

名蔵湾周辺海域における沿岸性水産重要魚類の分布^{*1}

太田 格, 工藤利洋^{*2}

1. 目的

沖縄県の近年の沿岸性魚類漁獲量は 1980 年代始めの 30%以下まで減少しており (内閣府沖縄総合事務局, 2005), 早急な資源管理策が必要と考えられる。海洋保護区 (MPA: Marine Protected Area とも称される) は水産資源管理の一手法として注目されており, 特に熱帯域においてその効果が認められつつある。海洋保護区はその海域の資源利用を制限するものであり, その程度は様々であるが, 最たるものは永続的な全面禁漁区である。このような保護区を用いた水産資源管理の代表的な考えは, 保護区内の生態系お

よび水産資源を包括的に保護し, 効率的に資源を回復・維持し, 保護区外漁場へ資源を供給することによって資源の持続的利用を目指すことである (Russ, 2002)。熱帯海域の特徴である多種少産の水産資源を利用する沖縄県海域では, 特定の種ごとに管理方法を設定するよりも, 複数魚種を対象にした保護区によって効率的な資源の保護, 回復が期待できる。しかし, 海洋保護区による資源管理はその効果が認められながらも, 定量的な評価は少なく, 実際の保護区設定に関する知見は十分ではない。

沖縄県には石垣島の川平湾および名蔵湾に水産資源保護法に基づく保護水面が設置されており, 沖縄県漁業調整

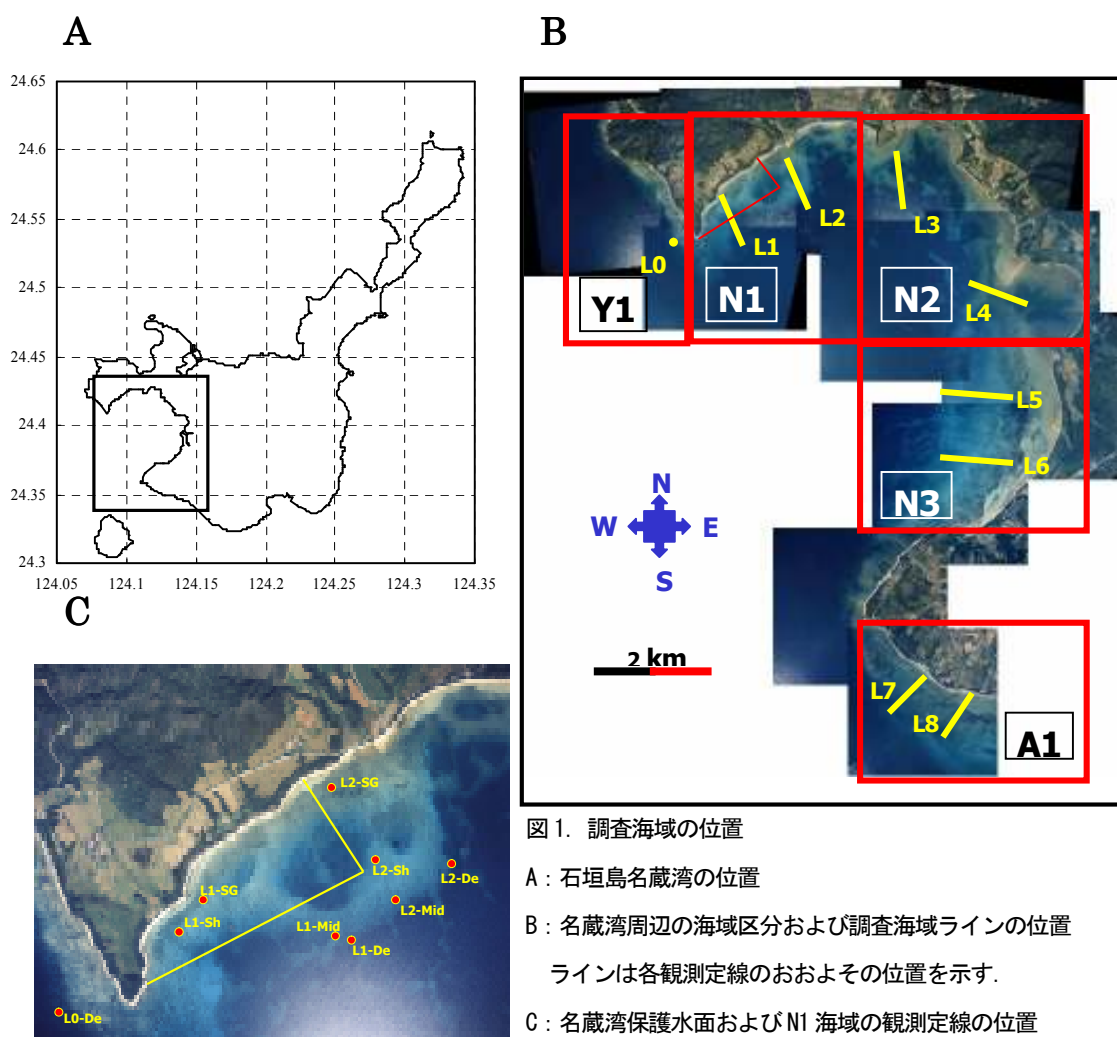


図 1. 調査海域の位置

A: 石垣島名蔵湾の位置

B: 名蔵湾周辺の海域区分および調査海域ラインの位置

ラインは各観測定線のおおよその位置を示す。

C: 名蔵湾保護水面および N1 海域の観測定線の位置

*1 海洋保護区に関する調査研究の一環

*2 非常勤職員

規則で漁業が制限された数少ない県内の海洋保護区とみなされる。そのうち名蔵湾保護水面は1975年の保護水面指定以来30年以上に渡り全面禁漁の海域であり、これまで当支場は水産動植物の基礎調査を実施してきた。しかし、当海域の資源保護効果についてはこれまで十分に評価されていない。また将来における水産資源管理手法としての保護区の選定には、産卵場、成育場、高密度域等の生態的に重要な海域が含まれていることが重要である。そこで名蔵湾保護水面を含む名蔵湾周辺海域における水産重要魚類の分布状況の概要を把握するために潜水目視観察調査を実施した。この研究の一部は内閣府委託調査研究によるものである。

2. 材料及び方法

1) 調査海域の概要

名蔵湾保護水面を含む名蔵湾全域および名蔵湾隣接海域で、潜水目視観察による水産重要魚類の分布調査を実施した（図 1）。名蔵湾は石垣島西岸に位置し、湾口を西南西に開いた、約幅 6km、奥行き約 5km、海岸線約 20km、面積 27km²、最大水深約 60m のほぼ U 字型の湾である。湾奥には名蔵川があり、その河口周辺にはマングローブが発達している。また沿岸には湾全域で 3.93 km² の海草藻場（環境庁資源保護局、1998）が発達し、水産動物の生育場としても重要な機能を果たしている（太田ら、2006）。名蔵湾保護水面は名蔵湾の北西部に位置し、面積 0.68 km²、汀線から沖合 700m までの、最大水深 5m 程度の礁原内である。そのうち海草藻場は約 13%（面積 0.09km²）を占める（杉山ら、1988）。また、名蔵湾の隣接海域として、屋良部崎一大崎間および石垣島南部新川沖でも調査を実施した。

