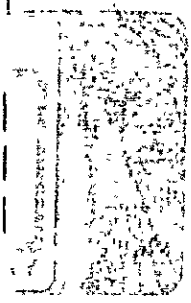


ビルマ連邦社会主義共和国
淡水エビ種苗生産センター設立計画
基本設計調査報告書

昭和58年8月

国際協力事業団



無償設

83 - 72

JICA LIBRARY



1016248E5J

國際初六事業團

8438.2811 104

89.6

全會No. 14380

GRB

序 文

ビルマ連邦社会主義共和国政府は、同国輸出振興に貢献する淡水エビの安定供給を図るため淡水エビ養殖計画を策定し、日本国政府に対して無償資金協力を要請した。日本政府はこの要請に応え、同計画に関して基本設計調査を実施することを決定し、国際協力事業団が同調査を実施した。

当事業団は、昭和58年5月8日から5月27日まで水産庁海洋漁業部国際課課長補佐 岩澤龍彦氏を団長とする調査団を同国に派遣した。

同調査団は、淡水エビ養殖計画についてビルマ国関係者との協議および現地調査を行った結果、同計画の推進に最も重要である淡水エビの種苗生産センターの設立について日本の無償資金協力により実施することが妥当であるとの結論を得た。

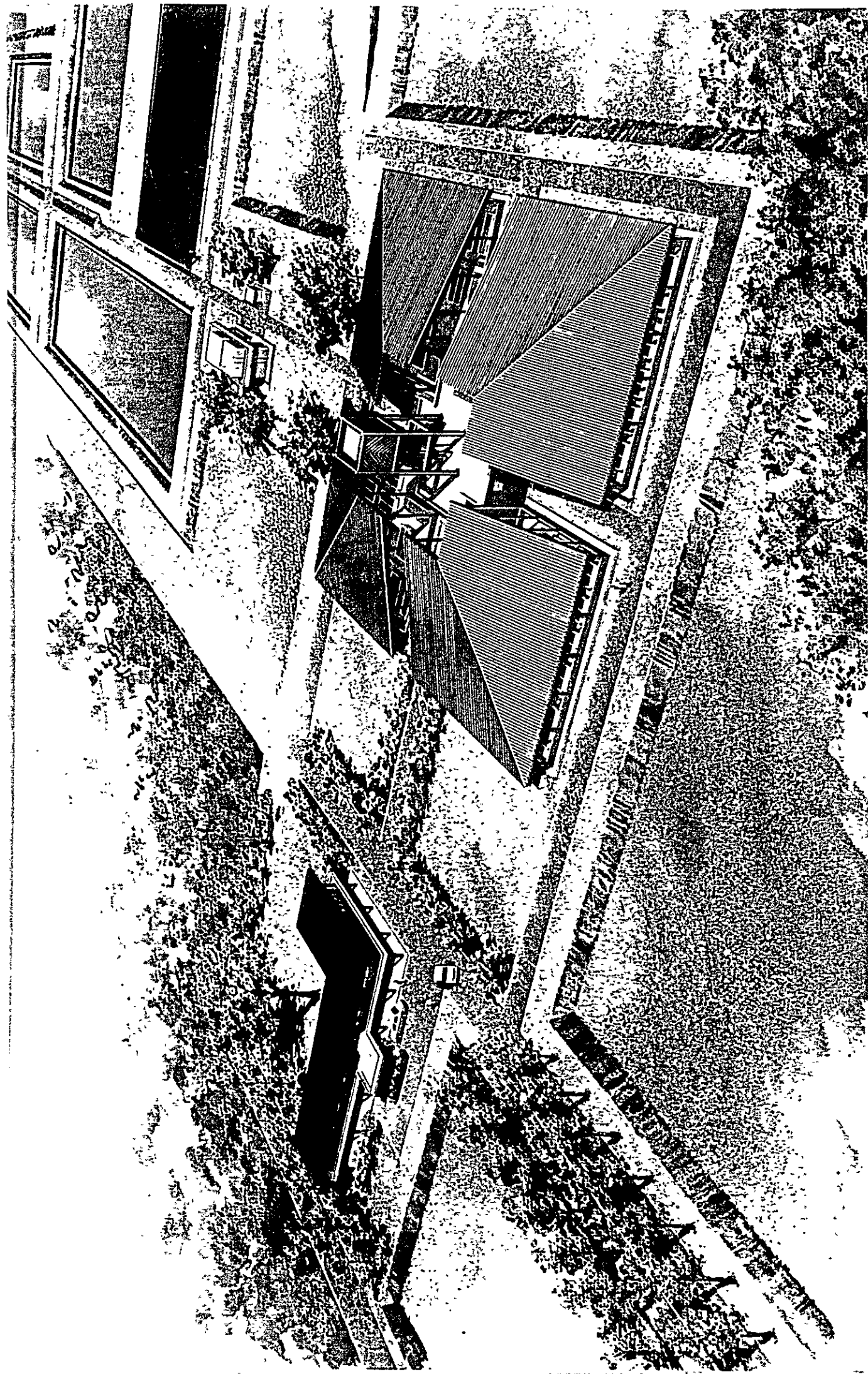
帰国後、調査結果の国内解析を経てここに本報告書完成の運びとなったものである。

この報告書が、ビルマにおける淡水エビ養殖計画の推進に寄与するとともに、同国の漁業振興に多大の成果をもたらし、ひいては両国の友好関係の増進に資すれば幸いである。

最後に、本件調査にご協力いただいたビルマ連邦社会主義共和国政府関係者および日本側関係者各位に対し深甚なる謝意を表する次第である。

昭和58年8月

国際協力事業団
総裁 有田 圭 輔



目 次

序 文

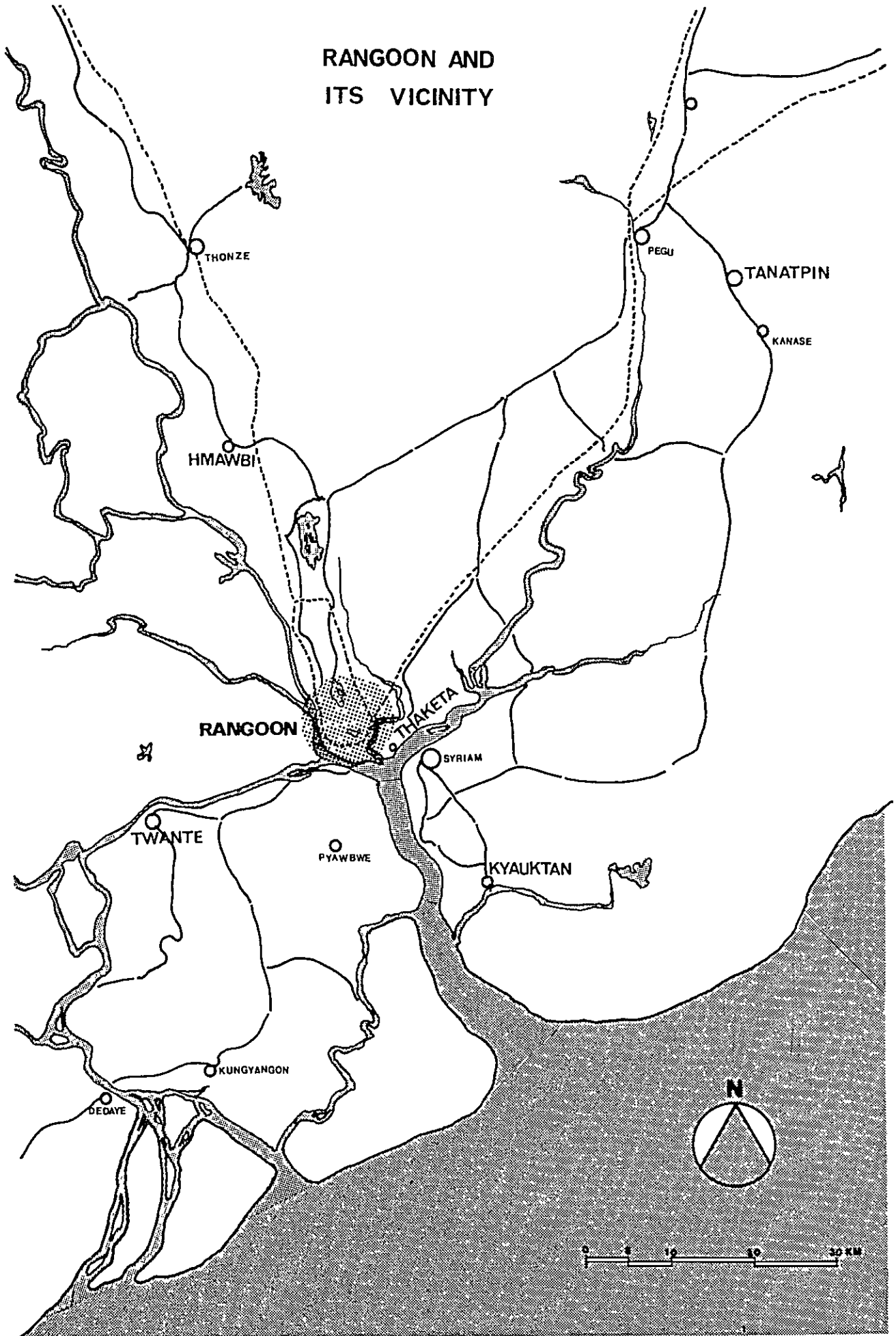
目 次

ラングーン近郊図	i
タケータ案内図	ii
要 約	iii
第 1 章 諸 論	1
第 2 章 計画の背景	3
2 - 1 第 4 次 4 ケ年計画	3
2 - 2 水産開発計画	4
2 - 3 P P F C の養殖計画概要	7
2 - 3 - 1 計画概要	7
2 - 3 - 2 計画の現況	9
2 - 4 ビルマのオニテナガエビ養殖の諸環境	10
第 3 章 計画地および周辺地域の概要	16
3 - 1 建設予定地の位置と地形	16
3 - 2 自然条件	16
3 - 2 - 1 気 候	16
3 - 2 - 2 地質・土質	17
3 - 2 - 3 地 震	18
3 - 3 インフラ状況	18
3 - 3 - 1 電 力	18
3 - 3 - 2 上下水道	19
3 - 3 - 3 そ の 他	19
3 - 4 建設事情	19
3 - 4 - 1 建設一般概況	19
3 - 4 - 2 建設資材	20
3 - 4 - 3 労務状況	21
第 4 章 計画の内容	23
4 - 1 計画内容と協力の目的	23
4 - 2 計画の方針	24
4 - 2 - 1 種苗生産規模の設定	24

4 - 2 - 2	種苗生産方法	26
4 - 2 - 3	種苗生産用餌料	32
4 - 2 - 4	種苗生産施設	32
4 - 3	基本設計	33
4 - 3 - 1	基本方針	33
4 - 3 - 2	施設機能と規模の検討	34
4 - 3 - 3	配置計画	37
4 - 3 - 4	建築計画	40
4 - 3 - 5	取配水施設計画	47
4 - 3 - 6	設備計画	54
4 - 3 - 7	機材計画	74
4 - 4	基本設計図	75
4 - 5	工事範囲と概算事業費	85
4 - 5 - 1	工事範囲	85
4 - 5 - 2	概算事業費	86
第 5 章	事業実施体制	87
5 - 1	実施主体	87
5 - 2	施工計画	87
5 - 2 - 1	方式	87
5 - 2 - 2	施工計画	88
5 - 2 - 3	監理計画	89
5 - 3	実施工程	89
5 - 4	資機材の調達	90
5 - 4 - 1	現地調達資機材	90
5 - 4 - 2	輸入資機材	91
5 - 4 - 3	労務調達	91
5 - 5	管理運営計画	92
5 - 5 - 1	運営計画	92
5 - 5 - 2	要員計画	93
5 - 5 - 3	維持管理費	93
第 6 章	事業評価	98
6 - 1	種苗生産コスト	98
6 - 2	種苗生産コストの妥当性	99
6 - 3	施設運営の妥当性	101
第 7 章	結論と提言	102

附 属 資 料	105
(i) 議事録写し	106
(ii) 調査団員名	111
(iii) 調査日程	112
(IV) ビルマ側関係者名	115
(V) 調査写真	117
(vi) 水産業の概要	123
(vii) 月別平均気温	132
(viii) 月別平均湿度・蒸発散量	132
(ix) 月別降雨量	133
(x) 月別降雨日数	133
(xi) 敷地埋立盛土詳細図	134
(xii) 太陽高度表	135
(xiii) 簡易地耐力測定図	136
(xiv) 月平均蒸発散量・降水量	137
(xv) Thaketa 井水水質検査結果	137
(xvi) 流量線図	137
(xvii) 養殖関連資機材リスト	138
(xviii) 建設公社組織図	143
(xix) PPEC 組織図	144
(xx) オニテナガエビの養殖コスト試算	145
(xxi) オニテナガエビの生活史	146
(xxii) 対ビルマ援助額	149
(xxiii) 輸出額と構成比	149
(xxiv) 輸入額と構成比	150

RANGOON AND ITS VICINITY



LOCATION MAP



RANGOON

要 約

ビルマ連邦社会主義共和国政府は、国家開発20ヶ年計画の中期計画である第4次4ヶ年計画の中において、初年度（82/83年度）の畜水産部門の成長率の目標を60%と定めている。国民の動物蛋白食糧の供給を分担し高い附加価値を持った産品を生産し得る部門として、畜水産部門は、第一次産業部門にあつては、農業の5.2%、林業の3.7%に比較して高い成長目標が課せられている。

ビルマ政府は、水産業を、畜産業に比較して投下資本の回収期間の短い産業と見なしており、漁業生産の拡大のために積極的な投資を行ってきた。同国では、漁業部門の開発振興に投入される外貨のほとんどを国際金融機関や二国間の借款によって調達しているが、これらの資金は、畜水産省の管轄下であり、沿岸・沖合漁業や養殖業の生産を担当している人民真珠・漁業公社（People's Pearl and Fishery Corporation, P P F C）を通して種々の漁業開発計画の推進に充当されている。

国家開発20ヶ年計画はその基本目標の一つに輸出振興を挙げているが、これを受けてP P F Cは、輸出商品として高い価値を持つエビの増産のため、トロール船の増強による海産エビの漁獲拡大、淡水エビの流通施設整備や養殖による増産などの計画に取り組んでいる。

淡水エビ養殖計画の対象種であるオニテナガエビは、イラワジデルタ地域を中心として広くビルマの内水面に分布しており、古くからビルマ国民にとって現金収入源であるとともに動物蛋白供給源となってきた。1981年にP P F CのThaketa（タケータ）研究開発部は本種の種苗生産に成功し、続いて行われたTanatpin（タナピン）での養殖試験においても、粗放的養殖方式で充分経済的収量が得られる見通しがついたことから、P P F Cはオニテナガエビの養殖計画を具体化させるに至った。

P P F Cの淡水エビ養殖計画は、年間1,000万尾の種苗を生産する種苗生産センターを4箇所、また、150エーカー（約60ha）の池面積を持つ養殖場を6箇所新設して、年間450トンのオニテナガエビを生産し、さらに、既存のP P F C所有の養魚場や各郡の協同組合所有の池にも種苗を配布し、成エビを購入しようとするものである。

この計画の実施のためには、種苗の大量安定生産を維持し、次に、商品価値を有する成エビにまでこれを養成する一定水準の養殖技術と生産施設が不可欠である。養成段階については、ビルマで既に確立されている魚類の池中養殖の技術を適用することで比較的容易に行うことができるが、これに対して、甲殻類の種苗の大量供給はビルマで未だ実績がない。国際協力事業団（JICA）により昭和58年1月に実施された事前調査の結果、一定の技術的水準と規模を

備えた種苗生産施設の建設がPPFCの淡水エビ養殖計画を推進する上でより重要であると判断された。この結論を踏まえて、国際協力事業団は、主として種苗生産施設の分野において、わが国の無償資金協力がこの計画を推進する上で持つ意義および妥当性等を明らかにする目的で58年5月に基本設計調査団を派遣した。

PPFCは、上記計画にしたがって、エビ養殖場については、すでにHmawbi（モウビ）、Tanatpinの2箇所で建設工事を開始しており、1984年3月までには合計40haの養殖池が完成する予定となっている。一方、種苗生産センターについては、Kyauktan（チャオタン）で、同じく1984年3月完工を目途に、最終目標の1/4に相当する年産250万尾規模の施設を建設中である。しかし、この種苗生産量では上記2箇所の養殖場での必要量を確保できず、また、既存の養魚場や協同組合への種苗配布も不可能である。このことから、本基本設計調査では、PPFC計画の種苗生産センター建設予定地の一つであるThaketaに年産1,000万尾規模の種苗生産施設を設立し、あわせて、HmawbiおよびTanatpinのエビ養殖場ならびにKyauktanの種苗生産センターの活動を効率化するために役立つ機材を供給し、種苗生産から取揚げに至る一連の生産体系の発展に貢献することを目的とする計画（以下、種苗生産センター設立計画と言う）について、生産計画および規模等を検討した。

Thaketaの種苗生産センター設立予定地はRangoon市内中心地より東に7km程の郊外にあり、Pegu河畔に位置する。オニテナガエビの種苗生産には、ふ化時からポストラーバ期にかけて汽水が必要であるが、Thaketa建設予定地で取水可能な汽水の塩分は19‰Sと実用上問題はない。雨期の河川増水時には塩分は著しく低下するため、これに備えて汽水用の貯水池が必要となるものの、商用電力が供給されていること、アクセス道路が整備されていること、さらに、PPFCの研究開発部が近くにあり技術上、要員上の連携が日常的に可能であることなど、種苗の生産と配布に有利な立地条件を備えている。

種苗生産センター設立計画の目標とする年間1,000万尾の種苗を生産するためには以下に掲げる施設が必要となる。

施 設	規 模	概 略 仕 様
1. 淡水貯水池	5,000 m ³	素 掘
2. 汽水貯水池	5,000 m ³	素 掘
3. コンクリート貯水槽	1,500 m ³	コンクリート造、屋根付
4. 親エビ飼育池	1,000 m ³ ×2	素 掘
5. 屋内ふ化飼育タンク	一 式	7.5トン コンクリート造タンク×128面 (上屋：鉄骨造平家建 3,280 m ²)
6. 取水設備・給排水設備	一 式	ポンプ、配管類、付属機器、高架水槽、 汙過槽
7. 給 気 設 備	一 式	エアブローアー、配管類、付属機器
8. 用水循環システム	一 式	ポンプ、配管類、付属機器
9. 管理・研究棟	341 m ²	鉄骨造 平家建
10. 養殖用関連機材	一 式	水車等ばっ気装置、調餌施設、運搬車 輛、各種環境測定機器、研究機器、養 殖池維持管理用機械

本種苗生産センターの建設と養殖用関連機材の供給に必要な事業費のうち、日本側負担分は8億5,382万円で、一方、ビルマ側負担分は、盛土、関税等1億5,400万円と見積られた。工期は約14ヶ月必要であるが、工事は、取配水施設や親エビ飼育池等5月から10月の雨期を避けることが望ましい土木工事部分を含むので、工程計画には現地の気候条件等に対する十分な配慮が必要である。

本種苗生産センターの基本設計にあたっては、でき得る限り確実に単純な生産技術を採用することを基本方針とし、例えば汽水と淡水の飼育水制御システムでは、複雑な自動制御化を避ける設計とした。また、種苗生産棟を4ユニットに分割することで、伝染性疾病や機器の誤動作による種苗の全損事故を防ぐなど、常に安定した種苗生産が可能となることを優先条件とした。

この施設で年間1,000万尾のオニテナガエビの種苗を生産した場合の運営コストは、建物や設備の償却も含めて約95万5,400チャット(約2,866.2万円)である。これは、種苗1尾当りに直すと9.55ピアス(約287円)になる。この種苗価格をもとに、養殖期間300日、取揚げ重量45g/尾、歩留り50%と仮定して試算した結果では、比較的小規模で粗放的な養殖方式でも経済的に成り立つ可能性が示された。これにより、本基本設計にしたがって生産されるオニテナガエビの種苗コストは、本計画の最終目的である養殖による淡水エビ増産計画を実現させる上で適正なものであると判断され、さらに、本施設で生産された種苗を有料

配布することにより、施設は独立的に運営できる見込みであることが確認された。一般的に甲殻類の種苗生産は魚類より困難で、特にオニテナガエビの場合は、種苗生産に汽水を必要とすることから、各養殖場で種苗を自給することは当面期待できない。この点で本施設がオニテナガエビの養殖振興にはたす役割は大きい。以上から本計画がわが国の無償資金協力により推進されることに妥当性があると認められる。

本施設は完成後 P P F C により運営される予定であるが、種苗生産に必要な 2 名の技術者は、現在 P P F C の研究開発部に所属し淡水エビ計画に従事している 13 名の技術職員のうち経験の豊富な上級職員が割り当てられることになっており、本施設の運営に限れば技術者の問題はない。しかし、今後、エビ養殖場の増設や協同組合等への技術指導の必要性からビルマにおける淡水エビ養殖の全般的な振興には多くの技術者が必要であり、最近 P P F C が開始したオニテナガエビ養殖の上級訓練コースの活用など、技術者の養成については不断の努力が望まれる。

種苗生産センター設立計画の実施に向けて次の提言を行いたい。第一は、親エビの自給による種苗の周年生産体制の確立である。現状では、親エビは漁業者から購入するため抱卵エビが漁獲されない 12 月～2 月までの 3 ヶ月間は種苗生産ができない。そこで、本施設内に造成される親エビ飼育池を使用して人為的に親エビを成熟させ産卵促進を図ることができれば、種苗の周年生産が可能となる。第二は、ふ化後ポストラーバに変態するまでの 50 日間を短縮することである。オニテナガエビの種苗生産に最適な 28～29℃の水を常時使用できるビルマにあっては、最適餌料の開発さえ行えばこの期間を短縮できる可能性が高いと判断される。この 2 点が達成されれば種苗の生産量を年間 1,000 万尾から 1,500 万尾程度に増加させることが可能であり、本施設の生産性を上げ、種苗生産単価を大幅に下げ得るものと期待できる。

第1章 諸 論

ビルマ国内を北から南へ流れるイラワジ、シッタン、サルウィーンの3大河川やその支流は、有用水産生物の繁殖の場となり、ビルマ国民に身近に利用できる蛋白食糧を提供している。このことから、ビルマにおいては、特にコイ科を中心とした淡水魚類の養殖は比較的古くから発達しており、種苗生産のための技術や施設も確立されている。一方、甲殻類であるオニテナガエビ (Macrobrachium rosenbergii) はその繁殖に汽水を必要とすることから、河口域であるイラワジデルタ地帯がその再生産に重要な役割を果たしている。

オニテナガエビは、テナガエビ科、テナガエビ属のエビの中でも最も大型の種類で、インド、スリランカからインドネシア、フィリピンに至る諸国の汽水、淡水域に広く分布する雑食性のエビである。人々の生活圏に近く棲息していることから、昔から貴重な蛋白源として食用に供されてきたが、一方、近年に至り、特に先進工業諸国における食品嗜好の高度化にともなってその需要も拡大してきている。ビルマにおいても、広大な汽水域や淡水域で漁獲されるオニテナガエビはビルマ国民の淡水魚への強い嗜好と相まって重要な食糧資源となっておりと同時に、ビルマに貴重な外貨をもたらす輸出商品としての重要性もますます大きくなってきている。

このようなことから、ビルマでは、オニテナガエビを増産するための手段として養殖による方法が計画されており、1980年から、オニテナガエビ養殖のための基礎条件の一つである人工種苗生産の研究が本格的に始まった。この研究は、ビルマの漁業開発全般にわたって実施責任を持つ人民真珠・漁業公社 (People's Pearl and Fishery Corporation = P P F C) の研究開発部が中心となって進められ、比較的短期間の試験研究から、1回当たり25万～50万尾の種苗の大量生産と1㎡当たり100g～125g程度の収量を目標とした養殖方法の確立の見通しがついた。

このため、P P F Cは、82/83年度より、ラングーン管区近郊を中心に年間1,000万尾の種苗生産を行う種苗センターを4箇所と、60ha (150エーカー) の水域面積を持つ養殖場を6箇所に建設し、年間450トンのオニテナガエビを養殖する計画を策定しオニテナガエビの事業養殖の振興に取り組んでいる。

かかる経緯から、日本国政府は、種苗大量生産施設とそれを支える機器の供与を対象とする無償資金協力の可能性およびその妥当性を検討するため、国際協力事業団 (J I C A) を通じて、事前調査団に続き、昭和58年5月8日より同27日まで20日間にわたって、水産庁海洋漁業部国際課課長補佐、岩澤龍彦氏を団長とする基本設計調査団を派遣した。

基本設計調査の目的は次のとおりであった。

- (1) P P F Cの計画内容と現状を確認する。
- (2) 日本側の協力の範囲とその妥当性を検討する。

調査団はP P F Cの Hmawbi、Tanatpinのエビ養殖場建設地および Kyauktan、Tha - keta の種苗生産施設建設地の踏査を実施したほか日本側の協力の範囲に関しP P F Cを中心とした関係機関との協議を行い、それらの結果について議事録をP P F Cと交換した。さらに国内解析において建設予定地の現況、必要資源や技術水準などにつき技術的検討を加え計画の妥当性を確認したうえオニテナガエビ種苗出産センターの基本設計および建設計画を作成し、本報告書に取りまとめたものである。

議事録の写し、調査団員名、調査日程、およびビルマ側関係者名は巻末の附属資料(i)~(v)に示すとおりである。

第2章 計画の背景

2-1 第4次4ケ年計画

ビルマは、74/75年度を初年度とし93/94年度を最終年度とする20ケ年の国家開発計画を策定している。この長期計画の主目標としては、

- (1) 国民の生活水準を73/74年レベルの倍に引き上げる。
- (2) 農業中心の経済構造を農産加工業中心に移行させる。

の2点が挙げられている。この目標を達成するためには国内総生産を平均年5.7%拡大していくことが必要とされている。部門別の成長目標としては、農業、畜水産業、林業が年率4.8%であるのに対し、製造業、電力の9.4%を始めとし運輸、通信、建設などは7%台に設定されている。この長期計画の枠に沿って20年の計画期間を5期に分けた4ケ年計画が策定されている。途中期間変更があったため81/82年に第3次4ケ年計画が終了し、現在82年4月から第4次4ケ年計画が実施されている。

第3次4ケ年計画期間中(78/79年～81/82年)は農業生産における高収量品種の導入と肥料、農薬の増産による稲作の生産増、外国援助の流入による投資の伸長、^{*1} 鉱工業生産の増加などで、計画目標の年6%を上廻る6.6%の経済成長率を達成し、ビルマ経済は拡大基調を維持した。これに続く第4次4ケ年計画では、国内経済活動が活発化したことに伴い、資本財、原材料の輸入が著しく増加した^{*2} ことに対処するため、国内原材料を有効利用した産業育成と輸出の振興が強調されている。

ビルマの輸出は伝統的に米を中心とした農産物と木材が輸出総額の80%程度を占める構造となっている^{*3}。米の生産は、77/78年に政府が食糧増産をはかるため高収量品種の普及に本格的に力を入れ始めた結果、77/78年のエーカー当たり平均単収37.7バスケット(1バスケット=20.9kg)から80/81年には52.06バスケットに上昇し、これにともない米の生産量は78/79年1,036.2万トン、79/80年1,028.3万トン、80/81年1,310.7万トン、81/82年1,392.3万トンと順調に増大してきた。しかし、米の国際価格は、78年時点のバンコック市場での平均価格、すなわち367.51米ドル/トンを100とすると、79年90.9、

*1 対ビルマ援助額は巻末附属資料(XXII)に示す。

*2 輸入額と構成比は附属資料(XXIV)に示す。

*3 輸出額と構成比は附属資料(XXIII)に示す。

80年118、81年131.4、82年79.8と変動幅も大きく、82年に入り急落した後、83年に至っても依然低迷を続けている。また、チークを中心とした木材の輸出も欧州市場の市況の悪化により伸び悩んでいる。

このため貿易収支は78/79年以後急速に赤字が拡大している。人民議会への報告書によれば、貿易収支の赤字は、78/79年1.37億チャット、79/80年1.5億チャット、80/81年1.24億チャット、81/82年2.6億チャットとなっており、これにともない、対外債務返済比率は81/82年に26.8%にまで上昇している。このため、ビルマ政府は、内需向製品を輸出に回すなどの処置のほか、米と木材中心の輸出のほかに国内資源を利用した輸出可能製品の開発に力を注いでいる。

2-2 水産開発計画

ビルマにおける水産開発の長期目標としては、

1. 魚類蛋白の自給
2. 漁業を国民経済の必須部分に押し上げる。

などが挙げられており、この目標の達成に向かって水産に対する諸施策が展開されている。ビルマの水産業に直接関与している政府組織は、税収面での責任を持つ計画財務省のほか、漁業協同組合による漁業推進を所掌している協同組合省および漁業全般を管理統轄する水産局 (Department of Fisheries) と漁業生産の実施主体である人民真珠・漁業公社 (PPFC) を傘下に持つ畜水産省 (Ministry of Livestock Breeding and Fisheries) の3省である。

