

第3章 河道計画

各対象河川の流下能力及び氾濫特性等を踏まえて、各河川に於いて最適な河道計画を立案する。

各河川の河道計画は、計画規模を 1/50 年規模とし、長期的な河道計画及び重点的・緊急的な河道計画の双方について立案する。

3.1 堤防法線の設定

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、できるだけ広く川幅を設定した。

3.2 河道断面の設定

各河川の縦横断計画（河道断面）は、流下能力の確保、平面形状等を踏まえて設定した。

3.3 計画高水位の設定

各河川の計画高水流量（1/50 年規模）に対する適切な計画高水位（H.W.L）及び堤防法線の検討を行い、施設の諸元を決定した。

計画高水位は、計画確率規模（1/50 年）の流量が安全に流下できる高さとし、堤防天端高は、下記に示すように我が国の余裕高の基準を採用した。

■計画規模の設定

各河川の年最大流量の観測値をもとに各河川の既往最大流量を抽出してみると、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。

「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ことの必要性はないと考える。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と考えます。

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規模である 1/50 年確率規模が妥当であると考えます。

表- 3-1 各河川の確率規模流量と既往最大流量の比較

	1/5 (m ³ /s)	1/10 (m ³ /s)	1/25 (m ³ /s)	1/50 (m ³ /s)	既往最大 (m ³ /s)
Rio Chira	1,752	2,276	2,995	3,540	3,595
Rio Canete	407	822	1,496	2,175	900
Rio Chincha(分流前)	474	580	808	918	1,269
Rio Chico	237	290	404	459	635
Rio Matagente	237	290	404	459	635
Rio Pisco	287	451	688	855	956
Rio Yauca	37	90	167	263	211
Rio Majes—Camana	638	1,007	1,566	2,084	2,021

※なお、Rio Canete については、既往最大流量が計測不能であったと判断

(流量観測地点の横断図より、最大可能計測値が 900m³/s であり、それ以上の流量は計測不可能であるため)

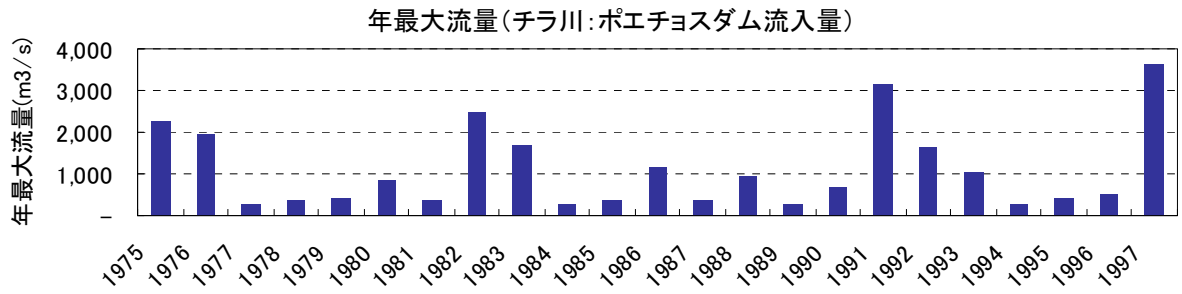


図- 3-1 年最大流量 (観測値 : チラ川 : ポエチヨスダム流入量)

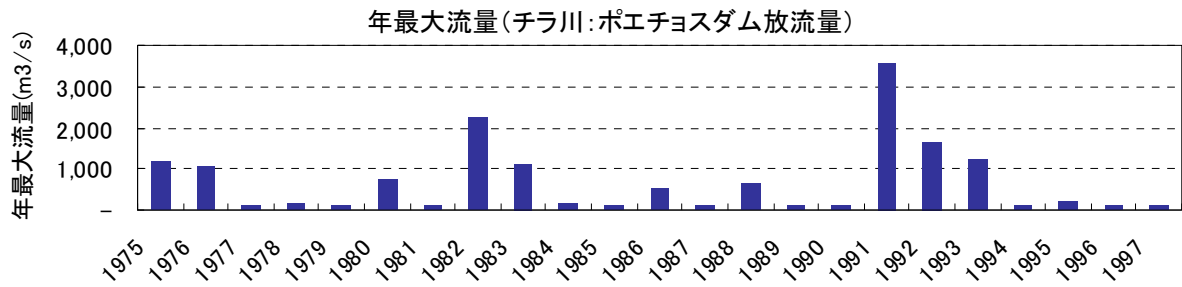


図- 3-2 年最大流量 (観測値 : チラ川 : ポエチヨスダム放流量)

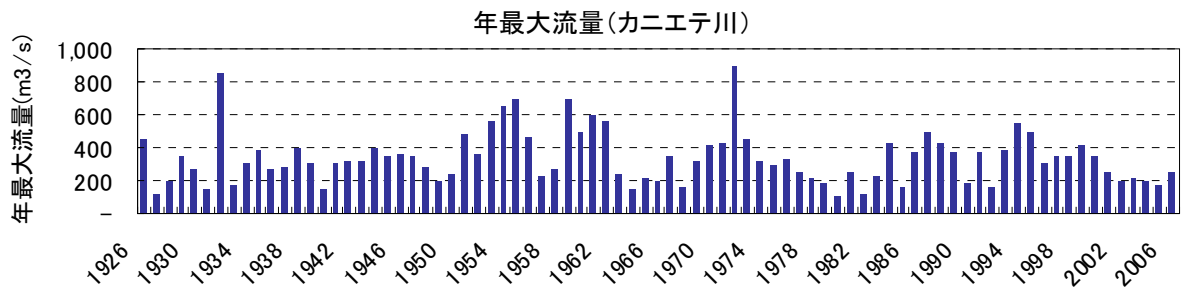


図- 3-3 年最大流量 (観測値 : カニエテ川)

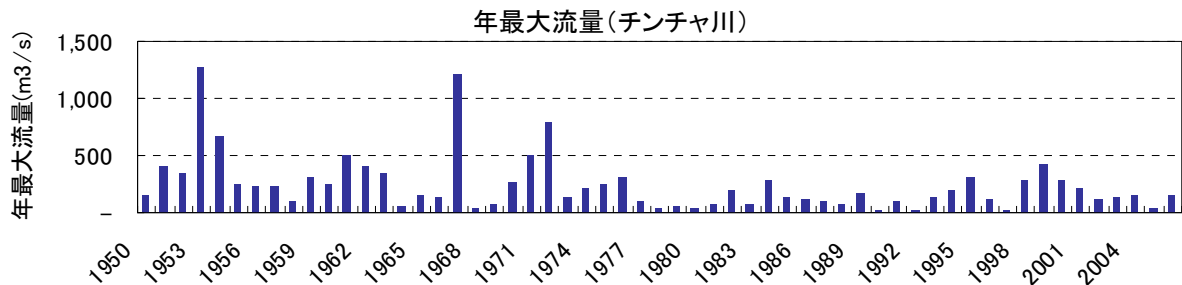


図- 3-4 年最大流量 (観測値 : チンチャ川)

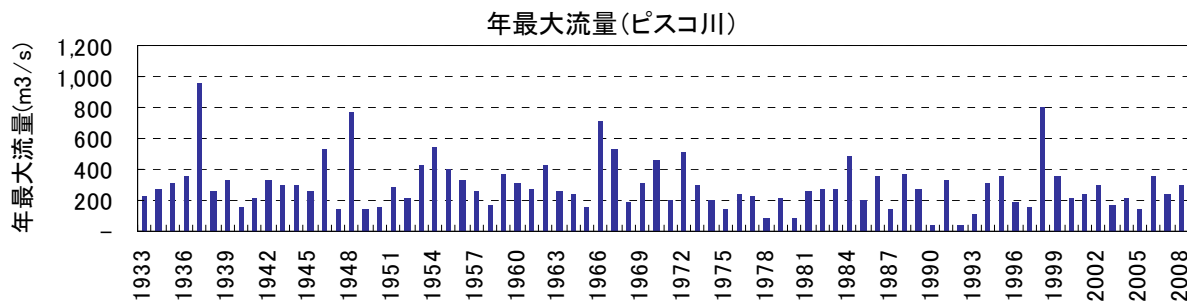


図-3-5 年最大流量 (観測値 : ピスコ川)

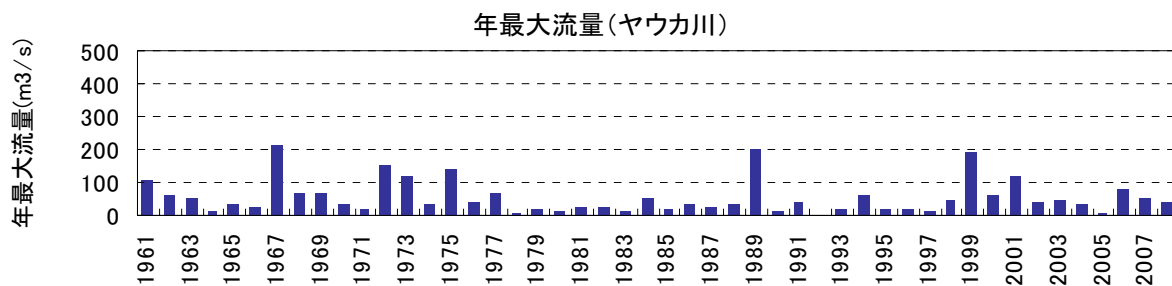


図-3-6 年最大流量 (観測値 : ヤウカ川)

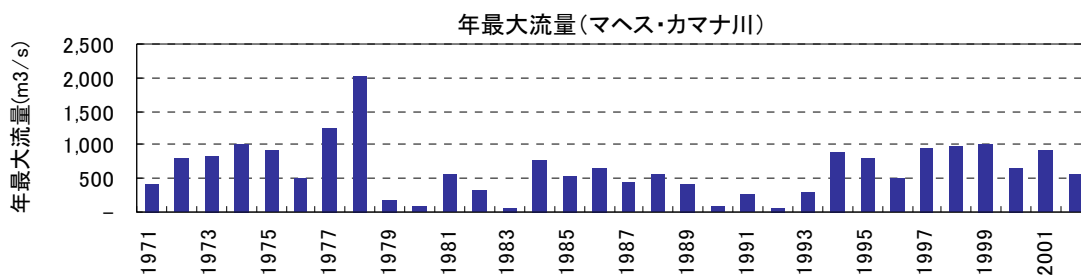


図-3-7 年最大流量 (観測値 : マヘス・カマナ川)

■堤防余裕高について

堤防は土堤であるため、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。

我が国における堤防の余裕高の考え方は、下記のとおりである。

表-3-2 計画高水流量別の余裕高

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

「ペ」国では、余裕高に関する明確な設定基準がないため、我が国の余裕高に対する考え方（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）を適用して設定した。

なお、各河川における余裕高は、下記のとおりである。

表-3-3 各河川の余裕高

河川名	計画高水流量(1/50年)	余裕高
Rio Chira	3,540 m ³ /s	1.2 m
Rio Canete	2,175 m ³ /s	1.2 m
Rio Chinchá	Chico	459 m ³ /s
	Matagente	459 m ³ /s
Rio Pisco	855 m ³ /s	1.0 m
Rio Yauca	263 m ³ /s	0.8 m
Rio Majes—Camana	2,084 m ³ /s	1.2 m

3.4 河道計画（計画規模 1/50 年確率規模）

<計画概要>

- ①確率流量 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-4.13.1-3 および図-4.13.1-15～図-4.13.1-21 に示すとおりである。

表-3-4 各河川における堤防計画

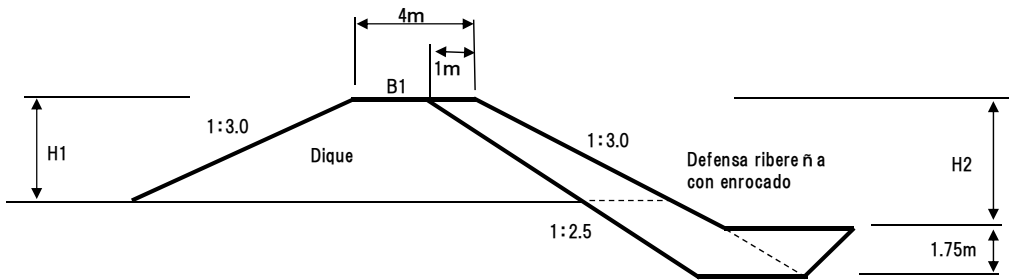
河川名		改修区間		平均堤防 不足高(m)	想定堤防規模	堤防延長 (km)
チラ川	左岸	0.0~99.0k	3.00	堤防 h=4.0m 護岸 h=4.0m	77.5	
	右岸	0.0~99. k	4.17		89.5	
	計		4.00		167	
カニエテ川	左岸	0.0~21.5k	1.20	堤防 h=1.5m 護岸 h=3.0m	12.0	
	右岸	0.0~21.5k	1.48		18.5	
	計		1.38		30.5	
チンチャ川	チコ川	左岸	0.5~17.5k	0.56	堤防 h=1.5m 護岸 h=3.0m	7.0
		右岸	2.0~18.0k	0.53		5.5
		計				12.5
	マタヘンテ川	左岸	0.5~15.5k	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	0.0~29.0k	0.55	堤防 h=1.5m 護岸 h=3.0m	14.0	
	右岸	0.0~29.5k	0.53		19.5	
	計		0.53		33.5	
ヤウカ川	左岸	-	-	堤防 h=1.5m 護岸 h=3.0m	-	
	右岸	0.5~8.0k	0.46		3.0	
	計		.46		3.0	
マヘス/カマナ川	左岸	0.0~108.0k	1.36	堤防 h=2.0m 護岸 h=3.0m	72.5	
	右岸	0.0. ~111.0k	1.46		52.0	
	計		1.40		124.5	
合計					384.0	

<概算事業費>

民間価格の直接工事費および事業費はそれぞれ表-3-5 および表-3-6 に示すとおりである。また社会価格の事業費は表-3-7 に示す通りである。

表- 3-5 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	10.8
3.0	1.5	11.3	10.7		1.0	1.5	12.0
3.0	2.0	14.0	17.0		1.0	2.0	13.4
3.0	3.0	19.5	33.8		1.0	3.0	16.5
3.0	4.0	25.0	56.0		1.0	4.0	20.1
3.0	5.0	30.5	83.8		1.0	5.0	24.3
3.0	1.5	11.3	10.7		1.0	6.0	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)
チラ	築堤	56.0	m3	10.0	560.0	560.0	167.0	93,520.0
	護岸	20.1	m3	100.0	2,014.1	2,014.1		336,348.4
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
ピスコ	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
ヤウカ	築堤	10.7	m3	10.0	107.0	107.0	3.0	321.0
	護岸	16.5	m3	100.0	1,650.0	1,650.0		4,950.0
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-3-6 全体治水計画事業費（民間価格）

流域名	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)	構造物・事業費 (12) = (8)+(9)+(10)+(11)
CHIRA	429,868,400	42,986,840	472,855,240	70,928,286	47,285,524	591,069,050	106,392,429	697,461,479	6,974,615	34,873,074	69,746,148	809,055,316
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
YAUCA	5,271,000	527,100	5,798,100	869,715	579,810	7,247,625	1,304,573	8,552,198	85,522	427,610	855,220	9,920,549
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	820,902,400	82,090,240	902,992,640	135,448,896	90,299,264	1,128,740,800	203,173,344	1,331,914,144	13,319,141	66,595,707	133,191,414	1,545,020,407

表-3-7 全体治水計画事業費（社会価格）

流域名	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)	構造物・事業費 (12) = (8)+(9)+(10)+(11)
CHIRA	345,614,194	34,561,419	380,175,613	57,026,342	38,017,561	475,219,516	85,539,513	560,759,029	5,607,590	28,037,951	56,075,903	650,480,474
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	584,457	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
YAUCA	4,237,884	423,788	4,661,672	699,251	466,167	5,827,091	1,048,876	6,875,967	68,760	343,798	687,597	7,976,121
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	660,005,530	66,000,553	726,006,083	108,900,912	72,600,608	907,507,603	163,351,369	1,070,858,972	10,708,590	53,542,949	107,085,897	1,242,196,407

第4章 維持管理計画

今回の検討の基本テーマである各河川の土砂動態を考慮した河道計画の策定については、一次元河床変動解析をもとに、堆積／侵食傾向を把握し、それらへの対応を考慮する。

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。

対象6河川における将来50年後の河床変動予測結果を基に、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た。

表-4-1 今後計画的に維持掘削すべき箇所

河川名		掘削対象範囲	維持管理方法
チラ川		箇所1 対象区間：64.0～68.0km 対象土量：2,500,000m ³	スヤナ堰上流に今後土砂が堆積するため、定期的に土砂を除去すべきと考えられる。土砂量が大量であり、すべてを除去することは現実的に困難であるため、特に重要と考えられる固定堰の直上部を重点的に維持すべきと考えられる。
カニエテ川		箇所1 対象区間：3.0～7.0km 対象土量：135,000m ³	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 ³	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 ³	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 ³ 箇所2 対象区間：21.0～23.5km 対象土量：197,000m ³	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。
ピスコ川		箇所1 対象区間：18.0～20.5km 対象土量：314,000m ³	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～量： 255,000m ³	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。
ヤウカ川		箇所1 対象区間：25.5～26.5km 対象土量：60,000m ³	既設取水堰の直上流部であり、取水堰の機能を維持するために定期的な掘削を実施すべきと考えられる。
マヘス・カマナ川		箇所1 対象区間：12.0～13.0km 対象土量：70,000m ³	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 ³	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

表-4-2 河床掘削直接工事費

河川名		数量 (千m ³)	単位	単価 (ソル)	直接工事費 (千ソル)
チラ川		2,500	m ³	10.0	25,000.0
カニエテ川		135	m ³	10.0	1,350.0
		287	m ³	10.0	2,870.0
チンチャ川	チコ川	53	m ³	10.0	530.0
	マタヘンテ川	229	m ³	10.0	2,290.0
		197	m ³	10.0	1,970.0
ピスコ川		314	m ³	10.0	3,140.0
		255	m ³	10.0	2,550.0
ヤウカ川		60	m ³	10.0	600.0
マヘスーカマナ川		530	m ³	10.0	5,300.0

表-4-3 河床掘削事業費 (民間価格)

Nombre de la Cuenca 流域名	Costo Directo (soles) 直接工事費計 (1)	Costo de Obras Temporales 共通仮設費 (2) = 0.1*(1)	Costo de Obras 工事費 (3) = (1) + (2)	Gastos Operativos 諸経費 (4) = 0.15*(3)	Utilidad 利益 (5) = 0.1*(3)	Costo Total Infraestructura 構造物工事費 (6) = (3)+(4)+(5)	IGV 税金 (7) = 0.18*(6)	Costo Total Obra 建設費 (8) = (6)+(7)	Impacto Ambiental 環境影響 (9)=0.01*(8)	Expediente Tecnico 詳細設計 (10) = 0.05*(8)	Supervisión 施工管理費 (11) = 0.1*(8)	Costo Total 事業費 (12) = (8)+(9)+(10)+(11)
CHIRA	25,000	2,500	27,500	4,125	2,750	34,375	6,188	40,563	406	2,028	4,056	47,053
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	5,690	569	6,259	939	626	7,824	1,408	9,232	92	462	923	10,709
YAUCA	600	60	660	99	66	825	149	974	10	49	97	1,129
MAJES-CAMANA	5,300	530	5,830	875	583	7,288	1,312	8,599	86	430	860	9,975
TOTAL	45,600	4,560	50,160	7,524	5,016	62,700	11,286	73,986	740	3,699	7,399	85,824

表-4-4 河床掘削事業費 (社会価格)

Nombre de la Cuenca 流域名	Costo Directo (soles) 直接工事費計 (1)	Costo de Obras Temporales 共通仮設費 (2) = 0.1*(1)	Costo de Obras 工事費 (3) = (1) + (2)	Gastos Operativos 諸経費 (4) = 0.15*(3)	Utilidad 利益 (5) = 0.1*(3)	Costo Total Infraestructura 構造物工事費 (6) = (3)+(4)+(5)	IGV 税金 (7) = 0.18*(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*(8)	Impacto Ambiental 環境影響 (10) = 0.01*(9)	Expediente Tecnico 詳細設計 (11) = 0.05*(9)	Supervisión 施工管理費 (12) = 0.1*(9)	Costo Total 事業費 (13) = (9)+(10)+(11)+(12)
CHIRA	25,000	2,500	27,500	4,125	2,750	34,375	6,188	40,563	0.804	32,612	326	1,631	3,261	37,830
CAÑETE	4,220	422	4,642	696	464	5,803	1,044	6,847	0.804	5,505	55	275	550	6,386
CHINCHA	4,790	479	5,269	790	527	6,586	1,186	7,772	0.804	6,249	62	312	625	7,248
PISCO	5,690	569	6,259	939	626	7,824	1,408	9,232	0.804	7,423	74	371	742	8,610
YAUCA	600	60	660	99	66	825	149	974	0.804	783	8	39	78	908
MAJES-CAMANA	5,300	530	5,830	875	583	7,288	1,312	8,599	0.804	6,914	69	346	691	8,020
TOTAL	40,300	4,030	44,330	6,650	4,433	55,413	9,974	65,387	-	52,571	526	2,629	5,257	60,982

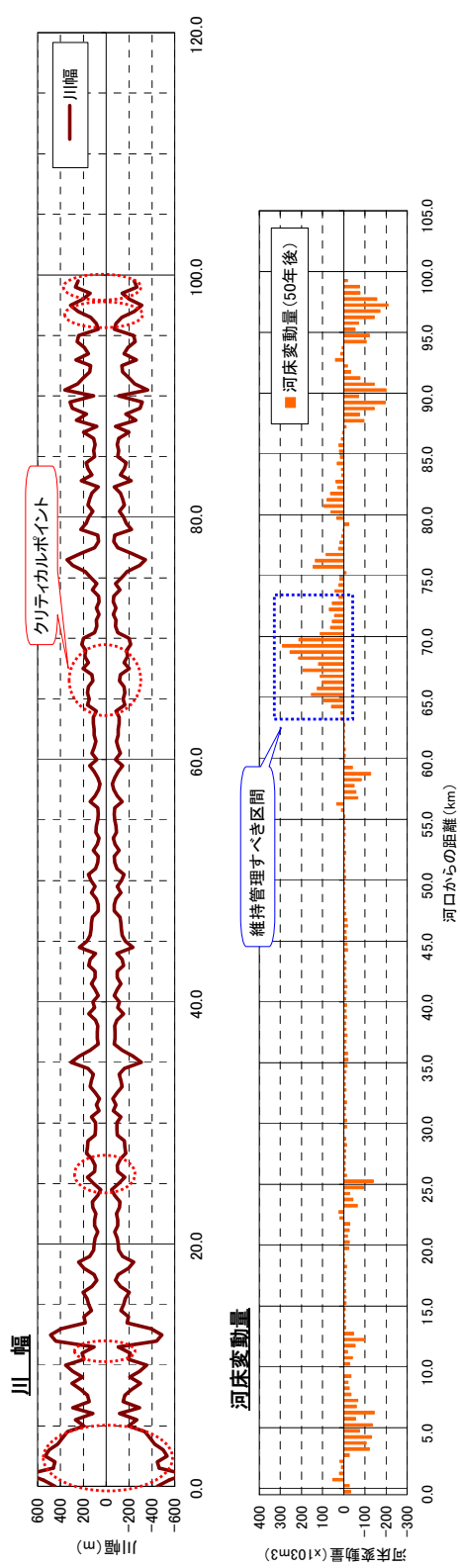


図-4-1 維持管理が必要な堆積区間 (チラ川)

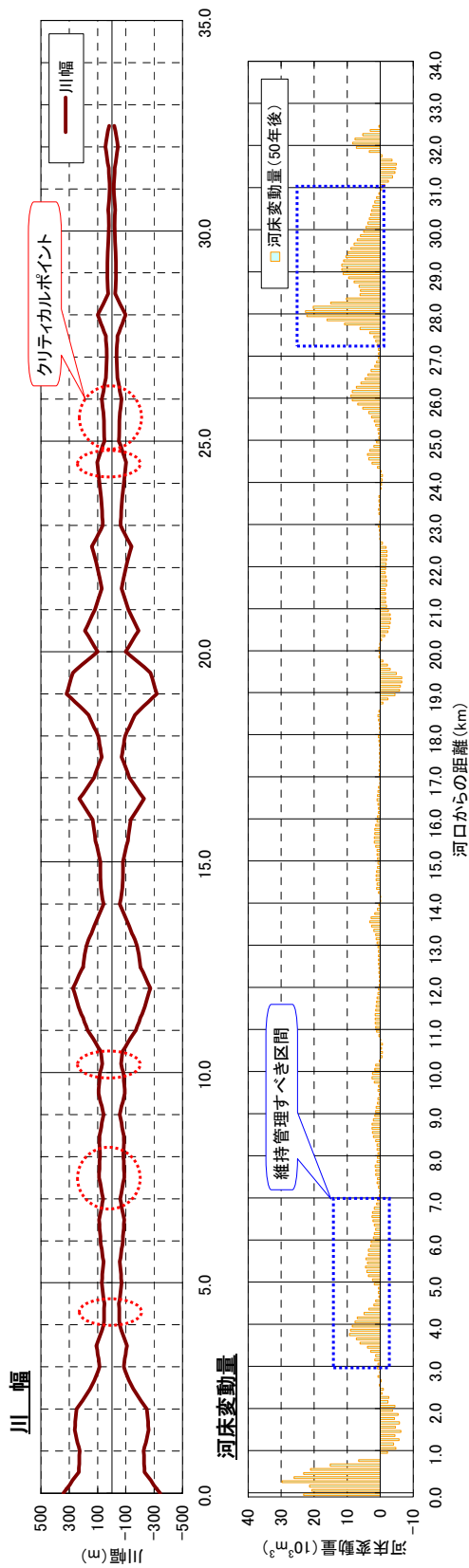


図-4-2 維持管理が必要な堆積区間 (カニエテ川)

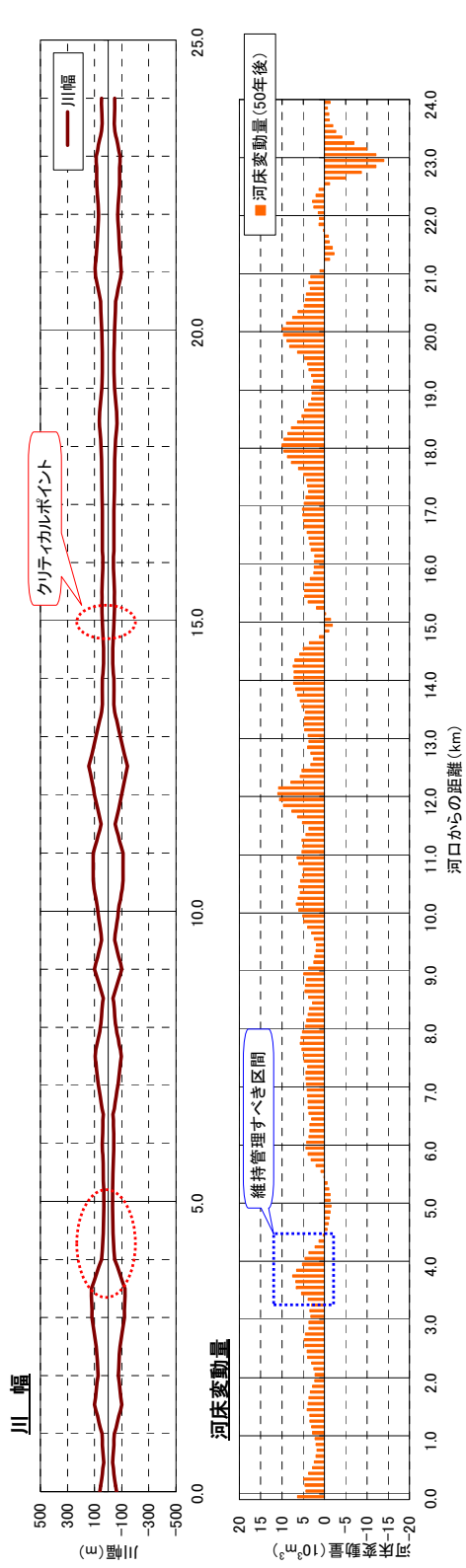


図-4-3 維持管理が必要な堆積区間 (チンチャ川 (チョコ川))

