

## 4.3 技術的提案

### 4.3.1 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 4.15 中・長期計画、4.15.1 全体治水計画に述べてある。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する。

#### (1) 計画洪水流量

##### 1) ペルー国洪水対策ガイドライン

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。

##### 2) 既往最大流量と計画洪水流量

各流域における年最大流量の観測値は図-4.3.1-1～図-4.3.1-4 に示すとおりである。これに基づき各流域における既往最大流量を抽出して各生起年確率洪水流量とともに示すと表-4.3.1-1 に示すとおりである。

各河川の既往最大流量は各河川において 1/50 年規模程度の洪水が過去に 1～2 回程度発生している。また、過去の洪水において多大な被害が発生しているのも 1/50 年規模程度の洪水規模の場合である。既往最大流量はチンチャ川を除き確率 50 年規模の洪水流量とほぼ同じか小さくなっている。チンチャ川の既往最大流量は図-4.3.1-2 に示すように 1960 年代以前であって最近 40 年間における年最大流量は確率 50 年規模の流量よりかなり小さい。

「ペ」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。なお 1/50 確率洪水流量を採用したことについては絶対的な意味はなく、調査対象流域を相対的に比較検討することを目的としている。

表-4.3.1-1 生起年確率洪水流量と既往最大流量(m<sup>3</sup>/sec)

河川名	確率10年	確率25年	確率50年	確率100年	既往最大
カニエテ川	822	1,496	2,175	2,751	900
チンチャ川	580	807	917	1,171	1,269
ピスコ川	451	688	855	963	956
マヘス-カマナ川	1,007	1,566	2,084	2,703	2,400

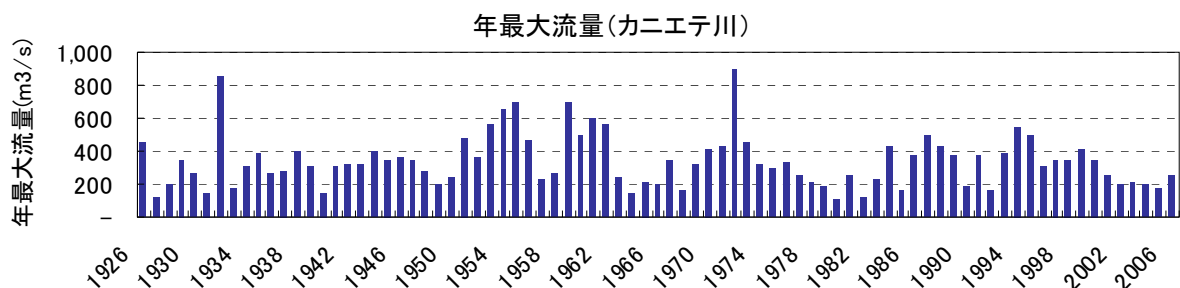


図- 4.3.1-1 年最大流量 (観測値：カニエテ川)

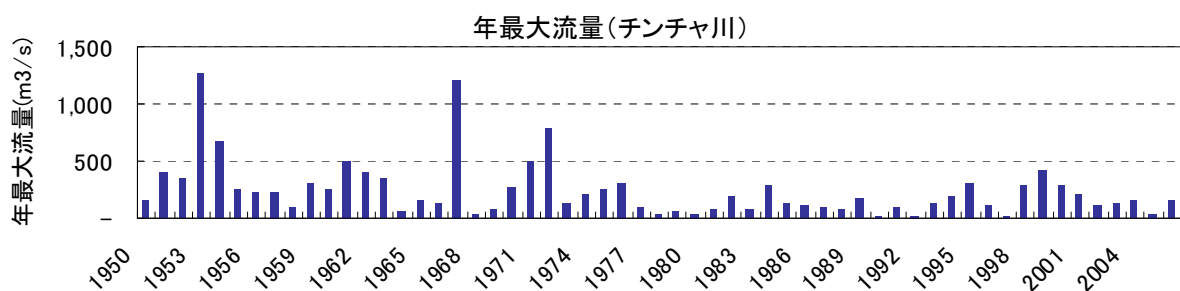


図- 4.3.1-2 年最大流量 (観測値：チンチャ川)

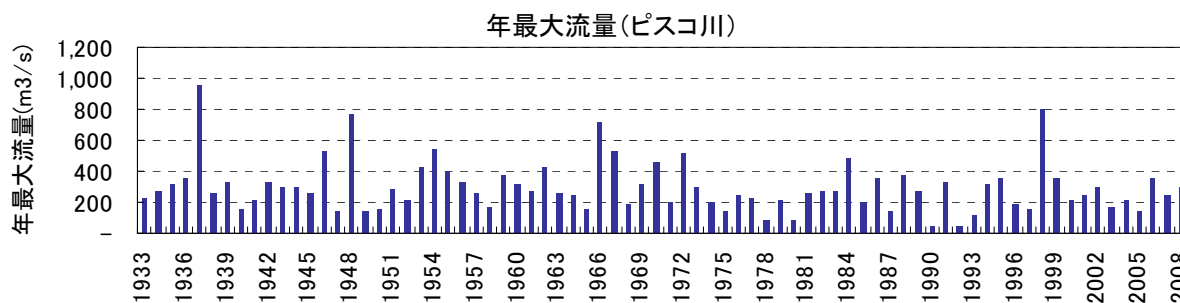


図- 4.3.1-3 年最大流量 (観測値：ピスコ川)

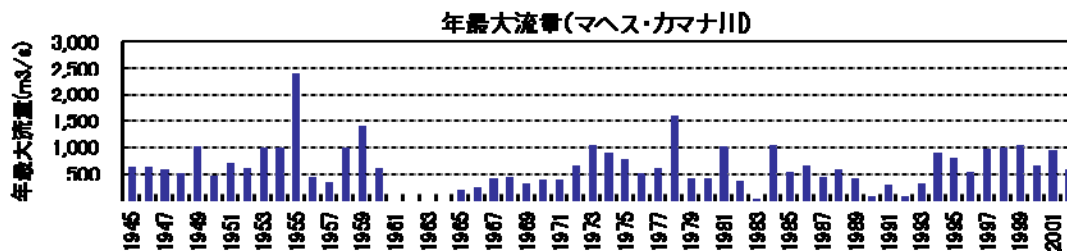


図-4.3.1-4 年最大流量 (観測値：マヘス・カマナ川)

3) 確率規模別の洪水流量と被害額および浸水面積

各河川流域について確率年洪水規模別の流量と被害額および浸水面積の関係を概略検討して図-4.3.1-5～図-4.3.1-8に示す。

これらの図より次のことが言える。

- ① 確率規模洪水流量が増加するほど浸水面積が増加する (図中の緑線)。
- ② 確率規模洪水流量が増加するほど被害額が増加する (図中の赤線)。
- ③ 確率規模洪水流量の増加に伴って対策後の被害額は漸増する (図中の青線)。
- ④ 確率規模洪水流量の増加に伴って被害軽減額 (赤線と青線の差) は着実に増加し、検討した範囲では確率 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洪水規模の洪水流量より大きく、社会評価の結果経済効果も確認されている。計画規模は 50 年であるが浸水面積については参考のために確率 100 年洪水規模についても記載した。

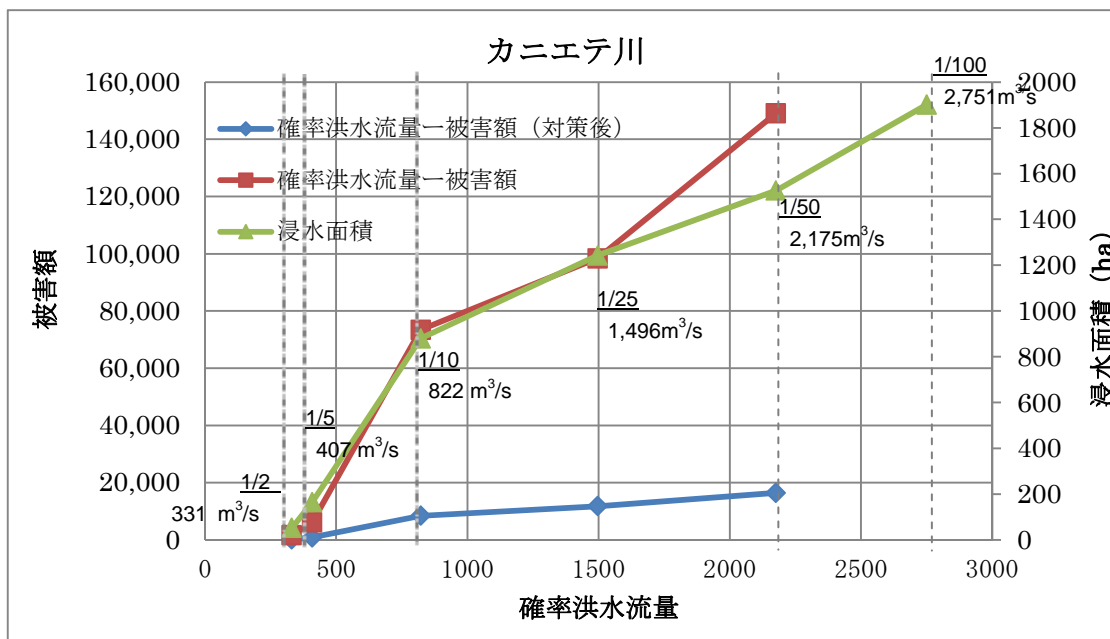


図-4.3.1-5 確率規模洪水流量と被害額および浸水面積 (カニエテ川)

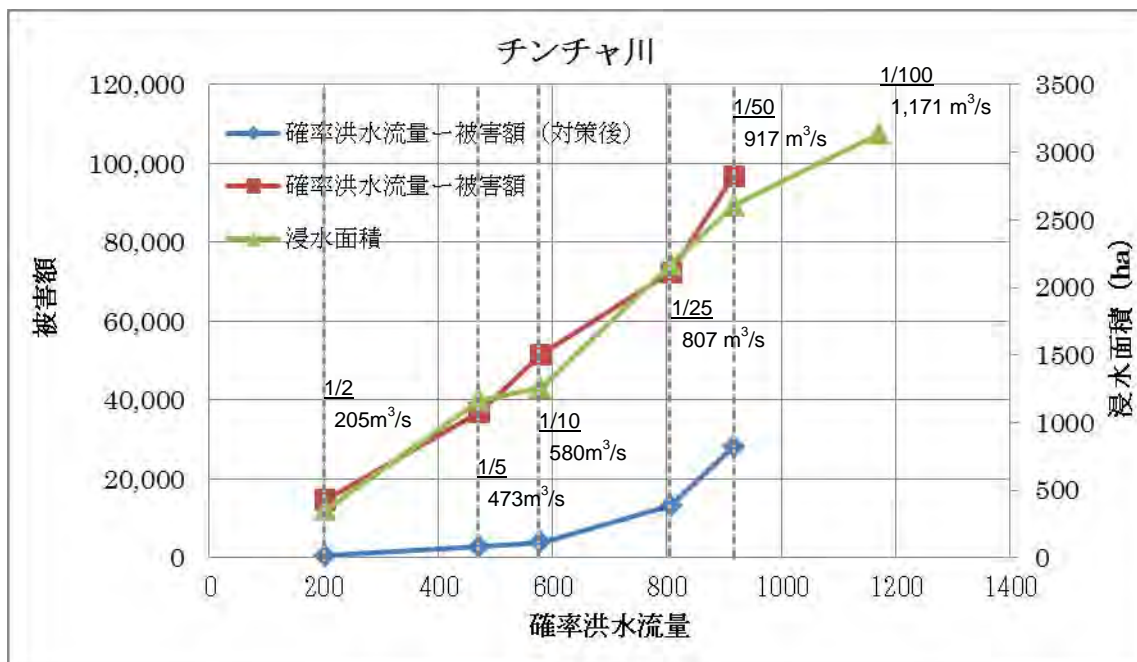


図-4.3.1-6 確率規模洪水流量と被害額および浸水面積 (チンチャ川)

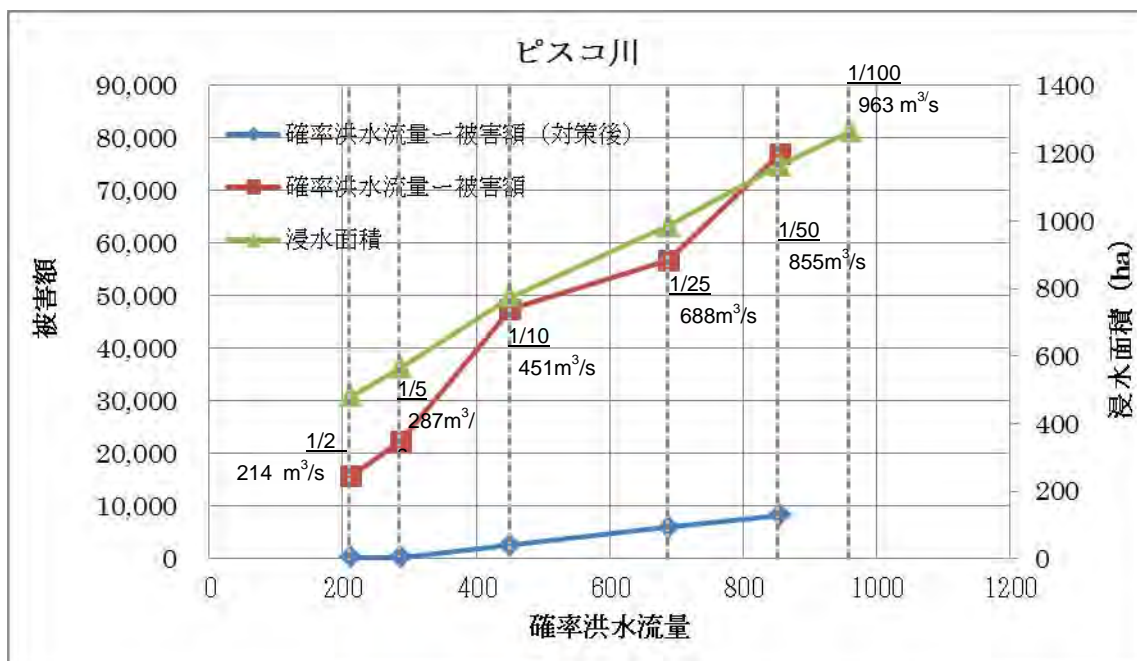


図-4.3.1-7 確率規模洪水流量と被害額および浸水面積 (ピスコ川)

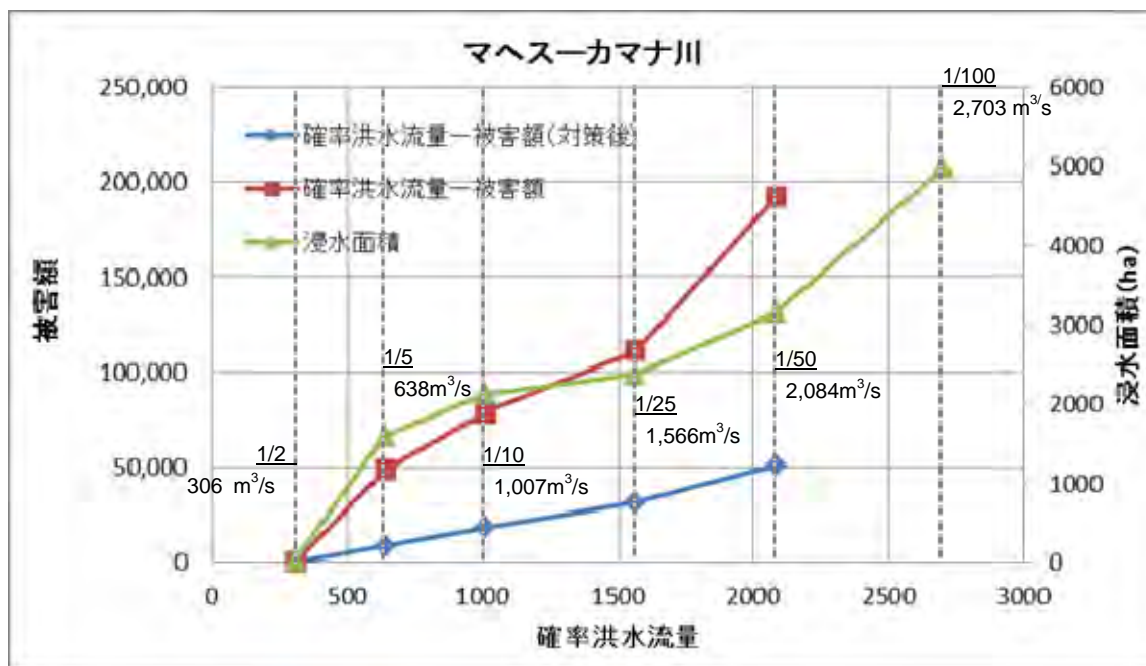


図-4.3.1-8 確率規模洪水流量と被害額および浸水面積（マヘス - カマナ川）

## (2) 地形測量

各構造物対策の予定地において表-4.3.1-2 に示す地形測量を行った。洪水対策施設の予備設計はこの地形測量の結果に基づいて行った。

表-4.3.1-2 地形測量の概要

河川名	地形測量 (S=1/1000~1 /2000) (ha)	横断測量 (S=1/200, 間隔 100m) (km)
カニエテ川	94.8	10.6
チンチャ川	80.0	9.0
ピスコ川	182.5	19.4
マヘス-カマナ川	193.0	21.3
合計	550.3	60.3

## (3) 重点洪水対策施設の選定

### 1) 基本方針

重点洪水対策施設の選定には次の項目を考慮した。

- ・ 地域住民の要望箇所（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）5 か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。

評価の項目と採点基準は表-4.3.1-3 に示すとおりである。

**表-4.3.1-3 評価項目と採点基準**

評価項目	評価内容	段階評価基準
地域の要望箇所	<ul style="list-style-type: none"> <li>●過去の洪水被害の実績</li> <li>●地域住民・農民の要望</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大規模な洪水被害の経験があり、地域の要望が特に高い箇所（2 点）</li> <li>・地域の要望箇所（1 点）</li> </ul>
流下能力不足箇所（洗掘箇所含）	<ul style="list-style-type: none"> <li>●流下能力不足により氾濫の可能性</li> <li>●洗掘による堤防崩壊の可能性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・流下能力が特に低い箇所（確率洪水流量 1/10 年以下）（2 点）</li> <li>・流下能力の低い箇所（1/25 年以下）（1 点）</li> </ul>
背後地の状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>●大規模農地等</li> <li>●市街地等</li> <li>●背後地や周辺施設の評価</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大規模な農地が広がっている箇所（2 点）</li> <li>・農地に市街地が混在、大規模市街地（2 点）</li> <li>・上記の規模の小さいもの（1 点）</li> </ul>
氾濫状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>●氾濫の規模</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・氾濫が平面的に大きく拡散する場合（2 点）</li> <li>・氾濫が限定的な範囲に留まる場合（1 点）</li> </ul>
社会環境条件（地域の重要施設）	<ul style="list-style-type: none"> <li>●灌漑や上水道の取水施設など</li> <li>●主要道（パンアメリカーナなど）の橋や道路</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地域の重要施設がある場合（2 点）</li> <li>・重要施設に準ずる施設（地方道、小規模取水施設等）の場合（1 点）</li> </ul>

## 2) 選定結果

各河川の各区間における評価の結果および重要洪水対策施設の選定結果は図-4.3.1-9～図-4.3.1-13 に示すとおりである。















### 3) 選定の根拠

各河川における各施設の選定根拠は次に述べるとおりである。

#### ① カニエテ川

カニエテ川は、主要な橋梁と取水堰の位置が狭窄部となっており、各狭窄部上流で氾濫が発生しやすい。また、氾濫形態は10km地点より上流では河道周辺の農地に影響はとどまるものの、10km地点より下流では特に右岸側に氾濫流が大きく広がり被害が大きくなる特徴がある。

よって、対策の基本は狭窄部の流下能力確保、氾濫時の被害ポテンシャルが大きい10km地点下流の築堤護岸を優先的に実施する。なお、カニエテ川は水量が豊富であり、首都リマに近いこともあり、上流域には観光地が形成されており、地域経済への影響の観点から、上流へのアクセスとして重要な地域主要道路の保全対策（河岸侵食対策）も対策箇所として選定する。

また、パン・アメリカナの道路橋が狭窄部となっているため、架け替えについても考慮したが、交通量が多いことから、代替の橋梁及び取りつき道路が必要になり事業費が膨大になること、さらには、DGIHとの協議の結果、橋梁の架け替えを実施することは困難との回答を得たため、今回は橋梁の架け替えについては困難と判断した。

**表-4.3.1-4 対策箇所の選定根拠（Canete川）**

No	対策位置	選定根拠
①	4.0～5.0km (右岸側) + (一部河道掘削)	<p>当該箇所には、南米大陸を縦断するパン・アメリカナの道路橋が存在する。狭窄部が形成されており、カニエテ川下流部の中で最も流下能力が不足している箇所（10kmより下流で特に流下能力の不足する区間は、当該区間と6.5～8.5km(左右岸)；②で対応）の一つであり、1998年のエルニーニョ洪水では上流部で堰上げが生じて氾濫被害を引き起こした。</p> <p>現段階としては道路橋の架け替え等は不可能であると判断し、右岸側の堤防をかさ上げするとともに、道路橋付近の河道を一部掘削し流下能力を高めることが重要である。</p> <p><b>&lt;対策位置の特徴&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●狭窄部（道路橋部）であり、カニエテ川下流部の中で最も流下能力が不足している箇所の一つ</li> <li>●狭窄部による堰上げ効果により上流側に土砂が堆積し、上流側の氾濫を助長している箇所</li> <li>●河道掘削により、流下能力を確保することで上流部の水位低減効果が図れる箇所</li> </ul> <p><b>&lt;保全対象&gt;</b></p> <p>○対策位置の下流に広がる広大な農地及び住居</p> <p><b>&lt;保全方法（どのように・どの程度）&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▼1/10年確率規模から氾濫が始まり、1/50年確率規模の流量に対しては、被害は甚大になるため、1/50年規模の流量を安全に流下させる施設を整備する。</li> <li>▼流下能力を確保するために現況の堤防等も生かしながら右岸側の堤防高不足区間の築堤・護岸を整備するとともに河床掘削を行う。</li> </ul>
②	6.5～8.1km (右岸側) + (左岸側)	<p>当該箇所は、過去の洪水により右岸側が河岸侵食を受け堤防が崩壊し、多大な被害が発生した箇所である。また、所定の流下能力も不足する箇所であることから、河岸侵食対策及び流下能力確保のための築堤護岸が必要な箇所である。</p> <p>河口10kmより下流においては、特に右岸側に氾濫流が大きく広がり、被害が大きくなるが、左岸側においても、右岸側ほど大きく氾濫しないが、周辺の農地に氾濫が拡大する。（上流部より浸水範囲は広い）</p> <p><b>&lt;対策位置の特徴&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●カニエテ川下流部の中で最も流下能力が不足している箇所</li> </ul>

		<p>●洪水流の流速が速く、河岸が侵食され堤防が崩壊し氾濫する箇所                  ●河岸侵食対策及び流下能力確保のための築堤護岸が必要な箇所                  &lt;保全対象&gt;                  ○対策位置の左右岸に広がる農地                  &lt;保全方法（どのように・どの程度）&gt;                  ▼1/10年確率規模から氾濫が始まり、1/50年確率規模の流量に対しては、被害は甚大になるため、1/50年規模の流量を安全に流下させる施設を整備する。                  ▼流下能力を確保するために現況の堤防等も活かしながら堤防高不足区間の築堤・護岸を行う（右岸側にある既存の堤防の有効活用）</p>
③	10.0～11.0km (左岸側の河道 拡幅)	<p>当該箇所に設置されている取水堰が狭窄部を形成しており、洪水時に上流域の水位が上昇して氾濫被害を引き起こす要因となっている。また、当該地点（10km地点）より上流の中では、最も農地への被害が拡大する。よって、流下能力を確保するために河道拡幅、河床掘削等が必要な箇所である。                  また、河道を掘削し河道内の水位を下げることで上流側の流下能力を高める効果も見込める。                  &lt;対策位置の特徴&gt;                  ●取水堰の保全が必要な箇所                  ●上下流に比較して狭窄部であり、流下能力が不足している箇所                  ●対策位置を河道掘削すると上流部の水位低減効果が図れる箇所                  &lt;保全対象&gt;                  ○取水堰                  ○対策位置の左岸側に広がる農地                  &lt;保全方法（どのように・どの程度）&gt;                  ▼当該河川の中でも最も重要な取水施設であり、施設機能が損なわれた場合の地域に与える影響は甚大であるため、エルニーニョ等（1/50年確率規模程度）が発生しても安全を確保する。                  ▼川幅を拡幅し、洪水流が取水堰に集中しないように工夫する。</p>
④	24.25～24.75km (左岸側の河道 拡幅)	<p>当該箇所には取水堰が設置されている。過去のエルニーニョ洪水で大量の土砂が堆積し1ヵ月以上取水できなくなったことがある。現在も洪水の度に土砂等が堆積しているため、掘削等の維持管理により、かろうじて取水堰の機能を維持している状況である。将来的に大規模な洪水が発生した場合には取水堰の機能が失われ、関連農地等への多大な影響が懸念される。                  したがって、取水堰への適正な流量配分を実現する分流施設の設置が非常に重要な箇所である。                  &lt;対策位置の特徴&gt;                  ●取水堰への土砂流入対策が必要な箇所                  &lt;保全対象&gt;                  ○取水堰                  &lt;保全方法（どのように・どの程度）&gt;                  ▼当該河川の中でも最も重要な取水施設であり、施設機能が損なわれた場合の地域に与える影響は甚大であるため、エルニーニョ等（1/50年確率規模程度）が発生しても安全を確保する。                  ▼現状の河道の特性を活かした整備をする。</p>
⑤	24.75～26.5km (右岸側)	<p>当該箇所は洪水により河岸侵食が進行しており、地方主要道路付近にまでその影響が及んでいる。このまま放置すれば、道路等が崩壊し、地域経済（特に上流の観光産業）への影響が懸念されるため、早急に侵食対策を実施すべき箇所である。                  &lt;対策位置の特徴&gt;                  ●河岸侵食により地方主要道路が崩壊する可能性が高い箇所                  ●河岸の侵食防止と地方主要道の機能保全を同時に実施すべき箇所                  &lt;保全対象&gt;                  ○対策位置の右岸側に位置する地方主要道路                  &lt;保全方法（どのように・どの程度）&gt;                  ▼地方主要道路が崩壊することによる地方経済に与える影響が多大であ</p>

		<p>るため、エルニーニョ等（1/50年確率規模程度）が発生しても安全を確保する。</p> <p>▼保全方法としては、道路部のみを整備することも考えられるが右岸側の農地が低く、大規模な洪水時には農地が侵食され道路に影響を与えることが懸念されることから洪水流をスムーズに流す整備が重要である。</p>
--	--	---

② チンチャ川

チンチャ川の特徴としては、上流部のチョコ川とマタヘンテ川の分流が不十分であり、一方の川にすべての洪水流が偏って流下した場合、チョコ川とマタヘンテ川のすべの地区で流下能力が不足するために多大な被害が発生する点にある。さらに、チョコ川とマタヘンテ川に適正（1：1）に分流した場合でも、チョコ川においては河口より15km及び4km付近で氾濫して左岸側に氾濫流が大きく広がり、マタヘンテ川では河口より9km及び3km付近で氾濫して右岸側に氾濫流が大きく広がる傾向にある。よって、対策の基本は分流堰の築造、流下能力の特に不足する既往氾濫箇所での流下能力確保策（築堤、掘削）となる。

各地点の対策案はチョコ川とマタヘンテ川の河川規模がほぼ等しいので各河川に等分に洪水流が配分された場合を基本に計画している（③が実施された場合を想定）。なお既存の流量配分計画は無い。

**表-4.3.1-5 対策箇所の選定根拠（Chincha川）**

No	対策位置	選定根拠
①	<p><b>Chico川</b></p> <p>3.0～5.1km (左岸側) + (右岸側)</p>	<p>当該箇所は、上記にも示したようにチョコ川下流部で最も流下能力が不足する箇所であるため、特に左岸の被害拡大を防止する築堤護岸が必要である。また、上流側の整備を実施した場合に、右岸側でも氾濫が始まり拡大するものと考えられるため、当該地区は左右岸の築堤が必要である。</p> <p><b>&lt;対策位置の特徴&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●過去の洪水において左右岸に氾濫し、農地等に被害を与えた箇所</li> <li>●現在、左岸側に部分的な築堤が建設されているが、上流側の整備に伴い氾濫が拡大する箇所</li> <li>●下流部で最も流下能力が不足する箇所</li> </ul> <p><b>&lt;保全対象&gt;</b></p> <p>○対策位置左右岸に広がる広大な農地（特に左岸側）</p> <p><b>&lt;保全方法（どのように・どの程度）&gt;</b></p> <p>▼1/5年確率規模から氾濫が始まり、1/50年確率規模の流量に対しては、被害は甚大になるため、1/50年規模の流量を安全に流下させる施設を整備する。</p> <p>▼既存の堤防が部分的に整備されていることから、それらを有効に活用し、流下能力を確保する築堤・護岸を行う。</p>
②	<p><b>Chico川</b></p> <p>14.8～15.5km (左岸側への河道拡幅)</p>	<p>当該箇所は、取水堰付近の土砂堆積が顕著であると伴に、上記に示したように流下能力が大きく不足する箇所でもある。従って、取水堰への土砂流入対策（流量配分に配慮した分水堰の築造）及び流下能力の確保が重要な箇所である。</p> <p><b>&lt;対策位置の特徴&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●過去の洪水において氾濫した箇所</li> <li>●河道を拡幅し、取水堰への流入土砂対策及び流下能力確保を実施すべき箇所</li> <li>●取水後の用水路の一部が水路トンネルであり、トンネル内の土砂堆積による機能不全が問題となっている箇所</li> </ul> <p><b>&lt;保全対象&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○取水堰</li> <li>○対策位置左岸側に広がる農地</li> </ul>

		<p>&lt;保全方法（どのように・どの程度）&gt;                  ▼1/5年確率規模から氾濫が始まり、1/50年確率規模の流量に対しては、被害は甚大になるため、1/50年規模の流量を安全に流下させる施設を整備する。                  ▼川幅を拡幅し、洪水流が取水堰に集中しないように工夫する。</p>
③	<p><b>Chico 川</b>                  24.2～24.5km                  (全体)</p>	<p>当該箇所は、チンチャ川の流水がチョコ川とマタヘンテ川に分岐する地点であり、チンチャ川の治水対策を考える上で最も重要となる箇所である。                  (治水対策の基本となる)                  既存の分流施設が存在するが、1954年に築造されて施設の老朽化が著しい。また、洪水が続くと洪水流が堰上流で蛇行し、チョコ川かマタヘンテ川のどちらか一方に洪水流が流れてしまい、分流機能も不十分な状況となっている。                  よって、チョコ川とマタヘンテ川に適正に洪水流を分配する分流堰の築造は、チンチャ川の治水計画を考える上で必要不可欠な対策である。</p> <p>&lt;対策位置の特徴&gt;                  ●河川の蛇行により洪水流を計画どおり(1:1)に配分できない場合、チョコ川又はマタヘンテ川の何れかの河川で大規模な氾濫が発生するため、適切な分流施設が必要な箇所。</p> <p>&lt;保全対象&gt;                  ○チョコ川、マタヘンテ川の全地区                  (流量配分が適正に行われない場合には、片方の河川に甚大な被害をもたらすため)</p> <p>&lt;保全方法（どのように・どの程度）&gt;                  ▼洪水流が確実に分流できる施設を整備する。</p>
④	<p><b>Matagente 川</b>                  2.50～5.0km                  (全体)</p>	<p>当該箇所は、過去の氾濫地点であり、右岸側に氾濫流が大きく広がる傾向にある。また、過去の被害に際して、無秩序に盛土がなされており、上流側の整備を実施した場合に、左岸側でも氾濫が始まり拡大するものと考えられるため、当該地区は左右岸の築堤が必要である。</p> <p>&lt;対策位置の特徴&gt;                  ●下流側で流下能力が最も不足する箇所                  ●過去の洪水において、左右岸に氾濫し、農地等に甚大な被害を与えた箇所                  ●無秩序な盛土が実施されている箇所</p> <p>&lt;保全対象&gt;                  ○対策位置左右岸に広がる広大な農地(特に右岸側)</p> <p>&lt;保全方法（どのように・どの程度）&gt;                  ▼流下能力不足を解消するための堤防及び流路が蛇行しているため堤防法面、法尻を保護する護岸を整備する。                  ▼1/5年確率規模から氾濫が始まり、1/50年確率規模の流量に対しては、被害は甚大になるため、1/50年規模の流量を安全流下させる施設を整備する。</p>
⑤	<p><b>Matagente 川</b>                  8.0～10.5km                  (全体)</p>	<p>当該箇所は、過去の氾濫地点である。狭窄部(道路橋部)により流下能力が不足するとともに、過去50年で河床が約4～5m上昇した。河床を掘削し(道路橋の基礎に十分留意した上で)流下能力の向上を図るとともに、左右岸に築堤が必要な箇所である。</p> <p>&lt;対策位置の特徴&gt;                  ●8.9km付近の狭窄部(道路橋)のため流下能力が不足している箇所                  ●道路橋による堰上げ効果により上流部に土砂が堆積している箇所</p> <p>&lt;保全対象&gt;                  ○対策位置左右岸に広がる広大な農地(特に右岸側)</p> <p>&lt;保全方法（どのように・どの程度）&gt;                  ▼河床が上昇傾向にあるため、当該地区の流下能力確保及び上流側の水位低減効果を期待できる河床掘削を実施する。                  ▼1/5年確率規模から氾濫が始まり、1/50年確率規模の流量に対しては、被害は甚大になるため、1/50年規模の流量を安全流下させる施設を整備する。</p>



③ ピスコ川

河口から 7km より上流では、流下能力不足により河道周辺の農地に氾濫するが、氾濫流が広がることはない。しかし、7km より下流において氾濫すると左岸側に氾濫流が大きく広がり、ピスコ市街に大きな被害が発生する。よって、対策は 7km 地点より下流で最も氾濫するリスクの高い箇所の築堤、7km 地点より上流では流下能力の特に低い橋梁や取水堰の位置する狭窄部での対策を優先的に実施する。

また、パン・アメリカナの道路橋が狭窄部となっているため、架け替えについても考慮したが、交通量が多いことから、代替の橋梁及び取りつき道路が必要になり事業費が膨大になること、さらには、DGIH との協議の結果、道路の架け替えを実施することは困難との回答を得たため、今回は橋梁の架け替えについては困難と判断した。

**表-4.3.1-6 対策箇所の選定根拠 (Pisco 川)**

No	対策位置	選定根拠
①	3.0～5.0 km (左岸側) + (右岸側)	<p>当該箇所は、都市部へ氾濫が及んだ場合の地方経済への影響に配慮すべき箇所である。また、上流側の整備を実施した場合に、右岸側でも氾濫が始まり拡大するものと考えられる。また、蛇行河川であるため、堤防法面、法尻の防護が必要であるため、当該箇所は左右岸の築堤・護岸が必要である。</p> <p>また、既設の堤防が 5.0～5.5km 付近（左右岸）に築造されていることにも十分留意する必要がある。</p> <p><b>&lt;対策位置の特徴&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●過去の洪水において氾濫し、Pisco 市街地が浸水したことがある箇所</li> <li>●市街地の浸水を防ぐために、築堤・護岸が必要な箇所</li> <li>●上流側の整備により右岸側への氾濫も拡大する箇所</li> </ul> <p><b>&lt;保全対象&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○対策位置左右岸に広がる広大な農地</li> <li>○対策位置左岸側のピスコ市街地</li> </ul> <p><b>&lt;保全方法（どのように・どの程度）&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▼1/5 年確率規模から氾濫が始まり、1/50 年確率規模の流量に対しては、被害は甚大になるため、1/50 年規模の流量を安全流下させる施設を整備する。過去に甚大な被害をもたらした 950m<sup>3</sup>/s (1/50 年規模相当) においても被害が発生しないような施設を整備する。</li> <li>▼上下流や用地に配慮して、築堤・護岸を行う</li> </ul>
②	6.5～8.0km (河道掘削)	<p>当該箇所は道路橋による狭窄部であり、土砂が堆積しており流下能力が不足している。洪水時の堰上げにより上流側の水位が上昇し、上流側での氾濫を助長している。対策案の 1 つとして道路橋の改修が挙げられるが、現段階としては不可能である。(上記に記載) よって、橋梁付近の河道掘削等を実施し、流下能力を確保するとともに当該地区上流側の水位低下効果を期待する箇所である。</p> <p><b>&lt;対策位置の特徴&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●狭窄部（道路橋部）であり、流下能力が不足している箇所</li> <li>●狭窄部による堰上げ効果により上流側に土砂が堆積している箇所</li> <li>●対策位置を河道掘削することにより上流部の水位低減効果が図れる箇所</li> </ul> <p><b>&lt;保全対象&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○対策位置左岸側農地及び上流部左岸側の農地</li> </ul> <p><b>&lt;保全方法（どのように・どの程度）&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▼当該箇所の流下能力不足により上流側の氾濫を助長しているため、1/50 年規模の流量を安全流下させる施設を整備する。過去に甚大な被害をもたらした 950m<sup>3</sup>/s (1/50 年規模相当) においても被害が発生しないよ</li> </ul>

		うな施設を整備する。 ▼河道を掘削し、道路橋（アメリカーナ）を拡幅せずに流下能力を確保する
③	12.5～14.0km (左岸側)	<p>当該箇所は、左岸側で最も流下能力が小さく、小規模の洪水においても越水する可能性が非常に高い。左岸側の農地に繰り返し被害をもたらすと伴に大規模洪水の場合には甚大な被害を及ぼす可能性が高いため、早急に堤防及び護岸を構築する必要がある。</p> <p>なお、14.5km～14.0km 付近には新設の堤防が築堤されているため、取り付け等には十分留意して設計する必要がある。</p> <p>&lt;対策位置の特徴&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●左岸堤が洪水流により破堤した箇所</li> <li>●現在、堤防整備が進んでいたが、途中でストップしている箇所</li> </ul> <p>&lt;保全対象&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○対策位置左岸側及び下流側の農地</li> </ul> <p>&lt;保全方法（どのように・どの程度）&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▼1/5 年確率規模から氾濫が始まり、1/50 年確率規模の流量に対しては、被害は甚大になるため、1/50 年規模の流量を安全流下させる施設整備が必要である。</li> <li>▼流下能力を確保するために現況の堤防、地形等も生かしながら堤防高不足区間の築堤・護岸を行う</li> </ul>
④	19.5～20.5km (左岸側)	<p>当該箇所は、左岸側の流下能力が周辺の中で最も小さい箇所であり、小規模な洪水においても越水する可能性が非常に高い。左岸側の農地に繰り返し被害をもたらすと伴に大規模洪水の場合には甚大な被害を及ぼす可能性が高いため、早急に堤防及び護岸を整備する必要がある。</p> <p>&lt;対策位置の特徴&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●無堤のため両岸に氾濫し、Pisco 市街地への導水管が流された箇所</li> <li>●近年、河床上昇している箇所</li> <li>●流下能力不足を解消するために築堤・護岸が必要な箇所</li> </ul> <p>&lt;保全対象&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○対策位置左岸側の農地</li> <li>○Pisco 市街地への導水管（重要施設）</li> </ul> <p>&lt;保全方法（どのように・どの程度）&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▼1/5 年確率規模から氾濫が始まり、1/50 年確率規模の流量に対しては、被害は甚大になるため、1/50 年規模の流量を安全流下させる施設整備が必要である。また、Pisco 市街地への導水管の保全に留意すべき箇所である。</li> <li>▼流下能力を確保するために現況の堤防、地形等も生かしながら堤防高不足区間の築堤を行う</li> </ul>
⑤	26.0～27.0km (左岸側への河道拡幅)	<p>当該箇所に位置する取水施設の取水機能を確保することが重要な箇所である。過去の洪水により水門施設が破壊され、土砂が堆積して用水路も機能不全に陥った箇所であることから、26.75km 地点（堰の上流）に低水時に確実に右岸側に流水が流れ、洪水時には左岸側に多くの流水が流れるような分水施設の構築が必要である。</p> <p>&lt;対策位置の特徴&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●1998 年洪水で水門施設が破壊され、用水路も土砂で埋没した箇所</li> <li>●取水堰の機能確保のために分流施設が必要な箇所</li> </ul> <p>&lt;保全対象&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○対策位置右岸側の取水堰</li> </ul> <p>&lt;保全方法（どのように・どの程度）&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▼当該河川の中でも最も重要な取水施設であり、施設機能が損なわれた場合の地域に与える影響は甚大であるため、過去に甚大な被害をもたらした 950m<sup>3</sup>/s (1/50 年規模相当) においても被害が発生しないような施設整備が必要である。</li> <li>▼既存の堤防がほとんどないため、上下流や用地に配慮して、河道を拡幅する（ただし、道路橋部については、拡幅せず河道を掘削する）</li> </ul>
⑥	34.5～36.5km (全体)	<p>34.5km 地点の堰が狭窄部となっており、その上流に多大な土砂が堆積している。したがって、当該施設を有効に活用し、堰の上流側を遊水地</p>

		<p>及び沈砂地として利用し、計画規模以上の洪水時に遊水効果を発揮できるように工夫することが重要な箇所である。</p> <p>この施設を有効に活用することにより、計画規模を超える洪水対策に活用するとともに、流出土砂の堆砂機能を確保する。</p> <p>本来であれば、下流側から順次 1/50 年の安全度を確保することが望ましいが、現段階としては、当該施設を有効活用し、計画規模（1/50 年確率規模）以上の流水ができるだけ下流に流れないように制御する施設とすることが重要である。</p> <p><b>&lt;対策位置の特徴&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●過去の洪水で堰上流右岸側に氾濫</li> <li>●現況施設の有効活用（土砂対策等）が重要な箇所</li> </ul> <p><b>&lt;保全対象&gt;</b></p> <p>○対策位置の下流側全域</p> <p><b>&lt;保全方法（どのように・どの程度）&gt;</b></p> <p>▼当該箇所は、ピスコ川の上流部に位置し、土砂及び流水を制御するのに最も適した場所である。ピスコ川の特性としては、流量が増加するごとに氾濫面積が徐々に増加する傾向にあるが、1/50 年規模に流量が増大した時に被害額が大きく増加する傾向を示し、1/50 年規模を超えた場合には、さらに被害額が増大するものと考えられる。したがって、ピスコ川の特性を考えると 1/50 年規模の洪水以上の洪水に対して超過洪水対策を講じることが重要である。ここでは、1/50 年規模の洪水が発生した場合にその超過分を貯留する施設、さらには、土砂に対しても下流に一気に流さない貯砂機能を備えた施設整備が望まれる。</p>
--	--	--

④ マヘス - カマナ川

下流のカマナ管轄区間の既存堤防は、老朽化しており、侵食個所が多数散見される。現在は、上流側（マヘス川）で氾濫しているため、当該地区の氾濫は緩和されている。今後上流側の整備が進めばカマナ管轄区間への影響が大きくなり、氾濫面積も多大となる。

また、13km 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 12km 左岸の堤防が一部侵食されており、隣接する用水路への影響が懸念されている。一方、上流のマヘス川は無堤区間が多く、毎年のように洪水による氾濫、農地流失被害が発生している。

よって、対策は洪水による被害ポテンシャルの高いカマナ川下流の左岸地域を保全するための既設堤防の老朽化対策と堤防高確保が最も重要であり、上流のマヘス川においては無堤区間で洪水被害が頻発する地区の堤防整備を優先的に実施する。なお、マヘス川での対策は下流のカマナ川にも影響を与えるため、対策の順序等に配慮する必要がある。

**表-4.3.1-7 対策箇所の選定根拠（Camana, Majes 川）**

No	対策位置	選定根拠
①	0.0～4.5km (左岸側)	<p>当該箇所の既存堤防は老朽化しており、侵食個所が多数散見される。現在は、上流側（マヘス川）で氾濫しているため、当該地区の氾濫は緩和されている。今後上流側の整備が進めば、当該地区への影響が大きくなり、氾濫面積も多大となる。</p> <p><b>&lt;対策位置の特徴&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●既存堤防の老朽化対策、堤防高確保が重要な箇所</li> <li>●左岸側の氾濫によりカマナ市街地及び広大な農地への影響がある箇所</li> <li>●上流側の整備に伴う氾濫の危険度が増大する箇所</li> </ul> <p><b>&lt;保全対象&gt;</b></p> <p>○対策位置左岸側に広がる広大な農地</p> <p>○カマナ市街地</p> <p><b>&lt;保全方法（どのように・どの程度）&gt;</b></p>

		<p>▼カマナ川の最下流部の特徴として、マヘス川が氾濫することにより氾濫被害は緩和されているが、マヘス川の整備が進むと、下流部左岸側の被害は大きく拡大し、その影響はカマナ市街地にも及ぶ。また、カマナ川の特徴として、1/50年規模以上の洪水が発生するとその被害は甚大なものになるため、1/50年規模の洪水にも安全な施設とする。</p> <p>▼流下能力を確保するために現況の堤防等を活かしながら堤防高不足区間の築堤・護岸を行う。</p>
②	7.5～9.5km (左岸側)	<p>当該箇所の既存堤防は老朽化しており、侵食箇所が多数散見される。現在は、上流側（マヘス川）で氾濫しているため、当該地区の氾濫は緩和されている。今後上流側の整備が進めば、当該地区への影響が大きくなり、氾濫面積も多大となる。</p> <p><b>&lt;対策位置の特徴&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●既存堤防の老朽化対策、堤防高確保が重要な箇所</li> <li>●左岸側の氾濫によりカマナ市街地及び広大な農地への影響がある箇所</li> <li>●上流側の整備に伴う氾濫の危険度の増大する箇所</li> </ul> <p><b>&lt;保全対象&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○対策位置左岸側に広がる広大な農地</li> <li>○カマナ市街地</li> </ul> <p><b>&lt;保全方法（どのように・どの程度）&gt;</b></p> <p>▼カマナ川の最下流部の特徴として、マヘス川が氾濫することにより氾濫被害は緩和されているが、マヘス川の整備が進むと、下流部左岸側の被害は大きく拡大し、その影響はカマナ市街地にも及ぶ。また、カマナ川の特徴として、1/50年規模以上の洪水が発生するとその被害は甚大なものになるため、1/50年規模の洪水にも安全な施設とする。</p> <p>▼流下能力を確保するために現況の堤防等を活かしながら堤防高不足区間の築堤・護岸を行う。</p>
③	11.0～17.0km (左岸側)	<p>当該箇所の既存堤防は老朽化しており、侵食箇所が多数散見される。また、13km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12km左岸の河岸が侵食されており、隣接する用水路への影響が懸念されている。</p> <p><b>&lt;対策位置の特徴&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●既存堤防の老朽化対策、堤防高確保が重要な箇所</li> <li>●氾濫した際に水道用水路へ甚大な被害をもたらす箇所</li> </ul> <p><b>&lt;保全対象&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○対策位置左岸沿いの用水路（水道用）</li> </ul> <p><b>&lt;保全方法（どのように・どの程度）&gt;</b></p> <p>▼当該地区の特徴として、マヘス川が氾濫することにより氾濫被害は緩和されているが、マヘス川の整備が進むと、当該地区の被害は大きく拡大し、その影響は河川のすぐ横を流下している水路（水道用水）に及ぶ。この水道用水が被災した場合の被害は甚大であるため、1/50年規模の洪水にも安全な施設とする必要がある。</p> <p>▼流下能力を確保するために現況の堤防等を活かしながら堤防高不足区間の築堤・護岸を行う。</p>
④	48.0～50.5km (左岸側)	<p>当該河川の中で最も流下能力の不足する区間の1つであり、小洪水時にも氾濫が始まり、洪水規模が大きくなるほど被害が拡大する。</p> <p><b>&lt;対策位置の特徴&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●マヘス地区第2位の農地を守るために、流下能力を確保し、堤防整備が重要な箇所</li> </ul> <p><b>&lt;保全対象&gt;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○対策位置左岸側に広がる農地（マヘス地区第2位の農地；浸水面積最大）</li> </ul> <p><b>&lt;保全方法（どのように・どの程度）&gt;</b></p> <p>▼1/5年確率規模から氾濫が始まり、1/50年確率規模の流量に対しては、被害は甚大になるため、1/50年規模の流量を安全流下させる施設を整備する。</p> <p>▼④と⑤をセットにして堤防護岸整備を実施、整備効果を高める</p>
⑤	52.0～56.0km	<p>当該河川の中で最も流下能力の不足する区間であり、小洪水時にも氾</p>

	(左岸側)	<p>濫が始まり、洪水規模が大きくなるほど被害が拡大する。1998年の洪水では地区一体が冠水し、大きな被害が生じた。</p> <p><b>&lt;対策位置の特徴&gt;</b> ●マヘス地区第2位の農地を守るために、流下能力を確保し、堤防整備が重要な箇所</p> <p><b>&lt;保全対象&gt;</b> ○対策位置左岸側に広がる農地（マヘス地区第2位の農地；浸水面積最大）</p> <p><b>&lt;保全方法（どのように・どの程度）&gt;</b> ▼1/5年確率規模から氾濫が始まり、1/50年確率規模の流量に対しては、被害は甚大になるため、1/50年規模の流量を安全流下させる施設を整備する。 ▼④と⑤をセットにして堤防護岸整備を実施、整備効果を高める</p>
⑥	<p>59.0～62.5km (右岸側)</p> <p>59.5～62.5km (左岸側)</p>	<p>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頻発している。また、狭窄部には道路橋があり、その周辺は無堤となっている。</p> <p><b>&lt;対策位置の特徴&gt;</b> ●マヘス地区最大の農地を守るために流下能力を確保し、堤防整備が重要な箇所</p> <p><b>&lt;保全対象&gt;</b> ○対策位置左右岸の農地（マヘス地区最大の農地）</p> <p><b>&lt;保全方法（どのように・どの程度）&gt;</b> ▼1/5年確率規模から氾濫が始まり、1/50年確率規模の流量に対しては、被害は甚大になるため、1/50年規模の流量を安全流下させる施設を整備する。 ▼⑥と⑦をセットにして堤防護岸整備を実施、整備効果を高める</p>
⑦	<p>65.0～66.5km (右岸側)</p> <p>64.5～66.5km (左岸側)</p>	<p>当該河川の中で最も流下能力の不足する区間の1つであり、小洪水時にも氾濫が始まり、洪水規模が大きくなるほど被害が拡大する。</p> <p><b>&lt;対策位置の特徴&gt;</b> ●マヘス地区最大の農地を守るために流下能力を確保し、堤防整備が重要な箇所</p> <p><b>&lt;保全対象&gt;</b> ○対策位置左右岸の農地（マヘス地区最大の農地）</p> <p><b>&lt;保全方法（どのように・どの程度）&gt;</b> ▼1/5年確率規模から氾濫が始まり、1/50年確率規模の流量に対しては、被害は甚大になるため、1/50年規模の流量を安全流下させる施設を整備する。 ▼⑥と⑦をセットにして堤防護岸整備を実施、整備効果を高める</p>