ビルマの漁業は淡水漁業と海洋漁業に分類され淡水漁業はさらに、養殖、リース漁業、河川湖沼漁業、冠水期漁業に分かれる。海洋漁業は地先漁業、沿岸漁業、沖合漁業の三種類に分類されている。^{*1}このうち、PPFCが実施している生産活動は、海洋漁業では、沿岸漁業、沖合漁業および真珠養殖、また、淡水漁業では、養殖とリース漁業であるが、近年は、リース漁業における資源管理の困難さから養殖に重点が移される傾向にある。

海洋漁業については、1979/80年にUNDP/FAOの援助でノルウェーの調査船を使用して実施された音響法による資源調査により、ビルマの経済水域内の生物資源量は170万

*1 詳細は巻末附属資料(VI)参照。

トン～190万トンであり、持続的生産量は70万トン～96万トンであると推定されている。ビルマの三大河川によって陸上から補給される栄養塩類、北東モンスーンによりもたらされる沿岸湧昇流、ベンガル湾を大きく右廻りに廻る海流などの海洋環境と、ビルマの2,816 kmに及ぶ長い海岸線および海洋漁業による45万トンの漁獲水準^{*1}とを考えると、ビルマの海洋資源は未だ開発の余地が充分残されていると言えよう。一方、淡水漁業については、ビルマは発達した河川流とモンスーン気候帯に起因する雨期による広い冠水域の出現などの陸水環境を持つため、古くから天然捕獲による漁業は発達していた。しかし、近年に至り、農業生産の拡大のため行われているかんがい工事、あるいは施肥や農薬散布量の増大などがいずれも従来の天然捕獲による淡水漁業を制約する方向を強めている。このことから、今後淡水漁業の開発は養殖を中心に展開されることが予測され、すでに一般化されているコイ科のLabeo rohita 種を主体とした人工種苗生産による池中養殖技術を基礎として発展していくことが期待されている。

ビルマ政府は、水産開発 — 特に海洋漁業 — を早期に開発投資を回収し得る産業分野と位置付けており、PPFCを中心に積極的に漁業施設の近代化投資を行っている。現在、PPFCは85隻、14,500 g/tのトロール船を保有しているが、このうち34隻が全長11 mと19 m級のエピトロール船である。これらの漁船を含め製氷冷蔵施設の増強には、1974年に決定されたアジア開発銀行の第1次、78/79年の第2次、81/82年の第3次融資をはじめ、デンマークおよびノルウェーによる政府借款、オーストラリア、イギリスからの商業借款など、総計1億2,000万米ドルに昇ると推定される資金が投入されることになっており、極めて意欲的な開発投資計画となっている。この中で特に注目されるのは、ビルマにおいては制限の厳しい商業ローンが2件も認められており、ビルマ政府の水産開発に対する積極的な姿勢がうかがわれること、さらにアジア開発銀行の第3次融資の対象となっている淡水エビの集荷システムの拡張や養殖を含めてエビ漁業開発に重点が置かれていることの2点と言える。これはエビが単価の高い輸出商品として貴重な外貨を獲得できる製品であること、資源的には未だ開発する余地が残されていること、およびエピトロールにより混獲される魚類は国民への動物蛋白食糧として利用できることなどの理由が背景として考えられている。

エビを含め魚類、クラゲ、真珠などの海産製品はPPFCにより輸出されているが、最近の輸出品と額は次表のとおり推移している。

*1 Notes on Fisheries in Burma, Min. of Agriculture and Forests, 1983による1981/82年の海洋漁業の漁獲高。

海産製品の輸出

(単位 数量:トン, 額:千チャット)

	78/79		79/80		80/81		81/82	
	数量	額	数量	額	数量	額	数量	額
海産魚	967.3	2,162.2	3,069.3	14,329.2	4,218	22,975.8	5,752	35,803.2
エビ	1,807.6	4,582.89	1,823.9	5,065.2.9	1,510	58,363.6	1,795	77,584.1
淡水産					743		870	
海産								
クラゲ	20.8	346.2	100	1,233.1	395	376.2	162.8	1,619.9
その他	498	418.3	160.2	1,715.4	—	19.9	37.5	790.3
真珠 ^{*1}	13,725	18,556.2	16,425	23,745	23,437.5	21,126.4	18,975	17,988.9

*1 真珠の数量単位はグラム、また、額は販売額

(出所: Notes on Fisheries in Burma, Min. of Agriculture and Forests, 1983 他)

この表からも明らかなおり、真珠を除いてエビの輸出額は海産品輸出総額の約70%を占めており、しかも、エビの中では淡水産のエビ、すなわちオニテナガエビが重量比で海産エビの2倍以上を占めている。

PPFCは、今後さらに海産物製品の輸出を拡大し外貨獲得に寄与するため、82/83年度から年間契約によって購入する相手に対しては、エビを中心として全体の魚類輸出を促進する目的で一括販売方式を適用している。これは、200トンを目安とし、淡水および海産エビを65%(130トン)、ヒルサ(Hilsa ilisha = ヒラ種)を25%(50トン)、他の海産魚類を10%(20トン)の組合せでロット単位で販売するものである。これによって、現在の魚類輸出量に加えて、一括販売方式により輸出されたエビの35%量の魚類輸出が増加することになり、全体の輸出拡大のためには輸出可能なエビ製品量をいかに増やすかが最も重要な要因となっている。

海産エビの増産については前述したオーストラリアおよびイギリスからの商業借款でダブルリグ式のエビトロール船の導入や製氷冷蔵施設の建設が決定されているほか、ノルウェー政府の借款でも全長23メートルのエビトロール船10隻が増強されている。これらの陸上施設や漁船が短期間に集中的に規模を拡大したための混乱は一部に認められるものの、今後これらの増強された漁獲手段によって海産エビの生産は徐々に増えていくことが期待される。これに対して、エビ輸出の中で主要な部分を占めている淡水エビは、現在はイラワジデルタ地域で天

然捕獲されたものが12箇所の副集荷場と6箇所の主集荷場を経てラングーンに運ばれ処理されている。

オニテナガエビの資源量の大きさを明らかにするには詳細な資源調査を実施することが必要とされているが、少なくとも現段階ではその分布域の広さからも資源量に不安は出ていない。このことから、集荷センターの数を増やし現在のオニテナガエビ集荷システムを拡張することによって淡水エビの輸出向流通量を増加させることが計画されており、この計画はアジア開発銀行による第3次融資の対象ともなっている。

淡水エビの増産のために上記の方法とは別の方向で計画されているものが、種苗生産技術の確立にともなって実現可能となったオニテナガエビの養殖計画である。オニテナガエビは比較的粗放的な養殖に向いており、ビルマで古くから行われている魚類養殖の延長上にある養殖技術が適用できる利点を持っている。イラワジデルタ地域における集荷システムでは道路、鉄道の陸上輸送インフラがないため、冷蔵運搬船の投入と漁獲から処理場までの長時間にわたる輸送が必要であるが、養殖の場合にはラングーン管区附近にも適地があり、また、既存の養魚場でもオニテナガエビの養殖に転換できるものも多いなど、市場の状況に合せた出荷が可能という養殖の持つ特徴を充分活かした生産が可能と考えられている。

以上のような背景から、PPFCは、外貨獲得に重要な貢献をしているオニテナガエビの増産のため、資源面でも将来問題を生じない養殖の方法に依ることを計画しており、このために、すでに確立された種苗生産技術をさらに発展させ、大量の種苗を必要な時期に安定的に供給できる体制を早急に整備すべく計画を進めている。

2-3 PPFCの養殖計画概要

PPFCの淡水エビ養殖計画の概要と58年5月現在の進捗状況は次のとおりである。

2-3-1 計画概要

(1) 目的

第4次4ヶ年計画期間中に4箇所のオニテナガエビの種苗生産センターと6箇所の養殖場を建設し、オニテナガエビの養殖を振興させ、最終的には製品を輸出して外貨を獲得する。

(2) 規模と予定地

種苗生産センター

各種苗生産センターでは年間1,000万尾の種苗を生産する。4箇所の予定地と建設の優先順位は次のとおりである。

Kyauktan

Thaketa

Thilawa

Amherst

養 殖 場

各養殖場は、20ha(50エーカー)を1単位とする養殖池を3単位(60ha)造成し、年間75トンの成エビを生産する。この養殖場を次の6箇所に造成し年間450トンのオニテナガエビを生産する。

Tanatpin

Hmawbi

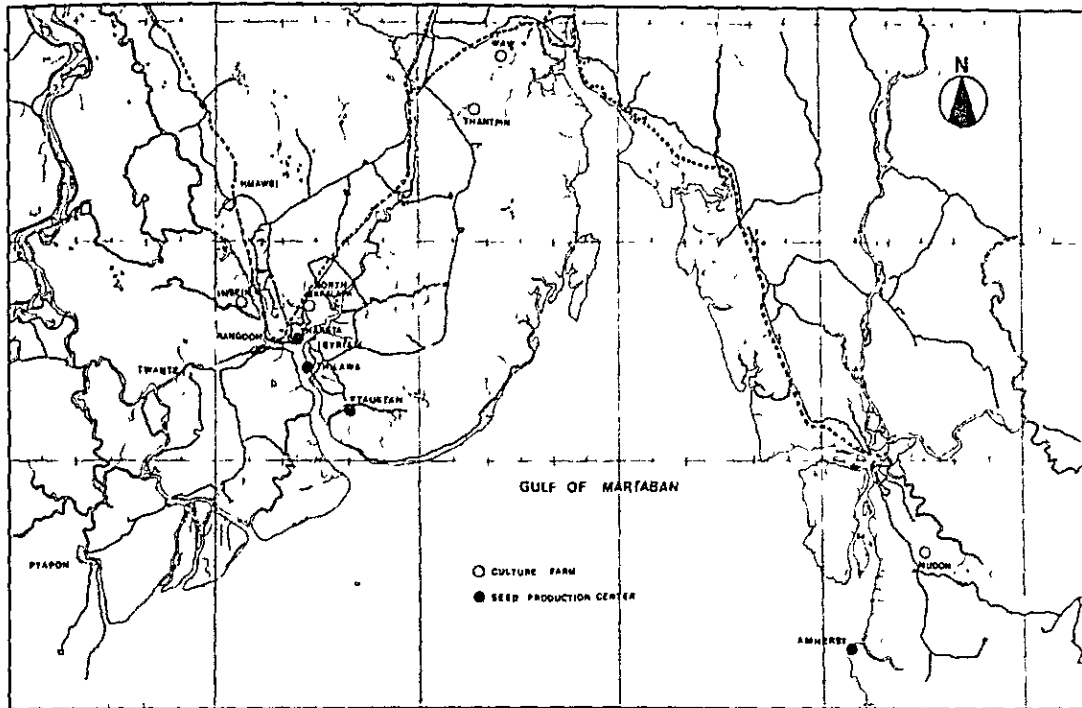
North Okkalapa

Insein

Waw

Mudon

施設の予定地は次図に示すとおりである。



2-3-2 計画の現況

(1) Kyauktan 種苗生産センター

Kyauktan はラングーン中心街の棧橋より水路で Syriam に渡り、そこより陸路を約 20 km、30 分程の位置にある。施設建設現場は Kyauktan 市街南部の道路端末より徒歩で 10 分程度の場所でモウウオンクリークに面した約 6 ha の敷地にある。主要施設としては、種苗生産棟 4 棟、事務研究棟 1 棟、淡水、汽水貯水用素堀池 0.2 ha 各 1 面、汽水貯水用屋根付コンクリート池 0.1 ha 1 面、親エビ用素堀池 0.2 ha 1 面、その他、宿舎、倉庫、発電機、エアブロー等である。このうち、58 年 5 月中旬現在で 0.2 ha 素堀池 1 面の堀削が完了し、年間 250 万尾の生産能力を持つ種苗生産棟 1 棟分および事務研究棟建設用のレンガ鉄筋等の基礎資材が現場へ搬入されており、10 月中旬の雨期明けを待って本格工事に入る予定となっている。

(2) Hmawbi 養殖場

Hmawbi の養殖場造成地はラングーン市中心より北北西に陸路で約 50 km、車で 1 時間強のところにある。計画内容は養殖用の池 1 ha × 18 面、中間育成用池 0.5 ha × 9 面、合

計 2.25 ha (約 5.0 エーカー) を 1 ユニットとし、最終的に 3 ユニットの養殖池を造成することとなっている。58 年 3 月から 1 ha 池 5 面の造成が開始されており、このうち 2 面の掘削はほぼ完了している。現在はほとんど人力で掘削しているが、雨期明け後大型ブルドーザー 3 台、スクレーパー 1 台を投入し、来雨期後に完成する水門工事を除き、59 年 3 月までに 1 ユニット分の養殖池の掘削を終了させる予定で工事が進捗している。淡水は農薬や肥料の混入の可能性があるかんがい用水に頼らず、約 6.5 ha の天水貯水池を造成して使用する計画である。

(3) Tanatpin 養殖場

Tanatpin はラングーンから陸路約 100 km、車で約 2 時間強のところにある。養殖場は低地で雨期の滞水時間が長く生産性の低い水田を転換して 82 年より造成が開始されており、既に 0.25 エーカー池 8 面、0.5 エーカー池 3 面が完成し、一部養殖を開始している。84 年雨期前までには 1 ha 池 11 面、0.1 ha 池 14 面、0.2 ha 池 4 面、Pegu-Sittang 運河から引く約 1 km の取水路などを完成させる予定で現在工事が進められている。天水を利用して一部供用を開始した 0.1 ha 養殖池 3 面には、82 年 9 月に 18,800 尾、12 月に 15,000 尾の稚エビを放流し、米ヌカ 2、落花生カス 1 を水で練った飼料を 2～3 日に 1 回投餌し、そのうち 1 面を 5 月初旬に取上げ約 100 kg の漁獲を上げている (放養密度 111,000 尾/ha \div 44,500 尾/エーカー、収量 100 g/m²)。

そのほかの施設については、予定地の選定や用地の確保などの作業は進められているが、現時点では建設のための予算措置等がとられているものはない。

2-4 ビルマのオニテナガエビ養殖の諸環境

PPFC の計画により今後推進されようとしているオニテナガエビの養殖について、養殖適地から製品の流通に至るまでの養殖環境がビルマでどのような状況にあるのかを以下に明らかにしたい。

(1) 養殖適地

オニテナガエビの養殖には水温 25℃～30℃の淡水が必要となるが、ラングーン附近においては、一年で最も気温の下がる 12～1 月に水温が 25℃前後に降下する以外は常に

オニテナガエビの養殖に適する水温が得られる^{*1}。水量については、河川やクreekから直接取水できる場合は必要水量の周年確保に問題ないが、天水依存の場合、11月～4月の乾期の間は放養密度を落として止水で養殖するか、乾期に必要な水量を確保できる貯水池を設ける必要がある。また、かんがい用水を利用する場合にも、乾期における用水の配分量の確認や、魚類と異なり無脊椎動物である甲殻類は特に混入農薬によって被害をこうむりやすいことなどに注意が必要である。

ビルマの土地面積6,766万haのうち81/82年現在の土地利用状況は、耕地12.3%、休耕地2.6%、可耕地12.6%、山林47.4%、その他25.1%となっている^{*2}。耕地のうちかんがい面積は77/78年以来12%台に留まり、また、耕地の作付体系をみると、単作が多く、二毛作が行われている面積は全耕地の15～18%を占めるに過ぎない。土地利用の高度化は上にみる限り緩慢に進んでいると判断され、ビルマの土地面積の12.6%すなわち854.8万haを占める可耕地から淡水エビの養殖適地を選択するのは困難ではない。一般的には、淡水魚の養殖適地は農業生産性の低い土地と一致する場合が多く、また、現在魚類養殖用の池はビルマ全体で1,500万haに達すると推定されていることから、ビルマにおけるオニテナガエビの養殖適地は充分であると判断できる。

(2) 飼 料

オニテナガエビは強い雑食性を持つエビで、飼料として、米ヌカ、落花生カスなど従来魚類養殖用に使用されている現地産品が利用できる。蛋白含有率の高い配合飼料等を投与すれば当然より高い成長率が期待できるが、このエビは闘争性があり共喰いをすることから一定の縄張を持つ性質がある。したがって、高密度の集約的養殖方法を適用するには向いておらず、このことから、ビルマ国内ではほとんど生産されていない高蛋白ミールを使用した配合飼料を使用して養殖する利点は少ない。オニテナガエビの飼育に関し、米ヌカと落花生カスを3:1の割合で混ぜて投餌した場合には、これまでの試験例などから、0.2程度の飼料効率が期待されるので、PPFC計画にある年間450トンの養殖生産を行うとすれば必要飼料は、

$$450 \text{ トン} \div 0.2 = 2,250 \text{ トン}$$

*1 Seasonal Variation on the Hydrology of Fish Culture Pond and Ngamoeyeik River at Thaketa Research Station, PPFC Research Report No6, 1981, Oceanography Research Symposium, Jan. 1982

*2 Report to the Pyithu Hluttaw 1982/83, Min. of Planning and Finance, 1982

と計算され、これは、約1,690トンの米ヌカと560トンの落花生カスに対する新たな需要を意味することになる。

ビルマにおける米の国内消費量は80/81年547.9万トン、81/82年561.1万トンとなっている^{*1}。これは粳米換算で913万トン～935万トンと見積られ、さらに、粳米1単位から8%の米ヌカが生産されると推定できるのでビルマにおける米ヌカの生産量は年間70万トン程度と考えられる。なお、小麦の国内生産は年間約11万トン程度なので副産物のふすまは養殖用飼料としては計算に入れない。一方、落花生の生産量は、80/81年43万トン、81/82年55.8万トンとなっている^{*1}。このうち、搾油用に消費される量は明らかでないが、90%程度が搾油用と仮定すれば年間12万～15万トン程度の落花生カスの生産があると推定される。そのほかにビルマで生産されている油糧種子としてゴマ(80/81年の生産量16.7万トン)、ヒマワリ(同4.5万トン)、棉実(同10.7万トン)があり、これらの搾油カスも飼料として使用可能と考えられる。

今後、現地生産物を利用したより蛋白含有の多い、安価なオニテナガエビ養殖用飼料の研究開発を進める必要があるのは当然であるが、当面の養殖飼料となる米ヌカと落花生カスの供給量に関する限り問題はない。

(3) 養殖技術

1982年にビルマにおいてはじめてオニテナガエビの事業規模での試験養殖が行われた。その結果、面積0.04エーカー～0.5エーカーの池5例で、放養密度8.4～17.3尾/ m^2 、飼育期間8～11ヶ月、ほとんど米ヌカのみを投餌で養殖試験を行った結果、20g～140g/ m^2 、平均78.7g/ m^2 の生産を上げた。上記の5例のうち2例で池中に害魚が認められ収量が極端に悪かったが、この2例を除く3例の平均では、放養密度16.24尾/ m^2 、飼育期間10.5箇月(加重平均)で132g/ m^2 の生産量を達成したこととなる。この結果からは、今後養殖技術を改善すべき点は多々あるものの、基本的には、オニテナガエビの養殖は従来ビルマで広く行われているコイの池中養殖の技術を適用して粗放的に行っても充分生産を上げ得ることが示された。

これを、土地の生産性の面から、10箇月間のオニテナガエビの粗放的養殖を行い100g/ m^2 の収量を上げた場合と、稲作の場合とを比較してみると次のようになる。80/81年度の普通種米の政府買上げ価格は一等米で1バスケット(20.9kg)当り10.6チャツ

*1 Report to the Pyithu Hluttaw 1982/83, Min. of Planning and Finance, 1982

トであり、エーカー当りの米の平均収量は53.8バスケットであった。これをもとに土地1平方メートル当りの生産額を計算すると稲作の場合0.142チャットとなる。淡水エビの場合は政府買上げ価格はないので、現在イラワジデルタ地域で行われているオニテナガエビの集荷システムで副集荷場の段階で買上げられている中サイズのエビの推定価格と同程度の1ビス(1.633kg)当り16チャットを適用する。1平方メートル当り100gのエビ生産が期待されるので1平方メートル当りの生産額は0.735チャットとなる。これは、仮に米の二期作が行われたとしても、米作とエビ養殖との双方に適した土地ではエビ養殖の方が高い土地生産性を持つことを示している。

以上の検討結果からは、ビルマにおけるオニテナガエビの養殖は、当面は技術的にも土地生産性からも粗放的な養殖方法を採用することが良いと考えられ、したがって、これまでに既に一般化されている魚類の養殖技術を適用できると結論される。

(4) 種苗供給体制

人工種苗生産による種苗の大量供給体制の確立は養殖振興の前提条件である。ビルマで広く普及しているコイ科の魚類養殖の場合には、81/82年時点でインドゴイを中心に750万尾の種苗配布が行われたとされている。^{*1}

オニテナガエビの人工種苗生産は1962年にマレーシアで成功して以来世界各地で行われてきた。ビルマでは1977年にはじめて研究が開始されたが、80年にPPFCの研究部により本格的な試験研究が進められ、その年に1,400尾のポストラバの生産に成功した。続いて81年には5トンタンクを使用して約19万尾、82年には50万尾のポストラバを生産し、短期間の試験研究でオニテナガエビの種苗生産技術は一応の水準に達している。現在のところ発眼卵を持った親エビの供給を漁業者が天然採捕したものに頼っているため、自然状態で抱卵エビが獲れない12月～2月の期間は親エビの確保が難しいこと、ポストラバに変態するまでの期間が比較的長く栄養価の高い飼料の開発が必要と思われることなど、解決すべき問題はあがあるが、このエビが強い雑食性を持ち飼育が容易で粗放的養殖に向いていることが判明したため、養殖用の種苗に対する需要が先行しており、種苗の大量生産供給体制確立が急がれている。

*1 Notes on Fisheries in Burma, Min. of Agriculture and Forests, 1983

(5) 製品の流通

ビルマの一般市場ではオニテナガエビが広く流通している。淡水域で漁獲されるため、特にRangoon近郊では古くから一般市民の食生活にも馴染んでいる根強い嗜好を持った食品となっており、この点では、高級嗜好品として流通している一般諸外国の市場とは若干異なった市場構造を持っていると言えよう。Rangoon市内の水産物市場を見廻った限りでは海産エビの流通量は僅かで、圧倒的に淡水エビの流通量が多い。

Rangoon市内には、Keighley Marketと称されている水産物の中央市場がKeighleyにあるほか、これより小規模の市場が4箇所ある。これらの市場では流通量の統計は取られていないため正確な魚種別の流通量は不明であるが、1975年のデータによるとこれらの市場の年間流通量は次のようであった。

淡水魚	13,387 kg
海産魚	7,161
甲殻類	10,523
合計	31,071 kg

(出所: Notes on Fisheries in Burma, Min. of Agriculture and Forest, 1983)

この資料からは、淡水魚の流通量が海産魚の約2倍に達していること、甲殻類は全魚類の約半分の流通量を占めていることなど、ビルマの水産物消費市場における流通の特徴が良く示されている。

83年5月時点での淡水エビの小売価格は、大型の鮮度の良いもので1ビス(1.633kg)当り42チャット、小型で鮮度の悪いもので1ビス30チャット程度であった。海産エビでは、ホワイト系の小型のものが1ビス34チャット、中型のウシエビが1ビス50チャットで、淡水エビとの価格差はあまり認められない。ただし、淡水エビの場合、乾期の後半に当る3月～6月が例年最も価格が高騰する期間である。

PPFC計画によれば、養殖されたオニテナガエビは冷凍処理され輸出することになっている。PPFCは80/81年に1,510トン、81/82年1,795トン、82/83年1,120トンのオニテナガエビを輸出した。輸出された製品の形態は明らかにされていないが、原

料重量の10%が有頭、45%が無頭殻付、身肉5%、頭部(国内向製品)5%、廃棄分35%の割合で処理されたと仮定すると、上記の量の輸出製品を得るために、80/81年2,516トン、81/82年2,991トン、82/83年1,866トンの原料が処理されたことになる。これらの原料はRangoonにあるPPFCの加工場で処理されているが、現在、この加工場に隣接して製氷50トン/日、冷蔵600トンの能力を持つ施設の建設が進んでおり、養殖による生産が急激に伸びない限り既存の処理施設が利用できる。

オニテナガエビの輸出先はタイ、シンガポール、ホンコンで、特にシンガポールからはさらに最終消費市場である米国、および欧州市場向けに中継貿易されているものと推定される。PPFCによれば81/82年の淡水エビのFOB価格はトン当たり3,000~3,500米ドルであった。82年3月時点での欧州市場での淡水エビの価格は、C&F Europeベースで、無頭殻付中型サイズの21/25でポンド当たり3.2米ドル、小型サイズ31/35で同3.15ドル、また、米国市場では、C&F USAベースで、21/25が3.25ドル、31/40で2.45ドルであった。^{*1}この市場価格水準、すなわち中型サイズで7,000ドル/トン、小型サイズ5,400~6,900ドル/トンから比較すればPPFCのFOB価格は下限に近い価格と推定される。

以上から、ビルマでは淡水エビは国内、輸出の両市場に販路の開けた商品であり、特に養殖されたエビについてはPPFCが種苗供給の見返りに全量を買取り輸出に廻そうとしていることから、製品の流通に関しては、少なくとも養殖生産量の割合が漁獲生産量の数割程度に留る間は問題ないと判断される。

*1 INFOFISH Trade News, INFOFISH, March 3, 1982

第3章 計画地および周辺地域の概況

3-1 建設予定地の位置と地形

Rangoon市は北緯 $16^{\circ}45'$ 、東経 $96^{\circ}10'$ にあり、Martaban湾に面した、Irrawaddy, Rangoon, Pegu等の多くの河川に囲まれた平坦な堆積デルタ地帯に位置している。本計画施設の建設予定地Thaketa区はRangoon市27区の一つで、市の東側に位置し、市街地中心部とはPazudaung Creekで隔てられた所にあり、小規模な住宅や工場、農耕地が混在する地域である。建設予定敷地は、市の中心部にあるラングーン駅より約7km、車で約20分の所にあり、東西はビルマ石油公社(MOC)およびクリークに境界を接し、南北は8m幅員の道路とPegu河に境を接した平坦な地勢で、現在水田として用いられている。敷地状況については附属資料(V)の調査写真も参照されたい。

3-2 自然条件

3-2-1 気 候

ビルマの気候は、南西季節風に支配される5月から10月までの雨期と、北東季節風が卓越する11月から4月までの乾期に大別され、典型的な二季節型熱帯気候特有の傾向を示している。

(1) 気温、湿度

Rangoon周辺の気温年変化は、4月、5月に年間最高気温が示され、12月、1月に最低となる。湿度の月平均は5月から10月にかけては85%を越えるが、1月から4月にかけては70%前後にまで下がる。特に、11月から2月までが比較的気温、湿度共に低く、一年中で最も快適な季節となり、この時期を2月の下旬から5月中旬までの暑季に対し涼季とよぶこともある。

Rangoon測候所の1977年～1981年の観測データによると、この間に記録された気温の最高は1987年5月11日の 41°C であり、最低は1980年1月14日の 11.8°C であった。同期間中の経年平均は以下の通りである。

年平均気温	27.6°C
年最高平均	32.7°C
年最低平均	22.4°C

なお月別平均気温、湿度・蒸発散量は巻末附属資料 (vii) (viii) に示す。

(2) 雨量、降雨日数

Rangoon 周辺の平均年間降雨量 (1960~1980) は 2,601 mm で、その大半が雨期である 5 月から 10 月に集中する。中でも 6 月~8 月の 3 ヶ月間の合計月降雨量は年間の 60% 余を占めている。ビルマ全域の平均年間降雨量は約 2,784 mm 程度である。同様に、平均年間降雨日数は、116 日のうち 85.9 日に相当する 74% が 6 月から 9 月に集中している。一方、乾期の 11 月から 4 月には、6 ヶ月間の合計月降雨量が 58 mm (年間の 2.2%)、同じく降雨日数は 5.6 日 (同 4%) と極端に少なく、典型的な二季節型熱帯気候の特徴を示していると言えよう。月別降雨量、降雨日数は附属資料 (ix)、(x) に示す。

(3) 風速、風向

年平均風速 2.0 m/sec. 程度と穏やかであるが、風力 8 以上の強風 (Gale) を伴う Bengal 湾起源のサイクロンが Arakan 州に上陸したこともあり (1953 年)、熱帯低気圧の影響は無視できない。

Bengal 湾沿岸全域で見られるように、Martaban 湾を含むビルマ沿岸域では気温の日較差が大きいことから海陸風がよく発達する。Rangoon 市の過去 30 年間の平均風速の資料によると、南西季節風の卓越する雨期には南または南西風が優勢となるが、午後 5 時観測の風速の大きさは午前 8 時のそれを一般的に上廻っており、風向の日変化の影響が良く示されている。雨期に比して、北東季節風期に相当する乾期では特に顕著な卓越風の存在は認められない。

3-2-2 地質、土質

Rangoon 市はヒマラヤおよびインドシナの両造山期に形成された山脈の間を流れる Sittang および Irrawaddy 河の沖積デルタ地帯にある。

本計画の敷地周辺は河川と水路の発達した沖積地に位置し、地下水位の常水面は季節によって差はあるものの 1 m~3 m と浅い。このような地勢からみると、地表付近は乾期・雨期により乾湿の繰返しの影響を受け、最表層は乾燥効果により強度が増加し、その直下の浅部沖積層は極めて軟弱であるという地質特性が見受けられる。

