

47億 m³である。落差35m、平均使用水量 310 m³/sで、150MW の設備容量。820GWh/年の年間発生電力量の約80%がタイに送電され、残り20%のみが Vientiane 市およびVientiane平原で消費されている。しかし、近々旧都 Luang Prabangまでの送電線が建設される予定である。

この建設には、日本の参加があずかって大きな貢献をしたが、その関係で最近も第3、第4号機の補修が日本の無償援助により実施された。

ii) Selabam 水力発電所 (Champassak州)(SPE-I プロジェクト)

Selabam水力発電所は、Pakse 市より約35km北方のXe Don川沿いに1968年設けられた。設備容量は2,040kW (680kW 3基)である。しかし、現在実際の出力は、1,420kWしかない。電力需要地であるPakse市の要求に応えるべく、本年に入り3,000kWを増設する工事が始まった。増強工事はIDAローンにより賄われている。竣工は1993年6月末と予定され、インドのTataコンサルタントが増設を監督している。現在の施設は竣工後撤去される予定となっている。

iii) Xe Set水力発電所 (Salavane州)(SPE-I プロジェクト)

Salavane州の首都Salavane町には、現在210kW(米国製、1979年製)と200kW(ソ連製、1980年製)の設備容量を持つディーゼル発電所がある。ソ連製の発電機はスペアとして残すものの、(町から30kmの東に完成した)Xe Set発電所の完成により米国製の発電機は目下建設を計画されているXe Don II水力の開発地点に移されることになっている。

Xe Set水力は、そのSalavane町とその近辺の町およびPakse市に電力を供給すると共に、豊水期に発生する余剰電力を115kV送電線でタイ国境の町 Chong Mek経由でタイに売電する予定で、1991年後半竣工した。設備容量は45MWである。資金は、ADBのローンとUNDPのグラントに加え、スウェーデンの二国間援助資金でまかなわれている。工事契約は1988年10月になされ、着工は1989年1月であった。発電形式は調整池付流込発電所で、ノルウェーのコンサルタントNorconsultの設計・施工管理による。

注17)

iv) SPE-I プロジェクトについて

上記Selabam水力発電所の拡張工事とXe Set水力発電所の建設は、ラオス政府の南部諸州電化計画(Southern Province Electrification Project Phase I, SPE-I)の一貫として行なわれ、現在も続けられている。南部諸州とはChampassak, Savannakhet, Saravane, Khammouan, SekongおよびAttapeuの6州を指す。

これまで、南部6州のうち、北側のSavannakhetとKhammouan州に対しては、1973年以来タイからMekong河河底電線(22kV)によって電力が送られてきているが、それ以外の諸州は各市町に若干のディーゼル発電設備があるだけで、各地の潜在的電力需要に応えることができないでいた。

そこで、1987年ラオス政府はIDAのクレジットを得て、主としてChampassak州とSaravane州の電力事情を改善するために、このプロジェクトをスタートさせたのであった。このSPE-Iプロジェクトは、1993年に終了する予定になっている。このプロジェクトの完成により、Pakse市とSalavane町の電力事情が著しく改善されるのみでなく、ラオス政府はタイへの売電により外貨を獲得できるようになった。

v) その他の地方の小水力設備

今日北ラオスのLuang Prabang市郊外Nam Dong川には設備容量990kW(330kW×3)の流込式水力発電設備がある。また、南部Paksong町には設備容量102kW(機器ポーランド製)の小水力設備がある。一方、Luang Prabang州に隣るXieng Khuang州の州都Xieng Khuang近傍のTat Lang水力開発(ブルガリアの無償協力で、設備容量1,200kW、送電線22kV, 23km)が1990年完成した筈である。

(c) 電力輸出入

初めに述べたように、マクロ的に見てラオスの水力開発の将来は当面近隣諸国、特にタイがラオスの電力を必要とするか否かにかかっている。中規模以上の開発では遺憾ながらそう断定せざるを得ない程、ラオス国内の電力マーケットが未形

成なのである。

しかも、Mekong河沿岸に近い市町村では、近隣に水力開発地点がありながら開発が遅れているために、ディーゼル発電に頼るか、然らずんば対岸のタイ側からの電力を輸入するしかない。

i) 対タイ電力輸出入(Nam Ngum電力の輸出と南ラオスにおける電力輸出入)

今日のラオス政府にとり水力エネルギーは第2の輸出品目となっている。すなわち、Nam Ngum発電所(設備容量150MW)の発生電力の約80%がMekong河を渡る送電線を通して対岸タイに輸出され、その輸出による政府歳入は木材輸出に次ぐ重要性を持っている。水力エネルギーの生産は、降水量に大きく左右されるが、平均してラオスの全輸出額の25%を占めている。

一方で、ラオス南部Savannakhet州とKammouan州には既に述べたようにタイからMekong河々底送電線を通して僅かではあるが電気が送られている。EDLの発表(1988年)した表は次の通りである(表-15 参照) Nam Ngum電力のタイへの輸出額は、1987年度 10.6×10^8 米ドル、1988年度 15.7×10^8 米ドルとなっている。

表-15 Nam Ngum発電所よりタイへの電力輸出力と
南ラオスへのタイからの電力輸入量

電力 年度	年度						
	1984	1985	1986	(推定) 1987	(計画) 1988	(計画) 1989	(計画) 1990
Nam Ngum年間 発生電力量(GWh)	891.0	906.6	867.3	566.0	716.7	870.0	870.0
ラオス国内消費 Nam Ngum分(GWh)	129.8	130.4	124.9	125.5	146.2	157.9	173.7
電力ロス Nam Ngum分(GWh)	51.5	60.0	58.9	53.8	54.8	56.6	60.0
全電力輸出力 (GWh)	709.7	716.3	683.6	387.2	515.7	655.5	636.3
タイからの輸入量 (GWh)	16.6	17.6	17.2	17.9	18.3	18.2	19.2

(資料: 世界銀行発行 "Lao P. D. R. Country Economic Memorandum Sept. 21, 1988, EDL提供)

昨年後半、Xe Set発電所(45MW)が稼動を開始し、一部電力がPakse経由タイへ送電されることになった。しかし、将来Pakse市その他でのラオス側の電力需要が高まれば、殊に乾季Xe Set水力発電所の出力が低下する折、タイから逆に受電することになる。

Xe Set水力発電所の次にタイへ送電する可能性を持つ発電所は、Khammouan州に建設が予定されているNam Theun II水力発電所(第1期300MW、最終600MW)である。

隣接するSe Bang Fai川との間の350mの高落差を利用するこのダム・水路式発電計画は、安い豊富な(最終4,630GWhと予想されている)電力を生み出す。開発後Thakhek市、Savannakhet市等で消費されるほかは殆どがタイへ送電されることになる。このプロジェクトのFeasibility Studyは既に完了している。しかし、この流域に棲息する野性動物や繁茂する森林の貴重さについての認識が近頃急速に高まり、大貯水池の形成に反対する議論が起きている。そのため、政府はNam Theun IIダムタイト直下流に堰を設けて比較的短い水路により崖縁まで導水し隣接するNam Hin Boun川に高落差で落とし発電する流込式発電(120乃至150MW)型式とする代案がまたはNam Theun IIのダムを低い堤高として長い水路で崖縁まで導水、隣接Se Bang Fai川に高落差で落とす流込式発電所として上記のような環境破壊論議の標的にならぬようにすることを考えノルウェーのNORCONSLUT(Xe Set 発電所のコンサルティングを行った)に調査を依頼しようとしている。

対タイ関連では、Vientiane州の周辺の州の電化計画、即ちXanakham, Pakxan両町がMekong河越しにタイから受電する将来計画(SPE II)があるが、後述する。今後、ラオスでは大中規模の水力開発が実施されて行く可能性があるが、何れのケースでもタイの電力市場の需要動向と両国間の売電契約単価がそれらのFinancial Feasibilityを左右する重要要素となろう。タイとの電力料金協定額についても後述する。

ii) タイ以外の近隣国との電力輸出入の可能性

1975年以降、ラオスとベトナムとの関係は密接となった。しかし、ベトナムとの間には今のところ電力の輸出入関係は存在しない。中国やミャンマーとの間にも当面存在しない。

しかし、Nam Theun水力の開発にあたってその発生電力の一部をベトナムのハノイ方面に輸出することは可能性としてはあり得よう。また、ベトナムの紅河開発が進んで、Hoa Binh水力の増設工事がすべて終わった後Sonla水力が開発されるようになれば、その出力をラオス経由タイへ輸出する可能性が検討されるであろう。また、中部ベトナムのYall Falls水力の電力の一部分が国境を越えてラオスに向けられる可能性もなくはない。また、その逆に、ラオス北部、中部、南部の中規模以上の電力がベトナムに向け送られる可能性もあろう。さらにまた、ラオスとベトナムの国境付近で各国間の流域変更水力プロジェクトが実施される可能性もなしとしない中国とラオスの関係は最近改善されたが、それに伴いLuang Prabang以北の発電地点の開発（特にMekong河本流およびNam Tha川やNam Ou川など）の可能性に注意が向けられるようになった。しかし、それらの開発には資金が必要であり、中国への送電距離は長く、経済的有効性には疑問がある。しかし、両国に所在する有望水力開発地点のIdentificationへの努力は今からなされてもよいように思われる。

中国雲南省で目下メコン本流上流Lancang河に設備容量1,250MWのManwanダム（重力式コンクリート）発電所の建設が進んでいる。最終設備容量は1,500MWとなると見られている。このダムの堤高は126mであるが、中国政府はこのダムの貯水池設備にもう一つXiaowanダム（高さ300m、ダム型式は未決定）を計画している。貯水容量156億 m^3 、設備容量は第一期3,200MWで、上流プロジェクトと合わせれば4,000MWとなる。何れも巨大な大プロジェクトであるが、このような一群のダムプロジェクトの造成が今後雲南省のメコン本流及び支流で実施される可能性は濃厚である。このようにして将来Mekong河本流の開発が進めば、中国内でのMekong河本・支流の大型ダム開発による下流増メリットが生じよう。それに対してはラオス及びその他の下流域諸国と中国との間に交渉が行なわれよう。その点については、ミャンマーとの国境をなす部分に所在するMekong河本流有力ダム開発地点も同様である。

1.3.3 第3次5ヶ年計画における電力部門

(1) 電力投資予想

ラオスの経済発展の将来は、インフラストラクチャーの開発に大きく依存するが、なかでも電力開発は最も重要な部門の一つである。第3次5ヶ年計画の公共投資期待総額 720.6×10^9 ドルの50%は、インフラ整備のため使われる予定となっている。そのなかで、電力設備への投資は、輸出拡大と工業化促進、灌漑農業普及の鍵として運輸投資に次ぐ額を占めている（表-16 参照）。

表-16 ラオスのインフラストラクチャー整備投資計画（1991-95）

項目	投資額（米ドル）	%
運輸	252.3×10^9	70.0
電力	60.4	16.8
通信	40.1	11.1
水道・下水道	7.4	2.1
合計	360.2	100.0

（資料：ラオス大蔵・経済計画省 “Policy Framework for Public Investment Programme”, 1990.11）

(2) 投資目標

上記電力投資の目標は、1990年末ラオス政府大蔵・経済計画省の作成した “Policy Framework” のなかで次のように纏められている。

- i) Vientiane平原における地方電化のため、複数のプロジェクトを実施する。
- ii) 南ラオスをはじめとして、地方電化計画を促進する。
- iii) Nam Ngum~Luang Prabang送電線（115kW）を建設する。
- iv) 既設電力設備の価値を最大にするため、既設の発電所・変電所・送電線および配電網その他の補修ならびに拡大をはかると共に、経済体制を拡充強化する。
- v) 将来の大型電力プロジェクトの調査・計画を推進する（なかでも、Nam Theun II計画はラオスの年間総投資計画額の3倍の工事費を要するものである）。

(3) 電力単価の改定と管理体制の強化

上記開発計画促進への強い意欲に加え、ラオス政府としては、出来れば、

i) 現行国内電力単価を輸出価格に見合っって引上げ改正

ii) E D L の管理行政の改善

を早く実施したいとしている。

(4) 外国援助の必要性

以上の計画目標達成のため E D L は表-17に記載された投資期待額を示し、日本を含む西側諸国や国際金融機関の援助がどうしても必要であるとしている。カンボジア和平パリ会談の成功（1991年10月）が、ラオスにとって好結果をもたらすことを期待したい。

表-17 第3次5ヶ年計画における電力部門投資期待額
(単位:1,000,000米ドル)

	Total Cost	Total 1991-5	1991	1992	1993	1994	1995	1996	Funding onwards
On-going									
SPE I		8.96	2.00	6.00	0.96				IDA
Xeset Power station		7.19	7.19						ADB/SIDA/UNDP
Vient.-Luang prabang 115kV TL	13.67	12.71	3.28	8.20	1.23				ADB
Nam Ngum Units 3&4 rehab	6.40	2.80	2.80						Japan
New Generation									
Nam Leuk (45kW)	35.50	13.93	0.30	1.24	1.79	3.50	7.10	14.20	ADB
Sedone I (18.6kW)	21.5	5.92				0.54	5.38	7.52	IDA
Sedone II (44.8kW)	67.50	42.19	0.69	1.00	1.69	13.50	25.31	25.31	IDA
Nam Mang (22kW)	26.00	3.43		0.39	0.52	0.52	2.00	10.40	Fr/Germany
Nam Sone	15.00	15.20	0.20	0.30	9.00	5.70			ADB
New Transmission/ Distribution									
Saravane(22kV) 50 km	1.20	1.20			0.94	0.26			IDA(SPE II)
Sekong (22kV) 60 km	1.44	1.44			0.72	0.72			IDA(SPE II)
Attapeu (22kV) 60 km	1.44	1.44			0.72	0.72			IDA(SPE II)
Champassak(22kV)96.5km Savannakhet	2.32	2.32			1.16	1.16			IDA(SPE II)
(22kV)47.5km	1.14	1.14			0.91	0.23			IDA(SPE II)
Khammouane (22kV) 37.5km	0.90	0.90			0.50	0.40			IDA(SPE II)
Bolikhamxay (22kV) 50km	2.00	2.00		0.80	1.20				ADB
Xanakam (22kV) 100km	2.00	2.00		0.80	1.20				ADB
Distri Vientiane 80km	1.90	1.90	0.30	0.40	0.40	0.40	0.40		EDL
Vte/LPg-Sayaboury (115kV) 80km	2.40	1.20					1.20	1.20	ADB
Vte/LPg-Xiengkhouang (115kV) 1	3.60	1.80					1.80	1.80	ADB
Vientianne Distn (150km)	3.60	3.60		0.90	0.90	0.90	0.90		Japan
New cables Khammouane	0.50	0.50		0.50					EDL
New cables Savannakhet	0.50	0.50		0.50					EDL
Communications									
Vte-South. Prov.	0.90	0.90		0.40	0.50				EDL/IDA
Nam Theun (300MW)	500.00	250.00				125.00	125.00	250.00?	
Nam Nhiep (500MW)	495.00	0.00						496.00?	
Small Provincial scheme									
Xe Katam (5MW)	17.00	17.00		9.00	4.00	4.00			Japan
Nam Xao (0.4MW)	4.00	4.00		0.80	1.60	1.60			?
Keng Vek (1.6MW)	11.25	2.40				0.80	1.60	4.00	
Nam Chiane(0.4MW)	2.00	2.00				1.00	1.00		
TOTALS		411.57	16.75	31.33	29.94	160.95	171.69	810.43	

(資料:ラオス大蔵・経済計画省 "Policy Framework for Public Investment Program", 1990.11)

1.3.4 近い将来実施を期待される電力開発計画

ラオスの電力開発計画については、農村電化（すべて小規模）を除き工業・手工業省とその下のHECが責任を持っている。

近い将来、開発実施が期待されている開発プロジェクトおよび調査の一部が行われ将来の実施に備えてさらにスタディすることが予定されている国内プロジェクト（Mekong河本流のPa Mong, Pak Beng, High Luang Prabang, Pak Lay, Bung Kan, Thakhek, Ban Koum, Khone Falls 等大規模国際開発プロジェクトは除く）につき若干叙述する。