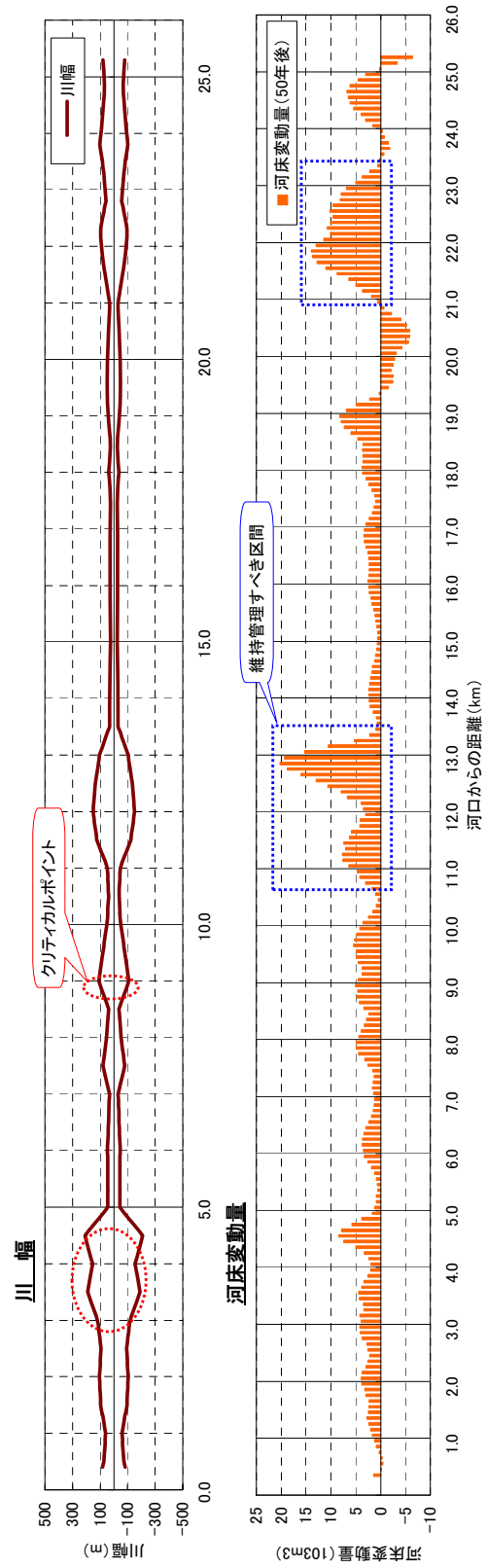


図-4-4 維持管理が必要な堆積区間 (チンチャ川 (マタペンテ川))

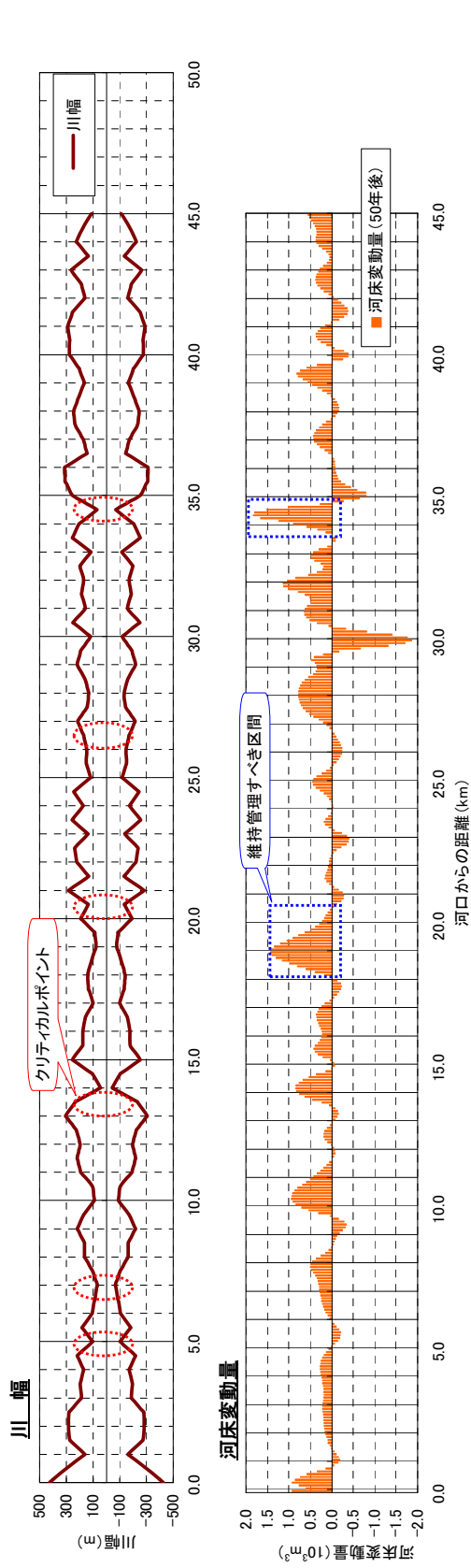


図-4-5 維持管理が必要な堆積区間 (ピスコ川)

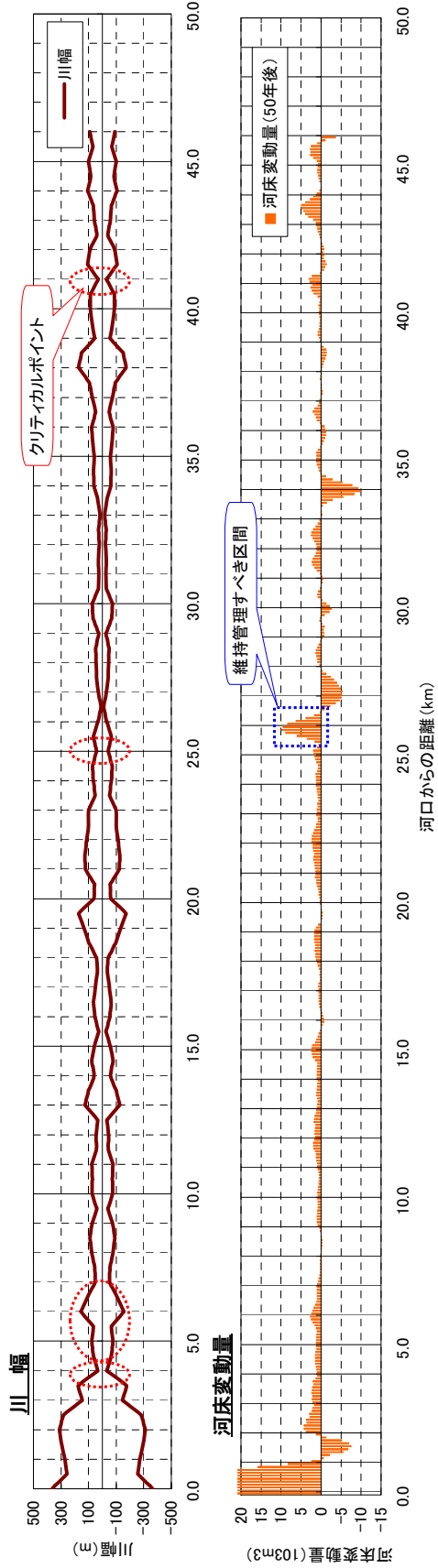


図-4-6 維持管理が必要な堆積区間 (ヤウカ川)

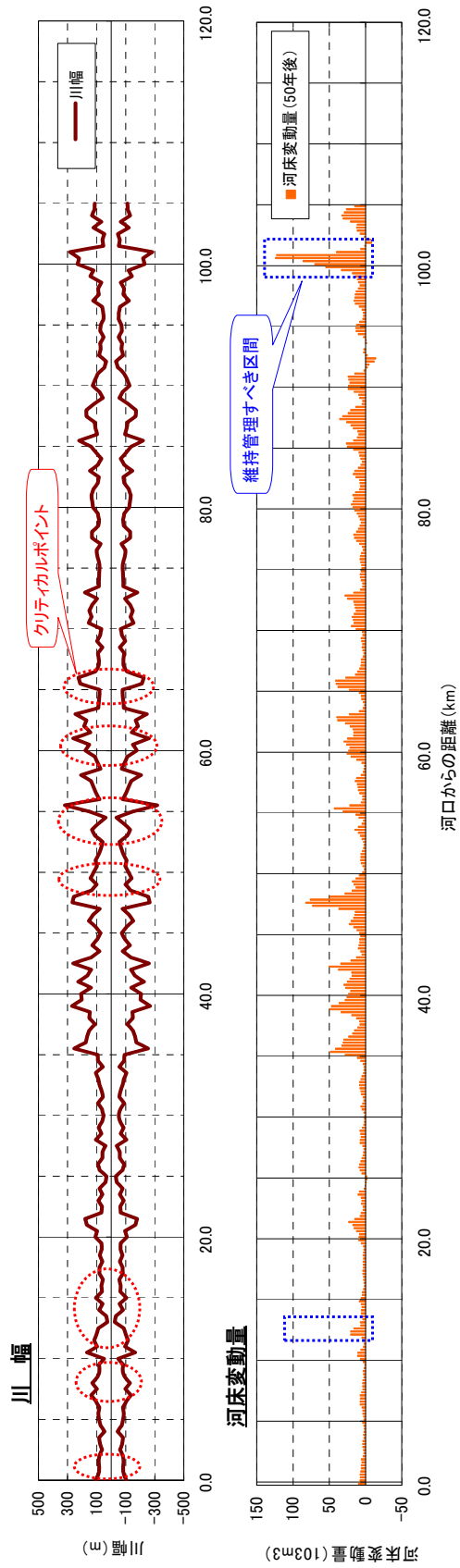


図-4-7 維持管理が必要な堆積区間 (マヘス・カマナ川)

なお、河川整備を進めるに際しては、各河川の特徴に配慮し、当面は、重点整備箇所（氾濫による被害が大きい箇所、地域活動に多大な影響がある箇所等）を整備し、その後、下流から計画規模を考慮した上で堤防整備を実施する。（全体整備計画；下流から治水安全度の確保を基本とする）

以下に、重点整備箇所の選定方法を示す。

第5章 重点整備箇所の選定

6 河川の重点洪水対策施設位置を選定するに際しては、過去の洪水被害の状況、現在の河川・堤防の状況、大規模洪水が発生した場合の氾濫の状況、さらには背後地の資産の状況等を総合的に評価した上で選定した。

重点洪水対策施設選定の評価項目として、下記の5項目を抽出した。

- 流下能力不足箇所（洗掘箇所も含む）
- 背後地の状況（背後地の重要性；市街地や農地の状況）
- 氾濫状況（氾濫解析結果を踏まえた氾濫の拡散状況）
- 社会環境条件（地域社会の重要施設等）
- 地域の要望箇所（過去の洪水被害を踏まえた要望）

上記の検討を実施するに際して活用した資料は、下記のとおりである。

- 各河川の全体平面図（土地利用の状況、河川の特性把握等の活用）
- 各河川の測量結果（横断形状特性等の把握）
- 現地調査結果（現地の地形特性、施設整備の状況把握）
- 各河川の流下能力評価（各地点の流下能力評価）
- 各河川の氾濫解析結果（各河川の氾濫特性の把握）
- 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）

<選定に際しての評価項目と採点基準>

重点整備個所の選定に際しては、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）32ヶ所を重点洪水対策箇所として選定した。

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

評価の項目と採点基準は表-5-1に示すとおりである。

表-5-1 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"> ●過去の洪水被害の実績 ●地域住民・農民の要望 	<ul style="list-style-type: none"> ・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） ・地域の要望箇所（1点）
流下能力不足箇所 （洗掘箇所含）	<ul style="list-style-type: none"> ●流下能力不足により氾濫の可能性 ●洗掘による堤防崩壊の可能性 	<ul style="list-style-type: none"> ・流下能力が特に低い箇所（確率洪水流量1/10年以下）（2点） ・流下能力の低い箇所（1/25年以下）（1点）
背後地の状況	<ul style="list-style-type: none"> ●大規模農地等 ●市街地等 ●背後地や周辺施設の評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・大規模な農地が広がっている箇所（2点） ・農地に市街地が混在、大規模市街地（2点） ・上記の規模の小さいもの（1点）
氾濫状況	<ul style="list-style-type: none"> ●氾濫の規模 	<ul style="list-style-type: none"> ・氾濫が平面的に大きく拡散する場合（2点） ・氾濫が限定的な範囲に留まる場合（1点）
社会環境条件 （地域の重要施設）	<ul style="list-style-type: none"> ●灌漑や上水道の取水施設など ●主要道（パンアメリカーナなど）の橋や道路 	<ul style="list-style-type: none"> ・地域の重要施設がある場合（2点） ・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）

なお、各河川の各区間における評価結果および重要洪水対策箇所の選定結果は、図-5-1～図-5.7に示すとおりである

また、各河川の選定対策箇所の選定根拠を欠く河川別に整理したものを下記に示す。

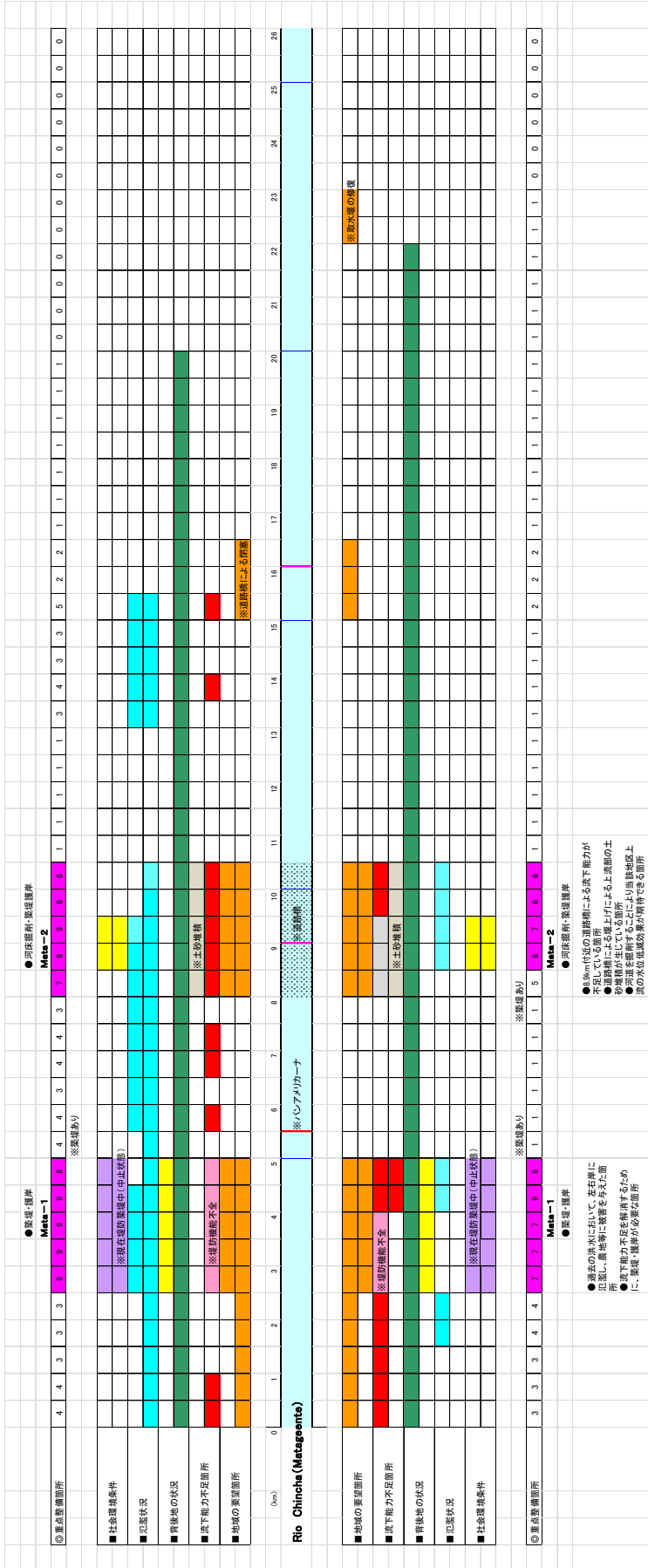


図-5-4 チンチャ川 - マタヘンテ川における重点洪水対策施設の選定

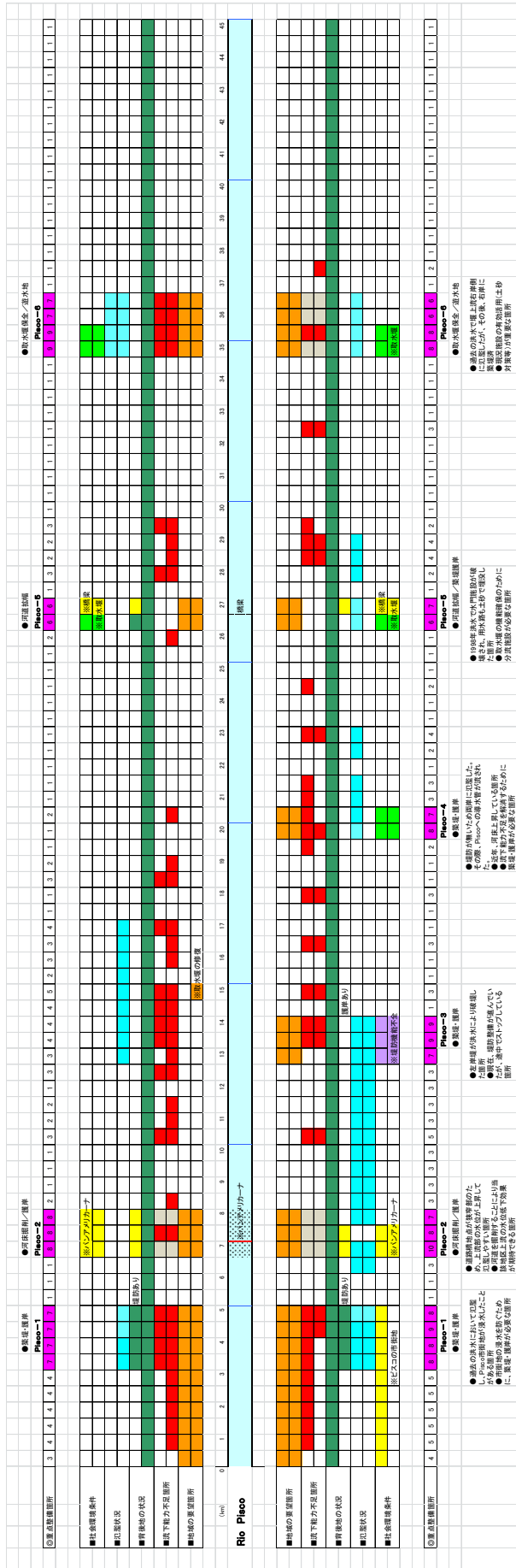


図-5-5 ピスコ川における重点洪水対策施設の選定

5.1 対策箇所の選定根拠 Chira 川

全体方針

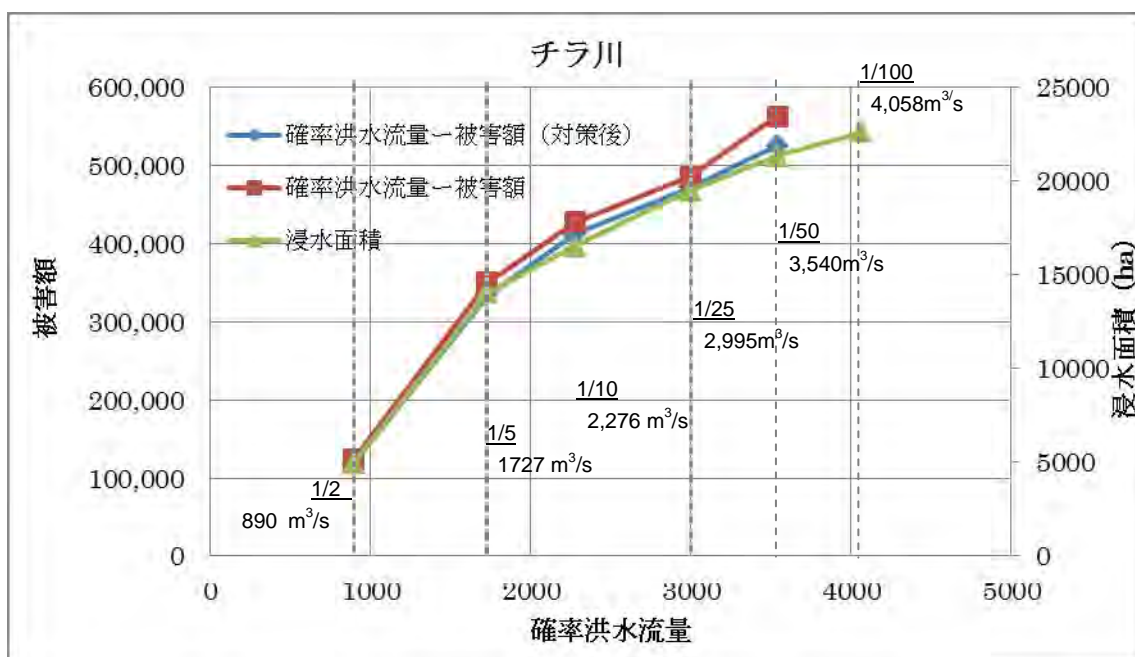
チラ川の特徴は、全体的に流下能力が不足しているため、全ての地点で氾濫し、河道沿いの低平地に氾濫流が広がることである。しかし、チラ川の場合、ポエチヨスダムの運用によっては、中小洪水時には大きな効果が期待できるが、ダムの能力を超えるような規模の洪水が発生した場合は、多大な被害が発生するものと考えられる。

チラ川の治水対策としては、基本的には、下流から整備を進めることが重要であるが、今回は、背後地の状況及び地域にとっての重要施設、さらには被災経験箇所を保全することに留意して対策箇所を設定する。

表-5-2 対策箇所の選定根拠 (Chira 川)

No	対策位置	選定根拠
①	0.0～4.0km (左岸側)	<p>当該箇所は、現在堤防が築造されているが護岸が実施されていない状況であり、1998年の洪水で堤防が侵食を受けた箇所である。従って、洪水継続時間が長時間に及び侵食が進み破堤した場合、背後地の重要施設（ガス田、農地等）へ及ぼす被害は甚大なものになると考えられる。また、当該箇所には護岸のかわりに水制工が設置されているものの一部破損している箇所も見られる。現在の水制工でもある程度の水はね効果は期待できるものの背後地に抱えている天然ガス施設等の重要性を鑑み、護岸を設置することが重要な箇所である。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●1998年洪水で堤防が侵食を受けた箇所 ●護岸がなく、大規模洪水が発生した場合に堤防が侵食を受け破堤する可能性がある箇所 ●侵食対策の護岸工が必要な箇所 <p><保全対象></p> <ul style="list-style-type: none"> ○対策位置左岸側に広がる広大な農地とガス田等 <p><保全方法（どのように・どの程度）></p> <ul style="list-style-type: none"> ▼既存の堤防を有効活用して築堤・護岸し、流下能力確保、河岸侵食対策を実施する。 ▼広大な農地とガス田を保全するためには、過去に発生したエルニーニョ時に被害を受けた 3600m³/s 程度（確率規模 1/50 年程度）の流量に耐える施設とする。
②	11.75～12.75km (右岸側)	<p>当該箇所は大きく湾曲しており、右岸側が大きく侵食され、今の河道断面が形成されている。このまま放置した場合、右岸側に位置している地方主要道路が崩壊する可能性が非常に高い。よって、現在の河道の形状をできるだけ維持しながら護岸を設置し、河道の貯留効果を維持した上で、道路の安全を図る（道路崩壊による地方経済に与える影響に配慮）ことが重要である。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●洪水時の河岸侵食により地方主要道路が崩壊する危険性が高い箇所 ●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 <p><保全対象></p> <ul style="list-style-type: none"> ○対策位置右岸側に位置する地方主要道路 <p><保全方法（どのように・どの程度）></p> <ul style="list-style-type: none"> ▼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るため、エルニーニョ等（確率規模 1/50 年程度）が発生しても安全を確保する。 ▼災害で侵食した範囲を基本に護岸を整備する。
③	24.5～27.0km (右岸側)	<p>過去の洪水被害により右岸側が大きな被害を受けた箇所である。現在は、暫定堤防（道路兼用）が築造されており、この施設を有効に活用した整備が重要である。</p>

		<p>当該箇所のように暫定堤防が通常の河川幅よりも大きく築造されていることにより、遊水効果が高まり、その上流側の水位を低下させる効果がある。</p> <p>チラ川の治水安全度を高めるためには、当該箇所のような遊水地区を多数設けて河川全体の水位を下げるのが重要である。当該箇所は、現在暫定堤防がその効果をきちんと発揮する高さにまで整備されていないため、堤防を嵩上げし、その遊水効果を最大限に発揮するように整備する必要がある。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●1998年の洪水で堤防が侵食を受けた箇所 ●現在の暫定堤防を有効活用し遊水効果を高め、上流の水位低減効果を図るべき箇所 <p><保全対象></p> <ul style="list-style-type: none"> ○対策位置右岸側の農地 <p><保全方法（どのように・どの程度）></p> <ul style="list-style-type: none"> ▼右岸側の広大な農地を保全するとともに遊水効果を最大限に発揮するためには、現在の暫定堤防を有効に活用するとともに、過去のエルニーニョにより被害を受けた経験を踏まえ、エルニーニョが発生しても被災しない施設とする。 ▼災害後に整備された堤防道路をかさ上げして、流下能力を確保するとともに、遊水効果を期待する。
④	64.0～68.0km (全体)	<p>当該箇所には大規模な取水堰（スヤナ堰）が設置されている箇所である。現在のスヤナ堰は、右岸側の固定堰（洪水吐）上流部に土砂等が堆積して樹林化が進んでおり、その影響を受けて対岸である左岸側は侵食されている。このまま放置すると右岸側の樹林化が益々進み、左岸側の可動堰の機能が損なわれることが懸念される。</p> <p>よって、当該堰の重要性及び左岸側可動堰の安全性確保の観点から、右岸側固定堰上流側の樹木及び土砂を取り除くことが洪水時の流況を安定させると共に構造物の維持管理にとっても重要である。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●取水堰上流の右岸側に土砂が堆積し樹木が繁茂している箇所 ●洪水流が左岸側の可動堰部に集中し左岸側の侵食が進んでいる箇所 <p><保全対象></p> <ul style="list-style-type: none"> ○取水堰（スヤナ堰） <p><保全方法（どのように・どの程度）></p> <ul style="list-style-type: none"> ▼スヤナ堰は、当該河川の中でも最も重要な河川施設であり、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、エルニーニョが発生しても被災しない施設とする。 ▼スヤナ堰上流の流下能力を確保するために、堰上流右岸側に繁茂している樹木及び堆積土砂を掘削する。



1/2、1/5、1/10、1/25、1/50 年確率規模の流量時の被害額
 1/2、1/5、1/10、1/25、1/50、1/100 年確率規模の流量時の浸水面積
 過去の最大流量は、3600m³/s

図-5-8 確率規模洪水流量と被害額および浸水面積（チラ川）

洪水流量が増大するに伴って、被害額、浸水面積が増大している。

今回の対策案では、被害軽減効果が小さい。

チラ川の場合、ほとんどの地点で流下能力が不足することから、浸水被害を軽減するためには、下流から順次、河川整備（堤防等）を実施する必要がある。

今回の対策案は、背後地の状況及び重要施設の保全等に重点を置いた整備を実施する。

5.2 対策箇所の選定根拠 Canete 川

全体方針

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。

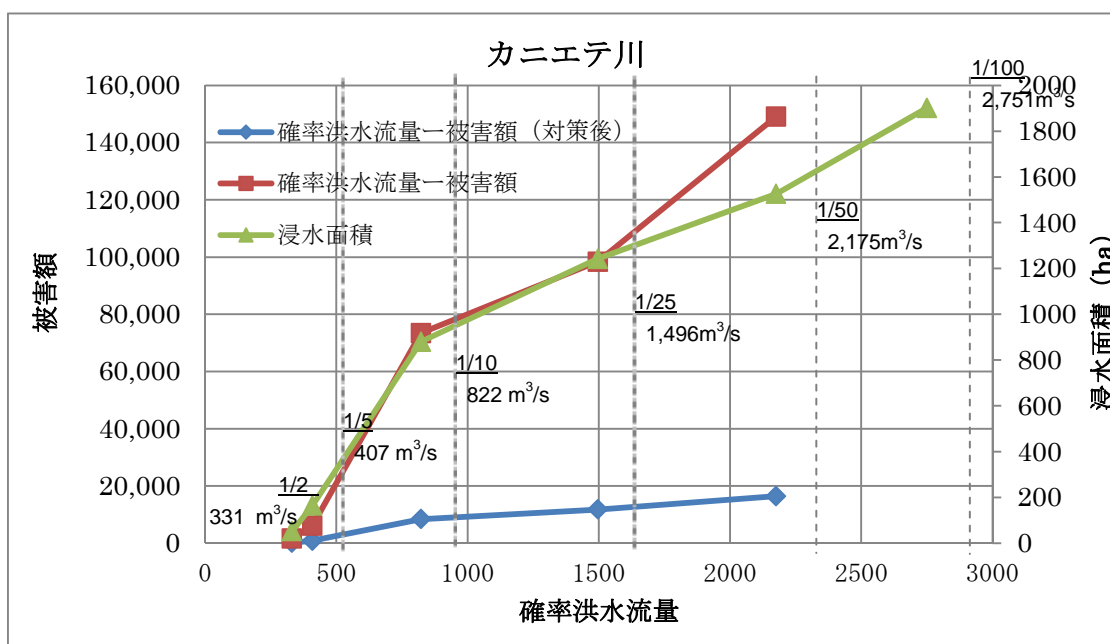
よって、対策の基本は狭窄部の流下能力確保、氾濫時の被害ポテンシャルが大きい 10km 地点下流の築堤護岸を優先的に実施する。なお、カニエテ川は水量が豊富であり、首都リマに近いこともあり、上流域には観光地が形成されており、地域経済への影響の観点から、上流へのアクセスとして重要な地域主要道路の保全対策（河岸侵食対策）も対策箇所として選定する。

