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
要　　約

JICA LIBRARY
J 1143804 [1]

平成 10 年 6 月

三洋テクノマリン株式会社

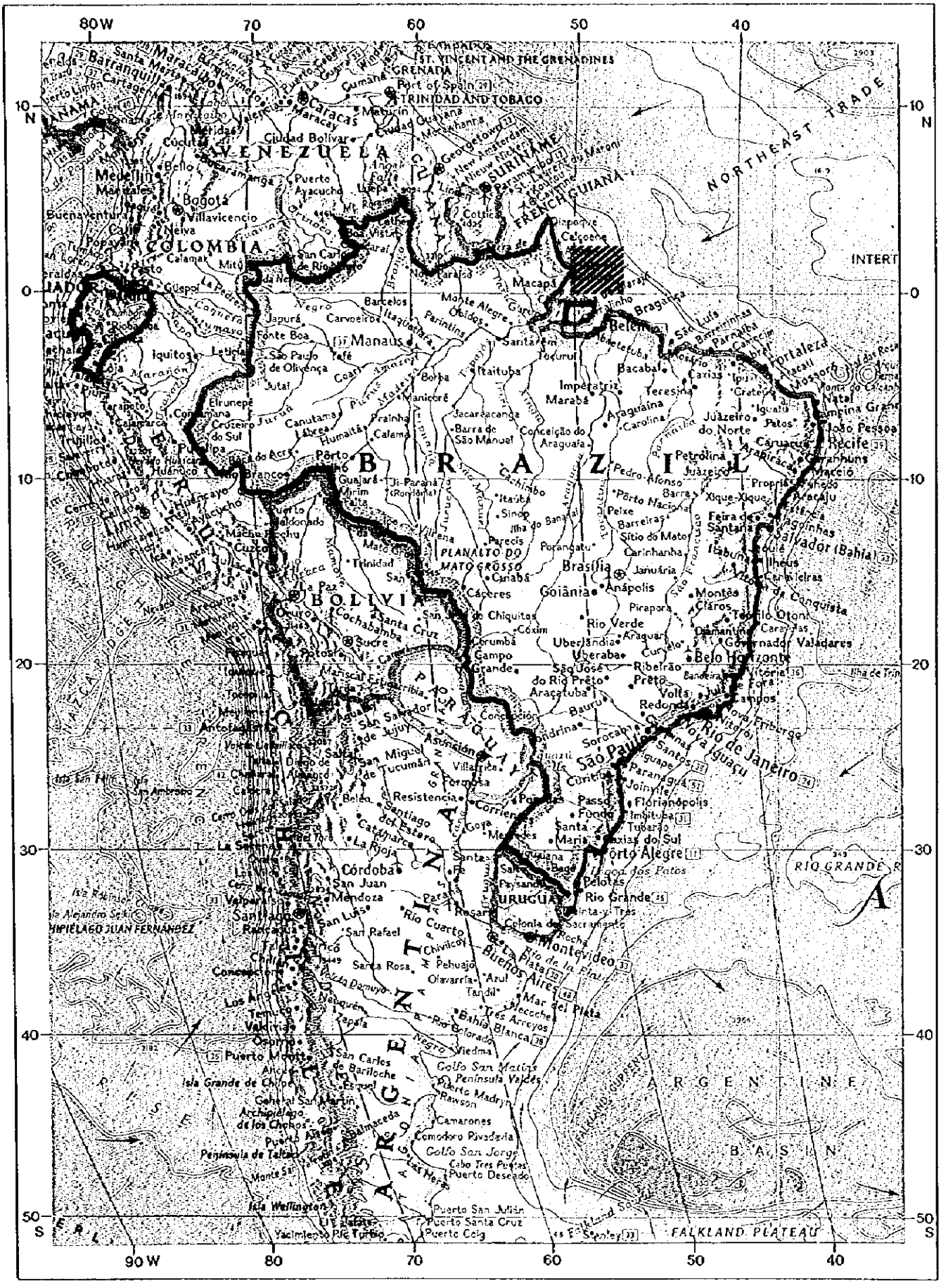
農調林
JR
98-29

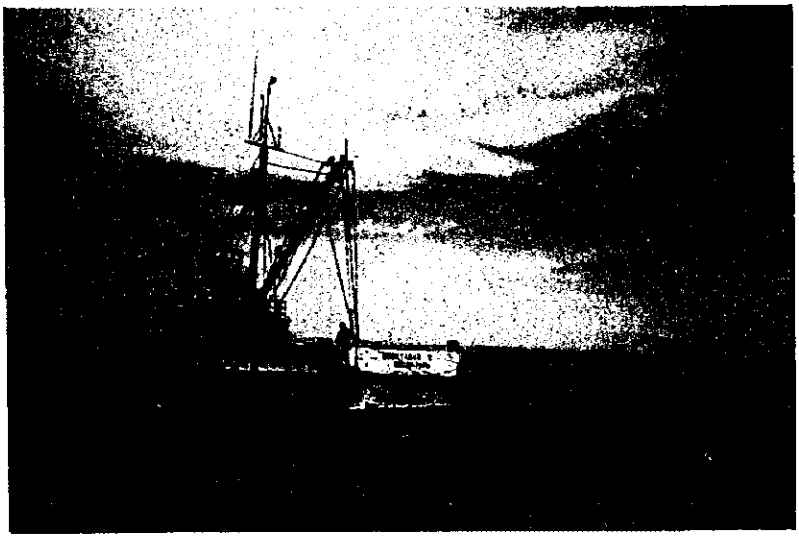
1143804 [1]

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

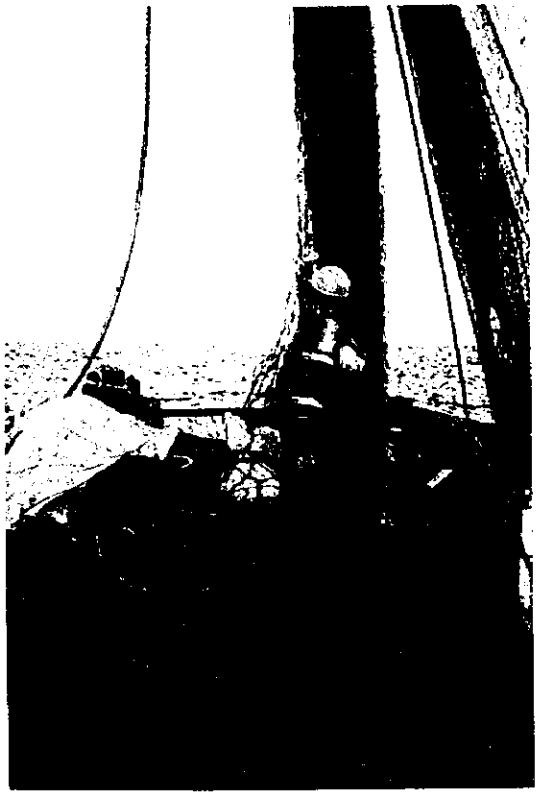
ブラジル連邦共和国
アマゾン河口水産資源調査報告書
要　　約

平成 10 年 6 月
三洋テクノマリン株式会社


80W
70
60
50
40
10 N
0
10
20
30
40
50 S
90 W
NORTHEAST TRADE
VENEZUELA
COLOMBIA
SURINAME
FRENCH GUIANA
GUYANA
BRAZIL
BOLIVIA
PARAGUAY
URUGUAY
ARGENTINE
BASIN
PLANALTO DO MATO GROSSO
Manaus
Belém
Brasília
Goiânia
Belo Horizonte
Rio de Janeiro
São Paulo
Porto Alegre
Salvador (Bahia)
Recife
Fortaleza
Natal
Montevideo
Buenos Aires
Mar del Plata
Golfo San Matías
Golfo San Jorge
Puerto Madryn
Comodoro Rivadavia
Puerto Deseado
Isla Grande de Chiloé
Isla Wellington
Puerto Santa Cruz
Puerto San Julián
Puerto Coig
FALKLAND PLATEAU
RIO GRANDE
Lima
Quito
Bogotá
Caracas
Asunción
Santiago
Córdoba
Mendoza
Rio Grande
Pelotas
Florianópolis
Curitiba
Santos
Vitória
Campos
Belém
Macapá
Boa Vista
Porto Velho
Rio Branco
Cuiabá
Goiânia
Brasília
Teresina
Fortaleza
Natal
João Pessoa
Recife
Maceió
Aracaju
Salvador
Ilhéus
Vitória
Campos
Rio de Janeiro
Santos
São Paulo
Curitiba
Florianópolis
Porto Alegre
Pelotas
Rio Grande
Montevideo
Buenos Aires
Mar del Plata
Puerto Deseado
Puerto Santa Cruz
Puerto San Julián
Puerto Coig
Isla Wellington
Isla Grande de Chiloé
Puerto Montt
Puerto Madryn
Comodoro Rivadavia
Golfo San Jorge
Golfo San Matías
Peninsula Valdés
Rio Grande
Rio Paraná
Rio Paraguay
Rio Uruguay
Rio Paraíba
Rio Tocantins
Rio Xingu
Rio Tapajós
Rio Madeira
Rio Negro
Rio Branco
Rio Jurua
Rio Purus
Rio Solimões
Rio Amazonas
Rio Tocantins
Rio Paraíba
Rio Grande
Rio Paraná
Rio Uruguay
Rio Para



