

# アジア・南太平洋地域

## 水産養殖計画基準

昭和 59 年 3 月

国際協力事業団

林水産

J R

84-17



# アジア・南太平洋地域

水産養殖計画基準

JICA LIBRARY



1033112[2]

昭和 59 年 3 月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '85. 1. 14	100
登録No. 10981	89.6
	FDT

## は し が き

近年、わが国に対する農林水産分野の技術協力要請は年々増加する勢いにあり、かつ、要請内容も多様化する傾向にある。国際協力事業団としても、これ等要請に積極的に応えるべく努力を重ねているが、何分にも広範囲な要請内容のなかには、必ずしも未だ系統的に確立されておらず、我が国のノウハウが充分でない技術分野も含まれている。

この様な分野においては、関連する技術情報を收拾整理し、かつ、従来技術協力の経験により得られた知見も加えて、専門家のプロジェクト運営に対する指針となるべき手引書の作成が強く望まれている。当事業団においては、逐年この種の分野に関する調査を行い、該当プロジェクトの運営指針となるべき手引書の作成を行っているが、今回は、現在の水産関係技術協力の内で特に比重の高い水産養殖について、アジア・南太平洋地域を対象として、そのあり方、研究の実態を通じて今後の当該分野のプロジェクト実施に必要な手引書を作成した。

熱帯・亜熱帯地域での水産養殖技術の蓄積が始まって日の浅い我が国にとって、本報告書は極めて貴重な成果であり、今後、アジア・南太平洋地域で水産養殖分野における協力を推進する際の指針書として、関係各位により広く活用されることを期待している。

最後に、本調査の実施に御尽力いただいた関係国及び我が国政府関係機関の各位、ならびに、執筆者各位に対し心からの感謝の意を表する次第である。

昭和59年10月

国際協力事業団

理事山極 榮 司



## 編 修 に あ た っ て

日本の対外技術援助が始められたのは国際協力事業団の前身である海外技術協力事業団設立(1962)後といっても過言ではない。

したがってその歴史は新しく、分野によっては今なを試行錯誤の段階に近いものもある。特に養殖のような第一産業の場合は対象生物を異にし、環境がちがひ、しかも技術を受け入れる国の社会態勢がちがうため様々の問題点が指摘されている。

こうした問題点を少しでも早く脱却し、技術協力をより効果的に行う目的で、今回の国際協力事業団による海面養殖マニュアル作成の挙となったわけである。

たゞ海面養殖は魚介・甲殻類を含む広範な分野であることも理由の一つだが、その他、利用する対象者が明確にできなかったことや時間が制約されたこともあり、いわゆるマニュアルとは程遠いものとなったことは否めない。これを礎石とし、次の機会により理想的なものとしたいものである。

これまでの専門家の問題点を一言にして云えば、熱帯圏の知識不足、更には現地側住民の生活、考え方等いわゆる文化人類学的な理解の不足があるが、それにもまして危険なのは技術偏重の考え方である。第一次産業の技術は決して普遍的なものでないことは心すべきことであろう。

本マニュアル作成に当っては、ユニバーサル・マリン・コンサルタント(株)宮村光武(総括甲殻類)、大洋漁業(株)大洋研究所市村武美(甲殻類)、オーバーシーズ・アグロフィッシュリーズ・コンサルタント(株)加藤泰久氏(貝類)、深尾浩氏(貝類)、(株)国際水産技術開発座間味真(魚類)、平松一人(魚類)の協同で行われた。また製作に当っては下記の専門家の助言をうけた。

東海区水産研究所技術連絡室長	菅野 尚
養殖研究所	福所 邦彦
	松里 寿彦
社団法人日本栽培漁業協会	松岡 玳良

厚く御礼申し上げます。

編修代表者 加 福 竹一郎





# アジア・南太平洋水産養殖計画策定基準

## 目 次

### 第1章 アジア・南太平洋地域の養殖環境

1-1 気象環境	1
1-1-1 気候区	1
1-1-2 気 温	3
1-1-3 降水量	5
1-1-4 風	6
1-1-5 日照率と日照時間	7
1-1-6 湿 度	8
1-1-7 モンスーン	9
1-1-8 サイクロン	10
1-1-9 台 風	10
1-1-10 水収支	11
1-2 海象環境	12
1-2-1 海域区分	12
1-2-2 海象環境の分類	12
1-2-3 外洋に面した沿岸域	12
1-2-4 内湾海域	14
1-2-5 水道海域	14
1-2-6 河川影響海域	14
1-2-7 海面水温	15
1-2-8 海面塩分	16
1-2-9 PH	20
1-2-10 栄養塩	20
1-2-11 溶存酸素量	20
1-2-12 透明度	22
1-2-13 海 流	22
1-2-14 潮 汐	27
1-2-15 波 浪	28
1-3 地象環境	30
1-3-1 底質による地域区分	30

1-3-2	南支那海の底質分布	30
1-3-3	マラッカ海峡の海産の状態	31
1-3-4	ビルマのARAKAN海岸の泥火山	31
1-4	生物環境	31
1-4-1	プランクトン	31
1-4-2	植物プランクトンの基礎生産量	31
1-4-3	動物プランクトンの量	32
1-4-4	マングローブ及び河口・ラグーンの養殖可能面積	33
1-4-5	東南アジアにおける魚種別生産量	33
1-5	主要国の環境概要	40
1-5-1	インド	40
1-5-2	バングラデシュ	40
1-5-3	マレーシア	41
1-5-4	インドネシア	42
1-5-5	フィリピン	43
	引用文献	
第2章	水産養殖計画策定基準	47
2-1	基本的概念	47
2-2	調査内容と方法	52
2-2-1	自然環境調査	52
2-2-2	社会・経済環境要因	61
2-3	策定基準	63
2-3-1	養殖手法別自然環境・基準	63
2-3-2	社会・経済環境基準	70
	引用文献	
第3章	重要魚介甲殻類の生物学的特性と養殖技術	74
3-1	生物学的特性	74
3-1-1	養殖生産概況	74
3-1-2	小規模養殖業の推移と動向	79
3-1-3	主要種の生物学的特性	82
3-2	天然種苗	116
3-2-1	魚類	116
3-2-2	甲殻類	119
3-2-3	貝類	126

3-3	親魚	131
3-3-1	魚類	131
3-3-2	甲殻類	135
3-3-3	貝類	140
3-4	人工種苗	141
3-4-1	甲殻類	141
3-4-2	魚類	142
3-4-3	餌料生産技術	144
3-5	養成	151
3-5-1	養成施設	151
3-5-2	養殖管理	165
3-5-3	収穫と出荷	171
3-6	魚病	172
3-6-1	魚類	175
3-6-2	甲殻類	177
3-6-3	貝類	182
引用文献		
付1	国別養殖可能性対象種リスト	189
付1-1	魚類	189
付1-2	甲殻類	192
付1-3	貝類	193
付2	日本における水産用医薬使用規準ならびに使用禁止の薬品リスト(1984)	197
付3	農薬の魚毒性分類一覧表	199
参考文献・資料		
1	魚類	200
2	甲殻類	213
3	貝類	220
4	養殖全般	222
5	水産全般	227
6	統計	231



# 1 アジア・南太平洋地域の養殖環境

## 1-1 気象環境

### 1-1-1 気候区

アジア・南太平洋地域（以下「対象地域」と称する）を気候の面で大きく分ると、中国南部を除き、北緯6度を中心に、以北の熱帯モンスーンアジアと、以南の湿潤熱帯の2気候区に分けられる。<sup>2)</sup>前者では雨期と乾期の区別がはっきりしており、インド、スリランカ、バングラデシュ、ビルマ、タイ、カンボジア、フィリピンがこの気候区に属する。後者の湿潤熱帯では毎月多雨が特徴で、マレーシア、シンガポール、インドネシア、フィジーがこの気候区に属する。

上で除外した中国南部は温帯モンスーン域という気候区に属する。

上記3気候区の代表地点における月降水量の平年値を表1-1に示す。

表1-1 各気候区代表地点の降水量季節変化

気候区	熱帯モンスーンアジア	温帯モンスーン域	湿潤熱帯
国	ビルマ	香港	インドネシア
地点	アキアブ	中国南岸	メダン
位置			スマトラ
1月	5 mm	30	137
2	3	60	91
3	15	70	104
4	14	133	132
5	362	332	175
6	966	479	132
7	1,110	286	135
8	1,162	415	178
9	655	364	211
0	398	33	259
11	68	46	246
12	20	17	229
年	4,778	2,265	2,029
統計期間	1951~1960	1951~1960	1879~1936

(倉島、他、1964)

なお、表1-1および表1-3~10に示す気象観測地点の位置は表1-2および図1-1のとおりである。

表1-2 気象観測地点の経度経緯

国	地	点	経緯	経度
インド	ボンベイ	Bombay	18°-54' N	72°-40' E
	マスリパトナム	Masutipatnam	16 -11 N	81 -08 E
スリランカ	コロンボ	Colombo	06 -54 N	79 -52 E
	トリンコマリー	Trincomalee	08 -35 N	81 -15 E
	マナール	Mannar	08 -59 N	79 -55 E
バングラデシュ	チッタゴン	Chittagong	22 -16 N	91 -49 E
	ジェソール	Jessore	23 -10 N	89 -13 E
	ナラヤンガンジ	NarayanganJ	23 -37 N	90 -30 E
	スリマンガル	Srimangal	24 -19 N	91 -44 E
ビルマ	ラングーン	Rangoon	16 -46 N	96 -10 E
	アキアブ	Akyab	20 -08 N	92 -53 E
タイ	バンコック	Bangkok	13 -44 N	100 -30 E
フィリピン	アパリ	Aparri	18 -22 N	121 -38 E
	マニラ	Manila	14 -31 N	121 -00 E
	ザンボアンガ	Zamboanga	06 -54 N	122 -04 E
	レガスピ	Legaspi	13 -08 N	123 -44 E
英領	香港	Hong Kong	22 -18 N	114 -10 E
中国	廈門	Amoy	24 -27 N	118 -04 E
	汕頭	Swatow	23 -21 N	116 -40 E
マレーシア	クアラルンプール	Kuala Lumpur	03 -07 N	101 -42 E
	サンダカン	Sandakan	05 -54 N	118 -04 E
シンガポール	シンガポール	Shingapore	01 -21 N	103 -54 E
インドネシア	メダン	Medan	03 -34 N	98 -41 E
	パダン	Padang	00 -53 S	100 -21 E
	ジャカルタ	Djakarta	06 -11 S	106 -50 E
	バリクパパン	Balikpapan	01 -16 S	116 -54 E
	ウジュンパングン (マカッサル)	Ujung Pandang (makassar)	05 -04 S	119 -33 E
	シワコール	Siwakool	07 -06 S	110 -12 E
	スラバヤ	Surabaja	07 -13 S	112 -43 E
フィジー	ナンディ	Nandi	17 -45 S	177 -27 E

(倉島・他, 1964)

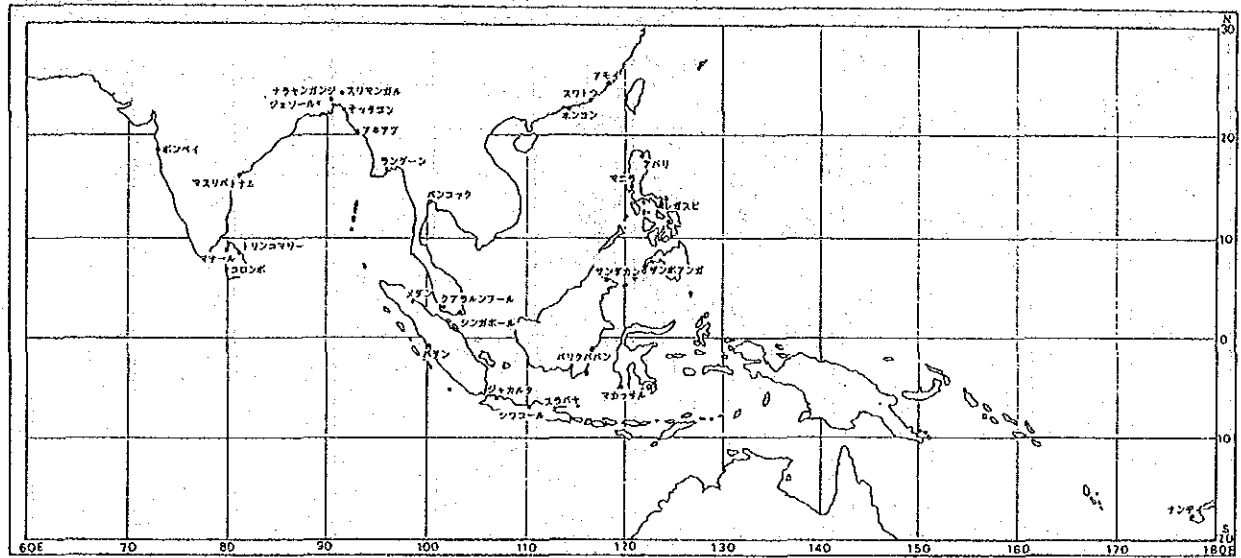


図1-1 調査対象海域における気象観測地点

1-1-2 気温

表1-3に対象地域内の主な地点の気温の平年値を、また図1-2および図1-3に1月、7月の気温分布を示す。表1-3をまとめると、年平均気温は熱帯モンスーンアジアでは25.7～28.0°C、フィジーを除く湿潤熱帯では26.1～27.5°C、フィジーでは24.8°C、温帯モンスーン域の香港では22.6°Cとなっている。

表1-3 主な地点の気温統計値

気候区	国	地点	年平均気温 °C	月平均気温の最高値(その月) °C 月	月平均気温の最低値(その月) °C 月	気温の年較差 °C	統計期間
熱帯モンスーン アジア	インド	ボンベイ	27.3	29.9 ( 5 )	24.0 ( 2 )	5.9	1931-1960
	"	マスリパトナム	27.8	32.3 ( 5 )	23.3 ( 12 )	9.0	"
	スリランカ	コロンボ	26.9	28.0 ( 5 )	26.1 ( 12 )	1.9	"
	バングラデシュ	チャッタゴン	25.7	28.3 ( 5 )	19.0 ( 1 )	9.3	"
	ビルマ	ラングーン	27.3	29.8 ( 4 )	24.3 ( 1 )	5.5	1951-1960
	タイ	バンコック	28.0	30.3 ( 4 )	25.5 ( 12 )	4.8	"
	フィリピン	アパリ	27.0	29.4 ( 6 )	23.7 ( 1 )	5.7	"
	"	マニラ	27.8	29.4 ( 5 )	25.4 ( 12 )	4.0	"
"	ザンボアンガ	26.9	27.5 ( 4 )	26.6 ( 12 )	0.9	"	
温帯モンスーン域		香港	22.6	28.4 ( 7 )	15.4 ( 1 )	13.0	"
湿潤熱帯	マレーシア	クアラルンプール	27.1	27.7 ( 5 )	26.6 ( 12 )	1.1	"
	"	サンダカン	27.5	27.8 ( 6 )	26.4 ( 1 )	1.4	1878-1941
	シンガポール	シンガポール	27.1	28.0 ( 6 )	26.1 ( 1 )	1.9	1951-1960
	インドネシア	パダン	27.0	27.5 ( 5 )	26.7 ( 9, 10 )	0.8	1879-1941
	"	ジャカルタ	26.9	27.4 ( 9 )	26.2 ( 1 )	1.2	1931-1960
	"	バリクパパン	26.1	26.4 ( 2, 3 )	25.6 ( 7 )	0.8	不明
	"	ウジュンパンダン	26.4	27.0 ( 5 )	25.6 ( 7 )	1.4	1879-1933
フィジー	ナンディ	24.8	26.4 ( 1 )	22.8 ( 7 )	3.6	1949-1961	

(倉島、他、1964)

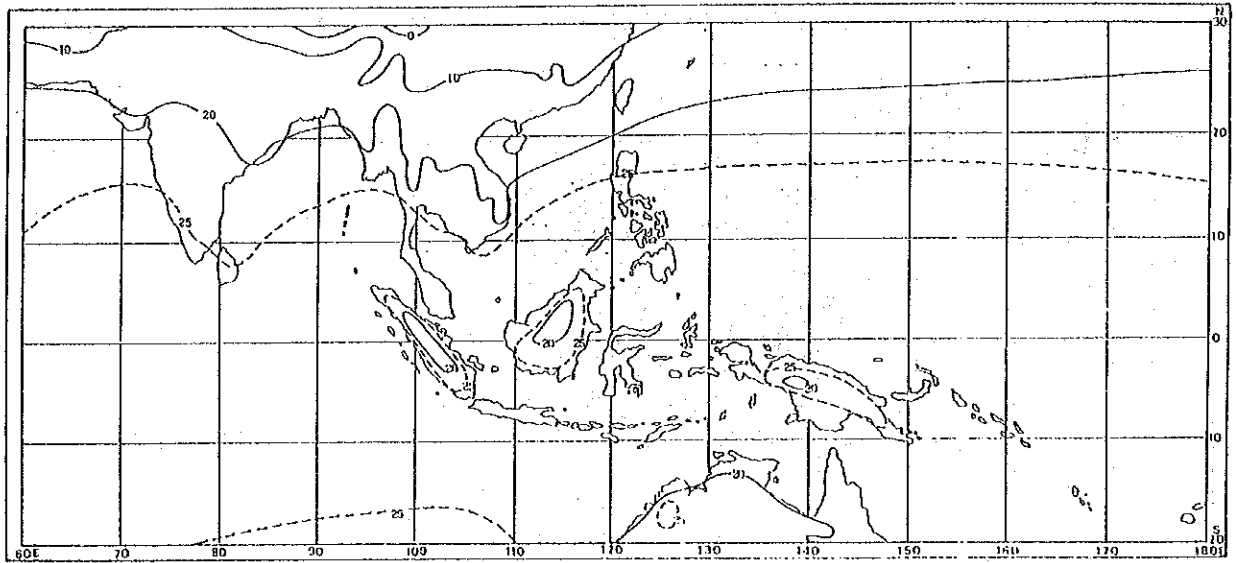


図1-2 世界の気温分布図(1月)。(理科年表 昭56年)

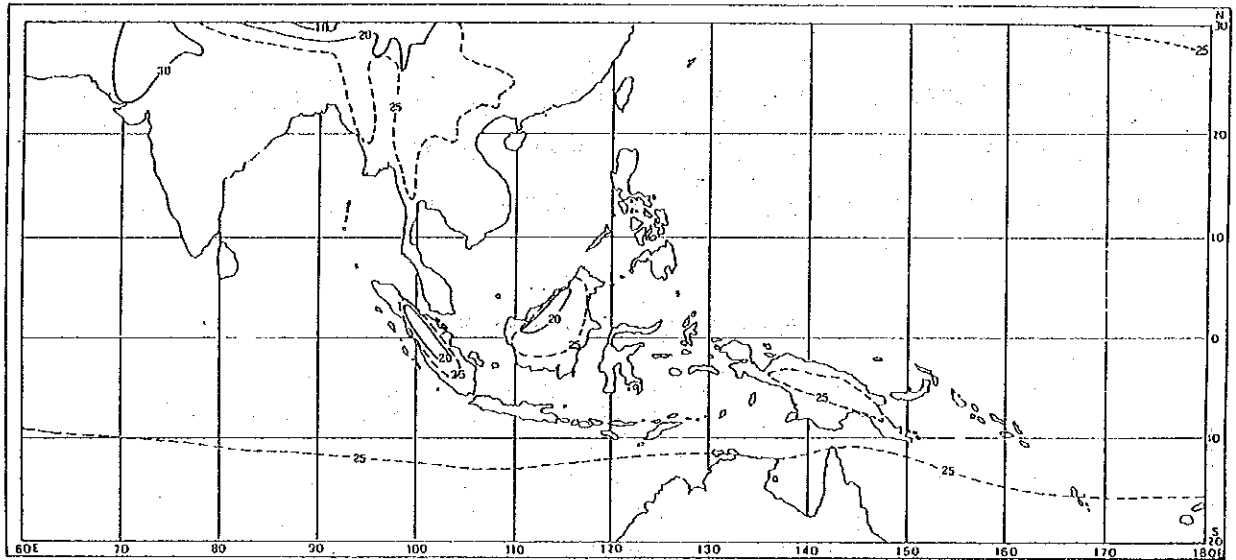


図1-3 世界の気温分布図(7月)。(理科年表 昭56年)

熱帯モンスーンアジアでは月平均気温の最高値は5月頃に、最低値は12、1月に現われる。香港では最高値は7月に、最低値は1月に、フィジーでは逆に最高値は1月に、最低値は7月に現われる。

すなわち月平均気温の最高値と最低値の差は、フィリピン南部のサンボアンガの0.9℃からバングラデシュのチャッタゴンの9.3℃まで変化する。香港では13.0℃である。湿潤熱帯では気温の年較差が小さく、マレーシア、シンガポール、インドネシアでは0.8~1.9℃、フィジーでは3.6℃である。

表1-4に示した若干の地点の気温の日較差の統計値によると、気温の日較差、すなわち日最



高気温、および日最低気温の年平均値の差は、熱帯モンスーンアジアで6.1~8.9℃、湿潤熱帯で6.7~7.2℃、香港では5.4℃となっている。

表1-4 気温の日較差の統計値

気候区	国	地点	日最高気温 の年平均値	日最低気温 の年平均値	気温の 日較差
熱帯モンスーンアジア	インド	ボンベイ	30.5℃	23.3℃	7.2℃
	スリランカ	コロンボ	30.0	23.9	6.1
	バングラデシュ	チッタゴン	29.4	20.5	8.9
	ビルマ	ラングーン	31.6	22.8	8.8
	タイ	バンコック	32.2	23.3	8.9
	フィリピン	マニラ	31.6	22.8	8.8
温帯モンスーン域	中国	厦門	24.6	19.2	5.4
湿潤熱帯	シンガポール	シンガポール	30.5	23.3	7.2
	インドネシア	ジャカルタ	30.0	23.3	6.7

(倉島・他, 1964)

### 1-1-3 降水量

表1-5に対象地域内の主な地点の降水量の年平均値を、また図1-4に東南アジアにおける年平均降水量の分布を示す。表1-5をまとめると、年降水量は熱帯モンスーンアジアでは1,077~2,858mm、湿潤熱帯では1,755~4,172mm、香港では2,265mmである。

表1-5 主な地点の降水量統計値

気候区	国	地点	年降水量	月降水量の最大 値(その月)	月降水量の最小 値(その月)	降水量の 年較差	
熱帯モンスーン アジア	インド	ボンベイ	2,078	709 (7)	0 (3)	709	1931-1960
	"	マシリパトナム	1,077	264 (10)	1 (1)	263	"
	スリランカ	コロンボ	2,897	354 (10)	88 (1)	266	"
	バングラデシュ	チッタゴン	2,858	642 (7)	10 (1)	632	"
	ビルマ	ラングーン	2,580	574 (8)	3 (12)	571	1951-1960
	タイ	バンコック	1,492	306 (9)	7 (12)	299	
	フィリピン	アパリ	2,312	390 (10)	35 (4)	355	
	"	マニラ	1,791	480 (8)	6 (3)	474	
"	ザンボアंगा	1,226	173 (10)	44 (3)	129		
温帯モンスーン域		香港	2,265	479 (6)	17 (12)	462	
湿潤熱帯	マレーシア	クアラルンプール	2,499	289 (11)	117 (7)	172	
	"	サンダカン	3,150	483 (1)	114 (4)	369	
	シンガポール	シンガポール	2,282	306 (12)	122 (9)	184	
	インドネシア	パダン	4,172	518 (11)	152 (9)	366	
	"	ジャカルタ	1,755	335 (1)	50 (8)	285	
	"	バリクパパン	2,228	231 (3)	132 (10)	99	
	"	ウジユンパンダン	2,880	686 (1)	10 (8)	676	

(倉島・他, 1964)

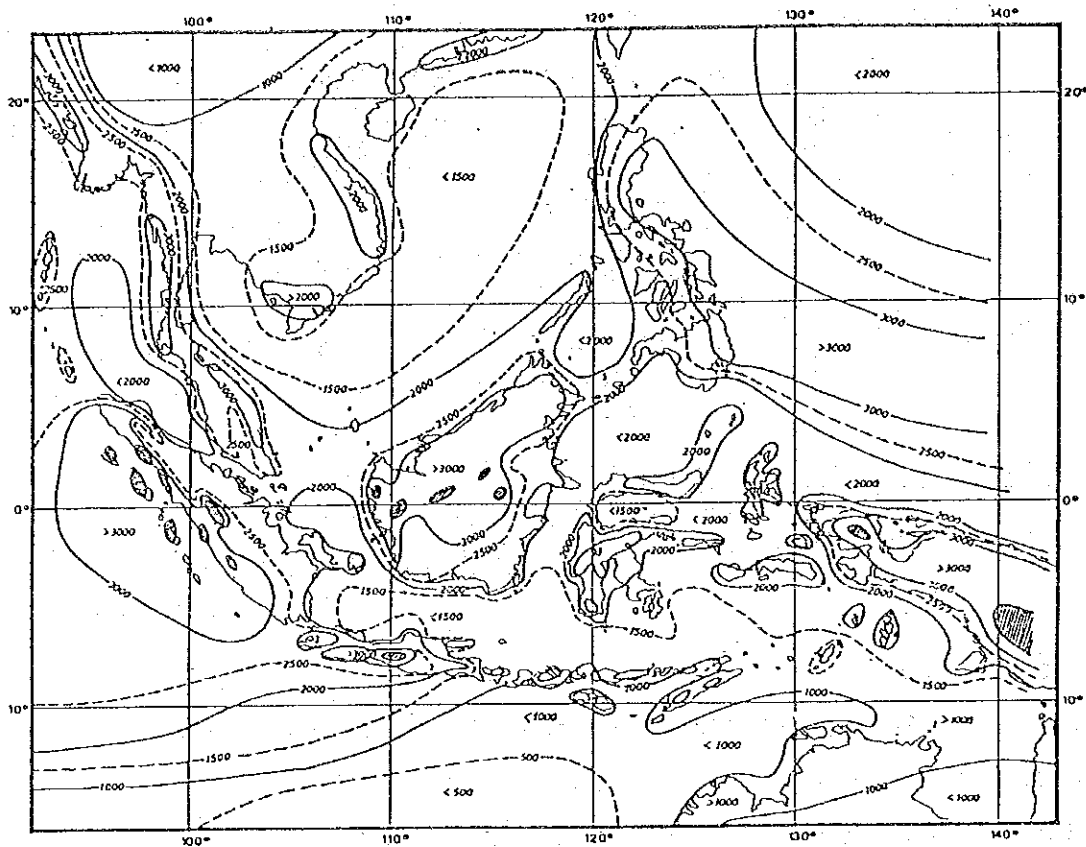


図1-4 東南アジアの年平均降水量分布(単位mm), 斜線部は4,000mm以上。(Wyrтки 1961)

月降水量の最小値は熱帯モンスーンアジアでは0~88mm, 湿潤熱帯では10~152mm, 香港では17mmである。

降水量の年較差すなわち月降水量の最大値と最小値の差は, 熱帯モンスーンアジアでは129~709mm, 湿潤熱帯では99~676mm, 香港では462mmである。

熱帯モンスーンアジアでは雨期は6月から9月までで, 南西または南東風に伴って, 雨は山地の風上斜面に多く降り, 風下側には雨が少ない, 南インドのベンガル湾斜面の雨の少ないのは, その例である。

