

ネパール国
ネパール電力公社

ネパール国
アッパーセティ水力発電計画調査
環境社会配慮レポート

平成 19 年 6 月
(2007)

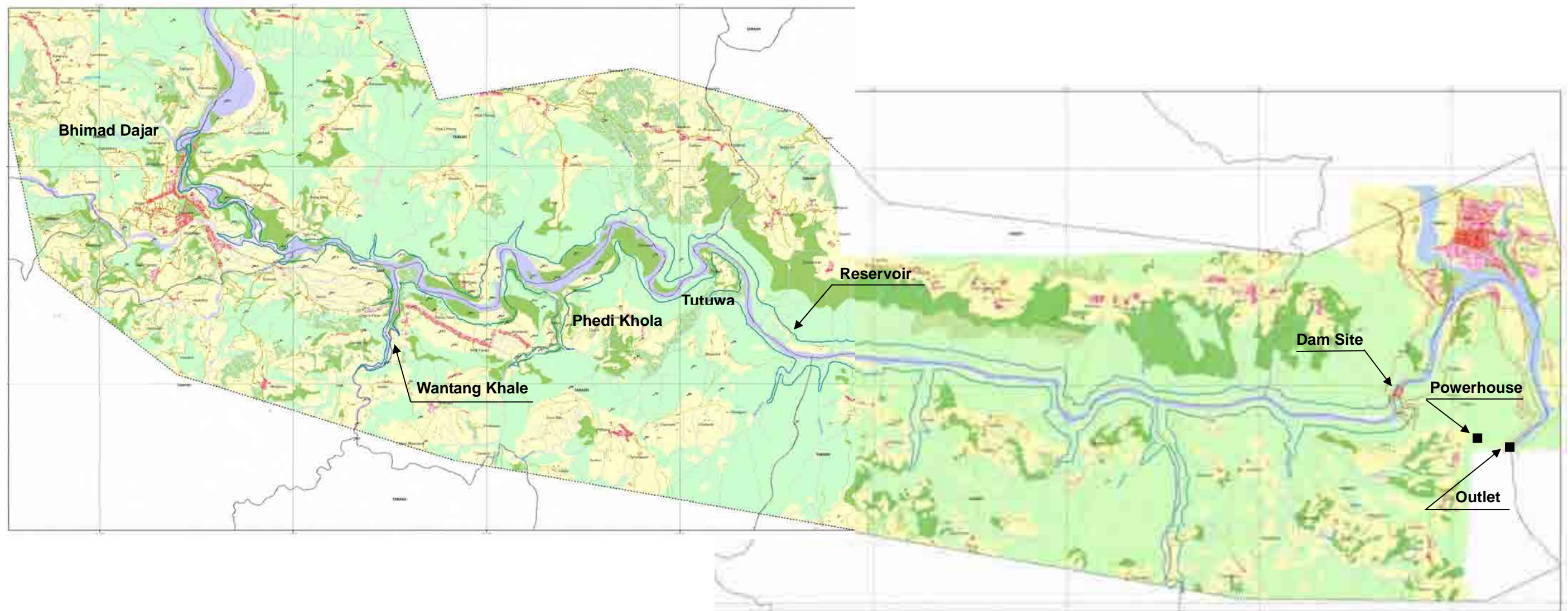
独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

委託先
電源開発株式会社
日本工営株式会社



Base B01532 (B00750) 6-90

Location Map



River Corridor Study Region

目 次

Part A: 代替案分析

第 1 章 代替案の検討	A-1
1.1 概要	A-1
1.2 レイアウト代替案	A-1
1.3 満水位 (FSL) 代替案.....	A-3
1.4 代替案の環境関連費の算出方法.....	A-3
1.5 様々な満水位における環境社会条件.....	A-4
1.5.1 物理環境	A-4
1.5.2 生物環境	A-5
1.5.3 住民移転の影響と代替案	A-6
1.5.4 様々な満水位 (FSL) における社会プログラム費用.....	A-8
1.6 代替案の検討	A-8
第 2 章 プロジェクトを実施しない案	A-10
2.1 プロジェクトを実施しない代替案の検討.....	A-10
2.2 プロジェクトによる二酸化炭素排出量の低減.....	A-11

Part B: 物理環境影響調査

第 1 章 プロジェクト地域の物理環境	B-1
1.1 物理環境ベースラインデータ	B-1
1.2 物理環境における影響	B-5
1.2.1 建設時の影響	B-5
1.2.2 運転時の影響	B-6
1.3 物理環境における影響緩和策.....	B-10
1.3.1 建設時	B-10
1.3.2 運転時	B-11
1.4 影響緩和策費用	B-15
1.4.1 建設時	B-15
1.4.2 運転時	B-15
1.5 環境モニタリングと関連費用.....	B-16
1.5.1 環境モニタリング	B-16
1.5.2 物理環境に関わるモニタリングコスト	B-18
1.6 結論と勧告	B-18

第 2 章 流域管理	B-19
2.1 ベースラインデータ	B-19
2.2 セティ川流域管理への取組み.....	B-27
2.3 流域管理計画の枠組み	B-28
2.4 流域管理計画費用	B-29
2.5 水質保全	B-30

ANNEX B**Part C: 生物環境影響調査**

第 1 章 森林および植生	C-1
1.1 ベースライン・データ	C-1
1.1.1 生物環境	C-1
1.1.2 植物多様性	C-3
1.1.3 保全状況	C-5
1.1.4 民族植物学	C-6
1.2 森林および植生への環境影響.....	C-9
1.3 影響緩和策および費用	C-13
1.3.1 影響緩和策	C-13
1.3.2 影響緩和策の費用	C-14
1.4 結論と勧告	C-17
第 2 章 野生生物	C-18
2.1 ベースライン・データ	C-18
2.1.1 哺乳類	C-18
2.1.2 爬虫類および両生類	C-19
2.1.3 鳥類	C-19
2.1.4 蝶および蛾	C-20
2.1.5 重要な哺乳類	C-27
2.1.6 野生動物の分布	C-27
2.2 野生生物に対する環境影響.....	C-27
2.2.1 建設時	C-27
2.2.2 運転時	C-27
2.3 影響緩和策および費用	C-28
2.3.1 影響緩和策	C-28
2.3.2 影響緩和策費用	C-28
2.4 環境モニタリングおよび費用.....	C-29
2.4.1 環境モニタリング	C-29

2.4.2	モニタリング費用	C-29
2.5	結論と勧告	C-29
第3章	魚類および水生生物	C-31
3.1	ベースライン・データ	C-31
3.1.1	生息魚種の構成	C-31
3.1.2	遡上性魚類	C-34
3.1.3	産卵地	C-35
3.1.4	貴重種	C-36
3.1.5	漁業活動	C-37
3.1.6	経済的な重要性	C-38
3.1.7	植物プランクトン、動物プランクトン、および水生昆虫	C-40
3.2	魚類および水生生物に対する環境影響	C-44
3.2.1	建設時	C-44
3.2.2	運転時	C-44
3.3	影響緩和策および費用	C-46
3.4	環境モニタリングおよび費用	C-47
3.4.1	環境モニタリング	C-47
3.4.2	モニタリング費用	C-48
3.5	生物環境費	C-48
3.6	結論と勧告	C-49

ANNEX C

Part D: 社会経済・文化面の環境影響調査

第1章	序論	D-1
1.1	プロジェクトの背景	D-1
1.2	目的	D-1
1.3	調査手法	D-2
1.4	プロジェクト影響地域の特定	D-5
第2章	社会経済・文化の現況	D-8
2.1	Tanahu 郡	D-8
2.2	影響 VDC と市	D-16
2.3	影響を受ける人々と影響世帯	D-27
2.4	村落資源と財産	D-44
第3章	社会経済・文化面での影響	D-51
3.1	土地と資産の損失	D-51
3.2	世帯に与える直接的な影響	D-54

3.3	建設期の社会経済・文化面での影響.....	D-60
3.4	運転期の社会経済・文化面での影響.....	D-67
第4章	住民移転計画の枠組み.....	D-69
4.1	用地取得と住民移転	D-69
4.2	政策と法的枠組みのレビュー.....	D-69
4.3	水力発電事業における非自発的住民移転のレビュー.....	D-74
4.4	プロジェクトの住民移転に関する方針の枠組み.....	D-78
4.5	当該村落との協議、対話	D-84
4.6	問題の解決、不服・不満の申し立ての手続き.....	D-85
4.7	制度・組織	D-86
4.8	組織能力の強化	D-87
4.9	実施計画	D-87
4.10	モニタリングと評価	D-90
4.11	影響世帯と影響を受ける人々に対する補償と便益.....	D-91
第5章	社会アクション計画の枠組み.....	D-96
5.1	背景	D-96
5.2	社会プログラムの特定	D-96
5.3	社会プログラム	D-98
5.4	情報普及とフィードバック.....	D-106
5.5	社会プログラムの詳細デザイン.....	D-107
5.6	社会プログラムの管理	D-107
5.7	社会アクション計画の費用概要.....	D-108
第6章	ステークホルダー協議.....	D-109
6.1	ステークホルダー協議の概要.....	D-109
6.2	第1回ステークホルダー協議—スコーピング案作成時.....	D-109
6.3	第2回ステークホルダー協議.....	D-113
6.4	第3回ステークホルダー協議.....	D-116
第7章	詳細設計時に実施すべき調査.....	D-121

ANNEX D

Part E: 220kV送電線初期環境評価

第1章	序論.....	E-1
1.1	目的	E-1
1.2	送電線ルートと影響範囲	E-1
第2章	送電線ルート代替案比較検討.....	E-2
2.1	送電線ルート代替案	E-2
2.2	代替案比較検討	E-3

第 3 章	ベースラインデータ	E-7
3.1	物理環境影響	E-7
3.2	生物環境影響	E-7
3.3	社会経済・文化面での影響.....	E-8
第 4 章	初期環境評価	E-13
4.1	環境影響と軽減策	E-13
4.2	環境モニタリングプログラム.....	E-15
4.3	初期環境影響評価の結果と結論.....	E-15
 Part F: 環境管理計画の枠組み		
第 1 章	環境管理計画の枠組み	F-1
1.1	背景	F-1
1.2	環境管理計画の概要	F-1
1.3	環境管理計画における関係者・関係機関.....	F-10
1.4	プロジェクト環境管理事務所.....	F-13
1.5	環境社会モニタリング・ユニットの業務管理費.....	F-14
1.6	環境モニタリングプログラム.....	F-15
1.7	記録と是正措置	F-22
1.8	環境監査	F-22
1.9	環境管理費の要約	F-22

List of Tables

Part A: 代替案分析

Table 1.5.1-1	Land Use in Reservoir Area	A-4
Table 1.5.2-1	Forest Types in the Reservoir area under various FSL	A-5
Table 1.5.2-2	Forest Area by Management Types in the Reservoir at Various FSLs	A-5
Table 1.5.2-3	Biological Environmental Costs	A-6
Table 1.5.3-1	Resettlement Effects with Different Reservoir FSL.....	A-7
Table 1.5.3-2	Resettlement Cost with Different Reservoir FSL	A-7
Table 1.5.4-1	Resettlement Cost with Different Reservoir FSL	A-8
Table 1.6-1	Main Features of Selected Development Plan in Chapter 10.....	A-9
Table 2.1-1	Demand & Supply balance without Project	A-10
Table 2.2-1	Estimation on reduction of CO2 Emission.....	A-11

Part B: 物理環境影響調査

Table 1.1-1	Land Use Reservoir Area	B-2
Table 1.1-2	Land Use Project Facility Sites	B-2
Table 1.1-3	Water Quality Analysis Report of Main Parameters	B-3
Table 1.1-4	Comparison with Drinking Water Quality Standards.....	B-4
Table 1.1-5	Water Sources Impacted by the Project.....	B-5
Table 1.3-1	Comparison of Unregulated and Regulated Flows in the Seti & Madi River ...	B-12
Table 1.3-2	Comparison of the Measures for the Eutrophication in the Reservoir	B-14
Table 1.4-1	Mitigation Cost for Physical Environment/Construction Phase.....	B-15
Table 1.4-2	Mitigation Costs for the Downstream Effects to Communities	B-16
Table 1.5-1	Compliance Monitoring Indicators and Frequency on Air Pollution	B-16
Table 1.5-2	Compliance Monitoring Indicators and Frequency on Water Pollution.....	B-17
Table 1.5-3	Compliance Monitoring Indicators and Frequency on Noise	B-17
Table 1.5-4	Compliance Monitoring Indicators and Frequency on Vibration.....	B-18
Table 1.5-5	Monitoring Costs for the Physical Environment.....	B-18
Table 2.1-1	Land Use of the Seti Watershed	B-22
Table 2.4-1	Mitigation Costs for Watershed Management.....	B-29

Part C: 生物環境影響調査

Table 1.1-1	Forest Types in the Reservoir area under various FSL	C-2
Table 1.1-2	Forest Types in the Project Facility Sites	C-2
Table 1.1-3	Plants of Project Sites under Different Conservation Categories.....	C-5
Table 1.1-4	Forest Area Affected at FSL 415 m in the Reservoir Area	C-7
Table 1.1-5	Forest Area in the Project Facility Site	C-7
Table 1.1-6	Profiles of Community Forests Affected by the Reservoir at FSL 415 m.....	C-8
Table 1.1-7	Private Forests in the Reservoir Area.....	C-9
Table 1.2-1	Loss of Forest/Shrub/Grasslands under Reservoir FSL 415 m	C-10
Table 1.2-2	Loss of Forest/Shrub/Grasslands in the Project Facility Sites	C-10
Table 1.2-3	Estimated Number of Timber Tree Species in the Reservoir Area at FSL 415 m.....	C-11
Table 1.2-4	Estimated Number of Timber Tree Species in the Project Facility Sites	C-11
Table 1.2-5	Annual Forest Resource Production Losses in the Project Area	C-12
Table 1.2-6	Annual Forest Resource Production Losses in Monetary terms in the Project Area.....	C-13
Table 1.3-1	Cost for Clearing the Vegetation in the Reservoir at FSL 415 m.....	C-14
Table 1.3-2	Estimate of Forestry Loss due to Reservoir at FSL 415 m and Associated Compensation	C-16
Table 2.1-1	Mammals of the Project Area.....	C-18
Table 2.1-2	Reported Reptiles and Amphibians of the Project Area.....	C-19
Table 2.1-3	Birds Recorded from the Project Area	C-21
Table 2.1-4	Butterflies and Moths Recorded from the Project Area	C-24
Table 2.3-1	Mitigation Cost on Wildlife	C-28
Table 2.4-1	Monitoring Parameters Schedule	C-29
Table 2.4-2	Monitoring Cost on Wildlife	C-29
Table 3.1-1	Fish Species Composition.....	C-32
Table 3.1-2	Migratory Life History of the Long Distance Migrant Fishes of the Project Area.....	C-34
Table 3.1-3	Migratory Life History of the Mid -Range Migrant Fishes of the Project Area	C-35
Table 3.1-4	Confirmed Spawning Ground and Nursery or Fry Rearing Areas	C-36
Table 3.1-5	Status of the Conservation	C-37
Table 3.1-6	Economic Value of the Fish Species of the Project Area	C-39
Table 3.1-7	Phytoplankton Species Recorded at Different Sampling Stations	C-40
Table 3.1-8	Zooplankton Species Recorded at Different Sampling Stations	C-41

Table 3.1-9	List of Aquatic Insect Collected in the Different Sampling Stations	C-42
Table 3.1-10	Phytoplankton Density of Different Order.....	C-43
Table 3.1-11	Phytoplankton Density at different Sampling Stations	C-43
Table 3.1-12	Zooplankton Density of Different Order.....	C-44
Table 3.1-13	Zooplankton Density at different Sampling Stations/Locations	C-44
Table 3.3-1	Mitigation Costs for Fisheries.....	C-47
Table 3.4-1	Monitoring Indicators and Frequency.....	C-47
Table 3.4-2	Monitoring Indicators and Frequency.....	C-47
Table 3.4-3	Monitoring Costs, Construction Phase.....	C-48
Table 3.4-4	Monitoring Costs, Operation Phase	C-48
Table 3.5-1	Biological Environmental Costs	C-49

Part D: 社会経済・文化面の環境影響調査

Table 1.3-1	Sample of Household Survey.....	D-4
Table 1.3-2	Ethnic/Caste Division	D-4
Table 1.3-3	Focus Group Discussion	D-5
Table 1.4-1	VDCs/Municipality and Wards Affected by the Project Components	D-6
Table 2.1-1	Population Status of the Tanahu District.....	D-8
Table 2.1-2	Ethnic/Caste Group of Population in Tanahu District.....	D-8
Table 2.1-3	Level of Education of the Literate Population in Tanahu District.....	D-9
Table 2.1-4	Educational Facilities in Tanahu District	D-9
Table 2.1-5	Gross and Net Enrollment Ratio of the Students in Tanahu District.....	D-10
Table 2.1-6	Health-related Institutions in Tanahu District	D-10
Table 2.1-7	Ratio of Population Served by Health Professionals	D-10
Table 2.1-8	Top ten Diseases in Tanahu Districts	D-11
Table 2.1-9	Population Using Drinking Water Sources	D-11
Table 2.1-10	Economically Active and Inactive Population in Tanahu District.....	D-12
Table 2.1-11	Occupation of the Economically Active Population (10 years of age and above)	D-12
Table 2.1-12	Landholders and Landholding Size.....	D-13
Table 2.1-13	Area, Yield (Metric ton/ha) ,Production(Metric ton) of Major Crops in Tanahu District (2004/05)	D-13
Table 2.1-14	Food Balance Situation of Tanahu District (in metric ton)	D-14
Table 2.1-15	Total Number of Livestock in Tanahu District.....	D-14
Table 2.1-16	Annual Production of Livestock Products (2004/05).....	D-15

Table 2.1-17	Type and Number Industries in Tanahu Districts.....	D-15
Table 2.1-18	Households in different Income Category (NRs/HH/Yr) , 2001.....	D-15
Table 2.1-19	Cultural and Religious Places in Tanahu District.....	D-16
Table 2.2-1	Household and Population of the Project Affected VDC/Municipality (2001).	D-17
Table 2.2-2	Population by Caste/ Ethnic Group in the Project VDCs/ Municipality	D-18
Table 2.2-3	Access to different Types of Schools in the Affected VDCs/Municipality	D-19
Table 2.2-4	Literacy Status of Affected VDCs.....	D-19
Table 2.2-5	Distance to Nearby Primary School.....	D-20
Table 2.2-6	Net Enrollment Ratio of Primary Level in the Affected VDCs/ Municipality ..	D-20
Table 2.2-7	Health Related Institutions and Facilities in the Project VDCs/ Municipality..	D-21
Table 2.2-8	Malnutrition Level at Affected VDC	D-21
Table 2.2-9	Accessibility of Water Supply in the Affected VDCs	D-22
Table 2.2-10	Sources of Drinking Water being used and Impacted by the Project	D-23
Table 2.2-11	Sanitation Condition of the Project VDCs	D-24
Table 2.2-12	Percentage of Population Served with Electricity.....	D-24
Table 2.2-13	Motorable Road Accessibility	D-25
Table 2.2-14	Population 10 Years Of Age And Over By Usually Economic Activity For Village Development Committee /Municipality	D-25
Table 2.2-15	Share of Agricultural and Non-agricultural Income in the Project VDCs.....	D-26
Table 2.2-16	Poverty by Income in the Project VDCs	D-26
Table 2.2-17	Food Sufficiency Status of Affected VDC	D-27
Table 2.3-1	Population and Family Size of the Sample Households	D-28
Table 2.3-2	Ethnic/Caste Division	D-28
Table 2.3-3	Family Structure of Survey Households	D-29
Table 2.3-4	Period of Settlement.....	D-29
Table 2.3-5	Age Group of Surveyed Population (%).....	D-30
Table 2.3-6	Religion of the Surveyed Families.....	D-30
Table 2.3-7	Literacy Status of Population	D-30
Table 2.3-8	Distribution of Literate Population by Level of Schooling (% of Population) .	D-31
Table 2.3-9	Households Using Various Type of Energy for Lightning (Multiple Responses)	D-31
Table 2.3-10	Households Using Various Type of Energy for Cooking (Multiple Responses)	D-32
Table 2.3-11	Average Quantity of Firewood Used & its Value (NRs).....	D-32
Table 2.3-12	Sources of Drinking Water.....	D-32
Table 2.3-13	Households Having Toilet Facility.....	D-33

Table 2.3-14	Households Having other Sanitation Devices.....	D-33
Table 2.3-15	Various Trainings Received by Household Members	D-34
Table 2.3-16	Major Occupation of the Households	D-34
Table 2.3-17	Households Owning Different Type of Land	D-35
Table 2.3-18	Average Land Owned (Own Land Self Cultivated + Rented Out Land)	D-35
Table 2.3-19	Households Cultivating Different Crops.....	D-36
Table 2.3-20	Area, Production and Yield of Major Crops Grown by Project Area Households.....	D-36
Table 2.3-21	Cropping Intensity of the Area.....	D-37
Table 2.3-22	Food Sufficiency Status in Households Level	D-37
Table 2.3-23	Duration of Food Sufficiency in Households Level.....	D-38
Table 2.3-24	Copping Strategies against Food Deficit (Multiple Response)	D-38
Table 2.3-25	Migration of Household Members for Seasonal Earning.....	D-38
Table 2.3-26	Borrowing of Loan (Source, Amount and Rate of Interest)	D-39
Table 2.3-27	Households Rearing Different Kinds of Livestock	D-39
Table 2.3-28	Average Number of Livestock Holding	D-40
Table 2.3-29	Households Reporting Various Sources of Income.....	D-40
Table 2.3-30	Average Annual Household Income.....	D-41
Table 2.3-31	Average Annual Household Expenditure	D-41
Table 2.3-32	Perception about the Project	D-42
Table 2.3-33	Desired Compensation for the land used by the Project	D-42
Table 2.3-34	Reasons for demanding Cash Compensation	D-43
Table 2.3-35	Types of Resettlement Plan Preferred	D-43
Table 2.3-36	Expected benefit after the Resettlement.....	D-44
Table 2.4-1	Sources of Drinking Water.....	D-46
Table 2.4-2	Irrigation Scheme and Source	D-47
Table 2.4-3	Cemetery and Cremation Ground	D-48
Table 2.4-4	Temple, Religiously and Culturally Significant Spots	D-49
Table 3.1-1	Cultivated Areas in the Reservoir Site as per GIS Maps and Cadastral Maps..	D-51
Table 3.1-2	Cultivated Areas in the Reservoir Site as per GIS Maps and Cadastral Maps..	D-52
Table 3.1-3	Annual Production Loss of the Agricultural Land	D-52
Table 3.1-4	Forest Area by Management Types in the Project Area	D-53
Table 3.1-5	Community Forests affected by the Reservoir Inundation.....	D-54
Table 3.2-1	Number of Land Plots Affected by the Project	D-55
Table 3.2-2	Number of Affected Land Owners of the Project Area.....	D-55

