

No. 2

国際協力事業団
パラエンセ・エミリオ・ゲルディ博物館
ブラジル環境・再生天然資源院

ブラジル連邦共和国
アマゾン河口水産資源調査報告書

国際協力事業団
ブラジル連邦共和国
アマゾン河口水産資源調査報告書

平成10年6月

三洋テクノマリン

JICA LIBRARY



J 1143803 [3]

平成 10 年 6 月

三洋テクノマリン株式会社

JICA
703
89
AFF
LIBRARY
98-29

農調林
JR
98-29



1143803(3)

国際協力事業団
パラエンセ・エミリオ・ゲルディ博物館
ブラジル環境・再生天然資源院

ブラジル連邦共和国
アマゾン河口水産資源調査報告書

平成 10 年 6 月

三洋テクノマリン株式会社

序 文

日本国政府は、ブラジル連邦共和国政府の要請に基づき、同国のブラジル連邦共和国アマゾン河口水産資源調査にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成8年2月から平成10年4月までの間、5回にわたり、三洋テクノマリン株式会社 岡田啓介氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ブラジル国政府関係者との協議を行うとともに、調査対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、適切な水産資源の管理に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成10年6月

国際協力事業団
総裁 藤田 公郎

伝 達 状

国際協力事業団

総裁 藤田 公郎 殿

今般、ブラジル連邦共和国アマゾン河口域の水産資源を対象とした資源調査が完了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本開発調査は、貴事業団との契約に基づいて弊社が、平成7年3月から平成10年6月にかけて実施いたしました。現地調査は、ブラジル連邦共和国の漁業の現状を踏まえて、事前にブラジル国政府関係者と調査の実施に関して十分に協議して合意の基で行いました。調査結果を正しく評価して、水産資源の現状を的確に把握し、企業漁業および小規模漁業の現況等を勘案して、持続的な漁業生産をめざす立場に立って、ブラジル国にとって実現可能な水産資源の管理指針を策定しました。

併せて、ブラジル国政府関係者の技術的水準に合わせて水産資源調査の実施にかかわる技術移転も行いました。

調査の期間中、貴事業団をはじめ外務省、農林水産省の関係者には理解と協力を賜りお礼を申しあげます。また、ブラジル連邦共和国においては、貴事業団ブラジル事務所および同ベレーン支所をはじめ、在ブラジル日本国大使館、在ベレーン総領事館には貴重な助言と多大の協力を受けましたことに対してお礼を申しあげます。現地調査の実施に際しましては、ブラジル連邦共和国政府関係機関の理解と協力を受けたことを報告します。

最後に、策定された水産資源の管理指針の推進に向けて、本調査報告書を十分に活用されることを切望いたします。

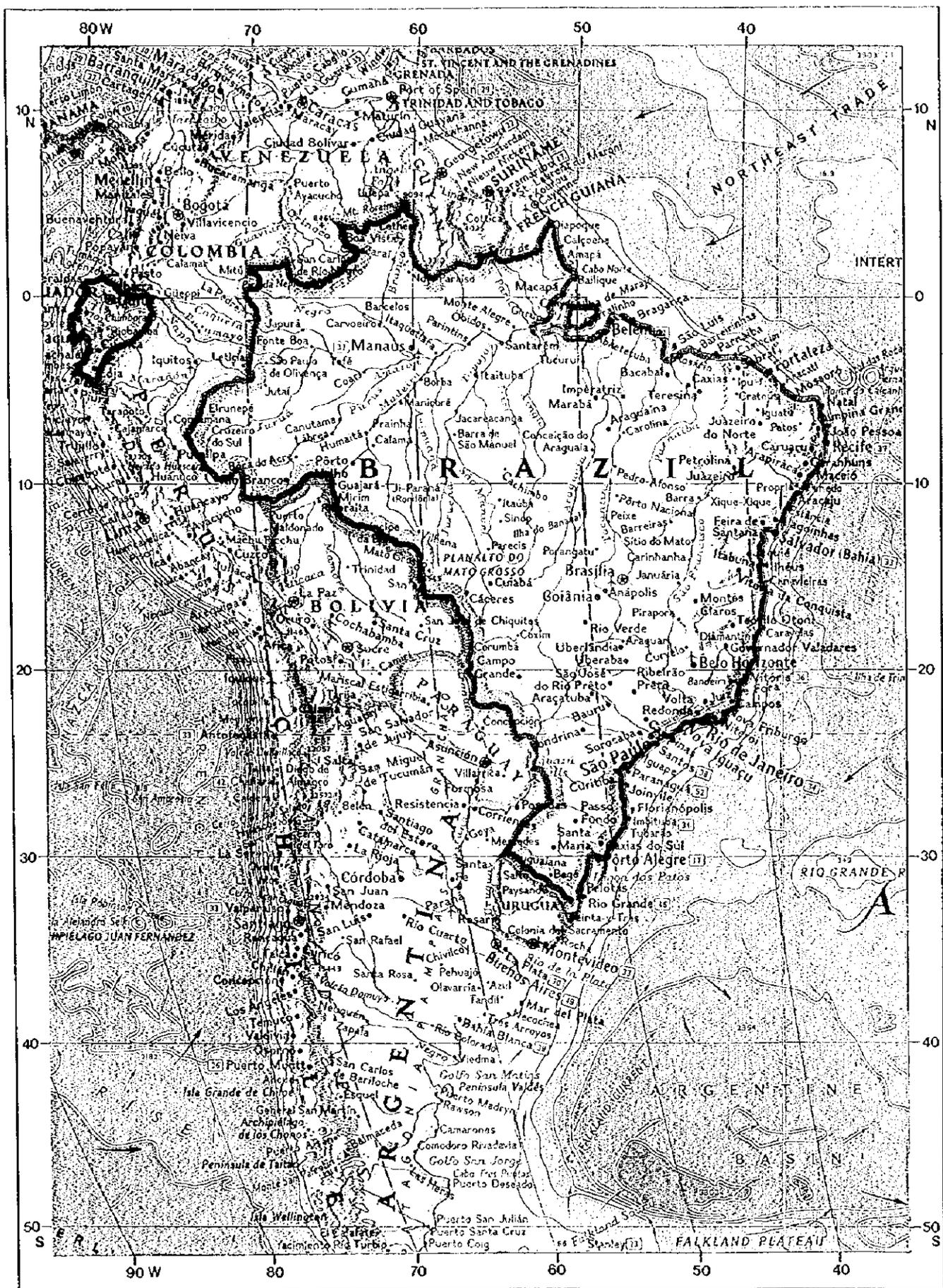
平成10年6月

三洋テクノマリン株式会社

ブラジル連邦共和国

アマゾン河口水産資源調査団

総括/資源管理 岡田 啓介



The map of the federative republic of Brazil

目 次

	頁
1. 緒論	
1.1. 調査の背景	1
1.1.1. 調査地域	1
1.1.2. 調査水域における漁業	1
1.1.3. 調査水域における漁業規制	2
1.1.4. 調査計画	3
1.2. 調査目的	3
1.3. 調査実施方針	4
2. 調査の概要	
2.1. 調査地域	5
2.1.1. 海上調査	5
2.1.2. 陸上調査	5
2.2. 調査時期・期間	5
2.3. 調査船	7
2.4. 使用漁具	7
2.5. 研究者と乗組員	8
2.5.1. 企画・計画	8
2.5.2. 海上調査	8
2.5.3. 研究室での調査	9
2.5.4. 陸上調査	10
2.5.5. 作業監理委員	10
3. 調査方法	
3.1. 海上調査	11
3.1.1. 資源調査	11
3.1.2. 生物学的調査	19
3.1.3. 標識放流予備試験	20
3.1.4. 海洋学的調査	20
3.1.5. その他の観測	20
3.2. 研究室での調査	21
3.2.1. 重要魚種の小型魚の測定および不明魚種の検索	21
3.2.2. 年齢形質の選定	21
3.2.3. 採取部位の選定	21
3.2.4. 年齢形質標本の処理および作成	22
3.2.5. 輪紋の測定	23
3.2.6. 使用資機材	25

3.3. 陸上調査	26
3.3.1. 水産統計資料収集	26
3.3.2. 聞き取り調査	26
3.3.3. 体長組成調査	27
4. データの取得状況	
4.1. 海上調査	28
4.1.1. 資源調査	28
4.1.2. 生物学的調査	32
4.1.3. 標識放流予備試験	33
4.1.4. 海洋学的調査	33
4.2. 研究室での調査	33
4.3. 陸上調査	34
4.3.1. 水産統計資料収集	34
4.3.2. 聞き取り又は体長組成調査	34
5. 調査結果	
5.1. 海上調査	37
5.1.1. 底生魚類相	37
(a) 底生魚類相構成	37
(b) 底生魚類群集の多様性	43
(c) 地点間類似度による底生魚類群集の群分析	45
5.1.2. 単位面積当たり漁獲量とその上位魚種	52
(a) 層別水塊別の C _{PUA}	52
(b) C _{PUA} 分布	54
(c) C _{PUA} の上位魚種	56
(d) 底層塩分と C _{PUA} の関係	61
5.1.3. 推定資源量とその上位魚種	63
(a) 全体および層別の推定資源量	63
(b) 推定資源量の上位魚種	64
5.1.4. 重要魚種の C _{PUA} 分布と資源量	69
(a) ピラムターバ <i>Brachyplatystoma vaillantii</i>	69
(b) ドラーダ <i>Brachyplatystoma flavicans</i>	73
(c) フィリヨツテ <i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	77
(d) ペスカーダ・ブランカ <i>Plagioscion squamosissimus</i>	81
(e) ペスカーダ・アマレーラ <i>Cynoscion acoupa</i>	86
(f) オオカミニベ <i>Macrodon ancylodon</i>	90
(g) グリジューバ <i>Arius parkeri</i>	94

5.1.5. 重要魚種の生物学的知見	99
(a) ピラムターバ <i>Brachyplatystoma vaillantii</i>	99
(b) ドラーダ <i>Brachyplatystoma flavicans</i>	109
(c) フィリョッテ <i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	118
(d) ペスカード・ブランカ <i>Plagioscion squamosissimus</i>	124
(e) ペスカード・アマレーラ <i>Cynoscion acoupa</i>	133
(f) オオカミニベ <i>Macrodon ancylodon</i>	139
(g) グリジューバ <i>Arius parkeri</i>	149
5.1.6. 網目選択性	158
(a) ピラムターバ <i>Brachyplatystoma vaillantii</i>	160
(b) オオカミニベ <i>Macrodon ancylodon</i>	162
5.1.7. 海洋環境に関する知見	163
(a) 海洋構造	163
(b) 海上気象	180
5.2. 研究室での調査	181
5.2.1. 年齢形質の選定	181
(a) ピラムターバ <i>Brachyplatystoma vaillantii</i>	181
(b) ドラーダ <i>Brachyplatystoma flavicans</i>	181
(c) フィリョッテ <i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	182
(d) ペスカード・ブランカ <i>Plagioscion squamosissimus</i>	182
(e) ペスカード・アマレーラ <i>Cynoscion acoupa</i>	183
(f) オオカミニベ <i>Macrodon ancylodon</i>	183
(g) グリジューバ <i>Arius parkeri</i>	184
5.2.2. 採取部位の検討	185
(a) 脊椎骨 (椎体)	185
(b) 鱗	189
5.2.3. 年齢形質の大きさと体長との関係	190
(a) ピラムターバ <i>Brachyplatystoma vaillantii</i>	191
(b) ドラーダ <i>Brachyplatystoma flavicans</i>	191
(c) フィリョッテ <i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	192
(d) ペスカード・ブランカ <i>Plagioscion squamosissimus</i>	193
(e) ペスカード・アマレーラ <i>Cynoscion acoupa</i>	196
(f) オオカミニベ <i>Macrodon ancylodon</i>	198
(g) グリジューバ <i>Arius parkeri</i>	201
5.2.4. 輪紋形成の対応性	202
(a) ピラムターバ <i>Brachyplatystoma vaillantii</i>	202
(b) ドラーダ <i>Brachyplatystoma flavicans</i>	203

(c) フィリョッテ <i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	206
(d) ペスカーダ・フランカ <i>Plagioscion squamosissimus</i>	207
(e) ペスカーダ・アマレーラ <i>Cynoscion acoupa</i>	209
(f) オオカミニベ <i>Macrodon ancylodon</i>	210
(g) グリジューバ <i>Arius parkeri</i>	211
5.2.5. 輪紋の形成時期	213
(a) ピラムターバ <i>Brachyplatystoma vaillantii</i>	214
(b) ドラーダ <i>Brachyplatystoma flavicans</i>	214
(c) フィリョッテ <i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	215
(d) ペスカーダ・フランカ <i>Plagioscion squamosissimus</i>	216
(e) ペスカーダ・アマレーラ <i>Cynoscion acoupa</i>	216
(f) オオカミニベ <i>Macrodon ancylodon</i>	217
(g) グリジューバ <i>Arius parkeri</i>	218
5.2.6. 硬組織による年齢査定	218
(a) 輪紋の形成について	218
(b) 輪紋の読み取り	219
(c) 今後の進め方	220
5.2.7. 体長組成からのコホート解析	220
(a) ピラムターバ <i>Brachyplatystoma vaillantii</i>	221
(b) ドラーダ <i>Brachyplatystoma flavicans</i>	223
(c) オオカミニベ <i>Macrodon ancylodon</i>	223
(d) グリジューバ <i>Arius parkeri</i>	226
5.2.8. 成長の定差図による検討	226
(a) ピラムターバ <i>Brachyplatystoma vaillantii</i>	228
(b) ドラーダ <i>Brachyplatystoma flavicans</i>	228
(c) オオカミニベ <i>Macrodon ancylodon</i>	229
(d) グリジューバ <i>Arius parkeri</i>	230
5.3. 陸上調査	231
5.3.1. 収集資料から得られたブラジル北部、特にパラ州の水産業概況	231
(a) ブラジル北部の漁業生産量	231
(b) ブラジル北部のピラムターバ水揚量	235
(c) 企業漁業によるピラムターバ漁獲努力	237
(d) ピラムターバの経済的見地	240
(e) ピラムターバの漁業生物学	245
5.3.2. 聞き取り調査から得られたブラジル北部、特にパラ州の水産業実態	247
(a) 漁業概要	247
(b) 漁業傾向	248
(c) 単位努力当たり漁獲量	252

(d) 水産物価格	264
(e) 水産物仲買人の役割	266
5.3.3. 水揚げされた重要魚種の体長組成	273
(a) ピラムターバ <i>Brachyplatystoma vaillantii</i>	273
(b) ドラーダ <i>Brachyplatystoma flavicans</i>	277
(c) フィリョッテ <i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	280
(d) ペスカード・ブランカ <i>Plagioscion squamosissimus</i>	280
(e) ペスカード・アマレーラ <i>Cynoscion acoupa</i>	283
(f) オオカミニベ <i>Macrodon ancylodon</i>	284
(g) グリジューバ <i>Arius parkeri</i>	284
5.3.4. アマゾン河口域の水産経済の諸問題	286
(a) 漁業生産	286
(b) 漁業労働	288
(c) 漁業経営	290
(d) 流通と価格	292
(e) 協同組合・金融	294
(f) 漁村	294
6. 既開発資源の評価	
6.1. 既開発資源の現状	297
6.1.1. 企業漁業の漁獲統計	299
6.1.2. 資源調査	300
6.2. 既開発資源の評価	303
6.2.1. 漁獲量と推定資源量	303
6.2.2. CPUE	304
6.2.3. まとめ	305
6.3. 今後の調査・研究の進め方	307
7. 未利用・未開発の水産資源	
7.1. 未利用資源とその利用	309
7.2. 未開発資源の開発の可能性	310
8. アマゾン河口域の底魚漁業資源の管理に関する指針	
8.1. 水産資源の特徴	312
8.2. 資源管理の考え方	312
8.3. 資源管理の動向	313
8.4. 漁業および資源の総括	313
8.5. 水産資源の管理に関する提言	314
8.5.1. 資源生物学的な観点から	314

8.5.2. 社会経済的な観点から	316
8.5.3. 漁業規制	317
8.6. 資源の合理的利用と漁業管理の方向	319
8.6.1. ピラムターバ漁業に関する特別な提言.....	319
8.6.2. アマゾン河口域の漁業に関する総括的な提言.....	319
9. 概要	321
10. 関係文献	324

表 一 覧

	頁
表 1. 調査時期と期間	7
表 2. 調査船の主要寸法と仕様	7
表 3. 各層の面積とブロック数および計画点数	11
表 4. 調査対象重要魚種	19
表 5. トロール実施点数	28
表 6. トロール網による掃海面積	32
表 7. 生物学的調査の標本数	32
表 8. <i>Brachyplatystoma</i> 属 3 種の標識放流尾数	33
表 9. 年齢査定供与標本数	34
表 10. 収集水産統計資料一覧	34
表 11. 陸上調査の実施概況	36
表 12. 調査海域全体の底生魚類相	38
表 13. 調査季別水塊別の底生魚類相	40 - 42
表 14. 調査季別水塊別の多様度指数 H'	44
表 15. Mountford 法によるクラスター分析結果	50 - 51
表 16. 層別水塊別の CPUA	53
表 17. 層別水塊別の平均 CPUA とその上位 5 種	60 - 61
表 18. 層別推定資源量の上位 10 種	67 - 68
表 19. ピラムターバ <i>Brachyplatystoma vaillantii</i> の CPUA	71
表 20. ピラムターバ <i>Brachyplatystoma vaillantii</i> の資源量評価	73
表 21. ドラード <i>Brachyplatystoma flavicans</i> の CPUA	76
表 22. ドラード <i>Brachyplatystoma flavicans</i> の資源量評価	77
表 23. フィリョッテ <i>Brachyplatystoma filamentosum</i> の CPUA	80
表 24. フィリョッテ <i>Brachyplatystoma filamentosum</i> の資源量評価	81
表 25. ベスカーダ・ブランカ <i>Plagioscion squamosissimus</i> の CPUA	84
表 26. ベスカーダ・ブランカ <i>Plagioscion squamosissimus</i> の資源量評価	85
表 27. ベスカーダ・アマレーラ <i>Cynoscion acoupa</i> の CPUA	88
表 28. ベスカーダ・アマレーラ <i>Cynoscion acoupa</i> の資源量評価	90
表 29. オオカミニベ <i>Macrodon ancylodon</i> の CPUA	93
表 30. オオカミニベ <i>Macrodon ancylodon</i> の資源量評価	94
表 31. グリジューバ <i>Arius parkeri</i> の CPUA	97
表 32. グリジューバ <i>Arius parkeri</i> の資源量評価	98
表 33. ピラムターバ <i>Brachyplatystoma vaillantii</i> の体長範囲と平均体長	100
表 34. ピラムターバ <i>Brachyplatystoma vaillantii</i> の性別の体長と体重	104
表 35. ピラムターバ <i>Brachyplatystoma vaillantii</i> の性比および雌の成熟状況	106
表 36. ピラムターバ <i>Brachyplatystoma vaillantii</i> の胃内容物分析結果	107

表 37.	ドラッグ <i>Brachyplatystoma flavicans</i> の体長範囲と平均体長	109・110
表 38.	ドラッグ <i>Brachyplatystoma flavicans</i> の性別の体長と体重	113
表 39.	ドラッグ <i>Brachyplatystoma flavicans</i> の性比および雌の成熟状況	115
表 40.	ドラッグ <i>Brachyplatystoma flavicans</i> の胃内容物分析結果	116
表 41.	フィリョッテ <i>Brachyplatystoma filamentosum</i> の体長範囲と平均体長	118
表 42.	フィリョッテ <i>Brachyplatystoma filamentosum</i> の性別の体長と体重	122
表 43.	フィリョッテ <i>Brachyplatystoma filamentosum</i> の性比および雌の成熟状況	123
表 44.	フィリョッテ <i>Brachyplatystoma filamentosum</i> の胃内容物分析結果	123
表 45.	ベスカダ・ブランカ <i>Plagioscion squamosissimus</i> の体長範囲と平均体長	124
表 46.	ベスカダ・ブランカ <i>Plagioscion squamosissimus</i> の性別の体長と体重	129
表 47.	ベスカダ・ブランカ <i>Plagioscion squamosissimus</i> の性比および雌の成熟状況	130
表 48.	ベスカダ・ブランカ <i>Plagioscion squamosissimus</i> の胃内容物分析結果	131
表 49.	ベスカダ・アマレーラ <i>Cynoscion acoupa</i> の体長範囲と平均体長	133
表 50.	ベスカダ・アマレーラ <i>Cynoscion acoupa</i> の性別の体長と体重	137
表 51.	ベスカダ・アマレーラ <i>Cynoscion acoupa</i> の性比および雌の成熟状況	138
表 52.	ベスカダ・アマレーラ <i>Cynoscion acoupa</i> の胃内容物分析結果	138
表 53.	オオカミニベ <i>Macrodon ancylodon</i> の体長範囲と平均体長	139
表 54.	オオカミニベ <i>Macrodon ancylodon</i> の性別の体長と体重	143
表 55.	オオカミニベ <i>Macrodon ancylodon</i> の性比および雌の成熟状況	145・146
表 56.	オオカミニベ <i>Macrodon ancylodon</i> の胃内容物分析結果	147
表 57.	グリジューバ <i>Arius parkeri</i> の体長範囲と平均体長	149
表 58.	グリジューバ <i>Arius parkeri</i> の性別の体長と体重	153
表 59.	グリジューバ <i>Arius parkeri</i> の性比および雌の成熟状況	155・156
表 60.	グリジューバ <i>Arius parkeri</i> の胃内容物分析結果	158
表 61.	網目選択率算出例	160
表 62.	水温の観測データ統計結果	164
表 63.	塩分の観測データ統計結果	165
表 64.	表層の pH の観測データ統計結果	173
表 65.	海上気象の観測データ統計結果	180
表 66.	ピラムターバ <i>Brachyplatystoma vaillantii</i> の輪群別輪紋半径の平均値と標準偏差	203
表 67.	ドラッグ <i>Brachyplatystoma flavicans</i> の輪群別輪紋半径の平均値と標準偏差	203
表 68.	フィリョッテ <i>Brachyplatystoma filamentosum</i> の輪群別輪紋半径の平均値と標準偏差	207
表 69.	ベスカダ・ブランカ <i>Plagioscion squamosissimus</i> の輪群別輪紋半径の平均値と 標準偏差	207
表 70.	ベスカダ・アマレーラ <i>Cynoscion acoupa</i> の輪群別輪紋半径の平均値と標準偏差	210
表 71.	オオカミニベ <i>Macrodon ancylodon</i> の輪群別輪紋半径の平均値と標準偏差	211
表 72.	グリジューバ <i>Arius parkeri</i> の輪群別輪紋半径の平均値と標準偏差	211
表 73.	ピラムターバ <i>Brachyplatystoma vaillantii</i> における各コホートの平均体長および その標準偏差 (2回の移動平均後)	223