地層は、シルト粘土層とその下側の緻密なシルト層とから形成されると推定される。敷地内で行った最大 1.5 m 深のサンプリングの結果でも均一なシルト混りの粘土系土壌であった。こ

の表土はある程度の深さまで均一な層を形成しているものと推定される。

3-2-3 地 震

オーストラリア大陸の北側を通り東部ボルネオ島を分岐点として西部太平洋の弧状列島沿いに北上する環太平洋地震帯や、ジャワ・スマトラ火山帯、同じくスンダ列島をジャワ海溝沿いにマレー半島の西側を北上しヒマラヤ山脈に至る欧亚地震帯は、東南アジアにおける代表的地震帯である。

ビルマは国土の西部を南北に縦断する欧亚地震帯に属している。また、同国のほぼ中央で、チベット高原からマレー半島に至るインドシナ期（三畳紀—ジラ紀）の造山帯と、ヒマラヤ山脈からビルマ半島に到るヒマラヤ期（白亜紀から現在まで）の造山帯が接している。このためその山脈の間を流れる Sittang 河流域沿いに大断層帯が南北に走っている。

Andaman 海域、Sittang 河流域および Mandalay 付近に集中する地震はこの地震帯および断層帯を震源に発生するものである。ビルマにおける地震観測体制は十分に整備されておらず地震の詳しい資料に乏しい。計画対象地ラングーン周辺での最近の記録としては 1970 年 9 月 9 日の大地震があり、著名なバゴダを始め多くの建物に損傷を与えている。

3-3 インフラ状況

3-3-1 電 力

電力の供給は電力公社 (Electric Power Corporation) により行われている。一般の送電は、230V、400V、6.6kV、11kV、33kV で、周波数は 50Hz である。動力設備は、3相 400V、照明およびコンセント等の設備は単相 230V を使用している。

電圧変動および周波数変動については 5% 以内と保証されているが、現実には、10～20% 程度の変動は起きており、精密機器等の設置の際には定電圧装置が必要となる。電気設備に関する規格および基準は "Burma Electric Manual" に規定されているが、これは英国規準に準拠したものである。

なお、敷地前面道路には既設の高圧動力配線が架設されており、計画施設の電力供給には問題はないが、降圧柱上変圧器、引込線等、配線資機材の多くは輸入に依存しており、これらの供給量は不足傾向にあり、その確保には困難も予想されるので、計画実施の際には、充分な事前の打合せ、あるいは日本で準備するなどの配慮が必要となる。

3-3-2 上下水道

(1) 上水道

Rangoon 市の中心部は上水道が整備されている。供給水は直接飲用することはできず煮沸消毒した上で使用されている。乾期には断水も多く、貯水、自家高架水槽の設置など工夫がなされている。雨期には水が濁ることも多い。

計画対象地区 Thaketa 周辺は上水道は未整備である。他の未整備地区も含め、給水は共同で井戸水を高架水槽に汲み上げ、自然落下方式の給水を行っている。

(2) 下水道

上水道同様、市の中心部のみ整備されており、他は、計画対象地区 Thaketa をも含め未整備である。一般には、簡易浄化槽による処理の後河川へ放流するか、または、蒸発浸透方式で処理している。浄化槽の構造規格は世界保健機構（WHO）の規格に準拠している。

3-3-3 その他

(1) 電話

計画地域にも引込可能であるが、予備回線の状態が充分ではない。

(2) 燃料

都市ガス、プロパンガスの供給は行われていない。電力、ケロシンも使われているが、一般的には薪、木炭が使用されている。

3-4 建設事情

3-4-1 建設一般概況

Rangoon 市内における建設の動向はさほど活発ではなく、その規模も階高、広がり共に中小規模の範囲のことが多い。2～5階建て程度の中層建築では、構造的には、柱、梁等躯体構造を補強コンクリートラーメン造とし、壁体はレンガ積みが一般的工法である。屋根は、木、またはL形鋼でトラスを組み、波形トタン、スレート葺きで仕上げる。小規模建築では、レンガ造トタン、スレート葺き屋根から、木造、壁、屋根の竹マット、DANI（ヤシ科の植物の葉）葺きまで、現地産の材料を巧みに組み合わせ使用している。

ビルマにおける建築活動は、住宅等ごく小規模な工事を除いた総てが建設大臣に直属する建設評議会 (Construction Council) によってコントロールされている。当国における大半の建設関係の施工実績を持つ建設公社 (Construction Corporation) はこの下部機関の一つであり、その業務範囲、規模、管理・施工能力等からみると、建設業界では最大の組織である。建設公社の組織は、計画局、道路橋梁局、工事局によって構成されており、建築、土木、測量調査、設備等、あらゆる建設関係の設計、施工および資機材の調達活動をその業務範囲の中に納めている。

現在、ビルマにおいては有効に機能している自国建築関連法規はない。一般には英国規準に準拠している。前述のように、電気設備関係では“Burma Electric Manual”が適用されているが、これも基本的には英国規準に準拠するものである。

3-4-2 建設資材

ビルマにおける建設資材は、石材、木材等の一次産品、セメント、棒鋼等基幹資材、およびレンガ、波形石綿スレート板、板ガラス、合板、木製建具等二次製品の生産が行われており、他は全て輸入によって調達されている。これらの産品の中には、品質、生産量および供給条件等、建造物の質および工期等に直接関係する問題を含んでいるものが多いのが実状で、現地調達資材については充分検討が必要である。一定以上の量および水準を要求される製品、素材については、日本や第三国での調達が現状では必要と判断される。

資材の単価は、品質・精度等が必ずしも同じ条件ではないので単純には日本の資材単価と比較することは難しい。一般的に日本より低い価格であるが、鉄筋、鋼材関係が非常に高価である。全般的に輸入資材は割高となっている。

価格の上昇動向については、世界的なインフレーション傾向の現状では、単価、生産量とも政府の管理下にあるとは言え、その影響は避け難く年間8%前後の値上がりとなっている。調査期間中に建設公社より入手した資材単価および概略建設単価は以下のとおりである。

資 材 建 設 単 価

(1チャット=30円)

区 分	単 位	単 価 (円)
セメント	ton	22,200
砂	m ³	1,222
砂 利	m ³	6,555
鉄筋(φ10~φ22mm)	ton	210,000
レンガ	1,000個	19,350
ガラス 3mm厚	m ²	1,020
” 4.5mm厚	m ²	1,170
” 6mm厚	m ²	1,260
オイルペイント	m ²	510
盛 土	m ³	2,000
根 切 り	m ³	570
埋 戻 し	m ³	630
割 栗 地 業(材工)	m ²	10,050
コンクリート(”)	m ³	21,000
鉄筋組立(労賃)	ton	54,000
仮 枠(材工)	m ²	3,720
鉄骨組立(労賃)	ton	48,000
レンガ積(材工)	m ²	3,300

3-4-3 労務状況

技術労務者は原則として建設会社に所属している。労働力の調達事情は地域により若干異なっているが、一般的に普通労働者は充分であるが、一定水準以上の熟練労働者については不足の傾向にある。

建設重機械はもとより普通建設機械でも不足が目立ち、したがって、工種の多くを人力に依存する工事形態が一般的である。建設公社、電力公社などから聴取した技術労働者の業種別単価の概略を以下に示す。

勞 務 單 價

職 種	単 位	勞 務 単 価 (円)
土 工	日	6 0 0
雑 役	日	4 5 0
大 工	日	1,0 0 0
鉄 筋 工	日	1,0 0 0
電工/配管工(熟 練)	日	9 0 0
“ (非熟練)	日	4 5 0
運 転 手	日	5 0 0
事 務 職	日	5 0 0

第4章 計画の内容

4-1 計画内容と協力の目的

2-4節でのビルマにおけるオニテナガエビの養殖環境の現状からは、P P F Cの計画を推進するうえで解決が急がれる課題は種苗供給体制の確立にあることが明らかとなった。

このためP P F CはKyauktanに取りあえず、年産250万尾規模の種苗生産センターを建設しようとしている。このセンターは83年5月の時点で0.2haの素堀池1面の掘削が完了し種苗生産棟1棟分と事務研究棟建設用のレンガ、鉄筋等の建設資材が現場へ搬入されており、10月中旬の雨期明けを待って本格工事に入る予定となっている。この種苗センターが、本格稼動に入れば年間250万尾の種苗供給体制が整うこととなるが、この規模ではP P F CがHmawbi, Tanatpinに造成を進めている合計40haのエビ養殖場への種苗供給量にも満たない。

P P F Cは上記のKyauktanのほかにThaketa, Thilawa, Amherstに種苗センターの設立をはかりたいと計画している。このうち58年5月現在、Thaketaの建設候補地の決定はなされているがほかの2箇所については最終候補地は決定していない。ThaketaはRangoon市の27区の1区で、Kyauktanに比して電力供給、アクセス道路、通信等の社会基盤の面で有利な点が多い。ただし海からの直線距離はKyauktanの約23kmに対し、Thaketaは42kmと遠く、種苗生産に必要な汽水の塩分濃度はKyauktanでは最高25%の水が取水可能であるのに対し、Thaketaでは19%に下がる。オニテナガエビの種苗生産にはふ化からポストラバまでの約50日の間に10~12%の塩分濃度を持つ汽水が必要となるので、原汽水を淡水で稀釈して使用することになり、したがって原汽水の濃度に合わせて貯水量を決定すれば技術的には問題ない。Thaketaは生産された種苗の配布に関して、輸送インフラの面でKyauktanより優位にある。

現在P P F CはKyauktanの種苗生産センターと、Hmawbi、Tanatpinのエビ養殖場の建設を進めているが、建設工事そのものは当初予定のとおり進捗する見込みである。優良な種苗を安定的に生産するためには、ふ化から稚エビに至るまでの間、良好な水質を保つための水の循環と空気の供給を保證する機器が不可欠である。さらに、エビの健康状態や生息環境を監視するための測定機器も必要となる。一方、Hmawbi、Tanatpinの養殖場では当面は粗放的な養殖方法が採用されるとしても、今後生産効率の向上を図るためには、特に、乾期における水の交換率を保證するためのポンプや、溶存酸素を増加させるためのばっ気装置、栄養価が高く

安価な飼料を試験製造するための機器などを導入して養殖実験を行い、より効率的な養殖方法を確立させる必要がある。これらの技術展開と生産体系の発展に必要な各種機器は、PPFCにとっては外貨で調達しなければならないものがほとんどであるが、現在の厳しい外貨事情からは未だに必要な時期にそれらを手に入れる見込みは立っていない。

これらのことからPPFC計画の推進に対するわが国の無償資金協力の内容をThaketaにおける種苗生産センターの建設とKhyauktan、Hmawbi、Tanatpinの諸施設への機器供給とし、ビルマにおける種苗供給量の増加と将来の養殖体系全般の改善に寄与することを目的とすることが最適であると判断した。

4-2 計画の方針

4-2-1 種苗生産規模の設定

前項で明らかとなったプロジェクトの主目的、すなわち種苗供給量の増加を達成するために必要な種苗生産施設の規模は、84年から淡水エビの養殖に利用可能となる養殖池面積をもとに設定する。

ビルマで現在淡水エビ養殖に利用できる養殖池は(1)PPFCのエビ養殖池で最終的には1箇所150エーカーの養殖場を全国6箇所に造成しようとしているもの (2)PPFCの既存の養殖場で池の規模が小さく今後淡水エビの養殖場へ転換していこうとしているもの (3)各郡の協同組合で推進している1.25エーカーの池を100面造成するいわゆる100池プロジェクト用に配布するもの (4)その他一般民間の既存養殖池需要分 となる。このうち一般池用の需要は現在のところ優先度が最も低く、かつ予測が困難であるので、これを除外した3種の養殖池の需要分を検討する。

(1) PPFC淡水エビ養殖場

PPFCの全国6箇所のエビ養殖場造成計画のうち現在養殖場の造成工事が進められているのは、Hmawbi、Tanatpinの2箇所である。

これらの養殖場は1ユニットを20ha(50エーカー)とし最終的には3ユニット60ha(150エーカー)の規模になるが、現在進められているのは2箇所とも1ユニット分であり、この部分は1984年頃から利用可能となる。したがって養殖池面積は以下のとおりになる。

Hmawbi 養殖場	20 ha	
Tanatpin 養殖場	20 ha	<u>計 40 ha</u>

(2) P P F C 既存養魚場

P P F C は 207 ha (518 エーカー) の養魚場を運営している。これらの養魚場ではインドゴイを中心としたコイ科の魚類養殖が行われており、中には Twante の養魚場のごとく 1 面が約 7.5 ha (18.5 エーカー) の池 16 面を使用して大規模に養殖を行っているものも多い。この中であって、池面積が小さく管理が容易で、したがってエビの養殖に向いており、Rangoon からの便が比較的よい養魚場については、より高い生産性を持つ淡水エビ養殖場へ転換していこうと計画している。これらの内訳は次のとおりである。

Ma-U-Bin, Irrawaddy Div.	9.3 ha
Insein, Rangoon Div.	13.9 ha
Amarapura, Mandalay Div.	32.4 ha
	<u>計 55.6 ha</u>

(3) 協同組合所属池

これは協同組合省が推進しているプロジェクトで、各面 0.5 ha (1.25 エーカー) の広さを持つ池を 100 面造成し協同組合員の管理のもとに養殖振興をはかろうと計画されているものである。当初は魚類養殖が目的であったが、P P F C の研究開発部が、オニテナガエビの試験養殖を行う目的で配布した種苗を使用して、Latpadan の協同組合池で養殖を行ったところ良好な結果をおさめたため、魚類養殖より生産性の高いエビ養殖に切り換えていこうとしている。このプロジェクトは、現在進行中で、この中で特に組合の取組みが熱心で池の造成が進んでいる 2 地区を取りあえず対象とする。

Latpadan, Pegu Div	30 ha
Toungoo, Pegu Div	30 ha
	<u>計 60 ha</u>

以上を合計すると当面確実にオニテナガエビ養殖に利用可能な池面積は 155.6 ha である。現在 P P F C が計画している放養密度は 75,000~100,000 尾 / ha (7.5~10 尾 / m²) 程度であるので、この池面積に必要な種苗量は 1,150 万~1,540 万尾となる。養殖期間を 10 ヶ月とすれば、当面はこれが年間必要種苗量と考えられる。P P F C が進めている Kyau-

ktanの種苗生産能力は250万尾であるので、必要量に対し900万～1,290万尾の種苗が不足することになる。

種苗生産は工業製品の生産と異なり生産変動要素が多く、またその制御も困難な場合が多いため、一般的には生産目標に対する余裕も必要であるが、ここではThaketaの種苗生産施設の規模として、上記の不足種苗量のほとんどを生産でき、また一施設の生産単位としてもまとまりの良い年間1,000万尾と設定する。

4-2-2 種苗生産方法

オニテナガエビの種苗生産は、(1)親エビの入手 (2)汽水中におけるふ化と幼生のポスト・ラーバ期までの飼育 (3)淡水中におけるポスト・ラーバの種苗サイズまでの飼育 (4)種苗の取り揚げと養殖池への配布、の4段階に分けて考えることができる。以下、1,000万尾種苗生産計画を各段階毎に述べる。なお、オニテナガエビの一般的な生活史については附属資料(xxi)を参照されたい。

(1) 親エビの入手

Thaketa付近では、すでに現在までの養殖試験の過程で、漁民に呼びかけて抱卵エビを集めさせ、その中から発眼卵を持った健全なエビを親エビとして選別し買い取るというルートが確立しているため、必要な数量の天然親エビを確保するのに大きな問題はない。ただし、12月～2月の3ヶ月間は、抱卵エビが漁獲されないため親エビを入手することはできない。

親エビとしては体重50～60g以上のものを選ぶ。このサイズの親エビから得られるふ化幼生数は1尾当たり5～6万尾程度である。1,000万尾の種苗を生産するのに必要な親エビ数は、ふ化幼生から種苗サイズまでの生残率が30%～35%であるため480～600尾程度となる。3～6月および7～10月の2回に分けてそれぞれ500万尾ずつの種苗を生産するように計画すれば、3月および7月に、それぞれ240～330尾の親エビを入手すれば充分である。

将来のビルマにおける産業の高度化によるエビ漁場の狭陰化、農薬や工業排水による生態系への影響、過剰漁獲努力による資源の涸渇などの可能性を考えると、ふ化場内に親エビ飼育池を持って親エビ自給体制を整えることが重要である。そのために、面積1,000㎡、水深1～1.5mの親エビ飼育池が2面必要である。2面で合せて雄エビ1,500尾、雌エビ4,500尾を常時飼育すれば月間100尾程度の親エビが確保できるであろう。天

然の親エビが期待できない12月～2月の期間にも、親エビ飼育池で人為的に親エビを生産する技術を開発することができれば種苗を周年生産することが可能になる。

(2) 汽水中におけるふ化と幼生のポスト・ラーバ期までの飼育

入手した親エビは塩分濃度を10～12‰に調整した飼育水中に収容する。発眼卵を持った健全な親エビの場合、2～3日中にエビ幼生がふ化する。幼生は上記の塩分濃度の汽水中で飼育するとふ化後30日前後からポスト・ラーバ期に変態するものが現れ始め、50日位で全ての幼生が変態を終える。この間は、ブライン・シュリンプ (Artemia salina) のノープリウス幼生および配合飼料の投餌、飼育槽中の汚物の除去、水交換などの日常管理が必要である。

1回当たり500万尾の種苗を生産するには、ポスト・ラーバから種苗サイズまでの期間の生残率を75%と考えてよいので、約670万尾のポスト・ラーバを生産する必要がある。その目標を達成するためには以下に述べるような生産方式が最も適当と考えられる。

まず、塩分を10～12‰に調節した水を水深30cmまで張った水槽に2～3尾の親エビを収容して平均12万尾のふ化幼生を得る。飼育水槽の大きさは各種考えられるがふ化から種苗サイズまでの飼育を同一槽で行い効率を上げることと給餌や掃除の便を考え、巾1.5m、長さ5m、深さ1.2mのコンクリート水槽が適切と考えられる。ふ化幼生からポスト・ラーバまでの歩留りをこれまでのビルマでの実績から44%程度とすると、670万尾のポスト・ラーバを得るためにはこの大きさの水槽128面を必要とする。

各水槽では、ふ化後9日までは汚物の除去のみを行って、水交換は行わず新鮮な汽水を注入することによって毎日5cmずつ水深を増加させていき、9日目に水深70cm(1槽当り水量5.25トン)とする。10日目以降は水量の増加は行わず、汚物の除去をした後水交換を行う。交換率を1日当たり10%とすると1槽当りの全水量が5.25トンであるので必要水量は0.525トン/日、20%とすると1.05トン/日となる。以上のような飼育方法を採用した場合、全幼生がポスト・ラーバに変態する50日目までの必要汽水量を計算したのが次表である。これによると、10日目以降の換水率を10%とした場合には、128面のタンクで3,430トン、20%とした場合には6,180トンの汽水が必要であることがわかる。ただし、10%の換水率というのは必要最低限の値であり、種苗生産を円滑に行うためには換水率は高ければ高いほど良い。

オニテナガエビ種苗生産に必要な汽水量の推定

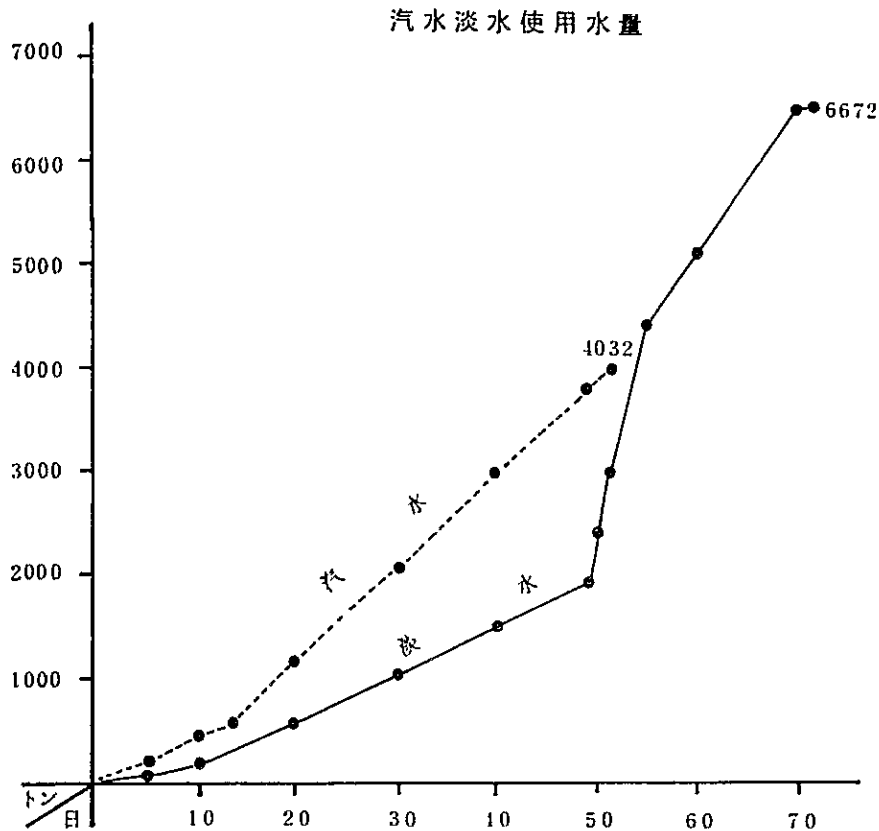
日 数	飼育槽水深 (%)	水 交 換 率 (cm)	日 間 必 要 量 (1槽当り、トン)	日 間 必 要 全 量 (128槽当り、トン)	積 算 必 要 全 量 (128槽当り、トン)
1 (ふ化)	30		225	288	288
2	35		0.375	48	336
3	40		0.375	48	384
4	45		0.375	48	432
5	50		0.375	48	480
6	55		0.375	48	528
7	60		0.375	48	576
8	65		0.375	48	624
9	70		0.375	48	672
10	70	20 (10)	105 (0.525)	1344 (672)	8064 (739.2)
11	70	20 (10)	105 (0.525)	1344 (672)	9408 (806.4)
12	70	20 (10)	105 (0.525)	1344 (672)	10752 (873.6)
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
50	70	20 (10)	105 (0.525)	1344 (672)	61824 (3427.2)

註：カッコ内は水交換率10%の場合を示す。

建設予定地が面している Pegu 河の水は5月から12月までの期間塩分濃度が10%以下となり、特に6月～10月の雨期にはほとんどゼロになる。このため、エビ幼生の飼育に必要な汽水を1月～4月の乾期に汲み揚げて貯水槽に貯え、これを雨期に使用することを考えなければならない。

このため本施設には容量7,500トン以上の露地貯水池と、容量2,500トンの屋根付貯水槽をそれぞれ1面ずつ設ける必要がある。3月から4月初め頃の Pegu 河の水は塩分量が19%まで上昇するが、この水を露地貯水池に導いて約10日間静置し粘土質の濁りを沈澱させた後、上澄水を屋根付コンクリート貯水槽に導き雨期種苗生産用汽水として貯える。露地貯水池には再度汽水を導水し沈砂させた後、これを適当な塩分量に稀釈しながら乾期の種苗生産に使用する。このような貯水計画のもとでは乾期は汽水が7,00トン以上利用できるため換水率を20%以上にすることが可能である。一方雨期には屋根付コンクリート貯水槽に貯水した塩分量19%の2,500トンの汽水を1.5倍に稀釈して3,750トンの飼育水を得ることができる。したがって、10%以上の水交換率は保証されることとなるが、エビの健康状態が悪化した場合などの不測の事態に備えてより高い換水率を得

るため、一旦飼育タンクから排水された飼育水を回収して濾過し、再利用する水の循環回路を作っておくことが望ましい。このような生産方式とした場合1回500万尾の種苗生産に使用する汽水淡水の量は次図に示すようになる。



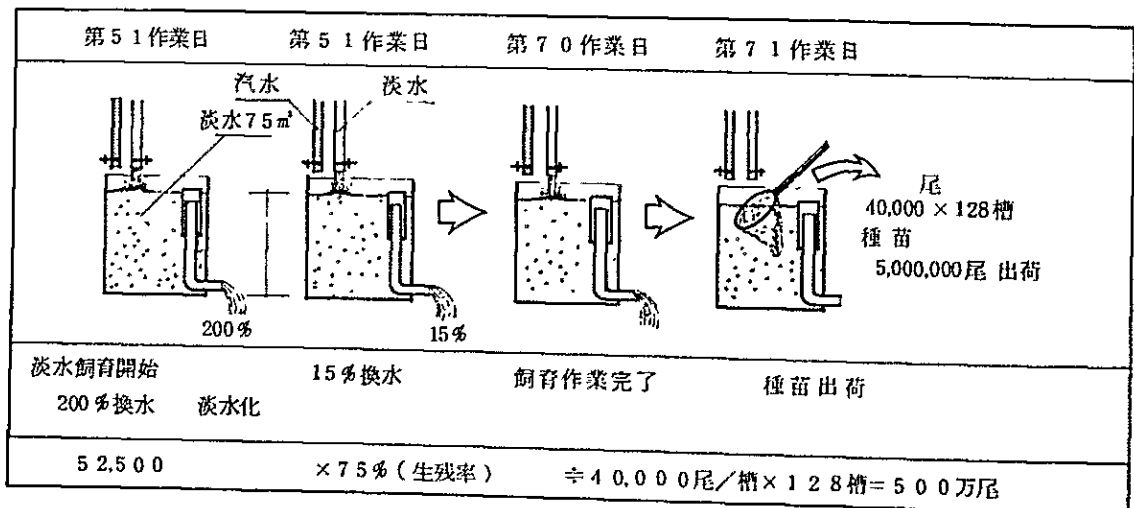
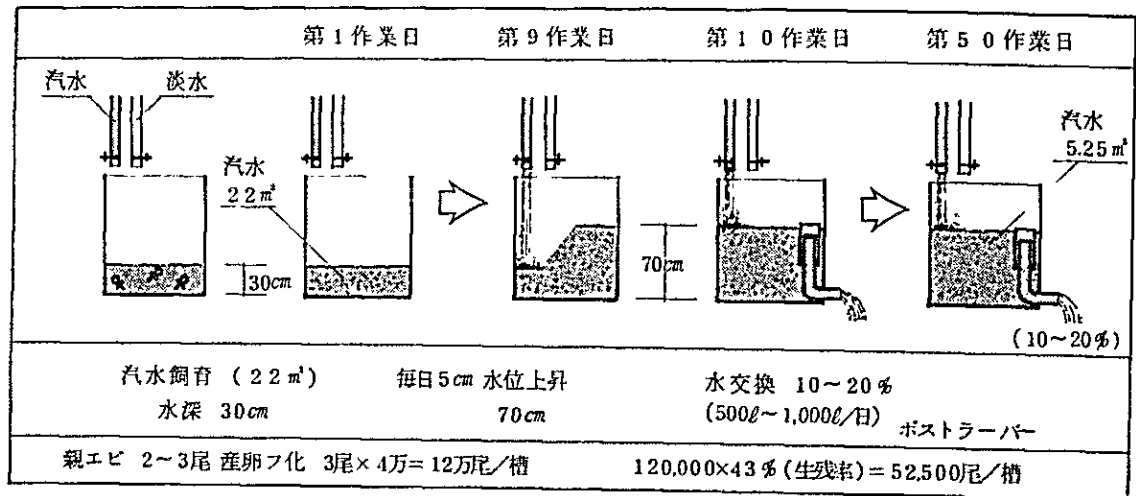
ポスト・ラーバ生産量は飼育水1トン当たり10,000尾を期待できるから1槽当り、52,500尾、全部で672万尾である。この場合、ふ化幼生からポスト・ラーバまでの生残率は43.8%となるが、これは、現在ビルマで実用化されている技術レベルで充分達成可能な数字である。以上のような生産を年間2回繰り返せばポスト・ラーバの生産量は1,340万尾となり必要量を得ることができる。

(3) 淡水中におけるポスト・ラーバの種苗サイズまでの飼育

飼育槽内のエビがほとんどポスト・ラーバになったら、1日かけて徐々に飼育水を淡水化する。同時に、飼育水の水量を水深70cm(5.25トン)から水深100cm(7.5トン)まで増加させ、飼育密度を7,000尾/トンまで低下させる。以後20日間、投餌、汚物の除去、換水を毎日行い、体長1.5~2.0cmの種苗サイズにまで飼育する。

雨期の飼育に関しては淡水が不自由なく取水できるので問題はないが、乾期には淡水が取水できないので淡水用貯水池が必要である。容量7,000トンの露地貯水池を作り、これにPegu河から淡水の取水が可能な10月～11月に貯水していれば、乾期にも、128面の7.5トンのタンクに対して十分な換水をすることができる。

