# 第7回 自然環境保全基礎調査

# 生物多様性調査

# 種の多様性調査 (千葉県)報告書

# 平成 19(2007)年3月

環境省自然環境局 生物多様性センター

## はじめに

環境省自然環境局生物多様性センターは、全国的な観点からわが国におけ る自然環境の現況及び改変状況を把握し、自然環境保全の施策を推進するた めの基礎資料を整備することを目的とし、「自然環境保全基礎調査」を実施 している。調査範囲は陸域、陸水域、海域を含む国土全体を対象としている。

「自然環境保全基礎調査」は、環境庁(当時)が昭和 48(1973)年より自然 環境保全法に基づき行っているものであり、今回で7回を数える。一方、近 年の生物多様性の重要性に対する認識の高まりにあわせ、平成6(1994)年度 より「生物多様性調査」が新たな枠組みとして開始された。

本調査は、「生物多様性調査」の一環である「種の多様性調査」という位置づけで実施され、国内の生物多様性保全施策の基礎となる資料を得ることを目的とし、環境省からの委託を受け、千葉県が実施したものである。

本報告書は平成 18(2006)年度に行われた「種の多様性調査(千葉県)」に ついての調査結果をとりまとめたものである。なお、本報告書において、環 境省レッドデータブックに記載のある種の詳細な位置データについては非公 開とした。

環境省自然環境局

生物多様性センター

1.	目	的と実施内容	. 2
(1)		目的	. 2
(2)		実施期間	. 2
(3)		実施項目	. 2
(1)	)	広域環境調査	. 2
2	)	局所環境調査	. 2
3	)	生物群集現地調査	. 2
4	)	GIS データおよび現地観測データの統合的解析	. 2
(4)		実施体制	. 3
(5)		実施フロー	. 4
2.	調	查内容	. 5
(1)		広域環境調査	. 6
(1)	)	調查方法	. 6
	$(\mathcal{P})$	航空写真等画像データの収集・解析	. 6
	(イ)	水質・底質データの収集・解析	. 6
2	)	調查結果	. 6
	$(\mathcal{P})$	航空写真等画像データの収集・解析	. 6
	а	アマモ場	. 6
	b	カキ礁	14
	(イ)	水質・底質データの収集・解析	16
(2)		局所環境調査	22
(1)	)	調查方法	22
2	)	調査結果	22
	$(\mathcal{P})$	水温連続観測	22
	(イ)	生物調查時観測	24
(3)		生物群集現地調查	25
(1)	)	調查方法	25
	$(\mathcal{P})$	アマモ場生物群集調査	25
	а	低次生産者調査	25
	b	高次生産者調査	26
	(イ)	カキ礁生物群集調査	26
2	)	調查結果	26
	$(\mathcal{P})$	アマモ場生物群集調査	26
	а	低次生産者調査	26
	b	高次生産者調査	31
	(イ)	カキ礁生物群集調査	36
	а	カキ礁層厚確認サンプリング	37
	h	カキ礁枠取りサンプリング	39

c 周辺生物調査	
(4) GIS データおよび現地観測データの統合的解析	43
<ol> <li>アマモ場の統合的解析</li> </ol>	43
(ア) 解析方法	
(イ) 解析結果	
<ol> <li>カキ礁の統合的解析</li> </ol>	
(ア) 解析方法	
(イ) 解析結果	
③ 考察	
3. まとめ	50
引用文献	
付図 (A~P)	53

1. 目的と実施内容

「RSと現地観測の統合による干潟・浅海域の生物多様性の評価手法の開発」

(1) 目的

アマモ場やカキ礁に代表される干潟・浅海域生態系は,生物多様性が非常に高く,様々な生物 の生息・生育場所となっているほか,活発な生物生産,水質浄化,底質の安定化等の各種の生態 系機能を有している。ところが,東京湾を始めとする都市型内湾では,埋め立てや浚渫などの人 為改変によってその大半が失われ,残存する干潟・浅海域生態系についても,その機能低下が心 配されている。この現状への打開策として,アマモ場や干潟の人工造成が近年盛んに行われてい るが,そのような人工生態系の機能が自然生態系のそれと同等であるか否かについては,これま でに充分な検討がなされていない。

そこで本調査では、東京湾東部をモデル水域として、人為的影響を始めとする様々な環境要因 と干潟・浅海域生態系の機能(生物多様性、安定性、生物量)との因果関係を解明することによ り、様々なレベルの人為的影響を受けた干潟・浅海域生態系の機能(健全性)の評価手法を開発 することを目的とする。本調査で問題とする人為的影響は、広範囲の時空間スケールにおいて他 の環境要因を介して表れるため、リモートセンシング(RS)等から得られた広域空間スケールの 環境データを時系列として収集し、GISを用いて現地観測のデータと統合・解析することによっ て、上記目的を達成する。

#### (2) 実施期間

平成18年6月1日から平成19年3月23日まで

- (3) 実施項目
- ① 広域環境調査
- ② 局所環境調査
- ③ 生物群集現地調査
- ④ GIS データおよび現地観測データの統合的解析

## (4) 実施体制

本事業は、千葉県水産総合研究センター東京湾漁業研究所、千葉県環境研究センター水質地質 部と千葉大学大学院自然科学研究科・環境リモートセンシング研究センターの共同研究として実 施した。水産総合研究センターが千葉大学自然科学研究科と盤洲、富津、富津港、竹岡、館山湾 でアマモ場生物群集調査を実施し、環境研究センターが三番瀬のカキ礁生物群集調査を実施した。 これらの調査結果と生物群集調査の調査地点周辺の航空写真画像データ及び東京湾の水質・底質 データを合わせ、千葉大学環境リモートセンシング研究センターで GIS による統合解析を行った。



(5) 実施フロー



# 2. 調査内容

調査対象は、東京湾東岸に分布する6か所の干潟・浅海域生態系(カキ礁:三番瀬、アマモ場: 盤洲・富津・富津港・竹岡・館山湾)とし(図 2-1)、以下のとおり、各生態系の環境及び生物 群集について調査する。また、調査地点の地理情報も併せて収集する。



図 2-1 調査海域

- (1) 広域環境調査
- 調査方法

調査対象となる各生態系に間接的な影響を及ぼしうる広域的かつ長期的な環境変動を把握する ため、以下の調査を実施した。

(ア) 航空写真等画像データの収集・解析

各生態系自体の広域分布様式の長期変動を把握するため、京葉測量株式会社撮影の千葉県航空 写真等を時系列(1989年〜現在)として収集し、解析した。解析には千葉大学環境リモートセン シング研究センターの施設及び設備を利用した。

(イ) 水質・底質データの収集・解析

各生態系周辺における水質(水温,塩分,流速等)の広域的かつ長期的な変動を明らかにする ため,千葉県等が東京湾沿岸域において経年的に実施してきた東京湾赤潮・青潮調査及び東京湾 水質調査から水質データを抽出し,データベース化して解析した。また,底質(粒度組成,有機 物含量等)についても広域的かつ長期的な変動を明らかにするため,環境省が東京湾全域におい て経年的に実施してきた広域総合水質調査から底質データを抽出し,データベース化して解析し た。

- ・ 解析年度:1971~2005年度の範囲で,京葉測量株式会社撮影の千葉県航空写真がある年度
- ・ 解析項目:水質(透明度,水温,D0,クロロフィルa,栄養塩濃度等),底質(微細泥率,強 熱減量等)
- 使用ソフト,解析(加工)方法:GIS ソフト(ArcView, ArcGIS Spatial Analyst)を使用し、 ポイントデータからコンター図(等値線図)を作成した。

② 調査結果

#### (ア) 航空写真等画像データの収集・解析

a アマモ場

大潮干潮時の富津・富津港の航空写真については,平成19年2月21日に撮影されたものを用いた(図 2-2)。富津のアマモ場は,東京湾最大規模であり,これまで既存(京葉測量株式会社 撮影の千葉県航空写真)の航空写真での解析が行われていたが,撮影時刻が必ずしも大潮干潮時 と一致しないため,今回は正確な範囲を把握するために,大潮干潮時に撮影されたものを用いた。



図 2-2 富津撮影範囲

既存の過去の航空写真については、アマモ場の判別可否を確認して以下の調査点・年度を解析 した(表 2-1)。現地の海水の濁りや波、光の反射により、アマモ場のエリアを判別できない航 空写真も多くあった。

調査点					解析年月	吏			
金田	2005								
富津港	2005	2004	2001	1999	1998	1996	1994	1991	1989
富津	2005	2004	(2003	年以前は	は解析済	み(山	北他 200	)5))	
津浜	2001								
丑山・島戸倉	2005	2001	1998	1996	1995	1993	1991	1989	
館山湾	解析可	「能年度	なし						
沖ノ島	2005	2001	1999	1997	1996	1993	1991	1989	
波左間	2003	2002	2000	1998	1995	1993	1991		

表 2-1 航空写真の解析年度

過去の航空写真で,アマモ場の判別が不可能だった海域のうち,館山湾については,①館山湾 の南側のアマモ場(波左間)の解析で代用すると共に,②既存の調査結果(千葉県安房地域整備 センターほか)を収集して対応した。

#### 解析方法

航空写真を GIS に取り込み,目視判別によりアマモ場のエリアを確定した。なお,富津干潟については自動識別法(山北他 2005)によりアマモ場を GIS 上で判定した。

# 解析結果

2007年2月21日13;11(第1海ほ;潮位47 cm)における富津干潟の航空写真の解析結果を図 2-3 に示す。





図 2-3 大潮干潮時における富津干潟の航空写真(上)と自動識別によるアマモ場判別結果(下) 黒い部分がアマモ場生育エリア

1989 年~2005 年にかけての, 沖ノ島におけるアマモ場の空間分布とその時間的変動を解析した GIS 画像を図 2-4に示す。なお,各海域(金田,富津港,富津干潟,津浜,丑山・島戸倉,館山 湾,沖ノ島,館山湾南部(波左間))のアマモ場の過去の空間分布およびその時間的変動を解析し た画像については,付図A~Gに掲載した。



図 2-4 沖ノ島におけるアマモ場の読み取り状況

以上により航空写真から読み取った各アマモ場の面積の時間的変動を以下に地域別に示す。 金田

波および海水の濁りにより航空写真からは藻場が判定できない年が多く,2005年のみ面積を求めることができた(付図A;30,184 m<sup>2</sup>)。

#### 富津港

1994年までは10,000m<sup>2</sup>程度であったものが,1996年ごろより急激に増加し,1998年に50,000m<sup>2</sup>,2001年には60,000m<sup>2</sup>に増加した(図 2-5,付図B)。

そして大潮干潮時に撮影した 2007 年は 92,438 m<sup>\*</sup>であった。それまでより大きく増加している が,三角の東側,南東側の岸壁など深い部分が確認できたためである(図 2-6)。





●は既存の航空写真による判別結果,■は大潮干潮時の航空写真による判別結果を示す。



既存の航空写真(2005年)

大潮干潮時(2007年)



富津

東京湾最大のアマモ場である。海草藻場面積は 1990 年代から 2000 年代初頭にかけて減少した が、2004年以降拡大の兆候がある(図 2-7、図 2-8)。

そして大潮干潮時に撮影した 2007 年は 1,058,596 m<sup>2</sup>であった。それまでより大きく増加してい るが、これまでより広く判別できたためである。









2005年

2006年

図 2-7 富津アマモ場の自動判別による解析結果(2004~2006年)



図 2-8 富津のアマモ場の面積の変動(山北ら 2005 に追加)

●は既存の航空写真による判別結果、■は大潮干潮時の航空写真による判別結果を示す。

竹岡

津浜は、海水の濁りにより航空写真からは藻場が判定できない年が多く、2001年のみ面積を求めることができた(付図C;4,018 m<sup>2</sup>)。

丑山は 1995 年を除き,面積はおよそ 1500 m<sup>2</sup>~2200 m<sup>2</sup> で安定していた(図 2−9,付図D)。一
 方,島戸倉は 1989-1991 ごろは 300 m<sup>2</sup>程度であったものが,1993 以降は 450 m<sup>2</sup>以上に増加した(図
 2−10,付図D)。



図 2-9 竹岡(丑山)のアマモ場の面積の変動



図 2-10 竹岡(島戸倉)のアマモ場の面積の変動

館山湾・沖ノ島

既存資料(千葉県安房整備センター 2005;館山土木事務所 2002・2003)より求めた館山湾 (北条海岸・館山海岸)沖のアマモ場の面積は1989年から2001年にかけて3倍程度の増加が記 録された(図 2-11,付図E)。一方,沖ノ島では1991年から1993年にかけて減少後,1999年 から2001年以降,回復が見られた(図 2-12,付図F)



図 2-11 館山湾のアマモ場の面積の変動



図 2-12 沖ノ島のアマモ場の面積の変動

波左間

波左間におけるアマモ場は、1995 年から 2001 年にかけて急増し、その後 31,000~32,000 m<sup>2</sup> で安定した(図 2-13)。この急増の時期は、波左間港の護岸堤の延長時期と一致している(付図 G)。



図 2-13 波左間のアマモ場の面積の変動

まとめ

各海域のアマモ場の平均面積および時間的変動の大きさを表 2-2に示す。調査したアマモ場の 中では、富津が面積が最大であり、続いて館山湾が大きかった。一方、最小は島戸倉、2 番目に 面積が狭かったのは丑山のアマモ場である。時間的変動の大きさ(変動係数 Coefficient of Variation で示す)は、館山湾南部と富津港が 60%以上と大きい一方、他の藻場は 35%以下と小さかった。

	平均面積 m <sup>2</sup>	変動係数 %
金田	30, 184. 0	
富津港	37, 921. 4	64.9
富津	874, 905. 3	30.6
津浜	4,018.0	
丑山	1,804.6	21.4
島戸倉	489.6	27.0
館山湾	250, 114. 6	32.2
沖ノ島	3, 219. 9	27.8
波左間	17,230.0	73.7