揚網中のクルスタマルV



トロールネット（網口上部にネットレコーダー）

コッド・エンドの漁獲物（主にピラムターバ）

ネットレコーダーの受波器

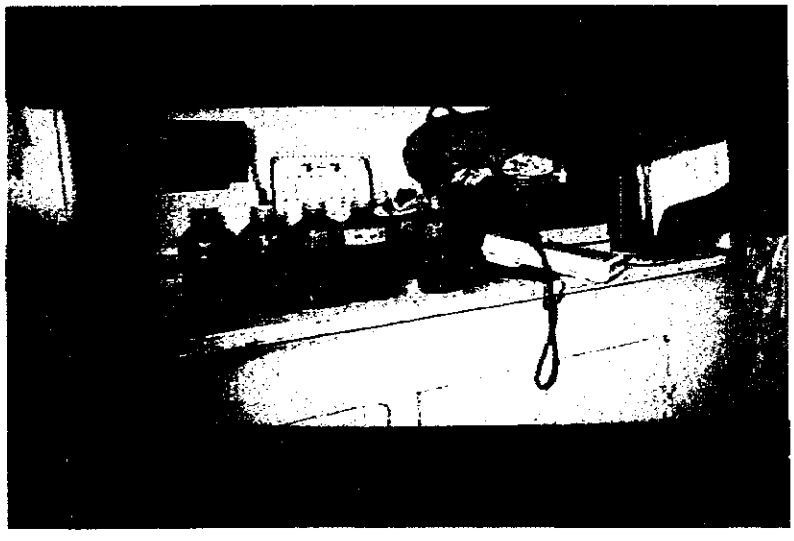
漁獲物の種分け

生物学的多項目測定

水温・塩分の鉛直観測

穿孔カードを用いた体長組成測定

標識放流予備試験

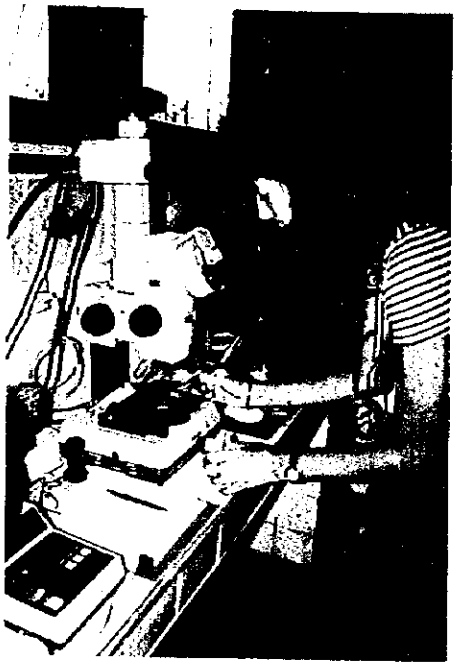


表層水の pH 測定

耳石の採取（標本はオオカミニベ）

耳石のプラスチィック・レジンへの包埋

薄切標本の作製



輪紋の測定

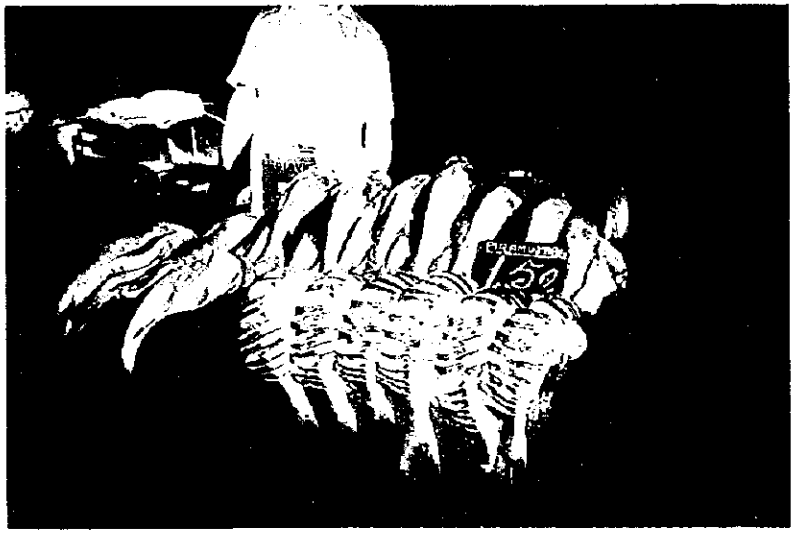
ピラムターバ（FL 575mm）の椎体標本

ペスカーダ・ブランカ（TL 503mm）の耳石標本

研　究　室　で　の　調　査

企業漁業のピラムターバ加工

水揚げ場所における体長組成調査

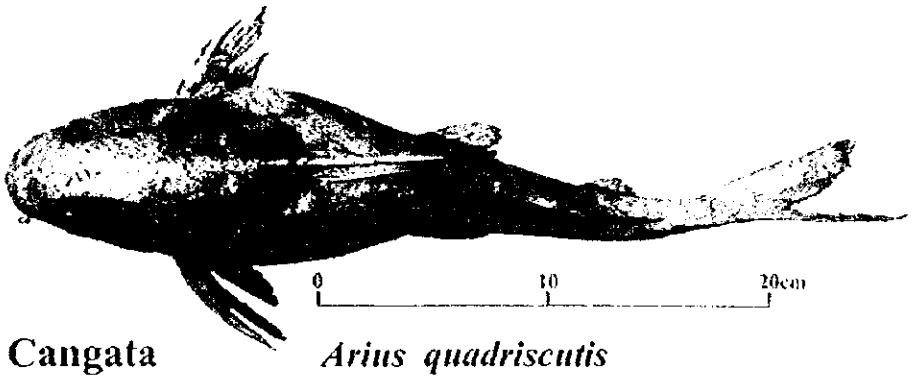


ベル・オ・ペーソで販売されているピラムターバ

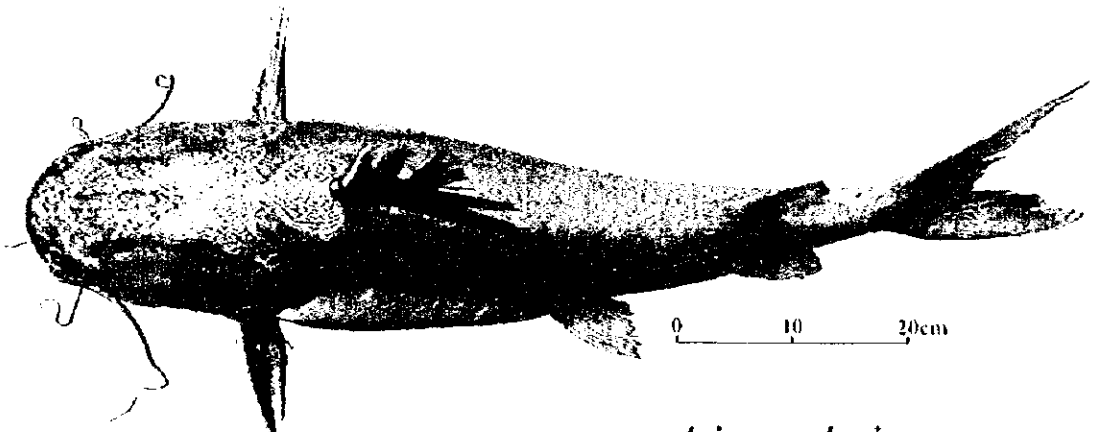
聞き取り調査

小規模漁業者の漁業コミュニティ（モスケイロ島）

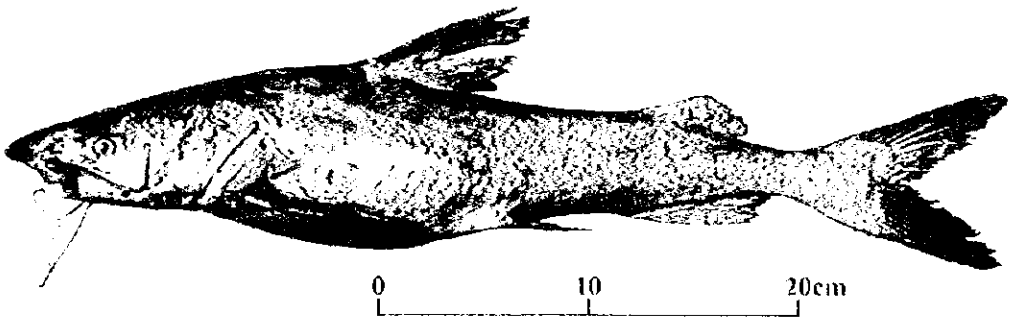
陸　上　調　査



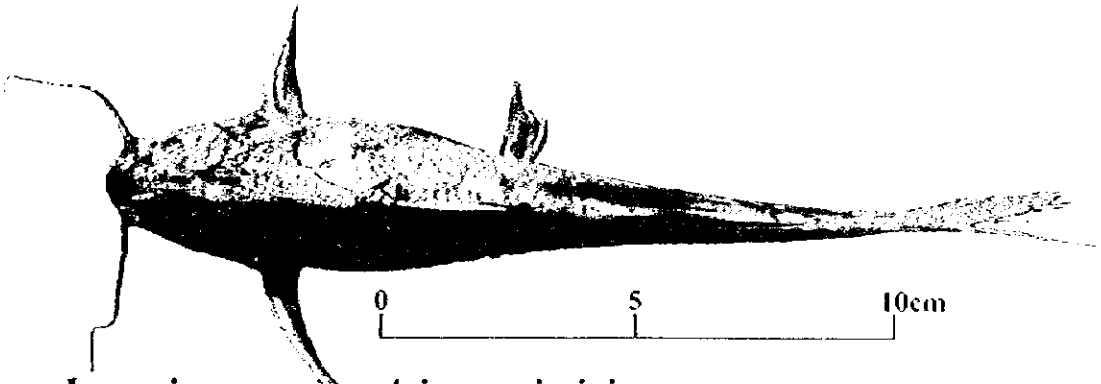
Cangata *Arius quadriscutis*



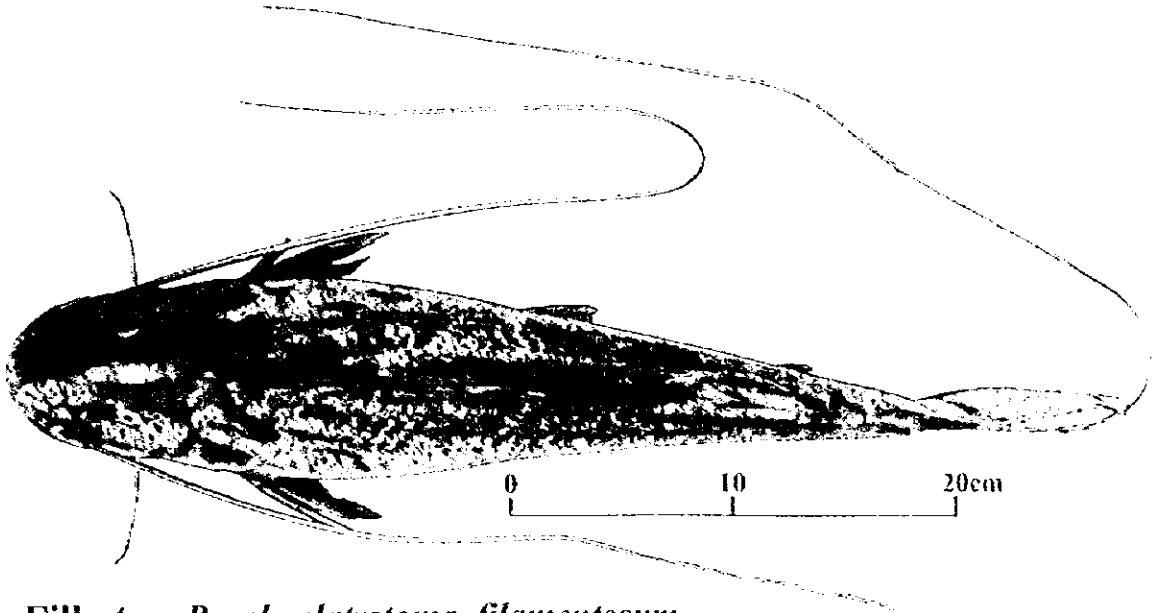
Gurijuba *Arius parkeri*



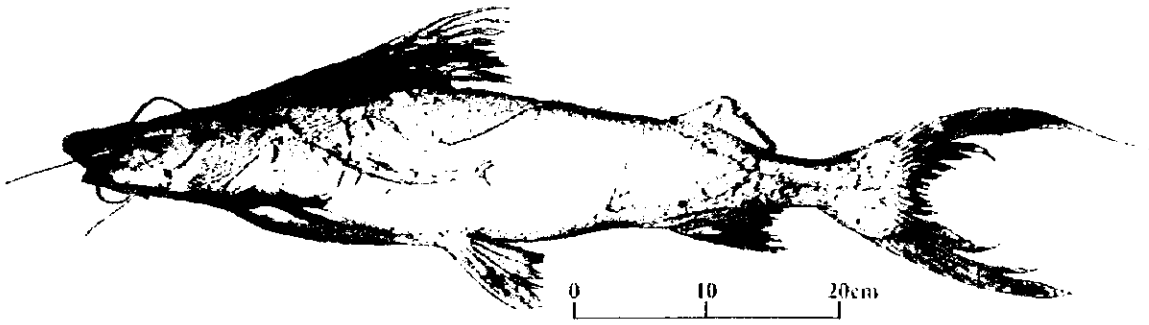
Cambeua *Arius grandicassis*



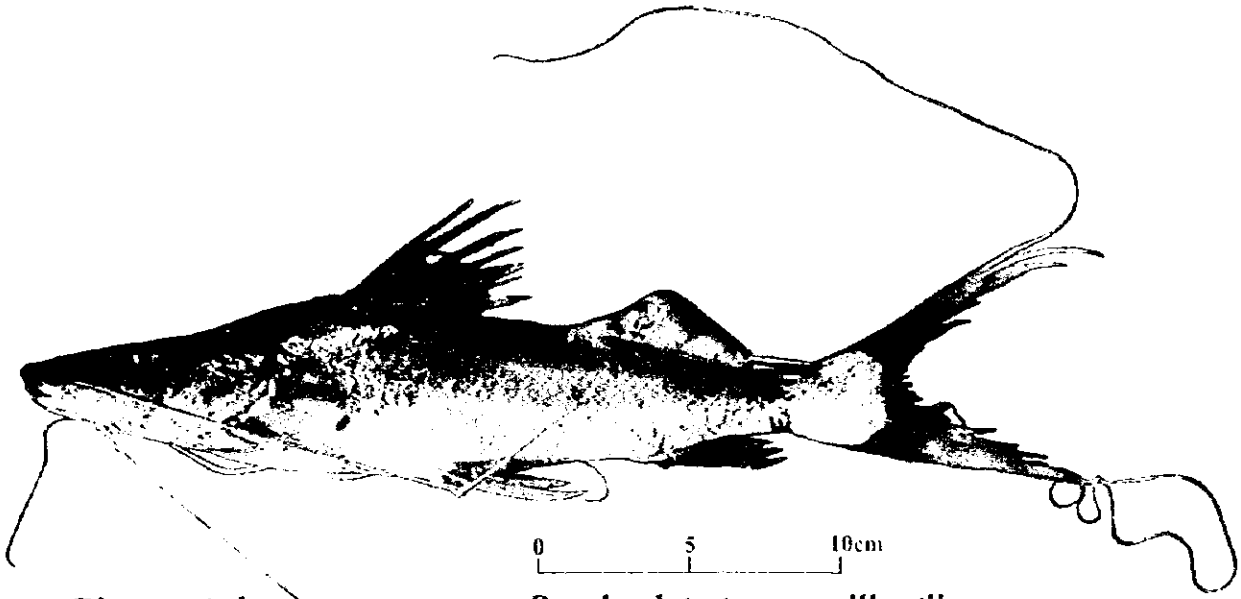
Jurupiranga *Arius rugispinis*



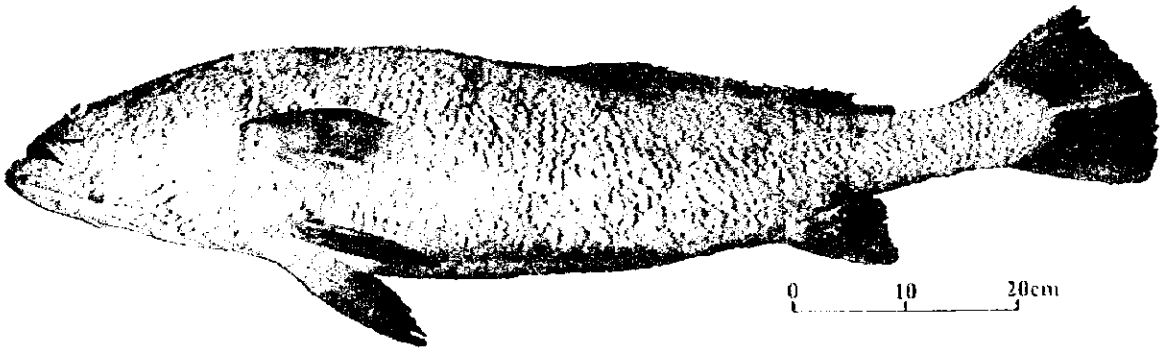
Filhote ***Brachyplatystoma filamentosum***



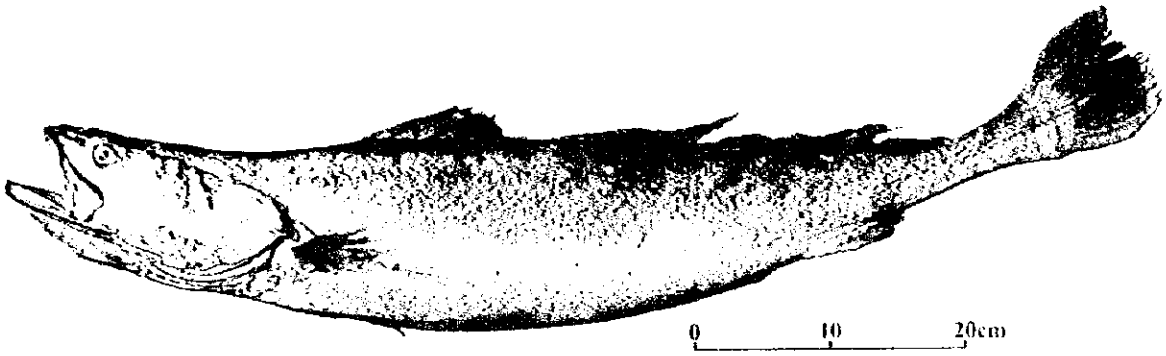
Dourada ***Brachyplatystoma flavicans***



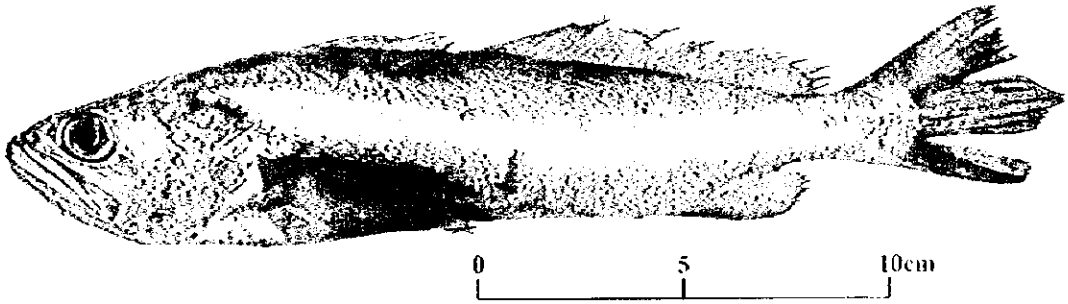
Piramutaba ***Brachyplatystoma vaillantii***



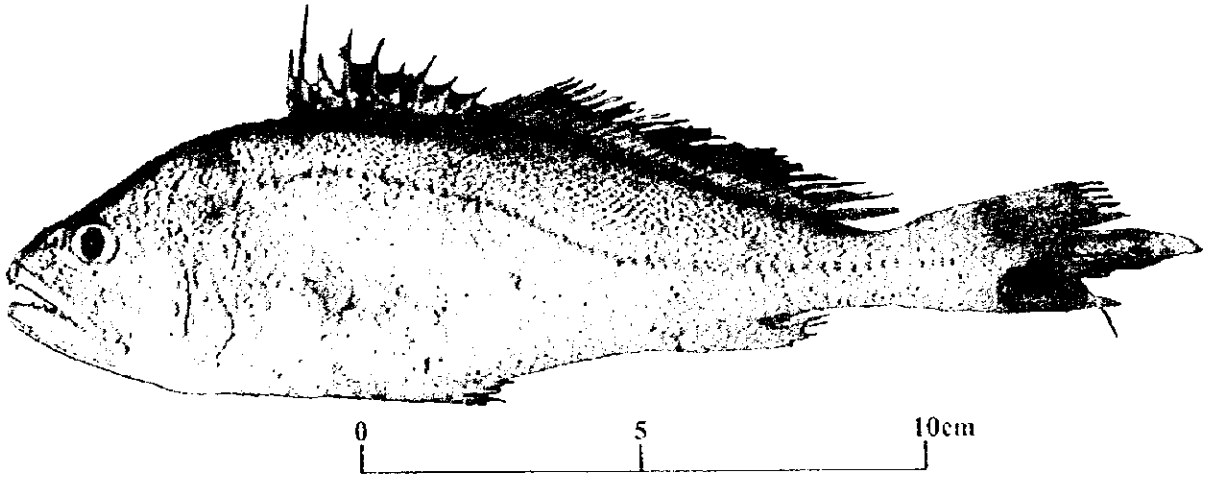
Pescada amarela *Cynoscion acoupa*



Corvina *Cynoscion virescens*



Pescadinha go *Macrodon ancylodon*



Pescada branca *Plagioscion squamosissimus*

目　　次

頁

1. 緒論 1

2. 調査概要 3
   2.1. 調査目的 3
   2.2. 調査範囲 3
   2.3. 調査期日と期間 3
   2.4. 調査船 4
   2.5. 使用漁具 4
   2.6. 参加機関 4

3. 調査方法 5
   3.1. 海上調査 5
   3.2. 研究室での調査 7
   3.3. 陸上調査 7

4. データの収得状況 8
   4.1. 海上調査 8
   4.2. 研究室での調査 9
   4.3. 陸上調査 10

5. 調査結果 11
   5.1. 海上調査 11
      a) 重要魚種の分布と現存資源量 11
      b) 重要魚種の生物学 16
      c) 海洋環境 22
   5.2. 研究室での調査 25
      a) 年齢形質の選定 25
      b) 採取部位の選定 25
      c) 年齢形質の大きさと体長との関係 25
      d) 輪紋形成の対応性 26
      e) 輪紋の形成時期 27
      f) 体長組成からの年級解析 27
      g) 結論 28
   5.3. 陸上調査 29
      a) 統計資料から得られたブラジル北部の水産業概況 29
      b) 聞き取りから得られたアマゾン河口域の水産業実態 30
      c) 重要魚種の商品サイズ 31
      d) アマゾン河口域の水産経済の諸問題 31

頁

6. 既開発資源の評価 33
6.1. 既開発資源の現状 33
a) 企業漁業の漁獲統計 33
b) 資源調査 34
6.2. 既開発資源の評価 35
a) 漁獲量と漁獲対象資源量 35
b) CPUE 37
c) まとめ 39
6.3. 今後の調査・研究の進め方 41

7. 未利用・未開発の水産資源 43
7.1. 未利用資源とその利用 43
7.2. 未開発資源の開発の可能性 43

8. アマゾン河口域の底魚資源の管理に関する指針 45
8.1. 水産資源の特徴 45
8.2. 資源管理の考え方 45
8.3. 資源管理の動向 45
8.4. 漁業および資源の総括 46
a) 全般的に 46
b) 小規模漁業に関して 46
c) 企業漁業に関して 46
8.5. 水産資源の管理に関する提言 47
a) 資源生物学的な観点から 47
b) 社会経済的な観点から 48
c) 漁業規制 49
8.6. 資源の合理的利用と漁業管理の方向 51
a) ピラムターバ漁場に関する特別な提言 51
b) アマゾン河口域の漁業に関する総括的な提言 51

表　一　覧

頁

表 1.　調査期日と期間 4
表 2.　各層の面積、ブロック数、そして計画トロール点数 5
表 3.　トロール網による掃海面積 8
表 4.　生物学的調査の標本数 9
表 5.　年齢形質標本数と輪紋測定標本数 10
表 6.　河川性魚種の層別平均密度 11
表 7.　海洋性魚種の層別平均密度 12
表 8.　重要魚種の資源量評価 15
表 9.　重要魚種の体長組成の要約 ..... 17 - 18
表 10.　重要魚種の体長－体重関係 19
表 11.　重要魚種の性比 20
表 12.　雌のサイズグループ別成熟状況 21
表 13.　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 32
表 14.　重要７魚種の漁獲対象資源量 36
表 15.　底魚類を対象とした資源調査結果一覧 40

図　一　覧

頁

図 1.　収得データの解析フロー 2
図 2.　調査海域、調査単位（3分平方ブロック）、そして無作為抽出によるトロール地点位置 6
図 3.　河川性魚種ピラムターバ *Brachyplatystoma vaillantii* の密度（kg/km²）分布 13
図 4.　海洋性魚種オオカミニベ *Macrodon ancylodon* の密度（kg/km²）分布 14
図 5.　海底（底上 1m）の塩分の分布概要 24
図 6.　ピラムターバ *Brachyplatystoma vaillantii* の椎体半径－尾叉長関係 25
図 7.　オオカミニベ *Macrodon ancylodon* の耳石半径－全長関係 26
図 8.　ピラムターバ *Brachyplatystoma vaillantii* の輪群別椎体半径－輪紋半径関係 26
図 9.　オオカミニベ *Macrodon ancylodon* の輪群別耳石半径－輪紋半径関係 26
図 10.　ピラムターバ *Brachyplatystoma vaillantii* の２回の移動平均後の体長頻度分布のコホート解析 27
図 11.　オオカミニベ *Macrodon ancylodon* の１回の移動平均後の体長頻度分布のコホート解析 28
図 12.　ピラムターバ *Brachyplatystoma vaillantii* のコホート別平均体長に基づく定差図 28
図 13.　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 38

1. 緒　　論

アマゾン河は、淡水の流出量の点からみると世界最大の河川であり、世界中の海洋に注ぐ河川の淡水流入量の合計の約15%を占める（Baumgartner and Reichel, 1975）。アマゾン河は、11月の80,000m^3/sから5月の250,000m^3/sの範囲、平均で$1.8\times10^5 m^3/s$の淡水を赤道直下にある北ブラジル大陸棚 the north Brazilian Shelf 上に放出している（Oltman, 1968; Figueiredo et al., 1991）。この流出量は、年間を通じて河口への海水の侵入を防ぐのに十分なほど大きい。河川水は、河口から100－200km離れた等深線10－20m間の大陸棚沿いの数百kmにわたって存在するフロント帯で初めて海水と遭遇する（Gibbs, 1970; Nittrouer et al., 1986; Geyer et al., 1991）。大陸棚上まで押し広げられたアマゾン河口域は、複雑で活性の高い大陸棚海洋環境を作り出しているため、そこの水産資源の潜在的漁業生産力は高く優良な漁場として期待されてきた。

1960年末にブラジル国政府の奨励によりパラ州ベレン市を中心に設立された企業漁業は、アマゾン河口域の主に淡水域に大きな群れを作るピラムターバを対象とした大型底曳網漁業を発展させてきたが、ピラムターバの漁獲量は1977年を最大に、それ以降減少してきており、その資源に対する過剰な開発が指摘されている。しかし、現在に至るまでアマゾン河口域および近傍の沿岸海域のピラムターバをはじめとする主要な商業重要種の資源に関する調査・研究はなされていない。

このため1994年にブラジル国は、アマゾン河口域の水産資源の現況評価と持続的な開発を目指す管理指針策定を目的に、それに係わる調査の実施を日本国に要請した。その結果、1996年（第1フェーズ）と1997年（第2フェーズ）の各々の雨季と乾季に日本国国際協力事業団（JICA）、パラエンセ・エミリオ・ゲルディ博物館／国家科学技術推進審議会(MPEG／CNPq)、北伯漁業調査開発センター／ブラジル環境・再生天然資源院（CEPNOR／IBAMA）の三者の共同でアマゾン河口水産資源調査が実施された。

本調査は、(1) 海上調査、(2) 研究室での調査、(3) 陸上調査から構成された。第1回目の調査にあたる1996年の雨季における海上調査は、ブラジル国内の諸事情により中止となった。これら調査から得られた諸データは、最終目的である水産資源の管理指針策定のため、可能な範囲内において解析された（図1）。

本要約は、アマゾン河口水産資源調査報告書の各章の内容（項目、図表、そしてそれらに関する記述）のかなりの部分を省略、あるいは集約してまとめられたものではあるが、本調査を理解する上での必要最小限の内容を包含する。

