

ネパール王国
淡水魚養殖振興計画
基本設計調査報告書

平成2年6月

国際協力事業団

無調二

90-90

ネパール王国
淡水魚養殖振興計画
基本設計調査報告書

JICA LIBRARY



1086706(7)

21789

平成2年6月

国際協力事業団



序 文

日本国政府はネパール王国政府の要請に基づき、同国の淡水魚養殖振興計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は平成2年3月18日より4月16日まで、林業水産開発協力部水産業技術協力室 佐々木直義 室長代理を団長とする基本設計調査団を現地に派遣した。

調査団は、ネパール王国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

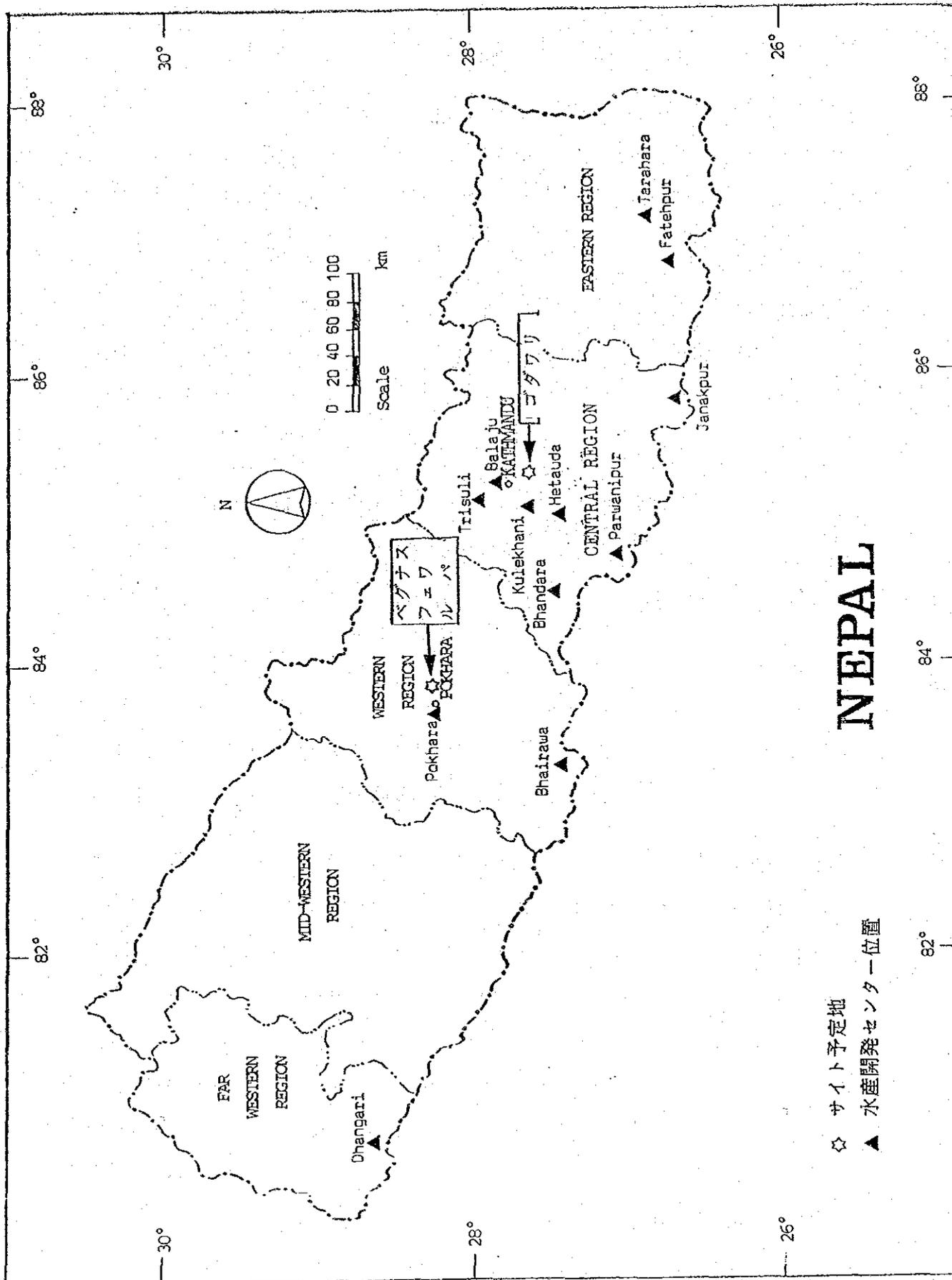
本報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

終わりに、本件調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝の意を表すものである。

平成2年6月

国際協力事業団

総裁 柳谷謙介



NEPAL

要 約

ネパールの水産業は、天然河川および湖沼を中心に営まれる漁業と、中国鯉、インド鯉の生産を主体とした養殖業に分けられる。漁業生産がこの10年来停滞していることに比較して、養殖生産は大きな伸びを示している。

ネパールの養殖生産の飛躍的な増加は、池中養魚適地に恵まれたタライ地方の養殖池面積の拡大に負うところが大きい。しかし、タライ地方の養殖用に利用可能な水域面積の大部分は、すでに養殖に利用されているといわれており、今後の増産を行うためには、生産性の向上を図らなければならない。粗放的な養殖法にたよっているネパールの養殖生産は、一つの壁を迎えつつある。

一方、増養殖に利用可能な天然水体の多くは中部丘陵地帯に未開発のまま存在していることから、この広大な水域を水産に利用できれば、魚類生産量は飛躍的に増加すると考えられている。

ネパールの国民一人当たりの魚類消費量は、1984～86年の平均で 0.5kg/年となっており、開発途上国平均 8.1kg/年と比較しても極端に低い。ネパール政府は、国民の摂取する栄養状態を改善するため、国民一人当たりの魚類消費量を第8次開発計画の最終年までに 1.2 kg/年まで引き上げることを目標にしている。

ネパール政府は、天然水体の水産への利用に関し、湖沼においては網生簀養殖の振興を、河川においては在来種の増養殖技術の確立を柱とした政策を策定し、前者はポカラ、後者はトリスリを拠点と位置づけ、計画の実現に向けて努力している。トリスリを中心に行われている河川の利用形態の調査は、1987年に始まったJOCVによる水産開発ミニプログラムの成果も加わり、順調に進展している。また、ポカラにおける網生簀養殖もJOCVによる技術協力と相まって急速に普及したが、必要な種苗のほとんどはタライ地方からの輸送に頼っており、必要な時期に必要な量を確保することができない現状から養殖種苗は慢性的な不足をきたしている。ネパールの水産にとって、現在は魚類を増産することが最重要課題であり、このためには養魚池面積の拡大とともに、種苗の大量供給が必要となっているが、ポカラ地区には十分な種苗生産ができる施設がなく、今後の増産のためのネックとなっている。

このためネパール政府は、天然水体の水産への利用を推進するためには、これまで個別に行われてきたボカラおよびトリスリの両水産開発センターの活動成果を統合させ、効率的な技術発展を図る必要があると判断し、これらの研究を統括するための機関としてゴダワリ水産開発センターが、また、ボカラ地区への種苗生産供給を目的としたセンター機能ならびに湖沼研究の中心的役割を持つ機関としてボカラ水産開発センターベグナス支所が、それぞれ適切な立地条件を持つ地域として選定され、これらの機関を設立することを目的とした「淡水魚養殖振興計画」を策定し、その実現のために日本政府に無償資金協力の要請を越した。

ネパール政府の要請を受け、国際協力事業団（JICA）は「淡水魚養殖振興計画」（以下本計画という）に関するプロジェクト形成調査団をネパール国に派遣し、本計画の協力の妥当性および本計画が同国の水産開発の上で重要な意義を持つことを確認するとともに、基本設計調査に係るスコープを作成した。

プロジェクト形成調査団の調査結果に基づき、日本国政府は本計画に関する基本設計調査を行うことを決定した。この調査を実施するため、国際協力事業団は、平成2年3月18日より4月6日までネパール王国に、基本設計調査団を派遣した。

基本設計調査団は、プロジェクト形成調査で確認したボカラ水産開発センターおよびゴダワリ水産開発センター機能の整備・拡充に係る要請内容の確認、計画の妥当性および施設、機材計画の規模等を検討するため、ネパールの養殖事情、類似施設の活動状況、プロジェクトの実施体制、維持管理計画の調査ならびに関連施設建設予定地の地形地質調査等を内容とする現地調査を実施した。

現地調査とネパール政府関係者との協議の結果、調査団はボカラ地方の網生質養殖生産の増大と在来種の増養殖技術の確立を達成するためには、ボカラ水産開発センターベグナス支所に種苗生産センター、同ルパ支所に出荷検量所および同本部が所在するフェワに漁民研修施設等の施設と資機材を整備し、あわせて、ゴダワリ水産開発センターに天然水体研究統括のための施設を整備することが妥当であるとの結論に達した。

現地調査の結果を基にさらに解析・検討を加えた結果、本計画を実施するために必要かつ最適な施設等の概要は以下のとおりとなった。なお、研究、実験機材、餌料製造機材、稚

魚生産用機材、研修用機器や稚魚運搬用船舶、機材等の機材類については、本計画に我が国プロジェクト技術協力が予定されており、その進捗状況と合わせて導入することがより効果的と判断されたため、本計画では施設および生産用資材を対象に基本設計を行った。

1. ベグナス種苗生産センター

(1) 建築施設		
a. 研究管理棟	487.00 m ²	1 棟
b. 飼育実験棟	224.00 m ²	1 棟
c. 孵化棟	245.00 m ²	1 棟
d. 飼料製造棟	72.00 m ²	1 棟
e. 倉庫棟	144.00 m ²	1 棟
f. 仮泊所	61.25 m ²	1 棟
(2) 土木施設		
a. 親魚池	50m x 40m	4 面
b. 稚魚池	40m x 25m	6 面
	25m x 20m	40 面
c. 流水池	1m x 6m	10 面
	12.5m x 2.4m	2 面
d. 出荷池	2m x 3m	10 面
e. 取水施設		1 式
f. ろ過槽		1 式
g. 給排水路		1 式
h. 構内道路	6m幅、総延長 2,100m	1 式
i. 連絡橋	6m幅、10 m長	1 式
j. 堤防	天端高3.0m、総延長 343m	1 式
(3) 資機材		
a. 製氷機	500kg/24時間	1 基
b. ドラフトチャンパー		2 台
c. 非常用発電機	35KVA	1 台

2. フェワ漁民研修施設

(1) 漁民研修棟	264.0 m ²	1 棟
-----------	----------------------	-----

3. ルバ出荷検量小屋

(1) 出荷検量小屋	32.0 m ²	1 棟
------------	---------------------	-----

4. ゴダワリ水産開発センター

(1) 研究管理棟	245.0 m ²	1 棟
(2) 流水池	1m x 6m	10 面
	12.5m x 2.4m	2 面

5. 養殖・漁業生産用機材

(1) 網生簀用資材		1 式
(2) ペン養殖用資材		1 式
(3) 刺網用資材		1 式

本計画に必要な事業費は総額 5.25 億円（日本側負担分 第 1 期 2.99 億円、第 2 期 2.22 億円 計 5.21 億円、ネパール側負担分 0.04 億円）と見込まれる。

工期は両国政府の交換公文（E/N）締結後、第 1 期は詳細設計、入札、契約に 4.5 ヶ月、建設工事に契約後 11 ヶ月となり、合計 15.5 ヶ月が、第 2 期は詳細設計、入札、契約に 3.5 ヶ月、建設工事に契約後 8 ヶ月、合計 11.5 ヶ月が予定されている。

ベグナス種苗生産センター、フェワ漁民研修施設、ルパ出荷検量小屋はポカラ水産開発センターが、また、ゴダワリに建設される施設はゴダワリ水産開発センターが管轄し、双方共、農業省水産開発部の責任で運営維持管理がなされる。施設の運営に必要な費用は、第八次 5 ヶ年計画でも予算計上されており、また、必要な要員についても増員が予定されていることから、本計画の実施に係る運営、維持管理に問題はないと思われる。

養殖、漁業生産用資材も水産開発部の責任により、研修を受けた漁民に対し販売され、収入は水産開発基金として積み立てられ、日本政府の事前承認を得て、養殖、漁業生産用資材の再購入のために使用される予定である。

本計画が実施に移され、ベグナス種苗生産センター、フェワ漁民研修施設、ルパ出荷検量小屋が建設されれば、ポカラ地方における種苗生産量の増大と養殖生産性の向上が図られ、ひいては住民への動物性蛋白質食料の供給増加が図られる。種苗生産による便益はポカラ水産開発センターの運営経費を上まわると予想されている。またゴダワリ水産開発センターに天然水体水産開発の統括研究施設が建設されれば、トリスリ、ポカラでの研究成果がより効率的に普及され、天然水体の漁業、養殖生産の増大への寄与が期待される。さらに、同時に実施される養殖、漁業資材の供給により、漁業、養殖生産量の増大と漁民の所得の増大が期待できる。

以上のことから、基本設計調査団は、本計画を日本政府の無償資金協力により実施する意義が大きいと判断する。

目次

序文
地図
要約
目次

第1章	緒論	1
第2章	計画の背景	3
2.1	ネパール国の概要	3
2.1.1	地理的・気候的特徴	3
2.1.2	経済	4
2.1.3	宗教・民族	5
2.2	水産業の現状	5
2.2.1	水産業の占める位置	5
2.2.2	漁業	6
2.2.3	養殖	7
2.2.4	流通	8
2.3	水産関連プロジェクトと外国援助	9
2.3.1	初期の技術協力	9
2.3.2	A D Bの「養殖開発計画」	10
2.3.3	A D Bの「第二次養殖開発計画」	10
2.4	水産開発計画	11
2.4.1	第7次5ヶ年計画(1984/85-1989/91)	11
2.4.2	第8次5ヶ年計画(1990/91-1994/95)(案)	11
2.5	要請の経緯と内容	12
2.5.1	要請の経緯	12
2.5.2	要請の内容	13
第3章	計画の内容	16
3.1	計画の目的	16
3.2	要請内容の検討	16
3.2.1	計画の内容と妥当性	16
3.2.2	実施運営計画	19
3.2.3	類似計画、他の援助計画との関連	20
3.2.4	計画の構成要素	21
3.2.5	要請項目の検討	22
3.2.6	技術協力の検討	27
3.2.7	協力実施の基本方針	28
3.3	計画施設の概要	29
3.3.1	実施機関および運営体制	29
3.3.2	事業計画	32
3.3.3	計画地の概要	38
3.3.4	施設、機材の概要	42
3.3.5	維持管理計画	44
3.4	技術協力	51
第4章	基本設計	52
4.1	基本方針	52
4.2	設計条件の検討	53
4.2.1	自然条件	53
4.2.2	準拠基準	55
4.3	基本計画	55
4.3.1	敷地配置計画	55
4.3.2	施設計画	57

4.3.3	建築計画	74
4.3.4	機材計画	93
4.3.5	基本設計図	94
4.4	施工計画	111
4.4.1	施工方針	111
4.4.2	施工・監理計画	111
4.4.3	資機材の調達計画	112
4.4.4	実施工程	114
4.4.5	概算事業費	116
第5章	事業の効果と結論	118
5.1	事業評価	118
5.1.1	計画実施による便益	118
5.1.2	事業実施の効果	120
5.2	結論と提言	121

資料編

I.	協議議事録(写)	資-1
II.	調査団の構成	資-14
III.	調査日程表	資-15
IV.	面談者リスト	資-17
V.	付属資料	資-19
V-1	ボーリング位置図	資-19
V-2	ボーリング柱状図	資-20
V-3	現場透水試験結果	資-21
V-4	地震について	資-24
V-5	機材リスト	資-28
VI.	写真	資-30

第 1 章 緒 論

ネパールの淡水養殖は A D B 等の国際機関、わが国をはじめとする諸外国の技術、資金協力等を受けて飛躍的に発展してきた。特にタライ平原地方の溜め池を利用した養魚は、種苗生産技術が高まり、養殖技術も民間へ普及し、飛躍的に成長してきた。この結果、タライ平原に賦存する 5,000ha の養殖可能水域面積のうち、4,500ha がすでに養殖に利用されるようになり、タライ平原での新たな開発余地は少なくなっている。

このためネパール王国政府は、第 8 次五ヶ年計画(1990/91~1995/96)では、タライの溜め池面積に比較して、膨大な面積を擁する天然水体、とりわけ中部岳稜地帯の湖、人造湖、河川の開発に取り組むこととしている。

ネパール政府は、天然水体の水産への利用を推進するためには、これまで個別に行われてきたトリスリでの河川開発のための在来種の増養殖技術の調査研究とポカラでの湖沼の網生簀養殖の振興という両者の活動成果を統合させ、効率的な技術発展を図る必要があると判断している。このため、ポカラおよびトリスリの天然水体での研究を統括するための機関としてゴダワリ水産開発センターが、また、ポカラ地区への種苗生産供給を目的としたセンター機能ならびに湖沼研究・漁民研修の中心的役割を持つ機関としてポカラ水産開発センターが、それぞれ適切な立地条件を持つ施設候補地として選定され、これらの機関の施設、設備を整備することを目的とした「淡水魚養殖振興計画」を策定し、その実現のために日本政府に対して無償資金協力と技術協力を要請越した。

ネパール王国政府の要請を受けて、国際協力事業団(JICA)は、「淡水魚養殖振興計画」(以下本計画という)に関するプロジェクト形成調査団を平成元年11月28日から12月10日までネパールに派遣した。

プロジェクト形成調査団は同国の内水面養殖の現状、本計画と上位計画との関連性、本計画の背景、目的等を関係者と確認・協議し、サイト調査を実施した。同調査の結果、本計画は同国の内水面養殖、水産業開発におおいに貢献することが判明し、本計画の協力の妥

当性を確認した。

プロジェクト形成調査の結果に基づき、日本国政府は本計画に関する基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団（JICA）は、平成2年3月18日より4月6日まで、林業水産開発協力部 水産業技術協力室 佐々木直義 室長代理を団長とする基本設計調査団をネパール国に派遣した。

基本設計調査団は、本計画の内容であるポカラ水産開発センターおよびゴダワリ水産開発センターの再整備に係わる要請内容の確認、計画の妥当性および施設、機材計画の規模等を検討するため、ネパールの養殖の現状、類似施設の活動状況、プロジェクトの実施体制、維持管理計画の調査ならびに関連施設建設予定地の地形地質調査等を内容とする現地調査を実施した。

現地調査期間中に基本設計調査団とネパール政府によって行われた協議の基本的合意事項は、協議議事録としてまとめられ、両者の間で署名交換された。

調査団は日本国内において、調査結果の解析検討を行い、本計画がネパールの水産開発に与える効果を評価し、最も適切な規模と施設機材内容を含む基本設計を作成し、事業費、事業評価、提言等を含め、基本設計調査報告書として取りまとめた。

本調査団の構成、相手国政府関係者、現地調査日程および協議議事録は添付資料として巻末に収録した。

第 2 章 計画の背景

2.1 ネパール国の概要

2.1.1 地理的・気候的特徴

ネパール王国は、ヒマラヤ山脈の南麓に位置し、東経80度から88度、北緯27度から30度と東西に細長く広がっている。細長い幾つもの稜線から成り立っているヒマラヤ山脈から南に下ると、標高 600~2,000メートルの傾斜の緩やかなネパール中部山地に続き、再び、ネパール全域を東西に走る標高 3,000メートル級の峰々を有する急峻なマハバラート山脈へと高度は増し、シワリーク丘陵地帯、標高 200メートルの平坦な沖積層地帯であるタライ平原へと、わずか南北 100~200 km足らずの距離に 8,000メートルもの標高差を持っている。

ネパールは奄美諸島とほぼ同緯度であり、亜熱帯地域に属しているが、標高差による気候の違いが大きい。一般的には、高山地帯（ヒマラヤ）、中部岳稜地帯（ミッドランド）および平原地帯（タライ）の3地帯に分けられる。

標高 3,000メートルを越す高山地帯では、夏の最高気温でも20℃を越えることはなく、冬季の最低気温は-10℃を下まわる。5月下旬から6月上旬にかけて到来するモンスーンはヒマラヤ山脈主稜の南側に降雨をもたらし、北側には乾燥した風をもたらす。このため、高山地帯の北側では年間降雨量 1,500mm以下であるが、南麓に位置する中部岳稜地帯では平均するとおおよそ 3,000mm、ポカラでは 4,000~4,500 mmの降雨量がある。中部岳稜地帯の気候は穏やかであり、たとえば標高 1,300メートルのカトマンズでは、1月の平均気温は10℃、7月の平均気温は25℃と比較的なだらかな気温曲線を描く。タライ平原地帯では、気候もインドの気候に似ており、夏期の最高気温は40℃を越え、冬季の最低気温も 5℃を下回ることはない。平均降雨量は 2,000~2,500 mmであり、その80%は6~9月のモンスーン期に集中して降る。