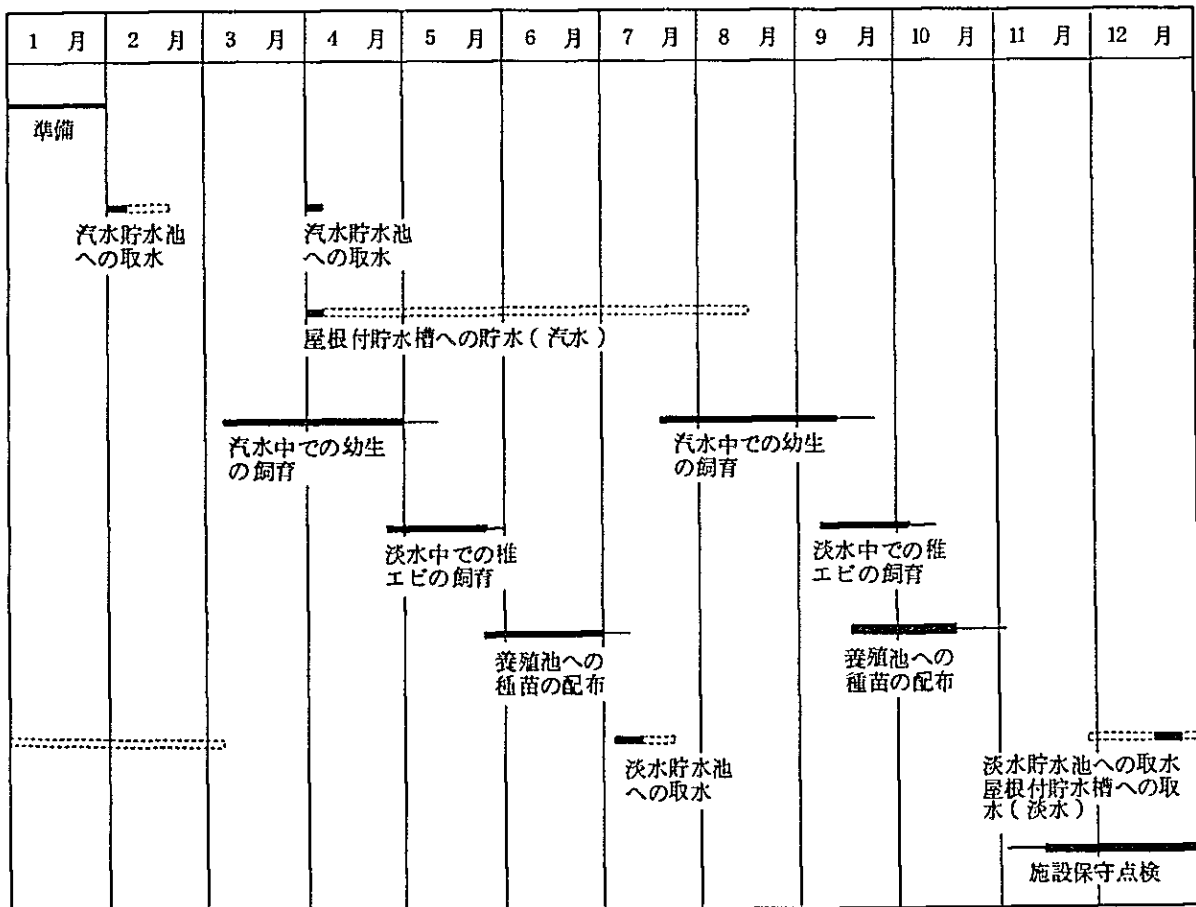
淡水飼育期間中の生残率は75%前後で、飼育水1トン当たり5,000～5,500尾の種苗生産が可能であるので7.5トン水槽1面当たり40,000尾の生産ができる。つまり、128面の7.5トン水槽があれば乾期および雨期にそれぞれ500万尾以上の種苗を生産することができ、年間1,000万尾生産の目標を達成することができる。以上のふ化幼生から種苗までの飼育過程を図示すると以下のようになる。



(4) 種苗の取り揚げと養殖池への配布

エビが種苗サイズに成長したら飼育水槽の水量をサイフォンまたは排水管を使って減少させ、エビを小さいタモ網ですくって取り揚げる。取り残したエビは、排水管に網をあてがい、残りの水量を排水しながらエビを受けて取り揚げれば良い。取り揚げたエビ種苗は、ビニール袋に水、酸素ガスと共に封じ込めるか、酸素ガスを供給することのできる活魚輸送タンクに収容して各養殖池に配布する。前者の方法では水1ℓ当たり100～300尾のエビを収容して24時間の輸送が可能である。後者の方法では水1トン当たり最大30万尾のエビを収容して6～7時間の輸送が可能である。

以上述べた種苗生産方法を基にして年間作業計画を作ると次図のようになる。1月にはその年の生産準備を行い、2月から3月にかけては汽水の取水と雨期用汽水の貯水を行う。3月上旬から乾期の500万尾種苗生産が始まり、生産された種苗の配布は6月でほぼ終わる。7月の初めからは雨期の500万尾種苗生産が始まり、種苗の配布は10月末に終わる。11月、12月はその年の作業の後始末、翌年の乾期に向けての淡水の貯水、施設の保守・点検などの作業を行う。



4-2-3 種苗生産用餌料

オニテナガエビ種苗生産用餌料に関しては、ビルマはもとより、世界的にみても未だ技術的に完成しているとは言えず、開発・研究されねばならない問題が多い。しかし、ビルマで現在使用している餌料を使っても生産は可能であるので、本計画では、当初は現行の餌料を使用して生産を行いつつ、新餌料開発の試験を行っていくことを考える。

ふ化幼生からポスト・ラーバ期までの飼育において最も重要な餌料はブライン・シュリンプ (*Artemia salina*) のノープリウス期幼生である。1,340万尾のポスト・ラーバを生産するには乾燥ブライン・シュリンプ卵が70kg程度必要である。ブライン・シュリンプの他、ビルマではまだ使用していないが、PPFCの研究スタッフが分離培養に成功しているワムシ (*Brachionus* sp.) は初期餌料としてすぐにも使える生物であり、日本で既に製品化のできているタマジンコ (*Moina* sp.) なども将来種苗生産に使用できる餌料生物である。これら餌料生物を培養するには500ℓの円形プラスチックタンクが便利である。

現在、ビルマでは、この期間の飼育にブライン・シュリンプのほかに小麦粉、スキムミルク、フィッシュ・ミールを主原料としこれにビタミン、ミネラルを混入して独自に開発した配合餌料を使用している。現在の投餌量から推定すると、1,340万尾のポスト・ラーバ期幼生を生産するのに約750kgの配合飼料を使用することになる。ポスト・ラーバから種苗サイズまでの飼育に、現在は干エビ、干魚の粉末を使用している。1,000万尾の種苗生産をするためには約300kgのこれら飼料が必要と考えられる。より大型で健全な優良種苗を生産するにはさらに配合餌料や魚介類の生肉などの投餌も考えなければならない。

餌料関係施設としては、餌料生物培養用に500ℓの円形プラスチックタンクを24個置くことのできる屋内のコンクリート床面、ブライン・シュリンプ卵、配合飼料原料、製造された配合飼料、干エビ粉末などを保管しておく空調機付き倉庫、生の餌料を保蔵しておく冷蔵庫、攪拌機、ベレット製造機、乾燥機などを置く餌料製造室、異なった餌料の成長比較試験を行うウエット・ラボラトリーが必要である。

4-2-4 種苗生産施設

以上述べた種苗生産計画から、必要な諸施設をまとめると次のようになる。

1000万尾の種苗生産に必要な施設

項 目	仕 様 お よ び 数 量
1. 汽水貯水池	必要量7,500トン以上 素掘り露地 1面
2. コンクリート貯水槽	必要量2,500トン コンクリート屋根付 1面
3. 淡水貯水池	必要量7,500トン以上 素掘り露地 1面
4. 親エビ飼育池	面積1,000㎡ 水深1.5m 素掘り露地 2面
5. 淡・汽水高架水槽	淡水・汽水共 容量16トン 他に井戸水用2トン
6. 飼 育 槽	巾1.5m 長さ5m 深さ1.2m コンクリート 通気装置 淡・汽水配水 屋内 128面
7. ミキシングタンク	総容量 50トン×2槽 塩分濃度調節用
8. 戸 過 槽	戸過サイズ100μ 総戸過能力 25トン/時以上×2
9. 餌料生物培養槽	プラスチックタンク 0.5トン×24面 通気装置 淡・汽水配水 屋内
10. 飼育水循環戸過装置	戸過サイズ100μの戸過装置付 総循環能力 24トン/時以上
11. 餌 料 倉 庫	空調機付 24㎡
12. 冷 蔵 庫	室温-5～+5℃ 10㎡
13. 餌 料 加 工 室	コンクリート床 32㎡
14. ウェット・ラボラトリー	コンクリート床 通気装置 淡・汽水配水 45㎡
15. 測 定 機 器 室	空調機付 15㎡
16. 深 井 戸	2インチ 取水量3～4トン/日 1本
17. 取 水 施 設	取水量11トン/分
18. 事 務 管 理 棟	341㎡ 所長室、事務室、資料室、他
19. その他の付帯設備	給気設備 20㎡/分 非常用発電機75KVA 他

4-3 基本設計

4-3-1 基本方針

本施設の基本設計は、次のような基本方針に基づいて行った。

- (1) 全体計画、および単位施設のデザイン、構造、仕様等の決定については現地の自然条件、建設状況、資材状況等の諸条件を充分配慮して計画する。
- (2) 関係法規基準については原則として現在ビルマにおいて施行されているものに準拠する。
- (3) 建築資材等については、前述のように、ビルマにおいて生産されている資材はごく限られており、大部分の物を輸入に依存している現状から、主要資材は日本または第3国から調達することとする。同時に木材、レンガ等、現地生産が行われ、かつ供給条件の安定しているものについては積極的に取入れ、現地工法との融合をはかる。

- (4) 敷地利用については将来計画にも充分配慮し、適確な対応ができる様な計画をする。
- (5) 建物の機能を明快に表現すると同時に無駄を排除し、建設単価の低廉化をはかり、もって必要スペースの十分な確保をはかる。
- (6) 設備関係はできる限り簡潔な計画によるものとし、運営維持、管理が容易に行えることを充分配慮した計画とする。

4-3-2 施設機能と規模の検討

(1) 施設機能

前節に示された各施設要素は施設計画上次の3つの群に大別することができる。

1) 管理・研究部門

施設全体の管理、運営、基礎研究および研究資料の保管を目的とする施設群であり、事務室、会議室、ウェット・ラボラトリー、図書資料室等から成る。

2) 種苗生産部門

本計画施設の中核的位置を占める部門で、種苗を生産するふ化飼育槽スペース、餌料生物培養スペース、餌料製造室および冷凍庫等の施設群により構成する。

3) 取配水部門

年間を通じて十分な量の汽水と淡水を得るための施設群である。ビルマの気候的特性である乾期と雨期の極端な降雨量変化に対応するために、十分な貯水量を有する汽水貯水池と淡水貯水池を置く。これに付随して塩分調整タンクおよび淡水、汽水用フィルター等の水処理施設、さらにPegu河からの取水施設等の施設群により、取配水部門を構成する。

(2) 施設規模と所要諸室

計画施設の規模と床面積の設定については、事務室等のように現地における類似空間の多数例について、比較検討ができ、かつ準拠すべき基準（わが国の場合7㎡/人）がある場合はそれらを勘案して算出した。比較検討できる類似空間が少数であり、準拠すべき基準のない種苗生産部門の諸施設や研究室等については、その施設に要求される機能と人体、動作寸法を検討することによって設定した。以上の方針にしたがって検討した結果から得

た諸室面積および施設分類は以下の表に示すとおりである。

施 設 規 模

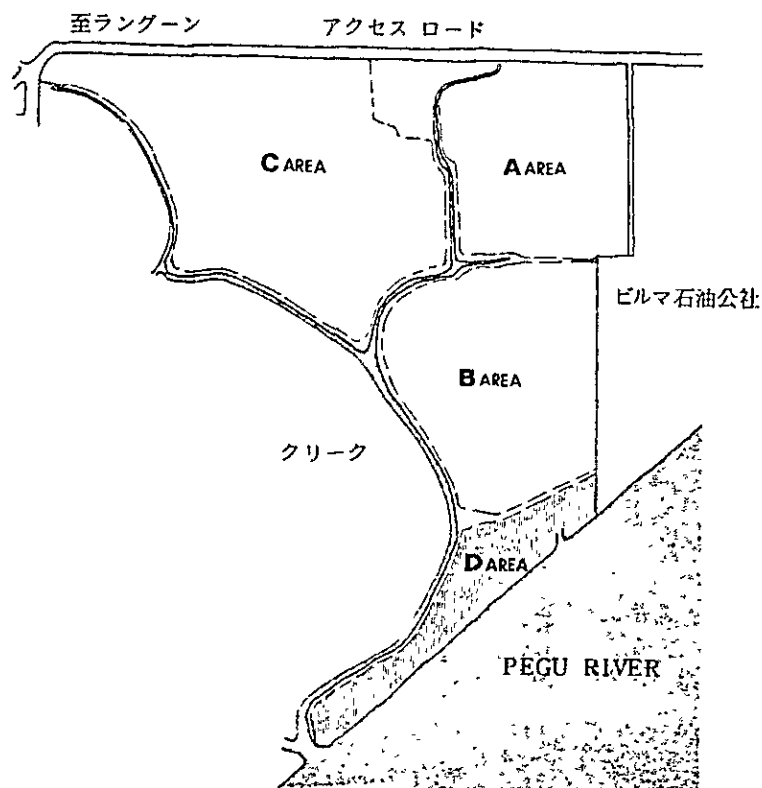
施 設 名 、 室 名	床面積 (m ²)、規模	備 考
① 管理研究部門	(341.0)	
事 務 室	40.0	
所 長 室	20.0	
所長室用便所	5.0	
会 議 室	40.0	
図書、資料室	15.0	
ウエット・ラボラトリー	45.0	
測定機器室	15.0	空調設備を設ける。
湯 沸 室	7.5	
シャワールーム	7.5	
便 所	7.0	
廊下、テラス	119.0	外部廊下
階 段	20.0	
② 種苗生産部門	(3,280.0)	
飼育タンク室	2,880.0	循環濾過設備
(餌料生物培養室を含む)		エアレーション設備
多目的作業スペース	271.0	
事 務 室	20.0	
餌料加工室	72.0	冷蔵庫を含む
餌料倉庫	25.0	空調設備を設ける
シャワー室	6.0	
便 所	6.0	
高架水槽	16トン×2基	ユーティリティーコアの上部 に設ける。
③ 取配水部門		
取水口及び開水路	取水 11 m ³ /分	ピット方式
汽水貯水池	容量 8,500トン	素掘池
コンクリート貯水槽	容量 2,500トン	コンクリート水槽 屋根付

施設名、室名	床面積(㎡)、規模	備、考
淡水貯水池	容量10,000トン	素掘池
ミキシングタンク	50トン×2基	FRP製
淡水、汽水ろ過	15㎡×2面	コンクリート槽
ジェネレーター室	12.0	
ポンプ室	6.0	
井戸	2インチ	深井戸エアリフトポンプ
高架水槽	2トン	FRP製
親エビ飼育池 ^{※1}	(1,800トン×2)	1,000㎡の素掘池を2面

※1：親エビ飼育(蓄養)池は、機能上は種苗生産の施設群として分類されるが、施工計画は淡水貯水池と同類のものとして位置付けられる。以下の設計検討および施工計画の各節では、便宜上取配水部門の施設群のひとつとして取扱う。

4-3-3 配置計画

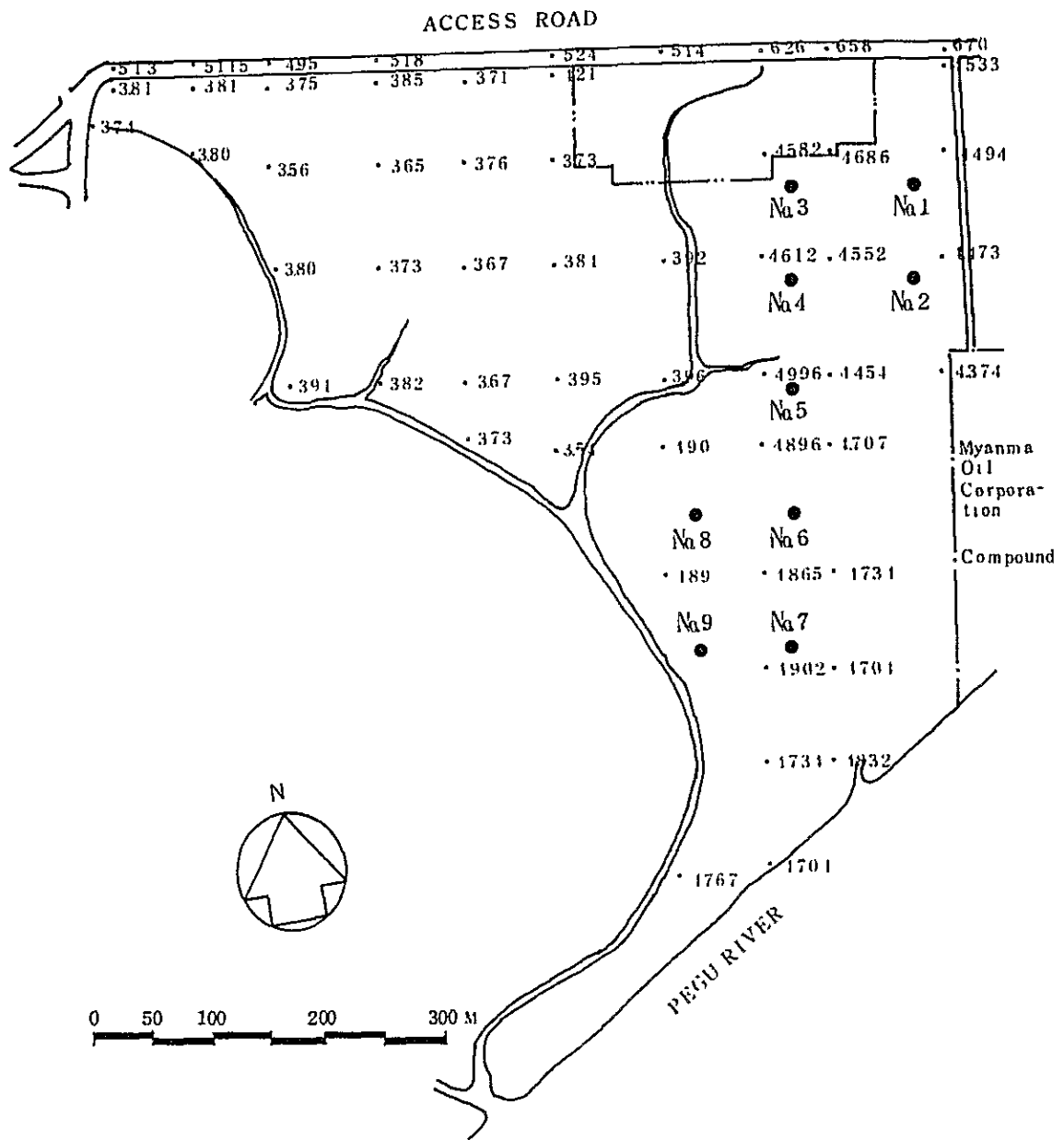
(1) 敷地の現況



本計画の予定敷地は上図に示すように、南にPegu河、北側にアクセス道路を有し、西側のクリークと東側に隣接するビルマ石油公社との境界によって区切られた地域であり、クリークによって大まかに区分されたA、B、Cの水田とDの河川敷から成っている。アクセス道路よりペグー河までの南北方向は約750mで東西方向はアクセス道路沿いに約750m、ペグー河沿いに約500mの広がりを持ち、その敷地面積は概略267,000㎡である。

北側に位置するアクセス道路は8.0m幅の舗装された道路であり、その道路面より約2m程度低い位置に平均地盤面を有している。当敷地は雨期の満潮時には冠水することもあり、そのため施設を建設するエリアについては1.5m程度の盛土が必要となる。なお盛土の詳細については附属資料(XI)に示す。

敷地高低差測量と地耐力測定点図



(2) 配置計画上の基本方針

以下に示すような敷地利用の基本方針にしたがって、配置計画を進める。

- 1) 外部環境との接触の多い施設群として位置付けられる種苗生産部門および管理研究部門は、北側のアクセス道路からの構内進入路近くに配置する。
- 2) 取配水部門は南側のPegu河にできるだけ接近させて配置する。
- 3) Cエリアは将来の施設拡張、または部門増設（養殖部門等）の予定地として確保して置く。

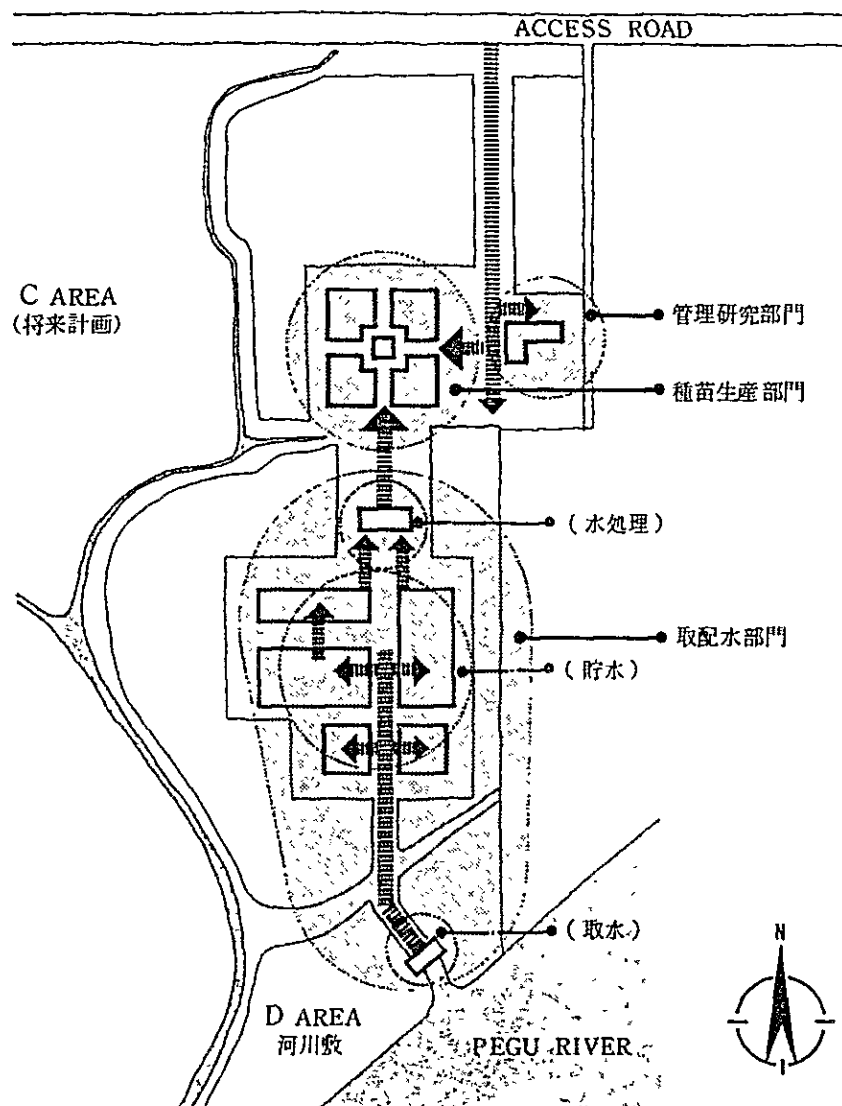
4) 上記の各施設群の性格、機能および立地条件を踏まえたうえで、全体的機能の流れを南北方向の主軸に置き、これに沿って各部門の施設群および付属施設の配置計画を検討する。

5) 無駄のない導線計画を設定し、これによって盛土面積を最少限におさえる。

(3) 配置計画

北側のアクセス道路に連結し種苗の出荷および生産資材の搬入等の導線軸として機能する構内進入路と、生産機能を支える淡水、汽水の取水、貯水池、水処理装置、飼育タンクまでの給水系統とを2大導線軸として、両軸の重なる所に種苗生産部門を配置する。構内進入路を隔ててその東側に管理研究部門を配置する。これによって主要建築群は北側アクセス道路に面し、南側取水部門の静の空間と好対称をなす外観が示されることとなる。

配置計画図

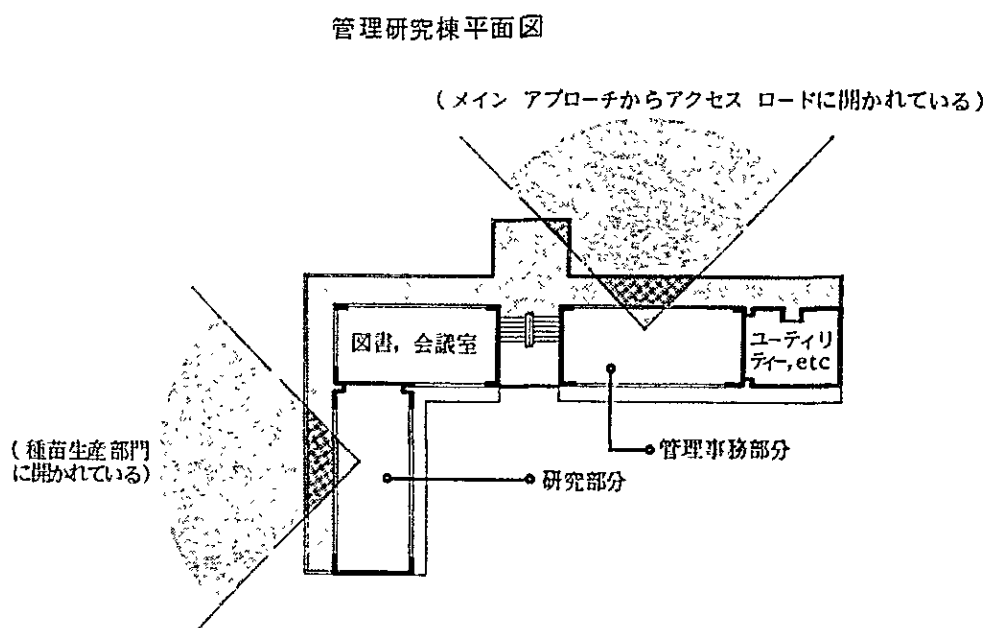


4-3-4 建築計画

(1) 平面計画

1) 管理研究部門

本部門は施設の管理運営機能および養殖分野に係る研究機能と、これらに共通する会議室、図書資料室部分との三つの機能に分類される。これを一棟の建築として統合し、建築様式としては、ビルマにおける伝統的手法であるピロッチェ方式を採用することとした。このことは当施設からの視点を一段高く設定することにより、当部門からの監視および管理機能を容易に実現させる役割をはたすと同時に、対外的な当センターのアップグレード効果を持たせるものである。具体的空間配置は次図に示す。



2) 種苗生産部門

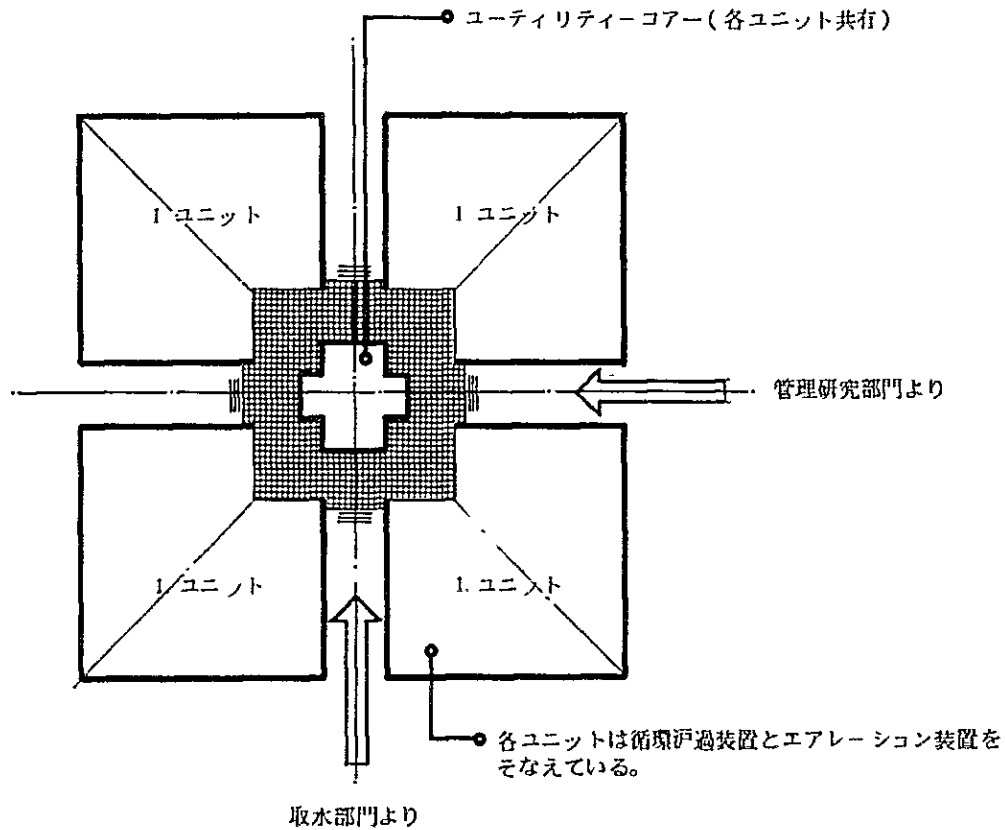
種苗生産計画において示したように当部門の主要施設であるふ化飼育水槽は1面5m長×1.5m幅×1.2m深のものを128面要する。以下に掲げる事由により、これを1ユニット32面として、4ユニットに分離構成することとした。