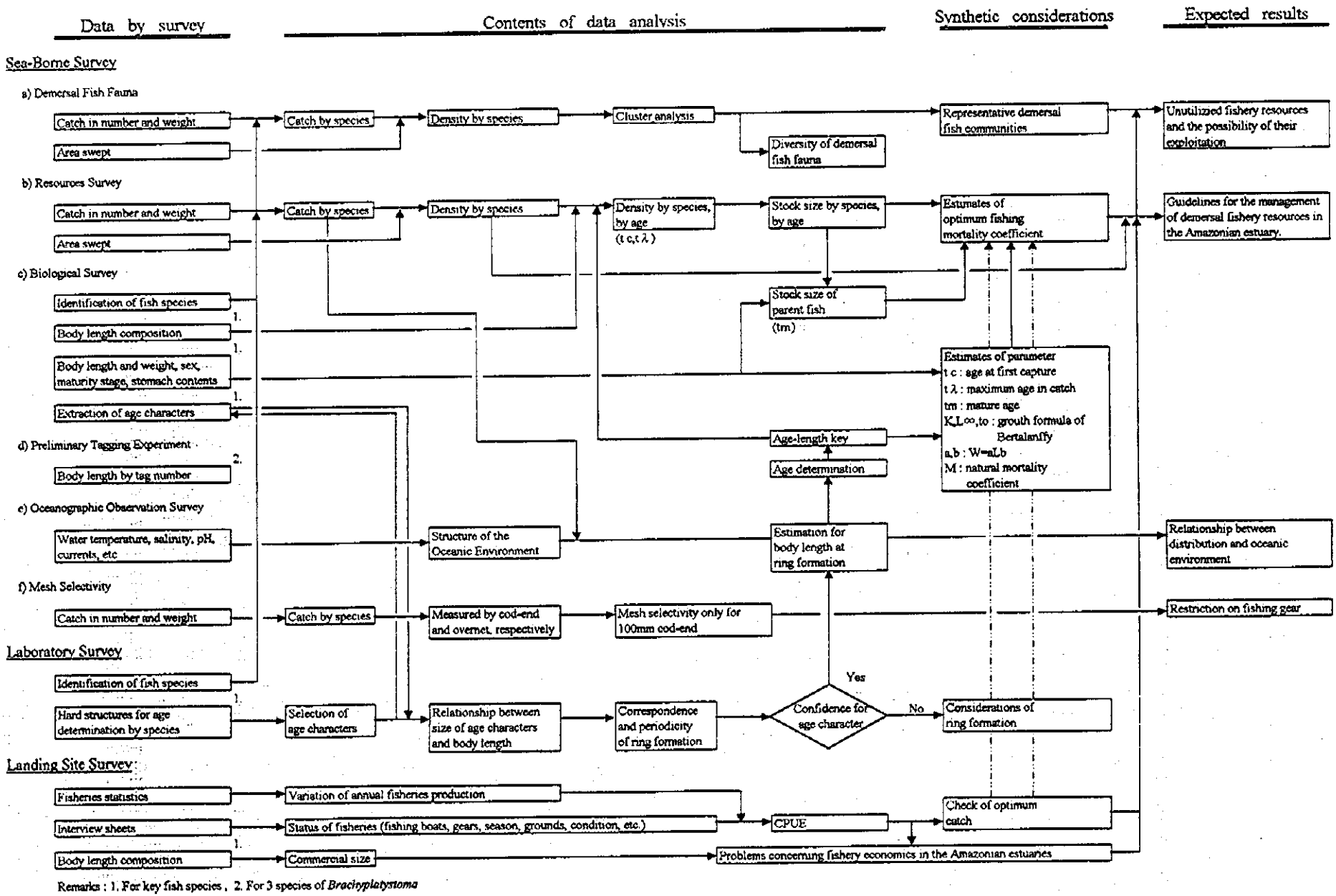


図 1.　収得データの解析フロー

2. 調 査 概 要

2.1. 調 査 目 的

調査目的は以下に示す通りである：

a) 重要７魚種：ピラムターバ *Brachyplatystoma vaillantii*、ドラーダ *B. flavicans*、フィリョッテ *B. filamentosum*、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*、そしてグリジューバ *Arius parkeri*（巻頭のカラー写真を参照）の資源量評価

b) 重要７魚種の地理的分布、体長組成、そして諸生物学的特性に関するデータの収集

c) 重要７魚種の年齢査定技術の確立

d) 水温・塩分等の海洋環境データの収集

e) 水産業の現状把握と問題点抽出

f) 既開発資源の評価、未利用・未開発資源の利用と開発の可能性の検討、そして底魚資源管理の指針の策定

2.2. 調 査 範 囲

海上調査の調査範囲は、北緯 0° 05′－2° 30′と西経 47° 50′－50° 30′の範囲内で Cabo Norte と Cabo Maguari を結ぶ線より海側の水深 5－50m 間である（図２参照）。

陸上調査の調査地点は、アマゾン河流域と河口域の漁村、水産物水揚げ港、そして水産物市場である。

2.3. 調 査 期 日 と 期 間

調査項目ごとの調査期日と期間は表１に示す通りであった。

表1. 調 査 期 日 と 期 間

Year (Phase)	Season	Sea-Borne Survey	Laboratory Survey	Landing Site Survey
1996 (1)	Rainy	(discontinuance)	18 Feb. – 19 Apr.	27 Feb. – 2 Apr.
	Dry	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.
1997 (2)	Rainy	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	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.

2.4. 調 査 船

JICA 用船のピラムターバ漁船 2 隻、マリル (75GRT、350HP、22m Length) とクルスタマル V (99GRT、375HP、22m Length) が改装の上、調査船として使用された。

2.5. 使 用 漁 具

グランド・ロープ長 58.2 m、ヘッド・ロープ長 50.2 mの底曳トロール網が使用された。この網の仕様は、現在企業漁業がピラムターバ用に使用しているものと同じである。また、調査ではコッド・エンドの周囲にカバーネットが装着され、若齢魚と小型魚のコッド・エンドの網目通過が調べられた。

2.6. 参 加 機 関

以下の機関が本調査に参加した。

a) 海 上 調 査：三洋テクノマリン株式会社 (STM) ／JICA、MPEG／CNPq、CEPNOR／IBAMA、ブラジル国海軍省、セントラル・ペスカ有限会社

b) 研究室での調査：STM／JICA、MPEG／CNPq、CEPNOR／IBAMA

c) 陸 上 調 査：STM／JICA、MPEG／CNPq

3. 調 査 方 法

3.1. 海 上 調 査

a) 資源調査

調査海域は、5－10m、10－20m、そして 20－50m の三つの水深帯に層化され、さらに 1,330 個の 3分（約３海里）平方ブロックに区分された。計画トロール点は合計 120 点であり、各層の面積に比例して配分された。トロール点（ブロック）は、無作為抽出法によって選定され、それぞれのブロック内で 30 分間の曳網が計画された（表 2； 無作為抽出されたトロール点位置の例として 1996 年の第 1 フェーズ乾季調査を図 2 に示した）。

表 2. 各層の面積、ブロック数、そして計画トロール点数

Stratum (isobath range)	Area in km^2	Number of 3'-square blocks	Planned number of trawl 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.

面積拡大法が資源量評価に適用された。トロール調査の結果（漁獲量はコッド･エンドとカバーネットの合計値を使用）に基づき、資源量、標準誤差、変動係数は次式によって計算された。

$$dij = Xij / aij$$

$$Bi = Ai \cdot \overline{di}$$

$$SBi = Ai \frac{Sdi}{\sqrt{ni}}$$

$$B = \sum Bi$$

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

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

ただし、dij ：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）

Xij ：i 番目層の j 番目点における漁獲量（kg）

aij ：i 番目層の j 番目点における掃海面積（km^2）

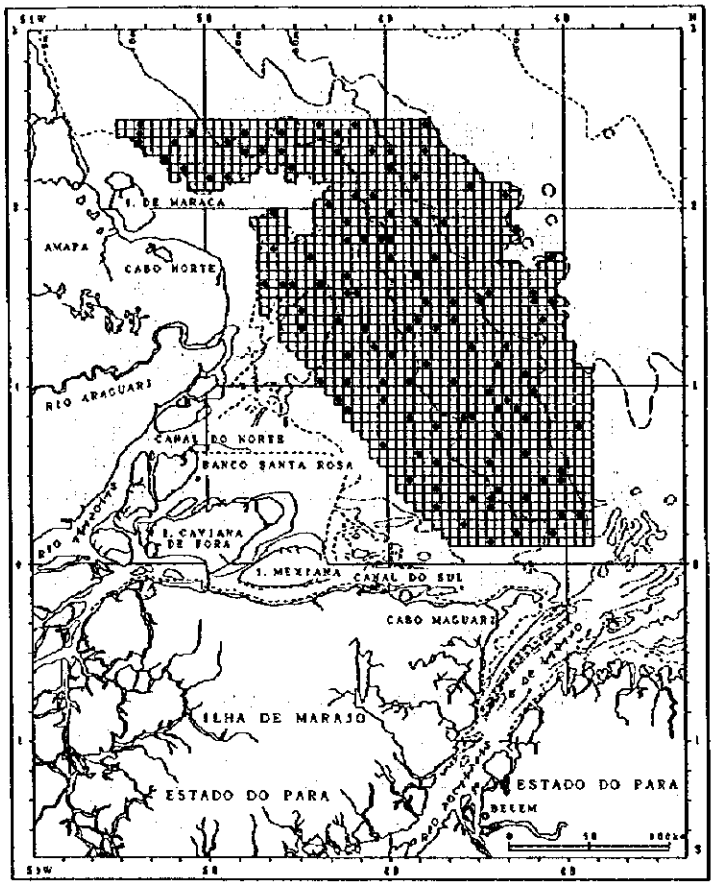


図 2. 調査海域、調査単位（3 分平方ブロック）、そして無作為抽出によるトロール地点位置（例として第 1 フェーズ乾季調査を示した）

Bi : i 番目層の資源量 (kg)

Ai : i 番目層の面積 (km^2)

$\overline{di}$: i 番目層の平均密度 (kg/km^2)

SBi : i 番目層の資源量の標準誤差

Sdi : i 番目層の密度の標準偏差

ni : 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 網当たりの掃海面積は、曳網距離と袖先網の幅から計算された。この解析の際、網の進行方向にいる全ての魚は漁獲され、またペンネット・ワープの駆魚効果 herding effect は無視するものと仮定した。さらに、ヘッド・ロープ（海底上 4－5m）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ものと考えられた。

b) 生物学的調査

重要 7 魚種のそれぞれの (1) コッド・エンドとカバーネット別の最大 100 標本の体長分布測定と (2) 最大 20 標本の生物学的多項目測定（体長、体重、性別、雌の成熟度、胃内容物、また、この測定には年齢形質の採取が含まれる）が各トロール点で計画された。

c) 標識放流予備試験

工程が許す限り、*Brachyplatystoma* 属 3 種の標識放流が計画された。

d) 海洋観測

鉛直方向の水温・塩分（STD 使用）、表層の pH（pH メータ使用）、流況（ドップラー流速計使用）の観測が各トロール点で計画された。また、同時に海上気象の目視観測も計画された。

3.2. 研究室での調査

a) 年齢形質の選定

重要７魚種のそれぞれの最適な年齢形質を選定するために硬組織（棘条・脊椎骨・鱗・耳石・鰓蓋骨）が調べられた。

b) 採取部位の選定

硬組織のうち脊椎骨と鱗について年齢形質として最適な採取部位が調べられた。

c) 年齢形質標本の処理および作製

重要７魚種ごとに選定された年齢形質（硬組織）の標本は諸過程の処理を経て作製された。

d) 輪紋の測定

年齢形質標本のうち比較的に明瞭な輪紋の形成が確認された脊椎骨（椎体）と耳石について、それらの輪紋数と各輪紋の半径が測定された。

3.3. 陸上調査

a) 水産統計資料収集

各種の水産統計資料が収集されブラジル国、ブラジル北部、そしてパラ州の水産業概況が調べられた。

b) 聞き取り調査

アマゾン河口域を中心とした水産業実態（漁業の概要と傾向、水産物価格、水産物仲買人の役割など）が聞き取り用紙を使用して調べられた。

c) 体長組成調査

重要７魚種の商品サイズ分布が測定された。

4. データの収得状況

4.1. 海上調査

a) 資源調査

実施トロール点数は、第1フェーズ（1996年）雨季調査0点、同フェーズ乾季調査111点（うち5－10m層：52点、10－20m層：47点、20－50m層：12点）、第2フェーズ（1997年）雨季調査120点（同様に55点、52点、13点）、同フェーズ乾季調査120点（同様に55点、50点、15点）であった。これらの実施点位置は、数例を除いて計画トロール点位置に一致した。

なお、曳網距離と袖先間隔は全点で記録された。これらデータに基づく1曳網当たり平均掃海面積は表3に示す通りであった。

表3. トロール網による掃海面積 (km^2)

Area swept	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

第2フェーズ乾季調査の平均掃海面積は、先の二つの調査のそれらより0.014km^2ほど小さかった。また、第2フェーズ乾季調査の平均網口高さ（3.9m）は、他の二つの調査のそれら（4.8mと4.7m）より1mほど低かった。これらの違いは、第2フェーズ乾季調査と先の二つの調査間の資源量評価に僅かばかりの違いを生じさせる原因となるものと考えられた。

b) 生物学的調査

重要7魚種に関する体長分布測定（体長組成データ）と生物学的多項目測定の標本数は表4に示す通りであった。

表4.　生物学的調査の標本数

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

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

c) 標識放流予備試験

標識放流の実施点数は、第2フェーズ雨季調査9点、同フェーズ乾季調査7点であった。放流地点は、アマゾン河の南北水道間前面の5－10m層（数点は北水道沖の10－20m層）であった。放流標本数は、ピラムターバ *Brachyplatystoma vaillantii* 830標本（雨季調査430標本、乾季調査400標本）、ドラーダ *B. flavicans* 172標本（雨季調査169標本、乾季調査3標本）、そしてフィリョッテ *B. filamentosum* 3標本（全て雨季調査）の合計1,005標本（雨季調査602標本、乾季調査403標本）であった。

現在まで、放流魚の再捕は確認されていない。

d) 海洋観測

水温、塩分、pH、そして海上気象は全点で観測された。流向と流速の観測は全点で実施されたが、それらの測得可能な測点は第1フェーズ乾季調査72点、第2フェーズ雨季調査107点、そして同フェーズ乾季調査97点であった。

4.2.　研究室での調査

重要7魚種のそれぞれの年齢形質標本数と輪紋測定標本数は表5に示す通りであった。

表 5. 年齢形質標本数と輪紋測定標本数. Number of specimens used for the measurement of rings indicated in parentheses.

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

4.3. 陸 上 調 査

a) 水産統計資料収集

収集された主な水産統計資料は、ブラジル地理統計院 IBGE の水産統計（1980－1990）と IBAMA の CAMARÃO NORTE e PIRAMUTABA（1994）であった。

b) 聞き取りまたは体長組成調査

両調査、あるいはどちらか一つの調査が実施された地点数は、アマゾン河口域を中心に 28 地点（河口より上流のマナウス、イランドゥーバ、オビドス、サンタレンを含む）であった。聞き取り調査の合計件数は 218 件であった。体長測定の合計標本数は、ピラムターバ *Brachyplatystoma vaillantii* 4,601 標本、ドラーダ *B. flavicans* 2,198 標本、フィリョッテ *B. filamentosum* 167 標本、ペスカーダ・ブランカ *Plagioscion squamosissimus* 2,652 標本、ペスカーダ・アマレーラ *Cynoscion acoupa* 370 標本、オオカミニベ *Macrodon ancylodon* 900 標本、そしてグリジューバ *Arius parkeri* 213 標本であった。

5. 調 査 結 果

5.1. 海 上 調 査

a) 重要魚種の分布と現存資源量

各トロール点における漁獲重量を反映した分布図は、1km^2 に修正した上で示される。また、重量による資源量は、3.1.a で述べた方法で計算された。

a-1) 分布

重要7魚種の分布様式は、水深によって次の二つのグループに分けられた。

(1) 主に 10m 以浅に分布するグループで、ここでは河川（淡水）性魚種と呼ぶ：ピラムターバ *Brachyplatystoma vaillantii*、ドラーダ *B. flavicans*、フィリョッテ *B. filamentosum*、そしてペスカーダ・ブランカ *Plagioscion squamosissimus*。

(2) 主に 10m 以深に分布するグループで、ここでは海洋（海水）性魚種と呼ぶ：ペスカーダ・アマレーラ *Cynoscion acoupa*、オオカミニベ *Macrodon ancylodon*、そしてグリジューバ *Arius parkeri*。

後述するように等深線 10m 付近には海底塩分フロントが存在していることから、この二つのグループの混在分布域あるいは分布境界はこのフロント帯であるといっても良いだろう。

河川性4魚種のうち分布域が広く、その密度（kg／km^2）が高いものはピラムターバであった。本種は雨季により広く分布し、その密度の高い測点も多かった。密度の高い測点は、アマゾン河口域の岸寄りに分布していた（表6、図3）。

表 6. 河川性魚種の層別平均密度（kg／km^2）

Key fish species	Stratum (isobath range)	Phase 1 Dry Season	Phase 2 Rainy Season	Phase 2 Dry Season
Piramutaba	5−10m	88	684	212
Brachyplatystoma vaillantii	10−20m	53	95	5
Dourada	5−10m	68	150	136
Brachyplatystoma flavicans	10−20m	7	45	16
Filhote	5−10m	2	3	(0.4)
Brachyplatystoma filamentosum	10−20m	(0.1)	0	0
Pescada branca	5−10m	1	9	3
Plagioscion squamosissimus	10−20m	0	0	0

None of those 4 species occurred in 20−50m stratum.

海洋性３魚種のうち分布域が広く、その密度（kg／km²）が高いものはオオカミニベであった。本種は、アマゾン河口域岸寄り（ピラムターバの密度の高い測点が見られた海域）を除くほとんど全ての海域に出現していた。その密度の高い測点は、第２フェーズ雨季には10m以深の海域に散在分布していたのに対し、同フェーズ乾季には調査海域南部の10－20m層に集中していた（表7、図4）。

表 7. 海洋性魚種の層別平均密度（kg／km²）

Key fish species	Stratum (isobath range)	Phase 1 Dry Season	Phase 2 Rainy Season	Phase 2 Dry Season
Pescada amarela	5－10m	4	4	20
Cynoscion acoupa	10－20m	18	22	50
	20－50m	15	8	15
Pescadinha go	5－10m	11	86	11
Macrodon ancylodon	10－20m	77	199	228
	20－50m	20	301	107
Gurijuba	5－10m	39	69	137
Arius parkeri	10－20m	120	137	179
	20－50m	17	33	70

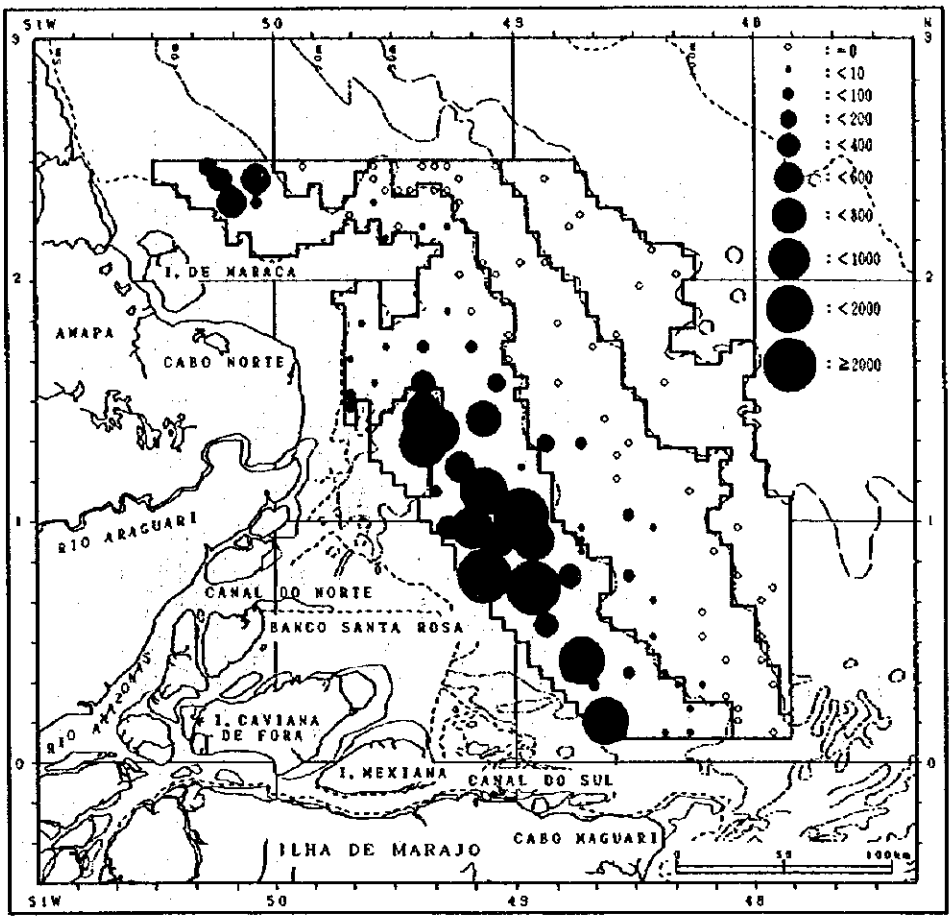
a-2）資源量

重要魚種の資源量評価は表８に示される。

河川性４魚種ピラムターバ、ドラーダ、フィリョッテ、そしてペスカーダ・ブランカの資源量はアマゾン河の流出量が多い雨季に大きく、それが少ない乾季に小さかった。また、それらの資源量の大部分は季節に関わりなく5－10m層にみられた。４魚種のうち資源量が最大のものはピラムターバであった。ピラムターバの合計資源量は季節間差が非常に大きく、雨季が13,260 t、乾季が2,341 tと3,723 tであった。フィリョッテとペスカーダ・ブランカの資源量は非常に小さく、調査を通じて7－157 tであった。

