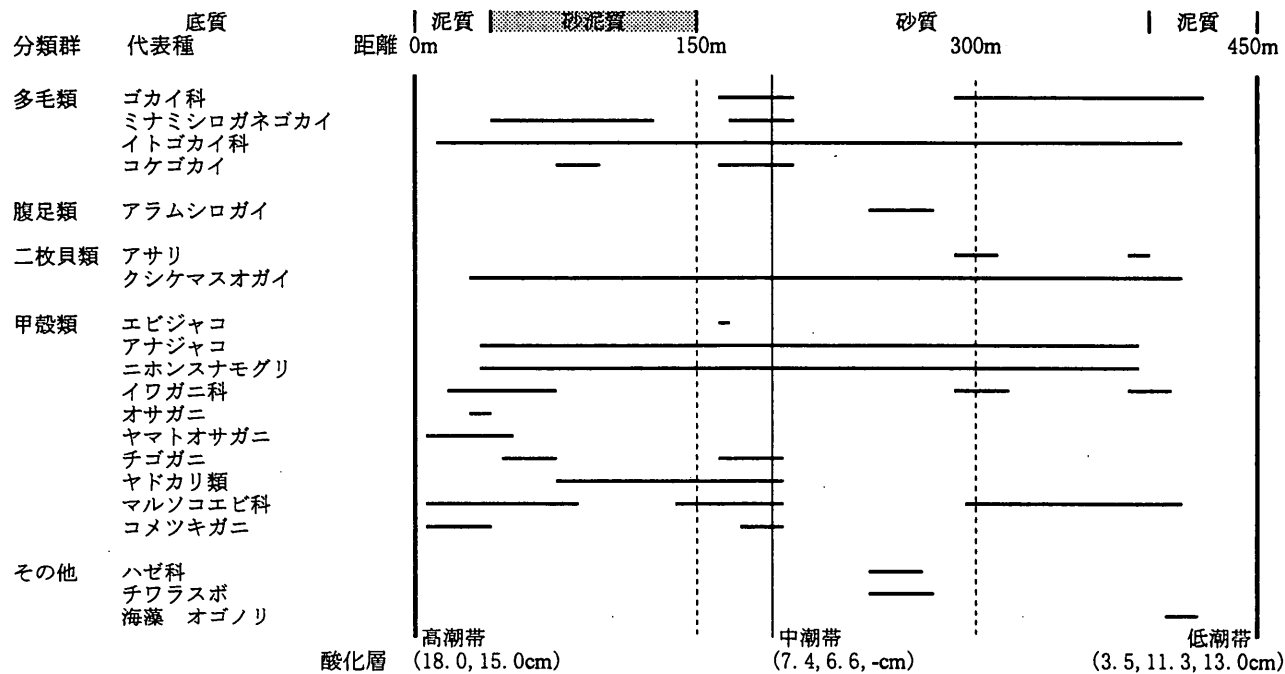


図28(3) 底質と生物の分布状況 (八代干潟 : L 3)

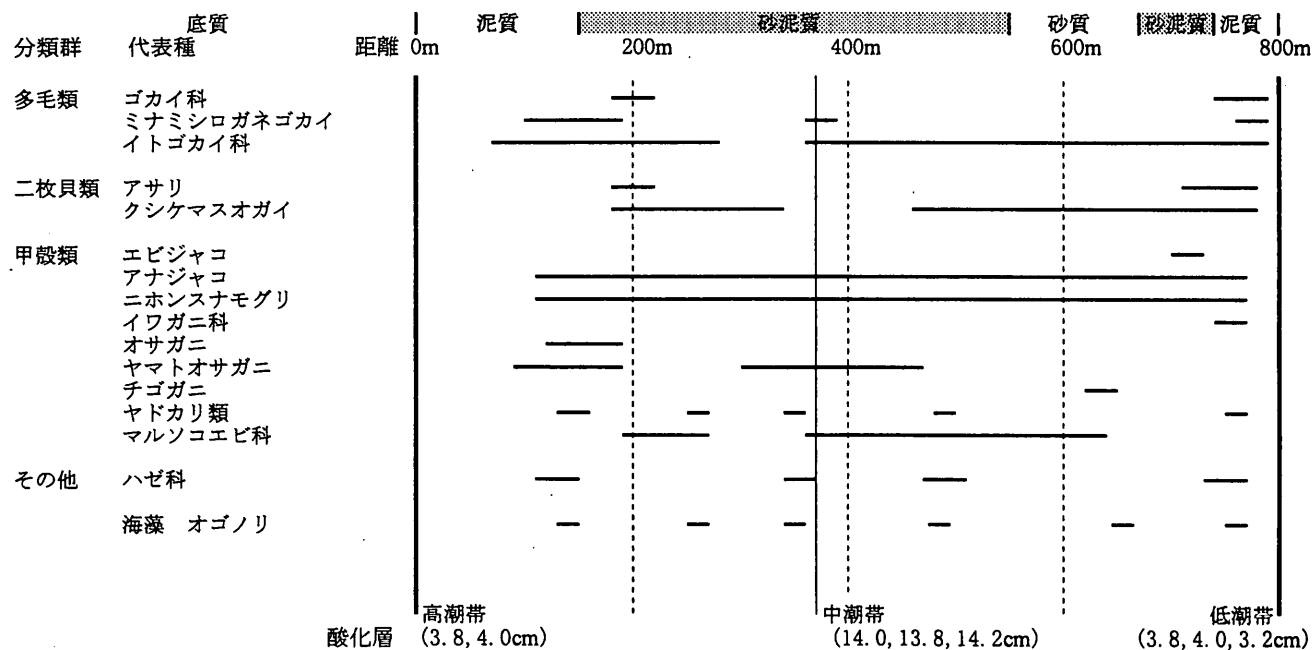


図28(4) 底質と生物の分布状況 (八代干潟 : L 4)

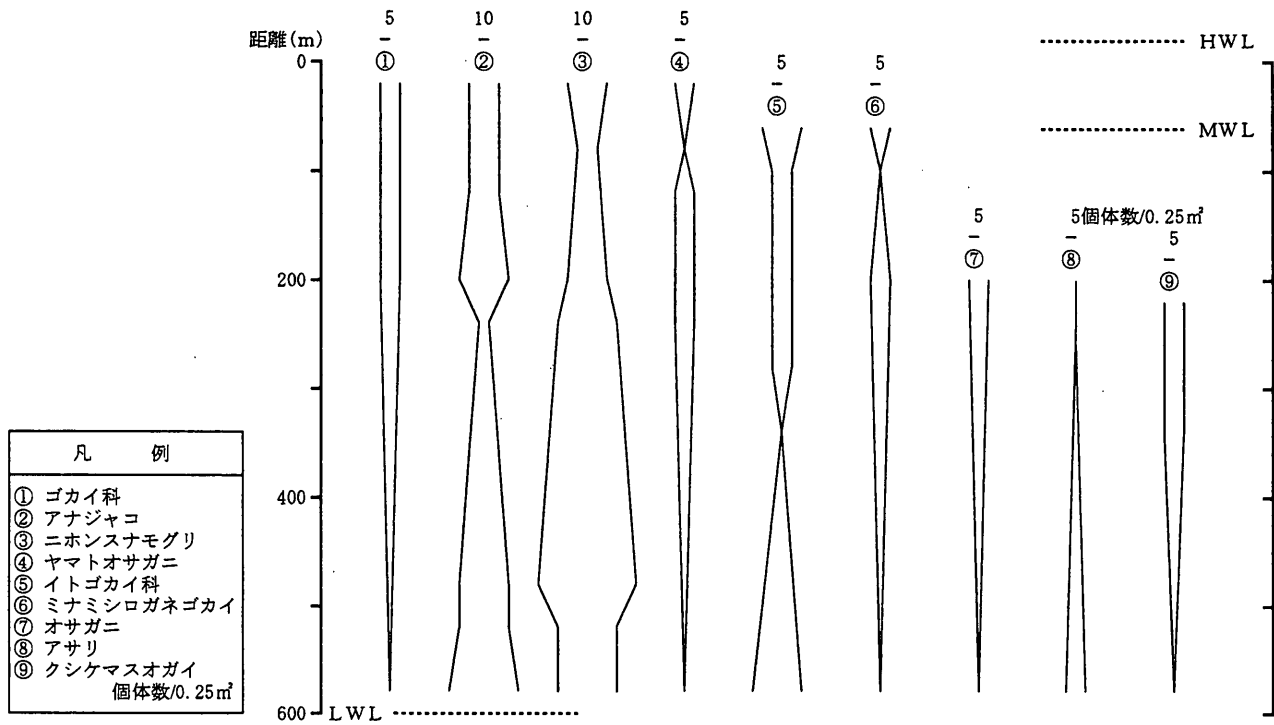


図29(1) 底生生物の成帯構造 (八代干潟 : L 1)

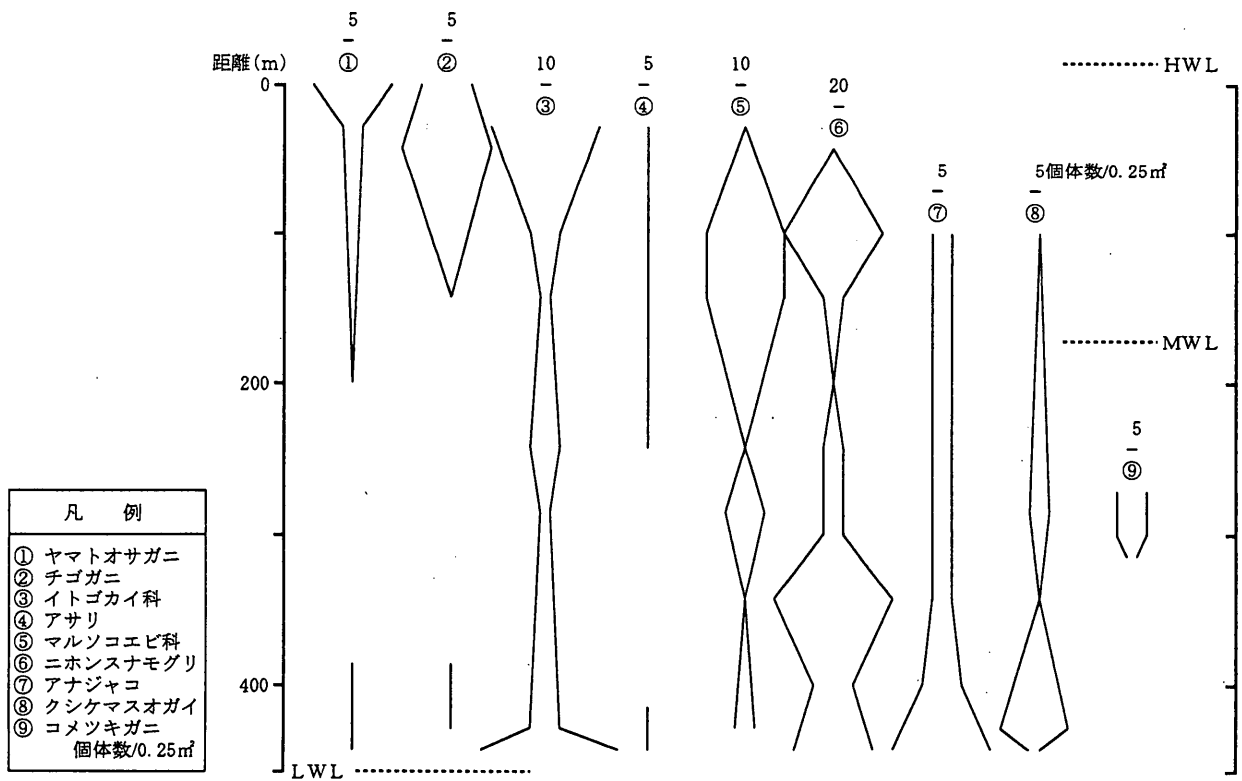


図29(2) 底生生物の成帯構造 (八代干潟 : L 2)

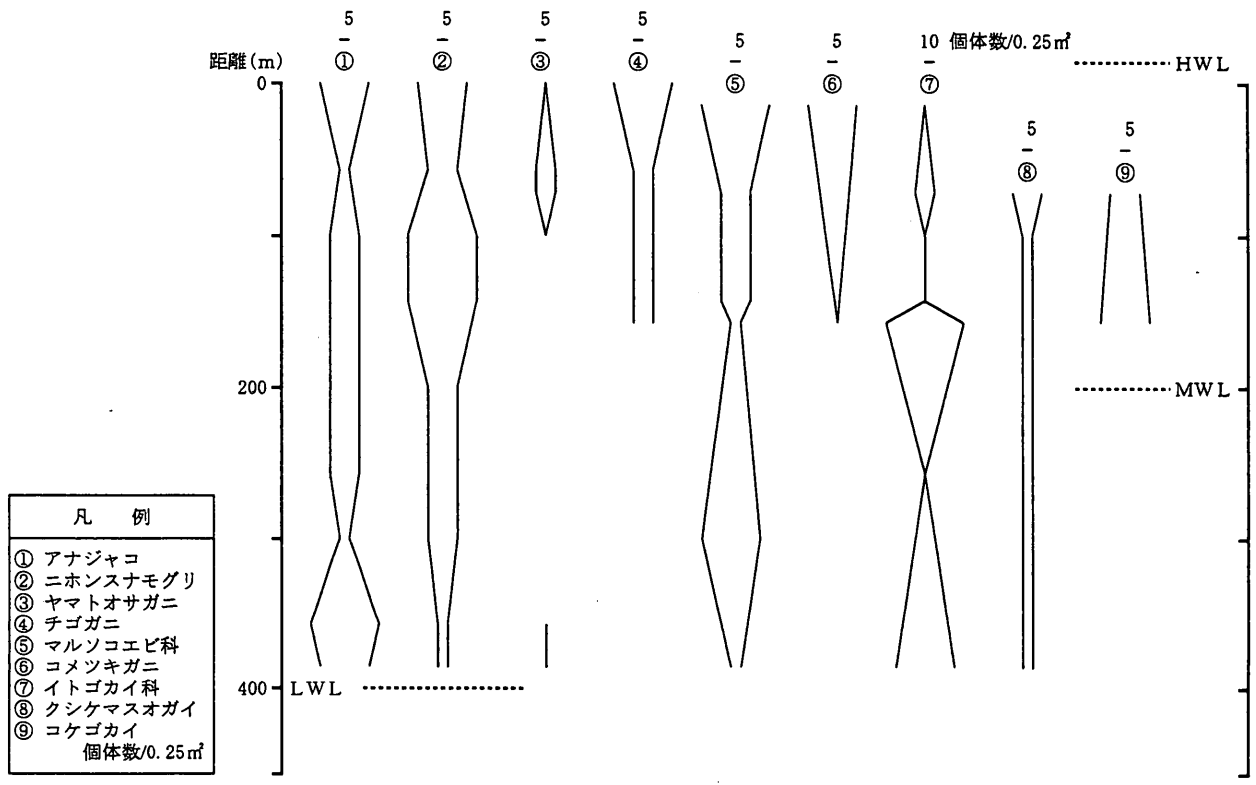


図29(3) 底生生物の成帯構造 (八代干潟 : L 3)

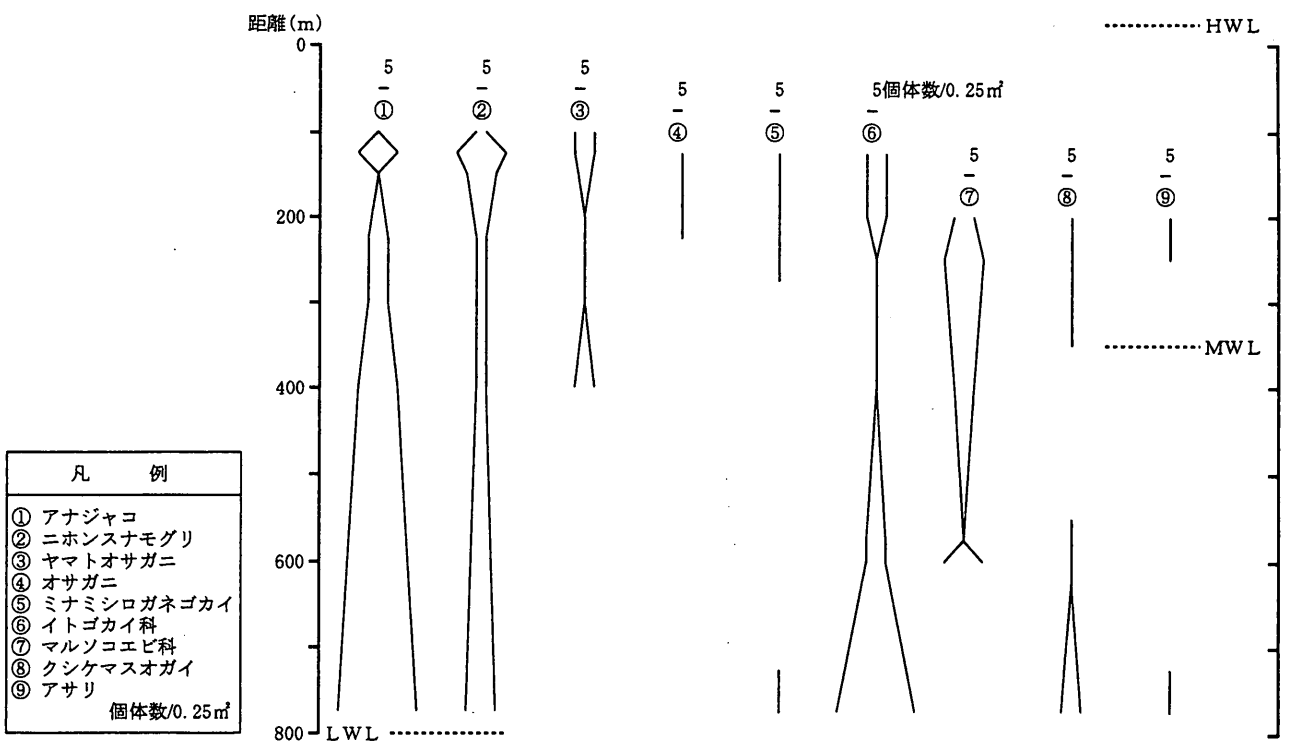


図29(4) 底生生物の成帯構造 (八代干潟 : L 4)

ウ. 底質と生物の分布

a. ライン1(L1)

干潟生物の代表種は、多毛類3種、二枚貝類2種、甲殻類7種およびその他4種の合計16種であった。多毛類では、イトゴカイ科が測線全域に渡って分布し、ゴカイ科などは基点(護岸基部)から400mまで、またミナミシロガネゴカイは中潮帯以深の100~180mおよび低潮帯付近で多くみられた。二枚貝類ではアサリ、クシケマスオガイなどの稚貝が基点から200m付近および低潮帯付近で観察された。甲殻類は、測線全域でアナジャコ、ニホンスナモグリがみられ、イワガニ科、オサガニなどは基点から300m付近および低潮帯の軟泥域で多く観察された。また、ヤマトオサガニは高潮帯から中潮帯付近に多く、ヤドカリ類などは護岸寄りの滞筋に多くみられた。その他として魚類のハゼ科、トビハゼなどはタイドプールにみられ、特に、トビハゼは護岸周辺の滞筋で多くみられた。また、チワラスボは基点から200~300mまでの泥中の酸化層でみられた。海藻のオゴノリは、低潮帯付近の泥質域に点生していた。

b. ライン2(L2)

干潟生物の代表種は、多毛類3種、二枚貝類2種、甲殻類10種およびその他3種の合計18種であった。多毛類では、イトゴカイ科が測線全域に渡って分布し、ゴカイ科などは基点から100m付近、ミナミシロガネゴカイは低潮帯付近で多くみられた。二枚貝類ではアサリ、クシケマスオガイなどの稚貝が砂泥域で出現した。甲殻類では、測線全体にアナジャコ、ニホンスナモグリが分布し、イワガニ科は低潮帯の泥質域、オサガニは護岸周辺の軟泥域で観察された。また、そこにヤマトオサガニも多く分布していた。ヤドカリ類なども護岸寄りの滞筋に多くみられた。マルソコエビ科は測線全域にわたってみられ、基点から300mのマウンドではコメツキガニが優占していた。その他として魚類のハゼ科、トビハゼなどはタイドプールにみられ、特に、トビハゼは護岸周辺の滞筋で多くみられた。海藻のオゴノリは、低潮帯の泥質域に点生していた。

c. ライン3(L3)

干潟生物の代表種は、多毛類4種、腹足類1種、二枚貝類2種、甲殻類10種およびその他3種の合計20種であった。多毛類では、イトゴカイ科が測線全域に分布し、ゴカイ科などは中潮帯以深の砂質域に、ミナミシロガネゴカイおよびコケゴカイは中潮帯以浅の砂泥質域で多くみられた。腹足類のアラムシロガイは、中潮帯以深の砂質域にみられ、低潮帯では二枚貝のアサリの稚貝が多く出現しており、クシケマスオガイは測線全域で観察された。甲殻類では、測線全域でアナジャコ、ニホンスナモグリが出現し、イワガニ科、オサガニ、ヤマトオサガニは護岸周辺の軟泥域で観察された。チゴガニ、コメツキガニなどはややマウンドになっている地点で優占的にみられる。ヤドカリ類なども護岸寄りの滞筋に多くみられ、マルソコエビ科は測線全体に分布していた。その他として魚類のハゼ科などは砂質域のタイドプールにみられ、その泥中にはチワラスボも確認

された。海藻のオゴノリは低潮帯付近の泥質域に点生していた。

d. ライン4 (L4)

干潟生物の代表種は、多毛類3種、二枚貝類2種、甲殻類9種およびその他2種の合計16種であった。多毛類では、イトゴカイ科が測線全域に分布し、ゴカイ科およびミニシログネゴカイは基点から200m付近と低潮帯の泥質域でみられた。二枚貝のアサリおよびクシケマスオガイは、ゴカイ科が出現した地点で観察され、特にクシケマスオガイは中潮帯以深で多く確認された。甲殻類では、測線全域でアナジャコ、ニホンスナモグリがみられ、イワガニ科は低潮帯の泥質域、オサガニは護岸周辺の泥質域、チゴガニはマウンドの砂質域に多くみられた。ヤドカリ類はタイドプールに多くみられ、マルソコエビ科は測線全域で確認された。その他として魚類のハゼ科などはタイドプールに生息し、海藻のオゴノリはカキ殻を着生基質として所々に生育していた。

エ. 底生生物の成帯構造

底生生物の成帯構造図を、定性調査(目視観察)と定量調査の結果を基に測線毎に作成した(図29)。ライン1は、高潮帯から中潮帯までの距離が短く、地形の起伏が小さいため明瞭な成帯構造は認められなかったものの、泥質干潟特有の多毛類の優占およびニホンスナモグリ、アナジャコの優占が確認された。ライン2は、マウンドやタイドプールの存在などでやや起伏に富んでおり、成帯構造が確認された。高潮帯付近からヤマトオサガニ、次いでチゴガニ、イトゴカイ科、マルソコエビ、ニホンスナモグリ、アナジャコおよびクシケマスオガイの順となっていた。ライン3, 4は、ライン2のような成帯構造は確認されなかったものの、ライン1と同様に泥質干潟特有のニホンスナモグリ、アナジャコ、多毛類の優占が確認され、底質を反映した分布を示していた。

ii) 定量調査

ア. 酸化層の厚さ

酸化層の厚さ結果を表20に示す。酸化層の厚さは、ライン1では中潮帯以深は10cm以上を示し、ライン2の中潮帯以深は6.2~8.2cmとやや小さく、ライン1, 2の高潮帯は5cm以下と酸化層厚は小さかった。ライン3では高潮帯、低潮帯で厚く、中潮帯で6~7cmと小さい傾向にある。ライン4では、ライン3と逆に高潮帯で薄く、中潮帯で厚い傾向にある。全般に酸化層の厚い地点の底質性状は砂分の占める割合が多く、チゴガニ、コメツキガニなどの生息場所となっている。

表20 酸化層の厚さ結果

単位 : cm

測点 測線	高潮帯		中潮帯			低潮帯		
	1	2	1	2	3	1	2	3
ライン1	5.0	—	15.0	12.0	15.0	13.0	10.0	10.0
ライン2	4.5	4.4	7.0	6.8	6.5	8.2	8.0	6.2
ライン3	18.0	15.0	7.4	6.6	—	3.5	11.3	13.0
ライン4	3.8	4.0	14.0	13.8	14.2	3.8	4.0	3.2
臭 気	海藻臭		海藻臭			弱海藻臭		

イ. 底生生物

底生生物調査結果を表21に、その結果集計を表22に示すとともに、図30に個体数の底生生物類別組成を示した。

出現種類数は、環形動物24種、軟体動物18種、節足動物30種およびその他8種の合計80種である(ただし種名の同定が難しく目、科、属レベルにとどめたものは便宜上種として扱った)。

測線別に高潮帯、中潮帯、低潮帯の出現種類数をみると、L1では22, 32, 28種、L2では21, 22, 23種、L3では28, 27, 37種、L4では23, 25, 25種と各測線ともに20種以上を示しており、全般に中潮帯、低潮帯で出現種類数がやや多くなる傾向がみられた。

出現個体数は、L1では94~320個体/0.25m²、L2では207~451個体/0.25m²、L3では342~519個体/0.25m²、L4では120~338個体/0.25m²と低潮帯に向かうに従って多くなる傾向を示していた。

出現湿重量は、L1では6.53~47.90g/0.25m²、L2では2.75~5.99g/0.25m²、L3

では8.38~33.51 g /0.25m²、L 4では4.81~42.14 g /0.25m²と個体の大きなマガキならびにオキシジミなどの二枚貝やアナジャコやカニ類が出現したL 1の中潮帯、L 3の高潮帯およびL 4の高潮帯で高い値を示していた。個体数からみた優占種は、多毛類のイトゴカイ科が最も多く総個体数の33.4%を占めていた。次いで十脚類の *Upogebia* sp. (アナジャコ科の一種)、端脚類の *Uronhoe* sp. (マルコエビ科の一種)および十脚類のニホンスナモグリの4種が挙げられる。

類別の個体数組成をみると、全般に多毛類と甲殻類でほとんどを占めており、泥質干潟の特徴が認められた。

表21 底生生物調査結果

L-1-①

番 号	出現種名				地 点	L-1															
	門	綱	目	科		学名	和名/項目	高潮帯		中潮帯			低潮帯								
								個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量				
1	腔腸動物	花虫	イカリシヤク		Acliniaria	イカリシヤク目				1	0.01	2	0.01	1	0.02						
2	扁形動物	渦虫	多岐腸		Polycladida	多岐腸目															
3	組形動物				HEMERTIRRA	組形動物門	1	0.01	2	0.06	2	0.03	1	0.11	4	0.08			2	0.00	
4	環形動物	多毛	遊在		Polynoidea	ウロムシ科															
5					<i>Eleoae sp.</i>				1	0.00			2	0.01	1	0.00			1	0.00	
6					<i>Sigambra banoakai</i>	ハナカキゴカイ	2	0.00													1
7					<i>Ceratonereis erythraeensis</i>	ゴカイ															
8					<i>Nectoneanthes sp.</i>																
9					Hereididae	ゴカイ科					9	0.08	2	0.03	1	0.00			1	0.00	1
10					<i>Nephtys polybranchia</i>	ミノシロカキゴカイ	5	0.02	4	0.02	2	0.00	4	0.00	8	0.03	1	0.00	4	0.02	3
11					<i>Glycera chirori</i>	チロリ	2	0.04	1	0.01									2	0.04	3
12					<i>Glycera sp.</i>										1	0.00					
13					<i>Goniada sp.</i>		1	0.00	3	0.02	3	0.02	6	0.06	7	0.05			1	0.03	
14					<i>Glycide sp.</i>						1	0.00	3	0.00	10	0.02	6	0.01	2	0.00	9
15					<i>Diopatra bilobata</i>	スコカイソメ					1	0.04									
16					<i>Lumbrineris sp.</i>				1	0.00			1	0.00	1	0.00					
17					<i>Arabella iricolor</i>	セウロソメ															
18				定在	<i>Spio sp.</i>																
19					<i>Prionospio pulchra</i>	イトラスビオ															
20					<i>Prionospio membranacea</i>	エリツビオ															
21					<i>Prionospio sp.</i>		1	0.00													
22					<i>Pseudopolydora sp.</i>																
23					<i>Scolecopsis sp.</i>						5	0.02	1	0.01	1	0.00					1
24					<i>Armandia sp.</i>																1
25					<i>Capitella capitata</i>	イトゴカイ科					1	0.00									
26					Capitellidae		27	0.05	4	0.03	3	0.00	12	0.02	23	0.02	13	0.07	52	0.23	7
27					Amphiclenidae	ウミウゴカイ科								1	0.12						
28	軟体動物	腹足	中腹足		<i>Stenothyrus edogawaensis</i>	ウミゴマキ	1	0.00													
29					<i>Tectonatica tigrina</i>	ゴマツマカイ															
30				新腹足	<i>Relicunassa festiva</i>	アヲムシロカイ							1	0.11	1	0.34					
31				腸紐	<i>Odosomia sp.</i>																3
32					Pyramidellidae	トウカクガイ科(マカシクダ)	2	0.00													
33				頭類	<i>Decolifer malusimanum</i>	マツシマコマツガイ															
34					<i>Philine argentata</i>	キセツガイ															2
35				二枚貝	異形	<i>Musculista senhousia</i>	ホトギスガイ												1	0.00	
36						<i>Crassostrea gigas</i>	マカキ														
37					異歯	<i>Naclra veneriformis</i>	シオアキガイ														
38						<i>Merisca capsoides</i>	イソウシロガイ														
39						<i>Moerella iridescens</i>	テリウクラガイ														
40						<i>Peregrinamor oshimai</i>	マゴコガイ														
41						<i>Alveius ojanus</i>	クシロガイ	2	0.00												
42						<i>Ruditapes philippinarum</i>	アサリ														2
43						<i>Cyclina sinensis</i>	キシンシ				1	36.34									10
44				無面	<i>Venatoma truncata</i>	クシクマシガイ									4	0.12					1
45				異脚帯	<i>Laternula (Exolaternula) marilina</i>	ソトガイ															1
46	節足動物	海蜘蛛	真管脚		Ammoltheidae	イソシキ科															
47				完脚	<i>Balanus reticulatus</i>	アサリガイ															
48						Mysidae															
49				端脚	<i>Ampelisca sp.</i>	アサリ															
50					<i>Graddierella japonica</i>	ニホリソコエ	1	0.00													

表21 (つづき)

L-1-②

番 号	出現種名					地点 和名/項目	L-1														
	門	綱	目	科	学名		高潮帯				中潮帯				低潮帯						
							個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量			
51	節足動物	甲殻	端脚	アザ	<i>Grandidierella sp.</i>																
52				イソコエビ'	Isaeidae	イソコエビ'科	3	0.00			9	0.00	17	0.00	15	0.00					
53				メダコエビ'	<i>Melita sp.</i>																
54				ウチノシコエビ'	<i>Syncheridium sp.</i>																
55					<i>Honoculodes sp.</i>																
56					Oedicerotidae	ウチノシコエビ'科	1	0.00			9	0.02	7	0.01	11	0.03					
57					<i>Urothoe sp.</i>																
58					等脚	メサソバ	<i>Mesanthura sp.</i>														
59					クマ	Bodoiriidae	Bodoiriidae														
60						Diaslylidae	Diaslylidae	1	0.00												
61				十脚	ウチノシコ	Pennaeidae	ウチノシコ'科														
62					テノ	<i>Palaeomon sp.</i>															
63					テノ	<i>Alpheus sp.</i>															
64						Alpheidae	テノ'ウチ'科												1	0.01	
65					ウチノシコ	<i>Ogyrides striaticeps</i>	ウチノシコ'科														
66					ウチノシコ	<i>Crangon affinis</i>	ウチノシコ'科	1	0.07												
67					ウチノシコ	<i>Callinassa japonica</i>	ウチノシコ'科	2	0.04	9	0.48	17	0.52	10	0.33	18	0.75	1	0.13	4	0.16
68					ウチノシコ	<i>Upogebia sp.</i>															
69					ウチノシコ	<i>Pagurus dubius</i>	ウチノシコ'科	1	0.25												
70						Paguridae	ウチノシコ'科	2	0.00	1	0.00									2	0.00
71				<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	ウチノシコ'科																
72				Grapsidae	ウチノシコ'科													1	0.06		
73				<i>Macrophthalmus (Macrophthalmus) abbreviatus</i>	ウチノシコ'科													2	0.02		
74				<i>Macrophthalmus (Mareotis) japonicus</i>	ウチノシコ'科	6	2.88	4	2.55									1	0.01		
75				<i>Camptodromus sordidatus</i>	ウチノシコ'科													3	0.11		
76	脊椎動物	硬骨魚	スズキ	ハク	<i>Chaenogobius sp.</i>													1	0.30		
77					<i>Eutaeniichthys kylli</i>	ハク															
78					<i>Taenioides cirratus</i>	ハク															
79					<i>Taenioides sp.</i>	ハク															
80					Gobiidae	ハク'科															
合計						64	3.36	30	3.17	86	38.04	91	7.77	120	2.09	72	0.81	145	1.80	103	7.24
種類数						20		10		20		23		22		10		15		20	

注) : 0.00は0.01g未満を示す。

表21 (つづき)

番 号	出現種名				地点 和名/項目	L-2														
	門	綱	目	科		学名	高潮帯		中潮帯				低潮帯							
							1	2	1	2	3	1	2	3						
個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量					
1	腔腸動物	花虫	イソノシカ	Acliniaria	イソノシカ目															
2	環形動物	渦虫	多岐腸	Polycladida	多岐腸目															
3	環形動物	多毛	遊在	MMERTINEA	紐形動物門		1	0.00					6	0.01	3	0.02				
4	環形動物	多毛	遊在	Polynoidae	ウロコシ科		1	0.00												
5				<i>Eleone sp.</i>			1	0.00		7	0.02				1	0.00				
6				<i>Sigambra hanaokai</i>	ハナオカシゴカイ					1	0.00				3	0.00				
7				<i>Ceralonereis erythraeensis</i>	コウゴカイ					1	0.00									
8				<i>Neclonereis sp.</i>																
9				Nereididae	ゴカイ科															
10				<i>Nephtys polybranchia</i>	ニシシロシゴカイ									1	0.00					
11				<i>Glycera chirori</i>	チロリ											1	0.02			
12				<i>Glycera sp.</i>																
13				<i>Goniada sp.</i>						2	0.02	7	0.06	7	0.07	8	0.03			
14				<i>Glyciade sp.</i>			4	0.01	1	0.00	1	0.00	2	0.03	3	0.10	1	0.00		
15				<i>Diopatra bilobata</i>	スゴカイイソ					1	0.00	2	0.03							
16				<i>Lumbrineris sp.</i>													1	0.00		
17				<i>Arabella iricolor</i>	セウロイソ															
18			定在	<i>Spio sp.</i>									2	0.01						
19				<i>Prionospio pulchra</i>	イトエラスイ															
20				<i>Prionospio membranacea</i>	エリダラスイ															
21				<i>Prionospio sp.</i>							15	0.01			3	0.00	1	0.00		
22				<i>Pseudopolydora sp.</i>											10	0.03				
23				<i>Scolecopsis sp.</i>														1	0.00	
24				<i>Armandia sp.</i>																
25				<i>Capitella capitata</i>	イトゴカイ科															
26				Capitellidae			6	0.01	138	0.31	23	0.03	12	0.02	21	0.04	234	0.50	42	0.07
27				Amphicleenidae	ウミイソゴカイ科															
28	軟体動物	腹足	中腹足	<i>Stenothyra edogawaensis</i>	ウミゴマキ															
29				<i>Tectonatica ligrina</i>	ゴマカサゴカイ															
30			新腹足	<i>Relicunassa festiva</i>	アラシゴカイ															
31			腸紐	<i>Odosomia sp.</i>																
32				Pyramidellidae	トウカサゴカイ科(カサミシカサ)		3	0.02	3	0.02										
33			頭楯	<i>Decolifer matusimanom</i>	マツシロシゴカイ															
34				<i>Philine argentata</i>	キセウカサゴカイ															
35			二枚貝	異形	<i>Musculista senhousia</i>	ホトケシゴカイ														
36				異歯	<i>Crassostrea gigas</i>	マガキ														
37					<i>Naclra veneriformis</i>	シロフキゴカイ														
38					<i>Merisca capsoides</i>	イチオウシロリゴカイ														
39					<i>Moerella iridescens</i>	フクシゴカイ														
40					<i>Peregrinamor oshimai</i>	オシマイゴカイ														
41					<i>Alveolus ojanus</i>	オシロリゴカイ														
42					<i>Ruditapes philippinarum</i>	アサリ														
43					<i>Cyclina sinensis</i>	オキシジミ														
44			無面		<i>Venatolmya truncata</i>	ウツクマシゴカイ							1	0.01				2	0.45	
45			異脚帯		<i>Laternula (Exolaternula) marilina</i>	ウツクマシゴカイ														
46	節足動物	海蜘蛛	真背脚	Amoltheidae	イソウミゴカイ科															
47			甲殻	完脚	<i>Balanus reticulatus</i>	ウツクマシゴカイ													1	0.11
48				アミ	Mysidae	アミ科														
49				端脚	<i>Ampelisca sp.</i>															
50					<i>Grandidierella japonica</i>	ニホントウソコエビ													1	0.00

表21 (つづき)

L-2-②

番 号	出現種名				地 点	L-2																
	門	綱	目	科		学 名	和名/項目	高潮帯		中潮帯				低潮帯								
								1	2	1	2	3	1	2	3							
個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量							
51	節足動物	甲殻	端脚	アザラ	<i>Grandidicerella sp.</i>																	
52				イソコエビ'	Isoeidae	イソコエビ'科																
53				メダコエビ'	<i>Melita sp.</i>																	
54				クチノシッコエビ'	<i>Syncheridium sp.</i>																	
55				モノコエビ'	<i>Monoculodes sp.</i>		1	0.00		1	0.00	2	0.00	8	0.02							
56					Oedicerotidae	クチノシッコエビ'科																
57				ウロコエビ'	<i>Urothoe sp.</i>		1	0.00		25	0.02	33	0.03	103	0.08							
58			等脚	メサニハナフシ	<i>Mesambura sp.</i>					1	0.00	1	0.01									
59			クマ		Bodotriidae	Bodotriidae																
60					Diasyllidae	Diasyllidae								1	0.00							
61			十脚	クハエビ'	Peneidae	クハエビ'科																
62				テナガ'エビ'	<i>Palaemon sp.</i>																	
63				テウダ'ウエビ'	<i>Alpheus sp.</i>																	
64					Alpheidae	テウダ'ウエビ'科								2	0.04	4	0.03					
65				ウツエビ'	<i>Oxyrides striaticauda</i>	ウツエビ'																
66				エビ'シ'ヤコ	<i>Crangon affinis</i>	エビ'シ'ヤコ																
67				スサモク'リ	<i>Callinassa japonica</i>	ニホンスサモク'リ	1	0.07		4	0.15	6	0.27	31	0.80	9	0.28	2	0.21	1	0.06	
68				アツシ'ヤコ	<i>Upokebia sp.</i>																	
69				ホシヤ'カリ	<i>Pagurus dubius</i>	ホシヤ'カリ		1	0.00	1	0.03	3	0.51			15	0.73	14	1.42	6	1.11	
70					Paguridae	ホシヤ'カリ科					2	0.00				1	0.00					
71				イワ'ニ	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	イワ'ニ																
72					Grapsidae	イワ'ニ科								1	0.00	7	0.16	5	0.03	2	0.05	
73				スナ'ニ	<i>Macrophthalmus (Macrophthalmus) abbreviatus</i>	スナ'ニ				2	0.02	1	0.17	2	0.04							
74					<i>Macrophthalmus (Mareotis) japonicus</i>	スナ'ニ	7	0.10	3	0.05	2	0.04	4	0.10			1	0.02				
75					<i>Camptandrium sexdentatum</i>	スナ'ニ																
76	脊椎動物	硬骨魚	ス'キ	ハ'	<i>Chaenogobius sp.</i>																	
77					<i>Eulaeniichthys gilli</i>	ヒメハ'																
78					<i>Taenioides cirratus</i>	チラリス'	1	2.03														
79					<i>Taenioides sp.</i>																	
80					Gobiidae	ハ'科																
合計							28	2.24	179	0.60	75	0.37	87	1.30	196	1.08	291	1.88	80	2.62	80	1.49
種類数							12		15		16		16		12		16		14		9	

注): 0.00は0.01g未満を示す。

表21 (つづき)

L-3-①

番 号	出現種名				地点	L-3													
	門	綱	目	科		学名	和名/項目	高潮帯				中潮帯				低潮帯			
								1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量		
1	腔腸動物	花虫	イナギンツク		Acliniaria	イナギンツク目	2	0.01			2	0.01							
2	扁形動物	渦虫	多岐腸		Polycladida	多岐腸目	1	0.10	1	0.17									
3	紐形動物				NEMERTINEA	紐形動物門	2	0.00	2	0.01	3	0.10							
4	環形動物	多毛	波在		Polynoidae	ウツムシ科							3	0.24	1	0.00	2	0.02	
5					Eleone sp.					1	0.00				2	0.00			
6					Sigambra hanaokai	ウツムシ科									1	0.00			
7					Ceratonereis erybraecensis	ウツムシ科			15	0.05									
8					Nectonanthus sp.											1	0.01		
9					Nereididae	ウツムシ科					3	0.04			2	0.03	2	0.01	
10					Nephtys polybranchia	ウツムシ科	2	0.01	1	0.00	1	0.00	2	0.01	3	0.01	2	0.00	
11					Glycera chirori	ウツムシ科	1	0.03	3	0.04	3	0.08	2	0.11		1	0.00		
12					Glycera sp.														
13					Goniada sp.		35	0.29	6	0.06	4	0.04	5	0.03	4	0.05	5	0.09	
14					Glycine sp.		6	0.04							8	0.03	6	0.03	
15					Diopatra bilobata	ウツムシ科													
16					Luambriensis sp.						1	0.00							
17					Arabella iricolor	ウツムシ科									1	0.00			
18			定在		Spio sp.														
19					Prionospio pulchra	ウツムシ科					1	0.00			2	0.00			
20					Prionospio membranacea	ウツムシ科												9	
21					Prionospio sp.										2	0.01	1	0.00	
22					Pseudopolydora sp.		4	0.00	22	0.06			2	0.00	2	0.00	2	0.00	
23					Scolecopsis sp.		1	0.01	14	0.05	4	0.01	1	0.00	6	0.01			
24					Armandia sp.				2	0.01	13	0.10	14	0.10	16	0.12	3	0.02	
25					Capitella capitata	ウツムシ科											1	0.00	
26					Capitellidae	ウツムシ科	19	0.02	35	0.07	22	0.03	28	0.05	45	0.06	151	0.18	
27					Amphiclenidae	ウツムシ科									1	0.00	2	0.05	
28	軟体動物	腹足	中腹足		Stenotbyra edogawaensis	ウツムシ科												13	
29					Fectonatica tigrina	ウツムシ科											2	0.02	
30			新腹足		Relicunassa festiva	ウツムシ科													
31			腸紐		Odostomia sp.														
32					Pyramidellidae	ウツムシ科													
33			頭楯		Decolifer malusimadum	ウツムシ科													
34					Philine argentata	ウツムシ科													
35			二枚貝	真形	Musculista senhousia	ウツムシ科													
36					Crassostrea gigas	ウツムシ科													
37				異歯	Naclra veneriformis	ウツムシ科					1	0.00	1	3.99					
38					Merisca capsoides	ウツムシ科													
39					Noerella iridescens	ウツムシ科													
40					Peregrinamor oshimai	ウツムシ科	6	0.01	15	0.15					2	0.06	1	0.00	
41					Alveolus ojanus	ウツムシ科												1	
42					Ruditapes philippinarum	ウツムシ科					3	0.06	1	0.01			3	0.12	
43					Cyclina sinensis	ウツムシ科												5	
44			無面		Venatoma truncata	ウツムシ科	10	0.14	9	0.53	3	0.27	3	0.22	9	0.12	1	0.00	
45			異脚		Laternula (Exolaternula) marilina	ウツムシ科			2	0.00	2	0.00			1	0.00	1	0.01	
46	節足動物	海蜘蛛	真脚		Ammoltheidae	ウツムシ科													
47		甲殻	完脚		Balanus reticulatus	ウツムシ科													
48			アミ		Mysidae	アミ科													
49			端脚		Ampelisca sp.														
50					Grandidierella japonica	ウツムシ科													

表21 (つづき)

L-3-②

番 号	出現種名					地点 和名/項目	L-3																			
	門	綱	目	科	学名		高潮帯		中潮帯				低潮帯													
							1 個体数	2 湿重量	1 個体数	2 湿重量	3 個体数	2 湿重量	3 個体数	2 湿重量	1 個体数	2 湿重量	3 個体数	2 湿重量								
51	節足動物	甲殻	端脚	アキラ	<i>Grandidierella sp.</i>					3	0.00															
52				イソコエト'	Isoeidae	イソコエト'科				3	0.00					1	0.00			2	0.00					
53				メダコエト'	<i>Melita sp.</i>																			1	0.00	
54				ウチノシロコエト'	<i>Syncheridium sp.</i>																		1	0.00		
55					<i>Monoculodes sp.</i>		4	0.00	11	0.02	20	0.03	7	0.01	20	0.04	13	0.02								
56					Oedicerotidae	ウチノシロコエト'科																				
57				ウチノコエト'	<i>Urothoe sp.</i>				12	0.02	29	0.03	27	0.02	22	0.02	4	0.00								
58			等脚	メダコミナナフシ	<i>Nesaelthusa sp.</i>				1	0.00																
59			クマ		Bodotriidae	Bodotriidae									1	0.00										
60					Diaslylidae	Diaslylidae																				
61			十脚	ウチノコエト'	Penaeidae	ウチノコエト'科																				
62				テツノコエト'	<i>Palaeomon sp.</i>																		1	0.13		
63				テツノコエト'	<i>Alpheus sp.</i>												1	0.04								
64					Alpheidae	テツノコエト'科			2	0.01																
65				ウチノコエト'	<i>Ogyrides stralicauda</i>	ウチノコエト'科																	1	0.01		
66				エビノシノコ	<i>Crangon affinis</i>	エビノシノコ																				
67				メダコノコ	<i>Callinassa japonica</i>	メダコノコ	2	0.16	7	0.21	6	0.17	13	0.40	19	0.38	1	0.03	4	0.20	1	0.02				
68				ウチノコ	<i>Upogebia sp.</i>		22	6.95	46	14.06			1	0.00	4	1.19	10	0.18	38	0.47	102	1.52				
69				ウチノコノカ	<i>Pagurus dubius</i>	ウチノコノカ			1	0.15																
70					Paguridae	ウチノコノカ科			1	0.00																
71				ウチノコ	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	ウチノコ																				
72					Grapsidae	ウチノコ科	3	0.11	2	0.01			1	0.00					2	0.04	1	0.01				
73				ウチノコ	<i>Macrophthalmus (Macrophthalmus) abbreviatus</i>	ウチノコ			3	0.41																
74					<i>Macrophthalmus (Mareolis) japonicus</i>	ウチノコ	5	8.66									3	4.20					2	4.56		
75					<i>Camptandrium sexdentatum</i>	ウチノコ																				
76	脊椎動物	硬骨魚	スナギ	ウチノコ	<i>Cbaenogobius sp.</i>																					
77					<i>Eutaeniichthys gilli</i>	ウチノコ	1	0.02	2	0.09																
78					<i>Taenioides cirratus</i>	ウチノコ	1	0.10																		
79					<i>Taenioides sp.</i>								1	0.12					1	0.05						
80					Gobiidae	ウチノコ科																				
合計							127	17.32	215	16.19	128	0.97	109	5.07	159	2.34	221	4.83	103	1.14	195	6.64				
種類数							19		24		21		16		16		25		17		19					

注) : 0.00は0.01g未満を示す。

表21 (つづき)

番 号	出現種名				地点 和名/項目	L-4															
	門	綱	目	科		学名	高潮帯				中潮帯			低潮帯							
							個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量			
1	腔腸動物	花虫	イキ'ンチヤ	Acliniaria	イキ'ンチヤ目	2	0.01	1	0.00					1	0.01	4	0.08				
2	扁形動物	渦虫	多岐脚	Polycladida	多岐脚目																
3	紐形動物			HEMERTHRA	紐形動物門	1	0.00			2	0.01				4	0.02	1	0.01			
4	環形動物	多毛	遊在	Polynoidae	ウロムシ科																
5				Eteone sp.		2	0.00	7	0.01	1	0.00		1	0.00							
6				Sigambra banoakai	ハナカキ'ゴ'カイ					1	0.00			1	0.00						
7				Ceratonereis erythraeensis	ゴ'カイ								1	0.01		1	0.02				
8				Neclonanthus sp.				1	0.00												
9				Hereididae	ゴ'カイ科							1	0.01	2	0.05	2	0.02	6	0.07		
10				Nephtys polybranchia	ミシシロカ'キ'カイ	4	0.03	2	0.02	2	0.02		3	0.02	2	0.01	3	0.01	1	0.00	
11				Glycera chirori	チロ	1	0.03			1	0.02	2	0.06	3	0.09	1	0.00				
12				Glycera sp.																	
13				Goniada sp.		2	0.02	1	0.00	3	0.04	3	0.03	1	0.01		1	0.01	1	0.02	
14				Glycinde sp.		5	0.06	7	0.04			3	0.01	1	0.00	7	0.02	8	0.03	3	0.02
15				Diopatra bilobata	ス'カイイ'メ																
16				Lumbrineris sp.																	
17				Arabella iricolor	ヒ'ロイ'メ																
18			定在	Spio sp.																	
19				Prionospio pulchra	ヒ'エ'ス'ビ'メ																
20				Prionospio membranacea	エ'シ'テ'ス'ビ'メ										1	0.01					
21				Prionospio sp.		2	0.00														
22				Pseudopolydora sp.						1	0.00				2	0.00	9	0.01			
23				Scolecopsis sp.		1	0.00			1	0.00	3	0.01	4	0.01						
24				Armandia sp.						8	0.05	7	0.04	8	0.07						
25				Capitella capitata	イト'カイ科																
26				Capitellidae		14	0.05	6	0.02					4	0.01	25	0.06	109	0.27	13	0.03
27				Amphicleonidae				1	0.13												
28	軟体動物	腹足	中腹足	Stenothyrta edogawaensis	ウミ'イ'ゴ'ハシ科																
29				Teulonatica tigrina	ウミ'マ'ナ'キ																
30			新腹足	Relicunassa festiva	ゴ'マ'ナ'キ'イ																
31			腸紐	Odostomia sp.	ア'ラ'キ'ロ'カ'イ					1	0.26										
32				Pyramidellidae	ト'ウ'カ'ク'イ科 (ア'カ'キ'ク'イ)																
33			頭楯	Decolifer malusimanum	マ'チ'マ'コ'メ'ク'ウ'カ'イ																
34				Philine argentea	キ'ロ'ク'ウ'カ'イ																
35			二枚貝	異形	Musculista senhousia	ホ'リ'キ'ス'カ'イ															
36				異齒	Crassostrea gigas	マ'ナ'キ													3	33.86	
37				Naclra veneriformis	シ'シ'キ'カ'イ																
38				Merisca capsoides	イ'チ'ヨ'シ'ラ'ト'ウ'カ'イ	1	0.28														
39				Moerella iridescens	テ'リ'ク'ウ'カ'イ	6	0.61	1	0.14												
40				Peregrinamor osbimai	マ'ナ'コ'カ'イ																
41				Alvensia ojiensis	ク'シ'ト'ウ'カ'イ																
42				Ruditapes philippinarum	ア'サ'リ							1	0.02		2	0.03	2	0.00	1	0.05	
43				Cyclina sinensis	ヒ'キ'シ'シ'メ	1	39.62														
44			無面	Venatampa truncata	ク'シ'ク'ア'ス'カ'イ					1	0.08	1	0.19	3	0.04	8	0.08	6	0.76		
45			異脚	Laternula (Exolaternula) marilina	リ'テ'ウ'カ'イ					1	0.00										
46	節足動物	海蜘蛛	真管脚	Ammotheidae	イ'ウ'シ'ク'セ科								1	0.00							
47			完脚	Balanus reticulatus	ウ'ラ'ウ'ラ'シ'メ																
48			アミ	Mysidae	ア'ミ科													1	0.00		
49			端脚	Ampelisca sp.											1	0.03					
50				Grandidierella japonica	ニ'キ'シ'メ'ロ'ウ'シ'メ										3	0.02	3	0.02			

表21 (つづき)

番 号	出現種名				地 点 和名/項目	L-4																		
	門	綱	目	科		学 名	高潮帯				中潮帯				低潮帯									
							1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4						
個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量									
51	節足動物	甲殻	端脚	アザ	<i>Grandidierella</i> sp.																			
52				イソコエビ'	Isaeidae	イソコエビ'科	4	0.00	4	0.00														
53				メダコエビ'	Melita sp.																2	0.00		
54				ウチノシコエビ'	<i>Syacheridium</i> sp.																			
55					<i>Monoculodes</i> sp.																			
56					Oedicerolidae	ウチノシコエビ'科	11	0.02	2	0.00	1	0.00	6	0.01	3	0.01	1	0.00						
57					ウロコエビ'	<i>Urolhoe</i> sp.																		
58					スナミナナフシ	<i>Mesambura</i> sp.																		
59					クマ	Bodotriidae	Bodotriidae																	
60						Diasylidae	Diasylidae	2	0.00													1	0.00	
61				十脚	Penaidae	ウツエビ'科																		
62					<i>Palaeomon</i> sp.																			
63					<i>Alpheus</i> sp.																			
64					Alpheidae	ウツエビ'科	2	0.17																
65					<i>Ogyrides sibiricauda</i>	オシロイソデ										1	0.01							
66					<i>Crangon affinis</i>	エビ'シ'ヤコ																		
67					<i>Callinassa japonica</i>	ニホシタマゴ'ヲ	3	0.07	2	0.17	8	0.34	10	0.15	10	0.33								
68					<i>Upogebia</i> sp.	アツシ'ヤコ	1	0.01			2	0.02			1	0.00	23	0.31	57	0.76	9	0.15		
69					<i>Pagurus dubius</i>	ウツエビ'ガ'カ'リ																		
70					Paguridae	ウツエビ'ガ'リ'科																		
71					<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	ウツエビ'ガ'ニ									1	0.25								
72			Grapsidae	ウツエビ'ニ'科																1	0.01			
73			<i>Macrophthalmus (Macrophthalmus) abbreviatus</i>	ウツエビ'ニ	1	0.02	1	0.11			3	2.60	1	0.02										
74			<i>Macrophthalmus (Hareotis) japonicus</i>	ウツエビ'ニ	11	0.41	7	0.09					1	0.00										
75			<i>Camplandrium sexdentatum</i>	ウツエビ'ガ'ニ																				
76	脊椎動物	硬骨魚	ス'キ	ハ'	<i>Chaenogobius</i> sp.																			
77					<i>Eulaenichthys gilli</i>	ヒモト'																		
78					<i>Taenioides cirratus</i>	チラス'																		
79					<i>Taenioides</i> sp.																			
80					Gobiidae	ハ'科																		
					合計	77	41.41	43	0.73	43	0.77	51	3.00	52	1.04	76	0.60	217	1.36	45	34.98			
					種類数	21		14		14		12		19		16		17		11				

注) : 0.00は0.01g未満を示す。

表21 (つづき)

合計 (L-1~L-4) ①

単位: 個体数・湿重量 (g) / 0.25m²

番 号	出現種名				学名	地点 和名/項目	合計	
	門	綱	目	科			個体数	湿重量
1	腔腸動物	花虫	イソギンチャク		Aclinaria	イソギンチャク目	21	2.55
2	扁形動物	渦虫	多岐腸		Polycladida	多岐腸目	2	0.27
3	紐形動物				NEMERTINEA	紐形動物門	48	0.81
4	環形動物	多毛	遊在		Polynoidae	ウロコムシ科	2	0.00
5				ウロコムシ	Eleone sp.		31	0.04
6				カキゴカイ	Sigambra hanaokai	ハナオカキゴカイ	17	0.02
7				ゴカイ	Ceratonereis erythraeensis	ゴカイ	21	0.09
8					Neclonanthos sp.		2	0.01
9					Hereididae	ゴカイ科	32	0.34
10				シロカクゴカイ	Nephtys polybranchia	シロカクゴカイ	68	0.30
11				チロリ	Glycera chirori	チロリ	28	0.80
12					Glycera sp.		1	0.00
13				ニカイチロリ	Goniada sp.		130	1.33
14					Glycinde sp.		104	0.44
15				ナナテイヤ	Diopatra bilobata	スダカイリヤ	1	0.04
16				ギキョウ	Lumbrineris sp.		5	0.00
17				セウロイヤ	Arabella iricolor	セウロイヤ	1	0.00
18			定在	スピオ	Spio sp.		2	0.01
19					Prionospio pulchra	イトエラスピオ	3	0.00
20					Prionospio membranacea	エウラスピオ	10	0.06
21					Prionospio sp.		25	0.02
22					Pseudopolydora sp.		63	0.11
23					Scolecopsis sp.		55	0.19
24				オノエツゴカイ	Armandia sp.		81	0.59
25				イトゴカイ	Capitella capitata		1	0.00
26					Capitellidae	イトゴカイ科	1200	2.48
27				ウミイソコウ	Amphiclenidae	ウミイソコウ科	7	0.33
28	軟体動物	腹足	中腹足	ミスゴマツキ	Stenolyra edogawaensis	ウミゴマツキ	15	0.03
29				タマガイ	Teconalica tigrina	ゴマツキガイ	3	0.02
30			新腹足	ハシロガイ	Reticunassa festiva	アラハシロガイ	3	0.71
31			腸紐	トウカクガイ	Odosomia sp.		3	0.02
32					Pyramidellidae	トウカクガイ科 (スダカミツキ)	8	0.04
33			頭楯	スエラガイ	Decolifer malusimanus	マシマシマシガイ	2	0.01
34				キセツガイ	Philine argentata	キセツガイ	3	0.11
35		二枚貝	異形	イガイ	Musculista senhousia	イトガイ	1	0.00
36				イガイ	Crassostrea gigas	マガキ	3	33.86
37			異歯	ハナガイ	Maetra veneriformis	シロマガキ	2	3.99
38				ニッコウガイ	Merisca capsoides	イソコウガイ	1	0.28
39					Moerella iridescens	テマリクラガイ	9	0.88
40				マゴコウガイ	Peregrinamor oshimai	マゴコウガイ	29	0.33
41				ウシハシガイ	Alveolus ojanus	ウシハシガイ	3	0.00
42				マウスガイ	Ruditapes philippinarum	アサリ	48	0.40
43					Cyclina sinensis	オキシシ	2	75.96
44			無面	オシロガイ	Venatampa truncata	ウシハシガイ	63	3.63
45			異脚	イトガイ	Laternula (Exolaternula) marilina	イトガイ	9	0.05
46	節足動物	海蜘蛛	真背脚	イソコウ	Ammoltheidae	イソコウ科	1	0.00
47			完脚	フシ	Balanus reticulatus	ウシハシガイ	1	0.11
48			アミ	アミ	Mysidae	アミ科	1	0.00
49			端脚	スダコ	Ampelisca sp.		1	0.03
50				アサリ	Grandidierella japonica	ニッコウガイ	9	0.04

