

ペルー国
溪谷村落洪水対策事業準備調査

ファイナルレポート
メインレポート
I-1 プログラムレポート
(開示用暫定版)

平成 25 年 3 月
(2013 年 3 月)

独立行政法人 国際協力機構
八千代エンジニアリング株式会社
日本工営株式会社
中南米工営株式会社

環境
JR
13-089

ファイナルレポートの構成

要約報告書

I. フィージビリティ調査報告書

I-1 プログラムレポート (カニエテ川、チンチャ川、ピスコ川、マヘス-カマナ川) (本レポート)

I-2 プロジェクトレポート (カニエテ川)

I-3 プロジェクトレポート (チンチャ川)

I-4 プロジェクトレポート (ピスコ川)

I-5 プロジェクトレポート (マヘス-カマナ川)

I-6 サポートイングレポート

Annex-1 気象/水文/流出解析

Annex-2 氾濫解析

Annex-3 河床変動解析

Annex-4 治水計画

Annex-5 チラ川洪水予警報

Annex-6 砂防計画

Annex-7 植林/植生回復

Annex-8 施設計画/設計

Annex-9 施工計画/積算

Annex-10 社会経済調査/経済分析

Annex-11 環境社会配慮/ジェンダー

Annex-12 防災教育/能力開発

Annex-13 ステークホルダー会議

Annex-14 有償資金協力事業実施計画

Annex-15 設計図集

I-7 データブック

II. プレフィージビリティ調査報告書

II-1 プログラムレポート (チラ川、カニエテ川、チンチャ川、ピスコ川、ヤウカ川、マヘス-カマナ川)

II-2 プロジェクトレポート (チラ川)

II-3 プロジェクトレポート (カニエテ川)

II-4 プロジェクトレポート (チンチャ川)

II-5 プロジェクトレポート (ピスコ川)

II-6 プロジェクトレポート (ヤウカ川)

II-7 プロジェクトレポート (マヘス-カマナ川)



付図 調査対象地域

略 語

Abbre.	Official Form or Meaning
ANA	全国水資源局 Autoridad Nacional del Agua
ALA	地方水資源局 Autoridad Local del Agua
B/C	便益比(Cost Benefit Ratio)
GDP	国内総生産(Gross Domestic Product) PBI (Producto Bruto Interno)
GIS	地理情報システム Geographic Information System
DGAA	環境局 Dirección General de Asuntos Ambientales
DGFFS	森林・野生動物局 Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre
DGIH	農業省水インフラ局 Dirección General de Infraestructura Hidráulica
DGPI(旧 DGPM)	投資政策局 Dirección General de Política de Inversiones
DGETP(旧 DNEP)	公債国庫局 Dirección General de Endeudamiento y Tesoro Público
DRA	地方農業局 Dirección Regional de Agricultura
EIA	環境影響評価 Environmental Impact Assessment
FAO	国際連合食糧農業機関 Food and Agriculture Organization of the United Nations
F/S	フィージビリティ調査 Feasibility Study
GORE	地方政府 Gobierno Regional
HEC-HMS	Hydrologic Engineering Centers Hydrologic Modeling System 法
HEC-RAS	Hydrologic Engineering Centers River Analysis System 法
IGN	国土地理院 Instituto Geográfico Nacional
IGV	売上税 Impuesto General a las Ventas
INDECI	国立防災機構 Instituto Nacional de Defensa Civil
INEI	国立統計院 Instituto Nacional de Estadística
INGEMMET	国立地質・鉱業・冶金院 Instituto Nacional Geológico Minero y Metalúrgico
INRENA	国立天然資源院 Instituto Nacional de Recursos Naturales
IRR	内部収益率 (Internal Rate of Return) TIR (Tasa Interna de Retorno)
JICA	独立行政法人 国際協力機構 Japan International Cooperation Agency
JNUDRP	全国水利組合 Junta Nacional de Usuarios de los Distritos de Riego del Perú
L/A	借款契約 Loan Agreement
MEF	経済財政省 Ministerio de Economía y Finanzas

MINAG	農業省 Ministerio de Agricultura
M/M	協議議事録 Minutes of Meeting
NPV	純現在価値 (NET PRESENT VALUE) VAN (Valor Actual Neto)
O&M	運営維持管理 Operation and maintenance (Operación y Mantenimiento)
OGA	総管理局 Oficina General de Administración
ONERRN	国立天然資源評価局 Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales
OPI (OPP)	計画投資室 Oficina de Programación e Inversiones (計画・予算室、 Oficina de Planificación y Presupuesto)
PE	特別プロジェクト Proyecto Especial (Exp. PE Chira-Piura チラーピウラ特別プロジェクト)
PES	Payment for Environmental Services, PSA (Pago por Servicios Ambientales)
PERFIL	プロフィール調査
PERPEC	河川流路整備・取水構造物保護プログラム Programa de Encauzamiento de Ríos y Protección de Estructura de Captación
PRONAMACHIS	全国流域・土壌保全管理計画 Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos
PSI	農業省灌漑サブセクタープログラム Programa Subsectorial de Irrigaciones
SCF	標準変換係数 Standard Conversion Factor
SENAMHI	国立気象・水文機構 Servicio Nacional de Meteorología y Hidrología
SNIP	公共投資国家審査システム Sistema Nacional de Inversión Pública
UE	実施機関 Unidad Ejectora
UF	形成機関 Unidad Formuladora
VALLE	沖積平野、谷底平野
VAT	付加価値税 Value Added Tax

ペルー国
溪谷村落洪水対策事業準備調査
ファイナルレポート
I-1 メインレポート
プログラムレポート

目次

調査対象地域

略号

まえがき

第1章 要約	1-1
1.1 プロジェクトの名称	1-1
1.2 プロジェクトの目的	1-1
1.3 需要と供給のバランス	1-1
1.4 技術的提案	1-2
1.4.1 構造物対策	1-2
1.4.2 非構造物対策	1-3
1.4.3 技術支援	1-4
1.5 プロジェクトのコスト	1-4
1.6 社会評価	1-5
1.7 持続可能性の分析	1-5
1.8 環境インパクト	1-6
1.9 組織と管理	1-7
1.10 実施計画	1-9
1.11 資金計画	1-10
1.12 結論と提言	1-10
1.12.1 結論	1-10
1.12.2 提言	1-10
1.13 論理的枠組み	1-11
1.14 中・長期計画	1-12
第2章 一般的側面	2-1
2.1 プロジェクトの名称	2-1
2.2 形成および執行機関	2-1
2.3 関係機関と被益者の参加	2-1

2.4	構想の枠組み（関連性の枠組み）	2-4
2.4.1	プログラムの背景	2-4
2.4.2	プログラムに関連する法令、政策、ガイドライン	2-7
第3章	アイデンティフィケーション	3-1
3.1	現状分析	3-1
3.1.1	自然条件	3-1
3.1.2	対象地域の社会経済	3-3
3.1.3	農業	3-18
3.1.4	インフラ	3-33
3.1.5	洪水被害の実態	3-40
3.1.6	現地調査の結果	3-41
3.1.7	植生および植林の現況	3-69
3.1.8	土壌侵食の現況	3-80
3.1.9	流出解析	3-100
3.1.9.1	降雨量	3-100
3.1.9.2	流量	3-122
3.1.9.3	実測流量に基づく確率規模洪水流量	3-128
3.1.9.4	降雨量に基づく流出解析（HEC-HMS システム）	3-129
3.1.9.5	解析結果の考察	3-145
3.1.10	氾濫解析	3-152
3.2	プロジェクトの目的	3-164
3.2.1	調査対象地域の洪水対策における問題点	3-164
3.2.2	問題点の原因	3-164
3.2.3	問題点による結果	3-165
3.2.4	原因と結果の樹系図	3-165
3.2.5	主要な問題点を解決する手段	3-167
3.2.6	主要な目的を達成することにより得られる効果	3-167
3.2.7	手段—目的—効果の樹系図	3-168
第4章	プロジェクトの形成と評価	4-1
4.1	プロジェクトの評価期間	4-1
4.2	需要と供給の分析	4-1
4.3	技術的提案	4-3
4.3.1	構造物対策	4-3
4.3.2	非構造物対策	4-37

4.3.2.1	植林/植生回復	4-37
4.3.2.2	土砂制御計画	4-45
4.3.3	技術支援	4-48
4.4	コスト	4-53
4.4.1	コストの算出（民間価格）	4-53
4.4.2	コストの算出（社会価格）	4-56
4.5	社会評価	4-57
4.5.1	民間価格	4-57
4.5.2	社会価格	4-62
4.5.3	社会評価のまとめ	4-63
4.6	感度分析	4-64
4.7	リスク分析	4-66
4.8	持続可能性分析	4-68
4.9	環境インパクト	4-70
4.9.1	環境影響評価の手続き	4-70
4.9.2	環境影響評価の方法	4-74
4.9.3	環境的影響・社会的影響の認識・描写・評価	4-74
4.9.4	環境影響管理	4-80
4.9.5	環境管理計画	4-81
4.9.6	環境影響管理対策実施予算	4-82
4.9.7	結論と提言	4-83
4.10	組織と管理	4-84
4.11	実施計画	4-90
4.12	資金計画	4-93
4.13	最終選定案の論理的枠組み	4-94
4.14	インパクト評価の基準	4-95
4.15	中・長期計画	4-95
4.15.1	全体治水計画	4-96
4.15.2	植林・植生計画	4-128
4.15.3	土砂制御計画	4-134
第5章	結論と提言	5-1
5.1	結論	5-1
5.2	提言	5-1
5.2.1	本事業に係わる提言	5-1
5.2.2	ペルー国における今後の洪水対策に係わる提言	5-6

表 一 覧

表-1.3-1	各流域における需要と供給	1-1
表-1.5-1	事業費および事業費の内訳	1-4
表-1.6-1	社会評価の結果.....	1-5
表-1.7-1	水利組合の事業予算	1-6
表-1.7-2	維持管理費の水利組合事業費および被害軽減額に対する比率.....	1-6
表-1.10-1	実施計画.....	1-9
表-1.11-1	事業実施時における資金支出計画	1-10
表-1.13-1	最終案の論理的枠組み	1-12
表-1.14-1	全体治水計画における事業費および社会評価(民間価格).....	1-13
表-1.14-2	全体治水計画における事業費および社会評価(社会価格).....	1-13
表-1.14-3	上流域における植林計画	1-14
表-1.14-4	上流域における土砂制御施設の概算事業費	1-14
表-2.3-1	水利組合の概要.....	2-3
表-2.4.1-1	調査および報告書提出の経緯	2-6
表-3.1.2-1	カニエテ川周辺の町および面積	3-3
表-3.1.2-2	都市部及び地方部の人口変化	3-4
表-3.1.2-3	世帯数および家族数	3-4
表-3.1.2-4	労働従事状況	3-4
表-3.1.2-5	貧困率	3-5
表-3.1.2-6	住宅状況	3-5
表-3.1.2-7	1人当たり GNP の経年変化 (2001-2010)	3-8
表-3.1.2-8	チンチャ川周辺の町および面積	3-8
表-3.1.2-9	都市部及び地方部の人口変化	3-9
表-3.1.2-10	世帯数および家族数	3-9
表-3.1.2-11	労働従事状況	3-9
表-3.1.2-12	貧困率	3-10
表-3.1.2-13	住宅状況	3-10
表-3.1.2-14	ピスコ川周辺の町および面積	3-11
表-3.1.2-15	都市部及び地方部の人口変化	3-11
表-3.1.2-16	世帯数および家族数	3-12
表-3.1.2-17	労働従事状況	3-12

表-3.1.2-18	貧困率.....	3-12
表-3.1.2-19	住宅状況.....	3-13
表-3.1.2-20	マヘスーカマナ川周辺の町および面積	3-14
表-3.1.2-21	都市部及び地方部の人口変化	3-14
表-3.1.2-22	Castilla の世帯数および家族数.....	3-14
表-3.1.2-23	Camaná の世帯数および家族数.....	3-15
表-3.1.2-24	Castilla の労働従事状況	3-15
表-3.1.2-25	Camana の労働従事状況	3-15
表-3.1.2-26	Castilla の貧困率	3-16
表-3.1.2-27	Camana の貧困率	3-16
表-3.1.2-28	Castilla の住宅状況	3-17
表-3.1.2-29	Camana の住宅状況	3-18
表-3.1.3-1	水利組合の概要.....	3-19
表-3.1.3-2	主要農作物の作付け状況および売上高.....	3-20
表-3.1.3-3	水利組合の概要.....	3-22
表-3.1.3-4	主要農作物の作付け状況および売上高	3-23
表-3.1.3-5	水利組合の概要.....	3-25
表-3.1.3-6	主要農作物の作付け状況および売上高.....	3-26
表-3.1.3-7	マヘス川水利組合の概要	3-29
表-3.1.3-8	カマナ川水利組合の概要	3-30
表-3.1.3-9	主要農作物の作付け状況および売上高.....	3-31
表-3.1.4-1	道路概要.....	3-33
表-3.1.4-2	灌漑水路の状況.....	3-33
表-3.1.4-3	排水路.....	3-34
表-3.1.4-4	PERPEC により実施された事業	3-34
表-3.1.4-5	道路概要.....	3-35
表-3.1.4-6	PERPEC により実施された事業	3-35
表-3.1.4-7	灌漑施設.....	3-36
表-3.1.4-8	PERPEC により実施された事業	3-36
表-3.1.4-9	マヘス川流域の道路概要	3-37
表-3.1.4-10	カマナ川流域の道路概要	3-37
表-3.1.4-11	灌漑水路の状況.....	3-38
表-3.1.4-12	PERPEC により実施された事業	3-39
表-3.1.5-1	洪水被害状況.....	3-40
表-3.1.5-2	被害状況.....	3-40
表-3.1.5-2	調査対象地域における災害	3-41

表-3.1.7-1	カニエテ、チンチャ、ピスコの代表的植生一覧	3-69
表-3.1.7-2	植生区分面積と流域面積に対する割合 (カニエテ、チンチャ、ピスコ流域).....	3-75
表-3.1.7-3	大区分植生の流域面積に対する割合 (カニエテ、チンチャ、ピスコ流域)	3-75
表-3.1.7-4	植生区分ごとの面積 (マヘスーカマナ流域)	3-75
表-3.1.7-5	大分類植生区分ごとの面積 (マヘスーカマナ流域)	3-76
表-3.1.7-6	2005 年までに減少した森林面積.....	3-77
表-3.1.7-7	1995 年から 2000 年の植生区分の面積変化 (カニエテ他 2 流域)	3-77
表-3.1.7-8	1995 年から 2000 年の植生区分の面積変化 (マヘスーカマナ流域)	3-78
表-3.1.7-9	1994 年から 2003 年までの植林実績	3-79
表-3.1.7-10	アレキパ州の植林実績	3-79
表-3.1.8-1	収集資料の一覧	3-80
表-3.1.8-2	各流域における標高特性	3-81
表-3.1.8-3	各流域における傾斜区分割合	3-82
表-3.1.8-4	各流域の河床勾配.....	3-84
表-3.1.8-5	各流域における斜面勾配と標高の関係.....	3-89
表-3.1.8-6	流域毎のエリアと標高の関係.....	3-90
表-3.1.8-7	マヘス川上流で発生した土石流.....	3-93
表-3.1.8-8	雨量を確認した観測所一覧.....	3-96
表-3.1.8-9	各観測所の確率雨量と 1998 年最大日雨量.....	3-96
表-3.1.9.1-1	雨量観測地点一覧 (カニエテ川流域)	3-100
表-3.1.9.1-2	雨量観測データ収集期間 (カニエテ川流域)	3-101
表-3.1.9.1-3	カニエテ川流域およびその近傍の流域における月平均降雨量 (mm)	3-102
表-3.1.9.1-4	カニエテ川流域の各降雨観測所における年最大 24 時間雨量 (日雨量)	3-104
表-3.1.9.1-5	雨量観測地点一覧 (チンチャ川流域)	3-106
表-3.1.9.1-6	雨量観測データ収集期間 (チンチャ川流域)	3-106
表-3.1.9.1-7	チンチャ川流域およびその近傍の流域における月平均降雨量 (mm)	3-108
表-3.1.9.1-8	チンチャ川流域の各降雨観測所における年最大 24 時間雨量 (日雨量)	3-109
表-3.1.9.1-9	雨量観測地点一覧 (ピスコ川流域)	3-111
表-3.1.9.1-10	雨量観測データ収集期間 (ピスコ川流域)	3-111
表-3.1.9.1-11	ピスコ川流域およびその近傍の流域における月平均降雨量 (mm)	3-113
表-3.1.9.1-12	ピスコ川流域の各降雨観測所における年最大 24 時間雨量 (日雨量)	3-114
表-3.1.9.1-13	雨量観測地点一覧 (マヘスーカマナ川流域)	3-116
表-3.1.9.1-14	雨量観測データ収集期間 (マヘスーカマナ川流域)	3-117
表-3.1.9.1-15	TISCO 観測所の月降雨量.....	3-119

表-3.1.9.1-16	マヘス-カマナ川流域およびその近傍の流域における月平均降雨量 (mm)	3-120
表-3.1.9.2-1	カニエテ川における流量観測所	3-123
表-3.1.9.2-2	カニエテ川流域 SOCSI CAÑETE 観測所における年最大流量	3-123
表-3.1.9.2-3	チンチャ川における流量観測所	3-125
表-3.1.9.2-4	チンチャ川流域 CONTA 観測所の年最大流量	3-125
表-3.1.9.2-5	ピスコ川における流量観測所	3-126
表-3.1.9.2-6	ピスコ川流域 LETRAYOC 観測所の年最大流量	3-126
表-3.1.9.2-7	マヘス - カマナ川における流量観測所	3-127
表-3.1.9.2-8	マヘス - カマナ川流域観測所の年最大流量	3-128
表-3.1.9.3-1	基準地点確率規模流量	3-129
表-3.1.9.4-1	各降雨観測所における各確率規模の 24 時間降雨量 (マヘス - カマナ川流域)	3-132
表-3.1.9.4-2	マヘス - カマナ川流域の構成流域における確率規模の 24 時間降雨量	3-134
表-3.1.9.4-3	SCS Hypothetical Storm における 24 時間降雨量累加曲線	3-135
表-3.1.9.4-4	CN の採用値	3-139
表-3.1.9.4-5	土地利用および土質性状に基づく CN	3-140
表-3.1.9.4-6	確率規模別洪水流量	3-143
表-3.1.9.4-7	確率規模別洪水比流量	3-143
表-3.1.9.4-8	既往最大流量と確率 50 年流量の比較	3-143
表-3.1.9.5-1	各河川の流出特性	3-149
表-3.1.9.5-2	各河川の基準地点の確率別流出量 (m^3/s) 比較	3-149
表-3.1.9.5-3	各河川の基準地点の確率別 24 時間雨量 (mm)	3-150
表-3.1.9.5-4	各河川の基準地点における確率別 24 時間総降雨量 (千 m^3)	3-150
表-3.1.9.5-5	基準地点の確率別流量 (m^3/s) / 流域面積 (km^2)	3-150
表-3.1.9.5-6	基準地点の確率流量 (m^3/s) / 総雨量(千 m^3)	3-151
表-3.1.9.5-7	基準地点の確率別流量 (m^3/s) / 総雨量 (千 m^3)	3-151
表-3.1.9.5-8	カニエテ川における確率規模流量の比較	3-152
表-3.1.10-1	河川測量の概要	3-152
表-3.1.10-2	氾濫解析手法	3-153
表-3.2.1-1	洪水対策における問題点と保全対象	3-164
表-3.2.2-1	主要な問題点の直接的および間接的原因	3-164
表-3.2.3-1	問題点による直接的および間接的結果	3-165
表-3.2.5-1	問題点を解決する直接的および間接的手段	3-167
表-3.2.6-1	直接的および間接的効果	3-168
表-4.2-1	各流域における需要と供給	4-1
表-4.2-2	需要と供給の計算 (カニエテ川の例)	4-2

表-4.3.1-1	生起確率洪水量と既往最大流量 (m ³ /sec)	4-4
表-4.3.1-2	地形測量の概要	4-7
表-4.3.1-3	評価項目と採点基準	4-8
表-4.3.1-4	対策箇所の選定根拠 (Cañete 川)	4-14
表-4.3.1-5	対策箇所の選定根拠 (Chincha 川)	4-16
表-4.3.1-6	対策箇所の選定根拠 (Pisco 川)	4-18
表-4.3.1-7	対策箇所の選定根拠 (Majes-Camana 川)	4-20
表-4.3.1-8	施設概要一覧	4-26
表-4.3.1-9	計画高水流量と余裕高	4-29
表-4.3.2.1-1	生産可能苗木樹種リスト	4-40
表-4.3.2.1-2	現地調査で確認された樹種リスト (河川沿い)	4-41
表-4.3.2.1-3	植栽樹種選定結果 (詳細)	4-41
表-4.3.2.1-4	樹種選定の評価基準	4-42
表-4.3.2.1-5	選定した樹種	4-42
表-4.3.2.1-6	植林/植生回復計画数量 (河川沿い: タイプ A)	4-43
表-4.3.2.1-7	植林計画地別・樹種別本数割合	4-44
表-4.3.2.1-8	苗木単価 (河川構造物沿い植林)	4-45
表-4.3.2.1-9	植林工事費 (河川構造物沿い植林)	4-45
表-4.3.2.2-1	土砂制御計画基本方針	4-46
表-4.3.2.2-2	河床変動解析の結果	4-47
表-4.3.3-1	技術支援の内容と直接費用	4-51
表-4.4.1-1	労務費単価 (カニエテ川の例)	4-54
表-4.4.1-2	主要な材料単価 (カニエテ川の例)	4-54
表-4.4.1-3	主要な建設機械単価 (カニエテ川の例)	4-54
表-4.4.1-4	工事数量	4-54
表-4.4.1-5	工事単価の積算 (カニエテ川 Ca-1 の例)	4-55
表-4.4.1-6	直接工事費	4-55
表-4.4.1-7	コンサルタント詳細設計費	4-55
表-4.4.1-8	コンサルタント施工管理費	4-55
表-4.4.1-9	用地取得費	4-55
表-4.4.1-10	補償工事費(直接工事費)	4-55
表-4.4.1-11	事業実施機関管理費 (全流域合計)	4-55
表-4.4.1-12	総事業費 (民間価格)	4-55
表-4.4.1-13	総事業費 (社会価格)	4-55
表-4.4.1-14	年間維持管理費	4-55
表-4.4.2-1	社会価格への標準変換係数 (MEF: 経済財政省)	4-56

表-4.4.2-2	対策工直接工事費の民間価格から社会価格への変換.....	4-56
表-4.5.1.1-1	洪水被害額の算定項目	4-57
表-4.5.1.1-2	想定洪水被害額の計算（民間価格）（カニエテ川）	4-58
表-4.5.1.1-3	想定洪水被害額（民間価格）	4-59
表-4.5.1.1-4	年平均想定被害軽減期待額の算定方法.....	4-59
表-4.5.1.1-5	年平均被害軽減期待額の算定(民間価格).....	4-60
表-4.5.1.1-6	費用便益分析の評価指標と特徴.....	4-60
表-4.5.1.1-7	社会評価（B/C、NPV、IRR）（民間価格）	4-61
表-4.5.1.1-8	社会評価の計算（民間価格）（カニエテ川）	4-61
表-4.5.1.1-9	社会評価の計算（社会価格）（カニエテ川）	4-61
表-4.5.1.2-1	想定洪水被害額の計算（社会価格）（カニエテ川）	4-62
表-4.5.1.2-2	想定洪水被害額（社会価格）	4-62
表-4.5.1.2-3	年平均被害軽減期待額（社会価格）	4-63
表-4.5.1.2-4	社会評価（B/C、NPV、IRR）（社会価格）	4-63
表-4.5.3-1	プロジェクト実施による被害軽減額.....	4-64
表-4.6-1	感度分析手法.....	4-65
表-4.6-2	感度分析の検討ケース及び経済指標	4-66
表-4.6-3	IRR、B/C、NPV の感度分析結果.....	4-66
表-4.7-1	NPV が 0 となるコストの増加%および便益の減少%	4-67
表-4.8-1	水利組合の事業予算	4-69
表-4.8-2	維持管理費の水利組合事業費および被害軽減額に対する比率	4-69
表-4.9.1-1	環境影響に基づくカテゴリー分類	4-70
表-4.9.1-2	工事実施予定地	4-73
表-4.9.2-1	Leopold マトリックスー評価基準.....	4-74
表-4.9.2-2	影響の大きさの程度の基準.....	4-74
表-4.9.3-1	影響の認識マトリックス（建設期間/供用後）ーカニエテ川流域.....	4-75
表-4.9.3-2	環境影響評価のマトリックス（建設期間）カニエテ川流域・チンチャ川流域...	4-77
表-4.9.3-3	環境影響評価のマトリックス（建設期間）ピスコ川流域・マヘス-カマナ川流域	4-77
表-4.9.3-4	環境影響評価マトリックス（維持管理期間）カニエテ川流域・チンチャ流域...	4-78
表-4.9.3-5	環境影響評価マトリックス（維持管理期間）ピスコ流域・マヘス - カマナ流域	4-78
表-4.9.4-1	環境影響と予防・緩和策	4-80
表-4.9.5-1	水質及び生物多様性モニタリング	4-81
表-4.9.5-2	大気質モニタリング	4-81
表-4.9.5-3	騒音モニタリング	4-82
表-4.9.5-4	水質及び生物多様性モニタリング	4-82
表-4.9.6-1	環境影響管理対策直接コスト	4-83

表-4.10-1	PSI の予算 (2011 年)	4-87
表-4.10-2	PSI の職員数	4-88
表-4.11-1	実施計画	4-92
表-4.12-1	事業実施時における資金支出計画	4-93
表-4.12-2	円借款貸付金の返済条件	4-94
表-4.13-1	最終案の論理的枠組み	4-94
表-4.15.1-1	各河川の氾濫特性	4-96
表-4.15.1-2	各確率洪水流下時の水位と現況堤防との関係 (カニエテ川の例)	4-98
表-4.15.1-3	各河川における堤防計画	4-111
表-4.15.1-4	全体治水計画直接工事費	4-115
表-4.15.1-5	全体治水計画事業費 (民間価格)	4-116
表-4.15.1-6	全体治水計画事業費 (社会価格)	4-116
表-4.15.1-7	本調査で使用した河床変動解析モデルの概要	4-117
表-4.15.1-8	対象河川の主な計算条件	4-118
表-4.15.1-9	今後計画的に河床掘削すべき箇所	4-119
表-4.15.1-10	河床掘削直接工事費	4-122
表-4.15.1-11	河床掘削事業費 (民間価格)	4-123
表-4.15.1-12	河床掘削事業費 (社会価格)	4-123
表-4.15.1-13	各確率洪水量に対する被害額 (民間価格)	4-124
表-4.15.1-14	各確率洪水量に対する被害額 (民間価格)	4-125
表-4.15.1-15	経済評価の結果 (民間価格)	4-125
表-4.15.1-16	各確率洪水量に対する被害額 (社会価格)	4-126
表-4.15.1-17	年平均被害軽減額 (社会価格)	4-127
表-4.15.1-18	経済評価の結果 (社会価格)	4-127
表-4.15.2-1	各流域の植生区分別面積の再掲	4-128
表-4.15.2-2	チンチャ流域における植生区分ごとの植林計画	4-128
表-4.15.2-3	各流域の植生全体計画	4-129
表-4.15.2-4	上流域における植林計画全体計画	4-129
表-4.15.2-5	上流域における植林/植生回復計画	4-131
表-4.15.2-6	直接工事費単価	4-133
表-4.15.2-7	植林/植生回復の直接工事費	4-133
表-4.15.2-8	マツ植林事業の費用対効果計算結果 (単位: US\$/ha)	4-134
表-4.15.3-1	上流域における土砂制御施設の概算事業費	4-135

図 一 覧

図-1.9-1	プロジェクト実施の関係機関（投資段階）	1-8
図-1.9-2	プロジェクト実施の関係機関（投資後：運営維持管理段階）	1-8
図-1.9-3	PMU の組織	1-9
図-3.1.1-1	調査対象河川	3-1
図-3.1.2-1	州別 GDP 成長率(2010/2009)	3-6
図-3.1.2-2	州別の GDP への寄与率	3-7
図-3.1.2-3	1人当たり GDP（2010年）	3-7
図-3.1.3-1	作付け面積	3-21
図-3.1.3-2	収穫量	3-21
図-3.1.3-3	売上高	3-21
図-3.1.3-4	作付け面積	3-24
図-3.1.3-5	収穫量	3-24
図-3.1.3-6	売上高	3-24
図-3.1.3-7	作付け面積	3-27
図-3.1.3-8	収穫量	3-27
図-3.1.3-9	売上高	3-27
図-3.1.3-10	作付け面積	3-32
図-3.1.3-11	収穫量	3-32
図-3.1.3-12	売上高	3-32
図-3.1.6-1	視察現場の概要（カニエテ川）	3-43
図-3.1.6-2	課題1に関する現地状況（カニエテ川）	3-44
図-3.1.6-3	課題2に関する現地状況（カニエテ川）	3-45
図-3.1.6-4	課題3に関する現地状況（カニエテ川）	3-46
図-3.1.6-5	視察現場の概要（チンチャ川）	3-48
図-3.1.6-6	課題1に関する現地状況（チンチャ川）	3-49
図-3.1.6-7	課題2に関する現地状況（チンチャ川）	3-50
図-3.1.6-8	課題3に関する現地状況（チンチャ川）	3-51
図-3.1.6-9	視察現場の概要（ピスコ川）	3-54
図-3.1.6-10	課題1に関する現地状況（ピスコ川）	3-55
図-3.1.6-11	課題2に関する現地状況（ピスコ川）	3-56
図-3.1.6-12	課題3に関する現地状況（ピスコ川）	3-57
図-3.1.6-13	視察現場の風景（カマナ川）	3-61

図-3.1.6-14	視察現場の風景（マヘス川）	3-62
図-3.1.6-15	課題 1 に関する現地状況（カマナ川）	3-63
図-3.1.6-16	課題 2 に関する現地状況（マヘス川）	3-64
図-3.1.6-17	課題 3 に関する現地状況（マヘス川）	3-65
図-3.1.6-18	課題 4 に関する現地状況（マヘス川）	3-66
図-3.1.6-19	課題 5 に関する現地状況（マヘス川）	3-67
図-3.1.6-20	課題 6 に関する現地状況（マヘス川）	3-68
図-3.1.7-1	カニェテ流域植生分布	3-71
図-3.1.7-2	チンチャ流域植生分布	3-72
図-3.1.7-3	ピスコ流域植生分布	3-73
図-3.1.7-4	マヘス - カマナ流域植生分布	3-74
図-3.1.7-5	流域別比較（大分類植生区分の割合）	3-76
図-3.1.8-1	各流域における標高特性	3-81
図-3.1.8-2	各流域における傾斜区分割合	3-82
図-3.1.8-3	4 溪流の河川縦断	3-83
図-3.1.8-4	各流域の河床勾配	3-83
図-3.1.8-5	河床勾配と土砂移動の形態	3-84
図-3.1.8-6	カニェテ川流域等雨量線図	3-85
図-3.1.8-7	チンチャ川流域等雨量線図	3-86
図-3.1.8-8	ピスコ川流域等雨量線図	3-87
図-3.1.8-9	マヘス - カマナ川流域等雨量線図	3-88
図-3.1.8-10	各流域における傾斜勾配と標高の関係	3-89
図-3.1.8-11	流域特性	3-90
図-3.1.8-12	安山岩質～玄武岩質の崩壊地	3-91
図-3.1.8-13	堆積岩類の土砂生産状況	3-91
図-3.1.8-14	サボテンの侵入状況	3-92
図-3.1.8-15	河道付近における土砂移動	3-92
図-3.1.8-16	マヘス溪谷断面	3-93
図-3.1.8-17	土石流発生位置図	3-94
図-3.1.8-18	60Km 付近の状況	3-94
図-3.1.8-19	コスス川の土砂堆積状況	3-94
図-3.1.8-20	コスス川を通過する市道	3-95
図-3.1.8-21	オンゴロの状況	3-95
図-3.1.8-22	サンフランシスコ川の土砂堆積状況	3-95
図-3.1.8-23	ホロン川の状況	3-95
図-3.1.8-24	河口から 110k m 付近の状況	3-95

図-3.1.8-25	カマナ川とアンダマヨ川の合流点.....	3-95
図-3.1.8-26	雨量観測所位置図	3-96
図-3.1.8-27	平常時の土砂生産流出の状態	3-97
図-3.1.8-28	50年確率降雨程度の豪雨時における土砂生産流出の状態	3-98
図-3.1.8-29	大規模出水時の土砂生産流出の状態（地質学的スケール）	3-99
図-3.1.8-30	土砂生産量と確率降雨年の関係、および本業務の対象範囲	3-99
図-3.1.9.1-1	観測地点位置図（カニエテ川流域）	3-101
図-3.1.9.1-2	カニエテ川流域およびその近傍の流域における月平均降雨量の分布（mm）	3-103
図-3.1.9.1-3	等雨量線図（カニエテ川流域）	3-105
図-3.1.9.1-4	観測地点位置図（チンチャ川流域）	3-107
図-3.1.9.1-5	チンチャ川流域およびその近傍の流域における月平均降雨量の分布（mm）	3-108
図-3.1.9.1-6	等雨量線図（チンチャ川流域）	3-110
図-3.1.9.1-7	観測地点位置図（ピスコ川流域）	3-112
図-3.1.9.1-8	ピスコ川流域およびその近傍の流域における月平均降雨量の分布（mm）	3-113
図-3.1.9.1-9	等雨量線図（ピスコ川流域）	3-115
図-3.1.9.1-10	観測地点位置図（マヘス-カマナ川流域）	3-118
図-3.1.9.1-11	等雨量線図（マヘス-カマナ川流域）	3-122
図-3.1.9.4-1	マヘス - カマナ流域の分割.....	3-131
図-3.1.9.4-2	マヘス - カマナ流域の HEC-HMS モデル	3-131
図-3.1.9.4-3	確率 50 年規模の 24 時間降雨量の等雨量線図（マヘス - カマナ川）	3-133
図-3.1.9.4-4	雨量観測所とティーセン分割（マヘス - カマナ川）	3-134
図-3.1.9.4-5	24 時間雨量の降雨量分布	3-136
図-3.1.9.4-6	24 時間雨量の配分	3-136
図-3.1.9.4-7	USA における 24 時間降雨量曲線のタイプと適用地域	3-137
図-3.1.9.4-8	カーブナンバー（CN）、累加雨量 P および有効雨量 Pe の関係	3-138
図-3.1.9.4-9	マヘス - カマナ川流域における CN の初期値	3-139
図-3.1.9.4-10	カニエテ川の洪水ハイドログラフ	3-144
図-3.1.9.4-11	チンチャ川の洪水ハイドログラフ	3-144
図-3.1.9.4-12	ピスコ川の洪水ハイドログラフ	3-144
図-3.1.9.4-13	マヘス-カマナ川の洪水ハイドログラフ	3-145
図-3.1.9.5-1	ペルー海岸域の地域別の確率洪水比流量図と本調査での確率洪水流量（10年確率）	3-146
図-3.1.9.5-2	ペルー海岸域の地域別の確率洪水比流量図と本調査での確率洪水流量（20年確率）	3-146
図-3.1.9.5-3	ペルー海岸域の地域別の確率洪水比流量図と本調査での確率洪水流量（50年確率）	3-147

図-3.1.9.5-4	ペルー海岸域の地域別の確率洪水比流量図と本調査での確率洪水流量（100年確率）	3-147
図-3.1.9.5-5	Socsi 流量観測所地点断面図	3-148
図-3.1.10-1	一次元モデルのイメージ	3-152
図-3.1.10-2	はん濫解析モデルの概念図	3-154
図-3.1.10-3	カニエテ川現況疎通能力	3-155
図-3.1.10-4	チンチャ川流域チョコ川現況疎通能力	3-156
図-3.1.10-5	チンチャ川流域マタヘンテ川現況疎通能力	3-157
図-3.1.10-6	ピスコ川現況疎通能力	3-158
図-3.1.10-7	マヘスーカマナ川現況疎通能力(1/2)	3-159
図-3.1.10-8	マヘスーカマナ川現況疎通能力(2/2)	3-160
図-3.1.10-9	カニエテ川氾濫範囲（確率 50 年洪水）	3-161
図-3.1.10-10	チンチャ川（チョコ川）氾濫範囲（確率 50 年洪水）	3-161
図-3.1.10-11	チンチャ川（マタヘンテ川）氾濫範囲（確率 50 年洪水）	3-162
図-3.1.10-12	ピスコ川氾濫範囲（確率 50 年洪水）	3-162
図-3.1.10-13	マヘス - カマナ川氾濫範囲（0K～55K 確率 50 年洪水）（1/2）	3-163
図-3.1.10-14	マヘス - カマナ川氾濫範囲（55K～115K 確率 50 年洪水）（2/2）	3-163
図-3.2.4-1	原因と結果の樹系図	3-166
図-3.2.7-1	手段－目的－効果の樹系図	3-169
図-4.3.1-1	年最大流量（観測値：カニエテ川）	4-4
図-4.3.1-2	年最大流量（観測値：チンチャ川）	4-4
図-4.3.1-3	年最大流量（観測値：ピスコ川）	4-4
図-4.3.1-4	年最大流量（観測値：マヘスーカマナ川）	4-5
図-4.3.1-5	確率規模洪水流量と被害額および浸水面積（カニエテ川）	4-5
図-4.3.1-6	確率規模洪水流量と被害額および浸水面積（チンチャ川）	4-6
図-4.3.1-7	確率規模洪水流量と被害額および浸水面積（ピスコ川）	4-6
図-4.3.1-8	確率規模洪水流量と被害額および浸水面積（マヘスーカマナ川）	4-7
図-4.3.1-9	カニエテ川における重点洪水対策施設の選定	4-9
図-4.3.1-10	チンチャ川 - チコ川における重点洪水対策施設の選定	4-10
図-4.3.1-11	チンチャ川 - マタヘンテ川における重点洪水対策施設の選定	4-11
図-4.3.1-12	ピスコ川における重点洪水対策施設の選定	4-12
図-4.3.1-13	マヘス - カマナ川における重点洪水対策施設の選定	4-13
図-4.3.1-14	カニエテ川における重点洪水対策施設の位置	4-23
図-4.3.1-15	チンチャ川における重点洪水対策施設の位置	4-23
図-4.3.1-16	ピスコ川における重点洪水対策施設の位置	4-24

図-4.3.1-17	マヘス川における重点洪水対策施設の位置	4-24
図-4.3.1-18	カマナ川における重点洪水対策施設の位置	4-25
図-4.3.1-19	堤防の標準断面	4-29
図-4.3.1-20	洪水対策施設の効果 (Rio Canete)	4-31
図-4.3.1-21	洪水対策施設の効果 (Rio Chincha-Rio Chico)	4-32
図-4.3.1-22	洪水対策施設の効果 (Rio Chincha-Rio matagente)	4-33
図-4.3.1-23	洪水対策施設の効果 (Rio Pisco)	4-34
図-4.3.1-24	洪水対策施設の効果 (Rio Camana)	4-35
図-4.3.1-25	洪水対策施設の効果 (Rio Majes)	4-36
図-4.3.2.1-1	河川構造物沿いの植林 概念図 (タイプ A)	4-37
図-4.3.2.1-2	河川構造物沿いの植林 概念図 (タイプ B)	4-38
図-4.3.2.1-3	河川構造物沿いの植林計画標準配置図 (タイプ A)	4-39
図-4.3.2.1-4	河川構造物沿いの植林計画標準配置図 (タイプ B)	4-39
図-4.3.2.2-1	土砂制御対策	4-46
図-4.3.2.2-2	河床変動解析結果 (土砂量)	4-48
図-4.9.1-1	農業省における環境承認取得までのプロセス	4-71
図-4.10-1	プロジェクト実施の関係機関 (投資段階)	4-86
図-4.10-2	プロジェクト実施の関係機関 (投資後: 運営維持管理段階)	4-86
図-4.10-3	PSI の組織	4-88
図-4.10-4	PMU の組織	4-89
図-4.11-1	SNIP プロジェクトサイクル	4-90
図-4.11-2	SNIP の関連組織	4-91
図-4.15.1-1	堤防法線の決定	4-99
図-4.15.1-2	カニェテ川平面図	4-100
図-4.15.1-3	チンチャ川平面図	4-101
図-4.15.1-4	ピスコ川平面図	4-102
図-4.15.1-5	マヘスーカマナ川平面図 (0-55K)	4-103
図-4.15.1-6	マヘスーカマナ川平面図 (55-115K)	4-104
図-4.15.1-7	カニェテ川縦断図	4-105
図-4.15.1-8	チンチャーチコ川縦断図	4-106
図-4.15.1-9	チンチャーマタヘンテ川縦断図	4-107
図-4.15.1-10	ピスコ川縦断図	4-108
図-4.15.1-11	マヘスーカマナ川縦断図 (カマナ川)	4-109
図-4.15.1-12	マヘスーカマナ川縦断図 (マヘス川)	4-110
図-4.15.1-13	カニェテ川堤防設置計画	4-112
図-4.15.1-14	チンチャ川ーチコ川堤防設置計画	4-112

図-4.15.1-15	チンチャ川ーマタヘンテ川堤防設置計画.....	4-113
図-4.15.1-16	ピスコ川堤防設置計画.....	4-113
図-4.15.1-17	マヘスーカマナ川堤防設置計画.....	4-114
図-4.15.1-18	河床変動解析モデルの概念図.....	4-118
図-4.15.1-19	維持管理が必要な堆積区間（カニエテ川）.....	4-120
図-4.15.1-20	維持管理が必要な堆積区間（チンチャ川ーチョコ川）.....	4-120
図-4.15.1-21	維持管理が必要な堆積区間（チンチャ川ーマタヘンテ川）.....	4-121
図-4.15.1-22	維持管理が必要な堆積区間（ピスコ川）.....	4-121
図-4.15.1-23	維持管理が必要な堆積区間（マヘスーカマナ川）.....	4-122
図-4.15.2-1	植栽配置標準図.....	4-130
図-4.15.2-2	チンチャ上流域の植林/植生回復地域.....	4-132
図-4.15.2-3	植林/植生回復実施工程.....	4-134

付録

I-6 サポートイングリポート

- Annex-1 気象/水文/流出解析
- Annex-2 氾濫解析
- Annex-3 河床変動解析
- Annex-4 治水計画
- Annex-5 チラ川洪水予警報
- Annex-6 砂防計画
- Annex-7 植林/植生回復
- Annex-8 施設計画/設計
- Annex-9 施工計画/積算
- Annex-10 社会経済調査/経済分析
- Annex-11 環境社会配慮/ジェンダー
- Annex-12 防災教育/能力開発
- Annex-13 ステークホルダー会議
- Annex-14 有償資金協力事業実施計画
- Annex-15 設計図集

I-7 データブック

まえがき

「ペ」国では、公共投資事業の妥当性・実施可能性を審査する公共投資国家システム（**Sistema Nacional de Inversión Pública**、以下SNIPと称す）が法律（**Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública Resolución Directoral N° 002-2009-EF/68.01**）に基づいて運用されており、本プロジェクトについても適用される。

SNIP は、法律第 27293 号（2000 年 6 月 28 日発布）により制定され、公共投資事業に使われる公共資源の効果的な使用を目指すため、中央政府/地方政府等が立案・実施する公共投資計画・事業の遵守すべき原則、プロセス、方法、および技術上の規則を定めたものである。

SNIP 審査では、審査機関の事業の内容・有効性について十分に理解を得ることが重要あり、そのため、調査・設計・施工計画などの観点はもとより、公共投資や運営面など持続性の観点からも事業の有効性を示す必要がある。自然条件の調査、施設の計画、積算の手法、財務分析の方法など SNIP の指定に従うほか、作成する報告書は SNIP の定める目次に準拠する。

SNIP 審査のための報告書は審査のための申請書的な意味合いが強く、前述のように目次の構成および各章に記述すべき内容など事細かく規定されており、これからの逸脱は許されない。従って一般的な技術レポートの構成とはかなり異なっている。本調査の報告書は SNIP の規定を満足し、かつ一般的に必要とされる技術的内容についても関連する章節に盛り込むように配慮して作成した。

以下に本レポートの目次を示すが、この目次において赤で着色した章節は一般的技術報告書に含まれない SNIP 報告書特有の章節である。

第 1 章 要約

第 2 章 一般的側面

- 2.1 プロジェクトの名称
- 2.2 形成および執行機関
- 2.3 関係機関と被益者の参加
- 2.4 構想の枠組み（関連性の枠組み）

第 3 章 アイデンティフィケーション

- 3.1 現状分析
 - 3.1.1 自然条件
 - 3.1.2 対象地域の社会経済
 - 3.1.3 農業
 - 3.1.4 インフラ
 - 3.1.5 洪水被害の実態
 - 3.1.6 現地調査の結果

- 3.1.7 植生および植林の現況
- 3.1.8 土壌浸食の現況
- 3.1.9 流出解析
- 3.1.10 氾濫解析
- 3.2 プロジェクトの目的
 - 3.2.1 調査対象地域の洪水対策における問題点
 - 3.2.2 問題点の原因
 - 3.2.3 問題点による結果
 - 3.2.4 原因と結果の樹系図
 - 3.2.5 主要な問題点を解決する手段
 - 3.2.6 主要な目的を達成することにより得られる効果
 - 3.2.7 手段—目的—効果の樹系図
- 第4章 プロジェクトの形成と評価
 - 4.1 プロジェクトの評価期間
 - 4.2 需要と供給の分析
 - 4.3 技術的提案
 - 4.3.1 構造物対策
 - 4.3.2 非構造物対策
 - 4.3.2.1 植林/植生回復
 - 4.3.2.2 土砂制御計画
 - 4.3.3 技術支援
 - 4.4 コスト
 - 4.5 社会評価
 - 4.6 感度分析
 - 4.7 リスク分析
 - 4.8 持続可能性分析
 - 4.9 環境インパクト
 - 4.10 組織と管理
 - 4.11 実施計画
 - 4.12 資金計画
 - 4.13 最終選定案の論理的枠組み
 - 4.14 インパクト評価の基準
 - 4.15 中・長期計画
- 第5章 結論と提言
 - 5.1 結論
 - 5.2 提言

第1章 要約

1.1 プロジェクトの名称

“溪谷村落洪水対策事業”

(“Programa de Protección de Valles y Poblaciones Rurales Vulnerables ante Inundaciones”)

1.2 プロジェクトの目的

プロジェクトの目的は溪谷地域 (Valles) および地域住民の洪水に対する高い脆弱性を軽減し、地域における社会経済の発展を促進することである。

1.3 需要と供給のバランス

確率 50 年規模の洪水流量を計画洪水流量として各流域において、500m ピッチで実施した河川横断測量に基づき計画洪水量が流下するときの計算水位を計算した。計算水位に必要な堤防余裕高を加えて必要な堤防高を算出する。

この堤防高は計画洪水流量に対して洪水被害を防御するために必要とされる高さであり、地域住民にとっての需要を表す指標となる。また、現在の堤防高または地盤高は現状における洪水被害を防御する高さであり、現時点での供給を表す指標となる。

上記の需要を表す計画堤防高と現堤防高または現地盤高の差が需要と供給のギャップと考えられる。

流出解析で求めた確率 50 年規模の流量に対する計算水位、これに堤防余裕高を加えた必要堤防高 (需要) および現堤防高または地盤高 (供給) ならびにこれらの差 (需給ギャップ) の平均値は表-1.3-1 に示す通りとなる。各地点におけるこれらの値は一例としてカニエテ川の例を表-4.2-2 に示す。地点によって現堤防または現地盤高が必要堤防高より高くなるが、この場合需給ギャップは 0 とした。各流域における計算結果は流域別のプロジェクトレポートまたは Annex-4 治水計画を参照のこと。

表-1.3-1 各流域における需要と供給

流域	現況堤防(地盤)高(供給)		確率50年洪水 計算水位	堤防余裕高	必要堤防高 (需要)	需給ギャップ	
	左岸	右岸				左岸	右岸
	①	②				③	④
カニエテ川	188.40	184.10	184.77	1.20	185.97	1.18	2.03
チンチャ川							
チコ川	144.81	145.29	144.00	0.80	144.80	0.40	0.45
マタヘンテ川	133.72	133.12	132.21	0.80	133.01	0.29	0.36
ピスコ川	219.72	217.26	214.82	1.00	215.82	0.63	0.76
マヘスーカマナ川	401.90	405.19	398.84	1.20	400.04	0.85	0.65

上表によれば需給ギャップはカニエテ川およびマヘス-カマナ川で高くついでピスコ川であり、チンチャ川では低い。

1.4 技術的提案

1.4.1 構造物対策

構造物対策としては流域全体の治水計画を検討すべきであり、検討の結果は後述する 1.14 中・長期計画に述べてある。結論としては流域全体の治水方式として堤防方式を提案しているが、それぞれの流域における事業規模が大きく事業費が非常に高額となり本プロジェクトの事業費予算を大幅に超過するので、この案を採用することは困難である。そこで全体治水方式における堤防案は中・長期計画として段階的に実施する事として、ここでは緊急に必要な重点洪水対策施設を検討した。