(1) Feasibility調査が終了した主な計画

(a) Nam Theun IIダム・水路式発電所建設計画

前述の通り、この計画の有利性は古くから知られ、1950年代末以降日本も興味を示していた。近くは、1987～88年、スイスのコンサルタントMotor Columbusが推薦し、その結果1990年12月に豪州のSnowy Mountains Engineering会社がFeasibility Studyを完成した。

この計画は、ダム水路式発電プロジェクト（設備容量第1期300MW、最終600MW）である。その概要は、Nam Theun川の村落Ban Signo下流45km地点に堤高約50m、堤頂長340mのコンクリートダム（RCC）を設けて総容量 $2,740 \times 10^6 \text{m}^3$ の貯水池を造成し、Headwater Channel, Headwater Tunnel, Pressure Tunnelを通して隣接するSe Bang Fai川支流Nam Kathang川に第1期 $108 \text{m}^3/\text{s}$ 、最終 $216 \text{m}^3/\text{s}$ の水を落とせば約365mの落差により第1期300MW（2,495GWh）、最終600MW（4,530GWh）の電力が得られる。第1期には各機150MWの水車・発電機2基を設け、Mekong河本流沿いのThakhek市まで230kV送電線で送電する。Thakhek市よりMekong河を越えて設ける230kV送電線（延長327km）はタイのRoi Et町でEGATのSystemに接続される。可能性としては、ラオス国内でThakhek市のみならず、Savannakhetからさらに南部諸州まで送電することが考えられる。発電放流後は逆調整されMekong河本流に入るのでSe Bang Fai川のMekong河本流との合流点下流での乾期流況は改善される。ただ、野性動物植物への影響と逆調整池に入る前のSe Bang Fai両岸住民への流量増加による影響が若干問題視されている。このため流込式代案が考慮され始めた。恐らくNorconsultがこれを調査

する運びとなろう。従って、Nam Theun II計画については、当分、実施に向け進展する運びとはならぬと見られる。

このプロジェクトサイト下流のNam Theun川にはMekong本流との合流点より上流にもう一つHighダム計画Nam Theun IがMekong委員会により考慮されている。Nam Theun II計画の詳細設計は当面棚上げの状況にあるが、実施するとすれば詳細設計の費用は6,000,000米ドルと見積もられている。これに対して世銀、アジア開発銀行、UNDPの出資に加えて西側先進国の援助資金の投入が期待されている（このうち、UNDPは既に1,000,000米ドルをcommitしている）。この費用は環境調査、地質調査などを含む。建設費は第1期 340×10^6 米ドル、第2期 165×10^6 米ドル程度と積算されている。

(b) Nam Ngum-Luang Prabang送電線建設計画

5ヶ年計画の(iii)項に挙げられているプロジェクトで、115kV、延長220kmの送電線建設（115/22kV変電所2を含む）計画である。ADBローン 11.2×10^8 米ドル、スイスグラント 0.96×10^8 米ドル、政府出資 1.72×10^8 米ドルの資金計画であり、完成すれば、Luang Prabangは勿論、送電線途中のVang ViengやKasiなどVientiane州北部の町でも受電可能となろう。着工予定は、1992年7月末である。

(c) Xe Don IIダム発電所建設計画

南部諸州電化計画SPE-Iに、このFeasibility Studyの実施が予定（IDAローン）されていた。1991年3月、Feasibility Studyの結果を日本工営とSogreah社が共同して発表した。それによると、コンクリート重力式ダム（高さ約46m）を設け発電（設備容量54MW）する計画である。年間発生電力量315GWh（発電機3台）の一部はPakse市で消費されるが、大部分はPakse市よりMekong河沿い約60km上流の右岸に位置するタイ側のNong Mek町まで115kV送電線（延長86km）で送られる。建設には外貨分 108×10^8 米ドル、内貨分 27.8×10^8 米ドル（相当）、合計 135.8×10^8 米ドルが必要と見積もられている。この計画を実施するか否かはNam Ngum水力の電力輸出単価交渉の結果によって決定されよう。

(2) 調査の続行ないし開始が期待される主な計画

(a) Nam Theun I ダム発電所建設計画 (Prefeasibility調査)

Mekong委員会は、1985年に実施されたこのプロジェクトの Pre. Feasibility Studyの改訂を目下考慮している。その内容は主に社会経済、環境、住民移住調査である。これ迄の調査で判明しているのは、Nam Theun Iの発電容量が1,500~2,000MWとなること、ダムの総貯水容量は $14.5 \times 10^9 \text{m}^3$ に達するが水没人口も水没農地も殆どない等である。上記の再調査費は300,000米ドルを越えると思われる。(この計画も上流Nam Theun II計画も当調査団掘団長がかつてMekong委員会在任中に命名したプロジェクトである。)

(b) Nam Mang III 発電・灌漑計画 (Feasibility調査)

これもMekong委員会がかつてidentifyしたプロジェクトである。この計画は隣接のNam Ngum川支流との間の高落差を利用して設備容量22MWの発電所を設け、約110GWhの発生電力量をNam Ngum送電網に送り込むと共に、Vientiane平原東部に広がっている天水田を灌漑することを目的としている。先頃、北朝鮮の調査団が踏査を試みた。この計画はADBが資金供給することが決まったと伝えられる。設備容量を45MWまで拡大するともいわれている。

Feasibility Studyには外貨分として550,000米ドルが見積もられている。

(c) Nam Xong 発電、灌漑/分流計画 (Feasibility Study)

Nam Xong川はVientiane州都Phone Hongの北でNam Lik川に合流するNam Song川の支流である。HECが当調査団長と調査した結果、Vang Vieng市より上流付近のNam Xong川溪谷に高さ約20mのダムを設けて1,000kWの出力の発電が可能であり、またその下流耕地を灌漑することも出来ると結論された。しかし、この計画はその後Nam Ngum-Luang Prabang送電計画が実施されることに決まったため断念することになった。その代わりに、Nam Xong川よりNam Ngum貯水池上流迄数kmにわたり分流工を施せばNam Ngum発電所の出力を45MW程度増強出来るとしてドイツのLahmeyer InternationalとニュージーランドのBeca Worlleyの両社が1990年 Prefeasibility Studyを行った。その結果、プロジェクトの経済性はNam Ngum電力の輸出単価の引上げ額の如何にかかっているとされた。近く Feasibility Studyが同じ会社の手で行われる予定である。同様に、Nam Leuk川からNam Ngum貯水池上流への分流工も考えられ同じコンサルタント会社が調査した。このプロ

プロジェクトの経済性もタイへの売電契約単価によって決まると思われる。

(d) Nam Nhiep I ダム発電所建設計画 (Feasibility調査)

Mekong河沿いの町Pakxan上流でMekongに入る支流Nam Nhiepの合流点上流55km地点に185m高のダムを設けて255MWの発電をする計画をMekong委員会が作成していたが、先年フランスのSogrea社がPrefeasibility Studyを行なった。近々、米国Bonneville社がFeasibility Studyを行なう。今の計画は高さ160mのコンクリート重力式ダムで、設備容量は420MW~500MWの規模で考慮されている。

(e) Nam Ngum II ダム発電所建設計画 (Feasibility調査)

Mekong委員会の机上計画では、Nam Ngum貯水池の背水端直上流に高さ165m程度のダムを設けダム直下260MWの発電を行なう計画であった。1987年、スイスのMotor Columbus社がNam Theun II計画と比較研究した折、最終設備容量は420MWとされた。近く、米国Bonneville社がPrefeasibility Studyを行なう。

(f) Nam Khan I、II 発電計画 (Prefeasibility調査)

Luang PrabangでMekong河に入る支流の一つNam Khan川には、もしHigh Luang Prabongダムが実現しても、その貯水池より上流側に2ヶ所有望なダムサイトがある。Mekong委員会は何れも設備容量が100MW程度となるかねて推定していた。1986年、スウェーデンのSweco PowerがNo. II計画を設備容量50MWとして計画して見たが経済性がないと結論した。しかし、近く100MWとして計画をやり直すとのことである。

(3) SPE - II 計画中のプロジェクト

E D Lは、SEP-Iの延長としてProvincial Grid Integration Project、SEP-IIの実施を図っている。SPE-IIは、インドのコンサルタントTataが1991年5月に発表した報告書によると次のような内容のものである。

(a) 南部4州 (Champassak州、Svannakhet州、Saravame州及びKhammoune州)

の電化推進のための送電線建設

- (i) Champassak 州 22KV 送電線延長 187 kmの建設その他
- (ii) Savannakhet 州 22KV 送電線延長 64 kmの建設その他
タイとの間の河底送電線 (既設22kV) に代わり、
115kVの通常送電線建設
- (iii) Saravane 州 22KV 送電線延長 78 kmの建設
- (iv) Khammoune 州 22KV 送電線延長 27 kmの建設
タイとの間の河底送電線 (既設22kV) に代わり、
22kVの通常送電線建設

(b) 南部2州 (Sekong州、Attapeu州) における送電計画

- (i) Sekong町に対し、Xe Set発電所とSaravane町間の送電線 (22kV) から
Thateng町経由送電するようする。
- (ii) Attapeu町に対し、町内にディーゼル発電所と変電所を設け、22kVまで昇
圧し周辺地点に送電するようする。

(c) Vientiane州 (Xanakham地区) 及びBorikhamxay州 (何れもVientiane市の
近傍への電力供給 (Mekong河越し受電))

Vientiane州および近接州の電力受電又は開発計画

(i) Loel市 (タイ) - Xanakham町 (Vientiane州) 送電計画

政府の第3次5ヶ年計画の目標 (i) に挙げられている計画である。

注18)

Xanakham地区の電化は、かねてよりVientiane州の課題の一つに挙げられ
ていた。今回TATAコンサルタントが実施したSPE IIのなかで、南部諸州に位
置しないけれどもXanakham町の電力需要を満たすためMekong河対岸のタイの
Loel市からMekong河の上を越えてXanakham町に送電 (100km) する計画が織
りこまれることになったものである。今のところ2つの案が考えられている。
1つは、115kV通常送電線の建設、もう1つは22kV送電線で2,000kW分まで
タイより受電し、一方で町内にもディーゼル発電所を増設する計画である。

(ii) Bungkhan町 (タイ) - Pakxan町 (Borikhamxay州) 送電計画

上記同様、Mekong河の上を越して受電 (22kV、50km) する計画で、第3次
5ヶ年計画に織り込まれている。Mekong委員会の計画はBungkhan地点は

Mekong河本流プロジェクト（流込式）の一つとして開発が予定されていた。
Mekong河本流の開発計画（大規模）が国際的な共同開発の必要性和資金難により殆ど実現出来ないと見られる今日、この送電計画の実施は極めて妥当な処置といえよう。

以上のSPE-II計画は、何れも西暦2001年迄に上記各州における電力需要動向を見定めそれを満足させる目的で設定されている。しかし、計画されているプロジェクトは外国および国際機関、国際金融機関の援助をすべて必要とする。

1.3.5 EDL

(1) 責任と組織

EDL（ラオス電力公社）はMIHの管理下に置かれている。EDLは、これまで述べて来たラオスの発電計画（マイクロ規模の電力開発は除く）の調査及び実施の責任を持つが、一方Nam Ngum水力発電所とVientiane地域の送配電網施設を維持運営する責任を持っている。EDLはまた、地方各州のProvincial Electricity Authorityに対して新しい施設を提供する義務を負っている。

EDLに対し政府は大量の補助金を出している。EDLは現在1,356人を雇っている。被雇者の3.5%は技師、10%は技工である。EDLのプロジェクト部門の組織は図-3に示されている（1991年現在）。

(2) 電力料金

(a) 現行料金

EDLの電力生産の源は当面Nam Ngum発電所であるが、1991年9月30日までは卸売単価0.03米ドル/kWhでタイに売電する一方、国内向けには0.01~0.02米ドル/kWhと輸出単価の1/3~1/2で供給していた。注11参照實際上、国内向けの電力にはタイへの輸出よりコストが余計かかっている。即ち、国内の電気需要者に対して生産コストより低い価格で売電しているのが実情である。

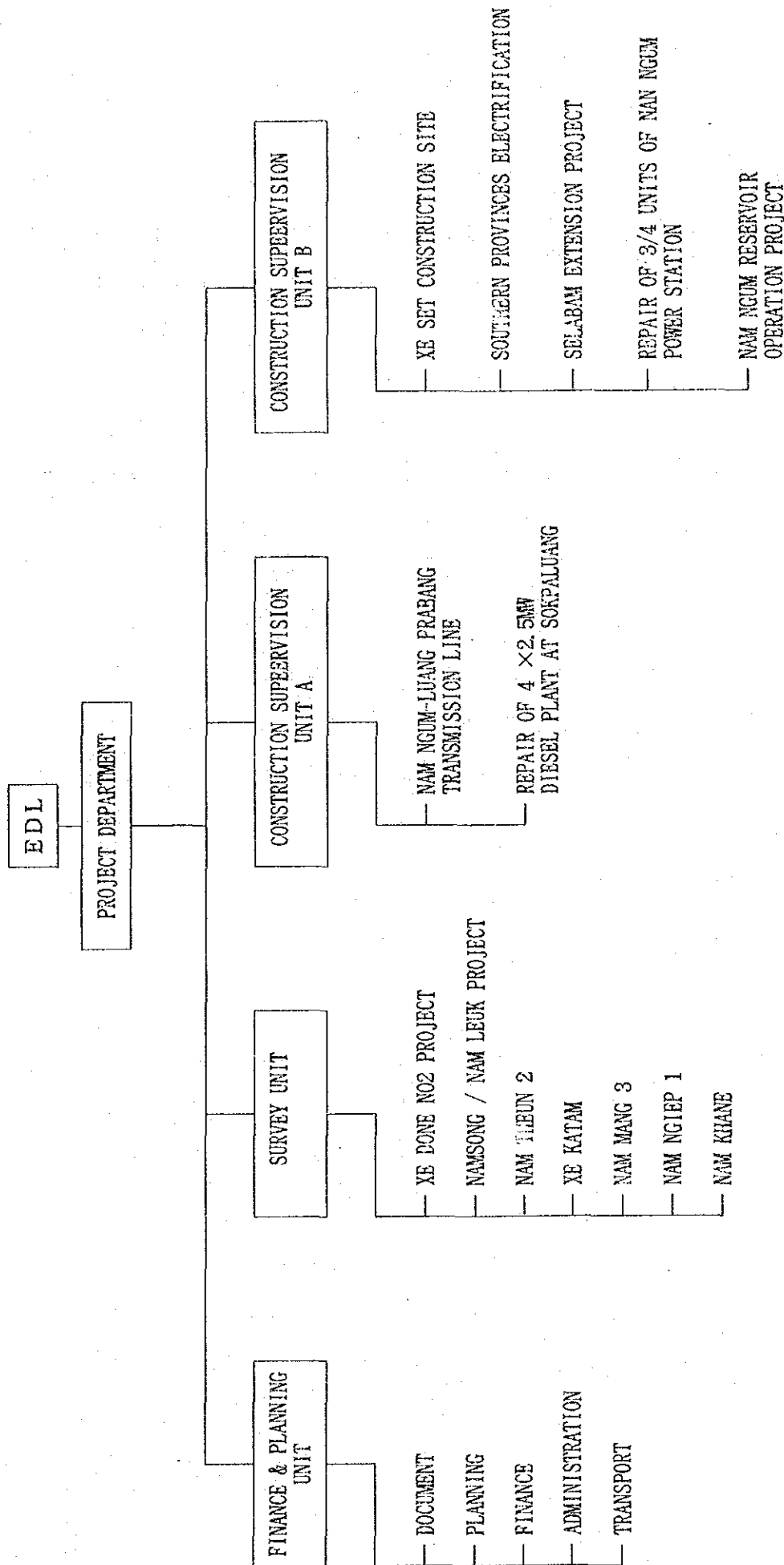
(b) 料金改訂の必要性

(a)で述べたように国内の電気料金が低く抑えられているにも拘らず今日EDLが全体として利潤を上げて来たのは、

- 外国（タイ）への売電総額が国内向け販売額よりずっと大きい。
- Nam Ngum発電コストの一部はグラント分であり、一方、ローンの方は概ね返済がすすんでいる。

