

スリランカ国における
栽培漁業の可能性に関する調査
報 告 書

昭和50年3月

国際協力事業団
派遣事業部

JICA LIBRARY



1026942E1J

スリランカ国における
栽培漁業の可能性に関する調査
報告書

昭和50年3月

国際協力事業団
派遣事業部

國際協力專業團	
受入 月日 '84. 3. 19	EX 120
登録No. 00871	EX 89

は し が き

日本国政府はスリランカ国の要請に応じて、栽培漁業の可能性に関する調査を行なうこととし、国際協力事業団の前身である海外技術協力事業団が東京水産大学教授宇野寛氏ならびに北海道立栽培漁業総合センター場長結成了伍氏をスリランカ国へ沿岸養魚専門家として昭和49年3月14日から同年3月31日まで同国へ派遣し、ラグーンを中心とした漁業を調査し、これら水産における栽培漁業の可能性を検討した。

スリランカ国政府関係者ならびに日本の関係各位の協力の成果である本報告書が、スリランカ国の沿岸漁業の発展に、また両国の友好親善に役立つならば、これにまさる喜びはない。

終りに本調査の実施にあたり御協力いただいた外務省、農林省、その他関係機関に対し深甚なる謝意を表わすものである。

昭和50年3月

国際協力事業団

派遣事業部長 奥野有志磨

目 次

はじめに	1
I 結果	4
1. Negombo Lagoon	4
2. Puttalam Lagoon	8
3. Trincomalee Region	11
4. Sanctuary Lagoon Region	14
5. Mannar Region	17
6. Jaffna Region	19
7. Kalutara Region	22
8. Natra and Hambantota Region	22
II 考察と結論	23
Literature	34
Appendix I Result of the oceanographical observation on the	36
lagoons of Sri Lanka during march 18 to 28, 1974	
Appendix II Photographs of marine animals in Sri Lanka	39

スリランカ国における 栽培漁業の可能性に関する調査 報告書

東京水産大学教授 宇野 寛
北海道栽培漁業総合センター場長 結城 了伍

はじめに

1974年3月14日から3月31日の間にOTCAの依頼によりスリランカにおけるラグーンを中心とした漁業を調査し、これら水域における栽培漁業の可能性を検討した。調査は次のメンバーにより実施した。

日本側 東京水産大学教授 宇野 寛
北海道栽培漁業総合センター場長 結城 了伍

Sri Lanka 側

B.G. Gunewardena Secretary of Ministry of Fisheries, Sri Lanka

Dr A.S. Mendis Fisheries Research Station, Sri Lanka

Dr T.P. Gunewardena 同 上

Dr G.H.P. De Bruin 同 上

Mr J.J. Gero 同 上

Mr. J. Sripathy Brackish water Fisheries station, Negombo

調査はスリランカ国のDr Gunewardena, Dr De Bruin, Mr Gero及びMr Sripathyの案内で第1表、第1図に示す予定に従って実施された。スリランカ国の研究者との打合せ、水産統計および水産事情などについてはFAO Fisheries StatisticianのMr K. Inoueから多くのInformationを得た。ここに感謝の意を表わす。

今回の調査は短期間ではあったがスリランカ島南東部沿岸を除き殆んどラグーンおよび河口域を見たことになる。第1図に示す通り合計32地点で漁獲物およびそれら水域の水深、水温、塩分濃度、比重、pH値、溶存酸素量を測定すると共にシュノルケル潜水により海底地形、動植物相を調査した。

Table 1. Research sites in Sri Lanka

Item Location	Research site	Date	Remarks
Panadula and Kalutara	Lunawa Lagoon, Bolgoda Lake Lalutara and Bentota ganga	Mar. 17, 1974	anguilla and prawn fisheries
Colombo	St. John's Fishmarket	Mar. 18	sampling
Negombo	Brackishwater Fisheries Str., Pitipana and Negombo Lagoon	Mar. 18	hydrological and biological observations
Chilaw, Puttalam and Kalpitiya	Chilaw fishmarket and Puttalam Lagoon	Mar. 19-20	sampling and hydrological obs.
Trincomalee	Inner harbour, Koddiyar Bay and Lake Tamblegam	Mar. 20-21	hydrol., obs. snorkel diving and sampling
Mullaittivu and Kokkilai	Nanthi Kadal and Kokkilai Lagoon	Mar. 22	hydrol., biol. obs. and prawn fisheries
Mannar	Silavatturai fishing centre and offshore Kallar	Mar. 23	hydrol. obs. and snorkel diving
Jaffna and Delft	Kalundai salterns, Cey-Nor Development Project and Delft channel	Mar. 24-26	sampling hydrol., biol. obs. snorkel diving
Kalutara	Bentota Bridge	Mar. 27	hydrol. obs. and diving
Matra and Hambantota	Rekawa Kalapuwa Malaia Lewaya	Mar. 28	hydrol. and biol. obs.
Colombo	St. John's fishmarket	Mar. 30	sampling

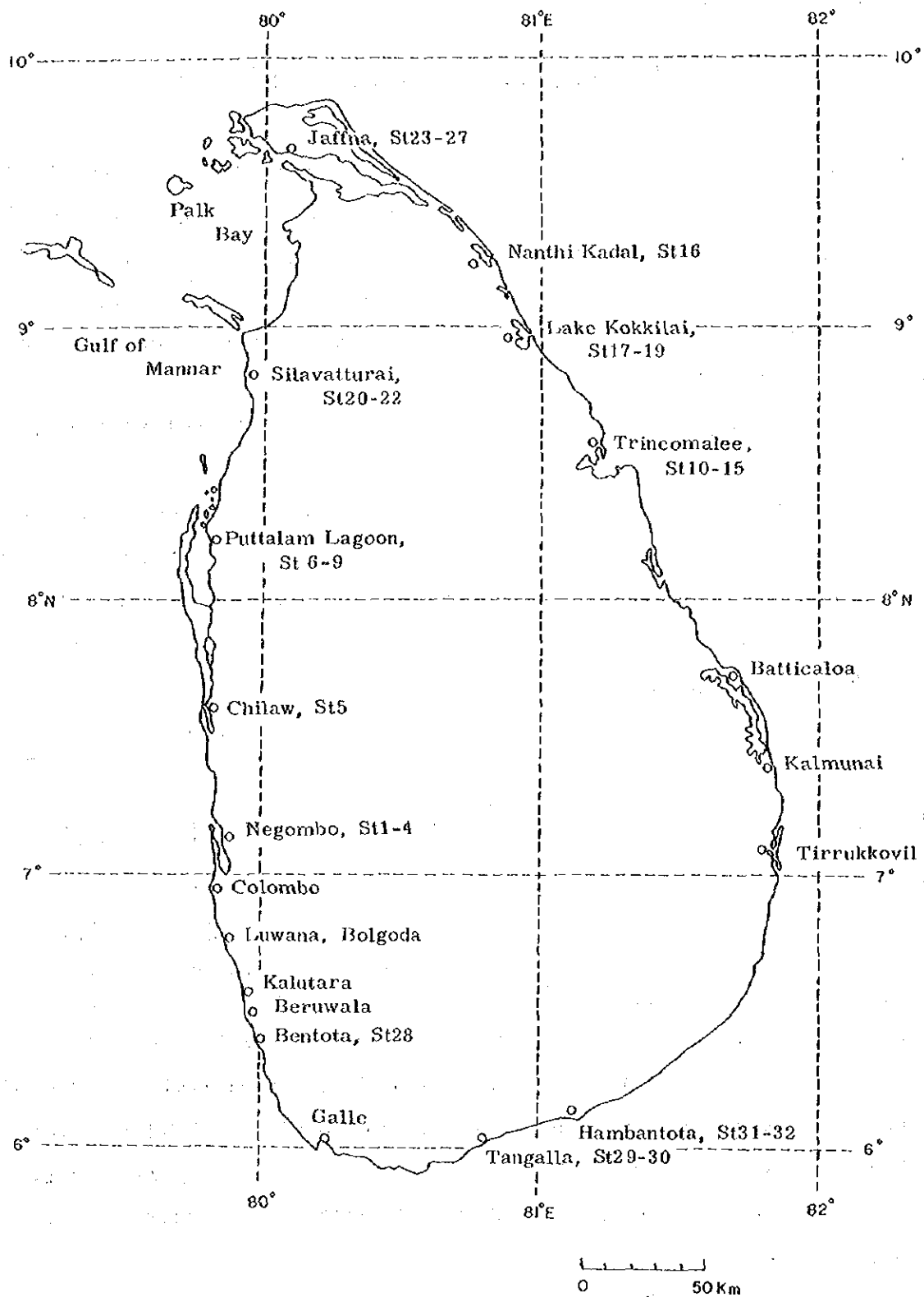


Fig. 1. Showing the research sites in Sri Lanka

I 結 果

1 Negombo Lagoon (図 2)

水面積 32.95 km² のラグーンで、最深部は奥部にあつて、水深 6 m である。湖底は図 3 に示す通り単純で全体として盆形をしたラグーンである。底質は入口部が砂であるのを除き殆んど部分は砂泥又は泥である。図 2 に示す 4 地点で調査を行った。ラグーン入口の外洋側の St 1 は砂底で海藻その他の動植物にとぼしく岸近くの投石場にのみオヤビチャおよびニザダイなどの魚群がみられる程度である(図 4 - b, c)。Pitipana 橋の内側の St 2 では砂泥底でアマモ類が群落をつくる。St 2 から St 3 の間はラグーン入口水域であつて、水路中央部を除き 1 m より浅い。この浅海域には図 4 に示すようなそだと杭で組みたてた湖中林が設置され小エビを漁獲している(図 4 - a)。

そだによる湖中林は直径約 1.0 m のそだと杭で円形の魚礁をつくつたもので、日中はクルマエビ類の稚エビがここに集まる。2 週間ごとにこの魚礁を網で囲んでエビ類を漁獲する。3 月には体長 1.0 cm 前後の *Penaeus indicus* が漁獲される。St 2-St 4 はアマモ類の群落が点在する。St 4 では *Halophylla* が優先種で淡水の影響が強い水域であることを示す。海洋学的測定の結果は表 2 に示す通りである。

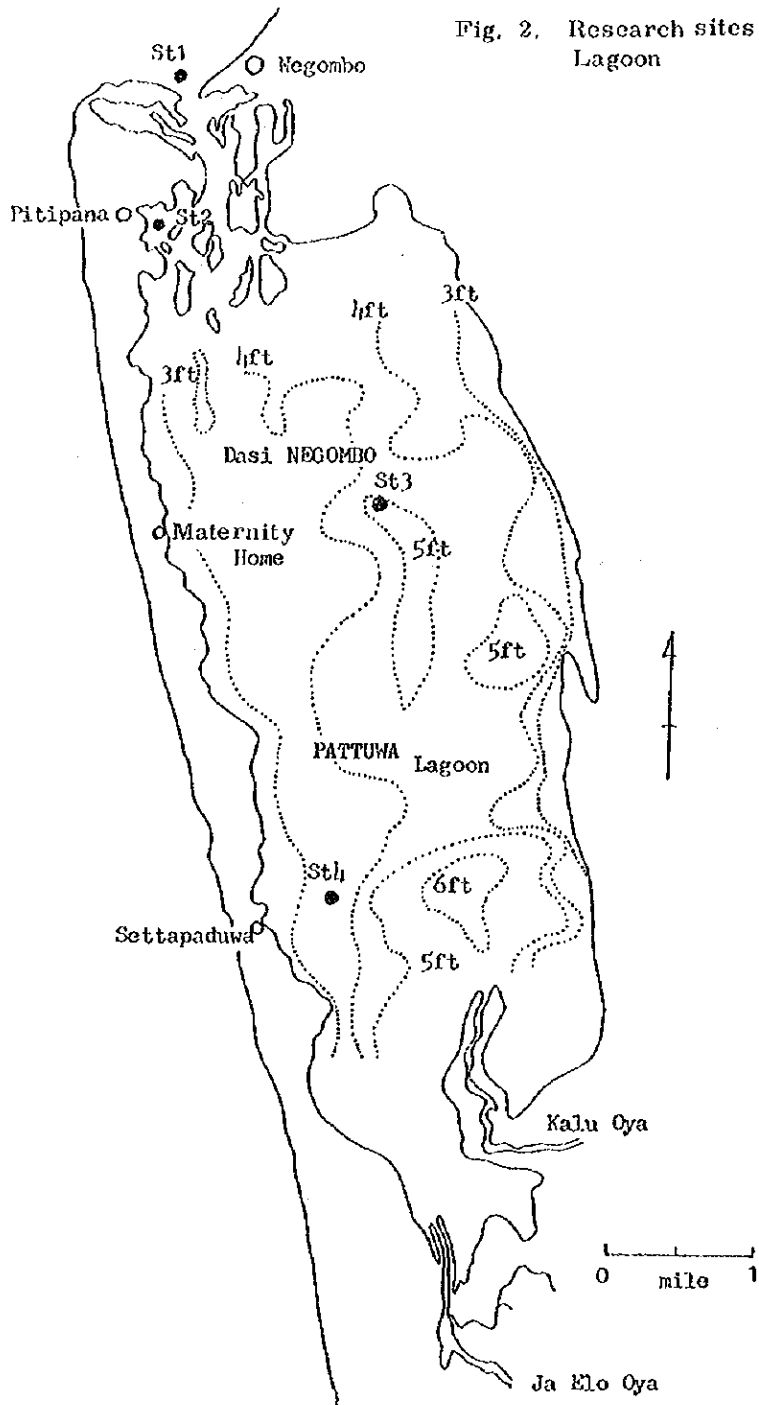
Table 2. The oceanographical observations on Negombo Lagoon

st	time	Air °C	Dp m	WT °C	sp. gr.	Salinity	pH	O ₂	Saturation
1	11:35	32.5	S	31.0	1.875	14.15	8.10	6.3 ppm	92.1 %
			B 2.5	30.7	2.680	19.96	8.25	6.3	98.9
2	12:10	34.1	S	31.0	1.688	12.79	7.50	5.5	79.4
			B 2.5	30.7	1.747	13.22	7.60	6.4	92.4
3	13:30	33.2	S	31.8	1.482	11.30	7.70	6.5	92.3
			B 1.2	32.1	1.810	13.68	7.70	6.5	94.4
4	16:40	32.2	S	33.5	1.272	9.78	5.90	11.0	SS
			B 1.3	33.2	1.624	12.33	6.10	12.5	SS

4 地点は水温が 30.7 - 33.5°C の間で変化し、上・下層の差は殆んどみられない。これに反し塩分濃度は外洋に近い St 1 からラグーン内部に行くに従つてその値が低下する。St 1 では上層 14.5 %、下層で 19.96 % Cl と上下層の間で大きい差がみられる。この事実は水深 2.5 m の浅海域でも明瞭な塩分飛躍層がみとめられることを示し、水塊の上下混合が殆んどないことを示す。上下層の塩分濃度の差はラグーン奥部ほど小さい傾向を示す。各地点とも高塩分濃度の海水が下層を占める。

このラグーンで増養殖に適する種としてクルマエビ類、カニ類、ミルク・フイッシュ及びボラ類がある。中でもクルマエビ類は生産が多く、種類も豊富である。種としては *Penaeus semisulcatus*, *P. monodon*, *P. indicus*, *Metapenaeus dobsoni* および *M. elegans* などで、これ

Fig. 2. Research sites in Negombo Lagoon



らの種は夫々適した生息場所をもっている。P. indicus はラグーン全域をすみ場とし、

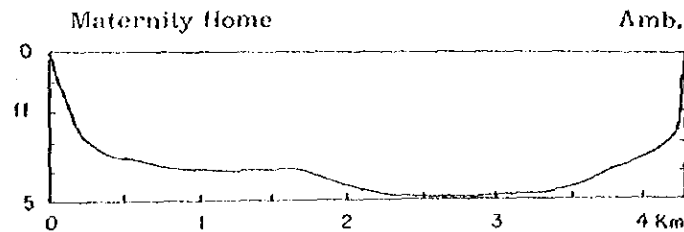


Fig. 3. Bottom profile of Negombo Lagoon, Maternity-Amb.