モンスーンの雨は, 対流性シャワー型で強度は強く, 叩きつけるように降る。1~2時間で降りやむが, 1時間の雨量が20~30mmに達することは珍しくない。

湿潤熱帯での雨は主として日中午後の, 対流性シャワーの形で降る。一年中, 毎日が晴天, 午後の夕立という繰返しが続く。

なおインドネシアでは年により降雨量の差が顕著である。

#### 1-1-4 風

熱帯モンスーンアジアでは夏のモンスーンは南西または南東風が6月から9月まで吹く。

冬のモンスーンは北東風であるが, その風は弱く, 不明瞭である。

湿潤熱帯では年間を通じて卓越風はない，統計的には西寄りの成分をもつことが多い。

表1-6に若干の地点の平均風速の年平値を示す。表1-6をまとめると，年平均風速はジャカルタ，ラングーンで小さく0.9~1.4 m/s，ボンベイ，チッタゴンで大きく，2.6~3.4 m/s，その他マニラ，コロンボで2.4~2.5 m/sである。

風速の年較差すなわち月平均風速の最大値と最小値の差は，ラングーン，ジャカルタで小さく，0.3~0.8 m/s，ボンベイ，チッタゴンで大きく，2.0~2.5 m/s，その他コロンボ，マニラで1.4~1.5 m/sである。このほか，夏の季節風の時期に山脈の風下側にフェン現象（スリランカでは「カッチャン」，北ベトナムでは「ラオス風」，スマトラでは「ボホロワ」，セレベスでは「ブルーブルー」，ジャワでは「クンバング」「ゲンディング」などと呼ばれる）がみられ，農作物に高温乾燥の被害をもたらすことがある。

表1-6 月平均風速および年平均風速

天 候 区	国	地 点	年平均	月平均風速の最		風速の
			風 速	大 値 (その月)	小 値 (その月)	
熱帯モンスーンアジア	イ ン ド	ボ ン ベ イ	m/s 3.4	m/s 月 5.2 ( 7 )	m/s 月 2.7 ( 10 )	m/s 2.5
	ス リ ラ ン カ	コ ロ ン ボ	2.4	3.1 ( 6 )	1.7 ( 3 )	1.4
	〃	トリンコマリー	2.9	4.9 ( 6 )	1.7 ( 3,11 )	3.2
	〃	マ ナ ー ル	3.7	4.5 ( 6 )	2.8 ( 4 )	1.7
	バングラデシュ	チ ッ タ ゴ ン	2.6	3.6 ( 6,7 )	1.6 ( 10,11,12 )	2.0
	〃	ジュソール	1.0	1.6 ( 5 )	0.5 ( 10,11,12 )	1.1
	〃	ナラナンカンジ	1.3	2.2 ( 6,7 )	0.5 ( 1,11,12 )	1.7
	〃	スリマンガル	1.3	1.9 ( 4 )	0.6 ( 11,12 )	1.3
	ビ ル マ	ラ ン グ ー ン	1.4	1.8 ( 4 )	1.0 ( 10 )	0.8
	フ ィ リ ピ ン	レ ガ ス ビ	2.7	3.4 ( 1 )	1.9 ( 6 )	1.5
〃	マ ニ ラ	2.5	3.4 ( 7 )	1.9 ( 1,12 )	1.5	
温帯モンスーン域	中 国	厦 門	2.2	3.1 ( 10 )	1.6 ( 4,6 )	1.5
	〃	汕 頭	2.4	2.9 ( 2 )	2.3 ( 8 )	0.6
湿 潤 熱 帯	イ ン ド ネ シ ア	ジャカルタ	0.9	1.1 ( 8,9 )	0.8 ( 5,6 )	0.3
	〃	シワコール	2.1	3.1 ( 2 )	1.6 ( 11 )	1.5

(倉島・他, 1964)

#### 1-1-5 日照率と日照時間

対象地域の大部分では一般に雲量が多く，したがって日照時間が短い。最も著しいのは赤道附近で，そこから遠ざかるにしたがって快晴に恵まれた天候が出現するようになる。

シンガポールでは，太陽は日中の半分以上雲の陰になっている。ジャカルタでは，実際に陽がさしているのは年平均では可照時間の70%以下にすぎず，1・2月には50%前後まで低下する。

雨期と乾期がはっきり区別される地方では日照率は乾期に高くなるが，雨期には長い間陽の目をみないため，年平均では日照時間が短くなっている所が多い。

表1-7に数地点の日照率の平均値を、表1-8に日照時間の平年値を示す。

表1-7 日照率の統計値

気候区	国	地点	年平均日照率	月平均日照率の最大値(その月)	月平均日照率の最小値(その月)
熱帯モンスーンアジア	ビルマ	ラングーン	55	84 (1)	16 (7)
	フィリピン	マニラ	47	69 (6)	38 (7)
湿潤熱帯	インドネシア	スラバヤ	78	97 (8,9)	59 (3)
	〃	ウジュンパンダン	72	92 (9)	46 (1)

(倉島・他, 1964)

表1-8 日照時間の統計値

気候区	国	地点	年合計日照時間	月合計日照時間の最大値(その月)	月合計日照時間の最小値(その月)
熱帯モンスーンアジア	インド	ボンベイ	2,692	298 (12)	77 (8)
	スリランカ	コロンボ	2,507	260 (3)	165 (6)
	ビルマ	ラングーン	2,379	306 (3)	63 (7)
	フィリピン	マニラ	2,108	253 (4)	182 (8,9)
湿潤熱帯	インドネシア	ジャカルタ	2,326	237 (8)	139 (1)

(倉島・他, 1964)

### 1-1-6 湿度

表1-9に対象地域内の主な地点の湿度の平年値を示す。表1-9をまとめると、年平均湿度は熱帯モンスーンアジアでは74~85%、湿潤熱帯では77~82%、香港では80%である。

湿度の年較差すなわち月平均湿度の最大値と最小値の差は、熱帯モンスーンアジアでは5~25%、湿潤熱帯では3~10%、香港では15%である。

表1-9 主な地点の湿度統計値

気候区	国	地点	年平均湿度	月平均湿度の最大値(その月)	月平均湿度の最小値(その月)	湿度の年較差
熱帯モンスーンアジア	インド	ボンベイ	74	85 (7,8)	67 (2,12)	18
	〃	マスリパトナム	74	80 (10)	65 (6)	15
	スリランカ	コロンボ	80	83 (10)	75 (1)	8
	バングラデシュ	チッタゴン	85	91 (8)	77 (2)	14
	ビルマ	ラングーン	74	87 (8)	62 (1)	25
	タイ	バンコック	80	85 (9,10)	74 (1)	11
	フィリピン	アパリ	80	85 (1,11,12)	74 (7)	11
	〃	マニラ	78	86 (8,9)	67 (4)	19
〃	ザンボアンガ	83	84 (6~12)	79 (3)	5	
温帯モンスーン域		香港	80	85 (3,4,5,6,8)	70 (12)	15

(次頁に続く)

気候区	国	地点	年平均湿度	月平均湿度の最大値(その月)	月平均湿度の最小値(その月)	湿度の年較差
湿潤熱帯	マレーシア	クアラルンプール	77	80 ( 11 )	73 ( 2 )	7
	"	サンダカン	82	84 (1,11,12)	79 ( 9 )	5
	シンガポール	シンガポール	80	82 (1,11,12)	79 (2,3,6)	3
	インドネシア	パダダン	77	79 ( 11,12 )	74 ( 7 )	5
	"	ジャカルタ	80	85 ( 1, 2 )	75 ( 9 )	10
	"	バリクパパン	81	83 ( 5 )	77 ( 9 )	6
	"	ウジユンパンダン	81	85 ( 1, 12 )	75 ( 9 )	10

(倉島・他, 1964)

表1-10に数ヶ国での時刻別湿度の平年値を示す。一般に朝は湿度が大きく、午後は湿度が小さく、その差は3~30%である。

表1-10 時刻別湿度の年平均値

気候区	国	地点	午前	午後	差
熱帯モンスーンアジア	インド	ボンベイ	76% ( 8 h )	70% ( 16 h )	6%
	スリランカ	コロンボ	76 (09 h 30 m)	73 (15 h 30 m)	3
	バングラデシュ	チッタゴン	82 ( 8 h )	74 (17 h 30 m)	8
	ビルマ	ラングーン	80 ( 9 h )	71 ( 18 h )	9
	タイ	バンコック	92 ( 6 h )	62 ( 12 h )	30
	フィリピン	マニラ	90 ( 6 h )	66 ( 13 h )	24
湿潤熱帯	マレーシア	サンダカン	92 ( 6 h )	72 ( 14 h )	20
	シンガポール	シンガポール	79 ( 9 h )	73 ( 15 h )	6
	インドネシア	ジャカルタ	93 ( 6 h )	68 ( 14 h )	25

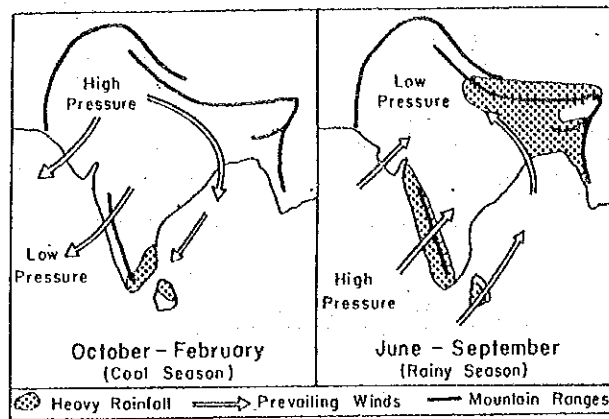
(倉島・他, 1964)

### 1-1-7 モンスーン

日本語訳では季節風にあたるモンスーンは、季節によって風向が変わる風系のことである。夏は海洋から大陸へ向って水蒸気を多量に含んだ風が吹き、雨期になる。冬には大陸から海洋へ向って乾燥寒冷な風が吹き、海上で変質して湿った空気の塊になり、モンスーンの吹きつける陸地の風上側に雨をもたらす。

インドのモンスーンで代表的なものは、夏の南西風で、雨期到来となる(図1-5)。モンスーンの吹き始めは大体6月でこの時機にはベンガル湾、アラビア海では南西風の連吹で波が高くなる。そして、大陸内部の特に山地では強烈な地形性降雨をともなう。そして9月の末から10月上旬にモンスーンは吹き終り、再び北東の季節風の時機に入る。ベトナムなどでは、冬の北東モンスーンで雨期となる。インドネシアでは、北半球の夏に当る6~9月オーストラリアからの南のモンスーンが吹くときが乾期で、北半球の冬に当る。12月~2月に吹く北のモンスーンが雨をもたらす。インドに限らず、東南アジアの国々でも季節風の動向いかんによってほとんど毎年干魃や洪水に

図1-5 インド大陸の季節風の変化



( Sewell & Nebb, 1973 )

による被害がおきている。これらの主因は高原上の高気圧の消長によるもので、その影響力は地球上の全ての気象にまで及ぶと言われている。

#### 1-1-8 サイクロン

インド洋ではしばしば、モンスーンの後退期に、サイクロン（風力8以上）とよばれる日本の台風と相当する強い熱帯低気圧が現われて、ベンガル湾沿岸を急襲し、強風や大雨、ときには高潮をもたらして、大きな被害をひき起こすことがある。バングラデシュのガンジスデルタの低地では、時に数万人に達する死者をだすことさえある。

いわゆるサイクロンとよばれる強いものは、10、11月に多いが、他の季節（4～6月）にもしばしば現われるので注意を要する。サイクロンは上陸すると間もなく弱くなるが、まれにインド半島を横断してアラビア海に達し、再び熱力を盛り返すこともある。

#### 1-1-9 台風

台風とは、東アジア沖合に発生する熱帯性低気圧のことで、その影響を受ける地域は東南アジアの最北端部だけで、フィリピン群島とインドシナが最もひんぱんにおそわれる。クラ地峡を渡り、ベンガル湾へ抜けた台風はほんの数例にすぎず、しかもベンガル湾の北の限られた地域に集中する傾向があるが、隣のビルマには普通影響を及ぼさない。したがって天候を強く左右する台風は東南アジア諸地域のうち、南シナ海のものに限られている。

以下月別に平均的な台風の状況を述べる。<sup>11)</sup> 1月には台風の出現はほとんどない。ごくまれに西または西南西の進路をとってフィリピン諸島を横ぎり南シナ海にはいる。時にはルソン島の北方または、台湾付近に現われることがあるが強いものではない。2月にもほとんど現われず、1月の台風と同じ傾向を示す。3月の発生もごく少なく、少数は北部に発生し、北東進、或はフィリピン諸島を西または北西の方向に横断する。4月には、僅かに多発して3月のものよりも多少勢力をますが、進路発生等の分布は変らない。5月には4月の発生<sup>11)</sup>の2倍となる。その半分は優勢なもので、大部分はフィリピン諸島を横断し、北西へ進んで南シナ海を横ぎるか、または北東へ

転向する。また南シナ海北部で発生し、北東へ進行する。6月の発生ひん度や一般的性質は5月と同じであるが、フィリピン諸島を横断した台風の進向の様子が違って来る。7月は台風の季節で発生は最大ひん度に近づき、台風の大多数が大型に発達する。南シナ海で発生したものも、フィリピン諸島を断横したものも、進路はだいたい北西に向い、北東への転向はまれである。この月に現われる台風のうち、あるものの経路はまったく不規則である。8月の後半は台風の通過する確率は7月よりも小さいようである。7月の台風よりもさらに西方へ進行し、ここから北または北東へ転向することはまれで、ほとんど全部が南シナ海の北部に進行する。9月には台風の活動は最大となる。特に月末に近づくと、南方に台風が発生する以外は、8月とたいした変化はない。10月は月末に近づくと台風のひん度は9月よりも少なくなる。西北西または西の方向へ移動するのが普通であるが、まれに経路を西南西に転向し、北緯10°附近に達することもある。この月の台風の半数以上は優勢なものである。11月の発現ひん度はかなり大で、進路はほぼ真西、北緯10°以南でもときどき通過する。12月の出現のひん度は、11月の3分の1となる。その経路は西または西北西で、台風のいくつかは南シナ海の中央に達し、その後南西方に進行する。時には南シナ海の北部に発生して北方へ進む。しかしこの型は普通弱いものである。

図1-6に昭和41年~43年の熱帯低気圧・台風・サイクロン発生地点及び代表的進路を示す。

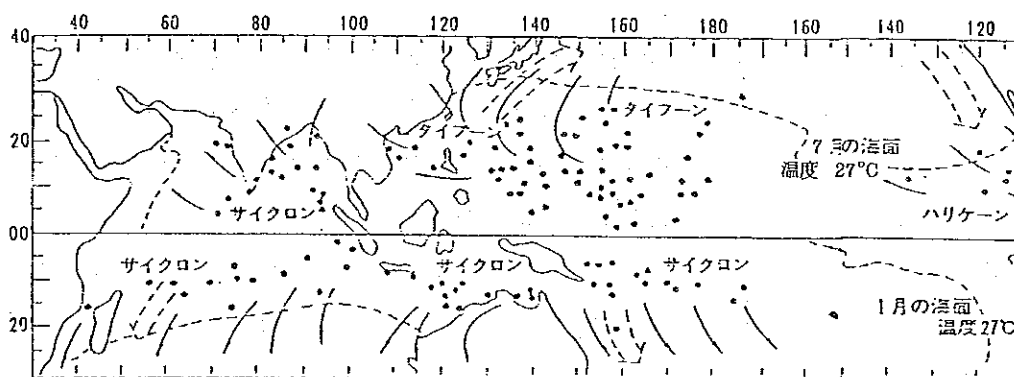


図1-6 昭和41~43年の熱帯低気圧発生地点(黒点)。

実点の矢印は熱帯低気圧の代表的進路, 点線の太い矢印は海流を示す。(高橋, 1974)

### 1-1-10 水収支<sup>7)</sup>

タイ、カンボジア、ラオス、ベトナムを通過してベトナム南部の南シナ海に注ぐメコン河ではブノンベンにおける1940~1951年の流量測定によると、結果は次のとおりである。

平均流量(年平均流量の平均)	11,000 m <sup>3</sup> /s
平均低水流量(年間最小流量の平均)	1,700 m <sup>3</sup> /s
平均高水流量(年間最高流量の平均)	39,000 m <sup>3</sup> /s

メコン河の流量は雨量に大体支配される。すなわち、メコン下流域では11月から3月までが

北東季節風の吹く乾燥期である。雨量をもたらす南西季節風は4月下旬から6月までに吹き始めるが、年によって差異がある。

南西季節風が吹き始める5月頃にメコン河の増水が始まり、9月または10月に最高の水位に達する。その後12月まで急速に水位は落ち、乾燥期間には徐々に減水し南西季節風が再び始まる頃に最低水位に達する。

対象地域における主要河川の低水流量および高水流量と低水流量の比は表1-11のとおりである。

表1-11 主要河川の流量

国	河川名(測水地点)	低水流量 ( $m^3/s$ )	高水流量と 低水流量の比
バングラデシュ	ガンジス(Faracca)	1,740	35
ビルマ	イラワジ(Saikutha)	1,306	49
タイ	メナム(Wad Thahad)	65	100
ベトナム	メコン(Phnom Penh)	1,700	35
中国	珠江(梧州)	958	75

(科学技術庁資源, 1959)

## 1-2 海象環境

### 1-2-1 海域区分

対象地域の海洋は大別すると、太平洋とインド洋に分けられる。両大洋の境界はマレー半島からスマトラ、ジャワをへて、チモール島からオーストラリアに至る線である。

インド洋に接する太平洋西部に濠亜地中海がある。濠亜地中海の東側の境界はニューギニアからフィリピン諸島をへて台湾から台湾海峡を通る線である。

濠亜地中海はさらに南シナ海と東インド多島海に2分される。東インド多島海にはスルー海、セレベス海、モルツカ海、バンダ海、フローレス海、ジャワ海などがある。図1-7に上記の各海の位置を示す。

### 1-2-2 海象環境の分類

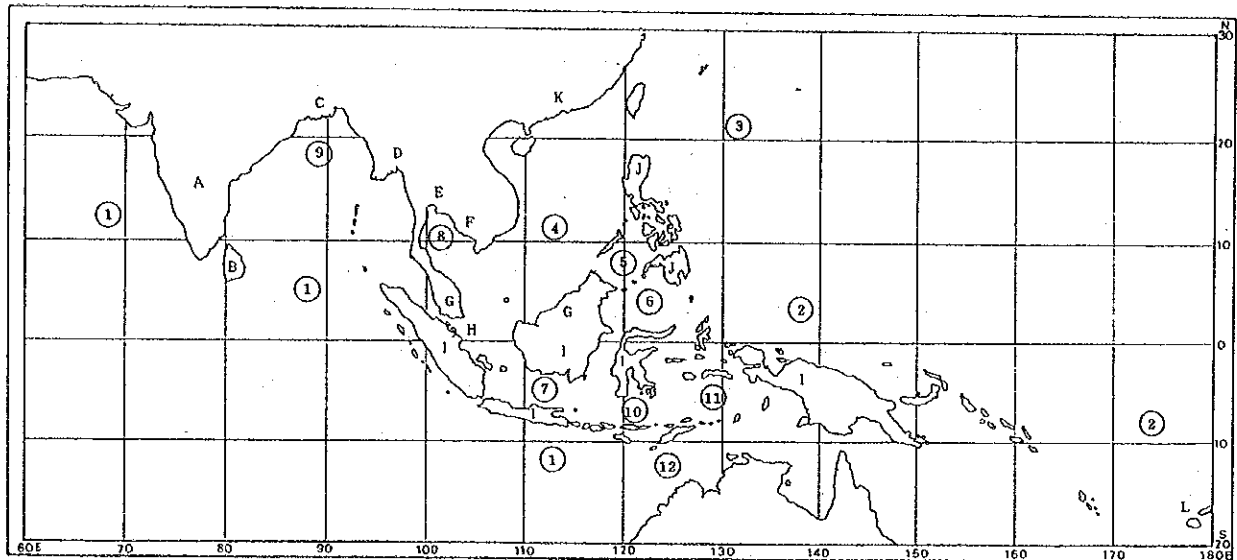
対象地域内の各国の沿岸は、養殖環境として次の4海域に分けられる。

- (1) 外洋に面した沿岸域
- (2) 内湾海域
- (3) 水道海域
- (4) 河川影響海域

### 1-2-3 外洋に面した沿岸域

表1-12に外洋に面した沿岸域の主な例を示す。





- |           |          |          |          |
|-----------|----------|----------|----------|
| A インド     | G マレーシア  | ① インド洋   | ⑦ ジャワ海   |
| B スリランカ   | H シンガポール | ② 太平洋    | ⑧ タイランド湾 |
| C バングラデシュ | I インドネシア | ③ フィリピン海 | ⑨ ベンガル湾  |
| D ビルマ     | J フィリピン  | ④ 南シナ海   | ⑩ フロレス海  |
| E タイ      | K 中国     | ⑤ スルー海   | ⑪ バンダ海   |
| F カンボジア   | L フィジー   | ⑥ セレベス海  | ⑫ チモール海  |

図1-7 国名と海の名

表1-12 外洋に面した沿岸域

国	沿岸域	この沿岸域が面する外洋の名
インド	インド西岸	インド洋
〃	インド東岸	ベンガル湾(インド洋)
スリランカ	スリランカ南岸	ベンガル湾(インド洋)
ビルマ	ビルマ西岸	ビルマ海(インド洋)
タイ	タイ西岸	アンダマン海(インド洋)
〃	タイ南岸	タイランド海湾(南シナ海)
カンボジア	カンボジア南西岸	タイランド海湾(南シナ海)
マレーシア	西マレーシア東岸	南シナ海
〃	東マレーシア北岸	南シナ海
インドネシア	スマトラ西岸	インド洋
〃	ジャワ南岸	インド洋
〃	ジャワ北岸	ジャワ海
〃	ボルネオ南岸	ジャワ海
中国	中国南岸	南シナ海

(海上保安庁, 1957~1981)

#### 1-2-4 内湾海域

インドネシアとフィリピンには無数の内湾があるが、これら2国を含む若干の例を挙げれば表1-13のようになる。

表1-13 内湾海域

国	内湾名	内湾の位置
インド	Kachchh 湾	インド西岸最北部
〃	Khambat 湾	インド西岸(ボンベイ北方)
インド スリランカ	Manaar 湾	スリランカ西岸とインド内端部の間
ビルマ	Martaban 湾	ラングーン東北
マレーシア	Brunei 湾	ボルネオ北西岸
インドネシア	Boni 湾	スラウエシ南岸
〃	Tomori 湾	スラウエシ東岸南部
〃	Tomini 湾	スラウエシ東岸北部
フィリピン	Lingayen 湾	ルソン西岸
〃	Manila 湾	ルソン西岸
〃	Davao 湾	ミンダナオ南岸

(海上保安庁, 1957~1981)

#### 1-2-5 水道海域

水道もインドネシアとフィリピンには無数にあるので若干例を表1-14に挙げるにとどめる。

表1-14 水道海域

国	水道名	水道の位置
インド スリランカ	Palk 海峡	スリランカ北端とインドの間
マレーシア インドネシア	Malacca 海峡	西マレーシアとスマトラの間
インドネシア	Karimata 海峡	シンガポールとボルネオ西岸の間
〃	Sunda 海峡	スマトラとジャワの間
〃	Lombok 海峡	バリ島とロンボック島の間
〃	Makassar 海峡	ボルネオとスラウエシの間
フィリピン	San Bernardino 海峡	ルソン南岸
〃	Mindoro 海峡	ミンドロ島東岸
〃	Parawan 海峡	パラワン島北岸
〃	Balabac 海峡	パラワン島南端とボルネオ北端の間
〃	Surigao 海峡	ミンダナオとスリガオ島の間

(海上保安庁, 1957~1981)

#### 1-2-6 河川影響海域

河川影響海域の主なものは表1-15のとおりである。

表 1-15 河川影響海域

国	河口名	海域名
バングラデシュ	ガンジス河口	ベンガル湾(インド洋)
ビルマ	イラワジ河口	〃
〃	サルウィン河口	〃
中国	珠江河口	南シナ海

(海上保安庁, 1957~1981)

1-2-7 海面水温

対象地域全体の2月と8月の海面水温をそれぞれ図1-8、1-9に示す。以下国別に説明する。

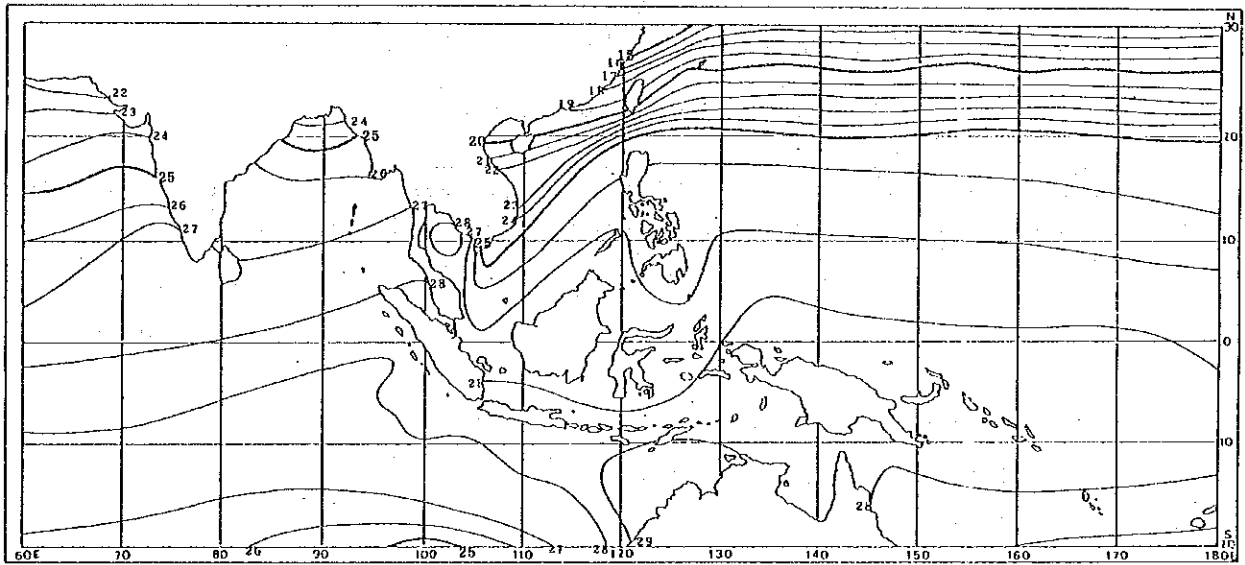


図 1-8 2月における海面水温(°C)(Sverdrup, et al., 1942)

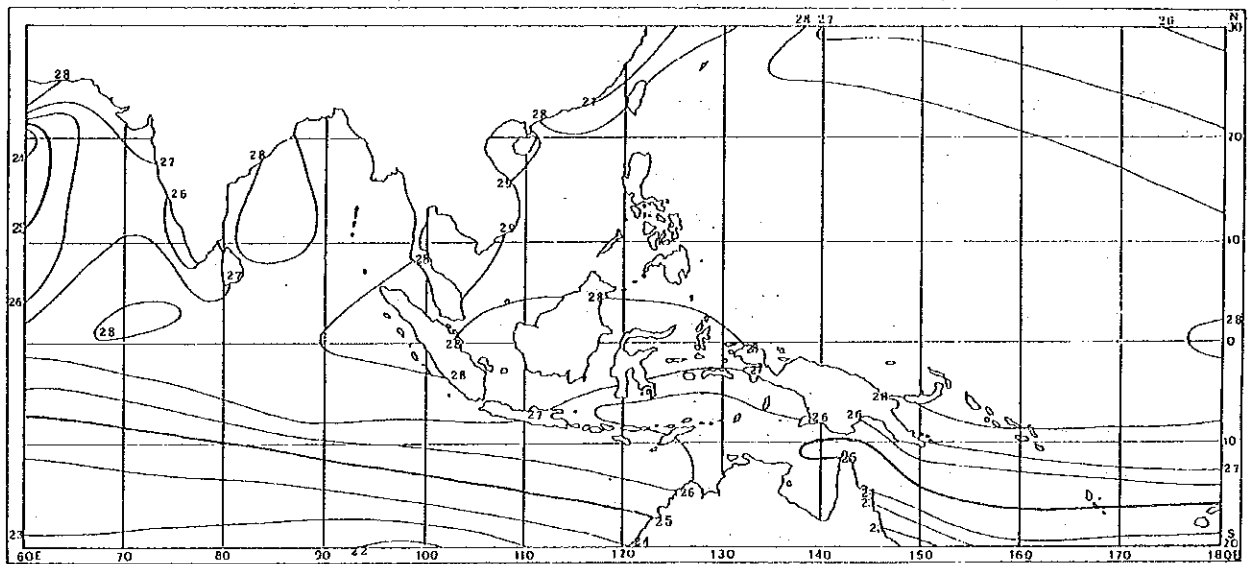


図 1-9 8月における海面水温(°C)(Sverdrup, et al., 1942)