海洋性３魚種のうちペスカーダ・アマレーラとグリジューバの資源量は、時系列的に増加していた。第２フェーズ乾季のペスカーダ・アマレーラとグリジューバの資源量（各々1,279 t、5,824 t）は、第１フェーズ乾季のそれら（496 tと2,722 t）の２倍以上であった。オオカミニベの雨季の資源量7,406 tは、先の乾季より6,000 tほど、後の乾季より3,000 tほど大きかった。これら３魚種のそれぞれの合計資源量の50－80%（雨季のオオカミニベでは40%）は10－20m層にみられた。

(A)



(B)

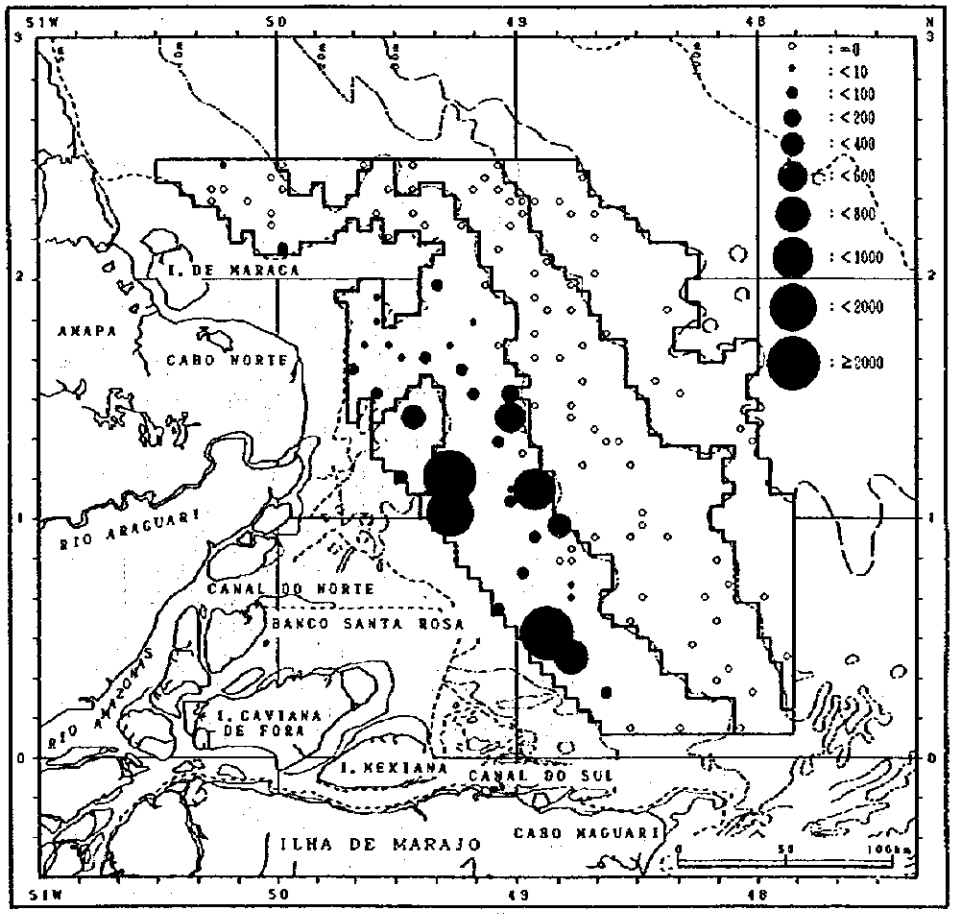


図 3. 河川性魚種ピラムターパ *Brachyplatystoma vaillantii* の密度（kg／km²）分布. (A) 第 2 フェーズ雨季調査； (B) 第 2 フェーズ乾季調査

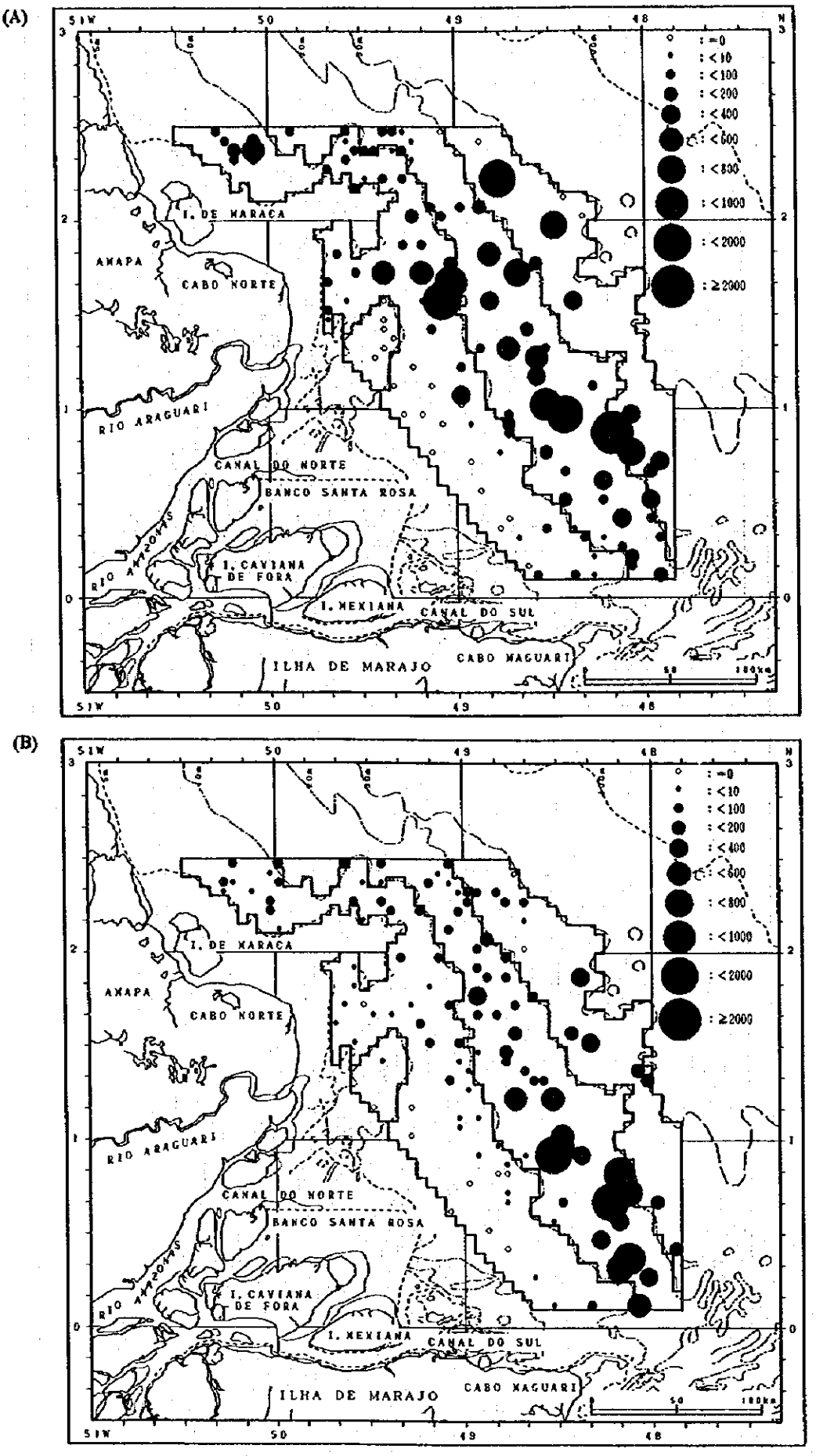


図 4. 海洋性魚種オオカミニベ *Macrodon ancylodon* の密度（kg／km²）分布. (A) 第 2 フェーズ雨季調査； (B) 第 2 フェーズ乾季調査

表 8. 重要魚種の資源量評価

Key fish species	Stratum (isobath range in m)	Stock size in tonnes		
		Phase		
		1	2	
		Dry Season	Rainy Season	Dry Season
Piramutaba	5－10	1,510	11,770	3,648
Brachyplatystoma vaillantii	10－20	831	1,490	75
	Total	2,341	13,260	3,723
	95% confidence interval	±1, 962	±9, 980	±3, 764
	Coefficient of variation	37%	33%	45%
Dourada	5－10	1,164	2,577	2,336
Brachyplatystoma flavicans	10－20	107	703	246
	Total	1,271	3,280	2,582
	95% confidence interval	±730	±1, 684	±1, 587
	Coefficient of variation	24%	22%	27%
Filhote	5－10	29	53	7
Brachyplatystoma filamentosum	10－20	2	0	0
	Total	31	53	7
	95% confidence interval	±38	±55	±13
	Coefficient of variation	53%	44%	87%
Pescada branca	5－10	21	157	43
Plagioscion squamosissimus	95% confidence interval	±30	±135	±42
	Coefficient of variation	65%	38%	43%
Pescada amarela	5－10	64	67	349
Cynoscion acoupa	10－20	289	339	790
	20－50	143	71	140
	Total	496	477	1,279
	95% confidence interval	±304	±333	±684
	Coefficient of variation	38%	33%	26%
Pescadinha go	5－10	184	1,481	182
Macrodon ancylodon	10－20	1,214	3,127	3,586
	20－50	182	2,798	991
	Total	1,580	7,406	4,759
	95% confidence interval	±578	±2, 511	±1, 899
	Coefficient of variation	17%	18%	18%
Gurijuba	5－10	678	1,178	2,363
Arius parkeri	10－20	1,889	2,157	2,813
	20－50	155	310	648
	Total	2,722	3,645	5,824
	95% confidence interval	±1, 093	±1, 372	±1, 578
	Coefficient of variation	17%	17%	14%

Area by stratum: 17,200km^2 (5-10m), 15,700km^2 (10-20m), 9,300km^2 (20-50m), and 42,200km^2(total).

また、重要魚種以外で調査を通じて合計資源量の大きかった魚種は *Arius* 属3種：カワリハマギギ *A. grandicassis*、クラカケハマギギ *A. quadriscutis*、ジュルピランガ *A. rugispinis*、そしてホソナガニベ *Cynoscion virescens* であった（巻頭のカラー写真を参照）。

b) 重要魚種の生物学

b-1) 体長組成

重要魚種の体長組成の特徴は、アマゾン河口水産資源調査報告書に図示される体長組成（階級別頻度分布：オオカミニベ 1cm 間隔、その他6魚種 2cm 間隔の体長階級）からとりまとめられ表9に示される。

河川性4魚種の体長は、調査を通じてピラムターバが 2－70cm、ドラーダが 4－84cm、フィリョッテが 14－68cm、そしてペスカーダ・ブランカが 6－68cm の範囲にあった。各季の全体の平均体長は、ピラムターバが 25－29cm、ドラーダが 47－49cm、フィリョッテが 34－43cm、そしてペスカーダ・ブランカが 21－35cm の範囲にあり、ピラムターバを除いては雨季に大きかった。ピラムターバの平均体長は、時系列的に小さくなっていた。ピラムターバとドラーダの層別平均体長は、5－10m 層で大きかった。サンプル数の少ないフィリョッテを除く3魚種の体長分布様式は、poly-modal 型であった。各季の全体の優勢モードは、ピラムターバが 14－24cm 間、ドラーダが 58－66cm 間、そしてペスカーダ・ブランカが 10－14cm 間に出現しており、雨季にそれらのモード階級は大きかった。

海洋性3魚種の体長は、調査を通じてペスカーダ・アマレーラが 64－120cm、オオカミニベが 2－40cm、そしてグリジューバが 12－134cm の範囲にあった。各季の全体の平均体長は、ペスカーダ・アマレーラが 95－96cm、オオカミニベが 17－18cm、そしてグリジューバが 50－53cm の範囲にあり、それらの季節較差は大きくなかった。これら3魚種のそれぞれの層別平均体長は、浅い層から深い層にかけて大きくなる傾向にあった。体長分布様式は、ペスカーダ・アマレーラとグリジューバが poly-modal 型、そしてオオカミニベが mono-modal 型であった。各季の全体の優勢モードは、ペスカーダ・アマレーラが 98－120cm 間、オオカミニベが 15－18cm 間、そしてグリジューバが 28－30cm 間（雨季）と 40－46cm 間（乾季）に出現していた。これら魚種の各季各層の優勢モードは明らかに水深依存しており、深い層ほど大きな階級に出現していた。

また、ペスカーダ・アマレーラを除く重要6魚種では幼若魚（漁獲対象外サイズ）の資源加入が認められた。

表 9. 重要魚種の体長組成の要約

(1) Piramutaba *Brachyplatystoma vaillantii*

Survey season	Stratum (isobath range)	Total number of specimens	Fork length in cm Range	Fork length in cm Mean	Distribution pattern	Dominant modal class (cm)
Phase 1 Dry	5 - 10 m	9,153	4 – 68	29	poly-modal	14 – 16
	10 - 20 m	5,808	6 – 52	29	poly-modal	20 – 22
	5 - 20 m	14,961	4 – 68	29	poly-modal	14 – 16
Phase 2 Rainy	5 - 10 m	86,009	4 – 70	28	poly-modal	22 – 24
	10 - 20 m	12,644	4 – 68	24	poly-modal	10 – 12
	5 - 20 m	98,653	4 – 70	28	poly-modal	22 – 24
Phase 2 Dry	5 - 10 m	37,134	2 – 68	25	poly-modal	14 – 16
	10 - 20 m	793	6 – 60	23	poly-modal	16 – 18
	5 - 20 m	37,927	2 – 68	25	poly-modal	14 – 16

(2) Dourada *Brachyplatystoma flavicans*

Survey season	Stratum (isobath range)	Total number of specimens	Fork length in cm Range	Fork length in cm Mean	Distribution pattern	Dominant modal class (cm)
Phase 1 Dry	5 - 10 m	1,973	6 – 82	47	poly-modal	58 – 60
	10 - 20 m	315	10 – 66	42	poly-modal	60 – 62
	5 - 20 m	2,288	6 – 82	47	poly-modal	58 – 60
Phase 2 Rainy	5 - 10 m	4,722	6 – 80	49	poly-modal	64 – 66
	10 - 20 m	1,184	6 – 84	49	poly-modal	58 – 60
	5 - 20 m	5,906	6 – 84	49	poly-modal	64 – 66
Phase 2 Dry	5 - 10 m	4,657	4 – 82	49	poly-modal	62 – 64
	10 - 20 m	656	6 – 70	40	poly-modal	6 – 8
	5 - 20 m	5,313	4 – 82	48	poly-modal	62 – 64

(3) Filhote *Brachyplatystoma filamentosum*

Survey season	Stratum (isobath range)	Total number of specimens	Fork length in cm Range	Fork length in cm Mean	Distribution pattern	Dominant modal class (cm)
Phase 1 Dry	5 - 10 m	10	60 – 62	61	–	–
	10 - 20 m	20	14 – 28	21	–	–
	5 - 20 m	30	14 – 62	34	–	–
Phase 2 Rainy	5 - 10 m	129	14 – 68	43	–	62 – 64
Phase 2 Dry	5 - 10 m	30	28 – 48	37	–	–

(4) Pescada branca *Plagioscion squamosissimus*

Survey season	Stratum (isobath range)	Total number of specimens	Total length in cm Range	Total length in cm Mean	Distribution pattern	Dominant modal class (cm)
Phase 1 Dry	5 - 10 m	207	8 – 58	21	poly-modal	10 – 12
Phase 2 Rainy	5 - 10 m	568	8 – 68	35	poly-modal	12 – 14
Phase 2 Dry	5 - 10 m	385	6 – 66	21	poly-modal	10 – 12

Table 9. Continued

(5) Pescada amarela *Cynoscion acoupa*

Survey season	Stratum (isobath range)	Total number of specimens	Total length in cm Range	Total length in cm Mean	Distribution pattern	Dominant modal class (cm)
Phase 1 Dry	5 - 10 m	35	68 – 94	82	–	92 – 94
	10 - 20 m	91	88 – 104	98	–	102 – 104
	20 - 50 m	24	88 – 114	101	–	–
	5 - 50 m	150	68 – 114	95	poly-modal	102 – 104
Phase 2 Rainy	5 - 10 m	30	70 – 102	82	–	92 – 94
	10 - 20 m	139	64 – 120	97	poly-modal ?	118 – 120
	20 - 50 m	16	94 – 96	95	–	94 – 96
	5 - 50 m	185	64 – 120	96	poly-modal	118 – 120
Phase 2 Dry	5 - 10 m	164	66 – 112	88	poly-modal	88 – 90
	10 - 20 m	273	70 – 120	99	poly-modal	104 – 106
	20 - 50 m	25	98 – 100	99	–	98 – 100
	5 - 50 m	462	66 – 120	95	poly-modal	98 – 100

(6) Pescadinha go *Macrodon ancylodon*

Survey season	Stratum (isobath range)	Total number of specimens	Total length in cm Range	Total length in cm Mean	Distribution pattern*	Modal class (cm)
Phase 1 Dry	5 - 10 m	23,019	2 – 37	14	mono-modal	13 – 15
	10 - 20 m	81,235	5 – 37	18	mono-modal	17 – 18
	20 - 50 m	4,376	6 – 33	18	mono-modal	18 – 19
	5 - 50 m	108,630	2 – 37	17	mono-modal	17 – 18
Phase 2 Rainy	5 - 10 m	175,921	6 – 32	16	mono-modal	13 – 14
	10 - 20 m	251,102	5 – 40	17	mono-modal	15 – 16
	20 - 50 m	76,887	7 – 36	19	mono-modal	17 – 18
	5 - 50 m	503,910	5 – 40	17	mono-modal	15 – 16
Phase 2 Dry	5 - 10 m	28,679	4 – 35	14	mono-modal	12 – 13
	10 - 20 m	263,668	5 – 40	18	mono-modal	16 – 17
	20 - 50 m	30,813	10 – 32	19	mono-modal	20 – 21
	5 - 50 m	323,160	4 – 40	18	mono-modal	16 – 17

* Some low-peak, poorly defined modes were disregarded.