海域を便宜上、名蔵湾の北西部（N1）、北東部（N2）、南東部（N3）の 3 海域、屋良部崎-大崎間 1 海域（Y1）、石垣島南部新川沖 1 海域（A1）の計 5 海域に区分し、合計 30 箇所の観測定線で調査を実施した（図 1、表 1）。各観測定線は、名蔵湾を中心に合計 50 カ所を超える予備潜水調査に基づき設定し、その位置を GPS によって記録した。Y1 を除く各海域には、それぞれ 2 つの調査海域ラインを設け、各調査海域ラインには 4 区分の異なる水深帯（海草藻場 SG：<2m, Shallow：2-5m, Middle：5-9m, Deep：10-20m）の観

察定線を設定した。Y1 ではひとつの調査海域ライン（L0）および水深帯 Deep のみ 1 カ所（L0-Deep）を保護水面外隣接海域として設定した。N1, N2, N3 には調査海域ライン L1-L6 を設け、4 区分の水深帯をそれぞれ設置した。ただし L3-SG は設定しなかったため、N1, N2, N3 の観測定線は計 23 カ所であった。また、L4-Shallow は名蔵川河口域の水路部の縁辺に設定した。L5-SG では、汀線側（P55）と沖合側（P40）、2 つの観測定線を設置し、ここでは両方を統合して解析した。A1 の調査海域ライン L7 および L8 では Deep の水深帯がなかったため、これを除く 3 つの水深帯、計 6 カ所設定した。全観察定線のうち L1-SG と L1-Middle が名蔵湾保護水面に該当した（図 1）。

2) 潜水観察調査の方法

潜水目視観察調査は Underwater Visual Census（UVC）と呼ばれ、サンゴ礁海域の水産資源調査に広く利用されている方法である。ここでは、SCUBA 潜水によって観測定線を遊泳し、出現した調査対象魚類の尾数と体長を記録した。

表1. 調査定線の設定

海域	調査海域 ライン	水深帯	P#	地形	平均 観察 水深 (m)
Y1	L0	Deep	P12	礁斜面	15
N1	L1	SG	P39	海草藻場	1.5
		Shallow	P10	礁原	3
		Middle	P15	縁脚-縁溝系	5
		Deep	P50	礁斜面	13
	L2	SG	P52	海草藻場	1.5
		Shallow	P04	礁原	3
		Middle	P51	縁脚-縁溝系	6
		Deep	P18	礁斜面	13
N2	L3	Shallow	P27	礁原	3
		Middle	P26	*1（脚注参照）	5
		Deep	P20	礁斜面	10
	L4	SG	P54	海草藻場	1.5
		Shallow	P23	河口水路縁辺	2.5
		Middle	P38	縁脚-縁溝系	5
		Deep	P22	礁斜面	12
		Deep	P24	礁斜面	15
N3	L5	SG-1	P55	海草藻場	1.5
		SG-2	P40	海草藻場	1.5
		Shallow	P32	礁原	5
		Middle	P33	縁脚-縁溝系	7
		Deep	P24	礁斜面	15
	L6	SG	P37	海草藻場	1.5
		Shallow	P42	礁原	3
		Middle	P35	縁脚-縁溝系	7
		Deep	P41	*2（脚注参照）	13
		Deep	P41	*2（脚注参照）	13
A1	L7	SG	P43	海草藻場	1.5
		Shallow	P44	礁原	3
		Middle	P45	縁脚-縁溝系	6
	L8	SG	P47	海草藻場	1
		Shallow	P48	礁原	3
		Middle	P49	*3（脚注参照）	8
		Middle	P49	*3（脚注参照）	8

*1 両端に礁斜面、半島状に伸びた地形

*2 縁脚-縁溝系に隣接した緩やかな勾配の地形

*3 航路の縁辺、砂底の平地にサンゴがパッチ状に分布

調査は船外機船の操船、潜水観察をそれぞれ担当する 2 名

で実施した。観測定線の始点をGPSによって定位した後、ダイバーは潜行し、あらかじめ決められた方位（または進路）および水深に従い10分間遊泳し、観察を行った。データを記録する際はストップウォッチを停止させた。体長測定は目視測定とし、補助のために定規を利用した。また、魚種に応じて全長または尾叉長とし、10cm未満では1cm単位で、10cm以上では5cm単位で記録した。観測定線上の観察幅は5mとした。観察終了後の浮上位置をGPSにより記録し、後に観察距離を計算した。地形の都合上、観測定線が直線でない場合は、あらかじめ通過点の位置を測定し、正確な距離が求まるようにした。各水深帯における観測定線深度は原則として海底に従ったが（表1）、Deepの礁斜面では礁斜面中心部のサンゴおよび魚類分布量の多い水深帯を選択した。観測定線における礁斜面付近の地形は、水深約6–8mの縁脚–縁溝系の地形から、水深約15–20mまでやや急に落ち込むような場合が多かった。

調査対象は主に水産重要魚類10科；ハタ、フエフキダイ、フエダイ、ブダイ（2種）、ベラ（イラ属3種）、イサキ、イトウダイ（1種）、アジ、ヒメジ、アイゴ科の魚類とした。ただし、ブダイ科、ベラ科、イトウダイ科は種を限定した。調査期間は2005年5月–2006年2月とし、合計30定線の調査を原則として毎月実施した。ただし、2005年6月のL0、L3、L4および7月のL7–SG、L8–SGは悪天候による高波、透明度の低下等により実施できなかった。

2) データ解析

生息数の指標には、150m観察における観察個体数（観察個体数/観察距離(m)×150(m)）を用い、ここでは個体数密度（以下、密度とする）として扱った。150mの観測定線を観察幅5mで面積換算すると750m²と同義であるが、移動性の高い魚類も多く観察幅については若干のゆとりをもたせたので、ここでは面積換算を避けた。平均個体数密度は各定線の調査期間の平均値とし、水深帯ごとに1元配置の分散分析および多重比較としてTukeyのHSD検定を用いて、調査海域ライン間を比較した。また魚体サイズの比較は、5cm階級の体長頻度分布図を用いて検討した。なお各階級の体長範囲は、0cm階級（<5cm）、5cm階級（5–9cm）、10cm階級（10–14cm）…とした。各海域・水深

帯の魚種組成を類型化するために、各種の平均密度よりクラスター解析を実施した。クラスター連結には群平均法を用いた。また、平均密度を対数変換 [$\log(x+1)$] して、密度の低い種の貢献度を高めた。統計解析には専用ソフトウェアSTATISTICA 5.1（StatSoft社、USA）を用いた。

3. 結果

1) 調査概要および種組成

調査期間中、合計距離44,101mの潜水観察調査により、対象10科に属する魚類合計19,606個体の計数および体長測定を行った。各観測定線の合計観察距離の平均は1,470±335m、調査1回あたりの平均観察距離は152±44mで、およそ150mであった。各観測定線では14–42種（平均26種）が観察され、全調査海域では合計76種が観察された（表2、表3）。SGでは多くのフエフキダイ、ヒメジ類、一部のフエダイ、ベラ類が観察され、多くは稚魚であった。また、アイゴ類は非常に数量が多く観察対象から除いたが、アイゴ、アミアイゴの稚魚が多数観察された。SGではL6の24種が最多で、L5、L6付近は岸–沖合方向の幅が1kmを超える広大な海草藻場あり、名蔵湾で最も海草藻場が発達している海域である。Shallowではハタ類やフエダイ類の出現種が多くなり、L4、L7がそれぞれ35種、34種で種数が多かった。L4は名蔵河口域の水路部縁辺で、汽水域に進入するフエダイ類が非常に高い密度で生息していた。Middleではさらに出現魚種が増加し、L7で全海域最多の42種が観察された。DeepではL6で最多の34種が出現し、そのうちハタ類9種は全海域中最多であった。全海域のうち保護水面のあるL1海域で特に出現種数が多いという傾向は認められなかった。