表 2-2 各アマモ場の平均面積と変動係数

# b カキ礁

2006 年 7 月 28 日に,旧江戸川河口部から三番瀬船橋旧航路跡地までの航空写真を撮影し(図 2-14),三番瀬猫実川河口部,同市川航路奥部,及び旧江戸川河口部の計 3 か所に存在するカキ 礁について空間分布と面積を読み取った。また,猫実川河口部と旧江戸川河口部については,そ れぞれ次の年次の既存の航空写真(京葉測量株式会社撮影の千葉県航空写真)を加えた解析により,カキ礁の形成過程を推定した。

- 三番瀬猫実川河口部: 1975, 1980, 1985, 1990, 1992, 1998, 2002年
- 旧江戸川河口部: 1970, 1979, 1982, 1989, 1993, 2000年



図 2-14 カキ礁撮影範囲

#### 解析結果

2006 年 7 月 28 日に撮影した航空写真より読み取ったカキ礁の空間分布を示す(付図H, I, J)。カキ礁の面積は、猫実川河口部 4,010 m<sup>2</sup>,同市川航路奥部が 1,789 m<sup>2</sup>,旧江戸川河口部葛西 東なぎさが 7,581 m<sup>2</sup>であった。

過去の分布については、猫実川河口部、旧江戸川河口部共に 1980 年まではカキ礁の形成は確認 されなかった。旧江戸川河口部は 1982 年、猫実川河口部は 1985 年より、現在のカキ礁の部分に 海底が浅く盛り上がった部分が観察されるが、高潮時の撮影のため、実際にカキ礁が形成されて いたかどうかは判定できなかった。航空写真で確実にカキ礁が判定できるのは旧江戸川河口部は 1993 年、猫実川河口部は 1998 年以降であった(図 2-15)。



図 2-15 カキ礁の面積変動図

註:2006年は最大干潮時に撮影した写真を用いて面積を算定しているが、それ以前の 写真は必ずしも干潮時の撮影ではないので、推定値とする。 (イ) 水質・底質データの収集・解析

東京湾の 1971~2005 年度の上層(0.5m)・下層(海底上 1m)の水質調査データ(公共用水域 水質調査結果:千葉県,東京都,神奈川県)を収集・整理し,GIS ソフト上でコンター図を作成 した。

1989年の2月,5月,8月,11月の東京湾の水質分布(水温,透明度,クロロフィルa,無機 態窒素,無機態リン)を例として示す(図 2-16~図 2-20 付図K~O)。また底質分布につい ては2004年度の微細泥率,強熱減量,全窒素,全りんを示した(付図P)。

これらのデータは、生物との関係を明らかにするために測定されたものではなく、また、限ら れた地点でしか測定されていないが、補間処理を行うことにより、着目する生物の任意の生息地 点での水質を推定することができるため、生物の生育状況と環境因子としての水質との関係を検 討する上で有用であると思われる。



図 2-16 1989年の水温分布(2月,5月,8月,11月)





図 2-17 1989年の透明度分布(2月,5月,8月,11月)



図 2-18 1989年のクロロフィルa分布(2月,5月,8月,11月)



図 2-19 1989年の無機態窒素濃度分布(2月,5月,8月,11月)



図 2-20 1989年の無機態りん濃度分布(2月,5月,8月,11月)

#### (2) 局所環境調査

#### ① 調査方法

調査対象となる各生態系に直接的な影響を及ぼしうる局所的かつ短期的な環境変動を把握する ため、次項の生物群集調査の調査範囲内にデータロガーを設置して水温を連続的に測定した。ま た、生物群集調査時には、調査地点において水温・光量子量のほか塩分等の水質及び底質(粒度 組成、有機物含量等)を測定した。

# ② 調査結果

# (ア) 水温連続観測

水温連続観測は,夏季調査時に調査点に設置し,秋季調査時に回収した(表 2-3)。金田は干 潟の形状が変わるほどの時化により,設置した支柱が流失したため,富津港は設置した鉄杭が一 掃されたため,館山湾は降水による土砂で埋没したと思われるため,回収できなかった。

調査点	回収状況	8月の平均水温	
金田	Lost	-	時化で設置した支柱がなくなった
富津・灘	$7/13 \sim 11/13$	25. 2°C	
富津港・岸壁	Lost	-	設置場所に底びきなどの漁具が入
			った模様
津浜	$8/1\sim 10/26$	24. 3°C	
土山	$8/1 \sim 11/2$	24. 0°C	
館山湾	Lost	-	降水による土砂で,埋没した模様
沖ノ島	$7/20 \sim 10/18$	23.9°C	
(参考)三番瀬		27. 3°C	別事業のアマモ観察地点

表 2-3 連続水温計回収状況

図 2-21に調査点ごとの水温変化を示す。計測間隔は1時間ごとである。沖ノ島を除いて,各 調査点とも8月後半に最大値となっていた。図 2-22に8月の平均水温,最大値,最小値を示す。 平均に関しては,沖ノ島と丑山が23℃台,津浜が24℃,富津が25℃で,北になるほど高くなっ ていた。また,今回の調査海域ではないが,三番瀬の水温は27℃で著しく高かった。



図 2-21 調査点別水温の変化



図 2-22 調査点別8月の平均水温(バーは範囲)

# (イ) 生物調査時観測

夏の調査結果は表のとおり(表 2-4)。

					耒冨				海	庠 卜 1	m			
		水深	緯度	経度	<u>衣</u> 水温	塩分	DO	光量子		<u>泡工</u> 温	监分	DO	光量子	-
金田	2006/6/28 12:24	0.4	3525.969	13953.543	29.3	27.8	3 7.3	/0 - /					/01	
富津灘	2006/7/13 9:00	1.4	3519.243	13948.129	-	-	-	872	-	-	-	-	101	
富津瀬	2006/7/13 10:10	1.6	3519.452	13948.084	-	-	-	876	-	-	-	-	353	
富津港岸壁	2006/7/13 11:10	2.1	3520.209	13949.820	-	-	-	2022	-	-	-	-	283	
富津港三角	2006/7/13 12:20	1.7	3520.239	13949.681	-	-	-	3515	-	-	-	-	281	
津浜	2006/8/1 10:36	5.2	3512.381	13950.052	23.7	29.9	)			21.3	32.8	7.68	3	参考沖で計測
丑山	2006/8/1 13:12	2.5	3510.974	13948.975	24.4	- 29	)			21.9	33	9.7	7	参考沖で計測
島戸倉	2006/8/1 15:01	9.3	3510.715	13948.924	25.2	28.7	1			21.6	33.2	9.17	7	参考沖で計測
ジャスコ前	2006/6/29 11:50	2.4	3500.328	13951.337	24.8	28.6	6 8.29	1954	_	22.8	32	8.82	2 333	
安房博前	2006/6/29 12:48	1.4	3459.745	13951.327	26.5	5 25.6	6 7.15	1773		22.8	32.6	8.25	5 697	
沖ノ島	2006/6/29 14:08	2.0	3459.461	13949.670	24	32.8	9.46			21.2	33	8.15	5	
津浜	2006/7/11 10:35		3512.371	13950.027	23.9	29.9	8.82							潮流早く中止

表 2-4 生物調査時の環境観測結果 (夏季)

秋季の調査結果は表のとおり(表 2-5)。

表 2-5 生物調査時の環境観測結果(秋季)

		-JL 370	绘曲	级庄	表層				海底上1	n			
		小沐	稱皮	在皮	水温	塩分	DO	光量子	水温 均	<b>盒分</b>	DO 🗦	光量子	
金田	2006/10/11 10:50	1.8			21.4	28.5		1800	21.4	28.4		1000	
富津灘	2006/11/13 12:20	1.6			17.8	32.2	7.35		17.8	32.2	7.19		
富津瀬	2006/11/13 11:30	1.8			17.4	32.3	6.79		16.1	32.2	6.82		
富津港岸壁	2006/11/13 8:50	2.2			18.5	32	6.7		18.7	32.1	6.28		
富津港三角	2006/11/13 10:00	2.7			18.7	32	6.45		18.6	32.1	6.17		
津浜	2006/10/26 8:50	5.4			19.3	31.4	6.31	299	19.5	5.45	31.9	97	
丑山	2006/11/2 10:23	-			20.5	32.2	5.3	622	21.8	33.8	5.65	186	
島戸倉	2006/11/2 12:29	-			20.7	32.5	7.29	323	21.1	32.9	7.38	149	
ジャスコ前	2006/10/18 8:30	1.7			22.9	33.6		536	22.9	33.8		284	
安房博前	2006/10/18 11:50	2.2			23.4	33.9		1000	23.3	33.9		480	
沖ノ島	2006/10/18 10:28	1.6			22.7	33.3		1609	22.6	33.4		778	

各調査点とも3検体採集し、平均した。

表	2 - 6	調査点別含泥率,	強熱減量

調本海域		含泥	率(%)	<b>強熱減量(%</b> )		
<b>詗</b> 冝)	調査尽力	藻場内	裸地	藻場内	裸地	
盤洲	金田	10.0	2.4	2.5	1.3	
空油	灘	2.4	1.7	1.1	0.8	
田伟	瀬	9.1	6.6	3.0	2.3	
宫净进	岸壁	2.7	2.8	1.9	1.9	
田住宅	三角	4.1	4.0	2.0	2.1	
竹岡	津浜	3.0	3.7	1.8	2.1	
	丑山	7.7	6.5	3.2	3.5	
	島戸倉	7.3	3.8	3.0	2.3	
	ジャスコ前	9.6	7.7	2.1	1.6	
館山湾	安房博前	2.0	3.1	1.2	1.7	
	沖ノ島	2.6	1.4	1.8	0.8	



図 2-23 調査点別含泥率, 強熱減量 (バーは標準偏差)

#### (3) 生物群集現地調查

調査方法

調査対象となる各生態系の機能(生物多様性保持機能,生物生産機能)を評価するため,生物 群集を対象に以下の各調査を実施し,生物多様性及び生物量を明らかにした。

#### (ア) アマモ場生物群集調査

#### a 低次生産者調查

対象生物群集の多様性を明らかにするため、傭船・潜水装備の上で調査水域に赴き、そりネット、タモ網、コアサンプラー等を用いて生物の定量採集を行った。調査地点は前述の6か所、調査時期は6~8月(1回目)及び10~11月(2回目)とした。また、採集対象の分類群・機能群は、海草類・内在性マクロベントス・葉上性マクロベントスとした。採集標本の同定後、機能群組成及び機能群別の個体数を生態系ごとに明らかにした。

## b 高次生産者調査

対象生物群集の構造の複雑性を明らかにするため、前項調査に付随してかぶせ網によりネクトンも採集し、高次生産者の多様性を調査した。調査地点は、互いに近接しかつ人為的影響のレベルが異なるアマモ場2か所(富津・富津港)とした。

(イ) カキ礁生物群集調査

カキ礁についても,対象生物群集の多様性を明らかにするため,生物の現地採集調査を行った。 詳細は p.36 以降で調査結果とともに記述した。

② 調査結果

(ア) アマモ場生物群集調査

アマモ場生物調査は以下の日程で実施した(表 2-7)。

調査海域		夏季調査	秋季調査	
盤洲 (金田)		06/28	10/11	
富津		07/13	11/13	
富津港		07/13	11/13	
	津浜	08/01	10/26	
.[ <b>,]  ш]</b>	丑山, 島戸倉		11/02	
館山湾		06/29	10/18	水温計設置は7/20

表 2-7 生物調查日

そりネットおよびコアサンプラーによる採集サンプルについては,各アマモ場につき1~3サ ンプルを解析し,分類群数および個体密度を比較した。

## a 低次生産者調查

a-1) アマモの種組成は下記のとおりである(表 2-8)。

表	2-8	調杳海域別海草種組成
-	-	

		種構成						
調	海阜種数 -	アマモ	コアマモ	タチアマモ				
金田	2	0	0					
富津港	1	$\bigcirc$						
富津	3	$\bigcirc$	$\bigcirc$	$\bigcirc$				
津浜	2	$\bigcirc$		$\bigcirc$				
丑山	1	$\bigcirc$						
島戸倉	1	$\bigcirc$						
ジャスコ前	1	$\bigcirc$						
安房博物館前	1	$\bigcirc$						
沖ノ島	2	$\bigcirc$	$\bigcirc$					

なお、タチアマモは現在、環境省レッドリストに絶滅危惧Ⅱ類として掲載されているが、生育 位置情報の公開による密採集等誘発の心配は少ないことから、ここでは生育位置情報を公開した。 a-2) 内在性マクロベントス

コアサンプラーを用いて採集された内在性マクロベントスは、多毛綱、腹足綱、二枚貝綱、ヨ コエビ亜目、端脚目(ヨコエビ以外)、ウミホタル目、アミ目、エビ目、短尾下目、フジツボ目、 等脚目、タナイス目、クーマ目、イソギンチャク目、紐形動物門、星口動物門、扁形動物門、脊 索動物門、ユムシ動物門、ヒトデ綱ごとに計数された(表2-9、表 2-10)。以上より、生物多様 性をシンプソンの多様度指数、生物量を個体密度で表し、比較した。

多様度指数

夏季においては多くの場所で 0.5-0.7 の値を示したが、一部のアマモ場の無植生の場所では低かった。特に、富津港の三角、富津の灘および館山湾のジャスコ前ではアマモ植生内の多様度指数が植生外よりも非常に高かった(図 2-24)。

秋季においては、金田、津浜のアマモ植生内、および富津港岸壁、館山沖ノ島の植生外の多様 度指数が夏季に比較して著しく低下した。アマモ植生内外の比較では、津浜において植生内の多 様性が植生外の半分以下であり、一方、富津港岸壁と沖ノ島においては、植生外の多様性が植生 内より著しく低かった(図 2-25)。