(7) Gurijuba *Arius parkeri*

Survey season	Stratum (isobath range)	Total number of specimens	Fork length in cm Range	Fork length in cm Mean	Distribution pattern	Dominant modal class (cm)
Phase 1 Dry	5 - 10 m	1,080	18 – 78	46	poly-modal	42 – 44
	10 - 20 m	1,528	20 – 134	57	poly-modal	62 – 64
	20 - 50 m	40	60 – 78	69	–	76 – 78
	5 - 50 m	2,648	18 – 134	53	poly-modal	40 – 42
Phase 2 Rainy	5 - 10 m	1,415	12 – 116	51	poly-modal	28 – 30
	10 - 20 m	2,763	12 – 108	50	poly-modal	28 – 30
	20 - 50 m	207	12 – 74	46	–	40 – 42
	5 - 50 m	4,385	12 – 116	50	poly-modal	28 – 30
Phase 2 Dry	5 - 10 m	3,369	16 – 92	50	poly-modal	42 – 44
	10 - 20 m	3,324	16 – 96	53	poly-modal	44 – 46
	20 - 50 m	236	38 – 86	64	–	–
	5 - 50 m	6,929	16 – 96	52	poly-modal	44 – 46

b-2) 体長－体重関係

重要魚種の体長－体重関係 $W = aL^b \times 10^{-6}$ （W：体重 g、L：体長 cm、a, b：係数）は、相関係数 r と標本数 n とともに図示された（アマゾン河口水産資源調査報告書）。ここでは a、b、r、そして、n が表 10 にまとめられる。

重要魚種の体長－体重の相関関係は、性間差が見られなかったため、両性を結合したデータを用いて求められた。重要魚種の各季（フィリョッテとペスカーダ・アマレーラは３季合計）の相関は非常に高く、またそれらは互いによく似ていた。

表 10. 重要魚種の体長－体重関係

Key fish species	Survey season	$W = aL^b \times 10^{-6}$ a	b	r	n
Piramutaba	Phase 1 Dry	5	3.1512	0.997	286
Brachyplatystoma vaillantii	Phase 2 Rainy	6	3.1276	0.997	995
	Phase 2 Dry	5	3.1498	0.998	460
Dourada	Phase 1 Dry	5	3.1892	0.991	194
Brachyplatystoma flavicans	Phase 2 Rainy	8	3.0608	0.996	440
	Phase 2 Dry	5	3.1161	0.998	310
Filhote	All seasons	9	3.0467	0.995	18
Brachyplatystoma filamentosum					
Pescada branca	Phase 1 Dry	9	2.9914	0.996	21
Plagioscion squamosissimus	Phase 2 Rainy	8	3.0545	0.994	58
	Phase 2 Dry	7	3.0455	0.994	32
Pescada amarela	All seasons	0.6	2.7380	0.957	59
Cynoscion acoupa					
Pescadinha go	Phase 1 Dry	80	3.4155	0.991	1,266
Macrodon ancylodon	Phase 2 Rainy	70	3.4472	0.993	1,762
	Phase 2 Dry	1	3.3493	0.989	1,755
Gurijuba	Phase 1 Dry	2	3.3153	0.987	214
Arius parkeri	Phase 2 Rainy	4	3.1882	0.990	358
	Phase 2 Dry	2	3.2693	0.994	457

b-3) 性比

重要魚種の性比（雌の標本数／雄の標本数）は、表 11 に示される。

重要７魚種のうちフィリョッテ、ペスカーダ・ブランカ、そしてペスカーダ・アマレーラの性別標本数は少ないため、それらの性比の信頼性は低いものと考えられた。これら３魚種を除く４魚種の季別全体性比は、時系列的にピラムターバでは 2.06、0.86、1.04、ドラーダでは 1.18、1.17、1.71、オオカミニベでは 1.08、1.45、1.04、そしてグリジューバでは 1.65、0.86、1.24 であった。これら４魚種のうち層別標本数の比較的に少なかったドラーダを除く３魚種のそれぞれの層別

性比は水深依存していた。ピラムターバの性比は、各季ともに深い層で高かった。オオカミニベの性比は第1フェーズでは深い層ほど高かったが、第2フェーズでは浅い層ほど高かった。グリジューバの性比は、オオカミニベのそれと逆の水深依存を示した。

表11. 重要魚種の性比

Key fish species	Stratum (isobath range)	Phase 1 Dry Season	Phase 2 Rainy Season	Phase 2 Dry Season
Piramutaba *Brachyplatystoma vaillantii*	5－10m	1.55	0.80	1.04
	10－20m	- (Only female)	1.90	1.67
	5－20m	2.06	0.86	1.04
Dourada *Brachyplatystoma flavicans*	5－10m	1.08	1.34	1.75
	10－20m	3.33	0.72	1.39
	5－20m	1.18	1.17	1.71
Filhote *Brachyplatystoma filamentosum*	5－10m	- (Only female)	0.70	2.00
Pescada branca *Plagioscion squamosissimus*	5－10m	1.50	1.21	5.00
Pescada amarela *Cynoscion acoupa*	5－10m	0.33	4.00	1.88
	10－20m	0.60	1.13	0.35
	20－50m	0 (Only male)	- (Only female)	0 (Only male)
	5－50m	0.36	1.50	0.64
Pescadinha go *Macrodon ancylodon*	5－10m	0.84	1.70	2.62
	10－20m	1.10	1.33	1.04
	20－50m	2.21	1.36	0.63
	5－50m	1.08	1.45	1.04
Gurijuba *Arius parkeri*	5－10m	1.88	0.78	1.03
	10－20m	1.70	0.82	1.52
	20－50m	0 (Only male)	1.95	2.79
	5－50m	1.65	0.86	1.24

b-4) 雌の成熟状況

雌のサイズ（小型、中型、そして大型）別頻度（%：（雌／雄＋雌＋不明）×100）と雌の成熟段階別組成は表12に示される。

河川性4魚種のうちペスカーダ・ブランカを除くピラムターバ、ドラーダ、そしてフィリョッテの雌の全てはサイズに関係なく未熟であった。ペスカーダ・ブランカの小型と中型サイズの雌の全ては未熟であったが、大型サイズの雌は未熟、半熟（成熟中）、成熟、放卵後の卵巣を持っていた。

海洋性3魚種のうちオオカミニベとグリジューバの小型サイズの雌の全ては未熟であった。オオカミニベとグリジューバの中型サイズの雌の大部分は未熟であった。オオカミニベの大型雌

の多くは未熟（第１フェーズ乾季と第２フェーズ雨季）、あるいは半熟（第２フェーズ乾季）であった。グリジューバの大型雌の多くは半熟（第１フェーズ乾季）、放卵（第２フェーズ雨季）、そして成熟（第２フェーズ乾季）であった。ペスカーダ・アマレーラの60－120cmサイズの雌の大部分は半熟（第２フェーズ）であった。

また、これら重要７魚種のうちフィリョッテとペスカーダ・アマレーラを除く５魚種の雌の頻度はサイズが大きくなるのに従って高くなっていた。

表 12.　雌のサイズグループ別成熟状況

Key fish species	Size groups (body length range)	Frequency and maturity stage* composition (%)		
		Phase		
		1	2	
		Dry Season	Rainy Season	Dry Season
Piramutaba *Brachyplatystoma vaillantii*	Small size (under 20cm)	6 (I: 100)	14 (I: 100)	11 (I: 100)
	Intermediate size (20-40cm)	27 (I: 100)	36 (I: 100)	52 (I: 100)
	Large size (over 40cm)	76 (I: 100)	55 (I: 100)	42 (I: 100)
Dourada *Brachyplatystoma flavicans*	Small size (under 20cm)	0	5 (I: 100)	1 (I: 100)
	Intermediate size (20-50cm)	43 (I: 100)	50 (I: 100)	59 (I: 100)
	Large size (over 50cm)	55 (I: 100)	55 (I: 100)	62 (I: 100)
Filhote *Brachyplatystoma filamentosum*	-		44 (I: 100)	: from all data
Pescada branca *Plagioscion squamosissimus*	Small size (under 20cm)	0	15 (I: 100)	0
	Intermediate size (20-40cm)	0	27 (I: 100)	0
	Large size (over 40cm)	76 (II: 32, III: 32, IV: 36)	69 (I: 36, II: 19, III: 45)	83 (I: 19, II: 81)
Pescada amarela *Cynoscion acoupa*	60-120cm size	27 (I: 50, II: 25, III: 25)	60 (II: 67, III: 33)	39 (II: 78, III: 22)
Pescadinha go *Macrodon ancylodon*	Small size (under 10cm)	5 (I: 100)	0	0
	Intermediate size (10-20cm)	37 (I: 93, II: 6, III: 1)	40 (I: 100)	34 (I: 78, II: 22)
	Large size (over 20cm)	82 (I: 59, II: 29, III: 10, IV: 2)	78 (I: 83, II: 13, III: 5)	56 (I: 26, II: 56, III: 18)
Gurijuba *Arius parkeri*	Small size (under 40cm)	21 (I: 100)	41 (I: 100)	36 (I: 100)
	Intermediate size (40-80cm)	53 (I: 82, II: 12, III: 5)	39 (I: 87, II: 10, IV: 3)	53 (I: 85, II: 10, III: 3, IV: 2)
	Large size (over 80cm)	79 (I: 13, II: 51, III: 36)	69 (I: 37, II: 7, IV: 56)	79 (I: 3, II: 22, III: 62, IV: 13)

* I: immature, II: semi-mature, III: mature, IV: spent.

b-5) 食性

重要魚種の胃内容物は、出現頻度法によって分析された。

Brachyplatystoma 属３種、ペスカーダ・アマレーラ、そしてグリジューバは魚食性であり、エビもいくらか摂餌していた。ペスカーダ・ブランカは魚とエビを摂餌していた。そして、オオカミニベはエビを主食としていた。

c) 海洋環境

c-1) 水温・塩分

調査を通じて得られた水温は 25.9－30.7℃、そして塩分は 0.05－36.70psu の範囲にあった。これら水温・塩分値のダイヤグラムから４つのクラスター（水塊）が区分された。これら４つの水塊の特徴は以下に示す通りである。

(1) 河川水：　水温 28－29℃（乾季）、27－28.5℃（雨季）と塩分：＜1psu によって区分。等深線 5－20m 間の海域、そして深度 0－15m（10m 以深の出現は、アマゾン河北水道の沖側に限られた）間に分布。

(2) 海洋水：　26－28.5℃と≧35psu によって区分。主に等深線 10－50m 間の海域、そして乾季には表層－海底間、雨季には深度 5m－海底間に分布。

(3) 表層高温水：　29－30.5℃と 0.05－34psu によって区分。主に等深線 5－20m 間の海域、そして乾季には深度 0－12m（多くは 0－5m）間、雨季には深度 0－2m 間に分布。

(4) 混合水：　27－29℃と 1－35psu によって区分。表層から海底まで河川水あるいは海洋水が続く河口域の両端（岸側と沖側）を除く全ての海域、そして深度 0－20m 間に分布。塩分の鉛直分布には河川水と海洋水が鉛直的に均一混合した水柱と塩分躍層を持つ水柱との２つのタイプ。前者は等深線 5－20m 間の海域に出現し、沖側ほど高塩分、後者はほとんど全ての海域に出現し、躍層は海面下数 m－深度 10m（雨季には深度 10m を越える場合もある）間にかけて存在。

河川性と海洋性の底生魚類の分布を強く制限する海底（底上 1m）の塩分の雨季と乾季の分布概要は図５に示される。これら塩分データは２ヶ月にわたる観測で得られたため同時性に乏し

いが海底の塩分分布の特徴は十分示しているものと考えられた。河川水はアマゾン河口域の河口側に、そして海洋水は等深線 20m 付近から沖側の大陸棚にかけて分布していた。河川水は雨季に沖側へ、そして海洋水は乾季に岸側へそれぞれ少しは勢力を強めていた。これら２つの水塊間のおよそ 50－100km 範囲に混合水が分布していた。北緯 2° 以南のアマゾン河口域の等深線 10m 付近は、大陸棚横断方向の塩分変化が大きいことから海底フロントが形成されているものと推測された。特に北緯 1° 付近は強いフロントが存在し、流出河川水の影響が強いと考えられた。

c-2)　表層の pH 分布

調査を通じて得られた表層の pH は、7.05－8.64 の範囲にあった。pH8.0 は、等深線 10－20m 間の海域に出現し、これより岸側ではこの値より低く、これより沖側ではこの値より高かった。

北緯 2° 以北、西経 50° 以西の等深線 5－10m 間の海域の pH は、同水深帯の他の海域のそれらより高かった。

c-3) 流況

観測機器の性能とその測定層の厚さの問題のため、得られた流れのデータは限られた。また、等深線 10m より岸側の流速のデータの多くは妥当性に欠けていたため、ここでは省略した。

表層の流れは、大陸棚横断方向（岸向きあるいは沖向き）が優勢であることから潮汐による支配を強く受けているものと考えられた。底層の流れは沖側で強いようだ。また、調査海域の北部の沖合には比較的に強い北流あるいは北西流が存在しているようだ。最大流速は約 150cm/s であった。データが得られた測点の大部分は底層よりも表層の流れが強いことから鉛直方向のシアーが形成されているものと考えられた。

流向頻度から見た 5－10m 層の流れの特徴は、アマゾン河の流出河川水がそれらの主要成因となっている点であった。

c-4)海上気象

乾季の天候は、ほとんど毎日が晴れ、そして雨季のそれは晴れと曇が概ね半々であった。卓越風は、東寄りの軟風であった。波高は乾季には 0.1－1.25m、雨季には 0.1－0.5m の範囲が優勢であった。

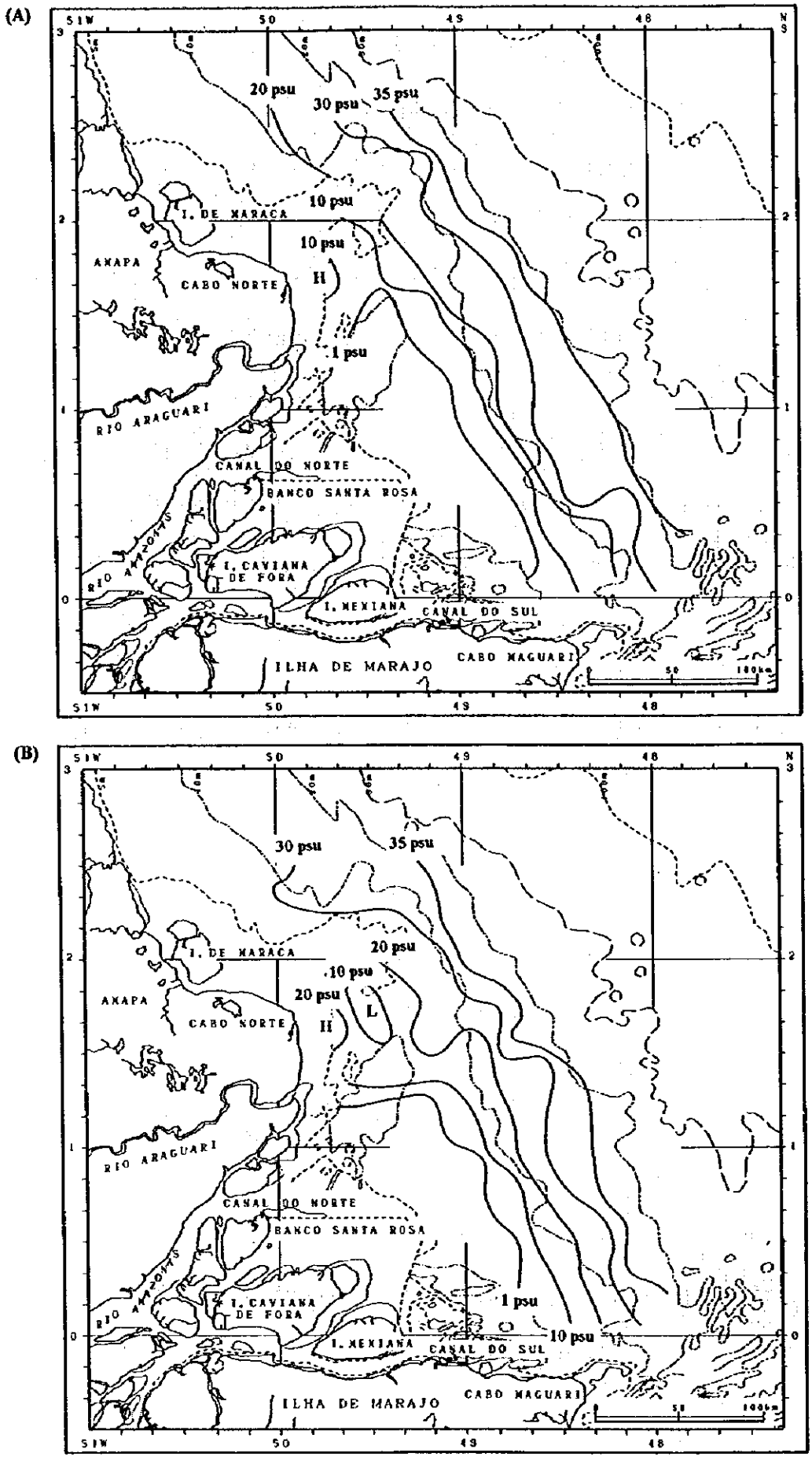


図 5. 海底（底上 1m）の塩分の分布概要. (A) 第 2 フェーズ雨季調査； (B) 第 2 フェーズ乾季調査

5.2. 研究室での調査

a) 年齢形質の選定

ピラムターバ、ドラーダ、フィリョッテ、グリジューバの４種では脊椎骨（椎体）、ペスカーダ・ブランカ、ペスカーダ・アマレーラ、オオカミニベの３種では耳石が年齢形質として選定された。

b) 採取部位の選定

椎体直径が概ね一定になる頭部から 10－20 番目間の一連の脊椎骨が採取部位として選定された。

c) 年齢形質の大きさと体長との関係

椎体半径－尾叉長関係と耳石半径－全長関係は、一次回帰式または指数回帰式で求められ、相関係数の高いものを採用した。それらの結果は次の通りである。

ピラムターバ ：	$FL = 143.41\ CR^{0.784}$	、	r=0.993	（図６）
ドラーダ ：	$FL = 147.49\ CR^{0.809}$	、	r=0.990	
フィリョッテ ：	$FL = 129.14\ CR^{0.853}$	、	r=0.987	
ペスカーダ・ブランカ ：	$TL = 74.51\ OR^{1.064}$	、	r=0.979	
ペスカーダ・アマレーラ ：	$TL = 469.72\ OR^{0.435}$	、	r=0.694	
オオカミニベ ：	$TL = 118.97\ OR^{0.743}$	、	r=0.694	（図７）
グリジューバ ：	$FL = 145.62\ CR^{0.769}$	、	r=0.986	

ただし、 FL ：尾叉長（mm）
TL ：全長（mm）
CR ：椎体半径（mm）
OR ：耳石半径（mm）
r ：相関係数

年齢形質の大きさと体長との相関は、ペスカーダ・アマレーラとオオカミニベを除く５魚種は非常に高かった。一方、ペスカーダ・アマレーラの標本の全長は 60cm 以上に偏っていたこと、またオオカミニベでは耳石が小型

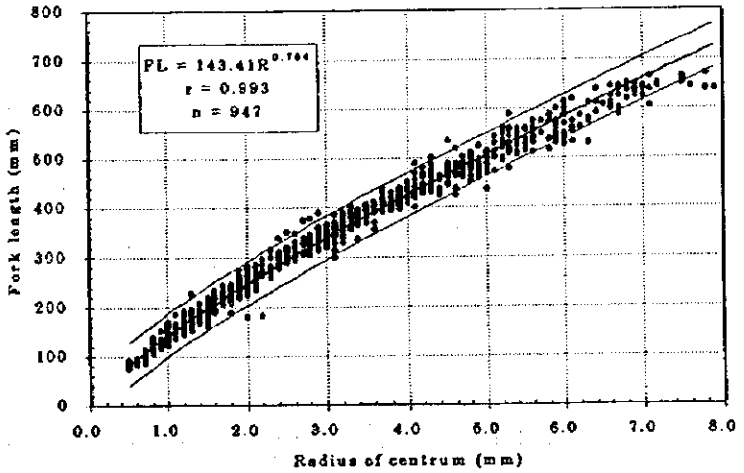


図 6. ピラムターバ *Brachyplatystoma vaillantii* の椎体半径－尾叉長関係

であり測定に誤差を生じ易いことから、その耳石半径－全長関係の相関は低かった。

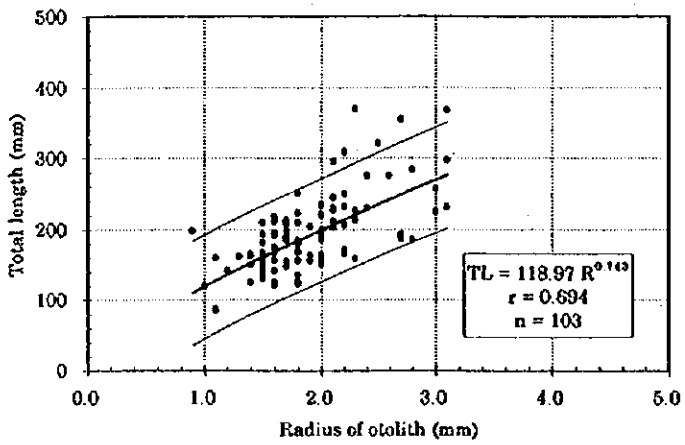


図 7. オオカミニベ *Macrodon ancylodon* の耳石半径－全長関係

d) 輪紋形成の対応性

重要魚種の全てについて輪群別に椎体半径あるいは耳石半径に対する輪紋半径（r_1、r_2、…r_n）値の分布から原点を通る回帰直線を求めた結果（図８にピラムターバ、図９にオオカミニベの例を示した）、これらの値の多くはこの直線に沿うことなくバラついていた。この輪紋半径値のバラついた分布は、輪紋形成に個体間の対応性がないことを示した。