表21 (つづき)

合計 (L-1~L-4) ②

単 位: 個体数・湿重量 (g) / 0.25m²

番 号	出 現 種 名				地 点	合 計			
	門	綱	目	科		学 名	和名/項目	個体数	湿重量
51	節足動物	甲殻	端脚	アミ	<i>Grandidierella sp.</i>		3	0.00	
52				イソコエビ	Isaeidae	イソコエビ科	60	0.00	
53				メソコエビ	<i>Melita sp.</i>		1	0.00	
54				ウチノシコエビ	<i>Spycheridium sp.</i>		1	0.00	
55					<i>Monoculodes sp.</i>		140	0.24	
56					Oedicerotidae	ウチノシコエビ科	1	0.00	
57					<i>Urolhoe sp.</i>		292	0.25	
58				等脚	メソミナナツ	<i>Mesanthura sp.</i>		3	0.01
59				クマ		Bodotriidae	Bodotriidae	1	0.00
60						Diaslylidae	Diaslylidae	5	0.00
61			十脚		Penaeidae	ウエビ科	1	0.18	
62					<i>Palaeon sp.</i>		1	0.13	
63					<i>Alpheus sp.</i>		2	0.07	
64					Alpheidae	ウエビ科	12	0.36	
65					<i>Oxyrides striaticauda</i>	モヨクガ	2	0.02	
66					<i>Crangon affinis</i>	エビノヤコ	1	0.07	
67					<i>Callinassa japonica</i>	ニホシコエビ	201	6.88	
68					<i>Upogebia sp.</i>		523	31.67	
69					<i>Pagurus dubius</i>	ウエビノカ	3	0.68	
70					Paguridae	ウエビノカ科	9	0.00	
71		イワガニ	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	イワガニ	1	0.25			
72			Grapsidae	イワガニ科	28	0.59			
73			<i>Macrophthalmus (Macrophthalmus) abbreviatus</i>	イワガニ	37	9.97			
74			<i>Macrophthalmus (Mareolis) japonicus</i>	イワガニ	62	28.24			
75			<i>Camplandrium sexdentatum</i>	イワガニ	6	0.19			
76	脊椎動物	硬骨魚	スズキ	ハク	<i>Chaenogobius sp.</i>		2	0.60	
77					<i>Eutaeniichthys gilli</i>	ヒモハク	3	0.11	
78					<i>Taenioides cirratus</i>	チカラハク	2	2.13	
79					<i>Taenioides sp.</i>		3	0.16	
80					Gobiidae	ハク科	1	0.12	
合計							3588	214.25	
種類数								80	

注) : 0.00は0.01g未満を示す。

表22 底生生物調査結果集計

項目	地点		L-1						L-2								
			高潮帯		中潮帯		低潮帯		高潮帯		中潮帯		低潮帯				
	1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	1	2	3	1	2	3	
総出現種類数	20	10	20	23	22	10	15	20	12	15	16	16	12	16	14	9	
総出現個体数/0.25㎡	64	30	86	91	120	72	145	103	28	179	75	87	196	291	80	80	
総出現湿重量g/0.25㎡	3.36	3.17	38.04	7.77	2.09	0.81	1.80	7.24	2.24	0.60	0.37	1.30	1.08	1.88	2.62	1.49	
類別個体組成%	多毛類	38	14	25	32	54	20	63	25	12	165	36	34	42	251	45	70
	(%)	(59.4)	(46.7)	(29.1)	(35.2)	(45.0)	(27.8)	(43.4)	(24.3)	(42.9)	(92.2)	(48.0)	(39.1)	(21.4)	(86.3)	(56.3)	(87.5)
	腹足類	3	-	-	1	1	1	2	6	3	4	-	-	-	-	-	-
	(%)	(4.7)	-	-	(1.1)	(0.8)	(1.4)	(1.4)	(5.8)	(10.7)	(2.2)	-	-	-	-	-	-
	二枚貝類	2	-	1	-	6	11	-	14	1	5	1	3	3	-	4	1
	(%)	(3.1)	-	(1.2)	-	(5.0)	(15.3)	-	(13.6)	(3.6)	(2.8)	(1.3)	(3.4)	(1.5)	-	(5.0)	(1.3)
甲殻類	20	14	56	53	54	39	78	57	10	4	38	50	145	37	28	9	
(%)	(31.3)	(46.7)	(65.1)	(58.2)	(45.0)	(54.2)	(53.8)	(55.3)	(35.7)	(2.2)	(50.7)	(57.5)	(74.0)	(12.7)	(35.0)	(11.3)	
その他	1	2	4	5	5	1	2	1	2	1	-	-	6	3	3	-	
(%)	(1.6)	(6.7)	(4.7)	(5.5)	(4.2)	(1.4)	(1.4)	(1.0)	(7.1)	(0.6)	-	-	(3.1)	(1.0)	(3.8)	-	
類別湿重量組成%	多毛類	0.11	0.08	0.16	0.25	0.12	0.08	0.32	0.25	0.02	0.40	0.11	0.19	0.13	0.63	0.07	0.23
	(%)	(3.3)	(2.5)	(0.4)	(3.2)	(5.7)	(9.9)	(17.8)	(3.5)	(0.9)	(66.7)	(29.7)	(14.6)	(12.0)	(33.5)	(2.7)	(15.4)
	腹足類	0.00	-	-	0.11	0.34	0.00	0.11	0.03	0.02	0.02	-	-	-	-	-	-
	(%)	(0.0)	-	-	(1.4)	(16.3)	(0.0)	(6.1)	(0.4)	(0.9)	(3.3)	-	-	-	-	-	-
	二枚貝類	0.00	-	36.34	-	0.12	0.03	-	0.11	0.00	0.13	0.00	0.02	0.00	-	0.45	0.04
	(%)	(0.0)	-	(95.5)	-	(5.7)	(3.7)	-	(1.5)	(0.0)	(21.7)	(0.0)	(1.5)	(0.0)	-	(17.2)	(2.7)
甲殻類	3.24	3.03	1.20	6.95	1.41	0.63	1.37	4.48	0.17	0.05	0.26	1.09	0.94	1.23	2.08	1.22	
(%)	(96.4)	(95.6)	(3.2)	(89.4)	(67.5)	(77.8)	(76.1)	(61.9)	(7.6)	(8.3)	(70.3)	(83.8)	(87.0)	(65.4)	(79.4)	(81.9)	
その他	0.01	0.06	0.34	0.46	0.10	0.07	0.00	2.37	2.03	0.00	-	-	0.01	0.02	0.02	-	
(%)	(0.3)	(1.9)	(0.9)	(5.9)	(4.8)	(8.6)	(0.0)	(32.7)	(90.6)	(0.0)	-	-	(0.9)	(1.1)	(0.8)	-	

注):0.00は0.01g未満を示す。

項目	地点		L-3						L-4								
			高潮帯		中潮帯		低潮帯		高潮帯		中潮帯		低潮帯				
	1	2	1	2	3	1	2	3	1	2	1	2	3	1	2	3	
総出現種類数	19	24	21	16	16	25	17	19	21	14	14	12	19	16	17	11	
総出現個体数/0.25㎡	127	215	128	109	159	221	103	195	77	43	43	51	52	76	217	45	
総出現湿重量g/0.25㎡	17.32	16.19	0.97	5.07	2.34	4.83	1.14	6.64	41.41	0.73	0.77	3.00	1.04	0.60	1.36	34.98	
類別個体組成%	多毛類	68	98	53	54	75	182	50	65	31	25	18	18	27	41	135	24
	(%)	(53.5)	(45.6)	(41.4)	(49.5)	(47.2)	(82.4)	(48.5)	(33.3)	(40.3)	(58.1)	(41.9)	(35.3)	(51.9)	(53.9)	(62.2)	(53.3)
	腹足類	-	-	-	-	-	-	2	13	-	-	1	-	-	-	-	-
	(%)	-	-	-	-	-	-	(1.9)	(6.7)	-	-	(2.3)	-	-	-	-	-
	二枚貝類	16	26	9	5	11	3	4	6	8	1	-	3	1	5	10	10
	(%)	(12.6)	(12.1)	(7.0)	(4.6)	(6.9)	(1.4)	(3.9)	(3.1)	(10.4)	(2.3)	-	(5.9)	(1.9)	(6.6)	(4.6)	(22.2)
甲殻類	36	86	61	49	67	33	45	110	35	16	22	30	24	29	64	10	
(%)	(28.3)	(40.0)	(47.7)	(45.0)	(42.1)	(14.9)	(43.7)	(56.4)	(45.5)	(37.2)	(51.2)	(58.8)	(46.2)	(38.2)	(29.5)	(22.2)	
その他	7	5	5	1	6	3	2	1	3	1	2	-	-	1	8	1	
(%)	(5.5)	(2.3)	(3.9)	(0.9)	(3.8)	(1.4)	(1.9)	(0.5)	(3.9)	(2.3)	(4.7)	-	-	(1.3)	(3.7)	(2.2)	
類別湿重量組成%	多毛類	0.40	0.35	0.30	0.30	0.27	0.35	0.22	0.25	0.19	0.22	0.13	0.15	0.23	0.15	0.40	0.14
	(%)	(2.3)	(2.2)	(30.9)	(5.9)	(11.5)	(7.2)	(19.3)	(3.8)	(0.5)	(30.1)	(16.9)	(5.0)	(22.1)	(25.0)	(29.4)	(0.4)
	腹足類	-	-	-	-	-	-	0.02	0.03	-	-	0.26	-	-	-	-	-
	(%)	-	-	-	-	-	-	(1.8)	(0.5)	-	-	(33.8)	-	-	-	-	-
	二枚貝類	0.81	0.68	0.33	4.22	0.18	0.00	0.13	0.05	40.51	0.14	-	0.08	0.19	0.07	0.08	34.67
	(%)	(4.7)	(4.2)	(34.0)	(83.2)	(7.7)	(0.0)	(11.4)	(0.8)	(97.8)	(19.2)	-	(2.7)	(18.3)	(11.7)	(5.9)	(99.1)
甲殻類	15.88	14.89	0.23	0.43	1.63	4.43	0.75	6.25	0.70	0.37	0.37	2.77	0.62	0.37	0.78	0.16	
(%)	(91.7)	(92.0)	(23.7)	(8.5)	(69.7)	(91.7)	(65.8)	(94.1)	(1.7)	(50.7)	(48.1)	(92.3)	(59.6)	(61.7)	(57.4)	(0.5)	
その他	0.23	0.27	0.11	0.12	0.26	0.05	0.02	0.06	0.01	0.00	0.01	-	-	0.01	0.10	0.01	
(%)	(1.3)	(1.7)	(11.3)	(2.4)	(11.1)	(1.0)	(1.8)	(0.9)	(0.0)	(0.0)	(1.3)	-	-	(1.7)	(7.4)	(0.0)	

注):0.00は0.01g未満を示す。

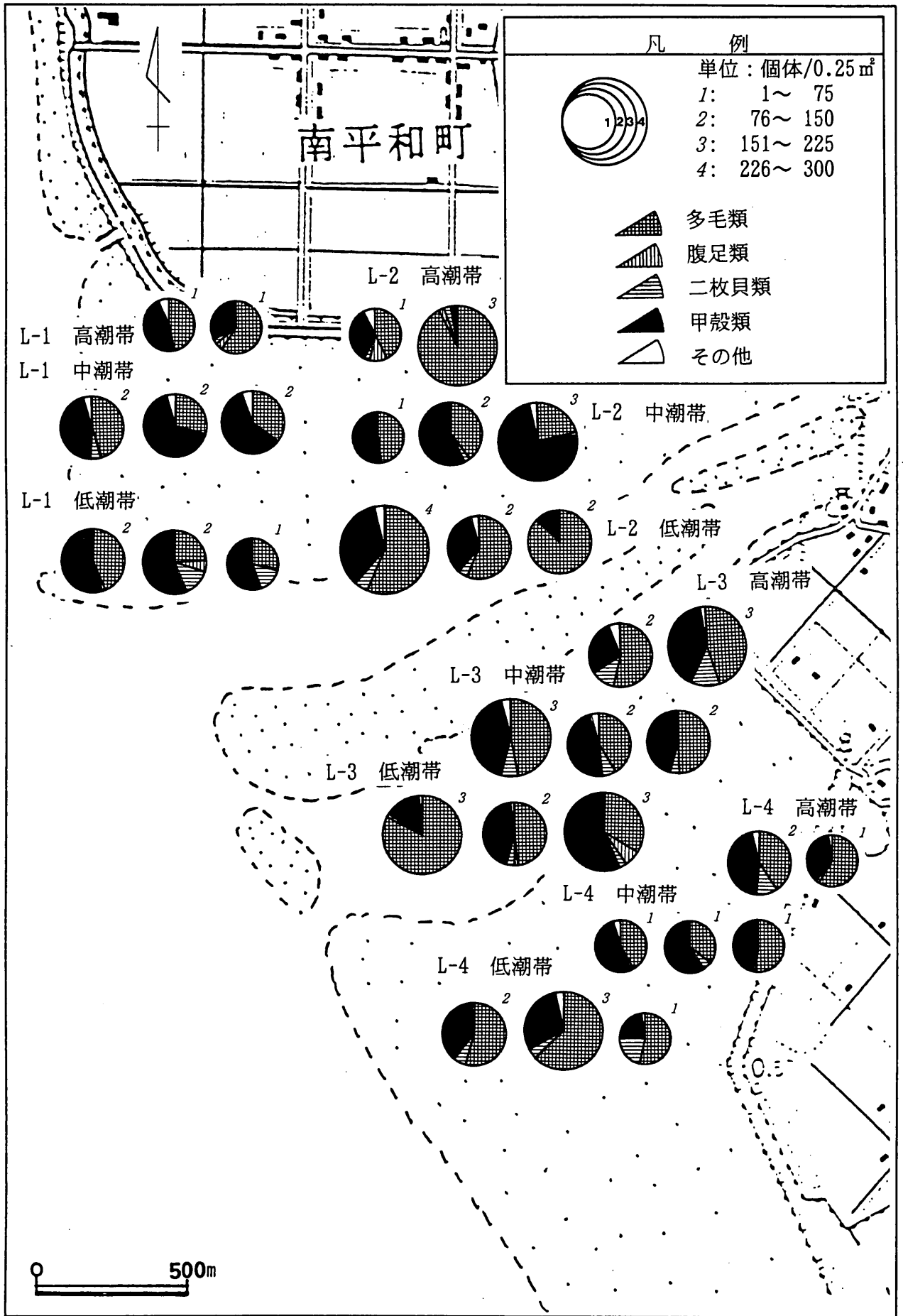


図30 底生生物類別組成 (個体数)

注) 円グラフ右上の数字は個体数の階級を示す。

ウ. 底生生物類別組成(湿重量)

底生生物類別組成結果(湿重量)は定量調査結果及び任意資料をあわせて作成した。その結果を表23、図31に示した。

出現湿重量は、L 1 では1.31~15.97 g /0.25m²(平均: 5.20 g /0.25m²)、L 2 では0.34~23.49 g /0.25m²(平均: 6.21 g /0.25m²)、L 3 では1.51~16.77 g /0.25m²(平均: 5.26 g /0.25m²)、L 4 では0.26~21.09 g /0.25m²(平均: 4.95 g /0.25m²)の範囲であり、平均値で見るとL 2 で現存量は高く、また、右岸と左岸で比較すると右岸の干潟でやや高い傾向にあった。

類別組成をみると、中潮帯付近および低潮帯付近で二枚貝類が多く、中潮帯から低潮帯にかけてと高潮帯周辺では甲殻類が多くなっていた。

全般に二枚貝は個体サイズの小さいもので占められ、甲殻類のほとんどはニホンスナモグリと *Upogebia* sp. (アザギョ科の一種)で占められていた。

表23 底生生物類別組成成果(湿重量)

単位: g/0.25m²

地点 類別	L-1						L-2								
	高潮帯	1	中潮帯	2	3	低潮帯	高潮帯	中潮帯	1	2	3	4	5	6	低潮帯
多毛類	0.10	0.20	0.18	0.23	0.16	0.22	0.21	0.14	0.14	0.11	0.16	0.01	0.01	0.06	0.31
腹足類	0.00	-	0.15	-	0.01	0.05	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-
二枚貝類	0.00	-	12.15	4.32	0.48	0.05	0.07	0.01	0.80	22.90	0.98	0.37	-	5.27	0.16
甲殻類	3.14	1.11	3.19	0.26	1.74	2.16	0.11	0.76	0.52	0.37	17.56	1.16	0.30	0.49	1.51
その他	0.04	-	0.30	0.10	0.02	0.81	1.02	0.00	0.18	0.11	-	0.01	0.03	-	0.01
合計	3.28	1.31	15.97	4.91	2.41	3.29	1.43	0.91	1.64	23.49	18.70	1.55	0.34	5.82	1.99

地点 類別	L-3								L-4							
	1	高潮帯	2	3	4	5	中潮帯	低潮帯	高潮帯	中潮帯	1	2	3	4	5	低潮帯
多毛類	0.27	0.38	0.34	0.13	0.50	0.33	0.29	0.27	0.21	0.17	0.24	0.13	0.05	0.12	0.07	0.23
腹足類	-	-	-	-	-	0.14	-	0.02	-	0.09	-	-	-	-	-	-
二枚貝類	-	0.75	0.39	0.07	1.53	0.08	1.58	0.06	20.33	0.09	0.01	0.04	0.01	0.61	0.01	11.61
甲殻類	4.12	15.39	0.78	2.10	1.31	5.64	0.76	3.81	0.54	1.25	0.56	0.43	1.35	0.50	0.13	0.44
その他	-	0.25	-	0.01	0.34	0.22	0.16	0.04	0.01	0.00	-	-	0.24	0.07	0.05	0.04
合計	4.39	16.77	1.51	2.31	3.68	6.41	2.79	4.20	21.09	1.60	0.81	0.60	1.65	1.30	0.26	12.32

注):0.00は0.01g未満を示す。

注1): 0.00は0.01g 未満を示す。

注2): 高潮帯、中潮帯、低潮帯欄の数値は定量調査の高潮帯2地点、中潮帯3地点、低潮帯3地点の各平均値である。

他の欄は任意の調査地点の結果を示している。

注3): L-1 では底質が非常に軟かく歩行困難のため、任意調査地点が1地点採集不能であった。

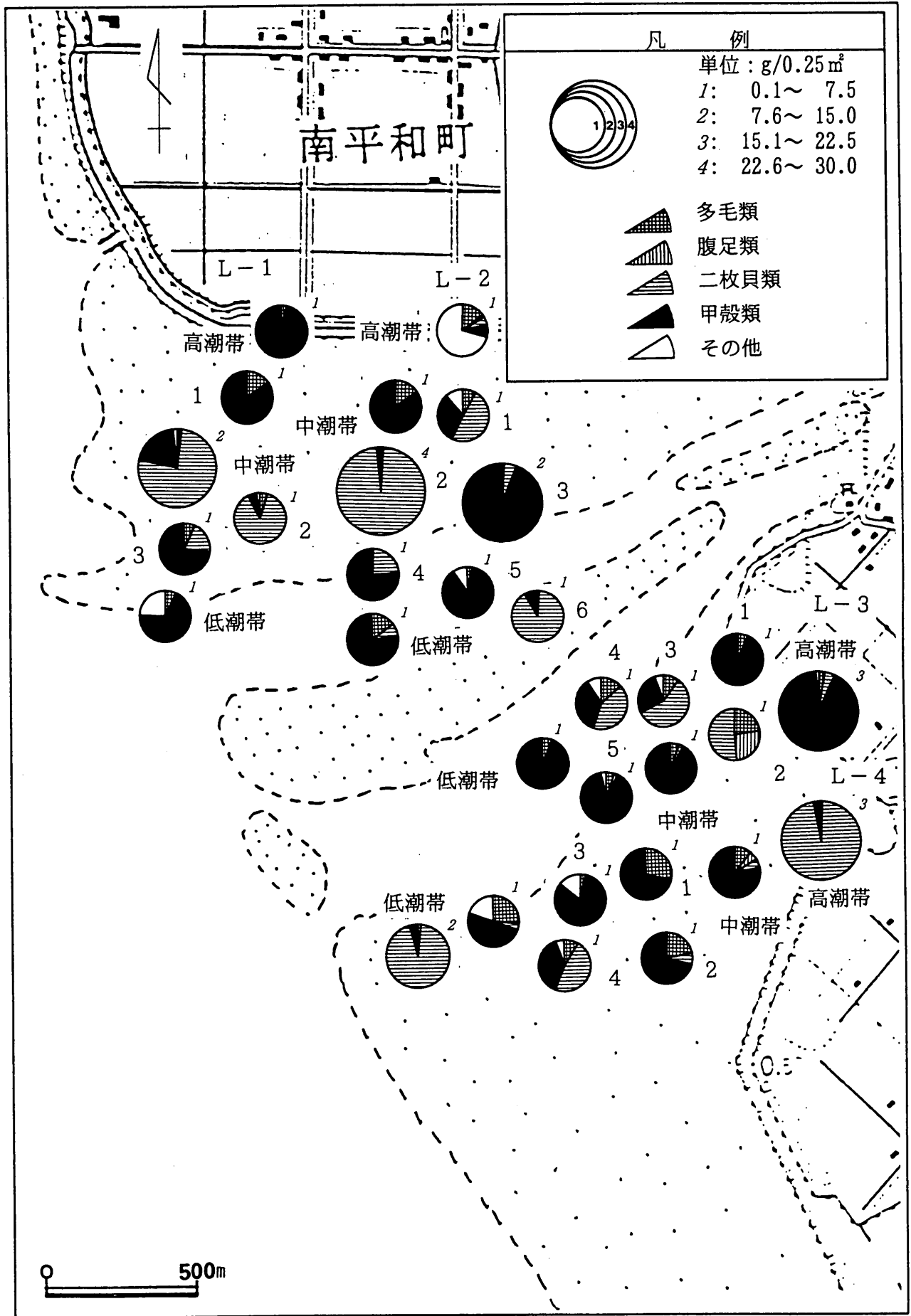


図31. 底生生物類別組成 (湿重量)

注1) 高潮帯、中潮帯、低潮帯のデータは定量調査結果の平均値を示す。他は任意の調査地点の結果を示す。

注2) 円グラフ右上の数字は湿重量の階級を示す。

iii) 鳥類調査

鳥類調査は本来長期調査が必要であり、一般に、種類数が多く出現する季節は夏季以降であるとされている。今回の調査は限られた期間内で干潟に出現した鳥類の目視観察結果をまとめたものである。

目視観察結果を表24に示し、その分布を図32に示す。出現種数は、ペリカン目1種、コウノトリ目2種、ガンカモ目2種、ワシタカ目2種、チドリ目6種およびスズメ目6種の合計19種である。多く出現した種はペリカン目のウミウ、ガンカモ目のマガモ、カルガモ、チドリ目のチドリ科の一種、ハマシギ、ユリカモメ、セグロカモメ、カモメであった。特に、チドリ目の種は干潟の干出直前に多く飛来し、干出後、摂餌行動をとっているのが確認された。後背地では、スズメ目のスズメやハシブトガラスが多くみられ、その他の種は単独あるいは数羽で行動していた。

索餌場所は、干潟部のマウンドに集中しており、カニや多毛類などを摂餌していることが観察された。特に、ダイシャクシギは長く鋭いくちばしで多毛類を捕らえているところが観察された。

表24 鳥類目視観察結果

NO	目	科	種名	出現状況	備考
1	ペリカン	ウ	ウミウ	◎	休息・飛行
2	コウノトリ	サギ	コサギ	○	摂餌・休息
3			アオサギ	○	摂餌・休息
4	ガンカモ	ガンカモ	マガモ	◎	摂餌・休息
5			カルガモ	◎	摂餌・休息
6	ワシタカ	ワシタカ	ミサゴ	○	後背地・飛行
7			トビ	○	後背地・飛行
8	チドリ	チドリ	チドリ科の一種	◎	摂餌・休息
9		シギ	ハマシギ	◎	摂餌・休息
10			ダイシャクシギ	○	摂餌・休息
11		カモメ	ユリカモメ	◎	摂餌・休息・飛行
12			セグロカモメ	◎	摂餌・休息・飛行
13			カモメ	◎	摂餌・休息・飛行
14	スズメ	ヒバリ	ヒバリ	○	後背地
15		セキレイ	キセキレイ	○	後背地
16			セグロセキレイ	○	後背地
17		アトリ	カワラヒワ	○	後背地
18		ハタオリドリ	スズメ	◎	後背地
19	カラス	ハシブトガラス	◎	後背地・飛行	

◎は多数、○は単独かあるいは数羽。

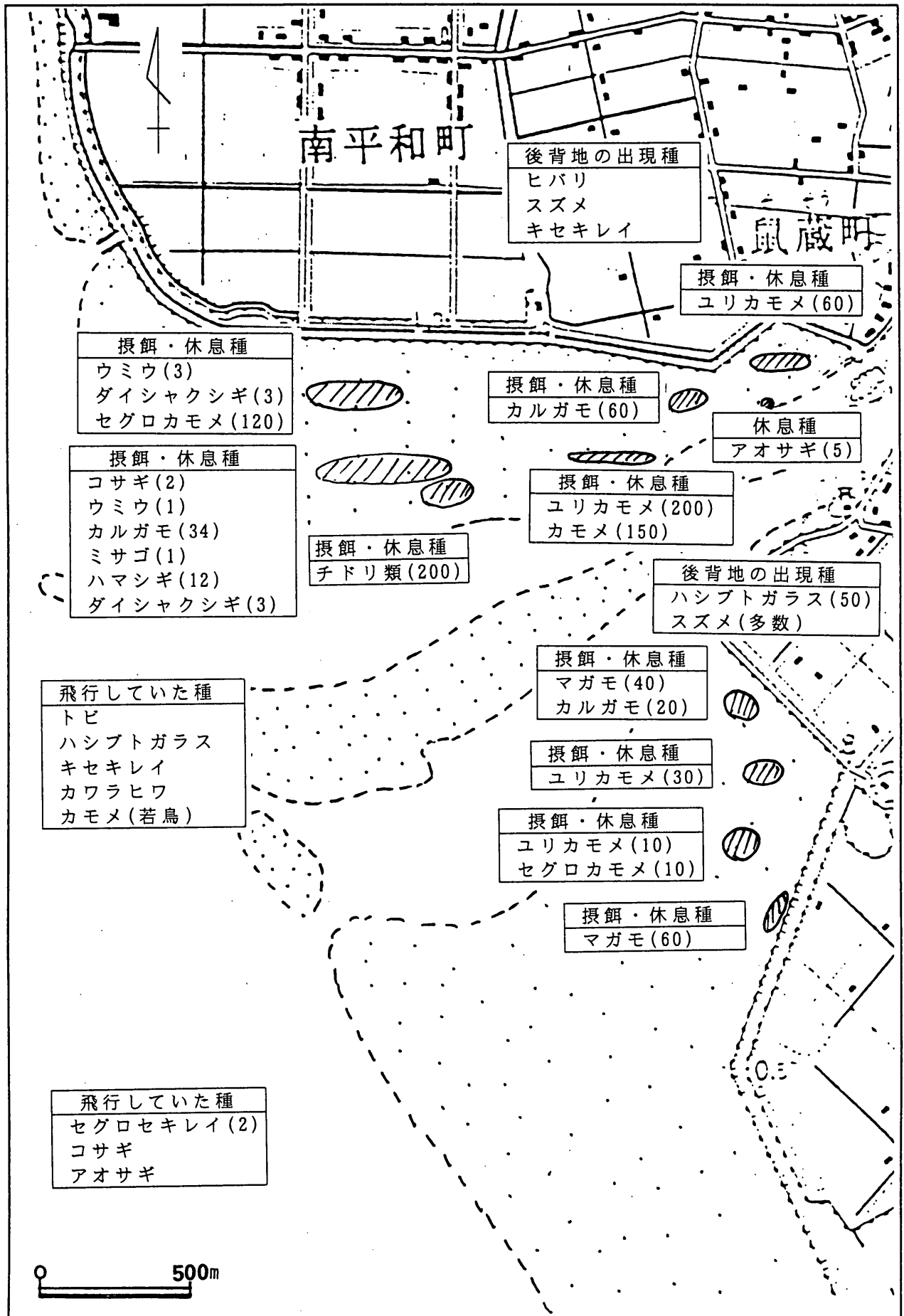
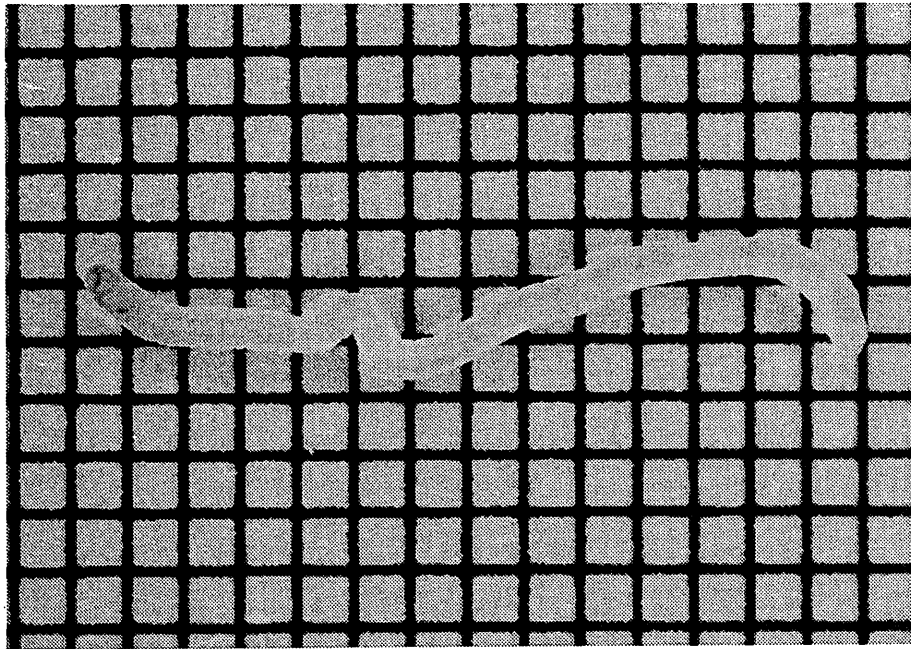
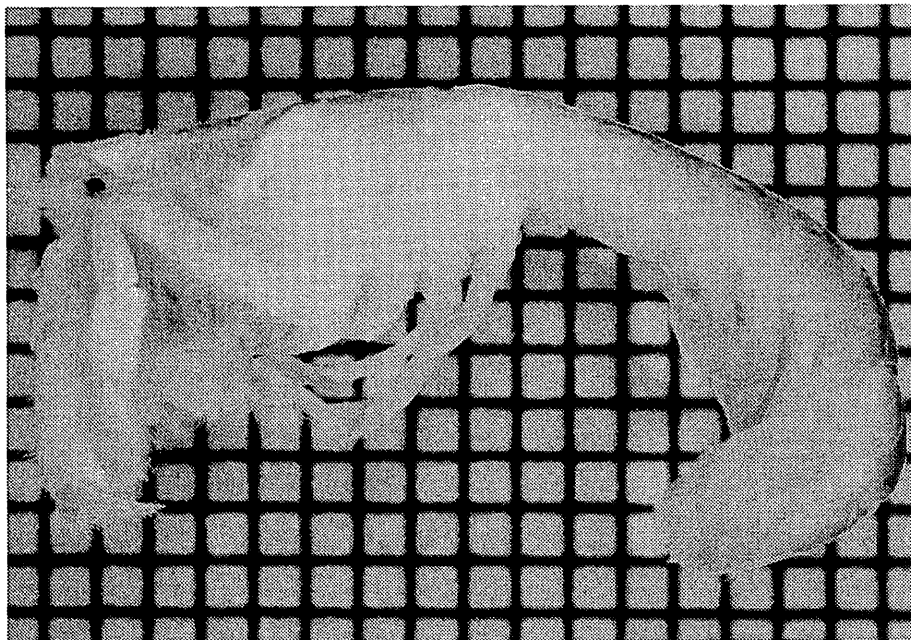


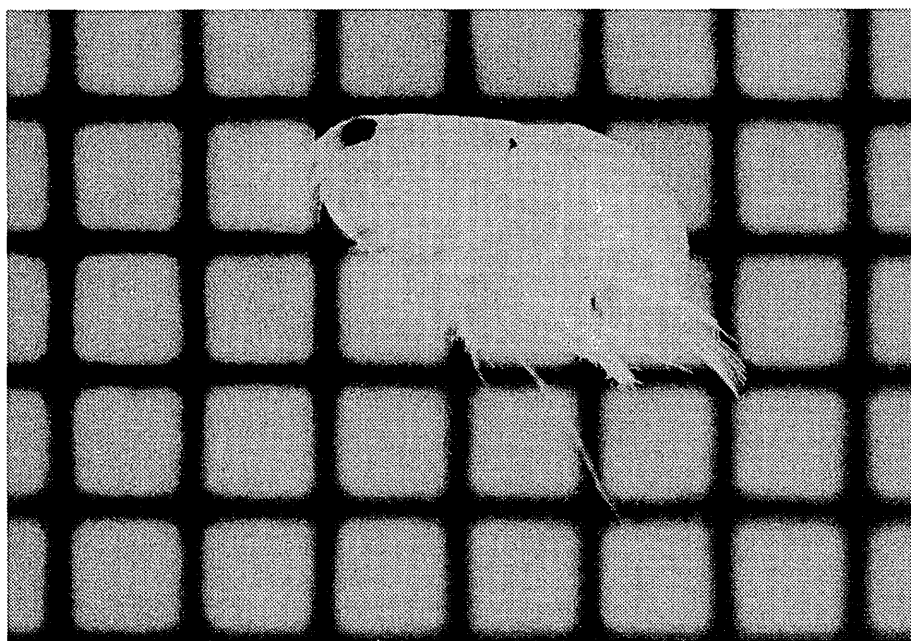
図32 鳥類分布



八代干潟
底生生物優占種
環形動物
Capitellidae
(イトコカイ科)



八代干潟
底生生物優占種
節足動物
Upogebia sp.
(アサギヤコ科の一種)



八代干潟
底生生物優占種
節足動物
Urothoe sp.
(マルソコヒキ科の一種)

(6)-2. 小櫃川河口干潟(中・小干潟：230ha)

小櫃川河口干潟は、東京湾内湾中部東岸の小櫃川河口に広がるデルタ状干潟であり、河口湿地と前浜干潟からなる海岸構造はわが国の典型的な内湾河口地形である。この干潟は東京湾に残る最大の前浜干潟である盤洲干潟に含まれており、保存価値が極めて高いとされる干潟の一つである。定性調査および定量調査の結果は以下のとおりである。

i) 定性調査

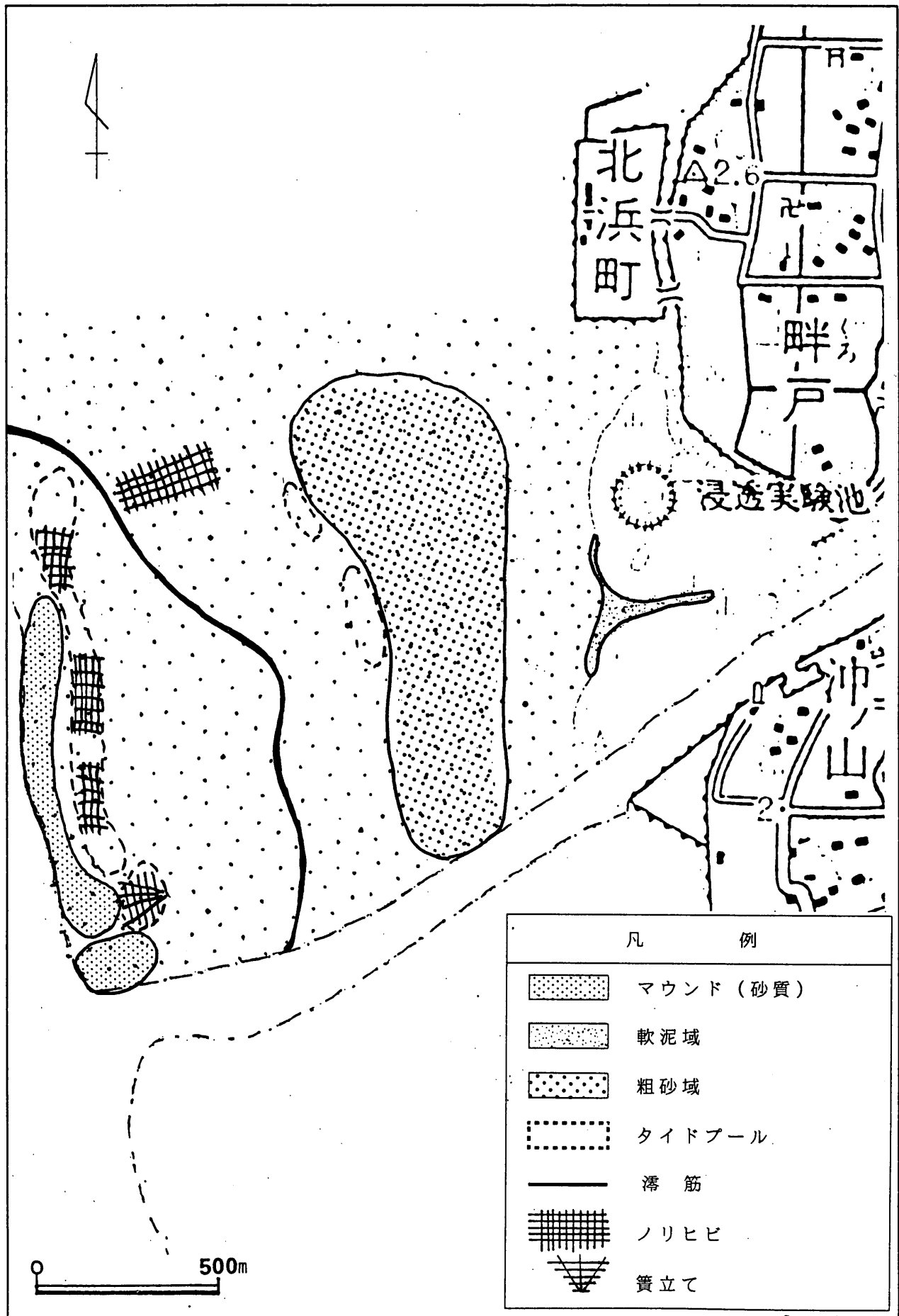
ジグザクルートの目視観察結果より、図33に干潟の微地形図、図34に干潟生物分布図(主要種)、図35に底質と生物の分布および図36に底生生物の成帯構造を示した。

ア. 干潟地形

干潟部は河口の右岸と左岸および前浜干潟に分かれている。本調査は右岸の河口干潟を対象とした。高潮帯には小櫃川分岐流(クリーク)が存在し、高潮帯から低潮帯に至る勾配は約1/100となだらかである。高潮帯付近のクリークの河口部にはシルト質の多い軟泥域が発達し、中潮帯は粗砂分が多くなっている。その先にはタイドプールが数カ所存在し、滞筋をはさんで低潮帯付近にもタイドプールが存在している。この周辺にはノリヒビや簀立てが設置されている。低潮帯には砂質のやや大きなマウンドが発達し、それ以外の範囲は全般に砂泥域となっている。

イ. 生物分布

生物の分布状況は、干潟後背地にはアイアシ群落が発達し、小櫃川本流右岸にはクロマツ植林が分布していた。クリークを挟んで分布するアイアシ群落の縁辺部にはアシハラガニが多くみられた。干潟の生物分布は底質分布状況を反映しており、クリーク河口の軟泥域ではヤマトオサガニが多く出現し、高潮帯付近ではコケゴカイおよびホソウミニナが、中潮帯付近の粗砂域ではウメノハナガイモドキが多く分布していた。中潮帯から低潮帯のタイドプールまでの砂泥域では、アサリ、シオフキガイ、ニホンスナモグリ、オフエリアゴカイおよびチロリ科などが多く観察された。低潮帯付近のタイドプールにはオゴノリが点生しており、低潮帯の砂質のマウンド周辺ではバカガイの大型個体が多くみられた。



凡 例	
	マウンド (砂質)
	軟泥域
	粗砂域
	タイドプール
	滞 筋
	ノリヒビ
	簧立て

図33 小櫃川干潟微地形図

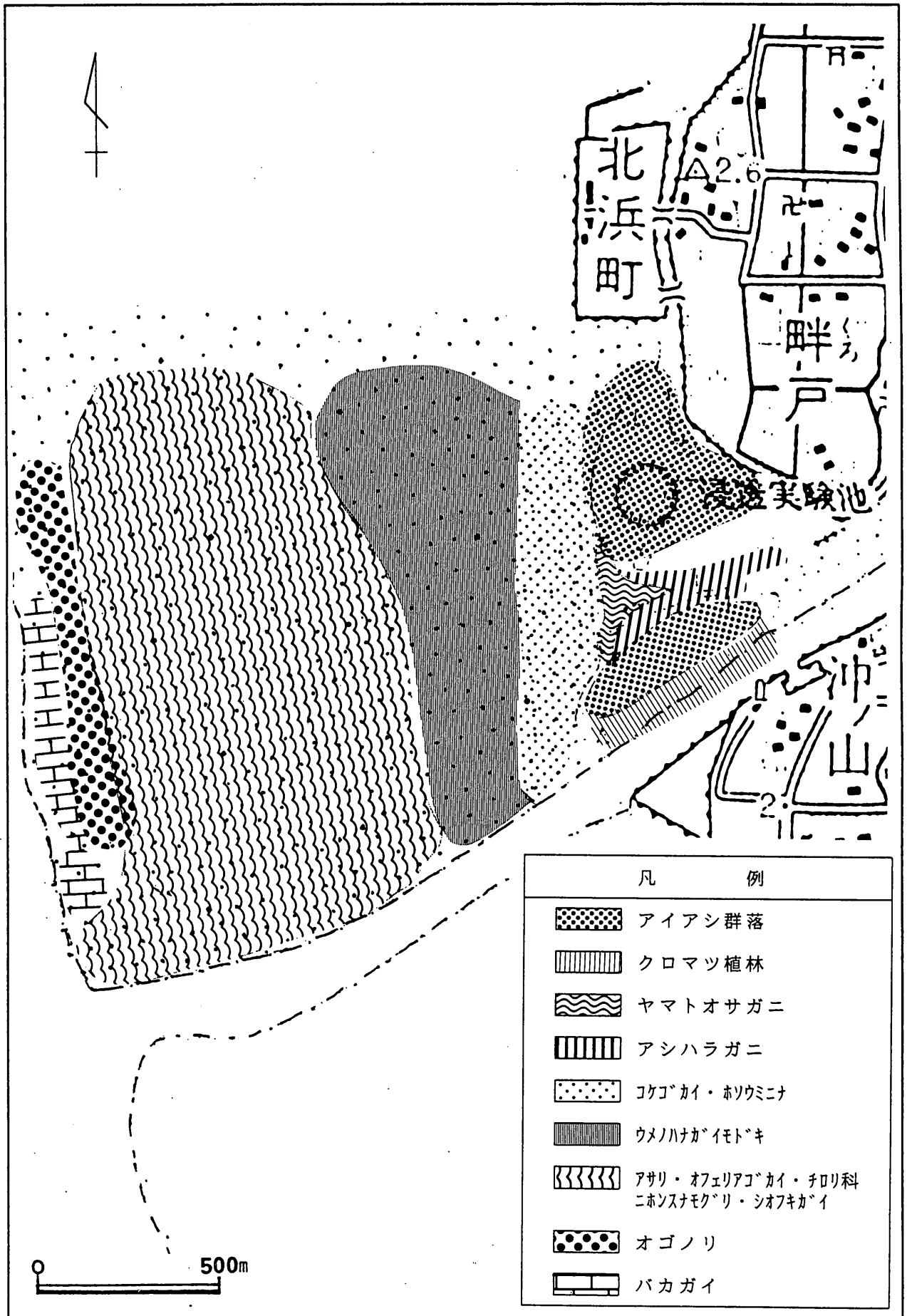


図34 小櫃川河口干潟生物分布図

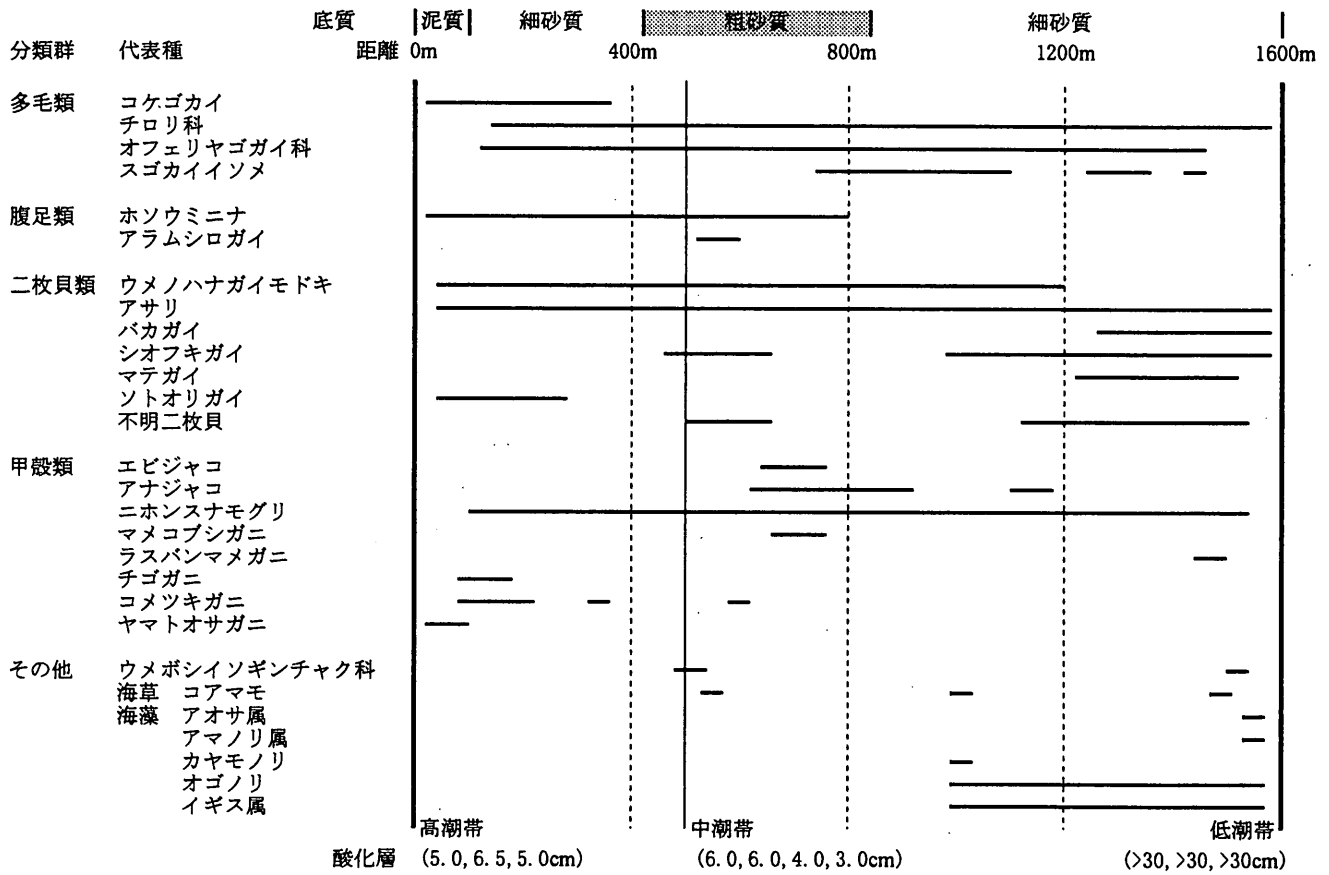


図35 底質と生物の分布状況 (小櫃川河口干潟)

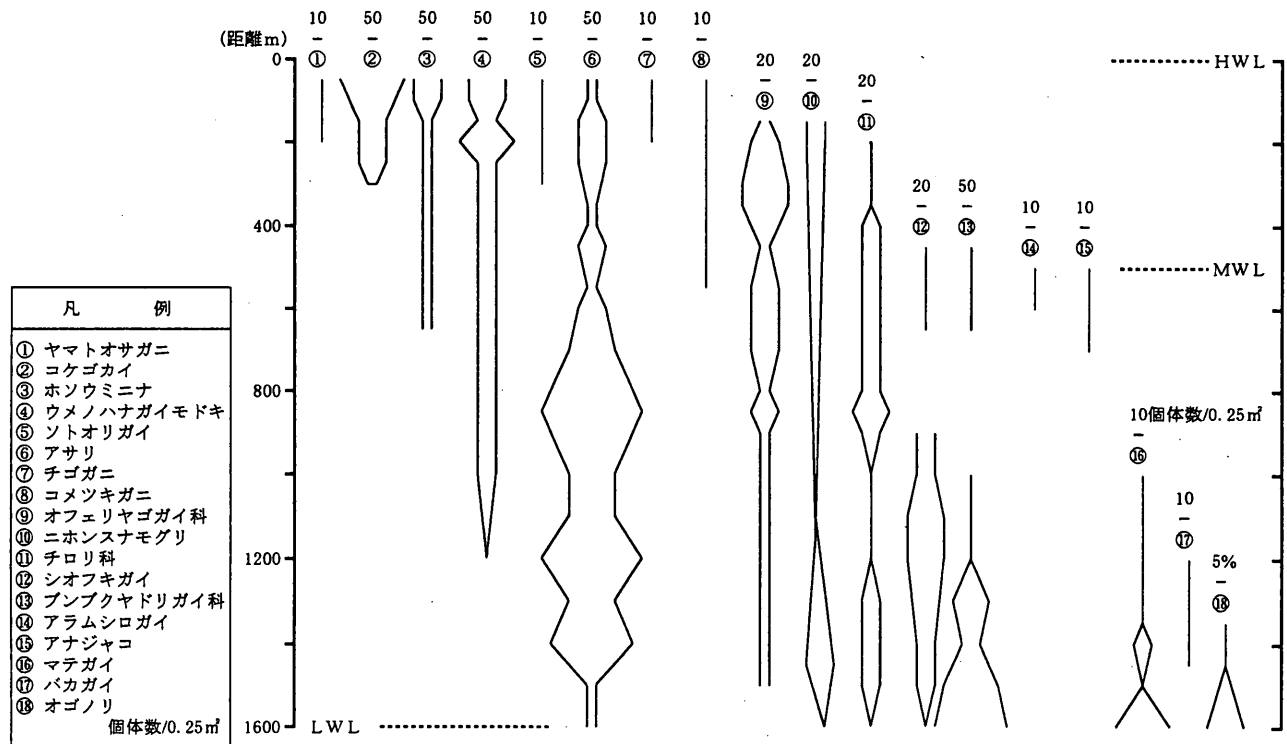


図36 底生生物の成帯構造 (小櫃川河口干潟)

ウ. 底質と生物の分布

干潟生物の代表種は、多毛類4種、腹足類2種、二枚貝類7種、甲殻類8種およびその他の7種の合計28種であった。多毛類では、チロリ科、オフエリアゴカイ科が測線全域に渡って分布し、高潮帯にはコケゴカイが、中潮帯以深はスゴカイイソメが分布していた。腹足類では高潮帯から中潮帯にかけてホソウミニナが多くみられ、中潮帯付近ではアラムシロガイが多く分布していた。二枚貝類ではウメノハナガイモドキ、アサリなどが測線全域にみられ、低潮帯では、バカガイ、マテガイ、シオフキガイおよびブンブクヤドリガイ科が多く分布していた。なお、シオフキガイ、ブンブクヤドリガイ科は中潮帯にも分布していた。高潮帯ではソトオリガイが多く観察された。甲殻類では、測線全域でニホンスナモグリが分布し、高潮帯ではヤマトオサガニ、チゴガニ、コメツキガニなどがみられ、中潮帯の粗砂域ではエビジャコ、アナジャコおよびマメコブシガニが観察された。その他として腔腸動物のウメボシイソギンチャクが中潮帯付近と低潮帯付近でみられ、単子葉植物のコアマモは、小規模なタイドプールに生育していた。また、低潮帯には海藻類のアオサ属、アマノリ属、カヤモノリ、オゴノリおよびイギス属などが出現し、オゴノリは比較的多く点生していた。

エ. 底生生物の成帯構造

底生生物の成帯構造図を定性調査(目視観察)と定量調査結果を基に作成した(図36)。一般に成帯構造が成り立つ要因として、潮汐などの物理的要因と底質環境の差異のような物理化学的要因および生物捕食関係や種間競争などの生物要因が挙げられ、これらの要因の複合的な働きによって成帯構造が成り立つとされている。本干潟は、マウンドや大小のタイドプールが存在するなど比較的起伏に富んでおり、これら環境要因の差異が成帯構造の形成に大きく作用しているものと考えられる。

高潮帯の上部はヤマトオサガニ、コケゴカイの生息域で、高潮帯から中潮帯にまたがってホソウミニナ、ウメノハナガイモドキ、オフエリアゴカイ、チロリ科が生息し、中潮帯から低潮帯にかけてはアサリ、シオフキガイ、ブンブクヤドリガイ科、マテガイの生息域となっていた。低潮帯はバカガイおよび海藻類のオゴノリの主たる生息域となっていた。

ii) 定量調査

ア. 酸化層の厚さ

酸化層の厚さ結果を表25に示す。

酸化層の厚さは、高潮帯、中潮帯では3.0~6.5cm の範囲にあり同程度の値であった。低潮帯では各地点で30cm 以上を示し、その底質性状は砂分の占める割合が多くなっていた。この酸化層の厚い低潮帯はバカガイなどの生息場所となっている。

表25 酸化層の厚さ結果

単位：cm

測点 測線	高潮帯			中潮帯				低潮帯		
	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3
ライン1	5.0	6.5	5.0	6.0	6.0	4.0	3.0	>30	>30	>30
臭 気	海藻臭			海藻臭				海藻臭		

イ. 底生生物

底生生物調査結果を表26に、その集計を表27に示すとともに、図37に個体数の底生生物類別組成を示した。

出現種類数は、環形動物20種、軟体動物13種、節足動物19種およびその他4種の合計56種である(ただし種名の同定が難しく目、科、属レベルにとどめたものは便宜上種として扱った)。

地点別の出現種類数をみると、高潮帯では18種、中潮帯では35種、低潮帯では25種と中潮帯で多い傾向が認められた。

出現個体数は、高潮帯では90~259個体/0.25m²(平均：147個体/0.25m²)、中潮帯では162~343個体/0.25m²(平均：222個体/0.25m²)、低潮帯では110~255個体/0.25m²(平均：198個体/0.25m²)と、種類数と同様に中潮帯で多い傾向を示していた。

出現湿重量は、高潮帯では7.96~23.77 g/0.25m²(平均：13.42 g/0.25m²)、中潮帯では152.45~193.58 g/0.25m²(平均：173.25 g/0.25m²)、低潮帯では333.66~975.76 g/0.25m²(平均：585.19 g/0.25m²)とバカガイが多く出現した低潮帯で高い値となっていた。個体数からみた優占種は、二枚貝のアサリが最も多く総個体数の24.3%を占めている。次いでブンプクヤドリガイ科、多毛類の *Heteromasutasu* sp. (イトゴカイ科)、ゴカイおよび二枚貝のバカガイの5種が挙げられる。

類別の個体数組成をみると、高潮帯では多毛類、中潮帯では多毛類と二枚貝類、低潮帯では二枚貝類と甲殻類が占めていた。

表26 底生生物調査結果

番 号	出現種名				和名/項目	高瀬帯				中瀬帯				低瀬帯				合計									
	門	綱	目	科		学名	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量	個体数	湿重量									
1	腔腸動物	花虫	イナズマク	ウバシノイナズマク	Actinidae																						
2	扁形動物	樽虫	多刺腸		Polycladida																						
3	扁形動物				HEPATELIDA																						
4	扁形動物	砂虫	砂虫	砂虫	Sipunculidae																						
5	環形動物	多毛	サカサカ	サカサカ	Eteone longa	3	0.01			1	0.00																
6					Sicambra tentaculata																						
7					Syllinae																						
8					Ceratonereis erythraeensis																						
9					Neanthes japonica																						
10					Nephtys polychaeta																						
11					Glycera sp.																						
12					Dipatra sukoi																						
13					Lumbrineris sp.																						
14					Pseudopolydora sp.																						
15					Polydora sp.																						
16					Spio sp.																						
17					Aonides oxycepala																						
18					Rhynchospio glutosa																						
19					Cirriformia tentaculata																						
20					Armadia sp.																						
21					Mediomastus sp.																						
22					Heteromastus sp.	99	0.39	40	0.21	6	0.63			5	0.02												
23					Hydroidea exoensis																						
24					Hydroidea fuscula																						
25	軟体動物	腹足	中腹足	ササキノカタ	Angustassiminea castanea			1	0.01																		
26					Batillari cuminell			18	4.23			2	0.81	7	2.46												
27					Hinia festiva							5	2.02	12	9.32												
28		二枚貝	異形	イサ	Musculista senhousia																						
29			異形	ササキノカタ	Pelanella soverbi																						
30					Montacutidae																						
31					Phacosoma japonicum																						
32					Ruditapes philippinarum	55	101.42	150	183.80	97	143.57	184	156.80	1	3.15												
33					Macra chinensis																						
34					Macra veneriformis																						
35					Macoma contabulata	2	18.09																				
36					Solen strictus																						
37					Laterula limicola	11	1.31	2	0.02	6	0.04																
38	節足動物	甲殻			Mysidae																						
39					Leampodiidae																						
40					Diastylidae																						
41					Crathura murcomensis																						
42					Smidotea laevidorsalis																						
43					Urothoe sp.																						
44					Melita sp.																						
45					Corophium sp.																						
46					Grandidierella japonica																						
47					Crangon affinis																						
48					Upogebia major																						
49					Callinassa japonica																						
50					Pagurus dubius																						
51					Phylla pium																						
52					Pinnotheres sp.																						
53					Pinnixa rathbuni																						
54					Ilroplex pusillus																						
55					Scopimera globosa	21	3.04	10	2.34																		
56					Tipulidae																						
					合計	259	23.77	90	7.96	93	8.53	162	164.00	214	193.58	167	152.45	343	182.98	255	975.78	228	446.15	110	333.66	1921	2485.62
					種数	7		9		11		11		16		20		23		21		13		13		58	