**(1) (4) 重点洪水対策施設の位置および概要**

各流域における重点洪水対策施設の位置は図-4.3.1-14～-18に示すとおりである。また施設の概要を表-4.3.1-8に示す。

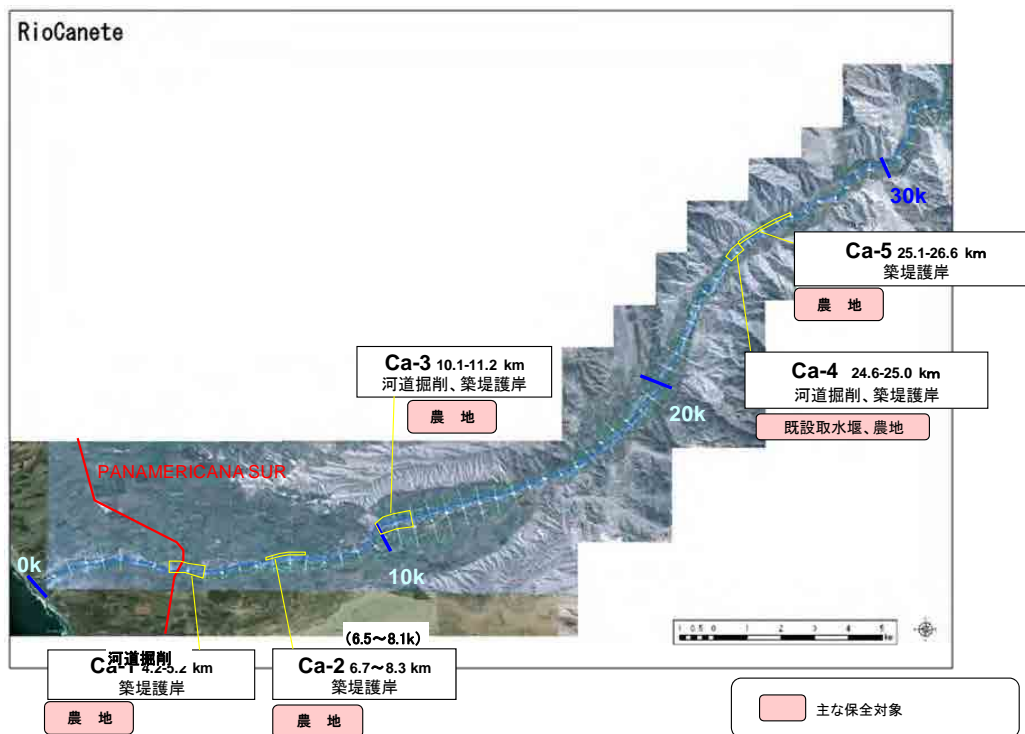


図-4.3.1-14 カニエテ川における重点洪水対策施設の位置

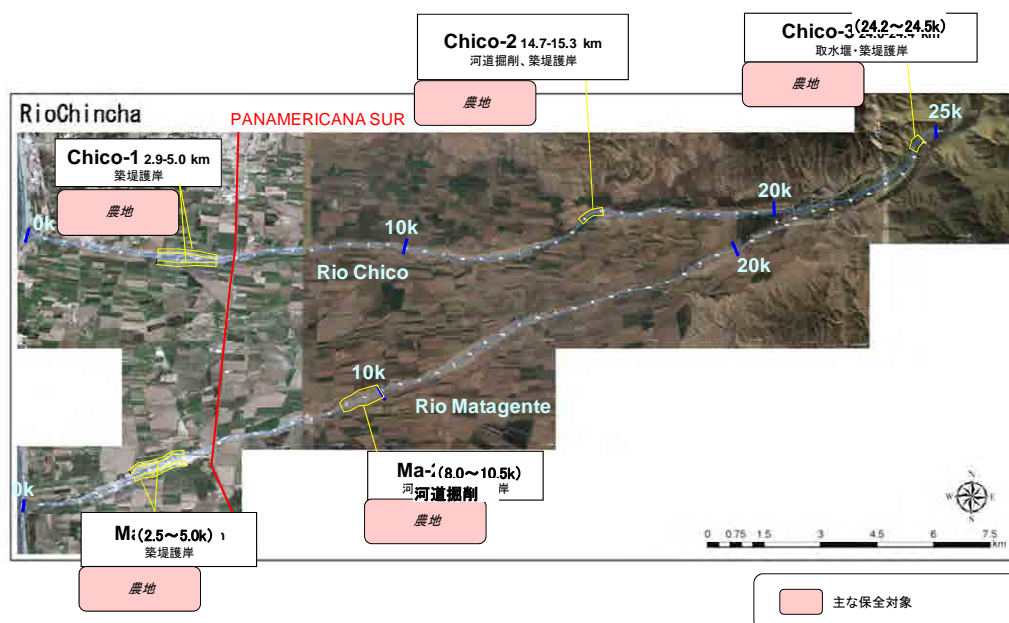


図-4.3.1-15 チンチャ川における重点洪水対策施設の位置



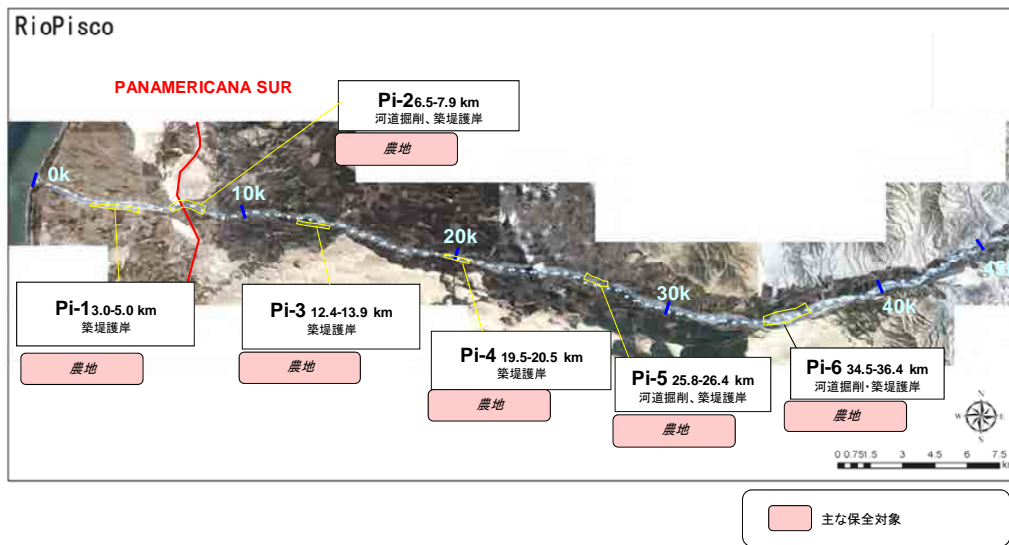


図-4.3.1-16 ピスコ川における重点洪水対策施設の位置

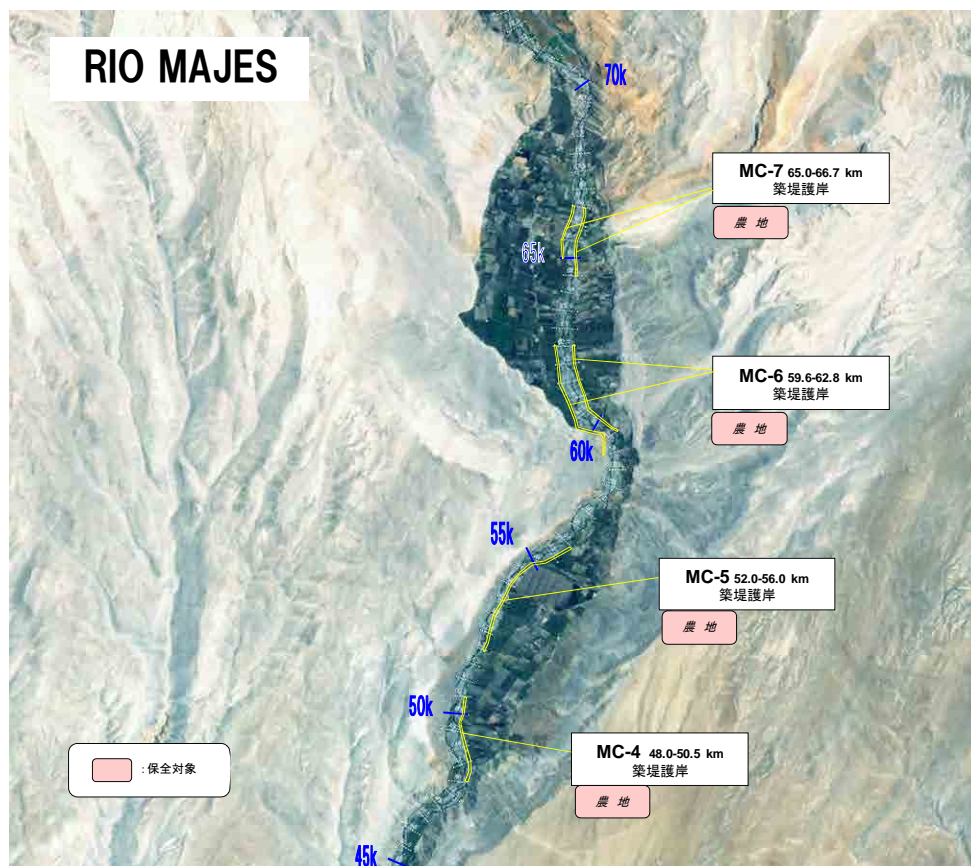


図-4.3.1-17 マヘス川における重点洪水対策施設の位置

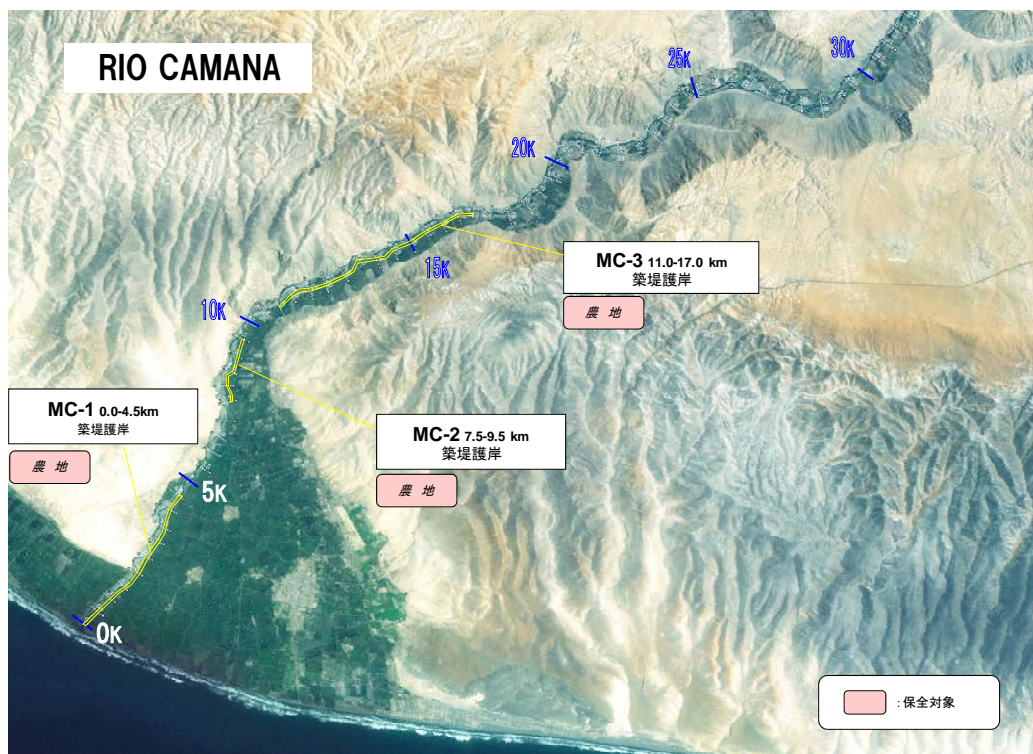


図-4.3.1-18 カマナ川における重点洪水対策施設の位置



表-4.3.1-8 施設概要一覧

河川名	候補地点	クリティカル・ポイントの特徴	主な保全対象	主要な対策工	施設規模	
Rio Canele	Ca-1	4.2-5.2 km	狭窄部	農地(リンゴ、ブドウ、綿花など)	築堤護岸 延長 護岸保護工 巨石による護岸工	1,100 m 5,430 m <sup>3</sup> 9,230 m <sup>3</sup>
	Ca-2	6.7~8.3 km	氾濫点		築堤護岸 延長 築堤 巨石による護岸工	3,200 m 113,700 m <sup>3</sup> 28,200 m <sup>3</sup>
	Ca-3	10.1-11.2 km	狭窄部	既設取水堰、農地	河道掘削、築堤護岸 築堤 巨石による護岸工	L=700 m, V=80,270m <sup>3</sup> 1,630 m <sup>3</sup> 16,730 m <sup>3</sup>
	Ca-4	24.6-25.0 km	既設取水堰 (w:150m, i: 1:2, crest w:2.0m)		河道掘削、築堤護岸 河道掘削 築堤 巨石による護岸工	L=370 m, V=34,400 m <sup>3</sup> L=710m, V=20,150 m <sup>3</sup> 7,300 m <sup>3</sup>
	Ca-5	25.1-26.6 km	狭窄部		築堤護岸 延長 築堤 巨石による護岸工	1,520 m 95,125 m <sup>3</sup> 14,000 m <sup>3</sup>
Rio Chinchá	Chico-1	2.9-5.0 km	氾濫点	農地(ブドウ、綿花など)、既設取水堰	築堤護岸 延長 築堤 巨石による護岸工	3,150 m 60,160 m <sup>3</sup> 23,700 m <sup>3</sup>
	Chico-2	14.7-15.3 km	既設取水堰 (w:100m, H:3.0m, crest w:2.0m)		河道掘削、築堤護岸 河道掘削 築堤 巨石による護岸工	L=540 m, V=20,000 m <sup>3</sup> L=850 m, V=5,500 m <sup>3</sup> 23,700 m <sup>3</sup>
	Chico-3	24.0-24.4 km	既設取水堰 (w:70m, H: 3.0m, crest w:2.0m)	農地	取水堰・築堤護岸 取水堰の建設 築堤 巨石による護岸工	床固工 1基 V=5,200 m <sup>3</sup> , 分流堰 1基 V=4,300 m <sup>3</sup> L=730 m, V=20,350 m <sup>3</sup> 7,400 m <sup>3</sup>
	Ma-1	2.5-5.0 km	氾濫点		築堤護岸 延長 築堤 巨石による護岸工	4,630 m 49,900 m <sup>3</sup> 37,000 m <sup>3</sup>
	Ma-2	8.0-10.5km	狭窄部		河道掘削、築堤護岸 河道掘削 築堤 巨石による護岸工	L=2,500 m, V=123,500 m <sup>3</sup> L=4,080 m, V=37,700 m <sup>3</sup> 32,200 m <sup>3</sup>
Rio Pisco	Pi-1	3.0-5.0 km	氾濫点	農地	築堤護岸 延長 築堤 巨石による護岸工	4,120 m 92,900 m <sup>3</sup> 32,200 m <sup>3</sup>
	Pi-2	6.5-7.9 km	狭窄部		河道掘削、築堤護岸 河道掘削 築堤 巨石による護岸工	L=1,200 m, V=74,900 m <sup>3</sup> L=2,950 m, V=42,520 m <sup>3</sup> 25,000 m <sup>3</sup>
	Pi-3	12.4-13.9 km	氾濫点	農地	築堤護岸 延長 築堤 巨石による護岸工	1,500 m 33,900 m <sup>3</sup> 12,600 m <sup>3</sup>
	Pi-4	19.5-20.5 km	氾濫点		築堤護岸 延長 築堤 巨石による護岸工	1,010 m 17,400 m <sup>3</sup> 8,060 m <sup>3</sup>
	Pi-5	25.8-26.4 km	狭窄部		河道掘削、築堤護岸 河道掘削 築堤 巨石による護岸工	L=600 m, V=67,600 m <sup>3</sup> L=1,250 m, V=29,900 m <sup>3</sup> 10,600 m <sup>3</sup>
	Pi-6	34.5-36.4 km	既設取水堰 (遊砂池 1,800 x 700m)		河道掘削、築堤護岸 河道掘削 築堤(外側) 巨石による護岸工 築堤(内側) 巨石による護岸工	L=1,900 m, V=496,000 m <sup>3</sup> L=2,050 m, V=103,600 m <sup>3</sup> 19,900 m <sup>3</sup> L=3,750 m, V=114,000 m <sup>3</sup> 63,100 m <sup>3</sup>
Rio Camana	MC-1	0.0-4.5km	氾濫点	農地	築堤護岸 延長 築堤 巨石による護岸工	4,500 m 155,700 m <sup>3</sup> 44,300 m <sup>3</sup>
	MC-2	7.5-9.5 km	氾濫点	農地	築堤護岸 延長 築堤 巨石による護岸工	2,000 m 43,100 m <sup>3</sup> 18,300 m <sup>3</sup>
	MC-3	11.0-17.0 km	氾濫点	農地	築堤護岸 延長 築堤 巨石による護岸工	6,000 m 169,000 m <sup>3</sup> 59,000 m <sup>3</sup>
Rio Majes	MC-4	48.0-50.5 km	氾濫点	農地	築堤護岸 延長 築堤 巨石による護岸工	2,500 m 75,200 m <sup>3</sup> 17,700 m <sup>3</sup>
	MC-5	52.0-56.0 km	氾濫点	農地	築堤護岸 延長 築堤 巨石による護岸工	4,300 m 179,000 m <sup>3</sup> 39,400 m <sup>3</sup>
	MC-6	59.6-62.8 km	氾濫点・河岸浸食	農地	築堤護岸 延長 築堤 巨石による護岸工	6,200 m 235,000 m <sup>3</sup> 51,400 m <sup>3</sup>
	MC-7	65.0-66.7 km	氾濫点	農地	築堤護岸 延長 築堤 巨石による護岸工	2,900 m 32,300 m <sup>3</sup> 27,500 m <sup>3</sup>

出典：JICA 調査団作成

## (5) 堤防の標準断面

### 1) 天端幅

堤防の天端幅は、計画高水に対する堤防の安定、既存堤防の幅・管理通路あるいは地域交通道路としての道路幅を考慮して4mとした。

### 2) 堤防の構造

堤防の構造は、過去の被災履歴、地盤条件、背後地の状況等を勘案して過去の経験等に基づいて計画した。

各流域の堤防構造は、すべて土質材料により構成されている。地域ごとに若干構造が異なるが現地で確認し、堤防の管理者からヒヤリングした結果は次のようである。

- ① 法面勾配は鉛直1に対して水平2の1:2勾配程度のものが大半である。河川や地域によって若干形状が異なる。
- ② 堤体材料は、近傍の河床材料を使用しており、砂礫～礫混じり砂質土で塑性は低い。材料強度として粘着力は期待できないものが大半である。
- ③ カニエテ川流域では大小の砂礫で構成される礫質土で構成されており、比較的良く締まっている。
- ④ チラ川のスマナ堰より下流では、シルト混じりの砂質土で構成され、川表側に比較的透水性の低い材料を配置し、河裏側に透水性の高い材料を配置するゾーン型の構造として設計している。しかし、現実には透水性の低い材料の入手は困難で、施工管理で粒度等の管理による厳密な材料配置をしているわけではないとのことである。
- ⑤ 各河川で被災箇所を調べたが、洪水による破堤箇所と残存箇所の堤防に特別な堤体材料や地盤の差は認められなかった。破堤は、殆ど越流によるものである。
- ⑥ チラ川、カニエテ川などでは水制工が施工されているが、破壊されているものも多い。水制工は巨石で構成されているが内部は土砂で構成されているものもあり内部材料の吸出しにより破壊された可能性がある。
- ⑦ ピスコ川の河口部では巨石で構成された護岸があり、管理者の話では、この構造は破堤に対して強いとのことである。巨石材料については、概ね10km圏内に採石場がありそこから搬送している。

これらの状況から堤防の構造は、つぎのとおりとした。

- ① 堤防は、現地の河床あるいは河岸で入手可能な土質材料を用いて築造するものとする。この場合の土質材料としては、砂礫～礫混じり砂質土となり、透水性は高くならざるを得ない。比較的透水性の高い材料で堤防を造った場合に堤防の安定上問題となるのは、
  - i) パイピングによる細粒土砂の流失による浸透破壊
  - ii) 浸透に伴う浸透圧によるすべり破壊である。堤防の安全性を担保するためには、詳細設計においては築堤材料の単位体積重量、強度、透水性を調査して、浸透流解析及びすべり破壊の検討を行って適正な断面形状を決定する必要がある。
- ② 堤防の法面勾配は、粘着力のない砂質土であれば、内部摩擦角 $\phi$ 30°～35°程度

と想定される。また、粘着力の無い材料で構成される盛土の法面の安定勾配は  $\tan \theta = \tan \phi/n$  で求められる。(  $\theta$  : 法面勾配、 $\phi$  内部摩擦角、 $n$  : 安全率 1.5)

必要な安定勾配は、内部摩擦角  $30^\circ$  に対して  $V:H=1:2.6$  ( $\tan \theta = 0.385$ ) となる。

この計算上必要な法面勾配に対して、流出解析の結果、計画高水の継続時間が 24 時間以上と長いこと、2 割勾配の既存堤では破壊例が多い事、計画対象以上の大規模洪水時の越流に対してもある程度耐えられる事などを考慮して現地の在来堤防よりは勾配の緩い 1:3.0 の勾配とした。

本調査では、地質調査及び材料試験及び設計値に基づく堤防の浸透流解析及び安定計算は行っていない。そのため、現地踏査で確認した材料から推定値として強度定数を仮定し、簡便的な安定検討に余裕を考慮してのり面勾配を設定した。材料の仮定値の根拠としては、「道路土工 盛土工指針 (平成 22 年度版)」(社団法人日本道路協会) P101、解表 4-2-4 設計時に用いる土質定数の仮定値を参考とした。同資料による剪断抵抗角の仮定値は、盛土で砂の場合で締め固めたもので粒径幅の広いもので  $35^\circ$ 、盛土で砂の場合で締め固めたもので分級されたもの(粒径幅が狭いもの)で  $30^\circ$  となっている。これらのことから、内部摩擦角の推定値を  $30^\circ$  から  $35^\circ$  と仮定した。さらに現地踏査での現堤の材料については、礫質土のような粒径幅の広い材料も見受けられたが、多くは砂質土で粒径幅が狭いように見受けられた。そのため、 $\phi 30^\circ$  を基本として簡便的な安定計算によりのり面勾配を設定した。詳細な安定計算では、浸透圧を外力して考慮する必要があり簡便的な安定計算結果に余裕を考慮した。また、我国の堤防は、1:20 を最小の勾配としているが高さ 2~3m 毎に小段を設置し、平均勾配としては 1:30 以上となっているものが多いことも考慮している。

- ③ 河床勾配が比較的急なため流速が早いので堤防の川表法面には、護岸を配する。護岸の形式として接続ブロックのようなコンクリート性のものは流通していないので現地で容易に入手できる粗石または巨石を用いた護岸形式を採用する。

石材の大きさは、各河川の流速により最終的に設計するが、概ね径 30cm~1m とし護岸の最小の厚みを 1m と計画した。

- ④ 護岸の根入れ深さについては、①現位置の最深河床と現況河床高さの差、②経験的な深さ(我国では 0.5~1.5m 程度)とするが、①については、経年的な河床変動のデータが得られていないので不明確である。従って経験的な深さとして 1.5m 程度を考えるが、「ペ」国におけるイカ川の改修断面を参考として 1.75m の深さを採用している。

- ⑤堤防の嵩上げ方法

堤防の嵩上げ区間は、カニエテ川(嵩上げ区間 1.0km/全築堤延長 7.7km)、チンチャ川(嵩上げ区間 0.6km、全築堤延長 13.2km)、ピスコ川(嵩上げ区間 0.8km、全築堤延長 15.2km)、マヘスーカマナ川(15.0km、全築堤延長 24.8km)となっており、合計は嵩上げ区間 17.4km、全築堤延長 60.9km である。

嵩上げ区間の築堤法線は、河川や地点により細部は異なるが基本的には以下の理由により全体拡幅形式とし、既存堤防の法線を変えないように嵩上げを計画している。

- i) 川表側で嵩上げ堤防を嵩上げる前腹付け形式は、河道幅を狭くし、結果として堤防高さが高くなる。

- ii) 川裏側で堤防を嵩上げる後腹付け形式は、堤内地の用地取得範囲が広く必要となる。溪谷地形の堤内地は貴重な農地となっていることが多く出来るだけ用地の補償を少なくしたい。
  - iii) 既存の堤体は締め固め状況等施工経緯や材料特性が不明であるが、現存する部分ではこれまでの洪水に対して機能を果たしてきているためこれを活用し、既設の堤防をより高強度の新堤で包み込むようにする全体拡幅形式は嵩上げ堤防の安全が確保しやすくなる。用地補償費等の費用で経済的である。
- 一方、河道幅が著しく狭くかつ河道が堤防に近接している箇所等では、後腹付けを計画している。このような箇所では、川表の既設堤防法面は、護岸で補強する計画である。

### 3) 堤防の余裕高

堤防は土質材料により建設されるため、一般的には越水に対して極めて弱い構造である。従って、堤防は、計画高水流量以下の流水を越流させないように設けるべきであり、洪水時の風浪、うねり、跳水等による一時的な水位上昇に対して、堤防にしかるべき余裕をとる必要がある。また、堤防にはその他洪水時の巡視や水防活動を実施する場合の安全の確保、流木等流下物への対応等種々の要素をカバーするためにもしかるべき余裕の高さが必要である。日本における堤防の余裕高の考え方は、表-4.3.1-9のとおりである。「ペ」国には余裕高についての基準が無いが、河川の様子が日本のそれと類似しているため、長年の経験に基づいて定められた日本の基準を適用する。

表-4.3.1-9 計画高水流量と余裕高

計画高水流量	計画高水位に加える高さ
200 m <sup>3</sup> /s 未満	0.6 m
200 m <sup>3</sup> /s 以上 500 m <sup>3</sup> /s 未満	0.8 m
500 m <sup>3</sup> /s 以上 2,000 m <sup>3</sup> /s 未満	1.0 m
2,000 m <sup>3</sup> /s 以上 5,000 m <sup>3</sup> /s 未満	1.2 m
5,000 m <sup>3</sup> /s 以上 10,000 m <sup>3</sup> /s 未満	1.5 m
10,000 m <sup>3</sup> /s 以上	2.0 m

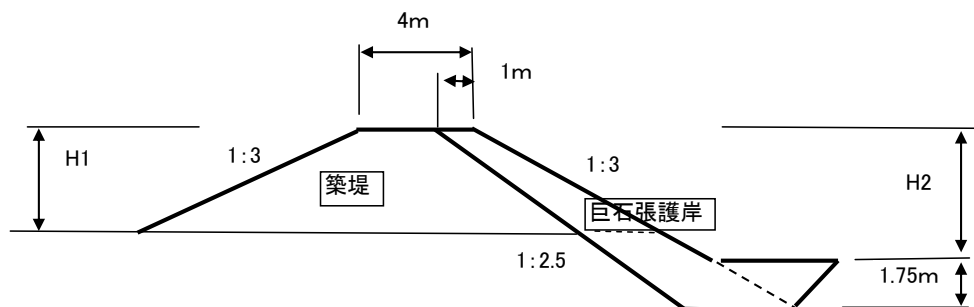


図-4.3.1-19 堤防の標準断面

### 4) 施工上の留意点

施工面で重要なことは、十分な締め固めを行うことである。現在の「ペ」国の積算基準では、

トラクターにより締固めることになっているが、確実な締固めを行うためには振動ローラー等の締固め機械を使用することが望まれる。また、締固め状況管理するための密度試験や粒度試験も重要な事項である。これらの事項は入札図書の工事仕様書に規定する。

#### (6) 洪水対策施設の効果

重点洪水対策施設を建設することにより各河川の施設建設地点における流下能力は図-4.3.1-20～図-4.3.1-25 に示すように確率規模 50 年流量まで拡大され、氾濫防止効果が著しく増加する。

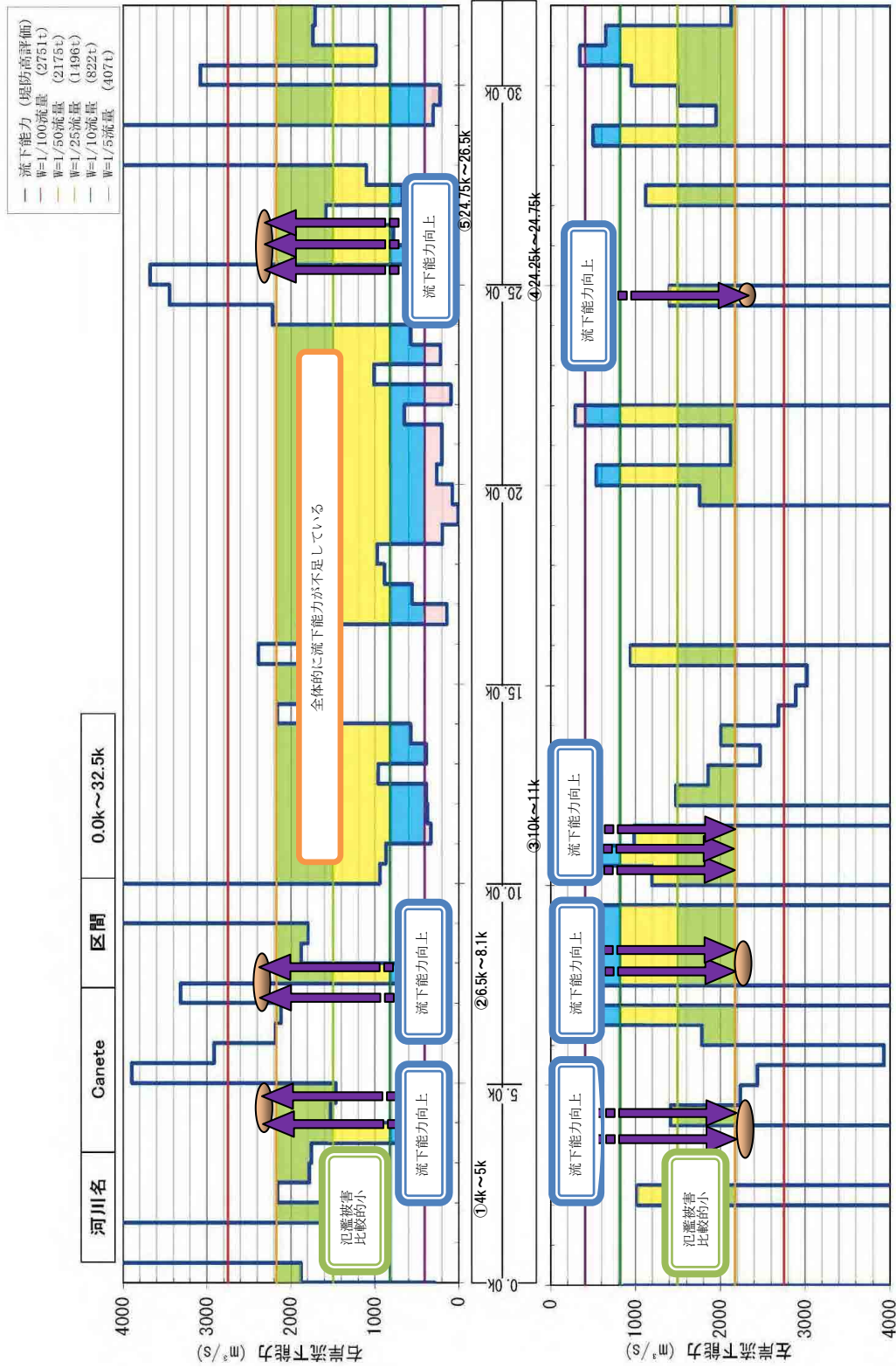


図-4.3.1-20 洪水対策施設の効果 (Rio Canete)

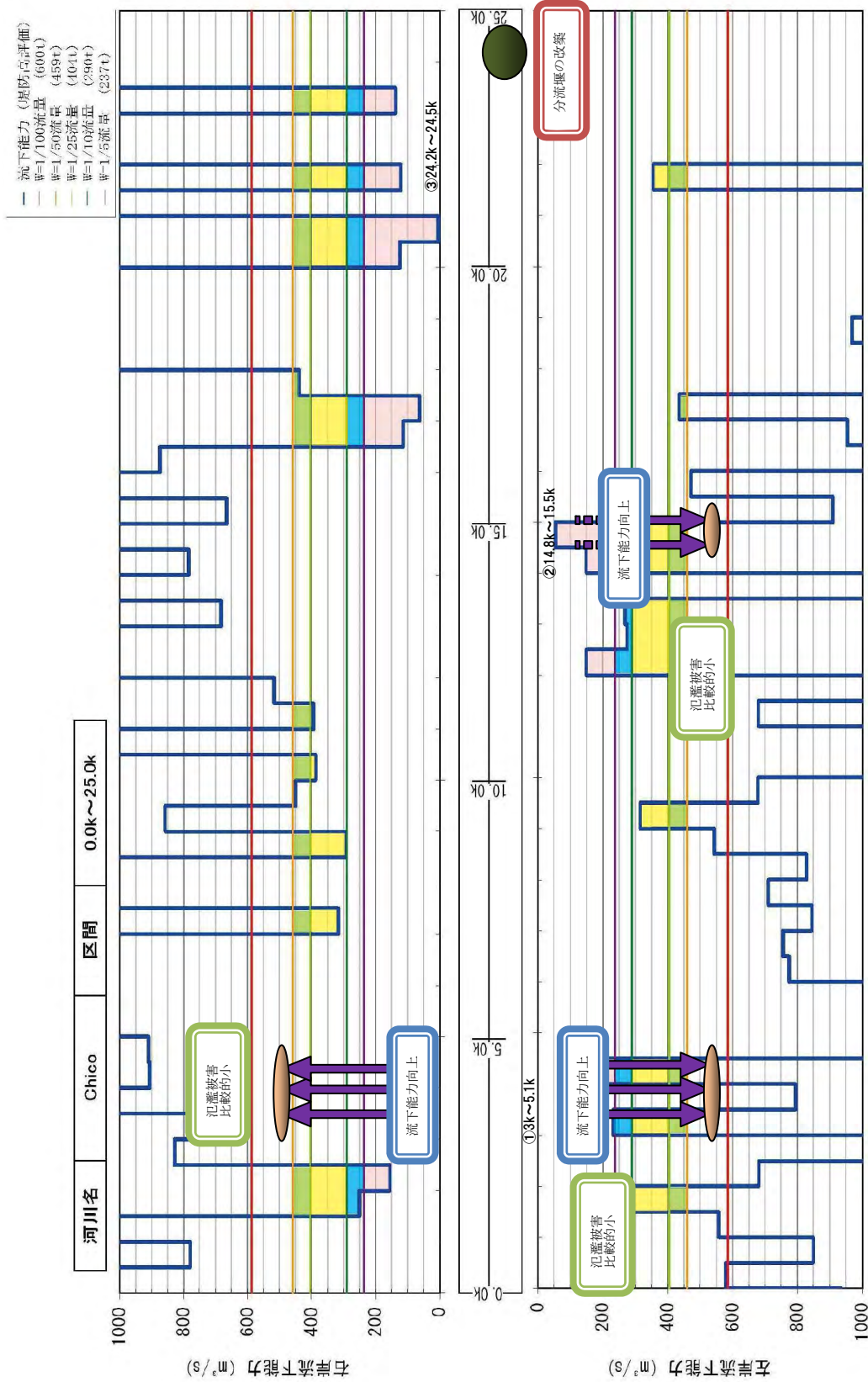


図-4.3.1-21 洪水対策施設の効果 (Rio Chinchá—Rio Chico)

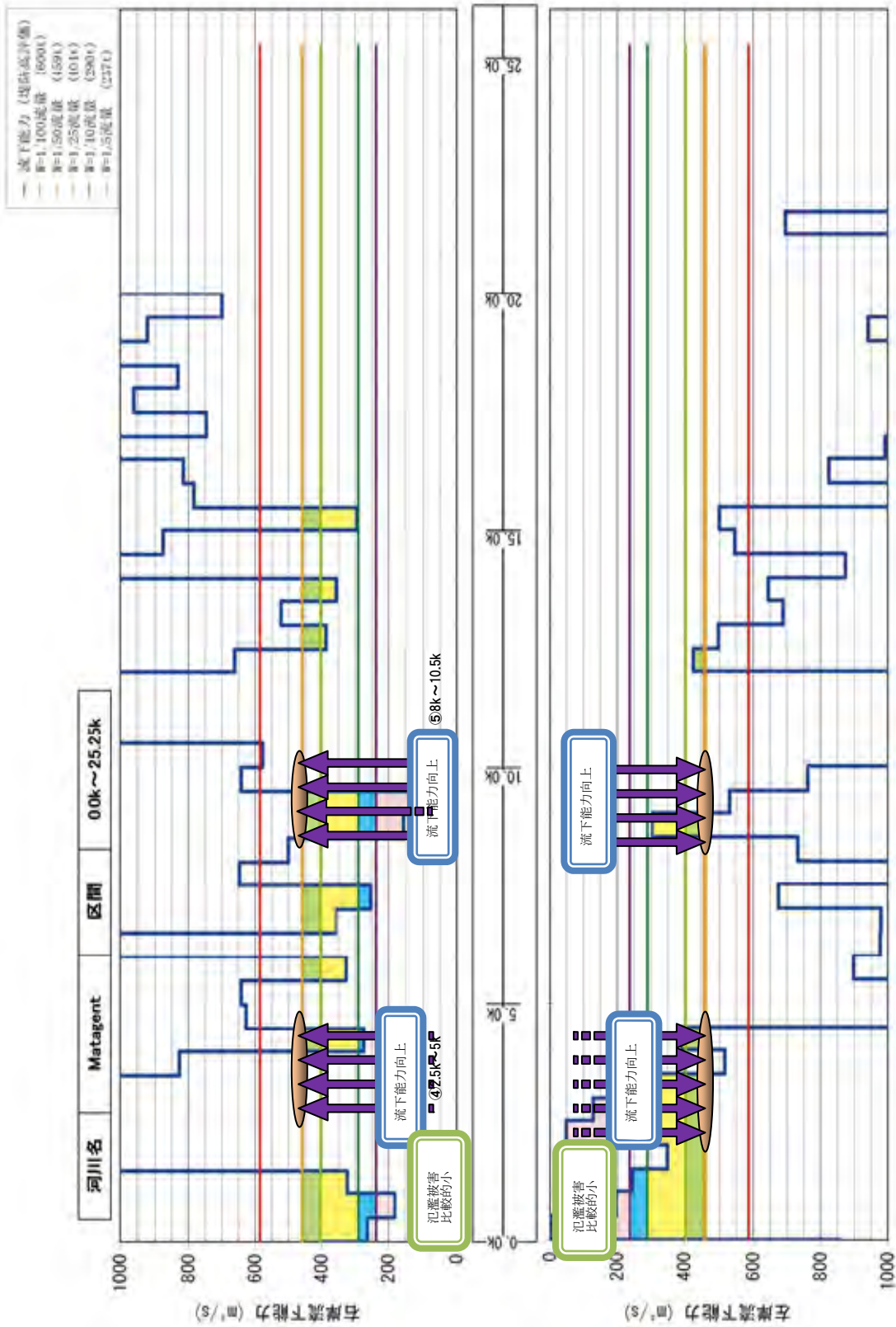


図-4.3.1-22 洪水対策施設の効果 (Rio Chincha—Rio Matagente)



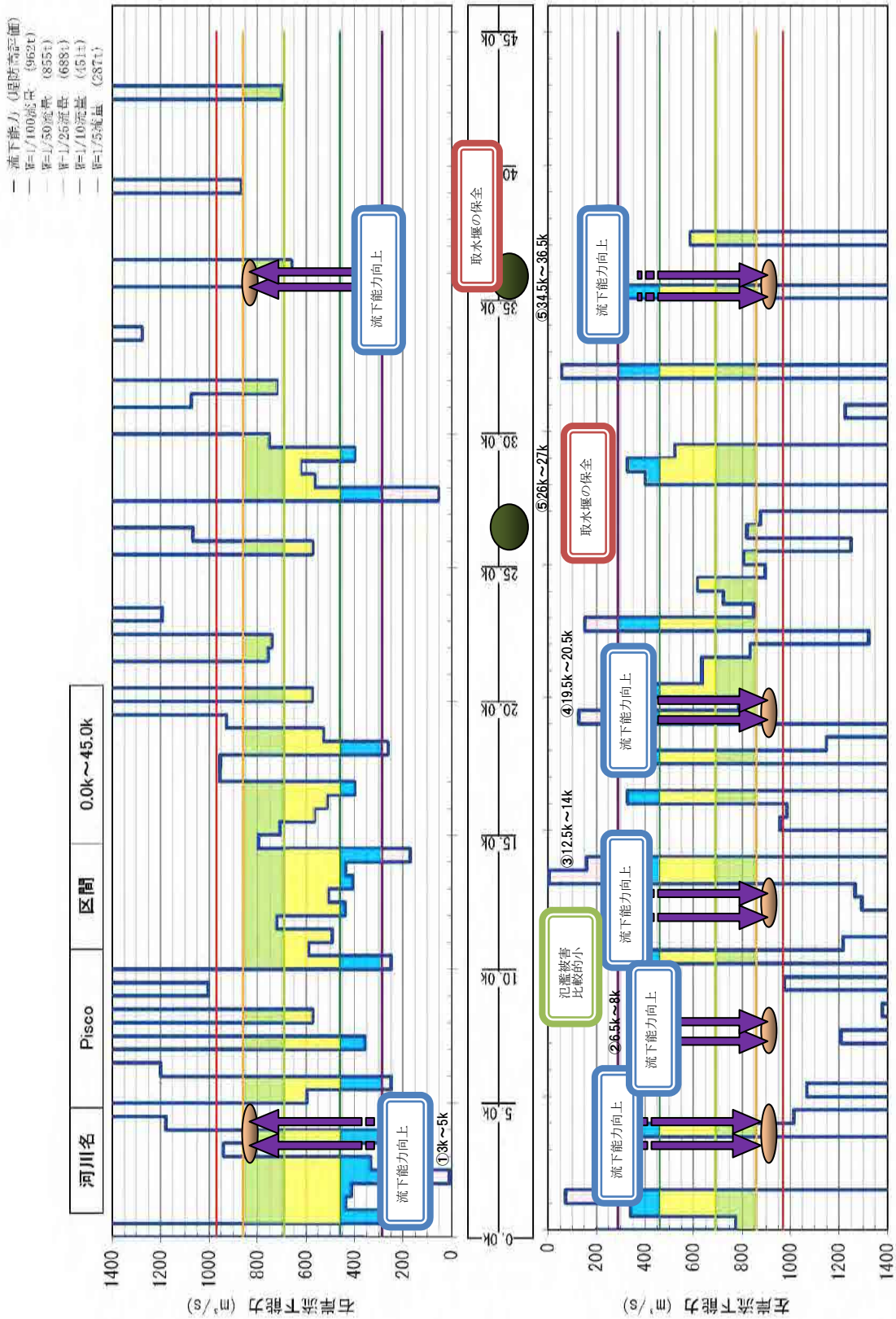


図-4.3.1-23 洪水対策施設の効果 (Rio Pisco)

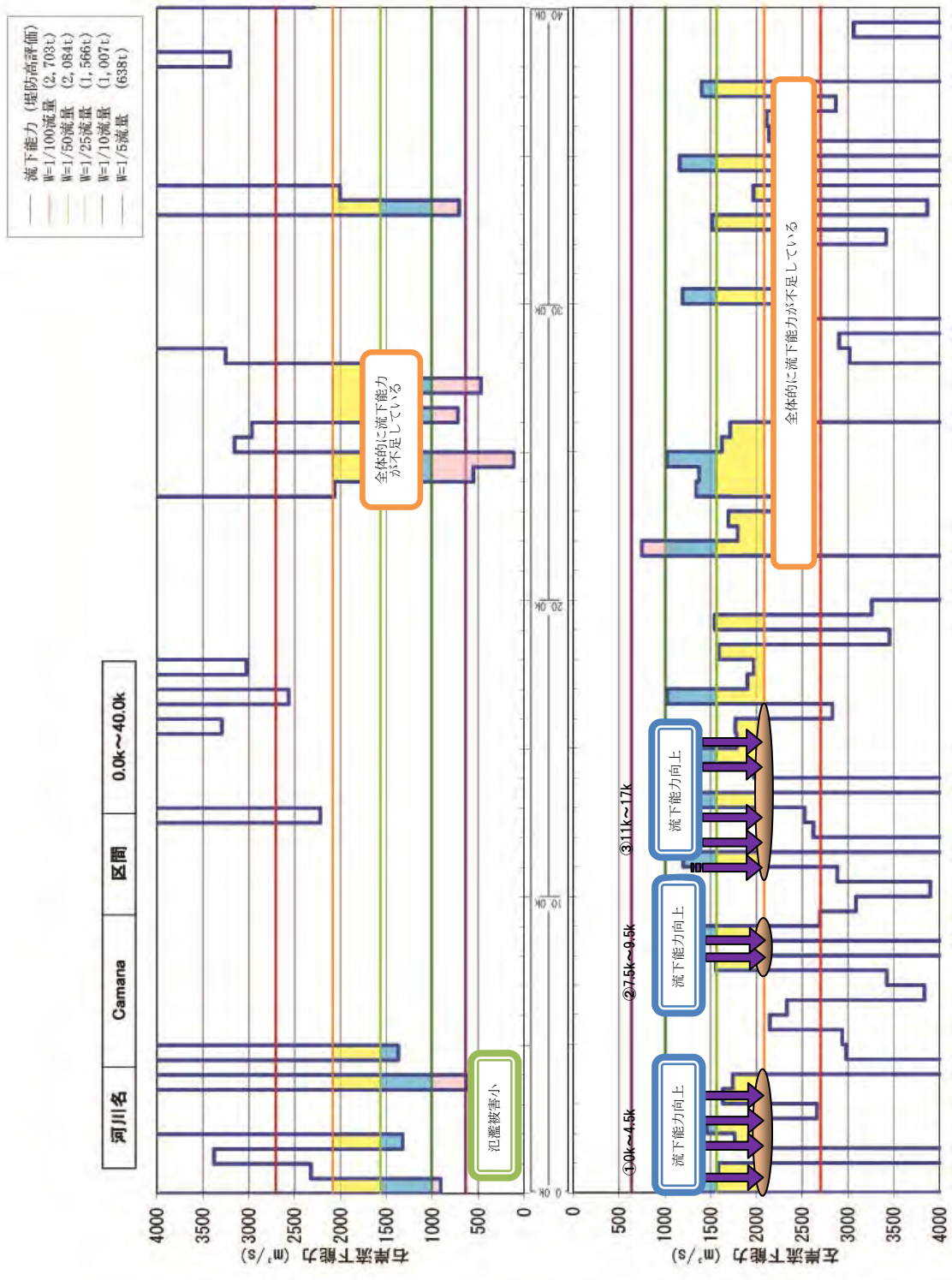


図-4.3.1-24 洪水対策施設の効果 (Rio Camana)

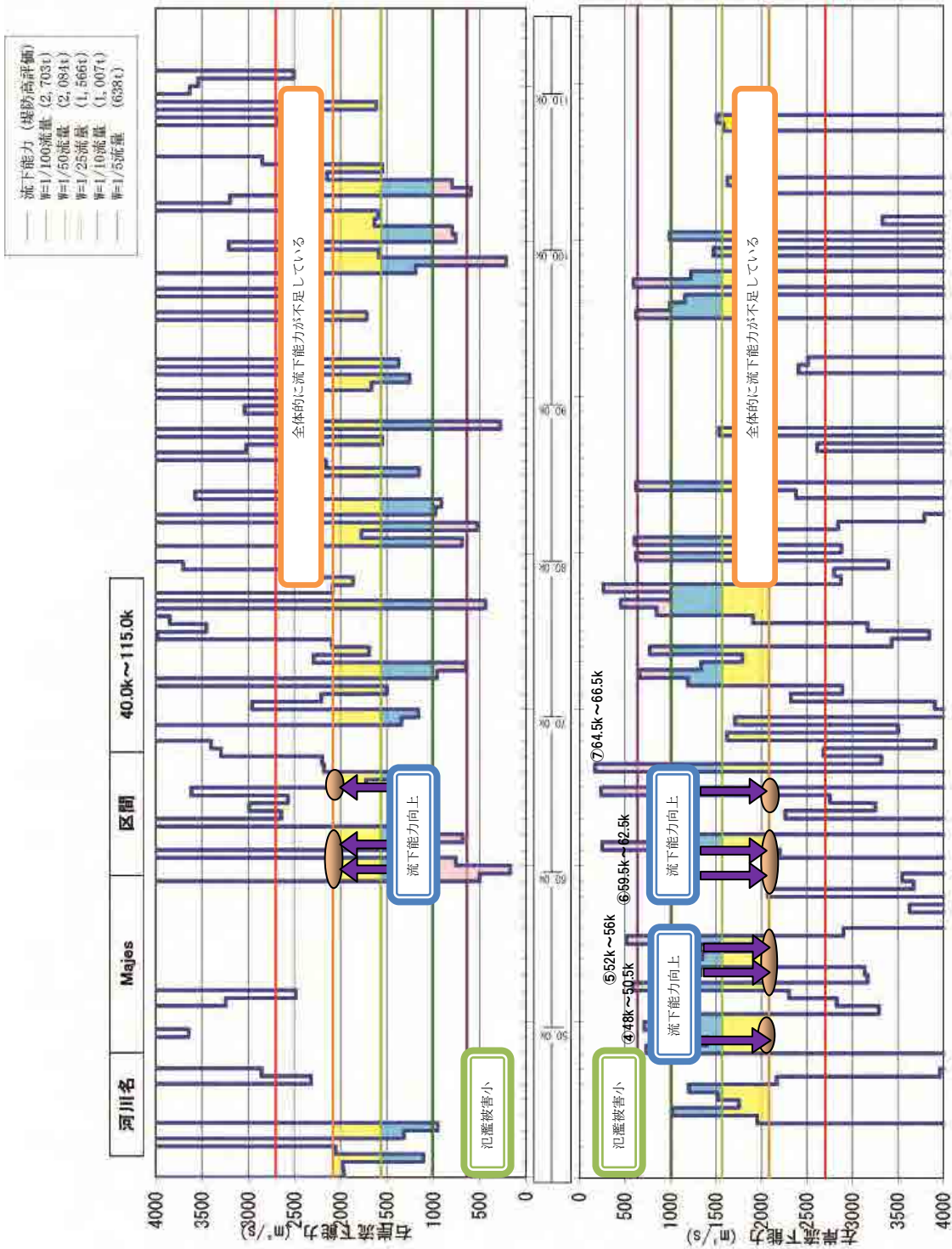


図-4.3.1-25 洪水対策施設の効果 (Rio Majes)