- a) 給排水系統を大きく4ユニットに分離させることにより、水質管理および病理学的予防を容易にすること。
- b) 運営管理上の作業単位として32面(240㎡)が、ひとつの上限であると見込ま

れること。

c) 128面全体を1個の建築に収容すると、建屋の規模が大きくなり、施工および建物の維持管理に不要な困難を持ち込むものとなること。

細部の空間配置は以下のように設定する。中央に共通施設として餌料加工室および倉庫、事務室、シャワー室等をそなえたサービス棟を置き、さらにその上部に飼育用水を各ふ化飼育槽に給水する高架水槽を置く。このユーティリティーコアを中心として、これを取り囲むようにそれぞれ32面のふ化飼育水槽を収容した4ユニットから成る種苗生産棟を配置し、各ユニットの間には、給餌、取上げ等の日常的作業を円滑に行う施設として多目的作業スペースを置く。



(2) 階層、階高

主要諸施設の階層、階高を以下のように設定した。

1) 管理研究棟

当施設は地階にピロティを持つ2層の建築とし主要室を全て上層階に配置した。ビルマのように年平均気温が30℃近い熱帯性気候の場合、室内の天井高は通常高ければ

高いほど快適な建築空間を造ることが可能となる。当施設については部屋の広さとのバランスと建築コストを考慮し、さらに類似施設との比較検討により、基準天井高 3.0 m と定め、階高は 3.5 m とする。ピロティ階は高床建築の床下として位置付け、階高は最小限におさえることとし、2.5 m と設定した。

2) 種苗生産棟

当施設は天井を設けず、軒高を 3.0 m とし、1 / 3 の屋根勾配によって、高架水槽を設置する棟上部の階高を約 8.5 m とする。

(3) 建築部位計画

各建築部位計画の検討にあたって、留意すべき自然条件および社会条件は基本的には次のように整理できよう。

- 高温、高湿の期間が長く続くこと。
- 気象条件によっては、ごく短時間に大量の降雨が集中すること。
- 慢性的な基幹資材の不足と工期の限定。

以上の諸点を踏まえ、各部位別の建築計画を検討する。

1) 屋 根

現地調査においては、陸屋根形式はほとんど見かけず、多くは勾配のある寄棟または切妻屋根であった。屋根材としては、民家等に多く使われている葉葺屋根、その他の建築に多く見られる石綿スレート、およびこれらに共通して使われている波型鉄板の 3 種であった。イギリス統治時代の通常または高級建築物には、瓦が使用されているが、現在は生産が中心されているようである。以上の 4 種類の材料を当地の自然条件に対する適性から判断すると、葉葺屋根および瓦が最も好適で、次に波型石綿スレート、3 番目に波型鉄板と順序付けることができるが、コストや供給事情等によって波型鉄板が主流をしめる結果となっているようである。

本計画施設においては、耐暑および耐久性を考慮して、管理研究棟には、日本で開発されている石綿系屋根材を使用し、また種苗生産棟については断熱処理のされた鉄板折版屋根を用いることとした。これにあわせて、屋根裏の通風を良くするなど、設計上の配慮が必要となろう。

2) 外 壁

外壁については、現地において圧倒的に使用例の多いレンガ積壁が自然条件にも適合し製品も比較的入手が容易であることから、本施設においてもこのレンガ積外壁を積極的に取入れることとした。

3) 外部開口部

現地における窓、出入口は枠および建具共に木製が主流である。現地調査で見受けた範囲では製品水準が一定ではない。ほかに民家では竹製の建具、大規模建築ではスチールサッシなども見かけることができるが、本施設では、施工性とコストを勘案し、窓はアルミサッシ、出入口には木製または鋼製ドアを用いる。開口部設計について特に配慮しなければならないのは、庇を深くし日除けを設ける等の処置により、開口面に対する直接日射をできるだけ防ぐ事である。本計画においては、季節による太陽高度等を検討し、十分な遮光計画を行う。Rangoonにおける太陽高度表は附属資料(xii)に示す。

4) 床

現地調査で見受けた例では、床の仕上げはモルタル金ゴテが多く、一部に現場研出しのテラゾーもあった。本計画では、種苗生産棟等一般施設の床は作業の性格上、モルタル金ゴテ方式により仕上げ、管理研究棟は、現場研出しのテラゾーを採用する。

5) 内 装

管理研究棟の内装工事を以下に示すように計画した。

天井：吸音、断熱効果を考慮した規格吸音ボードとベニヤ張りペンキ仕上の2種類を部屋の用途にしたがって使い分ける。

内装：モルタル金ゴテペンキ仕上とベニヤ張ペンキ仕上を使い分ける。

(4) 構造計画

1) 架構方式

以上の建築計画から、各棟の用途および施工性を考慮し、以下に示すような架構方式を採用する。

○管理研究棟－鉄骨造－5～6mの経済的スパン割を採用し、通常のラーメン架構とす

る。

- 種苗生産棟－鉄骨造－外周部は経済的スパン割の柱列を設け、内部では極力スパンを広げた中架構ラーメンとする。
- ユーティリティコア－コンクリート造－ラーメン構造とし壁はレンガ積とする。
- コンクリート貯水槽－鉄骨造、コンクリート水槽は四周壁、床ともコンクリート擁壁とし、水槽中に束柱を設け上部の鉄骨造屋根を支える。
- 機械棟－コンクリート造－ラーメン構造とし、壁はレンガ積とする。

2) 構造設計

a) 準拠基準

ビルマ国内では、構造設計の準拠基準は、耐震設計基準を除くほかは特に定められていない。一般的には英国基準に準拠しているが強制ではなく、その準拠基準は計画担当組織の責任による選択に委ねられている。したがって本施設設計に当っては、積載荷重等は原則として日本の基準を用いることとした。

建設資材の規格は主に英国規格に準拠している。特にコンクリート圧縮強度は、4週強度で 180 kg/cm^2 が、一般的であり、まれに 210 kg/cm^2 が使用される。建設会社では、長期許容応力度について次のごとく基準値を設定している。

- | | |
|---------------|-------------------------------------|
| ○ 曲げ圧縮応力度 | 750 psi (54.0 kg/cm ²) |
| ○ 圧縮応力度 | 570 psi (41.0 kg/cm ²) |
| ○ せん断応力度 | 75 psi (5.4 kg/cm ²) |
| ○ 平均付着応力度(丸鋼) | 90 psi (6.5 kg/cm ²) |
| ○ 局部付着応力度(丸鋼) | 135 psi (9.7 kg/cm ²) |

b) 地震力

ビルマにおける地震学、耐震工学の分野の水準は国際的には未だ発展途上にある。1970年にビルマ政府が日本国政府に地震学および耐震工学専門家の派遣要請をするきっかけとなった大地震がラングーン周辺を襲い、大きな損害を与えた。ビルマ政府の要請を受け日本の地震使節団が派遣され、地震工学の発展を促進するための答申が行われたが、ビルマ国としての準拠基準は規定されていないのが現状である。

本施設における地震設計は、この時に答申された耐震設計基準案に準拠することが現状では最も妥当であると判断された。同答申の概略を以下に示す。

ビルマ国耐震規準案（抜粋）

耐震設計係数（設計震度）

1. 水平設計震度は下式による。

$$K_h = n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \cdot K$$

ここで

K_h : 設計震度

K : 標準設計震度（= 0.1）

n_1 : 地震地域係数（図の領域において表による。）

n_2 : 地盤種別係数（表による）

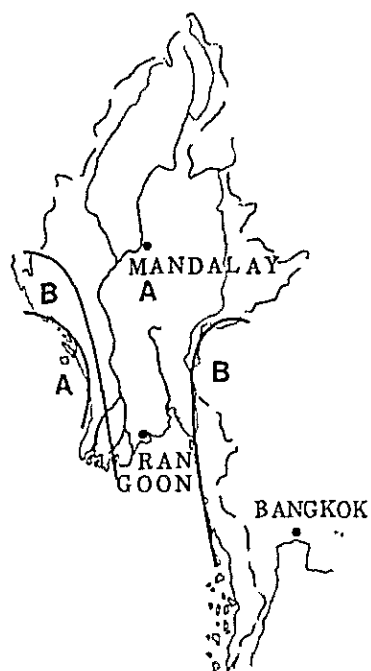
n_3 : 重要度（用途）係数（表による）

2. 上下動震度は一般的には0としてよい。

地震地域係数表

地域	n_1
A	1.0
B	0.7

地震領域区分地図



地盤種別係数表

分類	地盤条件	n ₂
1.	(1) 第3紀層あるいはそれより古い地層 (以下岩盤とする) (2) 岩盤上10m以内の層厚の洪積層	0.9
2.	(1) 岩盤上10m以上の層厚の洪積層 (2) " " 以内の " の沖積層	1.0
3.	10m以内の層厚の沖積層	1.1
4.	上記以外の層	1.2

重要度係数

建物種別		n ₃
公共建築		1.3
	鉄筋コンクリート造建物	1.0
	レンガ造建物	0.5
	木造建物	0
ダム		1.5
橋梁		1.0
港湾構築物		1.0

この規準より本施設の設計震度を導き出すと

n₁ : 1.0 (領域A)

n₂ : 1.2 (グループ4)

n₃ : 1.3 (公共施設)

として

$$Kh = n_1 \times n_2 \times n_3 \times h$$

$$= 1.0 \times 1.2 \times 1.3 \times 0.1 = 0.15$$

となり、設計震度はK = 0.15となる。

c) 地耐力

本施設は建築規模から考えて、直接基礎支持方式が予定される。今回の現地の調査では、38頁の図に示す9ヶ所の地点について、コーンペネトロメータによる簡易地耐力試験を行った。^{※1}試験結果では、現地盤より1.0～1.5 m下の想定接地地盤面において、最低11トンから最大24トンの数値を得ることができる。なお、本試験とは別に、ビルマ側においても不攪乱土質試験による追加調査を行うことになっているが、今回の基本設計では上記調査結果で充分であると考えられるので、これにしたがって地耐力を10トン/㎡として基本設計を行った。

4-3-5 取配水施設計画

(1) 施設用途と工法の選定

本項では取配水部門に属する各種の取水および貯水施設ならびに親エビ飼育池の建設・造成計画を検討する。

飼育用水の水質を決定する因子としては水温、塩分、溶存酸素量、懸濁物質およびその他微量成分などが考えられる。このうち池設計上検討すべき制約因子は、季節的に汽水の取水が困難となる現状から、塩分が検討対象としてあげられる。貯水塩分に対する自然環境の影響要因としては、蒸発散、降雨および池壁を通じた正逆両方向の浸透水等、主として水収支によるものが考えられる。貯水塩分を一定期間にわたって維持し塩分量の低下を避けるためには、水量を増加させその結果として溢水をもたらす降雨と、池壁から浸透する地下水による影響を排除することが必要である。

以上の検討経過から、本計画では淡水貯水池、短期用汽水貯水池および親エビ飼育池については、素掘露天池とし、長期用汽水貯水池は屋根付コンクリート貯水槽とする。

(2) 貯水池等造成計画

1) 素掘露天池

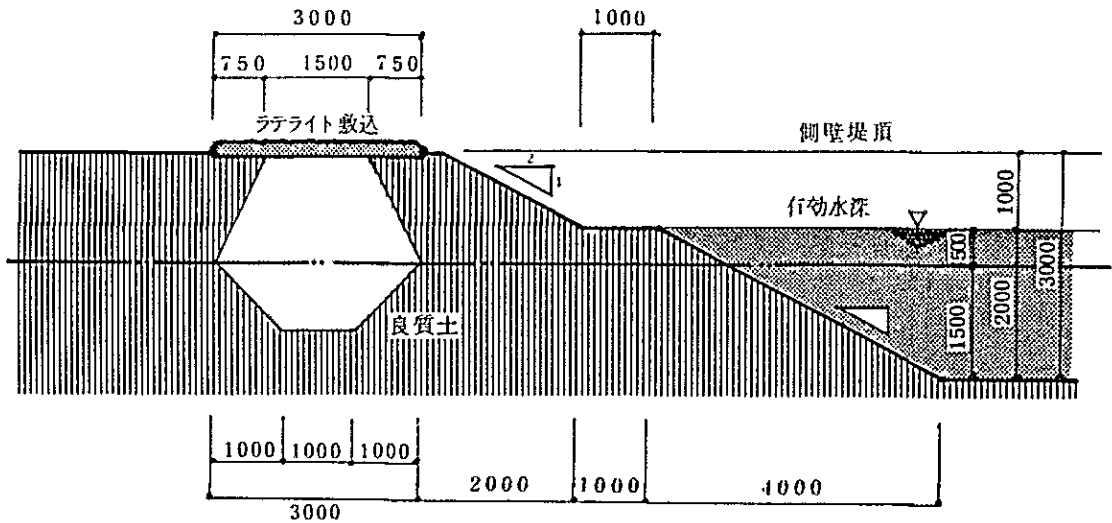
a) 構造計画

素掘露天池の構造を以下のように計画する。

※1. 詳細は巻末附属資料(xiii)参照。

一般に、池底は土壤浸透損失を少なくするため池底の土壤を改良するか、または地下常水面近くまで掘り下げる必要がある。当計画地は比較的土質も良く、地下常水面も地表下1～1.5 mと近いこともあり、現地質を基準として-1.5 mの掘削面を池底と設定する。掘削土を利用して側壁頂は設計地盤に合せて+1.5 m、1：2勾配の側壁堤を造成する。したがって、貯水池側壁堤頂は池底を±0とした場合+3.0 mとなる。垂直方向に比べ水平方向、特に現地盤より上部の側面からの土壤浸透量が多くなることが推定されるので、側壁堤には良質土壤等によるコア部分を設け、土壤浸透量の減少を図る。素掘露地池の概略構造は次図のようになる。

淡水および汽水貯水池構造図



b) 貯水量と施設規模

各池の貯水量は計画使用水量に降雨、蒸発散、^{※1}土壤浸透等による増減を加えた合計水量である。

降水量はRangoon 測候所で観測された1960年から20ヶ年間の平均月降水量を使用すると、11月から4月までの乾期6ヶ月間で約80 mm、5月から10月までの雨期6ヶ月間で約2,500 mmを得ることができる。蒸発散についてもRangoon 測候所での観測値を使用すると、1970年から10ヶ年間の経年平均で、2,194 mm/年である。

※1. 月別の降雨、蒸発散量の詳細は附属資料(xiv)に示す。

土壌浸透量の詳細は、建設予定敷地における土質試験の結果を待たねばならないが、計画地の土質はシルト混り粘土系土壌であることから、一般的には浸透量は約1～3 mm/日と推定できる。また、周辺は常水面が高い低湿地域であることから、ここでは2 mm/日と仮定する。

59頁に示す表から、淡水および汽水池の1回当り所要水量は6,672 m³と4032 m³とする。池の構造と管理運営上の便宜を考慮して、各池面積は、50 m幅×100 m長の5,000 m²と設定し有効水深を決定する。

ただし、水深が現地盤高を大きく越える事は、横方向透水量が多くなり好ましくない。ここでは許容有効水深は最大+2.0 mと設定する。

このような水収支上の増減と有効水深を考慮して、以下において貯水池および飼育池別に池規模を検討する。

淡水貯水池

7月から10月の貯水期間においては、土壌浸透と蒸発散による損失分はPegu河からの取水により補給可能であるが、1月から5月までの期間はPegu河からの淡水の補給は期待できない。したがって、この期間は降雨による補給のほか11月～12月にあらかじめ導水してある屋内コンクリート槽の淡水2,500 m³を2月末に補給する計画とすると、期間中の水収支は次式により示されることとなる。

$$(2500 \div 5000)m + 0.336m - 1.167m - 0.002m \times 150日 = -0.631m$$

(コンクリートタンクからの補給) (降雨) (蒸発散) (土壌浸透)

したがって、必要水深Hは以下により得られる。

$$H \geq (6.672 \div 5.000) + 0.631 = 1.965 m$$

有効水深は余裕を見込み、2.0 mとする。これは許容有効水深を越えない。

以上から淡水貯水池の計画規模は、

50 m長×100 m幅×2.0 m深(以上)

汽水貯水池

淡水の場合とは逆に、汽水についてはPegu河からの補給が困難となるのは、5月～12月の期間である。したがって高濃度の汽水取水が可能な3月から4月の間に、

年2回の種苗生産に使用するに十分な量の汽水を確保しておく必要がある。年間に使用する汽水量は $4,032 \times 2 = 8,064 \text{ m}^3$ である。この内、 $2,500 \text{ m}^3$ は屋内コンクリート貯水槽で貯水できるので汽水貯水池の所要貯水量は、 $8,064 - 2,500 = 5,564 \text{ m}^3$ となる。

3月～9月の降雨および蒸発散による淡水収支の試算結果からはこの期間中に池からの溢水は生じないと見込まれるので、汽水中の総塩分量に変化はないと考えられる。時期により汽水の希釈の度合いは変化するが、実用上問題はない。したがって、ここでは土壤浸透だけを考慮した期間中の汽水の収支を推算し、有効水深を求めることとする。

$$\text{土壤浸透量} = -0.002 \text{ m/日} \times 210 \text{ 日} = -0.42 \text{ m}$$

故に、有効水深(H)は、

$$H \geq (5,564 \div 5,000) + 0.42 \approx 1.533 \text{ m}$$

と算出される。ここでは、有効水深を 1.7 m と設定する。これは許容有効水深を越えない。したがって、汽水貯水池の計画規模は、

$$50 \text{ m 長} \times 100 \text{ m 幅} \times 1.7 \text{ m 深(以上)}$$

通常の場合は、淡水、汽水ともに貯水池の計画水位を越えても排水作業を行う必要はないが、降雨による増水や水質悪化等の異常時に備え、上限水位調整機能を持つ排水口と地中埋設コンクリート管により、余剰水は場内クレークに、排水される。

親エビ飼育池

投餌取揚げなどの作業および施設保守管理の便宜を考慮し面積は $32 \text{ m} \times 32 \text{ m}$ とする。飼育用水(淡水)の補給が困難となる期間を1月から5月までとすると、淡水池の場合と同様に水収支は、

$$0.336 \text{ m} - 1.167 \text{ m} - 0.002 \text{ m} \times 150 \text{ 日} = -1.131 \text{ m}$$

(降雨) (蒸発散) (土壤浸透)

であり、通常水深 1.5 m 最低許容水深を 0.6 m とすると計画水深Hは、

$$H \geq 0.6 + 1.131 = 1.731 \text{ m}$$

(最低許容水深)

になる。有効水深は安全を見込み 1.8 m とする。これは許容有効水深を越えない。

以上より親エビ飼育池の計画規模は、

$$32\text{ m} \times 32\text{ m} \times 1.8\text{ m 深}$$

とする。淡水、汽水貯水池と同様に親エビ飼育池についても余剰水用の排水設備を設ける。

2) コンクリート貯水槽

屋根付コンクリート水槽には 3 月末から 10 月中旬までの期間は汽水が、それ以後翌年 3 月までの間は、淡水が貯水される。所要貯水量はともに 2,500 m³ である。

汽水の貯水期間が、雨期を含み長期にわたることから、露地池構造では雨水流入にともなう溢水のため塩分量の減少が予測される。土壌浸透の影響も配慮して、ここでは屋根付コンクリート構造とする。

貯水槽面積は、槽の構造と維持管理等の便宜を考慮して、20 m 幅 × 80 m 長とする。

この構造では降雨および土壌浸透による水収支の変動はない。蒸発散については、汽水の場合は、蒸発散があっても塩分量そのものの変化は生ぜず、淡水補給により所定塩分の汽水量が確保できること、淡水の場合は貯水期間が短期であることおよび屋根で覆われていることから蒸発係数が微少となることにより、貯水槽の規模を検討する際には、いずれの場合もその影響を無視して差支えないであろう。

したがって、所要貯水量 2,500 m³ から有効水深 H は、

$$H = \frac{2500}{20 \times 80} \approx 1.6\text{ m}$$

ここでは余裕高を見込み計画水深 2.0 m と設定する。

以上からコンクリート貯水槽の規模は、

$$20\text{ m 幅} \times 80\text{ m 長} \times 2.0\text{ m 深}$$

となる。建築構造は水槽内に 2.5 m グリットの束柱を建て、これにより屋根の鉄骨寄棟トラスを支持させるように設計する。

3) 取水ピットおよび送水路

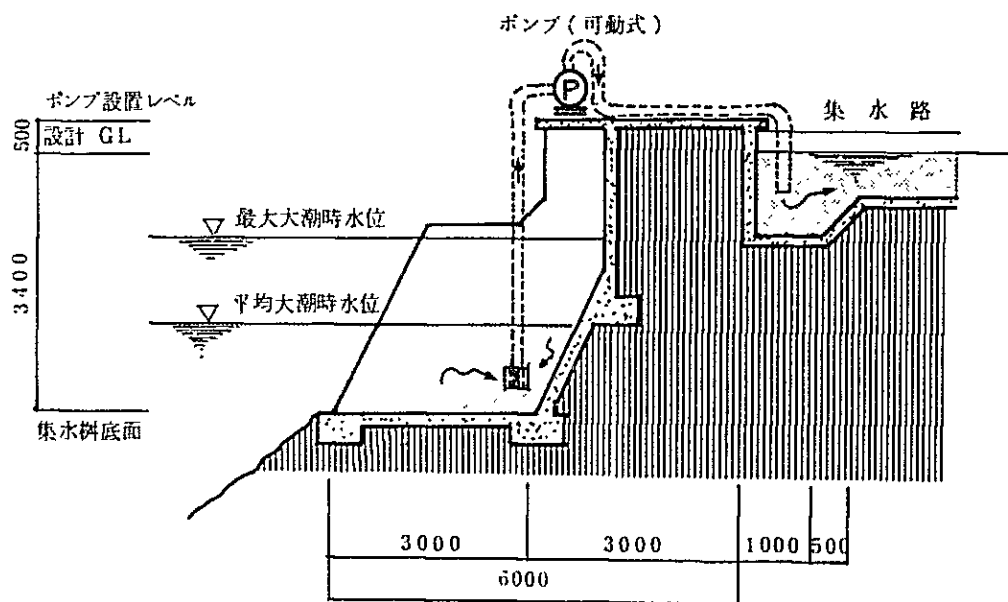
原則として取水は、汽水については 3 月に 2 回、淡水については 6 月～12 月の間に

2～3 回行われる。1 回の取水量は 8,500～10,000 m³位であり、水質の安定する満潮の間だけ、1 週間位かけて揚水ポンプ数台により取水する。

観測の結果によると、いずれの場所でも河川水の水質には著しい相違が見られないので、敷地河岸東側の自然くぼ地を利用し取水することとする。

計画地周辺河岸線の護岸施設は未整備であり、敷地河岸線も浸食作用により不安定な状態にある。取水施設を永久施設とした場合、周辺の護岸施設をも含む大規模な工事が必要となるので、本計画の趣旨にそぐわないことになる。そのため、ここでは護岸施設が整備された場合に、取水口の建替え、取水位置の変更を容易にすることも考慮して簡易構造を採用する。取水方式はピット方式とし、取水ピットは補強コンクリート構造とする。概略構造は下図のとおりである。

取水口の概要



貯水池までの送水路は底部堆積泥の除去等の保守管理を考慮し、コンクリート構造によるオープンチャンネルとする。以下において、オープンチャンネルの概略の断面と動水勾配の設定を行う。

単位時間当たり送水量は 4-3-6 項 g) から、 $1.11 \text{ m}^3/\text{min} = 0.185 \text{ m}^3/\text{sec}$ 以上と設定される。流速は一般にコンクリート製水路の場合、材質保持のために最大 $3 \text{ m}/$

secが許容速度とされているが、ここでは水路内抵抗や動水勾配を考慮し、安全側の0.5 m/secと設定する。

チャンネルの断面積Aは

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{0.185}{0.5} = 0.37 \text{ m}^2$$

Q：流量

V：流速

となる。ここで幅を0.8 mとすると必要な壁高は、0.463 mと算出される。

次にチャンネル勾配IはBazinの公式から次のように得ることができる。

$$V = C\sqrt{RI}$$

ここに、C：流速係数

R：径深、水路幅と深さから得られる定数。

ここでは0.209

V：流速(0.5 m/sec)

流速係数Cは次式から算出される。

$$C = \frac{87}{1 + \frac{r}{\sqrt{R}}}$$

(r：Bazinの粗度係数、r=0.06)

したがって、

$$C \approx 76.923$$

ゆえにチャンネル勾配Iは、

$$\begin{aligned} I &= \frac{1}{R} \left(\frac{V}{C} \right)^2 \\ &\approx 2 \times 10^{-4} \\ &\geq \frac{1}{5,000} \end{aligned}$$

と算出できる。

以上よりオープンチャンネルは余裕を見込み次のように設定する。

$$1 \text{ m幅} \times 0.7 \text{ m深} \quad \text{勾配：} \frac{1}{1,000} \text{ 以上}$$

4-3-6 設備計画

(1) 設計方針

設備計画は、給排水設備、給気設備、および電気設備の三計画から成る。本計画は、種苗生産活動の成否に直接関係する重要な要因の一つである。良質な水源の確保、取水、貯水分配給水、排水に係る効果的配管系統の確立とともに運営管理上から稼働損失の少ない簡潔で効率的な設備が要求される。特に本施設では、水棲生物の生産飼育を行うため、給水給気等直接飼育に関係する系統機器はすべて予備機、あるいは代替設備を持つよう設計する必要がある。

設備関係の資材はできるだけ標準品を使用することとし、ビルマにおいて比較的よく使われているか、または入手が容易な資材、機種を主体に設計し、将来の増設、使用計画の変更等に対処できるよう考慮する。また、非熟練職員にも充分管理ができるように過度に複雑精緻な取扱いや保守管理を必要とする機器は避ける。

(2) 給排水設備計画

1) 給水設備

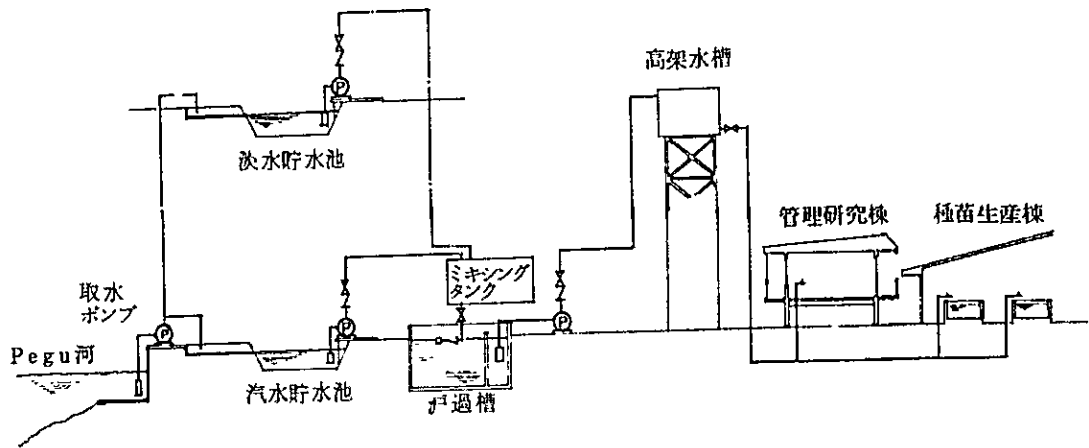
本施設での飼育用水の主水源は敷地南側を流れる Pegu 河である。飲用、器材洗浄用等の生活用水は計画敷地内に新設する深井戸より揚水使用する。前述のごとく、生産飼育用水は河川域より 6 月～12 月にかけては淡水が、1 月～翌年 5 月中旬までの乾期には汽水の取水が可能である。

取水された汽水是専用露地貯水池に導入され、10 日間程静置し、シルト粘土質の濁りを沈澱させた後に屋根付コンクリート貯水槽に移される。さらに揚水ポンプにてミキシングタンクに移され自然落下方式で汚過槽へと移送されていく。混合汚過処理された飼育用水は最終分配用高架水槽に揚水され、各端末に給水される。