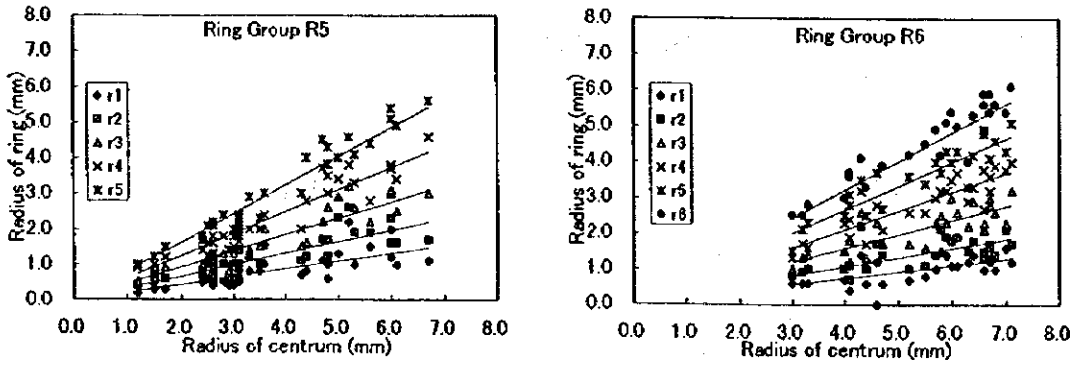


図 8. ピラムターバ *Brachyplatystoma vaillantii* の輪群別椎体半径－輪紋半径関係

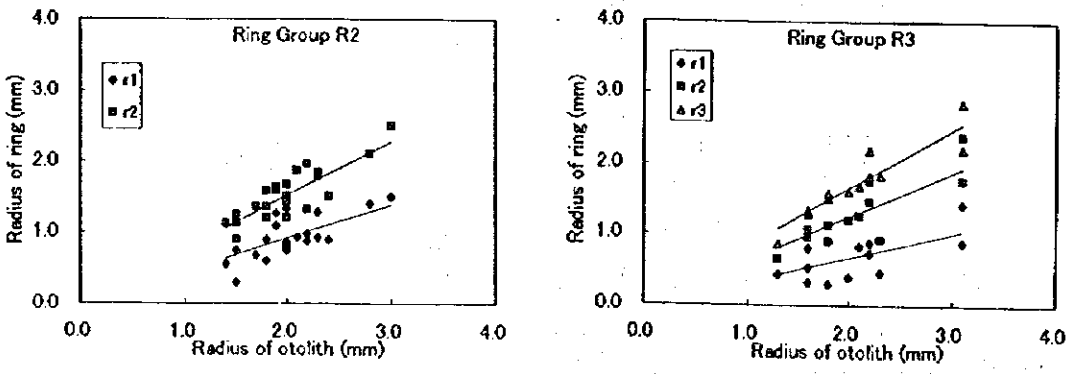


図 9. オオカミニベ *Macrodon ancylodon* の輪群別耳石半径－輪紋半径関係

e) 輪紋の形成時期

重要魚種の全てについて輪紋の形成時期を検討するため輪群別に椎体あるいは耳石の縁辺成長率（α*）を求めた結果、α値は1.0以下に収束することなく1.0を越えて分布する場合が多かった。このα値の発散は、輪紋形成に周期性がないことを示した。

---

* 縁辺成長率（α）の計算式は次に示す通りである。

$$\alpha = \frac{R - r_n}{r_n - r_{n-1}}$$

ただし、R ：椎体、あるいは耳石の半径 (mm)

r_n ：最終輪紋の半径 (mm)

r_{n-1}：最終輪紋より一つ内側の輪紋の半径 (mm)

輪紋の形成時期に周期性がある場合、α値は常に1.0以下となる。

---

f) 体長組成からの年級解析

重要魚種のうちピラムターバ、ドラーダ、オオカミニベ、そしてグリジューバについて、海上調査で得られた体長頻度分布に1−4回の移動平均を加えた後にコホート解析を試みた結果、4−9のコホートが出現した（例として図10にピラムターバ、図11にオオカミニベの移動平均後のコホート解析結果を示した）。

さらに正規分布曲線によって分離された各コホート（図10、11を参照）の平均体長を用いたWalford (1946)の定差図によって最大体長を推定した結果、これら推定値はいずれも合理的でないことがわかった（例として図12にピラムターバの定差図を示した）。これらの非合理的な推定値は、周期的な個体群の発生を示していないことを意味する。つまり、コホートは、年級を表していないものと考えられる。

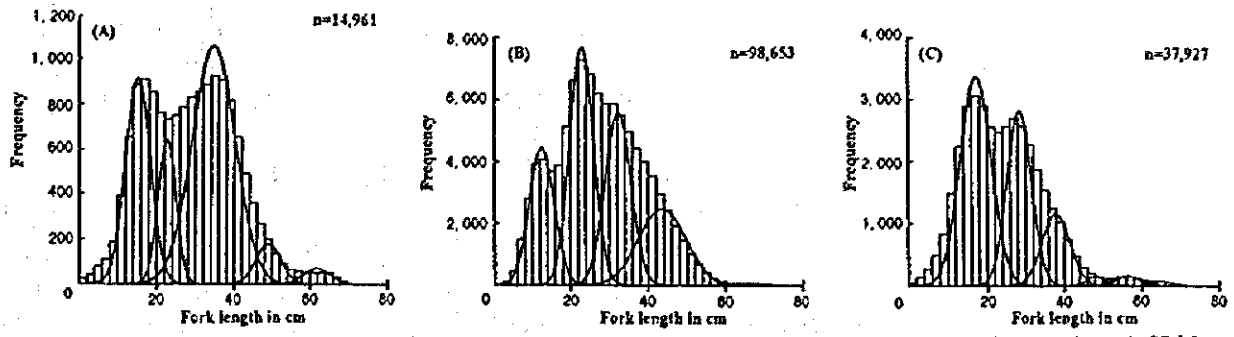


図 10. ピラムターバ *Brachyplatystoma vaillantii* の 2 回の移動平均後の体長頻度分布のコホート解析.
(A)第 1 フェーズ乾季調査; (B)第 2 フェーズ雨季調査; (C)第 2 フェーズ乾季調査

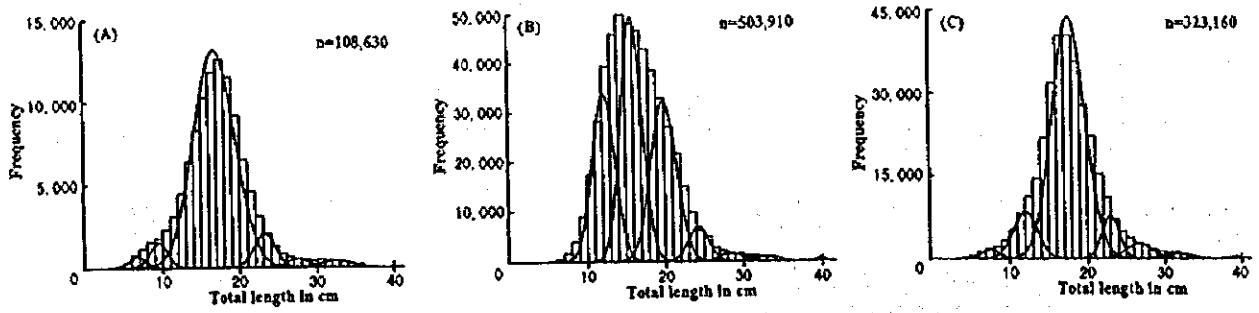


図 11. オオカミニベ *Macrodon ancylodon* の 1 回の移動平均後の体長頻度分布のコホート解析. (A) 第 1 フェーズ乾季調査; (B) 第 2 フェーズ雨季調査; (C) 第 2 フェーズ乾季調査

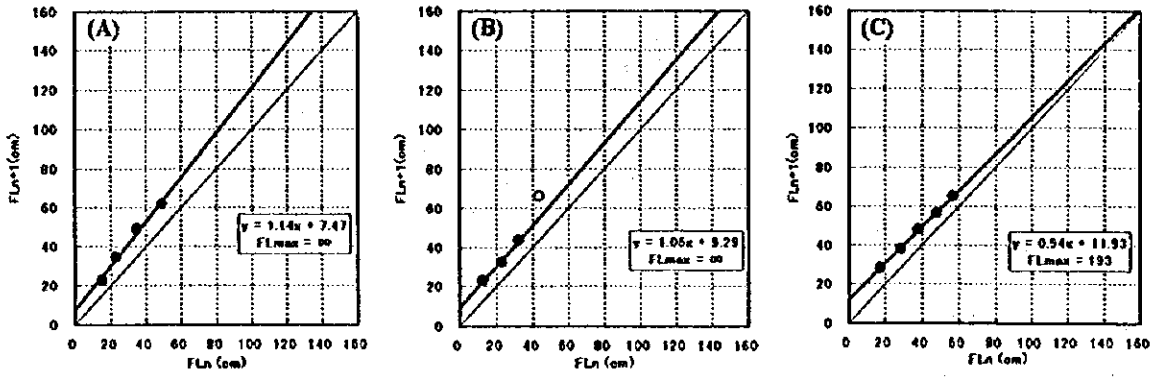


図 12. ピラムターバ *Brachyplatystoma vaillantii* のコホート別平均尾叉長に基づく定差図. (A) 第 1 フェーズ乾季調査; (B) 第 2 フェーズ雨季調査; (C) 第 2 フェーズ乾季調査. ●：回帰直線の計算に用いた値、○：回帰直線の計算に用いなかった値.

g) 結論

重要魚種の年齢形質（椎体と耳石）の輪紋測定に加え、体長組成のコホート解析によって年齢査定を試みたが、いずれの方法でも本調査終了時点ではそれは不可能と結論づけざるを得なかった。しかし、各年齢形質（鱗、椎体、耳石）には温帯あるいは寒帯域に生息する魚類に見劣らない輪紋形成がみられる。この輪紋は魚の生活（生長、発育、産卵など）による魚体の新陳代謝の盛衰を反映しているものと考えられ、将来の研究課題として研究の継続が期待される。具体的には縁辺成長率（α）が 1 を越えている標本では最外輪の外側に、さらに一つあるいは二つの輪紋が形成されているのを見落としている可能性が高い。さらに中心域に非常に輪径の小さい輪紋を持つ標本と比較的輪径の大きい輪紋を持つ標本とが認められたが、この両者の違いは産卵期の違い（発生してから第 1 輪紋を形成するまでの期間の違い）によるものと考えられる。現段階では、輪紋の読み取りに個人差が生じていることが否定できないため、年齢形質法による年齢査定の可能性の見極めには、まず、今まで採集された標本の再吟味によって、輪紋の読み取りに関する問題点を解決し、次に標本の通年採集を行っていくことが必要である。

5.3. 陸 上 調 査

a) 統計資料から得られたブラジル北部の水産業概況

a-1) ブラジル北部の漁業生産量

1978－1989 年のブラジル全体の漁業生産量の経年変動は、期間の両端年（'78 と'89）に最小 80 万 t、1985 年に最大 96 万 t（世界 19 位）を示した。この間のブラジル北部（7 州で構成）の漁業生産量は 9－18 万 t（ブラジル全体の 10－20%）であり、増加傾向を示した。パラ州のそれは 10 万 t ほど（ブラジル北部の 50－80%）であり、僅かづつ減少傾向を示した。漁業生産量に占める内水面漁業の割合は、ブラジル全体が 20%ほどであるのに対し、ブラジル北部が 80%、パラ州が 60%であった。内水面漁業の重要性は、パラ州を含むブラジル北部の一特徴であった。また、1980－1989 年のパラ州の内水面漁業生産量の約 30%はピラムターバであった。ピラムターバの重要性は、パラ州の大きな特徴であった（Source: IBGE, 1981－1990, except 1985; IBAMA, 1994）。

a-2) ブラジル北部のピラムターバ水揚量および企業漁業によるピラムターバ漁獲努力

アマゾン河口域の最重要種であるピラムターバのブラジル北部における 1980－1989 年の水揚量（約 1－3 万 t）の 60%以上、特に 1981 年以降では 90%ほどはパラ州の企業漁業によるものであった。企業漁業のピラムターバの漁獲努力は 1980 年に最大（漁船数 69 隻、航海数 700 回、そして海上日数 9,000 日）、その単位努力当たり漁獲量は 1977 年に最大（650 t/隻、45 t/航海、そして 4.8 t/日）となった。

a-3) ピラムターバの流通

1987－1988 年では企業漁業によるピラムターバ水揚量の 80－90%は製品原料（主体は丸ごとの冷蔵魚）に利用され、さらにその原料の 80－85%は製品加工（多い順に冷凍頭部、処理済み冷凍無頭魚、冷凍切り身；これら 3 製品は全体の 80%以上を占めた）され、その加工品の 60－80%は国内に販売（価格順に冷凍フィレ、冷凍切り身、処理済み冷凍無頭魚）されていた。1984－1990 年のピラムターバの輸出量と輸出額は、概ね 4,000 t、5×10^{-6} US$であった。この間のピラムターバの平均輸出価格（1－2 US$/kg）は、魚類全体のそれ（2－3 US$/kg）より低かった（Source: IBAMA, 1994）。

b) 聞き取りから得られたアマゾン河口域の水産業実態

小規模漁業コミュニティの漁民・漁船数は大消費地に従属し、その地理的配置が漁場によらないことを大きな特徴としていた。漁業生産基盤は未整備の場合が多かった。漁船規模は、<1－30ton、0－100HP、全長<5－25m の範囲にあり、全て木造であった。その規模と設備機器は概ねコミュニティ規模に依存する傾向にあった。ただし、その装備はいずれも貧弱であった。漁具は 90%以上が刺網（他に延縄）であった。また、漁業者（全て専業者）の大部分は各コミュニティ内に設立されている漁民コロニアに所属していたが、現在そのコロニア自体の活動は停滞状態にあった。

企業漁業の漁船は、規模（85－110ton、300－425HP、22－23m、鋼鉄製）と設備機器とも小規模漁業のそれらより大型かつ強力であった。漁具は底曳網であった。また、水揚げ桟橋、加工場など漁業生産基盤は充実していた。

1 隻当たりの年間水揚量は、漁船規模と設備機器に依存する傾向にあった。年間操業日数は両漁業とも 100－300 日（平均 220 日）であるが、1 航海当たりの日数は企業漁業の方が長かった。小規模漁業の刺網 1 網当たり操業時間は 10－12 時間であった。漁船の乗組員は、小規模漁業の 5 名前後に対し企業漁業では 5－9 名であった。1 日当たり漁獲量は、企業漁業の底曳きが圧倒的に高く、概ね 2,000－4,000kg/日であった。1ton・1 日当たりの漁獲量は、数例を除き漁業形態と漁法の違いによる差異はなく、概ね 50kg/日/ton 以下であった。1HP・1 日当たり漁獲量は、企業漁業の底曳きが 8－35kg/日/HP、一部の小規模漁業の刺網が 16－42kg/日/HP であったが、それら以外では 10kg/日/HP 以下であった。

小規模漁業の主要漁場はマラジョ湾の沿岸部とアマゾン河であったが、雨季にはアマゾン河北水道に移る。水揚げされる魚種は漁業形態・漁法による違いはなく、淡水魚から海水魚に及ぶ。

魚の小売価格は大部分の魚種でコミュニティ規模に関係なく概ね一定であり、それらの価格は雨季に高くなる傾向にあった。企業漁業のアメリカ向けピラムターバ・フィレの輸出価格は、ベレン市内の小売価格の約 2－3 倍であった。水産物仲買人の購入価格は、魚種、コミュニティ規模によって異なり、その価格は小売価格の 1/2－1/3 であった。また、仲買人の多くは特定の漁船から主に高級魚をサイズ・鮮度に関係なく購入して魚市場へ卸していた。

c) 重要魚種の商品サイズ

企業漁業の底曳き網によって漁獲され水揚げされたピラムターバの平均サイズは尾叉長 36－37cm であったのに対し、小規模漁業の刺網によって漁獲され最終的に市場で販売されたピラムターバの平均サイズは市場によって異なっており 35－57cm であった。ピラムターバの平均的な市場販売サイズはベル・オ・ペーゾで大きかった。同様に企業漁業によるドラーダの平均サイズは尾叉長 51cm であるのに対し、小規模漁業によるその平均サイズは市場によって異なり尾叉長 34－69cm であった。ドラーダの平均的な市場販売サイズは、やはりベル・オ・ペーゾで大きかった。前述した２種以外の重要５魚種は企業漁業によって水揚げされていなかったため、これらについては平均的な市場販売サイズが以下にとりまとめられる。

フィリョッテ：	尾叉長 77cm	(ベル・オ・ペーゾのサイズ)
ペスカーダ・ブランカ：	全長 31－47cm	(一例を除き市場間に差はみられなかった)
ペスカーダ・アマレーラ：	全長 55－109cm	(ベル・オ・ペーゾで大型サイズ)
オオカミニベ：	全長 23－31cm	(ベル・オ・ペーゾで大型サイズ)
グリジューバ：	尾叉長 61－78cm	(ベル・オ・ペーゾで小型サイズ)

d) アマゾン河口域の水産経済の諸問題

聞き取り調査を中心に抽出された現在のアマゾン河口域の水産経済に内在する問題点は表 13 にまとめて示される。

表 13. 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

項　　目	問　　題
漁業生産	・小規模漁業の資本設備と漁業生産性の低さ
	・重要な多獲性魚種であるピラムターバの資源量減少
	・漁獲が比較的大型の底魚（食物連鎖の地位が高く、存在量は食地位の低いものより少ない）資源に集中
	・それら魚種は、生活史に応じて河口域という限られた場の適性水界に集中して漁場を形成する
	・漁場環境の季節的変動、特に雨季・乾季の河川水流出量変動、に伴う底生魚類群集の分布変化
	・漁獲対象魚種の移動・回遊・生活史の未解明
	・小規模漁業の漁獲量・水揚量・努力量の詳細不明（集計システムの未完）
	・資源をめぐる企業漁業間の競争激化と企業－小規模漁業間の軋轢
	・漁業種類は刺網と底曳網の2漁業が中心で、その多様性は低い
漁業労働	・漁業就業者の大部分は専業、その多くは資本漁業の雇用労働者で、かつ労働力の価値が低い（過剰就業）
	・自営業者は相対的に少数
	・漁業就業者に多数の不完全就労者（農村部から都市へ流出した人々など）を含み、動態把握が困難
	・都市労働力需要拡大による若年者を中心とする労働力の漁村からの流出
	・不安定で支配的な雇用関係（漁期間雇用・契約関係不明確など）
	・労働条件の特殊性（海上労働、季節性、労働時間の不規則など）
	・企業漁業の経営悪化に伴う雇用労働力削減
漁業経営	・漁業経営の不安定性のため融資先の信用力が低いうえに、政府融資金なども不足
	・仲買人や船主の仕込み制度（資金の前渡し）、それにも起因する漁船漁家経営の破綻
	・資本に占める負債率の高さ・資本回転率の悪さ・固定比率の高さ（一般的な資本経営の体質特性）
	・石油・漁網などの漁業用資材の高騰による漁業支出の増大
	・投機目的の漁業の増加（漁業外資本の参入）
	・水産加工業の質的未熟
流通と価格	・仲買人が水産物取引を独占し、流通機構、特に卸売機関の不整備（競売による価格決定の機構なし）
	・生鮮品主体（低品質管理）の流通で、冷凍品・加工品のような保蔵性をもつ水産物の流通が少ない
	・食用消費が主で、餌料消費・飼料消費・肥料用消費などの非食用消費への流用度が低い
	・輸出内容の多様性は低く、ピラムターバの輸出価格は固定的
	・水産物価格の相対的高さ
協同組合・金融	・水産業協同組合（漁業協同組合・漁業生産組合・水産加工業協同組合）の未設立（法律の未整備）
	・政府金融機関や系統金融機関の未整備
	・低金利資金のための各種制度、信用補完のための保証制度などの未整備
	・既存の漁民コロニアの活動の停滞
漁村	・相対的な生活環境、特に医療施設や福利厚生施設、公民館、図書館などの社会教育施設の立ち遅れ
	・漁場汚染対策の未整備、特に都市を含むその周辺漁村の産業・生活排水、ごみ、屎尿の未処理
	・漁業生産基盤、特に公共用地造成、道路整備などの生活に密着した漁港の未整備
	・冷蔵保管施設、出荷体制などの流通機構の未整備
	・若年者を中心とした漁村から都市への労働力流出、それに伴う後継者不足
	・都市の余剰人口の吸収、特にその周辺漁村で顕著
	・自営漁業者は少なく、多くは雇用漁業者