注)0.00は0.01g未満を示す。

表27 底生生物調査結果集計

項目	地点	高潮帯			中潮帯				低潮帯		
		1	2	3	1	2	3	4	1	2	3
総出現個体数 /0.25m ²		259	90	93	162	214	167	343	255	228	110
総出現湿重量 g/0.25m ²		23.77	7.96	8.53	164.00	193.58	152.45	182.96	975.76	446.15	333.66
種類数		7	9	11	11	16	20	23	21	13	13
類別個体数組成%	多毛類	225	46	20	38	33	36	146	25	24	18
	(%)	(86.9)	(51.1)	(21.5)	(23.5)	(15.4)	(21.6)	(42.6)	(9.8)	(10.5)	(16.4)
	腹足類	0	19	0	0	2	12	12	0	0	0
	(%)	(0.0)	(21.1)	(0.0)	(0.0)	(0.9)	(7.2)	(3.5)	(0.0)	(0.0)	(0.0)
	二枚貝類	13	2	7	119	163	107	165	162	147	61
	(%)	(5.0)	(2.2)	(7.5)	(73.5)	(76.2)	(64.1)	(48.1)	(63.5)	(64.5)	(55.5)
甲殻類	21	18	60	1	11	11	13	61	45	29	
(%)	(8.1)	(20.0)	(64.5)	(0.6)	(5.1)	(6.6)	(3.8)	(23.9)	(19.7)	(26.4)	
その他	0	5	6	4	5	1	7	7	12	2	
(%)	(0.0)	(5.6)	(6.5)	(2.5)	(2.3)	(0.6)	(2.0)	(2.7)	(5.3)	(1.8)	
類別湿重量組成%	多毛類	1.33	0.28	1.69	1.16	2.61	1.14	2.98	2.41	1.08	0.34
	(%)	(5.6)	(3.5)	(19.8)	(0.7)	(1.3)	(0.7)	(1.6)	(0.2)	(0.2)	(0.1)
	腹足類	0	4.24	0	0	0.81	4.48	9.32	0	0	0
	(%)	(0.0)	(53.3)	(0.0)	(0.0)	(0.4)	(2.9)	(5.1)	(0.0)	(0.0)	(0.0)
	二枚貝類	19.4	0.02	0.15	160.37	189.03	146.02	162.53	972.53	442.73	333.19
	(%)	(81.6)	(0.3)	(1.8)	(97.8)	(97.6)	(95.8)	(88.8)	(99.7)	(99.2)	(99.9)
甲殻類	3.04	3.40	6.65	1.03	0.20	0.78	4.29	0.61	0.23	0.10	
(%)	(12.8)	(42.7)	(78.0)	(0.6)	(0.1)	(0.5)	(2.3)	(0.1)	(0.1)	(0.0)	
その他	0	0.02	0.04	1.44	0.93	0.03	3.84	0.21	2.11	0.03	
(%)	(0.0)	(0.3)	(0.5)	(0.9)	(0.5)	(0.0)	(2.1)	(0.0)	(0.5)	(0.0)	

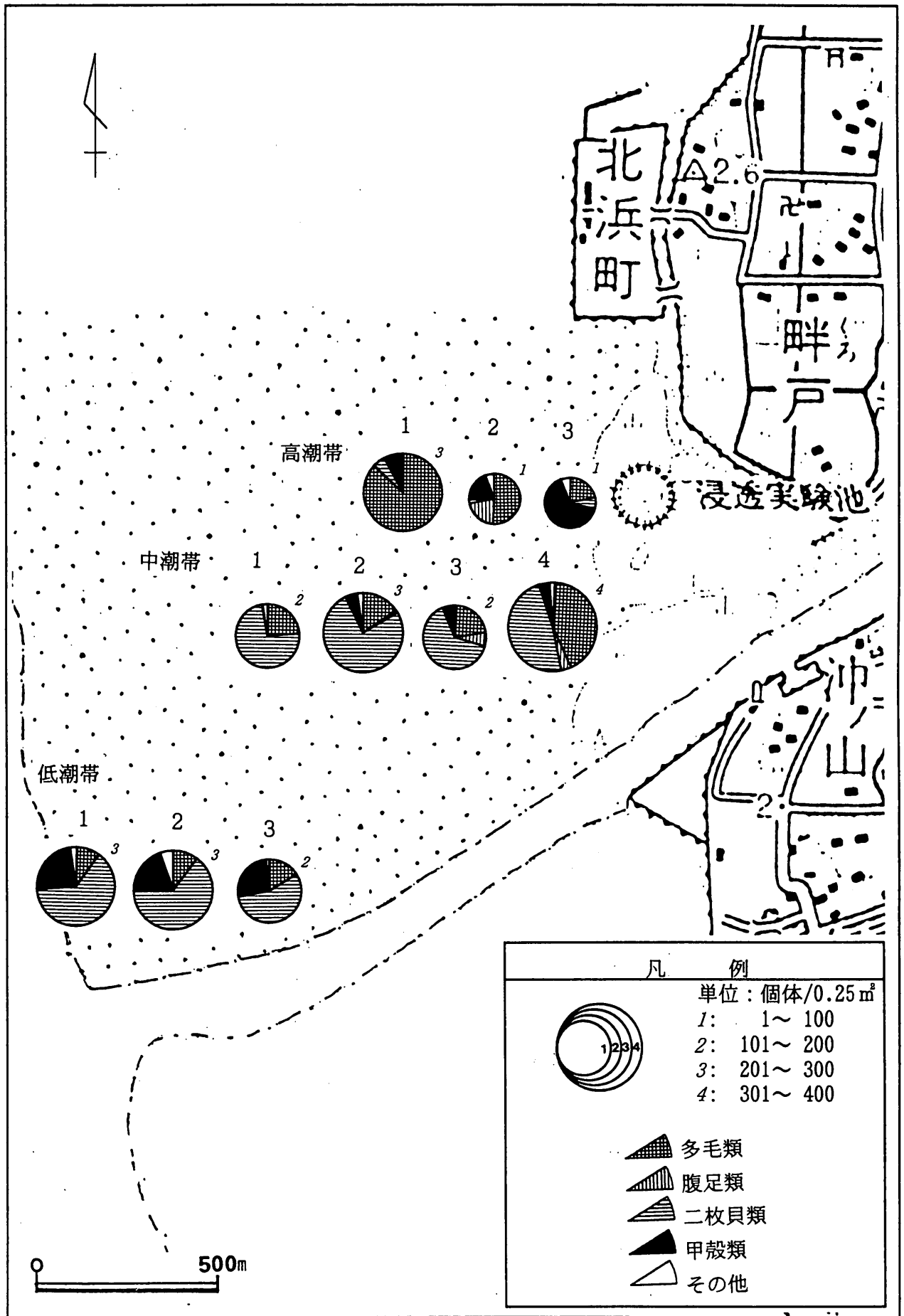


図37 小櫃川河口底生生物類別組成（個体数）

注）円グラフ右上の数字は個体数の階級を示す

ウ. 底生生物類別組成(湿重量)

底生生物類別組成結果(湿重量)は定量調査結果及び任意資料をあわせて作成した。その結果を表28、図38に示した。

出現湿重量は、15.29～788.35 g /0.25m²(平均：264.24 g /0.25m²)の範囲であり、高潮帯、中潮帯に比較して低潮帯で現存量は高い傾向を示していた。

類別組成をみると、高潮帯付近では、甲殻類、中潮帯付近では腹足類、中潮帯から低潮帯にかけては二枚貝が優占していた。

表28 底生生物類別組成結果(湿重量)

		単位：g/0.25m ²											
類別	地点	1	高潮帯	2	3	4	5	6	7	中潮帯	8	9	
多毛類		6.66	3.10	2.52	3.25	1.71	1.77	0.50	1.06	1.97	1.21	0.67	
腹足類		10.23	1.41	11.09	17.49	24.14	5.86	15.41	7.53	3.65	7.71	4.02	
二枚貝類		2.25	6.52	5.45	8.21	9.19	7.65	6.55	20.67	164.49	17.24	37.15	
甲殻類		-	4.36	1.30	0.21	0.07	0.01	0.27	0.19	1.58	1.77	0.58	
その他		-	0.02	0.13	0.07	0.01	-	-	0.70	1.56	0.00	0.01	
合計		19.14	15.41	20.49	29.23	35.12	15.29	22.73	30.15	173.25	27.93	42.43	
類別	地点	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	低潮帯
多毛類		2.61	1.31	1.47	0.47	1.19	1.42	2.73	1.32	1.62	0.90	1.30	1.28
腹足類		2.57	8.82	5.01	-	-	-	-	32.25	-	-	-	-
二枚貝類		93.75	277.37	444.23	500.52	378.25	409.23	784.35	536.45	684.69	134.99	737.29	582.82
甲殻類		2.54	0.02	0.56	0.74	0.95	4.23	1.27	3.06	-	0.12	0.00	0.31
その他		0.05	-	0.02	1.00	-	-	-	0.10	-	0.49	0.04	0.78
合計		101.52	287.52	451.29	502.73	380.39	414.88	788.35	573.18	686.31	136.50	738.63	585.19

注1)：高潮帯、中潮帯、低潮帯欄の数値は定量調査の高潮帯2地点、中潮帯3地点、低潮帯3地点の各平均値である。他の数字の欄は任意の調査地点の結果を示している。

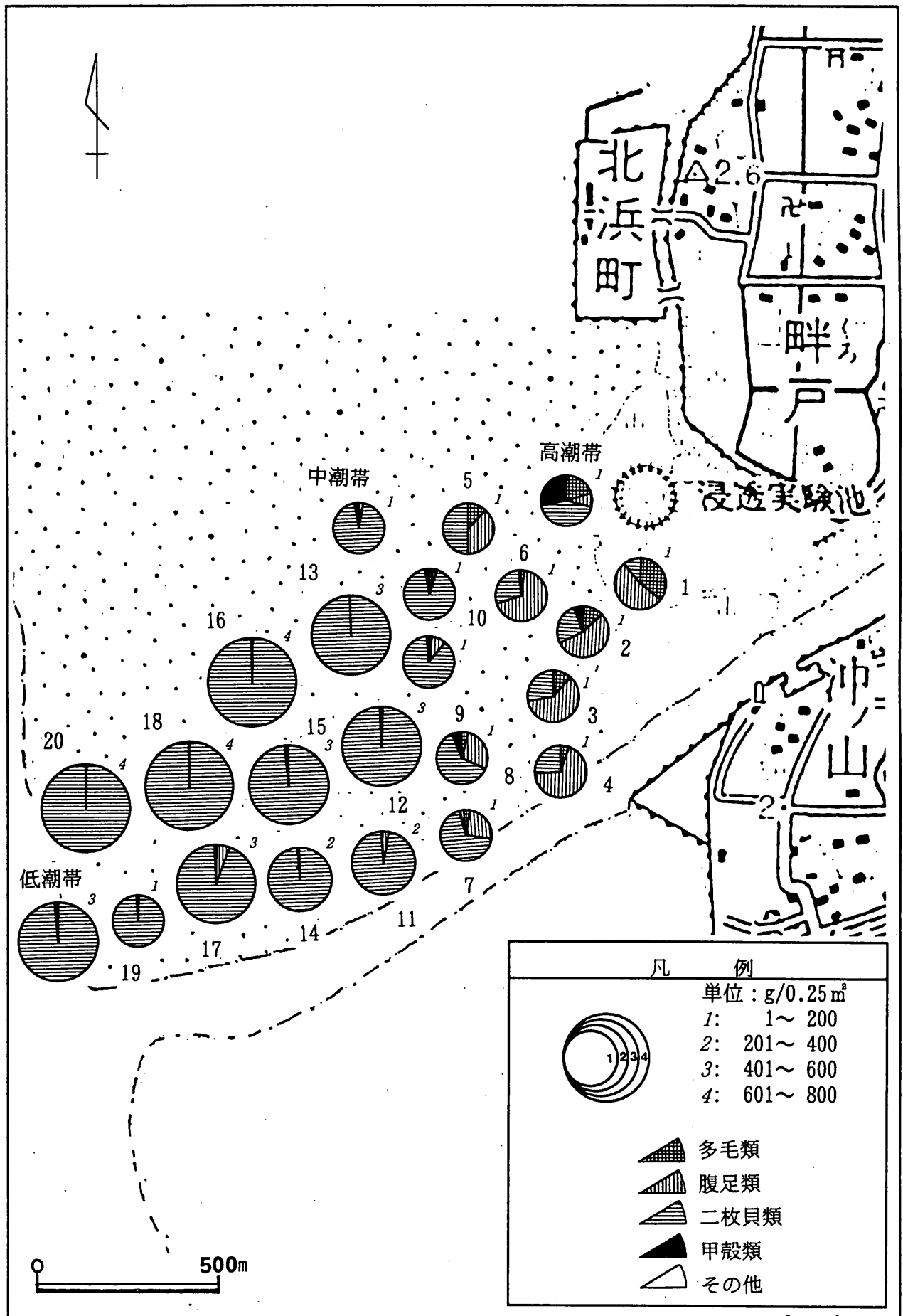


図38 小櫃川河口底生生物類別組成 (湿重量)

注1) 高潮帯、中潮帯、低潮帯のデータは定量調査結果の平均値を示す。他は任意の調査地点の結果を示す。

注2) 円グラフ右上の数字は湿重量の階級を示す。

iii) 鳥類調査

鳥類調査は本来長期調査が必要であり、一般に、種類数が多く出現する季節は夏季以降であるとされている。今回の調査時期では潮干狩りの時期に当たっていたため多くの遊漁者が見受けられ、鳥類の出現種は限られると予想していた。本調査では限られた期間内で干潟に出現した鳥類の目視観察結果を作成した。

目視観察結果を表29に示し、その分布を図39に示した。出現種数は、ペリカン目1種、コウノトリ目1種、ガンカモ目1種、ワシタカ目1種、チドリ目1種およびスズメ目5種の合計10種である。干潟に多く出現した種はチドリ目のカモメとスズメ目のムクドリであり、特に、カモメは低潮帯付近のマウンドで摂餌および休息している。また、夕暮れ時にはムクドリが中潮帯ないし高潮帯付近で多く確認された。後背地にはスズメなどが多く確認され、特に浸透実験池はカワウの営巣場所、カモ類の休息場となっていた。

表29 鳥類目視観察結果

NO	目	科	種名	出現状況	備考
1	ペリカン	ウ	カワウ	◎	営巣・飛行
2	コウノトリ	サギ	コサギ	○	摂餌・飛行
3	ガンカモ	ガンカモ	キンクロハジロ	○	後背地
4	ワシタカ	ワシタカ	トビ	○	後背地・飛行
5	チドリ	カモメ	カモメ	◎	摂餌・休息
6	スズメ	ヒヨドリ	ヒヨドリ	○	後背地
7		ハタオリドリ	スズメ	◎	後背地
8			ムクドリ	◎	後背地・飛行
9		カラス	ハシボソガラス	○	後背地
10	ハシブトガラス		○	後背地・飛行	

◎は多数、○は単独かあるいは数羽。

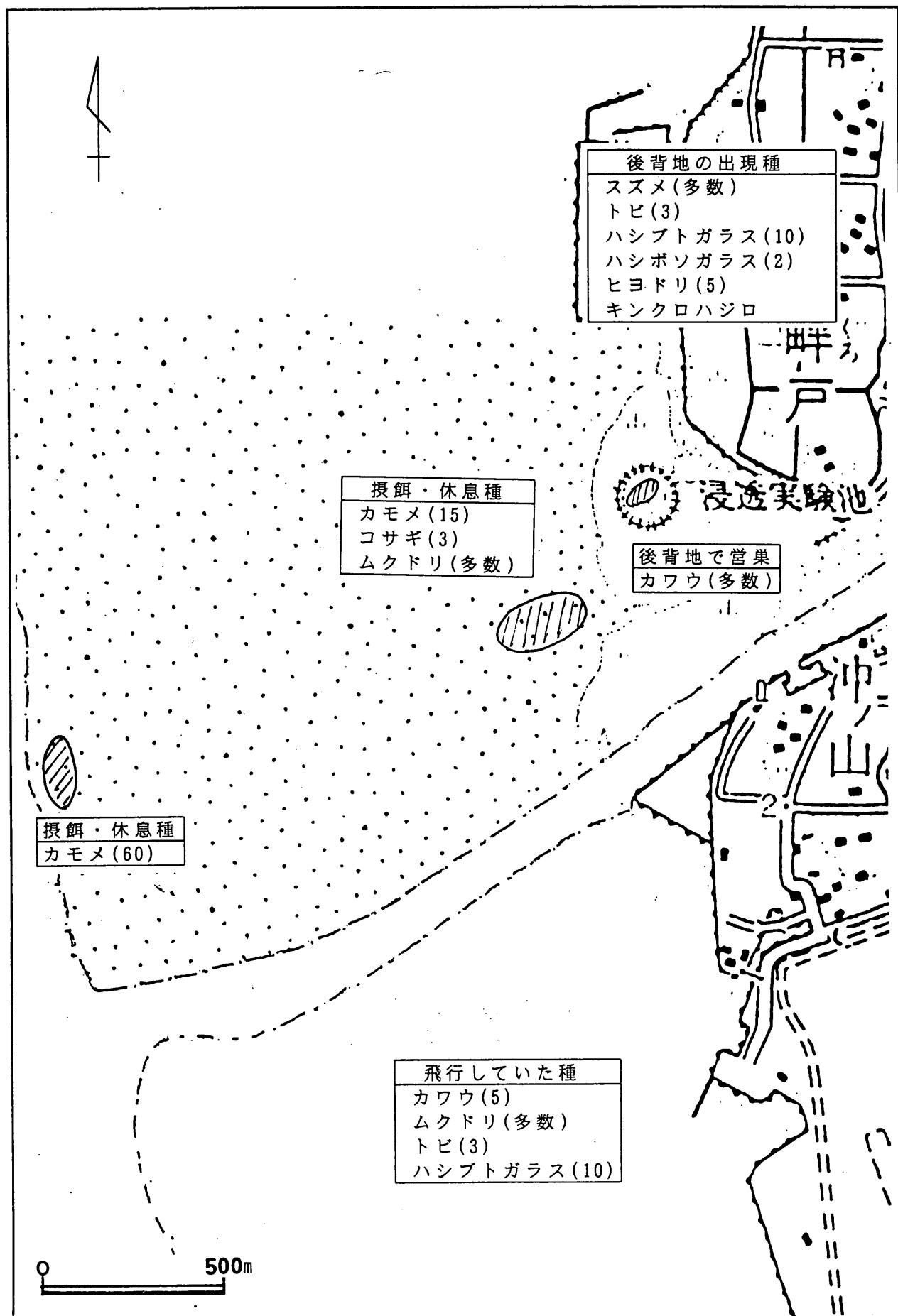
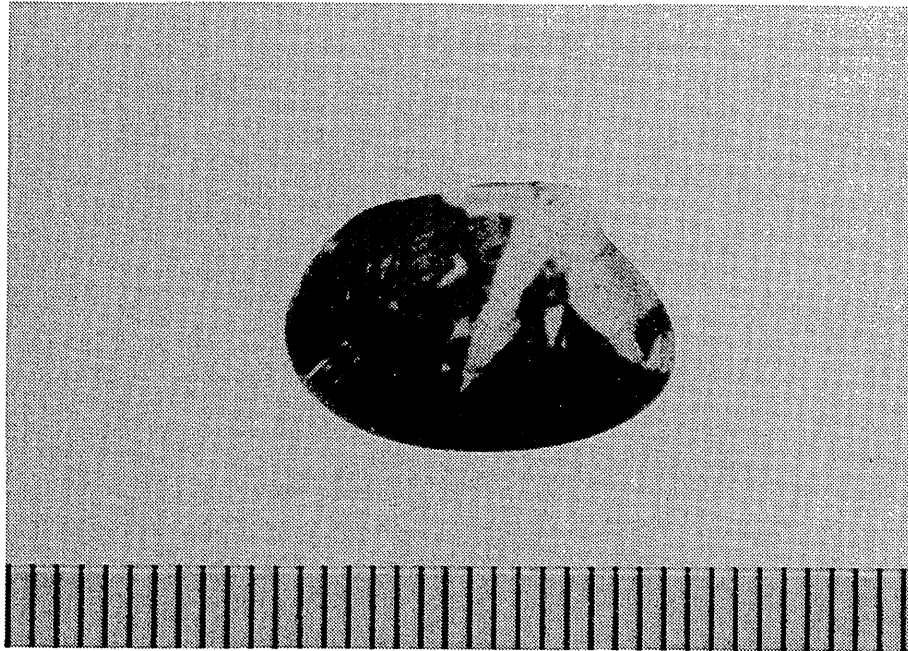
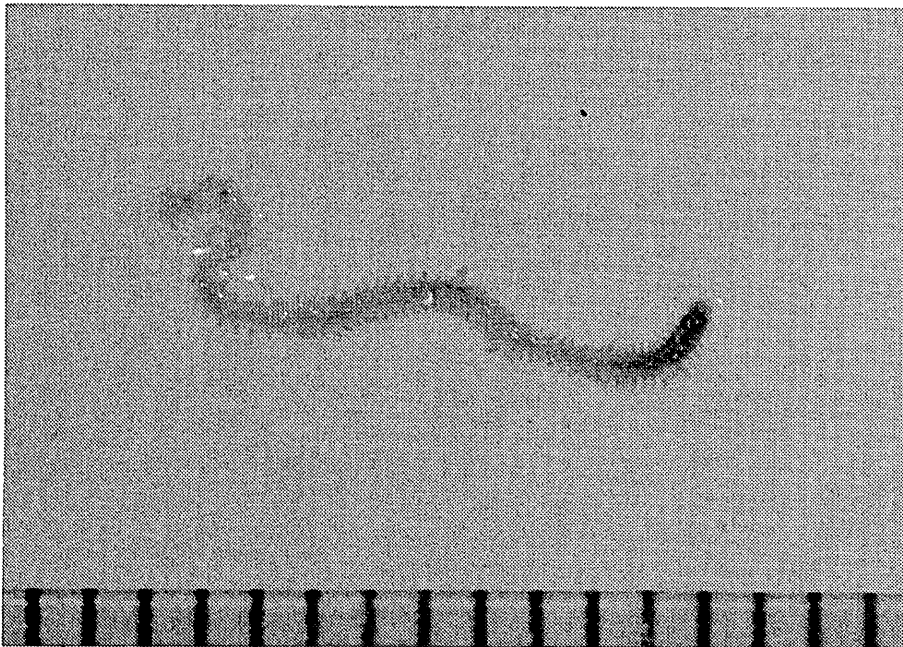


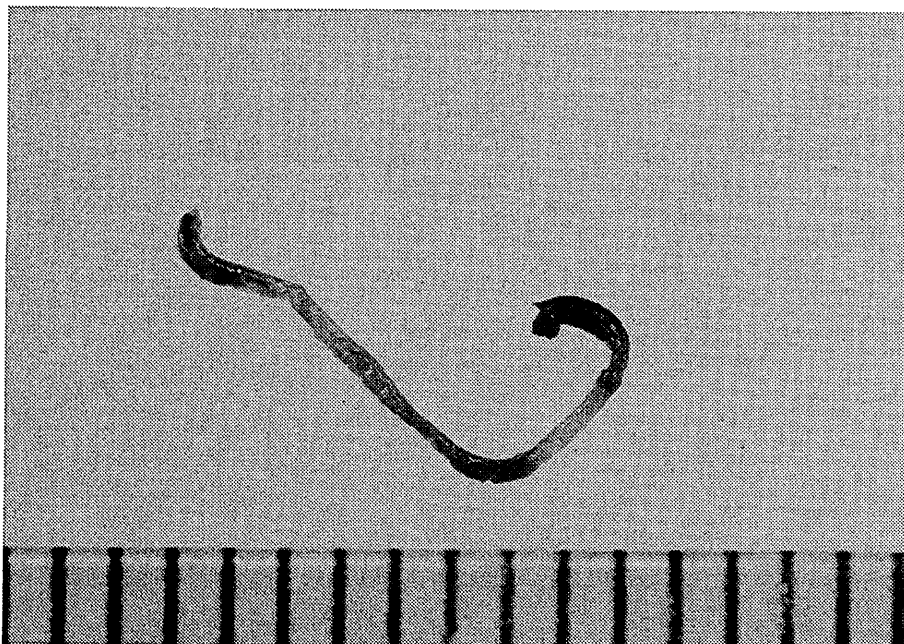
図39 小櫃川河口干潟鳥類分布



小櫃川河口干潟
底生生物優占種
軟体動物
アサリ



小櫃川河口干潟
底生生物優占種
環形動物
ゴカイ



小櫃川河口干潟
底生生物優占種
環形動物
Heteromastus sp.
(イトゴカイ科の一種)

(7) 調査結果のまとめ

(7)-1. 八代干潟

八代干潟は、八代海の最奥部に広がる球磨川河口の大規模干潟の一部である。干潟部は河口の左右両岸および中州とに分布している。両岸ともコンクリート護岸化されており護岸基部が高潮帯に当たっている。中潮帯から低潮帯までは約1/50の勾配の平坦でなだらかな地形となっている。干潟の護岸部付近および球磨川流軸に近い部分の底質は軟泥であるが、全般的には砂泥質の干潟である。

生物の分布状況は、右岸、左岸ともに護岸周辺の軟泥質にはヤマトオサガニが多くみられ、散在するマウンド部ではチゴガニやコメツキガニが優占している。全般にニホンスナモグリ、アナジャコが広く分布し、流軸側の軟泥域ではイトゴカイ科も多く分布している。右岸では護岸に沿った滞筋にトビハゼが確認され、左岸の低潮帯にマガキ礁がみられるのが特徴的である。

成帯構造は、右岸のL2でややみられるものの、全般に地形が平坦なため泥質干潟特有のニホンスナモグリ、アナジャコ、多毛類の優占する底質性状を反映した分布構造である。

酸化層は、底質を反映し泥質の占める割合が高い場所では薄く、砂分の占める割合が高い場所では厚くなっている。酸化層の厚い所ではチゴガニ、コメツキガニなどの生息場所となっている。

定量調査の底生生物の種類数は、環形動物24種、軟体動物18種、節足動物30種およびその他8種の合計80種である。全般に中潮帯、低潮帯で種類数は多い。また、個体数は94~519個体/0.25m²、湿重量は2.75~47.90g/0.25m²の範囲にあり、個体数では低潮帯に向かうに従い多く、湿重量では個体の大きな二枚貝が出現した地点で高い傾向にある。

個体数からみた優占種は、多毛類のイトゴカイ科が最も多く、次いで十脚類の *Upogebia* sp. (アナジャコ科の一種)、端脚類の *Uronhoe* sp. (マルソエビ科の一種) および十脚類のニホンスナモグリの4種が挙げられる。

類別の個体数組成は全般に多毛類と甲殻類でほとんどを、湿重量の類別組成は全般に二枚貝類と甲殻類でほとんどを占めている。湿重量の甲殻類はニホンスナモグリとアナジャコ科である。

鳥類の目視観察では6目、12科、19種が確認され、干潟上で策餌や摂餌行動が目視され、干潟は餌場として機能していることが確認される。

(7)-2. 小櫃川河口干潟

小櫃川河口干潟は、東京湾中央東岸の小櫃川河口に広がるデルタ状干潟であり、河口湿地と前浜干潟からなる海岸構造はわが国の典型的な内湾河口地形である。この干潟は東京湾に残る最大の前浜干潟である盤洲干潟に含まれており、保存価値が極めて高いとされている干潟の一つである。本調査の対象範囲とした干潟部は河口の右岸部分で、高潮帯から低潮帯に至る地形勾配は約1/100と緩傾斜である。小櫃川分岐流の河口部にシルト分の多い軟泥域が分布するものの、全般的には砂分の多い砂泥質の干潟である。

生物の分布状況は、高潮帯の小櫃川支流河口の軟泥質にはヤマトオサガニが多くみられ、砂泥域ではコケゴカイ、ホソウミニナが多く分布している。中潮帯からはウメノハナガイモドキ、アサリ、シオフキガイ、ニホンスナモグリ、オフエリアゴカイおよびチロリ科などが多くみられる。また、低潮帯付近のタイドプールにはオゴノリが点生し、マウンドでは個体サイズの大きなバカガイが多くみられるのが特徴である。

地形勾配は小さいものの、マウンドやタイドプールが存在して起伏に富んでおり、成帯構造が認められる。高潮帯の上部はヤマトオサガニ、コケゴカイの生息域で、高潮帯から中潮帯にまたがってホソウミニナ、ウメノハナガイモドキ、オフエリアゴカイ、チロリ科が、中潮帯から低潮帯にかけてはアサリ、シオフキガイ、ブンブクヤドリガイ科、マテガイの生息域となっている。低潮帯はバカガイおよび海藻のオゴノリの主たる生息域となる。

酸化層は、高潮帯、中潮帯では薄く、砂分の占める割合が高い低潮帯では厚い。酸化層の厚い低潮帯ではバカガイなどの二枚貝類のよい生息場所となっている。

定量調査の底生生物の種類数は、環形動物20種、軟体動物13種、節足動物19種およびその他4種の合計56種である。全般に中潮帯で種類数は多い。また、個体数は90～343個体/0.25 m²、湿重量は7.96～975.76 g/0.25 m²の範囲にあり、個体数は種類数と同様に中潮帯で多く、湿重量ではバカガイの多く出現した低潮帯で高い値となっている。個体数からみた優占種は、二枚貝のアサリが最も多く、次いでブンブクヤドリガイ科、多毛類の *Heteromasutasu* sp. (トゴカイ科の一種)、ゴカイおよび二枚貝のバカガイの5種が挙げられる。

類別の個体数組成は、高潮帯では多毛類、中潮帯では多毛類と二枚貝類、低潮帯では二枚貝類と甲殻類が占めている。湿重量の類別組成は、高潮帯では甲殻類、中潮帯付近では腹足類、中潮帯から低潮帯にかけては二枚貝類でほとんどを占めている。

鳥類の目視観察では6目、8科、10種が確認され、干潟上で策餌行動が目視され、干潟は餌場として機能していることが確認される。

(7)-3. 両干潟の比較

両干潟を比較するとその違いは以下のとおりである。

- ① 八代干潟は泥分のやや多い砂泥干潟であり、小櫃川河口干潟は砂分の多い砂泥干潟である。
- ② 八代干潟の地形勾配は約1/50、小櫃川河口干潟は約1/100と、小櫃川河口干潟の方が地形はなだらかである。
- ③ 成帯構造は、八代干潟では認められないものの、小櫃川河口干潟では明瞭に認められる。
- ④ 定量調査による底生生物の総出現種類数は、八代干潟では80種、小櫃川河口干潟では56種と八代干潟が多い。
- ⑤ 定量調査による底生生物の総出現個体数は八代干潟でやや多く、総湿重量をみると小櫃川河口干潟の方が多くなっている。
- ⑥ 類別組成は、八代干潟では高潮帯から低潮帯まで同類で占められるが、小櫃川河口干潟では高潮帯、中潮帯、低潮帯で異なっている。
- ⑦ 鳥類出現種は、八代干潟で19種、小櫃川河口干潟で10種と八代干潟が多い。
- ⑧ 八代干潟は、大規模なカキ礁やトビハゼが出現するのが特徴的である。
- ⑨ 小櫃川河口干潟は、低潮帯付近で個体サイズの大きな水産有用種のバカガイ、アサリが多く分布しているのが特徴的である。

表30 八代干潟と小櫃川河口干潟の特徴の比較

特 徴	八代干潟	小櫃川河口干潟
底質	泥分の多い砂泥干潟	砂分の多い砂泥干潟
地形勾配	約 1 / 5 0	約 1 / 1 0 0
成帯構造	不明瞭	明 瞭
総出現種類数	8 0 種	5 6 種
総出現個体数	3 5 8 8	1 9 2 1
総湿重量	2 1 4 . 2 5 g	2 4 8 8 . 8 2 g
鳥類の出現種類数	1 9 種	1 0 種
その他の特徴	大規模なカキ礁あり。 トビハゼがみられる。	低潮帯付近にサイズの 大きいバカガイ、アサリ が多く分布している。

4. 調査手法の改善点

平成10年度の調査に用いる干潟生物調査手法(案)(以下「調査手法案」という。)は、調査手法試案を以下の点に留意して改訂した。

*現地作業を円滑で無駄なく進めるのに役立つと考えられる留意事項を付記する。

*調査方法の改善

改訂の対象としたのは(2)調査内容、(2)-2 調査方法、(2)-4 解析評価の2箇所、具体的な改訂内容は以下の通りである。

i) 砂・泥質の干潟(歩行可能)

まずア. 定性調査(目視観察)に係わる留意事項として以下の6点を付記した。

- ・ジグザグルートのはじめはできるだけ調査対象域の最上部の生物群集が分布している場所を選ぶように留意する。例えば潮上帯のヨシ群落、護岸基部のタマキビ類群集分布地点、アカテガニ・ベンケイガニ群集分布地点など。
- ・干潟は平坦で距離感がつかみにくいため、任意のルートの設定に当たっては、最初に基点から汀線方向に50m毎に目印のポール(園芸用の1.5m程度のもの)などを直線状に並べて設置すると観察地点の位置の把握に便利である。
- ・目印ポールの設置は潮が引き始める時刻になったら潮間帯上部から開始すると、作業時間を合理的に使うことができる。
- ・現地に潮位表を携帯し、潮の引き加減と時間から中潮帯の位置および地形勾配の決定の参考とする。
- ・観察野帳は耐水紙を用いるほうがよい。
- ・砂泥干潟の場合、歩行観察の困難な場所が見られることがあるので、事前に漁組や漁業者から情報を得ておくことは有効である。

また定性調査の中のa. 底質分布については底質の種類を明記し、c. 地形的特徴については干潟後背地の植生観察の範囲を調査手法試案では陸側100mと指示したものを、調査手法(案)では満潮線付近に限定した。d. 生物の分布・出現状況については海藻・草類が分布する場合の観察についての指示を明確な内容に改めた。

更に現場作業に関する細かな留意事項として以下の4点を付記した。

- ・特に潮上帯最上部に分布する腹足類は見落としやすいので注意して観察する。
- ・目視観察で歩行中、サンプリングの必要性のある生物が発見された場合に備え、小さなビニール袋を携行すると便利である。
- ・底質(泥、砂)の判断の際、100ml程度のガラス瓶に試料と海水をいれて攪拌しても良い。
- ・海岸に分布する植物名の判定に当たっては、小型のハンディな図鑑を携行するとよい。

例 ①高山・海岸の植物(自然観察シリーズ5); 牧野晩成著, 小学館

②野に咲く花(山溪ハンディー図鑑1); 林弥栄監修, 山と溪谷社

次にイ. 定量調査に関しては、①大干潟の場合および②中・小干潟のマクロベントス分析試料の任意採集地点数が、調査手法試案では20点としていたものを調査手法(案)では中・小干潟については大干潟と同等でなくてよいとの判断から15点とした。現地でのマクロベントスの分析試料作成については、調査手法試案では1枠毎にポリ瓶に収納するよう指示したものを、調査手法(案)では4枠分を1つの袋に収納するよう改めた。また、任意の地点(大干潟では20点、中・小干潟では15点)で採集した試料の分類群別の出現総個体数と総湿重量の測定を、調査手法試案では現地仮設の実験室で行うよう指示したものを調査手法(案)では特に条件を付けず実験室内であれば良いと改めた。さらに、調査手法試案では環境悪化の程度を示す指標種が採集された場合はその総個体数、総湿重量の測定を行うよう指示したが、調査手法(案)ではWWF Japan Science Report Vol. 3に示す注目すべき種(絶滅、絶滅寸前、危険、希少等)に変更した。

留意事項としては大干潟、中・小干潟に共通して以下の5点を付記した。

- ・道具類を小型のプラスチック製ソリや背負籠(しよいこ)に乗せて移動すると便利である。
- ・サンプルの収納は、ポリ瓶は嵩張るため布袋あるいは厚手のビニール袋を用いた方が便利である。
- ・採取地点はガムテープ等で作ったラベルにマジックインクで記入し、試料と一緒にビニール袋の中に入れておくと確実である。
- ・底質をフルイにかける時は、試料採取地点の付近に大きな穴を掘りそこに浸みだした海水で行うと海水を運ぶ手間が省けてよい。
- ・方形箱内の底質を掘り取る移植ごてのほかに穴掘り用の頑丈な大型スコップは必需品である。

ii) 超軟泥干潟の場合(歩行不可能)

まずア. 定性調査(目視観察)について以下の留意事項6点を付記した。

- ・歩行可能なルートのはじめはできるだけ調査対象域の最上部の生物群集が分布している場所を選ぶように留意する。例えば潮上帯のヨシ群落、護岸基部のタマキビ類群集分布地点、アカテガニ・ベンケイガニ群集分布地点など。
- ・干潟は平坦で距離感がつかみにくいため、滞筋などの基点から汀線方向に50m毎に目印のポール(園芸用の1.5m程度のもの)などを並べて設置すると観察地点の位置の把握に便利である。
- ・目印ポールの設置は潮が引き始める時刻になったら潮間帯上部から開始すると、作業時間を合理的に使うことができる。
- ・現地に潮位表を携帯し、潮の引き加減と時間から中潮帯の位置および地形勾配の決定の参考とする。
- ・観察野帳は耐水紙を用いるほうがよい。
- ・泥干潟の場合、滞筋でも歩行観察の困難なことが多いので、事前に漁組や漁業者から情報

を得ておくことは有効である。

また定性調査の中の a. 底質分布については底質の種類を明記し、c. 地形的特徴については干潟後背地の植生観察の範囲を調査手法試案では陸側 100 m と指示したものを、調査手法(案)では満潮線付近に限定した。d. 生物の分布・出現状況については海藻・草類が分布する場合の観察についての指示を明確な内容に改めた。

更に現場作業に関する細かな留意事項として以下の 4 点を付記した。

- ・特に潮上帯最上部に分布する腹足類は見落としやすいので注意して観察する。
- ・目視観察で歩行中、サンプリングの必要性のある生物が発見された場合に備え、小さなビニール袋を携行すると便利である。
- ・底質(泥、砂)の判断の際、100ml 程度のガラス瓶に試料と海水をいれて攪拌しても良い。
- ・海岸に分布する植物名の判定に当たっては、小型のハンディな図鑑を携行するとよい。

例 ①高山・海岸の植物(自然観察シリーズ 5); 牧野晩成著, 小学館

②野に咲く花(山溪ハンディー図鑑 1); 林弥栄監修, 山と溪谷社

イ. 定量調査の①大干潟の場合および②中・小干潟のマクロベントス分析試料の任意採集地点数についての指示が、調査手法試案では 20 点としていたものを調査手法(案)では中・小干潟については大干潟と同等ではなくてよいとの判断から 15 点とした。現地でのマクロベントスの分析試料作成については、調査手法試案では 1 枠毎にポリ袋に収納するよう指示したものを、調査手法(案)では 4 枠分を 1 つの袋に収納するよう改めた。また任意の地点(大干潟では 20 点、中・小干潟では 15 点(調査手法試案で 20 点(P. 66)))で採集した試料の分類群別の出現総個体数と総湿重量の測定を、調査手法試案では現地仮設の実験室で行うよう指示したものを調査手法(案)では特に条件を付けず実験室内であれば良いと改めた。さらに、調査手法試案では環境悪化の程度を示す指標種が採集された場合はその総個体数、総湿重量の測定を行うよう指示したが、調査手法(案)では WWF Japan Science Report Vol. 3 に示す注目すべき種(絶滅、絶滅寸前、危険、希少等)に変更した。

ウ. 鳥類観察調査

調査手法試案の内容を全面的に改め、以下のように改訂した。

“飛来する鳥類の種類については、環境庁野生生物課で実施している「シギ・チドリ定点調査」等のような既存の調査資料を利用するものとする。”

(2)-4. 解析評価

調査手法試案の指示内容を調査手法から削除した。

5. 干潟生物調査手法（案）

（1）調査方針

（1）-1. 調査目的

日本全国の干潟の生物学的な類型区分等を目指し

- ① 全国の代表的な干潟を対象に、生物群集に関する基礎的データを集積し、干潟の生物学的な類型区分等について検討する。
- ② 全国調査に必要な簡便な調査項目・手法(都道府県委託レベル)の確立を目指す。ことを目的とする。

（1）-2. 調査期間

平成9年度～平成12年度

（1）-3. 調査時期

原則として9月を中心とした大潮期

（2）調査内容

（2）-1. 調査項目(表31)

i) 砂・泥質の干潟(歩行可能)

ア. 定性調査(目視観察)

- a. 底質分布
- b. 臭気
- c. 地形的特徴の観察
- d. 生物の分布・出現状況

イ. 定量調査

- a. 底質の酸化層の厚さ
- c. マクロベントス

ウ. 鳥類観察調査

ii) 超軟泥質の干潟(歩行不可能)

ア. 定性調査(目視観察)

- a. 底質分布
- b. 臭気
- c. 地形的特徴の観察
- d. 生物の分布・出現状況

イ. 定量調査

a. マクロベントス

ウ. 鳥類観察調査

表31 調査項目と収集データ一覧

調査項目		収集データ
定性調査	底質分布 臭気, 付着藻類 地形的特徴 生物の分布・出現状況	底質分布 底質分布 干潟の微地形 表生生物の水平分布状況と帯状分布構造
定量調査	底質 マクロベントス	酸化層の深さ (大千潟 5 2 地点, 中小干潟 2 5 地点) 種類毎の個体数と湿重量 (大千潟 3 2 地点, 中小干潟 1 0 地点) 分類群毎の総個体数と総湿重量 (大千潟 5 2 地点, 中小干潟 2 5 地点)
鳥類観察	既存資料の利用	種類数と数量 (季節毎), 利用状況 (索餌場、休息場), 稀少種・絶滅危惧種等の出現状況

(2)-2. 調査方法

i) 砂・泥質の干潟(歩行可能)

ア. 定性調査(目視観察)

以下に示す干潟の様々な特徴の平面的分布状況を、目視観察により定性的に把握する。

調査に当たっては現地状況に応じた任意のジグザグ状ルートを適宜選定し、双眼鏡を用いてルートの両側約50mの範囲を観察する。

留意事項

- ・ジグザグルートの起点はできるだけ調査対象域の最上部の生物群集が分布している場所を選ぶように留意する。例えば潮上帯のヨシ群落、護岸基部のタマキビ類群集分布地点、アカテガニ・ベンケイガニ群集分布地点など。
- ・干潟は平坦で距離感がつかみにくいため、任意のルートの設定に当たっては、最初に基点から汀線方向に50m毎に目印のポール(園芸用の1.5m程度のもの)などを直線状に並べて設置すると観察地点の位置の把握に便利である。
- ・目印ポールの設置は潮が引き始める時刻になったら潮間帯上部から開始すると、作業時間を合理的に使うことができる。
- ・現地に潮位表を携帯し、潮の引き加減と時間から中潮帯の位置および地形勾配の決定の参考とする。
- ・観察野帳は耐水紙を用いるほうがよい。

・砂泥干潟の場合、歩行観察の困難な場所が見られることがあるので、事前に漁組や漁業者から情報を得ておくことは有効である。

なお任意のルート選定に際して大干潟(300ha以上)と中干潟(100~300ha)・小干潟(100ha以下)とではそれぞれ以下の点に留意する(図40参照)。

① 大干潟(300ha以上)

調査範囲の両端付近および中央部の2地点の計4地点で、干潟の最上部(陸側)から最下部(海側)に向かって、滞筋や潮溜まり、凸地等の地形状況を充分チェックできるようなジグザグ状のルートを設定する。

② 中干潟(100~300ha)、小干潟(100ha以下)

調査範囲の干潟の最上部(陸側)から最下部(海側)に向かって斜め方向に横切ることを原則とし、滞筋や潮溜まり、凸地等の地形状況を充分チェックできるようなジグザグ状のルートを設定する。

a. 底質分布

干潟において底質の種類(転石、礫、砂、泥、軟泥、砂泥)がどのような状況で分布しているかを目視観察し、概略の底質分布を後述の干潟の微地形図中に記入する。

転石 拳大以上の石

礫 粒径2 mm以上

砂 粒径0.1~2 mm 水中で攪拌するとすぐ沈殿する。

泥 粒径0.1mm以下 水中で攪拌しても沈殿しにくい。

軟泥 泥質が極めて軟質で膝当たり迄没し歩行が困難な場合。

砂泥 砂と泥の混合。

b. 臭気

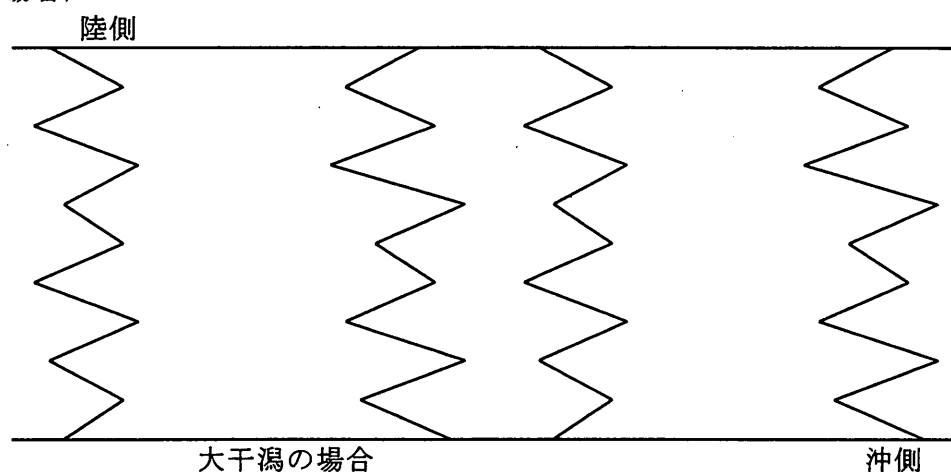
各底質区の任意の複数の点において臭気(衛生試験法注解 4.1.1.1(5))を適宜観察し、底質分布図中に備考として記入する。

c. 地形的特徴の観察

干潟における流入河川の流路、滞、潮溜まり、凸地(マウンド)などの微地形的特徴および満潮時・干潮時の汀線の位置の概略を目視観察によって確定し、干潟の微地形図を作成する。

なお潮上帯の満潮線付近に植物群落が分布する場合は、その位置と規模、群落名を記録し、微地形図中に記入する。群落名は優占種名を冠したものとする(ex. アッケシソウ群落、ハママツナ群落、アイアシ群落等)。

〈大干潟の場合〉



〈中・小干潟の場合〉

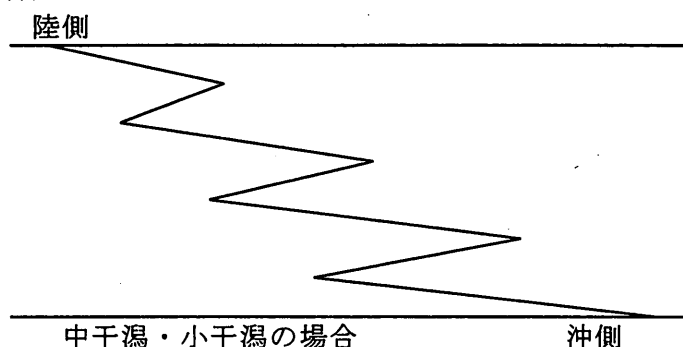


図40 任意の目視観察ルート選定模式図

d. 生物の分布・出現状況

調査範囲内における概略の表生生物の水平分布状況(図41参照)を目視観察により作図する。海草・藻類が密に分布する場合は典型的な10ヶ所において種類毎の被度(1m×1m方形枠内)を記録・撮影する。疎らに点生する場合はその程度(50m×50m 当たり何ヶ所)を記録する。打ち上げられた海草・藻類がみられた場合はその状況(種類、位置、形状)を記録し、代表的な例を3～4ヶ所撮影する。

補完的な情報として、後述する定量調査点および任意の調査点の周辺で、動物の巣穴や糞塊・排出土の分布密度(1地点当たり50cm×50cm 方形枠を4ヶ所)も適宜、撮影、記入する。なお巣穴や糞塊・排出土の形状によって種類の推定が可能なものについては種名を記録する。但し小さな巣穴の場合は甲殻類ニホンスナモグリによるものか、ゴカイ科多毛類によるものかをスコップで掘って確認する。

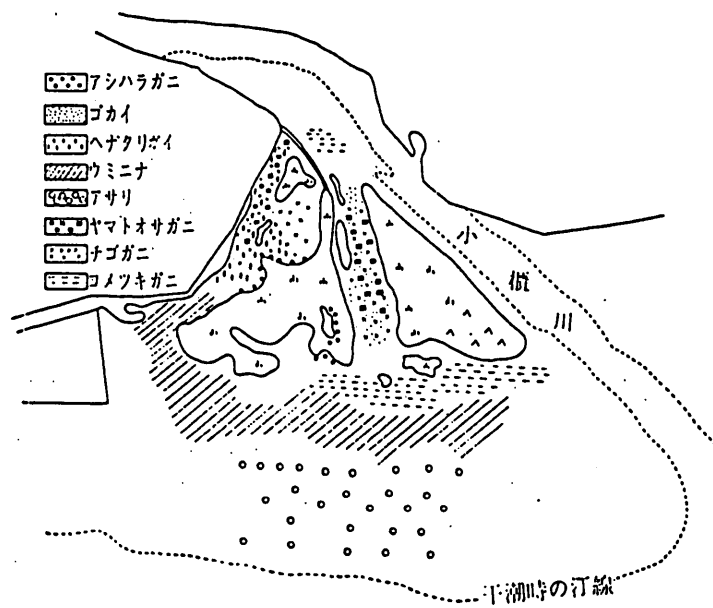


図41 千葉県小櫃川河口周辺の干潟における代表的な底生動物の分布
 (干潟の生物観察ハンドブック, 1974; 秋山・松田)

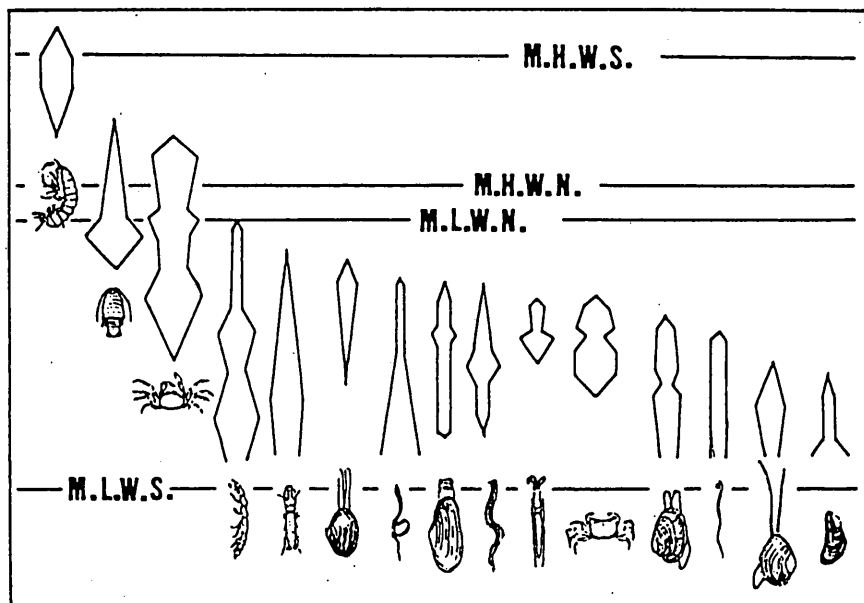


図42 干潟底生動物の成帯構造 (九十九里海岸、一宮川河口干潟の例)
 (河口・沿岸域の生態学とエコテクノロジー, 1988; 栗原)

なおジグザグルートを目視観察および後述の定量調査の結果を基に、潮上帯から潮下帯にかけての生物の帯状分布構造(図42参照)を作図する。

留意事項

- ・特に潮上帯最上部に分布する腹足類は見落としやすいので注意して観察する。
- ・目視観察で歩行中、サンプリングの必要性のある生物が発見された場合に備え、小さなビニール袋を携行すると便利である。
- ・底質(泥、砂)の判断の際、100ml 程度のガラス瓶に試料と海水をいれて攪拌しても良い。
- ・海岸に分布する植物名の判定に当たっては、小型のハンディな図鑑を携行するとよい。

例 ① 高山・海岸の植物(自然観察シリーズ5); 牧野晩成著, 小学館

② 野に咲く花(山溪ハンディー図鑑1); 林弥栄監修, 山と溪谷社

イ. 定量調査

① 大干潟の場合

4地点における任意のルートのそれぞれにおいて潮間帯上部で2点、潮間帯中部で3点、潮間帯下部で3点の計32点において、底生生物(マクロベントス)の定量的分析のための試料を採集する。

a. 底質の酸化層の厚さ

上記の32地点および任意の20地点において、口径50mm 程度の透明なパイプを干潟基底に打ち込んで底質のコアサンプルを採取し、酸化層の厚さ(表面からの距離)を測定する。パイプを打ち込む深さは還元層までとする。

b. マクロベントス

上記の32地点において、25cm × 25cm × 15cm の方形箱を用いて深さ15cm までの底質を1地点当たり4枠(合計50cm × 50cm × 15cm)採取する。なお15cm 以深の底質中に大型多毛類の生息が認められた場合は更に30cm の深さまでの底質を採取する。採取した底質は1 mm メッシュのフルイを用いて底質中の生物をふるい分け、4枠分の試料をまとめて収納し、10%中性ホルマリン海水で固定し、実験室に持ち帰って、全量の湿重量の測定の後、生物のソーティング、種の同定、計数、湿重量の計測を行う。また1 mm メッシュを通らずに残った生物以外のものうち砂礫以外のもの(プラスチック片、貝殻片、枯葉、木片等)の内容およびその重量を記録する。

また、この32地点以外の任意の20地点^{*1}において同様の要領で底生生物の試料を採

*1: 任意の20地点の選定に際しては、4本の設定ルートの間を補完すると同時に潮間帯上・中・下の各部位に均等に配分されるよう留意する。

分類群	代表種	底質		
		砂質	砂泥質	泥質
多毛類	ゴカイ			
	スゴカイ			
腹足類	ウミニナ*			
	アラムシロガイ			
	ツメタガイ			
	ゴマフタマガイ			
	バイ			
	キサゴ*....			
二枚貝類	カワアイガイ			
	ツララガイ			
	アサリ*			
	シオフキガイ			
	ハイガイ			
	オキシジミガイ			
	テリザクラガイ			
	アゲマキガイ*			
	ハナモグリガイ			
	マテガイ			
	ソトオリガイ			
	バカガイ			
	サルボウガイ			
	ハマグリ			
甲殻類	スナガニ			
	コメツキガニ			
	チゴガニ			
	ヤマトオサガニ*			
	アシハラガニ(河口、潟湖)*			
	シオマネキ(河口、潟湖)			
その他	ニンジンイソギンチャク			
	海草 アマモ			
	コアマモ			
	海藻 オゴノリ			
	ハネモ			

図43 底質と生物の分布
(干潟に優占する分類群；多毛類、腹足類、二枚貝類、甲殻類の4群)

*各分類群の中の代表的で一般的によく知られている種

取し、現地にて1 mm メッシュのフルイを用いて底質中の生物をふるい分け、10% 中性ホルマリン海水で固定し、実験室で分類群別(図43参照)の出現総個体数と総湿重量を測定する。

ただし、WWF Japan Science Report Vol. 3 に示す注目すべき種(絶滅、絶滅寸前、危険、希少等; 表32; 140p 参照)が採集された場合はその総個体数および総湿重量の測定を行う。

湿重量測定の際は濾紙上で体表の自由水を除去した後に測定する。二枚貝の場合には殻を少しこじ開け殻内の自由水を流出させ、濾紙上に水が出てこなくなくなるまで水分を除いてから測定する。

留意事項

- ・ 道具類を小型のプラスチック製ソリや背負籠(しよいこ)に乗せて移動すると便利である。
- ・ サンプルの収納は、ポリ瓶は嵩張るため布袋あるいは厚手のビニール袋を用いた方が便利である。
- ・ 採取地点はガムテープ等で作ったラベルにマジックインクで記入し、試料と一緒にビニール袋の中に入れておくと確実である。
- ・ 底質をフルイにかける時は、試料採取地点の付近に大きな穴を掘りそこに浸みだした海水中で行うと海水を運ぶ手間が省けてよい。
- ・ 方形箱内の底質を掘り取る移植ごてのほかに穴掘り用の頑丈な大型スコップは必需品である。

② 中・小干潟の場合

陸から沖方向に調査範囲を斜めに横切るジグザグ状のルートに沿って、潮間帯上部で3点、中部で4点、下部で3点の計10地点において底生生物(マクロベントス)の定量的分析のための試料を採集する。

a. 底質の酸化層の厚さ

上記の10地点および任意の15地点において、口径50mm 程度の透明なパイプを干潟基底に打ち込んで底質のコアサンプルを採取し、酸化層の厚さ(表面からの距離)を測定する。パイプを打ち込む深さは還元層までとする。

b. マクロベントス

上記の10地点において、25cm × 25cm × 15cm の方形枠を用いて深さ15cm までの底質を、1地点当たり4枠(合計50cm × 50cm × 15cm)採取する。なお15cm 以深の底質中に大型多毛類の生息が認められた場合は更に30cm の深さまでの底質を採取する。

採取した底質は1 mm メッシュのフルイを用いて底質中の生物をふるい分け、10% 中性ホルマリン海水で固定し、実験室に持ち帰って全量の湿重量の測定の後、生物のソーティング、種の同定、計数、湿重量の計測を行う。また1 mm メッシュを通らず