- (1) インド：海面水温は1月に最低，5月に最高となる。1月には南部で27℃，北部で24℃位となる。5月には南部・北部を通じて28～29℃となる。
- (2) スリランカ：1月に27℃，5月に29℃位となる。
- (3) バングラデシュ：1月に24℃，5月に29℃位となる。
- (4) ビルマ：1月には南部で27℃，北部で24℃位となる。5月には南部で29℃，北部で27℃位となる。
- (5) タイ：2月に28℃，8月に28.5℃位である。
- (6) マレーシア：西部（マレー半島）では2月に27.5℃，8月に28.5℃位である。東部（ボルネオ北岸）では2月に26℃，8月に28.5℃位となる。
- (7) インドネシア：1月には27～28℃，7月には27～29℃となる。
- (8) フィリピン：2月に26～28℃，8月に28～29℃となる。例としてマニラとダバオ（7°-06'N，125°-38'E）の月平均沿岸水温の平年値を表1-16に示す。<sup>10)</sup>

表1-16 フィリピンの月平均沿岸水温(°C)

地 点	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
マニラ	27.4	27.7	28.2	29.2	30.1	30.1	29.6	29.2	29.6	29.6	29.0	27.7	29.0
ダバオ	27.9	27.9	28.0	28.8	29.4	29.2	29.2	29.2	29.1	29.2	29.0	28.3	28.8

(和達，1960)

- (9) 中国南岸：2月に15～18℃，8月に27～28℃となる。
- (10) フィジー：2月に27.5℃，8月に24.5℃位となる。

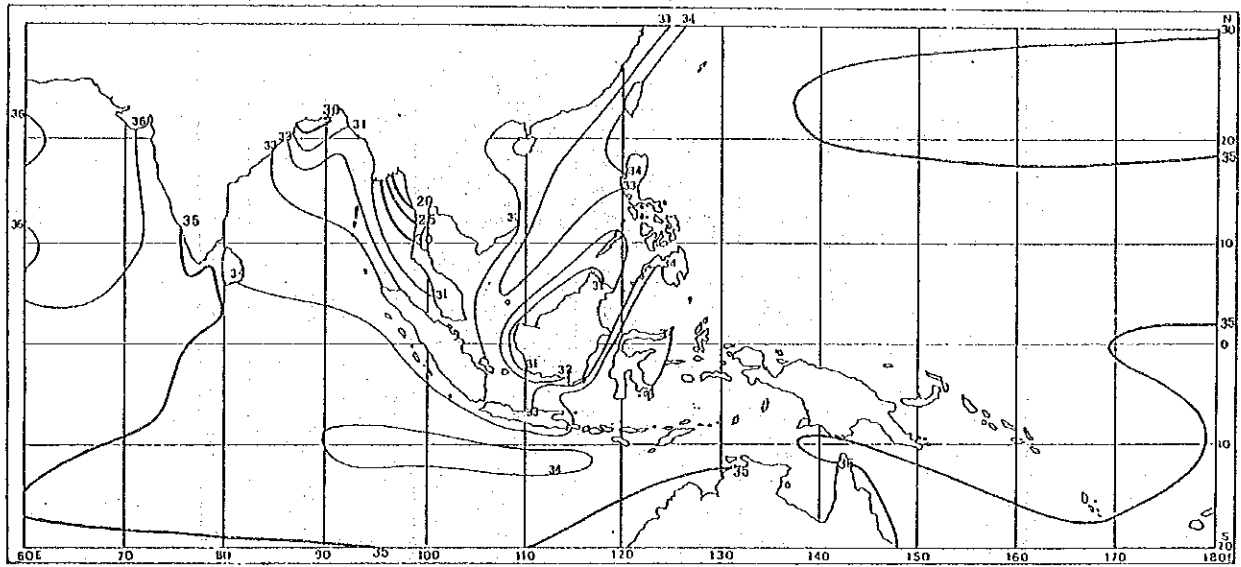
#### 1-2-8 海面塩分

図1-10に対象地域全体の北半球の夏期における海面<sup>27)</sup>塩分を，また東南アジアの2月，8月の平均海面塩分分布を図1-11・1-12に，最高・最低海面塩分分布を図1-13・1-14に示す。

なお，これを国別に述べれば次のようになる。

- (1) インド西岸 : 34～36%
- (2) " 東岸 : 30～34"
- (3) スリランカ : 34%位
- (4) バングラデシュ : 30""
- (5) ビルマ : 20～30%
- (6) タイ・カンボジア : 31.5%位
- (7) マレーシア西部 : 31.5%位
- (8) " 東部 : 30.5%位
- (9) インドネシア : 30～34%

- (10) フィリピン : 34~35%
- (11) 中国南岸 : 31~32%
- (12) フィジー : 35%位



(Sverdrup, et al., 1942)

図1-10 北半球の夏期における海面塩分(%)

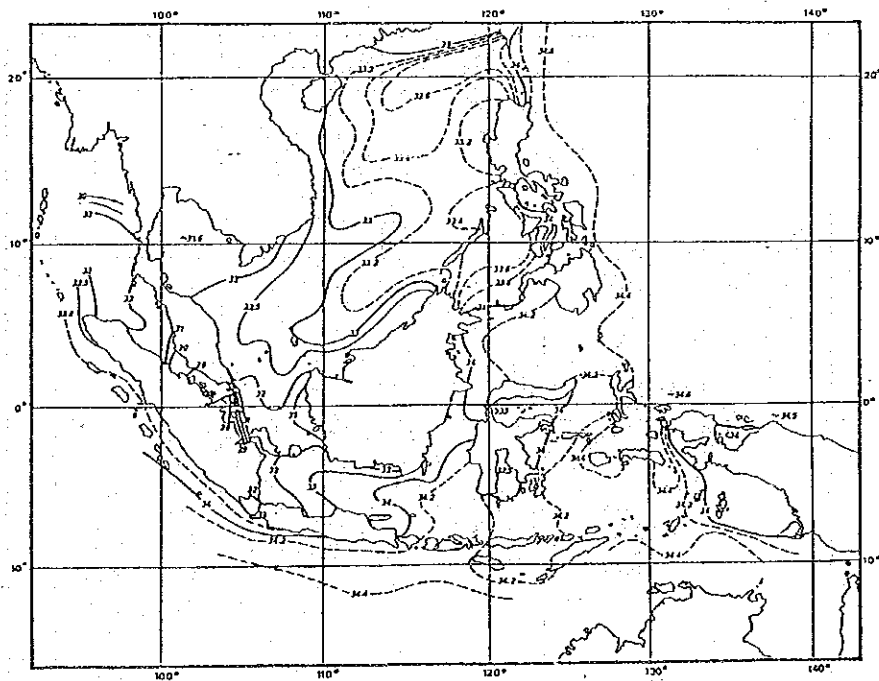


図1-11 東南アジア海域の平均海面塩分分布(2月)

(Wyrtki, 1961)

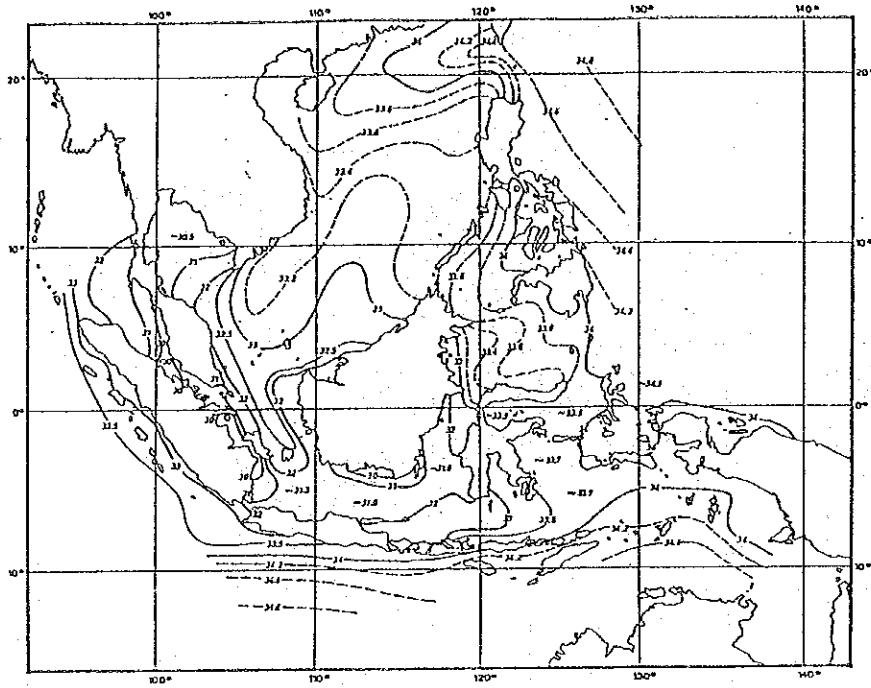


図1-12 東南アジア海域の平均海面塩分分布(8月) (Wyrski, 1961)

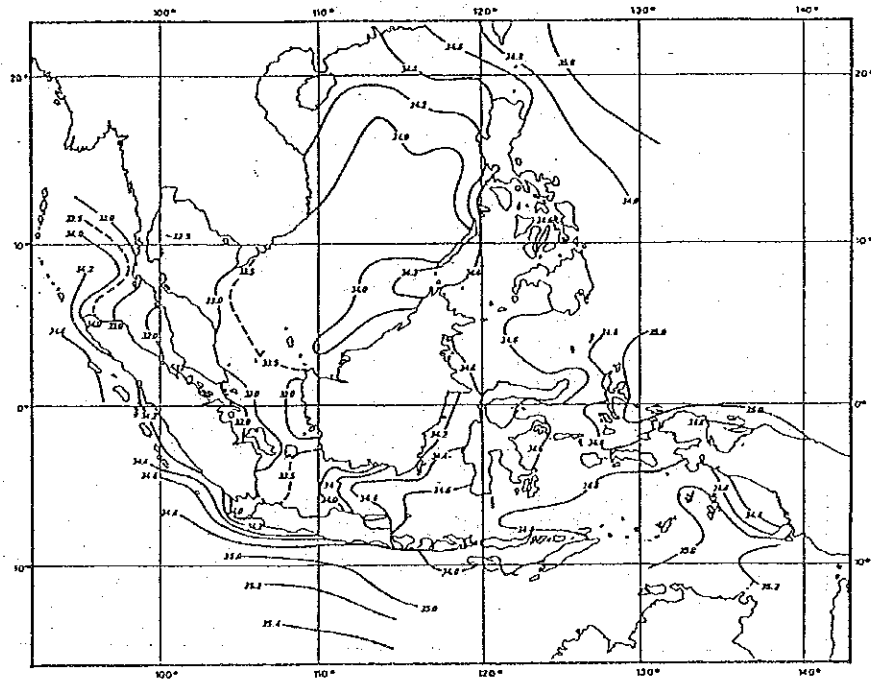


図1-13 東南アジア海域の最高海面塩分分布 (Wyrski, 1961)

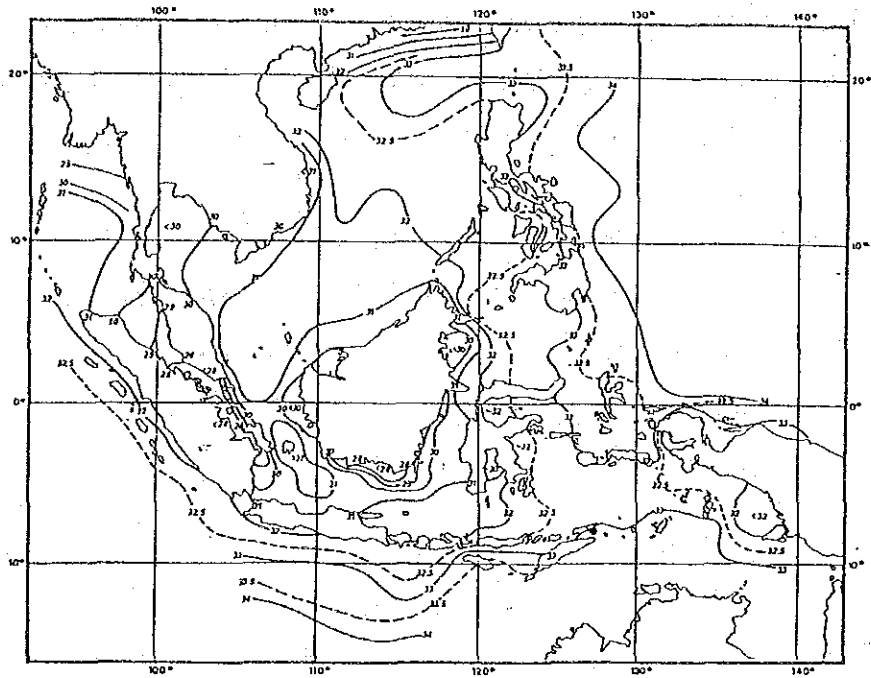


図1-14 東南アジア海域の最低海面塩分分布 (Wyrski, 1961)

表1-17にセレベス海、南シナ海北部、ジャワ海、マラッカ海峡の海面塩分の月平均値および年平均値を示す。年平均値はセレベス海で最も高く、マラッカ海峡で最も低い。

表1-17 主な海区の海面塩分の月平均値および年平均値(%)  
(統計期間1950~1955)

	セレベス海	南シナ海北部	ジャワ海	マラッカ海峡
1月	33.5	33.8	32.0	30.4
2	33.6	33.9	31.8	30.5
3	33.8	33.9	31.8	30.7
4	34.0	33.7	31.7	30.9
5	34.1	33.6	31.4	30.8
6	34.2	33.5	31.9	31.0
7	34.2	33.5	32.7	31.4
8	34.3	33.6	33.3	31.4
9	34.3	33.3	33.8	31.3
10	34.2	33.4	33.5	30.7
11	33.9	33.6	33.3	30.4
12	33.6	33.6	32.6	29.8
年	34.0	33.6	32.5	30.9

(Wyrski, 1961)

1-2-9 pH

対象地域の海面の pH は 8.2 ~ 8.3 の範囲にある。

1-2-10 栄養塩

一般に対象地域の表層の栄養塩は少ない。磷酸塩は  $0.2 \mu\text{g-at}/\ell$  以下であって、ジャワ海の表層では  $0.03 \sim 0.12 \mu\text{g-at}/\ell$  である。<sup>28)</sup> ただし栄養塩は沿岸の河川影響海域ではかなり多く、また南シナ海では湧昇域で多くなっている。

1-2-11 溶存酸素量

赤道付近では溶存酸素量は少なく、 $1 \sim 2 \text{ ml}/\ell$  位である。

図 1-15 ~ 18 に東南アジア海域における特定層の溶存酸素量の分布を参考として示した。

図 1-17 でみられるように下層では  $2 \sim 4 \text{ ml}/\ell$  と稍多くなっている。

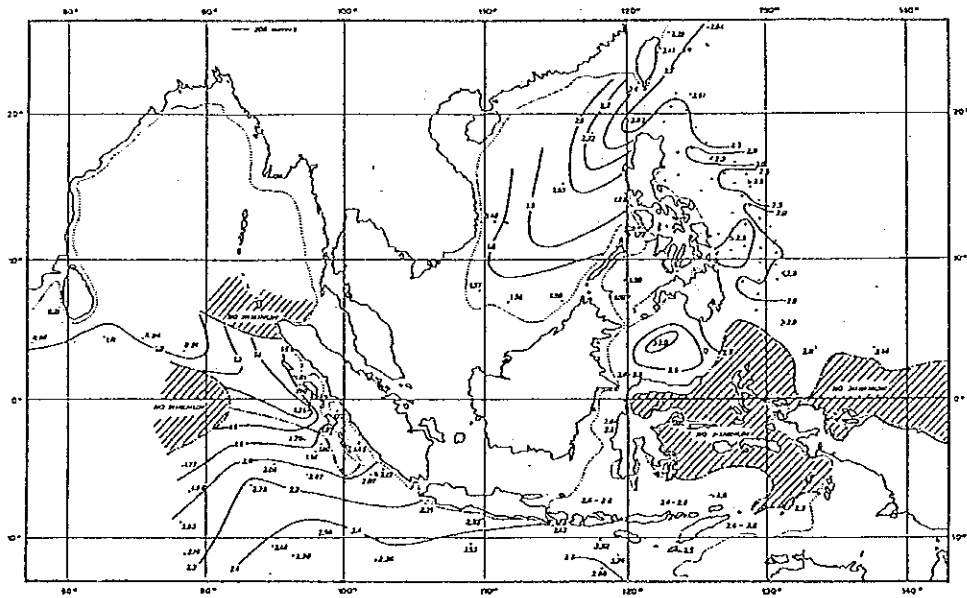


図 1-15 東南アジア海域の上層塩分最少値層における溶存酸素量分布 (Wyrski, 1961)



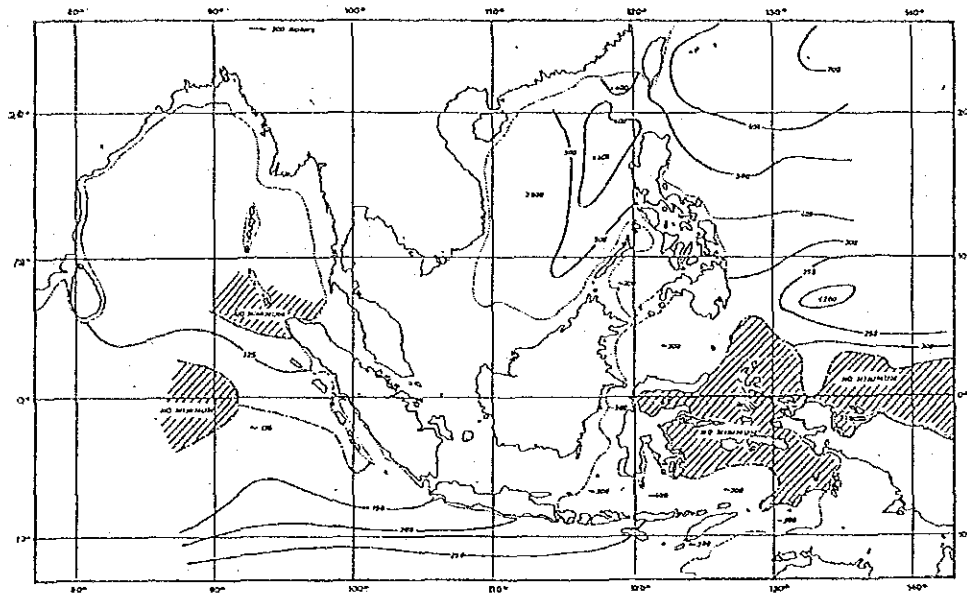


図1-16 上層塩分最少値層の深度

(Wyrski, 1961)

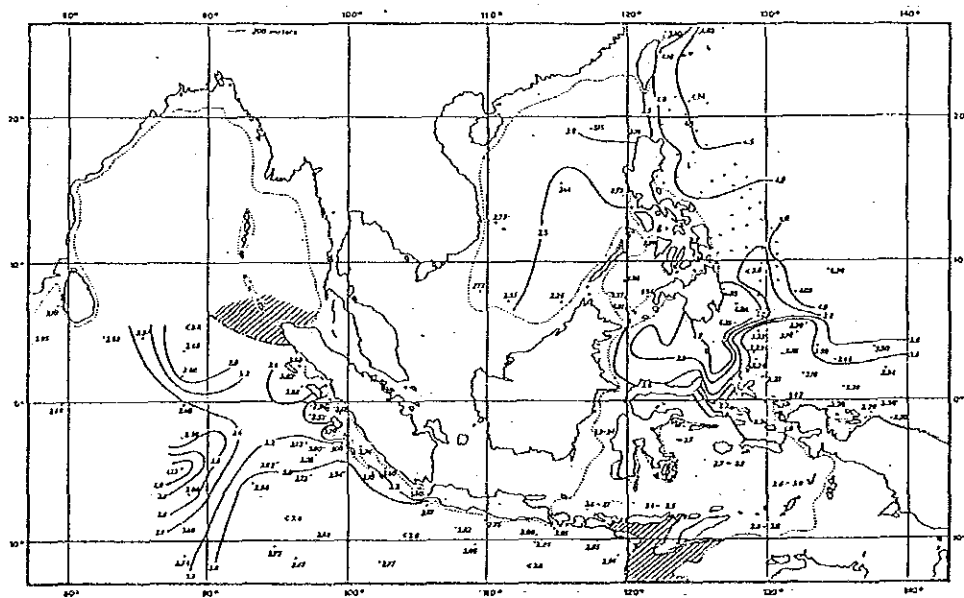


図1-17 亜熱帯下層水の中心における溶存酸素量分布(塩分最高) (Wyrski, 1961)

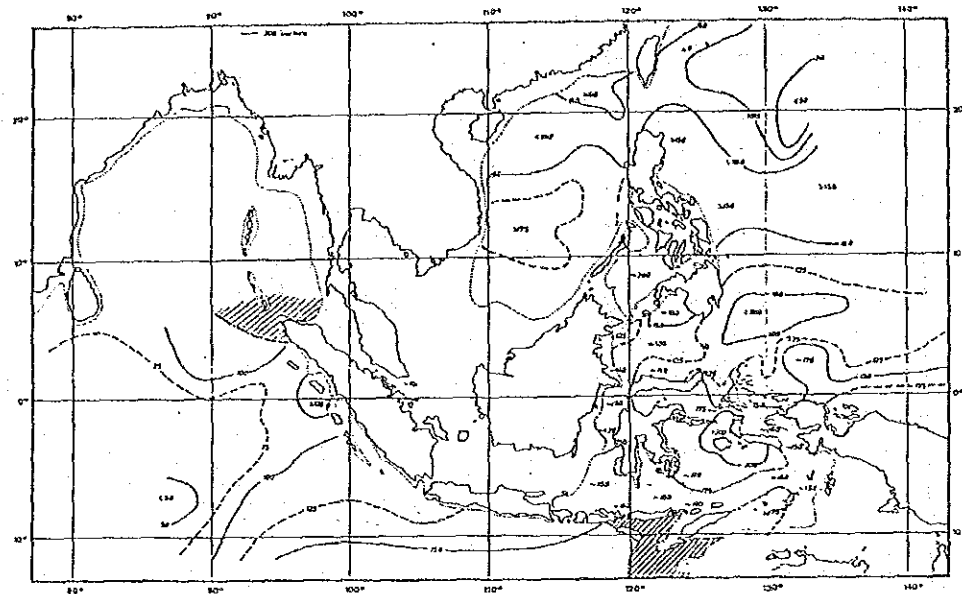


図1-18 亜熱帯下層水の中心深度

(Wyrtki, 1961)

1-2-12 透明度

沖合では透明度が高いが、沿岸の河川影響海域では低く、特に雨期には低くなる。

1-2-13 海流

図1-19～24に東南アジア海域を中心とした隔月の平均的な海面流向・流速を示す。

以下国別に説明する。なお海流の向きは風と反対に流れ去る方向で示す。北風は北から吹いて来る風であるが、海流で南東流とは南東に向って流れ去る海流を意味する。

(1) インド：

インド西岸の沿岸域では3月から9月まで南東流が卓越する。この海流は7月に最も強く18哩/日に達する。11・12・1月には弱い北西流がみられる。2月・10月には定常的な流れはみられない。

インド東岸の沿岸域では2月から7月まで北東流が卓越する。そして9～12月には南西流となる。1月と8月には流向が一定しない。

(2) スリランカ：

スリランカはインド洋・アラビア海およびベンガル湾の海流系の合流点または分岐点である。海流の主流部はこの地方の海岸に並行して流れる傾向があるが、時には顕著な向岸分枝がみられることもある。

距岸12～15哩以内では海流は極めて変わりやすい。これらの海岸近くの流れは互いに2, 3哩隔てて反対方向へ同時に流れることがある。特にLittle Basses Reef 付近およ

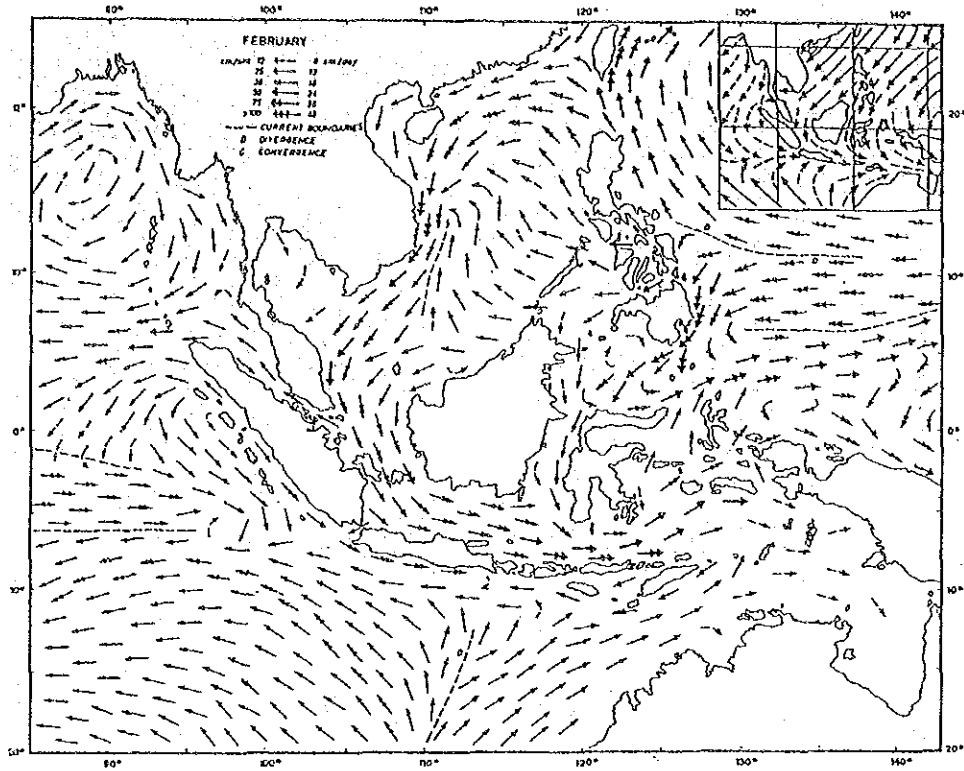


図1-19 2月の表面流(図中右上の小図は地上の風系を示す)。(Wyrtki, 1961)