タライ平原は平坦ではあるが、気候は酷暑多湿で健康には適さず、かつては密林に覆われ、マラリヤが猛威をふるっていた。また平原の幅もネパール側はインド国境から最大45kmと狭く、マハバラート山脈までほとんど障害となるものがないため、同地帯は度々インドか

らの侵入を受けてきた歴史を持つ。このため、ネパールの耕作可能面積の3分の2がトライ平原にあるにもかかわらず、近代にいたるまでネパールの人口の大部分が中部岳稜地帯に集中していた。しかし、年間人口増加率 2.6%の高い人口増加圧力、それに伴う食料不足に悩む政府は、これらの緩和を狙い、開発余地の大きいトライ平原の農業開発を最優先課題として取り上げてきた。

政府のトライ平原重視の農業開発政策、移住政策により、現状では全国人口約 1,800万人のうち43.6%がトライ平原地帯に、47.7%が中部岳稜地帯に、残り 8.7%が山岳地帯に住んでいる。中部岳稜地帯の面積の約10%が耕作可能地とされ、トライ地帯の面積の40%がすでに耕作地となっている。

2.1.2 経 済

ネパール経済を支えている主要な産業は農業であり、その生産額はGDPの約6割を占めている。しかし、農業生産は1987/88、1988/89年は若干上向いたものの、1981年から1986年までの実質年平均農業成長率は、3.5%と人口増加率の2.6%をわずかに上回ったにすぎず、一人当たり国内総生産の伸びは低いものにとどまっている。経済実質成長率は、1981-83年平均で2.8%となっている。

就業構造としても、自給自足型農業への依存が顕著であり、1981年センサスによると全国の労働力（10歳以上の経済活動に従事している者）の91.1%が農林水産業に従事している。

国民の大部分が農業に依存しているとはいえ、地形が険しく、狭いという地理的条件より、農業の生産性は低い。加えて、人口増加圧力により必ずしも耕作に適さない限界地にまで耕作が広がっていること、全国の土地面積の0.6%までに減少した森林の乱伐により、土地の保水力が低下し、雨による侵食が激しくなってきたこと、無秩序、無計画な粗放的牧畜による土地の荒廃等で、単位面積当たりの農業生産力は落ちてきている。

ネパール政府は、従来トライ地帯の開発を中心にして、数多くの農業開発プロジェクトを実施してきたが、これらの多額の開発投資は期待どおりの成果を上げてこなかった。また、トライ地方の農地拡大の余地もほとんどなくなってきている現在の状況では、中部岳稜地

帯を含む国土全域の生産性を、生態系との調和をはかって開発向上させることが必要とされている。

2.1.3 宗教・民族

ネパールは、ヒンズー教を国家宗教として定める唯一の国である。ヒンズー教と密接な関係をもつカースト制度は、民族と深く関わり合っているため、法律で禁じられているとはいえ、職業の世襲性やカースト間結婚への排他性などの社会慣習に根強く残っている。

ネパールは、狭い国土に、多様な人種、民族、言語、文化を抱えている。人種的には、チベット・ネパール系人種群（ネワール、タマン、グルン、マガール、スヌワール、ライ、リンブー、シェルパ、タカリ等）とインド・ネパール系人種群（バフン、チェトリ、マイティリー、ポジプリ、タルー等）に分けられる。この人種的細分はまた言語区分とも一致し、前者はチベット・ビルマ語族群に属する言語を話し、後者はインド・アリア語から派生した言語を話す。これらの民族集団は、それぞれが同じ範囲の標高に定住している。政府がタライ平原の開発を重点課題として移住政策をとってきたにも関わらず、必ずしも順調に進んできてないのはこの点にも原因がある。

2.2 水産業の現状

2.2.1 水産業の占める位置

ネパールでは水産業のGDPに占める割合は畜産業や林業に比べても小さい。畜産業は農産物生産を行う農地に恵まれない中部岳稜地帯の住民にとっては、重要な栄養源、収入源になっており、牛、水牛、ヤギ、羊等の家畜数合計は、ネパール総人口に匹敵するともいわれている。しかし、その形態は殆ど粗放的かつ家族単位であり、生産性が低いのみではなく、無秩序な放牧により、自然環境破壊の原因となっている。また牛は宗教上の理由で殺生が禁じられており、一部のカーストを除いて食用に供することはなく、乳のみをタンパク源として利用している。

陸封国ではあるものの、ネパールは多くの河川、湖沼を抱えており、水産業の生産量その

ものは小さいが、淡水漁業、養殖業にかけられている期待は大きい。これは漁業、養殖業が自然破壊をせずに、生態系と調和した形で資源利用ができること、生産価格が低廉で、しかも高品質のタンパク質が供給できること、伝統的に社会的地位の低い階層の住民に雇用と収入の機会を与えられること、魚は羊と同様にどのカーストに属する者でも食することのできる動物蛋白質であることなどによる。

ネパールの水域面積は河川が 395,000ha、自然湖沼が 5,000ha、人造湖が 332haとされている。この他発電プロジェクト、灌漑プロジェクト等で少なからぬ面積の水域が今後出現すると予測されている。特に発電プロジェクトは、他に取るべき資源のない同国の中であって、豊富な水と大きな落差を至る所で利用できることから重視されており、ダム建設に伴うダム湖の水産開発への利用という点で、ネパール政府も注目している。

2.2.2 漁業

水産業は河川漁業と養殖とに分けられ、河川漁業の主体は釣り、投網、やな等であるが、ポカラ地方の湖では刺網が利用されている。タライ平原では河川の幅も広く流れもゆるやかになるが、中部岳稜地帯では流れが急であり岩が多く、また、雨期には極度に増水するため漁撈に向かず、したがって漁業も発達しておらず漁業生産性も低い。また、ダイナマイトや毒を使用しての漁獲が行われており、天然資源の減少にもつながっている。

魚類生産量は 1984/85年には約 5,000トンであり、その内訳は漁業生産量が 2,200トン、養殖生産量が 2,500トンとなっている。

なお、別の資料では 1985/86年の漁業生産量 5,281トン、養殖生産量 4,162トンの合計魚類生産量 9,443トン、1988/89年のそれぞれの数値が 5,281トン、7,241トン、12,522トンとなっている。これらの数値のうち、漁業生産量についてはまうたくの推定であり、大きく食い違っている数値の内どちらが近似値であるかの判定も困難であるが、ADBでは前者の資料を、水産開発部では後者の資料を採用している。しかし、いずれにしろ水産統計が不正確なことは明確で、ネパール政府も第8次5ヶ年計画の水産開発計画の柱の一つとして水産統計の整備をあげているほどである。

2.2.3 養 殖

漁業生産に比較して、養殖生産は順調に成長してきており、1975年の 500トンから1985年の 2,500トンへと5倍増となっている。これらの大部分はタライ地帯にある溜め池での養殖であるが、これまでの伸びは養殖池面積の拡大に負うところが大きく、タライにある利用可能な水域面積 5,000haのうち、すでに 4,500haが養殖に利用されているといわれており、今後増産する上では単位面積当りの生産量を増やすことと新たな水域の開発が必要である。

ネパール政府は、養殖生産の基盤をタライ地方に置きながらも、同地方における養殖池として利用可能な土地が少なくなっていること、また広い天然水体を水産開発に利用するという構想をかねてから持っており、中部丘陵地帯の河川および湖沼における水産開発を急務としている。

養殖対象種として重要な魚種はコイ、ソウギョ、ハクレン、コクレン、インディアン・メジャー・カープと呼ばれるロフー、カトラ、ムリガルなどである。冷水性の在来魚であるアサラ、カトレ、サハールは漁業対象魚として重要であったが、近年、天然水体の開発に目を向けられるようになってからは、増養殖対象魚として注目されてきた。

ポカラ地方における養殖は、ハクレンおよびコクレンを主体に湖を利用した網生簀養殖が中心である。これらの魚種はプランクトン食性であり、湖に存在するプランクトンを利用することにより無給餌で飼育されているが、それにも係わらず年間 300~700g/尾の成長が見込まれている。

漁業、養殖業に従事している人口については、全国的には統計がなく不明であるが、ポカラ地方の網生簀養殖に従事している漁民は 224名、網仕切り養殖に従事している漁民は37名である（ポカラ水産開発センター，1988/89年）

コ イ : <i>Cyprinus carpio</i>	カ ト ラ : <i>Catla catla</i>
ソウギョ : <i>Ctenopharyngodon idella</i>	ムリガル : <i>Cirrhinus mrigala</i>
ハクレン : <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	ア サ ラ : <i>Schizothorax spp</i>
コクレン : <i>Aristichthys nobilis</i>	カ ト レ : <i>Acrossocheilus hexagonolepis</i>
ロ フ ー : <i>Labeo rohita</i>	サハール : <i>Tor putitora</i>

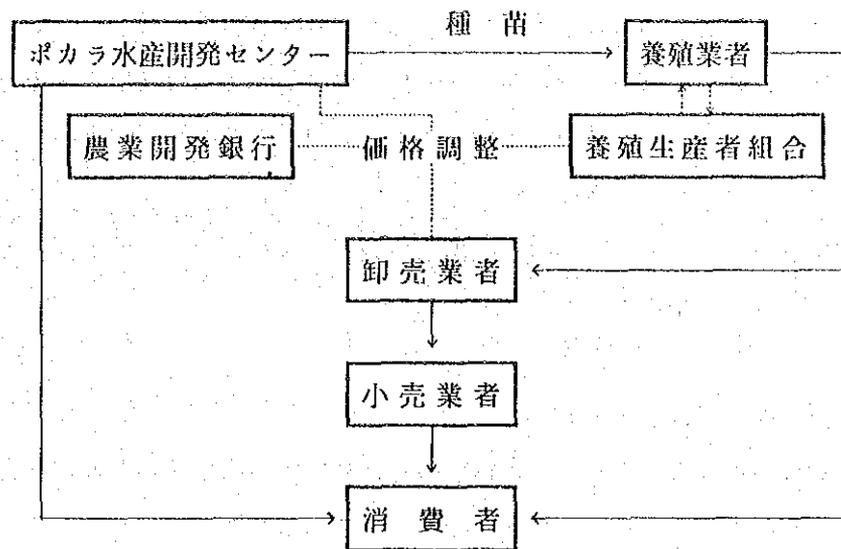
2.2.4 流通

ネパールにおける水産物流通機構は、その市場規模が小さいこともあり、十分に発達していない。水産開発部の調査（1985年）によると、トライ地方の漁業従事者はマハラと呼ばれる階層が主体となっており、流通を含むその他の水産関連活動にもマハラ・カーストの人々が多く携わっている。マハラは養殖池経営者から魚の取り上げを請負い、平均すると収穫物の12%を対価として受け取っている。またマハラはしばしば養殖池経営者から魚全部を買取り、ローカルマーケットで自ら販売したり、卸売り業者や仲買人に販売する。生産量の28%は家族内消費で、30%は直接消費者に販売されている。また、魚のマーケットまでの運搬、販売は一般に女性の仕事とされている。

現在、ネパールには約100の魚を扱う卸売り業者があると推定され、そのほとんどは中程度の街に拠点を持っている。卸売り業者は、平均して一労働日当たり150kg、年間約45トンの魚の販売をしている。都市の典型的な魚小売り店舗は、4m×3mの面積を持ち、小売り人2～3人を備えている。小売業者の販売価格は卸売り業者からの購入価格に15～20%上乗せしたものになっている。流通業者が流通上の問題として一番大きな問題点としてあげているものは、鮮度保持のために魚運搬時に使用する氷の不足である。

ポカラ地方で生産された魚類は、ごく一部がカトマンズ向けに出荷されているものの、大部分は地域内で消費されている。流通経路は、生産者自身の販売によるもの、卸売り業者を経由しての店頭販売および水産開発センターでの販売に大別される。ポカラには、ネパールで唯一養殖生産者組合があり、ポカラ水産開発センター、農業開発銀行および卸売り業者との月例協議を通じて魚類卸売価格が設定されているが、小売り価格は特に設定されていない。1990年3月現在でのポカラ地区における養殖魚の市場価格および政府の販売価格は、以下のとおりである。

魚 種	民 間		政 府
	卸 売 価 格	小 売 り 価 格	販 売 価 格
インド鯉	45 Rs	45 - 70Rs	45 Rs
ソウギョ	40	40 - 50	35
ハクレン・コクレン	30	30 - 38	30
コ イ	35	40 - 50	-



ポカラ地区における魚類流通機構

養殖生産者組合は、フェワ (Khapaundi fish grower's association) とベグナスおよびルパ (Deurali fish grower's association) の二つあり、養殖業者はその地区の組合に属している。出荷調整もすでにこの組合を通して行われており、機能的な改善の余地は残すが、流通面での体制は整いつつあると考えられる。

2.3 水産関連プロジェクトと外国援助

2.3.1 初期の技術協力

ネパールで過去実施されてきた水産関連プロジェクトは、USAIDのボート建造計画等一部を除けば、ほとんど養殖を対象としてきた。ネパールの近代的な養殖は1947年のインド鯉の稚魚の導入を嚆矢とするが、本格的な取り組みは1962/63年にゴダワリ養殖場にUSAIDの援助で孵化場を建設してから始まったといえる。以降、世界食糧計画(WFP)やFAO/UNDPの技術協力を中心にした外国援助により、政府運営の養殖種苗生産センターが各地に建設され、そこで研究された人工受精、孵化の技術が確立され、ネパール淡水養殖の基礎が固められた。日本もJOCV隊員を派遣するとともに機材供与、日本での現地職員の研修等の技術協力を実施してきた。

1975年にUNDP/FAOが実施した「漁業、養殖業複合プロジェクト」では鯉の生簀養殖とアヒル、豚等を同時に飼育し、その排泄物を肥料として利用する複合養殖の有効性が実証され、これ以降タライの溜め池での複合養殖と天然湖沼、貯水池での生簀養殖への二極化というネパールの淡水魚養殖の方向付けがなされた。JOCVではUNDP/FAO専門家に協力して天然水体の河川、湖沼の調査、天然湖沼への網生簀導入、在来有用魚種の基礎研究等の技術協力を実施してきた。

2.3.2 ADBの「養殖開発計画」

ネパールの平原地帯（タライ）には、総面積5000haの溜め池があり、これらの大部分は養殖適地とされている。これらに着目したADBのセクター・スタディーでは魚類生産量増大の可能性は、タライ平原地帯の溜め池養殖の発展に最大の可能性があると結論づけられた。

ADBの「養殖開発計画」は公共部門ではタライの西部開発地域、中部開発地域、東部開発地域の既存の五つの水産開発センターの強化、種苗生産施設の設立、水産訓練普及の強化が、民間部門では、ネパール農業開発銀行の融資を通じて、2,000haの既存池の改修と800haの池の新設、25ヶ所の種苗生産施設の新設、養殖漁民へのクレジット供与等が計画され、ジャナカプール水産開発センターを拠点とする活動が展開された。この「養殖開発計画」により政府水産開発センターで確立されていた技術が民間に普及し、質の良い種苗の供給と相俟って養殖生産量の飛躍的増大をもたらされた。

2.3.3 ADBの「第二次養殖開発計画」

「養殖開発計画」の成果を踏まえ、ネパール政府は魚類生産の増大、漁民の雇用機会と収入の増大、魚類輸出による外貨収支バランスの改善、小農に養殖を勧めることによる地方の貧困の撲滅を目的として、ADB/UNDPの援助を得て、1986年に「第二次養殖開発計画」を策定、実施に移している。

「第二次養殖開発計画」では、政府部門では、種苗生産能力の増大を目指して、西部開発地域、中部開発地域、東部開発地域の既存の6ヶ所の水産開発センターの強化、極西開発地域の既存水産開発センターの再建、中西部開発地域に水産開発センターの新設が計画され、民間部門では、タライでの1,400haの養殖池新設や種苗生産施設、魚販売施設の改善計画等への融資を計画している。「第二次養殖開発計画」では、また漁民の能力範囲内で生産性や収益性を増すための研究、普及、訓練計画を含んでいる。

2.4 水産開発計画

2.4.1 第7次5ヶ年計画（1984/85-1989/90）

ネパール政府の第7次5ヶ年計画（1984/85-1989/90）では、タライ溜め池の最大限の利用を目指し、タライに重点的に人材と施設を配置し、生産重視の研究、研修を始めたが、同時に、中部岳稜地帯の天然水体にも注目し、天然水体での養殖の開発可能性の調査が優先的に取り上げられた。タライ溜め池での温水性魚の養殖研究、研修の中心施設として、ジャナカプールに養殖研究訓練センター（ACTAR）が設置された。

開発が進んでいるタライの溜め池に比べると、天然水体の水域の養殖開発は立ち遅れている。ネパールの水域面積は、全体で1986年現在731,500haである。このうち、村落池が5,000 ha、灌漑稲田が325,000haで残りが天然水体である。今後、発電所建設や灌漑のプロジェクトで増加する人造湖面積は78,000ha程度と推定されており、「第二次養殖開発計画」で建設が予定されている養殖池の1,400haを加えても、タライの溜め池面積に比較して膨大な天然水体の水域面積が存在する。

2.4.2 第8次5ヶ年計画（1990/91-1994/95）（案）

第8次5ヶ年計画（1990/91-1994/95）（案）では、引き続きタライの溜め池養殖生産の拡大を追求して行くとともに、中部岳稜地帯の天然水体の水産利用への本格的取り組みが水産分野の重点施策として取り上げられている。

第8次5ヶ年計画（案）での天然水体の水産利用は、主として次の4施策に重点が置かれている。

- 1) 天然水体の環境保全と水産資源学的調査の実施
- 2) 網生簀養殖、ベン養殖の普及
- 3) 経済的に重要な在来種であるアサラ、カトレ、サハールの増養殖技術の確立
- 4) 天然水体の開発の本部としてのゴダワリ水産開発センター、湖沼開発を担当するボカラ水産開発センター、河川開発を担当するトリスリ水産開発センター、人造湖開発を担当するクレカニ内水面漁業計画事務所の施設および設備拡充と機構整備

JOCVでは、ポカラ水産開発センターおよびトリスリ水産開発センターに淡水漁業および養殖分野の隊員を派遣するとともに、トリスリ水産開発センター強化のために施設拡充、設備改善を含むミニ・プログラムを実施中であり、UNDP/FAOプロジェクトの成果の普及と冷水性魚の人工孵化研究、餌料研究、河川調査等の基礎研究を継続してきた。

JOCVが主体となって実施してきたネパールでの天然水体での養殖開発の成果は、現在までのところ次の二点が主要なものである。

第一は、経済的に重要な冷水性の在来種であるアサラ、カトレ、サハールの人工種苗生産が試験的規模ではあるが成功したことである。

第二は、ポカラ盆地の湖沼で網生簀養殖が成功していることである。この網生簀養殖は高い収益性があることが実証されており、民間にも普及し、現在では年間約65トンが生産されている。

2.5 要請の経緯と内容

2.5.1 要請の経緯

ネパールの天然水体の多くは中部岳稜地帯に未開発のまま存在していることから、この広大な水域を水産に利用できれば、漁業生産量は飛躍的に増加すると考えられている。しかし、そのために必要な調査・研究はまだ始まったばかりであり、ポカラを除くとこれらの天然水体の水産への利用はほとんど行われていないのが現状である。

農業省水産開発部は、天然水体の水産への利用に関し、湖沼においては網生簀養殖の振興を、河川においては在来種の増養殖技術の確立を柱とした政策を策定し、前者はポカラ、後者はトリスリを拠点と位置づけ、計画の実現に向けて努力している。トリスリを中心に行われている河川の利用形態の調査は、1987年に始まったJOCVによる水産開発ミニプログラムの成果も加わり、順調に進展している。また、ポカラにおける網生簀養殖も、JOCVによる技術協力と相まって急速に普及し、その結果、ポカラ地区に十分な種苗生産ができる施設がないことが、今後の増産のためのネックとなってきた。

ネパール政府は、天然水体の水産への利用を推進するためには、これまでポカラおよびト

リシリ水産開発センターで個別に行われてきた活動成果を統合させることにより、効率的な技術発展を図る必要があると判断している。このため、両者の天然水体での研究を統括するための機関としてゴダワリ水産開発センターが、また、ポカラ地区への種苗生産供給機能ならびに湖沼研究・漁民研修の中心的役割を持つ機関としてポカラ水産開発センターが、それぞれ適切な立地条件を持つ施設候補地として選定され、これらの機関の施設、設備を整備することを目的とした「淡水魚養殖振興計画」を策定し、その実現のために日本政府に無償資金協力の要請を行った。