表 74. ドラーダ <i>Brachyplatystoma flavicans</i> における各コホートの平均体長および その標準偏差 (4 回の移動平均後)	223
表 75. オオカミニベ <i>Macrodon ancylodon</i> における各コホートの平均体長および その標準偏差 (1 回の移動平均後)	226
表 76. グリジューバ <i>Arius parkeri</i> における各コホートの平均体長および その標準偏差 (2 回の移動平均後)	226
表 77. 聞き取りから得られたブラジル北部、特にパラ州の漁業概要	254 - 256
表 78. 聞き取りから得られたブラジル北部、特にパラ州の漁業傾向	257 - 261
表 79. 聞き取りから得られたブラジル北部、特にパラ州の水揚量と漁獲努力量	262 - 263
表 80. 聞き取りから得られたブラジル北部、特にパラ州の水産物価格	267 - 269
表 81. 聞き取りから得られたブラジル北部、特にパラ州の水産物仲買人の役割	270 - 272
表 82. アマゾン河口域にみられる水産経済 (漁業と流通) の諸問題	295 - 296
表 83. 聞き取りから得られたパラ州の漁民コロニア (1996 年)	298
表 84. アマゾン河口域における海上調査から得られた推定資源量	301
表 85. 底魚類を対象とした資源量調査結果一覧	306
表 86. アマゾン河口域 20m 以深の未開発資源	310

図 一 覧

	頁
図 1. 調査海域	6
図 2. 調査海域のトロールブロック (調査単位)	12
図 3. 調査海域の層化	13
図 4. 無作為抽出によるトロール計画点	14 - 17
図 5. 年齢形質として脊椎骨 (椎体) を使用した場合の輪紋 (r_n) と半径 (R) の測定方法	24
図 6. 年齢形質として耳石を使用した場合の輪紋 (r_n) と半径 (R) の測定方法	25
図 7. トロール実施点	29 - 31
図 8. 陸上調査場所	35
図 9. 底層塩分と種数の関係	43
図 10. 底層塩分と多様度指数 H' の関係	45
図 11. Mountford 法による群分析	46
図 12. 調査海域内の代表的な底生魚類群集	47 - 49
図 13. 単位面積当たり漁獲量の分布	54 - 55
図 14. 底層塩分と CPUA の関係	62
図 15. ピラムターバ <i>Brachyplatystoma vaillantii</i> の CPUA 分布	69 - 70
図 16. 底層塩分とピラムターバ <i>Brachyplatystoma vaillantii</i> の CPUA の関係	72
図 17. ドラード <i>Brachyplatystoma flavicans</i> の CPUA 分布	74 - 75
図 18. 底層塩分とドラード <i>Brachyplatystoma flavicans</i> の CPUA の関係	76
図 19. フィリョッテ <i>Brachyplatystoma filamentosum</i> の CPUA 分布	78 - 79
図 20. 底層塩分とフィリョッテ <i>Brachyplatystoma filamentosum</i> の CPUA の関係	80
図 21. ベスカーダ・ブランカ <i>Plagioscion squamosissimus</i> の CPUA 分布	82 - 83
図 22. 底層塩分とベスカーダ・ブランカ <i>Plagioscion squamosissimus</i> の CPUA の関係	85
図 23. ベスカーダ・アマレーラ <i>Cynoscion acoupa</i> の CPUA 分布	86 - 87
図 24. 底層塩分とベスカーダ・アマレーラ <i>Cynoscion acoupa</i> の CPUA の関係	89
図 25. オオカミニベ <i>Macrodon ancylodon</i> の CPUA 分布	91 - 92
図 26. 底層塩分とオオカミニベ <i>Macrodon ancylodon</i> の CPUA の関係	93
図 27. グリジューバ <i>Arius parkeri</i> の CPUA 分布	95 - 96
図 28. 底層塩分とグリジューバ <i>Arius parkeri</i> の CPUA の関係	98
図 29. 底層塩分とピラムターバ <i>Brachyplatystoma vaillantii</i> の体長の関係	101
図 30. ピラムターバ <i>Brachyplatystoma vaillantii</i> の体長組成	102 - 103
図 31. ピラムターバ <i>Brachyplatystoma vaillantii</i> の体長-体重関係	105
図 32. ピラムターバ <i>Brachyplatystoma vaillantii</i> の体長階級別の雄・雌・不明頻度組成	108
図 33. 底層塩分とドラード <i>Brachyplatystoma flavicans</i> の体長の関係	110
図 34. ドラード <i>Brachyplatystoma flavicans</i> の体長組成	111 - 112
図 35. ドラード <i>Brachyplatystoma flavicans</i> の体長-体重関係	114
図 36. ドラード <i>Brachyplatystoma flavicans</i> の体長階級別の雄・雌・不明頻度組成	117

図 37.	底層塩分とフィリヨツテ <i>Brachyplatystoma filamentosum</i> の体長の関係	119
図 38.	フィリヨツテ <i>Brachyplatystoma filamentosum</i> の体長組成	120・121
図 39.	フィリヨツテ <i>Brachyplatystoma filamentosum</i> の体長-体重関係	122
図 40.	底層塩分とペスカダ・ブランカ <i>Plagioscion squamosissimus</i> の体長の関係	125
図 41.	ペスカダ・ブランカ <i>Plagioscion squamosissimus</i> の体長組成	126・127
図 42.	ペスカダ・ブランカ <i>Plagioscion squamosissimus</i> の体長-体重関係	128
図 43.	ペスカダ・ブランカ <i>Plagioscion squamosissimus</i> の 体長階級別の雄・雌・不明頻度組成	132
図 44.	底層塩分とペスカダ・アマレーラ <i>Cynoscion acoupa</i> の体長の関係	134
図 45.	ペスカダ・アマレーラ <i>Cynoscion acoupa</i> の体長組成	135・136
図 46.	ペスカダ・アマレーラ <i>Cynoscion acoupa</i> の体長-体重関係	137
図 47.	底層塩分とオオカミニベ <i>Macrodon ancylodon</i> の体長の関係	140
図 48.	オオカミニベ <i>Macrodon ancylodon</i> の体長組成	141・142
図 49.	オオカミニベ <i>Macrodon ancylodon</i> の体長-体重関係	144
図 50.	オオカミニベ <i>Macrodon ancylodon</i> の体長階級別の雄・雌・不明頻度組成	148
図 51.	底層塩分とグリジューバ <i>Arius parkeri</i> の体長の関係	150
図 52.	グリジューバ <i>Arius parkeri</i> の体長組成	151・152
図 53.	グリジューバ <i>Arius parkeri</i> の体長-体重関係	154
図 54.	グリジューバ <i>Arius parkeri</i> の体長階級別の雄・雌・不明頻度組成	157
図 55.	現行トロール網に関するピラムターバ <i>Brachyplatystoma vaillantii</i> の網目選択曲線	161
図 56.	現行トロール網に関するオオカミニベ <i>Macrodon ancylodon</i> の網目選択曲線	162
図 57.	水深帯別の水温-塩分ダイヤグラム	167・168
図 58.	水深帯別の水温・塩分鉛直分布	169・170
図 59.	底層 (海底上 1m) の塩分の水平分布	171・172
図 60.	表層 (海面近く) の pH の水平分布	173・174
図 61.	表層 (海面下 4m) の流れの水平分布	176・177
図 62.	底層 (海底上 2m) の流れの水平分布	177・178
図 63.	水深帯別の表層 (海面下 4m) における流向頻度分布	179
図 64.	ピラムターバ <i>Brachyplatystoma vaillantii</i> の椎体直径の測定結果	185
図 65.	ドラダ <i>Brachyplatystoma flavicans</i> の椎体直径の測定結果	186
図 66.	フィリヨツテ <i>Brachyplatystoma filamentosum</i> の椎体直径の測定結果	186
図 67.	ペスカダ・ブランカ <i>Plagioscion squamosissimus</i> の椎体直径の測定結果	187
図 68.	ペスカダ・アマレーラ <i>Cynoscion acoupa</i> の椎体直径の測定結果	187
図 69.	オオカミニベ <i>Macrodon ancylodon</i> の椎体直径の測定結果	188
図 70.	グリジューバ <i>Arius parkeri</i> の椎体直径の測定結果	188
図 71.	ペスカダ・ブランカ <i>Plagioscion squamosissimus</i> の鱗の採取部位区分	189
図 72.	ペスカダ・アマレーラ <i>Cynoscion acoupa</i> の鱗の採取部位区分	190
図 73.	オオカミニベ <i>Macrodon ancylodon</i> の鱗の採取部位区分	190
図 74.	ピラムターバ <i>Brachyplatystoma vaillantii</i> の椎体半径-尾叉長関係	191

図 75.	ドラーダ <i>Brachyplatystoma flavicans</i> の椎体半径-尾叉長関係	192
図 76.	フィリョッテ <i>Brachyplatystoma filamentosum</i> の椎体半径-尾叉長関係	193
図 77.	ペスカダ・フランカ <i>Plagioscion squamosissimus</i> の耳石半径-全長関係	194・195
図 78.	ペスカダ・アマレーラ <i>Cynoscion acoupa</i> の耳石半径-全長関係	197・198
図 79.	オオカミニベ <i>Macrodon ancylodon</i> の耳石半径-全長関係	199・200
図 80.	グリジューバ <i>Arius parkeri</i> の椎体半径-尾叉長関係	201
図 81.	ピラムターバ <i>Brachyplatystoma vaillantii</i> の輪群別椎体半径-輪紋半径の関係	204
図 82.	ドラーダ <i>Brachyplatystoma flavicans</i> の輪群別椎体半径-輪紋半径の関係	205
図 83.	フィリョッテ <i>Brachyplatystoma filamentosum</i> の輪群別椎体半径-輪紋半径の関係	206
図 84.	ペスカダ・フランカ <i>Plagioscion squamosissimus</i> の輪群別耳石半径-輪紋半径の関係	208
図 85.	ペスカダ・アマレーラ <i>Cynoscion acoupa</i> の輪群別耳石半径-輪紋半径の関係	209
図 86.	オオカミニベ <i>Macrodon ancylodon</i> の輪群別耳石半径-輪紋半径の関係	210
図 87.	グリジューバ <i>Arius parkeri</i> の輪群別椎体半径-輪紋半径の関係	212
図 88.	ピラムターバ <i>Brachyplatystoma vaillantii</i> の椎体の輪群別縁辺成長率	214
図 89.	ドラーダ <i>Brachyplatystoma flavicans</i> の椎体の輪群別縁辺成長率	215
図 90.	フィリョッテ <i>Brachyplatystoma filamentosum</i> の椎体の輪群別縁辺成長率	215
図 91.	ペスカダ・フランカ <i>Plagioscion squamosissimus</i> の耳石の輪群別縁辺成長率	216
図 92.	ペスカダ・アマレーラ <i>Cynoscion acoupa</i> の耳石の輪群別縁辺成長率	217
図 93.	オオカミニベ <i>Macrodon ancylodon</i> の耳石の輪群別縁辺成長率	217
図 94.	グリジューバ <i>Arius parkeri</i> の椎体の輪群別縁辺成長率	218
図 95.	ピラムターバ <i>Brachyplatystoma vaillantii</i> の体長組成 (移動平均前) のコホート解析	222
図 96.	ピラムターバ <i>Brachyplatystoma vaillantii</i> の体長組成 (2回の移動平均後) の コホート解析	222
図 97.	ドラーダ <i>Brachyplatystoma flavicans</i> の体長組成 (移動平均前) のコホート解析	224
図 98.	ドラーダ <i>Brachyplatystoma flavicans</i> の体長組成 (4回の移動平均後) の コホート解析	224
図 99.	オオカミニベ <i>Macrodon ancylodon</i> の体長組成 (移動平均前) のコホート解析	225
図 100.	オオカミニベ <i>Macrodon ancylodon</i> の体長組成 (1回の移動平均後) のコホート解析	225
図 101.	グリジューバ <i>Arius parkeri</i> の体長組成 (移動平均前) のコホート解析	227
図 102.	グリジューバ <i>Arius parkeri</i> の体長組成 (2回の移動平均後) のコホート解析	227
図 103.	ピラムターバ <i>Brachyplatystoma vaillantii</i> のコホート別平均体長に基づく定差図	228
図 104.	ドラーダ <i>Brachyplatystoma flavicans</i> のコホート別平均体長に基づく定差図	229
図 105.	オオカミニベ <i>Macrodon ancylodon</i> のコホート別平均体長に基づく定差図	230
図 106.	グリジューバ <i>Arius parkeri</i> のコホート別平均体長に基づく定差図	230
図 107.	ブラジルの漁業生産量変動	232
図 108.	ブラジルの内水面漁業生産量	233
図 109.	ブラジルの主要魚種グループの漁業生産量分布	234
図 110.	ブラジル北部のピラムターバを含む淡水魚類の水揚量変動	236
図 111.	アマゾナス州とパラ州における漁業システム別のピラムターバ水揚量割合	237

図 112. ブラジル北部の企業漁業の底曳きの漁獲量変動	238
図 113. ブラジル北部の企業漁業の底曳きの漁獲努力と CPUE	239
図 114. ブラジル北部の推定漁業従事者数	240
図 115. パラ州の国内向けピラムターバ生産量と流通量	242
図 116. ブラジルのピラムターバ生産と輸出	243
図 117. ブラジルのピラムターバ輸出量と輸出額	244
図 118. 企業漁業の底曳き漁船によって水揚げされたピラムターバの月別平均体長	245
図 119. 企業漁業の底曳き漁船によって水揚げされたピラムターバの雌雄別平均体長	246
図 120. 企業漁業の底曳き漁船によって水揚げされたピラムターバの体長組成	246
図 121. 水揚げ場所で得られたピラムターバ <i>Brachyplatystoma vaillantii</i> の体長組成	275・276
図 122. 水揚げ場所で得られたドラード <i>Brachyplatystoma flavicans</i> の体長組成	278・279
図 123. 水揚げ場所で得られたフィリョッテ <i>Brachyplatystoma filamentosum</i> の体長組成	280
図 124. 水揚げ場所で得られたペスカード・プランカ <i>Plagioscion squamosissimus</i> の体長組成	281・282
図 125. 水揚げ場所で得られたペスカード・アマレーラ <i>Cynoscion acoupa</i> の体長組成	283
図 126. 水揚げ場所で得られたオオカミニベ <i>Macrodon ancylodon</i> の体長組成	284
図 127. 水揚げ場所で得られたグリジャーバ <i>Arius parkeri</i> の体長組成	285
図 128. 企業漁業によるピラムターバ漁獲量の経年変動.....	300
図 129. 企業漁業によるピラムターバの CPUE (洋上日数当たりの漁獲量) の経年変動.....	304

付 録 一 覧

	頁
付表 1. 漁獲魚種一覧	331・334
付表 2. 網目測定結果	335
付図 1. 取得データの解析フロー	336
付図 2. オビドスにおけるアマゾン河の1日平均流量	337
付図 3. オビドスにおけるアマゾン河の1日平均水位	338
付図 4. 調査使用漁具	339
付図 5. 底生魚類群集の多様度指数 H' の水平分布	340・342
Plate 1. 重要魚種および資源量上位魚種	343・345
Plate 2. 重要魚種の棘条	346
Plate 3. 重要魚種の椎体	347
Plate 4. 重要魚種の鱗	348
Plate 5. 重要魚種の耳石	349
Plate 6. 重要魚種の鰓蓋骨	350
Plate 7. 重要魚種の骨格標本	351

1. 緒 論

1.1. 調 査 の 背 景

1.1.1. 調 査 地 域

アマゾン河とトカンティンス河の両河川は、ブラジル連邦共和国（以下、ブラジル国と言う）の北部沿岸、パラ州とアマパ州との間の大西洋に流入する。この地域、いわゆるアマゾン河口域は、(1) 内部デルタ、幅約 380km で河岸沿いの沖積地を含めない約 85,500km²の三角地域、そして (2) 本来の河口、ここではアマゾン河、トカンティンス河の流入河川水と大西洋の海水が混合する水域の2つの形態で構成される。その河口域は、パラ州とアマパ州の全沿岸に達し、生物学的に高い生産性を有する複雑な水域環境を形成する。その環境は両州で設立された小規模および企業規模の漁船団によって開発された商業重要魚種の大きな生物量を支えている。

1.1.2. 調査水域における漁業

アマゾン河口域の潜在的な漁業生産力は、ブラジル国内の水域の中でも最も高く、年間 385,000 - 475,000 t で、現在のブラジル国沿岸域の漁業生産量の約 40%と見積もられている。現在のアマゾン河口域の漁業評価は、合計でブラジル国全体の約 17%である。

この河口域における漁業は、淡水、汽水そして海水性の魚類と甲殻類に属する多くの異なる種を開発している。このように生息環境がそれぞれに異なる種の開発は、河口域における異なる特性をもつ水塊、つまり河川水、海水そして、それら2つの水塊が相互作用を示すフロント域の混合水（汽水）の存在によって可能となる。アマゾン河とトカンティンス河の流出水塊とその周囲の海水塊との広域的な相互作用は、空間的に複雑で、時間的に変わりやすいプロセスにある。その一方、両河川の流量の年変化が季節的に生じているため、ある意味では年間を通じ一定な漁獲量を保証する生物学的生産性を維持している。この水域の高い漁獲量は、1960年代にブラジル国政府の援助により、アマゾン地域で最大の企業漁業がここに設立された結果である。

現在、アマゾン河口域の水産資源を開発している漁船団は、(1) 地域的な小規模漁業漁船団、そして(2) 大規模の企業漁業漁船団の2つのカテゴリーに区分されえる。小規模漁業漁船団は多数あり、70,000人以上を雇用しており、より近い沿岸域で操業し、それらの主要な漁具は流し刺網である。一方、企業漁業漁船団は水産加工場と組み合わせられており、2,000人未満を雇用し、それらの漁船は小規模漁業漁船と比較してよりパワフルであり、その基本的な漁具は底曳き網である。また、小規模漁業漁船団が様々な魚種を開発しているのに対して、企業漁業漁船団の生産は、(1) 河口域のピラムターバ *Brachyplatystoma vaillantii* と、そして(2) 外洋により近い水域のエビとの2つの資源に集中している。

ピラムターバは、ブラジル国では主要な商業重要淡水魚である。本種は、1980年のパラ州の輸出額の第9位を占め、1,000万US\$をもたらした。ブラジル国の海外輸出高の中でもピラムターバの生産高は、1986-1987年の水産物生産高の第3位である。しかし、1986-1987年のピラムターバの生産高は300万US\$未満と減少し、この資源に対する過剰な開発の影響が指摘されている。企業漁業のピラムターバ漁獲量は、1977年に32,000tの最高値を示したが、それ以降減少傾向を示し、現在では年間10,000tである。そのために、ピラムターバ資源の持続的開発と企業漁業の活動がアマゾン河口域の生態系に与えるインパクトや、その他の利用可能な水産資源に関する情報を蓄積することは重要なことである。アマゾン河口域の漁業資源開発の継続、そしてパラ州とアマパ州におけるこの漁業活動に包含されるすべての社会・経済的な生残はこのような知識に依存する。

1.1.3. 調査水域における漁業規制

ブラジル国の漁業規制は、資源量の保全を目的とした漁獲努力総量や漁具・対象魚種の規制および小規模漁業の漁民の保護を目的とした企業漁業の操業水域規制の2つの基本方針のもとに実施されている。

1997年現在、アマゾン河口域のピラムターバ企業漁業は、許可制で48隻に対して許可証が交付されている。企業漁業の底曳き網の網目規制は、コッド・エンドの最小目合いを100mmとしている。企業漁業の操業禁止海域は、西経48°以西および北緯0°05'以南の区域で、沿岸より10海里以内となっている。

しかし、企業漁業活動に対する現在の効力あるこれらの諸規制は、単に経験的なデータや地域的な漁業経営者の個人的経験に依存しており、水産資源調査から得られる資源評価に合致するデータには全く基づいていない。

1.1.4. 調査計画

これらの状況のもと、ブラジル国政府はパラエンセ・エミリオ・ゲルディ博物館 (Muscu Paraense Emilio Goeldi ; 以下、MPEG と言う) を通じて、日本国政府に対し以下に述べる範囲内で、アマゾン河口域の水産資源調査を合同で実施するように要請した。

1988 年、ブラジル国は双務協力のもとで実施されるべき最優先プロジェクトを確認し、公式化するため日本国にジョイントプログラムを提案した。翌年、両国は環境分野においてジョイントプログラムの実施に合意した。1992 年、日本国国際協力事業団 (Japan International Cooperation Agency ; 以下、JICA と言う) は環境分野のブラジル国カウンターパートとそのようなプログラムを協議するため企画調査員をブラジル国へ派遣した。その結果、ブラジル国は本件を含む5つのジョイントプログラムを日本国とともに実施することを要請した。

1993 年、JICA はこれら5つの案件を調査するためにプロジェクト形成調査団をブラジル国へ派遣した。その知見に基づいて1994年1月、ブラジル国政府は当初、プロジェクトタイプの技術協力項目として実施するように要求していたが、その後、開発調査として現在のプロジェクトを実施するよう日本国に正式に要請した。それに応じて JICA は、その要請内容の確認と技術協力プログラムに関する意見交換のため1994年8月に事前調査団 (Contact Mission : C/M) をブラジル国へ派遣した。さらに、1994年12月、JICA は S/W を確立するために調査団を派遣した。協議後、両国関係者は S/W 書類の内容について合意し、S/W は1995年1月に署名された。

本調査は、S/W 書類に明記される条件のもとで日本国の JICA とブラジル国のカウンターパートである MPEG とブラジル環境・再生天然資源院 (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renovaveis ; 以下、IBAMA と言う) とともに実施される。

