第 12 章　環境影響調査

目　　次

第 12 章　環境影響調査 …… 12-1
12.1　概要 …… 12-1
12.2　目的 …… 12-1
12.3　制度面での取組み …… 12-2
12.3.1　関係部局及び法制面のフレームワーク …… 12-2
12.3.2　環境関連許認可申請の手続き …… 12-5
12.4　環境影響調査に係る方法 …… 12-8
12.4.1　環境影響調査のためのガイドライン …… 12-8
12.4.2　調査地域の定義 …… 12-9
12.5　現況調査結果 …… 12-10
12.5.1　物理的側面 …… 12-10
12.5.2　動植物調査 …… 12-17
12.5.3　社会、経済及び文化 …… 12-25
12.6　環境影響評価 …… 12-31
12.6.1　概要 …… 12-31
12.6.2　Hevale サイト …… 12-32
12.6.3　Jalond サイト …… 12-35
12.6.4　Marleshwar サイト …… 12-37
12.6.5　環境影響マトリックス …… 12-39
12.7　環境緩和策および環境管理計画 …… 12-42
12.7.1　概要 …… 12-42
12.7.2　Hevale サイト …… 12-42
12.7.3　Jalond サイト …… 12-45
12.7.4　Marleshwar サイト …… 12-47
12.7.5　モニタリング計画 …… 12-49
12.7.6　環境緩和策及びモニタリング計画の実施に必要なコスト …… 12-50
12.8　結論 …… 12-53

LIST OF TABLES

Table 12.5-1	Quality of Surface Water at the Project Sites
Table 12.5-2	Land Use of Villages near Hevale Site
Table 12.5-3	Comparison Land Use Pattern for Project Sites
Table 12.5-4	Analysis of Plant Species at Hevale Site
Table 12.5-5	Dominant Families of Angiosperms in Ascending Order
Table 12.5-6	Species Richness and Diversity of Avifauna in Hevale Site
Table 12.5-7	Endangered Wildlife Species Found in Project Site Areas
Table 12.5-8	Important Flora Found in Project site Areas
Table 12.5-9	Villages near the Project Sites
Table 12.5-10 (1)	Village Profiles
Table 12.5-10 (2)	Village Profiles
Table 12.5-11 (1)	Village Profiles
Table 12.5-11 (2)	Village Profiles
Table 12.5-12	Number of Medical Facilities in Maharashtra State (1993)
Table 12.6-1 (1)	Environmental Impact Matrix
Table 12.6-1 (2)	Environmental Impact Matrix
Table 12.7-1	Summary of Mitigation measures for Major Impacts
Table 12.7-2	Estimated Costs for the Implementation of Mitigation measures and Monitoring Plan

LIST OF FIGURE

Figure 12-1 Procedures for Environmental Permits

第 12 章　環境影響調査

12.1 概要

本プロジェクトは、Hevale、Jalond 及び Marleshwar のいずれかの地点において揚水発電所を建設するものである。揚水発電所は、土木構造物として、(1)上池ダム、(2)下池ダム、(3)取水設備、導水路トンネル、水圧鉄管、サージタンク、放水路トンネル及び(4)発電所からなり、建設工事には、森林伐採、作業員宿舎の建設、道路の改修、原石山の開削、トンネル工事に伴う発破・掘削作業、土木構造物の建設及び発電関連機器の設置作業が含まれる。また、揚水発電は、オフピーク時の余剰電力により下池から上池に揚水し、ピーク時に放流する発電方式であるため、従来の水力発電と異なり大貯水池を必要としない。

計画における 3 地点の設備容量は、約 800MW から 1,200MW までとなっている。本計画によって発生する電力は、同時に建設される送電線を通して既存の送電網に送電される予定である。

12.2 目的

本環境影響調査は、マハラシュトラ州における揚水発電計画の実施に向けたマスタープラン策定においては不可欠なものである。本調査は、事業計画の早期に実施されるものであり、基本的に、環境に係る諸問題を十分に検討し、こうした問題が候補地の位置、規模、配置等を含む事業の基本計画に反映されることを目指すものである。

本調査は、具体的に次の目的を持つ。

1) 環境上予測される負の影響の評価
2) 予測される環境影響に対する技術的、経済的に実現可能な影響緩和策の策定
3) 影響緩和策に係るコストの算定
4) 工事後の環境影響の予測、及び環境保全の観点からの計画案に対する総合的な評価

本調査は、また、日本側調査団から GOMID への技術移転というもう一つの目的も持っている（技術移転は、日本政府から融資される技術援助の中では重要な目的である）。

BNHS は NGO グループではあるが、Hevale サイトの環境影響調査の実施コンサルタントに選ばれた。事業の実施によって影響を受ける住民のみならず、地域の NGO との協

議は、環境調査にとって極めて重要なものになっている。

12.3 制度面での取組み

環境問題を直接取扱っている機関は、中央政府レベルでは環境森林省（MOEF）であり、マハラシュトラ州レベルでは、森林環境局である。環境に係る主要な法律は、1974年成立の水質汚濁防止法、1977年成立の水質汚濁防止に係る課税法、1981年成立の大気汚染防止法、1986年成立の環境保護法、1972年成立の野生生物保護法、1980年の森林保全法が挙げられる。本計画は、これらの法律に基づき、いくつかの許認可手続きが求められる。

12.3.1 関係部局及び法制面のフレームワーク

MOEFは、国の環境保全に係る責任機関である。主要な事業については、環境に係る許認可申請をこの省に提出する必要がある。国家レベルでは、別の主要機関として中央公害防止監督局（CPCB）があり、水質汚濁防止と大気汚染防止に係る責任部局になっている。州レベルでの類似の部局は、森林環境局及びマハラシュトラ州公害防止監督局（MSPCB）である。

(1) 国家レベルの制度

中央政府のMOEFは、国全体の環境保全に係る責任機関である。1986年に最初の体系的な環境法である環境保護法が成立したとき、環境保全管理については、主に、この省に権限が与えられた。したがって、主要な事業については、環境に係る許認可をMOEFから得なければならない。

1986年成立の環境保護法の条文によれば、中央政府は環境の保全、公害の防止・規制に必要な対策をとる権限を持っている。この対策は次に示すとおりである。

1) 州政府、役人及び関係機関による業務の調整
2) 公害の防止及び規制に係る広範囲の国家計画の立案及び実施
3) 環境基準の策定
4) 汚染物質に係る排出基準の策定
5) 環境問題に係る権限を行使する機関の設置

1980年に成立し、1992年10月に改正された森林保全法の規定によると、中央政府

は、10万haを超える事業面積を有する、あるいは20ha以上の非林地への転換を含む全ての河川開発事業（または水力発電事業）の許認可手続きに関与することになっている。

MOEFは、環境、森林及び野生生物の保全に係る審査を行った後、開発計画に対して許認可を与える。野生生物の保護については、中央及び州政府が、野生生物保護法（1972年成立、1991年改正）の条文に基づき必要な措置をとっている。

1974年に成立した水質汚濁防止法の規定に基づき、中央政府はCPCBを設置した。水質汚濁防止法の条文によれば、CPCBの役割は次に示すとおりとなっている。

1) 河川及び井戸の浄化の推進
2) 公害防止に関する中央政府に対する助言
3) 州の活動に対する調整及び紛争の解決
4) 法律の成立時に設立された州公害防止監督局（SPCB）に対する技術上の支援及び指導
5) 公害防止に係る専門家養成のための計画の策定及び組織編成
6) 公害防止に係る技術、統計資料の収集及び編集
7) 州政府との協議による水質基準の設定、改正あるいは破棄

(2) 州レベルの制度

マハラシュトラ州政府は25の部局からなり、この中でも森林環境局が環境問題を取扱う責任部局になっている。税務局及び再建局は、森林の消失や住民移転を含む事業に係っている。

州レベルでは、森林環境局が環境保全の責任部局となっており、事業に対する環境保全上の許認可権限を持っている。森林環境局は、数ヵ所に森林監督事務所を設置しており、森林保全及び野生生物に係る保全計画の運営管理を行っている。

税務局は、(1)州政府の事業のために占有される森林の代替地の確認（補償のための代替植林）、及び、(2)州政府の事業で影響を受ける住民に対する代替地の確保（厚生）に係る業務を行っている。また、この局は、計画実施者である森林環境局と州政府の事業によって影響を受ける住民の再建計画の運営・管理を行う再建局と間の財政面の調整業務を行っている。住民移転を含む影響住民の再建については、「影響を受ける住民の再建に係るマハラシュトラ州法令（1986年）」の規定に基づき、県レベルの行政

官が担当する。

1974年成立の水質汚濁防止法により、SPCBが公害防止のために設置された。この水質汚濁防止法によれば、SPCBの役割は次に示すとおりである。

1) 州の河川及び井戸水の汚濁防止に係る計画の立案
2) 水質汚濁防止に係る州政府への助言
3) 水質汚濁防止に係る情報の収集及び公開
4) 公害防止に係る調査研究の促進及び実施
5) CPCBとの共同による公害防止に係る要員の研修計画の策定
6) 水質汚濁防止法で要求される許認可に関連した、工場及び汚水（排水）処理プラントの視察
7) 下水・産業排水の排水基準及び排水先水質基準の策定、改正及び破棄

(3) 環境関連法及び政策

インド憲法によれば、森林、湖、河川及び野生生物を含む自然環境を保全することは国民の責務である。この憲法の原理に基づいて導入された主要な法的措置は、次に示すとおりである。

1) 水質汚濁防止法、1974年成立
2) 水質汚濁防止に係る課税法、1977年成立
3) 大気汚染防止法、1981年成立
4) 環境保護法、1986年成立
5) 野生生物保護法、1972年成立
6) 森林保全法、1980年成立

野生生物の保全については、野生生物地域ネットワークの設立・強化を目指した対策が採られている。1970年に公表された10ヶ所の国立公園及び127ヶ所の鳥獣保護区は、1993年には、それぞれ、75ヶ所及び421ヶ所に増えた。これらの地域は全国土の約4.3%を占めるようになった。

最近公告された環境保全計画では、次の7つの優先的な政策が確認されている。

1) 特定の生態系における生物多様性の保全及び継続的利用
2) 植林、荒廃地の開発、土壌や湿地の保全及び水源地の汚濁防止

3) 産業汚染及び関連公害の削減を目指した管理、及び廃棄物、特に有害廃棄物の管理

4) 公害防止のための技術導入の促進

5) 都市部の環境問題の解決

6) 環境問題に係る科学的知識の啓蒙強化（段階別の研修体制、指導体制等の強化を含む）

7) 代替エネルギー計画

これらの優先的な政策によれば、MOEF は今後引き続き、緊急性の高い公害防止及び生態系保全に係る問題解決に重点的に取組むものと考えられる。

インドは環境問題に係る次の多国間条約に署名している。

1) モントリオール議定書

2) 有害廃棄物の国境を超える移動及びその処分の規制に関するバーゼル条約

3) 生物の多様性に関する条約

4) 絶滅の恐れのある野生動植物種の国際取引に関する条約（ワシントン条約）

12.3.2 環境関連許認可申請の手続き

本計画では前記の環境関連法及び各政策を十分に考慮する必要がある。具体的には、1986 年成立の環境保護法に従い、環境関連許認可を取得する必要がある。また、本計画は 20ha を超える森林の非林地への換地を含む事業と見なされるため、1980 年成立の森林保全法に従い開発許可を得る必要がある。

本計画は、河川に汚染物質を放流したり、大気汚染上問題となる汚染物質の排出を行うような事業ではないため、基本的に水質汚濁防止法、水質汚濁防止に係る課税法及び大気汚染防止法に基づく制約はない。しかし、MPCB と協議し、MPCB から本計画が水質や大気を汚染しないという証明書を得る必要がある。

1972 年成立（1991 年改正）の野生生物保護法によれば、基本的に国立公園や鳥獣保護区ではいかなる開発行為も許可されない。本計画では、3 ヶ所の候補地のうち 2 ヶ所が鳥獣保護区の中に位置している。Jalond サイト（Kulsubai Harishchandragad 鳥獣保護区）及び Marleshwar サイト（Chandori 鳥獣保護区）である。本計画の実施に必要な地域は許認可手続きが開始される前に告知されなければならない。この告知については、州議会による決議が必要となる。

前記のように、「影響を受ける住民の再建に係るマハラシュトラ州法令」が、事業によって移転させられる、あるいは影響を受ける住民に対する対処について規定している。本計画では各候補地とも大規模な住民移転をもたらすものではないため、移転住民に対する統括的な再建計画をこの法律に基づいて策定する必要はないものと考える（Ilevale サイトでは本計画による住民移転はないのに対し、他の２つのサイトでは、少数の世帯の消失が見込まれる）。しかし、住民移転がある場合には、計画実施者は法令に基づき、移転住民の厚生再建を目指した新しい定住地あるいは既存の村の拡張地において住民が快適な生活が出来るよう配慮する必要がある。この法律はまた、移転住民の各階層に与えられるべき区画の大きさについても規定している。たとえ移転住民がほとんどいなくても、個人の農地や村落の財産の一部は本計画によって水没するものと考えられる。

上記の許認可手続に加えて、MOEF からの土地の開発行為に係る許認可が必要である（1991 年の環境影響評価に係る公示より）。

以上の許認可手続き及び鳥獣保護区の申告については、Fig. 12.3-1 に示すとおりである。

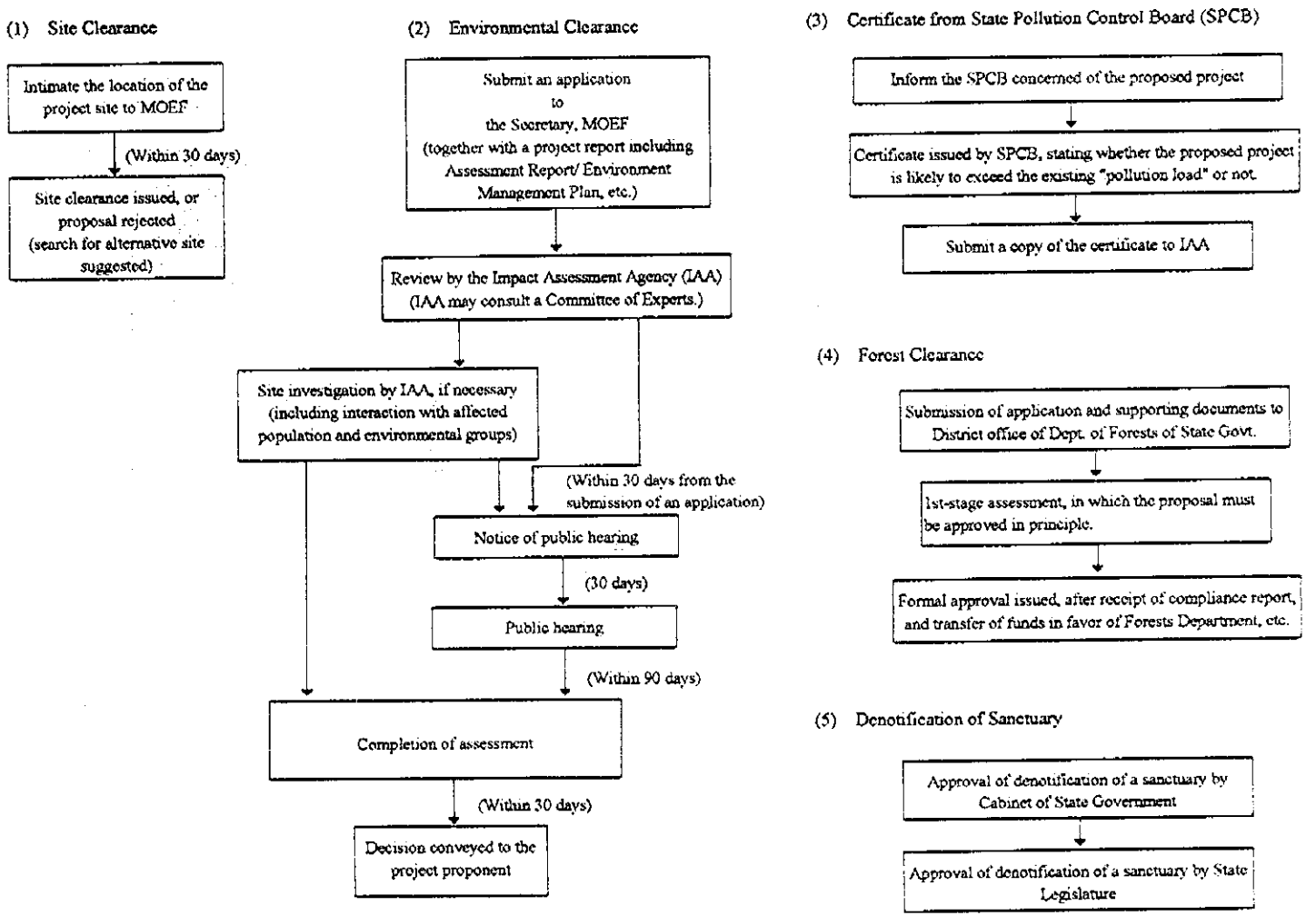


Fig. 12.3-1 Procedures for Environmental Permits

12.4 環境影響調査に係る方法

12.4.1 環境影響調査のためのガイドライン

MOEFによって発行された「環境に係る手続き及びガイドラインのハンドブック(1991年)」は許認可手続きに係る最新の情報を提供している。MOEFには環境影響のための事前調査のための体系的なガイドラインはないが、「河川開発計画に対する環境審査質問状」から環境影響調査で予測される影響項目を入手することができる。工業開発の環境影響評価ガイドラインは、開発計画に適用可能な情報を提供している。これらの関係図書によると、開発計画に係る環境影響評価のガイドラインは、次に示すとおりである。

第一に、MOEFは環境影響評価の目的を環境システムに及ぼす開発事業の影響(プラス及びマイナスの影響)を評価するものとして定義している。

第二に、調査項目については具体的な指示が示されてないが、上記の質問状によれば、以下のような様々な環境問題に関する情報が求められている。

1) 土地利用パターン
2) 水没地域
3) 森林の植生タイプ
4) 建設工事、工事期間(最盛期の作業員数)
5) 住民定住問題
6) 地下水
7) 動植物(絶滅危惧種、貴重種、鳥類生息地)
8) 文化的、歴史的、宗教的、考古学的及び観光上の価値
9) 風土病問題
10) 水問題(伐採、塩水化問題、水感染性の病気)
11) 漁業
12) 貯水池の斜面保護
13) 環境調査、管理及びモニタリングの計画