6. 既開発資源の評価

6.1. 既開発資源の現状

アマゾン河口域の水産資源の現状を評価するためには、この水域で行われている漁業の実態を明らかにしておく必要がある。陸上調査から得られた結果を漁業生産の面から要約すると次のようになる。

アマゾン河口域の水産資源は、零細な小規模漁業と会社組織による企業漁業とによって漁獲・利用されている。小規模漁業は、小型の漁船を使用して主として沿岸域の魚類を刺網によって漁獲している。この漁業の生産性は比較的低く、その漁獲物は、主に水産物仲買人に売られる。小規模漁業者の漁村は、漁業生産基盤の整備が不十分であり、また、小規模漁業の全体像を具体的に把握できる資料は整備されていない。

一方、企業漁業の多くは、漁労部門と加工部門とを有し、漁労部門は漁業者を雇用して 100ton 程度の鋼鉄動力船を用いて、小規模漁業と同じ水域かそれよりも沖合域で底曳き網によってピラムターバを中心とした底魚類を漁獲している。加工部門は、水揚げされた漁獲物を原料として雇用労働者を使用して冷凍品を中心に生産している。企業漁業は、政府による許可漁業であるために漁業生産に関する資料はかなり良く整備されている。

今回の陸上調査の結果から、1996 年のパラ州内に散在する 56 のコロニアの漁獲量は、推定可能な範囲内で 39,210 t であった。企業漁業による 1996 年の総漁獲量は、IBAMA によって 13,204 t と公表されている。両漁業による 1996 年当時における漁獲量を比較すると、小規模漁業の漁獲量は、少なく見積もっても企業漁業の漁獲量のおよそ 3 倍となる。漁獲量の観点から小規模漁業の重要性が指摘される。しかし、小規模漁業の詳細が不明であるので、開発資源の現状は、歴年的な資料が比較的良く整備されており、漁業生産の実態が把握しやすい企業漁業について分析・検討した。

a) 企業漁業の漁獲統計

IBAMA は 1972 年から 1996 年の 25 年間に亘る企業漁業の底曳き網漁業による漁獲量を公表している。この統計によれば、総漁獲量は、1972 年の 7,771 t から増加して 1977 年には過去最高の 33,482 t になった。その後、漁獲量は増減を繰り返しながら次第に減少して 1992 年には最高時のおおよそ

28%に減少して 9,492 t になった。しかし、企業漁業が 1993 年頃から導入した多艘曳き漁法への切り替え等によって漁獲量が増加し 1996 年の総漁獲量は 13,204 t となった。1997 年の漁獲統計は 1998 年 6 月の時点では公表されていない。一方、ピラムターバの漁獲量は 1972 年に 7,771 t（総漁獲量の 100%）であった。その後、ピラムターバの漁獲量は急激に増加して 1977 年には 32,123 t（総漁獲量の 96%）となった。ピラムターバの漁獲量は増減を繰り返しながら次第に減少して 1992 年には最高時のおおよそ 23%に減少して 7,324 t（総漁獲量の 77%）になった。その後、1996 年には若干回復して 11,641 t（総漁獲量の 88%）であった。

以上述べたように、企業漁業の漁獲統計の検討からピラムターバが、企業漁業の主要な漁獲対象魚種であることがわかった。また、ピラムターバの漁獲量と推定資源量とを比較して、その資源の現状を評価（6.2. に記述）するためには、資源調査を実施した 1996 年および 1997 年の漁獲量が必要となる。前述のように 1996 年の漁獲量は公表されているが 1997 年は未公表である。そのため、1997 年のピラムターバの漁獲量は、1977–1996 年間の漁獲量変動から推定され、その結果は約 7,370 t となった。

b) 資源調査

資源調査は、1996 年の乾季（8－9 月）と 1997 年の雨季（3－4 月）および乾季（8－9 月）の 3 回に亘って同一の調査船と手法によって実施した。

資源評価は、企業漁業にかかわる現行の漁業規制を前提としているのでコッド・エンド（100mm 目合い）の漁獲量から推定された魚種別の漁獲対象資源量について進めた。重要 7 魚種の漁獲対象資源量は表 14 に示される。

既開発資源である重要 7 魚種の漁獲可能な資源量の現状は以下にとりまとめられる。

(1) 全体資源量は、1996 年の乾季は 33,660 t、1997 年の雨季は 45,610 t、乾季では 67,270 t であった。これらの全体資源量に占める重要 7 魚種の合計資源量の割合は、各々 20%、44%、20%であった。

(2) 各季を通じてピラムターバ、ドラーダ、フイリヨッテおよびペスカーダ・ブランカの資源は、主に 5－10m 層に分布していた。これに対してペスカーダ・アマレーラ、オオカミニベおよびグリジューバの資源は、5－50m 層に広く分布し、その多くは 10－20m 層にみられた。

(3) 重要魚種の 3 季の平均資源量は、ピラムターバが一番多く 5,820 t 、次いでグリジューバの 4,050 t 、ドラーダの 2,340 t およびペスカーダ・アマレーラの 740 t であった。オオカミニベ、ペスカーダ・ブランカおよびフイリヨッテの資源量は少なく、それぞれ 400 t 、70 t および 30 t であった。

(4) 重要魚種のうち、ピラムターバの季別資源量は、乾季が 1,990 t 、3,330 t 、雨季が 12,150 t であった。また、ドラーダの資源量は乾季が 1,200 t 、2,560 t 、雨季は 3,250 t であった。両種の雨季の資源量は、乾季よりも多かった。その主な理由は、ピラムターバやドラーダが河川水域に生息するという生態的な特徴とも関連している。すなわち、調査水域内の淡水部分は、雨季の降雨によるアマゾン河の流出量の増大によって拡大する。そのために両種の分布域が拡大すると同時に魚群密度が高くなることに由来する。ピラムターバ、ドラーダ両種の 1997 年乾季の資源量の増加は、5－10m 層の魚群密度が 1996 年の乾季よりも高くなったことによる。

グリジューバの資源量は、乾季が 2,710 t 、5,820 t 、雨季が 3,630 t であった。グリジューバの 1997 年乾季の資源量の増加は、5－20m 層の魚群密度が 1996 年乾季よりも高くなったことによる。

6.2. 既 開 発 資 源 の 評 価

資源の総合的な評価は、一般的には漁獲対象資源の質、すなわち、成長、産卵・成熟、自然死亡をはじめとする生物学的特性と量、つまり資源量とを総合的に勘案して行われる。

しかしながら現時点では、後述するように資源の評価に直接かかわる生物学的資料が十分には得られなかった。そのためここでは、主として量的な面からアマゾン河口域の企業漁業の主要な漁獲対象のピラムターバ資源を評価した。

a) 漁獲量と漁獲対象資源量

まず、ピラムターバの漁獲量と漁獲対象資源量とを比較してその資源の現状を評価した。既に述べたように 1996 年の企業漁業によるピラムターバの漁獲量は、漁獲統計から 11,641 t 、1997 年のそれ

表 14. 重要７魚種の漁獲対象資源量. Upper , Phase 1 Dry Season Survey (7 Aug.-30 Sept., 1996; 110 stations); *Middle , Phase 2 Rainy Season Survey (7 March - 28 Apr., 1997; 120 stations);* Lower , Phase 2 Dry Season Survey (2 Aug. - 26 Sept., 1997; 120 stations).

Stratum (m)	Area (km^2)	Stock size in tonnes								
		Piramutaba	Dourada	Filhote	Pescada branca	Pescada amarela	Pescadinha go	Gurijuba	Others	Total
5 - 10	17,200	1,340	1,100	20	20	60	30	670	8,160	11,400
		10,730	*2,550*	*50*	*150*	*70*	*110*	*1,180*	*8,790*	*23,630*
		3,250	2,310	10	40	350	30	2,360	13,970	22,320
10 - 20	15,700	650	100	0	0	270	220	1,880	16,060	19,180
		1,420	*700*	*0*	*0*	*340*	*150*	*2,140*	*9,520*	*14,270*
		70	250	0	0	790	260	2,810	33,870	38,050
20 - 50	9,300	0	0	0	0	140	30	160	2,750	3,080
		0	*0*	*0*	*0*	*70*	*240*	*310*	*7,080*	*7,700*
		0	0	0	0	140	140	650	5,970	6,900
Total	42,200	1,990	1,200	20	20	470	280	2,710	26,970	33,660
		12,150	*3,250*	*50*	*150*	*480*	*500*	*3,630*	*25,390*	*45,600*
		3,330	2,560	10	40	1,280	430	5,820	53,810	67,270
Coefficient of variation (%)		37	24	70	66	38	24	18		
		8	*23*	*44*	*40*	*33*	*21*	*17*		
		46	27	87	46	26	21	14		

は 7,370 t と推定された。これに対応する 1996 年のピラムターバの漁獲対象資源量は、乾季調査から 1,990 t、1997 年のそれは、雨季と乾季の両調査の平均値を採用して 7,740 t と推定した。

ピラムターバの漁獲量と漁獲対象資源量とを比較すると、両者間に理論的には起こり得ない矛盾、すなわち、漁獲対象資源量のおよそ 5.8 倍やその総てが漁獲されていることになる。

この原因は、1996 年の漁獲対象資源量は乾季のみから求められたこと、また 1997 年のそれは、過去 20 年間の漁獲量変動から推定値されたこと、また調査水域がピラムターバの生息域、特に、5m 以浅の海域を含む Cabo Norte と Cabo Maguari を結ぶ線より陸側の海域をカバーしていなかったことや調査漁具の漁獲効率 efficiency of fishing を 1.0 と仮定したため、資源量が過小に評価された可能性のあることなどによるものと考えられた。

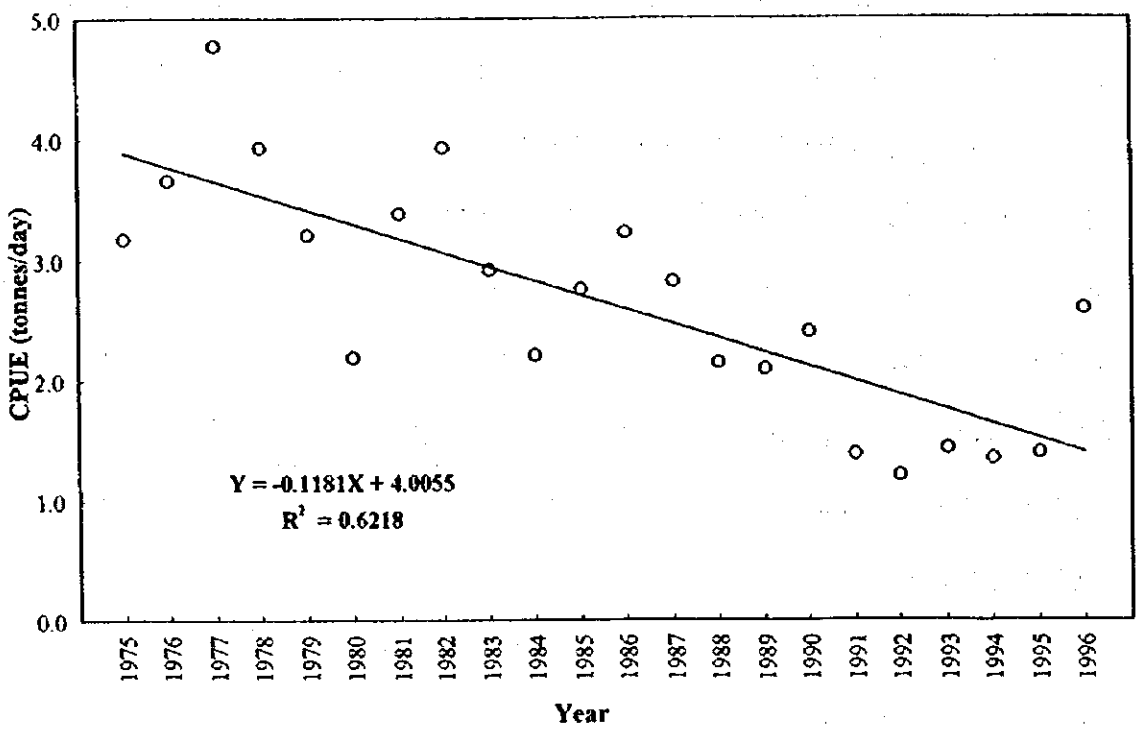
一方、過大推定の要因となるトロール漁具による魚群の駆集効果 herding effect は無視している。また、ピラムターバの推定資源量は、アマゾン河の流出量の増減に関連して乾季と雨季とでは 4.5 倍と変動している。

さらに、資源量推定の精度に関連して、その指標の 1 つである変動係数は、資源管理上実用的な意味をもつ値は 10%程度と考えられているが、グリジューバを除く他の 6 魚種では 20－90%であった。もう 1 つの指標となる資源量推定値の 95%信頼区間の範囲は広かった。従って、今回の資源調査はグリジューバ（変動係数：14－18%）以外の重要魚種の資源量は、精度良く推定されたとはいえない。

上述のように不確定な要素はあるが、漁獲量と漁獲対象資源量との対応において近年の企業漁業は、調査海域内に現存するピラムターバ資源量の数倍を漁獲していることになる現状からみて、その資源に強い漁獲圧をおよぼしている可能性がある。

b) CPUE

対象資源の現状を表現する量的な方法の 1 つとして努力量当たり漁獲量：CPUE（資源量の相対的指数）がある。洋上日数を用いたピラムターバの CPUE の 1975 年から 1996 年にかけての経年変動は図 13 に示される。これによれば、CPUE は 1975 年の 3.2 t /day から変動しながら減少の傾向を示し 1996 年には 2.6 t /day となった。



注：1970 年代当初から 1992 年までは従来の 2 艘曳き漁法、1993 年からは 3 艘曳き漁法や 4 艘曳き漁法が導入された

図 13. 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. (Source: IBAMA, 1997).

企業漁業によるピラムターバの CPUE が経年的に減少してきた原因をもう少し詳しく検討すると、

(1) 企業漁業は、25 年間に亘る漁業の開発の歴史と経験を踏まえて、ピラムターバを集中的かつ選択的に漁獲していること、

(2) 漁獲されたピラムターバは、海上において商品サイズに選別されて水揚げされていること、

(3) 政府が許可する 48 隻以外にも多くの漁船が操業していること、

(4) 漁船の操業形態は、1970 年代当初から 1992 年までは従来の 2 艘曳き漁法（1 つの漁具）であったが、経費の削減と漁獲量減少の補完とを兼ねて 1993 年頃からは 3 艘曳き漁法（2 つの漁具）や 4 艘曳き漁法（3 つの漁具）へと変化したこと、

(5) 漁船は、漁獲をより効率的に行うために航海計器や魚群探知機および漁具等の機器・装備の性能の向上に努め、近年では漁獲効率が当初と比較して増大していると予想されること、

等がみられる。

上記の諸項目のうち (1)、(4) および (5) は努力量の質が向上したことを意味する。1975－80 年

当時の漁船の装備と規模で、現在、漁業を行った場合には結果として CPUE はさらに低下するものと考えられる。CPUE の経年変動をより正しく評価するためには今後、漁獲効率にかかわる努力量を標準化して検討する必要がある。これらの検討によって修正される CPUE は、近年のピラムターバ資源量の相対的な低下を、より明確に示すであろう。

e) ま と め

今回の資源量推定の結果を他の海域と比較するために、世界の各水域で実施された本調査と同一手法による底魚類の資源調査結果を表 15 に示した。資源豊度の指標となる潜在的な底魚類の平均魚群密度は、アマゾン河口域では、乾季は 0.8 t／km^2、1.6 t／km^2、雨季では 1.1 t／km^2 で他の水域と比較して低い部類に属する。

一般的に魚類の資源豊度は、亜寒帯や温帯域では種類数は少ないが 1 種類の量は多く、逆に、熱帯域では種類数は多いが 1 種類の量が少ない、いわゆる北半球でいう“北多南少の現象”が認められる。熱帯域にあるアマゾン河口域の底魚資源は、この特徴を反映して出現魚種の種数（調査海域内で 104 種の底魚が出現）は多いものの、各々の魚の潜在的な資源豊度は高いとはいえない。また、資源豊度を食物連鎖との関連からみると、この連鎖を構成する各種類の個体数は、一般に食性が上位の種類ほど少ない。本調査の重要魚種は、魚食性であり、その食物的地位は上位にあるところから、それらの個体数が必然的に少ないものと思われる。

以上述べたようにアマゾン河口域の水産資源は、世界の他の水域のそれと比較して豊富であるとはいえない。この状況下におけるピラムターバの開発には、その資源動向に対する注意深い監視が必要である。

また、漁業者からの聞き取りから得られたアマゾン河口域におけるここ数年の漁業傾向（優勢な回答をもってその傾向とした）は“漁獲努力量（漁船数）は増加、漁獲量は減少、漁獲対象魚種の大きさは変化なし、あるいは小型化”にあった。

これらのことを併せ考えるとアマゾン河口域のピラムターバ漁業は、例えば、漁獲努力量の削減等による改善が必要である。

表 15. 底魚類を対象とした資源調査結果一覧

Area	Period	Survey area (km^2)	Number of Stations	Stock size (tonnes)	Mean density (tonnes/km^2)	Depth zone (m)	Main species
Bering Sea	May - Sept., 1979	658,740	950	9,003,400	13.7	14 — 1,080	Pollock, Yellowfin sole, Pacific cod, Flounders
Aleutian Islands	June - Nov., 1980	119,426	319	1,799,200	15.1	1 — 900	Cods, Rattails, Flatfishes
Agulhas Bank of	Nov. - Dec., 1980	66,813	146	276,186	4.1	< 183	Cape hake, Panga, Cape horse mackerel
South Africa	Nov. - Dec., 1981	70,241	186	347,149	4.9	< 183	Cape hake, Panga, Cape horse mackerel
	June, 1982	70,241	136	316,668	4.5		Cape hake, Panga, Cape horse mackerel
New Zealand E,F	March - May, 1982	343,532	220	279,200	8.1	201 — 800	Hoki, Barracudas, Blue whiting
	March - April, 1983	61,071	114	636,500	10.4	201 — 600	Hoki, Barracudas
Greenland East, West	June - Nov., 1988	277,860	180	920,500	3.3	201 — 1,400	Greenland halibut, Atlantic cod, Res fishes
	April - Nov., 1989	277,860	142	298,000	1.1	201 — 1,500	Greenland halibut, Res fishes, Grenadiers
Sea of Marmara	June - Aug., 1991	51,835	172	49,669 *	1.0	20 — 500	Hake, Red mullet, Atlantic horse-mackerel
Aegean Sea and	Dec.,1991 - Jun., 1992	51,835	86	26,674 *	0.5	20 — 500	Hake, Red mullet, Atlantic horse-mackerel
Mediterranean Sea	April - June., 1992	51,835	140	28,406 *	0.5	20 — 500	Hake, Red mullet, Atlantic horse-mackerel
	Sept. - Nov., 1992	51,835	155	21,229 *	0.4	20 — 500	Hake, Red mullet, Atlantic horse-mackerel
South China Sea	—	—	—	3,771,000	4.0	— 50	
	—	—	—	—	2.0	51 — 500	
Amazonn and Tocantis	Aug. - Sept. 1996	42,200	111	33,660	0.8	5 — 50	Sea catfish, Piramutaba
River Mouth	March - April, 1997	42,200	120	45,600	1.1	5 — 50	Sea catfish, Piramutaba
	Aug. - Sept., 1997	42,200	120	67,270	1.6	5 — 50	Sea catfish, Piramutaba