2) 生息密度および体長組成

観察対象のうち主な8科魚類について、水深帯ごとに調査海域ライン間の密度と体長頻度分布を比較した（図2、図3、表4）。

ハタ類は計15種が観察され、平均密度はスジアラ、ニジハタ、ナミハタで高かった（表2）。ハタ類全体では全ての水深帯で調査海域ライン間の密度に有意な差が認め

表2. 各水深帯，観測定線の観察魚種リストおよび魚種別平均観察個体数密度（全調査期間中：合計観察個体数/ 合計観察距離×150m）

[illegible]

続く

表2. 続き

種	SG								Shallow								Middle								Deep								Mean
	L1	L2	L4	L5	L6	L7	L8	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L0	L1	L2	L3	L4	L5	L6			
ヒメジ科 (11種)																																	
オジサン	17.7	12.5	13.5	1.3	13.7	0.4	1.4	12.5	4.9	8.4	0.9	18.1	11.0	11.9	21.5	7.1	5.4	8.2	11.4	13.6	14.8	5.0	6.6	18.2	1.3	0.3	4.9	0.5	0.5	27.4	9.2		
インドヒメジ	2.4	3.1	17.1	4.7	19.0	2.2	12.2		0.3	0.2		1.6		3.1	1.3					0.5	8.4	5.6	1.1							2.8			
コバンヒメジ	3.7	9.9	7.8	3.2	2.7	11.2	14.6		0.6	1.3	2.5		0.6	0.3	0.3		0.1				0.1	0.4	0.2						0.4	2.0			
アカヒメジ																									18.5	7.3	22.1				1.6		
オオスジヒメジ	2.3	4.0	5.6	2.2	3.4	1.1	1.8	0.4	0.3	1.9	1.3	1.0	1.0	0.4		0.3	0.5	0.1	1.9	0.1	1.0	2.2	0.8	1.0			0.1		0.3	1.2			
ホウライヒメジ	0.7	2.6	1.1	0.8	2.9	2.5	4.8		0.7	5.9	0.1	3.2	2.1	1.9			0.4	0.1	1.6			2.4	0.2			0.1			1.1	1.2			
リュウキュウヒメジ	6.3		1.5		0.3		0.1	0.5	0.8	0.4		0.2	0.2	0.4	1.3					0.1	0.1	2.0	3.8	1.9					0.5	0.7			
モンツキアカヒメジ					0.3			0.5	4.4		2.1		1.1	0.1							5.9										0.5		
マルクチヒメジ				0.2				0.2	0.1		0.1									0.6	0.4	0.4	0.1	0.2		0.4		0.4	0.4	0.2	0.1		
ヨメヒメジ		0.1		0.1	0.4	0.1		0.2	0.2		2.1			0.1								0.1	0.1								0.1		
タカサゴヒメジ																						0.3									0.0		
アジ科 (5種)																																	
ロウニンアジ											0.1	1.7																			0.1		
コガネシマアジ					0.1																								0.5		0.0		
カスミアジ									0.1		0.1		0.1								0.1										0.0		
イケカツオ			0.1																												0.0		
オニトラアジ															0.1																0.0		
ベラ科 (3種：観察対象イラ属のみ)																																	
クサビベラ	1.1	26.2	5.7	27.7	4.0	0.6	0.6	1.2	1.0	8.5	4.4	4.1	1.3	2.4	3.1	1.5	2.7	4.1	3.6	1.5	1.4	1.0	1.2		0.1	0.1	3.7	1.6			3.8		
シロクラベラ	0.1			1.1	0.5	0.1	0.1	0.2		0.5	2.7		0.7	0.8	0.1				0.1	0.2	0.7	0.6	0.4	0.1					1.2	0.3			
クラカケベラ																				0.6	0.7		0.4	1.9					3.8	0.2			
イサキ科 (5種)																																	
チョウチョウコショウダ イ										0.6		0.1		0.1		0.6	0.1		2.6	0.1		0.2	0.9			0.1	0.3	0.1			0.2		
ヒレク ロコショウダ イ								0.4		0.2	0.2			0.4	0.2	0.1	0.2		0.6	0.5	0.5	0.2	0.3	0.4		0.1				0.1			
アヤコショウダ イ								0.1		0.1	0.2			0.4	0.1		0.4		0.2			0.1							0.8	0.1			
コバ イ											0.7																				0.0		
クロコショウダ イ											0.5																				0.0		
イトウダイ科 (観察対象1種のみ)																																	
トガリエビス													0.3	0.3					0.4	0.1	0.2										0.0		
全76種																																	
密度	102.2	93.0	89.2	71.7	72.3	30.5	59.1	34.5	26.4	58.7	122.2	109.5	42.1	46.1	52.0	73.8	58.6	52.6	71.5	79.6	55.7	49.9	35.3	57.2	65.0	59.5	120.0	75.2	69.8	69.8	66.8		
個体数 n	1,145	846	818	1,376	841	249	547	374	271	498	1,567	1,056	434	445	521	573	566	499	637	668	508	501	441	514	563	473	813	684	532	645			
観察距離(m)	1,681	1,364	1,376	2,880	1,746	1,223	1,388	1,624	1,540	1,273	1,924	1,447	1,547	1,448	1,503	1,165	1,450	1,424	1,339	1,259	1,369	1,507	1,872	1,347	1,300	1,193	1,016	1,365	1,144	1,387			

表3. 各水深帯，観測定線の科別出現種数

科	SG								Shallow								Middle								Deep								Total
	L1	L2	L4	L5	L6	L7	L8	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L0	L1	L2	L3	L4	L5	L6			
ハタ	2	1	0	0	2	0	0	6	4	6	3	6	5	3	1	8	8	5	5	7	5	8	5	6	6	6	4	5	7	9	15		
フエフキダイ	7	5	5	5	7	5	5	3	3	4	5	5	5	4	4	2	2	0	2	5	2	6	6	3	0	1	1	3	2	5	12		
ブダイ	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2			
フエダイ	2	4	1	4	3	3	2	4	2	2	8	4	4	6	4	4	6	2	8	5	5	6	5	8	1	6	1	3	6	4	13		
アイゴ								5	5	5	4	5	6	6	4	7	6	7	6	5	6	6	6	4	6	5	6	5	5	5	9		
ヒメジ	6	6	6	7	8	6	6	6	8	6	6	6	6	8	6	2	4	4	3	4	6	10	8	5	2	3	4	2	2	6	11		
アジ	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5		
ベラ	2	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	1	1	1	2	3	3	2	3	2	1	1	1	2	0	2	3		
イサキ	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	4	1	0	3	2	2	3	0	3	2	1	3	2	1	0	2	1	1	0	1	5		
イトウダイ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		
10科	20	18	14	19	24	16	16	29	25	30	35	29	30	34	26	28	31	20	31	33	32	42	36	30	17	25	19	22	24	34	76		