第三に、計画実施者は一季節のデータ(モンスーン期以外)に基づく環境影響評価書を提出することが規定されている。本調査は、環境影響調査であるため、これが適用される。実際、本調査の基礎調査は、一季節に対して実施された。

上記の要求を十分考慮して、JICA調査団は適切な調査項目を設定し、実施調査のた

めの TOR を作成した。この TOR に基づき、実際の調査は GOMID 及び BNHS によって実施された。

一次的及び二次的データは、現地及び関係機関から収集された。生物学的及び物理的データ（一次的データ）を収集するために、現地測定を含む現地調査が実施された。一方、社会経済環境及び文化に係るデータについては、ヒアリング調査を実施した。地質及び土木に係る情報については、調査団の専門家から収集した。

JICA 調査団、GOMID 及び BNHS の間で、調査項目を含む調査方法について討議するために会議が数回開かれた。現地調査の実施後、予測される環境影響及び緩和策を詳細に議論するために、関係者間で再度会議を開いた。

12.4.2 調査地域の定義

本調査では、本事業がもたらす物理的、生物学的及び社会経済的影響が予測される全ての地域を網羅することが不可欠である。揚水発電は、異なる標高の 2 つの貯水池（上池及び下池）が必要であり、したがって、各計画とも 2 つの工事サイトを有することになる。揚水発電と従来の水力発電との重要な相違点は、揚水発電が同じ水を何度も使用する点である。即ち、蒸発ロス分を補う必要があるが、同じ水が上池・下池間を往復することになる。こうした相違はあるが、揚水発電は、従来の水力発電と同様の影響を引き起こす。

本計画の建設工事には、森林伐採、作業員宿舎の設営、アクセス道路の改修、原石山（骨材採取場）の採掘、トンネル工事における発破作業、土木構造物の建設、電気機器類の設置及び送電システムの構築が含まれる。

建設工事、及び発電所及び貯水池の運転は、以下のような様々な影響を引き起こす。

1) 野生生物及び生態系に対する影響
2) 水没による森林及び農地の消失
3) 地域住民の移転（可能性は非常に少ない）
4) 工事作業員の流入による地域コミュニティに及ぼす影響
5) 水感染性の病気及び寄生虫の増加、及び水質の変化
6) 地下水位の変化

これらの影響は、工事現場、貯水池周辺及び計画地下流地域で発生するものと予想されるため、これらの地域に焦点を当てて調査することになる。候補地の上流域は、

直接影響を受けないが、貯水池の堆砂問題との関連で調査する必要がある。

本計画によって発生する交通は、ほぼ工事現場に限定される。しかし、骨材及び砕石等のダム材料が現場外から搬入される場合、交通は、アクセス道路に沿う広範囲の地域に影響をもたらす。

このようにして、調査地域が決定された。下流域では、ダムサイトから 5～10km 以内の村が含まれる。

12.5 現況調査結果

Hevale、Jalond 及び Marleshwar 各サイトで、1995 年 11 月から 1996 年 1 月のモンスーン終了後及び冬季に基礎調査を実施した。

Hevale サイトの調査は BNHS により実施され、 Jalond 及び Marleshwar サイトは GOMID により実施された。調査の主目的は、候補地の理化学、生物学、社会経済学及び文化に係る現況について２段階に分けて情報の収集を行うものである。

12.5.1 物理的側面

(1) 気象

マハラシュトラ州の季節は、夏季(３月～５月)、モンスーン期(６月～10 月中旬)及び冬季(10 月中旬～２月)の３つに区分される。1990 年の夏季、モンスーン期及び冬季の平均気温は、それぞれ、30℃、27.5℃及び 24℃であった。年間の最高気温は 47℃、最低気温は４℃であった。

Hevale、Jalond 及び Marleshwar サイトが位置する Konkan 地方は、年間降雨量が 2,000mm を超える多雨地域にある。降雨の多くは、南西季節風によってもたされ、年間降雨量の約 90%は雨期に集中する。

各候補地の気象の特徴は、次に示すとおりである。

<u>Hevale サイト</u>

年間の温度較差は約 10℃であり、比較的温和な気候を呈している。年間降雨量は 4,000mm を超え、他の候補地と比較して降雨量の多い地域となっている。降雨は、６月から 10 月初旬に集中し、雨期後の降雨は少ない。

Jalondサイト

年間の温度較差は、45℃を超える最高気温及び10℃以下の最低気温と比較的大きい。夏季の夜間は、比較的涼しい。年間降雨量は、3,000mm未満である。

Marleshwarサイト

年間の最高気温は約35℃、最低気温は約15℃である。モンスーン期には2,500mmを超える降雨がある。

(2) 水質

1) 地下水

Marleshwarサイト

Gothaneは、上池ダムに最も近接している村落であるが、ここには3つの井戸があり、その地下水位は一定している。下池ダムに最も近接するBamnoliには、水位が変動する3つの井戸、水位が一定している9つの井戸がある。

Gothaneの井戸の水位は、地表下0.8～3m間を変動するのに対し、Bamboliの井戸の水位は、地表下2.5～7.75m間を変動している。地下水は、飲料水及び他の用途（家庭用）に使用されている。

2) 地表水

Table 12.5-1に各計画地からサンプリングした水の水質を示す。

Hevaleサイト

この地域の主要な飲料水源は井戸である。HevaleサイトにあるKaral川河川水の物理・化学的指数値は、インドの飲料水水質基準以下であった。大腸菌群数は許容限界を超えており、飲料水には不適であることを示している。近接地に工業地帯がないため化学汚染物質や重金属成分は確認されなかった。

Jalond及びMarleshwarサイト

これらの地域の水質は、Hevaleサイトと同様である。

Table 12.5-1 Quality of Surface Water at the Project Sites

	Substance or parameter	Indian Standard (Requirement/Desirable Level)	Hevale Site					Jalond Site		Marleshwar Site		
			L/R No.1	L/R No.2	L/R No.3	L/R No.4	L/R No.5	U/R No.6	L/R No.7	L/R No.8	L/R No.9	U/R N.10
	Essential Characteristics											
1	Colour, Hazen Units	5	-	-	-	-	-	<10	<10	<10	<10	<10
2	Odour	Unobjectionable	Nil (Nil)	Nil (Nil)	Nil (Nil)	Nil (Nil)	Nil (Nil)	-	-	-	-	-
3	Taste	Agreeable	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Turbidity NTU	5	-	-	-	-	-	1.8	1.8	2.0	1.5	1.5
5	pH	6.5-8.5	6.6 (6.8)	7.2 (6.8)	7.9 (6.8)	7.9 (7.0)	9.7 (6.8)	7.4	7.2	7.3	7.2	7.3
6	Total hardness (as CaCO3) mg/l	300	-	-	-	-	-	36	36	32	40	33
7	Iron (as Fe) mg/l	0.3	-	-	-	-	-	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
8	Chlorides (as Cl) mg/l	250	10.0 (12)	10.0 (12)	10.0 (12)	10.0 (11)	9.0 (12)	16	16	16	17	18
9	Residual Free Chlorine mg/l	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Desirable Characteristics											
10	Dissolved solids mg/l	500	-	-	-	-	-	89	96	85	80	90
11	Calcium (as Ca) mg/l	75	3.4 (8.2)	2.4 (4.6)	1.0 (9.8)	1.0 (8.0)	1.0 (8.0)	12.4	11.2	8.4	6.4	5.6
12	Copper (as Cu) mg/l	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	Manganese (as Mn) mg/l	0.1	-	-	-	-	-	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
14	Sulphate (as SO4) mg/l	200	2.6 (0.8	1.1 (1.6)	1.2 (14.)	1.5 (1.3)	1.0 (1.3)	10	9	9	7	8
15	Bacteriological characteristics MPN/100 ml	10	- 1100*	- 460*	- 1100*	- 150*	- 240*	- <2	- 99*	- 70*	- 130*	- 5

Source: Indian Standard IS 10500 (1991). GOMID and BNHS Survey Reports.

Note: U/R: Upper Reservoir, L/R: Lower Reservoir

* Undesirable

Analysis was made by Aic Watson Laboratories, Mumbai (for Hevale Site) and Victoria Jubilee Technical Institute, Mumbai (for Jalond and Marleshwar Sites).

Figures in parentheses are data produced by BNHS

(3) 地質

地質については、第10章を参照。

(4) 土地利用及び農業

1) Hevale サイト

上池及び下池を含む候補地全体は、Kolhapur 県 Changad 地区の森林保全地域に位置している。本計画により直接影響を受ける村落や農地はない。

上池サイトは、潅木や草地によって囲まれており、その周辺に村落はない。下池ダム下流側には、Bambarde 及び Terwanmedhe（各々、ダムサイトから 6.5km 及び 8 km 下流に位置している）を含むいくつかの村落がある。

Bambarde 及び Terwanmedhe の土地利用状況は、Table 12.5-2 に示すとおりである。

Table 12.5-2 Land Use of Villages near Hevale Site

(ha)

Village	Total	Forest	Agricultural, irrigated	Agricultural, non-irrigated	Cultivable waste	Uncultivable waste
1. Bambarde	1,370	432 (32%)	0	24 (2%)	606 (44%)	308 (22%)
2.Terwanmedhe	677	111 (17%)	0	69 (10)	383 (56%)	115 (17%)

Source: BNHS Report.

2) Jalond サイト

<u>上池地域</u>

上池サイトは、Harichandragadh Kalsubai、鳥獣保護区内に位置する。この地域は、主として公有林（保全林を含む）、農地、私有林及び荒地からなる。この地域の土地利用状況は、次に示すとおりである。

a) 公有林 50%

b) 農地 20%

c) 私有地 20%

d) 荒地 10%

農地の３分の１以上が、Kharif 米の耕作に使用されている。候補地の主要作物は、

米と bajari（トウジンビエ）であり、その耕地面積は、それぞれ、総耕地面積の 40% 及び 15%である。他の作物として、Nagli（四国ビエ：Finger Millet）、Macca（トウモロコシの一種）及び小麦等の穀物、及び野菜が生産されている。多量の化学肥料、農薬及び除草剤を使用しない自然農法が一般的である。Nagli 及び Macca 等の穀類は、斜面上で生産されている（目立った段丘は見られない）。一般的に単一の Kharif 穀類が雨期に生産されている。生産性は、地方の標準よりも低い。

牧畜も実施されているが、素朴な形態をとっており、高度の技術を要する飼育は行われていない。したがって、牛乳や乳製品の生産高は少量である。牛ふんは燃料として使用されている。牧畜による主な現金収入は、乳製品よりも食肉の生産によりもたらされている。

乾燥した葉を燃やし、灰を作り肥料に使用した耕法も行われている。屎尿も時々、肥料として使われている。高品位種及び肥料が州政府の助成金で供給されている。

下池地域

下池地域の土地利用は、次に示すとおりである。

a) 公有林　10%

b) 農地　25%

c) 私有林　60%

d) 荒地　5%

全農地のうち約 40%が Kharif 米の耕作に使用されている。荒地は、岩石の露出部、水域及び開墾・整地後の休耕地からなっている。

この地域の作物は、次に示すとおりである。

a) 米　40%

b) Bajari　30%

c) その他　30%

3) Marleshwar サイト

農地の耕作は、「Kharif シーズン（6月から 11 月）」に行われる。主要作物は、米（Oriza Sativa）と Nagli（Elusine Coracana）である。米は、水没地域で生産されているのに対し、Nagli は集水域の主要作物である。本計画が実施された場合、

9～10t／ha の米が生産されている約３～４ ha の水田及び 360～480t／ha の Nagli が生産されている 30～40ha の耕作地の消失が見込まれる。

Table 12.5-3 は、各候補地の土地利用状況を比較したものである。

Table 12.5-3 Comparison Land Use Pattern for Project Sites

候補地名	Hevale		Jalond		Marleshwar	
	上池地域	下池地域	上池地域	下池地域	上池地域	下池地域
1. 計画地	全て保護林区域内にある。村落及び農地はない。		Harichandra Kalsubai Patel 鳥獣保護区に位置する。計画地には村落はないが、隣接部に数個の村落がある。村落に近接して農地がある。	計画地には村落はない。保護林(50%)、私有林(20%)及び農地(10%)からなる.	Chandoli 鳥獣保護区に位置する。計画地には村落はないが、貯水池との境界部に村落が一つある。	計画地には村落はないが、下流側に村落が数個ある。
2. 水没地域	保護林の面積は32ha。草地、藪及び石の多い荒地で覆われている。	保護林の面積は50ha。密林及び藪に覆われている。川の両側で岩石の露出が見られる。	90ha の保護林を含む180ha の地域。他には農地が見られる。所々で岩石が露出している。	50ha の非保護林を含む55ha の地域。他には(約 1 ha)農地がある。	約 210ha の私有地が水没する。このうち20ha が農地になっている。	約 60ha の私有地が水没する（6ha の農地を含む）。他は樹木及び藪で覆われている（54ha）。
3. 流域	地質的に安定。堤防が巡らされているので、貯水池は流域活動により影響を受けない。	地質的に安定。森林で覆われる。	石の多い荒地は、地質的に安定。農作業がどこでも見られる。	住民はいない。モンスーン期には土壌侵食が起きる。	上流側に数個の村落が見られる。丘陵部であり、所々密林で覆われている。	上流側に村落はない。丘陵部であり、所々密林で覆われている

12.5.2 動植物調査

(1) Hevale での調査結果

1) 調査方法

調査地域の動植物の多様性評価のために、調査地域をコアゾーン及びバッファーゾーンに分けた。

コアゾーン

コアゾーンは、計画の実施によって直接影響を受ける地域である。植物種及び鳥類の種数を調査するために、次の5ヶ所の生息地を選定した。

a) 下池ダムサイト河岸域

b) 下池ダムサイト Karal 川左岸部急傾斜部

c) 下池ダムサイト Karal 川右岸部緩傾斜部

d) 上池地域疎林部

e) 上池地域草地部

e)の草地部は、種の痕跡及び密度の高い鳥類の分布は確認されなかったため、重要な生息区域ではないものと考えられるため、この地域は調査地域から除外した。一方、a)及びc)は生息環境については類似しており、同一の生息地とみられた。

植物調査については種の多様性を調査するために、上記の生息地でコドラート調査を実施した（10m x 10m x 11ヶ所）。鳥類調査については、延長1 kmの経路に沿って（経路の両側100mの範囲）、各生息地で個体数調査を実施した。鳥類の個体数調査は早朝7時～9時に実施し、種の確認には双眼鏡（8 x 30 倍及び 10 x 50 倍）を用いて行った。

植物調査及び鳥類調査とも、次式で示される Shannon-Wiener 指数を用いて種の多様性を決定した。

$$H' = -\sum_{i=1}^{n} Pi \cdot \ln Pi$$

ここに、

n：標本中の個体種類数

Pi：i 番目の種に属する個体数が総個体数に占める割合

爬虫類及び両生類については、森林部及び流水部の岩や木々の下（典型的な生息場所）を調査した。魚類については、タモ網で捕獲して種の確認調査を行った。

バッファーゾーン

バッファーゾーンは、コアゾーンの外側の下池ダムサイトから半径 10km 以内の地域である。この地域については、ジープを用いて植物相及び野生生物の生存状況を調査した。

2) 生息地（自生地）

植物調査では、上池及び下池とも多様な植物種が確認された。樹木種の多様度指数（S.D.I.：Species Diversity Index）は次のようになった。

① コアゾーン a)及び c)　：下池ダムサイトの河岸域及び東側の緩傾斜部
S.D.I.＝24.44

② コアゾーン b)　：下池ダムサイトの西側急傾斜部
S.D.I.＝26.11

③ コアゾーン d)　：上池地域の疎林部
S.D.I.＝15.86

インド半島の固有種については、調査地域では 120 種が確認されており、有用な樹木種の多様性が高いことが確認されている。薬草類は 66 種類以上にのぼる。

調査地域の植生分布は、常緑樹林帯から半常緑樹林帯を呈し、山麓部から頂上部にかけて植生の変化がみられる。山麓部は、Konkan 地方の典型的な植性を呈している。山岳部は、西部山岳地帯の典型的な植性を呈している。Tillari 地域の西側渓谷部は、常緑樹林帯を呈している。山頂部は、Memecylon umbellatum、Garcinia spicata、Terminalis chebula、Syzygium cumini、Diospyros candolleana、Cannamomum vernum 等からなる常緑樹林帯を呈している。

この地域の食虫植物は、Drosera indica、D. burmanni、Utricularia gramminifolia、U. reticulate 及び U. striatula である。寄生植物は、Strigo geanerioides、Dendrothoe fulcata、D. trigona、Hexixanthera wallichiana、Merosolin capitellatus、Scurrula philippensis 及び viscum angulatum である。一般に見られる着生植物は、Hoya wightii、Acampe praemorsa、Aerides crispum、A. maculosum、

Bulbophyllum fimbriatum、Dendrobium spp.、Eria dalzelli、E. reticosa 及び Oberonia recura である。

マハラシュトラ州の西部山岳地帯の天然の密度の濃い植生は、多様性に富んだ野生生物を育むものと考えられる。Koral 川の水及び密林に覆われた両岸の斜面は野生生物の営巣や産卵に良好な環境を与えているものと考えられる。

Table 12.5-4 及び Table 12.5-5 に、調査地域で確認された植物種（双子葉植物、単子葉植物）及び被子植物の一覧を示す。

Table 12.5-4 Analysis of Plant Species at Hevale Site

	Dicot	Monocot	Total
Families	97	21	118
Geners	351	115	436
Species	549	147	696

Source: BNHS Report, 1996.

Table 12.5-5 Dominant Families of Angiosperms in Ascending Order

	Name of the family	No. of Genera	No. of Species
1.	Poaceae	39	66
2.	Fabaceae	23	52
3	Acanthaceae	20	37
4.	Rubiaceae	17	31
5.	Asteraceae	22	31
6.	Orchidaceae	11	23
7.	Euphorbiaceae	14	22
8.	Lamiaceae	10	17
9.	Moraceae	2	14
10	Asclepiadceae	10	13

Source: BNHS Report, 1996.