(1) 計画洪水流量

経済財務省（MEF）の公的部門多年度計画局（DGPM）（現 DGPI）制定の“農地または市街地における洪水および氾濫防止プロジェクトのガイドライン”（Guia Metodologica para Proyectos de Proteccion y/o Control de Inundaciones en Áreas Agrícolas o Urbanas の 3.1.1 プロジェクトライフ（Horizonte de Proyectos）によれば計画対象洪水の生起確率は市街地においては 25 年、50 年および 100 年を、地方部および農地においては 10 年、25 年および 50 年を比較検討することが推奨されている。

本プロジェクトの調査対象地域は地方部および農地に属しておりガイドラインによれば生起確率 10～50 年規模の洪水流量が計画対象流量として考えられる。

各流域の年最大流量の観測値より既往最大流量を調査し、これと 50 年確率規模の洪水流量を比較して後者を計画洪水流量とすれば既往最大値にほぼ匹敵することを確認した。

ペルー国の場合、河川整備がほとんど進んでいないことから、既往最大洪水以上の洪水に対して部分的に整備する必要性はないと思われる。しかし、過去に発生した洪水により多大の被害を受けていることから、それと同程度の洪水に対して安全を確保する施設整備をまず進めるべきである。したがって、今回の各河川の整備目標としては、過去最大規模の洪水流量である 1/50 年確率規模とする。

各河川流域について確率規模別の年洪水流量と被害額および浸水面積の関係を検討すると確率規模が増加するほど浸水面積および被害額が増加するが、対策後の被害額の増加傾向は前者 2 者の増加傾向より緩やかであり、対策前後の被害軽減額の絶対値は検討した確率 50 年規模までの洪水流量においては確率 50 年規模の洪水流量において最大となる。

上述したように計画値として採用した確率 50 年規模の洪水流量は既往最大流量にほぼ等しく、被害軽減額の絶対値が確率 50 年規模以下の他の確率規模の洪水流量より大きくなっており、社会評価の結果、経済効果も確認されている。

(2) 重点洪水対策施設の選定

重点洪水対策施設の選定には次の項目を考慮した。

- 地域住民の要望ヶ所（過去の洪水被害を踏まえた要望）
- 流下能力不足箇所（洗掘ヶ所も含む）
- 背後地の状況（市街地や農地の状況）
- 氾濫の状況および規模（氾濫解析結果を踏まえた氾濫の拡散状況）
- 社会環境条件（地域の重要施設など）

河川の測量結果、現地調査結果、流下能力評価、氾濫解析結果、地元ヒヤリング結果（水利組合、地方政府の要望、過去の洪水被害状況）等を元に上記 5 項目について総合評価を実施し、各河川において治水上の対策が必要な箇所（総合評価点の高い箇所）23ヶ所を重点洪水対策箇所として選定した。

具体的には、河川測量を 500mピッチ（横断図）で実施し、流下能力評価や氾濫解析をこれに基づいて実施しているため、500m区間毎に上記の各項目について3段階評価（0点、1点、2点）を行い、その合計点が6点以上の区間を選定した。なお、施設選定の下限值（6点）については、全体事業費の予算等にも配慮して設定した。

1.4.2 非構造物対策

(1) 植林/植生回復

1) 基本方針

本事業の目的に合致した植林/植栽計画としては、i)河川構造物沿いの植林と ii)上流域における植林に分類できる。前者は洪水防止に直接的効果があり、短期的に効果が発現する。後者については後述する 1.14 (2) 植林・植生計画に述べるように、多大の事業費と実施期間を必要とし、本プロジェクトで実施する事が困難なのでここでは i) について検討した。

2) 河川構造物沿いの植林について

この案は堤防や護岸などの河川構造物沿いに植林を行う案である。

- 目的：予想外の流下量や障害物によって計画水位を越え、河川構造物を越水した場合、保全対象までの間の植林帯によって影響を軽減する。
- 方法：河川構造物の堤内地寄りに一定幅の植林帯を造成する。
- 工事方法：堤防等の河川構造物工事の一部として植栽を実施する。
- 植栽後のメンテナンス：関係する水利組合が自主的に実施する。

河川構造物沿いの植林延長および面積は 4 流域合計でそれぞれ 45.4km および 38.7ha となっている。

(2) 土砂制御計画

土砂制御計画としては流域治水計画を検討すべきであり、検討の結果は後述する 1.14 中・長期計画 (3) 土砂制御計画に述べてある。結論としては流域全体の土砂制御計画はそれぞれの流域における事業規模が大きく事業費が非常に高額となり本プロジェクトの事業費予算を大幅に超過するので、この案を採用することは困難である。そこで本プロジェクトの土砂制御計画は扇状地において計画した。

河床変動解析結果によれば、チンチャ川、ピスコ川において土砂堆積の影響が大きい結果となった。この 2 河川においては、扇状地での土砂制御計画を実施することが望ましい。

現在検討されている洪水対策の重点洪水対策施設のうち、ピスコ川流域では、34.5k にて遊水池が計画されており、この遊水池は沈砂池の機能を有する。また、チンチャ川では、チョコ川とマタヘンテ川の分岐点に分流堰が計画されている。この分流堰には流路工および導流堤が含まれており、これらは土砂をコントロールする機能を有する。これらの施設を土砂制御対策工と兼用する。

1.4.3 技術支援

本事業においては上述した構造的および非構造的対策に係る技術的提案に基づき、これらの対策を補完する技術的な支援を提案した。

技術支援の目的は、「対象溪谷地域における洪水被害の軽減のための危機管理対策として、現地住民による適切な能力と技術の向上を図る」ことである。

技術支援は本事業対象流域であるカニエテ、チンチャ、ピスコ、マヘス - カマナの 4 流域を対象とする。

事業実施においては、各流域の特性を踏まえた研修の実現を図るため、流域ごとに個別実施することとする。研修対象者は各流域の水利組合および小組合の代表者、郡・地区役場職員、集落代表者、現地住民などを想定する。

この研修受講者は、各所属組織の会合等を通じて、本プログラムでの研修内容を現地住民に普及・広報する役割を担える能力を備えたものとする。

技術支援における研修については「河岸保護活動および農業・自然環境の知識に係る研修」、「洪水被害に対するコミュニティ防災計画策定に係る研修」、「河川堆積対策向け溪谷管理に係る研修」を実施することを提案する。

1.5 プロジェクトのコスト

本事業の事業費は表-1.5-1 に示すとおりである。なおコンサル費および実施機関管理費は全流域について算出し、コンサル費は建設費に比例して各流域に配分し、実施機関管理費は（建設費＋コンサル費＋用地取得費）に比例して各流域に配分した。

表-1.5-1 事業費および事業費の内訳

1.6 社会評価

本調査における社会評価の目的は、国民経済の観点から費用便益分析の手法を用いて構造物対策事業への投資の効率を検討することである。社会評価の手法としては費用便益比、純現在価値、経済的内部収益率を経済性の評価指標として算出し評価している。

事業開始から 15 年間でプロジェクト評価期間として便益を算定する。評価期間 15 年のうち、施工期間として 2 年間で想定しており、実際の便益は整備完了後の 13 年間で検討した。

社会評価の結果は表-1.6-1 に示すとおりである。

表-1.6-1 社会評価の結果

費用対効果分析結果から本プロジェクトにおける社会評価は以下のとおりである。

1) 民間価格および社会価格においてすべての流域について事業の経済効果が確認された。金銭的に計量困難な事業によるプラス効果としては以下が上げられる。

- ① 経済活動の停止や被害への懸念が低下することにより将来の地域の経済開発に貢献する。
- ② 事業にかかる建設のため地域における雇用の増大に貢献する。
- ③ 地域の人々の洪水や他の災害に対する意識が向上する。
- ④ 洪水被害軽減のため、安定した農作が可能となり、所得向上に貢献する。
- ⑤ 農地価格の上昇

2) 4 流域全体についても民間価格および社会価格において経済効果が期待できる。

1.7 持続可能性分析

本プロジェクトは、中央政府（DGIH）と各河川流域の水利組合及び地方政府との共同で実施される。建設費用の分担は中央政府（DGIH）と水利組合及び地方政府が、それぞれ分担する（分担率については 1.11 参照）。一方、施設整備後の維持管理は水利組合が担当することになる。したがって、プロジェクトの持続可能性は、事業による収益性、水利組合による維持管理能力により判断される。

事業の収益性については 1.6 に示すように十分高く、事業の継続性は問題ない。各流域の水利組合における最近の予算は表-1.7-1 に示すとおりである。

表-1.7-1 水利組合の事業予算

(単位ソル)

河川	年事業予算			
	2007	2008	2009	2010
カニエテ川	2,355,539.91	2,389,561.65	2,331,339.69	2,608,187.18
チンチャ川	1,562,928.56	1,763,741.29	1,483,108.19	
ピスコ川	1,648,019.62	1,669,237.35	1,725,290.00	1,425,961.39
マヘス-カマナ川		1,867,880.10	1,959,302.60	1,864,113.30
合計	5,566,488.09	7,690,420.39	7,499,040.48	5,898,261.84

注) 2008年のマヘス-カマナ水利組合予算はマヘス川予算のデータが無いので2008年カマナ川予算(1,122,078.40) + 2009年マヘス川予算(745,810.70)と仮定

一方施設建設後に必要となる年間維持管理費は4.4.1より表-1.7-2に示すとおりとなる。2009年の水利組合の事業費に対する比率および年平均被害軽減額に対する維持管理費の比率も同表に示すとおりである。

2009年における水利組合の事業予算に対する年維持管理費の比率はマヘス-カマナ川で最も高く36.2%、次いでチンチャ川29.3%、ピスコ川22.2%であり、カニエテ川が最も低く11.1%となっている。一方維持管理費の年平均被害軽減額に対する比率は2~4%となっていて非常に低い。現状における事業費予算に対して本事業の維持管理費の比率は比較的高いが、事業実施後における維持管理費の年平均被害額に対する比率は非常に低くなるので、洪水被害が軽減され収益が上がればその収益より維持管理費を負担することは十分可能と考えられる。また維持管理の能力については本事業の洪水対策施設が堤防や堰など水利組合に馴染みの深い施設であるので、農業省や地方政府の技術的支援に基づき十分可能と思われる。

表-1.7-2 維持管理費の水利組合事業費および被害軽減額に対する比率

河川名	水利組合年 事業費(千ソ レス)	年維持管理 費(千ソレ ス)	年維持管理 費の比率 (%)	年平均被害軽 減額(千ソレ ス)	年維持管理 費の比率 (%)
	①	②	③=②/①	④	⑤=②/④
カニエテ川	2,331	260	11.1	12,274	2.1
チンチャ川	1,483	435	29.3	20,532	2.1
ピスコ川	1,725	383	22.2	17,844	2.1
マヘス-カマナ川	1,959	710	36.2	17,592	4.0
全体	7,499	1,788	23.8	68,242	2.6

1.8 環境インパクト

(1) 環境影響評価の手続き

ペルー国では、投資前調査の段階で事業管轄省庁の担当部局が、事業の実施により発現が予測される環境社会影響の度合いに応じて、事業を準備調査のレベルにおいて3つのカテゴリーに分類する。環境への影響の程度に応じて軽度であるカテゴリーIについては「環境影響宣言報告書(DIA)」、カテゴリーIIの事業は「準詳細環境影響評価(EIA-sd)」、カテゴリーIIIの事業に関しては、「詳細環境影響評価(EIA-d)」を実施して報告書を作成し、事業管轄省庁の担当部局から承認を得る必要がある。

まず、事業実施主体が事前環境評価（Evaluación Ambiental Preliminar: EAP）報告書を事業管轄省庁の担当部局に提出し、事業のカテゴリー分類を申請する。事業管轄省庁の担当部局が EAP 報告書の審査を行い、事業のカテゴリー分類を行う。カテゴリーI に分類された事業に関しては、DIA を提出する。農業省において、DIA の提出は、環境書類申請時に提出する EAP をそのまま利用するという実態となっている。カテゴリーII 及び III に分類された事業に関しては、EIA-sd もしくは EIA-d を実施することになる

本事業における環境影響評価の進捗状況は次のとおりである。

事前環境評価(EAP)は、農業省に登録されている現地コンサルタント(CIDES Ingenieros S.A.)によりチラ川、カニェテ川、チンチャ川、ピスコ川、ヤウカ川の 5 流域については 2010 年 12 月から 2011 年 1 月にかけて、マヘス-カマナ川については 2011 年 9～10 月にかけて実施された。

EAP は先行する 5 流域については 2011 年 1 月 25 日に、後発のマヘス-カマナ川については 2012 年 12 月 20 日に調査団より DGIH に提出され、DGIH から DGAA にはそれぞれ 2011 年 7 月 19 日および 2012 年 1 月 4 日に提出された。

DGAA はこれの審査を終了し、2011 年 12 月下旬 DGIH に承認レターを出し、4 流域はカテゴリー I に分類された。チラ川はプレ F/S 調査の結果本事業の対象から除外されたので、F/S 調査の対象となっているカニェテ川、チンチャ川、ピスコ川について更なる環境影響評価は必要ない。後発のマヘス-カマナ川に対する審査も DGAA によって行われ、2012 年 8 月 16 日に審査結果が通達され、先の 3 流域と同様にカテゴリー I に分類された。

(2) 環境影響評価の結果

自然環境及び社会環境への影響の確認・評価の手順、手法は、まず河川構造物建設の工事計画を確認し、環境影響・社会影響の確認・評価のために Leopold マトリックスを作成した。

環境レベル（自然環境、生物環境、社会環境）及びプロジェクトレベル（建設期間、維持管理期間）に分類して影響を確認し、影響の評価は、影響の性質、発現可能性、影響の程度（強度、範囲、発現期間、可逆性）に基づき数値化し、環境影響値を算出した。

EAP の結果によると、本事業の実施により、建設期間及び維持管理期間に発現する環境影響については、大部分のものがあまり顕著でない影響として評価された。特に顕著な影響についても、環境影響管理計画を適切に実施することにより予防・緩和することができる。

また、正の影響が維持管理期間において特に顕著である。それらは、社会経済レベル及び環境のレベルにおける安全性の確保と脆弱性の低下、住民の生活の質の向上、そして土地利用性の向上という部分で見られる。

1.9 組織と管理

投資段階と投資後の維持管理段階における組織と管理を図-1.9-1 および図-1.9-2 に示す通りとな

る。

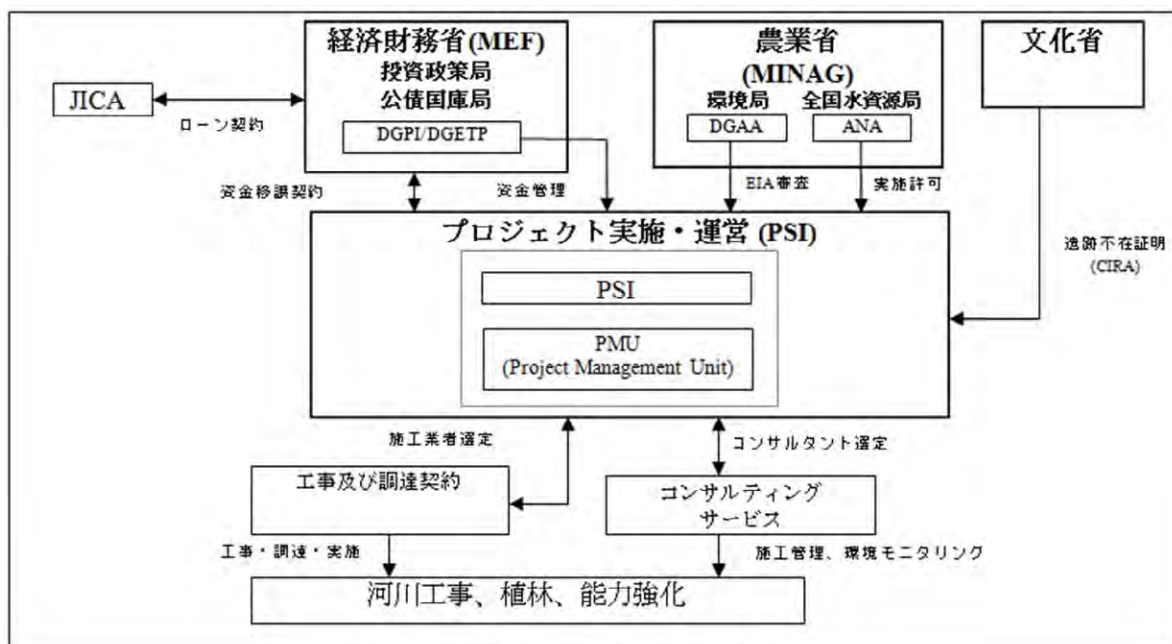


図-1.9-1 プロジェクト実施の関係機関 (実施段階)

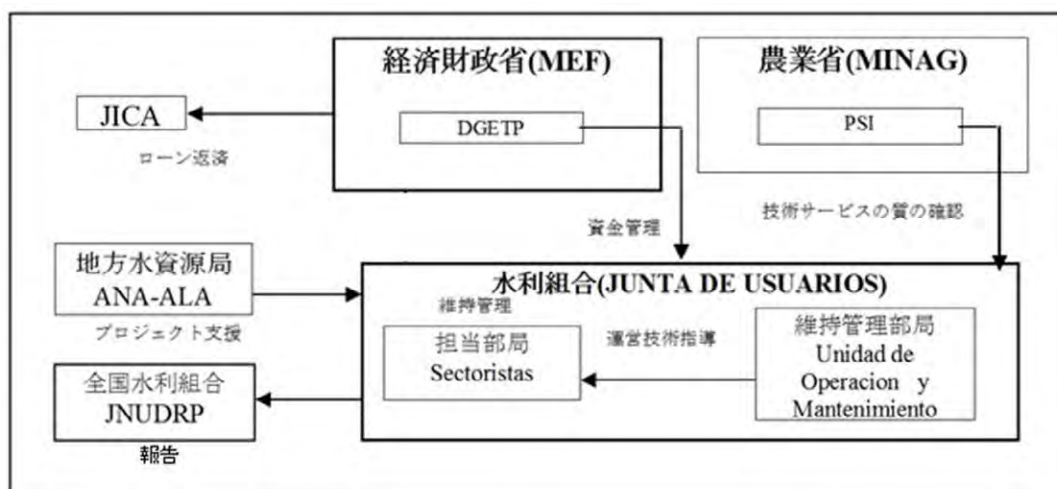


図-1.9-2 プロジェクト実施の関係機関 (運営維持管理段階)

実施機関のPSIにおいて灌漑施設局の下にPMU(Project Management Unit)を設置する。PMUの組織は図-1.9-3に示すとおりとし13名の専門家を配置する。またPMUの運営費用として8.5百万ソレスを見込む。

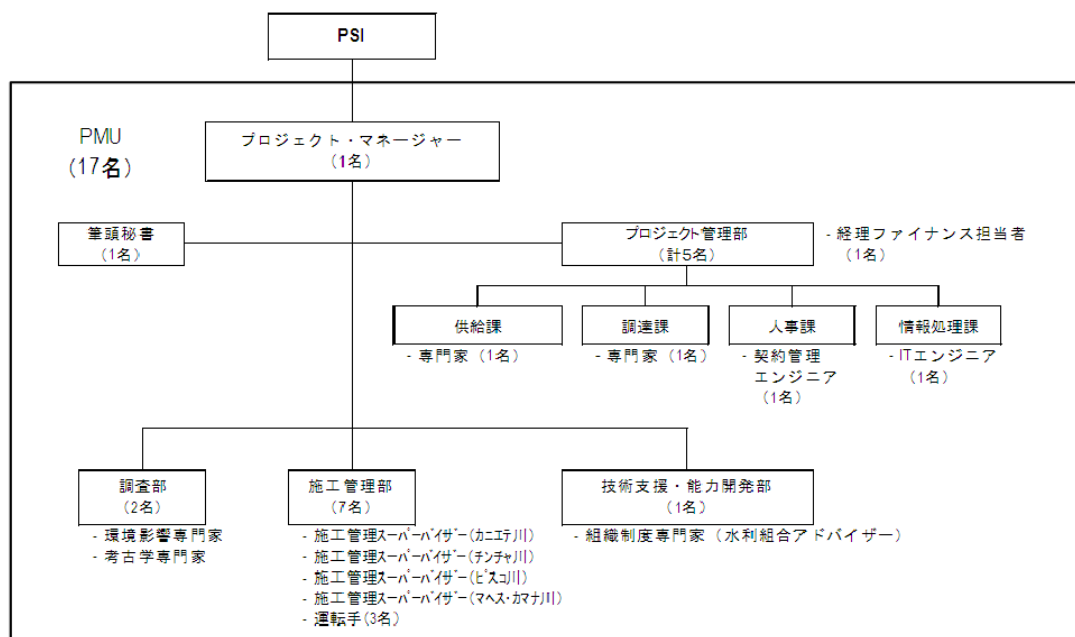


図-1.9-3 PMU の組織

1.10 実施計画

本プロジェクトの実施計画は表-1.10-1 に示すとおりである。

表-1.10-1 実施計画

項目	2010			2011			2012			2013			2014			2015			2016			2017			2018			月数
	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	
1 プロファイル調査/SNIP審査	調査										審査																	28
2 F/S調査/SNIP審査				調査								審査																27
3 円借款手続き																												6
4 コンサルタント選定																												10
5 プロジェクト・マネージメント・ユニット																												45
6 コンサルティング・サービス																												45
1) 詳細設計																												6
2) 入札図書作成, 入札補助																												15
3) 施工管理																												24
7 建設業者選定, 工事契約締結																												15
8 対策事業の実施																												
1) 洪水対策施設の建設																												24
2) 植林/植生回復																												24
3) 防災教育/能力開発																												24
4) 用地取得, 補償工事																												27
9 施設完成/水利組合引き渡し																												-

(1) コンサルタントの雇用

円借款事業におけるコンサルタントの雇用は次の項目に留意して行う事とする。

- ① 当該コンサルタントが国際的に活動し、本事業の実施に十分な経験および能力を有すること。
- ② 選定にあたっては効率性、透明性および公平性に留意すること。

- ③ 借款契約(L/A)および JICA コンサルタント雇用ガイドラインによって規定された手続きに従う。

(2) 建設業者の調達

建設業者の調達は次の各項目に留意して行う事とする。

- ① 調達の経済性、効率性、調達過程の透明性、非差別性、適格性に留意する。
- ② 借款契約(L/A)および JICA 調達ガイドラインによって規定された手続きに従う。
- ③ 国際競争入札(International Competitive Bidding: ICB)による。
- ④ 入札に先立って入札者が技術的および財務的能力を有するか確認するために事前資格審査(Prequalification of Bidder)を実施する。事前資格審査においては、a) 同種の契約についての経験と実績、b) 人材、機器およびプラント面での能力、c) 財務状況などが考慮される。

1.11 資金計画

本プロジェクトは、中央政府（MINAG）と各河川流域の水利組合及び地方政府との共同で実施され、事業費の分担は中央政府（MINAG）、州政府および水利組合が、それぞれ分担する。分担比率については暫定的に中央政府、州政府および水利組合の分担率をそれぞれ 80%、15%および 5%とする。今後 3 者間で協議のうえ最終的な分担率を決定することとする。

表-1.11-1 事業実施時における資金支出計画

1.12 結論と提言

1.12.1 結論

この調査において最終的に選定された洪水対策は構造的に安全で社会評価においても十分経済価値が高く、環境に与える影響も小さいと思われる。

本プロジェクトを実施することにより溪谷地域（Valles）および地域住民の洪水に対する高い脆弱性を軽減し、地域における社会経済の発展を促進出来るので出来るだけ早く実施するべきである。

1.12.2 提言

本調査の実施により得られた知見に基づき本事業の実施およびペルー国における今後の洪水対策に係わる問題点を次に述べる。詳細については本文 5.2.2 を参照のこと。

(1) 本事業に係わる提言

1) 当面解決すべき問題点

- * 事業費の中央政府（MINAG）および各事業対象流域における州政府ならびに水利組合による分担比率
- * 用地の取得および補償交渉
- * 事業の実施機関（MINAG の PSI）の確定
- * 遺跡不在証明（Certificación de Inexistente de Restos Arqueológicos: CIRA）の取得
- * 洪水対策施設完成後の維持管理を実施する水利組合に対する MINAG や州政府の技術的、経済的バックアップ

2) 構造物対策について

- * 河川整備の基本方針
- * カニェテ川、チンチャ川、ピスコ川およびマヘス - カマナ川における計画上の各種問題点
- * 設計・施工上の問題点
 - 工事実施期間は雨期から乾期（5～11月）への遷移期間を考慮して4～12月とする。
 - 堤防構造の安定の確保について
 - ・ 詳細設計時における安定解析、浸透流解析の必要性
 - ・ 施工時の締固めおよび施工管理の方法
 - 工事費の80%を占める護岸工事費の削減
 - 築堤土と掘削土の土量バランスについて
 - チンチャ川の流れ堰構造および水理模型実験の必要性

3) 非構造物対策について

- * 植林/植生回復に関する i) 短期計画、ii) 中期計画（チンチャ流域上流）、iii) 長期計画
- * 土砂制御および河床変動について
 - 土砂制御施設計画およびソフト対策
 - 河床変動とモニタリング

4) 防災教育/能力開発について

- * 洪水被害軽減のためのソフト対策
- * コミュニティ防災の推進

(2) ペルー国における今後の洪水対策に係わる提言

- 1) 総合的な洪水対策マスタープランの作成
- 2) 総合的洪水対策実施機関の設立
- 3) 河川管理の徹底
- 4) 降雨観測所および流量観測所の整備

1.13 論理的枠組み

最終的に選定された案の論理的枠組みは表-1.13-1 に示すとおりである。

表-1.13-1 最終案の論理的枠組み

要約	検証可能な指標	検証の方法	前提
最終目標			
地域における社会経済の発展を促進し、住民の福祉に貢献する。	地域における生産性の向上、雇用の拡大、住民の収入増加、貧困率の低減	公表される各種統計資料	社会、経済、政治の安定
目的			
溪谷地域 (Valleys) および地域住民の洪水に対する高い脆弱性を軽減する	洪水対策施設の種別と数および分布、裨益人口、裨益面積	年次工務画、資金計画のモニタリング、予算執行の監視	必要予算の確保、中央政府、地方政府および自治体、水利組合、地域住民などの積極的関与
結果			
氾濫箇所および面程の浪少取水堰標能の改善、灌漑水路の保護、河岸侵食の防止	氾濫箇所の数、面積、取水量の変化、河岸侵食の状況	現地観察、治水策計画書、治水策工事報告書などのチェック、地域住民による日常的なモニタリング	地方政府、自治体、地域住民など維持管理者の監視および上位機関への適切な報告
活動			
コンポーネントA: 構造対策	堤防、護岸、取水堰の改善等23の構造物対策の建設	詳細工事報告書、工事維持報告書、予算支出状況のチェック	工事予算の確保、優良な詳細工事、工事施工、施工管理
コンポーネントB: 非構造対策 (植林植生回復)	植林面積、河畔林面積	工事維持報告書、地域住民による日常的なモニタリング	コンサルタントや NGO の支援、対象地域住民の協力、下流住民の理解と協力
コンポーネントC: 防災教育、能力開発	講習会、実習、訓練ワークショップなどの回数	実施報告書、地方自治体担当者および住民によるモニタリング	対象者の参加意欲、コンサルタントや NGO による指導
プロジェクト実管理			
プロジェクトマネージメント	詳細工事、工事発注、施工管理、維持管理	設計図、施工計画および工事費算書、工事仕様書、契約書、工事管理報告書、維持管理マニュアル	優良コンサルタントおよび建設業者の選定、維持管理における被災住民の参加

1.14 中・長期計画

本プロジェクトの事業費予算の制約もあり、緊急に実施すべき洪水対策について述べたが、流域における洪水対策は長期計画に基づき今後も逐次実施していくべきである。ここでは流域における洪水対策の中・長期計画を提案する。

(1) 全体治水計画

流域全体を対象とした場合の治水方式としてダム案、遊水地案、堤防案およびこれ等の組み合わせ案などがあるが、ダム案や遊水地案では50年確率規模の洪水流量に対して必要な貯水容量が膨大になり、これを満足する施設の建設は不可能である。従って全体治水方式としては実現性の高い堤防方式とする。

確率50年規模の洪水流量を計画対象として各流域における河川水位を計算し、これに余裕高を加えて必要堤防高を求め、現堤防高または現地盤高がこれより低い地区に堤防を建設すると必要

堤防延長は約 226km となる。施設の維持管理として堤防の維持管理のほかに、別途実施した河床変動解析に基づき、堆積土砂による河床の上昇が予測されるヶ所については約 40,000m³/年の堆積土砂を掘削除去する必要がある。

全体治水計画における事業費および社会評価は民間価格および社会価格について表-1.14-1 および表-1.14-2 に示すとおりである。

表-1.14-1 全体治水計画における事業費および社会評価(民間価格)

流域名 Basin	年平均被害軽減額 Annual Average Damage Reduction	評価期間被害 軽減額(15年) Damage Reduction in Evaluation Period(15years)	事業費 Project Cost	維持管理費 O&M Cost	B/C Cost Benefit Ration	NPV Net Present Value	IRR(%) Internal Return of Rate
Cañete	181,369,899	81,903,051	104,475,371	8,236,962	0.86	-13,204,737	7%
Chincha	292,863,416	132,251,314	84,324,667	7,429,667	1.71	55,091,224	21%
Pisco	241,380,602	109,002,695	110,779,465	9,420,215	1.08	7,808,090	11%
Majes-Camana	292,262,168	131,979,802	426,465,039	26,889,287	0.34	-252,832,589	-

表-1.14-2 全体治水計画における事業費および社会評価(社会価格)

流域名 Basin	年平均被害軽減額 Annual Average Damage Reduction	評価期間被害 軽減額(15年) Damage Reduction in Evaluation Period(15years)	事業費 Project Cost	維持管理費 O&M Cost	B/C Cost Benefit Ration	NPV Net Present Value	IRR(%) Internal Return of Rate
Cañete	267,429,377	120,765,806	83,998,198	6,622,517	1.58	44,299,144	19%
Chincha	349,827,412	157,975,125	67,797,033	5,973,452	2.55	95,938,413	32%
Pisco	249,965,955	112,879,671	89,066,690	7,573,853	1.39	31,519,208	16%
Majes-Camana	295,026,234	133,227,999	342,877,891	21,618,987	0.43	-176,161,163	-

4 流域の全体治水方式の事業費は民間価格で 765.4 百万ソレスと巨額となる。また社会価格における社会評価ではマヘス - カマナ流域については経済効果が認められない。

(2) 植林・植生計画

長期的には上流域において植林が必要なすべての地域に植林を行う案を検討した。目的は水源となるエリアの土壌浸透能を向上させ、表面流量を軽減するとともに中間流量・地下水量を増加させる。これにより、洪水ピーク流量のカット、山地の水資源賦存量増加を図り、もって洪水防止・軽減に寄与する。植林対象地は水源となる流域の植栽可能箇所、あるいは森林が衰退した箇所である。

各流域において、植林が必要と考えられる面積、及び事業費用をチンチャ流域の植林計画をもとに算出すると (Annex-7 植林/植生回復、3.2 長期計画参照) 表-1.14-3 に示すように合計で植林面積 52 万 ha、事業実施期間 14~98 年間、総事業費は 13 億 9 千万ソレスという長期間、莫大な費用となった。(表-3.2-4 参照)。

表-1.14-3 上流域における植林計画

流域	植林面積 (ha)	必要事業期間(年)	必要事業費 (千ソレス)
	A	B	C
カニエテ	110,114	35	297,212
チンチャ	44,075	14	118,964
ビスコ	53,938	17	145,586
カマナ・マヘス	307,210	98	829,201
計	515,337	—	1,390,963
チンチャ流域における ha あたり事業費 = 2,699.13 (ソレス/ha) (計算例：カニエテ流域) $110,114 / 44,075 \times 14 = 35$ (年) $110,114 \times 2,699.13 = 297,212$ (千ソレス)			

(3) 土砂制御計画

長期的な土砂制御計画としては上流域において必要な土砂制御対策を実施するのが望ましい。上流部での土砂制御計画は、砂防ダムおよび護岸工が主体となる。各流域に対して、流域全体を対象とした場合および河床勾配に基づき優先範囲を限定して (Annex-6 砂防計画、表-1.5.1 参照) これらの配置検討を実施した結果、概算工事費は表-1.14-4 に示す通りとなる。

今回対象としている流域はいずれも広大であり、護岸工および砂防ダム等の施設を配置した場合、いずれのケースにおいても建設コストだけでなく、事業終了までに長期間を要する。このため、効果発現までにかかなりの時間が必要となる。

表-1.14-4 上流域における土砂制御施設の概算事業費

流域名	対象範囲	護岸工		帯工		砂防堰堤		直接工事費 合計	事業費 (Million S/.)
		数量 (km)	直接工事費 (Million S/.)	数量 (基)	直接工事費 (Million S/.)	数量 (基)	直接工事費 (Million S/.)		
カニエテ 流域	全流域	325	S/.347	32	S/.1	201	S/.281	S/.629	S/..1,184
	優先範囲	325	S/.347	32	S/.1	159	S/.228	S/.576	S/..1,084
チンチャ 流域	全流域	381	S/.407	38	S/.1	111	S/.116	S/.524	S/..986
	優先範囲	381	S/.407	38	S/.1	66	S/.66	S/.474	S/..892
ビスコ 流域	全流域	269	S/.287	27	S/.1	178	S/.209	S/.497	S/..935
	優先範囲	269	S/.287	27	S/.1	106	S/.126	S/.414	S/..779
カマナ/マ ヘス流域	全流域	264	S/.282	26	S/.1	123	S/.165	S/.448	S/..843
	優先範囲	264	S/.282	26	S/.1	81	S/.105	S/.388	S/..730
合計	全流域	1,239	S/..1,323	123	S/.4	613	S/..771	S/..2,098	S/..3,948
	優先範囲	1,239	S/..1,323	123	S/.4	412	S/..525	S/..1,852	S/..3,485

第2章 一般的側面

2.1 プロジェクトの名称

“溪谷村落洪水対策事業”

(“Programa de Protección de Valles y Poblaciones Rurales Vulnerables ante Inundaciones”)

2.2 形成および執行機関

(1) 形成機関 (UF)

名 称：農業省水インフラ局 (Dirección General de Infraestructura Hidráulica, Ministerio de Agricultura)

責任者：グスタボ・アドルフォ・カナレス・クリルヘンコ (Gustavo Adolfo Canales Kriljenko)
水インフラ局長 (Director General de Dirección General de Infraestructura Hidráulica)

住 所：Av. Guillermo Prescott No. 490, San Isidro – Perú

電 話：(511) 6148100, (511)6148101

e メール：gcanales@minag.gob.pe

(2) 執行機関 (UE)

名 称：農業省灌漑サブセクタープログラム (Programa Subsectorial de Irrigaciones, Ministerio de Agricultura)

責任者：ホルヘ・ツニーガ・モルガン (Ing. Jorge Zúñiga Morgan)、実施局長 (Director Ejecutivo)

住 所：Jr. Emilio Fernandez N° 130 Santa Beatriz, Lima-Perú

電 話：(511)4244488

e メール：postmast@psi.gob.pe

2.3 関係機関と被益者の参加

本プロジェクトに関係する機関および被益者は次のとおりである。

(1) 農業省 Ministerio de Agricultura(MINAG)

流域における農業の発展を目的とし、流域の天然資源を管理する機関として、経済的、社会的、環境的な持続性を維持して農業の発展に寄与する責務を負っている。

その目的を効果的かつ効率的に果たすために MINAG は 1999 年以来河川流路整備・取水構造物保護プログラム (Programa de Encauzamiento de Ríos y Protección de Estructuras de Cptación, PERPEC) の着実な達成に取り組んでいる。また地方政府はこのプログラムによって河川の防災プログラムに対するファイナンスを得ている。

- 1) 総合管理局 (Oficina de General Administración, OGA)
 - － プログラムの管理とプログラムの予算執行を司る。
 - － 管理および財務ガイドラインの作成を立案する。
- 2) 農業省水インフラ局 (Dirección General de Infraestructura Hidráulica, DGIH)
 - － 投資プログラムの調査、コントロール、実施を司る。
 - － OPI と協力してプログラムの一般的なガイドラインを立案する。
- 3) 計画投資室 (Oficina de Programación e Inversiones, OPI) (現計画・予算室、 Oficina de Planificación y Presupuesto, OPP)
 - － 投資プログラムの事前審査を行う。
 - － プログラムの管理とプログラムの予算執行を司る。
 - － 管理および財務ガイドラインの作成を立案する。
- 4) 農業省灌漑サブセクタープログラム (Programa Subsectorial de Irrigaciones, PSI)
 - － OPI および DGPI により承認された投資プログラムを実施する。

(2) 経済財務省 Ministerio de Economía y Finanzas (MEF)

公共投資局 (Dirección General de Política de Inversiones, DGPI、旧 DGPM)

公共投資事業の妥当性・実施可能性を審査する公共投資国家システム (SNIP) に基づき公共投資事業の承認を行い、これに基づき国家予算の支出や JICA ローンの申請を許可する。

(3) 日本国国際協力機構 (Agencia de Cooperación Internacional del Japón, JICA)

日本政府の機関であり、その目的は国際的な協力を推進して発展途上国の社会的、経済的発展に寄与することである。JICA は本プロジェクトのプロファイル調査およびフィージビリティ調査の実施に資金援助を行っている。

(4) 地方政府 (Gobiernos Regionales, GORE)

国家や地方や地域の計画やプログラムに従って地方の統合的、持続的発展を促進し、公共および民間投資や雇用の増大に努め、住民の権利と機会均等を保証する機関である。地方政府の参加はプロジェクトに対する財務的な寄与が考えられるのでプロジェクトの持続性にとって不可欠である。

(5) 水利組合 (Comisión de Regantes)

3 州 4 流域には多数の水利組合があり、各河川における洪水により現実に多大な被害を蒙っており、堤防、護岸、取水堰の改修などについて強い要望をもっている。表-2.1-1 に各流域の水利組合の概要を示す (詳細は 3.1.3 を参照)。流域における農地および灌漑施設に関連する堤防、護岸、取水堰、灌漑水路などの維持管理は地方政府の支援を得て、主としてこれらの水利組合および構成員により実施されている。

表-2.3-1 水利組合の概要

流域名	灌漑委員会の数	灌漑セクターの数	灌漑面積 (ha)	受益者 (人)
カニエテ	7	42	22,242	5,843
チンチャ	3	14	25,629	7,676
ピスコ	6	19	22,468	3,774
カマナーマヘス	34	83	14,301	5,907
合計	50	158	84,640	23,200

なお各水利組合は灌漑委員会により構成され、各灌漑委員会は灌漑水路を共有する灌漑セクターからなっている。

(6) 国立気象・水文機構 (Servicio Nacional de Meteorología y Hidrología, SENAMHI)

環境省に所属し、気象、水文、環境、農業気象に係わる活動を行っている。また地球規模の大気モニタリングに参加し、持続的発展、安全保障、国家の福祉に貢献すると共に気象観測所や水文観測所からの情報を収集して処理する。

(7) 国立防災機構 (Instituto Nacional de Defensa Civil, INDECI)

国家災害リスク管理システム (Sistema Nacional de Gestioh del Riesgo de Desastiv SINAGERD, 2011年5月制定) の実行組織である。防災活動に関して住民の組織および調整を行い、計画を策定し、コントロールする。また自然災害や人災による人命の損失を避けまたは軽減し、財産や環境破壊を防ぐ目的を有する。

(8) 国営水資源局 (Autoridad Nacional del Agua, ANA)

国全般にわたる水資源の持続的利用に関して政策、計画、プログラムおよび規則を推進し、モニタリングし、コントロールする技術的調整機関である。

その機能は水資源の持続的管理、地域における水道について活動のモニターおよび評価に対する技術的、法的枠組みの改善を行うことである。そして水資源の持続的利用を維持しかつ促進すると共に、主要な管理計画および国家的、国際的な経済的、技術的協力に関して調査を行い、プログラムを策定する。

(9) 地方農業局 (Direcciones Regionales Aguricultura, DRA)

地方農業局は州政府の下で次のような機能を果たしている。

- －農業に関連する国家の政策、セクター別プラン、市町村から提案された開発計画などに関して地域計画や政策を立案、承認、評価、実施、コントロール、管理する。
- －関連する政策や規則および地域のポテンシャルに従って農業活動やサービスの管理を行う。
- －流域の枠組みの実態や国営水道局の政策に従って水資源の持続的管理に参加する。
- －農産物や農産工業の生産物に関して品種の転換、市場開拓、輸出、消費を促進する。
- －灌漑プログラム、灌漑工事、灌漑施設の改修、水資源や土壌の保全や適切な管理を促進する。

2.4 構想の枠組み(関連性の枠組み)

2.4.1 プログラムの背景

(1) 調査の背景

ペルー国（以下、「ペ」国）は、地震、津波などの自然災害リスクの高い国であり、洪水災害リスクも高く、特に数年の周期で発生するエルニーニョ現象が起こる年は、各地で豪雨による洪水・土砂災害が多発するといわれている。近年においても 1982～1983 年および 1997～1998 年にエルニーニョ現象により大きな被害を受けているが、中でも最も被害が大きかったのは、エルニーニョ現象が発生した 1997～1998 年にかけての雨季で、洪水・土砂災害等により「ペ」国全体で 35 億ドルもの被害を受けた。直近の洪水災害としては、2010 年 1 月末に、世界遺産マチュピチュ付近が集中豪雨に見舞われて鉄道や道路が寸断されるなどし、観光客ら約 2 千人が孤立した災害が発生したことは記憶に新しい。またマヘス-カマナ川流域においては 2012 年 2 月 13 日（深夜）に 1,100m³/sec を超える洪水（約確率 10 年相当）が発生し、流域各地に被害をもたらした。被害の合計は氾濫面積 1,085ha、堤防の損壊 780m、灌漑幹線水路の損壊 800m、支線水路の損壊 1,550m に達している。さらにピスコ川流域においても各地域の堤防の侵食が生じ、ウメイ（Humay）地区のミラフロレス(Miraflores)道路橋が流失した。

このような背景のもと、1997～1998 年の間、中央政府は「エルニーニョ第一・第二期緊急計画」を実施した。同計画は、エルニーニョの被害を受けた水利インフラの復旧のためのものであり、農業省が管轄していた。また農業省（MINAG）水インフラ局（DGIH）は、浸水リスク地域に存在する集落、農地、農業施設等を洪水氾濫の被害から守るため、河川流路整備・取水構造物保護プログラム（PERPEC）を 1999 年に設立し、州政府に対する護岸整備事業のための資金支援を実施してきた。2007～2009 年までの PERPEC の多年度計画では、国全体で 206 の護岸事業の実施が提案された。それらのプロジェクトは、50 年確率規模の洪水量で計画されているが、局所的な護岸保全事業等の小規模な事業であり、抜本的・統合的な治水整備となっていないため、洪水の度に異なる場所で被害が発生することが課題となっている。

そこで農業省は、5 州 9 流域を対象とした洪水対策を目的とする「溪谷村落洪水対策プロジェクト」を計画したが、このような大規模な洪水対策事業の投資前調査を実施した経験・技術と資金が不足していることから、JICA に対して投資前調査の支援を要請した。これを受けて、JICA と農業省は、かかる調査を JICA が円借款案形成の協力準備調査として実施するという方針のもと、調査の内容・範囲、実施スケジュール、双方の対応措置などについて協議し、合意内容に関する協議議事録（以下、「M/M」）に 2010 年 1 月 21 日及び 2010 年 4 月 16 日に署名した。本調査は、これらの M/M に基づき実施されている。

(2) 調査の経緯

5 州 9 流域を対象とした本プロジェクトのプログラムレベルのペルフィル調査報告書は DGIH により作成され 2009 年 12 月 23 日に MINAG の計画投資室（OPI）に提出され、同月 30 日に OPI の承認を得ている。その後 DGIH は 2010 年 1 月 18 日に経済財政省（MEF）の公的部門多年度計

画局 (DGPM) (現 DGPI) に提出し、同局より 2010 年 3 月 19 日に調査報告書に対するレビューとコメントが伝達された。

JICA 調査団は 2010 年 9 月 5 日に「ペ」国に入り本プロジェクトの調査を開始した。当初の調査対象流域は 9 流域であったが、ペルー側の都合により対象流域よりイカ川が除外され、8 流域に変更された。更にこの 8 流域は A グループ 5 流域と B グループ 3 流域に分割され、前者の調査は JICA の担当、後者の調査は DGIH の担当となった。A グループの 5 流域はチラ川、カニエテ川、チンチャ川、ピスコ川およびヤウカ川であり、B グループの 3 流域はクンバサ川、マヘス川およびカマナ川となっている。

JICA 調査団は A グループ 5 流域についてのプロファイル調査をプレ F/S レベルの精度で行い 2011 年 6 月末に A グループ流域のプログラムレポートおよび 5 流域のプロジェクトレポートを完成して DGIH に提出した。またプレ F/S 調査を省略して、次の F/S 調査も開始した。

DGIH 担当の B グループ流域については 2011 年 2 月中旬から 3 月初旬にかけて、ペルフィルレベルの調査が実施され (ミニッツオブミーティングで規定されたプレ F/S レベルではなく)、クンバサ川流域については経済効果がないことを理由に調査対象から除外した。カマナおよびマヘス川流域に関するレポートは OPI に提出されたが、4 月 26 日に OPI より DGIH に公式コメントが出され、上記 2 流域の調査が必要精度を満たしていない事を理由に再調査の指示があった。また両河川が同一の流域に属することを理由にカマナ/マヘス川を一流域として取り扱う事を指示された。

一方 7 月 28 日の新大統領の就任を控えて 3 月 31 に発令された緊縮財政令のため新たな予算措置は当分不可能となり、DGIH は 5 月 6 日に JICA に対してカマナ/マヘス流域のプレ F/S および F/S 調査の実施を要請した。

JICA はこの要請を受諾し、第二回目のミニッツオブミーティング変更を行い、上記流域の調査を行う事とした (Second Amendment on Minutes of Meetings on Inception Report, Lima, July 22, 2011 参照)。これに基づき JICA 調査団は同流域のプレ F/S レベルの調査を 8 月に開始し、11 月末までに完了した。

6 流域についてのプレ F/S 調査の結果に基づき、事業費の制約および各流域の社会評価の結果を考慮して F/S 調査対象の流域としてチラ川およびヤウカ川を除くカニエテ川、チンチャ川、ピスコ川およびマヘス - カマナ川の 4 流域が選定された (Minutes of Meetings on Main Points of Interim Report, Lima, December 5, 2011 参照)。

なお JICA 担当の 5 流域のプレ F/S レベルのプロジェクトレポート (流域別) に基づき DGIH は 7 月 21 日にヤウカ川を除く 4 流域について、SNIP に登録した。ヤウカ川については経済効果が低いので DGIH の判断で登録をしていない。またマヘス - カマナ川については 2012 年 1 月 9 日に SNIP に登録した。ヤウカ川を除く 4 流域 (チラ、カニエテ、チンチャ、ピスコ) のプレ F/S レベルのプロジェクトレポート (流域別) は DGIH より OPI に提出され、2011 年 9 月 22 日に OPI より DGIH にコメントが伝達された。またマヘス-カマナ川については 2012 年 8 月 4 日に伝達され

た。カニエテ、チンチャ、ピスコの3流域について DGIH はコメントに関する報告書の修正を行い、2012年5月に OPI に提出した。マヘス-カマナ流域についても 2012年12月12日に提出した。

OPI は DGIH の上記3流域に関する修正報告書を審査してコメントを付して 2012年7月に MEF に送付した。MEF はこのコメントに基づきコメントをつけて 2012年10月 FS 調査の実施について承認した。

SNIP の規定に基づく上記審査機関の審査が遅れたので、F/S 調査は本事業に採択された4流域（カニエテ川、チンチャ川、ピスコ川およびマヘス-カマナ川）について JICA により既に実施され、4流域全体についてのプログラムレポートおよび4流域の流域別プロジェクトレポートは2012年の3月9日に DGIH にドラフトを提出した。

現在 DGIH は MEF のコメントに基づき JICA のドラフト FS レポートを修正している。修正が終わり次第 OPI および MEF の審査承認を得る予定である。審査・承認手続きが遅れているマヘス-カマナ流域についても上述の手順を踏んで最終承認を得ることとなる。

一方マヘス-カマナ流域については FS 調査における流出解析の結果につき JICA 本部よりコメントがつき、再検討を行う事になった（2011年6月29日）。調査団は再検討の作業を 2012年7月に開始して、流出解析の見直しおよびこれに伴う各種調査項目の修正を行い、2012年11月に完了した。