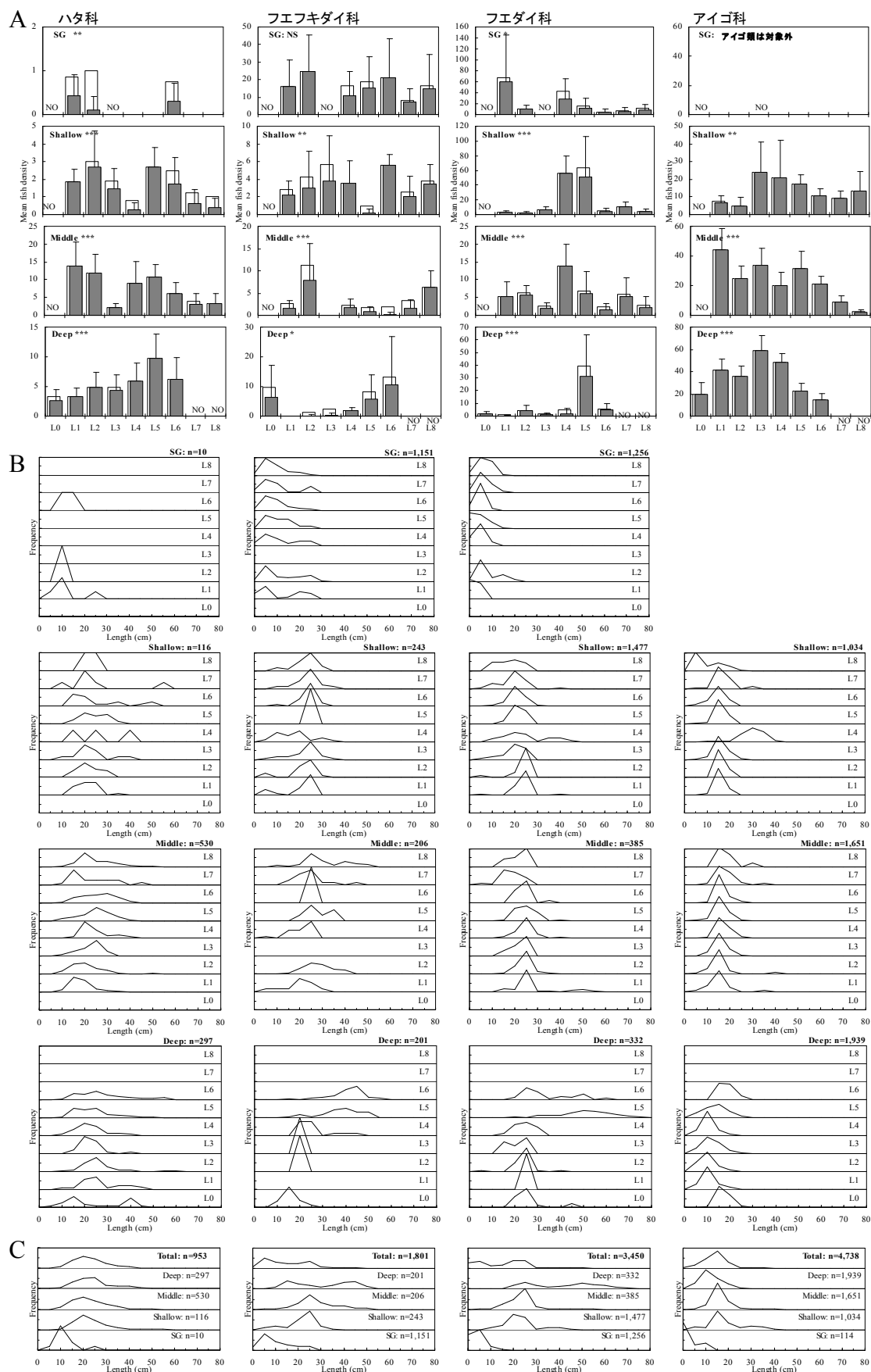


図2. 科・調査海域ライン・水深帯ごとの生息密度と体長頻度分布

A: 生息密度 (■: 月平均±SD, □: 出現時のみの平均)。

分散分析の結果 (NS: 有意差なし, 有意差 * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$) を示す。NOは未調査。