3) 鳥類

鳥類については、調査地域で 55 種の留鳥、14 種の渡り鳥、計 69 種が確認された。これらは猛禽類から果食類まで広範囲に亘っている。鳥類の調査結果については、次に示すとおりである。

a) 種の数

合計で11目27科53属69種の鳥類が確認された。40種がコアゾーンで確認され、41種がバッファーゾーンで確認された。

コアゾーンの生息地のうち、27種が河岸域に、20種が森林及び西部の急傾斜部、11種が森林の緩傾斜部、10種が疎林部で確認された。草地では、鳥類は確認できなかった。

本調査で確認された絶滅危惧種は、次に示すとおりである。

- Pied Indian Hornbil（サイチョウの一種）：インド野生生物法のスケジュールIに登録されており、コアゾーン及びバッファーゾーン両地域で確認されている。
- Peafowl（クジャク）：インド野生生物法のスケジュールIに登録されており、バッファーゾーンで確認されている。

b) 種の多様性

種の多様性については、調査した生息地域のうち河岸域で最も高く、多様度指数は2.99を示した。種の多様性については、コアゾーンよりもバッファーゾーンの方が高い結果を示した。各生息地で確認された種の種類は、Table 12.5-6に示すとおりである。

Table 12.5-6 Species Richness and Diversity of Avifauna in Hevale Site Area

Habitat	Species Richness	No. of Individuals	Species Diversity Index
Lower Dam Site Area			
Riverine a)	27	55	2.99
Forest at western slopes b)	20	41	2.81
Forest at eastern slopes c)	11	24	2.18
Upper Reservoir Area			
Scrub/forest d)	10	25	2.12
Grassland e)	0	0	0.00
Total			
Core Areas (a) to e))	40	137	3.17
Buffer Areas	44	107	3.40

Source: BNHS Report, 1996.

c) 種の相対頻度

コアゾーンでは、サンバード（太陽鳥科の一種の小鳥）が最も多く（20.44%）、

次に Purple sunbird (7.30%) 、Paradise flycatcher (ヒタキの一種：5.81%) 及び Jungle babbler (ツグミの一種：5.11%) が確認されている。一方、バッファーゾーンでは、一般的に見られる種として Redvented bulbul (ナイチンゲールの一種：5.61%) 、Jungle babbler (ツグミの一種：4.67%) 及び Redrumped swallow (つばめの一種：4.67%) が確認されている。

4) 哺乳類

調査地域では、ネコ科及びナマケグマ科の種類が最も重要な哺乳類である。また、Indian Giant Squirrel (Ratufs indica：リスの一種) の点在が確認されている。調査中には絶滅危惧種の生息は確認されていないが、地元住民からのヒアリングでは、下池サイトにインドトラの生息が報告されている。1991 年の Tillarinagar 灌漑プロジェクトにおける森林局による調査結果では、Tillariwadi 流域での絶滅危惧種の生息が確認されている。

地元住民からのヒアリング調査の結果は、野生生物保護法のスケジュール I にリストアップされている次の哺乳類が生息している可能性を示唆している。

① トラ (Panthera tigris)
② ヒョウ (Panthera pardus)
③ オセロット (Felis bengalensis)
④ ナマケグマ (Melursus ursinus)

5) 爬虫類及び両生類

爬虫類については、トカゲ類、カメレオン類を除いてほとんど確認されなかった。しかし、生息地の状況からヤモリ類及びオオトカゲの類の生息が予想される。

密林では数種のヘビ類の生息も予測される。地元住民からは、コブラ、Viper (クサリヘビの一種) 、Krait 等の毒ヘビ及びインドニシキヘビの生息が報告されている。

6) 魚類等

魚類における絶滅危惧種及び水生植物の貴重種については確認されていない。

同定された魚類は、Rashora daniconius、Puntius melanampyx、Garra SP.、Puntius amphibious、Palaemonid prawns、Nemacheilus SP.、Rasbora daniconius 及び Carps SP. である。

調査中に魚類に係る病気は報告されていない。

(2) Jalond サイトの調査結果

1) 植物

候補地は、密生した混合林、雑木林及び牧草地からなる。一部岩石の露出が見られる。森林の密度は、0.30～0.40 を示した。森林密度及び樹木の種の数は、コドラート調査（25m x 25m の範囲）より得られた。

以下に調査結果を示す。

Type	No. of species	No. of trees
Dense forest	18	50
Open Scrub	12	32
Grassland	3	10

収入源となる植物は、竹、牧草、Tendu、ゴム、Apita 及び Sitafal である。

2) 動物

村民によれば、次に示す動物が生息している。

① トラ

② 熊

③ オオカミ

④ ハイエナ

⑤ ジャッカル

⑥ 鹿

村民の話によると、2 年前に牝トラと２匹の子供が生息していた。トラは、森林の山羊及び小動物を餌にしていると考えられる。また、昼間洞穴に住み、夜間に水や食料を求めて山から下りてくると考えられる。

周辺の森林には多くの鳥類が生息している。モンスーン期には水鳥が多く見られる。インドの国鳥であるクジャク（保護鳥）は、至る所で見られる。

3) 魚類

魚類及び他の水生生物は、雨期を過ぎると流水がなくなるため、モンスーン期にしか見られない。モンスーン期には、小～中サイズの魚類が産卵のために下流域から遡上する。

(3) Marleshwar サイトの調査結果

1) 植物

調査地域は、多種類の動植物の生息する半常緑樹林帯であり、モンスーン期には、多種の植物が密生する。

2) 動物

Kolpur の保全事務所によれば、調査地域で確認された絶滅危惧種は、トラ、鹿及び大型リス類である。また、本地域には、クジャク類の絶滅危惧種を含む多種の鳥類が生息している。

(4) 絶滅が危惧される野生生物及び貴重な植物

調査中に収集された一次的及び二次的データは、Table 12.5-7 に示すように、各候補地に少数の絶滅危惧種が生息している可能性を示している。また、Table 12.5-8 に貴重植物種を示す。

Table 12.5-7 Endangered Wildlife Species Found in Project Site Areas

Project Site	Hevale	Jalond	Marleshwar
Birds	1. Common Pea fowl	Peafowl	Peacock Owl
	2. Malabar Pied Hornbill		
	3. Great Pied		
	4. Hornbill		
Mammals	1. Smooth Indian	Hyena	Tiger
	2. Otter	Tiger	Barking deer
	3. Tiger	Leopard	Giant Squirrel
	4. Leopard	Wolf	
	5. Leopard Cat	Jungle Cat	
	6. Sloth Bear	Sloth Bear	
	7. Jackal	Jackal	
	8. Jungle Cat		
Amphibians	-	-	-
Reptiles	-	-	-
Fishes	-	-	-
Insects	-	-	-
Invertebrates	-	-	-

Note: Endangered species were identified with the handout issued by the Forest Dept. of Maharashutra State during Wildlife Week in 1995.

Source: Hevale: BNHS Report, 1996.
Jalond and Marleshwar: GOMID Reports, 1996

Table 12.5-8 Important Flora Found in Project Site Areas

Project Site	Hevale	Jalond	Marleshwar
1	Pittosoprum florinundum	Brideliaretusa	Engenia jambolana
2	Holigarna arnoltiana	Cassia fistula	Glochydeonlanceolariumn
3	Elaeagnus latitolis	Mangifera indica	Mangitera iadica
4	Terminalia arjuna	Saccopetalum tomentosum	Semecarpus anacardium
5	Terminalia chebula	Terminalia tomentosa	
6	Phyllanthus imblica	Biuhinia gacamosa	
7	Terminalia bellirica	Vanguria spinosa	
8	Terminalia crenulata		
9	Erirocarpus nimmonii		
10	Terminalia tomentosa		
11	Diospyros montana		
12	Bridellia rotusa		
13	Steculia guttata		
14	Xylia xylocarpa		
15	Sapium insigne		

Source: Hevale: BNHS Report, 1996
Jalond and Marleshwar: GOMID Reports, 1996
Wild Institution of India Derradun

12.5.3 社会、経済及び文化

マハラシュトラ州の住民の約70%は農業に従事しているが、全耕地の約12%しか灌漑されていない。主要な穀物は、小麦、米、モロコシ、bajari（トウジンビエ）及び豆類であり、重要な金銭作物は綿花、サトウキビ、落花生及びタバコである。候補地周辺の住民は、痩せた土地を小規模に耕作し、牛を飼うことによって生計を立てている。

(1) 本計画により影響を受ける村落

候補地周辺の村落に係る情報の収集は、村を訪問し、村長及び村民からのヒアリングを行うことにより実施した。この調査によって、人口、世帯数、作物パターン、及び学校、診療所、交通手段、電話、道路、電力等の公共施設の有無について情報を得た。Table 12.5-9は、訪問した村落名を示している。Table 12.5-10及びTable 12.5-11は、村落及び人口の比較を示す。

Table 12.5-9 Villages near the Project Sites

候補地		村落名	位置状況
1. Hevale			
上池地域		なし	村落はない。
下池地域	(1)	Bambarde	ダムサイトから6.5km下流側に位置し、原石山に近接している。
	(2)	Tervanmedhe	ダムサイトから8 km下流側に位置する。
2. Jalond			
上池地域	(3)	Kumshet	ダムサイトから2 kmに位置し、農地の一部が影響する。
下池地域	(4)	Bandeshetwadi	建設現場の直近部に位置し、ダムサイトから約2 kmの距離にある。
	(5)	Navalwadi	建設現場に位置し、ダムサイトから約2 kmの距離にある。
3. Marleshwar			
上池地域	(6)	Gothane	ダムサイトから2.5 kmに位置し、一部の農地の水没が懸念される。
下池地域	(7)	Bamnoli	建設現場直近部に位置し、ダムサイトから約1 kmの距離にある。

Table 12.5-10 (1) Village Profiles

候補地	Hevale		Jalond			Marleshwar	
	下池ダム		上池ダム	下池ダム		上池ダム	下池ダム
村落名	Bambarde	Terwanmedhe	Kumshet	Bandveshetwadi	Navalwadi	Gothane	Bomnoli
1 人口	421	417	n. a.	180	270	750	1,600
2 世帯数	116	90	n. a.	n. a.	n. a.	140	339
3 家屋数	n. a.	n. a.	n. a.	30	40	96	276
4 家屋タイプ	ほとんどの家屋が泥壁作りで（Kucchaと呼ばれる）屋根瓦が付いている。他は屋根瓦付きの石壁作りである。	ほとんどの家屋が泥壁作りで（Kucchaと呼ばれる）屋根瓦が付いている。他は屋根瓦付きの石壁作りである。	n. a.	n. a.	半数が屋根瓦付きの煉瓦作りである（床面積：500-600 ft^2、3部屋）。他は草葺き屋根付きの泥壁作り（100-300ft^2）。	草葺き屋根付きの泥壁作り。（数軒が瓦屋根）	草葺き屋根付きの泥壁作り。（数軒が瓦屋根）
5 水源	Kharal川	井戸水及び給水車	モンスーン期には井戸水、乾季には給水車	n. a.	消毒後井戸水の配管による給水	井戸水（3ヶ所）	井戸水（13ヶ所）

Table 12.5-10 (2) Village Profiles

候補地	Hevale		Jalond			Marleshwar	
	下池ダム		上池ダム	下池ダム		上池ダム	下池ダム
村落名	Bambarde	Terwanmedhe	Kumshet	Bandveshetwadi	Naval wadi	Gothane	Bomnoli
6 電化率(%)	電気利用	電気利用	電気利用	電気利用	50 %	75 %	95 %
7 公共施設 a) 学校	n. a.	小学校が２校、中学校が１校	６年生までの小学校が１校	n. a.	幼稚園が１校、小学校が１校	７年生までの小学校が１校	４年生までの小学校が１校、７年生までの中学校が１校
b) 保健施設	病院はないが、半径10km以内にPHCがある。	病院はないが、半径10km以内にPHCがある。	病院はないが、１ヶ月に１回看護婦の巡回がある。	n. a.	計画地から５km離れたNahade村で健康センターの利用が可能。	健康センターはないが、PHCから看護婦の定期的な巡回がある。	健康センターはないが、２週間に１回PHCから看護婦の定期的な巡回がある。
8 交通機関	9km離れてバス及び鉄道の駅がある。	10km離れてバス及び鉄道の駅がある。	天気の良好な日のバスの利用が可能。	n. a.	天気の良好な日のバスの利用が可能。	天気の良好な日のNivati（計画地から６kmの距離）までのバスの利用が可能（１往復／日）	Devrukh村までのバスの利用が可能（４～５往復／日）.

Note: n.a.: Information not available.
PHS: Primary Health Center

Table 12.5-11 (1) Population Profiles

候補地	Hevale		Jalond			Marleshwar	
	下池ダム		上池ダム	下池ダム		上池ダム	下池ダム
村落名	Bambarde	Terwanmedhe	Kumshet	Bandveshetwadi	Navalwadi	Gothane	Bomnoli
1 人口	421	417	n. a.	180	270	750	1600
2 人口の伸び率/年	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	1 to 1. 5%	1 to 1. 5%
3 男女比率	1:1. 22	1:0. 91	n. a.	n. a.	1:0. 94	1:1. 03	1:1. 46
4 年齢構成							
1) 0-15	14%	44%	n. a.	n. a.	60	287	469
2) 16-30	43%	22%	n. a.	n. a.	100	215	373
3) 36-50	33%	30%	n. a.	n. a.	80	161	493
4) 51 以上	10%	4%	n. a.	n. a.	30	84	293
5 収入源	農業	農業	農業	農業	農業（ミルク及び食肉の販売）	農業	農業（農閑期には、ほとんどの人が Mumbai で働く）
6 年間の収入	n. a.	Rs. 10, 000 - 15, 000	n. a.	n. a.	Rs. 3, 000 - 5, 000	Rs. 5, 000 - 10, 000	Rs. 5, 000 - 10, 000
7 収入に占める支出の割合（%）	n. a.	食費（40～60%）及び他の生活費	n. a.	n. a.	食費（60%～20%）及び他の生活費	約 90 %～95 %の支出	約 90 %～95 %の支出
8 主な死亡原因	老衰、呼吸器系の病気	老衰、呼吸器系の病気	n. a.	n. a.	n. a.	老衰	老衰

Table 12.5-11 (2) Population Profiles

候補地	Hevale		Jalond			Marleshwar	
	下池ダム		上池ダム	下池ダム		上池ダム	下池ダム
村落名	Bambarde	Terwanmedhe	Kumshet	Bandveshetwadi	Navalwadi	Gothane	Bomnoli
9 教育	小学校までの教育程度	小学校までの教育程度	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
10 その他	89の階層のカーストからなるヒンズー共同体に属す	陸軍に従事する者が多い。89の階層のカーストからなるヒンズー教共同体に属す。たまにインフルエンザとマラリアが発生する。	n. a.	n. a.	村落は孤立しており村民の移住はまれである。子供の90%は学校に通う。村民はヒンズー教徒の種族であるMatakur及びKadkari族からなる。	人口の10 - 20%が町に移住。ほとんどの村民が文盲である。	人口の10 - 20%が町に移住。ほとんどの村民が文盲である。

Note: n. a. : Information not available.
Source: BNHS Report, 1996. GOMID Reports, 1996.

(2) 史跡・文化財

マハラシュトラ州には文化財局があり、貴重な史跡文化財（保護対象）を公表・保全している。この局には２人の長官がおり、１人は記念物を担当し、もう１人は古文書を担当している。

様々な都市に寺院、モスク、宮殿、塔等の史的記念物がある。Marleshwar の上池ダムサイト近辺には、Marleshwar 寺院という有名な寺院がある。この寺院の他には、Hevale、Jalond 及び Marleshwar 各候補地において歴史的及び文化的に貴重な建造物、遺跡は確認されていない。

(3) 計画地への移動

一般的に、Jalond、Marleshwar 及び Hevale 各候補地では、移住は見られないが、他の州又は地方からの季節的な移動は発生している。しかし、これは、道路、ダム、建築物等の諸工事で働く労務者に限られている。

Hevale サイトでは、他の地方から来た労務者が竹の採取作業に従事していることが報告されているが、これらの労務者は作業終了後に出身地に帰省している。

(4) 観光

調査地域内には、観光地としてめぼしいものは見当たらない。しかし、Jalond 及び Marleshwar サイトで上池が出現した場合、これらの貯水池は鳥獣保護区内にあるため、観光資源となる可能性がある。

(5) 保健衛生等

1) 制度面

保健衛生に係る業務は、州保健局（PHD）及び地方委員会や市当局等の地方自治体によって運営されている。地方の保健局員が PHD を代表しており、住民の健康問題に係る責任者になっている。この保健局員は、伝染病、風土病の発生源及び伝播経路について調査し、コレラ、ペスト、ギニア虫、インフルエンザ及びマラリア等の病気の予防対策を講じている。また、家族計画、栄養及び他の健康問題に関して村民に啓蒙活動を行っている。

州政府は、州の住民に安全な水を提供する計画を立てている。しかし、この計画

の進捗は悪く、住民は浅井戸の水に依存せざるを得ない。これらの浅井戸は、乾季には水涸れし、住民は遠くから水の運搬をしなければならない。腸チフス、コレラ、赤痢等の伝染性の病気及びギニア虫等の寄生虫の発生率は高いが、これらの病気は散発的に発生し、慢性化するまでには到ってない。

2) 医療施設

1993年までに政府によって設置された医療施設は、Table 12.5-12に示すとおりである。

Table 12.5-12 Number of Medical Facilities in Maharashtra State (1993)

Hospitals	Dispensaries	Primary Health Centers	Primary Health Units	TB Hospitals /Clinics	Total Beds	Beds per Million of Population.
830	1,702	1,690	151	1,977	1,16,075	14

Source: Director, Economics & Statistics, Gov't of Maharashtra, Handbook of Basic Statistics of Maharashtra State, 1993

Jalondサイトの場合、設備の良い医療施設はRajurで利用可能であり、Marleshwarでは、Deorukh及びRatnagiriで利用できる。Hevaleサイトの場合、Kodaliに病院があり、Bhedshi Pale、Sargave Patge及びHalkarniに健康センターがある。

12.6 環境影響評価

12.6.1 概要

本計画の環境影響評価は、3つの代替候補地であるHevale、Jalond及びMarleshwarの森林、河川水、村落等の主要な環境要素に対して実施された。

本計画は、河川部の開発事業であるため、工事前、工事中及び工事後の環境への影響は避けられない。したがって、可能な限り負の影響を緩和するために、影響を把握することが必要である。本計画は、まだプレF/Sステージの計画策定段階にあるため、環境影響の予測は、現時点の基本計画及び想定された事業内容に基づいて行われることになる。