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- 5-3 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><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●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 ●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 ●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 <p><保全対象></p> <p>○対策位置の下流に広がる広大な農地及び住居</p> <p><保全方法（どのように・どの程度）></p> <p>▼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。</p> <p>▼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。</p>
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><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●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 ●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

		<p>●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</p> <p><保全対象></p> <p>○対策位置の左右岸に広がる農地</p> <p><保全方法（どのように・どの程度）></p> <p>▼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。</p> <p>▼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。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●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か図れる箇所 <p><保全対象></p> <p>○取水堰</p> <p>○対策位置の左岸側に広がる農地</p> <p><保全方法（どのように・どの程度）></p> <p>▼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。</p> <p>▼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。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●取水堰への土砂流入対策が必要な箇所 <p><保全対象></p> <p>○取水堰</p> <p><保全方法（どのように・どの程度）></p> <p>▼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。</p> <p>▼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。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●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 <p><保全対象></p> <p>○対策位置の右岸側に位置する地方主要道路</p> <p><保全方法（どのように・どの程度）></p> <p>▼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いため、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>



1/2、1/5、1/10、1/25、1/50 年確率規模の流量時の被害額
 1/2、1/5、1/10、1/25、1/50、1/100 年確率規模の流量時の浸水面積
 過去の最大流量は、1000m³/s

図-5-9 確率規模洪水流量と被害額および浸水面積 (カニエテ川)

流量が 2000m³/s 程度を超えると被害額が一気に上昇するが、上記の整備を進めることにより、被害額は大きく低減される。

5.3 対策箇所の選定根拠 Chincha 川

全体方針

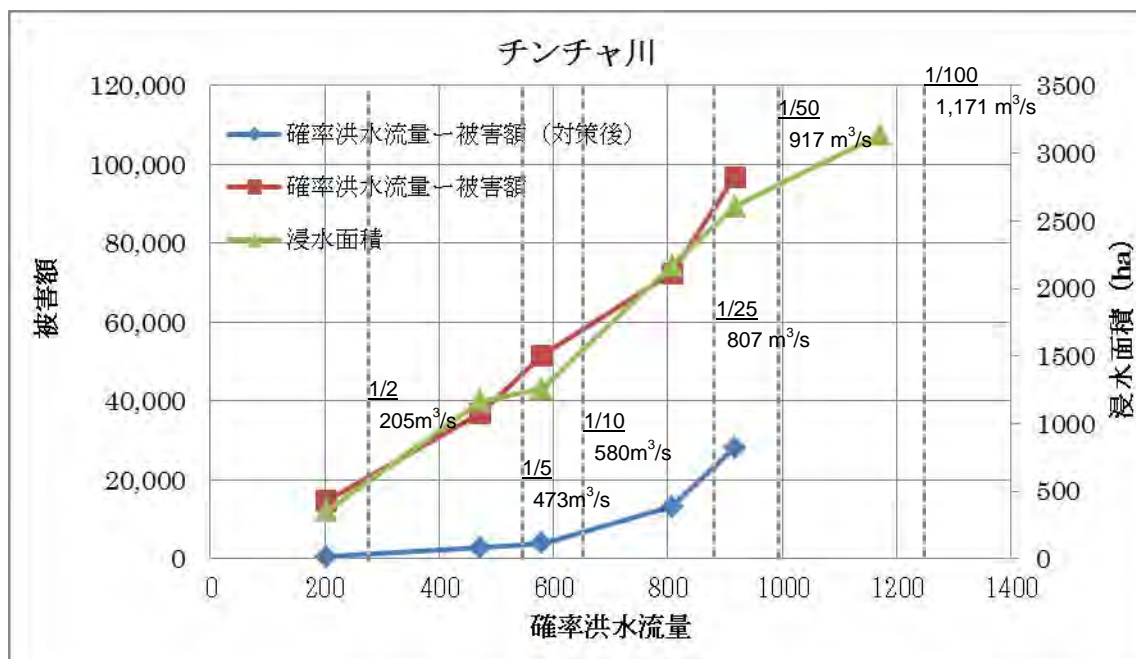
チンチャ川の特徴としては、上流部のチョコ川とマタヘンテ川の分流が不十分であり、一方の川にすべての洪水流が偏って流下した場合、チョコ川とマタヘンテ川のすべの地区で流下能力が不足するために多大な被害が発生する点にある。さらに、チョコ川とマタヘンテ川に適正（1:1）に分流した場合でも、チョコ川においては河口より 15km 及び 4 km 付近で氾濫して左岸側に氾濫流が大きく広がり、マタヘンテ川では河口より 9km 及び 3km 付近で氾濫して右岸側に氾濫流が大きく広がる傾向にある。よって、対策の基本は分流堰の築造、流下能力の特に不足する既往氾濫箇所での流下能力確保策（築堤、掘削）となる。

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。（③が実施された場合を想定）

表-5-4 対策箇所の選定根拠（Chincha 川）

No	対策位置	選定根拠
①	Chico 川 3.0～5.1km（左岸側） ＋ （右岸側）	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。 <対策位置の特徴> ●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 ●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 ●下流部で最も流下能力が不足する箇所 <保全対象> ○対策位置左右岸に広がる広大な農地（特に左岸側） <保全方法（どのように・どの程度）> ▼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。 ▼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。
②	Chico 川 14.8～15.5km （左岸側への河道拡幅）	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。 <対策位置の特徴> ●過去の洪水において氾濫した箇所 ●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 ●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 <保全対象> ○取水堰 ○対策位置左岸側に広がる農地 <保全方法（どのように・どの程度）> ▼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。

③	<p>Chico 川</p> <p>24.2～24.5km (全体)</p>	<p>当該箇所は、チンチャ川の流水がチ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)</p> <p>既存の分流施設が存在するが、1954年に築造されて施設が老朽化が著しい。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。</p> <p>よって、チ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><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●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><保全対象></p> <ul style="list-style-type: none"> ○チコ川、マタヘンテ川の全地区 <p>(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><保全方法(どのように・どの程度)></p> <p>▼洪水流が確実に分流できる施設を整備する。</p>
④	<p>Matagente 川</p> <p>2.5～5.0km (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><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●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><保全対象></p> <ul style="list-style-type: none"> ○対策位置左右岸に広がる広大な農地(特に右岸側) <p><保全方法(どのように・どの程度)></p> <p>▼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。</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>
⑤	<p>Matagente 川</p> <p>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><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●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><保全対象></p> <ul style="list-style-type: none"> ○対策位置左右岸に広がる広大な農地(特に右岸側) <p><保全方法(どのように・どの程度)></p> <p>▼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。</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>



1/2、1/5、1/10、1/25、1/50 年確率規模の流量時の被害額
 1/2、1/5、1/10、1/25、1/50、1/100 年確率規模の流量時の浸水面積
 過去の最大流量は、1270m³/s

図- 5-10 確率規模洪水流量と被害額および浸水面積 (チンチャ川)

流量が 900m³/s 程度を超えると被害額が一気に上昇するが、上記の整備を進めることにより、被害額は大きく低減されるものの、軽減効果は弱くなる。

5.4 対策箇所の選定根拠 Pisco 川

全体方針

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。

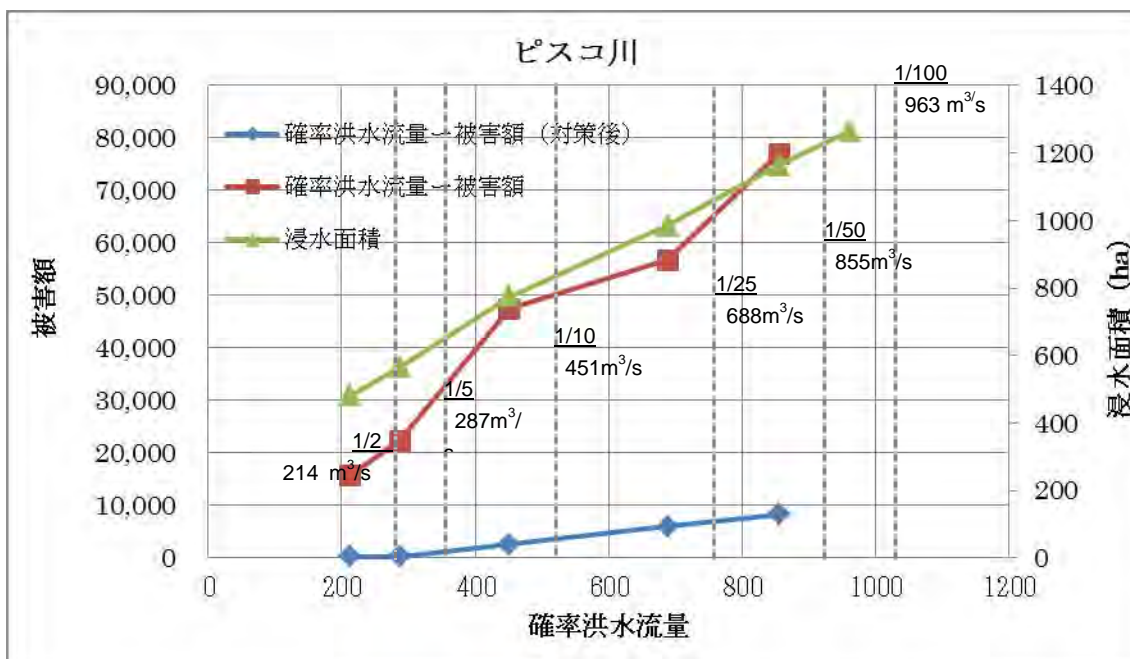
また、パン・アメリカナの道路橋が狭窄部となっているため、架け替えについても考慮したが、交通量が多いことから、代替の橋梁及び取りつき道路が必要になり事業費が膨大になること、さらには、DGIH との協議の結果、道路の架け替えを実施することは困難との回答を得たため、今回は橋梁の架け替えについては困難と判断した。

表-5-5 対策箇所の選定根拠 (Pisco 川)

No	対策位置	選定根拠
①	3.0～5.0km (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><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●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 ●市街地の浸水を防ぐために、築堤・護岸が必要な箇所 ●上流側の整備により右岸側への氾濫も拡大する箇所 <p><保全対象></p> <ul style="list-style-type: none"> ○対策位置左右岸に広がる広大な農地 ○対策位置左岸側のピスコ市街地 <p><保全方法（どのように・どの程度）></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。過去に甚大な被害をもたらした 950m³/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。</p> <p>▼上下流や用地に配慮して、築堤・護岸を行う</p>
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><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●狭窄部（道路橋部）であり、流下能力が不足している箇所 ●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 ●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 <p><保全対象></p> <ul style="list-style-type: none"> ○対策位置左岸側農地及び上流部左岸側の農地 <p><保全方法（どのように・どの程度）></p> <p>▼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 950m³/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。</p> <p>▼河道を掘削し、道路橋（アメリカナ）を拡幅せずに流下能力を確</p>

③	12.5～14.0km (左岸側)	<p>保する</p> <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、14.5～14.0km 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><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●左岸堤が洪水流により破堤した箇所 ●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 <p><保全対象></p> <ul style="list-style-type: none"> ○対策位置左岸側及び下流側の農地 <p><保全方法（どのように・どの程度）></p> <ul style="list-style-type: none"> ▼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。 ▼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
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><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●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 ●近年、河床上昇している箇所 ●流下能力不足を解消するために築堤・護岸が必要な箇所 <p><保全対象></p> <ul style="list-style-type: none"> ○対策位置左岸側の農地 ○Pisco 市街地への導水管（重要施設） <p><保全方法（どのように・どの程度）></p> <ul style="list-style-type: none"> ▼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。 ▼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
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><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●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 ●取水堰の機能確保のために分流施設が必要な箇所 <p><保全対象></p> <ul style="list-style-type: none"> ○対策位置右岸側の取水堰 <p><保全方法（どのように・どの程度）></p> <ul style="list-style-type: none"> ▼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 950m³/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。 ▼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）
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</p>

		<p>活用するとともに、流出土砂の堆砂機能を確保する。 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><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●過去の洪水で堰上流右岸側に氾濫 ●現況施設の有効活用（土砂対策等）が重要な箇所 <p><保全対象></p> <ul style="list-style-type: none"> ○対策位置の下流側全域 <p><保全方法（どのように・どの程度）></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。ピスコ川の特長としては、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、ピスコ川の特長を考えると 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>
--	--	--



1/2、1/5、1/10、1/25、1/50 年確率規模の流量時の被害額
 1/2、1/5、1/10、1/25、1/50、1/100 年確率規模の流量時の浸水面積
 過去の最大流量は、950m³/s

図- 5-11 確率規模洪水流量と被害額および浸水面積 (ピスコ川)

流量が $800\text{m}^3/\text{s}$ 程度を超えると被害額が一気に上昇するが、上記の整備を進めることにより、被害額は大きく低減される。

しかし、 $900\text{m}^3/\text{s}$ 以上の流量に対しては、大きな被害が発生するものと考えられる。

5.5 対策箇所の選定根拠 Yauca 川

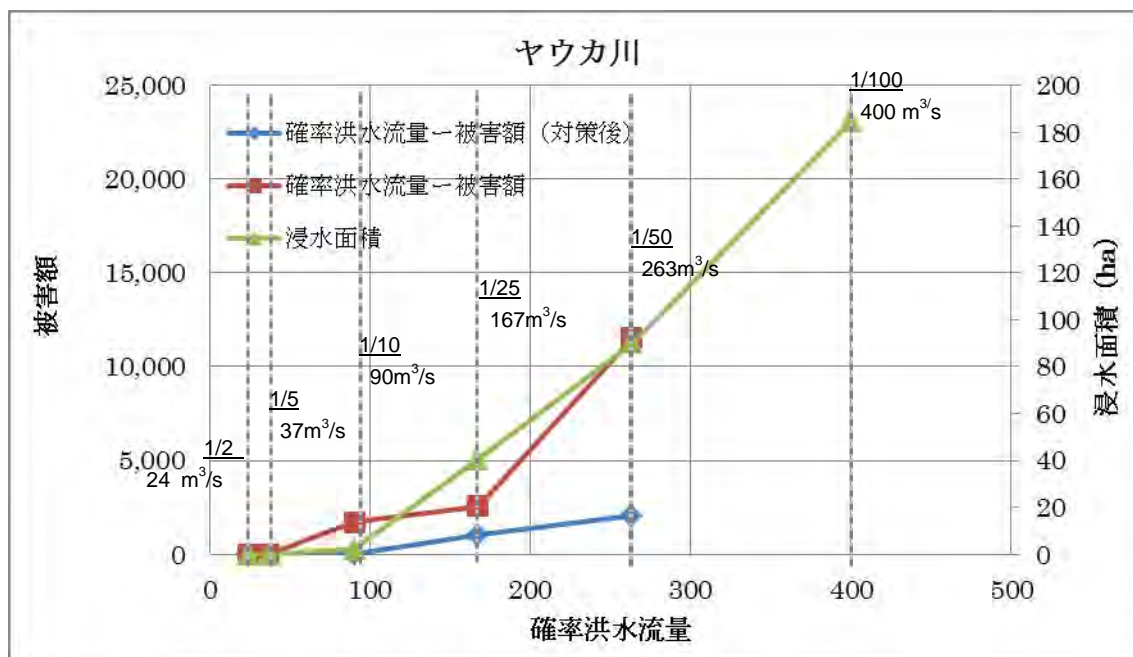
全体方針

ヤウカ川の特徴として、河口より 7km 付近より下流において氾濫し、右岸側の農地に氾濫流が広がる傾向にある。よって、対策は 7km 下流で農地への氾濫を防ぐための対策、7km 地点より上流では河岸侵食によって取水堰や地方主要道路に影響を及ぼす箇所での対策を優先的に実施する。

表-5-6 対策箇所の選定根拠 (Yauca 川)

No	対策位置	選定根拠
①	3.5～7.5km (右岸側)	<p>当該箇所に現在設置されている堤防では洪水時に侵食を受け崩壊の可能性があるため、既設堤防を修復補強、護岸工を行う必要がある。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●当該箇所より下流で氾濫が発生し、当地の特産品であるオリーブの木が流出した箇所 ●既設の堤防が破損しており、修復すべき箇所 <p><保全対象></p> <p>○対策位置右岸側の農地 (地域特産のオリーブ畑)</p> <p><保全方法 (どのように・どの程度)></p> <p>当該河川の保全対象は、地域の特産品であるオリーブを如何に守るかにある。したがって、既設の堤防を活かしながら、過去の洪水 (1/50 年規模程度) で受けた侵食を防ぐための護岸を整備する。</p>
②		<p>河口より 7km 付近より下流において氾濫し、右岸側の農地に氾濫流が広がる。</p> <p>道路橋付近の流下能力を確保する必要がある。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●狭窄部 (道路橋部) であり、流下能力が不足している箇所 ●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 ●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 <p><保全対象></p> <p>○対策位置右岸側の農地 (地域特産のオリーブ畑)</p> <p><保全方法 (どのように・どの程度)></p> <p>上下流のバランスに配慮した上で、河道を掘削し、当該地の流下能力を確保するとともに、上流部の水位低減効果を図る。</p>
③		<p>河口より 7km 付近より下流において氾濫し、右岸側の農地に氾濫流が広がる。</p> <p>当該箇所に現在設置されている堤防では洪水時に侵食を受け崩壊の可能性があるため、既設堤防を修復補強、護岸工を行う必要がある。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●堤防は左右岸とも部分的である。毎年、経験的に土砂を盛り立てている箇所 ●洪水により、オリーブ畑が流出する箇所 ●既設堤防が破損しており、修復が必要な箇所 <p><保全対象></p> <p>○対策位置右岸側の農地 (地域特産のオリーブ畑)</p> <p><保全方法 (どのように・どの程度)></p> <p>当該河川の保全対象は、地域の特産品であるオリーブを如何に守るかにある。したがって、既設の堤防を活かしながら、過去の洪水 (1/50 年規模程度) で受けた侵食を防ぐための護岸を整備する。</p>
④	25.0～25.7km (全体)	<p>当該箇所の右岸側には取水堰が設置されているが、左岸側の私有地が大きく川側に張り出しており、取水堰に洪水流が直接流入する等が発生しているため、土砂堆積や施設の損傷によって取水が困難な状況となっている。よって、当該地全体の流況に配慮した河道断面とする必</p>

		<p>要がある。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●取水堰の機能確保が重要な箇所 ●左岸側の河川区域を明確とし、河道断面の確保が重要な箇所 <p><保全対象></p> <p>○取水堰</p> <p><保全方法（どのように・どの程度）></p> <p>▼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、過去に被害をもたらした 210m³/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。</p> <p>▼当該地の取水堰は、土砂が堆積し、取水が困難な状況にある。また、当該地左岸側の私有地が大きく川側に張り出しており、洪水時に右岸側の取水堰に洪水流が直接流入するため、当該地全体の流況に配慮した平面形状とする</p>
⑤		<p>当該箇所は湾曲部となっており、右岸側の流れが速く河岸侵食が進んでいる。当該地の右岸側上部に主要道路があり、このままの状態では放置すると河岸が侵食され、最終的には道路等の通行が困難な状況になる。したがって、道路を保護する意味においても護岸工等による侵食対策が必要である。</p> <p><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●右岸側の侵食（上部に主要道路）が進んでいる箇所 ●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 <p><保全対象></p> <p>○対策位置右岸側に位置する地方主要道路</p> <p><保全方法（どのように・どの程度）></p> <p>▼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いため、過去に被害をもたらした 210m³/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。</p> <p>▼このままの状態では放置すると河岸が侵食され道路が崩壊することが懸念されるため、道路を保護する護岸工等により侵食対策を実施する</p>
⑥	40.9～41.3km (左岸側)	<p>ヤウカ川上流部にある当該取水施設は、水道用水の確保の観点からも重要な施設である。しかし、堰上流左岸側の侵食が進むと伴に左岸側上部に位置する地方主要道路の通行にも支障をきたしている。したがって、当該地の河岸侵食対策が早急に必要である。</p> <p><対策位置区の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●取水堰上下流にある道路の下部が侵食を受けている箇所 ●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 <p><保全対象></p> <p>○取水堰</p> <p>○対策位置左岸側に位置する地方主要道路</p> <p><保全方法（どのように・どの程度）></p> <p>▼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 210m³/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。</p> <p>▼水道用水の確保に重要な取水堰及び堰上流左岸側の侵食が進むと地方主要道路が崩壊するかの世が高いため、河岸侵食対策を実施する</p>



1/2、1/5、1/10、1/25、1/50 年確率規模の流量時の被害額
 1/2、1/5、1/10、1/25、1/50、1/100 年確率規模の流量時の浸水面積
 過去の最大流量は、210m³/s

図- 5-12 確率規模洪水流量と被害額および浸水面積 (ヤウカ川)

流量が 250m³/s 程度を超えると被害額が一気に上昇するが、上記の整備を進めることにより、被害額は大きく低減される。

しかし、300m³/s 以上の流量に対しては、被害が増大するものと考えられる。

5.6 対策箇所の選定根拠 Camana, Majes 川

全体方針

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。

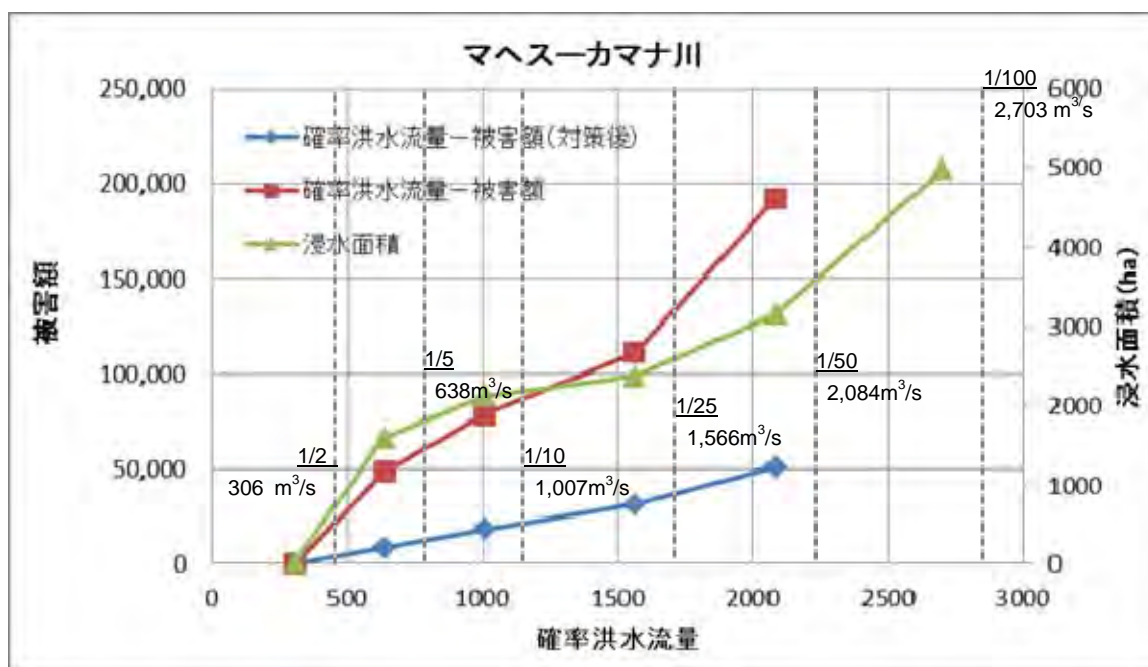
よって、対策は洪水による被害ポテンシャルの高いカマナ川下流の左岸地域を保全するための既設堤防の老朽化対策と堤防高確保が最も重要であり、上流のマヘス川においては無堤区間で洪水被害が頻発する地区の堤防整備を優先的に実施する。なお、マヘス川での対策は下流のカマナ川にも影響を与えるため、対策の順序等に配慮する必要がある。

表-5-7 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><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●既存堤防の老朽化対策、堤防高確保が重要な箇所 ●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 ●上流側の整備に伴う氾濫の危険度が増大する箇所 <p><保全対象></p> <ul style="list-style-type: none"> ○対策位置左岸側に広がる広大な農地 ○カマナ市街地 <p><保全方法（どのように・どの程度）></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><対策位置の特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ●既存堤防の老朽化対策、堤防高確保が重要な箇所 ●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 ●上流側の整備に伴う氾濫の危険度の増大する箇所 <p><保全対象></p> <ul style="list-style-type: none"> ○対策位置左岸側に広がる広大な農地 ○カマナ市街地

		<p><保全方法（どのように・どの程度）> ▼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。 ▼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><対策位置の特徴> ●既存堤防の老朽化対策、堤防高確保が重要な箇所 ●氾濫した際に水道用水路へ甚大な被害をもたらす箇所</p> <p><保全対象> ○対策位置左岸沿いの用水路（水道用）</p> <p><保全方法（どのように・どの程度）> ▼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。 ▼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><対策位置の特徴> ●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><保全対象> ○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><保全方法（どのように・どの程度）> ▼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>
⑤	52.0～56.0km (左岸側)	<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><対策位置の特徴> ●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><保全対象> ○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><保全方法（どのように・どの程度）> ▼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	59.0～62.5km (右岸側) 59.5～62.5km (左岸側)	<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><対策位置の特徴> ●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><保全対象> ○対策位置左右岸の農地（マヘス地区最大の農地）</p> <p><保全方法（どのように・どの程度）> ▼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	65.0～66.5km （右岸側） 64.5～66.5km （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><対策位置の特徴> ●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><保全対象> ○対策位置左右岸の農地（マヘス地区最大の農地）</p> <p><保全方法（どのように・どの程度）> ▼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>



1/2、1/5、1/10、1/25、1/50年確率規模の流量時の被害額
 1/2、1/5、1/10、1/25、1/50、1/100年確率規模の流量時の浸水面積
 過去の最大流量は、2020m³/s

図- 5-13 確率規模洪水流量と被害額および浸水面積（マヘスーカマナ川）

流量が 1500m³/s 程度を超えると被害額が一気に上昇するが、上記の整備を進めることにより、被害額は大きく低減される。

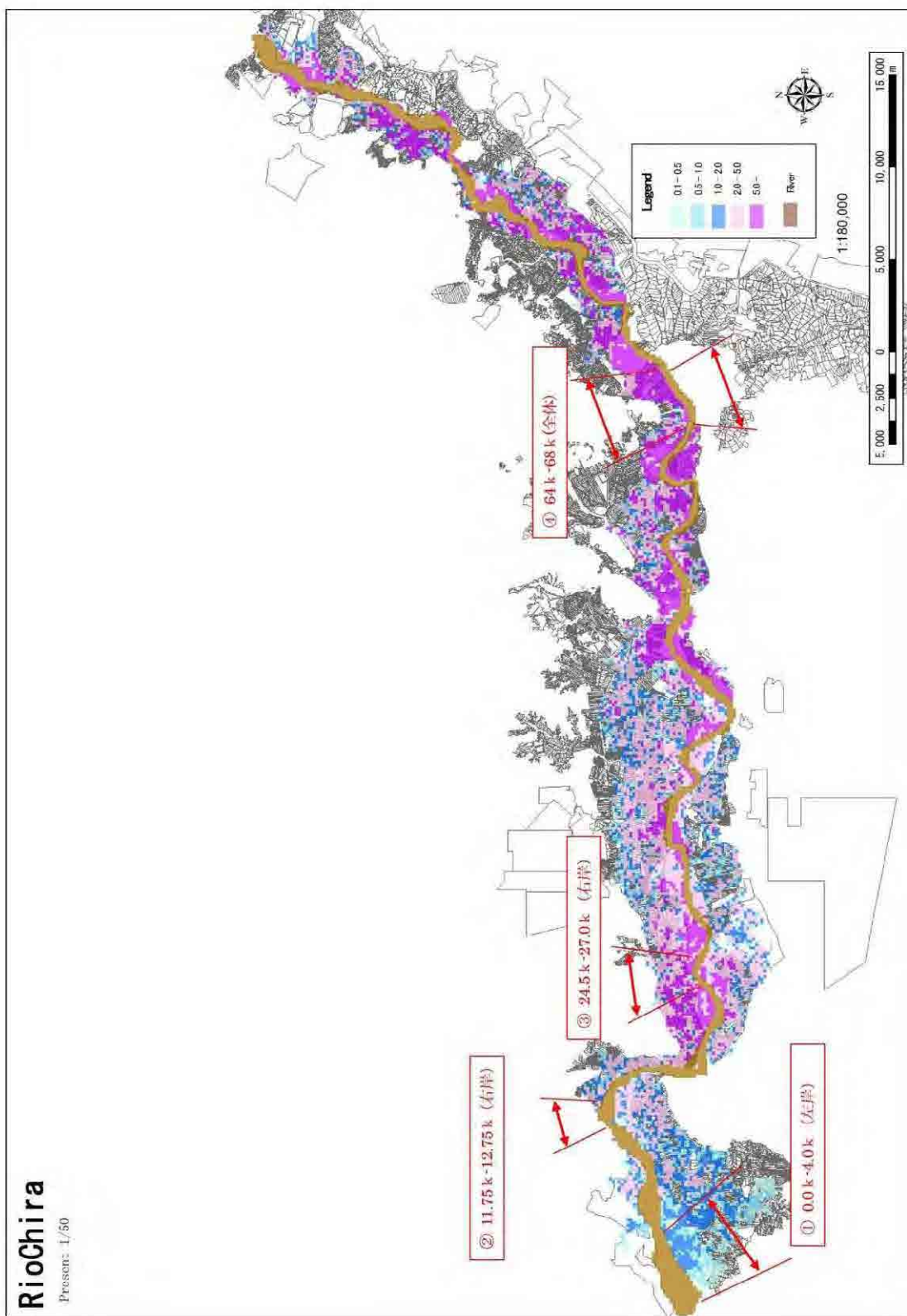


図- 5-14 洪水対策施設設置箇所 (Chira 川)