P. monodon は深い水域を、P. semisulcatus は浅所を好むと言われるが詳細は不明である。これらのクルマエビ類は成長後3-4月頃外洋に移動する。この時期にラグーン開口部水域が主な漁場となり主に大型個体が刺網で漁獲される。De Bruin (1971) もラグーンのカクルマエビ類の漁獲量の季節的変動から M. dobsoni, P. semisulcatus, P. indicus は季節的に移動するものと推定している。これらのクルマエビ類はクルマエビ P. japonicus (Yatsuyanagi et al, 1955), P. plebejus (Dakin, 1938), P. duorarum (Hughes, 1967), Metapenaeus macleayi (Ruello, 1973) などの生態とほぼ同様である。外洋で産卵された卵からふ化した幼生はラグーンや河口域に移動してあつまりこの水域の中で成長した後再び外洋に出て成熟する。スリランカのラグーンにおけるクルマエビ類の生産を考える場合、生息場所と関連したそれぞれの種の生活史を明らかにすることが基本的課題となる。

カニ類については、ノコギリガザミ (Scylla serrata) が重要種でラグーンでは主に籠で漁獲されているが、本種は大型で美味でありその成長が非常に早いと推定されるから将来の栽培漁業に適する生物と考えられる。生活史を明らかにする必要がある。

魚類としてはミルク・フィッシュ Chanos chanos とボラ Mugil cephalus が重要種である。前者についてはすでに Pillai (1965) がその重要性を指摘している。更に Ramanathan (1969) はミルク・フィッシュの稚魚がラグーンの入口周辺の泥の多い池で3-5月に多数採捕できることを報告している。従ってこのラグーンでどのような方法で大規模に養殖するかは今後の研究課題となろう。

ミルク・フィッシュは藻類を主食する所謂 bio-compound feeder であることは広く知られ、タイワン、インドネシアでは高い水準の池中養殖が実施されている (Ling, 1962)。親魚の生態特に産卵、回遊、食性など不明な点が多い。Kafuku (1974, 私信) によると本種親魚の分布は Hainang Is; Kagoshima (Japan); Mexico; Australia; Taiwan; Sri Lanka; Kenya な

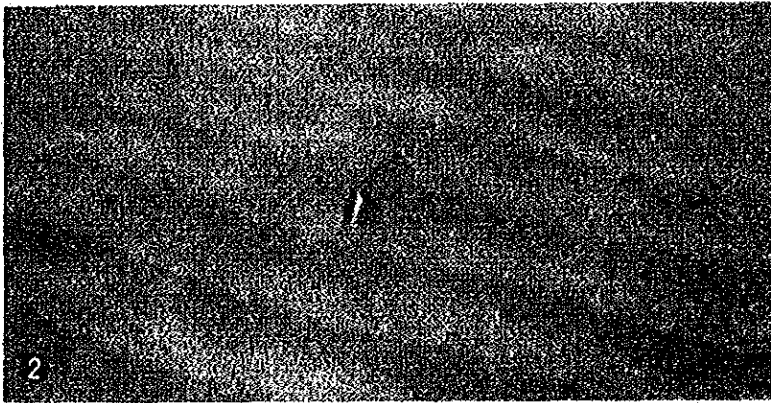


Fig. 4 Underwater photographs of Negombo Lagoon

1. shelter of crushed rock
2. wave sand at St 1
3. brush pile shelter for prawns

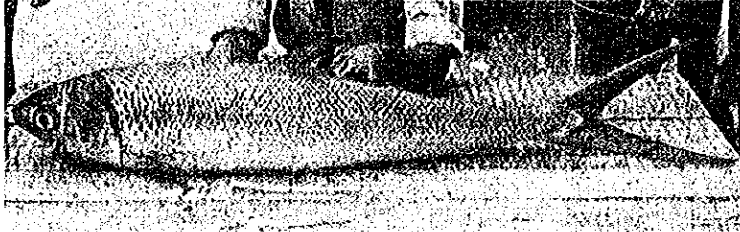


Fig. 5 Adult of Milk fish, Chanos chanos at Tila

どきわめて広い。稚魚が天然水域で採捕でき、食植性であり成長が早い点から池中養殖に適する種として世界的に注目されつつある。

スリランカではMannar, Puttalamおよび Negombo Lagoonで稚魚がとれ図5に示すような成魚も採捕されるのであるから、その産卵期を中心とした生態の基礎研究を行うに都合の良い場所である。

2 Puttalam Lagoon (図 6)

水面積、229.57 km² のラグーンで、巾0.2 mile の水路で Dutchbay (84.74 km²) および Portugal Bay (49.50 km²) に通じている。第6図に示す通り St 6,7 及び8 (ラグーン開口部水域) と奥部 (St 9) の4地点で観測を行った。その結果は Table 3 に示す通りである。4地点の水温は、29.3 - 30.9 °C の間で変化し、上下層の差は殆んどない。塩分濃度は St 6,7 と8 で 22.70 - 24.43 ‰ の間で変化し、上下層の差は殆んどみられないが湾奥部の St 9 では

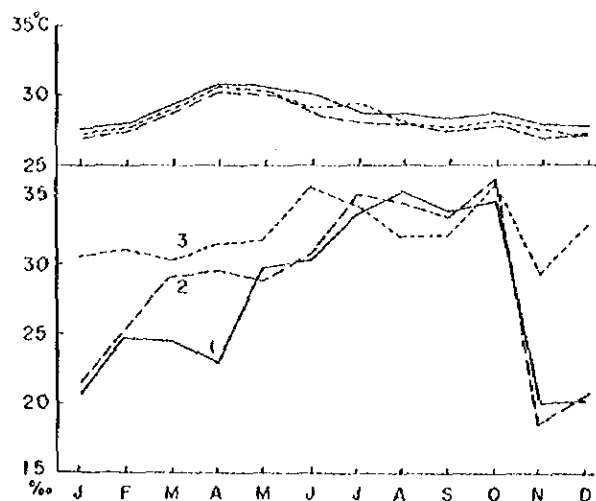


Fig. 7 Monthly surface temperature and salinity at three locations on Puttalam Lagoon from June 1960 to May 1961. 1, 2 and 3 represent Puttalam Lagoon, Dutch Bay and Portugal Bay towards Pallugaturai, respectively. (Durairatnam, 1963).

下層に高塩分濃度の海水が存在する。溶存酸素量はラグーン開口部水域で飽和状態であり、湾奥部で低い値を示す。

St 7 付近が最深部で 4-5 m、底質は殆んど砂泥質である。浅海域ほどゾラエ類の群落が多く見られる。ラグーンの水質及び水理学的調査の詳しい data が全くないため湖底の詳しい地形も不明でラグーンの生産能力を推定する基礎となる湖水の流動を計算することができない。

Puttalam lagoon, Dutch Bay および Portugal Bay を含んだ海域の海洋学的条件については (Durairatnam, 1963) の詳報がある。これから 3 海区の温度及び塩分濃度の月別変化を見ると図 7 に示す通りである。3 海区ともほぼ同様な変化を示し、水温の山は 4 月、30.4 - 30.8 °C であってその後ゆるやかに低下し、10 - 1 月、27.2 - 27.8 °C まで低下する。塩分濃度は Dutch Bay と Portugal Bay で 3 - 4 月から上昇しはじめ South - West monsoon 期 (5 - 10 月) に最大値を示し、North - West monsoon 期 (11 - 2 月) に最低値となる。5 - 10 月に最高

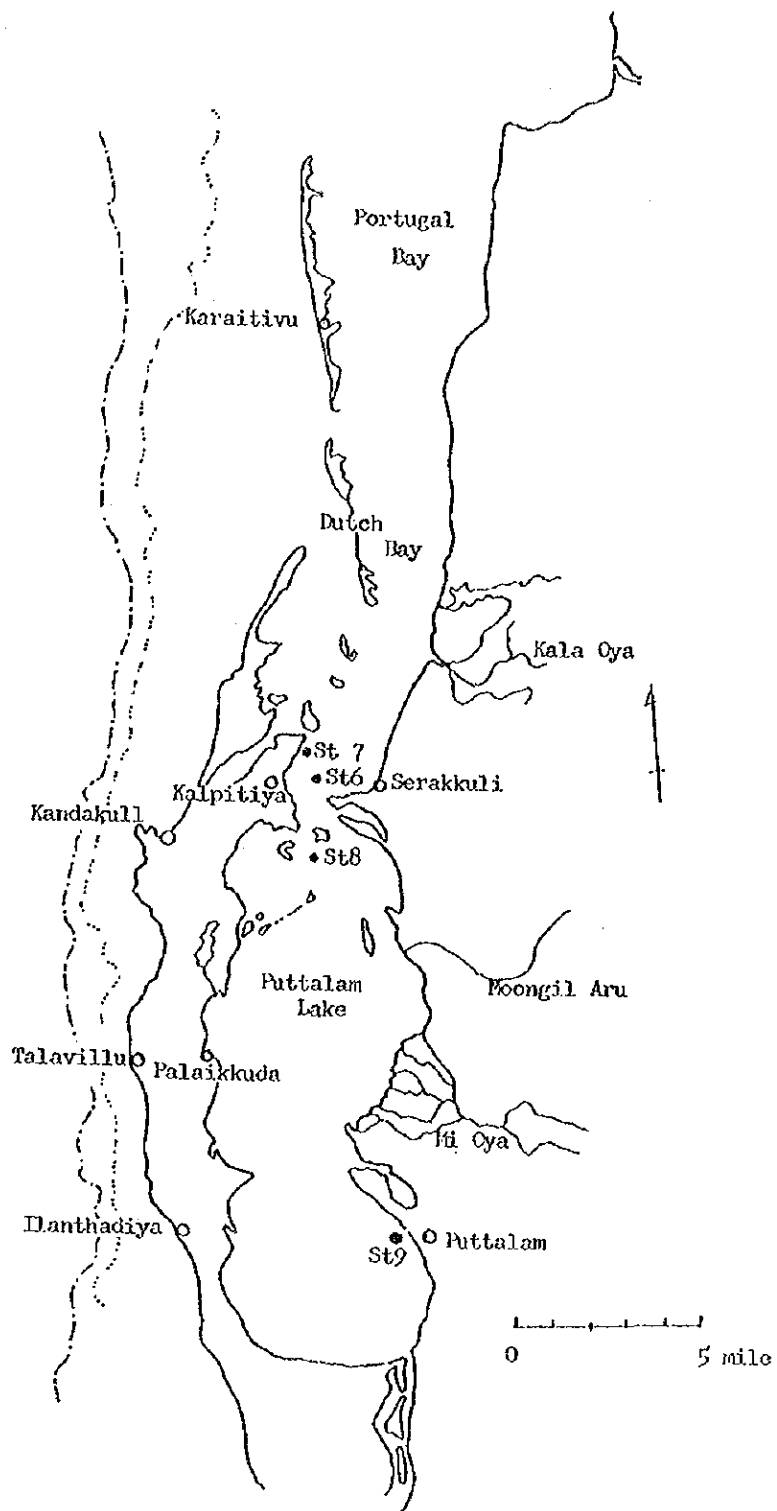


Fig. 6. A map of Puttalam Lagoon showing the research sites

値を示すのはこの時期SWの風が強く、Central Indian Ocean及びArabian Seaの南部からの外洋水がラグーン内に流入することと海水の蒸発が最も盛んであることによると言われる。プランクトン量は5-6月および10月の2回最大値を示す。これは Kal Aru および Pomparippu Aru から運ばれる栄養塩類によるものである。植物プランクトンのうち、二枚貝類の餌となる珪藻類も多い。したがって、この海区はカキ類の養殖場として良い場所が多い。

甲殻類としてはイセエビ類、クルマエビ類、ノコギリガザミが多く生息し、Hanthadia region はイセエビ類、クルマエビ類は Serakkuli region 及びノコギリガザミは Pallaikud region にそれぞれすぐれた漁場がある。Chanos chanosの稚魚も多数漁獲可能である (Ramanatham, 1969)。

Puttalam region は外洋部を含めて養殖漁場として利用できる有望な海域である。上述水産物の生態的な調査と同時にラグーンの海洋学的調査を実施して総合的な生産計画をたてる必要がある。特にこの水域は Negombo region と比較して広大である点から考え、従来の規模の小さい養殖ではなく、能率化した大規模な生産技術による生産が期待できる。

3 Trincomalee Region (図 8)

スリランカ島西海岸に面する海域で内港、Temblegam湖およびKoddiyar Bayの三水域からなる。本海辺で図8に示す通り God Bay (St 10), Malay cove (St 11), Great Sober Is. (St 12), Lake Tamblegamの Periathumunai (St 14), Koddiyar Bay 奥部の Gangae (St 15) および Indian Ocean 沿岸の Coral cove (St 13)を調査した。

St 10, St 11 および St 12 は内港に位置し、河川の流入が少ない海域であって、塩分濃度も高く外洋性生物が多い。(St 10の海底(図9-1)は小転石の点状する岩盤でウニの一種、Diadema setosum の大きい群集が多い。岩盤底にはカキの死貝殻が多数見られ、過去においてカキの大発生があったことを示す。この地区にはベラ類(Thalassoma) オヤビチャ類(Abudofduf sp) など観賞用熱帯魚を採捕する場所といわれる。St 11は Malay cove の入口で岸深かな海域である。急な傾面に大型転石が多く、水深3mより深い海底は砂である。大型転石にはカキ(Crassostrea sp) が多数付着している。この海域には Lion fish (Pterois sp), Pinna, Spondylus およびトサカガキ類(Lopha) などが多く、大型魚も多数観察された。潜水夫はこの海域で、水中銃により魚類を採捕する。

St 12は Sober creek の入口であって海底は岩礁である。水深4mまでの岩底にはカキ Crassostrea sp) が多数付着する(図8-2, 3), Massive corals (Porites sp) は4m以深の海底に点状する。Great Sober Is の西側 French pass は Malay cove に接する所で Water pipe line と Causeway が設置されているため船舶の往来ができない。従ってこの海域は全面的にカキ養殖場として使用が可能であろう。

St 14は Lake Tamblegam の開口部水域にあり、調査時の塩分濃度は19.58‰であるが、湖は全体的に浅く2-3ft にすぎない。10-12月の雨期には殆んど淡水化するものと想定される。この湖の開口部水域にある Kinnyai channel のプランクトンの変化を定性的にみると4-7月に green algae が増殖し8月に最大となる。10-12月にかけて減少し1月から再び増殖しはじめる。従って水色は4-7月に緑色、10-12月淡青色と変化する。この海区にはマドガイ(Placuna placenta) が多産し1953-1955年にわたり毎年22-51万個の漁獲があった。Pillai (1965)によると1957年の洪水により生息場所が全面的に破壊され、出水により湖底に褐色のシルトが被り資源の大量死亡がおこり1954年まで種苗の発生が全くなかった。著者等の調査時もこの貝は全く採捕することができず、1957時大量死亡した死貝の殻のみが陸上に堆積されていた(図10)。言うまでもなくこの貝はフィリッピンにおける window pane の材料として輸出可能な水産資源であるから、本種を増殖するための詳しい生物学的調査が必要で、第1に本海区における資源の現存量の詳しい調査から始めるべきものと考え