ほとんどの負の影響は、工事中に発生するものと予想される。工事中には、水質汚濁はもちろん、大気汚染（騒音問題も含む）も発生するものと予測される。掘削機械

は、粉塵を発生させ、周囲の粉塵濃度を高める。ディーゼル／ガソリン駆動の車両及び建設機械からの排気ガスは、周辺大気の SO_2、NOx、CO 及び CO_2 濃度を高める。しかしながら、こうした負の影響は、工事中のみに発生し、工事後の汚染物質濃度は減少するものと予想される。同様に、工事中は重機類及び工事用車両により騒音レベルが上昇するが、工事後は通常のレベルに戻るものと予想される。

工事中には、濁水と工事排水によって、一時的に水質汚濁が生じることも考えられる。河川水（及び地下水）は、骨材の洗浄及びコンクリートの製造等に使われ、これによって、地下水位及び既存の井戸の水位が低下するものと予想される。工事後は、モンスーン及び貯水池の湛水によって回復するものと考えられる（これは、プラスの影響とみなすことができる）。

適切な処置や対策がなければ、工事後も負の影響が残る。例えば、貯水池の水質悪化は、衛生上の影響を及ぼすことになる。本事業により移転させられた住民にとって、移転後の再建措置が重要であることは言うまでもない。

12.6.2 Hevale サイト

(1) 村落／移転住民

候補地には、居住地域はない。上池及び下池は、森林地帯に計画されており、居住地域は開発されない。したがって、村落及び住民の移転に係る問題は発生しない。

(2) 農業

本計画では、既設の道路の拡張や延長に必要な用地買収は多少あるが、上池及び下池地では、農地の買収はない。したがって、農地の買収に関連した影響は、基本的に発生しない。灌漑のための河川水の導水及び揚水は実施されていない。

(3) 林業

上池及び下池の建設によって、約 82ha の保護林が消失する（貯水池内の樹木は伐採される）。これは候補地周辺の気温や降水に対して、大きな影響を及ぼさないと予測される。より重要なことは、野生生物の生息地が消失することである。鳥類及び大型の哺乳類は安全地帯に移動するが、一部の小動物は死滅すると予測される。また、樹木の伐採は、既存の河川を汚濁させ、掘削機械、運搬車両等の使用によって、CO_2、CO

及びSO_2等の排気ガスが発生する。これらの工事中の大気、水質及び森林への影響は一時的なものであり、工事後には、元の状態に回復するものと予測される。しかしながら、森林及び動植物生息地の消失は、地球規模及び局地的に長期に亘って、生態系に影響を及ぼすものと考えられる。

(4) 漁業

上池及び下池を含む計画地では、生計手段としての漁業は行われていない。モンスーン期には、一部の住民が川で魚類を捕獲して食料にしているが、これは、無視できる規模である。モンスーン期には上池・下池両地域の工事量は最小限となるため、既存の水系の流出量は減少しないと予測される。魚類の生息環境が工事中の濁水よって損害を受けるが、最小限の漁獲は継続可能と考えられる。本計画は、流域変更を含む事業ではないため、候補地の固有種に及ぼす長期の影響はないものと予測される。貴重種の存在も確認されてない。

(5) 陸上交通

上池に繋がる約 2km の工事用道路が、計画されている。下池は、既設の道路でアクセス可能である。発電所の導水路トンネルサイトまでの約２～３ km の道路が建設される。道路工事は、大気及び騒音問題を引き起こすが、現状ではほとんど交通量がないため、交通渋滞を引き起こすことはないと予測される。また、工事中に工事現場外の環境に及ぼす交通の影響は限定的なものである（上池への骨材の搬入の必要はなく、原石山及び土捨場は下池サイトに近接している）。しかし、地域住民に対する交通安全上の問題が発生すると予測される。この地域の交通網の改善という観点において、著しいプラスの影響はない。

(6) 水運

現河川は水深が浅く、水運の用途には利用されてない。したがって、水運に及ぼす影響はない。

(7) 保健衛生

現場では、かなり多くの労務者が工事に従事する。工事最盛期には、約 3,000 人も

の労務者が従事し、周辺環境に対して大きな負荷になると考えられる。工事前及び工事中には、工事関係者が現場外から流入する。宿舎、飲料水、下水、雨水排水施設及び診療所等の付帯施設がなければ、環境に対して著しい負の影響が発生し、伝染病あるいは水感染性の病気が発生する可能性がある。マラリアは典型的な水感染性の病気であるが、既に当該地域に特有の病気になっている。蚊の産卵環境が形成されることによってマラリアの発生が増加する可能性がある。

(8) 景観

ダム建設は、地域住民にとって景観上の損失を意味するものではない。上池及び下池両地域において、貯水池の出現は当該地の景観美を向上させると考えられる。しかし、建設廃材が撤去されない場合には、景観に及ぼす影響はマイナスになる。

発電所は地下式として計画されている。地上式の開閉所によって景観が悪くなると考えられるが、植樹等の景観対策が施される。

(9) 史跡・文化財

上池近くには寺院があるが、影響を及ぼすことはないと予測される。他の文化財は存在しない。

(10) 河川水／地下水／貯水池の影響

前述のとおり、適切な対策が施されない場合、工事中及び工事後早期に、地表水及び地下水の水質は悪化すると予測される。大量の地下水が揚水された場合、地下水位に影響を及ぼす。工事後の貯水には一モンスーン期間が必要であるが、この貯水は、下流側流量に対して影響を及ぼす。河川水は揚水されないため、農業活動には重大な影響を及ぼすことはないと予測される。工事後に一定量の水が近隣の村落に供給される場合、プラスの影響が発生すると考えられる。

湛水前の水没地域の伐採等、適切な対策がない限り、工事後、貯水池には藻が増殖する可能性がある。揚水発電では同じ水が繰り返し使用されるため、土地利用、排水、及び農薬及び化学肥料の使用に対する適切な流域管理がなければ、貯水池の水質は急速に悪化すると予測される。同時に、水感染性の病気のリスクも増加することになる。

さらに貯水池については、適切な流域管理及び貯水池運用管理がない限り、貯水容

量は、堆砂により急速に減少すると予測される。貯水池によって誘起される長期の気候変動については微少であると考えられる。

(11) 動植物

本調査では、2 種類の鳥類を除いて、動植物の絶滅危惧種は確認されなかった。ただし、村民から少数の絶滅に瀕した哺乳類の生息が報告されている。候補地域周辺には、鳥獣保護区はない。しかし、上池及び下池両地域で森林が消失するため、この地域の動植物の消失は免れない。鳥類及び大型動物は、他の安全地帯に移動すると予測される。

適切な対策を講じなければ、候補地周辺の野生生物生息地は、流入労務者による伐採及び狩猟によって荒らされることになる。

(12) 大気汚染

工事中の大気汚染が予測されるが、これは一時的な負の影響である。工事後には、貯水池の富栄養化による悪臭が慢性的に発生することも考えられる。

12.6.3 Jalond サイト

(1) 村落／移転住民

上池及び下池ともに、村落の娯楽施設及びインフラ施設はない。村落及び住民の移転に関連した社会･経済上の負の影響はない。

(2) 農業

上池地点では約 50ha の農地の買収することになるが、ほとんどが不沃な土地である。しかし、農地の消失は、ほとんどの住民が農業に従事するため、農民に対して負の影響を及ぼす。農業以外による収入は無視できる程小さく、村落には農地に転用できる休耕地もほとんどない。農民の子供は、近隣の町で仕事を得るために村を出る者がほとんどである。農産物の生産高は自給自足分しかないため、子供の仕送りに頼っているのが現状である。農地の買収においては、以上の点を考慮する必要がある。

(3) 林業

本計画では、上池及び下池サイトを合わせて 280ha の森林（90ha の保護林を含む）が用地として取得される。これは、環境の様々な面で負の影響をもたらすと予測される。下池側の森林の消失は、50ha の非保護林だけに限られる。上池地域は、現在鳥獣保護区として申請されている。

(4) 漁業

雨期には上池地域の住民が川の蟹を捕獲して食料にしていると報告されている。しかし、収穫高は少量であるため、影響は限られたものになると予測される。また、上池及び下池両地域においては、組織だった漁業は存在しない。

(5) 陸上交通

Kumshet 村に繋がる既存の道路は、上池ダム及び導水路サージタンクへのアクセスとなるが、改修・拡張の必要がある。Navalwadi 村に繋がる既設の道路は、下池ダムへのアクセスとなるが、一部の改修を必要とする。これらの道路の交通量は多くないため、本計画によって発生する追加交通量の影響も大きなものではないと予測される。道路の改修工事は、12.6.2.(5)と同様、負の影響をもたらす。また、建設材料の搬入に使用された場合、交通安全上の問題も発生すると予測される。

(6) 水運

河川は水運に利用されていないため、水運に及ぼす影響はないと考える。上池サイトの下流域には少なくとも 1 つの小水力事業が存在する。

(7) 保健衛生

Hevale サイトと同様、負の影響が発生すると考える。

(8) 景観

上池及び下池サイトとも、Hevale サイトと同様の影響が予測される。

(9) 史跡・文化財

計画地には史跡・文化財はない。

(10) 河川／地下水／貯水池

Hevale サイトと同様の負の影響が予測される。

(11) 動植物

本調査中に、絶滅危惧種が 1 種確認された。また、村民により少数の絶滅に瀕した哺乳類の生息が報告されている。Hevale サイトと同様、動植物に及ぼす負の影響が予測される。

(12) 大気汚染

Hevale サイトと同様に、工事中には一時的に大気汚染が発生し、また、工事後には貯水池の富栄養化による悪臭の発生することが考えられる。

12.6.4 Marleshwar サイト

(1) 村落／移転住民

本計画によって村落が水没することはなく、また、住民の移転もないと予測される。しかし、上池サイトでは、一部落 (Gothane) の生活と関係の深い土地の大部分が水没すると予測される。

(2) 農業

上池及び下池サイトでは、各々約 25ha 及び 7ha の農地が買収される。この農地買収による負の影響は、12.6.3(2) と同様である。上池サイトにおける農地の消失の影響は、残存する全農地に対する割合で評価されることになる。荒地は、しばしば牛の牧畜に使われるため、広い面積が水没する場合には、影響が発生する。

(3) 林業

上池及び下池サイトでは、各々、約 150ha 及び 50ha の非保護林が買収される。上池サイトの森林の多くは、石の多い荒地であるが、下池サイトは深い森林に覆われてい

る。森林の買収に関連した負の影響は、12.6.2(3)で述べたものと同様である。

(4) 漁業

対象地域には、組織だった漁業組織はない。モンスーン期の漁獲高は減少すると予測される。このほかには、負の影響はない。

(5) 陸上交通

Gothane 村に繋がる既存の道路は、上池ダムへのアクセスとなる（改修の必要がある）。Marol 村に繋がる既存の道路は、下池及び発電所のトンネル現場へのアクセスとして改修、拡張される必要がある。交通量はほとんどない。工事中には 12.6.2(5)及び 12.6.3(5)と同様の負の影響が予測される。

(6) 水運

一般的に、河川は水運に利用されていない。したがって、水運に及ぼす影響はない。

(7) 保健衛生

12.6.2.(7)と同様の負の影響が予測される。

(8) 景観

Hevale サイトと同様、貯水池の出現はプラスの影響となる。

(9) 史跡・文化財

上池サイトの下流側に、Marleshwar 寺院がある。寺院の近くにはいくつかの小規模な滝があり、寺院の一部として、神聖視されている。滝は現場から下流側に位置するが、ダムによって塞き止められるなら、干上がることになる。ダム自体が寺院と一緒に、あるいは寺院から見えることはない。

(10) 河川／地下水／貯水池

Hevale サイトと同様の影響が予測される（12.6.2(10)参照）。

(11) 動植物

本調査中、絶滅危惧種は確認されなかったが、住民からは少数の絶滅危惧種の動物の生息が報告されている。前述の 12.6.2(11) と同様の負の影響が予測される。

(12) 大気汚染

工事期間中、一時的な大気汚染が予測される。また、12.6.2(12) と同様、悪臭の発生が考えられる。

12.6.5 環境影響マトリックス

以上、3 つの候補地で予測される影響を、Table 12.6-1 に示し、比較した。農地の消失による社会・経済的影響については、Hevale サイトで最も小さいと考えられる。Marleshwar サイトでは保護林の消失がないという点を除いて、動植物への影響に関して、3 つの候補地に大きな違いはない。

Table 12.6-1 (1) Environmental Impact Matrix

環境影響項目	影響		候補地	影響面積	影響の程度	影響期間
	時期					
1. 村落／住民移転	工事前及び工事中	影響はない。水没又は消失する家屋や公共施設はない。	Hevale	n.a.		
			Jalond			
			Marleshwar			
2. 農業	工事中及び工事後	農地の消失が予測される。予測される水没又は消失面積：Hevale サイト ゼロ又は無視できる程度、 Jalond サイト 50ha、Marleshwar サイト 32ha。 地下水の変化による農業への影響はほとんどない。	Hevale	1	1	3
			Jalond	2	3	3
			Marleshwar	2	3	3
3. 林業	工事中及び工事後	森林の消失が予測される。 予測される森林の消失面積: Hevale サイト 82 ha の保護林、Jalond サイト 190 ha の保護林、 90 ha の非保護林、 Marleshwar サイト 200 ha の非保護林。	Hevale	2	3	2
			Jalond	2	3	2
			Marleshwar	2	3	2
4. 漁業	工事中及び工事後	漁獲高の減少が予測されるが、規模は無視できる程度である。	Hevale	3	1	2
			Jalond	3	1	2
			Marleshwar	3	1	2
5. 陸上交通	工事前及び工事中	交通障害及び交通安全上の問題が予測される。既設道路が建設現場へのアクセスとなるが、改修・延長の必要がある。既存の交通量はほとんどなく、工事関係車は工事現場内にとどまり、現場外への移動はほとんどない。骨材の搬入が考えられるが、影響は限定的なものとなる。既設道路の改修・延長が地域の交通網に及ぼすプラスの影響はほとんどないものと予測する。	Hevale	3	2	2
			Jalond	3	2	2
			Marleshwar	3	2	2
6. 水運	工事中	影響はない。 河川の水運への利用はない。	Hevale	n.a.		
			Jalond			
			Marleshwar			
7. 保健衛生	工事中及び工事後	伝染病又は水感染性の病気の発生が予測される。住居、安全な飲料水の供給、下水処理施設等がなければ、伝染病の発生が考えられる。 流域及び貯水池が適切に管理されない場合、水感染性の病気が発生するリスクは高くなる。	Hevale	3	3	3
			Jalond	3	3	3
			Marleshwar	3	3	3

Table 12.6-1 (2) Environmental Impact Matrix

環境影響項目	影響		候補地	影響面積	影響の程度	影響期間
	時期					
8. 景観	工事中及び工事後	貯水池の出現による景観の創出(プラスの影響)。このプラスの影響は、鳥獣保護区にある Jalond 及び Marleshwar サイトにおいて意義がある。(負の影響は無視できる程度)	Hevale	2	1	3
			Jalond	2	2	3
			Marleshwar	2	2	3
9. 史跡・文化財	工事中及び工事後	Hevale サイトの上池近傍に寺院があるが、影響はない。Marleshwar サイトの上池ダム下流部に、Marleshwar 寺院がある。適切な措置がなければ、寺院の滝が影響を受ける。他の史跡・文化財はない。	Hevale	n.a.		
			Jalond			
			Marleshwar	1	3	3
10. 河川／地下水／貯水池	工事中及び工事後	工事中の濁水、コンクリートによるアルカリ排水及び貯水池の富栄養化等による水質汚濁が予測される。河川の流量減少による影響が予測される。 地下水位の変動が予測される。	Hevale	3	3	3
			Jalond	3	3	3
			Marleshwar	3	3	3
11. 動植物	工事前及び工事中	用地買収対象森林域の動植物の消失、騒音、大気汚染等による生息地の侵害が予測される。	Hevale	3	3	2
			Jalond	3	3	2
			Marleshwar	3	3	2
12. 大気汚染	工事中及び工事後	工事用車両及び建設機械の稼働による大気汚染及び貯水池の富栄養化による悪臭が予測される。	Hevale	2	2	3
			Jalond	2	2	3
			Marleshwar	2	2	3

Note: 1. n.a. : Not applicable

2. 影響面積:
   1. 小 (特定地に限定)
   2. 中 (計画地及び周辺地)
   3. 大 (近接地域)

3. 影響の程度:
   1. 小
   2. 中
   3. 大

4. 期間::
   1. 短い (限定期間)
   2. 中 (基本的に工事中)
   3. 長い(工事中及び工事後)

12.7 影響緩和策および環境管理計画

12.7.1 概要

Hevale、Jalond 及び Marleshwar サイトにおいて予測される負の影響を緩和するためには、影響緩和策及びモニタリング計画の策定を含む統括的な環境管理計画が必要である。環境モニタリングは、事業によって引き起こされる影響の程度が事前に予測したとおりであるか、また、許容限度内にあるかどうかを確認するために、環境の変化を観察することである。事業実施後、審査委員会が定めた助言や条件が実施されているかどうかを大臣が監視できるように、事業計画が実施された後、MOEF は事業計画者に半年毎に報告書を求めている。

通常の水力発電計画と比べて、揚水式発電所は小規模の貯水池でよく、環境の影響の程度も小さい。しかし、この影響は、地域条件に依存する地域特有のものである。このため、すべての負の影響が必ずしも緩和されるとは限らない。森林消失等の不可避の影響は、補償という措置がしばしば唯一の解決となる。

前述した環境要素に対する緩和策は、以下のように示される。算定可能な主な緩和策及びモニタリング計画の実施に伴うコストについても併記する。

12.7.2 Hevale サイト

(1) 農業

本計画によって上池及び下池両地域の農地は水没しないが、工事用道路の拡張工事によって一部の農地が消失するものと予測する。緩和策として、必要に応じ補償金又は代替地の提供が挙げられる。

(2) 林業

本計画により合計で 82ha の保護林が水没する。伐採を含む開発行為は、下池及び上池のみならず、開閉所、宿舎及び事務所等の用地において行われる。1980 年の森林保全法の規定によれば、補償のための植林に必要な代替地は、税務局の支援により確保される。州政府の森林環境部は、GOMID に代わって補償のための植林を実施しなければならないが、計画地の伐木搬出に要するコストを含む植林に必要な全コストは、GOMID が支払う。この代替地は、先ず同一河川流域で探すべきであり、貯水池の長い運用期間中保全しなければならない。森林保全という観点では、貯水池の規模縮小以