という2つの理由からである。しかし、新しいプロジェクトの開発のためにEDLは外国のローンを増加して居り、そのため今日既にEDLが政府に支払う配当が減少しつつある。政府はこの事態の改善のため、EDLへの援助金支出を止めさらに発電と配電の部門を切り放してそれぞれを別会社にする案を検討する必要があるとしている。

図-3 EDLプロジェクト部門組織図 (1991年現在)



注：EDLには22のDepartmentがある。

(資料：EDL 3rd Quarterly Report, 1990 EDL Project Dept. 1990年9月30日)

今日、ラオスでは国内の電力消費量が増加の一途を辿っているため、その意味からいって低く抑えられている国内の電気料金を引き上げる必要があるのであるが、電気の供給不足のため産業の発展が阻害されている現状を打開するには電力の開発とともに送配電システムの充実と拡大を図る必要がある。（今日国内の配電による電力損失率は19%といわれている。）送配電網の拡充のためには電気料金を上げねば引き合わない。即ち、送配電網の充実のためにも電気料金の改訂が必要となっている。

新規電源の開発という面から見ても、開発プロジェクトが経済的に成立つようにするためには輸出単価を引上げる必要があった。（事実、今、タイ国は自ら国内で電力開発をするか、輸入するかしなければならぬ必要性に迫られているが、自ら電力開発すればラオスから売電しているより高い電力となろう。また、ラオス政府はNam Ngum電力をタイのピーク需要分にあてるよう交渉をしたが、タイ側としては、ピーク需要分として輸入するのであれば今迄よりラオスからの電力料金が高くなっても受け入れ易い等である。）ラオスの水力開発計画の経済性を考えて見ると、一般的に小規模水力開発は経済性がない。中規模開発でも現行の電気料金からいって経済的に評価出来るようなプロジェクトはそれほど数多くない。電力の輸出単価を引上げることは、数多い中規模水力開発のFeasibilityを高める。

国内外にわたる電気料金引上げは、木材価格の引上げとともに今日のラオス政府の最大の課題である。

以上の理由から、ラオス政府は第3次5ヶ年計画期間の間に段階的に年に40%づつ国内料金を引上げることを考慮し、一方タイ政府との輸出単価交渉を推し進めた。

EDLとタイのEGATとの電気料金交渉は1991年8月に終了し、10月1日から下記のような新料金が発効した。有効期間は、1995年9月30日までの4年間である。

（契約書の署名は1991年9月26日になされた）EDLの経営内容はこれにより改善される見通しとなった。

表-18 EGATへのNam Ngum 電力輸出単価、電力量、電力収入

時刻	単位	1991年10月	1991年11月	1991年12月	総計
単価					
(Peak 時) 1830 - 2130 5.8 US¢/kWh	kWh US\$	4,886,400 283,411.20	7,224,800 419,068.40	8,796,800 510,214.40	20,908,800 1,212,664
(Partial Peak 時) 0800 - 1830 32 US¢/kWh	kWh US\$	17,968,800 596,564.16	25,487,200 846,175.04	9,316,000 309,291.20	52,772,000 1,752,030.40
(Off Peak 時) 2130 - 0800 2.65 US¢/kWh	kWh US\$	2,200,000 58,300.00	1,562,400 41,403.60	1,464,000 38,796.00	5,226,400 138,499.60
総計					78,906,400 3,103,194
平均単価	US¢/kWh				3.93

(資料提供 EDL, 1992年1月)

表-18 は新しい契約料金によるEDLの輸出電力収入の実態を示している。一方、南部のSavannakhet, Khammouane州のタイからの買電料金についてはPeak時料金6.30US¢/kWh、Partial Peak時料金3.82US¢/kWh、Off Peak時料金3.15US¢/kWhと高いが月間輸入電力量は約100,000kWh/月とNam Ngum売電電力量とは比較にならない量である。また、Xe Set電力の輸出単価は2.9US¢/kWhと低い。Xe Set発電所は完成したばかりであり当面料金改訂はない模様である。

2. 当該計画地域開発の必要性和調査に至る経緯

第 I 章 2. 当該計画地域開発の必要性和調査に至る経緯

目 次

	頁
2.1 Xe Katam小水力開発の必要性	I - 2 - 1
2.1.1 南部諸州電化計画とSe Kong, Attapeu両州	I - 2 - 1
2.1.2 Xe Katam水力の開発規模と開発必要性	I - 2 - 3
2.2 調査に至る経緯と調査の概要	I - 2 - 4
2.2.1 調査に至る経緯	I - 2 - 4
2.2.2 調査の概要	I - 2 - 4

List of Tables

Table I-2-1	Schedule of the Study (1/3) - (3/3)
Table I-2-2	Overall Man-Maneuvering Schdule
Table I-2-3	List of Personnel met by the Team during the 1st Tour Period
Table I-2-4	Additional List of Personnel met by the Team

2. 当該計画地域開発の必要性和調査に至る経緯

今回の調査団の使命は、南部諸州のうち特にXe Kong, Attapeu両州の発展のための電力供給源としてBolaven高原南部のXe Namnoy流域全体開発計画の骨子を示し、そのなかで支流Xe Katam川の開発のFeasibilityを探るにあった。以下、Xe Katam開発の必要性和調査に至る経緯、さらに調査中の我々の行動の概要を記す。

2.1 Xe Katam小水力開発の必要性

2.2.1 南部諸州電化計画とSekong, Attapeu両州

ラオス政府は、第2次5ヶ年計画(1986~1990年)で、それ迄採っていたVientiane州周辺を集中的に発展させる方針を緩和し、地方開発にも焦点を当てることとした。そして、地方開発のなかで最もプライオリティの高い重要開発地域としてChampassak, Savannakhet, Saravane, Khammouan, Xekong及びAttapeu 6州から成る南部の発展を図ることとした。

前節1.1.3で述べた通り、南部6州のうち、Savannakhet, Champassak両州は人口が多い。Khammouane, Saravane両州の人口はその約半数である。Khammouane, Savannakhet, Champassakの3州はそれぞれThakhek, Savannakhet, PakseというMekong河本流沿いの著名な都市を州都としているが、殊に後者の2都市は昔から繁栄している。

南部諸州の発展の鍵の一つはいう迄もなく、電源の開発と送配電設備の拡充・充実にあり、政府は、1983年、南部諸州電化計画(Southern Province Electrification Project Phase 1, SPE-I)を基としてSavannakhet, Champassak, Saravane 3州の電化を図った。その結果、Saravane州のXe Set水力(45MW)の開発が完了したが、Selabam水力の拡大計画もXe Don II水力のFeasibility調査もこの電化計画の一貫として織り込まれ、前者は今日尚進行中であり後者は1991年初め終了した。

第2次5ヶ年計画の終了に引きつづいて、第3次5ヶ年計画が1991年よりスタートしたが、政府はSPE-Iに織り込まれたSelabam水力を3MWの発電設備として建設を急ぐ一方で、上記SPE-I計画の延長として前節1.3.4(3)に記した通り、Provincial Grid Integration Project SPE-IIの遂行を期している。そのSPE-II計画の重要項目は1.3.4(3)に記載した通りであるが、その中にSekong, Attapeuの将来の電力需要に応える計画が含まれている。その理由は次の通りである。

1.1.3 で述べた通り、Sekong, Attapeu両州は人口密度の低いラオスの中でも最も人口の稀薄な州である。しかも、Sekong州はベトナム中部と、またAttapeu州はベトナム中部とカンボジア東北部と国境を接し、両州ともタイの東北地域からさほど遠くない割には交通、通信上の不便さのためラオスのなかで最も孤立した存在の一つとなっている。

ラオス政府は目下特にSekong新市街造成の成功に期待している。Sekong州政府は州内の農業、牧畜の振興、豊富な森林の開発、植林、鉱山の開発という3目標(プライオリティ順位で列挙)に向かって鋭意努力中であり、一方Attapeu州は農業・林業・鉱業、農産品加工工業や木材加工工業等の振興を目指している。

ラオス政府は、1985年、Sekong州を南部諸州開発の開発促進モデル地域としてSaravane州より分離し、その開発の中心地としてXe Kong川右岸側でBoloven高原の北東部断崖の東側に広がる盆地のなかの川辺の村落Ban Mo地点付近を選び、新たにSekong町の建設を図った。Sekong町には既にSekong州の庁舎や州知事の住居も設けられて居り、町に入れば多数の新設木造家屋が整然と建ち並ぶ。現在、町の人口は15,000人程であるが1990年後半より入植者は激増している。

一方、Attapeu州の主要都市は、Xe Kong川沿いのSamakxay町であるが、その近傍にはXe Kong川支流Xe Kaman川沿いにXaysetha町など3都市がある。Xaysetha町は古くからベトナムやカンボジアとの交通路上の町として知られ、古い王家の墓も在る町である。ラオス政府は比較的新しいSamakxay町を取り敢えず州の農業・林業の発展と鉱工業発展の基地として発展させたいとしている。

これを要するに、Sekong, Attapeu両町ともがラオスの南部発展の重要な基地と位置づけられているのである。Sekong, Attapeu両町における電力設備の実情と電力需要については本報告書の第3章に詳細を記載されているので、ここでは省略するが、今日迄のところ両市ともに一応需要に見合ったディーゼル発電設備を備えている。しかし今日、現地の地域住民の生活に直結した電灯需要や小規模な農産品の加工生産や農地の灌漑化などのための電力の潜在需要は両町とも高い。殊にSekong町では1990年後半以降入植者数が激増傾向にあるので電力事情はますます逼迫すると懸念されている。また、両町とも交通不便な遠隔地に在るため、ディーゼル発電設備の部品や燃料の供給が円滑でなく特に雨期に入ると確実な電力供給が出来ない状況にある。そのため、工業化、農業灌漑化が阻害され、このままでは順調、円滑な地域の発展を期待

することは困難である。

2.1.2 Xe Katam水力の開発規模と開発必要性

Sekong, Attapeu両市の産業発展・民生の向上には電気の供給が欠かせない。ラオス政府のSPB-II計画では、上流の通りSekong町に対してXe Set水力の発生電力の一部をThateng町経由送電することになっている。またAttapeu町に対しては市内にディーゼル発電所及び変電施設を設けることにしている。しかし、もしXe Katam水力発電所が建設されれば両町の電力不足の悩みは一挙に解決されることは間違いない。ここにXe Katam水力開発の必要性がある。

Xe Katamプロジェクトは送電距離でいってSekong市とは50km、Attapeu市へは73kmの地点にある格好の水力開発プロジェクトである。既に述べた通り、Xe Set発電所(45MW)の発生電力はPakse市経由Mekong河を越えてタイへ送られると共にPakse市、Saravane市及び周辺地の電力需要を満足させるのみでなく、今次のSekong町の需要をも満たすことになっているが、今回のXe Katam水力開発は取り敢えずこの送電Grid案とは独立したプロジェクトとして最終開発規模6,000kWとして計画された。

第3章で明らかにされる通り、Sekong, Attapeu両市の近い将来の電力需要は、合わせて2,000kW程度の電力で充足されると考えられる。Xe Katam水力はXe Katam川の流況特に乾期における発電所付近の流量からしても、取り敢えずその程度の規模で開発されるのが妥当と思われる。このプロジェクトは開発直後から両市の産業発展・民生の安定に大いに貢献することであろうが、Xe Katam発電所の増設を何時、どの段階で考えるかは前記した送電Grid案との関連で経済性や技術的な判断のもとに、ラオス政府が暫く時間をかけて決定されるであろう。さらに云えば、Xe Katam川は第2章に記すようにXe Namnoy流域の一支流である。Xe Namnoyの全流域の調査は今回主として図上計画の範囲内で概査したに過ぎないので、今後、Xe Namnoy全流域開発計画調査をより詳細に調査すべきである。その調査を推進した上で、上記送電Grid案とともに、Xe Katamプロジェクトの最適開発(増設)の規模と開発ペースを考える必要がある。

2.2 調査に至る経緯と調査の概要

2.2.1 調査に至る経緯

1990年11月に出されたJICA鉱工業計画調査部の「Xe Katam小水力発電開発計画事前調査報告書」によれば、ラオス政府は第2次経済社会開発5ヶ年計画（1986～1990年）においてラオス全国16ヶ所の小水力発電計画の実施を検討したが、南部の有力な農業地帯であるBolaven高原の開発に貢献するとしてXe KatamプロジェクトのFeasibility調査の実施を1989年5月に本政府に対し要請した。その結果、1990年3月、JICAはContact Mission（足立魚夫団長）を現地に派遣し、要請内容の確認とプロジェクトサイトの踏査を実施した。それを受けてJICAは事前調査団を派遣しラオス政府とS/Wを締結した。

2.2.2 調査の概要

電源開発会社は1990年10月、JICAに本件の調査プロポーザルを提出し、11月から準備作業に入り、12月、Inception Reportを作成した。このReportにおいて、本件調査の基本項目調査スケジュール、ラオス政府MIHとJICA調査団の業務分担が明確にされた。調査スケジュールとして調査業務をIdentification Stage, Field Investigation Stage, Preliminary Design Stageの3段階に分け、1990年12月に作業を開始し、1992年3月末にFinal Reportを提出するとした。このReportに記載された調査スケジュールの全容はTable I-2-1 および Table I-2-2 に示す通りである。

この調査スケジュールに従って1990年12月2日、第1回の調査団がラオスを訪れ直ちにMIHと協議に入り、1991年1月初めまでラオスに滞在し、Identification Stageに必要な現地調査をField Investigation Stageに含まれる調査の一部を実施した。

第2回現地調査は1991年2月1日より3月中旬まで行われ、水文・気象・地形・地質等の基礎データ作りのための本格作業作業が開始される一方、Xe Nannoy流域での開発計画踏査、Xe Katam地点での取水・発電に関する最適地点の決定、電力需要地までの送電ルート等のための調査が行われた。その後、調査は4,5月の国内でのStudyの後6月から地形測量、地質調査の専門家が再び現地入りした。

7月に入って水文・気象・環境・地質等に関する継続調査がさらに行われたが、その後8月から12月にかけて取りまとめ作業が行われた。その結果、Draft Final Report

が作成され、1992年1月10日、MIH大臣Soullvong Daravong閣下に提出された。
Draft Reportは関係者の審査の結果承認されFinal Reportが1992年3月末日迄に提出
される運びとなった。

調査期間中に調査団がコンタクトした関係各位を Table I-2-3 及び Table I-2-4
に掲載した。

Table I-2-1 Schedule of the Study (1/3)

Item	Year																	
	1990						1991						1992					
	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
	Rainy season																	
(1) IDENTIFICATION STAGE																		
① Review of collected data and preparative study for reconnaissance in Laos																		
② Collection and review of existing data and reports																		
③ Power Survey																		
a) Survey on existing power supply and transmission facilities, including operations thereof																		
b) Review and analysis power consumption growth and characteristics of power consumption pattern																		
c) Review and analysis of energy demand and peak demand from 1991 to 2005																		
④ Site reconnaissance																		
a) Ground surface survey on topography and geology at the project site and its vicinity including access road																		
b) Preliminary hydrological study																		
c) Preliminary study on environmental impact, resettlement and compensation																		
⑤ Identification of project sites																		
a) Formulation of alternative schemes and their optimization in consideration of total development of the Xe Namnoy river basin																		
b) Site selection of project components																		
c) Preliminary layout of project facilities																		
⑥ Programme preparation of the subsequent field investigation																		

Legend : — Preparation period ■ Field Investigation □ Work in Laos by MTH ▨ Work in Laos by Contractor
 □ Work in Japan ▩ Work in Japan by Contractor

Table I-2-1 Schedule of the Study (2/3)