1.2. 調査目的

本調査は、ピラムターバ漁業が行われているアマゾン河口域の水産資源の現状を評価し、それら資源の持続可能な開発を目指す管理方針策定のための基礎データを提供することを目的として実施される。さらに、調査の実施を通じてブラジル国のカウンターパートへ技術を移転する。

1.3. 調査実施方針

調査団は、ブラジル国の MPEG および IBAMA と日本国の JICA の調査員とによって構成される。調査員は、本調査とその実現に至った背景の完全な理解に基づき、共同作業が円滑に発展するために必要である相互理解と信頼のもと、その実施に努める。また、参加者全員は、この調査の学術的および社会・経済的な重要性についても十分に認識する。

本調査は以下の三つの調査から構成され、それぞれの調査に係わる項目に従って実施される。

- (1) 海上調査： 資源調査・生物学的調査・標識放流予備試験・海洋学的調査・その他の観測
- (2) 研究室での調査：重要魚種の小型魚に関する生物学的調査および不明魚種の検索・年齢の推定
(年齢形質の選定、採取部位の選定、標本の処理・作製、輪紋の測定)
- (3) 陸上調査： 水産統計資料収集・聞き取り調査・市場における体長組成調査

なお、これらの調査から得られる諸データの資源管理指針策定に至る解析フローは付図 1 に示される。

2. 調査の概要

2.1. 調査地域

2.1.1. 海上調査

調査海域は、北緯 2° 30' から北緯 0° 05' の緯度と西経 47° 50' から西経 50° 30' の経度に囲まれる、水深 5 m から水深 50 m までである (図 1)。調査対象海域の総面積は 42,200km² (表 3) である。調査海域の面積は、ブラジル海軍発刊の海図 (海図番号 : 40, 200, 300) を使用して算出された。

2.1.2. 陸上調査

調査地域は、アマゾン河とトカンティンス河の下流および河口の沿岸に所在する漁獲物の水揚げ港と漁村である。調査対象漁村は、その規模により (1) 水産都市 (例えば、パラ州ベレン市)、(2) 小規模漁村 (例えば、パラ州ベレン市北のモスケイロ島に位置するカラナンドウバ漁村)、そして (3) 沿岸に散在する漁村の三つに分けられた。

また第 1 フェーズ乾季調査では、アマゾン河口より上流のマナウスまでの主要な漁港や漁村も調査された。

2.2. 調査時期・期間

季節別の調査時期と期間は、調査項目毎に表 1 に示される。なお調査は雨季がアマゾン河の河川水位の上昇期、つまりその流出量の増大期に、乾季がその河川水位の下降期、つまりその流出量の減少期に各々実施された (付図 1、2)。

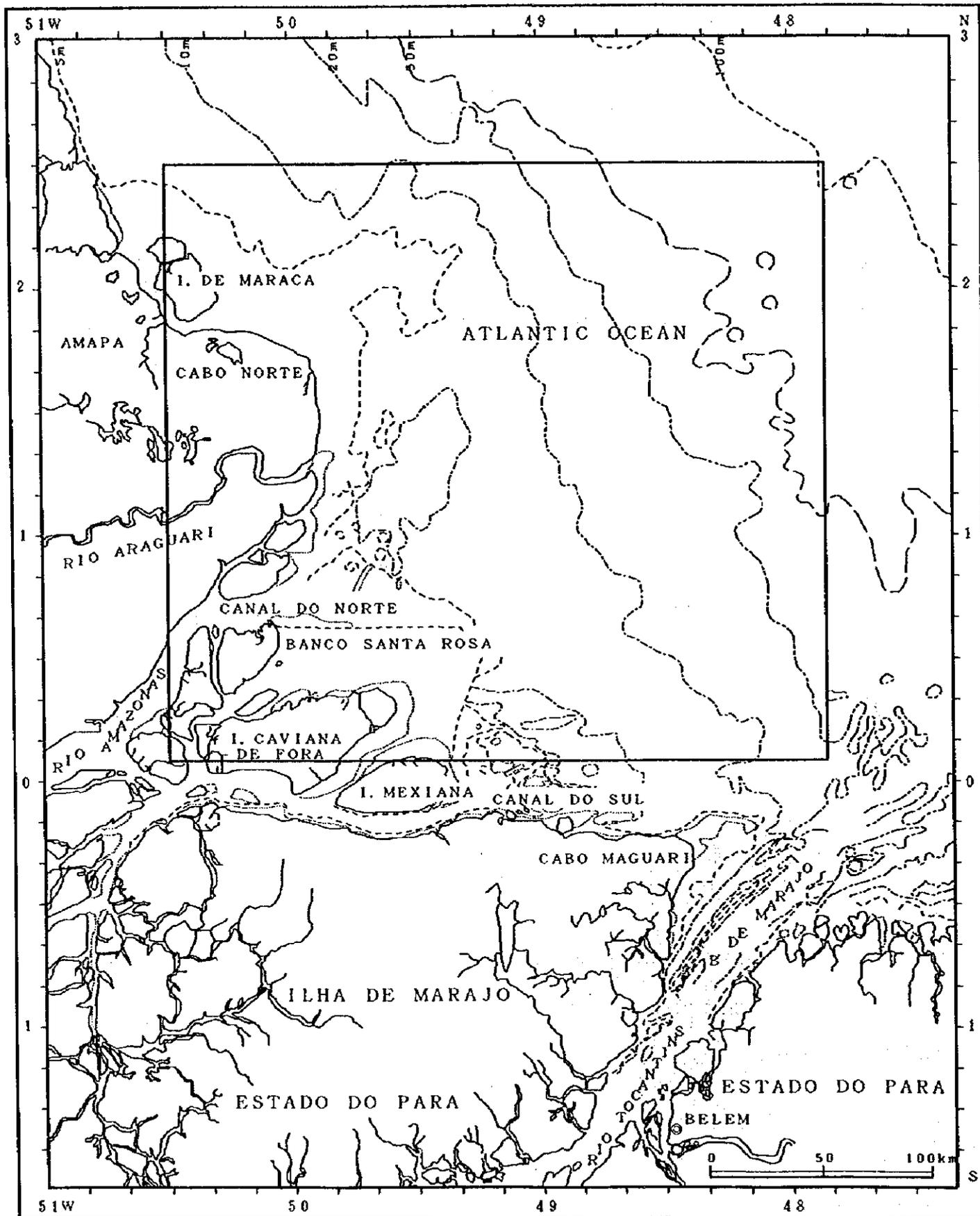


図1. 調査海域

表 1. 調 査 時 期 と 期 間

Survey season	Survey year	Sea-Borne Survey	Laboratory Survey	Landing Site Survey
Phase 1				
Rainy Season	1996	—	18 Feb. — 19 Apr.	27 Feb. — 2 Apr.
Dry Season	1996	1st leg : 8 Aug. — 22 Aug. 2nd leg : 28 Aug. — 10 Sept. 3rd leg : 17 Sept. — 30 Sept.	9 Sept. — 1 Nov.	5 Aug. — 7 Sept.
Phase 2				
Rainy Season	1997	1st leg : 7 Mar. — 20 Mar. 2nd leg : 27 Mar. — 10 Apr. 3rd leg : 16 Apr. — 28 Apr.	2 Apr. — 21 May	3 Mar. — 24 Mar.
Dry Season	1997	1st leg : 8 Aug. — 22 Aug. 2nd leg : 28 Aug. — 8 Sept. 3rd leg : 17 Sept. — 26 Sept.	5 Sept. — 6 Nov.	4 Aug. — 12 Aug.

2.3. 調 査 船

調査船として、ブラジル国パラ州ベレン市にあるセントラル・ペスカ社 (Central Pesca Ltd.) 所有のピラムターバ漁船 2 隻 1 組、調査員が乗船する主船のマリル (MARILU) と従船のクルスタマル V (CRUSTAMAR V)、を改装して使用した。両船の主要寸法と仕様は表 2 に示される。

表 2. 調 査 船 の 主 要 寸 法 と 仕 様

Principal particulars	Name of research vessels	
	Marilu	Crustamar V
Type	Double rigger shrimp trawl ship of Florida type	Double rigger shrimp trawl ship of Florida type
HP of main engine	350HP	375HP
Gross tonnage	74.988 ton	99.364 ton
Length over all	22.45m	22.00m
Beam	6.15m	6.20m
Draft	2.30m	2.28m
Fishing area	Coast in the Northern Brazil	Coast in the Northern Brazil

2.4. 使 用 漁 具

資源調査に使用された漁具は、セントラル・ペスカ社が設計、作製したグランド・ロープ長 58.2 m、ヘッド・ロープ長 50.2 m の着底用トロール漁具である (付図 3)。この漁具は、アマゾン河口域のピ

ラムターバを漁獲の対象とする企業漁業の漁船によって現在使用しているものである。また、コッド・エンドからの若齢魚と小型魚の逸出率を調べるためにカバーネットをコッド・エンドの周囲に装着した。

2.5. 研究者と乗組員

以下の研究者と乗組員が本調査に係わった。なお、氏名の後の数字¹は第1フェーズ雨季調査、²は第1フェーズ乾季調査、³は第2フェーズ雨季調査、そして⁴は第2フェーズ乾季調査に彼らがこれらの調査に参加したことを示す。

2.5.1. 企画・計画

日本：岡田 啓介^{1,2,3,4} (三洋テクノマリン株式会社)

ブラジル：ホナルド・ボルヘス・バーテン^{1,2,3,4} (MPEG)

イタロー・ジョゼ・アルラーナ・ヴィエイラ^{1,2,3,4} (IBAMA)

2.5.2. 海上調査

(a) 乗船調査員

日本：荒川 修^{1,2,3,4} (三洋テクノマリン株式会社)

吉川 勝志^{1,2,3,4} (三洋テクノマリン株式会社)

ブラジル：ホナルド・ボルヘス・バーテン^{1,2,3,4} (MPEG)

フーベンス・アルベルト・フェヘイア・マイア^{2,3,4} (MPEG)

マルセロ・フェヘイア・トヘス^{3,4} (MPEG)

ファブリシオ・レモス・デ・シケイラ・メンデス^{3,4} (MPEG)

ビクトル・ジョゼ・アマゾナス・ソアレス^{2,3,4} (IBAMA)

ジョゼ・マリア・ペレイラ・マルキス² (IBAMA)

(b) 乗船海軍省代表者

カルロス・アウグスト・シャベス・レアル・シルバ²

ジョゼ・ヒカルド・ドス・サントス²

ルイス・エドワード・ブランドン・ピント^{2,3,4}

ホナルド・マルティンス・ダ・シルバ^{3,4}

ダビッド・カナバーホ・サビ³

(c) 調査船の船長と乗組員

c-1) マリル

船長： ヒバルド・デ・クリスト・コヘア^{1,2,3,4} (セントラル・ペスカ社)

乗組員： 5名^{1,2,3,4} (セントラル・ペスカ社)

c-2) クルスタマル V

船長： ジョアクイン・ブリトー^{1,2,3,4} (セントラル・ペスカ社)

乗組員： 6名^{1,2,3,4} (セントラル・ペスカ社)

2.5.3. 研究室での調査

日本：榎本 義正^{1,2,3} (三洋テクノマリン株式会社)

近藤 恵一⁴ (三洋テクノマリン株式会社)

古橋 正祐^{1,2,3,4} (三洋テクノマリン株式会社)

ブラジル：オラシオ・モトノブ・ヒグチ^{1,2,3,4} (MPEG)

ジアンネ・ド・ソコーホ・リマ^{1,2} (MPEG)

アルナルド・モンテネグロ^{1,2} (MPEG)

アルベルト・ベゼーア・ソウザ^{2,3} (MPEG)

リリアーネ・ピルカー^{2,3,4} (MPEG)

ベネジット・サンクラ・アマラル^{3,4} (MPEG)

ダニエリ・カバルカンチ^{3,4} (MPEG)

ホベルタ・モウラ・マルティンス・オリベイラ⁴ (MPEG)

フーベンス・アルベルト・フェヘイア・マイア^{3,4} (MPEG)

ホザリア・クトリン^{1,2,4} (IBAMA)

デニーズ・ディニズ・ベゼーハ^{3,4} (IBAMA)

2.5.4. 陸上調査

日本：高橋 啓三^{1,2,3,4} (三洋テクノマリン株式会社)

ブラジル：ライムンド・アラゴン^{1,2,3,4} (MPEG)

レアンドロ・ペイショト^{1,2} (MPEG)

2.5.5. 作業監理委員

日本：長澤 和也³ (水産庁遠洋水産研究所)

余川 浩太郎¹ (水産庁遠洋水産研究所)

大野 昭憲 (海洋水産資源開発センター)

武智 博⁴ (海洋水産資源開発センター)

3. 調査方法

3.1. 海上調査

3.1.1. 資源調査

調査海域は、緯度と経度の3分間隔で互いに分けられる経緯度線によって1,330のブロックに区分された(図2)。これらのブロックがトロール位置として選定される調査単位である。さらに、調査海域は底魚類の資源量をできるだけ正確に推定するために5-10 m、10-20 mそして20-50 mの3つの水深帯に層化された(図3)。

各季節の資源調査の計画トロール点数は120点であった。そして、この120点は上述した3層の面積(これらの面積はそれぞれ調査海域全体の41%、37%、そして22%を占める)に比例して配分された。ただし、調査対象重要魚種(表4)のうち *Brachyplatystoma* 属3種とペスカーダ・ブランカ *Plagioscion squamosissimus* は、水深20 mから50 mには分布していないと考えられているために、この水深帯に向ける努力はより小さく設定された。つまり、20-50 m層への調査点の配分には、その層の面積に0.5の重み付け(面積は50%減少)がなされた(表3)。

表3. 各層の面積とブロック数および計画点数

Stratum (isobath range)	Area in km ²	Number of blocks	Planned number of stations
5 - 10m	17,200	539	55
10 - 20m	15,700	504	50
20 - 50m	9,300	287	15 ^a
Total	42,200	1,330	120

^a In the case of allocation of stations in stratum 20 - 50m, the area of this stratum was weighted by a factor of 0.5.

各季節の資源調査の計画トロール点の位置は、無作為抽出法によって決定された(図4)。各季節ともに計画した航海数は3回で、1航海当たりの日数とトロール点数は各々15日間と40点である。そして、便宜上、資源調査海域は、北部(2次航海)、中央部(3次航海)、そして南部(1次航海)に分割された。トロールは調査船2隻によって操業された。トロールの曳網は、日中に、順流方向で2-

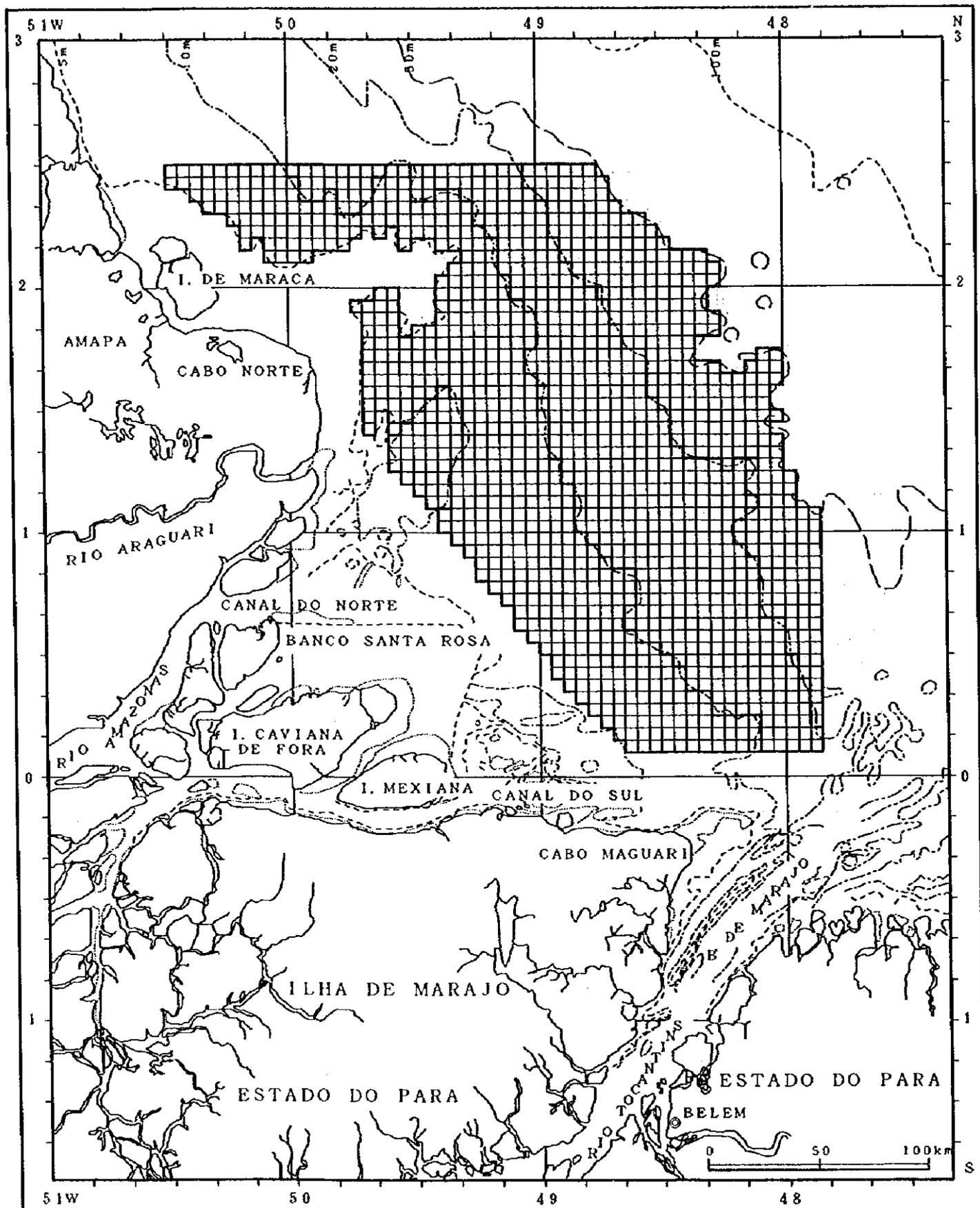
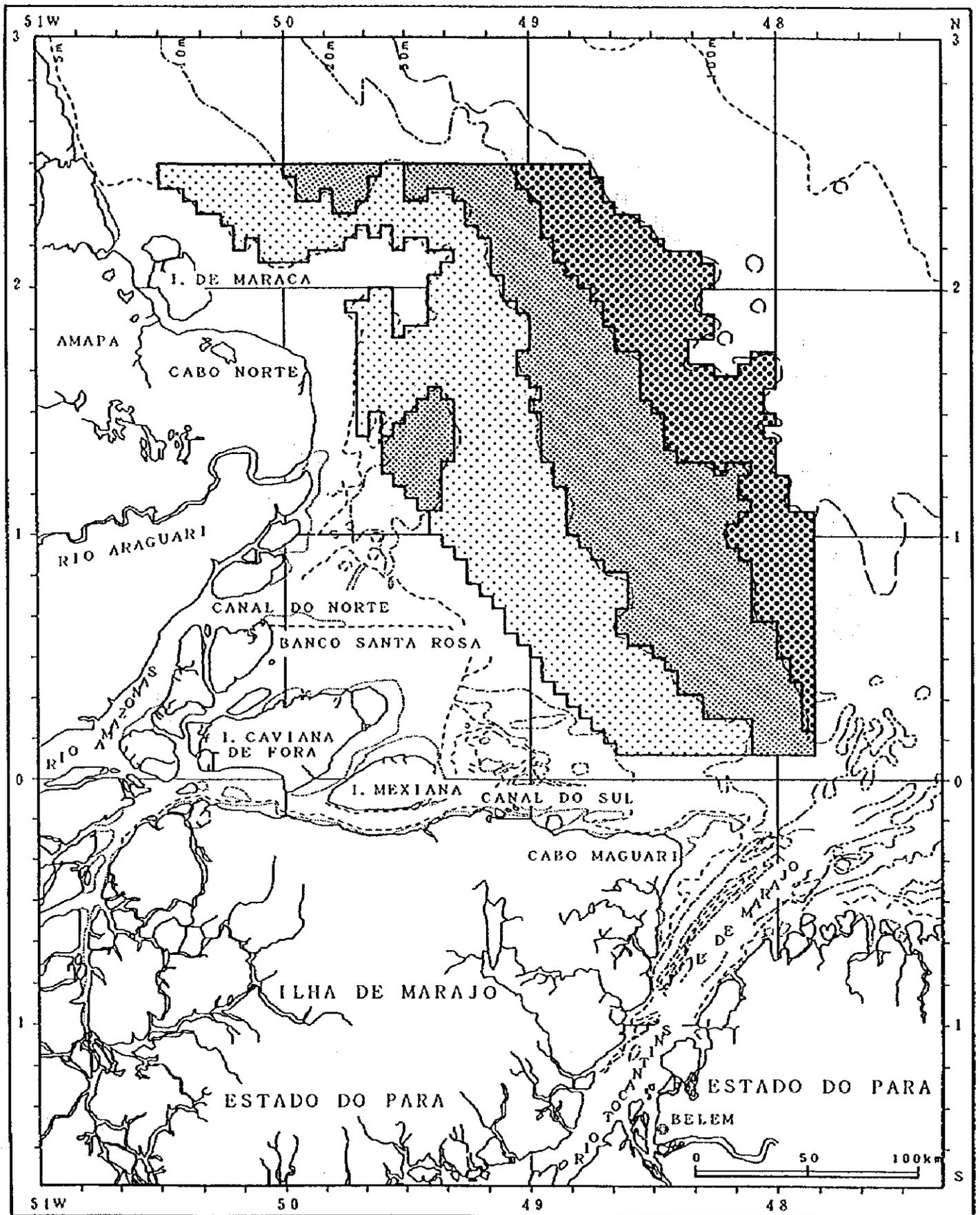


図2. 調査海域のトロールブロック (調査単位)



