

第4章 調査対象地域の概要

4 - 1 地域の概要

4 - 1 - 1 地理的位置及び特徴

ピナツボ火山は、中西部ルソン地区 Region にあり、首都マニラの北西約 100km (直線距離) に位置する。ピナツボ火山山頂の位置はおおよそ東経 120 度 22 分北緯 15 度 8 分にあり、ピナツボ火山の山頂付近が 3 つの州の境界となっている。山頂より南東側がパンパンガ州、西側がザンバレス州、北東側がタルラック州となっている。

先に実施されたピナツボ火山東部河川流域洪水、及び泥流制御計画では、主にパンパンガ州の南東側河川流域において調査が行われ、その後防災対策工事が実施されたものである。

本調査の対象地域は、ピナツボ火山西側の西部河川流域となっており、そのほとんどの流域がザンバレス州に属する地域である。

ピナツボ火山の西部には 3 本の主要河川があり、これらの 3 河川流域の合計面積は約 1,300km² である (図 4 - 1 参照)。

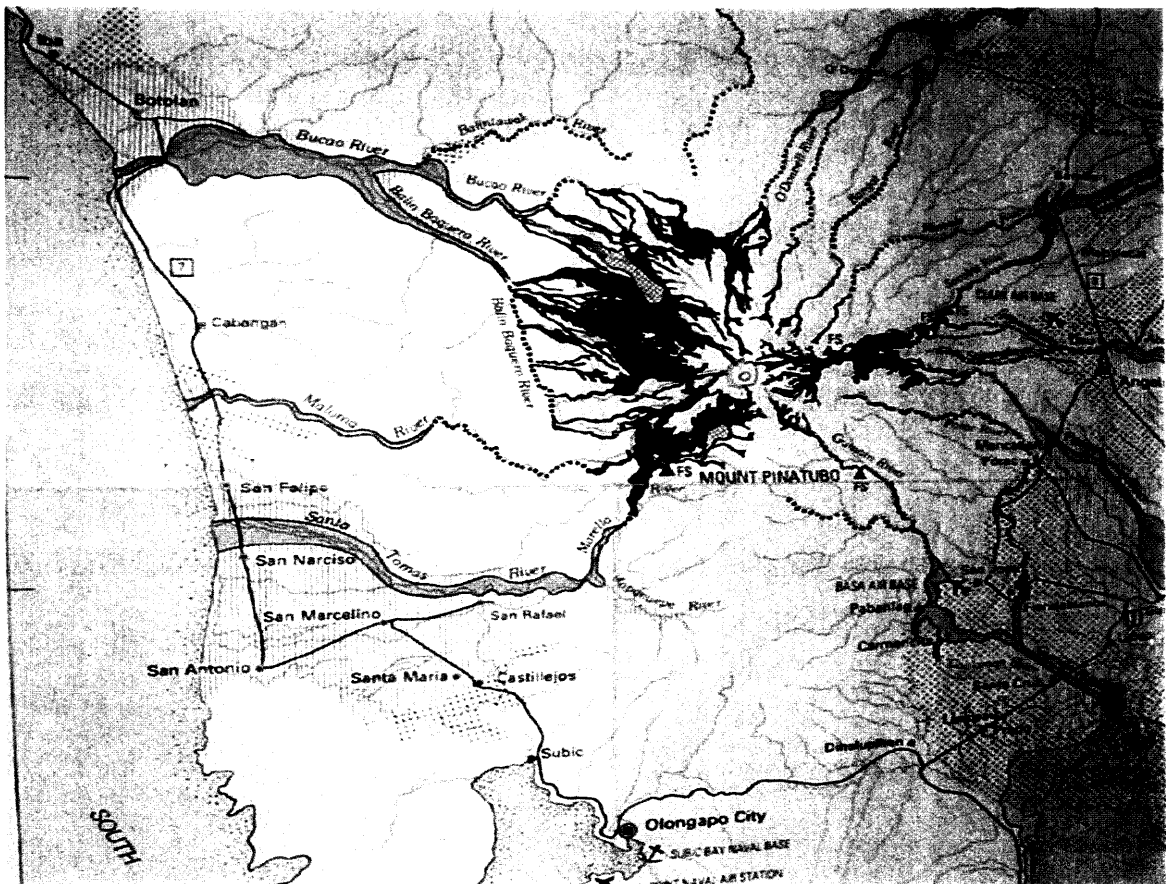


図 4 - 1 ピナツボ火山及び河川位置図

これらのピナツボ火山西部流域は、既に調査が完了した東部流域とは地理的諸条件が異なる。その大きな違いの第1が交通アクセスの違いであり、首都マニラから車で約4時間の距離で、東部地域の約2倍の時間的距離にある。第2には利用できる土地(平地)面積が少ないことがあげられる。第3には社会インフラ整備の遅れが大きく、フィリピンの中でも開発の立ち遅れた地域に属する。

調査対象地域の西側は南シナ海、東側はピナツボ火山とそれに続く山地が南北に延び、東西の交通を遮断している。そのため、首都に通ずる交通手段はスービックを経由する道路が1本のみで、雨期の洪水発生時には道路や橋梁が冠水し、不通となることもある。このような脆弱な社会インフラが地域開発の制限要因のひとつともなっている。

4 - 1 - 2 ピナツボ火山活動の経緯と現状

現在、ピナツボ火山活動は沈静化し、地形変動や水蒸気の噴出など、火山活動の兆候は全く認められない。このようなことから、火山地震研究所(PHIVOLCS)は、ピナツボ火山における火山活動の警戒態勢を解除した。現在では、噴火によって堆積した大量の火山灰が現在も山腹に大量に残存し、これが泥流の発生源となっていることから、火山活動の2次災害である洪水・泥流・土石流の監視及び調査については、現在も続けられている。

ピナツボ火山は、1991年6月15日の大噴火以降、断続的な噴火を8月まで繰り返し、その後沈静化に向かった。最後の噴火は9月2日であった。しかし、火砕流はその後も発生が記録されている。

火山活動そのものは比較的短期間で終息したが、大量に堆積した火山灰や噴出物に起因する泥流や土石流は10年を経過した今日でも発生している。そして、特にピナツボ火山西側では、発生源となる火山噴出・堆積物が大量に残存し、今後十数年間は、豪雨のたびに泥流・土石流の発生が懸念される状態が続くものと推測されている。

4 - 1 - 3 地形・地質

ピナツボ火山は、多数の溶岩ドームをもつ複合火山で、1991年の噴火以前の山頂部は、Buag期の噴火後に形成された溶岩ドームであり、その周辺には山頂を取り囲むように1,500m前後の溶岩ドームが多く存在していた。ピナツボ火山は過去数回の噴火を繰り返し、そのたびに大量の降灰もたらし、大規模な火砕流が周囲に堆積したことを示している。

これらの火砕流堆積物が豪雨時に泥流となって下流域の平野部に流下し、扇状地を形成した。また、噴火で形成された高温の火砕流堆積物は、流水や地下水と接触して2次爆発を何回も発生させ、2次火砕流から高温の泥流が流下したものと考えられる。このように過去に何度も火山活動が繰り返され、大規模な土砂の生産・流下・堆積現象が起きたと考えられる。

1991年に大噴火した河口跡に水がたまり、この10年間で直径約2 kmの火口湖を形成した。PHIVOLCSによると、火口湖の水位は毎年約11 mずつ上昇を続けており、2001年になって、あと数mで火口壁の最も低いマラウノノッチから湖水があふれ出る状態となった。このまま水位が上昇し、湖水があふれ 出た場合、堆積した火山灰の河床を洗掘し、火口壁が崩壊した場合には、巨大な泥流を発生させ、ふもとの集落や市街地を襲い、甚大な被害をもたらす可能性も否定できないとして警告を発した。火口は火山の西側寄りにあり、マラウノ川からブカオ川を経て南シナ海に流れ出る。そして被害は主に西部地域に集中することが予想されている。

このような経緯から、火口壁を掘削して幅2 m、長さ70 mの水路を開削し、湖水の安定的な放流を行うことになった。これらの放水路開削工事を実施するにあたり、火口壁が崩壊し、鉄砲水の泥流となってふもとの集落や市街地に被害を及ぼす可能性があるとして、ブカオ川流域の住民約4万人を避難させて開削工事が2001年8月末から9月初旬にかけて行われた。これらの工事を実施した結果、火口壁の崩壊は起こらず、安定した湖水の流出が続いている。工事の際にマラウノ川の河床の安定性も確認されており、現在では、放水による火口壁の崩壊の危険はほとんどないと考えられている。

ピナツボ火山は、玄武岩火山群の北端に位置しているが、最も古いピナツボの岩石は晩期鮮新期の安山岩の溶岩流と、安山岩と玄武岩のテフラから形成されている。1991年以前の火山活動でも噴火した火山灰に多くの珪質が含まれていることが認められていることから、石英安山岩質の火山であるといえる。

一方、ピナツボ火山の南側に隣接するバリトグ山やピツヌング山では、火山灰の堆積は少なく、地表面はラトゾール赤色粘土層によって覆われている。この付近では、1991年のピナツボ火山噴火前まで、金やその他の鉱物の露天掘りが行われていた。噴火後鉱山は倒産し、閉山された。

ザンバレス州の80%以上の地域では、Antipolo clay、Bani clay、Alaminos sandy clay等の粘土質あるいは砂粘土質土壌によって覆われている。これらの土質では、森林あるいは草地以外に利用が難しく、農地としての利用は困難である。また、山岳部の急傾斜地形の場合、崩壊が起こりやすく、地味が貧しいため、裸地となった場合には植生の復元に時間を要し、災害を誘発する可能性が高い。山岳地域では、森林が伐採されると土壌の流出が激しくなり、保全対策が必要となる。

主要河川の下流域の火山灰に覆われなかった地域のうち、沖積土壌で比較的地味も豊かで排水性が良く、灌漑設備が整った地域では、水田稲作が可能となる。したがってこの州全体では、農業の振興には地形と土質の両面からの制約があり、極めて限定された地域でのみ、生産性の高い農業が可能となる。河川流域以外の地域では、同じ生産性をあげるためには、相当の投入を考えなければならない。

4 - 1 - 4 土地利用

ピナツボ火山の西部河川流域では、火山噴火前には、ほとんどの地域が植生に覆われ、少数民族のアエタ族の人々がピナツボ火山のふもとから中腹にかけて焼き畑などの伝統的農業や炭焼きなど森林の産物で生活していた。下流域では、河川沿いの平地で主に水田稲作が行われ、傾斜地や灌漑不適地では、主にマンゴーなどの果樹栽培の農業が行われていた。以前には、サトウキビが大面積で栽培され、産地を形成していたこともあったが、市場価格の下落あるいは病害の発生などの何らかの理由で栽培されなくなり、現在ではピナツボ火山の西部河川流域では、サトウキビは全く見られない。

1991年のピナツボ火山の噴火とともに、森も畑も火山灰に覆われ、かつては豊かな実りをもたらした下流域の水田や灌漑水路は、その後発生した泥流に洗われ、火山灰に覆われた。特にサント・トーマス川の下流域では、広い範囲で道路も民家も火山灰の泥流の被害を受けた。

火山噴火から10年の歳月が過ぎた現在でも、被害の大きかった上・中流域の農村地域はそのまま放置され、被害の比較的小さい地域、あるいは被害を免れた地域の保全対策が重点とされている。

1993年の統計によると、ザンパレス州の総面積は37万1,400haで、68.7%にあたる22万5,100haが森林となっている。この森林の19万3,200haが林業用地であり、5万1,800haが保全林となっている。8,600haが軍関連用地、1,400haが漁業関連用地、9haが国立公園である。また、利用可能な土地面積としては11万6,400haで、総面積の31.3%に相当する。

同地域の主要産業は農業で、特に水田稲作が主である。しかし、丘陵地の比率が大きいことから、平均的な農家の規模は1ha未満で、自給的な農家が多いことが特徴である。また、畑作は、マンゴーやバナナの果樹園を除いて商品作物としての生産はほとんど見られない。主要河川の河口付近及び海岸線地域では、水産養殖が行われている。これらの養殖は、水産業者によるものが多く、養殖事業に従事する地域住民は多くない。また、火山灰の堆積によって上流部の森林が失われた状況では、近海を含め下流域の養殖場、漁場としての機能が低下しており、多くの収益が見込める環境にはない。このような利用できる土地や資源の少ない状況から、地域全体の経済的発展が連鎖的に行われる状況には至っていないのが現状である。

4-2 気象・水文

4-2-1 ピナツボ火山周辺地域の気象・水文

(1) 気象

1) 気候区分

フィリピンの気候は、月平均降水量を基準に4つに区分されており、ピナツボ火山周辺地域は図4-2で明らかなようにType Iとなっている。当該地域は11月から4月の乾期と、5月から10月の雨期の2つの季節で特徴づけられ、雨期・乾期の区分が明確な地域である。

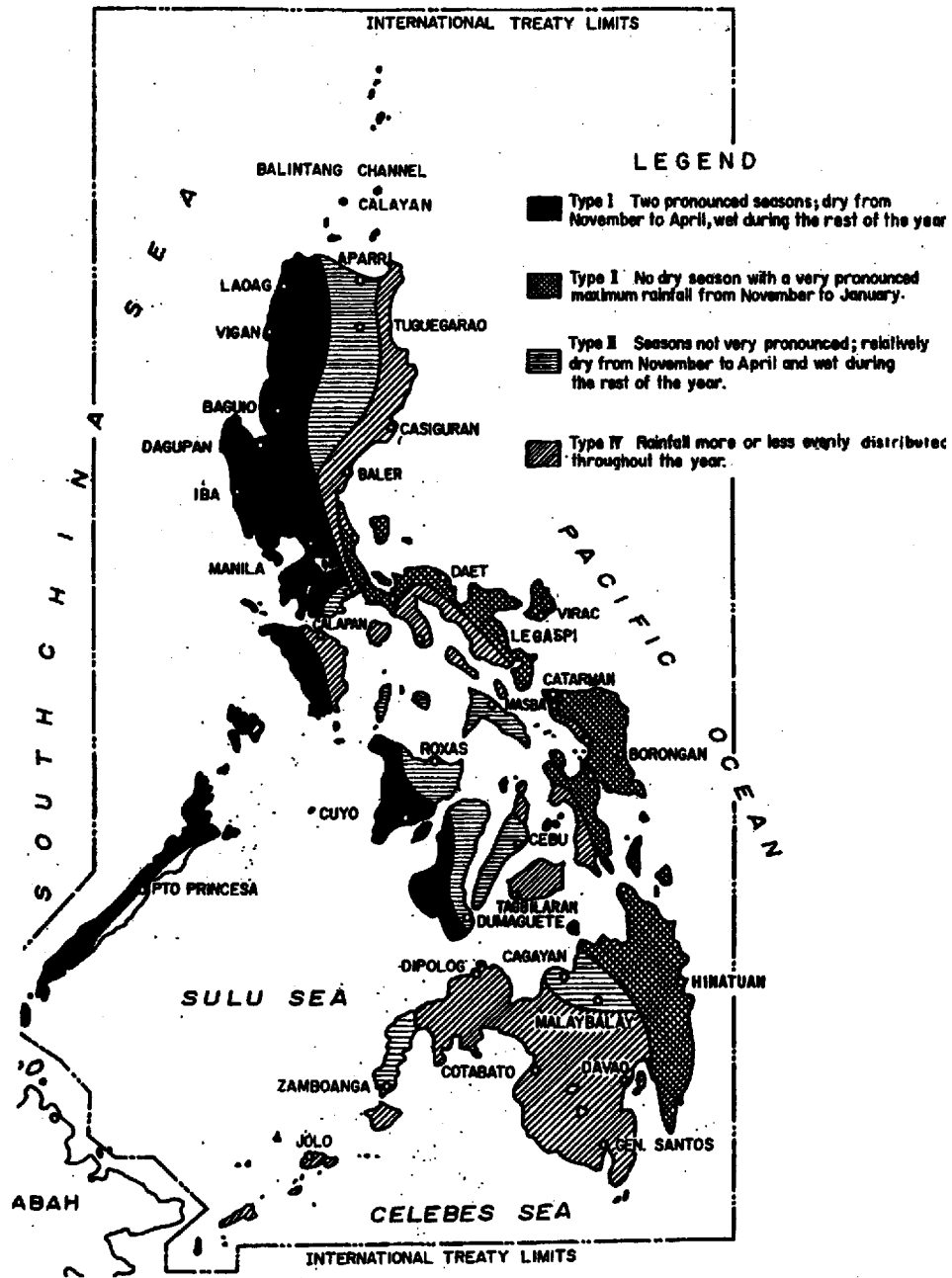


図4-2 フィリピンの気候区分

また、フィリピン東方海域は台風の発生域にあたり、1996～2000年の5年間ではその発生数の約9%がルソン島に上陸している。

表4-1 台風発生数及びルソン島上陸数

西 暦	発生数	上陸数
1996	26	2
1997	28	0
1998	16	3
1999	22	3
2000	23	2
平 均	23	2

2) 気温特性

ルソン島の年平均気温は約27℃で地域的变化はほとんどない。年間変化も乾期から雨期に入る5月ごろが28.3℃と最も高く、雨期の終わる12月が25.9℃と最も低い。その差はわずか2.4℃である(図4-3)。

3) 降雨特性

ルソン島各地域の降雨特性は図4-4に示すとおりである。

ルソン島の中央西側に位置する本調査対象地域は特に雨期と乾期の降雨量差が顕著であり、月別の分析では最も多い8月で約1,100mm、最も少ない1月では数十mm程度となっている。

特にピナツボ火山の西部地域は、雨期(5～10月)には南西からのモンスーンによって降水量が多く、年間降水量は3,000～4,000mmに達している(図4-5)。

さらに、ピナツボ火山周辺は気候区分では同じTypeに属するが、火山の西側と東側でその気象特性は大きく異なっている。フィリピンの年平均降水量約2,500mmに対して西側は約3,800mm、東側は約1,900mmである(表4-2、図4-6)。

なお、ルソン島中部における代表的雨量観測所の年間降水量の推移によれば、1972年に年間降雨量は最大値を記録しており、1983年には異常渇水が発生している。傾向としては1991年のピナツボ火山噴火以降はほぼ平年並みの降雨量を示している。

表4-2 ピナツボ火山周辺降水量

(mm)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
Iba, Zambales	7	5	18	43	265	578	936	959	694	229	91	36	3,861
Tarlac, Tarlac	7	11	22	60	191	260	408	401	291	165	83	32	1,931

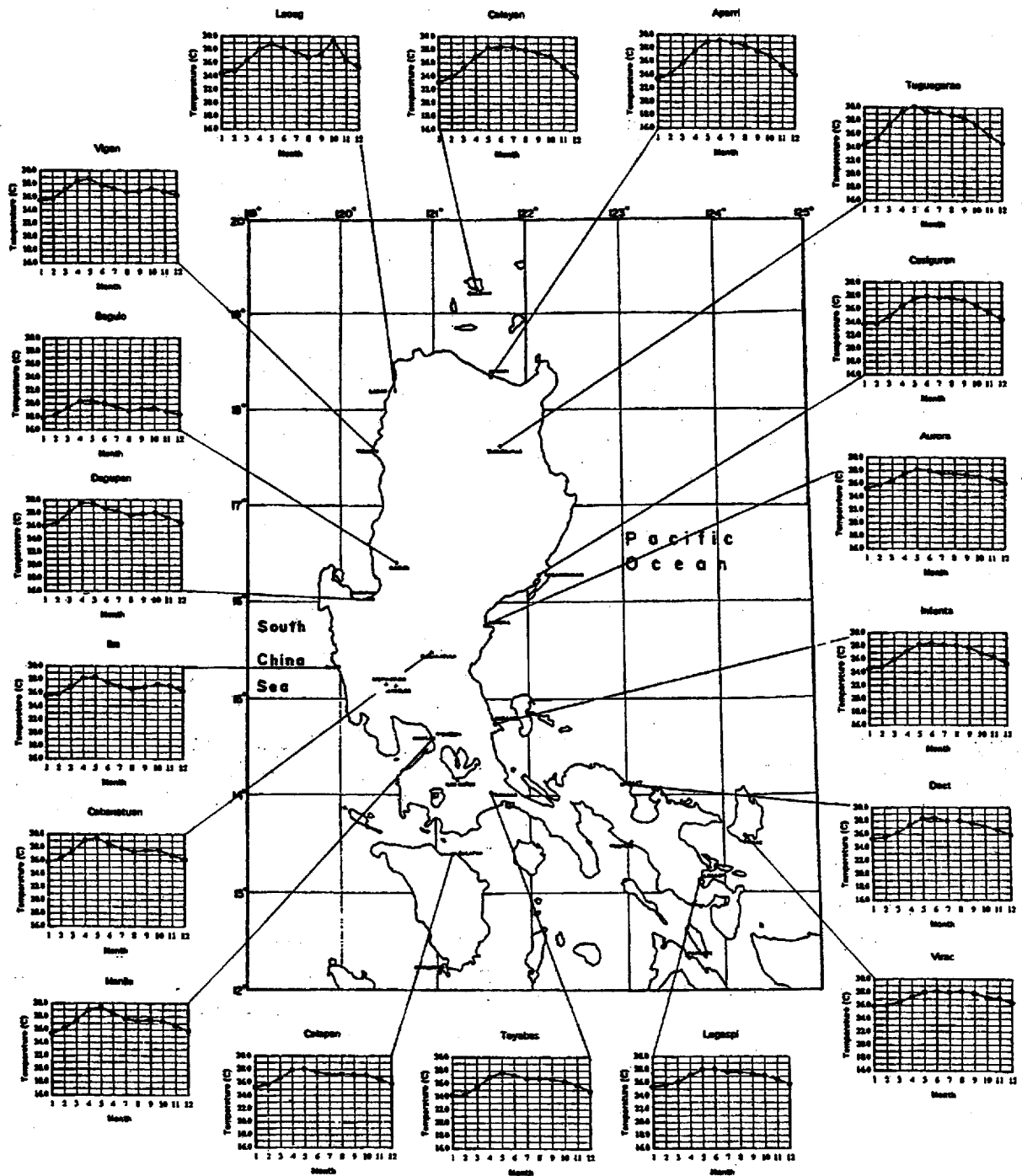


図 4-3 ルソン島各地点年間気温変化

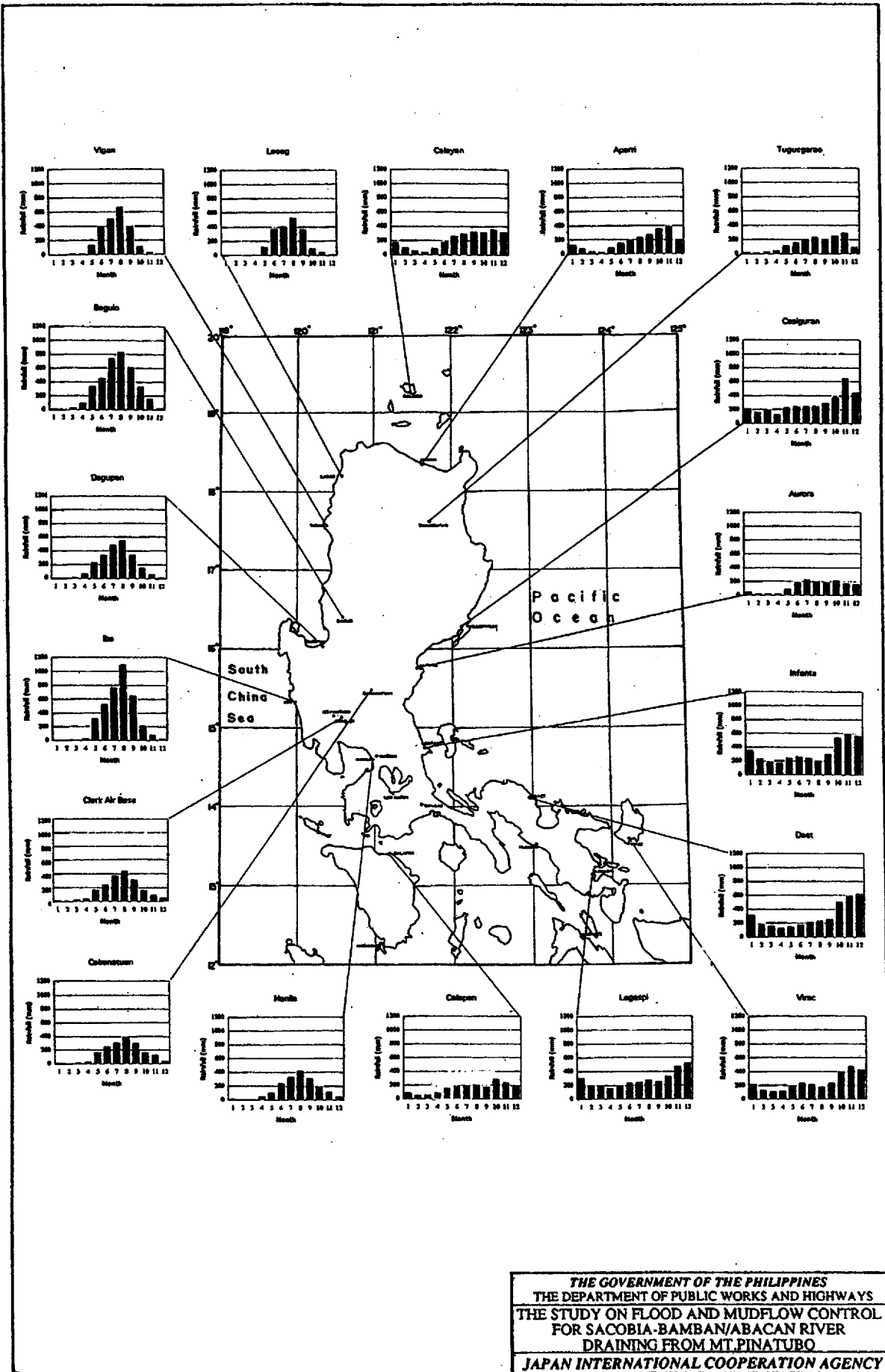


图 4-4 主要地点降水量年間变化

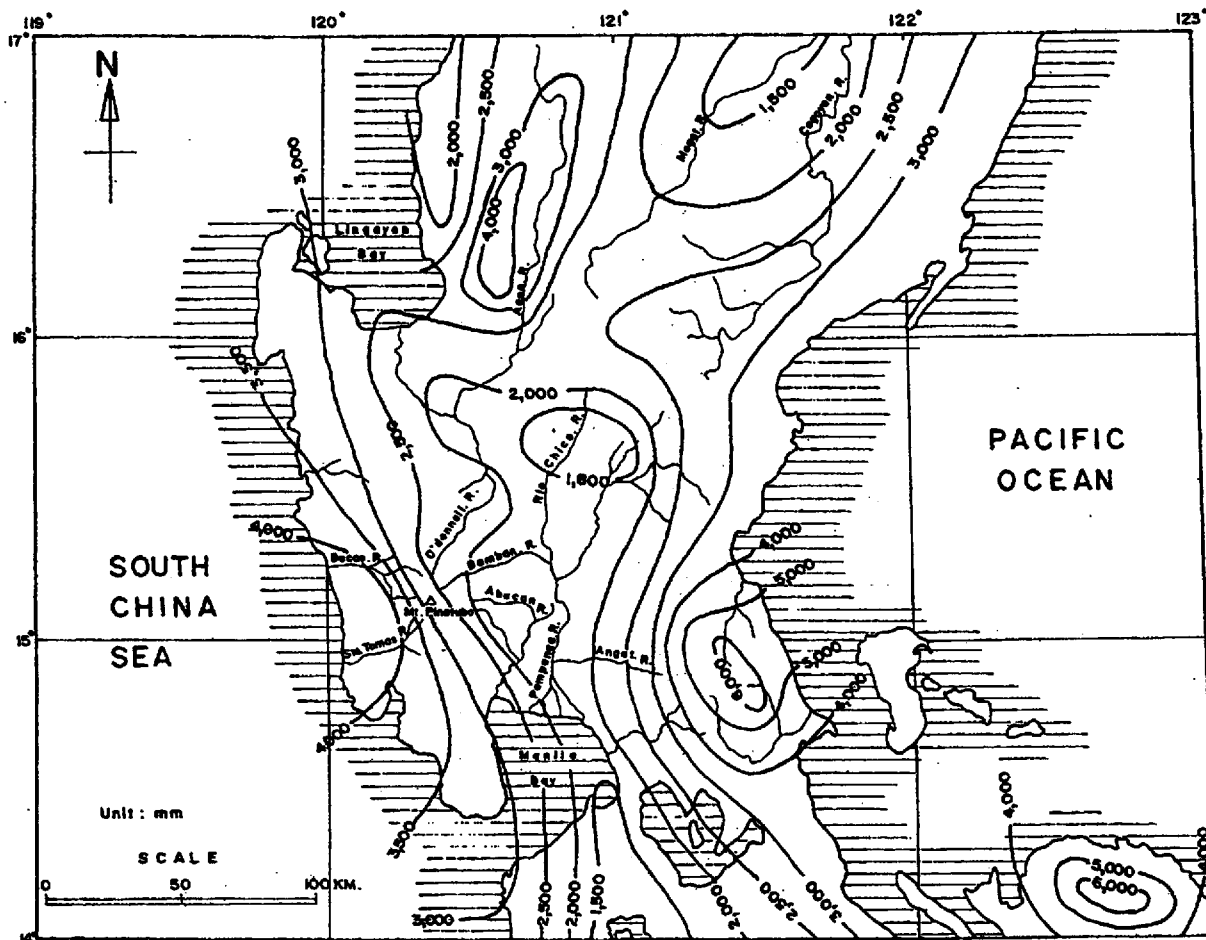


図 4 - 5 Isohyetal Map of Annual Rainfall

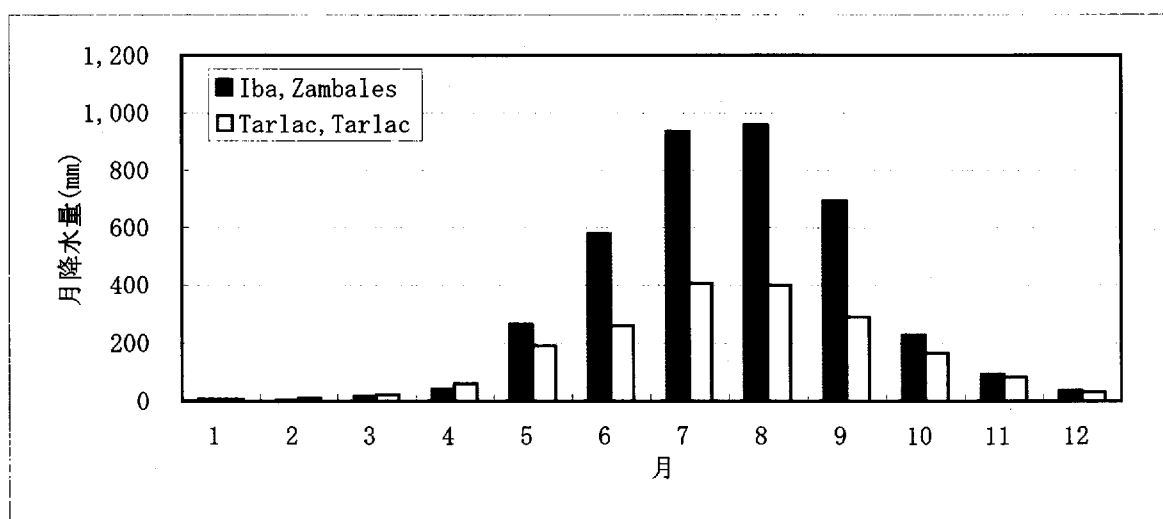


図 4 - 6 ピナツボ火山周辺降水量

本調査対象地域内に位置するイバ、対象地域に隣接する東部の Apalit 及び北部に位置する Dagupan の 3 地点における確率降水量を表 4 - 3 に示す。イバ観測所では 10 年確率による 24hrs 降水量は 409mm に達しており、他の地域に比較して著しく多い。

表 4 - 3 Computed extreme Values (+in mm) of Precipitation
(mm)

Return Period (yrs)	観測所	60mins	24hrs
10	Iba	123.4	409
	Apalit	64.4	254
	Dagupan	91.9	294
50	Iba	166.3	557
	Apalit	83.5	355
	Dagupan	123.7	400
100	Iba	184.4	619
	Apalit	91.6	397
	Dagupan	137.2	445

(2) 水 文

1) 観測システム

ピナツボ火山周辺では以下の 4 機関が雨量、水位等の観測を実施している。

PAGASA (フィリピン気象庁)

DPWH-BRS (公共事業道路省調査基準局)

PHIVOLCS (フィリピン火山地震研究所)

FFWSs (洪水予警報システム : DPWH (公共事業道路省) / NIA (国家灌漑省) /

NPC (国家電力公社))

それぞれの観測内容及び観測地点位置は次のとおりである。

PAGASA (フィリピン気象庁)

雨量観測を継続して行っており、ルソン島中部における代表的な観測所として、Dagupan、イバ、Clark Air Base、マニラ等があげられ、本調査対象区域に位置する雨量観測所はイバに設置されている (図 4 - 7)。

DPWH-BRS (公共事業道路省調査基準局)

雨量、水位及び流量の観測が実施されており、ピナツボ火山周辺の雨量観測所は 1993 年時点で 14 か所である。このうち、西部のブカオ (Bucao) 川、マロマ (Maloma) 川、サント・トーマス川の各流域の雨量観測所は平野部に 4 か所設置されている (図 4 - 7)。