Table 3.2-3	Affected Private Structures	D-56
Table 3.2-4	Structure Affected Owners of the Project area.....	D-57
Table 3.2-5	Residential Structure Affected Owners of the Project Area	D-57
Table 3.2-6	Residential Structure Affected Owners without Legal Holdings	D-58
Table 3.2-7	SPAF and PAF by VDC	D-59
Table 3.2-8	SPAF and PAF by Cast/Ethnicity	D-60
Table 3.3-1	Affected Motorable road – gravel	D-60
Table 3.3-2	Affected Suspension Bridges	D-61
Table 3.3-3	Affected Foot trails	D-62
Table 3.3-4	Affected Irrigation Canals.....	D-63
Table 3.3-5	Affected Electricity Distribution Line	D-63
Table 3.3-6	Affected Water Resources.....	D-64
Table 3.3-7	Project Affected Main Infrastructures	D-64
Table 3.3-8	Affected Community Structures.....	D-65
Table 4.2-1	Principal Steps in the Land Acquisition Process	D-71
Table 4.4-1	Entitlement Matrix for the Project APs.....	D-83
Table 4.5-1	Project Stakeholders.....	D-84
Table 4.11-1	Proposed Compensation and Benefits of AFs/APs	D-91
Table 4.11-2	Cost Estimation for the Private Land.....	D-92
Table 4.11-3	Cost Estimation for the Structures	D-92
Table 4.11-4	Cost Estimation for Agriculture Production Equivalent to One Year Production	D-93
Table 4.11-5	Other Rehabilitation Compensation to Relocate.....	D-93
Table 4.11-6	Transportation Allowance to Affected Structure Owners other than the Affected Residential Structure Owners.....	D-94
Table 4.11-7	Monitoring Costs during Operation Period.....	D-94
Table 4.11-8	Cost Summary.....	D-95
Table 5.2-1	First and Second Priority Needs and Proposed Social Action Programs	D-97
Table 5.3-1	Costs of the Infrastructures Affected by Reservoir Inundation	D-99
Table 5.3-2	Cost Estimates for the Replacement of Infrastructures Affected by the Reservoir	D-99
Table 5.3-3	Allocated Costs for Community’s Initiative Support Program	D-100
Table 5.3-4	Allocated Costs for Skill Enhancement and Employment Program	D-101
Table 5.3-5	Allocated Costs for Agricultural Development Programs.....	D-102
Table 5.3-6	Allocated Costs for Community/Public Health and Education Enhancement Programs at the Project Construction Sites.....	D-103

Table 5.3-7	Allocated Costs for Community/Public Health and Education Enhancement Programs at the Reservoir Affected VDCs/Municipality	D-104
Table 5.3-8	Allocated Costs for Women Development Program	D-105
Table 5.3-9	Cost Estimates for the Watershed Management Programs.....	D-105
Table 5.3-10	Cost Estimates for the Rural Electrification Programs	D-106
Table 5.7-1	Cost Summary for SAP.....	D-108
Table 6.2-1	Suggestions, Feedback and Comments from the Participants.....	D-111
Table 6.2-2	Stakeholder Meetings Covered by Print Media	D-112
Table 6.3-1	Participants for the 2nd Stakeholder Meeting	D-114
Table 6.3-2	Suggestions, Feedback and Comments from the Participants.....	D-115
Table 6.3-3	2nd Stakeholder Meetings Covered by Print Media	D-116
Table 6.4-1	Participants for the 3rd Stakeholder Meeting.....	D-117
Table 6.4-2	Suggestions, Feedback and Comments from the Participants.....	D-119
Table 6.4-3	3rd Stakeholder Meetings Covered by Print Media	D-120

Part E: 220kV送電線初期環境評価

Table 2.2-1	Land Use along Transmission Line Alternative Alignment I.....	E-4
Table 2.2-2	Land Use along Transmission Line Alternative Alignment II.....	E-5
Table 2.2-3	Land Use along Transmission Line Alternative Alignment III	E-6
Table 3.3-1	Demographic Characteristics of the Affected Districts.....	E-8
Table 3.3-2	Population Distribution in the Affected VDCs and Municipality	E-8
Table 3.3-3	Houses & Other Structures and Features along 220 kV Transmission Line Right-Of-Way	E-10
Table 4.1-1	Environmental Impact and Mitigation Measure Matrix for Significant Adverse Environmental Impacts of the 220 kV Transmission Line Project	E-14

Part F: 環境管理計画の枠組み

Table 1.2-1	Summary of Environmental Impacts and their Corresponding Mitigation /Enhancement Measures and EMP	F-2
Table 1.3-1	Environmental Management Roles and Responsibilities.....	F-10
Table 1.5-1	Manpower Remuneration.....	F-14
Table 1.5-2	Support Facilities	F-14
Table 1.5-3	Information Dissemination and Feedback	F-15
Table 1.5-4	Summary of Administrative and Management Costs for ESMU	F-15
Table 1.6-1	Environmental Monitoring Plan.....	F-16
Table 1.9-1	Environmental Costs in Pre-construction and Construction Phase	F-23

Table 1.9-2	Environmental Costs in Operation Phase.....	F-24
Table 1.9-3	Administrative and Management Cost.....	F-24
Table 1.9-4	Summary of Environmental Cost.....	F-24

List of Figures

Part A: 代替案分析

Figure 1.2-1	Option I General Plan	A-1
Figure 1.2-2	Option I Waterway section.....	A-1
Figure 1.2-3	Option II General Plan	A-2
Figure 1.2-4	Option II Waterway Section.....	A-2
Figure 1.2-5	Option IIIa General Plan	A-2
Figure 1.2-6	Option IIIa Waterway Section.....	A-2
Figure 1.2-7	Option IIIb General Plan.....	A-3
Figure 1.2-8	Option IIIb Waterway Section.....	A-3
Figure 1.2-9	Option IV General Plan.....	A-3
Figure 1.2-10	Option IV Waterway Section	A-3

Part B: 物理環境影響調査

Figure 1.2-1	Results of Vollenweider Model analysis	B-9
Figure 2.1-1	Regional Geological Map of the Seti Watershed	B-20
Figure 2.1-2	Rock and Soil Map of the Seti Watershed.....	B-21
Figure 2.1-3	Land Use Map of the Seti Watershed.....	B-23
Figure 2.1-4	Distribution of Instabilities in the Seti Watershed.....	B-24
Figure 2.1-5	Slope gradient Map of the Seti Watershed	B-25
Figure 2.1-6	Sediment Source Map of the Seti Watershed	B-26

Part C: 生物環境影響調査

Figure 1.1-1	Vegetation Study Plots Location	C-4
Figure 1.1-2	Number of Plants with Different Use Values Recorded in Project Area	C-6
Figure 3.1-1	Fish, Phytoplankton, Zooplankton and Aquatic Insect Sampling Locations.....	C-33

Part D: 社会経済・文化面の環境影響調査

Figure 1.3-1	Methodologies, Expected Findings and Deliverables	D-2
Figure 1.4-1	VDCs/Municipality Affected by the Project (Group 1 and Group 2)	D-7
Figure 5.3-1	Proposed Eight Social Programs.....	D-98
Figure 6.2-1	Participants from Affected Municipality/VDCs.....	D-110

Part E: 220kV送電線初期環境評価

Figure 2.1-1	Alternative Route of Transmission Line	E-2
--------------	--	-----

Part F: 環境管理計画の枠組み

Figure 1.3-1	Environmental Management Plan Structure	F-12
Figure 1.4-1	Organization Framework of ESMU	F-13

ABBREVIATIONS

Organizations

ADB	Asian Development Bank
BFRS	Begnas Fisheries Research Station
CBO	Community-Based Organization
CBS	Central Bureau of Statistics
CDO	Chief District Officer
DANIDA	Danish International Development Agency
DDC	District Development Committee
DFO	District Forestry Office
DHM	Department of Hydrology and Meteorology
DOED	Department of Electricity Development
FINIDA	Finish International Development Agency
INGO	International Non-Governmental Organization
IUCN	International Union for Conservation of Nature and Natural Resources
JBIC	Japan Bank for International Cooperation
JICA	Japan International Cooperation Agency
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KMTNC	King Mahendra Trust for Nature Conservation
LDC	Load Dispatch Center
LDO	Local Development Officer
MOEST	Ministry of Environment, Science and Technology
MOF	Ministry of Finance
MOFSC	Ministry of Forest and Soil Conservation
MOWR	Ministry of Water Resources
NEA	Nepal Electricity Authority
NGO	Non-Governmental Organization
NRCT	Nepal River Conservation Trust
VDC	Village Development Committee
UNDP	United Nations Development Programme
USBR	United States Bureau of Reclamation
WB	World Bank

General and technical terms

AFC	Automatic Frequency Control
AGC	Automatic Generation Control

AIDS	Acquired Immunodeficiency Syndrome
ASTM	American Society for Testing and Materials
B/C	Benefit-Cost Ratio
BOD	Biological Oxygen Demand
CITES	Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora
COD	Chemical Oxygen Demand
CPI	Consumer Price Index
D/D	Detailed Design
DEM	Digital Elevation Model
EIA	Environmental Impact Assessment
EIRR	Economic Internal Ratio of Return
EL.	Elevation
EMP	Environmental Management Plan
FC	Foreign Currency
FIRR	Financial Internal Ratio of Return
FSL	Full Supply Level
F/S	Feasibility Study
FY	Fiscal Year
GDP	Gross Domestic Product
GIS	Geographic Information System
GIS	Gas Insulated Switchgear
HEP	Hydroelectric Project
HIV	Human Immunodeficiency Virus
IEE	Initial Environmental Evaluation
IPP	Independent Power Producer
IRR	Internal Ratio of Return
INPS	Integrated Nepal Power System
JIS	Japanese Industrial Standards
LAN	Local Area Network
LC	Local Currency
LOLP	Loss of Load Probability
MOL	Minimum Operation Level
NPV	Net Present Value
O & M	Operation and Maintenance
ODA	Official Development Assistance
PMF	Probable Maximum Flood

PMP	Probable Maximum Precipitation
PPA	Power Purchase Agreement
PROR	Peaking Run-of-River
PRSP	Poverty Reduction Strategy Paper
RAP	Resettlement Action Plan
ROE	Return on Equity
ROI	Return on Investment
ROR	Run-of-River
SAP	Social Action Plan
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
VAT	Value Added Tax
WPI	Wholesale Price Index

Units

A	Ampere
ha	Hect Are
Hz	Hertz (Cycles per second)
JRT	Japan tone of refrigeration
Lu	Lugeon Value
MCM	Million Cubic Meter
MVar	Megavar
m mol/L	Mili-mol per liter
m ³ /s	Cubic meter per second
ppm	Parts per million
V	Volt
kV	Kilovolt = 10 ³ V
VA	Volt Ampere
kVA	Kilovolt Ampere = 10 ³ VA
MVA	Megavolt Ampere = 10 ⁶ VA
W	Watt
kW	Kilowatt = 10 ³ W
MW	Megawatt = 10 ⁶ W
Wh	Watt Hour
kWh	Kilowatt Hour = 10 ³ Wh
MWh	Megawatt Hour = 10 ⁶ Wh
GWh	Gigawatt Hour = 10 ⁹ Wh
NRs	Nepalese Rupees

US\$	US Dollar
USc	US Cent

環境社会配慮レポート

PART A 代替案分析

Part A: 代替案分析

目 次

Part A: 代替案分析

第1章 代替案の検討.....	A-1
1.1 概要.....	A-1
1.2 レイアウト代替案.....	A-1
1.3 満水位（FSL）代替案.....	A-3
1.4 代替案の環境関連費の算出方法.....	A-3
1.5 様々な満水位における環境社会条件.....	A-4
1.5.1 物理環境.....	A-4
1.5.2 生物環境.....	A-5
1.5.3 住民移転の影響と代替案.....	A-6
1.5.4 様々な満水位（FSL）における社会プログラム費用.....	A-8
1.6 代替案の検討.....	A-8
第2章 プロジェクトを実施しない案.....	A-10
2.1 プロジェクトを実施しない代替案の検討.....	A-10
2.2 プロジェクトによる二酸化炭素排出量の低減.....	A-11

付表目次

Table 1.5.1-1	Land Use in Reservoir Area.....	A-4
Table 1.5.2-1	Forest Types in the Reservoir area under various FSL	A-5
Table 1.5.2-2	Forest Area by Management Types in the Reservoir at Various FSLs.....	A-5
Table 1.5.2-3	Biological Environmental Costs	A-6
Table 1.5.3-1	Resettlement Effects with Different Reservoir FSL	A-7
Table 1.5.3-2	Resettlement Cost with Different Reservoir FSL	A-7
Table 1.5.4-1	Resettlement Cost with Different Reservoir FSL	A-8
Table 1.6-1	Main Features of Selected Development Plan in Chapter 10	A-9
Table 2.1-1	Demand & Supply balance without Project.....	A-10
Table 2.2-1	Estimation on reduction of CO ₂ Emission	A-11

付図目次

Figure 1.2-1	Option I General Plan	A-1
Figure 1.2-2	Option I Waterway section.....	A-1
Figure 1.2-3	Option II General Plan.....	A-2
Figure 1.2-4	Option II Waterway Section.....	A-2
Figure 1.2-5	Option IIIa General Plan.....	A-2
Figure 1.2-6	Option IIIa Waterway Section	A-2
Figure 1.2-7	Option IIIb General Plan	A-3
Figure 1.2-8	Option IIIb Waterway Section	A-3
Figure 1.2-9	Option IV General Plan	A-3
Figure 1.2-10	Option IV Waterway Section	A-3

第1章 代替案の検討

1.1 概要

本調査では、ファイナルレポートの第10章で述べたように、最適開発計画を選定するため、各構造物の配置を変えたレイアウト代替案を作成し、各代替案について貯水池の満水位（Full Supply Level: FSL）を変化させた発電計画案を作成し、比較検討を行った。

比較の方法としては、発電計画案ごとに、費用としては本プロジェクトの建設費および維持管理費、便益としてはこのプロジェクトと同等の発電能力を持つ火力発電所の費用とした。そして、発電計画案ごとに、便益（B）と費用（C）の比（B/C）を計算し、B/Cが最大となる発電計画案を最適計画として選定した。

1.2 レイアウト代替案

NEA が 2001 年と 2004 年に取り纏めた既調査報告書のレビュー、現地調査にて入手した最新の地形測量結果、現地踏査および NEA との協議の結果、5 種類のレイアウト代替案を作成した。地形条件と現地踏査の結果から、ダム軸は 5 案ともに NEA の提案している軸と同一とし、それぞれ水路・発電所のレイアウトを変えた（ファイナルレポート 10.1 参照）。各レイアウト代替案を以下に示す。

(1) Option I

Option I は、ダムの直下流に発電所を設ける案で、水路の長さは 5 代替案で最も短くなるが、発電所の幅だけ堤頂長が長くなる。Figure 1.2-1 および Figure 1.2-2 にその平面図と水路の断面図を示す。

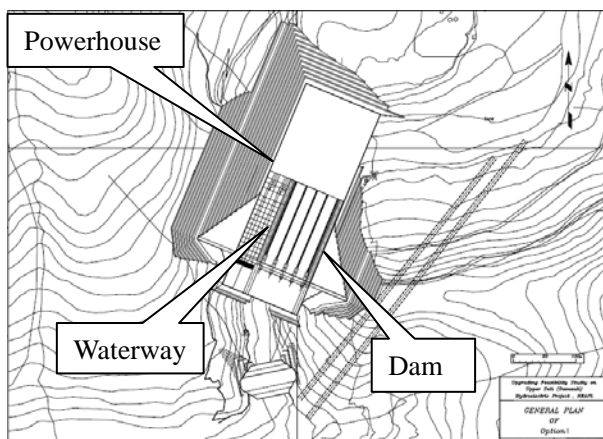


Figure 1.2-1 Option I General Plan

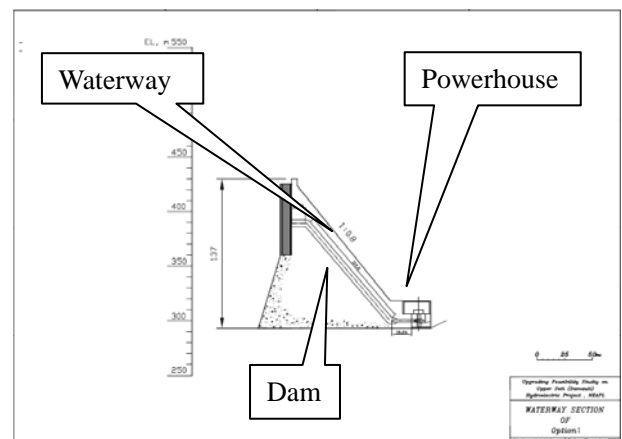


Figure 1.2-2 Option I Waterway section

(2) Option II

Option II は、取水口をダム直上流の右岸側に設け、導水路トンネル、水圧管路、地下式発

電所、放水路を経て、ダム直下に放水する案である。この案では、水路・発電所がダムと完全に分離され、ダムは Option I よりも堤頂長が短くなる（Figure 1.2-3 および Figure 1.2-4 参照）。

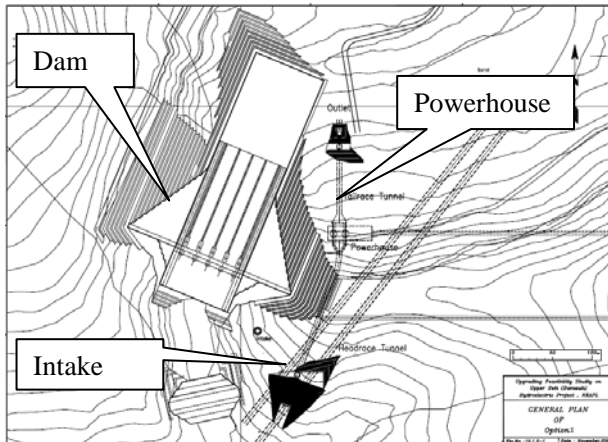


Figure 1.2-3 Option II General Plan

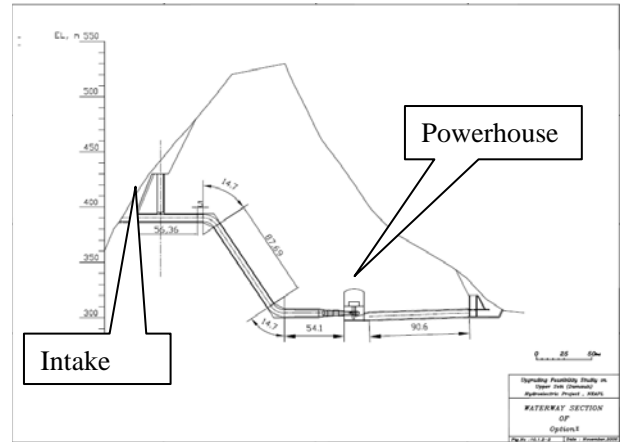


Figure 1.2-4 Option II Waterway Section

(3) Option IIIa

取水口をダム直上流の右岸側に設け、導水路トンネル、水圧管路、地下式発電所、放水路トンネルを経て、ダム軸よりも約 6 km 下流に放流する案である。この案では Option-II と比べて放水路トンネルが長くなるが、落差が増えるため発生電力量は増える。Option IIIa は取水口～発電所間の水路ルート Option II と同一とし、放水路を大きく迂回させることとした（Figure 1.2-5 および Figure 1.2-6 参照）。

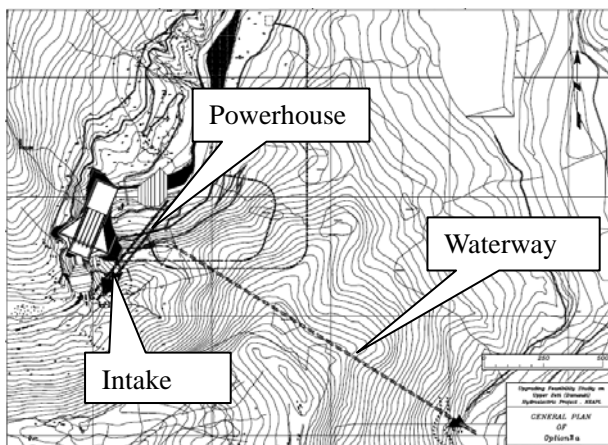


Figure 1.2-5 Option IIIa General Plan

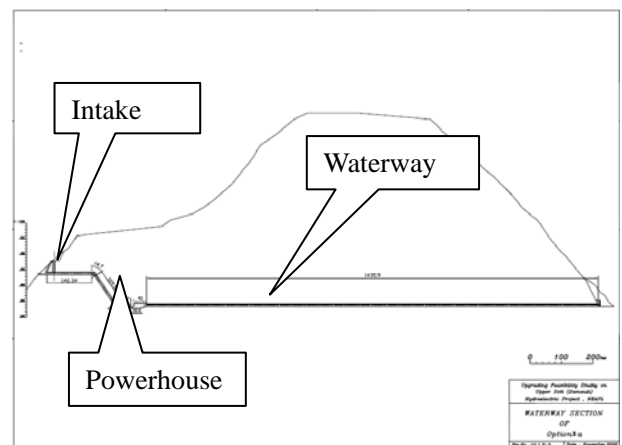


Figure 1.2-6 Option IIIa Waterway Section

(4) Option IIIb

Option IIIa に対し、取水口をより上流に移し、水路延長を最短とするレイアウトを考え、Option IIIb とした（Figure. 1.2-7 および Figure 1.2-8 参照）。