に残った生物以外のものうち砂礫以外のもの(プラスチック片、貝殻片、枯葉、木片等)の内容およびその重量を記録する。

また、この10地点以外の任意の15地点^{*1}において同様の要領で底生生物の資料を採取し、現地にて1 mm メッシュのフルイを用いて底質中の生物をふるい分け、1 地点につき4 枠分の試料をまとめて収納し、10%中性ホルマリン海水で固定し、実験室で分類群別(図43参照)の出現総個体数と総湿重量を測定する。

ただし、WWF Japan Science Report Vol. 3 に示す注目すべき種(絶滅、絶滅寸前、危険、希少等；表32参照)が採集された場合はその総個体数および総湿重量を測定する。

湿重量測定に当たっては濾紙上で体表の自由水を除去した後に測定する。二枚貝の場合には殻を少しこじ開け殻内の自由水を流出させ、濾紙上に水が出てこなくなるとまで水分を除いてから測定する。

留意事項

- ・ 道具類を小型のプラスチック製ソリや背負籠(しよいこ)に乗せて移動すると便利である。
- ・ サンプルの収納はポリ瓶は嵩張るため厚手のビニール袋の方が便利である。
- ・ 採取地点はガムテープ等で作ったラベルにマジックインクで記入し、試料と一緒にビニール袋の中に入れておくと確実である。
- ・ 底質をフルイにかける時は、試料採取地点の付近に大きな穴を掘りそこに浸みだした海水中で行うと海水を運ぶ手間が省けてよい。
- ・ 方形箱内の底質を掘り取る移植ごてのほかに穴掘り用の頑丈な大型スコップは必需品である。

ウ. 鳥類観察調査

飛来する鳥類の種類については、環境庁野生生物課で実施している「シギ・チドリ定点調査」等のような既存の調査資料を利用するものとする。

ii) 超軟泥干潟(歩行不可能)

底質が極めて軟質で歩行しようとした場合など、体の相当部分が泥中に没して調査遂行が困難な干潟においては、以下の方法で調査を行う。

ア. 定性調査(目視観察)

滞筋など歩行可能なルートに沿って歩きながら、双眼鏡を用いてルートの内側約50mの範囲について、以下に示す干潟の様々な特徴の平面的な分布状況を目視観察する。

*1：任意の15地点の選定に際しては、潮間帯上中下の各部位に均等に配分されるよう留意する。

留意事項

- ・ 歩行可能なルートの起点はできるだけ調査対象域の最上部の生物群集が分布している場所を選ぶように留意する。例えば潮上帯のヨシ群落、護岸基部のタマキビ類群集分布地点、アカテガニ・ベンケイガニ群集分布地点など。
- ・ 干潟は平坦で距離感がつかみにくいため、滞筋などの基点から汀線方向に50m毎に目印のポール(園芸用の1.5m程度のもの)などを並べて設置すると観察地点の位置の把握に便利である。
- ・ 目印ポールの設置は潮が引き始める時刻になったら潮間帯上部から開始すると、作業時間を合理的に使うことができる。
- ・ 現地に潮位表を携帯し、潮の引き加減と時間から中潮帯の位置および地形勾配の決定の参考とする。
- ・ 観察野帳は耐水紙を用いるほうがよい。
- ・ 泥干潟の場合、滞筋でも歩行観察の困難なことが多いので、事前に漁組や漁業者から情報を得ておくことは有効である。

a. 底質分布

干潟において底質の種類(転石、礫、砂、泥、軟泥、砂泥)がどのような状況で分布しているかを目視観察し、概略の底質分布を後述の干潟の微地形図中に記入する。

転石	拳大以上の石
礫	粒径2 mm 以上
砂	粒径0.1~2 mm 水中で攪拌するとすぐ沈殿する。
泥	粒径0.1mm 以下 水中で攪拌しても沈殿しにくい。
軟泥	泥質が極めて軟質で膝当たり迄没し歩行が困難な場合。
砂泥	砂と泥の混合。

b. 臭気

各底質区の任意の複数の点において臭気(衛生試験法注解 4.1.1.1(5))を適宜観察し、底質分布図中に備考として記入する。

c. 地形的特徴の観察

干潟における流入河川の流路、滞、潮溜まり、凸地などの微地形的特徴および満潮時・干潮時の汀線の概略を目視観察によって確定し、干潟の微地形図を作成する。

なお潮上帯の満潮線付近に植物群落が分布する場合は、その位置と規模、群落名を記録し、微地形図中に記入する。群落名は優占種名を冠したものとする(ex. アッケシソウ群落、ハマツナ群落、アイアシ群落等)。

d. 生物の分布・出現状況

干潟全域について表生生物の概略の水平分布状況(図41参照)を目視観察により作図する。海藻・藻類が分布する場合は、典型的な10ヶ所において種類毎の被度階級(表33

参照)を記録、撮影する。打ち上げられた海草・藻類がみられた場合はその状況(種類、位置、形状)を記録、代表的な例を3~4ヶ所撮影する。

その際、補完的な情報として、可能であれば滞筋など歩行可能なルートの10ヶ所程度において動物の巣穴や糞塊・排出土の分布密度(1m×1mの面積当たりの個数)を適宜、記入する。なお巣穴や糞塊・排出土の形状によって種類の推定が可能なものについては種名を記録する。但し小さな巣穴の場合は甲殻類ニホンズナモグリによるものか、ゴカイ科多毛類によるものかをスコップで掘って確認する。

なお滞筋など歩行可能なルートの目視観察および後述の定量調査の結果を基に、潮上帯から潮下帯にかけての生物の帯状分布構造(図42参照)を作図する。

留意事項

- ・特に潮上帯最上部に分布する腹足類は見落としやすいので注意して観察する。
- ・目視観察で歩行中、サンプリングの必要性のある生物が発見された場合に備え、小さなビニール袋を携行すると便利である。
- ・底質(泥、砂)の判断の際、100ml程度のガラス瓶に試料と海水をいれて攪拌しても良い。
- ・海岸に分布する植物名の判定に当たっては、小型のハンディな図鑑を携行するとよい。

例 ① 高山・海岸の植物(自然観察シリーズ5); 牧野晩成著, 小学館

① 野に咲く花(山溪ハンディー図鑑1); 林弥栄監修, 山と溪谷社

表33 海草・藻植生被度の区分

被度区分の基準	区 分	被度階級	植被率 (%)
海底面がほとんど見えない	濃 生	5	75以上
海底面よりも植生の方が多い	密 生	4	50~75
植生よりも海底面の方が多い	疎 生	3	25~50
植生はまばらである	点 生	2	5~25
植生はごくまばらである	極く点生	1	5
植生はない	な し	0	0

イ. 定量調査

① 大干潟の場合

調査範囲の両端付近および中央部の2地点の計4地点で、干潟の最上部(陸側)から最下部(海側)に向かって直線ルートを設定し、満潮時に小型舟艇を用いてそれぞれのルートの潮間帯上部で2点、潮間帯中部で3点、潮間帯下部で3点の計32点において、船上からエクマンバージ型採泥器(20cm×20cm)を用いて1地点5回のサンプリングを行い、底生生物(マクロベントス)の定量的分析のための試料を採集する。

a. マクロベントス

上記の32地点において、船上からエクマンバージ型採泥器(20cm × 20cm)を用いて1地点5回のサンプリングを行い、1 mm メッシュのフルイを用いて底質中の生物をふるい分け、10%中性ホルマリン海水で固定し、実験室に持ち帰って全量の湿重量の測定の後、生物のソーティング、種の同定、計数、湿重量の計測を行う。また1 mm メッシュを通らずに残った生物以外のもののうち砂礫以外のもの(プラスチック片、貝殻片、枯葉、木片等)の内容およびその重量を記録する。

また、この32地点以外の任意の20地点^{*}において同様の要領で底生生物の資料を採取し、現地にて1 mm メッシュのフルイを用いて底質中の生物をふるい分け、10%中性ホルマリン海水で固定し、実験室で分類群別(図43参照)の出現総個体数と総湿重量を測定する。

ただし、WWF Japan Science Report Vol. 3 に示す注目すべき種(絶滅、絶滅寸前、危険、希少等；表32参照)が採集された場合はその総個体数および総湿重量を測定する。

湿重量測定に際しては濾紙上で体表の自由水を除去した後に測定する。二枚貝の場合には殻を少しこじ開け殻内の自由水を流出させ、濾紙上に水が出てこなくなくなるまで水分を除いてから測定する。

② 中・小干潟の場合

干潟の最上部(陸側)から最下部(海側)に向かって斜め方向に横切る直線状のルートを設定し、満潮時に小型舟艇を用いてルートの潮間帯上部で3点、中部で4点、下部で3点の計10地点において、船上からエクマンバージ型採泥器(20cm × 20cm)を用いて1地点5回のサンプリングを行い、底生生物(マクロベントス)の定量的分析のための試料を採集する。

a. マクロベントス

上記の10地点において、船上からエクマンバージ型採泥器(20cm × 20cm)を用いて1地点5回のサンプリングを行い、1 mm メッシュのフルイを用いて底質中の生物をふるい分け、10%中性ホルマリン海水で固定し、実験室に持ち帰って全量の湿重量の測定の後、生物のソーティング、種の同定、計数、湿重量の計測を行う。また1 mm メッシュを通らずに残った生物以外のもののうち砂礫以外のもの(プラスチック片、貝殻片、枯葉、木片等)の内容およびその重量を記録する。

*1: 任意の20地点の選定に際しては、4本の設定ルートの間を補完すると同時に潮間帯上中下の各部位に均等に配分されるよう留意する。

また、この10地点以外の任意の15地点^{*1}において同様の要領で底生生物の資料を採取し、現地にて1 mm メッシュのフルイを用いて底質中の生物をふるい分け、10%中性ホルマリン海水で固定し、実験室で分類群別(図43参照)の出現総個体数と総湿重量を測定する。

ただし、WWF Japan Science Report Vol. 3 に示す注目すべき種(絶滅、絶滅寸前、危険、希少等; 表32; 140p 参照)が採集された場合はその総個体数および総湿重量を測定する。

湿重量測定に当たっては濾紙上で体表の自由水を除去した後に測定する。二枚貝の場合には殻を少しこじ開け殻内の自由水を流出させ、濾紙上に水が出てこなくなるとまで水分を除いてから測定する。

ウ. 鳥類観察調査

飛来する鳥類の種類については、環境庁野生生物課で実施している「シギ・チドリ定点調査」等のような既存の調査資料を利用するものとする。

(2)-3. 試料の保管

分析が終了した干潟生物の試料は、海藻草類は腊葉標本として、マクロベントスは液浸標本の形で、5ヶ年間保管するものとする。

(2)-4. 調査結果

得られた調査データを取りまとめるとともに、別表に示す干潟生物調査票を添付する。

*1: 任意の15地点の選定に際しては、潮間帯上・中・下の各部位にほぼ均等に配分されるよう留意する。

表32 注目すべき種(1)

(WWF Science Report Vol. 3, 1996)

分類群	種名	ランク
紐形動物	ミサキヒモムシ ミドリヒモムシ ホソヒモムシ	危険(三浦半島), 希少(山口県秋徳湾) 希少(瀬戸内海因島, 竹原市), 絶滅(大阪府岬町谷川干潟, 泉南男里川干潟) 希少(瀬戸内海因島)
星口動物	スジホシムシ スジホシムシモドキ	普通/希少 普通/希少
ユムシ動物	ユムシ サビネミドリユムシ	普通/希少 危険
環形動物	ツバサゴカイ ムギワラムシ イソタマシキゴカイ	希少 危険 希少
軟体動物 腹足綱	オオベソスガイ イボキサゴ チョウセンキサゴ カネコスズカゴ イトコシタダミ ハリカノコ カノコガイ ハナガスミカノコ ヒメカノコ レモンカノコ マングローブアマガイ ヒラマキアマオブネ コハクカノコ ヒロクチカノコ ツバサカノコ フリソデカノコ ニセヒロクチカノコ アカグチカノコ カバクチカノコ クリグチカノコ カズミアガチカノコ イナズマカノコ シマカノコ ゴシキカノコ ドングリカノコ ムラクモカノコ シマオカイシマキ オカイシマキ ウコンアマガイ ベッコウアマガイ カシワアマガイ クサイロカノコ	絶滅寸前 危険 希少 希少 希少 現状不明 日本本土で希少, 琉球列島で普通 危険 日本本土で希少, 屋久島以南で普通 危険 危険 危険 危険 絶滅寸前 日本本土で絶滅寸前, 琉球列島で危険 危険 現状不明 危険 危険 危険 危険 危険 危険 危険 危険 絶滅寸前 危険 絶滅寸前 危険 危険 危険 絶滅 危険 希少 絶滅寸前 危険 危険

表32 注目すべき種 (2)

分類群	種名	ランク
	キンランカノコ	危険
	ウミヒメカノコ	現状不明
	ミヤコドリ	危険
	タオヤメユキスズメ	危険
	ヒナユキスズメ	危険
	コグツノブエ	日本本土で絶滅寸前, 琉球列島で危険
	カヤノミカニモリ	危険
	カニモリガイ	危険(絶滅寸前?)
	トウガタカニモリ	日本本土で絶滅寸前, 琉球列島で危険
	タケノコカニモリ	日本本土で絶滅寸前, 琉球列島で危険
	ウミニナ	危険
	イボウミニナ	日本本土で絶滅寸前, 琉球列島で危険
	クロヘナタリ	絶滅寸前
	シマヘナタリ	絶滅寸前
	フトヘナタリ	危険
	ヘナタリ	危険
	カワアイ	危険
	センニンガイ	絶滅
	キバウミニナ	沖縄本島で絶滅, 八重山諸島で危険
	マドモチウミニナ	危険
	ネジヒダカワニナ	危険
	オガサワラカワニナ	危険
	アマミカワニナ	絶滅寸前
	シャジクカワニナ	現状不明(絶滅寸前?)
	ヨシカワニナ	絶滅寸前
	タケノコカワニナ	絶滅寸前
	ヨレカワニナ	現状不明(絶滅?)
	スグカワニナ	危険
	イボアヤカワニナ	危険
	カリントウカワニナ	希少
	ハツカネズミ	希少
	ヒメウズラタマキビ	危険
	イロタマキビ	危険
	マルウズラタマキビ	危険
	ヒメウズラタマキビ	瀬戸内海で危険
	ホソヌノメツボ	希少
	シロコツボ	危険
	スズメノコウガイ	日本本土で希少
	ゴマツボ	危険
	ヂーコンボツボ	日本本土で希少, 琉球列島で危険
	フカウラツボ	絶滅寸前
	ミチノクツボ	現状不明
	カワグチツボ	危険
	マンガルツボ	危険
	ゴマツボモドキ	現状不明
	ウチノミツボ	希少
	イリエツボ	現状不明(絶滅寸前?)
	ニセゴマツボ	危険

表32 注目すべき種 (3)

分類群	種名	ランク
	サザナミツボ	希少
	ナカミツボ	危険
	トガミツボ	危険
	ミズゴマツボ	絶滅寸前
	エゾミズゴマツボ	現状不明
	ヒナイソマイマイ	希少
	クルマウズマキ	希少
	アラウズマキ	希少
	イソマイマイ	希少
	シラギク	危険
	クビキレガイモドキ	希少
	オビキレガイモドキ	絶滅寸前
	オビキレガイ	危険
	ヨシガキ	危険
	ツブカワザンショウ	危険
	ムシクサ	危険
	テシカワザンショウ	危険
	ヒメカワザンショウ	危険
	ミニカドカド	絶滅寸前
	ドームカドカド	絶滅寸前
	エレガントカドカド	絶滅寸前
	デリケートカドカド	絶滅寸前
	カハカワザンショウ	危険
	シラギクマガイ	希少(絶滅寸前?)
	アサキカワザンショウ	危険
	ヒダトリガイ	危険
	オハグロガイ	危険
	ウラスジマイノソデ	危険
	ネジマガキ	希少
	ホカケソデ	希少
	スイショウガイ	危険
	トミカワザンショウ	希少
	ヒナツボ	希少
	ナガエンドウガイ	希少
	ヤグラシロネズミ	希少
	アダムスタマガイ	危険
	ゴマフダマ	危険
	サキグロタマツメタ	絶滅寸前
	オオネズミガイ	希少
	クチグロタマガイ	危険
	トラダマ	希少
	ヘソアキトミガイ	希少
	トミガイ	希少
	リスガイ	希少
	ロウイロトミガイ	希少
	ツツミガイ	希少
	ツガイ	希少
	クリンイトカケ	希少

表32 注目すべき種 (4)

分類群	種名	ランク
	カガリソトカケ	希少
	セトウチイトカケ	希少
	フシイトカケ	希少
	コフシイトカケ	希少
	セキモリ	危険
	クレハガイ	希少
	キヌイトカケ	希少
	マキモノイトカケ	現状不明
	センマイドウシ	希少
	ヒメオドリコソウ	危険
	アカニシ	危険
	オオウヨウラク	危険
	マルテンスマツムシ	絶滅寸前
	スミスシラゲガイ	危険
	バイ	絶滅寸前
	イガムシロ	危険
	オキナワハナムシロ	危険
	ヒメオドリコソウ	危険
	トゲムシロ	現状不明(絶滅寸前?)
	コブムシロ	危険
	シロアラレムシロ	現状不明(絶滅寸前?)
	カニノテムシロ	日本本土で絶滅, 琉球列島で危険
	タテヤマヨフバイ	日本本土で希少, 琉球列島で危険
	オキナワヨフバイ	危険
	キヌヨフバイ	日本本土で絶滅寸前, 琉球列島及び小笠原諸島で危険
	リュウキュウムシロ	希少
	ヒロオビヨフバイ	絶滅寸前
	ウネハナムシロ	絶滅寸前(絶滅?)
	ベニシボリミノムシ	希少
	ミノムシガイ	危険
	クリフミノムシ	希少
	オドリコソウ	現状不明(絶滅寸前?)
	ウスヒメソウ	希少
	ホソウネモミジボラ	現状不明(絶滅寸前?)
	ツクシソウ	希少
	レベックタケ	現状不明(絶滅寸前?)
	スクナビコナトクサ	希少(絶滅寸前?)
	シラタケ	希少(絶滅寸前?)
	ヨコイトツボ	現状不明
	タクミニナ	現状不明(絶滅寸前?)
	ヨヤマセンドリ	絶滅
	イソチドリ	危険
	マキモノガイ	希少
	オキナワマキモノガイ	希少
	コガタマキモノガイ	希少
	コマキモノガイ	希少
	イトカケゴウナ	現状不明
	オキナワマキモノガイ	危険

表32 注目すべき種 (5)

分類群	種名	ランク
	ヨコイトカケギリ	危険
	カキウチキレトキ	危険
	ヌカルミクチキレ	危険
	シガヤスイカケリ	危険
	ムラキギンビキガイ	危険
	アマキギンビキガイ	現状不明
	カワムラギンビキガイ	希少
	コメツブツララ	現状不明
	コヤスツララ	希少
	ツバニカイガイダマ	現状不明
	シグマクダタマ	現状不明
	ナンキンタマガイ	希少
	チャボダマガイ	現状不明
	オオシマチャボダマ	現状不明
	アマクサチャボダマ	現状不明
	カラスキセワタ	危険
	カノコキセワタ	危険
	ヤミヨキセワタ	希少?
	ウズマキキセワタ	危険
	タマノミドリガイ	危険
	イワツタブドウ	危険
	ヒメタマブドウギヌ	危険
	カワムラブドウギヌ	危険
	ミドリブドウギヌ	危険
	バクダンブドウギヌ	危険
	フリソデミドリ	危険
	カピラノツユ	危険
	ナギサノツユ	危険
	コツブモウミウシ	危険
	クロミドリガイ	危険
	ウツセミガイ	絶滅寸前
	ウミナメクジ	危険
	フサナメクジ	現状不明
	ウミマイマイ	絶滅寸前
	ナラビオカミミガイ	危険
	コハクオカミミガイ	絶滅寸前
	カマキカミミガイ	危険
	カタシイノミミガイ	危険
	ヒメシイノミミガイ	絶滅寸前
	シイノミミガイ	絶滅寸前
	コウモリミミガイ	希少 (絶滅寸前?)
	ナズミガイ	危険
	デンジハマシイノミ	危険
	コツブハマシイノミ	希少 (絶滅寸前?)
	オカミミガイ	危険
	ウスコミミガイ	危険
	イササコミミガイ	希少
	クリイロコミミガイ	日本本土で危険, 琉球列島で普通

表32 注目すべき種 (6)

分類群	種名	ランク
二枚貝綱	コベソコミミガイ	危険
	シュジュコミミガイ	危険
	ヘソアキコミミガイ	危険
	トリコハマシイノミ	危険
	キヌタギ ^ハ マシイノミ	危険
	ウルシノハマシイノミ	危険
	ホソハマシイノミ	危険
	ウツハマシイノミ	危険
	キヌメハマシイノミ	絶滅寸前
	コハダ ^シ ハマシイノミ	危険
	ヒツメガイ	危険
	オキヒラシイノミ	絶滅寸前
	ヒメシラシイノミ	危険
	マダラヒラシイノミ	八重山諸島で危険, 小笠原諸島で絶滅
	ドロアワモチ	日本本土で絶滅寸前(絶滅?), 琉球列島で危険
	キナコアワモチ	危険
	センベシアワモチ	絶滅寸前
	ゴマセ ^ハ イワモチ	危険
	キヌタレガイ	危険
	アサヒキヌタレガイ	危険
	ビョウブガイ	絶滅寸前
	クマサルボウ	危険
	ヒメアカガイ	絶滅寸前
	ハイガイ	絶滅寸前
	ササゲミミエガイ	絶滅寸前
	ヒメエガイ	現状不明
	シロコエガイ	危険
	ヤマホトトギス	危険
	ノジホトトギス	危険
	コケガラス	危険
	ビロウドマクラ	危険
	ホソスジヒバリガイ	危険
	ツヤガラス	危険
	ヤミノニシキ	危険
	タイラギ	危険
	ハボウキガイ	危険
	スミノエガキ	絶滅寸前
	クロヒメガキ	絶滅寸前
	イタボガキ	危険
	イセシラガイ	絶滅寸前
	カブラツキガイ	危険
	ヒメシオガマ	現状不明
	マゴコロガイ	絶滅寸前
	カメ ^ツ ク ^ト リガイ	危険
フジ ^タ コ ^ハ ツユ	危険	
マツイガイ	現状不明	
ミ ^リ ユ ^シ ト ^リ ガイ	絶滅	
ヒナノズキン	絶滅	

表32 注目すべき種 (7)

分類群	種名	ランク
	ヒノマルズキン	絶滅
	タナベガイ	現状不明
	ウロコガイ	現状不明
	オウギウロコガイ	現状不明
	イソカゼガイ	危険
	シャゴウ	危険
	アリソガイ	絶滅寸前
	ユキガイ	危険
	ハブタエユキガイ	絶滅
	チリメンユキガイ	絶滅寸前
	ヤチヨノハナガイ	絶滅寸前
	ミルクイ	危険
	チドリマスホガイ	危険
	ハマチドリ	危険
	ニッコウガイ	危険
	ヒメニッコウガイ	危険
	イロアセベニガイ	危険
	ユウシオガイ	危険
	テリザクラ	危険
	リュウキュウザクラ	現状不明
	イチョウシラトリ	絶滅寸前
	タカホコシラトリ	絶滅寸前
	オオモモノハナ	危険
	アワジガイ	現状不明
	アオサギガイ	危険
	マスホガイ	危険
	オチバガイ	危険
	ハザクラガイ	危険
	ムラサキガイ	絶滅寸前
	フジナミガイ	危険
	アゲマキ	危険
	チゴマテ	現状不明
	ダンドラマテ	危険
	バラフマテ	危険
	ユキノアシタ	危険
	タガソデモドキ	危険
	ウネナシトマヤガイ	危険
	シオヤガイ	絶滅寸前
	シラオガイ	危険
	ケマンガイ	危険
	ユウカゲハマグリ	危険
	オトコエシハマグリ	希少
	オミナエシハマグリ	希少
	イオウハマグリ	危険
	ガンギハマグリ	危険
	ウスハマグリ	希少
	ヒメカガミ	現状不明
	アツカガミ	絶滅寸前

表32 注目すべき種 (8)

分類群	種名	ランク
	ウラカガミ ハマグリ フスマガイ ハナモグリ オオノガイ ヒメマスホガイ クシケマスホガイ オフクマスホガイ マメクチベニ ヌマコダキガイ カタマコダキガイ ウミタケ イシゴロモ オキナガイ コオキナガイ ソトオリガイ ヒロチソリガイ シヤカスエモガイ ノムラスエモノガイ	絶滅寸前 危険 危険 危険 危険 危険 危険 危険 危険 危険 絶滅 危険 現状不明 危険 危険 危険 危険 危険 危険
節足動物 節口類 十脚類	カブトガニ カノコセビロガニ ヤクジャマガニ マキトラオノガニ ケサヒライモトキ タイワヒライモトキ ヨツバヒライモトキ ヒラモクズガニ トリミカイトキ オオヒライソガニ スネナガイソガニ ヒメケフサイソガニ クシテガニ ミゾテアシハラガニ アシハラガニモドキ ウモレベンケイガニ シジミピンノ フタハピンノ ギボシマメガニ シロナマコガニ ウモレマメガニ オオヨコナガピンノ シオマネキ ヤエヤマシオマネキ リュウキュウソマキ ハクセンシオマネキ シモフリシオマネキ	危険 希少 希少 希少 希少 希少 希少 希少 危険 希少 希少 絶滅寸前 希少 希少 希少 希少 状況不明 絶滅寸前 状況不明 危険 状況不明 危険 危険 希少 希少 危険 希少

表32 注目すべき種 (9)

分類群	種名	ランク
	ハラグクレチゴガニ ムツハアリアケガニ アリアケガニ アリアケモドキ カワスナガニ トンダカワスナガニ	危険 絶滅寸前 危険 希少 絶滅寸前 危険
腕足動物	ミドリシャミセンガイ オオシャミセンガイ	危険 絶滅寸前
半索動物	ミサキギボシムシ ワダツミギボシムシ	希少/危険 希少/危険
脊索動物・ 頭索動物	ナメクジウオ	希少/危険
海草	コアマモ タチアマモ オオアマモ ウミショウブ	希少 希少 希少 希少

別表

干潟生物調査票

			都道府県名	
1. 位置	海域名(上) 海域コード(下)	市町村名(上) 行政コード(下)	地名	
2. 調査期間	19 年 月 日 ~ 月 日			
3. タイプ	1. 前浜干潟 2. 河口干潟 3. 潟湖潟 4. 複合型干潟			
4. 面積	前浜干潟	河口干潟	潟湖干潟	
	ha	ha	ha	
5. 規模	1. 大干潟(300ha以上) 2. 中干潟(300~100ha) 3. 小干潟(100ha以下)			
6. 調査手法	1. 歩行目視観察 2. 歩行定量調査 3. 船による定量調査			
7. 基底の勾配	m / 100 m			
8. 底質	1. 礫 2. 砂 3. 砂泥 4. 泥			
9. 遮蔽度	1. 開放海岸 2. 保護海岸 3. 包囲海岸			
10. 陸上植生 (干潟後背地)	1. ヨシ原 5. アダン林 2. 北方型塩沼地植生 (アサギク, ウシオメサ, シアツハ等) 6. 海岸砂丘植生 3. 南方型塩沼地植生 (ハマサシ, ハマツナ, シメツク等) 7. その他の植生 (水田, 畑地) 4. マングローブ林 0. 不明			
11. 藻場 (干潟の植生)	1. なし 2. アサ・アオリ場 3. アサモ場 4. オゴノリ場 5. その他の藻場 () ※ 複数の選択可能			
12. 鳥類 (シギ・チドリ類) の渡来状況	1. 渡来数が特に多い 2. 渡来数が多い 3. 渡来数は少ない 4. 種類が多い 5. 大型のシギ類が含まれる 0. 不明 ※ 複数の選択可能			
13. 海水の清澄度	1. きれい ・海の底がよく見え、快適な気分で泳げる程度、透視度30cm以上 2. 少し汚れている ・海水に浸かることが気にならない程度、透視度20~30cm程度 3. かなり汚れている ・海水に浸かる気がしない程度、透視度20cm以下			
14. 海岸改変状況	1. 自然海岸 2. 半自然海岸 3. 人工海岸 4. その他 (河口, 河岸)			
15. 陸域土地利用	1. 自然地 2. 農業地 3. 市街地・工業地・その他			
16. 干潟の利用 (その他の内容)	1. 潮干狩り 2. 釣り 3. 海水浴 4. ハードウォッチング 5. その他 6. なし・不明 ※ 複数の選択可能			
17. 備考				
18. 調査員	所属		氏名	

干潟生物調査票記入要領

1. 位置

☆海域名（海域コード）；日本の干潟、藻場、サンゴ礁の現況．第1巻 干潟（環境庁編）の付表6（49p）の区分に準拠．

☆市町村名（行政コード）；全国市町村要覧 自治省行政局振興課編集（第一法規）の区分に準拠．

☆地名；日本の干潟、藻場、サンゴ礁の現況．第1巻 干潟（環境庁編）のⅢ．資料都道府県別の現存・消滅干潟一覧表の地名欄に準拠．

3. タイプ

日本の干潟、藻場、サンゴ礁の現況．第1巻 干潟（環境庁編）の付2．第4回自然環境保全基礎調査 海域生物環境調査 干潟、藻場調査要綱・実施要領（抜粋）（p257～291）に準拠．

4. 面積

調査区域について現地調査員が目視で判断した値を記入．

7. 基底の勾配

標尺（スタッフ）の見透しによる簡単な水準測量で測定．

1 2. 鳥類の渡来状況

環境庁自然保護局のシギ・チドリ類渡来定点調査結果に基づいて判断．

1 4. 海岸改変状況

日本の干潟、藻場、サンゴ礁の現況．第1巻 干潟（環境庁編）の付2．第4回自然環境保全基礎調査 海域生物環境調査 干潟、藻場調査要綱・実施要領（抜粋）（p257～291）に準拠

1 7. 干潟の微地形に関する複雑さについて記入（潮溜まりの数、澤筋の数、凸地の数等）

(3) 干潟自然度解析(試案)

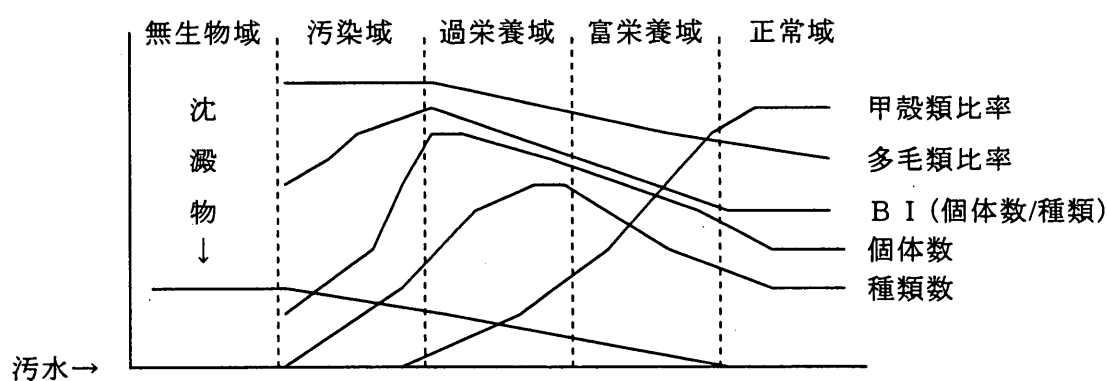
干潟環境を診断する試みとしてインデックス・オブ・バイオロジカル・インテグリティー (I B I)法を適用した解析を試行したので、参考までにその結果を表31に示す。

バイオロジカル・インテグリティー(Biological integrity)とは「システムが持っている能力で、バランスし、適応力を持つ生物相を維持し、サポートしようとする力」と定義されるもので(Karr & Dudley 1981²⁾)、人間活動が環境のどの要素に影響し与えているかを整理し、各要素が生物相をどう変化させるかをみる考え方である。アメリカでは河川の魚類相を使って開発され、推奨されている手法である(Karr 1981¹⁾, Karr & Dudley 1981²⁾, Kerans & Karr. 1994³⁾)。日本では河川の底生生物相(森下依理子 1996⁴⁾)を使ってインデックス・オブ・バイオロジカル・インテグリティー(I B I)を使う方法が提案されている。このB I (Biological integrity)が低くなると生物の構成種がアンバランスになり、環境変化によって種が失われやすくなるなど生物相に変化が起きる。逆にB Iが高い状態では突然の環境変化に強く、復元力のある生物相を持つと考えられる。

このI B I法の特徴は環境の指標となる測定項目(メトリック)を10項目程度設定し、その各項目毎の得点をベースに総合的に各環境場の生物相の健康度あるいは自然度をチェックする方法論である。

一般に、底生生物の群集構造の変化は図44のように汚染度区分が成されており、これを干潟に適用する場合は、海底環境と汀線環境が物理化学的に同様であると考えなくてはならないため、干潟では独自に汚染度区分を考える必要がある。

干潟調査では以下の項目をリストアップし、自然度が大きくなればどのように生物相が変化するかを確認した上で得点を付ける方法により試算した。



(出典：環境と生物指標 2 1975⁵⁾)

図44 底生生物群集構造の変化と汚染度区分の模式図

ア. 総種類数

総種類数は、図45に示すように自然度が大きければ出現種類数は大きくなる。ここでは簡易的に得点幅を20種未満が1点、20種以上60種未満を3点および60種以上を5点と想定すると八代干潟は5点、小櫃川河口干潟は3点になる。

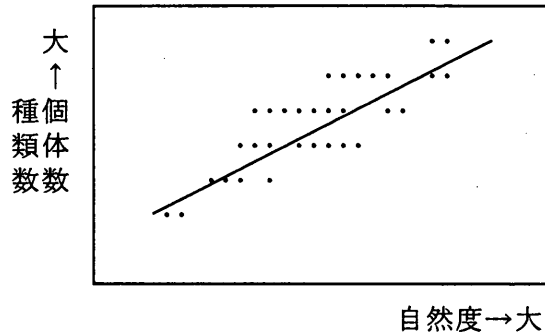


図45 自然度と種類数・個体数の関係

イ. 総湿重量(二枚貝)

総湿重量(二枚貝)は、図45に示すように自然度が大きければ出現湿重量は大きくなる。得点幅を m^2 換算でみて $200g/m^2$ 未満は1点、 $200g/m^2$ 以上 $600g/m^2$ 未満を3点、 $600g/m^2$ 以上を5点と想定すると八代干潟は1点、小櫃川河口干潟は5点となる。

ウ. BI値⁵⁾(個体数/種類数)

BI値は図46に示すように自然度が大きければBI値(個体数/種類数)は小さくなる。得点幅を仮に10未満を5点、10以上20未満を3点、20以上を1点と想定すると、八代干潟は3点、小櫃川河口干潟は5点となる。

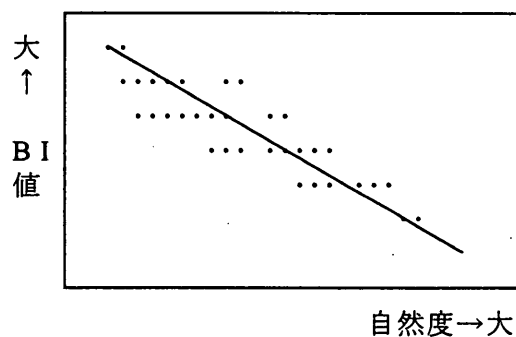


図46 自然度とBI値の関係

エ. 優占率累計

優占率累計は図47に示すように種類数が少なくて優占率累計が100%に達したときは自然度が小さくなる。得点幅を仮に10種で60%未満の累計値の時5点、10種で60%以上90%

未満の累計の時3点、90%以上の累計値の時1点と想定すると、両干潟とも3点となる。

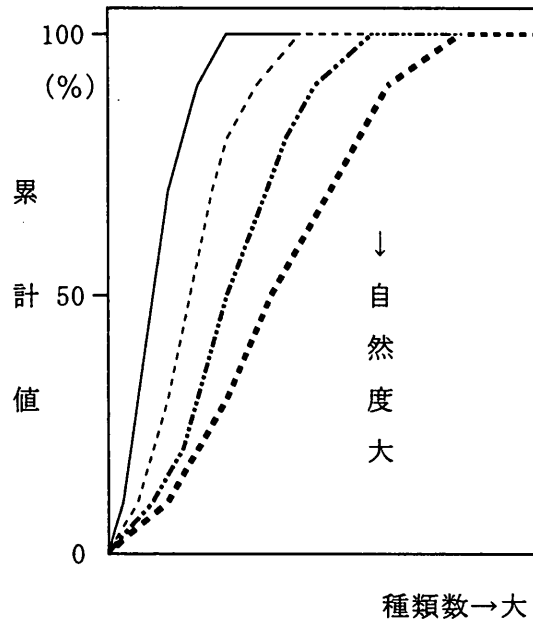


図47 自然度と優占率累計値の関係

オ. 指標種の出現率

汚染指標種^{5, 6)}と知られる種を列挙し、その個体数の比率を仮に30%未満を5点、30%以上70%未満を3点、70%以上を1点とし、また、絶滅危惧種や危険種および貴重種⁷⁾が出現した場合はプラス1点と加算することも想定すると、両干潟は3点になるものの、小櫃川河口干潟は危険種の出現により+1点となる。

カ. 類似度指数(成帯構造)

十分に自然度が保たれている潮間帯において成帯構造が成立している場合に、高潮帯、中潮帯、低潮帯の間の類似度指数(S)⁸⁾を比較すると、図48に示すような関係があるといわれている。

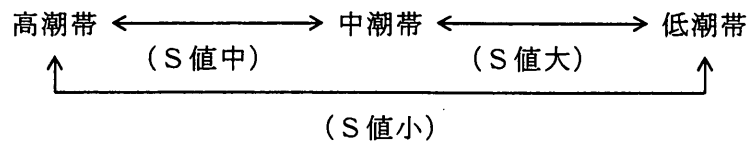


図48 高・中・低潮帯の間の類似度

この関係は自然度の良好性とも関わっているので、定量調査結果から求めた各帯域間の類似度指数の相対的な関係が、この関係に相当する場合は5点、この関係がややみられるときは3点、関係がないあるいはS値がほぼ同じときは1点と想定すると、八代干潟は1点、小櫃川河口干潟は3点という結果になる。

キ. 多様度指数・種類数の傾き (Maragalef⁸⁾)

各多様度指数は種類数との関係において相関性があり、その相関関係の傾きは通常均衡度を示しているとされている。傾きが大きいときは均衡度が高いと表現され、図49に示すように均衡度が大きくなると自然度は高いことになる(本3種類の多様度指数は種類数と最も相関関係が高いものを選択している。)。よって、仮に均衡度が0.3未満1点、0.3以上0.9未満を3点、0.9以上は5点と想定すると、八代干潟は3点、小櫃川干潟は5点となる。

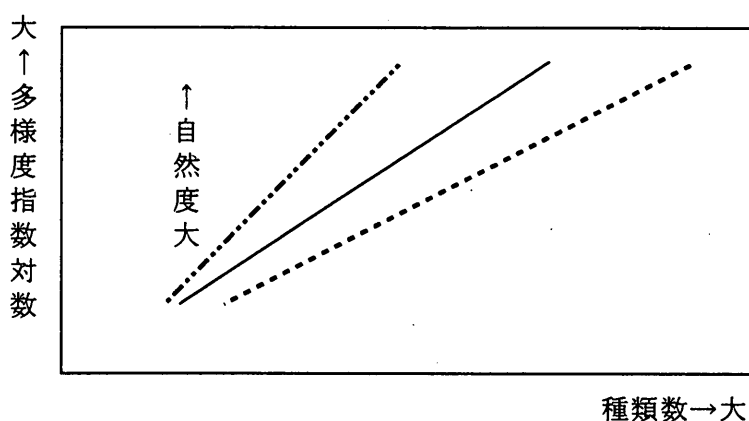


図49 自然度と多様度指数の傾きの関係

ク. 多様度指数・種類数の傾き (Menhinck⁸⁾)

Menhinck 式による多様度指数と種類数の関係で、キ. と同様に得点数を設定すると、両干潟ともに3点となる。

ケ. 多様度指数・種類数の傾き (Shannon & Weaver⁸⁾)

Shannon & Weaver 式による多様度指数と種類数の関係では、八代干潟では3点、小櫃川河口干潟では1点となる。

コ. 鳥類出現種類数・個体数

干潟域とその後背地における鳥類出現種類数と個体数は多ければ多いほど自然度が高いと設定する。仮に10種未満200羽未満を1点、10種以上200羽以上20種未満1000羽未満を3点、20種以上1000羽以上を5点と想定し、ただし、種類数と個体数は、どちらかがその範囲に入ればその得点とした場合、八代干潟は5点、小櫃川河口干潟は3点(調査時期を考慮すれば5点になる。)となる。

総合的に自然度得点を集計すると、表34の基準から表35に示すように50点満点中八代干潟は30点、小櫃川河口干潟は35点(鳥類を5点とすると：37点)と小櫃川河口干潟がやや自然度が高い結果となる。

次年度移行、調査で得られたデータを基になるべく数値的表現に基いた干潟の生物学的類型区分に関する検討を行い、集計・解析データを基に、全国調査に必要な簡便な調査項目・手法(都道府県委託レベル)を検討する。

表34 得点基準一覧

項目(メトリック)	得点	1	3	5	備考
総種類数		20種未満	20種以上 60種未満	60種以上	出現可能種数 約200種 ⁹⁾
総湿重量(g/m ²) (二枚貝)		200 g 未満	200 g 以上 600 g 未満	600 g 以上	全国平均 ⁹⁾ (293 g)
B I 値 (個体数/種類数)		20以上	10以上 20未満	10未満	
優占率累計		10種で 90%以上	10種で60以 上90%未満	10種で60% 未満	
指標種の出現率 (個体数)		汚染指標種 70%以上	汚染指標種 30以上70% 未満	汚染指標種 30%未満	貴重種出現に より+1点
類似度指数 (成帯構造)		成帯構造無 し 指数：上中 下関係無し	成帯構造や や有り 指数：上中 下関係やや	成帯構造有 り 指数：上中 下関係	任意観察・試 料重視
多様度指数・種類数の傾き (Maragalef)		0.3未満	0.3以上 0.9未満	0.9以上	
多様度指数・種類数の傾き (Menhinck)		0.3未満	0.3以上 0.9未満	0.9以上	
多様度指数・種類数の傾き (Shannon & Weaver)		0.3未満	0.3以上 0.9未満	0.9以上	
鳥類出現種類数・個体数(目視)		10種未満 200羽未満	10種以上 200羽以上 20種未満 1000羽未満	20種以上 1000羽以上	出現可能な種 類数約80種 ⁹⁾ 夏期以降約40 種 ¹⁰⁾

表35 自然度得点

項目(メトリック)	調査地点	八代干潟		小櫃川河口干潟	
		測定値	得点	測定値	得点
総種類数		80種	5	56種	3
総湿重量(g/m ²) (二枚貝)		26.8 g (21.4 g)	1	995.5 g (969.3 g)	5
B I 値 (個体数/種類数)		14.45(平均)	3	6.80(平均)	5
優占率累計		10種80%以下	3	10種80%以下	3
指標種の出現率 (個体数)		コカイ Prionosupio 属 Capitallidae ホトキスガイ アサリ 34.8%	3	コカイ Pseudopolydor 属 ホソウミナ アサリ (危険種出現:イホキサコ アカニシ任意点出現) 38.5%	3 + 1
類似度指数 (成帯構造)		高 中 低 0.69 0.67 0.62	1	高 中 低 0.20 0.10 0.43	3
多様度指数・種類数の傾き (Maragalef)		0.82	3	0.98	5
多様度指数・種類数の傾き (Menhinck)		0.47	3	0.74	3
多様度指数・種類数の傾き (Shannon & Weaver)		0.46	3	0.26	1
鳥類出現種類数・個体数(目視)		19種1000羽以上	5	10種200羽以上	3(5)
合 計			30		35(37)

参考文献

1. Karr, J. R. (1981) Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries*. 6:21-27.
2. Karr, J. R., and D. R. Dudley. (1981) Ecological perspective on water quality goals *Environmental Management*, 5:55-68.
3. Kerans, B. L. and J. R. Karr et al. (1994) A benthic Index of biological integrity (B-IBI) for rivers of the Tennessee Valley. *Ecological Applications* 4(4):768-785.
4. 森下依理子(1996) 川と湖の博物館－4 水環境カルテ－(水の図鑑環境シリーズ) 山海堂.
5. 日本生態学会環境問題専門委員会編(1975) 環境と生物指標 2－水界編－ 共立出版.
6. 堀越増興・菊池泰二(1976) 海藻・ベントス－海洋科学基礎講座 5－ 東海大学出版会.
7. WWF Japan Science Report (Vol. 3 December:1996) 特集：日本における干潟海岸とそこに生息する底生生物の現状. World Wide Fund For Nature Japan.
8. E. P. ODUM = 著(三島次郎=訳：1974) オダム 生態学の基礎(上) 培風館.
9. 秋山章男(1974) 干潟の生物観察ハンドブック－干潟の生態学入門－ 東洋館出版社.
10. 逸見泰久(1994) 和白干潟の生きものたち－干潟学入門－ 海鳥社.

Ⅲ. サンゴ群集生物調査

1. 文献によるサンゴ礁生物群集の現況

(1) はじめに

サンゴ礁生物群集の主たる分布域は低潮線下にある。そのため、干潟や磯のような潮間帯に分布する生物群集に比べて、その生態学的研究の歴史は浅い。最近になって、わが国の造礁サンゴ類の分類体系が整理されたことにより、それらの研究も発展段階に入りつつある。

本項では、まず、わが国のサンゴ群集の分布の概況について述べ、次いで主として最近の研究成果を基に造礁サンゴ群集を中心とする種多様性等についての既往の報告をレビューし、続いて主として造礁サンゴ類以外のサンゴ礁生物に焦点を当てて、これまでの生態研究等を概観した。

(2) サンゴ群集の分布について

i) 本土海域における分布

サンゴ礁を作る造礁サンゴ類の分布を制限する環境条件の中で最も関係の深い要因は水温である。日本列島における造礁サンゴ類の分布は黒潮、対馬暖流の流域に沿って、東へ延びている。その北限は太平洋側では北緯35度付近の東京湾館山である。館山では最寒月の2月の表面水温は約12℃である(堀 1980)。日本海側では北緯38度の佐渡島でキメイソトギ *Oulastrea crispata* 分布の報告がある(Honma & Kitami 1978)。佐渡島の2月の表面水温は約10℃である(図50)。

このように造礁サンゴの分布は一義的に水温の影響を強く受けるため、太平洋岸では黒潮の影響を受ける地域に偏在する傾向がある。八丈島、三宅島、房総半島先端部、伊豆半島南端、南紀、四国西南部、日南等の地域である。

本土海域(トカラ列島悪石島以北、小笠原諸島を除く)における造礁サンゴの分布は第4回自然環境保全基礎調査結果によれば、千葉、東京、神奈川、静岡、三重、和歌山、徳島、愛媛、高知、島根、長崎、熊本、大分、宮崎、鹿児島島の15都県である。ただし、千葉、神奈川、三重、島根では被度5%以上、面積0.1 ha以上の群集は報告されていないので、その生息規模は微小と思われる。本土海域のサンゴ群集の総面積は約1,400haと見積もられている。面積的には東京都が最大で約30%を占め、その99%が八丈島に分布する。八丈島のサンゴ群集の生育型は約99%が被覆状である(内田 1994)。最も普遍的に見られるのは *Favia* と *Goniastrea* である。ついで *Favites*、*Cyphastrea*、*Hydnophora*、*Echinopora*、*Acanthastrea* などがあげられる(高橋 1983)。

東京都に次いで面積の大きいのは宮崎県で約21%を占める。大半は日南海岸に分布する。卓越する種はクシハダミドリイシ *Acropora hyacinthus* で、ついでエンタクミドリイシ *A. solitaryensis* がそれに加わる。鹿児島県は宮崎県に次いで大きな面積を占める。主な出現種はクシハダミド

リイシである。全国的に見ると最も多く出現する生育型は卓状で、その部分はクシハダミドリイシである。クシハダミドリイシは外洋に面した地域で優占的に分布し、やや内海的な地域ではエンタクミドリイシに置き換わる。ついで被覆状が多く、種多様性に富んだ群集を形成する。サンゴ礁域に比べ出現割合が低い枝状サンゴのほとんどはエダミドリイシ *A. tumida* である（内田 1994）。

景観的には南紀、四国西南部、日南の開放性海岸ではクシハダミドリイシで代表され、やや遮蔽的海岸ではエンタクミドリイシで代表される群集が見られる。黒潮の影響をそれほど受けない海域では、*Favia*、*Favites*、*Goniastrea* などの塊状、被覆状の群集が卓越する景観が分布する。八丈島は黒潮の影響を強く受けるが、塊状、被覆状のサンゴ群集が卓越する。日本海では、2月の平均表面水温が14℃以下となり、造礁サンゴの生息には厳しい環境となるため、その出現種、出現量とも微少で、景観を形成するには至らない。

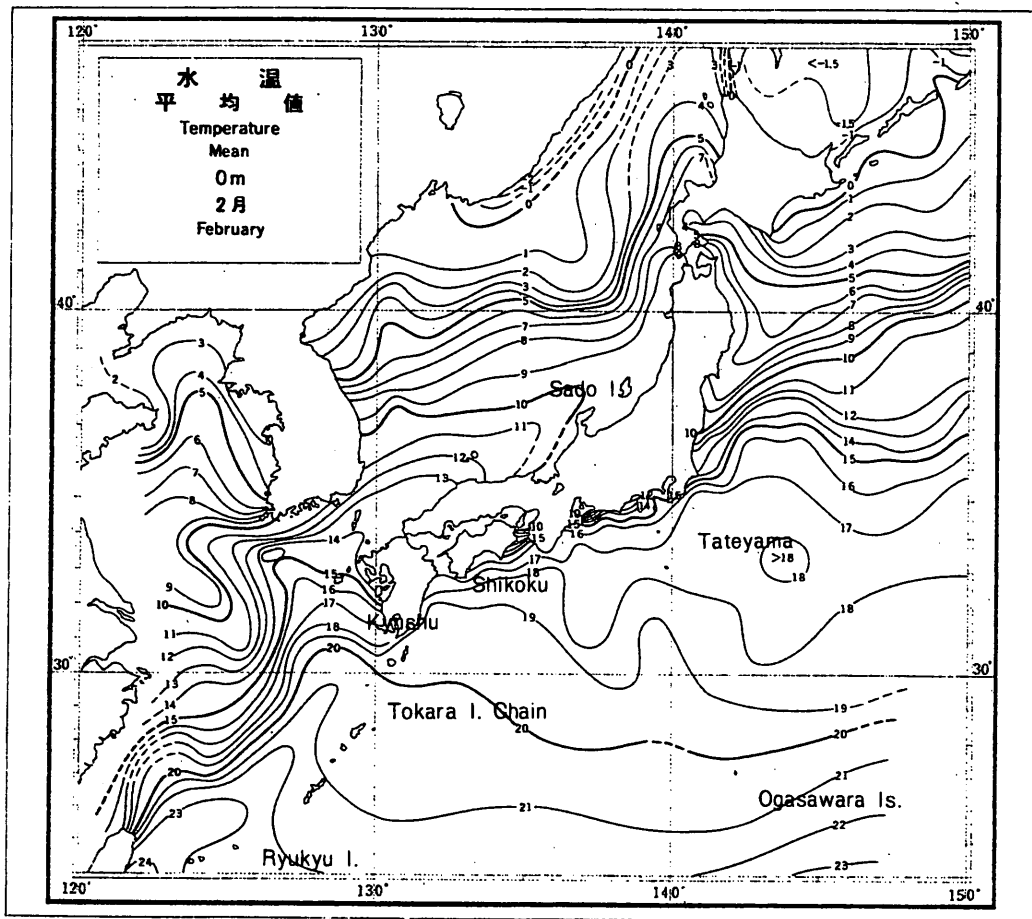


図50 2月の表面水温（日本水路協会 1978）

ii) サンゴ礁域における分布

造礁サンゴはかなりの低温に耐えて高緯度まで分布域をのぼすが、サンゴ礁が形成されるのはずっと南方に制限される。その北限は最寒月の表面水温が18℃以上必要であることを示している（堀 1980）。わが国でサンゴ礁が分布するのは南西諸島ではトカラ列島付近（北緯30

度)以南、南方諸島では小笠原群島(北緯27度)以南である。

サンゴ礁は基本的に裾礁、堡礁、環礁の3タイプに分けられる。南西諸島のサンゴ礁はほとんど裾礁に属し、小笠原群島のものは裾礁よりもさらに規模の小さいエプロン礁である(図51)。南西諸島におけるサンゴ礁の面積は約100,000haと見積もられる。そのうち、41%は八重山諸島にあり、次いで沖縄本島及び周辺離島(29%)、奄美諸島(19%)の順である。小笠原群島(聳島列島、父島列島、母島列島)には約460haが分布する(藤原 1994)。

種数の分布を見ると八重山諸島が最も多様性が高く、363種が報告されている。ついで沖縄諸島(338種)、奄美群島(220種)と北上するにつれ、減少する。隣接した海域は互いにサンゴ相の類似度が高い(西平・Veron 1995)。

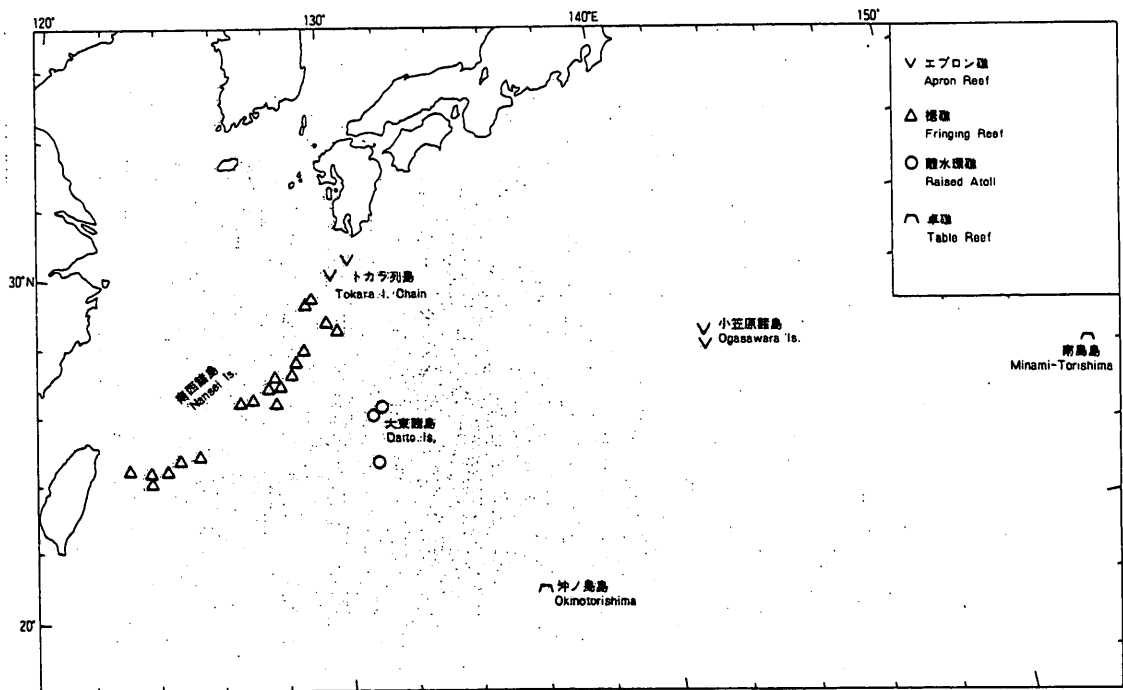


図51 日本のサンゴ礁の分布(堀 1980より)

iii) 生態的分布

わが国のサンゴ礁はほとんどが裾礁である。裾礁は図52に示すように波が砕ける沖合の礁原と海岸との間に静穏な礁池を擁する。礁地は礁原の外側の礁縁に比べ、波浪が穏やかであるため、礁縁とは異なるサンゴ群集が見られる。礁池にはミドリイシ属を主とする枝状のサンゴが広く分布し、礁縁には強固な骨格のミドリイシ属の卓状やコロンブス状のサンゴ、ハナヤサイサンゴ属や塊状のハマサンゴ属など多種のサンゴが見られる。内湾や水深の深い水の動きの少ないところにはトゲミドリイシのような脆くて繊細なサンゴが生息する。干出する礁原ではキクメイシ科のような塊状サンゴが多い。サンゴ礁地形は実際にはさらに複雑で、様々な形態を呈している。目崎(1980)はサンゴ礁を模式的に4タイプに分類し(図53)、裾礁であっても波浪の強い外洋に面した海岸では礁が発達するが、波の弱い内湾側には礁は発達せず、礁地形は

不明瞭なものになり、地形によりサンゴ群集の分布も微妙に異なることを明らかにした。

このようにサンゴは狭い範囲においても環境の差異により群集の様相が異なる。河川の流れ込みによる塩分の変化、礁原の存在による礁縁と礁池の波浪の強さの差、水深による波浪の影響度や光のスペクトルの差、懸濁物質の量の差、微地形による光量の差など、様々な環境要因の変化がサンゴに影響を及ぼし、多様な群集の生息を許す。

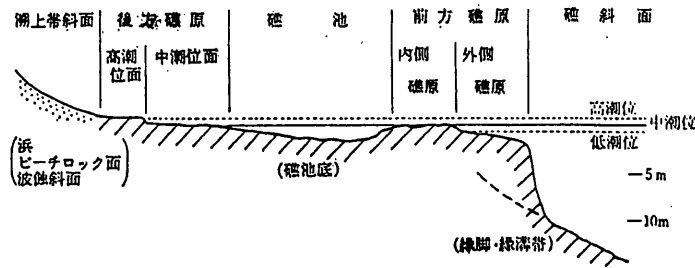


図52 裾礁の地形構成 (概念図) (高橋 1980)

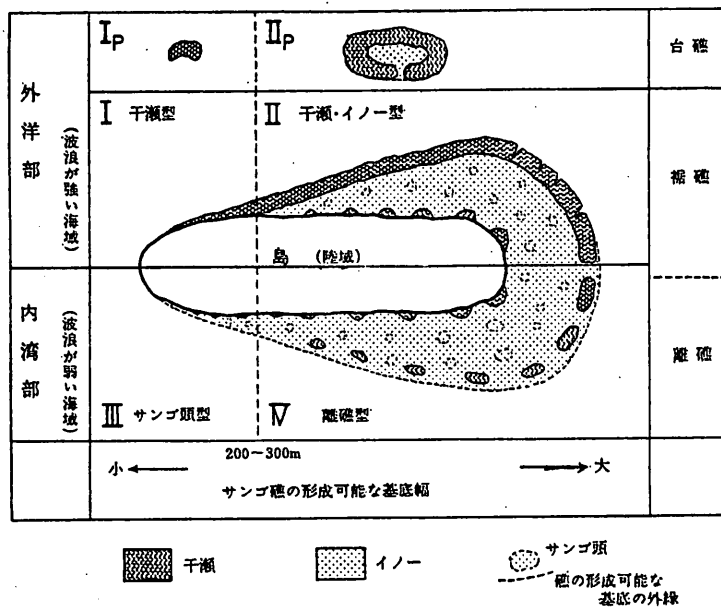


図53 サンゴ礁の分類 (目崎 1980)

iv) 地理的分布

福田ら (1991) は南紀から八重山までの黒潮流域のサンゴ群集を調査し、その組成からミドリイシ類を中心とした多種サンゴ群集を「沖縄型」サンゴ群集、琉球列島で出現率の低い種が多種混成するサンゴ群集を「南日本沿岸型」サンゴ群集とし、その境界をトカラ海峡とした。

サンゴ相を見ると、日本産約400種のサンゴ相の類似度は奄美大島以南、九州西岸・南紀一種子島、伊豆半島-館山の3海域に大別できる (図54)。海域別の種数は八重山海域で最も多く、北上するにつれ種数は減少する。八重山海域の中でも西表島西部、石西礁湖北部、石垣

島西北部及び白保は種多様性の高い海域である。同様に慶良間諸島も種多様性が高く、自然性が高い（西平・Veron 1995）。

出現種の類似度から地理的な区分が明らかにされたが、種の積算優占度、多様度指数、景観などから群集の類似度を求め、類型化することが今後求められる。それにより、わが国のサンゴ群集の現況がより詳しく把握されることになる。

そのためには、まずサンゴ群集の種の記載と多様性に関するこれまでの報告を参考にし、また、サンゴ群集にはそれに依存する生物群集があり、多様なサンゴ群集と多様なサンゴ礁生物群集とは密接な関係があることから、サンゴ以外の生物群集の多様性についてもあわせてこれまでの報告を参考にし、類型化を検討する必要がある。次項にはこれらについてのレビューが報告されている。

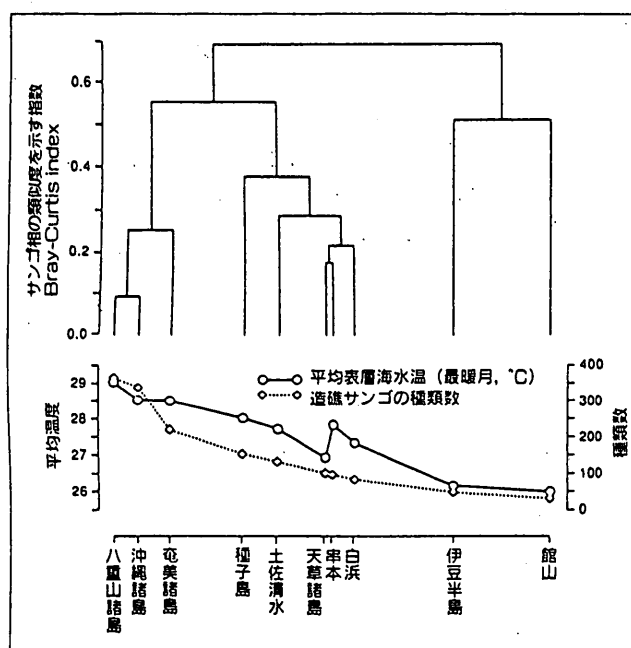


図54 日本周辺海域におけるイシサンゴ類造礁サンゴ種数と表層水温の緯度的変化、および各地域間のサンゴ相の類似性（西平・Veron 1995）

引用文献

1. 藤原秀一. 1994. サンゴ礁海域調査結果の解析、第4回自然環境保全基礎調査海域生物環境調査報告書（干潟、藻場、サンゴ礁）、第3巻サンゴ礁：31-48. 環境庁自然保護局・海中公園センター.
2. 福田照雄ら. 1991. 黒潮流域のイシサンゴ類と魚類の分布に関する知見、海中公園情報（93）：3-14.
3. Honma, Y & T. Kitami. 1978. Fauna and flora in the waters adjacent to the Sado Marine Biological Station, Niigata University, Ann. Rep. Sado Mar. Biol. Stat., Niigata Univ., (8):7-81.