図 2-24 夏季における内在性マクロベントスの多様度指数(バーは標準偏差)



図 2-25 秋季における内在性マクロベントスの多様度指数

個体密度

夏季のマクロベントスの個体密度は場所により大きな変異を示した。特に金田,富津港・岸壁, 富津・瀬において,アマモ植生内の個体数が植生外よりも著しく高かった。また,竹岡・津浜, 館山・安房博物館前においても,アマモ植生内の密度が植生外よりも2倍以上高かった。一方, 富津・灘,竹岡・丑山においては,アマモ植生外の方が密度が高い傾向が認められた(図 2-26)。

秋季においては、金田のアマモ植生内、および富津港・岸壁のアマモ場植生外の密度が著しく 高かった。金田、富津瀬、津浜、島戸倉においては、アマモ植生内の方が植生外よりも、一方、 富津港・岸壁においては、植生外の方が植生内よりも密度が高かった(図 2-27, 表 2-9~表 2-10)。



図 2-26 夏季における内在性マクロベントスの個体密度(バーは標準偏差)



図 2-27 秋季における内在性マクロベントスの個体密度

#### a-3) 葉上性マクロベントス

ソリネットを用いて採集された葉上性マクロベントスは、多毛綱、ヨコエビ亜目、ワレカラ亜 目、アミ亜目、タナイス目、ヘラムシ亜目、コツブムシ亜目、長尾亜目、短尾亜目、異尾亜目、 クーマ目、腹足綱ごとに計数された(表2-11)。以上より、生物多様性をシンプソンの多様度指 数、生物量を個体密度を用いて比較した。

多様度指数(図 2-28)

夏季,秋季とも多くの場所で 0.5-0.7 の値を示した。下記においては,館山湾・ジャスコ前で 多様度指数が著しく低いことが特筆される。これは,アミ類が大量に採集されたため,均等度が 低下したことに起因する。夏季ではこの他に,金田,沖ノ島の多様性が他のアマモ場より低い傾 向があった。秋季の多様度については,夏季ほど著しい場所間変異はないが,館山湾・安房博物 館前の値が他より低い傾向があった。



図 2-28 葉上性マクロベントスの多様度指数 (バーは標準偏差)

個体密度(図 2-29)

夏季においては藻場間で大きな変異が認められた。特に館山湾・ジャスコ前で個体密度が著し く高かったが、これはアミ類が大量に採集されたことによる。一方、竹岡・丑山、および館山湾・ 安房博物館前では個体密度が低かった。秋季の個体密度は多くのアマモ場で夏季よりも低かった。 場所間変異は夏季より著しくなく、館山湾・安房博物館前で最高、富津瀬で最低であった。



図 2-29 夏季に於ける葉上性マクロベントスの個体密度(バーは標準偏差)

b 高次生産者調査

かぶせ網によるネクトン採集は、採集効率が非常に悪く、期待された採集を行うことができな かったため、夏季にそりネットで採集された高次生産者のデータで代用した(表 2-12)。図 2-30 に個体密度と種数の変異を示す。個体数は富津港・三角が他の3地点より高い傾向があったが、 種数については4地点ともほぼ同じであった。



図 2-30 調査点別ネクトンの個体数と種数(バーは標準偏差)

表 2-9 内在性マクロベントスの種類別個体密度(夏調査:個体数/m<sup>2</sup>)

エトデ 猶	ユムシ動物門	脊索動物門	扁形動物門	星口動物門	紐形動物門	イソギンチャク目	クーマ目	タナイス目	等脚目	フジツボ目	短尾下目	エビ 目	アミ目	ウミホタル目	端脚目(ヨコエビ以外)	ヨコエビ亜目	二枚貝綱	腹足綱	多毛綱	No.		夏調査	
0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	2	178	136	9	33	1			
0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	144	55	26	56	2	藻場内		
0	0	0	0	0	0	6	2	0	0	0	1	0	0	0	1	115	21	<u>ى</u>	76	۵		助	盤
	0	C	0	0	C	0	_	c	0	C	0	0	C	0	0	15	0	1	26	_		Ħ	E JM
	0	0	1	0	5	0		0	0	0	0	0	0	0	0	2	0		63		裸地		
		)		0		0		0	)	)	)		)	0	_				1.				
0	0	0	0	0	7 (	0	0	0	0	0	0	0	0	0	_	2 (	3 (	5	7	<u>ω</u>			
0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	3	2 1.	_	藻場		
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ω	3 7.	5 1	5 3	7 3	2	圴		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4	6	1	7 2	3		灘	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4 1.	1 13	2	1 3	_	裸地		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4 1	8 21	1	1 4	2			m-0
0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0 1	2 1	2 38	0	0 16	ω			富津
0	0	0	0	0	0	З	1	0	0	2	0	0	0	1	4	4	6 9	0	ü u	1	藻場		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1 2	9 21	99 36	1	51 23	2	内		
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	27	9	62	9	34	з З		瀬	
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	12	0	0	16	-	裸地		
0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	30	0	0	14	2	÷		
0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	40	ω	0	16	ω			_
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	11	12	69	0	10	88	1	藻堨		
2	0	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	1	ω	ы	ω	0	60	2	清内		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	0	0	0	1	26	71	2	0	40 2	ω		三角	
6	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	4	2	15	204 3	-	裸		
	0	0	0	0	0	2	0	ω	0	0	0	0	0	0	0	32	2	0	327	2	书		
	0	0	0	0	0	2	0	ω	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	157	ω			富津港
0	0	0	0	0	ω	4	14	0	0	1	0	0	0	0	18	381	59	7	139	-	藻		1.211
0	0			0	0	2	4	0	0		0	2	0	ω	107	551	38	10	168	2	場内		
0	0	0	0	0	0	_	ω	0	_	13	_	_	0	0	56	636	30	ы	172	ω		岸壁	
0	0	0	0	0	11	0	0	2	0	0	0	_	11	_	51	35	2	12	96	_	*		
0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	_	0	11	185	2	兼话		
0	0	0	0	0	7	_	0	4	0	_	0	0	0	0	2	7	0	ы	72	ω	L	L	

二枚貝細         0         8         3         0         2         1         0         0         1         0         0         1         0         0         1         0         0         1         0         0         1         0         0         1         0         0         1         0         0         1         0         0         1         0         0         1         0         0         1         0         0         1         0         0         1         0         0         1         0         0         1         0         0         1         0         0         1         0         0         1         0         0         1         1         0         0         1         1         1         0         0         1 <th1< th="">         1         1         1</th1<>	三次長貝鄉         0         8         3         0         2         1         0         0         1         0         0         1         0         0         1         0         0         1         0         0         1         0         0         1         0         0         1         0         0         1         0         0         1         0         0         1         0         0         1         1         0         0         1         1         0         1         1         0         1 <th1< th="">         1         <th1< th=""> <th1< th=""></th1<></th1<></th1<>	No. 例 多 毛 鑽 精 記 鑽		1 藻揚店 2 3 39 39	y y 73 18	浜 - <u>- 16</u>	<sub>- 15</sub> - 15	– თ დ	0 14 0	802牙 4 <u>523</u> 田日			οσω	1 22 21 21 21 21 21 21 21	0 2 60 18	a 68 <u>-</u> 	操 50 2 50	3 29 29 29 29	1 藻場内 1 2 3 37 1 0	ジャスコ 12 0	<u>0 15 1</u> <sup>唐</sup> 練	- <u>24</u> - 24	- <u>9</u> 69 -	藻場 39 3	85 85 2			<u>0 13 -</u> 第 0 2 2 6	13 2 0 0 0 13 2 7 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	部 部 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	部 部 葉 採 北 1 2 3 1 3 1 3 1 3 1 2 3 1 3 1 3 1 2 3 1 3 1 2 3 1 3 1 3 1 2 3 1 1 3 1 1 3 1 1 3 1 1 3 1 1 3 1 1 3 1 1 3 1 1 3 1 1 3 1 1 3 1 1 3 1 1 3 1 1 3 1 1 1 3 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
$ \begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c $	$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$			2 0	18	,	<u>,</u>	-	0	8 4	<u>,</u>	<u>,                                     </u>	0	21 2	0 18	.0	<u>, 1</u>	19	<u>1</u> 0		0	0	0 0 1									
正式亜面         3         46         10         11         10         11         10         11         10         11         10         11         11         10         11         11         10         11         1	$\begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c $	て見網		8	ω	0	2		0	0 1	0	0	0	<u></u>	0 0	_	0	0	000		0	0 0	0 0 1	0 0 1 0 0	0 0 1 0 0 2	0 0 1 0 0 2 0						
$ \begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c $	$ \begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c $	コエビ亜目		3 46	28	10	4	1	10	0 19	42	50	132	2 1	0 13	12	0	10	0	4	4 1	4 1 0	4 1 0 2	4 1 0 2 0 4	4 1 0 2 0 4 13	4 1 0 2 0 4 13 7	4 1 0 2 0 4 13 7 2	4 1 0 2 0 4 13 7 2 1	4 1 0 2 0 4 13 7 2 1 1 1	4 1 0 2 0 4 13 7 2 1 1 1 43 6	4 1 0 2 0 4 13 7 2 1 1 1 43 6 4	4 1 0 2 0 4 13 7 2 1 1 43 6 4 11
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	端脚目(ヨコエビ以外)	.外)	0 2	0	0	1	0	0	0 2	2	0	27	0	0 1	0	1	0	1	0	0 0	0 0	0 0 0 0		0 0 0 0 0 2 0		0 0 0 0 0 2 0 0 0				이 이 이 이 기 기 이 이 이 이 이 2 1 이	이 이 이 이 2 이 이 이 이 이 2 1 이 이 1 0
$ \begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c $	$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	ウミホタル目		2 7	8	4	10	10	7	0 5	7	12	1	0	0 0	5	0	7		0 1	0 1 0	0 1 0 0		0 1 0 0 1 0 0	0 1 0 0 1 0 0 1	0 1 0 0 1 0 0 1 0	0 1 0 0 1 0 0 1 0 0					
正日         の         0	$\begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c $	アミ目		0	0	0	0	0	0	0	2	ω	7	0	1 0	0	4			0	0 0 1	0 0 1 0	0 0 1 0 1	0 0 1 0 1 0 c	0 0 1 0 1 0 23	0 0 1 0 1 0 23 1	0 0 1 0 1 0 23 1 2	0 0 1 0 1 0 0 23 1 2 1		0 0 1 0 1 0 0 0 23 1 2 1 2 2 9	0 0 1 0 1 0 0 23 1 2 1 2 2 9 0	0 0 1 0 1 0 0 23 1 2 1 2 2 9 0 1 0
編集下目         0 </td <td>均属下目         0<td></td><td></td><td>0 0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td><u> </u></td><td>0 0</td><td>0</td><td>0</td><td>_</td><td>0</td><td>1 2</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td></td><td>0 0</td><td>0 0 0</td><td></td><td></td><td></td><td>0 0 0 0 0 0 0 64 0</td><td>0 0 0 0 0 0 0 64 0 0</td><td>0 0 0 0 0 0 0 64 0 0 0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></td>	均属下目         0 <td></td> <td></td> <td>0 0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td><u> </u></td> <td>0 0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>_</td> <td>0</td> <td>1 2</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td></td> <td>0 0</td> <td>0 0 0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0 0 0 0 0 0 0 64 0</td> <td>0 0 0 0 0 0 0 64 0 0</td> <td>0 0 0 0 0 0 0 64 0 0 0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>			0 0	0	0	0	0	<u> </u>	0 0	0	0	_	0	1 2	0	0	1		0 0	0 0 0				0 0 0 0 0 0 0 64 0	0 0 0 0 0 0 0 64 0 0	0 0 0 0 0 0 0 64 0 0 0					
二次小水目         0         0         10         0 </td <td><math display="block"> \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc</math></td> <td>日工国政</td> <td></td> <td>0 0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> <td>0 0</td> <td>0 0 0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0 0 0 0 0 0 0 0</td> <td>0 0 0 0 0 0 0 0 0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>	$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	日工国政		0 0	0	0	0	0	0	0 0	0	0	0	0	0 0	0	0	0		0 0	0 0 0				0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0 0						
第週目 今十(二月) 今十(二月) 今一(二月) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1)	$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	フジツボ目		000	10	0	0	0	0	0 0	0	0	0	0	0 0	0	0	0		0 0	0 0 0											
タナイス目       0 <td><math display="block"> \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc</math></td> <td>等脚目</td> <td></td> <td>000</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0 1</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>2</td> <td>1 1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> <td>1 9</td> <td>1 9 0</td> <td>1 9 0 0</td> <td>1 9 0 0 0</td> <td>1 9 0 0 0 0 0 c</td> <td></td> <td>1 9 0 0 0 0 0 4 7</td> <td>1 9 0 0 0 0 0 4 7 0</td> <td>1 9 0 0 0 0 0 4 7 0 0</td> <td></td> <td>1 9 0 0 0 0 0 4 7 0 0 1 3 0</td> <td>1 9 0 0 0 0 0 4 7 0 0 1 3 0 3</td> <td>1 9 이 이 이 이 4 7 이 이 1 3 이 3 1 0</td>	$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	等脚目		000	0	0	0	0	0	0 1	2	0	0	2	1 1	0	0	0		1 9	1 9 0	1 9 0 0	1 9 0 0 0	1 9 0 0 0 0 0 c		1 9 0 0 0 0 0 4 7	1 9 0 0 0 0 0 4 7 0	1 9 0 0 0 0 0 4 7 0 0		1 9 0 0 0 0 0 4 7 0 0 1 3 0	1 9 0 0 0 0 0 4 7 0 0 1 3 0 3	1 9 이 이 이 이 4 7 이 이 1 3 이 3 1 0
ウーマ目     ・ ・      ・ ・     ・ ・      ・・・・      ・・・・      ・・・・      ・・・・      ・・・・      ・・・・      ・・・・      ・・・・・      ・・・・・      ・・・・・      ・・・・・      ・・・・・      ・・・・・・	$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	タナイス目		000	0	0	0	0	0	0 0	0	0	0	0	0 0	0	0	0		2 3	2 3 1	2 3 1 0		2 3 1 0 0 0 11								
インエンティク目       0       1       1       0       2       0       1       0       0       0       1       0       2       0       1       0       2       0       1       0       0       0       1       0       2       0       1       0       1       0       2       0       1       0       0       0       0	インエンティク目       0       1       1       0       2       0       1       0       0       0       0       0       0       1       0       1       0       1       0       0       0	クーマ目		000	0	0	0	0	0	0 0	2	2	5	0	0 3	0	2	1		0 0	0 0 0											
細形動物門 0 1 5 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0 1 3 2 星口動物門 0 0 0 0 1 5 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	細形動物門 0 1 5 0 1 0 5 0 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 0 0 5 0 0 0 0	イソギンチャク目		0 1	1	0	2	0		0 12	0	_	0	0	5 2	0	0	0		0 1	0 1 0	0 1 0 0										
<u>黒</u> 口動物門 0 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1	エロ動物門 0 0 1 0 1 0 7 0 4 0 1 0 3 12 11 0 7 m 1 m 1 0 1 1 0 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 0 1 0	紐形動物門		0 1	5	0	1	0	0	0 5	0	0	0	1	0 1	0	ы	2		0 0	0 0 0											이 이 이 이 이 이 이 이 이 이 이 이 3  이 이   1 0
	□ 「 「 本 数 物 町 一 の 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	星口動物門		000	0	1	0	0	7	0 4	0	_	0	3 1	2 11	0	-	9		0 0	0 0 0										이 이 이 이 이 이 이 이 이 이 이 이 이 이 이 이 4	0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0  0
脊索動物門 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	脊索動物門     0     0     0     0     0     0     0     0     0     0     0       ユムシ動物門     0	扁形動物門		0 1	5	0	0	0	0	0 0	0	0	0	0	1 0	0	0	0		2 0	2 0 0	2 0 0 0	2 0 0 0									
고 나 아 아 아 아 아 아 아 아 아 아 아 아 아 아 아 아 아 아	ユムシ動物門 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	脊索動物門		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 0	0	0	0		0	0 0	0 0 0										
	ビトデ着 1 01 11 01 11 01 01 01 01 01 01 01 01 0	ユムシ動物門		0	0	0	0	0	0	0 0	0	0	0	0	0 0	0	0	0		0 0	0 0 0	0 0 0										