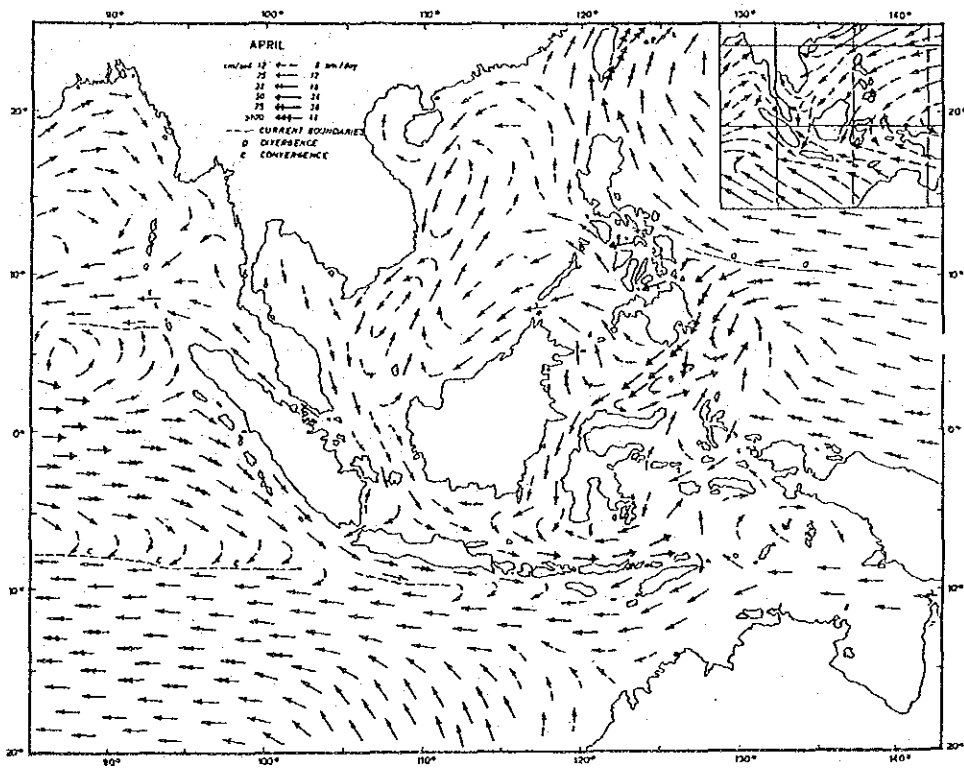


図1-20 4月の表面流 (Wyrtki, 1961)

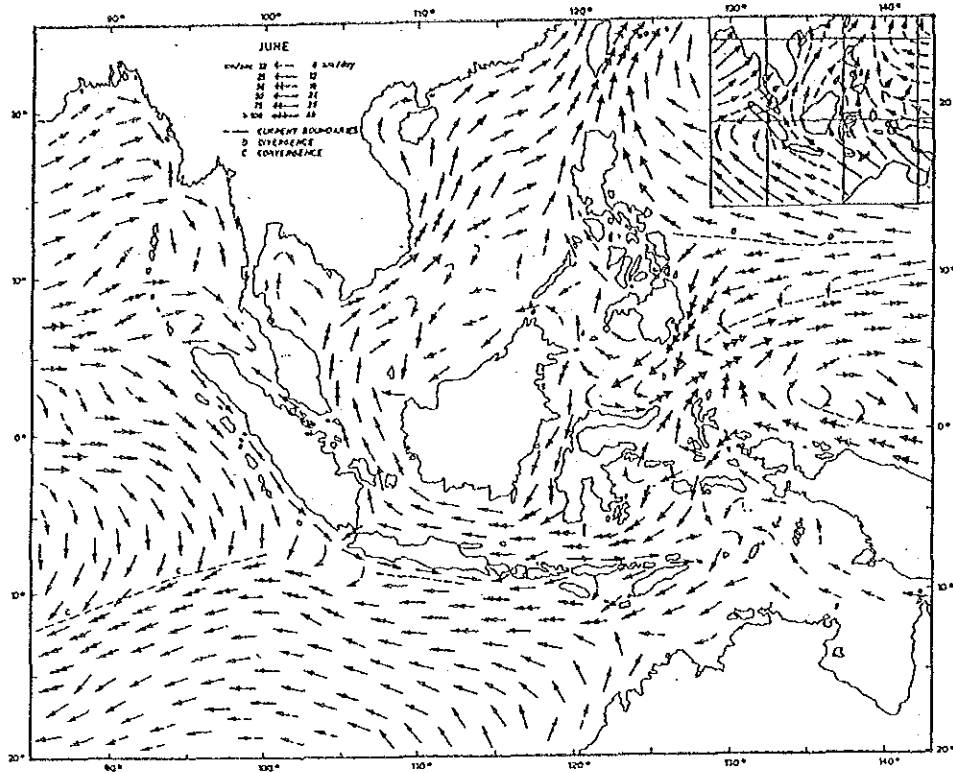


図1-21 6月の表面流

(Wyrčki, 1961)

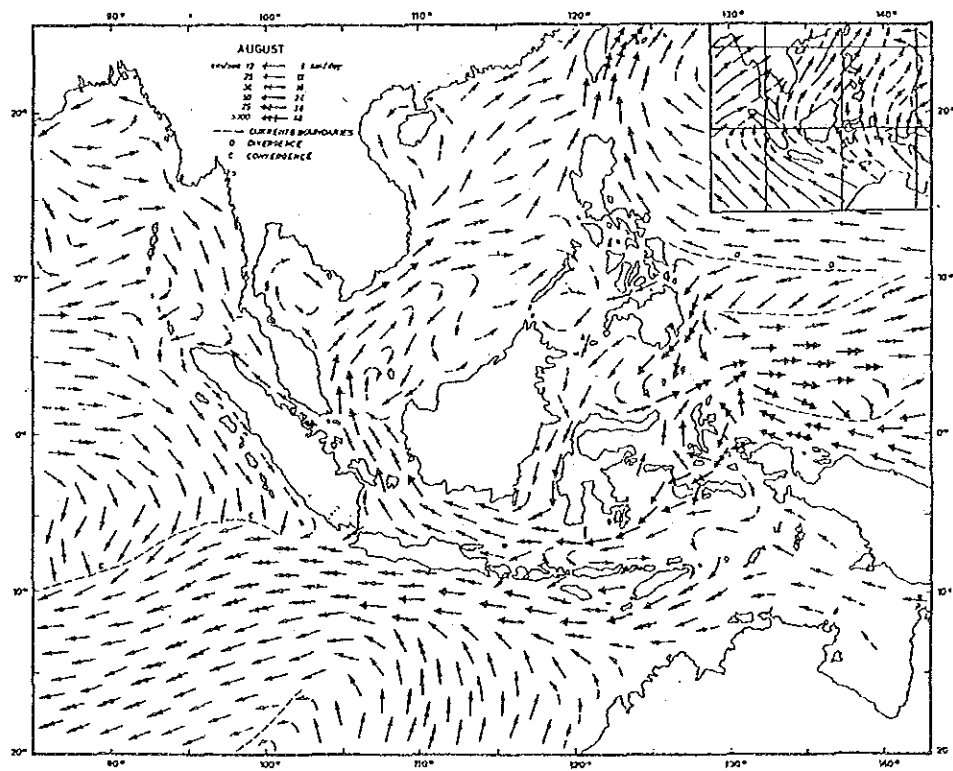


図1-22 8月の表面流

(Wyrčki, 1961)

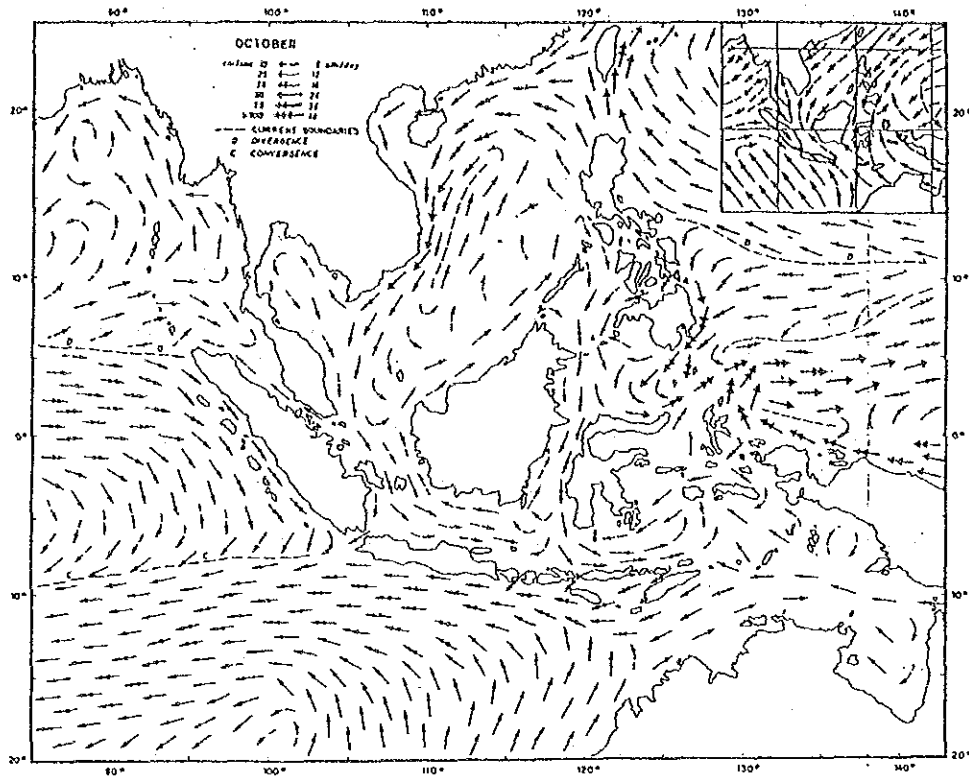


図1-23 10月の表面流

(Wyrski, 1961)

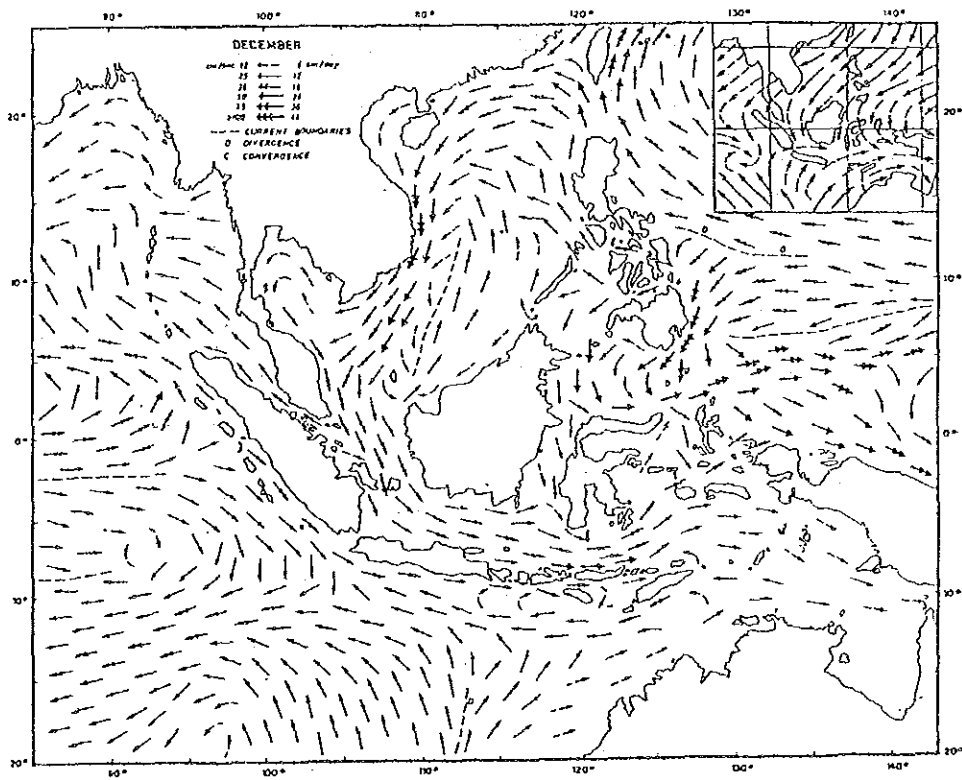


図1-24 12月の表面流

(Wyrski, 1961)

び Pamban Pass 内では 5～6 ノットの強い沿岸流が生ずることがある。

(3) バングラデシュ：

バングラデシュ沿岸では 1～6 月（図 18～20）には東流が，7～12 月（図 21～23）には西流が卓越する。

(4) ビルマ：

ビルマのベンガル湾沿岸域では 2～8 月（図 19～21）には南東流が，10～12 月（図 23～24）には北ないし北西流が卓越する。1 月と 7 月には流向が一定しない。

(5) タイ：

タイ湾内では 6～8 月（図 21～22）に時計廻り，10～12 月（図 23～24）に反時計廻りの環流がみられる。また，湾奥部には沿岸水の影響がみられる。

タイ国西岸のインド洋沿岸域には 2～4 月，12 月（図 19～20）には北西流が，6～10 月（図 21～23）には南東流がみられる。

(6) カンボジア：

カンボジア南西岸の沿岸域では，2～8 月（図 19～21）には南流が，10～12 月（図 23～24）には北西流がみられる。

(7) マレーシア：

西マレーシア（マレー半島）東岸では 10～4 月（図 23～24，19～20）の北東季節風期には南流が，6～9 月の南西季節風期には北流がみられる。

マラッカ海峡に面するマレーシア西岸では年間を通じて北西流が卓越する。（図 19～24）

東マレーシア（ボルネオ北部）北西部沿岸では海流は季節風の影響を受けるが 12～6 月（図 19～21，24）は南西，8～10 月（図 22～23）は北東流で，まれに強く流れることはあっても通常は微弱である。

(8) インドネシア：

スマトラ北岸のマラッカ海峡内では年間を通じて北西流が卓越する（図 19～24），スマトラ南西岸のインド洋側では年間を通じて南東流（図 19～24）が卓越する。

スンダ海峡（スマトラとジャワ両島間）の海流は，流向が北東に逆転する 11 月を除けば，年間を通じて南西流で，ジャワ海からインド洋に向かって流れる（図 19～24）。

ジャワ海の海流は 5～9 月（図 21～22）の南東季節風期には西流であり，6・7 月に 0.5 ノットに達する。11～3 月の北西季節風期は東流であり（図 24，19），12・1 月に 0.5 ノットに達する。10 月と 4 月（図 20，23）はそれぞれ季節風の交代月である。

フロレス海の海流は，6～10 月に西流（図 21～22），12～5 月に東流（図 22，19）となり，東流は西流よりやや強く，東流の平均流速は 0.7 ノットである。11 月は海流の交代月（図 23）である。

マカッサル海峡（セレベス，ボルネオ間）では年間を通じて季節風によらない南へ向う海

流がみられる(図19~24)。これは太平洋の北赤道海流の一部がセレベス海を通過して来たものである。マカッサル海峡の南部ではその流向は優勢な季節風の影響を受け、ジャワ海およびフロレス海の海流が西流する時期には南西方へ、また東流する時期には南東方へ流れる。

バンダ海の海流は、北寄りまたは北西寄りの季節風の時期(おおむね12~3月)には流速約1ノットの北東~東流となる。南寄りまたは南東寄りの季節風の時期(おおむね6~9月)には流速約0.5ノットの偏西流となる(図21~22)。

チモール海北部の $10^{\circ}\sim 12^{\circ}\text{S}$ の海域では南西(図21~22)、北西流(図24, 19)とが、それぞれ卓越する。

(9) フィリピン:

フィリピン諸島付近の海流は一般に両季節風と北赤道流とに起因する。フィリピン諸島の東岸沖およびセレベス海内の比較的安定した海流はいずれも北赤道海流の最西延長部である(図19~24)。この海流はサマル島沖を境にルソン島沖を北上するものと、セレベス海に南下する海流に分かれる。

南シナ海およびスール海の海流は主として季節的で、通常卓越季節風に従って流れる。季節風の影響を受ける全海域の海流は両季節風の最盛期である1月~8月で最大流速に達し、流れが一変することはほとんどない。季節風の交替期中は流速が弱く、且流向不定の海流が卓越する。

(10) 中国南岸:

中国南岸の沿岸域の海流は1月(北東季節風期)に南西流(図19)で $0.7\sim 0.8$ ノット、8月(南西季節風期)には北東流(図22)で $0.4\sim 0.9$ ノットとなっている。

(11) フィジー:

フィジー沿海では冬期に南西流が卓越する。

### 1-2-14 潮 汐

各国別に主として大潮差について述べる。

- (1) インド: インド西岸北部のKutch湾およびCambay湾の各湾奥では、大潮期の最大潮差はそれぞれ約6.5mおよび約9mである。ボンベイの大潮差は3.5mである。インド西岸南部では約1mになる。インド東岸の大潮差はマドラスで0.9m、カルカッタで3.1mである。
- (2) スリランカ: コロンボの大潮差は0.6mである。
- (3) ビルマ: 大潮差はビルマ沿岸南部で4~5m、Martaban湾では5~6.5mである。
- (4) シンガポール: シンガポールの大潮差は2.2mである。
- (5) インドネシア: ジャカルタの大潮差は0.2mである。
- (6) フィリピン: 大潮差は外洋に面した諸海岸の約0.5mから各狭水道内の2.1m余りの間にある。マニラの大潮差は0.5mである。

(7) 中国南岸：香港の大潮差は1.2 mである。

#### 1-2-15 波 浪

代表例としてインド西岸，スリランカ，マラッカ海峡，フィリピンについて説明する。

##### (1) インド西岸：

5～9月の南西季節風期には大きな風浪が発生する。そして南西方からの持続的な中程度または非常に高いうねりを生じ、インド西岸の露出した海岸線に押し寄せる。この状態は季節風の勢力に応じて変化する。

北東季節風期の北または北東からのうねりは一般におだやかである。

##### (2) スリランカ：

スリランカ南岸は南西季節風期に高いうねりが押し寄せ、船舶からの上陸が危険になる程である。スリランカ東岸では北東季節風期に Trincomalee 付近の外浜に向って高いうねりが押し寄せる。

##### (3) マラッカ海峡：

マラッカ海峡では風浪はほとんど一定で階級2(0.1～0.5 m)または、3(0.5～1.25 m)であるが、スコールときには短期間4(1.25～2.5 m)または、5(2.5～4 m)になることがある。海峡北口およびスマトラ南部沖では5～9月に階級5の風浪が約5%の頻度で現われることがある。

うねりはマラッカ海峡では卓越する方向がなく、一年を通じて普通には波高2 m未満で、まれに2～4 mになるだけである。

##### (4) フィリピン<sup>14)</sup>：

波浪を起こす主な風系としては北東貿易風・南西季節風および北東季節風があげられる。北東貿易風は3・4月に最も安定して吹き、南西季節風は5～10月に卓越し、北東季節風は、通常10月または11月上旬に吹き始める。

台風は波浪の方向と大きさに重大な変化をもたらすことがある。フィリピン海域は襲来する台風の数とその激しさおよびそれに伴う破壊的な波浪とで有名である。

海陸風はそれ自体では小さな波浪しか起こさないが、その時の主風に作用して同一方向に移動する波浪を助長することがある。冬季には、フィリピン諸島全域は卓越する偏北東風の影響を受ける。偏北東風に直接さらされている沿岸地域では、通常、同諸島の島陰にある南西側の沿岸地域よりも高い波を経験する。そのうえこの沿岸地域でも北部のほうが南部よりも波が高いと報告されている。たとえばルソン東岸沖における波高1.5 m以上の風浪の度数は、ミンダナオ東岸沖におけるものの7倍以上もあるという。また同様にサマルの北方ではときどき高さ6.1 m以上の風浪が報告されているが、南方では報告されていない(ルソンの北方区域では高さ6.1 m以上の風浪が観測の約4%発生している。ミンダナオの東方では高さ0.9 m以下の波浪がひんぱんに現われる)。



フィリピン諸島の西岸では、東岸と北岸とで報告されるような冬季の高い風浪は経験していない。報告によれば高さ1.5m以上の風浪は観測の3%以下で、風浪階級（下に風浪階級を表1-18に示す）0~3の風浪は観測の約90%であったという。他方パラワン北岸における冬季の風浪は、かなり長い海面を渡ってくるため、他の島々の風下側に見られるものよりはるかに高い。

表1-18 風浪階級

階級	説 明	波 高 (m)
0	油を流したようになめらかである。	0
1	おだやか、さざなみがある。	0から0.5未満
2	なめらか、小さな風浪がある。	0.5以上1未満
3	やや波がある。	1以上 2未満
4	かなり波がある。	2以上 3未満
5	やや高い波がある。	3以上 4未満
6	かなり高い波がある。	4以上 6未満
7	相当荒れている。	6以上 9未満
8	非常に荒れている。	9以上 14未満
9	異常な状態（台風を中心域で見られるような場合）。	14以上

スルー海、セレベス海およびビサヤン海周辺の沿岸地域における風浪は、いずれも海面が狭いために穏やかで、特にビサヤン群島周辺では波が荒くなることは珍らしい。スルー海とセレベス海の両海域では高さ1.5m以下の風浪が観測の96%を占めている。

夏季の風の状態は本質的に冬季の状態と対称的であるが、ルソンの北部付近のみは例外で、北東~偏東の風が引き続き吹く。フィリピン諸島東岸沿いの累年平均波高は常に低いが、この季節中、太平洋西部で発生した台風がひんぱんにフィリピン東方の海域を横切るため、同諸島北部地域ではきわめて高い風浪になる可能性が常にある。ルソン北方海域における風浪の状態は、東岸で見られる状態とほぼ同様で、仮に南西~西の方向から、高い波が海峡内にはいつてくるとしても、その確率は低い。フィリピン諸島の西岸沿いでは、風浪階級0~3の風浪がきわめて多く、偏南西の風浪が卓越する。

スルー海を囲む島々の南方海面は、風の吹き渡る海面がかなり長いので、夏季季節風の最盛期中は、波浪階級4および5の風浪が観測回数約1.7%も発生する。セレベス海を縁どる沿岸地域では、高さ1.5m以下の風浪が観測回数約100%を占め、偏南の風浪が卓越する。ビサヤン諸島の島群を取り囲んでいる海域内では海面が限定されているため、高さ1.5m以下の風浪がわずかにあるに過ぎないが、波浪階級6（4~6m）または7（6~9m）の風浪が偏西方向からはいつてくることがある。これらの波浪は台風がルソン上を通過するとき、ほとんど間違いなく発生している。

### 1-3 地象環境

#### 1-3-1 底質による地域区分

対象地域の沿岸域底質は

砂浜域、岩礁域、泥床域に分けられる。

一般に大陸棚上の堆積物は粒度組成によって礫、砂、泥に分けられる。以下それらについて説明する。<sup>10)</sup>

(1) 礫質堆積物：

礫質堆積物は通常、海底平坦面の縁辺部に分布する。

(2) 砂質堆積物：

砂質堆積物は汀線付近および水道、湾口に普通にみられる。汀線付近の砂は、水深5m前後のところにある砕波線で最も淘汰が悪く、そこから海岸線および沖に向かって粒度が小さくなる。

砂質堆積物の大部分は浅海にだけ堆積する。

(3) 泥質堆積物：

泥質堆積物は海水の停滞するところに分布する。湾内では環流の中心が最も流れが弱いかから、そこに含泥量の大きい泥質堆積物が分布する。また河口付近では河川水と外洋水の潮目付近に含泥量の大きい堆積物がみられる。

20m以浅では波浪の影響のために泥質堆積物は分布しない。

#### 1-3-2 南シナ海の底質分布

南シナ海（周辺海域を含む）の12漁区（図1-25）の底質の特徴は表1-19のとおりである。<sup>9)</sup>

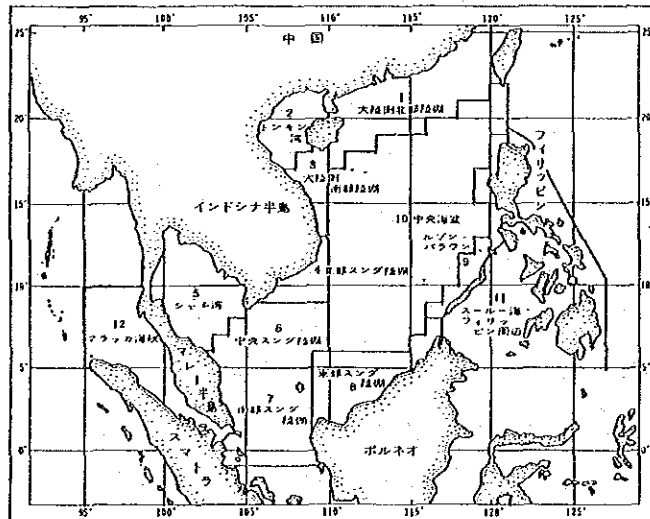


図1-25 南シナ海の漁場区分

(真道, 1976)

表 1-19 各漁区の漁場環境要因

	地理学的情況	水深 (m)	底質	湧昇流	外洋水 の影響	潮目	河川から の栄養物 の補給	水色
(1) 大陸側北部陸棚区	陸棚は広い	< 140	主に泥と砂	+	++	++	++	明るい青 緑
(2) トンキン湾区	陸棚は広い	< 50	主に泥	--	-	-	++	緑
(3) 大陸側南部陸棚区	陸棚は狭い	< 120	主に砂と泥	+	+	+	++	明るい青
(4) 北部スダ陸棚区	陸棚は広い	< 70	主に砂	++	++	++	++	明るい青
(5) シャム湾区	陸棚は広い	2~50	主に泥と砂	+	+	+	++	緑
(6) 中央スダ陸棚区	海は浅い	< 50	主に砂と泥	+	+	+	+	青
(7) 南部スダ陸棚区	陸棚は広く、斜面は緩い	< 70	主に泥	-	++	+	-	青
(8) 東部スダ陸棚区	海は浅い	< 50	主に砂と泥	+	+	+	+	緑
(9) ルソン・パラワン区	陸棚は広い	30~50	主に砂	+	+	+	+	青
(10) 中央海盆	珊瑚礁多し	< 200	珊瑚	+	++	-	-	青
(11) スールー海・フィリッピン区	島廻りの陸棚は狭い	30~60	主に砂と泥	+	+	-	-	青
(12) マラッカ海峡区	海は浅い	< 50	南部は主に岩礁で凹凸あり 北部は主に泥と砂	-	-	-	+	黄緑

(真道重明, 1976)

### 1-3-3 マラッカ海峡の海底の状態<sup>19)</sup>

マラッカ海峡の海底では強い潮流のために同じ形状の大きなサンドウェーブが形成されている。潮流の流向に直角にできるサンドウェーブの高さは4~7m、波長は250~450mである。またマラッカ海峡には潮流の流向と並行して延びる長大な礁脈がある。

### 1-3-4 ビルマのArakan海岸の泥火山<sup>20)</sup>

Arakan海岸の特色は泥火山が多いことで、時にガスや火煙を噴出するものがある。それらは本土および隣接の島々に起るだけでなく、付近の海中にも起ることがある。海中にできた泥火山が、新しい島として出現することもあるが、やがて水面下に隠れてしまい、浅瀬として残存するものもある。

## 1-4 生物環境

### 1-4-1 プランクトン

対象地域のプランクトン分布は植物プランクトンと動物プランクトンに分けて述べる。

植物プランクトンの生産量を基礎生産量(生産力)(単位は $gC/m^2/day$ )で示される。動物プランクトンの量は平均重量( $mg/m^3$ )または排水量( $mls/m^2$ )で示される。

### 1-4-2 植物プランクトンの基礎生産量

インド洋の基礎生産量を北東季節風期と南西季節風期に分けて測定した結果は次のとおりである。<sup>8)</sup>

冬期（北東季節風期）：

1.45 以上 ……バングラデシュ沿岸，ビルマのMartaban 湾。

0.75 ~ 1.45 ……スリランカ・インド間のManaar 湾。

0.38 ~ 0.75 ……インド東岸，ビルマ沿岸（Martaban 湾を除く），タイ西岸，スマトラ北端沿岸，ジャワ南岸

夏期（南西季節風期）：

0.75 ~ 1.45 ……ジャワ南岸

0.38 ~ 0.75 ……スマトラ北端沿岸

太平洋側の測定結果は次のとおりである。

1.2 ~ 1.8 ……バンダ海

1.0 以上 ……タイ湾，マラッカ海峡，ジャワ海，スマトラとボルネオの間

0.5 以下 ……南シナ海，フィリピン周辺，セレベス海

#### 1-4-3 動物プランクトンの量

南シナ海（周辺海区を含む）の動物プランクトン量（ $mg/m^3$ ）を 300 以上，200 ~ 300，100 ~ 200，100 以下の 4 段階で示したものを図 1-26<sup>9)</sup>に示す。

