

第1章 序章

1.1 結論と提言

あらゆる体制の下であっても、あらゆる手段を講じて、経済成長を達成することが国々の目標となった20世紀は、今、終わろうとしている。環境保全と資源開発の問題はその目標の下に論議され、その時々時代に要請された価値観が下した最善の方法で、両者の相反する利益を最大限にもたすように、国々の開発は進められてきた。

大規模ダム開発は、あらゆる国々で国家経済成長の一躍を担ってきたが、その開発に伴うリスクは大規模であるが故に、自然・社会環境に多大な影響を与えてきたばかりでなく、開発主体者である国家や投資家にも危機感を与えてきた事実は否めない。

このような認識の下に、未来世代の財産となるダム開発を模索する過程で、情報公開を原則とした環境影響評価実施を目的として、本開発計画調査は開始された。

一般的に大規模ダムの使命は多様であり、洪水防御、灌漑、工業・都市用水供給、水力発電などに用いられている。しかしながら、その開発の歴史は僅か50年程度と極めて浅く、大規模であるが故に引き起こされるであろう環境問題や、結果として環境を破壊した事実について十分に検討されてきたとは言えない。

一方、築堤後50年近くを経過した大規模ダムを数多く有する先進諸国では、大規模ダム開発が国家建設の使命を終えたとして、計画を中断したり中止したりする事例が見られるようになってきた。これは人間の生活とそれを取り巻く自然・社会環境とのバランスが保てなくなってきたことを示しており、開発に携わる者全てがこの現実を真摯に受け止めなければならない。

先進諸国における大規模ダム開発の意義が失われている一方で、国家発展の道具としてこれを必要としている開発途上国が存在しているのもまた、事実である。従って我々は、地政学上に恵まれた条件の下で豊かな水資源を開発することにより、第三国から利益を得ようとすることは国策上当然の帰結であるとの前提に立ち、資金援助のみならず、地球環境保全の立場から、開発の是非に関する判断を公平に下せる知的支援を行ってきた。

その結論として、ここに「千年紀ダム(The Millennium Dam)」の建設を提案する。千年紀ダムは、二十世紀末の節目に提言する記念としてでなく、今世紀が「川を殺した」世紀であったとの指摘を反省し、来世紀が「川を回復する」世紀となることを祈念して命名した。

したがって、後世の人々に恥じることがない様、この提案に至る過程を、以下に詳細に記した。

環境への影響を最小限に留め、且つ経済・財務分析でも魅力ある開発を実現に導くことは、水力発電計画における普遍的真実の探求である。ナムニアップ-I水力発電開発計画の最も推奨できる開発規模として、常時満水位320m代替案の選択を提案する。

これは、現在の世界的なダム開発を取り巻く環境を考慮し、開発途上国一国の開発といえども、国際的なルールの下で開発を進めなければならない現状を訴えたものである。しかし一方には、当該

国の国益を最優先して開発しようとする姿勢は、発展途上にある国では少なからず許容され得るとする考え方もある。

今回の調査目的は、環境保全か開発推進かというものではないが、プロジェクトが具体化するに連れてこの問題に興味を抱く人々が増えるであろう。また、永久構造物を建設する大プロジェクトも、その時代に置かれた価値観で規模が決定される。特に、水力発電 IPP のように、自然界の制約条件が多い事業では、事業リスクの回避が計画規模決定上、最大の要因となる。

従って、次段階調査では、詳細調査対象範囲を中規模ダム開発案に限定することなく継続することが望まれる。

1.2 開発計画調査の背景

ラオス国は、総面積約 236,800km² で総人口は約 526 万人(1998 年 7 月推定値)を有しており、国民労働人口の 90%が農村部に住み農業に従事している。1988 年から 1994 年までの国民総生産の年平均成長率は 7.6%である。1997 年の一人当たり GDP は 370 米ドルである。

1998 年におけるラオス国の総発電設備容量は 576MW であり、その内水力発電 561MW、ディーゼル発電 15MW で構成されている。最新の発電所は、1999 年 9 月 3 日に商業運転を開始したホエイホ水力発電所である(設備容量 150MW)。1998 年 4 月完成のテンシンブン水力発電所(設備容量 210MW、年間電力量 1,635GWh)は、これまでのナムグム第 1 発電所(150MW、990GWh)を凌ぎ、ラオス国最大の水力発電所となった。また、ラオス国第 4 規模の水力発電所は設備容量 45MW のセセット発電所で、年間 180GWh の電力量を供給している。

1995 年におけるラオス国の消費電力量は 337GWh であった。また、電力需要は年率 8%から 10%で伸び 2005 年において最大負荷電力 214MW・発電量 818GWh/年、2010 年において 329MW・1,213GWh/年、2015 年において 506MW・1,783GWh/年と想定されている。

ラオス国は、国内の水力発電所で発電した電力の余剰電力を積極的に電力事情の逼迫したタイ国に売電している。タイ国への売電による外貨収入は、豊水年である 1994 年において 29 百万米ドル、1995 年において 24 百万米ドルとなっており、ラオス国における農業・森林生産物に次ぐ外貨収入源となっている。またラオス国では 1995 年までに 25 件の BOT 発電水力案件の MOU(開発覚書)が締結され、これらの計画の発生電力はすべてタイ国あるいはベトナム国への売電を主目的としている。ラオス国政府は豊富な包蔵水力を積極的に開発し、特にタイ及びベトナム国境近傍の大規模優良水力発電計画はタイまたはベトナムへの売電を目的として開発することを政策としている。

ナムニアップ-1 水力発電計画は、フランス国の無償援助により、1989 年から 1991 年まで Pre-F/S を実施し、1991 年 1 月に報告書がまとめられた後、1992 年 2 月と 1995 年 11 月に Updated Pre-F/S の報告書が提出されている。Pre-F/S 報告書で提案されている開発計画の概要は以下の通りである。

表 1.1 Pre-F/S 報告書の開発計画概要

貯水池諸元	ダム地点での流域面積	3,700 km ²
	年間平均流域降雨量	2,960 mm
	年平均流入量	210 m ³ /s (6,620 million m ³)
	平均流出率	0.61
	可能最大洪水量 (PMF)	15,900 m ³ /s
	平均年土砂流入量	374 t/km ² /year
	貯水池面積	156km ²
	貯水池総容量	7,200 x 10 ⁶ m ³
	貯水池有効貯水量	4,200 x 10 ⁶ m ³
ダム諸元	ダム型式	コンクリート表面遮水壁型ロックフィットダム
	ダム高、堤長	185 m、620 m
	ダム体積	13.9 x 10 ⁶ m ³
	ダム天端標高	EL.365.0 m
	常時満水位	EL.360.0 m
	洪水吐呑口標高	EL.346.5 m
	最低水位	EL.330.0 m
	洪水吐容量	8,730 m ³ /s
	発電設備容量/年間発生電力量	440 MW / 2,900 GWh

1.3 開発計画調査の目的

ラオス国政府は 1996 年 10 月に、経済性が高くタイ国に近い水力開発の有力候補地であるとする上記報告書(Pre-F/S)のレビューを含むフィージビリティ調査(F/S)の実施を日本政府に正式に要請した。なお、本計画には 1991 年 1 月に米国 Shlapac 社との間に締結していた MOU を 1996 年 7 月に破棄した経緯がある。

しかしながら、本案件については大規模ダム開発となり住民移転や森林消失など環境に与える影響が懸念されたため、対処方針会議において、条件付きでプロジェクト形成基礎調査団を派遣することとした。これを受けて日本政府は 1997 年 11 月に調査団を派遣し、対処方針会議において決議された条件の同意をラオス国側に求めた。①環境影響評価を主体とした基礎調査を、通常の開発調査に先行して実施すること、②地域住民及び NGO の参加を促し、情報公開を基本とする住民参加型開発としてラオス国側が責任を持って主体的に取り組むことの 2 条件をラオス国側が同意したことから、S/W (実施細目)協議・締結を目的とした事前調査団を派遣することとした。

事前調査団は 1998 年 2 月下旬から 3 月上旬にかけて派遣され、本格調査における調査内容・工程等の計画策定を行ったが、行程上の問題で S/W の締結には至らなかった。その後、同年 3 月下旬に再度派遣された際、3 月 27 日にラオス国側と日本国側との間で S/W の締結が行われた。

本調査業務の目的は S/W にある通り、既存 Pre-F/S の精査及び追加調査の実施を主体として、最適な貯水池式水力発電計画を策定することにある。全 S/W の内、第 1 段階としての今回の調査範囲は、環境影響調査を主体とした既存計画案と代替案についての比較検討を行うものであった。その検討結果に基づき、日本/ラオス両国双方で本計画を更に進めるかどうかを判断し、双方の合意が得られた場合のみ、第 2 段階としての詳細調査・F/S 設計へ進むこととしていた。