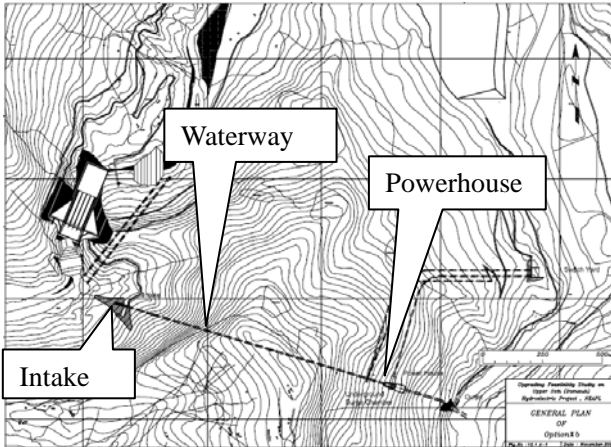


Figure 1.2-7 Option IIIb General Plan

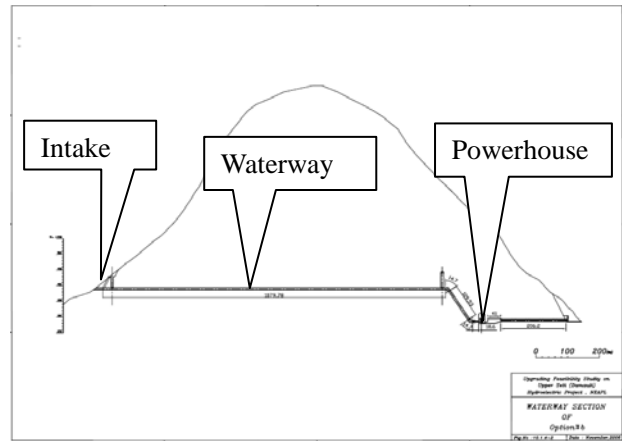


Figure 1.2-8 Option IIIb Waterway Section

(5) Option IV

NEA との協議により、左岸側に地下式発電所を設けるレイアウトについても検討することとし、Option IV とし、Figure 1.2-9 および Figure 1.2-10 に示す配置とした。

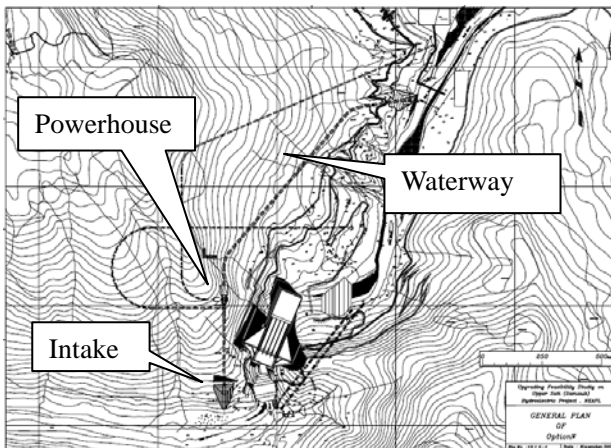


Figure 1.2-9 Option IV General Plan

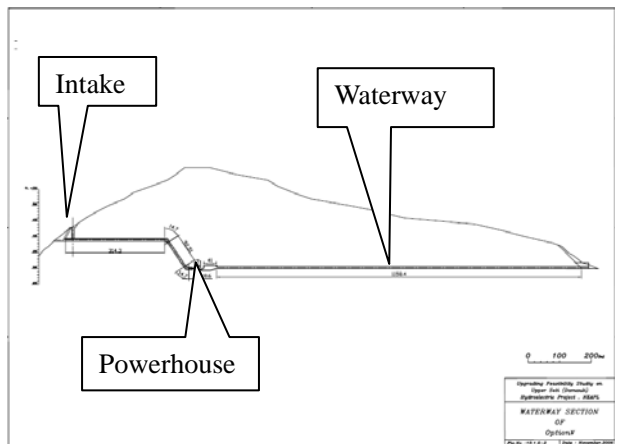


Figure 1.2-10 Option IV Waterway Section

1.3 満水位 (FSL) 代替案

本調査の予備調査段階で、FSL の範囲を EL. 375 m ~ EL. 435 m と想定した。

1.4 代替案の環境関連費の算出方法

代替案の比較検討では、各発電計画に要する費用（建設費および維持管理費）を定量的に算出する必要がある。これまでの同様の調査では、各発電計画案での補償費、土地収用費、環境対策費等を土木工事費あるいは全体工事費の割合で想定してきた。本調査では、各発電計画案の環境への影響をできる限り費用として反映させるためこの方法は採用せず、補足環境調査で、

代替案ごとに環境・社会に与える影響を、移転世帯数や影響を受ける森林面積など数値で示し、その補償費、土地収用費、環境対策費、モニタリング費（これらを合わせ「環境費」と称する）を算出することにした。

1.2 で述べた 5 案のレイアウトとも、ダム の位置が同じであるため、FSL が同一であれば、貯水池による水没対象となる家屋・森林・農地は同じとなる。また、下流のプロジェクト施設の範囲は、アクセスロードと土捨場のエリアに支配されるため、Option I、II および IV については満水位によらず同じになる。Option IIIa と III b については、上記 3 案に比較して土捨場から放水口までの範囲の森林 15 ha のみ増加する。従いレイアウト 5 案については、下流のプロジェクト施設の影響は同じと考えてよい。このため、1.3 に記した FSL の範囲について、10 m ごとに、影響を受ける家屋、森林、農地等を調査するとともに、その環境費を算出することとした。

また、5 案のレイアウトに関しては、FSL が同一であれば、その影響は同じとみなし環境影響評価を行った。

1.5 様々な満水位における環境社会条件

1.5.1 物理環境

(1) プロジェクト対象地域の土地利用

プロジェクト対象地域における土地利用状況を満水位別に Table 1.5.1-1 に示す。

Table 1.5.1-1 Land Use in Reservoir Area

SN	Land Use Types	Land Use under Nominated FSLs (ha)						
		435	425	415	405	395	385	375
1	Cultivation	223.22	108.89	69.36	51.72	37.45	28.77	16.41
2	Built up	2.19	1.34	0.85	0.38	0	0	0
	Total cultivation/built up	225.41	110.23	70.21	52.1	37.45	28.77	16.41
3.1	Grazing Land	125.21	102.56	84.59	70.03	47.87	32.25	17.62
3.2	Shrubs	34.53	28.18	17.94	11.07	4.84	2.64	0.82
	Total grazing/shrub	159.74	130.74	102.53	81.1	52.71	34.89	18.44
3.3	Hill Sal Forest	64.32	43.64	29.46	20.40	11.75	7.29	3.17
3.4	Khair/Sissoo Forest	69.88	60.97	52.62	44.46	36.70	29.12	20.52
3.5	Mixed Open Forest	338.25	304.87	271.81	239.82	206.73	175.79	138.08
	Total Forest	472.45	409.48	353.89	304.68	255.18	212.2	161.77
4	Barren Land	5.05	1.43	0.28	0.01	0.03	0	0
5	Escarpment	13.17	8.70	5.38	2.14	0.07	0	0
6	River	109.74	98.45	91.44	87.49	81.50	75.31	65.39
7	Sand	164.58	128.54	111.74	101.19	92.57	82.85	69.12
	Grand Total	1,150.14	887.57	735.41	628.71	519.51	434.02	331.13

Source: GIS Land Use Map, JICA Study Team, 2006

1.5.2 生物環境

(1) 森林のタイプ

様々な満水位における森林のタイプ別面積を、Table 1.5.2-1 に示す。

Table 1.5.2-1 Forest Types in the Reservoir area under various FSL

SN	Types of Forests	Reservoir Area (ha)						
		435	425	415	405	395	385	375
1	Hardwood Sal Forest (Hill Sal Forest)	64.32	43.64	29.46	20.40	11.75	7.29	3.17
2	Hardwood Mixed Forest (Mixed Open Forest)	338.25	304.87	271.81	239.82	206.73	175.79	138.08
3	Kahir /Sisoo Forest	69.88	60.97	52.62	44.46	36.70	29.12	20.53
Total		472.45	409.48	353.89	304.68	255.18	212.2	161.78

Source: JICA Stud Team, 2006

(2) 管理形態別の森林面積

様々な満水位における管理形態別の森林面積をTable 1.5.2-2に示す。満水位 415 mでは、88.8 haの共有林と 5.3 haの私有林が、対象地域に入る。

Table 1.5.2-2 Forest Area by Management Types in the Reservoir at Various FSLs

SN	Management Types	Forest Areas (ha)						
		435	425	415	405	395	385	375
1	National Forest (Protection Forest)	332.29	295.46	259.84	226.74	192.24	161.98	121.91
2	Community Forest	129.85	107.36	88.77	73.34	58.94	46.75	36.71
3	Private Forest	10.31	6.67	5.29	4.62	4	3.47	3.16
Total		472.45	409.48	353.89	304.7	255.18	212.2	161.78

Source: JICA Stud Team, 2006

(3) 生物環境費

様々な満水位での生物環境費を、Table 1.5.2-3に示す。この表は、プロジェクトで生物環境に係る費用合計に対する林業と漁業の重要性を示している。

Table 1.5.2-3 Biological Environmental Costs

SN	Particulars	Biological Environmental Costs (Million NRs.)						
		435	425	415	405	395	385	375
	Reservoir FSL							
1.	Cost for Clearing the Vegetation in the Reservoir under Various FSL	4.96	4.30	3.72	3.2	2.68	2.23	1.7
2.	Capture and release of the two reptile species of the reservoir area,	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
3.	Support program for Kali Gandaki A Fish Hatchery	73.5	73.5	73.5	73.5	73.5	73.5	73.5
4.	Fish monitoring during construction phase	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	Sub-total construction	79.96	79.3	78.72	78.2	77.68	77.23	76.7
5.	Compensation to the Annual Losses of Forest and Vegetation Resources, Reservoir Area (cost for 20 years)	390	340.8	287.8	261.6	225.2	194.5	170.2
6.	Wildlife monitor in the reservoir area & surrounds	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
7.	Annual release of indigenous fish fingerlings reservoir area & downstream areas (for 20 years)	50	50	50	50	50	50	50
8.	Annual release of indigenous fish fingerlings in Seti River upstream (for 20 years)	30	30	30	30	30	30	30
9.	Monitoring of wildlife habitat and wildlife protection (for 20 years)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
10.	Fish monitoring during operation phase (for 20 years)	3	3	3	3	3	3	3
11.	Fish extension program for 10 years	10	10	10	10	10	10	10
	Sub-total Operation	484.7	435.5	382.5	356.3	319.9	289.2	264.9
	Grand Total - NRs	564.56	514.8	461.22	434.5	397.58	366.43	341.6

1.5.3 住民移転の影響と代替案

ここでは 375 m から 435 m まで、様々な満水位における住民移転の影響比較の結果について述べる。Table 1.5.3-1 が示すように、満水位が 415 m から 425 m に増えると住民移転の影響は飛躍的に拡大する。満水位 425 m で、標高差 10 m 幅の危険地域を含む場合、耕地面積 265 ha の取得、1,160 トンの農作物の損失、住民 160 人の移転という結果になる。

Table 1.5.3-1 Resettlement Effects with Different Reservoir FSL

Reservoir FSL + risk zone 10m	435 +10m*	425 + 10m	415 + 10m	405 + 10m	395 + 10m	385 + 10m	375 + 10m
Cultivated Land (ha)	499.92	265.55	151.22	111.69	94.05	79.78	71.1
Built up Area (ha)	3.93	2.545	1.7	1.205	0.74	0.355	0.36
Forest Land (ha)	615.71	543.06	480.09	424.5	375.31	325.79	282.81
Loss of Agricultural Production (MT)	2184.45	1160.35	660.77	488.04	410.96	348.61	310.68
Number of Affected Private Structure	920	515	313	250	217	215	210
Number of Affected Community Structure	32	15	7	5	4	4	4
Number of Affected Private Land Owners	1943	1276	838	734	647	589	584
Number of Affected Structure Owners	335	199	110	88	79	77	73
Number of Residential Structure Owners =Relocatee	274	160	86	65	63	59	59

Note: *Since Field Survey including inventory structure survey covered the areas below FSL 435, each particular for 435+10m was estimated based on the incremental value from FSL 425 to FSL 435.

Source: GIS Map, 2006, JICA Study Team, 2006

プロジェクトによって住民移転の影響が増えれば増えるほど、その影響を緩和するための社会環境費用がより多く必要となる。Table 1.5.3-2に、住民移転に係る費用を示す。私有地と建築物、農作物の損失に対する補償費が満水位 425 m以上で大幅に増加している。

Table 1.5.3-2 Resettlement Cost with Different Reservoir FSL

Particular	Million NRs						
	435 +10m*	425 + 10m	415 + 10m	405 + 10m	395 + 10m	385 + 10m	375 + 10m
Cost Estimation for the Private Land (cultivated and built up)	2755.7	1602.16	999.51	801.83	712.82	640.82	598.15
Cost Estimation for the Structure	210.38	77.05	33.97	23.88	22.81	20.78	20.44
Cost Estimation for Agriculture Production Equivalent to one year production	2.16	1.17	0.65	0.49	0.42	0.35	0.31
Other Rehabilitation Compensation to Relocatee	105.66	67.43	44.95	37.91	37.24	35.89	35.89
Transportation Allowance to affected Structure owners other than the affected residential structure owners	1.67	0.97	0.56	0.50	0.36	0.40	0.32
Monitoring for 10 years	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
Grand Total	3077.4	1750.6	1081.4	866.4	775.5	700.0	656.9

Note: The details of the basis for each mitigation cost is described in Chapter 4, Section 4.11 in Part D of the ESC Report.

1.5.4 様々な満水位（FSL）における社会プログラム費用

Table 1.5.4-1に、様々な満水位における社会プログラム費用を示す。

Table 1.5.4-1 Resettlement Cost with Different Reservoir FSL

Reservoir FSL	435	425	415	405	395	385	375
Social Action Program (Million US\$)	409.8	322.8	236.1	211.9	210.8	207.9	188.8

1.6 代替案の検討

各発電計画案について、その費用と便益を計算した。費用については、以下の通りである。

- a. 建設費：土木工事費、水力機器費、電気機器費、送電線工事費、環境費、NEAの管理費およびコンサルタント雇用費、予備費、建設中利子
- b. 維持管理費：建設費の1%とした

建設費と維持管理費から、プロジェクトの耐用年数を50年として各発電計画案の年経費を産出して、費用（C）とした。

便益（B）については、代替火力発電所の建設費および維持管理費から、各発電計画案と同等の価値を得るための費用を求めた。

結果として、代替レイアウト案のOption III b計画で、FSLがEL. 425mの場合に最も大きいB/Cを得た（ファイナルレポートの10.3参照）。

これに対し、NEAから落差を20m増加させるOption III bの採用には合意するが、環境への影響を軽減するため、貯水池の低水位を極力下げて貯水池容量の有効化を図りたいとの要望が、インテリムレポートについての協議の際に出された。このため、取水口の形状を工夫し、同じ堆砂標高に対し低水位を下げた最適案を選定する検討を行った。

この結果、FSLがEL. 415mの場合に最も大きいB/Cを得た（ファイナルレポートの10.4参照）。前者（FSL = 425m）と後者の経済性を比較した結果、後者を最適計画として選定した（ファイナルレポートの10.5参照）。更に基準取水位の最適化を実施し、Table 1.6-1に示す計画を選定した。

Table 1.6-1 Main Features of Selected Development Plan in Chapter 10¹

貯水池満水位	415	m
貯水池低水位	387.2	m
有効貯水容量	167	MCM
最大使用水量	127.4	m ³ /s
基準取水水位	405	m
基準放水水位	289.2	m
基準有効落差	113	m
設備出力	128	MW

¹ ファイナルレポート第 11 に述べるように、水路の設計により、出力は 127 MW となった。

第2章 プロジェクトを実施しない案

以下に、プロジェクトを実施しない案についての検討を示す。

2.1 プロジェクトを実施しない代替案の検討

プロジェクトを実施しない(Without Project)という代替案については、NEAの開発計画(ファイナルレポートの第5章Table 5.2.1-1)から、本計画を削除した供給計画となり、これに基づく電力の需給バランスは、Table 2.1-1のようになる。

Table 2.1-1 Demand & Supply balance without Project

FY	Peak Demand	Peaking Cap.	Reserve	Peaking Cap.	Reserve
	(MW) A	(1) (MW) B1	Margin (1) (MW) C1 (=B1-A)	(2) (MW) B2	Margin (2) (MW) C2 (=B2-A)
05/06	603.28	532.74	-70.54	532.74	-70.54
06/07	642.20	536.57	-105.63	536.57	-105.63
07/08	695.30	609.44	-85.86	609.44	-85.86
08/09	759.90	618.54	-141.36	618.54	-141.36
09/10	819.80	662.84	-156.96	662.84	-156.96
10/11	890.60	723.24	-167.36	723.24	-167.36
11/12	971.00	767.24	-203.76	767.24	-203.76
12/13	1,057.00	1,076.24	19.24	1,076.24	19.24
13/14	1,148.00	1,294.24	146.24	1,219.24	71.24
14/15	1,245.60	1,369.24	123.64	1,341.24	95.64
15/16	1,336.10	1,369.24	33.14	1,341.24	5.14
16/17	1,445.10	1,369.24	-75.86	1,341.24	-103.86
17/18	1,561.10	1,369.24	-191.86	1,341.24	-219.86
18/19	1,678.50	1,542.24	-136.26	1,514.24	-164.26
19/20	1,804.00	1,842.24	38.24	1,814.24	10.24

- 注) 1. Peaking Cap.(2)は、電力輸出プロジェクトからの供給分を考慮しない場合の供給容量
 2. インドからの輸入を含まない
 3. 網掛けは、開発計画でのアッパーセティ水力発電所の完成年を示す

この状態は、さらに電力の供給力の低下に拍車をかけ、国民生活や経済活動により大きなマイナスの影響を及ぼすと考えられ、適切ではないと考えられる。

電力需要抑制というデマンドサイドマネージメントの観点からは、NEA の取組みは以下の通りである。

- ① 1998 年に大口需要家に対し、時間別料金制度を導入し、需要の多いピーク時間帯の料金を高く設定した。
- ② 一般家庭への時間別料金制度の導入、すべての需要家への季節別料金制度の導入を提案したが、政府に認められなかった。

③ 2005年から、NEAでは専門委員会を設置し、カトマンズ盆地内での検討の開始や、パイロットプロジェクトとしての蛍光灯や高効率ヒータ使用の研究を開始した。

②についての今後の実行は困難と判断され、③については、検討を始めたばかりであり、成果が現れるまでに時間を要すると思われる。よって、デマンドサイドマネージメントによる需要抑制効果を考慮することは、適切ではないと考えられる。

2.2 プロジェクトによる二酸化炭素排出量の低減

NEAは、本プロジェクトの実施により、ピーク時間帯の火力発電所の運転を停止させることが可能となる。火力発電所の運転による燃料からの二酸化炭素の排出量は、NEAの単位発電量あたりの燃料使用（ファイナルレポート4.5.2(2)参照）と発電実績から以下のように計算される。

Table 2.2-1 Estimation on reduction of CO₂ Emission

Thermal Power Plant	Installed Capacity (MW)	Generating Energy* (GWh)	Fuel	Specific Gravity	Fuel Consumption		CO ₂ Emission** (kg-CO ₂ /liter)	Annual CO ₂ Emission (ton-CO ₂ /year)
					(g/kWh)	(liter/kWh)		
Multifuel Plants	39	13,089	Furnace Oil	1.01	265	0.262	2,698	9,264
Diesel Plants	16	1,391	Light Diesel Oil	0.83	237	0.286	2,644	1,050
Total	55	14,478						10,314

Note: * Generating energy shows average from FY 2001/02 to FY 2005/06 by NEA's thermal power plants
 ** Source: Ministry of Environment, Japan

本プロジェクトを実施すれば、火力発電所の運転の必要がなくなることから、年間約10,300トンの二酸化炭素の排出量が削減できる。

環境社会配慮レポート

PART B 物理環境影響調査

Part B: 物理環境影響調査

目 次

Part B: 物理環境影響調査

第1章 プロジェクト地域の物理環境.....	B-1
1.1 物理環境ベースラインデータ	B-1
1.2 物理環境における影響.....	B-5
1.2.1 建設時の影響.....	B-5
1.2.2 運転時の影響.....	B-6
1.3 物理環境における影響緩和策	B-10
1.3.1 建設時.....	B-10
1.3.2 運転時.....	B-11
1.4 影響緩和策費用.....	B-15
1.4.1 建設時.....	B-15
1.4.2 運転時.....	B-15
1.5 環境モニタリングと関連費用.....	B-16
1.5.1 環境モニタリング.....	B-16
1.5.2 物理環境に関わるモニタリングコスト.....	B-18
1.6 結論と勧告.....	B-18
第2章 流域管理.....	B-19
2.1 ベースラインデータ	B-19
2.2 セティ川流域管理への取組み.....	B-27
2.3 流域管理計画の枠組み.....	B-28
2.4 流域管理計画費用.....	B-29
2.5 水質保全.....	B-30