## 4.3.2 非構造物対策

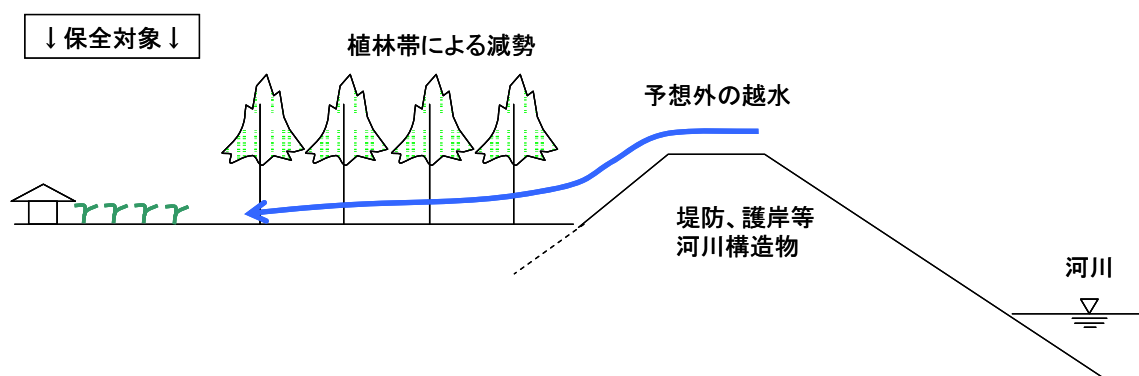
### 4.3.2.1 植林/植生回復

#### (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 4.15 中・長期計画、4.15.2 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) について検討する。

河川構造物沿いの植林計画の基本方針を次のように定める。植林計画の概念図を図-4.3.2.1-1、図-4.3.2.1-2 に示す。植林計画は 2 タイプとし、マヘス-カマナ流域でタイプ A が採用できない場合、タイプ B を採用する。これ以外の流域ではタイプ A を採用する。

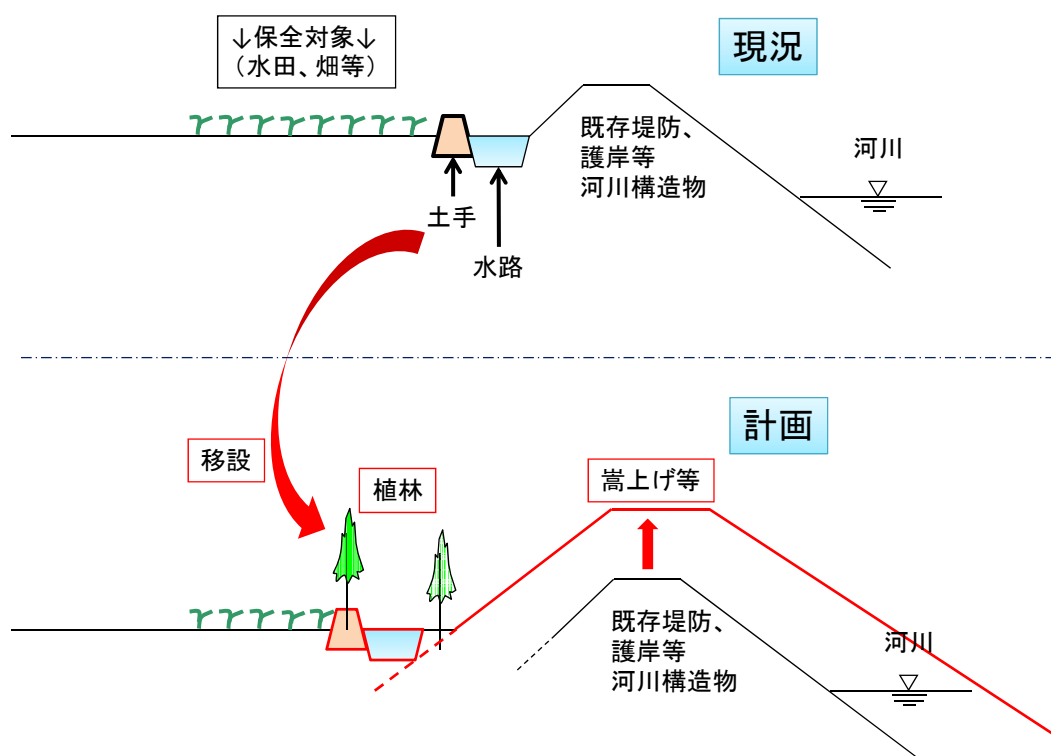
- (i) 目的：予想外の流量や障害物によって計画水位を越え、河川構造物を越水した場合、保全対象までの間の植林帯によって影響を軽減する。
- (ii) 植林方法：河川構造物の堤内地寄りに一定幅の植林帯を造成する。
- (iii) 工事方法：堤防等の河川構造物工事の一部として植栽を実施する。植栽工事は河川構造物建設業者が実施する。理由は次の 2 点である。1)植栽直後の枯損に対する補植など植栽木の活着を確実にすること、2)植栽時期が堤防の完成と連動するため同一業者の方が適切であること。
- (iv) 植栽後のメンテナンス：関係する水利組合が自主的に実施する。これまでに実施されている事業の例から次の 2 点を水利組合と DGIH が次の項目を含む覚書(レセプションレター)を交わすことが通例である。1)植栽木の所有権は水利組合にあり、かつ、2)植栽された樹木の維持管理費を水利組合が 100%負担すること。したがって、植栽木は私的財産ではなく、水利組合全体の共有物となる。
- (v) 計画箇所：植林の目的が予想外の越水被害を緩和することが目的であることから、堤防等河川構造物の保全対象側に植林する。堤防等がない箇所に植林をすると、植栽木が洪水の直接的な影響を受けて倒壊し、流木となって橋の閉塞等、二次被害を発生させる危険性が高いためである。また堤防等の無い部分の延長が非常に長く用地費・工事費が増加する。



(出典：JICA 調査団)

図-4.3.2.1-1 河川構造物沿いの植林 概念図 (タイプ A)





(出典：JICA 調査団)

図-4.3.2.1-2 河川構造物沿いの植林 概念図 (タイプ B)

カマナ流域では、既存堤防に沿って水路が建設され、水路際まで水田等がある場合がほとんどである。水利組合へのヒアリングでは、土地所有者がタイプ A のような幅 11m の植林帯によって農地が減少することに強固に反対するであろうとの意見であったため、植林は断念せざるを得ない場合が想定される。このため、用地取得が出来ない場合は、タイプ B のような植林計画とし、水路の保全のための植林にとどめる。

## (2) 計画数量

### 1) 構造 (植栽配置)

・タイプ A：「ペ」国における一般的な植栽配置は正三角形の植栽配置である。本計画でもこれを使用し、植栽木の間隔を 3m とする (図-4.3.2.1-3 参照)。3m 間隔で植栽木を配置した場合、堤防と直角方向の植栽幅は約 2.6m、千鳥配置にすればそれは半分の 1.3m となる。植栽間隔が 1.3m であれば、直径 1m の石が堤防を越えた場合でもどこかの立木に衝突し、停止するかあるいは減勢されることも期待でき、これを 4 列配置することにより効果を高める。これから、植栽幅は 10.4m と計算され、余幅をとって 11m と計画した。また、ピスコ流域の河川構造物 Pi-6 (遊水・遊砂池) での植林計画は遊砂地内に植栽するものとし、遊水地の平均幅 600m を植栽幅とした。

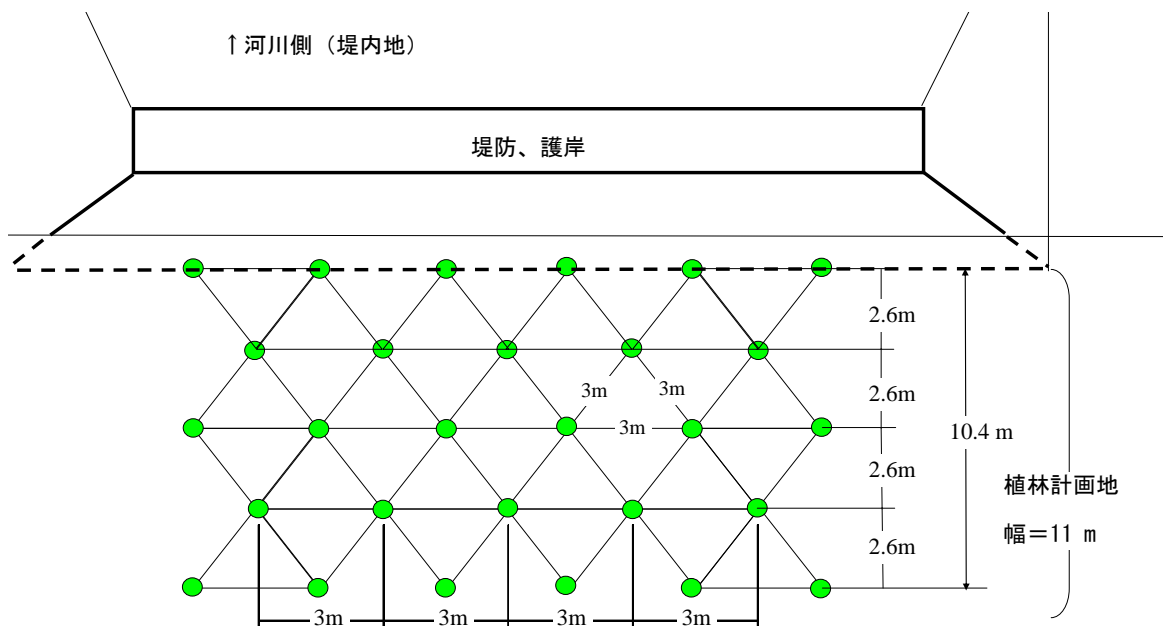


図-4.3.2.1-3 河川構造物沿いの植林計画標準配置図 (タイプ A)

(出典：JICA 調査団)

・タイプ B：現地の状況では、水路と平行に概ね 1m 間隔で植栽されており、今回の計画でもそれを適用する。植林計画標準配置を図-4.3.2.1-4 に示す。

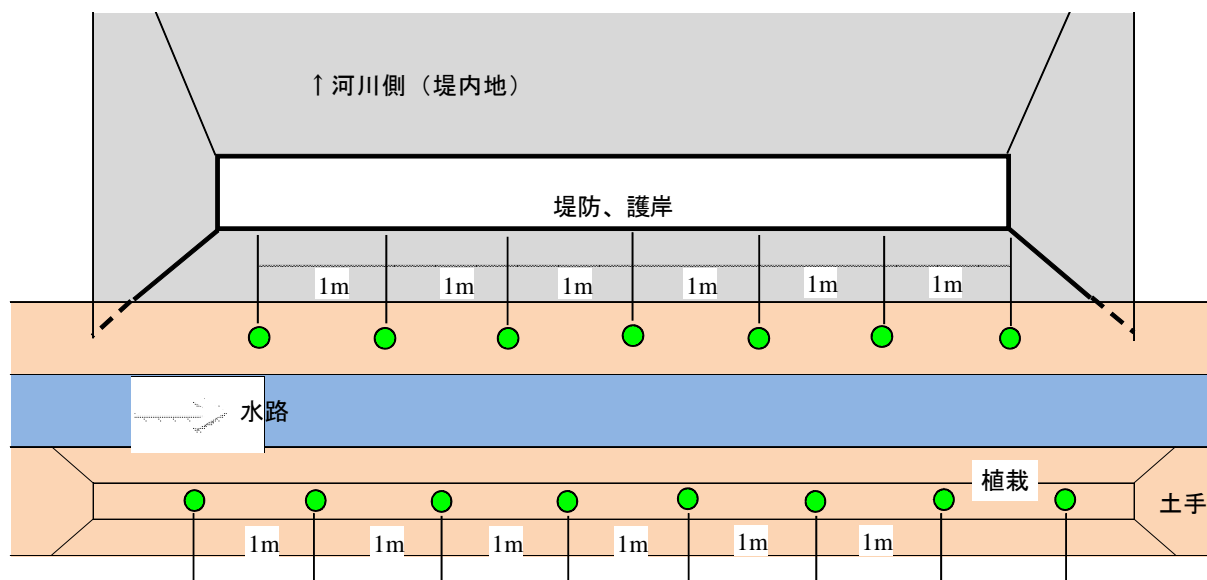


図-4.3.2.1-4 河川構造物沿いの植林計画標準配置図 (タイプ B)

(出典：JICA 調査団)

## 2) 植栽樹種

植栽する樹種の選定のため、以下の樹種リストを作成した。

- ・ 生産可能樹種 (苗木生産業者情報)：表-4.3.2.1-1

- ・ 現地調査で確認できた樹種：表-4.3.2.1-2

これらの樹種リストから河川構造物沿いの植林に適した樹種を選定した。以下の評価項目を用いて樹種を評価し、総合的に判断して選定した。選定基準は表-4.3.2.1-4、選定結果の詳細は表-4.3.2.1-3 に示した。

(選定のための評価項目)

- 1 樹種特性から河川沿いで生育すると考えられること（施工地近傍に自生していることが望ましい）
- 2 苗木生産が可能なこと
- 3 木材、果実などが利用可能であること
- 4 住民の要望があること
- 5 郷土種であること（望ましいが必須ではない）

**表-4.3.2.1-1 生産可能苗木樹種リスト**

植栽流域	生産業者	苗木生産場所	通常生産されている樹種	時々生産されている樹種
カニエテ	AGRORURAL	サンタ・エウラリア	マツ、モイェ、ユーカリ、ワランゴ( <i>Prosopis limensis</i> )	シプレス、タラ
	フォメコ	リマ	タラ、モイェ、ワランゴ( <i>Prosopis limensis</i> )	—
	アグリメックス	リマ	アリソ、アルガローボ、カニヤ、タマリックス、バンブ、マツ、モクマオウ、ユーカリ	—
チンチャピスコ	AGRORURAL	リマ	マツ、モイェ、ユーカリ、ワランゴ( <i>Prosopis limensis</i> )	シプレス、タラ
	フォメコ	リマ	タラ、モイェ、ワランゴ( <i>Prosopis limensis</i> )	—
	アグリメックス	イカ	アリソ、アルガローボ、カニヤ、タマリックス、バンブ、マツ、モクマオウ、ユーカリ	—
マヘス-カマナ	アパ イック(APAIC)	アレキパ	タラのみ生産	—
	ロス・ヒラソレス・デ・フロレンティノ	アレキパ	サウセ、ボブラ、モイェ、モクマオウ、タラ	—
	アグ ロル-ラル	アレキパ	—	タラ、サウセ、ワランゴ、アカシア、モクマオウ

(出典：苗木生産業者<sup>1</sup>からの聞き取り)

<sup>1</sup> Appendix 7-表 1 苗木生産業者リスト参照。

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)

植栽計画地	樹種	特性等
カニエテ	ユーカリ	河川沿いに多く、適性が高い。
	モクマオウ	河川沿いに多く、適性が高い。
	サウセ	河川沿いに多く、適性が高い。
	モイェ	低木であるが、適性は高い。
チンチャ	ユーカリ	植林実績が多い。河川沿いに多く、適性が高い。
	モクマオウ	河川沿いに多く、適性が高い。
ピスコ	ワランゴ ( <i>Prosopis limensis</i> )	植栽実績あり。イカ州カンサスにおける植林事業計画で採用されている。
	アロモ	
マヘス-カマナ	サウセ	河川沿いに多数自生し、耕作地(水田等)用の水路沿いの植栽(水路保全用)に非常に多く利用されている。枝は燃料材として利用され、萌芽性が高い。カマナ・マヘス流域で最も多くみられる樹種。
	カヤカサ	河川沿いに多数自生し、サウセと混交してみられることが多い。水路沿いにもあるが植栽されたものではなく自生したものを残している。
	ユーカリ	自生しているものはほとんどない。カマナ流域の山腹寄りの水田用水路沿いの一部に植栽されている。カマナ水利組合によれば、2006/07に植栽したものがほとんど失敗したとのこと。
	モクマオウ	河川沿いにたまにみられる。家屋周囲に植栽されていることもあるが、少ない。

(出展：JICA 調査団)

表-4.3.2.1-3 植栽樹種選定結果 (詳細)

流域	樹種	選択基準との適合度						備考
		1	2	3	4	5	判定	
カニエテ	アリソ	C	B	A	C	A	×	どちらかというと高地特性有
他2流域	アルガローボ	B	A	C	B	A	×	南部ではワランゴ ( <i>Prosopis limensis</i> ) を採用
	カニヤ (カリソ)	A	C	B	B	A	×	草本
	ケニューア	C	C	B	C	A	×	高地特性があるとされている
	コイェ	C	D	D	B	A	×	高地特性があるとされている
	タマリックス	B	A	B	B	B	×	北部では適性あるが南部では不明
	タラ	D	A	A	B	A	△	近年、果実の有用性が見直され、栽培されるようになった
	バンプ	A	A	B	B	A	○	植林実績不明
	マツ	B	D	B	B	B	△	高地特性があるとされている
	モイェ	B	A	B	B	A	○	根系が深いといわれている
	モクマオウ	A	B	C	B	B	○	河川沿いの環境への適性は高い
マヘス-カマナ流域	ユーカリ	A	B	B	A	B	◎	河川沿いの環境への適性は高い
	ワランゴ ( <i>Prosopis limensis</i> )	A	A	D	A	A	◎	海岸に近いところ、乾燥地に適性が高い
	サウセ	A	A	B	A	A	◎	実績、河川沿い環境への適性が高く、地元水利組合の要望も有
	カヤカサ	A	D	D	B	A	×	苗木生産されていない
	ユーカリ	B	A	B	B	B	△	水路脇の土質(粘土質)と水分過多のため失敗する危険性が高い
マヘス-カマナ流域	モクマオウ	B	A	B	B	B	○	実績がないが潮に耐性があることから海岸近くの植栽用にする
	ワランゴ ( <i>Prosopis limensis</i> )	B	A	D	B	A	×	水路脇の土質(粘土質)と水分過多のため失敗する危険性が高い

◎：採用する、○：採用候補、△：採用候補ではあるがあまり好ましくない、×：採用しない

(出展：苗木生産業者への聞き取りを元に JICA 調査団により作成)



樹種選定の評価項目のうち、1：現地における適性、2：苗木生実績、の2点を重視し、3：利用、4：地元の要望、5：郷土種は参考にした。評価基準を表-4.3.2.1-4に示す。

表-4.3.2.1-4 樹種選定の評価基準

評価点	評価項目				
	1：現地における適性	2：苗木生産実績	3：利用	4：地元の要望	5：郷土種
A	現地で自生・植栽を確認した	通常生産されている	木材と果実が利用可能	水利組合等の要望有	郷土種である
B	現地では自生が確認できなかったが一般樹種特性では適性がある	時々生産される	木材か果実のどちらかが利用可能	水利組合の要望なし	郷土種ではない
C	上記の2項目に該当しない	生産可能だが稀	どちらも利用されない	—	—
D	不明	生産されていない	不明	—	—

(出典：JICA 調査団)

評価の結果、選定された樹種は、表-4.3.2.1-5に示すとおりである。◎の樹種を主として計画し、○を3～5割の割合で混交する。混交する理由は、病虫害等の理由で植栽樹種に被害があった場合に全滅を避けるためである。

表-4.3.2.1-5 選定した樹種

カニエテ他2流域	：ユーカリ (◎)、ワランゴ (○)、モクマオウ (○)
マヘス-カマナ流域	：サウセ (◎)、モクマオウ (○)

(出典：JICA 調査団)

カニエテ他2流域では、ユーカリを主として植栽する。ユーカリはこれらの流域で植栽実績があり、かつ、適性が高い。また、水利組合の要望も高い樹種である。ワランゴ (*Prosopis limensis*：北部で同じ呼び名の別の種がある)は、ペルー南部のコスタ地域での代表的区郷土樹種であり、パン・アメリカン高速道路沿いの植林実績もある。モクマオウはこれらの地域では主として農地の周辺に防風・防砂用に植栽されることが多い。

マヘス-カマナ流域ではサウセを主として植栽する。サウセは特に水分が多いところへの適性が高く、現地での実績が非常に多い。水利組合でも盛んに植栽されている樹種である。しかし、海岸から上流へ約1.5kmの区間はサウセ、カヤカサはあるものの、生育状況が悪い。この原因は潮の影響であると推定される。このため、海岸から1.5kmの間では、塩害に比較的耐性のあるモクマオウをサウセに混交させる計画とする。カヤカサも現地では多くみられるが、苗木の生産がされていない。マヘス-カマナ流域の耕作地のほとんどは水田に利用されているために植林計画地の地下水位が非常に高く、また土質も粘土質である。この点から考えるとユーカリなどは植栽後の枯死率が高くなると予想される。

### 3) 計画数量

河川沿いに計画される、護岸工、堤防、遊砂地において前述(a)、(b)に述べたような配置計画・樹種で植林計画を策定する。タイプAの植栽幅は11mとする。タイプBの場合は堤防延長に対し2列植栽し、間隔を1mとして数量を算出した。

流域別の植林/植生回復数量は表-4.3.2.1-6に示すとおりである。なお植林は河川堤防沿いに行う事としているので、築堤を伴わない洪水対策(河床掘削、堰の改修など)については表中で植

林の数量を計上していない。

表-4.3.2.1-6 植林/植生回復計画数量（河川沿い：タイプ A）

（カニエテ、チンチャ、ピスコ流域：タイプ A）

番号	位置	植林延長 (m)	植林幅 (m)	植林面積 (ha)	植栽本数 (本)	植栽樹種内訳(本)			
						ユーカリ	ワランゴ	モクマオウ	計
Ca-1	全体			0.0	0	—	—	—	—
Ca-2	右岸	1,600	11	1.8	5,328	2,664	1,598	1,066	5,328
Ca-3	全体			0.0	0	—	—	—	—
Ca-4	全体			0.0	0	—	—	—	—
Ca-5	右岸	1,750	11	1.9	5,624	2,812	1,687	1,125	5,624
カニエテ 流域 計		3,350		3.7	10,952	5,476	3,285	2,191	10,952
Chico-1	両岸	2,100	22	4.6	13,616	6,808	4,085	2,723	13,616
Chico-2	全体			0.0	0	—	—	—	—
Chico-3	全体			0.0	0	—	—	—	—
Ma-4	両岸	2,500	22	5.5	16,280	8,140	4,884	3,256	16,280
Ma-5	全体			0.0	0	—	—	—	—
チンチャ 流域 計		4,600		10.1	29,896	14,948	8,969	5,979	29,896
Pi-1	左岸	2,000	11	2.2	6,512	3,256	1,954	1,302	6,512
Pi-2	全体			0.0	0	—	—	—	—
Pi-3	左岸	1,500	11	1.7	5,032	2,516	1,510	1,006	5,032
Pi-4	左岸	1,000	11	1.1	3,256	1,628	977	651	3,256
Pi-5	全体			0.0	0	—	—	—	—
Pi-6	全体	1,450	11	1.6	4,736	2,368	1,421	947	4,736
ピスコ 流域 計		5,950		6.6	19,536	9,768	5,862	3,906	19,536
総計		13,900		20.4	60,384				

（マヘス-カマナ流域）

番号	位置	植林延長 (m)	植林幅 (m)	植林面積 (ha)	植栽本数 (本)	植栽樹種内訳(本)		
						サウセ	モクマオウ	計
タイプ B								
MC-1	左岸	1,500	—	—	3,000	1,500	1,500	3,000
MC-1	左岸	3,000	—	—	6,000	6,000	—	6,000
MC-2	左岸	2,000	—	—	4,000	4,000	—	4,000
MC-3	左岸	6,000	—	—	12,000	12,000	—	12,000
タイプ A								
MC-4	左岸	2,500	11	2.8	8,288	8,288	—	8,288
MC-5	左岸	4,000	11	4.4	13,024	13,024	—	13,024
MC-6	右岸	3,500	11	3.9	11,544	11,544	—	11,544
MC-6	左岸	3,000	11	3.3	9,768	9,768	—	9,768
MC-7	右岸	1,500	11	1.7	5,032	5,032	—	5,032
MC-7	左岸	2,000	11	2.2	6,512	6,512	—	6,512
マヘス-カ マナ 流域 計		29,000		18.3	79,168	77,668	1,500	79,168

（出典：JICA 調査団）

それぞれの河川構造物における樹種別割合とその理由は表-4.3.2.1-7 に示すとおりである。

**表-4.3.2.1-7 植林計画地別・樹種別本数割合**

(カニエテ他2流域)

番号	植栽樹種内訳(割合)			備考
	ユーカリ	モクマウ	ワシゴ <sup>o</sup>	
Ca-2	5	2	3	ユーカリを主、ワシゴ <sup>o</sup> とする。 ワシゴ <sup>o</sup> は郷土種であり、計画地の気象条件に適性があると考え、モクマウよりも優先する。
Ca-5	5	2	3	
Chico-1	5	2	3	
Ma-4	5	2	3	
Pi-1	5	2	3	
Pi-3	5	2	3	
Pi-4	5	2	3	
Pi-6	5	2	3	

(マヘス-カマナ流域)

番号	植栽樹種内訳(割合)		備考
	サウセ	モクマウ	
MC-1	5	5	海岸が近いのでモクマウを投入し、サウセと同じ割合で投入する。
MC-2	5	5	
MC-2 MC-3～ MC-7	10	-	海岸から遠いためモクマウは採用しない。

(出典：JICA 調査団)

#### 4) 計画位置、施工計画

河川構造物の植林/植生回復計画位置はそれぞれの構造物の配置と同じである。なお、植林/植生回復計画は河川構造物の施工が完了したのちに実施する。

### (3) 計画事業費

#### 1) 植林/植生回復工事単価

植林/植栽計画の直接工事費は以下の項目から構成される。

- ・苗木単価 (苗木単価+運搬費)
- ・植栽労務費
- ・直接経費 (諸道具費用：植栽労務費の5%)

#### 2) 苗木単価

苗木の供給者は AGRO RURAL と民間業者に区分できる。チンチャ流域の上流における植林は AGRO RURAL から購入する計画とする。河川構造物沿いの植林用苗木単価を表-4.3.2.1-8 に示す。数社の民間業者へ苗木の値段、輸送費をヒアリングし、その平均値を用いている。(苗木単価の詳細情報は Appendix 7-表 2 参照)。

表-4.3.2.1-8 苗木単価（河川構造物沿い植林）

3) 植栽労務費

植栽作業の歩掛は、AGRO RURAL、水利組合などからの聞き取りによって 40 本/人日として計算した。労務単価は河川沿い植林では一般労務単価を用いて 33.6（ソレス/人日）とした。

4) 直接経費

直接経費として諸道具購入費として、植栽穴を掘る道具、苗木受け渡し場所から植栽箇所までの小運搬用道具を購入する費用として、植栽費用の 5%を計上する。

5) 河川構造物沿いの植林/植生回復工事費算出

河川沿い植林/植生回復計画工事費は表-4.3.2.1-9 に示すとおりである。総工事費は 792,582 ソレス（約 2,600 万円）となった。

河川構造物沿いの植林を実施するのは河川構造物等施工を受注した施工会社である。したがって、一般建設工事と同様に直接工事費の 88%を間接費として計上した。なお用地取得は堤防用地と同時に行い、別途計上する。

表-4.3.2.1-9 植林工事費（河川構造物沿い植林）

(4) 実施工程計画

河川沿い植林の工事工程計画は河川構造物の一部であることから、河川構造物の工事計画と同じとする。通常は植栽木の活着のため、雨季開始時あるいはその直前に植林作業を開始し、雨期終了 1 ヶ月程度前に終了しなければならない。しかし河川沿いの地域はほとんど降雨がないため、雨期乾期の影響は少ない。できるだけ河川水位が上昇する時期を狙って植栽することが望ましいが、河川構造物の建設工事工程によっては河川水位が低い時期に植栽しても大きな問題はない。河川水位が上昇するまでホースを利用した重力式の簡易な散水システムを用いて植栽後 3 ヶ月程度の間散水すればよい。この散水システムはホースを等高線上に配置し、ホースに穴をあけて散水する方法でチラ川のポエチヨスダム周辺で実施されていた現場技術を利用する。

4.3.2.2 土砂制御計画

(1) 土砂制御計画位置づけ

対象流域における治水上の課題として以下があげられており、その内の幾つかは土砂制御に関係が深い。本プロジェクトでは、上流から下流まで一貫した総合的な治水計画検討が行われている。土砂制御計画では、流域全体を対象として土砂制御の検討を実施した。

- 洪水が河岸高を越え、氾濫する。
- 河床勾配が 1/30～1/300 程度の急流河川である。そのため、流速、土砂運搬能力が大きい。
- 大量の流入土砂の堆積による河道閉塞・河床上昇が洪水被害を助長している。
- 河道は土砂堆積が激しく、複列砂州の形態となっており、濬筋や水衝部が不安定で流路が変化し、水衝部もそれにつれて移動する。

- 河岸の侵食が激しい。そのため農地等の面積減少、地域主要道路の崩壊の危険等 があり、保護する必要がある。
- 農業用水路の取水口が土石により損傷や破壊される。

(2) 土砂制御計画（構造物対策）

現在の土砂移動形態に適合した土砂制御計画を検討した。基本方針は表-4.3.2.2-1 に示す通りとする。

表-4.3.2.2-1 土砂制御計画基本方針

状況	通常時	50年超過確率降雨時
土砂流出状況	河岸浸食および河床変動	河岸浸食および河床変動 溪流からの土石流
対応方針	浸食防止→護岸工 河床変動防止→床固工、帯工 (扇頂部での床固工、帯工)	浸食防止→護岸工 河床変動防止→床固工、帯工 (扇頂部での床固工、帯工) 土石流対応→山腹保全工、砂防堰堤の配置

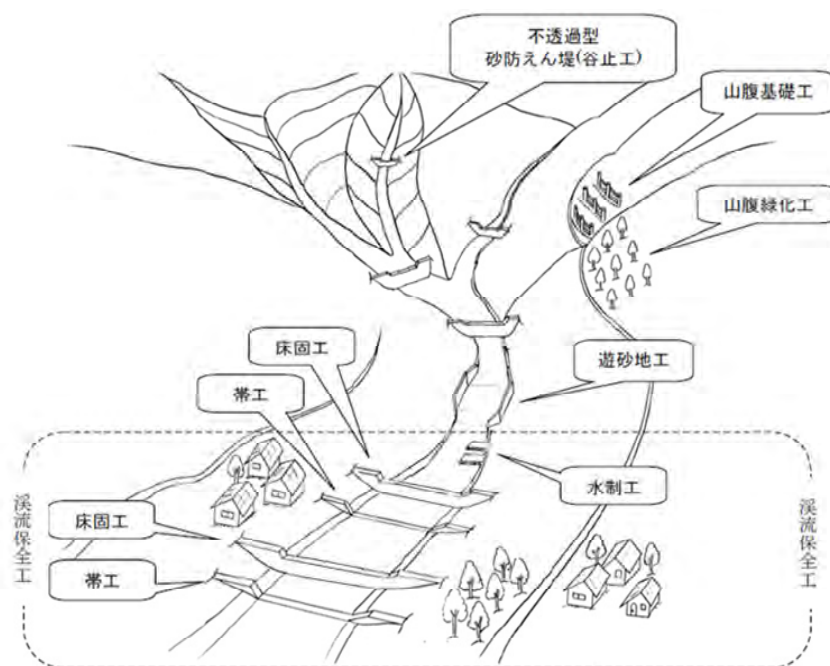


図-4.3.2.2-1 土砂制御対策

1) 上流域での土砂制御計画

上流域全体を対象とした土砂制御計画は後述の 4.15 中・長期計画、4.15.3 土砂制御計画に述べているが、事業費が膨大となり、実施期も長期にわたるので、本プロジェクトで実施するのは困難である。中・長期計画として段階的に実施すべきと思われる。

2) 扇状地での土砂抑制計画

流域全体を対象とした砂防施設は、非常に高額となることが明らかとなったため、扇状地での土砂抑制計画について検討した。検討に際しては、別途実施された河床変動解析結果を考慮し

た。

i) 河床変動解析結果

- ▶ 河床変動解析結果を表-4.3.2.2-2 に示す。表中の平均河床高は将来 50 年における各対象区間の平均的な河床変動高を表している。各流域はいずれも平均河床高が上昇しており、基本的に土砂上昇傾向の河川と推測される。総流入土砂量、総河床変動量としてはマヘス・カマナ川、チンチャ川、ピスコ川の 3 河川がカニエテ川に較べて大きい。
- ▶ 上流から流入した土砂が堆積しやすい河川はマヘス・カマナ川、チンチャ川、ピスコ川となった。このような傾向は現地ヒヤリングや実際の河床状況に比較的合致している。
- ▶ 河床変動解析結果によれば、チンチャ川、ピスコ川、マヘス・カマナ川において土砂堆積の影響が大きい結果となった。これらの河川に対しては、河床変動量の大きい扇状地での土砂制御計画を実施することが望ましい。ただし、土砂災害は突発的な時期に局所的に発生するため、河道の変化をモニタリングしながら必要に応じた河道維持対策を全河川において検討する必要がある。カニエテ川上流には昨年度プランタナルダムが建設されており、このダムは発電用のダムであり、貯水容量が小さいことから直ぐに満砂する可能性が高いが、流出土砂への調節機能は維持されるため、流出土砂の影響はさらに低くなるものと推定される。
- ▶ マヘス・カマナ川が土砂量の規模が比較的大きい理由としては、流域面積が他の河川と比べてかなり大きく洪水規模も大きいため、大量の土砂を下流へ流送可能であることが挙げられる。なお、河床変動量（土砂量）としては大きいものの、平均河床高で見ると 50 年間で 0.2m 程度であり、数値としては小さいが、土砂流入は突発的、局所的に発生する可能性があるため、上流域の不安定土砂の状態も含めて、河道の変化をモニタリングし、必要に応じて河道維持対策を検討すべきだが、現時点で緊急を要する土砂制御対策は必要ない

**表-4.3.2.2-2 河床変動解析の結果**

河川名	総流入土砂量	年流入土砂量	総河床変動量	平均河床変動高	備 考
	(千m <sup>3</sup> )	(千m <sup>3</sup> )	(千m <sup>3</sup> )	(m)	
カニエテ川	3,000	60	673	0.2	
チンチャ川	5,759	115	2,610	0.5	チコ川、マタヘンテ川の合計
ピスコ川	8,658	173	2,571	0.2	
マヘス・カマナ川	20,956	419	5,316	0.2	

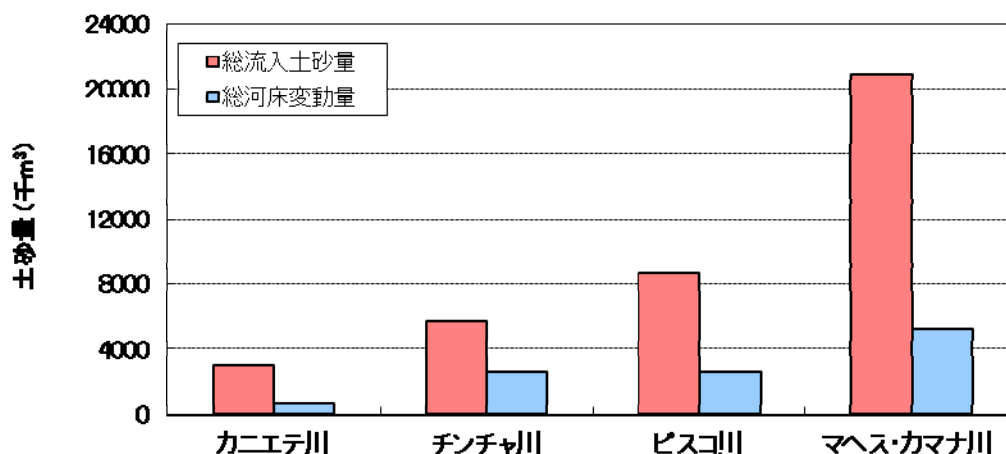


図-4.3.2.2-2 河床変動解析結果（土砂量）

ii) 扇状地での土砂抑制計画

扇状地での土砂制御工としては、遊砂池工、床固工、帯工、水制工、また、これらを組み合わせた溪流保全工がある。これらは、砂防構造物のみなく、河川構造物としての機能も有する。

現在検討されている洪水対策の重点施設のうち、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。

これらの構造物は、流域全体を対象とした砂防施設に比べて経済的で投資効果が高い。除石等の維持管理を含めても、遙かに投資効果が高いものと判断できる。堆砂機能を確保・維持するための除石工のための進入路、維持管理用のスペースなどの施設を含めることとする。土砂堆積の影響が最も大きい、チンチャ川、ピスコ川では、砂防機能を有する河川構造物が計画されており、これらを実施することが、本プロジェクトにおいて最も効果的であると判断される。

4.3.3 技術支援

技術支援では、上述した構造物的および非構造物的対策に係る技術的提案に基づき、本事業におけるこれらの対策を補完する技術的な支援を提案する。

(1) 目的

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。

## (2) 対象地域

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、各流域における研修において連携を図るものの、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。

## (3) 支援対象者

研修対象者は、受講許容人数に限りがあるため、各流域の水利組合の代表者、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。

また、これまでに開催されてきたこのような研修機会では、農村女性の参画が極めて限られてきたことから、農村女性の参画にも十分に配慮する必要がある。

## (4) 活動内容

上記目的を実現するため、旧 PERPEC での既往研修経験・教訓をふまえ、本コンポーネントでは下記 3 つの研修「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) 活動 1 「河岸保護活動および農業・自然環境の知識に係る研修」

コース	a) 構造物維持管理に係る実習・講習 b) 河岸植物の取り扱いに係る実習・講習 c) 侵食の予防と軽減および天然資源の管理に係る実習・講習
目的	a) 既往および本プロジェクトによって工事・建設される構造物に対する適切な維持管理技術を現地住民が習得すること。 b) 洪水制御に係る河岸植物の役割についての適切な知識を現地住民が習得すること。 c) 土壌侵食および天然資源の適切な知識をふまえ、適切な管理体制および予防策・軽減策を現地住民が習得すること。
対象者	a) 地方自治体の担当官、水利組合の技術者 b-c) 地方自治体の担当官、水利組合の技術者、集落代表者
期間	a) 各流域において全 12 回（1 回当たり 6 時間） b) 各流域において全 12 回（1 日 5 時間） c) 各流域において全 26 回（1 日 3 時間）
講師	a) 既往構造物の工事建設請負業者、本プロジェクトの工事建設請負業者、MINAG および州政府農業局の技術者 b-c) MINAG および州政府農業局の技術者、有識者（大学教員、研究機関研究員、NGO、等）
内容	a-1) 既存の河岸防災構造物に係る適切な維持管理技術 a-2) 建設工事に係る維持管理技術（排水堆積処理、取水堰や用水路、等） b-1) 河岸植物と防災に係るメカニズム b-2) 河岸植物管理による洪水被害軽減策 b-3) 河岸植物管理による環境影響への予防と軽減策



	c-1) 既往農業システムにおける土壌侵食に対する評価 c-2) 既往農業システムにおける天然資源に対する評価 c-3) 適切な技術による土壌侵食の予防および軽減策 c-4) 災害予防向け天然資源の活用策 c-5) 環境に配慮した天然資源の活用策 c-6) 水資源の有効利用方法 c-7) 農業システムの調整（協同耕作、輪作、連作等）
--	---

2) 活動2「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」

コース	a) 危機管理計画策定に係る実習・講習（第1期） b) 危機管理計画策定に係る詳細な実習・講習（第2期） c) 簡易洪水予警報システムの講習
目的	a) 現地住民の参画を基本としたコミュニティ防災および危機管理プランの策定にむけた知識及び技術を習得すること。 b) 上記 a)の補完 c) 簡易洪水予警報の実施および住民周知・避難
対象者	a-c) 地方自治体の担当官、水利組合の技術者、集落代表者、現地住民
期間	a) 各流域において全 19 回（1日 4 時間） b) 各流域において全 34 回（1日 5 時間） c) 各流域において全 24 回（1日 5 時間）
講師	a-c) MINAG および州政府農業局の技術者、コミュニティ開発専門家、ファシリテーター（住民参加）
内容	a-1) 危機管理計画策定マニュアル a-2) 危機管理に係る現況分析・課題分析 a-3) 住民参加型コミュニティ開発の手法 a-4) 危機管理計画（案）策定のデモンストレーション b-1) 生態系に留意したコミュニティ活動計画（河岸および周辺の自然環境を考慮した計画策定） b-2) 危機管理計画 b-3) コミュニティ防災活動計画策定（計画策定への手引き） c-1) 予警報システム情報網 c-2) 地方自治体・水利組合等との共同研修

3) 活動3「河川堆積対策向け溪谷管理に係る研修」

コース	a) 溪谷（中上流部の山腹崩壊箇所）保全技術 b) 植林用苗木栽培技術 d) 植林用苗木植え付け技術 e) 森林資源管理・保全
目的	a) 河川堆積対策を促進するため、各流域の状況に沿った中上流部の山腹崩壊箇所の適切な保全技術を現地住民が習得すること。 b) 植林用苗木を栽培する技術を被災想定流域の現地住民が習得すること。 d) 植林用苗木の植付技術を被災想定流域の現地住民が習得すること。 e) 森林資源の管理・保全技術を被災想定流域の現地住民が習得すること。
対象者	a-d) 地方自治体の担当官、水利組合の技術者、集落代表者、現地住民
期間	a) 各流域において全 12 回（1日 5 時間） b-d) 各流域において、本研修を含め河川堆積対策向け溪谷（中上流部の山腹崩壊箇所）管理に係る 3つの研修にて合計 40 回（1日 5 時間）
講師	a-d) MINAG および州政府農業局の技術者、有識者（大学教員、研究機関研究員、NGO 等）

内 容	a-1) 溪谷地域における土壌の特性と保全 a-2) 中上流部の山腹崩壊箇所の農林システム a-3) 中上流部の山腹崩壊箇所の牧草システム a-4) 伝統的な植物群の再生方法 a-5) 中上流部の山腹崩壊箇所の保全対策および軽減策 a-6) 住民参加型による維持管理 b-1) 地域適性の高い樹木の選定 b-2) 苗床技術 b-3) 苗木栽培技術 b-4) コミュニティ管理による苗床設置計画 c-1) 植林予定地の検討 c-2) 苗木植え付け技術 c-3) 土壌管理技術 c-4) 剪定技術 c-5) コミュニティ植林管理計画 d-1) 植林による洪水対策 d-2) 植林苗木の保全と運用計画 d-3) 林産物の運用計画 d-4) コミュニティ植林管理計画
-----	---

(5) 直接費用および期間

上記活動にかかる直接費用は、下表のとおりである。対象 4 流域の事業費総額は、ソレスを見込む。なお直接費用単価の内訳は Annex- 12 付属 No.05 流域別事業額に示す通りである。

また、事業期間は構造的および非構造的対策の進捗を鑑みながら決定すべきであるが、概ね 2 年での実施を想定する。

**表-4.3.3-1 技術支援の内容と直接費用**

本事業は SNIP においてはコンポーネント A（構造物対策、植林、土砂制御）とコンポーネント B（技術支援；防災教育/能力開発防災）に分けられており、A と B は同時並行的に実施される。コンポーネント B についても工業者に発注され、コンサルタントおよび実施機関の計画・管理のもとで実施されるのが一般的である。工業者自身が実施するのが困難な場合は独自に適当なコンサルタントに外注して行う事になる。従って入札図書の工事仕様書に工業者の責務を詳細に規定する必要がある。

(6) 実施計画

本コンポーネントの実施に当たっては、本事業の実施機関である農業省中央管理局（OGA-MINAG）が、農業省水インフラ局（DGIH-MINAG）、州政府農業局（DRA）、ペルー国家防災庁（INDECI）、水利組合など各流域の関連諸機関と連携して中心的な役割を担う。円滑な事業活動を実現するため、下記のような業務担当に留意する必要がある。

- ・ 各流域を管轄する農業省中央管理局は、本コンポーネントの実施に当たり、水インフラ局および各流域に該当する州政府農業局（DRA）の協力を得て本コンポーネントの実施に当たる。

- ・ 事業運営管理においては、農業省中央管理局は、類似経験を豊富に有する農業省管轄の PSI（農業省灌漑サブセクタープログラム）と調整しながら進める。
- ・ ペルー国家防災庁や地方自治体の下、市民防衛委員会を通じて、同様の危機管理計画を作成し始めている地方自治体もあることから、農業省中央管理局および水インフラ局は各流域における既往計画と齟齬のないような調整を図る必要がある。
- ・ 各研修の運営管理に当たっては、各流域における地方自治体の協力を得ながら、水利組合（特に、能力向上・コミュニケーション課）が、現場レベルでの円滑な活動を支援する。
- ・ 各研修の講師およびファシリテーター等は、各流域が位置する州政府災害対策局、ANA、AGRORURAL（農業省農村農業生産開発プログラム）、ペルー国家防災庁等の関連諸機関の各専門家およびコンサルタント（インターナショナルおよび国内）を通じて実施される。

## 4.4 コスト

### 4.4.1 コストの算出 (民間価格)

#### (1) 事業費の構成

事業費の構成は次のとおりとする。

##### 1) 構造物対策事業費

###### i) 建設費

① 直接工事費 (植林費、環境対策費、防災教育/能力開発、補償工事費を含む)

② 諸経費 = ① x 15%

③ 利益 = ① x 10%

④ 工事費 = ① + ② + ③

⑤ 税金 = ④ x 18% ( I G V )

⑥ 建設費 = ④ + ⑤

###### ii) コンサルタント費 (構造物、植林、環境対策および防災教育/能力開発)

⑦ 詳細設計費

⑧ 施工管理費

⑨ コンサルタント費 = ⑦ + ⑧

1) 構造物対策事業費 = ⑥ + ⑨

2) 用地取得費

3) 事業実施機関管理費

総事業費 = 1) + 2) + 3)

#### (2) 直接工事費

直接工事費は 2011 年 8 月 1 日現在の労務費、材料費および機械費より各工事種別の単価を積算し、これに工事数量を乗じて算出した。

##### 1) 労務費

コストと予算誌 (Revista Costos y Presupuesto) よりカニエテ川の例を表-4.4.1-1 に示す。

##### 2) 材料費

主要な材料費をカニエテ川の例について表-4.4.1-2 に示す

##### 3) 機械費

主要な機械についての時間あたりレンタル費用をカニエテ川の例について表-4.4.1-3 に示す。

##### 4) 工事数量

本調査における各施設における工事種別毎の工事数量は表-4.4.1-4 に示すとおりである。

工事数量の詳細は Annex-8 施設計画/設計の数量計算書を参照のこと。

##### 5) 工事単価

上記の各費用より工事種別毎の単価を積算した。カニエテ川の例について工事単価積算の結果を表-4.4.1-5 に示す。工事単価積算の詳細は Annex-9 施工計画/積算、3. 積算を参照のこと。工事単価および工事数量より直接工事費を算出すると表-4.4.1-6 に示す通りとなる。

#### (3) 構造物対策事業費

構造物対策事業費は表-4.4.1-12 に示すとおりである。表-4.4.1-12 におけるコンサルタント費の詳細設計費および施工管理費の内訳はそれぞれ表-4.4.1-7～表-4.4.1-8 に示すとおりである。コンサルタント費の積算は Annex-14 有償資金協力事業実施計画、巻末資料-1 Terms of Reference に基づいて行われている。

**(4) 用地取得費および補償工事費**

用地取得費および補償工事費は表-4.4.1-9 および表-4.4.1-10 に示すとおりである。詳細については Annex-9 施工計画/積算、4. 補償と維持管理を参照のこと。

**(5) 事業実施機関管理費**

事業実施機関管理費は表-4.4.1-11 に示すとおりである。

**(6) 総事業費**

総事業費を算出すると表-4.4.1-12 に示すとおりとなる。

**(7) 維持管理費**

事業完了後の維持管理費は表-4.4.1-14 に示すとおりである (Annex-9, 施工計画/積算参照)。

表-4.4.1-1 労務費単価 (1) (カニエテ川の例)

表-4.4.1-1 労務費単価 (2) (カニエテ川の例)

表-4.4.1-2 主要な材料単価 (カニエテ川の例)

表-4.4.1-3 主要な建設機械単価 (カニエテ川の例)

表-4.4.1-4 工事数量

工種名	単位	数量				TOTAL
		CAÑETE	CHINCHA	PISCO	MAJES - CAMANA	
<b>1.0 仮設工事</b>						
1.1 仮設現場事務所	M2	460	530	530	1,150	2,670
1.2 工事看板	一式	5	5	6	7	23
1.3 仮設路	KM	7	9	13	30	59
1.4 重機運搬	一式			1		1
<b>2.0 準備工事</b>						
2.1 墨・レベルだし	M	8,000	23,774	16,020	26,600	74,394
2.2 測量管理	M	8,000	13,201	16,020	26,600	63,821
2.3 重機運搬	一式	5	5	5	7	22
2.4 既存コンクリート工場物の取り壊し	M3	0	1,035	0	0	1,035
2.5 河床掘削	M3		139,745			139,745
2.6 残土処分	M3	0	107,913	0	0	107,913
<b>3.0 土工事</b>						
3.1 河床掘削	M3	143,074	174,085	641,708	104,821	1,063,688
3.2 築堤土の運搬	M3	156,717	14,088	203,197	695,325	1,069,327
3.3 築堤&転圧	M3	330,559	218,234	344,392	1,103,196	1,996,381
3.4 護岸工爪掘削	M3	89,651	135,808	200,055	303,050	728,564
3.5 堤防法面仕上げ	M3	38,228	47,848	77,898	136,936	300,910
3.6 残土処分	M2	58,884	147,710	555,648		762,242