2.5.2 要請の内容

ネパール政府の要請に基づき、平成元年11月に本計画に対するプロジェクト形成調査が実施され、ネパール政府との協議により技術協力計画案および以下の施設、機材計画内容が確認された。

1. ポカラ／ベグナス湖

- | | |
|-------------------|------------------|
| 1) 親魚池および稚魚池 | 10) 漁網倉庫 |
| 2) 中国鯉およびインド鯉孵化施設 | 11) 生簀監視小屋 |
| 3) 在来魚種飼育実験施設 | 12) 車庫 |
| 4) 各種研究施設 | 13) 飼料製造棟 |
| 5) 研究用機材 | 14) 生簀養殖、ベン養殖用資材 |
| 6) 事務・会議・訓練施設 | 15) 漁業資材 |
| 7) 護岸 | 16) 船外機付きFRPボート |
| 8) 取水および給排水路 | 17) 車両および魚運搬容器 |
| 9) 倉庫 | |

2. ゴダワリ

- 1) 研究施設
- 2) 研究機材
- 3) 流水池

3. ポカラ／ルバ湖

- 1) 出荷用道路
- 2) 出荷検量小屋

基本設計調査団は計画対象地の現況、地形地質、ネパール各地の内水面養殖の現状、関連施設の活動状況、関連資料の収集等の調査を行い、これらの結果に基づき、本調査団はネパール王国農業省、農業局水産開発部との協議を通じ、プロジェクト形成調査団と合意された要請内容の確認ならびに本計画の検討を行った。

基本設計調査団が、ネパール王国政府との協議により確認したネパール政府の計画内容と優先順位の要請項目は、次のとおりである。

1. ボカラ／ベグナス湖

- 1) 親魚池および稚魚池
- 2) 中国鯉およびインド鯉孵化施設
- 3) 在来魚種飼育実験施設
- 4) 各種研究室
- 5) 研究用機材
- 6) 事務室・会議室
- 7) 護岸
- 8) 取水および給排水路
- 9) 飼料製造棟
- 10) 生簀養殖、ペン養殖用資材
- 11) 漁業資材
- 12) 船外機付きFRPボート
- 13) 車両および魚運搬容器
- 14) 流水池
- 15) 生簀監視小屋
- 16) 製氷施設
- 17) 倉庫
- 18) 漁網倉庫
- 19) 稚魚運搬用二輪車
- 20) 車庫

2. ゴダワリ

- 1) 各種研究室
- 2) 研究機材
- 3) 流水池

3. ボカラ／ルバ湖

- 1) 出荷検量小屋
- 2) 同上機材

4. ボカラ／フェワ湖

- 1) 養殖漁民訓練施設

なお、協議の過程において、当初要請にあったルバ湖からの出荷用道路については、用地買収予算獲得の目処が当面ないことから、取りあえずは生産の体勢を整えるのが先決であるとして、今回の対象項目からは外されることになった。

また、ボカラ水産開発センターの養殖漁民研修機能については、当初ベグナス湖に新設される種苗生産センター内部におかれる計画であったが、ベグナス湖はボカラ市から離れているため、研修を受ける漁民の交通、宿泊等の点から既存のフェワ湖のセンター内に設置したほうが便利なことから漁民研修施設をフェワ湖センター内に設置するよう要請の変更があった。

第 3 章 計画の内容

3.1 計画の目的

本計画は、ネパール政府の第8次開発計画に基づき、ポカラ地方に増養殖用種苗を安定供給し、また、中部岳稜地帯の河川および湖沼を中心とした天然水体の水産開発を推進することにより魚類生産の増大を図り、国民のタンパク摂取量の向上ひいては栄養改善に資することを目的とするものであり、下記の内容によって構成される。

- (1) ポカラ地方の養殖用種苗の不足を解消する。
- (2) 漁民研修および養殖資機材の供給を通じ、ポカラ地区の養殖事業の振興を図る。
- (3) 湖沼の特性を解明し、漁業生産の場としての利用形態を探る。
- (4) 在来魚種の増殖による資源回復と生産量の増加に資するための基礎的研究を行う。
- (5) ネパール各地で個別に行われている調査・研究成果を統合し、今後の水産開発をより効率的に行う。

3.2 要請内容の検討

3.2.1 計画の内容と妥当性

ネパールの国民一人当たりの魚類消費量は、FAOの統計（1987年版）によれば1984～86年の平均で0.5kg/年（供給量：7,793ト、人口：16,484千人）となっている。これは同じ年の世界平均12.4kg/年、開発途上国平均8.1kg/年と比較して極端に低い。また、畜産物による動物性蛋白質の摂取量も一人当たり8kg/年程度（水産開発部、1989年）と推測されており、国民の栄養改善は政府の重要な施策とされている。ネパール政府は、国民の摂取する栄養状態を改善するため、水産業においては2000年までに2.03kg/年まで引き上げることを目標にしており、このためには、タライ地方における池中養殖の振興のみならず、広大な天然水体を有効に利用した漁業および養殖生産量を拡大することが不可欠であるとしている。

このように、国民一人当たりの魚類消費量は低い数字となっているが、1975/76年～1984/85年の間の消費量は、年率11.5%の高い伸びを記録している（Sharma, 1985年）。

また、水産開発部の資料（1989年）によると、最近の魚類消費量は下記のとおり報告されている。

漁業生産の種類	単位	達成実績				目標
		1985/86	1986/87	1987/88	1988/89	1989/90
池中養殖 a/	トン	4,112	5,377	6,748	7,157	9,851
網生簀養殖 a/	トン	50	58	67	75	111
漁獲漁業 b/	トン	5,281	5,281	5,281	5,281	5,281
稲田養殖 c/	トン	—	—	4	9	18
合計	トン	9,443	10,716	12,100	12,522	15,261
一人当たり消費量	g	566	626	688	694	823

a/ 民間・政府両セクターを含む b/ 河川、湖沼、人造湖、稲田での漁業
c/ 民間セクターのみの生産

ポカラ水産開発センターでは、ポカラ地区を中心とするカスキ郡における1989/90年の一人当たり魚類消費量を約0.5kg/年と推定しており、また、1994/95年までにこれを1.2kg/年程度まで引き上げる計画を策定している。ネパールの魚類消費量は、全国平均でも過去5ヶ年間に約1.5倍の増加を示し、ポカラの網生簀養殖生産においては2倍以上の値となっているが、それでも絶対的な摂取量はまだ低い。魚類消費量が少ない原因は、その絶対供給量が不足していることに起因するものであり、魚類に対する嗜好性が低いからというわけではない。むしろ魚類は、極端な菜食主義者を除けば、宗教的な制約のない動物蛋白として山羊肉に匹敵する価値を持つものである。したがって、動物性蛋白源としての魚類の価値は、今後さらに増大していくことが見込まれる。これらのことから、1994/95年までにポカラ地区の魚類消費量を1.2kg/年まで引き上げことは、過去の消費量の増加率からも、また、現在の摂取量の水準からも達成可能かつ妥当な数値であると考えられる。

このような強い魚類需要があるにも係わらず、ポカラ地区には未だに十分な量の種苗が供給されていない。これは、増大する需要に見合う魚類を生産するため、タライを中心とした養殖生産の強化に力が注がれてきた結果、タライでの養殖用種苗の需要が急増し、ポカラに種苗を供給する余裕が小さくなったことに起因する。ポカラ地区の網生簀養殖に代表

される養殖形態は、天然水体の基礎生産力を利用した無給餌、無施肥によるものであり、種苗の購入以外の運転資金は必要とせず、初期投資も網生簀資材の購入費のみと軽微であるなど極めて経済性の高いものである。このため、新規に事業に参入を希望する者も多く、また既存生簀にも余力があることから、種苗さえ確保できれば直ぐにでも養殖生産量を増加させることができる体制となっている。したがって、ベグナスに種苗生産施設を新設することは、ポカラ地区の魚類生産量の増大に大きく貢献するものであると判断できる。

種苗の供給とともに、養殖漁民に対して適切な技術指導を行うことが、今後の魚類増産のためには欠かせない。既存の養殖漁民は、これまでのポカラ水産開発センターの指導によって着実に育成されてきているが、今後の増産に向けては一層の技術的向上が必要である。また、新規事業参入者に対する教育や漁業協同組合の育成などを行うため、これまで活動の中心であったフェワに研修の拠点となる施設を建設する必要性が認められる。

ポカラ地区の豊富な天然水体を有効に利用するためには、湖沼の科学的調査を実施し、適性放流技術を確立するとともに、在来魚種の資源回復を図る必要がある。トリスリにおいては、JOCVのミニプログラムによって在来種を対象とした増養殖技術の開発研究が推進されているが、調査・研究の対象は、在来種の生態、食性の解明、種苗生産、飼育技術等の確立から河川調査に至る広範な分野を含み、トリスリだけでは全てに対応しきれないのが現状である。在来主要魚種であるサハールは河川系の魚種であるが、湖にもよく適応し、ポカラ地区においても重要な漁獲対象魚である。ポカラ地区には、サハールの産卵、育成に適した場所が多く、サハールの研究を行うための条件はトリスリよりも勝っている。これらのことから、主にサハールを対象とした在来種の研究を行うため、ベグナスに飼育実験、各種分析・試験を行うための施設を建設することが妥当であると判断される。

放流効果を的確に把握するためには、漁獲データの収集が必要となる。しかし、特にルバ湖南端から出荷される漁獲物についてはこれまで調査がされておらず、統計は不正確なものとなっている。このため、ルバ湖南端から出荷される魚類の量を把握し、漁獲統計の整備ならびに放流効果を知るための施設として、出荷検量小屋の必要性が認められた。

ネパールの養殖は、タライ地方の池中養殖とポカラを筆頭とする湖における網生簀養殖という二形態に分かれて発展してきたが、これまでの養殖生産量の大幅な伸びは、タライに

おける養殖池面積の拡大に負うところが大きい。しかし、タイにある利用可能な水域面積の大部分が既に養殖に利用されているといわれており、今後増産する上では生産性の向上と新たな水域の開発が必要となっている。このため、中部岳稜地帯の広い天然水体を水産に利用する研究が行われるようになり、トリスリは河川、ポカラは天然湖、クレカニは人造湖を担当し、それぞれ個別に調査・研究が行われてきた。水産開発部は、各水産開発センターで独自に蓄積された研究成果および技術を1ヶ所に集中し、総合的に天然水体を開発することが必要であるとし、このための中心機関としてゴダワリ水産開発センターを当てる計画を策定している。

ゴダワリ水産開発センターは、カトマンズ盆地の中にあり、そのために優秀な人材を集め易いこと、清涼で水質の安定した用水を年間を通じて使用できること、電力事情がよく、精密実験など精度を要求される試験・研究の場として適していることなどから、天然水体を統括する機関として適当な立地条件を有している。ここでの活動が本格的に始まれば、各水産開発センターが必要とする技術的なフィードバックが適宜受けられるようになり、同国の水産開発に大きく寄与するものと考えられる。

このように、本計画はポカラ地方の種苗供給と養殖生産増大のための施設機材、天然水体での水産研究を統括的に押し進めるための施設機材を供与するものであり、日本政府の無償資金協力対象案件として妥当であると判断される。

3.2.2 実施運営計画

ベグナス湖に新設される種苗生産センター、フェワ湖の既存水産開発センター内に設置される漁民研修施設およびルパ湖の出荷小屋は、ポカラ水産開発センターに所属する。

ポカラ水産開発センターの現有職員は技術関係48名、事務関係11名の計59名であり、このうち水産行政に携わる水産開発官（上級技術・管理職）は7名である。水産開発部の計画によると、施設完工までには水産開発官5名の増員を行い、ベグナス種苗生産センター4名、ルパ支所2名、ポカラ水産開発センター・フェワ本所6名の体制とする予定となっている。また、中級技術職である技官（Junior Technician：JT）および技官補（Junior Technical Assistant：JTA）各1名を増員してベグナス種苗生産センターに配置する計画である。

ネパールの水産関連技術者は、ACTAR等の研修や実地経験を通じて着実に育成されつつあり、また、ポカラ水産開発センターの現有技術職員は技術的にも優れ、この中から本計画の実施に必要な人材を抜てきして採用するなど、要員の補充に関する問題はない。この増員計画を実施することにより、施設の管理・運営ならびに技術協力を推進するために必要な人員体制が整うものと判断できる。

ポカラ水産開発センターの予算は、第8次5ヶ年開発計画において人件費等の運営経費の他に土地取得費、施設建設費等の特別予算を含み、次のように計上されている。

(単位 千ルピー)

年次	第1年次	第2年次	第3年次	第4年次	第5年次
経常予算	3,221	3,427	3,657	3,528	3,690
土地取得費等	3,025	3,300	4,900	5	5
合計	6,246	6,727	8,557	3,533	3,695

この予算のうち、施設建設費等の特別予算を別にすれば、水産開発部の過去の実績よりみて運営予算の確保は問題ないと判断される。

3.2.3 類似計画、他の援助計画との関連

ネパールの淡水養殖は、ADBをはじめとした援助を得て、タライの溜め池での温水性魚の養殖を中心として発展してきたが、今後の一層の発展のためには、中部岳稜地帯の天然水体での冷水性魚の養殖開発が重要と考えられている。

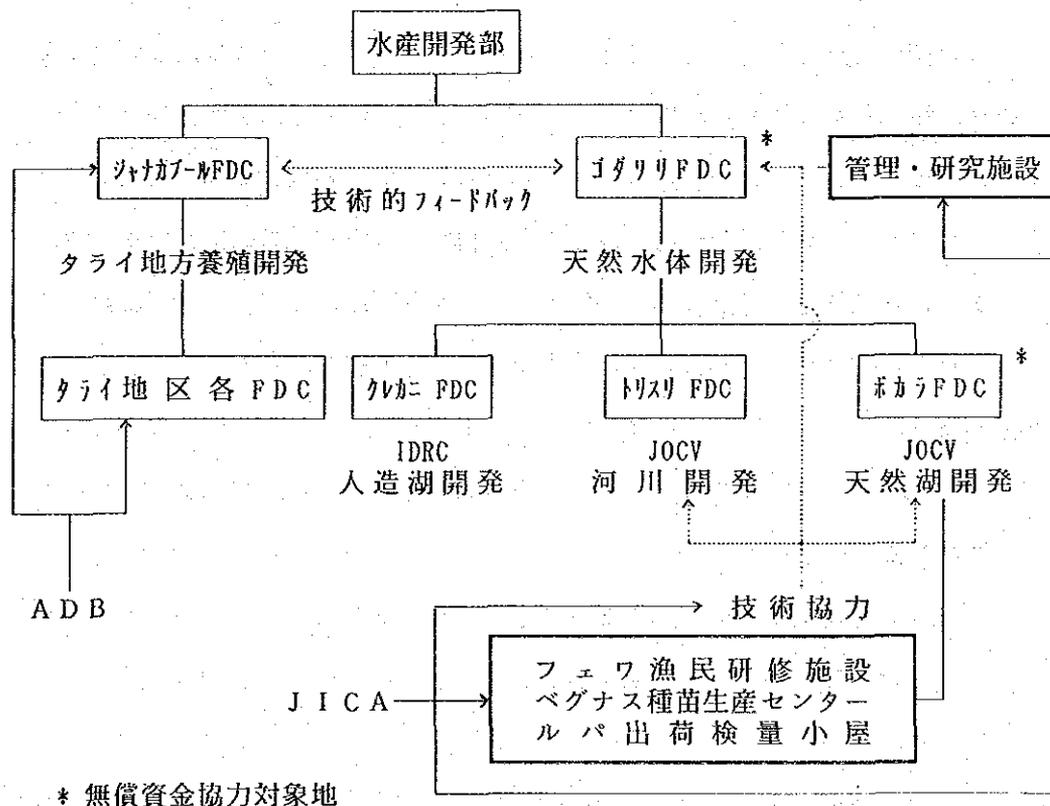
タライ地方の養殖については、ADBが第二次養殖開発計画を実施中であるが、中部岳稜地帯の天然水体の養殖開発に対する援助は、主として日本のJOCVとカナダのIDRC (International Development Research Center) が担ってきた。今回のネパール政府の要請の内容は、第8次5ヶ年開発計画で重点課題とされている天然水体の水産開発について、統括本部としてのゴダワリ水産開発センター、湖沼開発を担当するポカラ水産開発センター、河川開発を担当するトリスリ水産開発センター、人造湖開発を担当するクレカニ内水面漁業計画事務所の各地水産開発センターのうち、カナダのIDRCが援助し、技術協力を実施しているクレカニ内水面漁業計画事務所を除く他の3施設および設備の拡充

整備のための無償資金協力と、淡水魚養殖に係わる専門家派遣等の技術協力である。無償資金協力要請のあった3施設のうち、トリスリ水産開発センターについては既にJOCVがミニ・プログラムにより施設の整備を実施しており、プロジェクト形成調査団により当面、施設・設備の拡充整備の必要なしと報告され、今回の基本設計調査の対象にならなかったものである。

ネパール政府はこれまで中部岳稜地方での水産振興に重要な役割を果たしてきたJOCVの活動を評価し、天然水体の水産開発を行う場合、技術的にも、また、資金的にもわが国から協力を得ることが最も適切であると判断し、本計画が要請されたものである。

3.2.4 計画の構成要素

本計画は、ポカラ地区の増養殖生産量の増加に直接寄与するための施設および資機材と、中部岳稜地帯における天然水体を将来漁業生産の場として開発していくための基礎研究を行う施設を供与するものであり、後者は間接的にネパールの漁業・養殖に役立つものであるといえる。ネパールの水産開発の方向性と本計画の構成要素の位置付けは、概略下図のとおりとなる。



要請施設の建設予定地は、ベグナス、フェワ、ルパ（以上 ボカラ地方）とゴダワリの4ヶ所の敷地に分かれている。ベグナス、フェワ、ルパはボカラ水産開発センターに所属し、ゴダワリはゴダワリ水産開発センターの敷地内に建設予定されている。

ベグナスに要請されている施設は、中国鯉、インド鯉、コイなど養殖対象種の種苗生産のための親魚池、孵化棟、稚魚池、取水施設、給排水施設、倉庫棟、仮泊所、出荷池と、在来種の研究のための管理研究棟、飼育実験棟、流水池であり、その他堤防、連絡橋から構成されており、いずれの施設も計画を実施するために必要な施設である。

フェワには養殖漁民の研修施設が要請されており、新たに養殖を始めようとする漁民の研修や既に養殖をしている漁民の技術向上を図ろうとするものである。

ルパにはルパ湖からの魚の出荷量その他のデータを収集するための出荷検量小屋が要請されている。

ゴダワリには研究管理棟と流水池が要請されている。ゴダワリは天然水体の水産開発に関する中央水産研究所としての位置付けがなされており、これらの施設はこの機能を果たすためには不可欠なものである。

機材については、飼育実験用機材、種苗生産用機材、生物調査用機材、理化学機器、飼料製造用機材、稚魚輸送用機材、網生簀用資材、ペン養殖用資材等の必要機材が要請されている。機材の選定に当たっては、同時に要請されている技術協力との関連性を考慮に入れる必要がある。

3.2.5 要請項目の検討

(1) ベグナス種苗生産センター／ボカラ水産開発センター

1) 種苗生産施設

A. 種苗生産池

ベグナス種苗生産センターでの種苗生産対象魚種は中国鯉、インド鯉およびコイであり、計画生産量に見合う規模の親魚池および稚魚池が必要となる。また、在来種

の研究を行う飼育実験棟に付属して、屋外に流水試験池を、出荷のための調整池として稚魚および食用魚を蓄養する小型の蓄養池が必要となる。池の周囲には、ヤギ、ウシ、水牛等の進入防止の柵が必要である。

B. 孵化棟

中国鯉およびインド鯉は池中で自然産卵しないため、産卵誘発を行うための施設として孵化棟が必要となる。孵化棟には、親魚の蓄養および熟度鑑定を行うための調整槽、産卵に必要な流速（0.2～0.3m/秒）が得られる産卵槽、受精卵を孵化させるための孵化槽および孵化稚魚が卵黄を吸収し、浮上するまでの飼育を行う養成槽が必要となる。

C. 取水施設

各施設の用水は、ベグナス湖の水を用いる。敷地の現地盤はベグナス湖面よりも低いため、運営経費が軽減できるサイフォン方式による取水施設が必要となる。また、各施設の雑用水として使用するため、地下水取水を行う井戸が必要である。