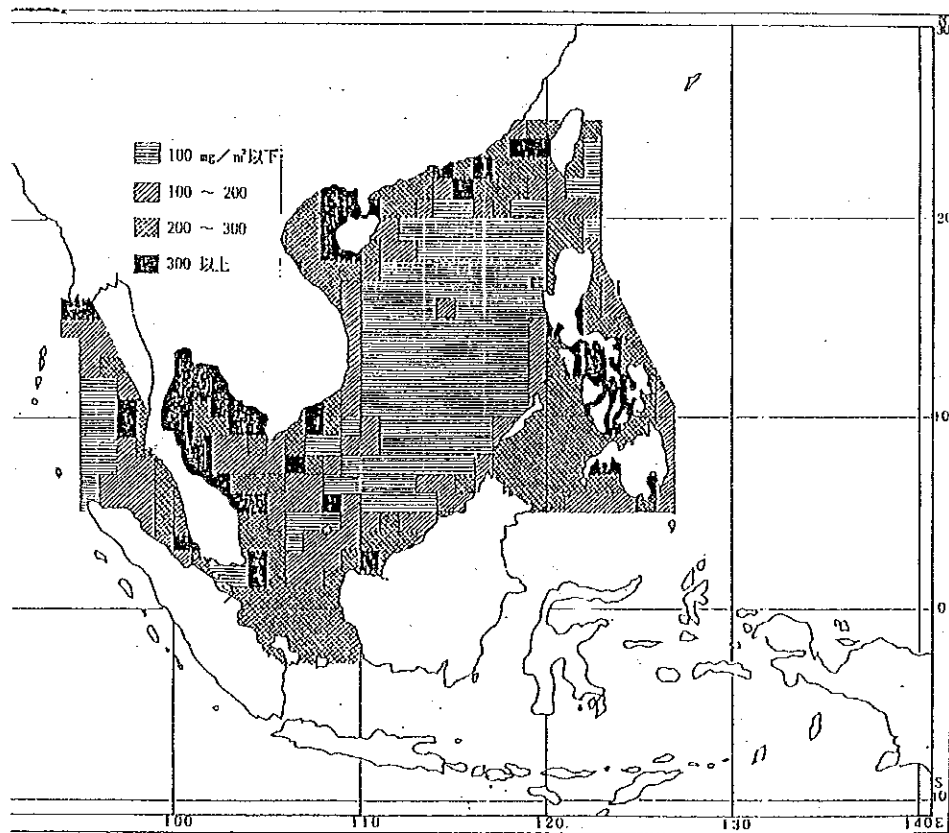


図 1-26 南シナ海の動物プランクトン量の分布

（真道，1976）

インド洋の動物プランクトンの排水量を、北東季節風期（冬）と南西季節風期（夏）に分けて測定した結果は次のとおりである。<sup>8)</sup>

海 域	冬	夏
インド西岸	15 ~ 20	20 ~ 50
インド東岸	10 ~ 20	15 ~ 20
スリランカ沿岸	20 ~ 25	20 ~ 30
バングラデシュ沿岸	5 ~ 10	20 ~ 25
ビルマ沿岸	5 ~ 10	15 ~ 20
スマトラ南西岸	5 ~ 10	5 ~ 10
ジャワ南岸	5 ~ 10	10 ~ 25

（海上保安庁，1970）

#### 1-4-4 マングローブ及び河口・ラグーンの養殖可能面積と養殖可能沿岸域面積

主要国について表1-20に示した。

表1-20 主要国の汽水養殖可能面積

	バングラ デシュ	インド	インド ネシア	マレー シア	パキス タン	フィリ ピン	スリ ランカ	タイ	シンガ ポール	ベト ナム
マングローブ及び河 口ラグーンの汽水池	180	2,000	1,000	150	不 明	242	120	152	800	500
沿 岸 域 (km)	700	6,500	5,110	4,325	900	34,600	1,800	2,614	不 明	不 明

注) 各国のかん水海面養殖可能面積（生質養殖など）は資料がみ当たらない。

（FAO，1983）

注) マングローブのこれからの養殖についての意義。

これまでマングローブ樹林は地元住民の一部に薪炭材として利用される程度で一般には邪魔もの視されてきた。だが、マングローブ湿地帯は開墾してサバヒーの養魚池として利用されてきた現地の歴史がある。

1960年代後半アメリカ、マイアミ大学のエビ生態研究からマングローブ湿地帯が稚エビの保育場として重要な役割を果たしていることが明らかになり、近年東南アジア諸国に急激にこの方面の研究への関心が高まっている。すなわち東南アジアでは1974年インドネシアの首都ジャカルタで開催された印度・太平洋漁業会議（IPFC）の部会で、マングローブの生態調査の重要性がとりあげられ、東南アジア諸国の重要課題として決議され、以来フィリピン、タイ、マレーシアで各国独自の国際会議が開かれ、マングローブ湿地帯がエビのみならず重要魚介類の生育場としての役割が次第に明らかになりつつある。各国とも保護対策がとられており無断開墾は許されていない所が多い。

今後マングローブ湿地帯の生産力をいかに水産に利用するかは重要な課題である。

#### 1-4-5 東南アジアにおける魚種別生産量

当該地域の1976年から1981年までの6ヶ年間における国別魚種別年間生産量を表1-21に示した。











SINGAPORE

FRESHWATER FISHES NEI	13	654	754	538	537	510	491
SEA CATFISHES	33	124	144	345	304	308	381
LIZARDFISHES NEI	33	117	254	309	371	309	416
GROUPERS NEI	33	63	76	210	240	239	251
SILLAGO-WHITINGS	33	24	23	53	40	54	60
MOOHFISH	33	10	0	84	139	144	121
SHAPPERS	33	580	479	268	134	288	163
FUSILIERS	33	3165	3298	3004	2762	2402	2132
SHAPPERS NEI	33	16	7	55	74	65	82
THREADFIN-BREAMS	33	452	388	414	428	381	483
PONYFISHES (=SLIPMOUTHS)	33	41	24	108	80	109	124
GRUNTS NEI	33	7	3	47	40	47	71
CROAKERS, DRUMS NEI	33	176	223	384	438	337	405
GOATFISHES	33	99	232	377	332	331	391
BARRACUDAS	34	156	234	405	377	372	337
MULLETS NEI	34	34	0	94	72	78	100
THREADFINS	34	110	180	136	91	71	57
SCADS	34	54	46	147	178	174	218
JACKS, CREVALLES, NEI	34	110	179	327	301	342	392
CARANGIDS NEI	34	35	105	230	118	186	82
BUTTERFISHES, HARVESTFISHES NEI	34	5	9	62	38	142	120
CLUPEOIDS NEI	35	168	0	276	261	224	276
WOLF-HERRINGS	35	57	25	128	152	135	169
SEERFISHES NEI	36	28	4	109	150	137	138
SKIPJACK TUNA	36	4	0	40	39	35	55
TUNA-LIKE FISHES NEI	36	15	25	71	96	102	150
LARGEHEAD HAIRTAIL	37	31	29	102	132	140	195
INDIAN MACKERELS NEI	38	170	142	422	422	292	496
SKATES AND RAYS NEI	38	100	127	271	295	305	401
SHARKS, RAYS, SKATES, ETC	39	8727	7181	4885	5692	4340	4581
MARINE FISHES NEI	42	32	0	62	64	53	57
MUD CRAB	42	128	41	311	247	204	235
MARINE CRABS NEI	43	110	4	18	23	23	14
PANULIRID SPINY LOBSTERS NEI	43	22	40	44	41	53	63
SLIPPER LOBSTERS	45	606	557	1187	1093	1112	1193
HATANTIAN DECAPODS NEI	57	90	129	257	295	282	351
CUTTLEFISHES NEI	57	111	141	390	347	303	357
COMMON SQUIDS							
TOTAL	5	16429	15105	16172	16932	16044	16112

SRI LANKA

TILAPIAS NEI	SAROTHERODON SPP (=TILAPIA SPP)	12	0	0	0	0	0
FRESHWATER FISHES NEI		13	12539	13067	16735	17422	20264
DIORONDUS CLUPEOIDS NEI	CLUPEOIDEI	24	0	0	0	0	0
DEMERSAL PERCOMORPHS NEI	PERCIFORMES	33	13307	15888	17876	18003	18811
CARANGIDS NEI	CARANGIDAE	34	7635	8790	10358	10129	10048
CLUPEOIDS NEI	CLUPEOIDEI	35	38541	46278	54412	59276	69061
NARROW-BARRED KING MACKEREL	SCOMBEROMORUS COMMERSON	36	4675	3774	3714	4323	6229
SKIPJACK TUNA	KATSUWONUS PELAMIS	36	12222	11399	10994	8309	12700
YELLOWFIN TUNA	THUNNUS ALBACARES	36	6915	5720	5369	6166	6906
TUNA-LIKE FISHES NEI	SCOMBROIDEI	36	5141	6407	7614	8270	8666
MACKEREL-LIKE FISHES NEI	SCOMBROIDEI	37	11018	9179	7747	13388	13888
SHARKS, RAYS, SKATES, ETC		38	15610	11312	12569	12830	14170
MARINE FISHES NEI		39	145	251	1243	2016	2854
MARINE CRUSTACEANS NEI	CRUSTACEA	47	7149	6090	7269	5486	4950
MARINE MOLLUSCS NEI	MOLLUSCA	58	956	592	867	636	221
MARINE SHELLS NEI	EX MOLLUSCA	81	0	0	0	0	0
TOTAL		5	135853	138747	156567	166254	185506



## 1-5 主要国の環境概要

### 1-5-1 インド

インド洋の北部に位置し、海岸は北緯8°から北回帰線（北緯23°27'）に及ぶ熱帯域である。

1年は4つの季節に区分できる。北東モンスーン季節、酷暑の季節、南西モンスーン季節及び南西モンスーン後退季節である。

#### (1) 北東モンスーン季節（12月～2月）

冬は季節的には12月から始まる。陸上では西方系の風が卓越し、海ではやや強い北または北東風が多くなり、ベルガル湾のマドラス附近では雨期となる。晴れたおだやかな天気、湿気のないしのぎ易い気温が特長である。

この季節の海流はベンガル湾では強い反時計まわりの南西皮流となり、アラビア海では北西皮流となる。

#### (2) 酷暑の季節（3～5月）

太陽が南中高度を増すにつれ、気温は急激に上昇し連日35℃をこえ、砂漠では40～50℃に達する。

ベンガルでは強雨が多くなり、セイロンの西部とともに、半島南部では雨期の前ぶれ mango shower が始まる。4月に入り、アラビア海やベンガル湾では熱帯低気圧サイクロンが発生し、半島の南部やセイロンを襲い甚大な被害を与える。

#### (3) 南西モンスーン季節（6～9月）

インドで一般的にいわれているモンスーンの語はこの季節を指す。6月にはいと急激に雨季開始の monsoon burst が始まる。雨をともなった熱帯収束帯の北上とともにモンスーン期となる。南西モンスーンはアラビア海から湿った空気が Western Ghats 山脈にあたり Malabar Coast に2,500 mm以上の多雨をもたらす。コーチン沖のエビ資源涵養の役目を果たす。

この季節のアラビア海には南東皮流が発達し、コーチン沖では深層水の湧昇が起る。ベンガル湾では弱い時計廻りの北東皮流となる。

#### (4) 南西モンスーン後退季節（10～11月）

9月にパキスタンにあったモンスーンの北限は南下し、10月には南部に達し、ベンガル湾を南下する北東モンスーンとの間に収束帯をつくり雨をもたらす。南部やベンガル湾ぞいは雨となる。これらの地域はベンガル湾発生サイクロンの来襲により高潮と重なった時には大きな被害を受ける。熱帯性低気圧サイクロンはモンスーンの前進と後退期にあたる5月と10月に多発する。特に勢力の強いものは10～11月に多い。

### 1-5-2 バングラデシュ

地理的には北緯20度から26度にわたる亜熱帯に属し、インド洋特有の気象で、夏期5月から9月までモンスーン・シーズン（雨期）、10月から翌年4月までは連日快晴の日が続くドラ

イ・シーズン（乾期）の2つの季節に大別される。

(1) 雨期（4～9月）

高温多湿で平均気温28.3℃。この期間は雨量多く西部で約1,550mm, 東部で約8,800mm。ほとんどが6・7・8月に集中し, また, この季節には連日インド洋から偏西風（南西風）が吹き, ベンガル湾に海水が吹送流として流れ込むため, ベンガル湾の海面が1.5メートルも盛りあがる。このため砂浜や河口近くの島々は勿論国土の1/3が毎年浸水する。雨期は内水面漁業の資源維持ならびに培養に好影響を与えている。水質は中性で栄養分に富み, 水温も適温で酸素量も多いといわれ, 魚の成長は極めて早い。これらが生産力を著しく高くしている。

(2) 乾燥期（10～3月）

平均気温15.6℃で, 雨がなく連日好天が続く。また, 土壌が沖積土のため水の滞留悪く, 水位は急速に下って湖沼の水も極端に減水し, 用水池も干上って緊急給水対策を行なうほどである。このため海面も下って, 地図にない島々まで浮上してくる。風は大陸から乾いた微風が吹き, 干魚の製造に好適で, 海上は平穏である。

(3) 沿岸の海況

ベンガル湾中央部には遠くインド洋から湾奥部まで入り込んだ深い海溝があり, また湾の東側ビルマ寄りと西側インド寄りには海礁地帯がある。これらは海水の流れを複雑にしている。インド洋から流入する海水は上昇環流となり, 内陸部から流れでる河川水と混合し, 漁業資源上よい環境条件となっている。たゞ, 湾内の潮流はかなり早く常時4ノット, 早い時には5ノットにもなり, 雨期遠浅の海岸に白波を立て, 極端な泥水で養殖事業にはよい条件ではないが, 海底が泥であることと豊富な栄養源を有することは貝類の増殖に期待がもてる。また, 汽水養殖可能域は16,000haと広い。ガンジス川も河口より中流附近まで汽水域といわれ, エビ資源の多いことと相まって, 今後の研究開発が期待されている。

1-5-3 マレーシア

マレーシアはマレー半島にある西マレーシアとボルネオにある東マレーシアに分かれるが, 共に北緯0°から10°の間に位置する。

(1) 西マレーシア

マレー半島は海岸線, 北方域及び河川流域を除くと, 密林, マングローブ湿地及び山岳地帯が5分の4の面積も占める。中央部には南北に分かれる分水嶺山脈が走り, 西岸の河川はマングローブの生い繁る沼沢地帯を経て海に注いでいる。沿岸は入江や湾に富み平坦な広い泥質底のためエビの生活環境には極めて良好である。これに反し, 東岸は南支那海の荒い海となり, 入江や湾に乏しく, 岸深で白いサンゴ砂が海底を覆っている。

マレー半島及び東マレーシアはインド洋, 南支那に面しているため, アジア季節風の影響を受け, 高温多湿で雨量が多い。四季の変化はあまりみられないが1年を2つに分ける季節

風がある。一つは北東モンスーンで他は偏西モンスーンである。北東モンスーンは10月に始まりマレー半島東岸に雨期をもたらす3月に終る。4月から9月は偏西モンスーン期となり、半島西岸は雨期となるが、降雨量は北東モンスーン期にくらべると少い。雨量は1,600 mmから6,000 mmである。マレー半島西岸はスマトラ島があるため、モンスーンによる風の影響は少い。平地での気温は最低の平均が21℃で、最高の平均は32℃である。

## (2) 東マレーシア

東マレーシアにはサラワク州とサバ州がある。

### 1) サラワク州

気候は雨が多く、高温多湿である。年間平均降雨量は3,550 mmで、平均気温は日中31℃、早朝は21.5℃である。10月～2月は北東モンスーンの時期で雨量が多い。4～8月は南東モンスーンの時期ではあるが、雨量は比較的少い。この州には多くの河川があり、国内の重要な交通網の一部となっており、特に奥地への唯一の経路である。反面沿岸の漁村は河川により孤立しているものが多い。

### 2) サバ州

熱帯性気候で、10月下旬～11月に北東モンスーンは始まる。5～8月は南西モンスーン期となる。両期とも雨量が多い。年間降雨量は地域により2,500～6,800 mmと大差がみられる。昼間の気温は沿岸地域で、早朝23～31℃、日中の最高気温は34℃前後である。夜間は22度位まで下ることもある。内陸部も大差なく、雨期には温度はやゝ下るが、年間を通じて大差はない。東部地域には大河があって、河川漁業が行なわれている。

## 1-5-4 インドネシア

インドネシアは赤道直下の熱帯にある。ジャワ海をとりまく多数の島嶼には大河があってすべてジャワ海に注いでおり、ジャワ海とその附近水域にはエビが多い。インドネシアの大部分の地域の気候はモンスーンに支配され、他の東南アジア水域と同じく季節風が発達し、乾期と雨期に分れている。

即ち：

乾期(5～10月)……オーストラリアからアジア大陸へ向うモンスーンは東から南東にかけての風を伴い晴天が続く乾期をもたらす。卓越期は6～8月である。表層皮流は西流を発達させ6月に最強となる。

雨期(11～3月)……アジア大陸からオーストラリアへ向うモンスーンは西から北西にかけての風が吹き多量の雨を伴い雨期となる。卓越期は1～2月である。

表層皮流は東流が発展し最強期は2月である。

赤道に近い地域は常時高温多雨で無風地帯となっており、台風の影響はみられない。インドネシアは東西(5,110 km)、南北(1,888 km)と広範囲に広がっているため、地域的な差も大きい。以下概要を述べる。

## (1) 地 勢

### 1) インド洋岸

スマトラ西岸とジャワ島南岸の水域には河川の流入は少なく、江湾や島嶼も少い。その上大陸棚も狭いためエビの生息環境としては恵まれてない。

### 2) スマトラ島東岸

マラッカ海峡にのぞむスマトラ沿岸から東岸にわたる水域であって、古くからエビ・貝の産地として有名である。スマトラ北岸から流入する多数の河川、広大な swamp 地帯に連なる泥質底に繁茂する広いマングローブ地帯、海峡を東西に抜ける潮汐流などは、資源涵養のための好条件となっている。当海域は基礎生産力の大きいことで知られている。

### 3) ジャワ島北岸

ジャワ島北岸の自然環境はエビにとってそれ程よくない。

### 4) カリマンタン西の南岸

カリマンタン西岸、南岸は、多数の河川が流入し、大陸棚は広く、Nuri 湾付近、南部の Kuma i 湾周辺にはエビが多い。

### 5) カリマンタン東岸とセレベ島西岸

マカツサル海峡の海流は常に南流している。大陸棚は比較的狭く、これに注ぐ河川はカリマンタン側には見られるが、セベレス側には見られない。

### 6) 西イリアン南西岸

西イリアンの南西岸から西方アルー群島まで続く大陸棚には熱帯雨林から発する大量の陸水が流入しており、ゆるやかな湾流とともにエビ生息の好環境を形成している。

(2) 降雨量…… 1,500 ~ 9,000 mm。

(3) 気 温……最高は 33.9 °C、最低は 14.7 °C であるが、一般的には最高は 30 °C 前後、最低は 21 ~ 22 °C のところが多い。

(4) 河 川……大小 220 の河川があるが、その中 10 の河川は、350 km 以上である。最長は 1,010 km に達する。

(5) 湖 沼……主要なものは 54 あって、面積 100 km<sup>2</sup> 以上は 9 つある。

(6) 汽水域……ジャワ島北岸及び南スラヴェシ沿岸の汽水域ではエビ類やサバヒーの養殖が盛んである。カリマンタン、スマトラにも広い汽水域があって、今後養殖事業発展の可能性がある。

## 1-5-5 フィリピン

フィリピンはほぼ N 4° 附近から N 21.5° の間に位置し、東西に 1,158 km、南北に 1,852 km の海域に点在する群島で、その多くは火山帯に位置する。海岸線 (17,460 km) は長く、大陸棚 (184,600 km<sup>2</sup>) も広く、その中には多くの内海・海峡がある。森林面積は国土の 56.4 % を占め、河川は多いが短い。群島内には湖沼 (1,994 km<sup>2</sup>) も多い。開発可能なマングローブ湿地 (55 万 ha)

は広く、点在する淡水・汽水域（6,070 km<sup>2</sup>）も広大である。季節は雨期と乾期がある。雨期は5月下旬から10月上旬頃までで南西の風が吹き雨が多い。この季節には南西季節風のほかに太平洋西部で台風が頻繁に発生し、フィリピンの東方海域を横切するため東方と北部は波浪が高い（6.1 m以上のことあり）。乾期は10月頃から始まり2月頃まで続きフィリピン全域に偏北東風が吹き、比較的涼しい季節となる。3～4月には安定した北東貿易風が吹き、一般的にスル海、セレベス海は穏やかである。海流は一般に両季節風と北赤道海流とに起因する。また、フィリピン東部とセレベス海域は比較的安定した海流である。そして、南シナ海及びスルー海の海流は通常卓越季節風に従って流れる。気温は12月～1月が最も低く平均最低値は21℃であるが、暑いのは4～5月で平均最高気温は35.5℃となる。以下マニラの場合を例にとり、気温、風速、日照率、日照時間、湿度、水温、塩分につき述べると次の通りである。

気温……月平均の最大値は5月で29.4℃、最低値は1月と12月で25.4℃となる。

年平均風速……2.5 m/s、年合計日照時間……2,103時間

年平均日照率……47%、年平均湿度……78%

年平均沿岸水温……29℃

塩分濃度年平均約34%（セレベス海）

以上、エビの養殖開発に必要なマングローブ湿地は広大で、しかも好適な暑い気候条件など、エビ養殖上非常に恵まれた環境といえる。



## 引用文献

1. 赤井正夫・穂積俊一・福屋正嗣. 1970. 西マレーシア・シンガポール(マレー半島)の水産業. 海外水産叢書15. 日本水産資源保護協会。
2. Defense Mapping Agency Hydrographic Center, Washington. 1966. Atlas of Pilot Charts, South Pacific and Indian Oceans.
3. 科学技術庁資源局. 1959. メコン河下流水域の水資源開発計画. 資源局資料第19号。
4. 海上保安庁. 1968. 南シナ海水路誌・第1巻。
5. 海上保安庁. 1969. 南シナ海水路誌・第2巻。
6. 海上保安庁. 1969. 南シナ海水路誌・第3巻。
7. 海上保安庁. 1973. フィリピン諸島水路誌・第1巻。
8. 海上保安庁. 1970. フィリピン諸島水路誌・第2巻。
9. 海上保安庁. 1973. フィリピン諸島水路誌・第3巻。
10. 海上保安庁. 1970. フィリピン諸島水路誌・第4巻。
11. 海上保安庁. 1976. スマトラ東部水路誌。
12. 海上保安庁. 1978. マラッカ海峡水路誌。
13. 海上保安庁. 1957. ビルマ海水路誌。
14. 海上保安庁. 1975. ジャワ海水路誌・第1巻。
15. 海上保安庁. 1974. ジャワ海水路誌・第2巻。
16. 海上保安庁. 1957. ベンガル湾水路誌。
17. 海上保安庁. 1981. インド西岸水路誌。
18. 海上保安庁. 1978. 近海航路誌。
19. 倉島厚・青木宜治・土屋巖他. 1964. アジアの気候. 世界気候誌第1巻. 古今書院。
20. 奈須敬二. 1975. 世界の海洋環境と資源生物. 水産研究叢書27. 日本水産資源保護協会。
21. 真道重明. 1976. 南シナ海の漁業とその資源. 水産研究叢書29. 日本水産資源保護協会。
22. Sverdrup, H. u., M. W. Johnson and R. H. Fleming. 1942. The Oceans. Prentice Hall.
23. 高橋浩一郎編. 1974. 世界の気象. 毎日新聞社。
24. 拓殖大学海外事情研究所編. 1981. オセアニアの海洋資源と漁業。
25. 東京天文台編. 1983. 理科年表. 丸善KK。
26. 和達清夫監修. 1960. 海洋の事典. 東京堂。
27. 和達清夫監修. 1974. 新版・気象の事典. 東京堂出版。
28. Wyrski, K. 1961. Physical Oceanography of the Southeast Asian Waters Naga Report Vol. 2. The Univ. of California, Scripps Inst. of Oceanogr.

29. 矢野暢. 1983. 東南アジア世界の構造. NHK市民大学テキスト. p 32.