ANNEX B

付表目次

Table 1.1-1	Land Use Reservoir Area.....	B-2
Table 1.1-2	Land Use Project Facility Sites.....	B-2
Table 1.1-3	Water Quality Analysis Report of Main Parameters.....	B-3
Table 1.1-4	Comparison with Drinking Water Quality Standards	B-4
Table 1.1-5	Water Sources Impacted by the Project	B-5
Table 1.3-1	Comparison of Unregulated and Regulated Flows in the Seti & Madi River.....	B-12
Table 1.3-2	Comparison of the Measures for the Eutrophication in the Reservoir.....	B-14
Table 1.4-1	Mitigation Cost for Physical Environment/Construction Phase	B-15
Table 1.4-2	Mitigation Costs for the Downstream Effects to Communities	B-16
Table 1.5-1	Compliance Monitoring Indicators and Frequency on Air Pollution.....	B-16
Table 1.5-2	Compliance Monitoring Indicators and Frequency on Water Pollution	B-17
Table 1.5-3	Compliance Monitoring Indicators and Frequency on Noise	B-17
Table 1.5-4	Compliance Monitoring Indicators and Frequency on Vibration	B-18
Table 1.5-5	Monitoring Costs for the Physical Environment	B-18
Table 2.1-1	Land Use of the Seti Watershed.....	B-22
Table 2.4-1	Mitigation Costs for Watershed Management	B-29

付図目次

Figure 1.2-1	Results of Vollenweider Model analysis	B-9
Figure 2.1-1	Regional Geological Map of the Seti Watershed	B-20
Figure 2.1-2	Rock and Soil Map of the Seti Watershed	B-21
Figure 2.1-3	Land Use Map of the Seti Watershed.....	B-23
Figure 2.1-4	Distribution of Instabilities in the Seti Watershed	B-24
Figure 2.1-5	Slope gradient Map of the Seti Watershed.....	B-25
Figure 2.1-6	Sediment Source Map of the Seti Watershed.....	B-26

第1章 プロジェクト地域の物理環境

1.1 物理環境ベースラインデータ

(1) 地形

本計画はTrisuli川の主要な支流のひとつであり、ヒマラヤ山脈のアンナプルナ山（標高7,554 m）を水源とするセティ川上流域に位置する。ダムサイトはMadi川との合流点より約3 km上流の地点に計画されている。ダムから上流の流域面積は1,502 km²であり、そのうち50 km²は雪で覆われた不毛な岩山からなる。衛星写真による検討の結果、流域においていくつかの小規模な氷河湖（径100 m以下）が見られるのみであった。

プロジェクト地域はTanahu郡の管轄する流域に位置しており、この地域はInternational Center for Integrated Mountain Development (ICMOD)の区分によれば”Moderate”に分類される。流域においてダム、発電所、貯水池の建設地域は比較的安定した地質条件を有しているものの、貯水池上流部付近の地域において浸食作用の影響が懸念される。

環境面から、プロジェクト地域を以下4つの区域に分けると理解が容易になる

- 1) ダムサイトからMadi川との合流地点下流までの“プロジェクト施設エリア”。コンクリートプラントや土捨場のような仮設構造物を含めた、ダム、発電所、アクセス道路等のプロジェクト施設が配置される。Madi合流地点近傍に農村地域、コミュニティが広がる。
- 2) ダムサイトから約15 kmまでの“貯水池下流部”。森林に覆われ居住者がおらず、峡谷の区間。
- 3) 上記より上流の約12 kmの“貯水池上流部”。比較的平坦でTar（ネパール語で非常に肥沃な沖積エリアの意。ネパール国では多くの場合、本流と支流との境界で、本流よりも高位置に形成され、水田として使用される。）が広がり、居住者も散在している。貯水池上流端Bhimad Bajarまでの区間。
- 4) “プロジェクト施設エリア下流域”。プロジェクトエリア直下流の河道は峡谷を形成している。

(2) 気候

プロジェクト地域におけるセティ川流域の気候は亜熱帯性であり、冬季においても比較的穏やかな気候である。プロジェクト地域の平均最高気温は21～33度は範囲にあり、平均最低気温は8～24度の範囲にある。

(3) プロジェクト対象地域の土地利用状況

プロジェクト対象地域の土地利用状況をTable 1.1-1とTable 1.1-2にまとめる。

Table 1.1-1 Land Use Reservoir Area

SN	Land Use Types	Land Use under Nominated FSLs (ha)						
		435	425	415	405	395	385	375
1	Cultivation	223.22	108.89	69.36	51.72	37.45	28.77	16.41
2	Built up	2.19	1.34	0.85	0.38	0	0	0
Total cultivation/built up		225.41	110.23	70.21	52.1	37.45	28.77	16.41
3.1	Grazing Land	125.21	102.56	84.59	70.03	47.87	32.25	17.62
3.2	Shrubs	34.53	28.18	17.94	11.07	4.84	2.64	0.82
Total grazing/shrub		159.74	130.74	102.53	81.1	52.71	34.89	18.44
3.3	Hill Sal Forest	64.32	43.64	29.46	20.40	11.75	7.29	3.17
3.4	Khair/Sissoo Forest	69.88	60.97	52.62	44.46	36.70	29.12	20.52
3.5	Mixed Open Forest	338.25	304.87	271.81	239.82	206.73	175.79	138.08
Total Forest		472.45	409.48	353.89	304.68	255.18	212.2	161.77
4	Barren Land	5.05	1.43	0.28	0.01	0.03	0	0
5	Escarpment	13.17	8.70	5.38	2.14	0.07	0	0
6	River	109.74	98.45	91.44	87.49	81.50	75.31	65.39
7	Sand	164.58	128.54	111.74	101.19	92.57	82.85	69.12
Grand Total		1,150.14	887.57	735.41	628.71	519.51	434.02	331.13

Source: GIS Land Use Map, JICA Study Team

Table 1.1-2 Land Use Project Facility Sites

SN	Land Use Types	Land Use in Project facility sites - ha
1.	Cultivation	35.28
2.	Hill Sal Forest	44.46
3.	Khair/Sisso Forest	0
4.	Mixed Open Forest	24.24
5.	Barren Land	0
6.	Built up Areas	0.245
7.	Escarpment	0
8.	Grazing Land	7.35
9.	River	7.01
10	Sand	9.28
11.	Shrubs	4.67
Grand Total		132.54

Source: GIS Land Use Map, JICA Study Team, 2006

各貯水池の満水位に対し、貯水池地域のおよそ 50%以上を森林（低木林、草地を含む）が占めている。水位が下がるに従い、貯水池地域における森林の割合が増加する一方、市街地の割合は減少する。

農地の割合は最も低い満水位（FSL.375 m）の 4%から最も高い場合（FSL.425 m）の 20%まで貯水池の水位によって変化する。貯水池の水位が高くなるに従い、水没する農地の割合も大きくなる傾向にある。川辺地域（流路や洪水敷）はそれぞれの満水位に対し、水没地域

全体の 9%から 19%を占める。満水位が高いほど全水没地域に対する川辺地域の割合は小さくなる。

最適化検討により選択された満水位 415 mに対し、Table 1.1-1に加えWantang川、Phedi川、およびTuttuwaの地域において貯水池建設による侵食の恐れのある危険地域として 13.4 haの用地取得を考慮する必要がある。この地域は主に耕作地域 (6.5 ha)、牧草地域 (2.2 ha)、灌木地域 (2.3 ha)、沙羅双樹林 (2.3 ha) からなり、これら地域で約 90%を占める。プロジェクト施設地域はほぼ 64%が森林(灌木、草地を含む)であり、残りの 46%は耕作地が占める。

(4) 水質

水質の確認のために 6 月と 10 月の 2 回にわたり、プロジェクト地域内の 4 箇所でサンプリング試験を実施した。本試験により溶存態リン、総リンのように貯水池の富栄養化の予測に必要なパラメータがはじめて測定された。Table 1.1-3に示すように、乾季の終わり (6 月) から雨季 (10 月) にかけての濁度、全浮遊物質、および沈澱性物質の値に変化が見られる。

Table 1.1-3 Water Quality Analysis Report of Main Parameters

SN.	Parameters	Observed Values			
		Range 04-06-06		Range 09-10-06	
		Low	High	Low	High
1.	Water Temperature	20	24	20	22
2.	pH at 25°C	8.1	8.1	8.1	8.2
3.	Turbidity, (NTU)	120	230	19	34
4.	Total Dissolved Solids, (mg/l)	131	175	104	162
5.	Total Suspended Solids, (mg/l)	206	501	33.6	66.8
6.	Settleble Solids, (mg/l)	206	497	33.3	65.9
7.	Non Settleble Solids, (mg/l)	<1	3.7	0.34	0.94
8.	Total Hardness as CaCO ₃ , (mg/l)	135	149	90	160
9.	Total Alkalinity as CaCO ₃ , (mg/l)	133	144	89	160
10.	Total Acidity, (mg/l)	2.6	7.7	2.6	2.6
11.	Chloride, (mg/l)	1.5	3.0	2.0	3.5
12.	Ammonia, (mg/l)	0.10	0.14	<0.05	<0.05
13.	Sulphate, (mg/l)	14.8	18.5	9.1	16.9
14.	Dissolved Phosphate,(mg/l)	0.02	0.047	0.02	0.03
15.	Total Phosphate, (mg/l)	0.21	0.36	0.07	0.13
16.	Calcium, (mg/l)	35.3	37.7	22.4	38.1
17.	Magnesium, (mg/l)	9.7	14.8	8.3	15.1
18.	Iron, (mg/l)	2.31	6.07	0.78	1.0
19.	Sodium, (mg/l)	1.93	2.14	2.21	2.99
20.	Potassium, (mg/l)	2.02	2.14	2.13	2.73
21.	Dissolved Oxygen at 15°C, (mg/l)	8.6	8.8	7.3	7.8
22.	Chemical Oxygen Demand, (mg/l)	2.0	3.5	1.5	4.5
23.	BOD ₅ , (mg/l)	0.42	0.78	0.75	0.91

Note: Sample - 1: Upstream Dam site Sample - 2: Downstream, Bhimad
 Sample - 3: Upstream, Bhimad Sample - 4: Seti-Madi Confluence

サンプル試験の結果から、河川水に有毒な物質の混入は確認されなかった。また、BOD (生

物化学的酸素要求量) および COD (化学的酸素要求量) は低い値を示しており、セティ川は有機汚濁物質により汚染されていない状態にある。アンモニアはダム上流で検出されているものの、0.04 mg/l から 0.12 mg/l と値は低く問題とはならない。

ネパール国内に河川およびその他水源に関する水質基準が存在せず、工業用の放流水に対する基準があるのみである。従い、上下水局の飲料水基準と比較した結果をTable 1.1-4に示す。濁度と鉄分の値は基準値を越えているものの、セティ川の水を飲料水として利用しておらず、現在の河川水について水質上の問題はないものと考えられる。

Table 1.1-4 Comparison with Drinking Water Quality Standards

S.N.	Parameters	Desirable Limits	Water Quality Sample	
			Highest	Lowest
1	Turbidity (NTU, Max)	5 (10) ¹	230	19
2	Total Dissolved Solids (mg/l, Max)	500 (1500)	175	104
3	pH value	6.5 – 8.5 (5.5-9.0)	8.2	8.1
4	Total Hardness (as CaCO ₃) (mg/l, Max)	250	160	90
5	Magnesium (as Mg) (mg/l, Max)	30	15.1	8.3
6	Iron (as Fe) (mg/l, Max)	0.3	6.07	0.78
8	Chlorides (as Cl) (mg/l, Max)	250	3.5	1.5
9	Sulphate, (as SO ₄) (mg/l, Max)	150 ²	18.5	9.1
10	Ammonia (mg/l, Max)	1.5	0.14	<0.05

Source: Standards adopted from Department of Water Supply & Sewerage

現在、貯水池周辺の地元住民はセティ本川の水を家庭用水として利用しておらず、支流および雨季の流出水を利用している。これら水源のいくつかはプロジェクト実施により水没等の影響を受ける。影響を受ける水源をTable 1.1-5に示す。これら水源への影響については社会アクションプランの中で影響緩和策が検討されている。ダム下流域においても同様に、セティ川の水は家庭用水源として利用されておらず、水浴、洗濯および、家畜の洗浄に用いられているのみである。

¹ Value for turbidity is 5 in FAR (for mineral water), PFA, BS, WHO

² Value for Sulphate BS:200, FAR (for mineral water) and PFA:250

Table 1.1-5 Water Sources Impacted by the Project

SN	Group	Source Type	Source Name	Location	Beneficiary Household
1	Chhang 4 Chokre	Pond/Pokhari	Chokre Pokhari	Just below Chokre village	39
2	Chhang 5 Furbari Ghaeri	Pond/Pokhari	Chokre	Chokre	20
		Pipe water	Pipale	Pipale	15
3	Chhang 7 Jhakash Furbari	Pipe water	Chitung Khola	Jhakash-Fulbari	23
4	Bhimad-1, Khanaltar	-	-	-	-
5	Rani Pokhari-9 Rising Patan	Spring /Mulpani	Kumalpani	Rising Patan	50
		Spring /Mulpani	Amalapani	Rising Patan	50
		Spring /Mulpani	Dulegaunda	Rising Patan	40
		Spring /Mulpani	Dhunge Pandhero	Rising Patan	200
		Spring /Mulpani	Tarebhir	Rising Patan	70
6	Rani Pokari-9 Rishing Patan-Kharakhare	Stream	Bokse Chhahra	Sanutari	16
7	Kotdarbar-1 Median Swarna	Spring /Mulpani	Risini Khola	Ward-3	35
8	Kahun Sivapur-3 Bakle	Kuwa	Bakle Kuwa	Bansbot	4
		Kuwa	Sarki Kuwa	Kahun	50
		Pipe Water	Kheradi	Kahun Basti	20
		Kuwa	Gidha	Ranibari Gidha	5
9	Kahun Sivapur-1 Beltar	-	-	-	-
10	Vyas 7 Tallo Patan	-	-	-	-
11	Vyas-7 Beni Patan	Spring /Mulpani	Linde Dhara	Near School	25
		Water Tank	Dharakholsi and Asagurikholsi	Asaguri	45
		Pipe Water	Dharakholsi	Asaguri Puchhar	1
12	Vyas-7 Beteni	-	-	-	-
13	Vyas-5 Baireni-Botegauni	-	-	-	-
	Totals Sources - All Non Seti River Sources		13 VDCs & 19 Sources		708 HHs

1.2 物理環境における影響

1.2.1 建設時の影響

(1) 土地利用・地形

貯水池式のプロジェクトにおける最も大きな影響は湛水に伴う土地の水没である。この影響を完全に排除することは不可能である。しかしながら、経済的に可能な限り満水位を下げるにより、その影響の最小限に抑えることが望ましい。

また、ダムサイト、およびプロジェクト施設地域における、掘削、削孔、発破等の建設工事により、特に Betini、放水口、ダムサイト地域に新たな斜面の不安定化を引き起こす可能性がある。しかし、これらの地域はプロジェクト開始時に占有されるため、地元住民に対し

影響を及ぼす可能性は低いものと考えられる。

(2) 大気

大気に対する影響は、地上構造物建設に伴う、掘削、埋め戻し、資材貯蔵、建設機械の移動、建設残土の土捨場への運搬による粉塵の発生が考えられる。

(3) 騒音

掘削、埋め戻し作業、地上構造物の建設、工事車両の通行に伴う騒音の影響が考えられる。ダム、地下発電所、トンネル掘削工事に用いられ発破作業に伴う振動の影響についても考えられるが、これら発破作業の行われる地域はコミュニティより離れているため、地域住民に対する影響は少ないものと考えられる。しかしながら、野生生物に対しては発破作業による影響が生じる可能性が高い。

(4) 水質

建設キャンプの衛生設備が不十分な場合、近傍河床がゴミ捨て場および、衛生施設の代わりとして利用される可能性がある。その結果、特に乾季において、有機体負荷の増加によりセティ川の水質を悪化させる。河川水に含まれる BOD、全浮遊性物質、溶解性物質、全リンおよびアンモニアの増加する一方、溶存酸素量は減少する。

工事中、掘削作業に伴い河川水の濁度、全浮遊性物質の増加が予想される。また、建設機械の事故によるオイルの流出、コンクリートプラントあるいは骨材プラントからの細粒分の流出は水生動植物に影響を及ぼす可能性がある。しかしながら、これら水質への影響は建設期間中の比較的短期間に生じるものと考えられる。

1.2.2 運転時の影響

(1) 土地利用、地形

a) 貯水池

貯水池上流部において段丘堆積物の斜面崩壊が卓越している。一方、貯水池下流部においては崩積土の斜面崩壊が支配的である。貯水池下流部に確認された地すべりは小規模で満水位より高い位置にあることから、貯水池および、周辺環境に大きな影響及ぼす可能性は低いものと考えられる。従い、本調査においては貯水池運用による貯水池上流部に対する影響について検討する。

段丘の崩落は、主に河川流水により崖部表面が浸食され、オーバーハングが形成されることによって生じる。このような現象は Bhimad Bajar, Sanutar, Jhakas, Wantang 川および Phedi 川の地域で顕著に見られる。また、確認が必要とされるが、Tutuwa 地域下部の崩積土層において緩やかなクリーブ性の地すべりが報告されている。

b) 洪水位

NEA の既存フィージビリティスタディーにおいては 425 m の満水位が提案されている。本調査において新しく提案された満水位と土砂吐ゲートによる排砂の効果を考慮して、貯水池の背水の影響について検討を行った結果、以下の項目が確認された。

- 土砂吐による毎年の排砂操作により貯水池内の堆砂は効果的にコントロールされる。
- 満水位を 415 m にした場合、Bhiamd Bazar 周辺において堆砂が生じない。
- 堆砂後の貯水池背水の影響は小さい。

c) ダム下流部

本プロジェクトはダム地点で取水された水を約 1 km の導水路トンネルで地下発電所に導き、ダム地点より 5.5 km、Madi 川合流地点から 3.3 km に位置する放水口よりセティ川に放流する計画である。本計画実施により、ダム下流区間において排砂による土砂の堆積と、通常の発電運転時による河床低下が予想される。

下流部左岸にある農地は河川標高より十分に高い位置にあるため問題とはならない。右岸に農地が存在するが、この地域は本計画における建設工事用地として用地取得する必要があり、特別な護岸工事を必要としない。

下流域の侵食・堆砂パターンは、毎年の排砂操作と Madi 川から土砂流入の影響を考慮する必要があり、現時点では正確に評価できない。従い、少なくとも放水口より下流 10 km 地点までの区間に対し、堆砂パターンのモニタリングを実施すべきである。

(2) 気候

貯水池に起因する霧の発生の可能性以外は、本計画実施による気候、気象への影響はほとんどないものと考えられる。

(3) 水質

a) 貯水池の温度成層形成

水の密度は 3.98 度で最大であることから、気候により循環特性が異なる。本プロジェクト地域の 1987 年から 2004 年の気温の記録によれば、最高気温 38 度から最低気温 3 度と記録されており、貯水池の水温は 1 年を通じて 4 度以上に保たれる可能性が高い。このような水域における湖沼では上層ほど高温の「正列成層（夏成層）」が夏季に形成され、冬季に自然対流により全層循環する。このような過程で形成される水温成層は自然湖沼では単純な形態と成るが、ダム貯水池にはおいては気象要因に加え、流入流出要因が大きく影響するため自然湖沼に比べて複雑な形態となる。

貯水池の温度成層形成の可能性および特性は次式で表される貯水池回転率によりおよそ下表のように分類される。

$$[\alpha : \text{Run-over rate (1/year)}] = \frac{[Q_0 : \text{Annual Inflow Volume (m}^3 / \text{year)}]}{[V_0 : \text{Gross Reservoir Volume (m}^3)]}$$

$$[\alpha_8 : \text{Run-over rate in August (1/year)}] = \frac{[Q_0 : \text{Inflow Volume in August (m}^3 / \text{year)}]}{[V_0 : \text{Gross Reservoir Volume (m}^3)]}$$

Run-over rate (1/year)	α	α_8
Enough possibility to cause the thermal stratification	< 10	< 1
Some possibility to cause the thermal stratification	10 ~ 30	1 ~ 5
Little possibility to cause thermal stratification	30 <	5 <

Run-over rate (1/year)	α
To form the stable thermal stratification (Stratification Type)	< 10
To temporarily form the thermal stratification temporarily, which will disappear by the turbulence of the flood and wind (Medium Type)	10 ~ 20
To hardly form the thermal stratification (Mixing type)	20 <

本プロジェクトにおいては $\alpha = 12$ 、 $\alpha_8 = 3$ となり、“成層が形成される可能性がある程度はある”と判断される。成層の度合いは中間型と分類され、比較的弱い成層が形成されると予想されるものの、7、8月の受熱期は出水により成層が乱されるものと考えられる。

本貯水池は貯水池の回転率が高く、受熱期がモンスーンにあたるため貯水池内に安定した温度成層が生じにくい条件にある。更に温度成層の発達する受熱期の前に排砂操作により貯水池を自然河川の状況に戻すために、冷水が底にたまらず温度躍層の生じる可能性は低いものと考えられる。

b) 貯水池富栄養化

ダム湖の富栄養化とは、ダム流域の主に窒素やリンなど藻類（植物プランクトン）の栄養塩となる物質が河川水とともに貯水池内に流入し、そこに生息する藻類の生産性が高まる現象である。流域が開発され、下水や農業用水のような人為起源の排水が河川に流出することにより、窒素・リンの河川水濃度が高まる。その結果、貯水池内の栄養塩が増加しアオコ発生の要因となる。