本最終報告書(案)は、第 2 段階調査への進展を提案しており、合意が得られれば、本格的な F/S 設計作業を実施すると共に、今回全く行っていない計画貯水池全域の航空写真測量及びダム計画地点のボーリング地質調査を、継続的な水文調査と環境調査に並行して行うものである。

また、本調査に関連する技術移転及び技術者の育成をラオス国工業手工芸省のカウンターパートに対して、現地調査実施時に行うことも目的の1つである。また、各年次にカウンターのパート研修が1名ずつ計画されており、第1年次は1999年3月末から約1ヶ月間、第2年次は同年10月下旬から同じく約1ヶ月間、日本国内で実施された。

1.4 開発計画調査の進捗

本調査業務は、図1.1に示される計画全域を調査対象地域として、図1.2の全体工程に従い、環境影響調査を中心として1998年(平成10年)7月下旬から2000年(平成12年)1月までの18ヶ月間にわたり2年次に分けて実施されている。

環境影響評価委員会は、調査団とは独立したJICAの諮問機関として組織され、JICA専門員をコーディネーターとしたラオ・米・日5名の委員により、各中央公聴会開催時期に合わせて実施された。なお、環境影響調査の実質的な作業は、現地再委託業務として入札方式で選定された業者が、第1年次(1998年12月～1999年3月)と2年次(1999年5月～同年9月)に別けて実施した。

第1年次

第1年次の実作業は、1998年8月10日に官団員を含む調査団をラオス国ビエンチャン市に派遣することにより開始され、同月15日大型ヘリによる合同現地視察を行い、着手報告書に関する説明・協議内容と懸案事項を議事録にまとめた。同月17日、ラオス国副工業大臣、日本国ラオス駐在大使を始めとする両国関係者の立ち会いの下、議事録の署名式を行った。

初期環境影響評価、現地再委託環境調査状況、水文観測機材設置、計画貯水池内GPS測量、発電計画代替案検討結果等をまとめた進捗報告書を10月末に提出後、第1回中央公聴会を同月26日～27日の2日間首都ビエンチャンにて実施した。本公聴会では、着手報告書及び進捗報告書の内容を、中央・地方政府関係者、NGOを含む国内・国際機関関係者に伝達することを主目的に実施した。初期環境影響評価結果、調査の方法・目的についての理解は概ね得られたが、公聴会を中央だけでなく計画地域内でも実施する必要があること、開発計画の焦点となる計画貯水池上流部に位置するタピアン地区の正確な地形測量、さらに事前配布資料の早期送付が要望された。

第1回現地公聴会は、1999年3月16日～17日の2日間、計画貯水池内上流部のタピアン地区と下流部ソブヨーク村の2箇所を対象に、カウンターのパートを含む調査団員が大型ヘリで現地を訪問する形で実施した。内容は、本調査業務の方法・目的であったが、代替案の選定結果次第で住民移転が発生する地域であるだけに関心は高かった。

現地再委託環境調査中間報告、タピアン地区地形測量、水文観測中間報告、発電計画代替案経済比較検討結果等をまとめた中間報告書を、第1年次の調査結果として1999年3月末に提出した。

第2年次

第2年次の実作業は、1999年5月18日の調査団現地派遣から開始され、第2回中央公聴会は中間報告書の発表を目的として、6月9日～11日の3日間、ナムニアップ川がメコン河に合流するボリカムサイ県パクサンで実施された。前回のビエンチャンで実施した第1回に比べ、計画の内容が具体化したことに加え、大型ヘリによる計画貯水池内住民の輸送、地方政府関係者が多く出席したこともあり、ダム開発を前提とした地域開発や住民移転に関する具体的な質問・要望が数多く出された。報告書(案)提出の予定を早めること、地方政府が推奨する住民移転候補地の詳細調査を追加すること、ジェンダー問題に取り組むことなどが要望された。

これに引き続き、同月 24 日、ダム下流村落の中心に位置するポリカン地区ソムセン村(旧ムアンマイ村)にて、第 2 回現地公聴会を実施した。ここでは、前回実施した計画貯水池内とは異なる影響を受けるため、ダム設置による流況の変化が及ぼす影響を中心に説明した。

第 2 回環境評価委員会・中央/現地公聴会、環境影響評価報告、発電計画代替案最終検討結果などを織り込み、最終報告書(第 1 次案)を 9 月末提出した。これを 10 月にラオス側に説明後コメントを得て、最終報告書(第 2 次案)として 11 月中旬に提出した。これには、調査団として中規模ダム開発案を提言する旨記述した。

1999 年 12 月 3 日～8 日の第 3 回環境評価委員会に続いて、9 日～11 日に第 3 回中央公聴会がビエンチャンで開催され、120 名の参加があった。今回も大型ヘリで地方政府関係者と地域住民を送迎し、現地の意見を尊重する姿勢を示した。詳細現地調査前段階でのダム開発規模選定の柔軟性、住民移転の補償に関する具体的事項の要望、住民移転計画に合わせた地域開発計画の要望などに意見が集中した。

引き続き、同月 13 日～15 日の 3 日間、以前に訪問した 3 箇村で現地公聴会を開催した。ジェンダー専門家も同行したこと、参加人数を制限しなかったことから、多い所では参加者が 200 名を越え、しかも女性の参加が半数を占めていた。女性の発言も目立ち、政府の決定には従うが、補償と地域開発を望む声が多かった。

2000 年 1 月、調査団員によるタイ国、ヴェトナム国での経済・電力市場現地調査が実施され、この調査・分析結果は最終報告書に収録された。

今後、同年 3 月に、日本側とラオス側による次段階調査への移行に関する協議が持たれることになっている。

報告書提出

本調査業務で、最終報告書提出以前に提出された報告書一覧を下表に示す。

表 1.2 既提出報告書一覧表

番号	報告書名	提出日付
1.	着手報告書	1998 年 8 月
2.	環境影響調査計画書(案)	1998 年 8 月
3.	現地再委託環境影響調査入札書	1998 年 9 月
4.	同契約書	1998 年 12 月
5.	進捗報告書	1998 年 10 月
6.	同添付 A(初期環境影響調査報告書)	1998 年 10 月
7.	同添付 B(環境影響調査計画書)	1998 年 10 月
8.	中間報告書	1999 年 3 月
9.	同添付 A(環境影響調査中間報告書)	1999 年 3 月
10.	同添付 B(再委託業務中間報告書)	1999 年 3 月
11.	同添付 C(水文観測資料中間報告書)	1999 年 3 月
12.	最終報告書(主報告書第 1 次案)	1999 年 9 月
13.	同附属報告書 I(環境影響調査報告書)	1999 年 9 月
14.	同附属報告書 II(環境管理計画書)	1999 年 9 月
15.	同附属報告書 III(住民移転計画書)	1999 年 9 月
16.	同附属報告書 V(調査過程の記録)	1999 年 9 月
17.	最終報告書(主報告書第 2 次案)	1999 年 11 月
18.	同要約報告書(第 2 次案)	1999 年 11 月