30. Sewell, D. and N. Webb, 1973, Population Poverty and Plans. Action Publications. p47.

## 第2章 水産養殖計画策定基準

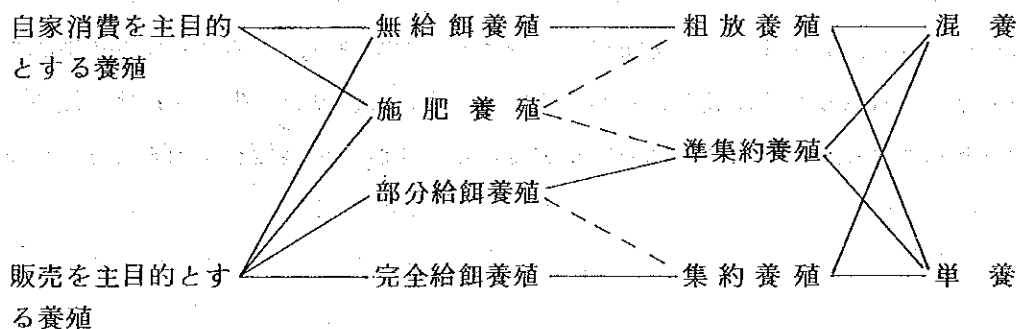
### 2-1 基本的概念

日本政府による二国間協力下での水産養殖振興プロジェクトは、既存または新興の養殖業の振興・普及を目的とする天然・人工種苗確保、養殖生産支援インフラや技術開発、普及計画に基づく諸施設が対象となる。これら供与施設の主要なものとして、人工種苗生産センター、飼料・生産物の保存・加工場、種苗生産・養成等の技術開発研究所、技術普及のための訓練・指導所などがあげられる。

これら諸施設の計画策定にさいしては、対象国、対象地域における養殖の現状のみならず、対象国の全体像を把握するとともに、今後の振興目標や可能性を適格に想定し、養殖振興の中核、推進役となりうるものが前提でなければならない。

アジア、南太平洋地区の諸国・諸地域における養殖は、その目的からみて、①自家消費のための蛋白・脂肪を安定生産するもの、②生産物の販売により収益をあげようとするものに大別される。①は生活・健康維持のため必要不可欠のものであり、地域によりこの要望は極めて高い。一方②はまさに養殖「業」であり、経済活動であるが、①も需要が満たされる場合や流通経済の概念が入り込む場合は、②に近づくことになる。また、①は原則的に伝統的で小規模であり、自然の環境に適合した生産手段がとられ、その使用資材も入手が容易であって、投下資本も極めて少い。②はいうまでもなく、利益追究が目的であるため、施設や対象種は合目的的に選定され、技術向上や導入が急速にすすめられる場合が多い。従って養殖振興の視点は、国情、地域事情などにより①に重点をおく場合、②におく場合および①②を同時に重点をおく場合がありうる。

さらに、養殖は給餌有無により、給餌養殖と無給餌養殖に大別され、前者はさらに完全給餌と部分給餌に、また後者は施肥と無給餌に分けられる。またこのほか養殖は単位面積当りの収穫量（生産原単位）の大小により、集約（Intensive）養殖、準集約（Semi-intensive）養殖、粗放（Extensive）養殖に、また、養殖対象種が単一種か複数種かにより単養、混養に分けられる。これら諸分類の相互関連をみると次のようになる。



一般に、養殖発展の推移は前図で左から右へ、上から下への方向をたどる傾向がみられる。しかし、対象種や、社会経済環境などにより無給餌養殖、粗放養殖を継続している例もあり、この傾向にのみ推移するとは限らない。とくに、アジア南太平洋地域の養殖ニーズは自家消費を目的とするものから集約生産販売を目的とするものまで様々であり、前者は大きな社会問題の一つでもあり、後者は国の経済問題でもある。いずれの場合においても振興のための施設は必要であるが、その立場、養殖方法・規模などは状況によって異なる。このさい施設立地については前述のように現状の養殖状況と今後の地域展開及びその管轄域を考慮し、中核として最適な位置でなければならない。だが、このことは施設が管轄域の中央部に位置するとは必ずしも限定すべきではなく、施設が将来にわたり十分に機能を果せることが必要であるということである。したがって、これら施設はある時期を経て、将来、地域支所として活動をつづける場合もありうる。

このような視点から、養殖振興策定基準を検討整理すると次の基本条件大項目があげられる(図2-1)。

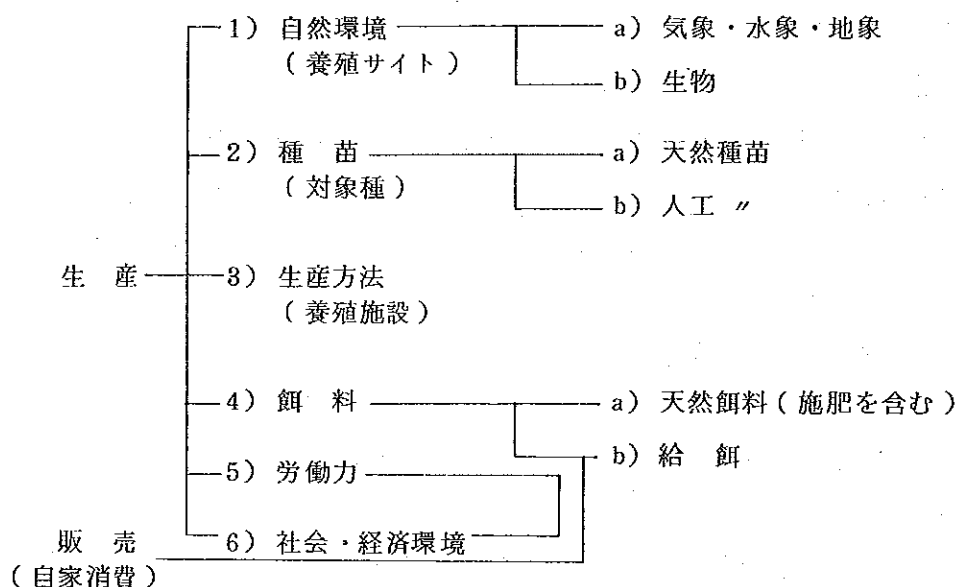


図2-1 基本条件大項目

これら大項目のうち、養殖生産の主要項目はどのような対象種を、どのような生産手法で、どこで行うかであり、これらは相互に強くかかわりあうものである。また、生産を行い、販売(又は自家消費)するためには社会経済環境も極めて重要である。これらの関係を図示すると次のようになる。

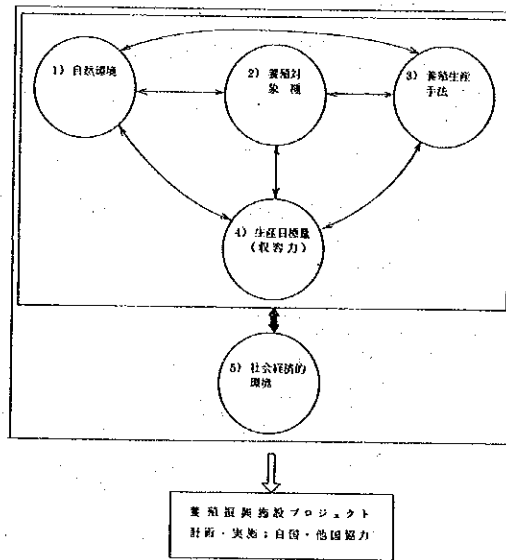


図2-2 基本条件大項目の相互関係

図2-2に示すなかで、養殖生産が可能であるかどうかは、1)、2)、3)によって決定される。図2-3に示すよう対象種と環境は適合し、対象種とその生産手法が確立しており、かつ、環境に適合した生産手法でなければ養殖は成立しない(図2-3, 左: 成立, 右: 不成立)。すなわち、これら3者の重複が多いほど養成生産は成立しやすいことになる。

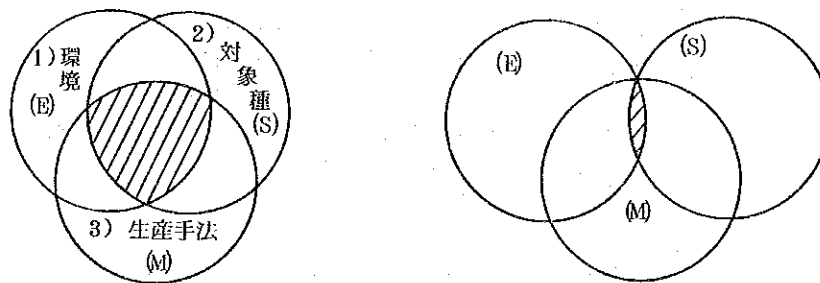


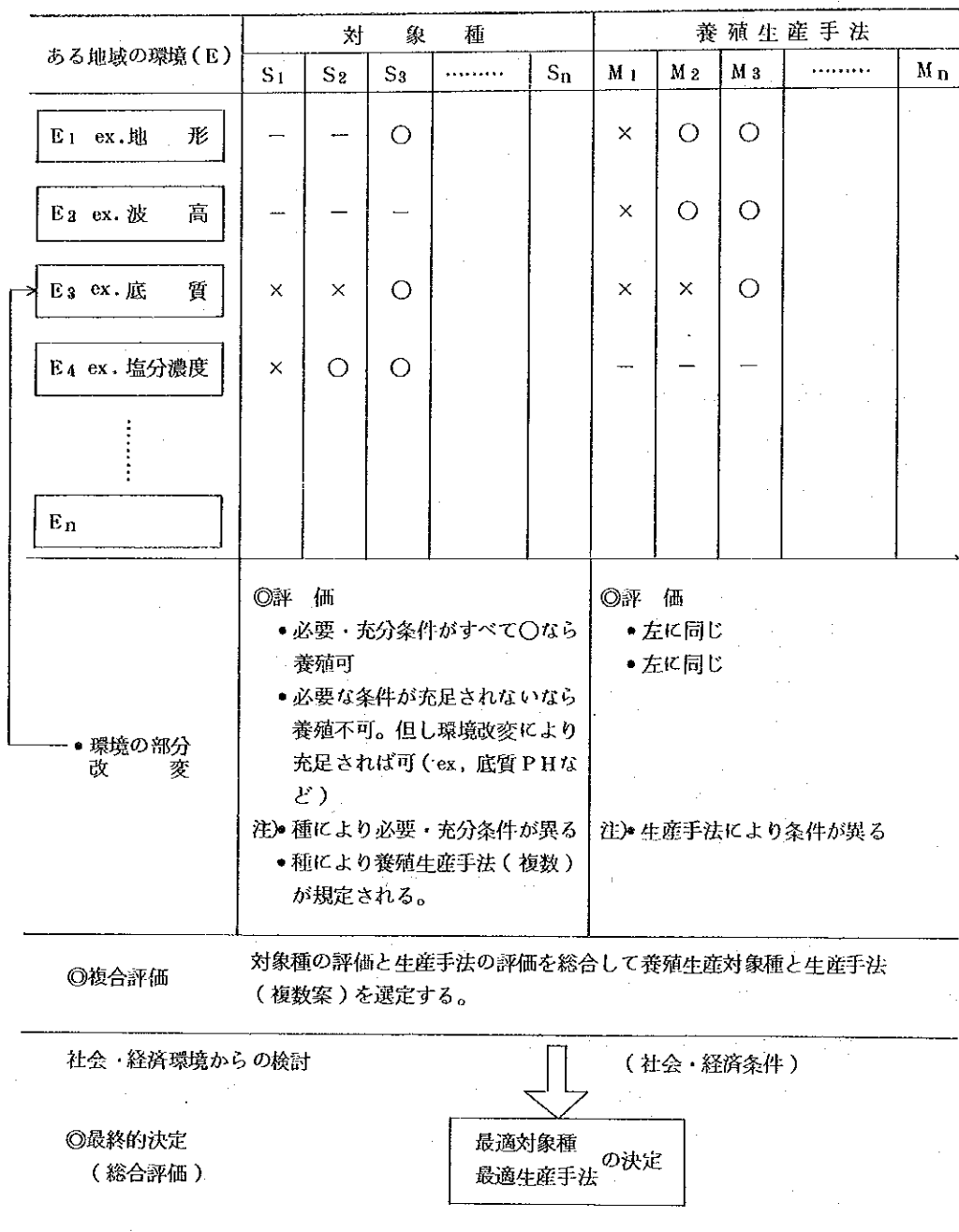
図2-3 養殖生産成立の基本

さらに、これらの関係を細分化することにより、養殖サイトや対象種の選定に必要とする条件調査項目、内容が明確化できるものと考えられる。

自然環境は地域特有の部分を持ち、容易に改変し難い部分と一部改変しうる部分とがある。後者は養殖生産を目的とした消波堤、導流堤、さくれいなど先進国にその実施例をみることが出来る。また、海域に築堤を行い養殖生産に適した環境(池)作りを行っている例もみられるが、これは生産手法とも関連してくる。これら自然のままの環境又は人為的に一部改変した環境も細分化すると、生物環境(プランクトン、ネクトン、ベントス、海藻、食害・競合生物、魚病・寄生虫など)と無生物環境(気象・水象・地象など)に分けられる。

一方、養殖対象種は種により発育段階によって、生存・成長・繁殖の環境に対する条件を異にす

る。したがって、この条件（必要・充分条件）と環境が適合しなければならない。とくに必要条件が満たされない限り養殖生産は行い得ない。同様なことが生産手法についても云える。対象種は夫々の生態に適した養殖生産手法（複数）が、ほぼ確立されているものでなければならない。生態に適さない生産手法を用いた養殖生産は問題が多く、また、気象・水象・地象に適合しない生産手法も多くの問題をかかえることになる。これらの関係を、養殖振興地域を固定（先に指定）した場合について、次に模式的に示した（図2-4）。



- : 無関係  
 × : 不適  
 ○ : 適

図2-4 養殖振興地域を固定した場合の適種・生産手法の決定

同様に、対象種を先に指定した場合も諸候補地における必要な環境項目の調査を行い、必要充分条件の状況を把握評価する。このさい養殖生産手法の選定と組み合わせつつ行うことになる。さらに、養殖生産手法を指定した場合も全く同様であり、図2-4の置き換えによる調査計画を作成し作業を進めればよいことになる。

以上は養殖計画策定の基本的考え方を述べたものであるが、次にこれら養殖振興の中核・推進役となる公共的施設（自国建設、他国協力など）策定の基本的考え方について検討する。前述のように、養殖生産が成立するためには、自然環境、養殖対象種、養殖生産手法の整合性が必要であり、その重複が大である程養殖生産が行いやすい。しかし、現実には必ずしもこれらの重複がみられるとは限らず、人為的改善、努力により養殖を成立させている場合が多くみられる。すなわち、第1には環境の改変、第2には環境適合種の開発、種苗生産や移輸入、第3には養殖手法・養殖生産施設の改良改善や技術導入などを図ることにより、養殖生産可能性を増大することができる。

このような研究開発や種苗確保と供給を行うことが、中核推進施設の果すべき役割の一つである。海洋における自然環境の大巾改善は、波浪・流れに関する防波・導流堤、さくれいなどや水深や底質に関する浚渫、客土など、また、海域に築堤し養殖場とする（生産手法との関連）例もあるが、アジア南太平洋地区ではほとんどみられない。だがこうした近代工法採用に当っては、相手国の社会経済条件等を充分考慮する必要がある。

対象種については、人工種苗生産の技術開発を行うとともに地域環境に適した種苗を大量かつ低価格で生産し、養殖生産者に供給するという業務も重要である。この他に他の先進技術を導入することも必要であり、また、他国・他地域で生産した種苗（天然・人工）の導入し、養殖振興を図ることもその役割である。しかしながら、各地域に自然に分布する有用種苗の有効利用を図ることも忘れてはならない。地先で生息分布する生物は、もっともその自然環境に適したものであると考えられ、その幼稚仔、未成魚をいかに採捕又は池などの養殖施設に導入するかの技術開発、さらにその養成技術の開発も重要な仕事の一つである。一般に、各国のJICA要請では人工種苗生産に重点を置きすぎているように感じられる。しかし、天然種苗採捕は地域における社会的意義（就労など）や経済的意義（収入など）があり、軽視出来ないものである。

養殖生産手法、養殖生産施設については、同一種に複数種の手法、複数種に同一の生産手法がある。また、夫々の生産手法には極めて安価なもの（地域内での資材調達：竹・木・泥砂など）から高価なものまでみられる。

安価なものは必ずしも生産性が低く、収益性が低いとは限らない。しかし、その耐久性は一般に低いものと考えられる。一方高価な施設は一般に生産性・収益性が高く、環境適応範囲は拡大する。しかし、施策や地域事情により、安価で簡易な養殖生産施設が優先されるべき場合と高価で生産性の高い施設の普及を図る場合がある。とくに、前者の安価、簡易な施設は資本力の少ない地域社会にとっては極めて重要な意義がある。まづ、この手法で養殖を振興しつつ、経験や知識・意欲を拡大し、資本蓄積を図りながら、次のより生産性の高い生産施設へ転換させる方向が大切である。この

転換の速さは、地域によっても国によっても様々で、転換の速さを単に優劣の基準とすることは誤りである。いづれにせよ、中核・推進役の公共施設では、これらの諸機能を果たすべき役割をもつものである。

養殖事業化の場合には、生産に必要な餌料などの資材や生産品の販売のため集荷、選別、加工などを有効に機能させることも必要である。これらの施設の位置・規模は養殖生産の地域分布、生産量などに見合ったものでなければならない。また、技術の普及も重要な役割であり、養殖生産者の訓練指導を行うことが必要となる。このような、主な役割りを充分調査解析検討し、中核推進施設の位置規模及び内容を決めるべきである。

以上、養殖場のサイト・対象種・養殖生産手法の計画策定基準作成の基本的考え方とそれらを推進させる中核としての公共施設の計画策定基準作成の考え方を述べた。次項に、これらの具体的な進め方について、社会経済要因を含めて述べる。

## 2-2 調査内容と方法

### 2-2-1 自然環境調査

第1章ではアジア、南太平洋の自然環境を類型化し、その概要をまとめた。このような自然環境下にどのような水産有用種が分布するかを大略知り得る。しかし、具体的な適地・適種選定となると、さらに局所的な地域、生態域における自然環境の把握が必要とされる。たとえば第1章で把握された水温、塩分は、おおむね水温が24～30℃、塩分が30～35%と変動が小さく、主に数100m以上沖合の海洋で測定された資料によるものである。しかし、マングローブ域等の養殖場はきわめて陸地に接近し、雨期には淡水の流入により塩分が頻繁に30%を切り、淡水状態になることすらありうる。また、水深が浅いため、日照により水温30℃以上になることも多い。さらに自然条件として平均的な値の把握だけでは不十分なことが多い。生物にとって、たとえば低塩分や低酸素が数時間続くだけで死に致る場合もあり、瞬間的な極値の動向も知る必要がある。各養殖施設別の適種・適地選定に関する調査項目を事例をもとに表2-1に示した。以下具体的調査方法を概説する。

#### (1) 無性物環境

##### 1) 気象

気象について下記の事項等を調べる。現地政府の気象を担当する部局から観測資料が得られる。また、ダム、港湾等の大規模プロジェクトを計画するために観測された資料、農業・林業関係の研究所、試験場等でも観測を続けていることが多い。対象国内でも地域、地形によって気象状況は変わるのでこれらの観測点も参考にするとよい。

気温——月平均気温の年変化。年最高気温、年最低気温

日較差。気温の地域分布（最暖月、最寒月の等温線）

降水量——年降水量、月平均降水量の年変化。月別降雨日数



日最大降水量。降雨強度，月別降雨日数，年降水量

年降水量が極めて多く，雨期に洪水になる国でも，乾期には水不足，かんばつを生ずる。（例：バングラデシュ）

風——月別の風向頻度及び風速頻度。月別最高風速，瞬間最大風速

風は熱帯モンスーン，赤道季節風等

その他——湿度，蒸発散量，日射量，日照時間，晴天日数等

表2-1 計画策定に関する養殖施設別自然環境調査の事例

自然環境		養殖施設		池中養殖	網イケス養殖	囲い養殖	垂下養殖	筏建養殖	地まき養殖	種苗センター
		気象	水象							
無生物環境	気象	気温	○			○		○		
		降水量	○			○		○		
		風向・風力		○	○	○				
	水象	流況		○	◎	◎	○	○		
		潮汐	○	○	○	○	◎	○		
		波浪	○	◎	○	○	○	○		
		水質	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
		水量	○							◎
地象	地形	◎	◎	◎	○	○	○	○	○	
	土・底質	◎	○	○	○	○	○	◎		
生物環境	プランクトン		○	○	○	◎	◎	◎		
	ネクトン		○	○	○					
	ベントス		○		○	○	○	○		
	藻類			○	○	○	○	○		
	食害・競合生物		○		○	○	○	○		
	魚病・寄生虫		○	○	○	○	○	○		
候生物学的特性的種の特性	生態・形態		○	○	○	○	○	○		
	生理		○	○	○	○	○	○		
	飼育面からの特性		○	○	○	○	○	○		

注) 1. 本表は事例をもとに作成したが，施設設定の場所による環境や対象，生物によっても差異があるため注意を要する。

2. ◎印は最重要項目，○印は重要項目と考えられるもの。

自然災害は、極度な気象変動が原因で起こされるが、これは普通、後述の海象、地象の状況も複合して作用しており、さらに開発行為や防災対策の状況によって、被害の程度も異なってくる。とりあえず、気象が主とみられる災害については、この時の気象状況についての記録を調べておく必要がある。

暴 風 —— 最高風速、瞬間最大風速等（台風、サイクロン）

大 雨 —— 日最大降水量、降雨強度等

干ばつ —— 連続非降雨日数、蒸発散量、気温等

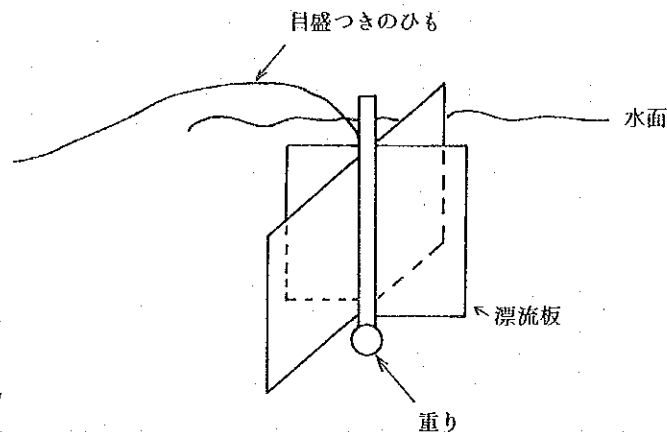
## 2) 海 象

養殖は水域でなされるので、海象の調査は特に重要であり、下記の事項について調べる。海象の調査には、「海洋観測指針（気象庁編）」等が大いに参考となるが、これは日本沿岸域を対象としたものであり、そのまま適用できないところもある。

### a) 流 況

海岸付近には、潮汐流、河川流及び波浪による水位変動を調整するために起こる複雑な沿岸流等が生じる。一般的には潮汐流が卓越するところが多い。流況を調べるには、普通、数地点設け、定期的（例：潮汐を知るには1タイダル期を1～2時間ピッチで観測する）に観測する。この場合、潮汐（大潮、小潮）や河川の水位、観測直前の降水量等も調べておく。

流速計で流向、流速を測定するが、帯状または袋状の半閉鎖的水域では横断面積を測量すると流量も計算でき、水収支の参考資料となる。野外調査の流速計として様々な機種が開発されているので、目的に応じて選ぶことができる。上層流を測る簡便な方法として下図のような標流板に目盛を付したひもをつけ、これをアンカーで固定した船上等から投下し、一定時間の経過後に流れ去った方向（磁石を使用）と距離を記録する。



### b) 潮 汐

潮汐は周期的な海水位の変動として現われ、遠浅の海岸（干潟域、マングローブ域、さんご礁内、海岸アルタ）では、潮汐流、塩分等の水質変動の要因となり、さらに空気への干出による水温変動（特に炎天下、寒波の時）、乾燥、生物呼吸等の生理的機能へも大きな影響を及ぼしている。一般的に干潟域は生物にとって苛酷な環境であるが、逆

にその環境に適応する形で被食圧を避け、多種の生物が生息域を得ているとみなされている。

潮汐は、日、太陽等の天体の運行に基づき、その変動があらかじめ計算され「潮汐表」としてまとめられているが、吹送、気圧等により幾分増減され、また、複雑に入り込んだ地形では計算値とかなり異なった変動を示すこともある。潮汐の周期、潮位差は沿岸の流況や養殖施設の水交換に大きく反映し、魚種の選定に影響を及ぼす。

潮汐は、潮位観測所や港湾計画の管理事務所等で測定され、様々な自己記録計も開発されている。潮汐は、海中から建っている構築物（護岸のコンクリート壁、橋脚）に目盛を付し、一定の時間間隔で水位を読みとることにより、簡単に測定できる。なお、適切な構築物がなければ、流失、破損しないように海中に目盛を付した柱を固定してもできる。この場合、陸地の地盤高との関係を明らかにするため、護岸頂点、柱頭等をレベル測量するとよい。潮汐を夜間や天候の悪い日にも観測できるように、交通が便利で足場のよい設置場所をえらび、見やすい目盛を付す。

#### c) 波 浪

水域では様々な原因で水面の昇降を生じ波となる。先述の潮汐も主に月の運行に支配された潮汐波とみなされ、また地震により津波も発生する。これらの波のうち、風が主な原因で通常1秒前後から30秒程度の周期範囲に含まれるものを波浪と呼んでいる。

波浪が激しいと水中の流動も激しく、生物は体勢を保つために多くエネルギーを費やすし、養殖に悪影響を及ぼす。一方、波浪が全くないと、かくはん、水交換も少ないので、排出物の流失・拡散も小さく、水質悪化をもたらしやすい。また、呼吸のため、常に泳動を続ける魚種にとって多少の波浪は有利である。しかし激しい波浪は養殖施設の変形（よじれ等）、破損、流失をもたらすとともに、作業の足場も不安定になり養殖は困難となる。

波浪も気象観測所や港湾計画、埋立、計画等の管理事務所に観測資料がある。波浪を観測するため、様々な観測機器が開発されている。機器を使わず、現地で波浪を調べるには、船上で波高を目視し、波向（磁石）、周期（ストップウォッチ使用）を測定する。この方法はかなり訓練を要し、肝心の波浪の強い日には危険なため、現場に出られない短所がある。先述の潮汐測定用の目盛を利用して、瞬時の水位の変動、その周期から波高、周期を知ることができる。この場合も、岸辺近くは波が変形したり崩れたりする影響があるので、代表的な測定値とみなせるように設置場所に注意する。

#### d) 水温、水質

水 温 —— 水深が浅く水が停滞している場所では気温の影響を受け、炎天下で高温になりやすい。また寒波により低温になりやすい。

塩 分 —— 沖合はほぼ一定しているが、汽水域ではとくに雨期にその変動が大きい。

携待用の屈折塩分計が野外では便利である。

溶存酸素 (DO) —— 高水温下で過密養殖すると、DO不足を生じやすい。特に夜明けは植物プランクトン、海藻の呼吸消費も加わりDO不足で危くなりやすい。また、有機物が多いとその分解に酸素が消費されるのでDO不足となりやすい。

pH —— マングローブ域では底質が酸性でpHが低いところがある。さらに後背地が酸性土質の汽水域では大雨時にpHが低下する時がある。

有機汚濁 —— 水交換の悪い閉鎖域では植物プランクトン、海藻が発生しやすい。また給餌、施肥により有機物が増える。有機汚濁の測定法としてCOD(化学的酸素消費量)等がある。また栄養塩(リン、窒素等)も有機汚濁に関係するし、赤潮をもたらすこともある。

にごり —— 陸地の土砂の流入や底質の舞上りにより、水中の微粒子が増加する。

油 分 —— 最近ではタンカーや石油基地等から石油が流出し、そのタールが海岸線に漂着する現象が世界的に起こっている。このタールが養殖魚や養殖施設に被害をもたらすことも予想すべきである。

農薬・毒物等 —— 農業開発が進むにつれ、農薬の使用はさかんになる傾向にあるが、これが水域に流出すると水産生物に直接、間接に被害をもたらすおそれがある。

エビ類は魚類と比べて一般的に低濃度の農薬でも死亡する。また、工場や都市からの排水により有機物や毒物が混入する恐れがある。

硫酸銅を用いて飲用水の藻類除去をしているところがあるが、このような場合、排水はエビ類などに大きな影響を与える。一般に、農薬等の汚染は同じ濃度でも淡水より海水の方が生物に大きな影響を与えるので注意を要する。

水質の調査分析については文献(8,14)を参照のこと。

なお、海象に関する自然災害(洪水、高波など)については、現地でのこれまでの記録や状況を調べておくことも必要である。

### e) 水 量

一般に近隣に天然河川や一定の潮流による水交換が行なわれる沿岸水域が存在していれば水量的には十分であると考えてよい。

同様に、前述の水質との関連で適質な用水が十分量周年確保されるかどうか調査する。乾期に高塩分になる地域でも、井戸による地下水が十分量確保できれば、汽水養殖に必要な水量が得られることになる。

### 3) 地 象

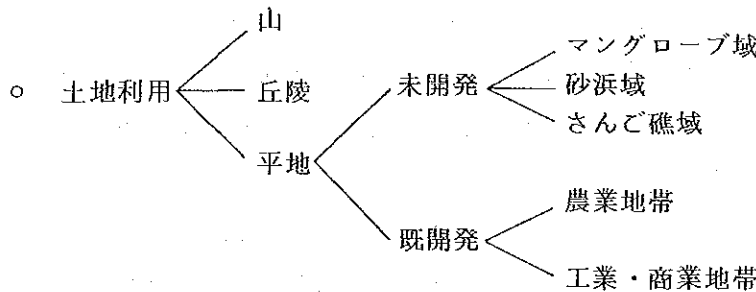
地象に関する各要因の調査は、既存の地図、測量図及びその他のデータから、まず調査区域を限定する事より始める。次いで現地調査において各プロジェクトサイト候補地の地

形、沿岸条件、後背地を肉眼で判断できる必要不可欠要因につき検討すると共に、土壌のサンプルを持ち帰り各要因につき土質検査、分析を行う。具体的な測量等は、設計段階における詳細調査にまかせる。

a) 地形

養殖施設が設置される地域／水域ならびに周辺域の地形を下記の点について調査する。

- 水深……最低、最高水深（潮汐との関係）、海底勾配
- 海岸線の形状……外洋に面した域、内湾域等の区別
- 河川系……天然河川の分布大きさ



暴風、洪水等によってデルタ地帯のように、土砂くずれ、浸食、堆積がくり返し、ひんぱんに地形変化を起こす場所もあり、防災上その確認が必要となる。

b) 土、底質

対象水域・地域の地質（底質）のみならず周辺域の地質の影響をうける場合を考慮し、広範囲に渡って調査を行う。主な調査項目を下述する。

- 粒度組成——礫、砂、シルト、泥分の構成比
- 有機物含有量——強熱減量、COD
- 土壌酸性度（pH）
- 地耐力
- その他——油分、農薬、重金属

粒度組成は、対象種、特に貝類養殖において適性環境であるかを判断する上で重要であると共に、土の軟硬度を知る上で調査されるべきである。調査方法としては、数種の目合の異なる金属ふるいを用いて各粒度の比率をみて判断する。土壌酸性度は、用水のpHに大きな影響をもたらす、特に酸性土の適性な処理を行う上で知っていなければならない項目の1つである。