また、火山周辺の水位観測所は1993年時点で15か所あり、このうち、西部3河川ではいずれも国道7号線の橋梁地点に設置されている。観測はその後も継続して実施されているが、サント・トーマス川については河床堆積土砂の上昇によって現在、観測不能となっている。

なお、観測データは、火山噴火以前の1990年までは集計され、分析されていることが今回の調査で確認されたが、1991年以降の分析は進行中であり、生データの入手も困難な状況である。

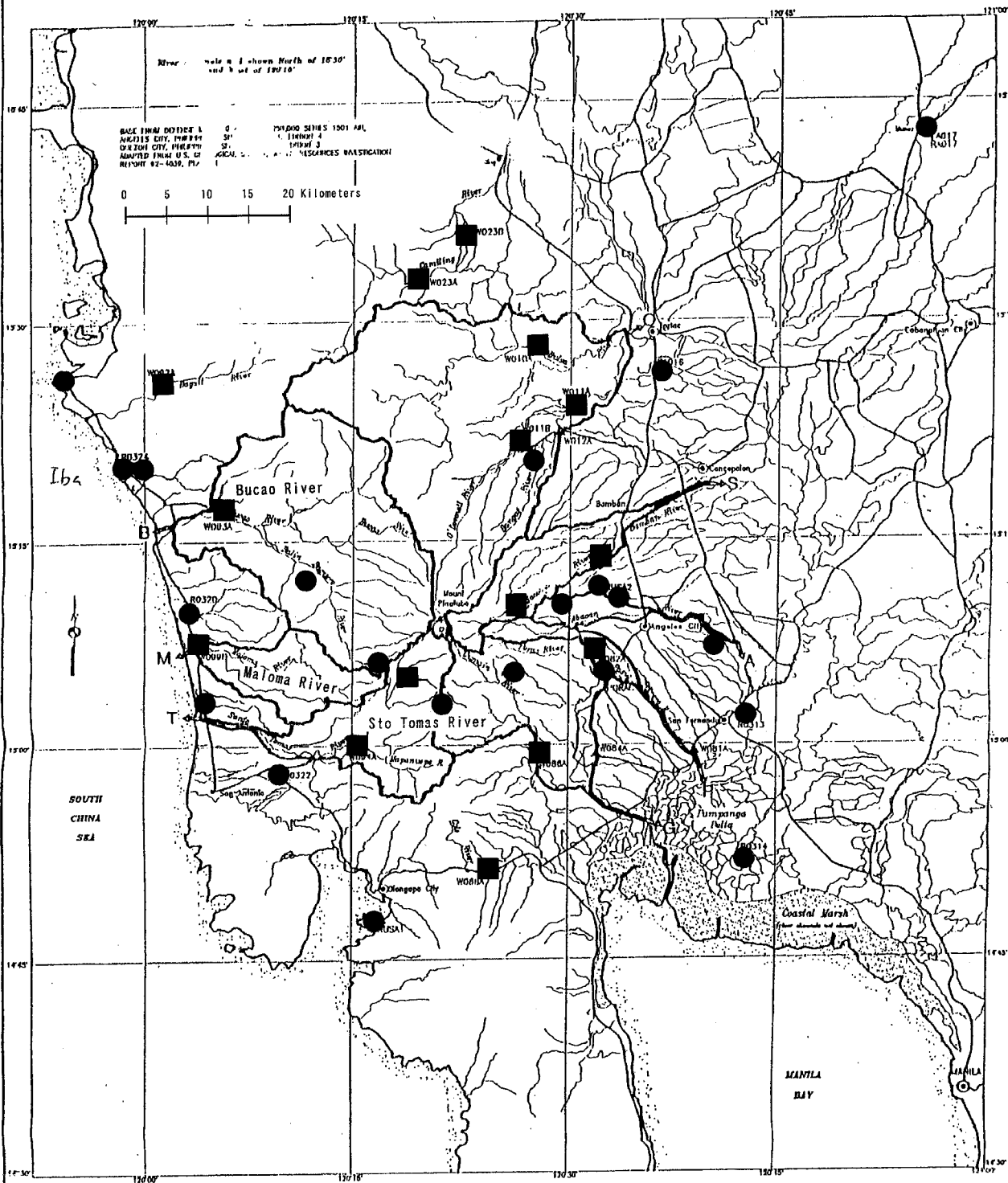
PHIVOLCS (フィリピン火山地震研究所)

火山噴火直後の1991年に雨量観測所6か所、水位観測所7か所が設置され、そのうち西部河川流域には、雨量観測所3か所が設置されている(図4-7)。

FFWSs (洪水予警報システム : DPWH/NIA/NPC)

ルソン島のOverall System Network of FFWSsの観測所位置は図4-8に示すとおりである。

雨量観測所59か所、水位観測所34か所、ただし、洪水予警報システム(FFWSs)は、パンパンガ(Pampanga)川、アグノ(Agno)川、カガヤン(Cagayan)川、ビコール(Bicol)川の4水系のみであり、ピナツボ火山西部3河川には、現在、FFWSsがない。



4-7 Location of Hydrometeorological Data Station

Symbol Key

	Rain gauge	Flow Sensor
DPWH-BRS	●	■
PHIVOLCS	●	■
PAGASA	●	—

LOCATION MAP
OVERALL SYSTEM NETWORK OF FFWSs
 (FFWSDO / ABC/ PAMPANGA FFWS)

箇所数	雨量	水位	警報
カガヤン川流域	5	5	
アグノ川流域	7	7	
パンパンガ川流域	14	8	
ビコール川流域	8	6	
マガットダム(NIA)	6	2	15
ピンガ/アングラオダム(NPC)	5	2	18
パンタバンガダム(NIA)	4	1	19
アンガットダム(NPC)	4	3	17

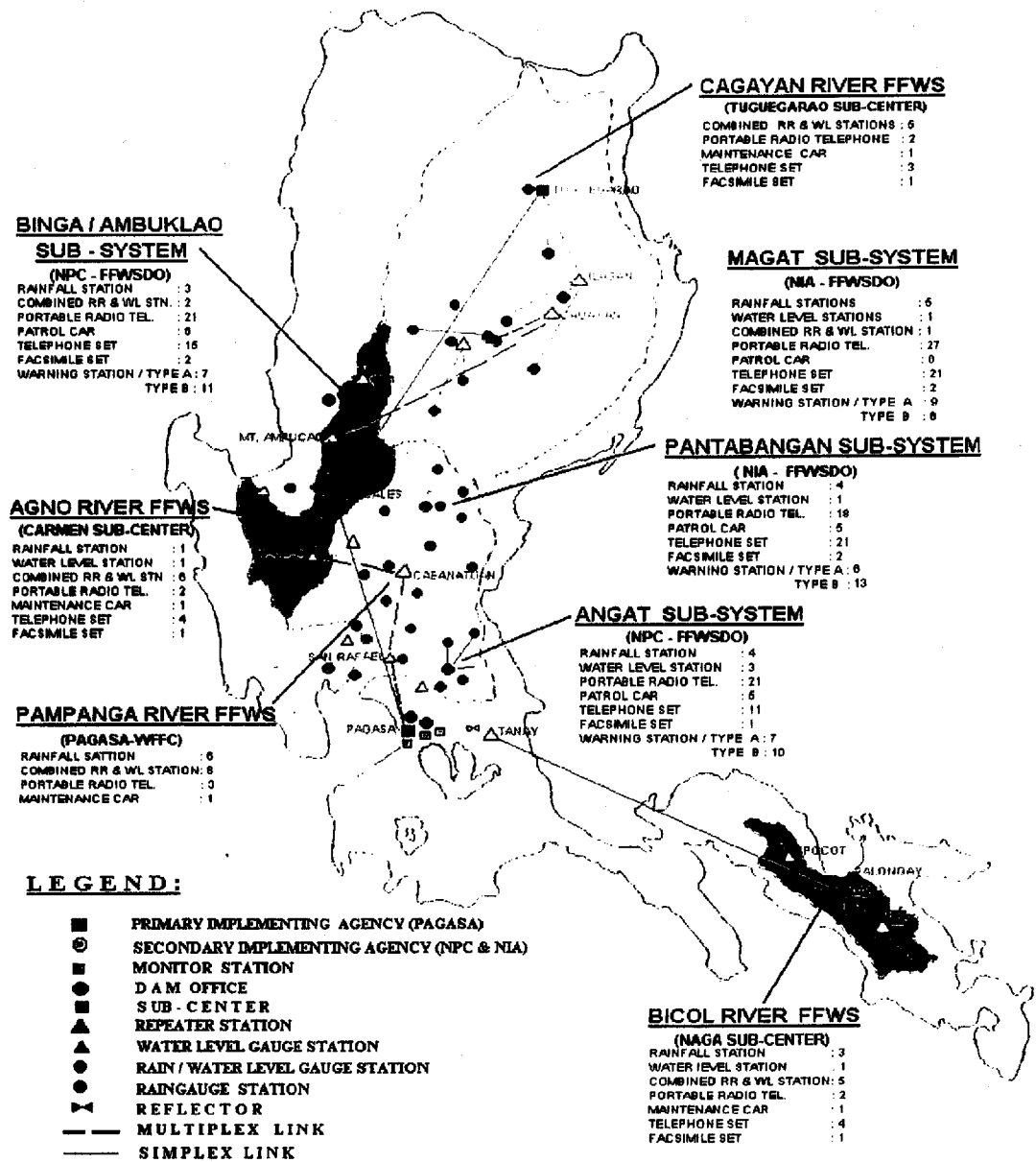


図 4 - 8 Location of Hydrometeorological Data Station(FFWSs)

調査対象の3河川にはいずれも水位観測所が設置されており、ブカオ川では1955年からSan Juan、ボトラン地点（流域面積615km²）で実施されていた水位観測が、1983年以降Carael、ボトラン地点（流域面積668km²）で観測されている。

なお、今回の現地調査によって1983年4月から1990年9月（火山噴火前）までの観測データが得られていることが確認された。

これらの観測データの中で欠測なく通年のデータが得られているブカオ川の1984年、1986年、1989年の月平均流量の変化をそれぞれ表4-4、図4-10、図4-11、図4-12に示す。

この結果、各年とも雨期の7月から9月にかけて流量が著しく増加していることが判明し、特に1983年4月から1990年9月までの観測データ中の最大値は1990年9月1日の2,649m³/sであり、同9月の月平均流量も1,129m³/sと最大であった。表4-4から、算出されたブカオ川の比流量は60.9～212.4l/s/km²であった。

マロマ川及びサント・トーマス川についてはブカオ川と同様なデータが得られていなかったが、表4-4に示すブカオ川の比流量を用いて月平均流量を算出すると、マロマ川（流域面積約165km²）では10.1m³/sから35.0m³/s程度、サント・トーマス川（流域面積約371km²）では22.6m³/s～78.8m³/s程度と推定される。

表4-4 月平均流量の変動（ブカオ川、Carel、ボトラン、1984、1986、1989年）

1984年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
月平均流量 m ³ /s	93.190	9.100	9.100	8.967	11.010	86.223	91.213	369.382	67.073	62.042	53.807	28.139	67.115
比流量 l/s/km ²	13.95	13.62	13.62	13.42	16.48	129.08	136.55	552.97	100.41	92.88	80.55	42.12	100.47
流出高 mm	37.37	34.13	36.49	34.79	44.14	334.57	365.73	1481.07	260.26	248.76	208.78	112.82	3198.91

1986年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
月平均流量 m ³ /s	37.703	10.354	9.455	7.780	7.913	27.627	156.983	59.006	111.143	38.503	11.427	10.356	40.687
比流量 l/s/km ²	56.44	15.5	14.15	11.65	11.85	41.36	235	88.33	166.38	57.64	17.11	15.5	60.91
流出高 mm	151.17	37.5	37.91	30.19	31.73	107.2	629.43	236.59	431.26	154.38	44.34	41.53	1933.23

1989年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
月平均流量 m ³ /s	18.177	13.493	14.797	14.133	20.842	68.047	247.558	696.624	410.495	122.623	48.773	26.945	141.876
比流量 l/s/km ²	27.21	20.2	22.15	21.16	31.2	101.87	370.6	1042.85	614.51	183.57	73.01	40.34	212.39
流出高 mm	72.88	48.87	59.33	54.84	83.57	264.04	992.6	2793.17	1592.82	491.67	189.25	108.04	6751.07

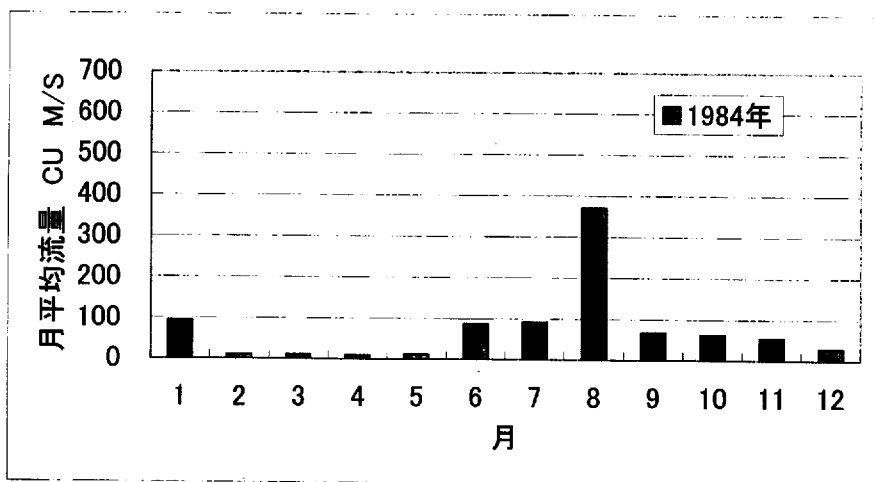


図4-10 平均流量の変動 (ブカオ川、Carel、ボトラン、1984年)

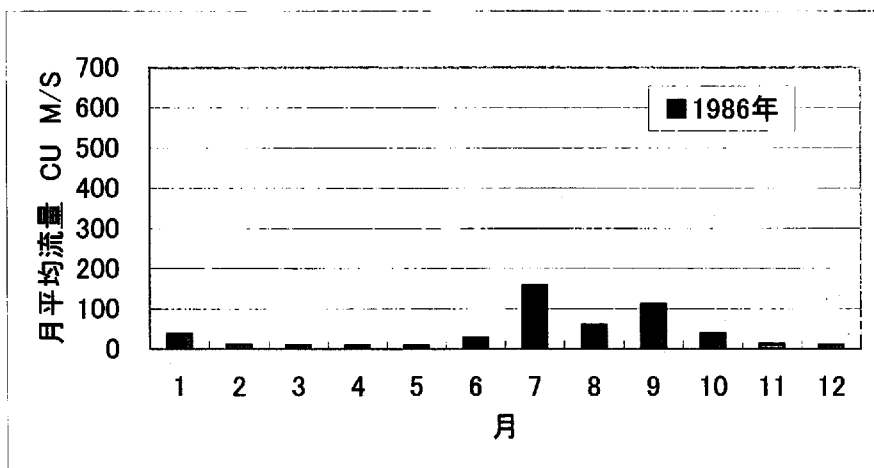


図4-11 月平均流量の変動 (ブカオ川、Carel、ボトラン、1986年)

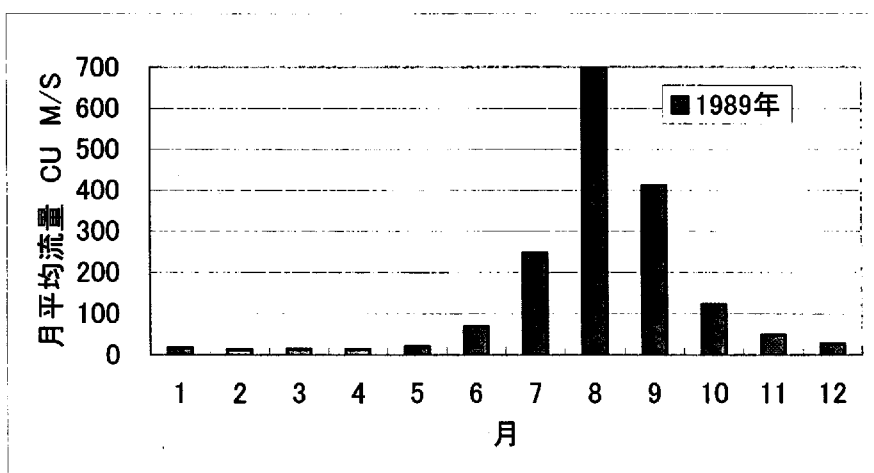


図4-12 月平均流量の変動 (ブカオ川、Carel、ボトラン、1989年)

4-2-2 河川及び流域の状況

(1) フィリピンの指定基本河川流域及び指定主要河川流域の概要

フィリピン国家水資源委員会 (NWRC、現在はNWRB) は、1967年、全国の河川を12水資源地域に区分するとともに流域面積40km²以上のものを基本河川流域(Principal River Basin)とし、かつ1,400km²以上のものを主要河川流域 (Major River Basin) として指定した。前者の流域指定数は421、後者は18である。

ちなみに、18主要河川流域の合計面積は約10万8,700km²であり、国土総面積に占める割合は約36%である。このうち、灌漑耕作の可能面積は約2万4,300km²であり、18主要河川流域面積に占める割合は約22%となっている(図4-13、表4-5)。

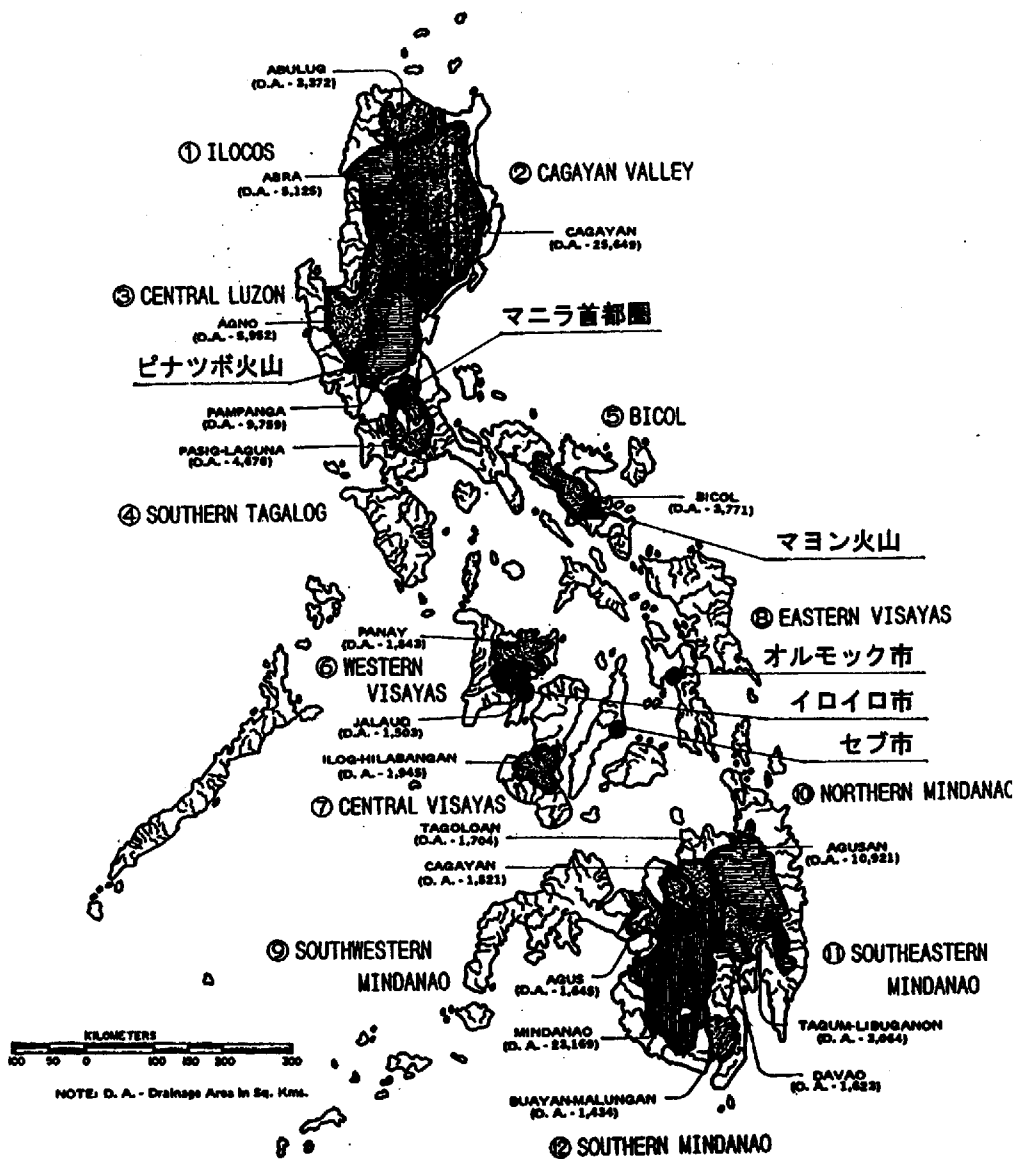


図4-13 Water Resources Regions in the Philippines (Source : NWRC)

表 4 - 5 Major River Basin of the Philippines

Rank ^{*1}	Name of River Basin	Region	Drainage (km ²)	Level Area ^{*2} (km ²)	Annual Runoff (MCM)
1	Cagayan	Cagayan Valley	25,649	3,546	53,943
2	Mindanao	Southern Mindanao	23,169	5,132	26,899
3	Agusan	Northern Mindanao	10,921	2,494	27,880
4	Pampanga	Central Luzon	9,759	6,660	10,930
5	Agno	Central Luzon	5,952	1,883	6,654
6	Abra	Ilocos	5,125	299	12,551
7	Pasig-Laguna Bay	Southern Luzon	4,678	1,065	7,485
8	Bicol	Bicol	3,771	549	5,102
9	Abulug	Cagayan Valley	3,372	178	7,121
10	Tagum-Libuganon	Southeastern Mindanao	3,064	504	6,128
11	Ilog-Hilabangan	Western Visayas	1,945	645	2,474
12	Panay	Western Visayas	1,843	430	2,344
13	Tagoloan	Northern Mindanao	1,704	173	4,350
14	Agus	Southern Mindanao	1,645	36	918
15	Davao	Southeastern Mindanao	1,623	164	3,246
16	Cagayan	Northern Mindanao	1,521	86	3,883
17	Jalaud	Western Visayas	1,503	301	1,912
18	Buayan-Malungun	Southeastern Mindanao	1,434	150	2,870
Total			108,678	24,295	186,690

Note ^{*1}: Rank of the basin is based on the magnitude of drainage area.

^{*2}: Plain includes the level land with slopes of less than 3% which is suitable for irrigation development.

Source :Principal River Basins of the Philippines -NWRC

流域面積で分類した流域の分布は表 4 - 6 に示すとおりであり、流域面積 101 ~ 1,000km²の流域数が全体の約79%を占めている。本調査対象3三河川の流域面積は各々国内における頻度の高い流域面積に該当する河川であることが分かる。

表 4 - 6 流域面積別の流域数

流域面積 (km ²)	流域数	本調査対象河川
50 ~ 100	51	
101 ~ 200	113	マロマ川
201 ~ 500	155	サント・トーマス川
501 ~ 1,000	63	ブカオ川
1,001 ~ 2,000	22	
2,001 ~ 5,000	9	
5,001 ~ 10,000	5	
10,000 以上	3	
計	421	

(2) 3 河川及び流域の概要

1) 調査対象流域

本調査の対象とする流域は、表 4 - 7 及び図 4 - 14 に示すとおりである。それらの流域はピナツボ火山の西部にあって互いに隣接しており、北から順にブカオ川、マロマ川、サント・トーマス川の 3 河川流域であるが、このほか、サント・トーマス川の南側に位置する洪水泥流等の影響を受ける危険区域及びブカオ、マロマ両川の下流域には含まれて泥流等の影響を直接受けない其他流域が含まれる。

表 4 - 7 対象流域の概要

流域区分	流域面積 (km ²)	面積比率 (%)	流路延長 (km)
ブカオ川	680	43.1	64
マロマ川	165	10.4	35
サント・トーマス川	371	23.5	52
洪水泥流危険区域	215	13.6	-
その他	148	9.4	-
合計	1,579	100.0	

2) 流路延長

表 4 - 7 に、3 河川の幹川流路延長を示す。最も流域面積が大きいブカオ川で約 64km、サント・トーマス川で約 52km、最も流域面積が小さいマロマ川で約 35km である。

3) 河床勾配

表 4 - 8、表 4 - 9 及び図 4 - 15 に、3 河川の河床勾配を示す。

3 河川に共通していえることは、ピナツボ火山山頂から標高 400 m 付近までは急勾配を形成しているが、一方で標高 100 m 以下の平野部では極めて緩勾配となっていることである。

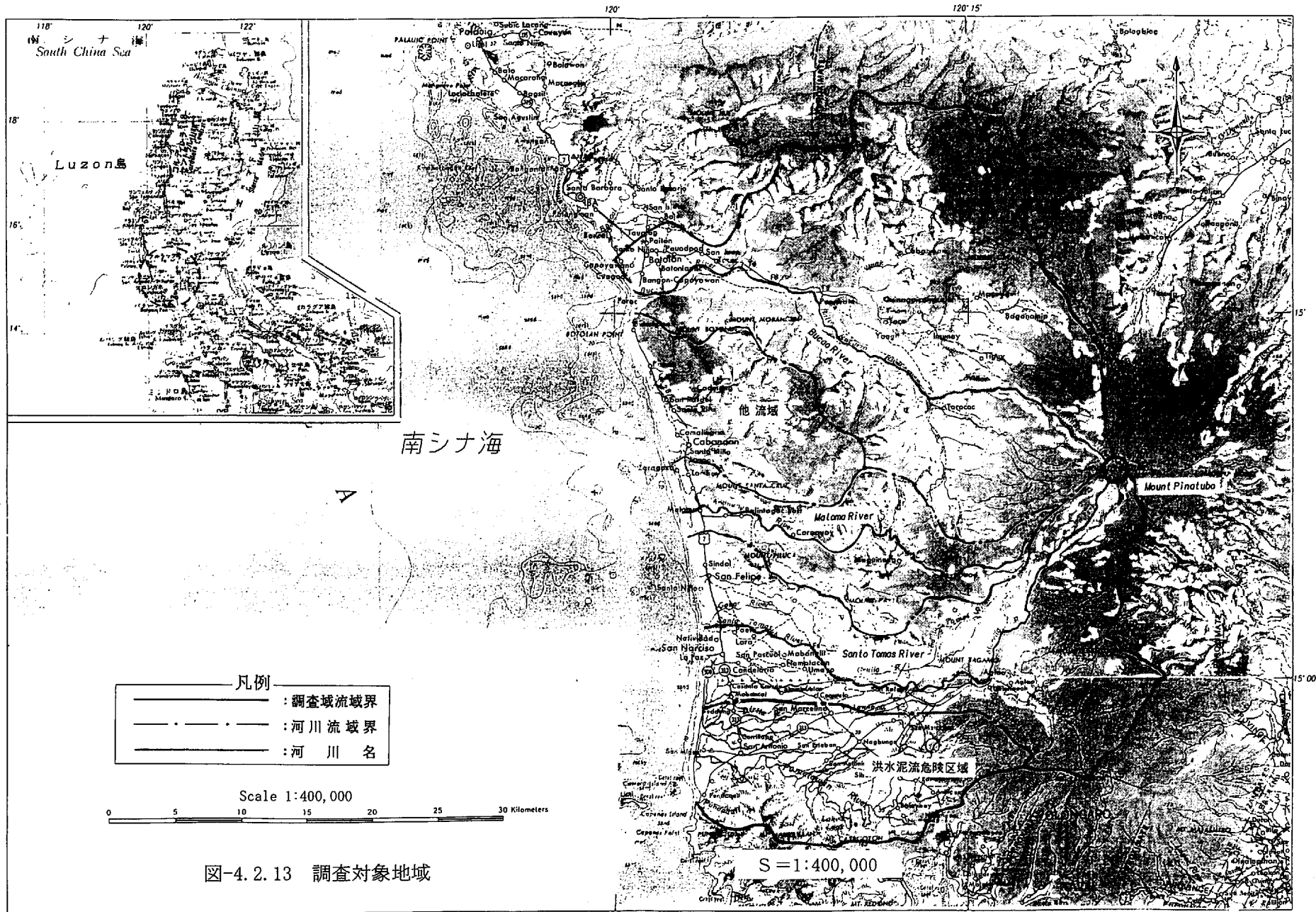


図-4.2.13 調査対象地域

図4-14 調査対象地域

表 4 - 8 ブカオ川の河床勾配

ブカオ川 (1)

測点	区間距離(m)	延長距離(m)	標高(m)	落差(m)	勾配(1/n)
1		0.0	1,200.0		
2	150.0	150.0	1,100.0	100.0	1.50
3	350.0	500.0	1,000.0	100.0	3.50
4	500.0	1,000.0	900.0	100.0	5.00
5	1,000.0	2,000.0	800.0	100.0	10.00
6	1,500.0	3,500.0	700.0	100.0	15.00
7	1,500.0	5,000.0	600.0	100.0	15.00
8	1,500.0	6,500.0	500.0	100.0	15.00
9	2,500.0	9,000.0	400.0	100.0	25.00
10	3,000.0	12,000.0	300.0	100.0	30.00
11	3,000.0	15,000.0	200.0	100.0	30.00
12	2,000.0	17,000.0	180.0	20.0	100.00
13	5,000.0	22,000.0	100.0	80.0	62.50
14	3,500.0	25,500.0	80.0	20.0	175.00
15	2,000.0	27,500.0	60.0	20.0	100.00
16	2,000.0	29,500.0	50.0	10.0	200.00
17	1,000.0	30,500.0	40.0	10.0	100.00
18	2,000.0	32,500.0	30.0	10.0	200.00
19	3,000.0	35,500.0	20.0	10.0	300.00
20	2,500.0	38,000.0	10.0	10.0	250.00
21	8,000.0	46,000.0	0.0	10.0	800.00

ブカオ川 (2)

測点	区間距離(m)	延長距離(m)	標高(m)	落差(m)	勾配(1/n)
1			1,200.0		
2	500.0	500.0	1,100.0	100.0	5.00
3	500.0	1,000.0	1,000.0	100.0	5.00
4	500.0	1,500.0	900.0	100.0	5.00
5	500.0	2,000.0	800.0	100.0	5.00
6	1,000.0	3,000.0	700.0	100.0	10.00
7	1,000.0	4,000.0	600.0	100.0	10.00
8	2,000.0	6,000.0	500.0	100.0	20.00
9	2,500.0	8,500.0	400.0	100.0	25.00
10	2,000.0	10,500.0	300.0	100.0	20.00
11	3,500.0	14,000.0	200.0	100.0	35.00
12	250.0	14,250.0	190.0	10.0	25.00
13 (1)-12	3,500.0	17,750.0	180.0	10.0	350.00

ブカオ川 (3)

測点	区間距離(m)	延長距離(m)	標高(m)	落差(m)	勾配(1/n)
1			820.0		
2	250.0	250.0	800.0	20.0	12.50
3	750.0	1,000.0	700.0	100.0	7.50
4	1,000.0	2,000.0	600.0	100.0	10.00
5	1,500.0	3,500.0	500.0	100.0	15.00
6	2,500.0	6,000.0	400.0	100.0	25.00
7	3,000.0	9,000.0	300.0	100.0	30.00
8	5,500.0	14,500.0	200.0	100.0	55.00
9 (2)-12	1,500.0	1,500.0	190.0	10.0	150.00

表4-9 マロマ川及びサント・トーマス川の河床勾配

マロマ川

測点	区間距離(m)	延長距離(m)	標高(m)	落差(m)	勾配(1/n)
1			500.0		
2	1,000.0	1,000.0	400.0	100.0	10.00
3	2,000.0	3,000.0	300.0	100.0	20.00
4	3,000.0	6,000.0	200.0	100.0	30.00
5	5,000.0	11,000.0	100.0	100.0	50.00
6	12,500.0	23,500.0	10.0	90.0	138.89
7	11,500.0	35,000.0	0.0	10.0	1,150.00

サント・トーマス川 (1)

測点	区間距離(m)	延長距離(m)	標高(m)	落差(m)	勾配(1/n)
1			1,200.0		
2	500.0	500.0	1,100.0	100.0	5.00
3	500.0	1,000.0	1,000.0	100.0	5.00
4	500.0	1,500.0	900.0	100.0	5.00
5	500.0	2,000.0	800.0	100.0	5.00
6	1,000.0	3,000.0	700.0	100.0	10.00
7	1,000.0	4,000.0	600.0	100.0	10.00
8	500.0	4,500.0	550.0	50.0	10.00
9	500.0	5,000.0	500.0	50.0	10.00
10	1,000.0	6,000.0	400.0	100.0	10.00
11	1,500.0	7,500.0	300.0	100.0	15.00
12	3,500.0	11,000.0	200.0	100.0	35.00
13	3,000.0	14,000.0	160.0	40.0	75.00
14	4,000.0	18,000.0	110.0	50.0	80.00
15	6,500.0	24,500.0	60.0	50.0	130.00
16	4,000.0	28,500.0	50.0	10.0	400.00
17	2,500.0	31,000.0	40.0	10.0	250.00
18	3,000.0	34,000.0	20.0	20.0	150.00
19	12,500.0	46,500.0	0.0	20.0	625.00