Legend: Depth Strata

: 5-10 m
 : 10-20 m
 : 20-50 m

図3. 調査海域の層化

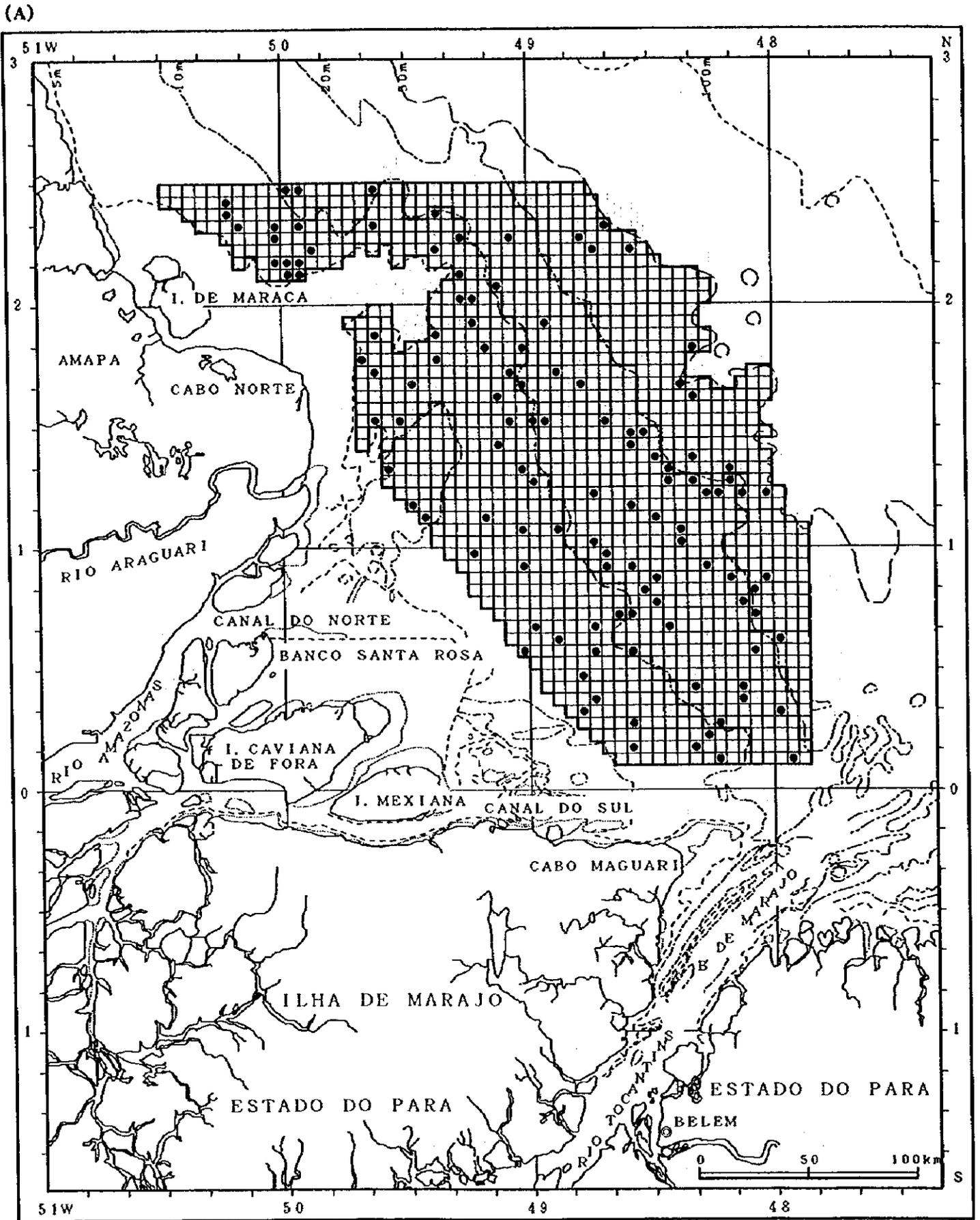
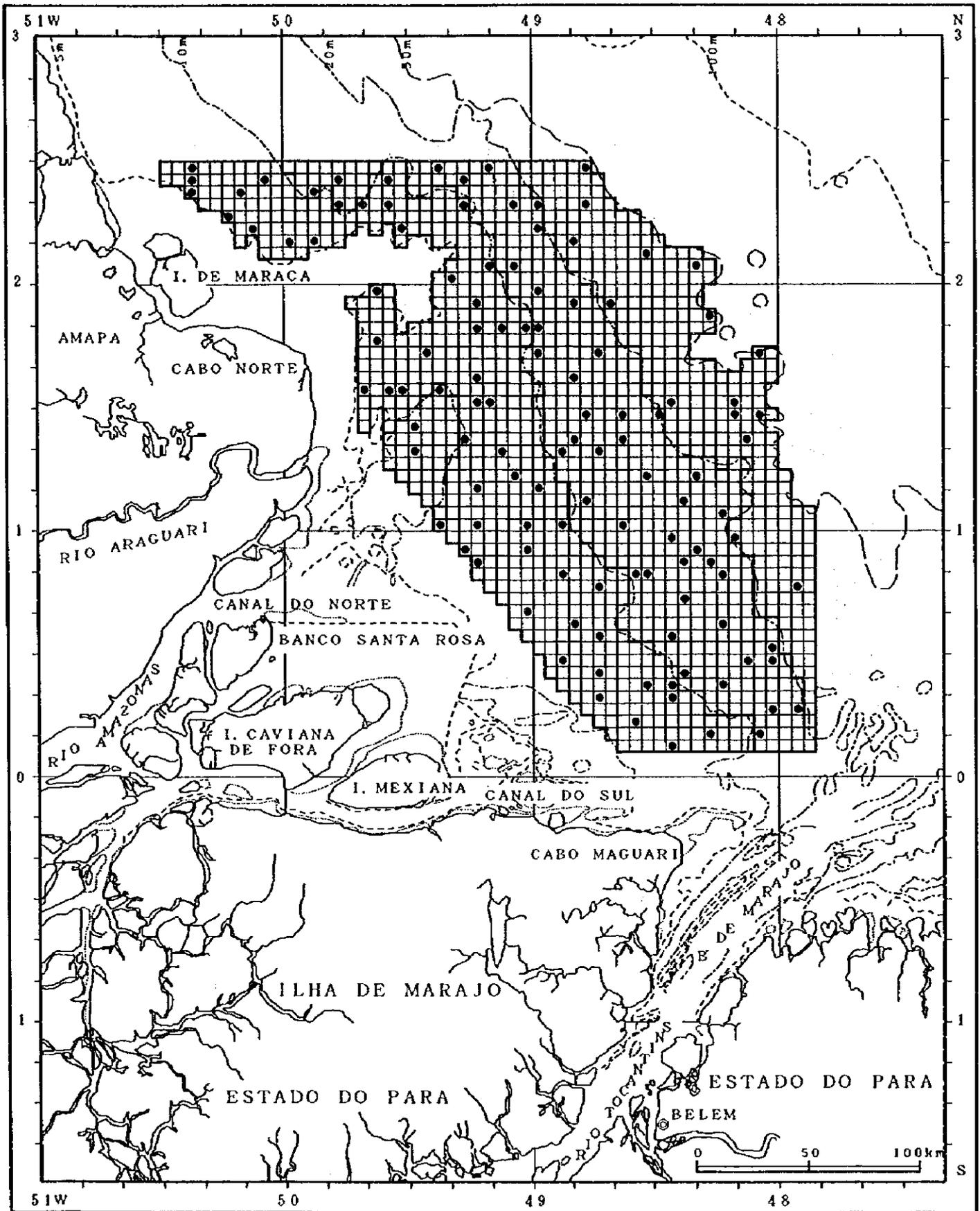
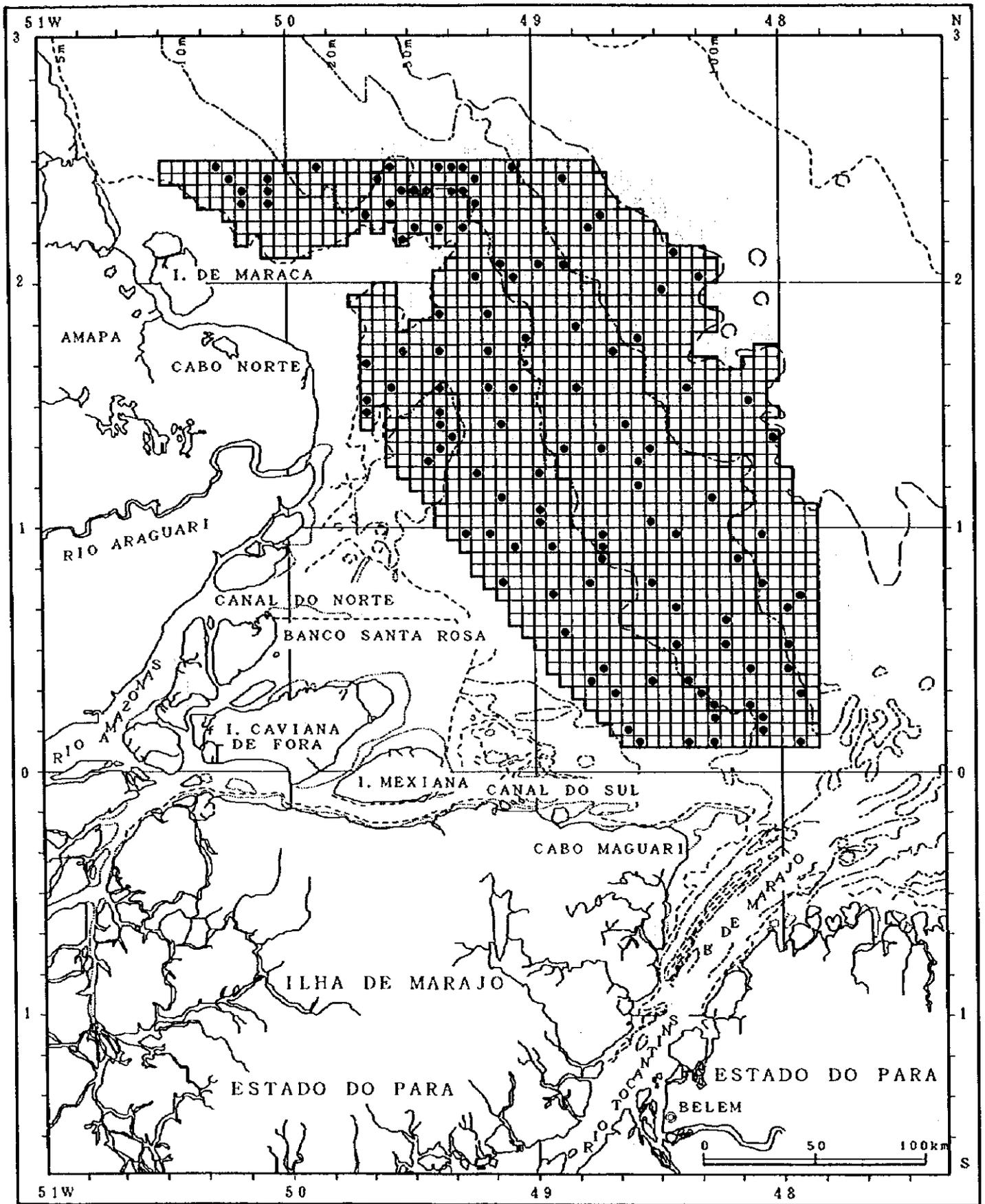


図4. 無作為抽出によるトロール計画点。(A) 第1フェーズ雨季調査；(B) 第1フェーズ乾季調査；(C) 第2フェーズ雨季調査；(D) 第2フェーズ乾季調査

(B)

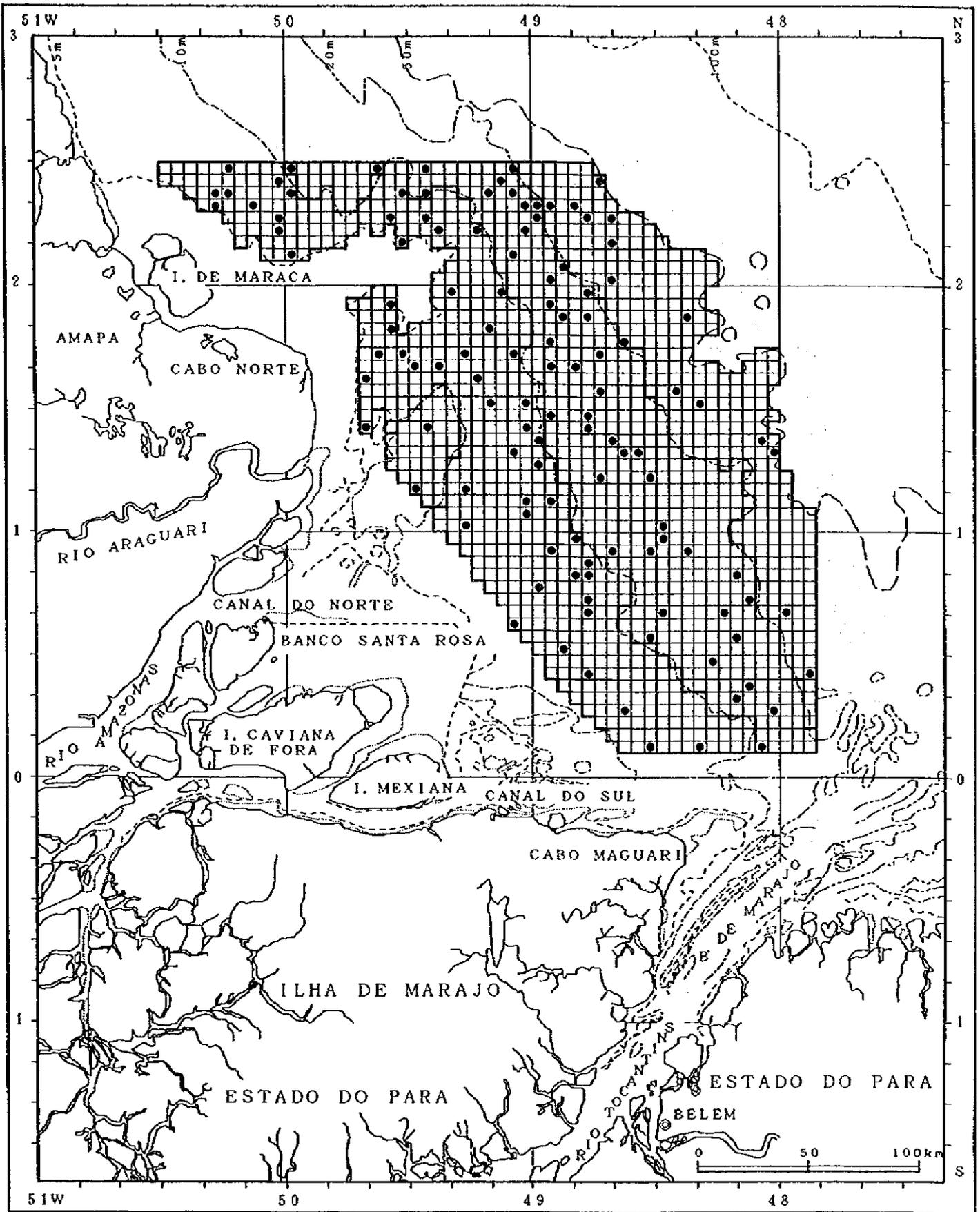
Figure 4. Continued





(D)

Figure 4. Continued



3 ノット間の速度で 30 分間の着底曳きを原則とした。各トロール点の漁獲物は、コッド・エンドとカバーネット別に種ごとにその重量と個体数を計量・計数した。

資源量推定には面積拡大法 (the areal expansion method) を適用した。この評価の際、コッド・エンドとカバーネットの合計漁獲量を使用した。トロール調査の結果に基づき、資源量、標準誤差や変動係数は次式によって計算された。

$$d_{ij} = X_{ij} / a_{ij}$$

$$B_i = A_i \cdot \bar{d}_i$$

$$SB_i = A_i \frac{Sd_i}{\sqrt{n_i}}$$

$$B = \sum B_i$$

$$SB = \sqrt{\sum SB_i^2}$$

$$CV = SB / B \times 100$$

ただし、 d_{ij} : i 番目層の j 番目点における密度、つまり単位面積当たり漁獲量 (kg/km^2)

X_{ij} : i 番目層の j 番目点における漁獲量 (kg)

a_{ij} : i 番目層の j 番目点における掃海面積 (km^2)

B_i : i 番目層の資源量 (kg)

A_i : i 番目層の面積 (km^2)

\bar{d}_i : i 番目層の平均密度 (kg/km^2)

SB_i : i 番目層の資源量の標準誤差

Sd_i : i 番目層の密度の標準誤差

n_i : i 番目層のトロール点数

B : 総資源量 (kg)

SB : 総資源量の標準誤差

CV : 変動係数 (%)

1 曳網当たりの掃海面積は、小山 (1974) の方法に従ってトロール網の着底曳網距離とトロール網の袖先間隔から求められた。トロール網の着底は、主にネットレコーダー (仕様: 古野電気 CN-14 ネットレコーダー、付属品) によって確認され、その曳網距離は GPS (仕様: 日本無線 JLR-4110MK 2) によって求められた。また、トロール網の袖先間隔は、以下に示す三角形の相似関係によって推定された。

$$(W + P + N) : N = BS : BW$$

$$BW = BS \times N / (W + P + N)$$

ただし、 W : 曳網ワープ長 (m)

P : ペンネット・ワープ長 (m)

N : トロール網の測長 (m)

BS : 調査船 2 隻の曳網時の間隔 (m)

BW : トロール網の袖先間隔 (m)

調査船 2 隻の曳網中の間隔は、測距メーター（仕様：米国 KVH 社、データスコープ）によって測定された。

資源量推定の際、網の掃海する面積内にいるすべての魚は漁獲され、またペンネット・ワープによる駆集効果は無視するものと仮定した。さらに、ヘッド・ロープ（海底上 4–5 m）より上に分布する魚に関するデータは得られなかったが、資源量はそのような魚の非包含が原因である程度過小評価されるかもしれない。

3.1.2. 生物学的調査

調査対象重要魚種（表 4）の体長組成を求めるため、穿孔法によってそれらの体長を測定した。各トロール点で漁獲された重要魚種は体長測定のため、コッド・エンドとカバーネット別に漁獲尾数が 100 個体以下の場合には全数を、100 個体を超える場合には無作為に 100 個体を抽出した。

続いて、重要魚種の体長、体重、性別、雌の成熟度、胃内容物の生物学的多項目測定および年齢形質の採取を実施した。前述した生物学的多項目測定への供試個体として、コッド・エンドやカバーネットとは関係なく漁獲されたすべての中から無作為に最大 20 個体が抽出された。ただし、年齢形質の採取の際には、最小体長と最大体長の個体を別途考慮した。

表 4. 調査対象重要魚種

No.	Families	Species	Local name	FAO name in English
1	Pimelodidae	<i>Brachyplatystoma vaillantii</i>	Piramutaba	Laulao catfish
2	"	<i>Brachyplatystoma flavicans</i>	Dourada	-
3	"	<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	Filhote or Piraiba	Kumakuma catfish
4	Sciaenidae	<i>Plagioscion squamosissimus</i>	Pescada branca	-
5	"	<i>Cynoscion acoupa</i>	Pescada amarela	Acoupa weakfish
6	"	<i>Macrodon ancylodon</i>	Pescadinha go	King weakfish
7	Ariidae	<i>Arius parkeri</i>	Gurijuba	Gillbacker sea catfish

3.1.3. 標識放流予備試験

時間が許す限り、調査対象重要魚種のうち *Brachyplatystoma* 属の 3 種 (表 4 中の No.1-3) の各々 300 個体を目標に、標識放流を計画した。漁獲および放流地点は、資源調査のトロール結果から船上で決められた。

標識を付けて放流した個体については、その標識番号と体長を記録した。

3.1.4. 海洋学的調査

アマゾン河口域の水塊の特性を把握し、これら水塊の環境パラメーターと、そこに生息する生物種、特に重要魚種 (表 4) を含む底生魚類相およびその分布量との関係を明らかにするため、水温、塩分、pH そして流況のデータを取得した。海洋観測は、原則として資源調査のトロール終了時に、そのトロール点 (ブロック内) で実施された。観測項目ごとの使用機器と方法は以下に示される。

(a) 水温・塩分

海面から海底までの水温・塩分は、STD (仕様:アレック電子 AST200PK STD、水温測定能力 5-40°C、測定精度 0.02°C、塩分測定能力 0-40、測定深度 0-200 m、測定間隔 0.2 m) を使用して測定された。

(b) pH

表層水の pH は、採水後に pH メーター (仕様:東亜電波工業 HM-12P、測定能力 0.00-14.00、分解能力 0.01) を使用して測定された。

(c) 流況

任意に設定された 3 層、ここでは原則として表層、中層そして底層の平均化 (層の厚さ約 12 m) された流向と流速は、ドップラー流速計 (仕様:日本無線 JLN-626、測定深度 2-100 m、水深の 70%以下、流速測定能力 0-9.9 ノット、流向測定能力 全周 360° 数値及び 32 点方位) を使用して測定された。

3.1.5. その他の観測

各トロール点における、天候、風向、風力そして海況のデータは目視観測によって得られた。また調査船の海上の位置は GPS (仕様:日本無線 JLR-4110MK2、測位精度 15 m以内) を使用して決定された。

3.2. 研究室での調査

3.2.1. 重要魚種の小型魚の測定および不明魚種の検索

研究室では、海上調査で漁獲した重要魚種のうち、船上での生物学的多項目測定が困難であった小型魚について、その体長、体重、性別、雌の成熟度、胃内容物を測定し、さらに、年齢査定のための形質を採取した。

また、ここでは船上で査定できなかった不明魚種を検索した。

3.2.2. 年齢形質の選定

研究室では、重要魚種（表4）について、年齢形質の選定のため、種ごとに以下の硬組織を比較検討した。供試個体は、魚市場で購入されたものと海上調査で漁獲されたものである。

(a) 棘条

棘条は、ピラムターバ *Brachyplatystoma vaillantii*、ドラーダ *B. flavicans*、フィリョッテ *B. filamentosum* およびグリジューバ *Arius parkeri* の4種で検討された。

(b) 脊椎骨

脊椎骨は、重要魚種7種のすべてで検討された。

(c) 鱗

鱗は、ペスカーダ・ブランカ *Plagioscion squamosissimus*、ペスカーダ・アマレーラ *Cynoscion acoupa* および オオカミニベ *Macrodon ancylodon* の3種で検討された。また、ピラムターバ、ドラーダ、フィリョッテおよびグリジューバの鱗は退化しているため、それらについては検討されなかった。