D. 濾過槽

受精卵の正常な発生を確保することと同時に、食害魚等を排除するため、孵化棟への給水は湖水を濾過して用いることから、濾過槽が必要である。

E. 給排水路

ネパールで維持管理が容易な高低差を利用した開水路方式による給排水路を整備する必要がある。また計画では、取水管はサイトの南側に敷設される予定であるため、将来灌漑水路北側のサイトに稚魚池を拡張する場合には、サイト北側へ給水するための灌漑用水路を横切る水路橋が必要になる。

2) 飼育実験棟

ここでの飼育対象魚種は、市場価値の高いコイ科の在来種であるサハール、カトレ等である。サハールおよびカトレの研究はトリスリでも行われているが、トリスリの研究では河川での増養殖を主体にしているため、湖沼でのサハールおよびカトレの増養殖開発のために飼育実験棟が必要である。

3) 管理・実験棟

湖沼の基礎データの収集と分析、在来種の湖沼での生態研究、放流事業による効果の解析、餌料の栄養学的試験・研究を行うことが天然水体での養殖振興のためには

重要であることから、生物実験、化学実験、薬品庫、チャンバー室などの実験諸室が必要となる。

また、種苗生産センターの運営機能もここに位置するため、所長室、外国人専門家室、会計室、職員室、図書室および会議室等の管理諸室が必要となる。

4) 飼料製造棟

未利用資源から適当な養殖用飼料を開発することは、今後の水産開発部の重要施策である天然水体からの漁業生産量を増加させる上で重要な意味を持っている。このことから、種苗生産用および在来種の飼料開発を対象としたごく小規模な飼料製造棟が必要である。

必要な機能は、粉碎機、攪拌機、造粒機等機材の稼働、原料および製品の保管およびペレットを乾燥させるための天日干しスペースである。

5) 基盤施設

以上の施設を運営するためには、灌漑用水路が敷地を二分するようになっており、稚魚の分養、出荷のための活魚トラックが走行可能な敷地に入るための連絡橋、敷地内道路の整備を行う必要がある。また、サイト南側の放流口下のKhudi川沿いに増水時の被害から施設を保護するため、堤防が必要となる。

6) 管理運営施設

以上の施設の管理運営のため、倉庫、漁具庫、網修理場、監視人小屋が必要である。また、夏期の猛暑期の稚魚の出荷に必要な氷を製造する小規模な製氷施設、および産卵、孵化時期は夜間作業が長期間継続するため、技術者の仮泊所が必要である。なお、要請に挙げられていた車庫については、必ずしも種苗供給機能に不可欠とは考えられないため、本計画の対象から外した。

7) 試験研究、種苗生産用機材

親魚、稚魚の出荷計量を行うための秤、取り上げ用の引網、たも網等の機材が必要となる。

在来種の飼育実験を行う飼育実験棟には、孵化槽、餌付槽、飼育槽、餌料生物培養

槽、実験水槽などの他に、送気用ブロー、秤、各種水質測定器等の機材の整備が必要である。

また管理研究棟の必要機材として、生物観察用の顕微鏡、湖沼データ収集のためのサンプル採集器、各種水質測定器、栄養学的試験用の分析機器、ドラフトチャンバーおよび汎用理化学機器などの整備を要する。

飼料製造棟に必要な機材は、粉碎機、攪拌機、造粒機等である。

本格的な種苗放流事業を開始するに当たって、その効果と最適放流尾数および放流魚種の割合などを調査し、湖面を漁業生産の場として最大限に利用するための一環として放流魚の再捕率を高めることが必要であり、このために必要な刺網材料を本計画に含める必要がある。

本施設で生産された種苗の民間養殖者に対する配布、養殖技術指導のために、稚魚輸送用の小型トラック、輸送用水槽、トラックが入れない場所への稚魚輸送のためにリヤカー付き自動二輪車、および湖の対岸への道路によるアクセスが悪いため、稚魚輸送、普及活動および湖沼調査を兼ねた船外機付ボートが必要となる。

8) 養殖用資材

天然水体での魚類生産量の増産に当たり、現状での問題点は種苗不足と生簀用資材の不足である。このため、網生簀養殖の普及に必要な網生簀用、ペン養殖用網地を本計画に含めることにする。

本計画では、水産開発部が漁民に網地を直接売ることによって、これを回転基金として運用し、さらに新しく網地を漁民に供給することにより、結果として網生簀容積の拡大とそれに伴う養殖生産量の増加が期待できる。

また、網生簀の普及のためには、湖上に盗難防止用の生簀監視小屋が必要である。

(2) フェワ漁民研修施設／ポカラ水産開発センター

ポカラ水産開発センター／フェワは、ポカラ地区の水産開発の拠点として、養殖用種苗生産、食用魚等の生産を行うと同時に、湖沼調査、在来種の調査・研究、漁民への養殖普及ならびに水産振興のための活動、水産行政、管理運営業務などを行っ

ている中心機関である。

網生簀・仕切り養殖は、漁民にとって比較的新しい漁業生産方法であり、養殖生産の拡大のためには、新規参入者への研修訓練は欠かせない。また既就業者に対するより効率的な養殖法の研修訓練も生産性向上のためには必要である。ポカラ水産開発センターでは、第8次5ヶ年計画の中でこれら漁民に対する訓練・教育を強化し、単位面積当たりの生産性を向上させるなど漁業の振興を図る計画を策定しているが、既存施設には研修を行うための施設の余裕がない。したがって、今後の漁業振興と生産目標の達成のためには生簀面積の強化と相まって、これら漁民への研修、訓練を目的とした施設が不可欠である。

一方、フェウ湖はポカラで最大の湖であり、ここでの湖沼調査を継続することは重要な課題となっている。既存湖沼学研究室は、管理事務棟の2階にあり、JOCVの歴代隊員もここで業務を行っているが、生物学実験室とも兼ねており、今後放流事業評価を含む総合的な湖沼学研究を行う場としては手狭なものとなっている。

このように、湖沼学研究室としても今後の活動に照らして手狭なこと、研修・訓練を行うための必要な教室がないことなどにより、新たな研修施設を建設することが必要である。

(3) ルバ出荷検量小屋／ポカラ水産開発センター

ルバ湖は、ポカラ3湖の中では最も生産性に富む湖であるが、アクセス道路がないため、ルバ湖南端から出荷される魚については生産量、出荷量の把握が極めて困難な状況にある。放流事業が始まれば、その波及効果を知るためにより正確な漁獲量の調査が必要になる。このことから、ルバ湖南端からの出荷量および出荷魚の各種データを収集するための出荷検量小屋の建設が不可欠である。本施設での主業務は、出荷魚の計量・体長測定と統計収集であることから、秤、体長測定器などが必要となる。

(4) ゴダワリ水産開発センター

ゴダワリ水産開発センターは、これまでトライ向け養殖用種苗の供給地として重要

な地位を占めていたが、トライ地方での種苗生産技術の向上と民間種苗生産者の急速な伸びにより、必要な種苗量がほぼ確保できるまでになったことから、本センターから種苗を供給することはかつてほど重要な意味を持たなくなった。加えて、トライ地方の種苗供給は1994/95年までに60%、2000/01年までに100%民間で賄う計画になっており、本センターの種苗生産機能は今後ますますその意味を失うことになる。

一方でゴダワリ水産開発センターは、水産開発部直属の機関として水産開発に関する研究や研修などを行う総合的な水産試験場としての位置付けがなされているが、これまで中国鯉の種苗生産を主業務として行ってきた経緯から、在来種の飼育や各種実験のための施設、設備が不足している状態で、この分野における活動は立ち遅れている。ネパール政府は、今後の天然水体での水産開発を重視する政策から、本センターを天然水体における水産開発の拠点とし、これまでトリスリやポカラなどで独自に行われてきた成果を統括することによって、効率的な研究および開発を推進する計画を策定している。

計画の推進に当たっては、各種の試験・研究を行うため生物学実験および理化学実験等の基礎的実験が必要であり、そのための必要諸室および理化学機器等の機材を整備する必要がある。

また、本センターは三方を山に囲まれており、ここから1年を通して清涼な湧水を得ることができる。水量は雨期の多い時期で150~200ℓ/秒、乾期で雨の少ない時期で60ℓ/秒程度、水温は18~20℃位で敷地には適当な勾配があることなどから、在来種の研究用流水池を設置するものとする。

3.2.6 技術協力の検討

本計画は、ネパール政府の第8次開発計画中の水産開発計画の重要政策の一つである天然水体の水産開発について、これまでポカラ地方の天然湖を利用した網生簀養殖およびトリスリにおける在来種および河川の調査・研究等、中部岳稜地方での水産振興に重要な役割を果たしてきたJOCVの活動を評価し、我が国に対し天然水体の水産開発についての技術的、資金的援助が要請されたものである。このため、無償資金協力により、中部岳稜地

帯での養殖生産増大のための種苗生産センターおよび天然水体開発のための調査研究を推進する施設を供与するだけでなく、天然水体の調査・研究を推進する上では、引き続き JOCV による技術協力と JOCV では対応が困難な技術的問題を解決するための専門家による技術協力が不可欠であると考える。

なお、基本設計調査団との協議の過程で農業省上層部より、ネパール国政府は下記項目も技術協力の内容として含むよう希望していることを日本政府に伝達することが要請された。

- (A) 河川が天然水体の大半を占めるため、プロジェクトの対象の中にトリスリ河のみでなく、他の一、二の河川も含めること
- (B) 湖、貯水池のシルテーション問題を解決するための手段方法の提言
- (C) 天然水体における魚類の天然餌料を増大させるための技術の提言
- (D) ダムに建設されるべき適正な魚道のデザインの提供

3.2.7 協力実施の基本方針

種苗生産センター予定地のベグナスには、灌漑用ダムおよび水路があり、豊富な用水が得られ、またインフラも整備されている。ベグナスのあるポカラ地方は、ネパールの水産開発の重要課題である天然水体の増養殖生産の中心地方として期待されており、種苗生産の計画地として適切と考えられる。敷地については、平坦で、施設建設可能な地盤条件を持つ施設用地が確保されており、水産開発部ではさらに敷地北側の隣接地についても用地取得の手当てをしている。

養殖漁民研修施設の建設予定地は、ポカラ水産開発センター（フェワ本所）内であり、必要な基盤施設は整っている。敷地も予定施設を建設するのに問題はない。

ルパの出荷検量小屋は、電気も水道も必要ない小規模な施設であり、敷地も湖畔の国有地内に確保されている。

ゴダワリの研究管理施設、試験流水池は、ゴダワリ水産開発センター内に建設予定であり、電気水道等のインフラは整備されている。

運営体制については、プロジェクト形成調査団との合意議事録にもあるように、既存の水産開発センターの技術者、職員が移行する他に新たな人員増強も計画されており、運営予

算も第8次5ヶ年計画にも計上され、確保される見通しなので問題がない。

本計画施設は、主として中部岳稜地帯の天然水体での冷水性魚の水産開発を目的としているものであり、トライ平原地方でADBが実施している温水性魚の溜め池養殖、カナダのIDRCが実施しているクレカニの人造湖での養殖開発等の他の援助計画や類似計画と重複する可能性はないと判断される。

プロジェクト形成調査で明らかにされているように、本計画はJOCVが従来行ってきた技術協力が基礎になり発展してきたものである。またネパール政府も、その経緯を踏まえて我が国に対し施設、機材の無償資金協力と天然水体の養殖の研究を一層発展させ、種苗生産をより効率的に実施するための技術協力を要請してきたものである。技術協力については、今後もJOCVによる技術協力を引き続き行うとともに、専門家の派遣を含む一層有効な協力形態をとる必要があると思われる。

以上の要請内容の検討結果から、本計画の実施については、その効果、現実性、相手国の実施能力等が確認されたこと、本計画が無償資金協力の制度に整合していることなどから、日本の無償資金協力で実施することが妥当であると評価される。したがって、本計画の実施に当たり、わが国の無償資金協力を前提とした基本設計を進めることとする。なお、本計画には我が国プロジェクト技術協力が予定されており、その進捗状況と合わせて導入することがより効果的と判断される研究、実験機材等の機材類については、基本設計の対象から外した。

3.3 計画施設の概要

3.3.1 実施機関および運営体制

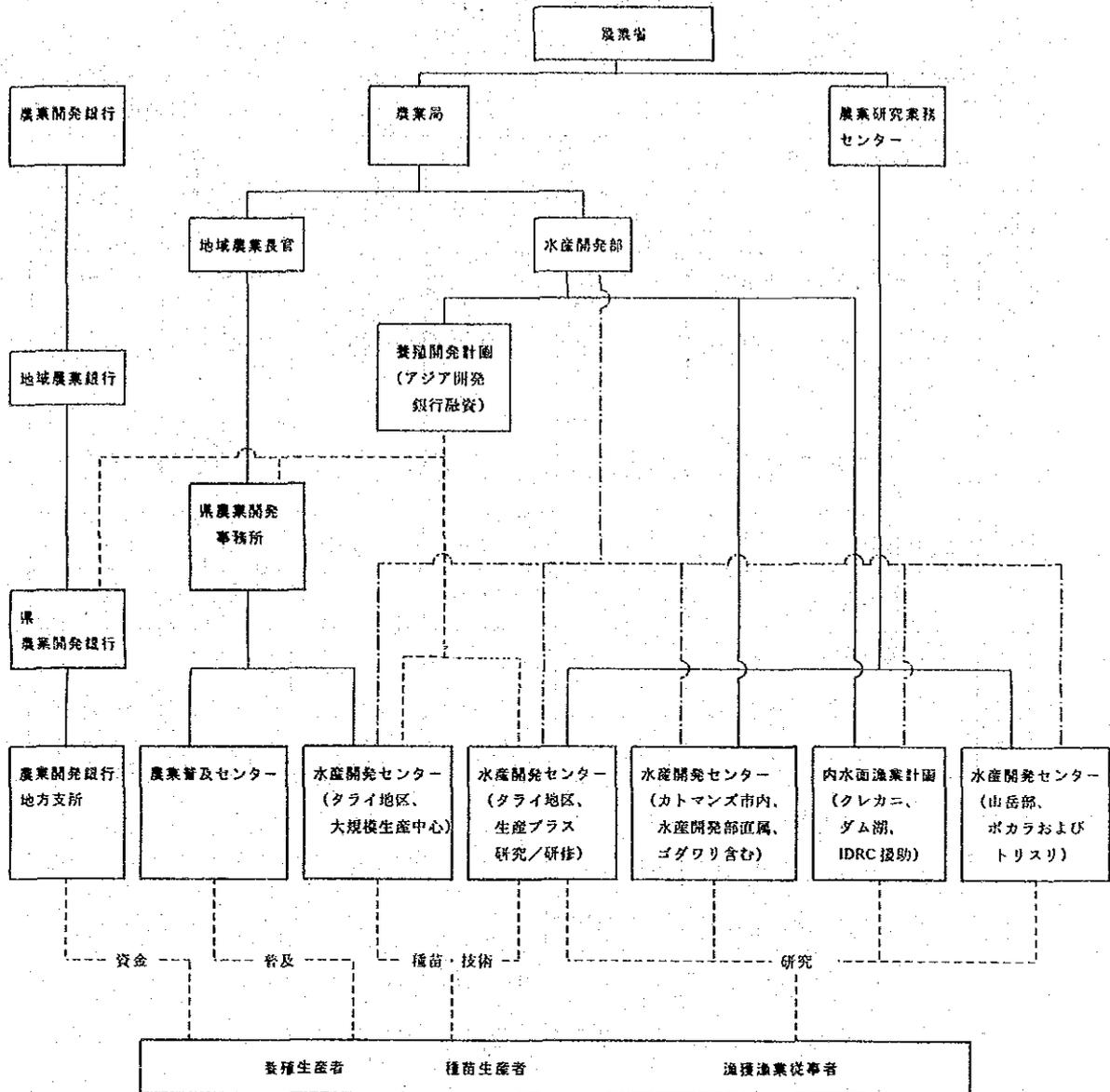
本計画の事業実施および施設機材の維持運営については、農業省農業局水産開発部 (Fisheries Development Division:FDD) が責任を持つ。

水産開発部は農業開発、生産を担当する農業局の中にある水産部門の技術担当部であり、水産開発の企画立案、監督を行っている。水産研究に関しては、農業省に農

業研究を統括する国立農業研究業務センター(National Agriculture Research and Service Center: NARSC)が設置され、同センターが水産分野の研究も統括することになっているが、設立後まだ日が浅く、水産研究にまで手がまわらないのが実情で、各地の水産開発センターで行われている研究活動についても水産開発部が実質的に監督を行っている。

ネパールには現在、各地域の水産開発に責任を持つ水産開発センター7ヶ所、内水面漁業計画事務所1ヶ所、研究活動が主体の水産開発センター5ヶ所があるが、生産活動主体の水産開発センターについては、行政機構上、各開発地域毎の地域農業長官事務所(Regional Agriculture Directorate)の下に位置している。

水産開発部の直轄下にあるのは、IDRCの援助を受けているクレカニ内水面漁業計画事務所とカトマンズ近郊のバラジュ水産開発センターおよびゴダワリ水産開発センターのみであるが、ADBの「養殖開発計画」のプロジェクト地域内の水産開発センター7ヶ所については、センターと農業開発銀行等の関連機関、各センター間の調整、全体的な監督のため「養殖開発計画」プロジェクト本部が水産開発部の下に置かれており、各地の水産開発センターは実質的には水産開発部の監督下にあるといえる。ネパールの水産行政機構は、下図のとおりである。



- 農務省: Ministry of Agriculture
- 農業局: Department of Agriculture
- 農業研究業務センター: National Agricultural Research and Service Center
- 地域農業長官: Regional Agriculture Directorate
- 水産開発部: Fisheries Development Division
- 県農業開発事務所: District Agriculture Development Office
- 農業普及センター: Agriculture Service Center
- 水産開発センター: Fisheries Development Center
- 農業開発銀行: Agriculture Development Bank
- 養殖開発計画: Aquaculture Development Project
- 内水面漁業計画: Inland Fisheries Project

3.3.2 事業計画

(1) 種苗供給目標量の検討

第8次5ヶ年計画によるポカラ地区での魚類増養殖生産計画は以下のとおりである。

(単位：トン)

年 度		90/91	91/92	92/93	93/94	94/95
区分・漁業種別						
民間 セ ク タ ー	1. 湖内漁業・養殖					
	(1) 網生簀・仕切養殖	60	85	109	147	160
	(2) 放流漁業	61	64	67	74	83
	小 計	121	149	176	221	243
	2. 池中養殖	45	50	65	75	100
	3. 稲田養殖	2.6	2.9	3.6	4.6	5.7
政府	4. 網生簀養殖	9.0	9.2	9.7	10.1	10.3
	合 計	177.6	211.1	254.3	310.7	359.0

ポカラ水産開発センターによれば、1989年のポカラ地区を中心としたカスキ郡の人口は 294,000人程度であり、養殖生産 161トン、一人当たりの魚類消費量はおよそ 0.5 kg/年であったとしているが、河川漁業等による在来種の消費量は勘案されていないと考えられることから、実際の消費量はやや高くなるものと推定される。また、1995年の同人口は 343,000人程度になると見積られ、養殖生産量 359トンに在来種の放流効果や河川漁業による生産量を見込むと、一人当たりの魚類消費量は 1.2 kg/年程度まで引き上げることが可能であると考えられる。1994/95年における魚類生産量目標の 359トンは、魚類需要から推定して過小であっても過大なものではなく、したがって、これを達成するために必要な生産規模で計画を行うものとする。359トンの魚類を生産するために必要な種苗量を推定すると、以下のとおりとなる。

	計画生産目標 (トン)	漁獲サイズ (kg/尾)	必要生残尾数 (尾)	種苗供給量* (尾)
網生簀・ 仕切り養殖	170	0.5 kg	340,000	720,000
池中・稲田養殖	106	0.5 kg	212,000	480,000
放流漁業	83	1.0 kg	83,000	830,000
合計	359			2,030,000

*種苗供給量(小型種苗換算)

網生簀・仕切り養殖 : $340,000 \div 0.5 \div 0.95 = 720,000$ 尾
 池中・稲田養殖 : $212,000 \div 0.5 \div 0.9 = 480,000$ 尾
 放流漁業 : $83,000 \div 0.5 \div 0.2 = 830,000$ 尾

ネパールでは、一般的に小型種苗(1~2gサイズ)から大型種苗(10~25gサイズ)までの生残率は50%程度とされており、また、大型種苗から出荷までの尾数歩留りは網生簀・仕切り養殖の場合で95%、池中・稲田養殖の場合で90%程度が期待できる。また、湖における魚類の生産性は、これまでの実績から無給餌でも年300~700g/尾であり、平均尾重500gは期待でき、さらに池中・稲田養殖においては飼育管理が適当であれば同500gが期待できるものとして推定した。

一方、種苗の放流による効果は、不確定要素が大きく一概に判断できないが、10~25g程度の大きさの種苗であれば食害による減耗は少ないと考えられ、湖からの逸散を防げば相当数の再捕が可能であると思われる。これは、網生簀等から逸脱したと見られるハクレンおよびコクレンの湖での漁獲が1988年7月~89年6月の1年間に24トンほどあることから明らかであり、計画的な放流事業を実施すれば、湖内に残留する数は現状のままでも少なくないと推定される。漁獲されたものの中には10kgを越えるものも多い。さらに、フェワ、ベグナスおよびルパ3湖の水面積は合計でも約900haとさほど大きくはなく、水深も最大で8m弱と浅いことから、再捕獲に関しての問題は少なく、漁獲努力量にもよるが比較的高い回収率が期待できるものと考えられる。これらのことから、累積20%の再捕率と平均尾重1.0kg程度は期待できるものと推定した。

以上のことから、当面の生産目標を第8次5ヶ年計画の最終年に当たる1994/95年の増養殖生産量においた場合、必要な種苗供給量は小型種苗換算で2,030,000尾となる。このうち、民間から供給される計画の種苗（いずれも小型種苗）は、中国鯉98,000尾、インド鯉63,000尾、コイ85,000尾の合計246,000尾であり、したがって本施設で生産の対象とする種苗の供給量は、

$$2,030,000 - 246,000 = 1,784,000 \text{尾}$$

となる。

なお、ポカラ水産開発センターの既存種苗生産施設は、本計画による施設が稼働を始めた後は、徐々に生産施設は研修用として利用していく計画となっていることから、予定の種苗供給量全てをベグナス種苗生産センターで賄う計画とすることが妥当である。

これら種苗の内訳は以下のとおりである。

本計画で対象とする種苗生産量

(単位：千尾)

魚種	中国鯉		インド鯉		コイ		合計	
	Fry	A.F.	Fry	A.F.	Fry	A.F.	Fry	A.F.
網生養殖用種苗	—	290	—	—	—	—	—	290
仕切り養殖用種苗	—	42	—	28	—	—	—	70
放流漁業用種苗	—	208	—	207	—	—	—	415
池中養殖用種苗	175	—	70	—	105	—	350	—
稲田養殖用種苗	—	—	—	—	130	—	130	—
ポカラ地区での必要種苗量	175	540	70	235	235	0	480	775
民間による小型種苗生産数	98	—	63	—	85	—	246	—
本計画施設の生産対象尾数	77	540	7	235	150	0	234	775
(小型種苗換算尾数)	1,157		477		150		1,784	

注：ここでは、種苗の大きさを区分するための手段として、下記の用語を便宜的に使用することとする。

孵化稚魚(Hatchling)

小型種苗(Fry)

大型種苗(Advance Fingerling, A.F.)