B: 各観測定線の体長頻度分布

C: 水深帯別体長頻度分布

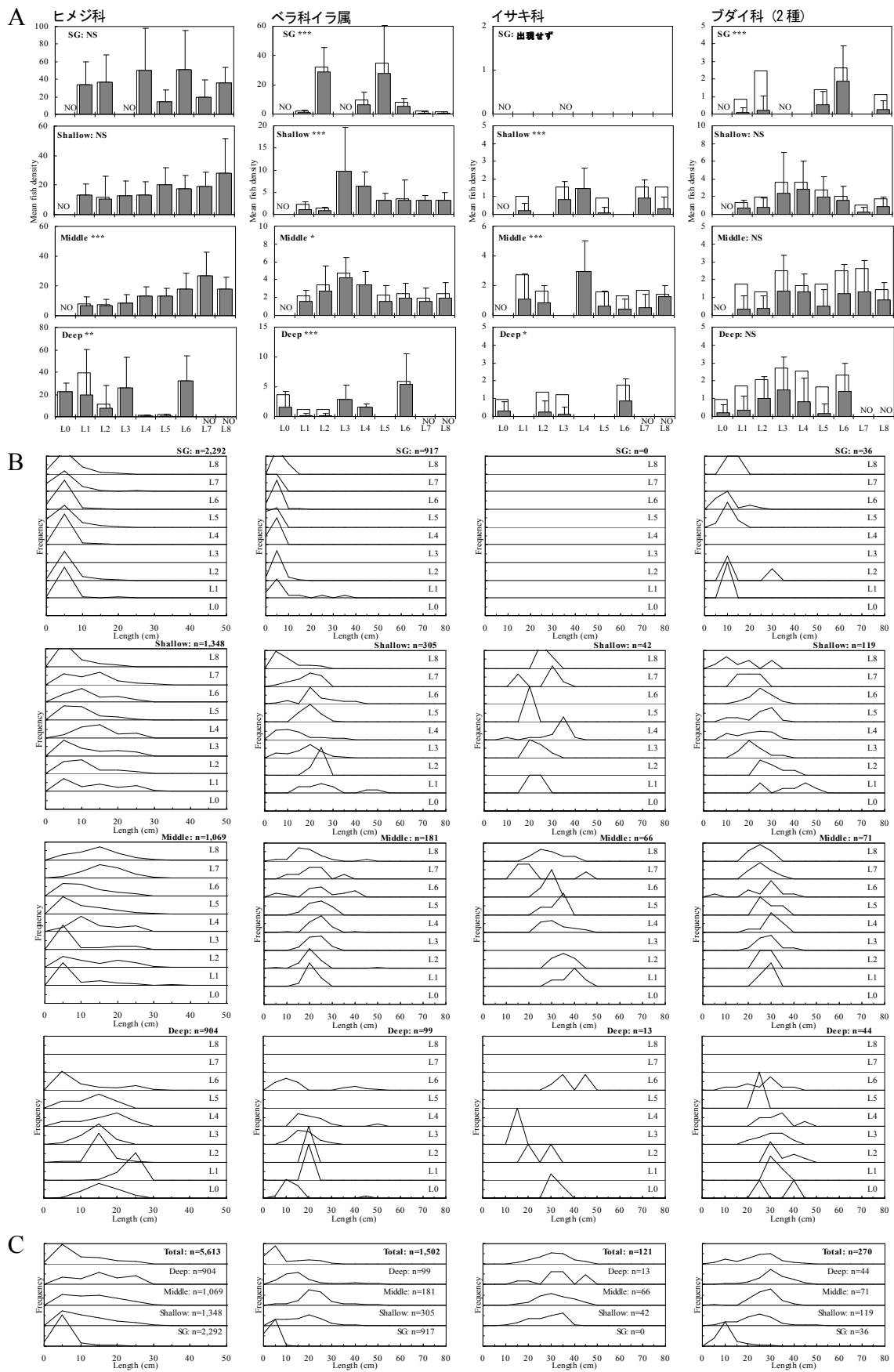


図2. 続き

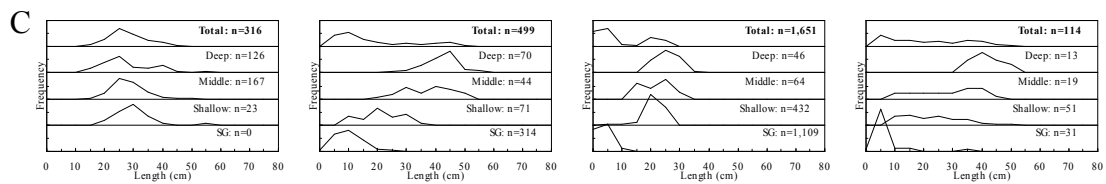
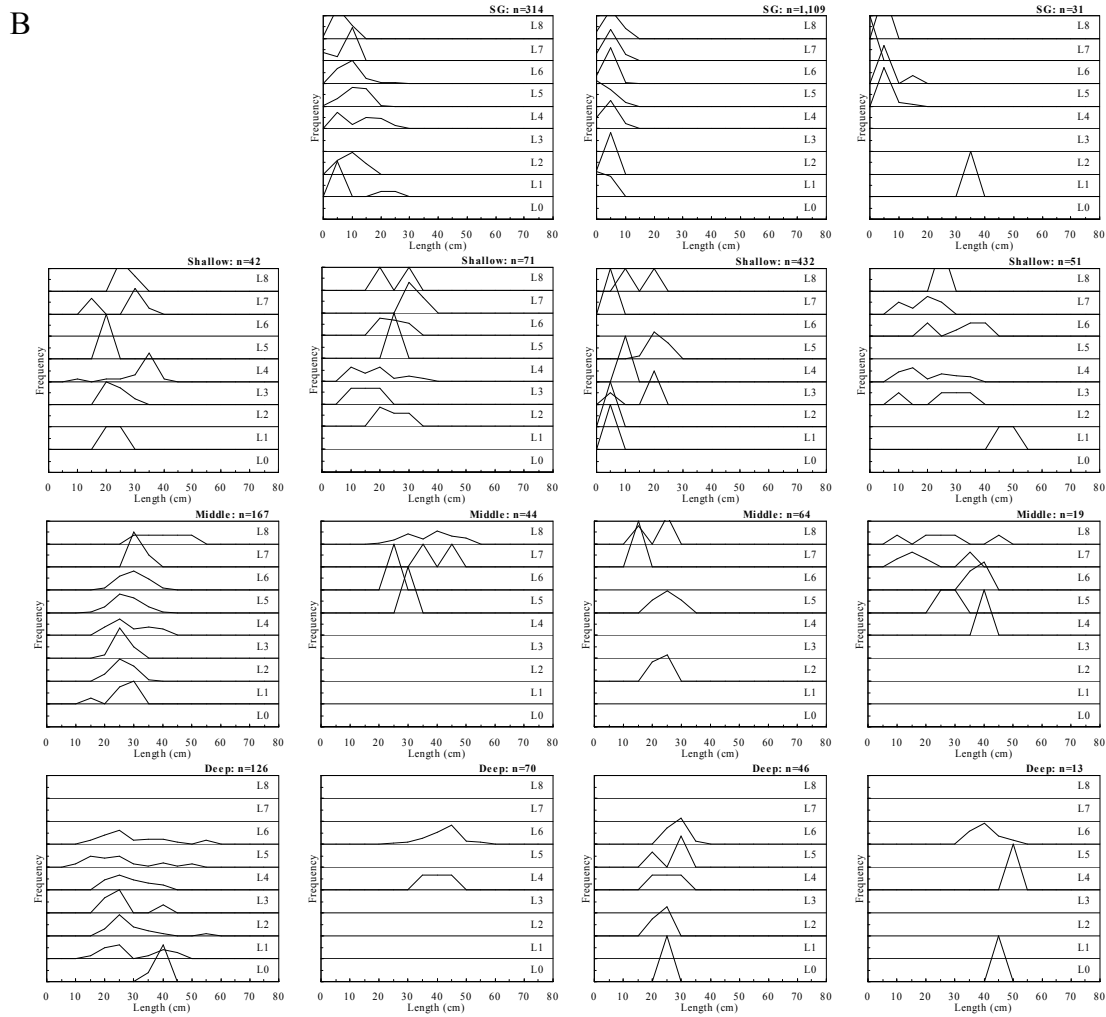
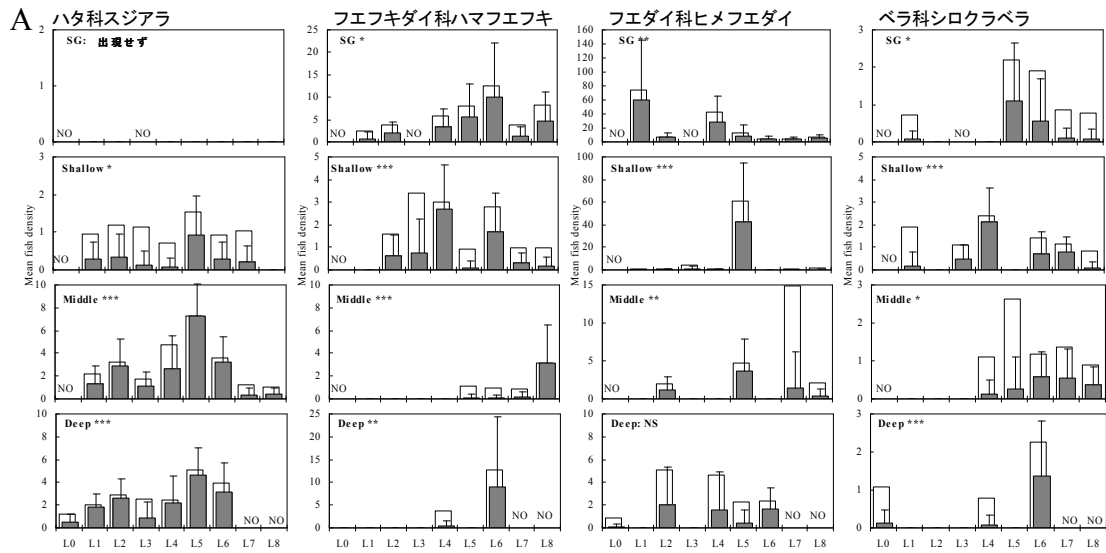


図3. 主な種の調査海域ライン・水深帯ごとの生息密度と体長頻度分布

A : 生息密度 (■ : 月平均±SD, □ : 出現時のみの平均) .

分散分析の結果 (NS : 有意差なし, 有意差 * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$) を示す. NOは未調査.