3.7	河床掘削（構造物用）	M3		10,130			10,130
<b>4.0</b>	<b>護岸工</b>						
4.1	爆発物を使用し岩の切り出し	M3	110,289	146,821	231,922	400,293	889,325
4.2	巨石の集積	M3	110,289	146,821	231,922	400,293	889,325
4.3	巨石の運搬	M3	110,289	146,821	231,922	400,293	889,325
4.4	護岸工	M3	34,086	31,384	61,875	142,701	270,046
4.5	巨石の設置（爪部）	M3	76,203	116,087	170,047	257,592	619,929
4.6	GEOTEXTILE シーとの供給と設置	M2	79,153	109,283	167,830	275,443	631,709
<b>5.0</b>	<b>コンクリート工事</b>						
5.1	型枠工事	M2	0	6,318	0	0	6,318
5.2	コンクリート打設（FC=210 KG/CM2）	M3	0	9,418	0	0	9,418
<b>6.0</b>	<b>蛇籠(ガビオン)</b>						
6.1	砕石の集積（6～8 インチ）	M3	0	3,900	0	0	3,900
6.2	巨石の運搬	M3	0	3,900	0	0	3,900
6.3	ふとんかごの設置 ・アンカー(5.0x1.0x1.0)m	個	0	780	0	0	780
6.4	ふとんかごに砕石導入(5.0x1.0x1.0)m	M3	0	3,900	0	0	3,900
6.5	ふとんかごのふたを設置(5.0x1.0x1.0)m	個	0	780	0	0	780

表-4.4.1-5 工事単価の積算（カニエテ川 Ca-1 の例）

表-4.4.1-6 直接工事費（民間価格および社会価格）

表-4.4.1-7 コンサルタント詳細設計費

表-4.4.1-8 コンサルタント施工管理費

表-4.4.1-9 用地取得費

表-4.4.1-10 補償工事費(直接工事費)

表-4.4.1-11 事業実施機関管理費（全流域合計）

表-4.4.1-12 総事業費（民間価格）

表-4.4.1-13 総事業費（社会価格）

表-4.4.1-14 年間維持管理費

#### 4.4.2 コストの算出（社会価格）

社会価格における直接工事費は前出の表 4.4.1-6 に示すとおりである。コンサルタント費、用地取得費、補償工事費および実施機関管理費の民間価格を社会価格に変換し、総事業費を算出すると表-4.4.1-13 に示すとおりとなる。

社会価格は、民間価格（労務費、資材費、機械費等）に標準変換係数（SCF）を乗じて算出する。

標準変換係数（SCF）とは、その国の経済の全ての財に関して、国境において計算された社会経済価格と国内の民間価格の比率である。国内で調達された財やサービスに標準変換係数 SCF を適用して社会価格に変換する。本調査では「ペ」国で利用されているガイドライン（Guideline of the National Public Investment System (Directorial Resolution No. 003-2011-EF/68.01, Annex SNIP 10-V3.1)）に基づき算定する。SCF は経済財政省（MEF）により表-4.4.2-1 のように指定されている。

**表-4.4.2-1 社会価格への標準変換係数（MEF：経済財政省）**  
**社会価格変換用計数表（2011年3月・MEF参照）**

記述	係数
国家資産	0.85
輸入財	0.92
輸入財に対する間接的な税金 <sup>1</sup>	
関税率	0.12
一般販売税	0.18
外貨	1.08
燃料	0.66
間接費用（労務費・ファイナンスコスト）	0.85
コンサルタントサービス（詳細設計・施工管理）	
法人	0.85
個人（自然人）	0.91
有資格労働者	0.91
無資格労働者	0.68
首都圏リマ	0,86
海岸部・都市部	0,68
海岸部・農村部	0,57
山間部・都市部	0,60
山間部・農村部	0,41
ジャングル地域・都市部	0,63
ジャングル地域・農村部	0,49
人件費・間接費用 <sup>2</sup>	
非個人の第4カテゴリー課税率(10%)	0.91

1- 税金の平均値に対して適用される。

2- 給与受領書で給与される労働者のみが無資格労働者とみなされる。

一例として対策工事費について民間価格から社会価格に変換した過程を表 4.4.2-2 に示す。他の費目についての変換過程は Annex-10 社会経済調査/経済分析に示すとおりである。

**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**

## 4.5 社会評価

### 4.5.1 民間価格

#### (1) 便益

治水事業の便益は、事業を実施しない場合 (Without-the-project) と実施した場合 (With-the-project) の被害額をもとに、事業の実施により防止し得る洪水被害軽減である。洪水対策施設の耐用年数を 50 年として、洪水の生起確率 (2~50 年) ごとに氾濫による被害額を算出し、これらの被害額と生起確率より年平均被害軽減期待額を算出し、これを施設建設による便益とする。「ペ」国における洪水対策ガイドライン (GUIA METODOLOGICA PARA PROYECTOS DE PROTECCION Y/O CONTROL DE INUNDACIONES EN ÁREAS AGRICOLAS O URBANAS、4.1.2p-105) においても同様の方法が規定されている。

具体的な便益の算定方法は

- ① 事業を実施しない場合の氾濫解析を洪水の生起確率 (2~50 年) ごとに行い、氾濫地域における洪水被害額を算出する。
- ② 重点洪水対策施設を配置した状態で同様の氾濫解析を行い、氾濫区域における洪水被害額を算出する。
- ③ ①と②の差に、堤防以外の施設 (取水堰、道路護岸など) について算出した便益を加えて合計の便益を算定する。

被害は氾濫による直接被害および構造物被災危険箇所については、その構造物が破損することによる間接被害額 (農作不能、交通遮断による損失等) を便益とする。

#### 1) 被害額の算定方法

本件調査では、表-4.5.1-1 に示す項目を直接被害及び間接被害として設定し、被害額を算定している。

**表-4.5.1-1 洪水被害額の算定項目**

被害分類	被害項目	適 用
(1)直接被害	①農作物被害	<ul style="list-style-type: none"> <li>・洪水期における畑作物 農作物に関する洪水被害は、浸水深及び浸水日数に応じた被害率を乗じて農作物被害額を算定</li> <li>・農地及び水路等の農業用施設</li> <li>・農地土砂流出被害資産額に浸水深及び浸水日数に応じた被害率を乗じて農作物被害額を算定</li> </ul>
	②水利構造物への被害	<ul style="list-style-type: none"> <li>・取水堰及び水路等の水利構造物の破損による被害額</li> </ul>
	③道路被害	<ul style="list-style-type: none"> <li>・道路に関する洪水被害は、流通に関する被害を算出する。</li> </ul>
	④家屋被害	<ul style="list-style-type: none"> <li>・居住用及び事業所用の建物 資産額に水深に応じた被害率を乗じて算出。 家屋：居住用及び事業所用の建物 家庭用品：家具・家電製品・衣類・自動車等 住宅及び商店の家屋、資産、在庫に関する洪水被害は、洪水による浸水深によって被害係数を乗じることにより算出する。</li> </ul>
	⑤公共施設被害	<ul style="list-style-type: none"> <li>・道路、橋梁、下水道及び都市施設</li> <li>・学校、教会等の公共施設の被害を算出する。 一般資産被害額に施設等に応じた比率を乗じ、公共土木施設等の被害額を算定</li> </ul>
	⑥公共サービス被害	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電力・ガス・水道・鉄道・電話等の施設</li> </ul>
(2)間接被害	①農業へ被害	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水利構造物破損により農業用水供給ができなることによる被害を想定</li> </ul>



被害分類	被害項目	適用
		・水利構造物の新設、修理費用を直接被害として算出する。
	②交通遮断による被害	・洪水により破壊された道路の交通遮断による被害を想定 ・道路の補修、新設費用を直接被害として算出する。

a) 直接被害

直接被害は、資産額に氾濫水深による被害係数を乗じることにより算出する。

b) 間接被害

間接被害については、取水堰の破損による影響と道路の崩壊による影響を考慮した。被害額算出の考え方は以下のとおりである。

i) 堰の破損

堰の破損については、堰の新設、修復にかかる直接被害と農業用水が供給不能になることにより農作物の収穫が損なわれることを想定した農作物被害額の間接被害との総和を被害額として算定する。

①施設コストの算出

施設コスト=単位取水量当り施設建設費×規模（流量、施設延長）

単位当り施設建設費：取水堰、水路は、既往施設の取水量と施設整備費用（新設、補修）の資料を収集し、その相関性を検討して単位当り費用を設定

施設は 1/10 確率流量で全損するとして算定

②農作物被害

灌漑区域で耕作されている農作物毎に年間収益額を算出

年間収益額 = (作物収穫高 - コスト) × 年間収穫回数

作物収穫高 = 作付け面積(ha) × 単位収穫量(kg/ha) × 取引単価

コスト = 単位面積当りのコスト(S/ha) × 作付け面積(ha)

ii) 道路の被災

交通遮断による損失を算定する。

被害額 = 直接被害額 + 間接被害額

直接被害額：道路の建設コスト（新設、補修）

間接被害額：道路の崩壊により通行不能となった場合の機械損失費用（車の損料 + 人件費ロス）

通行不能期間を 5 日間として算出（ペルー国では一般的に 5 日間程度で仮設道路が整備される。）

2) 確率規模別想定被害額

確率規模別想定洪水被害額の計算を行った。想定被害額の計算例を表-4.5.1-2 に示す。なお、詳細については I-7 データブックを参照のこと。

**表-4.5.1-2 想定洪水被害額の計算（民間価格）（カニェテ川）**  
(千ソレス)

被害項目	T=50 years	
	事業を実施しない場合	事業を実施した場合
農作物被害	102,502	14,573
水利構造物への被害	16,221	2,538
道路被害	24,502	92
家屋被害	11,685	683
公共施設被害	3,103	0
公共サービス被害	161	0
<b>TOTAL</b>	<b>158,173</b>	<b>17,886</b>

各河川の確率規模別想定被害額をプロジェクトを実施しない場合と実施した場合について表-4.5.1-3に示す。

各河川における事業を実施しない場合の50年確率洪水時の想定被害額はカニエテ川 158.2 百万ソレス、チンチャ川 103.9 百万ソレス、ピスコ 81.5 百万ソレス、マヘス - カマナ川 208.9 百万ソレスとなっており、マヘス - カマナの想定被害が最も高い。

**表-4.5.1-3 想定洪水被害額（民間価格）**

（千ソレス）

Caso ケース	t	Precios Privados / 民間価格			
		Cañete	Chincha	Pisco	Majes-Camana
Sin Proyecto 事業を実施 しない場合	2	1,735	15,262	16,668	311
	5	6,420	39,210	23,343	48,616
	10	77,850	55,372	50,239	78,391
	25	104,090	77,797	59,936	111,072
	50	158,173	103,947	81,510	191,990
	Total	348,269	291,588	231,698	430,380
Con Proyecto 事業を実施 した場合	2	167	449	221	0
	5	878	3,005	302	8,349
	10	9,260	4,309	2,756	18,278
	25	12,897	14,282	6,595	31,256
	50	17,886	29,945	9,108	50,734
	Total	41,088	51,991	18,982	108,617

3) 年平均被害軽減期待額の算定方法

流量規模別に求めた被害軽減額に、流量規模に応じた洪水の生起確率を乗じた流量規模別年平均被害額を累計し、年平均被害軽減期待額を算定する。

洪水は確率的に発生するため、毎年の便益は年平均被害軽減期待額として算出する。その計算方法は以下のとおりである。

**表-4.5.1-4 年平均想定被害軽減期待額の算定方法**

生起確率	被害額			区間平均被害額	区間確率	年平均被害軽減額
	事業無し	事業有り	被害軽減額			
1/1			$D_0=0$			
1/2	$L_1$	$L_2$	$D_1=L_1-L_2$	$(D_0+D_1)/2$	$1-(1/2)=0.500$	$d_1=(D_0+D_1)/2 \times 0.67$
1/5	$L_3$	$L_4$	$D_2=L_3-L_4$	$(D_1+D_2)/2$	$(1/2)-(1/5)=0.300$	$d_2=(D_1+D_2)/2 \times 0.300$
1/10	$L_5$	$L_6$	$D_3=L_5-L_6$	$(D_2+D_3)/2$	$(1/5)-(1/10)=0.100$	$d_3=(D_2+D_3)/2 \times 0.100$
1/20	$L_7$	$L_8$	$D_4=L_7-L_8$	$(D_3+D_4)/2$	$(1/10)-(1/20)=0.050$	$d_4=(D_3+D_4)/2 \times 0.050$
1/30	$L_9$	$L_{10}$	$D_5=L_9-L_{10}$	$(D_4+D_5)/2$	$(1/20)-(1/30)=0.017$	$d_5=(D_4+D_5)/2 \times 0.017$
1/50	$L_{11}$	$L_{12}$	$D_6=L_{11}-L_{12}$	$(D_5+D_6)/2$	$(1/30)-(1/50)=0.013$	$d_6=(D_5+D_6)/2 \times 0.013$
1/100	$L_{13}$	$L_{14}$	$D_7=L_{13}-L_{14}$	$(D_6+D_7)/2$	$(1/50)-(1/100)=0.010$	$d_7=(D_6+D_7)/2 \times 0.010$
Expected Annual Average of Damage Reduction				$d_1+d_2+d_3+d_4+d_5+d_6+d_7$		

4) 年平均被害軽減期待額の算定

各河川流域における年平均被害軽減期待額の計算結果を表-4.5.1-5に示す。

表-4.5.1-5 年平均被害軽減期待額の算定(民間価格)

(10<sup>2</sup> Soles)

流域 Cuenca	流量規模 Período de Retorno	超過確率 Probabilidad	被害額 (Daños Totales - miles de S/)			区域平均被害額 Promedio de Daños	区域確率 Valor Incremental de la probabilidad	年平均被害額 Valor Promedio del Flujo de Daños	年平均被害額の累計 =年平均被害軽減期待額 Daño Medio Anual
			事業を実施しない場合 Sin Proyecto ①	事業を実施した場合 Con Proyecto ②	軽減額 Daños mitigados ③=①-②				
			①	②	③	④	⑤	⑥×⑤	⑦
CARETE	1	1.000	0	0	0		0	0	
	2	0.500	1,735	167	1,568	784	0.500	392	
	5	0.200	6,420	878	5,542	3,555	0.300	1,067	
	10	0.100	77,850	9,260	68,590	37,066	0.100	3,707	
	25	0.040	104,090	12,897	91,193	79,891	0.060	4,793	
	50	0.020	158,173	17,988	140,287	115,740	0.020	2,915	
CHINCHA	1	1.000	0	0	0			0	
	2	0.500	15,262	449	14,813	7,406	0.500	3,703	
	5	0.200	39,210	3,005	36,205	25,509	0.300	7,653	
	10	0.100	55,372	4,309	51,063	43,634	0.100	4,363	
	25	0.040	77,797	14,282	63,515	57,289	0.060	3,437	
	50	0.020	103,947	29,945	74,002	68,758	0.020	1,375	
PISCO	1	1.000	0	0	0			0	
	2	0.500	16,668	221	16,447	8,224	0.500	4,112	
	5	0.200	23,343	302	23,041	19,745	0.300	5,924	
	10	0.100	50,239	2,756	47,483	35,263	0.100	3,526	
	25	0.040	59,936	6,595	53,341	50,412	0.060	3,025	
	50	0.020	81,510	9,108	72,402	62,872	0.020	1,257	
UJES- CASHA	1	1.000	0	0	0			0	
	2	0.500	311	0	311	155	0.500	78	
	5	0.200	48,618	8,349	40,269	20,289	0.300	6,087	
	10	0.100	78,391	19,278	60,113	50,191	0.100	5,019	
	25	0.040	111,072	31,258	79,818	69,965	0.060	4,198	
	50	0.020	191,990	50,734	141,256	110,536	0.020	2,211	

(2) 社会評価

1) 目的及び評価指標

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。内部収益率 (IRR) は事業への投資の効率性を示す指標である。IRR は、事業によって発生する費用の現在価値を便益の現在価値と同額にすることによる割引率と定義され、純現在価値(NPV)を0に、また B/C を1にする割引率であり、投資が何%の収益をもたらすかを示す。経済評価において用いられる内部収益率は経済的内部収益率(IRR)と呼ばれる。民間価格は市場の歪みの影響を除去して経済価格 (いわゆる社会価格) に変換される。

内部収益率、B/C 及び純現在価値は、下表の数式によって計算される。IRR が社会的割引率、B/C が1、または NPV が0を超えた場合、その事業は国民経済の成長の観点から効率的であると判断される。

表-4.5.1-6 費用便益分析の評価指標と特徴

評価指標	定義	特徴
純現在価値 (NPV: Net Present Value)	$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{B_i}{(1+r)^i} - \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>事業実施による純便益の大きさを比較できる。</li> <li>社会的割引率によって値が変化する。</li> </ul>
費用便益費 (CBR: Cost Benefit Ratio)	$B/C = \sum_{i=1}^n \frac{B_i}{(1+r)^i} / \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>単位投資額あたりの便益の大きさにより事業の投資効率性を比較できる。</li> <li>社会的割引率によって値が変化する。</li> </ul>
経済的内部収益率 (IRR: Economic Internal Rate of Return)	$\sum_{i=1}^n \frac{B_i}{(1+r)^i} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>社会的割引率との比較によって事業の投資効率性を判断できる。</li> <li>社会的割引率の影響を受けない。</li> </ul>
ここで、Bi: 第 i 年目の便益、Ci: 第 i 年目の費用、r: 社会的割引率(10%) n: 評価年数		

## 2) 前提条件

経済評価を実施する上での各指標の前提条件は以下のとおりである。

### a) 評価期間

評価期間は 2013～2027 年（建設着手後 15 年）である。事業実施の想定スケジュールは以下のとおりである。

2012 年：詳細設計

2013～2014 年：建設

2013～2027 年：評価対象期間

プロジェクトの評価期間は本プロジェクトのプログラムペルフィルレポートに採用されたと同様に 15 年間とする。SNIP の規定 Annex-10 には評価期間は原則として 10 年とするが、プロジェクトの形成機関（本プロジェクトの場合 DGIH）が必要と認めれば変更出来るとしている。DGIH はプログラムペルフィルレポートにおいて 15 年間を採用し、OPI および DGPM の承認を得ている（2010 年 3 月 19 日）。JICA の開発調査においては一般に 50 年を採用しているので、DGIH および OPI に問い合わせたところ、当初採用の 15 年とする事を指示された。なお評価期間を 50 年とした場合の社会経済評価は Annex-14 有償資金協力事業実施計画に記載する。

### b) 標準変換係数（SCF）

標準変換係数とは、その国の経済の全ての財に関して、国境において計算された社会経済価格と国内の民間価格の比率である。国内で調達された財やサービスに SCF を適用して経済価格に変換する。SCF は経済財政省（MEF）により前出の表-4.4.2-1 のように指定されている。

### c) その他の前提条件

価格水準:2011 年

社会的割引率：10%（SNIP の規定による）

年間維持管理費：別途積算（表-4.4.1-14 参照）

## 3) 費用対効果分析

治水施設の整備及び維持管理に要する総費用と、治水施設整備によってもたらされる総便益（被害軽減額）を、社会的割引率を用いて現在価値化して比較する。このため、評価時点を現在価値化の基準とし、本事業の着手開始から 15 年間までを評価対象期間にして、治水施設の完成に要する費用と維持管理費を現在価値化したものの総和から総費用を、年平均被害軽減期待額を現在価値化したものの総和から総便益をそれぞれ算定する。

表-4.5.1-7 に民間価格における B/C、NPV、IRR の計算結果を示す。

**表-4.5.1-7 社会評価（B/C、NPV、IRR）（民間価格）**

カニエテ川の社会評価の計算例(民間価格)を表-4.5.1-8 に示す。

**表-4.5.1-8 社会評価の計算（民間価格）（カニエテ川）**

**表-4.5.1-9 社会評価の計算（社会価格）（カニエテ川）**

## 4.5.2 社会価格

### (1) 便益

#### 1) 確率規模別想定被害額

想定被害額の計算例を表-4.5.2-1 に示す。なお、詳細についてはI-7 データブックを参照のこと。

**表-4.5.2-1 想定洪水被害額の計算（社会価格）（カニェテ川）**  
(千ソレス)

被害項目	T=50 years	
	事業を実施しない場合	事業を実施した場合
農作物被害	180,161	19,037
水利構造物への被害	13,415	2,099
道路被害	19,357	73
家屋被害	9,897	579
公共施設被害	2,628	0
公共サービス被害	128	0
<b>TOTAL</b>	<b>225,586</b>	<b>21,787</b>

各河川における確率規模別想定被害額をプロジェクトを実施しない場合と実施した場合について表-4.5.2-2 に示す。

**表-4.5.2-2 想定洪水被害額（社会価格）**

(千ソレス)

Caso ケース	t	Precios Sociales / 社会価格			
		Cañete	Chincha	Pisco	Majes-Camana
Sin Proyecto 事業を実施しない場合	2	2,711	16,758	17,099	317
	5	11,180	44,275	22,817	48,503
	10	110,910	74,539	54,702	78,738
	25	153,056	101,437	64,250	113,789
	50	225,586	133,108	87,899	201,622
	Total	503,443	370,117	246,768	442,970
Con Proyecto 事業を実施した場合	2	293	456	310	0
	5	1,077	4,859	433	8,540
	10	10,834	6,955	3,243	17,867
	25	15,524	18,932	8,543	31,916
	50	21,787	34,979	11,643	54,564
	Total	49,515	66,181	24,172	112,888

#### 2) 年平均被害軽減期待額

各河川流域における年平均被害軽減期待額の計算結果を表-4.5.2-3 に示す。

表-4.5.2-3 年平均被害軽減期待額（社会価格）

(10<sup>3</sup> Soles)

流域 Cuenca	流量規模 Periodo de retorno	超過確率 Probabilidad	被害額 (Daños Totales - miles de S/.)			区間平均被害額 Promedio de Daños	区間確率 Valor incremental de la probabilidad	年平均被害額 Valor Promedio del Flujo de Daños	年平均被害額の累計 = 年平均被害軽減期 待額 Daño Medio Anual
			事業を実施しない 場合	事業を実施した 場合	軽減額				
			Sin Proyecto ①	Con Proyecto ②	Daños mitigados ③=①-②				
CAÑETE	1	1.000	0	0	0		0	0	
	2	0.500	2,711	293	2,418	1,209	0.500	605	605
	5	0.200	11,180	1,077	10,103	6,216	0.300	1,865	2,469
	10	0.100	110,910	10,834	100,076	55,090	0.100	5,509	7,978
	25	0.040	153,056	15,524	137,532	118,804	0.060	7,128	15,107
	50	0.020	225,586	21,787	203,799	170,665	0.020	3,413	18,520
CHINCHA	1	1.000	0	0	0			0	0
	2	0.500	16,758	456	16,302	8,151	0.500	4,076	4,076
	5	0.200	44,275	4,859	39,416	27,859	0.300	8,358	12,433
	10	0.100	74,539	6,955	67,584	53,500	0.100	5,350	17,783
	25	0.040	101,437	18,932	82,505	75,044	0.060	4,503	22,286
	50	0.020	133,108	34,979	98,129	90,317	0.020	1,806	24,092
PISCO	1	1.000	0	0	0			0	0
	2	0.500	17,099	310	16,789	8,394	0.500	4,197	4,197
	5	0.200	22,817	433	22,384	19,586	0.300	5,876	10,073
	10	0.100	54,702	3,243	51,459	36,922	0.100	3,692	13,765
	25	0.040	64,250	8,543	55,707	53,583	0.060	3,215	16,980
	50	0.020	87,899	11,643	76,256	65,982	0.020	1,320	18,300
MAJES- CAMANA	1	1.000	0	0	0			0	0
	2	0.500	317	0	317	159	0.500	80	80
	5	0.200	48,503	8,540	39,963	20,140	0.300	6,042	6,122
	10	0.100	78,738	17,867	60,871	50,417	0.100	5,042	11,163
	25	0.040	113,789	31,916	81,873	71,372	0.060	4,282	15,446
	50	0.020	201,622	54,564	147,058	114,465	0.020	2,289	17,735

(2) 社会評価

表-4.5.2-4 に社会価格における計算結果を示す。

表-4.5.2-4 社会評価 (B/C、NPV、IRR) (社会価格)

カニエテ川の社会評価の計算例(社会価格)を表-4.5.1-9 に示す。

4.5.3 社会評価のまとめ

(1) 被害軽減額

プロジェクトを実施することによる被害軽減額は表 - 4.5.3-1 に示すとおりである。

表 - 4.5.3-1 プロジェクト実施による被害軽減額

項目	プロジェクトを実施しない場合の経済的損失		プロジェクトを実施する場合の経済的損失		年平均被害軽減額 ①-②	評価機関便益 ②-④
	年平均被害額 ①	評価機関被害額 15年 ②	年平均被害額 ③	評価機関被害額 15年 ④		
流域全体	77,530	1,162,934	9,288	139,314	68,242	1,023,620
カニエテ	13,952	209,273	1,678	25,169	12,274	184,104
チンチャ	22,528	337,919	1,996	29,942	20,532	307,977
ピスコ	18,568	278,516	724	10,860	17,844	267,656
マヘス-カマナ	22,482	337,226	4,890	73,343	17,592	263,883

1) 4 流域全体でみると、年平均被害額において、プロジェクトを実施しない場合は 77,530 千ソレスであるが、プロジェクトを実施することにより、9,288 千ソレスに軽減する。その差である年平均被害軽減期待額は 68,242 千ソレスになり、プロジェクトを実施しない場合の約 88.0%の年平均被害軽減額が期待できる。その結果、評価期間 15 年間に於いて、1,023,620 千ソレスの便益が発生する。

2) 個別流域でみると、評価期間 15 年間に於ける便益は、チンチャ、ピスコ、マヘス-カマナ、カニエテの順に高い便益が発生する。最大便益と最少便益の差は 1.6 倍程度であり、プロジェクトを実施することにより各河川ともに同様なレベルの便益を生じる。

## (2) 具体的効果

本プロジェクトの実施により次のような具体的効果が期待できる。

- ① 4 河川全体で約 5,500ha の土地が洪水氾濫から守られる。
- ② 4 河川全体で年間約 1,215ha の農地の土壌浸食、流出が河川改修により保護される。
- ③ 13 ヲ所の取水堰が保全されることにより、安定した農作が可能となる。
- ④ 7 箇所の道路崩壊がまぬがれ、地域の流通や日常生活の安定に貢献する。
- ⑤ 4 河川全体で、年平均で 68,241 千ソレス、評価期間 15 年間に 1,023,620 千ソレス の便益が期待できる。

## (3) まとめ

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にまとめられる。

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。

## 4.6 感度分析

### (1) 目的

社会経済状況の変動による将来の不確実性に対応するため、感度分析を実施する。費用便益分析においては、評価対象事業に係る将来の費用と便益を予測する必要がある。しかし、公共事業

には、計画から共用までに要する事業期間や、共用後の耐用年数が長いという特性があり、将来の費用や便益に大きな影響を及ぼす不確実な要因が多数存在するため、これらを確定的に予測することはできない。そのため、事前に設定した前提条件や仮定が現実と乖離し、費用便益分析の結果が実際の事業の効率性と乖離することも少なくない。したがって、不確実性を伴う費用便益分析の結果は、本来、一つのシナリオから算出される絶対的、一義的なものではなく、幅を持ったものとして算出し、示すことが望ましい。これに対応する手法として、感度分析が挙げられる。

感度分析を実施し、費用便益分析の結果に幅を持って示すことにより、事業の適切な執行管理や国民へのアカウンタビティを果たすとともに、事業評価の精度や信頼性の向上を図る。

## (2)感度分析の実施

### 1) 感度分析の概要

感度分析には、表-4.6-1 に示すような3つの手法がある。

**表-4.6-1 感度分析手法**

感度分析の手法	各手法の概要	アウトプット
要因別感度分析	分析で設定した前提条件や仮定のうち、一つだけを変動させた場合の分析結果への影響を把握する。	一つの前条件・仮定が変動したときの分析結果がとりうる値の範囲
上位ケース・下位ケース	分析で設定した前提条件や仮定のうち、主要なもの全てを変動させた場合に、分析結果が良好になる場合や悪化する場合は設定し、分析結果の幅を把握する手法	主要な全ての前提条件・仮定が変動したときの分析結果がとりうる値の範囲
モンテカルロ感度分析	分析で設定した前提条件や仮定の主要なもの全ての変数に確率分布を与え、モンテカルロシミュレーションによって、分析結果の確率分布を把握する方法	主要な全ての前提条件・仮定が変動したときの分析結果の確率分布

### 2) 感度分析の検討内容

本事業においては、一般的に公共事業投資において採用されている要因別感度分析を採用し、実施する。感度分析を行う検討ケース及び経済指標は以下のとおりとする。



表-4.6-2 感度分析の検討ケース及び経済指標

指標	要因変動幅	評価する経済指標
建設費	建設費が 5% 及び 10% 上昇した場合	IRR、NPV、B/C
便益	便益が 5% 及び 10% 下落した場合	IRR、NPV、B/C
社会的割引率	社会的割引率が 5% 上昇した場合及び 5% 下落した場合	NPV、B/C

3) 感度分析結果

表-4.6-3 に民間価格および社会価格における各検討ケースについて感度分析結果を示す。

表-4.6-3 IRR、B/C、NPV の感度分析結果

Basin	Item	Basic Case	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6		
			Cost increase 5%	Cost increase 10%	Benefit decrease 5%	Benefit decrease 10%	Disc. rate increase 5%	Disc. rate decrease 5%		
PRIVATE PRICE	ALL BASINS	IRR (%)	23%	22%	21%	22%	20%	23%	23%	
		B/C	1.89	1.80	1.72	1.79	1.70	1.46	2.52	
		NPV(\$)	188,411,916	178,326,517	168,241,120	168,381,242	148,350,570	90,983,920	350,795,189	
	EACH BASIN SEPARATELY	CANETE	IRR (%)	33%	32%	30%	32%	30%	33%	33%
			B/C	2.63	2.51	2.41	2.50	2.37	2.04	3.51
			NPV(\$)	44,681,147	43,388,857	42,096,567	41,078,521	37,475,894	26,429,301	74,757,445
		CHINCHA	IRR (%)	35%	33%	32%	33%	32%	35%	35%
			B/C	2.74	2.64	2.53	2.62	2.49	2.14	3.68
			NPV(\$)	76,905,695	74,851,989	72,798,284	70,879,052	64,852,409	46,239,359	127,369,505
		PISCO	IRR (%)	21%	20%	19%	20%	19%	21%	21%
			B/C	1.74	1.66	1.58	1.65	1.56	1.34	2.33
			NPV(\$)	44,377,934	41,471,590	38,565,243	39,140,315	33,902,693	19,082,579	86,701,555
MAJES - CAMANA		IRR (%)	15%	14%	13%	14%	13%	15%	15%	
		B/C	1.28	1.22	1.17	1.21	1.15	0.99	1.70	
		NPV(\$)	22,447,137	18,614,081	14,781,025	17,283,356	12,119,574	-767,319	61,966,685	
SOCIAL PRICE	ALL BASINS	IRR (%)	32%	30%	29%	30%	28%	32%	32%	
		B/C	2.60	2.48	2.37	2.47	2.34	2.01	3.47	
		NPV(\$)	283,956,869	275,512,283	267,067,696	260,868,082	237,779,294	166,899,787	476,920,446	
	EACH BASIN SEPARATELY	CANETE	IRR (%)	55%	53%	51%	53%	51%	55%	55%
			B/C	4.73	4.51	4.32	4.49	4.25	3.66	6.30
			NPV(\$)	85,780,474	84,694,340	83,608,206	80,340,479	74,900,484	56,890,166	132,831,360
		CHINCHA	IRR (%)	47%	45%	43%	45%	43%	47%	47%
			B/C	3.89	3.71	3.55	3.69	3.50	3.01	5.17
			NPV(\$)	105,033,115	103,321,945	101,610,775	97,961,404	90,889,692	67,971,426	165,573,203
		PISCO	IRR (%)	27%	25%	24%	25%	24%	27%	27%
			B/C	2.13	2.04	1.95	2.03	1.92	1.65	2.86
			NPV(\$)	57,079,434	54,657,431	52,235,427	51,707,937	46,336,440	30,344,695	101,432,164
MAJES - CAMANA		IRR (%)	19%	18%	17%	18%	16%	19%	19%	
		B/C	1.53	1.46	1.40	1.45	1.38	1.19	2.04	
		NPV(\$)	36,063,846	32,838,567	29,613,288	30,858,261	25,652,676	11,693,501	77,083,721	

(3) 感度分析評価

本プロジェクトにおける社会経済状況の変化にともなうプロジェクトへの影響は以下のとおりである。

1) 4 流域全体

費用やコストが 5~10% 変化しても、内部収益率、B/C とともに大きな変動は見られない。NPV にしても変動幅が小さいことから、4 流域全体事業では、経済社会状況が多少変動しても効率性の高い事業であるといえる。

2) 個別河川流域

カニエテ川、チンチャ川およびピスコ川については、基本ケースから効率性の高い事業であり、費用や便益が多少変化しても、IRR、B/C、NPV の数値の変動は小さく、効率性の高い事業である。マヘス-カマナ川については民間価格の場合で割引率が 5% 増加し、15% となった場合に経済効果が基準値より低くなるが社会価格の場合はいずれのケースも経済効果が高い。

4.7 リスク分析

本プロジェクトを構成する 23 の主要洪水対策施設についてリスク分析を行う。

### (1) リスクの定義

4.5.2 社会評価（社会価格）で算出した各流域において NPV を 0 とするコストの増加%および便益の減少%を逆算し、施設建設のリスクの大きさを次のように定義する。

- i) リスク大：コストの増加 0～15%未満または便益の減少 0～15%未満により NPV が 0 となる施設
- ii) リスク中：コストの増加 15%以上～30%未満または便益の減少 15%以上～30%未満により NPV が 0 となる施設
- iii) リスク小：コストの増加 30%以上または便益の減少 30%以上により NPV が 0 となる施設

### (2) 各流域のリスクの大きさ

各施設について NPV が 0 となるコストの増加%および便益の減少%を計算すると表-4.7-1 に示す通りとなる。この表においては全ての流域についてリスクが小となっているが、リスクが比較的大きい流域に対しては建設中のコストの軽減および完成後の維持管理費の軽減や洪水被害軽減額などのモニタリングが必要となる。

表-4.7-1 NPV が 0 となるコストの増加%および便益の減少%

## 4.8 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。分担率については関係機関の協議により決定されるが、本調査では一般的な分担率として中央政府（DGIH）が80%、地方政府15%、水利組合5%と仮定する。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。

### (1) 事業の収益性

各流域および全流域の事業の収益性は4.5 社会評価の結果より各流域とも十分高く、事業の継続性は問題ない。

### (2) 水利組合について

水利組合は1987年10月14日に発布された法律（Resolución Ministerial N° 0837-87-AG）に基づいて設立された住民による非営利組織である。ペルー水利組合は114の組合で構成されており、組合を構成する灌漑委員会は1582に分かれている。また全国委員会（Junta Nacional、全水利組合による選挙によって選ばれた7名の委員によって構成される）登録されており農業部門での全ペルーの農業者の代表者として活動している。ペルー水利組合は公共および民間の農業部門とペルー社会のさまざまな分野で認知されている。

各水利組合は複数の灌漑セクターからなっているが、灌漑セクターは灌漑地域の特性（小規模な堰や取水口などの水量のコントロールポイントや二次、または三次の灌漑水路を共有）により分類される灌漑地区を指す。

各流域の水利組合における意思決定システムは月に2回、取締役委員会（Cesión de Consejo Directivo）が開かれ、そこで灌漑委員会ごとに優先されるべき要点やニーズを提案し、協議の末その月の行動のプライオリティーが決定される。この取締役委員会はプレジデント、バイス・プレジデント、秘書官、経理係、サブ経理係、理事（2名）の7名によって構成されている。

水利組合の主要な業務はつぎのとおりである。

- ・ 構成員相互の意思疎通を促進し、組合としての意志の統合をはかる。
- ・ 水資源の効率的かつ公平な分配
- ・ 管轄の水利施設の管理およびO&M
- ・ 水資源に対する感作と能力育成
- ・ 組合員の農業事業発展と収入の増加による生活の質の向上の推進

### (3) 維持管理能力

各流域の水利組合における最近の予算は表-4.8-1に示すとおりである。

**表-4.8-1 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

水利組合の歳入は①灌漑水量(m<sup>3</sup>あたり)の使用料および②民間業者などへの保有重機類の賃貸料などからなっており、政府等からの補助金はない。また歳出は①取水施設の運営費用(取水堰などのオペレーター費用など)、②灌漑施設(取水堰や水路の維持管理費)、③灌漑施設の向上に資する調査費、④水利組合事務所の運営費用などである。

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4.8-2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%になっている。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げ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それぞれの組合が重機(ブルドーザー、エキスカベーター、トラクター、ダンプトラックなど)を保有し堤防、護岸、灌漑水路の維持・補修を行っている。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維持管理は十分可能と思われる。

**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**

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

#### (4) 水利組合との協議

今後中央政府(MINAG)と水利組合の間で次のような項目につき協議を行い、合意書を作成す

る必要がある。

- ・事業費の分担比率
- ・洪水対策施設の引き渡し
- ・施設の維持管理
- ・河川沿い植林の引き渡しおよび維持管理

## 4.9 環境インパクト

### 4.9.1 環境影響評価の手続き

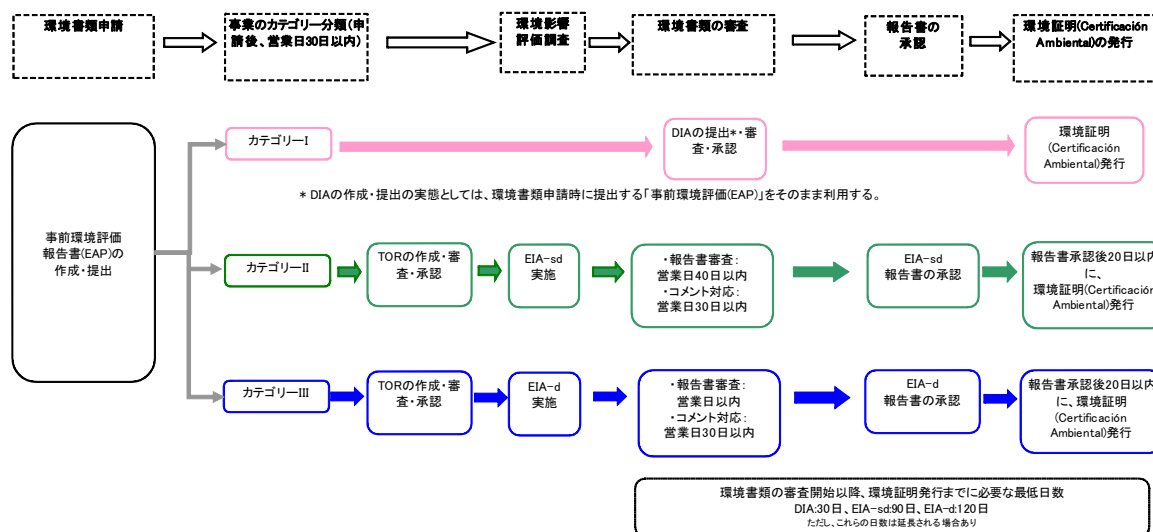
ペルー国では、投資前調査の段階で事業管轄省庁の担当部局が、事業の実施により発現が予測される環境社会影響の度合いに応じて、事業を準備調査のレベルにおいて3つのカテゴリーに分類する。環境への影響が軽度であるカテゴリーIについては「環境影響宣言報告書 (Declaración de Impacto Ambiental: DIA)」、カテゴリーIIの事業は「準詳細環境影響評価 (Estudio de Impacto Ambiental Semi detallado: EIA-sd)」、カテゴリーIIIの事業に関しては、「詳細環境影響評価 (Estudio de Impacto Ambiental Detallado: 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。

**表-4.9.1-1 環境影響に基づくカテゴリー分類**

	事業による環境影響の度合い	環境証明取得に必要な報告書
カテゴリーI	環境に軽度の負の影響を与える事業	DIA
カテゴリーII	環境に中程度の負の影響を与えるが、容易な方策によりその影響を予防・緩和することができる事業	EIA-sd
カテゴリーIII	環境に量的・質的に重度な負の影響を与え、その影響を評価するのに詳細な調査を必要として、影響を予防・緩和するために環境管理戦略を提案する必要がある事業	EIA-d

出典：SEIA法（2001年）を基にJICA調査団作成

環境書類の申請、カテゴリー分類、環境影響調査のTOR作成・承認、調査の実施、報告書の審査・承認、「環境承認」発行の一連のプロセスを、次の図で示す。



出典：SEIA 法ガイドライン（2009年）及び DGAA への聞き取りを基に JICA 調査団作成

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

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 카테고리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 카테고리分類を行う。カテゴリ-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-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。農業省セクターの事業については、環境局（Dirección General de Asuntos Ambientales: DGAA）への聞き取りによると、事業実施主体が両調査の TOR を提案し、DGAA から承認を受ける（承認は営業日 20 日以内に出される）。EIA-sd については、報告書審査開始から「環境承認」取得までに営業日 90 日、EIA-d については営業日 120 日が必要とされているが、SEIA 法ガイドラインによるとこれらの日数は、事業の規模や管轄省庁の諸事情により延長される可能性がある。

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～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。先行する 5 流域のうちヤウカ川については DGIH が事業対象より除外したので DGAA には提出されていない。

ヤウカ川を除く 4 流域の EAP について DGAA が審査を行い、2011 年 9 月 9 日に DGIH へコメントが出された。調査団はこのコメントに対して EAP の修正を行い、同年 9 月 21 日 DGAA に提出した。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-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エテ川、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。

本節では本事業の実施により発現が予測される正負の環境影響の確認及び評価を行い、それらの影響の予防・緩和策についての計画を事前環境評価の結果と、JICA 調査団員の現地踏査及び聞き取り調査の結果に基づき作成した。

本事業の中で計画されている工事内容は、既存堤防の修復、築堤、河道掘削、護岸工、分流堰・取水堰の修復・改良、河道拡幅などである。表-4.9.1-2 は、4 流域において計画されている洪水対策工事をまとめたものである。

表-4.9.1-2 工事実施予定地

河川名	候補地点	クリティカル・ポイントの特徴	主な保全対象	主要な対策工	施設規模	
Rio Canele	Ca-1	4.2-5.2 km	狭窄部	農地(リンゴ、ブドウ、綿花など)	築堤護岸 延長 護岸保護工 巨石による護岸工	1,100 m 5,430 m <sup>3</sup> 9,230 m <sup>3</sup>
	Ca-2	6.7~8.3 km	氾濫点		築堤護岸 延長 築堤 巨石による護岸工	3,200 m 113,700 m <sup>3</sup> 28,200 m <sup>3</sup>
	Ca-3	10.1-11.2 km	狭窄部		河道掘削、築堤護岸 河道掘削 築堤 巨石による護岸工	L=700 m, V=80,270m <sup>3</sup> 1,630 m <sup>3</sup> 16,730 m <sup>3</sup>
	Ca-4	24.6-25.0 km	既設取水堰 (w:150m, i: 1:2, crest w:2.0m)	既設取水堰、農地	河道掘削、築堤護岸 河道掘削 築堤 巨石による護岸工	L=370 m, V=34,400 m <sup>3</sup> L=710m, V=20,150 m <sup>3</sup> 7,300 m <sup>3</sup>
	Ca-5	25.1-26.6 km	狭窄部	農地(リンゴ、ブドウ、綿花など)	築堤護岸 延長 築堤 巨石による護岸工	1,520 m 95,125 m <sup>3</sup> 14,000 m <sup>3</sup>
Rio Chinchá	Chico-1	2.9-5.0 km	氾濫点	農地(ブドウ、綿花など)、既設取水堰	築堤護岸 延長 築堤 巨石による護岸工	3,150 m 60,160 m <sup>3</sup> 23,700 m <sup>3</sup>
	Chico-2	14.7-15.3 km	既設取水堰 (w:100m, H:3.0m, crest w:2.0m)		河道掘削、築堤護岸 河道掘削 築堤 巨石による護岸工	L=540 m, V=20,000 m <sup>3</sup> L=850 m, V=5,500 m <sup>3</sup> 23,700 m <sup>3</sup>
	Chico-3	24.0-24.4 km	既設取水堰 (w:70m, H: 3.0m, crest w:2.0m)		取水堰・築堤護岸 取水堰の建設 築堤 巨石による護岸工	床固工 1基 V=5,200 m <sup>3</sup> , 分流堰 1基 V=4,300 m <sup>3</sup> L=730 m, V=20,350 m <sup>3</sup> 7,400 m <sup>3</sup>
	Ma-1	2.5-5.0 km	氾濫点		築堤護岸 延長 築堤 巨石による護岸工	4,630 m 49,900 m <sup>3</sup> 37,000 m <sup>3</sup>
	Ma-2	8.0-10.5km	狭窄部		河道掘削、築堤護岸 河道掘削 築堤 巨石による護岸工	L=2,500 m, V=123,500 m <sup>3</sup> L=4,080 m, V=37,700 m <sup>3</sup> 32,200 m <sup>3</sup>
Rio Pisco	Pi-1	3.0-5.0 km	氾濫点	農地	築堤護岸 延長 築堤 巨石による護岸工	4,120 m 92,900 m <sup>3</sup> 32,200 m <sup>3</sup>
	Pi-2	6.5-7.9 km	狭窄部		河道掘削、築堤護岸 河道掘削 築堤 巨石による護岸工	L=1,200 m, V=74,900 m <sup>3</sup> L=2,950 m, V=42,520 m <sup>3</sup> 25,000 m <sup>3</sup>
	Pi-3	12.4-13.9 km	氾濫点		築堤護岸 延長 築堤 巨石による護岸工	1,500 m 33,900 m <sup>3</sup> 12,600 m <sup>3</sup>
	Pi-4	19.5-20.5 km	氾濫点	農地	築堤護岸 延長 築堤 巨石による護岸工	1,010 m 17,400 m <sup>3</sup> 8,060 m <sup>3</sup>
	Pi-5	25.8-26.4 km	狭窄部		河道掘削、築堤護岸 河道掘削 築堤 巨石による護岸工	L=600 m, V=67,600 m <sup>3</sup> L=1,250 m, V=29,900 m <sup>3</sup> 10,600 m <sup>3</sup>
	Pi-6	34.5-36.4 km	既設取水堰 (遊砂池 1,800 x 700m)		河道掘削、築堤護岸 河道掘削 築堤(外側) 巨石による護岸工 築堤(内側) 巨石による護岸工	L=1,900 m, V=496,000 m <sup>3</sup> L=2,050 m, V=103,600 m <sup>3</sup> 19,900 m <sup>3</sup> L=3,750 m, V=114,000 m <sup>3</sup> 63,100 m <sup>3</sup>
Rio Camana	MC-1	0.0-4.5km	氾濫点	農地	築堤護岸 延長 築堤 巨石による護岸工	4,500 m 155,700 m <sup>3</sup> 44,300 m <sup>3</sup>
	MC-2	7.5-9.5 km	氾濫点	農地	築堤護岸 延長 築堤 巨石による護岸工	2,000 m 43,100 m <sup>3</sup> 18,300 m <sup>3</sup>
	MC-3	11.0-17.0 km	氾濫点	農地	築堤護岸 延長 築堤 巨石による護岸工	6,000 m 169,000 m <sup>3</sup> 59,000 m <sup>3</sup>
Rio Majes	MC-4	48.0-50.5 km	氾濫点	農地	築堤護岸 延長 築堤 巨石による護岸工	2,500 m 75,200 m <sup>3</sup> 17,700 m <sup>3</sup>
	MC-5	52.0-56.0 km	氾濫点	農地	築堤護岸 延長 築堤 巨石による護岸工	4,300 m 179,000 m <sup>3</sup> 39,400 m <sup>3</sup>
	MC-6	59.6-62.8 km	氾濫点・河岸浸食	農地	築堤護岸 延長 築堤 巨石による護岸工	6,200 m 235,000 m <sup>3</sup> 51,400 m <sup>3</sup>
	MC-7	65.0-66.7 km	氾濫点	農地	築堤護岸 延長 築堤 巨石による護岸工	2,900 m 32,300 m <sup>3</sup> 27,500 m <sup>3</sup>

出典：JICA 調査団作成



## 4.9.2 環境影響評価の方法

自然環境及び社会環境への影響の確認・評価の手順、手法を説明する。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、環境影響値をだした。表-4.9.2-1 は、影響の評価（数値化）に用いた基準である。

表-4.9.2-1 Leopold マトリックスー評価基準

評価変数		点数	
環境影響の性質	正(+)	+	
	負(-)	-	
環境影響の発現可能性	高(50%)	1	
	中(50%>10%)	0.5	
	低<10%	0.2	
環境影響の程度	強度	大	10
		中	5
		小	2
	範囲	間接的に影響を受ける範囲	10
		直接的に影響を受ける範囲	5
		事業実施地	2
	発現期間	10年以上	10
		5~10年	5
		1~5年	2
		なし	10
可逆性	部分的にあり	5	
	あり	2	

出典：事前環境評価(EAP)に基づき JICA 調査団作成

表-4.9.2-2 影響の大きさの程度の基準

環境影響値	顕著の度合い
15以下	あまり顕著でない
15.1-28	顕著である
28以上	極めて顕著である

出典：事前環境評価(EAP)に基づき JICA 調査団作成

## 4.9.3 環境的影響・社会的影響の認識・描写・評価

### (1) 環境影響・社会影響の認識

事前環境評価報告書の分析をふまえ、以下に影響の認識マトリックス（建設期間/供用後）の結果を対象流域ごとに示す。

カニエテ川流域において、建設期間には 64 点の影響が予測される。そのうち 62 点（97%）の影響は、負の性質を持ち、2 点（3%）の影響は正の性質を持つと予測される。62 点の負の影響の中で、顕著であるものが 15 点、極めて顕著であるものが 2 点ある。