外に有効な対策はない。本事業に係る労務者による周辺地域の違法な伐採に対しては、モニタリングが実施されなければならない。労務者に十分な燃料を与えて、違法な伐採を防ぐことも必要である。

この開発行為（掘削作業）によって粉塵濃度が高まると予測される。この影響は、散水によってある程度解消される。また、工事中に一時的に発生するものであり、緩和策は必要ないと考える。

(3) 漁業

計画地には、生計手段としての漁業はないが、一部の住民がモンスーンの時期に川で魚を捕獲して食料としている。この行為は、ほとんど無視できるほど小規模である。しかし、本事業の様々な影響（河川流量の減少、濁水等）に起因する漁獲高の減少に対して、何らかの金銭的な補償が必要である。また、補償流量の維持の問題が調査されるべきである。

(4) 陸上交通

工事前及び工事中には、既設道路の拡張及び改修工事により、騒音、粉塵及び車輌排気汚染が発生する。また、交通障害が生じ、地域住民に対して交通安全上の問題が生じると予測される。さらに、工事中には、建設関係資材及び機器を現場まで搬入する工事用車両により交通量が増加する。

交通安全指導が必要であり、必要に応じて、交通誘導員を適切な場所に配置する必要がある。道路の拡張によって、交通障害は解決されるものと考える。

(5) 保健衛生

本事業の労務者の多くは、計画地以外から流入する。工事最盛期には、3,000 人もの労務者が見込まれる。給水車による安全な水の給水及び衛生施設（便所、下水処理施設及び汚水浄化槽等）の設置が図られるべきである。各工事現場には、医者（伝染病や水感染性の病気に関する十分な知識を持っていること）、医療検査技師及び十分な薬品のストックが必要であると考える。マラリア防止のために DDT 散布による蚊の撲滅も必要である。労務者及び地域住民のための定期的な健康診断、保健衛生に関する知識を向上させるための啓蒙活動、及び労務者雇用の際の健康診断が行われるべき

である。工事後には、施設の運転と維持管理に従事する少数の人員となるが、保健衛生施設については維持する必要がある。

(6) 景観

計画地の植樹及び造園により、工事後の計画地の景観は改善されるものと予測する。

(7) 水域（河川／地下水／貯水池）

工事中には、流域の水質汚濁が予測される。ダム提体材及びコンクリート材料として、洗浄後の掘削材料が利用される。この洗浄は、大量の水を必要とし、大量の濁水を発生させる。この濁水及び他の作業により発生した排水については、放流する前に沈砂池で滞留させる必要がある。

工事中に河川水又は地下水が使用されるなら、地下水位の低下が予測される（計画地外からの給水は、経済的でない）。したがって、給水車による給水を実施する等の補償を行う必要がある。計画地周辺の既存の井戸に及ぼす影響及び補償のための必要な給水量を把握するために、計画地周辺地域の調査が必要である（貯水池によって、これらの井戸水の量が、工事後増大する可能性もある）。

貯水池の富栄養化防止のために、湛水前に貯水池域の完全な伐採が不可欠である。さらに、同じ目的及び貯水池の寿命を最大限伸ばすために、流域の管理が必要である。

(8) 動植物

本調査で確認された絶滅の危機に瀕する鳥類及び哺乳類は、より安全な地域に移動すると考えられる。本事業の貯水池は比較的小規模であり、動物の救助活動は必要ないと考える。一方、森林地の水没により、植物及び野生生物の生息地の消失は避けられない。この負の影響に対しては、有効な対策を挙げられないが、消失した生息地と類似した生息地を創出することが可能であるなら、補償のための植林を実施する必要がある。

(9) 大気汚染

二酸化硫黄、一酸化炭素及び窒素酸化物等の大気汚染レベルは、工事前及び工事中に一時的に増加するものと予測されるが、これらに対しては、特に緩和策がない。

貯水池からの悪臭を防止するために、貯水池域の完全な伐採が求められる。貯水池を富栄養化する物質が貯水池に流入しないように、流域内活動に対する管理が行われるべきである。

12.7.3 Jalond サイト

(1) 農業

約 50ha の農地が消失するものと予測される。土地収用法の規定及び影響住民の再建に係るマハラシュトラ州法令によれば、代替地または補償が買収された土地の所有者に与えられなければならないとされている。また、農地の消失によって引き起こされる長期の影響を緩和するため、影響を受ける住民に建設工事及び発電事業における雇用の優先権を与えなければならない。

(2) 林業

190ha の保護林を含む約 280ha の森林の消失が、上池及び下池サイトで予測される。関連法規制に従って、補償のための植林用地が、税務局の支援で確保されなければならない。この用地が見つかり次第、森林環境部が植林作業を実施するが、これに伴う全コストは GOMID が支払う。この植林は、計画地の森林伐採による負の影響を相殺することを目的としている。伐採は掘削作業を伴い、粉塵による空気中の浮遊粒子状物質濃度を増加させると予測される。この影響は、散水によってある程度まで緩和される。

(3) 漁業

一部の住民がモンスーン期に川で魚を捕獲して食料としている。既存の水域の流量は、流域変更されたとしても、モンスーン期にはほとんど影響を受けないと予測される。また、工事中の漁業の継続も可能であると考えられる。しかし、漁獲高の減少に対して何らかの補償が必要である。

(4) 陸上交通

既設道路の改修工事により、騒音、粉塵及び車輌排気汚染が発生すると予測される。現在、地域の交通量は比較的少ないが、工事用車両により増加すると予測される。車

両の騒音レベルや排気ガスを減少させる効果的な対策はないが、粉塵は、散水や速度規制により減少させることができる。

交通安全指導が必要であり、必要に応じて交通誘導員を適切な場所に配置させる必要がある。

(5) 保健衛生

工事最盛期には、3,000 人もの労務者が見込まれる。これに対して、給水車による安全な飲料水の給水及び衛生施設の設置が実施されるべきである。上池及び下池両地域に対して、作業員及び地域住民の健康状態を監視するために診療所を設置する必要がある。マラリア対策も実施されるべきである。

(6) 景観

計画地の植樹及び造園により、工事後の候補地の景観が改善されると考えられる。

(7) 水域（河川／地下水／貯水池）

工事中の水質汚濁を最小限にするために、工事排水は放流前に処理されなければならない。労務者用の下水処理施設の設置も必要である。建設工事に大量の地下水が使用されるなら、地下水位の低下が予測される。これは、影響を受ける住民に給水車で給水することで解決される。

工事後の貯水池の富栄養化を防止するために、流域管理が必要である。この流域管理は、持続可能な地域開発計画と整合性を保つものでなければならない。湛水前の森林の完全な伐採も必要である。

(8) 動植物

上池の貯水池地域は、一部鳥獣保護区域になっている（開発実施のためには保護区域の変更が必要である）。候補地はこの保護区域に隣接するため、野生生物保護対策が求められる。労務者との雇用契約において、狩猟及び樹木の伐採の禁止等の条項を含むべきである。また、工事後に労務者が地域にとどまることのないよう規定した条項も考慮すべきである。

(9) 大気汚染

工事前及び工事中に一時的に周辺の大気汚染濃度が増加すると予測されるが、これに対しては、有効な対策はない。

12.7.4 Marleshwar サイト

(1) 農業

約 32ha の農地の買収が必要である。関連法の規定によれば、影響を受ける住民への代替地の提供及び金銭補償が求められている。12.7.3(1)と同様、影響を受ける住民に対する雇用の優先権が考慮されるべきである。

(2) 林業

本事業では、約 200ha の非保護林が買収されなければならない。法律の規定によれば、補償のための植林が実施されなければならない。これは、州政府の税務局の支援の下に実施される。

(3) 漁業

住民がモンスーンの時期に川で魚を捕獲して食料としている。この漁獲高は無視できるほど小さいが、漁獲高の減少については補償されなければならない。

(4) 陸上交通

Gothane 村及び Maral 村に繋がる既設道路は、それぞれ、上池及び下池両地域へのアクセスとなる。この既設道路を改修及び延長する必要があるが、これは、騒音、粉塵及び排気ガスを発生させる。この影響に対する有効な緩和策は見当たらない。また、一部で交通障害が生じ、地域住民に対して交通安全上の問題が発生すると予測される。交通安全指導が必要であり、必要に応じて信号や交通誘導員を適切な場所に配置すべきである。

(5) 保健衛生

労務者に対して、給水車による安全な飲料水の供給及び衛生施設（便所、下水処理施設及び汚水浄化槽）の設置が図られるべきである。これらの施設が適切に機能して

いるかどうかを監視するために、定期的な水質分析が実施されるべきである。医者、医療検査スタッフ及び十分な薬品が確保されている診療所の設置が求められる。地域住民及び労務者のための定期的な健康診断の実施、定期的なマラリア対策の実施が必要である。

(6) 景観

工事後、候補地の景観を改善するための景観対策（植樹、造園）を実施する必要がある。

(7) 史跡・文化財

Marleshwar 寺院の滝を維持するために、十分な流量を確保する必要がある。必要に応じて、新しい水路の建設も考慮されるべきである。

(8) 水域（河川／地下水／貯水池）

工事排水は、放流前に処理される必要がある。周辺の井戸が枯渇した場合には、影響を受けた村に給水車による給水を実施する必要がある。

貯水池の富栄養化を避けるために、湛水前の完全な伐採が必要である。また、12.7.3(7)で述べたように、流域の管理計画が立てられるべきである。

(9) 動植物

Marleswar サイトと同様に、上池域が鳥獣保護区に隣接する。周辺地域の野生生物の保護のために、労務者に対する罰則規定を契約に含める必要がある。また、生態系の保護のために、労務者の教育も必要である。

(10) 大気汚染

工事前及び工事中に一時的に大気汚染レベルが増大する。しかし、これに対しては、有効な対策はない。

Table 12.7-1 は主要な環境影響に対する主な対策を示したものである。

12.7.5 モニタリング計画

モニタリングは、環境管理において不可欠のものであり、とられた緩和策が予測したとおりに機能しているか、また、何の影響も発生していないことを確認するために、工事中及び工事後に実施が求められる。モニタリングすべき主要な環境要素は、次に示すとおりである。

(1) 流水保全

地滑り及び土壌浸食等の発生を最小限に抑え、貯水池の寿命を延ばすために、流域の管理・保全がなされなければならない。流域の管理には、地滑り及び土壌浸食による住民への影響の除去、また、これらの災害防止のための植林も含まれるべきである。必要に応じ、追加の植林、流域内の居住及び移住に対する制限・管理等の対策が講じられるべきである。森林保全事務所との協力は、対策の実施に際して効率的かつ効果的であると考える。モニタリングは、事業期間中に継続して実施されるべきである。

(2) 保健衛生

工事現場では、診療所の設置が必要である。診療所の設置により、保健衛生に係るモニタリングの実施が可能になる。モニタリングには、労務者及び周辺住民に対する定期的な健康診断、伝染病や水感染性の病気の発生源の把握のための現地調査が含まれるべきである。診療所のスタッフとして、医者、看護婦 2 人及び検査技師が含まれるべきである。このモニタリングは、工事中及び工事後 1 年間の期間に 2 ヶ月毎に実施されるべきである。各モニタリングには、約 1 週間の期間が必要と考える。

工事排水は河川水及び地下水の水質を悪化させる恐れがあるため、水質モニタリングの実施も必要である。水質モニタリングは、外部の試験所に委託し、工事中には毎月実施されるべきである。また、工事後にも、定期的に行う必要がある。

(3) 野生生物の保護

野生生物及びその生息地は、定期的に監視されるべきである。このモニタリングには、計画地の現地調査と野生生物の保全に係る労務者に対する教育も含まれる。関係地域の森林保全事務所にモニタリングを委託するための資金援助計画も立てられるべきである。このモニタリングは、工事後 1 年間継続されるべきである。

12.7.6 影響緩和策及びモニタリング計画の実施に必要なコスト

Table 12.7-2は、各候補地における主要な影響緩和策及びモニタリング計画の実施に必要な概略コストを示すものである。流域の保全及び保健衛生のモニタリングは、事業期間を通して継続されるものと考える。給水車による給水及び労務者の衛生設備の設置は、工事業者の責務の一部と考え、コストには含まない。

Table 12.7-1 Summary of Mitigation Measures for Major Impacts

環境要素	影響	対策
1 農業	- 農地の消失	- 代替地の確保／金銭補償
2 林業	- 森林の消失	- 補償のための植林 - 貯水池の規模縮小以外の有効な対策はない
3 漁業	- 漁獲高の減少	- 工事排水の適切な処理／金銭補償
4 陸上交通	- 交通障害及び交通安全	- 交通障害箇所の改善 - 交通安全指導 - 交通誘導員の配置
5 保健衛生	- 伝染病の発生及び水感染性の病気の発生	- 労務者の健康診断 - 適切な住居、衛生設備、安全な飲料水及び診療所の設置 - 村民に対する安全な飲料水の供給 - 労務者及び村民に対する定期的な健康診断 - 保健衛生に係る啓蒙キャンペーン - マラリア撲滅 (DDT の散布). - 病気の発生源の調査 - 流域及び貯水池の適切な管理 - 貯水池の水質分析
6 河川／地下水／貯水池	- 河川／地下水の水質の悪化	- 湛水前の貯水池の伐採 - 工事排水の適切な処理
	- 井戸の枯渇	- 給水車による水の補給 - 代替水源の確保
	- 貯水池水質の悪化	- 湛水前の貯水池の伐採 - 流域及び貯水池の適切な管理
7 動植物	- 計画地における生息地の消失 - 周辺地域における生息地の消失	- 貯水池の規模縮小以外の有効な対策はない - 野生生物保護に係る労務者に対する教育 - 十分な燃料の供給

Table 12.7-2 Estimated Costs for the Implementation of Mitigation Measures and Monitoring Plan

影響緩和策／モニタリング項目	単価	Hevale		Jalond		Marleshwar	
		数量	コスト(mil. Rs.)	数量	コスト(mil. Rs.)	数量	コスト(mil. Rs.)
1. 樹木の伐採[1]	15,000 Rs./ha	90 ha	1.4	181 ha	2.7	204 ha	3.1
2. 補償のための植林[2]	30,000 Rs./ha	90 ha	2.7	253 ha	7.6	220 ha	6.6
3. 農地の消失に対する補償	25,000 Rs./ha	0	0	50 ha	1.3	32 ha	0.8
4. 流域の保全							
(1) 植林[3]	20,000 Rs./ha	12 ha	2.3	24 ha	4.8	62 ha	12.4
(2) 定期的モニタリング[4]	3,000 Rs./ha/year	12 ha/ 8 years	2.9	24 ha 8 years	5.8	62 ha 8 years	14.5
5. 村民への給水の確保[5]	320 Rs./person/year	1,500 persons 8 years	3.8	1,200 persons 8 years	3.1	3,000 persons 8 years	7.7
6. 保健衛生							
(1) 診療所[6]	1,000,000 Rs.	1	1	1	1	1	1
(2) 水質分析を含む定期的モニタリング[7]	90,000 Rs./year	8 years	0.7	8 years	0.7	8 years	0.7
7 野生生物保護(モニタリング)	50,000 Rs./year	8 years	0.4	8 years	0.4	8 years	0.4
8. 景観対策	700,000 Rs.	Lump Sum	0.7	Lump Sum	0.7	Lump Sum	0.7
	Total Costs (mil. Rs.)		15.9		28.1		47.9

注:

1. 伐採面積: 水没面積 x 1.10% x 緑被率 (VAR)
   VAR: Hevale 100%, Jalond 70%, Marleshwar 80%
2. 補償のための植林面積: 水没面積 x 110%
3. 植林は、植樹、水路の建設及び水域の保全管理に係る他の投資を含む
   植林面積: 流域面積 x 0.5 - 2%
   Hevale 0.5%, Jalond 1%, Marleshwar 2%
4. 植林は工事の早期、工事開始2年間に実施。 植林地のモニクリングが重要。モニタリングに要するコストは、工事中及び工事後3年間を対象にしている。
5. 給水コストは、400 Rs./10,000 l とする。1人当たりの水の需要量は、40 l/日とする。全工事期間及び工事後1年間に必要な給水に要する日数は、200 日/年とする。給水コストは、320 Rs/person/year とする。
6. 診療所設置に要するコスト(工事現場が上池及び下池2個所であるため、工事最盛期には2個所の診療所が必要)。
7. 診療所運営、住民の定期検診及び水質検査を含むモニタリングの実施に必要なコスト

12.8 結論

本計画は、河川流域開発事業であり、地域特性に応じた開発を行う必要がある。本事業は、通常の水力発電事業と異なり貯水池の規模は小さいが、環境に及ぼす負の影響は避けられない。緩和策を講じることにより、これらの影響の一部は軽減されるが、軽減されない影響もある。後者については、補償が唯一の解決策となる。

基本的に、各候補地は影響の種類及び規模において大きな差がない。この３地点のどこで計画が実施されても、住民移転は発生しない。しかし、次の負の影響が発生すると予測される。

① 森林の消失（動植物及びその生息地の消失も含む）

② 農地の消失

③ 伝染病及び水感染性の病気の発生

④ 工事中及び工事後の水質悪化、工事中の地下水の枯渇

各候補地で予測される森林及び農地の消失面積は、次に示すとおりである。

(ha)

候補地	Hevale	Jalond	Marleshwar
(1) 森林の消失	82	280	200
(保護林)	(82)	(190)	
(非保護林)		(90)	(200)
(2) 農地の消失	0	50	32

本計画では、森林や農地の消失は避けられない。この対策として、貯水池の規模の縮小が考えられる。しかし、この対策については、この計画変更を財務的及び経済的に正当化できるかという観点からも考慮されるべきである。この対策を講じた場合でも、負の影響を解消することはできない。森林保全法によれば、森林の消失に対する補償として植林の実施が必要であるとされており、同様に、農地の消失については、マハラシュトラ州の再建法により、影響住民に対する代替地の供与又は金銭補償が求められている。

他の重大な影響については、３地点とも同様であり、有効な対策がある。

伝染病及び水感染性の病気に対する対策は、次に示すとおりである。

① 労務者に対する適切な住居、安全な飲料水及び衛生設備（便所、下水処理設備、汚水浄化槽）の確保

② 医者、医療補助員及び十分な量の医薬品を備えた診療所の設置

③ 定期的なマラリア対策の実施（蚊撲滅のためのDDTの散布）

④ 労務者及び住民に対する定期健康診断の実施、保健衛生に係る意識向上に向けた啓蒙活動の実施

⑤ 伝染病及び水感染性の病気の発生源把握のための現地調査の実施

⑥ 定期的な水質検査（河川／地下水／貯水池）

水質悪化は完全には避けられない。しかし、工事中の河川水の水質汚濁及び工事後の富栄養化を最小化するために、次の対策がとられるべきである。

① 河川への放流前の濁水及び工事排水処理

② 湛水前の貯水池域の完全な伐採

③ 貯水池の富栄養化に繋がる物質の流入防止のための流域管理

本計画において、地下水の揚水が実施された場合、既存の井戸水の枯渇の恐れがある。流域変更による井戸水の枯渇、または、河川水・地下水が減少した場合、影響住民に対して給水車による給水が実施されるべきである。