調査方法としては、新設の場合、深さ約0.5mの土を、又、既設の場合、池底の土をサンプルとして採取し、水分を加えてプラスチック容器の中に密封し、約1ヶ月後、サンプル土のpHを測定する。一方、地耐力はボーリング調査によって判明される。

(2) 生物環境

1) プランクトン

集約的に生産した餌料生物を投与する種苗生産施設や研究所を除き、熱帯地方では無投餌養殖が最も普通で、天然プランクトンを自然利用することが基本となっている。一方、近年発展しつつあるエビ給餌養殖においても投餌量をできるだけ少なくすむように、天然餌料としてのプランクトンが豊富に存在する事が望ましい。天然プランクトン生産量は、水中の栄養塩類及びその他の物理化学的要因によってコントロールされるものであり、一般に熱帯河口水域、マングローブ域では、その生産性は比較的高いとされている。プランクトンの調査方法としては、データ等についての現地聴取が可能な場合はよいが、多くの場合はむずかしく、一般的な観察方法としては、水色を肉眼でみる事によって各プランクトン量が適切であるかないかを予備的に判断する。

地域的に起こりうる影響で、かつ現状では処置しきれない要因としては赤潮が掲げられる。その原因となりうる汚染による水質の富栄養化が考えられる水域は、適地選定の段階で十分に注意されるべきである。

プランクトンが原因となって魚介類が毒化する場合もあるので、そのような危険性の考えられる地域では特に周辺住民からの聞きこみに注意をする必要がある。

## 2) ネクトン(遊泳生物)

養殖場へ入り込む遊泳生物は、養殖対象種の餌料となることも考えられるが、多くの場合競合種及び害敵となる。指定された養殖対象水域では前もって主要出現種を調査し、対策を行う必要がある。また同種のものでも季節により出現の形態が異なる(卵・幼生・成体)ので注意が必要である。調査方法としては小型ネットによるサンプリングや現地聴取などが考えられる。

## 3) ベントス(底棲生物)

特に粗放的池中養殖では、多毛類・貝類を中心にした底棲生物は天然餌料として重要となり、ベントスのバイオマスは生産可能量を推測する一つの要因となる。又、ある程度給餌を行う準集約的養殖の場合にも、養殖対象種の栄養のバランスを保つために重要な役割を果たしていると思われる。その反面ベントスが対象種と競合種になることもあり注意を要する。ベントスの調査方法は、採泥器やスコップを用いてのサンプリング等によって行われる。

## 4) 藻類

池中養殖で生ずる藻類は、養殖対象種の生息域をせばめ、水交換を悪くし、腐敗によって水質底質の悪化を招くおそれがある。又、囲い養殖や網イケス養殖においても流れ藻や水草により水の交換が悪化したり、風によって押し流された水草が多量に集まり養殖施設を破壊することもある。だが一方では、種苗のシェルターとしての役割も果たすことも考えられる。

シガテラ毒は海藻が原因とみられるので、海藻の調査とあわせてシガテラ毒の調査を行

う必要がある。藍藻類に由来するシガテラは、ほぼ南北両回帰線にはさまれた太平洋海区、カリブ海区で発生し、毒は藍藻を餌とする草食魚から肉食魚に移行すると考えられている。この毒をもつ魚類を摂取すると、新鮮なものであっても食中毒をおこす。症状は消化器系、循環器系より神経系に障害をおこすものが多く倦怠感に悩まされ回復はおそい。毒性には著しい地域性があり、同一魚種でも岬の片側は有毒で、他の側は無毒という例もある。

現在、毒性については東北大学の安元氏らにより化学的には次第に明らかにされつつあるが、藍藻や毒魚の生態については不明な点が多い。

また、毒化する可能性のある魚種は300種以上あるといわれ、この中にはハタ科、フェダイ科、スズキ科等将来の重要養殖対象種が含まれている。なお、給餌養殖の場合、毒魚が無毒化するか否かについての実験例はない。毒魚の判定は現地住民がくわしく、古老等に聞くのが近道である。また、貝害とシガテラの関係もあり注意する必要がある。

#### 5) 食害・競合生物

食害生物、及び生存競争関係にある他生物等を駆除しなければならない。しかしながら、これら他生物の影響は、いずれの養殖場においても無視できないので、各養殖施設の設計段階での材質や形状を決定する際に害敵駆除の工夫をしたり、また実際の養殖段階で薬剤散布及び適切な用水管理によって処置する。また、シェルター（かくれ家）を池中へ入れることにより、種苗段階での食害を減らすことができる。害敵及び競合生物の調査方法は、収穫時に混獲される魚種の調査を行えばおおいた把握ができるが、地域によりまた季節によって魚種が異なったり出現形態が異なるので注意を要する。

#### 6) 魚病・寄生虫

上述、食害・競合生物と同様、魚病・寄生虫は水域や底質に広く分布しており、主として不適切な養殖管理、すなわち環境によって発生し、被害をもたらす場合が多い。適地・適種選定に際しては、特に、周辺の天然水域で対象種が寄生虫を有したり、奇型化を呈している場合は、その原因を注意深く探る必要がある。魚病・寄生虫の危険性が高い地域・魚種はさけるべきである。

#### (3) 候補種の生物学的特性

これから養殖しようとする対象種について生物学的特性を把握することは極めて有意義であるが、その生態や生理について十分な調査研究を行なわれていない場合が多い。しかしながら、その部分的知見でも適種判断資料となり、また養殖計画立案の参考資料となるので、情報を収集することが必要である。これらは当該国、当該地域以外の情報も充分参考になるので収集すべきである。

さらに、養殖実績についての情報、養殖施設内での生理生態情報も大いに参考となるので調査する必要がある。これらの情報は、大学・研究機関・民間関連機関などから入手することができる場合もある。

これらの調査項目と調査内容等について以下に概説する。

#### 1) 分布生息域

候補種の分布については漁獲記録などから、広い視点でまずとらえ、さらにどのような生態系に生息するかを調査する。候補種には定着性のもの、深浅回遊性のもの、沖合、沿岸回遊性のものなどあり、また幼稚仔期、未成熟期、成熟期によって分布生息域を異にする場合があるので、その概要を把握する必要がある。

#### 2) 性成熟

性成熟については、最若令、最適令などを調査し、生殖腺重量（雄・雌とも）、同指数（体長比）、産卵回数、産卵量、卵性状、産卵域、産卵水温、などが把握できれば天然種苗採集、人工ふ化などに利用することができる。

#### 3) ふ化

ふ化域、ふ化水温、ふ化率、幼稚仔までの各発育段階における生理・生態・形態などの情報をうることは、天然種苗の分類を容易にし、養殖用種苗確保のきめ手となる。また、人工ふ化種苗生産技術開発に大きく寄与する。

#### 4) 成長

成長は環境や餌の条件などで大きく変化するが、自然界における成長の様相を概括的に把握しておく必要がある。成長の指針として体長・体重が用いられるが、体長については計測法・部位などを明確にしておく必要がある。また、候補種の寿命を知ることも養殖計画立案にさいしては重要である。

#### 5) 食性

食性はデトリタス食性、プランクトン食性、草食性、肉食性など様々であるが、発育段階によってもこれら食性は変化することがあるので注意を要する。また、同じ肉食性でも魚類、貝類、甲殻類、環形動物類食性などに、細分化することができるので、情報があれば収集しておくことは、養殖計画立案の上で大いに参考となる。

また、幼稚仔期はプランクトン食性のものが多いが、これについての情報も貴重である。これらの嗜好性や餌のサイズなどは、人工ふ化技術開発可能性の検討にも役立つと同時に、実際の養殖（飼育）でも生残率の向上にも寄与する。

#### 6) その他の生態

候補種の生態に関しては不明な場合が多いが、日週期活動（夜行性、昼行性）、成群性、棲み分け、友喰い、集光性、すう光などできる限り情報を集めておくことは、計画立案上有効である。

#### 7) 生息条件等の整理

同一種でも発育段階により要求条件は変化することが一般的である。したがって産卵時の諸条件（底・水質・水温など）、ふ化後から幼稚仔まで或は未成魚までの成長に併う条



件、成熟の条件などに分けて上述の情報を整理しておくことは、適種 候補種の適否判定上も、養殖実施上も極めて有効である。

#### 8) 飼育条件等の整理

すでに試験的に飼育されている種や実際に養殖が行われている種については、天然魚とは異なる成長や生態を示す場合が多い。これらの情報を同様に環境と対応しつつ整理しておく必要がある。また、種苗確保の状況(天然種苗, 人工ふ化種苗, サイズなど), 発育段階別の給・摂餌量や最適な物理・化学的環境, 生物学的環境などの整理をしておくことと便利である。さらに養殖施設の規模・構造・飼育密度などの整理も必要である。

#### 9) 限界条件等の整理

さらに候補種についての塩分耐性, 窒息点, 限界水温, 限界pHなどの整理も同時に行う。

#### 10) 栽培技術の現況把握

候補種の成熟制御技術, 採卵ふ化技術, 人工種苗生産技術, 養殖技術のレベルと開発可能性も把握しておくことは養殖計画立案上極めて有効である。

このような生物学的特性をもとにして適種・適地の選定を行うことが望ましい。

ある地域である候補種を養殖しようとする場合, その種がその地域に生息又は来遊するかどうかを調査し, もし生息していれば, 飼育面では問題がないと判断してよい。

### 2-2-2 社会・経済環境調査

養殖振興を計る上で, 社会経済の現状を把握することは極めて重要である。またそれらの発展のための諸政策を知ることにも必要である。とくにこれらの政策の中で養殖の意義や位置づけなどを明確にしておくことは不可欠である。また, 社会経済環境諸要因の中で, 国レベルのマクロ的なもの, 地域レベルのミクロ的なものの仕分けや要因の重要度を知ることにも必要である。

以下に項目別に調査内容, 調査方法, 重要度などについて表2-2, 表2-3に示した。なお, 重要度は国や地域によって大きく変わることがあるので充分注意を要する。

#### (1) 社会環境

表2-2 社会環境調査

調査項目	調査内容	調査方法	備考	重要度
1. 歴史	○変遷	資料	地域特性あれば留意	
2. 人口	○変遷と将来予測: { 社会層別人口:人種・民族別, 宗教別, 業種別, 所得層別, 年令別など 人口分布:地域別, 都市農漁村別など 人口動態:人口増加率, 人口政策など	資料	水産関係, 養殖候補地については出来る限り情報を集収検討する必要がある。	○  ○

調査項目	調査内容	調査方法	備考	重要度
3. 国土利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>○地域別面積・分布： 山地、平地、乾燥地、湖沼河川、海岸デルタ、サンゴ礁域、マングローブ域、岩礁域、砂浜域、大陸棚域など</li> <li>○利用状況： 都市、鉱工業、農畜業、森林、港湾、水路、観光リゾート域、水産養殖域、漁業操業域など</li> <li>○利用動態 利用の推移と計画</li> </ul>	資料	とくに漁業利用実態と関連する項目に力点をおく。養殖候補地については、自然環境調査に資するよう資料を収集検討する。	○
4. 宗教および政治体制と社会開発政策	<ul style="list-style-type: none"> <li>○変遷と政策 <ul style="list-style-type: none"> <li>{ 基本政策と実施状況</li> <li>{ 上位計画と地域開発計画（漁村など）の計画</li> </ul> </li> </ul>	資料と踏査	候補地については踏査の必要がある。経済政策を含むのは当然であるが、ここでは社会政策を調査する。	○
5. 行政機構	<ul style="list-style-type: none"> <li>○行政組織・分担とそれぞれの相互関係、担当機関など</li> </ul>	資料		○
6. 治安	<ul style="list-style-type: none"> <li>○現状と対策など</li> </ul>	資料		
7. 教育・研究機関とレベル	<ul style="list-style-type: none"> <li>○とくに水産関係、養殖関係の教育・研究実態</li> <li>○技術レベル</li> </ul>	資料	大学・研究所・専門学校訓練所・民間など	○
8. 労働意欲と質	<ul style="list-style-type: none"> <li>○現況と啓蒙可能性</li> </ul>	資料	とくに候補地周辺については焦点をあてる。	○
9. 生活習慣、食糧事情とニーズ	<ul style="list-style-type: none"> <li>○宗教などにかかわる生活習慣、食習慣の概括把握</li> <li>○水産食品の位置づけ（蛋白質摂取依存度、カロリーなど）と消費動向</li> <li>○社会的ニーズなど</li> </ul>	資料	とくに水産物について調査する。	
10. 衛生・風土病	<ul style="list-style-type: none"> <li>○衛生環境（病院など）</li> <li>○寄生虫</li> <li>○コレラその他</li> </ul>	資料		
11. その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>○わが国及び諸外国との関係 <ul style="list-style-type: none"> <li>{ 技術協力</li> <li>{ 経済協力</li> <li>{ その他</li> </ul> </li> </ul>			

## (2) 経済環境

表2-3 経済環境調査

調査項目	調査内容	調査方法	備考	重要度
1. 経済開発政策	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 基本政策とその実施情況</li> <li>○ 上位計画と水産振興開発計画, 養殖振興計画などとの関連</li> </ul>	資料と踏査	候補地については踏査する。	○
2. GNP	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ GNPの推移と現状</li> <li>○ GNP以外の経済指標(ex. GOP)</li> <li>○ 自給経済の実態</li> </ul>	資料	水産の位置づけを確認	
3. 産業構成・生産概況	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1次～3次産業の構成・生産概況</li> <li>○ 養殖業の前方関連 交通・通信, 冷蔵, 冷凍, 製氷, 魚市場など</li> <li>○ 養殖業の後方関連: 建設資料, 資機材, 運用資料など</li> </ul>	資料		
4. 貿易	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 国際収支</li> <li>○ 食品・水産物の輸出入</li> <li>○ 養殖生産物の輸出入</li> </ul>	資料		
5. エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 電力, 燃油の量と価格など</li> </ul>	資料		
6. 水産業の概況	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 漁業の実態と問題点</li> <li>○ 養殖業の動向</li> <li>○ 水産加工業</li> <li>○ 流通機構</li> <li>○ インフラ状況</li> </ul>	資料及び踏査	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 生産量, 水産従事者数, 漁業種, 漁具漁法, 養殖生産法, 餌料, 経営, 生産価格, 賃金, 水産物価格など必要に応じて詳細に把握する。</li> </ul>	
7. その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 養殖関連計画に必要とするその他の項目</li> </ul>	資料	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 候補地は上記各項目について現地調査を行う。</li> </ul>	

## 2-3 策定基準

前項では水産養殖計画策定に必要と考えられる自然環境・社会経済環境について、養殖生産手法（養殖施設）別に適種・適地の決定に必要な調査項目をあげ、それらのうち夫々に主要な因子と考えられるものについて調査要領を述べた。本項では、養殖施設別にこれらの主要因子をいかに評価するかについて述べる。

## 2-3-1 養殖手法自然環境基準

対象国で実施されている養殖方法としては、主として魚類、甲殻類の池中養殖、網いけす養殖、囲い養殖、貝類の垂下式養殖が掲げられ、それぞれの対象養殖種として次のものが掲げられる。

- (1) 池中養殖……………魚類（サバヒー、ボラ、アイゴ、アカメ）

甲殻類(クルマエビ類, オニテナガエビ, ドロガニ)

(2) 網いけす養殖……魚類(ハタ, アカメ, タイ類)

(3) 囲い養殖……魚類(サバヒー, ボラ, アイゴ)

甲殻類(クルマエビ類, オニテナガエビ)

(4) 垂下式養殖……貝類(カキ, イガイ)

(5) 築建養殖……貝類(カキ, イガイ)

(6) 地まき養殖……貝類(カキ, イガイ, アカガイ, マドガイ, ヒオウギ, ツキヒガイ, マテガイ)

養殖施設別の自然環境基準を下に示す。

#### (1) 池中養殖(Pond culture)

オニテナガエビの池中養殖を除き, 他の各汽水性海水性魚類, 甲殻類の養殖池は, 汽水, 海水を取得できる海岸から数キロメートル以内の地域に設置される。一方, オニテナガエビ養殖場は, 一般に淡水のみ取得できる地域に設置される。まず汽水, 海水, 池中養殖のサイト選定上, 最重要な条件として考慮されるべき基準を下記する。

##### 1) 水 質

主要養殖種の最適水質条件は3-1章の各種の生物学的特性に述べる。

##### 2) 地 形

a) 一地域に多数の養殖池を建設する場合, サイト内に大きな天然河川が存在することが望ましい。多数の養殖池を同一地域に建設するには, 広大な地域が必要となり, かつ養殖用水の導入には, 多数の主要および副用水路の建設が同時に必要である。サイト内に大きな天然河川が存在すれば, それを利用して, 多数の用水路をひくことが可能であり, 用水路の建設コストを大幅に減少させることができる。また, 排水用の水路についても同様のことがいえる。

b) 内湾域やさんご礁, マングローブ等により, 波浪や強風を受けにくい地形条件にあること。

c) 候補地が平坦で起伏が少ないことが望ましい。平坦でない場合でも, 地盤整備によって養殖場を建設する土地にすることができる。

##### 3) 土・底質

池を建設しようとするサイトの地質は, なるべく粘土質であることが望ましい。数ヘクタールにもおよぶ養殖池は, 莫大な水量を貯めるわけであるから, 砂質土壌でつくられた場合は池の堤は底から多量の水が漏れる可能性が高い。1日あたりの漏水量は通常, 池のもつ全体水量の1/20以下であるべきである。他地域から粘土質の土を持ち込み, 池堤および池底を補強したり, 堤の幅を大きくする。また, ビニールシートを地堤に埋め込むことにより, 穿孔動物等による池堤の破壊を防ぎ, かつ保水性を改善しうる。多くの熱帯域マングローブ水域の土壌は酸性土壌である可能性が高く, 用水, 特にエビの生息域であ

る底層水が酸性化する傾向がある。なるべく酸性土壌でないことが望ましいが、たとえそうであっても、池底と池堤に中和剤（生石灰または炭酸苦土）を散布することにより、酸性土壌を改善できる。また、収穫後、一定の期間（池干し期間）をおき客土を行ない底質改善することも可能である。したがって少々コスト高になるが、マングローブ水域のもつ高い天然生産力を考えれば、それ以外の地域で養殖を行うより、はるかに便益が大きい。

以上が最重点をおいて考慮されるべき基準であるが、その他にも下記の各基準が掲げられる。

#### 4) 潮 汐

自然の干満差によって池水の交換を行うには、池の設計にもよるが、通常2～3 mの潮汐差が最適と考えられる。潮汐差が1 m未満の場合は、ポンプを使用しないと換水不可能であり、逆に3 m以上の場合には盛土を考えるか養殖池の水没を防ぐため、池堤を高く、かつ強固にしなければならない。いずれの場合も建設コスト、運転・メンテナンス・コストが非常に高くなる。潮汐差を利用して、日常の換水ならびに対象種の収穫、池干しを行うためには、池堤の高さは大潮の満潮水位より高くなければならない。また、平常の潮汐が池の平均水深の上下約1～1.5 mの範囲をカバーしていなければ、潮汐差のみでは有効換水を行うことができない。場合によっては、サイトの地面のレベルを深く掘り下げる必要が生じるので、建設コストの観点からは地面のレベルが平常の干満差の範囲内にある場所を選択するとよい。

#### 5) 波 浪

養殖場の設置場所は強い波浪の影響を受けぬことが望ましい。すなわち、マングローブ帯、砂洲、サンゴ礁、島などが沖側にある場所や、湾、入江などが適切である。

#### 6) 水 量

周年を通して必要量の養殖用水が自然換水またはポンプの使用により、導入できなければならない。汽水養殖の場合、乾季に用水導入源の天然河川が枯渇または極端に水位低下するような地域では養殖期間の短縮を余儀なくされる。

#### 7) プランクトン／ベントス

無投餌養殖においては、池の天然生産力を利用して養殖生物を成長させねばならないので、プランクトン（動・植物）、ベントスが適度に存在することが望ましい。サバヒー養殖においては、藻類ないしは植物プランクトンが、エビ類養殖では、動物プランクトン、ベントス（多毛類および貝類）が主要天然餌料となる。しかし、プランクトンが存在していなくても、施肥等の養殖管理技術によってそれら餌料生物を増殖させることができる。

#### 8) 食害・競合生物

主な食害・競合生物として考えられる魚類および甲殻類の種類、出現時期、生息状況を把握し、それらに対する養殖施設の構造および管理上の対策を講じる。（具体的対策につ

いては 3-5 章参照)

#### 9) 病気・寄生虫

対象地域における病気・寄生虫の発生状況を把握し、それらの発生しにくい水域、魚種を選定するか、または、養殖管理上の対策を講じる。(具体的対策については 3-6 章参照)

#### 10) 候補種の生物学的特性

養殖対象種の分布、生息域、生活史および生息条件などを把握し、それに適合した水域を選定する。あるいは対象水域の自然環境に適した魚種を選定する。対象種の天然種苗を現地で充分採捕することができれば、養殖運営上非常に有利である。

### (2) 網いけす養殖 (Net-cage culture)

#### 1) 波浪・流況

外海の荒い波浪の影響を受けない内湾域であることが望ましい。波高 2 m 以上の波浪を受けると、イカダ式の網いけすは破壊される危険性が生じる。また、海流の影響も十分に考慮されるべきで、33 cm/秒(約 0.7 ノット)をこえる流速では、いけすの形状維持が容易でなく、かつ、網いけすの係留部分に無理な張力がかかり、しばしば切断され流されることがある。したがって今後は、網いけすの構造改善により、波浪、流速等に対する耐性を増加させ、養殖可能海域を拡大することが考えられる。(3-5 章参照)

#### 2) 水質

各養殖対象種に最適な水質条件は 3-1 章の各種の生物学的特性に述べる。

#### 3) 地形(水深)

現在一般に使用されている網いけす(5×5×2~3 m)の設置水域の深度は最低低潮時において 3~4 m 以上なければならない。できれば水深 10 m 以上が望ましい。

以上が網いけす設置に関する最も重要な自然環境基準であるが、その他に考慮されるべき基準を下に記す。

#### 4) 風力・風向

施設の破壊をひき起こす強風を受けない地域であることが望ましい。台風のような突発的気象時でもそれ程影響を受けない場所を選ぶか、または適正な台風対策(強風時の内湾域への移動または施設の耐台風設計等)を講じる。

#### 5) 土・底質

底質はなるべく泥がないことが望ましい。(泥の厚さは 3 cm 以下)。水深の浅い水域または、底層流が少ない水域では、残餌及び排泄物による底質の悪化に伴い、硫化水素(H<sub>2</sub>S)の発生等の水質悪化をもたらすことが予想される。H<sub>2</sub>S 発生水域では、適正な養殖管理(いけすの移動または底質改善等)が要求される。

#### 6) プランクトン／ネクトン

動植物プランクトンおよび小型ネクトンは対象種の天然餌料として有効に利用できるが、その量はわずかである。海藻、付着ホヤ類、フジツボ類などは網の目づまりの最大の原因となる。付着生物が多いと網替えの回数が増え、管理が大変になるので水域選定に注意を要する。一方、目づまりの起こりやすい海域でも網替えの容易な施設の設計、あるいは付着生物のつきにくい網材質（例えば金属網）の選定などにより対策を講ずることができる。

#### 7) 海 藻

対象水域に多量の流れ藻等が分布していると、風によって押し流されてきた海藻が施設を破壊したり、網いけすを圧迫し、網いけす容積をせばめ養殖対象種の成長に影響を及ぼす。その様な場合には人力による海藻の除去または簡易防御フェンスを施設周辺に設置することが考えられる。

#### 8) 病気・寄生虫

池中養殖の環境基準 9) と同じ

#### 9) 候補種の生物学的特性

池中養殖の環境基準 10) と同じ

### (3) 囲い養殖 ( Pen culture )

囲い養殖は沿岸や内湾の水深の浅い所で養殖できる種に適用される。投資コストが池中養殖や網いけす養殖に較べて少ない利点がある。本養殖の対象種としては、魚類ではサバヒー、アイゴ、ボラ等の広塩性魚類および淡水域でも養殖できるオニテナガエビ等があげられる。囲い養殖施設の適地選定における各基準を下述する。

#### 1) 波浪／流況

強い波浪の影響を受けにくい内湾域であることが望ましい。囲いの種類には円形と方形の二つがあるが、円形は方形のものより波浪潮汐流に対して抵抗が少く、より強い。一方、養殖管理（投餌、収穫等の各作業）に関しては四角形の囲いが、より管理し易い利点をもっている。サイトの波浪、潮汐流の強度によって施設を選ぶことが大切である。

囲いの中の排泄物、沈澱物等を取り除き溶存酸素量の減少を防ぐため、適度な潮汐流等の水流があることが望ましい。

#### 2) 地 形

囲いの高さは施設資材のコストならびに強度と関係するが2～8 m程度とすることが通常である。したがって水深は最大満潮時3 m以下でかつ最小干潮水位の時1 m以上であることが望ましい。また、オニテナガエビ等の甲殻類養殖の場合、水深は1 m以下に下がらないところがよい。

一方、サバヒーを無投餌又はそれに近い方法で池中養殖する場合は、底部に餌料となる藍藻類を繁殖させるため、水深は浅い（約30 cm）方が生産性は高いが、囲い養殖の場

合は水深があり藻類の繁殖がなく、富栄養な条件と多少の投餌が必要である。

### 3) 水 質

周年を通して適質の水が存在することが望ましい。各養殖種に適する水質条件は3～1章生物学的特性に述べる。

以上が囲い養殖に関する最重要自然環境基準であるが、その他にも考慮されるべき基準を下記に記す。

### 4) 風向・風力

網いけす養殖の自然環境基準 4) に準ずる。

### 5) 地 質

網いけす養殖の自然環境基準 6) に準ずる。

## (4) 垂下式養殖 ( Hanging method culture )

垂下式養殖は主としてカキやイガイ等の養殖に用いられ、簡易垂下式(固定式)と浮動垂下式(イカダ式、延縄式)の二つに大分される。前者は、主として沿岸浅瀬域で用いられ、後者は水深5～10 mの比較的深い水域で行われる。その他に近年カゴ養殖が盛んに行なわれており、これは主としてカキをプラスチックまたは金網の皿の中に入れ数段重ねて沿岸浅瀬域またはマングローブ、クリーク内等に垂下するものである。垂下式養殖の自然環境基準を以下に示す。

### 1) 波浪, 流況, 地形

外海の強い波浪の影響を受けない内湾域であることが望ましい。また、強い海流、潮流を受ける水域は、垂下されている延縄が切断されることがあるので、出来る限り避けるべきである。潮汐等による適度の潮通しがあることが望ましい。

### 2) 水 質

塩分濃度等各環境要因の急激な変化をもたらしやすい河口域は避ける。

### 3) プランクトン/ベントス

池中養殖の自然環境基準 7) に準ずる。

### 4) 海 藻

網いけす養殖の自然環境基準 8) に準ずる。

### 5) 病気, 寄生虫

池中養殖の自然環境基準 9) と同じ

### 6) 生物学的特性

池中養殖の自然環境基準 10) と同じ。

以上が垂下養殖に関する最重要自然環境基準であるがその他にも考慮されるべき基準を下に記す。



## 7) 風向, 風力

網いけす養殖の自然環境基準 4) に準ずる。

## 8) ベントス/海藻

カゴ式垂下養殖の場合は, ベントス/海藻の附着により目づまりを生ずるので適宜, それらを除去するか, カゴ替えを行う必要がある。ローブ式の場合はベントス/海藻のローブへの附着により養殖対象種の附着面積を狭めるので, 水域選定及び投入時期において十分な注意を要する。

## 9) 食害, 競合生物

魚類, 甲殻類, 多毛類が主たる食害, 競合生物と考えられるので水域選定及び養殖管理については十分な注意を要する。(3-5章参照)