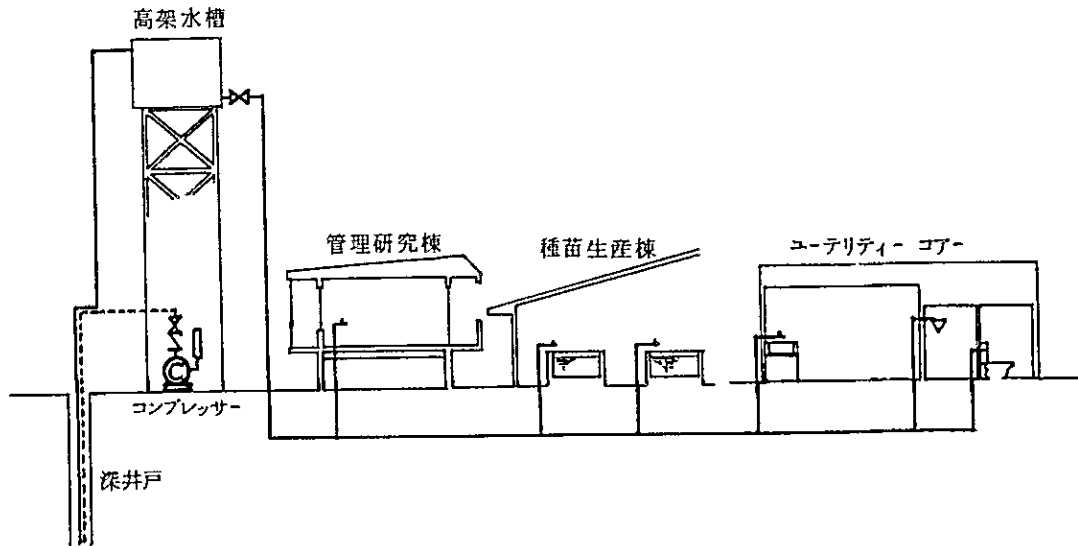
淡水も同様に専用露地貯水池に導入される。ここから揚水ポンプでミキシングタンクに移され、汽水と混合され自然落下方式で汚過槽経由で給水される場合と、単独でミキシングタンクに導入され汚過槽を経由して給水される場合と、2 つの配管系路に区分される。

生活用水は深井戸よりエアリフトポンプにて専用高架水槽に揚水され、以降は自然落下方式で各端末に分配給水される。なお Thaketa の研究開発部で使用している井水の

汽水・淡水系統図



井戸水系統図

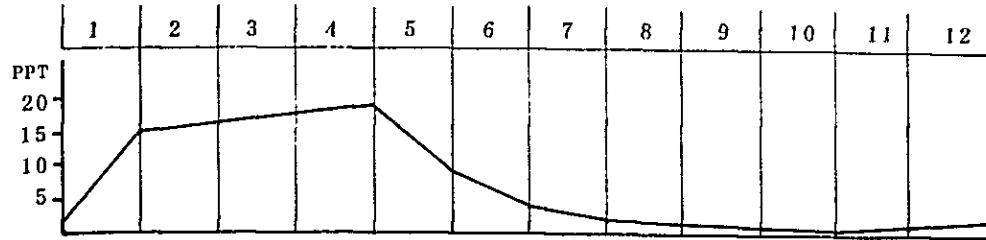


b) 使用水量の検討

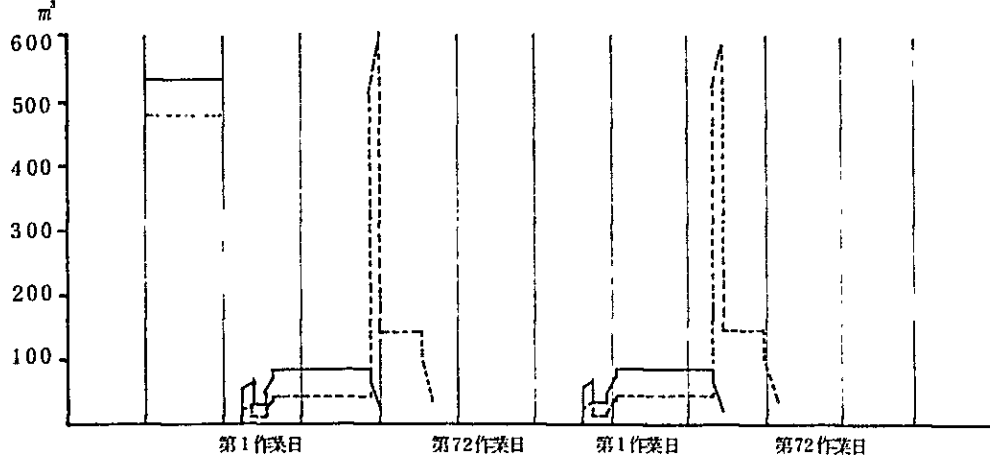
本施設における生産飼育用水の使用量は、次図のとおり計画される。

Pegu 河

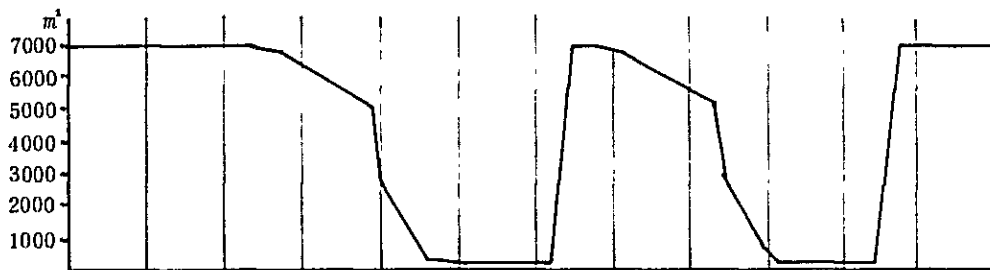
塩分濃度の月平均



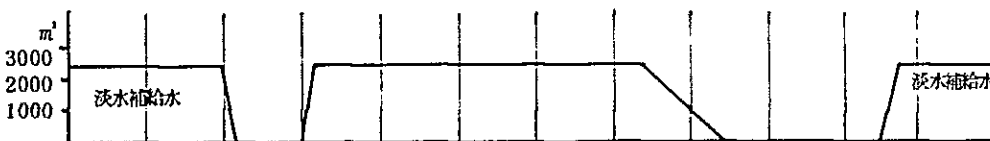
1日当りの汽水・淡水の使用量



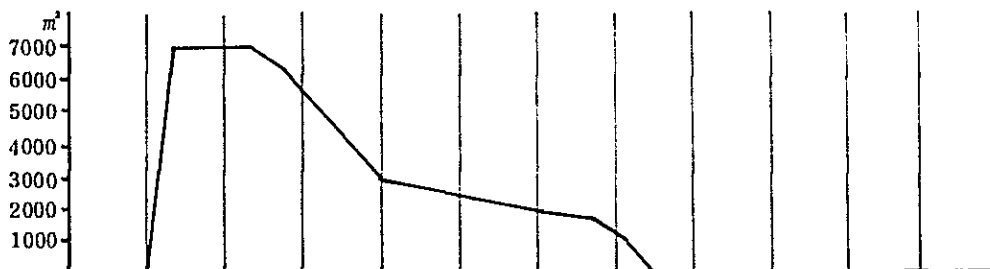
淡水貯水池の月間利用状況



コンクリート貯水槽の月間利用状況



汽水貯水池の月間利用状況



種苗生産計画で示した飼育水槽への注水計画にしたがって、第1作業日から第74作業日までの各作業段階の単位時間当りの最大使用水量を推算する。推算にあたり、以下の条件設定を行った。

- ・ 128面の全飼育水槽に一日で親エビを収容することは困難であるので、1グループ32槽の4グループに分けて第1作業日から第4作業日の4日間で順次収容作業を行う。
- ・ 飼育水槽の換水率は、第10～第50作業日の間を20%、第51作業日以降を15%と設定する。
- ・ 作業時間を日中6時間/日とした。ただし、第50作業日から第53作業日の飼育水淡水化作業は、急激な淡水化を避けるため昼夜作業を行い、昼間6時間で15%、夜間18時間で185%の換水を行う。
- ・ なお、飼育用水の必要塩分平均値は、12‰であるから、原汽水塩分の平均値を19‰とした場合、淡水との混合容積比は、およそ汽水：淡水＝1：0.5となる。

推算の経過を次表に示す。

飼育用水時間当り使用量 (m³/Hr)

水槽グループ 作業日	第1グループ 水槽1~32	第2グループ 33~64	第3グループ 65~96	第4グループ 97~128	混合汽水使用量 時間/日当り	混合割合 m ³		淡水 使用量 m ³ 時間/日当り
						淡水 1 時間/日当り	汽水 2 時間/日当り	
1	12 ※1	0	0	0	12 / 72	4 / 24	8 / 48	0
2	2 ※2	12 ※3	0	0	14 / 84	467 / 28	933 / 56	0
3	2	2	12	0	16 / 96	533 / 32	1066 / 64	0
4	2	2	2	12	18 / 108	6 / 36	12 / 72	0
5~9	2	2	2	2	8 / 48×5日	2.6 / 16×5日	5.4 / 32×5日	0
10	56 ※4	2	2	2	116 / 696	38 / 232	77 / 464	0
11	56	5.6	2	2	152 / 912	50 / 304	102 / 608	0
12	5.6	5.6	5.6	2	188 / 1128	64 / 376	124 / 752	0
13~49	5.6	5.6	5.6	5.6	224 / 1344×37日	74 / 448×37日	15.0 / 896×37日	0
50	6 (247) ※5	5.6	5.6	5.6	168 / 100.8	56 / 336	11.2 / 672	6 (247) / 480
51	6 ※6	6 (247) ※5	5.6	5.6	11.2 / 672	37 / 224	7.3 / 448	12 (247) / 516
52	6	6	6 (247)	5.6	5.6 / 336	1.8 / 11.2	38 / 224	18 (247) / 552
53	6	6	6	6 (247)	0	0	0	24 (247) / 588
54~69	6	6	6	6	0	0	0	24 / 144
70	種苗 取揚出荷	6	6	6	0	0	0	18 / 108
71		種苗 取揚出荷	6	6	0	0	0	12 / 72
72			種苗 取揚出荷	6	0	0	0	6 / 36
-				種苗 取揚出荷				
-								
1回当り使用水量 m ³					6048	2016	4032	4656

※1 水深を示す。

※2 1日水深30cmまでの注水量 $7.5 \times 32 \times 0.3 \div 6 \text{Hr} = 12 \text{m}^3/\text{Hr}$

※3 1日水深を5cm上げる注水量 $7.5 \times 32 \times 0.05 \div 6 \text{Hr} = 2 \text{m}^3/\text{Hr}$

※4 水深70cmの水槽の20%換水のための注水量 $7.5 \times 32 \times 0.7 \times 0.2 \div 6 = 5.6 \text{m}^3/\text{Hr}$

※5 水深100cmの水槽の15%換水のための注水量と水槽の18.5%換水のための注水量(18時間稼動)

$$7.5 \times 32 \times 1 \times 1.85 \div 18 \text{Hr} = 24.7 \text{m}^3/\text{Hr}$$

※6 水深100cmの水槽の15%換水のための注水量 $7.5 \times 32 \times 0.15 \div 6 = 6 \text{m}^3/\text{Hr}$

以上より最大使用水量は混合汽水では第13作業日の $224 \text{ m}^3/\text{日}$ 、淡水では第50作業日以降の $24.7 \text{ m}^3/\text{時}$ である。安全を見込み最大使用量を混合汽水、淡水ともに $25 \text{ m}^3/\text{時}$ と設定する。つぎに最大使用量 $25 \text{ m}^3/\text{時}$ をもとに、飼育水槽側より取水施設までの給水、分配系統の各設備の容量検討を行い、あわせて概略仕様を決定する。

c) 高架水槽および揚水ポンプ

高架水槽からは第1作業日～第52作業日の間は最大 $224 \text{ m}^3/\text{Hr}$ の混合汽水が各飼育槽に自然落下方式で給水される。混合汽水と淡水の両給水系統が同時に稼動する作業日が第50作業日～第52作業日の3日間あることから、高架水槽の必要数量は混合汽水用と淡水用の計2個が必要となる。高架水槽は、濾過槽の逆洗時の保留水用槽としても使用される。

1) 高架水槽

高架水槽の容量は次式により推算される。

$$V_E = (Q_P - Q_{P\mu})T_3 + Q_{P\mu}T_4$$

ここに $Q_P \geq Q_{P\mu}$ ($Q_{P\mu} < Q_P$ であっても $Q_P - Q_{P\mu} = 0$ とみなす)

V_E : 高架タンクの有効容量 (ℓ)

Q_P : 瞬時最大予想給水量 (ℓ/分)

$Q_{P\mu}$: 揚水ポンプ揚水量 (本設計では最大使用水量と同量と設定する)

T_3 : 瞬時最大予想給水量の継続時間 (本設計では1時間と設定する)

T_4 : 揚水ポンプの最短運転間隔 (本設計では30分と設定する)

上式から時間当り最大使用水量 $25 \text{ m}^3/\text{時} = 417 \text{ ℓ/分}$ として、

$$Q_P = 417 \text{ ℓ/分}$$

$$Q_{P\mu} = 417 \text{ ℓ/分}$$

$$T_3 = 60 \text{ 分}$$

$$T_4 = 30 \text{ 分}$$

$$\begin{aligned} V_E &= (Q_P - Q_{P\mu})T_3 + Q_{P\mu}T_4 \\ &= (417 - 417)60 + 417 \times 30 \\ &= 12510 \text{ ℓ} \end{aligned}$$

これより高架水槽容量は、30%の余裕率を見込み、

$$12,510 \times 1.3 = 16,263 \text{ } \ell \approx 16 \text{ } m^3 \text{ とする。}$$

ii) 高架水槽用揚水ポンプ

揚水ポンプ容量は、管内損失等に対する余裕率を見込んで、 $Q_{mp} = 417 \text{ } \ell / \text{min} \times 1.2 \approx 500 \text{ } \ell / \text{分}$ とする。

d) 沓過槽の検討

現在日本では陶器、化学繊維、砂利、砂等いろいろな沓材が使用されている。沓材入手の容易性、効果、維持管理等総合的に判断すると、入手が容易で効果もある程度期待できる砂利、砂を沓材として使用することが適切である。沓過目標は粗大ゴミおよび余剰プランクトン等とし、100ミクロン程度までの除去を行う。沓過槽の必要最大処理水量は混合汽水、淡水ともに25 m^3 /時である。混合汽水と淡水を同時に使用するの、年2回、第54作業日から第57作業日の8日前後があることから、処理能力25 m^3 /時のものを2槽設置する。第54作業日から第57作業日以外は逆洗時の予備槽として機能させるかまたは交互使用させる。

沓床面積の決定は次式により求められる。

$$A = Q / V$$

A：沓床面積

Q：沓過水量 (m^3 /時)

V：沓過速度 (m /時)

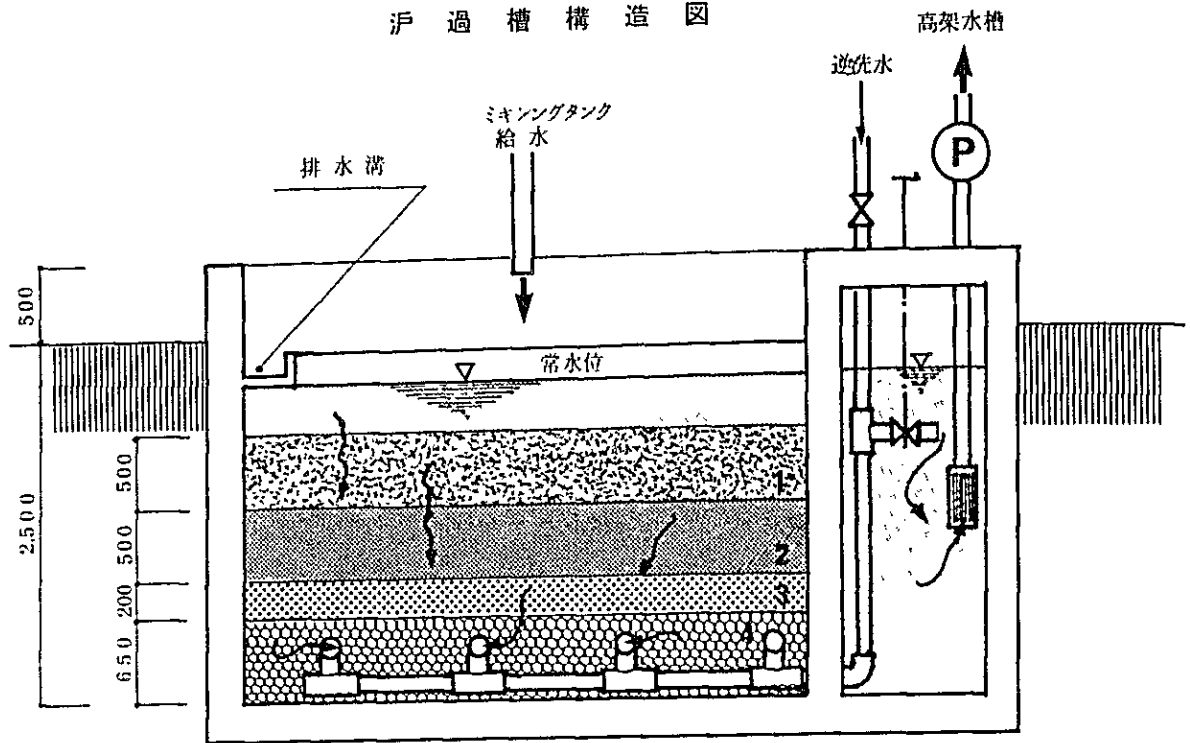
100ミクロン程度の除去を行う場合は、沓過速度Vは、沓層厚を2 m 前後と設定した場合、通常2~3 m /時と設定できる。V=2.5 m /時とすると、

$$A = 25 / 2.5 = 10 \text{ } m^2$$

となる。層内損失等に対する余裕を見込み、沓床面積は15 m^2 ×2面とする。

逆洗の方法は専用ポンプを特に設置せず高架水槽に揚水するポンプ管路から沓過槽底部集水管にバイパスを組入れ、予備沓過槽および高架水槽から、バルブ操作により、送水する方法を取る。同時に圧縮空気も送入し砂利、砂層の洗浄を行う。逆洗水は集水チャンネルにより集水され、排水される。沓過槽構造の概略を以下に示す。

ろ過槽構造図



- | | |
|------------------|-------------------|
| 1 無煙炭 100mm | 2 珪材 (砂) 400mm |
| 3 支持材 (砂利) 8~12φ | 4 支持材 (珪石) 20~30φ |

e) ミキシングタンクおよび揚水ポンプ

ミキシングタンクは、貯水池から直接淡水と汽水が給水され、塩分調整が行われる。汽水塩分は、取水時期や貯水期間の経過とともに若干変化するため混合比の調整が必要となる。この調整を自動的に行うことは技術的には可能であるが現地の状況に適しているとは思われないので、本設計では汽水注水の後に淡水を注水しつつ、塩分測定を行い、混合の調整を人為的に行う方式を採用する。

時間当りの混合汽水の最大使用量は $2.5 \text{ m}^3/\text{時}$ であるが、作業時間や能率等を考慮すると、2時間分の使用水量を混合貯水することが可能な槽を2基設置して、交互運転を行う方式が妥当と思われる。第54作業日～第57作業日は、混合汽水と淡水の同時稼働が行なわれるので、その期間は2槽を別個に使用する。

$$\text{槽容量} \geq 2.5 \text{ m}^3/\text{時} \times 2 \text{ 時間} = 5.0 \text{ m}^3$$

以上より、本設計ではミキシングタンク容量を 5.0 m^3 とし2基設置することとする。ミキシングタンクよりろ過槽への送水は、ボールタップ制御による自然落下方式とする。ミキシングタンク送水用の揚水ポンプの容量は、混合汽水をミキシングタンクに

満水にする時間を設定することにより決定できる。本設計ではミキシングタンク容量を2時間分として交互運転する方式を採用しているため、所要満水時間はバルブ操作、塩分調整等に要する時間を考慮して1時間とする。したがって揚水ポンプ容量は、

$$Q \geq 50,000 \text{ l} \div 60 \text{ 分} = 834 \text{ l/min}$$

と算出できる。この算出値は汽水と淡水との合計容量であり、それぞれの最大混合比は、注水計画から、汽水是0～100%、淡水は0～33%を越えることはないと設定できる。したがって、

$$\text{汽水ポンプ容量：} Q_{bp} \geq 834 \text{ l/分} \times 100\% \approx 834 \text{ l/分}$$

$$\text{淡水ポンプ容量：} Q_{fp} \geq 834 \text{ l/分} \times 33\% \approx 275 \text{ l/分}$$

となる。管内損失等を見込んで、

$$Q_{bp} = 834 \text{ l/min} \times 1.2 \approx 1000 \text{ l/min}$$

$$Q_{fp1} = 275 \text{ l/min} \times 1.2 \approx 330 \text{ l/min}$$

と設定する。ただしこの淡水ポンプは第57作業日以降も継続使用される。したがって57日以降のポンプ容量 Q_{fp2} と比較し容量の多い方を淡水ポンプの容量値とする。

作業は第1作業日～第53作業日までは混合汽水のみの給水が行なわれるが、第54作業日～第57作業日は混合汽水、淡水の同時給水が行われ、第57作業日以降は淡水のみの給水期間と、注水計画は順次移行する。第57作業日以降使用開始する淡水は、ミキシングタンクに一時貯留されるだけでそのまま河過槽へと送水される。この段階で使用される淡水ポンプの容量は要求量が $25 \text{ m}^3/\text{時}$ であることから $Q_{fp2} \geq 416 \text{ l/分}$ 、管内損失等を見込み、 $Q_{fp2} = 500 \text{ l/min}$ となり、 $Q_{fp1} < Q_{fp2}$ となる。したがって、淡水ポンプ容量は $Q_{fp} = 500 \text{ l/min}$ と設定する。

f) 貯水池

淡水、汽水用貯水池の必要貯水量は年間の使用計画より次のように設定されている。

淡水露地池…………… $10,000 \text{ m}^3$

汽水露地池…………… $8,500 \text{ m}^3$

コンクリート貯水槽…………… $2,500 \text{ m}^3$

取水は敷地前面 Pegu 河より、淡水は6月～10月の間に汽水是2～3月の間に行われ用水計画にもとづいて分配給水される。水質はシルト粘土系の懸濁物が多く取水

初期移送管路には底部堆積が多いと推定される。貯水池までの移送法はメンテナンスの容易性を考慮しオープンチャンネル方式とする。

g) 取水口および揚水ポンプ

取水については淡水、汽水とも満潮時の方が水質も安定することもあり、3月～6月と7月～10月の日中の満潮時に2～3時間程度、1週間前後行われる。取水ピット用の揚水ポンプの稼働は年間数日間である。この種の施設において、揚水ポンプは、池間の飼育水の移動補給、異常出水時の排水作業等、必要度が高い。非稼働時の有効利用と前述のように、設置場所が侵食作用の激しい河岸であり、将来の取水位置の変更もあり得ることなどから、ここでは機動性能を附加することが妥当と判断されるため、取水用ポンプはエンジン付移動揚水ポンプとする。必要揚水量は、淡水：8,500 m³/回、汽水：10,000 m³/回であるが、これらの取水時期は異り同時取水されることはない。したがって必要ポンプ容量は必要水量を満潮時間帯3時間の間に5日～10日間の日数で取水する能力が必要とされる。したがって、揚水ポンプ容量(Q)は以下のように求められる。

$$Q \geq 10,000 \text{ m}^3 \div 180 \text{ 分} \div 5 \text{ 日} \sim 10 \text{ 日} = 11.1 \text{ m}^3/\text{分} \sim 5.5 \text{ m}^3/\text{分}$$

2 m³/分のポンプで取水すると設定すれば、必要台数は3～6台となる。

生活用水

Thaketa 地区では上水道設備は未整備であり、近隣周辺においても共同井戸により飲料水等は供給されている。本施設では敷地内に200～250フィートの深井戸を新設し、生活用水として管理研究棟、種苗生産棟および機械棟などに給水する。

a) 使用水料の設定

時間当りの使用量は、種苗生産棟を除く各棟は作業時間をほぼ6時間と設定できる。種苗生産棟はタンク洗浄など使用時間の集中も考慮し作業時間を4時間と設定する。

研 究 室 1 室 × 3 m³ = 3 m³/日(6時間)→0.5 m³/時
(対象室数)(推定使用量/日)

スタッフ研究室 20人 × 0.2 m³ = 4 m³/日(6時間)→0.7 m³/時
(対象員数)(消費量/日)

機 械 室 、 6 × 0.5 m³ = 3 m³/日(6時間)→0.5 m³/時
餌料加工室他 (タップ数)(推定使用量/日)

種 苗 生 産 棟 4ユニット × 4個 × 0.5 m³/日

(対象棟数)(タップ数)(推定使用量/日)

$$= 8 \text{ m}^3/\text{日} (4 \text{ 時間}) \rightarrow 2 \text{ m}^3/\text{時}$$

合 計 3.7 m³/時

b) ポンプ容量および高架水槽

時間当り使用量より揚水ポンプの容量は損失を見込み、 3.7 m³/時⇒62 l/分→65 l/分 とする。揚水ポンプは当地で一般的に普及しているコンプレッサーを使用したエアリフトポンプとする。

生活用水高架水槽の内容積Vは下式による。

$$V = Qp\mu \times T = 65 \text{ l/分} \times 30 \text{ 分} = 1,950 \text{ l}$$

Qpμ : 揚水ポンプ容量……………65 l/分

T : ポンプ(この場合はコンプレッサー)の最短運転間隔 ……30分
と設定

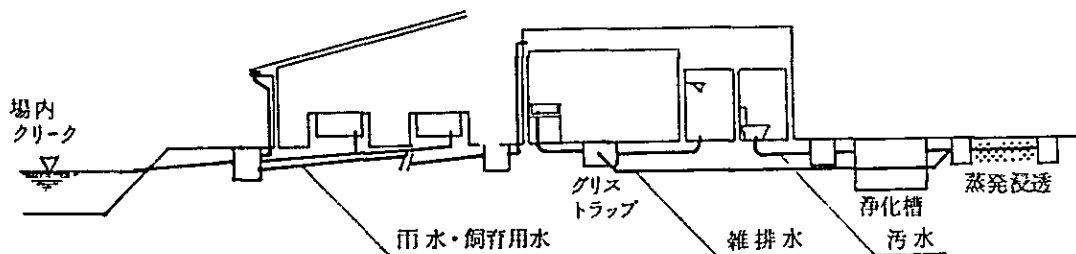
したがって、高架水槽の内容積は2 m³とする。

2) 排 水 設 備

排水設備は次図に示すような、雨水、雑排水、汚水の3系統分流式とする。

- ① 雨水、飼育用水：樋および集水チャンネルより、配管にて場内クリークに放流する。
- ② 雑排水：餌料改工室の排水はグリストラップ溜槽を経て蒸発浸透させる。
- ③ 汚 水：腐敗タンク方式によるし尿浄化槽にて処理後、蒸発浸透させる。基準はWHO基準による。

排 水 系 統 図



3) 沝過循環設備

主水源の汚染、飼育水の供給不足、設備機械の故障等主給水ラインに異常が発生した場合に備え、全飼育用水の約15%、24 m³/日を循環沝過することが可能な設備を設ける。種苗生産棟に地下貯水タンク、沝過槽、循環ポンプ、分配水槽の機器設備と集水、給水用配管設備を設置する。

(3) 給気設備計画

種苗生産計画で述べたように飼育水槽への給気は欠くことができない。給気の意義としては、

- ① 空気の送入により、水中へ酸素の溶解を促進する。
- ② たえず水に流動を与えて、飼育環境を良くする。

ことなどがあげられる。送気圧力を与えるプロアーには、吐出圧力の少ないターボプロアーと吐出圧力の大きいコンプレッサーを使用する方式があるが、コンプレッサーを使用すると所要動力にくらべて吐出風量が少ない欠点があり、ターボプロアー方式は吐出圧力は少ないが吐出風量が多い利点がある。飼育槽の深さは最大約1.0 mと浅く、ここではターボプロアー方式を選定することにする。

種苗生産棟の給気は機械室に設置されたエアープロアーにより常時飼育槽および管理研究棟の研究室に加圧送気される。所要送気量を飼育水1 m³当り1 m³/時と設定すると、エアープロアーの合計必要容量は次式から合算される。

$$V = (7.5 \times 128 \text{面} + 0.5 \times 10 \text{面} + 2) \text{ m}^3/\text{時} = 967 \text{ m}^3/\text{時} \approx 16.1 \text{ m}^3/\text{分}$$

(飼育水槽) アルテミア飼育水槽 研究室 (単位当り送気量)

余裕を見込み必要容量を20 m³/分とする。送気圧は管内損失、水槽水深を考慮して0.2 kg/cm²とする。

飼育段階に応じた水量の変化に対応できるように、運転方式は5 m³/分程度の容量を有するプロアー複数台による交互運転方式とすることが望ましい。教量はバックアップを含め6台と設定する。送気配管は、硬質塩化ビニール管で機械室から飼育槽まで配管し、槽内には、軟質塩化ビニール管により分岐配管する。