Item	Year																	
	1990				1991				1992									
	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
(2) FIELD INVESTIGATION STAGE	Rainy season																	
① Topographic survey																		
a) Photogrammetric mapping including ground control survey on the basis of existing aero-photograph																		
b) Installation of triangulation monuments and bench marks, and determination of heights and coordinates by triangulation and levelling																		
c) Topographic mapping of intake site, waterway route, headtank site, penstock route and power facility site																		
② Geological investigation																		
a) Drilling work and permeability test																		
b) Seismic prospecting																		
c) Test pitting / trench excavation, if necessary																		
d) Test adit, if necessary																		
e) Field / Laboratory test																		
f) Preparation of geological map																		
③ Hydrological survey																		
a) Observation of rainfalls, stream flow discharge and sediment loads																		
b) Hydro-meteorological study and analysis on stream flows, and estimation of sedimentation																		
④ Environmental impact study																		
⑤ Resettlement and compensation study																		
⑥ Confirmation of geological investigation results and data collection																		

Legend : — Preparation period ■ Field Investigation □ Work in Laos by MIH ▨ Work in Laos by Contractor
 □ Work in Japan ▩ Work in Japan by Contractor

Table I-2-1 Schedule of the Study (3/3)

Item	Year		1991												1992				
	Month	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
(3) PRELIMINARY DESIGN STAGE																			
① Formulation of development plans																			
② Comparative study and selection of an optimum plan																			
③ Preliminary design																			
④ Cost estimation																			
⑤ Formulation of project implementation schedule																			
⑥ Economic analysis																			
⑦ Financial analysis																			
Reports																			
① Inception Report																			
② Progress Reports																			
③ Interim Report																			
④ Draft Final Report																			
⑤ Final Report (including Summarized Final Report)																			

Legend : — Preparation period ■ Field investigation ▨ Work in Laos by Contractor
 ▩ Work in Laos by MH ▧ Work in Japan by Contractor ▪ Work in Japan

Table I-2-2 Overall Man-Maneuvering Schedule

Title	Name	Period																										
		1990		1991												1992												
		11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Team Leader	Hiroshi Hori	1.0	0.5	0.5	0.2											0.5											0.5	
Economist	Tetsuya Fukuda															0.5												0.5
Environmental Expert	Yoshiaki Noda	0.8													1.0													
Civil (design) Engineer	Yoshiki Munetake	0.8																										0.5
Civil (design) Engineer	Hidekazu Yokoyama															0.5												
Civil (planning) Engineer	Junichi Asano	1.0	0.5	0.5	0.2																							
Civil (hydrometeorology) Engineer	Shigeru Nakamura	1.0	0.5													0.5	0.5											
Electrical (transmission) Engineer	Hiroshi Kagami															0.5												
Electrical (planning) Engineer	Takehisa Sakai	0.8																										
Engineering Geologist	Isao Shimizu	0.8														0.5	0.5											
Engineering Geologist	Hajime Watanabe															0.5	1.0											
Survey Specialist	Kuniaki Takamatsu	0.8														0.5	0.5											
Survey Specialist	Yutaka Kokufu															0.5	1.0	0.5										

Note : ■ Field Work □ Home Work

**Table I-2-3 List of Personnels met by the Team
during the 1st Tour Period**

A. In Lao P.D.R.

1. Ministry of Industry & Handicraft (MIH), Laos

Mr. Soulivong Daravong	Acting Minister
Mr. Khammone Phonekeo	Vice Minister
Mr. Khamming Ngonvorarath	Senior Advisor
Mr. Damdouane Phomduangsy	Director of Cabinet
Mr. Bounkeuth Thammavongsa	Advisor
Mr. Somsack Phrasonthi	Civil Engineer & Project Manager, Xe Katam Project
Mr. Theodore M. Ford	Advisor (sent by ADB)

2. Ministry of Economy, Planning and Finance (MEPF), Laos

Mr. Chantavong Saignasith	Director, Capital Investment
Mr. Bounthavy Sisouphanthong	Action Director, Statistical Center

3. Ministry of Agriculture & Forestry, Laos

Mr. Langsy Sayvisith	Director, Irrigation Dept.
Mr. Koun Sengdara	Director, Meteorology & Hydrology Dept.
Mr. Khamthong Soukhathamavong	Meteorology & Hydrology Dept.
Mr. Thongphon Vonosyprasom	Chief, Technical Section
Mr. Vongdara Keomuongchanh	Deputy Chief, Technical Section
Mr. Nitharah Somsanith	Planning Section
Mr. Souane Silavong	Chief, Pakse Office
Mr. Seng Chang	Chief, Paksong Office

4. Hydropower Engineering Consultants (HEC), Laos

Mr. Thongsamouth Lunammachack	General Manager
Mr. Seng Panyasiri	Civil Engineer
Mr. Viraphanh Nandavong	Civil Engineer
Mr. Sithanh Vongsiry	Civil Engineer
Mr. Moon Chanthaboon	Survey Specialist
Mr. Saykham Soukvanheuang	Survey Specialist
Mr. Sayasack Vongsack	Hydrologist
Mr. Sounanh Sinolak	Hydrologist
Mr. Tongphath Inthavong	Engineering Geologist
Mr. Sisavath Chanthaluxay	Electrical Engineer

5. Electricite du Laos (EDL), Laos

Mr. Houmphone Bulyaphol	General Manager
Mr. Outhay Ondavong	Deputy Manager, Project Dept.
Mr. Viraphone	Project Dept.
Mr. Phaxay Kod-asa	Administrator, Project Dept.
Mr. Sisouvanh Souvannaphasy	Site Manager, Xe Set
Mr. Ingvar Y. Hildebrand	Project Advisor
Mr. Kham-song Phongsavan	Deputy Manager, Project Dept.
Mr. Phetsanovlok	Director of EDL, Saravan
Mr. Lao	Director, Pakse Xe Set Office

6. Se Kong Province

Mr. Yao Phonevanhtha	Governor of Province
Mr. Vannavong	Staff, Education
Mr. Somsri	Staff
Mr. Khanthong	Staff, Finance
Mr. Vila	Staff, Finance
Mr. Somsakhunh	Staff, Health
Dr. Sitha	Staff, Health
Mr. Bounchanh	Staff, Health

7. Attapue Province
- | | |
|---------------------------|--------------------------------|
| Mr. Thongdam Chanthaphone | President of Province |
| Mr. Vinay Pongphommavong | Vice President |
| Mr. Sinay Mienglavanh | Deputy Director, Administrator |
| Mr. Lintha | Staff, Foreign Office |
| Mr. Bounthary Koumalasy | Civil Engineer |
| Mr. Sithat | Staff, Industry & Trading |
| Mr. Fongsamut | Staff, Electricity |
8. Ban Nongmek
- | | |
|---------------------------|---|
| Mr. Douane Khambounhevang | Chief, No. 5 Administrator Area
(B. H. Kong) |
| Mr. Nane Munluang | Chief, Police |
9. UNDP, Laos
- | | |
|-------------------|-------------------|
| Ms. Takeko Iinuma | Programme Officer |
|-------------------|-------------------|
10. Snowy Mountains Engineering Corporation Ltd. (N. Theun)
- | | |
|---------------------|-----------------|
| Mr. David H. Rogers | Project Manager |
|---------------------|-----------------|
11. Norconsult (Xe Set Hydropower Project)
- | | |
|-----------------------|----------------------------|
| Mr. Sverre Edvardsson | Resident Engineer |
| Mr. Ole P. Dahlberg | Senior Mechanical Engineer |
| Mr. Pivind Nicolaysen | Electrical Engineer |
12. Marusima Agua System Corp.
- | | |
|------------------|------------------------------|
| Mr. Yukio Nagata | Site Manager, Xe Set Project |
|------------------|------------------------------|
13. Japanese Embassy
- | | |
|-----------------------------|------------|
| H. E. Mr. Shigemi Ando | Ambassador |
| Honorable Mr. Yukuto Murata | Counsellor |

Mr. Haruo Matsumoto	1st Secretary
Mr. Shinji Nagashima	1st Secretary
Mr. Hirobumi Taniguchi	2nd Secretary
Mr. Motoyoshi Suzuki	Specialist on Economy
Mr. Ishida	Staff
Mr. Kazushige Matsuo	Irrigation Expert, Tha Ngon (JICA)

B. Bangkok, Thailand

1. Mekong Committee, UN, Bangkok

Mr. Chack Lankester	Executive Agent
Mr. Thaipuk Thammongkot	Senior Hydrometeorologist
Mr. Takashi Kawai	Senior Irrigation Engineer
Mr. Hayao Adachi	Development Specialist (JICA)
Mr. N. Kuniyasu	Irrigation Engineer

2. Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT), Bangkok

Mr. Swarnng Champa	Deputy General Manager, Hydropower and Transmission System Development
Mr. Kraidej Anusinha	Director, Transmission System Engineering Dept.
Mr. Bhisit Anantasanta	Assistant General Manager, Transmission System Development Dept.
Mr. Taweesak Mahasandana	Director, Hydropower Engineering Dept.
Mr. Kittivatana Sutcharitphong	Director, Civil Maintenance Dept.

Table I-2-4 Additional List of Personnel Met by the Team

1. Department of Geology and Mines, Laos

Mr. Manomay Vilayhongos	Chief, Inv. Prom & Management Division
Mr. David K. Jordt	Chief Technical Adviser
Mr. Gary Humphrey	Senior Geophysicist, Scintrex Pty. Ltd.
Mr. André Miknevicus	Mining Engineer, MBA Senior Lecturer at Univ. de Liège

2. Electricite de Laos, Laos

Mr. Viraphonh Viravong	Director, Project Dept. (mentioned in Progress Report No. 1 with last name and title inadvertently omitted)
------------------------	---

3. Se Kong Province

Mr. Kamphong Phonchalevn	Vice President of Se kong Province
Mr. Sida Souvannasane	Chief of Provincial EDL
Mr. Bounmy Khenlitthi	Deputy Director of Provincial Administration

第I章《注》および参考書目 (Bibliography)

第1章 <<注>>

1. ラオスとベトナムの国境総延長は1,950km、タイとの国境総延長は1,730km、ミャンマーとの国境総延長は230km、中国との国境総延長は420km、カンボジアとは490kmである。
2. メコン河は全長4,200kmで世界第11位、流域面積は795,000km²で世界第23位、年間流出量は475,000×10⁹m³で世界第10位に位置する中国、ビルマ、ラオス、タイ、カンボジアおよびベトナム6ヶ国にまたがる国際河川である。その源流はチベット高原で、中国雲南省を通過してビルマの東北辺をかすめ、ラオスとタイの国境を流れた後カンボジアを縦貫し、ベトナム南部で広大なデルタを形成して南支那海に注いでいる。
3. 北部山岳は、始生代、原生代、古生代、中生代に形成され、メコン河下流域（ラオス、タイ、カンボジア、ベトナム）で最も高い。Nam Ou河の上流のPhong Saly付近は標高2,800mに達する。山峰は概ね600m以上で30度以上の急斜面が多い。
北部山岳地帯に続く安南山脈は古生代に隆起した褶曲山脈で、地質時代に形成され、その後次第に浸食された。
4. ラオスでは台風に襲われる頻度は少ないが、稀に被害を蒙る。例えば、1966年9月、首都Vientiane周辺地区とその上流では熱帯性低気圧と台風に襲われた上に、市中に降った集中豪雨が加わり、50年に1度の洪水に見舞われた。
5. 一例としてSekong州をとってみよう。1985年4月の政府統計では、州人口は57,000人となっている。Sekong州の知事が調査団に（1990年10月）語ったところでは、州人口57,000人のうち70%がLao Theung族である。彼らは14のethnic groupに分れている。州人口を地区別にみれば、Sekong町に15,000人 Dakchong 町に18,000人 Thateng町に11,000人 Kaleum町に13,000人となっている。これらの町は互に50km乃至140km離ほど離れて居り、住民は太陽電池を用いて無線電話で通信している。
6. 焼き畑によるラオスの森林損失は、年間 200ha～300ha とされる。対策として、農地を国家管理し、強制的に割当てた土地に住まわせるために安住出来る住居をあたえ、安定した農業生産を行なわせるよう指導し、また環境保護の教育をする。
7. 1987年、1988年は2年連続して干ばつが続き、1987年には40,000ton、1988年（国内初生産1,000,000ton）には150,000tonを輸入した。しかし、1989/1990年の初生産は1,400,000tonと持ち直した。

8. 1990年6月末、政府はSupreme People's Assemblyを開き、国民の私的所有、相続、契約の権利を認め、また銀行を公認した。一方、国営工場は、従来、資本の制約、原材料入手の困難、生産性の低さから有効に機能していなかったため、今後は極力、市場経済化をはかるべきものとされた。以上のことから、外資法が改善されれば、国外、殊に西側世界からの投資が増大して工業化が促進されることが期待される。
- しかし、実際には、まだまだ困難が予想される。例えばタイ経済人のラオスへの投資であるが、1986年以降のラオス政府の新政策により、1989年までにタイの資本による会社の登録数は700を数えたが、ラオ人側に資本活動にとって必要な立法措置が不十分なこと、国境での高関税、政府機関の能率の低さ、外貨持出制限、インフレ、国内課税の高さなどが災いして、多数のタイ資本が脱落したと言われる。
9. 1989年中、Da Nang 港経由で9,000tonの貨物がラオスに輸入された。ベトナムからラオスまでの貨物量は1981年に2,800ton、1982年には40,000ton、1983年には80,000tonと増加した。
10. 中国雲南省はラオスと5ヶ年経済協定を結んだ。1990年はじめ、雲南省はVientiane市内で1990年7月雲南展示会を開催して、重機、トラクター、ポンプ、冷凍庫、小水車、発電装置等を展示した。また、メコン河本流700kmの区間で中国・ラオス両国によるJoint Navigation Studyが行なわれた。その結果、この区間での200トン以下の小船の航行は、若干の浚渫と岩石除去作業で航行可能となると判明した。昆明とLuang Prabang市との船路は再開された。ベトナムのカンボジア侵攻以来、初めてRoute 13の北部道路建設が討議された。その結果、間もなく建設が開始される予定と報じられている。
- 北ラオスのLuang Namtha州では、州委員会にラオス外務大臣代理が常時駐在して、雲南省との連絡に当ることになった。中国とラオスとの政治的連絡も強化し、中国はラオス政府への反政府運動援助を抑制すると誓ったと伝えられる。
11. 1990年12月の当調査団による調査によれば、ディーゼル油の市販価格はVientiane市内では0.45米ドル/ℓ (315 kip/ℓ) 程度で売られていた。しかし、1991年に入って価格は急上昇した(Sekong町で450Kip/ℓ) と伝えられる。Attapeu町でもディーゼル発電単価が従来1灯当たり0.67米ドル/月 (470kip/月)、Sekong町でも0.85米ドル/月 (600kip/月) であったが、1991年に入って、同様料金変更の必要に迫られている。これらの町は、ハイウェイに程遠く、乾季はとにかく雨期は交通困難で油の供給不安定に

悩んでいる。一方、Vientiane市の電気料金は、Nam Ngum水力の電力を供給しているの
で事情は全く異なるけれども、個人需要者に対し、使用料200kWhまでは0.010米ドル/
kWh(7.5kip/kWh)の料金で、それを越えると0.014米ドル/kWh(10kip/kWh)の超過料金
を課される。Vientiane市中に住むある個人需要者は家庭で800kWh/月を使用している。
その場合、彼が支払うべき料金は、 $7.5\text{kip} \times 200\text{kWh} + 10\text{kip} \times 600\text{kWh} = 7,500\text{kip}$ /月、
即ち、10.7米ドル/月となると話している。但し、彼が平均的電力消費者か否か審らか
でない。