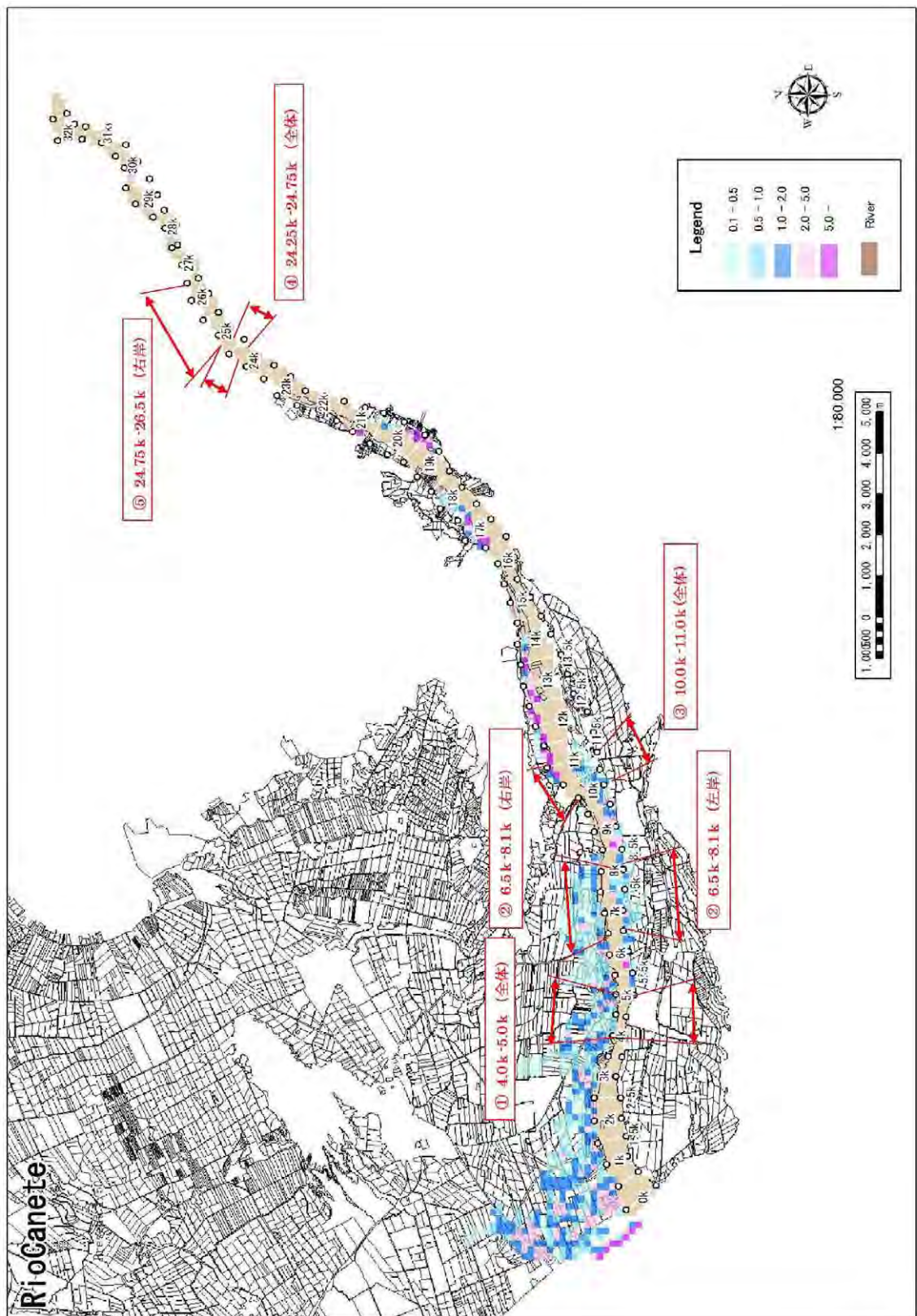


図- 5-15 洪水対策施設設置箇所 (Canete 川)

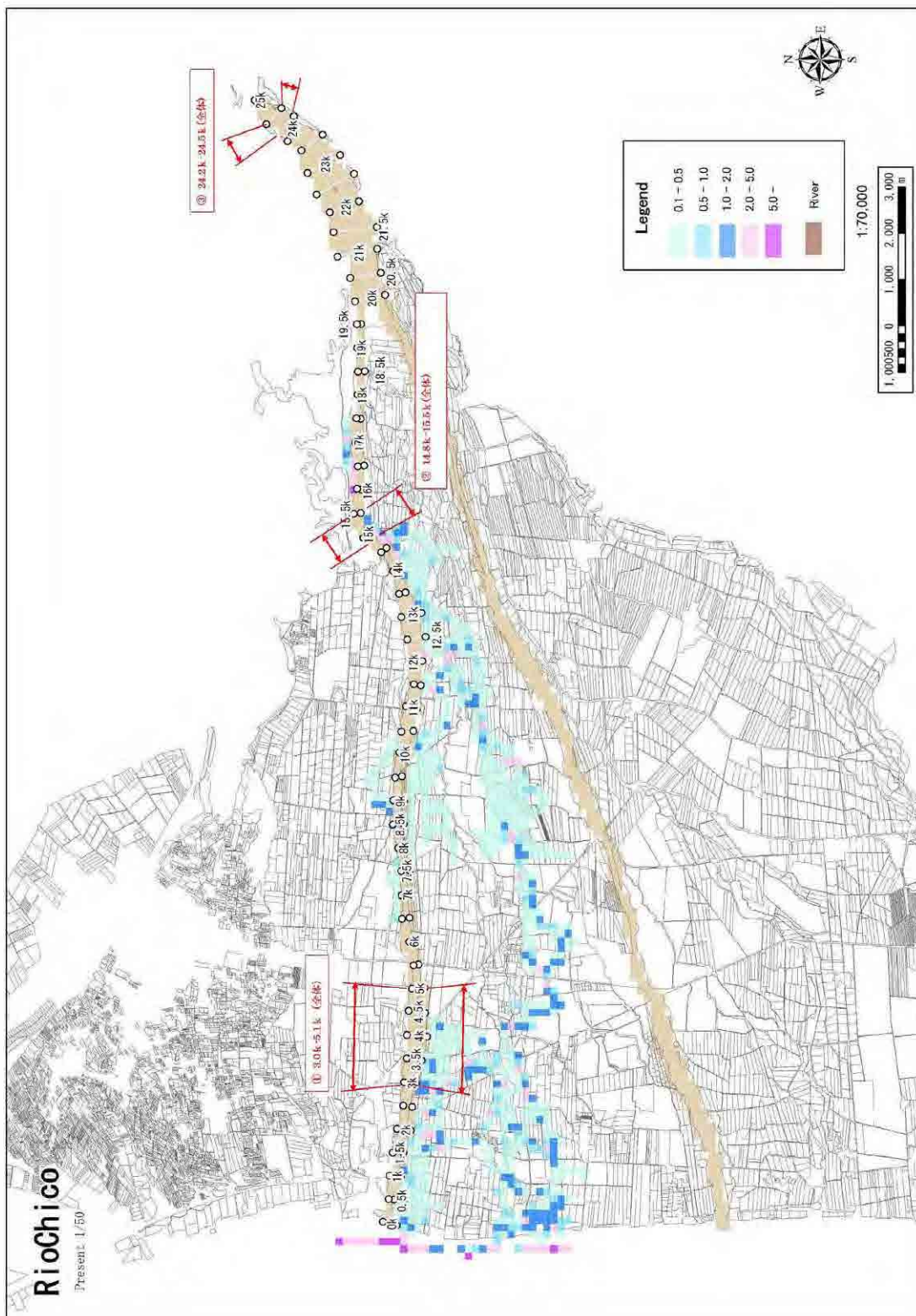


図- 5-16 洪水対策施設設置箇所 (Chico 川)

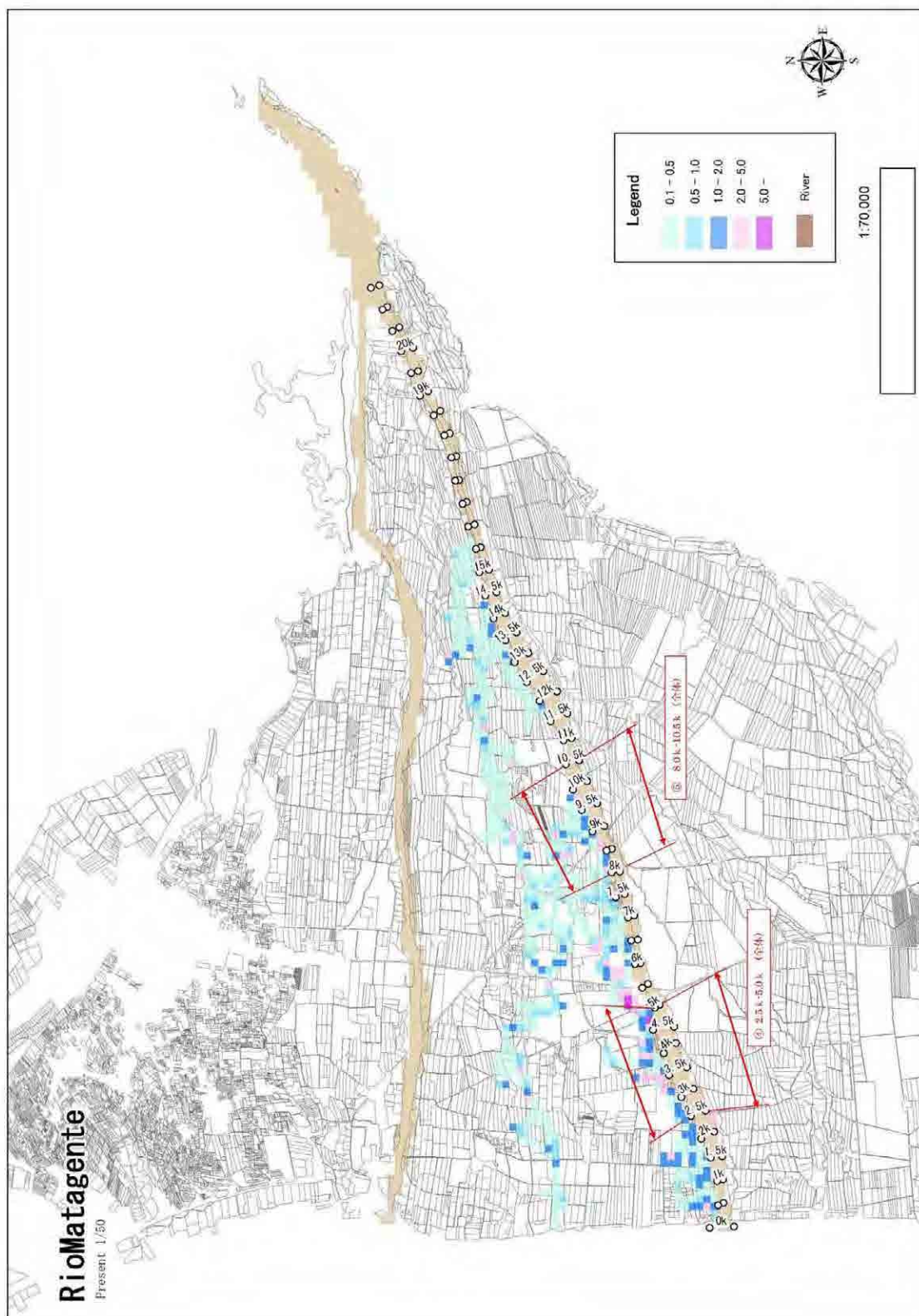


図- 5-17 洪水対策施設設置箇所 (Matagante 川)

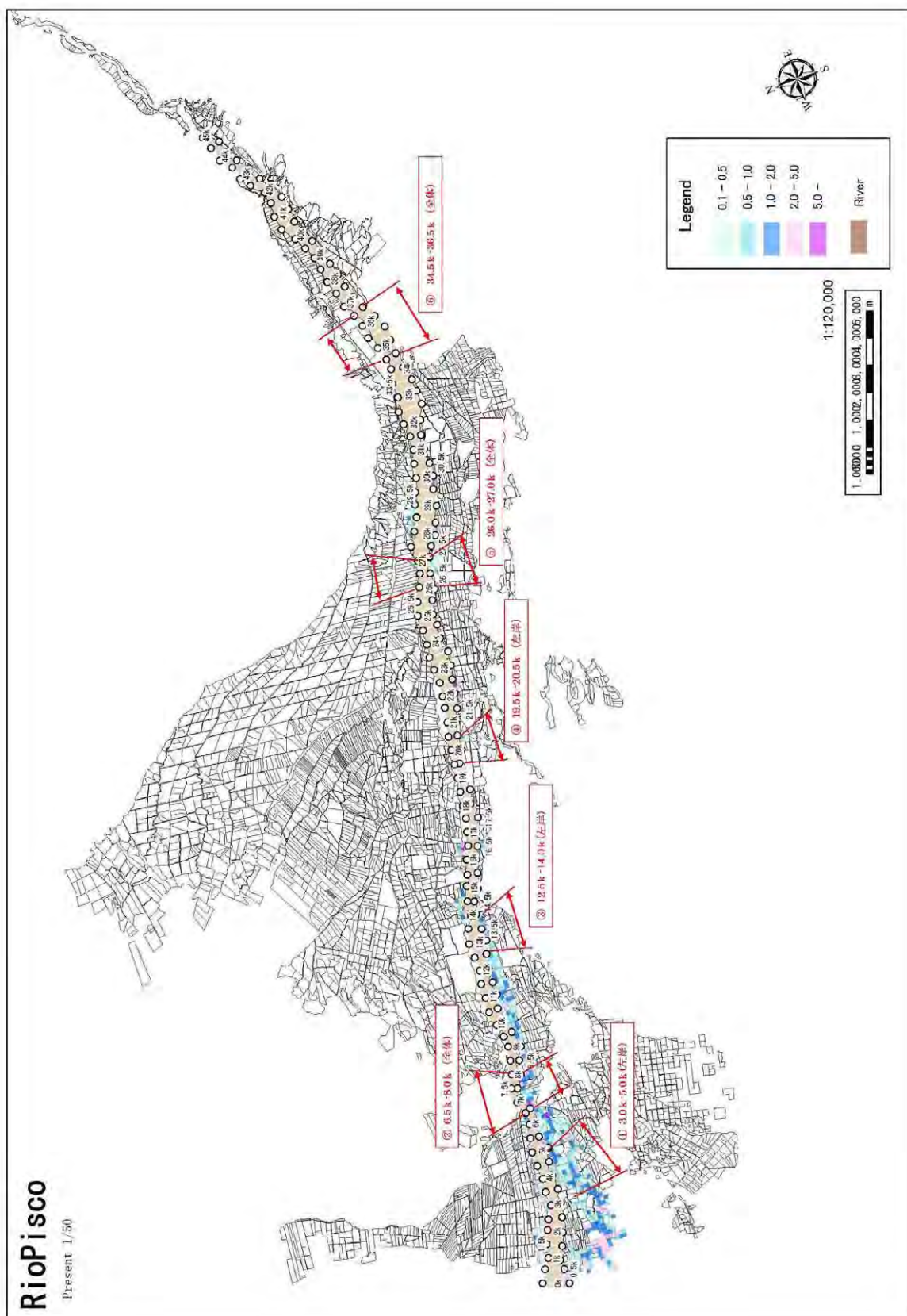


図- 5-18 洪水対策施設設置箇所 (Pisco 川)

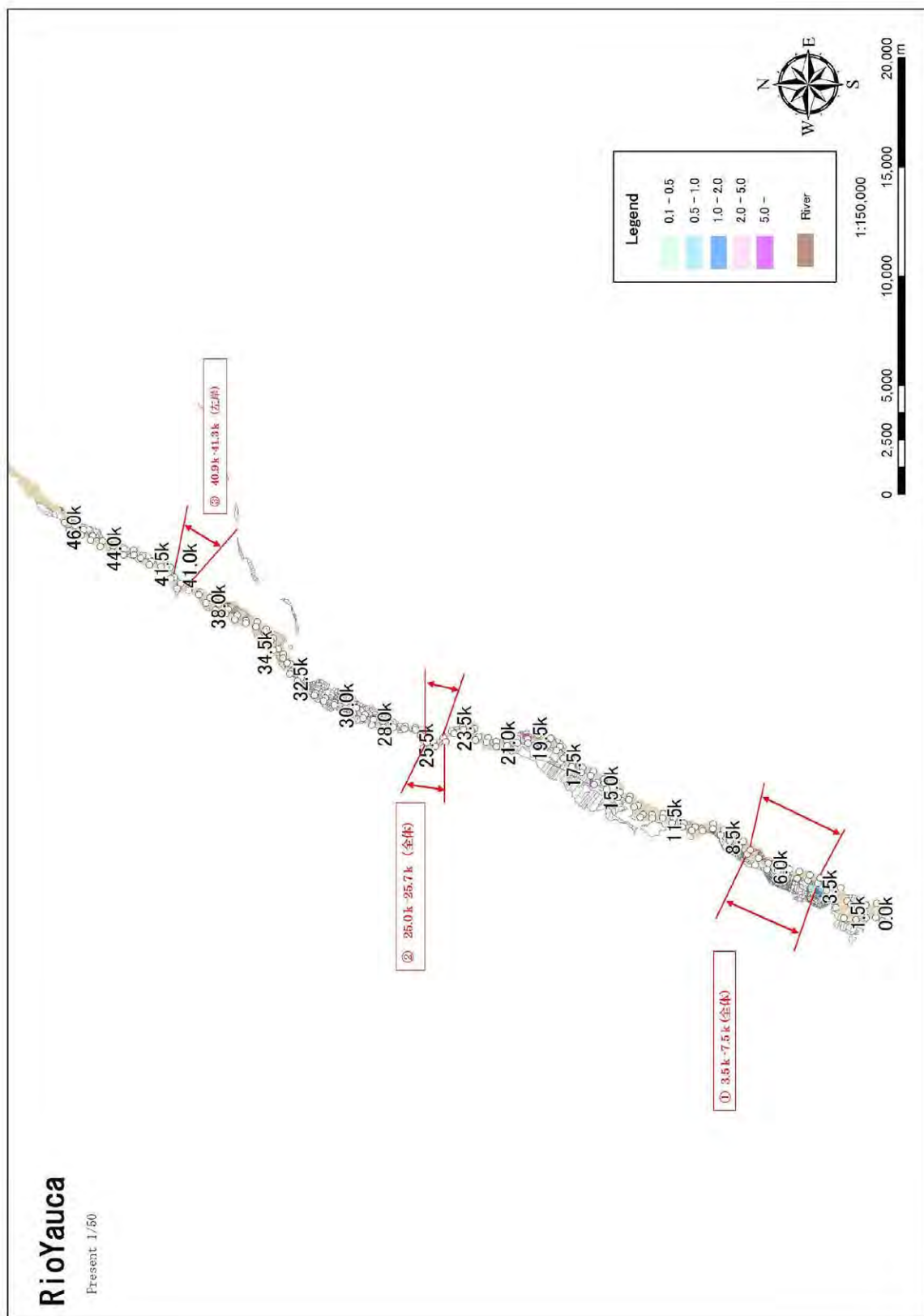


図-5-19 洪水対策施設設置箇所 (Yauca 川)

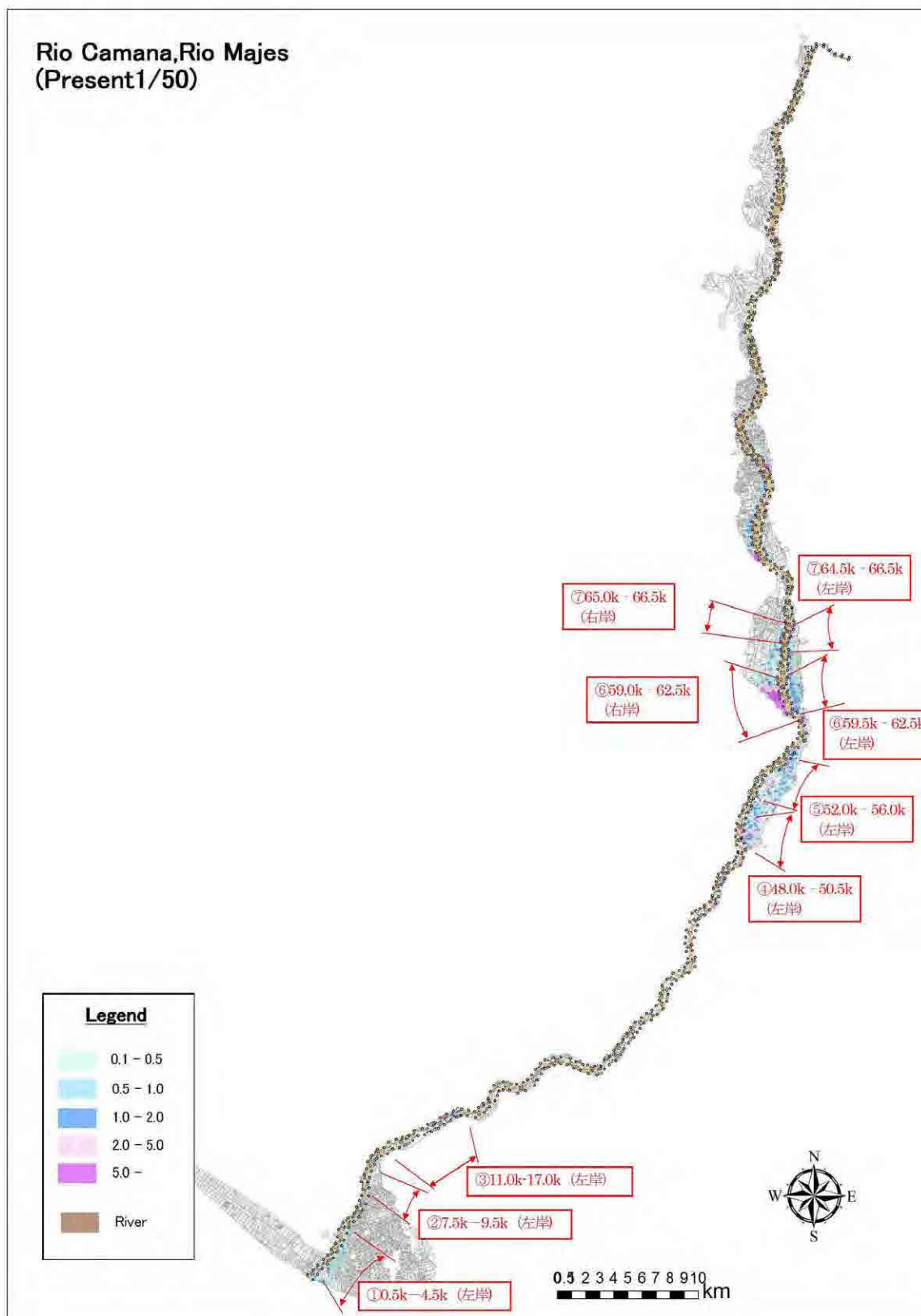


図- 5-20 洪水対策施設設置箇所 (Camana、Majes)

参考図

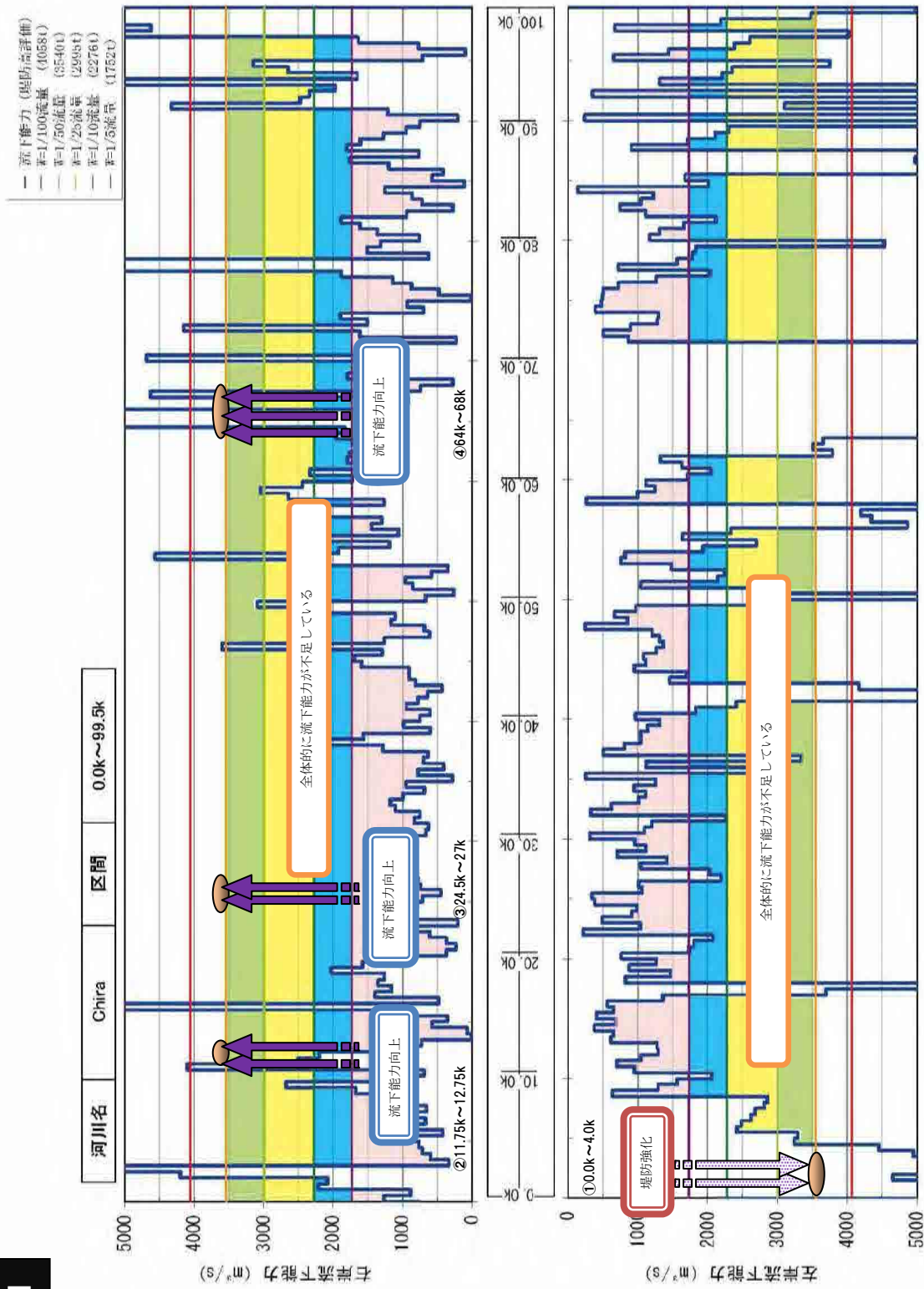


図-5-21 洪水対策施設効果 (Rio Chira)