サント・トーマス川 (2)

測点	区間距離(m)	延長距離(m)	標高(m)	落差(m)	勾配(1/n)
1			1,100.0		
2	500.0	500.0	1,000.0	100.0	5.00
3	500.0	1,000.0	900.0	100.0	5.00
4	1,000.0	2,000.0	800.0	100.0	10.00
5	1,000.0	3,000.0	700.0	100.0	10.00
6	1,000.0	4,000.0	600.0	100.0	10.00
7 (1)-8	1,000.0	5,000.0	550.0	50.0	20.00

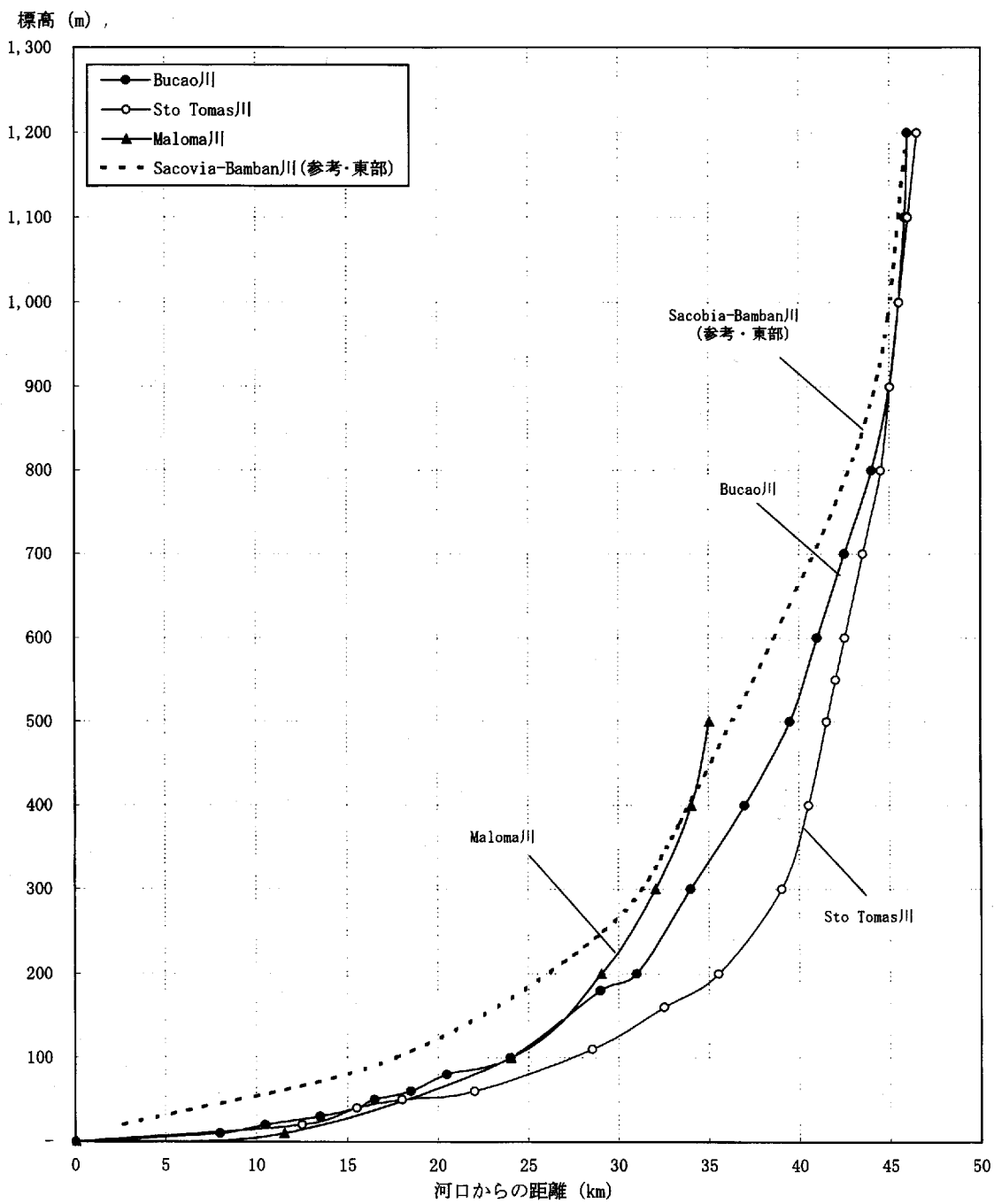


図 4 - 15 西部 3 河川及び東部代表河川の河床縦断面図

4) 3 河川の河道状況

ブカオ川

ピナツボ火山噴火堆積物の下流への流出は10年を経た現在も続いており、ブカオ川中・下流部は激しい河床の上昇とともに面的な広がりをも見せている。

国道7号線のブカオ橋地先でも河床上昇や偏流の発生によって、橋梁の右岸側が流出したため、道路管理者のDPWHによって仮橋が架けられている（写真4 - 1）。



写真4 - 1

国道7号ブカオ橋：右岸側が流失したため応急継ぎ足しがDPWHによって実施されている。

噴火前のブカオ川は右支Baquilan川合流後の平野部で右岸寄りに流れていたため、左岸側には耕作地帯が広がっていた。現在は跡形もなく埋没しており、しかも河床堆積土砂は左岸側Munti山の山すそにまで広がっており、一面の砂漠模様を呈している（写真4 - 2）。

なお、現在の河床上昇高は約5 mと推定される。

ブカオ川の築堤及び護岸は、右支Baquilan川下流部から国道7号線ブカオ橋までの右岸側にのみ施工されており、DPWHによる補修工事が現在も続けられている（写真4 - 3）。

また、低水流量に関しては、ブカオ川本川に加えて左支バリン・バケロ（Balin Baquero）川が合流しているため、比較的豊かな流出量が確認された。



写真 4 - 2

ブカオ川：河口から上流部を望む。ブカオ橋上流は一面砂漠模様を呈している。

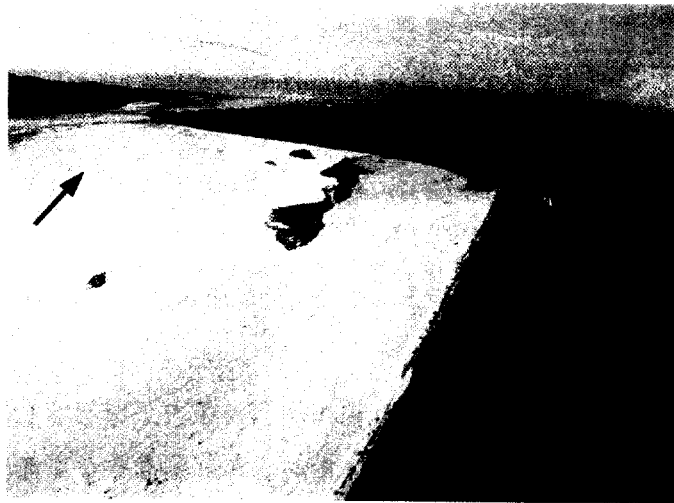


写真 4 - 3

ブカオ川下流部：右岸側堤防の現況、遠方に国道 7 号線ブカオ橋及び河口を望む。

②マロマ川

国道 7 号線マロマ橋の上下流にコンクリート張り護岸がザンパレス州によって完成している。しかし、河床上昇の影響を受けて、2001 年 8 月の出水時には泥流が護岸の天端を越流したため、後背地の田畑や国道に被害をもたらしている。

総論的には、ブカオ川及びサント・トーマス川に比べて土砂の流入・堆積、国道橋のクリアランス等に大きな問題点はないと思われる（写真 4 - 4、写真 4 - 5）。



写真 4-4

マロマ川：国道7号線マロマ橋地点の上下流



写真 4-5

マロマ川：国道7号線マロマ橋。クリアランスは他の2河川に比べてまだ余裕がある。

③サント・トーマス川

図4-16にサント・トーマス川におけるラハール堆積物と築堤状況を示す。この図によって現河道内には1995年のラハールが全面的に堆積している状況が分かる。

国道7号線マクルクル (Maculcol) 橋から上流の右岸側は、延長約5 kmの築堤及びふとん籠表法覆工が築造されており、左岸側は、延長約18.8kmの築堤及びコンクリート表法覆工が築造されている。これらは1993年から8年間にわたって施工されたものであり、現在もなお引き続き実施中である。

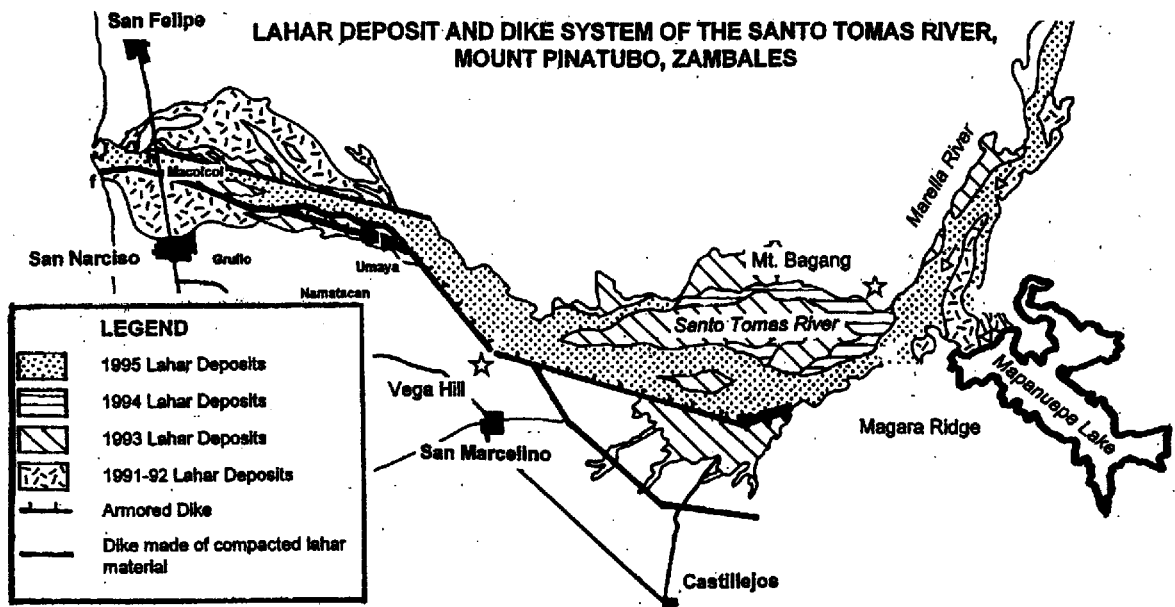


図 4 - 16 Lahar deposit and dike map of the Sto Tomas-Marella River System.

Closed triangles indicate damaged portions of the dike system.



写真 4 - 6

Mapanuepe 閉塞湖からサント・トーマス川の中・上流を望む。

サント・トーマス川下流における 2001 年 1 月から 10 月までの河道掘削土量は約 30 万 m³と報告されているが、流入土砂がそれをはるかに上回っているとみられ、掘削の効果はほとんど確認することができなかった (写真 4 - 7)。

サント・トーマス川下流部の本流河道に関しては、火山噴火前と後で変わっていない。むしろ、噴火後のラハール流出が広大な平野デルタ地帯に自然に拡散していたものを無理に元の河道に戻して法線を定めたことにより、上流からの洪水・泥流のすべ

てが現在の河道に集中しているのである。河道内の土砂堆積量は膨大で、平均堆積深は約 8 m と推定される。

国道 7 号線のマクルクル橋のクリアランス（橋梁の桁下余裕高）は既にゼロに近い（写真 4 - 8）。主要道路であるがゆえに、出水による通行不能が懸念されるところである。

さらに、サント・トーマス川水系の流路の特徴として、支川の流末がラハール堆積物によってせき止められて出現した閉塞湖があげられる。数ある中でも Mapanuepe 閉塞湖は規模が大きい（図 4 - 16、写真 4 - 6）。



写真 4 - 7

サント・トーマス川：国道 7 号線マクルクル橋地点。橋の下流側で土砂掘削が行われている。



写真 4 - 8

サント・トーマス川：国道 7 号線マクルクル橋地点。河床上昇により橋梁のクリアランスがほとんどない状態。

4 - 3 行政・社会状況

4 - 3 - 1 地域の行政組織・機構の概要

地方行政の組織及び機構の概要については、「第3章3 - 2 - 3 地方の組織・機構」の項を参照のこと。ピナツボ火山西部河川流域の大部分を占める行政組織はザンバレス州である。ザンバレス州はRegion 地域で最も西側の南シナ海に面した海岸地域に位置しており、南北に約110km、東西に約30km、面積は3,714km²で1917年3月10日に自治が認められた州である。スペインの統治時代に最も早くから州としての自治が確立していた地域のひとつである。

ザンバレス州は、12のムニシパルと州都であるIba City及びスービック基地の時代には特別区域であったが現在は市となっているオロンガポ、これらの14の行政区により州が構成されている。州内の各行政区域ごとの概要を表4 - 10、図4 - 17に示す。

ピナツボ火山は、ザンバレス州、パンパンガ州、及びタルラック州の3州境付近に山頂があり、西部河川の流域は、ザンバレス州の中央部にあたるボトラン、サン・マルセリーノ、San Narciso、San Felipe、Cabanganの5ムニシパルにまたがっている。これらの5ムニシパルが調査対象地域となり、特にボトランは州の約20%を占める大きな面積を有しており、ピナツボ火山の西部河川流域の大部分がボトランに含まれている。

ボトラン・ムニシパル内の各バラングイにおける人口や面積、自治組織の概要についての資料がなく、詳細な状況は不明である。

表4 - 10 ザンバレス州の行政区域概要

City/ Municipality	Land Area (km ²)	Number of Barangays
Botlan	613.7	31
Cabangan	239.4	22
Candelaria	387.6	16
Castillejos	86.5	14
Iba	153.4	14
Masinloc	306.0	13
Olongapo City	103.3	17
Palauig	310.0	19
San Antonio	205.0	14
San Felipe	103.7	11
San Marcelino	440.9	18
San Narciso	71.6	17
Santa Cruz	414.1	25
Subic	279.2	16

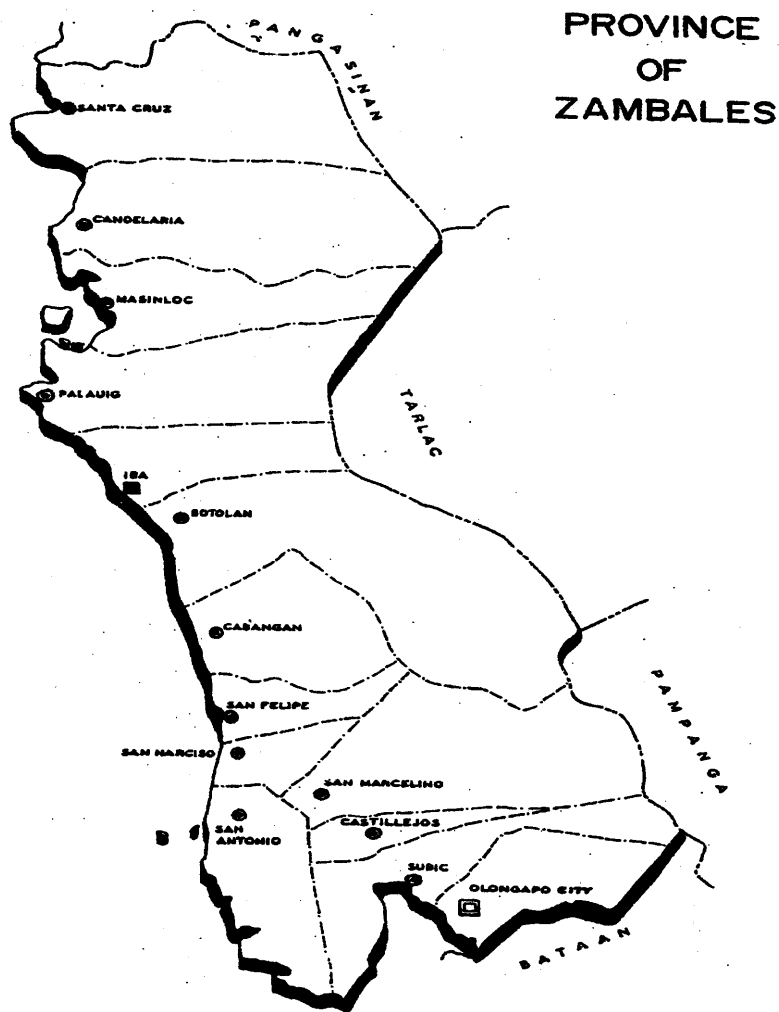


図 4 - 17 ザンバレス州行政区分図

4 - 3 - 2 住民の被災前後の生活の変化と現状

人口統計資料によれば、1950年以降ザンバレス州人口は3～4%程度の割合で着実に増加している。火山噴火による一時的な避難や移住によって大規模な人口の移動があったため、1991年以降中山間地域で人口の減少があったが、海岸地域の地方拠点では常に人口の増加がみられる。今日でも2%程度の人口増加が認められる。

一方、火山噴火前20年間の統計によれば、中山間地域の人口増加は極めて緩慢であった。そして、火山の噴火と同時に中山間地域での居住が困難になったため、ほとんどの住民が災害移住を強いられ、同火山地域から居住者が居なくなり、1991年以降の統計データはとられないまま今日に至っている。噴火後10年を経過した今日に至っても、山間地域の詳細な状況は把握できていない。このような過去の統計資料から推察すると、中山間地域では、既に噴火前から人口の増加に見合った食料の供給が難しく、貧困状態が継続していたものと推察される。

現在、ポトラン市街地の近辺には3か所の避難移住地があり、約2万人が避難生活を続けて

いる。避難移住地は丘の上に建てられた一戸建て集落の形式で、その中心には学校や医療施設、地域センターなどがあり、個人の生活はそれぞれ家族ごとに独立している。住民は、これら避難移住地での生活を基本として、周辺の山林や農地で働いて収入を得ている。しかし、収入源が限られており、避難民のための貧困対策事業が望まれている。

避難所以外の災害対策として、泥流危険地帯に指定されているバランガイがボトラン・ムニシパル内に6か所あり、約1万9,000人が住んでいる。これらのバランガイでは、通常的生活を続けながら、災害時に早期避難を行うため、地方行政が中心となって警戒・避難体制を確立している。

ボトランは、噴火による被害も大きく、早くから諸外国の援助機関によって多くの支援が得られたため、多くの住民は何とか命を維持することができた。当地の被災者移住センターでは、数々のJICAの支援も受けている。例えばセンター内の学校施設や生活用井戸、及びハンドポンプ、ヘルスセンターの施設や医薬品の供与などである。

一方、噴火やその後の泥流による大きな被害を受けながら、国際援助機関からの支援がほとんど得られなかったサンフェルナンド・ムニシパルでは、人々は自力更正を迫られている。サント・トーマス川に沿って水の便が最も良かったサンフェルナンドは、ザンバレス州内でも最もコメの収穫量が多い豊かな穀倉地域であった。しかし、泥流による河川氾濫とともに水田も水路や道路そして家も泥流に流された。その泥流の被害は、3度にわたりサント・トーマス堤防のかさ上げが完了するまで続いた。そして、その後も堆砂によって河床が上昇し、また、いつ氾濫を起こすか知れない状況となっている。このような状況では、被害を受けた水路や道路そして水田を元のように復興しても、泥流に押し流されるため、復興がほとんど進んでいない。そして、現在残る農業施設を維持保全するために最大の努力が払われている状況である。

噴火前のサンフェルナンドは、ボトランに比べ地域全体が比較的豊かであったため、国や諸外国からの復興支援も得られず、住民が個人の力で復旧する以外に方法がなかった。そのため、災害被災者に対する救援措置も、移住センターも設立されなかった。しかし泥流による被害は極めて深刻で、噴火から10年を経た今日でも被害が続いているため、防災と復興のためのリハビリが必要であると同ムニシパルの mayor は語っている。

4 - 3 - 3 災害復興活動の経緯と現状

火山の噴火当時の被災民救援活動は、米国国際開発庁(USAID)や国際援助機関をはじめ、大統領府のタスクフォースが各省庁を取りまとめ、種々の避難・救援活動を実施した。その後、被災者の再定住計画や地域復興計画が実施された。西部河川流域では、主に被災住民の再定住・移転計画が主となった。これは、東部に比べ、降灰の量が格段に多く、地域を復興させるための計画が立てられなかったことに起因しているものと思われる。そのため、現在でも、

ピナツボ火山に近づくためのアクセス道路や電気・電話・水道等のライフラインも寸断されたまま、地域復興の計画は立っていない。また、河川流域では、泥流の危険があるため、地域復興計画の立案に着手できない状態である。

復興活動として早い時期から実施された事業は、サント・トーマス川の堤防のかさ上げ工事であった。この工事は、DPWHのマントピナツボプロジェクトの活動の一環として実施されたもので、サント・トーマス川の左岸に堤高 12 m、堤長約 20km のコンクリートライニングの大規模な堤防を築くものである。これは、3 度にわたるかさ上げ工事を実施し、サンフェルナンドの市街地と穀倉地域を火山灰泥流から守るために設置されたもので、大きな成果があった。

しかし、サント・トーマス川では砂の堆積による急激な河床上昇があり、現在の堤防もあと数年のうちに埋まってしまう可能性が高い。既に一部の水衝部では泥流の越流による痕跡が見られる。このような箇所では早急な補強と補修を行う必要があり、放置すれば決壊につながる危険性がある。

今後、十数年間は堆砂によって、河床の上昇が考えられることから、最も経済的に安全を確保する方法を選択し、計画を実施することが必要である。

4 - 3 - 4 地域社会復興のための課題

火山灰泥流の発生に関するこのような危険がありながら、住民に対する警報・避難体制についても自治体によって対応がバラバラであり、統一されていない。これは地方分権による地方行政の責任で対応することを求めた国の方針によるものである。火山の活動時期に比べれば、現在は泥流発生の危険性が低くなったことは事実である。しかし、災害の危険がなくなったわけではなく、住民の安全確保及び安全対策には、地域の特徴を踏まえた十分な配慮が求められている。今後は住民の積極的な参加を得て、地方行政の責任のうえに安全管理と地域復興の計画を立案することが望まれる。

東部地域との経済格差が大きい西部河川流域の復興にあたっては、貧困緩和対策を含めた復興計画とすることが重要で、インフラ整備等にあたっては、短期間で完成させることより、多少時間がかかっても地域の失業対策、雇用対策を兼ねた手法を用いることが地域全体の底上げのために重要と思われる。

また、持続的発展を可能にするには、人的資源の開発が一層重要である。整備されたインフラを効率的に維持管理できる人材の養成も併せて復興計画に盛り込むことが重要と考えられる。

第5章 ピナツボ火山災害対策の現状と課題

5 - 1 洪水・泥流発生及び被害状況

5 - 1 - 1 西部3河川流域の被害状況

(1) 概況

1991年6月に発生したピナツボ火山の噴火は、総量約67億m³のラハール(火山灰)を噴出させたことによって周辺地域に計り知れない被害をもたらした、正に20世紀における世界最大規模の噴火であった。

本調査対象地域であるピナツボ火山西部には、上記ラハール総量の実に66%、約44億m³が堆積したものと推計されている。今回のヘリコプターによる調査では、噴火後10年余を経過しているにもかかわらず、火山体の周辺には今なおおびただしい量の噴火堆積物が残存しており、かつ、降雨によってガリーが発生し、これらの土砂が年々河川の中・下流へと移動していることが確認された。

河川の上流から下流への大規模な土砂の移動は、河道内の施設被害のみならず、周辺地域住民に日々脅威を与える最大の要因となっている。以下、各河川ごとに被害の状況を述べる。

(2) ブカオ川流域の被害状況と課題

フィリピン火山地震研究所(PHIVOLCS)が発表したブカオ川に関するLahar Hazard Mapの中から1992年(図5-1)と1997年(図5-2)の2ケースを比較検討してみる。

1992年、つまり噴火1年後では、火山山頂部の巨大ラハールの流動がまだ小さく、ブカオ川本川と左支バリン・バケロ川の流域区別ができていた。また、下流部についても、Munti山の山麓付近には当時ラハールの堆積が認められていなかった。その後5年間にわたる降雨によって山頂部のラハールは流動を始め、1997年には図5-2に示すようにブカオ川の左右岸山裾までの拡散を見せ始めた。今回、ヘリコプターによる調査及び中・下流部の現地踏査を実施したが、ブカオ川のラハールの拡散状況に関しては1997年のPHIVOLCSによるHazard Zoneと大きな違いのないことを確認した。

現状におけるブカオ川の課題として次の点をあげることができる。

- 1) 火山山頂付近の巨大ラハールが降雨による流動を始めて10年余が経過した現在、中・下流への流送土砂量は今後どのように変化するのか、また、中・下流の河床堆積土砂量は今後も増大を続けるのか、さらに、減少への転換はいつなのか等の予測を行う。
- 2) 河床掘削による洪水流下能力の確保、及び低コストによる排土手法の考察
- 3) 右支Baquilan川下流部から国道7号線ブカオ橋までの右岸側に築造されている現在

のブカオ川の築堤及び護岸に対する補強及び補修対策

- 4) 国道7号線ブカオ橋の再流失防止対策
- 5) ブカオ川右支 Baquilan 川の合流点処理対策、及び被災国道橋の復旧対策
- 6) ピナツボ火山・火口湖の水位上昇に伴う溢水ノッチの崩壊防止対策
- 7) 流出土砂の調節、流路の安定等を目的とした砂防床固工の設置計画

(3) マロマ川流域の被害状況

今回のヘリコプター調査によって、マロマ川の最上流部がピナツボ火山周辺のラハール堆積地帯に接続していることが確認された。しかし、その流入部は大きいとはいえ、よほどの地形変動のない限り多量のラハールが流下することはないと考えられる。

被害の程度も他の2河川と比較して軽少である。

(4) サント・トーマス川流域の被害状況と課題

PHIVOLCS発表によるサント・トーマス川の Lahar Hazard Map の中から、1992年、1994年及び1997年の3ケースの比較検討を行ってみる。

火山噴火1年後の1992年(図5-3)のラハールは下流部の北寄り、つまり現在と同じ河道を流れ下っていることが分かる。1994年(図5-4)になるとラハール及び洪水・泥流は、危険地域を含んでほぼ下流の平野部全域に拡大している。噴火後3年間にわたる降雨によって山頂部のラハールが流動し始めたことを物語っている。1997年には図5-5に示すように Lahar Hazard Zone 1 が幾分縮小されている。これは公共事業道路省(DPWH)が1993年から継続して実施している河道掘削、築堤及び護岸工事が功を奏しているものと考えられる。

流域の被害状況については、「第4章4-2-2(2)4)3河川の河道状況」で既に述べているので重複記述は避けることとするが、現状におけるサント・トーマス川の課題として次の点を掲げておく必要がある。

- 1) ピナツボ火山噴火後、10年余が経過した現在までのラハール動態及び今後の予測
- 2) 中・下流に送流されて堆積している河道内土砂の動態把握、及び今後の予測
- 3) 河床掘削による洪水・泥流流下能力の確保、及び低コストによる排土手法の考察
- 4) 左右岸に築造されている築堤・護岸の補強、並びに補修対策、特に河床上昇に伴う洪水の越流防止又は河積確保のための堤防かさ上げ等の対策
- 5) 橋梁の桁下余裕高が既にゼロに近づいている国道7号線マクルクル橋の対策
- 6) 左支 Mapanuepe 川の合流点処理及び大規模な Mapanuepe 閉塞湖の対策

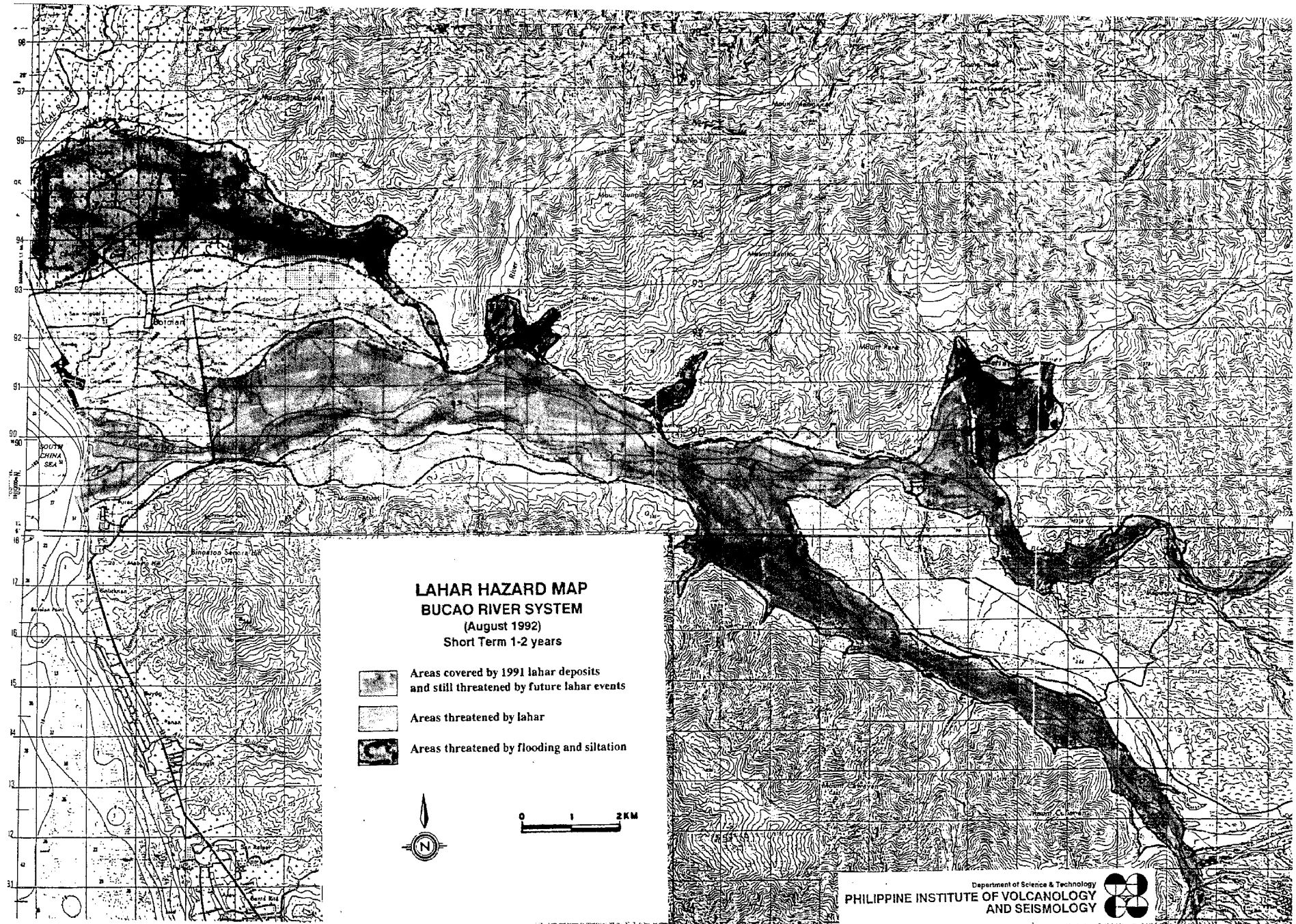
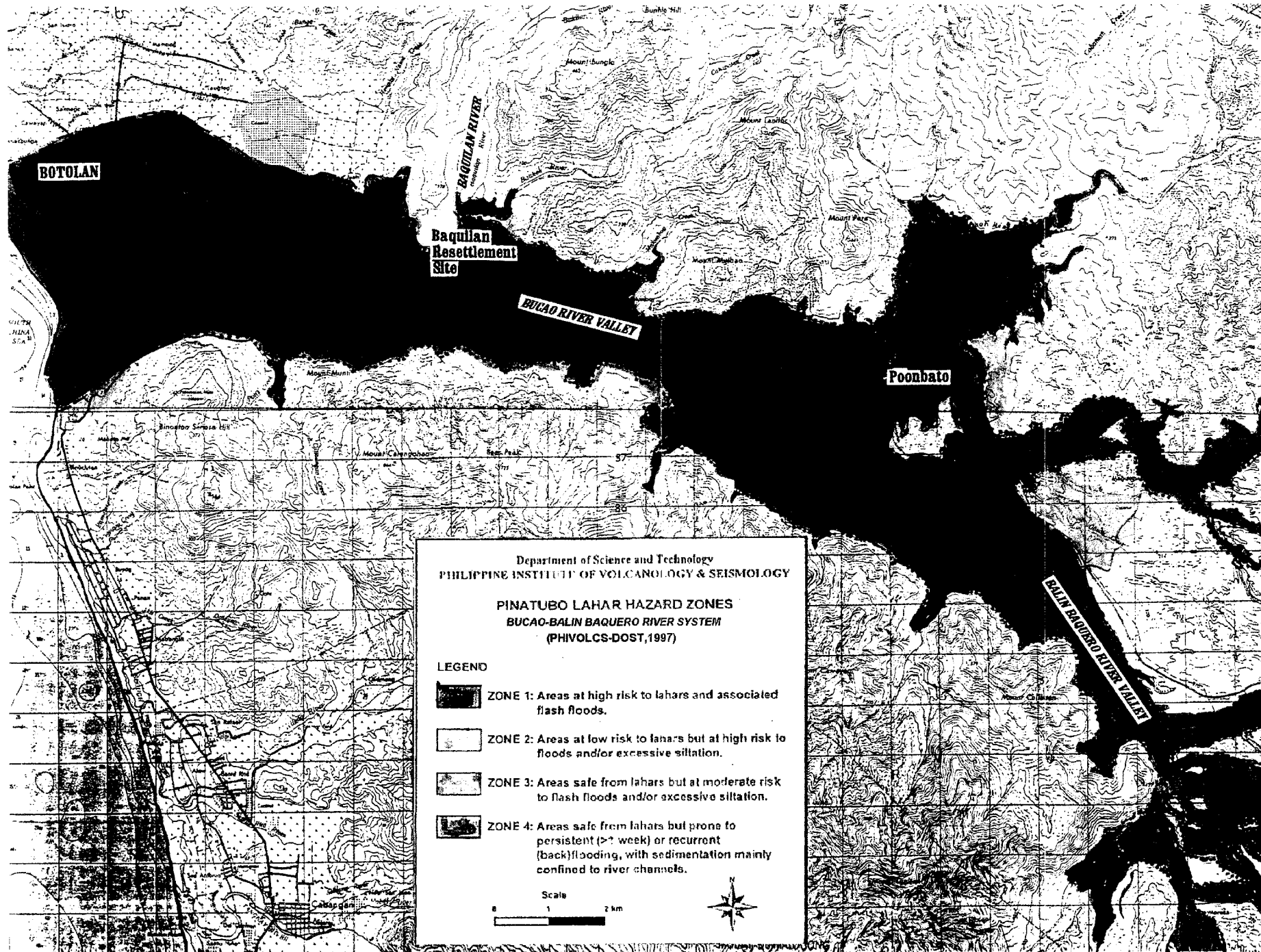
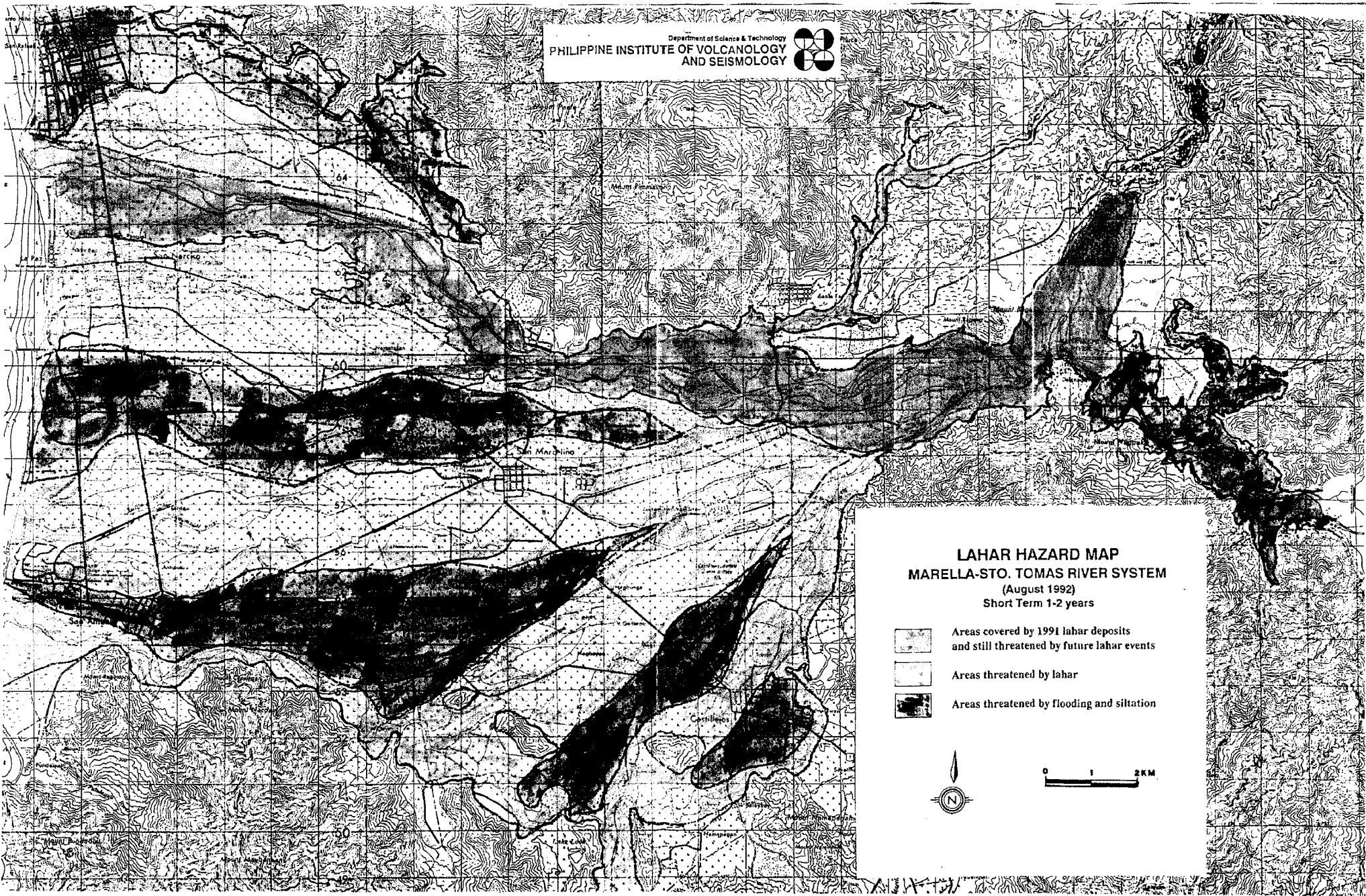