1.5 調査報告書の構成

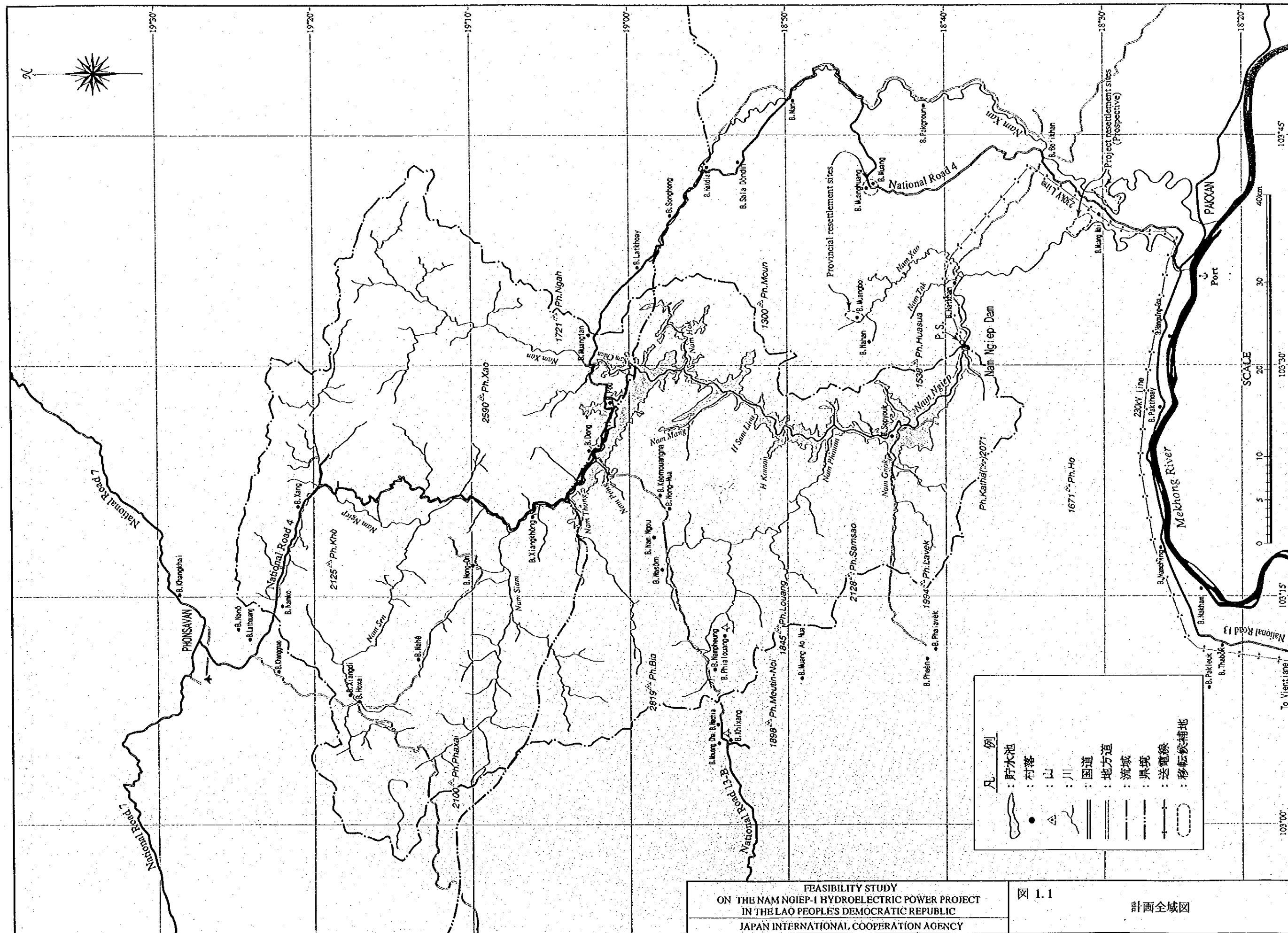
本調査報告書は、主報告書、要約報告書及び附属報告書(5分冊)より構成されている。附属報告書には、本調査業務の主目的である環境影響評価報告書だけでなく、各環境評価委員会/中央・現地公聴会資料集等を収録し、分冊化により目的別の使用が有利となるよう配慮した。

構成表を以下に示す。

表 1.3 最終報告書構成表

番号	報告書	内容	和文	英文	
			JICA	JICA	MIH
1.	主報告書	-	○	○	○
2.	要約報告書	-	○	○	○
3.	附属報告書 (I)	環境影響評価報告書	-	○	○
4.	附属報告書 (II)	環境管理計画書	-	○	○
5.	附属報告書 (III)	住民移転計画書	-	○	○
6.	附属報告書 (IV)	現地再委託業者環境調査報告書	-	○	○
7.	附属報告書 (V)	現地調査業務の記録	-	○	○



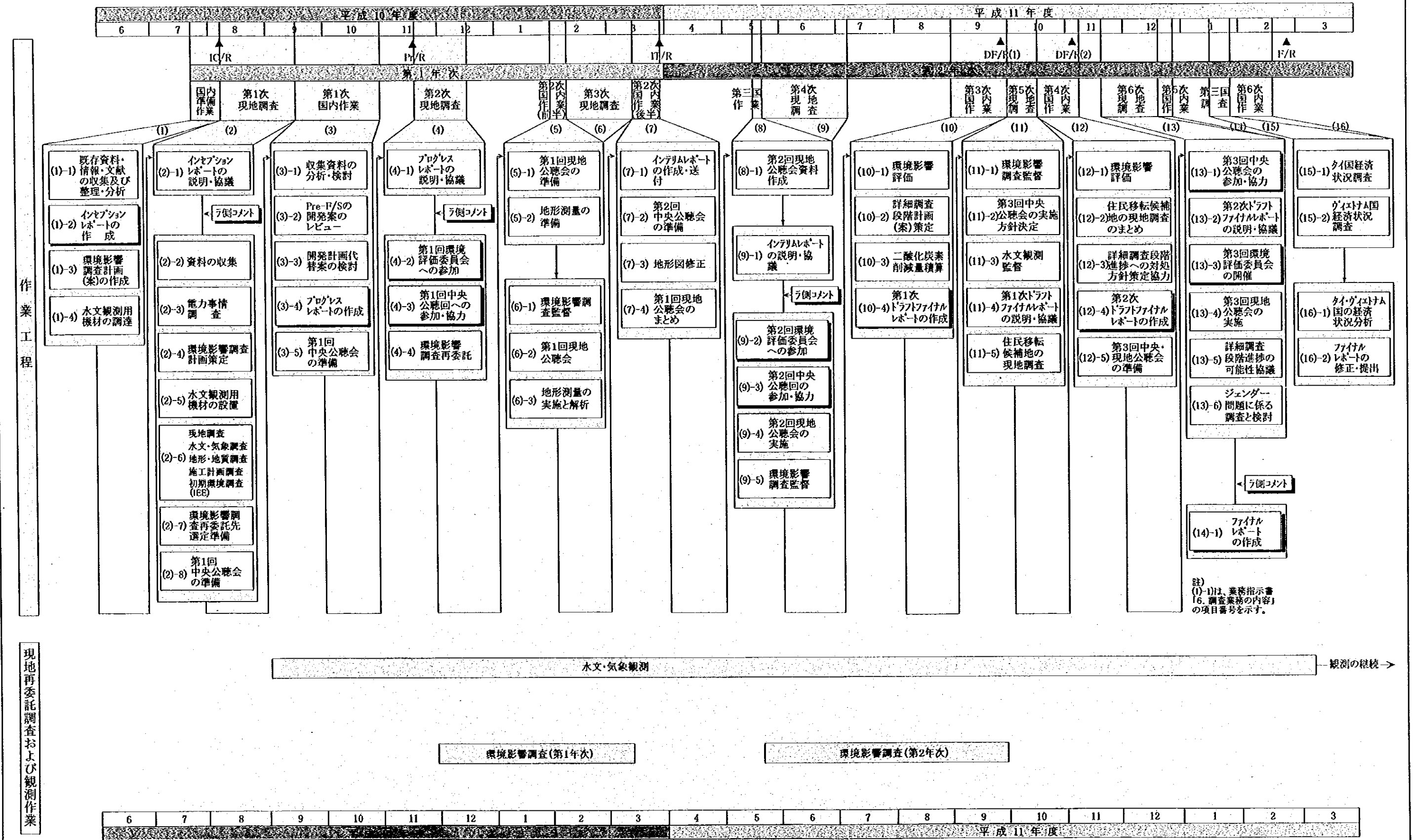


FEASIBILITY STUDY
 ON THE NAM NGIEP-1 HYDROELECTRIC POWER PROJECT
 IN THE LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