参考図

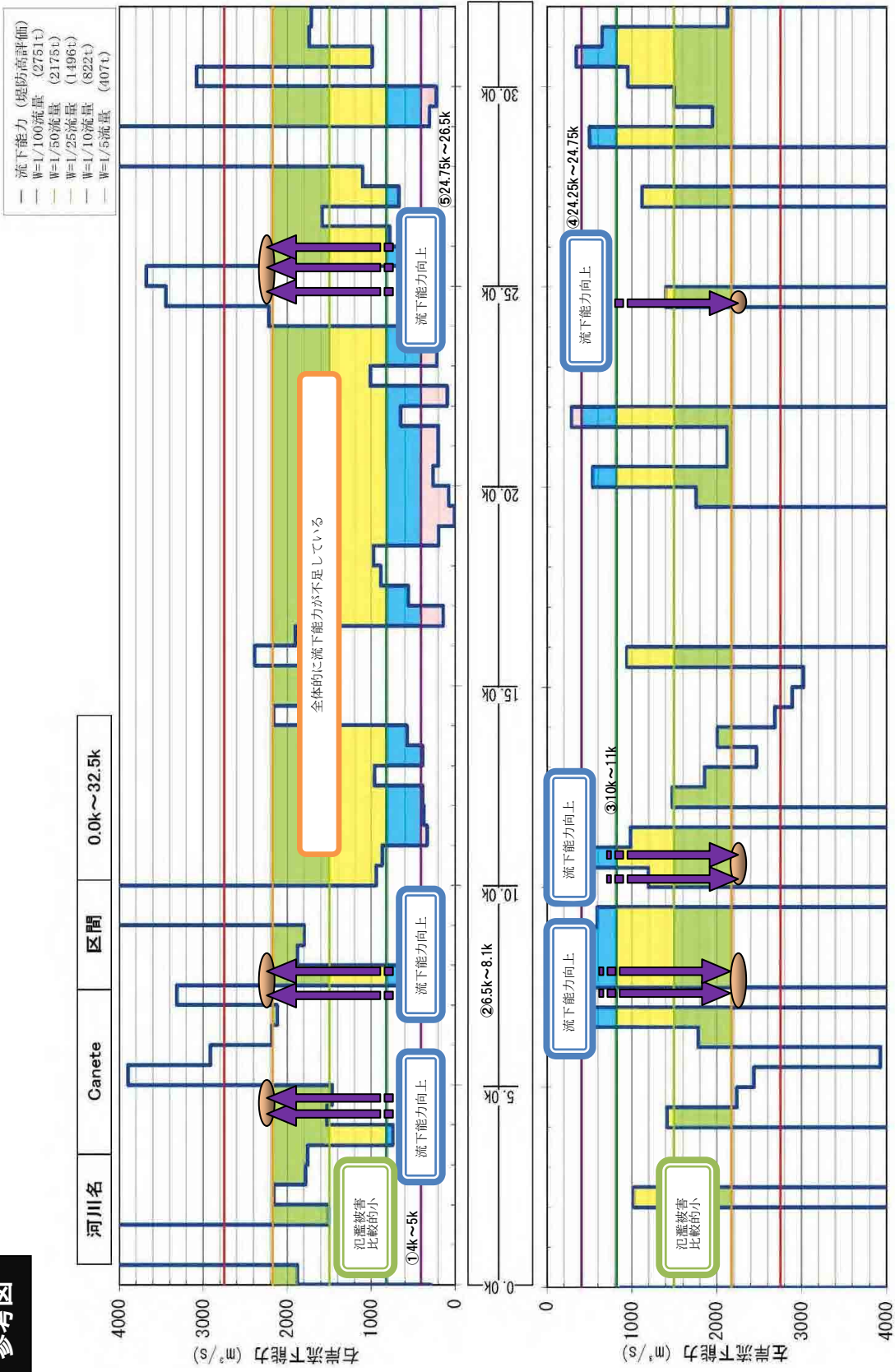


図-5-22 洪水対策施設効果 (Rio Canete)

参考図

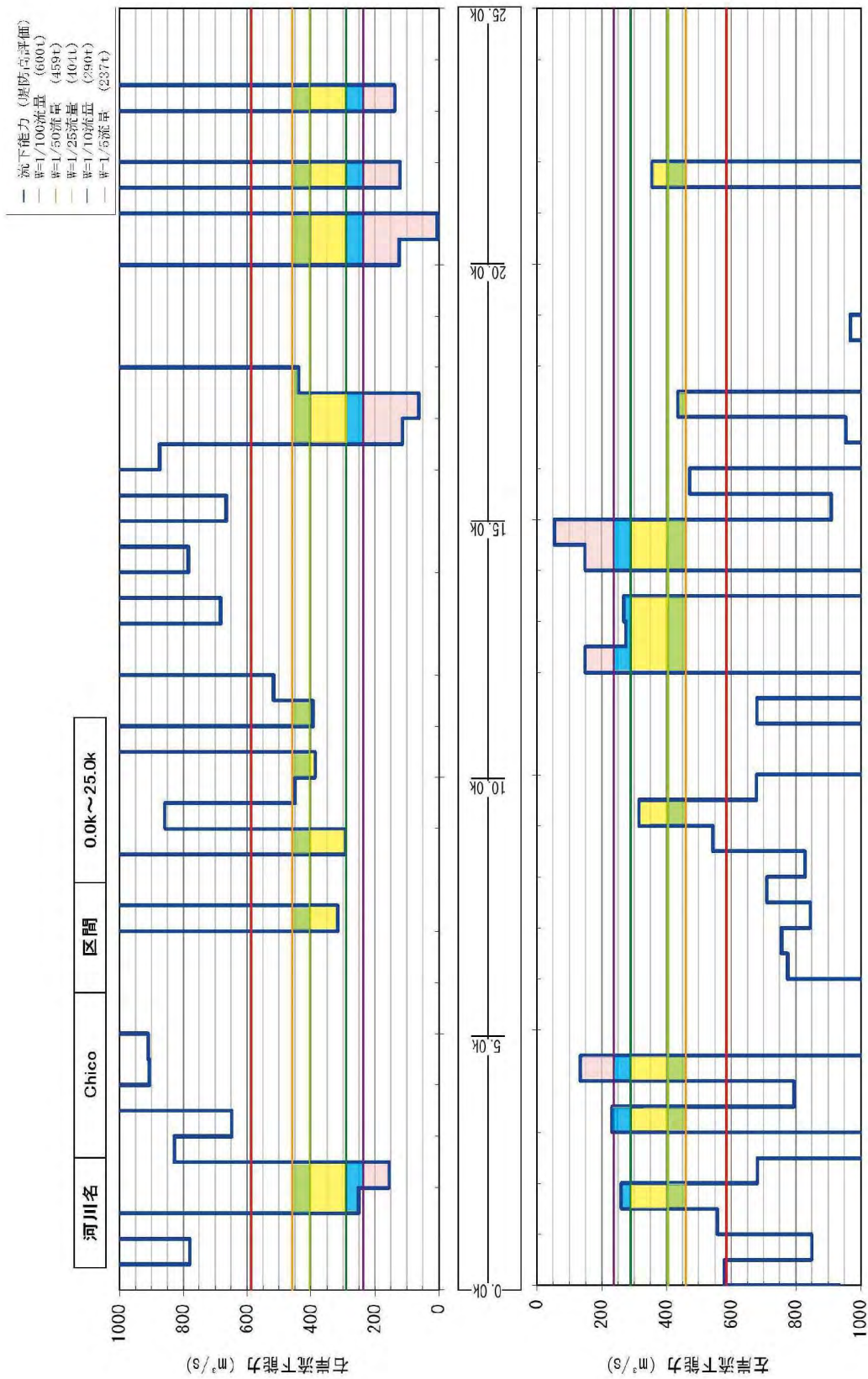


図-5-23 洪水対策施設効果 (Rio Chinchá - Rio Chicho)

参考図

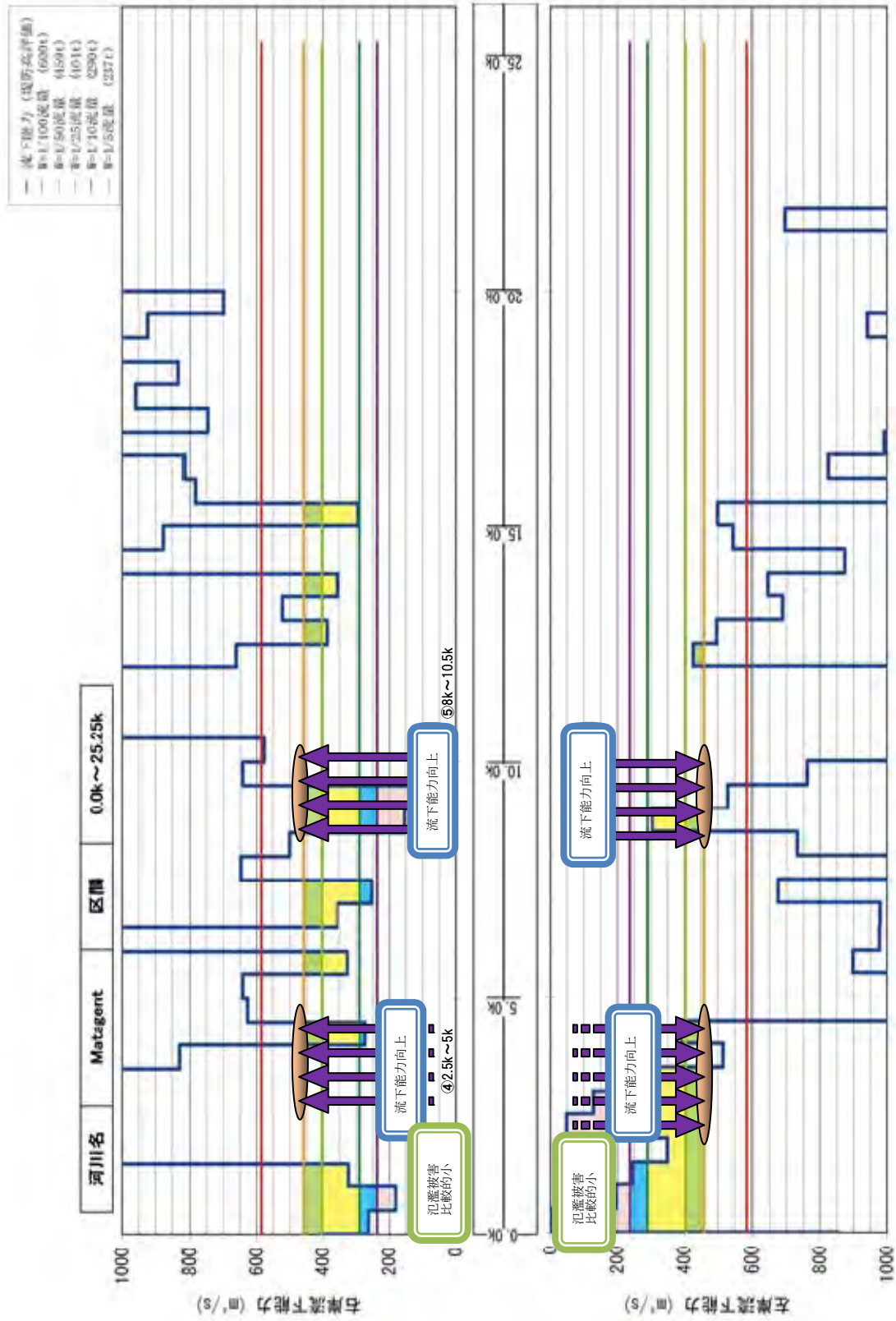


图-5-24 洪水対策施設効果 (Rio Chinchá - Rio Matagente)

参考図

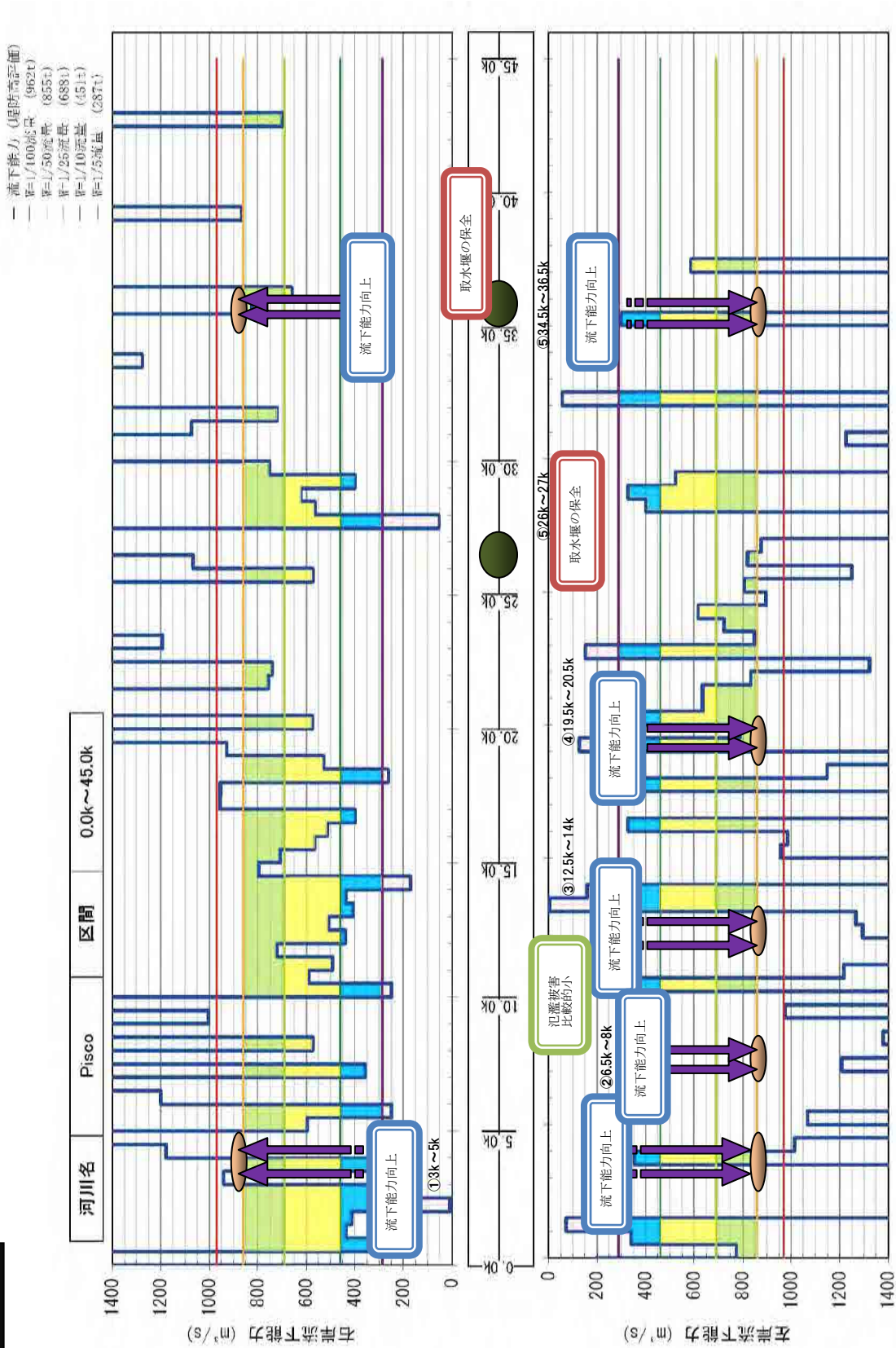


図-5-25 洪水対策施設効果 (Rio Pisco)

参考図

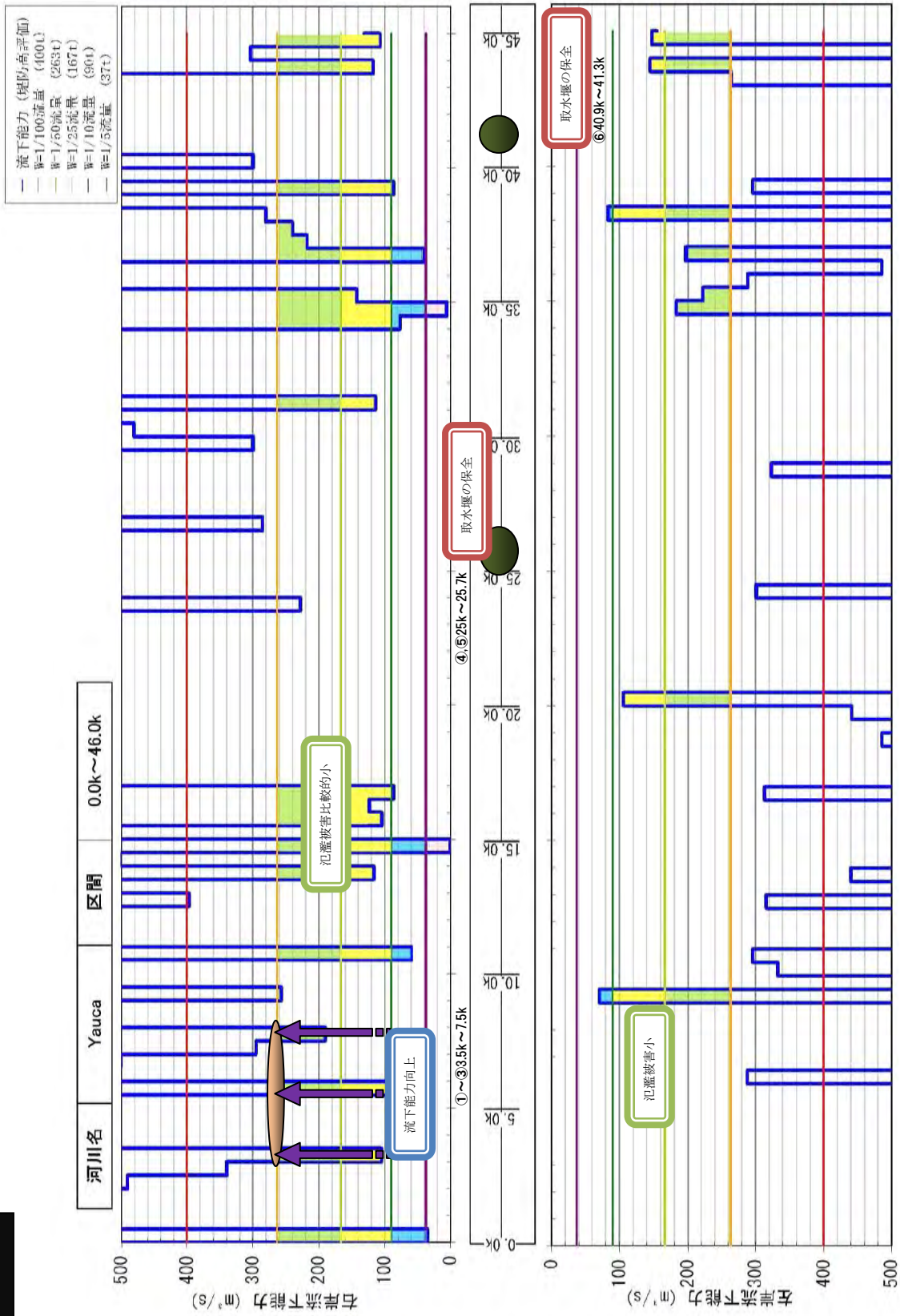


図-5-26 洪水対策施設効果 (Rio Yauca)

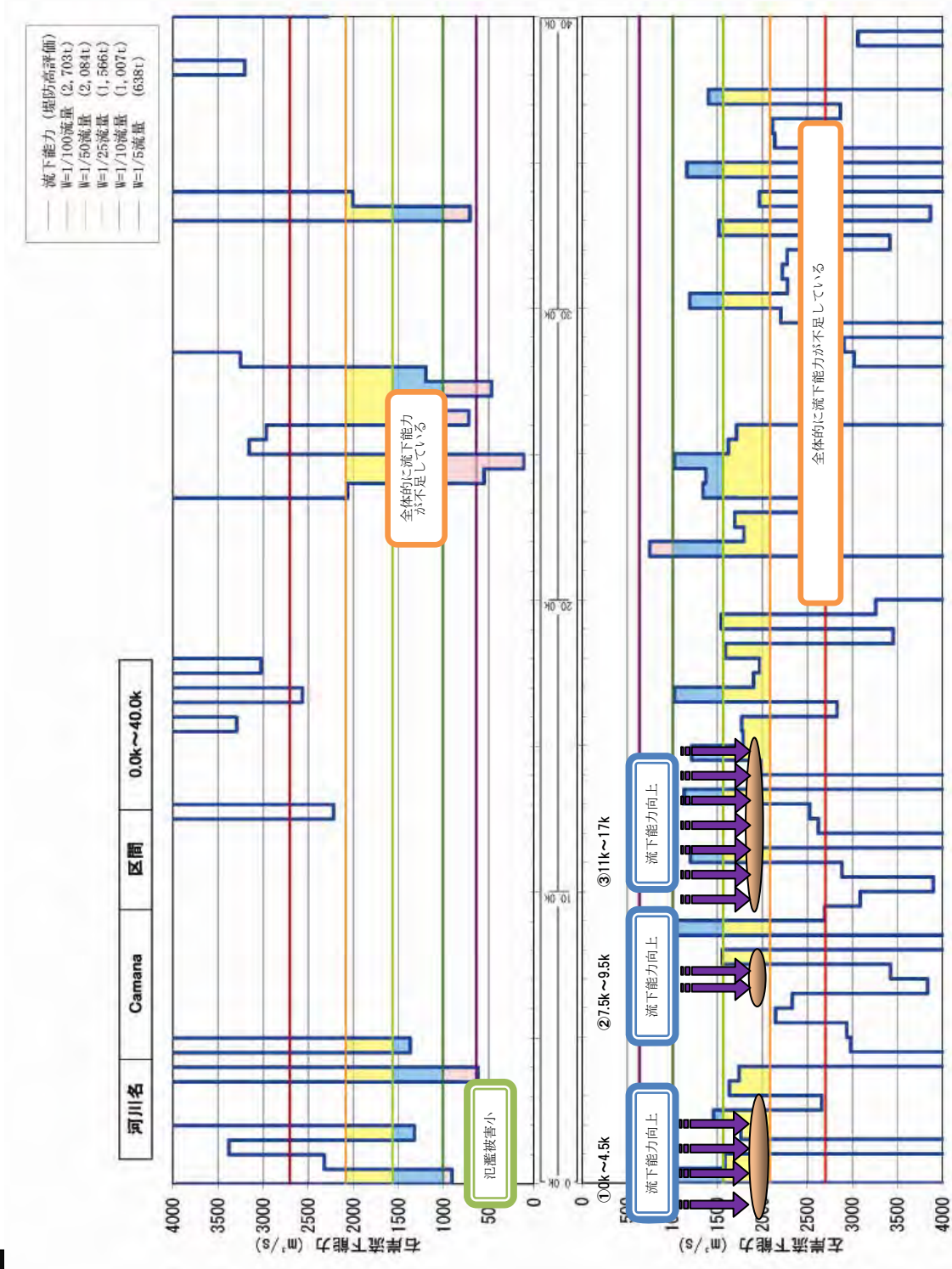


図-5-27 洪水対策施設効果 (Rio Camana)

参考図

ペルー国
溪谷村落洪水対策事業準備調査

ファイナルレポート
I -6 サポートイングレポート
Annex-5 チラ川流域洪水予警報

平成 25 年 3 月
(2013 年 3 月)

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

ペルー国
溪谷村落洪水対策事業準備調査
ファイナルレポート
I-6 サポートィングレポート
Annex-5 河床変動解析

目次

第1章	序文	1
1.1	プロジェクトの背景.....	1
1.2	既往調査背景.....	1
1.3	洪水の歴史的背景.....	2
第2章	現状分析	5
2.1	プロジェクトの領域.....	5
2.2	流域の物理的特性.....	6
2.2.1	水文学.....	6
2.2.2	地質学.....	6
2.2.3	土壌.....	7
2.3	気候的特性.....	8
2.4	住民の特性、生産及び都市インフラ.....	8
2.5	気象水文観測所網.....	10
2.5.1	既存の観測所.....	10
2.5.2	観測所の場所（位置）.....	12
2.6	水文気象情報.....	12
2.6.1	情報の精度.....	12
2.6.2	情報の状況.....	12
2.7	組織.....	12
第3章	問題と原因の定義	13
3.1	問題の定義.....	13
3.2	原因の特定.....	13
3.3	結果の特定.....	13
第4章	プロジェクトの目的	13
4.1	一般的目的.....	13
4.2	予警報システムのための特定調査目的.....	13

第5章	背景、予警報システム、解決のための提案	14
5.1	対象地の既存の予警報情報システム.....	14
5.1.1	ピウラ川流域.....	14
5.1.2	チラ川流域.....	15
5.2	予警報システムの提案.....	16
5.2.1	カタマヨ、チラ（2003）二国委員会提案.....	16
5.2.2	SIAT（2010）実施のためのカタマヨ、チラの提案と統合管理.....	18
5.2.3	チラ - ピウラ川流域の気象水文観測情報の遠隔操作モニターシステム事前調査 （2010年6月）.....	20
第6章	チラ川流域の予警報システムプロジェクト提案と構成	20
6.1	チラ川流域の予警報システム（SIAT）の提案.....	21
6.2	チラ川流域の予警報システム（SIAT）による気象水文観測モニターシステム.....	21
6.3	予警報システム（SIAT）のための気象水文観測機器の装備.....	24
6.3.1	SEBA 機器.....	24
6.3.2	既存の観測所の強化.....	25
6.3.3	入手済み機器のモデル.....	25
6.4	情報伝達システム.....	26
6.5	ベース観測所.....	26
6.6	降水浸食水文モデル.....	27
6.7	ポエチョス貯水池上流の予測.....	27
6.8	ポエチョス貯水池下流の予測.....	27
6.9	関係経費.....	28
第7章	予警報システム（SIAT） モニターの制度的管理	28
7.1	処理手順.....	29
7.2	参加機関.....	30
第8章	プロジェクト効果	32
第9章	結論	33
付 録		36

表 一 覧

表-2.2.1-1	カタマヨ - チラ両河川の支川	6
表-2.4-1	パイタ郡、スジャナ郡の住民	9
表-2.4-2	灌漑運営組織、農作地、便益者数	9
表-2.4-3	チラ - ピウラ プロジェクト灌漑インフラ費用	9
表-2.5.1-1	カタマヨ - チラ両河川、二国間流域で現在、機能している観測所	10
表-5.1.2-1	チラ - ピウラ両河川流域で現在観測している降水量流量観測所	15
表-5.1.2-2	チラ川流域で現在観測している気象観測所	15
表-5.2.1-1	予警報システムによる気象観測所	17
表-5.2.1-2	二国間委員会提案の予警報システム (SIAT) 向けに計画された水文観測所	18
表-5.2.1-3	二国間委員会提案の予警報システム (SIAT) 伝達中継観測所	18
表-5.2.2-1	カタマヨ-チラ調査団により提案された観測所網 (2010年提案) 水文-降雨量計測観測所	20
表-6.2-1	チラ予警報システム (SIAT) の提案、気象観測所の補強	22
表-6.2-2	チラ予警報システム (SIAT) 水文観測所	22
表-6.2-3	チラ - ピウラ特別プロジェクト水文気象観測	24
表 6.9-1	チラ予警報システム (SIAT) 設備費用	28
表-6.9-2	チラ予警報システム (SIAT) 設備費用明細	28

図 一 覧

図-1.3-1	年降雨量等雨量線図 (通常時)	4
図-1.3-2	年降雨量等雨量線図 (エルニーニョ現象時)	4
図-1.3-3	チラ川 ARDILLA 観測所の 1937-2010 の年平均流出量 (M3/SEC)	5
図-5.2-1	降雨量と水位レベルの伝送システム	19
図-6.2-1	降雨量推定値 (リアルタイム) 2011年2月8日	23
図-6.2-2	24時間雨量 2011年2月8日	23
図-6.3-1	機器のモデル	235
図-6.3-2	DAVIS 機器	235
図-6.4-1	情報伝送システム	23
図-7.1-1	予警報システムのオペレーション系統図	29
図-7.1-2	災害対策委員会の組織図	30
図-7.2-1	参加組織	31
図-7.2-2	全体的機能	32

第1章 序文

1.1 プロジェクトの背景

ペルー国は自然災害の危険性の高い国であり、特に洪水が際立っている。特にペルー国北部では数年の周期で発生しているエルニーニョ現象が河川の氾濫を引き起こしている。近年で最も大きかった災害は、1982年～1983年、1997年～1998年の雨季の時期に発生した。その災害での損失額は全国でUS\$35億に達したといわれている。