維持管理期間には 32 点の影響が予測される。そのうち 6 点（19%）が負の影響、26 点（81%）が正の影響である。6 点の負の影響の中で、顕著であるものが 2 点、極めて顕著であるものが 4

点ある。カニエテ川流域以降も同じ表に基づき影響の数を算出しているため、マトリックスの掲載は省略する。

表-4.9.3-1 影響の認識マトリックス（建設期間/供用後）－カニエテ川流域

建設期間		事業対象地		地五住民の雇用	工事サイトの準備(雑草切り払い、区画決定、地ならし)	河川の転流・囲い堰	河岸の掘削と盛り土	河床の掘削と盛り土	土木工事(コンクリート作業)	探掘場および資材設置場所の維持管理	大量の掘削土・浚渫土の維持管理	工事キャンパの維持管理	労働者の運搬	工事機材及び資材の運搬	負の影響合計	正の影響合計
		環境指標	1-5													
自然環境	大気	粉塵 (PM-10)		N	N	N	N		N	N		N	N		8	0
		排気ガス		N	N	N	N	N	N	N		N	N		9	0
	騒音	騒音		N	N	N	N	N	N	N		N	N		10	0
		肥沃さ		N						N	N				3	0
	水	土地利用性		N						N	N				3	0
		表流水質			N	N	N		N			N			5	0
地形・河川地形	地表水量							N						1	0	
	河川地形			N	N	N		N						4	0	
生物環境	植物	地形		N							N			2	0	
		陸上植物		N						N	N			2	0	
	動物	水生植物			N	N	N		N					4	0	
		陸上動物		N						N				2	0	
社会経済環境	社会	水生生物			N	N	N		N					4	0	
		景観							N	N				2	0	
	経済	生活の質	P									N	N	N	3	1
		脆弱性・安全性													0	0
合計		経済活動人口	P											0	1	
%		土地の利用												0	0	
合計			2	8	7	7	7	3	10	9	3	4	4	62	2	
%														97%	3%	

供用後		河床掘削 1	護岸工 2	河床掘削 3	分流堰 4	護岸工 5	負の影響	正の影響	
									河床掘削
自然環境	大気	粉塵 (PM-10)					0	0	
		排気ガス						0	0
	騒音	騒音						0	0
		安定性					P	0	1
	水	土地利用性						0	0
		地表水質				P	P	0	2
地形・河川地形	地表水量	P	P	P	P		0	3	
	河川地形	N	N	N			3	0	
生物環境	植物	地形					0	0	
		陸上植物						0	0
	動物	水生植物						0	0
		陸上動物						0	0
社会経済環境	社会	水生生物	N	N	N		3	2	
		景観	P	P	P		P	0	4
	経済	生活の質	P	P	P	P	P	0	5
		脆弱性・安全性	P	P	P	P	P	0	5
合計		経済活動人口					0	0	
%		土地の利用	P	P	P	P	0	4	
合計			7	7	7	5	6	26	
%							19%	81%	

注： N：負の影響、P：正の影響

出典：『リマ地域カニエテ郡カニエテ川流域事前環境評価報告書』を基に JICA 調査団作成

チンチャ流域において、建設期間には 64 点の影響が予測される。そのうち 62 点 (97%) の影響は、負の性質を持ち、2 点 (3%) の影響は正の性質を持つと予測される。62 点の負の影響の中で、顕著であるものが 15 点、極めて顕著であるものが 2 点ある。

維持管理期間には 33 点の影響が予測される。そのうち 7 点 (21%) が負の影響、26 点 (79%) が正の影響である。7 点の負の影響の中で、顕著であるものが 5 点、極めて顕著であるもの 2 点ある。

ピスコ川流域において、建設期間には 69 点の影響が予測される。そのうち 67 点 (97%) の影響は、負の性質を持ち、2 点 (3%) の影響は正の性質を持つと予測される。67 点の負の影響の中で、顕著であるものが 12 点、極めて顕著であるものが 2 点ある。

維持管理期間には 34 点の影響が予測される。そのうち 8 点 (24%) が負の影響、26 点 (76%) が正の影響である。8 点の負の影響の中で、顕著であるものが 6 点、極めて顕著であるものが 2 点ある。

マヘス-カマナ川流域において、建設期間には 47 点の影響が予測される。そのうち 45 点 (96%) の影響は、負の性質を持ち、2 点 (4%) の影響は正の性質を持つと予測される。45 点の負の影響の中で、顕著であるものが 12 点、極めて顕著であるものが 3 点ある。

維持管理期間には 56 点の影響が予測される。そのうち 21 点 (37.5%) が負の影響、35 点 (62.5%) が正の影響である。上記の 21 点の負の影響のレベルは全て「顕著」である。極めて顕著な負の影響は予測されない。

4 流域において、建設期間に極めて顕著な負の影響を与える作業は、「工事実施サイトの整備と撤収」及び「河道の掘削と盛り土作業」である。「工事実施サイトの整備と撤収」が地形に対し、「河道の掘削と盛り土作業」が河川地形に対して顕著な負の影響を与える。

他方、地元住民の雇用により経済活動人口の増加が見込まれ、生活の質が向上するという正の影響も予測される。

維持管理期間においては、「河道の掘削及び盛り土の作業」により、河川地形が変化し、水生生物の生息環境に影響を与えるという顕著な負の影響が予測されている。

正の影響として、生活の質の向上、土地利用性の向上、安全性の確保と脆弱性の低下が挙げられる。

## (2) 環境影響・社会影響の評価

以下の表は、建設期間に発現が予測される環境影響を工事作業毎に、供与後に発現が予測される環境影響を事業対象地毎に点数化したものを、各流域でまとめたものである。

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

環境指標	事業対象地	カニエテ川流域										チンチャ川流域														
		工事計画										工事計画														
		地元住民の雇用	工事サイトの準備 (雑草切り払い、区画設定、地ならし)	河川の転流・囲い	河岸の掘削と盛り土	河床の掘削と盛り土	土木工事(コンクリート作業)	探照場および資材設置場所の維持管理	大量の掘削土・浚渫土の維持管理	工事キャンパブの維持管理	労働者の運搬	工事機材及び資材の運搬	地元住民の雇用	工事サイトの準備 (雑草切り払い、区画設定、地ならし)	河川の転流・囲い	河岸の掘削と盛り土	河床の掘削と盛り土	土木工事(コンクリート作業)	探照場および資材設置場所の維持管理	大量の掘削土・浚渫土の維持管理	工事キャンパブの維持管理	労働者の運搬	工事機材及び資材の運搬			
		Ca1-5	Ca1-5	Ca1-5	Ca4,5	Ca1,2,3	Ca4,5	Ca1-5	Ca1-5	Ca1-5	Ca1-5	Chico1,2,3, Ma1,2	Chico1,2,3, Ma1,2	Chico1,2,3, Ma1,2	Chico2,3	Chico1, Ma1,2	Chico1,2,3, Ma1	Chico1,2,3, Ma1,2	Chico1,2,3, Ma1,2	Chico1,2,3, Ma1,2	Chico1,2,3, Ma1,2	Chico1,2,3, Ma1,2	Chico1,2,3, Ma1,2	Chico1,2,3, Ma1,2		
自然環境	大気	0.0	-12.0	-12.0	-12.0	-12.0	0.0	-18.0	-18.0	0.0	-12.0	-12.0	0.0	-12.0	-12.0	-12.0	-12.0	-12.0	-12.0	0.0	-18.0	-18.0	0.0	-12.0	-12.0	
	騒音	0.0	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	0.0	-11.5	-11.5	0.0	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	0.0	-11.5	-11.5	0.0	-11.5	-11.5
	土壌	0.0	-11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-14.2	-14.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	水	0.0	0.0	-17.5	-12.0	-23.0	0.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-17.5	-12.0	-23.0	0.0	-15.0	0.0	0.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	地形・河川地形	0.0	0.0	-12.0	-20.0	-31.0	0.0	-23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-12.0	-20.0	-31.0	0.0	-23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
生物環境	植物	0.0	-28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-22.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-22.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	動物	0.0	-24.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-22.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-24.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-22.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
社会経済環境	社会	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-12.0	-12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-12.0	-12.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	経済	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-17.5	-17.5	17.0	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-17.5	-17.5	-17.5	0.0	0.0	0.0
	土地の利用	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

出典：事前環境評価(EAP)の結果に基づき JICA 調査団作成

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

環境指標	事業対象地	ピスコ川流域										マヘス-カマナ川流域														
		工事計画										工事計画														
		地元住民の雇用	工事サイトの準備 (雑草切り払い、区画設定、地ならし)	河川の転流・囲い	河岸の掘削と盛り土	河床の掘削と盛り土	土木工事(コンクリート作業)	探照場および資材設置場所の維持管理	大量の掘削土・浚渫土の維持管理	工事キャンパブの維持管理	労働者の運搬	工事機材及び資材の運搬	地元住民の雇用	工事サイトの準備 (雑草切り払い、区画設定、地ならし)	河川の転流・囲い	河岸の掘削と盛り土	河床の掘削と盛り土	土木工事(コンクリート作業)	探照場および資材設置場所の維持管理	大量の掘削土・浚渫土の維持管理	工事キャンパブの維持管理	労働者の運搬	工事機材及び資材の運搬			
		P1-6	P1-6	P1,3,4	P5	P1-4	P1,3,4,6	P1-6	P1-5	P1-6	P1-6	MC1-MC8	MC1	MC2-MC8	MC1	MC2-MC8	MC1-MC8	MC1-MC8	MC1-MC8	MC1-MC8	MC1-MC8	MC1-MC8	MC1-MC8	MC1-MC8	MC1-MC8	
自然環境	大気	0.0	-15.0	-11.5	-8.5	-12.0	0.0	-11.5	-18.0	0.0	-11.5	-11.5	0.0	-15.0	-12.0	-15.0	-12.0	0.0	-18.0	-18.0	0.0	-12.0	-12.0	0.0	-12.0	
	騒音	0.0	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	0.0	-11.5	-11.5	0.0	-14.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	-11.5	0.0	-11.5	-11.5	0.0	-11.5
	土壌	0.0	-12.0	-12.0	-12.0	-15.0	-15.0	-12.0	-15.0	0.0	-14.2	-14.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-14.2	-14.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	水	0.0	0.0	-17.5	-18.0	-23.0	0.0	-15.0	0.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-12.0	-12.0	0.0	-15.0	0.0	0.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	地形・河川地形	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-9.0	0.0	0.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
生物環境	植物	0.0	-24.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-22.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-33.0	-28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-22.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	動物	0.0	-24.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-22.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-24.2	-24.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-22.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
社会経済環境	社会	0.0	-11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-12.0	-12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-12.0	-12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	経済	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-18.0	-18.0	-17.5	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-17.5	-17.5	-17.5	0.0	0.0	0.0	
	土地の利用	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

出典：事前環境評価(EAP)の結果に基づき JICA 調査団作成

続いて、維持管理期間における環境影響を評価した各流域のマトリックスを示す。

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・チンチャ川流域

		カニエテ川流域					チンチャ川流域					
		Ca1 (河床掘削)	Ca2 (護岸工)	Ca3 (河床掘削)	Ca4 (分流堰)	Ca5 (護岸工)	Chico1 (築堤・護岸工)	Chico2 (取水堰・河道拡幅)	Chico3 (分流堰の改良)	Ma4 (築堤・護岸工)	Ma5 (河床掘削)	
自然環境	大気	粉塵(PM-10)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		排気ガス	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	騒音	騒音	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		安定性	0.0	0.0	0.0	0.0	31.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	土壌	土地利用性	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		水	地表水質	0.0	0.0	0.0	28.0	31.0	0.0	28.0	0.0	0.0
地表水量	31.0		26.0	31.0	26.0	0.0	26.0	31.0	26.0	26.0	31.0	
地形・河川地形	河川地形	-30.5	-25.5	-30.5	0.0	0.0	-25.5	0.0	26.0	-25.5	-30.5	
	地形	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
生物環境	植物	陸上植物	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		水生植物	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	動物	陸上動物	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		水生生物	-30.5	-25.5	-30.5	0.0	0.0	-25.5	0.0	-25.5	-25.5	-30.5
社会経済環境	社会	景観	36.0	36.0	36.0	0.0	36.0	36.0	0.0	36.0	36.0	36.0
		生活の質	36.0	36.0	36.0	31.0	36.0	36.0	31.0	36.0	36.0	36.0
		脆弱性・安全性	36.0	36.0	36.0	31.0	36.0	36.0	31.0	36.0	36.0	36.0
	経済	経済活動人口	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
土地の利用		36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	

出典：事前環境評価(EAP)の結果に基づき JICA 調査団作成

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 - カマナ川流域

		ピスコ川流域						マヘス・カマナ川流域						
		Pi1 (築堤・護岸)	Pi2 (河道掘削)	Pi3 (築堤・護岸)	Pi4 (築堤・護岸)	Pi5 (河道掘削)	Pi6 (遊水池の設置)	CM1 (既設堤防の修復・築堤)	CM2 (既設堤防の修復・築堤)	CM3 (既設堤防の修復・築堤)	CM4 (既設堤防の修復・築堤)	CM5 (既設堤防の修復・築堤)	CM6 (既設堤防の修復・築堤)	CM7 (既設堤防の修復・築堤)
自然環境	大気	粉塵(PM-10)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		排気ガス	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	騒音	騒音	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		安定性	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	土壌	土地利用性	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		水	地表水質	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
地表水量	26.0		31.0	26.0	26.0	0.0	0.0	31.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	
地形・河川地形	河川地形	-25.5	-30.5	-25.5	-25.5	0.0	0.0	-25.5	-25.5	-25.5	-25.5	-25.5	-25.5	
	地形	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-25.5	-25.5	-25.5	-25.5	-25.5	-25.5	
生物環境	植物	陸上植物	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		水生植物	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	動物	陸上動物	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
		水生生物	-25.5	-30.5	-25.5	-25.5	0.0	0.0	-25.5	-25.5	-25.5	-25.5	-25.5	-25.5
社会経済環境	社会	景観	36.0	36.0	36.0	36.0	0.0	0.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0
		生活の質	36.0	36.0	36.0	31.0	41.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0
		脆弱性・安全性	36.0	36.0	36.0	31.0	41.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0
	経済	経済活動人口	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
土地の利用		36.0	36.0	36.0	36.0	41.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	

出典：事前環境評価(EAP)の結果に基づき JICA 調査団作成

表 4.9.3-4, 4.9.3-5 で使用している凡例

<b>正の影響</b>		<b>負の影響</b>	
	0 - 15      あまり顕著でない		0 - 15      あまり顕著でない
	15.1 - 28      顕著である		15.1 - 28      顕著である
	28.1 以上      極めて顕著である		28.1 以上      極めて顕著である

出典：『ピウラ地域スナナーパイタ郡チラ川流域事前環境評価報告書』を基に JICA 調査団作成

カニエテ川流域において、建設期間に発現の可能性がある 62 点の負の影響の中で、顕著であるものが 15 点、極めて顕著であるものが 2 点ある。供与後に発現が予測される 6 点の負の影響の中で顕著であるものが 2 点、極めて顕著であるものが 4 点ある。

建設期間にはすべての事業対象地において、区画策定や地ならしといった作業を伴う工事サイトの準備作業及び、大量の掘削土と浚渫土の一時設置という作業が、地形に対して特に影響を与えると予測される。供用後には、「河床の掘削」を建設期間に実施する Ca1 及び Ca3 においては、河川地形及び水生生物への影響が大きいと予測される。

なお、これらの「極めて顕著」及び「顕著」な影響への予防策、緩和策については、4.9.4 環境管理計画にて検討する。

チンチャ川流域において、建設期間中に発現の可能性がある 62 点の負の影響の中で、顕著であるものが 15 点、極めて顕著であるものが 2 点ある。供与後に発現が予測される 7 点の負の影響の中で、顕著であるものが 5 点、極めて顕著であるものが 2 点ある。

建設期間にはすべての事業対象地において、区画策定や地ならしといった作業を伴う工事サイトの準備作業が、地形に対して特に影響を与えると予測される。また Chico1、Ma1、Ma2 においては、河床の掘削作業が地形に対して特に影響を与えると予測される。供用後には、「河床の掘削」を建設期間に実施する Ma3 おいて、河川地形及び水生生物への影響が大きいと予測される。

なお、これらの「極めて顕著」及び「顕著」な影響への予防策、緩和策については、4.9.4 環境管理計画にて検討する。

ピスコ川流域において、建設期間中に発現の可能性がある 67 点の負の影響の中で、顕著であるものが 17 点、極めて顕著であるものが 2 点ある。供与後に発現する可能性のある負の影響は 8 点ある中で、顕著であるものが 6 点、極めて顕著であるものが 2 点ある。

建設期間にはすべての事業対象地において、区画策定や地ならしといった作業を伴う工事サイトの準備作業が、地形に対して特に影響を与えると予測される。また Pi1、Pi2、Pi3、Pi4 においては、河床の掘削作業が地形に対して特に影響を与えると予測される。供用後には、「河道の掘削」を建設期間に実施する Pi2 おいて、河川地形及び水生生物への影響が大きいと予測される。

なお、これらの「極めて顕著」及び「顕著」な影響への予防策、緩和策については、4.9.4 環境管理計画にて検討する。

マヘス-カマナ川流域において、建設期間中に発現の可能性がある 45 点の負の影響の中で、顕著であるものが 12 点、極めて顕著であるものが 3 点ある。供与後に発現する可能性がある 24 点の負の影響はすべてあまり顕著でないもので、顕著あるいは極めて顕著な影響は予測されない。

建設期間にはすべての事業対象地において、区画策定や地ならしといった作業を伴う工事サイトの準備作業が、特に地形に対して影響を与えると予測される。供用後には、河川地形及び水生生物への影響が予測される。

以上のように、各流域の環境影響・社会影響の評価によると、対象 4 流域において建設期間に極めて顕著な負の影響を与える作業は、「工事サイトの整備と撤収」及び「河道の掘削と盛り土作業」である。「工事サイトの整備と撤収」が地形に対し、「河道の掘削と盛り土作業」が河川地形

に対して顕著な負の影響を与える。

供用後には、特に建設期間に河道の掘削作業を実施する事業対象地域において、河川地形が変化し、水生生物の生息環境に影響を与えるという顕著な負の影響が予測されている。

他方、正の影響として対象4流域すべてにおいて、生活の質の向上、土地利用性の向上、安全性の確保と脆弱性の低下が予測される。

#### 4.9.4 環境影響管理

環境影響管理計画は、建設期間と維持管理期間において発現すると予測される顕著な影響及び極めて顕著な影響に対処するための計画である。適切にこれらの計画を実施することにより、負の影響を予防・軽減することになり、また事業の持続性を確保することになる。

建設期間は、4流域すべてにおいて「地元住民雇用計画」、「事業実施サイト管理計画」、「河川転流・囲い堰作業管理計画」、「河岸の掘削・盛り土作業管理計画」、「河床の掘削・盛り土作業管理計画」、「採掘場管理計画」、「大量の掘削土・浚渫土の管理計画」、「労働者・工事事務所の管理計画」、「工事車両交通管理計画」を事業実施主体または工事請負業者が責任を持ち実施する。維持管理期間においては、「河床・水生生物管理計画」を実施することにより河川地形の浸食を抑え、水生生物に適した生息環境を整備する。

次の表は、顕著な影響を与える作業と、それに対する予防・軽減対策をまとめたものである。環境影響管理計画は、顕著もしくは極めて顕著な負の影響を発現すると分析された工事を実施する事業実施対象地において、それに対応する計画を実施する。

**表-4.9.4-1 環境影響と予防・緩和策**

	影響	対策	期間
自然環境	表流水水質・水量への影響	河川転流・囲い堰作業管理計画 河岸の掘削・盛り土作業管理計画 河床の掘削・盛り土作業管理計画	建設期間
	河川地形への影響	河岸の掘削・盛り土作業管理計画 河床の掘削・盛り土作業管理計画 採掘場管理計画	
	地形への影響	事業実施サイト管理計画 大量の掘削土・浚渫土の管理計画	
	粉塵	事業実施サイト管理計画 大量の掘削土・浚渫土の管理計画	
生物環境	水生生物への影響	河床の掘削・盛り土作業管理計画	維持管理期間
	陸上生物への影響	事業実施サイト管理計画 大量の掘削土・浚渫土の管理計画	建設期間
	陸上植物への影響	事業実施サイト管理計画 大量の掘削土・浚渫土の管理計画	
社会環境	生活の質への影響	労働者・工事事務所の管理計画 工事車両交通管理計画 地元住民雇用計画	建設期間
	経済活動人口	地元住民雇用計画	

出典：JICA 調査団作成

## 4.9.5 環境管理計画

### (1) フォローアップ・モニタリング計画

フォローアップ計画においては、計画されている環境影響管理計画の実施を確実にする計画である。モニタリング計画は、環境質基準及び排出量基準といった環境基準を満たしていることを確認するために実施する。なお、フォローアップ計画及びモニタリング計画は事業実施主体もしくはその監督下の第三者により責任を持ち実施される<sup>1</sup>。

#### 1) 建設期間

建設期間においては、環境影響管理計画のフォローアップのほかに、以下のモニタリングを実施する。

##### a) 水質・生物多様性モニタリング

河床の掘削及び盛り土といった作業により、河川地形及び水生生物の生息環境に負の影響を与える。したがって、事業実施対象地付近及びその下流の水質及び生物多様性のモニタリングを実施する必要がある。以下の表が、モニタリング計画の概要である。

**表-4.9.5-1 水質及び生物多様性モニタリング**

	詳細
測定パラメーター	水量
	水質: 水温/pH/溶存酸素量(DO)/生物化学的酸素要求量(BOD)/総溶解固形分(TDS)/懸濁物質(TSS) (ECAカテゴリー4に基づく)
	多様性評価指数: 多様度指数(H')(Shannon-Wiener Index)/均衡度指数(J')(Pielou Evanness Index)/EPT指数(EPT)/EPT割合(EPT%)
測定地点	工事実施地より50m上流
	工事実施地より50m下流
	工事実施地より100m下流
測定頻度	毎3ヶ月
実施責任機関	事業実施主体もしくは事業実施主体の監督下にある第三者

出典：JICA 調査団作成

##### b) 大気質モニタリング

4 流域の事前環境評価の結果によれば、計画されている事業による顕著な大気質汚染は懸念されない。しかしながら、工事により発生する粉塵等は工事従事者及び工事現場に近い住民に影響を与えると考えられる。したがって、大気質のモニタリングを実施することが望ましい。

**表-4.9.5-2 大気質モニタリング**

	詳細
実施地点	工事現場、河川から離れた場所に位置する探掘場(最大のもの/居住地区付近のもの)、大量の掘削土・浚渫土を設置する場所 計測地の風上と風下に1箇所ずつ計測地を設置
測定項目	PM-10/PM-2.5/CO/NO <sub>2</sub> /O <sub>3</sub> /Pb/SO <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> S
測定頻度	毎3ヶ月
参照基準	D.S N° 074-2001-PCM(大気質国家基準)
実施責任機関	事業実施主体もしくは事業実施主体の監督下にある第三者

出典：JICA 調査団作成

##### c) 騒音モニタリング

各工事現場にて以下の表に基づき騒音のモニタリングを実施する。

<sup>1</sup> 環境基本法 (Ley 28611) 第 74 項、75 項において、事業の実施により発生する全ての環境影響は、事業実施主体が責任を負うこと、そしてそれらの負の環境影響を予防する方策を事前に実施することが決められている。



**表-4.9.5-3 騒音モニタリング**

	詳細
測定地点	工事現場で騒音が発生する付近に想定装置を設置
パラメーター	等価平均騒音レベル(ECPNL)をデシベルで表現
奨励する測定方法	IEC 61672, IEC651/804, ANSI S 1.4
測定頻度	毎2ヶ月
基準	騒音国家基準 (ECA) - D.S. N° 085-2003-PCM
実施地域	住宅地
最大騒音値	昼間(7:01 - 22:00): 60 デシベル 夜間(22:01 - 7:00): 50 デシベル
実施責任機関	事業実施主体もしくは事業実施主体の監督下にある第三者

出典：JICA 調査団作成

## 2) 維持管理期間

続いて、河床掘削・盛り土等の工事により河川地形と水生生物の生活環境に影響を与える事業については、維持管理期間において河川の水質及び水生生物の多様性をモニタリングする必要がある。

**表-4.9.5-4 水質及び生物多様性モニタリング**

	詳細
測定パラメーター	水量
	水質: 水温/pH/溶存酸素量(DO)/生物化学的酸素要求量(BOD)/総溶解固形分(TDS)/懸濁物質(TSS) (ECAカテゴリー4に基づく)
	多様性評価指数: 多様性指数(H)(Shannon-Wiener Index)/均衡度指数(J)(Pielou Evanness Index)/EPT指数(EPT)/EPT割合(EPT%)
測定地点	工事実施地より50m上流
	工事実施地より50m下流
	工事実施地より100m下流
測定頻度	維持管理期間開始後2年間、毎3ヶ月
実施責任機関	事業実施主体もしくは事業実施主体の監督下にある第三者

出典：JICA 調査団作成

## (2) 事業終了時計画

事業終了時には、工事に使用した機器の撤収、工事を実施した区画や影響を与えた区画の整備をそれぞれの流域において実施する。区画の整備として、汚染された土壌、瓦礫等の廃棄物を撤収し、地形を整え、植物を植えることが考えられる。

## (3) 市民参加計画

建設期間及び事業終了時において、それぞれの流域において市民参加の協議を実施する計画を提示する。

- 工事前：事業内容および事業がもたらす便益について、事業対象地の住民に対して説明するためのワークショップの開催。公共スペースに事業の概要・期間・目的・便益等に関する資料を掲示。
- 工事期間：工事の進捗状況の公表。工事期間中に発生する住民からの苦情への対応。その対応は事前に住民との間でコンセンサスをとる必要あり。
- 工事終了時：工事終了を通知するためのワークショップ。住民への建設物の引渡し。

## 4.9.6 環境影響管理対策予算

本事業の環境影響管理対策実施に必要な予算は、表-4.9.6-1 に示す通りである。表内の (1)

は、施設毎の環境管理対策費である。それに基づき、各流域の費用（2）を算出している。なお、対策 1)~7)の費用については、施設毎の工期を Annex-9 施工計画積算表 2.1-1 より算出した施設ごとの延べ工期に基づき算出している。

#### 表-4.9.6-1 環境影響管理対策予算

「ペ」国においては環境対策は全て工事業者が行い、それを実施主体が管理するのが一般的である。本調査においても環境対策費は工事費に計上し、コンサルタントおよび実施主体により計画および管理を行う事とする。

### 4.9.7 結論と提言

#### (1) 結論

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ている。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。

#### (2) 提言

1) 建設工事の時期については乾期に合わせて事業を開始することが好ましい。調査対象地域の乾期は5~11月と考えられるが、雨期から乾期への遷移期も考慮して実際の工事の実施期間は4~12月とする事が望ましい。カニエテ川およびマヘス-カマナ川は年間を通して水がある河川である（水量の増減あり）のに対してチンチャ川（チコ川およびマタヘンテ川）、ピスコ川においては河川に流水のある増水期と流水が殆どなくなる渇水期があることを考慮に入れる必要がある。

また、事業実施対象地の多くが農地の付近に位置するため、各流域における農作物の播種期や収穫期といった農業のサイクル（詳細は Annex-11 環境社会配慮/ジェンダー、2.1.5 参照）を考慮したうえで事業を実施する必要がある。それにより、農業機器や農作物の運搬などを行う住民生活への影響を最小限に抑えることができる。

2) 用地問題については事業対象地域の河川区域が明確にされていない場合には、以下の対応をとる。FS 調査終了後直ちに事業実施主体である農業省 DGIH は、①河川区域を明確にし、②用地取得の対象となる土地及びそこを利用する人の特定化を行う必要がある。その後、「用地取得基本法」で規定されているプロセス（政府による用地取得実施の決議発行→土地価格と補償費を所有者に政府が提示→所有者との合意形成→土地価格と補償費の支払い→用地取得完了。なお、政府が提示する金額について所有者と合意形成できない場合は仲裁裁判所に持ち込まれる）を実施し、用地取得を行う。また、特定された土地がコミュニティの土地であ

る場合には、住民との協議により合意を形成する必要がある。

- 3) 文化遺産保全に係る手続きについて DGIH は F S 調査終了後直ちに CIRA 取得に必要な手続きを行うことにより、事業開始時まで CIRA を取得する必要がある。「ペ」国においては、史跡および文化遺産保全のために、原則として全ての事業実施における「遺跡不在証明 (Certificación de Inexistente de Restos Arqueológicos: CIRA)」を取得することが義務付けられている。CIRA は文化省考古学国家委員会 (Comisión Nacional Técnica de Arqueología) が発行する。CIRA の申請は、事業対象地及び内容の確定後、①申請書、②事業実施地・範囲・内容を表す図面、③申請料金の領収書、④考古学評価の証明書等を、文化省に事業実施主体が提出する。
- 4) ジェンダー配慮については流域において女性が置かれている概況より、水利組合の会合への女性の参加はある程度確保されているが、能力強化等のワークショップへの参加は少ない。したがって、本事業に含まれる防災教育・能力強化コンポーネントにおいては、女性の参加を促進するような配慮が必要である。例えば、全ての流域において、女性組織の存在が確認されていることを踏まえ、ワークショップ開催の通達は既存の女性組織を通じて行うことができるだろう。また、開催時間についても出来る限り多くの女性が参加できる時間を調査し、それにあつた時間設定をするといった配慮が考えられる。

最後に、各流域における「環境承認」の取得状況についてまとめる。2012年3月現在、カニエテ川流域、チンチャ川流域、ピスコ川流域の各事業については、「カテゴリーI」に分類された文書が農業省環境局から DGIH 提出されており、「環境承認」を取得済みである。

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。

#### 4.10 組織と管理

本プロジェクトの実施と管理に関係する「ペ」国機関は、農業省、経済財政省及び水利組合であり、各機関の役割は以下のとおりである。これらは過去のプロファイル調査において現地コンサルタントや官公庁により作成されたもので、DGIH の文書においても同様の記述としている。

##### 1) 農業省(MINAG)

- プログラム実施の責任官庁は、農業省 (MINAG) であり、案件の形成機関 (UF) および実施機関(UE)となる。プログラムの技術的な管理は水インフラ局(DGIH)が担当する。水インフラ局(DGIH)は調査段階において投資プログラムの調整、管理、監督を行う。
- 投資段階の建設段階においては農業省の PSI (Programa Subsectorial de Irrigaciones, Ministerio de Agricultura, 農業省灌漑サブセクタープログラム) が、プロジェクトコストの算定、詳細設計、工事实施に対する監理を行う。
- 農業省の計画投資室(OPI)は、水インフラ局(DGIH)のプロジェクトの投資前段階における

プレFS及びFS審査に関する責任部局であり、経済財政省（MEF）の公共投資局（DGPI）(旧 DGPM)へ承認申請を行う。

- 農業省の総合管理局(OGA-MINAG)は財務省の公債国庫局（Dirección General de Endeudamiento y Tesoro Público、DGETP(旧 DNEP)）と財務管理を行う。また、農業省の入札、工事発注、契約、調達等の予算執行を行う。
- 環境局(DGAA)は、調査段階においてEIAの審査、承認を行う。

## 2) 経済財政省(MEF)

- 公共投資局(DGPI)は、FSの承認を行う。また、円借款ローン契約の条件確認と承認を行う。また、投資段階においては、プロジェクト実施前に技術的なコメントを出す。
- また、財務管理は、財務省の公債国庫局 DGETP(旧 DNEP)と農業省の総合管理局(OGA-MINAG)が担当する。
- 経済財政省の公債国庫局 DGETP(旧 DNEP)は、投資段階及び投資後の運営段階において支出の管理を行う。

## 3) 水利組合

- 投資後の運営段階において施設の維持管理を行う。  
プロジェクト実施における関係機関の関係を図-4.10-1及び図-4.10-2に示す。

本プロジェクトにおいては、投資段階すなわちプロジェクト実施段階は農業省の組織であるPSIが担当する予定である。下図にプロジェクト実施段階の各関係機関の構成を示す。

実施機関のPSIは、現在円借款事業を実施しており、本事業においても事業の実施を管理するために、Project Management Unit（PMU）を組織し、また円借プロジェクトの実施に精通した国際コンサルタントを雇用して詳細設計、工事発注、施工管理等を実施する。PMUは、PSIの灌漑施設局（Irrigation Infrastructure Division）に直結して設置し、その組織は図-4-10-4に示すとおりである。

図-4.10-1において資金移譲契約および資金管理とはMEFがPSIに事業実施のための資金を与え、この資金をMEFが管理するのに必要な契約である。

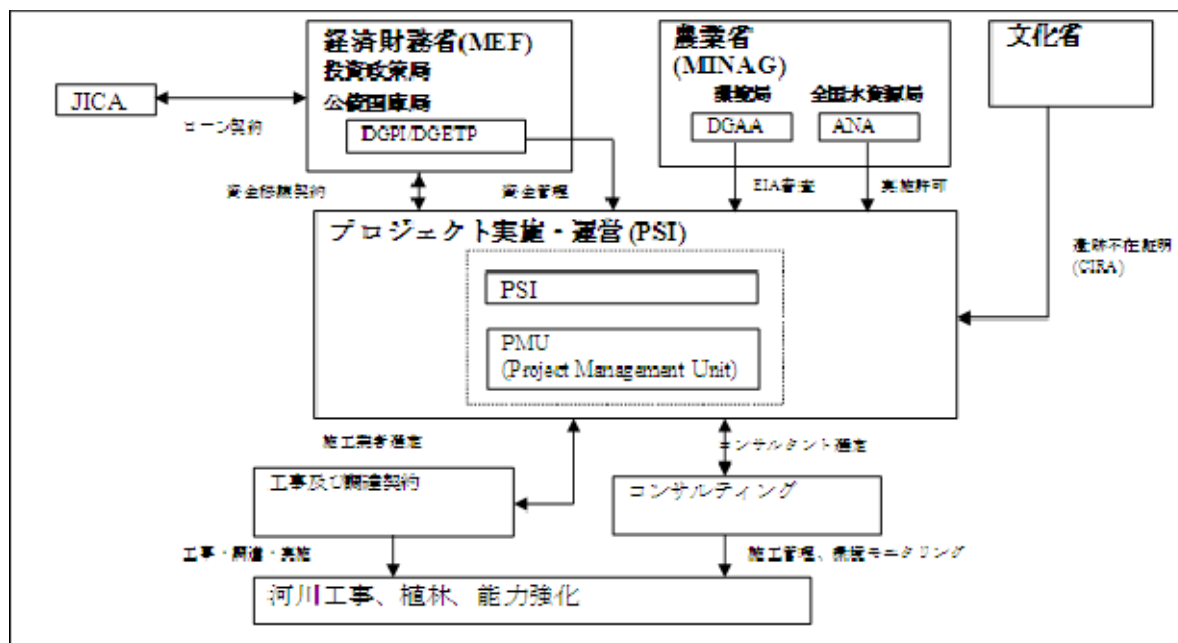


図-4.10-1 プロジェクト実施の関係機関（事業実施段階）

投資後の段階においては、施設の維持管理とローンの返済が主な活動となるが、施設の維持管理は水利組合が実施することになっている。また水利組合は施設建設の負担金（円借款の組合負担分を含む）をローンで返済することになっている。プロジェクト実施後における関係機関の関係を下図に示す。

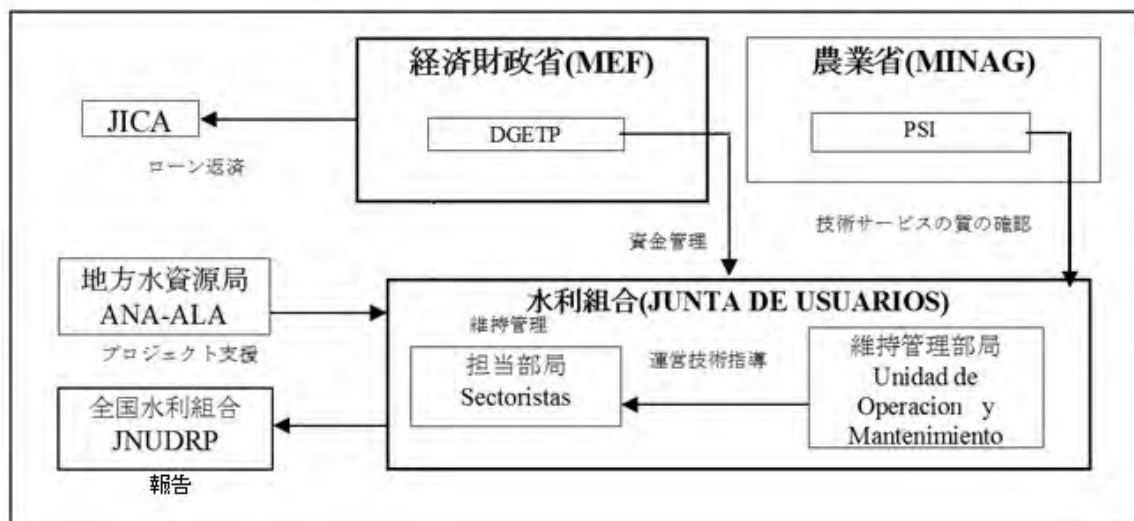


図-4.10-2 プロジェクト実施の関係機関（運営維持管理段階）

(1) DGIH

1) 役割及び機能

国家水政策や国家環境政策に沿って、水関連施設の開発促進を目的として政策、戦略及び計画を策定することである。

水関連インフラ開発には、調査、建設、運用、維持管理、建設リスク管理、開発、ダムの改造、取水、小水路、用水路、排水路、メーター、ソケット、地下水取水井戸及び灌漑の近代化等が含まれる。

2) 主な所掌

- a. 水インフラ開発に対して、計画及び予算事務所と調整して水インフラの開発に関する管理及び部門政策を提案することと、水インフラ開発に関して、部門政策の実施をモニタリングし評価する。
- b. 部門政策の一部として政府や州、地方が関与する基準を提案する。
- c. 水インフラ施設の必要性を確認するとともに優先付けをする。
- d. 概略の水インフラ施設への公共投資のレベルで開発プロジェクトの開発及び推進を行う。
- e. 水インフラ整備の実施に関する技術基準を整備する。
- f. 水インフラの技術開発を促進する。
- g. 水インフラ設備の維持管理に関する技術基準を整備する。

(2) PSI

1) 役割

灌漑サブセクタープログラム - PSI は、投資プロジェクトの実施を担当する。プロジェクト実施にあたってはプロジェクト毎にプロジェクトマネジメントユニットが創設される。

2) 主な所掌

- a. PSI は、農業省の内部組織であるが、運営と財政的に独立した組織であり、プロジェクト参加組織の調整、管理、運営に責任があり、投資プロジェクトの目的や目標を達成することを目的としている。
- b. 同様に、JICA のような海外の援助組織の融資に対しても支出などの調整を行う。
- c. PSI の計画財務部において、業務発注や調達、投資プログラムの作成やプロジェクト実施計画を策定する。これらのプロジェクトの準備のための作業はインハウスコンサルタント雇用し実施される。
- d. 同様に、コントラクターを召集し入札、工事、調達等のプロジェクトの実施を行う。
- e. 契約管理は計画財務部が実施する。

3) 予算

2011 年の PSI の予算を表-4.10-1 に示す。

**表-4.10-1 PSI の予算 (2011 年)**

Programs / Projects / Activities	PIM (S/.)
JBIC Program (Loan Agreement EP-P31)	69,417,953
Program - PSI Sierra (Loan Agreement 7878-PE)	7,756,000

Works by direct administration	1,730,793
South Earthquake Recostruction Works - FORSUR	228,077
Crop Conversion Project - ARTRA	132,866
Modern irrigation program - PRT	1,851,330
Activity - 1.113819 Smallholders ...	783,000
Program Management of PSI (Current Expenditure)	7,280,005
<b>TOTAL</b>	<b>89,180,024</b>

#### 4) 組織

PSI は 235 名の職員で構成されており、JBIC プロジェクトに対しては 14 名が専属で活動しており、その下に 29 名の技術者やアシスタントが活動している。

表-4.10-2 PSI の職員数

CENTRAL UNIT LEVEL	Data from 31 May 2011		
	CAS	Servic. y Consult.	TOTAL
Central Office	61	43	104
Zonal Office LIMA	12	24	36
Zonal Office AREQUIPA	14	12	26
Zonal Office CHICLAYO	17	13	30
Zonal Office TRUJILLO	13	26	39
<b>TOTAL</b>	<b>117</b>	<b>118</b>	<b>235</b>

PSI の組織を図-4.10-3 に示す。

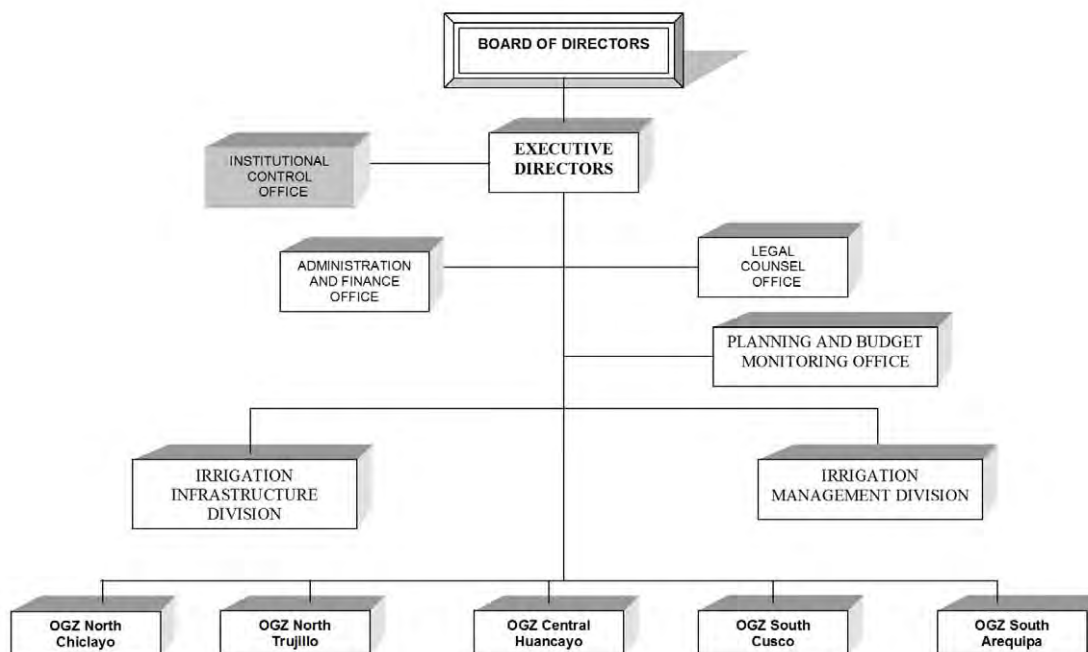


図-4.10-3 PSI の組織

### (3) PMU (Project Management Unit) の組織

#### 1) 組織

PSI の灌漑施設局 (Irrigation Infrasutructure Division) に直結して PMU を設置する。PMU の組織

は図-4.10-4 に示すとおりである。

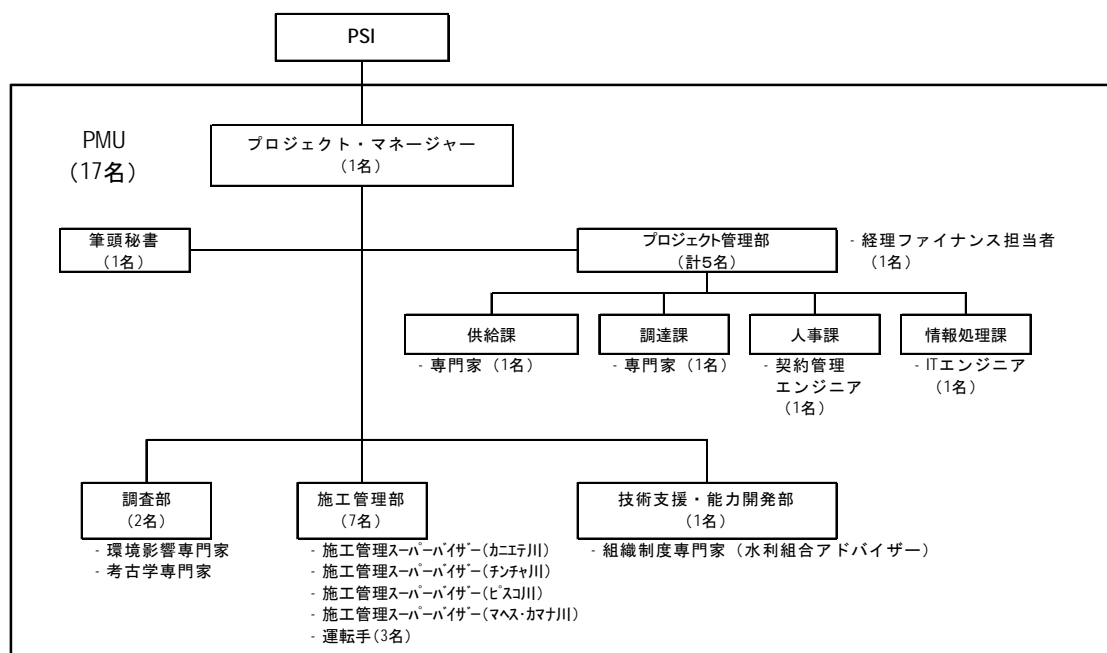


図-4.10-4 PMU の組織

## 2) 主要人員

PMU を構成する主要人員はつぎのとおりである。

- プロジェクト・マネージャー
- 契約管理エンジニア
- 施工管理スーパーバイザーエンジニア
- IT エンジニア
- プロキュアメント専門家
- 資金運営専門家
- 組織制度専門家 (水利組合アドバイザー)
- 環境影響専門家
- 考古学専門家
- 経理ファイナンス担当者

## 3) コスト

PMU の運営に必要なコストは 4.4.1 表-4.4.1-11 に示すように総額 百万ソレスを見込んでい

る。  
 実施機関 (PSI) に上述する PMU を新たに設置し、別途雇用されるコンサルタントの支援を受けて本事業を推進する事は十分可能と思われる。



## 4.11 実施計画

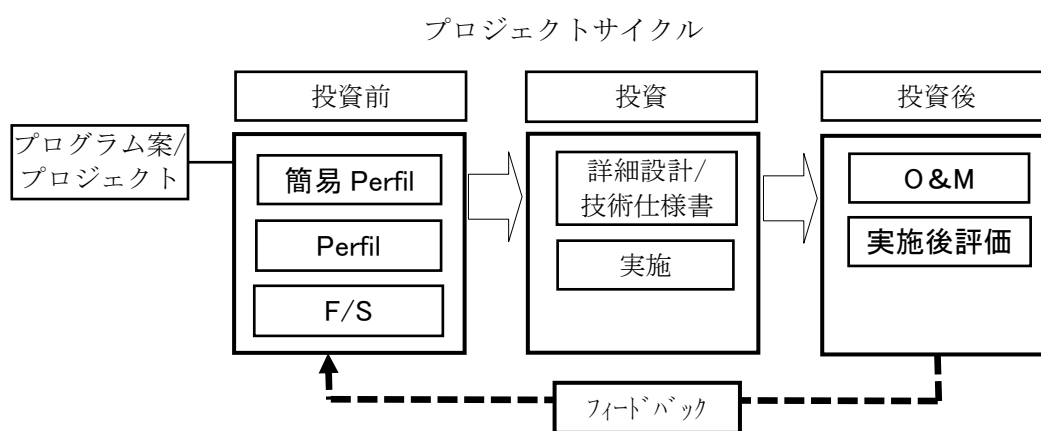
プロジェクトの実実施計画では、①プロファイル調査およびFS調査の完成及びSNIP承認、②L/A締結、③コンサルタント選定、④コンサルティングサービス（詳細設計、技術仕様書作成）、⑤建設業者の選定、⑥建設工事、及び投資後の⑦工事完成と水利組合への引渡し時期、O&Mの着手について概略のスケジュールを検討する。

### (1) 公共投資審査 (SNIP)

「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では、プロファイル調査（事業の概略調査）、F/S という2段階の調査の中から事業の規模等に応じて必要な調査項目が決定される。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では、以下に示すとおり、全ての公共事業に対して投資総額に応じて2段階の調査（以下、プロファイル調査（またはPerfil）、およびF/S）の作成と承認を義務づけている。これは2011年4月に法律の改訂があり（Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública Resolución Directoral N° 003-2011-EF/68.01 Anexo SNIP 07）、従来必要とされていた中間段階のPreF/S調査は不要になったが、プロファイル調査においては二次情報（入手可能な既存の情報）のみでなく測量や環境調査などの現地調査に基づく一次情報に基づく調査が要求されており、改訂の前後で調査段階全体を通じての必要調査精度には殆ど変化がない。



(出典：DGPI)

図-4.11-1 SNIP プロジェクトサイクル

また、本件業務のような複数のプロジェクトにより構成される事業を進めるためには、当該複数のプロジェクトを統合した（プログラムレベルと称する）調査レポートの作成と承認が求められる。

各段階でのプロセスは若干異なるものの、SNIP 手続きでは、案件の形成機関（以下、「UF」、本調査の場合(DGIH, MINAG) が各段階の調査を実施し、MINAG の計画投資室（以下、「OPI」）が UF から提出された各調査を評価、承認し、公共投資局(Dirección General de Política de Inversiones、以下 DGPI=旧 DGPM)に対し、F/S 承認、及び次の調査に進むことにつき承認を依頼する。そして、最終的に DGPI が公共投資の妥当性について評価、判断、承認することとなる。

中央政府/地方政府		財務省
UF (案件形成機関)	OPI	DGPI
① Perfil、F/S 作成 ② OPI や DGPI のコメントを受けて、各調査を改善	① 各調査の評価 ② 承認 ③ DGPI へフィジビリティ/次ステップへの承認依頼	① 各段階でのフィジビリティ承認

(Directiva No. 001-2009-EF/68.01 を参照)