(d) 耳石

耳石は、重要魚種7種のすべてで検討された。

(e) 鰓蓋骨

鰓蓋骨は、重要魚種7種のすべてで検討された。

3.2.3. 採取部位の選定

脊椎骨および鱗は、採取部位の違いによって大きさや形が相違するために、あらかじめ採取すべき部位の選定に関する検討を行った。

(a) 脊椎骨

脊椎骨については、各椎体の外径をノギスを使用して0.1mm単位で測定した。

(b) 鱗

鱗については、その形態並びに脱落や再生鱗の有無について目視や顕微鏡下の観察を実施した。

3.2.4. 年齢形質標本の処理および作製

研究室では、年齢形質として使用する硬組織（以下、年齢形質という）について、標本作製のための処理および保管を行った。

(a) 棘条

ピラムターバ *Brachyplatystoma vaillantii* では背鰭第 1 棘条および胸鰭第 1 棘条、ドラード *B. flavicans*、フィリョッテ *B. filamentosum* そしてグリジューバ *Arius parkeri* の 3 種では背鰭第 1 棘条を、各々採取した。

採取した棘条を、同じ個体から採取した脊椎骨とともに標本袋に入れ、一時冷凍・保存した。

標本作製のため、棘条を煮沸した後、その基底部の肉質並びに表面の外皮をブラシにより剥離した。

さらに、その中央部の髓を、ピンセット等によって取り除き、よく洗浄した後、乾燥・保存した。

(b) 脊椎骨（椎体）

検討の結果、脊椎骨については、椎体の外径が一定となる部位（第 10 番目から第 20 番目の椎体）をハサミなどで採取した。

採取した脊椎骨（複数の椎体）の周辺の肉片を、できるだけ取り除いた。ピラムターバでは脊椎骨（複数の椎体）を棘条とともに、ドラード、フィリョッテ、ペスカーダ・ブランカ *Plagioscion squamosissimus*、ペスカーダ・アマレーラ *Cynoscion acoupa*、オオカミニベ *Macrodon ancylodon* およびグリジューバでは、通常、脊椎骨（複数の椎体）のみを標本袋に入れ、一時冷凍・保存した。

標本作製のため、脊椎骨（複数の椎体）を煮沸した後、その周辺の肉質をおおまかにブラシによって剥離した。さらに、その脊椎骨周辺に残る肉質をピンセット等によって完全に取り除き、よく洗浄した後、乾燥・保存した。その後、複数の椎体から 1 個を分離し、その椎体頭部側の凹面部をブラシで水洗いし、乾燥した後、個体番号をつけて年齢査定用の標本とした。

(c) 鱗

ニベ科3種の鱗については、原則として胸鰭下のものを採取した。採取した鱗を、同じ個体から採取した耳石とともに標本袋に入れ、一時乾燥・保存した。

標本作製のため、鱗を5%水酸化カリウム水溶液中で洗浄し、水洗いした後、乾燥して、2枚のスライドガラスに挟み込んで標本とした。

(d) 耳石

ピラムターバ、ドラダ、フィリョッテおよびグリジューバでは、それらの耳石を水洗いした後、標本袋に入れた。ペスカーダ・ブランカ、ペスカーダ・アマレーラおよびオオカミニベでは、それらの耳石を鱗とともに標本袋に入れ、一時乾燥・保存した。

標本作製のため、耳石の片方をプラスチックレジンに包埋した後、精密低速切断機によって耳石の核の近傍を1mm間隔で切断し、核を含む連続した数枚の薄切標本を得た。大型の耳石標本（ペスカーダ・ブランカおよびペスカーダ・アマレーラ）については、それらを紙テープ上に順番に並べて、その標本の個体番号を記載した上で保管した。また、中型の耳石標本（ピラムターバ、ドラダ、フィリョッテおよびグリジューバ）では、核を含む連続した数枚の薄切標本をスライドガラス上に順番に並べて、両端をセロテープによって仮止めし、その標本の個体番号を記載した上で保管した。さらに小型の耳石標本（オオカミニベ）については、中型の耳石標本と同様な標本処理後、核を含む薄切を小型自動研磨機で厚さ0.3-0.4mmまで研磨した後、エレクトロンワックスを用いてスライドガラス上に固定した。

(e) 鰓蓋骨

採取した鰓蓋骨周辺の肉片を、できるだけ取り除いた後、それを一時冷凍・保存した。標本作製に当たって、鰓蓋骨を煮沸した後、その表面の外皮および基部の肉質をブラシ又はピンセットを用いて剥離し、よく洗浄した後、乾燥・保存した。

3.2.5. 輪 紋 の 測 定

年齢形質として選定した5つの硬組織を比較・検討した結果（5.2.1. 年齢形質の選定 参照）、脊椎骨と耳石に比較的に明瞭な輪紋の形成がみられた。

ここでは、脊椎骨（椎体）と耳石について、それらの輪紋の測定の方法を記述する。測定の際、脊椎骨（椎体）と耳石にみられる輪紋を、以下のように規定した。その規定に従って椎体中心部から外縁部までの直線距離（椎体半径： R ）および耳石の核から縁辺部までの直線距離（耳石半径： R ）を測定した。また、輪紋については、輪紋数の計数および中心部（耳石においては核）から各輪紋までの直線距離（ r_1, r_2, \dots, r_n ）を測定した。

(a) 脊椎骨（椎体）

第1輪紋（図中で r_1 ）を、中心部の透明帯を形成する部分から外側に向かって不透明帯（白色の部分）に変化する境界までと規定した。第2輪紋以降（図中の r_2, r_3, \dots, r_n ）を、中心部から外側に向かって不透明帯から透明な部分に変化する境界までと規定した。魚種別の輪紋測定部位を図5に示す。中心から各輪紋までの直線距離（ r_1, r_2, \dots, r_n ）および椎体半径（ R ）を、双眼顕微鏡下でステージマイクロメータを用いて0.1mm単位で測定した。測定部位は、ピラムターバ *Brachyplatystoma vaillantii*、ドラード *B. flavicans*、フィリヨツテ *B. filamentosum* については椎体頭部側表面の右側（魚体の左側）とした。グリジューバ *Arius parkeri* の測定部位は、第1フェーズ乾季調査においては前3種と同様であった。しかし、その後、大型個体の椎体が前3種とは形状が異なる（成長に伴って下側が上側よりも大きくなる）ことが判明したため、椎体頭部側表面の下側（魚体の腹側）を測定することとした。

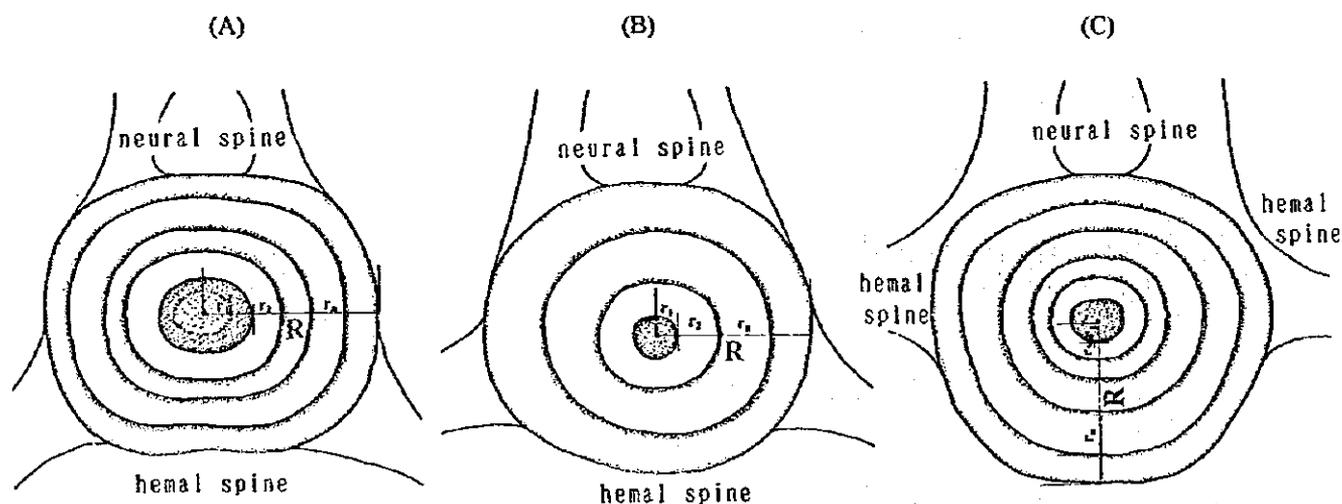


図5. 年齢形質として脊椎骨（椎体）を使用した場合の輪紋（ r_n ）と半径（ R ）の測定方法。(A) ピラムターバ *Brachyplatystoma vaillantii*; (B) ドラード *B. flavicans* とフィリヨツテ *B. filamentosum*; (C) グリジューバ *Arius parkeri*.

(b) 耳石

第1輪紋(図中の r_1)および第2輪紋以降(図中の r_1, r_2, \dots, r_n)とともに、中心部(核)から外側に向かって不透明帯から透明な部分に変化する境界までを輪紋と規定した。魚種別の輪紋測定部位を図6に示す。核から各輪紋までの直線距離(r_1, r_2, \dots, r_n)および耳石外縁部までの距離(耳石半径 R_0)を、双眼顕微鏡下でステージマイクロメータを用いて0.1mm単位で測定した。耳石半径(R_0)については各輪紋の延長線上の耳石外縁部の形状に個体差があったため、測定部位の決定には個人差が生じやすい。そのため、それらの差が生じないように配慮して3箇所(R_1, R_2, R_3)を測定した(図6)。

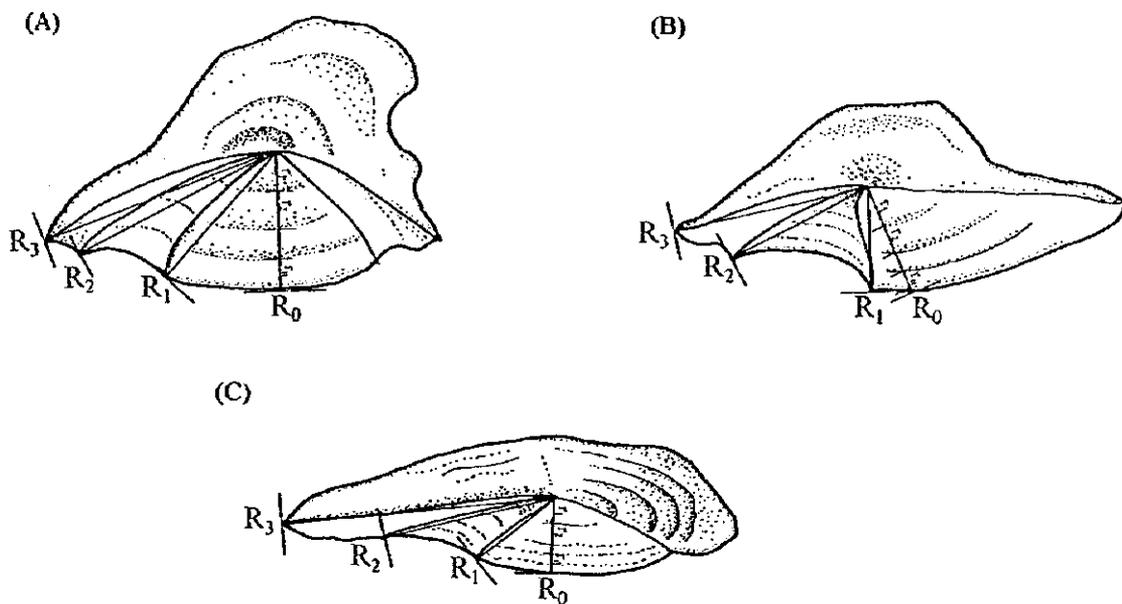


図6. 年齢形質として耳石を使用した場合の輪紋(r_n)と半径(R)の測定方法。(A) ベスカーダ・プランカ *Plagioscion squamosissimus*; (B) ベスカーダ・アマレーラ *Cynoscion acoupa*; (C) オオカミニベ *Macrodon ancylodon*.

3.2.6. 使用資機材

研究室で使用した主要な分析機器を以下に示す。

(a) 生物顕微鏡 : 生物顕微鏡 (NIKON OPTIPHOT-2)

(ビデオ撮影装置付) カラーTVカメラ (HITACHI KP-C250A, NTSC方式)

カラーTVモニター (HITACHI CM-213, 21インチ, NTSC方式)

- (b) 生物顕微鏡 : 生物顕微鏡 (NIKON OPTIPHOT-2)
(写真撮影装置付) 写真撮影装置 (NIKON UFX-DX-35)
- (c) 実態顕微鏡 : システム実態顕微鏡 (NIKON SMZ-U-4)
実態顕微鏡 (NIKON SMZ-10A-1)
- (d) 年齢形質処理装置 : 精密低速切断機 (BUEHLER ISOMET)
小型自動研磨機 (BUEHLER MINIMET 1000)
- (e) 年齢形質計測装置 : ビデオスケラー (NIKON SVS 3000 N)
- (f) 電子天秤 : 電子天秤 (SARTORIUS MODEL IC621S)

3.3. 陸上調査

重要魚種の生物学的特性値を基に行う資源評価や資源管理指針策定のためには、調査海域が所在するブラジル北部、特にアマゾン河口周辺域の漁業実態を明らかにする必要がある。そのため陸上調査は、以下に示す調査項目から構成された。

3.3.1. 水産統計資料収集

ブラジル国政府 (ブラジル地理統計院 IBGE、IBAMA) 発行の水産統計は、過去十数年亘って収集され、ブラジル国内の水産業の実態、特にブラジル北部沿岸域の魚種別生産量とその変動が調べられた。

3.3.2. 聞き取り調査

調査員がインタビューする漁民と漁業関係者は、漁業活動の範囲、彼等が住むコミュニティーの規模や彼等が所属する漁船団の種類に従って選定された。聞き取り用紙を使用して以下の項目を調べた。

- (a) 漁船団規模：隻数、トン数、馬力、材質、漁労および航海装備等
- (b) 漁具・漁法：漁具仕様、漁法、漁具価格
- (c) 漁場・漁期：漁具と漁法のタイプ別による漁場と漁期の決定
- (d) 操業実態：タイムフレームと漁業活動従事者数
- (e) 漁獲量：漁法別、魚種別、漁期別、漁場別の漁獲量
- (f) 投棄量：漁法別、魚種別、漁期別、漁場別の漁獲されて投棄された量
- (g) 漁民と企業の組織：従事者の人数と年齢構成、水産組合数
- (h) 水産経済：魚種別価格（売値）、年収、兼業の有無等
- (i) 水産関連施設：水揚げ港、加工、冷凍、製氷施設等
- (j) 漁村の魚の流通：地方消費と対外販売
- (k) 自然環境：水産資源の現況、汚染、開発等
- (l) 競争：漁民間競争、漁法をめぐる軋轢
- (m) 市場組織：従事者数、運営、流通等
- (n) その他

3.3.3. 体長組成調査

漁業者によって漁獲された重要魚種の水揚げサイズ、加工サイズや市場での販売サイズを明らかにするために、聞き取り調査の場所で収集した標本の体長を穿孔法によって測定した。

4. データの取得状況

調査で得られたすべてのデータは2部作られ、日本国の JICA とブラジル国の MPEG との双方に保有された。また、魚種標本は年齢形質標本は MPEG の動物研究部魚類学教室に保管された。

4.1. 海上調査

4.1.1. 資源調査

トロール調査の実施点数は、第1フェーズ雨季調査が0点、乾季調査が111点、第2フェーズの雨季と乾季の両調査がそれぞれ120点であった(表5)。第1フェーズ乾季調査、第2フェーズの雨季と乾季の両調査のトロールの実施点位置を図7に示す。トロールを実施した点は、数例を除き計画点に一致した。トロールの計画点を変更した理由は、海図上の水深と実測された後に潮位表(海軍省水路航行局)によって補正された水深の違い、或いはトロールに不適な海底と流況状況であった。このような場合には同じ水深帯内の最寄りの曳網可能なブロックで代用した。

表5. トロール実施点数

Stratum (isobath range)	Phase			
	1		2	
	Rainy Season	Dry Season	Rainy Season	Dry Season
5 - 10 m	-	52	55	55
10 - 20 m	-	47	52	50
20 - 50 m	-	12	13	15
Total	-	111	120	120

なお、第1フェーズ乾季調査でトロールを実施した111点のうち1点(stratum: 20-50 m)は、ネットレコーダーによりトロール網の着底が確認されなかったことと漁獲物が皆無であったことから、以降のデータ解析からは削除した。

また、袖先間隔と曳網距離は全点で記録された。これらのデータから計算された掃海面積を表6に示す。

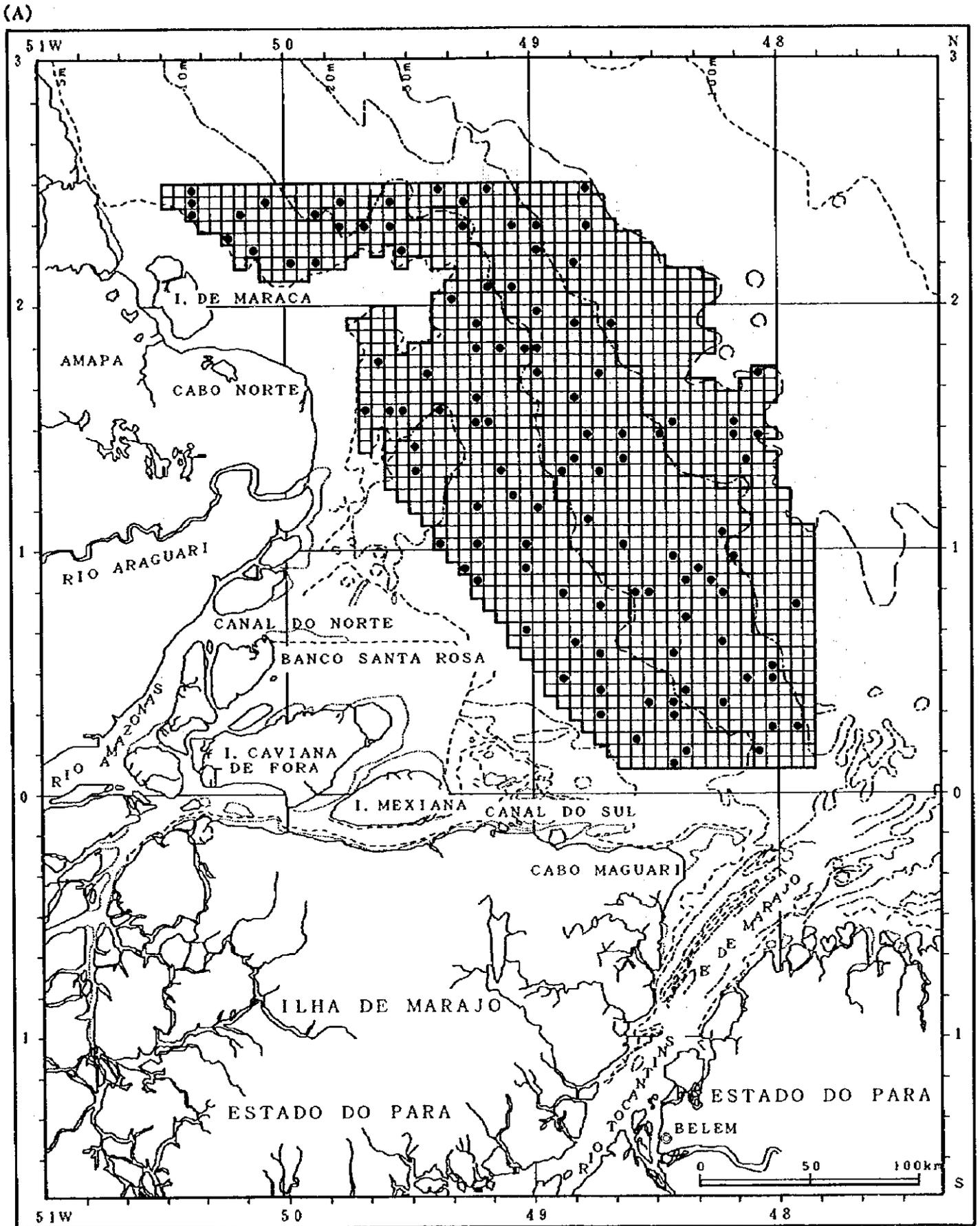
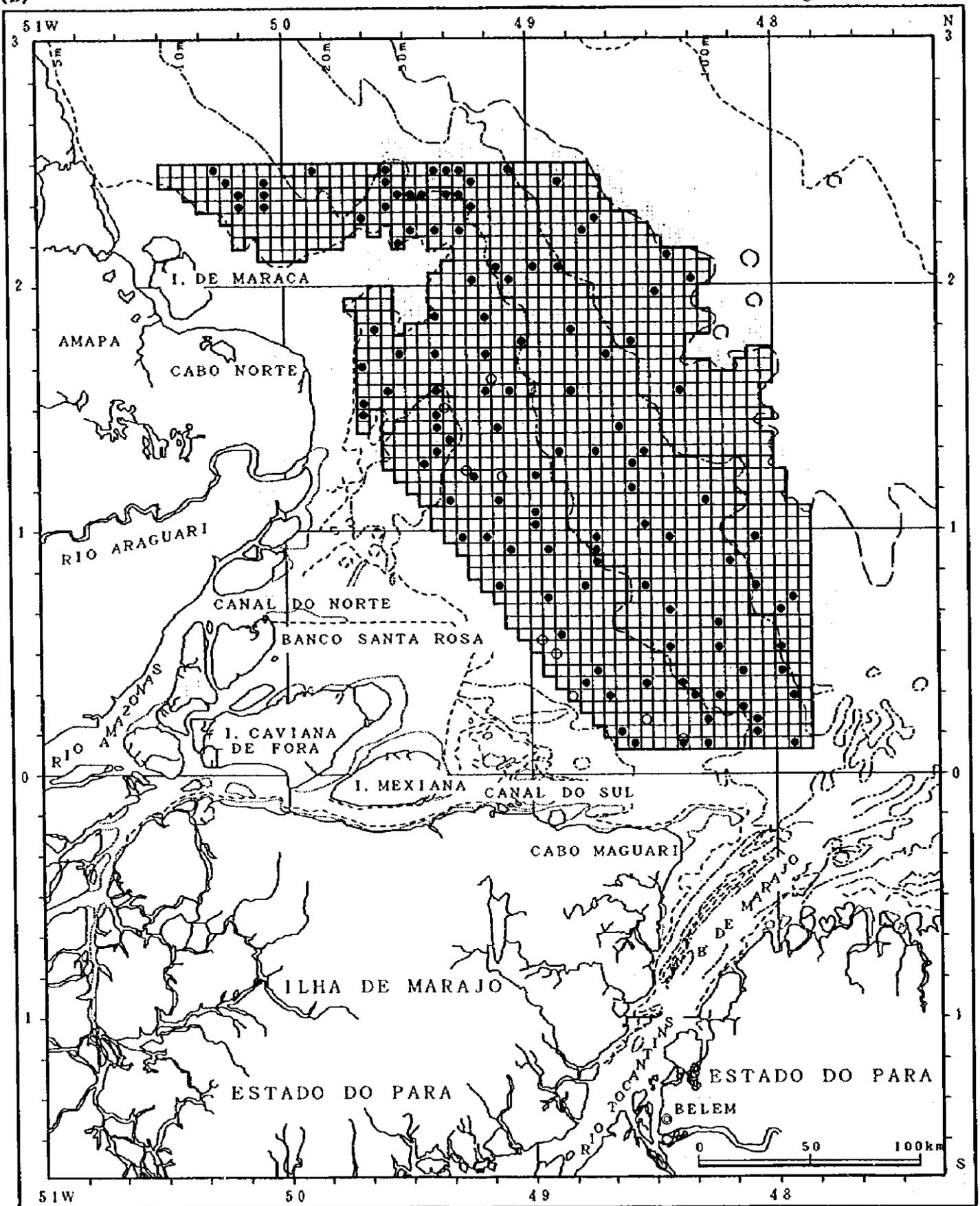


図7. トロール実施点. (A) 第1フェーズ乾季調査; (B) 第2フェーズ雨季調査; (C) 第2フェーズ乾季調査. Resources survey (closed circles); Preliminary tagging experiment (open circle).