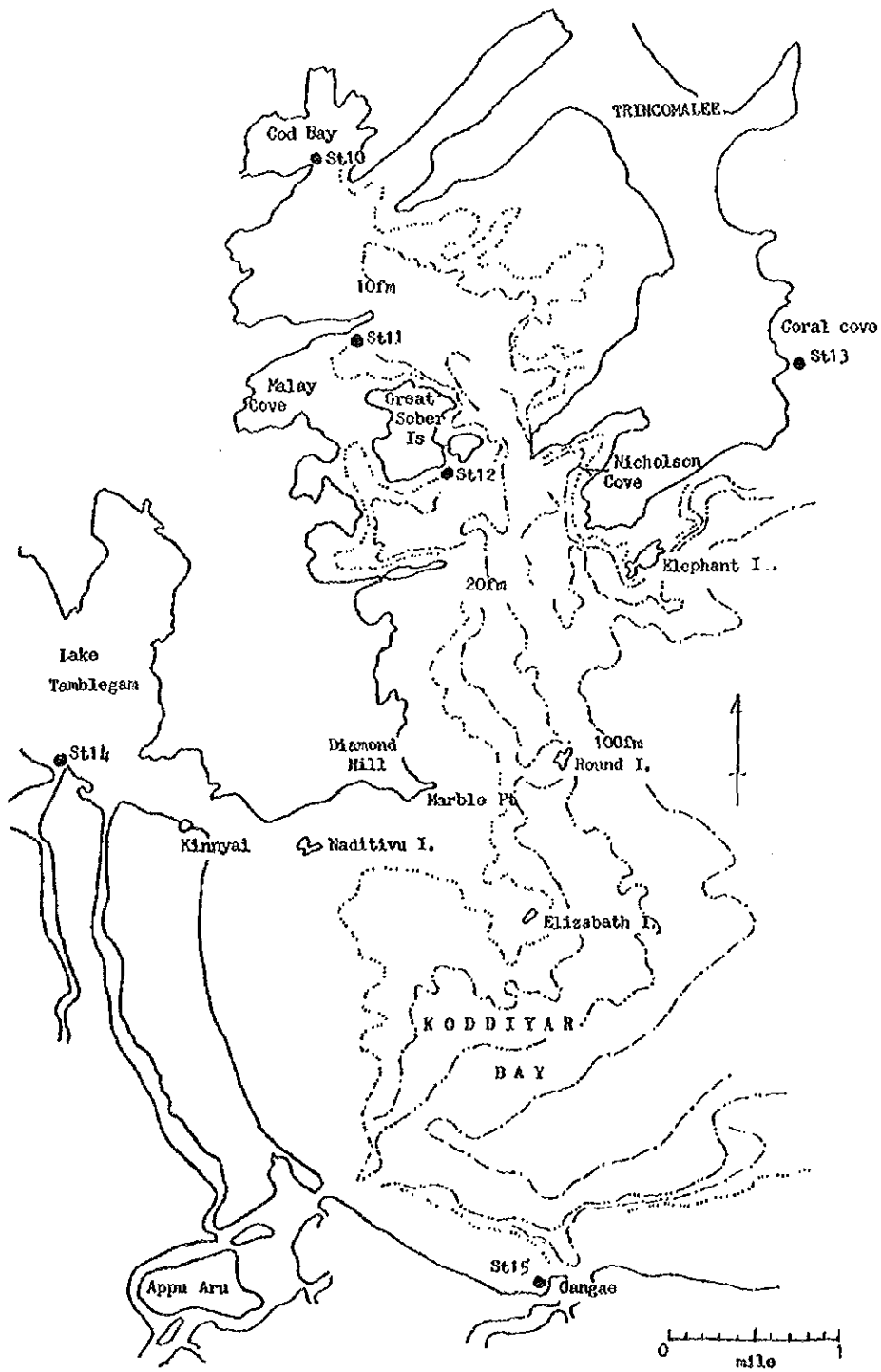


Fig. 8. A map of Trincomalee region showing the research sites

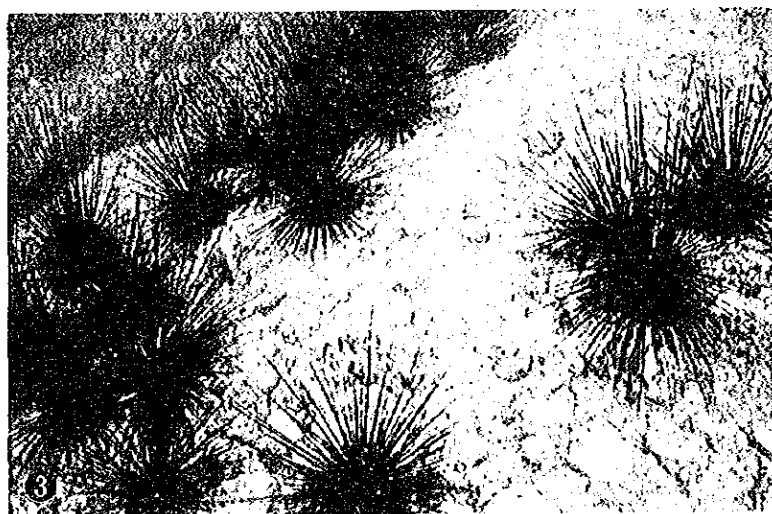


Fig. 9-A Underwater photographs in Trincomalee region
1 Colony of sea-urchin Diadema setosum on the bottom
at St 10, 2, 3 and Crassostrea sp at St 12

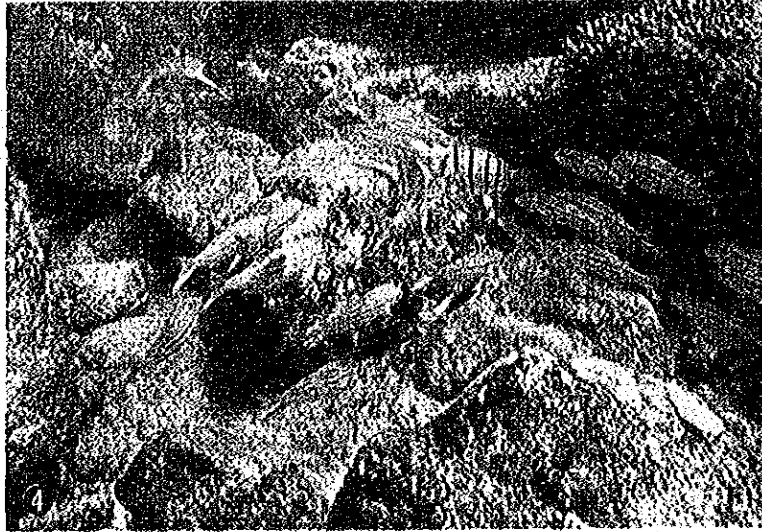


Fig. 9-B Underwater photographs in Trincomalee region
4 School of fish Acanthurus triostegus and Caesio sp ?
5 Caesio sp and Abudefduf sexatilis

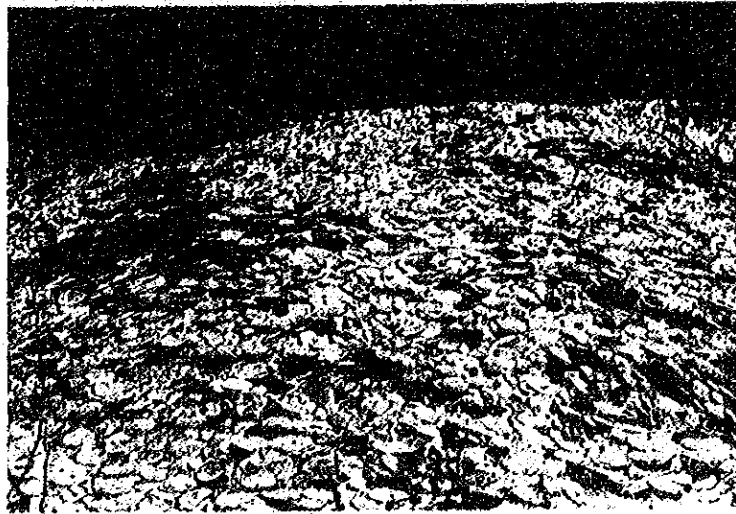


Fig. 10 Shell remains of window pane oyster Placuna placenta during the bulk

る。

Koddiyar Bay の奥部水域 (St 15) は寒天原料であるオゴノリ的一种 Gracilaria confervoides の主産地である。この海区におけるこの海藻の生態学的調査は Durairatnam (1965) により実施されている。本種は水深 4 m までの砂洲に繁殖地があり、普通 1.5 m 以深の海底でよく成長する。その繁殖期は 6 - 8 月で、この時期に四分胞子のうおよび果胞子のうが形成される。9 - 10 月に成長が最大となり、葉体は North East monsoon 時期に砂中に埋まったり、消失する。この時期に海岸に打ち上げられたものを集めて乾燥するが 6 - 10 月に集めた材料の中、赤色を呈したものは寒天材料として良質である。寒天含有量が最大となるのは 9 - 10 月である。

Koddiyar Bay には Uppu Aru, Koddiyar Aru および Valavachar Aru が流入するため、栄養塩類が多く、この Seaweeds もよく成長すると考えられる。4 m 以浅の海域はカキ養殖場としても好適と考えられるが N-E monsoon 時に養殖施設が破損することもあり得るため、更に具体的な調査が必要と考えられる。

Tricomalce 湾外の印度洋に面する海区は透明度が高く、周年高塩分濃度をもつ海域である。St 13 Coral cove はその代表的な外洋性の海底景観を呈し (図 9-B), Acanthurus, Lutjanus, Cryptotomus, Pomacentridae の他多くの磯魚が生息する。

4 Sanctuary Lagoon Region (図 11)

図 11 に示す通り Nanthi Kadal および Kokkilai Lagoon を調査した。Nanthi Kadal は雨期の時だけ Arichal 地区で外洋と通じる。湖口部のラグーン側で図 1 2 に示す橋があるがこの地点で水深は 1~2 ft で非常に浅く、ラグーンへの海水流入は非常に少ない。従って湖内の水は淡水化する傾向にあり *Telapia* 類が増加しクルマエビ類は減少しつつある。これに反し Kokkilai lagoon は水深 2.5m、巾 80m の水路で外洋と通じ、周年海水が湖内に流入するため、湖の中央部 (St 19) においても 17.89% Cl の高い塩分濃度を示す。モンスーン時期にはシルトが湖面に懸濁して水色は色を呈する。モンスーン時期以外はあげ潮時のみ湖水は攪拌されて褐色となる。底質は、湖水の入口部 (St 17) で砂、St 18 で岩および湖の中央部 (St 19) で泥である。St 18 付近における岩底は *Grassostrea* sp の稚貝が多数生息する。このラグーンは周年海水の流入があり、湖水はよく攪拌されていて図 1 3-1 に示す通り汽水および海水域の小魚が多数生息し、これらを捕食するガザミ類とクルマエビ類の生産性も高い。2-10月の時期に Migrant (移動漁民) が集まる。その数 175 戸約 300 人である。湖外では刺網を中心にマクロ類及びシイラ類を漁獲する。湖内での漁獲が特に多い。最良の漁獲で 100 ポンド/日/人程度である。毎夜約 100 名の出漁があるから最盛期で一夜に 10,000 ポンドの生産があると推定されるが詳しい統計的資料は全くない。

この地区にはラグーンが殆んど周年外洋に開口しない Nanthi Kadal と周年開口する Kokkilai lagoon とがあり、後者が生産の高い水域となっている。クルマエビ類の生活史から考えるとラグーンが常に外洋と通じていることに重要な意味をもつ。一般にクルマエビ類は外洋で産卵し、ふ化した幼生は低塩分濃度のラグーン域に移動しラグーン内で稚仔期、幼年期、青年期と成長した後再び外洋にでて成体となり成熟して産卵する (Burkenroad, 1934; Yatsuyana-gi et al 1955; Idyll et al 1964; Kurata, 1972)。ラグーンが外洋と通ずることはクルマエビ類の資源の補充を保障することになる。一方潮流は湖内の水塊を攪拌することによりエビ類の物理化学的環境条件を良くし、好条件の生息場所を与えることになる。ラグーンにおけるエビ類の生産性を高める条件としてラグーンの開口部を固定して、周年外洋水の流入を可能にすると共に湖内に Creek をつくって海水をラグーン奥部まで導入することが重要である。このことはスリランカのラグーンのエビ漁業を展開させるための基本的問題であると考えられる。

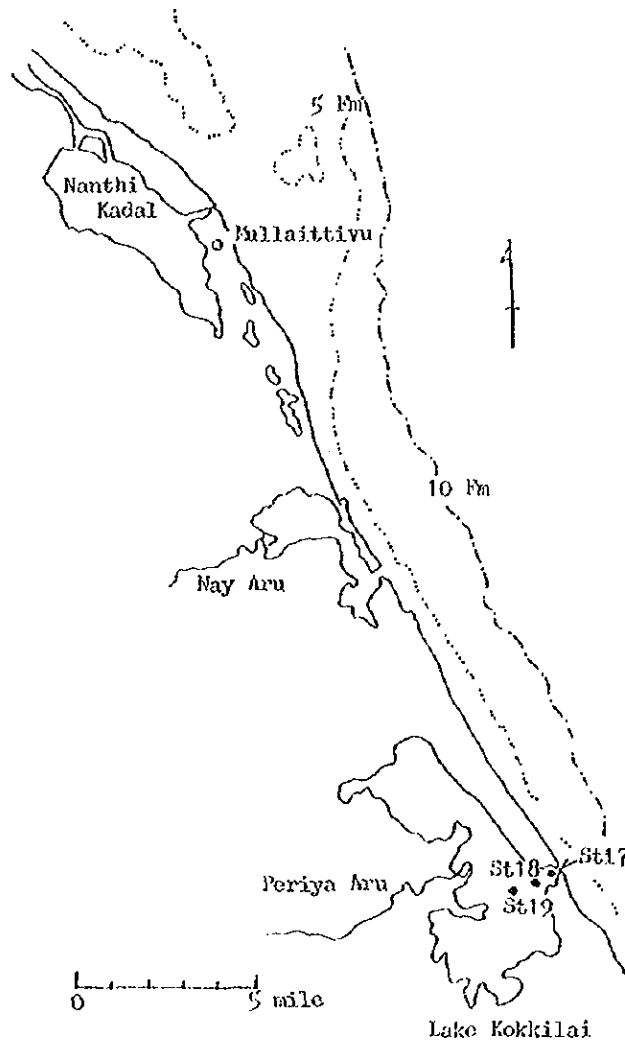


Fig. 11. A map of Mullaitivu and Kokkilai Lake, showing the research sites.