上記の経緯は表-2.4.1-1 に示すとおりである。

表-2.4.1-1 調査および報告書提出の経緯

項目	年月日	2013/2現在									
		テラ川	イカ川	チンチャ川	ピスコ川	ヤウカ川	カニエテ川	マヘス川	カマナ川	クンバサ川	
ベルフィルプログラムレポート		2009年12月30日：DGIH作成・提出、2010年1月18日：DGIH承認									
JICA調査開始	2010/9/5	JICA調査対象：Aグループ5流域					DGIH調査対象：Bグループ4流域				
ICRのM/M変更(No.1)	2010/11/12	-	DGIHの都合により調査対象より除外	-	-	-	Aグループに編入	-	-	-	
調査担当の一部変更	-	JICA調査担当	-	JICA調査担当				DGIH調査担当			
流域別ベルフィル調査	2011/3中旬	-	-	-	-	-	-	作成提出			
DGIHクンバサ川を除外	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	除外
OPIコメント	2011/4/26	-	-	-	-	-	-	プレFS調査レベルによる再調査およびマヘス、カマナを一流域とする指示		-	
ICRのM/M変更(No.2)	2011/6/22	-	-	-	-	-	-	マヘス-カマナ流域の調査をJICAに依頼		-	
プレFSレベルベルフィル調査	2011/6/30	DGIHに提出	-	DGIHに提出				-			
SNIP登録	2011/7/21	SNIP登録	-	SNIP登録		DGIH登録せず	SNIP登録	-		-	-
OPIコメント	-	2011/9/22	-	2011/9/22		-	2011/9/22	2012/8/4		-	-
FS調査対象流域の決定	2011/12/5	除外	-	FS調査対象		-	FS調査対象	FS調査対象		-	-
マヘス-カマナ川プレFSレベル調査	2011/12/15	-	-	-	-	-	-	DGIHに提出		-	-
6流域プレFSレベルプログラムレポート	2011/12/28	DGIHに提出	-	DGIHに提出			DGIHに提出	DGIHに提出		-	-
FS調査ドラフトレポート	2012/3/9	-	-	DGIHに提出		-	DGIHに提出	DGIHに提出		-	-
DGIHのOPIコメント回答書	-	-	-	2012/5/15	2012/5/14	-	2012/5/21	2012/12/12		-	-
OPI審査レポートMEFへ提出	-	-	-	2012/7/26		-	2012/7/26	未定		-	-
MEF上記レポートにつきFS承認	-	-	-	2012/10/4	2012/10/16	-	2012/10/17	未定		-	-
DGIH審査用FSレポート作成	-	-	-	作成中		-	作成中	未定		-	-
OPI&MEF.FSレポート審査・承認	-	-	-	未定	未定	-	未定	未定		-	-
マヘス-カマナ流域追加検討	-	-	-	-	-	-	-	2012/8~2012/11		-	-
上記結果のペルー側への説明	-	-	-	-	-	-	-	2013/2/27		-	-
最終報告書の提出	-	-	-	2013/3予定		-	2013/3予定	2013/3予定		-	-

2.4.2 プログラムに関連する法令、政策、ガイドライン

本プログラムは次に述べる法令、政策、ガイドラインに関連して策定されている。

(1) 水資源法 29338 号 (Ley de Recursos Hídricos)

1) 第 75 条-水の保護

全国水当局は、流域諮問委員会の意見を受け、水源と生態系そして本法とその他適用可能な規則の枠組みにおけるこれと関わる天然財の保全と保護を含む水の保護を目指さなければならない。上記の目的のため、関連する公共機関と様々な利用者らと調整することができる。

全国水当局は、該当の流域諮問委員会を通し、海、河川、湖の汚染を予防し、対策する目的で相当する事項において、監視と監査の役割を行使する。この目的のため、公共機関や地方政府、現地政府と調整することができる。

国家は水が源を発する流域を環境的に脆弱性のある地域だと認識する。全国水当局は、環境省の意見を受け、水の利用や取水、流入の権利を一切与えない不可侵地域であると宣言することができる。

2) 第 119 条-出水、災害、洪水対策プログラム

全国水局は、該当する流域諮問委員会とともに、出水や自然あるいは人為的災害をコントロールする総合的なプログラムと洪水その他水とその関連財による影響が引き起こす被害予防を、構造的、組織的行動と必要な活動を促進しながら、奨励する。

水利計画のなかで、マルチセクターによる有効利用のためのインフラプロジェクトの展開を奨励し、そのなかでは出水コントロール、洪水に対する防御、その他の予防策を考慮する。

(2) 水資源法 29338 号規則 (Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos Ley N° 29338)

1) 第 118 条-河川敷のメンテナンスプログラムについて

水管理局は、農業省、地方政府、現地政府、水利組織と調整しながら、水の浸食作用からの防御のため河川敷での植林のプログラムとプロジェクトの展開を奨励する。

2) 第 259 条-河岸防護の義務について

自然現象からの影響に対し、取水堰から何らかの影響を受けている範囲全体の河岸を防護することは、それが自己あるいは第三者の土地に位置する場合でも、利用者全員の義務である。そのため、全国水当局からの検討と承認を受けるため、該当するプロジェクトを提出するであろう。

(3) 水法(Ley de Agua)

1) 第 49 条

農地保護のための予防措置の投資はそれらのリハビリや回復作業に比べてコストが小さい。このように経済的で国家にとって便益が大きく、国費の節約ともなることから保護対策を優先することが重要である。

2) 第 50 条

堤防や灌漑水路の保護対策のコストが家族単位農業組織の場合や利用者の支払い能力を超える場合は政府がそれらの一部を負担出来る。

(4) 農業分野における多年度計画に係わる政策と戦略のガイドライン (RM N⁰ 0821-2008-AG)

水資源の利用可能性と適正利用を前提として灌漑関連インフラの建設と改修を行うことを促進する。

(5) 農業省基本法(Ley Orgánica de Ministeri de Agricultura, N⁰ 26821)

第 3 条に関連して河川における工事や農業用の水資源の管理は農業分野の責任であると規定されている。そのような規定がある以上河川での事業や農業目的の水資源の管理は農業セクターが追うことになる。

(6) ペルーの農業政策ガイドライン-2002 (農業省政策室)(Lineamientos de Política Agraria para el Perú – 2002, por la Oficina de Políticas del MING)

第 10 編 セクター別政策

“農業は高いリスクや天候の脆弱性のもとで行われる生産活動で、それらは予見しかつ軽減され得るものである。……” またインフラや農作物や家畜に対する損害により生ずるコストは農業の発展に障害となり、結果としてその地域や地方や国家の諸条件の悪化を助長する。“

(7) 河川流路整備・取水構造物保護プログラム、1999 (Programa de Encauzamiento de Ríos y Protección de Estructuras de Captación, PERPEC)

農業省 (MINAG) 水インフラ局 (DGIH) は、浸水リスク地域に存在する集落、農地、農業施設等を洪水氾濫の被害から守るため、河川流路整備・取水構造物保プログラム (PERPEC) を 1999 年に設立し、州政府に対する護岸整備事業のための資金支援を実施してきた。

第3章 アイデンティフィケーション

3.1 現状分析

3.1.1 自然条件

(1) 位置

調査の対象地域は3州4河川流域に分布し、その位置は図-3.1.1-1 に示すとおりである。



図-3.1.1-1 調査対象河川

(2) 流域の概要

対象河川流域はアンデス山脈を水源とし、火山溶岩で覆われた山岳地帯を深く侵食し、堆砂礫により形成された幅 100～500m 程度の溪谷を流下し、扇状地平野を経て太平洋に注いでいる。河床勾配は、溪谷部で 1/30～1/100、扇状地で 1/100～1/300 程度と急勾配であり、日本で言う砂防河川に相当する。河川沿いではほとんどの区域で農業が営まれている。また、河道はアンデス山脈からの大量の土砂運搬により、河床は複列砂州を形成しており、流路が固定しておらず極めて不安定な様相を呈している。「ペ」国の河川は、気候条件の多様性、河川流量の不規則性また、急流河川であるということから画一的に考えることは難しいが、エルニーニョ等の影響により異常で周期的な季節性（12月～3月）の洪水により甚大な被害を引き起こしている。

1) カニエテ川

カニエテ川は首都であるリマの南方約 130km に位置しており、対象 4 河川の中ではリマに一番近い川である。流域面積は約 6,100km² である。流域の形に着目すると、下流域の幅が細く、中流域・上流域の占める割合が大きい。そのため、標高 4,000m を越えるエリアが流域全体の約 50% を占めており、標高 1000m 以下のエリアは 10% 程度となっている。調査対象エリアである下流域は、河川勾配が概ね 90 分の 1、川幅は平均 200m 程度である。

カニエテ川流域の年間雨量は標高によって大きく異なっている。例えば、標高 4,000m 以上では年間 1000mm の降水があるが、標高 500m 以下になると年間 20mm 以下と極めて少なく、砂漠化しやすい気象条件となっている。しかしながら、流域面積は比較的大きく、流量は比較的豊富である。

植生は、流域の中流域・上流域の大半が草原である。一方、下流域は河川周辺は農地であるが、全体的には砂漠の占める割合が大きい。農地ではぶどうやリンゴの栽培が盛んである。その他に川エビの採取や、ラフティング、カヌーなどの観光も盛んである。

2) チンチャ川

チンチャ川は首都リマの南方約 170km に位置し、他の対象河川であるカニエテ川、ピスコ川の流域と隣接している。流域面積は約 3,300km² と対象流域の中では一番小さい。流域の形は中流域の幅が広く、上下流は幅が狭まっている。そのため、標高 4,000m を超えるエリアは全体の約 15% である。対象エリアである下流域に着目すると、河口から約 25km 上流で川が分流堰によって二股に分岐しており、これらは北側からチコ川、マタヘンテ川と呼ばれている。河川勾配は概ね 80 分の 1、川幅は 100～200m 程度である。

年間雨量はカニエテ川と類似しており、標高 3,000m 以上で 1,000mm、標高 500m 以下のエリアでは年間 20mm 以下と非常に少ない。

植生は流域の上半分がプーナ草 (Cesped de Puna) と低木類で占められており、下半分は約 8 割が砂漠、2 割が農地である。また、このような植生分布は隣接するピスコ川流域と類似している。農地ではコットン、ぶどうの栽培が盛んである。

3) ピスコ川

ピスコ川は首都リマの南方約 200km に位置し、北側でチンチャ川流域と隣接している。流域面積は約 4300km² と対象 5 流域の中間に位置する。流域の形は全体的に細く、標高 4,000m を超え

るエリアは全体の約 20%である。対象流域である下流域に着目すると、河川勾配は約 90 分の 1、川幅は 200～600m と、チンチャ川、カニエテ川に比べると比較的広い。年間雨量は標高 4,000m 以上で 500mm 程度、標高 1,000m 以下で 10mm 程度である。そのため平均的な流量は、水量が豊富なチラ川やカニエテ川に比べるとかなり小さい。植生は、上流域の大半が草原、中下流域が砂漠地帯となっており、下流の川沿いが農地として利用されている。また、このような植生分布は隣接するチンチャ川と類似している。

4) マヘス - カマナ川

マヘス-カマナ川は首都リマの南方約 700km に位置する。対象河川のうち最も南方であり、アレキパ州に属する。流域面積は約 17,000km²あり、標高 4,000m 以上の占める割合が全体の 6 割に達する。一方、対象区間である河口から約 100km の河川区間は概ね標高 2,000m 以下であり全流域の約 2 割を占める。

マヘス川とカマナ川の境界は河口から約 40km 上流であり、下流がカマナ川、上流がマヘス川と呼ばれる。河床勾配はカマナ川で約 200 分の 1、マヘス川で約 100 分の 1、川幅はカマナ川で概ね 100～200m、マヘス川で概ね 200～500m である。上流のマヘス川で川幅が広いのは、下流のカマナ川では水利組合が自ら堤防を築いて流路を固定しているのに対し、上流のマヘス川では築堤が不十分であることによると推察される。

年間雨量に関しては、高標高ほど雨量が多くなる傾向が顕著であり、標高 1,000m 以下で 50mm 程度、標高 4,000m 以上で 500mm 以上である。水量は豊富であり、乾季でも地表流（河川水）が存在する。

植生は、流域の 6 割を占める標高 4,000m 以上のエリアに湿性草原が広がっているが、対象区間である標高 2,000m 以下は砂漠地帯となっている。なお、対象区間における川沿いの平地の大半は農地として利用されており、主に米（水稻）が栽培されている。

3.1.2 対象地域の社会経済

(1)カニエテ川流域

1) 行政区分および面積

カニエテ川は、リマ州 Cañete 郡に位置する。カニエテ川周辺の主要な町名およびその面積を表-3.1.2-1 に示す。

表-3.1.2-1 カニエテ川周辺の町および面積

州 (Región)	郡 (Provincia)	町 (Distrito)	面積 (km ²)
リマ	カニエテ (Cañete)	サン・ビセンテ・デ・カニエテ (San Vicente de Cañete)	513.15
		セロ・アスル (Cerro Azul)	105.17
		ヌエボ・インペリアル (Nuevo Imperial)	329.3
		サン・ルイス (San Luis)	38.53
		ルナワナ (Lunahuaná)	500.33

国立統計局 (INEI) 2007 年調査より JICA 調査団作成

2) 人口および世帯数

1993 年と 2007 年の人口の変化を表-3.1.2-2 に示す。2007 年の人口は 120,663 人でそのうち 85%

の 102,642 人が都市部に、15%の 18,021 人が地方部に居住している。
各地域とも人口が増加している。しかしながら、都市部では国の平均を超えて平均年 2.7%で人口が増加している一方で、地方部は-0.1%と人口が減少傾向にある。

表-3.1.2-2 都市部及び地方部の人口変化

町名	2007年人口					1993年人口					変化率 (%)	
	都市	%	地方	%	合計	都市	%	地方	%	合計	都市	地方
San Vicente de Cañete	37,512	81%	8,952	19%	46,464	22,244	68%	10,304	32%	32,548	3.8%	-1.0%
Cerro Azul	5,524	80%	1,369	20%	6,893	3,271	64%	1,853	36%	5,124	3.8%	-2.1%
Imperial	33,728	93%	2,612	7%	36,340	28,195	92%	2,459	8%	30,654	1.3%	0.4%
Nuevo Imperial	15,144	80%	3,882	20%	19,026	9,403	72%	3,733	28%	13,136	3.5%	0.3%
San Luis	10,734	90%	1,206	10%	11,940	7,725	76%	2,434	24%	10,159	2.4%	-4.9%
Total	102,642	85%	18,021	15%	120,663	70,838	77%	20,783	23%	91,621	2.7%	-1.0%

Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Instituto Nacional de Estadística –INEI, Censos de Población y Vivienda, 2007 y 1993.

国立統計局 (INEI) 2007 年調査より JICA 調査団作成

2007 年の世帯数および家族数を表-3.1.2-3 に示す。1 世帯当りの人数は、Nuevo Imperialr 地区が他の地区よりも少なく 3.91 人であり、その他の地区は概ね 4.4 人程度である。

1 家族当りの人数も同様に、Nuevo Imperialr 地区が他の地区よりも少なく 3.77 人であり、その他の地区は概ね 4.1 人程度である。

表-3.1.2-3 世帯数および家族数

項目	地域名				
	San Vicente de Cañete	Cerro Azul	Imperial	Nuevo Imperial	San Luis
人口 (人)	46,464	6,893	36,340	19,026	11,940
世帯数	10,468	1,549	8,170	4,867	2,750
家族数	11,267	1,662	8,922	5,052	2,940
1世帯数当り人数 (人/1世帯)	4.44	4.45	4.45	3.91	4.34
1家族当り人数 (人/1家族)	4.12	4.15	4.07	3.77	4.06

Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Instituto Nacional de Estadística –INEI, Censo de Población y Vivienda, 2007.

国立統計局 (INEI) 2007 年調査より JICA 調査団作成

3) 労働従事状況

表-3.1.2-4 に住民が従事する仕事を産業ごとに区分して示す。Nuevo Imperial、San Luis では、第 1 次産業従事者が 56.5%、49.7%、と比率が高くなっている。

表-3.1.2-4 労働従事状況

	地域名									
	San Vicente de Cañete		Cerro Azul		Imperial		Nuevo Imperial		San Luis	
	人	%	人	%	人	%	人	%	人	%
経済活動人口	19,292	100	2,562	100	15,114	100	7,770	100	4,723	100
第1次産業	5,910	30.6	742	29.0	4,213	27.9	4,393	56.5	2,349	49.7
第2次産業	2,310	12.0	550	21.5	1,590	10.5	621	8.0	504	10.7
第3次産業	11,072	57.4	1,270	49.6	9,311	61.6	2,756	35.5	1,870	39.6

* 第1次産業: 農林水産業、第2次産業: 鉱業、建設業、製造業、第3次産業: サービス業その他

国立統計局 (INEI) 2007 年調査より JICA 調査団作成

4) 貧困率

貧困率を表 3-1.2-5 に示す。全地域住民のうち 34.7%にあたる 41,840 人が貧困者であり、3.1%にあたる 3,793 人が極度の貧困者である。特に Nuevo Imperial 地区は貧困者割合が 42.8%、極度の貧困者の割合が 4.6%と他の地域よりも貧困率の割合が高くなっている。

表-3.1.2-5 貧困率

	地域名										合計	
	San Vicente		Cerro Azul		Imperial		Nuevo Imperial		San Luis			
	人	%	人	%	人	%	人	%	人	%	人	%
地域人口	46,464	100	6,893	100	36,340	100	19,026	100	11,940	100	120,663	100
貧困者	14,068	30.3	2,097	30.4	12,947	35.6	8,152	42.8	4,576	38.3	41,840	34.7
極貧困者	1,382	3.0	129	1.9	1,029	2.8	878	4.6	375	3.1	3,793	3.1

国立統計局 (INEI) 2007 年調査より JICA 調査団作成

5) 住居の形態

家の壁には、全体の 39%が煉瓦又はセメント、42%が日干し煉瓦と泥壁が使用されている。床材は土又はセメントが 94%占めている。

Nuevo Imperial 地区を除いて、公共の上水の普及率は、平均 58%であり、公共の下水道の普及率は平均 52%である。Nuevo Imperial 地区は、公共下水道の普及率が 25.1%、公共の下水道の普及率が 11.3%と他の地区よりの普及率が低くなっている。

表-3.1.2-6 住宅状況

Variable/Indicador	地域名									
	San Vicente de Cañete		Cerro Azul		Imperial		Nuevo Imperial		San Luis	
	世帯	%	世帯	%	世帯	%	世帯	%	世帯	%
世帯数										
居住者が居る一般住宅	10,468	78.8	1,549	45.1	8,170	88.9	4,867	77.1	2,750	84.5
壁財										
煉瓦 or セメント	4,685	44.8	853	55.1	2,661	32.6	1,220	25.1	848	30.8
日干し煉瓦、泥壁	3,518	33.6	210	13.6	4,075	49.9	2,105	43.3	1,145	41.6
竹材+泥壁 or 木材	783	7.5	288	18.6	161	2.0	650	13.4	183	6.7
その他	1,482	14.2	198	12.8	1,273	15.6	892	18.3	574	20.9
床材										
土	4,196	40.1	661	42.7	4,279	52.4	2,842	58.4	1,501	54.6
セメント	4,862	46.4	781	50.4	3,432	42	1,925	39.6	1,109	40.3
タイル、寄木、高級木材	1,342	12.8	100	6.5	421	5.2	67	1.4	102	3.7
その他	68	0.6	7	0.5	38	0.5	33	0.7	38	1.4
上水システム										
住宅内まで公共上水システムあり	5,729	54.7	886	57.2	5,642	69.1	1,220	25.1	1,457	53.0
敷地内に公共上水システムあり	584	5.6	66	4.3	373	4.6	334	6.9	166	6.0
公共の水栓	666	6.4	52	3.4	234	2.9	80	1.6	346	12.6
下水、トイレ										
住宅内に下水あり	4,987	47.6	824	53.2	5,115	62.6	549	11.3	1,167	42.4
敷地内に下水あり	482	4.6	32	2.1	364	4.5	70	1.4	118	4.3
簡易トイレ (穴)	2,002	19.1	317	20.5	1,206	14.8	3,564	73.2	203	7.4
電力										
公共電力	8,373	80	1,217	78.6	6,733	82.4	3,520	72.3	2,110	76.7
家族数										
居住者がいる一般世帯に住む世帯	11,267	100	1,662	100	8,922	100	5,052	100	2,940	100
家電製品										
3つ以上の家電製品	4,844	43.0	648	39	2,822	31.6	1,237	24.5	1,045	35.5

通信情報サービス										
固定電話と携帯電話	9,391	83.3	1,373	82.6	5,759	64.5	2,708	53.6	1,728	58.8

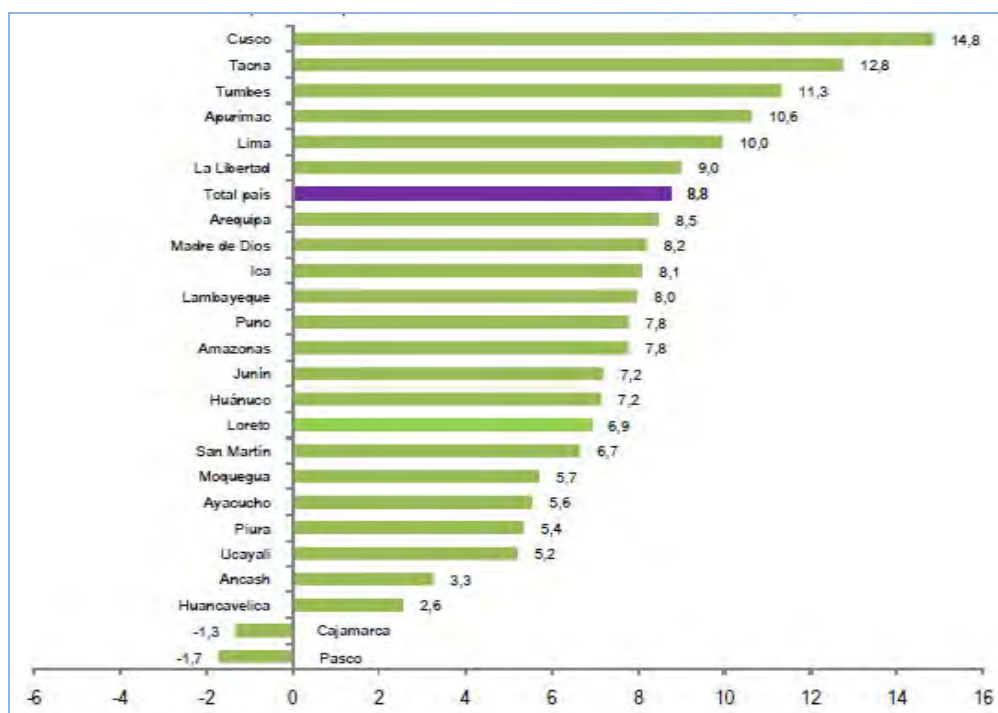
Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Instituto Nacional de Estadística –INEI, Censo de Población y Vivienda, 2007.
 国立統計局 (INEI) 2007 年調査より JICA 調査団作成

6) GDP

2010 年の「ペ」国における GDP は、US\$ 153.919.000.000.である。

2010 年の「ペ」国の成長率は、非常に大きく前年に比べて 8.8%のアップとなっている。

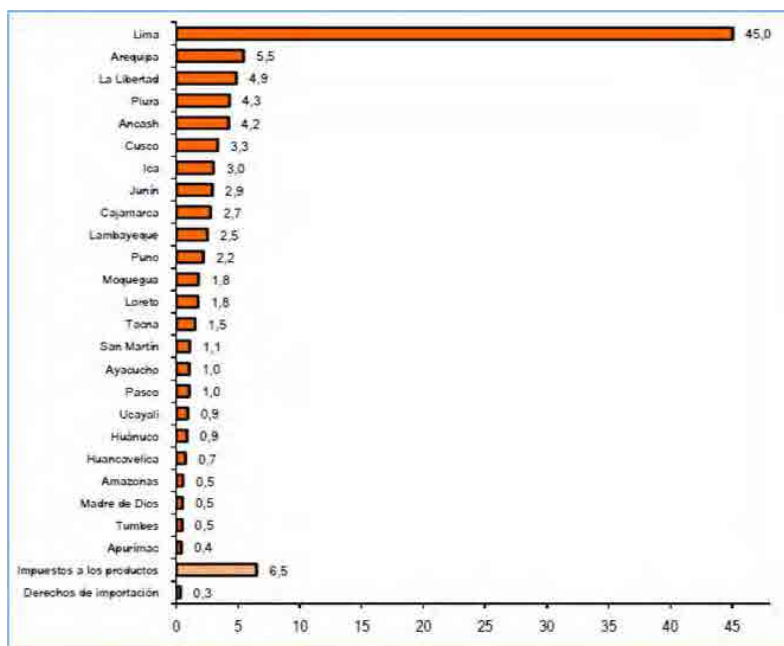
州別の GDP をみると、イカ州が 8.1%、ピウラ州が 5.4%、リマ州が 10.0%、アレキパ州 8.5%の成長率を示している。特に、リマ州は国の全体の値よりも高い成長率を示している。



Fuente INEI – Dirección Nacional de Cuentas Nacionales-2010、国立統計局 –INEIと中央準備銀行 –BCR

図-3.1.2-1 州別 GDP 成長率(2010/2009)

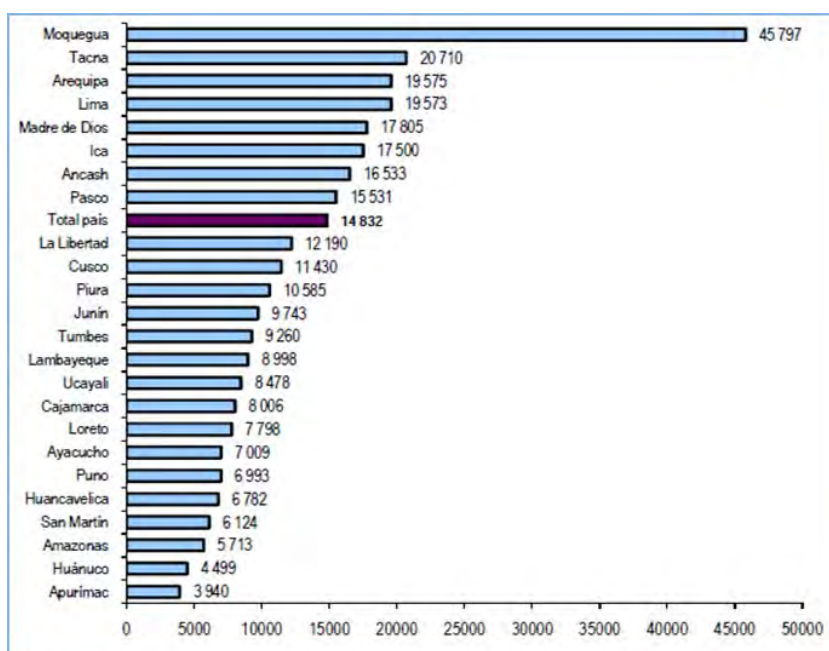
以下に GDP への寄与率を州ごとに示している。リマ州が全体の半分近く 45.0%に寄与している。その他の州の寄与率は、アレキパ州が 5.5%、ピウラ州が 4.3%、イカ州が 3.0%である。また、税金と輸入関税がそれぞれ 6.5%、0.3%寄与している。



Fuente INEI – Dirección Nacional de Cuentas Nacionales-2010、国立統計局 –INEIと中央準備銀行 –BCR

図-3.1.2-2 州別の GDP への寄与率

2010 年における「ペ」国 1 人当たりの GDP の値は S/.14,832(5,727 US\$)であった。州ごとの 1 人当たりの GDP の値は、リマ州では S/.19,573(7,557 US\$)、アレキパ州で S/.19,575 (7,558US\$)、イカ州で S/.17,500 (6,757US\$)と国の平均より高く、一方、ピウラ州で S/.10,585(4,087 US\$)と国の平均を下回っている。



Fuente INEI – Dirección Nacional de Cuentas Nacionales-2010、国立統計局 –INEIと中央準備銀行 –BCR

図-3.1.2-3 1 人当たり GDP (2010 年)

表-3.1.2-7は、2001～2010年の10年間の州別の1人当たりGDPの経年変化を示したものである。ペ国平均で2001～2010年の10年間にGDPが54.8%増加している。州別の値は、イカ州で96.6%、

アレキパ州で 65.5%、リマ州で 54.8%およびピウラ州で 55.2%増加している。なお、表-3.1.2-7の値は 1994 年を基準年とした値である。

表-3.1.2-7 1人当たり GNP の経年変化 (2001-2010)

(基準年 1994 年 S/.)

Departamento	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007P/	2008P/	2009P/	2010E/	Variación acumulada 2001-2010 (%)
Total país	4 601	4 765	4 890	5 067	5 345	5 689	6 121	6 643	6 625	7 124	54,8
Amazonas	1 835	1 910	1 996	2 081	2 212	2 349	2 510	2 684	2 761	2 959	61,3
Ancash	4 037	4 703	4 772	4 876	4 999	5 089	5 408	5 852	5 824	5 979	48,1
Apurimac	1 216	1 278	1 334	1 400	1 494	1 619	1 653	1 691	1 770	1 946	60,0
Arequipa	5 387	5 766	5 895	6 143	6 488	6 807	7 786	8 379	8 307	8 917	65,5
Ayacucho	1 788	1 870	1 942	1 900	2 045	2 207	2 448	2 640	2 896	3 020	68,9
Cajamarca	2 493	2 731	2 947	2 968	3 165	3 113	2 864	3 094	3 295	3 235	29,8
Cusco	2 194	2 086	2 195	2 565	2 768	3 071	3 340	3 554	3 685	4 202	91,5
Huancavelica	2 700	2 632	2 683	2 697	2 864	3 014	2 903	2 959	3 039	3 090	14,4
Huánuco	1 678	1 694	1 833	1 866	1 890	1 915	1 942	2 050	2 044	2 170	29,4
Ica	4 055	4 259	4 343	4 663	5 214	5 582	6 025	7 265	7 457	7 973	96,6
Junín	3 245	3 311	3 350	3 527	3 505	3 856	4 072	4 379	4 248	4 520	39,3
La Libertad	3 162	3 316	3 483	3 410	3 697	4 216	4 586	4 874	4 895	5 269	66,6
Lambayeque	2 941	3 046	3 132	2 959	3 164	3 300	3 615	3 882	3 963	4 240	44,2
Lima	6 451	6 579	6 700	6 925	7 284	7 817	8 520	9 314	9 219	9 990	54,8
Loreto	2 827	2 917	2 936	2 995	3 079	3 192	3 287	3 402	3 430	3 621	28,1
Madre de Dios	4 441	4 708	4 550	4 846	5 171	5 215	5 617	5 878	5 564	5 862	32,0
Moquegua	10 405	11 967	12 670	13 455	13 882	13 794	13 606	14 201	13 863	14 503	39,4
Pasco	5 137	5 552	5 481	5 634	5 644	6 062	6 711	6 729	6 349	6 187	20,4
Piura	2 733	2 780	2 847	3 049	3 192	3 472	3 780	4 007	4 059	4 241	55,2
Puno	2 105	2 236	2 234	2 270	2 365	2 460	2 617	2 731	2 800	2 992	42,1
San Martín	2 026	2 059	2 094	2 232	2 393	2 476	2 655	2 870	2 928	3 075	51,8
Tacna	6 004	6 124	6 382	6 643	6 782	6 941	7 256	7 458	7 256	8 067	34,4
Tumbes	2 744	2 802	2 873	3 018	3 385	3 212	3 427	3 594	3 611	3 957	44,2
Ucayali	3 063	3 149	3 203	3 411	3 584	3 754	3 846	4 007	4 040	4 190	36,8

Fuente INEI – Dirección Nacional de Cuentas Nacionales-2010, 国立統計局 – INEIと中央準備銀行 – BCR

(2) チンチャ川流域

1) 行政区分および面積

チンチャ川は、イカ州 Chincha 郡に位置する。チンチャ川周辺の主要な町名およびその面積を表-3.1.2-8に示す。

表-3.1.2-8 チンチャ川周辺の町および面積

州 (Región)	郡 (Provincia)	町 (Distrito)	面積 (km ²)
イカ	チンチャ (Chincha)	チンチャ・アルタ (Chincha Alta)	238.34
		アルト・ラレン (Alto Laren)	298.83
		チンチャ・バハ (Chincha Baja)	72.52
		エル・カルメン (El Carmen)	790.82
		タンボ・デ・モラ (Tambo de Mora)	22.00

国立統計局 (INEI) 2007 年調査より JICA 調査団作成

2) 人口および世帯数

1993年と2007年の人口の変化を表-3.1.2-9に示す。2007年の人口は94,439人でそのうち82%の77,695人が都市部に、18%の16,744人が地方部に居住している。しかしながら、Chincha Baja、El Carmenでは地方部の割合が58%、57%と地方部の比率が高くなっている。なお、各地域とも人口が増加している。

表-3.1.2-9 都市部及び地方部の人口変化

町名	2007年人口					1993年人口					変化率 (%)	
	都市	%	地方	%	合計	都市	%	地方	%	合計	都市	地方
Chincha Alta	59,574	100%	0	0%	59,574	49,748	100%	0	0%	49,748	1.3%	0.0%
Alto Laran	3,686	59%	2,534	41%	6,220	1,755	41%	2,530	59%	4,285	5.4%	0.01%
Chincha Baja	5,113	42%	7,082	58%	12,195	3,402	30%	7,919	70%	11,321	3.0%	-0.8%
El Carmen	5,092	43%	6,633	57%	11,725	3,766	43%	5,031	57%	8,797	2.2%	2.0%
Tambo de Mora	4,230	90%	495	10%	4,725	3,176	79%	868	21%	4,044	2.1%	-3.9%
Total	77,695	82%	16,744	18%	94,439	61,847	79%	16,348	21%	78,195	1.6%	0.2%

Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Instituto Nacional de Estadística -INEI, Censos de Población y Vivienda, 2007 y 1993.

国立統計局 (INEI) 2007年調査より JICA 調査団作成

2007年の世帯数および家族数を表-3.1.2-10に示す。1世帯当りの人数は、概ね4.0~4.4人程度である。1家族当りの人数は、概ね3.9~4.1人程度である。

表-3.1.2-10 世帯数および家族数

項目	町名				
	Chincha Alta	Alto Laran	Chincha Baja	El Carmen	Tambo de Mora
人口 (人)	59,574	6,220	12,195	11,725	4,725
世帯数	13,569	1,522	2,804	2,696	1,124
家族数	14,841	1,559	2,997	2,893	1,200
1世帯数当り人数 (人/1世帯)	4.39	4.09	4.35	4.35	4.20
1家族当り人数 (人/1家族)	4.01	3.99	4.07	4.05	3.94

国立統計局 (INEI) 2007年調査より JICA 調査団作成

3) 労働従事状況

表-3.1.2-11に住民が従事する仕事を産業ごとに区分して示す。都市部の人口割合が高い、Chincha Alta、Tambo de Moraでは第1次産業従事者の比率が低く、その他の町では、第1次産業従事者の比率が高くなっている。

表-3.1.2-11 労働従事状況

	町名									
	Chincha Alta		Alto Laran		Chincha Baja		El Carmen		Tambo de Mora	
	人	%	人	%	人	%	人	%	人	%
経済活動人口	23,596	100	2,415	100	4,143	100	3,966	100	1,640	100
第1次産業	1,889	8.0	1,262	52.3	1,908	46.1	2,511	63.3	334	20.4
第2次産業	6,514	27.6	443	18.3	931	22.5	399	10.1	573	34.9
第3次産業	15,190	64.4	710	29.4	1,304	31.5	1,056	26.6	733	44.7

* 第1次産業:農林水産業、第2次産業:鉱業、建設業、製造業、第3次産業:サービス業その他

国立統計局 (INEI) 2007年調査より JICA 調査団作成

4) 貧困率

貧困率を整理して表-3.1.2-12 に示す。全地域住民のうち 15.6%にあたる 14,721 人が貧困者であり、0.3%にあたる 312 人が極度の貧困者である。Chincha Baja は貧困者割合が 10.6%、極度の貧困者の割合が 0.2%と他の地域よりも貧困率の割合が低くなっている。

表-3.1.2-12 貧困率

	地域名										合計	
	Chincha Alta		Alto Laran		Chincha Baja		El Carmen		Tambo de Mora			
	人	%	人	%	人	%	人	%	人	%		%
地域人口	59,574	100	6,220	100	12,195	100	11,725	100	4,725	100	94,439	100
貧困者	9,316	15.6	1,309	21.0	1,296	10.6	1,950	16.6	850	18.0	14,721	15.6
極貧困者	214	0.4	30	0.5	22	0.2	35	0.3	11	0.2	312	0.3

国立統計局 (INEI) 2007 年調査より JICA 調査団作成

5) 住居の形態

家の壁には、全体の 21%が煉瓦又はセメント、44%が日干し煉瓦と泥壁が使用されている。床材は土又はセメントが 94%占めている。上水の普及率が低い、El Carmen、Tambo de Mora を除いて、公共の上水の普及率は、平均 45%であり、公共の下水道の普及率は平均 29%である。電気の普及率は平均で 74%である。

表-3.1.2-13 住宅状況

Variable/Indicador	Distritos									
	Chincha Alta		Alto Laran		Chincha Baja		El Carmen		Tambo de Mora	
	世帯	%	世帯	%	世帯	%	世帯	%	世帯	%
世帯数										
居住者が居る一般住宅	13,569	85.7	1,522	76.1	2,804	93.3	2,696	87.6	1,124	85.3
壁財										
煉瓦 or セメント	5,220	38.5	170	11.2	590	21	176	6.5	309	27.5
日干し煉瓦、泥壁	4,817	35.5	891	58.5	1,146	40.9	1,589	58.9	289	25.7
竹材+泥壁 or 木材	281	2.1	121	8.0	125	4.5	160	5.9	45	4.0
その他	3,251	24.0	340	22.3	943	33.6	771	28.6	481	42.8
床材										
土	5,036	37.1	812	53.4	1,521	54.2	1,547	57.4	604	53.7
セメント	6,454	47.6	680	44.7	1,136	40.5	1,081	40.1	450	40
タイル、寄木、高級木材	1,979	14.6	25	1.6	134	4.8	42	1.6	58	5.2
その他	100	0.7	5	0.3	13	0.5	26	1.0	12	1.1
上水システム										
住宅内まで公共上水システムあり	10,321	76.1	705	46.3	1,055	37.6	861	31.9	379	33.7
敷地内に公共上水システムあり	1,030	7.6	87	5.7	239	8.5	242	9	62	5.5
公共の水栓	311	2.3	214	14.1	192	6.8	202	7.5	38	3.4
下水、トイレ										
住宅内に下水あり	9,244	68.1	167	11	709	25.3	320	11.9	336	29.9
敷地内に下水あり	748	5.5	60	3.9	77	2.7	31	1.1	61	5.4
簡易トイレ (穴)	1,441	10.6	621	40.8	1,167	41.6	1,348	50	259	23
電力										
公共電力	10,989	81	811	53.3	2,251	80.3	2,146	79.6	837	74.5
家族数										
居住者がいる一般世帯に住む世帯	14,841	100	1,559	100	2,997	100	2,893	100	1,200	100
家電製品										

3つ以上の家電製品	7,024	47.3	466	29.9	1,159	38.7	908	31.4	473	39.4
通信情報サービス										
固定電話と携帯電話	12,640	85.2	920	59.0	2,182	72.8	1,919	66.3	872	72.7

Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Instituto Nacional de Estadística - INEI, Censo de Población y Vivienda, 2007.
国立統計局 (INEI) 2007 年調査より JICA 調査団作成

6) GDP

(1) カニエテ川流域に記載

(3) ピスコ川流域

1) 行政区分および面積

ピスコ川は、イカ州 Pisco 郡に位置する。ピスコ周辺の主要な町名およびその面積を表-3.1.2-14 に示す。

表-3.1.2-14 ピスコ川周辺の町および面積

州 (Región)	郡 (Provincia)	町 (Distrito)	面積 (km ²)
イカ	ピスコ (Pisco)	ピスコ (Pisco)	24.92
		サン・クレメンテ (San Clemente)	127.22
		トゥパック・アマール (Tupac Amaru)	55.48
		サン・アンドレス (San Andres)	39.45
		ウマイ (Humay)	1,112.96
		インデペンデンシア (Independencia)	273.34

国立統計局 (INEI) 2007 年調査より JICA 調査団作成

2) 人口および世帯数

1993 年と 2007 年の人口の変化を表-3.1.2-15 に示す。2007 年の人口は 119,975 人でそのうち 89% の 106,394 人が都市部に、11% の 13,581 人が地方部に居住している。各地域とも全体の人口が増加しているが、Humay、Independencia を除いた町では地方部の人口は減少傾向にある。

表-3.1.2-15 都市部及び地方部の人口変化

Distrito	Población Total 2007					Población Total 1993					変化率 (%)	
	都市	%	地方	%	Total	都市	%	地方	%	Total	都市	地方
Pisco	54,677	99%	320	1%	54,997	51,639	99%	380	1%	52,019	0.4%	-1.2%
San Clemente	18,849	98%	475	2%	19,324	13,200	93%	1,002	7%	14,202	2.6%	-5.2%
Tupac Amaru Inca	14,529	99%	147	1%	14,676	9,314	98%	228	2%	9,542	3.2%	-3.1%
San Andrés	11,495	87%	1,656	13%	13,151	10,742	86%	1,789	14%	12,531	0.5%	-0.6%
Humay	3,099	57%	2,338	43%	5,437	2,016	46%	2,331	54%	4,347	3.1%	0.0%
Independencia	3,745	30%	8,645	70%	12,390	1,630	19%	7,004	81%	8,634	6.1%	1.5%
Total	106,394	89%	13,581	11%	119,975	88,541	87%	12,734	13%	101,275	1.3%	0.5%

Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Instituto Nacional de Estadística - INEI, Censos de Población y Vivienda, 2007 y 1993.

国立統計局 (INEI) 2007 年調査より JICA 調査団作成

2007 年の世帯数および家族数を表-3.1.2-16 に示す。1 世帯当りの人数は、概ね 3.8~4.4 人程度と町によってばらつきがみられる。1 家族当りの人数は、概ね 3.7~4.1 人程度である。

表-3.1.2-16 世帯数および家族数

項目	町名					
	Pisco	San Clemente	Túpac Amaru Inca	San Andrés	Humay	Independencia
人口 (人)	54,997	19,324	14,676	13,151	5,437	12,390
世帯数	12,483	4,837	3,609	3,087	1,409	3,062
家族数	13,356	5,163	3,828	3,206	1,455	3,204
1世帯数当り人数 (人/1世帯)	4.41	4.00	4.07	4.26	3.86	4.05
1家族当り人数 (人/1家族)	4.12	3.74	3.83	4.10	3.74	3.87

国立統計局 (INEI) 2007 年調査より JICA 調査団作成

3) 労働従事状況

表-3.1.2-17 に住民が従事する仕事を産業ごとに区分して示す。Humay、Independencia では、第 1 次産業従事者が 70%以上と比率が高くなっている。その他の町では、第 3 次産業従事者の比率が高くなっている。

表-3.1.2-17 労働従事状況

	町名											
	Pisco		San Clemente		Túpac Amaru Inca		San Andrés		Humay		Independencia	
	人	%	人	%	人	%	人	%	人	%	人	%
経済活動人口	19,837	100	7,027	100	5,057	100	4,406	100	2,011	100	4,451	100
第1次産業	1,657	8.4	2,381	33.9	1,065	21.1	1,429	32.4	1,512	75.2	3,234	72.7
第2次産業	4,866	24.5	1,328	18.9	1,366	27.0	767	17.4	93	4.6	259	5.8
第3次産業	13,313	67.1	3,318	47.2	2,626	51.9	2,207	50.1	406	20.2	958	21.5

* 第1次産業: 農林水産業、第2次産業: 鉱業、建設業、製造業、第3次産業: サービス業その他

国立統計局 (INEI) 2007 年調査より JICA 調査団作成

4) 貧困率

貧困率を整理して表-3.1.2-18 に示す。全地域住民のうち 18.7%にあたる 22,406 人が貧困者であり、0.4%にあたる 493 人が極度の貧困者である。Pisco は貧困者割合が 15.8%、極度の貧困者の割合が 0.3%と他の地域よりも貧困率の割合が低くなっている。

表-3.1.2-18 貧困率

	町名													
	Pisco		San Clemente		Túpac Amaru Inca		San Andrés		Humay		Independencia			
	人	%	人	%	人	%	人	%	人	%	人	%	合計	%
地域人口	54,997	100	19,324	100	14,676	100	13,151	100	5,437	100	12,390	100	119,975	100
貧困者	8,716	15.8	4,455	23.1	3,042	20.7	2,613	19.9	1,024	18.8	2,556	20.6	22,406	18.7
極貧困者	172	0.3	126	0.7	69	0.5	39	0.3	22	0.4	65	0.5	493	0.4

国立統計局 (INEI) 2007 年調査より JICA 調査団作成

5) 住居の形態

家の壁には、全体の 45%が煉瓦又はセメント、19%が日干し煉瓦と泥壁が使用されている。床材は土又はセメントが 87%占めている。

Humay、Independencia は上水の普及率が 25%以下と低く、この 2 町を除いた公共の上水の普及

率は平均 45%である。公共の下水道の普及率は平均 48%であるが、Humay では 11%、Independencia では 13%と普及率が低くなっている。
 電気の普及率は平均で 65%である。

表-3.1.2-19 住宅状況

Variable/Indicador	Distritos											
	Pisco		San Clemente		Túpac Amaru Inca		San Andrés		Humay		Independencia	
	世帯	%	世帯	%	世帯	%	世帯	%	世帯	%	世帯	%
世帯数												
居住者が居る一般住宅	12,483	83.7	4,837	84.1	3,609	90	3,087	88.2	1,409	79.9	3,062	87.8
壁財												
煉瓦 or セメント	7,600	60.9	1,339	27.7	1,198	33.2	2,088	67.6	65	4.6	401	13.1
日干し煉瓦、泥壁	1,008	8.1	1,780	36.8	284	7.9	159	5.2	644	45.7	1,621	52.9
竹材+泥壁 or 木材	623	5.0	80	1.7	99	2.7	113	3.7	76	5.4	298	9.7
その他	3,252	26.1	1,638	33.9	2,028	56.2	727	23.6	624	44.3	742	24.2
床材												
土	4,199	33.6	2,552	52.8	2,244	62.2	894	29	899	63.8	1,896	61.9
セメント	5,752	46.1	2,109	43.6	1,179	32.7	1,749	56.7	438	31.1	997	32.6
タイル、寄木、高級木材	2,320	18.6	136	2.8	131	3.6	361	11.7	40	2.8	147	4.8
その他	212	1.7	40	0.8	55	1.5	83	2.7	32	2.3	22	0.7
上水システム												
住宅内まで公共上水システムあり	8,351	66.9	2,359	48.8	2,226	61.7	1,928	62.5	266	18.9	706	23.1
敷地内に公共上水システムあり	726	5.8	302	6.2	255	7.1	352	11.4	355	25.2	67	2.2
公共の水栓	645	5.2	109	2.3	163	4.5	30	1	3	0.2	139	4.5
下水、トイレ												
住宅内に下水あり	7,771	62.3	1,729	35.7	1,712	47.4	1,941	62.9	157	11.1	410	13.4
敷地内に下水あり	526	4.2	113	2.3	79	2.2	201	6.5	178	12.6	26	0.8
簡易トイレ (穴)	977	7.8	1,532	31.7	587	16.3	302	9.8	250	17.7	1,623	53
電力												
公共電力	8,933	71.6	2,975	61.5	2,043	56.6	2,342	75.9	949	67.4	1,283	41.9
家族数												
居住者がいる一般世帯に住む世帯	13,356	100	5,163	100	3,828	100	3,206	100	1,455	100	3,204	100
家電製品												
3つ以上の家電製品	5,976	44.7	1,426	27.6	1,086	28.4	1,417	44.2	402	27.6	553	17.3
通信情報サービス												
固定電話と携帯電話	11,385	85.2	3,401	65.9	2,795	73.0	2,579	80.4	630	43.3	1,719	53.7

Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Instituto Nacional de Estadística - INEI, Censo de Población y Vivienda, 2007.