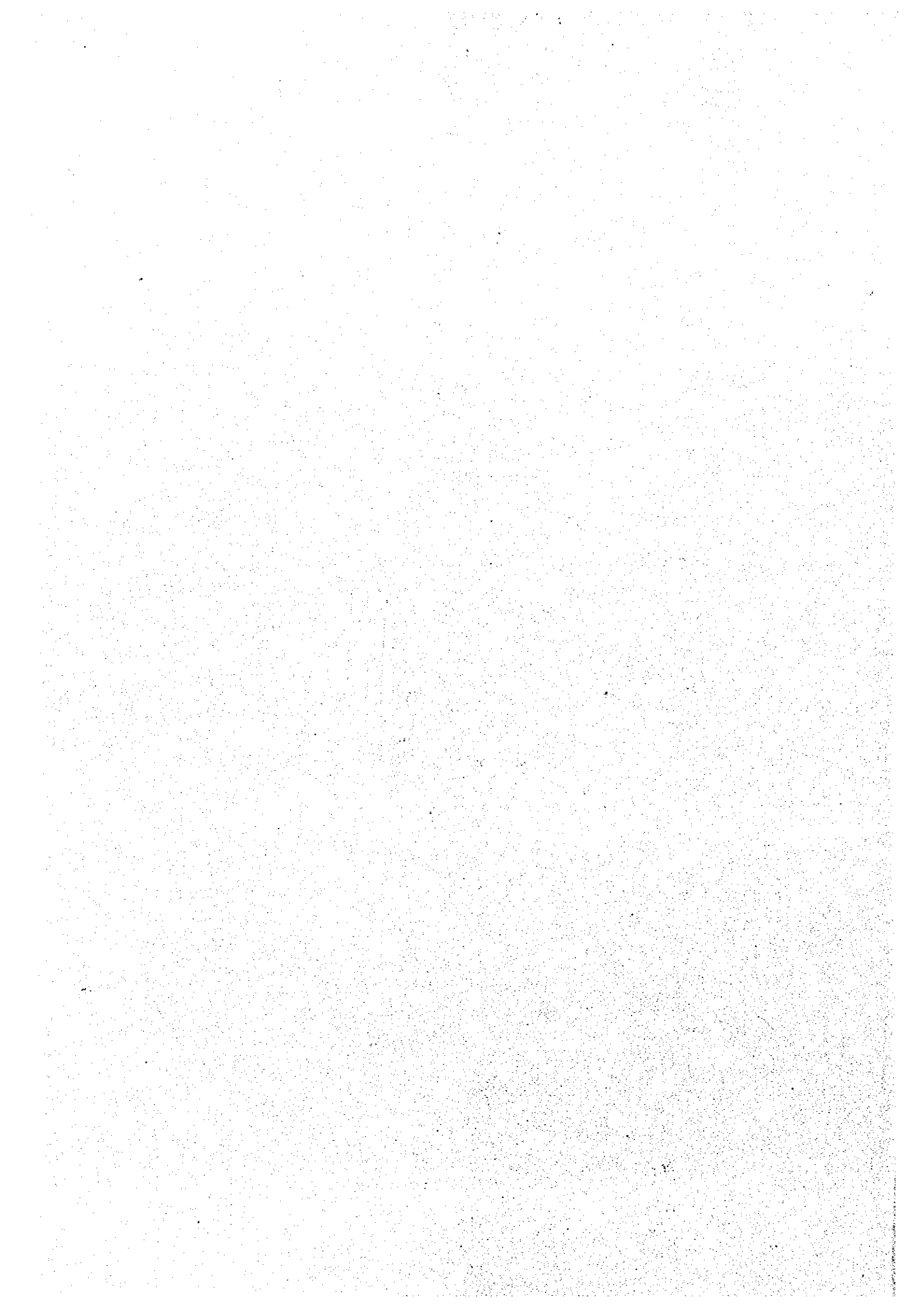
図 1.1

計画全城図

図 1.2 ラオス国 ナムニアップ I 水力発電開発計画調査 全体作業の流れ図



註)
(1)-(1)は、業務指示書
16. 調査業務の内容の
項目番号を示す。



第2章 地形測量

2.1 概要

本調査において使用する既存地形図は、1:50,000(コンター20m、1967年度版)と1:100,000(コンター40m、1982年度版)である。しかし両地形図は、共に航空写真測量(写真縮尺1:60,000)で作成されているため、そのコンター精度は±10m程度である。そのため、地形図標高と実際標高が一致していないことが予想され、計画貯水池の湛水範囲と完成後の湛水範囲に大きな差が出ることが考えられた。したがって、平成10年8月～9月の第1次現地調査において、GPS単点測量による既存地形図標高の点検・補測を実施した。

しかし、GPS測量の結果、後述するように、これらの測量地点では既存地形図から読み取った標高との相関は認められなかった。したがって、これらの各村落を代表するGPS測点から、各村落の最低標高及び田畑の標高を推定することは出来なかった。このような背景から、本調査ではタビアン地区の湛水問題が社会環境調査上最大の関心事であることを踏まえ、平成10年11月の第1回中央公聴会に先立ち実施された第1回環境評価委員会において、タビアン地区の村落だけでなく田畑の正確な分布・標高を求める追加測量の必要性が提言された。調査団は、GPS測量結果に基づく田畑・村落・道路の分布状況を把握するための地形測量は、本調査業務において不可避な項目であると判断し、事業団に対しタビアン地区での測量調査の追加実施を要請した。これは貴事業団の承認を得て、平成11年2月の第3次現地調査で実施に至った。

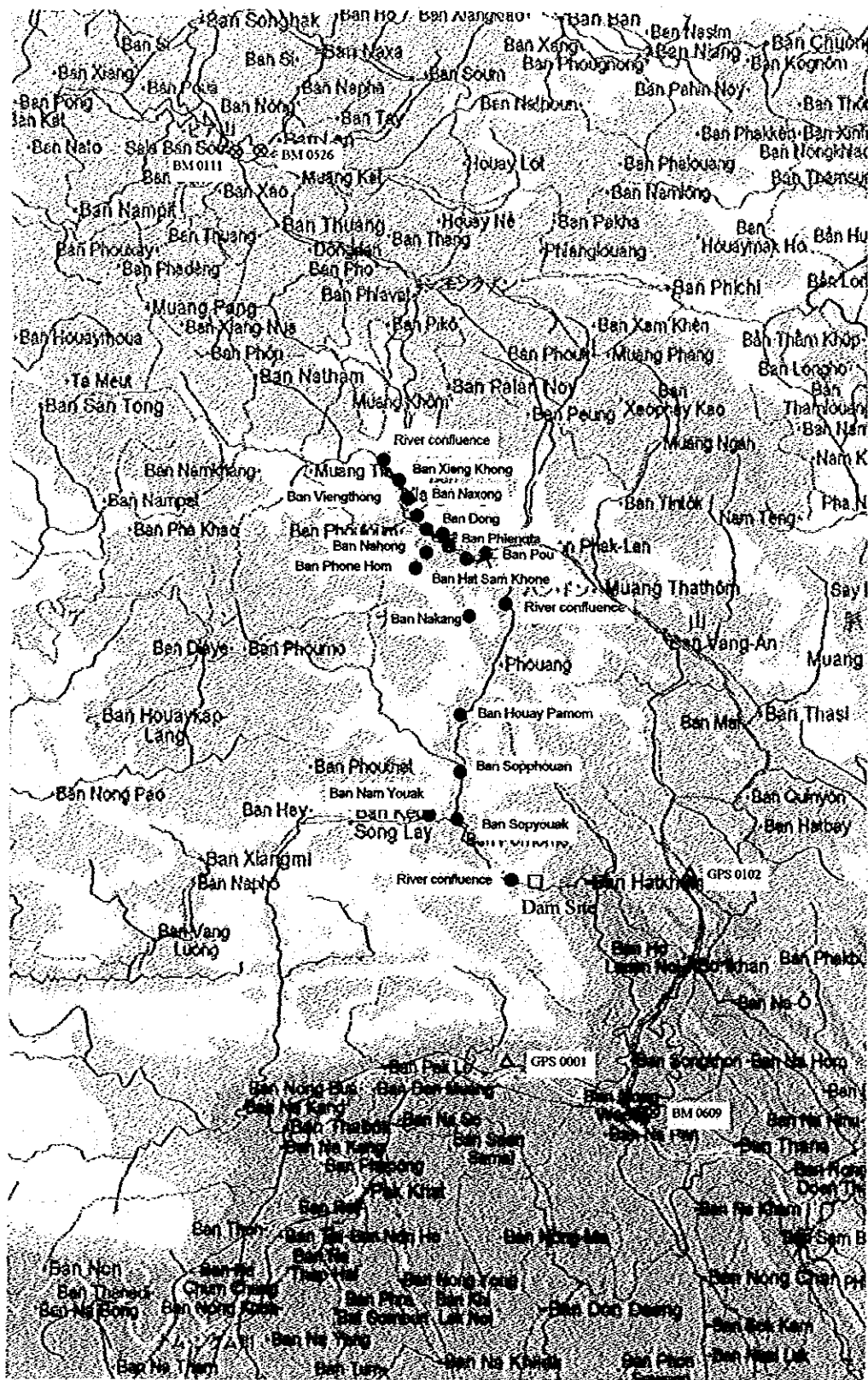
なお、現地地形測量を効率的に行うため、事前に入手したSPOT社の衛星画像から、タビアン地区の最近の村落及び田畑分布状況を把握し、測量実施計画を作成した。この衛星画像は、フランスのSPOT社が1997年に打上げた832km上空の衛星から撮影した画像で、これを利用すれば各種の解析や地形図などの作成ができる。

これらの2回にわたる測量の結果、タビアン地区における村落及び田畑の平面分布と標高はほぼ把握され、常時満水位別湛水影響の結果を、ダム開発規模の代替案比較に用いることができた。