图 5 - 1



Department of Science & Technology
PHILIPPINE INSTITUTE OF VOLCANOLOGY
AND SEISMOLOGY



LAHAR HAZARD MAP
MARELLA-STO. TOMAS RIVER SYSTEM
(August 1992)
Short Term 1-2 years




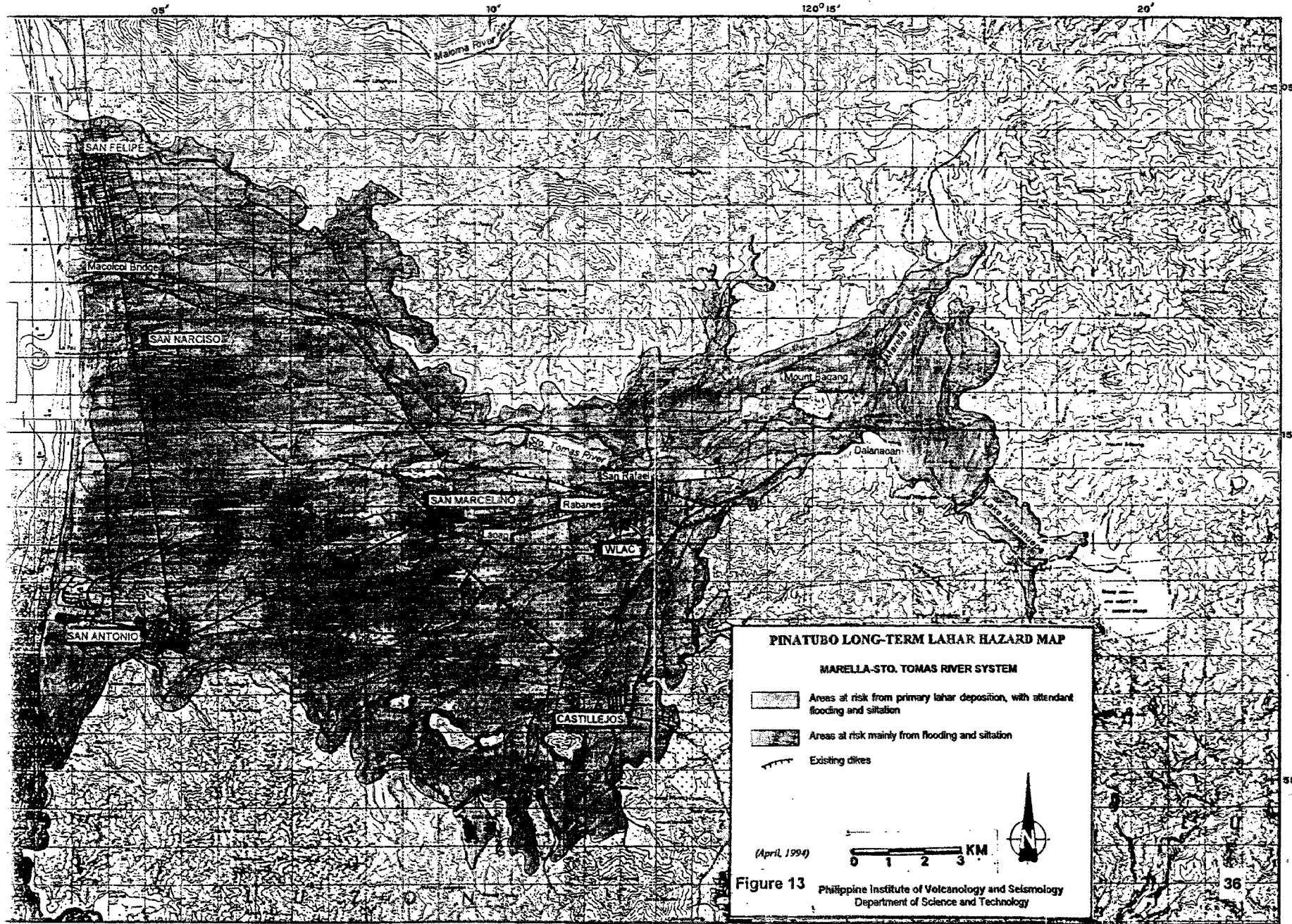
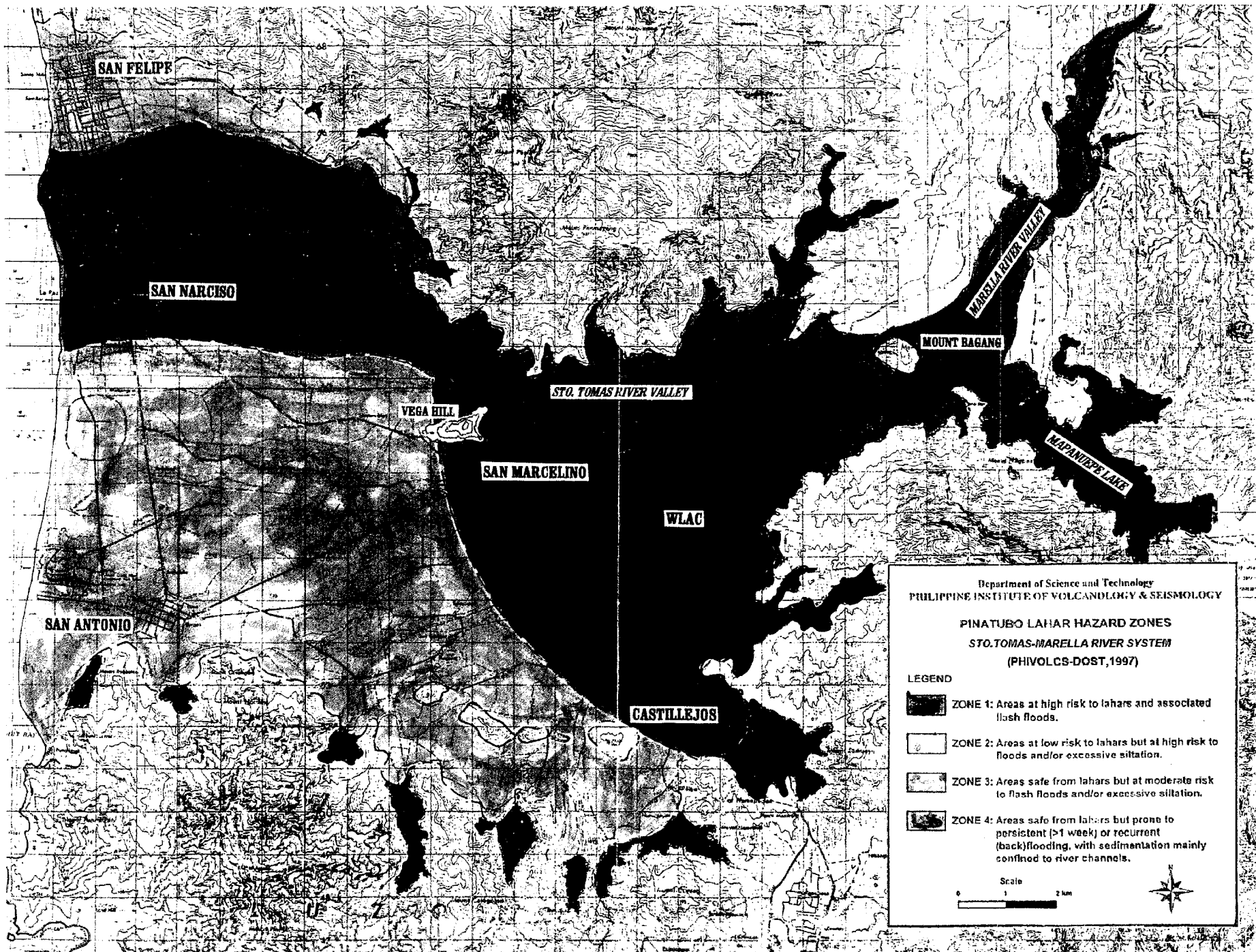
-  Areas covered by 1991 lahar deposits and still threatened by future lahar events
-  Areas threatened by lahar
-  Areas threatened by flooding and siltation



图 5 - 3





5 - 1 - 2 噴火堆積物の量的な経年変化

(1) 噴火堆積物の総量、移動量及び残存量

噴火堆積物の量的な経年変化を的確に把握することは、流域住民の安全対策はもとより、災害復旧事業策定、河川砂防施設計画樹立等に欠かすことのできない重要なテーマである。

噴火直後の火山噴出物の堆積・氾濫分布実績を図5 - 6に示す。西側に関する火砕流は主にサント・トーマス川上流域とブカオ川の上流域に堆積し、これら2河川の下流域で氾濫していることが分かる。

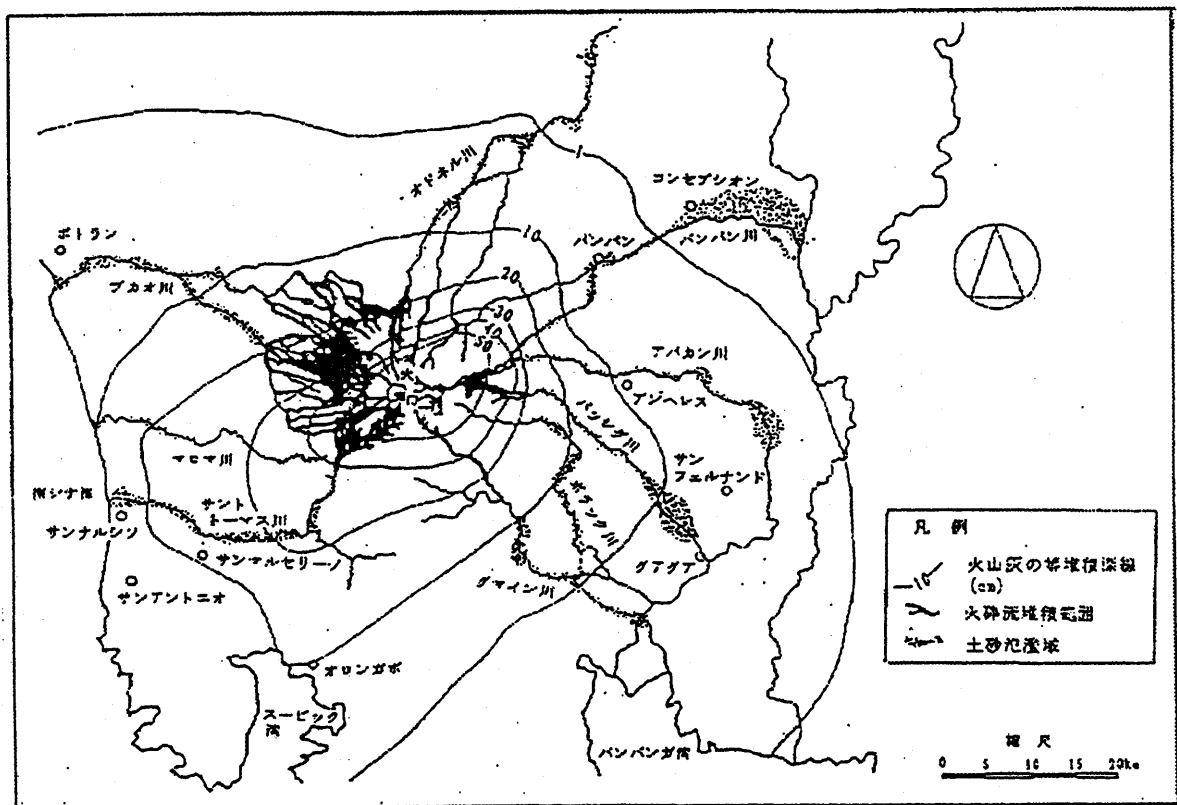


図5 - 6 噴火直後の火山噴出物の堆積・氾濫分布実績

次に、表5 - 1を参照していただきたい。

噴火直後の堆積物の総量は、66億5,000万 m^3 であり、このうち火山の西部に44億 m^3 、総量の66%が堆積した。流域別には各々ブカオ川31億 m^3 、サント・トーマス川13億 m^3 である。興味ある目安のひとつとして、両川上流域のラハール堆積深が一体いくらであったかを試算してみると、44億 m^3 を上流域の面積301 km^2 で除して平均14.6mという結果が出る。

表5-1 ピナツボ火山噴火堆積物の総量、移動量及び残存量

		Unit	Western river systems			Eastern river systems total	Grand total
			Bucac river	Sto Tomas river	total		
1991 Eruption	Volume of pyroclastic flow deposits	(10^6m^3)	3,100	1,300	4,400	2,250	6,650
		(%)	47	19	66	34	100
	Volume of erodible PF	(10^6m^3)	1,550	650	2,200	930	3,130
		(%)	49	21	70	30	100
	Erodible pre-eruption sediments	(10^6m^3)	155	65	220	98	318
		(%)	49	20	69	31	100
Potential lahar sediment volume	(10^6m^3)	1,705	715	2,420	1,028	3,448	
	(%)	49	21	70	30	100	
Lahar deposits	1991	(10^6m^3)	250	185	435	370	805
		(%)	31	23	54	46	100
	1992	(10^6m^3)	230	195	425	130	555
		(%)	41	35	76	24	100
	1993	(10^6m^3)	250	125	375	130	505
		(%)	49	25	74	26	100
	1994	(10^6m^3)	95	60	155		
	1995	(10^6m^3)	65	40	105		
	1996	(10^6m^3)	70	55	125		
	1997	(10^6m^3)	50	25	75		
	1998(Estimation)	(10^6m^3)	41	16	57		
	1999(Estimation)	(10^6m^3)	31	11	42		
	2000(Estimation)	(10^6m^3)	23	7	30		
	2001(Estimation)	(10^6m^3)	18	5	23		
Total	(10^6m^3)	1,123	724	1,847			
Remaining source sediments	1991	(10^6m^3)	1,455	530	1,985	658	2,643
		(%)	55	20	75	25	100
	1992	(10^6m^3)	1,225	335	1,560	528	2,088
		(%)	59	16	75	25	100
	1993	(10^6m^3)	975	210	1,185	398	1,583
		(%)	62	13	75	25	100
	1994	(10^6m^3)	880	150	1,030		
	1995	(10^6m^3)	815	110	925		
	1996	(10^6m^3)	745	55	800		
	1997	(10^6m^3)	695	30	725		
	1998(Estimation)	(10^6m^3)	654	14	668		
	1999(Estimation)	(10^6m^3)	623	3	626		
	2000(Estimation)	(10^6m^3)	600	-4	596		
	2001(Estimation)	(10^6m^3)	582	-9	573		

さて、表 5 - 1 では、西部流域の噴火堆積物量 44 億 m^3 のうち Erodible volume (流出量) は pre-eruption (噴火前) とラハール合わせて 24 億 2,000 万 m^3 、全体の約 55% となっている。また、同表の Lahar deposits (ラハール堆積量) は中・下流への流出量であり、1998 年以降の Estimation (試算値) を入れ込んで、1991 年から 2001 年までの合計は約 18 億 5,000 万 m^3 と試算された。つまり、約 5 億 7,000 m^3 が 2002 年以降の Remaining source sediments (残存堆積物) である。

ブカオ川及びサント・トマス川に関する Lahar deposits の経年変化、Remaining source sediment の経年変化を各々図 5 - 7、図 5 - 8 に示す。

これらの図からラハール量、sediment source (堆積物) 残存量は時間の経過とともに指数関数的に減少していることが分かる。しかし、今後も降雨状況によっては大規模なラハールが発生するおそれがあり、特に、ブカオ川流域にはまだ大量の sediment source が残存しているため、今後とも大規模なラハール発生の可能性は大きい。

また、サント・トマス川の河道内及び低地に堆積したラハール堆積物は、今後の洪水・泥流の発生形態によっては破堤等の災害を引き起こす可能性が大きい。

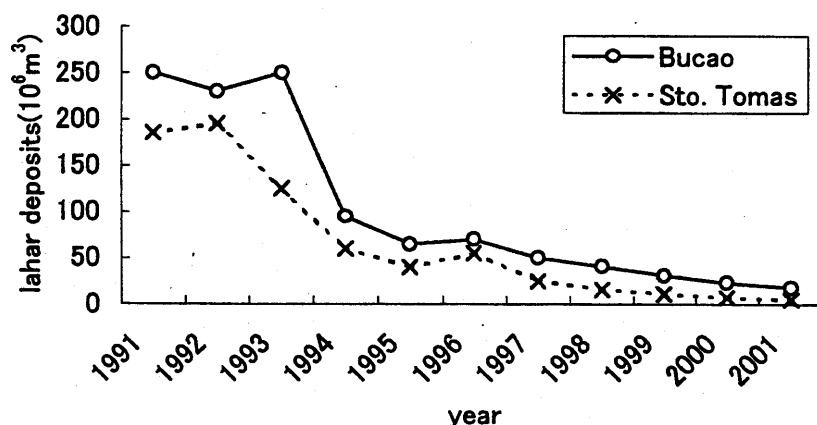


図 5 - 7 Lahar deposits の経年変化 (1998 年以降は試算値)

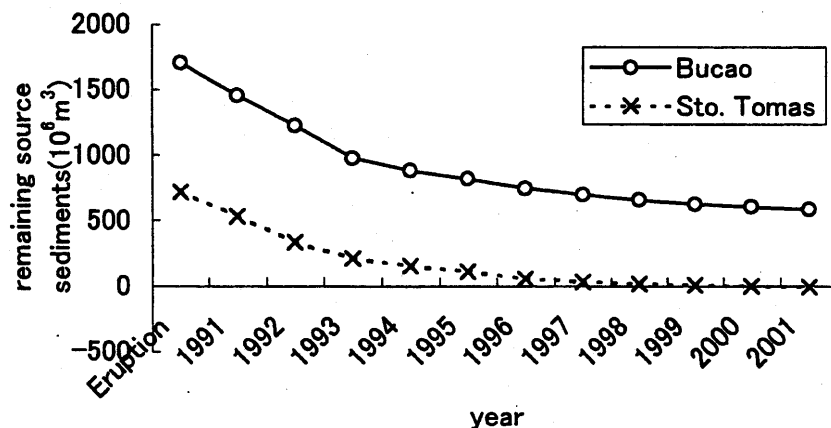


図 5 - 8 Remaining source sediments の経年変化 (1998 年以降は試算値)

(2) 今後の課題

- 1) 衛星データの活用による 1991 年から現在までのラハール堆積物の変動状況を把握するとともに、地上測量、航空写真測量などのグラントゥルースと衛星データの比較による推定式を構築する。既往の研究成果を活用・総合することも重要である。
- 2) 現在までの降雨状況・流出状況と流送土砂移動量の関係のモデル化
- 3) 上記の降雨 - 土砂流出モデルと降雨状況の確率モデルによる将来の堆積物移動の中長期的モデル化
- 4) 現在実施されている避難を目的とした予警報システム (FFWSs) を一步前進させるために、レーダ雨量計を導入して降雨分布を詳細に把握し、ラハール発生可能性の予測精度を向上させる。あるいは、短時間降雨予測を行うことによる避難のためのリードタイムを確保する等の検討ができないか。

5 - 1 - 3 洪水・泥流発生に対する対応方針

(1) 現状の課題

本調査の対象である 3 河川の現状における課題について、現地調査結果等を基に以下に取りまとめた。

- 1) 1991 年 6 月の大噴火によって形成されたピナツボ火山の火口湖は、その後の降雨により年々水位が上昇し、噴火後の 10 年間で水深 110 m、直径約 2 km の湖となり、水面は火口壁の最も低い尾根(マラウノノッチ: Maronut)まであと数 m のところに迫っている。湖水がこのノッチを溢水した場合、ブカオ川に流入することが今回の調査で判明したが、火口周辺にはラハールがいまだ数十 m の深さで堆積しているため、豪雨等によってノッチが崩壊した場合、大規模な泥流を引き起こして下流域一帯に被害を及ぼすことが想定される。このためマラウノノッチの崩壊防止対策が必要と考えられる。
- 2) ブカオ川及びサント・トーマス川においては、火砕流堆積物とその後の降雨によって下流河川の中・下流部に移動し、河床勾配が緩やかになる低平地に堆積している。このため、上記両河川では河床上昇による河積の減少が生じ、洪水及び泥流による災害を引き起こす事態が十分に懸念される。
- 3) 右支 Baquilan 川下流部から国道 7 号線ブカオ橋までの右岸側に築造されている現在のブカオ川の築堤及び護岸に対する補強及び補修対策
- 4) ブカオ川右支 Baquilan 川の合流点処理対策及び被災国道橋の復旧対策
- 5) サント・トーマス川左右岸に築造されている築堤・護岸の補強並びに補修対策、特に河床上昇に伴う洪水の越流防止又は河積確保のための堤防かさ上げ等の対策

- 6) 河床掘削による洪水・泥流流下能力の確保及び低コストによる排土手法の考察
- 7) サント・トーマス川左支Mapanuepe川の合流点処理及び大規模なMapanuepe閉塞湖の対策
- 8) サント・トーマス川の国道7号線Maculcol橋では、桁下高まで堆砂面が迫っており、流下能力が著しく減少しているほか、雨期に入ると国道が通行不能となる危険性がある。
- 9) ブカオ川国道7号線ブカオ橋の再流失防止対策
- 10) 3河川の中で最も流域面積が小さいマロマ川は、他の2河川に比べて被害度は小さい。しかし、河道内には火砕流による土砂の堆積が確認されることから、緊急性は他2河川には劣るものの、河積の確保、護岸等が課題と考えられる。

(2) 施設計画の方針

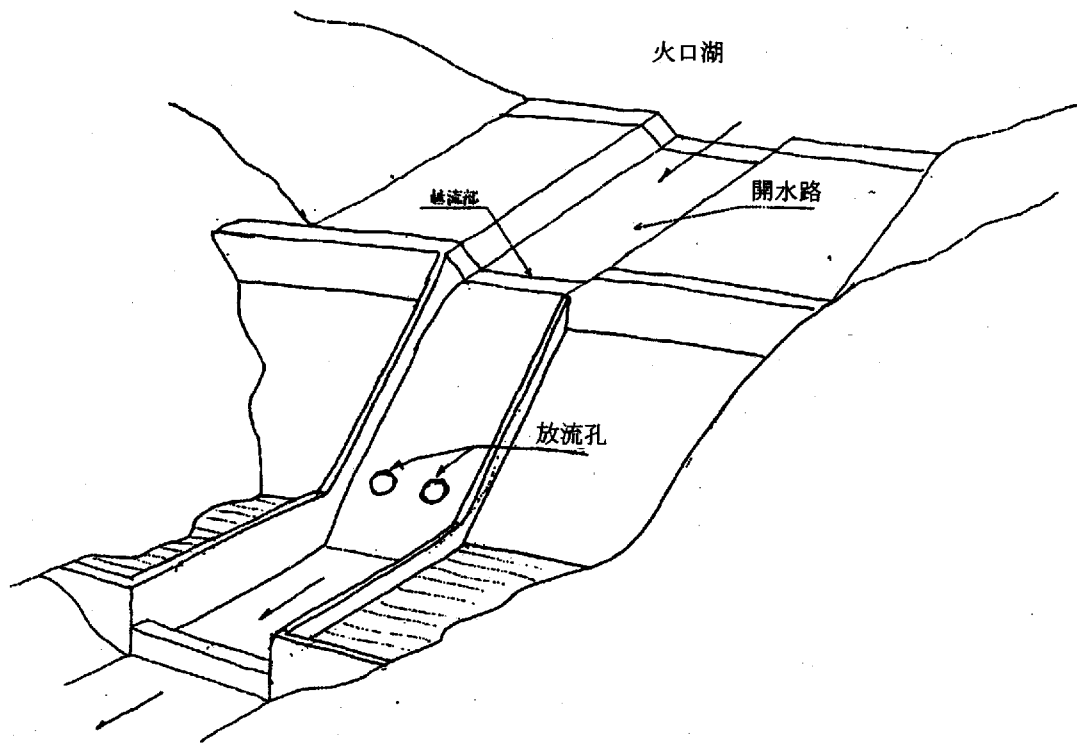
現状の課題を踏まえ、今後の砂防対策に関する施設計画の方針について、以下に整理した。

1) マラウノノッチの崩壊防止対策

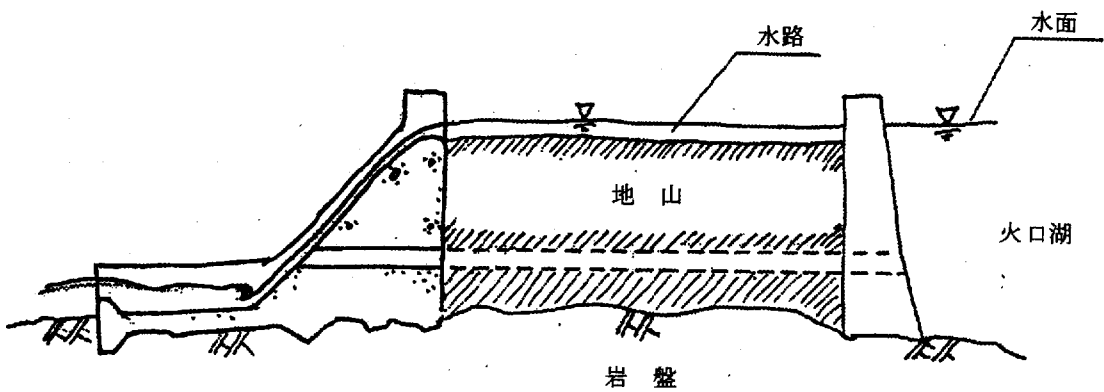
火口湖の水位を一定に保つための方策としては、越流堤の設置や排水トンネルの設置等が考えられる。

米国のSt.Helens火山では、噴火後、火口湖の水位が60 m上昇し、決壊による大規模洪水の発生が懸念された。当初はポンプで湖水を排水していたが、湖の水位を一定に保つための恒久対策として全長2.5kmの排水トンネル(排水能力14m³/s)を完成させている。

しかし、この施策は多大な建設コストを要するとともにゲート操作等の維持管理が必要となり、ピナツボ火山においては現実的ではないと考えられることから、マラウノノッチの崩壊を防止するための越流堤を構築することが最も妥当であると考え(図5-9)。



〈下流面図〉



〈断面図〉

図5-9 越流堤のイメージ

2) 落差工（床固工）の設置計画

土砂の堆積区域からの2次災害を軽減するために土砂生産の抑制と上流からの流出土砂の調節、流路の安定を目的とした落差工（床固工）の設置を計画する。

3) 砂防ダム設置

河川の上流域に堆積している火砕流堆積物を貯留するための砂防ダムを検討する。

前述の St.Helens 火山では、浸食土砂を貯留するための恒久施設としてロックフィルダム（ダムの有効高 38 m、堤頂長 550 m、貯砂量約 2 億 m³、放水路の流下能力約 6,500m³/s）を建設している。砂防ダム設置にあたっては、土砂の調節量（施設効果）に加え、堆積土砂を基礎としたフローティング形式の砂防ダムになることから、サイトの選択やダムタイプについては今後十分な検討が必要である。

4) 河床掘削による洪水流下能力の確保

現状においては、土砂収支の極度のアンバランスによって河床が上昇し、河積が減少していることから、堆積土砂をしゅんせつ（河床掘削）することにより、河道を複断面とする流路工（低水路）を構築し、堆積物をフラッシュ・アウトしやすくして速やかに下流に搬送するようにするものである。また、低水路工の構築は、河道内の流路安定、側方浸食及び局所洗掘防止の効果も期待される。本対策については、河床勾配、洪水時流量・流速等の点から、水路諸元を設定する必要がある。