12. Bo Chan炭は採炭量 14.85米ドル/ton(10,400kip/ton)に加えて、Vientiane市まで
の輸送費が7.4米ドル/ton(5,200kip/ton)かかると言われる。

13. 粃穀は、セメントのボゾラン剤として、インドネシアなどでは活用されている。

14. 表-10、表-11は当調査団の堀 団長がメコン委主任計画技師時代自ら作成したもの
である。

15. ラオス国内にある支流でメコン流域外に在って水力ポテンシャルを持つ河川は、全く
ないわけではない。例えば、ラオス北部のNam Het川はベトナムのSong Ma河の上流に
入る支流であり、また、Nam Neun川は同じくベトナムのSong Ma河の上流の支流である
が、Nam Het川およびNam Neun川は何れもメコン河流域外で、ある程度の水力ポテン
シャルを持っている。殊に、Nam Het川にはラオスの重要な地方都市Sam Neuaに電力を
供給できる開発地点がある。

16. 1990年11月、ラオス大蔵・経済企画省の発表した“Policy Framework for Public
Investment Program”によれば、ラオスの電力設備はXe Set水力45MWを含めて208MW(年
間発生電力量は800~1000GWh)となっていて、この数字と若干食い違っている。

17. SPE-Iは、IDAローン 19.8×10^8 SDRと政府出資 5.34×10^8 米ドル(1988年2月調印)
で賅われている。その内容を箇条書きで示せば、次のようである。

- Xe Set-Xong Met間115km 長、115kVの送電線と建物(終了した)
- Pakse 115/22kV変電所建物(終了した)
- Savannaket, Champassack, Saravane州の22kV送電電化計画(SVK-kengkok間1000
ヶ所の電柱76km建設などを含む)(1991年5月現在、建設中)
- Pakse, Saravane町での配電線0.4kV、286km、22kV、452kmおよび変圧器を設置、
800戸に配電建設
- Pakseのコンクリート柱工場建物(終了した)

- Papse市内の木柱工事（終了した）
- Selabam 発電所3MW 拡張Study
- Xe Don II 発電所のFeasibility Study

18. Vientiane州のXanakham町（メコン河沿い、Vientiane 市上流）の電化については1988年3月、Vientiane 州知事の要請で当調査団堀団長がHECエンジニアと付近のNam Me川の水力地点調査をした結果、乾期の流量が殆どなく経済的開発に不適と結論づけた経緯がある。

当時、Xenakham町同区は62集落、人口22,800人、戸数4,000戸、恵まれた農業地帯で施肥せずに6 ton/haの粳米収量があり、小規模の製米所に電力設備372kW、194kW、90kW及び製材所電力設備90kW並びに公共用150kWのディーゼル発電機が備えられていた。将来計画として、16,000人に対する点灯のほか、製材工場の追加、木綿工場と家具工場新設、鉱山開発等が見込まれている。

19. 調査団の現地調査の結果、Sekong州は1990年12月現在、人口57,000人でラオス最北端のBokeo州の人口と肩を並べ最低の人口数である。また、Attapeu州と同じく1990年12月時点で人口78,750人とラオスで3番目に人口の稀薄な州であることが判った。

20. Sekong州知事によれば、「取敢えず州の土地利用区分のためのStudyが最も緊急な事項である。また、農業振興により作物の収量を増大することが必要である。性急に事を運ぶことは避けたいが近い将来Sekong州内の需要を充たすのみでなく他州、近隣国へ農産物を売り込むところまで振興したい」とのことである。

21. 「Sekong州には豊富な鉱物の埋蔵がある。銅、銀、金などの開発について既に外国援助を仰いでいるが、空気・水の汚染を懸念して米国にPollution Studyの援助を要請している。石炭については、日本の専門家が既に調査したが、1991年より本格化する。そして、それがSekong州の本格的鉱物資源調査の始まりである」とSekong州知事は語っている。（1990年12月）

22. Attapeu州の願望は、Sekong沿岸に広がる天水田（14,500ha）の灌漑化である。

Xaysetta市のXe Kong川下流のSamakxay周辺の水田を灌漑化するHuay Somong灌漑プロジェクトには200kWの小水力発電所が設けられる。日本が機材を供与した。1988年、プロジェクト建設が開始され1991年1月完工の予定であったが、日本からの農材供与が遅れて完成は延びた。200kW小水力は灌漑のみならず近隣13村の電灯需要を充足する。

Bibliography

1. Lao P.D.R: Report on the Economic and Social Situation Development Strategy and Assistance Requirements, Vol. 1 & 2, Geneva, May 1983.
2. IBRD: Lao PDR. country Economic Memorandum, Washington, D.C., USA, Sep. 1988
3. Economist: Indochina Country Report No. 1 & 3, 1990, London, UK, 1990
4. Economist: Indochina Country Report 1990 - 1991, London, UK, 1990
5. UN: Development of Water Resources in the Lower Mekong Basin, Flood Control Series No.12, Bangkok, 1957
6. Mekong Committee: Mekong Work Programme, Jan. 1991
7. Mekong Committee: Inventory of Promising Tributary Projects in the Lower Mekong Basin, Vo.1.11. Laos, Bangkok, Sept. 1970
8. WATCO: Lower Mekong Water Resources Inventory, Gaanderen, the Netherlands, July 1984
9. Ministry of Economy Planning and Fiance, Lao P.D.R. Policy Framework for Public Investment Program, Lao P.D.R, Vientiane, Nov. 1990
10. NORCONSULT: Xeset Hydropower Project Feasibility Study Report, Norway, Feb. 1984
11. NORCONSULT: Xeset Hydropower Project Feasibility Optimization Report, Norway, Feb. 1985
12. NORCONSULT: Xeset Hydropower Project Final Design Report, Norway, Jan. 1988

13. Mekong Secretariat: Socio-economic Study, Xeset Hydropower Project, Lao P.D.R., Bangkok, Mar. 1989
14. Nihon Koei.Sogreah: Xedon 2 Hydroelectric Project Draft Final Report Vol.1, Japan/France, Jan. 1991
15. Mekong Secretariat: Se Bang Fai Plain, Prefeasibility Study of Floodway and Small Structures, MKG/R.454, Bangkok, Jan. 1984
16. SMEC: Nam Theun River Basin Prefeasibility Geological Study Report, Australia, Mar. 1984
17. SMEC: Nam Theun 2 Hydroelectric Project Feasibility Study Executive Summary, Vol.1, Engineering, Vol.1.2, and Environmental Assessment, V81.4, Australia, Nov. 1990
18. SMEC: Energy Market and Transmission Study in Thailand, Vol.1, Electric Power and Energy Requirements in Thailand, Australia, Aug. 1984
19. EDL, Lao P.D.R.: 3rd Quarterly Report of Project Department, Vientiane, 1990
20. TATA: Southern Provinces Electrification Project Phase II Report Vol. I, II, Bombay, India, Oct. 1990
21. TATA: Provincial Grid Integration Project (SPE II) Final Report Vol.I, II, III, Bombay, India, May 1991
22. Asian Institute of Economy: Composition of Construction of Three Indo-China Nations, Asian Economy Publishing Co., Tokyo, 1984 (Japanese language)(by Tetsusaburo Kimura)
23. JICA: President Status of Tha Ngon Pilot Farm, Laos, Journal of Kyoryoku Johho, Tokyo, 1990 (Japanese language) (by Masamoto Yasuo).

II 章 Xe Namnoy川流域の開発ポテンシャル

1. Xe Namnoy川流域の地形、地質、気象および水文 …………… II-1-1
2. Xe Namnoy川流域の水力開発ポテンシャル …………… II-2-1

第Ⅱ章 Xe Namnoy川流域の開発ポテンシャル

第Ⅱ章では、本調査の対象であるSekong, Attapeu両地区への電力供給を目的とする小水力発電計画の検討に先立ち、Xe Katam川を含むXe Namnoy川流域全体の開発ポテンシャルを検討する。この検討はXe Namnoy川流域における将来の大規模水力開発を踏まえ、流域内の開発ポテンシャルを把握した上で全体の開発計画案を策定し、その中で今回の小水力発電計画の位置付けを行うことを目的とするものである。

第1節でXe Namnoy川流域の地形、地質、水文の自然条件について述べ、第2節でXe Namnoy川流域全体の開発ポテンシャルについて検討する。

1. Xe Namnoy川流域の地形、 地質、気象および水文

第Ⅱ章 1. Xe Namnoy川流域の地形、地質、気象および水文

目 次

	頁
1.1 Xe Namnoy川流域の地形	Ⅱ-1-1
1.2 Xe Namnoy川流域の地質	Ⅱ-1-2
1.3 Xe Namnoy川流域の気象・水文	Ⅱ-1-5
1.3.1 ラオス南部地域の一般概況	Ⅱ-1-5
1.3.2 流域内および周辺での気象・水文調査	Ⅱ-1-5
1.3.3 流域の降雨特性と流出特性	Ⅱ-1-11
1.3.4 計画地点の流量算定	Ⅱ-1-15

List of Figures

Fig. II-1-1	Geological Map of Bolaven Plateau
Fig. II-1-2	Hydrology Location of Hydrological and Meteorological Station
Fig. II-1-3	Duration Curve of Xe Namnoy Midstream of Ban Latsasin
Fig. II-1-4	Duration Curve of Xe Namnoy Downstream at Confluence with Xe Katam
Fig. II-1-5	Duration Curve of Xe Katam Midstream at Ban Nonghin
Fig. II-1-6	Duration Curve of Xe Katam Downstream at Intake Site

List of Tables

Table II-1-1	Existing Observatory Station in and around the Bolaven Plateau
Table II-1-2	Rainfall Records in Bolaven Plateau
Table II-1-3	Discharge Measurements in the Xe Namnoy Basin
Table II-1-4	Calculated Discharge at Ban Latsasin
Table II-1-5	Calculated Discharge at Xe Katam Powerhouse Site
Table II-1-6	Calculated Discharge at Ban Nonghin
Table II-1-7	Calculated Discharge at Xe Katam Intake Site

1. Xe Namnoy川流域の地形、地質、気象および水文

1.1 Xe Namnoy川流域の地形

Xe Namnoy川は、北西から南東に長いおおむね長方形（縦100km、横50km）を成した、標高900m～1,300mの比較的起伏の乏しいBolaven高原の中央部から南東部を占める流域面積1,500km²の河川である。

このBolaven高原中央部は、高原の西方寄りのPaksong町（標高1,300m）を中心とした、緩傾斜の円錐状の地形をなしている。そのため、Paksong町を中心としてXe Set川やHouay Champi川等の河川が放射状に流下し、その中の一つとしてXe Namnoy川の支流であるXe Katam川や、Houay Makchan川が、主に南東に流下している。

一方、Xe Namnoy川本流が流れるBolaven高原南東部は、中央付近が高原周縁部に比較して標高が低い、北側に開いた皿状の地形を成している。つまり、高原周縁部は標高1,000m～1,100mの丘陵が連なり、Xe Namnoy川本流の流れる中央付近は、標高700m～900mのなだらかな丘陵を成している。このBolaven高原南東部に見られる主な河川は、Xe Namnoy川本流とその支流のHouay Katak Tok川等である。

Xe Namnoy川本流は大きく分けて標高1,000m～700mの中・上流部と、標高700m～200mの下流部に区分される。標高1,000m～700mの中・上流部は、丘陵間をXe Namnoy川が蛇行しながら北方に緩やかに流下している。一方、標高700m～200mの下流部は、その流れの向きを東方に変え、河川勾配は1/20、場所によっては1/10の激流となって一気に標高300m程度まで流下した後、河川勾配が1/80～1/100程度の緩傾斜となる。

Xe Namnoy川左岸支流のHouay Makchan川はXe Namnoy川が急流となる直前の標高700m地点で、また左岸支流のXe Katam川と右岸支流のHouay Katak Tok川は流れが緩やかになる標高300m～250mの地点で、各々Xe Namnoy川に合流している。

Xe Namnoy川本流及び右岸支流Houay Katak Tok川の中流部には、地形的にみて大容量貯水池の適地が存在し、大規模あるいは中規模の貯水池式水力発電計画の立案が可能である。

これに対し、Xe Namnoy川の左岸支流Xe Katam川、Houay Makchan Gnai川等各支流には貯水池適地が乏しく、小規模な流れ込み式発電による開発が主となる。

1.2 Xe Namnoy川流域の地質

Xe Namnoy川流域の地質概要は次のようにな要約される (Fig. II-1-1 参照)。

Xe Namnoy川の流れるBolaven高原は、内陸に局所的に生じた被覆層分布区域内のBolavenの地質構造区に属す。Bolaven地質構造区の地質は下位より次のようになる。

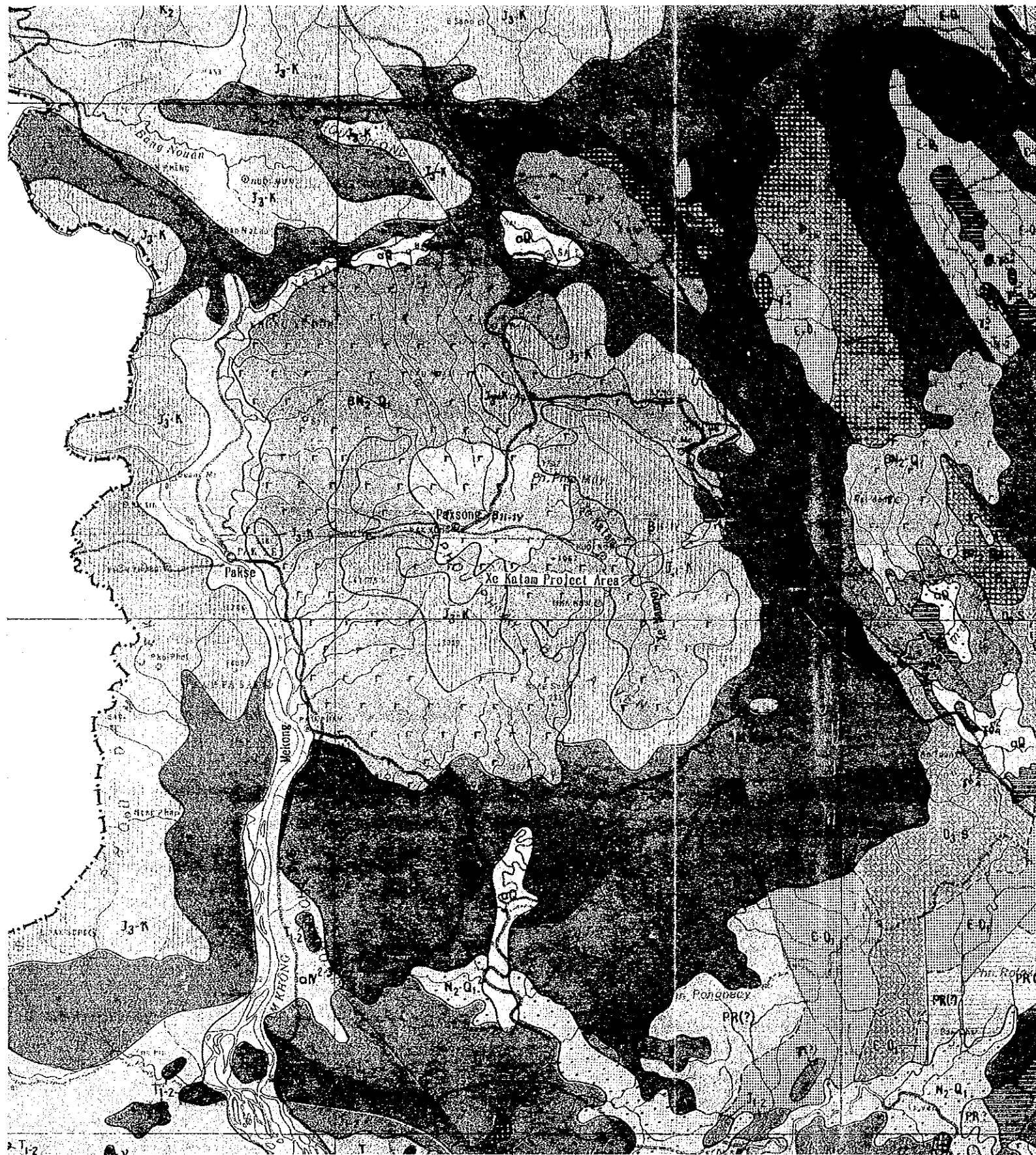
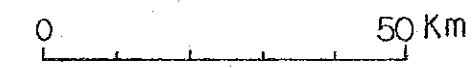
- ・ Tholam Formation : ジュラ紀前期～中期。赤色礫岩、砂岩、石灰室頁岩よりなる。Bolaven高原周辺のAttapeu, Sekong等の低標高部に分布する。
- ・ Champa Formation : ジュラ紀後期～白亜紀。赤色礫岩、砂岩、シルト岩、粘土岩よりなる。Bolaven高原の骨格を形成する。
- ・ Volcanic products : 鮮新世～更新世。玄武岩、玄武岩質ラテライトよりなる。Paksongを中心として、Bolaven高原の表層に分布する。