小規模の影響として、(1)漁獲高の減少、(2)交通安全問題及び(3)大気汚染の問題がある。しかし、これらの影響は工事中にのみ発生する。(1)については、濁水が主要な要因であると考えられるが、金銭補償が解決策として挙げられる。(2)の解決策としては、適切な場所への交通誘導員の配置及び道路の拡張が考慮されるべきである。(3)については、速度制限及び防塵のための散水の実施等の対策が考えられる。

環境モニタリングは環境管理において不可欠であり、工事中及び工事後に影響の程度が許容レベル以内にあるか、事前に予測した以上の影響が発生していないかを確認するために必要とされる。モニタリングすべき項目として次の環境要素が挙げられる。

① 地滑り、土壌侵食の発生を最小化し、貯水池の寿命を確保する流域保全

② 伝染病及び水感染性の病気の発生を防止する保健衛生管理

③ 労務者による周辺環境の破壊を最小限に抑える野生生物の保護管理

主要な緩和策及び環境モニタリング計画の実施に必要な概略コストは、次に示すとおりである。

① Hevale サイト：　　Rs. 1,590 万

② Jalond サイト：　　Rs. 2,810 万

③ Marleshwar サイト：　Rs. 4,790 万

前述したとおり、本計画は特定サイトの開発であり、かつ、貯水池を必要とするため、環境への負の影響は避けられない。影響緩和策及び環境モニタリング計画は、十分な資金を準備して、厳密かつ満足できる水準で実施されるべきである。工事業者には、周辺環境を破壊しないという労務者との雇用規定を定め、労務者のための適切な住居、安全な飲料水、衛生設備及び燃料等を供与する責務を課す必要がある。こうした条件が満たされれば、ほとんどの負の影響は緩和されると考える。

第 13 章　今後の調査

目　次

第13章　今後の調査 …… 13-1
13.1　概要 …… 13-1
13.2　地質調査 …… 13-1
13.2.1　地質調査計画 …… 13-1
13.2.2　将来計画 …… 13-7
13.3　水文調査 …… 13-7
13.4　環境影響調査 …… 13-7
13.5　電力調査 …… 13-9
13.5.1　電力計画 …… 13-9
13.5.2　送電計画 …… 13-10
13.5.3　電力設計 …… 13-10
13.6　プレFS設計、主要構造物の概念設計 …… 13-11
13.6.1　概要 …… 13-11
13.6.2　主要構造物の概略設計 …… 13-11
13.7　概算土木工事費算定 …… 13-19
13.8　建設工事費および建設工程 …… 13-19
13.8.1　工事項目 …… 13-19
13.8.2　積算条件 …… 13-19
13.8.3　建設工程 …… 13-22
13.9　財務、経済分析 …… 13-25
13.9.1　分析の枠組み …… 13-25
13.9.2　分析の手順 …… 13-27
13.9.3　分析計量モデルの構築とパラメーター …… 13-27
13.9.4　財務分析 …… 13-30
13.9.5　経済分析 …… 13-32

LIST OF TABLES

Table 13.2-1 The Order of Priority of Project
Table 13.7-1 Construction Cost for Civil Works

LIST OF FIGURE

Figure 13.8-1 Example of Pumped Storage Project Construction Schedule

第13章　今後の調査

13.1 概　要

本調査は、インド国マハラシュトラ州において将来フィージビリティ調査の対象となる、揚水発電開発プログラムを確定するため、揚水発電マスタープランを策定し、その中で有望数地点のプレ・フィージビリティ調査を行う目的で調査が1991年9月より開始された。

しかしながら、プレフィージビリティ調査対象地点3ヶ地点のうち2ヶ地点が鳥獣保護区の一部に位置していることが、マハラシュトラ州森林局より指摘され、さらにこの地点での詳細調査（地質調査）を中止するように指示を受けた（1995年12月）。

またプレフィージビリティ調査対象3地点の航空写真測量を実施したが、地形図の国外持ち出しの許可がインド政府より出なかったため、S/Wに決められた様に日本国内でのプレフィージビリティ調査の実施が出来なくなった。

今後は本調査報告書でまとめられた、マスタープラン調査および詳現地調査の結果を踏まえ、プレフィージビリティ調査を実証する必要がある。

以下、プレ・フィージビリティ調査の内容と進め方の概要を述べる。

13.2 地　質

13.2.1 地質調査計画

現在までに判明した調査結果に基づいて3ヵ所の計画地点の岩盤状況の優先順位及び問題点を整理すると下表の通りである。

Table 13.2-1 The Order of Priority of Projects

優先順位	名称	構造物	岩盤状況
1	JALO	上池	地形はV字谷であり、谷壁から谷底にかけて露岩している。弾性波速度は 4.6 km/sec である。重力式ダムに適している。骨材は周辺部で入手可能である。Sanctuary なのでボーリング調査は未着手である。
	ND	下池	下池の岩盤は良好である。特に基礎の床付け深度付近に Amygdaloidal Basalt の熔岩流が認められる。この種の岩盤は塊状であり、従って、亀裂が少なくダムの基礎を置く岩盤としては最適である
2	HEVALE	上池	基礎岩は十分な耐力を有している。ただ、大部分が柱状節理の多い岩盤なので、問題はその水密性にかかっている。同様に貯水池に近接する絶壁の面からの漏水が見込まれるが、現時点で漏水の有無を判断するのは難しい。以上の問題に対してフェーシングされた掘り込み式の貯水池が検討されている。
		下池	基盤岩の岩質は重力式ダム基礎としても強度は十分あり、塊状で透水性に関しても全く問題がない。ただ左岸の山脚では雲母片岩や石英片岩の連続露頭があり、弾性波探査によって基盤深度が深いことが把握されている。
3	MARLESHWAR	上池	上池の Main Dam では、河床から深度 14m 付近までは河床礫や玄武岩の風化帯であり、Masonry 工法の基礎としての強度が期待できない。同じく左右両岸の基盤岩の深度は、左岸で深度 34m、右岸で深度 38m である。またダム軸にそって厚く分布するラテライト系の土質の透水性に関する資料がまったくない。従って、アバットに分布する厚さ 34～38m もあるラテライトの層を通してどの程度の漏水があるのか未知数である。同様に貯水池全体にラテライトが 20～22m 形成されている

		下池	〔下流案 (Dam Axis I)〕 右岸では Volcanic Breccia および Tachylytic Basalt が標高 193m から 183m および 173m から 158m にかけて分布する。この層は水平に形成されていると推測されるが、重力式ダムに限らず、この軟岩類を完全に取り去るかコンクリートと置換する事が必要である。同じく左岸でも厚さ 10m の厚い Tachylytic Basalt が分布しており、貯水池内の水浸による崩壊が懸念される。河床でも１層目の Tachylytic Basalt の下部まで、つまり深度 14m 付近まではMasonry ダムやコンクリートダムの基礎に適した岩盤はない。 しかし、10 m もの厚さの Tachylytic Basalt を深く掘削する事は、河床にせよアバットにせよ高価につくし難しい面がある。 〔上流案 (Dam Axis II)〕 Tachylytic Basalt は右岸の標高 205m から 196m の間と左岸の標高 196m 付近にあり、これを除去するのは難しい。上流案の場合、谷地形が狭く岩石斜面であり、下流案に比べて良い条件にある。しかし、急激な昼間の水位変動が貯水池周辺の急斜面の安定性をそこなう事が懸念される。 また下流案、上流案ともに貯水池内に地辷り地形がある。

以上の問題点から玄武岩が塊状の Amygdaloidal Basalt か、堅緻だが亀裂の多い Compact Basalt かによってダム基盤の評価が別れる。さらに Marleshwar においては地辷り地形と Tachylytic Basalt の分布が問題である。従って、Project Area の縮尺 1/1,000 地形図に基づく地質図作成を優先的に行う必要がある。次いで以下のような調査が考えられる。Jalond、Hevale と Marleshwar とでは岩盤状態に著しい差があるので、前２者に関しては予備調査から概略設計へすすめる為の調査を行うが、後者に関しては岩盤状態が悪いので問題箇所についての更なる地質調査を継続する必要がある。

(1) Jatond Site

1) 上池

i)	ダムサイト	ボーリング：80m×５ヵ所 （未着手分３ヵ所を含む）
ii)	岩石試験	５個×５ヵ所 （内容に関しては今回調査に準ずる）
iii)	ルジオン試験	26回×５ヵ所
iv)	地下発電所計画地点	450m×１ヵ所（岩石試験10個）
v)	サージタンク計画地点	100m×１ヵ所（岩石試験５個）
vi)	導水路予定地点	100m×3ヵ所（岩石試験４個×３ヵ所）
vii)	導水路弾性波探査	1km
viii)	原石山計画地点	100m×３ヵ所 （岩石試験５個×３ヵ所、安定性試験３個）
ix)	原石山弾性波探査	1.5 km

2) 下池

i)	ダムサイト	ボーリング：70m×４ヵ所（100m間隔）
ii)	岩石試験	５個×４ヵ所 （内容に関しては今回調査に準ずる）
iii)	ルジオン試験	23回×４ヵ所
iv)	横杭	ダムサイト1.5×2.0×30m×２ヵ所、展開図
v)	現場せん断試験	１回×２ヵ所×２地点
vi)	載荷試験	１回×２ヵ所×２地点
vii)	放水路出口	ボーリング：50m×１ヵ所
viii)	放水路弾性波探査	1km
ix)	原石山計画地点	100m×３ヵ所 （岩石試験５個×３ヵ所、安定性試験３個）
x)	原石山弾性波探査	1.5 km
xi)	土質材料調査	踏査、ボーリング：３ヵ所 （突固め試験及び試料採取５個）

(2) Hevale Site

1) 上池

i)	ダムサイト	ボーリング：30m×7ヵ所
ii)	岩石試験	5個×7ヵ所 (内容に関しては今回調査に準ずる)
iii)	ルジオン試験	9回×7ヵ所
iv)	地下発電所計画地点	550m×1ヵ所（岩石試験10個)
v)	サージタンク計画地点	100m×1ヵ所（岩石試験5個)
vi)	導水路予定地点	100m×3ヵ所（岩石試験4個×3ヵ所)
vii)	導水路弾性波探査	1km
viii)	原石山計画地点	100m×2ヵ所 (岩石試験5個×3ヵ所、安定性試験3個)
ix)	土質材料調査	踏査、ボーリング：3ヵ所 (突固め試験及び試料採取5個)
x)	現場透水試験 (定水位法)	立坑φ1.8m×10m

2) 下池

i)	ダムサイト	ボーリング：70m×4ヵ所
ii)	岩石試験	5個×4ヵ所 (内容に関しては今回調査に準ずる)
iii)	ルジオン試験	23回×4ヵ所
iv)	横杭	ダムサイト1.5×2.0×30m×2ヵ所、展開図
v)	現場せん断試験	1回×2ヵ所×2地点
vi)	載荷試験	1回×2ヵ所×2地点
vii)	放水路出口	ボーリング：50m×1ヵ所
viii)	放水路弾性波探査	1km
ix)	原石山計画地点	100m×3ヵ所 (岩石試験5個×3ヵ所、安定性試験3個)
x)	原石山弾性波探査	1.5 km
xi)	土質材料調査	踏査、ボーリング：3ヵ所 (突固め試験及び試料採取5個)

(3) Marleshwar Site

1) 上池

i)	貯水池	ボーリング：45m×５ヵ所
ii)	ラテライトサンプリング	トリプルサンプラー φ 120mm×３本×５ヵ所
iii)	室内透水試験	ラテライト：３個×５ヵ所
iv)	室内土質試験	ラテライト：物理試験、一軸、三軸
v)	現場透水試験 （定水位法）	ラテライト：立坑 φ 1.8m×10m、３回
vi)	ルジオン試験	３回×５ヵ所（玄武岩）
vii)	地下発電所計画地点	600m×１ヵ所（岩石試験 10 個）
viii)	サージタンク計画地点	100m×１ヵ所（岩石試験５個）
ix)	導水路予定地点	100m×３ヵ所（岩石試験４個×３ヵ所）
x)	導水路弾性波探査	1km
xi)	原石山計画地点	100m×３ヵ所 （岩石試験５個×３ヵ所、安定性試験３個）

2) 下池

i)	ダムサイト	ボーリング：70m×４ヵ所
ii)	湛水域地質調査	ボーリング：70m×６ヵ所
iii)	地辷り調査	ボーリング：35m×２ヵ所×４地点
iv)	土質試験	物理試験
v)	安定解析	２断面
vi)	現場計測	パイプ歪み計 35m×４ヵ所
vii)	岩石試験	５個×６ヵ所 （内容に関しては今回調査に準ずる）
viii)	ルジオン試験	23 回×４ヵ所
ix)	横杭	ダムサイト 1.5×2.0×30m×２ヵ所、展開図
x)	現場せん断試験	１回×２ヵ所×２地点
xi)	載荷試験	１回×２ヵ所×２地点
xii)	放水路出口	ボーリング：50m×１ヵ所

xiii)	放水路弾性波探査	1km
xiv)	原石山計画地点	100m×3ヵ所 (岩石試験5個×3ヵ所、安定性試験3個)
xv)	原石山弾性波探査	1.5 km
xvi)	土質材料調査	踏査、ボーリング：3ヵ所 (突固め試験及び試料採取5個)

13.2.2 将来計画

詳細設計に必要な資料は、ルジオンマップ、岩盤物性、地盤のモデル化と設計定数（築堤材料も含む)、止水工法の検討、仮設備予定箇所の調査、工事用道路調査、など多岐にわたるので今後の調査の進展をまって再度検討したい。

13.3 水文調査

第11章にまとめたとおり、入手したデータを基に各種水文諸元を解析した。しかし、データの不足により結果が満足できる水準に達していないのが実情である。もっと精度の高い諸元を推定し、それを今後の詳細計画に役立てるためには、更に検討を進める必要がある。この目的を果たすために、以下の調査を実施するよう提言したい。

(1) サイト候補地における降雨量、流量および堆砂量調査の実施

(2) 他の機関によって収集されている30年間にわたる月および日降雨量データの収集

(3) 時間毎の蒸気圧、乾球および湿球温度等の測定、上空の風速データの収集（PMP解析に必要なデータ

13.4 環境影響調査

本調査は、Hevale、Jalond 及び Marleshwar の3候補地について環境の現況調査を実施し、環境影響の評価、影響緩和策及び環境管理計画の策定を行って、比較検討することを主目的としている。

しかし、本調査では下記の点について十分な調査・情報収集が行われておらず、今後追加調査の実施が望まれる。

(1) 航空測量によって得られる地形図及び土地利用図に基づく環境の現況調査、影響評価、影響緩和策の策定及び環境管理計画の策定を行う。

(2) 他の水力発電事業における金銭又は代替地提供等の補償に係る事例の収集及び調査を実施する。

(3) 本調査では、水力発電事業にとって必須である送電線のルートに対する調査は行っていないため、この調査を実施する。

(4) 候補地周辺の井戸の分布、使用状況及び地下水位等に係る詳細調査を実施する。

(5) 工事中には工事関係者の宿舎、学校及び関連インフラ施設からなるコミュニティが形成されると想定されるため、これに係る諸問題についての計画実施者及び地元住民間の合意プロセスについて調査する。

(6) Marleshwar サイトに存在する Marleshwar 寺院の保全に係る委員会の設置等について調査する。

(7) 移植又は植林の実施に関連して、どの樹種が候補地の植生に適合するか調査する。

(8) 最新の法制度について詳細に調査する。

13.5 電力調査

揚水発電を系統に導入するためには、当該電力系統の需給見通しを始め広範な調査・検討を行わなければならない。電力計画調査は特に重要な項目を数多く含み、計画の基礎資料となるものである。マハラシュトラ州揚水マスタープラン調査もこのような観点で調査が進められてきた。加えて、揚水発電の場合は上池および下池の貯水容量を勘案した運用計画により、発電運転と揚水運転の具体的な検討を通じて、系統上の潮流バランスをも考慮した運用計画を検討しなければならない。

マハラシュトラ州揚水マスタープラン調査では、有力候補地点として3地点までの絞り込みは行われたものの、具体的な貯水池の検討には至っていない。したがって今後この調査を継続するためには、これら地点における貯水池の設計を行い、更に具体的な運用計画を策定した上で機器のプレF/S設計およびコスト見積もりを行う必要がある。

13.5.1 電力計画

今次調査で得られた系統全体のﾃﾞｰﾀは必ずしも十分ではないものや、既に古くなったものもあり、これらは再度調査されるべきである。以下に電力計画に関する調査項目をまとめた。

(1) 電力需給現状調査(再調査)

調査再開時点で入手しうる最新のデータと置き換える必要がある。特に需給見通しの作成に必要な過去のトレンドを明らかにできるよう、需要分野別の動向を把握することも重要である。

(2) 電源構成調査および電源開発計画調査(再調査)

調査再開時点で最新の電源開発計画と置き換える必要がある。特に大容量火力電源並びに原子力電源などのベースロード電源の計画と、IPP事業者の参入動向を的確に見極める必要がある。

(3) 負荷曲線検討(再調査)

日負荷曲線を既設別に把握する。MSEB系統のみでなくWREBで構成するパワープール全体の負荷曲線も検討すべきである。

(4) 隣接系統調査

WREBのパワープールの需給見通しを調査し、MSEB系統への影響を把握する。

(5) 揚水発電ポテンシャル検討(再調査)

上記調査項目を十分検討した後、揚水原資と揚水発電の効果を定量的に検討する。

(6) 最適規模および投入年次の検討

前項の検討とあわせ、特定の開発地点に対する最適規模および投入年次の検討を行う。

(7) 系統解析計算

開発地点の特定に伴い、その地点からみた電力潮流計算や安定度計算などを実施する。

(8) 運用計画の検討

開発地点の池の特性などを総合的に勘案して運用計画を検討する。

13.5.2 送電計画

(1) 送電設備の現況調査(再調査)