#### 図-4.11-2 SNIP の関連組織

審査部局（OPI・DGPI）から UF へのコメントに対し、UF は回答を用意し各調査を改善する必要がある。審査部局は最終的な回答を得てから正式な申請として受け付け、本事業の実施を承認する。調査報告書の完成から審査終了までは、数ヶ月を要することも多い。

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。

JICA 調査団の作成した 5 流域（チラ、カニェテ、チンチャ、ピスコ、ヤウカ）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。

4 流域（チラ、カニェテ、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）の審査は OPI により 7 月下旬より行われ 9 月 9 日にコメントが出された。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。カニェテ、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は現在作成中である。

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。

なおチラ川流域はプロジェクトの内容に変更があり、経済効果が低下した為に F/S 対象流域から除外された (2.4.1 参照)

## (2) 円借款契約

本プロジェクトの FS 報告書提出後に OPI および DGPI による SNIP 審査を経て、事業実施の承認を得ることとなる。JICA よりアプレイザルミッションは DGPI の承認に目途がついた時点の適当な時期に派遣され、円借款の契約協議が開始される。円借款契約交渉が合意に達すれば、Loan Agreement(LA)が締結される。円借款契約交渉手続きに 6 ヶ月程度の期間を想定する。

## (3) プロジェクト実施工程

L/A の締結が行われた後、コンサルタントが選定される。コンサルティングサービスは、詳細設計と技術仕様書作成、建設業者選定のアシスト及び工事中の施工管理である。想定した各工程の所要期間以下のとおりである。全体工事工程を表-4.11-1 に示す (工事の実施期間の詳細は Annex-9 施工計画/積算を参照)。

- 1) コンサルタント選定 10 ヶ月
- 2) コンサルタントによる詳細設計、技術仕様書作成の作成 6 ヶ月
- 3) 建設業者選定 15 ヶ月
- 4) コンサルタントによる 河川施設および河川構造物沿いの植林の施工管理期間を 2 年。
- 5) 河川施設および河川構造物沿いの植林は河川施設と並行して実施する。
- 6) 防災教育/能力強化は河川施設工事と並行して同時期に実施する。

**表-4.11-1 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																												-

## (4) 調達方法

- 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(requalification 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。

## 4.12 資金計画

### (1) 事業費の分担比率

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 DGIH よりダムプロジェクトの例として中央政府、州政府、地方自治体および水利用者がそれぞれ 50%、30%、10%および 10%を負担したケースが報告され、また JICA ペルー事務所より灌漑プロジェクトにおいて水利組合が 20%負担したケースが報告されているが、本プロジェクトのような洪水防御プロジェクトの例は見当たらなかった。本プロジェクトでは水利組合が直接受ける利益は灌漑プロジェクトのように多くは無い事も考慮して暫定的に中央政府、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。

### (2) 資金支出計画

総事業費 千ソレスに対して JICA よりの円借款金額は US\$( 千ソレス)を差し引いた 千ソレスが事業実施に際して「ペ」国側が負担すべきカウンターファンドとなる。カウンターファンドの中央政府、州政府および水利組合の負担金額は表-13-1 に示すとおりとなる。なお州政府および水利組合分担金は流域別事業費の比率で配分した。

表-4.12-1 事業実施時における資金支出計画

### (3) 資金返済計画

JICA による円借款金額の返済も金利を含めて (1) に示す分担比率で返済されることになるが、

返済の条件はL.A.(Loan Agreement)により決定されるが、概ね表-4.12-2に示すようになるものと思われる。

**表-4.12-2 円借款貸付金の返済条件**

貸付金利	1.70%
未貸付残高コミットメントチャージ	0.10%
償還期間	25年間
据え置き期間	7年間

#### 4.13 最終選定案の論理的枠組み

最終的に選定された案の論理的枠組みは表-4.13-1に示すとおりである。

**表-4.13-1 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
<b>最終目標</b>			
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
<b>目的</b>			
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する。	洪水対策施設の種別と数および分布、被益人口、被益面積	年次工事計画、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
<b>結果</b>			
氾濫ヶ所および面積の減少、取水堰機能の改善、灌漑水路の保護、河岸侵食の防止	氾濫ヶ所の数、面積、取水量の変化、河岸侵食の状況	現地視察、治水対策計画書、洪水対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
<b>活動</b>			
コンポーネントA.: 構造物対策	堤防、護岸、取水堰の改善等23の構造物対策の建設	詳細設計報告書、工事進捗報告書、予算支出状況のチェック	工事予算の確保、優良な詳細設計、工事施工、施工管理
コンポーネントB.: 非構造物対策（植林・植生回復）	植林面積、河畔林面積	工事進捗報告書、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、コンサルやNGOによる指導
<b>プロジェクト実施管理</b>			
プロジェクトマネージメント	詳細設計、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積算書、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益住民の参加

#### 4.14 インパクト評価の基準 (Línea de Base para evaluación de impacto)

プロジェクトのインパクト評価の指標としては次のような項目がある。

- ・発生洪水流量の規模
- ・氾濫面積
- ・洪水被害
- ・環境影響
- ・維持管理費

##### 1) 発生洪水流量の規模

被害を生じた洪水について、当該流域における降雨観測記録および流量観測記録などから発生した洪水流量を推定する。本調査において各流域における確率洪水流量を算定しているの、これより実際の洪水流量の生起確率を推定し、この洪水が流域に与えたインパクトを評価する。

##### 2) 氾濫面積

実際の洪水によって発生した氾濫の範囲を地形図または衛星画像の上にプロットし、各洪水対策施設位置における概略の氾濫面積を推定する。本調査において各施設の確率洪水流量に応じた氾濫面積を推定しているの、この面積と実際の氾濫面積を比較することにより、実際の氾濫が流域に与えたインパクトを評価する。

##### 3) 洪水被害額

実際の洪水によって生じた洪水被害額（農作物、農地流失、住宅浸水、灌漑施設、灌漑用水の取水不能、道路交通の途絶など直接、間接の被害）を推計し、本調査で推定している確率洪水規模ごとの洪水被害額と比較して、実際の洪水被害が流域に与えたインパクトを評価する。

##### 4) 環境影響

本プロジェクトの維持管理段階において、本調査の開始段階と同様の手法で環境影響評価を定期的に行い、計画段階と実際の環境影響評価を比較し、本プロジェクトの環境影響インパクトを評価する。

##### 5) 維持管理費

本プロジェクトの年間維持管理費は建設費の0.5%と仮定しているが、維持管理を担当する水利組合などで実際に必要とした費用を経年的に集計し、モニタリングすることにより実際に要した維持管理費の本プロジェクトに与えたインパクトを評価する。

#### 4.15 中・長期計画

前節までには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・長期計画を検討する。

#### 4.15.1 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。

ダム案については仮に 50 年確率規模の洪水流量をダムによりピークカットして 10 年確率規模の洪水流量まで低下させるとしてダムの必要貯水量を概算するとカニェテ川 14.6 百万 m<sup>3</sup>、チンチャ川 4.4 百万 m<sup>3</sup>、ピスコ川 5.8 百万 m<sup>3</sup>、マヘス-カマナ川 46.5 百万 m<sup>3</sup> と非常に大きくなる。扇状地の上流は一般に溪谷状をなし、ダムサイトの適地も少ないので容量を確保するためにはダム高の大きなダムが必要となり、巨額の事業費が必要となる（一基数百億円＝数ビリオンソール以上）。またダムサイトの適地調査、測量、地質調査、材料調査、概略設計などに 3～5 年は必要となり、周辺環境に及ぼす影響も甚大である。したがって今回の調査でダム案を検討の対象とすることは困難である。

遊水地案についても上記ダム案に示したように、大きな治水容量を必要とし、扇状地出口下流の河川沿いの低平地は殆ど農地として使用されていて適地がなく、今回の調査では検討の対象とすることは困難である。

従って実現性が高いと思われる堤防方式について検討する。

##### (1) 河道計画

###### 1) 流下能力

河川の縦断および横断測量の結果に基づき現河道の流下能力を算定した。その結果は各河川について 3.1.10, 図-3.1.10-3～3.1.10-8 に示すとおりである。

###### 2) 氾濫特性

各河川について氾濫解析を行った。確率 50 年規模の洪水流量に対する氾濫状況は 3.1.10, 図-3.1.10-9～3.1.10-13 に示す通りとなる。各河川の氾濫特性は表-4.15.1-1 に示す通りである。

**表-4.15.1-1 各河川の氾濫特性**

河川名		氾濫特性
カニェテ川		河口より 10km より上流では、流下能力不足により氾濫するものの、河道周辺の農地への影響にとどまる。しかし、10km より下流においては、特に右岸側に氾濫流が大きく広がり、被害が大きくなる。
チンチャ川	チコ川	河口より 15km 及び 4km 付近で氾濫し、左岸側に氾濫流が大きく広がる。
	マタヘンテ川	河口より 10km 及び 4km 付近で氾濫し、右岸側に氾濫流が大きく広がる。
ピスコ川		河口より 7km より上流では、流下能力不足により河道周辺に氾濫するが氾濫流が広がることはない。しかし、7km より下流において氾濫すると左岸側に氾濫流が大きく広がり、ピスコ市街に大きな被害が発生する。
マヘス-カマナ川		流下能力が不足している区間が点在する。特に河口より左岸側 4km 付近、55km 付近及び右岸側 62km 付近より氾濫が農地に広がっている。

###### 3) 計画高水位および堤防標準断面

計画高水位は計画対象洪水の確率 50 年規模の洪水が流下する時の水位とし、現況河道に堤防標準断面（4.3.1、(5)、3）参照）を適用して算出した。表-4.15.1-2 には各確率洪水規模の流量の計算水位についてカニェテ川の例を示す（その他の河川については Annex-4 を参照）。

#### 4) 堤防法線

現況の堤防整備状況等を踏まえて、堤防法線を設定した。基本的には、流下能力の増加と遊水効果を得るためにできるだけ広く川幅を設定した。図-4.15.1-1 に一般河道部と現河道の川幅が広い部分の法線の定め方を模式的に示している。一般部では堤防天端を確率 50 年規模の洪水流下時の水位＋余裕高とし、川幅の広い部分では堤防を 2 重にして内側の堤防法線は上下流の一般部と連続する法線を保ち、天端高を確率 50 年規模の洪水流下水位とし、外側の堤防天端高は確率 50 年規模の洪水流下時の水位＋余裕高として内側堤防越流時には貯砂効果と遊水効果を持たせた。



表-4.15.1-2 各確率規模の洪水流下時の水位と現況堤防との関係（カニエテ川の例）

距離標	現況堤防高		計算水位			
	左岸	右岸	1/5	1/10	1/25	1/50
0.0	3.04	2.42	2.6	3.0	3.5	3.9
0.5	10.85	6.43	4.7	5.4	6.1	6.7
1.0	19.26	15.46	10.2	10.7	11.2	11.7
1.5	23.14	22.02	17.5	17.9	18.3	18.5
2.0	28.54	24.14	23.4	23.8	24.2	24.5
2.5	29.77	30.43	29.3	29.6	30.1	30.4
3.0	39.57	36.32	34.9	35.4	36.0	36.5
3.5	44.29	41.17	39.6	40.3	41.0	41.5
4.0	50.87	44.51	44.1	44.4	45.2	45.9
4.5	50.77	50.90	49.3	50.0	50.8	51.5
5.0	56.72	55.97	54.5	55.1	56.1	56.7
5.5	61.60	62.63	59.3	60.1	60.6	61.3
6.0	67.94	67.29	64.8	65.4	66.0	66.8
6.5	71.98	72.26	70.6	71.1	71.7	72.2
7.0	75.91	77.89	75.9	76.5	77.2	77.9
7.5	84.54	83.93	81.3	81.8	82.6	83.1
8.0	87.14	86.94	87.2	87.8	88.6	89.2
8.5	92.88	94.92	93.0	93.6	94.4	95.1
9.0	97.59	99.58	97.5	98.4	99.2	99.9
9.5	103.52	106.09	103.3	103.9	104.4	104.9
10.0	113.17	112.15	108.0	108.7	109.6	110.2
10.5	115.92	115.66	115.0	115.5	116.2	116.7
11.0	120.02	120.74	120.1	120.6	121.3	121.9
11.5	126.04	125.46	125.6	125.9	126.3	126.6
12.0	133.58	131.61	131.7	132.0	132.3	132.6
12.5	138.25	137.29	137.3	137.7	138.2	138.6
13.0	144.87	144.19	143.6	144.0	144.6	145.0
13.5	151.37	149.50	149.5	150.0	150.6	151.1
14.0	157.25	155.68	155.4	156.0	156.7	157.3
14.5	163.04	162.65	160.8	161.3	162.0	162.7
15.0	169.07	168.02	166.9	167.4	168.0	168.5
15.5	174.33	173.29	172.1	172.6	173.3	173.8
16.0	178.76	179.67	178.3	178.7	179.2	179.6
16.5	189.69	184.90	183.9	184.3	184.7	185.0
17.0	198.92	190.23	190.7	191.2	191.8	192.3
17.5	204.00	196.35	196.1	196.7	197.4	198.0
18.0	208.64	202.64	202.2	202.7	203.2	203.7
18.5	216.02	208.07	207.5	207.9	208.3	208.9
19.0	231.58	214.00	214.2	214.6	214.9	215.2
19.5	234.50	219.81	220.6	220.9	221.3	221.6
20.0	227.59	225.71	226.4	226.8	227.4	227.8
20.5	232.17	231.84	232.1	232.4	232.8	233.2
21.0	239.69	238.14	238.4	238.8	239.3	239.7
21.5	243.75	244.32	244.0	244.5	245.2	245.7
22.0	258.48	248.71	249.5	250.1	250.6	251.1
22.5	261.54	255.90	255.3	255.9	256.3	256.7
23.0	277.79	260.72	261.1	261.7	262.5	263.2
23.5	286.32	266.55	266.2	266.8	267.7	268.3
24.0	293.96	274.25	272.5	273.1	273.7	274.2
24.5	279.29	280.51	278.4	278.8	279.3	279.7
25.0	305.10	286.83	284.3	284.8	285.4	285.9
25.5	310.22	289.46	289.7	290.4	291.2	292.0
26.0	317.26	295.71	295.1	295.9	296.6	297.3
26.5	307.24	302.64	300.5	301.4	302.4	303.3
27.0	307.18	306.25	305.5	306.6	307.6	308.6
27.5	335.69	311.92	310.5	311.2	312.6	313.5
28.0	342.51	321.75	315.2	315.9	316.5	317.2
28.5	323.24	329.22	322.9	324.1	325.5	326.6
29.0	331.04	327.61	328.0	329.0	330.3	331.3
29.5	335.86	332.81	333.4	334.5	335.9	336.9
30.0	340.36	343.00	339.3	340.2	341.2	342.0
30.5	346.28	347.78	346.5	347.4	348.4	349.4
31.0	352.37	355.00	351.6	352.8	354.3	355.5
31.5	363.03	362.32	359.2	360.4	361.9	363.1
32.0	372.35	365.18	365.8	366.5	367.5	368.4
32.5	375.30	373.38	372.4	373.6	375.3	376.7

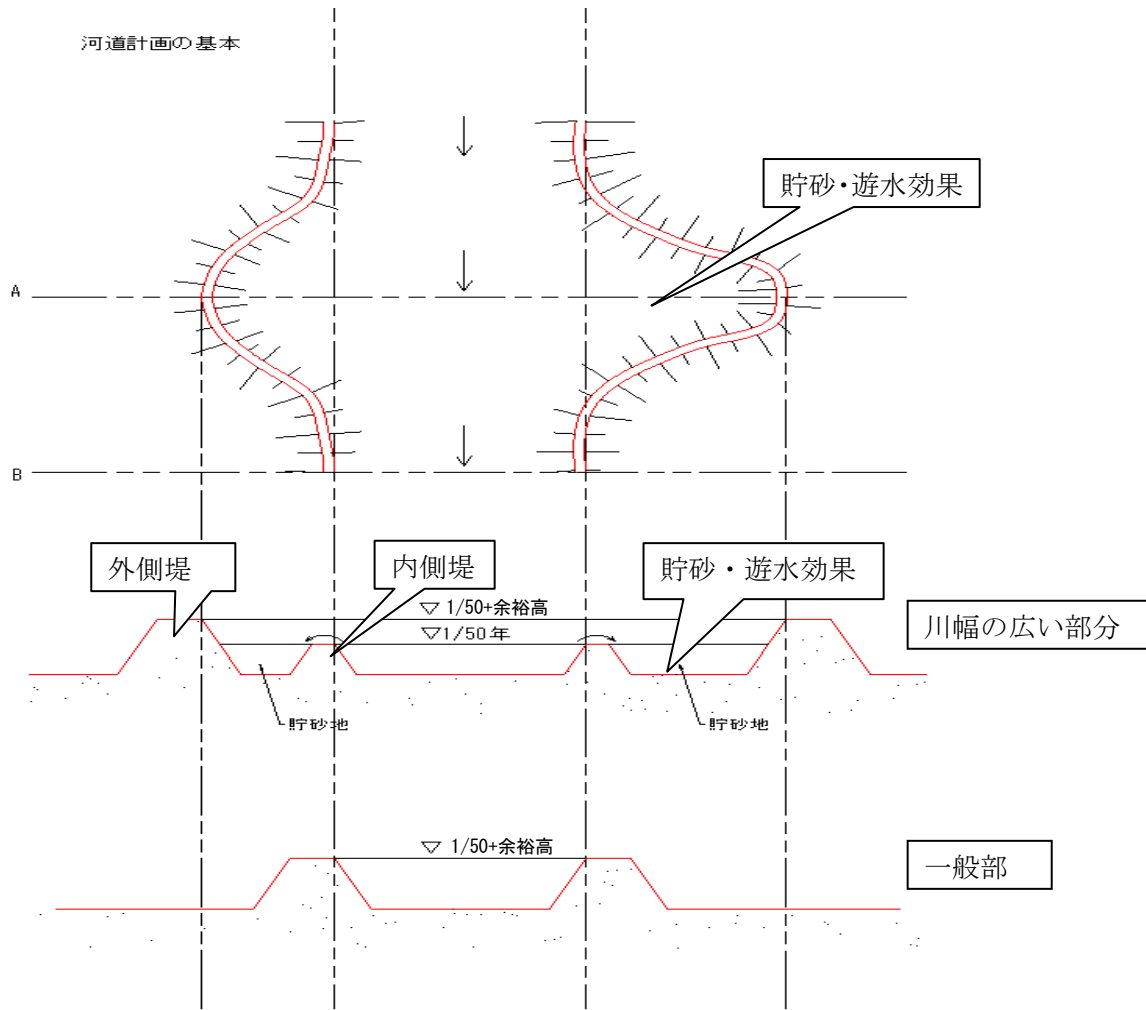


図-4.15.1-1 堤防法線の決定

5) 河川の平面および縦断形状

各河川の平面および縦断形状は図-4.15.1-2～4.15.1-6および図-4.15.1-7～図-4.15.1-12に示すとおりである。

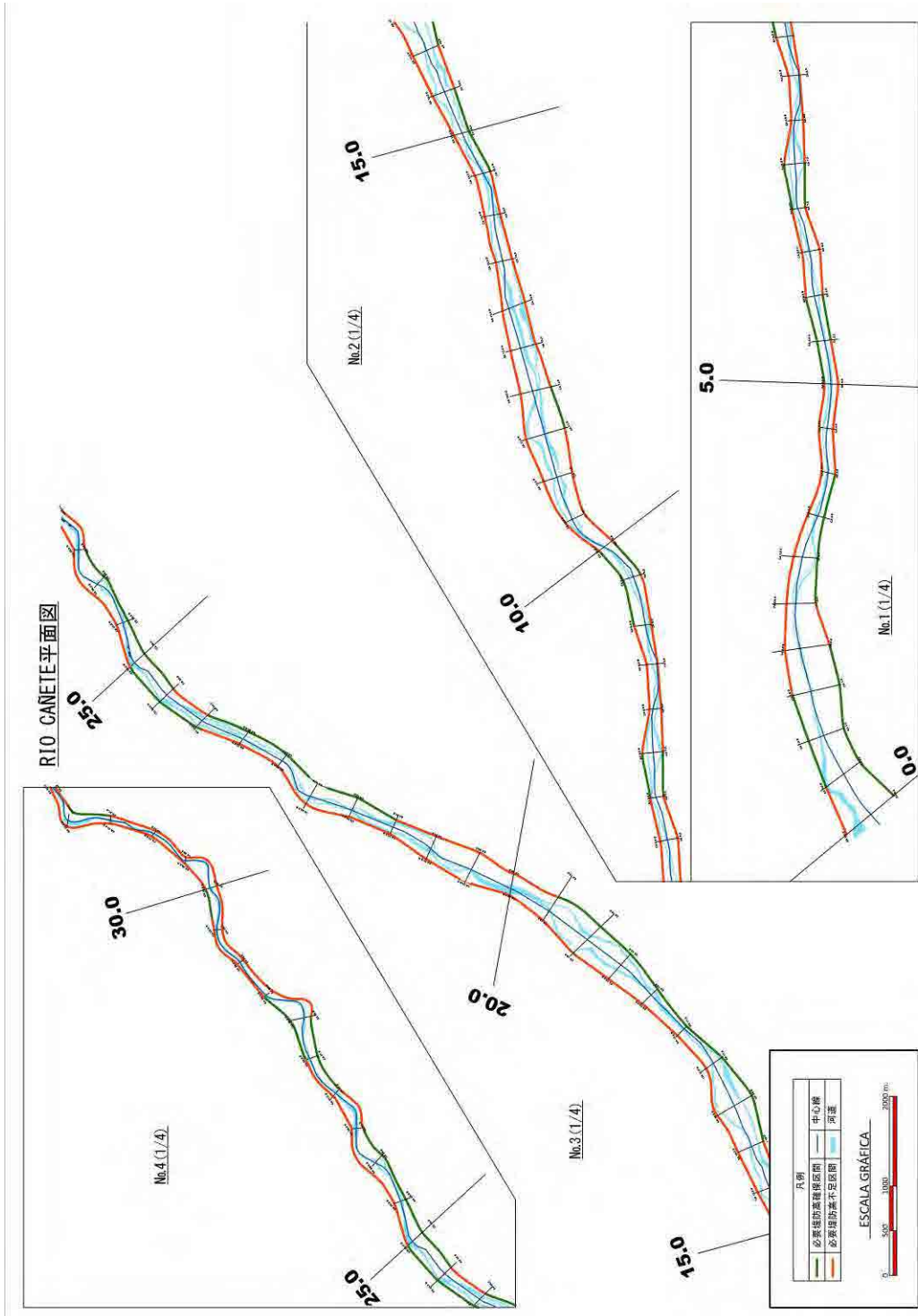


図-4.15.1-2 カニエテ川平面図

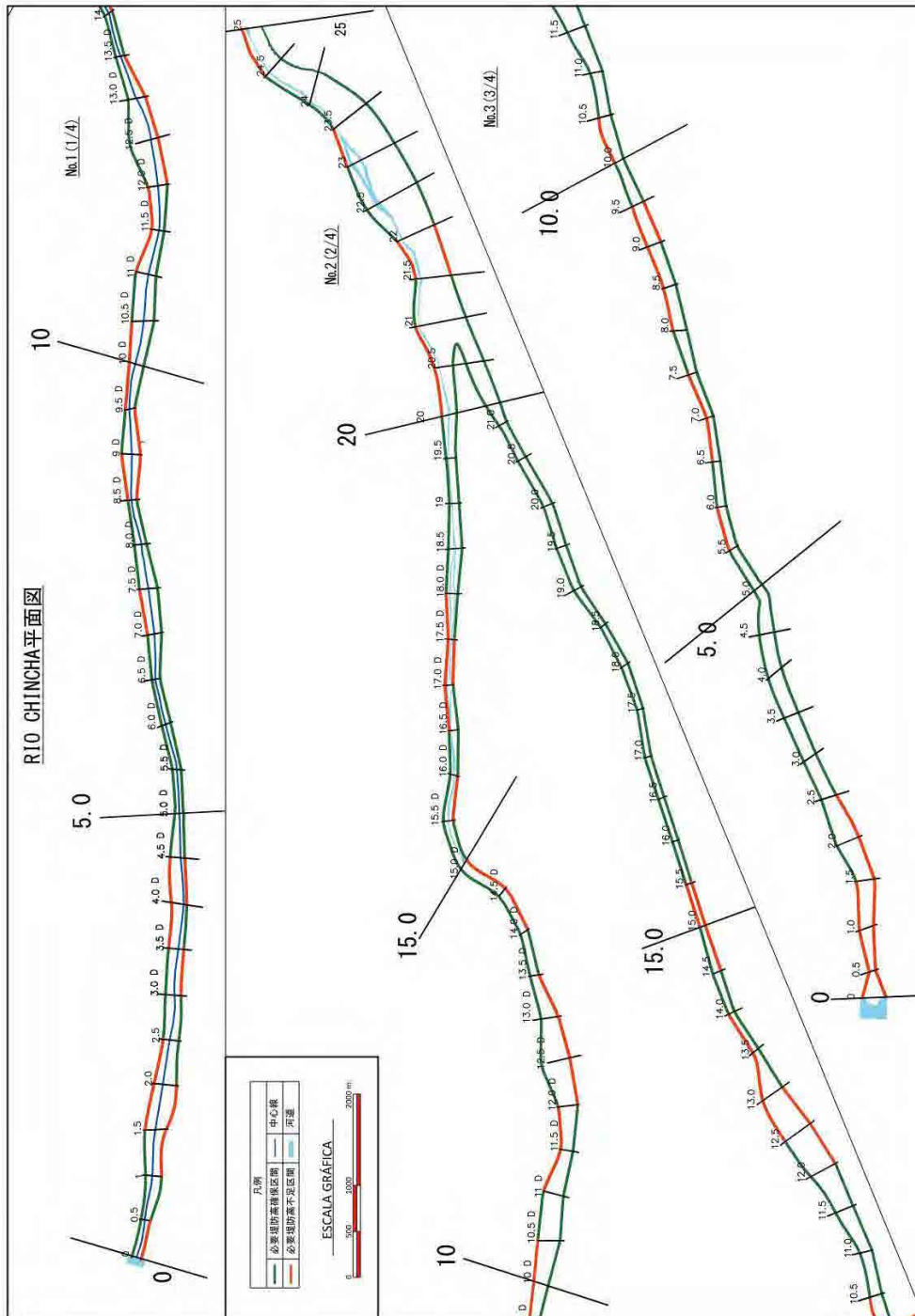


図-4.15.1-3 チンチャ川平面図

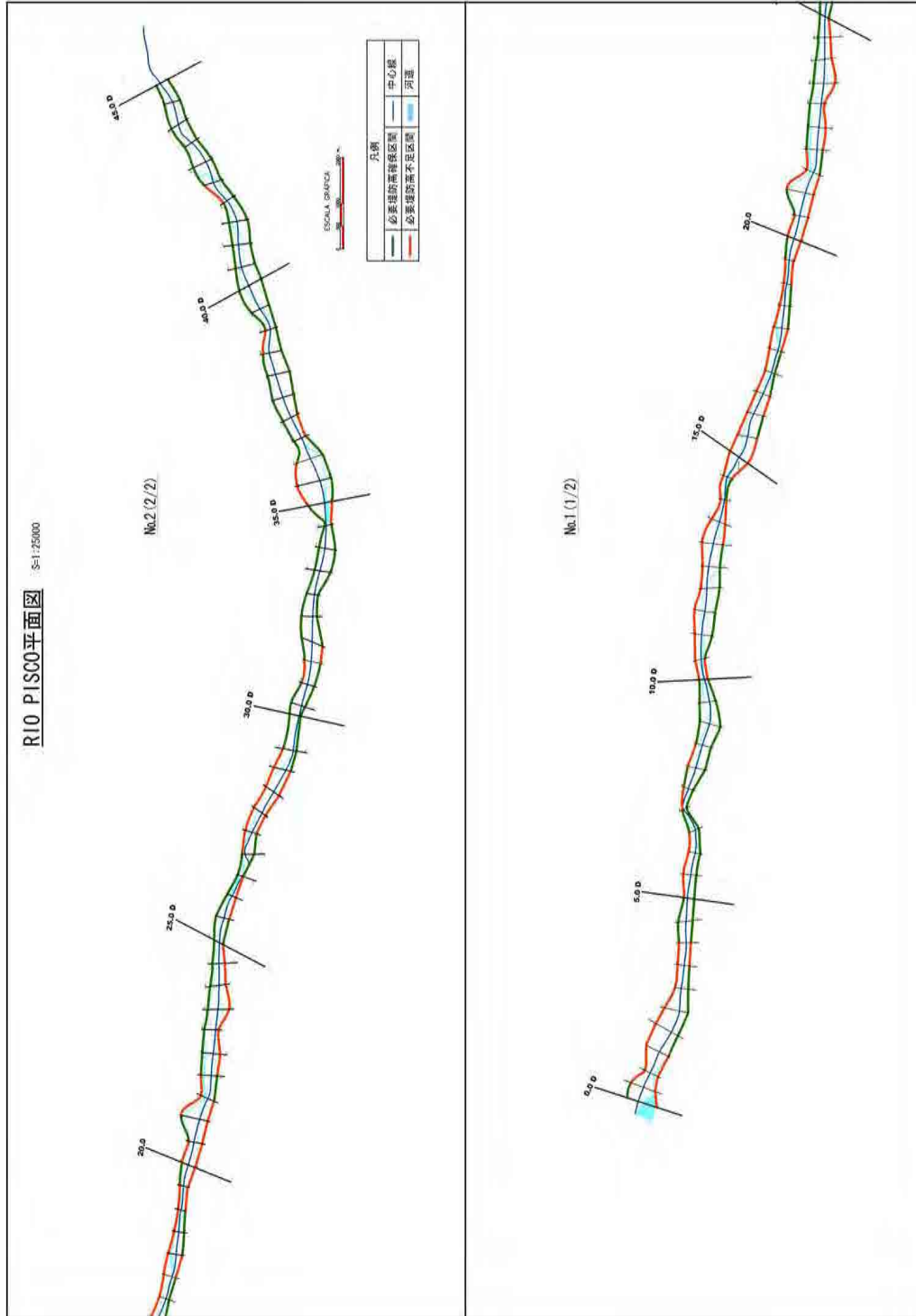


図-4.15.1-4 ピスコ川平面図

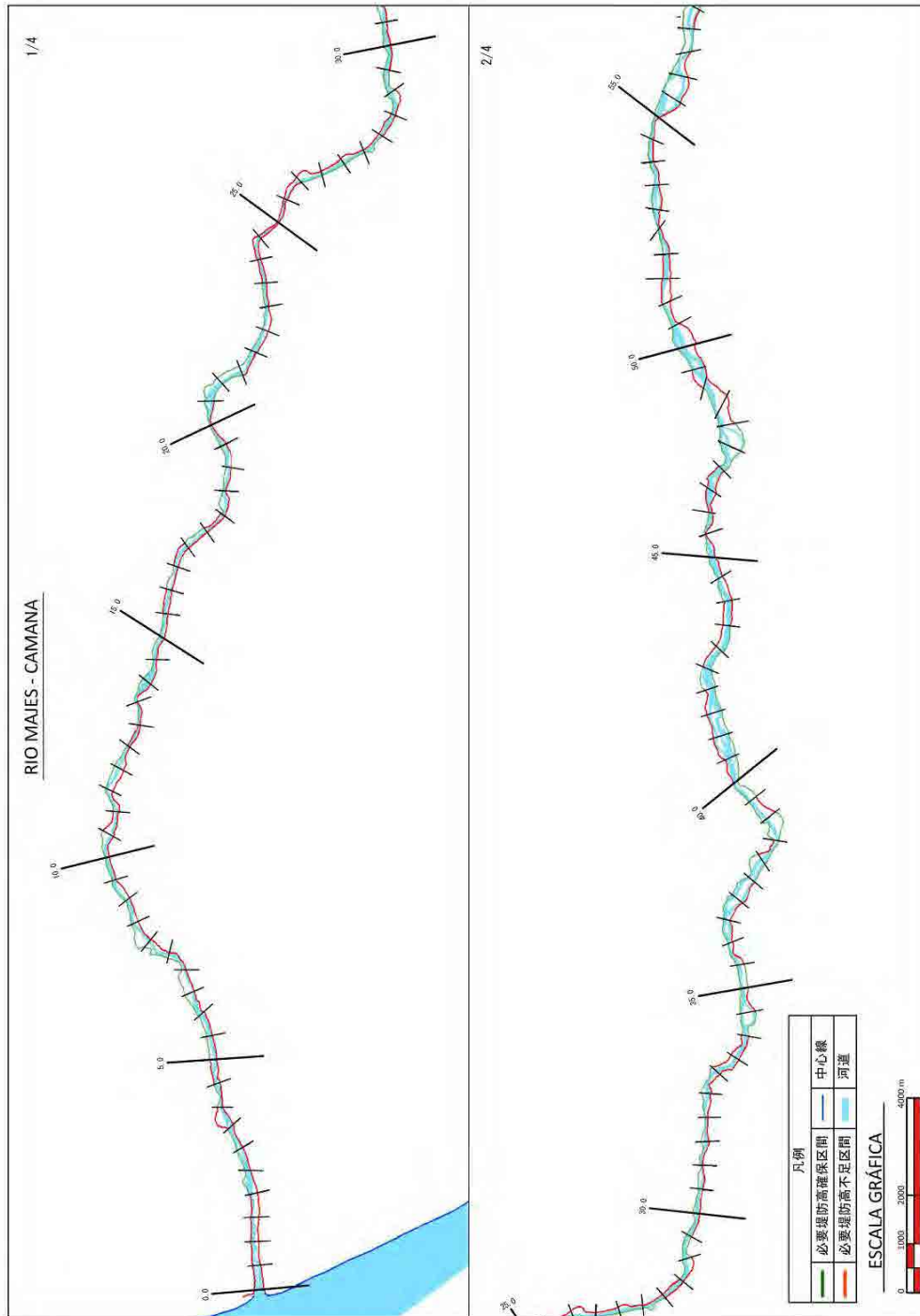


図-4.15.1-5 マヘスカーマナ川平面図 (0-55K)

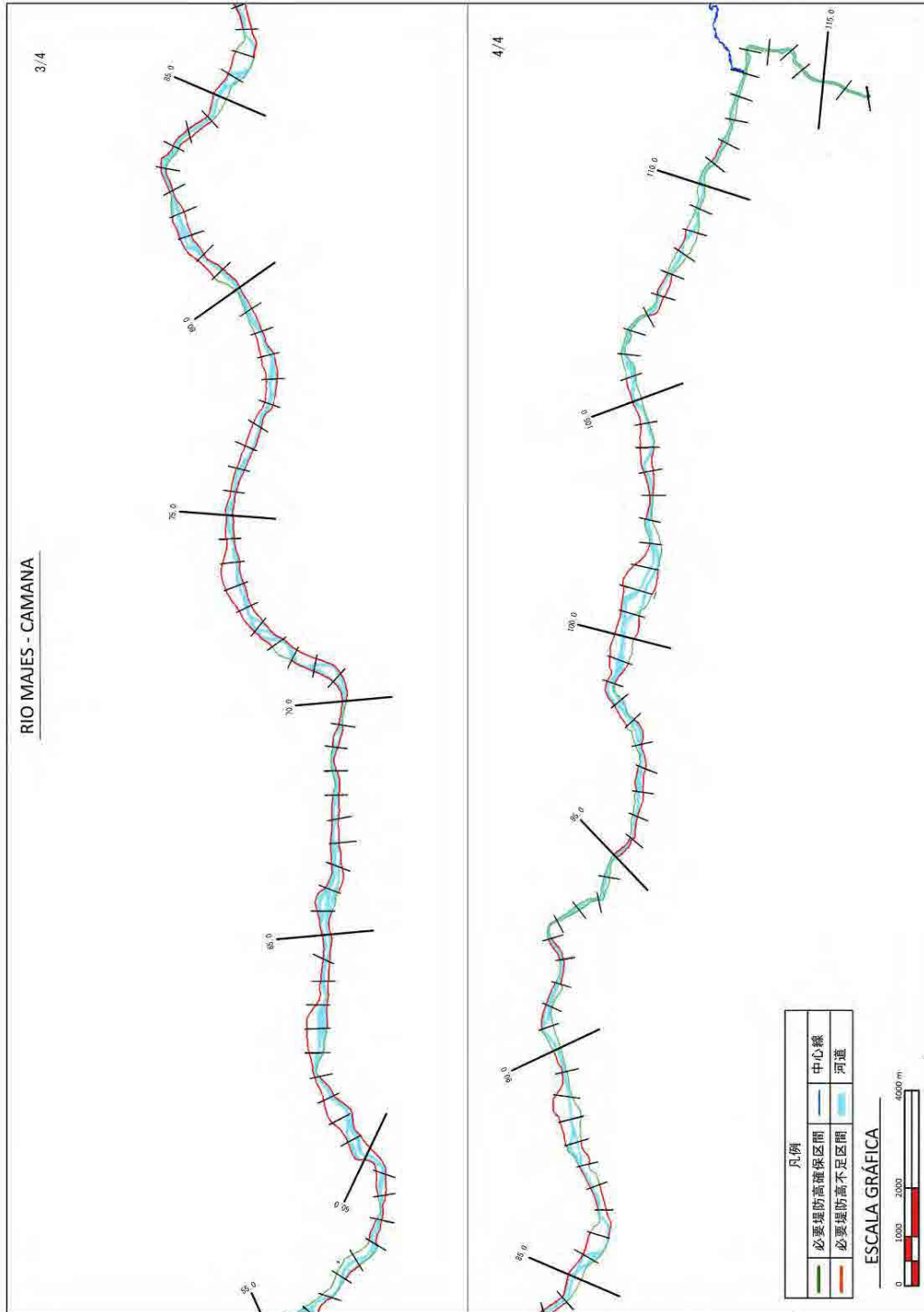


図-4.15.1-6 マヘスーカマナ川平面図 (55-115K)

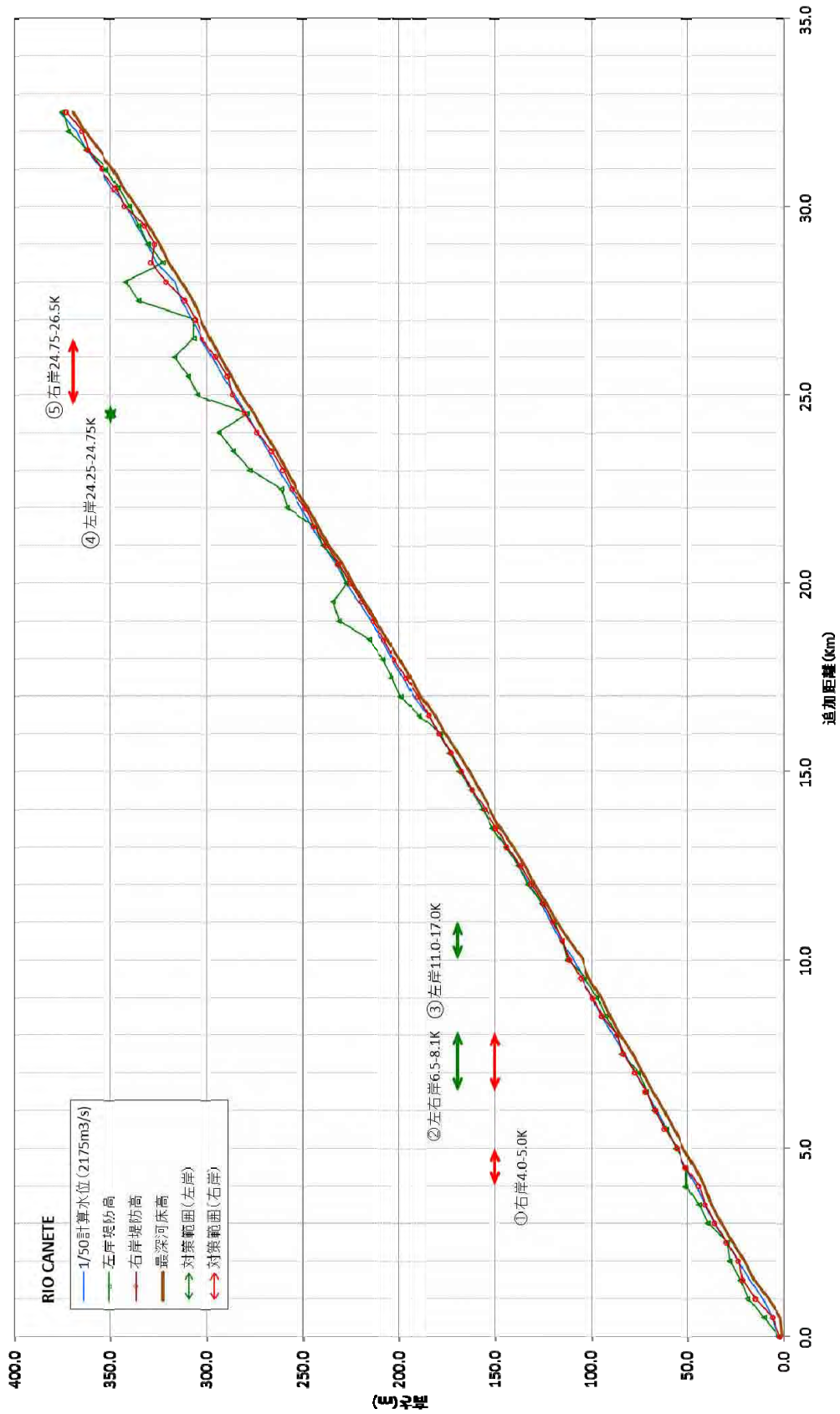


図-4.15.1-7 カニエテ川縦断面図



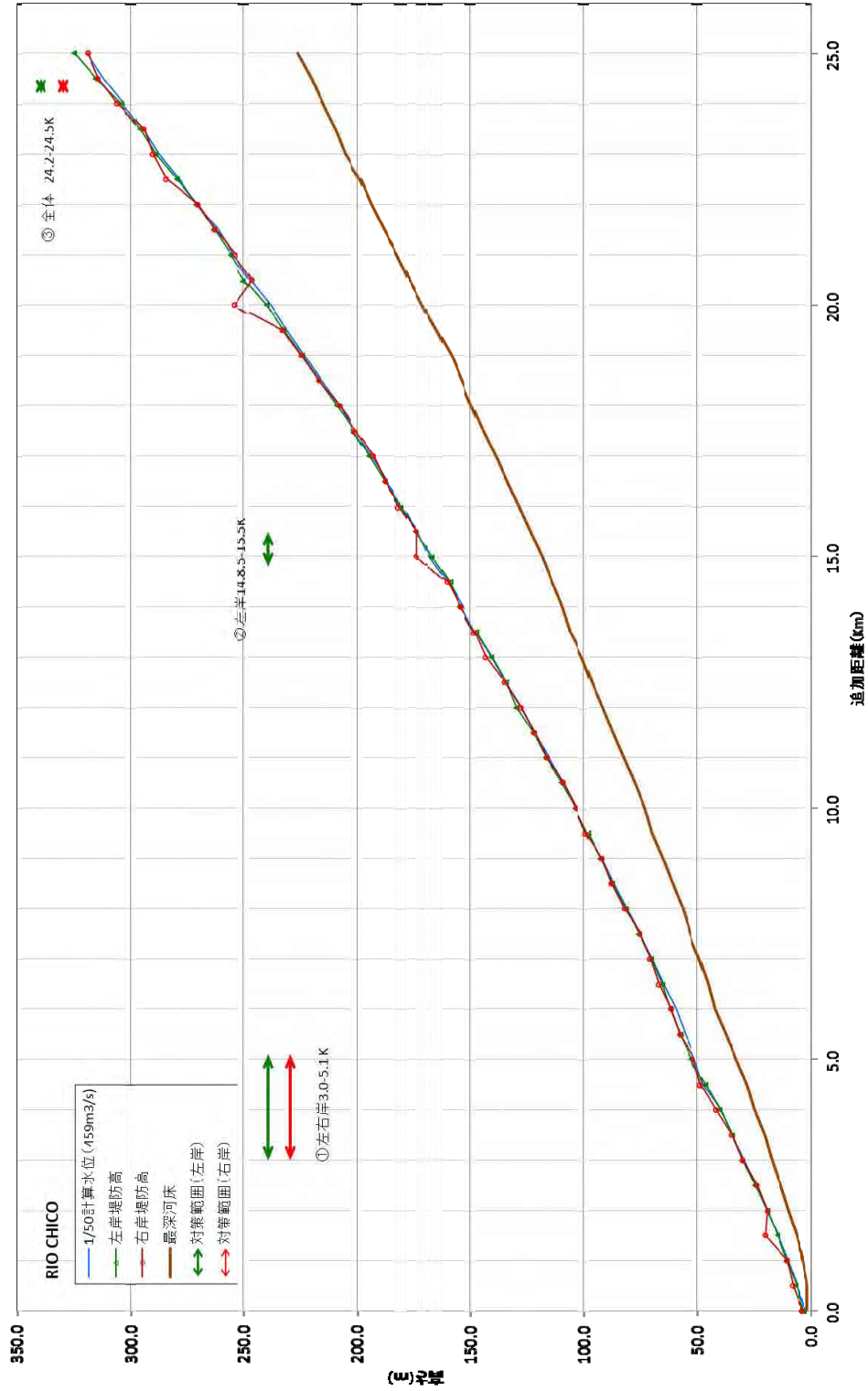


図-4.15.1-8 チンチャヤーチャコ川縦断面図

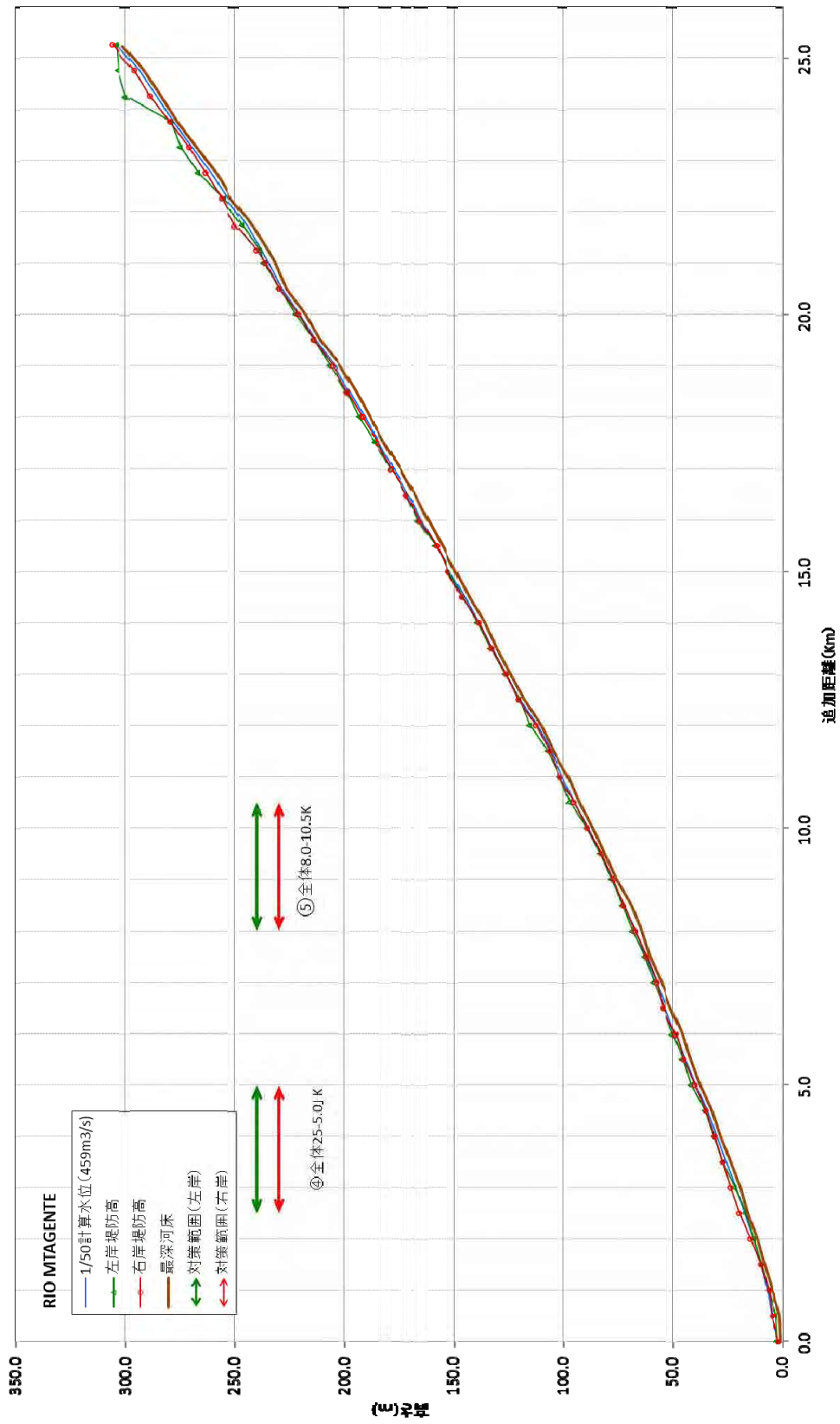


図-4.15.1-9 チンチャーマタヘンテ川縦断面

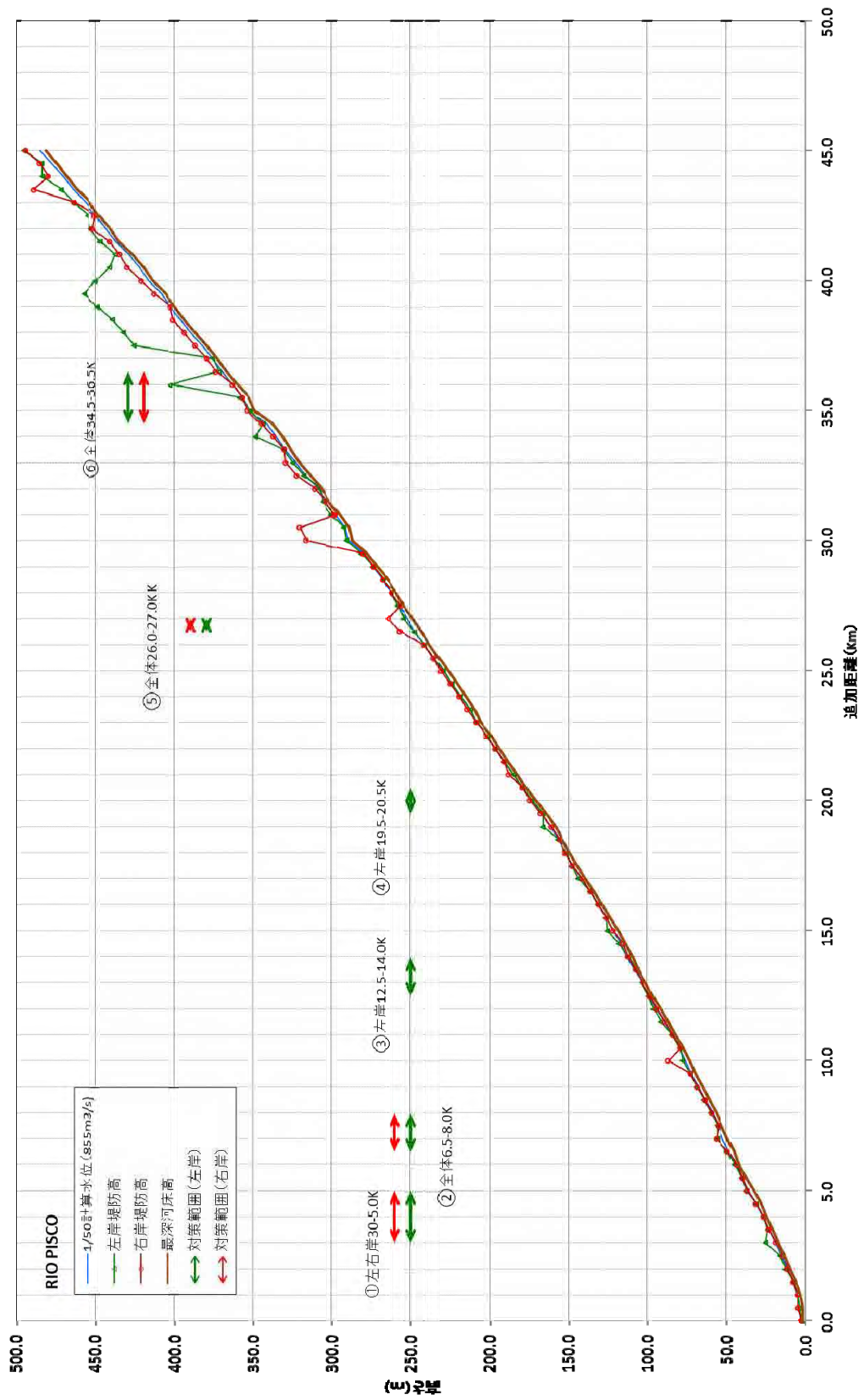


図-4.15.1-10 ピスコ川縦断面図

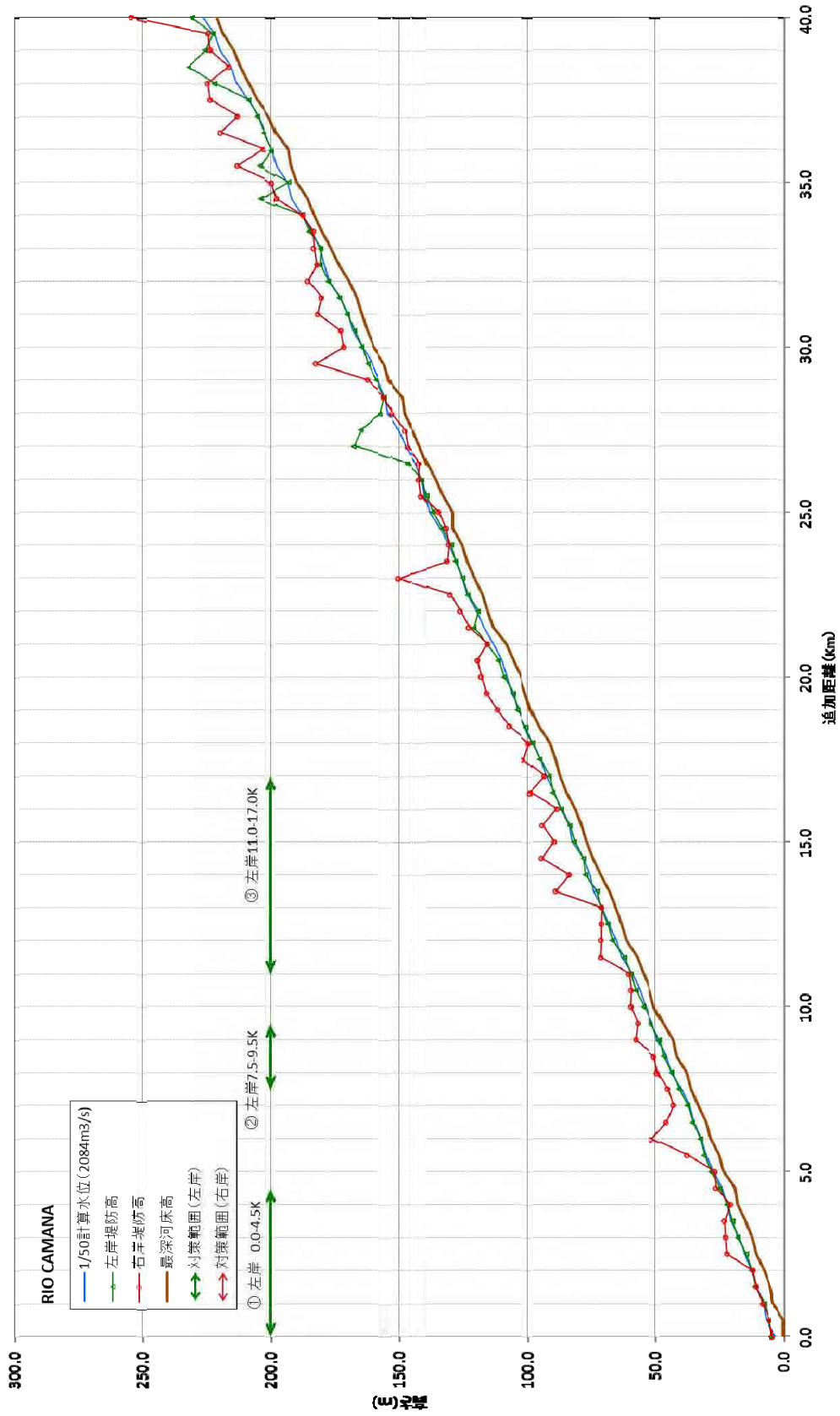


図-4.15.1-11 マヘス-カマナ川縦断面図 (カマナ川)