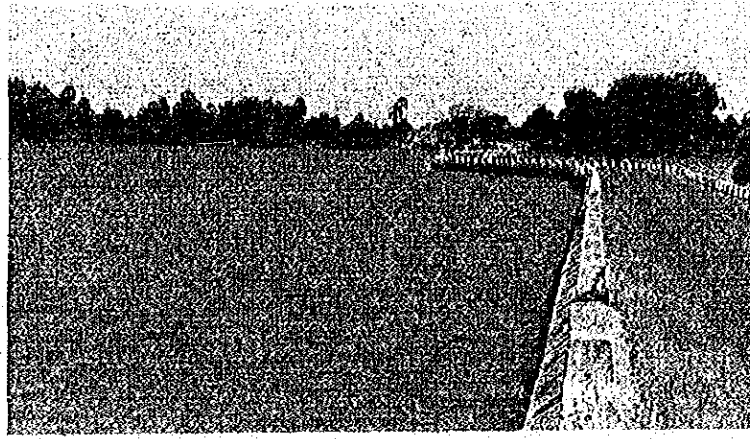


Fig. 12 The bridge throwing the channel in the mouth area of Nathi Kadal

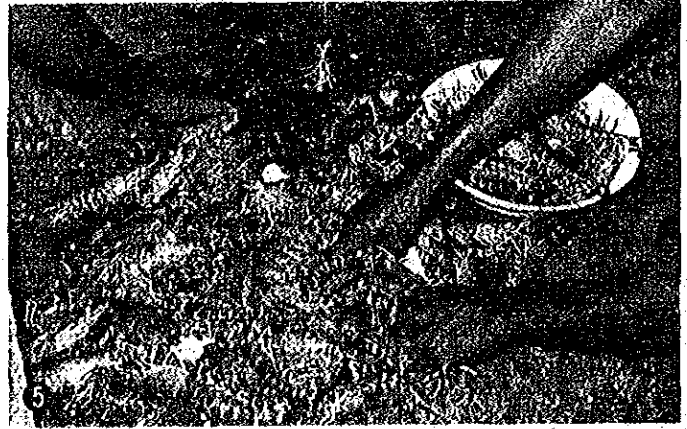
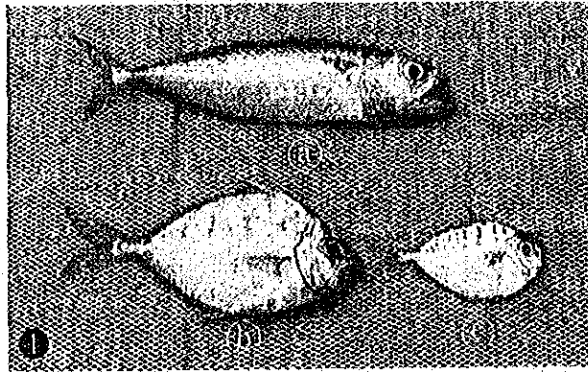


Fig. 13 Crab and prawn at Kokkilai lagoon

- 1a. Rake-gilled mackerel, Rastrelliger kanagurta
- b. Trachinotus russelli
- c. Slender barred pony fish, Secutor insidiator
2. Mud crab, Scylla serrata with a baited fish
3. Karuvandu issa Penaus monodon
4. Cast-net for prawn
5. Selecting Karuvandu issa by size at fish market

5 Mannar Region (図 14)

図14に示す通り Kal Aru estuary (St24 および St21) および Kondachchi (St22) 沖合の3地点を調査した。St20 および St21 の水域は Kal Aru の流入する河口域であって Koddiyar Bay の奥部と同様 Gracilaria lichenoides が繁茂し (Durairatnan et al, 1954; 図15

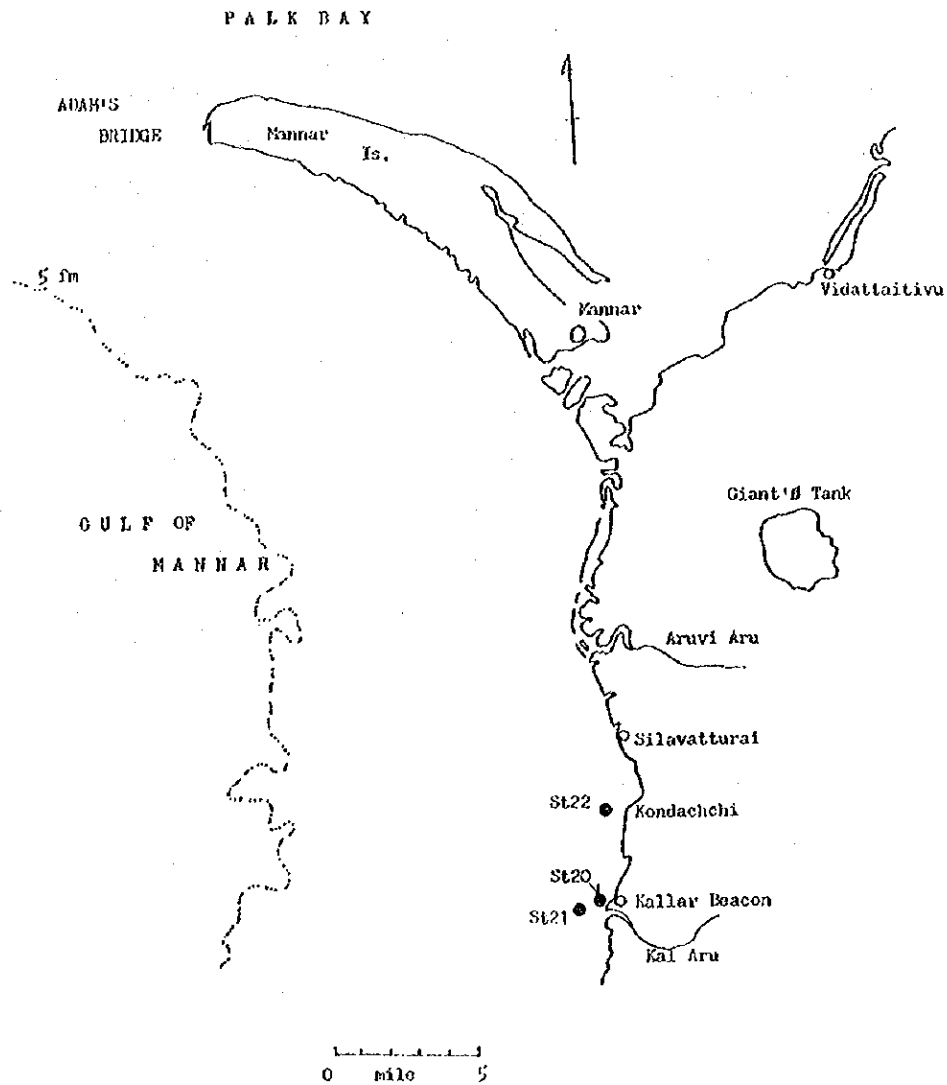


Fig. 14. A map of Mannar region

-1) イセエビ類, Panulirus sp. が多い海域でもある。St 21 および 22 は図14-1.2に示す通り死貝殻の混合した砂底で岩が点在する。Kondachchi 沖にはサンゴ礁が発達し Montipora sp が優占する (図15-2.3)。St 22 は最も海洋に近いサンゴ礁で Porites sp, Acropora

ra および *Montipora* が生息する。この海域は透明度が高く、栄養塩類が浅海域ほど多くない。これに反し、Kallar-Silavaturai の浅海域はプランクトンが多く、前述した通り海藻がよく繁茂している。シンジュガイおよびカキの良い養殖場となると考えられる。

シンジュガイ, *Pinctada vulgaris* については Gulf of Mannar を中心に古くから好漁場があり、世界的に有名であった。不幸にして、今回は調査することができなかったがコロombo市にある Fisheries Research Station に保存する標本を調査することができたが、日本産アコヤガイ *Pinctada martensi* に大きさおよび形態に非常に近い種であり、これを材料として日本における真珠生産技術を適用することが可能であると考えられる。本種の資源量については多くの報告があるが近年の調査については Sivalingam (1961) が報告している。本種は1925年まで盛んに採捕された。1908年の最盛期には125隻が本海区に集まりシンジュガイを漁獲した。1925年を最後に資源量の減少のためシンジュガイ採取漁業が行われなくなった。

1955年の資源量調査から漁業が可能であるほどの資源量が推定され、1958年にドレッヂで4,500,000個のシンジュガイが漁獲された。

今後漁業管理によりこの漁業が続くであろうが、一方でこの大きい資源量を有効に利用するため、日本の真珠養殖の技術を導入して真珠生産を行うことが必要と考える。真珠養殖のための種苗をMannar fishing groundで採捕し、養殖場としてKallar-silavaturaiの浅海域を使用することは充分可能性のある計画と考えられる。この際種苗として使用する貝はドレッヂで漁獲したものでなく、更にていねいな採捕方法例えば潜水による一つ一つ採捕するなどの配慮が必要である。要するにとる漁業ではなく、つくる漁業のための資源と漁場開発の詳しい調査が望ましい。

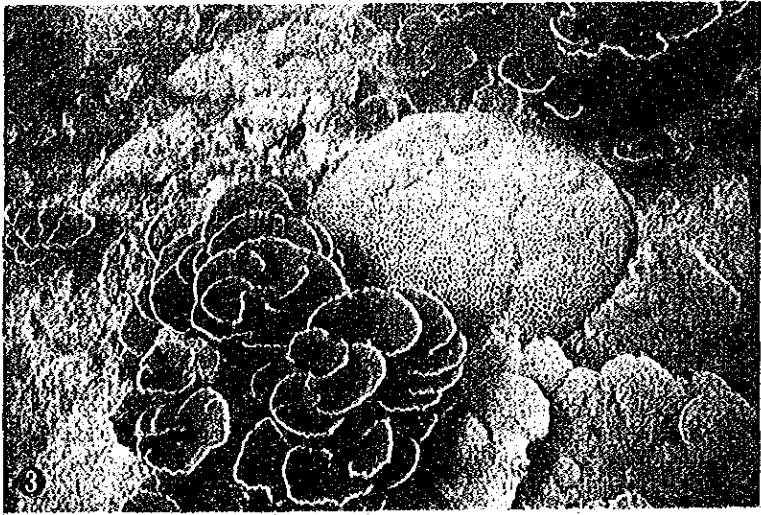
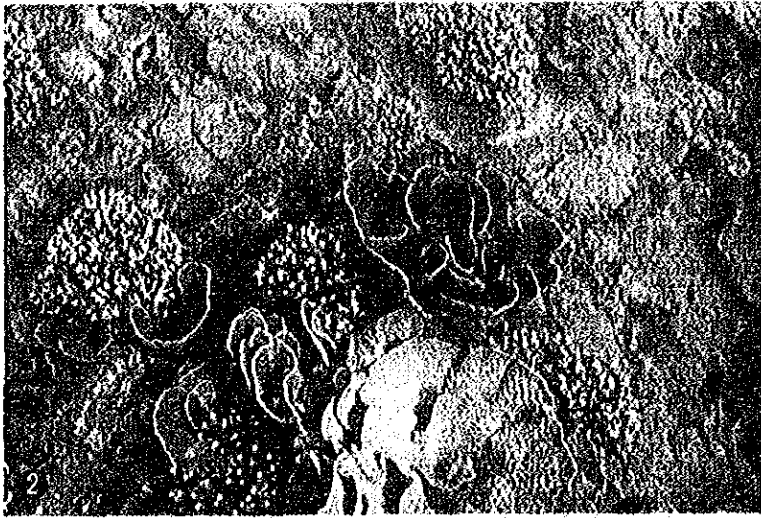
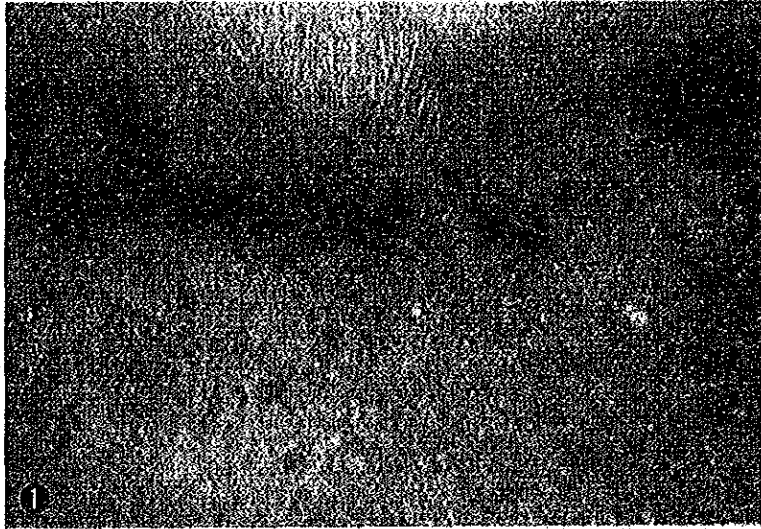


Fig. 15 Underwater photographs of Kal Aru estuary (st.21) and offshore Kondachchi (st.23).

1. Gracilaria lichenoides on the sand bottom of st.21
2. Coral bottom of Montipora and Acropora, offshore Kondachchi
3. Montipora and Porites

6 Jaffna Region (図 16)

図16に示す通り、Delft channelを中心に4地点(St 24-27)で調査を行った。

St 24はKaraitivuの沖合で水深4m、底質砂である。透明度は非常に低く、大型底生動物は採集できなかった。St 25はNayintivuとAralaitivuの中間地点で水深5m、砂泥底である。この地点もSt 24と同様底生生物を採集できなかった。St 25はDelft Is.の港外でホンダワラ類Sp, Gracilaria lichenoides, Padina, Codiumが観察できる。

この海域は図16にみるとおりサンゴの死骸が点在し、クボガイ Tegula (Gastropoda)も多数生息する。St 27はPearl Bedの沖合で水深3m以浅から海岸にかけて砂底が続く。サンゴの死骸の上に新しい Acropora や Montipora の群集が点在する。カキ Crassostrea sp, クボガイ Turbo, Tegula などが生息する。魚類としては Abudefduf, Acanthurus および Thalassoma が観察できた。

St 26およびSt 27はDelft channelにあって、潮流が早く、海藻類および巻貝類も多く、栄養塩類が豊かであると考えられPunkutivu, Pearl BedおよびDelft Isの海峡に面した海区は養殖漁場として有望と考えられる。

Jaffna lagoonの表面海水の塩分濃度と温度の年変化をみると図18に示す通りである(Sachithanathan, 1969)。Palk Bayの温度の最低は2月、最高は5月で24.0-30.0°Cの間で変化している。Kayts channelはJaffna lagoon内の他の地点と同様4月に最高、12月に最低値を示す。塩分濃度は一般に5-8月に非常に高く、10-12月に低い。ラグーン入口のKayts channelおよびラグーン内では13.04-38.6‰の範囲で大きい変化を示すのに反し、ラグーンの外側のPalk Bay off Myliddyでは28.39-36.06‰と変化範囲が小さい。

スリランカのラグーン水域は2つの季節風(The North East monsoon and the South West monsoon)の影響をうけて塩分濃度の変化が大きい。特にN-E monsoonはMid-Octoberにはじまり豪雨を伴う。降雨量は11-12月に最大となり、大量の淡水がラグーンに流入する。降雨は2-3月に非常に少なくなる。4月から再び増加しはじめラグーンに淡水が流入しはじめる。降雨量の変化が塩水濃度の変動に大きい影響を持つのはこのためである。

Jaffna lagoonは降雨期に低塩分濃度となると同時に乾季に高塩分となり、変動が非常に大きい。そのため外洋性のシンジュガイは勿論、元来広塩性動物であるカキの養殖漁場として良い水域ではない。このような点から塩分濃度・温度の変化が少なく、栄養塩類の豊富な海域、すなわちPalk Bayを含めた海域特に前述のDelft channelの水域が好適条件をそなえているといえる。ここで注意しなければならないことは季節風特にSouth West monsoon時に養殖施設が破損しないような海域を選ぶべきである。