4. 堀 信行. 1980. 日本のサンゴ礁、日本の自然 : 149-160.
5. 目崎茂和. 1980. 沖縄のサンゴ礁と開発問題、地理25(8) : 84-93.
6. 西平守孝・J. E. N. Veron. 1995. 日本の造礁サンゴ類. 439pp. 海游舎.
7. 内田紘臣. 1994. 非サンゴ礁海域調査結果の解析、第4回自然環境保全基礎調査海域生物環境調査報告書(干潟、藻場、サンゴ礁)、第3巻サンゴ礁 : 13-29. 環境庁自然保護局・海中公園センター.

(3) サンゴ礁生物群集の種多様性と多種共存機構

西平守孝¹

i) 多種共存促進・維持機構としての棲み込み連鎖

生物群集の構造的側面は、食物関係と棲み込み関係に分けられる。このような視点に立ち、後者に焦点を当ててサンゴ礁生物群集における多種共存の促進・維持機構を説明する仮説の一つとして棲み込み連鎖がある。これは、ある空間内にかかほど多様な種が存在して群集を形成しているか、いかほど多様な種が詰め込まれているかという、空間内における多種共存の維持と促進機構を説明する仮説である(西平, 1992a, 1993a, b; Nishihira, 1993; 西平, 1995, 1996b, 1998)。これらの考えは、生物による棲息場所の創出活動がサンゴ礁における微細環境を作りだし、そこに生物が棲み込むという観察によって具体的なイメージが形成されてきたもので(西平, 1984, 1985)、全ての生物群集に適用できるものである。

Huston (1995) が言うように、棲み込み関係から見た場合、生物は大きく二つのグループ、棲み場所を構成する Structural organisms と、それらが作り出す構造の間隙に棲み込んで生活する Interstitial organisms にわけることができる。前者は、生物の生活場所を構造化するという点で中心的役割を果たす固着性の生物が主体で、これらは骨格生物とも呼ばれる(西平, 1998)。また、全ての生物はそれ自体他の生物の棲息場所となるばかりでなく、ある特定の状況を作り出したり条件付けたりして棲息場所の環境を規定するとともに、資源の流れやその存在様式を変化させ、いわば生態系におけるエンジニアとしての働きを持っている(Lawton, 1994)。

生物は多かれ少なかれ生態系エンジニアとしての役割を持つため、棲息場所の構造化に関わるという認識は正しいと考えられる。一般に多様な棲息場所を備えた空間には多様な種が詰め込まれている。そのような空間には多くの種が棲息しており、種多様性の高い群集が形成されている。棲み込み連鎖仮説の視点は、そのような多様な微細棲息場所を作り出すのは生物の働きによるところが極めて大きい。棲息場所形成過程は、生物による棲息場所の提供、創出、および条件付けの3過程に分けられ、どのような群集においてもその3過程が見られる。そのような生物の棲息場所形成活動によって作り出される微細棲息場所に新たな種が棲み込み、それがまた新たな棲み場所を形成し、さらに新たな種の棲み込みの場となるという棲み込み連鎖が群集における多種共存を促進し、維持すると考える(西平, 1992a; Nishihira, 1993; 西平, 1996)。

¹東北大学大学院理学研究科

ii) 微細棲息環境の構造化と多種共存

骨格生物としての造礁サンゴ群体それ自体を棲み場所として利用する生物は多い。古くから多くの研究者がサンゴ群体を棲み場所とする動物を研究してきた。土屋は、主にハナヤサイサンゴの大小さまざまな群体に棲み込む甲殻類を中心とした共棲動物の群集構造と多種共存機構の研究を精力的に展開している(土屋, 1995; Tsuchiya et al., 1989; Tsuchiya et al., 1992; Tsuchiya et al., 1987; Tsuchiya & Yonaha, 1992)。これらの研究はサンゴ礁の一面のある空間内に出現する全種を対象としたものではないが、サンゴが提供する棲息空間に棲み込む動物が限られた資源をめぐるどのように関りあい、どのような環境容量のもとでいかに多様な種が共存できるかという問題を解くモデル研究として、さらなる展開が期待される。このように、樹枝状サンゴ群体上の動物群集は比較的研究されているが、塊状サンゴについても研究が必要であり、枝状サンゴとは異なった興味ある住み込み関係が見られる(Shirayama & Horikoshi, 1982; 西平, 1993, 1996, 1998; Nishi & Nishihira, 1996)。サンゴ群集の様相が異なり、サンゴ群集の立体的構造が変化すれば、たとえそのサンゴ群集がサンゴ礁の同一環境下にある場合であっても、そこに棲み込む動物群集に違いが生ずるのは当然であろう。また、群集構造が経時的に変化する場合にも、そこに棲み込む動物群集に変化が生ずることは容易に想像できる。Sano et al., (1984, 1987)や 佐野(1995)は、このようなサンゴ群集の棲息場所としての構造特性がいかに重要であるかを、サンゴ群集がオニヒトデによって攪乱されて変化することに関連して変化する魚類群集を対象として明瞭に示している。また、サンゴの成長に伴って変化する群体の大きさ(環境容量)の変化が、棲み込む動物の種多様性に大きく関わっている。このことは先に述べた土屋らの研究の他に塊状ハマサンゴにまつわる魚類についても示されている(西平, 1996)。なお、このような棲息場所形成の役割を果たす骨格生物は、サンゴに限られるわけではない。砂泥底に生育する海草や岩礁に固着する海藻類も、骨格生物として重要な役割を担っている。そのような場所に比較して、海藻類の繁茂しない裸岩や海草類の生育しない砂泥底では棲息種が桁違いに少ないことは言うまでもない。

グレイザーや穿孔動物はサンゴ礁岩盤の上部と内部からさまざまな方法で岩盤を削って生物侵食を行ない、その形状を変化させる(白山, 1979)。これはサンゴ礁における生物による微細棲息場所の創出過程の典型的な例であり、サンゴ礁が石灰岩でできていることがこのような創出活動との関連で重要な意味を持っている(西平, 1996, 1998)。サンゴやサンゴ石灰岩に棲息する穿孔動物については Moretson & Tsuchiya (1992) の研究があるが、棲息場所の創出活動には及んでいない。日本のサンゴ礁における生物侵食の研究は極めて少ないが、国外においても創出活動として生物侵食を問題とした研究はほとんどない。大型の穿孔動物であるシャコガイ類の養殖研究は進んでいるが(村越, 1987)、多種共存の視点からの生物侵食の研究の進展が望まれる。

創出活動によって作り出される棲み場所への棲み込みと、そのような棲み場所が備えている

さまざまな制約に対応して棲み込み者が示す特異な生活史戦略の研究も増加し始めた(西平, 1985, 1987; Nishihira, 1984; Kosuge, 1991; Kosuge et al., 1992)。

条件付けに関連する研究は、わが国ではこれまであまり行なわれていない。定住性・縄張り性のスズメダイの縄張りは、縄張り保持者によって条件づけられた空間の典型的な例である。このような縄張り内の藻類に関する研究は行なわれているものの、条件づけられた海藻芝生の存続が小型動物にどのような影響を及ぼすかは全く研究されておらず、将来の取り組みが期待される。

iii) 構造的生物としての造礁サンゴ相

サンゴ礁生物群集を支える棲息場所を構造化する生物として、固着性の大型生物、わけても造礁サンゴ類の果たす役割は計り知れないものがある(西平, 1992, 1996)。サンゴ礁生物群集の種多様性を考える場合には、造礁サンゴ類の種多様性、わけても造礁サンゴ群集の様相を知ることが不可欠である。

日本の造礁サンゴ類の動物相に関する調査研究は多くの地域で行なわれ、種の記載を含む多数の報告がなされた(仲宗根・長浜, 1971; Nishihira et al., 1987; 西平・横地, 1990; Sakai & Yamazato, 1987; 白井・佐野, 1985; 杉山, 1937; 立川ら, 1991; Veron, 1988, 1992b; Yabe & Sugiyama, 1933, 1935, 1937, 1941; Yabe et al., 1936; 山里ら, 1982; その他)。また、ここでは逐一触れないが、海中公園選定のための調査も多くなされてきた。

なお、その他のさまざまな環境調査に造礁サンゴ類を含むものも数多く報告されているが、ここでは触れなかったものを含めて、これらの調査報告には同定にいくらかの問題を含むものも多く、収録されたサンゴのリストが調査地域の造礁サンゴ相を十分に表していると単純に考えることができないことが多い。また、分類・同定ばかりでなく、調査の精度や調査努力および調査の方法や調査者の熟練の程度もまちまちと考えられる状態が続いていた。

幸いなことに、Veron(1992a)は長い年月をかけて南は西表島から北は東京湾に至る太平洋岸に沿った広い海域にわたってサンゴ相の調査を行なった。このような造礁サンゴ類の分布全域をカバーするように選定された12の海域を中心に、現地における潜水調査と標本の採集、近隣の臨海実験所などに保存されている標本の観察などに基づいて実際のデータを収集するだけでなく、海中公園関係の野外調査やさまざまな既存の資料を検討して、彼自身の分類体系に基づいて日本のイシサンゴ目に属する造礁サンゴ相をまとめたものである。一部分類に疑問が残ったり、未記録または未収録の種はあるものの、日本の造礁サンゴ類の動物相と地理的分布の概要は把握されたと考えてよい。それによって日本の造礁サンゴ相の骨格が、種のレベルで検討できるようになり、また既存のリストを彼の分類体系に沿って読み換えることもある程度可能となった。Veron (1992a, 1993)を基にして、西平・Veron(1995)が写真や分布図と共に一応のところまで日本周辺海域の造礁サンゴ類の概要がわかるようにして以来、サンゴ相の研究は新たな段階に入りつつあるといえる。それ以降の調査、例えば Fujioka (1998)は2.6km²の極狭い

海域を精査して、16科59属234種(八重山列島産種の約70%、沖縄産種の約63%)という高い種多様性を見いだした。彼はこのような高い種多様性が、コンパクトに凝縮したサンゴ礁地形の多様さと物理化学的環境条件の多様さという2つの要素によってもたらされていると考えた(Fujioka, 1998)。この例にも見られるように、最近の造礁サンゴ類の研究は主に Veron(1992)や西平・Veron(1995)の分類に従ってまとめられており、礁池域の中でもこれまでになく多様な種が分布していることが明らかにされ、調査の精度も格段に進んできた。

とはいえ、日本の造礁サンゴ相が調べ尽くされた訳ではなく、残された課題も少なくない。造礁サンゴの種多様性は緯度(あるいは沿岸表面水温)の影響を強く受けており、琉球列島から北上するにつれてほぼ一方的に減少することが知られている(西平・Veron, 1995; Veron, 1992a, 1993; Veron, 1995; Veron & Peter, 1992など)、八重山から奄美に至るサンゴ礁海域で種数が最も豊富で360~220種程度、種子島から和歌山県白浜・串本に至る非サンゴ礁性サンゴ群集の分布域では150~80種程度で、伊豆半島や東京湾では40~25種程度になる(Veron, 1992b, 1995)。九州北岸から日本海沿岸に沿って能登半島に至る日本海沿岸海域の調査が著しく欠落している。日本の造礁サンゴ相を知るためには、この海域においても同一(あるいは類似)の方法による調査と同一つの分類基準に従ってまとめられたサンゴ相の比較が必要である。黒潮の分流がサンゴの散布体を日本海に運ぶことは十分考えられるが、その勢力の弱さから太平洋沿岸海域の造礁サンゴ相に比較して、種組成が単純であることが予想できる。これまで知られているところでは、能登半島のキクメイシモドキが造礁サンゴの北限種と考えられているが、舩倉島を含めさらに北まで調査範囲を広げることが望まれる。

日本の海域において広い分布域を持つ種が、分布域の全域にわたってどのような変異を示すかは興味あるところである。造礁サンゴ類にはサンゴ礁域のもの、温帯サンゴ群集のもの、それより北に分布するものなどがあり、またこれらの全域をカバーする広い分布域を持つ種までさまざまである。特に後者は、地理的に個体群が隔離されているものなのか、あるいは南から常に幼生の流入が起こっているのかなど、研究の展開が待たれる。

造礁サンゴ群集がその地域で生産される散布体によって存続しているのか、あるいは他地域からの断続的な散布体の供給によって辛うじて存続しているものなのかについては、わが国ならではの研究が可能である。造礁サンゴの分布域の北限地域に位置する東京湾のサンゴ群集を始めとした高緯度海域のサンゴ群集の研究である。東京湾においても造礁サンゴ類が有性生殖を行なっていることが確認されていたり、Woesik(1998)が示唆したように放卵放精が多く種の観察されたことは強くそのことを示唆している。しかしながら、その場所で生産された散布体はその海域に定着・変態し、その後の群体の成長によってサンゴ群集が維持されているかどうかについては、長期にわたるモニタリングに基づいたサンゴ群集の動態に関する研究が必要であり、それに関しては将来に待たなければならない部分が多い。

日本にはおよそ400種の造礁サンゴが分布していると考えられるが、それらの中には希少な種も含まれており、分布域の局限された種もかなり見られる(Veron, 1990, 1992b; 西平・

Veron, 1995)。また、幾つかの種が新たに日本のサンゴ相に加えられており(立川, 1994)、これからもその数は増えるであろう。保護を要すると思われる希少種についても、現状の把握と既存の資料のとりまとめが行なわれた(藤岡, 1996; 西平, 1996a; 立川, 1996など)がいまだ不十分である。また、希少種の個体群の存続に関わる生態的特徴についても、研究が必要である(Yamashiro & Nishihira, 1998)。造礁サンゴと考えられていた種が褐虫藻を有していなかったことが明らかにされるなどの新たな知見もあり、サンゴ相の調査はまだ不十分である。

峯岸・上野(1996)は駿河湾で造礁サンゴ群集を調べ、その海域のサンゴ相を明らかにすると共に、環境との関連で生態分布を論じている。これらの他にも、各地でさまざまな精度と規模で造礁サンゴ類の成育状況の記録が残されている。例えば、三宅島では Tribble & Randall (1986)、小笠原では立川ら(1991)の調査研究がある。

いずれの調査研究においても、調査地点を特定できるようなマークを施し、同一対象を正確に識別して継続的に追跡した調査研究はこれまでほとんどなく、そのことが群集の動態を詳細に検討することを不可能にしており、研究の進展に大きな制約となっているようである(西平, 1991)。サンゴ群集の動態に関しては、現在各地で進行中の研究成果を待たなければならないが、ここ数年でサンゴ群集に関する知見の飛躍的な集積が期待される。

造礁サンゴ類やソフトコーラル類の同定の手引きとなる図鑑類も幾つか利用できるようになり(江口, 1968; 今原, 1992; 串本海中公園センター, 1977; 西平, 1991; 西平・Veron, 1995; 酒井, 1992; 白井, 1980; 内田・福田, 1989a, b), それなりに便利になりつつあるが、今後さらに充実させるとともに、より厳密な種の検討が必要とされるであろう。あわせて、サンゴ礁海域の無脊椎動物相の解明に関しては、さらに努力と時間が必要な状況である(Yamada & Yamazato, 1987)。

iv) ソフトコーラル

岩礁基盤に固着する動物のうち、造礁サンゴ類と空間をめぐる競争者として最も重要と考られる動物にソフトコーラルがある(Nishihira, 1981)。ソフトコーラルは大型の群体に成長するものの、サンゴ礁生物群集の成り立ちにおける役割から見た場合、骨格生物としての役割が極めて小さいことは容易に想像できる。したがって、ソフトコーラルがどの程度サンゴ礁の岩盤を覆っているかは多種共存の視点からも重要である。サンゴ群集が攪乱された後に生じる群集変化の面からも、造礁サンゴ類との空間をめぐる競争関係にあるこの動物の群集に関する研究はこれから一段と重要になるであろう(Nishihira & Yamazato, 1974; 西平ら, 1974)。

サンゴ礁域のソフトコーラルの分類学的研究は古くから Utinomi (1955, 1976a, 1976b, 1977a, 1977b)によってなされ、Imahara (1991) がまとめを行なった。さらに、Benaeyahu (1995)は瀬底島を中心にしたウミトサカ類の分類学的検討を行ない、多くの種を報告した。これからのソフトコーラルの研究は、まだ各海域の動物相を調べる必要性を残しているとはいえ、種のレベルでの群集研究の展開が期待できる段階に来たといえよう。

v) 多様性を支える骨格生物としてのサンゴ群集の調査

さまざまな海域において、造礁サンゴ群集の種構成や各種の量的構成、あるいは群集の分布およびそれらの類型化が、サンゴ礁地形や海底地形などの環境との関連で調べられている。これらの中には造礁サンゴに焦点を合わせたものもあれば、底生生物全般の調査の中に造礁サンゴが含まれるものもある。

八重山では、白井・佐野(1985)が石垣島周辺の広範な調査を行ない、Nakamori (1986)は、石垣島の白保、川平、瀬底島、奄美大島のサンゴ礁で、礁原から礁斜面にかけて詳細なトランゼクト調査を行なった。群集の構造をクラスター解析してサンゴ群集を類型化すると共にその帯状分布を明らかにして、分布帯間の種多様性の比較を行なった。Iryu et al., (1995)は、石垣島の白保と平野におけるサンゴ礁生物の水平分布を調査した。また、西平ら(1990)は西表島の崎山湾でさまざまな環境における造礁サンゴ群集の調査を行ない、幾つかの群集を類型した。西表島の網取湾周辺海域では、さまざまなテーマで東海大学の研究者を中心に、また海中公園センターとの共同で長期のサンゴ礁の研究が継続的に行なわれている(波部, 1989など; 海中公園センター, 1984, 1985, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995)。また、尖閣列島では、仲宗根・長浜(1971)や山里ら(1982)の調査がある。

宮古諸島では他の海域に比べて造礁サンゴの調査が遅れており、これからの取り組みが期待される。

沖縄島およびその周辺においても幾つかの地点で調査が行なわれてきた(仲宗根ら, 1974; 西平, 1974; 山里ら, 1974; Yamazato et al., 1976; 山里ら, 1980)。Chou & Yamazato(1989)は、瀬底島の離礁でサンゴ群集の詳細な研究を行なって、群集構造を記載すると共にサンゴ群集に及ぼす人為および自然の攪乱を議論している。阿嘉島のサンゴ礁生態研究所や瀬底実験所を中心にして、サンゴ礁の研究が展開されている。

vi) サンゴ礁における多様な棲息環境と生物群集の配置

サンゴ礁は多様な環境からなり、それぞれに特色ある骨格生物が棲息して変化に富んだ水中景観を作り出し、多様な生物が棲息している複雑系である。さまざまな環境要素によって枠組みされる棲息環境には、それぞれに特徴的な生物群集が棲み込み連鎖によって形成されている。堀越ら(1975)と Horikoshi(1988)は湾口から湾奥にかけての環境傾斜のそれぞれの場所で特徴的な群集が形成されている様子を示している。

そのような多様な棲息場所の中には、これまであまり注目されなかつた海洞も含まれている。そこには、光があたり外界に開かれたような通常の見られない特徴的な生物群集が形成され、維持されていることがわかってきた(Hayami & Kase, 1993)。

広い範囲を全体的に捉えた場合にも、その海域として多様な種の共存が見られるのは、多様な環境が複雑な地形(これも生物の造礁作用によって作られた)と底質、海水の動きや光量などの違いがもたらすさまざまな棲息環境が存在するからである。群集の詳細な記載的研究の上に

立って、大面積・長期の継続観察による生物群集の動態の詳細な継続観察と解析が期待される。南北に伸びる日本海域の造礁サンゴ類の分布域の要所要所に配置された臨海実験所や水産研究所などを拠点として、各海域を代表するような位置に長期モニタリングのための永久調査区を設定し、詳細で多面的なサンゴ群集のモニタリングの着手が期待される。

vii) 群集の攪乱と多様性の減少およびサンゴ群集の復元

棲み込み連鎖仮説によれば、健全なサンゴ群集の成立と存在がサンゴ礁の種多様性の基盤であり、またそれぞれの場を占めて発達する健全なサンゴ群集の存続を計ることが種多様性の最良の保全策である(西平, 1996b)。そのような群集内では安定した多種共存が期待されるばかりでなく、優れた水中景観も維持される。日本のサンゴ礁も例に漏れずさまざまな人間活動やオニヒトデのようなサンゴ礁群集の構成員の大発生による攪乱にさらされている(西平ら, 1974; 西平, 1980, 1981; Nishihira, 1987; Nishihira & Yamazato, 1972, 1973, 1974; Sakai et al., 1988; Sakai et al., 1989; Sakai, 1985; Veron, 1992c; Wells & Jenkins, 1988; Yamaguchi, 1986)。その他にも海水温の上昇などによるサンゴやサンゴ礁の白化(Yamazato 1981)や底生動物の大量死(Tsuchiya et al., 1987)、あるいは台風などの気象的要因などによる攪乱が挙げられる。また、地震によってサンゴが破壊されることもある(Woesik, 1996)。

特に骨格生物が打撃を受けた結果、立体構造が破壊されるような状況の下では動物群集に大きな変化が起こる(佐野, 1995; Sano et al., 1987, 1984; Nishihira & Yamazato, 1974)。そのような状況から、サンゴの群集の復元を促す対応が必要になり、さまざまな努力がなされており、これからも必要である(福田, 1988; 海中公園センター, 1990, 1991; 西平, 1994; 西平ら, 1998)。

参考文献

1. Benayahu, Y. 1995. Species composition of soft corals (Octocorallia, Alcyonacea) on the coral reefs of Sesoko Island, Ryukyu Archipelago, Japan. *Galaxea*, 12 : 103-124.
2. Choe, L. M. and K. Yamazato. 1990. Community structure of coral reefs within the vicinity of Motobu and Sesoko, Okinawa, and the effects of human and natural influences. *Galaxea*, 9 : 9-75.
3. 江口元起. 1968. 相模湾産ヒドロ珊瑚類および石珊瑚類. 丸善. 東京. 382pp.
4. 藤岡義三. 1996. アオサンゴ. p. 551-554. In: 日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料. 日本水産資源保護協会. 東京. 579pp.
5. Fujioka, Y. 1998. Checklist of the hermatypic corals of Urasoko Bay, Ishigaki Island, southwestern Japan. *Bull. Nansei National Fisheries Research Institute*. (30) : 1-11.

6. Hayami, I. & T. Kase. 1993. Submarine cave Bivalvia from the Ryukyu Islands : Systematic and evolutionary significance. Bull. Univ. Mus. Univ. Tokyo, (35) : 1-138.
7. 福田照雄. 1988. 水中ボンドを使用した造礁サンゴの移植. マリンパピリオン, 17 : 56.
8. 波部忠重(編). 1989. サンゴ礁の保護・育成とオニヒトデ幼生の駆除に関する研究. 昭和63年度文部省科学研究費助成金(一般研究 A)研究成果報告書. 東海大学. 清水. 266pp.
9. Horikoshi, M. 1988. So-called "embayment degree" recognized in the coastal regional ecosystem in Ryukyu and Palau. Galaxea, 7 : 197-210.
10. 堀越増興・北野 康・山里 清・西平守孝. 1975. 沖縄におけるサンゴ礁海域の生態系—石垣島川平湾の予察調査. 人間生存にかかわる自然環境に関する基礎研究. p. 231- 247.
11. Imahara, Y. 1991. Report on the Octocorallia from the Ryukyu Islands of Japan. Bull. Inst. Oceanic Res. & Develop. Tokai Univ. 11/12 : 59-94.
12. 今原幸光. 1992. ウミヅタ目. p. 72-74. In : 西村三郎(編). 「原色検索日本海岸動物図鑑 I」. 保育社.
13. Iryu, I., T. Nakamori, S. Matsuda & O. Abe. 199. Distribution of marine organisms and its geological significance in the modern reef complex of the Ryukyu Islands. Sedimentary Geology, 90 : 243-258.
14. 海中公園センター. 1984. 崎山湾自然環境保全地域保全対策緊急調査報告書. 環境庁委託業務報告書. 134pp.
15. 海中公園センター. 1985. 海中生態系における生物の個体数変動要因の解明とその管理手法に関する研究. 環境庁委託業務報告書. 95pp.
16. 海中公園センター. 1990. 平成元年度サンゴ礁生態系の復元手法に関する研究報告書. 海中公園センター. 東京. 107pp.
17. 海中公園センター. 1991. 平成2年度サンゴ礁生態系の復元手法に関する研究報告書. 海中公園センター. 東京. 83pp.
18. 海中公園センター. 1992. 平成3年度サンゴ礁生態系の維持および安定化機構に関する研究報告書. 海中公園センター. 東京. 136pp.
19. 海中公園センター. 1993. 平成4年度サンゴ礁生態系の復元手法に関する研究報告書. 海中公園センター. 東京. pp. 42pp.
20. 海中公園センター. 1994. 平成5年度サンゴ礁生態系の復元手法に関する研究報告書. 海中公園センター. 東京. pp. 87pp.
21. 海中公園センター. 1995. 平成6年度サンゴ礁生態系の復元手法に関する研究報告書. 海中公園センター. 東京. pp. 87pp.
22. Kosuge, T. 1991. Records of the ocypodid *Macrophthalmus boteltobagoe* (Sakai, 1939) from the Ryukyu Islands, south Japan, with special reference to its occurrence on the limestone rocky shore. Galaxea, 10 : 97-101.

23. Kosuge, T., M. Murai & M. Nishihira. 1992. Dusk-copulation of the rock-dwelling ocypodid, *Ilyoplax integra* (Brachyura). *J. Ethol.*, 10 : 53-61.
24. 串本海中公園センター. 1977. 串本産イシサンゴ類. 串本海中公園センター. 串本. 56pp.
25. 峯岸宣遠・上野信平. 1995. 駿河湾内浦沿岸のイシサンゴ類の生態分布と棲息環境. 東海大学海洋研究所研究報告, (16) : 31-40.
26. Moretszon, F. & M. Tsuchiya. 1992. Preliminary survey of the coral-boring bivalvia fauna of Okinawa, southern Japan. *Proc. 7th Intern. Coral Reef Symp.*, 1 : 404-412.
27. 村越正慶. 1987. シャコガイ類. p. 248-261. In : 諸喜田茂充編. 「サンゴ礁域の増養殖」. 緑書房. 東京.
28. Nakamori, T. 1986. Community structures of recent and pleistocene hermatypic corals in the Ryukyu Islands, Japan. *Tohoku Univ., Sci. Rep.*, 2nd ser. (Geol.), 56(2) : 71-133.
29. 仲宗根幸男・長浜克重. 1971. 尖閣列島の海岸無脊椎動物. 尖閣列島学術調査報告書. 琉球大学. 那覇. p. 115-128.
30. 仲宗根幸男・山里 清・香村真徳・西平守孝・新本洋允. 1974. 瀬底島サンゴ礁生物の生態分布(予報). p. 213-236. In : 池原貞雄(編). 琉球列島の自然とその保護に関する基礎的研究 I.
31. Nishi, E. & Nishihira, M. 1996. Age-estimation of the Christmas tree worm *Spirobranchus giganteus* (Polychaeta, Serpulidae) living buried in the coral skeleton from the coral-growth band of the host coral. *Fisheries Science*, 62 : 400-403.
32. 西平守孝. 1980. 潮間帯群集の人為的攪乱, 特に陸地からの赤土流出の影響(中間報告). p. 127-131. In : 池原貞雄(編). 琉球列島における島嶼生態系とその人為的変革 II.
33. 西平守孝. 1981. 久米島における潮間帯群集の人為的攪乱—特に赤土の影響について—. p. 243-261. In : 池原貞雄(編). 琉球列島における島嶼生態系とその人為的変革 II.
34. Nishihira, M. 1981. Interactions of Alcyonaria with hermatypic corals on an Okinawan reef flat. *Proc. 4th Coral Reef Symp.*, Manila. 1 : 722.
35. Nishihira, M. 1984. Biological notes on the rock dwelling ocypodid crab, *Ilyoplax integra* (Tesch), newly recorded from Okinawa, Japan. *Galaxea*, 3 : 97-101.
36. 西平守孝. 1985. 生物の創る生息場所. *海洋と生物*, 7(1) : 1.
37. Nishihira, M. 1987. Natural and human interference with the coral reef and coastal environments in Okinawa. *Galaxea*, 6 : 311-321.
38. 西平守孝. 1987. 珊瑚礁の穴—もう一つの種間関係—. *月刊海洋科学*, 19 : 488-490.
39. 西平守孝(編著). 1988. 「沖縄のサンゴ礁(増補版)」. 沖縄環境科学センター. 239pp.
40. 西平守孝. 1991. 「フィールド図鑑 造礁サンゴ」(増補版). 東海大学出版会. 265pp.
41. 西平守孝. 1992a. 生物による生息場所の創出と多種共存. p. 86-100. In : 「地球共生系とはなにか」. 東正彦・安部琢哉(編著). 平凡社.

42. 西平守孝. 1992b. 造礁サンゴの種間関係. p. 139-157. In: 大串隆之(編著). 「さまざまな共生系—生物種間の多様な相互作用」. 平凡社.
43. 西平守孝. 1993a. サンゴ礁—生物たちの関わりあい. p. 93-102. In: 「海の科学への招待」. 東北大学教育開放センター.
44. 西平守孝. 1993b. サンゴ礁の種多様性の秘密. p. 220-221. In: 週間朝日百科. 「動物たちの地球 115. 海岸」. 朝日新聞社. 東京.
45. Nishihira, M. 1993. Habitat structure and biodiversity in the coral reef areas : Ecological process in habitat creation and community development on microatolls of the massive coral *Porites*. in "Symbiospher : Ecological complexity for promoting biodiversity". Biology International. (eds. Kawanabe, H., Ohgushi, T. & Higashi, M.). 29 : 26-29.
46. 西平守孝. 1994. 群体破片を用いた造礁サンゴの移植について—竹串を用いる簡便な方法—. 沖縄生物学会誌, (32) : 49-56.
47. 西平守孝. 1995. サンゴ礁における多種共存の筋道. 第9回大学と科学公開シンポジウム「地球共生系—多様な生物の共存する仕組み」. クバプロ. 東京. p. 118-132.
48. 西平守孝. 1996a. スツボサンゴ. p. 541-545. In: 日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料. 日本水産資源保護協会. 東京. 577pp.
49. 西平守孝. 1996b. 「足場の生態学」. 平凡社. 267pp.
50. 西平守孝. 1998. サンゴ礁における多種共存機構. p. 161-195. In: 井上民二・和田英太郎(編著)「岩波講座・地球環境学5. 生物多様性とその保全」. 岩波書店. 東京.
51. 西平守孝・酒井一彦・佐野光彦・土屋誠・向井宏. 1995. 「サンゴ礁—生物がつくった生物の楽園」. 平凡社. 323pp.
52. 西平守孝・酒井一彦・横地洋之. 1990. 西表島崎山湾自然環境保全地域のサンゴ類群集. 崎山湾自然環境保全地域調査報告書. 環境庁自然保護局. p. 107-160.
53. 西平守孝 & J. E. N. Veron. 1995. 「日本の造礁サンゴ類」. 海游舎. 440pp.
54. 西平守孝・屋比久壮実・藤田智康. 1988. サンゴ群体破片の無性生殖の応用によるサンゴ群集の復元方法の研究. サンゴ礁海域保全研究会第1回研究報告書. 沖縄県環境科学検査センター. p. 184-254.
55. Nishihira, M. & K. Yamazato. 1972. Brief survey of *Acanthaster planci* in Sesoko Island and its vicinity, Okinawa. Sesoko Mar. Sci. Lab. Tech. Rep., (1) : 1-20.
56. Nishihira, M. & K. Yamazato. 1973. Resurvey of the *Acanthaster planci* population on the reefs around Sesoko Island, Okinawa. Sesoko Mar. Sci. Lab. Tech. Rep., (2) : 17-33.
57. Nishihira, M. & K. Yamazato. 1974. Human interference with the coral reef community and *Acanthaster* infestation in Okinawa. 2nd Intern. Cong. Coral Reefs, Australia. 1 : 577-590.
58. 西平守孝・山里 清・仲宗根幸男・香村真徳・新本洋允. 1974. 瀬底島周辺サンゴ礁のオニヒトデによる攪乱に関するノート. p. 237-254. In: 池原貞雄(編). 琉球列島の自然とそ

の保護 に関する基礎的研究 I.

59. Nishihira, M., K. Yanagiya & K. Sakai. 1987. A preliminary list of hermatypic corals collected around Kudaka Island, Okinawa. *Galaxea*, 6 : 53-60.
60. 西平守孝・横地洋之. 1990. 西表島崎山湾自然環境保全地域の造礁サンゴ類(予報). 崎山湾自然環境保全地域調査報告書. 環境庁自然保護局. p. 95-105.
61. 酒井一彦. 1992. イシサンゴ目. p. 147-167. In: 「原色検索日本海岸動物図鑑 I」. 西村三郎(編). 保育社.
62. Sakai, K., K. Muzik, S. Nakamura & M. Nishihira. 1988. A note on resurvey of coral communities and Acanthaster populations around Okinawa Island in 1984. *Galaxea*, 7 : 41-51.
63. 酒井一彦・西平守孝. 1995. いろいろな種類のサンゴの共存—サンゴ礁生物の多種共存の基礎. p. 15-80. In: 「サンゴ礁—生物がつくった〈生物の楽園〉」. 平凡社.
64. Sakai, K., M. Nishihira, Y. Kakinuma & J. I. Song. 1989. A short-term experiment on the effect of siltation on survival and growth of transplanted *Pocillopora damicornis* branchlets. *Galaxea*, 8 : 143-156.
65. Sakai, K., A. Snidvongs & M. Nishihira. 1989. A note on resurvey of coral communities and Acanthaster populations around Okinawa Island in 1984. *Galaxea*, 7 : 41-51.
66. Sakai, K. & K. Yamazato. 1987. Preliminary list of hermatypic corals around Sesoko Island, Okinawa with a note on the decrease of the species richness from 1980 to 1986. *Galaxea*, 6 : 43-51.
67. Sakai, K. & K. Yamazato. 1984. Coral recruitment to artificially denuded natural substrates on an Okinawan reef flat. *Galaxea*, 3 : 57-69.
68. Sakai, K. 1985. Brief observations on the population of *Acanthaster planci* (L.) and coral assemblages around Sesoko Island, Okinawa in 1983. *Galaxea*, 4 : 23-31.
69. 佐野光彦. 1995. サンゴ礁魚類の多種共存に関わる造礁サンゴの役割. p. 81-117. 「サンゴ礁—生物がつくった生物の楽園」. 平凡社.
70. Sano, M., Shimizu, M. & Nose, Y. 1987. Long-term effects of destruction of hermatypic corals by *Acanthaster planci* infestation on reef fish communities at Iriomote Island, Japan. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 37 : 191-199.
71. Sano, M., Shimizu, M. & Nose, Y. 1984. Changes in structure of coral reef fish communities by destruction of hermatypic corals : observational and experimental views. *Pacif. Sci.*, 38 : 51-79.
72. 白井祥平. 1980. 原色沖縄海中生物図鑑. 沖縄教育出版. 636pp.
73. 白井祥平・佐野芳康. 1985. 石垣島周辺サンゴ礁学術調査報告. 太平洋資源開発研究所. 石垣市. 569pp.
74. 白山義久. 1979. サンゴ礁における底生生物の生態と生物侵食(Bioerosion). 月刊海洋. 1 : 668-674.

75. Shirayama, Y. & M. Horikoshi. 1982. A new method of classifying the growth form of corals and its application to a field survey of coral-associated animals in Kabira Cove, Ishigaki Island. J. Oceanogr. Soc. Jap., 38 : 193-207.
76. 杉山敏郎. 1937. 本邦沿岸産現棲造礁珊瑚に就きて. 東北帝国大学理学部地質学古生物学教室邦文報. 26 : 5-15.
77. 立川浩之. 1996. オオサザナミサンゴ. p. 546-550. In : 日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料. 日本水産資源保護協会. 東京. 578pp.
78. 立川浩之. 1994. 小笠原諸島で採集された日本初記録のイシサンゴ *Madracis kirbyi* (ハナヤサイサンゴ科). 南紀生物, 36 : 111-112.
79. 立川浩之・菅沼弘行・佐藤文彦. 1991. 第2次小笠原諸島自然環境現況調査報告書. 東京都立大学. p. 285-296, 2pl.
80. 土屋 誠. 1995. サンゴ礁のマイクロエコシステム. p. 119-168. In : 「サンゴ礁－生物がつくった生物の楽園」. 平凡社.
81. Tsuchiya, M., H. Nakamura, M. Nishihira, W. R. Y. Licuanan, C. Yonaha, Z. Wang & D. Zhu. 1989. Effect of suspended particles on the community structure of small animals associated with the hermatypic coral *Pocillopora damicornis* and some population traits of its obligate symbionts in Okinawa, Japan. *Galaxea*, 8 : 159-177.
82. Tsuchiya, M., Yamauchi, Y., Moretzsohn, F. & Tsukiji, M. 1992. Species composition and some population traits of obligate symbiotic xanthid crabs, *Trapezia* and *Tetralia*, associated with bleached corals. Proc. 7th Int. Coral Reef Symp., Guam, 1 : 56-63.
83. Tsuchiya, M., K. Yanagiya & M. Nishihira. 1987. Mass mortality of the sea urchin *Echinometra mathaei* (Blainville) caused by high water temperature on the reef flats in Okinawa, Japan. *Galaxea*, 6 : 375-387.
84. Tsuchiya, M. & C. Yonaha. 1992. Community organization of associates of the scleractinian coral *Pocillopora damicornis* : effects of colony size and interactions among obligate symbionts. *Galaxea*, 11 : 29-56.
85. Tribble, G. W. & R. Randall. 1986. A description of the high-latitude shallow water coral communities of Miyake-jima, Japan. *Coral Reefs*, 4 : 151-159.
86. Utinomi, H. 1955. On five new stoloniferans from Sagami Bay, collected by His Majesty Emperor of Japan. *Japan. J. Zool.*, 11 : 453-467.
87. Utinomi, H. 1976a. A review of the Japanese species of *Alcyonium*, with descriptions of two new species and almost forgotten rare species (*Octocorallia*, *Alcyonacea*). *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.*, 23 : 191-204.
88. Utinomi, H. 1976b. Shallow water octocorals of the Ryukyu Archipelago (Part I). *Sesoko Mar. Sci. Lab. Tech. Rep.*, (4) : 1-5.

89. Utinomi, H. 1977a. Shallow water octocorals of the Ryukyu Archipelago (Part II). *Sesoko Mar. Sci. Lab. Tech. Rep.*, (5) : 1-11.
90. Utinomi, H. 1977b. Shallow water octocorals of the Ryukyu Archipelago (Part III). *Sesoko Mar. Sci. Lab. Tech. Rep.*, (5) : 13-34.
91. 内田紘臣・福田照雄. 1989a. 沖縄海中生物図鑑. 第9巻. サンゴ. 新星図書出版. 24pp.
92. 内田紘臣・福田照雄. 1989b. 沖縄海中生物図鑑. 第10巻. サンゴ. サザンプレス. 246pp.
93. Veron, J. E. N. 1988. Comparisons between the hermatypic corals of the southern Ryukyu Islands of Japan and the Great Barrier Reef of Australia. *Galaxea*, 7 : 211-231.
94. Veron, J. E. N. 1992a. Hermatypic corals of Japan. *Aust. Inst. Mar. Sci., Monogr., Ser.*, 9 : 1-234.
95. Veron, J. E. N. 1992b. New Scleractinia from Japan and other Indo-west Pacific countries. *Galaxea*, 9 : 95-173.
96. Veron, J. E. N. 1992c. Conservation of biodiversity : a critical time for the hermatypic corals of Japan. *Coral reefs*, 11 : 13-21.
97. Veron, J. E. N. 1993. A biogeographic database of hermatypic corals. Species of the central Indo-Pacific, genera of the world. *Aust. Inst. Mar. Sci. Monogr. Ser.*, 10 : 1-433.
98. Veron, J. E. N. & R. Peter. 1992. Correlations between sea surface temperature circulation patterns and the distribution of hermatypic corals of Japan. *Continental Shelf Research*, 12 : 835-857.
99. Wells, S. M. & M. D. Jenkins. 1988. "Japan". p. 175-195. In : IUCN Conservation Monitoring Centre. *Coral Reefs of the World. Vol. 3, Central and Western Pacific.*
100. Van Woesik, R. 1996. Earthquake effects on a coral reef in Japan. *Coral Reefs*, 15 : 224.
101. Yamada, M. & K. Yamazato. 1987. Introductory accounts on the cooperative research on the coralreef fauna of Okinawa. *Galaxea*, 6 : 21-24.
102. Yabe, H. & S. Sugiyama. 1933. Notes on three new corals from Japan. *Jpn J. Geol. Geogr.*, 11 : 11-18.
103. Yabe, H. & S. Sugiyama. 1935. Revised list of the reef corals from the Japanese sea and of the fossil reef corals of the raised reefs and the Ryukyu limestone of Japan. *J. Geol. Soc. Japan*, 42 : 379-403.
104. Yabe, H. & S. Sugiyama. 1937. Two new species of reef-building corals from Yoron-zima and Amami-O-sima. *Proc. Imp. Acad. Tokyo*, 13 : 425-429.
105. Yabe, H. & S. Sugiyama. 1941. Recent reef-building corals from Japan and the South Sea Islands under Japanese mandate. *Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ.*, ser. 2 (Geol.), spec vol. 2 : 67-91.
106. Yabe, H., T. Sugiyama and M. Eguchi. 1936. Recent reef building corals from Japan and the

South Sea Islands under the Japanese mandate. Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ., ser. 2 (Geol.), spec. vol. 1 : 1-66.

107. Yamaguchi, M. 1986. *Acanthaster planci* infestations of reefs and coral assemblages in Japan : a retrospective analysis of control efforts. *Coral Reefs*, 5 : 23-30.
108. Yamashiro, H. & Nishihira, M. (1998) Experimental study of growth and asexual reproduction in *Diaseris distorta* (Michelin, 1843), a free-living fungiid coral. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 225 : 253-267.
109. Yamazato, K. 1969. Bathymetric distribution of corals in the Ryukyu Islands. *Proc. Symp. Coralsand Coral Reef*, *Mar. Biol. Ass. India*, p. 121-133.
110. Yamazato, K. 1972. Bathymetric distribution of corals in the Ryukyu Islands. *Proc. Symp. CoralsCoral Reefs*. *Mar. Biol. Assoc. India, Cochin*, p. 121-133.
111. Yamazato, K. 1981. A note on the expulsion of zooxanthellae during summer, 1980 by the Okinawan reef-building corals. *Sesoko Mar. Sci. Lab. Tech. Rep.*, 8 : 9-18.
112. 山里 清・香村真徳・日高道雄. 1980. 久米島のサンゴ群集.
113. Yamazato, K., S. Kamura, Y. Nakasone, Y. Aramoto & M. Nishihira. 1976. Ecological distribution of the reef associated organisms in the Bise-Shinzato coast of Okinawa. In : S. Ikehara (eds). *Ecological Studies of Nature Conservation of the Ryukyu Islands (II)*, 30pp.
114. 山里 清・香村真徳・西島信昇. 1967. 琉球列島における底生動物の分布.
115. 山里 清・西平守孝・香村真徳・仲宗根幸男・新本洋允. 1974. 瀬底島サンゴ礁の生物地形学的考察. p. 201-212. 池原貞雄(編). 琉球列島の自然とその保護に関する研究 I.
116. 山里 清・島袋新功・酒井一彦. 1982. 魚釣り島のサンゴ群集. 尖閣列島の漁場調査報告書. p. 36-55.

(4) 琉球列島のサンゴ礁底生動物の現況

土屋 誠¹

(4)-1. はじめに

琉球列島の周辺に発達している美しいサンゴ礁は多様な生物が多様な生活を営んでいる貴重な自然である。その大切さについては土屋（1996, 1997）と土屋ら（印刷中）がサンゴ礁が持っている生態系機能（1. 漁場機能、2. 多様な生物が共存する機能、3. 環境浄化機能、4. 景観機能、5. 防災機能、6. 二酸化炭素の循環機能、7. 教育研究の場としての機能）の重要性を訴えながら解説しており、それらの機能は生物が健康的な生活を営むことによって維持されるものであると強調している。しかしながら各機能を定量的に、科学的に解説するためには私たちが持っている情報はあまりにも少ない。

私たちはサンゴ礁の大切さをより深く認識し、その保全に努めなければならない。また現段階においてサンゴ礁の研究に関わっている者としての義務は、1) 現在までの情報をまとめること、2) 研究活動をより活発にし、情報の蓄積に努めること、3) サンゴ礁に関する教育を推進し、人材の育成に努めること、4) 環境教育に努め、サンゴ礁の（いや自然環境の）重要性を啓発すること、などにある。

本稿においては、琉球列島においてこれまでに行われた底生動物（オニヒトデを除く）の生態に関する研究を概観し、目的達成の一助にしたい。

(4)-2. サンゴ礁底生動物の総合調査

数多くの専門家が参加して実施される特定地域の総合調査は、調査地域の生物相を解明し、生態系の特徴を知る上で有益である。これまでに琉球列島のサンゴ礁を舞台として幾つかの総合調査研究が行われ、その中で底生動物の分類や生態に関する情報が集積されてきた。

尖閣列島での総合調査においては、仲宗根・長浜(1971)が海岸の無脊椎動物相について調べ、141種の目録を報告すると共に、南小島、北小島、魚釣島、黄尾嶼の島毎に生物相の特徴を記録している。さらに10年後、同地域で漁場資源、漁場環境に関する調査が行われ、諸喜田ら（1981）がシマイセエビの研究を実施した。食性は多岐にわたり、小型巻貝、カニ類、ウニ類、ナマコ類、魚類、海藻類など多様な生物が餌として利用されているという事実を明らかにしている。もちろんこれらの餌生物もそれぞれの食物（サンゴ類、多毛類、デトライタス、栄養塩類など）を摂取しているので、これら多くの生物の共存するバランスが維持されること、つまり種の多様性が維持されることが、水産物の安定供給につながる事を意味し

¹琉球大学理学部

ている。同時に抱卵率や抱卵数などの生物学的な基礎情報もまとめられている。1975年から「海洋環境保全の基礎的研究」と題した沿岸域、外洋域における生物・物理・化学過程に関する全国的な総合研究が実施され、その中で熱帯性海域の沿岸生態系がテーマの一つとして取り上げられた。石垣島の川平湾を調査場所として、サンゴ、底生動物、海藻・海草、プランクトン、水質、地球化学的諸性質、土壌、海水交流などが総合的に研究され、堀越（1979）によってまとめられている。比較的閉鎖的な環境にある川平湾の特徴が浮き彫りにされた。底生動物の生態に関するものでは、個体数が多い種について、海水流動や底質、河川の流入との関連性についての記載がある。

1974年には池原貞雄が中心となって「琉球列島の自然とその保護に関する研究」が実施され、その中では仲宗根ら（1974）により瀬底島周辺のサンゴ礁生物の生態分布が報告されている。オニヒトデによる食害を受けた後の生物相についても言及しており、多様な海藻類やトサカ類、ウミアザミ類の生育が顕著であったとの報告をしている。

次いで久米島を対象とした「琉球列島における島嶼生態系とその人為的変革（Ⅱ）」に関する研究が行われた。西平（1981）が潮間帯生物群集に対する赤土の影響について調べ、赤土の堆積が顕著な海岸では動物群集が貧弱になること、オハグロガキの死亡率が高いこと、などを報告した。

1986・1987年には全国から集まった研究者によってサンゴ礁の生物相解明に焦点を当てた総合調査が実施された。調査の対象となった分類群は、海綿動物、刺胞動物、扁形動物、線形動物、環形動物、節足動物、群体性のホヤにすんでいるコペポータ及びその宿主としてのホヤ類、コケムシ類、ウニ類であり、Galaxeaの第6巻に成果がまとめられている。

次いでサンゴ礁とマングローブ生態系の保全と管理に関する国際シンポジウムとワークショップがユネスコのMAB/COMAR (Man and Biosphere, and Coastal Marine Program) 計画の一環として行われ、サンゴ礁生物に対する赤土の影響がワークショップのテーマであった。同様に Galaxea の8巻1号に成果が掲載されている。そこではシタザラクサビライシ、アザミサンゴ、チヂミコモンサンゴの光合成活動、浮遊性コペポータの生存、マルクサビライシの呼吸活動、ハナヤサイサンゴの成長、ハナヤサイサンゴに生息している動物群集、に対する赤土堆積の影響に関する議論が展開されている。

このほか、沖縄県は過去数回にわたってサンゴ礁保全を目的とした海岸の調査や、赤土の流出が海岸生物に与える影響やその防止対策に関する調査を実施しており、その中に海岸生物相の様子が記載されている。数多くの資料が蓄積されていると考えられるが、情報公開に関しては極めて不十分であり、教育研究に対する活用はほとんどされていないのが実状であろう。

一方、日本人研究者が海外のサンゴ礁へ出かけて調査研究に従事することも多い。戦前パラオに日本学術振興会によって設立された熱帯生物研究所における業績は極めて顕著なものであった。そこではサンゴの他にも、プランクトン、多毛類、甲殻類、巻貝など広範囲の分

類群を対象として分類学的あるいは生態学的研究が行われた。詳細はパラオ熱帯生物研究所報告 Palao Tropical Biological Station Studies を参照されたい。

最近では琉球大学とタイ国チュラロンコン大学との共同研究が継続されており、シャム湾奥部に発達した生物群集の生態学的特徴が解明されつつある。研究対象は無機環境、サンゴをはじめ、潮間帯生物、底生動物、魚類、海藻と多岐にわたっており、成果は Galaxea の5巻および8巻などに収められている。1996年にはタイでシャム湾のサンゴ礁生物群集に関するシンポジウムが開催され、この両大学の共同研究に関わったメンバーと、スウェーデンのストックホルム大学（チュラロンコン大学と共同研究を開始している）の研究者が参加して、活発な議論を行った。

近年、国際的な共同研究は年を追う毎に盛んになっている。琉球大学の場合、サンゴ礁域に関するものとしては上記の他、グアム大学、ハワイ大学、済州大学との共同研究が推進されており、その研究成果が期待されている。

i) サンゴ礁海岸の潮間帯生物群集

沖縄の島々の潮間帯の生物相は、西平（1974, 1975, 1976, 1977, 1978）によって詳しく調査されている。その報告書は今や入手困難であるが270地点を越える潮間帯の調査場所（加えて沖縄の大部分の河口を訪れ、調査している）の詳細な生物相の記載は基礎資料として極めて有益である。記載されている情報は、生物相の他、底質、人為的な攪乱状況、護岸の建設状況、赤土等の堆積状況、空き缶、空き瓶プラスチック容器などの廃棄されている様子などであり、調査当時の海岸の状況が概観可能になっている。生物相は、各調査地点において引かれたライントランセクトに添ったベントスの分布状況が定量的あるいは定性的に示されている。

しかしながらこの一連の調査からかなりの年月が経過しているので再調査が望まれる。また報告書の中で著者も述べているように少数地点を選定しての継続調査が必要であるが、未だ行われていないのが現状である。

琉球大学理学部生物学科や海洋学科の生態学、サンゴ礁学、海洋生物学の研究室においては、卒業論文、研究生論文、修士論文においての研究対象としてサンゴ礁海岸の潮間帯生物が頻繁に取り上げられ、現在も継続して調査されている（現在これらの研究室は近年の学科改組に伴って海洋自然科学科の中にある）。

これらの調査や研究の中で興味ある現象についてはその都度学術雑誌などに報告されてきた。アマオブネの赤土除去活動（西平、1986）、マダライモガイによるゴカイの捕食（Imajima, et al., 1985）、コウダカカラマツガイの帰家行動（新垣・土屋、1993）、オカヤドカリ類の貝類資源利用状況（Yanagiya, et al., 1987）などである。

ii) 海藻と底生動物

海藻類は動物の生息場所として利用されており、時には特定の種と種の密接な関係も観察される。弥益 (1988) はサンゴ礁における単細胞藻類と無脊椎動物との関係について総合的にまとめている。またその中でウミウシ類が特定の緑藻を食物としている関係についても言及している。海藻とそれを生息場所とする端脚類の形態的特徴の関係はヨーロッパにおける研究が多く行われてきた。沖縄でもアオサ類を生息場所とする端脚類の出現パターンは、海藻の種や底質の粒度組成、波浪の強さなどによって決まっていることが示唆されている (森野、1980)。

iii) 甲殻類

底生動物の研究には、幾つかの特定の種やグループに関する詳細な研究がある。加えて断片的な研究報告も多いが、総じて研究は初期の段階と言わざるを得ない。

分類学・形態学においては、甲殻類の分類や生活史に関する研究が多い。サンゴに寄生してゴールを作るサンゴヤドリガニ類の分類学的・生態学的研究が Hiro (=Utinomi) (1937, 1944など) によって始められ、Takeda and Tamura (1979-1986) はこのグループについて分類学的なまとめを行っている。

陸水産甲殻類の生活史や生態を中心に研究している諸喜田は、サンゴ礁海岸を生息の場とするオカヤドカリ類 (Shokita and Yamashiro, 1986)、ヤシガニの生態、マングローブ域に生息しているミナミアシハラガニ (Mia and Shokita, 1996) や台湾アシハラガニ (Mia and Shokita, 1996) の生活史をも解明した。

ハナヤサイサンゴ類やミドリイシ類はその枝の間に多くの小動物を住まわせている。サンゴガニ類は其中で最も顕著な共生動物であり、分類学的、生態学的研究がすすめられている。Shikatani and Shokita (1990) は飼育して得られたサンゴガニ類7種の幼生を記載し、第1ゾエア期の幼生の形態を用いて同定のための検索表を作成した。