(B)

Figure 7. Continued



(C)

Figure 7. Continued

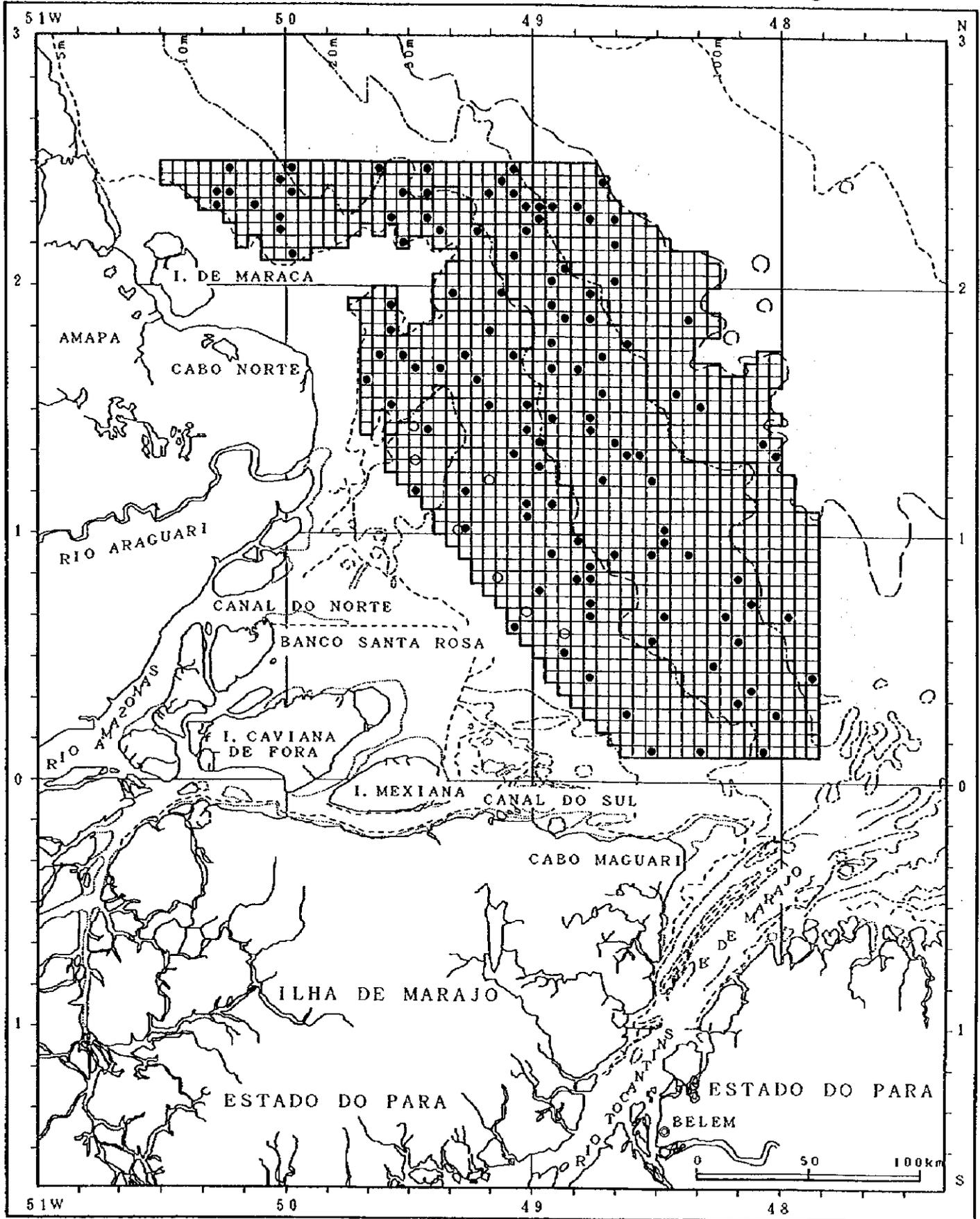


表 6. トロール網による掃海面積 (km²)

	Phase			
	1		2	
	Rainy Season	Dry Season	Rainy Season	Dry Season
Mean	-	0.08855	0.08837	0.07473
Standard deviation	-	0.02300	0.02797	0.02457
Range	-	0.03704-0.14468	0.04013-0.16438	0.02741-0.13538

1 曳網当りの平均掃海面積は、第 1 フェーズ乾季と第 2 フェーズ雨季の両調査は非常に近似していた。しかし、第 2 フェーズ乾季調査のそれは、先の 2 季よりも 0.014km²ほど狭かった。また、第 2 フェーズ乾季調査の平均網口高さは、他の 2 季節よりも 1 mほど低かった (4.8 m、4.7 mと比較して 3.9 m)。この相違は、第 2 フェーズ乾季調査と他の 2 季節調査との間の資源量評価に若干の違いを生じさせる原因とも考えられる。

4.1.2. 生物学的調査

重要魚種 (表 4) を対象に船上で実施した穿孔法による体長測定、そしてその後に船上および研究室で実施した生物学的多項目測定の標本数を表 7 に示す。

表 7. 生物学的調査の標本数

Species	Phase							
	1				2			
	Rainy Season		Dry Season		Rainy Season		Dry Season	
BLC	MIBMs	BLC	MIBMs	BLC	MIBMs	BLC	MIBMs	
<i>Brachyplatystoma vaillantii</i>	-	-	1,079	286	3,165	995	1,130	460
<i>Brachyplatystoma flavicans</i>	-	-	0	194	37	440	0	310
<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	-	-	0	3	0	12	0	3
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	-	-	0	21	0	58	0	32
<i>Cynoscion acoupa</i>	-	-	0	12	0	17	0	30
<i>Macrodon ancylodon</i>	-	-	4,025	1,265	6,912	1,762	4,393	1,755
<i>Arius parkeri</i>	-	-	13	214	0	358	47	457

BLC : Body length composition ; MIBMs : Multi-item biological measurements

4.1.3. 標識放流予備試験

第1フェーズでは本試験は実施されなかった。標識放流の実施点数は第2フェーズ雨季調査が9点、乾季調査が7点であった。それらの放流位置を図7に、また、種別の放流尾数を表8に示す。

表8. *Brachyplatystoma* 属3種の標識放流尾数

Species	Phase			
	1		2	
	Rainy Season	Dry Season	Rainy Season	Dry Season
<i>Brachyplatystoma vaillantii</i>	-	0	430	400
<i>Brachyplatystoma flavicans</i>	-	0	169	3
<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	-	0	3	0
Total	-	0	602	403

現在のところ、標識放流魚の再捕は確認されていない。

4.1.4. 海洋学的調査

第1フェーズ乾季調査、第2フェーズの雨季と乾季の両調査の水温、塩分、pHのデータはすべてのトロールの実施点で得られた。ただし、流向と流速のデータは、第1フェーズ乾季調査は72点、第2フェーズの雨季と乾季の両調査ではそれぞれ107点、97点で得られた。

4.2. 研究室での調査

船上および研究室で測定した重要魚種の生物学的多項目測定標本数（表7のMIBMs）のうち、年齢査定のために処理し、輪紋を観察した標本数を表9に示す。このうち、各輪紋の測定を行った標本数は、表中の（）内に示される。

表 9. 年 齢 査 定 供 与 標 本 数

Key fish species	Age characters	Phase			
		1		2	
		Rainy Season	Dry Season	Rainy Season	Dry Season
<i>Brachyplatystoma vaillantii</i>	Vertebra	5	207	497 (100)	243 (132)
<i>Brachyplatystoma flavicans</i>	Vertebra	2	169	362 (98)	271 (100)
<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	Vertebra	2	3	10 (10)	3 (3)
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	Otolith	3	11	38 (38)	33 (32)
<i>Cynoscion acoupa</i>	Otolith	2	9	15 (15)	30 (30)
<i>Macrodon ancylodon</i>	Otolith	4	-	-	103 (51)
<i>Arius parkeri</i>	Vertebra	1	187	334 (118)	452 (118)

4.3. 陸 上 調 査

4.3.1. 水 産 統 計 資 料 取 集

本調査を通じて収集した水産統計資料は、いずれもブラジル国内で公表されているものである。収集した資料を表 10 に示される。

表 10. 収 集 水 産 統 計 資 料 一 覧

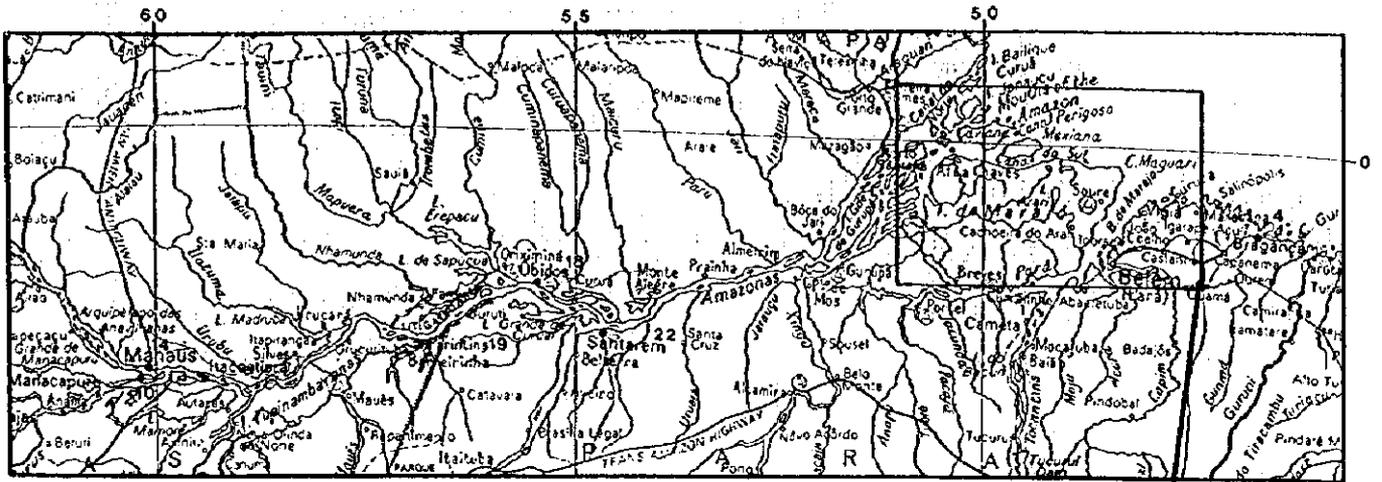
Fisheries statistics	Sources*	Date of publication
Estatística da pesca	IBGE	1980 - 1990
Camarao norte e piramutaba	IBAMA	1994

* IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBAMA: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

4.3.2. 聞き取り又は体長組成調査

聞き取り調査と体長組成調査、あるいはどちらかの一つが実施された場所 (図 8) とそこでの実施状況の概略は表 11 に示される。



(From America South, World Travel Map, Bartholomew, 1993)

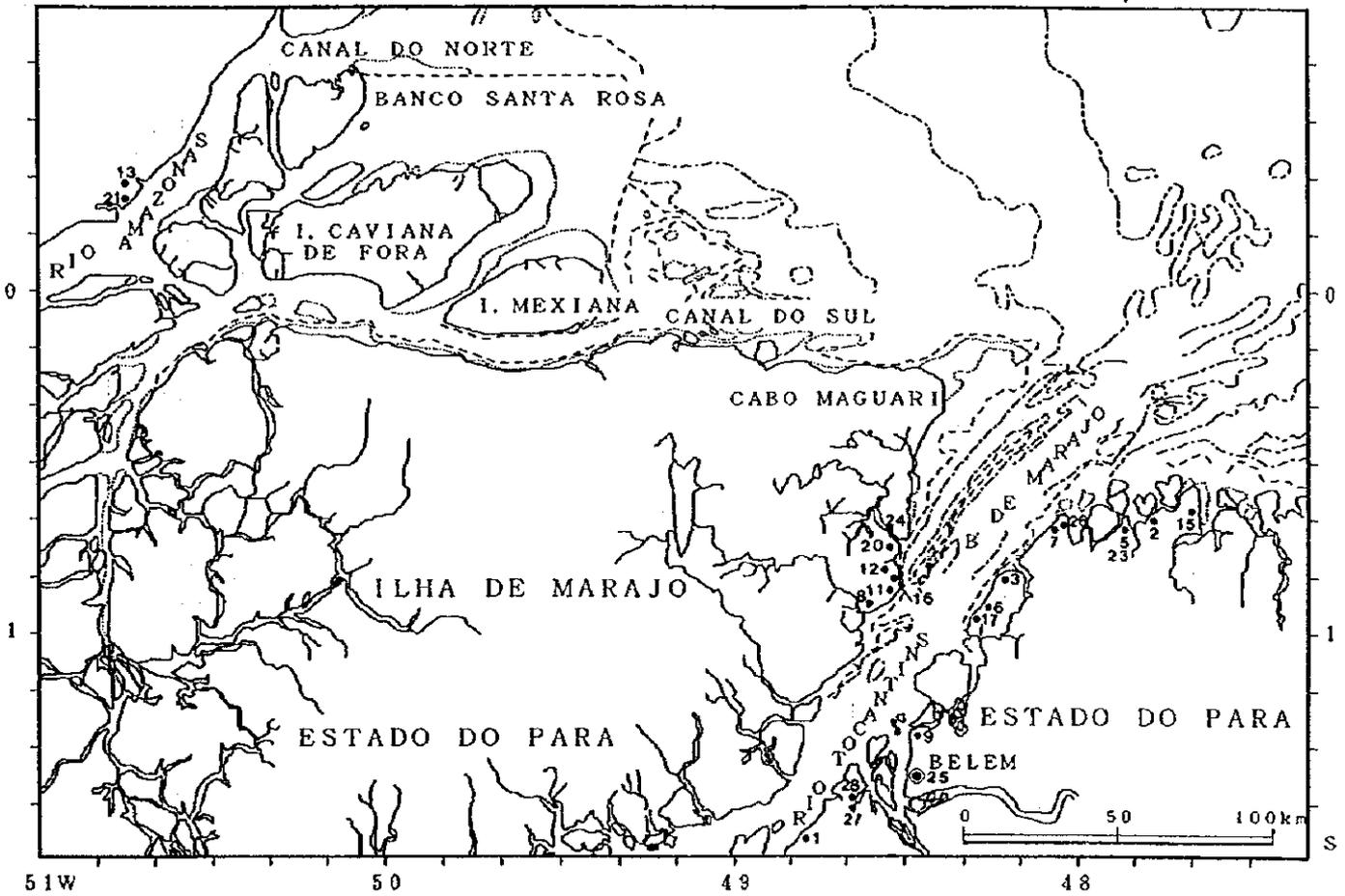


図8. 陸上調査場所

表11. 陸上調査の実施概況

No. in Fig. 8.	Location name ^a	Scale of community ^b	Phase						
			1		2		2		
			Rainy Season		Dry Season		Rainy Season		
			IS ^c	BLCS ^d	IS	BLCS	IS	BLCS	
1	Abaetetuba	2	×					×	
2	Abade(Vila) / Curuca	3	×						
3	Baia do sol / Mosqueiro Is.	3	×					×	
4	Braganca	3			×	×			
5	Cachoeira / Sao Caetano	3	×		×			×	
6	Cajueiro / Mosqueiro Is.	3	×					×	
7	Colares	3	×					×	×
8	Condeixas/Marajo Is.	3	×						
9	Icoaraci/Belem	2	×		×			×	
10	Irاندوبا	3			×	×			
11	Joanes/Marajo Is.	3	×						
12	Jubim/Marajo Is.	3	×						
13	Macapa	2	×						
14	Manaus	1			×				
15	Maruda / Marapanim	3	×						
16	Monsaras / Marajo Is.	3	×						
17	Mosqueiro(Vila)	3	×	×	×			×	
18	Obidos	2			×				
19	Parintins	2			×	×			
20	Salvaterra / Marajo Is.	3	×						
21	Santana	3	×						
22	Santarem	1			×	×			
23	Sao Caetano	3	×		×			×	
24	Soure/Marajo Is.	2	×	×				×	×
25	Ver o Peso & Industrial fishery company / Belem	1	×	×	×	×		×	×
26	Vigia	2	×	×	×			×	×
27	Barcarena	2						×	
28	Igarape Miri	3						×	

^a Location name was based on the latest maps published by Geograf Didatica Ltda., SP, Brazil, b 1: town, 2: village, 3: hamlet (community scattered along by the coastlines and riversides), ^c Interview Survey, and ^d Body Legth Composition Survey.

5. 調査結果

5.1. 海上調査

5.1.1. 底生魚類相

調査海域の海底および海底近くに生息する多くの魚類は、それぞれの生息に適した塩分濃度を選択しており、それから大きく外れた所では生存できない。便宜上調査海域の海底近くの水塊を塩分に基づいて以下の3つの水塊に区分した：(1) $<1\text{psu}$ の河川水塊、(2) $\geq 35\text{psu}$ の海洋水塊、そして(3) 前述の2つの水塊間の相互作用によって形成される、塩分勾配の大きい (1psu 以上で 35psu 未満) 汽水塊。従って、ここでは底生魚類相については、底層（ここではネットレコーダーによって測定された海底からヘッド・ロープまでの高さ、つまり網口の高さまでの水柱を言う。なお、網口高さの欠測点では各調査季の平均値を用いた）の最大塩分値に基づいて上述の水塊別に考慮した。

(a) 底生魚類相構成

a-1) 調査海域全体の底生魚類相

調査を通じて得られた調査海域全体の底生魚類相構成は、表 12 に概略される。合計 3 回の調査を通じて調査海域から漁獲された底生魚類は、13 目 43 科 78 属 104 種に及んだ。その魚類相構成の主体は、スズキ目 Perciformes、ナマズ目 Siluriformes、エイ目 Rajiformes、ニシン目 Clupeiformes であった。前述の 4 目に含まれる種数は、各々全体の 40%、20%、10%、9%を占めた。

水塊間の調査点数の違いを無視すれば、海洋水の 9 目 28 科 53 属 69 種および河川水の 6 目 13 科 23 属 30 種と比較して汽水の底生魚類相は、11 目 35 科 61 属 81 種で、2 つの水塊のそれらよりも豊かであった。汽水と海洋水の底生魚類相構成の特徴は、前述した全体のそれと同様であった。なお、河川水の底生魚類相の構成主体はナマズ目 Siluriformes であり、その目に属する種数は全体の 47%であった。

表 12. 調査海域全体の底生魚類相

Orders	River waters			Brackish waters			Ocean waters			Total		
	Families	Genus	Species	Families	Genus	Species	Families	Genus	Species	Families	Genus	Species
1. Carcharhiniiformes	0	0	0	1	3	4	1	3	5	1	3	6
2. Rajiiformes	1	2	3	5	6	7	4	6	7	5	9	10
3. Elopiformes	0	0	0	2	2	2	0	0	0	2	2	2
4. Anguilliformes	0	0	0	2	2	2	0	0	0	2	2	2
5. Clupeiformes	2	3	3	2	6	7	3	6	8	3	7	9
6. Siluriformes	5	10	14	7	12	20	2	4	7	7	13	21
7. Gymnotiformes	2	2	2	0	0	0	0	0	0	2	2	2
8. Batrachoidiformes	0	0	0	1	1	1	1	2	2	1	2	2
9. Lophiiformes	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
10. Mugiliformes	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1
11. Perciformes	2	5	7	11	24	33	12	27	35	14	30	42
12. Pleuronectiformes	0	0	0	2	3	3	2	2	2	2	4	4
13. Tetraodontiformes	0	0	0	1	1	1	2	2	2	2	2	2
Total	13	23	30	35	61	81	28	53	69	43	78	104

a-2) 調査季別水塊別の底生魚類相

調査季別そして水塊別の底生魚類相構成と出現頻度 (% : 漁獲点数 / トロール点数 × 100)