国立統計局 (INEI) 2007 年調査より JICA 調査団作成

6) GDP

(1)カニエテ川流域に記載

(4) マヘス - カマナ川

1)行政区分および面積

マヘス - カマナテ川は、アレキパ州 Castilla 郡および Camaná 郡に位置する。マヘス - カマナ川周辺の主要な町名およびその面積を表-3.1.2-20 に示す。

表-3.1.2-20 マヘスーカマナ川周辺の町および面積

地方	郡	区	面積 (Km ²)
Arequipa	Castilla	Uraca	713.83
		Aplao	640.04
		Huancarqui	803.65
	Camaná	Camaná	11.67
		Nicolas de Piérola	391.84
		Mariscal Caceres	579.31
		Samuel Pastor	113.4
		Jose Maria Quimper	16.72

国立統計局 (INEI) 2007 年調査より JICA 調査団作成

2) 人口および世帯数

1993 年と 2007 年の人口の変化を表-3.1.2-21 に示す。2007 年の人口は 44,175 人でそのうち 91% の 40,322 人が都市部に、9% の 3,853 人が地方部に居住している。

各地域とも人口が増加している。しかしながら、都市部では国の平均を超えて平均年 2.8~3.4% で人口が増加している一方で、地方部は-1.3~-6.6%と人口が減少傾向にある。

表-3.1.2-21 都市部及び地方部の人口変化

郡	区	2007年総人口					1993年総人口					増加率 (%)	
		都市部	%	農村部	%	計	都市部	%	農村部	%	計	都市部	農村部
Castilla	Uraca	2,664	37%	4,518	63%	7,182	1,953	29%	4,698	71%	6,651	2.20%	-0.30%
	Aplao	4,847	45%	4,004	55%	8,851	2,928	35%	5,334	65%	8,262	3.70%	-2.00%
	Huancarqui	1,191	18%	254	82%	1,445	1,047	65%	555	35%	1,602	0.90%	-5.40%
計		8,702	49.80%	8,776	50.20%	17,478	5,928	36%	10,587	64%	16,515	2.80%	-1.30%
Camaná	Camaná	14,642	1%	116	99%	14,758	13,284	94%	809	6%	14,093	0.70%	-13.00%
	Nicolas de Piérola	5,362	88%	703	12%	6,065	4,688	88%	613	12%	5,301	1.00%	1.00%
	Mariscal Caceres	4,705	86%	758	14%	5,463	2,562	67%	1,253	33%	3,815	4.40%	-3.50%
	Samuel Pastor	12,004	91%	1,138	9%	13,142	2,285	26%	6,501	74%	8,786	12.60%	-11.70%
	Jose Maria Quimper	3,609	76%	1,138	24%	4,747	2,426	74%	870	26%	3,296	2.90%	1.90%
計		40,322	91.30%	3,853	8.70%	44,175	25,245	72%	10,046	28%	35,291	3.40%	-6.60%

Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Instituto Nacional de Estadística -INEI, Censos de Población y Vivienda, 2007 y 1993. 国立統計局 (INEI) 2007 年調査より JICA 調査団作成

2007 年の世帯数および家族数を表-3.1.2-22、表-3.1.2-23 に示す。1 世帯当りの人数は、Huancarqui 地区が他の地区よりも少なく 3.36 人であり、Jose Maria Quimper が他の地区より高く 4.4 人で、その他の地区は 3.6~4.1 人程度である。

1 家族当りの人数も同様に、Nuevo Imperialr 地区が他の地区よりも少なく 3.77 人であり、その他の地区は概ね 4.1 人程度である。

表-3.1.2-22 Castilla の世帯数および家族数

項目	区		
	Uraca	Aplao	Huancarqui
人口 (人)	7,182	8,851	1,445
世帯数	1,760	2,333	430
家族数	1,887	2,416	434
世帯人員 (人/世帯)	4.08	3.79	3.36
家族人員 (人/家族)	3.81	3.66	3.33

国立統計局 (INEI) 2007 年調査より JICA 調査団作成

表-3.1.2-23 Camana の世帯数および家族数

項目	区				
	Camaná	Nicolas de Piérola	Mariscal Cáceres	Samuel Pastor	Jose Maria Quimper
人口(人)	14,758	6,065	5,463	13,142	4,747
世帯数	3,845	1,680	1,394	3,426	1,078
家族数	4,066	1,738	1,448	3,554	1,108
世帯人員(人/世帯)	3.84	3.61	3.92	3.84	4.4
家族人員(人/家族)	3.63	3.49	3.77	3.7	4.28

国立統計局 (INEI) 2007 年調査より JICA 調査団作成

3) 労働従事状況

表-3.1.2-24、表-3.1.2-25 に住民が従事する仕事を産業ごとに区分して示す。第1次産業の従事者が特に Uraca 区、Aplao 区、Huancarqui 区、Mariscal Cáceres 区では 54~65% と高い比率となっている。

表-3.1.2-24 Castilla の労働従事状況

労働力人口	区					
	Uraca		Aplao		Huancarqui	
	人	%	人	%	人	%
労働力人口 ^{1/}	3,343	100	3,618	100	649	100
a) 第一次産業	2,174	65.03	1,966	54.34	413	63.64
b) 第二次産業	160	4.79	251	6.94	40	6.16
c) 第三次産業	1,009	30.18	1,401	38.72	196	30.2

出典: 国立統計局-INEI, 2007年人口と住居に関する国勢調査.

1/ 第一次産業: 農業、畜産、林業、漁業; 第二次産業: 鉱業、建設、製造; 第三次産業: サービス、その他

国立統計局 (INEI) 2007 年調査より JICA 調査団作成

表-3.1.2-25 Camana の労働従事状況

労働力人口	区									
	Samuel Pastor		Camaná		Jose Maria Quimper		Mariscal Cáceres		Nicolás de Piérola	
	人	%	人	%	人	%	人	%	人	%
労働力人口 ^{1/}	5,237	100	6,292	100	1,463	100	1,888	100	2,348	100
a) 第一次産業	1,749	33	1,469	23	548	37	1,181	63	1,125	48
b) 第二次産業	624	12	473	8	127	9	88	5	167	7
c) 第三次産業	2,864	55	4,350	69	788	54	619	33	1,056	45

出典: 国立統計局-INEI, 2007年人口と住居に関する国勢調査.

1/ 第一次産業: 農業、畜産、林業、漁業; 第二次産業: 鉱業、建設、製造; 第三次産業: サービス、その他

国立統計局 (INEI) 2007 年調査より JICA 調査団作成

4) 貧困率

貧困率を表 3-1.2-26、表 3-1.2-27 に示す。地域住民のうち 20.4~33.5% が貧困者であり、3.8~4.4% が極度の貧困者である。特に Huancarqui 地区は貧困者割合が 33.1%、極度の貧困者の割合が 6.9% と他の地域よりも貧困率の割合が高くなっている。

表-3.1.2-26 Castilla の貧困率

項目 / 指標	区 (Castilla)							
	Aplao		Huancarqui		Uraca		計	
	人	%	人	%	人	%	人	%
総人口 (人)	8,851		1,445		7,182		17,478.00	100
貧困	2,153	24.3	480	33.1	1,731	24.1	4,364	25
極貧	358	4.1	98	6.9	305	4.3	761	4.4

国立統計局 (INEI) 2007 年調査より JICA 調査団作成

表-3.1.2-27 Camana の貧困率

項目 / 指標	区 (Camaná)											
	Mariscal Caceres		Samuel pastor		Nicolas de Piérola		Jose Maria Quimper		Camaná		計	
	人	%	人	%	人	%	人	%	人	%	人	%
総人口 (人)	5,463		13,142		6,065.00		4,747.00		14,758.00		44,175.00	100
貧困	1,927	35.2	4,410.00	33.5	1,494.00	24.6	979	24.9	3,013.00	20.4	11,823	26.8
極貧	391	7.4	629	4.9	221	3.8	140	3.7	303	2.1	1,684	3.8

国立統計局 (INEI) 2007 年調査より JICA 調査団作成

5) 住居の形態

Castilla および Camana 地域の住居の形態はそれぞれ表 3-1.2-28、表 3-1.2-29 に示すとおりである。Castilla においては家の壁は 46%が煉瓦またはセメント、43%が日干し煉瓦と泥壁である。床は 96%が土またはセメントである。上水道の普及率はどの区でも 59%を超えているが、下水道の普及率は最も高い Huancarqui でもは 45.5%に過ぎない。電化率は平均で 86%である。Camana においては家の壁は 65%が煉瓦またはセメント、4%が日干し煉瓦と泥壁である。床は 98%が土またはセメントである。上水道の普及率は 55%を超えているが、下水道の普及率はカマナを除いて 50%以下である。電化率は平均で 84%である。

表-3.1.2-28 Castilla の住宅状況

項目/指標	区					
	Uraca		Aplao		Huancarqui	
	世帯	%	世帯	%	世帯	%
世帯数						
共同住宅	1,760	86	2,333	75.3	430	63
壁材						
レンガまたはセメント	999	56.8	820	35.1	106	24.7
日干レンガ及び泥	195	11.1	1,067	45.7	237	55.1
竹材で泥壁及び木材	521	29.6	332	14.2	78	18.1
その他	45	2.6	114	4.9	5	2.1
床材						
土	687	39	831	35.6	195	45.3
セメント	996	56.6	1,381	59.2	226	52.6
タイル、テラゾ、床板寄木または研磨床板、木版、ほぞ粗床板	71	4	106	4.5	7	1.6
その他	6	0.3	15	0.6	2	0.5
上水道						
家屋内に公共上水道有り	1,216	69.1	1,483	63.6	255	59.3
屋内にはないが公共上水道が敷地内に有り	86	4.9	228	9.8	20	4.7
共同の水道栓	115	6.5	54	1.5		
下水及びトイレ						
家屋内に公共下水道有り	472	26.8	705	30.2	193	44.9
屋内にはないが公共下水道が敷地内に有り	26	1.5	58	2.5	4	0.9
落下式トイレ/簡易トイレ	753	42.8	875	37.5	153	35.6
家屋に電気照明有り						
公共電力	1,505	85.5	1,790	76.7	340	79.1
世帯						
	1,887	100	2,416	100	434	100
世帯主						
男性	1,477	78.3	1,839	76.1	335	77.2
女性	410	21.7	577	23.9	99	22.8
家電製品						
家電製品を3つ以上所有	541	28.7	683	28.3	113	26
数新情報サービス						
固定電話および携帯電話有り	1,353	71.7	1,301	53.3	242	55.8

Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Instituto Nacional de Estadística –INEI, Censo de Población y Vivienda, 2007.

国立統計局 (INEI) 2007 年調査より JICA 調査団作成

表-3.1.2-29 Camana の住宅状況

項目/指標	区									
	Samuel Pastor		Camaná		Jose Maria Quimper		Mariscal Cáceres		Nicolás de Piérola	
	世帯	%	世帯	%	世帯	%	世帯	%	世帯	%
世帯数										
共同住宅	3,426	69.7	3,845	90.7	1,078	74.7	1,394	70	1,680	73.9
壁材										
レンガもしくはセメント	1,956	57.1	2,942	76.5	674	62.5	664	47.6	986	58.7
日干レンガ&泥	66	1.9	175	4.6	20	1.9	28	2	78	4.6
竹材泥壁&木材	716	20.9	427	11.1	226	21	172	12.3	419	24.9
その他	688	20.1	301	7.8	158	14.7	530	38	197	11.7
床材										
土	1,780	52	961	25	487	45.2	841	60.3	792	47.1
セメント	1,432	41.8	2,335	60.7	547	50.7	530	38	806	48
タイル、テラゾ、床板寄木もしくは研磨床板、木板、ほぞ組床板	154	4.5	514	13.4	38	3.5	16	1.1	70	4.2
その他	60	1.8	35	0.9	6	0.6	7	0.5	12	0.7
上水道										
家屋内に公共上水道有り	1,987	58	3,028	78.8	732	67.9	774	55.5	957	57
屋内にはないが公共上水道が敷地内に有り	231	6.7	236	6.1	108	10	160	11.5	323	19.2
共同の水道栓	851	24.8	164	4.3	13	1.2	9	0.6	57	3.4
下水&トイレ										
家屋内に公共下水道有り	1,466	42.8	2,816	73.2	181	16.8	243	17.4	778	46.3
屋内にはないが公共下水道が敷地内に有り	104	3	246	6.4	24	2.2	5	0.4	208	12.4
落下式トイレ/簡易トイレ	1,144	33.4	360	9.4	526	48.8	763	54.7	463	27.6
家屋に電気照明有り										
公共電力	2,734	79.8	3,556	92.5	935	86.7	1,017	73	1,284	76.4
世帯	3,554	100	4,066	100	1,108	100	1,448	100	1,738	100
世帯主										
男性	997	28.1	1,902	46.8	360	32.5	304	21	524	30.1
女性										
家電製品	2,297	64.6	3,586	88.2	790	71.3	654	45.2	1,073	61.7

Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Instituto Nacional de Estadística –INEI, Censo de Población y Vivienda, 2007.

国立統計局 (INEI) 2007 年調査より JICA 調査団作成

6) GDP

(1)カニエテ川流域に記載

3.1.3 農業

各流域の農業の現況について、水利組合、農作物の種類、作付け面積、収穫量、収益（売上高）などを以下に示す。

(1) カニエテ川流域

1) 灌漑セクター

水利組合の概要を表-3.1.3-1 に示す。カニエテ川流域には、42 の灌漑セクター、7 の灌漑委員会があり、22,242 人が農業に従事している。また、これらセクターが管理する農地の面積は 5,843ha である。

表-3.1.3-1 水利組合の概要

灌漑セクター	灌漑委員会	灌漑面積		受益者(人)	河川名			
		ha	%					
Roma Rinconada. La Huerta	Canal Nuevo Imperial	7,883	35	2,202	Cañete			
Lateral A								
Cantera Almenares								
Lateral B								
Lateral T								
Túnel Grande								
Quebrada Ihuanca								
Cantagallo-U Campesina								
Caltopa Caltopilla								
Casa Pintada Sn Isidro	Canal Viejo Imperial	3,715	17	1,080				
Cerro Alegre Huaca Chivato								
Conde Chico Ungara								
Josefina Sta. Glicería								
Tres Cerros	Canal María Angola	1,785	8	470				
Montejato								
La Quebrada								
Hualcara								
Cerro de Oro								
Chilcal								
Montalván-Arona-La Qda.-Tupac	Canal San Miguel	3,627	16	860				
Lúcumo - Cuiva - Don Germán								
Lateral 74-La Melliza-Sta Bárbara								
Casa Blanca - Los Lobos	Canal Huanca	2,301	10	421				
Lúcumo - Cuiva - Don Germán								
Huanca Media								
Huanca Baja								
Huanca Alta	Canal Pachacamilla	928	4	234				
Gr.9.2 lateral 4								
Gr.9.1 lateral 3								
Gr.8.2 lateral 2								
Gr.8.1 lateral 1								
Gr.7 compuerta 10 Y 11								
Gr.6 compuerta 9								
Gr.5 compuerta 6,7 Y 8								
Gr.4 compuerta 5								
Gr.3 compuerta 4 Y 12								
Gr.2 compuerta 2 Y 3								
Gr.11 Basombrio								
Gr.10 Pachacamilla Vieja								
Gr.1 compuerta 1								
Palo					Canal Palo Herbay	2,003	9	576
Herbay Alto								
Total					22,242	100	5,843	

Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Junta de Usuarios de Cañete, Octubre 2010
 カニエテ水利組合資料より JICA 調査団作成

2) 主要農産物

主要作物の作付面積や収穫量の 2004～2009 年までの経年変化を表-3.1.3-2 に示す。

カニエテ流域では、作付け面積、収穫量、売上高が 2005～2007 年にかけて減少しているが、その後増加し、2009 年には、2004～2005 年の値まで回復している。2008～2009 年の売上高は合計 219,095,280 (S/) である。この流域の主要作物はとうもろこし（黄）、綿花、サツマイモ、ブドウ、とうもろこし（生）である。

表-3.1.3-2 主要農作物の作付け状況および売上高

	Variables	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009
とうもろこし (黄)	作付け面積(Ha)	10,700	9,203	7,802	11,285	12,188
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	8,225	8,278	8,591	8,711	8,411
	収穫量(Kg)	88,010,215	76,182,249	67,023,861	98,302,605	102,512,719
	取引単価 (S./kg)	0.53	0.57	0.69	0.80	0.69
	売上高(S./.)	46,645,414	43,423,882	46,246,464	78,642,084	70,733,776
綿花	作付け面積(Ha)	6,750	6,241	4,146	4,887	1,697
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	3,015	3,290	3,295	3,502	3,448
	収穫量(Kg)	20,350,647	20,533,219	13,662,388	17,112,523	5,850,911
	取引単価 (S./kg)	2.14	2.13	2.77	2.67	1.85
	売上高(S./.)	43,550,385	43,735,756	37,844,815	45,690,436	10,824,186
サツマイモ	作付け面積(Ha)	2,794	1,804	2,823	1,475	3,855
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	24,367	24,434	18,953	21,768	20,088
	収穫量(Kg)	68,088,708	44,081,379	53,500,528	32,112,154	77,429,196
	取引単価 (S./kg)	0.24	0.33	0.45	0.58	0.37
	売上高(S./.)	16,341,290	14,546,855	24,075,238	18,625,049	28,648,803
ブドウ	作付け面積(Ha)	1,725	1,898	1,780	2,100	2,247
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	14,891	15,735	17,928	19,088	18,702
	収穫量(Kg)	25,685,486	29,857,163	31,911,840	40,077,165	42,023,394
	取引単価 (S./kg)	0.62	0.84	1.12	1.11	0.99
	売上高(S./.)	15,925,001	25,080,017	35,741,261	44,485,653	41,603,160
とうもろこし	作付け面積(Ha)	2,617	2,602	2,453	2,796	2,563
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	47,095	47,125	48,377	54,848	52,276
	収穫量(Kg)	123,224,068	122,623,963	118,683,294	153,333,069	133,957,250
	取引単価 (S./kg)	0.07	0.07	0.08	0.10	0.10
	売上高(S./.)	8,625,685	8,583,677	9,494,664	15,333,307	13,395,725
みかん	作付け面積(Ha)	932	941	814	1,077	1,087
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	38,670	41,261	42,913	43,596	SD
	収穫量(Kg)	36,032,706	38,818,349	34,944,056	46,957,252	
	取引単価 (S./kg)	0.74	0.64	0.79	0.67	1.19
	売上高(S./.)	26,664,202	24,843,743	27,605,804	31,461,359	
りんご	作付け面積(Ha)	769	802	752	865	833
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	20,459	21,884	21,717	22,175	25,526
	収穫量(Kg)	15,726,833	17,540,026	16,329,012	19,185,810	21,270,816
	取引単価 (S./kg)	0.52	0.63	0.63	0.75	0.75
	売上高(S./.)	8,177,953	11,050,216	10,287,278	14,389,358	15,953,112
じゃがいも	作付け面積(Ha)	1,161	739	772	878	1,053
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	24,700	25,216	23,717	26,687	24,386
	収穫量(Kg)	28,681,640	18,637,146	18,302,409	23,420,511	25,676,019
	取引単価 (S./kg)	0.37	0.44	0.35	0.74	0.43
	売上高(S./.)	10,612,207	8,200,344	6,405,843	17,331,178	11,040,688
ユカ	作付け面積(Ha)	686	1,030	671	717	981
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	33,162	33,594	32,856	36,007	37,963
	収穫量(Kg)	22,732,551	34,605,179	22,056,233	25,817,019	37,241,703
	取引単価 (S./kg)	0.36	0.36	0.42	0.67	0.42
	売上高(S./.)	8,183,718	12,457,865	9,263,618	17,297,403	15,641,515
アボガド	作付け面積(Ha)	306	411	403	662	765
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	5,844	6,064	8,162	5,424	6,129
	収穫量(Kg)	1,790,602	2,494,123	3,285,205	3,589,603	4,689,298
	取引単価 (S./kg)	2.69	3.02	2.54	2.66	2.40
	売上高(S./.)	4,816,718	7,532,252	8,344,421	9,548,345	11,254,315
その他	作付け面積(Ha)	3,947	4,839	4,223	5,281	5,296
合計	作付け面積(Ha)	32,387	30,509	26,639	32,022	32,564
	収穫量(Kg)	430,323,455	405,372,795	379,698,827	459,907,710	450,651,306
	売上高(S./.)	189,542,574	199,454,608	215,309,405	292,804,171	219,095,280

カニエテ水利組合資料 (2011年9月) より JICA 調査団作成

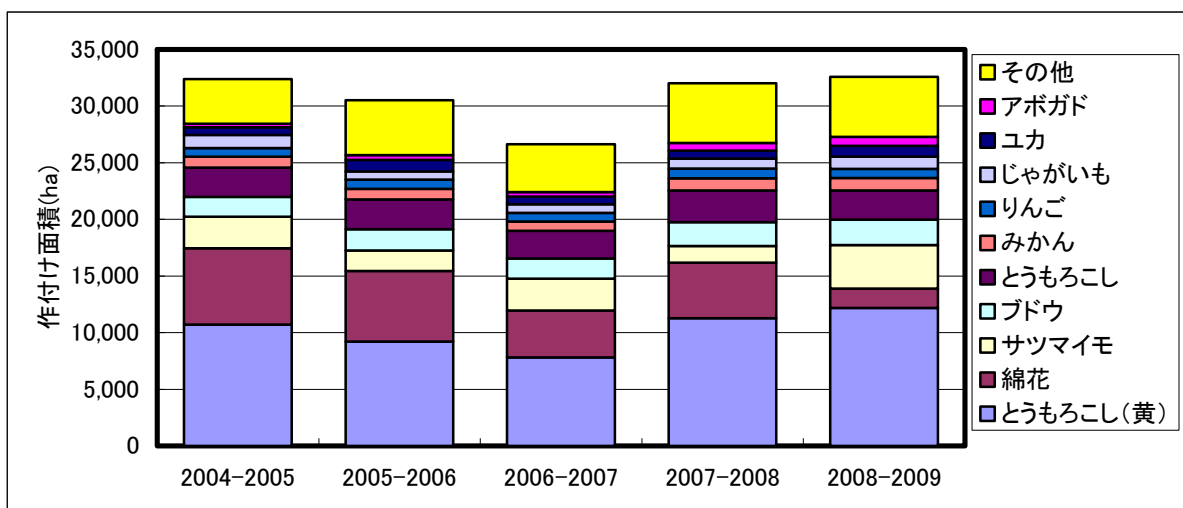


図-3.1.3-1 作付け面積

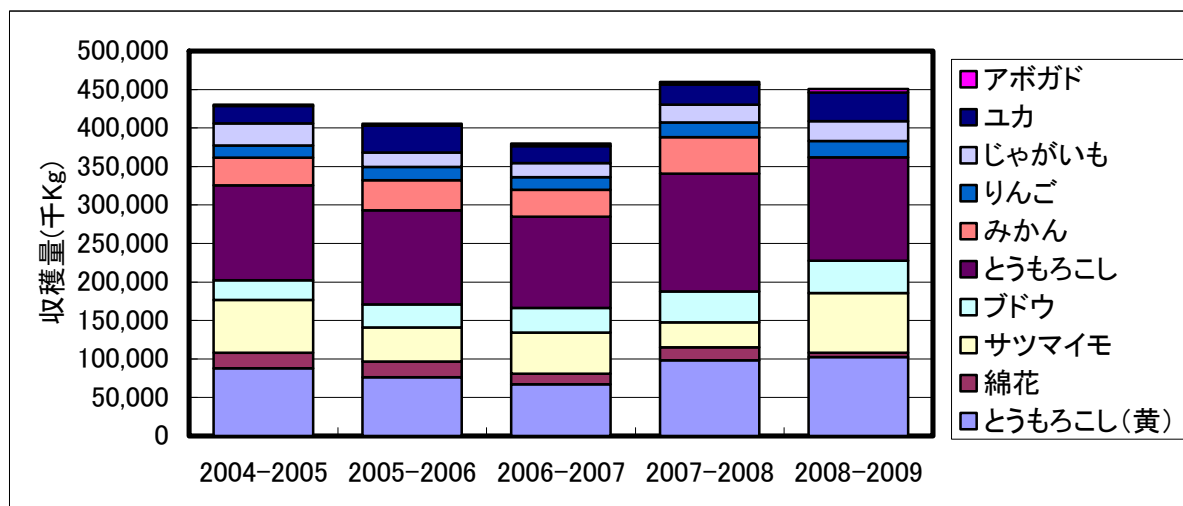


図-3.1.3-2 収穫量

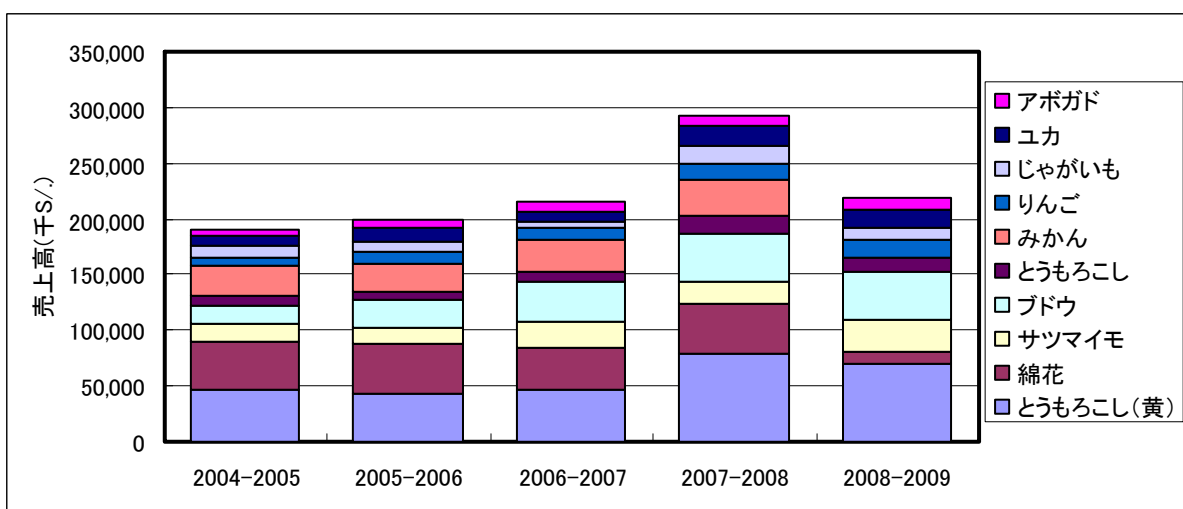


図-3.1.3-3 売上高

(2) チンチャ川流域

1) 灌漑セクター

水利組合の概要を表-3.1.3-3 に示す。マタヘンテ川、チコ川流域には、3つの灌漑セクター、14の灌漑委員会があり、7,676人農業に従事している。また、このセクターが管理する農地の面積は25,629haである。

表-3.1.3-3 水利組合の概要

灌漑セクター	灌漑委員会	灌漑面積		受益者 (人)	河川名
		ha	%		
La Pampa	Chochocota	1,624	6%	277	Matagente
	Belen	1,352	5%	230	Matagente
	San Regis	1,557	6%	283	Matagente
	Pampa Baja	4,124	16%	596	Matagente
Chincha Baja	Matagente	2,609	10%	421	Matagente
	Chillon	2,258	9%	423	Matagente
	Rio Viejo	2,054	8%	367	Matagente
	Chincha Baja	1,793	7%	351	Matagente
Chincha Alta	Rio Chico	475	2%	106	Chico
	Cauce Principal	1,644	6%	456	Chico
	Pilpa	218	1%	573	Chico
	Ñoco	1,227	5%	1,428	Chico
	Aceqia Grande	1,077	4%	1,520	Chico
	Irrigacion Pampa de Ñoco	3,616	14%	645	Chico
Total		25,629	100%	7,676	

Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Junta de Usuarios de Cañete, Octubre 2010

チンチャ水利組合資料より JICA 調査団作成

2) 主要農産物

主要作物の作付面積や収穫量の2004～2009年までの経年変化を表-3.1.3-4に示す。

チンチャ流域では、作付け面積、収穫量、売上高は年々増加している。2008～2009年の売上高は合計242,249,071(S/.)である。この流域の主要作物は綿花、とうもろこし、ブドウ、アーティチョーク、アスパラである。

表-3.1.3-4 主要農作物の作付け状況および売上高

	Variables	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009
綿花	作付け面積(Ha)	10,217	11,493	10,834	11,042	8,398
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	2,829	2,634	2,664	2,515	2,386
	収穫量(Kg)	28,903,893	30,272,562	28,861,776	27,770,630	20,037,628
	取引単価 (S./kg)	2.19	2.21	2.82	2.65	1.95
	売上高(S./.)	63,299,526	66,902,362	81,390,208	73,592,170	39,073,375
とうもろこし (黄)	作付け面積(Ha)	3,410	3,631	3,918	4,190	5,148
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	7,585	7,460	7,640	7,860	8,286
	収穫量(Kg)	25,864,850	27,087,260	29,933,520	32,933,400	42,656,328
	取引単価 (S./kg)	0.62	0.64	0.80	0.94	0.76
	売上高(S./.)	16,036,207	17,335,846	23,946,816	30,957,396	32,418,809
ブドウ	作付け面積(Ha)	1,589	1,271	1,344	1,411	1,325
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	14,420	16,658	13,137	17,029	17,720
	収穫量(Kg)	22,913,380	21,172,318	17,656,128	24,027,919	23,479,000
	取引単価 (S./kg)	0.92	1.06	1.40	1.54	1.66
	売上高(S./.)	21,080,310	22,442,657	24,718,579	37,002,995	38,975,140
アーティ チョーク	作付け面積(Ha)	587	896	993	777	1,426
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	16,595	18,445	19,525	18,768	18,300
	収穫量(Kg)	9,741,265	16,526,720	19,388,325	14,582,736	26,095,800
	取引単価 (S./kg)	0.93	1.00	1.10	1.17	1.20
	売上高(S./.)	9,059,376	16,526,720	21,327,158	17,061,801	31,314,960
アスパラガス	作付け面積(Ha)	903	860	855	776	1,102
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	6,725	9,892	8,036	7,713	9,343
	収穫量(Kg)	6,072,675	8,507,120	6,870,780	5,985,288	10,295,986
	取引単価 (S./kg)	2.81	3.08	2.93	3.04	2.79
	売上高(S./.)	17,064,217	26,201,930	20,131,385	18,195,276	28,725,801
アルアルファ	作付け面積(Ha)	574	578	651	651	776
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	16,871	21,645	29,926	39,072	44,161
	収穫量(Kg)	9,683,954	12,510,810	19,481,826	25,435,872	34,268,936
	取引単価 (S./kg)	0.23	0.23	0.36	0.39	0.40
	売上高(S./.)	2,227,309	2,877,486	7,013,457	9,919,990	13,707,574
アボガド	作付け面積(Ha)	347	347	638	703	938
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	7,268	9,772	9,036	12,221	11,853
	収穫量(Kg)	2,521,996	3,390,884	5,764,968	8,591,363	11,118,114
	取引単価 (S./kg)	1.30	1.51	1.75	2.08	2.25
	売上高(S./.)	3,278,595	5,120,235	10,088,694	17,870,035	25,015,757
サツマイモ	作付け面積(Ha)	408	553	539	522	777
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	20,134	20,195	19,076	16,856	18,153
	収穫量(Kg)	8,214,672	11,167,835	10,281,964	8,798,832	14,104,881
	取引単価 (S./kg)	0.16	0.33	0.22	0.44	0.43
	売上高(S./.)	1,314,348	3,685,386	2,262,032	3,871,486	6,065,099
かぼちゃ	作付け面積(Ha)	346	603	437	444	522
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	31,021	30,992	30,925	30,582	32,939
	収穫量(Kg)	10,733,266	18,688,176	13,514,225	13,578,408	17,194,158
	取引単価 (S./kg)	0.38	0.49	0.41	0.56	0.29
	売上高(S./.)	4,078,641	9,157,206	5,540,832	7,603,908	4,986,306
みかん	作付け面積(Ha)	360	401	405	427	594
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	25,918	27,493	33,723	31,727	34,887
	収穫量(Kg)	9,330,480	11,024,693	13,657,815	13,547,429	20,722,878
	取引単価 (S./kg)	0.51	0.52	0.76	0.81	1.06
	売上高(S./.)	4,758,545	5,732,840	10,379,939	10,973,417	21,966,251
その他	作付け面積(Ha)	2,434	1,897	2,161	1,830	1,994
合計	作付け面積(Ha)	21,175	22,530	22,775	22,773	23,000
	収穫量(Kg)	133,980,431	160,348,378	165,411,327	175,251,877	219,973,709
	売上高(S./.)	142,197,073	175,982,668	206,799,102	227,048,475	242,249,071

チンチャ水利組合資料より JICA 調査団作成

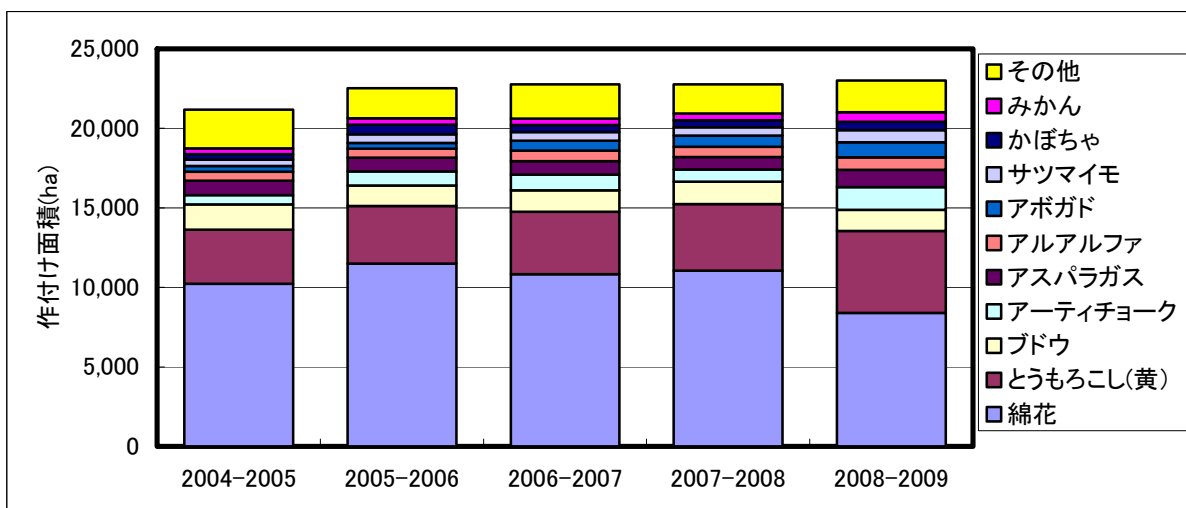


図-3.1.3-4 作付け面積

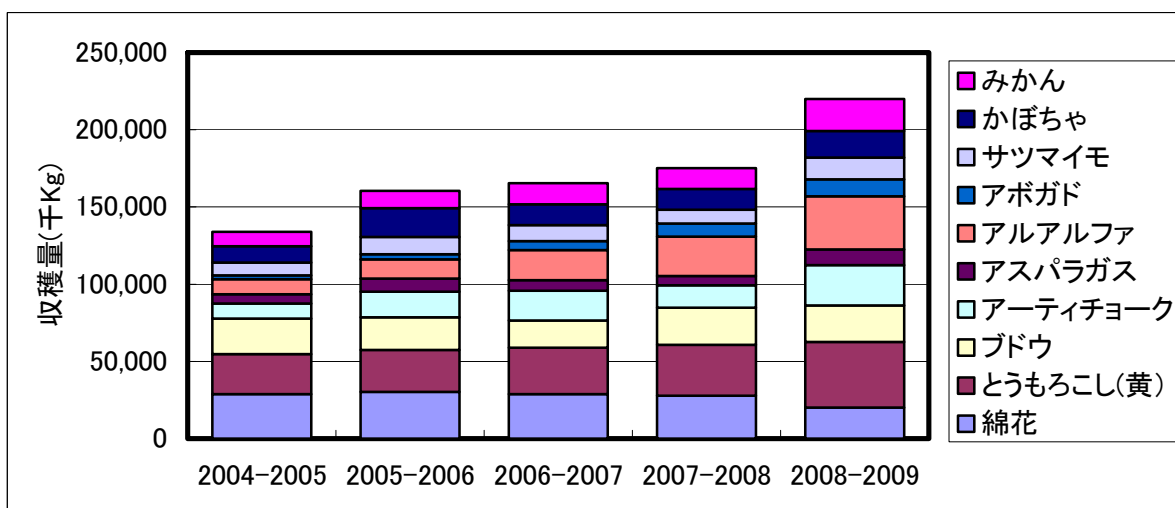


図-3.1.3-5 収穫量

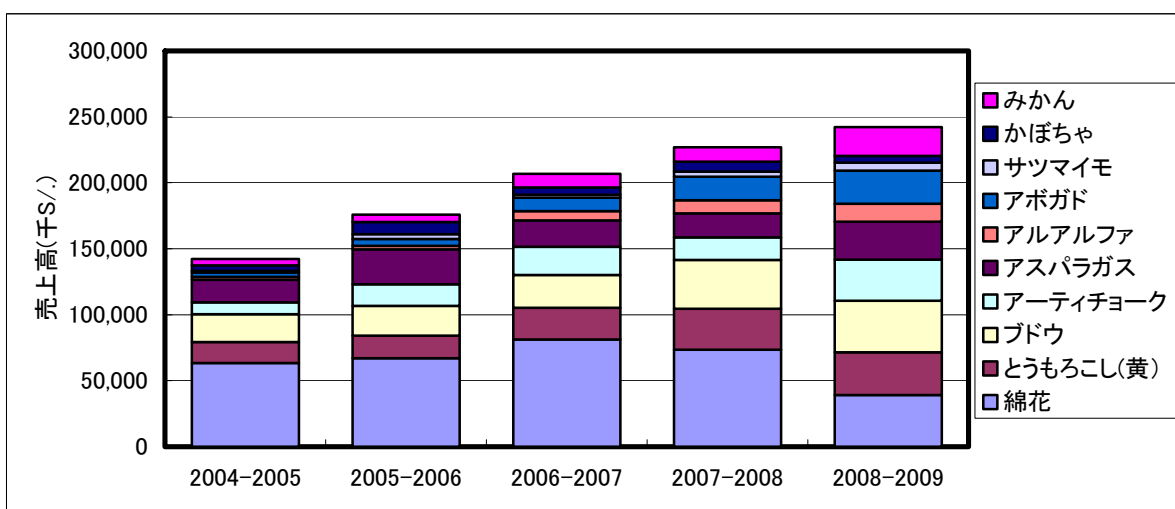


図-3.1.3-6 売上高

(3) ピスコ川流域

1) 灌漑セクター

水利組合の概要を表-3.1.3-5 に示す。ピスコ川流域には、11 の灌漑セクター、19 の灌漑委員会があり、3,774 人が農業に従事している。また、このセクターが管理する農地の面積は 22,468ha である。

表-3.1.3-5 水利組合の概要

Sector de Riego	Comisión de regantes	Áreas Bajo Riego		Nº de Beneficiarios	Río
		ha	%		
Pisco	Casalla	2,276	10	513	Pisco
	El Pueblo Figueroa	756	3	138	
	Caucato	1,612	7	325	
	Chongos	453	2	74	
Independencia	Agua Santa - El Porvenir	469	2	63	
	Francia	931	4	126	
	Montalván	1,596	7	275	
	Manrique	1,555	7	288	
Chacarilla	Condor	1,970	9	315	
Dadelso					
Jose Olaya					
Mencia					
San Jacinto					
Urrutia					
Cabeza de Toro	Cabeza de Toro	6,123	27	633	
Murga	Murga - Casaconcha	1,383	6	273	
	La Floresta	303	1	51	
	Bernales	1,286	6	294	
	Miraflores	129	1	35	
	Chunchanga	460	2	75	
Humay	San Ignacio	333	1	56	
	Montesierpe	449	2	118	
	Pallasca Tambo Colorado	145	1	65	
	Huaya Letrayoc	238	1	57	
Total		22,468	100	3,774	

Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Junta de Usuarios de Pisco, Octubre 2010
 ピスコ水利組合資料より JICA 調査団作成

2) 主要農産物

主要作物の作付面積や収穫量の 2004～2009 年までの経年変化を表-3.1.3-6 に示す。ピスコ川流域では、綿花の作付け面積が減少している影響で流域全体での作付面積は横ばいから減少傾向にある。綿花にかわって、アルファルファやとうもろこし（黄）の作付け面積が増加している。また、2008-2009 年の売上高は合計 132,512,157 (S/) と整理した 5 年間で最低となっている。これは、綿花の収穫量の減少と取引単価が安価となった影響が大きい。この流域の主要作物は綿花、アルファルファ、とうもろこし（黄）である。

表-3.1.3-6 主要農作物の作付け状況および売上高

	Variables	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009
綿花	作付け面積(Ha)	16,598	15,586	13,300	13,536	7,771
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	2,123	1,923	2,104	2,209	2,166
	収穫量(Kg)	35,237,554	29,971,878	27,983,200	29,901,024	16,831,986
	取引単価 (S./kg)	2.13	2.18	2.81	2.76	1.95
	売上高(S./)	75,055,990	65,338,694	78,632,792	82,526,826	32,822,373
アルファルファ	作付け面積(Ha)	2,817	2,941	2,966	3,739	4,133
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	31,965	29,626	30,485	24,078	25,770
	収穫量(Kg)	90,045,405	87,130,066	90,418,510	90,027,642	106,507,410
	取引単価 (S./kg)	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	売上高(S./)	9,004,541	8,713,007	9,041,851	9,002,764	10,650,741
とうもろこし(黄)	作付け面積(Ha)	1,065	1,410	2,377	2,447	4,167
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	7,289	6,960	8,197	8,665	8,262
	収穫量(Kg)	7,762,785	9,813,600	19,484,269	21,203,255	34,427,754
	取引単価 (S./kg)	0.60	0.63	0.77	0.85	0.73
	売上高(S./)	4,657,671	6,182,568	15,002,887	18,022,767	25,132,260
とうもろこし	作付け面積(Ha)	813	2,188	1,272	1,605	2,088
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	13,279	10,511	11,579	11,672	9,672
	収穫量(Kg)	10,795,827	22,998,068	14,728,488	18,733,560	20,195,136
	取引単価 (S./kg)	0.63	0.46	0.79	0.73	0.80
	売上高(S./)	6,801,371	10,579,111	11,635,506	13,675,499	16,156,109
アスパラガス	作付け面積(Ha)	648	663	720	1,028	980
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	6,654	7,231	6,491	4,375	4,788
	収穫量(Kg)	4,311,792	4,794,153	4,673,520	4,497,500	4,692,240
	取引単価 (S./kg)	3.13	3.02	3.65	2.65	2.79
	売上高(S./)	13,495,909	14,478,342	17,058,348	11,918,375	13,091,350
オレンジ	作付け面積(Ha)	311	331	367	367	367
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	26,463	24,033	26,432	27,109	26,608
	収穫量(Kg)	8,229,993	7,954,923	9,700,544	9,949,003	9,765,136
	取引単価 (S./kg)	0.52	0.56	0.59	0.55	0.51
	売上高(S./)	4,279,596	4,454,757	5,723,321	5,471,952	4,980,219
パプリカ	作付け面積(Ha)	223	354	461	310	209
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	5,058	5,068	5,490	5,864	5,849
	収穫量(Kg)	1,127,934	1,794,072	2,530,890	1,817,840	1,222,441
	取引単価 (S./kg)	4.64	3.45	5.67	5.33	4.02
	売上高(S./)	5,233,614	6,189,548	14,350,146	9,689,087	4,914,213
トマト	作付け面積(Ha)	306	349	307	258	293
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	71,395	54,399	57,824	65,525	60,604
	収穫量(Kg)	21,846,870	18,985,251	17,751,968	16,905,450	17,756,972
	取引単価 (S./kg)	0.97	0.83	0.76	1.08	0.86
	売上高(S./)	21,191,464	15,757,758	13,491,496	18,257,886	15,270,996
ブドウ	作付け面積(Ha)	136	174	192	218	230
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	8,640	11,429	10,332	17,345	19,504
	収穫量(Kg)	1,175,040	1,988,646	1,983,744	3,781,210	4,485,920
	取引単価 (S./kg)	1.66	1.88	2.21	1.95	2.00
	売上高(S./)	1,950,566	3,738,654	4,384,074	7,373,360	8,971,840
パージャル豆	作付け面積(Ha)	103	253	136	97	163
	単位面積当たり収穫量 (kg/Ha)	1,055	1,062	1,230	1,212	1,020
	収穫量(Kg)	108,665	268,686	167,280	117,564	166,260
	取引単価 (S./kg)	3.34	2.80	2.95	3.65	3.14
	売上高(S./)	362,941	752,321	493,476	429,109	522,056
その他	作付け面積(Ha)	615	907	989	518	1,644
合計	作付け面積(Ha)	23,635	25,156	23,087	24,123	22,045
	収穫量(Kg)	180,641,865	185,699,343	189,422,413	196,934,048	216,051,255
	売上高(S./)	142,033,663	136,184,761	169,813,897	176,367,624	132,512,157

ピスコ水利組合資料より JICA 調査団作成

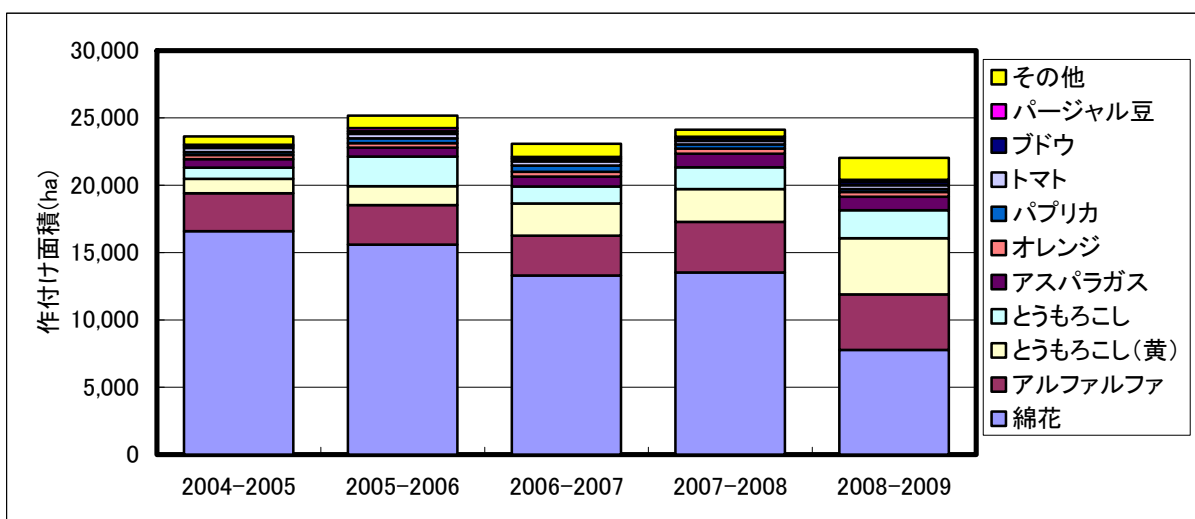


図-3.1.3-7 作付け面積

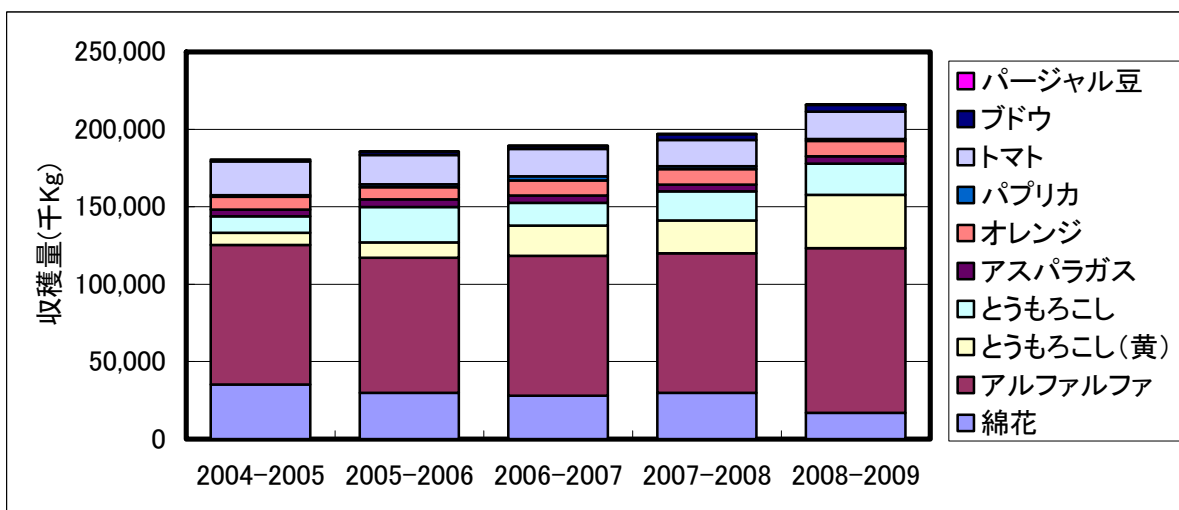


図-3.1.3-8 収穫量

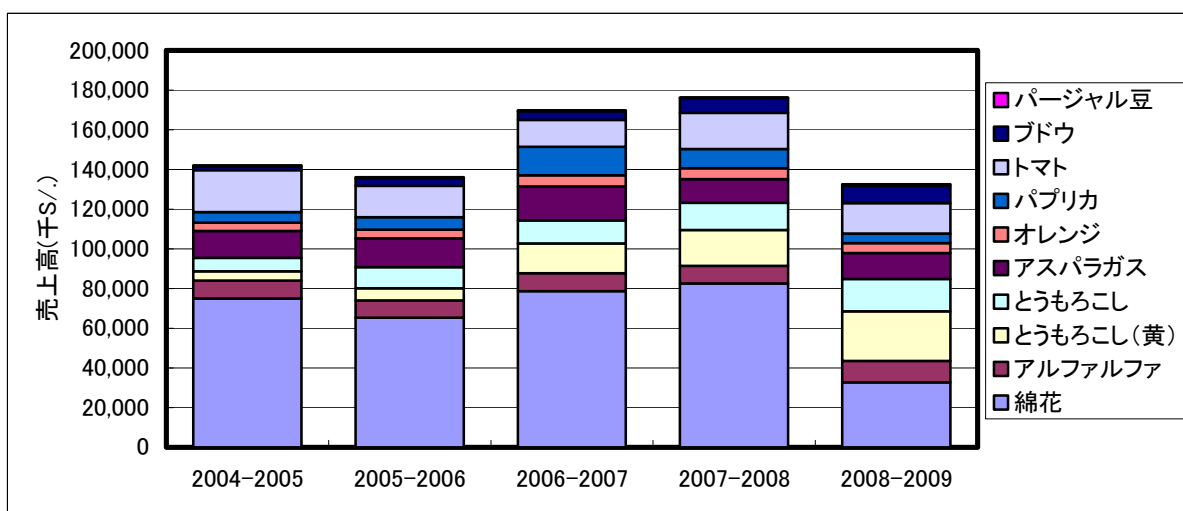


図-3.1.3-9 売上高

(4) マヘス - カマナ川流域

マヘス - カマナ流域の農業の現況について、水利組合、農作物の種類、作付け面積、収穫量、売上高などを以下に示す。

1) 灌漑セクター

マヘス川流域およびカマナ川流域の水利組合の概要をそれぞれ表-3.1.3-7 および表-3.1.3-8 に示す。マヘス川流域には、17 の灌漑委員会、45 の灌漑セクター、があり、2,519 人が農業に従事し、これらセクターが管理する農地の面積は 7,505ha である。またカマナ川流域には、17 の灌漑委員会、38 の灌漑セクター、があり、3,388 人が農業に従事し、これらセクターが管理する農地の面積は 6,796ha である。