* : Recruitment stock size

6.3. 今後の調査・研究の進め方

資源の評価は、年齢組成、性比、資源量など対象資源の生物学的情報を知ることから出発する。次いで、成長曲線、成熟年齢、再生産関係、自然死亡率、漁獲による死亡率などの資源特性値に基づいて資源の診断へと進む。さらに、これらの結果を総合的に評価・判断して具体的な資源の管理方策が検討される。

今回の調査は、アマゾン河口域の底魚類を対象とした初めての資源調査であったが、資源評価に直接必要な諸特性値に関する資料は十分には得られなかった。しかし、重要 7 魚種に関する生物学的知見や資源量に関しては貴重な知見が得られた。ここでは、今後の資源評価に向けて役立つような観点から問題の整理を試みた。

トロール漁法による資源調査は、対象資源の生物学的な資料と同時にその漁獲量から資源量をも推定できるという利点がある。資源量の推定を目的として調査を立案する場合、その精度に直接かかわる変動係数は、基本的には調査対象魚種の密度分布と調査点の数とによって決まる。今回の調査で得られた魚種別の変動係数や資源量推定値の信頼限界を季別層別に検討することにより、対象魚種ごとに調査時期、水域および水深帯等をより効率的に計画することができ、その結果、資源量を精度良く推定することが可能となる。

対象資源の体長に関する知見は、成長や年齢組成を明らかにするために最も基本的な情報である。海上調査から得られた漁獲物の体長組成は、今回はコッド・エンドにカバーネットをつけて調査したので対象資源の自然の状態をかなり良く反映したものとなっている。しかし、企業漁業や小規模漁業によって水揚げされる漁獲物の体長組成は、漁場・漁法による選択的な漁獲や商品サイズを意識した意図的な選別の結果であるために、自然状態のそれとは大きく相違することに留意する必要がある。

重要魚種の年齢査定は、硬組織（椎体と耳石）に形成される輪紋測定や海上調査から得られた体長頻度分布に基づくコホート解析によって試みられたが、年齢に関する有効な情報は得られなかった。資源の現状評価と管理方策策定のためには、対象資源の年齢と成長に関する知見が不可欠であるため、今後は既存の年齢査定標本の再検討を含めて飼育実験や標識放流等により引き続き情報を得るように努力する必要がある。

資源水準が低下すると成熟年齢が若齢化する傾向が多くの魚類で認められており、資源の動向を把

握する１つの指標ともなっているため、引き続き重要魚種の成熟に関する情報を収集して、それらの成熟年齢や再生産関係を明らかにする必要がある。

食性に関する情報は、群集のエネルギーの流れを解明する上からも重要な情報であるため、今後は定量的な解析にも対応できるように各餌料生物の種の査定や重量も測定する必要がある。

上述の生物学的な諸情報は、河川水流出量の変動に関連して起こるアマゾン河口域の海洋環境の変化とも密接に関連しているので、今回のこの調査を手がかりとして着実に資料を積み重ねていくことが肝要である。

7. 未利用・未開発の水産資源

7.1. 未利用資源とその利用

未利用資源の存在は、通常の漁業や資源調査の混獲を通じて知られる例が多い。未利用資源の開発に当たっては、その資源が商業的に利用される価値、つまり価格が高いか数量的にまとまって安定して漁獲されるかどうかを事前に評価しなければならない。今回の資源調査で漁獲された 104 魚種のうち、既に商業的に利用されている、いいかえれば現在、ブラジル国内に流通している魚種以外のもので、その資源量がある程度大きい魚種を未利用資源と定めた。

商業的に利用されている魚種を知るために、ブラジル地理統計院 IBGE 刊行の水産統計（1991 年以降は未刊のため 1990 年版）とベレン市ベル・オ・ペーゾ市場における MPEG の定期的な魚価変動調査（1994 年 7 月から 1995 年 6 月までの計 45 回）結果に記載されている魚種名を検討した。

これらの検討結果から、未利用資源としては、コビトニベ *Stellifer rastrifer* とカンギィット *Arius phrygiatus* の 2 種が抽出された。コビトニベは体長 15cm ほどの小型ニベで、特に、ギアナ沖やパリア湾 the Gulf of Paria では企業漁業のエビ用のトロール網に混獲物として大量に入る。本種は食用魚としての価値はないが条件次第では水産副産物 fisheries byproducts の製造に利用可能である。現行のコッド・エンド（100mm 目合い）のトロール網ではその資源量の 10%程度が漁獲可能である。カンギィットは体長 20cm ほどの小型ハマギギ類で、商業上あまり重要ではないが、小規模漁業者の自家消費としては重要であると考えられる。コビトニベと同様に条件次第では水産副産物の製造に利用可能である。

7.2. 未開発資源の開発の可能性

未開発資源は、現在、アマゾン河口域で小規模漁業や企業漁業がほとんど操業していない水深 20m より深い沖合域に分布し、しかもその資源量がある程度に大きい（200 t 以上）魚種と定めた。

未開発資源は、全体でメジロザメ科の *Carcharhinus porosus*、*Sphyrna lewini*、ナミシュモクザメ *S. tudes*、ハマギギ科のカワリハマギギ *Arius grandicassis*、グリジューバ *A. parkeri*、クラカケハマギギ *A. quadriscutis*、ニベ科のホソナガニベ *Cynoscion virescens*、オオカミニベ *Macrodon ancylodon*、セマルニベ

Micropogonias furnieri、ゴマメニベ *Nebris microps*、タチウオ科のタチウオ *Trichiurus lepturus* の 11 種である。このうち、グリジューバとオオカミニベはアマゾン河口域では重要な魚種である。また、ホソナガニベ、セマルニベは、ギアナやベネズエラの大陸棚上では商業的に最も重要な魚種の一つであり、鮮魚として取り扱われている。さらに、サメ類は普通塩蔵品として、カワリハマギギ、クラカケハマギギ、ゴマメニベおよびタチウオは、鮮魚としてそれぞれ流通しおり、ある程度商業上重要である。

これらの資源の開発は、今後、ピラムターバを対象とする企業漁業による底曳き漁業の代替漁業として期待される。例えば、サメ類、グリジューバ、ホソナガニベを対象とする場合は延縄漁業、タチウオを対象とする場合には夜間の集魚灯下釣り漁業、カワリハマギギ、クラカケハマギギ、オオカミニベ、セマルニベやゴマメニベを対象とする場合には従来の底曳き漁業および刺網漁業が効果的な開発手段であろう。開発に際しては、企業化の可能性の検討が必要である。その後の実行に当たっては、ある一定の漁獲努力量の下で漁獲を継続して行い、CPUE や体長組成の経年変化を監視して開発の強度を調整する必要がある。

8. アマゾン河口域の底魚資源の管理に関する指針

8.1. 水産資源の特徴

人類が漁業活動を通じて利用している有用な生物の集団である水産資源は、いくつかの特徴を持っている。その一つは、石油・石炭等の鉱物資源とは相違して、それ自身が再生産するという大きな特徴である。また、水産資源は基本的には無主物であることも特徴の一つである。さらに、水産資源は、資源の変動が大きく将来の予測が困難で不確実性を伴っている。

水産資源のこれらの特徴は、無主物であるという点では獲りすぎによる乱獲をもたらすが、他方、生物が再生産する能力を適切に利用して管理して行くならば将来に向けて、人類共通の財産として末長く活用していくことが可能となる。

8.2. 資源管理の考え方

水産資源は、自己更新性があるので、この特質を利用すれば継続的な漁獲が可能で、しかも資源を後世に残すことができる。閉鎖された水域におけるある種類の生物量は、通常ロジスチック曲線（シグモイド曲線とも称する）で表現される。その曲線は、原点と環境収容力付近の変化量は小さく、中間における生物量変化が大きいことを示す。増加量（増重量と加入量）から減少量（漁獲と自然死亡量）を差し引いた部分が余剰生産量である。この余剰生産量は持続生産量に相当し、これは資源量に対して放物線型となる。そこで、この余剰生産量のみを漁獲すれば、資源を減らさずに持続的に管理することができる。

8.3. 資源管理の動向

水産資源の管理は、海洋法に関する国際連合条約（通称国連海洋法条約）の発効によって従来とは大きく変わることとなった。

国連海洋法条約によれば、排他的経済水域内における天然資源の開発に関する主権は、沿岸国に認められた。また、同条約は、沿岸国に対して排他的経済水域内における漁獲可能量を定めて、生物資源の適切な保存・管理の措置を執ることを義務づけた。さらに、自国の漁獲可能量を定めて、漁獲可能量の余剰分は他の国による漁獲を認めることとなった。

今後の資源管理は、上記の方針によって行うこととなる。従って、国内的には、ブラジル国も早急に自国の排他的経済水域内における各種の水産資源の現状を評価し、管理に関する体制を構築する必要がある。

8.4. 漁業および資源の総括

本開発調査を通じて得られたアマゾン河口域の漁業とその資源は、要約すると以下のようになる。

a) 全般的に

a-1) アマゾン河口域の漁業を取り巻く漁業生産基盤を初め社会経済的基盤は、未整備であり、また水産の教育は広く行き渡っていない。この結果、漁業関係者が長期間に亘って水産資源を適切に利用し、それらを人類共有の財産として管理するという考えには乏しい。

a-2) 熱帯域の特徴として、魚類の種類は多い。しかしながら、個々の種類の資源密度は低く、そのため水産資源は豊富ではない。

a-3) アマゾン河口域のピラムターバ資源は、過剰に開発された状態にある。

b) 小規模漁業に関して

b-1) 小規模漁業が水産資源に及ぼす影響は、この漁業が今日使用している漁具の種類や規模の範囲内では、それほど大きくはない。そのために、これらの漁船がピラムターバ資源を乱獲することはほとんど不可能である。

b-2) 小規模漁業の漁船は、全体的に企業漁業の漁船と比較して、沿岸域のより広い水域を探索し、多くの種類を対象に、自分たちに好都合な大きさの魚を選択して漁獲している。

b-3) 小規模漁業の漁業生産基盤とそれら漁民のコミュニティ内の社会経済基盤は未整備である。

b-4) 小規模漁業者の協会や組合の活動は、現在のところ活性化されていない。漁業関係者の職業的意識から政府職員も指導したり諮問したりすることは困難である。

c) 企業漁業に関して

c-1) 企業漁業者の漁業活動は、選択的かつ恣意的に行われている。そのために水産資源は、過度に開発された状態にある。

c-2) 同時に、企業漁業は漁獲対象でない魚種や小型魚は無駄に投棄し、資源の浪費を避けることもなく適切・有効に水産資源を利用していない。

上述の結果を踏まえていくつかの勧告を提言した。

8.5. 水産資源の管理に関する提言

a) 資源生物学的な観点から

a-1) 生物学的知見の収集

水産資源を十分に管理するためには、まず、基礎的な生物学的知見、すなわち、漁獲物の体長と年齢組成、小規模漁業と企業漁業のそれぞれの漁場（河川／河口域）における CPUE や産卵生態等を継続的に収集することが必要である。それに加えて、これらの資料の定期的な解析や生物学的パラメータ、すなわち、成長率、自然および漁獲による死亡、生物学的最小形等を的確に把握する必要がある。これらの研究は、ピラムターバ以外の魚種についても必要である。

a-2) 水産資源調査の継続

水産資源は変動するので、現在の漁業活動と環境条件から資源が受ける変化を正確に把握することが必要である。そのためには、比較できる規模において同一の手法を用いて今回と同様な調査を行う必要がある。調査水域は、調査結果から調査対象魚種の資源量推定値の分散をできるだけ小さくするように配慮して、例えば *Brachyplatystoma* 属３種とペスカーダ・ブランカでは浅い水域（5－10m）、そしてペスカーダ・アマレーラ、オオカミニベ、グリジューバではそれより深い水域（10－20m）を中心に行うことも必要である。

a-3) 漁獲統計の収集と整備・管理

水産資源を効率的・持続的に管理するためには、適切な漁業関係の行政機関を設立して漁獲統計の収集と整備を図ることが必要である。

(1) 小規模漁業

少なくとも魚種ごとの月別漁獲量および努力量統計を作成するように努力する必要がある。

(2) 企業漁業

i) 既に漁業会社から政府機関に対して提出している現在の漁獲統計は、操業位置の情報等なお一層の改善が必要である。また、月別漁場別魚種別漁獲統計は、敏速に解析することが必要がある。これらの統計類が十分に完備されるならば、解析の結果から水産資源の管理方策の策定が可能となる。

ii) 近年、従来の2艘曳きトロール漁法に替わって3艘曳きおよび多艘曳きトロール漁法が導入された。早急に、これらの漁法の漁獲効率を再評価する必要がある。

iii) 産業的に重要な大型のナマズ類（*Brachyplatystoma* 属3種とグリジューバ）の移動様式を研究するために標識放流試験が必要である。

a-4) 企業漁業による水産資源の投棄量の調査

現在の漁獲統計の精度の向上や水産資源を有効に利用する観点から、企業漁業による水産資源の投棄量の実態を明らかにする必要がある。

a-5) 資源回復

資源回復を図るために、ピラムターバの人工増殖等に関する研究を提案する。

b) 社会経済的な観点から

b-1) 水産教育の促進

水産の分野に関する専門的な知識の向上が――専門学校、水産高等学校および大学――ブラジル国全体としても、パラ・アマパ両州においても必要である。

b-2) 漁業共同体の教育と整備

水産資源の管理を現実的なものとするためには、資源の管理に関する漁業共同体の協力と理解とが大切である。そのためには、関係者に対して水産の教育と知識の普及を引き続き行う必要がある。少なくとも、小規模漁業を包括する漁民コロニアを活性化する必要がある。

企業漁業に包括される人々は、既に組合が組織されているが、水産資源とそれを取り巻く海洋環境の保全に関してもよりよい教育を行う必要がある。

b-3) 水産行政の組織と整備

水産をめぐる行政や研究の多様化に対応するため、ブラジル国北部周辺水域の漁業の調査・研究を担当しているCEPNOR/IBAMAの組織を強化する必要がある。

b-4) 社会経済基盤の整備

アマゾン河口域の水産業を取り巻く生産、加工、保蔵および流通・販売にかかわる社会経済基盤を早急に整備すべきである。また、地方の消費者を対象に、小規模漁業や企業漁業が通常投棄したり利用していない魚類の加工や料理の方法を教えるための教育計画を作る必要がある。

c) 漁業規制

漁業規制には２つの方法がある。質的な規制は、漁場・漁期、漁具や漁法の制限―体長や網目制限―として適用されている。量的な規制は、漁獲努力量、すなわち、漁船数の制限や使用する漁具の制限とに関連している。一般的には、漁業規制は、現在の漁業の実態に応じていくつかの規制方法を組み合わせて適用される。

いかなる漁業規制も実行に際しては、事前に規制の対象となる漁業関係者の理解と協力を得ておくことが大切である。

c-1) 漁具・漁法制限

アマゾン河口域の漁業は、基本的には底曳き漁業と刺網漁業の２つである。延縄と多くの篭漁業は、ごく沿岸に近い限られた水域に限定されており、河口域全体の水揚げ量に対してはあまり重要ではない。

現行の刺網の網目の大きさは、以前の研究結果から漁獲対象魚種を過剰に漁獲する可能性は高くはない。一方、底曳き網漁業は、少しの努力でこれらの資源を過剰に漁獲する原因となる。そのため、ここで提案すべき規制は、企業漁業の底曳き網漁船に応用すべきである。

現状のコッド・エンドの網目の大きさに関連して、現在までのところ基本的な情報はない。そのため 1983年3月9日付けの省令で定められた目合い100mmを守る必要がある。

c-2) 漁場・漁期制限

漁場と漁期制限の目的は、漁獲対象資源の幼魚や小型魚の保護、産卵親魚の産卵場や産卵期を保護することにある。主対象魚種のピラムターバは、アマゾン河口域では産卵しないので、この規制は有効ではない。しかしながら、小型の個体の生育水域となる河口域は、生育のための隠れ場を提供することが知られており（Barthem and Goulding, 1997）、この水域での企業漁業の漁船の操業は禁止している（北緯 0° 05' 以南および西経 48° 00' 以西の水域）。

さらに、乾季はピラムターバ魚群のアマゾン河遡上期である。この時期のアマゾン河口域のピラムターバの資源量は、雨季の資源量よりも少ない。ピラムターバは河口域の限定された淡水部分を除いて閉じこめられて分布しているので、この期間中、企業漁業の漁船はしばしばこの禁止されている区域で操業している。禁漁期の設定は、主に小型魚からなる河口域のピラムターバ資源に対する企業漁業の漁船の漁業活動の影響を削減することができる。

c-3) 漁獲努力量制限

隻数を制限する漁獲努力量制限は、比較的管理が容易で最も有効な手段である。ピラムターバに対するこの制限は、まず第 1 段階として、許可する隻数を削減する。もう少し規制が必要ならば、乾季と雨季のそれぞれの推定資源量に比例して許可隻数を割り当てる。より強力な方策が必要となれば、現在の水産資源の状態を慎重に監視して、これに相当する許可する漁船の数を調整する。

許可隻数の削減による最大の問題点は、企業漁業が予想される収入の損失に対して金銭的な補償を要求する可能性である。

c-4) 漁獲量制限

この規制は、国連海洋法条約に則りその他の規制方法と併せて提案する必要がある。実施に当たっては、魚種別漁獲量の設定、監視や執行のための適切な政府執行機関や研究機関が極めて重要となる。漁獲量制限に係わる省令は、ピラムターバに対して最大許容漁獲量を 21,500 t と設定した。しかし、最近の水揚げ量が 10,000 t 前後を変動しているので、この許容漁獲量は、現在の潜在的な資源量に対しては過大な設定と思われる。最大許容漁獲量は、下方修正すべきであると提案する。

8.6. 水産資源の合理的利用と漁業管理の方向

この開発調査の結果を基に、調査対象水域の水産資源の持続的開発を目指す漁業管理策定の基盤提供を目的として、以下の提言を勧告する。

a) ピラムターバ漁場に関する特別な提言

a-1) 企業漁業による漁獲物の有効利用に関する改善

消費者により魅力的な魚種を提供するためには、水産物加工技術の開発、政府関係機関および関連分野の市場形成や栄養学に関する教育の振興が必要である。また、漁獲した魚種をより有効に利用することは、資源の浪費を減少させる。

a-2) 選択的な漁具の使用奨励

底曳き網漁業は、魚種を選択的に漁獲することはできない。そのためにピラムターバ漁場で底曳き網漁法を使用することは、制限すべきである。これに対して、刺網や延縄漁具等は極めて選択的で、これらの漁具が地先の資源に対して悪い影響を及ぼすことはない。資源にやさしい漁具を使用することは、多くの漁業関係者が必要としており、いつかは企業漁業を解雇された人達にも良い雇用の機会を与えることになるであろう。

b) アマゾン河口域の漁業に関する総括的な提言

b-1) その他の漁業資源の有効利用の奨励

ブラジルの北部海域で操業する企業漁業の漁船群は、現に実行しているようにより遠洋域で、より深い水域の資源を開発する能力を備えている。これらの遠洋で深い水域は、まだ商業的には十分には開発されていない。現在、この水域はブラジル国政府による海洋資源調査計画（REVIZEE : O Programa de Avaliacao do Potencial Sustentavel de Recursos Vivos na Zona Economica Exclusiva）として進行中である。

この研究の結果は、ブラジル北部海域における将来の漁業の組織化に対して極めて重要なものとなり、また、主にピラムターバ漁業に関連している漁船群の将来の発展に寄与することができる。

b-2) 漁業会社による広範囲な生産加工品を産出するための準備

熱帯域の漁場は、それぞれの種類の資源量は小さく、極めて多くの種類の生息場所となっているという特徴を持っている。そのために、熱帯域の漁業は、漁船群が単一の資源に依存することを避けるべきである。多くの魚種を利用・加工することは、水産の市場が極めて保守的であることから容易ではない。この現状を打破するためには魚食用の加工技術の研究や多くの魚種の市場の開発が必要であり、そのための実現を勧告する。