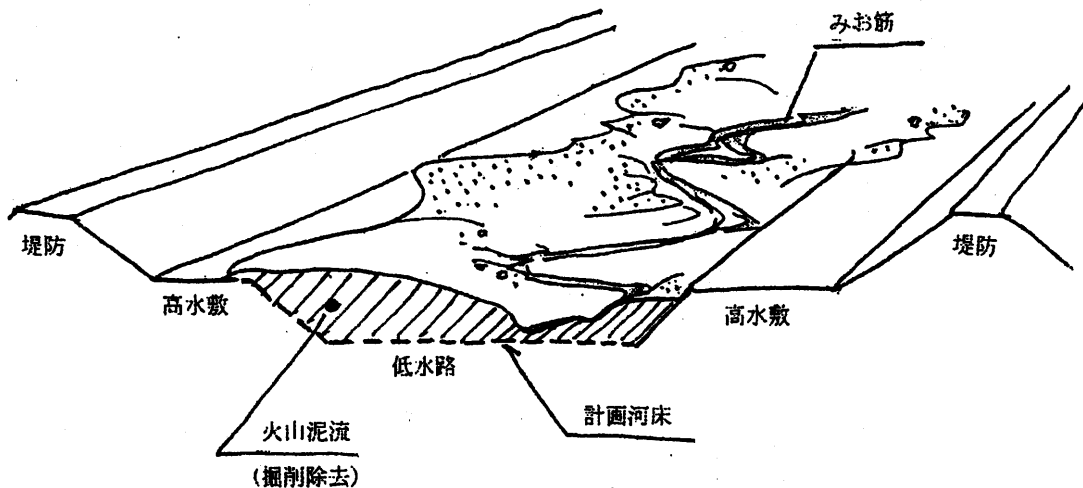


図 5 - 10 河床掘削の要領

5 - 2 河川・防災関連の政策・法制度

(1) 河川管理

DPWH は洪水対策の主管官庁であり、大規模な 13 河川（流域面積ほぼ 1,000km² 以上）については、中央省庁がその河川構造物の設置及び維持管理をしている。

上記以外の河川及びその構造物については、流域面積ほぼ 1,000km² 以下の中小河川で複数の市町村にまたがるものは、州政府が、また、市町村単独にかかるものはそれぞれの市町村が管理している。

前述の St.Helens 火山では、浸食土砂を貯留するための恒久施設としてロックフィルダム（ダムの有効高 38 m、堤頂長 550 m、貯砂量約 2 億 m³、放水路の流下能力約 6,500m³/s）を建設している。砂防ダム設置にあたっては、土砂の調節量（施設効果）に加え、堆積土砂を基礎としたフローティング形式の砂防ダムになることから、サイトの選択やダムタイプについては今後十分な検討が必要である。

4) 河床掘削による洪水流下能力の確保

現状においては、土砂収支の極度のアンバランスによって河床が上昇し、河積が減少していることから、堆積土砂をしゅんせつ（河床掘削）することにより、河道を複断面とする流路工（低水路）を構築し、堆積物をフラッシュ・アウトしやすくして速やかに下流に搬送するようにするものである。また、低水路工の構築は、河道内の流路安定、側方浸食及び局所洗掘防止の効果も期待される。本対策については、河床勾配、洪水時流量・流速等の点から、水路諸元を設定する必要がある。

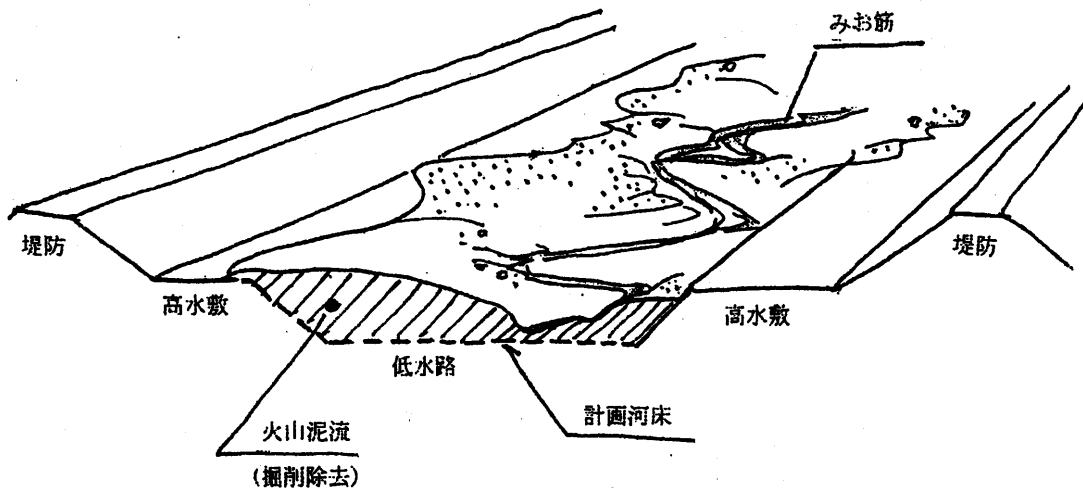


図 5 - 10 河床掘削の要領

5 - 2 河川・防災関連の政策・法制度

(1) 河川管理

DPWH は洪水対策の主管官庁であり、大規模な 13 河川（流域面積ほぼ 1,000km² 以上）については、中央省庁がその河川構造物の設置及び維持管理をしている。

上記以外の河川及びその構造物については、流域面積ほぼ 1,000km² 以下の中小河川で複数の市町村にまたがるものは、州政府が、また、市町村単独にかかるものはそれぞれの市町村が管理している。

(2) 法制度・災害復旧について

河川や災害に関する法制度については、あまり整備されておらず、現存するものは、主として水利用に関する Water Code の中に一部と以下の省令がある。

Philippines Water Code (Presidential Decree 1067,1979)

Chapter Control of Water

Chapter Conservation and Protection of Waters and Watershedes and Related Land Resources

Letter of Information No.19.1972

DPWH to remove all illegal construction ,including buildings on and along esteros river banks.

Presidential Decree 772,1975

Presidential penalty for squatting and other similar acts

災害復旧は国家災害評議会（National Disaster Coordinating Council）の下で、その構成省庁である DPWH、国防省、社会福祉省、内務・自治省、農業省、フィリピン国家警察庁（PNP）及び地方自治体（Local Government Units）がそれぞれ分担して実施しており、その設計・技術や工事の実施は DPWH が主導的役割を担っている。

5 - 3 河川・防災関連の組織・体制・予算

(1) 公共事業道路省

公共事業道路省（DPWH）は、防災施設の計画・建設を担当しており、全国 13 主要河川流域の洪水防御計画の策定及び施設整備を行っている。技術担当次官の下に計画局があり、事業を計画・調査立案し、その実施は主要治水事業事業局（PMO-Major Flood Control Projects）が事業を総括し、Regional Office 並びに District Office とともに事業を推進している。このほか、トレーニングと調査研究等を行うために、洪水砂防技術センター（Flood Control and Sabo Engineering Center）が設置された。

(2) 気象天文庁（Philippine Astmospheric, Geophysical and Astronomical Services Administration）

科学技術省内に気象天文庁があり、ここでは無償資金協力及び円借款事業でカガヤン川流域、アグノ川流域、パンパンガ川流域並びにビコール川流域の 4 大水系に対する洪水予警報の施設ができており、現在 24 時間体制で運営している。しかし、その改善・強化を図るため、現在円借款を要請中である。

(3) フィリピン火山地震研究所 (PHIVOLCS)

PHIVOLCSは上位官庁である科学技術省の下、フィリピンにおいて地震・火山業務を実施している政府機関である。PHIVOLCSは、地震・火山による災害の軽減、飛行機の安全運行を目的として、火山の観測と噴火予知の研究、地質学や地球物理学の研究、地震の観測と予知の研究、地震・火山災害の情報伝達と災害対策等の業務を行っている。PHIVOLCS本部はマニラ首都圏のケソン市にあり、5つの部から構成されている。

1) 火山監視・噴火予知部

火山観測、噴火予知に関する業務を行っている。地方の火山観測所はこの部に属する。

2) 地質学・地球物理学研究開発部

地質学、固体地球物理学に関する研究・開発を行っている。

3) 地震観測・地震予知部

地震観測、地震予知に関する業務を行っている。地方の地震観測所はこの部に属している。

4) 地震・火山災害広報対策部

地震・火山関連の災害対策について研究を行うとともに、災害時の対処について的一般市民に対する啓発活動、情報伝達等に関する業務を行っている。

5) 経理・総務部

経理、総務、人事関連の業務を行っている。

(4) 国家灌漑庁 (National Irrigation Administration)

1964年に、灌漑事業の計画・設計・工事及び維持管理を一元的に実施するため設立された。この目的のために、水資源の調査及び計画、新規灌漑事業の計画及び実施、国営灌漑事業から水利費徴収、及び共同灌漑事業から償還金の徴収、の権限が付与された。1974年には、灌漑事業として洪水防御、排水改良、農地造成、水力発電、生活用水供給、道路建設、植林等を他省庁と共同して実施する権限が付与された。

5 - 4 既存の治水施設・対策及び計画

(1) 東部流域

サコビア・バンバン (Sacobia-Bamban) 川については、ピナツボ火山噴火後、日本政府は、フィリピン政府の要請を受け、噴火直後に災害復旧作業の建設機械を JICA を通じて無償供与するとともに、開発調査を 1993 年 11 月から 1996 年 6 月の 32 か月にわたって実施した。その後、サコビア・バンバン川泥流 / 洪水防御施設建設について海外経済協力基金 (OECF) 間で事業内容が合意となり融資決定がされた。

パシグ・ポトレロ (Pasig-Potrero) 川については、DPWH において、流域において一線堤のかさ上げ (1994 年)、二重堤の建設 (1995 年) を自国資金にて建設したが、いずれも泥流堆積により満砂状態になり、1996 年には、サンドポケット総面積 45km²、高さ約 10 m の三重堤 (通称、メガダイク) を建設した。

(2) 西部流域

ブカオ川においては、右支 Baquilan 川下流部から国道 7 号線ブカオ橋までの右岸側のみ施工されている。マロマ川においては国道 7 号線マロマ橋の上下流にコンクリート張り護岸がザンパレス州によって完成している。サント・トーマス川は国道 7 号線マクルクル橋から上流の右岸側延長約 5 km の築堤、及びふとん籠表法覆工が築造されており、左岸側は、延長約 18.8km の築堤及びコンクリート表法覆工が築造されている。

5 - 5 海外からの支援の実績・計画

ピナツボ火山の噴火直後、フィリピン政府は大統領直属のタスクフォースを設置して被害調査、罹災者救援、災害復旧活動等に懸命の自助努力を行った。一方、各国際機関及び日本をはじめとする各国ドナーも、緊急援助や技術協力等を実施して、これを支援した。

米国は、火山の噴火前から地質調査所 (USGS) が主体となって火山学的な予想調査を実施していた。クラーク基地からの米軍の撤退後、水文学の専門家を加えて泥流災害防止のための調査を開始して 1992 年 6 月に報告書を公表した。また、米国国際開発庁 (USAID) は米国国防総省 (DOD) 及び陸軍工兵隊 (USACE) と協定を結び、全体調査を開始。航空写真撮影及び自然環境と工学的調査を実施した。一方、スイスは災害救援局が調査団を派遣し、地形学的なアプローチによる災害の危険度調査を行っている。

さらに、日本からは火山災害対策として土石流監視、及び警報システムの供与のほか、長期・短期専門家の派遣等の援助を実施している。

1992 年、フィリピン政府はピナツボ火山をとりまく 8 河川に各々優先度をつけて、日本をはじめとする 8 か国への援助を期待していた。東部河川は日本 (サコビア・バンバン川)、米国 (パシグ・ポトレロ川)、スイス (O'Donnell 川)、オランダであり、西部河川はドイツ (ブカオ川)、デンマーク (マロマ川)、ヨーロッパ共同体 : EC (サント・トーマス川) であった。

西部河川に関しては、米国及び日本からの重機械の無償供与を受けて、DPWH、Mount Pinatubo Rehabilitation-Project Management Office, DPWH (MPR-PMO) が河道掘削、運搬、築堤等を、現在も継続して実施している。しかし、計画調査については、フィリピン政府が当初期待したドナー国はついておらず、10 年間放置されたままの状態であった。そうした状況のなか、今回、日本政府への要請がなされたものである。

5 - 6 治水計画・管理に係る課題・評価

(1) 全国的な治水・砂防の現状

フィリピンにおいて治水計画・施設整備・管理を担当しているのは、公共事業道路省 (DPWH) である。1982 年の大臣通達 No.20 で、DPWH と地方自治体の洪水防御における守備分担が決定され、全国 13 の主要河川流域における洪水防御計画の策定、及び施設整備を DPWH が担当することとなった。

現在これら 13 流域の半数以上において、治水・砂防に関するマスタープラン等の計画が策定されているが、それらはすべて日本の無償資金協力が関係しているものであり、フィリピン政府独自でマスタープラン等を策定するまでには至っていない。また、施設整備に関しても、13 流域の半数以上の流域で整備が進められているものの、すべて日本の資金協力がかわっている。

主要流域においてフィリピン政府独自で計画や施設整備がなされていない理由としては、洪水防御関係の投入予算の不足、及び低い技術レベル又は技術者の育成 (高度な技術経験をする機会の) 不足があげられる。

近年 (ここ 10 年程度) の洪水防御予算は、風水害による年平均被害額 (80 億ペソ程度) の半分にも満たず、また、その予算の 6 割程度は海外援助プロジェクトで賄われており、独自プロジェクトは 4 割程度しかない。DPWH 独自では、この少ない予算で対症療法的な小プロジェクトの計画策定及び施設整備を主に実施している。

以前から、DPWH には、設計ガイドライン、標準仕様書、維持管理マニュアル等が備わってはいたが、それらの多くは 1980 年前後に作成されたものであり、それ以降の改定なり見直しは全くされてこなかった。こうした事業を支えていく調査研究体制及び活動がないため、詳細な流域計画もないまま組織自体が新規施設建設に注力するのみで、維持管理が満足に実施されない状況が続いてきた。なお、これらの技術的な問題点については、2000 年に開始された治水砂防センター (ENCA) プロジェクトで改善に向けた活動が現在なされつつあり、成果が期待されている。

(2) ピナツボ火山治水・砂防計画・管理の現状と課題

ピナツボ火山に関しては、1991 年の噴火後、米国政府が USACE に周辺の 8 流域の長期防御計画案を作成させ、1994 年に最終報告書を提出した。さらに、これらの 8 流域のうち、東部地域の流域については、JICA が 1993 年から 1996 年にかけて洪水及び泥流制御計画調査を実施した。そしてこの調査結果 (計画) が国際協力銀行 (JBIC) 資金にて 1997 年にサコピア・バンバン川洪水、及び泥流制御施設建設が開始され既に完成し、また、2000 年からはパシグ・ポトレロ川泥流制御施設建設が開始されている。

ピナツポ火山周辺流域は、(1)で述べた全国の13主要河川流域の1つであるパンパンガ川流域の一部として、東部流域のみが含まれている。このピナツポ火山の東部流域については、上記のように綿密な洪水及び泥流制御計画が策定され施設整備が進んでいる。

一方、西部流域については、東部に匹敵する詳細な調査等に基づく洪水及び泥流制御計画は策定されておらず、先のUSACEが作成した報告書の計画があるのみである。西部地域においても、噴火による大量の火砕流堆積物がその後の降雨により流出するという問題に対応しようとする施設整備がなされてきたが、既存施設の計画はほぼこのUSACE案を踏襲してフィリピン政府の自己資金により建設が地道に実施されてきたものである。なお、これらの既存施設の洪水及び泥流制御機能は、今回新たな調査の要請がなされたことから明らかなように、十分なものではない。また、これらの施設は水理・水文データの詳細な解析に基づいて計画されたものではなく、目先で起きる有害な土砂流出現象への対症療法的なものとなっている。したがって、東部流域と同等レベルの計画策定及びそれに基づく対策が望まれる。

ところで、DPWHが建設した治水構造物の破損した状態が、全国の様々な河川で見受けられる。予算の制約等に起因するこの維持管理の不十分さは、DPWH自身も認識しているところである。現在のところ、ピナツポ火山の周辺流域においては、施設整備後の経過時間が少ないこと、また、事態の重要性が反映されてか、破損した状態のまま放置されている治水・砂防施設は幸いなことに少ない。しかし、全国での施設管理水準からみると将来への不安は残されている。ちなみに、噴火後すぐに日本の無償資金協力で緊急に整備されたRegional Disaster Coordinate Council (RDCC) - 管理の土石流予警報システムについては、十分な管理がなされておらず、現在では機能していない。

以上のことから今後の課題を整理すると以下のポイントをあげることができる。

フィリピン政府の治水・砂防の技術レベルは、独自で綿密な計画を策定したり、技術基準等を整備・改良できる城には達していない。特に、計画策定のための水理・水文データの収集・解析の重要性に対する認識が浅い。したがって、技術レベルの向上策をENCAプロジェクトと連携して強力かつ効率的に進めることが必要である。

技術的な課題に加えて、管理の不十分さが問題である。トータルコスト的な観点での管理の重要性に関する認識が不十分であり、必要な予算確保への努力と工夫並びに実効性のある管理体制の整備が早急になされるべきである。

第 6 章 環境予備調査

6 - 1 環境関連法と環境行政

6 - 1 - 1 環境配慮の目的及び実施の背景

火山噴火によって堆積した火山灰に起因する洪水及び泥流制御のための治水計画・事業は、河川流域の洪水・泥流に対する安全性を高め、社会的安定と持続的な経済発展を支えるための社会インフラ整備・環境整備事業である。このような整備計画の策定や実施によって将来、自然環境や社会環境又は国民生活に支障を来すような好ましくない影響が発生する可能性がある。そのため、計画の初期段階で自然環境、及び社会環境に対するインパクトを最小限に抑え、最も効果的な計画、あるいは事業とするための手法を検討することが環境予備調査の目的である。

本プロジェクトでは、既に火山の噴火によって大きく環境が変化し、その復元が進みつつある地域において洪水・泥流制御を目的としたマスタープランの策定を行うものである。その対象となる流域の自然及び社会環境の復元を妨げないよう、また一部の地域に残存する元の自然環境や生態系を保全するために必要な条件等を設定し、自然・社会環境の調和のための配慮が求められる。そして、これらの目的を適切な方法によって達成するための洪水・泥流制御手法、治水対策を計画することが望ましい。

本プロジェクトに対する環境予備調査は、「JICA 開発調査環境配慮ガイドライン()河川・砂防編 - 国際協力事業団(1994年1月)」に準じ、フィリピン側の意見、状況説明、及び現地調査の結果を踏まえてスコーピング及びスクリーニングを実施した。

6 - 1 - 2 環境行政

1987年に発効した新憲法の第2条第16節において「The State shall protect and advance the right of the people to a balanced and healthful ecology in accord with the rhythm and harmony of nature」と規定しており、国民が環境の調和による恩恵を受けられるよう環境権の保護を規定したものである。環境権が国民の基本的権利のひとつであることを明示したものであり、環境権を人権として保護するために国家に義務を課したものである。この環境権を守り国民に利益をもたらすために、国家として果たさなければならない具体的内容を憲法第12条第3節に規定し、更に別の法律で定めている。

この環境政策の実施機関として、環境天然資源省(DENR)が1987年に設立された。この組織が環境行政の中心的役割を担うものである。この省の組織・機構を次の組織図に示す。

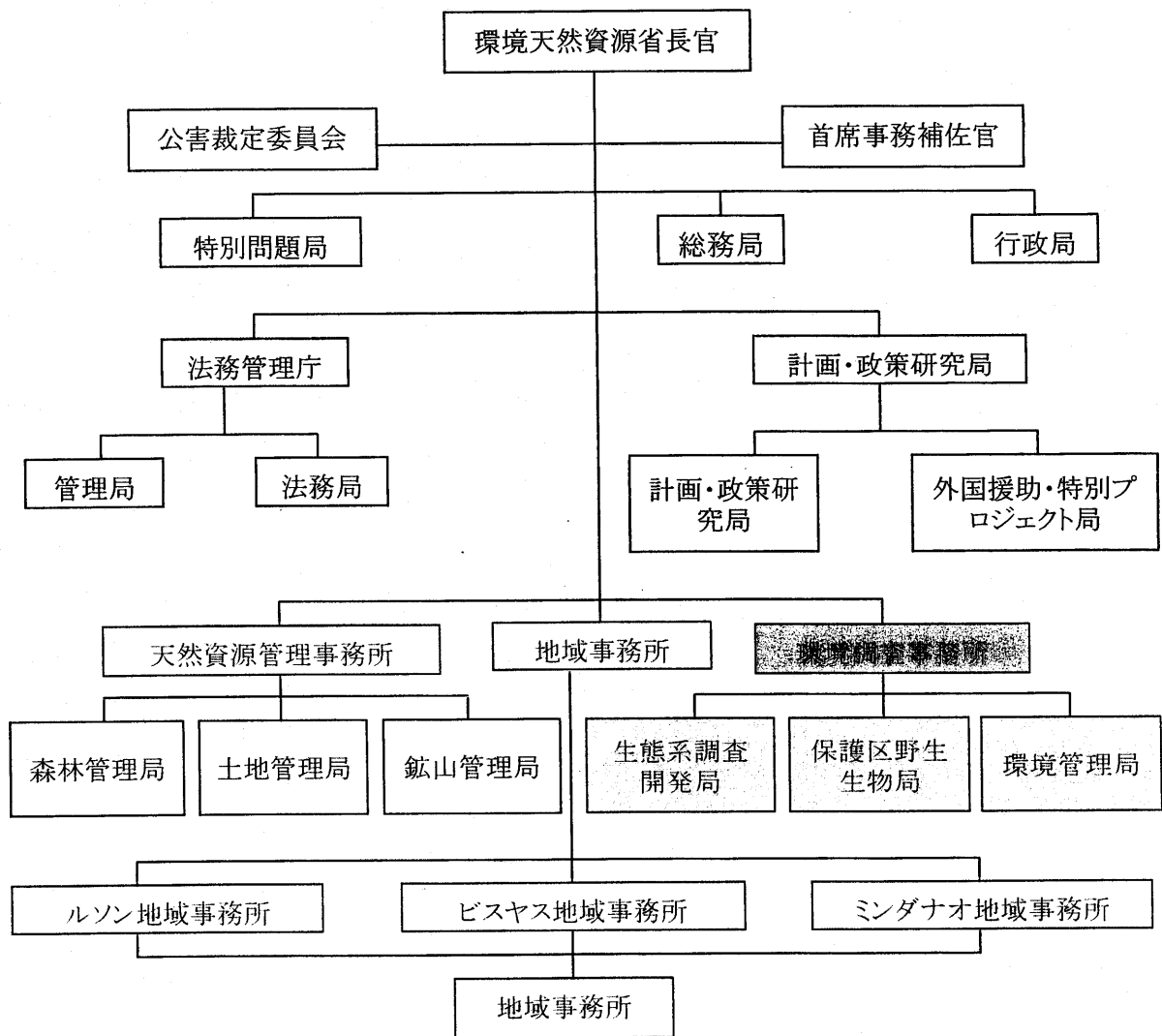


図 6 - 1 環境天然資源省 (DENR) 組織図

DENR は、環境、天然資源に関する政策決定を行い、また、開発から天然資源を保護・管理しつつ、持続的な利用を可能とするための環境管理を実施する組織である。環境問題を考慮しながら、持続的な発展を可能にする開発を行うという趣旨の下に設立され、天然資源管理事務所、地域事務所、環境調査事務所の 3 つの事務所が置かれている。

天然資源管理事務所は森林管理局、土地管理局、鉱山管理局の 3 部局に分けられている。また、地域事務所はルソン、ビスヤス、ミンダナオの 3 地域事務所に分割され、それぞれの管轄地域内に事務所を設けている。

環境調査事務所には、生態系調査開発局、保護区野生生物局及び環境管理局の 3 部局が置かれている。

新憲法発布以前に環境保護及び管理機能を有していた組織である国家公害規制委員会 (NPCC) と国家環境保護評議会 (NEPC) が統合して設立された組織が環境管理局

(Environmental Management Bureau : EMB)である。この組織が実質的な環境保護及び管理行政の中核組織で、大気・水質・化学物質等の管理、公害汚染の防止研究、各種規制値の分析、自然保護・環境教育、環境影響評価等の環境関連業務を実施している。

環境影響評価 (EIA) については、国内のすべての計画が評価の対象となるため、DENR 本部にアセスメントセクションを置き、地方事務所にそれぞれの EIA Division を置いて環境評価の体制を敷いている。これら EMB の組織図を図 6 - 2 に示す。

EMB のほかにアセスメントに関連する組織は、保全野生生物局及び公害裁定委員会が、環境管理、保全計画を担当している。

主要な環境関連政策としては、1987 年の「フィリピン持続的開発戦略 (PSSD)」がある。植民地時代の米国やアジア開発銀行の影響もあり、環境政策、環境規制をはじめ、天然資源関連、野生生物保護、廃棄物の分野における環境関連法が策定されている。また、EIA 制度の枠組みも整備され、許可プロジェクトに対しては環境認証が与えられるなど、政策レベルでは高度な環境管理のシステムが整備されている。EIA 制度は、EMB の作成したアセスメントマニュアルがあり、このマニュアルに従って各プロジェクトの環境影響を評価することになる。その手続きの概要については次項に記載する。

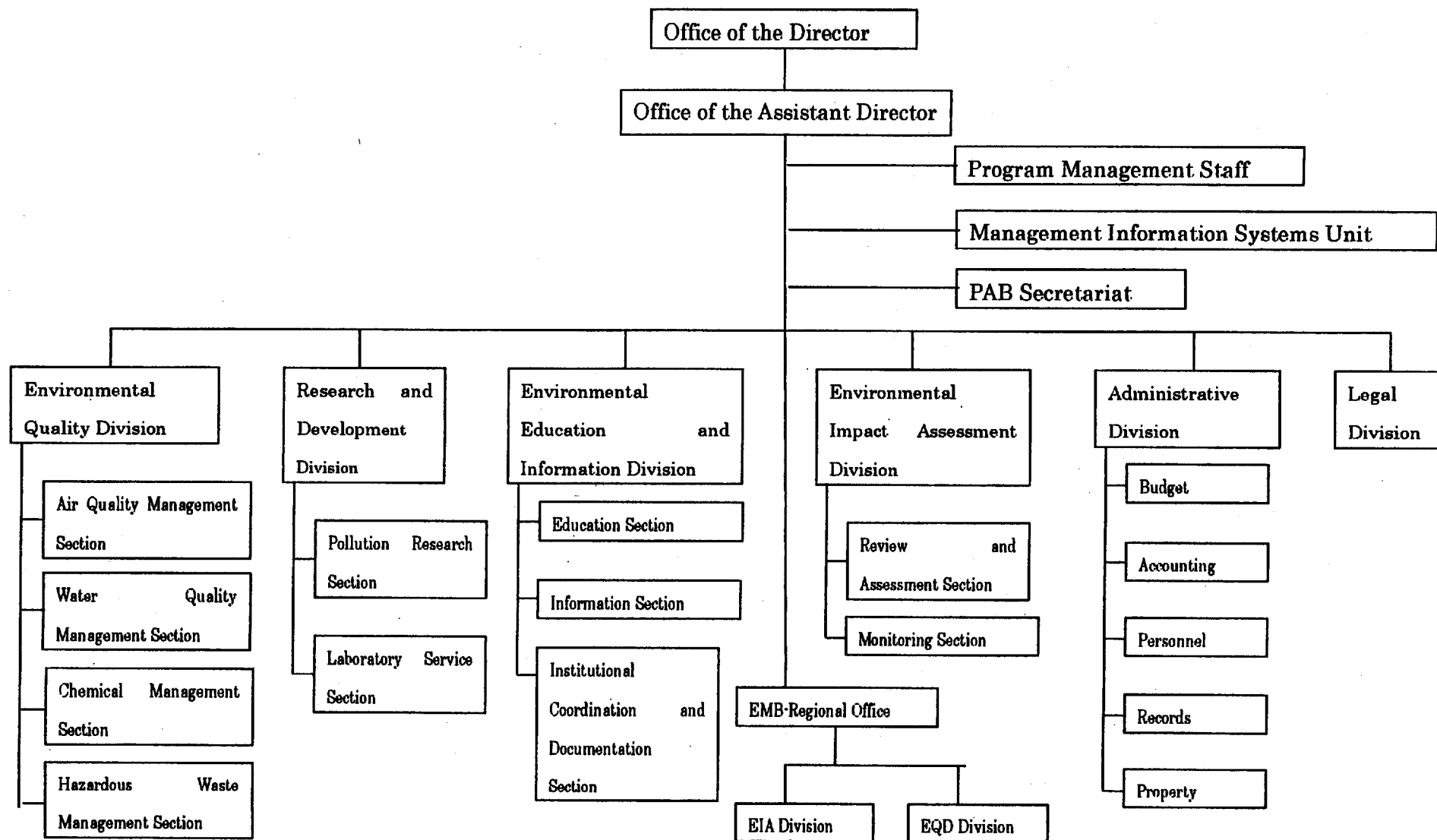


圖 6-2 環境管理局 (EMB) 組織圖 (2001 年 9 月 11 日)

6 - 1 - 3 環境関連法制度

前項でも述べたとおりフィリピンでは、1987年に発効した新憲法の第2条第16節において国民の基本的権利として環境権を規定している。すべての国民が環境の調和による恩恵を受けられるよう国家に種々の義務を課している（大統領令 PD1151、PD1152）。

新憲法は一般的な関連規定として、国民の健康権を定める第2条第15節を設け、さらに国土利用、環境・生態保全、開発の影響を考慮する義務規定を定めた第12条第3節を設けている。これは国土の利用に関連して国が政策決定を行う場合、環境問題への配慮を義務づけたもので、EIA制度とともに環境政策の重要な位置を占めるものである。また、魚介類海産物の保護を対象として第13条第7節を置いている点も環境政策の指針として重要なものである。

1987年にEMBが関係行政機関の協力を得て策定した「フィリピン持続的開発戦略(PSSD)」は、長期的視点から環境分野のとるべき戦略をまとめたものであり、国家環境政策の根幹を成すものである。この戦略の実施のための具体的手段としてEIA制度が策定されている。この制度は、大統領令 PD1151 第4条によって設けられており、政府機関、公的機関、民間団体、会社は、環境に影響を及ぼす一定の活動、プロジェクト、事業を行うにあたり、環境影響評価書(EIS)を作成し、提出することとなっている。

EISの対象事業としては、非鉄金属産業、鉄金属産業、石油・石化産業、鋳業、パルプ製紙業、ダム貯水池、化学産業、農業、都市開発の9分野とされている。

EIA制度の主な目的は以下の4項目に集約される。

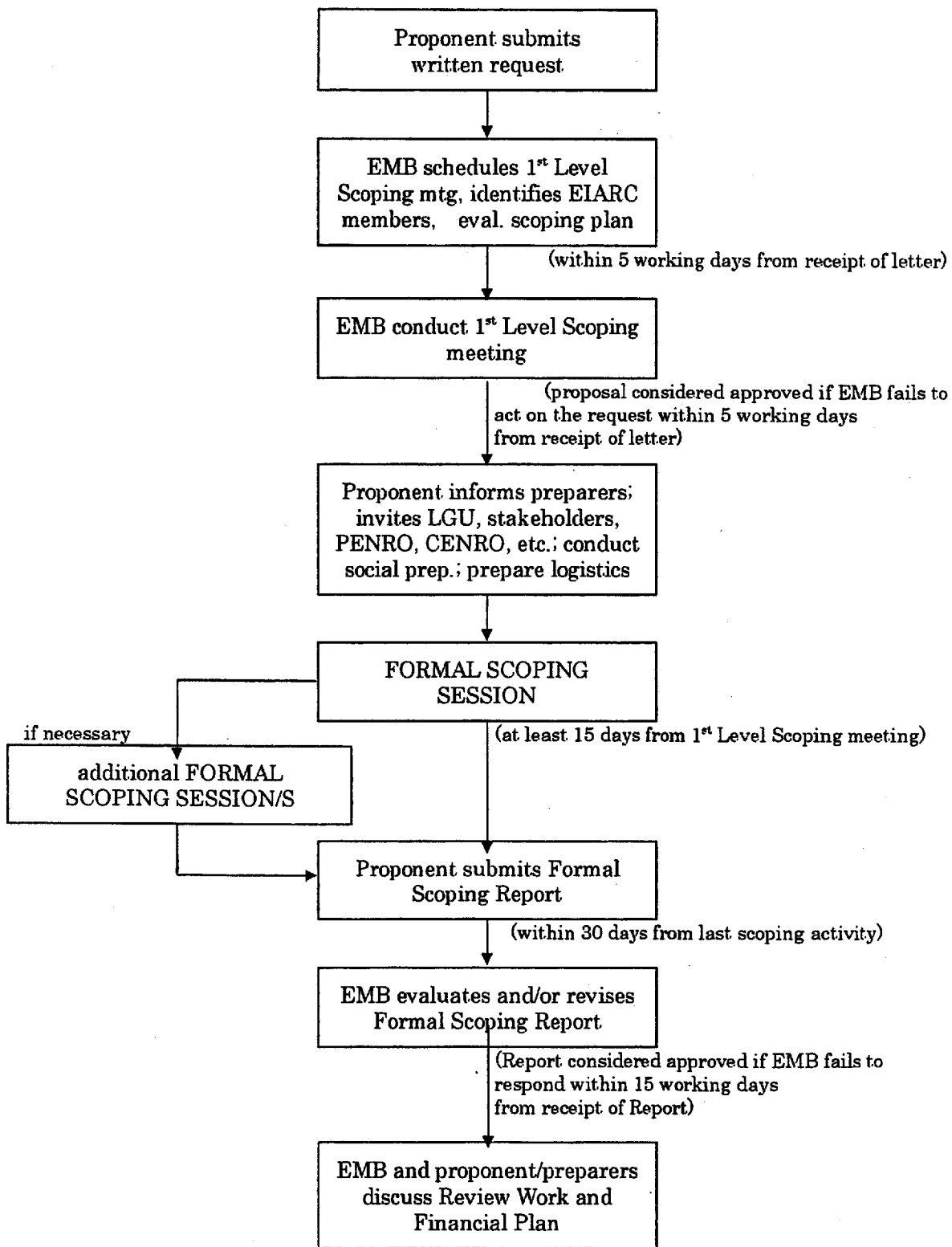
- (1) 経済的収益性：雇用機会の増加、地方税ベースの拡張、経済成長を導く付加的経済事業の促進、より快適な生活を営むコミュニティを可能にする新たな設備やサービスの生成、プロジェクトの事業計画段階で事前に環境の配慮を行うことによって、プロジェクトの外的費用の削減をもたらす。
- (2) 目的の総合的達成：環境、経済、社会に関する国家の多様な目的を総合的に調整して環境評価が行われることが重要で、そのための実施機関としてEMBを設置する。
- (3) 公衆の参加：公聴会において情報や証拠の開示、提示、報告を行い、プロジェクトの公平な評価を実施するために、公衆の参加を認めている。
- (4) その他：EIA制度は、プロジェクトの計画や実施を合理化でき、計画の意思決定過程における判断要素とすることができる。