以上の給排水および給気に必要な設備機器の概略仕様および設計数量を次表に要約する。

給排水給気設備概略仕様

使用施設	機器名称	搬送流体	概略仕様	数量
取水口	移動式揚水ポンプ	汽水	2,000ℓ/min×10mH	6
		淡水	エンジン駆動	
ミキシングタンク	揚水ポンプ	汽水	1,000ℓ/min×10mH(3.7kW)	4
		淡水	500ℓ/min×10mH(1.5kW)	2
	ミキシングタンク	混合水	50tFRP水槽	2
		淡水		
汚過施設	汚過槽	混合水	鉄筋コンクリート造 15m ³	2
		淡水		
高架水槽	揚水ポンプ	混合水 淡水	500ℓ/min×15mH(1.5kW)	3
	高架水槽	混合水 淡水	16tFRP水槽	2
循環汚過施設	揚水ポンプ	淡水	100ℓ/min×5mH(0.75kW)	8
	高架水槽	淡水	鋼板製水槽 1m ³	4
	汚過槽	淡水 混合水	鉄筋コンクリート造 6m ³	4
生活用水	井戸用ポンプ	淡水	65ℓ/min×15mH(0.75kW)	2
	高架水槽	淡水	2tFRP水槽	1
給気施設	エアブローア	空気	5m ³ /min (3.75kW)	6

(4) 飼育水槽

幼生のふ化から種苗サイズの育成まで、一連の生産飼育作業がこの水槽で行われる。各飼育段階によって混合汽水や、淡水の給水、池底排水、オーバーフローおよび給気が必要となる。これらの諸機能に対応する配管設備の検討を行う。

1) 給水管

飼育水は高さ約10mの高架水槽より自然落下方式で給水される。混合汽水、淡水ともに各槽の単位時間当り最大給水量は、水槽を満水にするための所要時間によって決ま

る。ここでは、満水にするための所要時間を作業計画に合せて、30分と設定する。したがって最大給水量は、飼育槽の最大使用容量が7.5 m³であることから、7500ℓ÷30分=250ℓ/分となる。管内流速を2m/sec以内とした場合の主給水管のおよその直径を以下により推定する。

許容損失水頭*i*は次式により決定される。

$$i = \frac{(H - H') - H_1}{L + L'} \times 1000$$

ここで

H (静水頭) = 10 m (高架水槽水面高)

H' (水栓の高さ) = 1.2 m と設定する。

*H*₁ (必要給水圧に相当する高さ) = 3 m (0.3 kg/cm²)

L (配管実長) = 100 m (概略推定値)

L' (継手、弁類の相当管長) = 50 m (")

これより *i* ≒ 4.0 mmAg/m が得られる。以上から管径は巻末附属資料(XVI)より求めるとφ65mmとなる。余裕を見込みφ75mmとする。

2) 排水 管

池底排水は、バルブ調節により行う。水槽1槽当りの全水量7.5 m³の排水時間を作業計画にしたがって、ここでは30分と設定すると、排水管の断面積*A*は次の式より求められる。

$$t = \frac{2F}{CA\sqrt{2g}} h_1^{\frac{1}{2}}$$

ここで

t : 排水時間 (30×60 秒)

F : 池面積 (7.5 m²)

C : 流量係数 (0.62)

*h*₁ : 静水頭 (1 m)

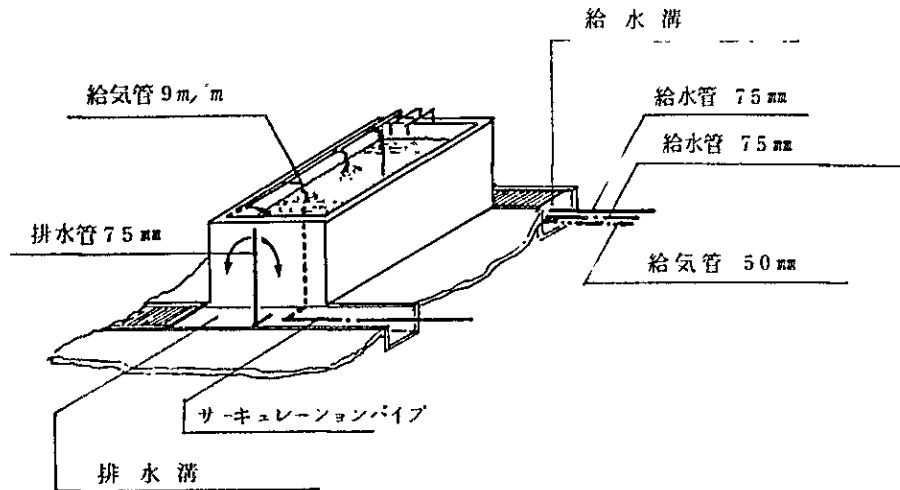
g : 重力加速度 (9.8 m/sec²)

すなわち *A* ≒ 0.00303 m² と推算できる。以上から、必要排水管径は、62 mm となる。バルブや曲管損失を見込みφ75mmとする。この排水口に必要水面高さに応じたスタンディングパイプを接続し、オーバフローによって、水位調整を行う。

3) 給 気 管

各飼育水槽には、飼育水槽 1 m³につき時間当たり最大 1 m³の空気を圧送する。各水槽には約 1.2 m 間隔に 9 mm 径の給気ノズルを 4 ケ所設けて、軟質塩化ビニール管より給気を行う。端末部にはエアーストーンを使用する。

飼 育 水 槽 配 管 系 統 図



(5) 電 気 設 備

1) 電力供給設備

ラングーン電力公社より計画敷地付近までの高圧電力配線が架設されており、これより電力の供給を受けることとなる。構内に引込用電柱を建柱し受電した 66 kV, 50Hz を柱上変圧器にて降圧し、施設内受電盤に給電する。受給電圧は、以下のとおりである。

電圧 3 ϕ 400 V, 1 ϕ 230 V

各設備の必要電力を以下により積算する。

① 電灯照明、機器およびコンセント設備…………… 18 kW

照 明	10 kW
コンセント	5 kW
機 器 類	3 kW

②	ブローア、給水用ポンプ、コンプレッサー等動力設備……………	28.55 kW
	ブローア	14.4 kW
	揚水ポンプ	7.4 "
	"	3.0 "
	"	3.75 "
③	冷房および換気用動力設備……………	26 kW
	冷房設備	12 kW
	換気ファン	10 "
	シーリングファン	4 "
④	研究用機器類設備……………	10 kW
⑤	その他の設備……………	16 kW
	飼料加工機、ドライヤー	5 kW
	ミキサー	1 "
	冷蔵庫他	10 "
合 計		98.55 kW

以上から負荷電力容量を、若干の余裕を見込み、100kWと設定する。この水準であれば、当地の電力供給事情に受容されるものと判断する。

2) 自家発電設備

特に雨期には停電の頻度が高い。常時水棲生物を飼育している本施設では、自家発電設備は欠くことのできない設備である。発電機は常用運転可能なエンジンを備えたものとする。自家発電設備より電力の供給をうける設備は、給水設備、給気設備、研究用機器、冷蔵庫、その他空調用機器と非常用照明である。起動方式は自動起動とし、停電時には、自動的に必要設備に対し電力の供給を行う。発電機の容量設定は以下による。対象となる設備機器の電力消費量は次のとおりである。

1.	深井戸用コンプレッサー	0.75 kW
2.	給水用揚水ポンプ	7.4
3.	エアブローア	1.5
		3.0
		14.8
4.	冷蔵庫	3
5.	冷房空調機	12
6.	研究用機器	3
7.	非常用照明	2
合 計		47.45 kW

発電機の容量は以下の設定容量のうち、最大値を取る。

① PG_1 ：通常運転時に発電機にかかる負荷により求められる容量

$$PG_1 = \frac{0.75}{0.85 \times 0.85} + \frac{1.19}{0.92 \times 0.85} + \frac{1.48}{0.85 \times 0.85} + \frac{3+12}{0.75 \times 0.85} + \frac{3+2}{0.8} = \underline{66.52 \text{ KVA}} \quad \text{.....①}$$

② PG_2 ：最大モーター始動時の発電機の瞬時電圧降下により決められる量、最大モーターの始動運転時の容量 (KVA) $= \sqrt{3} \times 230 \text{ V} \times 100 \text{ A} \times 0.67 \times 10^{-3} = 26.5 \text{ KVA}$

$$PG_2 = \frac{Xd(1-D E)}{D E} \times \text{始動運転時容量}$$

$$= \frac{0.21(1-0.3)}{0.3} \times 66.52 = \underline{326 \text{ KVA}} \quad \text{.....②}$$

③ PG_3 ：最大負荷が最後に始動した時の発電機の短時間耐量より決めた容量

$$PG_3 = \frac{Xd(1-D E)}{D E} \times (\text{定常運転時の負荷の合計} - \text{最大モーターの定常運転時の負荷} + \text{最大モーターの始動時の負荷})$$

$$= \frac{0.21(1-0.3)}{0.3} \times (66.52 - 20.48 + 26.5) = \underline{355.5 \text{ KVA}} \quad \text{.....③}$$

以上推算した数値を比較すると $PG_1 > PG_3 > PG_2$ となり、これから 66.52 KVA 以上の発電機が必要となる。

3) 幹線設備

電気室受電盤 2 次側より各施設の動力、電灯分電盤へ分配給電を行う。幹線設備は、室内では配管配線方式、屋外は地中埋設方式、一部中空架線方式とする。露出配管部分は硬質ビニール電線管を使用する。

4) 照明設備

維持管理および取扱上の便宜からも電灯蛍光灯等の器具は現地でも電球など調達可能な機種が望ましい。現地では蛍光灯も一般的に使われているので、本計画においては、蛍光灯器具を中心に調光照明を行い必要に応じて白熱灯器具も使用する。計画諸室における照度は以下のごとく設定する。

一般事務室	300 lx
研究、図書室	400 lx
会議室	300 lx
水槽実験室	150 lx
倉庫、機械室、便所、廊下	100 lx

5) コンセント設備

一般用、研究機器用、天井扇、換気扇用等コンセント回路はそれぞれ別回路とする。
また水を使用する場所でのコンセント回路では全て漏電ブレーカーを使用する。

6) 制御および警報設備

各設備系統に対する制御および警報装置は、保守管理等を考慮し、原則として最低限必要な水準にとどめ、過剰仕様は避ける。本施設の制御および監視システムを以下のごとく設定する。

揚水ポンプは高架水槽の水位による電極自動制御方式とする。エアブローアは、内蔵された圧力スイッチにより自動発停させる。空調用クーラー、天井扇、換気扇等は手元操作とする。異常警報装置は高架水槽の水位、ポンプ類およびエアブローア等に設置し、これらの機器に異常があった場合には警報を出して、飼育種苗の環境保全を維持するとともに、機器類の保全を図る。

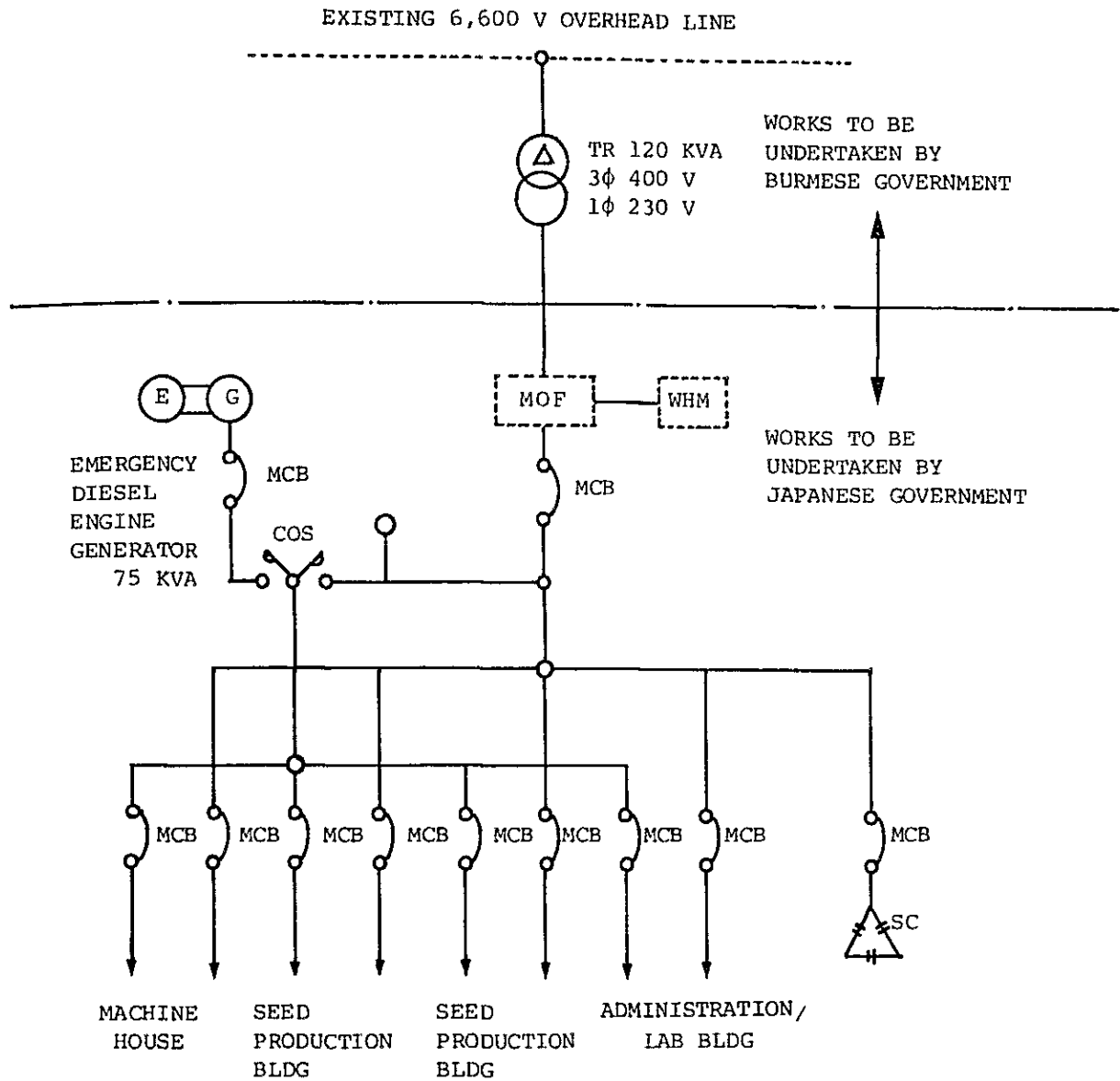
7) 手動火災警報設備

管理研究棟、機械棟、種苗生産棟の各棟に押ボタンによる火災警報器を設け非常時に備える。

8) 電力系統図

電力供給系統図を以下に示す。

電力供給系統図



(6) インターホン・電話設備

施設内の各室間の相互通話ができるように、必要諸室に、インターホンを設置する。

外線電話引込みは基本的にはビルマ側の負担事項であるが、配線用配管については工事範囲に含めるものとする。

(7) 空調・換気設備

1) 空調設備

冷房機による空調は一般的に普及しておらず、Rangoon 市内でもごく限られた所でのみ行なわれている現状である。本施設での空調は自然換気を原則とし、補助的に天井扇または扇風機を設備するものとする。ただし、精密測定器の設置や試薬の保管が予定される測定機器室や、乾燥飼料の保管室等はその目的に合せた温度、湿度の制御を冷房空調機により行う。

2) 換気設備

研究室、飼料加工室、自家発電機室、暗室、便所等必要な諸室には各々強制換気装置を設ける。

(8) 避雷針設備

特に雨期には雷雲発生率が高く落雷の被害も多く発生している。計画対象地周辺でもある程度以上の規模の施設では避雷針設備を備えている。本施設の建築および高架水槽等には避雷針設備を設けるものとする。

4-3-7 機材計画

ここでは本計画に含まれる養殖関連機材の選定と数量について検討する。養殖関連機材は、飼育環境測定機器、研究機材および生産資材から構成される。これら機材の供与対象となる施設は本計画によって建物が予定される Thaketa 種苗生産施設、現在ビルマ側で建設中の Kyauktan 種苗生産施設、Tanatpin 養殖場および、Hmawbi 養殖場の4施設が予定される。

本計画施設の電力供給設備については、既に前項設備計画で触れたとおり、3相400V、単相230V、50Hzが供給される予定である。上水道については施設内井水の供給が可能である。Kyauktan 種苗生産施設には、電力は供給されているが、現状では1日の通電時間が6時間に制限されている。上水は周辺の井戸から供給されているものと推定される。TanatpinおよびHmawbiの両養殖場には電力基盤施設はない。また、4施設ともプロパンガスシリンダーの入手は望めない。

各供与対象施設の以上のような事情を踏まえたうえで、機材選定条件を次のように設定する。
・各供与対象施設の基本的機能と、施設整備状況および生産規模を考慮し、これらの条件に充分に合致した機種、数量を選定すること。

- ・研究機器類の選定は、原則として実用面で有用な理科学機器を優先させるものとし、餌料開発、疾病対策等、技術開発分野を対象とするものに限定すること。
- ・生産資材は、生産効率を高め、技術開発促進に有効なモデル的資材を中心に選定すること。
- ・原則として機器類は、維持保守および修理に高度な技術を要しないものであること。
- ・ビルマでは入手が困難な交換部品や消耗品を必要とする機器類は避けることが望ましい。

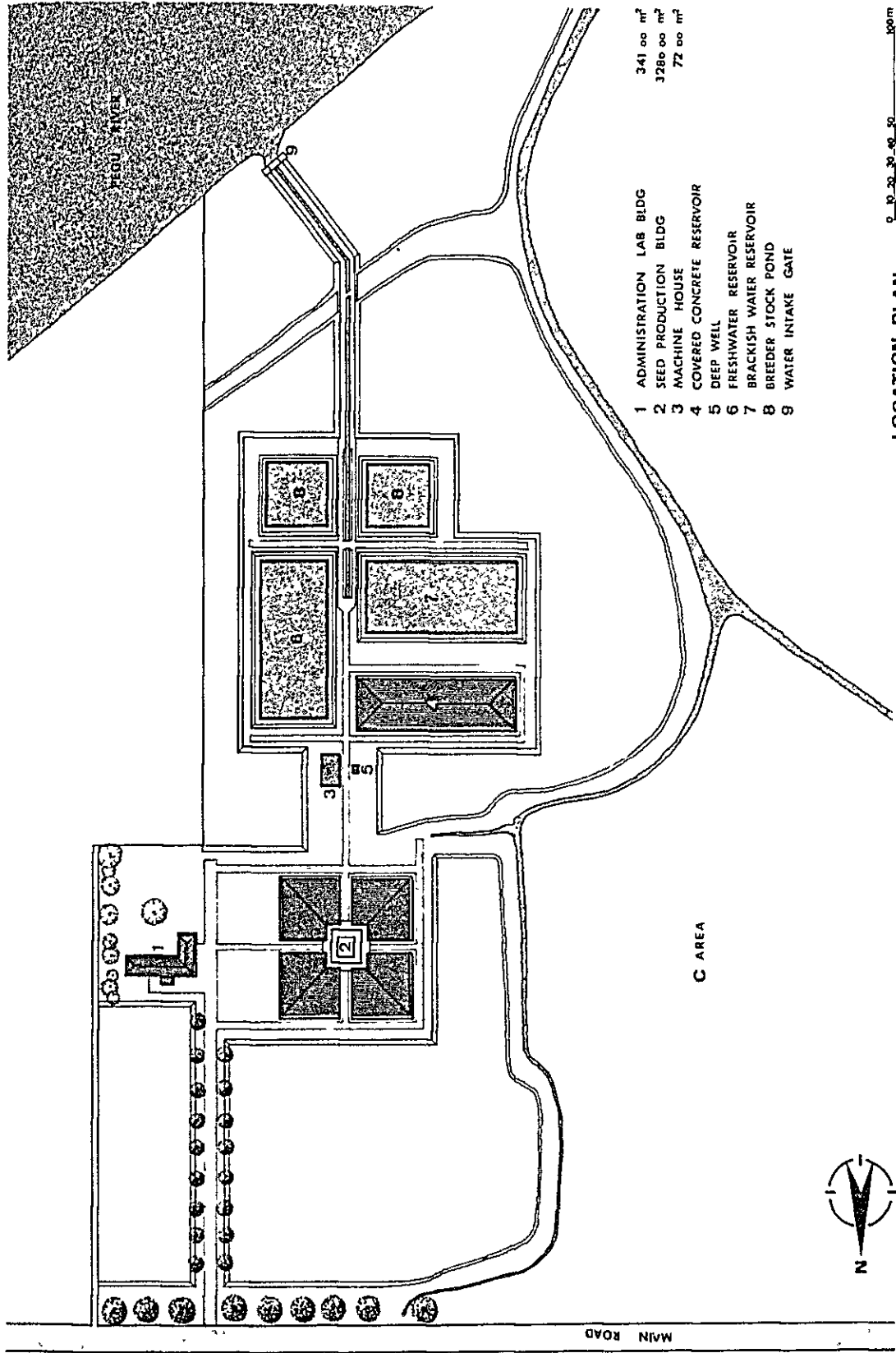
さらに、各施設別には次のような機材選定条件を設定する。

- | | |
|----------------------------|--|
| 本計画施設
(Thaketa 種苗生産施設) | ：稚エビのふ化、生産専用施設としては、ビルマでは、最高水準の生産能力が要求されることとなる。多くの解決すべき技術的問題が生ずると予見されるので、これに対処し得る研究機材を重点的に配備する。環境測定機器と生産資材も、一定水準以上の機種を取入れる。 |
| Kyauk tan 種苗生産施設 | ：建設中の施設であることから、外貨による購入を必要とする機材を重点に選定する。環境測定機器や生産資材が中心となる。 |
| Tanatpin および
Hmawbi 養殖場 | ：生産資材等、現場作業に必要な機材に限定する。生産活動をより有効なものとする養殖池作業車輛や、養殖池保守のための土木機械等の配備を検討する。 |

以上の条件を基に選定した養殖関連機材の概略仕様および設計数量を巻末附属資料（XVII）に示す。

4-4 基本設計図

施設の基本設計図を次に示す。



- 1 ADMINISTRATION LAB BLDG 341 00 m²
- 2 SEED PRODUCTION BLDG 3286 00 m²
- 3 MACHINE HOUSE 72 00 m²
- 4 COVERED CONCRETE RESERVOIR
- 5 DEEP WELL
- 6 FRESHWATER RESERVOIR
- 7 BRACKISH WATER RESERVOIR
- 8 BREEDER STOCK POND
- 9 WATER INTAKE GATE

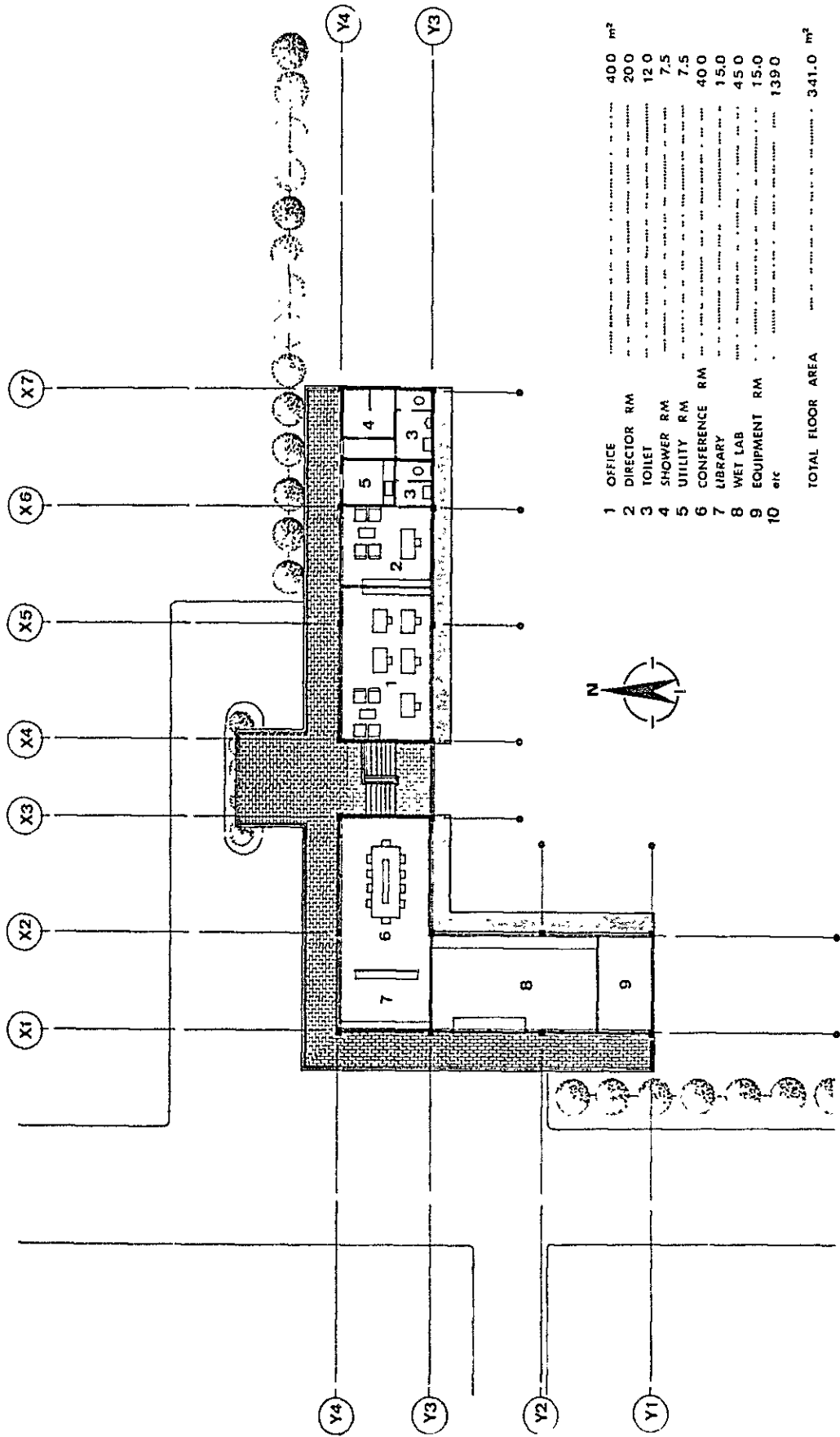


LOCATION PLAN



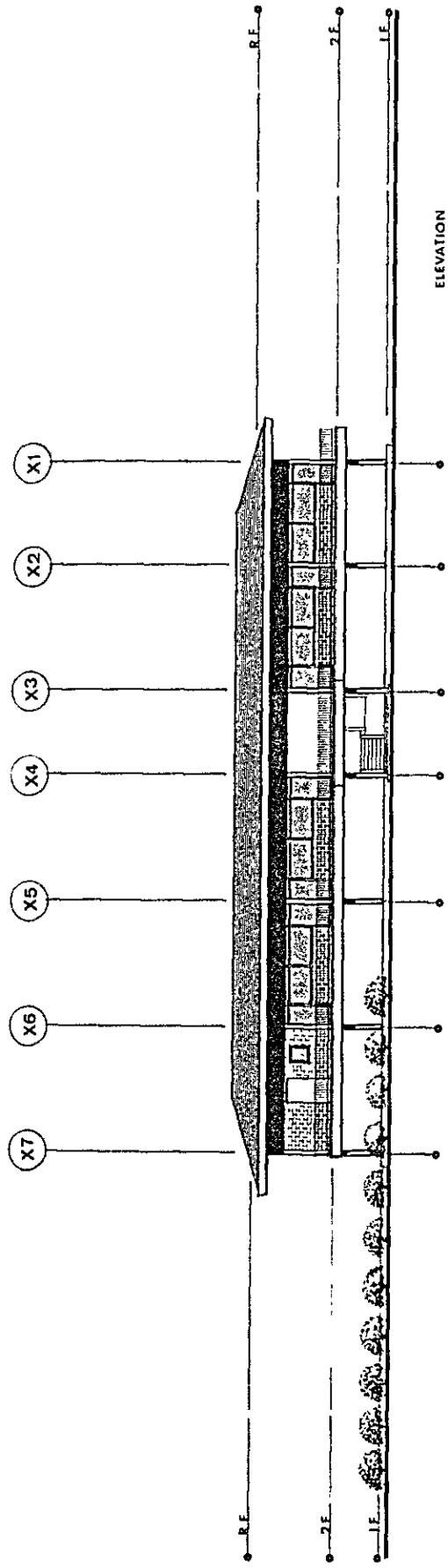
MAIN ROAD

C AREA

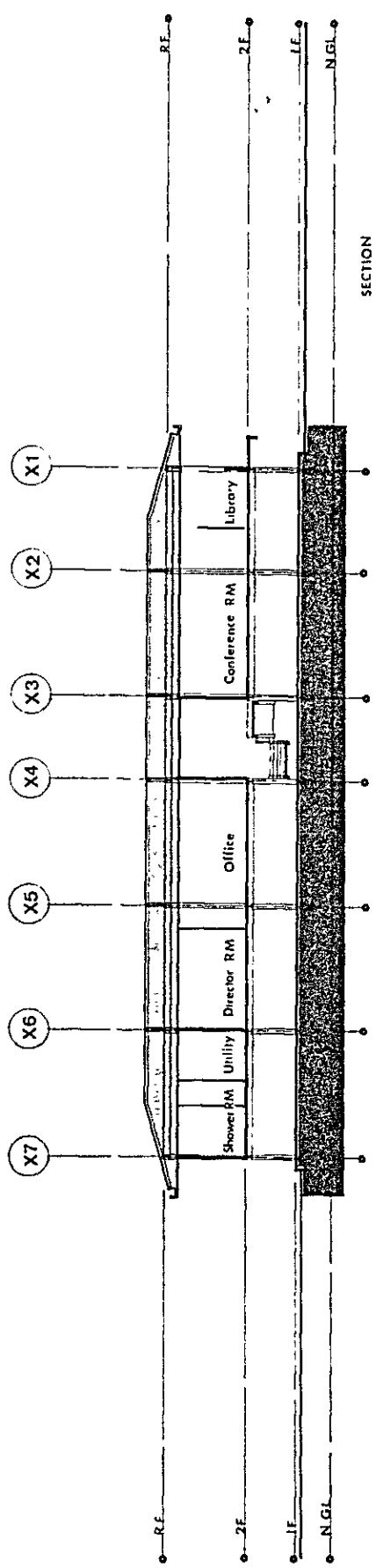


1	OFFICE	400	m ²
2	DIRECTOR RM	200	
3	TOILET	12.0	
4	SHOWER RM	7.5	
5	UTILITY RM	7.5	
6	CONFERENCE RM	400	
7	LIBRARY	15.0	
8	WET LAB	45.0	
9	EQUIPMENT RM	15.0	
10	etc	139.0	
TOTAL FLOOR AREA		341.0	m ²