孵化稚魚

1~2gサイズの稚魚

10~25gサイズの稚魚

また、文中の中国鯉、インド鯉およびコイとは、それぞれ下記の魚種を指すものとする。

中国鯉

𩰶 (Hypophthalmichthys molitrix)、𩰶 (Aristichthys nobilis)、𩰶 (Ctenopharyngodon idella)

インド鯉

𩰶 (Labeo rohita)、𩰶 (Catla catla)、𩰶 (Cirrhinus mrigala)

コイ

𩰶 (Cyprinus carpio)

(2) 種苗生産の概要

ポカラ水産開発センターにおける種苗生産は、基本的には施肥および給餌を取り入れた形態によって行われている。ただし施肥は、主にアヒルの飼育による排泄物で賄われているが、その他の畜産および農産廃棄物あるいは無機肥料等の使用量は少なく、生産性が充分高いといえる状態ではない。また初期餌料として、池出し後の一週間は鶏卵が与えられ、その後第8週までは大豆粉を主体とした餌が投与されているが、栄養的には必ずしも充分ではない。したがって、養魚形態としては粗放的な状態に近く、自然の生産力にかなりの部分を依存していると考えてよい。造池した当初はこの生産性は特に低く、経年ごとに底土は肥沃化し生産性も高まるものであるが、以上のことを考慮すると、本計画では1ヘクタール当たりの生産性を2トン程度して規模の設定を行うことが妥当である。

また、配布する大型種苗の大きさを全て15~20g以上とすることは、利用可能な土地面積と上記の生産性から困難が予想されるため、本計画においては生産する大型種苗の大きさを10gとした場合に必要となる規模を検討する。

ポカラ地区における各対象魚種の産卵時期は、概ねコイが3~4月、中国鯉が5~7月、インド鯉が7~9月となっている。これら魚種の種苗生産に要する期間は、孵化稚魚から小型種苗(1~2gサイズ)までに約2ヶ月、同小型種苗から10gまでに約3ヶ月、10gから20gまでに約2ヶ月である。年間の生産サイクルを示すと、概略下記のとおりである。

月	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
(中国鯉)																
産卵期間																
養成(0-2g)																
養成(2-10g)																
養成(10-20g)																
(インド鯉)																
産卵期間																
養成(0-2g)																
養成(2-10g)																
養成(10-20g)																
(コイ)																
産卵期間																
養成(0-2g)																

a) 中国鯉の種苗生産

中国鯉の産卵は5月から7月にかけて行われ、そのピークは6月である。孵化稚魚から小型種苗までの養成期間は約2ヶ月間であるから、7月から9月にかけて順次1～2 gサイズの小型種苗に成長する。小型種苗の生産目標は1,157,000尾であり、孵化後2ヶ月における平均尾重を1.5 gとして計算すると1,735.5 kgの小型種苗の飼育に対する池面積が必要となる。

$$1,157,000 \text{尾} \times 1.5 \text{ g} = 1,735.5 \text{ kg} \quad \text{①}$$

生産された小型種苗のうち、77,000尾は3～5 gサイズで池中養殖用種苗として出荷され、残りは大型種苗用としてさらに養成する。

ネパールの場合、1～2 gサイズから10 gサイズの種苗とするまでの養成期間は約3ヶ月間であることから、同サイズに達するのは10月から12月頃となる。この間の生残率は50%程度なので、種苗の生産尾数は540,000尾、重量的には5,400 kgに対する飼育池が必要となる。

$$(1,157,000 - 77,000) \text{尾} \times 0.5 = 540,000 \text{尾 (生産目標尾数)}$$

$$540,000 \text{尾} \times 10 \text{ g} = 5,400 \text{ kg} \quad \text{②}$$

b) インド鯉の種苗生産

インド鯉の産卵は7月から9月にかけて行われ、そのピーク月は8月である。養殖方法は中国鯉と同様に行われ、産卵から約2ヶ月後の9月から11月にかけて順次1～2 gサイズの小型種苗に成長する。小型種苗の生産目標は477,000尾であり、孵化後2ヶ月における平均尾重を1.5 gとして計算すると、715.5 kgの小型種苗の飼育に対する池面積が必要となる。

$$477,000 \text{尾} \times 1.5 \text{ g} = 715.5 \text{ kg} \quad \text{③}$$

生産された小型種苗のうち7,000尾は3～5 gまで飼育した後、池中養殖用種苗として出荷され、残りは大型種苗用としてさらに養成する。

1～2 gサイズの小型種苗から10 gサイズの種苗とするまでの養成期間は約3ヶ月であることから、同サイズに達するのは12月から翌年の2月となる。この間の生残率は50%程度なので、種苗の生産尾数は235,000尾、重量的には2,350 kgに対する飼育池が必要となる。

$$(477,000 - 7,000) \text{尾} \times 0.5 = 235,000 \text{尾 (生産目標尾数)}$$

$$235,000 \text{尾} \times 10 \text{ g} = 2,350 \text{ kg} \quad \text{④}$$

e) コイの種苗生産

コイの産卵は3月から4月にかけて行われ、生産対象は小型種苗（1～2 gサイズ）のみであることから養成期間は2ヶ月間であり、3月の孵化稚魚は5月に、4月の孵化稚魚は6月にそれぞれ出荷サイズとなる。計画生産尾数は150,000尾であるので、このときの平均尾重を1.5 gとして225 kgに対する飼育池が必要となる。

$$150,000 \text{尾} \times 1.5 \text{ g} = 225 \text{ kg} \dots\dots\dots \textcircled{5}$$

(3) 研究計画

本計画で対象とする研究課題は、以下のとおり要約できる。

- 1) サハールを主体とする在来重要魚種の生態の解明と種苗生産、飼育技術の確立
- 2) 上記種苗生産に不可欠な適性飼料の開発
- 3) 増養殖振興のための湖沼学的基礎資料の集積と解析
- 4) 湖面の有効利用を目的とする放流効果の解析と適性放流技術の確立

(4) 研修、普及計画

ボカラ水産開発センターでは、すでに約150人の漁民への養殖訓練の実績を持っているが、今後の養殖生産量の増加を図るためには、すでに養殖を行っている漁民に対しても研修の機会を与え、技術レベルの向上を目的とした研修を実施する。また、網生簀養殖の経済性が証明されたことから新規の事業参入希望者も多く、初心者に対する研修が必要となっている。研修は、希望者がまとまった時点で開始され、また必要に応じて個別に巡回指導が行われる計画となっている。研修期間は目的に応じて2～7日程度が予定されている。研修の内容は以下のとおりである。

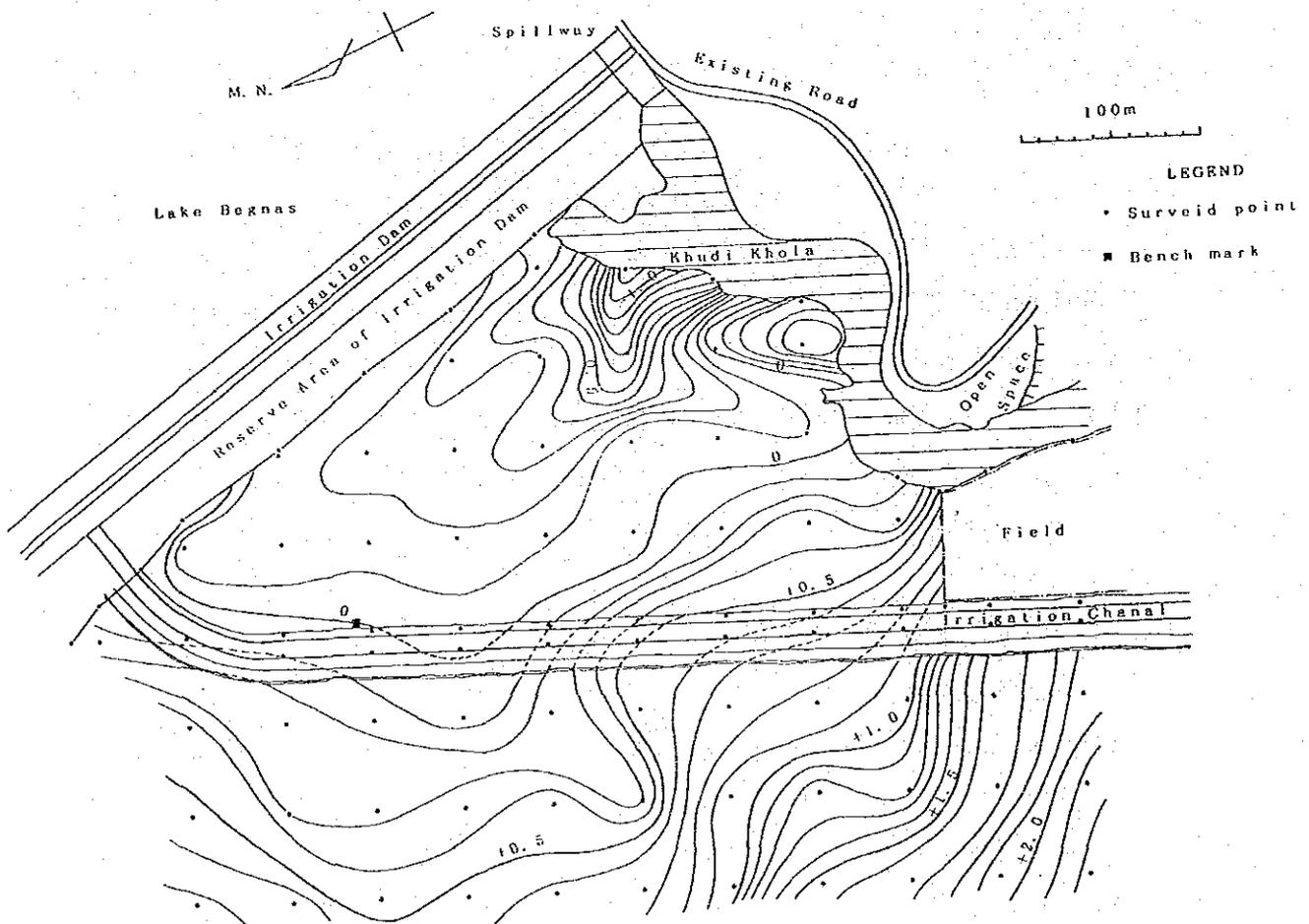
- 1) 魚の基礎知識
- 2) 養殖の基礎知識
- 3) 漁具・生簀の製作、修理方法
- 4) 養成管理
- 6) 魚の適性収容量
- 7) 環境保全
- 8) 種苗生産方法
- 9) 稚魚の飼育方法
- 10) 出荷計画、販売
- 11) 養殖経営

3.3.3 計画地の概要

(1) 計画対象地の現状

1) ボカラ／ベグナス湖

ベグナス湖は、ボカラ市の東北東約10kmにある Khudi川流域の湖であり、灌漑用ダムは、堰堤長540m、貯水池面積 300ha、有効貯水水位差3.6m、灌漑面積 500haで、1988年に完成した。施設計画予定地はダムの下流側、灌漑水路を挟んだ両側の水田地帯である。敷地予定地はおおむね平坦であるが、西～北西が若干高く、東～南東が低くなっている。Khudi川沿いには、下流方向が地表面がより高くなる傾向があり、このことから、ベグナス湖は現在よりも下流に広がっていた時期があったことが推定される。下図に敷地地形図を示す。



現地でのボーリング試験の結果では、表層に約30cm～50cm程度の腐食土の層があり、その下に0.2m～4.5mの灰色砂質シルト層 (Gravelly sand ~ Silty sand with gravel) から構成される)、さらにその下位に暗灰色砂礫層 (Sandy gravel, Gravelly sand, Silty sand with gravel) から構成される) がある。前者は古ベグナス湖底に堆積した層と考えられ、N値は6～13と低い値を示す。後者は河床堆積物 (Pokhara Formation, Yamanaka et. al., 1982) である。砂礫層の礫は深部程多くなる傾向を示す。礫径は50mm以下のものがほとんどであり、よく円磨されている。N値は18～50以上と高い値を示す。

付属図 V-1 に土質調査位置図を、付属図 V-2 に土質柱状図を示す。

現場透水性試験の結果では、透水係数は $10^{-3} \sim 10^{-4}$ cm/sec と地盤の透水性は高く、養殖池の底盤には十分な遮水処理が必要であることが判明した。また地下水位は、ベグナスダムに近い地点では、地表より1m以浅、比較的地表面標高の高い敷地内の Khudi川下流部分では地表より1.4mと高いため、工事施工に当たっては充分配慮が必要である。

ポカラ水産開発センターでは、すでに1988/89に用地 1.6haを取得しており、さらに1989/90年度予算で 3.4ha、来年度予算で 5haを取得する予定である。

現状では、計画敷地付近にポカラ水産開発センター・ベグナス支所があり、事務所 1棟、アヒル小屋 1棟、職員住宅 1棟、生簀 10面、ボート 2隻の施設、機材がある。

2) ポカラ/フェワ湖

計画の建設予定地は、ポカラ市に隣接し、フェワ湖に面している。施設総面積 1.3ha (内池面積 0.3ha、建物面積 0.3ha、道路・ガレージ部分 0.7ha) と狭いが、付近は環境保護地区に指定されているため、施設敷地拡大は不可能となっている。計画の漁民研修施設の建設予定地はガレージ跡であり、電気、水道等も敷地内に布設されている。

ポカラ水産センター内にある現状の建物は、倉庫 1棟、事務所兼ラボ 1棟、孵化棟

1棟、職員住宅3棟、ボート建造場1棟、発電小屋1棟、アヒル小屋1棟、ポンプ小屋1棟であり、その他機材としては、ボート3隻、生簀28面を所有している。

3) ポカラ／ルパ湖

ルパ湖はベグナス湖と尾根一つ隔てた隣であるが、湖畔につながる道路が整備されていない。ルパ湖の南側はポカラ盆地に開けており、乾期には車両の通行も可能となるがアクセスには難点がある。計画の出荷検量小屋は、湖岸南端の平坦地に建設される予定になっている。電気水道等の基盤施設はないが、出荷検量小屋には必要とされていないので問題はない。

ルパ支所に所属している既存施設、機材は、事務所1棟、職員住宅1棟、ボート2隻、生簀32面である。

4) ゴダワリ

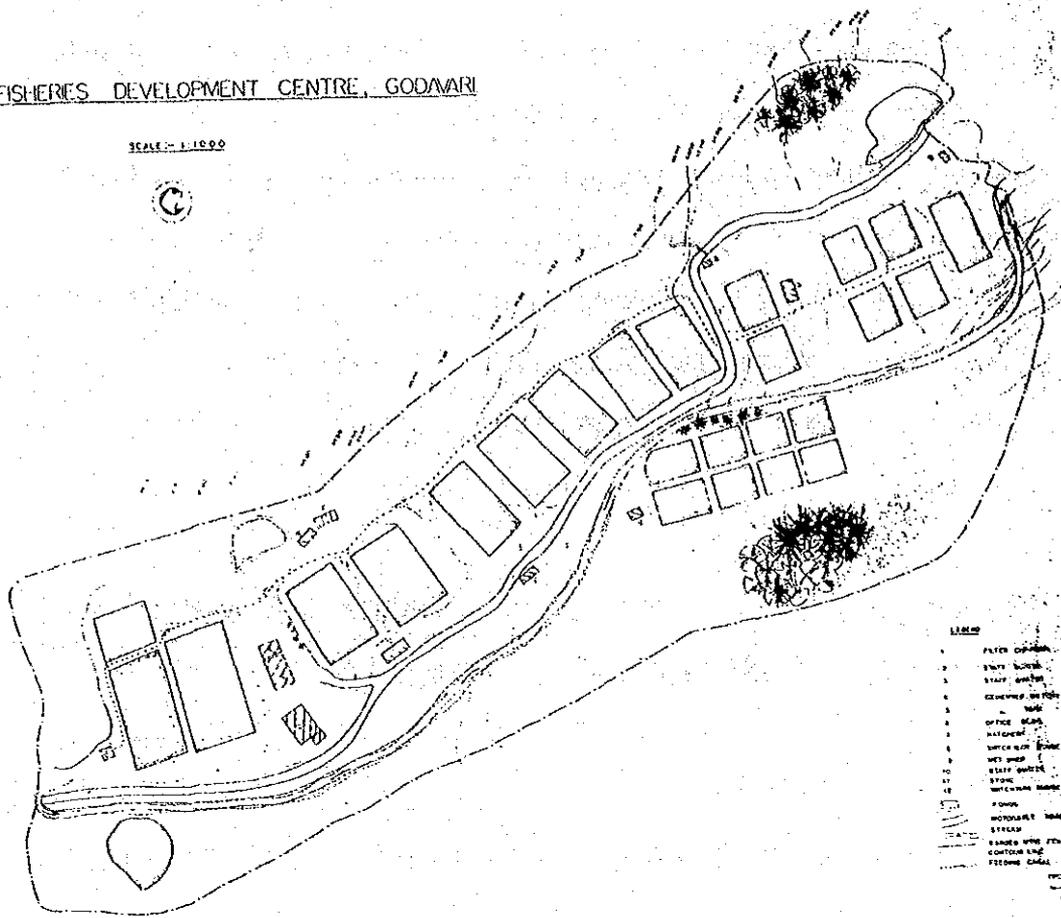
ゴダワリ水産開発センターは、カトマンズ盆地の南東端、カトマンズ市内から約15kmの距離の渓谷にあり、施設総面積約3haである。センター後方には盆地を取り囲む山が迫っている。このため、門から敷地の奥に行くにしたがってなだらかな上り傾斜となっている。水源は、乾期の最も少なくなる時期で毎秒60ℓ程度の水量、夏期20℃を越えることがあるものの、平常は18～20℃程度の水温であること、背後の山を起源とする湧水であり、氷河に由来しないため年間を通じて澄んでいることから、流水式養殖には極めて有利であり、中部山岳部の天然水体の調査・研究の中心機関として、在来種の飼育実験を行う上で条件が揃っている。