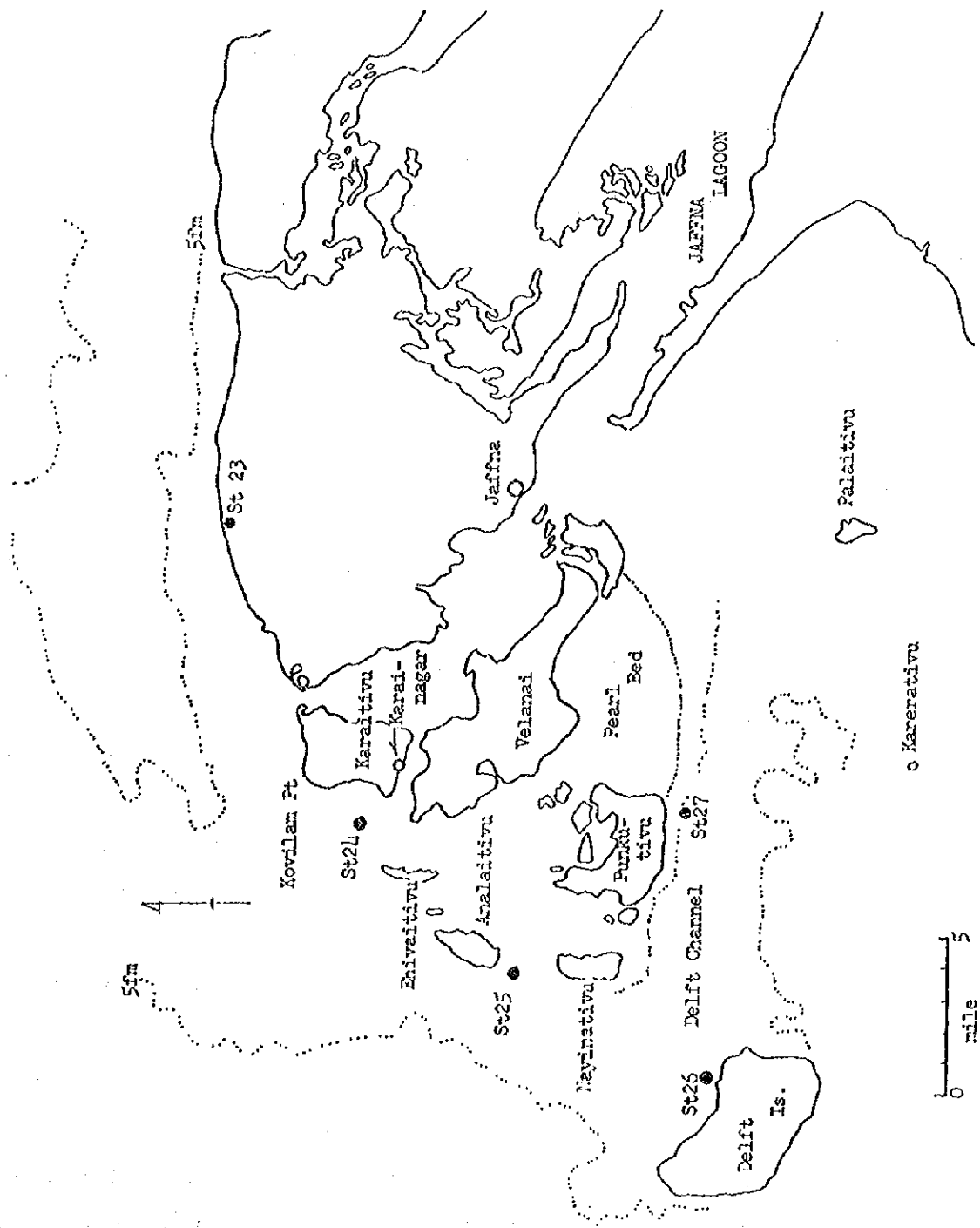


Fig. 16. A map of Jaffna region showing the research sites

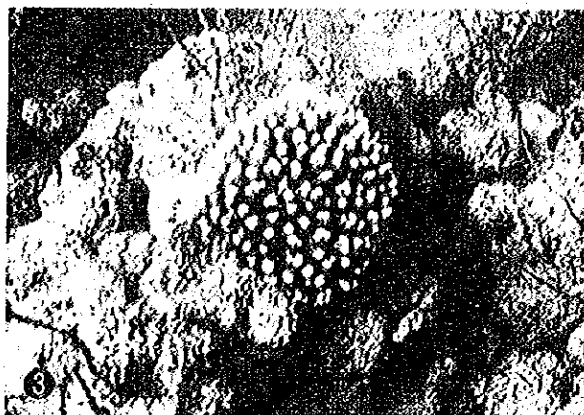
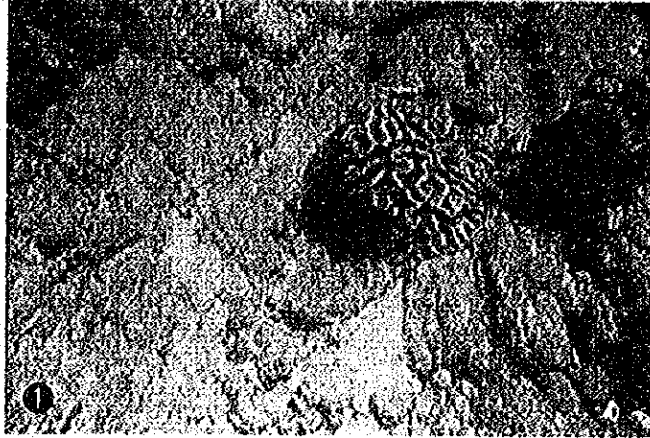


Fig. 17 Underwater photographs of corals on the old coral reef offshore Pearl Bed, Jaffna

1. Leptoria sp 2. Massive coral Polites 3. Acropora

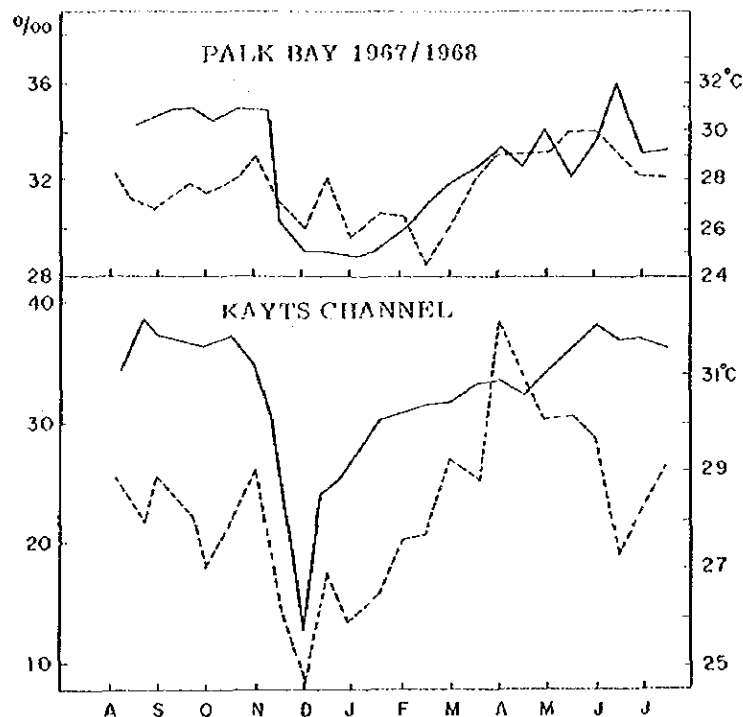


Fig. 18 Seasonal variation of the temperature and salinity of the sea surface in the Jaffna Lagoon (Sachithanathan, 1959).

Jaffna 海区には巻貝の Chank (*Xancus pyrum*) が多数漁獲される。この貝は貝細工材料としてバングラディッシュに輸出されるし、ナマコ (*Holothuria scabra*) は乾燥して香港などに輸出される (図 19)。これらの生物は産業上重要種であって生物学的、生態学的な詳しい調査をする必要がある。乾燥ナマコを日本で評価すると高級製品とは言えない。将来ナマコの加工法も検討する必要がある。

Karainagar にはノルウェーの慈善基金で設立された Cey-Nor development project の施設があり、漁獲されたエビ類を急速冷凍処理している。この冷凍施設は近代的なものであるが (図 20)、漁獲されてからこの工場まで運搬する間に時間がかかりすぎ鮮度が低下するため、加工処理が良くても、輸出するに十分な品質の冷凍品の生産ができない結果となる。特に鮮魚として輸出する高級水産物については冷凍車の使用などにより鮮度を保持しながら冷凍処理を行い、輸出に十分な良質製品を生産すべきであろう。

7 Kalutara Region

Bentota 橋付近のカキの生息場所を調査したが30分間の潜水による観察によってもカキを採捕できなかった。Pillai (1965)によるとBentota oysterは美味で注目されてるが詳しい報告がない。この地区の河川にはシラスウナギがそ上ると言われているがカキと同様調査報告がない。Kalutara regionの河川には淡水エビ Macrobrachium rosenbergi が魚獲されているが不幸にして材料を得る機会がえられなかった。本種は世界最大の淡水及び汽水域のエビの一つであって、日本、マレーシア、タイ、インド、フランス、アメリカ、イギリスなどで種苗の大量生産と養殖の研究が進み、量産技術が確立しつつある。スリランカにおける本種の増養殖のため生態学的研究を行うべきであろう。

8 Matra and Hambantota Region (図 21)

図21に示す通り、Rekawa Kalapuwa および Rekawa Lewaya において3地点を調査した。Rekawa Kalapuwa (図21A)は3.24 km²の水面積を持つラグーンで最深部は5 ftである。漁獲種としてクルマエビ類 (Penaeus monodon and P. indicus), ミルク・フィッシュ (Chanos chanos 8 inches in body length), Leignathus sp., Caranx sp., Telapia mossambica, Etroplus suratensis, Mugil cephalus, Anguilla sp などである。重要な生産物はクルマエビ類で6-7月の雨期に漁獲する。主な漁具は投網で盛期に5ポンド/人/日の能率である。

Karawa Lewaya は入口が道路工事で狭められ僅かに径50 cmの tube で外洋に連絡しているが乾期には干出する。従って海洋水の流入も少なくなり生産性が低下した。

Malala Lewaya (図21B) は入口は雨期に3-4回開口し外洋と通ずるだけである。クルマエビ類とボラ貝が漁獲されるが、生産量の増加は外洋水の導入をまたないかぎり期待できない。

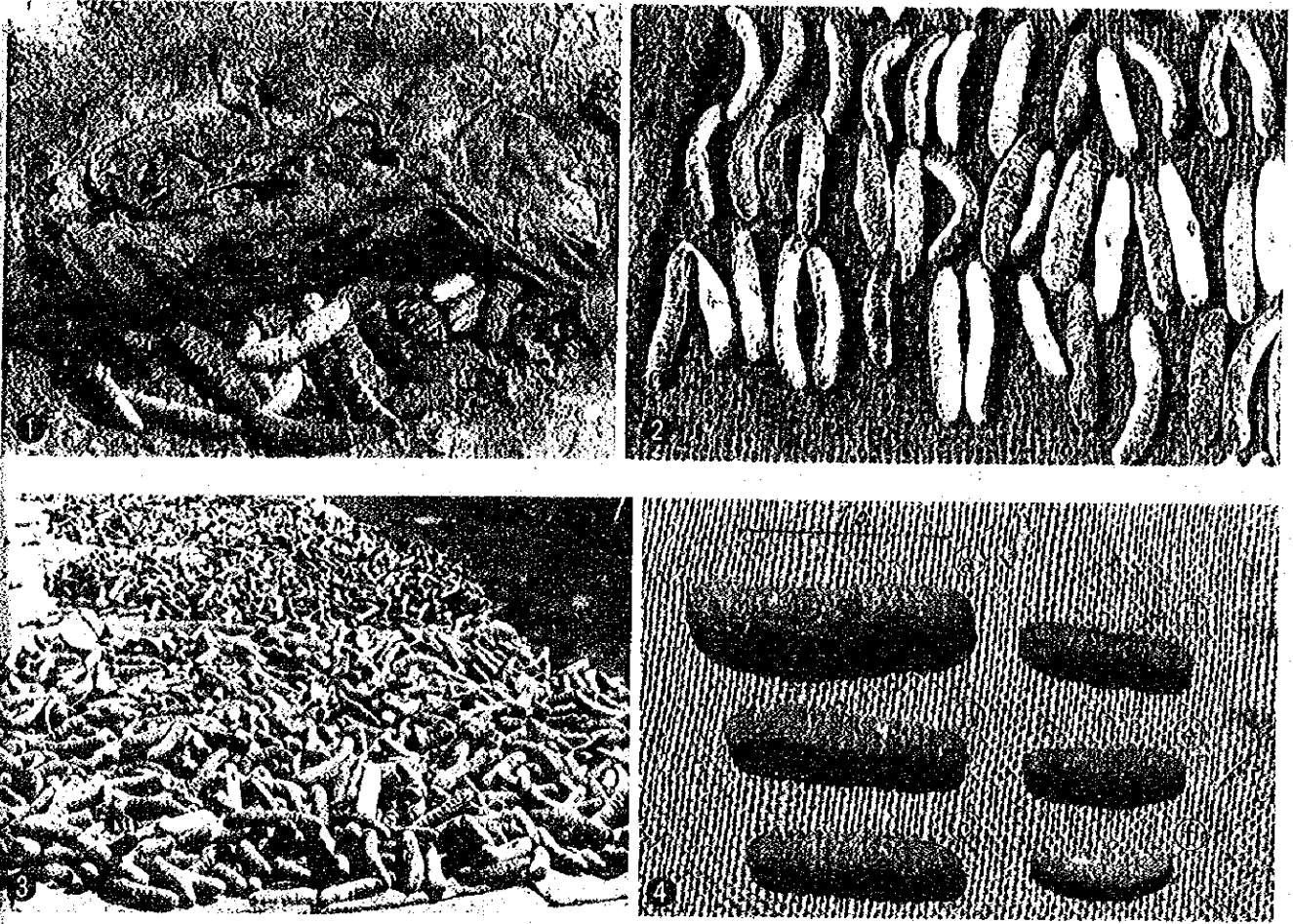


Fig. 19 The process for beche-de-mer at Jaffna region

1. burying under the ground for 24hrs after 1st boiling
2. dried materials with calcareous powder after 2nd boiling
3. last dry after 3rd boiling
4. grades by size: a 1st, b 2nd, c 3rd, d 4th, e 5th, f 6th class

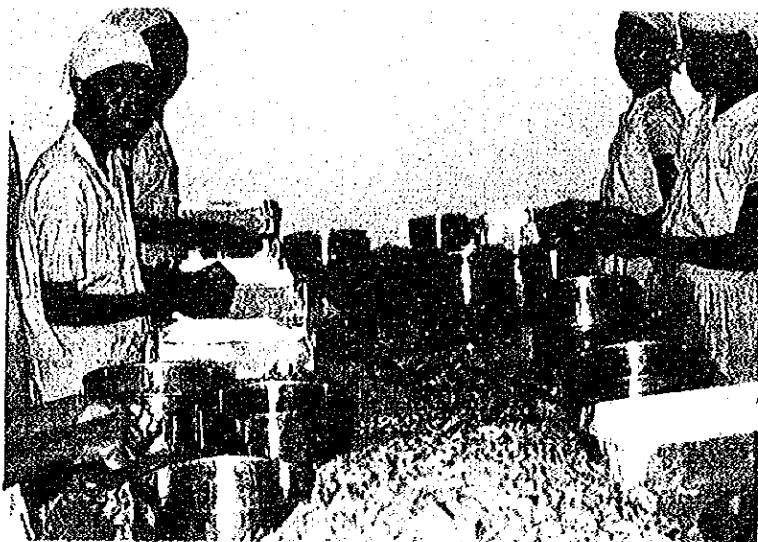


Fig. 20 A processing prawns for freezing at the factory,
Cey-Nor Development Project, Jaffna

II 考察と結論

3週間にわたってスリランカ島周辺の浅海域及び汽水域を、特にラグーンを中心に調査してきた。調査期間から見て、前調査であったが増養殖の可能性ある生物が多い結果となった。クルマエビ類、シソジュガイ、カキ類、ミルクフィッシュおよびノコギリガザミなどがそれである。これらの生物は日本における池中養殖や小割り養殖のような高密度養殖の方式を適用するよりもむしろ、広いラグーン水域を粗放的に利用して生産をあげることがその基本と考えられる。