評価対象となるプロジェクトが申請された場合、プロジェクトの構成に応じて、用地準備、建設作業、プロジェクトの実施及び維持プログラム、の3つの分類のいずれに該当するか、評価対象となる環境の位置として分類された自然環境、社会環境、文化的環境のいずれに該当するかを判断して、それぞれ比較しながら分析・検討する。これらのEISの手続きは、ガイドラインによって規定された審査手続きをたどることとなる。これらのEIA手続きについて、フィリピンで規定されたフローチャートを図6 - 3以下に示す。また、環境影響評価ガイドラインの内容については、調査団収集資料を参照のこと。

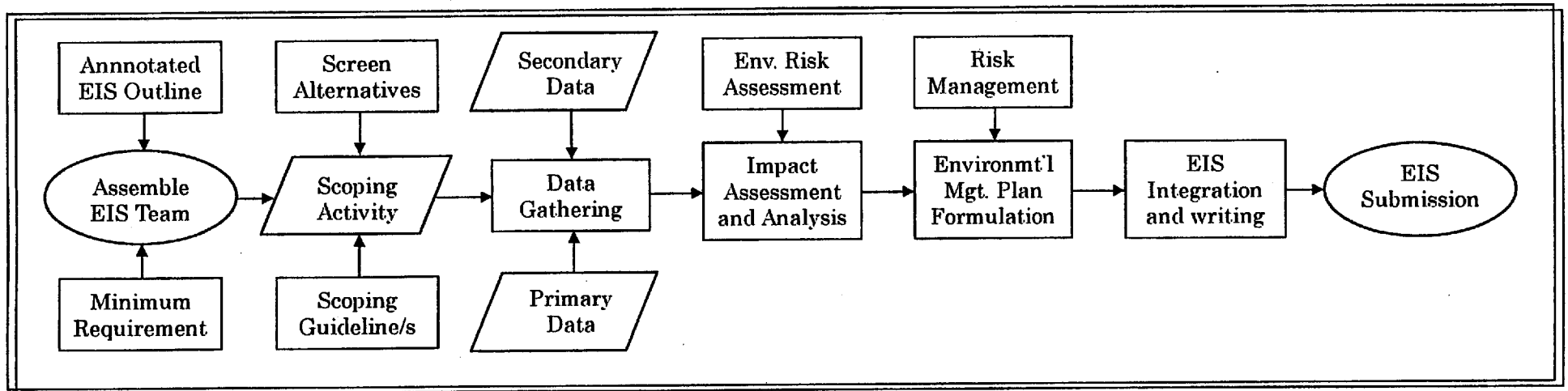
EIA 制度に関する主要な法律は以下のものがあげられる。

表 6 - 1 EIA 関係法令

Laws/Regulations	Year	Features
Presidential Decree (P.D.) 1151	1977	Philippine Environmental Policy : requires sponsors of all government and private projects affecting the quality of the environment to prepare an environmental impact assessment (EIA)
P.D. 1586	1978	Establishing an Environmental Impact Statement (EIS) System: centralizes the EIS System under the National Environmental Protection Council (NEPC), & authorizes the President and NEPC to proclaim projects and activities subject to the EIS System
Proclamation 2146	1981	Proclaims certain areas and types of projects as environmentally critical and within the scope of the EIS System
DENR Administrative Order 96-37	1996	Revising DAO 21, Series of 1992, to further strengthen the implementation of the EIS System



☒ 6 – 3 FLOW CHART of SCOPING PROCESS



☒ 6 - 4 EIS Preparation and Submission

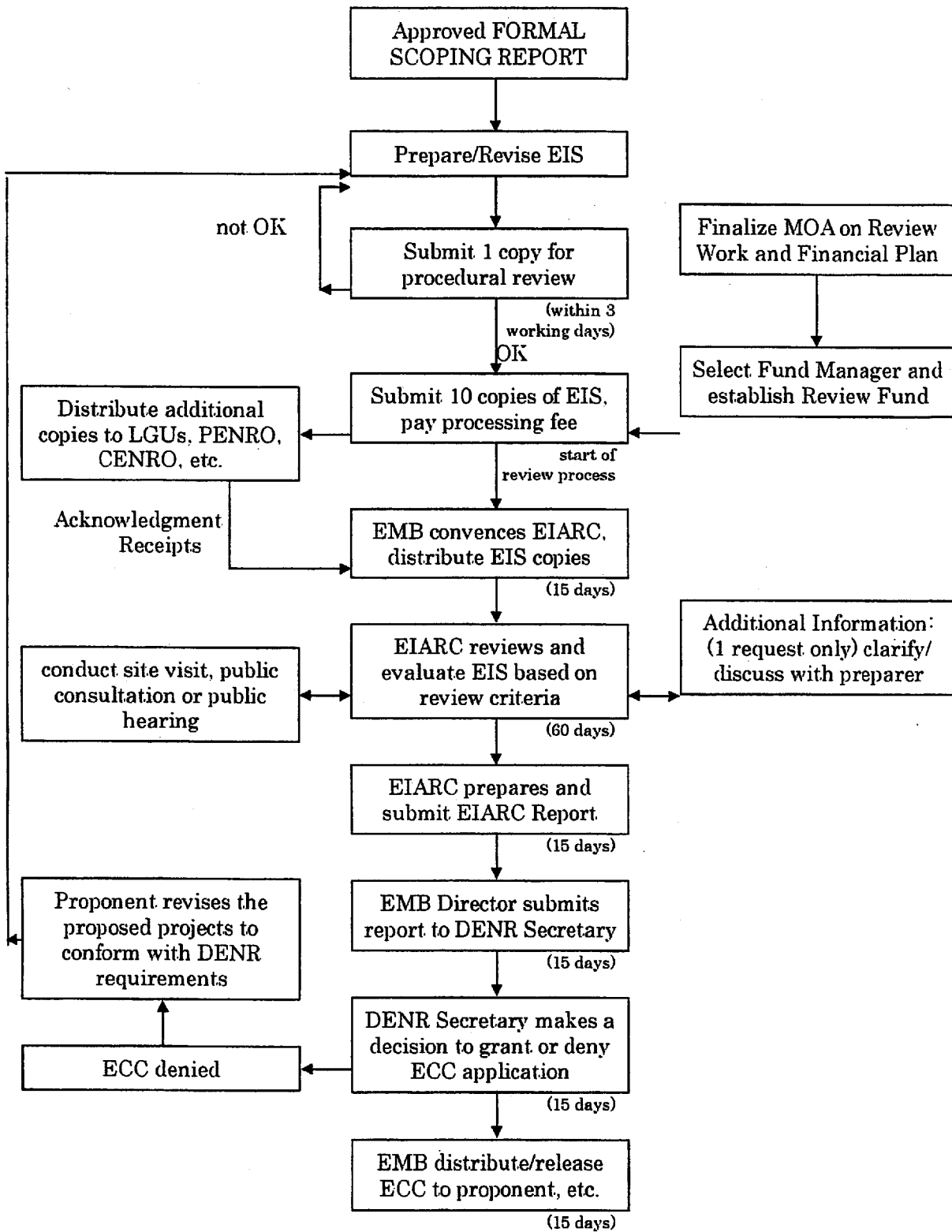
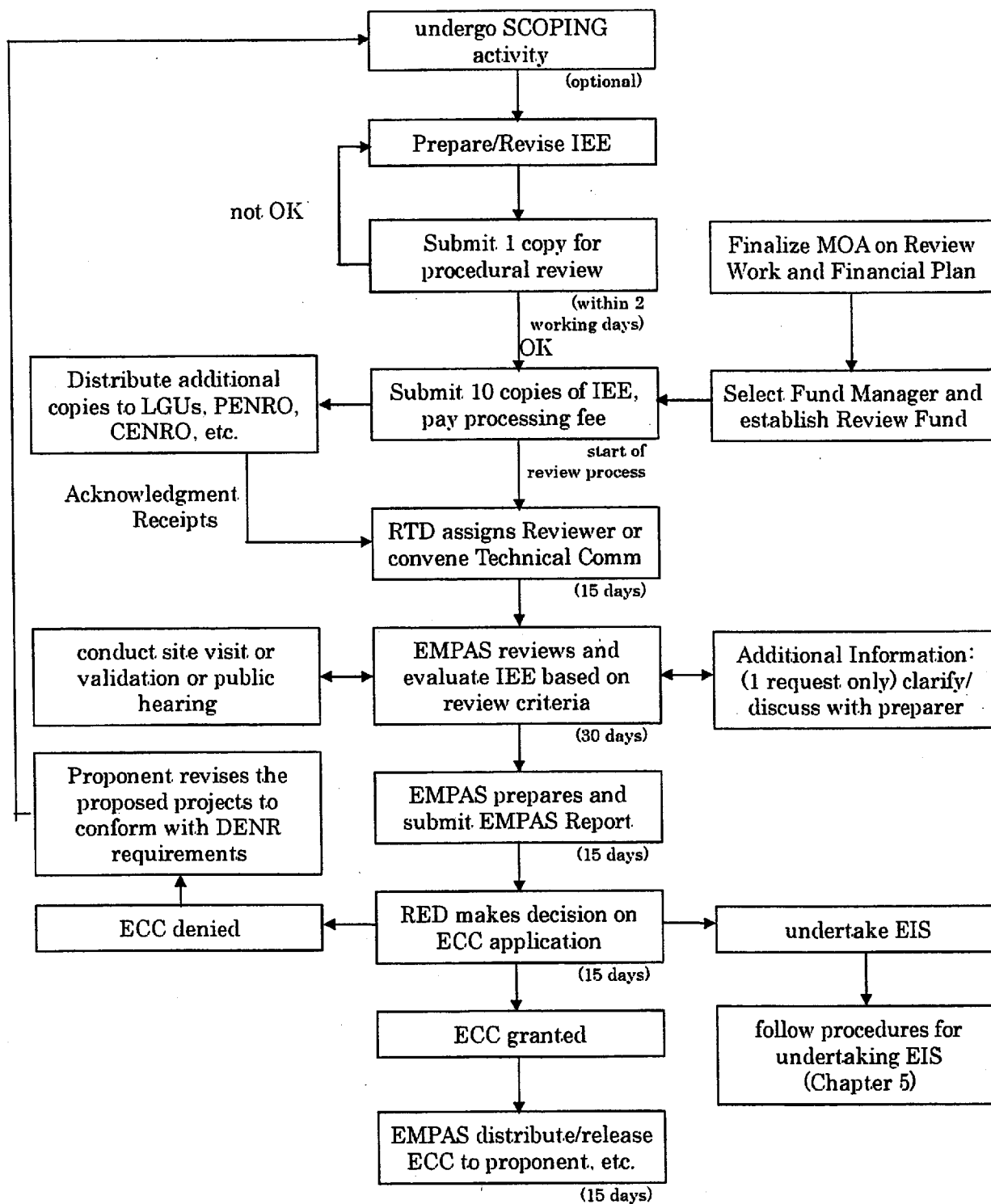


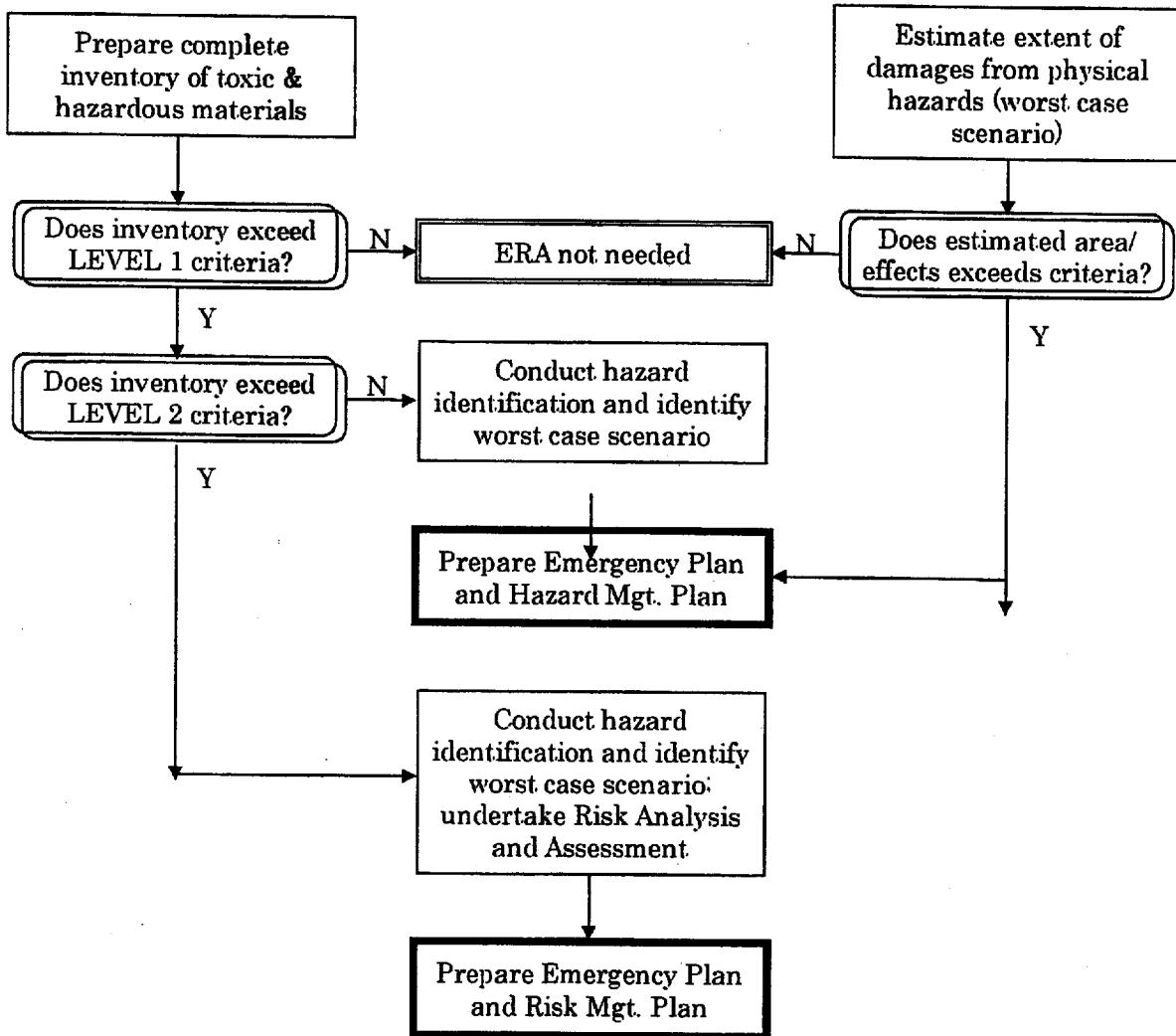
图 6-5 FLOW CHART of EIS REVIEW PROCESS



☒ 6 - 6 FLOW CHART of IEE REVIEW PROCESS

For project involving toxic and hazardous materials

For project not involving toxic and hazardous materials



☒ 6 - 7 FLOWCHART for ERA DETERMINATION

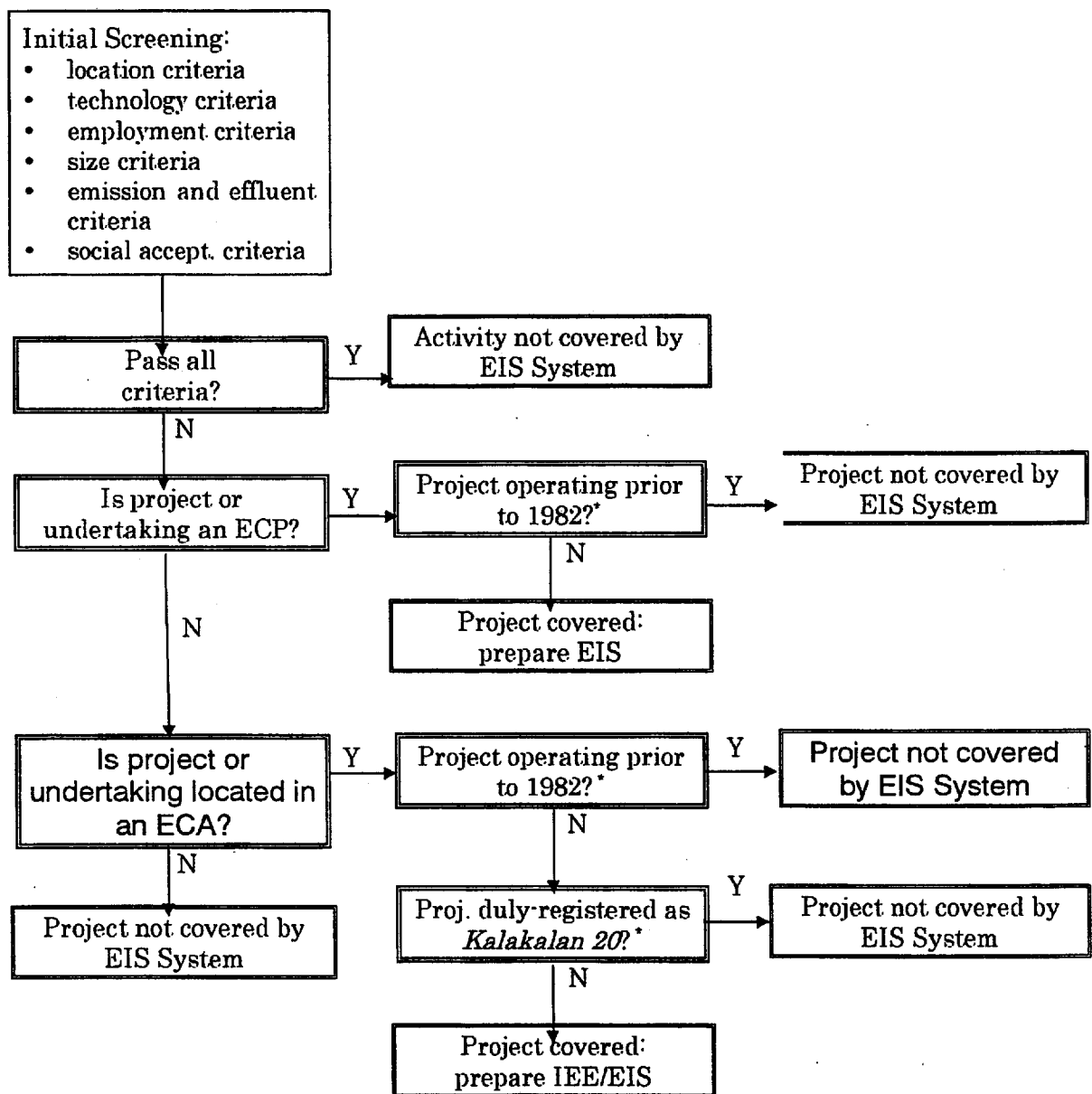
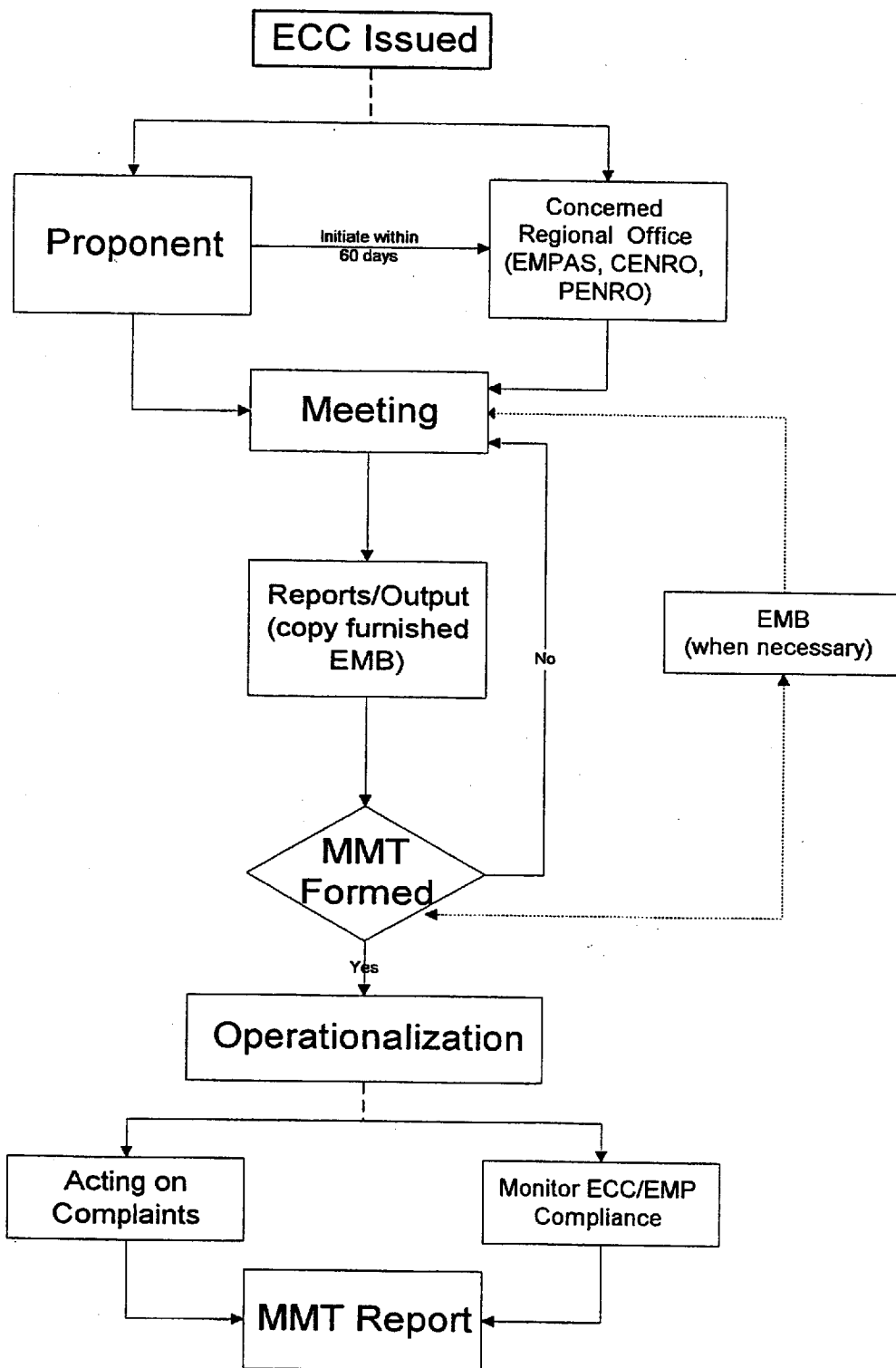
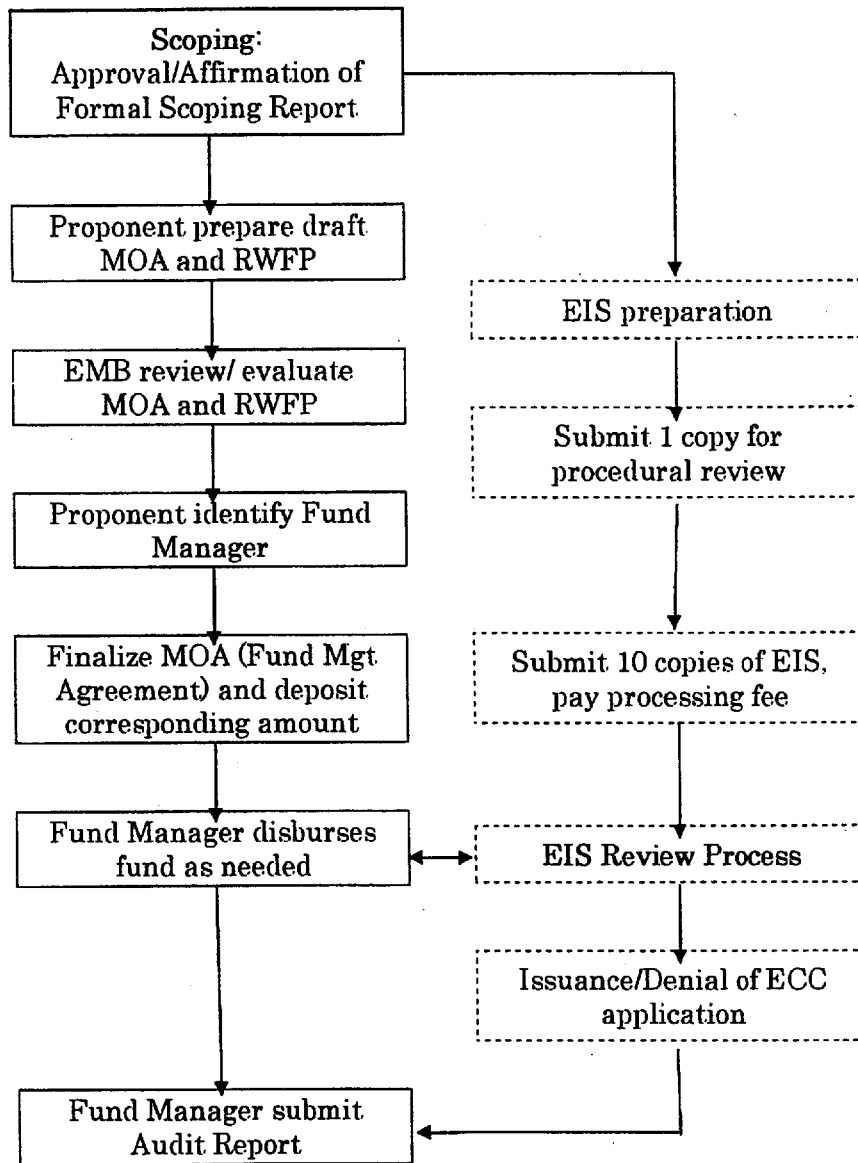


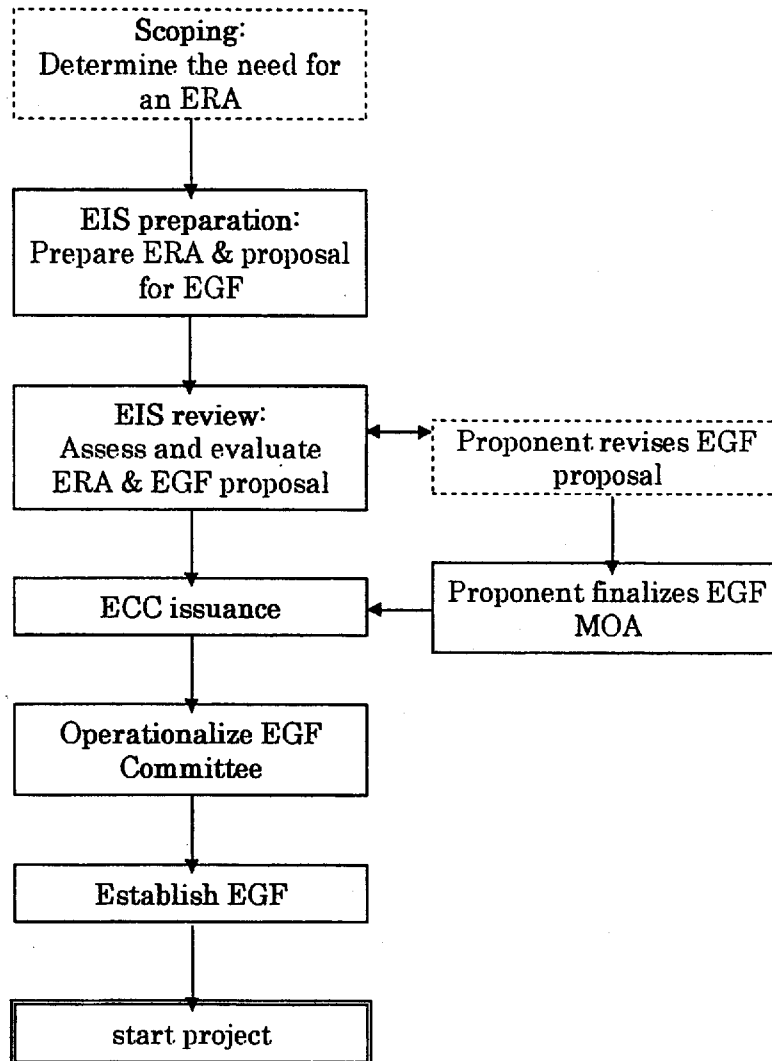
图 6-8 DETERMINATION of COVERAGE



☒ 6 - 9 COMPLIANCE MONITORING PROCEDURAL FRAMEWORK



☒ 6 – 10 PROCEDURAL FRAMEWORK for ESTABLISHMENT of REVIEW FUND



☒ 6 – 11 PROCEDURAL FRAMEWORK for ESTABLISHMENT of EGF

また、環境関連法規としては以下のものがある。

表 6 - 2 環境関連法規

項目	法令	内容
総論	大統領令第 1151 号	環境政策
	大統領令第 1152 号	環境規制
自然環境・天然資源関連	憲法第 12 条第 2 項	天然資源の探査、開発、使用
	大統領令第 1198 号	自然環境の保護
野生生物・生物多様性の保護	共和国令第 826 号	自然公園保全及び野生生物保護委員会の設置
	共和国令第 1086 号 (1954)	ミンドロ水牛捕獲禁止
	共和国令第 6147 号	サクラクイワシ保護法
	声明 2141 号	荒野地域保護
	行政命令 243 号 (1970)	カラバオとバッファローの屠殺禁止
森林資源	大統領令第 209 号	共有林育成プロジェクト
	大統領令第 277 号	森林法違反者の通報を奨励
	大統領令第 278 号	森林資源と森林地の開発利用申請に対する手続き規定
	大統領令第 331 号 (1973)	持続可能な森林開発
	大統領令第 389 号	森林修復規則
	大統領令第 705 号 (1975)	森林修復規則改定
	大統領令第 865 号	木材輸出 (選択伐採)
	大統領令第 953 号	植林の要請
	大統領令第 1153 号	植林令
	天然資源省令第 78 号 (1987)	ナラ材・他の堅木材伐採収集の許可範囲規定
	天然資源省令第 74 号 (1987)	アルマシダ材の伐採禁止
	天然資源省令第 79 号 (1987)	森林再生基金の設置
	天資源省覚書第 8 号 (1986)	丸太輸出の全面禁止
	通達第 818 号	森林減少
	森林開発局回覧第 13 号 (1986)	マングローブ地域、河川流域、保全地域、荒れ野、国立公園、野生生物保護区、実験林等の中の土地所有の全面禁止
鉱物開発	大統領令第 1251 号	探 鉱
	大統領令第 463 号 (1974)	鉱物資源開発令
	大統領令第 1189 号 (1979)	土地私有者への補償金のための鉱山の跡地利用
沿岸・海洋	大統領令第 600 号 (1974)	海洋汚染の防止
	大統領令第 602 号 (1974)	油汚染管理センターの設置
	大統領令第 979 号	海洋汚染の防止
大気質	共和国法第 3931 号	国家大気水質汚染制御委員会の設置、汚染の定義、罰則
	大統領令第 1181 号	移動発生源による大気汚染規制
	大統領令第 1160 号	公害防止の法の遂行にかかわる部落長
	通達第 247 号	ハイウェイパトロール警備隊の任命
	通達第 551 号	自動車の公害防止装置の装備