現状の建物は、事務所兼ラボ1棟、職員住宅2棟、孵化棟1棟である。計画の管理研究棟は、職員住宅前の平坦な空き地に、試験流水池は、現在未使用の稚魚池に建設が予定されている。電気、水道は敷地内に布設されており、問題はない。

次にゴダワリ水産開発センターの地形図を掲げる。

FISHERIES DEVELOPMENT CENTRE, GODAWARI

SCALE - 1:1000



(2) 社会基盤の整備状況

1) 電力

ネパールの電力供給は、ネパール電力公社（NEA）により行われている。
 ゴダワリは豊かな水量を利用したビール工場が近くにあり、電力事情は良い。
 ベグナス、フェワについては、近年水力発電所や送電線網が整備されはじめてきて、
 ポカラ地方の電力事情も好転しており、ベグナスは灌漑ダム建設時に、敷地境界よ
 り300m程のバス発着所にまで高圧線が布設されている。フェワにはすでに敷地内に
 まで動力線が配線されている。

計画地における使用電圧は以下のとおりである。

高圧	11kv	50Hz	3相3線
低圧	400 v	50Hz	3相3線
	220 v	50Hz	単相

2) 上水道

ゴダワリ水産開発センターでは、現在豊かな湧水を飲料水、雑用水として利用している。計画の管理研究施設においても同様で問題ない。

ポカラ市内には上水道が供給されており、フェワの水産開発センターにも給水されている。

ベグナスには上水道はなく、近くの水産開発センター・ベグナス支所等では、湧水を飲料水、雑用水として使用している。計画のベグナス種苗生産センターにおいては、雑用水として地下水取水のための井戸が必要である。

3) 下水道

集中下水処理施設は、カトマンズの一部を除いては整備されていない。したがって、計画施設では個別の下水処理設備を設けて排水処理する必要がある。

4) ガス

都市ガスはない。プロパンガスもインドからの輸入に頼っており、供給が安定していない。

3.3.4 施設、機材の概要

調査の結果、わが国の無償資金協力が実施されるとの条件で、本計画を実施するために適切な施設等の概要は以下のとおりとなった。なお、研究、実験機材、餌料製造機材、稚魚生産用機材、研修用機器や稚魚運搬用船舶、機材等の機材類については、本計画に我が国プロジェクト技術協力が予定されており、その進捗状況と合わせて導入するほうがより効果的と判断されたため、本計画の無償供与の対象から外した。

1. ベグナス種苗生産センター

(1) 建築施設

a. 研究管理棟	種苗生産センターの運営管理および研究機能	487.00㎡	1棟
b. 飼育実験棟	在来種の飼育実験、養殖実験	224.00㎡	1棟
c. 孵化棟	中国鯉およびインド鯉の孵化	245.00㎡	1棟
d. 飼料製造棟	種苗生産用飼料、在来種の飼料研究・生産	72.00㎡	1棟
e. 倉庫棟	倉庫、漁具庫、網修理場、製氷施設	144.00㎡	1棟
f. 仮泊所	夜間作業員の仮泊	61.25㎡	1棟

(2) 土木施設

a. 親魚池	種苗生産用親魚の養成	2,000㎡	4面
b. 稚魚池	種苗の生産	1,000㎡ 500㎡	6面 40面
c. 流水池	在来種の飼育研究	6㎡ 30㎡	10面 2面
d. 出荷池	種苗出荷前の蓄養	6㎡	10面
e. 取水施設	湖水、地下水の取水		1式
f. ろ過槽	孵化棟の用水ろ過		1基
g. 給排水路	池の給排水		1式
h. 構内道路	構内作業用道路（6m幅 総延長2,100m）		1式
i. 連絡橋	灌漑用水路の横断（6m幅 10m長）		1式
j. 堤防	放流口からの越水防護（天端高3.0m 総延長343m）		1式

(3) 資機材

a. 製氷機	稚魚運搬時の水温冷却（500kg/24時間）		1基
b. ドライアイス	化学実験時の有毒または危険ガスの排気		2基
c. 非常用発電機	停電時の給気、給水用電源（35KVA）		1基

2. フェワ漁民研修施設

a. 漁民研修棟	養殖漁民の研修	264.0㎡	1棟
----------	---------	--------	----

3. ルバ出荷検量小屋

(1) 出荷検量小屋	魚の出荷統計の収集	32.0㎡	1棟
------------	-----------	-------	----

4. ゴダワリ水産開発センター

(1) 研究管理棟	天然水体研究の統括管理	245.0㎡	1棟
(2) 流水池	在来種の飼育研究	6㎡	10面
		30㎡	2面

5. 養殖・漁業生産用機材

(1) 網生簀用資材	漁民頒賦用網生簀資材	1式
(2) ペン養殖用資材	漁民頒賦用ペン養殖資材	1式
(3) 刺網用資材	漁民頒賦用刺網資材	1式

3.3.5 維持管理計画

(1) 要員計画

本計画の実施に当たっては、養殖用種苗の大量生産、有用在来魚種の養殖試験、適性飼料の開発研究、湖沼学的調査、普及・訓練活動など、より高度な専門的内容を含む業務が必要となってくる。このため、プロジェクト形成調査団は、日本国のプロジェクト方式による技術協力を実施することが妥当であるとした。また、技術協力をより効率的に行うため、各水産開発センターの水産開発官、技官等、上・中級技術者を増強することがネパール政府によって確認されている。これら上・中級技術者の内訳は、格付け、計画地別に以下のとおりとなっている。

計画の実施に伴う要員増強計画と既存技術者数

	ベグナス	フェワ	ルバ	ゴダワリ
水産開発官 (2級)	1 (0)	1 (1)	0 (0)	2 (1)
水産開発官 (3級)	3 (1)	5 (4)	2 (1)	2 (2)
J T (技官)	2 (1)	4 (4)	0 (0)	2 (2)
J T A (技官補)	2 (1)	4 (4)	0 (0)	4 (4)
合計	8 (3)	14 (13)	2 (1)	10 (9)

() 内 : 既存技術者数

1) ベグナス種苗生産センター

本施設において必要となる要員は、種苗生産および在来種の研究に携わる技術系の職員と事務管理職員である。

水産開発官および技官は、本施設の全体業務を管理する。その他、運転手兼メカニック2名および現場作業従事者12名が技術系職員として必要となる。現場業務を行う要員は6名ずつの2チームとし、一方のチームで選別、稚魚の移動等の作業を行う間、他チームは孵化場での作業、餌料棟での作業等を行う。事務系職員は、会計官1名、秘書兼タイピスト1名、守衛および雑務係各2名をそれぞれ配置する。

技術系職員	
水産開発官（所長 2級）	1人
水産開発官（3級）	3人
J T（技官）	2人
J T A（技官補）	2人
運転手兼メカニック	2人
現場主任者	2人
現場作業者	10人
事務管理職員	
補佐会計官	1人
秘書兼タイピスト	1人
守衛	2人
雑務係	2人
合計	28人

2) フェワ漁民研修施設およびルバ出荷検量所

フェワ漁民研修施設およびルバ出荷検量所の要員は、計画の実施にともなって水産開発官（3級）が1名増強される計画である。またルバについては、出荷量調査を実施する要員2名を充当する必要がある。

3) ゴダワリ水産開発センター

本センターの要員増強は、水産開発官（2級）1名が計画されており、上・中級技術者合わせて10名体制で研究管理業務にあたる。

(2) 運営経費

1) ベグナス種苗生産センター

本計画が実施された場合、ベグナス種苗生産センターで必要となる主な運営経費は、飼料費、電気料、燃料費および人件費に大別される。

種苗生産量を 1,786,000尾とした場合の年間維持管理費は、次のように試算される。

(a) 飼料費

①第1週(7日間)			
鶏卵	125 個/日 × 7 日 × 2 Rs =	1,750	Rs
②第2週(7日間)			
上質大豆粉	75kg × 20Rs/kg =	1,500	Rs
③第3週-第8週(42日間)			
粗大豆粉	9,300 kg × 7 Rs =	65,100	Rs
④第9週-3ヶ月間(90日間)			
配合飼料	24,600kg × 5.5Rs =	135,300	Rs
合計		203,650	Rs

なお、実際の種苗生産は、同敷地内でアヒル、ブタ等を飼育する複合養殖の形態が取られるが、これらの飼育に必要な飼料費は、アヒル、ブタ等の売り上げによって相殺されるものとしてここでは計上しない。

(b) 電気料

各機械の電力消費量は、以下の条件に基づいて設定する。

a) 取水ポンプ

取水はサイフォン式に行うため、揚水に係る電気料はベグナス湖水位が計画取水水位を下回る場合が20日間として取水ポンプを稼働するものとする。

b) 濾過水取水ポンプ

孵化棟で水を使用するのは、5～9月である。各月の産卵回数は、

	5月	6月	7月	8月	9月	計
中国鯉	2回	3回	2回			7回
インド鯉			2回	3回	2回	7回
合計	2回	3回	4回	3回	2回	14回

となり、1回の産卵作業における各水槽の使用数は、中国鯉3槽、インド鯉2槽、産卵1回当たりの必要水量は、調整槽および産卵槽が各30リットル/分、孵化槽および養成槽が各20リットル/分であるので、合計揚水量は以下のとおりとなる。

調整槽	30リットル/分 × 1,440 分/回 × 14回	=	605ト
産卵槽	30リットル/分 × 1,440 分/回 × 14回	=	605ト
孵化槽	20リットル/分 × 1,440 分/回/槽 × 70 回	=	2,016ト
養成槽	20リットル/分 × 1,440 分/回/槽 × 105 回	=	3,024ト
合計			6,250ト

また、飼育実験棟での必要水量は、432ト / 日 × 365 日 = 157,680ト であるので、合計 6,250ト + 157,680ト = 163,930ト となる。

c) 飼料製造機械

本施設での製造対象飼料量は、年間 24,600 kg とする。

d) ブロー

飼育実験棟で使用する対象水槽容積およそ 35 トンのうち、その 25% について 100 日間送気する。

e) 実験機器

電気容量は合計 10KW 程度であり、稼働日は 240 日とする。最大稼働時は 1 日当たり 6 時間、50 % 使用として 60 日間設定する。残り 180 日は稼働率 20%、1 日当たり 2 時間使用するものとして算出する。

f) 製氷機

稚魚の輸送に氷を必要とする期間は 5 ~ 9 月にかけてとなり、そのうち輸送に必要な日数を 30 日間と設定する。

g) 生活水揚水ポンプ

生活用水は 13.12ト / 日であり、稼働日数 240 日として算出する。

h) 電灯、外灯等

これらの必要電気量は、下記に基づいて設定した。

	容量	数量	需要率	時間	日数	合計
電灯						
孵化棟	0.06KW	× 14 ヶ	× 0.2	× 2hr	× 150日	= 50 KW
飼育実験棟	0.06KW	× 14 ヶ	× 0.2	× 2hr	× 240日	= 81 KW
管理研究棟	0.06KW	× 40 ヶ	× 0.2	× 2hr	× 240日	= 230 KW
その他棟	0.06KW	× 40 ヶ	× 0.1	× 1hr	× 240日	= 58 KW
外灯	0.06KW	× 15 ヶ	× 1.0	× 8hr	× 365日	= 2,628 KW
天井扇	0.4 KW	× 30 ヶ	× 0.2	× 4hr	× 120日	= 1,152 KW
その他機材	10 KW	×	× 0.1	× 2hr	× 240日	= 480 KW
		合計		年間		4,679 KW

以上から試算された消費電力量をまとめると次表のとおりとなる。

ベグナス種苗生産センターにおける年間電力消費量試算表

使用機器	電力容量 (KW)	需要率	延運転時間 (時間)	年間稼働日数 (日)	合計 (KWH)
a) 取水ポンプ	3.7	1.0	24	20	1,776
b) 濾過水取水ポンプ	3.7	—	2,732	—	10,108
c) 餌料製造機械					
粉碎機	2.2	—	246	—	541
攪拌機	2.2	—	62	—	136
造粒機	5.5	—	246	—	1,353
d) ブロワー	0.5	—	24	100	1,200
e) 実験機器					
通常期	10.0	0.2	2	180	720
最大稼働時	10.0	0.5	6	60	1,800
f) 製水機	3.7	—	24	60	5,328
g) 生活水揚水ポンプ	0.75	—	1.1	240	198
h) 電灯、外灯等	—	—	—	—	4,679
合 計					27,839

電力料金は、1KW当たり 1.8Rsであり、基本料金が 100Rs/月なので、27,839KW
 $\times 1.8Rs + 100Rs \times 12 \text{ ヶ月} = 51,310 Rs/\text{年}$ となる。

(c) 燃料費

a) トラック

7 km/リットル程度の走行が期待できるものとし、1日当たりの平均走行距離を40km、
 年間 150日を2台で稼働するものと設定すると、 $5.7 \text{ リットル/日} \times 150 \text{ 日} \times 2 \text{ 台} =$
 $1,710 \text{ リットル}$ のディーゼル油消費量となる。

b) 船外機および稚魚運搬車輛

15psの船外機のガソリン消費量は、全開時においておよそ18リットル/時間である。

1日の使用時間を2時間、能力の60%で走行し、年間50日稼働するものとして、
 $18 \text{ リットル/時間} \times 0.6 \times 2 \text{ 時間/日} \times 50 \text{ 日} = 1,080 \text{ リットル}$ となる。

125ccの稚魚輸送用自動二輪車の燃料消費量は、40km/リットル程度である。1日1
 台当たり20km走行、年間 100日稼働すると、4台では $0.5 \text{ リットル/日} \times 100 \text{ 日}$
 $\times 4 \text{ 台} = 200 \text{ リットル}$ となる。

したがって、合計 $1,080 + 200 = 1,280 \text{ リットル}$ となる。

ディーゼル	$1,710 \text{ リットル} \times 10Rs = 17,100Rs$
ガソリン	$1,280 \text{ リットル} \times 20Rs = 25,600Rs$
合 計	42,700Rs

(d) 人件費

職位	人数	月額	合計
水産開発官 (所長 2級)	1人	3,900 Rs	46,800 Rs
水産開発官 (3級)	3人	3,400	122,400
J T (技官)	2人	2,000	48,000
J T A (技官補)	2人	1,800	43,200
運転手兼メカニック	2人	1,800	43,200
現場主任者	2人	1,300	31,200
現場作業者	10人	1,000	120,000
会計	1人	1,700	20,400
秘書兼タイピスト	1人	1,200	14,400
守衛	2人	1,000	24,000
雑務係	2人	1,000	24,000
合計	28人		537,600 Rs

以上により、ベグナス種苗生産センターでの主な経費は、下記のとおり試算される。

1) 餌料費	203,650 Rs
2) 電気料	51,310 Rs
3) 燃料費	42,700 Rs
4) 人件費	537,600 Rs
総計	835,260 Rs

2) 漁民研修施設 (ポカラ水産開発センター)

本施設の維持に係る経費は、電気料についてのみ試算する。試算の基礎は以下のとおりである。

(a) 研修水槽

電気容量は合計 6KWであり、平均の電力需要率は30%程度とする。

(b) 電灯等

	容量	数量	需要率	時間	日数	合計
電灯 (研修棟)	0.06KW	40ヶ	0.2	2hr	240日	230 KW
天井扇	0.4 KW	30ヶ	0.2	4hr	90日	864 KW
その他機材	2.0 KW		0.1	1hr	240日	48 KW
						1,142 KW/年

したがって電力消費量の合計は、下表のとおりとなる。

使用機器	電力容量 (KW)	需要率	延運転時間 (時間)	年間稼働日数 (日)	合計 (KWH)
a) 観察水槽	6.0	0.3	24	365	15,768
b) 電灯等	-	-	-	-	1,142
合計					16,910

電力料金は、1 KW当たり 1.8Rsであり、基本料金が 100Rs/月なので、16,910KW × 1.8Rs + 100Rs × 12ヶ月 = 31,638 Rs/年となる。

3) ルバ出荷小屋

必要な経費は、人件費のみである。要員は2名とすると下記の人件費が必要となる。

職位	人数	月額	合計
現場主任者	1人	1,300 Rs	15,600 Rs
雑務係	1人	1,000	12,000 Rs
			27,600 Rs

4) ゴダワリ水産開発センター

本施設を稼働するために必要な電気料についてのみ試算する。設定条件は下記のとおりである。

(a) 実験機器

電気容量は合計 5KW程度であり、稼働日は 240日とする。最大稼働時は1日当たり6時間、50%の稼働率として60日間設定する。残り180日は稼働率20%、1日当たり2時間使用するものとして算出する。

(b) 生活水揚水ポンプ

生活用水は 6.9ト/日であり、稼働日数 240日として算出する。

(c) その他

	容量	数量	需要率	時間	日数	合計
電灯(実験棟)	0.06KW	20ヶ	0.2	2hr	240日	115 KW
天井扇	0.4 KW	15ヶ	0.2	4hr	90日	432 KW
その他機材	2.0 KW		0.1	1hr	240日	48 KW
						595 KW/年

以上をまとめると、次表のとおりとなる。

使用機器	電力容量 (KW)	需要率	延運転時間 (時間)	年間稼働日数 (日)	合計 (KWH)
a) 実験機器 通常期	5.0	0.2	2	180	360
最大稼働時	5.0	0.5	6	60	900
b) 生活水揚水ポンプ	0.75	—	0.6	240	108
c) その他	—	—	—	—	595
合計					1,963

電力料金は、1KW当たり 1.8Rsであり、基本料金が 100Rs/月なので、1,963KW

$\times 1.8Rs + 100Rs \times 12ヶ月 = 4,733 Rs/年$ となる。

(3) 保守管理計画

計画の諸施設が機能を良好に保つためには、正しい取り扱いと適切な保守管理が必要である。建物、施設の日常普段の手入れを怠り放置すれば傷みは早く、機能を低下させる。建物、施設の保守は、清掃および使用による磨耗や破損したものを取り替え、修繕することが中心となる。建物の内外装の手入れは3年に一度程度行う必要がある。

設備機材のうち、発電機、製氷機、ポンプ、船外機および車両については特に日常の作業点検、整備、定められた期間毎の定期点検整備が重要であり、これを怠りなく実行するか否かにより、設備の耐久性と故障率が決まってくる。なお、点検整備を充分に行っているにもかかわらず、船外機は約2,000時間運転、発電機、製氷機、ポンプについては8年程度の運転で更新する必要が出てくる。また研究機材については、それぞれのマニュアルに従った日常および定期点検が重要である。

3.4 技術協力

本計画実施にともなって必要とされる技術協力の分野は次のとおりである。

(1) 中国鯉、インド鯉の種苗生産、網生簀養殖、ベン養殖技術

- a) 種苗生産センターを利用し、目標の約200万尾の種苗生産に協力する。
- b) 網生簀養殖、ベン養殖の技術的改良を行い、JOCVと共にその技術的普及を進める。

(2) 飼料開発、流水式養殖

- a) アサラ、サハール等の冷水性在来種の開発の隘路になっている、ネパールの経済的現状にあった飼料の開発を行うため、現地入手できる原料による養殖餌料の生産について、その限界を含めて研究する。
- b) ネパールで経済的に見合う流水養殖の技術開発を行う。

(3) 陸水学的研究、水産資源学的研究

- a) ボカラ地方の湖沼の陸水学的研究により、湖の自然生産力を魚類生産に最大限に利用するための適性な漁業、養殖技術を開発し、指導する。
- b) 河川の水産資源学的調査、研究により、河川放流の効果について知見を得、河川の水産利用の限界を明らかにする。

第 4 章 基本設計

4.1 基本方針

ネパールの淡水魚養殖の歴史は、ADB、FAOを始めとする国際機関や、各国の援助と技術協力を受けて、種苗生産施設や設備が整備され、着実に発展してきたものである。この過程のなかで、除々に水産開発部の専門家やエンジニアの技術力が高まり、現地の条件と必要性に合わせた施設建設の力をつけてきた。例えばトリスリ水産開発センターも、当初は、発電所の貯水池の水を利用する養鱒場として建設されたものであるが、鱒養殖が成功しなかったため、鯉の種苗生産場として利用されてきた施設をJOCVのミニ・プログラムとして、現地の資材を多用し、現地業者を使用して整備し、河川調査、アサラ、カトレ、サハール等の冷水性在来種の人工孵化、飼育研究等を行う水産開発センターとして再生したものである。