開発地点の周辺の送電系統を調査する。

(2) 送電設備の拡充計画(再調査)

前項とあわせ、MSEB の送電系統拡充計画を調査し、揚水発電所の連系方式を検討する。

(3) プロジェクト対応送電線のルート選定

前項の調査結果を踏まえ概略ルートを地形図上で選定する。

(4) プロジェクト対応送電線のプレ F/S 設計

(5) コスト見積もり

13.5.3 電力設計

(1) 発電所レイアウトおよび発電機器概略設計

13.5.1 項で検討された開発規模に対応した機器のプレ F/S 設計を行う。

(2) 屋外開閉所概略設計

開発地点の特性と系統上の要求等を考慮した開閉所のプレ F/S 設計を行う。

(3) 関連変電所概略設計

系統上必要がある場合には、開発地点と系統とを連系する変電所を検討する。

(4) コスト見積もり

13.6 プレFS設計、主要構造物の概念設計

13.6.1 概要

電力調査から判明する揚水発電運用計画（ピーク出力、ピーク継続時間）をもとに貯水池の諸元および土木構造物の諸元を決定する。

検討作業では、現地詳細調査の結果に基づきマスタープラン調査で設定した概念設計案を変更する必要があるかどうかを検証する。その結果の必要が無ければ、最適ルート上でも経済的な土木構造物の配置および設計諸元を詳細に検討し、最終的な最適開発計画案を決定する。

13.6.2 主要構造物の概略設計

概略設計は、電力調査において決定された最適揚水運用計画案、航空写真測量で作成された1:10,000地形図およびそれまでの諸調査の結果を用い、上部および下部ダム、水路、発電所等の土木構造物および発送変電設備のレイアウトを検討し、概略設計を行なう。

(1) ダム貯水池

1) 上部および下部ダム

ダムについての概略設計は、ダム軸の選定、ダム高の決定、ダム型式の選定、洪水吐の位置選定および概算数量の算出が主な内容となる。このうち、ダム型式の選定は、谷の形状等の地形、地質、建設材料、洪水吐位置および経済性等を考慮して決定する必要がある。

次表に、フィルダムとコンクリートダムあるは石積ダムについてのダム型式選定についての一般条件を示す。

ダム型式選定についての一般条件

項　目	フィルダム	コンクリートダム（石積ダム）
地　形 （谷の状形）	•谷幅の狭い地形には向かない。	•アーチダムの場合は谷幅の狭い地形が適する。重力式ダムは谷幅によらず採用できる。
ダム基礎部の地質	•土質遮水ゾーンの基礎は岩盤分類のC_L級以上であることが必要。 •透水ゾーンの基礎は岩盤でなくてもよい。	•重力式ダムの場合は分類C_M級（C_L級より良好）以上の岩盤であることが必要。 •アーチ式ダムではさらに大きな強度を有する岩盤であることが条件となる。
建設材料	•ダム近傍で土質材料と透水材料が必要量を確保できること。	•ダム近傍でコンクリート骨材あるいは石積材が必要量を確保できること。
洪水吐の位置	•ダムとは別に洪水吐を設けられる地形条件が必要である。	•ダムを越流する洪水吐も選定できる。
法面 勾配	上流側　1:2.4 下流側　1:1.8 を基本とし、フィル材料の性状が明らかになった後、安定解析を行なって決める。	•ダムの標準断面の決定にあたってはStability Analysisを行なって決定する。

掘り込み式ダム（hill-top type pondage）の場合は貯水池基盤の掘削ずりを周辺に盛立てるため、切り盛り量のバランスを考え最も経済的な土工計画を立てる。また、コンクリートの表面しゃ水層を設ける場合、鉄筋コンクリート厚は50cmを標準とする。

各地点のダムタイプについて検討の要点を以下に述べる。

	上池ダム	下池ダム
Joland	ダム軸は狭い谷に位置し、近傍でコンクリート骨材採取も可能と判断出来るのでコンクリート重力式あるいは石積式ダムを検討	詳細現地調査の結果、近傍にフィルタイプダムに適した材料が見あたらないことからコンクリートあるいは石積ダムを考慮する。
Marleshwar	調査工事の結果からラテライトが厚く分布していることから今後の調査結果を踏まえ掘り込み式貯水池も検討対象としてダム形式の検討を行う。	上流案がダム軸として良好であるので、上流案を中心に石積ダム、フィルタイプダムを比較検討する。
Hevale	掘り込み式（hill-top type）の貯水池が計画されており、土工量の少ない計画を策定する。	建設材料の運搬を考慮して石積ダムを検討する。

2) 洪水吐

洪水吐の容量は第 11 章水文調査の結果から設計洪水量を決定し、洪水吐の容量、構造を決定する。

(2) 水路系（Water way）

1) 導水路、放水路トンネル

上部・下部ダム地点および発電所地点間の平面的なルートおよび地形を考慮し、現地詳細調査で得られた地質情報を最大限活用して、最終的な水路ルートを決定する。

また、導水路トンネル、放水路トンネル地点では十分な土かぶり（overburden）が確保されているかもチェックする。

損失水頭から発電量、揚水必要エネルギーと水路の建設費を比較して最適な水路断面を決定する。

トンネル巻厚はトンネル径の 10%程度を標準とする。鉄筋量はコンクリート $1m^3$ 当たり 30kg を標準とする。

2) 調圧水槽

水路長が 500 mから 1,000 mを超える場合には導水路側では水圧管路上部に、また

放水路側ではドラフトゲート室下流に調圧水槽を設ける。調圧水路の概略容量は

Up サージングの場合

$$Vu = 0.49 \times \sqrt{L} \times Q$$

Down サージングの場合

$$Vd = 0.25 \times \sqrt{L} \times Q$$

Q = 最大使用水量(m^3 / sec)

L = 水路延長(m)

3) 水圧鉄管路

水圧鉄管の径は設計水頭が大きくなるにつれ、断面を小さくし経済的な水圧鉄管路になる様計画する。一般的には水圧鉄管終端で、流速は 10m/sec を目安とする。

水圧鉄管の管厚は以下の式から求める。

$$t = \frac{H.D}{2\sigma n} + \varepsilon$$

t = 管厚(cm)

H = 設計水圧(kgf / cm^2)

D = 管内径(cm)

σ = 鉄管の許応応力(kgf / cm^2)

n = 縦継目効率 (0.95)

ε = 腐食・摩擦余裕厚(0.15～0.20cm)

$$t^1 = \frac{D}{400} + 0.2$$

t^1 = 最小管厚(cm)

D = 管内径(cm)

トンネル式水圧鉄管路の場合トンネル半径は水圧鉄管据付けの作業性を考え、鉄管半径よりも 60cm 程大きくとる。

Table 13.7-1 Construction Cost for Civil Works

Work Item			Unit	Quantity	Unit Price	Amount
Reservoir Dam	Upper Dam	Excavation	m^3			
		Concrete	m^3			
		Masonry	m^3			
		Steel Reinforcement	t			
		Embankment	m^3			
		Gate	t			
		Others	L.S			23% of above sub total
	Lower Dam	Excavation	m^3			
		Concrete	m^3			
		Masonry	m^3			
		Steel Reinforcement	t			
		Embankment	m^3			
		Gate	t			
		Others	L.S			23% of above sub total
	Miscellaneous Work					3% of dam work
Water Way	Intake	Excavation	m^3			
		Concrete	m^3			
		Reinforcement	t			
		Gate	t			
		Screen	t			
		Others	L.S			20% of above sub total
	Headrace Tunnel	Excavation	m^3			
		Concrete	m^3			
		Steel Reinforcement	t			
		Others	L.S			22% of above sub total
	Surge Tank	Excavation	m^3			
		Concrete	m^3			
		Steel Reinforcement	t			
		Others	L.S			20% of above sub total
	Tailrace Tunnel	Excavation	m^3			
		Concrete	m^3			
		Steel Reinforcement	t			
		Others	L.S			20% of above sub total
	Tailrace Surge Tank	Excavation	m^3			
		Concrete	m^3			
		Steel Reinforcement	t			
		Others	L.S			20% of above sub total

Work Item			Unit	Quantity	Unit Price	Amount
Water Way	Tailrace Outlet	Excavation	m^3			
		Concrete	m^3			
		Steel Reinforcement	t			
		Gate	t			
		Others	L.S			20% of above sub total
	Miscellaneous Work		L.S			4% of water way work
Powerhouse	Powerhouse	Excavation	m^3			
		Concrete	m^3			
		Steel Reinforcement	t			
		Others	L.S			20% of above sub total
	Draft Gate and Transmission Room	Excavation	m^3			
		Concrete	m^3			
		Steel Reinforcement	t			
		Gate	t			
		Others	L.S			20% of above sub total

(2) 土木工事

13.6-2 を参照

(3) 水力機器工事

水力機器工事には以下の項目が含まれる。

- スクリーン
- ゲート
- バルブ
- 水圧鉄管

工事費には資材費、製作費、運搬費、据付け費、保険、その他が含まれる。

(4) 電気機器工事

電気機器工事には以下の項目が含まれる。

- タービン・ポンプ
- 発電機、モーター
- 制御機器
- 主変圧器
- 開閉所機器
- その他付属機器

工事費には資材費、製作費、運搬費、据付け費、保険、試験費その他が含まれる。

(5) 送電線工事

送電線工事には以下の項目が含まれる。

- 開閉所から近傍の変電所までの送電線、鉄塔とその基礎

工事費には資材費、製作費、運搬費、据付け費、試験費、保険が含まれる。

(6) 予備費

予備費には以下の手法で求めるのが一般的である。

- 準備工事を含む土木工事費の 10%
- 補償費の 15%

- 水力機器、電気機器に対して 5%
- 送電線工事の予備費(5%)は送電線工事に含める

(7) 補償費

Table 12.7-1 および 12-7-2 参照

(8) 管理費およびエンジニアリングサービス費

管理費およびエンジニアリング費は送電線工事を除く、直接工費費の 8%が一般的である。送電線工事の管理費およびエンジニアリングサービス費は送電線工事費の 8%を計上するのが一般的である。

(3) 発電所

本計画は地下式発電所が予想される。従って周辺岩盤の土木地質的評価に基づき地下空洞の安定性を主眼にして導水路トンネル、水圧管路長と放水路長との関連、搬入トンネル、ケーブルトンネルのレイアウトおよび施工性等を総合的に勘案して、地下発電所の適地を選定する。発電所の大きさおよび水車中心の標高は主機の概略設計で求められる諸元を用いる。

13.7 概算土木工事費算定

プレフィージビリティ設計を行ない概算の主要土木工事数量を求める。次に至近で行われている類似プロジェクトの工事単価を用いて概算工事費を算出する。

Table 13.7-1 に土木工事費算出の総括表を示す。

13.8 建設工事費および建設工程

13.8.1 工事項目

プレフィージビリティ調査における建設工事費は以下の項目から構成される。

- 準備工事
- 土木工事
- 水力機器（水門、鉄管）工事
- 水力電気機器工事
- 送電線工事
- 予備費
- 補償費
- 管理費およびエンジニアリングサービス費

13.8.2 積算条件

(1) 準備工事

準備工事では以下の項目が一般的に含まれる。

- 新たに建設するアクセス道路
- 既設道路改修
- キャンプ施設（事務所、宿泊施設）
- 通信設備

(2) 土木工事

13.6-2を参照

(3) 水力機器工事

水力機器工事には以下の項目が含まれる。

- スクリーン
- ゲート
- バルブ
- 水圧鉄管

工事費には資材費、製作費、運搬費、据付け費、保険、その他が含まれる。

(4) 電気機器工事

電気機器工事には以下の項目が含まれる。

- タービン・ポンプ
- 発電機、モーター
- 制御機器
- 主変圧器
- 開閉所機器
- その他付属機器

工事費には資材費、製作費、運搬費、据付け費、保険、試験費その他が含まれる。

(5) 送電線工事

送電線工事には以下の項目が含まれる。

- 開閉所から近傍の変電所までの送電線、鉄塔とその基礎

工事費には資材費、製作費、運搬費、据付け費、試験費、保険が含まれる。

(6) 予備費

予備費には以下の手法で求めるのが一般的である。

- 準備工事を含む土木工事費の10%
- 補償費の15%

- 水力機器、電気機器に対して 5%
- 送電線工事の予備費(5%)は送電線工事に含める。

(7) 補償費

Table 12.7-1 および 12-7-2 参照

(8) 管理費およびエンジニアリングサービス費

管理費およびエンジニアリング費は送電線工事を除く、直接工費費の 8%が一般的である。送電線工事の管理費およびエンジニアリングサービス費は送電線工事費の 8%を計上するのが一般的である。

13.8.3 建設工程

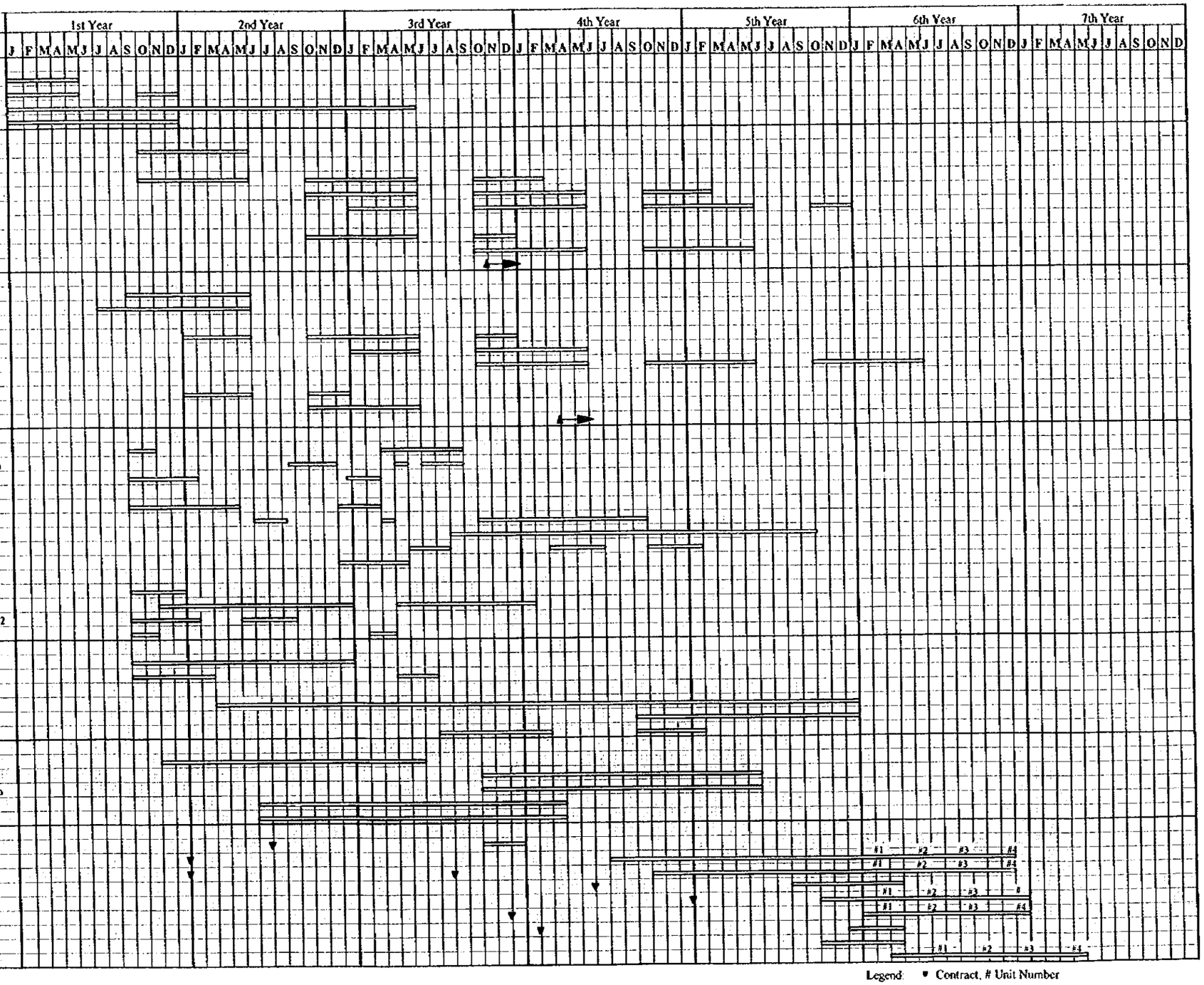
建設工程の作成に当ってはプロジェクト規模、施工方法、構造物の位置、水文、気象の条件を考慮する。

建設工程でクリティカルパスとなる条件を検討し、施工法を考慮して、適切な建設工程を立案する。

インドで計画されている900MWの揚水発電計画の工事工程を参考としてFig. 13.8-1に示す。

Figure 13.8-1 Example of Pumped Storage Project Construction Schedule

Activities	Quantity
1. Infrastructure	
Const. of New Road	6 km
Improvement to Existing Roads	
Colonoy Building Works	
Other Preparatory Works	
2. Upper Dam	
a. Coffer Dam	
b. Main Dam	
Excavation	738,000 m³
Foundation Treatment	37 km
Embankment Fill	3.62 x 10 m³
c. Spillway	
Excavation	58,000 m³
Concreting	8,800 m³
d. Impounding	
3. Lower Dam	
a. Coffer Dam	
c. Diversion Tunnel	D = 50 m, 280 m
d. Main Dam	
Excavation	190,300 m³
Foundation Treatment	11 km
Embankment Fill	1.85 x 10m³
e. Spillway	
Excavation	90,000 m³
Concreting	17,400 m³
f. Impounding	
4. Waterway	
a. Power Intake	D80m x L54m
b. Intake Tunnels	ϕ8.9m, l = 159m,194m
c. Intake Gate Shaft	ϕ12m, H = 56m x 2
d. Penstocks	
HRT/Penstock Access Tunnel	ϕ9.0m, l = 480m
Upper Penstocks	ϕ8.9m, l = 195m x 2
Inclined penstocks	ϕ8.0m, l = 260m x 2
Lower Penstocks	ϕ2.5m, l = 75m x 4
Penstocks Work Adit	ϕ6.0m, l = 280m x 2
e. Tailrace	
TRT Work Adit	l = 210m
Tailrace Tunnels	ϕ9.7m, l = 980m
Tailrace Gate Shaft	13m x 8m, H = 50m x 2
Tailrate Outlet	
5. Powerhouse Complex	
a. Access Tunnel to Powerhouse	ϕ6.8m, l = 970m
b. Cable Tunnel	l = 360 m
c. Powerhouse Cavern	
Excavation	143,500 m³
Concreting	40,000 m³
d. Transformer Room	12,170 m³
6. Hydraulic Equipment	
a. Intake Gate	2 NOS. 7.7m x 8m
b. Draft Tubes Gates	4 NOS. ϕ5.6m
c. Tailrace Gates	4 NOS. 8. 7m x 8.7m
d. Spillway Gates	2 NOS. 5m x 6m
e. Bottom Outlet	
7. Electro-Mechanical Equip.	
Crane	2 Sets
Pump Turbine	4 Units
Generator Motor	4 Units
400kV, Sw.yard & GIS Equip.	9 Bays (GIS)
Main Power Transformer	4 Sets
16.5kV IPB, Gen. Con. Panel	Lump Sum
C&R Panels, Protection Equip.	Lump Sum
Auxiliary Machine	Lump Sum
Testing & Commissioning	Lump Sum