標本は千葉大学大学院理学研究科群集生態学研究室にエタノール標本として保管してある。標本番号 CKB シリーズ。

32

表 2-10 内在性マクロベントスの種類別個体密度(秋調査:個体数/m<sup>2</sup>)

ヒトデ酱	ユムシ動物門	脊索動物門	扁形動物門	星ロ動物門	紐形動物門	インギンチャク目	クーマ目	タナイス目	等脚目	フジシボ目	短尾下目カニ	ΤĽШ	アミ目	ウミホタル 目	端脚目(ヨコエビ以外)	ヨコエビ 亜目	二枚貝綱	腹足綱	多毛綱	No.		秋調査	
																1	59		4				
0	0	0	4	0	0	4 4	0	0	0	0	0	0	0	0		8 25	4 120	3	1 4	1	藻場		
0	0	0	_	0	0	÷	0	0	0	0	0	0	0	0	_	5 19	28:	_	19		4	ЫY	H2B4
		0	0		0	7 (		0	2	0	0		0			9	3 11	2	3			Ξ	<b>密洲</b>
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	~	3	48		裸地		
	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	F	3	58				
0	0	0 0	0	0	0	_	2	0 0	2	0 0	0	0	0 0	1	0	0	3 48	30	3 20	3			
0	0	0	0	0	0	0	1	0	2 (	0	0	0	0	-	5 38	01 01	3 143	0 10	20	-	藻場内		
0		0	0		0		_	0	0	0	0		0	_	8	~	3 135	1.	) 44	~	æ		
	0	0	0	0	0	0		0	3	0	0	0	0		0	3	5	7 2	1 16	3		灘	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	) 1	0	0	0	0	0	0	2	1	2 12	i 16	2	裸地		
		0	0		0	0	0	0		0	0		1	2	0			2 15	i 18				արլ
0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0	0	2	0		2	6	81	11	17	1			了津
0	0	0	0	1	0	0	N	0	1	0	1	0	0	0	-	4	18	10	29	N	藻場巾		
	0	0	0	0	0	2	1	) (	2	0	0	0	0	2	1	7	45	2	13		2	~	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	2 1	0	0	0	) 13	2	_	7	5 77		8	3 1		瀬	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	362	2	29	2	裸地		
0	0	0	0	0	0	0	_	0	0	0	0	0	6	0	4	18	127	11	17	<u>د</u>			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	î C	сл		1	55	6	27	1			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	10	2	3	132	0	50	2	藻場内		
2	0	0	0	1	0	2	0	0	15	0	0	0	0	10	0	15	40	0	83	<b>ی</b>		111	
0	0	0	0	0	0	_	0	0	0	0	0	0	1	7	4	7	6	56	19	_		.角	
_	0	0	0	_	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	100	36	23	2	裸地		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	0	7	100	31	13	3			剾
0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78	2	96	1			聿港
0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	1	2	0	0	3	1	1	17	0	81	2	藻場内		
0	1	0	0	0	0	6	1	0	1	0	0	0	0	3	3	9	38	4	95	3		詽	
0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	_	0	336	4	38	_		輻	
0	0	0	_	0	0	_	0	0	_	0	0	0	0	0	0	_	504	0	31	2	裸地		
_	_	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	573	4	29	ω			

ヒトデ 織	ユムシ動物門	脊索動物門	扁形動物門	星ロ動物門	紐形動物門	インギンチャク目	クーマ目	タナイス目	等脚目	フジツボ目	短尾下目カニ	エビ目	アミ目	ウミホタル目	端脚目(ヨコエビ以外)	ヨコエビ亜目	二枚貝綱	腹足綱	多毛綱	No.		秋調査	
				0		1	0	0	1	0		1	0			_	162	2	8	1			
							0	0								0	2 21	-	1		藻場		
0	0	0	0	-	0	0	0	0	-	0	ω	0	0	0	0	0	9 25	1	4 2	2	内		
0	0	0	0	0	4	0	-	0	-	0	0	0	0	<u></u>	<u> </u>	0	55	0	8	3		津浜	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1	0	0	0	0	4	0	6	1	裸		
0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	-	2	0	0	0	0	0	0	9	2	书		
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0		1	6	0	0	0	20		11	ω			
0	0	0	0	7	0	4	0	0	8	0	0	0	0	6	-	ω	1	6	90	1	誕		
0	0	0	0	11	0	9	0	0	4	0		0	0	1	0	0	1	0	62	2	鼚場内		
	0	0	0	3	0	1	0	0	4	0	0	0	0	6	0	1	0	1	48	3		申	竹
	0	0	C	0	C	0	1	C	сл	C	_	1	1	ω	C	38	C	53	22	1		È	E
					_	-		0								3 1		3 1			裸地		
0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	5	0	7	0	9	8	2	,u		
0	0	0	0	1	0	0	1	0	2	0	ω	1	0		0	2	1	35	12	З			
2	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	ω	0	<u></u>	0	13	0	∞	74	1	藻坛		
0	0	0	0	4	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	-	0	9	76	2	昜内		
0	0	0	0	0	<u>_</u>		0	0	0	0	ω	ω	0	0	<u> </u>	16	16	13	118	ω		調	
2	0	0	0	ω	0	0	0	0	0	0	_	1	0	_	0	2	0	9	13	1		令	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1	0	8		4	1	29	10	2	裸地		
N	0	0	0	1	0	4	0	C	0	C		1	0	ω	0	2	7	6	16				
	_			_	_	-	-	_					-	_					1				
-	0	0	0	0	0	0	0	0	З	0		0	0	0	0	1	З	1	0 1	1	澟場		
0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	2	Ъ	<b>\</b> ';	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	9	11	-	25	ω		オスコ	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1	-	0	0	1	1	-	13	1	於	雪	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<u></u>	0	0	1	0	ω	10	2	帮把		
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	_	0	0	0	0	0	11	з			
ω	0	0	0	0	ω	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	4	6	1	42	1			
۵	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	_	0	0	0	2	۵	0	22	2	藻場内		
																	2		4		2	姲	館
0	0	0	0	0	0	0	0	0	_	0		0	0	0	0	1	4	_	2 0	3		肩博前	山湾
-	0	0	0	4	<u> </u>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	ω	6	1	裸		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	17	34	2	书		
0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	1	1	7	37	ω			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	ъ	69	28	1	澎		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	8	31	16	2	巨場内		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	_	_	0	0	2	9	6	41	<b>ی</b>		닆	
																		90	12			い島	
					0					0				Ē				<u>)</u> 13	2	Ē	裸丸		
0	0	0	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	2	0	0	2	33 1	6	2	( <del>3</del>		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<u> </u>	0	0	_	<b>1</b> ω	2	ω			

標本は千葉大学大学院理学研究科群集生態学研究室にエタノール標本として保管してある。標本番号 CKB シリーズ。

မ္မ
稧		腹足綱	クーマ目	異尾亜目	短尾亜目	長尾亜目	コツブムシ亜目	ヘラムシ亜目	タナイス目	アミ亜目	ワレカラ亜目	目田 ブエヒE	多毛綱		闽	
		5.5	1.3	0.0	0.0	0.7	0.0	1.9	0.0	0.6	8.3	190.6	31.8	1		
金田	盤洲	4.2	0.3	0.0	0.0	0.3	0.0	1.5	0.6	0.6	8.0	56.2	6.4	2	金田	盤洲
		2.4	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	6.9	52.8	3.6	3		
		39.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	0.4	3.4	8.6	3.2	1		
灘		118.7	1.8	0.0	0.0	4.1	0.1	0.0	18.0	12.6	52.3	199.1	32.0	2	灘	
	副影	80.4	0.9	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	6.0	22.2	5.6	44.5	5.0	з		副
	12	58.5	1.8	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	45.6	24.2	85.9	340.0	46.7	-		<del>41</del>
瀬		42.8	1.4	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	46.9	13.0	55.6	103.5	23.4	2	瀬	
		8.1	3.4	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	30.9	24.2	81.5	146.6	31.0	3		
		10.3	1.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	37.1	13.6	32.5	124.4	13.2	1		
岸壁		4.4	1.6	0.0	0.0	4.9	0.0	0.4	35.6	23.1	33.3	79.6	10.2	2	岸壁	
	富津	4.5	2.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	29.4	17.2	60.2	211.8	20.9	3		富津
	港	6.3	6.9	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	17.8	2.1	33.8	288.9	24.1	1		港
三角		4.0	3.9	0.0	0.0	4.2	0.0	0.0	13.0	26.0	39.0	83.3	2.6	2	三角	
		7.8	5.8	0.0	0.1	2.7	0.0	0.0	12.8	27.1	0.3	110.3	7.0	3		
		10.6	5.9	0.0	0.5	2.5	1.7	1.1	5.9	92.9	36.1	281.6	13.5	1		
津浜		4.5	0.4	0.0	0.0	2.0	0.6	0.0	1.8	31.9	12.3	37.7	6.2	2	津浜	
		8.9	0.9	0.0	3.8	2.2	7.6	0.1	12.3	84.3	58.6	192.4	19.9	з		
		1.3	0.1	0.0	0.0	0.4	0.3	0.0	0.0	29.3	3.8	9.1	0.3	1		
щщ	竹岡	4.8	0.2	0.6	0.0	0.3	0.8	0.1	0.2	24.0	2.2	8.4	0.6	2	ĦЩ	竹岡
		6.2	0.0	1.2	0.0	2.0	0.1	0.0	0.0	71.0	2.7	5.8	0.0	3		
L.m.		10.2	3.6	0.0	0.0	5.7	0.6	0.0	1.2	6.0	3.0	40.4	68.6	1	Dm	
高戸倉		57.1	0.3	0.6	0.0	1.1	3.2	2.7	15.1	12.1	23.2	124.8	20.5	2	島戸倉	
		30.7	6.3	0.1	0.0	2.0	1.2	0.3	9.0	10.5 20	4.5	55.5	13.6	з		
ジェ		7.8	67.2	0.0	0.0	67.2	0.0	0.0	11.2	314.8 9	11.2	56.0	0.0	-	ジェ	
?スコ前		1.0	30.0	0.0	0.0	60.0	0.0	30.0	0.0	117.2 4	20.0	20.0	30.0	2	?スコ前	
		5.1	10.5	0.0	0.0	20.9	0.0	0.0	0.0	651.3	78.4	10.5	0.0	3		
安房	餉	7.1	0.2	0.0	0.0	0.2	0.0	0.4	0.0	47.1	6.5	2.1	0.3	1	安房	ń
博物館前	自山湾	85.3	0.1	0.1	0.1	0.8	0.0	0.2	2.0	32.7	3.9	13.2	0.3	2	博物館前	自山湾
		11.9	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	1.2	7.8	0.5	2.2 1	1.1	з		
*		175.2	0.0	0.0	0.8	0.6	5.6	6.4	75.7	23.1	15.9	327.6	25.5	-	*	
中ノ島		75.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	12.7	55.9	3.8	7.6	952.4	15.3	2	中ノ島	
		367.	0.0	.0	.0	4	2.9	17.	63.0	64.5	10.	826.	33	ω		

標本は千葉大学大学院理学研究科群集生態学研究室にエタノール標本として保管してある。 標本番号 CKP シリーズ。 長尾亜目 短尾亜目 異尾亜目

0.0

0.0

0.5 70.9

0.6 59.0 0.6 0.1 アミ亜目 ヨコエビ亜目 多毛綱

0.4

2.0

~カラ亜目

16.0

57.7

28.9

0.9 8.7

0.7 3.2 0.2

13.9

1.8

4.4

18.5

29.0 36.2

0.6 0.1

0.1

0.0 1.6 2.5

0.0

0.0 0.9

2.7 0.0

125.6 10.4

0.2 0.3 3.7

10.7

5.6 3.4

3.9

10.9 0.0 0.0

> 4.9 0.0

10.4

4.7

0.9

11.2 17.2

17.6

21.8

14.1

0.4

ī.