の高い種を表 13 に示す。第 1 フェーズ乾季、第 2 フェーズの雨季と乾季調査で漁獲された底生魚類の種数は、各々 35 科 79 種、34 科 83 種、そして 31 科 74 種であった。以下に水塊別の底生魚類相を記述する。

i) 河川水

第 1 フェーズ乾季、第 2 フェーズの雨季と乾季の各々 8、18、8 回のトロールで漁獲された底生魚類の種数は大差はなく、各々 10 科 19 種、12 科 24 種、そして 12 科 26 種であった。主要な科は、各季ともにハマギギ科 Ariidae、ピメロドゥス科 Pimelodidae、そしてニベ科 Sciaenidae であった。これら 3 科の合計種数は、調査季順に各々全体の 58%、50%、58% を占めた。各季共通の出現頻度の上位魚種は、ハマギギ科 Ariidae のカンギイト *Arius phrygiatus* (調査季順に 100%、94%、100%)、ピメロドゥス科 Pimelodidae のドラーダ *Brachyplatystoma flavicans* (同様に 88%、94%、88%) とピラムターバ *B. vaillantii* (同様に 88%、100%、100%)、ニベ科 Sciaenidae のペスカーダ・カスクーダ *Plagioscion auratus* (同様に 88%、78%、63%) とペスカーダ・ブランカ *P. squamosissimus* (同様に 50%、56%、75%)、アゲネイオスス科 Ageneiosidae のマンデューベ *Ageneiosus ucayalensis* (同様に 50%、

56%、88%)、そして、アプテロノティス科 Apterotonotidae のイトウイ *Sternarchella* sp. (同様に 50%、83%、63%) であった。また、第 2 フェーズの雨季と乾季ではドラス科 Doradidae のバクー・ラト *Centrodoras brachiatus* の出現頻度が高く、各々 94%、75% であった。

ii) 汽水

第 1 フェーズ乾季、第 2 フェーズの雨季と乾季の各々 76、82、79 回のトロールで漁獲された底生魚類の種数は、各々 28 科 65 種、28 科 66 種、そして 23 科 51 種であった。その種数は第 2 フェーズ乾季には少なかった。主要な科は、各季ともにニベ科 Sciaenidae とハマギギ科 Ariidae であった。この 2 科の合計種数は、調査季順に各々全体の 35%、32%、39% を占めた。出現頻度の最上位種は、各季ともにニベ科 Sciaenidae のオオカミニベ *Macrodon ancylodon* であった。その頻度は、調査季順に 89%、99%、96% であった。各季共通の出現頻度の上位種は、ハマギギ科 Ariidae のカワリハマギギ *Arius grandicassis* (調査季順に 76%、79%、82%)、グリジューバ *A. parkeri* (同様に 59%、62%、62%)、クラカケハマギギ *A. quadriscutis* (同様に 76%、76%、86%)、ジュルピランガ *A. rugispinis* (同様に 59%、62%、70%)、イトヒキハマギギ *Bagre bagre* (同様に 76%、79%、80%)、エンガンハマギギ *Cathorops spixii* (同様に 75%、77%、82%)、アカエイ科 Dasyatidae のテングアカエイ *Dasyatis geijkesi* (同様に 58%、67%、70%)、ザラザラエイ *D. guttata* (同様に 68%、71%、76%) であった。

iii) 海洋水

第 1 フェーズ乾季、第 2 フェーズの雨季と乾季の各々 26、20、33 回のトロールで漁獲された底生魚類の種数は大差はなく、各々 24 科 52 種、21 科 50 種、そして 22 科 49 種であった。主要な科は、各季ともにニベ科 Sciaenidae、ハマギギ科 Ariidae、アジ科 Carangidae、メジロザメ科 Carcharhinidae であった。これら 4 科の合計種数は、各季ともに全体の約 50% を占めた。各季共通の出現頻度の上位魚種は、タチウオ科 Trichiuridae のタチウオ *Trichiurus lepturus* (調査季順に 88%、55%、52%)、ニベ科 Sciaenidae のオオカミニベ (同様に 65%、80%、94%)、プリスティガステリア科 Pristigasteridae のギアナニシン

Odontognathus mucronatus (同様に 65%、70%、55%)、カタクチイワシ科 Engraulidae のトガリイワシ *Anchoa spmifer* (同様に 54%、75%、85%) であった。また、第1フェーズの乾季と第2フェーズの雨季ではマナガツオ科 Stromateidae のニシマナガツオ *Peprilus paru* (各々、62%、65%)、第2フェーズの雨季と乾季ではハマギギ科 Ariidae のイトヒキハマギギ (各々、75%、76%)、カワリハマギギ (各々、65%、82%)、エンガンハマギギ (各々、60%、64%)、ニベ科 Sciaenidae のホソナガニベ *Cynoscion virescens* (各々、70%、67%)、アカエイ科 Dasyatidae のザラザラエイ (各々、60%、82%) の出現頻度が高かった。

表 13. 調査季別水塊別の底生魚類相。(A) 第1フェーズ乾季調査; (B) 第2フェーズ雨季調査; (C) 第2フェーズ乾季調査. Water mass regions : RW, river waters ; BW, brackish waters ; OW, ocean waters.

(A)

Water mass	Salinity (psu)	Number of trawl stations	Number of families	Number of species	Main families (Number of species)	Incidence of species in trawl stations
RW	<1	8	10	19	Ariidae (5) Pimelodidae (4) Doradidae (2) Sciaenidae (2)	100%: <i>Arius phrygiatus</i> 88%: <i>Brachyplatystoma flavicans</i> *, <i>B. vaillantii</i> *, and <i>Plagioscion auratus</i> 50%: <i>Ageneiosus ucayalesis</i> , <i>Sternarchella</i> sp., and <i>Plagioscion squamosissimus</i> *
BW	<35	76	28	65	Sciaenidae (14)	89%: <i>Macrodon ancylodon</i> *
	<5	9			Ariidae (9)	76%: <i>Arius grandicassis</i> ,
	<10	7			Carangidae (6)	<i>A. quadriscutis</i> ,
	<15	8			Pimelodidae (4)	and <i>Bagre bagre</i>
	<20	7			Dasyatidae (3)	75%: <i>Cathorops spixii</i>
	<25	9			Pristigasteridae (3)	68%: <i>Dasyatis guttata</i>
	<30	17				59%: <i>Arius parkeri</i> *
	<35	19				and <i>A. rugispinis</i>
						58%: <i>Dasyatis geijkesi</i>
						54%: <i>Nebris microps</i>
OW	≥35	26	24	52	Sciaenidae (12) Ariidae (6) Carangidae (5) Carcharhinidae (4)	88%: <i>Trichiurus lepturus</i> 65%: (Engraulidae), <i>Odontognathus mucronatus</i> , and <i>Macrodon ancylodon</i> *
						62%: <i>Peprilus paru</i>
						54%: <i>Anchoa spinifer</i>
Total	-	110	35 ^a	79 ^b		

^{a, b} From Appendix Table 1. * Key fish species.

Table 13. Continued

(B)						
Water mass	Salinity (psu)	Number of trawl stations	Number of families	Number of species	Main families (Number of species)	Incidence of species in trawl stations
RW	<1	18	12	24	Pimelodidae (5) Ariidae (4) Sciaenidae (3) Dasyatidae (2) Engraulidae (2) Doradidae (2)	100%: <i>Brachyplatystoma vaillantii</i> * 94%: <i>Centrodoros brachiatus</i> , <i>Arius phrygiatus</i> , and <i>Brachyplatystoma flavicans</i> * 83%: <i>Sternarchella</i> sp. 78%: <i>Plagioscion auratus</i> 56%: <i>Anchoa spinifer</i> , <i>Plagioscion squamosissimus</i> *, and <i>Ageneiosus ucayalesis</i>
BW	<35	82	28	66	Sciaenidae (12)	99%: <i>Macrodon ancylodon</i> *
	<5	4			Ariidae (9)	79%: <i>Arius grandicassis</i> and <i>Bagre bagre</i>
	<10	9			Carcharhinidae (4)	
	<15	11			Pimelodidae (4)	77%: <i>Cathorops spixii</i>
	<20	7			Dasyatidae (3)	76%: <i>Arius quadriscutis</i>
	<25	7			Engraulidae (3)	73%: <i>Anchoa spinifer</i>
	<30	16			Pristigasteridae (3)	71%: <i>Dasyatis guttata</i>
	<35	28			Centropomidae (3)	68%: <i>Lonchurus lanceolatus</i>
					Carangidae (3)	67%: <i>Dasyatis geijkesi</i> 62%: <i>Arius parkeri</i> * and <i>A. rugispinis</i> 61%: <i>Aspredo aspredo</i> 57%: <i>Brachyplatystoma vaillantii</i> * 51%: <i>Stellifer rastrifer</i>
OW	≥35	20	21	50	Sciaenidae (10)	80%: <i>Macrodon ancylodon</i> *
					Ariidae (6)	75%: <i>Bagre bagre</i> and <i>Anchoa spinifer</i>
					Carangidae (6)	
					Carcharhinidae (4)	70%: <i>Odontognathus mucronatus</i> and <i>Cynoscion virescens</i>
					Engraulidae (3)	
					Pristigasteridae (3)	65%: <i>Peprilus paru</i> and <i>Arius grandicassis</i> 60%: <i>Dasyatis guttata</i> and <i>Cathorops spixii</i> 55%: <i>Trichiurus lepturus</i> 50%: <i>Dasyatis geijkesi</i> , <i>Oligoplites palometa</i> , and <i>Stellifer rastrifer</i>
Total	-	120	34 ^a	83 ^b	-	-

^{a,b} From Appendix Table 1. * Key fish species.

Table 13. Continued

(C)

Water mass	Salinity (psu)	Number of trawl stations	Number of families	Number of species	Main families (Number of species)	Incidence of species in trawl stations
RW	<1	8	12	26	Sciaenidae (6) Ariidae (5) Pimelodidae (4) Dasyatidae (3)	100%: <i>Arius phrygiatus</i> and <i>Brachyplatystoma vaillantii</i> * 88%: <i>Arius couma</i> , <i>Brachyplatystoma flavicans</i> *, and <i>Ageneiosus ucayalensis</i> 75%: <i>Centrocoras brachiatus</i> and <i>Plagioscion squamosissimus</i> * 63%: <i>Sternarchella</i> sp., <i>Pimelodus</i> sp., and <i>Plagioscion auratus</i>
BW	<35	79	23	51	Sciaenidae (11)	96%: <i>Macrodon ancylodon</i> *
	<5	1			Ariidae (9)	86%: <i>Arius quadriscutis</i>
	<10	10			Centropomidae (3)	82%: <i>Cathorops spixii</i> and
	<15	10			Engraulidae (3)	<i>Arius grandicassis</i>
	<20	6			Pimelodidae (3)	80%: <i>Bagre bagre</i>
	<25	13				76%: <i>Dasyatis guttata</i>
	<30	17				70%: <i>Dasyatis geijkesi</i> and
	<35	22				<i>Arius rugispinis</i>
						68%: <i>Anchoa spinifer</i>
						62%: <i>Arius parkeri</i> *
						58%: <i>Lonchurus lanceolatus</i>
						56%: <i>Stellifer rastrifer</i>
OW	≥35	33	22	49	Sciaenidae (11)	94%: <i>Macrodon ancylodon</i> *
					Ariidae (6)	85%: <i>Anchoa spinifer</i>
					Carangidae (5)	82%: <i>Arius grandicassis</i> and
					Carcharhinidae (3)	<i>Dasyatis guttata</i>
					Dasyatidae (3)	76%: <i>Bagre bagre</i>
					Engraulidae (3)	67%: <i>Cynoscion virescens</i>
					Pristigasteridae (3)	64%: <i>Cathorops spixii</i>
						55%: <i>Odontognathus mucronatus</i>
						52%: <i>Trichiurus lepturus</i>
Total	-	120	31 ^a	74 ^b		

^{a,b} From Appendix Table 1. * Key fish species.

a-3) 底層塩分と種数との関係

各トロール点で測定した底層塩分とそこで漁獲された魚類の種数との関係を調査季別に図9に示す。1網当たりの魚種数は0-27種の範囲にあり、塩分の増加とともに多くなる傾向にあったが、そのバラツキは大きかった。また、20種以上の種数は概ね30psu以上に、そして15種以下の種数は5psu以下に限定されていた。

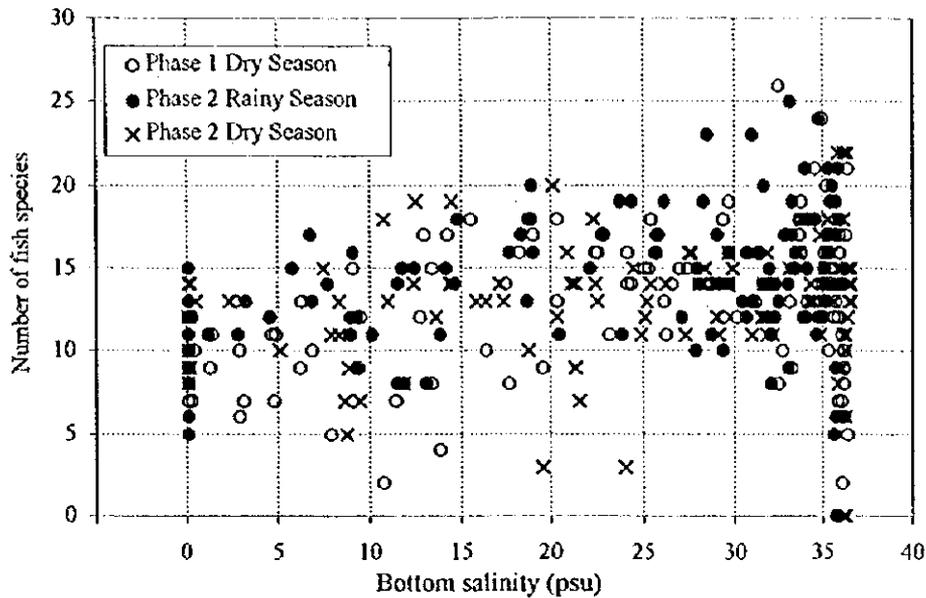


図9. 底層塩分と種数の関係

(b) 底生魚類群集の多様性

調査海域の底生魚類群集の多様性を次式に示される Shannon-Weaver (1949)の個体数をもとにした群集の情報量による指数 (=多様度指数) H' によって比較した。

$$H' \equiv -\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

但し、 S : サンプルの総種数

p_i : 第 i 番目の種に含まれる個体数の全体に占める割合

この H' によって群集構造の複雑さを表現する際には、 H' が大きい場合には群集構造は複雑であり、小さい場合には単純であると言える。また、ハマギギ類やサメ・エイ類のような大きなものからカタクチイワシ類のような小さなものまでを含む底生魚類群集では、個体数による多様度指数は、必ずしもその群集の特徴を十分には反映するものにはならない。また、具体的にどの程度の空間規模でデータを取り扱ったらよいかの判断が容易ではないことに注意することが必要である。

b-1) 調査季別水塊別の多様性

各調査季の海域全体および水塊ごとに求めた H' を表 14 に示す。調査海域全体の H' は、乾季よりも雨季が小さかった (3.241 と 3.278 に対して 2.658)。河川水の H' は、各季ともに他の 2 水塊よりも小さかった (2.385–3.656 に対して 1.262–1.478)。また、各水塊の H' は、乾季よりも雨季が小さかった。

表 14. 調査季別水塊別の多様度指数 H'

Water mass	Phase		
	1	2	
	Dry Season	Rainy Season	Dry Season
River water	1.348	1.262	1.478
Brackish water	2.868	2.385	3.191
Ocean water	3.656	2.649	2.760
All water	3.241	2.658	3.278

b-2) 多様度指数 H' の水平分布

各調査季のトロール点ごとに求めた H' の水平分布を付図 4 に示す。乾季の多くのトロール点では、 H' は 2.000–2.999 であったのに対し、雨季の多くのトロール点では、 H' は 1.000–1.999 であった。また、調査を通じて 1.0 未満の H' はアマゾン河北水道からサンタ・ローザ浅瀬にかけての前面海域に集中する傾向にあった。同様に 3.0 以上の H' は、概ね 10m 以浅の海域に分布していた。

b-3) 底層塩分と多様度指数 H' との関係

各トロール点で測定された底層塩分とそこで漁獲された底生魚類の個体数から求めた H' の関係は、調査季別に図 10 に示される。各季ともに H' と底層塩分との間に関係は見いだされなかった。

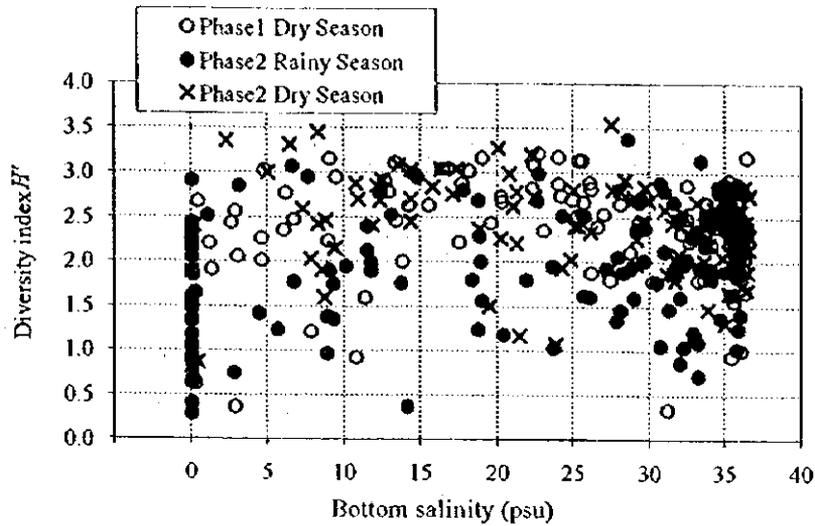


図 10. 底層塩分と多様度指数 H' の関係

(c) 地点間類似度による底生魚類群集の群分析

ここでは Mountford (1962) 法に従って、トロール点ごとに得られた底生魚類群集は、群集間の類似度指数に基づいて群別化された。この際、類似度指数には、以下に示す Kimoto (1967) の C_{Π} 指数を適用した。

$$C_{\Pi} = \frac{2 \sum_{i=1}^S n_{1i} \cdot n_{2i}}{(\sum \Pi_1^2 + \sum \Pi_2^2) N_1 \cdot N_2} \quad 0 \leq C_{\Pi} \leq 1$$

$$\sum \Pi_1^2 = \frac{\sum_{i=1}^S n_{1i}^2}{N_1^2}, \quad \sum \Pi_2^2 = \frac{\sum_{i=1}^S n_{2i}^2}{N_2^2}$$

但し、 N_1, N_2 : 2つのトロール点における各々の総漁獲尾数

n_{1i}, n_{2i} : 各々のトロール点における i 番目の種の各々の漁獲尾数

S : 2つのトロール点の共通種数

Mountford 法によるクラスター分析 cluster analysis の結果をデンドログラム dendrogram によって図示したものが図 11 である。ここで C_{Π} を 0.55 に設定し、その段階で 5 点以上で構成されるクラスターだけを選定 (図中に I~VIII で示される) し、それらクラスターの構成主要魚種 (クラスターを構成するトロール点の平均個体数が全体の平均個体数に占める割合の上位 3 種) をとりまとめたものが表 15 である。さらに、これらクラスターの構成測点を包括して、調査海域内の代表的な底生魚類群集をクラスター別に示したのが図 12 である。