表-3.1.3-7 マヘス川の水利組合の概要

水利組合分会	灌漑セクター名	灌漑面積		裨益者人口	河川
		ha	%	(人)	
Ongoro	Las Joyitas Las Palmas	8.08	0.11%	4	Majes
	Andamayo	94.35	1.26%	25	
	Lucheá	35.26	0.47%	24	
	Ongoro	368.13	4.91%	65	
	Huatiapilla	367.26	4.89%	75	
	La Central	406.57	5.42%	66	
	El Castillo	623.05	8.30%	73	
	La Banda	4.15	0.06%	3	
	Jaran	3.52	0.05%	6	
Ongoro Bajo	Huanco Iquiapaza	4.46	0.06%	11	
	Huatiapilla Baja	103.62	1.38%	23	
	Alto Huatiapa	44.47	0.59%	20	
	Bajo Huatiapa	19.11	0.25%	8	
	Quiscay	17.84	0.24%	1	
Beringa	San Isidro	10.53	0.14%	3	
	Beringa	109.07	1.45%	80	
Huancarqui	La Collpa	14.93	0.20%	14	
	Huancarqui	342.56	4.56%	211	
Cosos	Cosos	125.43	1.67%	92	
Aplao	Aplao	232.26	3.09%	145	
	Bajos Aplao	11.50	0.15%	5	
La Real	Caspani	20.54	0.27%	18	
	La Real	172.07	2.29%	125	
Monte los Apuros	Monte los Apuros	370.86	4.94%	160	
Querulpa	Alto Maran Trapiche	131.78	1.76%	53	
	La Revilla Valcarcel	151.01	2.01%	50	
Tomaca	Tomaca	296.32	3.95%	54	
	El Rescate	92.34	1.23%	41	
Uraca	Uraca	688.81	9.18%	239	
Cantas Pedregal	Alto Cantas	162.87	2.17%	74	
	Bajo Cantas	147.09	1.96%	47	
Sogiata	Sogiata	522.66	6.96%	154	
San Vicente	San Vicente	230.68	3.07%	100	
	Caceres	57.31	0.76%	12	
Pitis	Pitis	93.10	1.24%	53	
	Escalerillas	155.61	2.07%	74	
Sarcas Toran	Sarcas Toran	777.69	10.36%	195	
	Hinojosa Pacheco	1.00	0.01%	2	
	Medrano	12.29	0.16%	7	
	La Cueva	6.24	0.08%	6	
	Callan Jaraba	37.91	0.51%	10	
	Sahuani	58.47	0.78%	17	
	Paycan	24.44	0.33%	6	
Vertiente	2.29	0.03%	3		
El Granado	El Granado	345.45	4.60%	65	
計		7,504.98	100%	2,519	

Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Junta de Usuarios de Camana-Majes, Setiembre 2011
 マヘス-カマナ水利組合資料より JICA 調査団作成

表-3.1.3-8 カマナ川の水利組合の概要

水利組合分会	灌漑セクター名	灌漑面積		裨益者人口	河川
		ha	%	(人)	
Socso-Sillan	Huambo	28.23	0.42%	8	Camana
	Puccor	13.30	0.20%	2	
	Pillistay	13.91	0.20%	6	
	Nueva Esperanza	27.31	0.40%	19	
	Socso	52.97	0.78%	15	
	Socso Medio	21.27	0.31%	12	
	Casias-Sillan	45.32	0.67%	20	
Sonay	Sonay	110.48	1.63%	34	
Pisques	Pisques	86.82	1.28%	39	
Characta	Soto	16.29	0.24%	4	
	Characta	174.35	2.57%	54	
Pampata	Naspas-Pampata	130.31	1.92%	21	
	Pampata-Baja	164.77	2.42%	27	
La Bombon	Tirita	15.67	0.23%	12	
	Montes Nuevos	49.41	0.73%	26	
	La Bombon	402.38	5.92%	265	
	Gordillo	8.14	0.12%	9	
	La Era	1.44	0.02%	4	
	La Rama Era I	45.53	0.67%	37	
	Toma Davila	58.20	0.86%	11	
El Alto	El Alto	314.57	4.63%	128	
Los Molinos	Los Molinos	435.97	6.41%	295	
El Medio	El Medio	477.98	7.03%	231	
	Los Castillos	44.36	0.65%	48	
	Flores	4.73	0.07%	5	
La Valdivia	El Desague	45.56	0.67%	55	
	La Lurin	17.35	0.26%	11	
	La Chingana	51.27	0.75%	33	
	La Valdivia	323.86	4.77%	196	
La Deheza	La Deheza	336.71	4.95%	228	
La Gamero	La Gamero	356.04	5.24%	257	
El Molino	El Molino	370.29	5.45%	302	
El Cuzco	El Cuzco	290.02	4.27%	261	
Montes Nuevos	Montes Nuevos	192.46	2.83%	123	
Huacapuy	Huacapuy	23.12	0.34%	21	
Pucchun	Mal Paso-Sta. Elizabeth	1070.90	15.76%	296	
	1er y 2do Canal Aereo	872.79	12.84%	202	
	Jahuay	102.11	1.50%	71	
計		6,796.19	100%	3,388	

Fuente: Elaboración Equipo de estudio JICA, Junta de Usuarios de Camana-Majes, Setiembre 2011
マヘス-カマナ水利組合資料より JICA 調査団作成

2) 主要農産物

主要作物の作付面積や収穫量の 2004～2009 年までの経年変化を表-3.1.3-9 に示す。マヘス-カマナ流域では、作付け面積、収穫量、売上高が 2004 減少しているが、その後増加している。2008～2009 年の売上高は合計 188,596,716 (S/) である。この流域の主要作物は米、インゲン豆、玉ねぎ、小麦、およびカボチャである。

表-3.1.3-9 主要農作物の作付け状況および売上高

項目	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	
籾付きコメ	作付け面積 (ha)	6,216	6,246	6,211	6,212	6,224
	単位面積当りの収穫量 (kg/Ha)	12,041	13,227	12,841	13,370	13,823
	収穫量 (Kg)	74,844,450	82,617,571	79,753,422	83,057,334	86,032,532
	キロ当たり価格 (S/./kg)	0.92	0.65	0.80	1.10	0.70
	売り上げ (S/.)	68,868,814	53,701,421	63,802,738	91,354,778	60,222,772
インゲン豆(乾燥)	作付け面積 (ha)	4,458	4,433	3,947	4,045	3,886
	単位面積当りの収穫量 (kg/Ha)	1,630	1,660	1,745	1,743	1,920
	収穫量 (Kg)	7,264,349	7,359,607	6,888,684	7,051,876	7,460,849
	キロ当たり価格 (S/./kg)	2.93	2.44	3.03	4.12	3.85
	売り上げ (S/.)	21,304,797	17,970,689	20,888,054	29,058,175	28,746,981
タマネギ	作付け面積 (ha)	2,063	1,958	2,168	2,331	1,886
	単位面積当りの収穫量 (kg/Ha)	40,552	32,073	41,231	46,034	35,840
	収穫量 (Kg)	83,659,519	62,798,588	89,388,731	107,304,225	67,594,277
	キロ当たり価格 (S/./kg)	0.58	0.38	0.71	0.43	1.37
	売り上げ (S/.)	48,800,305	24,067,447	63,582,270	46,002,256	92,290,918
コムギ	作付け面積 (ha)	50	30	34	618	558
	単位面積当りの収穫量 (kg/Ha)	4,192	3,500	3,680	5,670	4,580
	収穫量 (Kg)	209,600	105,000	125,120	3,503,916	2,555,501
	キロ当たり価格 (S/./kg)	0.85	0.80	1.00	0.90	0.75
	売り上げ (S/.)	178,160	84,000	125,120	3,153,524	1,918,916
カボチャ	作付け面積 (ha)	193	223	217	129	159
	単位面積当りの収穫量 (kg/Ha)	29,341	34,419	32,869	40,346	42,789
	収穫量 (Kg)	5,662,900	7,675,350	7,132,607	5,204,624	6,803,456
	キロ当たり価格 (S/./kg)	0.36	0.30	0.30	0.41	0.26
	売り上げ (S/.)	2,056,542	2,295,721	2,123,348	2,154,472	1,786,014
原料トウモロコシ(莖葉)	作付け面積 (ha)	55	35	38	29	44
	単位面積当りの収穫量 (kg/Ha)	60,800	59,435	59,962	60,675	58,332
	収穫量 (Kg)	3,344,000	2,080,242	2,278,540	1,759,566	2,566,613
	キロ当たり価格 (S/./kg)	0.08	0.10	0.10	0.10	0.25
	売り上げ (S/.)	267,520	208,024	227,854	175,957	633,487
トウモロコシ(実)	作付け面積 (ha)	51	40	27	19	51
	単位面積当りの収穫量 (kg/Ha)	16,980	17,694	18,053	18,201	18,223
	収穫量 (Kg)	865,998	707,742	487,426	345,824	929,377
	キロ当たり価格 (S/./kg)	0.30	0.40	0.61	0.32	0.58
	売り上げ (S/.)	259,799	283,097	296,066	111,028	536,123
ジャガイモ	作付け面積 (ha)	39	38	22	22	65
	単位面積当りの収穫量 (kg/Ha)	31,538	26,368	27,866	27,524	32,091
	収穫量 (Kg)	1,230,000	1,002,000	613,045	605,531	2,085,916
	キロ当たり価格 (S/./kg)	0.50	0.50	0.46	0.83	0.63
	売り上げ (S/.)	615,000	501,000	281,443	500,939	1,310,597
トマト	作付け面積 (ha)	5	45	36	11	48
	単位面積当りの収穫量 (kg/Ha)	29,000	38,951	30,584	34,963	36,310
	収穫量 (Kg)	145,000	1,752,790	1,101,025	384,597	1,742,875
	キロ当たり価格 (S/./kg)	0.50	0.38	0.73	0.45	0.41
	売り上げ (S/.)	72,500	662,165	804,360	173,418	714,942
スイカ	作付け面積 (ha)	29	30	13	14	40
	単位面積当りの収穫量 (kg/Ha)	9,862	17,265	12,920	13,087	13,718
	収穫量 (Kg)	286,000	517,938	167,960	183,218	548,708
	キロ当たり価格 (S/./kg)	0.30	0.40	0.40	0.47	0.80
	売り上げ (S/.)	85,800	207,175	67,184	86,112	438,966
その他	作付け面積 (ha)	95	153	204	190	116
計	作付け面積 (ha)	13,254	13,231	12,917	13,620	13,077
	収穫量 (Kg)	177,511,816	166,616,828	187,936,560	209,400,711	178,320,104
	売り上げ (S/.)	142,509,238	99,980,740	152,198,437	172,770,659	188,599,716

マヘス-カマナ水利組合資料より JICA 調査団作成

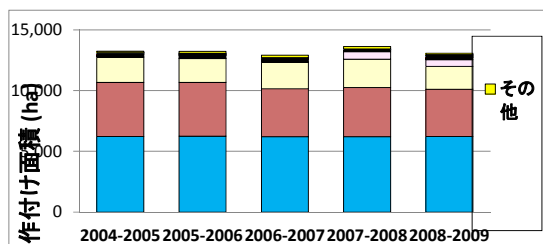


図-3.1.3-10 作付け面積

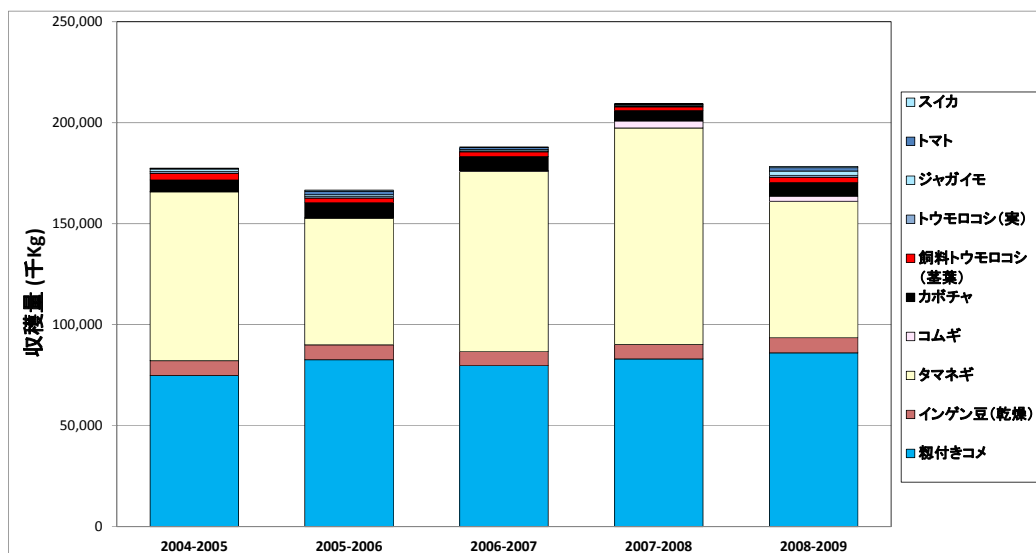


図-3.1.3-11 収穫量

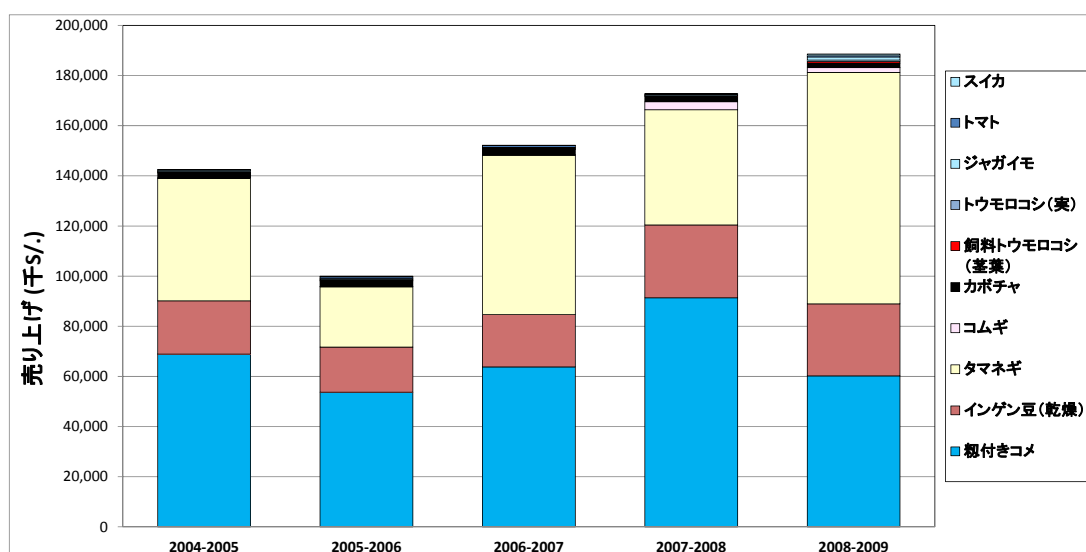


図-3.1.3-12 売上高

3.1.4 インフラ

(1) カニエテ川

1) 道路

表-3.1.4-1 にカニエテ流域に位置する道路の概要を示す。道路の総延長は 822.39km である。その内訳は、国道:265.89Km(32.3%)、県道:59.96km(7.3%)、市道:496.54km(60.4%)である。

表-3.1.4-1 道路概要

種別	総延長		舗装状況 (Km)			
			アスファルト	転圧道路	無転圧道路	砂利道、自然道
国道	265.89	32.3%	205.75	60.14	0.00	0.00
県道	59.96	7.3%	10.40	49.56		
市道	496.54	60.4%	39.83	213.18	211.37	32.16
Total	822.39	100.0%	255.98	322.88	211.37	32.16

カニエテ水利組合資料より JICA 調査団作成

2) 灌漑施設

・取水堰

カニエテ川には 4 つの取水堰があり、そのうち常設の堰は Nuevo Imperial、La Fortaleza、Palo Herbay の 3 つの堰である。

・灌漑水路

灌漑水路の状況を延長を表-3.1.4-2 に示す。メイン水路、1 次水路、2 次水路合わせた水路延長は約 1,232km である。そのうち内張りされた水路は約 80km 程度で全体の 6%程度である。

表-3.1.4-2 灌漑水路の状況

水利組合委員会	導水用水路				一次水路				二次・三次水路			
	数量	コンクリート張り (Km)	コンクリートなし (Km)	全長(Km)	数量	コンクリート張り (Km)	コンクリートなし (Km)	全長(Km)	数量	コンクリート張り (Km)	コンクリートなし (Km)	全長(Km)
Canal Nuevo Imperial	10.00	7.75	40.73	48.48	67.00	14.99	108.66	123.65	418.00	7.65	252.85	260.50
Canal Viejo Imperial	1.00	4.42	16.57	20.99	50.00	4.99	42.87	47.86	116.00	0.32	108.64	108.96
Canal San Miguel	5.00	4.74	42.69	47.43	73.00	10.98	70.58	81.56	114.00	12.39	67.46	79.85
Canal Maria Angola	3.00	3.52	24.47	27.99	56.00	2.80	59.29	62.09	68.00	0.42	38.40	38.82
Canal Palo Herbay	6.00	0.00	18.89	18.89	37.00	0.08	49.96	50.04	116.00	0.00	68.33	68.33
Canal Huanca	1.00	0.00	1.96	1.96	6.00	0.00	20.20	20.20	82.00	4.33	83.66	87.99
Canal Pachacamilla	2.00	0.00	5.27	5.27	4.00	0.00	3.42	3.42	15.00	0.00	28.28	28.28
計	28.00	20.43	150.58	171.01	293.00	33.84	354.98	388.82	929.00	25.11	647.62	672.73

出典: カニエテ水利組合

・排水路

水利組合ごとに排水路延長を表-3.1.4-3 に示す。

表-3.1.4-3 排水路

水利組合委員会	排水システム			
	集水路(m)	幹線(m)	支線(m)	全長(m)
Nuevo Imperial	6,830	3,541	1,832	12,203
Viejo Imperial	0	0	0	0
San Miguel	25,164	25,289	8,732	59,185
María Angola	3,950	1,960	787	6,697
Palo Herbay	8,925	1,432	0	10,357
Huanca	23,553	5,694	866	30,113
Pachacamilla		992		2,292
カニエテ溪谷	68,422	38,908	12,217	120,847

カニエテ水利組合資料より JICA 調査団作成

3) PERPEC

2006～2009年に PERPEC により実施された事業を表-3.1.4-4 に示す。

表-3.1.4-4 PERPEC により実施された事業

№	年	事業名	所在地				内容	総額 (\$/)		
			県	郡	町	地区				
1	2006	カニエテ川護岸工、Huacre地区	Lima	Cañete	San Vicente de Cañete	Huacre	堤防形成	1	Km	250,482.00
2	2007	カニエテ川上流域の灌漑インフラリハビリ	Lima	Cañete	Colonia, Madean, Pulínza, Yauyos, Huantán	複数箇所	水路のコンクリート護岸	3.48	Km	201,250.00
3	2007	カニエテ川中流域の灌漑インフラリハビリ	Lima	Cañete	Zuñiga, Pacaran, Lunahuana	複数箇所	水路のコンクリート護岸	1.66	Km	261,363.00
4	2007	カニエテ川下流域の灌漑インフラリハビリ	Lima	Cañete	San Vicente de Cañete, San Luis, Nuevo Imperial	複数箇所	水路のコンクリート護岸	12.56	Km	483,522.00
5	2007	カニエテ川放水路のリハビリと清掃	Lima	Cañete	San Luis, San Miguel, Quilmana	複数箇所	水路横断面リハビリ	13.1	Km	169,363.00
6	2007	マラ溪谷灌漑・排水インフラリハビリ	Lima	Cañete	Mala-San Antonio	Santa Cruz de Flores, Mala, Sta Cruz de Flores, La Huaca	水路のコンクリート護岸	1.7	Km	219,502.00
7	2007	マラ川護岸工、Santa Clorinda地区	Lima	Cañete	Mala	Mala	ロック材利用の堤防	1	Km	459,280.00
8	2008	カニエテ川暫定護岸工、Carlos V, Sta. Teresa地区 (緊急時対応)	Lima	Cañete	San Vicente de Cañete	Carlos V, Sta Teresa	河床の清掃	1.6	Km	282,794.55
9	2008	マラ川暫定護岸工、San José, Las Animas地区 (緊急時対応)	Lima	Cañete	Mala	San José, Las Animas	河床の清掃	1	Km	207,713.00
10	2008	マラ川河床整備・護岸工 Correviento、Rinconada地区 (緊急時対応)	Lima	Cañete	Mala	Correviento - Rinconada	ロック材利用の堤防	0.56	Km	324,009.64

カニエテ水利組合資料より JICA 調査団作成

(2) チンチャ川

1) 道路

表-3.1.4-5 にチンチャ流域に位置する道路の概要を示す。道路の総延長は 453.27km である。その内訳は、国道:81.39Km(18.0%)、県道:227.16km(50.1%)、市道:144.72km(31.9%)である。

国道の道路状態は、40.75km はアスファルト舗装され良好な状態であるが、残り 40,64km は道路の状態が良くない。

県道は、20.02km でアスファルト舗装され良好な状態であるが、残り 207.14km は道路の状態が良くない。

市道は、25.42km でアスファルト舗装され良好な状態であるが、残り 119.3km は道路の状態が良くない。

表-3.1.4-5 道路概要

種別	総延長		舗装状況			
			アスファルト	転圧道路	無転圧道路	砂利道、自然道
国道	81.39	18.0%	40.75	40.64		
県道	227.16	50.1%	20.02		207.14	
市道	144.72	31.9%	25.42		70.30	49.00
Total	453.27	100.0%	86.19	40.64	277.44	49.00

チンチャ水利組合資料より JICA 調査団作成

2) PERPEC

2006～2009年に PERPEC により実施された事業を表-3.1.4-6 に示す。

表-3.1.4-6 PERPEC により実施された事業

№	年	事業名	所在地				内容	総額 (S/)		
			県	郡	町	地区				
1	2006	チコ川護岸工、Canyar地区	Ica	Chincha	Chincha	Canyar	堤防形成	0.05	km	50,000.00
2	2006	チコ川護岸工、Partidor Conta地区	Ica	Chincha	Alto Laran	Partidos conta	かごマットを利用した堤防	0.23	Km	187,500.00
3	2007	マタヘンテ川右岸の護岸工、Ronceros Alto地区およびチコ川左岸 Ayacucho地区、チンチャ郡Alto Laran町	Ica	Chincha	Chincha Baja	Chincha Baja	ガビオンと/またはかごマット利用の堤防	2.5	Km	517,979.00
4	2007	Noco幹線灌漑水路リハビリ	Ica	Chincha	Alto Laran	Primeros 5km del canal, Huampullo	水路のコンクリート護岸	0.1	Km	43,109.00
5	2007	水路リハビリ、Alto Laran町Parte Alto地区	Ica	Chincha	Alto Laran	Huachinga Condores	水路の成形とリハビリ	0.4768	Km	130,264.00
6	2007	水路清掃、Pampa Bja, Belen, Chochocota地区	Ica	Chincha	El Carmen	Pampa Baja, Belen, Chochocota	水路清掃	12.6278	Km	91,372.00
7	2008	マタヘンテ川暫定護岸工、El Carmen町 La Pelota地区 (緊急時対応)	Ica	Chincha	El Carmen	La Pelota	河床材料利用の堤防形成	1.5	Km	107,735.00
8	2008	チコ川両岸の護岸工、Chincha郡Chincha Baja町Canyar地区 (緊急時対応)	Ica	Chincha	Chincha	Canyar	河床の根掘り対策としてかごマットを利用した堤防形成	850	ml	695,900.00
9	2008	マタヘンテ川護岸工、El Carmen町Punta La Isla、Ronceros Alto、Ganaderos Los Angeles地区 (防災)	Ica	Chincha	El Carmen	La Isla - Ronceros Alto - Ganaderos Los Angeles	ロック材利用の堤防	1460	ml	583,294.00
10	2009	チコ川右岸チンチャ郡Alto Laran町El Taro地区	Ica	Chincha	Alto Laran	Chamorro, Atahualpa	チコ川堤防へのネット利用	200	ml	290,222.00

チンチャ水利組合資料より JICA 調査団作成

(3) ピスコ川

1) 灌漑施設

ピスコ川流域の灌漑施設を表-3.1.4-7 に示す。本河川には 41 箇所の堰があり、灌漑水路はメイン水路が 41 系統、支線水路が 167 系統ある。

表-3.1.4-7 灌漑施設

Nº	構造物		数量
1	取水堰		41
2	水路	幹線水路	41
		支線水路	167
3	水路橋		11
4	下水		73
5	排水路		6
6	集水排水路		105
7	段差		163
8	樋		85
9	暗渠		2
10	橋梁	歩行者用	36
		車両通行用	381
11	RAPIDAS		10
12	サイフォン		3
13	計測所		39
14	トンネル		32

ピスコ水利組合資料より JICA 調査団作成

2) PERPEC

2006～2009年に PERPEC により実施された事業を表-3.1.4-8 に示す。

表-3.1.4-8 PERPEC により実施された事業

Nº	年	事業名	所在地				内容	総額 (S/)		
			県	郡	町	地区				
1	2006	ピスコ川護岸工、Condor地区	Ica	Pisco	Independencia	Condor	河床成形	0.5	Km	186,723.00
2	2007	ピスコ川右岸における水利インフラ保護、イカ地方ピスコ郡Independencia町Manrique地区	Ica	Pisco	Independencia	Manrique	ガビオンと/またはかごマット利用の堤防	0.84	Km	501,939.72
3	2007	ピスコ川右岸における水路と排水路の導水能力回復	Ica	Pisco	Independencia	複数箇所	コンクリート水路の交換	17.03	Km	145,810.00
4	2007	Chunchanga幹線水路の清掃、Murga地区	Ica	Pisco	Humay	Chunchanga	コンクリート水路の交換	2.824	Km	42,700.00
5	2007	ピスコ川左岸における水路と排水路の導水能力回復	Ica	Pisco	Independencia	複数箇所	コンクリート水路の交換	10.909	Km	92,504.00
							排水路リハビリ	6.307	Km	
6	2007	導水路崩落箇所のリハビリ、Huaya, Tambo Colorado、Mirafleres地区	Ica	Pisco	Humay	複数箇所	取水堰でのロック材敷設	0.051	Km	52,003.00
7	2007	ピスコ川主要水路および二次水路のリハビリ、Huancano, Pampano, Parte Alta地区	Ica	Pisco	Huancano	複数箇所	水路のコンクリート護岸	0.5435	Km	71,219.00
8	2007	Cabeza de Toro導水路リハビリおよび農業畜産用貯水地改修	Ica	Pisco	Independencia	Cabeza de Toro	貯水池改修と回復作業	55	Unt	106,819.00
9	2008	ピスコ川右岸(複数箇所)での水制による護岸(緊急時対応)	Ica	Pisco	Independencia	複数箇所	水制23基 40 ms. 設置	23	Unt	107,735.00
							堤防形成	1	Km	
10	2008	Chunchanga導水路保護(緊急時対応)	Ica	Pisco	Pisco	Chunchanga	河床掘削	400	m	279,240.00
							ロック材利用の堤防	200	m	
11	2008	ピスコ川右岸San Ignacio取水堰と左岸 Bernaldes取水堰の保護を目的とした護岸Humay町Bernaldes地区(防災)	Ica	Pisco	Humay	Bernaldes	ロック材利用の堤防	260	m	435,781
							ロック材利用の水制	19	Unt	
							堤防形成	520	m	

カニエテ水利組合資料より JICA 調査団作成

(4) マヘス - カマナ川

1) 道路

表-3.1.4-9 にマヘス川流域に位置する道路の概要を示す。道路の総延長は 981.291km である。その内訳は、国道:282.904Km(28.8%)、県道:208.163km(21.2%)、市道:490.223km(50.0%)である。表-3.1.4-10 にカマナ川流域に位置する道路の概要を示す。道路の総延長は 574.039km である。その内訳は、国道:143.608Km(25.0%)、県道:365.940km(63.8%)、市道:64.491km(11.2%)である。

表-3.1.4-9 マヘス川流域の道路概要

道路	全長 (Km)		舗装(Km)			
			アスファルト	簡易舗装	簡易舗装なし	砂利道
国道	282.904	28.83%	64.400	173.842		44.662
州道	208.164	21.21%			2.727	205.437
区道	490.223	49.96%		10.321		479.902
計	981.291	100.00%	64.400	184.163	2.727	685.339

マヘス-カマナ水利組合資料より JICA 調査団作成

表-3.1.4-10 カマナ川流域の道路概要

道路	全長 (Km)		舗装(Km)			
			アスファルト	簡易舗装	簡易舗装なし	砂利道
国道	143.608	25.02%	114.748	28.860		
州道	365.940	63.75%	16.100	82.610		267.230
区道	64.491	11.23%	1.040	6.677		56.774
計	574.039	100.00%	131.888	118.147		324.004

マヘス-カマナ水利組合資料より JICA 調査団作成

2) 灌漑施設

表-3.1.4-11 にマヘス - カマナ流域における灌漑施設を示す。この流域には 58 の取水口、79 の直接取入れ口がある。灌漑水路については 58 の幹線水路、128 の一次水路、54 の二次水路、5 の三次水路がある。幹線水路の延長は 167.24km である。3.498km はライニング水路であるが、334.019km はライニングされていない。

3) PERPEC

2006～2009 年に PERPEC により実施された事業を表-3.1.4-12 に示す。

表-3.1.4-11 灌漑水路の状況

水利組合分	取水堰数	固定堰	幹線用水路における取水堰と水門の数				水路数				水路全長			
			農地への配水堰数	水門数	幹線用水路から支線への引水用取水堰数	水門数	幹線用水路	一次支線	二次支線	三次支線	幹線用水路全長 (Kms.)	コンクリート三面張り (Kms.)	素堀り (Kms.)	
														5
ONGORO	5	5	63	35	25	25	5	25	6	0	0	30,064	0,363	69,600
ONGORO BAJO	3	6	49	0	4	0	3	4	1	0	0	9,841	0,600	11,586
BERINGA	2	0	29	0	2	0	2	2	0	0	0	5,930	0,000	7,880
COSOS	1	2	37	0	4	0	1	4	3	0	0	3,976	0,000	9,140
APLAO	1	0	47	2	6	2	1	6	1	0	0	5,933	0,000	9,660
HUANCARQUI	2	0	39	1	10	1	2	10	3	0	0	7,401	0,000	20,483
TOMACA	3	0	36	0	10	0	3	10	12	2	0	7,663	0,000	29,180
LA REAL	3	0	47	0	1	0	3	1	0	0	0	6,664	0,000	7,604
MONTE LOS PUROS	2	0	71	0	9	0	2	9	3	1	0	6,508	0,360	12,884
OUERULPA	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000
URACA	1	1	66	2	7	1	1	7	5	1	0	4,941	0,000	16,766
SOGIATA	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000
SAN VICENTE	5	2	78	2	4	0	5	4	0	0	0	7,439	0,000	10,457
CANTAS PEDREGAL	4	3	71	0	3	0	4	3	0	0	0	5,225	0,000	6,944
PITAS	1	0	34	9	3	1	1	3	7	1	0	7,930	0,090	20,886
SARCAS - TORAN	8	23	48	0	1	0	8	1	1	0	0	8,011	0,000	8,616
EL GRANADO	1	0	42	0	8	0	1	8	2	0	0	7,660	0,000	16,920
計	58	79	1,043	57	126	34	58	126	54	5	0	167,240	3,498	334,019

マヘス-カマナ水利組合資料より JICA 調査団作成

表-3.1.4-12 PERPECにより実施された事業

N°	年	事業名	所在				内容		総額 (S/)
			県	郡	区	地区			
1	2006	Huantay地区におけるロック材による築堤	Arequipa	Camana	Ocona	Huantay	築堤	0.27	150,000.00
2	2006	Majes渓谷でのロック材による水制工と築堤	Arequipa	Castilla	Aplao y Uraca	El Granado	ロック材による築堤	0.2	607,186.00
3	2006	Quilca渓谷地区における護岸工	Arequipa	Camana	Quilca	El Platanal	築堤	0.36	81,305.00
4	2006	Majes川Montes地区における護岸工	Arequipa	Castilla	Aplao	El Monte	築堤	0.34	96,000.00
5	2006	Ocona渓谷Jayhuiche地区における護岸工	Arequipa	Camana	Mariano Nicolas Valcarcel	Jayhuiche	ロック材による築堤	0.27	149,992.00
6	2006	Zurita地区におけるロック材による築堤	Arequipa	Camana	Ocona	Zurita	築堤	0.3	151,484.00
7	2006	Ocona渓谷Santa Rita地区における護岸工	Arequipa	Camana	Ocona	Santa Rita	築堤	0.3	149,487.00
8	2007	Querulpa Tomaca地区における護岸工	Arequipa	Castilla	Aplao, Huancarqui	Querulpa Tomaca	ロック材による水制工	0.67	380,233.00
9	2007	アレキパ県Camana郡Quilca区El Platanal地区における水制工と築堤	Arequipa	Camana	Quilca	El Platanal	ロック材による水制工	0.42	259,174.00
10	2008	アレキパ県Castilla郡Aplao区Los Puros地区におけるマヘス川暫定護岸工(緊急対策)	Arequipa	Castilla	Aplao	Los Puros	築堤と水制工	0.18	117,215.00
11	2008	アレキパ県Camana郡Ocoña区 Santa Rita地区におけるOcoña川暫定護岸工(緊急対策)	Arequipa	Camana	Ocoña	Santa Rita	築堤と水制工	0.23	97,066.00
12	2008	(Contingencia)アレキパ県Castilla郡Uraca区San Vicente地区とSacramento地区におけるマヘス川暫定護岸工(緊急対策)	Arequipa	Castilla	Uraca	San Vicente と Sacramento	築堤と水制工	0.3	124,952.00
13	2008	Sonay地区に置けるロック材による築堤(防災)	Arequipa	Camana	Nicolas de Pierola	Sonay	河床掘削と築堤	0.4	230,058.00
14	2008	Ocoña渓谷Anchalo Huacan地区における護岸工(防災)	Arequipa	Camana	Ocoña	Huacan	ロック材による築堤	0.26	123,352.00
15	2008	Ocoña渓谷Huantay地区に置けるロック材による築堤(防災)	Arequipa	Camana	Ocoña	Huantay	ロック材による築堤	0.28	117,348.00
16	2009	Ocoña渓谷Jayhuiche地区におけるロック材による築堤	Arequipa	Camana	Mariano Nicolas Valcarcel	Jayhuiche	ロック材による築堤	0.34	175,000.00

マヘス-カマナ水利組合資料より JICA 調査団作成

3.1.5 洪水被害の実態

(1) 全国における被害

「ペ」国における 2003～2007 年の 5 年間の全国の洪水被害の状況は、表-3.1.5-1 に示すとおりである。毎年数万人から十数万人もの人が洪水被害にあっている。

表-3.1.5-1 洪水被害状況

		Total	2003	2004	2005	2006	2007
災害発生件数	件	1,458	470	234	134	348	272
被災者	人	373,459	118,433	53,370	21,473	115,648	64,535
家屋損失者	人	50,767	29,433	8,041	2,448	6,328	4,517
死亡者	人	46	24	7	2	9	4
被災家屋数	軒	50,156	17,928	8,847	2,572	12,501	8,308
倒壊家屋数	軒	7,951	3,757	1,560	471	1,315	848

出展 : Compendio estadísticos de SINADECI

SINADECI 統計調査大要書

また、「ペ」国ではこれまでに、エルニーニョの影響を受けて発生した大雨により甚大な被害を受けてきた。表-3.1.5-2 に近年最も被害が大きかった 1982～1983、1997～1998 のエルニーニョによる大雨での被害を示す。1982～1983 では被災者数が約 6,000,000 人、被害額は US\$1,000,000,000、1997～1998 では被災者数が約 502,461 人、被害額は US\$1,800,000,000 であった。なお、1982～1983 の被害では GNP が 12% ダウンするほどの被害であった。

表-3.1.5-2 被害状況

被害項目	1982-1983	1997-1998
家屋損失者 (人)	1,267,720	—
被災者数	6,000,000	502,461
けが	—	1,040
死者	512	366
不明者	—	163
被災家屋数 (軒)	—	93,691
倒壊家屋数 (軒)	209,000	47,409
被災 学校教育施設	—	740
倒壊 学校教育施設	—	216
被災 病院 診療所	—	511
倒壊 病院 診療所	—	69
被災農地(ha)	635,448	131,000
被災家畜数	2,600,000	10,540
橋梁	—	344
道路(km)	—	944
被害額(\$)	1,000,000,000	1,800,000,000

SINADECI 統計調査大要書

(2) 調査対象流域における災害

調査対象地域が属する各州における災害は表-3.1.5-3 に示すとおりである。

表-3.1.5-3 調査対象地域における災害

リマ州																		
年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	計	平均
ALUD (土砂崩れ)																	0	
ALUVION (沖積層)																	0	
DERRUMBE (倒壊)									14	4	17	32	15	22	10	23	137	
DESLLIZAMIENTO (地すべり)	1	3	1	4	2	1	3	4	5	4	2	1	5	5	2	7	50	
HUAYCO (鉄砲水)	6		2	17	17	4	2	11	8	4	0	7		3	3	3	87	
土砂災害の合計	7	3	3	21	19	5	5	15	27	12	19	40	20	30	15	33	274	17
洪水の合計	2	2	1	23	21	9	15	5	13	11	7	10	11	4	4	0	138	9

イカ州																		
年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	計	平均
ALUD (土砂崩れ)																	0	
ALUVION (沖積層)																	0	
DERRUMBE (倒壊)											2						2	
DESLLIZAMIENTO (地すべり)									2	1				1			4	
HUAYCO (鉄砲水)	2		2		5	2				2	1	1	3	1		1	20	
土砂災害の合計	2	0	2	0	5	2	0	0	2	3	3	1	3	2	0	1	26	2
洪水の合計	4	4	0	13	14	1	2	0	0	1	1	0	4	6	1	0	51	3

アレキバ州																		
年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	計	平均
ALUD (土砂崩れ)																1	1	
ALUVION (沖積層)											5						5	
DERRUMBE (倒壊)						1	1	1								1	4	
DESLLIZAMIENTO (地すべり)		1		1	1	2	1	1	4	3	4	2			1	2	23	
HUAYCO (鉄砲水)	6	1	7	14	3	2	4				2	2	1		9	3	54	
土砂災害の合計	6	2	7	15	4	5	6	2	4	3	11	4	1	0	10	7	87	5
洪水の合計	3	1	42	6	44	2	15	3	1	2	2	3	0	1	3	3	131	8

SINADECI 統計調査大要書

3.1.6 現地調査の結果

JICA 調査団は対象河川流域について数回の現地調査を行い、地方政府および水利組合から過去の洪水被害や流域の問題点のヒアリングを行うとともに、現地視察により洪水対策上の課題を抽出した。

(1) カニエテ川

1) ヒヤリング

(クリティカルポイントについて)

- ▶ 25km 地点の SOCSI より下流が水利組合の管轄。
- ▶ 1998 年のエルニーニョでは 800m³/s の洪水が発生した。観測地点が SOCSI にあり、7～250m³/s が通常時の流量。
- ▶ このときパンアメリカナの橋が土砂堆積で通行できなくなった。さらに、橋で堰上がって上流域で氾濫した。また、この時の氾濫で畑が浸食され、川幅が 200m まで広がった。この区間(クリティカルな区間のみ)は PERPEC で築堤がなされた。

- ▶ パナアメリカナの下流の川幅が毎年侵食によって広がっている。
- ▶ 管轄区間には4つの取水施設がある。4つのうち3つの取水施設はコンクリートなのでエルニーニョの洪水でも顕著な被害はなかった。ただし、残りの1つはコンクリートでないため、現在、手作業で補修している。
- ▶ 水力発電所が SOCSI より上流にある。

(その他：現地視察地点)

○パンアメリカナ (4.3km 地点)

- ▶ 1998年の洪水の際は水が橋の上をオーバーフローした。洪水で河床が約2m上昇した。
- ▶ 橋は60年代に掛け替えている。以前の橋は60年代以前のエルニーニョで壊れた。
- ▶ 現在、パンアメリカナの下流に新しいパンアメリカナの橋梁が建設されている。

○氾濫地点 (7.5km 地点)

- ▶ この周辺には氾濫ポイントが3つあり、ここはそのうちの1つ。(氾濫ポイントはルクモ、コルネリオ、カルロスキント。氾濫はすべて右岸側)
- ▶ 10年前に堤防が作られたが、洪水で流された。5年前にディフェンサスシビルが作り直した。
- ▶ 洪水が氾濫すると土砂が畑上に広がり、作物は全滅してしまう。
- ▶ 洪水になると洗掘されて堤防が崩れ、洪水流が氾濫する。

○取水堰 (BOCATOMA FORTRESA : 10.2km 地点)

- ▶ 2001年に改修した。
- ▶ エルニーニョでの取水堰への洪水被害は特になかった。
- ▶ 受益面積は6,000ha。

○取水堰 (BOCATOMA NUEVO IMPERIAL : 24.5km 地点)

- ▶ 150m³/sまでは取水堰を流れるが、それ以上になると自然に左岸側に分流される。
- ▶ 1998年のエルニーニョの際に取水口に土砂が溜まり取水困難となり、約1ヶ月以上、水が取れない状況が続いた。
- ▶ 取水堰の500m上流で洪水によって右岸側農地が侵食被害を受けた。次のエルニーニョで洪水になると河岸沿いの道路も侵食を受ける可能性が高い。

○流量観測点 (SOCSI : 27.2km 地点)

- ▶ SENAMIの観測所がある。
- ▶ 通常の雨期では流量は250m³/s程度だが、1998年のエルニーニョ時は350m³/sの流量だった。
- ▶ 1986年以降、橋で1日おきに流速を計測している。(橋上で1m間隔で流速を計測して流量を算出) 観測データはすべて SENAMI に提出している。

2) 現地視察概要

現地の主な視察現場を図-3.1.6-1に示す。

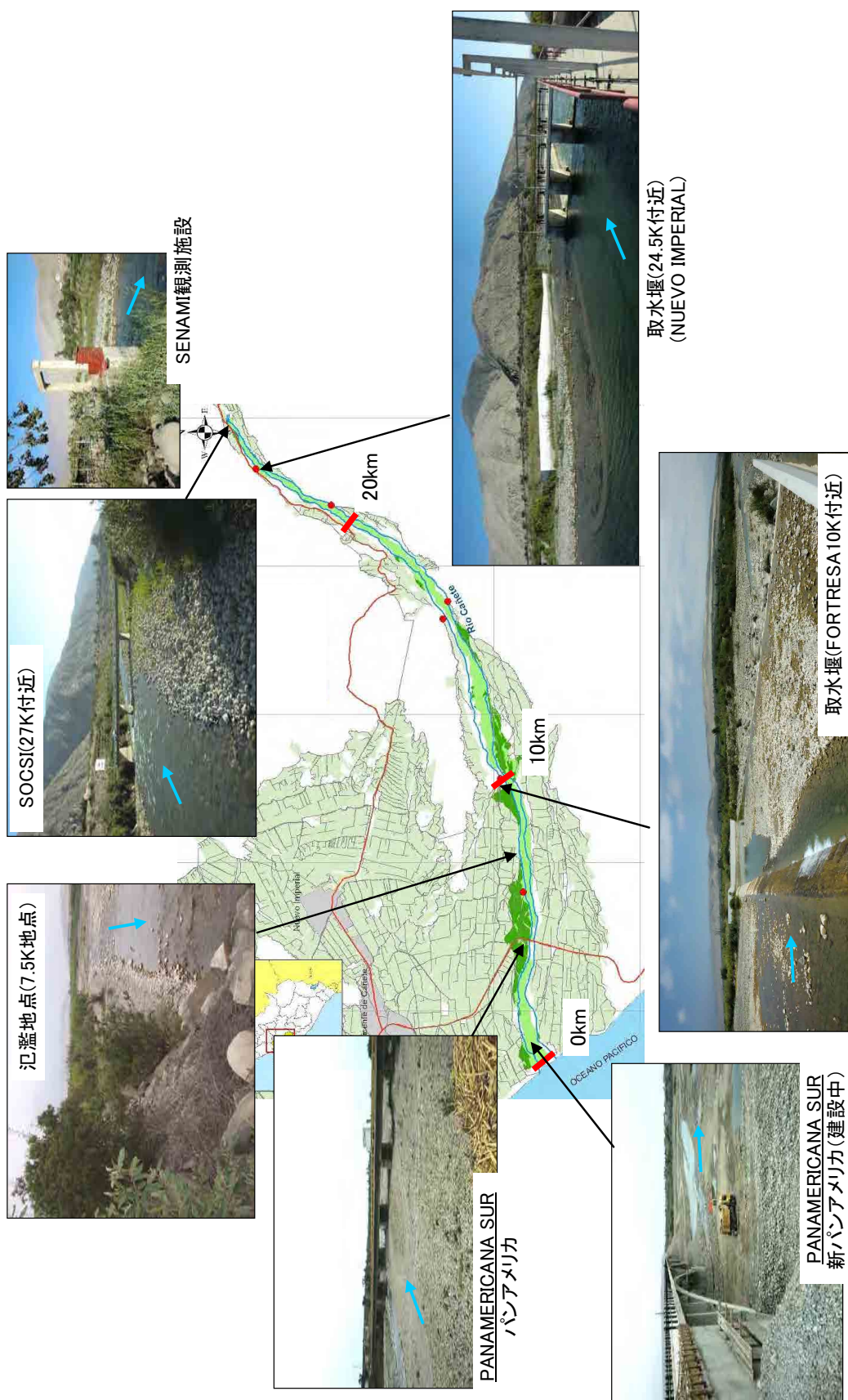


図-3.1.6-1 視察現場の概要（カニエテ川）

3) 課題点と対策案

現地視察結果を踏まえ、現時点で考えられる治水上の課題と解決案について述べる。

a) 課題 1：取水堰と河岸侵食（24～25k 地点）

現状と課題	<ul style="list-style-type: none"> ・1998年の洪水の際、取水口に土砂が堆積し、約1ヶ月以上取水できない状況が続いたことがある。今後も同様の事が発生する可能性が高く、土砂流入対策を高める必要がある。 ・堰上流で過去の出水時に河岸が侵食され、農地が流失している。侵食域が道路に近いので、再度大きな出水が生じると道路が崩壊する可能性が非常に高い。
主な保全対象	<ul style="list-style-type: none"> ・道路 ・取水堰
対策方針	<ul style="list-style-type: none"> ・洪水時の流量配分を適正にするため、取水堰上流に分流施設を設置 ・河岸侵食対策（水制工など）の実施



図-3.1.6-2 課題 1 に関する現地状況（カニエテ川）

b) 課題2：氾濫地点 (7.5k 地点周辺)

現状と課題	<ul style="list-style-type: none"> ・1998年の洪水で堤防が崩壊し、農作物に被害が生じた。 ・この周辺で3箇所（いずれも右岸側）破堤している。 ・7.5K 右岸部は水衝部になっており、水流が激しくなると河床が洗掘を受けて堤防が崩落する。現在、堤防は補修されているが、今後とも大規模な洪水が発生すると破堤する可能性が高い。
主な保全対象	<ul style="list-style-type: none"> ・農地（主要作物はりんご、ぶどう、綿）
対策方針	<ul style="list-style-type: none"> ・河岸侵食対策のための築堤・護岸工