項目	法令	内容
水質	共和国法第 4850 号	ラグナ湖開発庁の設置
	共和国法第 3931 号	国家水質大気汚染管理委員会の設置
	大統領令第 600 号	フィリピン沿岸警備隊の設置、海洋汚染対策
	大統領令第 1252 号	抗水処理基金の設置
	大統領令第 602 号	国家オイル汚染管理センター設置
	共和国法第 274 号	バッシング川汚染対策
	共和国法第 361 号	バッシング川開発会議の設置
	通達第 712 号	マニラ湾・ラグナ湖排水基準
	環境天然資源省令第 34 号	水質の分類と用途
	環境天然資源省令第 35 号	全工業排水、都市生活排水の排水規則
廃棄物	大統領令第 825 号 (1975)	ゴミ、汚物、その他廃棄物の不法投棄の罰則規定
	大統領令第 826 号 (1975)	地方自治体の固形廃棄物及び液状廃棄物の処理責任規定
	大統領令第 1152 号 (1977)	廃棄物処理計画及び廃棄物処理方法の規定
土地利用・住民 移転	憲法第 13 条	人権擁護委員会の設置と責務
	公共事業道路省令第 65 号	公共事業及び高速道路プロジェクトの際の土地使用手続き
	公共事業道路省令第 120 号 (1988)	公共事業道路省プロジェクトのための私有地補償
	公共事業道路省令第 234 号 (1990)	公共事業道路省プロジェクトのための私有地補償改訂
	改訂行政規則第 64 項	政府の民間私有地接収に関する裁判所の権限
	公共事業道路省令第 65 号 (1983)	土地使用・通行権のガイドライン
	大統領令第 1517 号	都市用地再編の保護区の指定
	上院条項第 328 号	難民立ち退き一時禁止令
住宅都市開発法 (1991)	住民立ち退きの手続き	
歴史的・文化的 遺産の保全	共和国法第 4365 号	国家歴史委員会の歴史遺産の認定、修復、維持の責務
	共和国法第 4346 号	国立博物館の文化遺産保護の推進の責務
環境アセスメント	大統領令第 1586 号	環境アセスメントシステムの行政組織とその内容
	公布第 2146 号	環境に影響の大きい産業 3 分野と 12 の環境の危機的な地域
全国総合保護 地域システム	全国総合保護地域システム法 (1992)	全国的な保護地域の見直し

フィリピンでは、これまでに環境保護に関する以下の国際条約が批准されている。

絶滅の恐れのある野性動植物の種の国際取引に関する条約 1981 年

世界の文化遺産及び自然遺産の保護に関する条約 署名年不詳

特に水鳥の生息地として国際的に重要な湿地に関する条約 署名年不詳

ロンドン海洋投棄条約 署名年不詳

モンリオール議定書 署名年不詳

自然保護債務スワップ 1988 年

6 - 2 スクリーニング

フィリピンの環境法令によると、すべてのプロジェクトの計画段階で環境配慮に関する評価が必要となっていることから、ここで改めて評価するまでもなくスクリーニング及びインパクト調査は必要であるが、JICAガイドラインに従い、具体的環境項目に従って実施し、環境インパクト

調査の実施が必要となるか否かの判断の基準を確認する。

6 - 2 - 1 スクリーニングの理念

スクリーニングの理念は JICA ガイドラインに従い以下のとおりとする。

- ・開発計画が関連住民の生存、生活に悪影響を与えないようにし、地域の持続的な開発・発展を確保しつつ、社会生活に十分な便益をもたらすようにする。
- ・開発計画が現況の自然環境を著しく損なわず、また貴重な環境及び自然資源を保全し、将来にわたって調和のとれた環境を維持する。

6 - 2 - 2 プロジェクトの概要

表 6 - 3 にプロジェクト概要を示す。

表 6 - 3 プロジェクト概要

項 目	内 容
プロジェクト名	フィリピン国ピナツボ火山西部河川流域洪水及び泥流制御計画
背 景	<p>ピナツボ火山西部河川流域は、同火山の東部河川流域と比較して火山噴出物の堆積が多く、地理的にも辺鄙な場所に位置し、周辺の居住者人口が少ないことなどの理由から、火山の噴火後10年を経た今日まで、総合的な洪水・泥流制御のための計画の策定が行われなかった。一部の下流域では、それぞれの地域の被災状況に応じて護岸や堤防のかさ上げ、河床の掘削などの事業が河川ごとに個別に実施されてきた。しかし、これらの事業の実施では、今後予想される洪水や泥流対策としては不十分で、地域住民の安全を確保し、被災した地域の復興を図るためには、流域全体を対象とした総合的な洪水・泥流対策のためのマスタープランの策定が求められている。</p> <p>また、火山の噴火口に形成された火口湖の水位が上昇し、西側河川に流出する状況となり、火口壁の崩壊などが発生した場合には、大規模な洪水が発生し、泥流となって下流地域を襲うことが予想される状況となった。これら火口湖の安全対策を含めた西部地域の洪水、及び泥流の発生を防ぎ、地域復興の基礎的条件をつくるための計画策定が求められている。</p>
目 的	ピナツボ火山西部河川流域を対象とした洪水及び泥流の発生を抑え災害の発生を防ぐための治水・砂防を含めた地域の防災対策に係るマスタープランを策定し、優先事業についてフィージビリティ調査を実施する。同時に調査の実施を通してフィリピン側カウンターパートに対する技術移転を図る。
位 置	フィリピン国第3地域ザンパレス州のピナツボ火山西部河川流域の約 1,300km ²
実施機関	公共事業道路省 開発計画局
裨益人口	約 43 万人（ザンパレス州全域 2000 年国勢調査統計資料）
計画諸元	
計画の種類	洪水・泥流制御マスタープラン（ソフト及びハード両面からの洪水防御計画） フィージビリティ調査（優先及び緊急性の高い事業計画） 計画策定に係る手法の技術移転
主要計画/ 構造物	予警報・避難システム / 危険地域の住民移転 / 安全地域への再定住 / 土地利用規制 / 河川環境保全対策 / 利水対策 / 河床掘削 / 河道改修 / 堤防かさ上げ / 護岸改修 / 遊水地・遊砂地 / 砂防ダム / 橋梁改修 / 取り付け道路改修 / 火口湖放水路改修
規 模	ピナツボ火山西部河川流域（約 1,300km ² ）及びその隣接区域
付帯施設	未 定
その他 特記すべき事項	<p>ピナツボ火山西部河川上流域の山間部は、少数民族であるアエタ族が多く居住する地域であった。これらの住民の多くが噴火以来避難所での生活を強いられており、元の居住地に戻る見込みはまだない。そして避難民に対する支援の削減とともに、現在の居住地域にこれらの住民の雇用先がないため、住民は収入の手段がなく、貧困からの脱却を図ることが極めて困難な状況にある。また、少数民族は、これまで閉鎖的な村落社会を形成していたため、外部社会と交流するための教育や言語などのコミュニケーション手段に限界があり、社会的差別を受けやすい状況に置かれてきた。このような状況が長い間放置され、構造的な貧困問題を形成している。このままの状態を放置すると急進的思想や過激な行動を誘発する原因となるおそれがある。フィリピン社会全体の平和と安定、さらに持続可能な発展を考えるうえで、貧困の緩和のための努力及び対策は重要かつ緊急性があると考えられる。</p>

注) 記述は既存資料により分かる範囲内とする。

6 - 2 - 3 プロジェクトの立地環境

表6 - 4にプロジェクトの立地環境を示す。

表6 - 4 プロジェクト立地環境

項 目		内 容
プロジェクト名		ピナツボ火山西部河川流域洪水及び泥流制御計画
社 会 環 境	地域住民 (居住者/先住民/計画 に対する意識等)	上流域は噴火及び泥流等の被害が大きく、人間が居住できる環境にない。噴火以前は樹木に覆われ、アエタ族の人々が生活していたが、現在、居住者は全く見られない。主要河川沿いの中流域の農地や住宅地はほとんど火山灰や泥流に埋まり、放置されたままの状態である。洪水や泥流の及ばない高台に住民が集落を形成して住み、限られた農地で農耕を続けている。早急な洪水・泥流対策が望まれる。最下流域の被害地域は限定的であり、農業、漁業のほか、サービス業等の経済活動が続けられており、人口が集中している。避難所・再定住地も中・下流域に設置されており、約3万人が生活している。雇用対策が課題である。
	沿川の土地利用 (都市/農村/史跡/景 勝地/病院等)	火山灰が多く堆積した上流域では表面は植生で覆われているが、激しい降雨があれば確実に泥流が発生する状態にある。このため、自然植生の復元によって、泥流の発生を抑制することが当面の課題である。人間による土地利用は行われていない。道路や橋梁が寸断され、上流域へのアクセス手段がないため、一般の人の立ち入りは困難であり、地域復興には大きな課題となっている。中・下流域では、噴火前は農地であったが、ほとんどの場所で火山灰や泥流による砂が堆積し、堤防などによって保護されていない場所での土地利用は見られない。河川から離れた場所や高台に集落や町があり、住民の生活の場所となっている。下流域の水田地域では、かつては二期作が行われていたが、灌漑施設や水田が泥流の被害を受け、現在では雨期作のみ可能で、農業生産活動が大きく後退した。海岸地域の砂浜は海水浴リゾート地であったが、現在は観光客は極めてまれである。
	経済/交通 (商業・農漁業・工業団地/ フェリーターミナル等)	上流域では、ピナツボ火山以外の山林での薪炭材の生産が行われている。中・下流域では農業・漁業、流通業等サービス産業が維持されているが、噴火以前の状況までには回復していない。一方、人口の増加は進んでおり、貧困削減のための雇用対策が必要である。唯一の国道である7号線は、サント・トーマス川に架かる橋梁のクリアランスがなく、越流の危険があり、対策が求められている。
自 然 環 境	地形・地質 (急傾斜地・軟弱地盤・地 滑り地/断層等)	10年前の火山噴火により地形は大きく改変された。ピナツボ火山は1,700mあった標高が約1,400mに低下し、噴火口は河口湖となっている。植生に覆われていた頂上から西側河川の上流域斜面一帯は5～20m程度の火山噴出物が堆積しており、泥流の発生源となっている。中・下流域では流下した土砂によって扇状地が形成されており、この扇状地から海岸に至る地域が農業などに利用されている。下流部の河川敷は、泥流の砂が堆積し、川幅が2～4kmに広がっている。洪水のたびに流路が変わるため、草も生えない砂漠のような空間となっている。
	海岸・海域(浸食・堆砂/ 潮流・潮汐・水深等)	河川によって運搬された泥流や土砂は河口付近から海岸地域に堆砂して流下能力を阻害している。また、常時火山灰を含む濁流が近海を汚染しているが、流量が小さいため、近海の生物や生態系に及ぼす影響は少ないと考えられる。
	貴重な動植物・生息域 (自然公園・指定種の生 息域等)	火山噴火によってほとんどの動植物や生態系が破壊され、消滅した。山腹の植生は徐々に回復しているが、火山噴火前と同等な多様な生物種が生息できる環境に回復するまでには相当の期間を要する。
公 害	苦情の発生状況 (関心の高い公害等)	火山灰微粒子が乾期の東風によって集落や住宅地域に吹き込み、多くの住民に喘息などの呼吸器系疾患をもたらしている。
	対応の状況 (制度的な対策/補助等)	飛灰対策や疾病の予防措置はとられていない。
その他特記すべき事項		この地域は火山噴火からの復興が遅れており、東部流域と比較して地域開発が大きく遅れている。そのため、地域の経済格差が更に大きくなり、少数民族の問題と貧困問題が重なり、これらの対策が大きな課題となっている。

注) 記述は既存資料により分かる範囲内とする。

6 - 2 - 4 スクリーニングの実施

表 6 - 5 にスクリーニングの結果を示す。

これらのスクリーニングの結果から、影響を受けるおそれのある項目があり、マスタープランの策定時に初期環境評価 (IEE) を、フィージビリティ調査 (F/S) 実施時に EIA を併せて実施すべきであると判断される。

表 6 - 5 スクリーニング

環境項目		内 容	評 定	備考 (根拠)	
社 会 環 境	1	住民移転	用地占有に伴う移転 (居住権、土地所有権の転換)	有	施設建設の用地取得が必要
	2	経済活動	土地等の生産機会の喪失、経済構造の変化	有	農地、工場・商業用地の河川用地・施設への転換
	3	交通・生活施設	舟運等既存交通や学校・病院への影響	有	堤防の改築、かさ上げ、遊水地・遊砂地、砂防ダム等の建設による
	4	地域分断	交通の阻害による地域社会の分断	有	同 上
	5	遺跡・文化財	寺院仏閣・埋蔵文化財等の喪失や価値の減少	有	噴火・泥流災害によって喪失したものは多数あり
	6	水利権・入会権	漁業権、水利権、山林入会権の阻害	有	下流域における農業用水の水利権あり、山林の入会権は不明
	7	保健衛生	ゴミや衛生害虫の発生等衛生環境の悪化	不 明	将来的に流域人口の増加による悪化の懸念あり
	8	廃棄物	建設廃材・残土、汚泥、一般廃棄物等の発生	有	河床掘削、河川改修等が実施されれば相当量の砂の廃棄が必要
	9	災害 (リスク)	地盤崩壊・落盤、事故等の危険性の増大	有	一定量以上の降雨で泥流発生の危険性あり
自 然 環 境	10	地形・地質	掘削・盛土等による価値のある地形・地質の改変	有	火山灰堆積や泥流発生によって地形の改変が進んでいる
	11	土壌浸食	土地造成・森林伐採後の雨水による表土流出	有	森林伐採の計画なし
	12	地下水	過剰揚水や涵養能力の低下による枯渇、浸出水による汚染	有	河川構造物や遊砂地による地下水脈変更の可能性あり
	13	湖沼・河川状況	埋め立てや放水路等による流量、流速、河床の変化	有	河川構造物の設置による流況変化の可能性あり
	14	海岸・海域	沿岸漂砂の変化による海岸浸食や堆積	有	泥流の流下による河口付近の堆砂・海水汚濁の可能性あり
	15	動植物	生息条件による繁殖阻害、種の絶滅	不 明	火山噴火によって環境が大きく変化している
	16	気 象	大規模造成や建築物による気温、風況等の変化	不 明	大規模構造物による影響あり
公 害	17	景 観	造成による地形変化、構造物による調和の阻害	有	大規模構造物による影響あり
	18	大気汚染	車両や工場からの排出ガス、有害ガスによる汚染	無	発生の要因なし
	19	水質汚濁	土砂の流入や水量の減少による水質の汚染	有	工事による水質汚濁の可能性
	20	土壌汚染	排水・有害物質等の流出・拡散等による汚染	無	発生の要因なし
	21	騒音・振動	車両の走行、ポンプの稼働等による騒音・振動の発生	有	工事による騒音・振動の可能性
	22	地盤沈下	地盤変化や地下水水位低下に伴う地表面の沈下	無	発生の要因なし
	23	悪 臭	排気ガス・悪臭物質の発生	無	発生の要因なし
総合評価：IEE あるいは EIA の実施が必要となる開発プロジェクトが			要	影響が想定される項目がある	

6 - 3 スコーピング

6 - 3 - 1 基本的考え方

スコーピングは「開発プロジェクトの考え得る環境インパクトのうち、重要と思われるものを見だし、それを踏まえて環境インパクト調査の重点分野、あるいは重点項目を明確にすること」とJICAガイドラインにて定義されている。この定義を踏まえ、開発の全体像を把握し、適切な調査項目とするために行う作業である。

このスコーピングの手順は、JICA ガイドラインに従ってチェックリストを作成することとし、作成作業にあたっては、以下の検討条件を踏まえて実施した。

検討対象時期

検討対象時期は、供用開始前及び供用開始後とする。

検討対象とする空間的範囲

空間的範囲は河川・砂防事業を行う区域のみに限らず、流況及び流送土砂の変化が及び範囲までも対象とする。

環境インパクトの対象

環境インパクトの対象は、基本的に現況の環境に与えるマイナスの影響とする。

本プロジェクトにおける計画内容は現段階では未定であるが、マスタープラン計画案は自然・社会環境の特性を配慮した洪水・泥流制御計画とするもので、施設的対策としては、下流域における河床・低水路掘削、複断面化等の河川改修や堤防のかさ上げ、補強などの施設改修など、中流域における遊水・遊砂地等の設置、上流域における砂防ダム等の各要素を適切に組み合わせたものとなる。また、非施設的対策としては、予・警報、避難システム、ハザードマップ、氾濫危険区域の住民移転、土地利用規制、住民参加による水防システム等被害の軽減、及び救援・復旧対策が考えられる。さらに地域の主要交通路の安全性と安定性を確保するための橋梁の架け替え、新設、取り付け道路の変更、改修などが考えられる。

これらの計画案に対応した施設が建設されることを前提に、現段階では未定の事項に関する項目や、関係者からのヒアリングができなかった項目についての評価は困難であるが、環境へのインパクトが見込まれる、若しくは不明な環境項目を分類すると以下ようになる。

- | | |
|-------------|---------------------------------------|
| (1) 住民移転 | 施設建設用地取得による占有及び氾濫危険地域の住民の移転、再定住促進 |
| (2) 経済活動 | 主要産業の隣接区域における河川改修及び河川構造物建設に伴う経済活動への障害 |
| (3) 交通・生活施設 | 河川改修及び大規模河川構造物の建設による障害 |
| (4) 地域分断 | 河川改修及び大規模河川構造物の建設による生活地域連続性の分断 |

- | | |
|--------------|---------------------------------------|
| (5) 遺跡・文化財 | 河川構造物の建設による未確認遺跡・文化財の破壊 |
| (6) 水利権・入会権 | 砂防ダム・遊砂地、堤防等の設置による流路、流量等の変更による障害 |
| (7) 保健衛生 | 河川流域の安全性向上によってもたらされる居住人口の増加による衛生環境の悪化 |
| (8) 廃棄物 | 河床掘削、河川改修等によって発生が予想される発生残土処理 |
| (9) 災害(リスク) | 計画規模を上回る降水によるダム決壊、堤防決壊等のリスク |
| (10) 地下水 | 砂防ダム、大規模堤防によって地下水脈の変更の可能性あり |
| (11) 湖沼・河川状況 | 火口湖の放水路、遊水地等の構造物による流況変更の可能性あり |
| (12) 海岸・海域 | 泥流の流下による河口付近の海水の汚濁 |
| (13) 動植物 | 上流域の砂防ダム及び中流域の遊砂地の建設に伴う環境変化による生息条件の変化 |
| (14) 気象 | 大規模構造物の設置による気温変化、風力・風向の変化等 |
| (15) 景観 | ダム・大規模堤防等の構造物の建設に伴う自然景観の変化 |
| (16) 水質汚濁 | 河川工事による水質汚濁の発生 |
| (17) 騒音・振動 | 河川工事による騒音・震動の発生 |

以上のスコーピングの検討結果を表6 - 6 スコーピングチェックリストに示す。

表 6 - 6 スコーピングチェックリスト

環境項目		評定	備考(根拠)	
社会環境	1	住民移転	B	施設建設の用地取得及び氾濫危険地域の住民移転が必要
	2	経済活動	C	経済活動の中心地域でないため、工事に伴う負の影響は軽微
	3	交通・生活施設	C	流域の居住者数が少ないため、工事等に伴う影響は軽微
	4	地域分断	C	河川改修及び大規模堤防の構造と計画規模及び代償措置の有無による
	5	遺跡・文化財	C	対象地域における遺跡・文化財の存在は不明
	6	水利権・入会権	B	砂防ダム・大規模堤防等の施設の構造により影響の出る可能性あり
	7	保健衛生	C	河川の安全性向上によって居住人口が増加し、衛生環境悪化の可能性あり
	8	廃棄物	B	河床掘削等の河川改修による発生残土処理方法の課題
	9	災害(リスク)	C	砂防ダム・堤防等河川構造物の設置場所と計画規模・構造による
自然環境	10	地形・地質	D	火山灰の堆積と泥流被害によって広範囲に地形が変化している
	11	土壌浸食	D	森林伐採の計画なし
	12	地下水	C	砂防ダム・大規模堤防によって地下水脈変更の可能性あり
	13	湖沼・河川状況	B	火口湖の放水路・遊砂地等の構造物によって流況変更の可能性あり
	14	海岸・海域	C	泥流の流下による河口付近の堆砂及び海水の汚濁
	15	動植物	C	上流域の砂防ダム及び中流域の遊砂地の設置場所と規模による
	16	気象	C	砂防ダムや遊砂地の規模等による
公害	17	景観	B	ダム・大規模堤防等の構造物による影響あり
	18	大気汚染	D	発生の要因なし
	19	水質汚濁	C	工事による汚濁発生の可能性あり
	20	土壌汚染	D	発生の要因なし
	21	騒音・振動	C	工事による騒音・震動発生の可能性あり
	22	地盤沈下	D	発生の要因なし
	23	悪臭	D	発生の要因なし

注) 1. 評定の区分

A: 重大なインパクトが見込まれる。

B: 多少のインパクトが見込まれる。

C: 不明(検討をする必要はあり、調査が進むにつれて明らかにある場合も十分に考慮に入れておくものとする)

D: ほとんどインパクトは考えられないため IEE あるいは EIA の対象としない。

2. 評定にあたっては、該当する項目別解説書を参照し、判断の参考とすること。

6 - 3 - 2 総合評価

チェックリストの各項目別に評価を行った結果と、その評価の判定根拠から、ほとんどの項目でC以上となり、17項目について調査が必要あるいは調査を行うことが望ましいと判断される。これらの結果を表6 - 7に示す。

表6 - 7 総合評価

環境項目	評 定	今後の調査方針	備 考
住民移転	B	対象地域住民の実態、移転先候補地、インフラ整備状況、政府の移転実施体制、過去の事例	
水利権・入会権	B	水利用状況、水利権の実態、土地利用状況、入会権の実態、山林利用の実態、漁業権の実態、河川利用の実態	
廃棄物	B	工事残土発生量、残土物理化学特性、残土処理の実態、処分場候補地、残土利用実態、利活用対策	
湖沼・河川状況	B	火口湖安定水位、流況変化予測、維持流量	
景 観	B	河川景観の内容、景観保全対策	
経済活動	C	土地利用活用状況、経済活動状況、影響の緩和策	
交通・生活施設	C	道路・施設利用実態、交通量予測、代償措置	
地域分断	C	地域住民の動態、活動実態、緩和策、代償措置	
遺跡・文化財	C	地方史、民族史、文化財評価、保全対策	
保健衛生	C	住民意識、水質保全対策、ゴミ処理対策、火山灰粉じん対策	
災害（リスク）	C	過去の被災履歴と発生要因、構造物の計画規模、安全性	
地下水	C	地下水利用実態、水質分析、地下水位	
海岸・海域	C	汚染の実態、水質分析、生物の生息状況、保護対策	
動植物	C	動植物・生態系の実態、保全・保護対策	
気 象	C	微気象観測、構造物による影響の予測	
水質汚濁	C	水質分析、水質現況、浄化対策	
騒音・震動	C	騒音・震動の実態及び影響、対策	

注) 評価の区分

A : 重大なインパクトが見込まれる。

B : 多少のインパクトが見込まれる。

C : 不明(検討をする必要はあり、調査が進むにつれて明らかになる場合も十分に考慮に入れておくものとする)

D : ほとんどインパクトは考えられないため IEE あるいは EIA の対象としない。

6 - 4 環境配慮上の課題と留意点

6 - 4 - 1 自然環境の保全・復元手法について

ピナツボ火山の西部地域には火山で噴火した降灰の60～70%が降り注ぎ、それが場所によっては10から20mも堆積しているといわれている。このような状況では、噴火以前の動植物や生態系、また自然環境のほとんどが失われ、完全な復元は不可能に近いと思われる。しかし、10年たった今日、火山の東側ほどではないが、かなりの面積が植生で覆われている。これらの植生は火山灰地でも生育できる一年生草本がほとんどである。これが更に数年をかけ植生遷移を繰り返して、本来の潜在自然植生へと近づくことになるが、その遷移を促進させるには、昆虫類や鳥類、両生類・は虫類・ほ乳類等の動物の存在が不可欠である。すなわち生態系としての自然が保たれることがその条件となる。

幸いにもピナツボ火山の南約10kmの位置にオロンガボ保護区があり、この保護区からの生態系の回廊を保全することによって、ピナツボ火山の噴火によって失われた自然環境、特に生態系を回復させることが可能であると考えられる。この生態系の回廊は自然の植生によって保護することが重要となる。人工的に植樹や強制移動させなくとも、自ら最適な場所に動植物が再生されることになる。自然環境の保全策として、この生態系ネットワークの回廊をいかにして確保し、保全するかが課題となるであろう。

6 - 4 - 2 河川生態系調査について

ピナツボ火山西側の流域河川のすべてが直接南シナ海へ流入している。火山灰泥流による海洋汚染によって海洋生物に影響を及ぼすことも考えられる。この海域の海流の速度が比較的速く、また、汚濁した泥流の流量が少ないこともあり、汚染が特定の地域に深刻な影響をもたらす可能性は少ないと考えられるが、海洋生物への影響を調査することも重要である。また、海岸の沿岸には養殖場が多く存在し、同地域の貴重な収入源となっており、河川の水質、水量の変化も大きな環境要素であることから、定期的なモニタリングを要すると考えられる。

ブカオ川では川漁が行われており、雨期などの水量の豊富な時期や産卵期には、かなりの数の魚類や水棲生物の遡上があるものと考えられる。また、これらの川魚をえさとするサギなどの鳥類の生息が確認されていることから、河川の生態系の概要をマスタープラン調査で把握する必要があると思われる。

6 - 4 - 3 土捨て場の環境調査について

サント・トーマス川の下流部は泥流の土砂の堆積によって河床が6m以上上昇し、河川水は伏流水となって流下するため、河川の表面に流水が全く見られない。下流部の国道橋の付近で堆積したラハールの除去(重機による河床掘削)が行われているが、雨期の洪水とともに流下

するラハールの量は膨大であり、毎年乾期に行われる除去作業では間に合わない可能性がある。そして、これまでに掘削された土砂の量は明らかではないが、数十万 m³ に及ぶものと推測される。除去された土砂は付近の土捨て場に運搬されているが、今後もこのような河床掘削による土砂の除去作業が継続する可能性があり、土捨て場の状況とその周辺に及ぼす環境影響評価を行う必要があると考えられる。

6 - 4 - 4 少数民族への社会配慮について

ピナツボ火山西部地域には、少数民族であるアエタ族の住民が多く生活している。噴火前まで彼らは山中で、伝統的な焼き畑や循環型の農耕システムにより生計を維持していたが、噴火後避難移住地に移り住み、国や支援団体からの援助あるいは、火山灰に覆われなかった地域での炭焼きなどの活動による収入で細々と生計を支えている。少数民族の多くは貧困状態にあり、大都市に出ても雇用の機会がほとんどない。現在の状況では、これらの人々がこの地域を離れて自活することは極めて困難であり、被災難民の移住地の閉鎖や規模縮小が困難な主要原因ともなっている。

一方政府は、財政難の理由から、これらの事業の実施を中央省庁から地方政府へと移転している。そのため、地方政府は予算不足から、これまでのような被災移転住民へのサービスの実施が困難な状況となっている。税収もあがらない地方政府でいかにしてこれらの被災民支援のための資金を確保するかは、極めて大きな課題となっている。

西部調査では、ザンバレス州のボトランとサン・マルセリーノの2つのムニシパル行政区が調査対象地域の大部分を占める。これらの地域は、火山噴火及び泥流等による被害が最も大きく、そして現在もその影響が続いている地域である。また、貧困緩和のための支援や、雇用促進・教育・医療・福祉等その他社会セクターにおける社会配慮のための課題検討もこの2つの行政区が中心となるものと考えられる。

同地域でのヒアリングや測量、ポーリング等調査の実施にあたっては、少数民族の伝統や宗教、そして考え方を考慮して慎重な配慮のうえで実施することが求められる。あわせて、ワークショップや説明会には地方政府の代表のほか、住民代表をオブザーバーとして加えた参加型方式を採用するほか、現地委託業務では、地元住民を優先して雇用し、地元で調達可能な資機材は調査対象地域の中で調達するなど、地域社会全体の課題として貧困緩和に寄与できるようなシステムを考える必要があると考えられる。

6 - 5 ローカルコンサルタントの実施能力等

フィリピンでは環境権が現行憲法でも規定されるなど国民の基本的人権として法律上は確立している。このような背景から行政としてのEIAの実施経験も長く、プロジェクトを実施する関係

官庁では多くのEIA実績経験を有している。そして、環境関連の法律をはじめ、手続き等を定めた手引き書、マニュアル類も整備され、その実施システムは確立している。このような事情から、ローカルのコンサルタントでEIA実施経験を有する会社は多い。

EIAの実施経験を有するコンサルタント会社のリストを以下に示す。これらの情報はEMBのEIA Divisionより入手したものである。

表 6 - 8 環境コンサルタント会社リスト

No.	Name of Consultant	Contact Person	Address	Phone
1	Asia Geodyne corporation		1186 Quezon Avenue, Quezon city	0366519
2	As Enriquea Engineering consultancy	Apolinarion S.Enriques	Juan Osmena St, Cebu city	032-412-7012
3	AT Montalbo and Company	Andrew T.montalbo	Quezon Avenue D&N bascara Arcade Bldg. Quezon City	740-7704
4	BCD Technocon	Donato Dela Cruz	140 Kalayaan Avenue, Diliman Quezon city	920-7410
5	Hatch Associates, Inc.	Michael P. Carlos	118 Rada St. Legaspi Village Makati Metro Manilla	817-2667
6	OEDCO Inc.	Rosalina B. domadoc	Del rosario & Junquera Sts. Cebu City	032-253-2679
7	Center for Environmental Studies and Management	Ronaldo Metin	Se.Gil Puyat Ave. Makati City	844-9949
8	CEST, Inc.	Antonio M. Navarro	Emeralad Avenue, Ortigas Center Pasig City	633-7946
9	Coffey Philippines, Inc.	Mary Hildegarde Roxas	Emerald Avenue Ortigas center, Pasig city	636-8287
10	Cowi consulting Engineers and Planners AS	Kim Norup	Emerald Avenue, Ortigas Center Pasig Metro Mnila	633-3998
11	Dams and Moore	Gay Cayabyab	Salcedo Village Makati City 1227	892-8026
12	DCI Development Catalyst, Inc.	Joselito P. Losaria	Tres Hermanes Village Antipolo Rizal	646-6974
13	Engineering and Development Corporation of the Phil.	Rebecca G. Joson	259-269 EDSA Greenhills Mandaluyoung City	732-9475
14	Environmental Concepts Corporation	Delfin C. San Pedro	Convenant Village Bagong silang Quezon City	431-5519
15	Ecosys corporation	Annabelle Diaz	West Triangle diliman Quezon City	414-4379
16	ENR Consultants, Inc.	Edna Gaon	89 Scout Castor St. Quezon City	413-7227
17	Ecosphere and Technology Management, Inc.	Felixberto H. Roquia, Jr.	10395B Lopez Avenue 4031 College Laguna	049-536-1479
18	Filteknik Consultants, Inc.	Mendoza	No.9 Baleta Drive New Manila Quezon City	722-5352
19	Gaia South, Inc. Environmental Consultants	Ebert Bautista	Amorsolo cor. Gamboa Sts. Legaspi Village Makati City 1229	893-5661
20	Geo Environmental Consultancy Inc.	Edgardo S David	1044 Carola St. Sampaloc, Mla.	732-3502
21	Geosphere Technologies, Inc.	Ledecia T. Dela Cruz	Eisenhower St. Greenhills San Juan Metro Manila	723-4250
22	Henori Environmental Consultants	Honorata De Leon	1677 Quezon Avenue, Quezon City	929-4824
23	Louis Berger International, Inc.	Armando A. Andaya	Herrera Corner Amorsolo ST. Legaspi Village, Makati City	812-3556
24	Maunsell Philippines, Inc.	Amelia F. Brilliantes	San Lorenzo Village Makati City	814-0401
25	Madecor Environmental Mgt. System, Inc.	Enrique Pacardo	Demarces Famville, College, Laguna 4031	049-536-0649
26	Orient Integrated Development consultants, Inc.	Edna Gaon	E.A. Esguerra Avenue corner Sct. Albano St. Quezon City	924-1780
27	Petra Konsult and Associates, Inc.	Alexander T. Guintu	2211 commonwealth Avenue Quezon City	931-6935
28	Rightpack International Corporation	Jose Antonio J. Menchaca	Canlubang Industrial Estate Canlubang Laguna	092-7732
29	Schema Konsult, Inc.	Eduardo C. Abores	ADB Avenue Ortigas Center Pasig City	631-1691
30	Seastems, Inc.	Emmanuel S. Bate	Teacher s Village diliman Quezon City 1101	921-6811

No.	Name of Consultant	Contact Person	Address	Phone
31	SGV Consulting Firms		6758 Ayala Ave. Makati City	819-3011
32	SNJ Consulting Engineers and Geologists		31 Marcelo Avenue, Pasig City	632-0368
33	Sustainable Ecosystems International Corporation	Ricardo M. Umali	#77 Malakas St. Quezon City	436-3971
34	Technotrix Philippines, Inc.	Edgardo G. Alabastro	9 Balete Drive Corner 3 rd St. Quezon City	727-3886
35	Teem, Inc.	Leandro Querubin	Espana Corner Cataluna St. Manila	732-5420
36	Test Consultants, Inc	Benedicto Adan	Mother Ignacia Ave., Quezon City	411-1332
37	Tetra Tech EM, Inc.	Socorro L. Patindol	San Miguel Ave., Ortigas Center Pasig City	
38	Total Consultancy Service, Inc.		Metropolitan Ave. Corner Mola St. Makati City	
39	Uniconsult Planners, management and Service Systems Consultants, Inc.		140 Kalayaan Ave., Diliman Quezon City	924-8558
40	URS Greiner Woodward-Clyde Philippines, Inc.	Raul de Guzman	Ortigas Ave. Greenhills Sun Juan Mmla.	727-0261
41	Wekkspring Mgt. Corporation	Benedicto T. Reprado	Cor. Congressional Ave. Diliman Quezon City	456-8238

上記リストに記載されているコンサルタント各社のうち複数の会社を訪問したが、資料が相当以前に作成されたものであるのか、転居などで所在地が不明になっていて連絡がとれない会社もあった。その中で連絡のとれた会社について、会社概要等を各種委託業務の経費見積書、実績等の資料とともに調査団収集資料集の中にまとめてあるので参照のこと。