今回要請があった各施設についても、基本設計調査の対象となる施設、設備については、既存の水産開発センターとの調和のとれた設計とし、現地資材、現地工法を多用する施工法の採用をするよう充分配慮をする。

現地工法を採用するにあたって、最大の問題点は工期である。過去のネパールでのプロジェクト実施上の問題点としては、計画の進捗が遅いことが挙げられている。この主たる原因は、手続きの繁雑さ、業者の工事施工上の技術的能力と管理能力の不足であるとされている。またこれに加えて、陸封国であり、山岳地帯であるという地理的、地形的要因から、資材の輸送に多大の時間が要することも指摘されている。

これらの原因のうち、手続面における問題は基本的にはネパール政府自身が解決する問題であるが、工事施工上の問題点は基本設計の段階で充分検討しておかなければならない。現地資材の供給能力、現地建設業者の技術能力、施工能力を見極め、現実的な工程計画、人員計画、資材調達計画を立て、日本の無償システムとの整合性を持たせる必要がある。

建築施設計画の検討に当たって留意すべき自然条件、社会条件は以下のように考える。

- ・雨季と乾期が明確に分かれており、雨季の最盛期には、大量の降雨がごく短期間に集中すること。
- ・ネパール国内で調達可能な基幹建設資材の種類、量共に限界があること。
- ・内陸国であり、資機材の輸送距離は、約 1,000kmにも及ぶことから、コストは割高であり、時間も長期間要すること。
- ・計画サイトの周辺は、いずれも建設業界規模が小さく資材、労務共に、一時期の大量の需要に対応できないこと。
- ・工期が限定されること。

以上の諸条件と本計画が日本の無償資金協力によって実施されることを考慮して、以下の事項を計画の基本方針とする。

<土木建築施設>

- 1) 構造的に安全でかつ堅ろうなものであること。
- 2) ネパール国の建設事情に照らして無理のない工法と資材を選択する。
- 3) 施設完成後の維持管理費が低廉なものとする。
- 4) 使用資材については、現状におけるネパールの建築技術水準を基に選択する。
- 5) 将来補修が必要な場合、補修材料の入手が容易であるものを選定する。

<機材>

- 1) 既存類似施設で使用されている機材の仕様を参考に選定する。
- 2) 日本からのプロジェクト技術協力が予定されていることから、無償資金協力の機材供与は基本的なものにとどめる。

4.2 設計条件の検討

4.2.1 自然条件

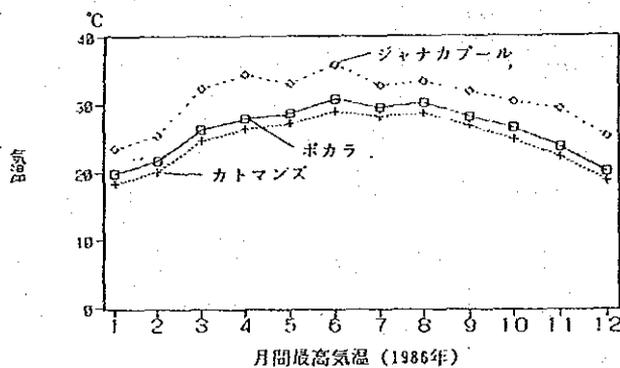
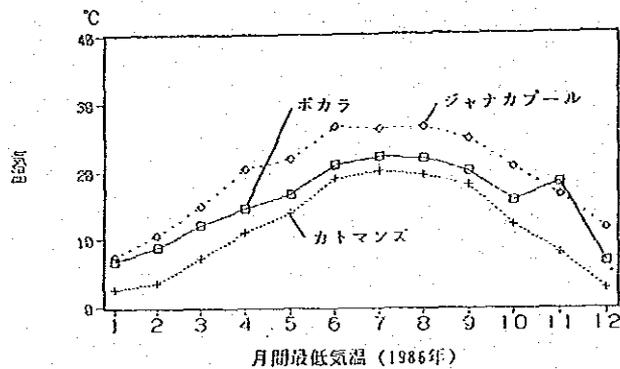
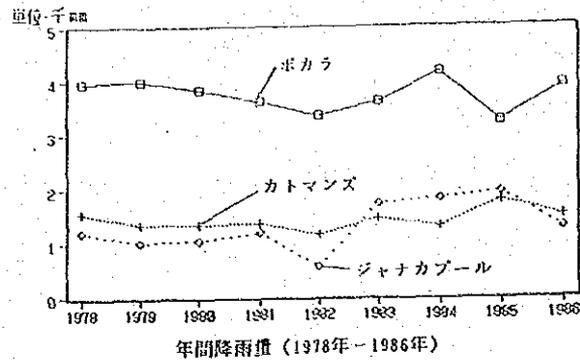
(1) 気象の概況

計画サイトのゴダワリは、標高約 1,300mのカトマンズ盆地内に存在するが、中心部より標高が高いために市内よりはやや冷涼な気候である。

また、ベグナス、フェワ、ルパはポカラ地方にある。ベグナスの標高は約 650mであり、カトマンズと比較して気温は高い。ポカラ地方の最大の特徴は、ネパールの

中でも降雨量が突出して多いことであり、年間 4,000mm を越えることもめずらしくない。

“STATISTICAL YEAR BOOK OF NEPAL” によると、1989年のカトマンズおよびポカラの気温および降雨量はそれぞれ以下のとおりである。



ネパールの気候の最も特徴的なところは、雨期と乾期が極めてはっきりしている点で、雨量は雨期の最盛期（6～9月）に年間のおよそ80%が集中して降るが、それも夜間に多く、昼間1日中降り続くことはむしろ少ない。乾期から雨期への変わり

目に当る4～5月は気象が不安定になり、ポカラ地区ではアンナプルナ等のヒマラヤに近いこともあり、時としてこぶし大のひょうが降ることがあるため、施設の設計にもこの点の留意が必要である。

(2) 地震

ポカラ地域には、MCT(Main Central Thrust)と呼ばれる大規模な北傾斜の衝上断層に平行する断層が多くあり、それらの一部には活断層の可能性が残されていること、過去にマグニチュード 5.0～6.0 程度の地震が記録されていることなどから、施設の設計にあたっては地震対策に充分考慮する必要がある。

4.2.2 準拠基準

建築関係の基準、法規は整備されておらず、ローカルで建てられる施設はインドの基準に準じて設計されているものもある程度であり、援助プロジェクトでは援助国がそれぞれの基準を採用している状況である。本基本設計では、面積等は現地の実情に合わせ、構造は日本の基準を適用する。

4.3 基本計画

4.3.1 敷地配置計画

本計画の施設規模は、第8次計画の生産目標を達成するために必要な1,784,000尾の種苗生産に見合うものとするが、水産開発部は1994/95年までにポカラ地区で生産・配布する種苗量を3,720,000尾と設定していることから、孵化棟および取水施設など、改めて拡張工事を行うことがネパール政府にとって大きな負担となるものについては、予め将来計画に必要な規模を取り入れた計画とする。また、敷地配置計画においては、種苗生産池などの将来拡張計画を考慮して検討を行う。

ベグナス種苗生産センターの配置対象構成は以下のとおりである。

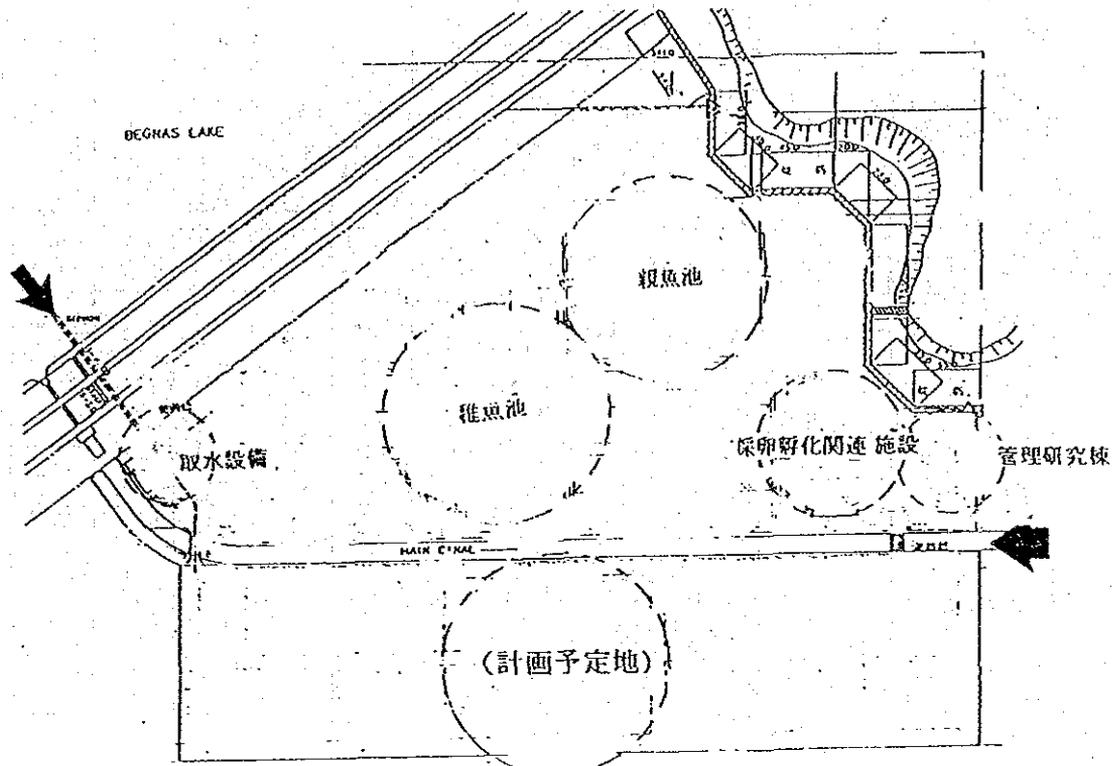
・ 建築施設	<ul style="list-style-type: none"> 孵化棟 餌料製造棟 飼育実験棟 管理研究棟 倉庫棟 監視人小屋 仮泊所 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 種苗生産／実験池 ・ 給排水、基盤施設 	<ul style="list-style-type: none"> 親魚池 稚魚池 流水池 出荷池 取水設備 ろ過槽 高架水槽 連絡橋 給排水路 構内道路
--------	---	--	--

計画予定地は、ボカラ市の東北東約10kmのベグナス湖畔、ベグナス灌漑用ダムの下流西側に広がる水田地帯にあり、その中央を灌漑用水路が横切る面積約10haの敷地であるが、今回計画では灌漑水路南側の 6.5ha部分に配置する。

施設配置計画は、施設の基幹設備である取水設備の配置を優先し、続いて付属する流水池、ろ過槽、稚魚池、親魚池の順に配置するものとする。管理施設については、外部からのアクセスおよび魚への防疫等を考慮し、敷地西側の入り口に配置した。

ネパールでの平均的な池の大きさは、親魚池50m×40m、稚魚池（大）40m×25m、稚魚池（小）25m×20mであり、機能的な大きさであると判断できることから、適正規模を算出し、これらをモジュールとして配置を行う。

飼育用水は、ベグナス湖から取水された後、流水池を経て灌漑用水路の南側敷地に配置された給水路を通して種苗生産池に分配給水される。湖側の取水位置は、越流堰付近で流木等による取水管損傷の恐れがあることから不適であるが、その他は特に問題はない。本計画での取水設備は、両側敷地に分配給水のためには最も有利な位置である既存灌漑用取水口に隣接した所に設置するものとする。取水設備は、取水管、受水ピットから構成されており、流水池、ろ過設備が接続して配置される。



全体配置計画図

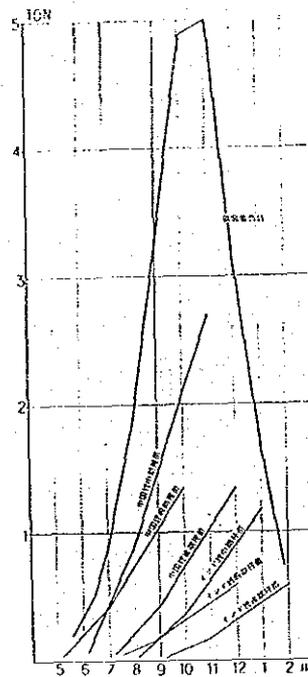
4.3.2 施設計画

(1) 種苗生産池

養殖対象魚の産卵期間には魚種毎にそれぞれ2～3ヶ月間の幅があり、中国鯉およびインド鯉の産卵期間はおよそ3ヶ月間、コイが2ヶ月間となっている。中国鯉およびインド鯉の場合、1ヶ月目の種苗を前期、2ヶ月目の種苗を中期、3ヶ月目の種苗を後期種苗に分け、その最盛期は中国鯉が6月、インド鯉が8月であるため、この月に全体の50%、前後の月にそれぞれ25%の種苗生産を行い、コイの場合は産卵期間が2ヶ月なので、1ヶ月目の種苗を前期、2ヶ月目の種苗を後期として各50%ずつ生産するものとする。3.3.2 事業計画で求められた①～⑤から、各時期の収容尾数および重量を推定すると以下のとおりとなる。

	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
中国鯉 産卵期間		孵化稚魚数	826	1,654	826 (千尾)							
小型種苗 (1.5g/尾)				尾数	289	579	289 (千尾)					
				収容量	434	869	434 (kg)					
大型種苗 (10g/尾)							尾数	135	270	135 (千尾)		
							収容量	1,350	2,700	1,350 (kg)		
インド鯉 産卵期間			孵化稚魚数	400	797	400 (千尾)						
小型種苗 (1.5g/尾)							尾数	120	239	120 (千尾)		
							収容量	180	359	180 (kg)		
大型種苗 (10g/尾)									尾数	59	118	59 (千尾)
									収容量	590	1,180	590 (kg)
コイ 産卵期間		孵化稚魚数	375	375 (千尾)								
小型種苗 (1.5g/尾)				尾数	75	75 (千尾)						
				収容量	113	113 (kg)						

本来、稚魚期の飼育日数と増重の関係は二次曲線で表されるべきものであるが、ここでは簡易的に直線で各点を結び、収容重量の総和を求めると次図のとおりとなる。



以上の検討結果から、最大収容時の稚魚の総重量は5トン程度になると考えられ、2トン/haの生産性から考慮すると、2.5ha程度の稚魚池が必要となる。

(2) 親魚池

ネパールでの生産実績によると、中国鯉、インド鯉およびコイの産卵後の各種苗生産段階における生残率は、それぞれ下記のとおりである。

	中国鯉 (累計)	インド鯉 (累計)	コイ (累計)
受精率	70 % (←)	80 % (←)	60 % (←)
孵化率	70 % (50 %)	70 % (55 %)	60 % (35 %)
孵化稚魚生残率	75 % (35 %)	75 % (40 %)	100 % (35 %)
稚魚 (Fry)生残率	35 % (13 %)	30 % (13 %)	20 % (7 %)
生残率 (卵~Fry)	12.9 %	12.6 %	7.2 %

本施設での計画種苗生産量は、小型種苗換算で中国鯉1,157,000尾、インド鯉477,000尾、コイ150,000尾であるので、これらの種苗を確保するために必要な卵数はそれぞれ下記のとおりとなる。

中国鯉	:	1,157,000尾	÷	0.129	=	8,968,992粒
インド鯉	:	477,000尾	÷	0.126	=	3,785,714粒
コイ	:	150,000尾	÷	0.072	=	2,083,333粒

よう卵数は魚種により異なり、また個体差も著しいものであるが、平均的な数字としてネパールで使用されているものは、中国鯉90,000粒/kg、インド鯉30,000粒/kgおよびコイ80,000粒/kgである。したがって、それぞれの生産に必要な親魚の量(メス)を求めると、

中国鯉	:	8,968,992粒	÷	90,000粒/kg	≒	100kg
インド鯉	:	3,785,714粒	÷	30,000粒/kg	≒	127kg
コイ	:	2,083,333粒	÷	80,000粒/kg	≒	26kg
必要親魚重量(メス)合計						253kg

となる。

種苗生産を行う場合、親魚の性比はメス1尾に対してオス1.5~2尾程度を使用し、不受精卵の発生率を低減させる方法が一般的に取られている。したがって、本計画においてもメス1尾に対してオス1.5~2尾を確保するものとする、必要な親魚

の量は下記のとおり 1,018～1,272 kgとなり、本方式による産卵成功率が80%程度であることを考慮すると、1,272～1,590 kgの親魚を確保することが必要となる。

必要親魚量

	メ ス	オ ス	計
中国鯉	100 kg	150 ～ 200kg	250 ～ 300kg
インド鯉	127 kg	190 ～ 254kg	317 ～ 381kg
コ イ	26 kg	39 ～ 52kg	65 ～ 78kg
計	509 kg	509 ～ 763kg	632 ～ 759kg
合計	産卵成功率 80%		790 ～ 949kg

産卵用親魚の飼育において一般の成魚（食用）の場合と異なる点は、その飼育目的が質の良い種苗を得ることであり、単位面積当たりの生産性を高めるものではない点である。このため、飼育密度を低く抑えることによって親魚をストレスから守ることが必要であり、ネパールにおいても標準飼育密度は 900kg/haとなっている。したがって、790kg ～ 949kgの親魚を確保するためには、

$$790 \sim 949\text{kg} \div 900\text{kg/ha} \approx 0.8 \sim 1.0\text{ha}$$

程度の親魚池面積が必要となる。

親魚は、必要に応じてベグナス湖内に網生簀を設置し、養成することも可能であることから、サイトの形状と各池および諸施設の配置を検討した結果、本施設では最低限必要と考えられる 0.8haを親魚池の規模とする。

(3) 種苗生産池の配置計画

敷地は、灌漑用水路を挟み南北に2分された形状となっており、南側が約6ha、北側が約4haの合計10haである。池の機能を大別すると親魚池および稚魚池となる。配置計画においては、今回の無償資金協力による計画分のみではなく、将来を含めた配置の検討が必要である。

現在、水産開発部が計画しているポカラ地区の種苗配布量は、小型種苗換算で3,720,000尾であり、民間からの供給を差し引くと3,474,000尾の生産規模が本センターに求められている。その内訳は以下のとおりである。

(単位：千尾)

用途	種苗ステージ	中国鯉		インド鯉		コイ		合計	
		Fry	A. F.	Fry	A. F.	Fry	A. F.	Fry	A. F.
網生簀養殖用種苗		—	500	—	—	—	—	—	500
仕切り養殖用種苗		—	72	—	48	—	—	—	120
放流事業用種苗		—	500	—	500	—	—	—	1000
池中養殖用種苗		175	—	70	—	105	—	350	—
稲田養殖用種苗		—	—	—	—	130	—	130	—
ボカラ地区の種苗生産尾数		175	1072	70	548	235	0	480	1620
(小型種苗換算尾数)		2,319		1,166		235		3,720	
民間による小型種苗生産数		98	—	63	—	85	—	246	—
本施設の種苗生産目標尾数		77	1072	7	548	150	0	234	1620
(小型種苗換算尾数)		2,221		1,103		150		3,474	

この将来計画を基礎に検討した池規模は、大型種苗を10gとした場合の稚魚の最大収容量が10トン程度であることから、稚魚池約5ha、また親魚池は少なくとも1.4ha必要であると推定された。

ネパールの養殖施設における平均的な稚魚池の大きさは、小型の場合で25m×20m(500㎡)、大型の場合で40m×25m(1,000㎡)程度である。一般的には、稚魚の成長に合わせて大小の池を使い分けるが、将来計画の種苗生産を行うためには、小型の稚魚池を40面(2ha)、大型の稚魚池を30面(3ha)として配置することが適当である。また親魚池は、50m×40m(2,000㎡)のものが多く使用されていることから、これを7面(1.4ha)とすれば、目標の種苗生産尾数を達成できるものと考えられる。

無償資金協力対象の本計画において、必要な池は稚魚池2.5ha、親魚池0.8haであり、合計3.3haとなるが、これは将来の計画目標値の達成に必要な小型の稚魚池および親魚池を合わせた面積とはほぼ等しいものである。池は機能別にまとめた方が有利であること、1,000㎡の稚魚池は、サイト西側部分を使用して3ha分を確保することが可能であることを考慮すると、本計画において建設する種苗生産池は、0.05haの稚魚池を40面、親魚池4面および将来は親魚池に転換が可能な構造とした0.1ha稚

魚池を6面建設することが妥当であると判断する。

以上をまとめると、次のとおりとなる。

本計画の建設対象池規模

池の種類	縦 × 横	面積	面数	合計面積
親魚池	50 × 40m	0.2 ha	4面	0.8 ha
稚魚池(大)	40 × 25m	0.1 ha	6面	0.6 ha
稚魚池(小)	25 × 20m	0.05ha	40面	2.0 ha
合 計			77面	3.4 ha