B : 各観測線での体長頻度分布 C : 水深帯別体長頻度分布

表4. 水深帯ごとの調査海域ライン間の平均生息密度*1の比較

科・種名	水深帯	分散分析 全効果*2	調 査 海 域									
			L0	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	
ハタ (16種)	SG	**		0.4 a	0.1		0.0 a	0.0 a	0.3	0.0 a	0.0 a	
	Shallow	***		1.8	2.7 a	1.5	0.3 ab	2.7 b	1.7	0.6 ab	0.4 ab	
	Middle	***		13.8 a	11.8 b	2.3 a	9.0	10.7	6.1 a	3.1 ab	3.4 ab	
	Deep	***	2.6 a	3.3 a	4.8 a	4.3 a	5.9	9.8 a	6.1			
フェフキダイ (12種)	SG	NS		15.9	24.4		10.9	15.1	20.9	7.1	14.7	
	Shallow	**		2.2	3.0	3.8	3.6	0.2 a	5.6 a	2.1	3.4	
	Middle	***		1.6	7.8 a	0.0 a	1.8 a	0.9 ab	0.2 ab	1.6 a	6.3 b	
	Deep	*	6.4	0.0 a	0.1 a	0.3	1.7	5.7	10.5 a			
フェダイ (13種)	SG	*		60.0 a	10.5		29.0	11.5	4.2 a	6.4 a	9.2	
	Shallow	***	ab	2.9 ab	2.1 ab	6.5 ab	56.7 a	51.3 b	3.9 ab	10.4 ab	4.1 ab	
	Middle	***		5.3 a	5.7 a	2.1 a	13.8 a	6.0 a	1.5 a	5.2 a	2.2 ab	
	Deep	***	1.6 a	0.2 a	4.1 a	1.3 a	2.1 a	31.4 a	5.1 a			
上記3科	SG	NS		76.4	34.9		39.9	26.5	25.4	13.5	23.9	
	Shallow	***		7.0 ab	7.8 ab	11.7 ab	60.5 a	54.2 b	11.2 ab	13.1 ab	7.9 ab	
	Middle	***		20.7 a	25.3 b	4.3 abcd	24.6 c	17.6 d	7.8 abc	10.0 bc	11.9 bc	
	Deep	***	10.7 a	3.6 a	9.0 a	5.8 a	9.7 a	47.0 a	21.7			
アイゴ (9種)	SG											
	Shallow	**		6.8 a	4.8 ab	23.7 a	20.7 b	17.0	10.4	9.1	13.2	
	Middle	***		44.0 a	24.7 a	33.9 b	19.9 ab	31.5	21.2 a	8.8 ab	2.2 ab	
	Deep	***	19.9 ab	41.2 a	35.6 a	58.8 a	48.5 b	22.1 ab	15.1 ab			
ヒメジ (11種)	SG	NS		33.7	36.9		50.3	14.2	51.1	19.8	35.8	
	Shallow	NS		13.3	10.5	12.7	13.5	20.1	17.6	19.0	28.0	
	Middle	***		7.0 a	6.6 a	8.5 a	13.0 a	13.4 a	17.8	26.6 a	17.9	
	Deep	**	22.6	19.7	8.0	26.3	0.8 a	0.6 a	32.1 a			
ペラ (仔属3種のみ)	SG	***		1.2 a	29.1 a		6.3 a	27.9	5.5 a	0.7 a	0.7 a	
	Shallow	***		1.1 a	0.9 a	9.7 a	6.3	3.2 a	3.2 a	3.2 a	3.3 a	
	Middle	*		1.6 a	2.7	4.2 a	3.4	1.6 a	2.0	1.6 a	1.9	
	Deep	***	1.6 a	0.1 a	0.1 a	2.9	1.6 a	0.0 a	5.4 a			
イサキ (5種)	SG	NS		0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Shallow	***		0.2 a	0.0 a	0.9	1.4 a	0.1 a	0.0 a	0.9	0.3 a	
	Middle	***		1.1 a	0.8 a	0.0 a	2.9 a	0.6 a	0.4 a	0.5 a	1.3	
	Deep	*	0.3	0.0 a	0.3	0.1	0.0 a	0.0 a	0.9 a			
ブダイ (2種のみ)	SG	***		0.1 a	0.2 a		0.0 a	0.6 a	1.9 a	0.0 a	0.3 a	
	Shallow	NS		0.7	0.8	2.4	2.8	1.9	1.6	0.3	0.9	
	Middle	NS		0.4	0.4	1.4	1.3	0.5	1.2	1.3	0.9	
	Deep	NS	0.2	0.3	1.0	1.5	0.8	0.2	1.4			
スジアラ (ハタ科)	SG	NS		0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Shallow	*		0.3	0.4	0.1 a	0.1 a	0.9 a	0.3	0.2	0.0 a	
	Middle	***		1.3 a	2.9 a	1.2 a	2.6 a	7.3 a	3.2 a	0.4 a	0.4 a	
	Deep	***	0.5 a	1.8 a	2.6	0.9 a	2.2	4.6 a	3.2			
ハマフエフキ (フエフキ科)	SG	*		0.7 a	1.9		3.3	5.7	10.1 a	1.3	4.6	
	Shallow	***		0.0 ab	0.6 a	0.8 a	2.7 a	0.1 a	1.7 b	0.3 a	0.2 a	
	Middle	***		0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.1 a	0.1 a	0.2 a	3.2 a	
	Deep	**	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.4 a	0.0 a	8.9 a			
ヒメフエダイ (フエダイ科)	SG	**		59.8 a	7.0 a		29.0	8.7 a	3.7 a	3.6 a	5.4 a	
	Shallow	***		0.1 a	0.1 a	1.0 a	0.1 a	42.7 a	0.0 a	0.1 a	0.2 a	
	Middle	**		0.0 a	1.2	0.0 a	0.0 a	3.7 a	0.0 a	1.5	0.4 a	
	Deep	NS	0.1	0.0	2.0	0.0	1.6	0.5	1.6			
シロクラペラ (ペラ科)	SG	*		0.1	0.0 a		0.0 a	1.1 a	0.6	0.1	0.1	
	Shallow	***		0.2 a	0.0 a	0.5 a	2.1 a	0.0 a	0.7 a	0.8 a	0.1 a	
	Middle	*		0.0 ab	0.0 ab	0.0 ab	0.1	0.3	0.6 a	0.6 b	0.4	
	Deep	***	0.1 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.1 a	0.0 a	1.4 a			

*1 観測定線長さ150m×幅5m。調査期間（2005年5月～2006年2月、各月1回）の平均。

2 NS：有意差なし， p<0.05，** p<0.01，*** p<0.001

* 値に付したa, b, c, d はそれぞれ多重比較で有意差 (p<0.05) の認められた群。

られた（図2，表4）。ハタ類はSGにはほとんど出現しないが、シロブチハタ、カンモンハタの小型個体が出現し、L1海域で密度がやや高かった。ShallowではL2，L5で、MiddleではL1，L2で、DeepではL5で密度が高かった。L2-Shallow，L1およびL2-Middleで密度が高いのはニジハタによるものであり、L5-ShallowおよびDeepではスジアラ、ナミハタの割合が高かった（図2，表2）。ハタ類の代表としてスジアラについて図3に示す。スジアラはSG

では観察されず、その他の水深帯では調査海域ライン間の密度に有意な差が認められ、いずれの水深帯でもL5での密度が高かった（図3，表4）。ハタ類全体の水深帯別体長組成をみるとSGではモードが10cm階級で小型個体が多く、水深が増すにつれて大型個体の割合が増える傾向がみられた。スジアラでも水深が増すにつれて大型個体の割合が増えたが、Deepでは10cm階級程度の小型個体も観察された。

フエフキダイ類は計12種が観察され、平均密度はマトフエフキ、ハマフエフキ、イソフエフキで高かった(表2)。フエフキダイ類全体ではSGを除く全ての水深帯で調査海域ライン間の密度に有意な差が認められた(図2, 表4)。ShallowではL6でやや密度が高かった。MiddleではL2, L8で密度が高く、DeepではL6でやや密度が高かった。フエフキダイ類の代表としてハマフエフキについて図3に示す。ハマフエフキは全ての水深帯で調査海域ライン間の密度に有意な差が認められ、SGではL6で、ShallowではL4, L6で、MiddleではL8で、DeepではL6で密度が高かった(図3, 表4)。フエフキダイ類全体のSGでは有意差が認められなかったが、種によって違いのあるものがあった(表2)。ハマフエフキはL6で多かったが、イソフエフキではL1およびL2で高い傾向があった。フエフキダイ全体の水深帯別体長組成をみると、SGではモードが5cm階級で稚魚が多く観察されたが、マトフエフキのように25cmを超える成魚まで出現する種もあった。フエフキダイ科全体でも水深が増すにつれて大型個体の割合が増える傾向がみられた(図2)。この傾向はハマフエフキではより顕著であった(図3)。