1.0 0.5

0.6

0.9

0.0

0.0

8.0 2.8

27

3.9

6.3

27.2 39.7

1.9 2.9

1.0 -1 6

1.7

0.7

5.0

田田

半ノ島

マナイス目 ツブムシ亜目 ラムシ亜目

> 0.0 1.4 6.0 2.3

9.6 0.2 3.4

0.0

0.0

15.1

64.1 13.6 19.2

0.0

0.0 4.0

0.0

0.0 77.6 0.0

91.1 0.0 0.0

0.2 6.4 8.4

31.8 0.0

0.0

0.1 0.6 0.4

7.5

0.1

5.9 0.5

12.2 0.0

7.2 0.5 0.0

0.0 0.2 0.0

9.3 0.2 Ξ 0.2

19.4 0.4 3.4 0.2 4.3

> 0.0 5.1

7.3

0.0

0.1

20.0

7.6

<u>.3</u> 0.9 0.0 0.0 <u>...</u>

0.0 1.0 1.2

> 0.2 0.0 17.4 0.0 7.9 0.0

0.2 0.0 0.1

0.1 0.0 0.0

腹足綱

4.3

1.6 1.3

1.2 1.8

3 2 0.7

0.8

0.6

0.3 5.6 0.0

0.2

10.7 2.3

6.7 0.3

0.0

0.1

4.9

0.9 0.3

0.4 3.6 0.0

0.0 3.6 15.5 0.0

0.0 0.9

6.8

ω. 8

4.2

0.0 61.2

3.9 0.6

-1 .5 0.3

4.7

10.6

0.0 3.2

21.2

40.2

458.0

116.3

87.0

75.5

126.4

0.4 95.0

0.0 0.0 0.6

1.0 68.2

0.9 0.0

0.1

2.2 1.4

0.0 0.4

2.0 1.3

> 0.0 0.3

0.5

0.0 0.2

0.4 0.4

0.7 0.1

0.0

0.0

2.5 0.5 0.0 0.1 0.0

0.0 0.3 0.0 0.0 0.3 34.1 6.9 9.6

0.6 0.1 0.0 0.0

> 0.9 0.0 0.0

0.1 0.0

0.4 0.1 0.9 22.8

0.2 0.0

0.6 0.0 0.9

0.1 1.4

4.5 0.0 0.0

0.3 0.0

5.9 0.1 0.0 0.3

3.4

5.0 0.0 0.7 12.2 0.0

2.9 0.0

4.0

0.6 0.6 0.0 0.6

3.3 0.0 0.5

2.2 0.1 0.0

0.2

2.3 0.5 0.0 0.0 0.0

0.0

0.0

1.0

0.0 0.0

2.6

0.0 0.1

0.0 1.6 0.1

7.1 4.7 0.3

4.2 0.7 0.2

0.4 0.5

0.0

0.1

0.0 0.0

0.1 2.3 30.8 4.7 0.0

0.4 14.3 0.0

0.3

日とー

34

羐 2-11 葉上性マクロベントスの種類別個体密度(個体数/m<sup>2</sup>)

百步八拓				富	津					富酒	赴港		
同仈刀短	種名		灘			瀬			岸壁			三角	
仲子		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
頭足類	ヒメイカ	1		5	4	12			9	4			36
頭足類	ミミイカ							1					1
頭足類	コウイカ				1								1
魚類	ギンポ	1			1								
魚類	タツノオトシゴ	1	2				1						1
魚類	ヨウジウオ			2	1			1					
魚類	アオヤガラ					2						1	1
魚類	ゴンズイ			1									
魚類	メバル	1		14	1			2	2	3	1	11	9
魚類	アミメハギ			1	2	1							
魚類	アサヒアナハゼ			2	2		1		2	2			1
魚類	スジハゼ				7			1	2	6	5	4	5
魚類	ネズミゴチ							3					

表 2-12 ネクトンの種類別個体密度(個体数/m<sup>2</sup>)

標本は千葉大学大学院理学研究科群集生態学研究室にエタノール標本として保管してある。標本 番号 CKN シリーズ。

## (イ) カキ礁生物群集調査

2006 年 10 月 16 日に,三番瀬猫実川河口部のカキ礁において生物群集調査を行った。調査は, カキ礁へのダメージを極力軽減するため,潜水士によるサンプリング及び周辺生物の目視観察と した。調査地点を図 2-31,表 2-13に示す。



図 2-31 カキ礁調査点

	緯度	経度
St.A	$35^{\circ} \ 39' \ 12.9''$	$139^{\circ} 55' 21.2''$
St.B	$35^{\circ} \ 39' \ 16.0''$	$139^{\circ} 55' 21.9''$
St.C	$35^{\circ} \ 39' \ 15.1''$	$139^{\circ} 55' 21.7''$
St.D	$35^{\circ} \ 39' \ 13.4''$	$139^{\circ} 55' 22.6''$
St.E	$35^{\circ} \ 39' \ 14.4''$	$139^{\circ} 55' 19.5''$
St.F	35° 39′ 14.2″	$139^{\circ} 55' 21.4''$
St.G	$35^{\circ} \ 39' \ 14.4''$	$139^{\circ}$ 55' 22.7"

表 2-13 調查点緯度経度

#### a カキ礁層厚確認サンプリング

層厚の確認は、カキ礁の中で最も活性が高いと思われたカキ礁縁辺部のSt.Gにおいて、実施した(図 2-31 参照)。ステンレス製の幅 20 c mの板 3 枚をコの字型にカキ礁に打ち込み、カキ 礁の断面を観察しながら、厚さ10 c m ずつ第8層まで採取し、カキ礁の層厚(深さ)および生貝 の有無を確認した。

各採取層のマガキの計測結果概要を表 2-14, 層別の出現個体数, 平均湿重量(軟体部)を図 2-32に示した。

マガキの出現個体数は表層で最も多く、下層になるほど少なくなり、60~70 cm層では出現しなかった。70~80 cm層ではカキ殻は存在するものの量は少なく、泥分が多い状態であった。軟体部の湿重量の平均は、0~10 cm層で最も重く、次いで 50~60 cm層が重く、その他の層ではあまり差は見られなかった。なお、50~60 cm層は1 個体だけ 0.9gの個体が出たため平均湿重量で 0.24gと比較的重くなった。

今回のサンプリングを行った測点では,表層から80cmのところまではマガキの生貝が生息していることが確認できた。80cm以深においてもカキが生息していると考えられるが,密度は表層と比較して少ないと推察される。また,夏季の環境条件が厳しい時期には,生貝の生息深度も浅くなると予測される。

採取層		0-10cm	10-20cm	20-30cm	30-40cm	40-50cm	50-60cm	60-70cm	70-80cm
個体数		99	32	6	5	2	6	-	12
殻付き	最大	33.65	3. 22	0.59	1.37	1.28	9.38	-	2.40
湿重量	最小	0.03	0.09	0.25	0.22	0.69	0.10	_	0.13
(g)	平均	1.70	0.71	0.40	0.76	0.99	3.16	-	0.59
	合計	167.87	22.8	2.40	3.79	1.97	18.98	-	7.12
軟体部	最大	4.68	0.13	0.09	0.06	0.08	0.92	-	0.12
湿重量	最小	0.01	0.01	0.03	0.02	0.05	0.01	_	0.02
(g)	平均	0.26	0.06	0.05	0.04	0.07	0.24	-	0.06
	合計	4.68	0.13	0.09	0.06	0.08	0.92	-	0.12

表 2-14 マガキ計測結果概要

また,元地盤との比高について見てみると,元地盤より高い層では個体数および湿重量ともに 比較的多く,重い傾向がみられた。



図 2-32 マガキの層別出現個体数, 平均湿重量(軟体部)

同様にカキ礁内で優占していたウネナシトマヤガイについても,層別の出現個体数,平均 湿重量(殻付き)を調べ,図 2-33に示した。

出現個体数は,0~10 cm層で最も多く,下層にいくにしたがって減少していく傾向がみられた。平均湿重量は層の違いによる傾向はみられなかった。

なお、ウネナシトマヤガイは現在、環境省レッドリストに準絶滅危惧として掲載されてい るが、生息位置情報の公開による密漁等誘発の心配は少ないことから、ここでは生息位置情 報を公開した。



図 2-33 ウネナシトマヤガイの層別出現個体数,平均湿重量(殻付き)

b カキ礁枠取りサンプリング

St. A

図 2-31に示すカキ礁の St. A~F において,カキ礁表層から 15 cm×15 cm×10 cmの枠取りサン プリングを行った。

a と b で採取したマガキおよび底泥サンプルは,船上にてホリマリン固定して,分析室に持ち 帰り,マガキ,付着生物,甲殻類,底生生物[マクロベントス]について同定及び個体数の計数を 行った(表 2-15)。

採取した7地点のマガキ及びウネナシトマヤガイの計数結果の概要を図 2-34に示す。St.Gは 層別サンプリングを行った地点で,成長期である場所を選んだが,個体数は最も多かった(100 個体以上)にもかかわらず,湿重量の合計は最も少なかった。