Xe Namnoy川本流および、右岸支流のHouay Katak Tok川にはジュラ紀後期～白亜紀の赤色礫岩、砂岩、シルト岩、粘土岩が広く分布すると推定される。一方、Xe Namnoy川の左岸支流Houay Makchan川および、Xe Katam川には、主に鮮新世～更新世の玄武岩が分布すると推定される。

また、地質構造的には、Xe Namnoy川の流域には、文献で記述された断層もみられず、またランドサット画像判読によっても、顕著な線状模様 (断層や節理、地質境界等にそって浸食された直線状の地形をなす模様) をはじめ、カルスト地形等の荒廃を示すような特異地形も判読されていない。

L E G E N D

- | | | | |
|-----------------|--------------------------------|--|--|
| CENOZOIC | QUATERNARY | Q | Boulder, cobble, gravel, sand, debris |
| | | Q II-IV | Basalt |
| | TERTIARY | N ₂ | a: Clay, silt, sand, pebble, gravel, laterite
b: Basalt, lateritic-basalt |
| | | P ₁ -Y | a: Conglomerate, sandstone, siltstone |
| MESOZOIC | K ₁ | Rock salt, gypsum, anhydrite, claystone, siltstone
Doughen formation | |
| | J ₃ -K | Red conglomerate, sandstone, siltstone, claystone
Champa formation | |
| | J ₂ -J ₃ | Red conglomerate, sandstone, calcareous shale
Tholam formation | |
| | J ₁ -J ₂ | Conglomerate, siltstone, sandstone, salt, limestone
Manggiang formation | |
| | C-P | Limestone | |
| PALEOZOIC | | Shale, chert, siltstone, sandstone, limestone, coal seams | |
| | D ₁ | Red sandstone, shale, conglomerate
Tanlam formation | |
| | O-S | Andesite, rhyolite, tuff
Songca formation | |
| | E-O ₁ | Schist, sandstone
Suoimai formation | |
| | PROTEROZOIC | PR | Gneiss, amphibolite, micaschist, phyllite |
| PR ₁ | | Amphibole-biotite gneiss, amphibolite, migmatite | |
| | | Geological boundary:
a-observed, b-inferred | |
| | | Petrographic boundary | |
| | | Fault: a-observed, b-inferred | |



Note:
This map is compiled from "Geological Map of Kampuchea, Laos and Vietnam(1/1,000,000)- INTERGEO-1988"

Fig. II-1-1 Geological Map of Bolaven Plateau

L E G E N D

CENOZOIC	QUATERNARY	Q	Boulder, cobble, gravel, sand, debris
		ε II-IV	Basalt
TERTIARY		N ₂ -Q ₁	a: Clay, silt, sand, pebble, gravel, laterite b: Basalt, lateritic basalt
		P ₁	a: Conglomerate, sandstone, siltstone
MESOZOIC		K ₂	Rock salt, gypsum, anhydrite, claystone, siltstone Doughen formation
		J _{3-k}	Red conglomerate, sandstone, siltstone, claystone Champa formation
		J ₁₋₂	Red conglomerate, sandstone, calcareous shale Tholam formation
		T ₁₋₂	Conglomerate, siltstone, sandstone, salt, limestone Mangiang formation
		C-P	Limestone
PALEOZOIC		C	Shale, chert, siltstone, sandstone, limestone, coal seams
		D ₁	Red sandstone, shale, conglomerate Tanlam formation
		O _{2-S}	Andesite, rhyolite, tuff Songca formation
		ε-0 ₁	Schist, sandstone Suoi mai formation
PROTEROZOIC		PR	Gneiss, amphibolite, micaschist, phyllite
		PR ₁	Amphibole-biotite gneiss, amphibolite, migmatite
		a-b	Geological boundary: a-observed, b-inferred
			Petrographic boundary
		a-b	Fault: a-observed, b-inferred

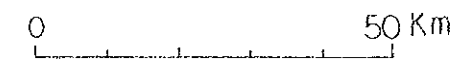
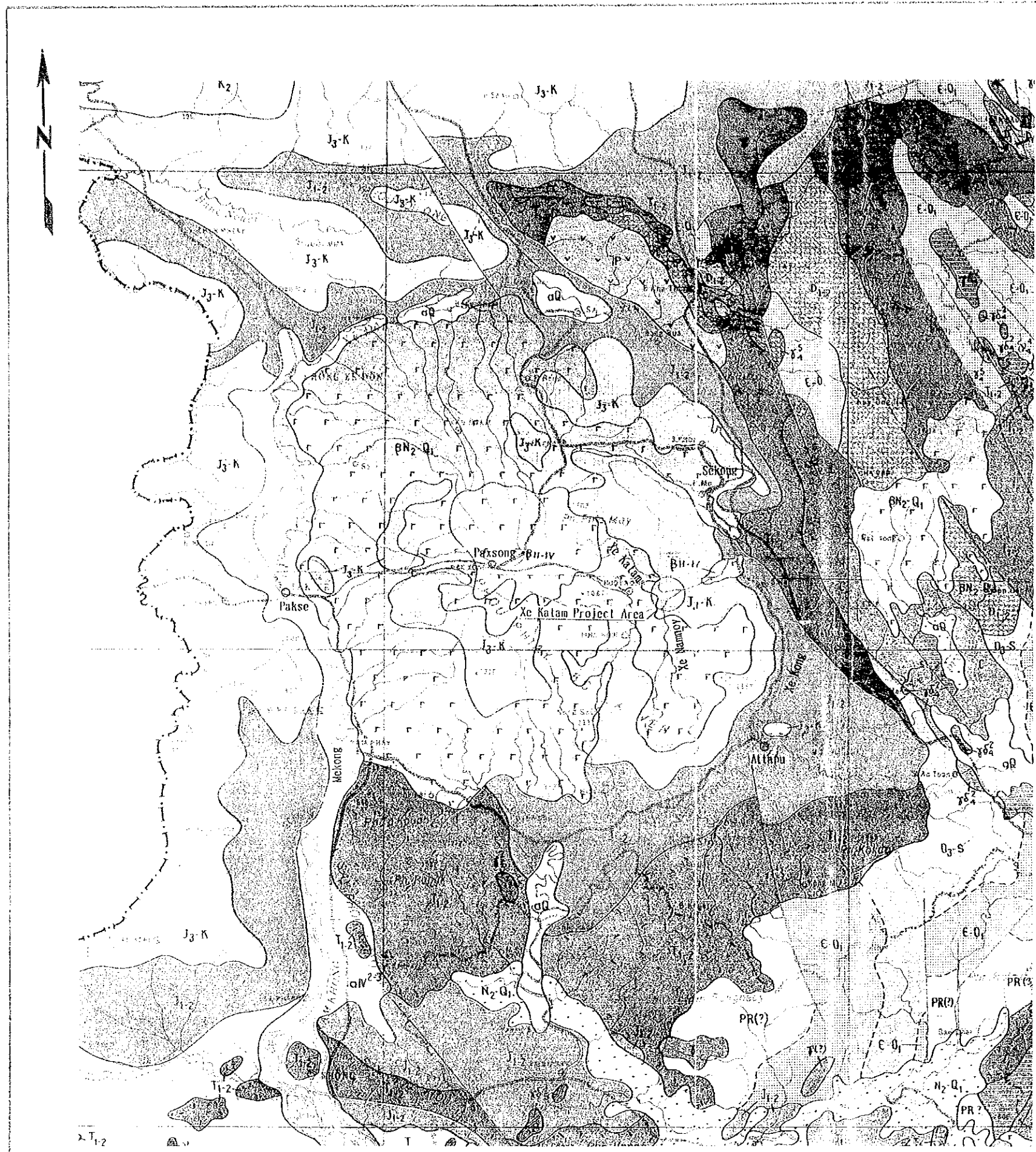
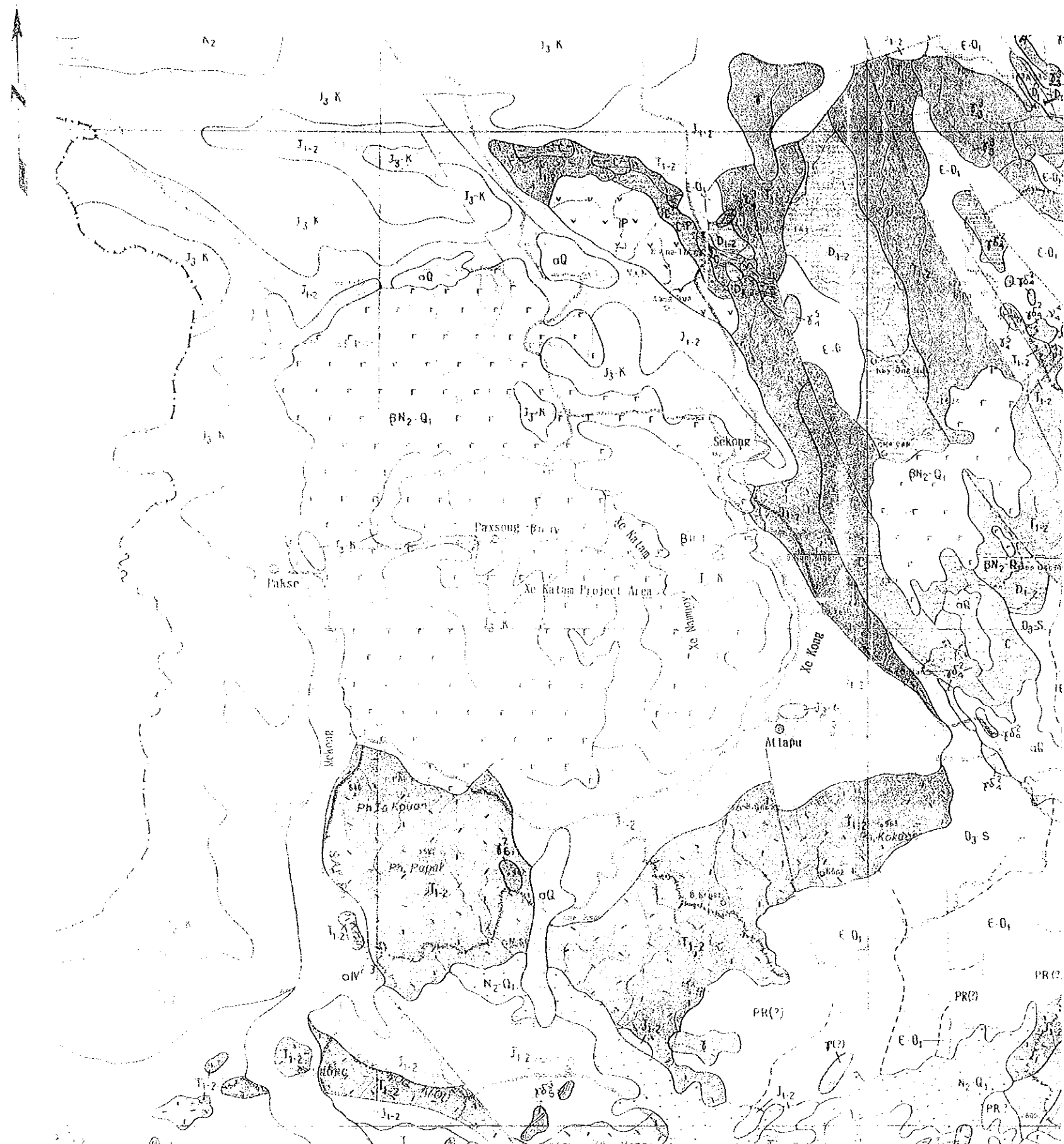


Fig. II-1-1 Geological Map of Bolaven Plateau



Note:
This map is compiled from "Geological Map of Kampuchea, Laos and Vietnam(1/1,000,000)- INTERGEO-1988"



L E G E N D

- Q Boulder, cobble, gravel, sand, debris
 - E II-IV Basalt
 - N₂-Q₁ a. Clay, silt, sand, pebble, gravel, laterite
b. Basalt, lateritic basalt
 - P a. Conglomerate, sandstone, siltstone
 - K₂ Rock salt, gypsum, anhydrite, claystone, siltstone
Doughon formation
 - J₃-K Red conglomerate sandstone, siltstone, claystone
Champa formation
 - J₁₋₂ Red conglomerate sandstone, calcareous shale
Pholam formation
 - T₁₋₂ Conglomerate, siltstone, sandstone, argill. limestone
Mangiang formation
 - C-P Limestone
 - C Shale, chert, siltstone, sandstone, limestone, coal seams
 - D₁ Red sandstone, shale, conglomerate
Tarlam formation
 - O₃-S Andesite, rhyolite, tuff
Songea formation
 - E-0₁ Schist, sandstone
Sangkum formation
 - PR Gneiss, amphibolite, mica-schist, phyllite
 - PR₁ Amphibole biotite gneiss, amphibolite, migmatite
- Geological boundary
 a observed, b inferred --- Petrographic boundary
 --- Fault a observed, b inferred

0 50 Km

Note.
This map is compiled from "Geological Map of Kampuchea, Laos
and Vietnam (1/1,000,000) INTERGEO 1988"

Fig. II-1-1 Geological Map of Bolaven Plateau

1.3 Xe Namnoy川流域の気象・水文

1.3.1 ラオス南部地域の一般概況

ラオス南部はアジアモンスーン気候帯に属している。この地域の気象は、大きくは5月から10月にかけての南西モンスーンによる雨期と、11月から4月にかけての北東モンスーンによる乾期の二つの季節に分けられる。雨期にはインド洋からの湿った大気を運んでくる南西モンスーンがBolaven高原にぶつかり、この地域に多量の降雨をもたらす。逆に乾期には大陸からの乾燥した大気が吹き込むため、降雨は極端に少なくなる。しかし、Bolaven高原の一带、特にPaksong付近から西側の地域では上昇気流が発生しやすいために乾期でも比較的雲が多く、周辺地域に比べやや降雨量が多い。このように、Bolaven高原の一带はラオス南部地域の中でも最も降水量の多い地域の一つで、Paksongの西8kmのKM42地点では平均3,700mmの年間降雨量が観測されている。