再構築された堤防の状況

図-3.1.6-3 課題2に関する現地状況（カニエテ川）

c) 課題3：狭窄部（4.3k 地点）

現状と課題	<ul style="list-style-type: none"> 1998年の洪水ではパンアメリカーナに洪水が越流し、土砂が堆積した。その結果、一時通行ができなくなった。 パンアメリカーナが狭窄部になっているため、上流域の水位が堰上げされて土砂が堆積し、各所で氾濫が生じている。 現在、クリティカルな（氾濫の危険性が高い）部分(約 200m)だけ築堤がなされているが（7.5km 右岸：図-3.1.6-3 参照）、ほとんどの区間は堤防が整備されていない。
主な保全対象	<ul style="list-style-type: none"> 道路（パンアメリカーナ） 農地（主要作物はりんご、ぶどう、綿）
対策方針	<ul style="list-style-type: none"> 道路橋の改修が現段階としては不可能であるため、流下能力の確保（河床掘削など）が必要。

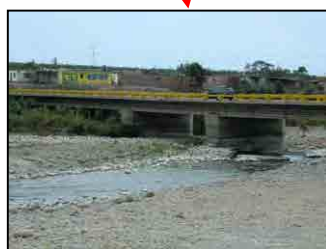
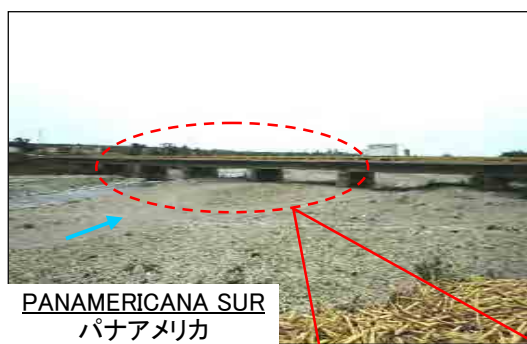


図-3.1.6-4 課題3に関する現地状況（カニエテ川）

(2) チンチャ川

1) ヒヤリング

(クリティカルポイントについて)

- ▶ 現地の河道は $100\text{m}^3/\text{s}$ しか流れないが $1,200\text{m}^3/\text{s}$ の洪水があり、氾濫した。
- ▶ 本来は上流の分岐点で 1:1 に分流することになっているが、増水すると水がどちらかの川に偏るので氾濫する。水を 1:1 にきちんと分岐できれば解決できると思う。
- ▶ 2つの氾濫ポイントがある。チョコ川の 15k 付近とマタヘンテ川の 16k 付近。
- ▶ マタヘンテ川は 6 キロ(10~16k 位)にわたって土砂が堆積しており、それによって氾濫するようになった。
- ▶ チョコ川は 15k 付近の湾曲部で氾濫する。
- ▶ 勾配があるので氾濫すると一気に下流まで浸水する。
- ▶ 3つの取水堰が機能なくなると灌漑できなくなる。
- ▶ 水門は3つとも 1936年に築造。上流端の分流施設は 1954年築造。
- ▶ 1~3月しか水は流れない。残りの期間は地下水で賄っている。
- ▶ 180km 上流に 7つの貯水池がある。全部で貯水量は $104 \times 10^6\text{m}^3$ 。1~7月まで貯留し、8月から放流する。
- ▶ マタヘンテ川の氾濫は私(組合長)がここで生活している 20年前以前から問題になっていた。河床は現在でも上昇していて 50年で 4~5m 上昇した。氾濫を防ぐため堤防を造った。
- ▶ 問題は毎年 12~3月末に発生する。5~6時間(Max で 12時間)の洪水が毎年その期間に 10回くらい発生する。この洪水が何回も来ると分流堰のどちらか一方にしか水が流れなくなり、そうなると氾濫する。
- ▶ 天井川になっている。
- ▶ 上流域はすべてが崩壊地。
- ▶ 氾濫した水は周辺の水路から河川に戻る。
- ▶ チンチャ市街も水路から水が溢れて浸水することがある。
- ▶ 作物はコットン、ぶどう。
- ▶ 流量は上流の分流堰で計測している。

(その他：現地視察地点)

○チャモロ橋 (マタヘンテ川)

- ▶ 1985年竣工

○マタヘンテ橋 (マタヘンテ川)

- ▶ $200\text{m}^3/\text{s}$ 流れるように築堤。(計画は $550\text{m}^3/\text{s}$)
- ▶ 下流の氾濫地点まで堤防を延伸する予定。

○取水堰 (マタヘンテ川)

- ▶ 取水期間は 1~3月。
- ▶ 全量を取水しているが、本来この川はこの時期水は流れない。ダムで開発した水を取水しているの下流へ流さなくても問題ない。

○チョコ川取水堰 (チョコ川)

▶ 浄水施設があるが現在は使っていない。

2) 現地視察概要

現地の主な視察現場を図-3.1.6-5 に示す。

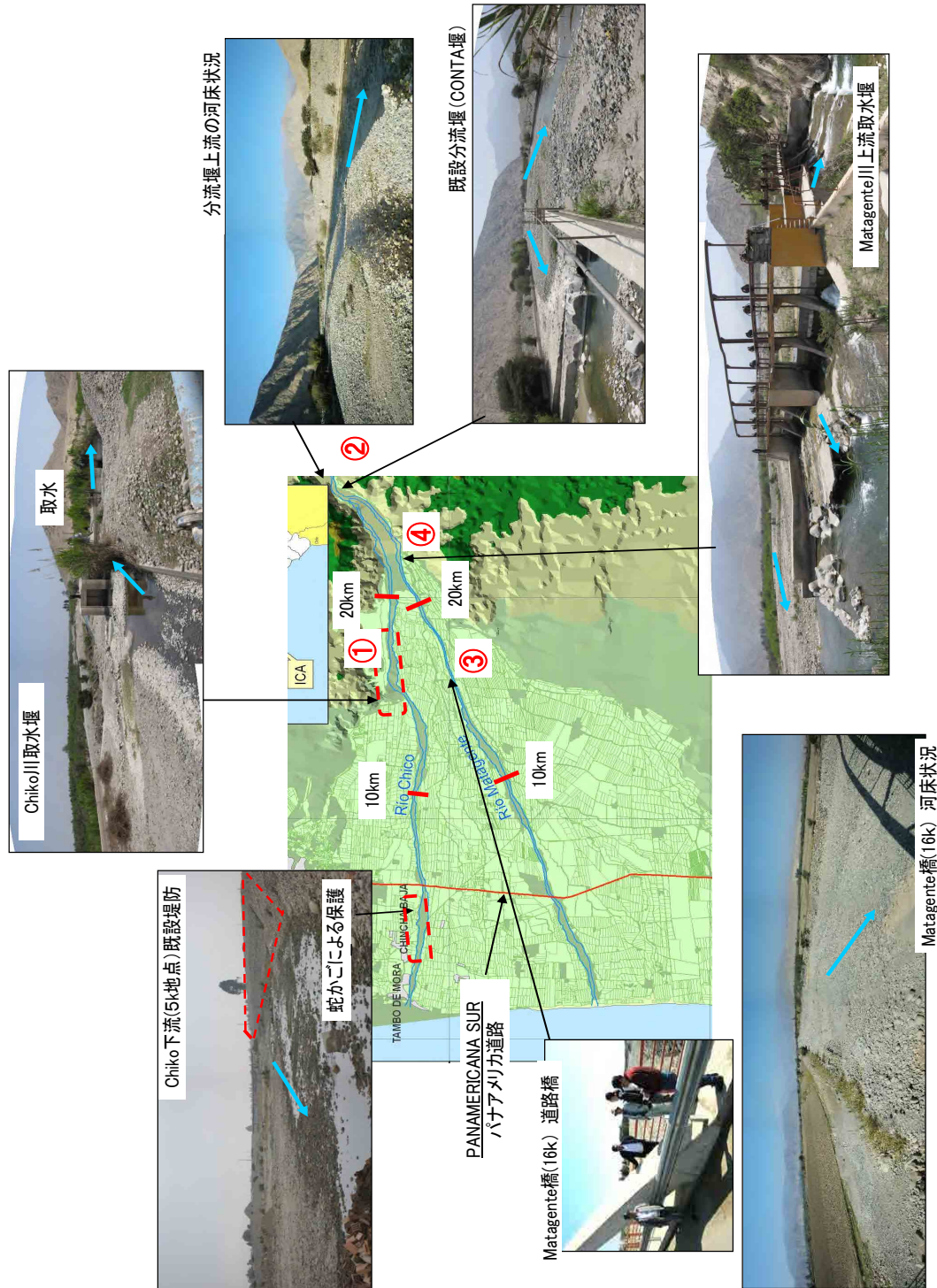


図-3.1.6-5 視察現場の概要 (チンチャカ川)

3) 課題点と対策案

現地視察結果を踏まえ、現時点で考えられる治水上の課題と解決案について述べる。

a) 課題1：分流施設（24k 地点）（Conta 堰：導流堤と自由越流堰による自然分流方式、図面等の参考資料なし）

現状と課題	<ul style="list-style-type: none"> 洪水は毎年 12～3 月に 10 回程度発生する。継続時間は 5～12 時間。エルニーニョの時の最大流量は 1,200m³/s 計画では 1：1 に分流することになっているが、洪水が頻発すると流水がどちらかに偏り、下流で氾濫する
主な保全対象	<ul style="list-style-type: none"> 下流農地（主要作物は綿、ぶどう） Chincha 市街地
対策方針	<ul style="list-style-type: none"> 施設損傷部の補修、補強など既設堰堤のリハビリ 堰上流の導流堤の延伸 堰上流水路の整形 ゲート等による流量コントロール案は維持管理、工事費の観点から採用は困難

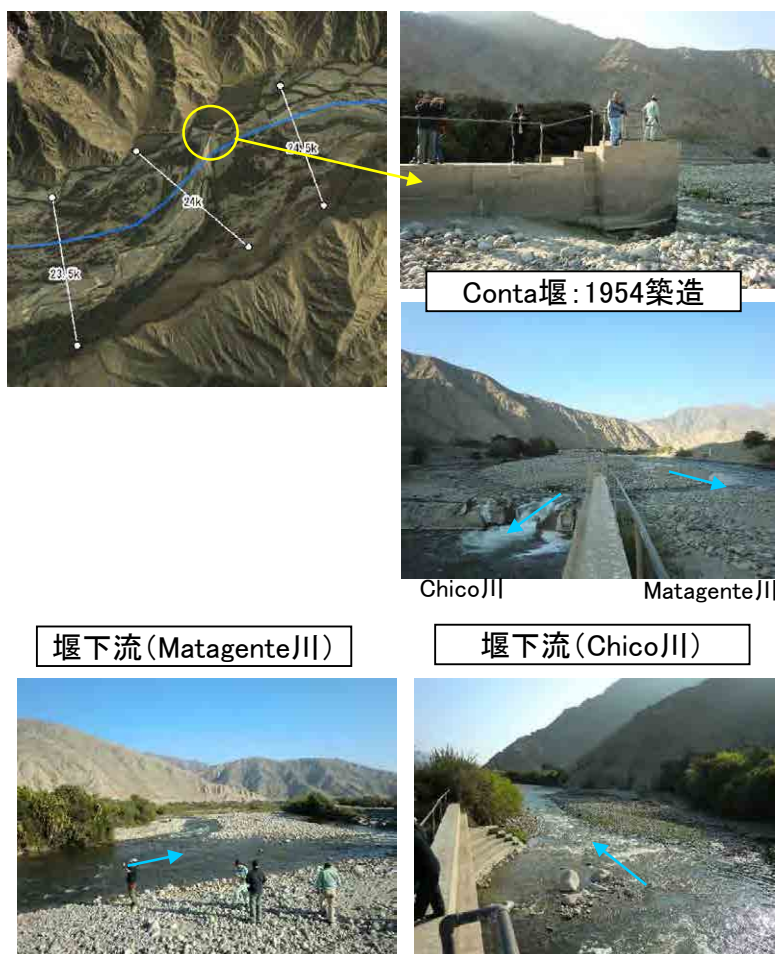


図-3.1.6-6 課題1に関する現地状況（チンチャ川）

b) 課題2：取水堰（マタヘンテ 21k 地点）

現状と課題	<ul style="list-style-type: none"> ・取水期間は1～3月。1936年築造。 ・主要な取水堰の1つ。 ・現状では取水堰のエプロン工の損傷が著しく、今後、現状のまま放置すると施設本体が損壊する可能性がある。
主な保全対象	<ul style="list-style-type: none"> ・下流農地（主要作物は綿、ぶどう）
対策方針	<ul style="list-style-type: none"> ・損傷している堰直下流の床止めや、上流側導流壁の補修、補強など既設堰堤のリハビリの実施



図-3.1.6-7 課題2に関する現地状況（チンチャ川）

c) 課題3：取水堰（チコ川 15k 地点）

現状と課題	<ul style="list-style-type: none"> ・ 取水期間は1～3月。1936年築造。 ・ 過去に左岸側へ氾濫したことがある。 ・ 堰地点で水路が絞られているため、洪水流が取水堰に集中しやすくなっている。 ・ 取水配分施設および水路内に土砂が堆積しやすい構造となっており、放置すると用水を適切に供給できなくなるおそれがある。
主な保全対象	<ul style="list-style-type: none"> ・ 下流農地（主要作物は綿、ぶどう）
対策方針	<ul style="list-style-type: none"> ・ 堰損傷部の補修・補強など既設堰堤のリハビリ ・ 水路の拡幅・整形による洪水流の安定的な流下

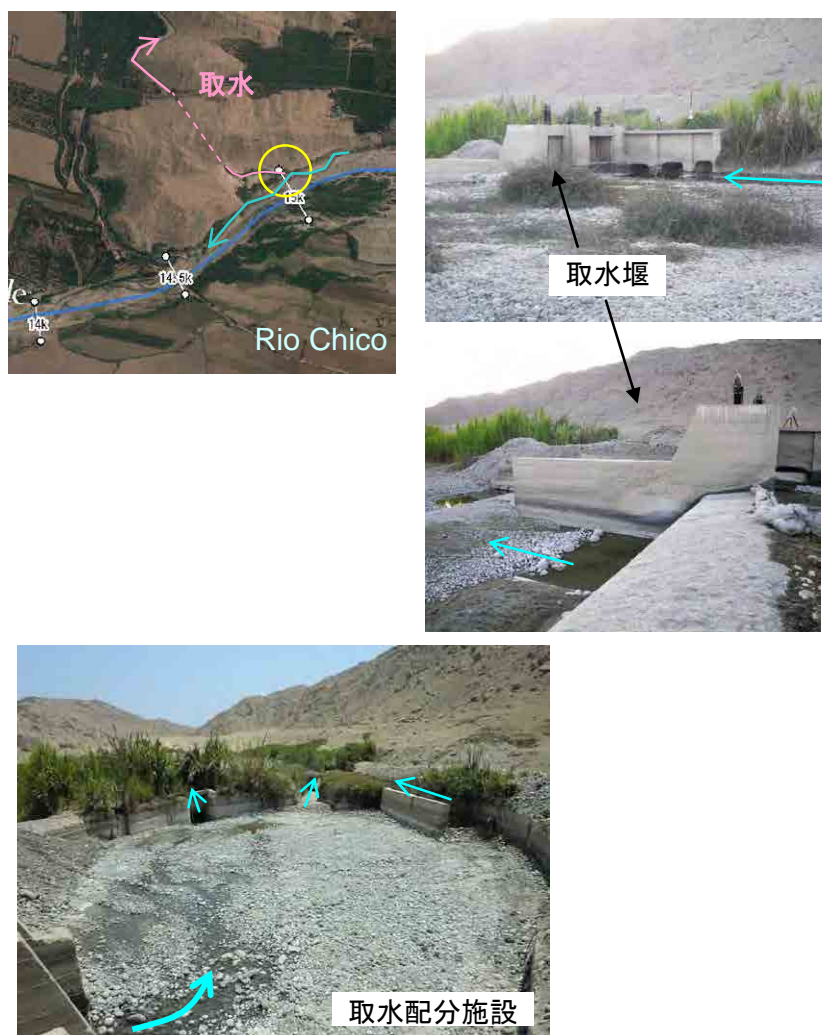


図-3.1.6-8 課題3に関する現地状況（チンチャ川）

(3) ピスコ川

1) ヒヤリング

(クリティカルポイントについて)

- ▶ 1つ目のクリティカルポイントは7kの橋から1.5km下流。氾濫して左岸側の町が浸水する。1.5kmより下流は無堤になっている。
- ▶ 2つ目のクリティカルポイントは11.5k地点付近。左岸側に氾濫する。
- ▶ 14.5k地点に取水堰がある。堰は壊れていないが右岸側に造ったプロテクションは壊れてしまった。ここには街に行く用水路と左岸側全域への農地用水路がある。
- ▶ 12.5~13.5k左岸側にアーマーストーンを置いている。
- ▶ 河床は1970~2010年の40年で3mくらい上昇している。
- ▶ 40年前は堤防があって氾濫はなかったが、維持管理も十分でなく度重なる洪水により流失したようで現在は堤防が無く氾濫する状態である。
- ▶ 28k地点に浄水場と取水堰がある。
- ▶ 3つ目のクリティカルポイントは20.5k地点。20.5kで氾濫したときに取水の導水管が流されてしまった。
- ▶ 上流に貯水池が5つある。総貯水容量は5つ $54 \times 10^6 \text{m}^3$ である。
- ▶ 50km上流のQuta Solでエルニーニョのときは必ず災害になる。

(その他：現地視察地点)

○27.5k 取水地点

- ▶ 現在 $7 \text{m}^3/\text{s}$ 取水している。(620haの農地に供給している)
- ▶ この上流の右岸側に氾濫したのでbankを造った。
- ▶ 洪水期は12~3月。

○5.5k 氾濫ポイント

- ▶ ブル、ユンボ、トレーラを使って護岸した。護岸に使用した石は先程いった上流の堰の地点から持ってきた。
- ▶ この断面で $500 \text{m}^3/\text{s}$ 流す計画。(エルニーニョのとき $700 \text{m}^3/\text{s}$ 流れた。そのときのミニマム?を採用した)
- ▶ 左岸側の土地は個人の所有となっているが、用地買収する必要はないと判断して、この川幅とした。
- ▶ 河床+2mの高さまでアーマーストーンを敷設している。
- ▶ これ以外にこの地区での防災計画はない。
- ▶ 7k地点にある橋(パンアメリカハイウェイの橋)より下流100mに新しい橋を造る計画がある。
- ▶ 今回の築堤+アーマーストーン敷設工事(L=800m×両岸)の工事費は/s. 960,000(日本円で約3000万円)。

○13.5k (氾濫地点)

- ▶ 左岸側の堤防が壊れたので新しい堤防を外側に造った。しかし、現在途中でストップしている。この土地は元々は農地だったが2年間放置されたので国の土地となった。

➤ 600m の堤防工事費は \$ 850,000

○Casaya 取水堰

➤ 洪水で取水堰は壊れなかったが右岸のプロテクトが壊れた。

○Murga 橋

➤ 左岸のプロテクトは 1998 年の洪水のときは壊れずに済んだが、1999 年 2 月の洪水で壊れてしまった。根入れは 1m くらいだった。

○Toma Montalvan 取水堰

➤ 1998 年の洪水で取水施設が壊れてしまった。洪水前は上流の河床が高く、洪水流が右岸側（取水口のある側）に流れ込んできたためゲート部が壊れてしまった。

➤ 水位は今立っているところで胸くらいまで上がった。

➤ 右岸側の用水路は土砂で埋まってしまった。

➤ 堰位置の川幅は 90m 程度で上下流に比べて狭い。左岸側は私有地。

➤ 農地の用地費用は 1ha (10,000m²) あたり \$ 5,000 程度。

○Toma Francia 取水堰 (19.5~20k)

➤ 堤防がないので両側に氾濫した。

➤ 近年河床が上昇している。

➤ 私有地の境界情報は 1998 年に農業省が調査している。もともとは天然資源院の管轄だったが農業省に編入された。他の河川についても同じ情報があると思われる。

2) 現地視察概要

現地の主な視察現場を図-3.1.6-9 に示す。

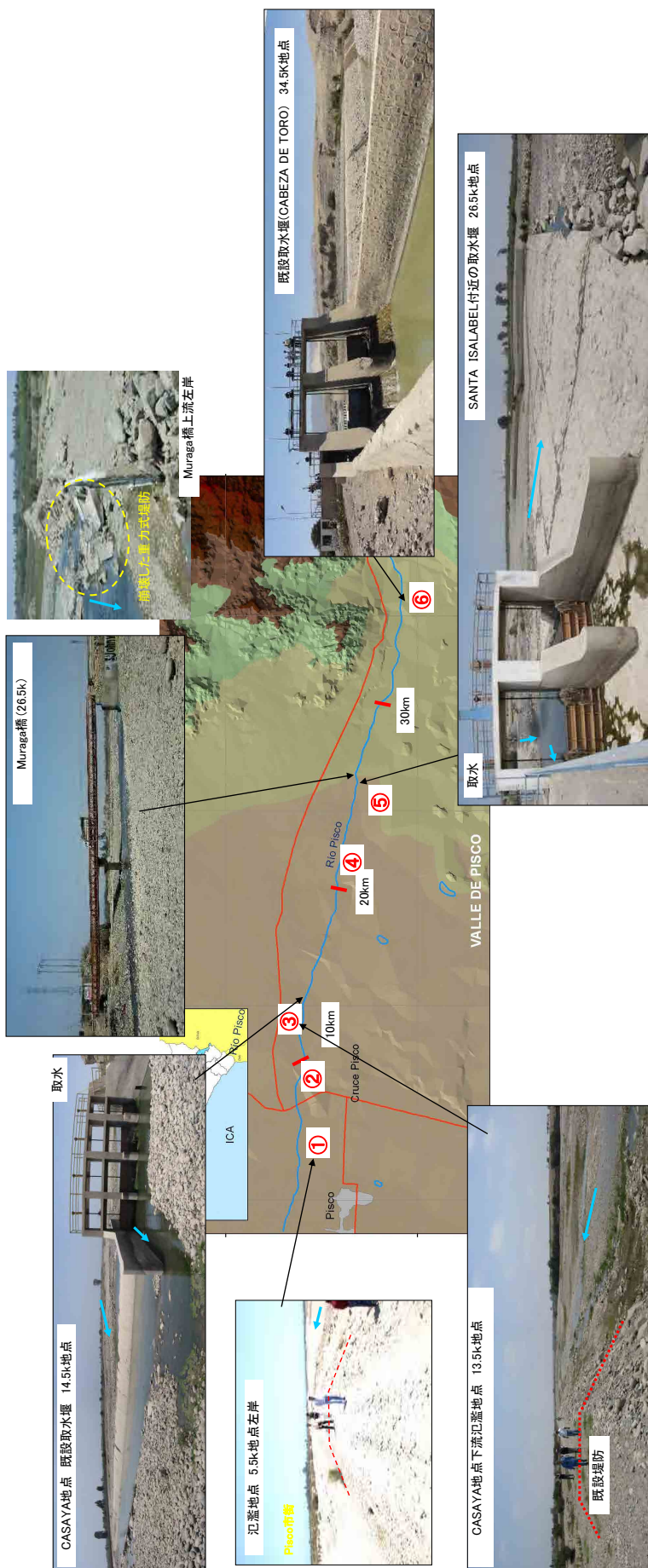


図-3.1.6-9 視察現場の概要（ピスコ川）

3) 課題点と対策案

現地視察結果を踏まえ、現時点で考えられる治水上の課題と解決案について述べる。

a) 課題 1：氾濫地点（5.5k 地点）

現状と課題	<ul style="list-style-type: none"> ・エルニーニョの年に $700\text{m}^3/\text{s}$ の出水があった。 ・5.5k 左岸から氾濫してピスコ市街が浸水した。 ・河床は最近 40 年で約 3m 上昇している。 ・堤防を下流まで延伸したいが現在のところ計画はない。
主な保全対象	<ul style="list-style-type: none"> ・農地 ・ピスコ市街地
対策方針	<ul style="list-style-type: none"> ・無堤区間の築堤 ・護岸工



氾濫地点付近の現況堤防



図-3.1.6-10 課題 1 に関する現地状況（ピスコ川）

b) 課題 2 : 取水堰 (26.5k 地点)

現状と課題	<ul style="list-style-type: none"> ・1998年エルニーニョの洪水の際、洪水流が取水施設に集中したため、損壊。用水路も土砂で埋まった。 ・取水堰、用水路とも現在は補修されている。 ・取水地点は川幅が 90m であり、上下流(250~500m)に比べて狭い。
主な保全対象	<ul style="list-style-type: none"> ・農地 (主要作物は現時点では不明)
対策方針	<ul style="list-style-type: none"> ・堰損傷部の補修・補強など既設堰堤のリハビリ ・用地買収による河道の拡幅および水路整形による洪水流の安定的な流下



現在の取水堰の状況



用水路

図-3.1.6-11 課題 2 に関する現地状況 (ピスコ川)

(c) 課題3：氾濫地点（34.5k 地点）

現状と課題	<ul style="list-style-type: none"> ・過去に堰上流の右岸側に氾濫したことがあり、上流にはかなりの土砂が堆積している。 ・洪水氾濫後、堰上流に築堤した。
主な保全対象	<ul style="list-style-type: none"> ・農地（主な作物：トウモロコシ）
対策方針	<ul style="list-style-type: none"> ・取水堰のリハビリ ・堰上流へ遊砂池の設置（狭窄部となっており、上流のポケットに堆積した土砂を固定し、将来の堆砂に備えるため）

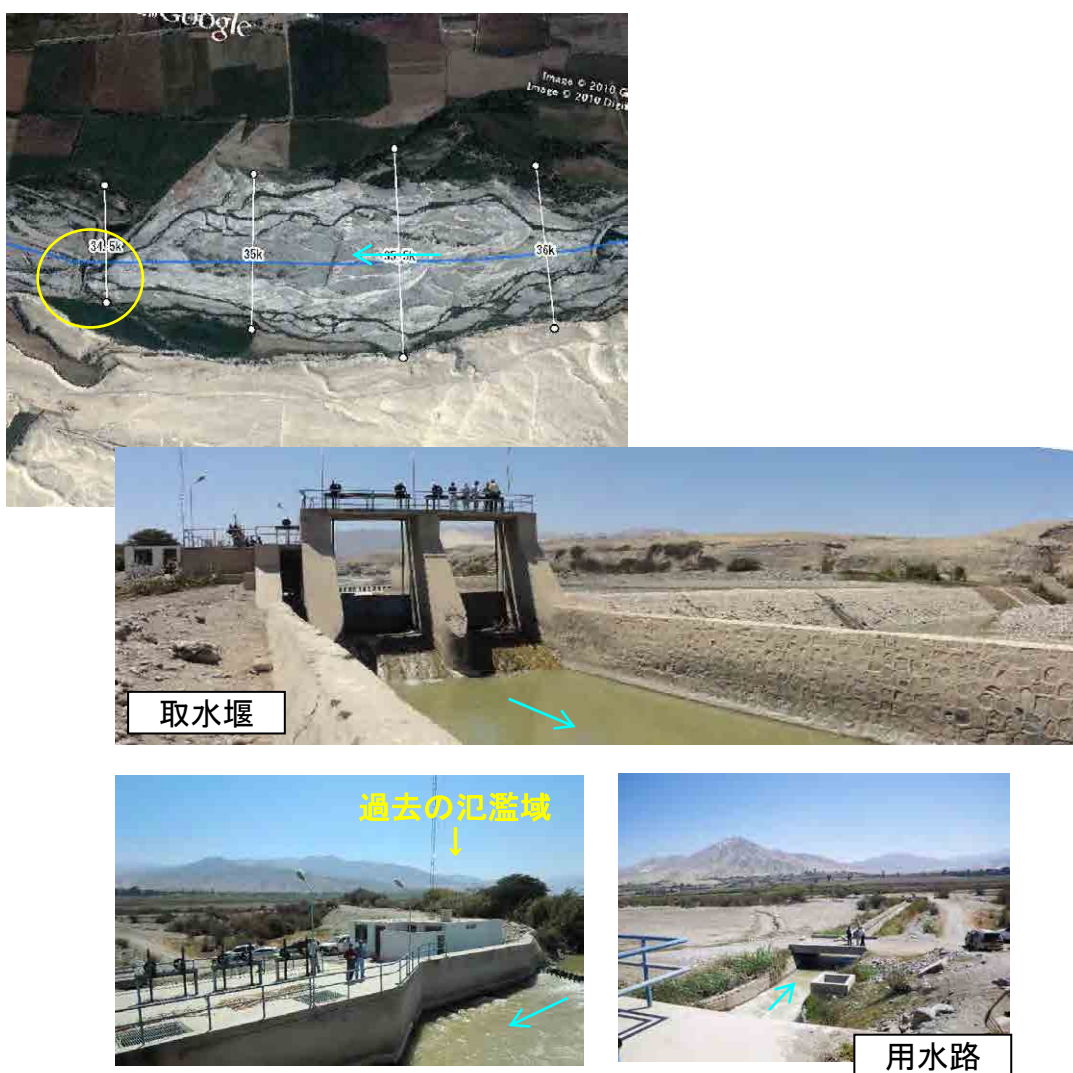


図-3.1.6-12 課題3に関する現地状況（ピスコ川）

(4) マヘス - カマナ川

1) ヒヤリング

a) カマナ川

(流域全体の概況)

- ▶ 河口から上流 39km までカマナの管轄区間。
- ▶ 堤防は 30 年前に水利組合で築造したが、侵食している箇所が多数存在する。
- ▶ 農作物の 99% は米であり、主にリマに送られている。
- ▶ 流量は 1 日 1 回計測している。過去の最高は 1,200~1,500m³/s くらい。洪水は約 1 週間つづく。
- ▶ 2~6k の左岸部高台にはスペイン時代の遺跡が点在している。

(クリティカルポイント)

○河口閉塞 (河口部)

- ▶ 海岸からの波で河口に礫州が形成され (河口閉塞)、水が抜けにくくなっている。これを防ぐために海側に導流堤を築造できないか。なお、礫州は洪水で無くなり、6~12 月に再び形成される。
- ▶ 1998 年のエルニーニョの年に 2.5~4.5k で氾濫したことがある。右岸側も以前に氾濫したことがある。
- ▶ 河床は上昇している。

○堤防が低い区間 (6~7.5k 左岸)

- ▶ 6~7.5k の左岸側は堤防が特に低い (LA BOMBOM 地区)。
- ▶ カマナ橋の下流左岸側の河川区域内に農地が存在するが違法なので撤去することは可能である。なお、河川区域外の違法でない農地については用地交渉が難しい可能性が高い。
- ▶ 河床は 1m 以上上昇している。

○水路周辺の河岸侵食 (12~13k 左岸)

- ▶ 13k 付近にカマナの水道用の取水堰 (BOCATOMA BRAZO) が築造されている。
- ▶ 取水堰から用水路が川沿いに建設されているが、12k 左岸で河岸侵食が進んでおり、隣接する用水路への影響が危惧される。

○橋脚周辺の洗掘 (26k 周辺)

- ▶ 26k 右岸側に集落 (SONAI 地区 : 40 世帯) がある。1 年前につり橋が建設されたが洪水で橋脚周辺が数 m 侵食を受けており、次の洪水が来ると損壊の危険性がある。

○その他の課題箇所

- ▶ 3k 左岸で堤防の侵食があり、応急処置が施されている。
- ▶ 14.2k 付近に無堤区間が存在する。
- ▶ 19k 左岸で河岸侵食が発生している (CHARACTA 地区)。
- ▶ 26.5k 左岸に堤防侵食が存在する。
- ▶ 28k 左岸に築堤してほしい。
- ▶ 29k 左岸で農地が侵食されている (CULATA DE SIYAN 地区)。
- ▶ 30k 左岸で河岸侵食が発生しており、護岸してほしい (FUNDO CASIAS 地区)。

- ▶ 33.5k に取水堰と用水路があるが、毎年の洪水によって土砂で埋まってしまうため築堤してほしい。
- ▶ 34k 右岸に 1km 築堤してほしい。
- ▶ 37.5k 左岸の取水堰と農地（80ha）を守るため、下流 2km 区間を築堤してほしい（HUAMBOY 地区）。
- ▶ 39k 右岸の取水堰と農地（80ha）を守るため、下流 1km 区間を築堤してほしい（HUAMBOY 地区）。

b) マヘス川

（クリティカルポイント）

○氾濫地点（104k 右岸）

- ▶ 右岸側に 500m 築堤してほしい。
- ▶ 保全対象は農地（ONGORO BAJO 地区）。
- ▶ 1997 年頃に対岸から土砂崩れがあり、河岸の農地が埋没した。なお、河道に流出した土砂は本川洪水で下流に流されたため、すでに無くなっている。

○河岸侵食（101k 右岸）

- ▶ 1997 年の洪水で農地が侵食された。
- ▶ 保全対象は農地（HUATIAPILLA BAJA 地区）。
- ▶ 右岸側に現在 600m の堤防がある。これを 500～800m 延伸してほしい。

○河岸侵食（88.5k 右岸）

- ▶ 今年(2011)の 2 月にも洪水で河岸侵食があり、家屋の一部が流された（現在も当該家屋に居住している）。
- ▶ 保全対象は農地、民家（BERINGA 地区）。
- ▶ 右岸側に 1km 築堤護岸、600m の既存堤防に護岸してほしい。

○堤防侵食（84.5k 右岸）

- ▶ 右岸の堤防が毎年徐々に侵食されており、このまま侵食が進行すると直下流の橋梁（HUANCARQUI 橋）に影響が及ぶ。
- ▶ 現在は応急処置的な対応であり、護岸等の対策を講じてほしい。
- ▶ 保全対象は農地、橋梁（APLAO 地区）。
- ▶ APLAO 地区はマヘス最大の町であり人口は 18 千人であり、橋で結ばれた対岸の HUANCARQUI 地区は人口 5 千人である。

○無堤区間（70.5～71k 右岸）

- ▶ 800m の堤防が州政府によって建設されているが、下流の低地に 30 世帯程度が居住しており、さらに 1.3km の築堤が必要。
- ▶ 昨年(2010 年)の 8 月に 8 年ぶりに浸水した。
- ▶ 保全対象は農地、人家（EL DEQUE 地区）。
- ▶ 集落の上流に農業用水路があり、下流の 700ha の農地に送られている。なお、取水施設は現在改修中であるが、あと半月で完了する予定である。
- ▶ 護岸の巨石は APLAO 地区の採石場から運んでいる。

- 氾濫地点（60～62k 左右岸）
 - ▶ 左岸側に 2km、右岸側に 1.5km 築堤してほしい。
 - ▶ 保全対象は農地（左岸：PITIS 地区、右岸：SAN VICENTE 地区）。
- 氾濫地点（58～58.5k 左岸）
 - ▶ 左岸側に築堤してほしい。
 - ▶ 保全対象は農地（ESCALERILLAS 地区）。
- 河岸侵食（55～56.5k 左岸）
 - ▶ 毎年洪水によって徐々に農地が侵食されている。
 - ▶ 保全対象は農地（SARCAS 地区）。
 - ▶ 1998 年に 1,500m³/s の洪水で地区一帯が冠水しており、低地にあった 3 つの小さな集落が高い場所へ移動した。
 - ▶ 今年の 2 月にも 800m³/s の洪水があり、氾濫した。
- その他の課題箇所
 - ▶ 81.5～82k 左岸に築堤してほしい（HUANCARUQUI 地区）。
 - ▶ 81.5～82k 右岸に築堤してほしい（CASPANI 地区）。
 - ▶ 75～75.5k、71k～71.5k 左岸で堤防が切れている（TOMACA 地区）。
 - ▶ 73.5～74k 右岸で堤防が切れている（QUERULPA 地区）。
 - ▶ 49～51.5k 左岸に築堤してほしい（PAMPA BLANCA 地区）。

2) 現地視察概要

現地の主な視察現場は図-3.1.6-13、3.1.6-14 に示すとおりである。これらの図における地形図は地勢を模式的表現するために着色してある。

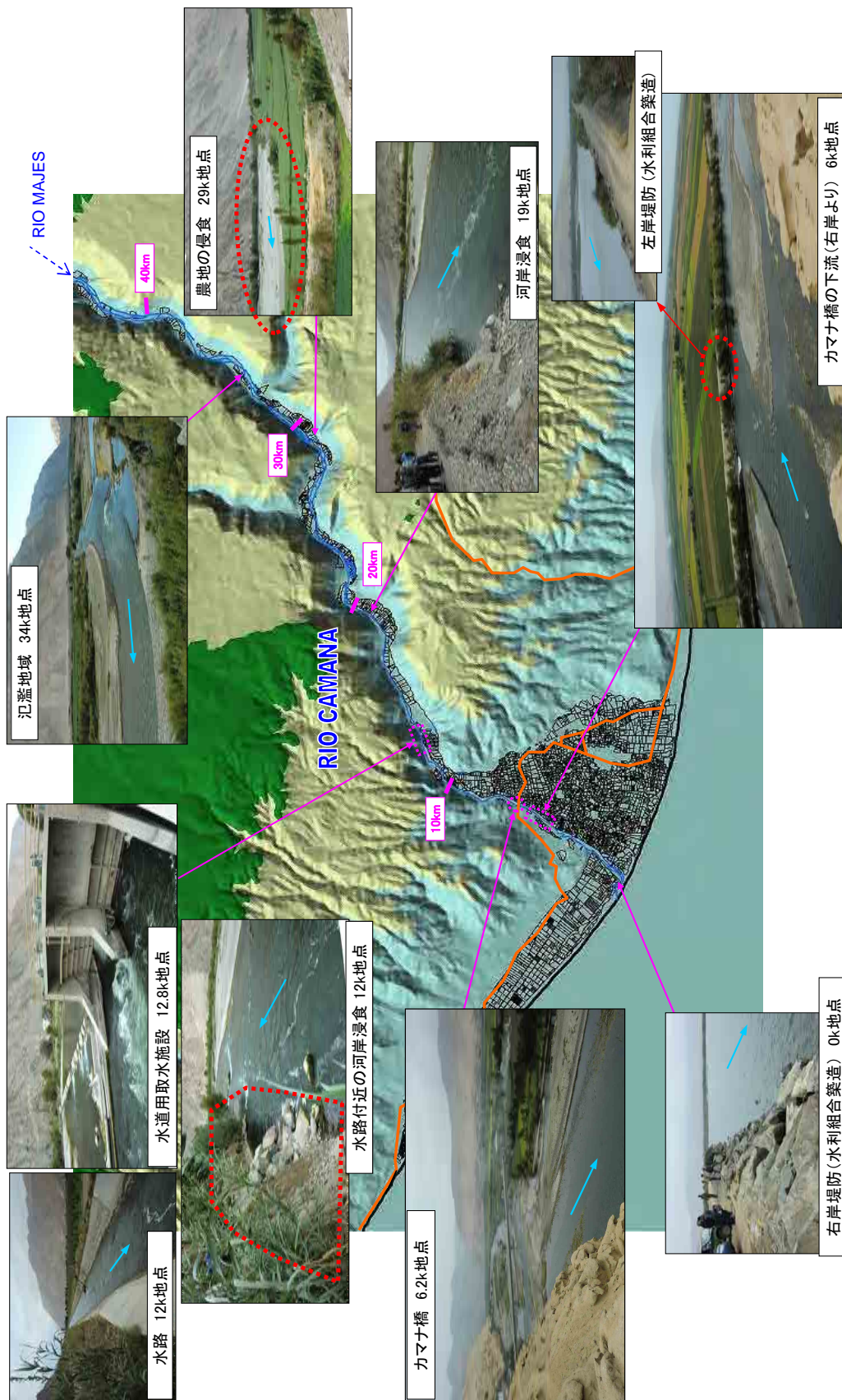


図-3.1.6-13 視察現場の概要 (カマナ川)

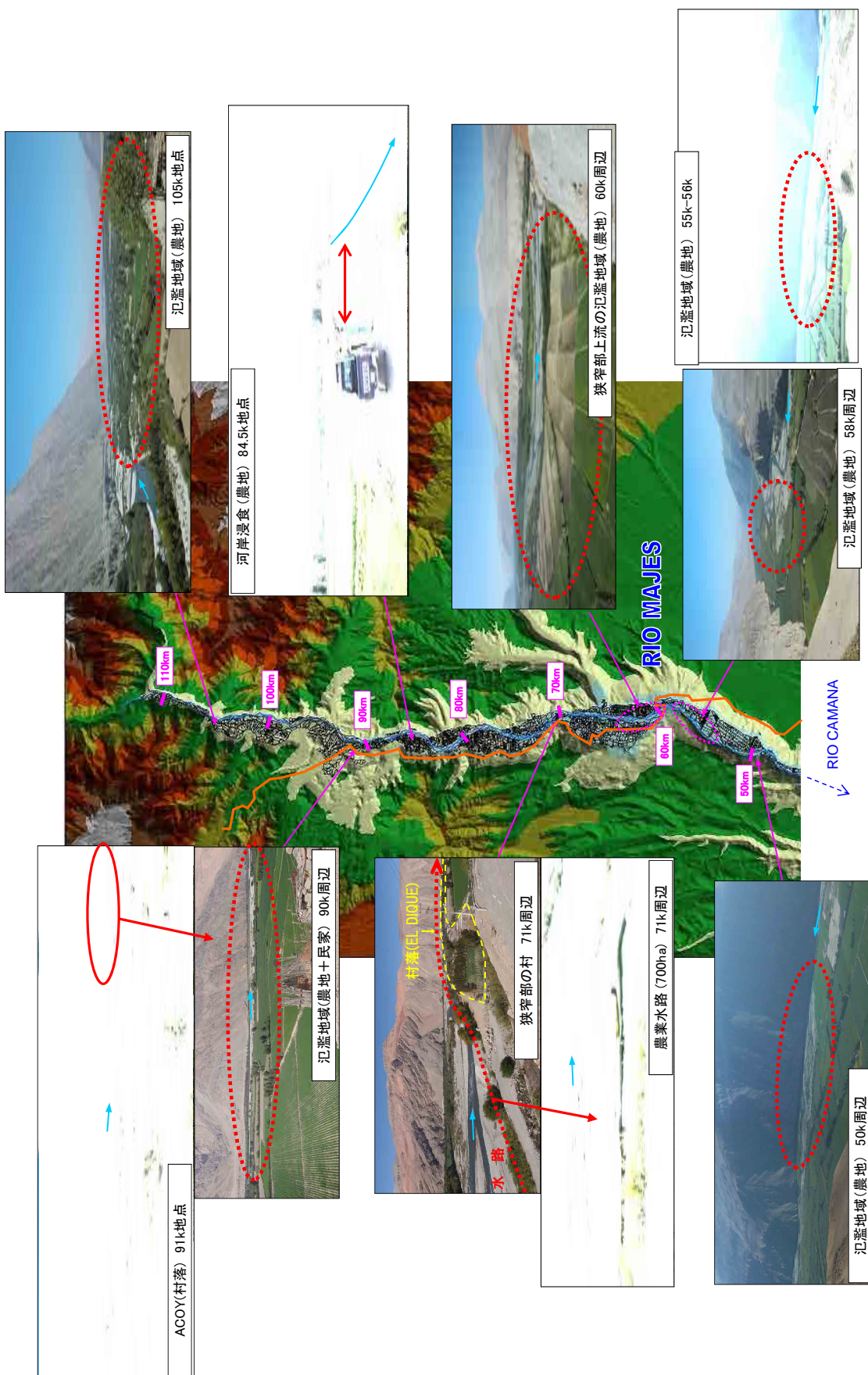


図-3.1.6-14 視察現場の概要 (マヘス川)

3) 課題点と対策案

現地視察結果を踏まえ、現時点で考えられる治水上の課題と解決案について述べる。

a) 課題 1：河岸侵食による既存堤防の劣化（カマナ川 0～5k）

現状と課題	<ul style="list-style-type: none"> ・カマナ管轄区間の既存堤防は約 30 年前に水利組合が自前で築造したものであり、侵食箇所が多数存在する。 ・特に 6k 付近のカマナ橋の上下流部は堤防高が低く、農地やカマナ市街地への氾濫の危険性が高い。
主な保全対象	<ul style="list-style-type: none"> ・カマナ市街地 ・農地（主要作物：米）
対策方針	<ul style="list-style-type: none"> ・築堤、護岸



図-3.1.6-15 課題 1 に関する現地状況（カマナ川）

b) 課題2：河岸侵食による水道取水施設への影響（カマナ川 12k）

現状と課題	<ul style="list-style-type: none"> ・13k 付近にカマナ市街地への水道用取水堰が設置されており、川沿いに用水路が建設されている。 ・現在、12k 左岸の河岸が侵食されており、今後侵食が進むと隣接する用水路への影響が懸念される。
主な保全対象	<ul style="list-style-type: none"> ・水道用水路
対策方針	<ul style="list-style-type: none"> ・既存堤防の補強、護岸



12k左岸堤防の侵食
 (河川の蛇行により左岸堤防が侵食をうけており、隣接する用水路への影響が懸念される)

図-3.1.6-16 課題2に関する現地状況（カマナ川）

c) 課題3：狭窄部上流の氾濫（マヘス川 60k～62k）

現状と課題	<ul style="list-style-type: none"> ・狭窄部のため流下能力が不足しており、上流部の農地で氾濫被害が発生している。 ・狭窄部には橋梁が新設されている。左右岸に無堤区間が存在するため、氾濫する危険性が高い。
主な保全対象	<ul style="list-style-type: none"> ・農地（主な作物：米）
対策方針	<ul style="list-style-type: none"> ・築堤、護岸（上流部は優良な農地となっているので遊水池案の採用は困難である）。

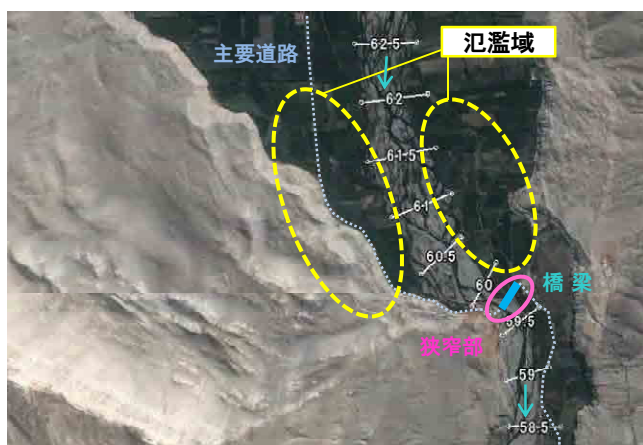


図-3.1.6-17 課題3に関する現地状況（マヘス川）

d) 課題4：農村部への氾濫（マヘス川 70.5～71k）

現状と課題	<ul style="list-style-type: none"> ・狭窄部の河岸沿いに集落(DEQUE 村)が存在し、低地には約30世帯が居住する。 ・集落の上流側には堤防が建設されたが下流側は無堤であり、氾濫する危険性が高い。 ・また、700haの農地に水を供給するための取水施設が存在し、洪水による施設への影響も懸念される。
主な保全対象	<ul style="list-style-type: none"> ・人家、農業用取水施設 ・農地（主な作物：米）
対策方針	<ul style="list-style-type: none"> ・築堤、護岸（30世帯の移転より集落の川側にある小規模堤を活用し、下流の無堤区間に延長する案が事業費が小さく、事業の実施も容易なため）。



右岸沿いの農業水路(700ha) 71k周辺



既設堤防及び水制 70.5k右岸上流



無堤区間の状況 70.5右岸下流
(小規模な盛土が存在)

図-3.1.6-18 課題4に関する現地状況（マヘス川）

e) 課題5：河岸侵食による橋梁への影響（マヘス川 84.5k）

現状と課題	<ul style="list-style-type: none"> 右岸側の堤防が毎年徐々に侵食されており、このまま侵食が進行すると直下流の橋梁（HUANCARQUI 橋）に影響が及ぶ。 橋梁はマヘス最大の町である APLAO 地区（人口 18 千人）と対岸の HUANCARQUI 地区（人口 5 千人）を繋ぐ重要な交通路であるため、対策の必要性が高いと考えられる。
主な保全対象	<ul style="list-style-type: none"> 橋梁（HUANCARQUI 橋） 農地（主な作物：米）
対策方針	<ul style="list-style-type: none"> 築堤、護岸



図-3.1.6-19 課題5に関する現地状況（マヘス川）

f) 課題 6 : 河岸侵食による集落の被害 (マヘス川 88~88.5k)

現状と課題	<ul style="list-style-type: none"> ・当該地区では洪水期に河岸侵食が年々進行している。今年(2011年)の2月も河岸侵食で家屋の一部が流された。 ・現在無対策であり、放置するとさらに被害が拡大する可能性が高いことから早急に対策を講じる必要がある。
主な保全対象	<ul style="list-style-type: none"> ・人家 ・農地 (主な作物: 米)
対策方針	<ul style="list-style-type: none"> ・築堤、護岸