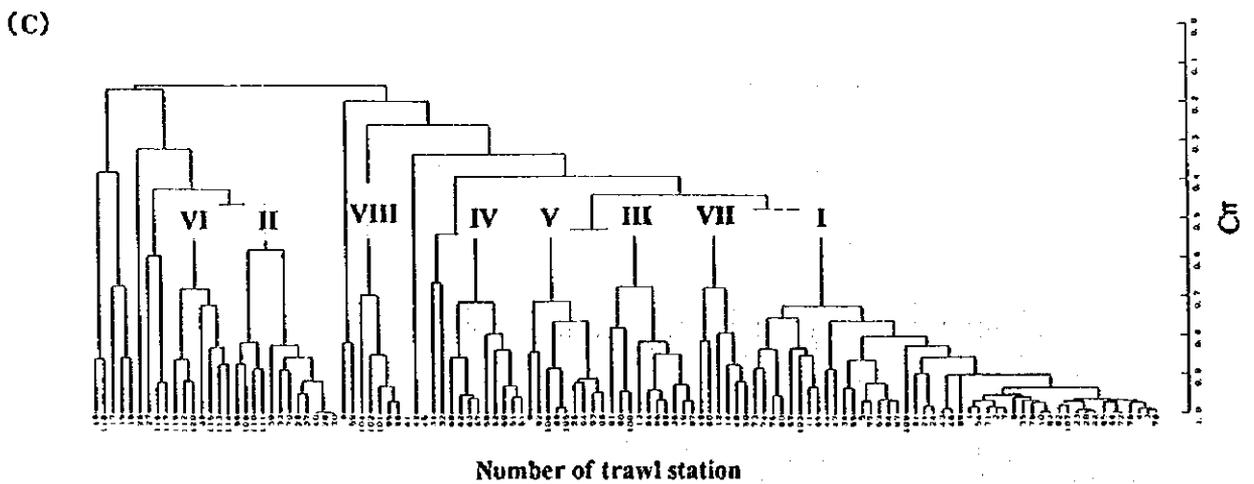
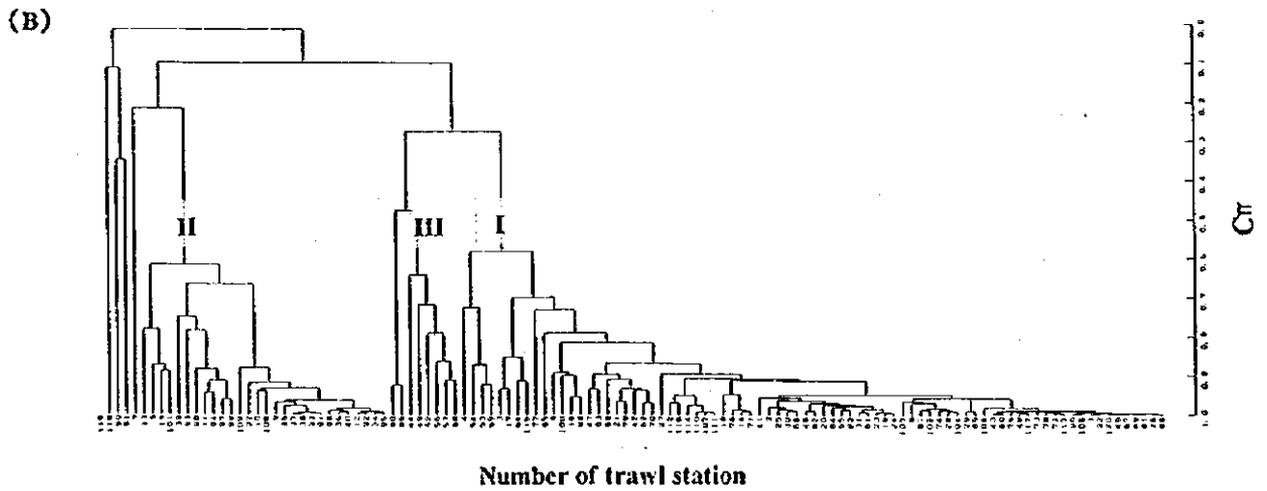
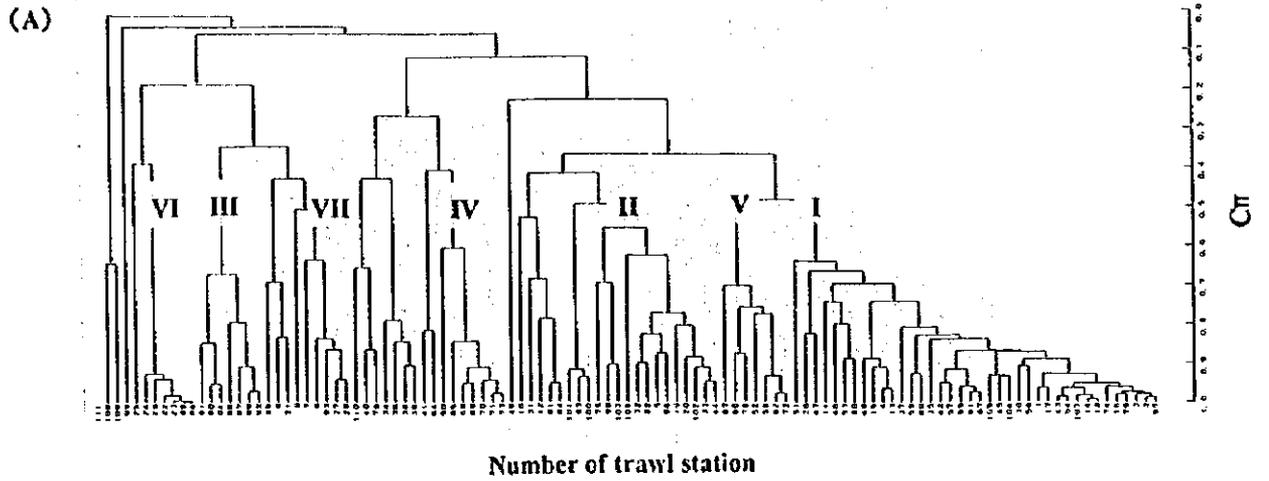
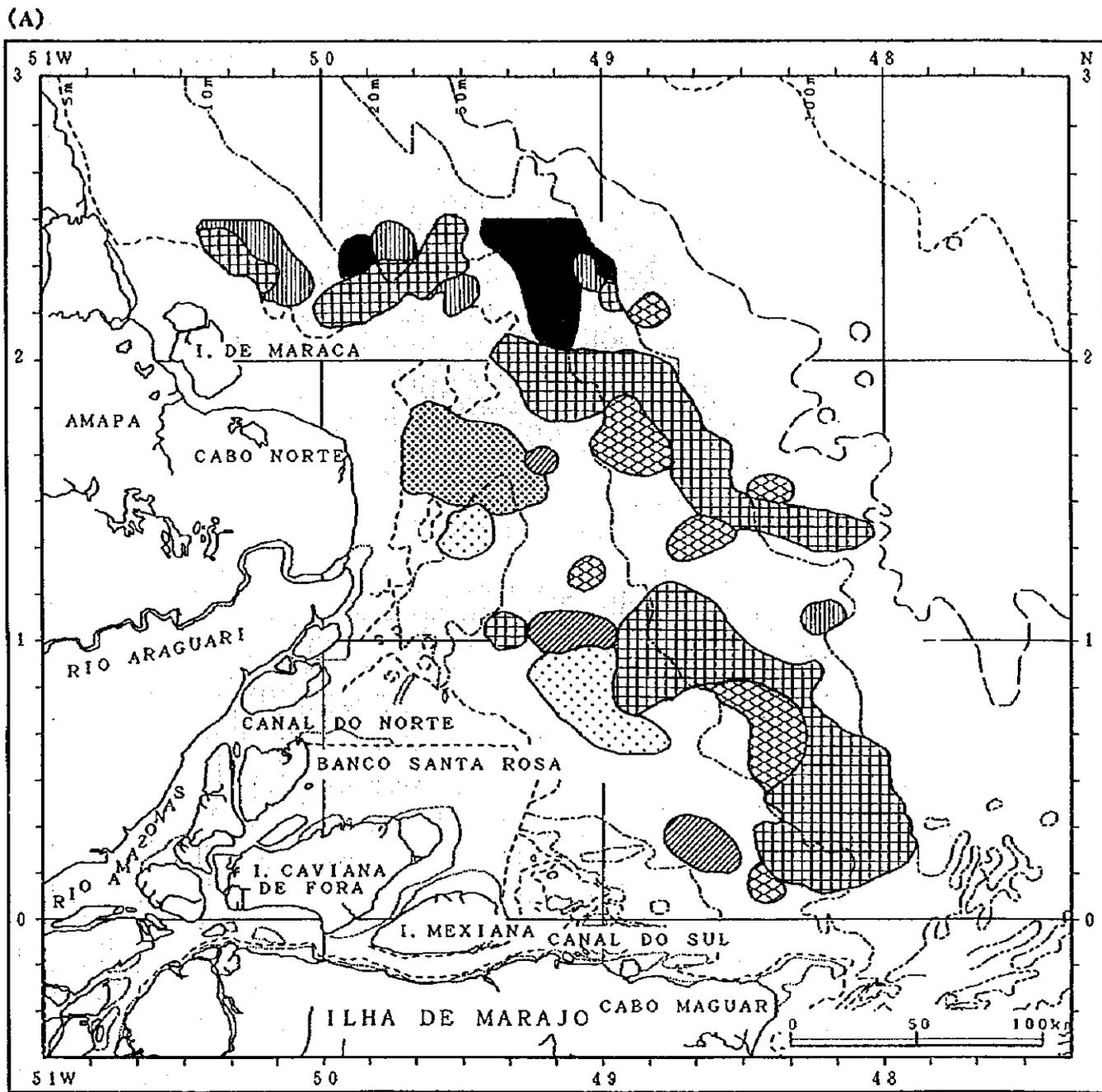


図 11. Mountford 法による群分析. (A) 第 1 フェーズ乾季調査; (B) 第 2 フェーズ雨季調査; (C) 第 2 フェーズ乾季調査. For the positions of the trawl stations in each seasonal survey, refer to the FIELD REPORT ON THE SEA-BORNE SURVEY, OCT. '96, MAY '97, and OCT. '97.

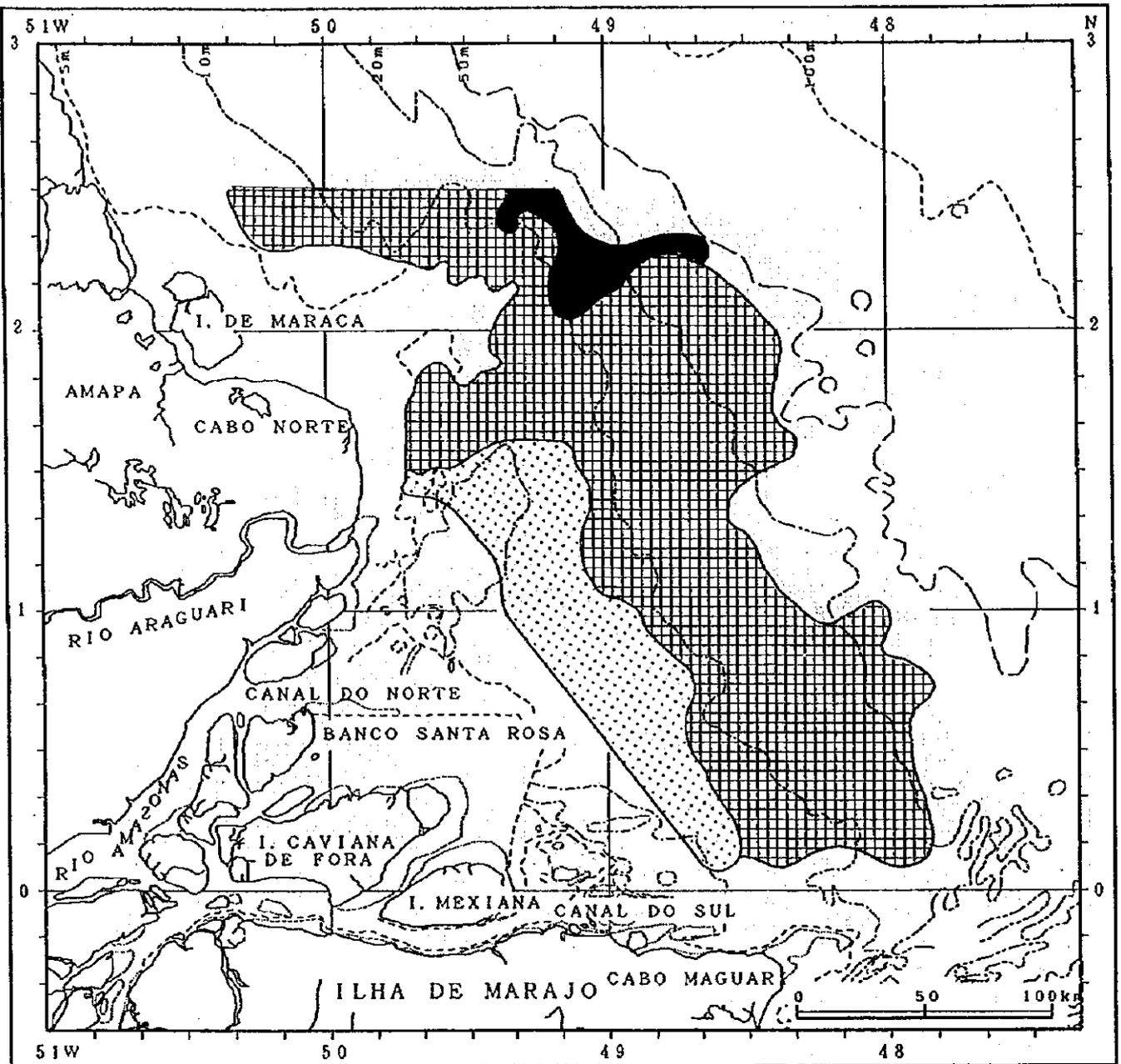


- | | | | |
|---|---------------------------|---|----------------------------|
|  | オオカミニベ・エンガンハマギギ・カワリハマギギ群集 |  | クラカケハマギギ・オオカミニベ・エンガンハマギギ群集 |
|  | カンギイト・ラベッカ・ドラダ群集 |  | ギアナニシン・タチウオ・オオカミニベ群集 |
|  | トガリイワシ・オオカミニベ・ギアナニシン群集 |  | ピラムターバ・カンギイト・ドラダ群集 |
|  | ラベッカ・ザラザラエイ・クラカケハマギギ群集 | | |

図 12. 調査海域内の代表的な底生魚類群集。(A) 第1フェーズ乾季調査；(B) 第2フェーズ雨季調査；(C) 第2フェーズ乾季調査。

Figure 12. Continued

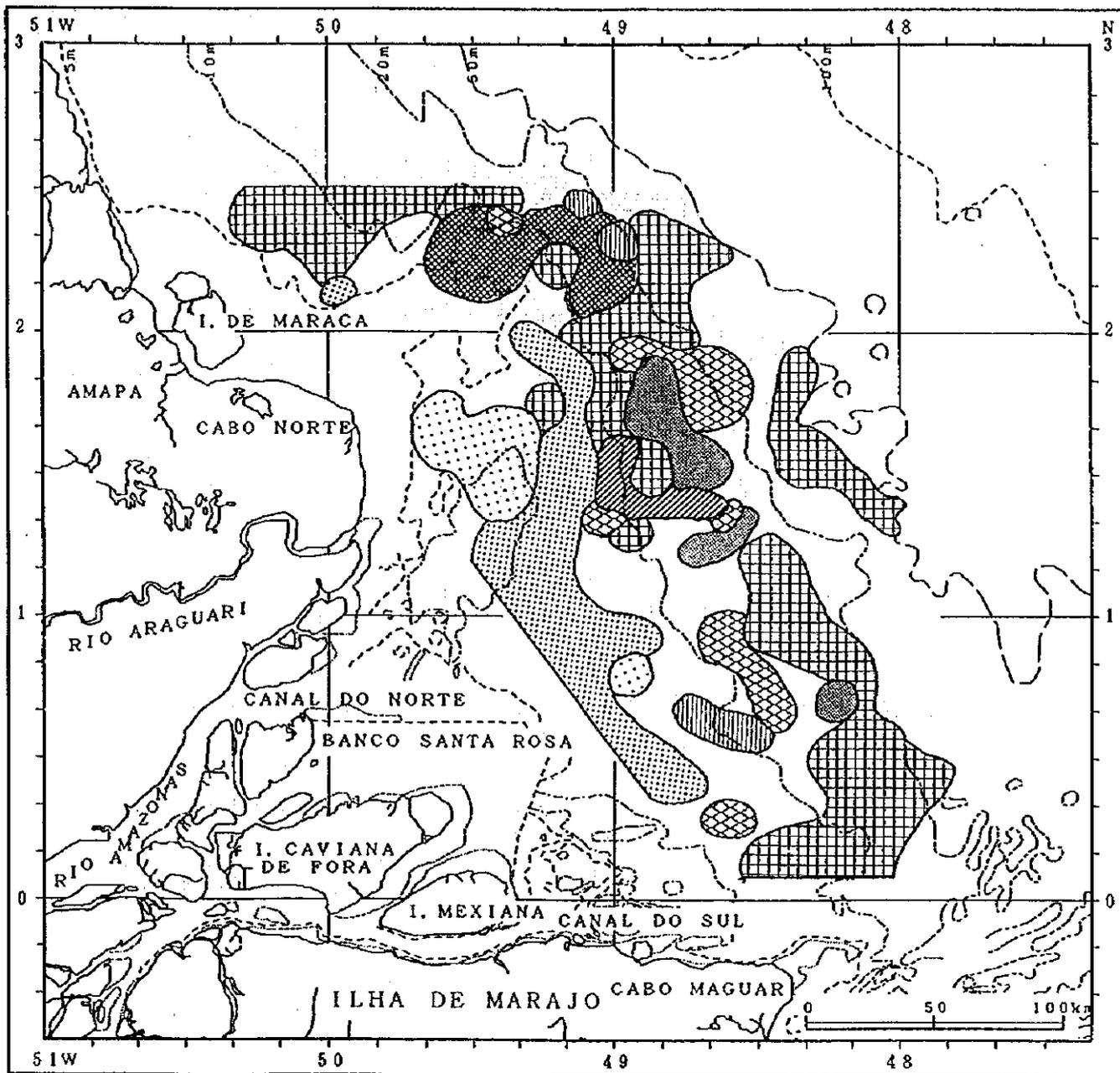
(B)



-  オオカミニベ・カワリハマギギ・イトヒキハマギギ群集
-  ビラムターバ・カンギイト・ドラダ群集
-  ギアナニシン・タチウオ・ニシマナガツオ群集

Figure 12. Continued

(C)



- | | | | |
|---|----------------------------|---|---------------------------|
|  | オオカミニベ・エンガンハマギギ・イトヒキハマギギ群集 |  | ピラムターバ・オオカミニベ・イトヒキハマギギ群集 |
|  | クラカケハマギギ・オオカミニベ・ザラザラエイ群集 |  | カワリハマギギ・オオカミニベ・クラカケハマギギ群集 |
|  | コピトニベ・オオカミニベ・クラカケハマギギ群集 |  | カンギイト・ピラムターバ・ザラザラエイ群集 |
|  | トガリイワシ・オオカミニベ・カワリハマギギ群集 |  | ジュルピランガ・クラカケハマギギ・ザラザラエイ群集 |

乾季と雨季では、上記の条件で群別化された底生魚類群集の様相は、大きく異なっていた。雨季の底生魚類群集は、以下の3つに群別化された：(1) アマゾン河の南北両水道間の岸寄りに広がる、ピラムターバ *Brachyplatystoma vaillantii* を中心にカンギイト *Arius phrygiatus* とドラージ *Brachyplatystoma flavicans* から構成される群集、(2) 調査海域の大部分を占める、オオカミニベ *Macrodon ancylodon* を中心にカワリハマギギ *Arius grandicassis* とイトヒキハマギギ *Bagre bagre* から構成される群集、そして(3) 調査海域北部の沖合の狭域にある、ギアナニシン *Odontognathus mucronatus* を中心にタチウオ *Trichiurus lepturus* とニシマナガツオ *Peprilus paru* から構成される群集。これに対して乾季の底生魚類群集は、さらに細分化し、7つから8つの群集がパッチ状を呈していた。乾季のこれら群別化された群集の中心的な魚種は、第1フェーズがオオカミニベ、クラカケハマギギ *Arius quadriscutis*、カンギイト、ギアナニシン、トガリイワシ *Anchoa spinifer*、ピラムターバ、ラベツカ *Aspredo aspredo*、そして第2フェーズがオオカミニベ、ピラムターバ、クラカケハマギギ、カワリハマギギ、コビトニベ *Stellifer rastrifer*、カンギイト、トガリイワシ、ジュールピランガ *Arius rugispinis* であった。

表 15. Mountford 法によるクラスター分析結果。C₀₁=0.55 段階で5点以上のトロール点で構成されるクラスターとその構成主要魚種。

Survey season	Number of cluster	Consistituent trawl stations of cluster										Consistituent main fish species of cluster	
Phase I Dry Season	I	1	2	3	4	11	13	14	15	16	17	<i>Macrodon ancylodon</i> (47%)	
		18	26	30	35	37	42	43	45	46	47	<i>Cathorops spixii</i> (8%)	
		48	51	53	54	55	56	57	59	60	61	<i>Arius grandicassis</i> (6%)	
		67	74	79	80	97	104	105	107				
		II	5	19	20	32	33	44	75	82	96	98	<i>Arius quadriscutis</i> (28%)
			102	103	106								<i>Macrodon ancylodon</i> (15%) <i>Cathorops spixii</i> (10%)
	III	87	88	89	90	91	92	94				<i>Arius phrygiatus</i> (42%) <i>Aspredo aspredo</i> (15%) <i>Brachyplatystoma flavicans</i> (14%)	
	IV	50	65	68	69	70	71	73				<i>Odontognathus mucronatus</i> (56%) <i>Trichiurus lepturus</i> (13%) <i>Macrodon ancylodon</i> (7%)	
	V	52	58	62	63	66	72	78				<i>Anchoa spinifer</i> (38%) <i>Macrodon ancylodon</i> (22%) <i>Odontognathus mucronatus</i> (10%)	
	VI	22	23	24	29	85	86					<i>Brachyplatystoma vaillantii</i> (80%) <i>Arius phrygiatus</i> (11%) <i>Brachyplatystoma flavicans</i> (3%)	

Table 15. Continued

Survey season	Number of cluster	Consistituent trawl stations of cluster										Consistituent main fish species of cluster
		6	7	27	28	93						
Phase 1 Dry Season	VII	6	7	27	28	93						<i>Aspredo aspredo</i> (48%) <i>Dasyatis guttata</i> (13%) <i>Arius quadriscutis</i> (11%)
Phase 2 Rainy Season	I	1	2	3	4	6	8	14	16	17	18	<i>Macrodon ancylodon</i> (62%) <i>Arius grandicassis</i> (5%) <i>Bagre bagre</i> (5%)
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
		29	30	31	41	42	43	45	46	47	48	
		53	54	55	59	60	61	62	63	64	65	
		66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	
		76	77	78	79	81	82	83	84	86	87	
	88	89	90	100	102	103	104	105	106	107		
	110	111	112	113	114	115	116	117	120			
	II	5	9	10	11	12	13	15	32	33	34	<i>Brachyplatystoma vaillantii</i> (59%) <i>Arius phrygiatus</i> (13%) <i>Brachyplatystoma flavicans</i> (7%)
		35	36	37	38	39	40	91	92	93	94	
		95	96	97	98	99	101	108	109			
	III	44	49	52	56	57	58					<i>Odontognathus mucronatus</i> (34%) <i>Trichiurus lepturus</i> (14%) <i>Peprilus paru</i> (13%)
Phase 2 Dry Season	I	1	2	3	4	5	7	8	10	11	20	<i>Macrodon ancylodon</i> (51%) <i>Cathorops spixii</i> (9%) <i>Bagre bagre</i> (7%)
		21	22	23	24	34	35	43	44	46	47	
		53	54	55	57	65	66	71	72	73	74	
		75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	
	85	87	99	103	107	109						
	II	28	29	30	33	37	39	40	56	70	108	<i>Brachyplatystoma vaillantii</i> (53%) <i>Macrodon ancylodon</i> (6%) <i>Bagre bagre</i> (5%)
		110	111									
	III	13	19	36	64	86	88	90	91	97	100	<i>Arius quadriscutis</i> (42%) <i>Macrodon ancylodon</i> (20%) <i>Dasyatis guttata</i> (7%)
	IV	51	52	58	61	62	63	67	68	69		<i>Arius grandicassis</i> (39%) <i>Macrodon ancylodon</i> (16%) <i>Arius quadriscutis</i> (15%)
	V	9	25	89	92	93	94	98	105	106		<i>Stellifer rastrifer</i> (34%) <i>Macrodon ancylodon</i> (20%) <i>Arius quadriscutis</i> (19%)
	VI	38	112	113	114	115	119	120				<i>Arius phrygiatus</i> (32%) <i>Brachyplatystoma vaillantii</i> (21%) <i>Dasyatis guttata</i> (8%)
	VII	12	14	48	49	50	60					<i>Anchoa spinifer</i> (41%) <i>Macrodon ancylodon</i> (27%) <i>Arius grandicassis</i> (7%)
	VIII	95	96	101	102	104						<i>Arius rugispinis</i> (42%) <i>A. quadriscutis</i> (15%) <i>Dasyatis guttata</i> (10%)