サンゴガニ類はハナヤサイサンゴ類に、またヒメサンゴガニ類はミドリイシ類に特徴的に生息しているが、後者に関する研究は世界的に見ても極めて少ない。さまざまなサイズのハナヤサイサンゴ群体に出現するサンゴガニ類、サンゴテッポウエビ、ダルマハゼ類といった共生動物の出現パターンが Tsuchiya and Yonaha (1992) によって調べられた。共生動物の種数や個体数はサンゴサイズの増加に伴って増加したが、単位体積あたりの種数あるいは個体数は逆に減少した。サンゴガニ類の種間関係においては抱卵個体が競争に強いこと、またより大型個体が競争に強いことが明らかになったがその他の強弱関係は明確ではなかった。サンゴガニ類はホストであるハナヤサイサンゴが白化した場合、多大な影響を受け、完全に白化したサンゴからは消滅する。白化が回復するにつれて、サンゴガニ類も戻ってくるが、通常より小型サイズで抱卵し、またより多くの卵を抱えることが報告された (Tsuchiya, et al., 1991)。赤土が流入し、サンゴが死亡しても同様の現象が見られるが、群体の一部分に

生存しているところが存在するとき、そこを利用しているサンゴガニ類を認めることがある (Tsuchiya et al., 1989)。これらの研究結果や議論はサンゴガニ類の多種共存機構に関する考察として土屋 (1995) に紹介されている。

サンゴ共生動物の研究としては他に Fujioka (1983) によるサンゴヤドリガイ科やアクキガイ科の巻貝が宿主としてのサンゴ種の選択性があることを野外観察と室内実験の結果をもとに報告している。ダルマハゼ類も特徴的な共生動物である。

サンゴ礁は共生の海である。サンゴと褐虫藻、クマノミとイソギンチャクなどは代表的なものであるが、テッポウエビとハゼの関係も興味深く、ダイバーは好んで観察しているようである。原田 (1972) は奄美大島、沖縄島などでこの関係を調査し、同じ場所であれば、テッポウエビ類とハゼ類の種の組み合わせはあらゆる組み合わせが認められることを報告している。なお近年多くの図鑑や写真集などにその関係が紹介されている。

iv) 棘皮動物

沖縄のサンゴ礁で最も普通に見られるウニはナガウニである。棘の色については緑褐色、褐色、黒褐色、白色など、生息場所その他の分布パターンなどの生態学的特徴では礁池のくぼみ、礁縁部で穴を掘っているグループなどの違い、形態学的特徴を考慮すると4つのタイプ (あるいは種) に分けられることが明らかになった (Nishihira et al., 1991, Tsuchiya, et al., 1991, 上原, 1990など)。礁池を中心に生息しているタイプは、棘の先が白い、岩陰やサンゴの下などに密集している、という特徴がある。一方、礁縁部に生息している3タイプは穴を掘ってすむという特徴を持ち、その穴をなわぼりとしているが、穴の中にすむという特徴は波あたりが強い環境に対する適応とも考えられる。

種分化は遠い過去の出来事なのだろうか? 環境が刻々と変化し、毎年生物の繁殖が繰り返されている事実を見ると、種の変化に関するイベントは現在も起こっていると考えるのが妥当のように思われる。ナガウニの仲間について私たちは進化の瞬間を見ている可能性がある。沖縄のサンゴ礁に転がっている興味深い話題の一つである。Arakaki et al., (1998) はこれらの4種 (この様に考えている) の疑問解明のため、調査地をタイプ標本が採集されたモーリシャスまで広げ、比較検討を開始している。上原剛を中心とした発生学的、形態学的研究にも多くの資料が蓄積されており、今後の発展が期待される。

この他にも棘皮動物に関する研究は多い。ヒトデ類 (オニヒトデについては大発生してサンゴに対する甚大な影響を及ぼして問題になっており、多くの研究レポートが発表されている。本稿では触れない) では、マンジュウヒトデの成長 (Yamaguchi, 1977)、ヒトデ類数種の幼生の行動 (Yamaguchi, 1977)、単為生殖をするチャイロヒトデの発生や分布 (Yamaguchi and Lucas, 1984) 等が研究された。ナマコ類はサンゴ礁域の重要な泥食者である。Wiedmeyer (1992) はクロナマコとハネジナマコの2種について、堆積物の攪拌量と有機物の摂取量を推定した。またパラオでは Yamanouchi (1956) によって日周活動が調査されて

いる。

v) 生物侵食作用

サンゴ礁は生物が作った生物の活動の舞台であるが、それを侵食する生物たちがいることもよく知られており、生物侵食作用と呼ばれている。ブダイ類やチョウチョウオ類などの魚類もサンゴを食物として利用しながらサンゴ礁を侵食していることが知られているが、この作用の主演は底生動物である。

この作用はグレートバリアリーフやバミューダ等のサンゴ礁では盛んに研究されてきたが、日本にサンゴ礁における研究は多くない。Shirayama and Horikoshi (1982) は石垣島川平湾においてサンゴの形状とそれを住処とする動物たちの関係を調べ、侵食しながら骨格内に棲息している動物群集構造についても言及している。白山 (1979) による生物侵食に関する総説には、さまざまな分類群に属する生物が石灰岩を侵食する方法やその量をまとめられており有益である。沖縄のサンゴ礁における生物侵食に関する研究は Kokubo (1993) によるナガウニの侵食量の推定や Moretzsohn and Tsuchiya (1991) が穿孔性貝類の生息状況を記載した論文があるのみであり、今後の情報の蓄積を待たなければならない。

侵食された跡地は小動物によって利用される。ホシムシや二枚貝によって形成された小さな穴はそれらが死亡した後、多毛類、イソギンチャク、カニ類などの住処になる。Nishihira (1984) はそのような穴からチゴガニの一種 (ミナミチゴガニ) を日本初記録として紹介した。チゴガニを含むスナガニ類は通常干潟に棲息しているが、本種は岩礁上の穴を利用しているという興味ある話題を提供した。本種についてはその後、配偶行動を中心とした生態学研究が行われ (Kosuge, et al., 1992)、さらに類似した生活様式を持つ別の種の存在も発見されている (Kosuge, 1991)。

サンゴ礁の底質生成、堆積環境に関して有孔虫の果たす役割は大きい。氏家宏はこの分野で精力的な研究活動を実施し、多くの業績をあげている。その中でサンゴ礁域に関しては石垣島と西表島の間に広がる石西礁の堆積環境を解明する中で有孔虫相の特徴について報告している (Ujiie and Hatta, 1994, Ujiie and Ono, 1995)。生態学的な研究としては Sakai and Nishihira (1981) によるバキュロジプシナ (星砂) の個体群動態や生産量に関する研究があるほか、琉球大学の卒業論文や修士論文に数編の研究例がある。

参考文献

1. 新垣光功、土屋誠 (1993) コウダカカラカツガイの活動パターンと帰家行動. 沖縄生物学会誌、31, 53-62
2. Arakaki, Y., T. Uehara and I. Fagoonee (1998) Comparative studies of the Genus *Echinometra*

- from Okinawa and Mauritius. Zool. Sci., 25, 159-168.
3. Fujioka, Y. and K. Yamazato (1983) Host selection of some Okinawan coral associated gastropods belonging to the genera *Drupella*, *Coralliophila* and *Quoyula*. Galaxea, 2, 59-74.
 4. 原田英司 (1972) 南西諸島で観察されたテッポウエビ類とハゼ類の同居関係について. 沖縄生物学会誌、9, 1-5.
 5. Hiro F. (1937) Studies on the animals inhabiting reef corals. I. *Hapalocarcinus* and *Cryptochirus*. Palao Trop. Biol. St. Stud., 1, 137-154.
 6. 堀越増興 (1979) 熱帯性海域の沿岸生態系—地域生態系における自然的ユニットのモデルとしての石垣島川平湾— 堀部純男 (編) 環境科学としての海洋学3、東京大学出版会、145-169.
 7. Imajima, M., M. Tsuchiya and M. Nishihira (1985) Occurrence of *Perinereis neocaledonica* Pruvot, 1930 (Polychaeta: Nereidae) in southern Japan and some ecological notes on its predator. Special Publ. Mukaishima Mar. Biol. Stn., 145-149.
 8. Kokubo, A. Residence and erosive activity in the burrowing urchin *Echinometra mathaei*. Unpublished MS Thesis, University of the Ryukyus
 9. Kosuge, T. (1991) Records of the ocyropodid *Macrophyalmus boteltobago* (Sakai, 1939) from the Ryukyu Islands, south Japan, with special reference to its occurrence on the limestone rocky shore. Galaxea, 10, 97-101.
 10. Kosuge, T., M. Murai and M. Nishihira (1992) Dusk-population of the rock dwelling ocyropodid, *Ilyoplax integra* (Brachura). J. Ethology, 10, 53-62.
 11. 桑原 連 (1984) 葉上生物. 文部省特定研究「海洋生物過程」成果編集委員会：海洋の生物過程、59.
 12. Mia, M. Y. and S. Shokita (1996) Description of larval and juvenile stages of the grapsid crab, *Helice leachi* Hess (Brachyura: Grapsidae) reared under the laboratory conditions. Crustacean Research, 25, 104-120.
 13. Mia, M. Y. and S. Shokita (1996) Larval development of a grapsid crab, *Helice formosensis* Rathbun (Crustacea: Grapsidae) reared under the laboratory. Species Diversity, 1, 7-23.
 14. Moretzsohn, F. and M. Tsuchiya (1992) Preliminary survey of the coral-boring bivalve fauna of Okinawa, southern Japan. Proc. 7th Int. Coral Reef Symp. Guam, 1 404-412.
 15. 森野 浩 (1980) アオサ帯における端脚類の分布について、(1) 沖縄県瀬底間の場合。第27回日本生態学会講演要旨集、91.
 16. 本川達雄 (1985) サンゴ礁の生物たち—共生と適応の生物学。中央公論社。
 17. Nakashima, Y., T. Kuwamura and Y. Yogo (1995) Why be a both-ways sex changer? Ethology, 101, 301-307.
 18. 仲宗根幸男、長浜克重 (1971) 尖閣列島の海岸無脊椎動物。尖閣列島学術調査報告、琉球大

学、115-128.

19. 仲宗根幸男、山里清、西平守孝、香村眞徳、新本洋允(1974)瀬底島のサンゴ礁生物の生態分布(予報). 琉球列島の自然とその保護に関する研究、213-236.
20. 西平守孝(1974-1978)沖縄の潮間帯-1974. 琉大海洋保全研究会. , 八重山の潮間帯-1975 琉大海洋保全研究会. , 宮古の潮間帯-1976 琉大海洋保全研究会. , 久米島・慶良間の潮間帯-1977 沖縄鳥類保護協会. , 西表の潮間帯-1978沖縄県自然保護課.
21. 西平守孝(1981)久米島における潮間帯生物群集の人為的攪乱—特に赤土の影響について—。琉球列島における島嶼生態系とその人為的変革Ⅱ、243-260.
22. Nishihira, M. (1984) Ecological notes on the rock-dwelling ocypodid crab, *Ilyoplax integra* (Tesch), newly recorded from Okinawa, Japan. *Galaxea*, 3, 97-101.
23. 西平守孝(1986)潮間帯に堆積した赤土のアマオブネによる除去について。沖縄生物学会誌、24, 69-70.
24. Nishihira, M., Y. Sato, Y. Arakaki and M. Tsuchiya (1991) Ecological distribution and habitat preference of 4 types of the sea urchin *Echinometra mathaei* (Blainville) on the Okinawan reef flats. *Biology of Echinodermata, Proc. Int. Echinoderm Confer.*, 91-104, Balkema.
25. Sakai, K. and M. Nishihira (1981) Population study of the benthic foraminifer *Baculogypsina sphaerorolata* on the Okinawan reef flat and preliminary estimation of its annual production. *Proc. 4th Int. Coral Reef Symp.*, 2, 736-766.
26. Shikatani, N. and S. Shokita (1990) First zoeae of seven trapeziid crabs (Brachyura, Trapeziid) from the Ryukyu Island reared in the laboratory. *Galaxea*, 9, 179-191.
27. 白山義久(1979)サンゴ礁における底生生物の生態と生物侵食(Bioerosion)。月刊海洋、1, 668-674.
28. Shirayama, Y. and M. Horikoshi (1982) A new method of classifying the growth form of corals and its application to a field survey of coral-associated animals in Kabira Cove, Ishigaki Island. *J. Oceanogr. Soc. Jap.*, 38, 193-207.
29. 諸喜田茂充(編著)(1987)サンゴ礁域の増養殖。緑書房
30. 諸喜田茂充、西島信昇、渡辺利明、大城信弘、当真武(昭和57) 尖閣諸島産シマイセエビの漁業生物学的研究、尖閣列島周辺漁場調査報告書。沖縄県農林水産部、57-74.
31. Takeda, M. (武田正倫) and Y. Tamura (田村洋一)(1979-1986) Coral-inhabiting crabs of the Family Hapalocarcinidae from Japan (日本産サンゴヤドリガニ類)。I. Three species obtained from Mushroom coral, *Fungia*. *Bull. Natn. Sci. Mus. Ser. (A)*, 5, 183-194, II Genus *Pseudohaplocarcinus*. *Proc. Jap. Soc. Syst. Zool.*, 18, 54-59, III. New Genus *Fizesereneia*. *Bull. Natn. Sci. Mus. Ser. (A)*, 6, 137-146, IV. Genus *Neotroglocarcinus*. *Bull. Natn. Sci. Mus. Ser. (A)*, 6, 147-151, V. Genus *Cryptochirus*. *Researches on Crustacea*, 10, 45-56, VI. サンゴヤドリガニ属。文部省科学研究費補助金総合研究A「潮間帯および潮間

- 帯上部に棲息するカニ類の比較生態学的研究」57-67., VII. Genus *Favicola*. Reseraches on Crustacea, 11, 41-50, VIII. Genus *Pseudocryptochirus* and two new Genera. Bull. Biogeogr. Soc. Jap., 36, 14-27, IX. A small collection made at Kushimoto and Koza, the Kii Peninsula. Bull. Natn. Sci. Mus. Ser. (A), 9, 1-12, X. Collections from Hachijo Island in the Izu islands, Bull. Natn. Sci. Mus. Ser. (A), 11, 99-108, XI. 分布について. 日本生物地理学会報、41, 61-70.
32. 土屋 誠 (1995) サンゴ礁のマイクロエコシステム. 西平ら (共著) サンゴ礁—生物が作った生物の楽園、平凡社、119-168.
33. 土屋 誠 (1996) サンゴ礁の生態系機能. 海洋と生物, 18, 183-188
34. 土屋 誠 (1997) サンゴ礁と干潟生態系 加藤・池原 (編著) 沖縄の自然を知る 築地書館、46-63.
35. Tsuchiya, M. K. Yanagiya and M. Nishihira (1987) Mass mortality of the sea urchin *Echinometra mathaei* (Blainville) caused by high water temperature on the reef flats in Okinawa, Japan. Galaxea, 6, 375-385.
36. Tsuchiya, M., Y. Sato, and M. Nishihira (1991) Behavioral characteristics of the sea urchin *Echinometra mathaei* (Blainville): agonistic behavior and recolonization process on the depopulated reef flat. Biology of Echinodermata, Proc. Int. Echinoderm Confer., 113-118, Balkema.
37. Tsuchiya, M. and C. Yonaha (1992) Community organization of associates of the scleractinian coral *Pocillopora damicornis*: effects of colony size and interactions among the obligate symbionts. Galaxea, 11, 29-56.
38. Tsuchiya, M., Y. Yamauchi, F. Moretzsohn, and M. Tsukiji (1992) Species composition and population traits of obligate symbionts associated with bleached corals. Proc. 7th Int. Coral Reef Symp., Guam, 1, 56-63.
39. Tsuchiya, M., H. Nakamura, M. Nishihira, W. R. Y. Licuanan, C. Yonaha, Z. Wang and D. Zhu (1989) Effect of suspended particles on the community structure of small animals associated with the hermatypic coral *Pocillopora damicornis* and some population traits of its obligate symbionts in Okinawa. Galaxea, 8, 159-177.
40. 土屋 誠、屋比久壮実、植田正恵 (印刷中) サンゴ礁は異常事態—保全のキーワードはバランス— 沖縄マリン出版.
41. 上原 剛 (1990) ナガウニの種分化. 遺伝, 44, 47-53.
42. Ujiie, H. and A. Hatta (1994) Additional description of benthic foraminifera from coral seas between Ishigaki and Iriomote Islands, southern Ryukyu Island Arc. Bull. Coll. Sci. Univ. Ryukyus, 57, 11-25.
43. Ujiie, H. and T. Ono (1995) Sedimentological aspects of "Sekisei-sho", coral sea lagoon of the southern Ryukyu Islands Arc, NW Pacific, with an appendix on occurrence chart of benthic

- foraminifera. Bull. Coll. Sci. Univ. Ryukyus, 59, 43-88.
44. Utinomi, H. (1944) Studies on the animals inhabiting reef corals. III. A revision of the family Hapalocarcinidae (Brachyura), with some remarks on their morphological peculiarities. Palao Trop. Biol. Stn. St., 2, 687-731.
 45. Wiedmeyer, W. L. (1992) Feeding behaviour of two tropical holothurians *Holothuria (Metriatyla) scabra* (Jager 1833) and *H. (Holodeima) atra* (Jager 1833), from Okinawa, Japan. Proc. 7th Coral Reef Symp., Guam, 2, 853-860.
 46. Yamaguchi, M. (1977) Estimating the length of the exponential growth phase: growth increment observations on the coral reef asteroid *Culcita novaeguinea*. Mar. Biol., 39, 57-59.
 47. Yamaguchi, M. (1977) Larval behavior and geographic distribution of coral reef asteroids in the Indo-West Pacific. Micronesica, 13, 283-296.
 48. 山口正士(1985-1989) サンゴ礁学入門①-⑩. 海洋と生物、7-11.
 49. Yamaguchi, M. and J. S. Lucas (1984) Natural parthenogenesis, larval and juvenile development, and geographical distribution of the coral reef asteroid *Ohiodisaster granifer*. Mar. Biol., 83, 33-42.
 50. Yamanouchi, T. (1956) The daily activity rhythms of the holothurians in the coral reefs of the Palao islands. Publ. Seto Mar. Biol. Lab., 5, 347-362.
 51. Yanagiya, K., N. Tanaka and M. Tsuchiya (1987) Shell resource and behavior of the land hermit crab, *Coenobita* spp., on the coast of Komesu in Okinawa, southern Japan. Biol. Mag. Okinawa, 25, 43-52.
 52. 弥益輝文(1988)サンゴ礁の生物たち-3:サンゴ礁の共生関係. 西平守孝(編著) 沖縄のサンゴ礁、沖縄環境科学センター、123-145.

(5) これまで行なわれた研究一覧

i) サンゴ礁生物群集の種多様性と多種共存機構に関連した研究
(文献 No. は173-180p の参考文献の番号に対応している)

分類群名	対象分野	対象海域	著者(所属)	発行年	文献No	備考
八放サンゴ	分類、種組成	沖縄瀬底島	Benayahu, Y. (Tel Aviv Univ.)	1995	1	
造礁サンゴ	群集構造、環境	沖縄瀬底島、本部	Choe, L. M. (シンガポール国立大学)、K. Yamazato (琉大・理)	1990	2	
ヒドロサンゴ、イシサンゴ	分類	相模湾	江口元起 (東北大・理)	1968	3	
アオサンゴ	分布、生態	日本	藤岡義三 (南西水研)	1996	4	
造礁サンゴ	分類	石垣島浦底湾	Fujioka, Y. (南西水研)	1998	5	
二枚貝	分類、進化	琉球列島(海底洞穴)	Hayami, I. and T. Kase (東大総合博物館)	1993	6	
造礁サンゴ	移植法		福田照雄 (海中公園センター)	1988	7	
造礁サンゴ、オニヒトデ、シロレイシガイダマシ	分布、生態、成長、生理、駆除法	八重山群島	波部忠重 (東海大・海洋)	1989	8	
底生生物	群集構造、環境	パラオ、石垣島川平湾	Horikoshi, M. (千葉大・理)	1988	9	
底生生物	群集構造、環境	石垣島川平湾	堀越増興 (東大海洋研)、北野康(名大)、山里清・西平守孝(琉大・理)	1975	10	
八放サンゴ	分類、分布	琉球列島	Imahara, Y. (和歌山県自然博)	1991	11	
ウミヅタ	分類	日本	今原幸光 (和歌山県自然博)	1992	12	
造礁生物	分布	琉球列島	Iryu, I., T. Nakamori (東北大・理)、S. Matsuda (琉大・教育)、O. Abe (名大大気水圏研)	1998	13	
造礁サンゴ、オニヒトデ	分布、生態	西表島崎山湾	海中公園センター	1984	14	
オニヒトデ	生態	八重山群島	海中公園センター	1985-1989	15	
造礁サンゴ	群集構造、環境	八重山群島	海中公園センター	1990	16	
造礁サンゴ	群集構造、環境	八重山群島	海中公園センター	1991	17	
造礁サンゴ	群集構造、環境	八重山群島	海中公園センター	1992	18	
造礁サンゴ	移植法	八重山群島	海中公園センター	1993	19	
造礁サンゴ	移植法	八重山群島	海中公園センター	1994	20	
造礁サンゴ	移植法	八重山群島	海中公園センター	1995	21	
カニ類	生態	琉球列島	Kosuge, T. (琉大・理)	1991	22	
カニ類	生態	琉球列島	Kosuge, T., M. Murai and M. Nishihira (琉大・理)	1992	23	
造礁サンゴ	分類	和歌山県串本	串本海中公園センター	1977	24	
イシサンゴ	生態	静岡県沼津	峯岸宣遠・上野信平(東海大・海洋)	1995	25	
二枚貝	生物侵食	沖縄県	Moretson, F. (ブラジル)、M. Tsuchiya (琉大・理)	1992	26	
シャコガイ類	増養殖	沖縄県	村越正慶	1987	27	
造礁サンゴ	群集構造	琉球列島	Nakamori, T. (東北大・理)	1986	28	
無脊椎動物	分布	尖閣列島	仲宗根幸男・長浜克重(琉大・理)	1971	29	
底生生物	生態	沖縄県瀬底島	仲宗根幸男・山里清・香村真徳・西平守孝・新本洋允(琉大・理)	1974	30	
多毛類	生活史		Nishi, E. and M. Nishihira (東北大・理)	1996	31	
底生生物	生態、攪乱	琉球列島	西平守孝(琉大・理)	1980	32	
底生生物	生態、攪乱	沖縄県久米島	西平守孝(琉大・理)	1981	33	
八放サンゴ、造礁サンゴ	生態	沖縄県	Nishihira, M. (琉大・理)	1981	34	
カニ類	分類	沖縄県	Nishihira, M. (琉大・理)	1984	35	
底生生物	生態		西平守孝(琉大・理)	1985	36	
サンゴ礁	環境	沖縄県	Nishihira, M. (琉大・理)	1987	37	
底生生物	生態		西平守孝(琉大・理)	1987	38	
サンゴ礁	生物、地学、環境、水産	沖縄県	西平守孝(編著)(琉大・理)	1988	39	
造礁サンゴ	分類	日本	西平守孝(東北大・理)	1991	40	
サンゴ礁生物	生態	日本	西平守孝(東北大・理)	1992 a	41	
造礁サンゴ	生態	日本	西平守孝(東北大・理)	1992 b	42	
サンゴ礁生物	生態	日本	西平守孝(東北大・理)	1993 a	43	
サンゴ礁生物	生態	日本	西平守孝(東北大・理)	1993 b	44	
底生生物	生態	日本	Nishihira, M. (東北大・理)	1993	45	
造礁サンゴ	移植法	日本	西平守孝(東北大・理)	1994	46	
サンゴ礁生物	生態		西平守孝(東北大・理)	1995	47	

分類群名	対象分野	対象海域	著者(所属)	発行年	文献No	備考
スツボサンゴ	分布、生態	日本	西平守孝(東北大・理)	1996a	48	
サンゴ礁生物	生態		西平守孝(東北大・理)	1996b	49	
サンゴ礁生物	種多様性		西平守孝(東北大・理)	1998	50	
サンゴ礁生物	生態		西平守孝(東北大・理)、酒井一彦(琉大・理)、佐野光彦(東大・農)、土屋 誠(琉大・理)、向井宏(北大・理)	1995	51	
造礁サンゴ	分布、生態	西表島崎山湾	西平守孝・酒井一彦(琉大・理)、横地洋之(東海大・海洋)	1990	52	
造礁サンゴ	分類、分布	日本	西平守孝(東北大・理)、J.E.N. Veron (James Cook Univ., Australia)	1995	53	
造礁サンゴ	移植法	沖縄県	西平守孝(琉大・理)・屋比久壮実・藤田智康	1988	54	
オニヒトデ	分布	沖縄県瀬底島	Nishihira, M. and K. Yamazato (琉大・理)	1972	55	
オニヒトデ	分布	沖縄県瀬底島	Nishihira, M. and K. Yamazato (琉大・理)	1973	56	
オニヒトデ	分布、攪乱	沖縄県	Nishihira, M. and K. Yamazato (琉大・理)	1974	57	
オニヒトデ	分布、攪乱	沖縄県瀬底島	西平守孝・山里 清・仲宗根幸男・香村真徳・新本洋允(琉大・理)	1974	58	
造礁サンゴ	分類	沖縄県久高島	Nishihira, M., K. Yanagiya and K. Sakai (琉大・理)	1987	59	
造礁サンゴ	分類	西表島崎山湾	西平守孝(琉大・理)、横地洋之(東海大・海洋)	1990	60	
造礁サンゴ	分類	日本	酒井一彦(琉大・理)	1992	61	
オニヒトデ、造礁サンゴ	生態	沖縄県瀬底島	Sakai, K. (琉大・理)	1985	62	
オニヒトデ、造礁サンゴ	生態	沖縄県	Sakai, K., K. Muzik, S. Nakamura and M. Nishihira (琉大・理)	1988	63	
造礁サンゴ	種多様性		酒井一彦(琉大・理)、西平守孝(東北大・理)	1995	64	
造礁サンゴ	生態	沖縄県瀬底島	Sakai, K., M. Nishihira (琉大・理)、Y. Kakinuma (鹿大)、J.I. Song (Ewha Woman's Univ., Korea)	1989	65	
造礁サンゴ、オニヒトデ	生態、分布	沖縄県	Sakai, K., A. Snidvongs and M. Nishihira (琉大・理)	1989	66	
造礁サンゴ	分類	沖縄県瀬底島	Sakai, K. and K. Yamazato (琉大・理)	1987	67	
造礁サンゴ	加入	沖縄県	Sakai, K. and K. Yamazato (琉大・理)	1984	68	
魚類、造礁サンゴ	生態		佐野光彦(東大・農)	1995	69	
魚類、オニヒトデ	生態	西表島	Sano, M., M. Shimizu and Y. Nose (東大・農)	1987	70	
魚類、造礁サンゴ	群集構造	西表島	Sano, M., M. Shimizu and Y. Nose (東大・農)	1984	71	
サンゴ礁生物	分類	沖縄県	白井祥平(太平洋資源開発研究所)	1980	72	
造礁サンゴ	分布	石垣島	白井祥平・佐野芳康(太平洋資源開発研究所)	1985	73	
底生生物	生態、生物侵		白山義久(東大海洋研)	1979	74	
造礁サンゴ	生活型	石垣島川平湾	Shirayama, Y. and M. Horikoshi (東大・海洋研)	1982	75	
造礁サンゴ	分類	日本	杉山敏郎(東北大・理)	1937	76	
オオサザナミサンゴ	分布、生態	日本	立川浩之(東京都海洋環境保全協会)	1996	77	
造礁サンゴ	分類	小笠原	立川浩之(東京都海洋環境保全協会)	1994	78	
造礁サンゴ	分布	小笠原	立川浩之・菅沼弘行・佐藤文彦(東京都海洋環境保全協会)	1991	79	
サンゴ礁生物	生態		土屋 誠(琉大・理)	1995	80	
底生生物	共生、群集構造、攪乱	沖縄県	Tsuchiya, M., H. Nakamura, M. Nishihira (琉大・理), W.R.Y. Licuanan (Univ. of Philippines), C. Yonaha (琉大・理), Z. Wang (South China Sea Institute of Oceanography, 中国), D. Zhu (Nanjing Univ. 中国)	1989	81	

分類群名	対象分野	対象海域	著者(所属)	発行年	文献No	備考
カニ類	共生、種組成、白化サンゴ		Tsuchiya, M., Y. Yamauchi, F. Moretzohn, M. Tsukiji (琉大・理)	1992	82	
ウニ類	死滅、高水温	沖縄県	Tsuchiya, M., K. Yanagiya and M. Nishihira (琉大・理)	1987	83	
底生生物	共生、群集構造		Tsuchiya, M. and C. Yonaha (琉大・理)	1992	84	
造礁サンゴ	分布		Tribble, G. W. and R. Randall (Bishop Museum, Hawaii)	1986	85	
根生類	分類	相模湾	Utinomi, H (京大・瀬戸)	1955	86	
ウミトサカ類	分類	日本	Utinomi, H (京大・瀬戸)	1976a	87	
八放サンゴ	分類	琉球列島	Utinomi, H (京大・瀬戸)	1976b	88	
八放サンゴ	分類	琉球列島	Utinomi, H (京大・瀬戸)	1977a	89	
八放サンゴ	分類	琉球列島	Utinomi, H (京大・瀬戸)	1977b	90	
造礁サンゴ	分類	沖縄県	内田絏臣・福田照雄 (海中公園センター)	1989a	91	
造礁サンゴ	分類	沖縄県	内田絏臣・福田照雄 (海中公園センター)	1989b	92	
造礁サンゴ	分類、分布	石垣島	Veron, J. E. N. (Australian Institute of Marine Science)	1988	93	
造礁サンゴ	分類、分布	日本	Veron, J. E. N. (Australian Institute of Marine Science)	1992a	94	
造礁サンゴ	分類、分布	日本	Veron, J. E. N. (Australian Institute of Marine Science)	1992b	95	
造礁サンゴ	分類、分布	日本	Veron, J. E. N. (Australian Institute of Marine Science)	1992c	96	
造礁サンゴ	分類	日本	Veron, J. E. N. (Australian Institute of Marine Science)	1993	97	
造礁サンゴ	分布	日本	Veron, J. E. N. and R. Peter (AIMS)	1992	98	
造礁サンゴ	分布、生態	日本	Wells, S. M. and M. D. Jenkins (IUCN)	1988	99	
サンゴ礁	地震	喜界島	Van Woelik, R. (琉大・理)	1996	100	
サンゴ礁生物	動物相	沖縄県瀬底島	Yamada, M. (北大・理)、K. Yamazato (琉大・理)	1987	101	
サンゴ	分類	日本	Yabe, H. and S. Sugiyama (東北大・理)	1933	102	
造礁サンゴ (現生、化石)	分類	日本	Yabe, H. and S. Sugiyama (東北大・理)	1935	103	
造礁サンゴ	分類	与論島、奄美大島	Yabe, H. and S. Sugiyama (東北大・理)	1937	104	
造礁サンゴ	分類	日本、ミクロネシア	Yabe, H. and S. Sugiyama (東北大・理)	1941	105	
造礁サンゴ	分類	日本、ミクロネシア	Yabe, H., T. Sugiyama and M. Eguchi (東北大・理)	1936	106	
オニヒトデ	分布	日本	Yamaguchi, M (琉大・理)	1986	107	
クサビライシ類	生殖、成長		Yamashiro, H. and M. Nishihira (東北大・理)	1998	108	
造礁サンゴ	分布	日本	Yamazato, K. (琉大・理)	1969	109	
造礁サンゴ	分布	琉球列島	Yamazato, K. (琉大・理)	1972	110	
造礁サンゴ、共生藻	白化	沖縄県	Yamazato, K. (琉大・理)	1981	111	
造礁サンゴ	分布	沖縄県久米島	山里 清・香村真徳・日高道雄 (琉大・理)	1980	112	
サンゴ礁生物	共生、分布	沖縄県備瀬新里	Yamazato, K., S. Kamura, Y. Nakasone, Y. Aramoto and M. Nishihira (琉大・理)	1976	113	
底生動物	分布	琉球列島	山里 清・香村真徳・西島信昇 (琉大・理)	1967	114	
サンゴ礁地形		沖縄県瀬底島	山里清・西平守孝・香村真徳・仲宗根幸男・新本洋允 (琉大・理)	1974	115	
造礁サンゴ	分布	尖閣列島魚釣島	山里 清・島袋新功・酒井一彦 (琉大・理)	1982	116	

ii) サンゴ礁底生動物に関する研究
(文献 No. は186-190P の参考文献の番号に対応している)

分類群名	対象分野	対象海域	実施年	著者 (所属)	文献 No.	備考
1 海藻	海藻相	琉球列島		香村、眞徳 (琉大・理・生物)		
				久場、安次 (沖縄県立西原高等学校)		
2 海藻	分類	琉球列島		瀬川、宗吉		
				香村、眞徳 (琉大・理・生物)		
3 海藻相	生態	琉球列島		Tsuda, Roy, T (グアム大・海洋)		
4 海産植物	海産植物分布、環境	久米島	1974	香村、眞徳 (琉大・理・生物)		
				飯田、勇次 (唐津市立唐津第一中学校)		
5 コノリ	生理	金武町	1993-94	Gerung Grevo Soiemann (琉大・理・生物)		
6 カサリ	養殖			池原、規勝 (琉大・理・生物)		
7 ハナフリ	生態	山田	1992-93	Susanto Antonius Budi (琉大・理・生物)		
		万座毛				
		Sub Marine Park				
8 カガメンキンサイ	生態	西表	1979-80	横地、洋之 (東海大・海洋)		
9 マクリ	漁業	平敷屋	1961-62	大城、肇 (沖縄国際大・教養・生物)		
10 ミル科藻類	分類	琉球列島	1996-97	岸本、和雄 (琉大・理・生物)		
11 有孔虫	生態	久高島	1978-79	Sakai, Kazuhiko (琉大・理・生物)	25	
12 有孔虫類	生態	久高島	1985-87	Gibo, Motokazu (琉大・理・生物)		
13 有孔虫類	生態	久高島	1990-91	Nakama, Joji (琉大・理・生物)		
14 有孔虫類	分類	石垣		Ujiie, Hiroshi (琉大・理・海洋)	42	
		西表		Hatta, Akio (鹿児島大・教育)		
15 有孔虫類	地学	石垣	1981, 85-86	Ujiie, Hiroshi (琉大・理・海洋)	43	
		西表		Ono, Tomonori (琉大・理・海洋)		
16 カイメン類	生態			山口、正士 (琉大・理・海洋)	48	
17 カイメン類	生理、生態			山口、正士 (琉大・理・海洋)	48	
18 カイメン類	生態			山口、正士 (琉大・理・海洋)	48	
19 硬骨カイメン類	生態、地理			山口、正士 (琉大・理・海洋)	48	
20 ハナササゲツツ	生態	瀬底	1987-88	Tsuchiya, Makoto (琉大・理・生物)	39	
		億首川		Nakamura, Harumi (琉大・理・生物)		
				Nishihira, Moritaka (琉大・理・生物)		
				Licuanan Wilfredo R. Y (フィリピン大・海洋科学研究所)		
				Yonaha, Chiaki (琉大・理・生物)		
				Wang Zhihao (South China Sea Institute of oceanography)		
				Zhu, Dakui (Mar. Geomorph. Sed. Lab., Nanjing Univ.)		
21 造礁サンゴ類	生態			山口、正士 (琉大・理・海洋)		
22 マッコ礁	生態、環境			山口、正士 (琉大・理・海洋)		
23 マッコ礁群集	生態	川平湾 (石垣島)	1977-78	Shirayama, Yoshihisa (東大・海洋研)	28	
				Horikoshi, Masuoki (東大・海洋研)		
24 マッコ礁共生生物	生態、環境			佐野、光彦 (東大・農・水産)		
25 マッコ礁共生生物	生態			弥益、輝文 (琉大・教養)	52	
26 マッコ礁域底生生物群	分布、環境	瀬底	1972-73	仲宗根、幸男 (琉大・教育・生物)	19	
				山里、清 (琉大・理・生物)		
				西平、守孝 (琉大・理・生物)		
				香村、眞徳 (琉大・理・生物)		
				新本、洋允 (沖縄県立教育センター)		
27 マッコ礁域底生生物	生態	川平湾 (石垣島)		白山、巖久 (東大・海洋研)	27	
28 マッコ礁の有用水産生物	生態、環境、漁業	琉球列島		諸喜田、茂充 (琉大・理・海洋)	29	
29 <i>Perinereis neocaledonica</i>	生態、分類	久米島	1984	Imajima, Minoru (国立科博)	7	
				Tsuchiya, Makoto (琉大・理・生物)		
				Nishihira, Moritaka (琉大・理・生物)		
30 <i>Salmacina</i>	生態 —ここまで	瀬底、本部	1998-1990	Nishi, Eijiroh (琉大・理・生物)		
31 チドリミドリガイ	形態	沖縄本島	1988-90	足立、文 (琉大・理・生物)		
32 コウダカラマツガイ	生態	那覇	1990	新垣、光功 (琉大・理・生物)	1	
				土屋、誠 (琉大・理・生物)		
33 コンベイトウガイ イボクマキガイ	生態	港川	1991-93	Anisul Huq Khandaker (琉大・理・生物)		
34 シロレシカイダマン	生態	瀬底	1978-80, 82	Fujioka, Yoshimi (琉大・理・生物)	3	
				Yamazato, Kiyoshi (琉大・理・生物)		

	<i>Drupella dealbata</i>					
	クチニイガイダマシ					
	<i>Drupella</i> . sp.					
	<i>Coralliophila violacea</i>					
	ヒトウコヤドリ					
	カマヤドリ					
	ヒラヒラヤドリ					
	カマヤドリ					
35	リュウウアマガイ	生態	沖縄島北部	1991	伊藤、泰人(琉大・理・生物)	
	キバアマガイ					
36	アマブネ	生態・環境	久米島	1979	西平守孝(琉大・理・生物)	23
37	コマフナ	生態	港川	1990-91	Radjawane T, Ravenska. E.(琉大・理・生物)	
38	カサガイ	生態・漁業			山口、正士(琉大・理・海洋)	
39	ヤコガイ	漁業			山口、正士(琉大・理・海洋)	
40	ユヤガイ属	形態	沖縄本島	1988-89	溝淵、忍(琉大・理・生物)	
41	ミミガ科	生態			山口、正士(琉大・理・海洋)	
	ニシキスガ科					
	リュウウヤドリ科					
42	ヤコガイ類	生態・環境、 漁業			山口、正士(琉大・理・海洋)	
43	ヤコガイ類(続)	生態・漁業			山口、正士(琉大・理・海洋)	
44	穿孔性二枚貝	生態	沖縄	1990-92	Moretzsohn, Fabio(琉大・理・生物)	14
					Tsuchiya, Makoto(琉大・理・生物)	
45	巻貝	環境・漁業			山口、正士(琉大・理・海洋)	
46	ニホスナメグリ	生態	沖縄本島(渡口、泡瀬)	1989-90	Toloh Boyke Herman(琉大・理・生物)	
47	シマ化北	生態・環境、 漁業	尖閣諸島	1981	諸喜田、茂充(琉大・理・海洋)	30
					西島、信昇(琉大・理・海洋)	
					渡辺、利明(沖縄県水産試験場八重山支場)	
					大城、信弘(沖縄県水産試験場八重山支場)	
					当真、武(沖縄県水産試験場)	
48	ヤコヤドリガニ科	分類			Takeda, Masatsune(国立科博)	31
					Tamura, Yoichi(都立大・理学部)	
49	ヤコヤドリガニ科	分類			Takeda, Masatsune(国立科博)	31
	ヒメヤコヤドリガニ属				Tamura, Yoichi(都立大・理学部)	
50	ヤコヤドリガニ科	分類			Takeda, Masatsune(国立科博)	31
	クボシヤコヤドリガニ属				Tamura, Yoichi(都立大・理学部)	
51	ヤコヤドリガニ科	分類			Takeda, Masatsune(国立科博)	31
	ケヤコヤドリガニ属				Tamura, Yoichi(都立大・理学部)	
52	ヤコヤドリガニ科	分類			Takeda, Masatsune(国立科博)	31
	ケヤコヤドリガニ属				Tamura, Yoichi(都立大・理学部)	
53	ヤコヤドリガニ科	分類			武田、正倫(国立科博)	31
	ヤコヤドリガニ属				田村、洋一(都立大・理学部)	
54	ヤコヤドリガニ科	分類			Takeda, Masatsune(国立科博)	31
	キメイヤドリガニ属				Tamura, Yoichi(都立大・理学部)	
55	ヤコヤドリガニ科	分類			Takeda, Masatsune(国立科博)	31
	アソビヤコヤドリガニ属(他2種)				Tamura, Yoichi(都立大・理学部)	
56	ヤコヤドリガニ科	分類			Takeda, Masatsune(国立科博)	31
					Tamura, Yoichi(都立大・理学部)	
57	ヤコヤドリガニ科	分類			Takeda, Masatsune(国立科博)	31
					Tamura, Yoichi(都立大・理学部)	
58	ヤコヤドリガニ科	分布			武田、正倫(国立科博)	31
					田村、洋一(都立大・理学部)	
59	ヤコヤドリガニ属	生態	ハラオ	1934-35	Hiro, Fujio(京大・理・臨海)	5
	ケヤコヤドリガニ属					
60	ヤコヤドリガニ科	生態	和歌山	1937	Utinomi, Hujio(京大・理・臨海)	44
61	オカヤドリ類	生態	米須(沖縄島南部)	1984	Yanagiya, Kazuhiko(琉大・理・生物)	51
					Tanaka, Naomi(琉大・理・海洋)	
					Tsuchiya, Makoto(琉大・理・生物)	
62	カバヤコヤドリガニ	形態	真栄田岬	1985-86	Shikatani, Norikazu(東大・海洋研)	26
	<i>Trapezia septata</i>				Shokita, Shigemitsu(琉大・理・生物)	
	ヤコガニ					
	オカヤコヤコガニ					
	クロヤコガニ					
	<i>Trapezia</i> sp.					
	ヒメヤコガニ					
63	ヤコガニ	生態	港川	1991	Tsuchiya, Makoto(琉大・理・生物)	38
	カバヤコヤコガニ				Yamauchi, Youko(琉大・理・生物)	

	カノヤゴガニ				Moretzsohn Fabio(琉大・理・生物)	
	アミノヤゴガニ				Tsuki ji, Masae(琉大・理・生物)	
	カノヤゴガニ					
64	ヤゴガニ類	生態	瀬底島	1997	比嘉、展寿(琉大・理・生物)	
65	ヤゴガニ類	生態	瀬底	1994-95	大塚、暁子(琉大・理・生物)	
66	ヤゴガニ類	生態	瀬底	1987-91	Tsuchiya, Makoto(琉大・理・生物)	37
					Yonaha, Chiaki(琉大・理・生物)	
67	シメジゴガニ	生態	琉球列島	1987-89	Kosuge, Takeharu(琉大・理・生物)	
	タイワヒメガニ					
68	シメジゴガニ	生態	玉城	1989-90	Kosuge, Takeharu(琉大・理・生物)	10
					Murai, Minoru(九大・理・生態)	
					Nishihira, Moritaka(東北・理・生態)	
69	シメジゴガニ	生態	港川(沖縄島南部)	1984	Nishihira, Moritaka(琉大・理・生物)	22
70	<i>Macrophthalmus botel tobagoe</i>	生態	奄美	1987-90	Kosuge, Takeharu(琉大・理・生物)	9
			沖縄			
			宮古			
			石垣			
			西表			
71	ミナモメガニ	生態	北谷町	1982-83	奥土、晴夫(琉大・理・生物)	
72	リイハラガニ	生態	大浦川(沖縄島)	1995	Mia, Md. Younus(琉大・理・海洋)	12
					Shokita, Shigemitsu(琉大・理・生物)	
73	タイワシハラガニ	生態	大保川(沖縄島)	1996	Mia, Md. Younus(琉大・理・海洋)	13
					Shokita, Shigemitsu(琉大・理・生物)	
74	ニクロナコ	生理	瀬底島	1983-84	Hayashi, Yutaka(琉大・理・生物)	
75	ハネジナコ	生態	万座ビーチ	1991	Winfried L. Wiedmeyer(琉大・理・海洋)	45
	クロナコ					
76	ナコ類	生態	ハラオ	1937-40	Yamanouchi, Toshihiko(京大・動物)	50
	(<i>Holothuria, Stichopus</i>)					
77	ラッパウニ	分類	備瀬、瀬底	1992-93	福地、清美(琉大・理・生物)	
	クロナラッパウニ					
78	カウニ	形態		1985-86	新垣、峰雄(琉大・理・生物)	
79	カウニ	分類		1988-89	新垣、祐治(琉大・理・生物)	
80	カウニ	形態	沖縄	1995-96	Arakaki, Yuji(名桜大・観光)	2
			モーリシウス		Uehara, Tsuyoshi(琉大・理・生物)	
					Fagoonnee Indur(モーリシウス大・生物)	
81	カウニ	生態	瀬底	1995-96	Hirakawa, Tomoaki(琉大・理・生物)	
82	カウニ	形態	北谷町	1992-94	金城、その子(琉大・理・生物)	
83	カウニ	生態	シガマ(比謝川の所)	1990-92	Kokubo, Akiko(琉大・理・生物)	8
84	カウニ	分類	瀬底	1994-95	Laode, M. Aslan(琉大・理・生物)	
			砂辺			
85	カウニ	生態	沖縄島	1987	Nishihira, Moritaka(琉大・理・生物)	24
					Sato, Yasuo(琉大・理・生物)	
					Arakaki, Yuji(琉大・理・生物)	
					Tsuchiya, Makoto(琉大・理・生物)	
86	カウニ	分類	砂辺	1996-97	Rahman, Md. Aminur(琉大・理・生物)	
87	カウニ	生態、生理	沖縄本島(砂辺)	1992-94	Sumilat Deiske Adeliene(琉大・理・生物)	
88	カウニ	生態	港川	1986	Tsuchiya, Makoto(琉大・理・生物)	35
			久高		Yanagiya, Kazuhiko(琉大・理・生物)	
					Nishihira, Moritaka(琉大・理・生物)	
89	カウニ	生態	沖縄	1983-90	Tsuchiya, Makoto(琉大・理・生物)	36
					Nishihira, Moritaka(琉大・理・生物)	
					Sato, Yasuo(琉大・理・生物)	
90	カウニ	分類			上原、剛(琉大・理・生物)	41
91	マンジュウヒト	生態	グアム	1974-75	Yamaguchi, Masashi(琉大・理・海洋)	46
92	<i>Ophidiaster grani fer</i>	生態	太平洋		Yamaguchi, Masashi(琉大・理・海洋)	49
					I. S. Lucas(シラカ大・生物)	
93	オニヒト	生態、環境、漁業			山口、正士(琉大・理・海洋)	
94	オニヒト	環境、漁業			山口、正士(琉大・理・海洋)	
95	オニヒト	生態、環境、漁業			山口、正士(琉大・理・海洋)	
96	ヒト類	生態	西インド洋	1974-75	Yamaguchi, Masashi(琉大・理・海洋)	47
97	カラスマガイ	生態	瀬底	1986-87	Karino, Kenji(琉大・理・生物)	
98	カラスマガイ	生態	瀬底	1985	Karino, Kenji(九大・農・水産)	
99	カラスマガイ	生態	瀬底	1985-87	Karino, Kenji(九大・農・水産)	
					Nakazono, Akinobu(九大・農・水産)	
100	<i>Eupomacentrus altus</i>	生態	薩摩半島	1983	Kohda, Masanori(京大・動物生態)	
101	シロカスマガイ	生態	瀬底	1995	中島、絵里(琉大・理・生物)	

102	アツチス ^メ ガイ	生態	瀬底	1995-97	及川、到(琉大・理・生物)		
103	スス ^メ ダ ^イ 科	生態	瀬底	1995	岡安、清彦(琉大・理・生物)		
104	ガ ^メ ハ ^レ	生態	瀬底	1987-91	Kuwamura, Tetsuo(中京大・教養・生物)	17	
					Nakashima, Yasuhiro(京大・理・動物)		
					Yogo, Yutaka(昭和女子高等学校)		
105	ガ ^メ ハ ^レ	生態	瀬底	1988-91	Kuwamura, Tetsuo(中京大・教養・生物)		
					Nakashima, Yasuhiro(京大・理・動物)		
					Yogo, Yutaka(昭和女子高等学校)		
106	ガ ^メ ハ ^レ	生態	瀬底	1988-89	Nakashima, Yasuhiro(京大・動物)		
					Kuwamura, Tetsuo(中京大・動物)		
					Yogo, Yutaka(昭和女子高等学校)		
107	ハ ^レ セ ^ン ボ ^ン	生理	瀬底島	1991-94	藤田、敏明(琉大・理・生物)		
108	サンゴ ^ノ 礁魚類	生態			桑村、哲生(中京大学教養部)		
109	サンゴ ^ノ 礁魚類	生態	港川(沖縄島中部)	1979-80	Sano, Mitsuhiro(東大・農・水産)		
					Shimizu, Makoto(東大・農・水産)		
					Nose, Yukio(東大・農・水産)		
110	サンゴ ^ノ 礁魚類	生態	西表	1981-86	Sano, Mitsuhiro(東大・農・水産)		
					Shimizu, Makoto(東大・農・水産)		
					Nose, Yukio(東大・農・水産)		
111	カ ^ウ ニ	生態	港川	1992-93	Adulyanukosol Kanjana(琉大・理・生物)		
	藻類						
112	オニ ^ト	生態	瀬底島	1993-94	Fai Hui Chiu(琉大・理・生物)		
	サンゴ ^ノ ガ ^ニ						
113	シ ^キ テ ^カ ウ ^エ	生態	沖縄島	1970-71	原田、英司(京大・教養・生物)	4	
	シ ^ブ チ ^ッ ホ ^ウ エ ^ト		久米島				
	ガ ^テ ハ ^レ		奄美大島				
	シ ^ラ ヌ ^ヒ セ ^ノ 属.A		与論島				
	シ ^ラ ヌ ^ヒ セ ^ノ 属.B		加計呂麻島				
	シ ^ラ ヌ ^ヒ セ ^ノ 属.C						
114	ス ^ズ メ ^ダ イ ^ノ 類	生態、行動			桑村、哲生(中京大学動物社会学)		
	ペ ^ラ 類						
115	ガ ^メ ハ ^レ	生態	瀬底	1987-91	Kuwamura, Tetsuo(中京大・教養・生物)		
	シ ^カ ノ ^{サン} ゴ				Yogo, Yutaka(昭和女子高等学校)		
					Nakashima, Yasuhiro(京大・理・動物)		
116	潮間帯生物	生態、環境	沖縄島(局所の一部を含む)	1974	西平、守孝(京大・理)		
117	潮間帯生物	生態、環境	石垣島	1975	西平、守孝(京大・理)		
			竹富島				
			小浜島				
			黒島				
118	潮間帯生物	生態、環境	宮古群島	1975-76	西平、守孝(京大・理)		
119	潮間帯生物	生態、環境	久米島	1975-77	西平、守孝(京大・理)	21	
			久高島				
			慶良間諸島				
120	潮間帯生物	生態、環境	西表(内・外離島を含む)	1977-78	西平、守孝(京大・理)		
121	潮間帯生物	生態、環境	久米島	1979	西平、守孝(京大・理)		
122	熱帯性底生無脊椎動物	生態、漁業			山口、正士(琉大・理・海洋)		
123	海産生物	地理、漁業			山口、正士(琉大・理・海洋)		
124	海岸無脊椎動物	動物相、環境	南小島	1971	仲宗根、幸男(琉大・教育)	18	
			北小島		長浜、克重(琉大・教育)		
			魚釣島				
			黄尾嶼				

iii) 海中公園等における造礁サンゴ類の調査

著者(所属)	発行年	主 題	書 名	ページ	発行者
江口元起(東北大)	1969	日本の石珊瑚	海中公園情報、2(1)	4-5	海中公園センター
江口元起(東北大)	1970	鳥取県海中公園候補地の地質とサンゴ	鳥取県海中公園調査報告	9-14	鳥取県
江口元起(東北大)	1970	佐賀県海中公園候補地の地質とサンゴ	佐賀県海中公園学術調査書	25-34	佐賀県
江口元起(東北大)	1971	長崎県海中公園候補地の石サンゴ類	長崎県海中公園学術調査報告書	19-33	長崎県
江口元起(東北大)・福田照雄(海中公園センター)	1972	長崎県老岐海中公園候補地の無脊椎動物(特に珊瑚動物群)	長崎県海中公園学術調査報告書	45-58	長崎県
江口元起(東北大)	1972	静岡県南伊豆沿岸の珊瑚	静岡県海中公園学術調査報告書	19-25	静岡県
江口元起(東北大)	1972	南房総沿岸の無脊椎動物(特に珊瑚動物群)	千葉県海中公園調査報告書	15-31	千葉県
江口元起(東北大)	1972	錆浦のサンゴについて	海中公園情報(21)	7-9	海中公園センター
江口元起(東北大)	1973	対馬のサンゴ動物群とサンゴ礁	長崎県海中公園学術調査報告書	45-56	長崎県
江口元起(東北大)	1974	慶良間列島および八重山諸島海中公園候補地区のイシサンゴ類	沖縄県慶良間列島および八重山諸島の海中公園基本調査および公園計画調査報告	37-48	沖縄県
江口元起(東北大)	1975	長崎県海中公園候補地の石珊瑚類(上五島・平戸・九十九島地区)	長崎県海中公園学術調査報告書(上五島、平戸、九十九島地区)	39-46	長崎県
福田照雄(海中公園センター)	1984	男女群島の造礁性サンゴ類	海中公園情報(61)	3-6	海中公園センター
福田照雄・岩瀬文人(海中公園センター)	1988	徳島県阿波竹ヶ島海中公園の造礁サンゴ類	海中公園情報(77)	7-10	海中公園センター
福田照雄ら(海中公園センター)	1991	黒潮流域のイシサンゴ類と魚類の分布に関する知見	海中公園情報(93)	3-14	海中公園センター
波部忠重(科博)	1967	宮崎県海中公園候補地調査報告海中生物相	宮崎県海中公園学術調査報告	61-65	日本自然保護協会
林健一・猪野峻・高松久男(海中公園センター)	1974	無脊椎動物	三宅島他一ヶ所海中公園予定地区学術調査報告書	40-56	東京都
平田国雄・大迫暢光(鹿大・理)	1967	徳之島の珊瑚(無脊椎動物)	徳之島～与論島～宝島～小宝島～奄美群島自然公園(国定公園・海中公園候補地)学術調査報告書	1-7	鹿児島県
平田国雄(鹿大・理)	1967	宝島の珊瑚	徳之島～与論島～宝島～小宝島～奄美群島自然公園(国定公園・海中公園候補地)学術調査報告書	45-66	鹿児島県
平田国雄(鹿大・理)	1967	与論島の珊瑚	徳之島～与論島～宝島～小宝島～奄美群島自然公園(国定公園・海中公園候補地)学術調査報告書	87-99	鹿児島県
平田国雄(鹿大・理)	1967	小宝島の珊瑚	徳之島～与論島～宝島～小宝島～奄美群島自然公園(国定公園・海中公園候補地)学術調査報告書	101-116	鹿児島県
平田国雄・大迫暢光(鹿大・理)	1968	奄美大島北部のサンゴ礁	奄美群島自然公園予定地基本調査書	209-222	鹿児島県
平田国雄・大迫暢光(鹿大・理)	1968	大和村恩勝湾のサンゴ礁	奄美群島自然公園予定地基本調査書	223-225	鹿児島県
平田国雄・大迫暢光(鹿大・理)	1968	大島海峡のサンゴ礁	奄美群島自然公園予定地基本調査書	227-241	鹿児島県
平田国雄・大迫暢光(鹿大・理)	1968	与論島の珊瑚礁	奄美群島自然公園予定地基本調査書	333-354	鹿児島県
平田国雄・税所俊郎・大迫暢光(鹿大・理)	1969	鹿児島湾海中公園候補地と海岸無脊椎動物	霧島・屋久国立公園錦紅湾海中公園調査書	9-49	鹿児島県
布施慎一郎(京大・瀬戸)	1968	枯木灘石サンゴ生育状況	熊野海岸海中公園計画書	25-30	和歌山県
今島実(科博)	1969	小笠原諸島の海中生物	小笠原諸島自然景観調査報告書	145-188	東京都
今島実(科博)	1970	小笠原諸島の海中生物	続小笠原諸島自然景観調査報告書	225-255	東京都
伊藤猛夫(愛媛大・理)	1965	宇和海の岩礁動物相—とくに花虫類の分布について	足摺国立公園宇和海海中公園調査報告	21-30	日本自然保護協会