富栄養化現象は流入する栄養塩類の濃度だけでなく、滞留時間等の水理特性、気象条件等種々の要因が関係する。従い、富栄養化発生の可能性を確認するために、貯水池富栄養化の初期判定に一般的に用いられる Vollenweider モデルにより検討を行った。

$$L(P) = [\bar{P}] \lambda \cdot (V_p + H \cdot \alpha)$$

$L(P)$: Load of total phosphorus ($\text{g}/\text{m}^2 / \text{year}$)

$[\bar{P}] \lambda$: Annual average concentration of total phosphorus (mg/l)

V_p : Setting velocity of the phosphorus ($10\text{m}/\text{year}$)

H : Average water depth (40.65m)

α : Run - over rate ($12 \text{ times}/\text{year}$)

水質サンプルの全リン濃度平均値は $0.186 \text{ mg}/\text{l}$ であり、富栄養化判定の基準値 $0.03 \text{ mg}/\text{l}$ と比較してかなり大きい。Figure 1.2-1に水質試験の結果から得られた全リン濃度の平均値に対する解析結果を示す。

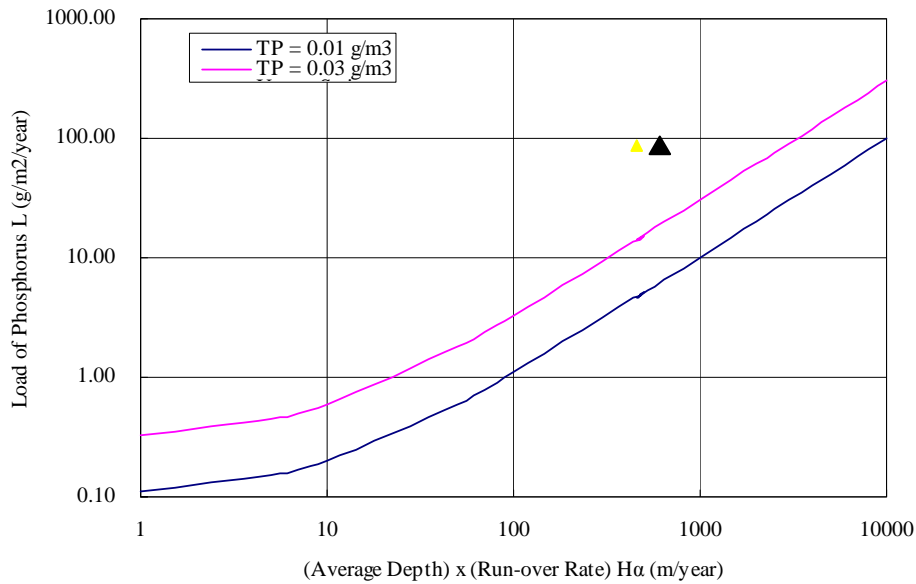


Figure 1.2-1 Results of Vollenweider Model analysis

今回採取されたデータは6月、10月の2回のみであるが、富栄養化判断基準となる全リン濃度 0.03 mg/l よりはるかに高い値を示している。解析結果より、現在のセティ川から流入する水質に対して富栄養化の発生する可能性は高いものと判断される。ポカラ市、Kaski 郡の Lenkha Nath 市の市街地は急速に広がっており、上流からの負荷量は増加する傾向にある。さらに、セティ川流域の都市化、農地における化学製品の使用の増加を鑑みた場合、流入するリン負荷は将来的に増加することが予想される。

c) 排砂操作

日本の出平ダムでの事例では、6年間にダム湖内に堆積し変質した落葉等の有機物を含んだ濁水を流量の少ない冬期に排砂したため、下流域の水質を悪化をさせたと考えられる。この経験に基づき検討を加えた結果、毎年出水期の6月から8月に排砂を実施することと改められた。排出する水の水質を悪化させないためには、排砂の頻度が多い方がよいと考えられる。また、海外の排砂の事例では、適切なモニタリングのもとに毎年排砂を行っている例が多い。一方、第6章に記載のように貯水池機能維持のためには、毎年の排砂操作が必要であり、現時点では、毎年1度、雨期の初めの6月～7月に貯水池を空にして、ダムに設置された排砂設備から排砂を提案している。

さらに、排砂操作による水質悪化を防ぐために以下の操作を実施すべきである。

- 1) 排砂操作開始前に排砂ゲートを部分開放し、酸素を含んだ新鮮な水を貯水池底部に送ることにより底部水質を改善する。
- 2) 通常の排砂操作に加えて、8月および9月の出水時の余剰水を利用して、通砂操作（ダムの水位を低下させない状態で排砂ゲートを開ける操作）を行い、貯水池の堆砂の進行および下流の河床低下を抑制すると共に貯水池の水質改善を図る。

上記操作を実施することにより、これまでの事例から、著しい下流水質の悪化は緩和されるものと考えられる。また、雨季に排砂操作を実施することで、ダム下流で合流するセティ川とほぼ同じ流域面積をもつ Madi 川からの流入水により影響が緩和されるものと期待される。

さらに詳しい排砂方法について、詳細設計時に検討する必要がある。排砂操作中には、下流河川の水質モニタリングを行うとともに排砂中止基準値を設け、環境への影響が懸念される場合には、排砂操作を中止する措置を取る必要がある。排砂操作終了後は、下流河川において水質・堆積物・生物の調査を行い、排砂による影響の程度を確認し、環境影響を最小化すべく排砂操作方法の改善検討のためにフィードバックする必要がある。

1.3 物理環境における影響緩和策

1.3.1 建設時

(1) 土地利用

貯水池式水力プロジェクトにおいて、現在の土地利用状況に対する影響を完全に取り除くことは不可能である。しかしながら、満水位を可能な限り下げることにより、その影響の最小限に抑えることができる。プロジェクト実施による環境を含めた損失と、便益を比較することにより最適な貯水池満水位を決定することが望ましい（ファイナルレポート第 10 章参照）。

アクセスロードの線形等、プロジェクト施設の配置を注意深く選ぶことにより、土地利用状況への影響を緩和する事ができる。土地利用への影響を最小限にするために、プロジェクト施設、特に建設施設に関し、GIS マップを基に現場において NEA と共に協議・検討を行った。検討の結果、Beni Patan および Shivapur のコミュニティへの影響を最小化するために建設施設の位置について以下の点について配慮した。

- 地元住民の交通の妨げにならないように、発電所に向かうアクセスロードを Vyas-Shivapur を結ぶつり橋の下を通すように線形を変更した。
- 土捨場の位置を河川側に移動し影響範囲を縮小した。
- ベースキャンプの位置を発電所に近い、平坦地の南端に移した。
- Beni Patan の既存道路に沿って点在する学校、商店を避けて、ハイウエーからダムサイトに向かうアクセス道路の線形を丘側に移した。

(2) 大気

建設時の大気汚染に対する影響を緩和する対策として、以下の項目が考えられる。

- サイト内の車両スピードの制限、サイト外へ移動する際の車両洗浄
- 道路面からの粉塵発生を防ぐための散水
- 粉塵発生を防ぐための土捨場および裸地への散水

(3) 水質

- 作業キャンプ、現場への十分な水供給設備と衛生設備の設置

- 作業キャンプへの廃棄物収集設備の設置
- 沈殿槽の設置等、コンクリートプラント、骨材プラントから排水処理
- 作業員に対する衛生に関する啓蒙プログラムの実施
- 定められた廃棄場での建設廃棄物の処理

(4) 騒音

建設時に発生する騒音に対し、以下の対策が考えられる。

- 騒音を発生する設備の配置に対する配慮
- プラントおよび建設設備の定期的なメンテナンス
- 工事中の騒音に関する地域コミュニティとの情報共有

(5) 土捨場

土捨場は河岸近くに設けられるために、以下の浸食対策が必要となる

- 盛土法面つま先部に蛇籠工の設置が必要
- 山側斜面から流出する地表水に対する集水施設の設置
- 盛土表面への排水工の設置
- 植林あるいは植生工の実施

1.3.2 運転時

(1) 貯水池沿岸崩壊地

貯水池満水位を EL.415 m にした場合、貯水池上流部の斜面の安定性に影響及ぼす恐れがある。斜面保護工の必要な地域については、詳細設計時に再度詳細な検討を必要とするが、本調査の段階において以下の対策が必要と考えられる。

- Bhimad Bajar の近傍の斜面において、表面をコンクリートブロックで覆った抑え盛土の建設
- 満水位から高さ 10 m の範囲において設定されたリスクゾーンの用地取得と安定化対策工
- セティ川支流流域において浸食の活発な地域への適切な樹種による植林の実施
- Watang 川、Phedi 川、Tutuwa 周辺の浸食の影響を受ける恐れのある地域の用地取得と適切な種類による植林の実施

貯水池内の詳細な地質データの不足により、斜面崩壊のリスクおよび対策工の正確な評価は困難である。従い、上記の斜面崩壊地域と対策工については詳細設計実施時に土質および流域管理の専門家による包括的な検討が必要である。

(2) 河川維持流量

NEAの作成した既存EIAにおいては、下流域に必要な河川維持流量を 2.4 m³/s と評価している。これはKaligandaki Aプロジェクトにおいて適用された手法を参照し、月平均流量の最小値の 10% を河川環境維持に必要な流量として算定した値である。一方、河川維持流量に関し、ネパール国における水資源利用方針が発行された。この方針は現時点では適切な法制度の中に組み込まれていないが、これによると必要な河川維持流量は各月の月平均流量最小値

の10%として設定されている。Table 1.3-1にNEAのEIAによる手法と、新方針に基づいて算定された河川維持流量を比較する。

Table 1.3-1 Comparison of Unregulated and Regulated Flows in the Seti & Madi River

Month	Unregulated Monthly Average Flows (m ³ /s)			NEA Riparian Releases Monthly Averages (m ³ /s)		Water Resource Policy Monthly Averages (m ³ /s)
	Madi River 1978-1999	Seti River 1966-1999	Total	Environmental Flow in NEA-EIA	Total Residual Flow in D/S of Confluence	Total Residual flow in the Downstream of Confluence
January	23.00	27.02	50.02	2.4	11.48	1.96
February	19.47	23.69	43.16	2.4	10.69	1.85
March	20.88	23.99	44.87	2.4	12.19	2.10
April	23.80	27.41	51.21	2.4	12.86	2.23
May	37.96	41.02	73.98	2.4	24.42	5.21
June	101.72	113.52	215.24	2.4	54.04	12.07
July	261.83	286.84	548.67	2.4	165.30	34.38
August	276.22	320.62	596.84	2.4	168.93	36.20
September	190.37	224.32	414.69	2.4	123.26	26.43
October	86.57	112.40	198.97	2.4	33.78	7.05
November	43.49	51.98	95.47	2.4	17.56	3.30
December	29.28	34.22	63.50	2.4	13.52	2.41

Table 1.3-1に示すように、Madi川からの流入量より、セティ川の流量減少は緩和され、季節による流量変化が再現されている。以下の観点から、NEAの提案する河川維持流量と新方針により定められる維持流量による影響緩和の程度には差がないものと判断される。

- 減水区間はダムから Madi 川合流地点までの 2 km に限られる。
- ダム建設によりブロックされるために、セティ川上流への魚類の移動は妨げられる。従い、Madi 川合流地点までの減水区間において、雨季の魚類移動に必要な流量変化を再現する必要はない。
- プロジェクト地域近傍のコミュニティはセティ川の水を宗教目的、あるいは家庭用水として利用していない。
- 合流地点における Madi 川からの流入量は、セティ川の流量の 75% である。従い、下流域の減水による影響は Madi 川により十分に緩和される。

日本のガイドラインでは、河川維持流量は減水区間が 10 km を越える場合に必要となる。この場合、流域 100 km²につき 0.1 ~ 0.3 m³/s の流量を維持する必要がある。ダム上流のセティ川の流域面積は 1,502 km² であることから、必要な維持流量は 1.5 m³/s ~ 3.0 m³/s と算定される。日本のガイドラインと比較した場合においても、NEA の提案する河川維持流量は妥当であると考えられる。

しかしながら、ダム下流区間の水環境、魚類への影響は避けられない。従い、この影響を可能な限り緩和する対策を検討する必要がある。この影響緩和策については、PART C 3章「魚類、水生生物」において述べる。

(3) 富栄養化対策

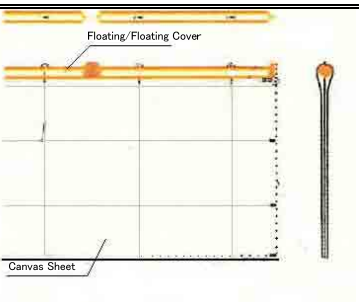
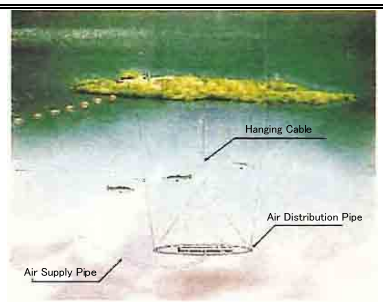


水質試験の結果より、貯水池上流部から流入する栄養塩濃度が高いこと確認され、将来において貯水池の富栄養化を引き起こす可能性があることがわかった。上流からの栄養塩流入の抑制が効果的であるが、限られた本プロジェクトの範囲、および関連機関を鑑みた場合、本プロジェクトにおいてそのような対策を実施することは困難である。さらに詳細な検討を必要とするが、現時点で考えられる富栄養化対策として以下の方法が考えられる。

- 分画フェンスの設置
- 貯水池暴気循環装置の設置
- 植生浮島
- ミネラル剤の投与

Table 1.3-2に上記代替案の比較検討を示す。比較検討結果より、本プロジェクトにおいては維持管理が容易で最も低コストである分画フェンスの適用を提案する。分画フェンスは日本でも数箇所のダムで既に導入され、その効果が確認されている。これは貯水池の上下流方向を止水性のフェンスで仕切り、流入水を下方に迂回させることにより、河川水から栄養塩が供給される貯水池内の位置を深くすることを目的としている。その結果、光制限効果が働いて光合成量が減少し、藻類等の植物プランクトンの増殖が抑制される。セティ川はその名前の由来（ネパール語で白い川という意味）にもあるように、浮遊砂により白濁し透明度が低いため、適切な深さまで分画フェンスを設置することにより、植物プランクトン発生に対する抑制効果が期待できる。また、取水口のある中間層へ流入水を送ることにより栄養塩を含んだ水が毎日の発電操作により下流部に放流されることが期待される。

分画フェンスは河川流入水に対する対策であるが、一方で湖底に堆積した栄養塩の溶出について考慮する必要がある。これに対しては、年1回の排砂操作を実施し、底部の流入土砂と共に栄養塩が排出することにより、貯水池内への栄養塩の蓄積を防ぐ。

Table 1.3-2 Comparison of the Measures for the Eutrophication in the Reservoir

	Fraction Fence	Aeration	Vegetated Floating Inland	Input Minerals
Image				
Purpose	Restrict the photosynthesis of phytoplankton by nutrient salt flowing downward	Make circulation flow in the reservoir by supplying the air bubble. In addition to prevention of algae bloom, it is expected that DO in the reservoir will be improved.	Plants absorb the nutrient salt from the reservoir water. Furthermore, algae bloom is controlled since the floating inland shade the sun light on the surface of the reservoir.	Change the reservoir water into weak alkali condition by input the mineral. In the alkali condition, microbes actively resolve the organic material.
Specification	Float: Foam Polystyrene covered with rubber sheet Curtain: High strength polyester	Deep aeration system Shallow aeration system Total aeration system	Inside: Palm fiber Outside: Synthetic resin foundation with protection net	Main Ingredient: Magnesium Hydroxide
Features	<ul style="list-style-type: none"> • The effects appear soon • To removal easily • No maintenance • Durability 5 to 8 years 	<ul style="list-style-type: none"> • To improve DO • Large system is required. 	<ul style="list-style-type: none"> • More than 10% of reservoir surface should be covered. • No maintenance • Impossible to provide in the fast flow area 	<ul style="list-style-type: none"> • Deodorizing effect is expected. • To prevent elution of the phosphorus from the bottom of the reservoir • In the case that the reservoir volume and river discharge is large, large quantity of the minerals is required
Initial Cost	Low	Medium	High	High
Running Cost	No	Operation and maintenance costs are required.	No	Depend on the reservoir water condition
Total Estimation	Recommendable	Difficult	Impossible	Difficult

1.4 影響緩和策費用

1.4.1 建設時

提案された緩和策の大部分は、ベストプラクティスマネジメントによるものである。土木工事費の中で明記されている以外に追加の緩和策費用として必要な項目を**Table 1.4-1**に示す。

なお、土捨場の植生工に対する費用は生物環境の環境費に含まれている

Table 1.4-1 Mitigation Cost for Physical Environment/Construction Phase

Environmental Impact	Mitigation Measures	Million NRs.
Air Quality	Suppression of fugitive dusts by water sprinkling (2 tankers /day/245 days a year/5 year	4.9
	Dust masks to workers , twice a year (lump sum)/5 year	0.7
Water quality	Sanitation (toilet provisions) at all work and campsites (lump sum, about 100 toilets)	4.5
	Camp Solid waste collection management system and disposal facilities	2.8
	Sedimentation tank for batching discharges, tunnel discharges and aggregate crushing discharges and spoil disposal area	10.0
Land Instabilities and erosion	Bio-engineering of the cut batter slopes of the access roads (lump sum)	2.0
Construction Spoil Drainage	Dry gabion wall approximately 1300 m (1.5m high and 1 m wide)	5.0
	Run off catch drainage of mountain slope (approximately 900m)	3.2
Accidental costs	Vibration effects to houses, natural springs, and other unforeseen impacts	10.0
Total		43.1

1.4.2 運転時

貯水池沿岸の崩壊に対する緩和対策費の算定は、そのリスクの特性から非常に難しい。最も危険状態にある Bhimad Bajar については、その地域の私有地、家屋、財産を守るために、法面をコンクリートブロックで保護した抑え盛土を建設する。この斜面对策工についてはファイナルレポート「11章 プロジェクトデザイン」の中で述べる。また、本工事費は土木工事の中に含まれる。

NEA の EIA と同様に、満水位から高さ 10 m の範囲を貯水池のリスクゾーンとし、植生工を施す。上記に加え、Wantang 川、Pedhi 川および、Tutuwa 近傍の急斜面地域についても、同様にリスクゾーンとして用地を取得し植生工を施す。上記に関わる用地取得費用は移転費用に含まれる。また、植生工についてはその費用を生物環境対策費に含める。

Table 1.4-2は放水口下流域のコミュニティを保護するための費用である。この費用は放流による急激な水位上昇による事故を防ぐためのサイレンシステムに対する費用からなる。

Table 1.4-2 Mitigation Costs for the Downstream Effects to Communities

Environmental Impact	Mitigation Measure	Million NRs.
Downstream impacts to community activities	Siren network along the Seti downstream tailrace (lump sum)	3.5
	Awareness training on the safety measures to downstream areas (lump sum)	0.3
Total		3.8

また、富栄養化対策として分画ネットの設置に US\$900,000 が必要である。

1.5 環境モニタリングと関連費用

1.5.1 環境モニタリング

(1) 大気

建設時の大気汚染を確認するために、Japutar と Damauli において少なくとも各年の乾季に 3 回（2 月、5 月および、11 月）粉塵濃度の確認を行うことが望ましい。また、コンプライアンスモニタリングとして、建設期間中に以下の影響緩和策の実施状況の確認が推奨される。

Table 1.5-1 Compliance Monitoring Indicators and Frequency on Air Pollution

Monitoring Indicator	Monitoring Frequency
Gravelling of road and its maintenance	Once every three months
Control on vehicle speed	Once a day
Watering of roads	Once a day
Careful handling the containment or damping of dusty materials	Once a week
Covering of exposed areas and site restoration	Once a week
Provision and use of PSG against dust	Once a week
Provision of gas mask to Drivers	Once a week

(2) 水質

建設時の河川の水質汚染状況を確認するために、年 4 回（3 月、6 月、9 月および、11 月）の水質試験の実施が望ましい。水質試験のパラメータとして、流速、流量、水温、pH、濁度、全浮遊物質、全リン、TKN（Total Kjeldahl Nitrogen）、アンモニア、硝酸塩、亜硝酸塩、溶存酸素量、および BOD を含む。サンプリングは貯水池上流、貯水池エリア、Madi 川との合流地点および、下流区間で行うべきである。

運転時においても上記水質モニタリングを引き続き行うことが望まれる。これら水質試験は、排砂操作開始前と開始後のサンプルについても実施されるべきである。

また、コンプライアンスモニタリングとして、建設期間中に以下の影響緩和策の実施状況を確認することが望ましい。

Table 1.5-2 Compliance Monitoring Indicators and Frequency on Water Pollution

Monitoring Indicator	Monitoring Frequency
Adequacy and operation of water supply and sanitation facilities at Engineers camps, Construction camps and construction sites	Before project and every 3 month
Collection of solid waste and safe disposal practices at Engineers camps, Construction camps and construction sites	Once a week
Awareness program on health and sanitation	Once every six months
Prohibition on open defecation and solid waste disposal	Once a week
Bonded facilities for fuel, lubricants, spent oils, and toxic chemicals	Before project and every three months
Treatment facilities for waste water of batching plant, aggregate washing and tunnel seepages and its effective operation	Before project and every three months
Water quality test for discharge of treated wastewater from batching plant aggregate washing plant, and tunnel discharges	Once every three months
Disposal of construction spoils only in designated areas	Once a day

(3) 騒音

ベースラインとしての騒音レベルを確認するために、建設開始前にJaputar、Damauli (Public health office付近)、およびBeltar (学校の近傍)において騒音測定を実施することが望まれる。また、コンプライアンスモニタリングとして、建設期間中にTable 1.5-3に示す影響緩和策の実施状況の確認が推奨される。

Table 1.5-3 Compliance Monitoring Indicators and Frequency on Noise

Monitoring Indicator	Monitoring Frequency
Placement of noise arresting equipment	Once before construction
Correct fitting of silencers, mufflers and acoustic shields	Once every three months
Maintenance of plant and equipment	Once every three months
Blasting restriction provisions as negotiated	Once a day
Awareness program and shearing of information	Once every three months
Blasting design and follow ups	Once a week

(4) 振動

プロジェクトの影響が及ぶ範囲の近傍に立地する建造物のデータベースを作成するために、建設前時点での建造物現況調査が推奨される。全ての建造物の写真記録を残す事が望ましい。

(5) 斜面の不安定化および侵食

建設開始前に、ベースラインデータとして建設エリアの全斜面の侵食状況の写真記録を残す事が望ましい。また、コンプライアンスモニタリングとして、下記の項目について定期的の実施状況を確認することが推奨される。

Table 1.5-4 Compliance Monitoring Indicators and Frequency on Vibration

Monitoring Indicator	Monitoring Frequency
Vegetation clearance only to required limits	Once a month
Excavation works only to required limit by the design	Once a week
Side casting of excavated earth	Once day
Management of spoil in the designated area only	Once a day
Maintenance of toe protection structure, and drainage structure at spoil disposal; and sedimentation tank at batching yard, spoil disposal area and tunnel discharge areas	Once a month
Civil and bio-engineering protection works and their maintenance (including side drains) at access roads	Once a month

運転開始後、ダムおよび放水口下流部の堆砂、浸食による河床の変化を確認するために、年2回の測量調査を行う必要がある。

1.5.2 物理環境に関わるモニタリングコスト

物理環境に関わるモニタリングコストを下表にまとめる。

Table 1.5-5 Monitoring Costs for the Physical Environment

SN	Particulars	Million NRs.
Construction Phase		
1.	Monitoring (air, water, noise, spoil management land erosion etc)	5.32
2.	Measures for Downstream effect	3.8
Operation Phase		
3.	Monitoring of water Quality for 20 years	3
4.	Monitoring of river bed sedimentation and erosion for 20 years	2
	Grand Total	14.12

Note: Environmental impacts in the downstream area have uncertain, wide, and long term aspects. In addition, there is no experience and relevant monitoring data for similar project in Nepal. In these senses, the monitoring period for 20 years was proposed, though there is no designated monitoring period as per any norm in Nepal.