2.2 計画貯水池内 GPS 測量

2.2.1. 概要

現地測量業者にGPS測量の経験が少ないこと、また、通常の上測量では、道路の無い河川沿い測量となるため工期が長くなることから、調査団が測量作業を実施することとした。そのため、日本からGPS測量機材を持ち込み、またカウンターパートの協力を得て現地で調査補助員を雇用し、団員が直接ヘリコプターで移動しながら測量作業を実施した。



- GPS Survey.....23 points
- Village
- ⊗ River
- ⊕ Repère
- △ Géodésique Point
- Levelling.....100 km

FEASIBILITY STUDY
 ON THE NAM NGIEP-I HYDROELECTRIC POWER PROJECT
 IN THE LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 2.2.1
 GPS測量及び直接水準測量位置図

GPS 単点測量の対象地点は、計画貯水池内の河川、村落等とその周辺の既設基準点とした。また、測点標高を調整し精度を確保するため、パクサンの既設基準点から計画貯水池の上流端付近(タビアン地区)までの直接水準測量を行った。なお、これらの測量実施中に、村落状況を把握する資料収集作業も併せて行った。

また、既存地形図から計測した貯水池面積・容量を補正する目的で、GPS 測量地点の標高を 1:50,000 既存地形図で読み取り、GPS 単点測量結果と比較した。しかし、GPS 測量標高と読み取り標高差は、GPS 測量標高が高い方で+33.88m~+2.32m、低い方で - 15.36m~ - 0.85m と一様ではなく、この比較による貯水池面積・容量の補正は妥当性に欠けると判断された。

第1次現地調査で実施した GPS 測量及び水準測量の範囲は、図 2.2.1 及び表 2.2.1 に示す合計 23 地点とパクサンと計画貯水池上流部タビアン地区を結ぶ約 100km 間の直接水準測量である。

表 2.2.1 地形測量の概要

測量	項目	記述	備考
GPS 測量 の観測点数	既設基準点観測	5 点	一部を除き、観測点には赤ペンキを塗った木杭を設置した。
	河川水面標高観測	3 点	
	村落標高観測	15 点	
	合計観測点数	23 点	
直接水準測量 の測量範囲	始点(パクサン)	既設基準点(GPS 0102)	始点終点間距離は約 100km。測量は一方向測量で2班で同時に行い、所定の精度を維持した。
	終点(タビアン地区)	ハトサムコン村	

なお、GPS 測量作業の計画と実施内容を比較して下表に示した。当初計画では、約 30 点の測量が可能としていたが、実際には 23 点測定した。これは、調査実施時期が雨期のため、ヘリコプターの飛行ルート及び飛行時間帯が限定され、予定飛行時間を超えたことに加え、河川増水で測量予定の河原に着陸できなかったことによる。このため、測量予定地点の一部を、未測量地点を補完できる地点に置き換えるなどの対策を取り、業務に支障を来さない様にした。

表 2.2.2 実施計画と測量実施内容の比較

測量内容	実施計画	実際の測量結果
測定単点数	河川沿に 10km 間隔で 10 点、ダムサイト・村落・盆地・陥没地等で約 20 点の合計約 30 点	既設基準点 5 点、河川沿 3 点、村落 15 点の計 23 点。
取付水準測量	パクサンからタビアン地区迄の約 100km	パクサンからタビアン地区中心に近いハトサムコン村迄(B.Hatsam Khone)
標高精度	1:10,000	変更無し。

2.2.2. GPS 測量

(1) GPS 測量に用いた与点と測量基準

GPS 測量に用いた与点と測量基準は、下表に示す通りである。

表 2.2.3 GPS 測量に用いた与点

与点の目的	地区名	与点名
平面位置決定	パクサン	GPS 0102、GPS 0001 の 2 点
高さ決定	パクサン	GPS 0102、GPS 0001、BM 0609 の 3 点
	フォンサバン地区	BM 0111、BM 0526 の 2 点

表 2.2.4 GPS 測量基準

番号	項目	基準
1.	高さ	平均海面高
2.	準拠楕円体	エベレストおよびクラソスキイ
3.	投影法	UTM、48ゾーン(エベレスト)

(2) GPS 測量を実施した村落及びナムニアップ川の水面標高観測地点

計画貯水池の常時満水位標高を 360m とした場合に湛水が予想される範囲内に存在する 18 村落のうち 15 の村落について実施した。また、ナムニアップ川の水面標高は次の 3ヶ所について観測した。

表 2.2.5 ナムニアップ川の水面標高

番号	合流支川名	観測地点	観測値
1.	H.Katha 川	合流点(ダムサイトの 1 km 上流地点)	EL.197.15m
2.	Chian 川	合流点より 5 km 下流地点	EL.294.76m
3.	Slam 川	合流点より 200 m 上流地点	EL.362.64m

(3) GPS 観測日程

既存測量基準点(水準点、三角点、GPS 測量点)の位置確認、および新たに設置する GPS 点の位置選点等の現地踏査をはじめそれらの観測ならびに調整計算作業を下記の日程で実施した。

表 2.2.6 GPS 観測日程

番号	作業	日程	踏査・測量・作業場所
1.	現地踏査	1998年8月14日～27日	バクサンハッサム・ホム地区、既存基準点
2.	GPS 基準点観測	1998年8月26日	バクサン
3.	GPS 新点観測	1998年8月28日～9月3日	計画貯水池内
4.	調整計算	1998年9月5日～9日	バクサン地区

(4) 観測及び計算

GPS 測量は、3台のトリンプル社製 4000SSE を用いて、既存基準点、新点に対してそれぞれ実施し、結果の調整計算を行って、最終標高値を決定した。

緯度・経度については、クラソスキイおよびエベレスト楕円体に準拠したそれぞれの値を計算した。平面座標については、エベレスト楕円体に準拠した UTM 投影の 48 ゾーンで計算した。

なお、GPS 測量の観測網、GPS 観測実施表、同成果表は、附属報告書(VI)に収録している。

2.2.3. 直接水準測量

(1) 直接水準測量に採用した与点と標高を求めた村落

直接水準測量における標高の与点として、GPS 0102 を選定した。この点の標高は、簡易水準測量で予め与えられていたものである。

直接水準測量では、表 2.2.7 に示す①と②の 2 村の標高を求め、これらを今回調査の基準水準点として定めた。また③、④の村落については、その近くを水準測量路線が通過するため、観測中間点標高を下にそれらの標高を推定した。また、18 村落のうち今回標高観測を行わなかった⑤、⑥の 2 村の標高については、その上下流に位置する河川沿いの村落標高の中間的な範囲に収まることが現地踏査で確認された。

表 2.2.7 直接水準測量で標高を求めた村落

番号	点名	村名	備考
①	GPS 6	Pou 村	基準水準点
②	GPS 7	Hat Sam Khone 村	基準水準点
③	-	Naphang 村	推定標高 322m~323m
④	-	Nam Long 村	推定標高 363m~364m
⑤	-	Phong yeng 村	推定標高 327m~330m
⑥	-	Naxai 村	推定標高 330m~340m

(2) 既存測量基準点の確認と調査日程

現地踏査では既存測量基準点(GPS 0102)の位置の確認を行った。直接水準測量は 2 台のウイルド社製 NA2000 を用いて実施し、GPS 6 および GPS 7 の 2 点の標高を求めた。但し、他の観測点標高は GPS 測量により求め、GPS 6 および GPS 7 の標高値との相関に於いて補正を行った上で確定した。直接水準測量の調査日程は下表に示す通りである。

表 2.2.8 直接水準測量の調査日程

番号	作業	日程	踏査・測量・作業場所
1.	現地踏査	1998 年 8 月 26 日	既存測量基準点
2.	水準測量	1998 年 8 月 27 日~9 月 9 日	パクサン~クビアン地区
3.	調整計算	1998 年 9 月 10 日~14 日	ビエンチャン

2.2.4. GPS 測量標高と地形図読取標高の標高差

GPS 測量結果と 1:50,000 既存地形図で読取った標高を比べると下表の通りである。この表からわかる通り、その標高差は+33.88m から-15.36m まで、絶対値のばらつきは 49.24m もあった。