著者	発行年	主 題	書 名	ページ	発行者
岩瀬文人・野村恵一（海中公園センター）	1988	石西礁湖域におけるイシサンゴ類、ソフトコーラル類及びオニヒトデ	海中公園情報（80）	8-12	海中公園センター
岩瀬文人・福田照雄（海中公園センター）	1994	手結岬西岸海域のイシサンゴ相	手結サンゴ調査報告書	238-277	海中公園センター
海中公園センター	1984	崎山湾自然環境保全地域保全対策緊急調査報告書		134pp	
海中公園センター	1986	奄美群島における海中生態系の異変現象の緊急調査報告書		39pp	
海中公園センター	1988	日南海中公園地区3号現況調査報告書		18pp+10pl	
海中公園センター	1990	平成元年度サンゴ礁生態系の維持及び安定化機構に関する研究報告書		107pp	
海中公園センター	1991	平成2年度サンゴ礁生態系の維持及び安定化機構に関する研究報告書		83pp	
海中公園センター	1991	海中公園地区等におけるシロレイシガイダマシ類によるサンゴ群集被害実態緊急調査報告書		55pp	
海中公園センター	1992	平成3年度サンゴ礁生態系の維持及び安定化機構に関する研究報告書		136pp	
海中公園センター	1993	平成4年度サンゴ礁生態系の復元手法に関する研究報告書		42pp	
海中公園センター 鏑浦研究所	1993	大月町海域におけるイシサンゴ類及びサンゴ食巻貝類の現状把握を目的とした追跡調査報告書		60pp+24pl	
海中公園センター	1994	平成5年度サンゴ礁生態系の復元手法に関する研究報告書		86pp	
海中公園センター	1995	平成5年度サンゴ礁生態系の復元手法に関する研究報告書		87pp	
亀崎直樹・宇井晋介（海中公園センター）	1984	八重山列島における造礁サンゴ類の白化現象	海中公園情報（61）	10-13	海中公園センター
亀崎直樹ら（海中公園センター）	1987	石西礁湖海域のイシサンゴ類およびオニヒトデの動態（1983-86年）	海中公園情報（74）	12-17	海中公園センター
環境庁自然保護局・国立公園協会	1981	浅海における海中景観の保全と活用の推進に関する調査報告書（西表国立公園石西礁湖の保全と活用）		161pp	
環境庁自然保護局・国立公園協会	1982	恩納海岸保全整備計画調査報告書		147pp	
環境庁自然保護局瀬戸内海国立公園管理事務所	1994	海中公園地区候補地調査報告書		140pp	
環境庁自然保護局・海中公園センター	1994	第4回自然環境保全基礎調査海域生物環境調査報告書（干潟、藻場、サンゴ礁調査）第3巻サンゴ礁		262pp	
環境庁自然保護局・海中公園センター	1995	平成6年度生態系多様性地域調査（足摺宇和南海域）報告書		207pp	
環境庁自然保護局・海中公園センター	1998	平成9年度生態系多様性地域調査（石垣島東部及び平久保半島の沿岸海域）報告書		174pp	
倉田洋二（東京都水試）	1968	小笠原のサンゴ礁	海中公園情報、1（3）	8-9	海中公園センター
御前洋（海中公園センター）	1985	寒波によるイシサンゴ類の生存限界について-1984年冬の串本海中公園の状況からの解析-	海中公園情報（68）	15-19	海中公園センター
森美枝（海中公園センター）	1995	石西礁湖におけるイシサンゴ類とオニヒトデの推移	海中公園情報（107）	10-15	海中公園センター
西平守孝（琉大・理）・横地洋之（東海大・海）	1990	西表島崎山湾自然環境保全地域の造礁サンゴ類（予報）	崎山湾自然環境保全地域調査報告書	95-105	環境庁自然保護局
西平守孝・酒井一彦（琉大・理）・横地洋之（東海大・海洋）	1990	西表島崎山湾自然環境保全地域のサンゴ群集	崎山湾自然環境保全地域調査報告書	107-160	環境庁自然保護局

著者	発行年	主 題	書 名	ページ	発行者
野島哲 (九大・天草)	1992	屋久島の造礁サンゴについて	海中公園情報 (96)	3-7	海中公園センター
野島哲 (九大・天草)	1992	屋久島の造礁サンゴ群集について	屋久島沿岸海洋生物学術調査報告書	1-17	屋久島沿岸海洋生物学調査団
野村恵一・亀崎直樹 (海中公園センター)	1987	八重山群島波照間島におけるオニヒトデ及びサンゴ類の現状	海中公園情報 (73)	16-19	海中公園センター
野村恵一 (海中公園センター)、梶村光男 (島根大・理)、内田絃臣 (海中公園センター)	1994	隠岐諸島における造礁性イシサンゴ類について	海中公園情報 (106)	7-11	海中公園センター
大類正久 (東京農大)	1966	長崎鼻において採集したイシサンゴ類について	鹿児島県長崎鼻沿岸海域調査報告	10-19	東京農業大学育種学研究所・山本興業
佐野光彦 (東大・農)	1984	造礁サンゴの死滅によるサンゴ礁魚類への影響	海中公園情報 (62・63)	12-15	海中公園センター
白井祥平 (太平洋資源開発研究所)	1963	二木島湾海中資源調査報告	太平洋資源開発研究所研究報告	71pp	太平洋資源開発研究所
白井祥平・片山良和 (太平洋資源開発研究所)	1967	底棲動物	三重県北牟婁郡長島町鈴島地域周辺海中公園調査報告書	31-103	三重県
白井祥平 (太平洋資源開発研究所)	1971	高知県滑南海岸の無脊椎動物	高知県海中公園計画学術調査書	21-41	高知県
白井祥平 (太平洋資源開発研究所)	1977	西表島船浮湾のサンゴ調査	海中公園情報 (41)	5-10	海中公園センター
高橋歌之介 (東京都水試)	1983	八丈島浅海域の石サンゴ類	海中公園情報 (60)	7-10	海中公園センター
高松史朗 (大分生態水族館)	1969	大分県蒲江地区のイシサンゴ群落	大分県海中公園候補地学術調査報告書	37-44	大分県
辰喜洸 (海中公園センター)	1979	二木島産イシサンゴ類について	吉野熊野国立公園熊野灘二木島海中公園調査報告書	77-84	海中公園センター
辰喜洸 (海中公園センター)	1979	定線上の海底地形とイシサンゴ類の分布並びに海中景観構成生物	吉野熊野国立公園熊野灘二木島海中公園調査報告書	57-76	海中公園センター
時岡隆 (京大・瀬戸)	1964	海中生物殊にサンゴに関する調査	高知県滑南海岸の海中公園調査報告書	10-13	高知県
内田絃臣 (海中公園センター)	1989	和歌山県イシサンゴ類分布調査第1次調査結果の速報	海中公園情報 (84)	5-7	海中公園センター
内海富士夫 (京大・瀬戸)	1966	紀伊半島沿岸の浅海珊瑚類相の概況	和歌山県海中公園学術調査報告	97-102	日本自然保護協会
内海富士夫 (京大・瀬戸)	1972	鏑浦付近のイシサンゴ類のあらし	海中公園情報 (21)	10	海中公園センター
宇井晋介 (海中公園センター)	1985	八重山群島石西礁湖海域におけるオニヒトデ、イシサンゴ類の	海中公園情報 (64)	13-17	海中公園センター

2. サンゴ群集生物調査手法試案

(1) 調査方針

(1)-1. 調査目的

日本全国の造礁サンゴ群集（以下サンゴ礁という）の生物学的な類型区分等を目指し、

- ① 全国の代表的なサンゴ群集を対象に、生物群集に関する基礎的データを集積し、サンゴ群集の生物学的な類型区分等について検討する。
- ② 全国調査に必要な簡便な調査項目・手法（都道府県委託レベル）の確立を目指す。ことを目的とする。

(1)-2. 調査期間

平成9年度－平成12年度

(1)-3. 調査時期

特に指定はない。

(2) 調査内容

(2)-1. 調査海域区分

調査は下記の調査海域に区分した上で実施する。

ア. サンゴ礁域

- a. 礁池：礁池及び内側礁原
- b. 礁縁：外側礁原及び礁斜面

イ. 非サンゴ礁域

(2)-2. 調査項目

- ア. 種組成
- イ. 全サンゴ被度及び死サンゴ被度
- ウ. 種別被度、頻度

(2)-3. 調査方法

i) 現地調査

*被度：物体が作る垂直投影面の割合。重なる場合、同種は同群体として測定し、異種は別個に測定し、相対被度を算出する。被度5%未満は+とし、数値処理時は3%とする。

ア. サンゴ礁域

a. 礁池

① 調査対象群集の選定

調査対象地の「サンゴ礁分布図」から調査対象群集を選定する。対象群集は面積1 ha以上とし、原則として海岸線から沖合方向に配列する各群集を対象とする。

② 調査区の設定

各群集における調査区は1 haに1調査区をめどに設定する。最大3調査区とし、その配置は分散的配置とする。

③ 調査区の面積

1調査区15m²とする。15mの調査線を設定し、調査線に沿って1m²のコドラートを15回繰り返すことにより得る。

④ 調査区への到達

調査区の位置はあらかじめ1/10,000カラー空中写真上に記入しておき、ボートで空中写真の画像を手がかりに到達する。

⑤ 調査区での測定（別紙フィールドノート参照）

- ・位置：空中写真画像への記入とともに、山立てを行い、1/25,000地形図に記入する。
- ・調査線の設置：調査区の基点から水深や基質が変動しないよう、また原則として海岸線に平行に設定する。
- ・コドラート調査（各コドラート毎に記録する）
 - 1) 水深：水深計により調査時の水深を測定する。
 - 2) 基質類型：コドラート内で最大の面積を示す基質で代表させる。類型は表36の通りとする。

表36 基質類型

類型記号	基質タイプ
I	サンゴ岩礁、岩礁及び卓状サンゴ死骸(年月を経た死骸)
II	塊状サンゴ岩石(年月を経た死骸)、岩石
III	枝状サンゴ立ち枯れ(年月を経た死骸)
IV	枝状サンゴ礫堆積固結(堆積し、藻類などで固結されているもの)
V	枝状サンゴ礫堆積半固結(堆積し、藻類などで緩やかに固結されているもの)
VI	枝状サンゴ礫堆積非固結(堆積しているが固結されていない)
VII	枝状サンゴ礫平面非固結分散(砂底上に平面的に分布しているもの)、礫
VIII	砂泥

3) 全サンゴ被度：コドラート内の全生サンゴ被度を測定する。

4) 死サンゴ被度：コドラート内の死サンゴ（白色あるいは黄褐色を呈して、最近死

んだと判断される群体)の被度を測定する。

- 5) 出現サンゴ被度、頻度：コドラート内に出現するサンゴ（肉眼で容易に識別できる大きさの群体）を記録し、種別被度を測定する。
 - 6) サンゴ以外の大型底生生物被度：コドラート内に出現するサンゴ以外の大型底生生物の被度を測定するとともにおもな種群名（原則として科あるいはそれ以上の詳細なレベル）を記録する。
 - 7) 植被率：コドラート内に出現する植物の被度を測定するとともにおもな種群名（原則として科あるいはそれ以上の詳細なレベル）を記録する。
 - 8) 裸面率：コドラート内の基質のうち、肉眼で識別できる生物に覆われていない部分の被度を測定する。
- ・写真撮影：各コドラート毎にコドラート全体が収まるように写真（ポジフィルム使用）を撮影する。

b. 礁縁

① 調査対象群集の選定

礁池の調査対象群集の配列方向上に設定する

② 調査区の設定

低潮線から3m深及び9m深に設定する。

③ 調査区の面積

1調査区15m²とする。15mの調査線を設定し、調査線に沿って1m²のコドラートを15回繰り返すことにより得る。

④ 調査区への到達

調査区的位置はあらかじめ1/1,000カラー空中写真上に記入しておき、ボートで空中写真の画像を手がかりに到達する。

⑤ 調査区での測定（別紙フィールドノート参照）

- ・位置：空中写真画像への記入とともに、山立てを行い、1/25,000地形図に記入する。
- ・調査線の設定：調査区の基点から水深や基質が変動しないよう、原則として礁原に平行に設定する。

・コドラート調査（各コドラート毎に記録する）

1) 水深：水深計により調査時の水深を測定する。

2) 基質類型：コドラート内で最大の面積を示す基質で代表させる。類型は表35の通りとする。

3) 全サンゴ被度：コドラート内の全生サンゴ被度を測定する。

4) 死サンゴ被度：コドラート内の死サンゴ（白色あるいは黄褐色を呈して、最近死んだと判断される群体）の被度を測定する。

- 5) 出現サンゴ被度、頻度：コドラート内に出現するサンゴ（肉眼で容易に識別できる大きさの群体）を記録し、種別被度を測定する。
- 6) サンゴ以外の大型底生生物被度：コドラート内に出現するサンゴ以外の大型底生生物の被度を測定するとともに主な種群名（原則として科あるいはそれ以上の詳細なレベル）を記録する。
- 7) 植被率：コドラート内に出現する植物の被度を測定するとともにおもな種群名（原則として科あるいはそれ以上の詳細なレベル）を記録する。
- 8) 裸面率：コドラート内の基質のうち、肉眼で識別できる生物に覆われていない部分の被度を測定する。
 - ・写真撮影：各コドラート毎にコドラート全体が収まるように写真（ポジフィルム使用）を撮影する。

イ. 非サンゴ礁域

① 調査対象群集の選定

調査対象地の「サンゴ礁分布図」から調査対象群集を選定する。対象群集は面積1 ha以上とする。

② 調査区の設定

各群集における調査区は1 haに1調査区をめどに設定する。最大3調査区とし、その配置は分散的配置とする。

③ 調査区の面積

1調査区15m²とする。15mの調査線を設定し、調査線に沿って1m²のコドラートを15回繰り返すことにより得る。

④ 調査区への到達

調査区の位置はあらかじめ1/25,000地形図に記入しておき、ボートで地形図を手がかりに到達する。

⑤ 調査区での測定（別紙フィールドノート参照）

- ・位置：山立てを行い1/25,000地形図に記入する。
- ・調査線の設定：調査区の基点から水深や基質が変動しないよう、また原則として海岸線に平行に設定する。
- ・コドラート調査（各コドラート毎に記録する）
 - 1) 水深：水深計により調査時の水深を測定する。
 - 2) 基質類型：コドラート内で最大の面積を示す基質で代表させる。類型は表35の通りとする。
 - 3) 全サンゴ被度：コドラート内の全生サンゴ被度を測定する。
 - 4) 死サンゴ被度：コドラート内の死サンゴ（白色あるいは黄褐色を呈して、最近死ん

だと判断される群体)の被度を測定する。

- 5) 出現サンゴ被度、頻度：コドラート内に出現するサンゴ（肉眼で容易に識別できる大きさの群体）を記録し、種別被度を測定する。
- 6) サンゴ以外の大型底生生物被度：コドラート内に出現するサンゴ以外の大型底生生物の被度を測定するとともに主な種群名（原則として科あるいはそれ以上の詳細なレベル）を記録する。
- 7) 植被率：コドラート内に出現する植物の被度を測定するとともにおもな種群名（原則として科あるいはそれ以上の詳細なレベル）を記録する。
- 8) 裸面率：コドラート内の基質のうち、肉眼で識別できる生物に覆われていない部分の被度を測定する。
 - ・写真撮影：各コドラート毎にコドラート全体が収まるように写真（ポジフィルム使用）を撮影する。

ii) データ処理（別紙データシート参照）

- ・位置：調査区毎に地形図上の位置から経緯度を算出する。
- ・コドラート調査
 - 1) 水深：調査区の平均水深を算出し、潮汐表により付近の標準地点の潮高に基づき補正を行う。
 - 2) 基質類型：調査区で最大の数を示す基質で代表させる。
 - 3) 出現種リスト：調査区に出現した種のリストを科属別に作成する（FDを配布する）
 - 4) 全サンゴ被度：調査区の平均値及び標準偏差を算出する
 - 5) 死サンゴ被度：調査区の平均値及び標準偏差を算出する
 - 6) 出現サンゴ被度、頻度：調査区毎に出現種の積算優占度(SDR) =
$$\frac{\text{頻度比数} + \text{被度比数}}{2}$$
を算出する。

[頻度(被度)比数とは測定された頻度(被度)の最高値を100とした場合の各頻度(被度)の比数]
 - 7) サンゴ以外の大型底生生物被度：調査区毎に平均値及び標準偏差を算出する。
 - 8) 植被率：調査区毎に平均値及び標準偏差を算出する。
 - 9) 裸面率：調査区毎に平均値及び標準偏差を算出する。
- ・写真：スリーブでシートに収納し、コドラート番号を記す

iii) 解析評価

サンゴ群集に関する収集データを基になるべく数値的表現*に基づいたサンゴ群集の生物学的な類型区分等について検討する。

また、集計・解析データを基に、全国調査に必要な簡便な調査項目・手法（都道府県委託レベル）を併せて検討する。

* 数値的表現

- ・種数
- ・被度
- ・優占種(積算優占度)
- ・普通種(高出現頻度種)
- ・標徴種
- ・死サンゴ被度
- ・多様度、均衡度
- ・類似度 等を検討する。

- ・積算優占度 $SDR = \frac{\text{頻度比数} + \text{被度比数}}{2}$

- ・多様度指数 $H'c = - \sum p_i \ln p_i$

($p_i = n_i/N$ 、 n_i : ある種の被度、 N : 全種の被度)

- ・均衡度指数 $J'c = - \sum p_i \log p_i$

(s : 総種数)

別紙

フィールドノート

記録者	年月日		時刻		天候	
調査地名	群集No.		調査区No.	方位 :	Qd. No.	
水深 (m)	基質類型	I II III IV V VIII			海況	
全サンゴ被度	その他の動物被度		種群名		裸面率	
植被率	種群名		死サンゴ被度			
種名		被度	種名	被度		
概 観						

調査年月日				都県名		
調査地名						
群集No.						
調査区No.	1	2	3	Ave. ±sd		
緯度						
経度						
水深 (m)						
基質類型				(優占)		
サンゴ被度 (%)						
死サンゴ被度 (%)						
その他の動物被度 (%)						
植被率 (%)						
裸面率 (%)						
種名	被度 SDR	頻度	被度 SDR	頻度	被度 SDR	頻度 SDR
多様度指数						
出現種数						—
記録者/ 氏名 :				所属 :		

調査年月日					都県名				
調査地名									
群集No.									
調査区No.	1	2							
緯度									
経度									
水深 (m)									
基質類型									
サンゴ被度 (%)									
死サンゴ被度 (%)									
その他の動物被度 (%)									
植被率 (%)									
裸面率 (%)									
種名	被度 SDR	頻度				被度 SDR	頻度		
多様度指数									
出現種数									
記録者/ 氏名:						所属:			

(3) 調査候補地

i) 選定基準

ア. サンゴ礁域

- ① 礁地および礁縁が明瞭に区分できる地形のサンゴ礁（目崎，1980のサンゴ礁の地形分類Ⅱ. 干瀬・イノー型、(図53参照)）。
- ② 自然環境が良好で、サンゴ群集の規模が大きい。
- ③ 過去に調査されており、情報がある。
- ④ 保護区域であることが望ましい。

イ. 非サンゴ礁域

- ① 自然環境が良好で、サンゴ群集の規模が大きい。
- ② 過去に調査されており、情報がある。
- ③ 保護区域であることが望ましい。

以上の基準を基に西平・Veron(1995)の日本周辺海域サンゴ相類似度指数（図54）0.1以上を地理的配分の参考にして調査地点候補地を選定した（表37）。

表37 サンゴ群集生物調査 調査候補地

No.	県市町村名	地名	タイプ	規模 (ha)	選定理由	調査実施年
1	沖縄県竹富町	黒島仲本沖	裾礁	3	良好な枝状コモンサンゴの群集があり、礁縁にも卓状ミドリイシの群集が発達している。海中公園センター八重山研究所があり、環境庁委託研究のフィールドとして使われるなど、多くの調査が行われている。	平成11年度
2	沖縄県座間味村	慶良間諸島阿嘉島北岸	裾礁	6	沖縄本島周辺では最も良好なサンゴ群集が生息する海域である。阿嘉島臨海研究所があり、多くの外来研究者のフィールドとして使われている。海中公園地区に隣接している。	平成11年度
3	沖縄県本部町	瀬底島北岸	裾礁	12	琉球大学瀬底実験所があり、古くから研究フィールドとして使われている。	平成10年度
4	鹿児島県名瀬市	奄美大島摺子崎西岸	裾礁	9	鹿児島県のサンゴ礁として選定。海中公園地区である。	平成10年度
5	東京都小笠原村	兄島瀬戸	エプロン礁	40	小笠原諸島のサンゴ礁として選定。大洋中に孤立した位置にあり沖縄とは異なるサンゴ群集が見られる。大きな環境攪乱要因がなく極めて良好なサンゴ礁生物相が見られる。空港候補地に係る調査が行われている。海中公園地区である。	平成10年度
6	熊本県牛深市	平瀬	非サンゴ礁	12	九州大学天草臨海実験所があり、古くからの研究フィールドとして使われている。九州西岸の代表的な造礁サンゴ分布域である。	平成10年度
7	高知県大月町	尻貝海岸	非サンゴ礁	0.9	四国では最も造礁サンゴが多く分布する海域に位置する。海中公園選定調査が行われている。海中公園地区である。	平成11年度
8	和歌山県串本町	鎗浦海岸	非サンゴ礁	1	本州では最も発達した造礁サンゴの群落を見ることが出来る海域である。海中公園センター鎗浦研究所があり、多くの研究が行われている。海中公園地区である。	平成10年度

サンゴ群集生物調査 予備調査地

No.	県市町村名	地名	タイプ	規模 (ha)	選定理由	調査実施年
1	沖縄県竹富町	西表島崎山湾	裾礁	4	西表島西岸にあり、人為の影響をほとんど受けない位置にある。東海大学海洋研究所があり、多くの研究が行われている。唯一の自然環境保全地域海中特別地区である。	平成9年度
2	徳島県穴喰町	阿波竹ヶ島	非サンゴ礁	2	四国東岸にあり、やや内湾的環境に位置している。本土では珍しい比較的まとまった規模の枝状ミドリイシの群落が見られる。内湾の環境保全に最適なモニタリング地点である。海中公園地区である。	平成9年度

3. 現地予備調査結果

サンゴ群集生物調査手法案検討作成のため、同手法試案に基づいて、予備調査候補地として選定されたサンゴ礁域の西表島崎山湾および非サンゴ礁域の阿波竹ヶ島を調査した。

(1) 西表島崎山湾

i) 調査方法

崎山湾の礁原、礁斜面上部、礁斜面中部で各1区ずつ調査した(図55)。対象生物は、造礁サンゴ類、それ以外の大型底生動物、大型植物とし、種または種群ごとの被度を調査した。このほか、水深、基質類型、最近死んだと判断される死サンゴの被度も記録した。

礁原の St. 1では、写真撮影による調査を行った。2×2m の4つの方形区をその地点の平均的と思われるところに任意に設定し、各方形区を1×1m に4等分した16区画の中から任意に15区画を選択して調査区とした。時刻・水深・枠内に出現するサンゴの属名を水中ノートに記録した後、20mm レンズとスピードライト(SB-103)を装着した NIKONOS V と ISO 100 のカラーネガフィルムを用いて各区画内を写真撮影した。その際、海底が平坦ではないことによって生じる視差を補正して群体の大きさを推定するために、適宜10cm または20cm のスケールを群体近くに置いた上で、25×50cm の区域を一枚に収めるよう撮影した。サービスサイズに焼き付けた写真から、判別可能な限りのサンゴおよびその他の固着性動物の輪郭をコンピュータにつないだデジタイザでなぞり、CAD ソフトを用いて平面投影分布図を作成し、個々の面積を求めた。写真からサンゴの種を同定するのは困難なことが多いので、同定は原則として属までとし、ミドリイシ、コモンサンゴ、ハマサンゴ、アナサンゴモドキの各属については、さらに群体形状別に分けた。しかし、特徴が明瞭であり、海中での目視観察と写真から明らかに判別できるものは種まで同定した。

礁斜面の St. 2 と St. 3 では、ゴムひもを使って1辺10cm の格子に細分した1×1m の方形枠を用いて、海中で種(または種群)ごとの被度を記録した。小型群体が多かったので、被度は0.1%単位で測定した。被度が0.1%以下の場合には+とし、集計時には0.05%として計算した。両地点とも15枠を設定したが、地形や不適當な基質による制約を受けたために必ずしも連続して設定したわけではない。同定はできるだけ種まで行ったが、目視で同定困難なものについては属と群体形状を記録した。また調査方法の違いによる比較を行うため、両地点とも第1枠については礁原の調査区と同様の撮影と写真からの解析を行った。

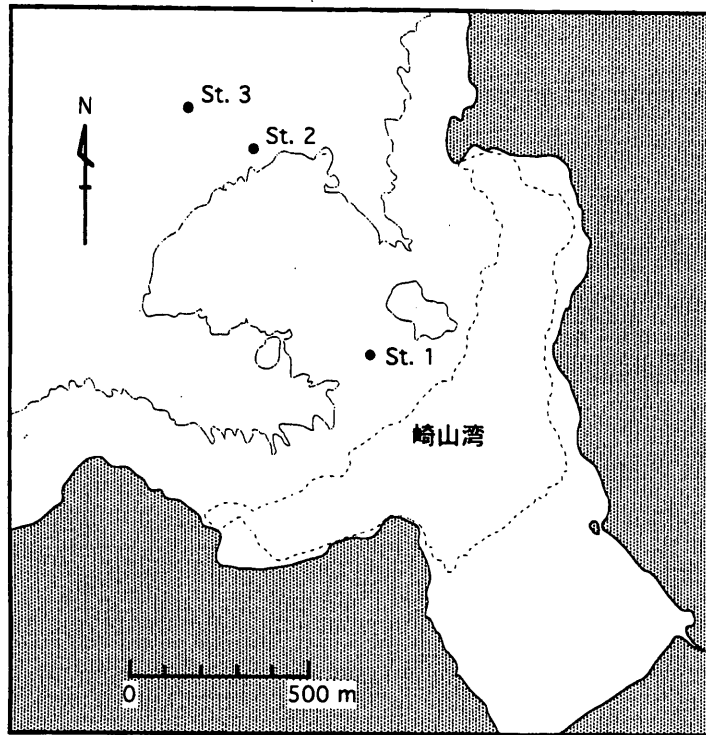


図55 調査地点図

上記の方法で得たデータから、被度と頻度、およびそれぞれの比数の平均である積算優占度 SDR を求めた。また、種（群）ごとの平均被度に基づいて多様度指数 (H'_c) と均衡度指数 (J'_c) をビットで算出した。調査手法試案で取り上げられている類似度については、調査区の数が少ないため計算しなかった。積算優占度、多様度指数、均衡度指数については207 p 参照。

ii) 調査結果

ア. 各調査区におけるサンゴ群集の概要

表38に、各調査区の調査実施日と基質類型、および測定水深と時刻から換算した石垣港における1968～1996年の朔望平均干潮位 (MLWS) からの水深を記した。図56には、各調査区の積算優占度の上位6位までを示した。

表38 各調査区の調査実施日、水深、基質類型

調査区	調査実施日	水深(m)*	基質類型
St. 1 (礁原)	1997/6/25	0.6	V: 枝状サンゴ礫堆積半固結
St. 2 (礁斜面上部)	1998/4/22, 5/13,14	2.8	I: サンゴ岩礁
St. 3 (礁斜面中部)	1998/4/21,22	8.1	I: サンゴ岩礁

* 水深は石垣港における朔望平均干潮位からの水深を示す。

① St. 1 (礁原、水深0.6m、付表1)

礁原中央に広がるサンゴ群集の中心付近で、水深は浅い。基質類型はVで、基質のほとんどは枝状の死サンゴ礫であったが、一部に岩状部が混じり安定していた。造礁サンゴの被度は平均49.3%で、全調査区の中で最も高かったが、総出現種(群)数は26と最も少なかった(表39)。枝状アナサンゴモドキ(おそらくヒメアナサンゴモドキ)が、被度・頻度とも1位で優占していた。積算優占度の上位6位にはトゲスギミドリイシ、フトエダミドリイシ、枝状ハマサンゴ類など、シコロキクメイシ1種を除いて枝状のサンゴが上位を占めた(図56)。H'cは2.355、J'cは0.501であり、出現種数が少ない上に突出して高い被度を示す種(群)が存在したため、ともに全調査区の中で最も低い値となった。サンゴ以外の動物ではツツウミヅタ類の被度が18.6%であり、枝状アナサンゴモドキ類に次いで被度が高かった。植物は、海草類、大型海藻類とも出現しなかった(表39)。

② St. 2 (礁斜面上部、水深2.8m、付表2)

崎山湾中央に張り出したリーフの先端部で、基質類型はIの岩礁である。付近には沖に向かって走る溝が幾本も見られる。造礁サンゴ類は、被度の平均が26.9%で、総出現種(群)数は43であった(表39)。アザミサンゴが被度・頻度とも1位で優占していた。積算優占度の上位には、ユビエダハマサンゴ、イボハダハナヤサイサンゴ、ヤツデアナサンゴモドキなどが入った(図56)。H'cは4.020、J'cは0.741であった。サンゴ以外の動物では、ツツウミヅタ類、セキコクヤギ、イワスナギンチャク類などが出現したが、いずれも被度の平均は1%以下であった。ここでも大型海藻類はみられなかった(表39)。

③ St. 3 (礁斜面中部、水深8.1m、付表3)

基質類型はIで、ほとんどがサンゴ岩礁であったが、窪みの所々には砂礫が堆積していた。造礁サンゴの被度は平均26.8%で St. 2と同程度であったが、総出現種(群)数は74で最も多かった(表39)。被度では1位がイボハダハナヤサイサンゴ、2位がコカメノコキクメイシであったが、頻度では両者の順位が逆転した。積算優占度ではこの2者が拮抗しており、3位以下には被覆状コモンサンゴ類、クボミハマサンゴ、ヒラカメノコキクメイシなどが入った(図56)。H'cは5.064、J'cは0.816であり、いずれも全調査区の中で最も高い値を示した。サンゴ以外の動物では、ツツウミヅタ類が平均被度2.5%で普通にみられたほか、イワスナギンチャク類やウミトサカ類などが出現した。大型海藻類は出現しなかった(表39)。

表39 崎山湾の各調査地点におけるサンゴ群集調査結果のまとめ

調査地点	基質類型	被度(%) (平均±SD)				総出現種(群)数	H'c	J'c	
		造礁サンゴ	その他の固着性動物	大型植物	死サンゴ				
St. 1	V	49.31±12.32	18.62±8.24	-	-	32.07±15.94	26	2.355	0.501
St. 2	I	26.94±7.23	1.72±1.79	-	0.01±0.03	71.33±7.89	43	4.020	0.741
St. 3	I	26.81±3.63	3.95±3.23	-	0.01±0.03	69.23±4.40	74	5.064	0.816

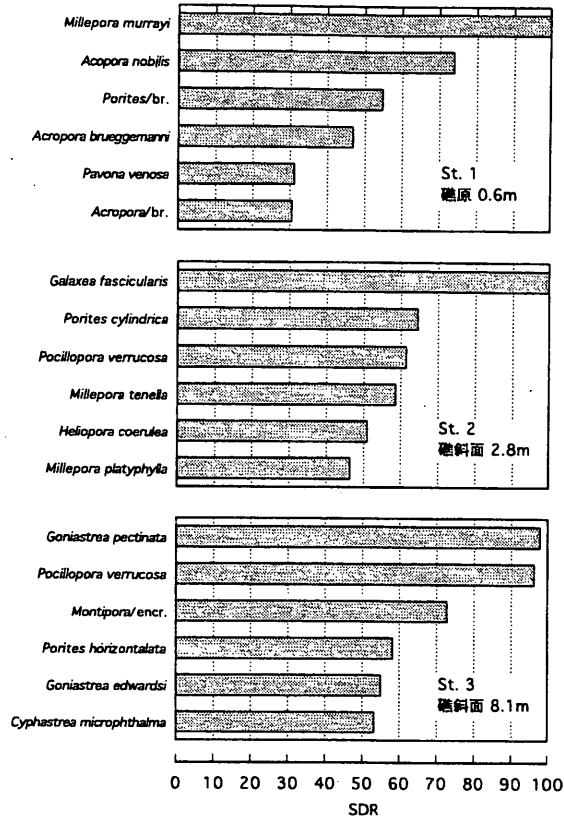


図56 各調査区における積算優占度上位6位

イ. 調査手法の比較

St. 2と St. 3の第1枠について、海中での記録によるコードラート調査結果と写真からの解析結果との対比を、表40と表41に示した。

造礁サンゴ被度の差は、St. 2 では1.3%で写真解析の方が低く、St. 3では逆に写真解析の方が3.0%高かった。これらの差は、写真解析結果を100とした場合、+6.4%と-11.2%の差となる。個々の被度では、最も差の大きかったのが St. 3 のヒラカメノコキクメイシの1.1%であり、これ以外はすべて1%以下であった。

種(群)数は両地点とも写真解析の方が2~4多く出現した。これは、海中の調査では見落としをカバーできないことが一因であろう。また、今回の写真解析はコードラート調査結果を参照しながら行ったので、種の同定が容易であったことも写真解析での出現種(群)数の多さに寄与している。

表40 St. 2第1枠の異なる手法による調査結果の比較

造礁サンゴ	写真からの解析	海中での記録
<i>Acropora hyacinthus</i>	0.1	0.1
<i>Acropora nana</i>	1.7	1.8
<i>Acropora nasuta</i>	0.5	0.5
<i>Acropora</i> spp. (corym.)	0.1	-
<i>Cyphastrea microphthalma</i>	0.2	0.3
<i>Galaxea fascicularis</i>	4.6	4.5
<i>Goniastrea retiformis</i>	0.1	0.1
<i>Heliopora coerulea</i>	0.2	0.3
<i>Leptoria phrygia</i>	1.3	1.7
<i>Millepora intricata</i>	0.6	-
<i>Millepora tenella</i>	1.8	2.5
<i>Millepora</i> sp.	0.4	0.5
<i>Montipora</i> spp. (enc.)	0.8	0.7
<i>Pavona varians</i>	0.3	0.3
<i>Pocillopora eydouxi</i>	0.4	0.2
<i>Porites cylindrica</i>	1.3	1.2
<i>Porites lichen</i>	0.5	0.3
<i>Porites lobata</i>	1.3	1.5
<i>Porites rus</i>	3.1	4.0
<i>Psammocora haimeana</i>	0.8	1.0
合計	20.2	21.5
種(群)数	20	18
その他の大型動物		
Alcyonacea	0.1	0.1
<i>Isoetes</i>	2.1	2.0
<i>Palythoa</i>	0.2	0.3
合計	2.4	2.4
死サンゴ		
<i>Acropora</i> sp.	0.0	0.0
植被率 (%)	0.0	0.0
裸面率 (%)	77.4	76.1

表41 St. 3第1枠の異なる手法による調査結果の比較

造礁サンゴ	写真からの解析	海中での記録
<i>Acropora divaricata</i>	0.5	0.5
<i>Acropora digitifera</i>	0.2	0.2
<i>Acropora gemmifera</i>	0.0	-
<i>Acropora hyacinthus</i>	0.5	0.3
<i>Acropora nasuta</i>	0.9	1.0
<i>Alveopora excelsa</i>	0.1	-
<i>Cyphastrea microphthalma</i>	3.8	3.0
<i>Favia</i> spp.	1.6	1.5
<i>Favia stelligera</i>	1.0	1.0
<i>Galaxea fascicularis</i>	0.2	-
<i>Goniastrea edwardsi</i>	5.1	4.0
<i>Goniastrea pectinata</i>	2.7	3.0
<i>Heliopora coerulea</i>	0.1	-
<i>Millepora exaesa</i>	0.8	0.5
<i>Montastrea valenciennesi</i>	0.1	0.2
<i>Montipora</i> spp. (enc.)	0.5	0.3
<i>Platygyra pini</i>	1.2	1.0
<i>Pocillopora verrucosa</i>	3.1	3.0
<i>Porites horizontalata</i>	1.1	1.0
<i>Porites rus</i>	0.5	0.2
<i>Symphylia radians</i>	2.8	3.0
合計	26.7	23.7
種(群)数	21	17
その他の大型動物		
<i>Clavularia</i>	7.4	8.0
Alcyonacea	0.6	0.2
<i>Palythoa</i>	1.3	1.3
合計	9.2	9.5
死サンゴ		
<i>Acropora</i> sp.	0.0	0.0
植被率 (%)	0.0	0.0
裸面率 (%)	64.1	66.8

iii) 考察

礁原の St. 1 では、枝状ミドリイシ類と枝状アナサンゴモドキ類を主体とする群集が形成されており、景観的に目立つ動物としてはこれらに八放サンゴのツツウミヅタ類が加わる。崎山湾の礁原では典型的な群集といえよう。礁斜面上部の St. 2では、アザミサンゴが優占しており景観的にも大変目立つ。そのほかには枝状、被覆状、準塊状の比較的強固な骨格を持つサンゴが多く、ミドリイシ類が少ないことが特徴的である。礁斜面中部の St. 3 では、出現種数が多く多様性が高い。塊状、被覆状、準塊状のサンゴが主体をなし、ここでもミドリイシ類は少ない。この様に、調査区ごとに特徴のあるサンゴ群集が形成され、あるいは形成されつつある。

今回の調査結果から明らかなように、調査手法の原案に示された被度5%以下を+とするのは、回復初・中期の群集や種多様性の高いサンゴ礁域では不相当である。本調査で92.3~100%の種(群)が被度5%以下であったように、ほとんどが+になる可能性が高い。

方形枠を用いて海中で記録する方法と枠内を撮影した写真から解析する方法との比較では(表40、41)、これら2つの手法による結果の差はあまり大きくなく、ある程度訓練を積んだ者が調査すれば被度の精度には遜色がないと判断される。したがって、どちらの手法を採用しても実用上の問題はないと思われるが、これらには次のような長所と短所があることを勘案して採否を決める必要がある。

- ・従来の方法：海中での作業時間が長いですが、データ処理を含めた全体の作業時間は短い。映像記録(証拠)が残らない。
- ・写真による方法：波の荒い海域では撮影が困難。海中での作業時間は短いですが、写真からの解析に時間がかかる。恒久的な映像記録が残り、後から再検討が可能。サンゴの同定精度が落ちる。

いずれの方法を用いるにせよ、実施者のサンゴ同定能力に調査精度が大きく左右されることは間違いない。サンゴの同定には分類上の問題に由来する困難さがつきまとい、多くの種で正確な同定を行うのは容易ではない。この様な現状では、むやみに高い同定精度を求めることは、むしろ調査そのものの信頼性を損なう結果となろう。長期的モニタリングを目的とする全国調査では、分類レベルを落として手法を簡便化し、実施者によるばらつきが抑えられる標準化を行うことが必要である。それには、写真やビデオを用いる方法が有効と思われる。デジタル化した映像記録は恒久的記録として優れており、後からでも再検討や追加項目の解析が可能である。また、実施者の技術レベルを合わせるための事前準備にも使用できるなど、利点が多い。しかし、すべての地域に同一の手法が適しているかどうかはさらに検討されるべき問題である。サンゴ同定の難しさを考慮すれば、高い精度が必要とされる場合は、専門家による調査を必要に応じて別途考えるべきであろう。

付表 1 崎山湾 St. 1の調査結果

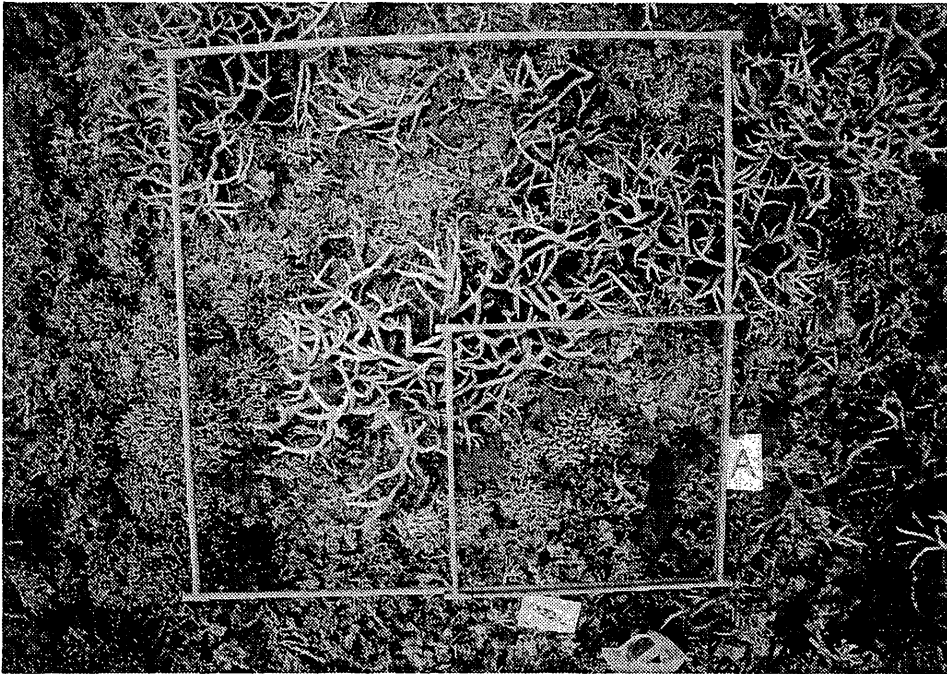
調査地名	崎山		
群集No.	1		
調査区No.	1		
緯度	北緯24度18分48秒		
経度	東経123度40分47秒		
水深 (m)	0.6		
基質類型	V		
サンゴ被度 (%)	49.31		
死サンゴ被度 (%)	0.00		
その他の動物被度 (%)	18.62		
植被率 (%)	0.00		
裸面率 (%)	32.07		
種名	被度	頻度	SDR
<i>Acropora brueggemanni</i>	2.90	80.00	46.93
<i>Acropora formosa</i>	0.21	20.00	10.49
<i>Acropora nobilis</i>	17.03	66.67	73.95
<i>Acropora elseyi</i>	0.35	20.00	10.83
<i>Acropora rosaria</i>	0.39	6.67	4.27
<i>Acropora spp.(br.)</i>	0.27	60.00	30.64
<i>Acropora spp.(corym.)</i>	0.00	6.67	3.34
<i>Ctenactis crassa</i>	0.18	6.67	3.76
<i>Ctenactis echinata</i>	0.55	20.00	11.31
<i>Echinopora lamellosa</i>	0.10	6.67	3.58
<i>Fungia sp.</i>	0.16	26.67	13.71
<i>Hydnophora rigida</i>	1.05	13.33	9.18
<i>Millepora exaesa</i>	0.28	46.67	23.99
<i>Millepora spp.(br.)</i>	20.97	100.00	100.00
<i>Montipora spp.(br.)</i>	0.03	13.33	6.74
<i>Montipora spp.(enc.)</i>	0.99	26.67	15.69
<i>Pavona varians</i>	0.15	20.00	10.35
<i>Pavona venosa</i>	0.51	60.00	31.21
<i>Pavona cactus</i>	0.06	6.67	3.48
<i>Pocillopora damicornis</i>	0.01	6.67	3.36
<i>Porites spp.(mass.)</i>	0.03	6.67	3.39
<i>Porites cylindrica</i>	0.73	13.33	8.40
<i>Porites /br.</i>	2.03	100.00	54.83
<i>Porites rus</i>	0.05	6.67	3.44
<i>Seriatopora hystrix</i>	0.21	46.67	23.83
<i>Stylophora pistilata</i>	0.08	6.67	3.53
出現種数	26		

付表 2 崎山湾 St. 2の調査結果

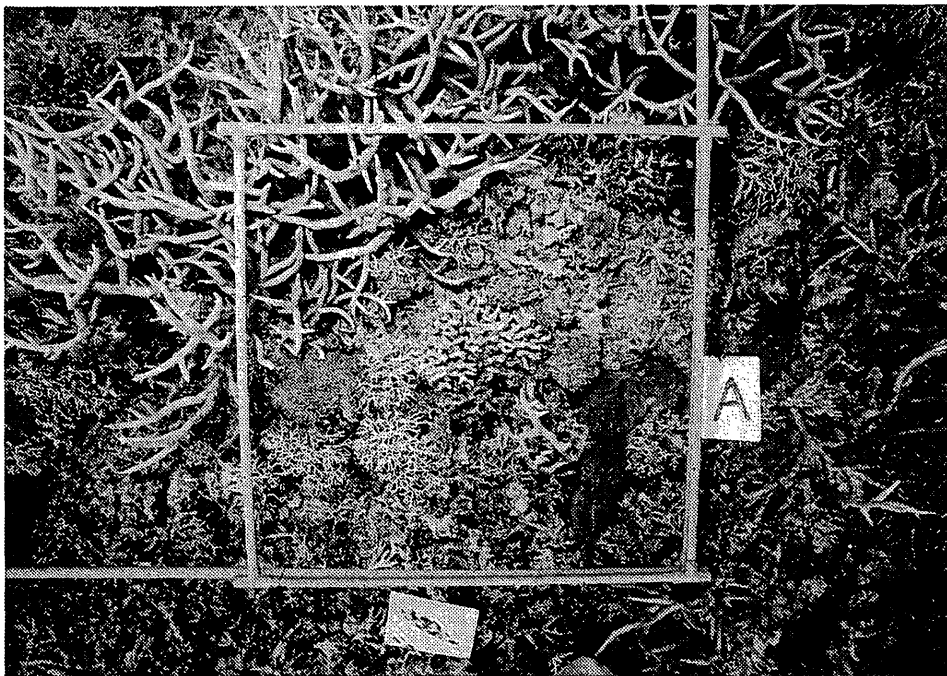
調査地名	崎山		
群集No.	2		
調査区No.	1		
緯度	北緯24度19分06秒		
経度	東経123度40分35秒		
水深 (m)	2.8		
基質類型	I		
サンゴ被度 (%)	26.94		
死サンゴ被度 (%)	0.01		
その他の動物被度 (%)	1.72		
植被率 (%)	0.00		
裸面率 (%)	71.33		
種名	被度	頻度	SDR
<i>Acropora digitifera</i>	0.30	33.33	18.61
<i>Acropora humilis</i>	0.07	6.67	3.76
<i>Acropora hyacinthus</i>	0.44	46.67	26.18
<i>Acropora nana</i>	0.66	73.33	40.93
<i>Acropora nasuta</i>	0.58	60.00	33.75
<i>Acropora nobilis</i>	0.08	6.67	3.85
<i>Acropora spp.(corym.)</i>	0.25	40.00	21.64
<i>Alveopora excelsa</i>	0.01	6.67	3.42
<i>Coeloseris mayeri</i>	0.21	20.00	11.38
<i>Cyphastrea agassizi</i>	0.11	13.33	7.40
<i>Cyphastrea microphthalmia</i>	0.07	13.33	7.10
<i>Favia laxa</i>	0.01	6.67	3.42
<i>Favia lizardensis</i>	0.05	6.67	3.64
<i>Favia spp.</i>	0.13	20.00	10.82
<i>Favites abdita</i>	0.23	6.67	4.84
<i>Favites halicora</i>	0.01	6.67	3.42
<i>Favites pentagona</i>	0.30	6.67	5.27
<i>Galaxea fascicularis</i>	7.73	100.00	100.00
<i>Goniastrea edwardsi</i>	0.17	6.67	4.41
<i>Goniastrea pectinata</i>	0.01	6.67	3.38
<i>Goniastrea retiformis</i>	0.93	46.67	29.32
<i>Helopora coerulea</i>	0.69	93.33	51.15
<i>Leptoria phrygia</i>	0.38	13.33	9.12
<i>Millepora exaesa</i>	0.03	13.33	6.84
<i>Millepora intricata</i>	0.61	73.33	40.59
<i>Millepora platyphylla</i>	2.04	66.67	46.52
<i>Millepora tenella</i>	1.87	93.33	58.74
<i>Millepora sp.</i>	0.30	26.67	15.27
<i>Montipora mollis</i>	0.33	13.33	8.82
<i>Montipora spp.(enc.)</i>	1.38	66.67	42.26
<i>Pavona varians</i>	0.02	6.67	3.46
<i>Pavona venosa</i>	0.25	20.00	11.64
<i>Platygyra contorta</i>	0.05	6.67	3.68
<i>Platygyra yaeyamaensis</i>	0.07	6.67	3.76
<i>Pocillopora eydouxi</i>	0.01	6.67	3.42
<i>Pocillopora verrucosa</i>	2.31	93.33	61.62
<i>Porites annae</i>	0.10	6.67	3.98
<i>Porites cylindrica</i>	2.25	100.00	64.57
<i>Porites lichen</i>	0.51	80.00	43.32
<i>Porites lobata</i>	0.57	40.00	23.66
<i>Porites lutea</i>	0.27	6.67	5.06
<i>Porites rus</i>	0.32	13.33	8.74
<i>Psammocora haimeana</i>	0.22	33.33	18.09
出現種数	43		

付表3 崎山湾 St. 3の調査結果

調査地名	崎山		
群集No.	3		
調査区No.	1		
緯度	北緯24度19分9秒		
経度	東経123度40分29秒		
水深 (m)	8.1		
基質類型	I		
サンゴ被度 (%)	26.81		
死サンゴ被度 (%)	0.01		
その他の動物被度 (%)	3.95		
植被率 (%)	0.00		
裸面率 (%)	69.23		
種名	被度	頻度	SDR
<i>Acanthastrea ishigakiensis</i>	0.01	6.67	3.78
<i>Acropora anthocercis</i>	0.23	13.33	10.71
<i>Acropora divaricata</i>	0.05	13.33	7.86
<i>Acropora digitifera</i>	0.05	13.33	7.96
<i>Acropora gemmifera</i>	0.27	13.33	11.22
<i>Acropora humilis</i>	0.37	20.00	16.33
<i>Acropora hyacinthus</i>	0.13	26.67	16.33
<i>Acropora monticulosa</i>	0.30	13.33	11.73
<i>Acropora nasuta</i>	0.48	53.33	35.92
<i>Acropora nobilis</i>	0.07	20.00	11.73
<i>Acropora spp. (corym.)</i>	0.80	73.33	51.53
<i>Alveopora excelsa</i>	0.02	20.00	11.07
<i>Astreopora myriophthalma</i>	0.37	20.00	16.43
<i>Coeloseris mayeri</i>	0.00	6.67	3.62
<i>Coscinaraea columna</i>	0.10	6.67	5.10
<i>Cyphastrea agassizi</i>	0.07	26.67	15.31
<i>Cyphastrea chalicidicum</i>	0.10	6.67	5.10
<i>Cyphastrea microphthalma</i>	1.15	66.67	53.27
<i>Cyphastrea serailia</i>	0.07	6.67	4.59
<i>Echinophyllia echinata</i>	0.13	6.67	5.61
<i>Echinopora lamellosa</i>	0.09	20.00	12.04
<i>Favia fava</i>	0.02	6.67	3.88
<i>Favia laxa</i>	0.27	20.00	14.80
<i>Favia lizardensis</i>	0.13	20.00	12.76
<i>Favia matthaii</i>	0.03	6.67	4.08
<i>Favia pallida</i>	0.17	13.33	9.69
<i>Favia spp.</i>	0.75	60.00	43.67
<i>Favia stelligera</i>	0.42	33.33	24.29
<i>Favia veroni</i>	0.03	6.67	4.08
<i>Favites abdita</i>	0.57	46.67	33.78
<i>Favites halicora</i>	0.52	80.00	50.82
<i>Fungia scutaria</i>	0.21	26.67	17.55
<i>Galaxea fascicularis</i>	0.21	53.33	31.84
<i>Goniastrea edwardsi</i>	0.80	80.00	55.10
<i>Goniastrea pectinata</i>	3.13	93.33	97.96
<i>Goniastrea retiformis</i>	1.11	53.33	45.61
<i>Hydnophora exesa</i>	0.09	13.33	8.47
<i>Hydnophora microconos</i>	0.05	6.67	4.39
<i>Hydnophora rigida</i>	0.10	13.33	8.67
<i>Leptastrea purpurea</i>	0.01	6.67	3.67
<i>Leptoria irregularis</i>	0.21	20.00	13.88
<i>Leptoria phrygia</i>	0.35	26.67	19.69
<i>Lobophyllia corymbosa</i>	0.02	6.67	3.88
<i>Lobophyllia hatai</i>	0.00	6.67	3.62
<i>Lobophyllia hemprichii</i>	0.03	13.33	7.65
<i>Merulina ampliata</i>	0.35	20.00	16.12
<i>Millepora exaesa</i>	0.28	26.67	18.57
<i>Montastrea curta</i>	0.13	26.67	16.33
<i>Montastrea valenciennesi</i>	0.06	20.00	11.63
<i>Montipora tuberculosa</i>	0.47	6.67	10.71
<i>Montipora spp. (enc.)</i>	2.20	73.33	72.96
<i>Montipora undata</i>	0.03	6.67	4.08
<i>Oulophyllia crista</i>	0.10	6.67	5.10
<i>Oxypora lacera</i>	0.07	6.67	4.59
<i>Pachyseris rugosa</i>	0.01	6.67	3.78
<i>Pavona varians</i>	0.60	60.00	41.33
<i>Pavona venosa</i>	0.06	26.67	15.20
<i>Platygyra contorta</i>	0.73	73.33	50.51
<i>Platygyra daedalea</i>	0.20	6.67	6.63
<i>Platygyra lamellina</i>	0.13	13.33	9.18
<i>Platygyra pini</i>	0.49	46.67	32.45
<i>Platygyra yaeyamaensis</i>	0.10	13.33	8.67
<i>Pocillopora eydouxi</i>	0.14	20.00	12.86
<i>Pocillopora verrucosa</i>	3.27	86.67	96.43
<i>Porites cylindrica</i>	0.24	53.33	32.19
<i>Porites horizontalata</i>	0.77	86.67	58.27
<i>Porites lichen</i>	0.21	26.67	17.55
<i>Porites lobata</i>	1.16	60.00	49.90
<i>Porites rus</i>	0.08	13.33	8.37
<i>Psammocora digitata</i>	0.04	6.67	4.18
<i>Psammocora profundacella</i>	0.02	20.00	11.02
<i>Stylocoeniella armata</i>	0.01	13.33	7.24
<i>Symphyllia radians</i>	0.30	13.33	11.73
<i>Tubipora musica</i>	0.43	26.67	20.92
出現種数	74		



崎山湾 St.1 (礁原) 第2 コドラート全体



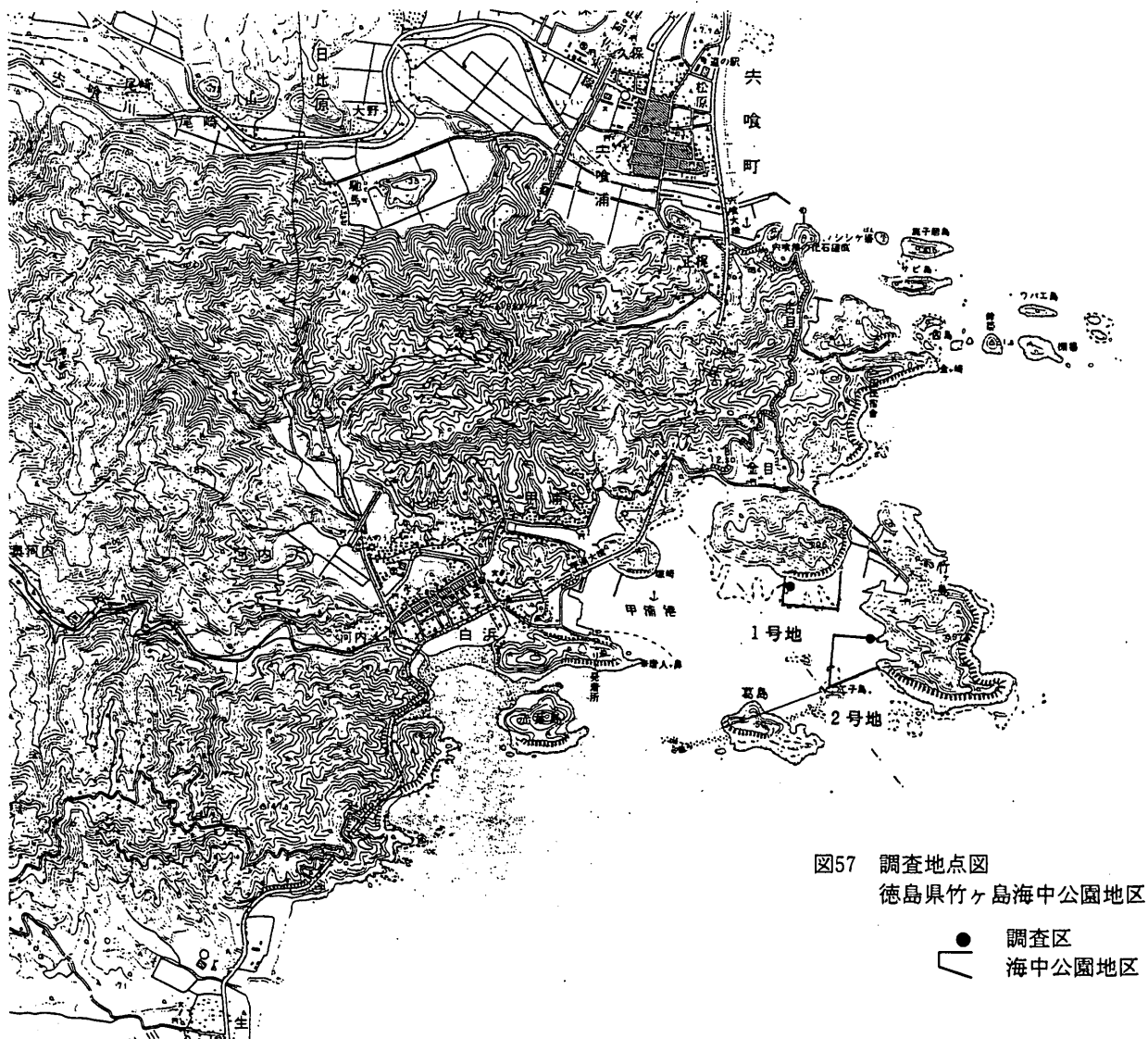
崎山湾 St.1 (礁原) 第2 コドラート 1/4 区

(2) 阿波竹ヶ島

i) 調査方法

1998年3月5日、徳島県穴喰町阿波竹ヶ島海中公園地区 1号及び2号(図57)において各1ヶ所調査区を設定して調査を行った。あらかじめ調査対象地の「サンゴ礁分布図」から調査対象群集を選定し、1/25,000地形図に調査区の位置を記入し、現地で地形図を手がかりにボートにて調査区に到達した。

調査区は15m²とし、15mの調査線を設定し、その調査線に沿って1m²のコドラートを15回繰り返すことにより得た。調査線は原則として、調査区の起点から、海岸線に平行に設定した。



ii) 調査項目

- ① 位置：山立てを行い 1/25,000地形図に記入した。
- ② 調査線の位置：コンパスにて方位を確認した。
- ③ コドラート調査
 - 1) 水深：水深計により各調査区における調査時刻と水深を記入した。
 - 2) 基質類型：コドラート内で最大の面積を示す基質タイプで代表させた（表42）。

表42 基質タイプによる類型

類型記号	基質タイプ
I	岩礁
II	サンゴ死骸固結(卓状・枝状・塊状等サンゴの死骸で固結しているもの。形状を記録した)
III	サンゴ死骸礫化(卓状・枝状・塊状等サンゴの死骸で固結していないもの。形状を記録した)
IV	岩、転石
V	砂、泥

- 3) 全サンゴ被度：コドラート内の全生サンゴ被度
- 4) 死サンゴ被度：コドラート内の死サンゴ（白色あるいは黄褐色を呈して、最近死んだと判断される群体）の被度
- 5) 出現サンゴ被度：コドラート内に出現する直径5 cm以上のサンゴの被度
- 6) サンゴ以外の大型底生生物被度：コドラート内に出現する大型底生生物の被度（科または種群名）
- 7) 植被度：コドラート内に出現する植物の被度
- 8) 裸面率：コドラート内の基質の内、肉眼で識別できる生物に覆われていない部分の被度

iii) 調査結果

竹ヶ島海中公園地区1号、2号ともに公園地区一帯がグラスボート航路となっていたこと、また小型定置網が設置されていたため、それらから離れたところに15mの調査線を設置して調査した。