## (5) 築建て養殖 (Stake method culture)

築建て養殖はカキ, イガイ等の養殖に用いられる方法で, 竹棒, 硬木, 岩石, コンクリート・ブロック柱等を沿岸に建て種苗の採捕から市場サイズまでの養成を行なう。

環境の基準は前述の垂下式養殖のそれとほぼ同様であるが設置する柱または棒の種類によって水深は異なる。すなわちカキ養殖に用いる岩石, コンクリート・ブロック柱はコストが高く, 長さに限度があり通常1~1.5 mの高さであるため, 満潮時1.5~2.5 m程度の水深をもつ水域に設置される必要がある。一方, イガイ養殖で用いられる竹棒または硬木(主としてマングローブ, デーツ・パーム)の場合は, 通常6~10 mのものが得られるので, 満潮水深8 m程度までの水域で利用することができる。また, 底質は設置される築を十分にささえられることを考慮して, 比較的固い砂泥または泥質が好ましい。

## (6) 地まき養殖 (Broadcasting method)

地まき養殖は, 養殖というよりも種苗放流の形態に近い養殖方法であり, 対象種がほとんど移動しない貝類に限られている。主要対象種としてはハイガイ (*Anadara granosa*), ブラウンイガイ (*Madialus sp*) 等が掲げられる。

地まき養殖の適地選定条件は下に記す通りである。

### 1) 土・底質

底質条件はハイガイの場合, 細粒軟泥質または砂泥質, ブラウンイガイの場合は軟泥質の遠浅の底床が好ましい。

### 2) 地 形

水深は両種とも3 m以下の浅所が養殖管理, 特に収穫に便利である。ブラウンイガイの場合は, 低潮時に露出する地域でも養殖可能であるが, ハイガイの場合は比較的深所で淡水の影響を受けにくく, 高塩分濃度(26~32%)の水域が望ましい。

### 3) 波 浪

波浪等によって底質の泥粒が多量に懸濁しない内湾部がよい。

#### 4) 水 質

水質条件は各種の生物学的特性(3-1)参照。

#### (7) 種苗生産施設設立計画策定に関する自然環境基準

種苗生産施設の計画策定基準は、前項2-3-1に記述された養殖場策定基準と異なり、適正な水質、水量の確保が最重要な自然環境基準となる。海水および淡水の導入が必要であるので、海岸線から比較的近い地域でかつ淡水を供給する天然河川、湖沼または地下水が近隣に存在する場所が望ましい。一方、多くの汽水性魚貝類の産卵から種苗サイズまでの飼育には塩分量が32~34%程度の清澄な海水が得られることが大切である。対象種によっては産卵、稚仔期飼育に適正な水質条件は多少異なるが、清澄海水があれば、適宜淡水を混ぜて塩分濃度を調節することができる。通常、海水、淡水とも雨季を除いては、比較的清澄で砂ろ過装置や沈澱池等により、不純物をとり除くことができる。しかし雨季になると、特に河口域浅瀬の泥底をもつ水域ではろ過装置に多大なコストをかける必要があるので予め水深、底質、波浪状況のみならずサイトの距岸100m程度までの年間の濁度を調べておく必要がある。その他の水質条件としては水温26~32℃、PH7.0~8.5程度であれば、特に支障はない。これら適質の用水が一年間に何ヶ月間取得可能であるかが、サイトを選ぶ上で最も注意すべき点で、通常、年間最低6ヶ月間は施設運転が可能であることが必要である。種苗生産は管理された水域で行なわれるので、各対象種の生物学的特性に合わせて、水質を一定レベルに保つことが可能であるが、施設コストや運転コストを小さくするためには、適正水質の用水が充分量確保されることが望ましい。

#### 2-3-2 社会・経済環境基準

研究開発機関や訓練指導機関、種苗生産施設などの適地選定にかかわる社会・経済環境基準と養殖業のそれらとは必ずしも同一ではない。前者の場合、目的のしぼり方により都市近郊に位置させる場合があるし、養殖地域の中核として避地に位置させる場合もある。これらの基準については、国の社会政策・経済政策等とのかかわり合いが強いため、目的や目標を充分把握し、候補地毎に前述の調査項目の評価を行い、むしろ消去法を用いて最適地を選定することがよいように考えられる。この場合決定的な因子は目的・目標によって必ずしも一様でないので注意を要する。

養殖業は経済行為であり、したがって養殖生産に費いやした努力はたとえ自家消費の場合でも、生産物として又養殖業の場合では売上として充分むくわれるものでなければならない。以下に、候補種・候補地選定の社会・経済環境基準について概説する。

養殖生産物消費の動向、消費地(国内・輸出)、需給関係、生産物の価格、生産性、採算性などが主要な評価項目となる。これらの候補種は養殖生産技術が確立されている必要があることは云うまでもない。そして、最終的には現在から将来に向って収益が充分期待できるかどうか適種・適地選定基準となる。しかし、現実的には収益性のある対象種の養殖は急速に普及するため需給アンバランスをおこし、価格の低迷や餌料、人件費、資機材などのコストアップをまねき、

その上、養殖場環境の悪化をひきおこすという事例が多くみられる。これらは個々の養殖業者が対応できるものではないため、国や地域の目標設定や制御体制をもつ必要がある。

適種適地選定基準となる収益性に大きく関係する環境要因としては次のようなものがあげられる。

- ① 種苗，餌料，動力等の資機材調達の便宜性と価格
- ② 労働力と技術レベル及び労賃
- ③ 金利コスト
- ④ 支援施設の利用可能性（とくに製品出荷・加工処理など）とその費用
- ⑤ 販売面での特性（市場，時期的な需要増大など）
- ⑥ 従事者の生活環境
- ⑦ その他

これらの項目は大規模養殖事業の計画段階で、さらに細分化し経営に関する詳細な検討分析を行うのが常である。小規模養殖の場合にも同様な視点でとらえることは必要であろう。

養殖業においても適種，適地の決定的要因は一様ではないので、事例毎に充分検討し、何が原因で失敗するか焦点をあてて慎重に事を運ぶことが肝要である。

国際協力事業団のプロジェクトでこのような事業の収支計算を要求されることはないが、すくなくとも経済行為として養殖を行う以上、将来の普及をふくめ常に以下述べる視点を頭の中に持っている必要がある。収支計算の一事例を以下に参考資料として付した（表2-4）。

表 2-4 収支計算の一事例

	A 収 入	B 支 出	C 利益 (=A-B)
貸借対照表関係	1. 自己資産, 資金 2. 借入れ (金融機関等から)	1. 初期投資費 (1) 利権料 (土地取得費) (水域利用権) (2) 建設費 (3) 機械, 車輛, 船代 (4) その他 (開業事務費等) 2. 追加投資費	
	3. 売上げ (=生産量×平均価格) 4. その他 (受取利息等)  [売上げは市場規模の大きさ, 養殖場の市場近接性 (物理的空間) だけにとどまらない) 市場競争の激しさ等に影響を受ける。]	3. 運転費 [原価] (1) 種苗費 (購入費, 採苗費) (種苗生産費) (2) 餌代 (施肥, 生鮮餌料, 配合餌料など) (3) 人件費 (給与, 福利費) (4) 動力費 (電気, ガソリン) (5) 修繕費 (施設, 機械) (6) 販売費 (こん包資材, 加工・冷蔵, 輸送等) (7) 減価償却費 (8) その他 (事務費等, 管理費) 4. 支払利息 (初期借入れ, 運転費借入れ) 5. 税金	1. 税引後利益  [税引後利益が十分に黒字となれば, 採算性が成り立つ]
			D 利益処分  1. 利益処分 (1) 元金 (資産に置き変わった分) の返済 (2) 株主配当 (3) 役員配当 (4) 繰越留保

注 1 : 金融, 税制等のしくみが対象国によって異なるので注意を要する。

(上表は日本の場合を参考)

注 2 : 減価償却費は実際には金の動きがない費用項目なので, 初期借入れの元金返済等に充当できる。

## 引用文献

1. 中央大学経済研究所, 1981. アジアの経済成長と構造変動. 中央大学出版部.
2. エルガン, W. 1976. 開発経済学. 文真堂.
3. ホッター, B.W. 1982. 熱帯の経済開発. 他人書房.
4. インタウイ, クントン. 1982. アセアンと日本. 谷沢書房.
5. 石原勝吉他. 1980. やさしいQC7つ道具. (財)日本規格協会.
6. 岩切成郎. 1979. 東南アジアの漁業経済構造. 三一書房.
7. 甲斐清通. 1971. やさしい情報整理学. 社会思想社.
8. 気象庁編. 1978. 海洋観測指針. 日本気象協会.
9. クラーク, ジョン. 1979. 沿岸域の保全と開発. 思考社.
10. Laevastu, T. 1965. Manual of Method in fisheries biology. FAO. Rome.
11. Maar, A., M. A. E. Mortimer and I. Van der Lingen. 1966. Fish culture in Central East Africa. FAO. Rome.
12. Chakroff, Marilyn 1976. Freshwater fish pond culture and management. Peace Corps.
13. 松本 謙. 1979. 開発援助の経済学. 新詳論.
14. 日本海洋学会編. 1979. 海洋環境調査法. 恒星社厚生閣.
15. 日本水質資源保護協会編. 1980. 水質汚濁調査指針. 恒星社厚生閣.
16. 小野一郎編. 1981. 南北問題の経済学. 同文館出版.
17. 新建築学大系編集委員会編. 1982. 建築企画. 彰国社.
18. 和達清夫監修. 1974. 気象の事典. 東京堂出版.
19. Woynarovich, E. and L. Horvath. 1980. The artificial propagation of warm-water finfishes - a manual for extension. FAO. Rome.

## 第3章 重要魚貝甲殻類の生物学的特性と養殖技術

### 3-1 生物学的特性

#### 3-1-1 養殖生産概況

世界各地における魚類、軟体動物類、甲殻類及び海藻類の養殖は近年来急速な進展を示しているが、その中でアジア、太平洋地区は生産量では85%程度を占め、年増加率も第1位にある。地域別の養殖生産量、年増加率を次の表3-1に示した。

表2はアジア、太平洋地区の国別・種別生産量を示したが、アジア南太平洋地区の主要養殖生産国は、インド849千トン、フィリピン286千トン、インドネシア199千トン、タイ161千トン、マレーシア74千トン、バングラデシュ65千トン、スリランカ17千トンなどである。

表3には南支那海沿岸諸国の養殖、面積、生産量、生産原単位(M. T./ha)、増加率を示したものである。面積ではインドネシアの301千ha、フィリピンの182千ha、タイの55千haなどとなり、生産原単位はホンコンの4.30トン/haでもっとも高く、次いでマレーシアの3.85、タイの2.51となっている。生産単位は養殖対象・養殖方法によって差があるため、参考にとどめる。

また、養殖面積は全体としては若干減少にあるが(1976~1980)マレーシアの増加が目立っている。生産量は1976~1980年で年率1.1%の増加となっており、フィリピン、マレーシア、ホンコンの増加が顕著である。

以上は、かん水、汽水及び淡水養殖を含むものであるが、次に南支那海沿岸諸国におけるこれら分類別養殖面積及び養殖生産量、生産原単位、年増加率を示した(表3-1, 3-2, 3-3参照)。

表3-1 地区別養殖生産量(1975/1980)

Region	FINFISH		MOLLUSCS		CRUSTACEANS		SEAWEEDS		TOTAL		% of Total Growth Production	
	1975	1980	1975	1980	1975	1980	1975	1980	1975	1980	Rate 1975	Rate 1980
Asia and Pacific	3,389,838	2,494,840	470,296	2,568,925	14,763	60,260	1,054,793	2,206,690	4,929,434	7,330,459	8.4	80.75
Africa	110,114	4,061	251	741	-	-	-	-	100,365	4,532	-	1.65
Europe	422,933	630,196	399,524	505,516	-	30	-	50	821,457	1,135,792	6.2	13.65
Latin America	25,962	25,480	47,130	44,404	900	5,360	-	-	73,992	75,244	0.2	1.22
North America	23,436	57,386	134,140	76,993	-	5,596	-	-	157,576	139,114	2.4	2.38
Others*	19,209	-	-	-	-	-	-	-	19,209	21,363	2.2	0.31
Total	3,980,492	3,233,326	1,051,341	3,196,308	15,663	71,245	1,054,793	2,206,434	6,102,484	8,707,363	7.5	100.00

\* Cyprus  
Israel  
Syria  
Turkey  
Egypt

表3-2 アジア・太平洋地区国別養殖生産量(1975/1980)

	FINFISH		MOLLUSCS		CRUSTACEANS		SEAWEEDS		% of Total Growth Production				
	1975	1980	1975	1980	1975	1980	1975	1980	Rate 1975	Rate 1980			
Australia	-	-	3,200	8,150	-	-	-	-	9,200	8,150	-2.3	0.016	
Bangladesh	76,500	65,000	-	-	-	-	-	-	76,485	65,000	-3.2	0.886	
China*	2,281,236	941,294	-	1,795,467	-	-	-	-	2,617,652	4,185,775	10.2	52.409	
Hong Kong	4,019	7,260	-	-	549	-	-	307,347	1,451,997	37.0	11.4		
India	490,000	830,201	-	1,763	-	-	-	-	4,019	7,490	11.4	0.080	
Indonesia	139,840	177,400	-	-	4,000	17,009	33.3	-	494,000	848,973	11.4	10.290	
Japan	147,291	249,397	11.1	292,499	2,779	2,468	-2.3	502,651	143,840	189,297	6.8	2.920	
Korea	169	943	41.0	86,506	284,749	27.0	930	125,33.0	945,220	976,140	0.1	19.191	
Republic of Malaysia	6,559	9,357	7.3	28,000	63,412	17.8	-	-	332,233	481,480	7.7	10.780	
Nepal	400	5,200	65.0	-	-	972	-	-	34,559	73,741	16.4	0.700	
New Zealand	-	602	-	850	-	-	-	-	400	5,200	65.0	0.008	
Papua New Guinea	-	-	-	-	-	-	-	-	850	5,002	42.0	0.018	
Guinea	-	060	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Philippines	124,000	151,612	4.2	1,008	-	-	-	-	-	-	-	-	
Singapore	680	492	6.4	-	105	039	22.0	-	124,626	285,502	18.1	2.380	
Sri Lanka	7,659	17,150	17.1	-	-	-	-	-	880	536	-4.8	0.190	
Thailand	80,000	39,367	-15.7	23,000	111,673	37.0	3,300	9,923	7,659	17,150	17.0	0.600	
Vietnam	30,000	-	-	-	-	-	-	-	127,300	160,962	8.6	2.150	
Total	3,358,353	2,494,840	-6.1	431,863	2,568,925	42.0	14,763	60,260	37.0	1,054,713	2,206,713	15.9	4,929,690
*Including Taiwan (注) かん水・汽水・海水養殖を含む													
* 軟体動物は除外量													

表3-3 南シナ海隣接各国ならびに日本における養殖生産量と成長率(1976/1980)

Country	1976		1980		% Annual Growth Rate				
	Total		Total		Area	Production			
	Area	Production	Area	Production					
Taiwan (Prov. of China)	44,859	117,347	2.60	52,089	175,008	3.40	3.1%	8.4%	5.4%
China	-	(2,200,000)	-	-	(4,012,120)	-	-	(10.2%)	-
Hong Kong	3,578	4,019	1.10	1,838	7,490	4.30	-14.2%	13.7%	31.0%
Indonesia	296,145	143,840	0.49	301,007	199,297	0.66	0.4%	4.9%	4.4%
Malaysia	6,274	34,559	5.50	19,136	73,741	3.85	25.0%	16.4%	-7.3%
Philippines	176,032	125,018	0.71	181,231	285,502	1.58	0.6%	18.0%	17.3%
Singapore	710	785	1.10	442	536	1.37	-9.9%	-5.3%	4.5%
Thailand	98,604	106,300	1.70	55,126	106,962	2.51	-12.3%	8.6%	22.0%
Sub-Total	626,202	531,868	0.85	610,869	902,536	1.48	-0.5%	11.1%	11.8%
		(2,731,868)			(4,914,656)				

(FAO, 1983)

注) かん水・汽水・淡水養殖を含む。



表3-4はかん水養殖を示したものである。生産量ではマレーシアが最も多く121千トン、タイ92千トン、インドネシア29千トンなどで合計282千トン(中国を除く)、かん水、汽水、淡水養殖生産量の約30%をかん水養殖が占める。

表3-4 かん水養殖生産量(1976/1980)

Country	1976		1980		% Growth Rate				
	Total Area (ha)	Total Production (M.T.)	M.T./ha	Total Area (ha)	Total Production (M.T.)	M.T./ha	Area	Total Production	Unit Production
Taiwan (Prov. of China)	14,116	30,936	2.13	15,345	29,998	1.95	1.6%	0.7%	0.6%
China	-	-	-	-	(1,757,960)	-	-	-	-
Hong Kong	24	705	29.37	18	780	43.33	-5.9%	2.1%	8.1%
Indonesia	-	24,850	-	-	29,489	-	-	3.5%	-
Malaysia	-	-	-	5,757	121,441	11.00	-	-	-
Philippines	-	5,490	-	427	9,022	21.13	-	8.7%	-
Singapore	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Thailand	4,852	139,519	28.73	3,069	91,618	29.80	-9.7%	-8.8%	0.7%
Sub-Total	18,996	201,950	9.0 <sup>2/</sup>	24,609	282,348	11.47 <sup>2/</sup>	5.3%	6.9%	3.9% <sup>2/</sup>

(2,040,308)

1/ Mainly molluscs (oysyers, mussels, clams, cokles and marine fish)

2/ Taiwan, Hong Kong and Thailand only.

(FAO, 1983)

表3-5は汽水養殖で、フィリピンが136千トン、インドネシアの94千トン、タイの12千トンなどで合計289千トン、かん水、汽水、淡水養殖生産量の約30%を占める。

表3-5 汽水養殖生産量(1976/1980)

Country	Total Area (ha)	Total Production (M.T.)	M.T./ha	Total Area	Total Production	M.T./ha	Area	Total Production	Unit Production
Taiwan	18,045	39,918	2.21	19,777	37,098	1.87	0.9%	-1.5%	-3.5%
Hong Kong	1,777	2,037	1.15	-	-	-	-	-	-
Indonesia	182,701	78,776	0.43	181,792	93,644	0.52	-0.1%	1.9%	3.5%
Malaysia	923	31,642	34.28	-	-	-	-	-	-
Philippines	176,032	125,018	0.71	176,231	135,951	0.77	0.1%	1.7%	1.7%
Singapore	375	75	0.20	118	38	0.32	-2.6%	-14.6%	9.9%
Thailand	39,680	72,269	1.82	26,865	11,901	0.44	-8.1%	-43.0%	-33.0%
Total	419,533	349,735	0.84	404,777	278,632	0.69	-0.7%	-4.6%	-4.0%

(FAO, 1983)

表3-6は淡水養殖を示したもので、フィリピンは生産量が最大で150千トン、ついでインドネシア、タイなどが盛んである。淡水養殖生産量はかん水、汽水に比べて多く、約40%を占めている。

表3-6 淡水養殖生産量(1976/1980)

Country	1976			1980			% Growth Rate		
	Total Area (ha)	Total Production (M.T.)	M.T./ha	Total Area	Total Production	M.T./ha	Total Area	Total Production	Unit Production
Taiwan (Prov. of China)	12,698	64,706	4.40	16,771	107,922	6.33	5.9%	10.7%	7.7%
China	-	(2,200,000)	-	-	(813,320)	-	-	(-22.0%)	-
Hong Kong	1,777	3,165	1.78	1,820	7,030 <sup>1)</sup>	3.86	0.5%	17.3%	16.8%
Indonesia	111,606	85,871	0.77	39,785	59,359	1.49	-23.0%	-7.7%	14.1%
Malaysia	5,351	1,603	0.29	13,379	1,751	0.13	21.0%	1.8%	17.4%
Philippines	-	-	-	20,000	149,551	7.43	-	-	-
Singapore	335	603	1.8	374	567	1.75	0.6%	-1.06%	0.4%
Thailand	58,924	34,031	0.51	25,192	34,634	1.37	18.2%	3.0%	22.0%
Sub-Total	190,691	189,978 (2,389,978)	1.0	117,271	360,814 (1,174,134)	3.08	-13.3%	5.4%	25.0%

注) 1. 汽水養殖を含む。

(FAO, 1983)

次に、かん水、汽水、淡水養殖生産の増減を1976~1980年についてみると次のようになる(表3-7参照)。

表3-7 養殖分野別生産量(1976/1980)

	1976	1980	'76,'80対比による増減率(%)
海面養殖	658,475	2,568,206	31.0%
汽水養殖	349,475	278,632	-4.6%
淡水養殖	2,472,137	1,266,110	-14.3%
統計	3,480,087	4,112,948	3.4%

注) 日本、中国を含む。

(FAO, 1983)

この表にみられるように、かん水養殖生産量は年率31.0%の増加がみられるのに反し、汽水では若干の減少率、淡水は14.3%の減少率となっている。淡水養殖は中国が含まれており不明な点がある。

次に、各国の養殖場面積(汽水、かん水)と魚種別養殖生産量を表3-8に示した。これらについては最近の資料にとぼしく、JICA、海外漁業協力財団及び民間の派遣専門家からの各国の情

報や IDRC の報告などをもとにしてまとめた。これらの情報から、エビ類養殖はインド、タイ、インドネシア、フィリピン及び台湾が主要生産国であり、魚類については台湾、フィリピン、インドネシア、マレーシア、タイ、シンガポールが、また、貝類では台湾、タイ、マレーシア、フィリピンなどが主に先進国である。

### 3-1-2 小規模養殖業の推移と動向

(1) 対象国の養殖の起源は中国にあると云っても過言ではない。紀元前 3000 年に始まった中国淡水養魚の伝統である施肥混養の発想は華僑を通じて各地に普及し素放養魚の基をつくってきたといえる。だが海面養殖については各国とも歴史はきわめて新しく、本格的発展をみせたのは 1970 年代に入ってからといえる。

(2) 例外的なのは、台湾、フィリピン、インドネシアの汽水域で行われているサバヒー養殖で、フィリピン、インドネシアの場合は約 400 年の歴史があるといわれている。このうち台湾での養殖法は中国内水面養殖の伝統技術である施肥を行い  $ha$  当たり平均 2 t、最高 4 t の生産をあげている。なおフィリピンの場合は平均 700 ~ 800 kg、インドネシアで約 300 ~ 500 kg である。

サバヒー養殖には伝統式のほか 1971 年にフィリピンのラグナ湖で始まったペン養殖がある。生産原単位が高く、伝統式生産の 4 倍以上の  $3,000 \text{ kg/ha/year}$  に達し、各国の注目を引いている。

ラグナ湖には現在 (1982) 20,000  $ha$  以上のペン養殖場がある。

(3) かん水養殖についていうと、各国とも本格的発足は 1970 年代初期である。例えば東南アジア漁業開発センター養殖部局 (SEAFDEC) の発足が 1973 年、タイでの sea bass (アカメ) の種苗生産の成功が 1972-73 年、また国際協力事業団のエビのプロジェクトとの発足が 1973 年、上記フィリピンのペン養殖の発足が 1971 年と、この時期を境に各国での海面養殖が急速に進行している。

魚介類の養殖の現況に関し、総じていえることは、従来 of 自家用動物蛋白確保を目的とした養殖が、養殖ブームの中で一部の漁民に外貨確保の経験或は企業的発想にめざませる結果となり、都市近郊の漁民に高級魚介類の養殖に関心を持たせる結果となっている。

(4) Sea bass (アカメ) の人工ふ化による大量種苗生産技術の確立したタイでは、すでに商業ベースでの生産が行われ、自国のみならず、マレーシア、インドネシア、台湾、フィリピン等へ種苗の輸出が行われている。民間の最大のふ化場では、千万単位の種苗を生産している。また Phang Nga 湾では小割生簀による養殖が行われている。規格は  $3 \times 3 \times 2 \text{ m}$  で、放養密度は平均体重 100 gr のもの 1,000 尾である。給餌は trash fish を 1 日 2 回 30 kg (平均体重 100 gr のときで給餌率 30 %/日) で 5 ヶ月後に 800 gr に成長する。

マレーシアでもアカメの生簀養殖が行われている。生簀の規模は  $2.44 \times 2.44 \times 1.52 \text{ m}$  で 500 尾 (2.0 ~ 2.5 cm BL) を放養し、餌料は体重の 10 %/日を与え、3 ヶ月後に生簀

表 3-8 各国の汽水養殖面積と魚種別生産量

養殖場面積 (ha)	汽水養殖生産量 (トン)						かん水・汽水養殖生産量 (トン)						備考 FAO (in1988年) 生産量	
	汽水						かん水・汽水							
	ウシエビ	ホウイトエビ	アラカンエビ	バナエビ	ホニナガエビ	その他	サバヒー	ボラ	アカガイ	カキ	イガイ	ジャコ貝		その他
バングラデシュ														65,000 (主にヒルサ)
インド	10,000~	13,000												魚 880,000 蝦 1,800 甲 17,000
スリランカ														17,200 (魚類が主)
ベトナム														30,000 (主に魚類)
タイ	海 3,000 汽 27,000	3,000						13,000	7,000	73,000			68,000	海 92,000 汽 12,000
カンボジア														
マレーシア	海 5,800 汽						(魚類) 9,400	63,400						74,000
シンガポール	汽 1.18	500								1,200				1,900
インドネシア	海 5,800 汽 176,200 エビ 80,000 魚 150,000	8,000		4,300			44,700							魚 177,000 甲 21,800 魚 84,000 (海 30,000)
フィリピン	海 480 汽 176,200 エビ 80,000 魚 150,000	2,000					113,000	2,000	800	3,000	2,900			魚 152,000 汽 186,000 { 海 9,000
台湾	海 15,000 汽 20,000 (内エビ 2,000)	6,000	300		800									汽 87,000 海 80,000

資料 1. FAO 1988年(1980年の生産量)  
 2. 水産週報 1988年4月号  
 3. 水産タイムズ 1988年4月座談会  
 4. IDRC報告 1983年  
 5. SEAFDEC 1978年

替えを行い、平均 600 gr として出荷している。

ホンコンでも小割養殖が最近急増し、1980年には22.7 haの海面に1,780ケの生簀養殖が行われ、約960トン、42.3 t/ha/年の生産をあげている。政府はさらに養殖振興をはかるため法制化をはかっているのが現状である。

アカメ以外には Grouper (ハタ類)の人工ふ化種苗生産技術開発がタイ、シンガポール、台湾などで進められており、すでに1万尾程度の生産が可能になった段階である。完熟魚の育成(ホルモン使用)、初期餌料とくに小型餌料の開発が進めば、種苗生産は飛躍的に進展するものと思われる。

- (5) 対象国で最も伝習的に行われてきた貝類養殖はイガイである。シンガポールでは従来の竹を使用する Stake 方式から竹筏、ロープ垂下式(長さ4 m)に変わりつつある。種苗採集ロープは8本/m<sup>2</sup>、養殖ロープは4本/m<sup>2</sup>で種苗採集ロープは養殖用ロープの間に設置し効率化を図っている。種苗から収穫までは6ヶ月を要し、収穫量は4 m長さのロープで100~600 kg/m<sup>2</sup>まで可能である。

インドネシアでは生産原単位は25~30 kg/3 mロープ、で収穫には同じく6ヶ月を要している。フィリピンの生産原単位は Stake 方式で20~68 t/ha、垂下法式では300 t/ha/年という。

- (6) エビ (*Penaeus monodon*) はかつてサバヒーのバイプロダクトとして生産されたが、台湾では1968年、また対象各国では1970年以降にいずれも人工採苗に成功し、以後急速にエビの単養が普及してきた。眼柄切除による採卵技術の普及におうところが大きい。タイ国の淡水エビをも含めたエビ養殖はFAO/UNDPの援助をうけ近年急速に進展をみせている。民間種苗生産所40以上、従業者400人以上といわれている。