フエダイ類は計13種が観察され、平均密度はヒメフエ

ダイ、アミメフエダイ、ニセクロホシフエダイで高かった(表2)。フエダイ類では全ての水深帯で調査海域ライン間の密度に有意な差が認められた(図2, 表4)。SGでは特にヒメフエダイの稚魚が多く、L1で密度が高かった(図2, 図3, 表4)。ShallowではL4, L5で、MiddleではL4で、DeepではL5で密度が高かった。L4-Shallowでは汽水域に進入するオキフエダイ、ゴマフエダイ、ニセクロホシフエダイが、L5-Shallowではヒメフエダイが、L5-Deepではバラフエダイが非常に高い密度で観察された(表2, 図3)。フエダイ全体の水深帯別体長組成をみると、水深が増すにつれて大型個体および大型種の割合が増える傾向がみられた(図2, 表2)。この傾向はヒメフエダイで顕著であった(図3)。

アイゴ類は計9種が観察され、平均密度はヒフキアイゴ、ヒメアイゴ、サンゴアイゴで高かった(表2)。アイゴ類では観察対象外のSGを除き、全ての水深帯で調査海域ライン間の密度に有意な差が認められた(図2, 表4)。ShallowではL3, L4でやや密度が高く、L4では特にゴマアイゴの密度が高かった(表2)。MiddleではL1, L3で、DeepではL3, L4で密度が高かった。水深帯別体長組成をみると、SG(観察対象から除いたが、一部データを記録し

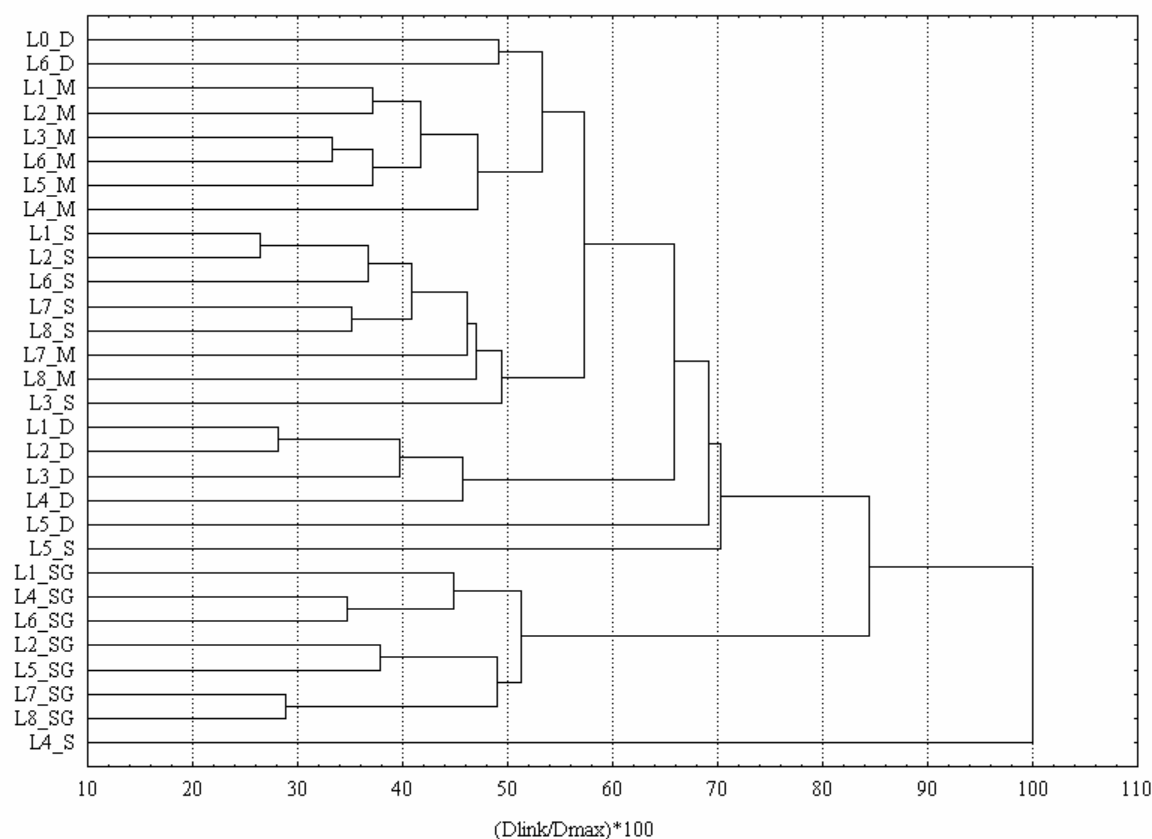


図4. 各観測定線の平均密度によるクラスター解析結果

た)では主にアイゴ, アミアイゴの稚魚が出現し, Shallow, Middle のモードは 15cm 階級であった。一方, Deep ではモードが 10cm 階級であり, やや小型個体が多い傾向がみられた。この傾向はヒフキアイゴ, ヒメアイゴ, サンゴアイゴなどでみられた (図 3)。

ヒメジ類は計 11 種が観察され, 平均密度はオジサン, インドヒメジ, コバンヒメジで高かった (表 2)。ヒメジ類では Middle と Deep で調査海域ライン間の密度に有意な差が認められた (図 2, 表 4)。Middle では L7 で, Deep では L6 で密度が高かった。水深帯別体長組成をみると, SG では主に稚魚が生息し, 水深が増すにつれて大型個体の割合が増える傾向がみられた (図 2)。

ベラ類はイラ属のクサビベラ, シロクラベラ, クラカベラ 3 種を調査対象とした。ベラ類全体およびシロクラベラにおいて, 全ての水深帯で調査海域ライン間の密度に有意な差が認められた (図 2, 図 3, 表 3)。しかし, ベラ類全体の傾向は主に生息密度の高いクサビベラによるものであり, シロクラベラとは顕著に異なった。SG にはクサビベラとシロクラベラが出現し, ベラ類全体では L2 で密度が高かったが, シロクラベラでは L5 で密度が高かった (表 2, 図 3, 表 4)。また, Shallow では L3 で密度が高かったが, シロクラベラは L4 で密度が高かった。Middle では L3 がやや密度が高いが, 海域間の大きな差は認められなかった (図 2)。一方, シロクラベラでは L6, L7 で密度が高かった。Deep ではベラ類全体, シロクラベラともに L6 で密度が高かった (図 2, 図 3, 表 4)。ベラ類全体の水深帯別体長組成をみると, SG では主に稚魚が生息し, Shallow, Middle ではモードが 20–25cm 階級でより大きい, Deep ではモードが 10–15cm 階級でやや小さかった。一方, シロクラベラでは水深の増加に伴い大型個体の割合が増した (図 3)。

イサキ類は計 5 種で, チョウチョウコショウダイ, ヒレグロコショウダイ, アヤコショウダイなどが観察されたが密度は他の科に比べ高くなかった (表 2)。生息密度は L4-Shallow, L4-Middle, L6-Deep で高かった (図 2, 表 4)。