Legend: ▼ Contract, # Unit Number

13.9 財務・経済分析

一国内での最適な開発計画に不可欠な視点は、社会的便益を極大化するような稀少資源の配分であり、開発案件に投入しうる資本・人材等、利用可能な諸資源が稀少であるほど、効率的に使うことが重要となる。とりわけ電力部門への投資は、莫大な量の国内資本と稀少資源を必要とする為、従来より経済財務費用・便益の厳密な比較検討が為されてきている。

本案件については、開発調査実施期間中に提起されてきた分析作業継続に対する諸制約から、本報告書において、内部収益率（IRR）等の指標を用いた定量的投資妥当性判断は為されていない。したがって、ここでは、①分析の枠組み、②分析の手順、③分析計量モデルの構築とパラメータ、④財務分析、および⑤経済分析の範囲でまとめた。

13.9.1 分析の枠組み

今回の財務・経済分析については、JICA 鉱工業開発調査部『鉱工業開発プロジェクト財務経済分析基本ガイドライン（水力発電編）』を中心に、その他、国際融資機関財務経済分析ガイドライン等[1]を参考にした。さらに調査団・インド側カウンターパート等との協議検討を踏まえ、分析の枠組み等がまとめられている。

(1) 財務・経済分析概論

経済分析では国内に賦存する資本、労働、その他各種財・サービス等の稀少資源を当該案件に利用することの妥当性を、実質（社会的）価値で測った費用と便益から一定の指標を用いて判断する。一方、プロジェクトの財務分析には市場価格を用いた費用と便益を用い、事業実施主体にとっての収益性を測ることを目的としている。

経済分析における等価割引率（EDR）の推定では、移転項目（関税・付加価値税等公租公課、補助金、金利等、稀少資源の実質的損耗を伴わない金銭的移動）を除去する。

財務分析から経済分析への変換手順については一般的なプロジェクト評価の方法に則り、貿易財は国境価格（輸入財は CIF、輸出財は FOB 価格表示）、非貿易財・サービスは変換係数（標準変換係数、SCF）による変換を行う。

---

[1] （参考）上述 JICA 資料(1986)の他、OECF『審査マニュアル』(1986)、アジア開発銀行 "Guidelines for Economic Analysis of Projects" (1987), "Guidelines for Preparation and Presentation of Financial Analysis"(1989), "Financial and Economic Analysis of Projects"(1988)等

(2) 技術的最小費用分析 (Least Cost Analysis)

今後の厳密・多角的な分析により、当該プロジェクト案件がインド国内の稀少資源利用において最適であり、かつMSEBの最小費用開発系統計画において不可欠な部分を構成すると考えられる。また、この分析において、本案件に対する技術的に実行可能なピーク発電代替案（石炭火力を含む）が発電単価を決定するために検討される。

なお、参考値として、1991年現地調査時点におけるマハラシュトラ州発電単価を以下に示す[2]。

発電種類	発電単価 (paisa/kWh)
火 力	96
水 力	16
ガスータービン	122

(3) 便益と費用

一般的に便益の規定は、①追加的に供給される電力の価値を直接計測する、あるいは②電力セクターへの投資が国家開発計画等で承認されている場合、火力発電等、当該水力発電の代替電源として建設されたであろうと仮に想定される「代替施設」の建設・維持費等を費用節約分として「便益」とみなす場合の二通りある。本件の経済分析では、国家・マハラシュトラ州開発計画等において電力分野への投資が特定され、例えば工業・運輸・あるいは社会開発等、他分野との投資競合性が無いことを前提としてEDRを計測する。

EDRについては、従来、これを以って経済的内部収益率（EIRR）とした例が散見されるが、本件では上記②による厳密な意味でのEDRの計測を行うものとする。なお、本報告書では従来の慣例に従って、EDRを一部、代替EIRRと表現している。

揚水発電案件の費用推定の場合、夜間におけるベースロード石炭火力、あるいは原子力を利用した揚水用電力使用が在る為、この追加的投入財に係わる諸費用、即ち、①可変維持管理費、および、②燃料費が通常の建設・維持費用に加算される。これら諸費用は資本回収係数を用いるなどにより単位当たり費用（kWh 価値）に換算され、

[2] 今後の分析においては、送配電損失によるコストを加算する必要がある。

使用量を掛け合わせた費用総額が計上される。

なお、産業上の追加的付加価値の創造、民生上の効用、追加的雇用等の派生的・間接的便益は、便益を考える上で分析担当者による恣意性が入ることから勘案しない。

13.9.2 分析の手順

本案件の経済・財務分析では当該水力発電計画実施に伴う直接費用（実物費用と機会費用）とプロジェクトが直接生み出す便益を時間的推移のなかで比較考量し、国民経済における稀少資源配分上の効率性からみた「案件の好ましさ」、およびプロジェクト期間中に生み出される事業実施者にとっての財務的収益性の程度が推定される。このような分析手法による一連の作業手順を以下にまとめる。

(1) 当該案件と同等の供給特性を想定した「代替施設」の経済費用の推定と、「代替施設」と本案件の経済費用の現在価値を同等にする割引率（EDR）の推定

(2) 財務的視点から見直したプロジェクト総費用の推定と、財務的内部収益率（FIRR）を用いた案件収益性の評価；

(3) 想定資金計画に基づく想定資金返済計画の策定；

(4) 主要変数の変化とそれに伴う推定結果への影響をシミュレートする為、①便益価値、②初期投資額、および、③建設期間についての感度分析；

(5) 等価割引率および財務的内部収益率によって推定される当該プロジェクトの、実施可能性・経済的効率性についての総体的判断。

データおよび情報が不足しているため、プロジェクトの会計分析はなしえない状況にある。

13.9.3 分析計量モデルの構築とパラメーター

通常、調査団による最終現地調査で精査されるデータおよび情報に基づき、経済的効率性・財務的収益性を目的関数とする説明・政策諸変数が以下に規定される。即ち、①プロジェクト期間、②電気料金、③有効電力量、④外国為替相場、⑤財務的プロジェクト費用（基準費用）、⑥物理的予備費、⑦価格予備費、⑧維持運営費用、⑨貸付条件、⑩建中利子、および、⑪割引率である。さらに主要変数の変化とそれに伴う推定結果への影響をシミュレートする為、感度分析が行なわれる。

(1) プロジェクト期間

プロジェクト期間は一般的に投資案件の経済的寿命と、建設および運開準備(commissioning) 予定期間に基づいて決定される。通常、国際融資機関における揚水発電案件経済分析では、プロジェクト期間を電気・水力機械類の交換分追加投資を含まない、初期投資による経済耐用年数に限ることが多い。具体的には借款貸出し期間(Loan Period) を含む30～40年程度が多く設定される。

(2) 電気料金（収益）

電力供給サービスの効率的消費管理（Demand Management of Efficient Consumption）を視野にマハラシュトラ州政府は電気料金を長期限界費用（LRMC）水準を勘案しつつ、MSEBの経営効率改善を目的に高目の料金設定を認可する財務的インセンティブも提供している。こうした政策に伴い、1997年におけるMSEBの平均電気料金は、Rs.1.6～1.8/kWh、GOMIDでは農業従事者向けRs.0.5/kWhが妥当と想定される。

(3) 有効電力量

分析に当たっての平均電力量（GWh）、有効電力量（GWh）、送電ロス、発電所所内電力量等のオペレーショナル・パラメーターについては、今後、具体的数値を設定する必要がある。なお、想定発電施設の有効電力量（Q）の推定には、年平均電力量から以下の方程式を用いて推定する。

Q = 平均電力量 × (1 − Transmission loss) × (1 − Aux. use)

(4) 内外貨交換比率

調査時点での国際通貨基金（IMF）データによる。1997年度当初ではRs.35.43/US$であった。調査分析で用いられる為替レートは、今後の国際通貨市場でのインドルピーの価値を最大評価したものと仮定する。

(5) 財務的プロジェクト費用の推定

財務的総費用の推定方法は、エンジニアリング・チームが往々にして用いる技術的投資額の推定とは多少異なり、公租・公課を含む基準費用（Base Cost）に物理的予備費を加え、この合計額の一定割合を価格予備費として計上、さらに基準費用、物理的・

価格予備費の累計額を基に建中利子が積算される。

初期投下資本は、一般的な財務原則に従って、基準費用と物理的予備費を合わせた額とし、価格予備費および建中利子を含まない。

(6) 物理的予備費 (Physical Contingency)

今後の設計変更等の不確実性、さらに費用推定における無制限な恣意性を避ける等の目的から、物理的予備費は基準費用の一定割合（5～10%）を想定する。

(7) 価格予備費 (Price Contingency)

プロジェクト費用が増加すると予測されるのは、基準費用（Base Cost）の推計後、様々なプロジェクト要素の単位価格がインフレーションの影響で変動すると考えられるからである。価格予備費は、一般的に初期投資額（基準費用および物理的予備費の累計額）の5～10%とされるが、今後、さらに検討する必要がある。

(8) 維持運営費用 (O/M Costs)

年間維持運営費用は通常、初期投資費用の一定割合（3～5%程度）を想定することが多い。いずれにしても、調査段階の案件費用見積もりにおいて不可避的に発生する不確実性を勘案し、予備費・維持運営費等に過度な恣意性に基づく推定は行わないのが原則である。この意味でこれら費用項目の推定に際しての仮定設定は単純なほうが良いことが多い。

(9) 貸付条件 (Financial Terms and Conditions)

国際融資機関からの外国借款資金は、通常、返済期間を20年とし、その内猶予期間が5年である。利子は建設期間中は免除され、貸し付け元金に繰入れられる。この結果、返済開始期は本来の貸付け元金に比較し金利にもよるが概ね 20%程度を上限に上乗せとなる。金利は世界銀行およびアジア開発銀行の通常貸付け資金で、約 6～7%が設定される。

一般的に日本の政府開発援助資金は返済期間を 30 年とし、10 年間の支払い猶予期間が含まれる。1996 年度供与借款の金利は 2.6%である。年間償還額の支払いは年間 2 回、第 2・第 4 四半期末期に元利均等返済で行われる結果、元金償還と比例して利子

費用が減少していくことになる。利子支払は建設期間中も義務づけられる。

(10) 建中利子 (Interest During Construction, IDC)

一般的に日本の政府開発援助資金等、建設期間中も利子支払が義務づけされる場合には建中利子は想定されず財務的プロジェクト費用の推定には含まれない。また、実質的な稀少資源の損耗を伴わない資本費用であることから財務的内部収益率の計算には算入されない。

(11) 割引率

財務的・経済的投資妥当性の計測に際しては 1996 年末時点のインド国内における資本費用を勘案し、10%程度の割引率が想定される。

(12) 感度分析 (Sensitivity Analysis)

主要変数の変化とそれに伴う推定結果への影響をシミュレートする為、①便益価値、②初期投資額、および、③建設期間についての感度分析を行う。具体的には、① 10% 低い便益価値、② 10%の初期投資費用超過、および、③ 1 年の実施遅延である。

13.9.4 財務分析

特に財務分析では財務的内部収益率 (FIRR) によって財務的収益性が検討されるが、事業実施機関 (GOMID) における財務諸表の不備等の理由から会計学手法を用いたプロジェクト会計分析はなしえない状況にあった。この点については例えば、基本的にはインド公営企業体の会計原則が欧米会計原則 (GAAP) と異なり、発生主義会計原則より現金主義会計原則を用いていること、さらに流動資産の推移を示す財務状況変動表が準備すべき会計資料に加えられていないことが挙げられる。さらに原価中心点や労働力配分を基盤とした管理会計制度が欠如しているため、公共サービス事業 (例えば GOMID) によって現在使われている会計報告制度は効果的な事業評価をなしえない。簡単な例を挙げると、貸借対照表や財務状況推移表 (資金フロー表) が財務報告書の中で抜けているために、会計年次における短期における収益・損失は判断しうるものの事業体としての財務全般は把握できない。また、経費計上分としての人件費および経費外の役員賞与が混同されている等、一般会計原則に適合しない部分も散見される。

(1) 電気料金

マハラシュトラ州電力公社の売電価格は海外経済協力基金 1995 年調査によると、一般家庭・商業・農業・工業・鉄道各部門、および他州に対して各々101.02、196.34、27.00、220.68、203.07、および 95.92 paisa/kWh であり、平均 151.31 paisa/kWh である[3]。GOMID の場合、需要者は農業部門であり、供給電力の多くが農業灌漑に用いられると想定されることから、財務分析における単位価格は 27.0 paisa/kWh が考えられる。しかしながら、インド政府として農業部門向け電気料金の値上げに政策的コミットをしていることを勘案し、単位価格を Rs.0.5 (50 paisa) /kWh とすることが妥当と考えられる。

(2) 財務的内部収益率 (FIRR)

開発案件の財務的投資妥当性 (Financial Viability) は、割引キャッシュフロー法 (Discount Cash Flow Method) を評価手法とし、指標として n 年間(各年度を t とする) のプロジェクト期間の各年度期末における利益率を示す内部収益性 (IRR) で推定される。本案件においてもプロジェクト実施当局 GOMID は、現地調査時点における約 10%の資本の機会費用にほぼ等しい、あるいはかなり近い値の財務内部収益率 (FIRR) を維持することを期待している。FIRR の推計過程においては「一般的に広く認められている財務分析のガイドライン」[4]に従い、各年度財務費用および便益は、1997 年度実質市場価格水準で測られる。言い換えると、時系列でみた費用・便益フローにおいて、インフレ効果は勘案されていない。さらに初期投下資本には基準費用と物理的予備費を合わせた額とし、価格予備費および建中利子は含まれない。n 年間 (各年度を t とする) のプロジェクト期間の各年度期末における利益率を示す内部収益率 r は以下に定義される。

$$r: \Sigma \{(B-C)_t * (1+r)^{-t}\} = 0 \qquad (t=1, 2, \cdots, n)$$

[3] 海外経済協力基金、*Ibid.*, 1995, p.79

[4] 例えば Asian Development Bank, *Guidelines for Financial Analysis and Management of Development Projects*, 1986, その他。

(3) 感度分析

主要変数の変化とそれに伴う推定結果への影響をシミュレートする感度分析を行う。設定条件は、① 10%低い便益価値、② 10%の初期投資費用超過、および、③ 1 年の実施遅延である。

13.9.5 経済分析

従来のピーク時における深刻な電力不足を緩和し、産業基盤整備並びに社会的厚生の改善に寄与するものであるとみなされる。

経済分析過程に用いられる数量データは財務的内部収益率の推定に使われた基本資料を基にしつつも、以下に述べる修正が加えられる。

(1) 移転項目 (Transfer Payments) の控除

プロジェクト経済評価における「移転項目」は、市場価格に含まれる公租公課、利子、あるいは補助金等、財・サービス等の諸資源を実質的に消費せず、したがって社会全体に対する機会費用を派生しない名目的「費用項目」を指す。例えば事業実施主体に対する上記「財務費用」は、社会の観点からは、これら諸資源に対する所有権・請求権が社会のある構成員もしくは部門から他へと移る (移転) のみで、これによって国民所得の増減はないことから「経済的費用」に含まれないし、また、市場価格から経済価格への変換に際しては控除される (即ち、EDR の推定において控除される)。

(2) 変換係数と経済価格への変換

プロジェクトに用いられる輸入資器材等 (見做し輸入-presumably importable goods-も含む) の貿易財 (Tradable Goods) は、国境価格である CIF 価格で評価される一方、国内調達材・労働力等の非貿易財の市場価値を経済価格表示の価値に換算する為、変換係数が用いられる。これらプロジェクトの投入財・サービス並びに生産された財の価値は外貨タームで表示される。標準変換係数 (以下、SCF) は通常、(荷重平均関税率＋1) の逆数で推定され、プロジェクトに要する熟練・非熟練労働者以外の非貿易財の社会的機会費用への変換に適用される。

財務費用から経済費用 (Economic Costs, または Accounting Costs) への変換に際しては、1991 年度当時の世界銀行推定値(0.8)と調査団推定値 (SCF ; 0.8、未熟練労

働者；0.52）を勘案する。

(3) 等価割引率（EDR、代替 EIRR）

資源配分上の効率性から判断される「案件の好ましさ」については、「代替施設法」による等価割引率（EDR）を推定し、資本の機会費用と比較することによって測られる。EDR は、当該水力案件と同等の供給特性を想定した「代替施設」の経済費用および本件経済費用の現在価値を同等にする割引率である。EDR を用いる前提として、マハラシュトラ州の開発計画において電力分野への資源配分が決定されており、他分野との投資競合性がないものとする。EDR（r）は以下の計算式による。

$$r: \Sigma\{C1_t*(1+r)^{-t}\} = \Sigma\{C2_t*(1+r)^{-t}\} \qquad (t=1, 2, \cdots, n)$$

(4) 感度分析

主要変数の変化とそれに伴う推定結果への影響をシミュレートする感度分析を行う。設定条件は、① 10%低い便益価値、② 10%の初期投資費用超過、および、③ 1 年の実施遅延である。

その他の便益評価形態として、系統電圧規準（network voltage regulation）や周波数管理（frequency control）等の供給電力の質の改善といったものがある。しかしながら、これらの便益は相対的に小さく、したがって分析対象外とする。その他の定性的（非数量的）プロジェクト便益として、雇用機会の増大が挙げられる。さらに、間接的便益として本件実施により代替火力発電から出されたであろう大気汚染等、環境費用の回避がある。しかしながら、これら間接便益の経済評価への算入は通常、高い恣意性を伴うことから一般化されておらず、本評価においてもこれら間接便益は分析対象外とする。

JICA