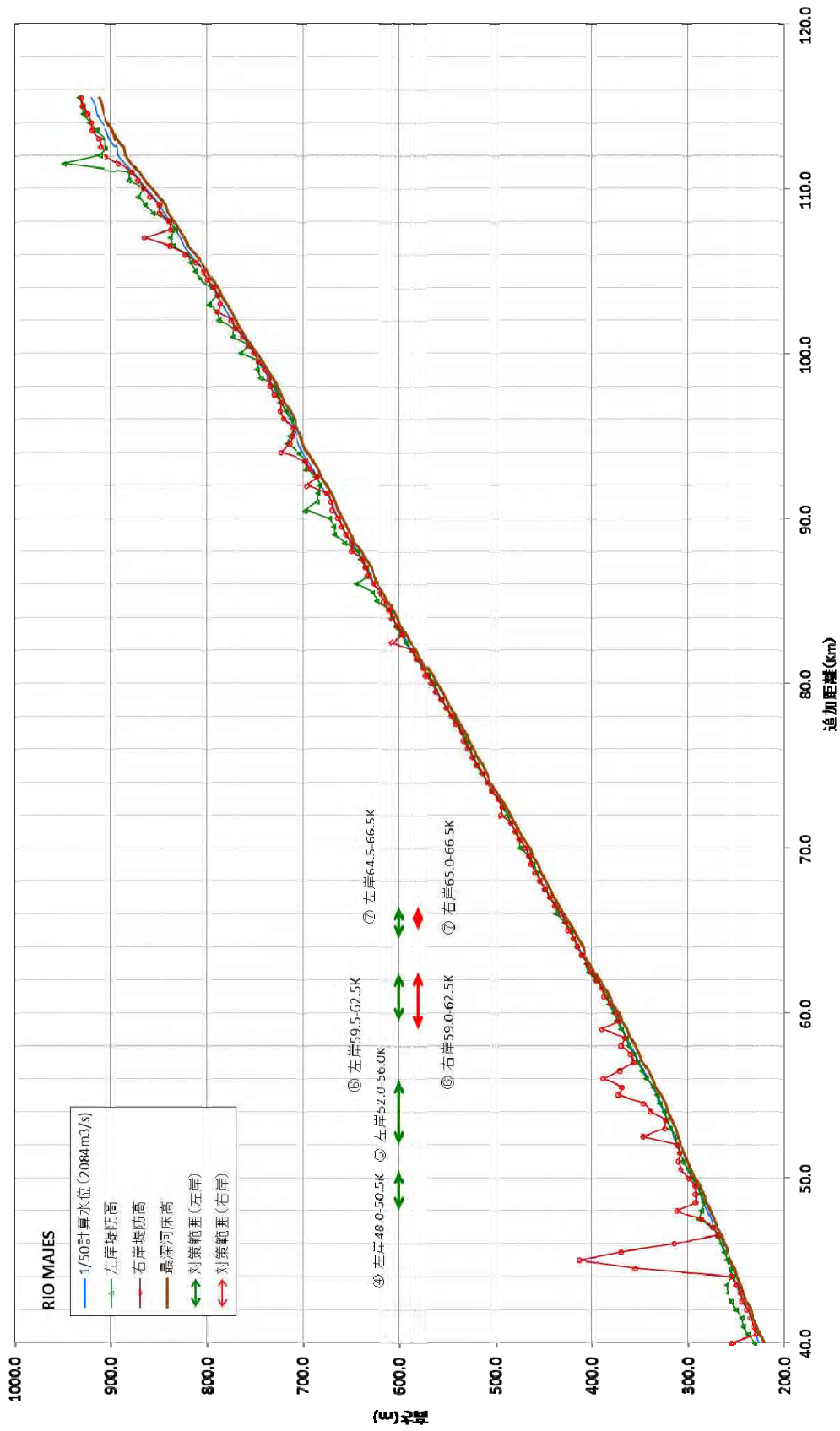


図-4.15.1-12 マハス-カマナ川縦断面図 (マハス川)

## 6) 堤防の設置計画

各河川流域における堤防設置計画の基本方針は以下のとおりである。

- ① 確率規模 1/50 年の洪水を安全に流下する堤防を配置する。
- ② 堤防設置範囲は、氾濫シミュレーションにより堤内地への氾濫が拡散する箇所とする。
- ③ 堤防配置は、洪水拡散区間のうち、計画水位が既存堤防高または堤内地盤高を上回っている箇所とする。
- ④ 堤防高は、1/50 年確率規模の洪水の水位+余裕高とする。

各河川における堤防計画は表-4.15.1-3 および図-4.15.1-13～図-4.15.1-17 に示すとおりである。

**表-4.15.1-3 各河川における堤防計画**

河川名		改修区間		平均堤防 不足高(m)	想定堤防規模	堤防延長 (km)
カニエテ川		左岸	0.0k-21.5k	1.20	堤防 h=1.5m 護岸 h=3.0m	12.0
		右岸	0.0k-21.5k	1.48		18.5
		計		1.38		30.5
チンチャ川	チコ川	左岸	0.5k-17.5k	0.56	堤防 h=1.5m 護岸 h=3.0m	7.0
		右岸	2.0k-18.0k	0.53		5.5
		計				12.5
	マタヘンテ川	左岸	0.5k-15.5k	0.58		5.5
		右岸	0.0k 15.5k	0.55		7.5
		計		0.56		13.0
					25.5	
ピスコ川		左岸	0.0k-29 0k	0.55	堤防 h=1.5m 護岸 h=3.0m	14.0
		右岸	0.0k-29.5k	0.53		19.5
		計		0.53		33.5
マヘス/カマナ川		左岸	0.0k-108.0k	1.36	堤防 h=2.0m 護岸 h=3.0m	72.5
		右岸	0.0.k-111.0k	1.46		52.0
		計		1.40		124.5
合計						214.0

## 7) 事業費

民間価格の直接工事費および事業費はそれぞれ表-4.15.1-4 および表-4.15.1-5 に示すとおりである。また社会価格の事業費は表-4.15.1-6 に示す通りである。



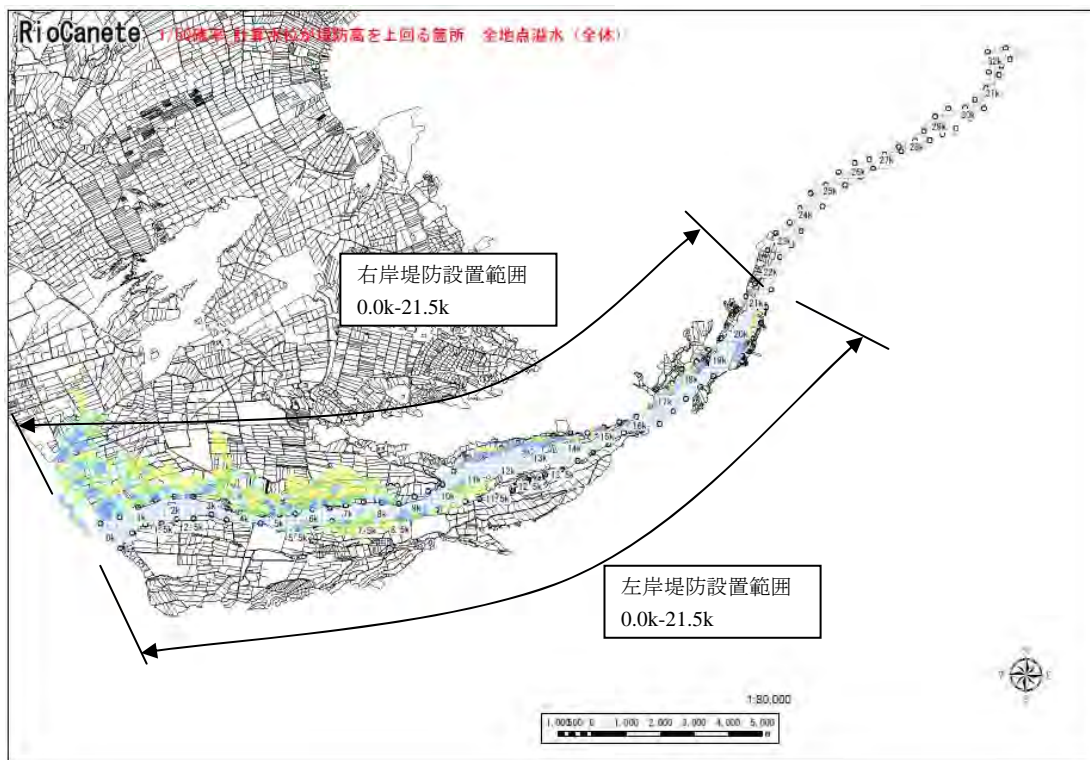


図-4.15.1-13 カニエテ川堤防設置計画

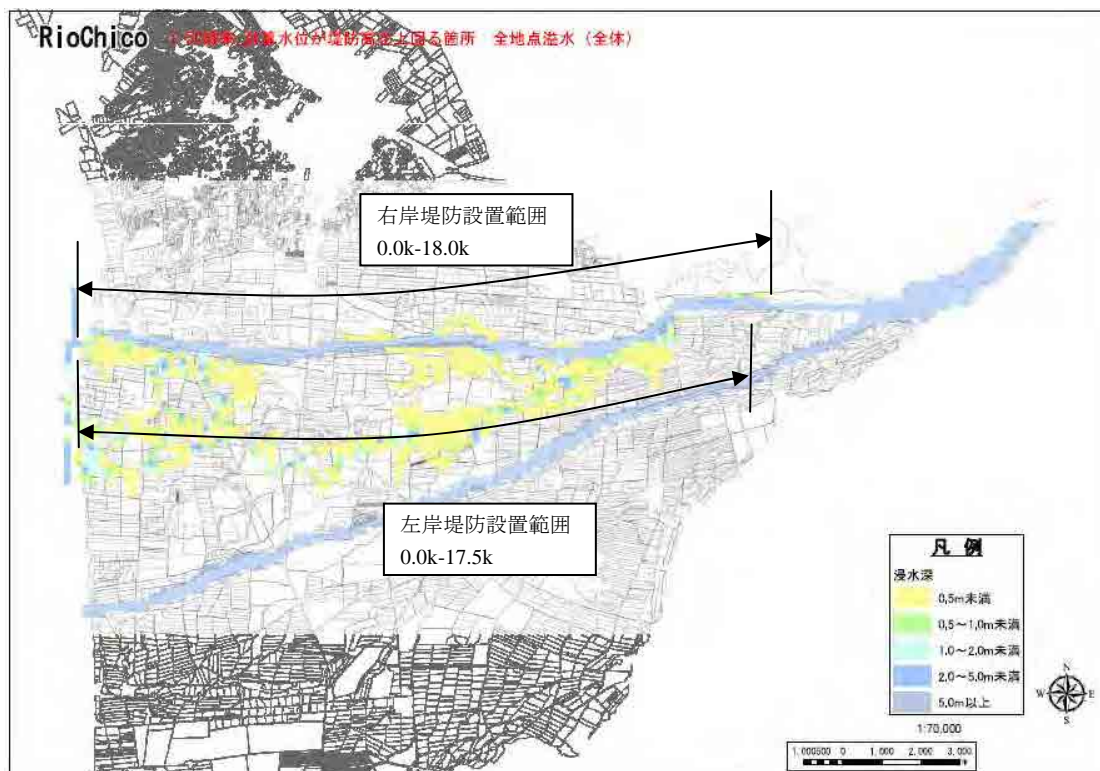


図-4.15.1-14 チンチャ川—チョコ川堤防設置計画

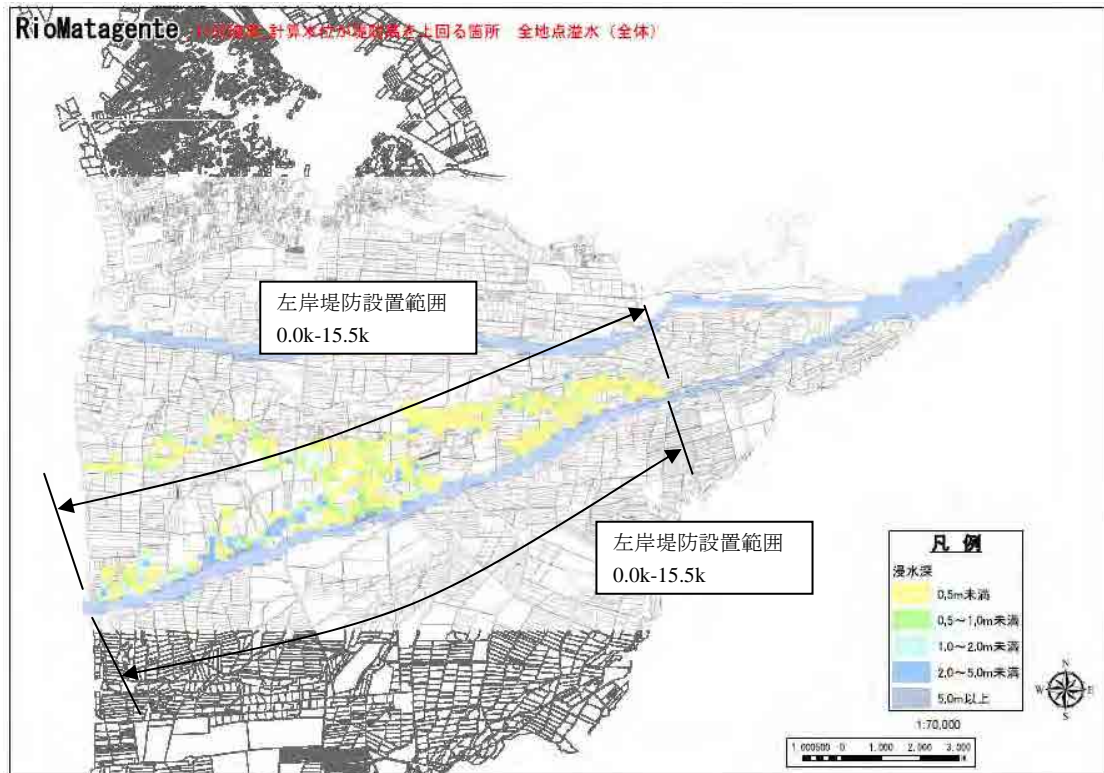


図-4.15.1-15 チンチャ川—マタヘンテ川堤防設置計画

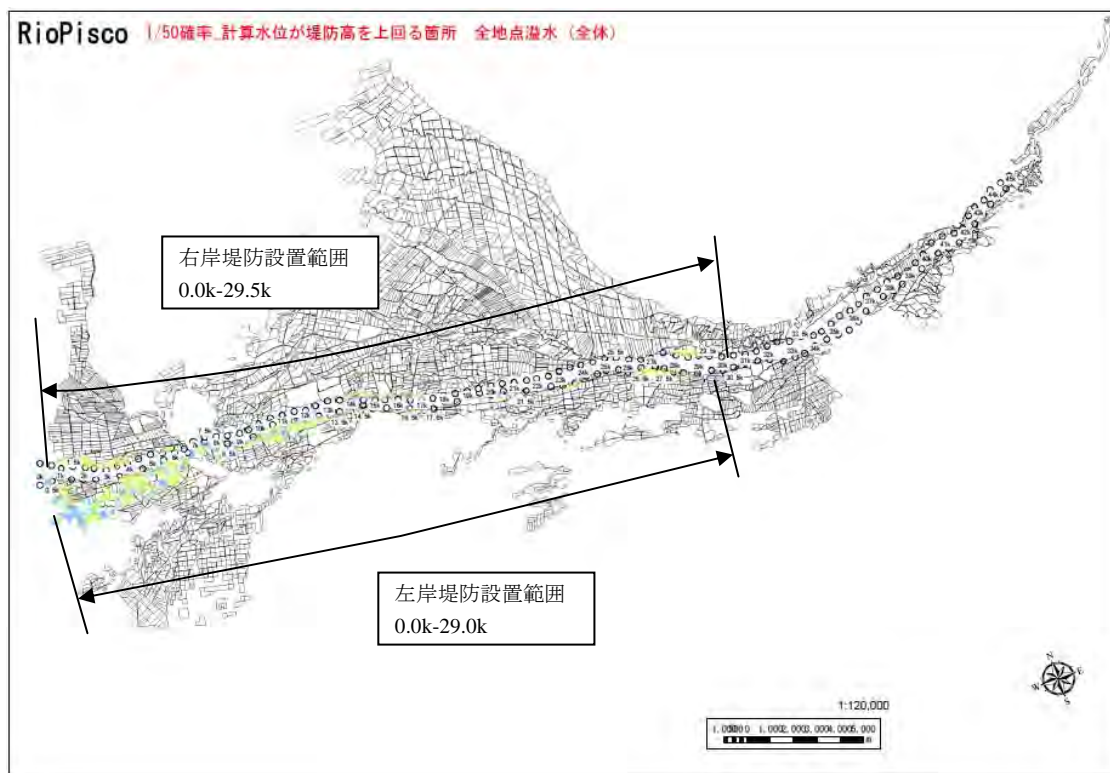


図-4.15.1-16 ピスコ川堤防設置計画



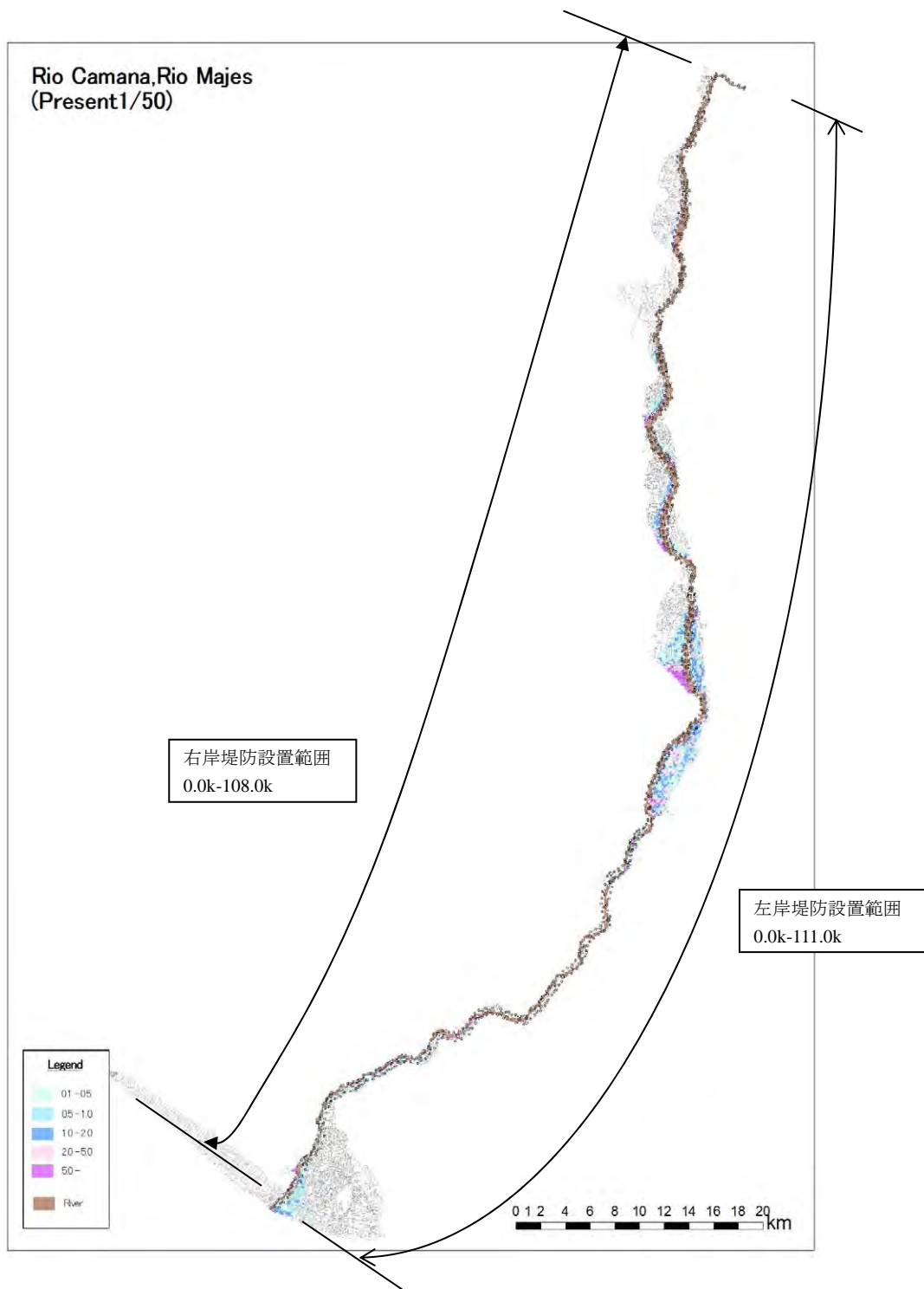
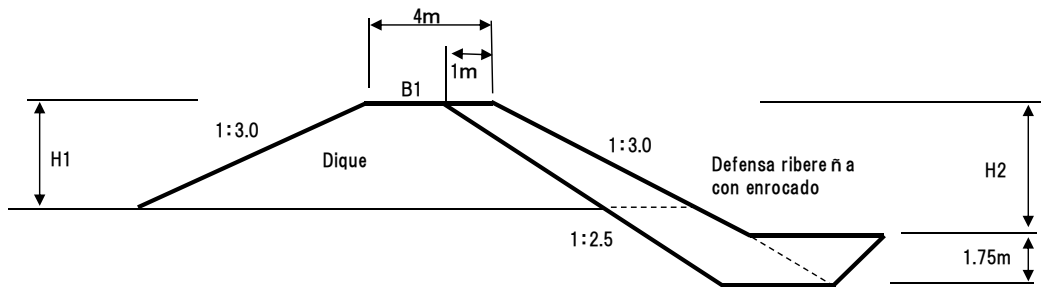


図-4.15.1-17 マヘス-カマナ川堤防設置計画

表-4.15.1-4 全体治水計画直接工事費

Construcción de dique				Defensa ribereña			
B1	H1	B2	A	B1	H2	B2	A
3.0	1.0	8.5	5.8	1.0	1.0	2.4	10.8
3.0	1.5	11.3	10.7	1.0	1.5	2.6	12.0
3.0	2.0	14.0	17.0	1.0	2.0	2.9	13.4
3.0	3.0	19.5	33.8	1.0	3.0	3.4	16.5
3.0	4.0	25.0	56.0	1.0	4.0	3.9	20.1
3.0	5.0	30.5	83.8	1.0	5.0	4.4	24.3
3.0	1.5	11.3	10.7	1.0	6.0	4.9	28.9



流域		数量	単位	単価 (ソル)	直接工事費 /1m (ソル)	直接工事費 /1km (千ソル)	堤防延長 (km)	直接工事費 (千ソル)
カニエテ	築堤	17.0	m3	10.0	170.0	170.0	30.5	5,185.0
	護岸	16.5	m3	100.0	1,650.0	1,650.0		50,325.0
チンチャ	築堤	10.7	m3	10.0	107.0	107.0	25.5	2,728.5
	護岸	16.5	m3	100.0	1,650.0	1,650.0		42,075.0
ビスコ	築堤	10.7	m3	10.0	107.0	107.0	33.5	3,584.5
	護岸	16.5	m3	100.0	1,650.0	1,650.0		55,275.0
マヘス カマナ	築堤	17.0	m3	10.0	170.0	170.0	124.5	21,165.0
	護岸	16.5	m3	100.0	1,650.0	1,650.0		205,425.0

表-4.15.1-5 全体治水計画事業費 (民間価格)

Nombre de la Cuenca 流域名	COSTO DIRECTO (直接工事費)				COSTO INDIRECTO (間接工事費)							INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA Costo Total 構造物・事業費 (12) = (8)+(9)+(10)+(11)
	Costo Directo 直接工事費計 (1)	Costo de Obras Temporales 共通仮設費 (2) = 0.1 x (1)	Costo de Obras de Obras 工事費 (3) = (1) + (2)	Gastos Operativos 諸経費 (4) = 0.15 x (3)	Utilidad 利益 (5) = 0.1 x (3)	Costo Total Infraestructura 構造物工事費 (6) = (3)+(4)+(5)	IGV 税金 (7) = 0.18 x (6)	Costo Total Obra 建設費 (8) = (6)+(7)	Impacto Ambiental 環境影響 (9)=0.01 x (8)	Expediente Tecnico 詳細設計 (10) = 0.05 x (8)	Supervisión 施工管理費 (11) = 0.1 x (8)	
CAÑETE	55,510,000	5,551,000	61,061,000	9,159,150	6,106,100	76,326,250	13,738,725	90,064,975	900,650	4,503,249	9,006,498	104,475,371
CHINCHA	44,803,500	4,480,350	49,283,850	7,392,578	4,928,385	61,604,813	11,088,866	72,693,679	726,937	3,634,684	7,269,368	84,324,667
PISCO	58,859,500	5,885,950	64,745,450	9,711,818	6,474,545	80,931,813	14,567,726	95,499,539	954,995	4,774,977	9,549,954	110,779,465
MAJES-CAMANA	226,590,000	22,659,000	249,249,000	37,387,350	24,924,900	311,561,250	56,081,025	367,642,275	3,676,423	18,382,114	36,764,228	426,465,039
TOTAL	<b>385,763,000</b>	<b>38,576,300</b>	<b>424,339,300</b>	<b>63,650,895</b>	<b>42,433,930</b>	<b>530,424,125</b>	<b>95,476,343</b>	<b>625,900,468</b>	<b>6,259,005</b>	<b>31,295,023</b>	<b>62,590,047</b>	<b>726,044,542</b>

表-4.15.1-6 全体治水計画事業費 (社会価格)

Nombre de la Cuenca 流域名	COSTO DIRECTO (直接工事費)				COSTO INDIRECTO (間接工事費)							INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA Costo Total 構造物・事業費 (12) = (8)+(9)+(10)+(11)
	Costo Directo 直接工事費計 (1)	Costo de Obras Temporales 共通仮設費 (2) = 0.1 x (1)	Costo de Obras de Obras 工事費 (3) = (1) + (2)	Gastos Operativos 諸経費 (4) = 0.15 x (3)	Utilidad 利益 (5) = 0.1 x (3)	Costo Total Infraestructura 構造物工事費 (6) = (3)+(4)+(5)	IGV 税金 (7) = 0.18 x (6)	Costo Total Obra 建設費 (8) = (6)+(7)	Impacto Ambiental 環境影響 (9)=0.01 x (8)	Expediente Tecnico 詳細設計 (10) = 0.05 x (8)	Supervisión 施工管理費 (11) = 0.1 x (8)	
CAÑETE	44,630,040	4,463,004	49,093,044	7,363,957	4,909,304	61,366,305	11,045,935	72,412,240	724,122	3,620,612	7,241,224	83,998,198
CHINCHA	36,022,014	3,602,201	39,624,215	5,943,632	3,962,422	49,530,269	8,915,448	58,445,718	594,457	2,922,286	5,844,572	67,797,033
PISCO	47,323,038	4,732,304	52,055,342	7,808,301	5,205,534	65,069,177	11,712,452	76,781,629	767,816	3,839,081	7,678,163	89,066,690
MAJES-CAMANA	182,178,360	18,217,836	200,396,196	30,059,429	20,039,620	250,495,245	45,089,144	295,584,389	2,955,844	14,779,219	29,558,439	342,877,891
TOTAL	<b>310,153,452</b>	<b>31,015,345</b>	<b>341,168,797</b>	<b>51,175,320</b>	<b>34,116,880</b>	<b>426,460,997</b>	<b>76,762,979</b>	<b>503,223,976</b>	<b>5,032,240</b>	<b>25,161,199</b>	<b>50,322,398</b>	<b>593,739,812</b>

## (2) 維持管理計画

一次元河床変動解析の結果に基づいて河床の堆積／侵食傾向を把握し、それらへの対応を考慮して長期の維持管理計画を立案し、コストを推定する。

現況の河道の形状は、道路橋や農業施設（取水堰）等が存在する箇所が狭窄部となっており、その上流側に土砂が堆積する傾向にある。従って、今回の計画では、狭窄部の流下能力を高め、できるだけ狭窄部及びその上流の河道（主要部）には土砂が堆積しないようにするとともに、狭窄部上流側の河道（拡幅部）に確率 1/50 年規模を超える洪水時に土砂をできるだけ貯めるように工夫する。

### 1) 河床変動解析

本調査で用いた河床変動解析モデルの概要を表-4.15.1-7、対象河川の計算条件を表-4.15.1-8 に示す。

各流域について今後 50 年間の河床変動解析を行った結果を図-4.15.1-16～図-4.15.1-20 に示す。上流から流入した土砂が堆積しやすい河川はマヘス-カマナ川チンチャ川、ピスコ川となった。このような傾向は現地ヒヤリングや実際の河床状況に比較的合致している。

図より河床の堆積および侵食の今後の傾向および堆積量および侵食量が推定出来る。

### 2) 維持管理の必要箇所

各流域において今後、長期的に維持管理が必要すべきと考えられる箇所を抽出して表-4.15.1-7 に示す。

### 3) 維持管理費

各流域における今後 50 年間に渡って必要とされる河床掘削のための維持管理費の直接工事費は表-4.15.1-10 に示す通りとなり、事業費は民間価格および社会価格について表-4.15.1-11 および表-4.15.1-12 に示す通りとなる。

**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**

項 目	内 容
流れの計算	1次元不等流モデル
流砂の計算	1次元混合粒径河床変動モデル
掃流砂	芦田・道上の流砂量公式
浮遊砂	浮遊砂の非平衡性を考慮している。基準面濃度には芦田・道上式を採用。
計算解法	MacCormack 法

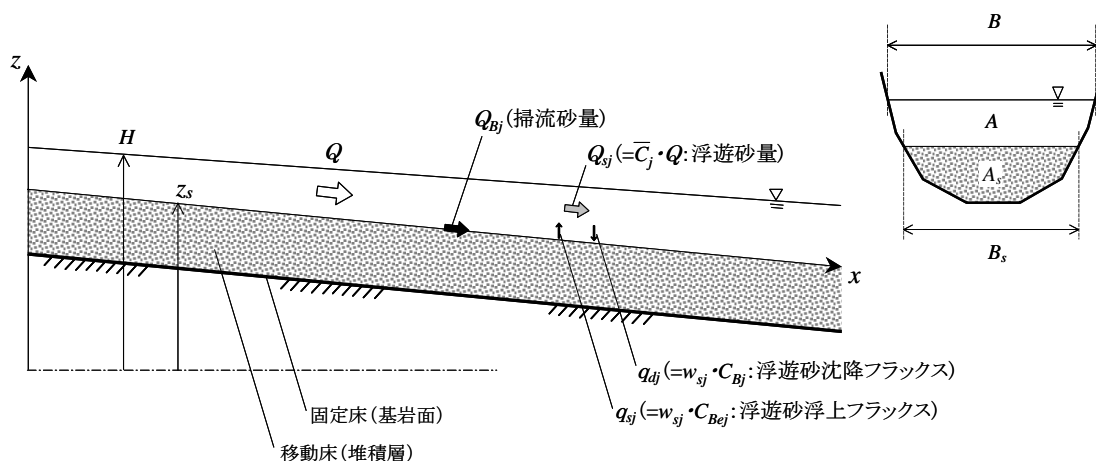


図-4.15.1-18 河床変動解析モデルの概念図

表-4.15.1-8 対象河川の名な計算条件

	カニエテ川	チンチャ川	ピスコ川	マヘスーカマナ川
計算対象領域	32.5km	46.0km	45.0km	115km
計算期間	現況から将来 50 年間			
空間刻み ( $\Delta x$ )	100m	100m	100m	250m
時間刻み ( $\Delta t$ )	2.0sec			
上流端流量	各流域の観測流量(年最大流量)を基に 50 年分のデータ作成 (年数が不足する場合は繰り返して作成)			
土砂供給条件 <sup>※1</sup>	60 千 $m^3$ /年	115 千 $m^3$ /年	173 千 $m^3$ /年	419 千 $m^3$ /年
支川流入	いずれの河川も対象領域内に大きな支川は存在しないため考慮しない			
対象粒径	河床材料の粒度分布を参考として 8~9 粒径を設定 ( $d=0.075\sim 500mm$ )			
下流端水位	下流端断面にて等流水深を設定			
粗度係数	$n=0.05$ (全域)			
空隙率	0.4 (砂礫の代表的な空隙率)			
その他特記事項		分流堰にて分岐されたチョコ川とマタヘンテ川の 2 河川について計算した		

※1 河床材料調査結果を基に平衡流砂量を設定。ただし、カニエテ川に関しては現地の土砂流出状況やヒアリング結果を踏まえ、土砂量を補正。

**表-4.15.1-9 今後計画的に河床掘削すべき箇所**

河川名		掘削対象範囲		維持管理方法
カニエテ川		箇所 1	対象区間：3.0～7.0km 対象土量：135,000m <sup>3</sup>	既往の氾濫箇所であり、今後、徐々に河床上昇するため、定期的な掘削を実施すべきと考えられる。
		箇所 2	対象区間：27.0～31.0km 対象土量：287,000m <sup>3</sup>	対象区間は水路が狭く、土砂を十分に通過させられないため、河床上昇の可能性が高い。今後徐々に河床上昇し、氾濫を引き起こす可能性があるため、定期的な維持掘削を実施すべきと考えられる。
チンチャ川	(チコ川)	箇所 1	対象区間：3.5～4.5km 対象土量：53,000m <sup>3</sup>	既往の氾濫箇所であり、今後、徐々に河床上昇するため、定期的な掘削を実施すべきと考えられる。
	(マタヘンテ川)	箇所 1	対象区間：10.5～13.5km 対象土量：229,000m <sup>3</sup>	川幅が広く、土砂が堆積しやすい区間である。今後徐々に河床上昇し、氾濫を引き起こす可能性があるため、定期的な維持掘削を実施すべきと考えられる。
		箇所 2	対象区間：21.0～23.5km 対象土量：197,000m <sup>3</sup>	
ピスコ川		箇所 1	対象区間：18.0～20.5km 対象土量：314,000m <sup>3</sup>	今後徐々に河床上昇し、氾濫を引き起こす可能性があるため、定期的な掘削を実施すべきと考えられる。
		箇所 2	対象区間：34.0～35.0km 対象土量：255,000m <sup>3</sup>	既設取水堰の上流部で、拡幅部のため土砂が堆積しやすい河床である。同区間において定期的に掘削を実施することで、下流河道全体の河床上昇リスクを低下させることが可能と考えられる。
マヘス・カマナ川		箇所 1	対象区間：12.0～13.0km 対象土量：70,000m <sup>3</sup>	比較的川幅も狭く、少ない土砂量でも顕著な河床上昇が発生する可能性が高い地点と推測される。取水施設への影響を踏まえ、毎年の定期的な維持掘削が望ましい。
		箇所 2	対象区間：100.0～101.0km 対象土量：460,000m <sup>3</sup>	急拡部であり、大量の土砂の堆積する可能性が高い箇所である。当該区間で維持掘削を実施することにより、中流部の河床上昇も抑制される効果が期待できる。 治水上の観点から、計画的な維持掘削を実施すべき地点と考えられる。

※対象土量は 50 年間の堆積土砂量

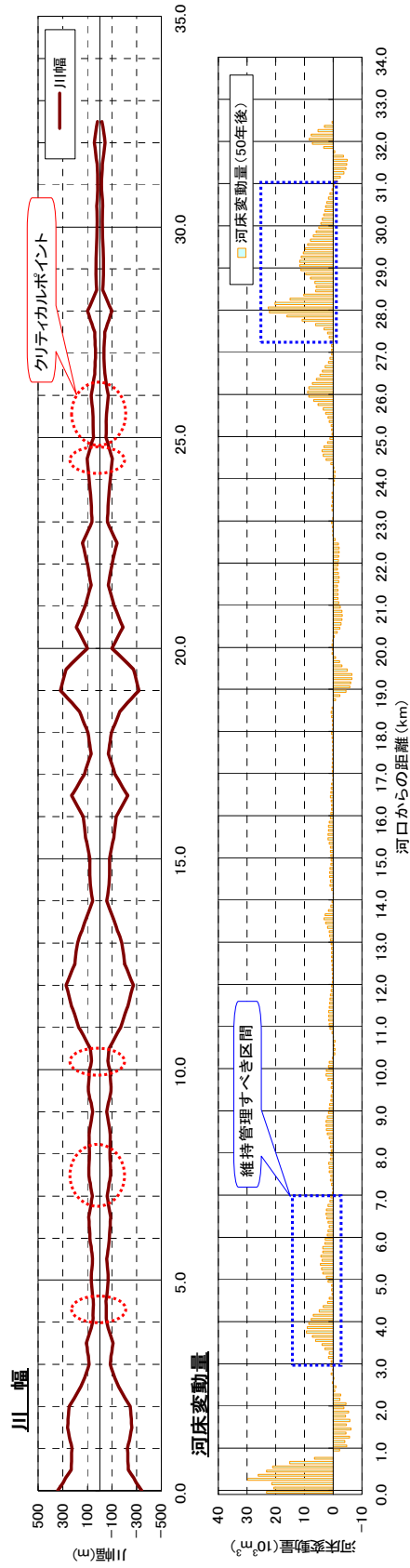


図-4.15.1-19 維持管理が必要な堆積区間 (カニエテ川)

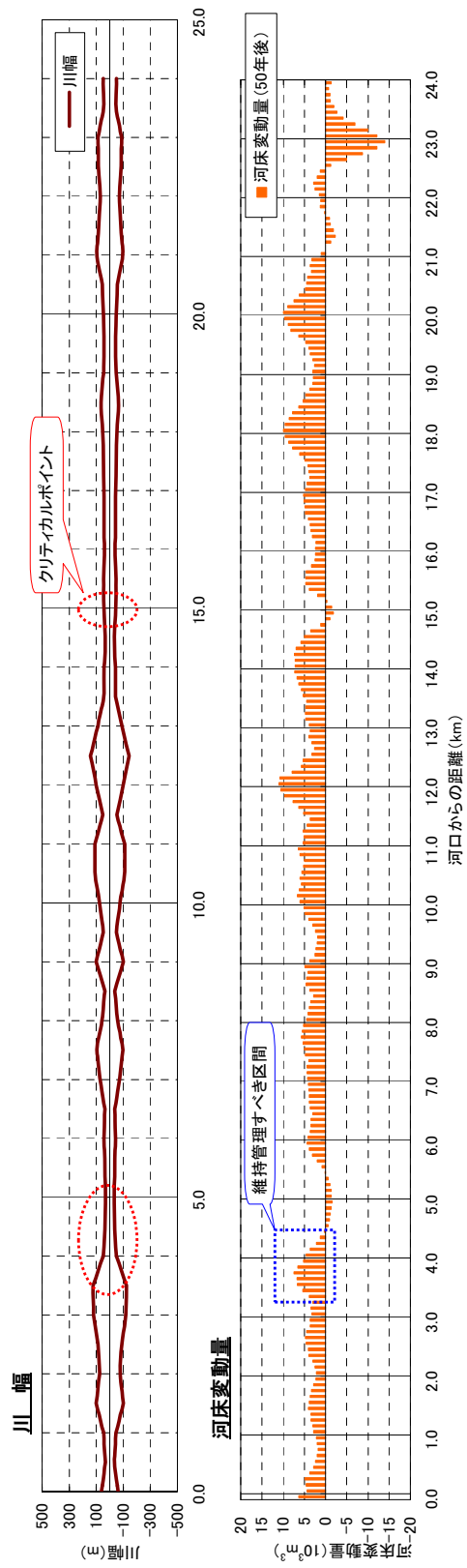


図-4.15.1-20 維持管理が必要な堆積区間 (チンチャ川-チョコ川)

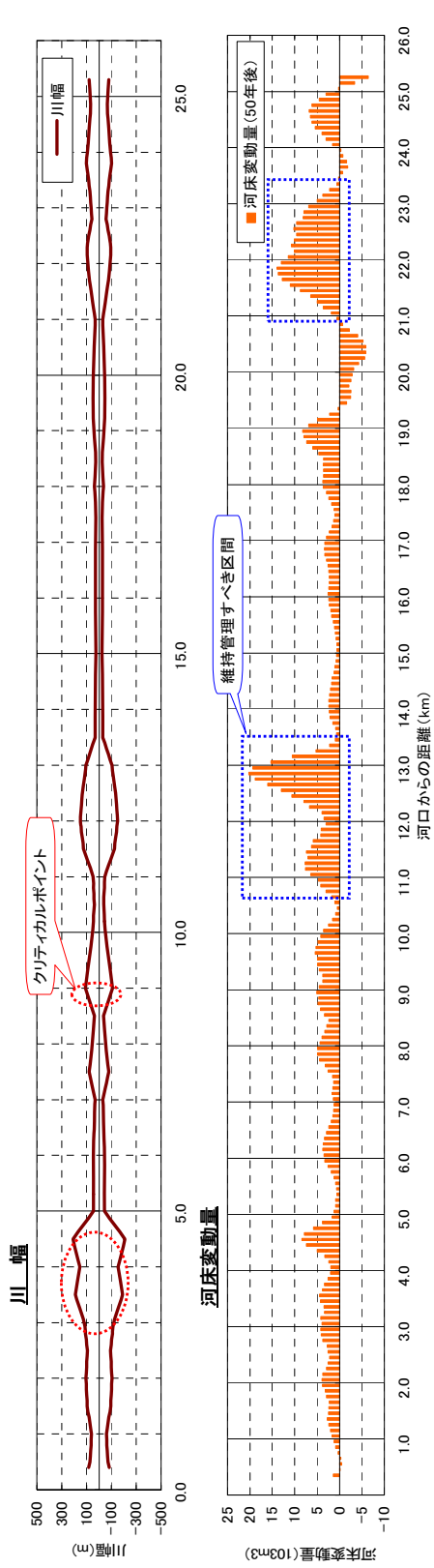


図-4.15.1-21 維持管理が必要な堆積区間 (チンチャ川-マタヘンテ川)

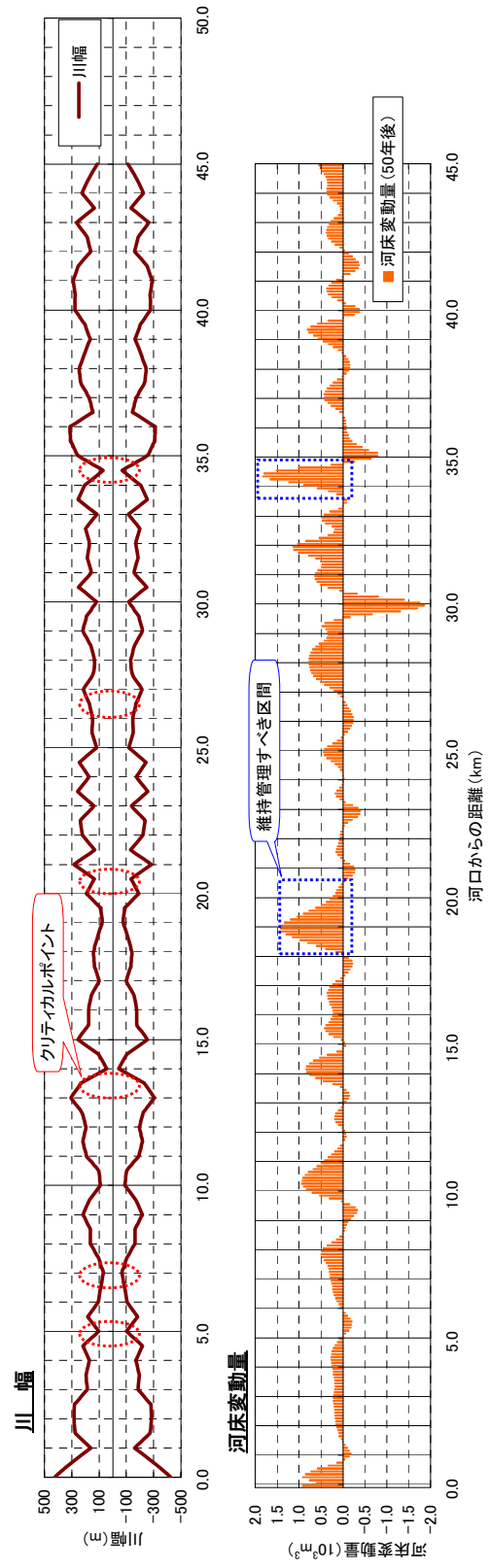


図-4.15.1-22 維持管理が必要な堆積区間 (ピスコ川)