このためにはどのような点に注目すべきかについて論ずることとする。一般にスリランカの沿岸域、特にラグーンおよびマングルーフ域は河川から運ばれる栄養塩類が多く、上述の産業上重要な水産物の餌料となるプランクトンおよび小型生物が豊富であり、これら水産物の繁殖、成長、生残に適した水域であると言える。このことは Durairatnam (1963), Durairatnam et al (1964) および Costa et al (1969) により各地ラグーンおよび浅海域の温度・塩分濃度、プランクトンに関する研究によっても理解できるが栄養塩類を中心とした最近の研究例えば、Krishnamurty et al (1973) の Vellar-Coleroon Estuarine の調査のように Inorganic phosphate, organic phosphorous, nitrite, nitrate, silicate, chlorophyll, plankton などの詳細な調査はない。更にラグーンおよび河口域における生物にとっての環境条件は気象条件と密接に関係する。増養殖を発展させるに当って環境条件の特性をラグーン毎に明らかにすることは必要である。

ラグーンの生産が降雨量と密接な関係にあることは Rueff (1973) が示した通りである。スリランカの気象条件特に降雨量についての情報は詳しくわかっている。

Ekkanayake (1972) によると第3表、図21・22に示す通り、スリランカ島南西部から南部の Negombo, Colombo, Kalutara, Galle, Hambantota および Tangalla の降雨量の周年変化は二峯性曲線を示す。4—6月、9—12月に降雨の山がある。一方 Jaffna, Mullaittivu, Trincomalee および Bathicaloa は9—12月に山をもつ曲線である。降雨量がほぼ同一のラグーンでもこれらに流入する河川の大・小、季節風の強弱などによって前述環境条件がことなり、夫々のラグーンは特性をもつことになる。

ラグーンにおける外洋水の流入を考えた水塊の流動は生産性に重要な影響を与える。前述の通り重要水産物の生産性の高いラグーンは外洋水の周年流入を可能にするような安定した入口を持っている。ラグーンにおける水塊の流動は主に湖底地形、外洋水の流入状態、干満差、流入淡水量などにより決まる。スリランカのラグーンにおけるこのような諸点に関する海洋学的な調査は Negombo Lagoon を除いて殆んどない。ラグーンの水交換を論じ、実際に交換をよ

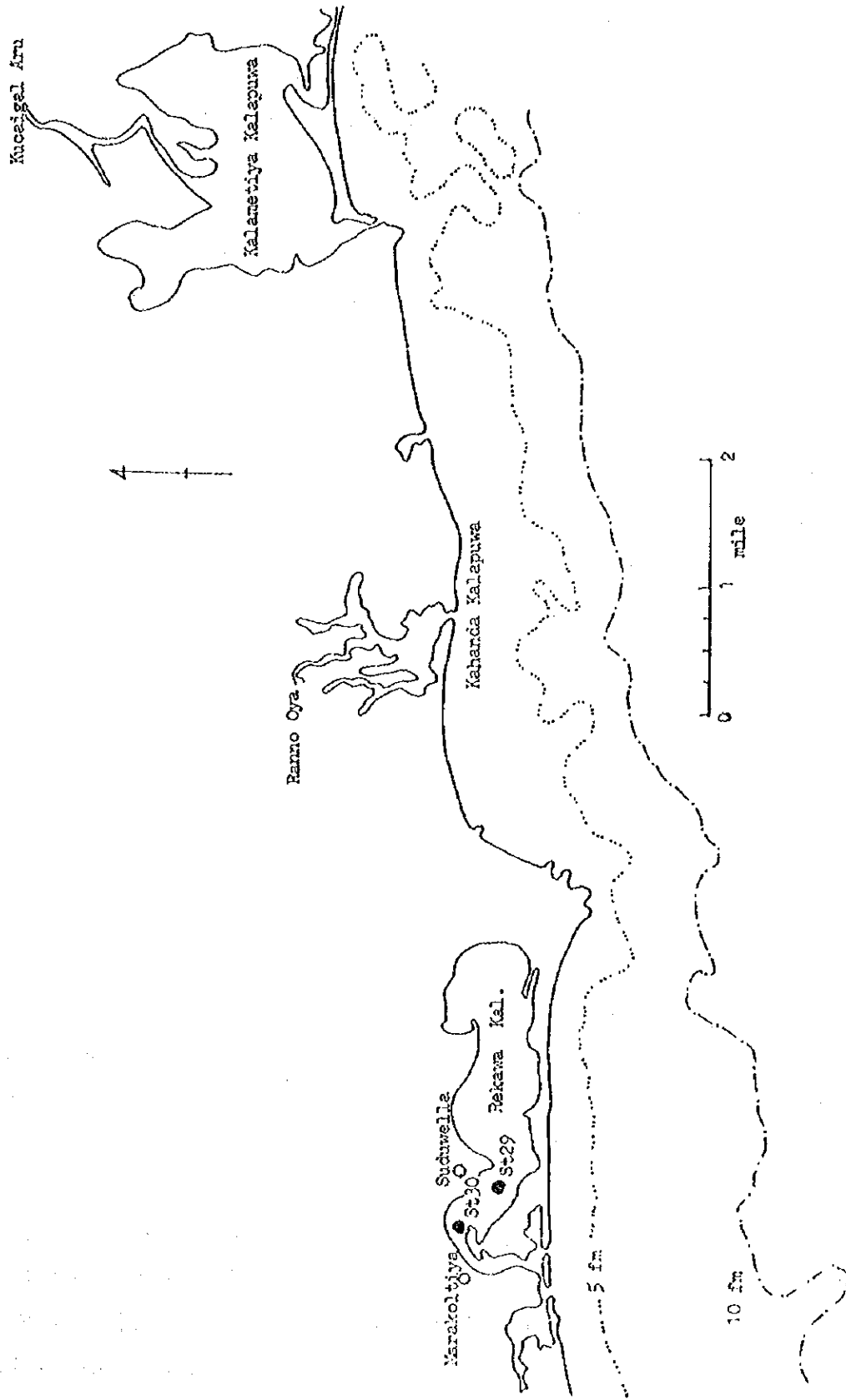


Fig. 21 A. Matra and Hanbantota region showing the research sites.

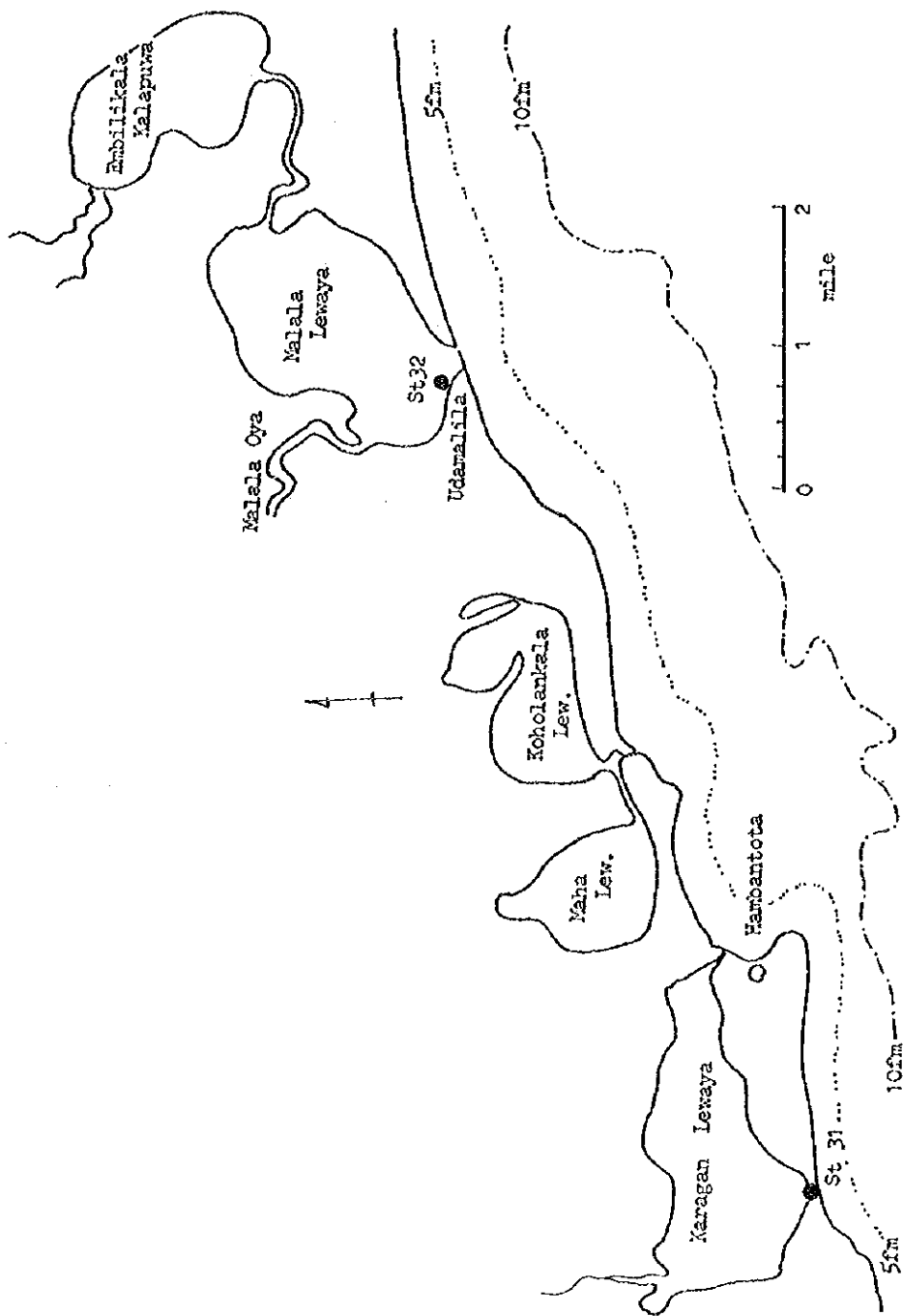


Fig. 21 B. A map of Hambantota region.

くするための工事計画をたてるための基礎が全くないといえる。何れにしても、周年外洋に通ずるラグーン生産性は高く、雨期にのみ開口するラグーンのそれは低いことは明らかであり、水産物の生産を高めるためにはラグーンの開口部を安定させて周年開口にするようにすることと水理工学の立場から水交換を良くするような工事を実施することが大切と考える。

一方生物学的立場から海洋水の流入はクルマエビ類の生産を高めることはすでに述べたが特に重要種である *P. monodon* および *indicus* の Sri Lanka lagoons における生活史を明らかにすることが重要である。これらのクルマエビ類は *Penaeus japonicus* と同様、その成体は外洋域で成長成熟し産卵する。ふ化幼生は成長と共にラグーンや河口域に移動して集まりここで juvenile-adolescent-Sub adult の各期をへて再び外洋に出て成体になる。これらの期は夫々特有の生息場所を持つことになるがスリランカのラグーンの調査は殆んどない。少なくとも *P. monodon*, *P. indicus*, *Metapenaeus monoceros*, *M. elegans* および *M. dobsoni* について産卵期、生息場所と関連した生活史、移動などの詳細を明らかにすることが重要である。

Berg(1971)によるとスリランカ海域におけるクルマエビの資源はPalk Bay, Mullativu, Batticaloa region の沖合に多いという調査結果を得ている。従って先づクルマエビ類の上述の生態学的調査はNegombo, Puttalam, Mullativu, Kokkilai のラグーンを中心にそれぞれのラグーンの生態学的特性を明らかにする必要がある。

スリランカにおけるクルマエビ類の栽培漁業的開発は前述した通り粗放的な方式を適用した方が良く考えられる。ラグーンの入口を安定させたり、換水のための水理工事により湖水の流動を良くして、湖全体の生産性を高めることにより水産資源の増大後漁獲する方法が良いと考えられる。これらを可能にするための海洋学的調査および生態学的研究は是非必要となる。外洋からのエビ類の資源補充や湖内の成長・生残が明らかになり、資源量の変動を知った上で更に高い生産段階例えばエビ類のふ化場を設立し稚仔の大量生産を行い、これらを放流した後計画的に漁獲する方法、言いかえると人工的に資源を補充しながら収穫する方式所謂“sea farming”が将来考えられる。この方式は半閉鎖的な海域であるラグーンで可能性が強い。近年瀬戸内海でクルマエビの種苗を大量放流することによりsea farmingの可能なことが明らかになりつつある(Hasegawa, 1973)。

クルマエビ類の粗放的養殖の好例は東南アジアの諸国に多い。Singaporeにおける Pond culture (Hall, 1962), Thailandにおける Shrimp farming (Teinsongrusmeec, 1970), インドにおける Paddy field Prawn fishery (Menon, 1954; Gopinah, 1956)などがそれである。これらは種苗が河口域、マングローブ域およびラグーンに集まる生態を利用してこれらの水域を有効に利用するもので有効な粗放的養殖と言える。

シンジュガイ, *Pinctada vulgaris* の資源量は前述の通り真珠養殖に使用するに十分な量が得られると共に、その養殖場も十分な面積が得られるから日本の真珠養殖技術をどのようにし

Table 3. Monthly average rainfall for the standard period 1931-60 at Sri Lanka (Ekanayake, 1972)

Station	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
Jaffna	3.80	1.35	1.18	2.76	2.47	0.64	0.65	1.24	1.87	9.59	16.19	10.50	52.34
Delft	2.62	0.99	1.17	2.21	1.70	0.22	0.31	0.84	1.11	7.39	12.68	8.64	39.88
Mannar	3.44	1.32	1.75	3.48	1.94	0.19	0.28	0.63	0.93	6.60	9.56	7.97	38.09
Kalpitiya Saltern	2.89	1.67	2.70	4.47	2.64	0.39	0.48	0.34	0.96	5.94	9.30	6.45	38.23
Puttalam	2.88	1.80	2.99	5.42	3.69	0.91	0.67	0.84	1.39	6.84	10.04	6.04	43.71
Chilaw	2.54	2.10	3.80	8.41	6.75	3.02	1.98	1.80	2.64	9.88	10.30	4.62	57.94
Negombo	2.33	2.30	4.41	10.29	10.94	6.29	3.99	3.26	4.38	12.08	12.20	4.73	77.20
Colombo	2.93	3.39	4.20	9.39	11.39	7.33	4.70	3.97	4.79	12.13	12.15	6.15	82.52
Kalutara	4.45	3.98	5.84	12.22	15.79	9.78	6.66	5.98	7.98	15.42	13.48	8.24	109.72
Galle	4.45	4.56	4.59	9.94	11.90	8.67	6.72	7.04	7.06	14.02	12.69	7.31	98.95
Hambantota	3.97	2.30	2.61	4.29	4.76	2.17	1.70	1.66	1.79	4.95	7.38	4.76	42.34
Tangalla	3.04	1.73	2.40	5.33	8.33	4.92	2.74	3.64	4.07	6.36	7.30	4.32	54.18
Batticaloa	10.99	7.02	3.34	2.85	1.23	0.73	1.49	2.43	1.88	7.01	11.23	16.92	67.12
Trincomalee	8.55	3.38	2.19	2.84	2.51	0.70	1.66	3.38	2.36	7.44	11.89	13.52	60.41
Mulleattivu	4.96	1.85	1.15	2.78	2.42	0.60	1.50	2.66	2.86	8.32	15.56	13.04	57.70