概ね、個体数の少ない地点では最大湿重量が大きい傾向が見られた。

ウネナシトマヤガイは各地点で1~10個体確認されたが、マガキの個体数や大きさとの関連は 見出せなかった。

	環形動物	6		9		7			13	
111 111	軟体動物	4		4		4			4	
田児	節足動物	2		3		3			3	
俚积叙	その他	0		1		0			1	
	合 計	12		17		14			21	
111 718	環形動物	13	(19.1)	62	(43.4)	52	(49.1)		72	(38.9)
出現	軟体動物	41	(60.3)	66	(46.2)	49	(46.2)		104	(56.2)
1011平安(四休)	節足動物	14	(20.6)	14	( 9.8)	5	( 4.7)		7	( 3.8)
$(  \mathbf{u}  ^{4})$	その他	-		1	( 0.7)	-			2	( 1.1)
/0.04111)	合 計	68	(100.0)	143	(100.0)	106	(100.0)		185	(100.0)
	環形動物	0.08	( 0.0)	0.94	( 0.3)	0.21	( 0.0)	0	). 77	( 0.2)
湿重量	軟体動物	387.33	(99.5)	298.10	(99.6)	536.76	(100.0)	352	2.25	(99.6)
(g/0.04	節足動物	1.95	( 0.5)	0.01	( 0.0)	0.00	( 0.0)	0	). 64	( 0.2)
m²)	その他	-		0.19	( 0.1)	-		0	). 01	( 0.0)
	合 計	389.36	(100.0)	299.241	(100.0)	536.97	(100.0)	353	8.67	(100.0)
	環形動物			コケコ゛カイ	(24.0)	イトエラスヒ。オ	(11.0)	コケコ゛カイ		(12.0)
主な						<i>Cirriformia</i> 属	(18.0)			
出現種	軟体動物	マカッキ	(51.0)	マカッキ	( 39.0)	マカ <sup>×</sup> キ	(32.0)	マカ゛キ		(34.0)
(%)								アサリ		(13.0)
	節足動物	ヒゲナガヨコエビ属	(16.0)							
		G · F		Q: D		<u> </u>			au E	
	西北利山	St.E		St. F		St.G		全社	則点	
	環形動物	St. E 11		St. F 7		St.G 4		全ì	則点 19	
出現	環形動物 軟体動物	St. E 11 4		St. F 7 3		St. G 4 7		全ž	則点 19 8	
出現種類数	環形動物 軟体動物 節足動物	St. E 11 4 1		St. F 7 3 2		St. G 4 7 1		全i 	則点 19 8 6	
出 現 種類数	環形動物 軟体動物 節足動物 その他	St. E 11 4 1 17		St. F 7 3 2 2		St. G 4 7 1 0		全ì	則点 19 8 6 2	
出 現 種類数	環形動物 軟体動物 節足動物 その他 合 計 物	St. E 11 4 1 1 17 44	( 42 6)	St. F 7 3 2 2 2 14	( 27 5)	St. G 4 7 1 0 12	( 6 9)		則点 19 8 6 2 35 270	( 56 9)
出 現 種類数 出 現	環形動物 軟体動物 節足動物 その他 計 環形動物	St. E 11 4 1 1 1 7 44 54	(43.6)	St. F 7 3 2 2 14 27 14	(37.5)	St. G 4 7 1 0 12 9 125	(6.2)		則点 19 8 6 2 35 279 91	(56.8)
出 現 種類数 出 現 個体数	環形動動物物物物物物物物物物物物物物物物物物物物物物物物物物物物物物物物物的 その一環形動動物 物の一計物物物物	St. E 11 4 1 1 1 1 7 44 54 2	(43.6) (53.5) (20)	St. F 7 3 2 2 14 27 1 42	(37.5) (1.4) (58.3)	St. G 4 7 1 0 12 9 135 1	(6.2) (93.1)		則点 19 8 6 2 35 279 91 45	(56.8) (18.5) (9.2)
出 類 期 出 個 個 (個 (個 (個 (個	環形体動動 動動動動 を合 環形体動動 の 計動動動 物物物物 他 計物物物物 他 計物物物物 の の	St. E 11 4 1 1 1 17 44 54 2 1	(43.6) (53.5) (2.0) (10)	St. F 7 3 2 2 2 14 27 1 42 2 2	(37.5) (1.4) (58.3) (2.8)	St. G 4 7 1 0 12 9 135 1	( 6.2) ( 93.1) ( 0.7)		則点 19 8 6 2 35 279 91 45 6	(56.8) (18.5) (9.2)
出 現 類 出 現 数 (個 体 数 (個 体 (/0.04m <sup>2</sup> )	環形体 動動動 を 合 環形体 動動動 を 合 環形体 動動動 物物物物 他 計 物物物物 他 単	St. E 11 4 1 1 1 17 44 54 2 1 101	(43.6) (53.5) (2.0) (1.0)	St. F           7           3           2           2           14           27           1           42           2           72	(37.5) (1.4) (58.3) (2.8) (100.0)	St. G 4 7 1 0 12 9 135 1 - 145	(6.2) (93.1) (0.7)		則点 19 8 6 2 35 279 91 45 6 491	(56.8) (18.5) (9.2)
出現 種類数 出現 個体数 (個体体/0.04㎡)	環 軟 体 足 の 一 動 動 動 物 物 物 物 物 物 物 物 物 物 物 物 物	St. E           11           4           1           1           17           44           54           2           1           101           140	$\begin{array}{c}(43.6)\\(53.5)\\(2.0)\\(1.0)\\(100.0)\\(0.4)\end{array}$	St. F 7 3 2 2 2 14 2 14 27 1 42 2 72 0 33	(37.5) (1.4) (58.3) (2.8) (100.0) (0.1)	St. G 4 7 1 0 12 9 135 1 - 145 0.03	$ \begin{array}{c} ( & 6.2) \\ ( & 93.1) \\ ( & 0.7) \\ \hline (100.0) \\ ( & 0.0) \\ \end{array} $		則点 19 8 6 2 35 279 91 45 6 491 2 76	(56.8) (18.5) (9.2) (100.0) (0.1)
出 現 数 出 切 数 (個 体 個 ( 0.04 m <sup>2</sup> ) 混 の 3 二 の 3 二 の 3 二 の 数 ( ) の 4 二 の の の の の の の の の の の の の の の の の	環称体足の 一 、 の で 合 環 軟体足の の 、 動動動動 の し か 動動動動 物 物 物 物 物 物 物 物 物 物 物 物 物	St. E 11 4 1 17 44 54 2 1 101 1.40 334 71	(43.6) (53.5) (2.0) (1.0) (100.0) (0.4)	St. F 7 3 2 2 2 14 27 1 42 27 2 72 0.33 548 53	(37.5) (1.4) (58.3) (2.8) (100.0) (0.1) (99.7)	St. 6 4 7 1 0 12 9 135 1 1 - 145 0.03 211 20	( 6.2) ( 93.1) ( 0.7) ( 100.0)	全ì	則点 19 8 6 2 35 279 91 45 6 491 3.76 8 88	(56.8) (18.5) (9.2) (100.0) (0.1) (99.6)
出現 類 出現 個体数 (個体体 /0.04㎡) 湿重量 (g/0.04	環形 軟体 足の 合 環 軟体 足の 合 環 軟体 足の 合 環 軟体 足の の 動 動動物物 物 他 計 物 物 物 物 他 品 の の 動 動動物物 物 他 品 の の 動 動動物物 物 他 品 の の 動 動動物物物 他 品 か の の の 動 動 動 動 動 物 物 し の の 一 歌 体 見 の の 一 動 動 動 動 物 物 物 他 品 か か 品 一 の の の 一 歌 体 見 の の の 一 動 動 動 物 物 物 他 品 計 物 物 物 物 物 物 物 物 物 物 物 物 物	St. E           11           4           1           17           44           54           2           1           101           1.40           334.71           1.21	(43.6) (53.5) (2.0) (100.0) (0.4) (99.2) (0.4)	$ \begin{array}{c} \text{St. F} \\ 7 \\ 3 \\ 2 \\ 2 \\ 14 \\ 27 \\ 1 \\ 42 \\ 2 \\ 72 \\ 0.33 \\ 548.53 \\ 0.51 \\ \end{array} $	( 37.5) ( 1.4) ( 58.3) ( 2.8) ( 100.0) ( 0.1) ( 99.7) ( 0 1)	$ \begin{array}{c} \text{St. G} \\ 4 \\ 7 \\ 1 \\ 0 \\ 12 \\ 9 \\ 135 \\ 1 \\ - \\ 145 \\ 0.03 \\ 211.20 \\ 0.00 \\ 0.00 \\ \end{array} $	( 6. 2) ( 93. 1) ( 0. 7) (100. 0) ( 0. 0) ( 100. 0) ( 0) ( 0) (	全社 	則点 19 8 6 2 35 279 91 45 6 491 3.76 3.88	(56.8) (18.5) (9.2) (100.0) (0.1) (99.6)
出現 類数 出体個 (0.04m <sup>2</sup> ) 湿重量 (g/0.04 m <sup>2</sup> )	環 軟 体 足 の 合 環 秋 年 足 の 一 動 動 動 動 動 動 動 動 動 動 動 動 動	$ \begin{array}{c} \text{St. E} \\ 11 \\ 4 \\ 1 \\ 1 \\ 17 \\ 44 \\ 54 \\ 2 \\ 1 \\ 101 \\ 1.40 \\ 334.71 \\ 1.21 \\ 0.10 \\ 0 \\ 10 \\ \end{array} $	(43.6) (53.5) (2.0) (100.0) (0.4) (99.2) (0.4)	$\begin{array}{c} \text{St. F} \\ 7 \\ 3 \\ 2 \\ 2 \\ 14 \\ 27 \\ 1 \\ 42 \\ 27 \\ 0.33 \\ 548.53 \\ 0.51 \\ 1.02 \end{array}$	( 37.5) ( 1.4) ( 58.3) ( 2.8) (100.0) ( 0.1) ( 99.7) ( 0.1)	St. 6           4           7           1           0           12           9           135           1           -           145           0.03           211.20           0.00	( 6. 2) ( 93. 1) ( 0. 7) (100. 0) ( 100. 0) ( 100. 0) ( 0. 0)	全社 	則点 19 8 6 2 35 279 91 45 6 491 3.76 3.88 4.32 32	(56.8) (18.5) (9.2) (100.0) (0.1) (99.6) (0.2)
出現 類数 出体 個体数 (個体 /0.04㎡) 湿重量 (g/0.04 ㎡)	環軟体足の 動動動動で 一環軟体足の 一動動動動動で 合環軟体足の 動動動動動し 計物物物物他計 物物物物他計	$\begin{array}{c} \text{St. E} \\ 11 \\ 4 \\ 1 \\ 1 \\ 17 \\ 44 \\ 54 \\ 2 \\ 101 \\ 1.40 \\ 334.71 \\ 1.21 \\ 0.10 \\ 337.42 \end{array}$	(43.6) (53.5) (2.0) (1.0) (100.0) (0.4) (99.2) (0.4) (0.0)	$\begin{array}{c} \text{St. F} \\ 7 \\ 3 \\ 2 \\ 2 \\ 2 \\ 14 \\ 27 \\ 1 \\ 42 \\ 27 \\ 0.33 \\ 548.53 \\ 0.51 \\ 1.02 \\ 550.39 \end{array}$	( 37.5) ( 1.4) ( 58.3) ( 2.8) (100.0) ( 0.1) ( 0.2) ( 0.2) ( 100.0)	St. 6 4 7 1 0 12 9 135 1 - 145 0.03 211.20 0.00 - 211.23	( 6. 2) ( 93. 1) ( 0. 7) (100. 0) ( 100. 0) ( 100. 0) ( 0. 0) ( 100. 0)	全社 	則点 19 8 6 2 35 279 91 45 6 491 3.76 3.88 1.32 1.32 3.28	(56.8) (18.5) (9.2) (100.0) (0.1) (99.6) (0.2) (100.0)
出現 種類数 出极数 (個体数 (個体者) (g/0.04㎡) 温重量 (g/0.04 ㎡)	環 軟 体 足 の 一 動 動 動 動 動 動 動 動 動 動 動 動 動	St. E 11 4 1 1 17 44 54 2 1 101 1.40 334.71 1.21 0.10 337.42 <i>Cirriformia</i> E	(43.6) (53.5) (2.0) (100.0) (0.4) (99.2) (0.4) (0.0) (100.0) (12.0)	St. F 7 3 2 2 14 27 1 42 2 72 0.33 548.53 0.51 1.02 550.39 <i>Cirriformia</i> [E	( 37.5) ( 1.4) ( 58.3) (100.0) ( 0.1) ( 0.2) ( 0.0.2) ( 100.0) ( 14.0)	St. 6           4           7           1           0           12           9           135           1           -           145           0.03           211.20           0.00           -           211.23	( 6, 2) ( 93, 1) ( 0, 7) (100, 0) ( 100, 0) ( 0, 0) ( 100, 0)	全社 	則点 19 8 6 2 35 279 91 45 6 491 3.76 3.88 4.32 1.32 3.28	(56.8) (18.5) (9.2) (100.0) (0.1) (99.6) (0.2) (100.0) (10.0)
出 現 類 出 (個 体 個 本 (個 体 個 (個 本 ) ( の 4 ㎡) 二 二 、 の 、 の 、 の 、 の 、 の 、 の 、 の 、 の 、	環 軟 体 足 の 一 歌 軟 体 足 の 一 歌 軟 体 足 の 一 歌 軟 体 足 の 一 歌 軟 体 足 の 一 歌 体 足 の 一 歌 体 足 の 一 歌 動 動 動 動 動 動 動 動 動 動 動 動 動	St. E 11 4 1 1 1 1 7 44 54 2 2 1 1 101 1.40 334.71 1.21 0.10 337.42 <i>Cirriformia</i> 属 コケコ <sup>*</sup> ガイ	(43.6) (53.5) (2.0) (1.0) (100.0) (0.4) (99.2) (0.4) (0.0) (100.0) (100.0) (12.0) (12.0) (10.0)	St. F           7           3           2           14           27           1           42           2           72           0.33           548.53           0.51           1.02           550.39           Cirriformia属           コケコ*カイ	( 37.5) ( 1.4) ( 58.3) ( 2.8) (100.0) ( 0.1) ( 99.7) ( 0.1) ( 0.2) (100.0) ( 10.0) ( 12.0)	St. 6           4           7           1           0           12           9           135           1           -           145           0.03           211.20           0.00           -           211.23	( 6. 2) ( 93. 1) ( 0. 7) (100. 0) ( 100. 0) ( 100. 0) ( 100. 0)	全社 	則点 19 8 6 2 35 279 91 45 6 491 3.76 3.88 4.32 4.32 3.28	(56.8) (18.5) (9.2) (100.0) (0.1) (99.6) (0.2) (100.0) (10.0)
出 種 期 個 ( ( ( ( ( ( ( ( ( ( ( ( ( ( ( ( ( (	環 軟 体 足 の 一 動 動 動 動 動 動 動 動 動 動 動 動 動	St. E           11           4           1           1           17           44           54           2           1           101           1.40           334.71           1.21           0.10           337.42           Cirriformia属           ユケコ*ガイ           マガ*夫	(43.6) (53.5) (1.0) (100.0) (0.4) (99.2) (0.4) (100.0) (100.0) (100.0) (12.0) (12.0) (43.0)	St. F           7           3           2           14           27           1           42           2           72           0.33           548.53           0.51           1.02           550.39           Cirriformia属           2ケゴ * 約4	( 37.5) ( 1.4) ( 58.3) ( 100.0) ( 0.1) ( 0.2) ( 100.0) ( 0.2) ( 100.0) ( 14.0) ( 12.0) ( 52.0)	St. G         4         7         1         0         12         9         135         1         -         145         0.03         211.20         0.00         -         211.23	( 6. 2) ( 93. 1) ( 0. 7) (100. 0) ( 100. 0) ( 100. 0) ( 100. 0) ( 68. 0)	全注 	則点 19 8 6 2 35 279 91 45 6 491 3.76 6 491 3.76 6 3.88 1.32 3.28	(56.8) (18.5) (9.2) (100.0) (0.1) (99.6) (0.2) (100.0) (10.0) (45.0)
出 類 期 個 ( ( ( ( ( ( ( ( ( ( ( ) ) ) ) ( ( ( ) ) ) ( ( ) ) ) ( ( ) ) ) ( )) ( ) ( ) ( )) ( ) ( ) ( ) ( )) ( ) ( ) ( )) ( ) ( ) ( )) ( ) ( )) ( ) ( )) ( )) ( )) ( ) ( )) ( )) ( )) ( )) ( )) ( )) ( )) ( )) ( ) ( )) ( )) ( )) ( )) ( )) ( )) ( )) ( )) ( )) ( )) ())) ()) ()) ())) ())) ())) ())) ())) ())) ())) ())) ())) ())) ())) ())) ())) ())) ())) ()))) ()))) ()))) ())))) ()))) ()))) ()))) ()))) ())))) ())))))	環軟 本 定 合 環 軟 体 足 の 一 動 動 動 動 動 動 動 動 動 動 動 動 動	St. E           11           4           1           1           17           44           54           2           1           101           1.40           334.71           1.21           0.10           337.42           Cirriformia属           2ケュ* カイ           マカ* キ	(43.6) (53.5) (2.0) (100.0) (100.0) (0.4) (99.2) (0.4) (0.0) (100.0) (12.0) (12.0) (10.0) (43.0)	St. F           7           3           2           2           14           27           1           42           2           72           0.33           548.53           0.51           1.02           550.39           Cirriformia属           2ケュ*カイ           マカ*キ	( 37.5) ( 1.4) ( 58.3) ( 100.0) ( 0.1) ( 99.7) ( 0.1) ( 0.2) ( 100.0) ( 14.0) ( 12.0) ( 52.0)	St. G           4           7           1           0           12           9           135           1           -           145           0.03           211.20           0.00           -           211.23	( 6. 2) ( 93. 1) ( 0. 7) (100. 0) ( 100. 0) ( 100. 0) ( 100. 0) ( 68. 0) ( 21. 0)	全社 	則点 19 8 6 2 35 279 91 45 6 491 3.76 6 491 3.78 1.32 3.28	(56.8) (18.5) (9.2) (100.0) (0.1) (99.6) (0.2) (100.0) (10.0) (45.0)