直近の洪水は、2010年1月、クスコにある世界遺産のマチュピチュで起こっており、鉄道と道路が寸断され60人の日本人観光客を含む約2000人が孤立した。

このような背景のもと、農業省は1999年に河川流路整備・取水構造物保護プログラム（PEERPEC）を洪水危険地域の住民、農作地、農業インフラ等を保護する目的で開始した。同プログラムは中央政府とカウンターパートナーとして地方政府が資金手当てをして河川流域の防災事業に取り組むものであった。しかしながら、実施された事業の規模は小規模なものであり、危険を回避するために十分なものといえなかった。

農業省水インフラ総局（DGIH）を通じて農業省は2009年に9流域を対象とした「溪谷村落洪水対策プログラム」のプロジェクトを作成した。しかしこのような規模の洪水対策事業の投資前調査を実施した経験・技術と資金が不足していたため、JICA（国際協力機構）に対して支援を要請した。

この要請に対してJICA（国際協力機構）と農業省（MINAG）は、かかる調査をJICAの円借款案形成の協力準備調査として実施するという方針を前提条件として協議を重ねた。そして、事前調査の内容や範囲、実施スケジュール、双方の対応措置などを取り決めた協議議事録に2010年1月21日と2010年4月16日に署名した。本調査はJICA（国際協力事業団）により決められたこれら合意に基づいて実施するものである。

1.2 既往調査背景

チラ川の予報警報システム調査は、「溪谷村落洪水対策プロジェクト」のプロジェクトの一部に含まれている。既往調査の状況は下記の通りである。

(1) バホ ピウラにおける洪水対策システムの再建と再生のための定義調査

ピウラ川流域の予警報システムプロジェクトは、2001年チラ - ピウラ特別プロジェクトを担当したCONSORCIO CLAS-SALZGITTERによって作成されたものである。この調査報告書は8巻から構成されており、その内容は水文モデル、流水測定網の拡大、情報などにわかれている。

(2) チラ - ピウラ川流域の流水測定情報の遠隔モニターシステム

2010年6月、農業省は投資前調査（ペルフィル）としてプロジェクトを承認した。これは、チラ川流域の予防措置を講じるための適切な水文気象情報を得ることを目的としている。同プロジェクトは公共投資審理システム（SNIP）の枠内に入り農業省計画投資室（OPI）によって承認されている。

同プロジェクトはペルー政府とJICA（国際協力機構）との合意により実施され、9か所の河川流域の「洪水対策、溪谷の農村及び被災住民保護プロジェクト」調査として実施される。これはJICA（国際協力機構）のAOD（ODA 政府開発援助）の借款プロジェクトとするための準備調査¹として実施される。日程内に実施されたその調査の内容と結果は、双方の履行義務として2010年1月21日と4月16日に調印された協定に沿ったものとなる。同調査はこの調印にそって基本的に実施される。

(3) 気候変動に対応するための情報システムと予警報システム。ピウラ、アプリマック、カハマルカ, ITDG における気候変動に関する技術的応用と対応の提案。

他の提案として、気候変動に対応するための予警報情報システムプログラムによるITDG(技術開発グループ)ⁱが行ったものがある。これは2008年にピウラ、アプリマック、カハマルで実施された気候変動に対する技術的応用と対応に関する提案である。この提案ではアルト ピウラのヤパテラ川流域の気候変動をモニターするための予警報システム（SIAT）が採用された。これは地方の能力開発の強化とさまざまな気候の変動に対処するためのものである。

(4) 二国にまたがるカタマヨ - チラ両河川流域の供給と需要における水文特性とその適合

チラ川はペルー共和国とエクアドル共和国の両方に流れる川である。1998年に両国間の合意のもと、スペイン国際協力機構（AECI）の主導により二国間委員会が創設された。そして2000年には、国境付近を統合するためのペルーとエクアドルの代表団からなる活動委員会も創設された。同委員会は、予警報システムを含めた同プロジェクトとしてカタマヨ - チラ両河川流域の水文特性とその供給と需要の適合化の調査²や、土壌の特性を調査する役目を担っていた。

1.3 洪水の歴史的背景

チラ川、ピウラ川流域の洪水に関するハザードマップ調査は、ペルー国家防災庁（INDECI）³

¹ ペルー共和国「溪谷村落洪水対策事業準備調査 インセプションレポート」2010年9月、八千代エンジニアリング株式会社、日本工営株式会社作成

² カタマヨ - チラ両河川二国間流域の供給と需要に関する水分学的特性と適正化の要約。AECI ペルー・エクアドル二国間委員会、consorcio ATA,UNL,UNP, 2003年ロハピウラ。

³ チラ川、ピウラ川流域の自然災害マップ調査、ペルー国家防災庁（INDECI）、国家防災事務局、2000

の国家防災事務局によって行われた。これはチラ川、ピウラ川の過去の洪水の状況を説明したものであり、洪水時の降水量に関する記述がある。

洪水は河川流域に影響を及ぼす主要な外的な自然現象である。これはスペイン植民地時代から、特に海岸部の地域にあたる流域下流に大きな被害を与えている。

エルニーニョ現象の主要な原因は、海洋学的現象であり、5年から16年の間隔で発生する大気の変動によるものといわれている。そして沿岸部の海水温が上昇し、大気と海流の変動が生じる。

歴史学者や科学者はピウラの洪水とエルニーニョ現象の関連性を研究してきた。その研究内容は以下に示すとおりである：

マリア・ロストウスキ・デ・ディスカンセコ博士：1578年のエルニーニョ現象について言及している。

フリクリンク博士：1728年、1770年、1791年、1828年、1864年、1871年、1877年、1884年、1891年のそれぞれのエルニーニョ現象の研究を行った。

ルカス博士：1835年、1869年、1879年、1891年の調査を行った。

エギグレン博士（1894年）：1791年～1891年のピウラの降雨量の統計をまとめている。ここでは降水量を5つのレベルに分類している。そして降雨が多かった年として1814年、1828年、1845年、1864年、1871年、1877年、1878年、1884年、1891年を挙げている。

ウッドマン博士（1984年）：1925年の定期報告をベースに研究を行った。ここでは高降水量（60mm）、通常降水量（20mm）として平均降水量を算出している。これによると1925年には1200mmの降水量、また、1983年の降水量は2381mmと算出された。

ピウラとスジャナの降水量は平均約50mmとされていた。しかし1983年の降雨はその平均の50倍以上もある豪雨であった。ピウラはそれまで砂漠の中にある地域と考えられていたが、その灼熱の地域に豪雨が降り注いだ。

1965年、3500 m³/secの流出があり、約8000ヘクタールの地域で洪水が発生した。1978年にはエルニーニョ現象の影響で700 m³/secの流量が1500ヘクタールの地域で洪水が発生した。

図-1.3-1、図-1.3-2は通常時の年間降雨と、1982年～1983年、1997年～1998年のエルニーニョ現象時の降雨を表したものである。図-1.3-3はアルジャ観測所でのチラ川の年平均流量を示したものである。これより、年平均流量が2,500 m³/secを超えているときの流量が洪水を引き起こしている。

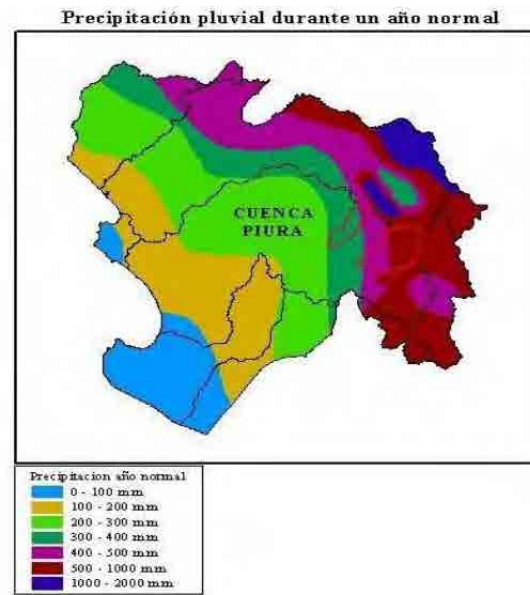


図-1.3-1 年降雨量等雨量線図（通常時）

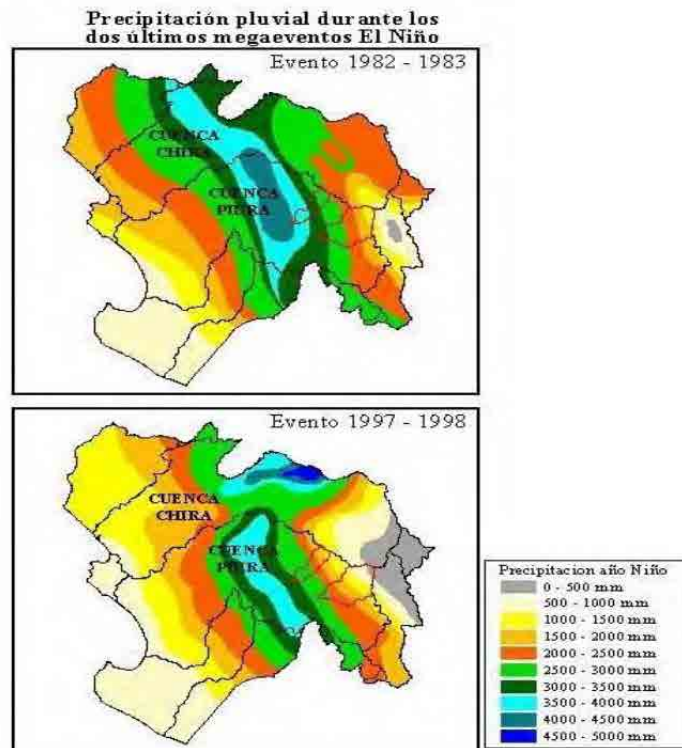


図-1.3-2 年降雨量等雨量線図（エルニーニョ現象時）

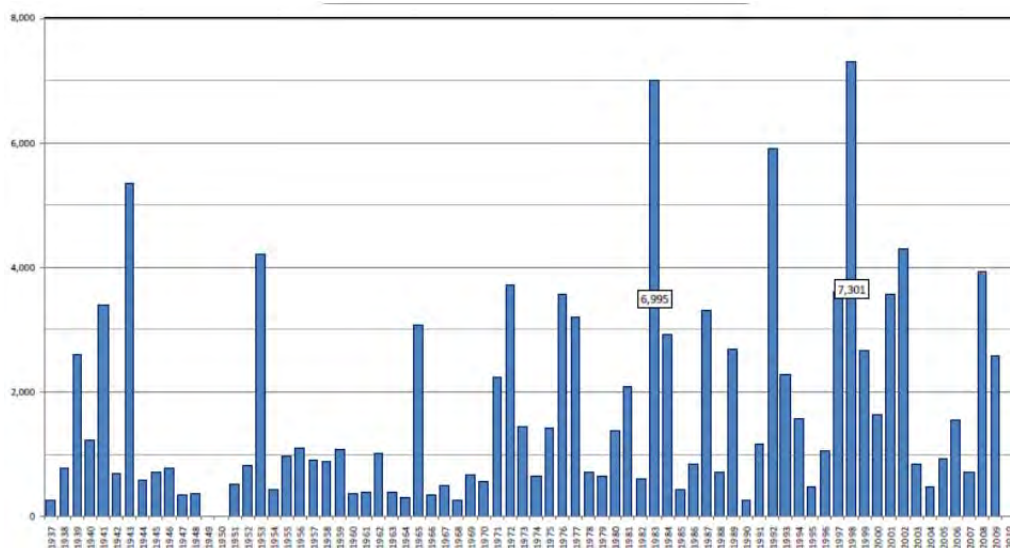


図-1.3-3 チラ川 ARDILLA 観測所の 1937 -2010 の年平均流出量 (M3/SEC)

第2章 現状分析

2.1 プロジェクトの領域

チラ川はペルー共和国とエクアドル共和国の両国に流れており国境地帯の統合的開発のための二国間委員会が創設されている。これはスペイン国際協力機構 (AECI) によるプロジェクト領域調査として展開されており、カタマヨ - チラ両河川流域の開発の調整と運営、展開をするための二国間プランとされたものである。特に流域の物理的特性を踏まえた領域として土壌特性⁴を調査するものであった。

カタマヨ - チラ両河川の二国間の流域面積は 17,199.1km² であり、7,212.3 km² がエクアドル領となる。これらのエクアドル領はセリカ、ピンダル、マカラ、ソソランガ、カルバス、エスピンドラ、ゴンサナマ、キランガ、そしてロハス郡の一部としてカタマヨ、パルタス、オルメド、プヤンゴ、サポティジョが含まれる。一方、ペルー領はピウラ県のアヤバカ、ウンカバンバ、モロポン、パイタ、タララ、ピウラ各郡が含まれる。表-2.2.1-1 は流域の諸元を示したものである。

この流域は南緯 3 度 30 分から 5 度 8 分、西経 79 度 10 分から 81 度 11 分に位置している。高度は太平洋側のカタマヨ - チラ両河川の河口から海拔 3700m である。そして北限はプヤンゴ - トウンバス流域 (トウンバス県はペルー領、エルオロとロハはエクアドル領)、東限はエクアド

⁴ 「二国間のカタマヨ - チラ両河川流域の領域に関する基本的な土壌的特性と文書化」 開発の調整と運営プラン、第 1 巻、2003 年ピウラ、ATA-UNP-UNL コンサル報告。

ル領のサモラ - チンチペ郡、南限はペルー領のピウラ郡、ウアンカバンバ郡（流域と同名）、西限は太平洋となる。

2.2 流域の物理的特性

2.2.1 水文学

水路網は網目状の排水網をていしている。その主要な流れはカタマヨ - チラ両河川にあり、源流から太平洋側の河口まで長さ 315km ある。そのうち、196km がエクアドル領であり、119km がペルー領となっている。カタマヨ - チラ両河川の流域は 6 つの支川に分けられている（地図 No.2 参照）。また表-2.2.1-1 はそれぞれの支川流域の面積と全流域に閉める面積割合を示している。

表-2.2.1-1 カタマヨ - チラ両河川の支川

支川	面積 (Ha)	割合 (%)
キロス	3. 108, 7	18, 08
チラ川下流	4. 711, 8	27, 40
チピジコ	1. 170, 9	6, 81
アラモル	1. 190, 2	6, 92
マカラ	2. 833, 2	16, 46
カタマヨ	4. 184, 0	24, 33
合計	17. 198, 8	100, 00

エクアドル領内にあるカタマヨ - チラ川の源流はふたつの川が合流したところにある。その流れのひとつは南東から北西に流れており、パルミラ川、ピスコバンバ川、ソランダ川、チンギラマルカ川、エルアレナル川といった別々の支川に分かれている。もうひとつは北から南に流れているグアヤバル川がある。この川はエルアレナル川とつながっており、長さは 45km ある。このようにカタマヨ - チラ川は下流ではいくつもの小さな川とつながっており、マカラ川もそのひとつである。この川の上流はエスピンドラ川、チリヤク川の源流につながっており、北東から南西へと流れ、カルバス川の上流と呼ばれている。エスピンドラ川は南から北の方向に流れている。

ペルー領内では、カタマヨ川とマカラ川が合流したところからチラ川と呼ばれている。チラ川はキロス川、アラモル川、チピジコ川、その他に雨季の時期に出現するいくつもの小さな川が流入する。

2.2.2 地質学

スペイン国際協力機構（AECI）により実施された「カタマヨ - チラ川流域の開発の調整と運営、展開のための調査」によれば、流域の地質構成は以下のように要約される。

カタマヨ - チラ川流域の地質は、最も古い時代のもので先カンブリア-古生代に形成されており、それよりも新しい時代の地層として中生代三畳紀 - ジュラ紀層、新生代第四紀層が分布する。

また、古生代 - 白亜紀の貫入岩である花崗岩や花崗閃緑岩が第三紀上部層および下部層中に部分的に挟在している。これらはアンデス・ボトリトと呼ばれる。

これ以外に変成岩が分布しており、最も古い変成岩は西部にあるアモタペスの山塊とペルー西部山脈とエクアドル中央山脈東部に分布している。両者は異なる変成作用を受けて形成されたと考えられるが、砂または泥質岩を母岩としている。

中生代三畳紀 - ジュラ紀-白亜紀の地層はペルーとエクアドルにまたがるように分布している。第三紀層はペルーの層序区分によるタララグループから始まり、チラ - ベルドン、チラ、ミラドルグループへと連続する。これらは、エクアドルの地質層序区分によるサラグロ、キジョジャコグループに対比される。流域の西部には砂岩および泥岩などの堆積岩が分布する。

火山岩として安山岩質火山岩、デイサイト、流紋岩質デイサイトが分布しており、これらはペルーではリヤマ火山、ポルクジャ火山、シンベ火山を、エクアドルではサカパルカ火山等を形成している。

第四紀更新世紀に海岸部が隆起し、それに伴う海岸の後退、浸食作用により砂岩や石灰岩が堆積した。さらに地域的な地殻変動と海水準の変化の複雑な相互作用により、異なるレベルの段丘面が形成された。

その後、アンデス山脈の一部では、エクアドルのタルキに代表されるような火山が形成された。これらの火山体は火砕岩や凝灰岩、火山灰や火砕流堆積物により構成されている。

また、分布は小規模であるがアンデス山脈地域には、新生代第四紀更新世の氷河期に形成された堆積物を確認することができる。同様に峡谷には沖積層、海岸部の平原には風化作用により形成された堆積物などの分布が確認できる。

2.2.3 土壌

前述した流域の領域の調査は、カカマヨ - チラ川流域の土壌に関する調査も行っている。

流域の土壌の構成として、エンティソル（流域全体の半分以上を占める）やインセプティソルは最近できたばかりの土壌であり、土壌生成的に明らかに成長しているのはアルディソル、アルフィソル、モリソル、ベルティソルがあげられる。

エンティソルは、ペルー領アンデスの属するセントロ・ロハに位置し、主に *Ustorthents* ウストルセンス、*Torriorthents* トリオルセンスの大グループにより代表されている。カタマヨ川の下流流域に属しポエチョスダム貯水池が位置する等高線の下にある。アルディソルは乾燥気候のある流域の下流に属しており *Camborthids* と *Haplargids* の大グループに分類される。

インセプティソルは海拔 2000m 以上の高地の属しており、*Dystropepts* の大グループに分類される。アリフィソルは、エクアドル領の流域の上流に属し主に *Rhodustalfst* と分類される。

モリソルは *Haplustoll* の大グループに属し、土壌植物群は主に森林、牧草、灌木により形成される。これを代表するのが森林であり、流域下流の傾斜地の乾燥した森林を形成している。牧草

は流域上流に位置し、灌木植物群と混生している。

農作物はチラ川とアラモル川の両岸地域の上流、中流、下流と分散している。

流域の土壌使用頻度の分類では、およそその面積の半分は農牧業地域である。つまりアラマル川流域下流のカタマヨ、マカラ、キロス、チピジコとチラ川流域のほぼ全域である。残りの地域は、アグロフォレストリー、植林や流域の保全、自然植物や河川の水量の保全に利用されている。

2.3 気候的特性

カタマヨ - チラ両河川流域では気候は6つに分類される。

- ・ 熱帯：海拔 1000m 以下 : 全流域面積の 44.57%
- ・ 亜熱帯：海拔 1000m～1700m : 全流域面積の 23.55%
- ・ 温帯：海拔 1700m～2300m : 全流域面積の 20.40%
- ・ 冷帯：海拔 2300m～3000m : 全流域面積の 7.28%
- ・ 亜冷帯：海拔 3000m～3500m : 全流域面積の 3.54%
- ・ 亜寒冷：海拔 3500m 以上 : 全流域面積の 0.66%

気温は多様性に富んでおり流域下流では摂氏 24 度、流域上流の海拔 3200m 以上では 7 度、流域中流では 20 度となっている。

流域の降雨量は時期によって変化に富んでいる。多雨期は 12 月から 4 月にかけてであり、乾季は 5 月から 11 月までとなる。

流域下流はエルニーニョ現象発生時を除いて、雨季の期間は短く、降雨は不足気味となる。1 月～4 月の降雨量は年平均 10mm から 80mm となる。流域中流の雨季は 12 月～5 月で、降雨量は年平均 500mm から 1000mm となる。

流域上流の雨季は 10 月から 5 月までで、年平均降雨量は 1000mm を超える。同じ流域にありながらキラंगा、ゴンサナマの上流部分では年間を通じて降雨があり年平均降雨量は 1000mm から 2000mm となる。

水分蒸発の時期的変化は少ない。しかし空間的变化は大きい。流域下流では一日当たり 6.0mm であり、流域上流では 3.0mm となる。

2.4 住民の特性、生産及び都市インフラ

本プロジェクトの対象となるパイタ郡、スジャナ郡の住民数は表-2.4-1 に示すとおりである。これは、国立情報統計院 (INEI) が 2007 年に実施した国勢調査 (住民と住居) の公式な報告結果に基づいて整理したものである。

表-2.4-1 パイタ郡、スジャナ郡の住民

州	郡	地区	住民数		合計
			男性	女性	
ピウラ	スジャナ	スジャナ	75,943	80,667	156,601
		イグナシオエスクデロ	9,156	8,706	17,862
		マルカベリカ	13,291	12,740	26,031
		ケレコティジョ	12,361	12,091	24,452
		サリツラル	3,072	3,025	6,097
	パイタ	アモタペ	1,210	1,095	2,305
		コラン	6,304	6,028	12,332
		ラウアカ	5,664	5,203	10,867
		タマリンド	2,263	2,139	4,402
	合計				

表-2.4-2は農業インフラに関して、スジャナ郡、パイタ郡の農業地域でのその面積と便益者数の農民数を示している。これらの地域は本プロジェクトの便益者を表しており、その大部分の農作地であり、チラ川にそってポエチョスから河口まで続いている。

表-2.4-2 灌漑運営組織、農作地、便益者数

灌漑セクター	灌漑組合	灌漑面積(ヘクタール)	便益者数
ミゲルチェカ	ミゲルチェカ	9,998.0	5,579
エルアレナル	エルアレナル	3,549.0	1,625
ポエチョスペラドス	ポエチョスペラドス	4,450.0	1,848
シエネギイジョ	シエネギイジョ	4,903.0	1,192
マルヘンデレチャ	マルヘンデレチャ	7,205.0	2,365
マルヘンイスキエルダ	マルヘンイスキエルダ	3,805.0	1,117
合計		33,910.0	13,726

表-2.4-3は、ポエチョス貯水池、用水路システム、排水と取水など灌漑のためのインフラ建設にかかる費用を示したものである。

チラ - ピウラ プロジェクトにかかる費用は次の通りである。

表-2.4-3 チラ - ピウラ プロジェクト灌漑インフラ費用 (チラ特別プロジェクトの事業経費を再整理したもの)

	項目	IGV 込みの費用 (ドル)	IGV なしの費用 (ドル)
	事業 第1段階		
1	ポエチョス貯水池	275,664,000	231,650,420
2	チラ - ピウラ用水路分岐 (0km-53km)	110,282,000	92,673,950
	事業 第2段階		
3	ロスエヒドス貯水池	27,958,000	23,494,118
4	主要用水路、バホピウラ (0km-56+780)	86,574,000	72,751,261
5	バホピウラ溪谷保護ダム	75,481,000	63,429,412
	事業 第3段階		

6	スジャナ分岐貯水池	25,245,000	21,214,286
7	北部用水路(0km-39+200), チラ給水	53,312,507	44,800,426
8	南部用水路(0km-25+800), ソホ給水	24,949,000	20,965,546
9	チラ溪谷保護ダム	22,564,000	18,961,345
	合計 (US\$)	702,029,507	589,940,762

2.5 気象水文観測所網

2.5.1 既存の観測所

カタマヨ - チラ両河川流域に気象観測所は 41 か所設置されている。14 か所がペルー領、27 か所がエクアドル領に設置されている。観測所では降雨量 (PLU)、通常気象 (CO)、通常農業気象 (MAO)、航空気象 (AR)、特殊観測 (E) が観測されており、表-2.5.1-1 に示されている。観測所は二国間のカタマヨ - チラ両河川の地域で機能している。そしてペルー、エクアドルの二国間委員会によって観測されている。これには両国の異なった諸機関、ペルー側ではペルー気象庁 (SENAMHI)、ペルー チラ - ピウラ特別プロジェクト、エクアドル側はエクアドル国立気象協会 (INAMHI)、エクアドル南部開発プログラムが取り組んでいる。

表-2.5.1-1 カタマヨ - チラ両河川、二国間流域で現在、機能している観測所

	観測所	郡	地区	流域	位置			分野	機関	国
					N	E	標高			
1	アヤバカ	アヤバカ	キロス	キロス	9487823	642699	2700	MAO	SENAMHI	ペルー
2	チラコ	スジャナ	スジャナ	チラ	9480963	554900	90	MAO	PECHP	ペルー
3	エルシルエロ	アヤバカ	スヨ	チラ	9524654	594327	202	PV-PG	PECHP	ペルー
4	ラエスペランサ	ハイタ	フ・ヌエボ	チラ	9456418	493286	12	CO	SENAMHI	ペルー
5	マジヤレス	スジャナ	マルカベリカ	チラ	9463137	529784	45	AP	SENAMHI	ペルー
6	ハイタ	ハイタ	ハイタ	チラ	9338150	487550	6	AR	LA NAVAL	ペルー
7	サウサルクルカン	アヤバカ	アヤバカ	キロス	9474842	636789	980	CO	SENAMHI	ペルー
8	フ・インター	アヤバカ	スヨ	マカラ	9515414	616512	408	PV-PG	PECHP	ペルー
9	パカイハンパ	アヤバカ	パカイハンパ	キロス	9449023	647832	1960	PV-PG	SENAMHI	ペルー
10	ハラヘグランダ	アヤバカ	ハイマス	キロス	9488151	620548	555	PV	PECHP	ペルー
11	サビジカ	アヤバカ	サビジカ	チビゴ	9471196	612750	1446	PV	SENAMHI	ペルー
12	ランコネス	スジャナ	ランコネス	チラ	9487166	550491	120	CO	SENAMHI	ペルー
13	エルパルティトル	ピウラ	ラスロマス	チビゴ	9477296	580134	255	CO	SENAMHI	ペルー

14	アラモル	スジヤナ	ランコネス	チラ	9505457	566997	125	PV	SENAMHI	ペルー
15	アラモル	フンヤンゴ	アラモル	アラモル	9555383	607434	1250	PV	INAMHI	エクアドル
16	アラモル・セ	サボテイジヨ	カールサレアル	マカラ	9528672	588697	315	PV	INAMHI	エクアドル
17	アマルサ	エスピントラ	アマルサ	マカラ	9493392	674770	1690	CO	INAMHI	エクアドル
18	カハヌマ	ロハ	ロハ	サンティアゴ	9548762	699492	2267	PV	PREDESUR	エクアドル
19	カリアマンカ	カルハス	カリアマンカ	マカラ	9521176	660606	1960	MAO	INAMHI	エクアドル
20	カタコチア	ハルタス	カタコチア	カタマヨ	9551949	650752	1763	PV	INAMHI	エクアドル
21	セリカ	セリカ	セリカ	カタマヨ	9546579	616616	2017	CO	INAMHI	エクアドル
22	チャンガイミナ	コンサナム	チャンガイミ	カタマヨ	9533920	664116	1970	E	PREDESUR	エクアドル
23	コライサカ	カルハス	コライサカ	カタマヨ	9522957	645158	2285	PV	IANMHI	エクアドル
24	エルシスネ	ロハ	エルシスネ	カタマヨ	8574167	675000	2300	PV	PREDESUR	エクアドル
25	エルインヘニオ	エスピントラ	エルインヘニオ	マカラ	9512380	674403	1220	E	PREDESUR	エクアドル
26	エルルセロ	カルハス	エルルセロ	マカラ	9513854	670376	1190	PV	INANMHI	エクアドル
27	エルタンボ	カタマヨ	エルタンボ	カタマヨ	9549939	687880	1575	PV	PREDESUR	エクアドル
28	ヒンムラ	エスピントラ	ヒンムラ	マカラ	9488283	670616	2150	PV	INAMHI	エクアドル
29	ラルヘリア	ロハ	ロハ	FC	9553464	699403	2160	CO	INAMHI	エクアドル
30	カタマヨAT	カタマヨ	カタマヨ	カタマヨ	955825	681296	1250	AR	DAC	エクアドル
31	ラウロケレロ	ハルタス	ラウロ	カタマヨ	9561629	638095	1923	PV	PREDESUR	エクアドル
32	メルカテイジヨ	フンヤンゴ	メルカテイジヨ	アラモル	9555570	613632	1175	PV	PREDESUR	エクアドル
33	ナンバコラ	コンサナム	ナンバコラ	カタマヨ	9542456	674175	1795	E	PREDESUR	エクアドル
34	キラコ	キラコ	キラコ	マカラ	9524562	677858	1805	CO	PREDESUR	エクアドル
35	キナラ	ロハ	ヒルカバンハ	カタマヨ	9523236	695345	1595	CO	PREDESUR	エクアドル
36	サハニシヤ	セリカ	サハニシヤ	アラモル	9536068	597312	740	PV	PREDESUR	エクアドル
37	サビアンゴ	マカラ	サビアンゴ	マカラ	9517751	632012	750	PV	INAMHI	エクアドル
38	ソソランゴ	ソソランゴ	ソソランゴ	マカラ	9522032	63405	1480	PV	PREDESUR	エクアドル
39	ヒルカバンハ	ロハ	ヒルカバンハ	カタマヨ	9530595	69900	1920	DE	S. FRCSO	エクアドル