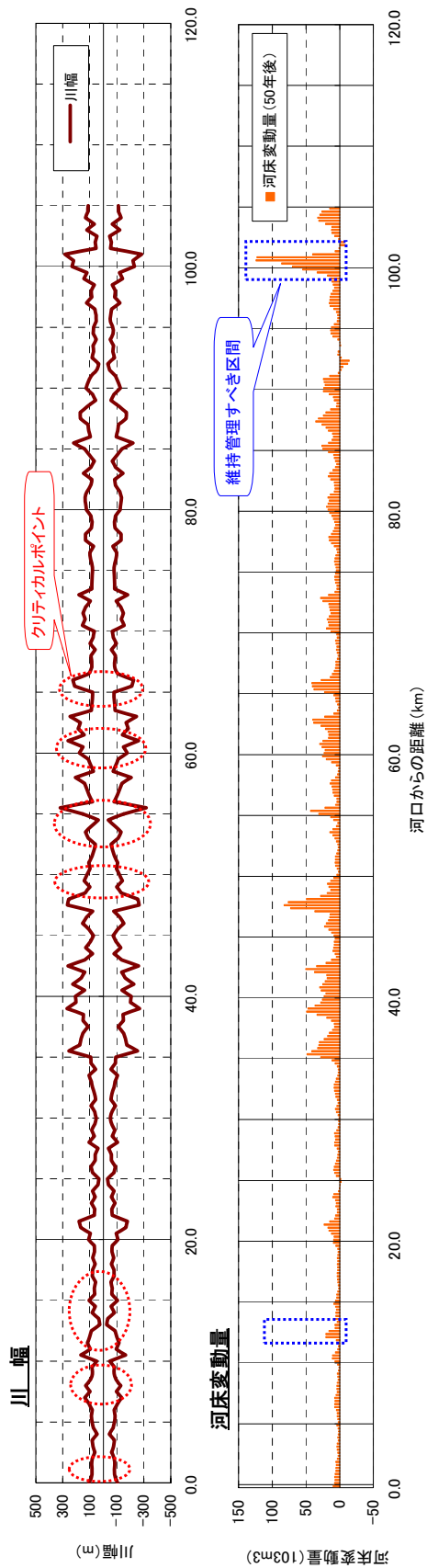


図-4.15.1-23 維持管理が必要な堆積区間 (マヘスーカマナ川)

表-4.15.1-10 河床掘削直接工事費

河川名	数量 (千m <sup>3</sup> )	単位	単価 (ソル)	直接工事費 (千ソル)
カニエテ川	135	m <sup>3</sup>	10.0	1,350.0
	287	m <sup>3</sup>	10.0	2,870.0
チンチャ川 マタヘンテ川	53	m <sup>3</sup>	10.0	530.0
	229	m <sup>3</sup>	10.0	2,290.0
ピスコ川	197	m <sup>3</sup>	10.0	1,970.0
	314	m <sup>3</sup>	10.0	3,140.0
マヘスーカマナ川	255	m <sup>3</sup>	10.0	2,550.0
	530	m <sup>3</sup>	10.0	5,300.0

表-4.15.1-11 河床掘削事業費 (民間価格)

(10<sup>3</sup> Soles)

Nombre de la Cuenca 流域名	COSTO DIRECTO (直接工事費)				COSTO INDIRECTO (間接工事費)							INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA Costo Total 構造物・事業費 (12) = (8)+(9)+(10)+(11)
	Costo Directo 直接工事費計 (1)	Costo de Obras Temporales 共通仮設費 (2) = 0.1 x (1)	Costo de Obras de Obras 工事費 (3) = (1) + (2)	Gastos Operativos 諸経費 (4) = 0.15 x (3)	Utilidad 利益 (5) = 0.1 x (3)	Costo Total Infraestructura 構造物工事費 (6) = (3)+(4)+(5)	IGV 税金 (7) = 0.18 x (6)	Costo Total Obra 建設費 (8) = (6)+(7)	Impacto Ambiental 環境影響 (9)=0.01 x (8)	Expediente Tecnico 詳細設計 (10) = 0.05 x (8)	Supervisión 施工管理費 (11) = 0.1 x (8)	
CAÑETE	4,220	422	4,642	696	464	5,803	1,044	6,847	68	342	685	7,942
CHINCHA	4,790	479	5,269	790	527	6,586	1,186	7,772	78	389	777	9,015
PISCO	5,890	589	6,479	972	648	8,099	1,458	9,557	96	478	956	11,086
MAJES-CAMANA	5,300	530	5,830	875	583	7,288	1,312	8,599	86	430	860	9,975
TOTAL	20,200	2,020	22,220	3,333	2,222	27,775	5,000	32,775	328	1,639	3,277	38,018

表-4.15.1-12 河床掘削事業費 (社会価格)

(10<sup>3</sup> Soles)

Nombre de la Cuenca 流域名	COSTO DIRECTO (直接工事費)				COSTO INDIRECTO (間接工事費)							INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA Costo Total 構造物・事業費 (13) = (9)+(10)+(11)+(12)		
	Costo Directo 直接工事費計 (1)	Costo de Obras Temporales 共通仮設費 (2) = 0.1 x (1)	Costo de Obras de Obras 工事費 (3) = (1) + (2)	Gastos Operativos 諸経費 (4) = 0.15 x (3)	Utilidad 利益 (5) = 0.1 x (3)	Costo Total Infraestructura 構造物工事費 (6) = (3)+(4)+(5)	IGV 税金 (7) = 0.18 x (6)	Costo Total Obra 建設費 (8) = (6)+(7)	Factor de Corrección 修正係数 fc	Costo Total Obra 建設費 (9)=fc x (8)	Impacto Ambiental 環境影響 (10)=0.01 x (9)		Expediente Tecnico 詳細設計 (11) = 0.05 x (10)	Supervisión 施工管理費 (12) = 0.1 x (11)
CAÑETE	4,220	422	4,642	696	464	5,803	1,044	6,847	0.804	5,505	55	342	685	
CHINCHA	4,790	479	5,269	790	527	6,586	1,186	7,772	0.804	6,249	62	389	777	
PISCO	5,890	589	6,479	972	648	8,099	1,458	9,557	0.804	7,683	77	478	956	
MAJES-CAMANA	5,300	530	5,830	875	583	7,288	1,312	8,599	0.804	6,914	69	430	860	
TOTAL	20,200	2,020	22,220	3,333	2,222	27,775	5,000	32,775		26,351	264	1,639	3,277	
														31,531

### (3) 社会評価

#### 1) 民間価格

##### i) 被害額

各河川流域において確率洪水量 2～50 年に対する氾濫解析を行い、被害額を算定すると表-4.15.1-13 に示すとおりである。

**表-4.15.1-13 各確率洪水量に対する被害額（民間価格）**

(千ソレス)

t	Cuantia de los Daños / 被害額			
	Cañete	Chincha	Pisco	Majes-Camana
2	1,735	15,262	16,668	311
5	6,420	39,210	23,343	48,616
10	77,850	55,372	50,239	78,391
25	104,090	77,797	59,936	111,072
50	158,173	103,947	81,510	191,990
Total	348,269	291,588	231,698	430,380

##### ii) 年平均被害軽減額

表-4.15.1-13 に基づき各流域における年平均被害軽減額を算定すると表-4.15.1-14 に示すとおりとなる。

##### iii) 事業費および維持管理費

事業費は表-4.15.1-5 に示すとおりである。また年間の維持管理費は築堤・護岸の維持管理費として建設費の 0.5%および表-4.15.1-11 に示す河床掘削費の年平均河床掘削費とする。

##### iv) 経済評価

経済評価の結果は表-4.13.1-15 に示すとおりである。

表-4.15.1-14 年平均被害軽減額（民間価格）

(10<sup>3</sup> Soles)

流域 Cuenca	流量規模 Periodo de retorno	超過確率 Probabilidad	被害額 (Daños Totales - miles de S/)			区間平均被害額 Promedio de Daños	区間確率 Valor incremental de la probabilidad	年平均被害額 Valor Promedio del Flujo de Daños	年平均被害額の累計 = 年平均被害軽減期 待額 Daño Medio Anual
			事業を実施しない 場合	事業を実施した 場合	軽減額				
			Sin Proyecto ①	Con Proyecto ②	Daños mitigados ③=①-②				
CAÑETE	1	1.000	0	0	0		0	0	
	2	0.500	1,735	0	1,735	868	0.500	434	
	5	0.200	6,420	0	6,420	4,078	0.300	1,223	
	10	0.100	77,850	0	77,850	42,135	0.100	4,214	
	25	0.040	104,090	0	104,090	90,970	0.060	5,458	
	50	0.020	158,173	0	158,173	131,132	0.020	2,623	
CHINCHA	1	1.000	0	0	0		0	0	
	2	0.500	15,262	0	15,262	7,631	0.500	3,816	
	5	0.200	39,210	0	39,210	27,236	0.300	8,171	
	10	0.100	55,372	0	55,372	47,291	0.100	4,729	
	25	0.040	77,797	0	77,797	66,584	0.060	3,995	
	50	0.020	103,947	0	103,947	90,872	0.020	1,817	
PISCO	1	1.000	0	0	0		0	0	
	2	0.500	16,668	0	16,668	8,334	0.500	4,167	
	5	0.200	23,343	0	23,343	20,006	0.300	6,002	
	10	0.100	50,239	0	50,239	36,791	0.100	3,679	
	25	0.040	59,936	0	59,936	55,088	0.060	3,305	
	50	0.020	81,510	0	81,510	70,723	0.020	1,414	
MAJES- CAMANA	1	1.000	0	0	0		0	0	
	2	0.500	311	0	311	155	0.500	78	
	5	0.200	48,618	0	48,618	24,464	0.300	7,339	
	10	0.100	78,391	0	78,391	63,504	0.100	6,350	
	25	0.040	111,072	0	111,072	94,732	0.060	5,684	
	50	0.020	191,990	0	191,990	151,531	0.020	3,031	

表-4.15.1-15 経済評価の結果（民間価格）

流域名	年平均被害軽減額	評価期間被害 軽減額(15年)	事業費	維持管理費	B/C	NPV	IRR(%)
Basin	Annual Average Damage Reduction	Damage Reduction in Evaluation Period(15years)	Project Cost	O&M Cost	Cost Benefit Ration	Net Present Value	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	-

2) 社会価格

i) 被害額

各流域において確率洪水量 2 年~50 年に対する氾濫解析を行い、被害額を算定すると表-4.15.1-16 に示すとおりである。

**表-4.15.1-16 各確率洪水量に対する被害額（社会価格）**

(千ソレス)

t	Cuantia de los Daños / 被害額			
	Cañete	Chincha	Pisco	Majes-Camana
2	2,711	16,758	17,099	317
5	11,180	44,275	22,817	48,503
10	110,910	74,539	54,702	78,738
25	153,056	101,437	64,250	113,789
50	225,586	133,108	87,899	201,622
Total	503,443	370,117	246,768	442,970

ii) 年平均被害軽減額

表-4.15.1-16 に基づき各流域における年平均被害軽減額を算定すると表-4.15.1-17 に示すとおりとなる。

iii) 事業費および維持管理費

事業費は表-4.15.1-6 に示すとおりである。また年間の維持管理費は築堤・護岸の維持管理費として事業費の 0.5%および表-4.15.1-12 に示す河床掘削費の年平均河床掘削費とする。

iv) 経済評価

経済評価の結果は表-4.15.1-18 に示すとおりである。

**(4) 結論**

経済評価の結果としては民間価格ではチンチャ川およびピスコ川の 2 河川流域に、社会価格ではカニエテ川、チンチャ川およびピスコ川の 3 河川に経済効果はあるが、4 流域に対する事業費が民間価格で 726.0 百万ソレスと巨額となり、本プロジェクトでは採用が困難である。

**表-4.15.1-17 年平均被害軽減額（社会価格）**

(10<sup>3</sup> Soles)

流域 Cuenca	流量規模 Periodo de retorno	超過確率 Probabilidad	被害額 (Daños Totales - miles de S/.)			区間平均被害額 Promedio de Daños	区間確率 Valor incremental de la probabilidad	年平均被害額 Valor Promedio del Flujo de Daños	年平均被害額の累計 = 年平均被害軽減期 待額 Daño Medio Anual
			事業を実施しない 場合	事業を実施した 場合	軽減額				
			Sin Proyecto ①	Con Proyecto ②	Daños mitigados ③=①-②				
CAÑETE	1	1.000	0	0	0		0	0	
	2	0.500	2,711	0	2,711	1,356	0.500	678	
	5	0.200	11,180	0	11,180	6,946	0.300	2,084	
	10	0.100	110,910	0	110,910	61,045	0.100	6,105	
	25	0.040	153,056	0	153,056	131,983	0.060	7,919	
50	0.020	225,586	0	225,586	189,321	0.020	3,786		
CHINCHA	1	1.000	0	0	0			0	
	2	0.500	16,758	0	16,758	8,379	0.500	4,190	
	5	0.200	44,275	0	44,275	30,517	0.300	9,155	
	10	0.100	74,539	0	74,539	59,407	0.100	5,941	
	25	0.040	101,437	0	101,437	87,988	0.060	5,279	
50	0.020	133,108	0	133,108	117,273	0.020	2,345		
PISCO	1	1.000	0	0	0			0	
	2	0.500	17,099	0	17,099	8,549	0.500	4,275	
	5	0.200	22,817	0	22,817	19,958	0.300	5,987	
	10	0.100	54,702	0	54,702	38,760	0.100	3,876	
	25	0.040	64,250	0	64,250	59,476	0.060	3,569	
50	0.020	87,899	0	87,899	76,075	0.020	1,522		
MAJES- CAMANA	1	1.000	0	0	0			0	
	2	0.500	317	0	317	159	0.500	80	
	5	0.200	48,503	0	48,503	24,410	0.300	7,323	
	10	0.100	78,738	0	78,738	63,621	0.100	6,362	
	25	0.040	113,789	0	113,789	96,264	0.060	5,776	
50	0.020	201,622	0	201,622	157,706	0.020	3,154		

**表-4.15.1-18 経済評価の結果（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	-

#### 4.15.2 植林・植生計画

##### (1) 長期計画（上流域における植林）

###### 1) 基本方針

- (i) 目的：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。
- (ii) 植林対象地：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に植林する。AGRORURAL が作成したチンチャ流域の植林計画をもとに、他の流域の必要植林面積を算定する。

###### 2) 植林計画面積

カニエテ、ピスコ、マヘス-カマナの3流域における植林計画面積の算定はチンチャ流域における AGRORURAL の計画数量と植生区分面積を比較し、単純比率で計算した。以下、算定方法を説明する。

(Step - 1) 各流域の植生区分面積を再掲（表-4.15.2-1）

(Step - 2) チンチャ流域における植生区分ごとの AGRORURAL 植林計画面積計測。植林計画面積と植生区分面積の比率算出（表-4.15.2-2）

(Step - 3) Step-1 と Step-2 の結果から、単純比率計算で各流域の植林計画面積の算出（表-4.15.2-3）：表-4.15.2-2 の植生分類ごとの A/B を表-4.15.2-1 の面積に乘じ、流域別植生分類別の植林計画面積を算出。

結果、カニエテ他2流域における植林計画面積が約 21 万 ha、マヘス-カマナ流域で約 30 万 ha、計約 51 万 ha の植林計画面積と算出された。

**表-4.15.2-1 各流域の植生区分別面積の再掲**

（単位：ha）

流域名	植生区分							
	Cu	Dc	Ms	Msh	Mh	Cp	N	Pj
カニエテ	4,789	104,384	57,601	103,201	9,409	22,228	9,515	295,447
チンチャ	16,489	99,092	54,662	45,203	355	84,920	0	29,668
ピスコ	21,429	135,095	41,900	42,843	14,702	66,307	0	104,933
マヘス-カマナ	10,454	310,812	157,008	133,476	15,520	6,616	64,144	1,006,921

（出典：1995年、INRENA 調査結果を元に JICA 調査団により作成）

**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**

（単位：ha）

区分	植生区分								
	Cu	Dc	Ms	Msh	Mh	Cp	N	Pj	計
A: AGRORURAL Lの植林計画 面積 (ha)	0.00	1,693.61	21,098.77	9,934.05	0.00	5,108.46	0.00	6,233.64	44,068.53
B: 植生分布 面積(ha)	16,489	99,092	54,662	45,203	355	84,920	0	29,668	330,389
A/B	-	0.0171	0.3860	0.2198	-	0.0602	-	0.2101	0.1334

（出典：1995年、INRENA 調査結果と AGRORURAL の資料を元に JICA 調査団により作成） A:AGRORURAL

表-4.15.2-3 各流域の植生全体計画

(単位：ha)

流域	植生区分								
	Cu	Dc	Ms	Msh	Mh	Cp	N	Pj	計
カニエテ	-	1,785	22,234	22,684	-	1,338	-	62,073	110,114
チンチャ	-	1,694	21,100	9,936	-	5,112	-	6,233	44,075
ピスコ	-	2,310	16,173	9,417	-	3,992	-	22,046	53,938
マヘス-カマナ	-	5,315	60,605	29,338	-	398	-	211,554	307,210
計	-	11,104	120,112	71,375	-	10,840	-	301,906	515,337

(出典：1995年、INRENA 調査結果と AGRORURAL の資料を元に JICA 調査団により作成)

### 3) 事業費の算定

上記植林計画の事業期間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事業期間は14～98年間、植林面積52万ha、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-4.15.2-4 参照)。

表-4.15.2-4 上流域における植林計画全体計画

流域	植林面積 (ha) A	必要事業期間(年) B	必要事業費 (千ソレス) C
カニエテ	110,114	35	297,212
チンチャ	44,075	14	118,964
ピスコ	53,938	17	145,586
マヘス-カマナ	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)			

(出典：JICA 調査団)

### 4) 結論

本事業の目的において、緊急性の高い工事を実施することとなっているため、間接的効果であり効果が発現するまで長い期間を要する植林事業でこのような長い実施期間は本質的な目的とも一致しない。また、14～100年間という事業期間、13億ソレス以上の事業費は本事業としては適当でなく、本事業の終了後にこの計画に基づき長期的に逐次実施すべきである。

## (2) 中期計画 (モデル植林地区における植林/植生回復計画)

チンチャ川上流地域において既存の植林計画地区にモデル地区を選定して植林を行う案である。

### 1) 構造 (植栽配置)

「ペ」国における一般的な植栽配置は正三角形の植栽配置である。本計画でもこれを使用し、植栽木の間隔を3mとする。



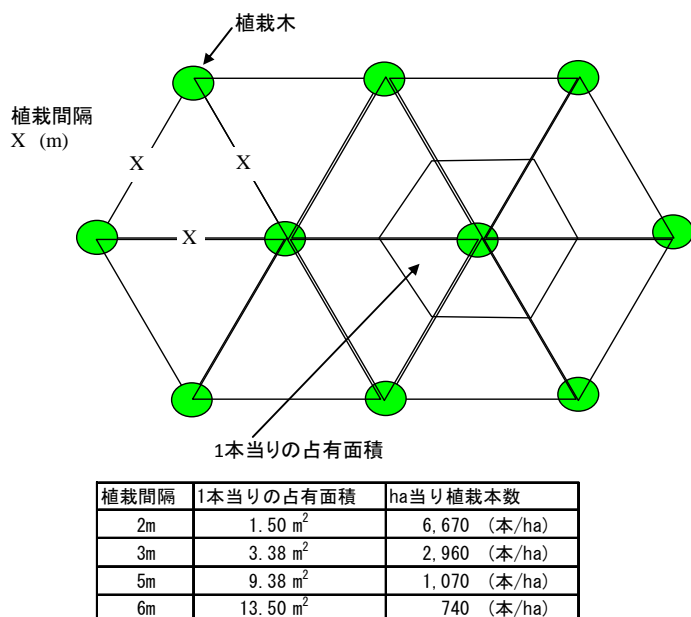


図-4.15.2-1 植栽配置標準図

2) 植栽樹種

「ペ」国のアンデス高地における植林樹種としてユーカリが最も多く採用されており、次いでマツとなる。特に 4000m 前後の高標高地ではマツが採用されている。その他、ケニユア、モイェ、アリソなどの郷土樹種も植林されているが、農家の収入となることを考えてユーカリ、マツが多いのが現状である。その他には、アグロフォレストリーとして採用されるタラがあるが、現金収入を重視した場合である。

通常、植林はコミュニティの合意に基づいて計画・実施されるが、その際には森林のもつ公益的機能、樹種の特長等も説明し、植林樹種の合意形成も図る。本事業で計画する上流域の植林は、既に述べたように、チンチャ流域の上流域であるウワンカベリカ州のシエラ地域での植林計画とする。アグロルーラルの計画ではコミュニティの意向も含めて樹種選定をしており、ほとんどがマツで比較的低標高地においてケニユアを植林する計画となっている。本事業ではこれを採用する。

3) 植林/植生回復計画数量

チンチャ流域の上流域における既存植林計画は全面積は 44,068.53ha である。このなかから、事業期間内で可能な数量に絞り込むため、以下の項目を選定基準として植林/植生回復計画地を選定した。

- ・ 水源地となっていること
- ・ 土壌侵食量が多いと推定されること
- ・ 標高 4000m 以下であること
- ・ 集落が近傍に多く、植林作業のための労働力が集まり易いこと

これによって選定された区域の位置を図-4.15.2-2 に示すグループ A、グループ B を本事業で実施する区域として選定した。なお、選定されなかった区域の例としてグループ C があるが、ここでは人口密度が低いため、植栽作業のために必要な労働力が少ないため、採用しなかった。

採用した植林/植生回復計画数量は表-4.15.2-5 に示すとおりである。

表-4.15.2-5 上流域における植林/植生回復計画

A グループ

計画地番号	植林面積(ha)			年次計画
	マツ	ケニユア	計	
47	650.04		650.04	2
48	311.91		311.91	2
49	211.90		211.90	3
50	276.40		276.40	3
51	79.94		79.94	3
52	166.27		166.27	3
53	55.96		55.96	3
56		0.05	0.05	3
61	67.58		67.58	4
102	548.38		548.38	4
103	161.45		161.45	4
計	2,529.83	0.05	2,529.88	

B グループ

計画地番号	植林面積(ha)			年次計画
	マツ	ケニユア	計	
42		63.03	63.03	2
43		24.30	24.30	2
44		12.22	12.22	2
45	249.00		249.00	3
65		397.23	397.23	2
66	14.69		14.69	3
67	1.06		1.06	3
68	26.90		26.90	3
69	30.28		30.28	3
70	0.00		0.00	3
71	236.58		236.58	3
72		76.53	76.53	4
73		128.96	128.96	4
74	173.82		173.82	4
75	55.19		55.19	4
76	66.34		66.34	4
77	14.82		14.82	4
78	165.11		165.11	4
79	89.24		89.24	4
計	1,123.03	717.09	1,825.30	

(出典：JICA 調査団)

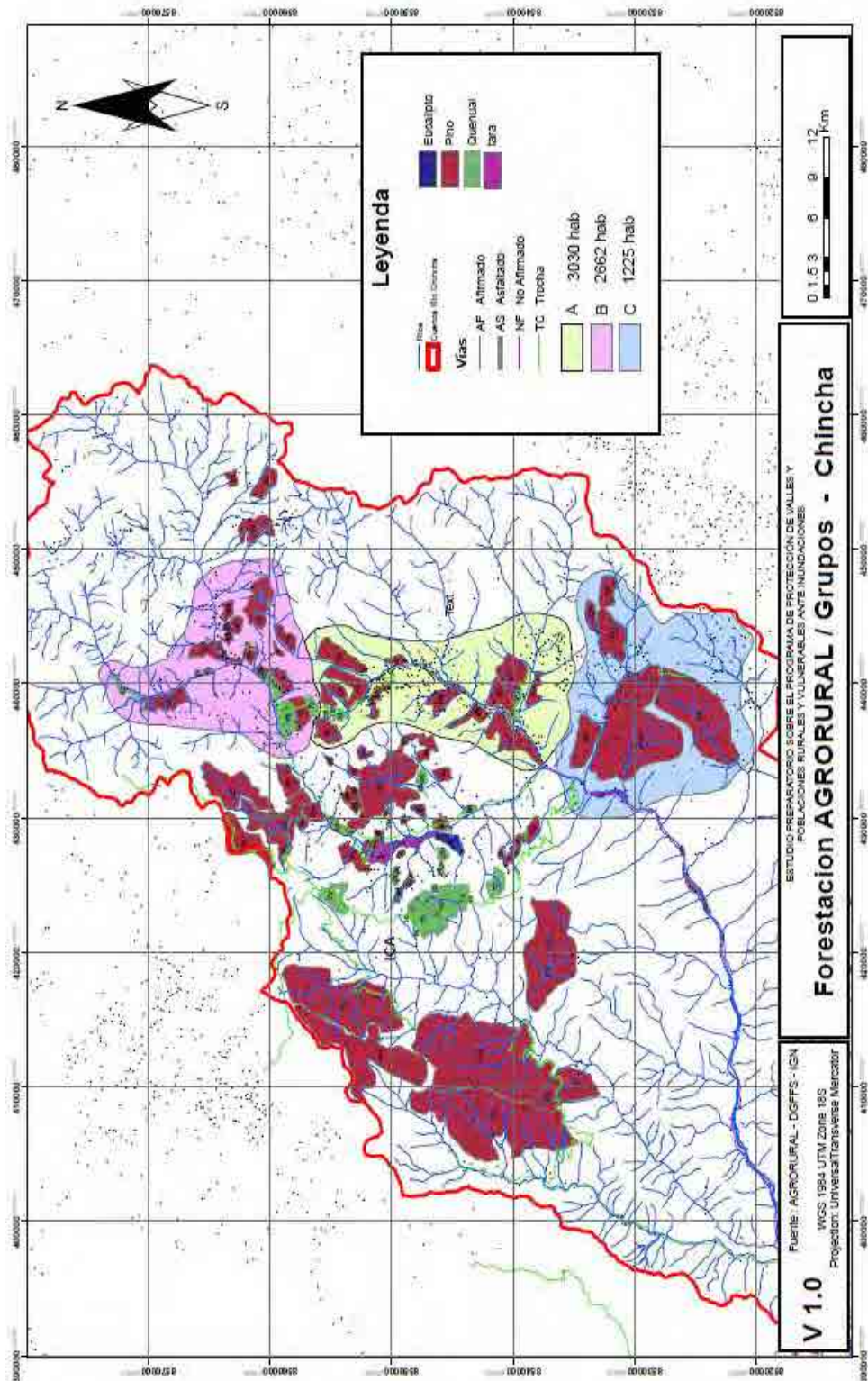


図-4.15.2-2 チンチャ上流域の植林/植生回復地域

#### 4) 植林/植生回復計画工事費

植林/植栽計画の工事費は以下の方法で算出した。

- ・苗木単価（苗木単価＋運搬費）
- ・植栽労務費

苗木の供給者は i)アグロルーラル、ii)民間業者に区分できるが、チンチャ流域の上流における植林については苗木をアグロルーラルから購入する計画とする。

植栽労務単価は、河川沿いの植林では一般労務単価を用いる。チンチャ流域上流での植林では、地元住民の便益（収入）にもつながるため労務単価の半分をコミュニティで負担する計画とする。

##### i) 苗木単価

アグロルーラルへのヒアリングにより苗木単価を以下のように設定した。苗木の値段、輸送費とも業者によって幅があるため、平均値を用いている。

##### ii) 植栽労務費

ha 当りの植栽費直接工事費算定に用いた単価は表-4.15.2-6 に示すとおりである。

表-4.15.2-6 直接工事費単価

##### iii) 植林工事費

上流域における植林/植生回復計画に必要な直接工事費は表-4.15.2-7 に示すとおりである。

表-4.15.2-7 植林/植生回復の直接工事費（ソル）

#### 5) 本事業における費用対効果

上流域の植林に関しては、「ペ」国のアンデス高地における標準的なマツ生産林の ha 当りのキャッシュフローの例を利用し、植栽密度、植栽費用を修正し、それに炭素固定便益を加味して算出した。結果、ha 当りの B/C は 5.20、ENPV（経済的純現在価値）は 14,593US\$となった。（表-4.15.2-8 参照）。

#### 6) 実施計画

上流域植林の工事工程計画は、1 年次にコンサルタントによるコミュニティ指導 NGO の選定、NGO による詳細植林計画策定、NGO によるコミュニティにおける植林実施体制の確立、苗木生産等を実施する。（準備期間）。

2 年次～4 年次の 3 年間で植林を実施する。苗木生産は通常の場合 3～6 ヶ月間で可能であるが、活着率を上げるため成長した苗木を生産することとし、乾期（概ね 4～10 月：7 ヶ月間）の間に実施し、雨期（11～3 月：4 ヶ月間）に植栽作業を完了させる。

なお、事業期間内で下流受益者（主として水利組合）と PES の協議、合意形成を目指し、伐採後にただちに再植林し、上流域の住民が伐採による収益を得つつ、下流域の住民の資金支援を得て再植林するシステムを確立する。

年次	乾期							雨期				
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
1年次	準備作業											
2年次	苗木生産 (7ヶ月間)							植栽作業			予備	
3年次	同上							同上			予備	
4年次	同上							同上			予備	

(出典：JICA 調査団)

#### 図-4.15.2-3 植林/植生回復実施工程

植林/植栽計画のうち、上流部における植林/植生回復計画に関しては、地元の住民に植林の必要性を啓蒙・普及し、コミュニティの植林組織を形成した上で植林作業を実施するほか、継続的に洪水防止機能を発揮させるために上流域において持続的な森林の保全を図る必要がある。このためには伐採後再植林し、植林・伐採のサイクルを確立する必要がある。したがって、これらのシステムの確立には専門技術者、現地指導をする NGO の支援が必須である。

#### 7) 結論

表-4.15.2-8 によれば炭素固定便益を加味すれば経済効果がある結果となっているが、洪水対策施設として見た場合、チンチャ川上流域の約 4,400ha の植林により流域の洪水流出量を軽減し、洪水被害を低減する効果は殆どないものと思われる。したがってこのモデル地区植林プロジェクトは本プロジェクトと分離して実施することが妥当と考えられる。

**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)**

### 4.15.3 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優先範囲を限定して、これらの配置検討を実施した結果 (Annex-6 砂防計画 2.3 参照)、概算工事費は表-4.15.3-1 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、効果発現までかなりの時間が必要となる。したがって本プロジェクトにおいては実施することは困難であり、本プロジェクト終了後にこの長期計画に従って逐次対策工を実施する事が望ましい。

表-4.15.3-1 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
ピスコ 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
マヘス-カ マナ流域	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5章 結論と提言

### 5.1 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。

### 5.2 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」国における今後の洪水対策に係わる問題点につき次のように提言する。

#### 5.2.1 本事業に係わる提言

##### (1) 当面解決すべき問題点

- 1) 本事業の事業費は中央政府（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って分担される。分担比率については本報告書においては暫定的にそれぞれ 80%、15%および 5%としているが、今回の F/S 調査により事業費の総額がほぼ定まったので、MINAG はそれぞれの関係機関との協議を行い、早急に分担率を決定する必要がある。
- 2) 本調査の結果洪水対策施設および河川沿いの植林範囲が定まったので、MINAG は河川地域と民地との境界を明確にし、用地の取得および補償工事について土地所有者と交渉を開始し、「用地取得基本法」で規定されているプロセス、即ち政府による用地取得実施の決議発行→土地価格と補償費を所有者に政府が提示→所有者との合意形成→土地価格と補償費の支払い→用地取得完了、を実施し用地取得を行う。なお、政府が提示する金額について所有者と合意形成できない場合は仲裁裁判所に持ち込まれることとなる。また、特定された土地がコミュニティの土地である場合には、住民との協議により合意を形成する必要がある。遅くとも工事開始までに交渉を妥結する必要がある。
- 3) 本事業の実施機関は暫定的に MINAG の PSI としているが、MEF の DGPI は必ずしも合意していない。最終的な実施機関を早急に決定すべきである。
- 4) 環境調査については農業省 DGAA が事業対象流域の初期環境評価（EAP）報告書を審査し、この事業はカテゴリ-I に分類されたので今後の環境影響評価は必要が無い。しかし文化遺産保全に係る手続きを行う必要があり、DGIH は FS 調査終了後直ちに CIRA 取得に必要な手続きを行い、事業開始時まで CIRA を取得する必要がある。

ペルー国においては、史跡および文化遺産保全のために、原則として全ての事業実施における「遺跡不在証明（Certificación de Inexistente de Restos Arqueológicos: CIRA）」を取得することが義務付けられている。CIRA は文化省考古学国家委員会（Comisión Nacional Técnica de

Arqueologia) が発行する。CIRA の申請は、事業対象地及び内容の確定後、①申請書、②事業実施地・範囲・内容を表す図面、③申請料金の領収書、④考古学評価の証明書等を、文化省に事業実施主体が提出する。

- 5) 洪水対策施設完成後の維持管理は水利組合が担当する事になっているが、灌漑水路や取水堰などの農業施設と異なり、不慣れであると思われるので、MINAG や州政府の技術的、経済的バックアップが必要である。

## (2) 構造物対策について

### 1) 河川整備の基本方針

河川整備の方法論としては、下流から上流に向けて逐次整備を進めるのが一般であるが、本事業においては各河川において重点的に整備すべき箇所（氾濫被害が大きく拡大する箇所、地域の社会経済に大きく影響する箇所等）を選定し、優先的に整備を進める方法を採用した。河川を整備する際に、上流側を整備するとその影響が対岸や下流側に生じる。また、整備が進んだことにより資産等が蓄積され（被害ポテンシャルの増大）、計画規模を超える洪水が発生した場合には、整備前よりも資産が大きくなっているため、結果的に被害が増大することも考えられる。したがって、河川整備が進んだからと言ってすべての安全が確保されたことにはならないことを広く地域の人々に周知し、土地利用規制等のルールを作ることも重要である。

### 2) 各河川における計画上の問題点

#### i) カニェテ川

カニェテ川は、主要な橋梁と取水堰の位置が狭窄部となっており、各狭窄部上流で氾濫が発生しやすい。また、氾濫形態は 10km 地点より上流では河道周辺の農地に影響はとどまるものの、10km 地点より下流では特に右岸側に氾濫流が大きく広がり被害が大きくなる特徴がある。よって、対策の基本は狭窄部の流下能力確保、氾濫時の被害ポテンシャルが大きい 10km 地点下流の築堤護岸を優先的に実施する。

なお、カニェテ川は水量が豊富であり、首都リマに近いこともあり、上流域には観光地が形成されており、地域経済への影響の観点から、上流へのアクセスとして重要な地域主要道路の保全対策（河岸侵食対策）も対策箇所として選定している。

また、パン・アメリカナの道路橋が狭窄部となっているため、架け替えについても考慮したが、交通量が多いことから、代替の橋梁及び取りつき道路が必要になり事業費が膨大になること、さらには、DGIH との協議の結果、橋梁の架け替えを実施することは困難との回答を得たため、今回は橋梁の架け替えについては困難と判断した。

上記のように優先的に整備すべき対策箇所を選定したが、これらの対策箇所が整備されてもカニェテ川全体での整備が完了したとは言えない。

今後は、今回の対策箇所以外の流下能力不足箇所、堤防強化等の整備が必要な箇所等を継続的に整備することが重要である。

また、特に、橋梁部等による狭窄部については、今後も道路部局との調整を実施し、橋梁の架け替え等についても協力して実施していく必要があると考える



## ii) チンチャ川

チンチャ川の特徴としては、上流部のチョコ川とマタヘンテ川の分流が不十分であり、一方の川にすべての洪水流が偏って流下した場合、チョコ川とマタヘンテ川のすべの地区で流下能力が不足するために多大な被害が発生する点にある。さらに、チョコ川とマタヘンテ川に適正(1:1)に分流した場合でも、チョコ川においては河口より15km及び4km付近で氾濫して左岸側に氾濫流が大きく広がり、マタヘンテ川では河口より9km及び3km付近で氾濫して右岸側に氾濫流が大きく広がる傾向にある。よって、対策の基本は分流堰の築造、流下能力の特に不足する既往氾濫箇所での流下能力確保策(築堤、掘削)となる。

各地点の対策案はチョコ川とマタヘンテ川に適正に洪水流が分配された場合を基本にして整理している。したがって、チンチャ川の最重要地点は、チョコ川とマタヘンテ川の分流地点であるため、分流施設の整備が完成しても、その分流が適正に行われるように適正な維持管理(分流施設への土砂の堆積状況のモニタリング等)を確実に実施することが重要である。

また、チンチャ川も優先的に整備すべき対策箇所を選定したが、これらの対策箇所が整備されてもチンチャ川全体での整備が完了したとは言えない。

今後は、今回の対策箇所以外の流下能力不足箇所、堤防強化等の整備が必要な箇所等を継続的に整備することが重要である。

## iii) ピスコ川

河口から7kmより上流では、流下能力不足により河道周辺の農地に氾濫するが、氾濫流が広がることはない。しかし、7kmより下流において氾濫すると左岸側に氾濫流が大きく広がり、ピスコ市街に大きな被害が発生する。よって、対策は7km地点より下流で最も氾濫するリスクの高い箇所の築堤、7km地点より上流では流下能力の特に低い橋梁や取水堰の位置する狭窄部での対策を優先的に実施する。

また、パン・アメリカナの道路橋が狭窄部となっているため、架け替えについても考慮したが、交通量が多いことから、代替の橋梁及び取りつき道路が必要になり事業費が膨大になること、さらには、DGIHとの協議の結果、道路の架け替えを実施することは困難との回答を得たため、今回は橋梁の架け替えについては困難と判断した。

上記のように優先的に整備すべき対策箇所を選定したが、これらの対策箇所が整備されてもピスコ川全体での整備が完了したとは言えない。今後は、今回の対策箇所以外の流下能力不足箇所、堤防強化等の整備が必要な箇所等を継続的に整備することが重要である。

また、特に、橋梁部等による狭窄部については、今後も道路部局との調整を実施し、橋梁の架け替え等についても協力して実施していく必要があると考える

さらに、ピスコ川の氾濫原にピスコ市街が含まれていることから、今回整備する対策規模を超える大規模洪水(気候変動の影響)が発生する可能性もあるため、洪水予報・警報のソフト対策及び避難道路の確保等の洪水被害最小化の検討を早急に進める必要がある。

計画施設 Pi-6(34.5k~36.4k 地点)に関し、既設灌漑堰上流は遊水池及び遊砂地として位置つけて必要な構造物を計画しているが、当施設の規模、機能を十分に検証することが必要である。

iv) マヘス-カマナ川

下流のカマナ管轄区間の既存堤防は、老朽化しており、侵食箇所が多数散見される。現在は、上流側（マヘス川）で氾濫しているため、当該地区の氾濫は緩和されている。今後上流側の整備が進めばカマナ管轄区間への影響が大きくなり、氾濫面積も多大となる。また、13km 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 12km 左岸の堤防が一部侵食されており、隣接する用水路への影響が懸念されている。一方、上流のマヘス川は無堤区間が多く、毎年のように洪水による氾濫、農地流失被害が発生している。

よって、今回の洪水対策は、被害ポテンシャルの高いカマナ川下流の左岸地域を保全するための既設堤防の老朽化対策と堤防高確保が最も重要であり、上流のマヘス川においては無堤区間で洪水被害が頻発する地区の堤防整備を優先的に実施する。

上記のように優先的に整備すべき対策箇所を選定したが、これらの対策箇所が整備されてもマヘス-カマナ川全体での整備が完了したとは言えない。

今後は、今回の対策箇所以外の流下能力不足箇所、堤防強化等の整備が必要な箇所等を継続的に整備することが重要である。

なお、マヘス川での対策は下流のカマナ川にも影響を与えるため、今後マヘス川での洪水対策を実施する際には、整備地区の下流側への影響等を十分考慮した上で適正な整備順序等を設定する必要がある。

3) 設計・施工上の問題点

i) 工事実施期間

調査対象地域の乾期は5～11月と考えられるが、雨期から乾期への遷移期も考慮して実際の工事の実施期間は4～12月とする事が望ましい。カニェテ川およびマヘス-カマナ川は年間を通して水がある河川である（水量の増減あり）のに対してチンチャ川（チョコ川およびマタヘンテ川）、ピスコ川においては河川に流水のある増水期と流水が殆どなくなる渇水期があることを考慮に入れる必要がある。

また、事業実施対象地の多くが農地の付近に位置するため、各流域における農作物の播種期や収穫期といった農業のサイクル（詳細は Annex-11 環境社会配慮/ジェンダー、2.1.5 参照）を考慮したうえで事業を実施する必要がある。それにより、農業機器や農作物の運搬などを行う住民生活への影響を最小限に抑えることができる。

ii) 堤防構造の安定の確保について

各流域とも築堤材料は、透水性の高い砂質土ないし礫質土から構成される。溪谷の地形や地質から見て透水性の低い材料の入手は困難と思われる。

比較的透水性の高い材料で堤防を造った場合に堤防の安定上問題となることは、①パイピングによる細粒土砂の流失による浸透破壊、②浸透に伴う浸透圧によるすべり破壊である。堤防の安全性を担保するためには、築堤材料の単位体積重量、強度、透水性を調査して、浸透流解析及びすべり破壊の検討を行って適正な断面形状を決定する必要がある。

施工面で重要なことは、十分な締固めを行うことである。現在の「ペ」国の積算基準では、トラクターにより締固めることになっているが、確実な締固めを行うためには振動ローラー

等の締固め機械を使用することが望まれる。また、締固め状況管理するための密度試験や粒度試験も重要な事項である。これらの事項は積算に反映させる必要がある（Annex-9 施工計画積算, 3.3 直接工事費の積算、総括表項目 2.2 測量管理費参照）。

iii) 護岸の工事費削減について

築堤区間の治水対策直接費の 80%が護岸の建設工事費である。また、護岸工事費の 45%が、採石場からの岩石の運搬費用である。マヘス-カマナ川やカニェテ川など、既存の護岸工や水制工が残っている箇所では、これらの材料を再利用することが工事費の削減につながると考えられる。

iv) 築堤土と掘削土の土量バランスについて

築堤土と掘削土の土量収支は、カニェテ川 240,000m<sup>3</sup>、チンチャ川 122,000m<sup>3</sup>、ピスコ川 203,000m<sup>3</sup>、マヘス-カマナ川 695,000m<sup>3</sup> 築堤土が不足することになる。河川の周辺は農地として利用されていることから、築堤土は、河川敷からの掘削に頼らざるを得ない。この場合に堤防高さが若干低くできる可能性と、反面急流な河川のため河床洗屈を助長する可能性も考えられる。詳細設計時に土取場として適当な箇所を選定することが重要である。

v) チンチャ川の分流堰構造について

チンチャ川とマタヘンテ川を分流する箇所に設置する分流堰については、既存の堰が破壊しており、破壊のメカニズムを明確にして安全な施設の詳細な設計を行うことが必要である。分流堰の直上流には、床固め工があつて、同様に破壊されている。破壊は、多分に堰のコンクリート等の構造が不安定であることや、基礎の洗屈、土砂混入流による衝撃等が考えられる。詳細設計時に水理模型実験の要否を判定し、必要に応じて模型実験を行い水理現象を明確にすることが望ましい。また、上流の床固め工は、満砂に近い河床変動にも留意すべきである。

### (3) 非構造物対策について

1) 植林・植生について

植林/植生回復に関する計画は i) 短期計画、ii) 中期計画（チンチャ流域上流）、iii) 長期計画に分けられる。このうち、本事業の一環として採択したのは i) 短期計画である。

今後、洪水対策を推進する場合には上記 ii) および iii) を計画/実施する必要があるが、iii) 長期計画は事業期間および事業費が莫大な規模となる。ii) 中期計画は事業期間 4 ヶ年、総事業費は約 2,900 万ソレスとなっており、ひとつの事業として実施するにはやや小規模であるが、実現性は高い。さらに、ii) 中期計画（チンチャ流域）はすでに水利組合が上流域の農民と長年にわたって話し合いをしているところであり、予算等の措置ができれば比較的容易に実施できるものとする。したがって、ii) 中期計画を他の流域のモデルタイプとして実施し、予算の確保に努力して iii) 長期計画を逐次実現することが重要であるとする。

2) 土砂制御および河床変動について

i) 土砂制御計画

土砂制御計画については中山間地での構造物による土砂抑制は、巨額の費用（3,948 百万ソレス）を要し、効果発現にも時間がかかる。中山間地に保全対象が少ないことから費用対効果

も低い。洪水対策という観点から見れば、調査対象地域が位置する扇状地の上流側（チンチャ川、ピスコ川）において河川構造物によって対応することが現実的である。

土砂災害を軽減するためには次に述べるソフト対策による方法が上げられる。これらの費用は構造物対策に比較して安価であり、災害から人命・最低限の資産を守るには十分機能すると考えられる。

- \* 法規制による居住地域・耕作地域の制限
- \* 降雨量観測に基づく地域毎の警戒基準雨量設定と予警報体制の構築
- \* 災害事例の集約とそれに基づいた防災教育・伝承による防災知識の向上

#### ii) 河床変動について

河床変動に関する現地調査や数値解析の結果、全河川とも基本的には緊急的な土砂制御対策は必要ないと考えられる。しかし、長期的な視点では、上流にダムが存在するカニエテ川では河床低下、上流に土砂制御施設の存在しないマヘスーカマナ川では不安定土砂の流出に伴う河床上昇が予想され、治水機能の低下が懸念される。また、上流域に土砂制御施設（遊砂地機能を有する堰）を計画しているチンチャ川やピスコ川についても施設の効果を確認することが重要である。

今後は、以上の各河川の河床変動特性に応じた河道地形測量や局所洗掘等のモニタリング体制を確立し、河川の治水機能を適切に維持管理するための基礎データを蓄積していくことが必要である。

### (4) 防災教育/能力開発について

#### 1) 洪水被害軽減のためのソフト対策

本調査の計画洪水流量は生起確率 50 年相当の洪水流量を対象としているが、この流量は過去の観測雨量データに基づいて算定している。近年のエルニーニョ現象や異常気象現象のため、これを上回る大規模洪水の発生の可能性も十分考えられる。このような洪水に対しては、その大きさの予測が困難なので、ハード対策で対応することは困難である。これらの洪水に対しては災害リスクが依然として存在するので、水防活動や避難対策、ハザードマップの整備などのソフト対策の立案と住民に対する周知、教育が重要である。

#### 2) コミュニティ防災の推進

構造物対策を中心とした本事業を補完するものとして、現地住民の参加を呼び込むコミュニティ防災の推進も重要である。住民側の自助・互助への意識を高め、自主防災組織の活性化の第一歩として具体的な活動を住民側の意志で自主的に始めてもらうまでには、時間をかけた働きかけや活動が必要と考えられるが、本事業における防災教育コンポーネントを足掛かりとして、本事業の効果をさらに高めるコミュニティ防災の体制構築を各水利組合が中心となって構築していく必要がある

### 5.2.2 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

対象調査流域における洪水対策施設については一部に堤防が建設されているが、大部分は無堤

であり、洪水対策は殆ど行われていない。今回建設する重点洪水対策施設は部分的ではあるが重要地点をカバーしており、社会評価の結果にも見られるように高い経済効果をもたらす有意義な事業といえる。しかし今後の洪水対策としては「ペ」国全土の主要な流域を対象に、農業関連施設の防災のみではなく、市街地、道路、橋梁などの防災を含めた総合的な洪水対策のマスタープランを策定し、遂次これを実施して行くべきである。

## 2) 総合的な洪水対策実施機関の設立

本調査のカウンターパート機関である MINAG の担当分野は農業であり、他の分野の防災事業を行うことは容易ではない。上記 1) を実施するためには総合的な目的を持つ洪水対策を実施できるように既存の省庁の役割を変更するか、新たな実施機関を設ける必要がある。このような機関により総合的洪水対策の実施および河川の維持管理（堤防、水制工、河岸浸食、河床の土砂堆積、取水堰など）を徹底的に行うべきである。

3) 現在の河川区域と民地との境界は判然とせず、河川区域と思われる場所が農地として利用されているところもある、その他廃棄物の河川区域への不法投棄など、河川区域の管理が十分に行われていない。法制の整備と厳格な管理が必要である。

## 4) 降雨観測所および流量観測所の整備

洪水対策の立案において基本的な資料として洪水流量や洪水波形の推定が不可欠である。これらの基礎資料を精度良く推定するためには調査対象流域全体に十分な密度の降雨観測所が必要であり、河川沿いの要所に流量観測所が必要である。またこれらの観測データについても上記の洪水流量や洪水波形の推定のためには毎時間の記録が是非必要となる。しかるに本調査流域において利用できるデータは限られたものであった。例えば調査対象流域の一つであるヤウカ川流域（流域面積 4,312km<sup>2</sup>）には 7ヶ所の降雨観測所があるが、その内現在稼働中の降雨観測所は Cora Cora2 観測所一ヶ所のみである。観測データについても調査対象全流域の観測所について日雨量および日流量が有るのみで時間データは皆無であった。

今後ペルー国における洪水対策を推進するためには降雨および流量についての観測網の整備が不可欠である。そのためには「ペ」国全土における観測網整備に関するマスタープランを作成し、その中で基幹観測所を設定し、観測を実施することが必要となる。

マスタープランの作成および基幹観測所の設置検討には次の項目が含まれる。

- \* 既存観測所および観測データのレビュー
- \* 既存観測所の取捨選択および利用可能データのデジタル化
- \* 観測網の計画および既存および計画観測所の重要度による分類
- \* 重要度に応じて既存観測所の機器の更新
- \* 新規基幹観測所の設置
- \* 観測データ伝送システムの立案
- \* 観測データ記録・保管システムの立案
- \* 維持管理システムの立案
- \* 上記観測所における観測の試行

上記の実施に当たっては「ペ」国全土を重要度ごとに分類し、段階的に実施することが考えら

れる。また実施にあたり一部外国からの支援によることも考えられる。

なお観測データの管理は現在 SENAMHI が行っているが、これ等の観測データを定期的に公開し、すべての利用者が広く活用できるように便宜を図るべきである。