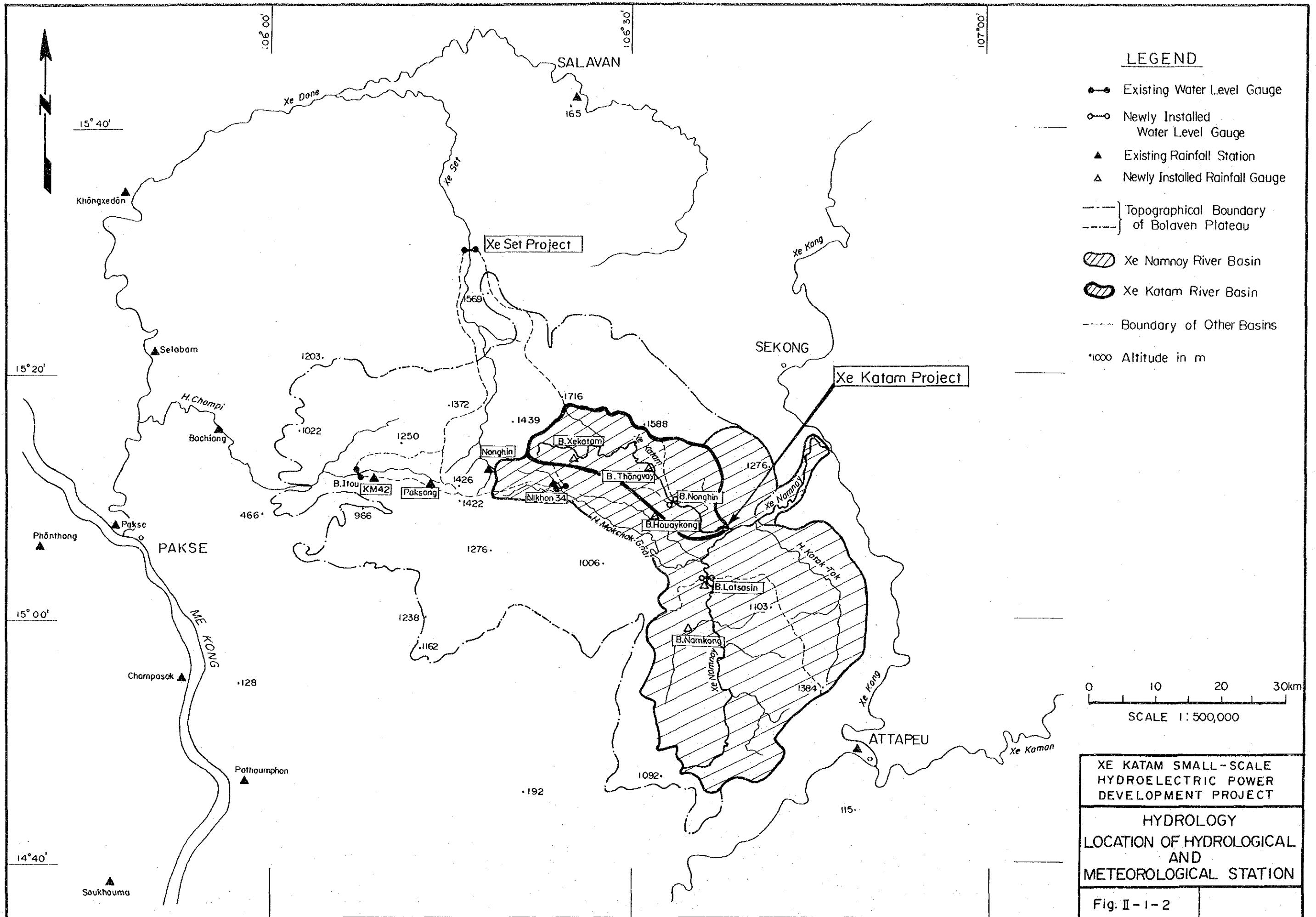
ラオス南部のMekong河支流での観測データによれば、河川の流量は乾期の終わりにあたる3月末から4月にかけて最小となり、最も降水量の多い8月から9月にかけて最大となる。また、降雨が雨期に集中しているために年間を通じての流量変化が非常に大きく、豊水月の月平均流量は渇水月の10倍以上になる。この特性はXe Namnoy川にも当てはまるものと考えられる。

以下、Xe Namnoy川流域全体についての気象および水文調査の内容を述べる。

1.3.2 流域内および周辺での気象・水文調査

Xe Namnoy川流域内およびその周辺地域で気象・水文観測が実施されている地点の位置を Fig. II-1-2 に示す。

Xe Namnoy川流域内での気象・水文調査は、支流Houay Makchan川上流のNikhon34地点での水位観測を除いてこれまで実施されていなかった。このため、本調査の第1回の現地調査に於いて、自記水位計および自記雨量計の設置位置を下に示す地点に選定し、1991年1月下旬より観測を開始した。



自記水位計設置箇所

河川	設置地点	設置標高	流域面積
1. Xe Katam	Ban Nonghin	840 m	171 km ²
2. Xe Namnoy	Ban Latsasin	720 m	537 km ²

自記雨量計設置箇所

河川	設置地点	設置標高
1. Xe Katam	Ban Xekatom	1,060 m
2. Xe Katam	Ban Tongvay	950 m
3. Xe Namnoy (Tributary)	Ban Houaykong	890 m
4. Xe Namnoy	Ban Latsasin	750 m
5. Xe Namnoy (Tributary)	Ban Namkong	700 m

また、水位計設置地点を含む数カ所で流速計による河川流量の測定を実施した。ただし、Xe Namnoy川本流では、河川が増水する6月から10月頃までの間、現在の設備では流量測定が不可能な状況にあり、雨期の流量のデータは得られていない。

現時点で流域内で直接利用できる気象・水文データは、上記の新設観測所および流量測定で得られたデータだけである。

一方、Bolaven高原内およびその周辺地域では Table II-1-1 に示す既存の観測地点で調査が実施されてきた。このうち、Xe Namnoy川流域の気象・水文特性を分析するに当たって特に重要となるのは、Bolaven高原内での降雨量データと、Bolaven高原を流域にもつXe Set川での流量観測データである。

なお、Xe Namnoy川流域の流量の検討には、その本流のXe Kong川やBolaven高原の北側を流れるXe Don川の流量資料を利用することも考えられた。しかしながら、これらのデータを調査した結果、Xe Kong川やXe Don川は流域の規模や地形状況が異なるために、Bolaven高原を流域とする河川と比較して流出特性にやや違いが認められた。このため、このレポートではBolaven高原を流れるXe Set川の流量資料を用いて検討を行うこととした。

Table II-1-1 Existing Observatory Station in and around the Bolaven Plateau

1. Rainfall Station

Station	Altitude	Longitude	Latitude	Data Term (including months without data)	Annual Rainfall (mm)
1) in the Plateau					
KM42	1,160 m	106° 10' E	15° 11' N	1978-	3,700
Paksong Town	1,200 m	106° 14' E	15° 11' N	1963-71, 86-	3,200
Nonghin	1,280 m	106° 21' E	15° 13' N	1979-	2,800
Nikhon34	1,150 m	106° 26' E	15° 12' N	1983-	2,500
2) Around the Plateau					
Saravan	170 m	106° 26' E	15° 43' N	1964-66, 84	2,000
Khongxedon	122 m	105° 48' E	15° 34' N	1963-72, 79, 83, 88-	1,700
Seiabam	117 m	105° 49' E	15° 23' N	1972-78, 80, 82-91	1,900
Bachiang	220 m	105° 54' E	15° 10' N	1989-	-
Pakse	101 m	105° 47' E	15° 07' N	1929-44, 48-91	2,100
Phonthong	125 m	105° 31' E	15° 08' N	1990-	-
Chempasak	95 m	105° 53' E	14° 54' N	1980, 82-86, 89, 91	2,400
Pathoumphou	96 m	105° 58' E	14° 46' N	1965-71, 80-84, 90-91	2,100
Southouma	95 m	105° 48' E	14° 39' N	1980-89	2,100
Attapeu	106 m	107° 13' E	14° 45' N	1988-	1,700

2. Water Level Gauges and Formulated Discharge Records on the Rivers originating from the Bolaven Plateau

Site	River	Catchment Area	Data Term	Formulated Discharge Record
Xe Set Project Site	Xe Set	325 km ²	1985-86, 88-	1985-86
Ben Itou	Houay Champi	54 km ²	1985-	not formulated
Nikhon34	Houay Makchan	49 km ²	1984, 1989-	not formulated

1.3.3 流域の降雨特性と流出特性

(1) 流域の降雨特性

上記の降雨量調査および現地踏査の結果から推察される Xe Namnoy川流域の降雨特性について述べる。

Bolaven高原内の既存観測所での1990年までの年降雨量とこれら既存観測所およびXe Namnoy川流域内の新設観測所で観測された1991年1月～6月の月降雨量を Table II-1-2 に示す。(日雨量データは Appendix-3 に収録されている。) これらの観測データから次の傾向が推察される。

a) 短中期的な降雨のパターン

Bolaven高原の東南部に位置するXe Namnoy川本流域の2地点(Ban Latsasin, Ban Namkong)の降雨は、高原中央部に位置する他の地点の降雨と異なったパターンとなっている。すなわち、高原東南部の降雨量は中央部の降雨量に比べて3月から5月、特に3月と4月に少なく、逆に6月に多くなっている。

また、継続時間が短く集中豪雨的な降雨パターンが多いことは両者に共通しているが、その発生日には、距離的には遠くないにもかかわらず必ずしも相関が認められない。このことから、Bolaven高原の東南部の降雨と中央部から東部にかけての降雨とでは、短期的には互いに独立した現象になっていると推察される。

b) 長期的な降雨量の地域分布

Bolaven高原では高原の西部から東部に向かって降雨量が減少する傾向が見られる。Xe Katam川流域を含む高原の中央部から東部にかけては、Bolaven高原の中では降雨量の少ない地域となっている可能性がある。

Bolaven高原東南部と中東部の長期的な降雨量の傾向の違いについては、現時点でのデータだけからの推測は困難である。

(2) 流域の流出特性

1990年12月末、1991年3月末、および6月末から7月初めに、支流を含むXe Namnoy川流域内の数地点で、流速計による流速測定を実施した。この結果を Table II-1-3 に示す。

Table II-1-3 の観測結果から得られた各地点の比流量の関係についての考察

Table II-1-2 Rainfall Records in Bolaven Plateau

Rainfall Stations	Existing Rainfall Stations		Newly Installed Rainfall Stations					
	West <---<	East >---	North <---	North >---	South <---	South >---		
	KM42	Paksong Nonghin	Nikhon34	B.Xekata- tam	B.Tong- vay	B.Houay kong	B.Latsa sin	B.Nam- kong
Annual Rainfall (mm)								
1978	3989							
1979	2347		2519					
1980	3959		3397					
1981	3939		2992					
1982	3292		2822					
1983	4776		3515					
1984	4447		3466					
1985	3452		3031					
1986	3809		2377					
1987	2986	3371	2393					
1988	3459	3026	2258					
1989	3730	3229	2390					
1990		3123	2153					
Average	3682	3187	2833	2509				
Monthly Rainfall in 1991 (mm)								
Jan. (1)	11.4	21.4	17.6	53.1	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Feb. (2)	11.7	0.3	1.2	1.4	8.0	0.0	5.5	1.0
Mar. (3)	63.0	69.5	120.1	80.4	112.5	66.0	47.0	2.0
Apr. (4)	140.7	294.0	156.9	n.a.	238.5	124.0	191.0	75.5
May (5)	321.5	264.0	355.6	305.7	188.5	141.5	124.5	130.5
Jun. (6)	537.8	551.1	326.4	296.1	280.0	343.5	445.0	586.5
Total 1-6	1086.1	1200.3	977.8	--	--	--	--	--
Total 2-6	1074.7	1178.9	960.2	--	827.5	675.0	813.0	795.5
Total 5-6	859.3	815.1	682.0	601.8	468.5	485.0 *	569.5	717.0
								792.0

Table II -1-3 Discharge Measurements in the Xe Namnoy Basin

Month	River	Location	C, A (km)	Date	Discharge (m ³ /s)	Specific Discharge (m ³ /s/100km ²)
a) Dec. 1990	Xe Katam	Midstream (B. Nonghin)	171	Dec. 28	1.8	1.05
		Downstream	288	Dec. 28	3.3	1.15
	Xe Namnoy	Midstream (B. Latsasin)	537	Dec. 29	5.2	0.97
b) Mar. 1991	Xe Katam	Upstream (B. Xe Katam)	49	Mar. 27	0.33	0.67
		Midstream (B. Nonghin)	171	Mar. 28	0.64	0.37
		"	171	Mar. 30	0.58	0.34
		Downstream	288	Mar. 28	0.80	0.28
		"	288	Mar. 28	0.78	0.27
		"	290	Mar. 28	0.78	0.27
		"	295	Mar. 30	0.75	0.26
	Xe Namnoy	Midstream (B. Latsasin)	537	Mar. 26	0.55	0.10
		"	537	Mar. 34	0.48	0.09
		Downstream	784	Mar. 30	2.2	0.28
	H. Makchan	Upstream (Nikhon 34)	39	Mar. 27	0.28	0.72
	c) Jun./Jul. 1991	Xe Katam	Midstream (B. Nonghin)	171	Jun. 26	6.1
"			171	Jul. 4	16.2	9.47
"			171	Jul. 7	6.3	3.68
Downstream			288	Jul. 5	13.3	4.62
H. Makchan		Upstream (Nikhon 34)	39	Jun. 23	1.9	4.87
		"	39	Jul. 8	2.3	5.90

結果を以下示す。

a) 12月末の調査結果

Xe Katam川の中流部 Ban Nonghin地点、下流部Xe Katam計画取水ダム地点付近およびXe Namnoy川の中流部 Ban Latsasin地点の3ヵ所で測定を行った。この結果、3地点で各々100km²当り1.05, 1.15, 0.97m³/sとほぼ同様な比流量の値が観測された。

b) 3月末の調査結果

上記の3地点に加え、Xe Katam川の上流部Ban Xekatom地点、Xe Namnoy川下流部のXe Katam川との合流点直上流地点、およびHouay Makchan川の上流部Nikhon34地点で測定を行った。この結果、各地点の比流量に大きな差が見られた。

すなわち、Xe Namnoy川の下流部ではXe Katam川下流部の比流量(0.26~0.28m³/s/100km²)とほぼ同様の比流量(0.28m³/s/100km²)であるのに対し、中流部ではその約3分の1(0.09~0.10m³/s/100km²)と極端に小さな値であった。

また、Xe Katam川では、上流ほど比流量が大きい傾向が認められ(中流部Ban Nonghin地点0.34~0.37m³/s/100km²、上流部Ban Xe Katam地点0.67m³/s/100km²)、Houay Makchan川上流部でもXe Katam川の上流部とほぼ同様の値が観測された(上流部Nikon34地点0.72m³/s/100km²)。

この結果は降雨量の観測結果とほぼ整合している。すなわち、3月までの降雨が殆どなかったXe Namnoy川の中流部では極端に比流量が小さい。一方、3月の降雨が比較的多かったBolaven高原中央部を流れるXe Katam川上流部とHouay Makchan川上流部の比流量は大きく、下流に向かって東流するにつれて比流量が小さくなっている。さらに、Houay Makchan川等のBolaven高原中央部を流域にもつ支流が流れ込むXe Namnoy川下流部では、比流量が回復している。

c) 6月末の調査結果

また、6月から7月にかけて実施した現地踏査の時点では、Xe Namnoy川本流中流部においても相当な河川流量の増加が目視により観察された。このときの比流量はXe Katam川のそれを上回っていたものと推定される。この点も雨量の観測結果と整合している。このように、雨期においてはXe Namnoy川中上流域でも流量が十分回復し、比流量の差も解消されるものと推察される。

以上に本調査の開始後現地で実施した雨量、流量の調査結果についての考察を示した。しかしながら、これらは非常に限られたデータによるものであり、長期的な雨量及び流量の特性を把握することは現状では困難である。Xe Namnoy川の流域には既往の降雨量観測記録が全くないことを考えると、長期的特性把握のためには今後数年に亘る調査の結果を待つ必要がある。

1.3.4 計画地点の流量算定

(1) 河川の長期流量の算定

1.3.3 (2)で述べたようにXe Namnoy川流域では、Bolaven高原東南部を流れる本流の流域と高原中東部を流れるXe Katam川等の支流の流域とでその気象・水文特性を異にする可能性がある。しかしながら、現時点では流域内の各地点について特性の違いを反映した河川流量を算定することは困難である。

ここでは以下に示す方法によって、Xe Namnoy川本流では中流部のBan Latsasin地点および下流部のXe Katam川との合流点直上流地点、またXe Katam川では中流部のBan Nonghin地点および下流部のXe Katam計画取水ダム地点の合計4地点について流量の算定を行った。