40	ヤカナ	ロハ	ヤカナ	カタマヨ	9516982	702487	1860	CO	INAMHI	エクアドル
41	サポティ ジヨ	サポティ イジヨ	サポティ ジヨ	カタマヨ	9515321	584254	230	CO	INAMHI	エクアドル

2.5.2 観測所の場所（位置）

地図 NO.3 に示されているように観測所は流域の各所に設置されており、最もその数が多いのはエクアドルの地域である。

ペルー側は基本的にはポエチヨスダムの管理のために利用されている。住民が少ないところ、道路が少ないところでは、赤外線式の衛星画像を利用し始めている。

2.6 水文気象情報

2.6.1 情報の精度

気象及び水文情報の精度は、その情報を集める担当者の資質に関わってくる。本プロジェクトの場合、対象地域で作業する担当者は、仕事を熟知している気象学と水文学の観察者であり、この活動の分野の訓練を受けた者となる。観測所は 1963 年以降に設置された箇所と 1972 年以降に設置された箇所があり良好な維持管理が行われている。そこで集められるデータは正確で良質であり、得られた情報は信頼できうるものである。そして統計的な検討の基礎資料となる。

使用される観測機器は、年数が経過しているけれども、維持管理と保管が行き届いている。

2.6.2 情報の状況

水文気象情報の記録は、検証、考察され、そして集積されて保存される。これらは非常に貴重な情報であり、すべての情報はオリジナルリールを含めて気象学と水文学の情報として 30 年以上前に集められたデータも含めてデジタル化されています。カタマヨ - チラ二国間委員会により実施される調査においては、水特性評価はすべて再集計され、ペルー側とエクアドル側の観測所で良質で一貫性のある情報が集められている。

2.7 組織

ペルー国における危険と災害の予防及び軽減に関する法的措置は次の通りである。

- ・ 1993 年憲法
- ・ 法令第 19338 号法：災害対策国家システム創設
- ・ 最高令第 005-88-SGMD 法：災害対策国家システムレギュレーション

ピウラの場合、ピウラ地方政府とローカル委員会からなる地方委員会が存在する。ここでは防災対策として経験や訓練を踏まえて対策を郡長レベルで行っている。

この他に、非政府系団体（ONG）でエルニーニョ現象のモニタリングに参加している科学的機関もあり、予防活動に取り組んでいる。これらは災害対策委員会の技術部門として構成されている。

第3章 問題と原因の定義

エルニーニョ現象により発生する集中豪雨は、チラ川の異常な増水をまねき、住民の居住地域や農作地域に洪水を引き起こす。そしてバホ チラ溪谷のインフラにも害を与える。この場合、ポエチオスダムの管理には特別の配慮が必要となる。

3.1 問題の定義

農作地の損失、農作物の損害、灌漑設備の被害、道路や都市部の損壊は農民の収入の減収をもたらす農産物を損失することになる。

3.2 原因の特定

エルニーニョ現象発生に伴う異常気象により大洪水や集中豪雨で水害が発生する。

3.3 結果の特定

農民の収入の減少、農産物生産の減少、農作地の損失、生産インフラや都市部、道路の被害の発生。

第4章 プロジェクトの目的

4.1 一般的目的

バホ チラとポエチオスダムのある溪谷の下部地域の大洪水という異常事態に対する予防と防災を目的とした予警報システムプロジェクトとする。

4.2 予警報システムのための特定調査目的

- 大洪水といった極端な異常現象が発生する正確な時期を特定し、その流出量、規模、重要性の特性を定義し、地域の被災時期を予測する。
- チラ川流域の異常洪水を水分学的システムを通じて洪水が発生する地域や時刻のモニタリングを行う。
- 破壊的な異常事態発生を予防するため組織や機関を通じて市民社会での対応を制度化する。
- 異常な洪水が発生した場合、チラ溪谷の貯水池と下流地域を保護する目的で、大洪水を抑えるための適切な処置をするポエチオスダムのオペレーターの能力開発を行う。

第5章 背景、予警報システム、解決のための提案

5.1 対象地の既存の予警報情報システム

5.1.1 ピウラ川流域

ピウラ川流域には予警報システム（SIAT）がある。バホ ピウラ5の洪水対策システムとして再建再生のための最終調査が進められ、2001年に同システムが設置された。この費用はドイツ技術協力公社（GTZ）とピウラ地方行政臨時評議会（CTAR-Piura）によって予算措置された。

北部地方、特にピウラ地方でのエルニーニョ現象発生では、都市部地域と農村地域の農地エリアにも被害を与え、侵食による橋梁の崩壊や灌漑インフラ設備の損失といった被害も発生している。これら被害の原因は1月から4月にかけて発生した集中豪雨によるものである。豪雨の中心は、タンボグランデとモロポンの間に位置するピウラ川の中央分岐点支川で発生した。

洪水の被害を最も受けやすい地域であるアルトピウラ溪谷、ピウラ市、ピウラ川下流でラモン湖につうじる支川等に、ピウラ川流域に防災と警告のための予警報システムが設置された。これらの地域は対策優先地域に指定されている。

本プロジェクトの目的は次の通り：

- ・予警報システムを担当する機関のプランニングと組織化
- ・ピウラ川の戦略的ポイントにおける遠隔観測網の整備
- ・洪水予測対策のための水文モデル NAXOS のセットアップと操作
- ・ピウラ川流域でのエルニーニョ現象発生時の降雨量調査
- ・地域レベルの保健や農業セクターに対して災害対策と被災軽減のプランを作成し技術支援を行う。

予警報システム（SIAT）のオペレーション。

SIAT システムは、降水量や水文観測所 30 か所により構成されている。これら観測所は SENAMHI, PECH, DERESA により観測が行われており、チラピウラ プロジェクトに設置されているオペレーションセンターへ適時データが送られる。

降雨量データは、水文モデル NAXOS によって集積され分析される。

このデータに基づいてピウラ川流域の洪水の予測がなされる。警告は適時、CTAR-PIURA にある地方情報センター（CIR）に送られる。そして災害対策組織やシステムによって、被災を受けやすい地域の被害を軽減するための対応が講じられる。

予警報システム（SIAT）の実施は省庁間の協定により諸機関が参加する；ピウラ地方政府（GRP）、ドイツ技術協力公社（GTZ）、ピウラ地方政府科学技術評議会（CCCTEP）、ピウラ-チラ特別プロジェクト（PECHP）などである。

予警報システム（SIAT）ネットワークはテレメトリー初期情報システムによって機能する。現

⁵ バホピウラの洪水対策システムによる再建再生のための最終調査 2001年ピウラ、class-salzgietter

在は衛星経由となっている。地図 NO.4 はピウラ川流域に設置された予警報情報システム (SIAT) である。これはオペレーションと接続している。

5.1.2 チラ川流域

チラ-ピウラ プロジェクトはチラ - ピウラシステムのオペレーション情報を得るシステムであり、特にポエチョスダム の操作に関するものである。このダムは 1971 年以降に建設されており、水文観測所 8 か所、降雨量観測所 7 か所で構成されている。すべての情報はマルチチャンネルによる伝達される。電話通信は表-5.1.2-1、-5.1.2-2 に示されている観測所に設備されている。地図 NO.5 はそれぞれの情報の収集と伝達を表すものであり、本プロジェクトの第 1 段階の建設時のデーターによるものである。

この早期警戒情報システムの予備的なプロセスは、現在使用されており、データは毎日午前 7 時と午後 7 時に、ピウラ基地局へのマルチチャンネル無線システムを介して転送されている。

チラ-ピウラシステムのすべての情報を集積するのはピウラをベースとする観測所だ。ここではポエチョスダムやプエンテ スジャナの情報が再送される。伝達の系列は次の通りである。

- ・水文気象観測所送受信無線
- ・ベース観測所の送受信無線
- ・データーベースの CP 情報収集
- ・流域の降雨流出量のモデルはない。しかし流域の上流と下流の流量を転換して等時性の情報として利用している。

表-5.1.2-1 チラ - ピウラ両河川流域で現在観測している降水量流量観測所

	観測所	UTM		河川	状態
		N	E		
1	パラヘ・グランデ	9488151	620548	キロス	既存
2	プエンテ・インテル	9515414	616512	マカラ	既存
3	アラモル	9529244	589330	アラモル	既存
4	エルシルエロ	9524654	594327	チラ	既存
5	アルディジャ	9503620	567918	チラ	既存
6	ポエチョス	9482714	552473	チラ	既存
7	プエンテ・スジャナ	9459530	534271	チラ	既存

表-5.1.2-2 チラ川流域で現在観測している気象観測所

	観測所	郡	地区	流域	UTM		標高	分野	機関
					N	E			
1	アヤバカ	アヤバカ	アヤバカ	キロス	9487823	642699	2700	MAO	SENAMHI
2	チラコ	スジャナ	スジャナ	チラ	9480963	554900	90	MAO	PECHP
3	エルシルエロ	アヤバカ	スヨ	チラ	9524654	594327	202	PV-PG	PECHP
4	プエンテナ	アヤバカ	スヨ	マカラ	9515414	616512	408	PV-PG	PECHP

5	ハラヘグランド	アヤハカ	ハルマス	キロス	9488151	620548	555	PV	PECHP
6	サビジカ	アヤハカ	サビジカ	チビジコ	9471196	612750	1446	PV	SENAMHI
7	エルバルティール	ピウラ	ラスロマス	チビジコ	9477296	580134	255	CO	SENAMHI
8	アラモル	スジャナ	ランコネス	チラ	9505457	566997	125	PV	SENAMHI

5.2 予警報システムの提案

5.2.1 カタマヨ、チラ（2003）二国委員会提案

カタマヨ - チラ両河川の水資源を共同利用する協定をエクアドルとペルーは 1971 年 9 月に調印した。同様に 1998 年 10 月には国境地域の統合と開発のためのエクアドル - ペルー拡大協定合意の調印をしている。この協定のタイトル 5、第 1 章で国境地域の開発のための二国間プランを明記している。

上記枠内に基づいてペルーとエクアドルの両政府は、両国国境付近の開発のための二国間プラン実施のためにスペイン国際協力機構（AECI）に支援をあおいだ。これには領土特性、水資源特性、供給と需要の適正化の調査が含まれていた。

2002 年 5 月、カタマヨ - チラ両河川流域の調整と運用、開発のための二国間プロジェクトの水資源に関する調査が委託された。担当したのは CONSORCIO ATA-UNP-UNL⁶である。その基本調査として予警報網と防災に関する対策があった。

前述の調査は二国間の流域の総合的対策であり、両国の水文気象情報を再収集し分析することであった。そしてこのプランのひとつとして予警報システムの提案があった。

予警報システムの提案プランは、ペルーエクアドル二国間委員会により、カタマヨ - チラ川流域の水文気象データを再収集し伝達されるシステムが編成された。

流域で集められたデータは気象観測所 42 か所によるものである（14 か所がペルー領、28 か所がエクアドル領）。遠隔操作で降雨量を記録できる既存の観測所は 33 か所ある。9 か所が計画中である（ペルー領 3 か所、エクアドル領 6 か所）。水文観測所は 8 か所あり、うち 6 か所は既存の観測所（ペルー領 4 か所、エクアドル領 2 か所）で、2 か所が計画中（エクアドル領 2 か所）である。

表-5.2.1-1、-5.2.1-2、-5.2.1-3 は水文及び気象観測所を計画中のものも含めて示している。その位置は地図 NO.6 に示されている。

予警報システムのための流域の特性を示すデータの伝達はデータの送受信の困難さもあり、次のような方法で行われた。

- ・ 降雨量計のデータは周波数中継アンテナ、あるいは衛星を通じて伝達
- ・ 水文観測所データはマルチチャンネル無線あるいは、衛星を通じて伝達

この提案には 3 つのデータ伝達方法が示されている。中継遠隔操作、衛星経由の遠隔操作、

⁶ カタマヨ - チラ二国間流域の供給と需要に関する水資源的特性と適正、予報警報網と予防対策、カタマヨ - チラ二国間プロジェクト、CONSORCIO ATA-UNL-UNP 2003 年ロハ、ピウラ

マルチチャンネル無線による遠隔操作である。それぞれの方法で伝達された情報をスジャナのベース観測所が受信し中央コンピューターにデータが記録されていく。

ゆえにスジャナの市役所に設置されているベース観測所がローカルの災害対策センターとなりうる。

水文気象網により情報収集する水文モデルとして採用されたのは XANOS と HFAM である。

前述による調査により提案の費用は報告書の 83 ページにも示しているが、遠隔操作の観測所 10 か所とベース観測所を含めて US\$ 219,725 となる。

3 か所の中継観測所による、無線周波数による情報伝達はスジャナにあるベース観測所が受信する。情報を受信したベース観測所は水文モデルとして NAXOS と HFAM を利用する。

表-5.2.1-1 予警報システムによる気象観測所

	コード	観測所	UTM		標高	状態	遠隔操作
			N	E			
1	DRtm01	ナンバコラ	9542456	674175	1975	既存	ER01
2	DRtm02	ビルカバンバ	9530595	699000	1920	既存	ER01
3	DRtm03	キナラ	9523236	695345	1595	既存	ER01
4	DRtm04	ヤンガナ	9516982	702487	1860	既存	ER01
5	DRtm05	チャンガイミナ	9333920	664116	1970	既存	ER01
6	DRtm06	ラアルヘリア	9553464	699403	2160	既存	ER01
7	DRtm07	エルタンボ	9549939	687880	1575	既存	ER01
8	DRtm08	エルシスネ	9574167	675000	2300	既存	ER01
9	DRtm09	アマルサ	9493392	674770	1690	既存	ER01
10	DRtm10	カタマヨアエロ	9558425	681296	1250	既存	ER01
11	DRtm11	キジャンガ	9524562	677858	1805	既存	ER02
12	DRtm12	エルインヘニオ	9524562	677858	1805	既存	ER02
13	DRtm13	カリアマンガ	9521176	660606	1955	既存	ER02
14	DRtm14	アヤバカ	9487823	642699	2700	既存	ER02
15	DRtm15	パカイパンパ	9449023	647832	1960	既存	ER02
16	DRtm16	コライサカ	9522957	645158	2285	既存	ER02
17	DRtm17	サビアンゴ	9517751	632012	750	既存	ER02
18	DRtm18	サウサルクルカ	9474842	636789	980	既存	ER02
19	DRtm19	パラヘグランデ	9488151	620548	555	既存	ER02
20	DRtm20	レビンサンパプロ	9455850	660800	2150	計画中	ER02
21	DRtm21	タパル	9478745	661125	1890	計画中	ER02
22	DRtm22	バドグランデ	9507000	655375	900	計画中	ER02
23	DRtm23	プエンテインター	9515414	616512	408	既存	ER03
24	DRtm24	セリカ	9546579	616616	2067	既存	ER03
25	DRtm25	アラマル	9555383	607434	1250	既存	ER03
26	DRtm26	サバニジャ	9536068	597312	740	既存	ER03
27	DRtm27	エルシルエロ	9424654	594327	202	既存	ER03
28	DRtm28	サポティジョ	9515321	584254	215	既存	ER03
29	DRtm29	コタコチャ	9551949	650752	1763	既存	ER03
30	DRtm30	ラウロゲレロ	9561629	638095	1923	既存	ER03
31	DRtm31	チンチャンガ	9536250	639200		計画中	ER03
32	DRtm32	アラモル(ラソネス)	9505457	566997	125	既存	EB

33	DRtm33	サピジカ	9471196	612750	1446	既存	EB
34	DRtm34	エルパルティドル	9477296	580134	255	既存	EB
35	DRtm35	チラコ	9480963	554900	90	既存	EB
36	DRtm36	ランコネス	9787166	550491	120	既存	EB
37	DRtm37	マジヤレス	9463137	569784	45	既存	EB
38	DRtm38	エルコルテソ	9496079	583700	200	計画中	EB
39	DRtm39	アシエンダホアキン	9495945	603575	180	計画中	EB
40	DRtm40	ララマディタ	9507105	538400	140	計画中	EB
41	DRtm41	パハロボボ	9488275	522812	135	計画中	EB
42	DRtm42	ロスエンクエントロ	9521080	554900	142	計画中	EB

” カタマヨ - チラ二国隆起の供給と需要の関する水資源特性と適正化 “第3巻、基本調査、予報警報網と防災対策 page24

表-5.2.1-2 二国間委員会提案の予警報システム (SIAT) 向けに計画された水文観測所

	コード	観測所	UTM		標高	状態	遠隔操作
			N	E			
01	Erth01	モヨコチャ	9524807	700070	1490	既存	ER1
02	Erth02	エルレモリノ	9503200	656800	0	計画中	ER2
03	Erth03	パラヘグランデ	9488151	620548	555	既存	ER2
04	Erth04	プエンテインタ	9515414	616512	408	既存	ER3
05	Erth05	アラモルサウシジョ	9529244	589330	290	既存	ER3
06	Erth06	エルシルエロ	9524654	594327	202	既存	ER3
07	Erth07	エルエンプラメ	9539025	654125	0	計画中	ER3
08	Erth08	プエンテスジャナ	9459530	534271	32	既存	ER

” カタマヨ - チラ二国隆起の供給と需要の関する水資源特性と適正化 “第3巻、基本調査、予報警報網と防災対策

表-5.2.1-3 二国間委員会提案の予警報システム (SIAT) 伝達中継観測所

	コード	観測所	地理的位置			エネルギー源	直線距離 Km
			緯度	経度	標高		
1	ER01	セロパコ	9535920	709230	3650	ソーラーパネル	94 a2 ER03
2	ER02	シチェス	9499270	640630	2600	ソーラーパネル	55.3 aER03
3	ER03	セロセリカ	9548580	615780	2600	ソーラーパネル	120 a EB
4	ER	スジャナ	9459530	534271	32	公共サービス	

” カタマヨ - チラ二国隆起の供給と需要の関する水資源特性と適正化 “第3巻、基本調査、予報警報網と防災対策

5.2.2 SIAT (2010) 実施のためのカタマヨ、チラの提案と統合管理

オペレーショングループを通じてピウラ地方政府は、カタマヨ - チラ二国間流域統合管理プロジェクトとして、2003年以來実施されてきた調査を踏まえて予警報システムの設置の可能性を研究してきた。

この範疇において、カタマヨ - チラ二国間プロジェクトは 2001 年から 2010 年まで実施されてきた。しかし、インパクトを転送し、国境地域の水域の管理の予警報システム (SIAT) のための水文気象網を設置することはできていない。2009 年に予警報システム (SIAT) 7 のための水文気象網が提案された。また、予警報システム (SIAT) 8 向けにチラ川流域で水文気象観測所 7 か所を設置する調査が始まった。

表-5.2.2-1 は調査団が提案した観測所網である。ITP TELETRONICA DIGITAL 社による提案は、自動的に降雨量と水位レベルを計測できる降雨量-水文の観測所を 7 か所新設することであった。そしてデジタル情報として蓄積され衛星や電話回線網で中央センター、あるいはインターネットや固定電話のある観測所に伝送される。

この提案は、現行の観測網を補充するものであり、チラ-ピウラプロジェクトとして運営される。そしてペルー気象庁 (SENAMHI) は予警報システムを衛星や電話回線で伝送されたデータの伝送を受けることにより開始することができる。

伝送システムの提案はふたつのブロックにより構成される。ひとつは衛星や電話回線で蓄積されたデータを観測し伝送する水文気象観測所により構成される。二つ目は、この伝送された情報を受信し分析するベース観測所である。

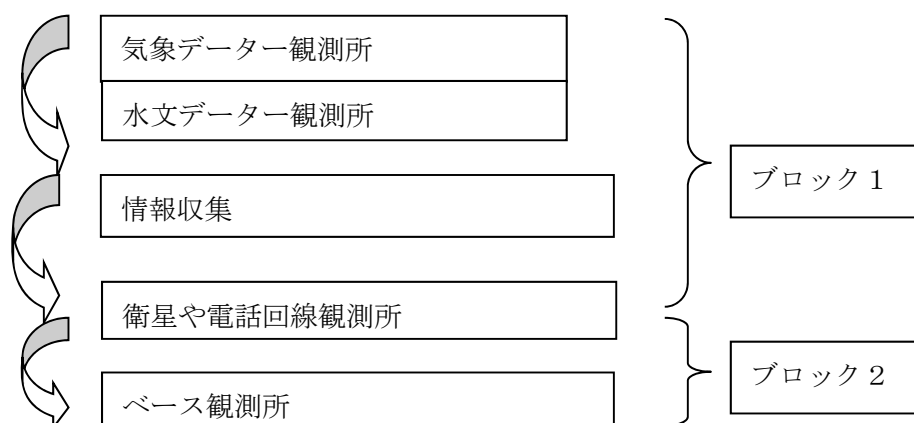


図-5.2-1 降雨量と水位レベルの伝送システム

⁷ ペルー領向け SIAT 設置、カタマヨ - チラ流域の水文気象観測網対策、2009 年

⁸ 気象観測所設置のためのフィールド調査、2009 年 12 月、カタマヨ - チラ川統合管理プロジェクト、デジタル通信、2010 年 1 月、ピウラ

表-5.2.2-1 カタマヨ-チラ調査団により提案された観測所網（2010年提案）水文-降雨量計測観測所

	観測所	UTM		河川	状態
		N	E		
1	パラヘグランデ	9488151	620548	キロス	既存
2	プエンテインター	9515414	616512	マカラ	既存
3	アラモル	9529244	589330	アラモル	既存

7か所の観測所の新設にかかる費用はUS\$289,301.80で2010年1月にカタマヨ-チラ二国間流域統合管理プロジェクトにより提案されている。地図 NO.7 は提案された観測所網の位置を示している。

5.2.3 チラ - ピウラ川流域の気象水文観測情報の遠隔操作モニターシステム事前調査（2010年6月）

農業省は公共投資審理システム（SNIP）の基準にあわせて事前調査として本プロジェクトの調査⁹を進めている。「チラ川流域の防災活動のための水文気象学的情報の適正化」プロジェクトとして、チラ川流域のケースを「継続的成長と状況にあわせた競争力に寄与する」としている。

第6章 チラ川流域の予警報システムプロジェクト提案と構成

予警報システム（SIAT）は防災手段として重要な役割を果たす。異常事態発生から防御するための市民社会の組織と連携するからである。

この意味において、予警報情報システムは危機管理や気候変動、異常気象に対応し、チラ川流域地域に住む住民の被災を軽減し生産インフラを守るための統合的戦略として重要な手段となる。

この情報システムは多様な組織機関（人材、データ、機器）を利用する総体となる。そして情報を蓄積、分析し多様なフォーマットにして公開することにより本プロジェクトの目的達成をめざすものである。

情報システムに関する提案は、起こりうる災害に対しての分析、説明、再定義などに寄与することになる。そして計画される目標達成のための活動を調整することにも寄与する。それは危機管理であり、気候変動やエルニーニョ現象といった異常気象に対応することである。

一方、ピウラ州の場合、すでに予警報システム（SIAT）が機能しておりチラ川のケースでモデル適用が検討される。

ゆえにチラ溪谷のすべての農業およびインフラ投資プロジェクトは、ペルー国で最も重要なダムであるポエチョスダムの地域も含めた防災システムと結合している。このダムでは600百万m³近くが貯水されおり、バホピウラ、メディオピウラ、チラ溪谷を含めた10万ha以上を直接的に灌漑している。そして予警報システム（SIAT）は水資源運用システムに重要な役割を果たす。

⁹ チラピウラ川流域の水文気象学的情報の遠隔操作モニターシステム、事前調査段階、2010年6月農業省

6.1 チラ川流域の予警報システム (SIAT) の提案

チラ川流域の予警報システム (SIAT) は次のように構成される：

(1) モニターシステム

チラ - ピウラプロジェクト、ペルー気象庁 (SENAMHI) 及び衛星の映像を利用する観測所で収集される。これは Geostationary Operational Enviromental Satelite GOES, Tropical Rainfall Measurig Mission TRRM,方式の採用によりモニターシステムが補完される。

(2) 機器

センサーや降雨量測定器、河床水位測定器が設備されるのは 7 か所の水文気象観測所となる。また衛星による記録、伝送システムも採用される。他の観測所ではメンテナンスや補修も行われる。

(3) ベース観測所

最新式のハードウェアやソフトウェア、受信機器、データー送信機を常備したベース観測所を設置する。

(4) 水文観測モデル

水文観測モデル (NAXOS) の採用、オペレーター的能力開発とそのメンテナンス。

(5) 予警報システム (SIAT) 委員会

流域対策の予警報システム (SIAT) の形成、関係諸機関の機能を編成。

6.2 チラ川流域の予警報システム (SIAT) による気象水文観測モニターシステム

現在、ピウラ - チラ川流域はチラ - ピウラプロジェクトとペルー気象庁 (SENAMHI) の観測所の対象となっており、適切に管理されている。データーは頻繁に収集されており、洪水予防のためのチラ - ピウラ水文システムが機能しており目的は達成されている。

降雨量を測定するすべての気象観測所は 1972 年以来機能している。他の観測所はそれ以前から機能しておいチラ - ピウラシステムとして運用されている。表-6.1-1、-6.1-2 は予警報システム (SIAT) の採用を計画中の観測所である。その位置は地図 NO.8 で示されている。

表-6.2-1 チラ予警報システム (SIAT) の提案、気象観測所の補強

	観測所	郡	地区	流域	UTM		標高	分野	機関
					N	E			
1	アヤバカ	アヤバカ	キロス	キロス	9487823	642699	2700	MAO	SENAMHI
2	チラコ	スジヤナ	チラ	チラ	9480963	554900	90	MAO	PECHP
3	エルシルエロ	アヤバカ	チラ	チラ	9524654	594327	202	PV-PG	PECHP
4	プエンテインター	アヤバカ	マカラ	マカラ	9515414	616512	408	PV-PG	PECHP
5	ハラヘグランダ	アヤバカ	キロス	キロス	9488151	620548	555	PV	PECHP
6	サビシカ	アヤバカ	チビシゴ	チビシゴ	9471196	612750	1446	PV	SENAMHI
7	エルアルティトル	ラスロマス	ラスロマス	チビシゴ	9477296	580134	255	CO	SENAMHI
8	アラモル	ランコネス	ランコネス	チラ	9505457	566997	125	PV	SENAMHI

表-6.2-2 チラ予警報システム (SIAT) 水文観測所

	観測所	郡	地区	流域	UTM		標高	分野	機関
					N	E			
1	エルシルエロ	アヤバカ	スヨ	チラ	9524654	594327	202	Hg	PECHP
2	アルティシヤ	スジヤナ	スジヤナ	チラ	9503270	567048	106	Hg	PECHP
3	プエンテインター	アヤバカ	スヨ	マカラ	9515414	616512	408	Hg	PECHP
4	ハラヘグランダ	アヤバカ	ハイマス	キロス	9488151	620548	555	Hg	PECHP
5	サビシカ	アヤバカ	サビシカ	チビシゴ	9471196	612750	1446	Hg	SENAMHI
6	アラモル	スジヤナ	ランコネス	チラ	9505457	566997	125	Hg	PECHP
7	エルアレナル	ハイタ	エルアレナル	チラ	9459524	529062	62	Hg	PECHP

これとは別に、Geostationary Operational Enviromental Satelite GOES, Tropical Rainfall Measurig Mission TRRM のサテライトサインを通じて水文気象観測モニターを実施する計画もある。これは情報をカバーできない地域やエクアドル領の地域を対象とするものである。

衛星の映像は最新鋭の情報データとなる。これは2000年以降に記録され始めている。これには降雨量を数量化するアルゴリズム方式を採用しており、気温、湿度の測定とも連動している。

これらの技術は地表で観測することができなかったデータを集中的にバーチャル化して降雨量を予測することが可能となる。そのバーチャルな降雨量予測範囲は25km²となる。

このような対応を行うためのコストは安価である。この衛星を使用するためには、関係当局の認可が必要となるが、その年間にかかる費用は安価である。しかしこれを利用するには最新のハードウェアが必要であり、オペレーターの訓練も必要となる。

その採用例としてペルー気象庁 (SENAMHI) ピウラ支庁は GOES の情報とサービスを2011年2月8日に採用している。北部地方の降水量地図を作製し、チラ - ピウラプロジェクトに大いに貢献している。