表 2-15 分類群別調査点別出現種類数,出現個体数,湿重量,主な出現種

St. C

St. D

St. B

1)"0.0"は、0.1g未満を示す。

2) 主な出現種は、出現個体数が10%以上のものを示した。

3) 全測点の出現個体数および湿重量は、全測点の合計を示した。











図 2-34 マガキ(湿重量,軟体部湿重量,最大・最小湿重量)及び ウネナシトマヤガイ(個体数)の計数結果

その他のマクロベントスについては、イソギンチャク目、扁形動物門、腹足綱、二枚貝綱、多 毛綱、等脚目、ヨコエビ亜目、エビ目の分類群ごとに計数し、多様度(シンプソン多様度指数) および密度を求めた。その結果を図 2-36、図 2-36に示す。

なお, St.G では 10cm 以深ではマガキ及びウネナシトマヤガイ以外のマクロベントスはほとん ど出現しなかったため,他の地点と同様に 0-10cm 層のデータを利用した。



図 2-35 カキ礁におけるマクロベントスの多様度指数の地点間比較



図 2-36 カキ礁におけるマクロベントスの個体密度の地点間比較

c 周辺生物調査

カキ礁層厚確認サンプリングおよび枠取りサンプリング終了後,カキ礁周辺において潜水士に よる魚類を中心とした目視観察を行った。

結果は表 2-16に示すとおりである。

## 表 2-16 周辺生物調査の結果

番号	種名	
1	アカオヒ゛シマハセ゛	r
2	ナベカ属	rr
3	ケフサイソカ゛ニ	+
4	アヘ・ハセ	rr

rr:1~5個体 r:6~10個体 +:11~50個体 (4) GIS データおよび現地観測データの統合的解析

上記(1)~(3)の調査により得られたGISデータおよび現地調査データを統合的に解析し,広 域的あるいは局所的に変動する環境要因とアマモ場およびカキ礁の生物多様性・生態系機能との 因果関係を明らかにするための解析法を検討した。

① アマモ場の統合的解析

(ア) 解析方法

本解析では、9か所のアマモ場(金田,富津,富津港,津浜,丑山,島戸倉,館山湾,沖ノ島, 館山湾南部(波左間)を対象とした。アマモ場内に複数の調査点がある場合は、その平均値を利 用した。

まず、アマモ場の生物多様性の指標として、以下の変数を求めた。

1) アマモ場の海草類の種多様性:今回の解析結果(表 2-8)を用いた。

- 2) アマモの遺伝的多様性:マイクロサテライトマーカーを用いて解析した先行研究(出店 2005)より、7調査点のデータを利用した。各アマモ場では、50m×50mの調査区を1つ設 定し(富津は3区)、ジェネットの重複サンプリングを回避するため、シュート間を3m以 上の距離を保って調査区全体からアマモをランダムに採集し、DNA解析を行った(出店 2005)。本解析では、マイクロサテライト6遺伝子座から求めた平均アリル数を遺伝的多様 性の指標として利用した。
- 3) 葉上性動物群集の生物多様性:夏季にそりネットで採集したサンプルより求めたシンプソンの多様度指数を利用した(図 2-28)。
- 4) 内在性動物群集の生物多様性:夏季にアマモ植生内でコアサンプラーを用いて採集したサ ンプルより求めたシンプソンの多様度指数を利用した(図 2-24)。

次に、アマモ場の生態系機能の指標として以下の4つの変数をアマモ場ごとに求めた。

- 5) アマモ場の面積については,航空写真より読み取った最新のデータを利用した。なお,既 存資料より求めた館山湾については,藻場面積の判定の基準が異なることから利用しなか った。
- 6) アマモ場面積の時間的変動の大きさについては、時間変動のデータが得られた6か所について変動係数(CV)を求め、アマモ場の安定性の指標として利用した。
- 7) 葉上性動物群集の生物量:夏季にそりネットで採集したサンプルより求めた個体密度を利 用した(図 2-29)。
- 8) 内在性動物群集の生物量:夏季にアマモ植生内でコアサンプラーを用いて採集したサンプ ルより求めた個体密度を利用した(図 2-26)。

さらに、アマモ場の環境要因を示す変数として、(1)広域環境調査の公共用水域水質調査結果 (千葉県、東京都、神奈川県)のデータベース(本報告の②(イ)参照)より以下の3変数を抽 出した。

- 9) 水温(1989-2005の平均値)
- 10) 透明度(1989-2005の平均値)

11) 窒素濃度(1989-2005の平均値)

なお,上記データの一部は図 2-16 から図 2-20 に東京湾内湾部を中心に表示してあるが,東京湾 外湾南部(館山市沖)の長期環境データもデータベース化されている。

また,(2)局所環境調査より求めた

12) 各アマモ場のアマモ植生内の底質の含泥率(表 2-6)

も環境変数として利用した。一方,局所環境調査で測定した水温,塩分,DO,光量子は欠測が 多いこと,また1日のみの測定により環境要因の長期的傾向を反映しているかどうか判定できな かったこと等の理由により,統計解析には利用しなかった。

以上で求めたアマモ場の生物多様性,生態系機能,環境条件を表す変数について,変数間の相 関をピアソンの積率相関係数を用いて解析した。なお,アマモ場の平均面積と葉上性動物・内在 性動物の密度のデータについては正規性を確保するために対数変換した値を利用した。

また,アマモ場の群集構造に対する周辺環境の人為的影響を評価するため,富津(自然環境) と富津港(人為的環境)の2地域について,葉上性動物群集,内在性動物群集,ネクトン(図2-30) の個体密度および種多様性を比較した。

(イ) 解析結果

東京湾千葉県沿岸で解析対象とした9か所のアマモ場における生物多様性,生態系機能,環境 条件を表す12変数の値を表 2-17,18に示す。

アマモ場	海草類 の種多 様性	平均ア リル数	葉上性 動物の 多様性	内在性 動物の 多様性	アマモ場 の平均 面積	アマモ場 面積の 変動係数	葉上性 動物の 個体密度	内在性 動物の 個体密度
			D	D	(m²)	CV (%)	個体数/m²	個体数/m²
金田	2	6.2	0.387	0.668	30184	_	128.3	3666.0
富津港	1	-	0.612	0.555	67752	64.9	251.1	6723.3
富津干潟	3	6.3	0.661	0.609	1058596	30.6	313.2	4331.2
竹岡津浜	2	5.2	0.655	0.642	4018	_	313.6	1354.1
竹岡丑山	1	4.8	0.496	0.484	1646	21.4	58.6	721.9
竹岡島戸倉	1	١	0.706	0.699	500	27.0	177.9	1189.0
館山湾	1	4.7	0.294	0.578	_	_	5808.0	1099.3
沖ノ島	2	5.3	0.398	0.594	4277	27.8	1390.8	1038.0
波左間	_	_	_	-	31250	73.7	-	-

表 2-17 統合解析に用いたアマモ場の生物多様性, 生態系機能を表す変数

ママエ担	アマモ場周辺の	アマモ場周辺の	アマモ場周辺の	アマモ植生内の
ノマモ场	平均水温	平均透明度	平均窒素濃度	底質の含泥率
	°C	m	mg/l	%
金田	17.6	3.6	0.76	10.02
富津	17.6	3.9	0.72	5.74
富津港	17.6	3.9	0.72	3.36
竹岡津浜	18.2	5.3	0.50	3.05
竹岡丑山	19.2	9.8	0.31	7.73
竹岡島戸倉	19.2	9.8	0.31	7.25
館山湾	19.5	6.6	0.24	5.81
沖ノ島	19.5	6.6	0.24	2.63
波左間	19.6	11.8	0.19	

表 2-18 統合解析に用いたアマモ場周辺域の環境条件を表す変数

これらの変数について、まず、環境要因とアマモ場の生物多様性・生態系機能の相関を解析したところ、アマモの平均アリル数および内在性動物の密度が、アマモ場周辺の平均水温と平均透明度と負の相関を、アマモ場周辺の平均窒素濃度と正の相関を示した。また、有意ではなかったものの、アマモ場の面積と平均水温、平均窒素濃度は、それぞれ負、正の相関を示す傾向が認められた。他の変数の組み合わせについては、有意な相関は得られなかった(表 2-19)。

次に、アマモ場の生物多様性と生態系機能を表す変数間の相関を解析した。その結果、海草種 数とアマモの平均アリル数の間、平均アリル数とアマモ場の面積の間、平均アリル数と内在性動 物の個体密度の間、および平均アリル数と内在性動物の個体密度のアマモ植生内外の差の間に有 意な正の相関が認められた(表 2-20)。また、アマモ場の面積と内在性動物の個体密度の間、お よびアマモ場の面積と内在性動物の個体密度のアマモ植生内外の差の間の間にも正の相関が認め られた。さらに、内在性動物の個体密度とアマモ植生内外の差の間にも正の相関が認められた。 また、有意ではなかったものの、アマモ場面積の変動係数と、内在性動物の個体密度および内在 性動物の個体密度のアマモ植生内外の差は、正の相関を示す傾向が認められた。その他の変数の 間には正の相関もしくは負の相関は認められなかった。

周辺環境が異なる富津(自然環境)と富津港(人為的環境)の比較においては、葉上性マクロ ベントス、内在性マクロベントス、ネクトンのいずれについても、密度および多様性に有意な差 は検出されなかった(表 2-21)。

45

表 2-19 東京湾のアマモ場周辺の環境要因とアマモ場の生物多様性,生態系機能を表す変数間 の相関行列。太字斜体は有意な相関を表す。

		アマモ場周辺の	アマモ場周辺の	アマモ場周辺の	アマモ植生内の
		平均水温	平均透明度	平均窒素濃度	底質の含泥率
	r	-0.478	-0.583	0.477	-0.098
海草種数	р	0.230	0.129	0.232	0.818
	n	8	8	8	8
	r	-0.861	-0.824	0.907	0.315
平均アリル数	р	0.028	0.044	0.013	0.544
	n	6	6	6	6
華ト性動物の	r	-0.408	0.047	0.310	-0.198
来工任動1000 多样性	р	0.316	0.911	0.454	0.638
シ1秋1上	n	8	8	8	8
内左性動物の	r	-0.192	-0.172	0.192	0.183
夕仁 住 動 物 の 名 样 性	р	0.650	0.684	0.650	0.665
≫1*1⊥	n	8	8	8	8
アマモ悍の両巷	r	-0.629	-0.547	0.648	-0.064
(动数)	р	0.095	0.161	0.082	0.891
	n	8	8	8	7
アマモ提両珪の	r	-0.107	0.071	0.100	-0.562
ッマ こ 物面 傾 の	р	0.840	0.893	0.850	0.324
<b>乏</b> 到际奴	n	6	6	6	5
笹ト性動物の	r	0.446	-0.135	-0.412	-0.453
果工に動物の 個体密度(対数)	р	0.268	0.751	0.310	0.259
间冲出及(为奴)	n	8	8	8	8
の ム 性 制 物 の	r	-0.893	-0.824	0.921	-0.005
	р	0.003	0.012	0.001	0.990
凹仲讧 <u>这</u> (刈奴)	n	8	8	8	8

# 表 2-20 東京湾のアマモ場の生物多様性と生態系機能を表す変数間の相関行列。太字斜体は有 意な相関を示す。

		平均 アリル数	葉上性 動物の 多様性	内在性 動物の 多様性	アマモ場 の面積	アマモ場 面積の 変動係数	葉上性 動物の 個体密度	内在性 動物の 個体密度	内在性動物 の個体密度 のアマ <del>モ</del> 植 生内外の差
	r	0.859	0.165	0.295	0.670	-0.226	-0.008	0.348	0.375
海草種数	р	0.028	0.697	0.478	0.100	0.715	0.985	0.398	0.359
	n	6	8	8	7	5	8	8	8
	r		0.352	0.641	0.892	0.913	-0.339	0.949	0.890
平均アリル数	р		0.494	0.170	0.042	0.268	0.510	0.004	0.017
	n		6	6	5	3	6	6	6
英に姓動物の	r			0.278	0.054	0.230	-0.526	0.267	0.124
	р			0.505	0.909	0.710	0.181	0.523	0.770
多标注	n			8	7	5	8	8	8
中た性動物の	r				-0.087	-0.113	0.016	0.162	0.186
	р				0.852	0.857	0.970	0.702	0.659
多标注	n				7	5	8	8	8
ママエ担の	r					0.394	0.155	0.826	0.830
	р					0.440	0.741	0.022	0.021
凹惧( <b>刈</b> 奴)	n					6	7	7	7
고고고비조柱	r						0.118	0.817	0.810
ノマモ场回傾	р						0.850	0.092	0.096
の変動係数	n						5	5	5
葉上性動物の	r							-0.177	-0.039
個体密度(対	р							0.676	0.928
数)	n							8	8
内在性動物の	r								0.981
個体密度(対	р								0.000
数)	n								8

表 2-21 富津と富津港のアマモ場の生物多様性と生態系機能の比較。一般線形モデルの結果を 示す。

	夏	季	秋季		
	F	р	F	р	
葉上性動物の個体密度	0.175	0.717	0.204	0.696	
葉上性動物の多様性	1.140	0.398	0.649	0.505	
内在性動物の個体密度	0.440	0.575	0.280	0.650	
内在性動物の多様性	0.443	0.574	0.146	0.739	
ネクトンの個体密度	1.490	0.347	_	_	
ネクトンの多様性	1.000	0.423	-	-	