表 2.2.9 GPS 測量標高と地形図読取標高の標高差

測点名	測点村落名	GPS 測量 標高 (m)	地形図読取 標高 (m)	標高差 (m)
GPS1	River confluence	197.15	198	-0.85
GPS2	Ban Sopyouak (primary school)	245.48	260	-14.52
GPS3	Ban Soppouan	261.22	250	11.22
GPS4	Ban Nakang	354.98	352	2.98
GPS5	5km downstream from junction of rivers	294.76	280	14.76
GPS6	Ban Pou	318.92	295	23.92
GPS7	Ban Hat Sam Khone	326.15	296	30.15
GPS8	Ban Phiengta	322.65	312	10.65
GPS9	Ban Nahong	341.88	308	33.88
GPS10	Ban Phone Hom	368.32	366	2.32
GPS11	Ban Dong (grass land)	327.24	310	17.24
GPS12	Ban Dong (school ground)	335.65	319	16.65
GPS13	Ban Naxong	330.44	321	9.44
GPS14	Ban Viengthong	339.40	330	9.4
GPS15	Ban Xieng Khong	361.72	360	1.72
GPS16	about upstream from junction of rivers	362.64	378	-15.36
GPS17	Ban Houay Pamom	274.59	280	-5.41
GPS18	Ban Nam Youak (primary school)	271.12	275	-3.88
-	Ban Nam Long	363.75	350	13.75
-	Ban Naphang	322.53	315	7.53

2.3 タビアン地区地形測量

2.3.1. 概要

この地形測量は、標高 360m を超える大規模ダム開発案採択時に、広大な面積が湛水することになる計画貯水池上流域のタビアン地区を対象とするもので、横断測量を行って同地区における既存 1:50,000 地形図を修正するとともに、確度の高い標高設定を行うものである。

平成 11 年 2 月の第 3 次現地調査時に、第 1 次現地調査において設置した No.6~No.14 の GPS 測定点を多角測量により結合させた上で、点在する耕作地にそれぞれ測線を延ばし、間接水準測量によってその広がりと高さを調べた。これにより、タビアン地区の標高別水没村落数及び水没耕作面積を確定することができた。

なお、現地測量は、第 1 次現地調査時の GPS 測量と同様に、調査団が測量補助員を現地雇用し、日本から持込んだ測量機材を使用して、団員が直接測量作業を行った。

2.3.2. 準備作業

地形測量を効率的に行うため、地上の 10m 以上の地物を判読できる SPOT 社の衛星画像を用いて、タビアン地区の既存 1:50,000 地形図の修正を行った。ただし、標高については衛星画像の情報だけでは精度に問題があるため、現地での多角測量結果による地形図の補完修正を行うこととし、事前の修正は行わなかった。

既存 1:50,000 地形図をコンピューターに写し込みベクター変換した上で、コンピューターグラフィック・ソフトを使い地物及び等高線をデジタル図化した。また、図化された地物の経年変化については、衛星デジタル画像上に投影させることで変化を判読し、コンピューターグラフィック・ソフトを用いて、既存地形図上の地物を修正した。この修正図面は、現地測量に使用した。

2.3.3. 現地測量

既設の GPS 測点を基線として、ポウ村からビエントン村に至るタビアン地区の村落群とナムニアップ川沿いに広がる耕作地の約 20km 区域を対象に、多角測量と横断測量を実施した。また、それらの測点標高を直接及び間接水準測量でそれぞれ測定した。作業日程はそれぞれ以下の通りである。

表 2.3.1 現地測量作業日程

測量内容	作業項目	実際の測量日程 (1999年2月)
多角測量	現場踏査	6日～7日
	現地測量	6日～15日
	計算	7日～16日
横断測量	現地測量	14日～18日
	計算	17日～21日
水準測量	現地測量	18日～21日
	計算	21日～23日

(1) 多角測量

GPS No.11 及び No.12 を使用して偏心点 P.1 をタビアン地区の中心に位置する B.Dong の学校の裏庭に設置し、オープン観測により基線を3方向(B.Viengthong 方面、B.Phône Hóm 方面、B.Pou 方面)へ延長して多角測量を行った。多角測量の測線総延長距離は約 20km であった。

多角測量で使用した機種は、Topcon GTS 505(2セット)及び Topcon GTS 305(1セット)である。

(2) 横断測量

ナムニアップ川に沿って設定された多角測量の基線上に、新たに横断測量のための 16 基準点を選定した。それぞれの起点付近に点在する耕作地に対して測線を延長し、耕作地の範囲を把握するため、主としてトータル・ステーションを使い単点測量を行った。多角測量と横断測量の合計測点数は 198 点であった。