- ① 位置 調査区の地形図上で、各調査区の位置は下記の通り算出された。

竹ヶ島1号地調査区 北緯33° 32' 50" 東経134° 18' 89" (東西方向へ15m)

竹ヶ島2号地調査区 北緯33° 32' 37" 東経134° 19' 16" (南北方向へ15m)
- ② コドラート調査
 - 1) 水深および基質類型

	1号	2号
水深(範囲) m	3.3(2.9~3.8)	4.1(3.8-4.5)
基質類型	Ⅱ	Ⅱ

基質類型 Ⅱ：カワラサンゴの死骸。2号地では一部キッカサンゴの死骸もあった。

2) 調査区における項目別出現被度

調査区における生サンゴ、大型底生生物等、項目別被度を表43、図58に示す。

表43 項目別出現被度

	1号		2号	
	平均値 (測定範囲)	標準偏差	平均値 (測定範囲)	標準偏差
	%		%	
全生サンゴ	69.0 (20~94)	23.3	45.3 (20~70)	15.0
種数	1.9 (1~4)	0.28	1.9 (1~3)	0.25
死サンゴ	0	0	0	0
大型底生生物	0.5 (0~1)	0.5	1.0 (0~1)	1.2
種数	0.5 (0~3)	0.25	1.5 (0~3)	0.28
植被度	4.5 (0~30)	7.1	51.7 (25~79)	15.3
種数	0.9 (0~2)	1.4	2.1 (1~4)	2.65
裸面率	1.0 (0~5)	1.7	1.7 (0~5)	2.4
砂	25.1 (0~80)	24.9	0.3 (0~5)	1.2

1号では、全てのコードラート内でカワラサンゴの死骸を基質にしたイシサンゴ類が出現、その被度は20~94% (平均69.0%) であった。また砂が1コードラートを除く14コードラートで出現し、被度2~80% (平均25.1%) を占めた。死サンゴは見られず、大型底生生物、海藻も殆ど見られなかった。

一方、2号では1号同様全コードラートでイシサンゴ類が出現、被度は20~70% (平均45.3%) であった。イシサンゴ類の基質は主にカワラサンゴの死骸によるものであるが、キッカサンゴの死骸を基質にしているところが2コードラートあった。死サンゴは見られず、大型底生生物も少なかったが、海藻の被度が25~79% (平均51.7%) と高かった。

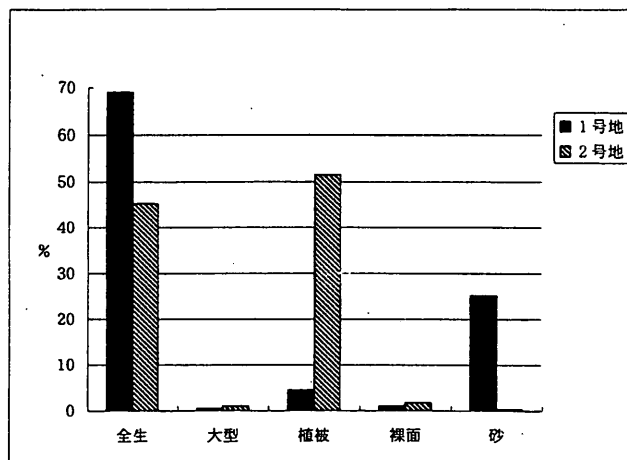


図58 項目別出現被度

図中の省略された項目名は以下の項目を示す。

- 全生：全生サンゴ
- 大型：大型底生生物
- 植被：植被度
- 裸面：裸面率
- 砂：砂

3) 調査区に出現した生サンゴと大型底生生物および植物

1、2号の調査区に出現した生サンゴは6科9属10種、大型底生生物では刺胞動物、環形動物、軟体動物でそれぞれ1科1属1種、棘皮動物3科3種、海藻類では4科4種が出現した。各地区ごとの出現種別生サンゴ相対被度の平均値を表44、図59に、それらの積算優占度(SDR)及び多様度指数を表45に、また大型底生生物および植物の出現種別相対被度の平均値を表46に示す。なお生サンゴの群体数については、カワラサンゴの場合は群体間の境が不明瞭であったため計数できなかった。

表44、45と図59から1号ではカワラサンゴとエダミドリイシ、ルリサンゴ、コトゲキクメイシが、また2号ではカワラサンゴとキッカサンゴ、ウミバラが主構成要因で、被度95%以上を占める。また被度と頻度より算出した積算優占度から、1号、2号ともにカワラサンゴが優占種とみなされる(図60)。

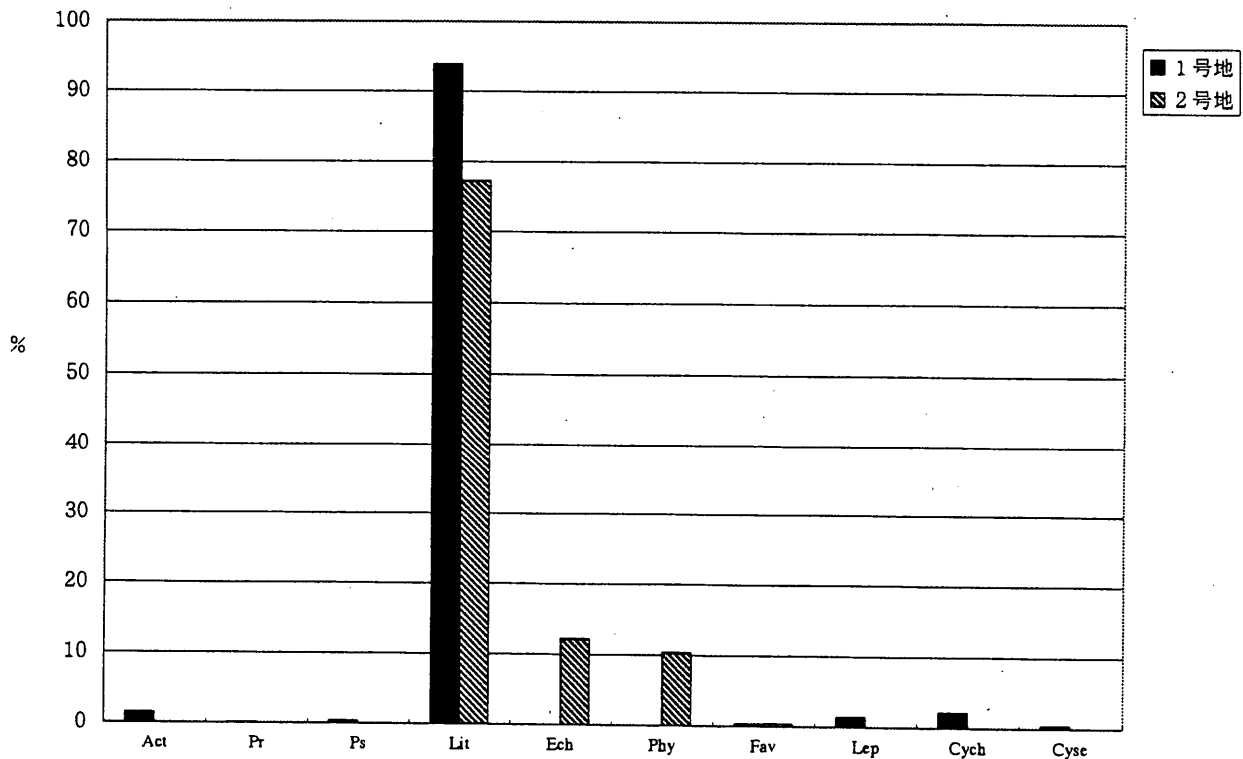


図59 生サンゴ出現別相対被度

図中の省略された項目名は、以下の項目を示す。

Act: エダミドリイシ	Phy: ウミバラ
Pr: ハマサンゴの一種	Fav: キクメイシ
Ps: ヘルベクトサンゴ	Lep: ルリサンゴ
Lit: カワラサンゴ	Cych: コトゲキクメイシ
Ech: キッカサンゴ	Cyse: フトゲキクメイシ

表44 出現種別生サンゴ相対被度の平均値および標準偏差

出現種	1号		2号	
	平均値 (%)	標準偏差	平均値 (%)	標準偏差
ミドリイシ科				
ミドリイシ属				
エタミドリイシ	1.4	2.8		
ハマサンゴ科				
ハマサンゴ属				
ハマサンゴの一種	0.1	0.3		
ヤスリサンゴ科				
アミメサンゴ属				
ベルハットサンゴ	0.3	1.2		
クサビライシ科				
カワラサンゴ属				
カワラサンゴ	93.9	10.0	77.2	32.1
ウミバラ科				
キッカサンゴ属				
キッカサンゴ			12.1	37.1
ウミバラ属				
ウミバラ			10.3	16.2
キクメイシ科				
キクメイシ属				
キクメイシ	0.3	1.2	0.4	1.3
ルリサンゴ属				
ルリサンゴ	1.4	2.8		
トゲキクメイシ属				
コトゲキクメイシ	2.2	5.8		
フカトゲキクメイシ	0.4	1.3		
計	100		100	

表45 出現生サンゴの積算優占度及び多様度指数

出現種	1号				2号			
	頻度(%)	被度(%)	群体系数	積算優占度(SDR)	頻度(%)	被度(%)	群体系数	積算優占度 SDR
カラサコ	100	93.9	?	100	100	77.2	?	100
エダミドリイシ	26.7	1.4	5	14.1				
ハマサコ ^{の一種}	6.7	0.1	1	3.4				
ベルベットサコ	6.7	0.3	1	3.5				
キカサコ					26.7	12.1	5	21.2
ウミハラ					46.7	10.3	14	30.0
クメイシ	6.7	0.3	1	3.5	3.3	0.4	2	6.9
ルリサコ	13.3	1.4	3	7.4				
コトゲクメイシ	13.3	2.2	4	7.8				
フカトゲクメイシ	13.3	0.4	2	6.9				
多様度指数(H' _c)	0.326				0.712			

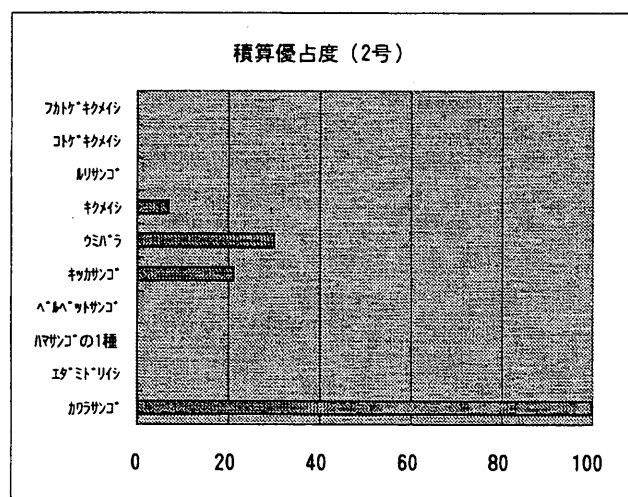
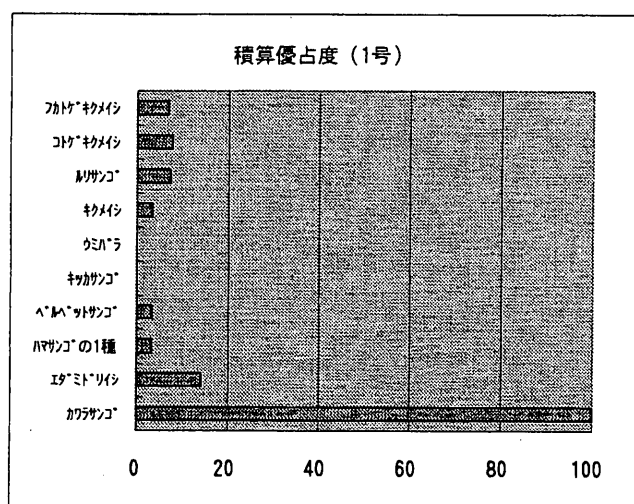


図60 積算優占度

表46 主な出現種別大型底生生物および海藻類相対被度の平均値及び標準偏差

	1号		2号	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
刺胞動物				
ニリンイソギンチャク科				
ニリンイソギンチャク	0.7	2.5		
環形動物				
カンザシコカイ科				
イバラカンザシ	34.3	46.7	12.0	25.1
軟体動物				
ニシキウスガイ科				
キンタカハマガイ			9.3	18.6
棘皮動物				
ガンガゼ科				
ガンガゼ	5.3	20.0	6.0	22.4
ラッパウニ科				
ラッパウニ			4.3	14.9
ナガウニ科				
ナガウニの1種			41.7	46.1
海藻類				
褐藻				
カヤモリ科				
フクロノリ	12.0	30.8	18.3	20.5
紅藻				
ホンダワラ科				
ホンダワラの1種	1.3	5.0	7.5	24.9
テングサ科				
オバクサ	53.3	49.9	68.2	30.6
ミリン科				
トサカリ	6.7	24.9		
糸状紅藻類	6.7	24.9	6.0	10.8
(イギス・アオリ類を含む)				

大型底生生物は、1号、2号ともに少なく被度1%以下であった(表43)。環形動物のイバラカンザシと棘皮動物のガンガゼが両地区で見られた。また海藻類では出現種全種が両地区で観察され、その主構成要因は、オバクサとフクロノリであった(表46)。

iv) 考 察

竹ヶ島海中公園地区の1号、2号に於いてコドラート法により、出現した生サンゴ、その他大型底生生物等について調査した結果を基に考察した。

ア. 竹ヶ島1号

- ・生サンゴ被度約70%、砂25%、大型底生生物および植物5%でほぼ構成される(表43)。
- ・基質はカワラサンゴの死骸である。
- ・生サンゴの主構成種はカワラサンゴで約94%と高被度で、単独優占種に挙げられる。また少量ではあるがエダミドリイシやルリサンゴ、コトゲキクメイシ等も見られる(表44)。
- ・大型底生生物では環形動物のイバラカンザシ、また海藻ではオバクサ、フクロノリが多い(表46)。

イ. 竹ヶ島2号

- ・生サンゴ被度約45%、海藻52%、大型底生生物・砂等3%で構成される(表43)。
- ・基質はカワラサンゴの死骸である。
- ・生サンゴの主構成種はカワラサンゴで約77%と高被度で、単独優占種に挙げられる。ウミバラとキッカサンゴがそれぞれほぼ10%の被度を占める(表44)。
- ・大型底生生物では棘皮動物のナガウニ、環形動物のイバラカンザシ、また海藻ではオバクサとフクロノリが多い(表46)。

ウ. 調査手法等の改善について

今回の調査は、調査手法に従って調査器機等を準備し、調査に臨んだ。その結果、次に掲げる点について改良された方がよいと思われる。

- ① 調査対象群集や現地調査地点の確認に使用する1/25,000地図に加えてその海域の1/10,000空中写真(国土地理院)を入手し、これを携帯する方がよいと思われる。その理由は、現地での地点がわかりやすい。また定置網の設置やグラスボート航路等の理由により、やむを得ず調査区の変更する際に、岩やサンゴの分布、調査位置等がわかりやすく的確に判断され、変更調査区の位置を写真上に記入(トレース紙を付ける)できる。
- ② 調査区は、恒久的なものとした方がよい。その理由は、環境変化による底生生物の動向をチェックするためには、正確に同一の地区における調査データが必要である。また他海域との生物的な比較も行うのであれば、サンゴ礁海域のように同水深での調査が要求される。従って調査区における起点設定で行う山立てに加えて、その陸上地形(ランドマーク)を船上から写真撮影して、後日山立ての位置を写真上に記入する。

海中では、起点および終点到指標物(着色した塩ビ管など)を水中ボンドにて固定する(県・町・漁業組合等の許可を得る)。これら指標物は、周辺の景観を含めた写真(真上、真横)を撮り、後日写真とともに情報を記入し整理する。また設置したライン上にも、コドラート設置ごとに目印を設置する。

なおラインの起点および終点における方位は記録しておく(水中ノートに項目を設け

る)。

(注：海中指標物は着色したもの（船底塗料で無公害のもの）で、約半年後には無節石灰藻等に覆われ始めるので交換の要あり。指標物材料、塗料を検討する。)

- ③ サンゴ等底生生物の被度について、現在は目視観察で行っているが、コンピューターによるデータ処理が行えないか。その理由は、精密なデータ（被度、成長過程等）を得るためである。その方法は次のとおりである。

1 mのコドラートを一辺50cm 四方の4区画に分けたものを用意する。次にコドラートの四隅へ長さ20cm のものを三方向に固定した定規を、また中央には長さ20cm のものを中心から五方向に固定した定規を取り付ける（図61）。このようにコドラートに細工した後、調査区に持ち込み、海底に設置する。

調査の写真は1コドラートに対して一部被写体を重ね合わせるようにして3カ所から撮影する。1カ所の写真は、カメラを図62に示した場所から、図63に示したようにカメラのファインダーの下部にコドラートの一辺とそれに続く両側のコドラート辺の一部を入れて撮影する。カメラのレンズは20mm 距離40cm にすると、被写体が余裕を持ってファインダー内に納められる。

なおコドラートの材質は、軽量で腐食しないもの（ステンレス）、また組立式のものの方が、持ち運び、組立作業上便利と思われる。また透明度の悪い地域もある（環境庁、1984）と聞くが、良い時期を選んで調査すれば、写真による画像の解読は可能と思われる。

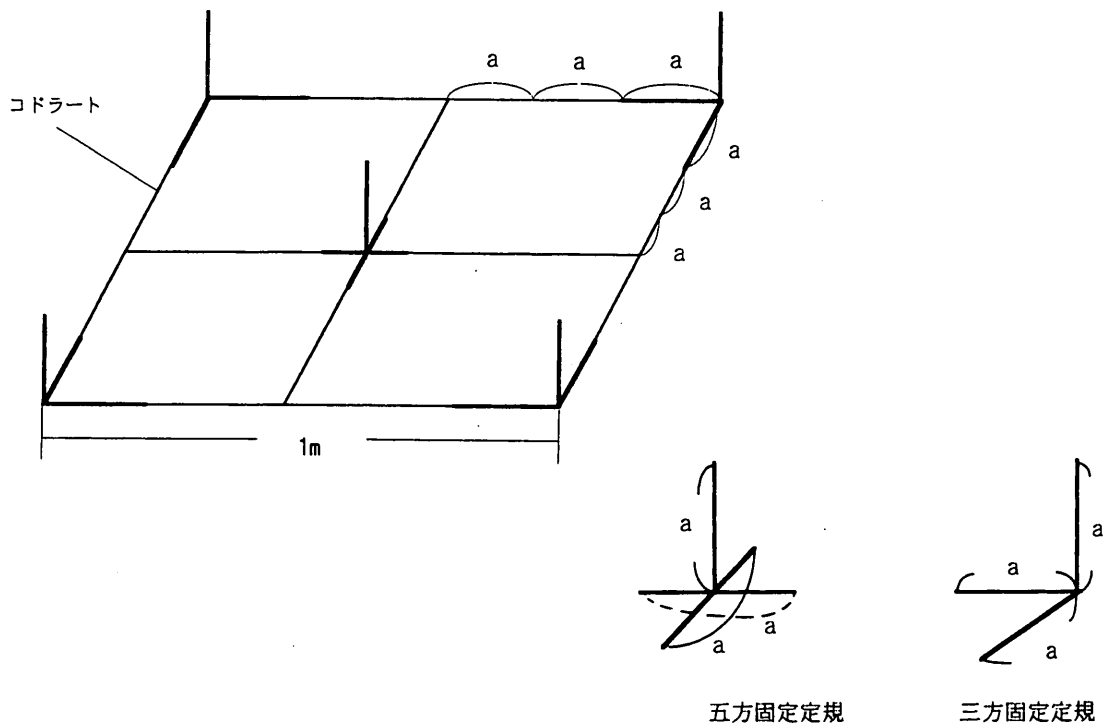
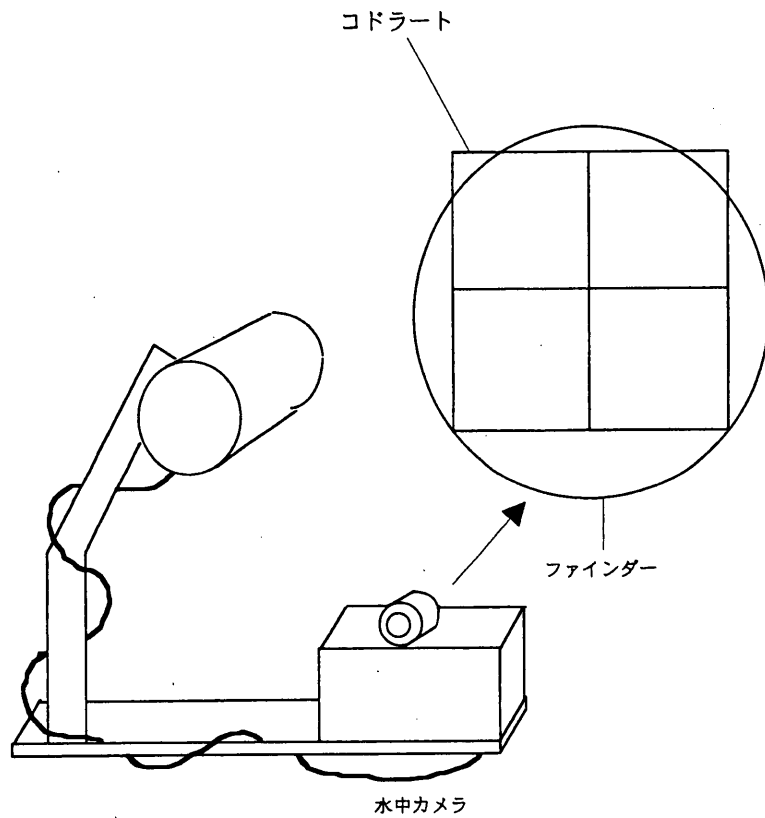
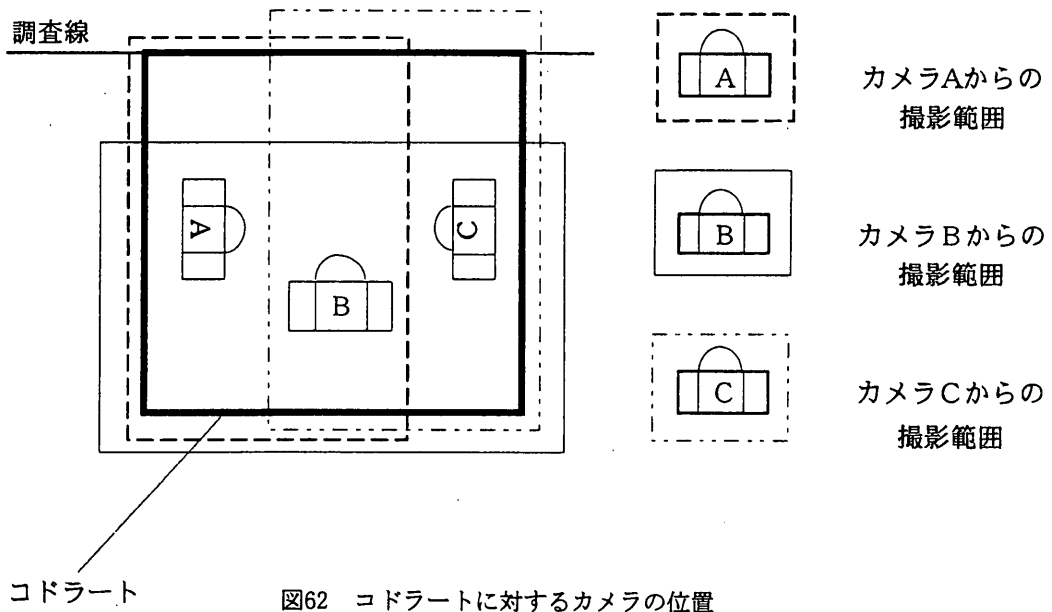


図61 固定定規を取り付けたコドラート



④ 調査区の設定について

水深5～10mのところで、無作為に海岸線に対して平行と直角方向へ10mとし、1コドラートは共有（平行線と直角線）させて、19コドラートを設置してはどうであろうか。その理由は、水深は地域により数メートルから20m位までであろうが、浅海では高水温（亀崎・宇井，1994）による白化現象や寒波（御前，1995）による死亡が考えられる（群体の大

きさにも因るが) のに対し、沖合では環境変化による影響は少ない(遅い)。また、より豊富な資料が得られる。また指標物が多いと、次回の調査時に地点が確認しやすい。更に、上述の③による調査手法に改良された場合、撮影に使用されるフィルムが36枚であるところから、一方向に1本、1地区に2本のフィルムで事足り、フィルム交換にも都合がよい(3枚×10カ所=30枚、6枚は予備)。

尚、今回行った竹ヶ島についてみると、最初に行われた1969年(徳島県)の海中公園調査以来幾度となく調査が行われているが、1号で当初見られたエダミドリイシが減少しカワラサンゴが増加した。護岸工事、沖合の人工投石やテトラポッドによる潮流の停滞等による内湾化が進み、それらの環境により適したカワラサンゴが増加していることが指摘されている(海中公園センター, 1997)。今回の調査でもカワラサンゴが主流を占めている点では同じである。一方2号では当時の海中公園地区指定の対象の1つに挙げられた直径1m程もあるシコロサンゴとムカシサンゴの大塊が、今回の調査では記録されていない。

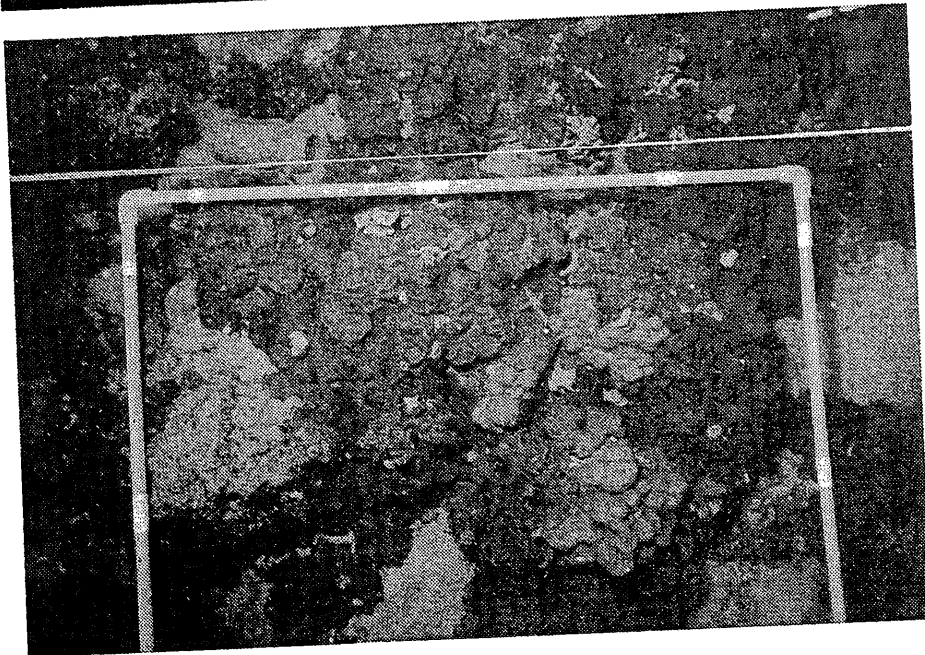
第4回自然環境保全基礎調査(1994)以後3年を経過しているが、その当時と現状を比較する意味でも15mを1調査区としたライン調査と平行して、周辺海域の概観調査(特にその海域を代表するイシサンゴ類について)を行う方がよい。

引用文献

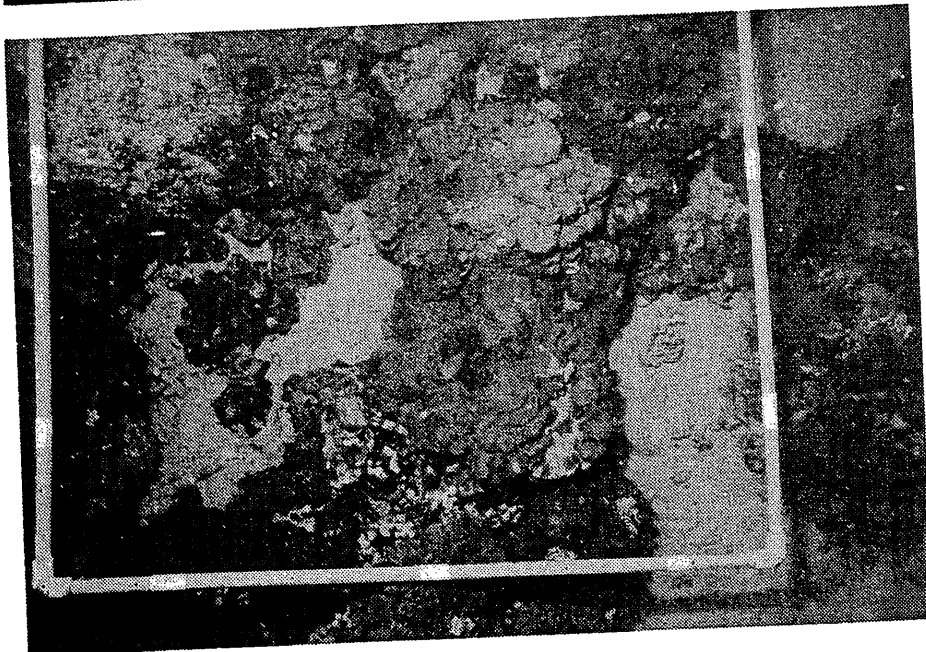
1. 亀崎直樹・宇井晋介. 1984. 八重山列島における造礁サンゴ類の白化現象. 海中公園情報. 61: 10-13.
2. 海中公園センター 鎗浦海中公園研究所. 1997. 徳島県海中公園地区モニタリング調査報告書. 14pp.
3. 環境庁自然保護局. 1994. 第四回自然環境保全基礎調査. 海域生物環境調査報告書. 第3巻. サンゴ礁. 1-262.
4. 御前 洋. 1985. 寒波によるイシサンゴ類の生存限界について—1984年冬の串本海中公園の状況からの解析. 海中公園情報. 68: 15-19.
5. 徳島県. 1969. 徳島県海中公園計画調査書. 50pp.



阿波竹ヶ島1号
第2コドラート全体



阿波竹ヶ島1号
第2コドラート上部



阿波竹ヶ島1号
第2コドラート下部

4. 調査手法の改善点

2. サンゴ群集調査手法試案に基づき行った現地予備調査の結果、改善した方がよいと思われる点はいくつか認められた。大きな改善点は被度の測定を目視観察で行うのではなく、画像上で解析する方法に変更したことである。その理由は目視観察では被度5%以下を測定することが一般的に困難なためである。

回復初中期の群集では多くの種が小群体で群集を形成している場合が珍しくなく、そのような各群体を一律+として処理することには問題があると思われるからである。より精度を高めるために、垂直正射撮影した画像をデジタル化し、パソコン上で個々の群体の被度を測定することが考えられた。画像からのサンゴの同定精度は肉眼に比べ劣るため海中での記録を併用することとした。またデジタル画像による方法は恒久的な映像記録が残り後に再検討や群集動態の解析など様々な活用することが可能であるという大きな利点がある。海中では波浪のために垂直正射撮影を行うことは困難ことも多いが、画像のゆがみ補正はパソコン上でも可能であるため写真撮影による方法に変更した。また、全国調査では実施者による同定や被度の調査精度のばらつきを抑えるためにも有効であると思われる。

他の1点は、調査地点を恒久的に活用できるようにしたことである。全国調査の目的はわが国のサンゴ群集の生物学的な類型区分を行うことであるが、調査地点を設定し全国的に調査を行うのであれば、繰り返し同一地点で調査が行われるようにされておくことが今後のために有益であるし、調査の再現性を高めることにもなる。

以下に各改善点について詳述する。

(2) 調査内容

(2) - 1. 調査海域区分

ア. サンゴ礁域 (トカラ列島小宝島以南及び小笠原諸島) 範囲を示した。

a. 礁池：礁池及び内側礁原

b. 礁縁：外側礁原及び礁斜面

イ. 非サンゴ礁域 (トカラ列島悪石島以北) 範囲を示した。

2. 調査項目

ウ. サンゴ種別被度、頻度 (被度は撮影画像上で測定する) 画像解析に変更した。

エ. 水深、基質、植被、サンゴ以外の主な底生生物 全項目を加えた。

(被度：物体が作る垂直投影面の割合。重なる場合、同種は同群体として測定し、異種は別個に測定し、相対被度を算出する。) 目視観察のための被度5%未満の数値処理開設を削除

(2) - 3. 調査方法

i) 現地調査

ア. サンゴ礁域

a. 礁池

①調査対象群集の選定

調査対象地の「サンゴ礁分布図」から調査対象群集を選定する。対象群集は面積3ha以上の礁池の代表的群集を対象とする。1ha 1地点、最大3地点の表現と整合するよう面積1ha以上を3ha以上と改めた。

②調査地点の設定 より性格に表現するため区を地点に改めた。以下同じである。

群集における調査地点は1haに1地点設定する。最大3地点とし、その配置は分散的配置とする。

③調査地点の面積 各コドラートを隣接させないことで、独立性を強めた。

1調査地点15㎡とする。50mの調査線を設定し、調査線に沿って1㎡のコドラートを3m間隔で15回繰り返すことにより得る。ただし、底質がサンゴの着定基質として不適な全くの砂底となり、群集が途切れる場合はコドラートの位置がずれてもよい。

サンゴ礁地形が複雑に形成されていることを考慮して、加えた。

④調査地点への到達

調査地点の位置はあらかじめ1/10,000カラー空中写真上に記入しておき、ボートで空中写真の画像を手がかりに到達する。

⑤調査地点での測定（別紙フィールドノート使用） 具体的な方法を示した。

- ・位置：空中写真画像への記入（透明フィルム使用）とともに、山立てを行い、1/25,000地形図に記入する。GPSの方が有効である場合はGPSを採用する。加えた。
- ・調査線の設置：任意の基点から水深や基質が変動しないよう、また原則として海岸線に平行になるように設定する。また、水中コンパスで方位を測定し、記録する。基点と終点及び5回目と10回目のコドラートの起点側に塩ビパイプを水中ボンドで海底に固定させるか、鉄筋杭を海底に打ち込んだ標識を設置する。より再現性を高めるために加えた。
- ・概観調査：調査線の周囲を10分間遊泳し、優占するサンゴ種、生サンゴ被度、オニヒトゲ食害、白化の有無などサンゴ群集の概観を記録する。周辺状況を記録するため加えた。
- ・コドラート調査（各コドラート毎に記録する）より正確に示した。
 - 1)水深：水深計により調査時の水深を測定し、時刻、天候とともに記録する。

- 5)出現サンゴ種：コドラート内に出現するサンゴ（肉眼で容易に識別できる大きさの群体）を可能なかぎり種レベルで、被度順に記録する。被度観察から写真撮影に変更したため、画像解析時に参考とするため。
- 6)サンゴ以外の大型底生生物被度：コドラート内に出現するサンゴ以外の大型表在底生生物のおもな種群名（原則として科、属レベル、可能なら種レベル）を被度順に記録する。同上
- 7)植被率：コドラート内に出現する植物のおもな種群名（原則として科、属レベル、可能なら種レベル）を被度順に記録する。同上
- 9)写真撮影：各コドラート毎に写真を撮影する（詳細は後述）。撮影法を詳述した。

b. 礁縁

②調査地点の設定

平均海面から3m深及び9m深に設定する。縁溝、縁脚地形のため同一水深で調査線が連続できない場合は調査線がとぎれてもよい。 サンゴ礁地形の複雑さを考慮して加えた。

③調査地点の面積

1調査地点15m²とする。50mの調査線を設定し、調査線に沿って1m²のコドラートを3m間隔で15回繰り返すことにより得る。 礁池と同理由。

⑤調査地点での測定（別紙フィールドノート使用）

- ・位置：空中写真画像への記入（透明フィルム使用）とともに、山立てを行い、1/25,000地形図に記入する。GPSの方が有効である場合はGPSを採用する。 礁池と同様
- ・調査線の設定：任意の基点から水深や基質が変動しないよう、原則として礁原に平行海岸線が見えない場合があるので、干出する礁原に変えた。になるように設定する。また、水中コンパスで方位を測定し、記録する。基点と終点及び5回目と10回目のコドラートの起点側に塩ビパイプを水中ボンドで海底に固定させるか、鉄筋杭を海底に打ち込んだ標識を設置する。 礁池と同様
- ・概観調査：調査線の周囲を10分間遊泳し、優占するサンゴ種、生サンゴ被度、オニヒトデ食害、白化の有無などサンゴ群集の概観を記録する。 礁池と同様
- ・コドラート調査（各コドラート毎に記録する） 礁池と同様
 - 1)水深：水深計により調査時の水深を測定し、時刻、天候とともに記録する。
 - 5)出現サンゴ種：コドラート内に出現するサンゴ（肉眼で容易に識別できる大きさの群体）を可能なかぎり種レベルで、被度順に記録する。 礁池と同様
 - 6)サンゴ以外の大型底生生物被度：コドラート内に出現するサンゴ以外の大型表在底生生物のおもな種群名（原則として科、属レベル、可能なら種レベル）を被度順に記

録する。 礁池と同様

7) 植被率：コドラート内に出現する植物のおもな種群名（原則として科、属レベル、可能なら種レベル）を被度順に記録する。 礁池と同様

9) 写真撮影：各コドラート毎に写真を撮影する（詳細は後述）。 礁池と同様

イ. 非サンゴ礁域

①調査対象群集の選定

調査対象地の「サンゴ礁分布図」から調査対象群集を選定する。対象群集は面積 1 ha 以上とする。 非サンゴ礁域では群集面積小さいため 1 ha 以上としている。

③調査区の面積

1 調査地点 15 m²とする。50mの調査線を設定し、調査線に沿って 1 m²のコドラートを 3 m間隔で 15回繰り返すことにより得る。ただし、底質がサンゴの着定基質として不適な全くの砂底となったり、地形の凹凸により水深が大きく異なるような場合はコドラートの位置がずれてもよい。 礁池と同様。

⑤調査地点での測定（別紙フィールドノート使用）

礁池と同様

- ・位置：山立てを行い 1/25,000地形図及び空中写真画像（透明フィルム使用）に記入する。また、陸上地形を撮影する。 再現性を高めるため加えた。
- ・調査線の設定：任意の基点から水深や基質が変動しないよう、原則として海岸線に平行になるように設定する。また、水中コンパスで方位を測定し、記録する。基点と終点及び5回目と10回目のコドラートの起点側に塩ビパイプを水中ボンドで海底に固定させるか、鉄筋杭を海底に打ち込んだ標識を設置する。 礁池と同様
- ・概観調査：調査線の周囲を 10分間遊泳し、優占するサンゴ種、生サンゴ被度、オニヒトゲ食害、白化の有無などサンゴ群集の概観を記録する。 礁池と同様
- ・コドラート調査（各コドラート毎に記録する） 礁池と同様
 - 1) 水深：水深計により調査時の水深を測定し、時刻、天候とともに記録する。
 - 2) 基質類型：コドラート内で最大の面積を示す基質で代表させる。類型は表の通りとする。 非サンゴ礁域の類型を新たに加えた。
 - 5) 出現サンゴ種：コドラート内に出現するサンゴ（肉眼で容易に識別できる大きさの群体）を 可能なかぎり種レベルで、被度順に記録する。 礁池と同様
 - 6) サンゴ以外の大型底生生物被度：コドラート内に出現するサンゴ以外の大型表在底生生物のおもな種群名（原則として科、属レベル、可能なら種レベル）を 被度順に記録する。 礁池と同様
 - 7) 植被率：コドラート内に出現する植物のおもな種群名（原則として科、属レベル、可能なら種レベル）を 被度順に記録する。 礁池と同様

9) 写真撮影：各コドラート毎に写真を撮影する（詳細は後述）。

礁池と同様

表2 基質類型（非サンゴ礁）

類型記号	基質タイプ
I	岩礁
II	サンゴ死骸固結（卓状、枝状、塊状等のサンゴの死骸で固結しているもの。形状を記録する）
III	サンゴ死骸礫化（卓状、枝状、塊状等のサンゴの死骸で固結していないもの。形状を記録する）
IV	岩石、転石
V	砂、泥

ウ. コドラート撮影法 画像から被度解析を行うことができるよう、詳しく撮影法を示した。

コドラートはあらかじめゴムひも等で四等分しておき、各辺に10cm 間隔の目盛りを分かりやすく記入しておく。カメラは20mm レンズとスピードライトを装着したニコンスVを使用する。フィルムはASA100（36枚撮り）ポジフィルムを使用する。

撮影は50 x 50cm 毎に群体上方から垂直方向に行う。1コドラートあたり4枚撮影するので、9コドラートでフィルムを交換する。2本目のフィルムは残り6コドラート及び調査線周辺を撮影する。フィルムはマウントせず、ラッシュのままとし、CD-ROM に書込を行いデジタル化する（1枚のCD-ROM に200コマ可能）。

(2) データ処理（別紙データシート使用） 画像からの被度解析法を示した。

3) サンゴ種別被度、頻度、積算優占度、多様度指数：デジタル化した画像から NIH、CAD 等の画像解析ソフトを用いて種別の被度を測定する。被度は0.1%単位で測定する。0.1%未満の場合は+とし、集計時には0.05%として数値処理する。調査区毎に集計し、出現種の積算優占度（SDR = $\frac{\text{頻度比数} + \text{被度比数}}{\text{全出現種の被度}}$ ）を算出する。

2

また、調査地点毎に種別平均被度を用いて多様度指数（ $H'c = -\sum p_i \ln p_i$ ）を算出する。

[$P_i = n_i/N$, n_i =ある種の被度、 N =全出現種の被度] 解析の項から移した。

・ 群集調査 調査対象群集のまとめを加えた。

水深、サンゴ種別被度・頻度・積算優占度・多様度指数、全生サンゴ被度、死サンゴ被度、サンゴ以外の大型底生生物被度、植被率、裸面率について群集毎の平均値及び標準偏差を算出する。基質類型は優占する類型で群集を代表させる。

群集毎に出現した種のリストを作成し（FDを配布）、出現種数を記入する。

解析評価の項は調査手法案からは削除した。

5. サンゴ群集生物調査手法（案）

サンゴ群集生物調査手法試案に基づき行った現地予備調査の結果を反映させ、本手法（案）を作成した。

（1）調査方針

（1）-1. 調査目的

日本全国の造礁サンゴ（以下サンゴと言う）群集の生物学的な類型区分等を目指し、

- ① 全国の代表的なサンゴ群集を対象に、生物群集に関する基礎的データを集積し、サンゴ群集の生物学的な類型区分等について検討する。
- ② 全国調査に必要な簡便な調査項目・手法（都道府県委託レベル）の確立を目指す。ことを目的とする。

（1）-2. 調査期間

平成9年度－平成12年度

（1）-3. 調査時期

特に指定はない。

（2）調査内容

（2）-1. 調査海域区分

調査は下記の調査海域に区分した上で実施する。

- ア. サンゴ礁域（トカラ列島小宝島以南及び小笠原諸島）
 - a. 礁池：礁池及び内側礁原
 - b. 礁縁：外側礁原及び礁斜面
- イ. 非サンゴ礁域（トカラ列島悪石島以北）

（2）-2. 調査項目

- ア. 種組成
- イ. 全生サンゴ被度及び死サンゴ被度
- ウ. サンゴ種別被度、頻度（被度は撮影画像上で測定する）
- エ. 水深、基質、植被、サンゴ以外の主な底生生物
(被度：物体が作る垂直投影面の割合。重なる場合、同種は同群体として測定し、異種は別個に測定し、相対被度を算出する。)

(2)-3. 調査方法

i) 現地調査

ア. サンゴ礁域

a. 礁池

① 調査対象群集の選定

調査対象地の「サンゴ礁分布図」から調査対象群集を選定する。対象群集は面積3 ha以上の礁池の代表的群集を対象とする。

② 調査地点の設定

群集における調査地点は1 haに1地点設定する。最大3地点とし、その配置は分散的配置とする。

③ 調査地点の面積

1調査地点15m²とする。50mの調査線を設定し、調査線に沿って1m²のコドラートを3m間隔で15回繰り返すことにより得る(図64)。ただし、底質がサンゴの着定基質として不適な全くの砂底となり、群集が途切れる場合はコドラートの位置がずれてもよい。

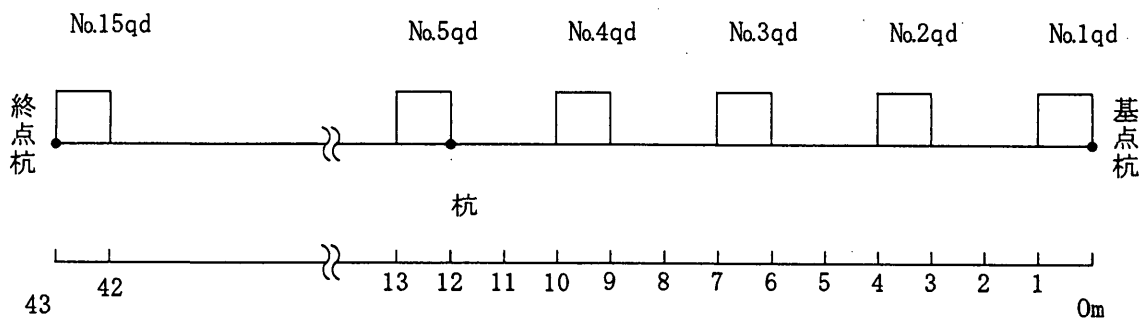


図64 コドラート及び標識の配置

④ 調査地点への到達

調査地点の位置はあらかじめ1/10,000カラー空中写真上に記入しておき、ボートで空中写真の画像を手がかりに到達する。

⑤ 調査地点での測定（別紙1フィールドノート参照）

- ・位置：空中写真画像への記入（透明フィルム使用）とともに、山立てを行い、1/25,000地形図に記入する。GPSの方が有効である場合はGPSを採用する。
- ・調査線の設置：任意の基点から水深や基質が変動しないよう、また原則として海岸線に平行になるように設定する。また、水中コンパスで方位を測定し、記録する。基点と終点及び5回目と10回目のコドラートの起点側に塩ビパイプを水中ボンドで海底に固定させるか、鉄筋杭を海底に打ち込んだ標識を設置する（図64）
- ・概観調査：調査線の周囲を10分間遊泳し、優占するサンゴ種、生サンゴ被度、オニヒトデ食害、白化の有無などサンゴ群集の概観を記録する。
- ・コドラート調査（各コドラート毎に記録する）
 - 1) 水深：水深計により調査時の水深を測定し、時刻、天候とともに記録する。
 - 2) 基質類型：コドラート内で最大の面積を示す基質で代表させる。類型は表47の通りとする。

表47 基質類型（サンゴ礁）

類型記号	基質タイプ
I	サンゴ岩礁、岩礁及び卓状サンゴ死骸(年月を経た死骸)
II	塊状サンゴ岩石(年月を経た死骸)、岩石
III	枝状サンゴ立ち枯れ(年月を経た死骸)
IV	枝状サンゴ礫堆積固結(堆積し、藻類などで固結されているもの)
V	枝状サンゴ礫堆積半固結(堆積し、藻類などで緩やかに固結されているもの)
VI	枝状サンゴ礫堆積非固結(堆積しているが固結されていない)
VII	枝状サンゴ礫平面非固結分散(砂底上に平面的に分布しているもの)、礫
VIII	砂泥

- 3) 全生サンゴ被度：コドラート内の全生サンゴ被度を測定する。
- 4) 死サンゴ被度：コドラート内の死サンゴ（白色あるいは黄褐色を呈して、最近死んだと判断される群体）の被度を測定する。
- 5) 出現サンゴ種：コドラート内に出現するサンゴ（肉眼で容易に識別できる大きさの群体）を可能なかぎり種レベルで、被度順に記録する。
- 6) サンゴ以外の大型底生生物被度：コドラート内に出現するサンゴ以外の大型表在底生生物のおもな種群名（原則として科、属レ

ベル、可能なら種レベル)を被度順に記録する。

7) 植被率: コドラート内に出現する植物のおもな種群名(原則として科、属レベル、可能なら種レベル)を被度順に記録する。

8) 裸面率: コドラート内の基質のうち、肉眼で識別できる生物に覆われていない部分の被度を測定する。

9) 写真撮影: 各コドラート毎に写真を撮影する(詳細は後述)。

b. 礁縁

① 調査対象群集の選定

礁池の調査対象群集の配列方向上に設定する

② 調査地点の設定

平均海面から3 m深及び9 m深に設定する。縁溝、縁脚地形のため同一水深で調査線が連続できない場合は調査線がとぎれてもよい。

③ 調査地点の面積

1 調査地点15 m²とする。50 mの調査線を設定し、調査線に沿って1 m²のコドラートを3 m間隔で15回繰り返すことにより得る(図64)。

④ 調査地点への到達

調査地点の位置はあらかじめ1/1,000カラー空中写真上に記入しておき、ボートで空中写真の画像を手がかりに到達する。

⑤ 調査地点での測定(別紙1フィールドノート参照)

- ・位置: 空中写真画像への記入(透明フィルム使用)とともに、山立てを行い、1/25,000地形図に記入する。GPSの方が有効である場合はGPSを採用する。
- ・調査線の設定: 任意の基点から水深や基質が変動しないよう、原則として礁原に平行になるように設定する。また、水中コンパスで方位を測定し、記録する。基点と終点及び5回目と10回目のコドラートの起点側に塩ビパイプを水中ボンドで海底に固定させるか、鉄筋杭を海底に打ち込んだ標識を設置する(図64)
- ・概観調査: 調査線の周囲を10分間遊泳し、優占するサンゴ種、生サンゴ被度、オニヒトデ食害、白化の有無などサンゴ群集の概観を記録する。
- ・コドラート調査(各コドラート毎に記録する)
 - 1) 水深: 水深計により調査時の水深を測定し、時刻、天候とともに記録する。
 - 2) 基質類型: コドラート内で最大の面積を示す基質で代表させる。類型は表46の通りとする。
 - 3) 全生サンゴ被度: コドラート内の全生サンゴ被度を測定する。
 - 4) 死サンゴ被度: コドラート内の死サンゴ(白色あるいは黄褐色を呈して、最近死んだと判断される群体)の被度を測定する。

- 5) 出現サンゴ被度、頻度：コドラート内に出現するサンゴ（肉眼で容易に識別できる大きさの群体）を可能なかぎり種レベルで、被度順に記録する。
- 6) サンゴ以外の大型底生生物被度：コドラート内に出現するサンゴ以外の大型表在底生生物のおもな種群名（原則として科、属レベル、可能なら種レベル）を被度順に記録する。
- 7) 植被率：コドラート内に出現する植物のおもな種群名（原則として科、属レベル、可能なら種レベル）を被度順に記録する。
- 8) 裸面率：コドラート内の基質のうち、肉眼で識別できる生物に覆われていない部分の被度を測定する。
- 9) 写真撮影：各コドラート毎に写真を撮影する（詳細は後述）。

イ. 非サンゴ礁域

① 調査対象群集の選定

調査対象地の「サンゴ礁分布図」から調査対象群集を選定する。対象群集は面積1 ha以上とする。

② 調査地点の設定

各群集における調査地点は1 haに1調査地点設定する。最大3調査地点とし、その配置は分散的配置とする。

③ 調査区の面積

1調査地点15m²とする。50mの調査線を設定し、調査線に沿って1m²のコドラートを3m間隔で15回繰り返すことにより得る（図64）。ただし、底質がサンゴの着定基質として不適な全くの砂底となったり、地形の凹凸により水深が大きく異なるような場合はコドラートの位置がずれてもよい。

④ 調査地点への到達

調査地点の位置はあらかじめ1/25,000地形図に記入しておき、ボートで空中写真と地形図を手がかりに到達する。

⑤ 調査地点での測定（別紙1フィールドノート参照）

- ・位置：山立てを行い1/25,000地形図及び空中写真画像（透明フィルム使用）に記入する。また、陸上地形を撮影する。
- ・調査線の設定：任意の基点から水深や基質が変動しないよう、原則として海岸線に平行になるように設定する。また、水中コンパスで方位を測定し、記録する。基点と終点及び5回目と10回目のコドラートの起点側に塩ビパイプを水中ボンドで海底に固定させるか、鉄筋杭を海底に打ち込んだ標識を設置する（図64）。
- ・概観調査：調査線の周囲を10分間遊泳し、優占するサンゴ種、生サンゴ被度、オニヒ

トデ食害、白化の有無などサンゴ群集の概観を記録する。

・コドラート調査（各コドラート毎に記録する）

- 1) 水深：水深計により調査時の水深を測定し、時刻、天候とともに記録する。
- 2) 基質類型：コドラート内で最大の面積を示す基質で代表させる。類型は表48の通りとする。
- 3) 全生サンゴ被度：コドラート内の全生サンゴ被度を測定する。
- 4) 死サンゴ被度：コドラート内の死サンゴ（白色あるいは黄褐色を呈して、最近死んだと判断される群体）の被度を測定する。
- 5) 出現サンゴ被度、頻度：コドラート内に出現するサンゴ（肉眼で容易に識別できる大きさの群体）を可能なかぎり種レベルで、被度順に記録する。
- 6) サンゴ以外の大型底生生物被度：コドラート内に出現するサンゴ以外の大型表在底生生物のおもな種群名（原則として科、属レベル、可能なら種レベル）を被度順に記録する。
- 7) 植被率：コドラート内に出現する植物のおもな種群名（原則として科、属レベル、可能なら種レベル）を被度順に記録する。
- 8) 裸面率：コドラート内の基質のうち、肉眼で識別できる生物に覆われていない部分の被度を測定する。
- 9) 写真撮影：各コドラート毎に写真を撮影する（詳細は後述）。

表48 基質類型（非サンゴ礁）

類型記号	基質タイプ
I	岩礁
II	サンゴ死骸固結(卓状・枝状・塊状等サンゴの死骸で固結しているもの。形状を記録する)
III	サンゴ死骸礫化(卓状・枝状・塊状等サンゴの死骸で固結していないもの。形状を記録する)
IV	岩石、転石
V	砂、泥

ウ. コドラート撮影法

コドラートはあらかじめゴムひも等で四等分しておき、各辺に10cm 間隔の目盛りを分かりやすく記入しておく。カメラは20mm レンズとスピードライトを装着したニコノスVを使用する。フィルムはASA100（36枚撮り）ポジフィルムを使用する。

撮影は50×50cm 毎に群体上方から垂直方向に行う。1コドラートあたり4枚撮影するので、9コドラートでフィルムを交換する。2本目のフィルムは残り6コドラート及び調

査線周辺を撮影する。フィルムはマウントせず、ラッシュのままとし、CD-ROM に書込
を行いデジタル化する（1枚のCD-ROMに200コマ可能）。

ii) データ処理 (別紙2 データシート参照)

・位置：調査地点毎に地形図上の位置から経緯度を算出する。

・コドラート調査

1) 水深：調査地点の平均水深を算出し、潮汐表により付近の標準地点の潮高に基づき補正を行う。

2) 基質類型：調査地点で最大の数を示す基質で代表させる。

3) サンゴ種別被度、頻度、積算優占度、多様度指数：デジタル化した画像から NIH、CAD 等の画像解析ソフトを用いて種別の被度を測定する。被度は0.1%単位で測定する。0.1%未満の場合は+とし、集計時には0.05%として数値処理する。調査区毎に集計し、出現種の積算優占度

$$\text{SDR} = \frac{\text{頻度比数} + \text{被度比数}}{2} \quad \text{を算出する}$$

[頻度(被度)比数とは測定された頻度(被度)の最高値を100とした場合の各頻度(被度)の比数]

また、調査地点毎に種別平均被度を用いて多様度指数 ($H'c = -\sum p_i \ln p_i$) を算出する。

4) 全生サンゴ被度：3) の測定結果から全生サンゴ被度を調査地点の平均値及び標準偏差として算出する。

5) 死サンゴ被度：同様に算出する

6) サンゴ以外の大型底生生物被度：同様に算出する。

7) 植被率：同様に算出する。

8) 裸面率：同様に算出する。

・群集調査

水深、サンゴ種別被度・頻度・積算優占度・多様度指数、全生サンゴ被度、死サンゴ被度、サンゴ以外の大型底生生物被度、植被率、裸面率について群集毎の平均値及び標準偏差を算出する。基質類型は優占する類型で群集を代表させる。

群集毎に出現した種のリストを作成し (FD を配布)、出現種数を記入する。

次年度以降、調査データを基になるべく数値的表現に基いたサンゴ群集の生物学的類型区分に関する検討を行い、集計・解析データを基に全国調査に必要な簡便な調査項目・手法(都道府県レベル)を検討する。

別紙

フィールドノート

記録者	年月日		時刻		天候	
調査地名	群集No.		調査区No.	方位 :	Qd. No.	
水深 (m)	基質類型	I II III	IV V	VI III	海況	
全サンゴ被度	その他の動物被度		種群名		裸面率	
植被率	種群名	死サンゴ被度				
種名		被度	種名		被度	
概 観						

調査年月日				都県名	
調査地名					
群集No.					
調査区No.	1	2	3	Ave. ±sd	
緯度					
経度					
水深 (m)					
基質類型				(優占)	
サンゴ被度 (%)					
死サンゴ被度 (%)					
その他の動物被度 (%)					
植被率 (%)					
裸面率 (%)					
種名	被度 SDR	頻度	被度 SDR	頻度	被度 SDR
多様度指数					
出現種数				—	
記録者/ 氏名:				所属:	

調査年月日			都県名			
調査地名						
群集No.						
調査区No.	1	2				
緯度						
経度						
水深 (m)						
基質類型						
サンゴ被度 (%)						
死サンゴ被度 (%)						
その他の動物被度 (%)						
植被率 (%)						
裸面率 (%)						
種名	被度 SDR	頻度			被度 SDR	頻度
多様度指数						
出現種数						
記録者/ 氏名 :			所属 :			

環境庁請負
平成9年度
海域自然環境保全基礎調査
重要沿岸域生物調査報告書

平成10年（1998年）3月

環境庁自然保護局
業務請負者： 財団法人 海中公園センター
東京都港区愛宕1丁目3番1号
三興森ビル
TEL. (03)3459-4605