ブダイ類はヒブダイ, イロブダイの 2 種を調査対象としたが, イロブダイの観察はわずかであった (表 2)。SG 以外では調査海域ライン間の密度に有意な差が認められなかった (図 2, 表 4)。SG では L6 で密度が高かった。水深

帯別体長組成をみると, SG では主に稚魚が生息し, 水深が増すにつれて大型個体の割合が増える傾向がみられた (図 2)。

3) 名蔵湾の水産重要魚類分布状況による調査海域の類型化

各魚種の平均密度を用いたクラスター解析によって, 各海域・水深帯の類型化を試みた (図 4)。それぞれの水深帯は概ねよくまとまったクラスターを形成しており, 同じ水深帯では類似した魚類群集であること示した。反対に, 異なる水深帯では種組成が異なることを示した。また, いくつかの海域ではその特徴的な魚類群集を反映して, 比較的独立したクラスターを形成した。特に名蔵川河口域の L4-Shallow は大きく異なり, これは汽水域に進入する魚類を多く含んだ特徴的な魚類群集を反映した。また, L5-Shallow はヒメフエダイ, ヨスジフエダイの若齢魚が高密度で観察され, また L5-Deep はバラフエダイ, ヨコシマクロダイなどリーフ外で群れを形成する魚種が頻繁に観察された海域であった。

4. 考察

本研究により, 名蔵湾周辺における水産重要魚類の分布状況の概要を把握した。多くの分類群では生息密度に海域間の違いがあり, 高密度域は分類群によって異なる場合も少なくなかった。過去に海草藻場の稚魚分布調査 (太田ら, 2006) により, 湾口部に近い北西部 (名蔵湾保護水面) ではイソフエフキ, ヒメフエダイが高密度であるのに対して, ハマフエフキ, シロクラベラなどは湾奥 (名蔵川河口南側) に多いことが報告されており, 本研究でもほぼ同様の結果となった。ここで示したように海草藻場は多くの水産重要種の生育場として重要であるが, 魚種によって分布状況が異なり, 海草藻場の環境に何らかの違いがあり, それに対応した稚魚の生態特性があることが示唆された。一方, Shallow から Deep でも, 分類群によって高密度域は異なったが, ここで図示したスジアラ, ハマフエフキ, ヒメフエダイ, シロクラベラなどの重要魚種は L4, L5, L6 の名蔵川河口域周辺海域に比較的高密度に分布しており, マングローブ河口域の生産性の高さに関連するかもしれない。さらに, 各水深帯の体長組成から, 多くの分類群で水深帯

が深くなるにつれてモードが大きくなる傾向がみられた。このような変化は各種の生態特性に応じて、成長に伴い分布域を変えていくためだと考えられた。特に主に海草藻場を生育場とする種では、成長に伴い分布域を沖合へ移動させていく傾向が顕著であった。

海洋保護区による資源の持続的利用を図るためには、その目的に応じた海域に保護区を設定すべきである。全面禁漁区では、保護区内で1)漁獲圧を低下させる(0にする)、2)密度を高める、3)サイズ、年齢を増加させる、4)資源量を増加させる、5)産卵量および仔稚魚の生産量を増加させる効果があると考えられ、保護区外で6)密度効果により保護区内から着定期以降の個体がしみ出す「Spillover効果」、7)卵稚仔が供給される「recruitment効果」が期待できるとされる(Russ, 2002)。資源管理手法としては、前述した6)、7)の保護区外への効果がなければならないので、保護区を設定する際には十分考慮しなければならない。フィリピンでの調査によると、保護区内での効果は保護区設定後すぐに現れ始めるものの、保護区外への効果

(特に6)の効果)は、8年以上経過した後に、保護区縁辺の数百m内で認められるものの、あまり大きくないことが示されている(Russ, 2002; Abesamis et al., 2006)。一方、近年の沖縄島北部のハマフエフキの資源回復の試みでは、若齢魚を多く漁獲していた海域を一定期間禁漁区にすることで、その後の漁獲量増大を成功させている(海老沢, 私信)。これは若齢魚の生育場を保護区にしたことにより、6)の効果が現れ資源を増大させたとも解釈できるが、その実質的な意味は若齢魚の漁獲量を減らして成長乱獲を防いだ結果と考えられる。このように、若齢魚の多く獲られている海域が実在した場合、保護区の効果は大きいと考えられる。成長乱獲を防ぐための手法は体長制限などもあるが、本研究で示されたようにL4およびL5-Shallowでフエダイ類、ハマフエフキ、シロクラベラ等複数種の若齢個体が高密度に生息する場合があります、保護区には複数種をまとめて扱える利点がある。しかし、近年の沿岸性魚類の資源状態の悪化は加入乱獲によるものと考えられ、再生産により直接的に寄与する産卵親魚群の保護が重要である(Sadovy and Domeier, 2005)。ハタ類を始め、フエフキダイ類、フエダイ類など主要な沿岸性魚類(太田ら, 2007; 太田, 工藤, 2007)は産卵集群を形成するものも多

く(Johannes et al., 1999; Russell, 2001), その際に多獲される場合も多い。産卵場となる海域が種間で重複する場合も多いので、産卵場を保護区に設定して、複数種の親魚保護、包括的な漁場保護による7)の効果을期待し、資源の持続的利用を目指していくことが重要だと考えられる。

本研究では、潜水観察調査によって名蔵湾および周辺海域での水産重要魚類の分布密度、様式について多くの知見を得た。潜水観察調査で得られた情報は漁業に依らない資源情報としても重要であり、随時活用していくことで利用価値が高い情報となるであろう。

文 献

- Abesamis R. A., Alcala A. C., and Russ G. R., 2006: How much does the fishery at Apo Island benefit from spillover of adult fish from the adjacent marine reserve? *Fish. Bull.* 104, 360-375.
- Johannes R. E., Squire L., Graham T., Sadovy Y., and Rengul H., 1999: Spawning aggregations of groupers (Serranidae) in Palau. *Marine Conservation Research Series Publication No.1*, The Nature Conservancy. pp. 144.
- 環境庁自然保護局, 1998: 第5回自然環境保全基礎調査. 海辺調査総合報告書. pp. 500.
- 内閣府沖縄総合事務局農林水産部, 2005: 第33次沖縄農林水産統計年報. 水産業部門. pp. 84.
- 太田 格, 與世田兼三, 浅見公雄, 丸山拓也, 2006: 名蔵湾の海草藻場における水産重要魚類稚魚の分布様式. 平成16年度沖縄県水産試験場事業報告書. 193-202.
- 太田 格, 工藤利洋, 海老沢明彦, 2007a: 八重山海域の沿岸性魚類資源の現状. 平成17年度沖縄県水産試験場事業報告書.
- 太田 格, 工藤利洋, 2007b: 八重山海域における主要沿岸性魚類の種別漁獲量の推定. 平成17年度沖縄県水産試験場事業報告書.
- Russ G. R., 2002: Yet another review of marine reserves as reef fishery management tools. In *Coral Reef Fishes* (eds. By Sale P. F.). Elsevier Science, USA, 421-443.

Russell M., 2001: Spawning aggregations of reef fishes on the Great Barrier Reef: Implications for management. Great Barrier Reef Marine Park Authority. pp, 37.

Sadovy Y. and Domeier M., 2005: Are

aggregation-fisheries sustainable? Reef fish fisheries as a case study. Coral Reefs. 24, 254-262.

杉山昭博, 吳屋秀夫, 広谷育子, 平手康市, 1988 : 昭和62年度名蔵湾保護水面管理事業調査報告書 (藻場). 沖縄県水産試験場資料, 103. pp, 24.