横断測量で使用した機種は、多角測量と同様に Topcon GTS 505(2セット)及び Topcon GTS 305(1セット)である。

(3) 水準測量

バクサンの水準点標高を基準にして高さを求めた GPS No.7 から水準測量を開始し、各 GPS 点の標高補正を行うとともに横断測量の測点標高を求めた。

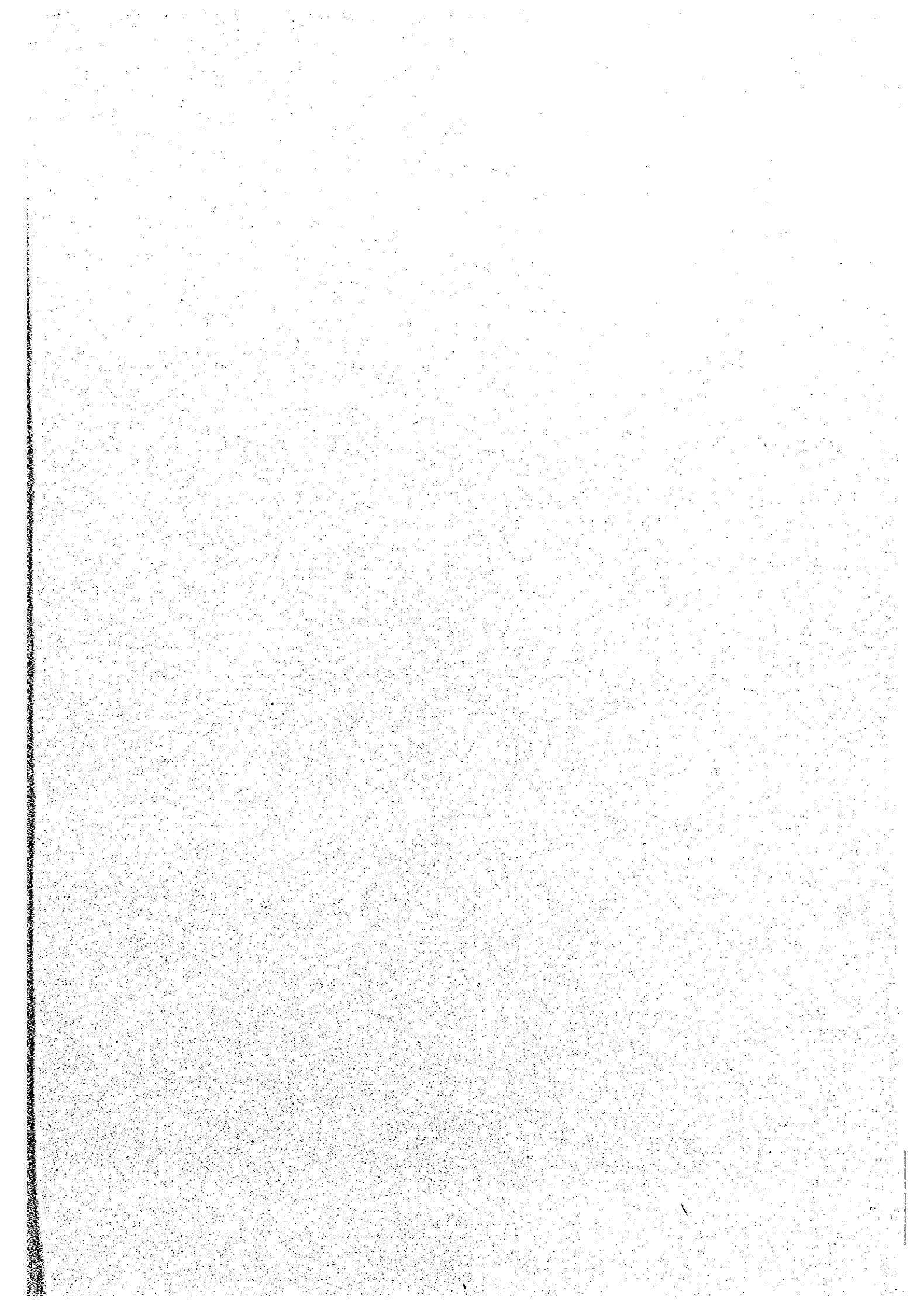
水準測量で使用した機種は、WILD Auto Level (1セット)である。

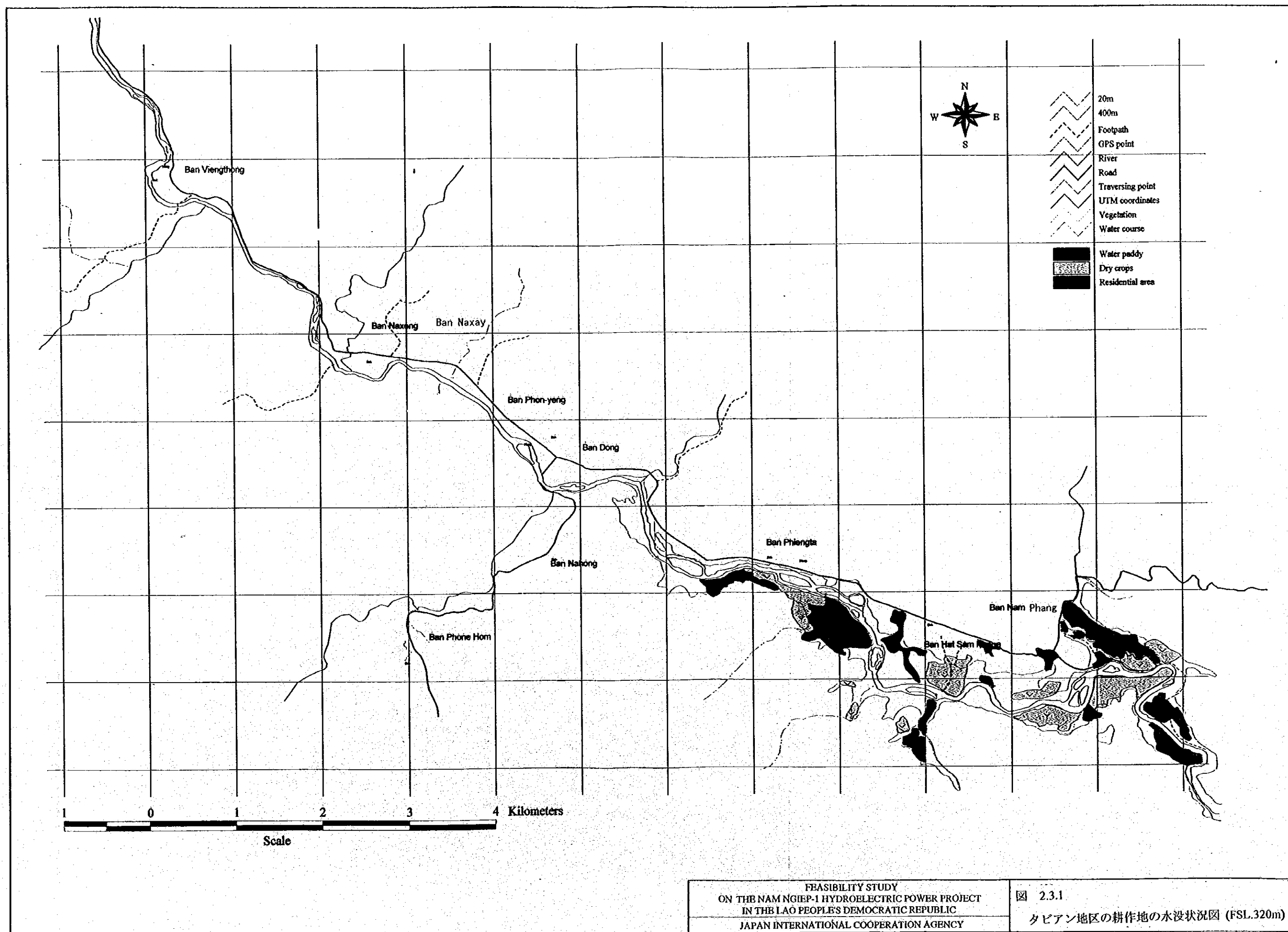
2.3.4. 測量結果

第1次現地調査のGPS測量で得た標高と、第3次現地調査の現地測量で得た結果との間には、0.2m～0.9mのジオイド高(*)があることがわかった。しかし、第3次現地調査時の現地測量の往復差は、距離約20kmに対して高低差25mmであり、その精度は充分高いと判断されたため、現地測量結果に基づいて湛水面積を計測した。SPOT画像解析による準備作業と地形測量結果を総合して作成した耕作地の標高別湛水平面図を、満水位標高320mと標高360mについて、それぞれ図2.3.1、図2.3.2に示した。

なお、耕作地の標高別湛水平面図(標高300m、同340m、同380m)、座標リスト、測量平面図は、附属報告書(VI)に収録している。

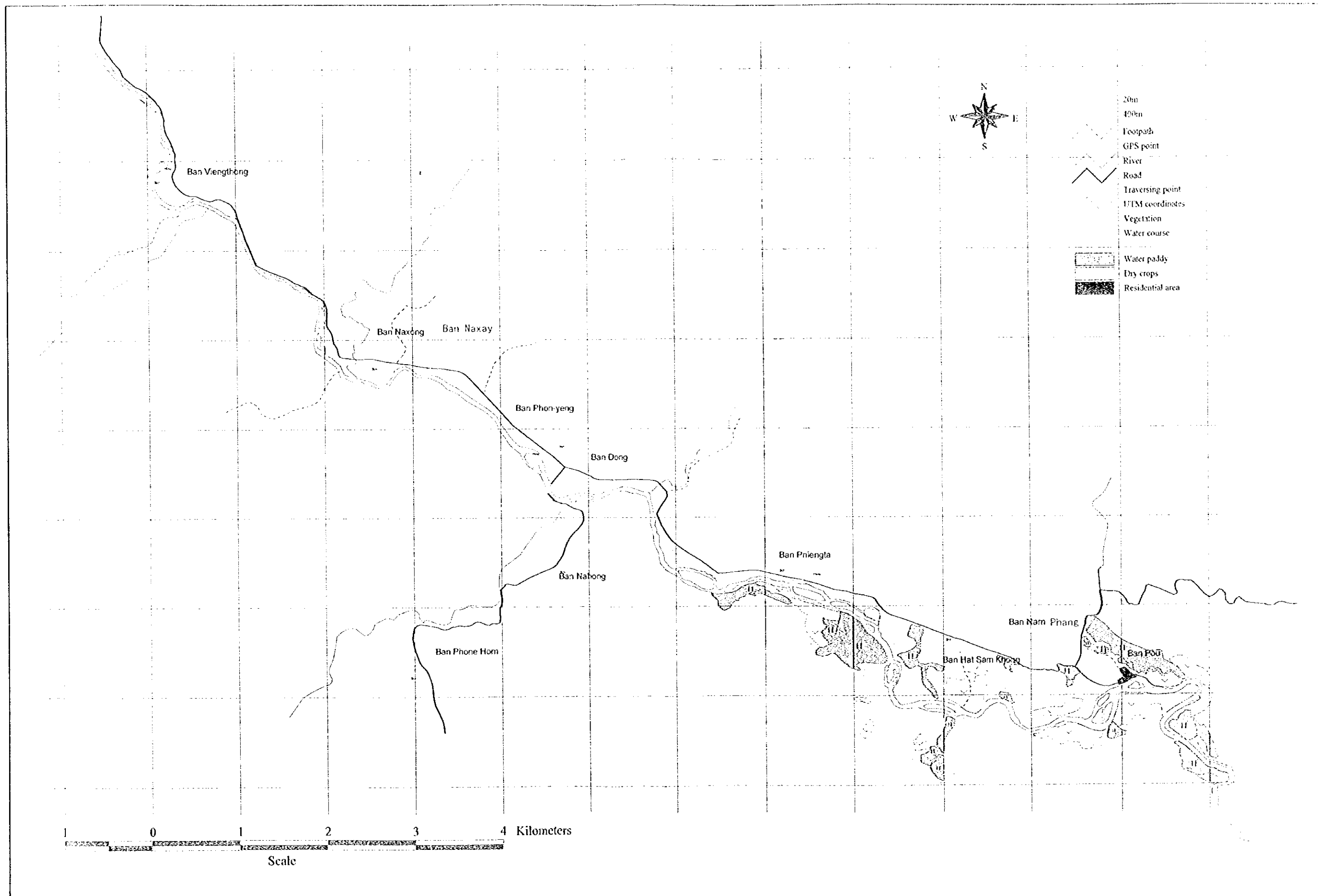
1 直接水準測量においては平均海水面を基準にして標高を定めるが、この平均海水面をさらに陸の幅まで延長すると滑らかな楕円形となる。その楕円形の表面を'ジオイド'面と呼び、厳密には直接水準測量ではこの'ジオイド'面からの高さを測定している。
一方、GPS測量で求められた標高はWGS-84と呼ばれる別の楕円体面からの幾何学的な高さである。これら2つの高さの差を'ジオイド'高という。