(4) 池の構造

稚魚池、親魚池から構成され平面規模は、25m×20m、25m×40m、40m×50mの3種類である。いずれも計画水深は0.9mであり、池底からバンク天端までは1.15mである。

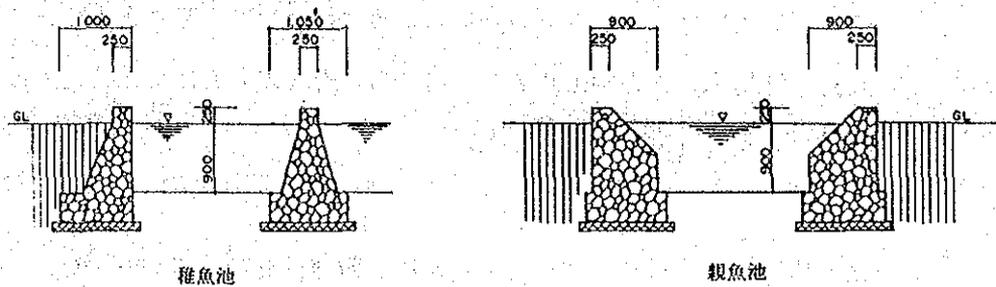
A. 堤体構造の検討

現地調査期間中に視察したフェワ、ゴダワリ、トリスリ等の既存養殖、種苗生産池の堤体は、土、石積み、コンクリートと種々の構造形式が採用されていた。

土構造の場合、法面勾配をある程度確保する必要から、池面積規模が大きくなること、維持管理の費用がかさむこと、対象魚種の鯉は、餌と共に土をついばむ習性があり堤体に損傷を与えることなどが指摘されている。石積み、コンクリートの場合には、池の周辺部分まで整備されることから作業効率が良いこと、施設の維持管理が容易であることの反面、コンクリート、石積み、土構造の順で建設費が高価であると言われている。

本計画では、対象魚の習性、施設管理の容易性、建設コスト等を考慮し、堤体構造は石積み構造を採用する。形状は、稚魚池の場合には作業性を考慮して直立堤体としたが、親魚池の場合には、飛び出し防止の観点から若干の法勾配を設けた構造とした。

各部堤体の標準断面を以下に示す。



B. 池底構造の検討

養殖方法は、施肥により池水を富栄養化させ、餌料となるプランクトンを増殖させることにより給餌に係る経費を抑える施肥養魚の形態であり、自然の生産力に大きく頼るものである。したがって、池は完全な止水状態にして不必要な水の流入、流出を避け、餌料プランクトンの繁殖に適した水質を保持することが重要であり、このためには池の保水力に十分留意した設計とすることが課題となる。

種苗生産池の建設予定地は、表層から30cm～1.0m程度が砂混じり粘土層、続いて1.0m～2.0m程度のシルト混じり砂層、さらに礫混じり砂層、砂混じり礫層と続く土層構成であることが、本調査において実施したボーリングを含む土質調査の結果から確認されている。また、同時期に実施された透水試験の結果では、対象地の透水係数（単位時間当たりに土壤に浸透する水の速度）は以下のように推定されている。

砂混じり粘土層	$10^{-5} \sim 10^{-6}$ 程度	
シルト混じり砂層、礫混じり砂層	$10^{-4} \sim 10^{-5}$ 程度	
砂混じり礫層	$10^{-3} \sim 10^{-4}$ 程度	（単位 cm/sec）

対象池の基盤となる砂礫槽の透水性は、日本国内の一般的な砂礫槽のそれと比較して低い傾向にあるといえる。これは基質に粘土分が混在しているためと判断される。

池施設の底盤としてそのまま使用できる透水係数の限界は 10^{-5} cm/sec程度であるとされており、本計画施設の場合池底盤は、シルト混じり砂層にかかること、餌料となる植物プランクトンの繁殖のためには、できる限り止水状態で稚魚の飼育を行い補給水は極力制限すること等の条件を考慮した結果、ここでは適当な遮水処理は不可欠であると判断した。

遮水処理の方法について検討するため、敷地付近の土材調査を行った。ベグナス灌漑ダムの南方には2ヶ所の土取り場があるが、そのうち、南側土取り場の土材は土質試験の結果、遮水材としては不適とされた。北側土取り場の土材は、粘性土であり、遮水材として使える可能性はあるが、土取り場の上に民家があり、民家に影響を与えない範囲で土材を採取するのでは、量的に確保できないと判断された。

したがって、ここでは遮水処理の方法については、シート防水工法の採用を検討する。

(5) 流水池

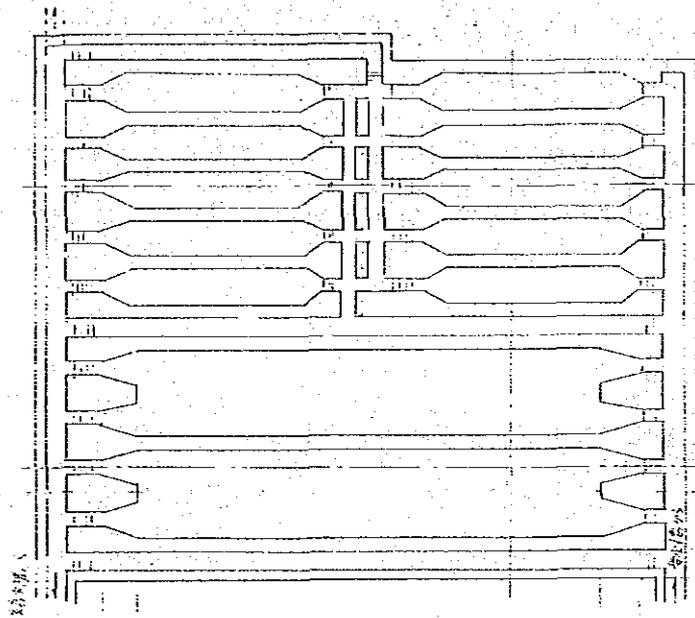
本施設は、第8次開発計画に盛り込まれたサハール種苗の放流計画に先立ち、飼育条件の解明を行うなど、今後の最適養殖施設の開発に資するためのパイロット的機能を持つとともに、各種の屋外飼育試験を兼ねるものである。類似の施設としてはトリスリの流水池が挙げられるが、このうち稚魚用の1 m×6 m程度のものが試験池としては適当な大きさであると考えられる。

1 試験当たりの試験区数は、収容量、水量、飼料など種々の条件を変えることが要求されるので5区を設けることとし、試験期間は2ヶ月～6ヶ月以上と長期にわたることから、同時に2試験を実施できる規模は最低限必要であると考えられる。したがって、合計10面の試験池を計画規模とし、5池を並列にしてこれを前後2段に配置するものとする。

また、成魚および親魚の飼育のため各1面、計2面の養成池を設けるものとする。
成魚および親魚の養成池は、50～100 m²程度の大きさが一般的であるが、本計画施設の導入が試験的なものであることを考慮して、ここでは1面当たり30 m²とする。

池の形状は水路形が望ましいことから、試験池および取排水路等の付帯設備の配置を検討した結果、養成池は12.5m×2.4mとした。

以下に配置計画を示す。



飼育水は常に流水状態にあり、池構造は側壁、底盤ともに流失侵食され難い構造材であることが望ましいことから、既存類似施設のトリスリでは石積み構造モルタル仕上げとしている。

本計画では、コンクリートに比べ安価な建材であり、現地では最も普及した素材である石材を側壁、底盤の構造材として採用する。

飼育管理の観点から表面は、モルタル仕上げとする。

(6) 取水施設

種苗生産および魚類飼育・研究に必要な用水は、全てベグナス湖から供給する。ベグナス湖面水位は計画池水面よりも高く、また湖面から取水管最上部までの水位差も3.7m程度と限界落差を越えないことから、充分サイホン方式による取水が可能である。この方式により、用水供給に必要な動力費を大幅に軽減することができ、運営管理上有利であることから、サイホン式取水を採用する計画とする。取水口は、ベグナス湖の水位の変動に対応し、かつ最適な水質が得られるよう、表層、中層、底層から取水可能な方式とする。

ネパール政府は、すでに用地の確保を始めとする将来の拡張を含めた検討をしていることから、将来の種苗生産量3,474,000尾に必要な水量を確保することを前提にして、本計画の取水量を決定する。取水量は、将来の種苗生産用池規模および流水池、孵化棟、飼育実験棟での使用水量から設定する。3,474,000尾の種苗生産を達成するために必要な池の規模およびその他湖水を使用する施設は下記のとおりである。

種苗生産池			
親魚池	2,000 m ²	7面	湖水（流水池の排水を利用）
稚魚池（小）	500 m ²	40面	“
稚魚池（大）	1,000 m ²	30面	“
流水池	120 m ²		湖水
孵化棟			ろ過湖水
飼育実験棟			ろ過湖水

1) 種苗生産池の必要水量

種苗生産池に必要な用水は、孵化稚魚放養前の注水用、飼育水が悪化した場合の換水用、蒸散で失われた分の補給用などである。

A. 注水量

放養前の注水は、通常種苗生産が始まる1週間ほど前に行われる。注水する池面積は、概略種苗生産計画から以下のとおり求められた。

月別注水池面数

月	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
B	—	—	1	1	2	2	1	—	—	—	—	—
NS	—	—	6	12	10	8	4	—	—	—	—	—
NL	1	1	—	12	6	9	3	—	—	—	—	—

B : 親魚池 NS : 稚魚池 (小) NL : 稚魚池 (大)

B. 換水量

池水の換水を行う目的は、池水の水質を一定の良好な状態に保つためであり、水質が肥沃になりすぎたり、消化しにくい植物プランクトンが優勢になったり、あるいは溶存酸素が低下した場合などに適量を注水する。その回数および量は、普通月に1～3回、各回の水量は池水の1/4～1/5程度とされている。これは池水の20%～75%に相当し、本計画の場合、総池面積64,000㎡、水深0.9mであるので総水量は57,600トンとなることから、換水量は11,520～43,200トン/月となる。

ただし、池に水を入れたばかりのときはこの換水は全く必要がないので、総池水量から注入した量を差し引き、その40% (月2回、1回当たり20%換水) について換水可能な計画とする。

また、池の収容量に余裕がある場合には、種苗の生産は10g/尾にとどめずさらに大型種苗まで育成することができるので、消毒、害魚等の駆除のために池を干す期間を除き、通年にわたって池を使用するものと考え、各月の使用池面数は、以下のとおりとなる。

使用池面数

月	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
B	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
NS	20	0	6	18	28	36	40	40	40	40	40	40
NL	29	30	30	12	18	27	30	30	30	30	30	28

B : 親魚池 NS : 稚魚池 (小) NL : 稚魚池 (大)

換水の対象となる池面数は、使用中の池面数から当月注水した池面数を除くので、以下のとおりとなる。

換水対象池面数

月	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
B	7	7	6	6	5	5	6	7	7	7	7	7
NS	20	0	0	6	18	28	36	40	40	40	40	40
NL	28	29	30	0	12	18	27	30	30	30	30	28

B：親魚池　NS：稚魚池（小）　NL：稚魚池（大）

C. 蒸散量および雨量の収支

ポカラ地区における1971-82年の月間降雨量は下記のとおりであり、年間平均では3,891mmとなっている。一方、一日当たりの蒸散量は、タライ地方の例では乾期の間7~8mmとなっている。ポカラでも同等の蒸散があり、また雨期の蒸散量も同じと考えれば、月間の蒸散量は8mm×30日=240mm/月とすることができ、これに基づいて収支を計算すると下表のとおりとなる。

蒸散量・雨量収支

(単位：mm)

月	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
雨量	61	139	367	673	889	858	587	221	29	14	24	33
蒸散	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240	240
収支	-179	-101	127	433	649	618	347	-19	-211	-226	-216	-207

以上に基づいて各月の必要水量を求めると、以下のとおりとなる。

種苗生産池に必要な水量

(単位：トン)

月	注水量 #1	換水量 #2	蒸散量 #3	必要水量 (1日当り) #4
1	0	23,040	13,824	36,864 (1,229)
2	0	23,040	12,834	35,874 (1,196)
3	900	18,720	9,487	29,107 (970)
4	900	15,480	4,444	20,824 (694)
5	4,500	15,120	0	19,620 (654)
6	18,000	5,400	0	23,400 (780)
7	13,500	11,160	0	24,660 (822)
8	15,300	15,120	0	30,420 (1,014)
9	6,300	20,520	0	26,820 (894)
10	0	23,040	1,216	24,256 (809)
11	0	23,040	13,504	36,544 (1,218)
12	0	23,040	14,464	37,504 (1,250)

*1 : 注水池面数×池容積

親魚池 2,000m² (1,800ト)

稚魚池 (小) 500m² (450ト)

稚魚池 (大) 1,000m² (900ト)

*2 : 換水対象池面数×池容積

*3 : 使用池面数×池面積×蒸散量・雨量収支×0.001 (ただし、雨量が蒸散量を上回る場合は0とする)

*4 : ()内は各月の必要水量の合計÷30日

2) 孵化棟

親魚調整槽および産卵槽での必要水量は、ネパールにおいて30リットル/分とされていることから、30+30=60リットル/分となる。

孵化槽で必要な水量は、ネパールでの経験的数値に基づくと、1基当たり20リットル/分程度であることから、6基では120リットル/分となる。

同様に、養成槽での必要水量は毎分20リットル/基程度とされているので、9基に必要な水量は180リットル/分となる。

したがって本施設での必要水量の合計は、最大稼働時において毎分360リットルとなり、1日当たりでは518トンとなる。また、本施設が稼働する時期は、産卵

が行われる5～9月の5ヶ月間である。

親魚調整／産卵槽	60リットル/分	
孵化槽	120リットル/分	
養成槽	180リットル/分	
合計	360リットル/分	= 518 トン/日

3) 魚類飼育棟

飼育用水槽類の種類および容積を以下に示す。

種類	容 量	数量	合計容積
孵化槽	200 リットル	5	1.0 m ³
餌付槽	400 リットル	5	2.0 m ³
飼育実験水槽（角型）	800 リットル	10	8.0 m ³
飼育実験水槽（丸型）	1,000 リットル	10	10.0 m ³
ストック用水槽	1,700 リットル	10	17.0 m ³
餌料生物培養槽	100 リットル	3	0.3 m ³
小型実験水槽	30 リットル	15	0.5 m ³

本施設における水槽類は、基本的には流水式に使用される。流水の場合の換水率は一般的に 0.67 ～ 0.5以上であることが望ましいとされるが、本施設が実験レベルのものであることを考慮して、ここではその最低値である換水率を 0.5とした場合の必要水量を求めるものとする。

換水の対象は、飼育実験水槽、ストック用水槽および小型実験水槽であり、その合計容積は 35.5 トンであるので、 $35.5 \times 0.5 = 18$ トン/時間となる。ここで、孵化槽および餌付槽の使用期間中は、上記水槽の稼働状況は低いものと考えられることから、18トン/時間を計画水量とすれば、1日当たりの必要水量は 432 トンとなる。

4) 流水池

流水池の必要取水量は、換水率との関連で求められることが多く、一般的に 1.5 ～ 2 時間以内に池全体の水が 1 回入れ換わることが望ましいとされている。したがって、これを基に必要水量を求めると、池面積が 120 m²、平均水深 0.8 m であ

るので容積は 96m^3 となり、これを1.5~2時間で全換水すれば、 $96\text{m}^3 \div 1.5 \sim 2\text{時間} = 64\text{m}^3 \sim 48\text{m}^3 / \text{時間}$ となる。

本施設の主目的は飼育実験であり、試験的なものであることを考慮して、換水率が50%となる 48m^3 を1時間の必要水量とすると、1日当たりでは1,152トンとなる。

ここで、通年にわたり給水が必要な施設は飼育実験棟および流水池である。また、種苗生産用池に対する給水は、流水池で使用した用水を再利用することが可能である。さらに孵化棟への給水が必要な時期は、5~9月の産卵時期のみである。これらのことから、最終的に各月毎の1日当たりの必要水量を求めると、下表のとおりとなる。

月別必要水量

月	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
A	970	694	654	780	822	1014	894	809	1218	1250	1229	1196
B	1152	1152	1152	1152	1152	1152	1152	1152	1152	1152	1152	1152
C	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432	432
D	0	0	518	518	518	518	518	0	0	0	0	0
E	1584	1584	2102	2102	2102	2102	2102	1584	1650	1682	1661	1628

A : 種苗生産池

B : 流水池

C : 飼育研究棟

D : 孵化棟

E : 必要水量合計 AまたはBのどちらか大きい値+C+D

したがって、必要水量は1日当たり2,102トンが最高となり、管内の錆、付着生物等による損失を約15%考慮して2,400トンを1日当たりの計画取水量とする。

(7) 濾過槽

計画必要ろ過水量は950t/日である。

ここでのろ過処理の目的は、汚濁、有機物切片、食害魚、プランクトン等の除去であり、ろ過槽の方式は、重力式砂ろ過槽とする。この方式は、淡水、海水を問わず養殖、種苗生産、研究等の施設に広く採用されているものである。

現地類似施設ジャナカプールの種苗生産施設でもこの方式のろ過槽が採用されており、ろ材として使用される砂は現地で容易に調達できるものである。ろ過槽の構造は、大容量を処理する場合に適する加圧急速ろ過の場合は、鋼製、FRP製のものもあるが、重力式の場合はコンクリート製が一般的である。これは、耐久性があり、維持管理が容易であり、建設コストが割安であることに由来する。

本計画では、維持管理の容易性と、建設資材の全てが現地調達が可能であること等を考慮し、ろ過槽の構造はコンクリート製とする。

濾過槽は、孵化棟に要する十分な水圧を得られる高さに設定する必要がある。

(8) 井戸施設

計画井戸施設は、地質調査と収集資料から、採水深さ10m程度であれば計画採水量19t/日を確保できるものと推定されている。井戸の形式は、自由地下水を対象とした浅井戸である。構造は、滞水層は良質な砂礫層であること、施工技術上問題がなく、施工コストも経済的であることから管井戸を採用する。これは滞水層に2～3インチ程度の取水鋼管を打ち込み、ここから直接採水する構造のものである。

(9) 出荷池

生産された種苗は、出荷に先立ち、輸送に耐えるための措置として蓄養することが必要である。この際の蓄養期間は、5g以下のサイズであれば1日、10gサイズであれば2日程度が目安となる。作業性から規模を求めると、網生簀の設置ができ、全排水に要する時間も短く池中での作業等が容易な2m×3mが適当であると考えられる。計画の出荷量から面数規模を求めると、10面が必要となる。

(10) 給排水路

種苗生産用の各計画池への給排水のための水路であり、計画最大流量量はともに

2,000ト/日である。標準断面は給水路で 50cm x 40cm、排水路で 100cm x 115cmである。水路構造は、流水池と同様に側壁、底盤とも流失侵食されにくい構造材であることと、維持管理が容易であること等を考慮して石積み構造、モルタル仕上げとする。

(11) 堤防施設

ベグナスの灌漑ダムは、増水時に設定水位を越えた場合には、越流堰より越流させてダム本体を保護する設計となっている。このため、越流水が流れ込む Khudi川右岸沿いに、センター敷地内への河川水の流入を防ぐ堤防が必要となっている。堤防は敷地下流側境界までとし、総延長は343mとする。

河川水が計画施設内に流入した場合の被害の大きさを考慮すれば、堤防構造は十分に堅固であることが必要である。堤体構造は、基本的には盛土構造とするが、流水との接触法面については、流失侵食保護の観点から蛇籠被覆構造とする。この構造は比較的磨耗荷に強く、タワミ性があり、部分的補修が可能であり、補修材は現地での調達が可能なものである。

(12) 連絡橋

現在、計画敷地へのアプローチは Khudi川を渡河して行っているが、将来計画での灌漑水路南側敷地の利用、本道へのアプローチ等を考慮すると、既存灌漑水路に沿っている6mの道路側よりのアプローチが最善と考えられる。そのために、計画敷地北側と南側を結ぶ連絡橋が必要である。橋は道路幅と同一で、作業用トラックの通行を可能とする片側3m幅とする。

採用の対象となる構造は、木製、鋼製、コンクリート製等である。木製、鋼製とした場合現地調達が難しいこと、維持管理に難があること等から、ここでは、既存連絡橋でも採用されているコンクリート構造を採用する計画とした。

橋梁形式は、灌漑用水路に架かる既存橋と同じ橋ゲタ形式とする。

(13) 構内道路

構内作業のための移動運搬用道路である。大半は人道、軽量物の移動運搬用に利用される。車両等の利用の頻度は少ないものであるが、作業効率の観点から雨期のぬ