1.6 結論と勧告

物理的環境のうち、排砂操作に伴う下流域への影響可能性については、現時点で不確定な事項が多く、詳細設計時に下流部河川の地形調査などの具体的な調査に基づく検討を行うと共に、運用時における水質、低質、および水生生物調査のモニタリングを計画・実施する必要がある。モニタリングに際しては、重大な影響が生じる前に排砂操作を停止できるよう、各モニタリング項目に係る基準の設定を行う必要がある。

第2章 流域管理

2.1 ベースラインデータ

(1) 地質

Figure 2.1-1に示すように、ダムサイト計画地点上流の流域は、Higher Himalaya Zoneと Lesser Himalaya Zoneにまたがっており、その集水面積は1,502 km²とされる。標高の高い山脈が流域北部に連なる一方、低山脈地域が流域南部を占めている。標高はアンナプルナ山の7,555 mからダムサイト計画地点峡谷の310 mまで変化する。

地質分布を、Figure 2.1-2に示す。セティ川の主な土質は、沖積堆積物、崩積堆積物と残積堆積物から成る。

沖積土は、主に Harpan 川、Phusre 川、Bhunge 川、Saraundi 川の右岸に沿って分布しており、古い河岸段丘層、新しい河岸段丘層、現河床堆積物、そして沖積扇状地に分類される。

古い河岸段丘層内の沖積堆積物は、比較的固結している。厚い沖積堆積物が Gahachok、Lachok、Puranchaur、および Batulechaur の古い河岸段丘層に見られる。また、Cbhorepatan 地区と Mahatgaunda 地区間の古い河岸段丘層は、この地域において最も厚い沖積堆積物層を形成しており、その厚さは Mahatgaunda 地区において約 60 m に達する。

新しい河岸段丘層は一般に薄く、Bijaipur 川、Kali 川および、Bharam 川流域において見られる。また、Phusre 川と Harpan 川に沿って沖積扇状地が発達しており、沖積堆積物の発生源となっている。

崩積土の大部分は、緩やかな南向き斜面に見られる。Haprak、Archalbot、Thulibini、Kalabang、Kabre および、Dhaba 等の地区の緩勾配の丘陵地においては、5 m から 10 m の厚い層を形成している。同様の崩積土層が、Sidhane と Tamage の地区においても見られる。崩積土の主成分は角張った岩屑と砂質粘土であり、その構造は非常に脆く崩落やガリー浸食が発生しやすい。

残積土は Kaphaighari、Nawaldanda、Lamdanda、Mohoria、Antighari、Dandagaon Armala、Chhaharepani、および、Riban 等の地域に分布する。Lamdanda、Nawalpur、Chhaharepani 等の地域を除き、大部分の残積土層の厚さは 3 m 以下である。この土の固結度は中程度であり、色は赤茶色から茶色の幅がある。残積土は、一般的に、平坦地の上部の方から南向きの緩勾配の山腹に見られる。残積土は、シルトとシルト質砂から成る。

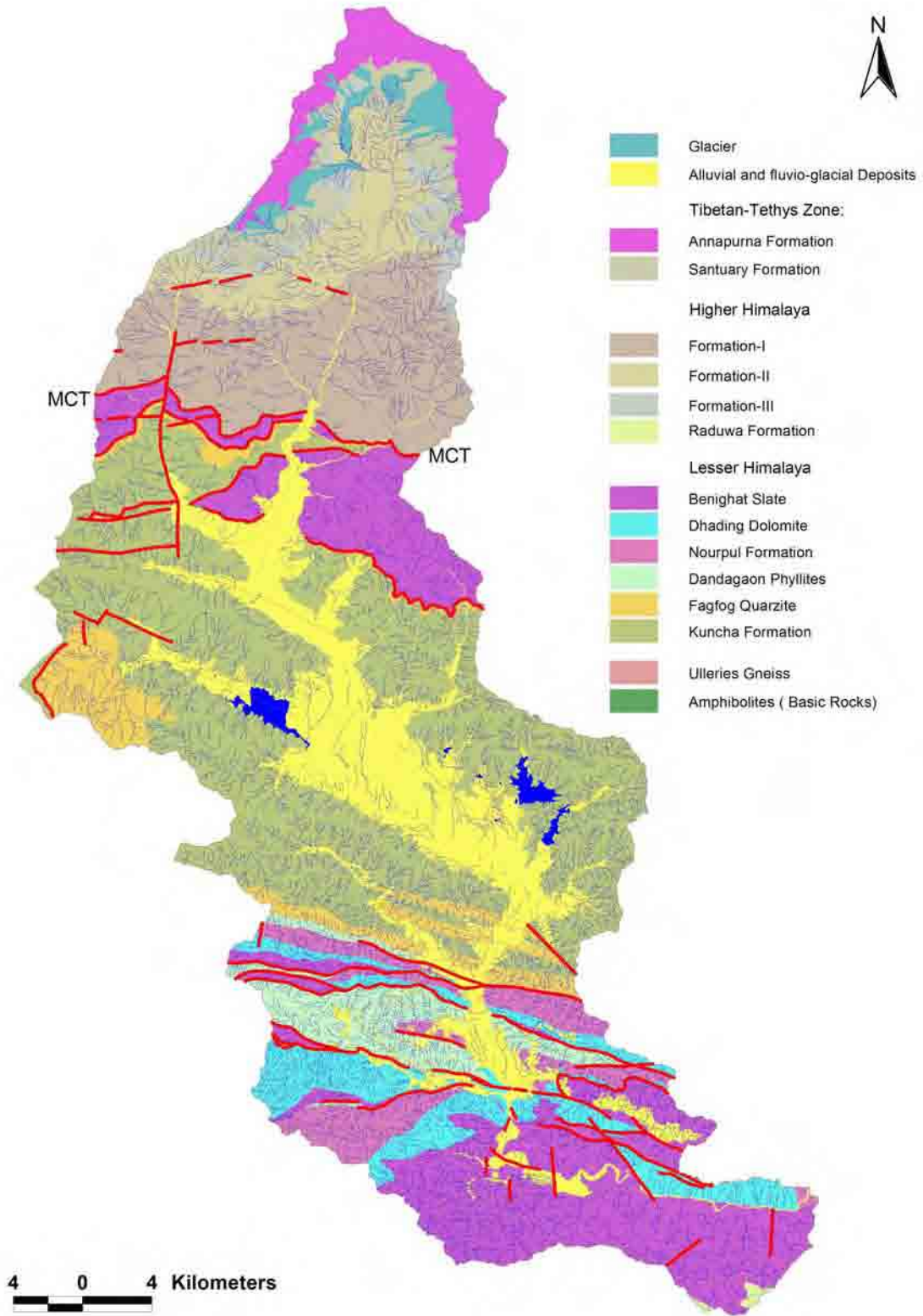


Figure 2.1-1 Regional Geological Map of the Seti Watershed

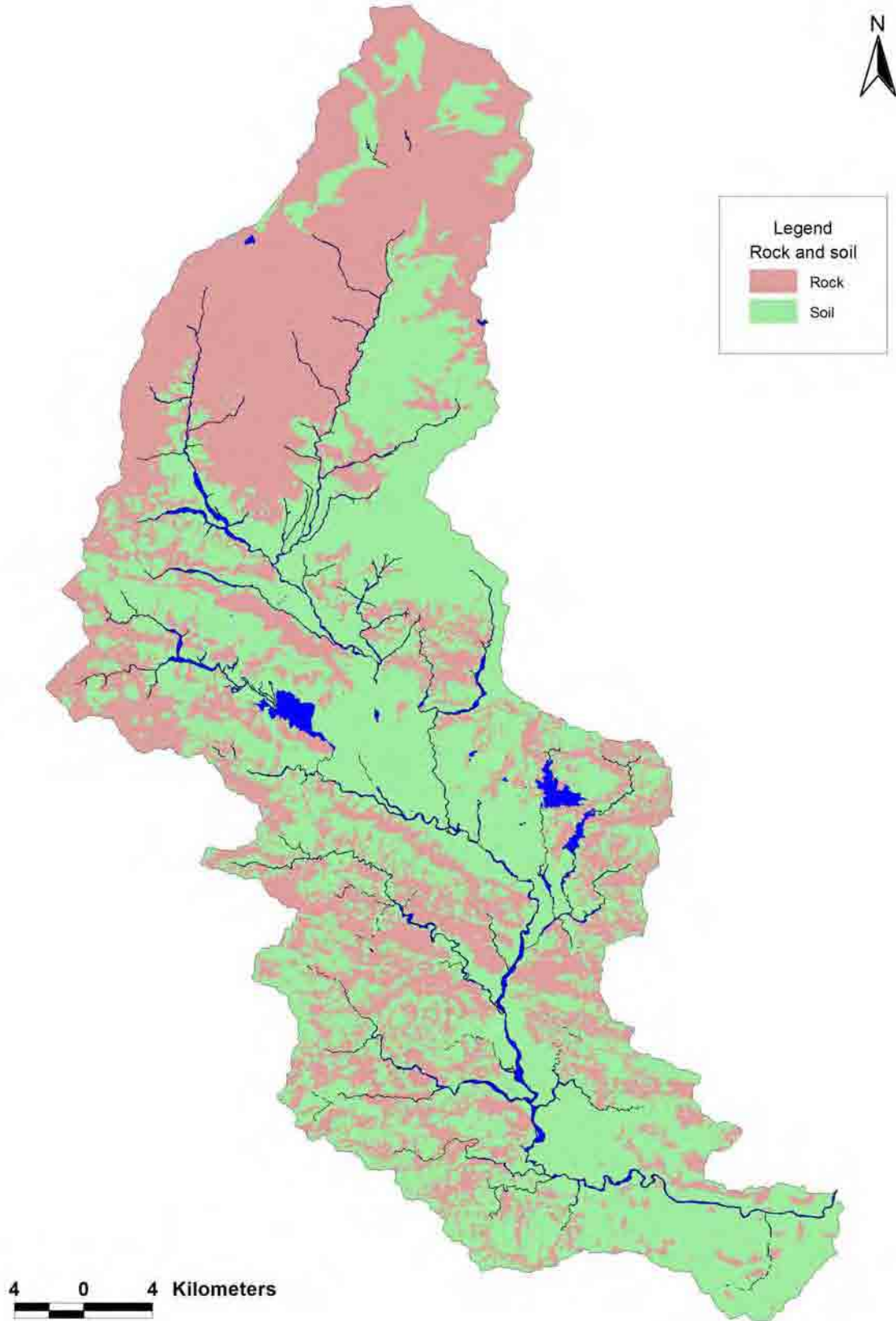


Figure 2.1-2 Rock and Soil Map of the Seti Watershed

(2) 土地利用

セティ川流域の土地利用状況を**Figure 2.1-3**に示す。森林、耕作地、荒地、牧草地等が流域面積のほとんどを占める。**Table 2.1-1**は、セティ川流域の土地利用状況を示す。

Table 2.1-1 Land Use of the Seti Watershed

Land Use Types	Area (km ²)	Percentage (%)
Forest	600.23	40.84
Bush	42.76	2.91
Rock cliff	0.96	0.07
Pond	9.13	0.62
Cultivation	572.11	38.93
River water body	8.86	0.60
Swamp	1.38	0.09
Orchard	0.27	0.02
Built up	0.17	0.01
Barren and others	233.80	15.91
Total	1,469.66	100.00

Source: GIS Maps, JICA Study Team, 2006

(3) 浸食と流送土砂源

Figure 2.1-4に示すように、斜面の不安定な地域は、セティ川中流および上流域に分布する。河岸浸食はセティ本川の中流および下流域のあらゆる地点で見られる。これは、卓越した流送土砂源の一つとなっている。

Figure 2.1-5は、セティ川の斜面傾斜分布を示す。傾斜は、等高線と標高点から作成されたDEMから求められている。

流域に関するこれらの情報に基づき、二変数統計手法を利用して求めた流送土砂源の分布を**Figure 2.1-6**に示す。不安定な崖、浸食された河岸、固結度の低い河床堆積物、ガリーおよび地すべりによる土塊等は、流域の主な流送土砂源となっている。