図-3.1.6-20 課題 6 に関する現地状況 (マヘス川)

3.1.7 植生および植林の現況

(1) 植生現況

1) カニェテ、チンチャ、ピスコ流域

「ペ」国の植生分布調査として、最新のものは2005年にFAOが主体となってINRENAの協力を得て実施した調査があるが、これは1995年INRENA¹（農業省天然資源院）森林総局により作成された「1995年植生区分図」及びその解説が基礎データとなっている。また、1970年代には国立計画局（Instituto Nacional de Planificacion）、国立天然資源評価局（ONERN: Oficina Nacional de Evaluacion de Recursos Naturales）によって「海岸地域の天然資源評価と合理的利用目録」が作成され、海岸地域の自然特性区分と植生が解説されている。

1995年植生区分図とその解説によれば、カニェテ、チンチャ、ピスコ流域は海岸からアンデス高地に至るが、おおむね標高によって植生分布が特徴づけられている。海岸から標高約2,500m付近（Cu、Dc）までは非常に植生が乏しく、河川沿いを除く場所では草本・サボテンが主体か植生がほとんどない区域が代表的で、やや標高の高いところでも灌木が点在する程度である。標高2,500mから3,500m付近までは降雨条件がよいため灌木林が形成されるが、それ以上の標高では低温のため植生は育ちにくく、草本が主体の区域となっている。また、灌木がある区域でも樹高は最大でも4m程度となっている。ただし、砂漠地帯であっても河川沿いには高木となる木本植物が成立している。

表-3.1.7-1 カニェテ、チンチャ、ピスコの代表的植生一覧

区分	名称	分布する標高	降雨量	代表的な植生
1)Cu	沿岸部の農地	沿岸部	ほとんどゼロ	河川沿いに広がる農地
2)Dc	沿岸部の砂漠	0～1,500m	ほとんどゼロ、霧出現箇所あり	ほとんどなく、霧の発生場所に草本がある程度
3)Ms	乾燥草本・灌木帯	1,500～3,900m	120～220mm	サボテン類、草本
4)Msh	半湿潤灌木・草本帯	北中部 2,900～3,500m アンデス山間 2,000～3,700m	220～1,000mm	常緑、4mを超えない低木
5)Mh	湿潤草本・灌木帯	北部 2,500～3,400m 南部 3,000～3,900m	500～2,000mm	常緑、4m以下
6)Cp	アンデス高地の牧草地	3,800m付近	（記述なし）	イネ科の草本
7)Pj	草原	3,200～3,300m 中南部 3,800mまで	南部寡雨地帯で 125mm 下東斜面では 4,000mm 超	イネ科の草本
8)N	雪山		—	—

出典：1995年植生区分図を元にJICA調査団により作成

2) マヘス - カマナ流域

「1995年植生区分図」によれば、カマナ・マヘス流域の植生分布は、上記1)の3流域とほぼ同様である。上記3流域とカマナ・マヘス流域の代表的植生の違いは次の3点である。i) Cu（沿岸部の農地）がない、ii) Lo（ロマス）がある、iii) Bf（湿性草原）がある。

¹ INRENAは解散され、現在は森林・野生動物総局（Direction General Forestal Y de Fauna Silvestra）がその機能を担っている。

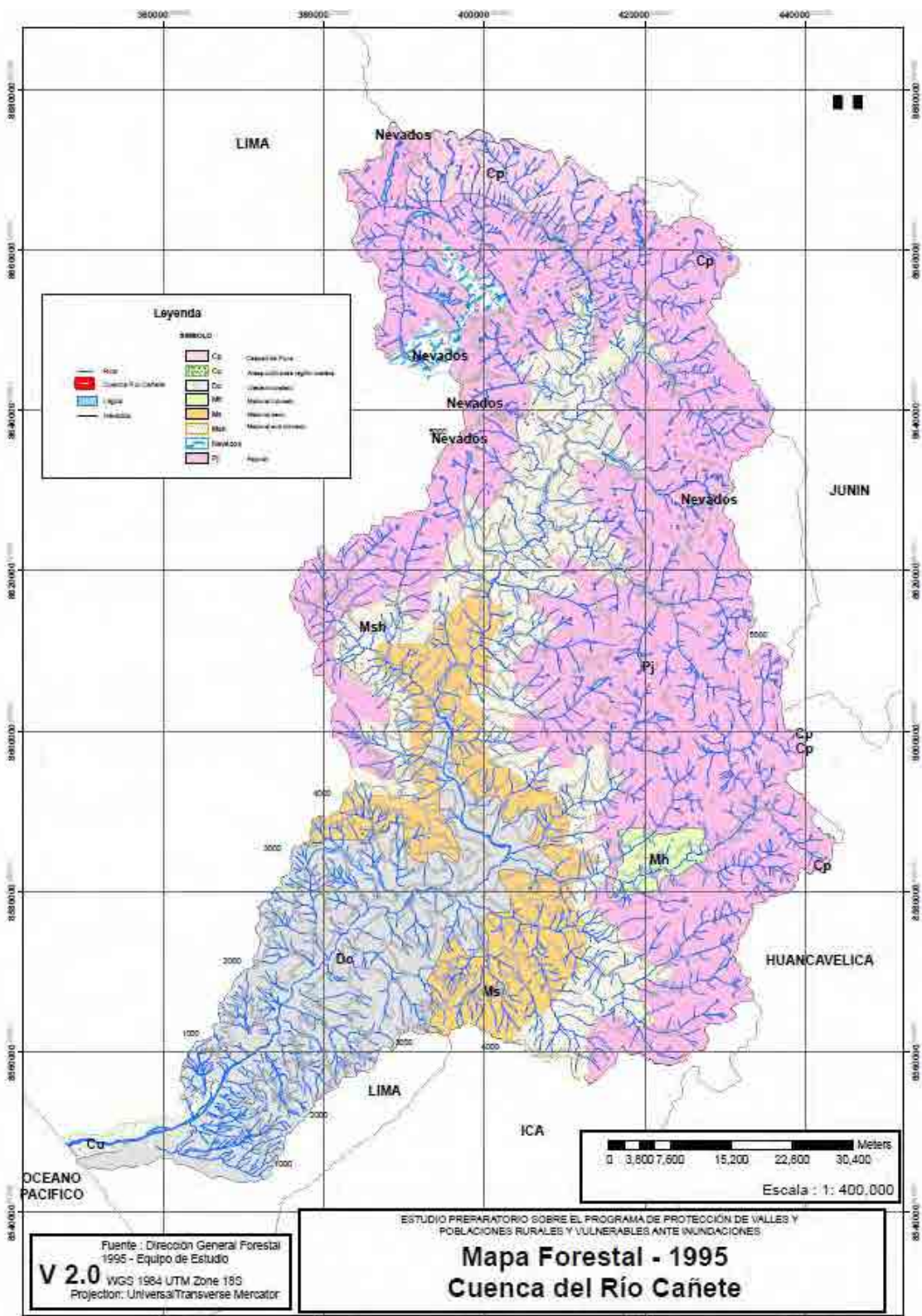
カマナーマヘス流域には存在するが1)の3流域にない植生区分の説明は以下のとおりである。同流域の植生図を図-3.1.7-4に添付した。

a) Lo : (ロマス)

分布域の標高は海拔0～1,000m。「ペ」国の沿岸部の砂漠からチリまで南北の海岸線に沿って分布している。冬(5～9月)海から来る霧が発生し、この特異な植生帯を出現させる。主に見られる植生はアナナス科の *Tillandsia* spp.、*tara* (*Caesalpinea spinosa*)、ヒガンバナ科ヒメノカリス属 (*Ismene amancae*)、サボテン科の (*Haageocereus* spp.)、カタバミ科 (*Oxalis* spp.)、ナス科 (*Solanum* spp.)などである。なお、海岸部の砂漠の面積は国土の11%、南北2,000kmに及び、面積は14,000km²であるが、ロマスの面積を示す資料は今回の調査では見つからなかった。

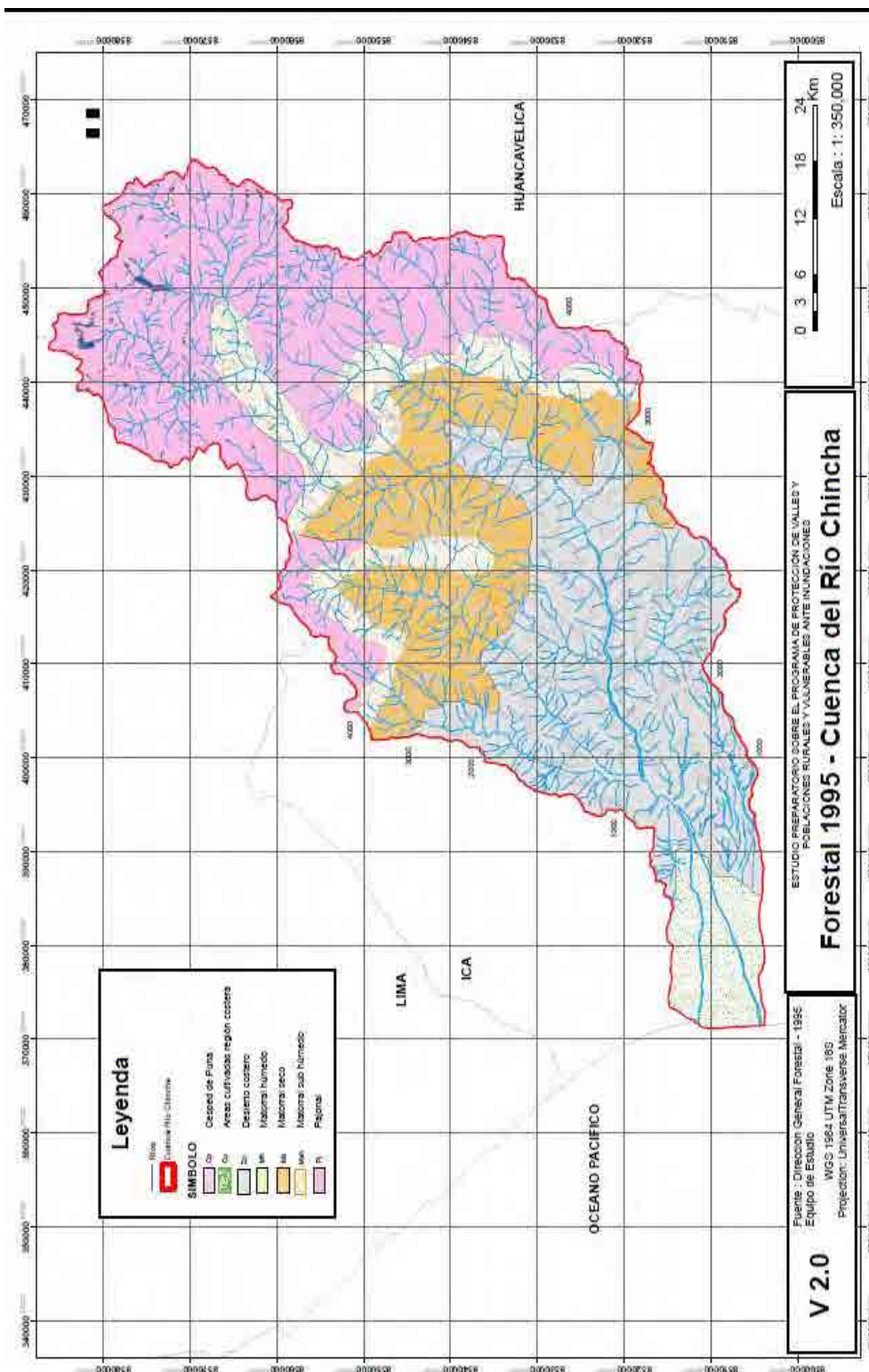
b) Bf : (湿性草原)

分布域の標高は3,900～4,800m、地形はほぼ平らであるがわずかな窪みとなっていることもある。氷河と湧水からの表面水が出ており、地下水位が高いので、表面水が地面に浸透せずにいる。このため、草原が常に湿っている。主な植生は以下のとおり。*champa* (*Distichia muscoides*)、*sillu-sillu* (*Alchemilla pinnata*)、*libro-libro* (*Alchemilla diplophylla*)、*chillihua* (*Festuca dolichophylla*)、*crepillos* (*Calamagrostis curvula*)、*tajlla* (*Lilecopsis andina*)、*sora* (*Calamagrostis eminens*)、*ojho pilli* (*Hipochoeris stenocephala*)など。これらの草本は高さが低く、南米に生息しているラクダ科(リヤマ、アルパカ、ビクーニャとグアナコ)の食用にされることが多い。



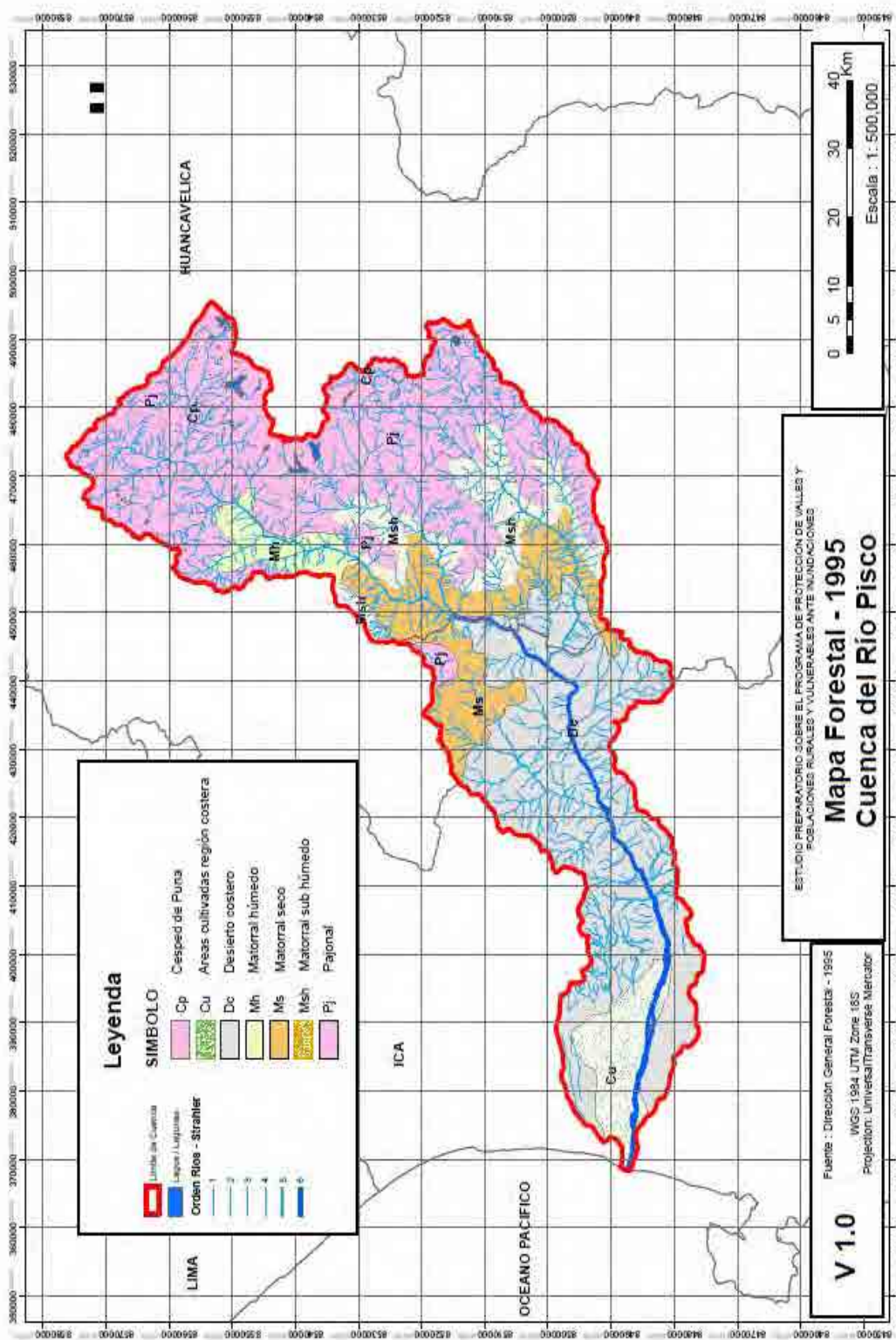
(出典：INRENA、1995年調査を元にJICA調査団により作成)

図-3.1.7-1 カニエテ流域植生分布



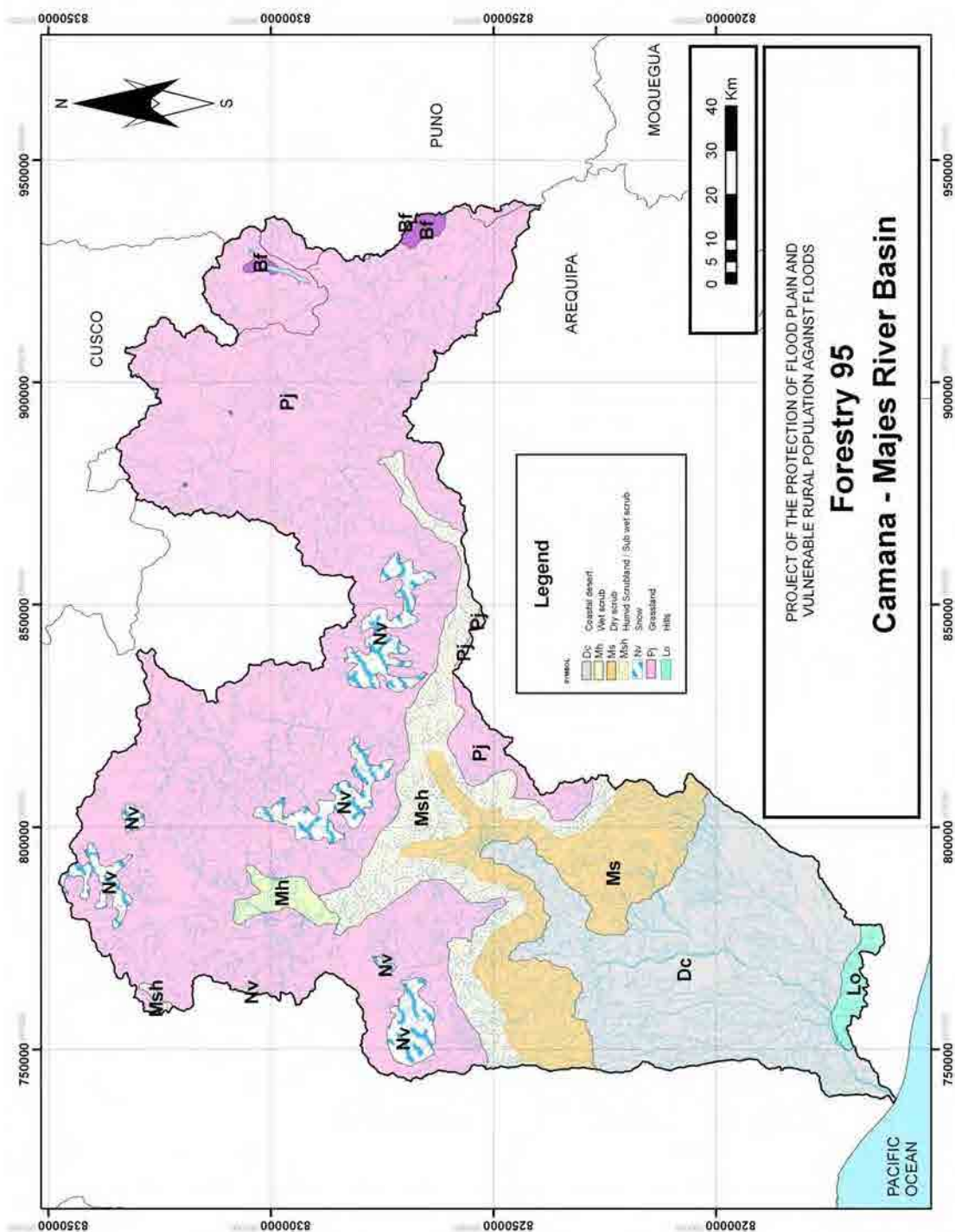
(出典：INRENA、1995年調査を元に JICA 調査団により作成)

図-3.1.7-2 チンチャ流域植生分布



(出典：INRENA、1995年調査を元にJICA調査団により作成)

図-3.1.7-3 ピスコ流域植生分布



(出典：INRENA、1995年調査を元にJICA調査団により作成)

図-3.1.7-4 マヘスーカマナ流域植生分布

(2) 植生分布面積

1) カニェテ、チンチャ、ピスコ流域

1995年INRENA調査の結果をGIS上に移植し、流域ごとに各植生区分の面積と流域面積に対す

る割合を算出した(表-3.1.7-2 および図-3.1.7-1~4 を参照)。この結果を、沿岸部の砂漠地帯(Cu、Dc)、草本・サボテン地帯(Ms)、灌木林地帯(Msh、Mh)、高地の草原(Cp、Pj)という大区分で面積を集計し、区分ごとの流域面積に対する割合を計算したものが表-3.1.7-3 である。砂漠地帯が3割程度、草本・サボテン地帯が1~2割、草が3~5割となっており、灌木林地帯は1割~2割である。灌木林は、うっ閉林が成立できないような厳しい自然条件下で成立することが多く、それさえも面積は少ない。このことから、カニエテ、チンチャ、ピスコの3流域においては、自然条件が相当に厳しいと判断できる。特に厳しい条件としては、降雨条件、貧しい土壌条件、急勾配斜面などが想定され、自然植生としては大型木本植生の成立が非常に難しいところであるといえる。

表-3.1.7-2 植生区分面積と流域面積に対する割合
 (カニエテ、チンチャ、ピスコ流域)

流域名	植生区分								計
	Cu	Dc	Ms	Msh	Mh	Cp	Pj	N	
(植生区分面積: ha)									
ピスコ流域	217.88	1,354.39	469.99	381.55	140.01	672.59	1,035.68	0.00	4,272.09
チンチャ流域	169.98	1,010.29	642.53	365.18	0.00	854.74	261.17	0.00	3,303.89
カニエテ流域	61.35	1,072.18	626.23	1,024.77	70.39	187.39	2,956.65	66.78	6,065.74
計	449.21	3,436.86	1,738.75	1,771.50	210.40	1,714.72	4,253.50	66.78	13,641.72
(流域面積に対する割合: %)									
ピスコ流域	5.1	31.7	11.0	8.9	3.3	15.7	24.2	0.0	99.9
チンチャ流域	5.1	30.6	19.4	11.1	0.0	25.9	7.9	0.0	100.0
カニエテ流域	1.0	17.7	10.3	16.9	1.2	3.1	48.7	1.1	100.0
計	3.3	25.2	12.7	13.0	1.5	12.6	31.2	0.5	100.0

(出典: 1995年 INRENA 調査を元に JICA 調査団により作成)

表-3.1.7-3 大区分植生の流域面積に対する割合 (カニエテ、チンチャ、ピスコ流域)

流域名	植生区分					計
	砂漠等 (Cu, Dc)	草・サボテン (Ms)	灌木林 (Msh, Mh)	草地 (Cp, Pj)	雪山 (N)	
(流域面積に対する割合: %)						
ピスコ	36.8	11.0	12.2	40.0	0.0	100.0
チンチャ	35.7	19.4	11.1	33.8	0.0	100.0
カニエテ	18.7	10.3	18.1	51.8	1.1	100.0
計	28.5	12.7	14.5	43.7	0.5	100.0

(出典: 1995年 INRENA 調査を元に JICA 調査団により作成)

2) マヘス - カマナ流域

カニエテ流域等と同様にカマナ・マヘス流域の1995年 INRENA 調査の結果を GIS 上に移植し、各植生区分の面積と流域面積に対する割合を算出した。(表-3.1.7-4 参照)。

表-3.1.7-4 植生区分ごとの面積 (マヘス-カマナ流域)

区分	植生区分								計
	Lo	Dc	Ms	Msh	Mh	Bf	Nv	Pj	
植生区分面積 (km ²)	104.54	3108.12	1570.08	1334.76	155.20	66.16	641.44	10069.21	17,049.51
流域面積に対する割合 (%)	0.6	18.2	9.2	7.8	0.9	0.4	3.8	59.1	100.0

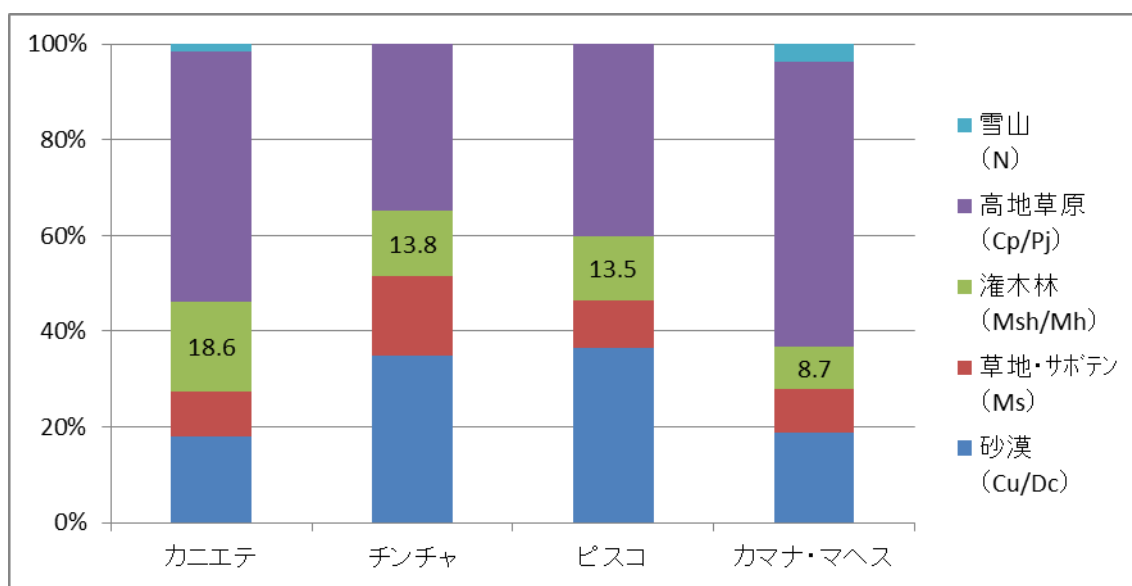
(出典: 1995年 INRENA 調査を元に JICA 調査団により作成)

この結果を表-3.1.7-3と同様に大分類に区分すると表-3.1.7-5となる。マヘス-カマナ流域の植生区分の特徴は、灌木林の占める割合が9%弱と非常に小さく、高地草原の占める割合が60%弱と非常に大きい点である。マヘス川の上流では標高が4,000m以上であり、高原草地在がほとんどのエリアを占めている。

表-3.1.7-5 大分類植生区分ごとの面積と割合 (マヘス-カマナ流域)

EE	砂漠等 (Lo, Dc)	草地・サボテン (Ms)	灌木林 (Msh, Mh)	高地草原 (Bf, Pj)	雪山 (N)	計
植生面積 (km ²)	3,212.66	1,570.08	1,489.96	10,135.37	641.44	17,049.51
流域面積に対する割合 (%)	18.8	9.2	8.7	59.4	3.8	99.9

図-3.1.7-5は大分類植生ごとの面積割合を4流域(カニエテ、チンチャ、ピスコ、マヘス-カマナ)で比較したものである。カニエテ他2流域では木本植生である灌木林が流域全体に占める割合は約11~18%に過ぎないが、マヘス-カマナ流域ではその割合がさらに少なく9%弱となっている。



(出典：INRENA、1995年調査を元にJICA調査団により作成)

図-3.1.7-5 流域別比較 (大分類植生区分の割合)

(3) 森林面積の変化

1) 州レベルの森林面積の変化

ペルーにおける森林面積の変遷は詳細に調査されていない。INRENAによる全国植林計画(Plan Nacional de Reforestacion Peru 2005 - 2024)の「Anexo 2.」には、2005年までに減少した森林面積が当時の県(Departamento)ごとに記載されている。そこから、調査地に該当する県の累積減少森林面積を抜粋し表-3.1.7-6に示す。アレキパ県、アヤクチョ県、ワンカベリカ県、イカ県、リマ県、ピウラ県であるが、いずれの県に対しても調査対象地はその一部である。アヤクチョ県

で約 10 万 ha、ワンカベリカ県、ピウラ県で約 1 万 ha の森林面積が減少している。

表-3.1.7-6 2005 年までに減少した森林面積

県名	面積 (ha)	累積森林減少面積 (ha)、及び 減少面積が県面積に占める割合 (%)	伐採後の状況	
			未利用の面積 (ha)	利用されている面積 (ha)
アレキパ	6,286,456	-	-	-
アヤクチョ	4,326,169	97,992 (2.3%)	73,554	24,438
ワンカベリカ	2,190,402	11,112 (0.5%)	11,112	-
イカ	2,093,457	-	-	-
リマ	3,487,311	-	-	-
ピウラ	3,580,750	9,958 (0.3%)	5,223	4,735

(出典：全国植林計画、INRENA、2005)

2) 流域別の森林面積の変化

a) カニエテ、チンチャ、ピスコ流域

2005 年に実施された FAO の調査による植生区分(2000 年の衛星画像データを元に作成)と 1995 年の INRENA 調査による植生区分(1995 年の衛星画像データを元に作成)を GIS 上に移植し、流域ごとに植生区分の変化を測定した。(表-3.1.7-7 参照)。

植生区分ごとの面積の増減をみると、乾燥地(砂漠、サボテン地：Cu、Dc、Ms)が減少、灌木林地帯(Msh、Mh)が増加、雪山(N)が増加、という結果となっている。

表-3.1.7-7 1995 年から 2000 年の植生区分の面積変化(カニエテ他 2 流域)

流域名	植生区分								流域 面積
	Cu	Dc	Ms	Msh	Mh	Cp	Pj	N	
(植生区分面積：ha)									
ピスコ	-3.59	-3.44	-50.99	46.88	7.01	-9.52	13.65	-	4,272.09
チンチャ	-5.09	-19.37	-95.91	86.85	3.55	-5.54	35.51	-	3,303.89
カニエテ	-13.46	-28.34	-50.22	7.24	23.70	34.89	-2.18	28.37	6,065.74
計(a)	-22.14	-51.15	-197.12	146.97	34.26	19.63	46.98	28.37	13,641.72
現況面積 (b)	449.21	3,436.86	1,738.75	1,771.50	210.40	1,714.72	4,253.50	66.78	13,641.72
現況に対 する割合 (a/b) %	-4.9	-1.5	-11.3	+8.3	+16.3	1.2	+1.1	+42.5	

(出典：1995 年 INRENA 調査、2005 年 FAO 調査を元に JICA 調査団により作成)

b) マヘス - カマナ流域

上記と同様にマヘス - カマナ流域の植生分布の面積の変化を測定した。(表-3.1.7-8 参照)。
 1995～2000 年の間では、灌木林(Msh、Mh)はそれぞれ約 30km² (2.3%)、5km²(3.2%) 減少している。高地草地(Pj)、雪山(N)の減少が顕著で、それぞれ、364km² (3.6%)、60km² (9.4%) 減少し、湿性草原(Bf)が約 12km (18.2%) 増加している。増加が最も多い植生は砂漠(DC)で、約 404km² (13.0%) 増加している。

表-3.1.7-8 1995年から2000年の植生区分の面積変化（マヘス - カマナ流域）

面積	植生区分							
	Lo	Dc	Ms	Msh	Mh	Bf	Pj	Nv
1995年 (km ²) (a)	104.54	3,108.12	1,570.08	1,334.76	155.20	66.16	10,069.21	641.44
2000年 (km ²) (b)	131.55	3,512.24	1,586.48	1,304.54	150.25	78.18	9,705.02	581.25
変化(b-a) (km ²) (c)	27.01	404.12	16.40	-30.22	-4.95	12.02	-364.19	-60.19
変化割合 (%) (c/a)	25.8	13.0	1.0	-2.3	-3.2	18.2	-3.6	-9.4

(出典：1995年 INRENA 調査、2005年 FAO 調査を元に JICA 調査団により作成)

(4) 植林の現況

1) カニエテ、チンチャ、ピスコ流域

カニエテ、チンチャ、ピスコの3流域は大型木本植物の生育にはあまり適したところとはいえず、天然植生としてはほとんど分布していない。唯一、河川沿いの地下水位が高いところに集中して生育している。

このような状況にあり、全体として植林の適地がないため、調査対象地では大規模な植林は実施されていない。少なくとも、商業利益を第一目的とした植林が実施されているという情報は得られなかった。

流域の下流部～中流部では主として次の3種類の植林が実施されている。i)河川沿いに防災のための植林、ii)農地の周囲を囲む防風・防砂のための植林、iii)家屋の周囲を囲む植林。いずれも面積としては非常に少なく、樹種もユーカリが最も多く、次いでモクマオウ、郷土種の植林は少ない。一方、アンデス高地では薪炭供給のための植林、農地を冷害・獣害（家畜）から保全するための植林、水源を保全するための植林が行なわれている。植林樹種はユーカリ、マツがほとんどである。アンデス高地での植林は旧 PRNAMACHIS（現在の AGRORURAL）のプログラムによって実施されているものが多く、AGRORURAL がコミュニティに苗木を供給し、農民がそれを植栽し、維持管理していくシステムが一般的である。州政府による植林事業もあるが数量としては多くない。このシステムでは、植栽地の選定にコミュニティの合意が必要で、多くの農民は少しでも農地を増やしたいと考えているため、合意形成には長い期間を要しており、なかなか植林事業がすすまないのが実情である。加えてアンデス高地の3,800m以上のところでは冷温のため植林が難しくなる。また、組織改革のため資料が散逸し、これまでの植林事業実績についての記録はほとんど収集できなかった。

前出の全国植林計画（INRENA、2005）に1994～2003年までの旧県（Departamento）ごとの植林実績が記載されている。ここから、調査対象地に該当する旧県の植林実績を抜粋した（表-3.1.7-9参照）。1994年は植林面積が多いものの、その後急激に植林面積は落ち込んでいる。また、アレキパ、イカ、リマは沿岸に位置し、降雨量が非常に少ないため植林が可能なところが少なく、また、植林の需要が低いと想定される。一方、アンデス高地に位置するアヤクチョ、ウアンカベリカ、ユニンでは農地・放牧地の保護や薪炭等の需要が高く、降雨量も多いが上記のような理由があり、植林面積は多くない。

表-3.1.7-9 1994年から2003年までの植林実績

(単位：ha)

県	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	計
アレキパ	3,758	435	528	1,018	560	632	nr	37	282	158	7,408
アヤクチョ	14,294	9,850	3,997	8,201	2,177	6,371	4,706	268	2,563	220	52,647
ウアンカベリカ	12,320	1,210	2,587	2,061	294	7,962	6,001	545	1,035	0	34,015
イカ	2,213	20	159	159	89	29	61	15	4	1	2,750
ユニ	38,064	921	3,781	8,860	2,597	4,412	718	995	556	752	61,656
リマ	6,692	490	643	1,724	717	1,157	nr	232	557	169	12,381
ピウラ	7,449	971	2,407	3,144	19,070	2,358	270	1,134	789	48	37,640

出典：全国植林計画、INRENA、2005

2) マヘス - カマナ流域

Agrorural からの聞き取り資料によれば、アレキパ州における植林実績は表-3.1.7-10 のとおりである。4 か所で実施されているがいずれも小面積で、試験的なものが多い。また、国際 NGO の Nature Conservancy ではペルー海岸地域に固有のマロス植生を回復させる活動を実施中である。

表-3.1.7-10 アレキパ州の植林実績

植栽年	植栽箇所	事業主体	植栽樹種	面積 (ha)	備考
1992	アレキパ	サン・アグスティン 国立大学	郷土種	2	森林調査及び試験植林
2004	アレキパ郡、ポロバヤ地区 ベラビスタ村・ウスニヤ村	AGRORURAL	ユーカリ・ マツ・ヒノキ	3	
2005	アレキパ	大学卒業論文	モイェ	0.5	

(出典：AGRORURAL からの聞き取りをもとに JICA 調査団により作成)

3.1.8 土壌侵食の現況

(1) 収集資料および基礎資料の作成

1) 収集資料

調査対象地域の土砂生産の現況を調査する目的で表-3.1.8-1 に示す資料を収集した。

表-3.1.8-1 収集資料の一覧

収集資料	作成年	形式	作成機関
地形図 (S=1/50,000)	2003	Shp	INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL (IGN) 国土地理院
地質図 (S=1/100,000)	2007	Shock Wave	Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) 国立地質・鉱業・冶金院
DEM 30x30 Digital Elevation Model	2008	GEO TIFF	Nacional aeronautics and Space Administration (NASA) 米国航空宇宙局
河川データ	2008	SHP	IGN
流域データ	2010	SHP	Autoridad Nacional del Agua (ANA) 全国水資源局
等雨量曲線図	1965-74	PDF	ANA
侵食区分図	1996	SHP	Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) 国立天然資源院
土壌区分図	1996	SHP	INRENA
植生区分図	2000 1995	SHP2000年 PDF1995年	Dirección General de Flora y Fauna Silvestre (DGFFS) 農業省森林・野生動物総局
雨量データ		Text	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) 国立気象・水文機構
人口分布図	2007	SHP	Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) 国立統計院

2) 基礎資料の作成

収集した資料を用いて以下のデータを作成した。これらのデータは Annex-6 に添付する。

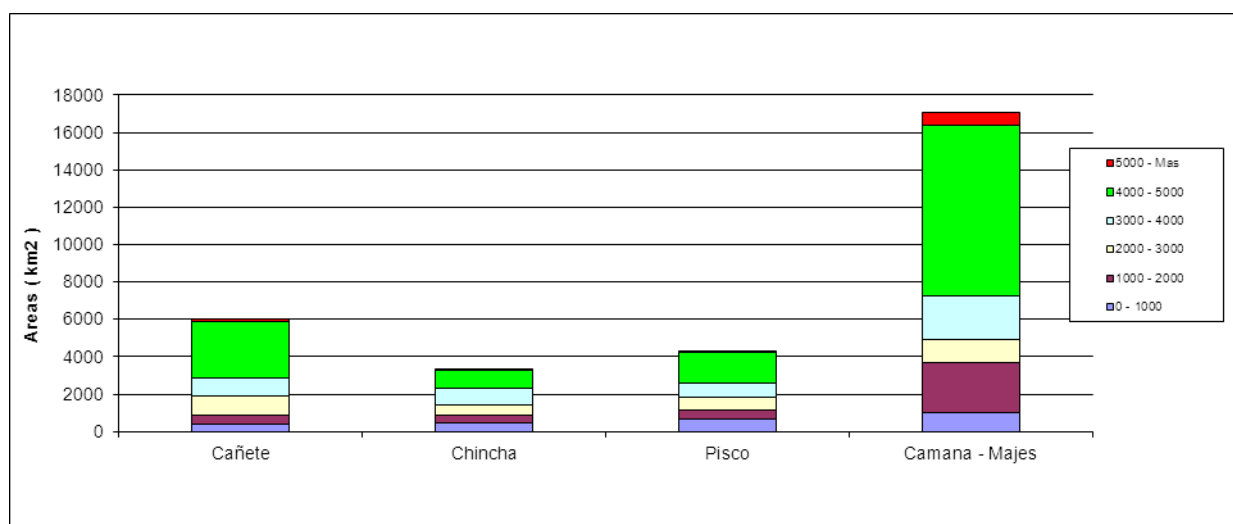
- ・水系図
- ・水系区分図 (3次谷で流域区分)
- ・地質図と水系図
- ・侵食図と水系図
- ・植生区分図 2000年
- ・植生区分図 1995年
- ・地質図と河床勾配
- ・水系区分図と河床勾配
- ・土壌区分図と水系図
- ・等雨量線図
- ・人口分布図

(2) 土壌侵食要因の分析

1) 地形特性

a) 標高別面積

各流域の標高割合を表-3.1.8-2 および図-3.1.8-1 に示す。カニエテ流域およびマヘス-カマナ流域が 4,000m 以上の標高の占める割合が多い。4,000m 以上の標高は比較的なだらかでこの部分に雪山およびため池が多く分布している。カニエテ流域およびマヘス-カマナ流域はこの部分の面積が広く、他の流域に比べて水源が豊富で、流量が多い。特にマヘス-カマナ流域は標高 4,000 ~5,000m が 53%を占める。



出典：30m メッシュデータを元に JICA 調査団により作成

図-3.1.8-1 各流域における標高特性

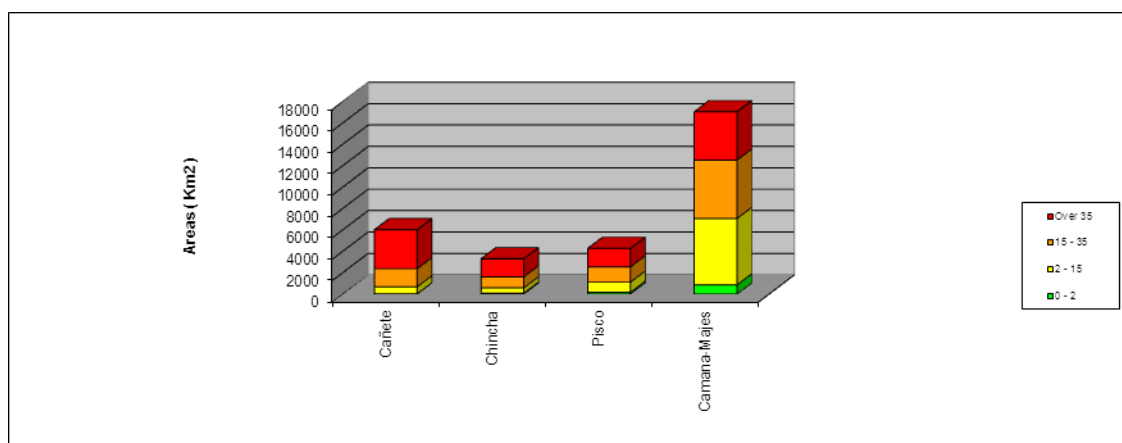
表-3.1.8-2 各流域における標高特性

標高 (msnm)	面積 (Km ²)			
	カニエテ 流域	チンチャ 流域	ピスコ 流域	マヘス - カマナ流 域
0 - 1000	381.95	435.6	694.58	1040.56
1000 - 2000	478.2	431.33	476.7	2618.77
2000 - 3000	1015.44	534.28	684.78	1277.54
3000 - 4000	1012.58	882.39	760.47	2305.64
4000 - 5000	3026.85	1019.62	1647.8	9171.56
5000 以上	108.95	0.67	6.19	635.44
合計	6023.97	3303.89	4270.52	17049.51
最大標高	5355	5005	5110	5821

出典：30m メッシュデータを元に JICA 調査団により作成

b) 傾斜区分

各流域の傾斜区分図を作成した。各流域における傾斜区分割合を図-3.1.8-2 および表-3.1.8-3 に示す。カニエテ流域、チンチャ流域、ピスコ流域、マヘス - カマナ流域の順序で地形が険しいことが分かる。特にカニエテ流域、チンチャ流域は、35%以上の傾斜が全流域の50%以上をしめる。地形勾配がきついほど土砂流出が多いといわれており、上記の順で土砂流出が多いことが推定される。



出典：30m メッシュデータを元に JICA 調査団により作成

図-3.1.8-2 各流域における傾斜区分割合

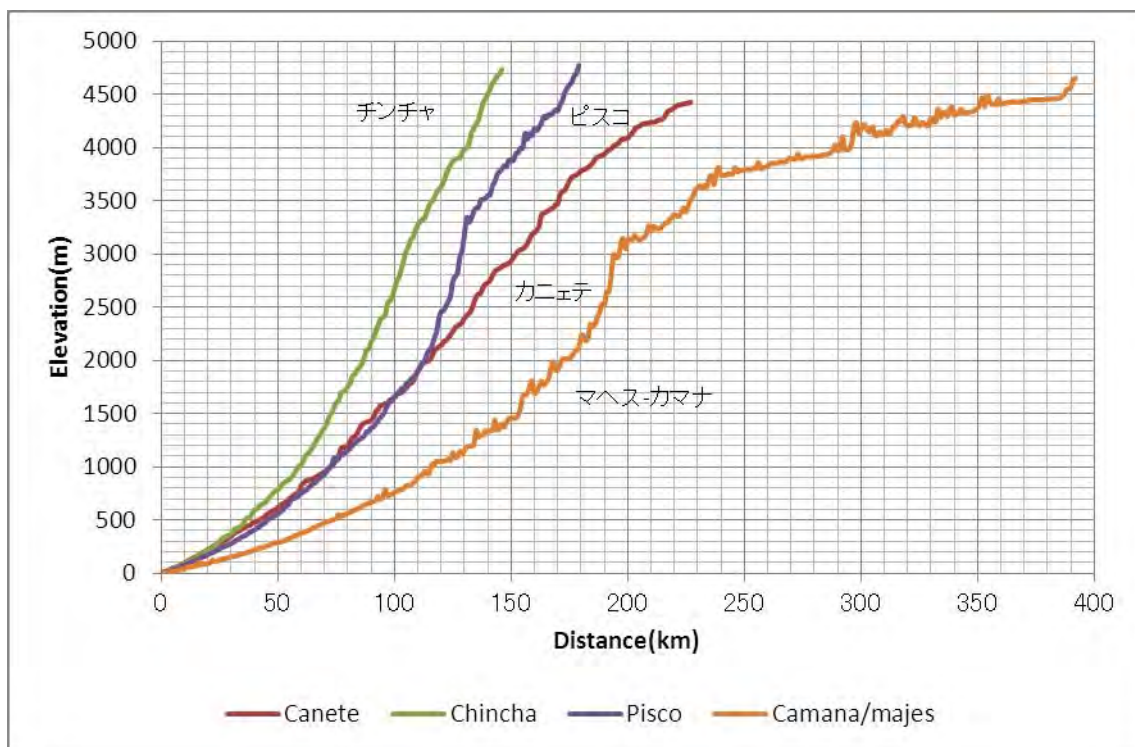
表-3.1.8-3 各流域における傾斜区分割合

Slope Basin (%)	カニエテ流域		チンチャ流域	
	面積(km ²)	割合	面積(km ²)	割合
0 - 2	36.37	1%	90.62	3%
2 - 15	650.53	11%	499.68	15%
15 - 35	1689.81	28%	1019.77	31%
Over 35	3647.26	61%	1693.82	51%
TOTAL	6023.97	100%	3303.89	100%
Slope Basin (%)	ピスコ流域		マヘス-カマナ流域	
	面積(km ²)	割合	面積(km ²)	割合
0 - 2	168.57	4%	869.75	5%
2 - 15	947.86	22%	6210.54	36%
15 - 35	1426.18	33%	5452.97	32%
Over 35	1727.91	40%	4516.25	26%
TOTAL	4270.52	100%	17049.51	100%

出典：30m メッシュデータを元に JICA 調査団により作成

c) 河川縦断

河川縦断は、図-3.1.8-3 に示す通りである。カニエテ流域、チンチャ流域およびピスコ流域は河川縦断が比較的類似している。マヘス - カマナ流域は河口から 200km までは急勾配であるが、200~400km にかけてはなだらかである。

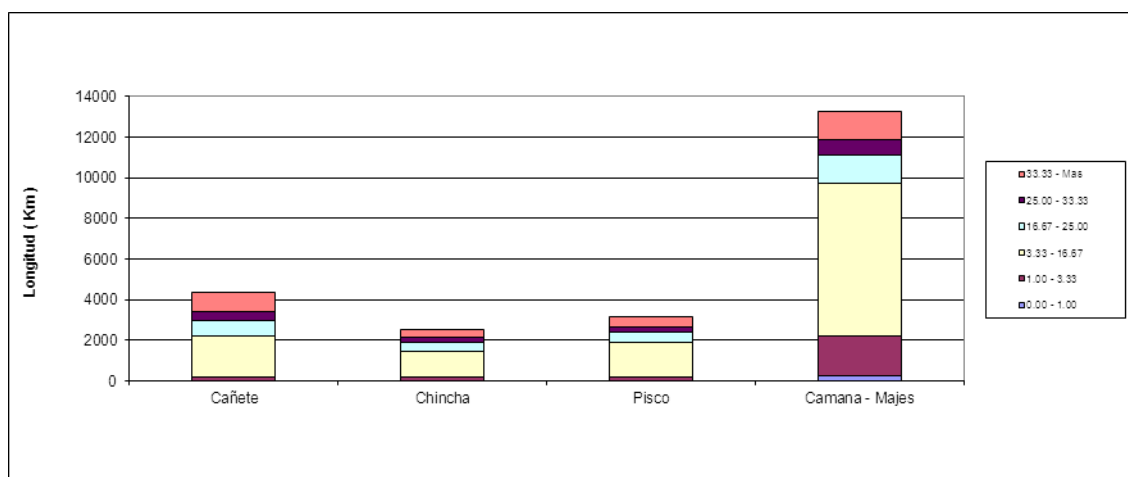


出典：30m メッシュデータを元に JICA 調査団により作成

図-3.1.8-3 4 溪流の河川縦断

d) 河床勾配

図-3.1.8-5 に示すように河床勾配によって溪流は掃流区間と土石流区間に区分される。河床勾配割合を図-3.1.8-4 および表-3.1.8-4 に示す。土石流発生区間は河床勾配が 1/3 以上の溪流といわれており、カニエテ流域が最も長い。堆積区間に相当する河床勾配 1/30~1/6 の占める割合が大きい。流域全体では河道調節量が大きいことがわかる。