河川流量の算定

- i) Xe Namnoy川は、基本的にはBolaven高原に流域をもつXe Set川とほぼ同じ流出特性を持っていると仮定し、まずXe Set川流域についてタンクモデルによる流出解析を行い、基本降雨流出モデルを作成した。
- ii) 特に各地点の乾期の流量変化の特性に注目し、本調査で得られた流量測定結果を用いてXe Set川の降雨流出モデルに若干の修正を加えて、それぞれの地点の降雨流出モデルを作成した。
- iii) このようにして作成した各地点の降雨流出モデルに日雨量データを入力し、各地点の流量を算定した。ただし、長期的の連続した雨量データが利用できる地点はBolaven高原中央部のNonghin観測所に限られている。このため、Xe Namnoy川流域の降雨分布は一様であると仮定し、各地点ともNonghin地点のデータに一律の雨量補正係数を乗じた雨量を代表降雨として用いた。な

お、各地点に対して同じ雨量補正係数を用いたことにより、算定される各地点の年平均比流量は同じ値となっている。

このようにして求められた各地点の流量は、流域の特性を十分に反映しているとは言えないが、以下の理由により、現時点での推定としては妥当なもの判断される。

- ・短期的な降雨量分布はBolaven高原内ではバラツキがあるが、年単位の長期的な雨量変化は一般にかなり広域的に同じ傾向を示す。Bolaven高原全体についてもこれが当てはまると期待できること。
- ・短期間の流量データではあるがXe Namnoy川各地点での流量調査結果を考慮して、乾期の流量変化がある程度反映されていること。

以上により、各地点の1981年から1990年までの10カ年平均流量は以下のように算定された。(各地点の月別流量および100km当りの状況をそれぞれTable II-1-4, 5, 6, 7、Fig. II-1-3, 4, 5, 6に示す。)

流 量 算 定 結 果

河川	流量算定地点	流域面積 (km ²)	平均流量 (m ³ /s)
Xe Namnoy	Midstream (Ban Latsasin)	537	17.0
	Downstream (Confluence with Xe Katam River)	784	24.8
Xe Katam	Midstream (Ban Nonghin)	171	5.4
	Downstream (Xe Katam Intake Site)	290	9.2

上記の流量算定結果は1991年3月までの流量調査結果に基づいている。その後、追加されたデータを用いて再度検討を行った結果、上記との差は6%程度でほぼ同様の算定値が得られた。次項2.2で扱うXe Namnoy川全流域を対象とする水力ポテンシャルの検討はあくまでプレリミナリー段階の検討であることから、追加データによって見直された流量資料による再検討は行わないことにした。

(2) 各計画地点流量の算定

(1)で算定された4ヶ所の代表地点の流量資料を用いて、各計画地点の流量を算定することになる。この際、以下に示す原則により流量の換算を行うこととした。

ここで、Qは河川流量 (m³/s)、Aは流域面積 (km²)を表す。

— Xe Namnoy川本流域中止流部 (支流を含む) およびHouay Katak Tok川地点

これらの流域は地形的な特性が共通していることから、Ban Latsasin地点の算定流量を流域面積比で換算する。

$$Q (\text{Planned Site}) = Q (\text{B. Latsasin}) * A (\text{Planned Site}) / A (\text{B. Latsasin})$$

— Xe Namnoy川本流中流部下流部間地点

この区間では乾期において比流量の変化が大きいことを考慮して、下式により流量を算定する。

$$\begin{aligned} Q (\text{Planned Site}) = & Q (\text{B. Latsasin}) \\ & + (Q (\text{Confluence with Xe Katam}) - Q (\text{B. Latsasin})) \\ & * (A (\text{Planned Site}) - A (\text{B. Latsasin})) \\ & / (A (\text{Confluence with Xe Katam}) - A (\text{B. Latsasin})) \end{aligned}$$

— Xe Katam川中流部地点

Xe Katam川中流部Ban Nonghin地点の算定流量を用いて、下式により流量を算定する。

$$\begin{aligned} Q (\text{Planned Site}) = & Q (\text{Ban Nonghin}) \\ & * (A (\text{Planned Site}) / A (\text{Ban Nonghin})) \end{aligned}$$

— Xe Katam川下流部地点

Xe Katam川最下流に位置するXe Katam計画取水ダム地点の算定流量を用いて、
下式により流量を算定する。

$$Q(\text{Planned Site}) = Q(\text{Xe Katam Intake Site}).$$

$$* (A(\text{Planned Site}) / A(\text{Xe Katam Intake Site}))$$

Fig. II-1-3 DURATION CURVE OF XE NAMNOY MIDSTREAM AT BAN LATSASIN

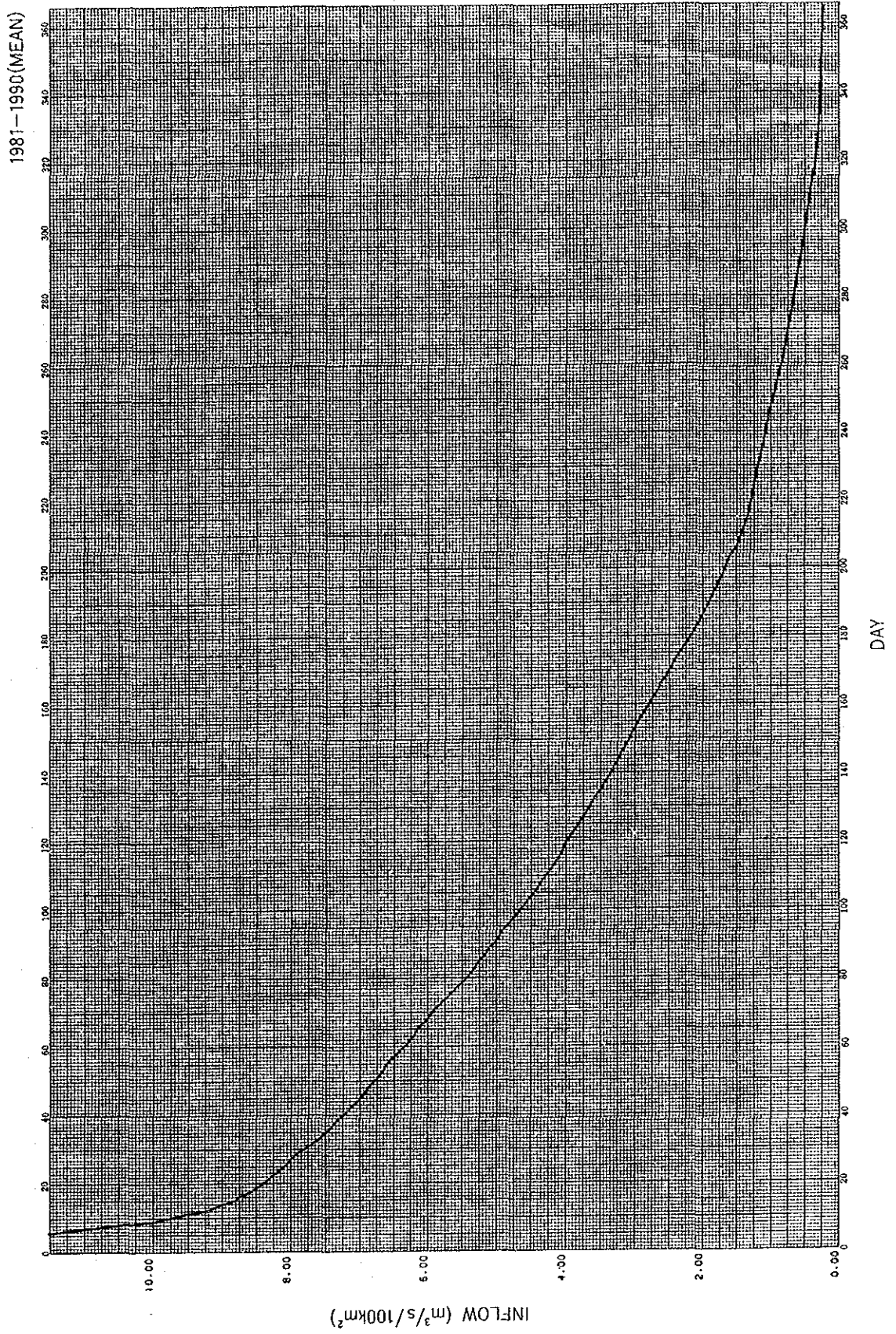


Fig. II-1-4 DURATION CURVE OF XE NAMNOY DOWNSTREAM AT CONFLUENCE WITH XE KATAM

1981-1990(MEAN)

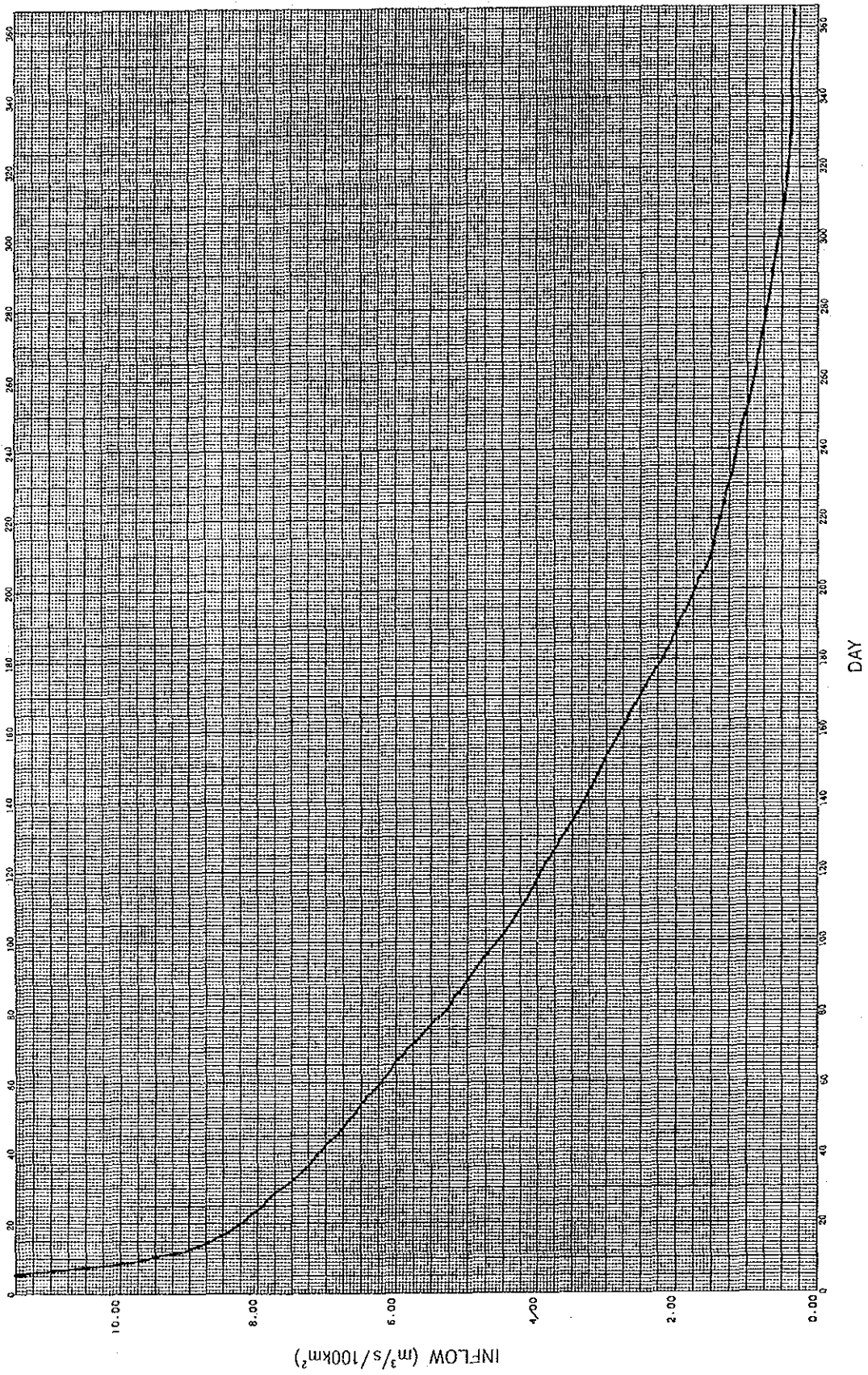


Fig. II-1-5 DURATION CURVE OF XE KATAM MIDSTREAM AT BAN NONGHIN

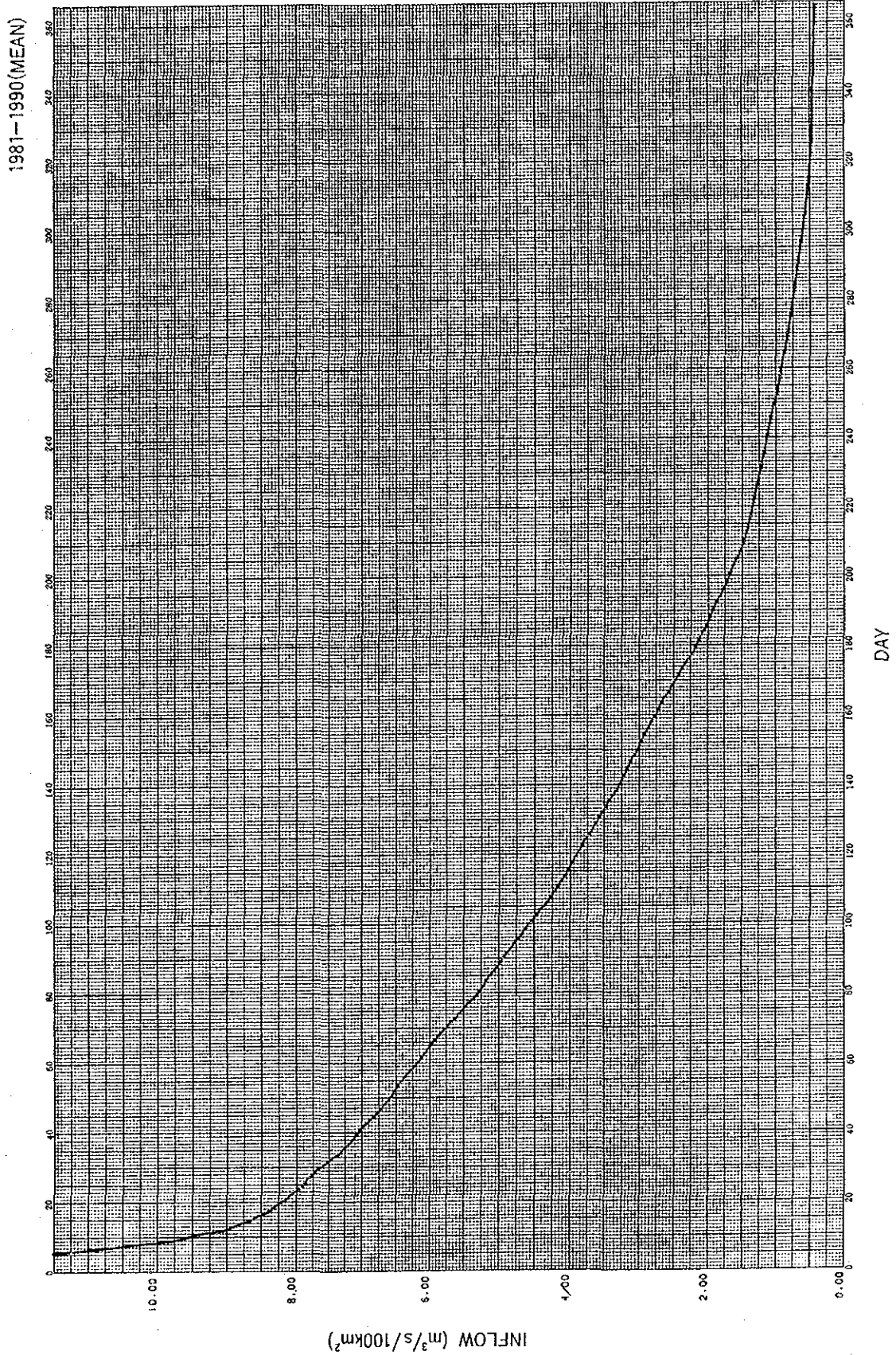


Fig. II-1-6 DURATION CURVE OF XE KATAM DOWNSTREAM AT INTAKE SITE INTAKE SITE