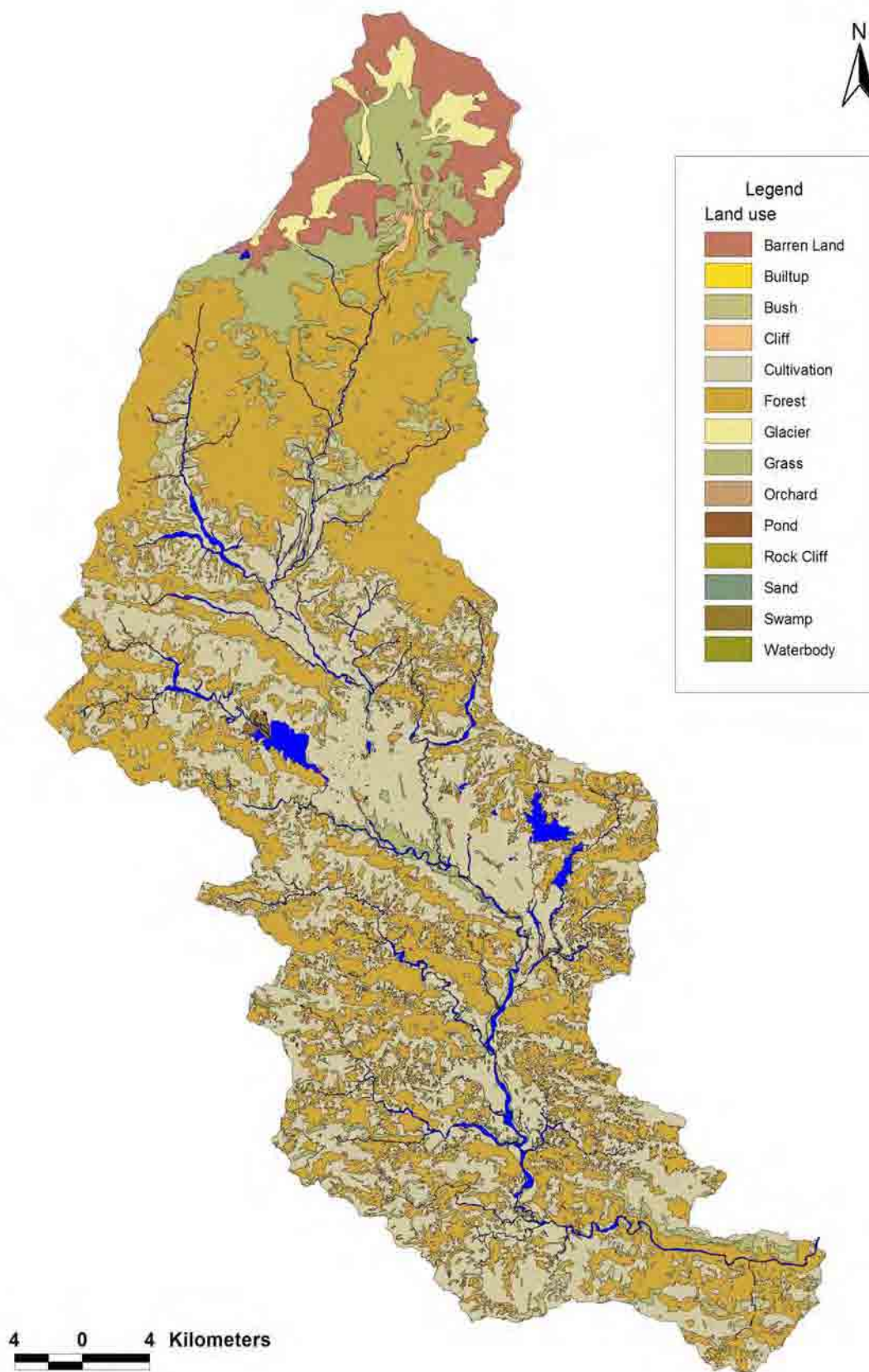


Figure 2.1-3 Land Use Map of the Seti Watershed

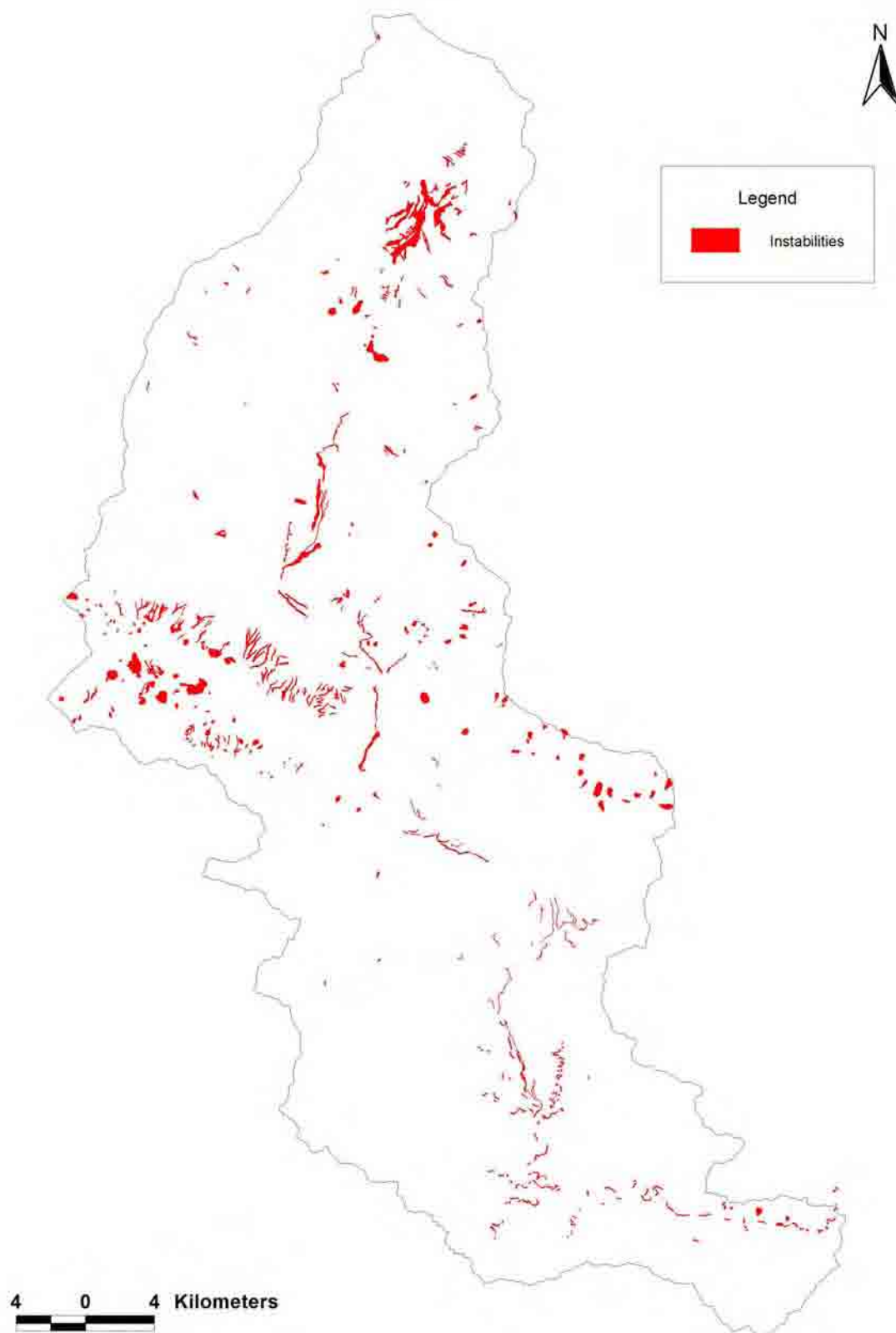


Figure 2.1-4 Distribution of Instabilities in the Seti Watershed

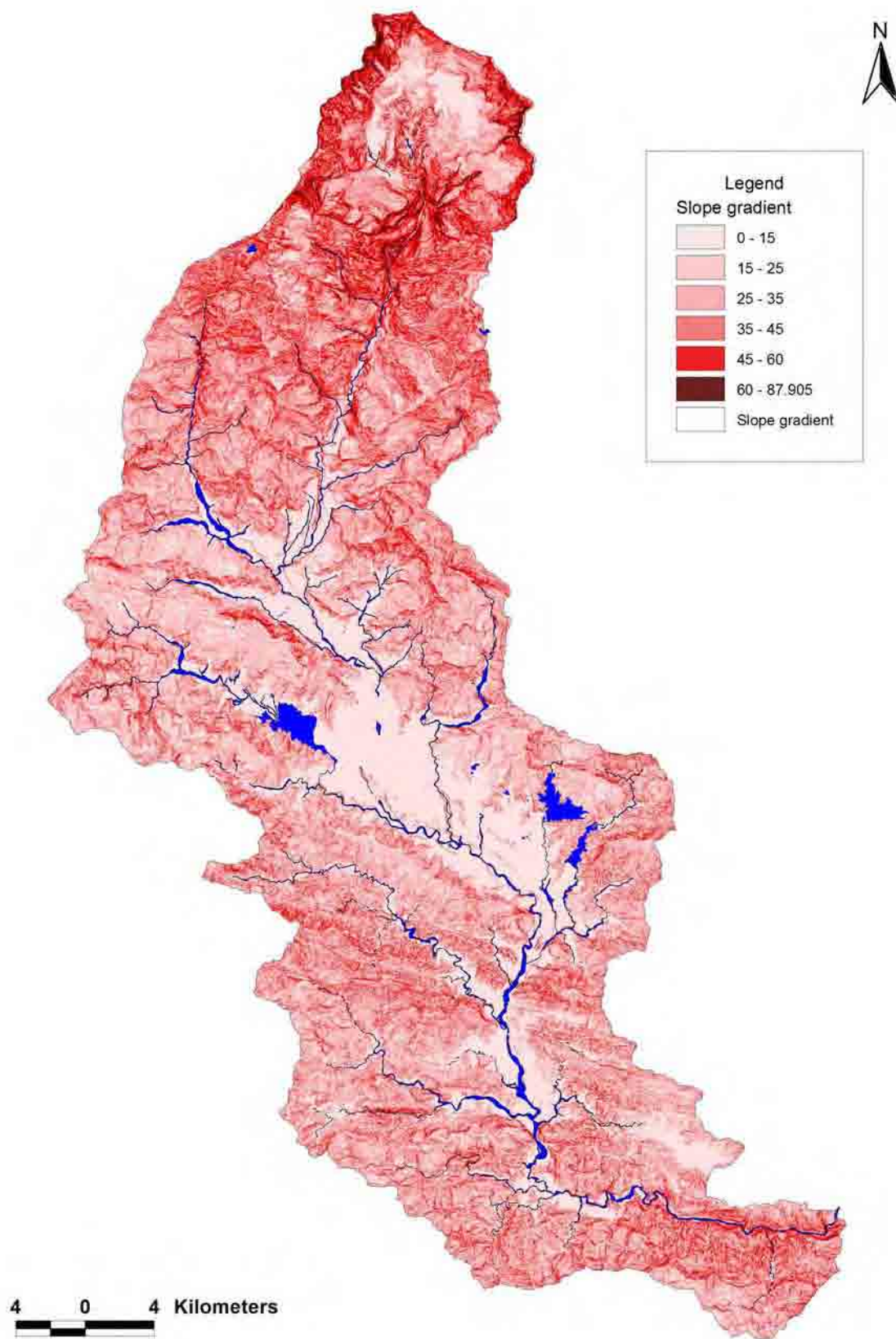


Figure 2.1-5 Slope gradient Map of the Seti Watershed

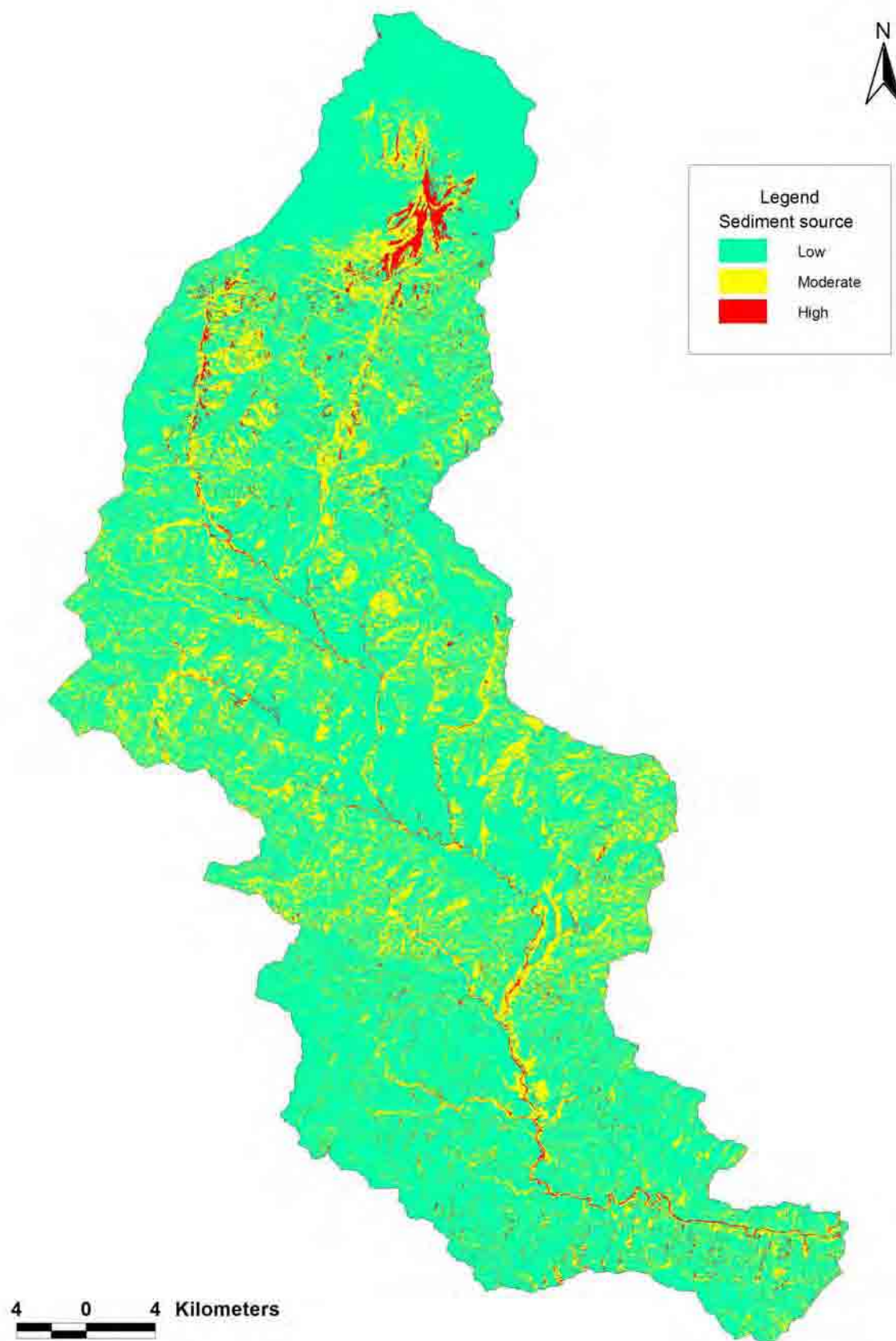


Figure 2.1-6 Sediment Source Map of the Seti Watershed

2.2 セティ川流域管理への取組み

セティ川全域を対象とした流域管理は、これまでのところ実施されていない。現状では唯一、Kaski 郡と Tanahu 郡の森林局事務所と土壤保全流域管理局事務所による小流域レベルでの流域管理プログラムが実施されている。一方、ポカラの北部のセティ上流域においてアンナプルナ保全区域プロジェクトの中で、セティ川北部流域管理のための様々な流域管理計画が立ち上げられている。

(1) 郡森林局プログラム

郡森林局の流域管理に関する計画は、コミュニティフォレストコンポーネントと郡森林管理計画コンポーネントから成る。コミュニティフォレストコンポーネントにおいて、承認されたコミュニティフォレスト管理計画に基づき、森林ユーザーグループが設立され、訓練を受けた上で、持続可能な生産管理および森林資源と地域保全を目的として政府が管理する国有林の一部が移管される。このプログラムの主要な目的は、森林利用の必要性に応じ、地域社会が森林資源を共有管理することで流域保全をすすめることである。このプログラムは、一般的にネパールの山岳、特にセティ川流域において、これまで成功している。

Kaski 郡は 14,092.82 ha の森林をコミュニティフォレストとして 407 のユーザーグループに移管しており、この内の 3 分の 1 がセティ川流域にある。また、Tanahu 地区では、19,995.78 ha の森林がコミュニティフォレストとして 330 のユーザーグループに移管されており、セティ川流域の森林がその半分を占めている。

残りの森林（私有林と宗教林を除く）は、その地域の出張所を通じて郡森林局により管理されている。政府が管理する国有林の森林資源は、郡森林局の許可を得ずに利用することはできない。土地の傾斜が 45 度以上の林地は、保護林として森林資源の採取が禁止されている。Kaski 郡および Tanahu 郡の郡森林局は、DANIDA の技術的・資金的支援を受け、山岳保全森林計画を実施している。

(2) 地域土壤保全と流域管理事務所

Kaski 郡のセティ川流域内で、郡土壤保全局事務所は 1973 年以来様々な流域管理プログラムを実施してきた。FINIDA/UNDP の技術的・資金的支援を得て、1995 年まで Phewa 湖流域保全プロジェクトにより保全事業が実施されてきた。また、Begnas 湖と Ruba 湖流域の保全のため、Care Nepal により Begnas 湖/Ruba 湖保全プロジェクトが 1995 年まで実施された。同様に JICA の支援により、セティ川流域の 11 の VDC を対象として地域社会開発と森林および流域保全プロジェクト Phase-I、Phase-II が 1994 年から 2005 年まで実施された。

現在、Kaski 郡の郡土壤保全局が管轄する流域では、集約的な流域管理プログラムは実施されておらず、コミュニティの要求に基づいて、一部の地域で地域社会参加型土壤保全プログラムが実施されているに過ぎない。植生工、地すべり安定化、河川工事、ガリー対策工、水源保全計画等、郡に割り当てられた予算の範囲内で定期的に行われている。

Tanahu 郡における流域管理事業は、1991 年から始められた。1991 年から 1996 年まで、いくつかの土壤保全および流域管理事業が、アジア開発銀行（ADB）の資金支援の下で実施さ

れている。1997年には、天然資源管理セクター支援プログラム（NARMSAP）を通じて、デンマーク政府が Tanahu 郡土壌保全局事務所を支援している。この中で 38 の小流域が流域管理の必要な優先流域として確認され、そのうち 6 つの小流域に対して、流域管理事業が実施されている。ダムサイト上流のセティ川の支川である Syngdi/Jamdi 川流域がその一つで、セクター支援プログラムの下、流域管理事業が実施されている。

また、上記ドナー支援プログラムにおいて、Tanahu 郡土壌保全局事務所は、コミュニティの要望に基づいた個別の保全事業を実施している。これらは土地利用開発計画、統合地域社会流域管理計画(土地生産性保全、インフラ構造物保全、自然災害対策および、地域社会土壌保全の拡大)、グループ動員およびエンパワーメントプログラム、苗床設置と苗木生産プログラム等が含まれている。

(3) アンナプルナ保全地域計画

マヘンドラ国王基金による自然保護事業が、ポカラ北部セティ川流域の山脈地域において実施されている。この中で、自然資源保全、女性の能力開発、農業開発、観光開発、インフラ開発、保全教育拡大、代替エネルギー事業、苗床事業開発、NTFP (Non-Timber Forest Product) の促進、土壌保全、野生生物および生物多様性の保護に関するコミュニティベースのプログラムが実施されている。これらの全てのプログラムはそれぞれ個別の事業としてセティ川の流域保全に寄与しているものの、セティ川上流域全体を網羅する統合流域管理計画としての観点で不足している。

また多くの NGO や INGO グループも、セティ川流域において流域保全活動を実施しているが、これらの活動は相互に連携していない状況である。

2.3 流域管理計画の枠組み

堆砂による貯水池容量減少のリスク低減のために、貯水池上流域の流域管理計画が重要である。

セティ川流域全体の GIS マップを利用した土砂発生源の検討により、貯水池から 40 ~ 50 km 上流の流域北部が大きな土砂発生源として考えられる。しかし、貯水池までの距離が遠いので、この地域において発生した土砂は細粒分のみが河川流水により貯水池地点に運搬されると考えられる。また、この地域には小規模な氷河湖が見られたが、規模と貯水池までの距離から氷河湖決壊に起因する洪水と土砂流入が問題となる可能性は小さい。

貯水池の堆砂を念頭に置いた流域管理計画を考える上で重要な地域は、ポカラから下流のセティ川とその支川流域に広がるガリーの発達した沖積エリア（ネパール語で Tar と呼ばれる地域）である。この地点では、セティ川の支流に地すべり地が見られ、貯水池への流入する土砂の供給源となると考えられる。

上記の理由により Bhimad からポカラまでの貯水池上流域に対し、斜面保護のため小規模な土木対策工と植生工を実施するものとする。斜面保護のための植生工は Table 2.3-1 に列記する。

Table 2.3-1 Proposed Bio-engineering Measures for Soil Erosion Control

System	Applications and site requirements	Time to maturity
Grass planting	Wet condition, cut slope, S slope <45°	2 seasons
Grass seeding	Consolidated debris slopes, Slope <45°	3 seasons
Palisades	Small size and narrow galley, Slope <30°-45°, dry, erodible and consolidated debris	2 seasons
Brush layering	Wet condition, Rocky Slope, Slope <30°-45°	One season if planted early and watered
Fascines	Small Stream, Gully, Slope <45°	3 seasons
Shrub planting	Any slopes, Slope < 45°.	At least 4 seasons
Tree planting	Any debris slopes, Gully, Grazing land, Bad lands in the community or public area, Landslide area, Slope <45°	At least 5 seasons
Bamboo planting	Steep bank slope Gully, Base of slope, Slope <30°-45°	At least 5 seasons

大量の土砂をもたらす浸食の活発なガリーや支流については、砂防ダムの構築が必要である。蛇籠による砂防ダムは小規模のガリーや支流に適している。一方、大規模なものについては練り石積みによる砂防ダムの構築が必要である。

地すべりとそれに伴う土石流の発生は、貯水池への流入土砂源となる。地すべり抑制工として擁壁の建設、地表面と地下水の排水、暗渠設置が考えられる。降雨時における地すべり地域への地表水の流入を防ぐために排水工を設置することが望ましい。また、設置位置が適していれば、水平ボーリングは深い地下水の排水に有効である。

放水口下流は狭い峡谷を形成しており、河床洗掘による地域社会への影響はほとんどないものと考えられる。

2.4 流域管理計画費用

流域管理にかかる費用を現時点で算定することは困難である。これらについては、さらに詳細な現場調査が必要となる。本調査においては、主要な項目について算定を試みた。Table 2.4-1に流域管理に関わる費用を示す。

Table 2.4-1 Mitigation Costs for Watershed Management

SN	Measures	Million NRs.
1	Studies and planning	1.5
2	Bio-engineering Measures for Soil Erosion Control	25
3	Afforestation Programs in the watershed	15
4	River training works	25
5	Landslide Stabilization measures	10
6	Check dams in the tributary streams (draining to reservoir)	35
Total		111.5

2.5 水質保全

富栄養化等の貯水池水質悪化を防ぐためには、貯水池内対策とあわせて河川への汚濁負荷流入を防ぐための流域対策が重要である。しかしながら、これら流域対策は費用面および関連する実施・行政機関が多岐にわたることから本プロジェクト内で実施することは困難と考えられる。従い、今後、中央政府機関が中心となり、本プロジェクトの実施機関である NEA、地方政府およびセティ川流域のコミュニティの連携のもとに水質保全のための流域管理計画について検討すべきである。流域対策について以下に述べるそれぞれの施策の長所・短所を勘案し、流域の特性を踏まえたうえで総合的な検討が必要とされる。



Dumping Disposal Waste in the Phewa Lake

1) 下水道整備

人口約 20 万の Pokhara 市などの都市部流域については、下水道整備事業の実施が望まれる。下水道整備事業の実施により、市街地の汚水が面的に排除され確実な水質改善が期待できる。一方、処理場の建設と管渠の整備が必要となり、一定の時間を要する。

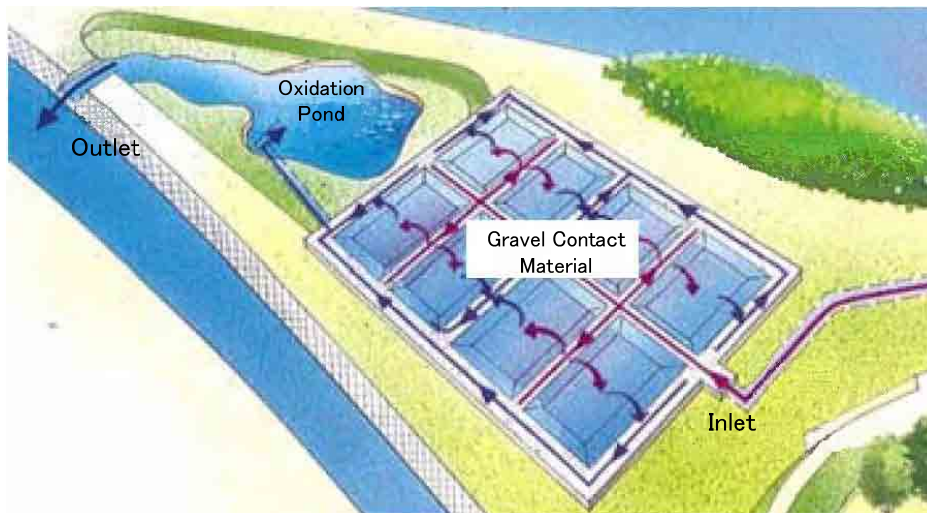
2) 合併処理浄化槽の整備

下水道が整備されない地域や当面の下水道整備が見込まれない地域においては、合併処理浄化槽による生活排水対策が考えられる。

合併処理浄化槽の整備は、郊外の人家のまばらな地域において効率的な場合が多く、一基あたりの整備は一般的に短期間で可能である。水質改善効果を発揮するためには、個人による浄化槽の維持管理が適切に行われる必要がある。

3) 河川浄化対策

下水道整備や合併処理浄化槽設置が計画されておらず、特に汚濁が著しい河川がある場合は、河川浄化対策の実施により水質改善を図ることができる。実施可能な方法として、礫間接触酸化方式、植生浄化法、瀬や淵を利用した浄化方法が挙げられる。流域に特定の汚濁河川がある場合は、比較的短期間に水質改善を行うことができる。しかしながら、流域の下水道整備の進捗により浄化施設の流入水質が改善されると、削減できる汚濁負荷の総量が減少し、水質改善効果が少なくなる。



Sketch of the Gravel Contact Oxidation Method

4) 流域内コミュニティーや関連機関の取り組み

以下の観点から、流域内コミュニティー、および関連機関の水質に対する意識を高め、水質保全への積極的な取り組みを促進することは重要な対策と考えられる。

- 流域住民の関心を高めることにより、河川のゴミ投棄を防ぐ。
- 水路等の清掃によるファーストフラッシュ対策
- 浄化槽の適正な管理
- ポカラ市で実施されている廃棄物管理の強化・拡張



Waste Transporting Vehicle in Pokhara City



**Pokhara Sanitary Landfill Site
at the Seti and Phurse River Confluence**

5) 農業・畜産等の面源対策

農地、山林、畜産等の面源からの負荷について把握し、必要に応じて負荷削減対策を講じる必要がある。

ANNEX B

Annex B-1: Water Quality Analysis Report

NS Accreditation No. Pra. 01/053-54

Entry No. : NCL - 114(W) (4) - 06 - 2006

Date Received : 04 - 06 - 2006

Sample : River Water (Seti River)

Date Completed : 09 - 06 - 2006

Client : Upper Seti Hydroelectric Project.

Sampled By : NESS

Sampling Date : 02 - 06 - 2006

S. N.	Parameters	Observed Values			
		Sample - 1	Sample - 2	Sample - 3	Sample - 4
1.	Temperature °C	22	20	20	24
2.	pH at 25°C	8.1	8.1	8.1	8.1
3.	Turbidity, (NTU)	230	200	130	120
4.	Total Dissolved Solids, (mg/l)	131	163	175	169
5.	Total Suspended Solids, (mg/l)	501	312	248	206
6.	Settleble Solids, (mg/l)	497.3	309.8	248	206
7.	Non Settleble Solids, (mg/l)	3.7	2.2	<1	<1
8.	Total Hardness as CaCO ₃ , (mg/l)	134	135	144	149
9.	Total Alkalinity as CaCO ₃ , (mg/l)	163.4	136.1	146	133.7
10.	Total Acidity, (mg/l)	2.6	2.6	7.7	7.7
11.	Chloride, (mg/l)	1.5	2.0	3.0	3.0
12.	Ammonia, (mg/l)	0.14	0.11	0.10	0.10
13.	Sulphate, (mg/l)	17.3	14.8	18.1	18.5
14.	Dissolved Phosphate, (mg/l)	0.047	0.02	0.03	0.02
15.	Total Phosphate, (mg/l)	0.36	0.28	0.26	0.21
16.	Calcium, (mg/l)	37.7	34.9	35.7	35.3
17.	Magnesium, (mg/l)	9.7	11.7	13.4	14.8
18.	Iron, (mg/l)	6.07	3.70	2.46	2.31
19.	Sodium, (mg/l)	1.93	2.03	2.12	2.14
20.	Potassium, (mg/l)	2.02	2.10	2.06	2.14
21.	Dissolved Oxygen at 15°C, (mg/l)	8.7	8.6	8.7	8.8
22.	Chemical Oxygen Demand, (mg/l)	3.5	2.4	2.0	2.6
23.	BOD ₅ , (mg/l)	0.78	0.64	0.42	0.78

Note : Sample - 1 : Upstream Damsite Sample - 2 : Downstream, Bhimad (Upstream Wantang Confluence)
 Sample - 3 : Upstream, Bhimad Sample - 4 : Downstream Seti-Madi Confluence

NS Accreditation No. Pra. 01/053-54

Entry No. : NCL – 229(W) (4) - 10 - 2006

Date Received : 09 - 10 - 2006

Sample : River Water (Seti River)

Date Completed : 16 - 10 - 2006

Client : Upper Seti Hydroelectric Project.