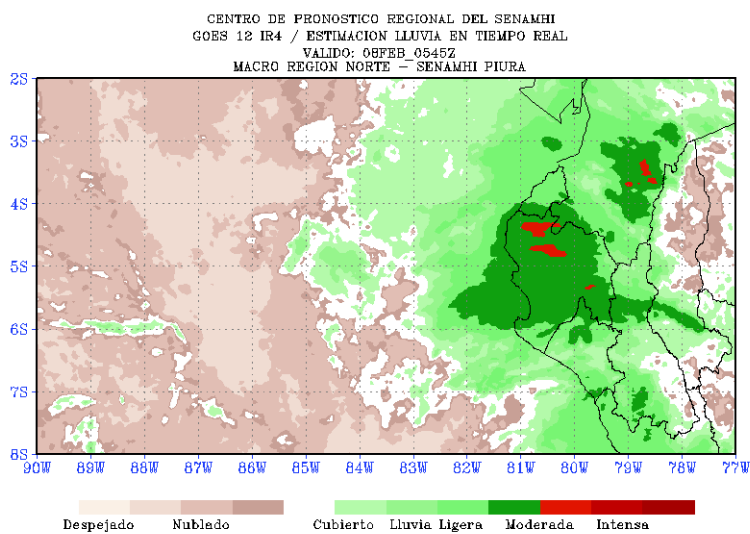


図-6.2-1 降雨量推定値 (リアルタイム) 2011年2月8日

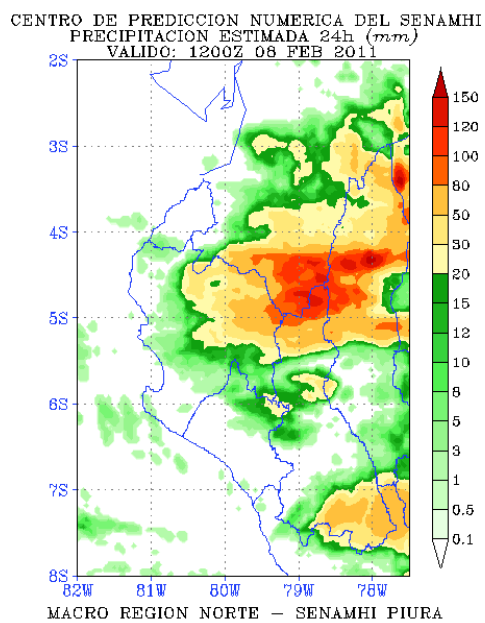


図-6.2-2 24時間雨量 2011年2月8日

表-6.2-3 チラ - ピウラ特別プロジェクト水文気象観測

PROYECTO ESPECIAL CHIRA - PIURA
DIVISIÓN DE HIDROMETEOROLOGÍA
INFORME SEMANAL DEL ESTADO HIDROMETEOROLÓGICO

FECHA: 08 de Febrero del 2011 HORA: 07:00

CUENCA	ESTACIÓN	Caudal 07:00Hrs m3/s	Q.Prom. 24 Hrs m3/s	Q.Máx. 24 Hrs m3/s	Precipitación. 24 Hrs mm.
RIO MACARA	PUENTE INTERNACIONAL (m3/s)	90.0	65.08		98.3
	EL CIRUELO (m3/s)	175.0	153.58		44.0
RIO CHIRA	ARDILLA (m3/s)		173.2		18.0
	PARAJE GRANDE (m3/s)	52.6	20.16		42.1
RESERVORIO POECHOS	ENTRADA (m3/s)		173.21		
	COTA REPRESA (msnm)	94.06		94.06	
RESERVORIO POECHOS	VOLUMEN: MMC.	136.0		136.0	
	INCREMENTO VOL.: MMC.	0.9	10.7	0.9	
	ALIVIADERO (m3/s)	0.00	0.0	0.00	
SALIDA DE	TUNEL (m3/s)				
	CANAL M. CHECA (m3/s)	10.00	10.00	10.00	0.0
	RÍO CHIRA (POECHOS)(m3/s)	0.0	5.0	35.00	
	C. DERIVACIÓN (Bocatoma) (m3/s)	29.0	31.54	37.0	
	CANAL HUAYPIRA (m3/s)	0.26	0.26	0.26	
	EVAPORACION (m3/s)		2.57		
	TOTAL DE SALIDA (m3/s)		49.37		
RESERVORIO PUNTOS DE CONTROL CD	CHECK (KM 29+900) (m3/s)	21.80	23.29	28.50	5.0
	CURUMUY (m3/s)	16.70	17.01	21.39	
PRESA SULLANA	COTA EMBALSE (msnm)	36.999		36.999	
	RIO CHIRA (Sullana)(m3/s)	24.5	7.50	24.5	0.3
	CANAL NORTE (m3/s)	8.5	8.44		
RÍO PIURA	PTE. ÑACARA (m3/s)				
	TAMBOGRANDE				
	BIGOTE				0.0
	MALACASI				0.0
	MORROPON				0.0
PRESA EJIDOS	"EL PAPAYO"				
	COTA EMBALSE (msnm)	30.59		30.709	
	PTE. SANCHEZ CERRO (m3/s)	5.0	2.08	5.0	2.5
	CANAL PRINCIPAL (m3/s)	14.5	14.50		

6.3 予警報システム (SIAT) のための気象水文観測機器の装備

使用される機器は自動観測機器であり、地方政府の要請に対応する機器会社によって検討されている。その機器に関する仕様は次の通り：

6.3.1 SEBA 機器

水文気象観測機器、地方政府と機器供給会社 IP ELECTRONICA DIGITAL によるもの。7か所の水文観測所に設置されている。

- ・ 気象観測センサー 7 器
- ・ 水位測定用 SEBA センサー 7 器
- ・ デジタル伝送 (WiFi) 可能な情報デジタル蓄積システム 7 器
- ・ サテライトコミュニケーションシステム 7 器
- ・ エネルギー供給システム (ソーラーパネル) 7 器
- ・ 避雷回避システム 7 器
- ・ ソフトウェア
- ・ 機材の設置と保護のための機材と必要インフラ 7 器

6.3.2 既存の観測所の強化

- 自動気象観測機器 8 器
- 情報記録機器 8 器

6.3.3 入手済み機器のモデル



図-6.3-1 機器のモデル

DAVIS 機器

この機器は気象観測パラメーターとしてデーターを記録する（降雨量、気温、湿度、放射線、蒸発量、風速など）。データーを記録し衛星を通じて伝送する。

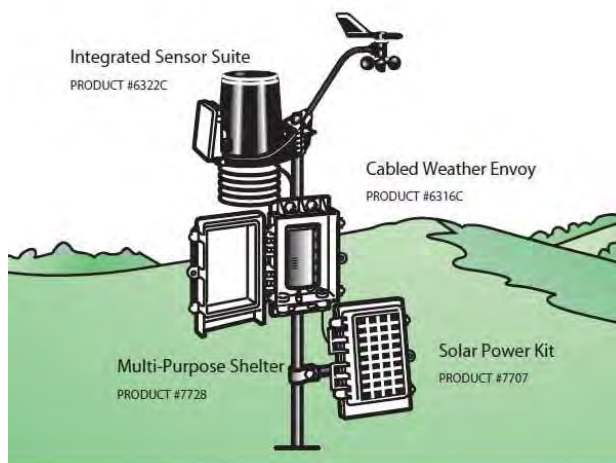


図-6.3-2 DAVIS 機器

6.4 情報伝達システム

システムが機能するための基本的条件は、流域で得られた情報を集積、記録、処理してリアルタイムに伝送することにある。そのために必要なのは、情報伝送が3つの過程により行われることである。第1過程は自動的に観測されたデータは、集積、記録され衛星や電話回線を通じて伝送される。気象観測や水文観測機器を提供する企業は、自動制御機器でデータを伝送できるソフトウェアも提供する。提供企業はドイツのSEBA、Hudrometrie GmbH、米国のDavisである。

第2過程は、GOESやTRMMの衛星の映像を集めてインターネットを通じて、この情報をベース観測所に伝送することにある。

第3過程はこれらの情報を通じて予警報システムを通じて災害を予測したり、当局に連絡することにある。

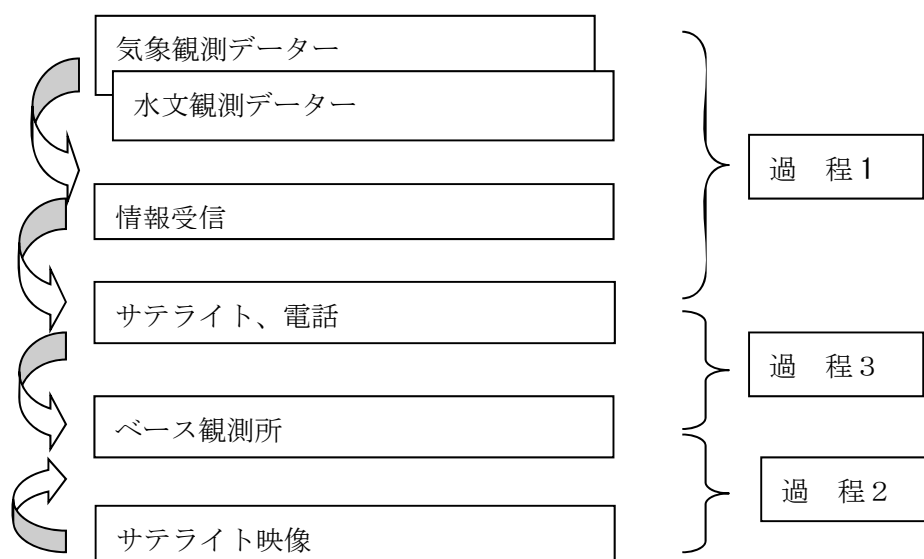


図-6.4-1 情報伝送システム

6.5 ベース観測所

ベース観測所とは流域で集められた情報を処理し受信する観測所をさす。集められた情報は集積され、処理分析されたうえで、予測を発表する。降水量や流出量のモニターを行う責任があり、洪水の発生を特定予測したり、洪水被災の可能性の高い地域に、洪水発生時期を知らせ防災システムを通じて、異常事態発生対策の予防措置を講じることを知らせる。

2月7日、8日10には各機関が参加した会合とインタビューが実施された。参加したのはピウラ地方政府、調査団、カタマヨ-チラ二国間流域委員会、チラ-ピウラ特別プロジェクト、ペル

¹⁰ インタビューにはピウラ地方政府からアルバロ・ロペス技師、ミア・エレナ、などが出席した。

一気象庁 (SENAMHI)、災害対策本部などである。ここでは予警報プロジェクトが取り上げられ、決定権を一元化、情報の収集と情報処理も一元化するべきとの意見がでた。

予警報システムとして情報を記録し処理するベースが必要であり、チラ - ピウラプロジェクトを推進するべきとの意見が参加者からでた。つまりピウラ川流域の予警報システムの情報を一元化するべきであり、ピウラ川流域の現状把握にもつながるとの提案である。

ベース基地 (観測所) を設置の必要性は、すでに前述している水文特性の調査でも指摘しているとおりであり、ハードウェア、ソフトウェアのシステムにより構成される。これらにより水文モデルで必要とされる情報処理をすることになる。

ベース基地 (観測所) に必要な機器は次の通り：

- ・受信機器
- ・デコーダー (変換器)
- ・水文モデルに適用する処理のできる情報蓄積と情報受信を備えたパソコン機器

6.6 降水浸食水文モデル

情報処理には流域内での特性と考慮した洪水予測、水文モニターや降水量流出モデル、パラメーターなどをリアルタイムに情報収集を可能にするプログラムが必要とされる。

水文調査モデルに最低限必要とされる条件は、マルチ機能をもつ情報の伝送、処理、公開、通信システム。自動制御の情報収集機能、情報の保護、情報の復元、グループごとの情報整理、特定情報の整理などである。

ピウラ川流域で採用された NAXOS モデルは情報運営をスタンダード化し洪水予測するうえで有効に機能している。同プログラムが実行化されることを推奨する。ピウラ川流域全体をカバーし、エキスパートのサービスを提供し、ベース基地 (観測所) としてソフトウェアが設置されるべきである。

洪水発生を予測するには、降水量のリアルタイムの情報が必要となる。これは衛星の映像によって得ることができるし、これにあわせてポエチヨスダムやその下流域への予警報システムも独自に機能することになる。

6.7 ポエチヨス貯水池上流の予測

ポエチヨスダムの操作は、流域上流のカタマヨ、マカラ、キロス、アラモルや下流の溪谷部分のラソラナ、ベナドスなども含まれる。ここでは流入する流量を測るハイドログラフがあり水量の管理や超過などをチェックしダム放水による安全条件を改善させている。

6.8 ポエチヨス貯水池下流の予測

ダムへの洪水による流入によるハイドログラフによる予測は、溪谷下部の地域への流出のもとにもなる。この放流の直接的影響を受けるのは支川のチピジコやサンフランシスコ、サマン、シエネギジョ、ラマヌエラといった峡谷地域である。そして、住民居住地域や生産インフラ、市街地、溪谷下流の河岸にも影響をあたえることになる。

6.9 関係経費

ピウラ州のカタマヨ - チラ調査団の管理情報を、機器提供企業や二国間委員会が実施した予警報調査結果より収集した。予算として US\$55 万が試算されている。その詳細は次の通りである。

表 6.9-1 チラ予警報システム (SIAT) 設備費用

	費用 (US\$)
機器	499,000.00
能力開発	5,000.00
オペレーション	46,000.00
合計	550,000.00

表 6.9-2 チラ予警報システム (SIAT) 設備費用明細

	名称	単位	数量	単価 (US\$)	金額 (US\$)	小計 (US\$)
1	水文気象観測機器					
1.1	装備					
	hidro metro	ユニット	7.00	10,000.00	70,000.00	
	気象観測機器	ユニット	15.00	8,000.00	120,000.00	
1.2	設置					
	hidro metro	ユニット	7.00	13,000.00	91,000.00	
	気象観測機器	ユニット	8.00	3,000.00	24,000.00	
2	データ伝送システム					
	伝送機器 H/M	ユニット	7.00	7,000.00	49,000.00	
3	ベース基地 (観測所)					
3.1	装備	式	1.00	50,000.00	50,000.00	
3.2	ローカル (チラピウラ)					
4	水文モデル					
4.1	システム適用 (設置)	式	1.00	20,000.00	20,000.00	
4.2	ソフトウェア	式	1.00	30,000.00	30,000.00	
4.3	調査アドバイス	月間	3.00	15,000.00	45,000.00	499,000.00
5	制度的対応					
5.1	民間能力開発	式	1.00		2,500.00	
5.2	ポエチョス管理能力	式	1.00		2,500.00	5,000.00
5.3	メンテナンス (年間)					
5.4	水文気象観測所	月間	2.00	1,000.00	2,000.00	
5.5	ベース基地 (観測所)	月間	2.00	1,000.00	2,000.00	
5.6	サテライト接続 (8)	月間	72.00	500.00	36,000.00	
5.7	技術支援	式			4,000.00	
5.8	防災機器機材	式			2,000.00	46,000.00
合計 (US\$)						550,000.00

第7章 予警報システム (SIAT) モニターの制度的管理

予警報システム (SIAT) モニター化は2段階にわけて実施される。第1段階は、チラ - ピウラ

プロジェクトを通じて気象観測のモニタリングと予測をすることにある。第2段階は、ピウラ地方政府を通じて災害対策のシステムを操作することにある。モニター化と防災システムのための当局側の要請として地方政府との覚書がある。

7.1 処理手順

予警報システム（SIAT）の組織はベース基地（観測所）に集められた水文気象観測情報によって始められる。本プロジェクトの場合はチラ - ピウラプロジェクトとなる。

ベース基地（観測所）は情報を受信し、サテライト情報を傍受し、ハイドログラフの水文モデルを作成する。そして洪水予報を伝達し地方緊急対策委員会に連絡する。

地方緊急対策委員会（COER）は災害対策システムとして活動し、災害対策システムを通じて警報を発令する。

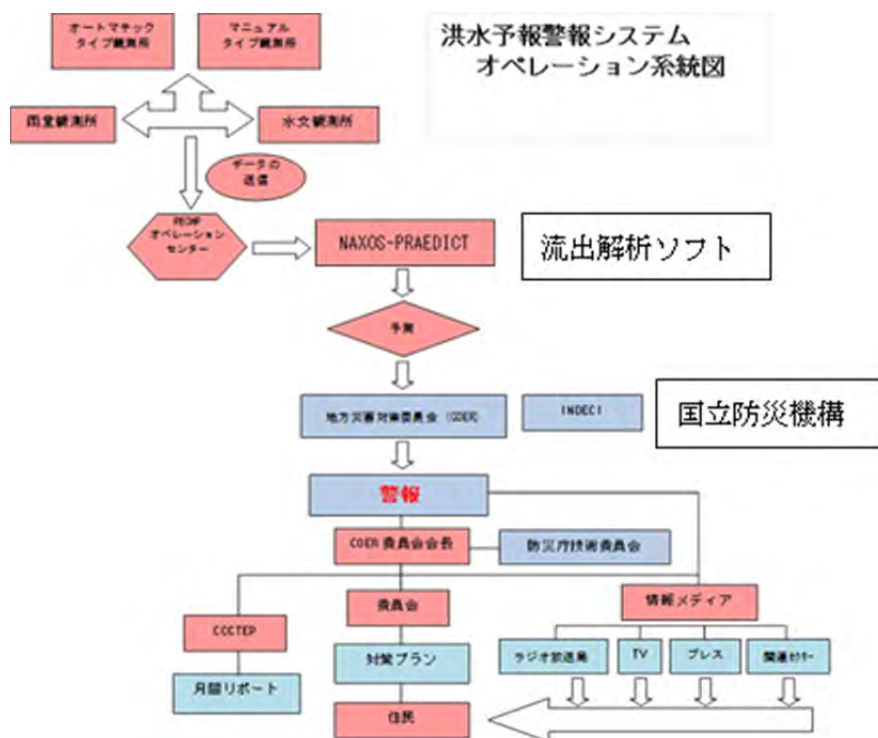


図-7.1-1 予警報システムのオペレーション系統図

災害対策地方委員会は地方首長が代表を務め5組織により実行に移される。

- ・コミュニケーション委員会
- ・オペレーション委員会
- ・ロジスティック委員会
- ・保健委員会
- ・法制委員会



図-7.1-2 災害対策委員会の組織図

7.2 参加機関

参加機関は以下の通りである。

- ① 緊急対策オペレーションセンター：
システム開始時に始動し、チラ - ピウラプロジェクトと連携する。ここで情報を処理し予報を発表する。
- ② 緊急対策オペレーション委員会：
チラ予警報システムによって始動する
- ③ ピウラ地方政府：
ピウラ州の住民の社会経済的発展のを推進、促進し地方分権化政策にのっとり自治性を有する公共機関
- ④ ペルー気象庁 (SENAMHI)：
気象学、水文学、農業気象学で観測を全国レベルで実施し、組織化しコントロール、メンテナンスも行う地方分権化された組織。
- ⑤ スジャナ郡役場：
郡の発展と地理的条件を踏まえた各地域と調整しながら発展をめざす自治権のある地方自治体。
- ⑥ パイタ郡役場：
郡の発展と地理的条件を踏まえた各地域と調整しながら発展をめざす自治権のある地方自治体。

- ⑦ チラ - ピウラ特別プロジェクト (PCHP) :
地方分権化政策に基づく政府付属の公共機関でチラ溪谷、ピウラ溪谷の農業発展を促進させる目的を持つ。灌漑設備の建設やオペレーション、メンテナンスを行い、洪水対策として護岸や排水にも対応する。
- ⑧ ピウラ大学 UDEP :
私立大学、人間活動に関するすべての分野において調査研究を進める最高学府で、学生の能力向上に取り組んでいる。
- ⑨ ピウラ科学技術アドバイス委員会 CCTEP:
災害対策地方委員会とピウラ地方政府のアドバイスする組織で、地方気象現象のインパクトについて分析、評価する役目を持つ。
- ⑩ 灌漑利用者組合 :
水利法の基づく法制枠内で灌漑のオペレーション、メンテナンス、インフラ整備を受け持つ組織。

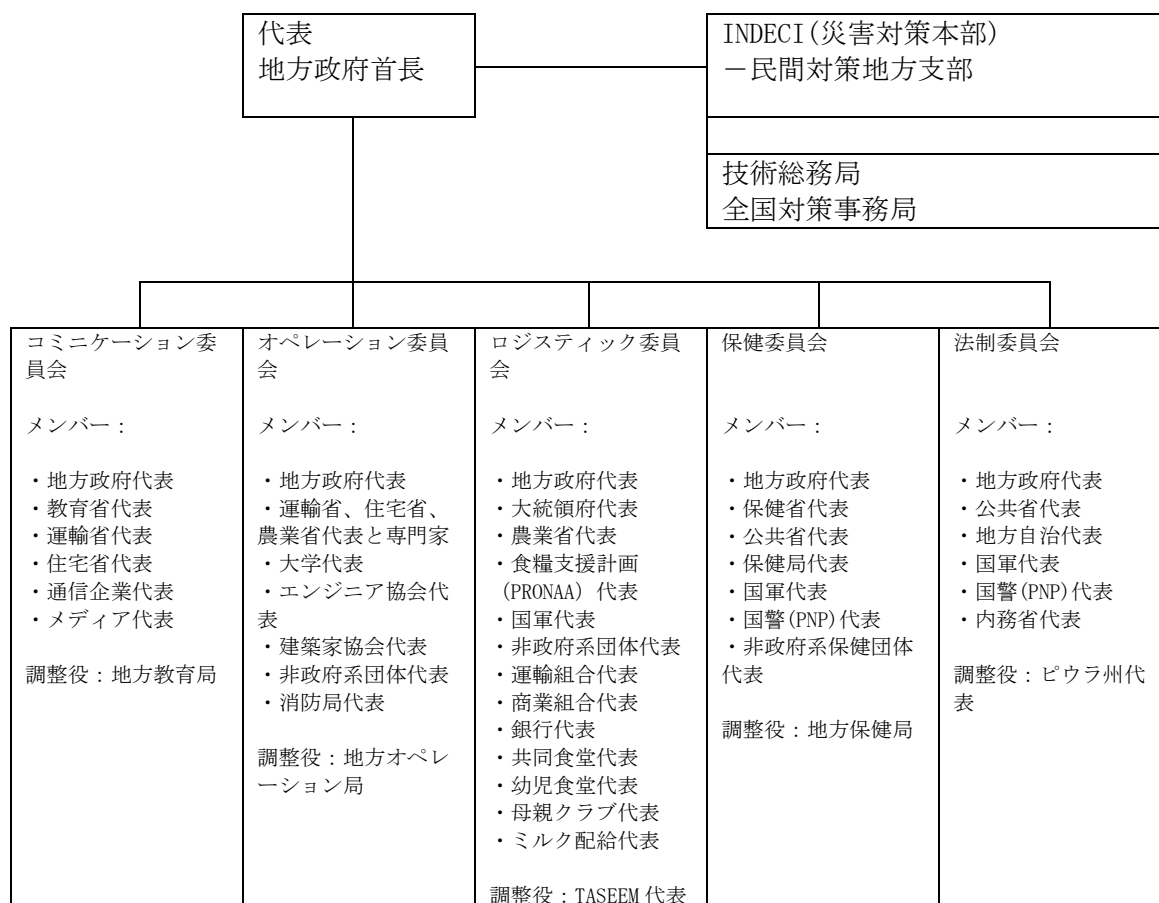


図-7.2-1 参加組織

全体的機能

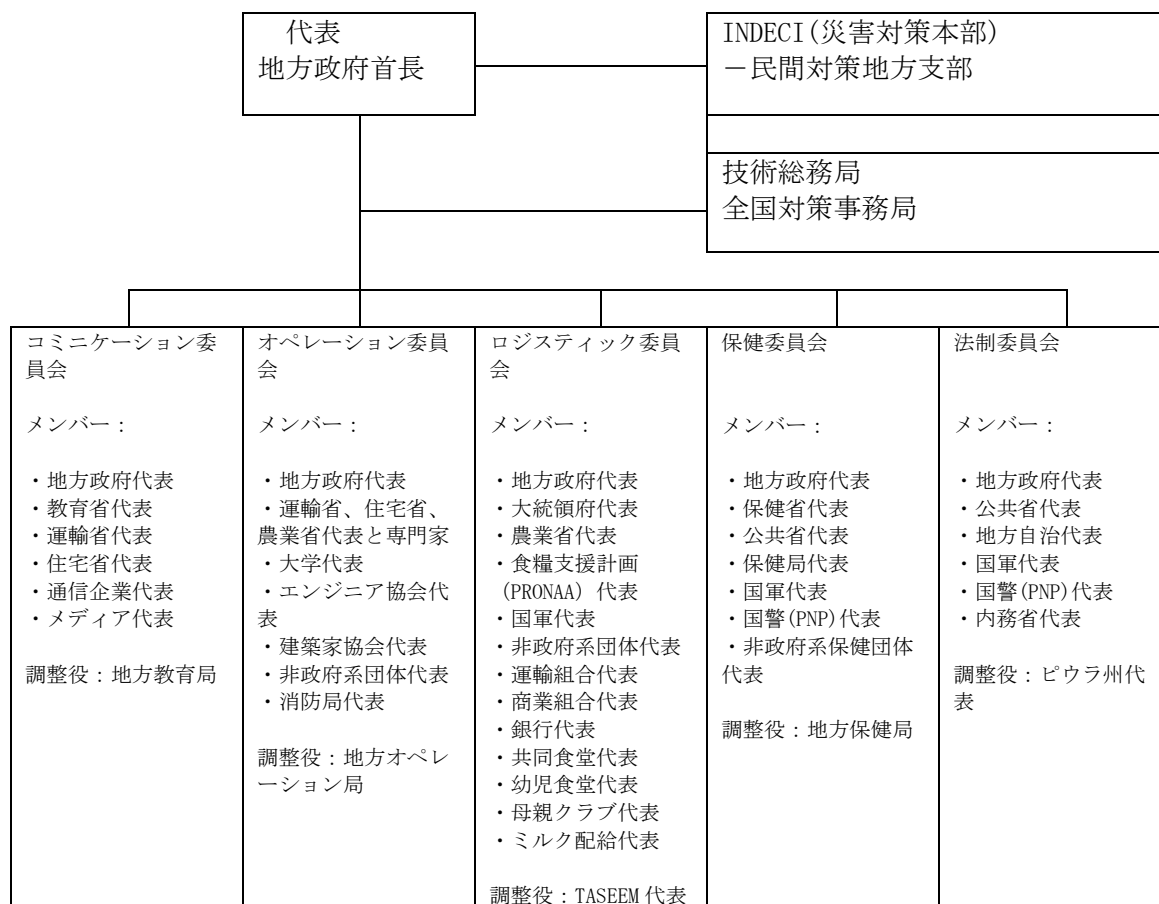


図-7.2-2 全体的機能

第8章 プロジェクト効果

予警報システムの主な効果は以下のとおりである。

- ・ リアルタイムでチラ川流域の水文気象情報を取得
- ・ 洪水回避のための適切な予防対策
- ・ 異常な洪水発生時に住民への適切な情報と予測情報の提供
- ・ ポエチョスダムの異常な水量増加の適切な情報取得
- ・ 洪水回避のためのダムのコントロールと放水オペレーション
- ・ 水文気象による災害軽減の事前対策の組織化

第9章 結論

(1) 洪水予警報システム設置の問題点

洪水予警報に関しては以下のような問題点がある。

1) 洪水予警報システムの設置に関する疑問点

- a) 氾濫が予想される地域は大部分が農地であり、早期避難の必要な市街地などは殆どない。
- b) 調査対象範囲の上流端にポエチョスダムがあり、貯水池の流入量を観測しているので洪水の発生および増大についてはかなりの精度で予測ができる。
- c) モデルケースとしてはチラ川に隣接するピウラ川ですでに洪水予警報が行われているのでモデルケースとして実施する意味は薄い。
- d) チラ川流域の洪水重点施設は本事業の対象から除外される事となったが、事業費が小さい洪水予警報システムのみを円借款事業として採択しなくとも JICA の立案した計画に基づき州政府の予算で十分実施可能と思われる。

- 2) システムに含まれる観測所は現在も稼働しており、データの収集は行われているが、観測所機器の現状に関するデータ収集ができず、更新の必要性が不明である。
観測所機器の更新が不要なら計画事業費（2,640 千ソール）の 64%が不要となる。

(2) 結論

以上の状況を踏まえて、2011年12月5日に開催された、JICA ペルー事務所、DGIH, OPI, DGPI および JICA 調査団による合同会議においてチラ川洪水予警報システムは本事業から除外し、必要に応じてピウラ州政府により実施する事となった（Minutes of Meetings on Main Points of Inerim Report, Lima, December 5, 2011）。