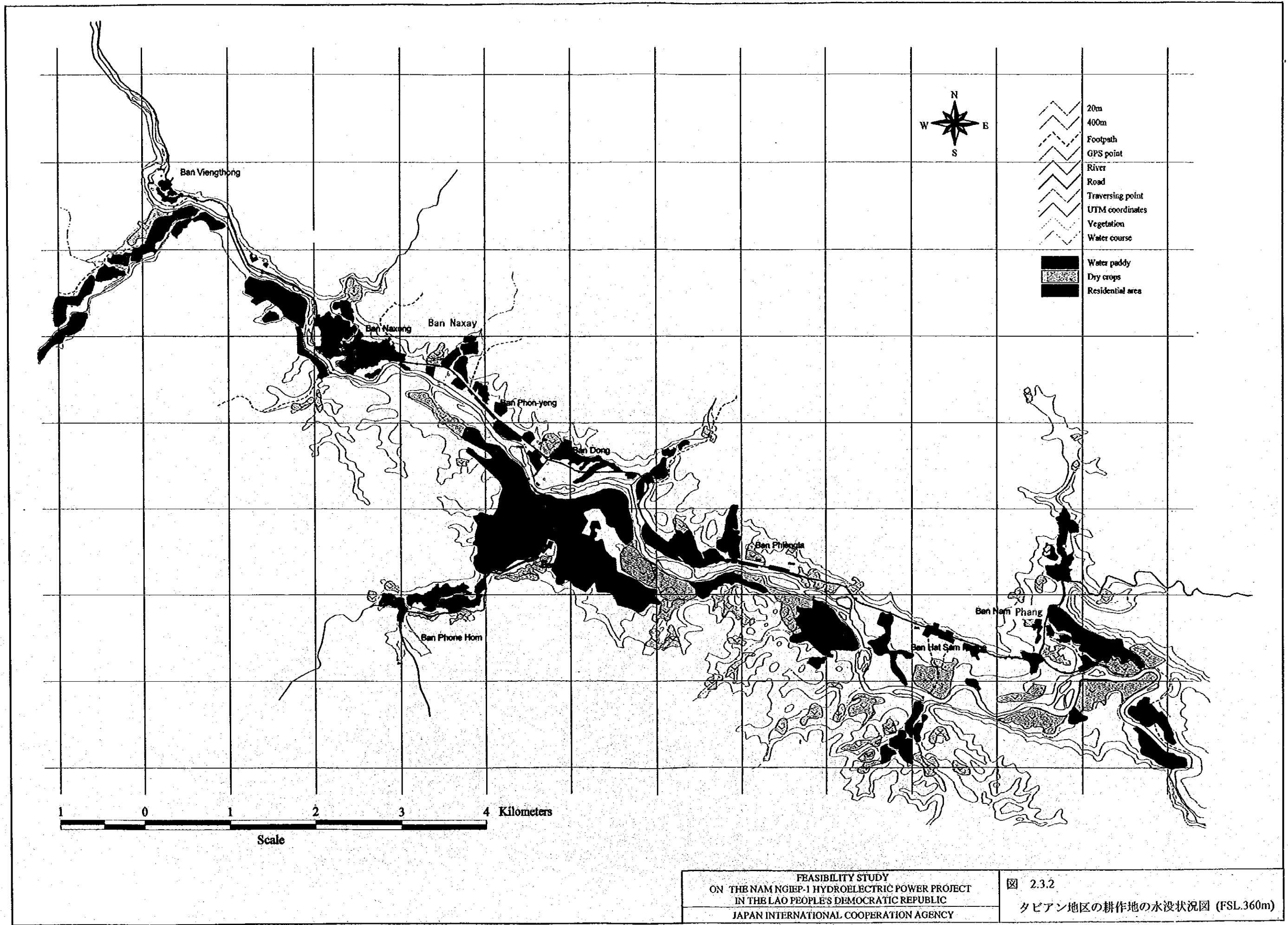
FEASIBILITY STUDY
 ON THE NAM NGIEP-1 HYDROELECTRIC POWER PROJECT
 IN THE LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 2.3.1
 タビアン地区の耕作地の水没状況図 (FSL.320m)



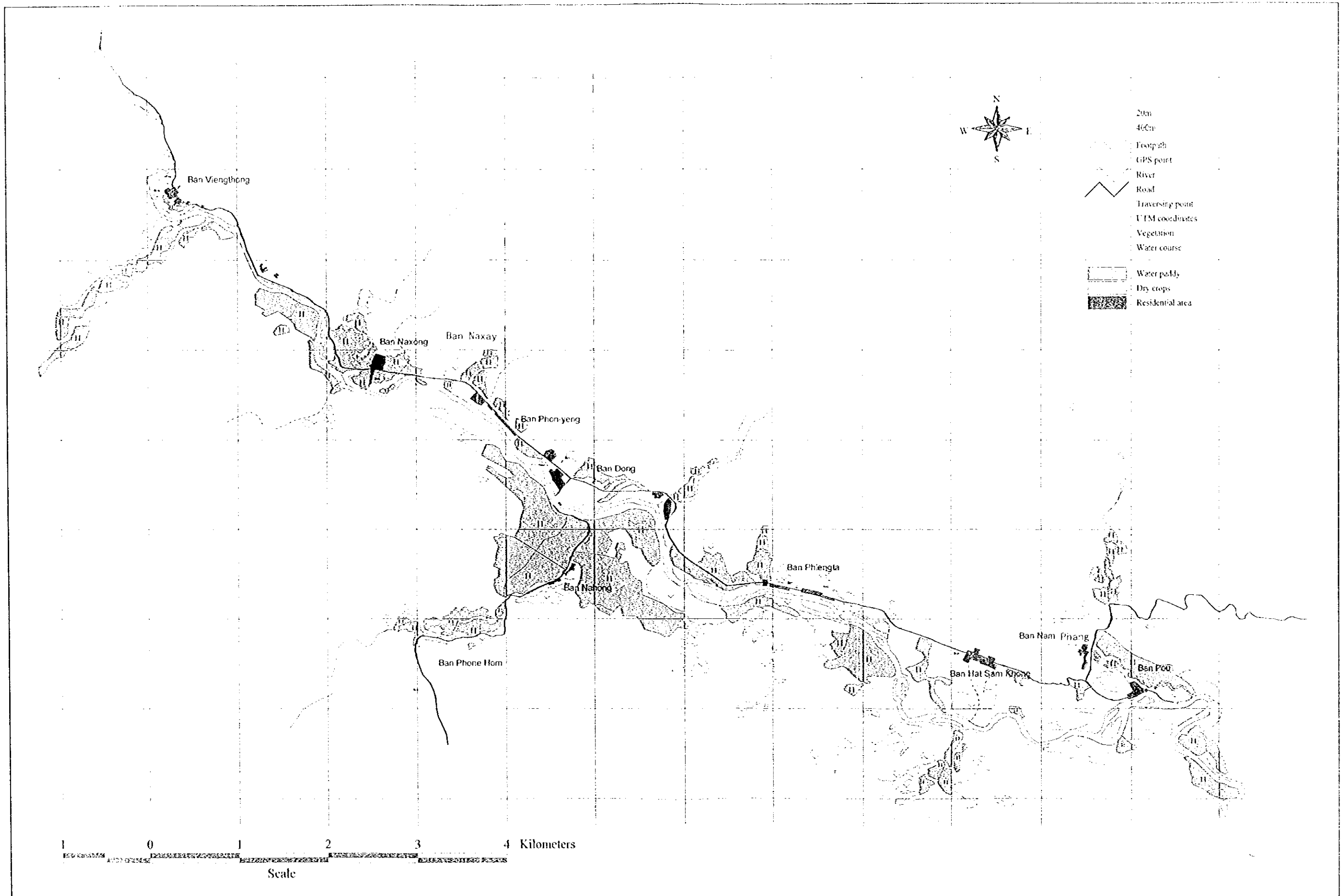
FEASIBILITY STUDY
 ON THE NAM NGIEP-1 HYDROELECTRIC POWER PROJECT
 IN THE LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 2.3.1
 タイアン地区の耕作地の水没状況図 (FSL:320m)



FEASIBILITY STUDY
 ON THE NAM NGIEP-1 HYDROELECTRIC POWER PROJECT
 IN THE LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 2.3.2
 タビアン地区の耕作地の水没状況図 (FSL.360m)



FEASIBILITY STUDY
 ON THE NAM NGIEP-1 HYDROELECTRIC POWER PROJECT
 IN THE LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

14-232
 ナンギエプ地区の耕作地の水没状況 (1:50,000)