ADMINISTRATION / LAB BLDG 1-ST FLOOR PLAN



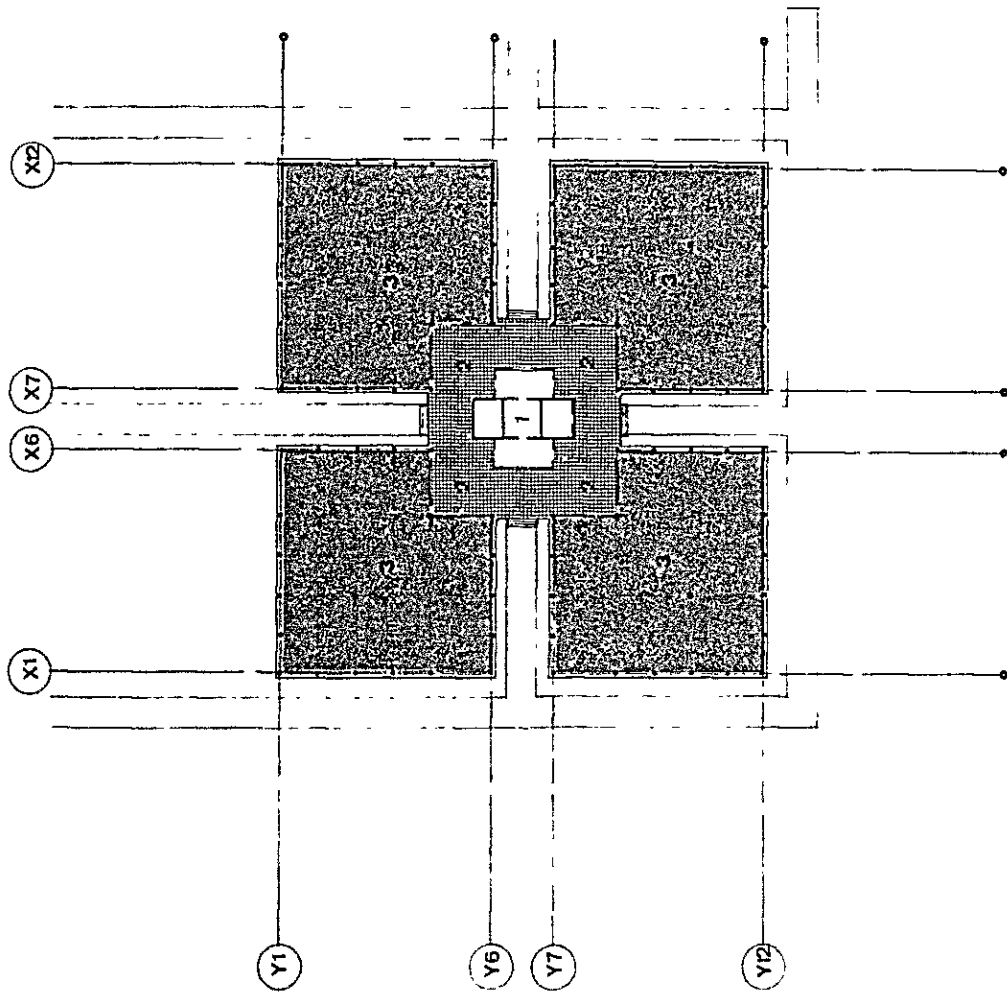
ELEVATION



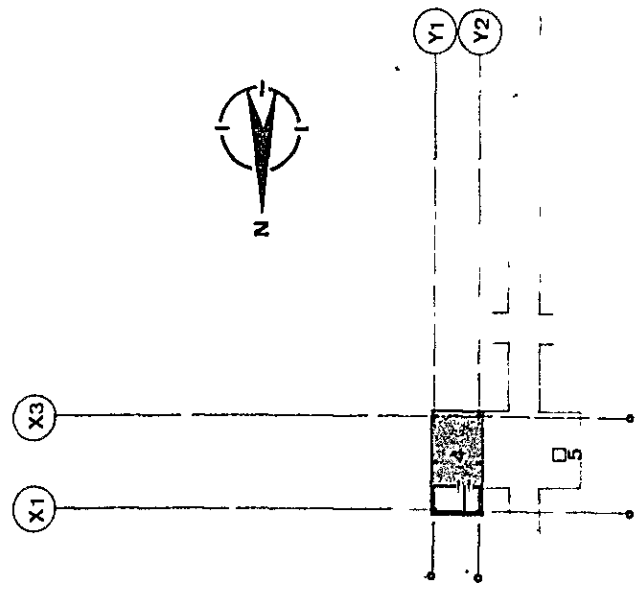
SECTION



ADMINISTRATION / LAB BLDG ELEVATION & SECTION



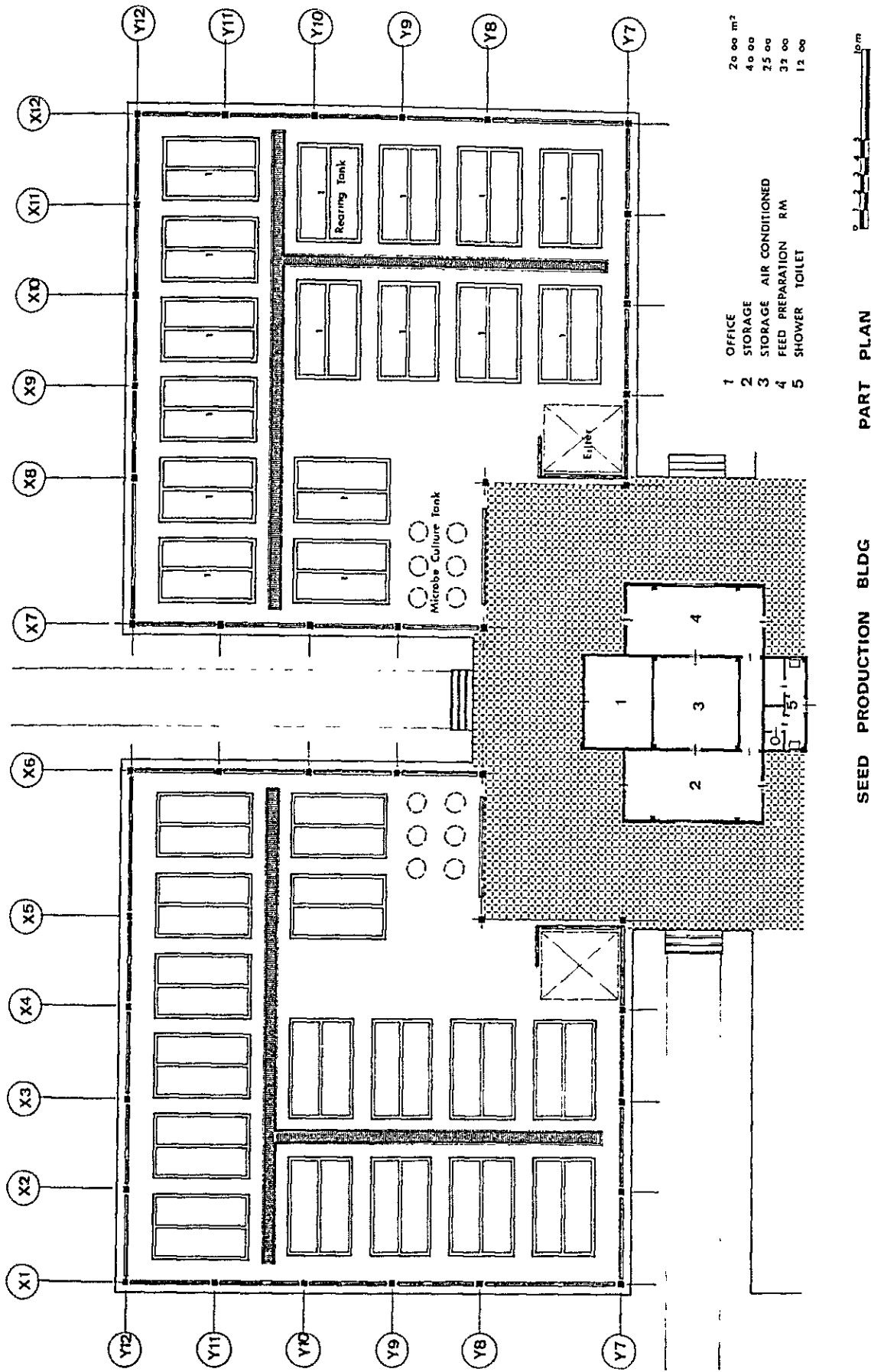
SEED PRODUCTION BLDG



GROUND FLOOR PLAN

1	UTILITY CORE	129 00 m ²
2	SERVICE SPACE	371 00 m ²
3	REARING AREA	2 880 00 m ²
TOTAL FLOOR AREA		3 380 00 m ²
4	MACHINE HOUSE	72 00 m ²
5	DEEP WELL	





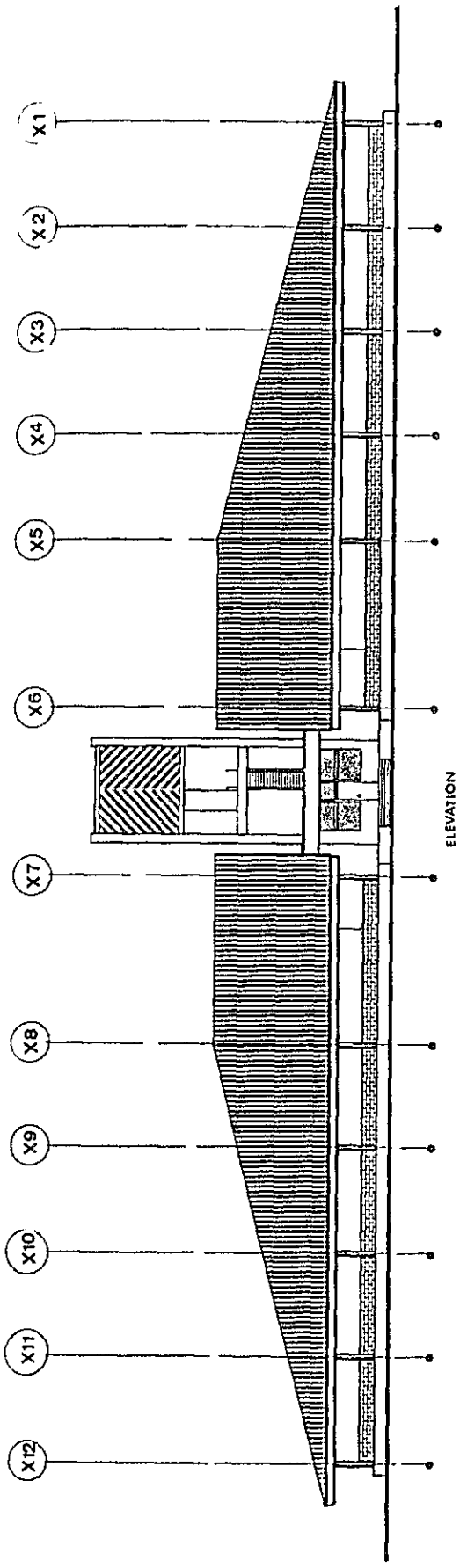
20.00	m ²
40.00	
25.00	
32.00	
12.00	

- 1 OFFICE
- 2 STORAGE
- 3 STORAGE AIR CONDITIONED
- 4 FEED PREPARATION RM
- 5 SHOWER TOILET

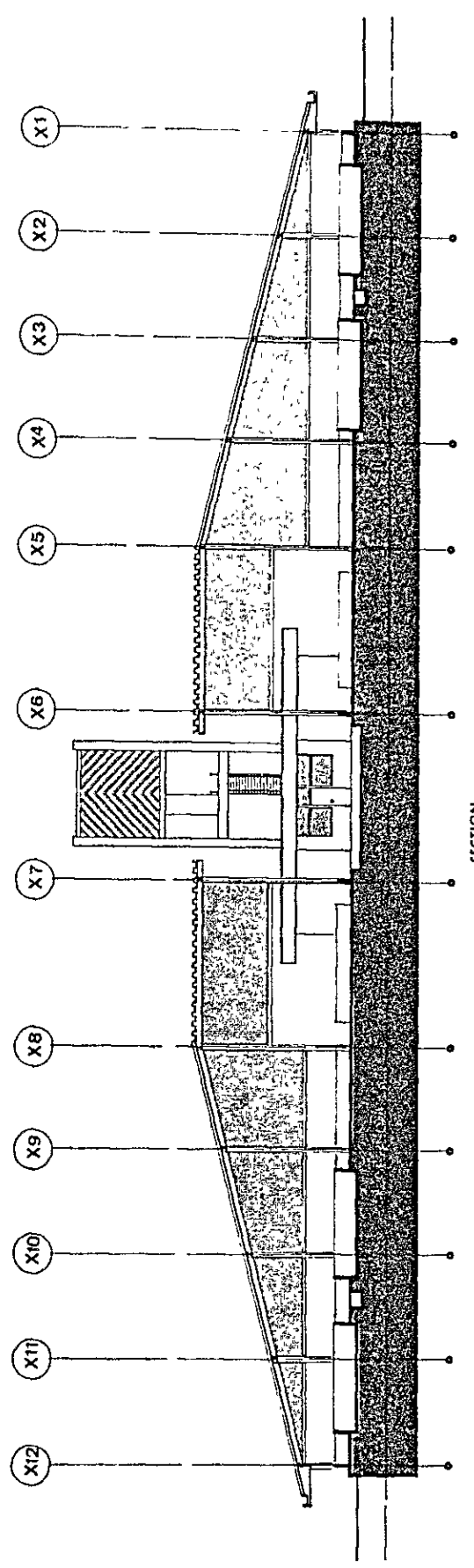


PART PLAN

SEED PRODUCTION BLDG



ELEVATION

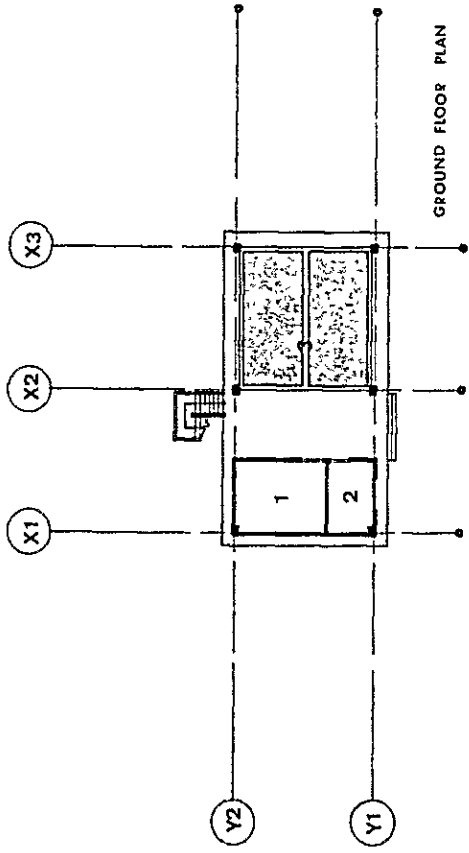


SECTION



ELEVATION & SECTION

SEED PRODUCTION BLDG

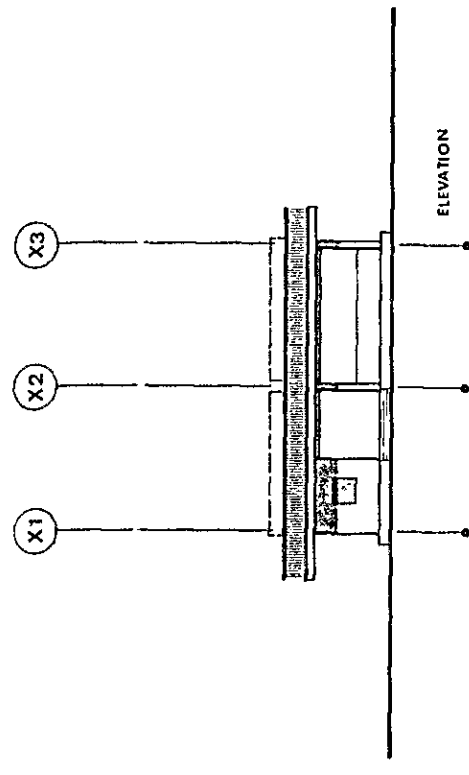


GROUND FLOOR PLAN

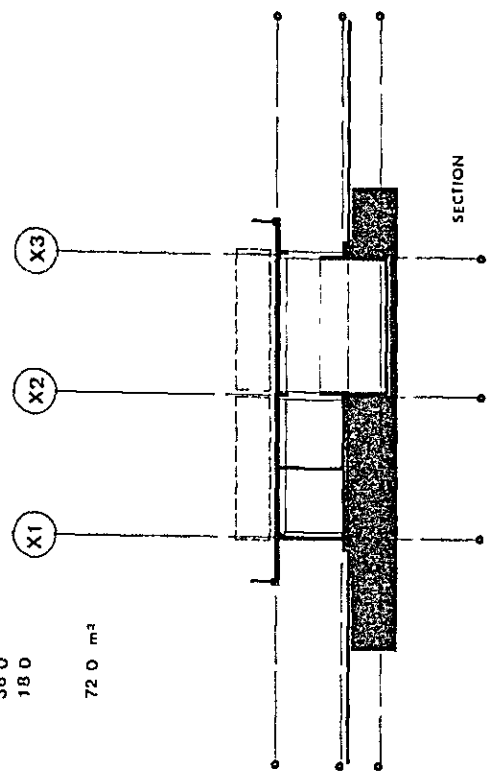
- 1 GENERATOR RM
- 2 PUMP RM
- 3 FILTRATION TANK
- etc

TOTAL FLOOR AREA

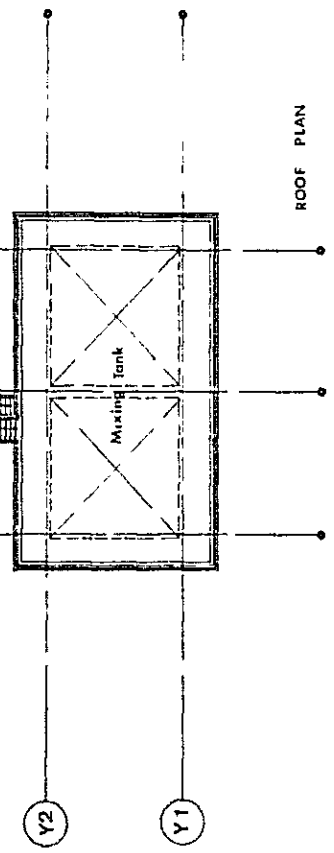
12.0 m²
6.0
36.0
18.0
72.0 m²



ELEVATION



SECTION

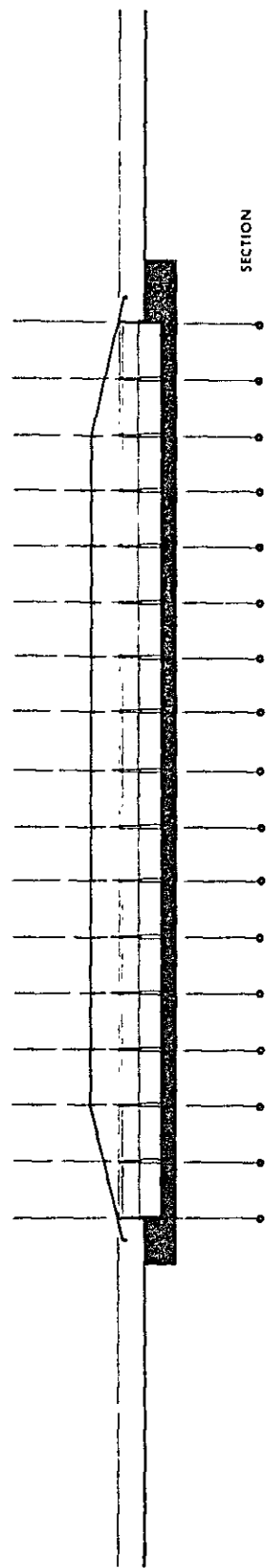
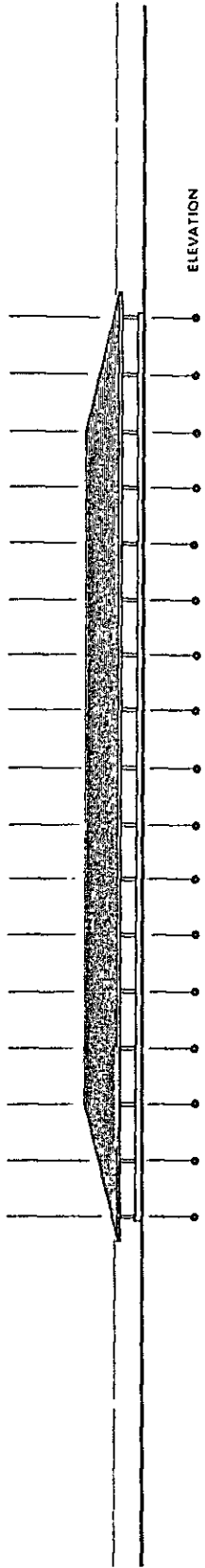
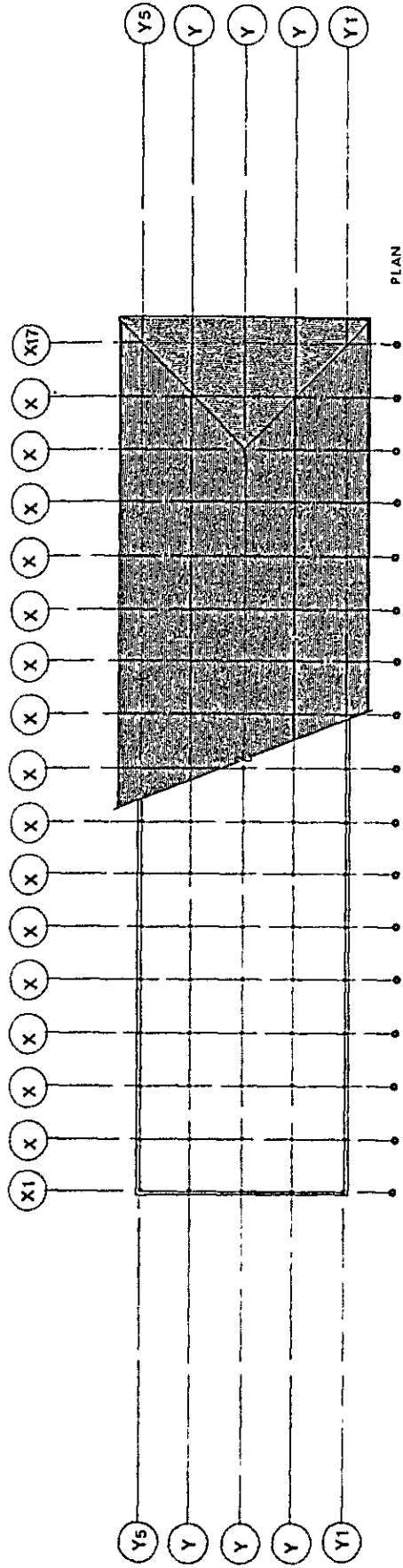


ROOF PLAN



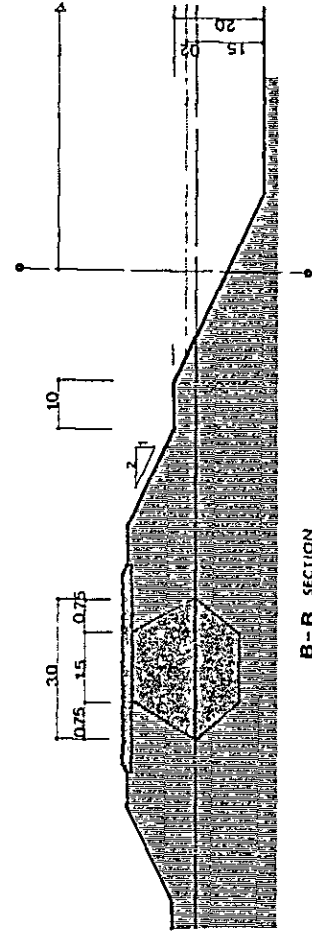
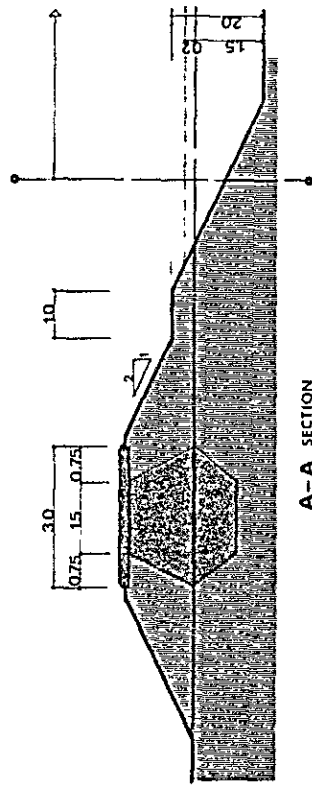
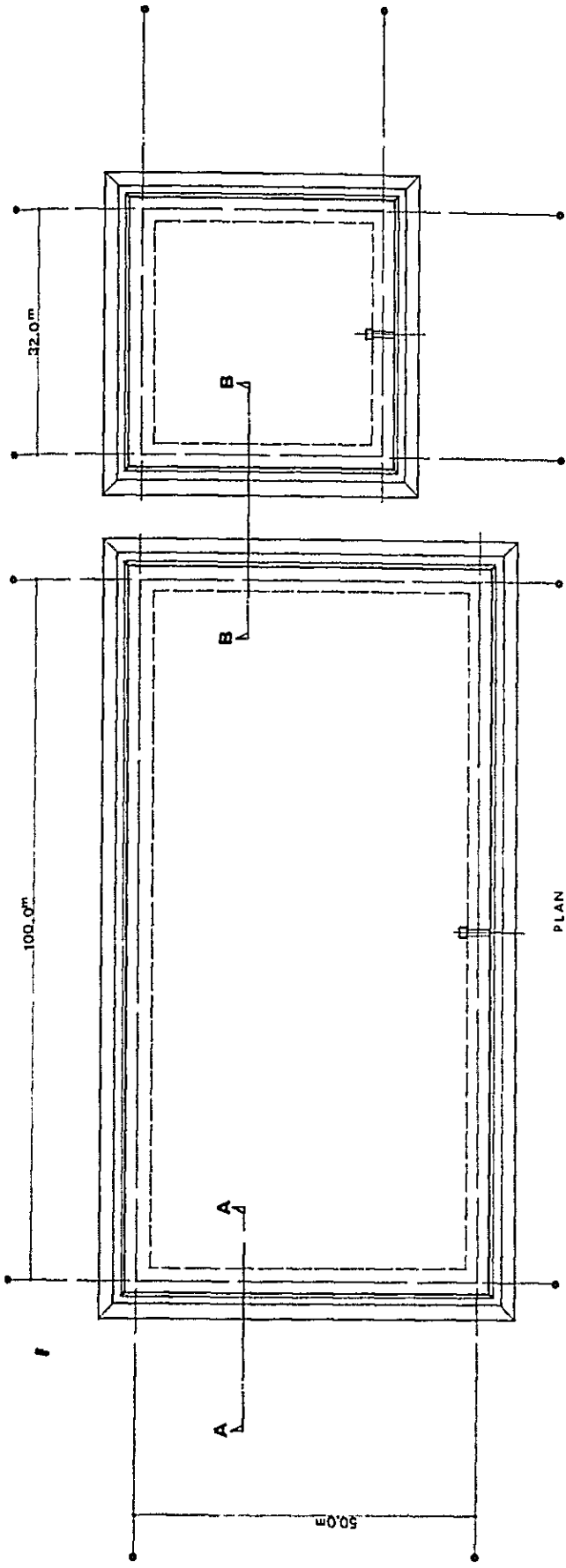
FLOOR PLAN , ELEVATION & SECTION

MACHINE HOUSE



PLAN . ELEVATION & SECTION

COVERED CONCRETE RESERVOIR



BREEDER STOCK POND , BRACKISH & FRESHWATER RESERVOIR DETAIL