Sampled By : NESS

Sampling Date : 09 - 10 - 2006

S. N.	Parameters	Observed Values			
		Sample - 1	Sample - 2	Sample - 3	Sample - 4
1.	Temperature °C	21	21	20	22
2.	pH at 25°C	8.2	8.1	8.2	8.1
3.	Turbidity, (NTU)	34	26	28	19
4.	Total Dissolved Solids, (mg/l)	150	162	140	104
5.	Total Suspended Solids, (mg/l)	66.8	58.4	49.2	33.6
6.	Settleble Solids, (mg/l)	65.86	58.04	48.52	33.26
7.	Non Settleble Solids, (mg/l)	0.94	0.35	0.68	0.34
8.	Total Hardness as CaCO ₃ , (mg/l)	141	160	137	90
9.	Total Alkalinity as CaCO ₃ , (mg/l)	139.6	159.9	134.5	88.8
10.	Total Acidity, (mg/l)	2.6	2.6	2.6	2.6
11.	Chloride, (mg/l)	3.5	2.0	2.5	2.0
12.	Ammonia, (mg/l)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
13.	Sulphate, (mg/l)	21.4	16.9	16.5	9.1
14.	Dissolved Phosphate, (mg/l)	0.03	0.03	0.02	0.02
15.	Total Phosphate, (mg/l)	0.10	0.13	0.08	0.07
16.	Calcium, (mg/l)	38.1	39.3	34.1	22.4
17.	Magnesium, (mg/l)	11.2	15.1	12.6	8.3
18.	Iron, (mg/l)	0.95	0.97	1.0	0.78
19.	Sodium, (mg/l)	2.35	2.99	2.83	2.21
20.	Potassium, (mg/l)	2.22	2.73	2.43	2.13
21.	Dissolved Oxygen at 20°C, (mg/l)	7.6	7.3	7.8	7.7
22.	Chemical Oxygen Demand, (mg/l)	4.5	3.0	3.5	1.5
23.	BOD ₅ , (mg/l)	0.75	0.80	0.91	0.91

Note : Sample - 1 : Upstream Damsite Sample - 2 : Downstream, Bhimad (Upstream Wantang Confluence)
Sample - 3 : Upstream, Bhimad Sample - 4 : Downstream Seti-Madi Confluence

Annex B-2: Detailed Field Observations Land Instabilities - Reservoir Area

Observation Point LS1

Bhimad Bazaar is situated on the river terrace deposits (Plate 1). The vertical elevated Tar is about 30 m high. It is composed of gravel containing pebbles to cobbles of limestone and calcareous shale with light brown silt, fine sand and a little clay matrix. The terrace deposit is loose and soft.

The terrace deposit of Bhimad Bazaar extends between the Jyagdi Khola and Seti River and forms a vertical soil cliff. In the past, there used to be a moderately gentle slope, but due to toe cutting by the Seti River, the terrace became vertical and is very prone to collapses.

The deposit has three distinct sequences. The top 2 m of it is composed of rounded to subrounded boulders and pebbles of limestone, gneiss, quartzite and other metamorphic and sedimentary rocks. At the bottom of this sequence there is an erosional surface. This sequence consists of fine light brown sand and clay matrix. It is a fining-upward sequence with boulders up to 70 cm in diameter. The second sequence is light grey to dark grey gravel containing dominantly fine pebble with some cobbles of calcareous shale and limestone. The lowermost sequence is light brown in colour. It is rather loose with dominantly subrounded fine pebbles of grey calcareous shale and limestone with light brown sand and silt.



Plate 1: Soil slide on the river terrace at Bhimad Bazaar

At Bhimad Bazaar, there is a single level terrace undergoing active erosion, but at Chhang Patan, on the left bank of the Seti River and opposite Bhimad Bazaar, there are two levels of terraces. Here, the lower terrace is about 20 m high and the upper terrace is about 10 m higher than the lower one. It is covered by grass and at present does not show erosion activity.

Similar types of deposits are distributed at Bagtar, Khanaltar, Male Bagar, Budhuwa Phant, Chhang Patan, and Tallo Tar.

Since 2003, the Seti River Control and Bhimad Bazaar Management Committee is working for the management of Bhimad Bazaar and carrying out river training works to protect the Bhimad Bazaar from bank erosion and undercutting. The Committee has constructed about 150 m long gabion embankment, 3 spurs (about 40 m long, 2 m high and 2 m wide) to protect the steep cliff from toe cutting (Plates 2 and 3). As a result, presently the cliff is protected and the Seti River is undercutting its left bank.



Plate 2: Terrace cliff east of Bhimad Bazaar



Plate 3: River training works to protect the bank cutting

Dark grey to black coloured thin- to medium-bedded slate (Plate 4) is exposed on both banks of the Seti River, over which there is a truss bridge (span = 55 m) and an antique suspension bridge made by local people using local resources during the ruling period of Juddha Shamsheer. The black slate is dipping towards the south with dip amount less than 45° . Very gently dipping synclinal fold is observed just below the truss bridge. A narrow gorge is formed at this place.

The rock exposure is about 20 m in high and 35 m in wide. There are two prominent joint sets, which are filled with silt and clay. The exposure is damp but no water is seeping through it.



Plate 4: Rock exposure (black slate) on the right bank of The Seti River at the bridge

The next similar rock out crop is located about 150 m down stream from the bridge. It is on the right bank of the Seti River and is represented by black slates. The attitudes of the bedding and joints at this exposure are:

Bedding: 109/47 SW; Joints J1: 25/60 SE, J2: 138/35 SW

LS2

About 300 m downstream from Bhimad bazaar, on the left bank, there is about 20 m high and 15 m wide plane rockslide (Plate 5). It is a dip slope and there are two perpendicular joint sets intersecting the cleavage plane. On the right bank, opposite the rockslide, a soil slide is seen on the terrace. Rills and gully are well developed in it and intense erosion is taking place.



Plate 5: Rockslide on the left bank of The Seti River near Bhimad Bazaar

LS3

Another rock exposure is observed on both banks of the Seti River just upstream from the suspension bridge near the Jana Adarsa Campus. The bridge joins Khanaltar and Chhang Patan. The area is composed of slightly weathered, light brownish grey coloured, thickly laminated to medium-bedded slate. A plane failure on the slate is seen on the left bank, but the opposite bank is stable. The river terrace is also seen on the right foundation of the bridge. The gravel and cobble clasts are slightly loose and flat to subrounded in shape. They are composed of limestone, gneiss, quartzite, and phyllite with reddish brown coloured matrix. Good pebble imbrication is observed, which show the palaeocurrent to SE.

A plane rockslide is seen about 350 m downstream from the suspension bridge on the left bank of the river (Plate 6). The exposure height is about 35 m and width is about 120 m.



Plate 6: Plane failure at Chhang Patan

About 140 m long soil slide is observed about 175 m downstream from the rockslide on the cut bank near Chhang Patan. Here, intense rills and gullies are developed, and the slide is sparsely covered by grass.

LS4

The Jyagdi Khola is flowing between Khanaltar and Male Bagar. Its both banks are severely eroded with badland topographic features such as pinnacles (Plate 7). The river terrace is also seen on the right abutment of the bridge. Gravel to boulder size clasts are loosely cemented and flat to subrounded in shape. They are composed of limestone, gneiss, quartzite, and phyllite with reddish brown matrix. The pebble imbrication indicates SE flow direction.



Plate 7: Intense gully erosion on the soil slide and river terrace on the right bank of Jyagdi Khola

At Budhuwa Phant, the terrace is 30 m high and composed of rounded to subrounded boulders and pebbles of limestone, gneiss, quartzite and other metamorphic and sedimentary rocks. But gravels are relatively smaller in size than at LS3. Upper part of terrace is covered by nearly 2m thick recent alluvial deposit composed of small pebble to big boulders of granite, gneiss, limestone and slate boulders. Good pebble imbrications dipping towards northwest can be seen. But on right bank of The Seti River opposite to Budhuwa Phant there is steep rock cliffs of slate covered with vegetation.

On the right bank of The Seti River at Budhuwa Phant, many rills and gullies were developed on a small soil slide.

LS5

At this location, vertical cliffs are observed on both banks of the Wantang Khola, near an earthen road. The cliffs are composed of loose fine sand and pebbles. A small soil failure is seen (Plate 8) and it is about 15 m high. The upper part of the terrace is composed gneiss, quartzite, limestone and granite boulders, which are spread at the lower reaches. An outlet of an irrigation drain is also seen (Plate 9).



Plate 8: A small soil slide in the Wantang Khola



Plate 9: Boulders in the upper part of terrace

Between the Wantang Khola and Phedi Khola there are two villages named Rising Patan (Plate 10) and Jaruwapani situated on the old river terrace. A rockslide is seen on the left bank at the confluence of a tributary. The slide is on the weathered black slate, which is covered by the grey residual soil.



Plate 10: View of Rising Patan from Amdanda

LS6

At the confluence of the Chyobri Khola and Phedi Khola, a few small soil slides are observed on the cut bank of the tributary (Plates 11). Many small soil slides and rockslides are observed along the Phedi Khola, downstream from the confluence with the Chyobri Khola. Sporadically, recent alluvial deposits are seen in the riverbed whereas mostly the riverbed is covered by steep old river terraces and at the lower part of the terrace slate is exposed.



Plate 11: A small soil slides on Phedi Khola

LS7

On the left bank of the Phedi Khola along the village foot trail, light grey, slightly weathered, thinly laminated to medium-bedded phyllite is exposed for about 100 m. On the right bank of the Phedi Khola, nearly 100 m downstream from the confluence with the Chyobri Khola, there is about 30 m high terrace at Jalbire Tar. The terrace cut slope is unstable along the Phedi Khola and many active as well as old failures are observed. Many rills and gullies are well developed and they are frequently covered by thin bushes.

A terrace deposit composed of small pebbles with a few cobbles in fine matrix is observed along the foot trail towards Bandarkuna from Jalbire. At the river bend, some small landslides are observed. There are small irrigation canals on both banks of the Phedi Khola, and they irrigate the agriculture land of Bandarkuna (Plate 12).



Plate 12: Irrigation canals to Bandarkuna

Near the confluence of the Seti River and the Phedi Khola, there is about 40 m high terrace. Phyllite is exposed near the riverbed on both banks. The rocks contain many boudinaged quartz veins. Attitudes of bedding: 65/34SE; Joint J1: 75/55, J2: 330/78, J3: 200/54SW

Near the confluence of the Phedi Khola and the Seti River on right bank of the Seti River, steep terrace of 20 m height is observed. At the bend, colluvial deposit is observed. On the right bank, there is a steep rock exposure with a possibility of rock toppling. Altitude: 370 m (MSL)

LS8

Along the riverbank, at Bandarkuna, big conglomerate boulders (up to 2.5 m in diameter) are observed. They are composed of boulders of subangular to subrounded, laminated, grey limestone, marble, laminated sandstone, and shale (Plate 13). The boulders contain a small quantity of gneiss, granite and schist gravel. Their grain size varies from 40 cm to a few cm. They have a calcareous matrix, which has cemented the clasts (Plate 14).



Plate 13: Conglomerate

Terrace deposits are observed on the way to Geruwatar. They are composed of gneiss, quartzite, limestone, and granite with a fine matrix of sand and clay (Plate 14).



Plate 14: Terrace near Geruwatar

LS9

Below the suspension bridge of Geruwatar, on the right bank, a rock cliff of thickly laminated to medium bedded black slate is observed. A gently plunging syncline with small anticline in its core is observed (Plate 15).

Plunge direction: 180. Plunge amount: 10-15

Height of exposure: 20 m, width: 65 m



Plate 15 Rock exposure at Geruwa Tar village

The rock is overlain by recent alluvial deposits forming the terrace of Geruwatar. Geruwatar is basically grassland. From Geruwatar uphill towards Amdada, the area is covered by colluvial deposits of slate. It is light grey to reddish brown. Steep grey slate cliff is observed near Geruwatar in the south part.

LS10

Highly folded and fractured slate is seen on the left bank of the Seti River, opposite the Geruwatar village (Plate 16). Its crown is about 25 m above the riverbed.



Plate 16: Shear zone

LS11

On the right bank, near a hut made by Bhainsekilo Aama Samuha, towards Tuttwa downstream from Geruwatar, mainly colluvial deposits and rock exposures are observed. Down slope from the Tuttwa village near the suspension bridge, the outcrop of slate is exposed with folded quartz vein on the left bank of The Seti River. The rock is highly fractured and due to the overburden mass and rock dipping opposite to slope, there is a possibility of rock toppling. On the left bank, the terrain is mostly covered by colluvial deposits whereas on the right bank alluvial deposits are observed.

Old soil slide is observed at the Dying Khola near the right bank of the suspension bridge, which is covered by vegetation (Plate 17).

About 400 m downstream from the Tuttwa suspension bridge, on the right bank, an old soil slide is observed, which is covered by vegetation.



Plate 17: An old soil slide covered by shrubs at the Dying Khola near the right abutment of suspension bridge

LS12

On the left bank of the Seti River, about 1.5 km downstream towards the Chhap bridge from the Tuttwa suspension bridge, on the foot trail, near the spring, the colluvial deposits of dolomite is observed with crosscutting quartz veins. The boulders of dolomite (up to 6 m) are observed. The colluvial deposits are covered by vegetation. Altitude = 390 m.

LS13

Near the confluence of the Lima Khola, near a suspension bridge, on the left bank of the Lima Khola about 30 m to the Seti River, an exposure of light grey to greenish grey coloured thickly laminated to medium bedded slate is observed. The slate bed is slightly undulated. The slate is highly fractured and there are two prominent joint sets. About 1 m thick calcareous bed is interbedded with the slate bed. A landslide of 25 m height and 20 m width is observed. The landslide consists of small angular fragments of slate and fine soil with lots of small gullies. At some places there is possibility of rock toppling. There are lots of quartz veins with some quartz vein having thickness up to 30 cm.

Attitude: Slate: 92/56 SW, 91/51 SW; Dolomite: 97/58 SW

LS14

On the left bank of the Seti River, about 10 m to the Lima suspension bridge, an outcrop of highly fractured cream coloured to bluish grey dolomite beds is observed. Altitude = 360 m

About 1 km downstream from the Lima suspension bridge, on the left bank of the Seti River, near the Bagar village, a rockslide is observed. The rockslide is due to the block failure in dolomite.

LS15

On the left bank of the Seti River, about 1.5 km towards Beteni at a spring of Deurali, about 5 m thick alluvial deposit with fining-upward sequence is observed consisting of boulders up to 1 m size (Plate 18). The boulders are basically of quartzite, dolomite, gneiss and shale with sand and silty clayey fine matrix. Altitude = 330 m.



Plate 18: River terrace overlain by colluvial soil

Most of the terrain is covered by colluvial deposits containing clasts of dolomite. The clasts in the colluvium vary from fines to boulders (about 5 m), and the matrix is of the same material.

LS16

At the proposed dam site of hydropower, there are steep cliffs of dolomite on both banks of the river making a deep and narrow gorge. On the left bank, attitude of bedding = 40/40 SE; joint: J1 30/41 SE; joint: J2 350/45 NW; natural slope: 310/74 SW.

Drilling works are being conducted at this area. There are four drilling points at various heights. Three drilling points are on the right bank (D1=50m, D2=90m, D3=100m) and one drilling point is on the left bank (D4=50m).

On the left bank, small caverns are present with 1 m x 2 m openings and beautiful stalactites and stalagmites (Plate 19). From the small caverns water is flowing out. Besides that on the right bank cliff also up to 20 height from riverbed small holes are present, which are tufa, and are most vulnerable to dam site seepage. Some geophysical survey is required to map out the seepage area

(Plate 20). The dolomite is thickly laminated to very thickly bedded (>2m). Due to the unfavourable jointing pattern, there is a possibility of rock fall.



Plate 19: Leakage through the cavern near proposed dam axis on the left bank of the Seti River



Plate 20: Proposed dam axis on the right bank of the Seti River

LS17

On the right bank, there is about 40 m high and 25 m wide rockslide.

Annex B-3: Water Sources Impacted by the Project

a. Name and the sources of drinking water being used and impacted by the project.

Group No.	Source Type	Source Name	Location	Beneficiary Household
1. V D C- Chhang-4, Chokre				
	Pond/Pokhari	Chokre Pokhari	Just below Chokre village	39
2. V D C- Chhang- 5, Fulbari Ghaderi				
	Pond/Pokhari	Chokre	Chokre	20
	Pipe water	Pipale	Pipale	15
3. V D C- Chhang-7, Jhakash Fulbari				
	Pipe water	Chitung Khola	Jhakash-Fulbari	23
4. V D C- Bhimad - 1, Khanaltar				
	-	-	-	-
5. V D C- Rani Pokhari - 9, Rising Patan				
	Spring /Mulpani	Kumalpani	Rising Patan	50
	Spring /Mulpani	Amalapani	Rising Patan	50
	Spring /Mulpani	Dulegaunda	Rising Patan	40
	Spring /Mulpani	Dhunge Pandhero	Rising Patan	200
	Spring /Mulpani	Tarebhir	Rising Patan	70
6. V D C- Rani Pokhari - 9, Rising Patan - Kharkhare				
	Stream	Bokse Chhahra	Sanutari	16
7. V D C- Kotdarbar - 1, Maidan Swanra				
	Spring /Mulpani	Risini Khola	Ward-3	35
8. V D C- Kahun Shivapur - 3, Bakle				
	Kuwa	Bakle Kuwa	Bansbot	4
	Kuwa	Sarki Kuwa	Kahun	50
	Pipe Water	Kheradi	Kahun Basti	20
	Kuwa	Gidha	Ranibari Gidha	5
9. V D C- Kahun Shivapur - 1, Beltar				
	-	-	-	-
10. Vyas Municipality - 7, Tallo Patan				
	-	-	-	-
11. Vyas Municipality - 7, Beni Patan				
	Spring /Mulpani	Linde Dhara	Near School	25
	Water Tank	Dharakholsi and Asagurikholsi	Asaguri	45
	Pipe Water	Dharakholsi	Asaguri Puchhar	1
12. Vyas Municipality - 7, Beteni				
	-	-	-	-
13. Vyas Municipality - 5, Baireni-Botegaun				
	-	-	-	-

b. Name of irrigation scheme and source being used and impacted by the project.

Group No.	Source Type	Sscheme Name	Location	Beneficiary Household
1. V D C- Chhang-4, Chokre				
	Stream/Khola	Dumre Khola Kulo	Duwan	7
2. V D C- Chhang- 5, Fulbari Ghaderi				
	Stream/Khola	Chokre Canal	Chokre	35
3. V D C- Chhang-7, Jhakash Fulbari				
	Stream/Khola	Huti Khola Kulo	Chokretar	18
4. V D C- Bhimad - 1, Khanaltar				
	Stream/Khola	Birta Nahar		40
	Stream/Khola	Mathillo Kulo		40
5. V D C- Rani Pokhari - 9, Rising Patan				
	-	-	-	-
6. V D C- Rani Pokhari - 9, Rising Patan - Kharkhare				
	Stream/Khola	Bandarkuna Kulo	Bandarkuna	45
	Stream/Khola	Jhakash Kulo	Sankhar,Jhakash	8
	Stream/Khola	Sankhar Kulo	Sankhar	6
	Stream/Khola	Tarebhir Kulo	Tarebhir khet	6
7. V D C- Kotdarbar - 1, Maidan Swanra				
	Stream/Khola	Odare Kulo	Shivapur	3
	Stream/Khola	Chhabise Kulo	Kotdarbar	6
	Stream/Khola	Wasebagar-1	Kotdarbar	3
	Stream/Khola	Wasebagar-2	Kotdarbar	2
	Stream/Khola	Dhap Kulo	Kotdarbar	3
	Stream/Khola	Manpure Khola Kulo	Kotdarbar	1
	Stream/Khola	Khahare Khola Kulo	Kahun Shivapur	2
8. V D C- Kahun Shivapur - 3, Bakle				
	Stream/Khola	Mathillo Kulo	Ranguwa	20
	Stream/Khola	Barala Tharamuni	Tharamuni	3
	Stream/Khola	Phordi Khola Muhan	Lima Khola	2
	Stream/Khola	Khare Khola kulo	Khahare	3
9. V D C- Kahun Shivapur - 1, Beltar				
	-	-	-	-
10. Vyas Municipality - 7, Tallo Patan				
	-	-	-	-
11. Vyas Municipality - 7, Beni Patan				
	Stream/Khola	Asaguri Kulo	Asaguri Danda	3
12. Vyas Municipality - 7, Beteni				
	-	-	-	-
13. Vyas Municipality - 5, Baireni-Botegaun				
	-	-	-	-

c. Ghatta (traditional water mill), water turbine (pani mill) impacted by the project.

-	NA	NA	NA	NA
---	----	----	----	----

Source: based on Focus Group Discussions at various project locations,