出典：30m メッシュデータを元に JICA 調査団により作成

図-3.1.8-4 各流域の河床勾配

表-3.1.8-4 各流域の河床勾配

Slope River (%)	カニエテ 流域	チンチャ 流域	ピスコ 流域	マヘス-カマナ 流域
0.00 - 1.00	12.82	5.08	12.15	263.45
1.00 - 3.33	173.88	177.78	165.05	1953.19
3.33 - 16.67	1998.6	1250.82	1683.15	7511.73
16.67 - 25.00	753.89	458.76	519.64	1383.17
25.00 - 33.33	467.78	255.98	291.84	761.15
33.33 - Mas	975.48	371.8	511.76	1425.65
TOTAL	4382.45	2520.22	3183.59	13298.34

出典：30m メッシュデータを元に JICA 調査団により作成

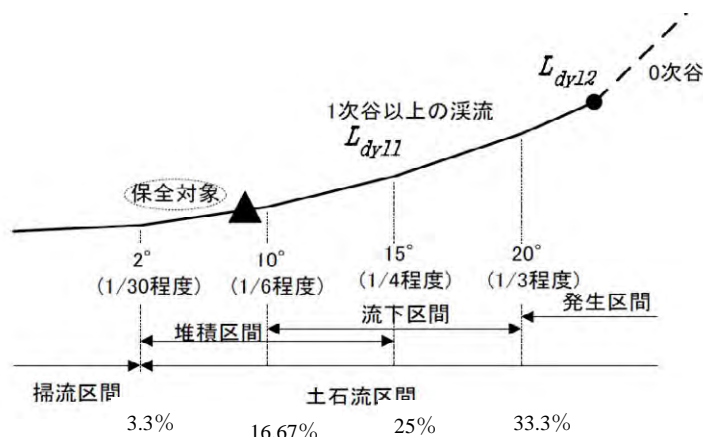


図-3.1.8-5 河床勾配と土砂移動の形態

2) 降雨特性

「ペ」国の太平洋側に面した幅 30～50km、長さ約 3,000km の海岸砂漠地域（コスタ）は、チャラと呼ばれる気候区分に入り、年間の平均気温は 20℃前後。年間を通じてほとんど雨が降らない。

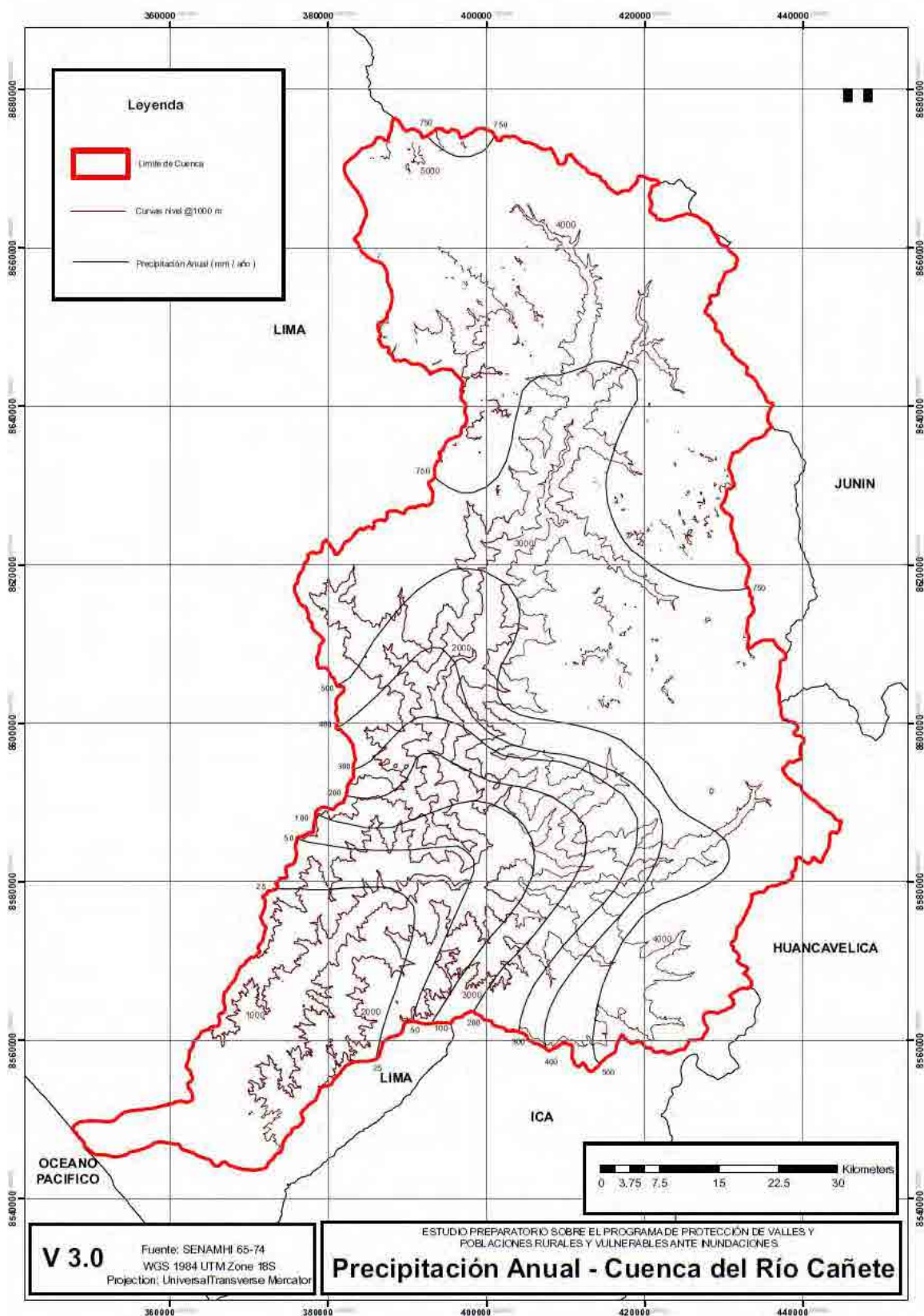
標高 2,500～3,500m はケチュアという気候区分に入る。この付近では年間 200～300mm の雨が観測されている。ケチュアを越えると標高 3,500～4,500m のスニと呼ばれる不毛の地域になり、この付近では年間 700mm 程度の雨が観測される。

各流域の年間雨量等曲線図を図-3.1.8-6～図-3.1.8-9 に示す。各流域の特徴は以下のとおりである。
 カニエテ流域：氾濫解析対象エリアでの年間降水量は 0～25mm である。北側の標高 4,000m のエリアでの年間降水量は 750～1,000mm である。

チンチャ流域：氾濫解析対象エリアでの年間降水量は 0～25mm である。東側の標高 4,000m のエリアでの年間降水量は 500～750mm である。

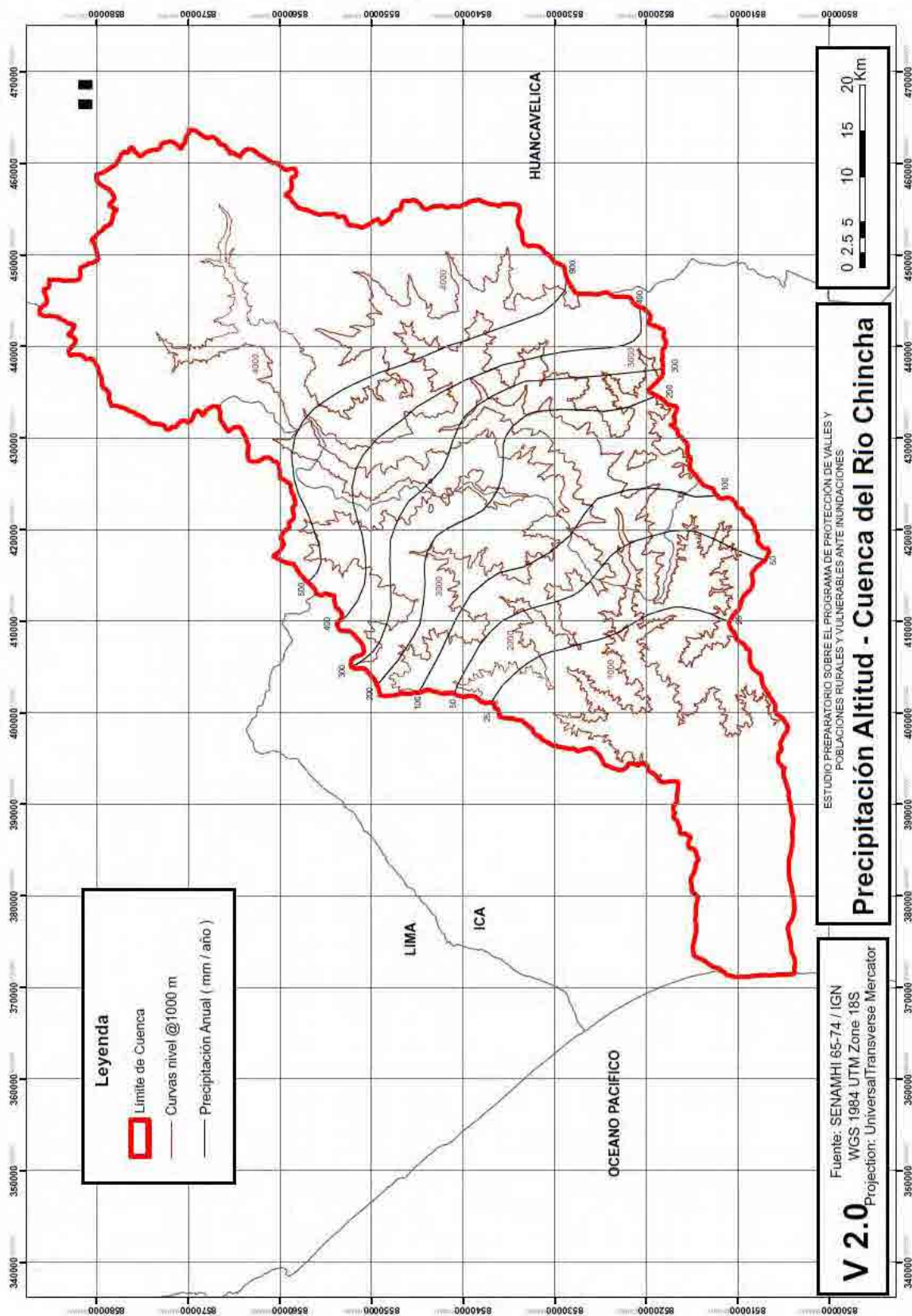
ピスコ流域：氾濫解析対象エリアでの年間降水量は 0～25mm である。東側の標高 4,000m のエリアでの年間降水量は 500～750mm である。

マヘス-カマナ流域：氾濫解析対象エリアでの年間降水量は 0～50mm である。南東側の標高 4,000～5,000m のエリアでの年間降水量は 500～750mm である。



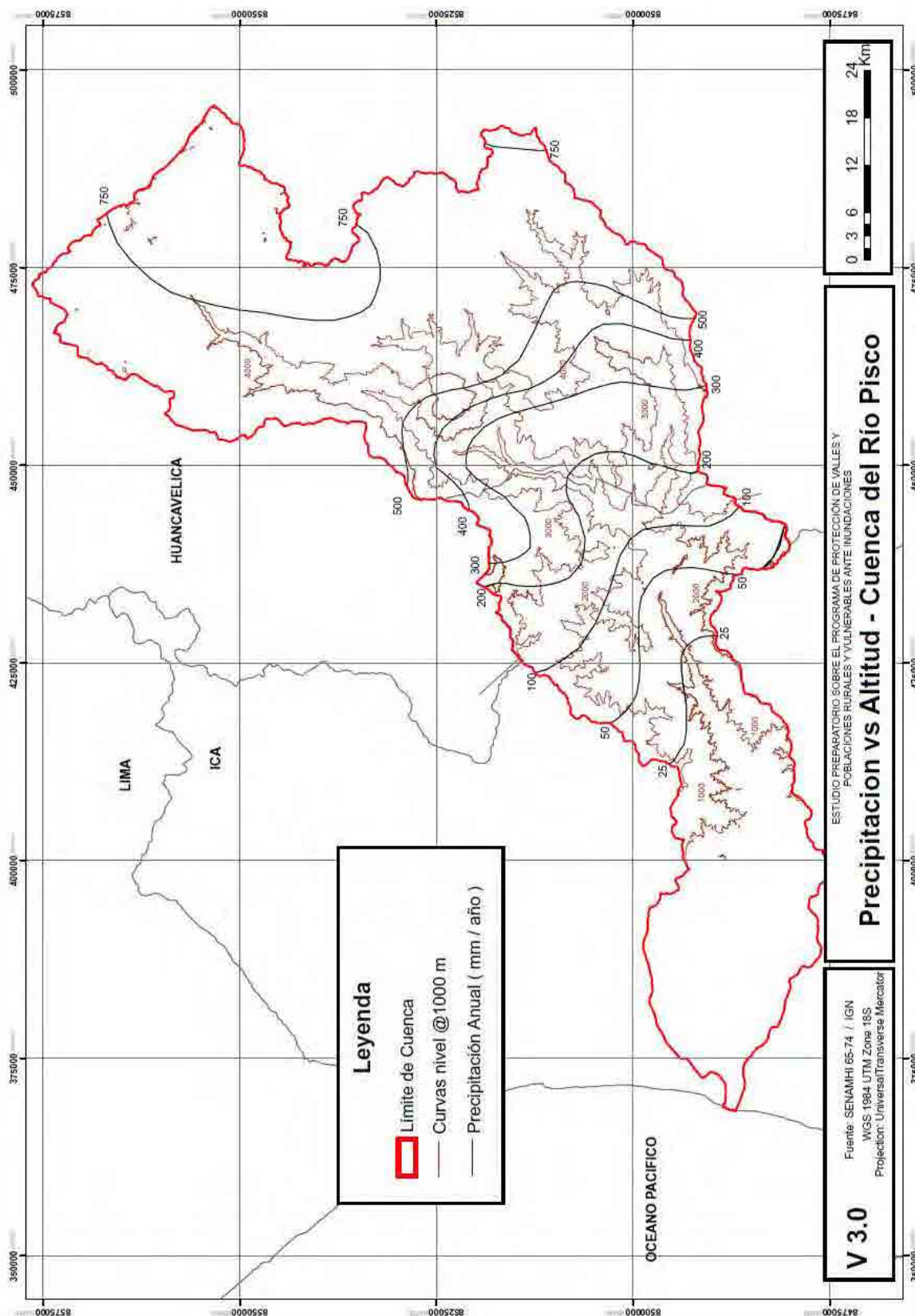
出典： SENAMHI データを基に JICA 調査団により作成

図-3.1.8-6 カニエテ流域等雨量線図



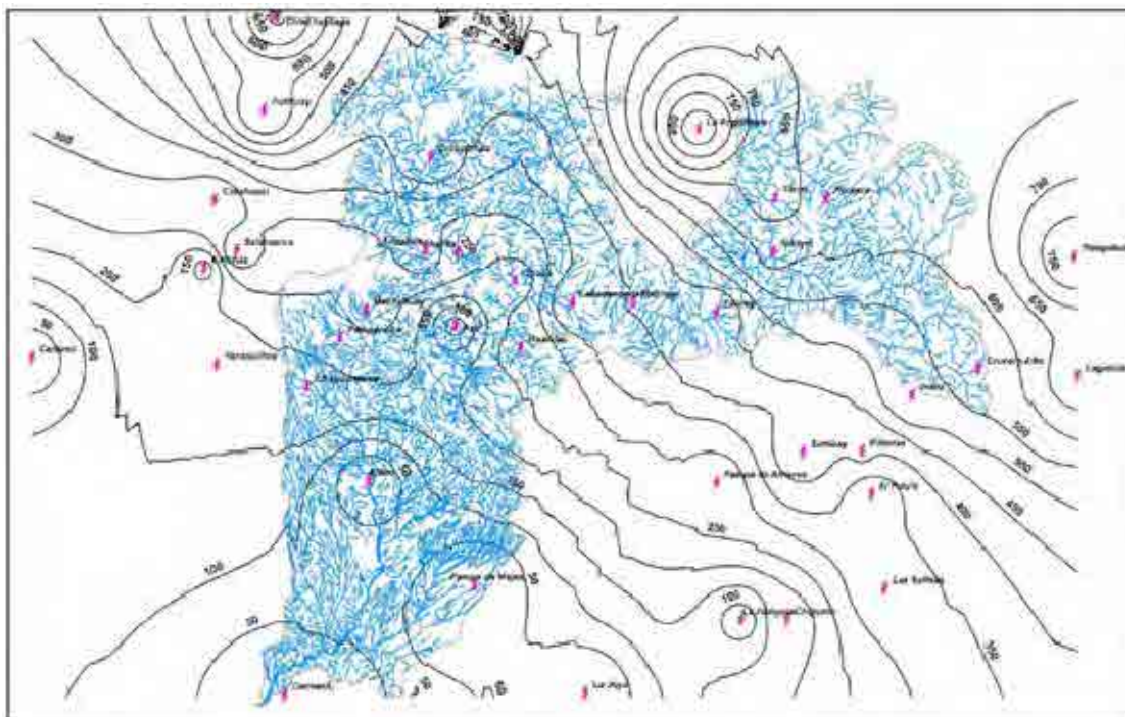
出典： SENAMHI データを基に JICA 調査団により作成

図-3.1.8-7 チンチャ流域等雨量線図



出典： SENAMHI データを基に JICA 調査団により作成

図-3.1.8-8 ピスコ流域等雨量線図



出典： SENAMHI データを基に JICA 調査団により作成

図-3.1.8-9 マヘス - カマナ流域等雨量線図

3) 斜面勾配と標高

各流域における斜面勾配と標高の関係をとりまとめた（図-3.1.8-10、表-3.1.8-5 参照）。

カニエテ流域では、勾配が 35%以上の斜面が 60%を占める。特に標高 4,000～5,000m において勾配 35%以上の斜面が多い。

チンチャ流域では標高 2,000～4,000m において勾配 35%以上の斜面が多い。

ピスコ流域では標高 1,000～4,000m において勾配 35%以上の斜面が多い。標高 4,000m 以上では、35%以下の比較的緩やかな斜面が分布している。

マヘス-カマナ流域では、標高 1,000～4,000m での地形変化が大きい。世界で最も深い溪谷のひとつといわれるコルカ溪谷がここに位置する。

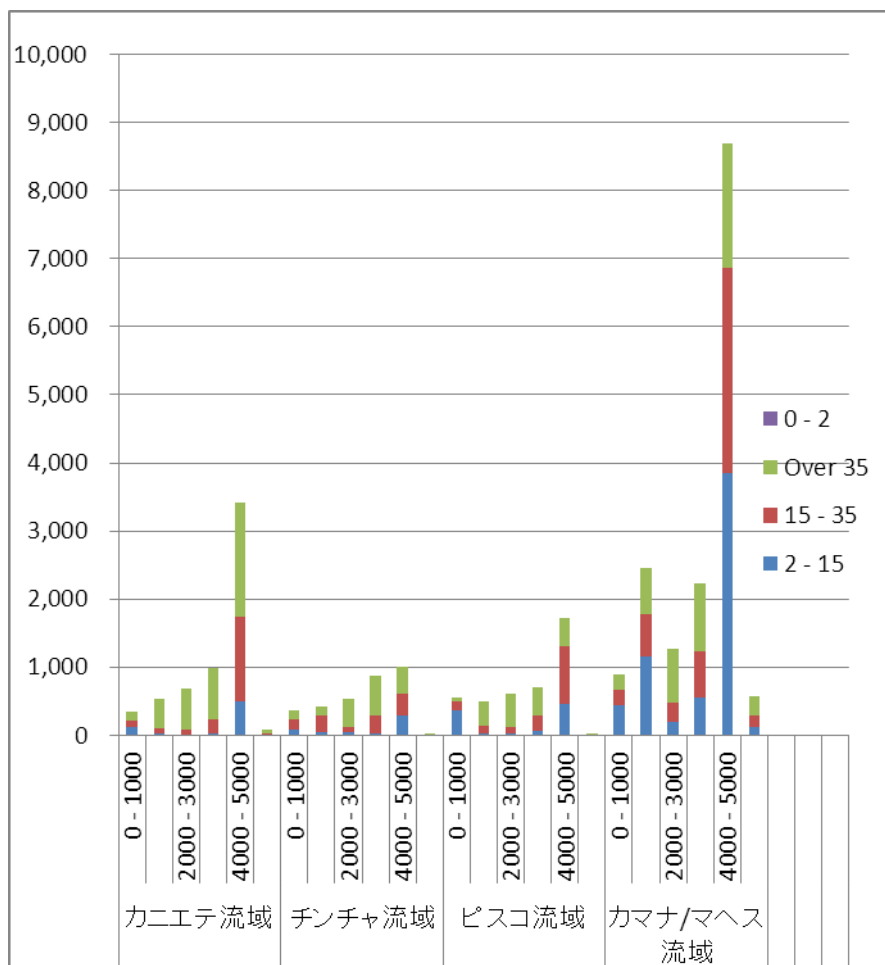


図 3.1.8-10 各流域における斜面勾配と標高の関係

表-3.1.8-5 各流域における斜面勾配と標高の関係

流域	斜面勾配(%)	標高(m)												合計
		0 - 1000		1000 - 2000		2000 - 3000		3000 - 4000		4000 - 5000		5000 - Mas		
カニエテ流域	0 - 2	15.51	60%	0.56	2%	0.15	1%	0.52	2%	8.88	35%	0.05	0%	25.67
	2 - 15	111.54	17%	18.13	3%	11.10	2%	35.27	5%	490.68	73%	3.26	0%	669.98
	15 - 35	101.99	6%	75.00	4%	64.27	4%	193.48	11%	1252.70	73%	21.88	1%	1709.32
	Over 35	141.11	4%	435.02	12%	604.91	17%	751.43	21%	1668.31	46%	59.99	2%	3660.77
チンチャ流域	0 - 2	78.15	86%	0.00	0%	0.00	0%	0.00	0%	12.47	14%	0.00	0%	90.62
	2 - 15	80.09	16%	50.00	10%	47.83	10%	32.12	6%	289.52	58%	0.12	0%	499.68
	15 - 35	148.11	15%	234.91	23%	64.87	6%	256.02	25%	315.65	31%	0.21	0%	1019.77
	Over 35	129.25	8%	146.42	9%	421.58	25%	594.25	35%	401.98	24%	0.34	0%	1693.82
ピスコ流域	0 - 2	132.09	76%	1.79	1%	2.08	1%	3.58	2%	33.74	19%	0.02	0%	173.30
	2 - 15	371.35	39%	25.01	3%	23.33	2%	67.75	7%	459.43	48%	1.51	0%	948.38
	15 - 35	118.98	8%	107.69	8%	101.38	7%	230.25	16%	856.43	60%	4.06	0%	1418.79
	Over 35	60.92	4%	373.82	22%	479.29	28%	415.34	24%	398.45	23%	3.8	0%	1731.62
マヘス-カマナ流域	0 - 2	140.95	15%	158.22	17%	14.72	2%	78.54	8%	480.22	51%	61.23	7%	140.95
	2 - 15	446.73	7%	1164.54	18%	350.89	5%	560.22	9%	3850.12	59%	128.91	2%	446.73
	15 - 35	222.03	4%	622.51	12%	399.92	8%	673.63	13%	3014.22	59%	154.69	3%	222.03
	Over 35	230.75	5%	677.32	15%	537.05	12%	993.25	22%	1823.81	40%	290.08	6%	230.75

4) 侵食特性

各流域の流域特性は図-3.1.8-11 のようにまとめられる。標高が 500m 以下では、植生がなく、降

水量が小さく侵食量は小さい（エリア A）。この地域はコスタ(海岸地帯)と呼ばれ北はエクアドル、南はチリまで 2,414km に及ぶ砂漠地帯を形成し、太平洋から内陸部に向けて標高 500m までの地点を指す。標高 1,000~4,000m では、地形が急峻で植生はなく、裸地状である(エリア B)。降水量はそれほど大きくないが、この箇所での侵食量が最も多いと推定される。この箇所はシエラ（山岳地帯）、ケチュア帯、スニ帯と呼ばれる。国土の約 28%を占めるシエラ（山岳地帯）は、アンデス山脈の西斜面の標高 500m 以上の地域から、東斜面の標高 1,500m 程までの地域を指し、国土の約 28%を占め、ケチュア帯（またはキチュア帯）は、標高 2,300~3,500m までの温暖な地域を指し、スニ帯（またはハルカ帯）は、標高 3,500~4,000m の冷涼地域をさす。また、標高 4,000m を超えると降水量が多く、気温が低い。低温に適した低木類が地表面を覆い、なおかつ地形勾配が緩いため侵食量は少ない（エリア C）。この地域はプーナ帯と呼ばれる。流域毎のエリアと標高の関係を表-3.1.8-6 に示す。



図-3.1.8-11 流域特性

表 3.1.8-6 流域毎のエリアと標高の関係

エリア	カニエテ流域	チンチャ流域	ピスコ流域	マヘスーカ マナ流域
A	0-1,000	0-1,000	0-1,000	0-1,000
B	1,000-3,500	1,000-3,500	1,000-3,500	1,000-3,000
C	3,500-5,000	3,500-5,000	3,500-5,000	3,000-5,000

(3) 土砂生産状況

1) 現地調査結果

マヘス - カマナを除く 3 流域は近接しており、おおむね同じ状況にあると判断できる。ピスコ、カニェテ流域とマヘス - カマナ流域に対して現地調査結果を述べる。

a) ピスコ流域およびカニェテ流域

調査結果は以下の通りである。

- ・山肌には、崩壊、風食などにより生産された碎屑物が崖錐を形成している。
- ・基岩地質毎に若干生産形態は異なる。安山岩質～玄武岩質は巨礫の崩落、破碎がメインであり、堆積岩質は風化による風化侵食、細粒砂の匍行がメインである（図-3.1.8-12 および図-3.1.8-13 参照）。
- ・平時に匍行性の土砂移動があるためか、図-3.1.8-14 に示すように植生は根付いていない。安山岩質の岩盤摂理面など、あまり土砂移動のない場所においては、藻類やサボテン類が侵入しているのが認められた。
- ・ほとんどの河道で低位の段丘面が残っているため、そのような場所では斜面から直接河道への土砂流入は見られず、段丘上に崖錐を形成している。そのため、ほとんどの河川への供給土砂は段丘堆積物からの浸食土砂および河床変動による堆積土砂と推察される（図-3.1.8-15 参照）。
- ・上流側では、段丘面がすくなくなり、斜面からの直接土砂流入が確認できるが、極僅かであると判断できる。
- ・溪谷内は、段丘が発達している(カニェテ、ピスコ流域で高さ 10m 以上の規模)。この段丘面の脚部は各所で流路に接しており、それらの地点からは通常流水(雨期の中小規模出水を含む)で土砂が再流出、移動しているものと考えられる。



図-3.1.8-12 安山岩質～玄武岩質の崩壊地



図-3.1.8-13 堆積岩類の土砂生産状況



図-3.1.8-14 サボテンの侵入状況



図-3.1.8-15 河道付近における土砂移動

b) マヘス - カマナ流域

調査結果は以下の通りである。

- 大地を 800m 程度浸食してできた溪谷の中を流れる河川である。谷幅は約 4.2km で川幅は 400m である(図-3.1.8-18 参照)。ヤウカと同様の地形をなすが、溪谷谷の深さおよび幅が大きい。
- 山肌には、植生はなく、崩壊、風食などにより生産された碎屑物が崖錐を形成している(図-3.1.8-24 参照)。
- 基岩地質は、中古代の堆積岩を主体とし、風化による風化侵食、細粒砂の匍行がメインで

ある(図-3.1.8-24)。

- ・ 平常時に匍行性の土砂移動があるためか、写真に示すように植生は根付いていない(図-3.1.8-18 及び図-3.1.8-24)。
- ・ 谷底の幅が広く対象区間（河口から 111km アンダマヨとの合流点）においては河道で低位の段丘面が残っているため、そのような場所では斜面から直接河道への土砂流入は見られず、段丘上に崖錐を形成している。そのため、ほとんどの河川への供給土砂は段丘堆積物からの浸食土砂および河床変動と推察される(図-3.1.8-24)。
- ・ 上流側では、段丘面がすくなくなり、斜面からの直接土砂流入が確認できるが、極僅かであると判断できる(図-3.1.8-24)。
- ・ ヒアリング結果によれば、対象区間における支線からの土石流発生状況は以下の通りのこと。また、上流側から土砂が流入し、河床上昇しているとのことであったが、観測は実施していないとのことであった。
- ・ 溪谷内は、段丘が発達しており、この段丘面の脚部は各所で流路に接しており、それらの地点からは通常流水(雨期の中小規模出水を含む)で土砂が再流出、移動しているものと考えられる。

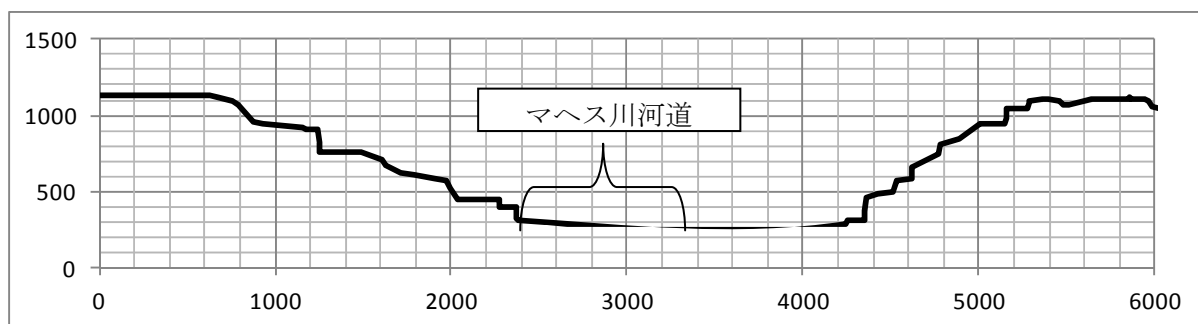


図-3.1.8-16 マヘス溪谷断面（河口から 50km 付近）

表-3.1.8-7 マヘス川上流で発生した土石流

No	河川名	キロポスト	状況
1	コソス 図-3.1.8-19 図-3.1.8-20	88km 付近	雨期には 1 ヶ月に 1 回程度土石流が発生し、市道を土砂が覆う。1 日程度で復旧する。給水管も時々被災すること。
2	オンゴロ 図-3.1.8-21	103km 付近	1998 年に土石流が発生し、2 名の方が土砂に飲み込まれて死亡した。灌漑水路が被災し復旧に 1 ヶ月を要した。30 分くらい前に山鳴りがして住民（8 家族）は避難した。この 8 家族は現在が被災箇所に戻ってきて生活をしている。マヘス川本線は大きく河床上昇していないとのこと。灌漑水路の復旧は NGO が実施した。
3	サンフランシスコ 図-3.1.8-22	106km 付近	1998 年に土石流が発生し、灌漑水路が被災した。仮復旧に 1 ヶ月本復旧に 4 年の月日を要した。土石流堆積土砂の高さは 10m 程度である。
4	ホロン 図-3.1.8-23	106km 付近	1998 年に土石流が発生し、本線へ流れ込んだが、本線の流量が多くそのまま本線を流下した。土石流堆積土砂の高さは 10m 程度である。移動可能土砂は数 10~100 万 m ³ 残存している。

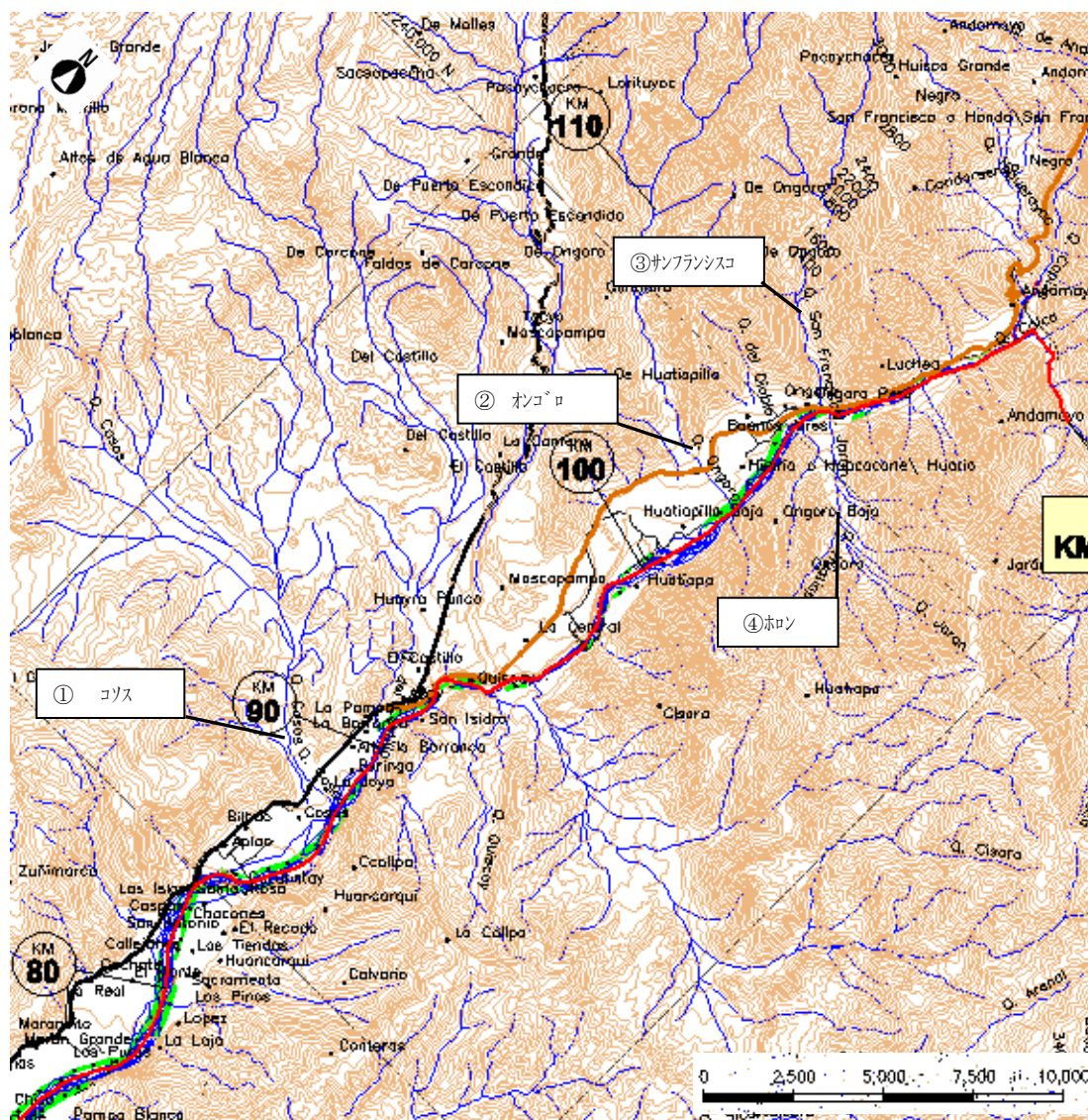


図-3.1.8-17 土石流発生位置図



図-3.1.8-18 60km 付近の状況 (幅 5km 程度の溪谷をなす)



図-3.1.8-19 コソス川の土砂堆積状況 (幅約 900m)



図-3.1.8-20 コスス川を通過する市道（雨期には土砂が市道を覆うが1日で復旧するとのこと）

図-3.1.8-21 オンゴロの状況（1998年土石流が発生し、2名が亡くなった）



図-3.1.8-22 サンフランシスコ川の土砂堆積状況（灌漑水路が土石流により被災した。道路側壁はその時の土石流堆積物）

図-3.1.8-23 ホロン川の状況（1998年土石流が本線に流れ込んだ）



図-3.1.8-24 河口から110km付近の状況（斜面からの河道への土砂流入は僅かであると推定できる）

図-3.1.8-25 カマナ川とアンダマヨ川の合流点（アンダマヨ川は放流路となっている）

2) 土砂災害と降水量の関係

マヘスーカマナ流域では1998年に土砂災害が多発している。このため、1998年の降雨がどの程度であったかを調査した。降雨データはサポーティングレポート Annex1 水文解析を参考にした。土石流が確認された地点に比較的近いに示す観測所（表-3.1.8-8）における、各観測所の確率年雨量および1998年の最大日雨量は表-3.1.8-9に示すとおりである。Chuquibambaでは150年確率程度の雨量が観測され、Pampacolcaでは25年確率雨量程度の雨量が観測されている。AplapおよびHuamboでは2年確率雨量程度の雨量しか観測されていない。一般的に1982～1983年および1998年の大変強力なエルニーニョはほぼ50年間隔に出現しており²、50年確率降雨程度の降雨で土砂災害が発生するものと判断した。

表-3.1.8-8 雨量を確認した観測所一覧

観測所	位置		
	緯度	経度	標高(m)
Aplao	16° 04'10	72° 29'26	625
Chuquibamba	15° 50'17	72° 38'55	2839
Huambo	15° 44'1	72° 06'1	3500
Pampacolca	15° 42'51	72° 34'3	2895

表-3.1.8-9 各観測所の確率雨量と1998年最大日雨量

観測所	確率年降雨							1998年の降雨
	2	5	10	25	50	100	200	
Aplao	1.71	5.03	7.26	9.51	10.71	11.56	12.14	1.20
Chuquibamba	21.65	36.96	47.09	59.89	69.39	78.82	88.21	82.00
Huambo	22.87	30.14	34.96	41.05	45.57	50.05	54.52	25.30
Pampacolca	21.13	29.11	34.40	41.08	46.04	50.95	55.86	42.40

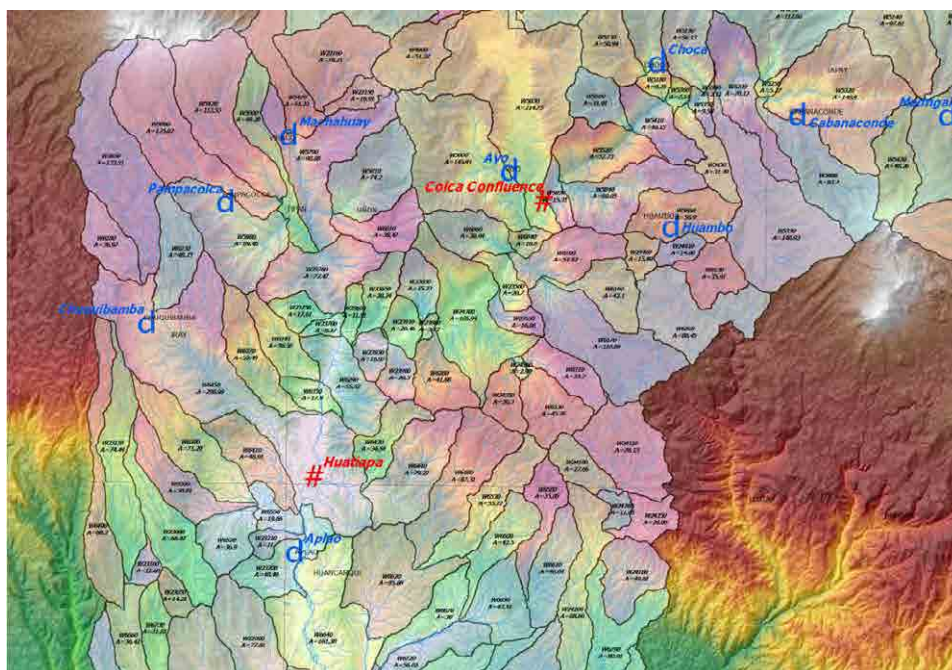


図-3.1.8-26 雨量観測所位置図

² Lorenzo Huertas DILUVIOS ANDINOS A TRAVÉS DE LAS FUENTES DOCUMENTALES - COLECCIÓN CLÁSICOS PERUANOS 05/2003

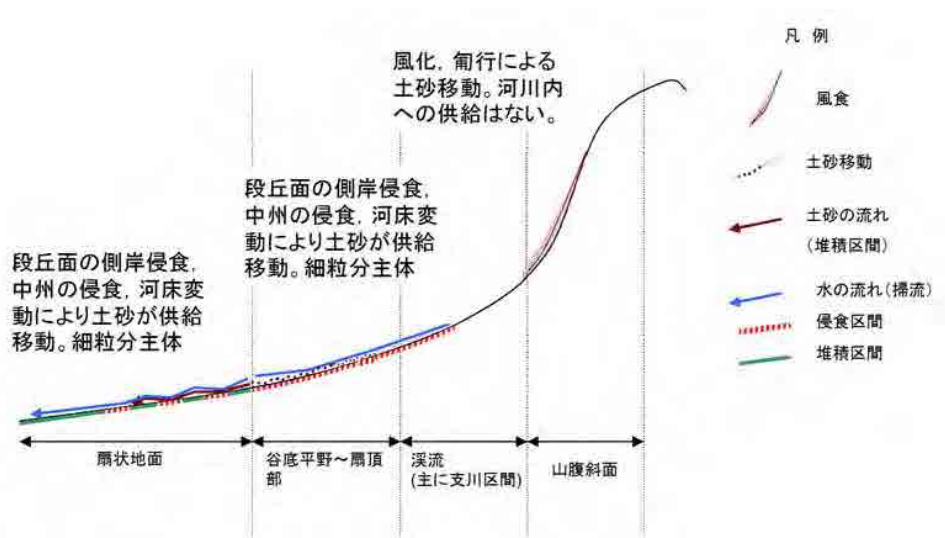
(4) 予測される土砂生産流出形態

要因（降雨・流量）の規模に応じた土砂生産流出が予見される。定量的な経過測量，比較検討を行っていないため，平常時、50年確率程度の降雨および大規模出水時での定性的な所見を以下に示す。

1) 平常時

平常時の土砂生産流出状態を図-3.1.8-27 に示す。

- ・斜面からの土砂生産はほとんど見られない
- ・段丘面から崩落，脚部に堆積した崖錐に流水があたることによって土砂が生産，下流側へ流出する。
- ・河道内に残置されている中州の堆積土砂が小規模増水時に流路変更に伴い再移動，下流側へ押し出すパターンで土砂流出が発生すると考えられる。



出典： JICA 調査団により作成

図-3.1.8-27 平常時の土砂生産流出の状態

2) 50年確率降雨程度の豪雨

現地ヒアリングによればエルニーニョ年度には各支線から土石流が発生しているとのことであった。ただし、河道の土砂調節量が多く、下流への影響はあまりないものと推定される。エルニーニョ程度の豪雨における土砂生産流出状態を図-3.1.8-28 に示す。斜面から水量に見合った量の土砂が流出する。

- ・支川から土石流が発生し本川へ流れ込む。
- ・河道の土砂調節量が多いため、下流への影響はあまりない。

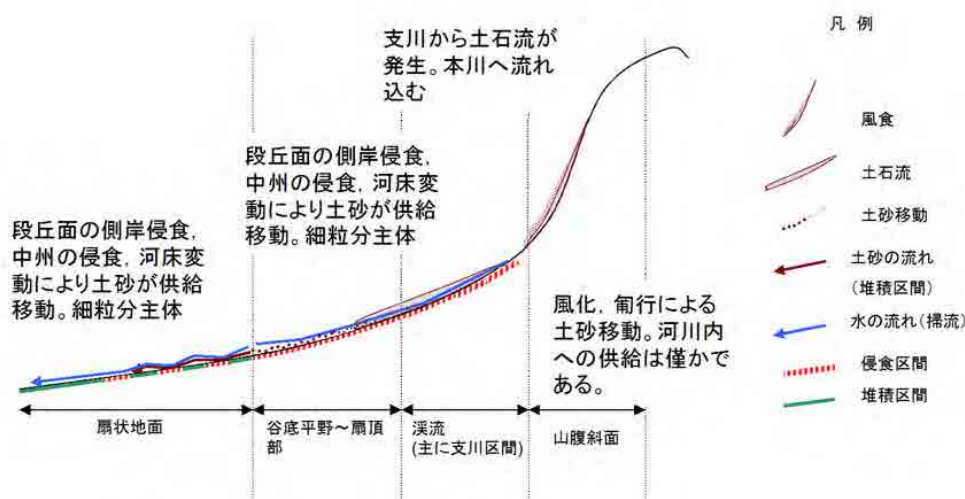


図-3.1.8-28 50年確率降雨程度の豪雨時における土砂生産流出の状態

出典： JICA 調査団により作成

3) 大規模出水時（現在の段丘面を形成するような出水）数千年に1回程度
 コスタ地方については、100年超過確率日降雨量は50mm程度である。そのため水による土砂移動がきわめて少ない状態である。しかしながら雨が少ない分、ひとたび豪雨が発生した場合、流水による土砂生産ポテンシャルは非常に高い状態にあるといえる。
 およそ数千年確率規模以上の低確率規模降雨が生じた場合、以下の土砂生産形態が発生すると考えられる(図-3.1.8-29 参照)。なお、大規模出水の頻度は地球規模の温暖化-寒冷化のサイクルに一致していると推定して数千年とした。

- ・ 斜面より水量に見合った量の土砂が流出する。
- ・ 崖錐や斜面脚部の過堆積土砂が水量見合いで流出し、溪流や河道の閉塞を伴う土砂移動が発生
- ・ 河道閉塞後に発生する天然ダム決壊、中州の崩壊による土石流、土砂流の発生
- ・ 多量の土砂供給に伴う下流側での河道内堆積の増加と段丘の形成
- ・ 扇頂部～河積不足断面における河道変更を伴う氾濫

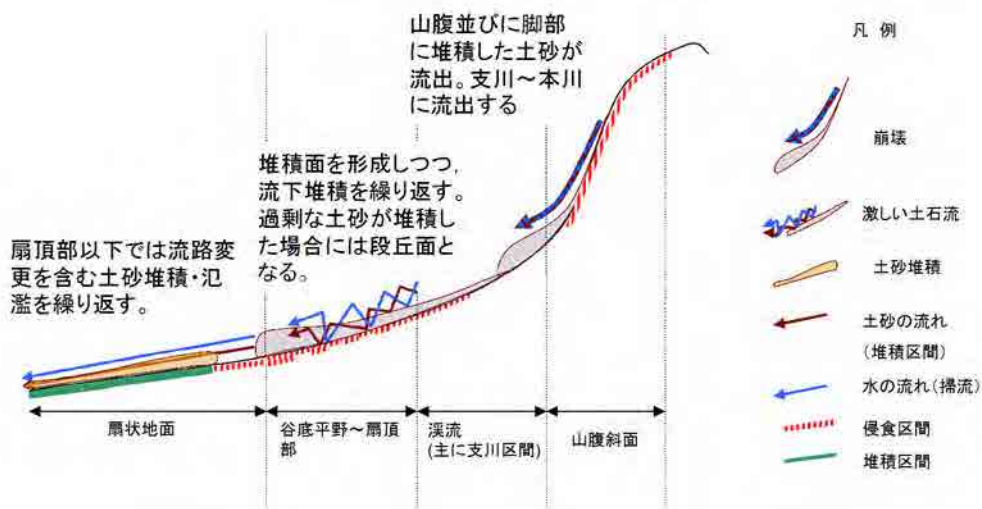


図-3.1.8-29 大規模出水時の土砂生産流出の状態 (地質学的スケール)

出典： JICA 調査団により作成

(5) 本業務の対象範囲

本業務の対象範囲は、下図に示す通り 50 年確率降雨であり、支川からの土石流が発生する降雨に相当する。

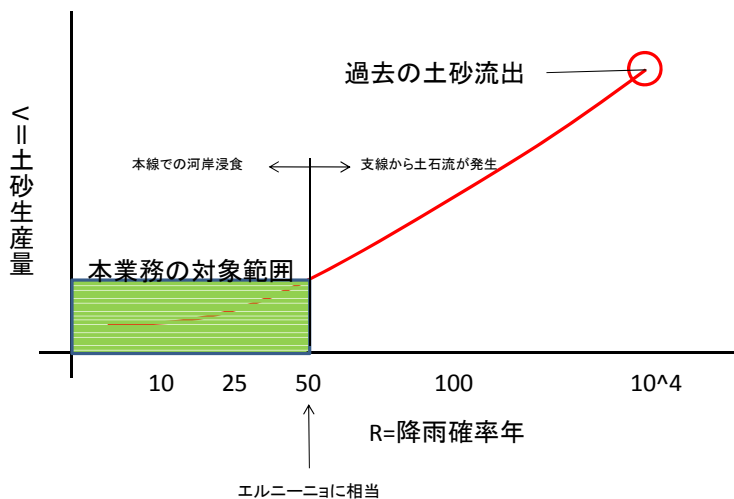


図-3.1.8-30 土砂生産量と確率降雨年の関係、および本業務の対象範囲

出典： JICA 調査団により作成