② カキ礁の統合的解析

(ア) 解析方法

カキ礁周辺の環境条件とカキ礁の生物多様性および生態系機能の関係について、下記の2種の解 析を行った。

- (1)広域環境調査の公共用水域水質調査結果のデータベース(本報告の②(イ)参照)より, 旧江戸川河口付近および猫実川河口付近の水温,透明度,窒素濃度の時間変化を抽出し, リモートセンシングで求めた両地域のカキ礁の面積の長期変動(図 2-15)との関連性を 解析した。
- (2)猫実川河口のカキ礁について,生物調査を行った各測点(A~G)においてカキ礁が形成 された時期を航空写真のGIS解析によって求め、ベントスの生物多様性(種多様性)お よび生物量(湿重量)(表 2-15)との関連性を検討した。
- (イ) 解析結果
  - (1)1989年以降の旧江戸川河口のカキ礁の面積の変動は、周辺海域の水温、透明度、窒素濃度 とは有意な相関は示さなかった(水温 r=0.325, p=0.675, 透明度 r=0.304, p=0.696, 窒素 濃度 r=-0.076, p=0.924)。一方、猫実川河口のカキ礁の面積は、水温とは無相関であった ものの(r=0.540, p=0.348)、透明度とは正の相関(r=0.938, p=0.019)、窒素濃度とは負の 相関(r=-0.937, p=0.019)を示した。
  - (2) 猫実川河口のカキ礁内に設置した7測点のうち,St.B,C,D,F,Gは1985年以降カキ礁であったが,St.Aは1992年までは砂泥底であり,1996年以降カキ礁になった。また,Stn.Eは1998年までは砂泥底であり、2002年以降カキ礁になった。St.B,C,D,F,GとSt.A,Eの2グループの間でベントスの種数と生物量を比較したところ、両変数とも有意な相違は検出できなかった(t-test,種数:t=0.374,p=0.724;湿重量:t=0.242,p=0.818)。

③ 考察

広域環境調査のデータベースから求めた水温および水質(透明度および窒素濃度)のアマモ場間の変異は、アマモの平均アリル数および内在性動物の密度と相関があった。しかし、得られた

相関は、当初の予測(富栄養化が進行した海域ほど生物多様性、生態系機能が低い)と反対であ った。これらの環境変数はいずれも、東京湾奥部から湾口部にかけて一定の変化を示している(水 温,透明度は増加,窒素濃度は減少)。一方、後述のアマモ場面積、遺伝的多様性、内在性動物の も内湾から外湾かけて減少するが、この変化は、後述の通り、内湾部ほど堆積物底が卓越し、広 いアマモ場が多いという地形学的な特性の変化によると考えられる。したがって、今回得られた 環境要因とアマモ場の諸変数の相関は、直接の因果関係を示すものではなく、付随的にもたらさ れたもの(擬似相関)である可能性が高い。アマモ場の周辺環境のような広域な空間スケールに おける地形的特性が動物群集の多様性に影響を与えている場合は、アマモ場単位で取得した変数 のみでは、動物群集の変異を予測するには不十分であると考えられる。今後の研究ではこのよう な周辺景観の隣接効果等についても検討することが重要であろう。

アマモ場の生物多様性および生態系機能を示す変数はいずれもアマモ場間で大きく変異した。 アマモ場の面積は、内湾の調査点のほうが外湾よりも広い傾向があったが、これは内湾の浅海域 に堆積物底が多い一方、外湾は岩礁海岸が多いという地形的な要因によると考えられる。平均ア リル数も内湾の方が外湾より高い値を示したが、これは、後述のようにアマモ場面積が関連して いると思われる。

アマモ場の生物多様性と生態系機能を示す諸変数の間では、遺伝的多様性を示すアマモの平均 アリル数とアマモ場面積の間で有意な正の相関が検出された。ここで求めた平均アリル数は、一 定面積から採集した同じ個体数のアマモのデータに基づくものであり、もしアマモ場単位で遺伝 的多様性を比較した場合には、より高い正の相関が得られることが予想される。一定面積あたり のアマモの遺伝的多様性が高いことの一因として、面積が小さいアマモ場では、頻繁な消失と再 生を繰り返すため、少数の個体からアマモ場が形成されるという創始者効果の影響が考えられる

(Williams  $2001)_{\circ}$ 

アマモの遺伝的多様性はこの他に内在性動物の個体密度,およびアマモ植生内外における個体 密度の差と正の相関を示した。この相関がもたらされた原因は今のところ不明であるが,近年の 研究によりアマモの遺伝的多様性がアマモ場の生態学的特性と関連していることが指摘されてい る。例えば,狭い空間スケールでアマモの遺伝的多様性を操作した野外実験により,遺伝的多様 性が高いアマモ場ほど成長速度と再生産量が高いこと(Williams 2001),鳥類による植食に対する 抵抗性が高いこと(Hughes & Stachowicz 2004),夏の高温による消失の後の回復速度や,葉上 動物の密度が高いこと(Reusch et al. 2005)などが報告されている。また,海草類の種多様性に ついても、各種の生産性や生存率が環境勾配に対して異なる反応を示すことから、種多様性が高 いアマモ場の方が生産性や安定性が高いことが指摘されている(Duarte 2000)。今回の解析は既存 の資料を基にした広域スケールでの地点間比較に基づくため、これらの点は十分検討されていな いが、海草類の生物多様性が高く、広いアマモ場ほど、より小空間スケールでも、海草の生産性 や安定性(ストレス耐性や撹乱後の回復速度)が高い可能性がある。

内在性動物群集に関する変数はアマモ場の多様性やアマモ場面積と正の相関を示した一方, 葉 上性動物に関する変数は,他の変数との間に明瞭な関係が見られなかった。動物群集の中でも特 に小型の葉上性無脊椎動物は,海草類の草丈や密度,パッチ構造などの小空間スケールでの空間 異質性に応じて大きく変異することが知られている(Nakaoka 2005)が,今回の解析では,アマ モ場のこれらの特性を表す変数が扱われていないため,変異の要因を特定できなかったことが考 えられる。

49

富津と富津港の調査結果の比較により,自然環境の残ったアマモ場と人工的環境に形成された アマモ場の生物多様性と生態系機能の比較を試みた。環境要因の中では,含泥率が富津干潟の方 が高かったが,アマモ場の葉上動物群集,内在性動物群集,およびネクトン群集(図 2-30)の多様 性や密度については,すべての変数に有意差は見られなかった。したがって,少なくとも富津岬 周辺のアマモ場においては,人工護岸などの人為的影響による明確な負の効果は検出されていな いといえる。ただし,本解析は一地域,一時間断面のみでの解析結果であり,本問題については さらなる比較検証の集積が必要である。

猫実川河口のカキ礁の面積は、1985年以降 2007年まで徐々に拡大しているが、この間、東京 湾奥部では透明度が増加するとともに、窒素濃度は減少している。この結果、これらの変数の間 に有意な相関が生じたと思われる。このような水質の改善はカキ礁の拡大維持に関連しているか もしれない。一方、江戸川河口のカキ礁ではそのような相関が得られなかったが、これはデータ 数の不足(n=4)によるのかもしれない。また、カキ礁内のベントス群集については、カキ礁の形成 時期との間に関連性は見出されなかった。ただし、今回のカキ礁内のベントス採集地点は、あら かじめリモートセンシングのデータを元に選定されたものではなかったため、カキ礁の成立年代 の変異が大きくなかったことが有意差が検出できなかった原因である可能性も残る。これらの点 の解決のためには、今後、リモートセンシングおよびベントス群集の解析をより細かい時間間隔 で行うとともに、事前にリモートセンシング、GISの情報に基づいてカキ礁の空間配置の効果を 取り入れた現地調査を行うことが望まれる。

### 3. まとめ

本報により、東京湾千葉県沿岸に離散的に点在するアマモ場およびカキ礁の面積、過去の分布 変動、周辺の物理的化学的環境、生物多様性、および生態系機能に関する長期かつ広域にわたる 情報を得ることができた。特に航空写真を用いた解析は、アマモ場およびカキ礁の過去十数年以 上の変動を明らかにする手段として有効なことが明らかになった。また、リモートセンシング・ GIS 解析による広域情報と現地調査による生物多様性、生態系機能の調査を統合的に解析するこ とにより、アマモ場およびカキ礁の構造と機能の関連性について定量的な評価を行える可能性も 示された。ここでの統合解析は、まだ予備的な段階ではあるが、さまざまな階層レベルにおける 生物多様性がアマモ場およびカキ礁の環境条件および生態系機能と関連している可能性が示唆さ れた(図 2-37, 2-38)。その作用機構を含めた因果関係の解明は今後の課題であるが、相関関係 の解析結果からは、アマモ場についてはその面積をできるだけ広く保つことが海草類の生物多様 性の保全・維持に重要であることが明らかになった。一方、動物群集の生物多様性と生態系機能 の関連性、およびそれらと海草類との関連性は、内在性動物についてはアマモ場の面積や多様性 が関連していることを示す証拠が得られたが、葉上性動物については不明であった。また、カキ 礁については、データ数が不十分ではあるものの、水質、カキ礁の面積、およびカキ礁内の生物 多様性の関連性を統合的に解析する方法が提示された。今後は、群集全体の構造(機能群構成や 食物網構造)がアマモ場およびカキ礁の生物多様性や生態系機能とどのような関係にあるかをさ らに検討する必要がある。



図 2-37 アマモ場における環境要因(左上),生物多様性(右上),生態系機能(右下)の関連性。 長方形は航空写真等画像データ,ひし形は水質データベース,楕円は現地調査により求めた変数, 実線は有意な正の相関,破線は有意な負の相関を示す。



図 2-38 カキ礁における環境要因(左上),生物多様性(右上),生態系機能(右下)の関連性。 長方形は航空写真等画像データ,ひし形は水質データベース,楕円は現地調査により求めた変数, 実線は有意な正の相関,破線は有意な負の相関を示す。

- 出店映子 2005 東京湾におけるアマモの遺伝的集団構造と遺伝子流動,修士論文,千葉大学大学 院自然科学研究科,千葉,44pp.
- Duarte, C. M. 2000 Marine biodiversity and ecosystem services: an elusive link. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 250:117-131.
- Hughes, A. R. and J. J. Stachowicz 2004 Genetic diversity enhances the resistance of a seagrass ecosystem to disturbance. Proceedings of the National Academy of Sciences, USA, 101:8998-9002.
- Nakaoka, M. 2005 Plant-animal interactions in seagrass beds: ongoing and future challenges for understanding population and community dynamics. Population Ecology, 47:167-177.
- Reusch, T. B. H., A. Ehlers, A. Hämmerli and B. Worm 2005 Ecosystem recovery after climatic extremes enhanced by genotypic diversity. Proceedings of the National Academy of Sciences, USA, 102:2826-2831.
- Williams, S. L. 2001 Reduced genetic diversity in eelgrass transplantations affects both population growth and individual fitness. Ecological Applications, 11:1472-1488.
- 山北剛久・仲岡雅裕・近藤昭彦・石井光廣・庄司泰雅 2005 東京湾富津干潟における海草藻場の 長期空間動態. 保全生態学研究, 10:129-138.
- 館山土木事務所 2003 館山港海岸環境整備委託(砂移動調査)報告書
- 館山土木事務所 2002 館山港海岸環境整備委託(海域調査)報告書
- 千葉県安房地域整備センター 2005 平成16年度館山港改修(桟橋工事影響調査)委託 報告書
- 千葉県安房地域整備センター 2005 平成16年度館山海岸環境整備委託(海域調査)報 告書

# < 付 図 >



付図 A 盤洲(金田)のアマモ場読み取り図(2005年)"SG"は、sea grass (bed)=アマモ場を指す。



付図 B 富津港のアマモ場読み取り図(1989~2005年) 写真は 2005 年撮影。



付図 C 竹岡(津浜)のアマモ場読み取り図(2001年)



付図 D 竹岡(丑山・島戸倉)のアマモ場読み取り図(1998~2005年) 写真は 2005 年撮影。



付図 E 館山湾における既存の分布データ(安房地域整備センター2005)を幾何補正した例(上) 及び過去のアマモ場分布をあわせた図(下)



付図 F 沖ノ島のアマモ場読み取り図(1989~2005年) 写真撮影は 2005 年。



付図 G 波左間のアマモ場読み取り図(上:1989~1995年,下:1996~2005年) 写真撮影は上:1995年,下:2005年。



1980年



1985 年 付図 H-1 三番瀬猫実川河口部のカキ礁読み取り図(1)



1990年



1992年 付図H-2 三番瀬猫実川河口部のカキ礁読み取り図(2)



1998年



**2002**年 付図H-3 三番瀬猫実川河口部のカキ礁読み取り図(3)



**2006**年 付図H-4 三番瀬猫実川河口部のカキ礁読み取り図(4)



付図 I 三番瀬同市川航路奥部のカキ礁読み取り図(2006 年)



1982年



1989年

付図J-1 葛西東なぎさのカキ礁読み取り図(1)



1993年



2000年

付図J-2 葛西東なぎさのカキ礁読み取り図(2)



2006年

付図 J-3 葛西東なぎさのカキ礁読み取り図(3)



付図 K 1989 年の水温分布(2月,5月,8月,11月)









付図L 1989年の透明度分布(2月,5月,8月,11月)









付図 M 1989 年のクロロフィル a 分布(2月,5月,8月,11月)







付図N 1989年の無機態窒素濃度分布(2月,5月,8月,11月)






付図 0 1989年の無機態りん濃度分布(2月,5月,8月,11月)



付図 P 2004 年度の底質分布図(年2回の調査の平均値から作成)

## 第7回 自然環境保全基礎調査

## 生物多様性調査

## 種の多様性調査(千葉県)報告書

平成19(2007)年3月

環境省自然環境局 生物多様性センター 〒403-0005 山梨県富士吉田市上吉田剣丸尾5597-1 電話:0555-72-6033 FAX:0555-72-6035

> 業務名 平成18年度 生物多様性調査 種の多様性調査(千葉県)委託業務

> > 受託者 千葉県 千葉県千葉市中央区市場町1-1