見積書の内容については、作業内容、作業量、精度等必要な積算条件を明確に提示できなかつたため、一般的な人口単価に安全率を掛けた金額で見積もられており、実勢価格を適切に反映したのではないと判断されることから、本報告書には記載していない。

EIAの現地委託業務については、これら会社組織以外にも個人のコンサルタントが公共事業道路省(DPWH)の環境評価部署に出入りしており、これらのルートを探すことで、以降のフォローアップを改善する考え方もできる。

現場での調査やヒアリング等には、できる限り、地元の組織、NGOや人の活用が望ましい。これは少数民族の感情や考え方、伝統に配慮するためであり、また、地域の雇用促進に寄与できる可能性があるためである。いずれにしても、機動的に調査が実施できることが望ましい。

6 - 6 本格調査への提言と勧告

調査対象地域となるピナツボ火山西部河川流域は、これまで大規模なプロジェクトが全く実施されておらず、参考となるデータや資料、更には当地で環境調査経験のあるコンサルタントも極めて少ないことが予想される。このような背景から、環境調査の実施にあたっては、調査の方法・内容等について実施機関である公共事業道路省のEIA部門河川担当と事前に打合せを行ったうえ

で実施することが望ましい。同省のEIA河川担当者は、過去に実施した河川・砂防関連プロジェクトでどのような環境調査が必要となったか、また、調査内容やローカルコンサルタントの選定のために参考となる情報をもっていることから、これらの過去の経験と情報を新たに実施する調査に反映させることによって、効果的な調査とすることが可能となるものと考えられる。

公共事業道路省の担当部局では、これまでに実施された種々のプロジェクトや事業に関する過去のデータや資料などが、適切な管理がされないまま散逸している現実がある。特に水文や気象の資料などは、保存されていれば将来必ず役に立つものである。数年前に実施したピナツポ火山の東部河川流域調査においても資料は収集されたはずであるが、全く管理されないまま、その所在は明らかにされていない。

今回の調査で収集され、検討される資料やデータについても、人類史にも残るほどの未曾有の大噴火災害が発生したピナツポ火山での避難や防災そして復興の経験を、将来地域の人々が利用できる形で正確に残すための配慮が必要と思われる。

同国に生きる未来の人々のために、正確な情報を適切に管理し、利用するための情報管理活用システムが必要である。これらのシステムを技術移転のなかに含めることも必要と考えられる。

第7章 本格調査への提言

7 - 1 調査の基本方針及び範囲

本件調査は、2001年12月6日に合意されたI/A(Implementing Arrangement)及び同協議に関する議事録(M/M)に基づき実施するものであり、コンサルタントは次に示す内容の調査を行い、調査の進捗に応じて「第7条 成果品及び提出書類」に示す調査報告書を作成し、先方政府に説明・協議を行うものとする。本調査は、3年次にわたり実施することとし、調査の全工程(約18か月間)を2つのフェーズに分けて以下のように実施するものとする。

(1) フェーズ : 洪水・泥流制御計画に係るマスタープランの策定

第1年次においては、国内準備作業から第1次国内作業までとし、治水・砂防に関する基礎調査を実施するとともにマスタープランを策定する。また、提案された事業のなかから、フィージビリティ調査の対象となる優先事業を選定する。

(2) フェーズ : 優先・緊急課題に対するフィージビリティ調査

第2年次契約については、第2次現地作業のみとし、第3年次契約については、第3次現地作業から第3次国内作業までとする。フェーズ で選定された優先事業を対象に補足調査を行い、治水・砂防を目的とするフィージビリティ調査を実施する。

また、調査対象地域はピナツボ火山の西部河川流域(約1,300km²)とする。

7 - 2 調査項目とその内容・範囲

7 - 2 - 1 フェーズ : 洪水・泥流制御計画に係るマスタープランの策定

(1) 既存資料の収集・分析

事前調査にて収集した関連資料の内容を分析するとともに、第1次現地調査での作業内容、重点項目を把握する。また、計画策定において必要となるデータ類を整理し、現地で追加収集する必要があるものを抽出する。

(2) 調査の基本方針・内容の検討

計画策定に必要なデータ類やその精度を整理し、調査方法、項目、調査団構成、実施体制、工程等の調査基本方針を検討するとともに、調査計画・手法の詳細を取りまとめる。

(3) 既存関連データ・資料の収集、分析

調査対象地域における以下の項目について、資料・データ・報告書等を収集・整理し、

分析を行う。

- 1) 自然条件（植生・生態系を含む）
- 2) 社会・経済（行政・組織機構・制度・地域経済指標を含む）
- 3) 地域開発計画、国家開発計画の動向
- 4) 気象・水文・水理（潮位・火口湖データを含む）及び観測システム現況
- 5) 地形・地質・土質・火山堆積及び流出状況
- 6) 土地所有・土地利用状況及び計画
- 7) 水利用状況及び計画
- 8) 洪水・泥流予警報・避難システム、防災組織の現況
- 9) 洪水・泥流発生状況及び被害履歴
- 10) 洪水・泥流防御施設、砂防施設の内容
- 11) 治水・砂防に係る実施中の事業及び計画
- 12) 治水・砂防・流域保全に係る組織・制度、予算
- 13) 河川・治水・水利用・水質に関する法制度・基準・ガイドライン
- 14) 環境・衛生・安全・人権保護等に関する法制度・基準・ガイドライン
- 15) 道路交通・橋梁等施設設計に関する法制度・基準・ガイドライン
- 16) 他ドナーの援助実績及び動向・計画
- 17) 地域住民の避難移住の経緯と現状の把握
- 18) 火山噴火と火山堆積及び泥流発生衛星画像分析
- 19) その他（関連資料及び情報等）

（4）現地踏査

対象地域の河川流域の現地踏査を行う。現地踏査においては以下の項目についてその状況を正確に把握するため、地域住民に対するヒアリング、写真撮影やデータの記録収集を含めて行う。また、既存施設については、位置・規模内容、維持管理の状況、現状の課題等も含めて調査し、その内容を記録する。これらの現地踏査を実施するにあたり、事前に問題点や課題を抽出し、その対策に必要となる情報が収集できるよう事前に資料を整理しておく。

- 1) 火口湖及び河川の現況
- 2) 洪水・泥流による被害の状況
- 3) 土砂堆積の状況
- 4) 既存施設・構造物の現況、維持・管理の状況
- 5) 灌漑等利水施設の現況

- 6) 既存計画による構造物建設予定地の状況
- 7) 河川及び周辺土地利用の状況
- 8) 火山堆積・残存状況
- 9) 洪水・泥流予警報施設の状況
- 10) 既存水文観測施設の状況、観測機器設置予定位置の確認
- 11) 自然環境・社会環境
- 12) 土地利用・開発状況
- 13) 道路及び生活インフラの状況
- 14) 社会・経済、周辺村落住民の生活状況

(5) 水文観測機器設置・水文観測及び流量計測

1) 水文観測機器設置及び水文観測

治水・砂防計画に必要な水文資料を補完するため、各河川の中・下流域の適切な地点に自記雨量計4か所及び水位計(量水標)3か所を設置し、カウンターパートに観測指導を行つたうえで、雨量、水位観測を実施する。観測は調査終了後も継続して観測を行うことが可能となるような体制を考慮すること。

2) 流量計測

洪水・泥流氾濫解析の検証を目的として、調査対象河川の下流域において、水位・流量曲線の作成を目的とした水位観測、及び流量計測を実施する。

流量観測は浮子による流速観測と、設置された水位計による水位観測を行う。得られた水位と流速観測値、並びに河川横断測量結果から水位流量曲線を作成する。

(6) 実 査

1) 航空測量・数値地図作成

調査対象河川流域の地形図を航空測量によって作成する。作成範囲は、ピナツボ火山山頂及び火口湖周辺を含む西側斜面、及びブカオ川流域・サント・トーマス川流域とする。

ピナツボ火山山頂及び火口湖周辺を含む西側斜面は、特に火山堆積物の堆積している地域を重点的に実施する。測量対象範囲は約300km²で、1/10,000の縮尺にて等高線を5m程度の間隔として作図する。この地域では、火山堆積物が堆積する泥流の発生源で地形の変化が激しく、標点の設置が困難であることから、適切な手法による水準測量を用いることとする。

ブカオ川流域、サント・トーマス川流域の地形図は、河川縦横断図を兼ねるため、1/5,000の縮尺として、等高線を1m程度の間隔とする。測量対象範囲は、おおむねブカオ川流

域では約180km²、サント・トーマス川では約260km²の面積となる。更にブカオ川とサント・トーマス川について河川横断測量を実施する。測量基準はおおむね以下のことを目処とするが、東部調査で実施した測量の基準と同等となるよう内容を考慮しながら、現地踏査に基づいて決定するものとする。

- ・縦断図 ピッチ：100 m

- ・横断図 ピッチ：500 m（重要箇所は100m程度）、断面数：100、幅：1～3 km

すべての地形図はデジタル化による数値地図として、地形変化量解析、土砂流出解析、洪水・泥流解析、シミュレーションに活用できるものとする。これらの数値地図は既存の地形図、航空写真、衛星画像及び新規に撮影する航空写真より作成する。

2) 地質調査

サント・トーマス川及びブカオ川の洪水・泥流制御のための河川・砂防施設の設計に必要な地質データを得ることとその妥当性を検討することを目的としてボーリングによる地質調査を行う。また、河川を横断する橋梁の必要箇所においても設計に必要な地質データを取得するため、ボーリングによる地質調査を実施する。ただし火口湖からマラウノ川出水口付近の地質データは近々に公共事業道路省(DPWH)が実施予定のボーリングによる地質調査の結果を参考とすること。

- ・ボーリング調査及び原位置試験

ボーリング調査の深度は基礎地盤までとし、調査1地点当たり2～3か所、掘削総延長は合計500m程度を限度とする。

- ・室内試験

ボーリングによる採取試料について、地盤の状況を把握するため、室内試験(比重、吸水率、一軸圧縮試験等)を行う。

3) 交通量調査

調査対象地域の主要道路における橋梁設計のための構造計算の基礎資料、及び経済性評価のためのデータとするため、交通量を調査する。現時点においてはサント・トーマス川に架かるマクルクル橋を調査地点と想定し、車種別方向別時間帯別の交通量観測を行う。

4) 水質調査

調査対象区域内の各水系の河川環境・水質の現況を把握するため水質調査を行う。サント・トーマス川上流部での鉱山による影響、及び火山堆積物に含まれる有害物質の有無を確認するため、重金属を含む以下の項目を調査する。主要3河川のうちサント・トーマス川及びブカオ川で各2か所、マロマ川で1か所、及び火口湖で1か所の計6か所程度を目処とする。また各箇所に対し、雨期乾期それぞれ1回ずつ調査する。

・水質試験項目

pH、BOD（生物学的酸素要求量）、COD（化学的酸素要求量）、DO（水中の溶存酸素量）、色度、硝酸性窒素、亜硝酸性窒素、塩素、シアン、水銀、リン、鉄、マンガ、亜鉛、鉛、クロム、カドミウム、ヒ素、フッ素、カルシウム、マグネシウム、フェノール

5) 河床材料調査

治水・砂防計画の一環としての流域保全対策の検討に資するため、河床材料調査を実施する。約24程度（サント・トーマス川及びブカオ川で各3地点、マロマ川で2地点、各地点に対し3サンプル程度）のサンプルを想定する。

6) 河川構造物調査

既存の河川構造物の詳細な内容、及び状況を把握するために行う調査の調査項目については、現時点では以下を想定する。

- ・種類、位置、目的、建設年、構造、関連図面
- ・運用状況、運用記録、被災記録、修理記録
- ・利用者やサービスエリア
- ・維持・管理状況、実施体制及び実施機関

(7) 生産土砂・土砂流出予備調査

治水・砂防施設の設計に資するために、地形図、航空写真判読又は衛星画像解析、及び崩壊地調査、溪流調査を行い、火山堆積量・土砂流出に関する調査を行う。土砂流出解析は、主に数値地図を用いて解析を行うが、この解析が円滑に精度よく行われるよう、現地踏査の結果を整理・検討するものである。

(8) 洪水・泥流氾濫被害調査及び住民意識調査

既存資料、衛星画像、航空写真判読に加え、現地踏査、地元住民・自治体等への聞き取り調査を行うことにより、洪水による氾濫区域、土砂流出被害状況等を明らかにし、資産分布状況、洪水被害要因を把握するとともに、住民のニーズを把握する。

(9) 環境予備調査

治水・砂防計画に係る開発計画策定において、調査対象地域内の環境面（自然環境、社会環境等）の問題を抽出するため、以下の事項について調査を実施する。

- 1) 自然環境、社会環境・土地利用の現況
- 2) 水管理に係る環境関連法令及び現況

- 3) 本調査に係る環境配慮の方針及びフィージビリティ調査 (F/S) での環境影響評価 (EIA) のための調査の詳細検討、EIA の実施計画・準備、並びに調査実施のための計画書の作成・提出・承認促進

(10) 水理解析及び計画規模の決定

1) 水理・水文解析 / 流出解析

これまでに得た水理・水文データについて統計処理を行い、治水・砂防計画に必要な降雨、河川状況 (流量) データ等について整理・分析を行い、流域特性、降雨特性、洪水流出特性等を検討し、流出解析を行う。

2) 洪水・泥流氾濫・被害解析 (被害の評価)

水理・水文資料及び河道状況等を踏まえ、洪水流出モデルを作成するとともに、DEM (Digital Elevation Model) を用いて氾濫解析を行い、流下能力、治水安全度及び被害形態・規模等について評価する。

3) 治水・砂防施設の現状・計画評価

既往の治水・砂防計画に基づく現状施設及び計画施設の評価を行うとともに、想定される治水・砂防計画により期待される効果について検討する。

4) 計画規模の決定

土地利用・開発計画等に基づく地域の重要度、経済効果、既往洪水被害実績、フィリピンにおける河川・砂防技術基準等を基に、対象地域における洪水防御計画の計画規模、内容及び対象重点地区を決定する。

(11) 洪水・泥流制御に係るマスタープランの策定

洪水・泥流制御計画、水利用計画、地域農業復興開発計画、地域開発計画等全体を考慮に入れ、流域のマスタープランを策定する。総合治水の観点から、以下の事項について検討を加えるものとする。

1) 治水・砂防施設・河川改修等の構造物計画

2) 河川にまたがる橋梁等、地域交通のための構造物計画

3) 予警報・避難システム、地方自治体・地域住民の参加による水防・避難活動等の非構造物対策の提言

4) 治水・流域保全の観点からみた土地利用計画の提言

5) 治水・砂防事業・河川管理に係る組織・法制度についての提言

6) 運営管理計画・人材育成計画・既存組織の現状、治水・砂防事業の運営・管理状況を踏まえ、マスタープランの実施に必要な運営・維持管理計画を策定する。また、運

営・維持管理に必要な技術者の育成計画についての提言を行う。

なお、本調査が、フィリピン地方分権化における治水・砂防計画策定の実施体制整備の一例となるよう、中央政府と地方政府の効果的な連携の方法、実施体制及びその構築方法につき実現可能なものとなるようにカウンターパート等と十分協議のうえ策定すること。

(12) 事業費概算並びに段階的整備計画の策定

上記(11)のマスタープランに基づき、治水・砂防事業の実施に要する事業費を概算する。また、計画期間中の年度ごとの投資額を考慮し、段階的整備計画の策定を行う。

(13) 洪水・泥流制御マスタープランの事業評価

事業費と治水事業の実施による便益算定からの経済評価を行うとともに、技術的、社会的、環境的側面からの評価を考慮し、総合的な事業評価を行う。なお、経済評価のクライテリアについても、調査を通じて提案すること。

(14) 優先プロジェクトの選定

治水・砂防施設及び治水・砂防計画ごとの経済性のほか、技術的、社会的、環境的評価を勘案し、フィージビリティ調査として緊急性・効率性の高い優先事業の選定を行う。

7 - 2 - 2 フェーズ : 優先・緊急課題に対するフィージビリティ調査

(1) 追加資料の収集及び現地補足踏査

フィージビリティ調査に必要な資料・情報の収集・整理・分析、現地踏査を行う。

(2) 補足実査

1) 河川縦横断測量

優先プロジェクトの詳細検討のために必要となる区域の河川縦横断測量を実施する。対象地点、地域、数量等については、第1次現地調査において実施した測量結果を補足すると同時に、これと重複しないよう十分に検討し、最小限にとどめる。

2) 地形測量

優先プロジェクトの詳細検討のために必要となる詳細な地形測量を実施する。本補足調査は、第1次現地調査で実施した測量と同様に現地再委託にて実施する。

3) 地質調査

優先プロジェクトにおける主要構造物の予定地点について、必要となる地質・土質調

査を行う。

4) 水文観測

各河川に設置した観測機器で雨量・水位観測を継続して実施する。調査終了後も継続して観測を行うことが可能となるような体制を考慮する。

(3) 優先プロジェクトの治水・砂防施設の概略設計

フィージビリティ調査の収集資料、調査結果に基づき、優先プロジェクトとして選定された治水・砂防施設、橋梁等について、概略設計を行い、技術的実行可能性の検討及び費用の算定を行う。

(4) 非構造物対策計画の策定

洪水・泥流の発生による被害は今後も発生が予想されるため、住民の間には不安感がなくなる状況下、治水・砂防計画が住民に受け入れられ、有効かつ円滑に実施されるために以下の内容の非構造物対策計画を策定する。住民移転に関しては、少数民族であるアエタ族の居住や貧困問題とも関連するため、現地調査期間中の情報収集・調査結果の取り扱いについては、フィリピン側との十分な協議を行ったうえで判断し行動するものとする。

1) 住民移転

既存の移転計画及びその実施状況、アエタ族等少数民族への対応、住民意識調査等の調査結果を踏まえ、本調査で策定するマスタープラン実施にあたって生じる住民移転問題への対策を検討する。計画策定にあたっては、住民の意向、価値観等を考慮のうえ、社会的に実施可能な計画とする。

2) 予警報・避難

住民の過去及び現在の緊急時の避難行動調査結果を踏まえ、既存の予警報システムの見直しを行い、避難方法と併せて提言を行う。

3) 自主防災・救援

泥流発生による緊急時の対応・救援体制等住民、及び住民組織が中心となった自主防災・救援組織の構築について、日本の事例も参考として提言する。

(5) フィリピン側実施の緊急小規模プロジェクトに係る技術指導

緊急かつ小規模なプロジェクトについてフィリピン側が独自で詳細設計の実施を行う意向を有するか確認のうえ、Capacity Buildingの一環として同プロジェクトのフィージビリティ調査、設計について、必要に応じ、測量、設計、施工計画、運営管理・人材育成に関する技術指導を行う。

(6) 環境影響評価

上記フェーズ、【第1次現地調査】「予備環境調査」における環境調査を基に、優先プロジェクトのうち環境に影響を及ぼすと考えられるプロジェクトについて、環境影響の調査、予測及び評価を行い、環境保全目標の設定や環境影響を軽減するための対策を提示する。また、フィリピンの関連法規に従い、環境影響評価の実施を支援するとともに環境管理計画/環境モニタリング計画の作成を支援する。

(7) 施工計画

治水・砂防施設計画及び橋梁計画を実施・施工するために必要な材料、資機材計画、仮設計画を含めた施工計画を策定する。

(8) 運営管理計画・人材育成計画

既存組織の現状、プロジェクトの運営・管理状況を踏まえ、優先プロジェクトの実施に必要な運営管理計画を策定する。また、運営管理に必要な技術者の育成計画について提言を行う。

(9) 事業費積算

優先プロジェクトの実施に必要な、工事費、用地費、維持管理費、予備費等を積算し、事業費を算定する。

(10) 事業実施計画の作成

優先プロジェクトについて、事業主体を明確にし、事業の経済分析を行い、事業実施計画を策定する。また、河川区域の設定、河川区域内の土地利用に関する規制法等、事業実施に必要な法制度の提案を行う。

(11) プロジェクトの評価及び提言

優先プロジェクトに関し、以下の観点から評価を行い、実施上の提言を行う。なお、評価の基準、指標についても明確にしたうえで提案すること。

1) 経済評価

優先プロジェクトについて、社会経済的便益と社会的費用を算定し、便益の指標について明確にしたうえで費用便益分析、内部収益率分析、感度分析等を行い、実施可能性を評価する。

2) 財務評価

事業実施に際しての資金確保、フィリピン政府による事業費に対する予算措置等を検討・評価する。

3) 技術評価

フィリピンの技術水準を十分に考慮した計画となっているか、技術面での実施可能性を評価する。

4) 社会・環境評価

地方行政担当者、地域住民等の意見・提言等も踏まえ、優先プロジェクトの実施が自然・社会に与える影響を検討・評価するとともに、悪影響の軽減策について提言を行う。

7 - 3 調査期間・工程と要員計画

7 - 3 - 1 調査期間と調査工程の概要

本調査は2002年3月中旬より開始し、約18か月後の終了を目処とする。

調査工程は、マスタープランの作成をフェーズ として第1年次に実施する。フィージビリティ調査をフェーズ として第2年次、第3年次で実施することとする。また、各報告書の作成の目処は次の工程によるものとする。これらの内容をまとめ、表7 - 1に示す。

表7 - 1 調査工程表案

事項	2001年度			2002年度										2003年度														
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
事前調査			I/A				今回実施分 第1年次					第2年次					第3年次											
本格調査							フェーズ1					フェーズ2																
						IC/R							IT/R					P/R								DF/R		F/R

凡例 IC/R : インセプションレポート (着手報告書)

P/R : プロGRESSレポート (進捗報告書)

IT/R : インテリムレポート (中間報告書)

DF/R : ドラフトファイナルレポート (最終報告書案)

F/R : ファイナルレポート (最終報告書)

国内作業

現地調査

7 - 3 - 2 要員計画の概要

(1) 業務量の目処

第1年次	約 33.5 M/M	(現地 約 30.5M/M、国内 約 3.0M/M)
第2年次	約 25.5 M/M	(現地 約 23.5M/M、国内 約 2.0M/M)
第3年次	約 19.5 M/M	(現地 約 15.5M/M、国内 約 4.0M/M)
総計	約 78.5 M/M	(現地 約 69.5M/M、国内 約 9.0M/M)

なお、上記には業務調整団員は含まれない。

(2) 調査分野

本調査には

総括 / 砂防計画

副総括 / 治水・河川計画

水文・水理

土砂水理 / 流出解析

地形・地質

航空写真・測量・地図・衛星画像解析

砂防施設設計

橋梁設計

施工計画 / 維持・管理計画

GIS (地理情報システム) / シミュレーション

環境評価・住民移転

流域管理・予警報・避難体制

社会経済・組織制度

積算・評価

以上の各分野を担当する団員が参加することを基本とする。

(3) 業務調整団員

本調査には、必要に応じ、業務調整団員を参加させることができるものとする。ただし、経費は別途事業団の定める基準によるものとする。

7 - 4 調査実施体制

本件調査の実施機関は、公共事業道路省開発計画局 (Development Planning Division, Department of Public Works and Highways) である。I/A 協議において確認されたステアリングコミッティの

メンバーについても本調査と深くかかわることから、別添 M/M 内容を確認のこと。

7 - 5 調査用資機材

現在、想定される購入・輸送業務を委託する資機材は次のとおり。

現地調達分

品名	数量	仕様
自記雨量計	4台	
簡易水位計(量水標)	3式	スタッフゲージ
パソコン	2台	標準アクセサリ、消耗品等含む
パソコンソフト	2式	Windows XP、他必要ソフト含む
レーザープリンター	1台	
インクジェットプリンター	1台	
距離計	2台	
UPS	2台	非常電源装置
コピー機	1台	
GIS用ソフト	1式	Auto Cad 及び Ark View
衛星データ	1式	経年的データ
浮子	1式	流量測定用

7 - 6 調査実施上の留意点

相手国の便宜供与事項は、事前調査団が署名交換した I/A、M/M を参照のうえ確認すること。
また、留意点について以下に示す。

(1) 基本的資料・情報の収集及び活用について

1) 本調査の対象地域であるピナツポ火山西部河川流域は、先に開発調査が実施された東部地域とは自然、及び社会的諸条件が異なる部分もあり、火山噴出物の堆積が多く、その後の泥流等火山災害による大きな被害を受け、その影響は現在も続き、地域の交通・通信など社会インフラの復興整備や経済復興が大きく遅れる要因となっている。特に既存資料については、噴火災害によって地形や環境等の諸条件が大きく変化していることに加え、噴火後の10年間に同地域で定期的な調査や、その結果に基づく修正が行われていないことが多く、基本資料・情報の収集や入手には困難が予想される。そこで、調査団が現地踏査と実測を実施して、新たにデータを取得し、確認することが望まれる。このような情報収集と確認作業には多くの時間と労力を要することから、調査に必要な資料・情報に関する前

広で計画的な事前準備が望まれる。

- 2) 東部で実施された調査項目や調査手法の把握、その後の計画の実施やモニタリングの結果を評価し、西部調査を実施するうえでの参考情報とすることが重要である。そこで、これら東部での調査関連資料、情報を整理して現場での調査を開始する前にレビューすることが求められる。
- 3) フィリピンの政府関係組織では、運営上の理由から情報の有料化政策が進められている。しかし、自治体や住民が必要としている情報に関しても場合によっては利用できない状況にあることから、本調査で収集・整理・作成した情報及び検討の成果は、地域の自治体や関係機関、住民団体に可能な限り多く還元し、将来地域の住民が利用できる形にして移転することが重要であると考えられる。また、これらの情報の有効活用と移転のための方策を検討し、実施するものとする。その一例として、泥流のシミュレーションやハザードマップ等を実施機関のホームページに掲載し、インターネット情報として調査対象地域の自治体・団体等にも利用可能なシステムとして整備することも考えられる。

(2) 気象・水文データ及び観測について

- 1) 噴火後、西部河川流域において DPWH が設置した、早期警戒・避難システムのための気象観測所は、現在は OCD (Office of Civil Defense) に移管され、OCD が直接管理していることになっている。しかし、その観測施設の所在もデータも不明である。そのため、調査の開始と同時に西部河川流域での雨量、各河川水位のデータを取得すべく、観測機器の設置を行う必要がある。これらの観測施設の設置にあたっては、盗難が防止でき、かつ確実にデータの取得が行える官地の場所を可能な限り選定し、必要な観測機材は現地調達によって設置することとする。
- 2) 河川水位観測機器は最下流の国道橋梁に設置することが最も容易であると思われるが、潮位変化の影響を受けないことを確認したうえで設置することとする。あるいは上流の観測に適した場所を選定して設置することとする。設置にあたっては、記録装置は設置せず、水位スケールの読み取りによって記録する簡易なものとする。
- 3) データの取得のための観測機器の設置・維持には、地元の河川管理関係者あるいは地方行政関係者等を通して現地委託する。その際、データの取得方法について適切なアドバイスを行う。また、調査終了後も観測が継続できるような体制を、技術移転も兼ねてカウンターパート機関と連携して検討する。
- 4) 雨量・河川水位・流量の観測については、特に雨期や台風の期間中のデータをおよそ2年分取得し、河川・砂防施設設計の妥当性の検証及び泥流シミュレーションのデータとして活用できるよう配慮する。なお、観測にあたっては、調査終了後も観測が継続できる体

制となるよう、技術移転も兼ねてカウンターパート機関と連携し、調査団とカウンターパートが主導して行うこととし、観測補助として現地備上員を認める。

- 5) 西部河川流域において施設計画を策定するうえで風の影響が大きいと推測されるため、ブカオ川下流域の町ボトラン付近で風向・風速等の調査を検討する。もし、流域内に観測施設があつてデータが入手できればこの限りでない。

(3) 地形図の作製について

The National Mapping and Resource Information Authority (NAMRIA) で販売されている地図情報は、火山噴火約40年前のものであり、現況を正しく把握することは困難である。さらに、噴火災害等によって地形が変化しているが、その後地図は作成されていない。利用できる既存の情報が限られているため、衛星画像の活用、諸外国の援助機関や研究機関が作成した各種地図情報の入手や活用を検討する。

計画検討の際には正確な地形図が必要になるが、これは、航空測量によって地形図を作成しなければならない。しかし、同国では航空写真から作図する処理能力が小さいため、作成に長時間を要することが想定される。そこで、本調査の開始と同時に速やかに航空測量業務の開始ができるような配慮と事前準備が必要となる。また、西部河川流域全域の地形図を作成すると相当な時間がかかり、調査期間中に活用できない可能性がある。そこで、特に重要となる地域(火口から西側斜面の火山堆積原、ブカオ川河川流域、サント・トーマス川河川流域)に限定して作図することが望ましい。

(4) 洪水・泥流制御に関するシミュレーションとワークショップの実施について

航空測量により作成した地形図をデジタル化して、GIS 地図情報とし、ハザードマップの作成や、洪水・泥流解析及び泥流発生のシミュレーションを実施する。これらの検討結果を、非構造物対策として検討する早期警戒、避難体制とともに、防災システムとして地域の自治体、関係団体、住民代表等にワークショップを開催して検討成果の移転を行う。その際、システムを機能させるために必要な関連情報の提供と同時に、操作オペレーションに関する技術移転も実施し、住民と住民組織、地方自治体を中心となって持続できる体制がつけられるよう配慮すること。

(5) 洪水・泥流対策計画の内容

- 1) 非構造物対策としては、流域最上流の火口湖から河口までの流域全体の総合治水の視点を重視する。本調査における非構造物対策のなかで、特に河川区域における居住制限、緑地保全地域の設定、防災のための地域住民組織による自主防災・避難・救援システムな

どの提案を行うことなどが想定される。

2) 構造物対策では、大規模堤防の改修、付随する取り付け道路、橋、河川管理用道路等の改修、砂防ダム、水制工、遊砂地サンドポケットの設置、低水路掘削による河川の複断面化、流路変更、河床掘削、その他河川構造物の改修などの諸対策とその効果、及び経済性などの観点からも検討する。これらの構造物対策と泥流シミュレーションにより、諸施設計画の妥当性について検証する必要がある。また、調査対象地域の大部分は農業地域であり、農業水利等の将来計画やリハビリの計画を配慮する必要がある。これらの検討の成果を踏まえ、地域住民や地方行政担当者の意見を聴取したうえで、住民の意見を十分反映した計画案とする。

(6) 火口湖の安全対策の検討

火口湖では、フィリピン政府によってマラウノ川に通ずる水路の開削が行われ、現在は安定的状態が保たれているが、これまで実施された処置の妥当性を検証し確認するため、基礎データを収集し解析したうえで、安全性・安定性の確認を行う。これら火口湖に関しては、自然の状態を保全し維持することを基本とする。これまでの処置では不十分で、差し迫った危険があることが判明した場合には、下流地域の安全を維持するために必要最低限度の構造物の内容を検討し、必要な条件及び機能を備えた構造物の概略設計を行うこととする。その場合でも、現地で調達可能な自然素材を利用するなど自然景観、環境を損なわないような配慮が求められる。

(7) 主要国道及び地方道路橋梁の概略設計について

橋梁の設計については、地域全体の交通ニーズや将来計画を勘案し、地域全体の道路網計画をマスタープランの中で検討し、技術的、経済的観点からも代替案等によって、橋梁改修の優先順位を設定し提案する。また、優先課題について洪水・泥流対策の一環として必要な条件及び機能を備えた橋梁の概略設計を行うこととする。この設計にあたっては、地域経済の規模や住民の生活様式に応じた橋梁の構造・規模とし、将来発生する維持・管理費用が地元自治体の財政を圧迫しないよう配慮する。

(8) 環境影響評価の実施について

対象地域の初期環境影響調査(IEE)及び環境影響評価(EIA)は、計画の概要が確定した段階で環境天然資源省(DENR: Department of Environmental and Natural Resources)の定めるガイドラインに従って実施することが条件となっており、また、実施機関であるDPWHでは、関係するプロジェクトに関するEIAを実施するための環境評価部門がある。DPWHと

DENR とは EIA の実施に関する「Memorandum」を締結しており、IEE 及び EIA 調査を実施する前に、計画するプロジェクト内容に従って、どのような内容の調査を実施することが必要か事前に確認したうえで実施することとする。

さらに、EIA の評価にあたっては、調査の初期段階より DPWH の環境部門からカウンターパートの参加を求めることが望ましく、調査期間中に必要な EIA の評価の手続きが完了するよう留意する。

調査対象地域には海域が含まれ、海洋生物に対する泥流の影響評価等も行ふ必要が生じることが予想される。これらの海洋生物に関する調査内容についても DENR と事前に打ち合わせが求められる。工事完了後のモニタリングについては特に規定されていないが、地元の産業である養殖等に砂防事業による河川改修の影響を及ぼすことが考えられるため、モニタリング方法や追跡調査及び評価方法についても、マスタープランの中で提案すること。

(9) 技術移転に関する配慮について

既の実施された東部における計画調査でも技術移転は実施されており、実施機関では河川砂防計画策定に関する技術的蓄積は進んでいるものと推測されるが、依然としてフィリピンでは防災対策の技術移転に対するニーズは高い。技術移転に関するプロジェクトとして、治水・砂防技術センターにおいて JICA 治水・砂防技術力強化プロジェクトが実施されており、例えば、同研修センタープロジェクトとも連携して効果的な治水・砂防計画策定の実施経験が積めるように、研修員の現場における実習による技術移転を提供することなど、より効果的な技術移転を本調査で実施することが重要と考えられる。