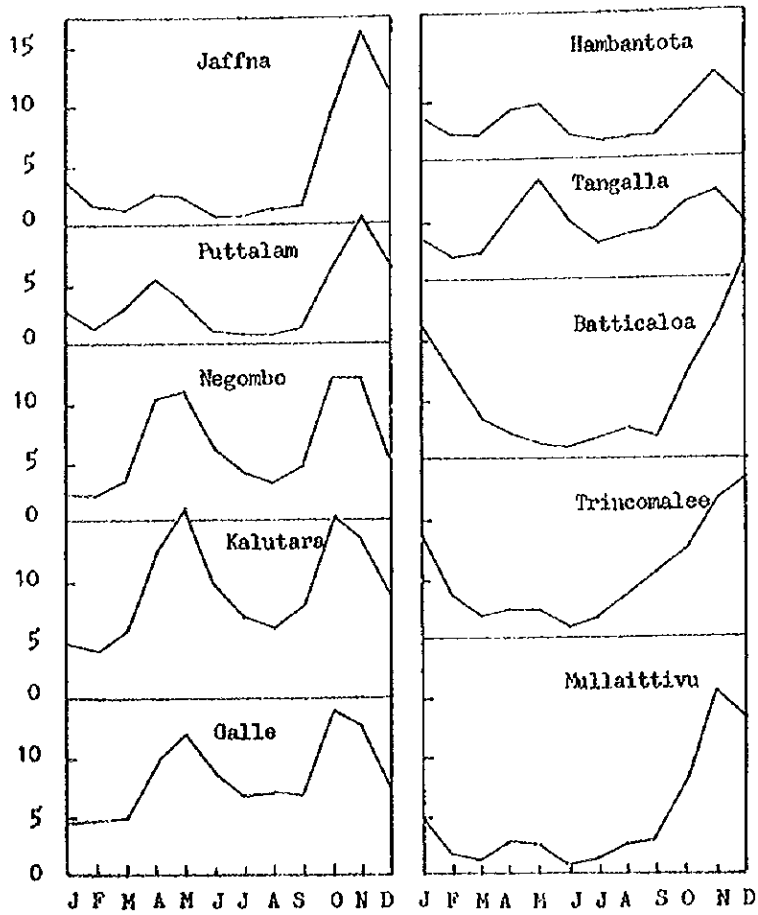


Fig. 22. Diagram showing monthly rainfall for the standard period 1931 - 60 (Ekanayake, 1972)

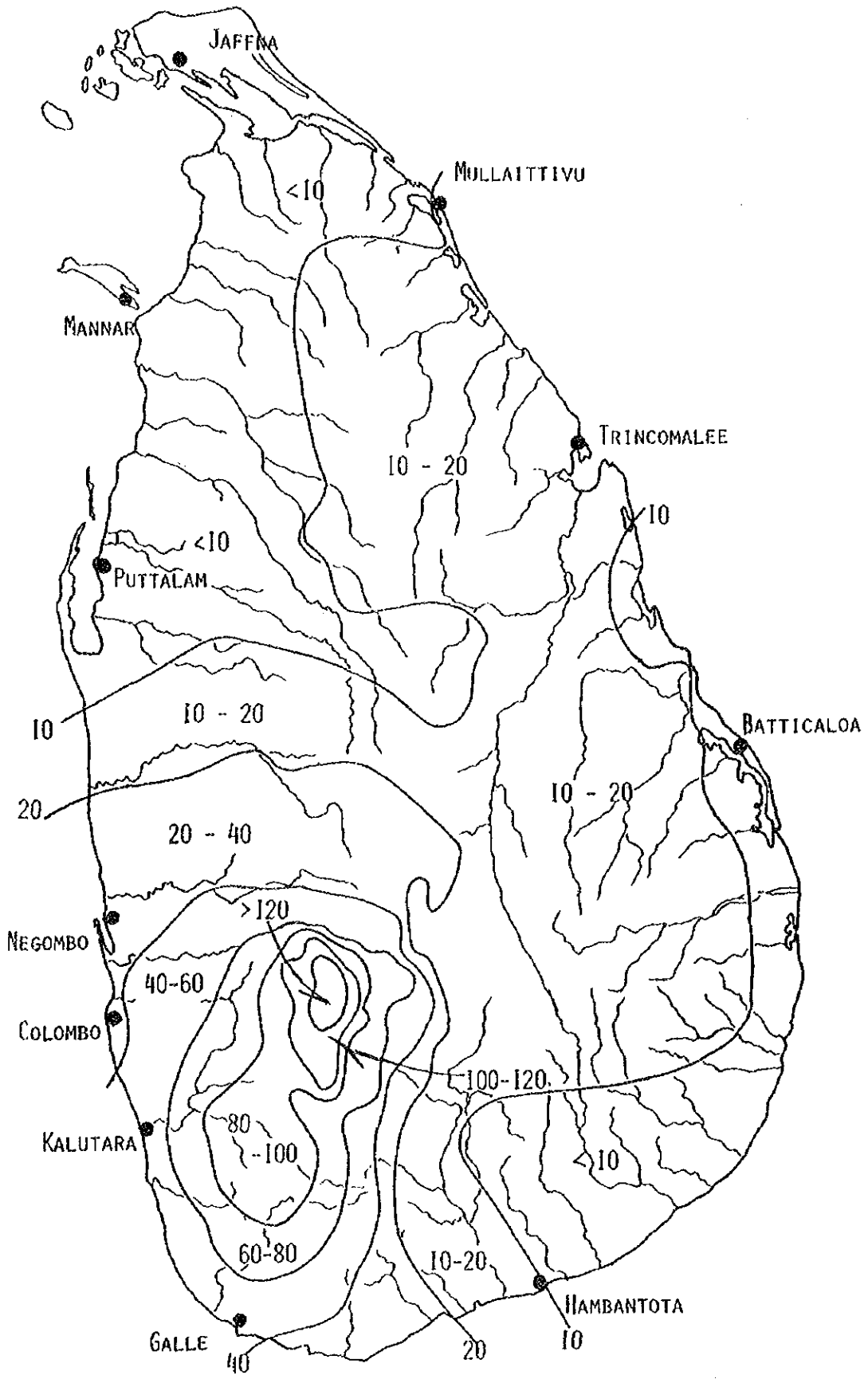


Fig. 23. Showing S. W. monsoon average rainfall, May-Sep. (1931-1960) (Ekanayake, 1972). Unit: inches

て導入するかを具体的に計画する必要がある。

カキについては、Negombo および Kokkilai lagoons で成貝および種苗が多いことを確かめた。これらは *Crassostrea cucullata* かこれに近い種と推定され、自然水域での採苗も可能と考えられる。このためにはスリランカにおけるカキの産卵期幼生の海洋における分布など生態学的研究を行う必要がある。さしあたっては日本カキ、*Crassostrea gigas* の種苗を移植することも可能であろう。養殖方法としては、浅海に適した簡易垂下法を適用し、Negombo, Puttalam, Kokkilai のラグーン, Palk Bay, Mannar の浅海域, Dutch Bay, Portugal Bay, Koddiiyar Bay, Trincomalee Bay などの何れかから始めることが望ましい。

ミルク・フィッシュについてはすでに Negombo Brackishwater Fisheries Station で実験し有望であることが明らかになっている (op. cit.)。今後この魚の需要を充分配慮した上で生産計画をたてるべきである。

以上述べた生物について適地を表示すると第4表の通りとなる。

Table 4. Shallow waters and lagoons suitable for sea farming in Sri Lanka

Locality	Area (km ²)	Feasible area (km ²)	Suitable species	Remarks
Negombo L.	32.95	15	Oyster, Prawns, milk fish	The entrance opens through the year
Puttalam	229.57	80	Prawns, oyster, milk fish	Ditto
Dutch Bay	84.74	20	Oyster	-
Portugal Bay	49.50	15	Oyster	-
Mannar coast	386.45	200	Pearl oyster, oyster	-
Delft channel (Punkudutu)	47.33	10	Pearl oyster, oyster	-
Delft Is.	17.99	15	Pearl oyster, oyster	-
Nathi Kadal	41.54	5	Prawns	Open during wet season
Kokkilai L.	55.79	20	Prawns, oyster	Open throughout the year
Batticalao L.	100.73	25	Prawns ?	?
French Pass	0.56	20	Oyster	-
Bottom of Koddiiyar Bay	12.79	8	Oyster	-
Rekawa Kalaputwa	3.24	1	Oyster	Open throughout the year

次にスリランカの漁業について著者らの意見をのべることにする。

一般に漁業資源は漁獲後鮮度を保持する手段をつくして適当な処理工程をへて、食品として消費者に流通する。鮮魚を食品として消費者に流通する時は勿論、加工をほどこす時でも鮮度保持のシステム、例えば Cold chain system などが確立されないかぎり、加工設備が良くて

Table 5. Coastal Fish Production in 1973, excluding Deep Sea Fishing and Inland Fisheries (Ton)

D. F. E. O. Division	Seer	Poraw	Blood Group	Shark & Skate	Rock Fish		Shore Seine		Prawn	Others	Total
					Large	Small	1	2			
Negombo	258	168	3,177	10,352	233	108	144	1,014	434	98	15,936
Colombo	107	133	131	2	246	17	33	456	277	17	1,419
Kalutara	148	44	1,484	709	169	14	127	312	0	2	3,009
Galle	87	146	1,294	126	206	77	103	393	36	93	2,561
Matara	60	106	2,258	507	317	74	671	633	54	88	4,768
Hambantota	169	173	2,704	405	459	60	18	72	94	238	4,392
Jaffna	1,351	1,683	1,514	1,977	3,999	3,072	1,342	5,500	478	1,417	22,332
Mannar	331	1,367	586	1,088	313	554	1,044	4,488	73	226	10,080
Mullattivu	38	102	43	144	32	138	184	483	195	37	1,395
Trincomalee	295	812	1,570	570	1,218	677	633	3,073	72	119	9,039
Batticaloa	72	243	1,249	214	169	301	113	653	233	791	4,638
Kalmunai	93	227	446	73	138	266	141	1,530	48	604	3,565
Puttalam	496	438	2,033	802	293	549	251	1,600	505	207	7,174
Total	3,506	5,638	18,489	16,967	7,795	5,919	4,803	20,207	2,451	3,985	89,760

も良い製品には結びつかない。このことは前述の Cey-Nor development project の場合でもよく理解できる。

スリランカでは鮮度保持の施設が如何に不完全であるかは、Colombo 市 St. Jhon's fish-market の悪臭を経験するだけでよく理解できる。海産物とは、生鮮魚のみならず冷蔵、冷凍、缶詰などをつくる場合でも鮮度保持に留意しない限り良い製品が生れない(図24)。著者らがここで強調したいことはラグーン漁業の発展が単にすぐれた養殖技術の導入により生産をあげることに止まらず生産物の流通及び経営までも考えた総合的改良計画でない限り十分な成果を期待することができないことである。

近年におけるスリランカの沿岸魚の漁獲をみると Table 5 に示す通りである。年間 89,760 トンの中、Prawns は 2451 トンに達する。この量の大部分は市場に運ばれた時、その鮮度が非常に低下しているものと考えられる。従ってラグーン漁業に新しい技術を導入することにより生産の増加を見込むことができるとすれば、鮮度保持施設などをととのえることは緊急を要する。今までラグーン漁業の開発に関する諸問題を論じてきたが以下にその要約を示す。

I ラグーン及び浅海水域における水産物の養殖方式

- a. 生産性が高く、広大な水域に粗放的養殖技術を導入し、将来栽培漁業を確立する方向が望ましい。
- b. 水産資源としてはクルマエビ類、カキ類、シンジュガイ、ミルクフィッシュがある。
- c. 粗放的養殖の基礎となる海洋学的調査および主要生物の栽培漁業に必要な生態学的調査を実施する。
- d. ラグーン的环境条件の改良のために外洋水の出入口を安定させること
- e. 粗放的養殖を発展させると同時に生産した魚貝類の流通機構、特に鮮度保持のためのシステムを確立する。例えばクルマエビ類に対してはいくつかの冷凍車を準備して処理施設のある一定地区に集荷できるシステムを確立することが必要である。

II 研究と教育

Sri Lanka National Fisheries Research Station には先進国で教育を受けたすぐれた研究者が多い。このことは、その報告書を見てもよく理解できる。Living marine resources を生物学的観点で深く研究していることがうかがえる。

不幸にして応用科学の一分野である Fisheries science の立場からの研究は非常に少ない。きわめて近い将来、研究所が新設されることを知ったが、Fisheries science を発展させるにふさわしい研究所の完成を希望する。

その中で浅海水域を研究するためには

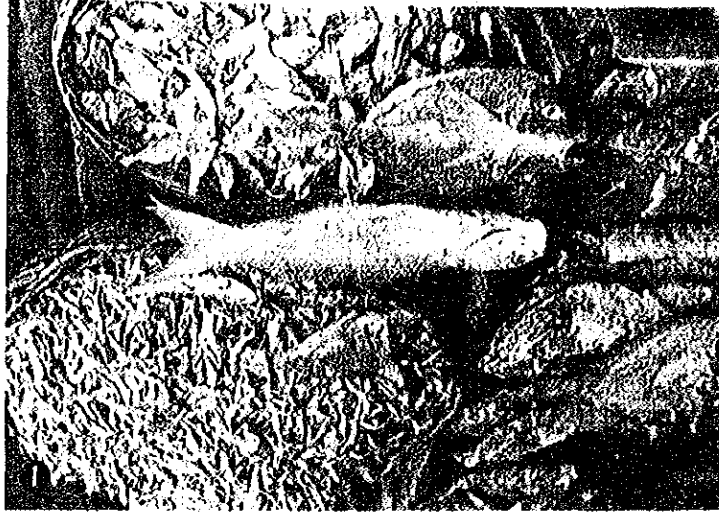


Fig. 24 The processing of salted dry fish at Puttalam region
1. Landing fresh fish 2. pre-treatment for dry 3. salted dry goods

- a. 浅海域の漁業と沿岸海洋学とを研究するに十分な小型の調査船の建造
- b. 研究の中心となる研究所の他に各地区の特性に対応できる研究を可能にする branch station を完備する。Negombo には既設の station があるが、研究者の数と施設について充分とは言えない。将来、少なくとも東および西海岸の2カ所に漁業に役立つ Branch Station を設けるべきである。
- c. 教 育

スリランカにおいて中等程度の教育制度を確立するための計画が進行しつつあることは結構なことと考える。日本における水産教育と研究は約80年前に出発している。その初期においては、研究と教育は一体となって進められた。研究による新技術の開発は新しい人材を要求するためであろう。スリランカの現状は新技術を導入して水産業の発展が先行して教育がともなう日本の初期の時代に相当するように考えられる。何れにしても我々の提案は生産を増進するための教育として次の事項を示すことにする

- a. 中級の水産研究者を先進国に派遣し、研究テーマをしぼって少なくとも1年間に近代的漁業技術を修得すること
研究テーマとして次のものがあげられる。
 - 1) Coastal oceanographical research technique
 - 2) Prawns culture and sea farming
 - 3) Oyster sea farming
 - 4) Pearl culture
 - 5) Fish farming
- b. 初級研究者の大学又は高度の研究所への派遣、従来の比較的短期間のOTCA(現JICA)Channelによるものの他、日本の大学には政府の奨学制度により、1-2年間研究留学生として受け入れる方法がある。

Literature

- Berg, S. E., 1971. Investigations on the bottom conditions and the possibilities for marine prawn and fish trawling on the north and east coast of Ceylon. Bull. Fish. Res. Stn., 22 (1 & 2) 53-88.
- Burkenroad, M. D., 1934. The Penaeidae of Louisiana; with a discussion of their world relationships. Amer. Mus. Nat. Hist., Bull. 68 (2) 61-143.
- Costa, H. H. and S. S. De Silva, 1969. Hydrobiology of Colombo (Beira) Lake, I. Diurnal variations in temperature, hydrochemical factors and zooplankton. Bull. Fish. Res. Stn., 20 (2) 141-149.
- Dakin, W. J., 1938. The habits and life history of a Penaeid prawn (Penaeus plebejus). Proc. Zool. Soc. Lond., Ser. A 108 (2) 163-183.
- De Bruin, G. H. P., 1971. Fluctuation in species composition of Penaeid prawns in estuaries. Ibid 19 (1 & 2) 47-51.
- Delmendo, M. N. and H. R. Rabanal, 1956. Cultivation of "Sugpo" (Jumbo tiger shrimp) Penaeus monodon Fabricius, in the Philippines. Indo-Pacific Fish. Counc. Proc. 6 (II-III) 424-431.
- Durairatnam, M. and Medcof, J. C., 1954. Ceylon's red seaweed resources. Ceylon Trade Jour., 19 (4) 1-6.
- Durairatnam, M., 1963. Studies on the seasonal cycle of sea surface temperatures, salinities and phytoplankton in Puttalam lagoon, Dutch Bay and Portugal Bay along the west coast, Ceylon. Bull. Fish. Res. Stn., Ceylon 16 (1) 2-24.
- Durairatnam, M., 1965. The ecology of Gracilaria verrucosa (Hudson) Papenfuss Formerly G. confervoides (L.) Gerville in Koddigar Bay, Trincomalee. Ibid, 18 (1) 29-34.
- Durairatnam, M., T. Vickneshwara and L. M. Emmanuel, 1969. Studies on the phytoplankton of inshore and offshore waters off Colombo and some data on the hydrological conditions of these waters. Ibid 20 (2) 159-167.
- Gopinah, K., 1956. Prawn culture in the rice field of Travancore-Cochin, India. Indo-Pacific Fish. Counc. Proc. 6 (II & III) 419-424.
- Hall, D. N. F., 1962. Observations on the Taxonomy and biology of some Indo-West Pacific Penaeidae. Fisheries Publications 17 1-230.
- Hasegawa, A., 1973. Releasing of seedlings and its effect on the fishing yield in case of the Kuruma prawn farming fishery. Rep. Res. Invest. Sci. Fish. Agen., Japan Govern. 15 1-31 (In Japanese with English summary).
- Hughes, D. A., 1967. On the mechanisms underlying tide associated movements of Penaeus duorarum. Contr. to FAO World Conf. on the Biology and Culture of Shrimp and Prawns, Mexico City, 1967.
- Idyll, C. P. and A. C. Jones, 1964. Abundance and distribution of pink shrimp larvae and postlarvae in Southwest Florida waters. U. S. Fish. Wild. Ser. Circ. 230 25-27.

- Krishnamurthy, K. and V. Sundararaj, 1973. A survey of environmental features in a section of the Vellar-Coleroon estuarine system, South India. *Marine biology* 23, 229-237.
- Kurata, H., 1972. Certain principles pertaining to the penaeid shrimp seedling and seeding for the farming in the sea. *Bull. Nansai Reg. Fish. Res. Lab.*, 5, 33-75 (In Japanese with English summary).
- Lin, S. Y., 1968. Milkfish farming in Taiwan. A review of practice and problems. *Fish culture rep.*, Taiwan Fish. Res. Inst.
- Menon, M. K., 1954. On the paddy field prawn fishery of Travincore-Cochin and an experiment in prawn culture. *Proc. Indo-Pacific Fish. Coun.*, 5 (II & III).
- Pillai, T. G., 1965. Brackish-water fishery resources. *Bull. Fish. Res. Stn., Ceylon*, 18 (2), 75-86.
- Remanathan, S., 1969. A preliminary report on Chanos fry surveys carried out in the brackish water areas of Mannar, Puttalam and Negombo. *Ibid*, 20, 79-85.
- Ruello, N. V., 1973. The influence of rainfall on the distribution and abundance of the school prawn Metapenaeus macleayi in the Hunter River region (Australia). *Marine Biology*, 23, 221-228.
- Sachithananthan, K., 1969. Salinity and temperature variations of the surface waters in the Jaffna lagoon. *Bull. Fish. Res. Stn., Ceylon*. 20 (1), 87-99.
- Sivalingam, S., 1961. The 1858 pearl oyster fishery, Gulf of Mannar. *Fish. Res. Stn., Dpt. Fish., Ceylon Bull. No. 11*, 1-28.
- Teinsongrusmee, B., 1970. A present status of shrimp farming in Thailand. *Cont. Invertebrate Fish. Inv. Mar. Fish. Lab. No. 18*, 1-34.
- Yatsuyanagi, K. and K. Mackawa, 1955. Studies on the commercial important animals in Seto Inland Sea, Yamaguchi Pre., Japan. 8- The ecology of Kuruma shrimp P. japonicus. *Rep. Yamaguchi Pre. Fish. Res. Stn.* 7 (1), 1-15 (in Japanese).

Appendix I

Result of the oceanographical observation on the lagoon
of Sri Lanka during Mar. 18 to 28, 1974.

St.	Date & Time	AT °C	Dp m	WT °C	Sp. Gr. @ 15	Salinity ‰ Cl	pH	O ₂ ppm	Satura- tion %	Remarks	
1	Mar. 18 11:35	32.5	S	31.0	18.75	14.15	8.10	6.3	92.1	Negombo Lagoon	
			2.5B	30.7	26.80	19.96	8.25	6.3	98.9		
2	Mar. 18 12:10	34.1	S	31.0	16.88	12.79	7.50	5.5	79.4		
			2.5B	30.7	17.47	13.22	7.60	6.4	92.4		
3	Mar. 18 13:30	33.2	S	31.8	14.82	11.30	7.70	6.5	92.3		
			1.2B	32.1	18.10	13.68	7.70	6.5	94.4		
4	Mar. 18 16:40	32.2	S	33.5	12.72	9.78	5.90	11.0	SS		
			1.3B	33.2	16.24	12.33	6.10	12.5	SS		
5	Mar. 19 11:25	--	S	31.3	12.45	9.58	7.85	7.0	97.2		Chilaw Lagoon
			1.8B	30.8	16.40	12.44	7.85	6.1	87.5		
6	Mar. 19 16:05	--	S	30.9	23.87	17.85	8.00	7.4	SS		Puttalam Lagoon
			1.0B	30.8	23.77	17.78	8.00	7.5	SS		
7	Mar. 19 16:25	--	S	30.6	24.43	18.25	8.00	7.8	SS		
			4.0B	30.2	24.25	18.12	8.00	7.2	SS		
8	Mar. 19 17:10	--	S	30.1	23.11	17.30	8.00	8.0	SS		
			3.0	30.0	22.70	17.00	8.05	7.9	SS		
			6.2B	30.1	23.28	17.42	8.00	7.8	SS		
9	Mar. 20 08:20	--	S	30.0	17.01	12.89	6.80	5.5	79.4		
			1.5B	29.3	21.32	16.01	8.40	5.3	78.4		
10	Mar. 21 09:30	34.4	S	30.4	26.58	19.80	8.35	7.1	SS	Trincomalee Region	
			4.0B	28.9	26.55	19.78	8.40	7.4	SS		
11	Mar. 21 09:55	35.4	S	29.9	26.35	19.63	8.38	8.1	SS		
			3.0	29.1	26.17	19.51	8.40	8.1	SS		
			6.0B	28.9	26.58	19.80	8.40	8.2	SS		
12	Mar. 21 11:30	34.2	S	29.1	26.54	19.77	8.43	8.2	SS		
			3.0	28.5	26.58	19.80	8.45	8.5	SS		
			8.0B	27.9	25.84	19.27	8.45	8.0	SS		

St.	Date & Time	AT °C	Dp m	WT °C	Sp. Gr. σ ₁₅	Salinity ‰ Cl	pH	O ₂ ppm	Satura- tion %	Remarks
13	Mar. 21 12:20	35.4	S 5.5 B	28.5 27.9	26.00 25.81	19.38 25.81	8.30 8.30	8.4 8.3	SS SS	Trincomalee Region
14	Mar. 21 17:00	--	S	30.2	26.28	19.58	6.60	8.2	SS	
15	Mar. 21 18:30	--	S	29.2	21.31	16.00	6.60	--	--	
17	Mar. 22 17:20	--	S 2.4 B	29.9 29.6	26.43 27.27	19.69 20.30	8.10 8.15	8.2 8.0	SS SS	Sanctuary Lagoon
18	Mar. 22 17:30	--	S 1.4 B	31.0 30.3	26.27 27.93	19.58 20.77	8.20 8.15	9.0 8.4	SS SS	
19	Mar. 22 17:45	--	S 2.2 B	31.3 30.8	24.08 23.94	18.00 17.89	8.20 8.15	9.3 9.4	SS SS	
20	Mar. 23 15:08	33.8	S 1.5 B	30.6 31.0	26.43 26.62	19.69 19.83	8.29 8.25	8.0 8.2	SS SS	Mannar Region
21	Mar. 23 15:25	--	S 3.0 B	30.5 29.9	27.03 26.83	20.12 19.98	8.22 8.20	8.0 8.0	SS SS	
22	Mar. 23 16:15	--	S 2.0 B	31.5 29.9	27.39 27.71	20.38 20.61	8.16 8.20	8.1 7.6	SS SS	
24	Mar. 25 10:45	29.0	S 4.0 B	29.4 29.2	24.68 24.67	18.43 18.42	8.29 8.35	7.6 7.2	SS SS	Jaffna Region
25	Mar. 25 11:50	36.4	S 5.5 B	30.0 29.1	25.01 24.78	18.67 18.50	8.39 8.42	6.9 6.0	SS 90.7	
26	Mar. 25 13:10	35.1	S 3.0 B	31.4 30.8	24.98 24.14	18.65 18.04	8.53 8.46	9.5 8.0	SS SS	
27	Mar. 25 16:20	--	S 2.5 B	31.5 31.2	25.12 24.36	18.75 18.20	8.41 8.51	10.1 8.7	SS SS	
28	Mar. 27	--	S	31.3	3.50	3.11	6.85	--	--	Bentola Region

St.	Date & Time	AT °C	Dp m	WT °C	Sp. Gr. σ ₁₅	Salinity ‰ Cl	pH	O ₂ ppm	Satura- tion %	Remarks
29	Mar. 28 08:15	--	S	30.3	10.88	8.44	8.40	6.2	85.1	} Rekawa Lagoon
			1.2 B	29.9	11.49	8.89	8.68	1.5	20.7	
30	Mar. 28 08:45	--	S	30.1	10.91	8.47	8.48	5.9	81.0	} Malala Lagoon
			1.0 B	30.0	10.91	8.47	8.60	1.8	24.7	
32	Mar. 28	--	S	31.9	5.50	4.55	8.51	6.5	85.5	

Appendix II

Photographs of marine animals in Sri Lanka

- | | |
|------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. <i>Xanucus pyrum</i> , Chank | 36. <i>Ablennes hians</i> |
| 2. <i>Crassostrea cucullata</i> ? | 37. <i>Tylosurus strongylurus</i> |
| 3. <i>Pinna</i> sp | 38. <i>Hyporhamphus gaimardi</i> |
| 4. <i>Diadema setosum</i> | 39. <i>Exocoetus</i> sp |
| 5. <i>Temnopleurus</i> sp | 40. <i>Trichturus savala</i> |
| 6. <i>Echinothrix</i> sp | 41. <i>Sphyræna jello</i> |
| 7. <i>Holothuria</i> sp | 42. <i>Mugil cephalus</i> |
| 8. <i>Panulirus ornatus</i> | 43. <i>Sphyræna obtusata</i> |
| 9. <i>Panulirus penicillatus</i> ? | 44. <i>Epinephelus bleekeri</i> |
| 10. <i>Portunus pelagicus</i> | 45. <i>Epinephelus fuscoguttatus</i> |
| 11. <i>Scylla serrata</i> | 46. <i>Variola louti</i> |
| 12. <i>Charybdis</i> sp | 47. <i>Cephalopholis argus</i> ? |
| 13. <i>Penaeus monodon</i> | 48. <i>Therapon jarbua</i> |
| 14. <i>P. monodon</i> | 49. <i>Psammoperca waigiensis</i> |
| 15. <i>Penaeus indicus</i> | 50. <i>Apogon thermalis</i> |
| 16. <i>Metapenaeus</i> sp | 51. <i>Sillago sihama</i> |
| 17. <i>Metapenaeus</i> sp | 52. <i>Caranx sansum</i> |
| 18. <i>Chiloscyllium indicum</i> | 53. <i>Caranx carangus</i> |
| 19. <i>Amphotistius imbricatus</i> | 54. <i>Caranx sansun</i> |
| 20. <i>Amphotistius</i> sp | 55. <i>Selar kalla</i> |
| 21. <i>Amblygaster sirm</i> | 56. <i>Selar crumenophthalmus</i> |
| 22. <i>Macrura kelee</i> | 57. <i>Lactarius lactarius</i> |
| 23. <i>Amblygaster clupeoides</i> | 58. <i>Selaroides leptolepis</i> |
| 24. <i>Sardinella albella</i> | 59. <i>Megalaspis cordyla</i> |
| 25. <i>Sardinella melanura</i> | 60. <i>Chorinemus tol</i> |
| 26. <i>Dussumieria acuta</i> | 61. <i>Chorinemus tala</i> |
| 27. <i>Dussumieria hasseltii</i> | 62. <i>Kishinoella tonggol</i> ? |
| 28. <i>Anchoviella commersonii</i> | 63. <i>Indocybium guttatum</i> |
| 29. <i>Nematalosa nasus</i> | 64. <i>Coryphaena hippurus</i> |
| 30. <i>Chanos chanos</i> | 65. <i>Rachycentron canadus</i> |
| 31. <i>Chirocentrus nudus</i> | 66. <i>Pristipomoides typus</i> |
| 32. <i>Tachysurus subrostratus</i> | 67. <i>Lutianus fulviflamma</i> |
| 33. <i>Pseudarius jella</i> | 68. <i>L. rivulatus</i> |
| 34. <i>Plotosus canius</i> | 69. <i>L. fulviflamma</i> |
| 35. <i>Ablennes hians</i> | 70. <i>L. kasmira</i> |

- | | | | |
|-----|---------------------------------------|------|--------------------------------------|
| 71. | <i>Leiognathus equulis</i> | 91. | <i>Acanthurus gahm?</i> |
| 72. | <i>Gerres abbreviatus</i> | 92. | <i>Cyblum commersoni</i> |
| 73. | <i>Pomadasy maculatus</i> | 93. | <i>Euthynnus affinis</i> |
| 74. | <i>Scolopsis bimaculatus</i> | 94. | <i>Auxis thazard</i> |
| 75. | <i>Lutianus waigiensis</i> | 95. | <i>Psettodes erumei</i> |
| 76. | <i>L. nebulosus</i> | 96. | <i>Pseudorhombus arsius</i> |
| 77. | <i>Rhabdosargus sarba</i> | 97. | <i>Triacanthus brevirostris</i> |
| 78. | <i>Acanthopagrus berda</i> | 98. | <i>Pseudotriacanthus strigilifer</i> |
| 79. | <i>Argyrops spinifer</i> | 99. | <i>Lactoria cornuta</i> |
| 80. | <i>Gaterin schotaf</i> | 100. | <i>Nemipterus furcosus</i> |
| 81. | <i>Parupeneus macronemus</i> | 101. | <i>Gnathodentex aurolineatus?</i> |
| 82. | <i>Upeneus tragula</i> | | |
| 83. | <i>U. vittatus</i> | | |
| 84. | <i>Drepane punctata</i> | | |
| 85. | <i>Scatophagus argus</i> | | |
| 86. | <i>Tilapia mossambica</i> | | |
| 87. | <i>Eetroplus suratensis</i> | | |
| 88. | <i>Abudefduf sexatilis vaigiensis</i> | | |
| 89. | <i>Siganus vermiculatus</i> | | |
| 90. | <i>S. sp</i> | | |

