

10.4 Xe Namnoy 地点

Xe Namnoy 地点はMidstream 地点とDownstream 地点の2つからなる。ここでは(1)~(5)においてMidstream 地点について詳述し、最後の(6)でDownstream 地点の概要を述べる。

(1) 計画地域の地形・地質概要

当計画地点はBolaven高原南部に源を発し、高原東方でSe Kong川に合流するXe Namnoy川の中流に位置している。

ダム地点付近はBolaven高原上に位置し、標高 800m前後の山地でXe Namnoy川の標高は 700m~720mを示している。Xe Namnoy川およびその支流は浅いながら複雑な水系を示している。ダム地点付近の左岸には標高約 750mの台地がダム地点上流 3 kmまで続き、その幅はB. Latsasin付近で最大となり約500mとなっている。台地と河床の間の斜面は急傾斜であり、溶岩の急崖も認められる。右岸には台地はないが斜面標高 750ないし800m以上が緩傾斜となっている場合が多い。

ダム地点の下流 4 kmの標高 650mからXe Namnoy川は早瀬や滝の連続となり標高 300mのXe Katam川合流点（発電所地点の約 2 km上流）付近に至って河床勾配を緩めている。

当計画地域には下位より白亜紀Champa層の砂岩、頁岩と、これを不整合に覆う第四紀の玄武岩が分布する。表層堆積物としては崖錐堆積物、現河床堆積物が分布する。Champa層の砂岩は灰色を呈し、中粒砂岩を主体とし、葉理が発達しているものもある。ただし、単層の厚さは1~数m、一連の砂岩層の厚さは10m程度以下の場合が多い。砂岩は風化に強く、Bolaven高原の縁の急崖の最上部は砂岩層より構成されている。頁岩は赤紫色を呈し、厚さは20mに達する場合がある。頁岩は風化により細片化し易い。計画地域付近の地表部には砂岩のみが露出しており、頁岩はボーリングや最近掘削された道路切取法面でしか確認できない。新鮮な露頭は河床や斜面下部に限られ、斜面上部や尾根筋には風化によりラテライトが形成されている。計画地域における砂岩・頁岩は西に10°以下で緩く傾斜している。

玄武岩はXe Namnoy川左岸の台地を形成している。台地の縁の急崖には上部にブロック状、下部に柱状の節理が発達しているのが認められ、溶岩流であることを示している。ボーリングにより、この玄武岩溶岩流の底面は現河床より低く、Xe

Namnoy川はかつて現在より左岸側に流れていたことが判明した。玄武岩の分布標高はBolaven高原の中心付近で最高の1,400mを示している。Xe Namnoy川沿いでは標高約750mの台地を成してダム地点上流約3km地点を上流端としているため、計画地域の玄武岩はBolaven高原中心付近から流れてきたものと思われる。

崖錐堆積物は左岸の台地の背後の斜面下部に薄く分布するものと予想される。

Xe Namnoy川河床は露岩が多くみられ、河床堆積物は全般に薄い。

(2) ダム地点

ダム地点の河床は標高約750m、幅は80m、満水位（標高765m）における谷幅は約900mである。

左岸は標高745m、幅約200mの台地まで急斜面であるが、それ以高は傾斜 5° 以下の非常になだらかな斜面となり標高767.4mの小丘に達している。この小丘の背後には標高760.4m（満水位以下）の鞍部がある。右岸斜面は河床より790m付近まで傾斜 25° 程度、それ以高は 10° 程度と緩傾斜になっている。

ダム地点の基礎岩盤は、砂岩、頁岩、玄武岩より構成されている。ダム地点においては踏査しか実施していないので下流約400m、および1.8kmで実施したボーリングや弾性波探査の結果を参考にして、各岩種の予想される岩盤状態を次に示す。

砂岩、頁岩は右岸・河床および左岸高標高部に分布する。左岸の標高767.4mの小丘は砂岩、頁岩で構成されていると思われる。地層面は緩く西側（左岸側）に傾斜している。砂岩と頁岩は交互して累重し、砂岩優先部分と頁岩優勢部分とがある。河床部においては新鮮であるが開口亀裂が認められ深さ20m程度まで透水性が高く20Lu以上の区間が多い（XN-2孔）。

それ以深では2Lu以下の区間が殆どである。斜面は下流の調査結果、風化による劣化部は3~10m（XN-5, 6）を示すが、頁岩における風化が27m（河床標高よりやや高い）に達している場合もある（XN-3）それらより以深は新鮮、堅硬な岩盤となっている。

透水性は風化ゾーンの基底より少し下がった河床標高付近まで高い（20Lu以上）場合が多い。

玄武岩は左岸に分布する。その幅は約200m、厚さは40mに達する。玄武岩の底は現河床より少し低い。（400m下流で河床より少なくとも10m低いことが確認さ

れている。)玄武岩は部分的に気泡の多いゾーンがあり、全体に冷却節理が発達している。玄武岩表層の風化層は 600m/sec層に対応し 5 m程度であるが、それ以下では新鮮、堅硬である。しかしこの玄武岩の弾性波速度は 3,000mを上回らない。上部の20~30mの区間は透水性は比較的に低く(ただし10Lu以上の区間かなりあり)削孔中の孔内水位も高いものの、下部では透水性が高く、試験区間の水圧がほとんど上昇しないケースが多く、削孔中の孔内水位は河床標高近くまで下がっている。なお玄武岩のかつての谷底部には未固結の砂礫層が確認されている(XN-1で厚さ約3m)。

ダム地点付近には断層破碎帯は見つかっていない。表層堆積物は崖錐、河床砂礫とも薄い。

(3) 貯水池地域

貯水池地域はXe Namnoy川上流にあり、標高約 1,000mのなだらかな山に囲まれている。ダム地点の河床標高は 715m、満水位は 765mであり、貯水池周辺斜面の標高差は小さい。貯水池周辺斜面には地すべり地形等の不安定地形は認められない。

貯水池地域は大半が砂岩、頁岩が分布する。地層の走向傾斜は水平ないし、やや西傾斜である。挟在する頁岩層は難透水性を示すと思われるのでこの地層からの漏水は発生しにくい。玄武岩はダムサイトに近い左岸の標高約 750m以下にのみ分布する。この玄武岩は透水性が高いが、その連続はダム地点を通過して下流側のみであり、ダム地点で止水することで漏水の問題はなくなる。

(4) 水路および発電所

水路はXe Namnoy川右岸を通る。ルート上はBolaven高原の一角であり、被りは最大で約200m、途中1ヶ所で沢を横断しその被りは約 20mである。

分布する地層はダム地点と同じ砂岩、頁岩である。砂岩は塊状で良好である。頁岩も塊状で良好であるが、スレーキング性を示す部分も予想されるため、地層をできるだけ緩めない掘削方法の採用が望まれる。地層がほぼ水平であるため、水路は地層面にほぼ平行することになる。

水圧管路はBolaven高原からXe Namnoy川に降る標高差約 500mの斜面に予定されている。この斜面の勾配は平均30°で、標高 570m以上では45°となっている。

基礎岩盤は砂岩、頁岩から構成され地層はほぼ水平である。しかし、斜面上部の急傾斜部における緩みは崖錐堆積物より注意が必要である。

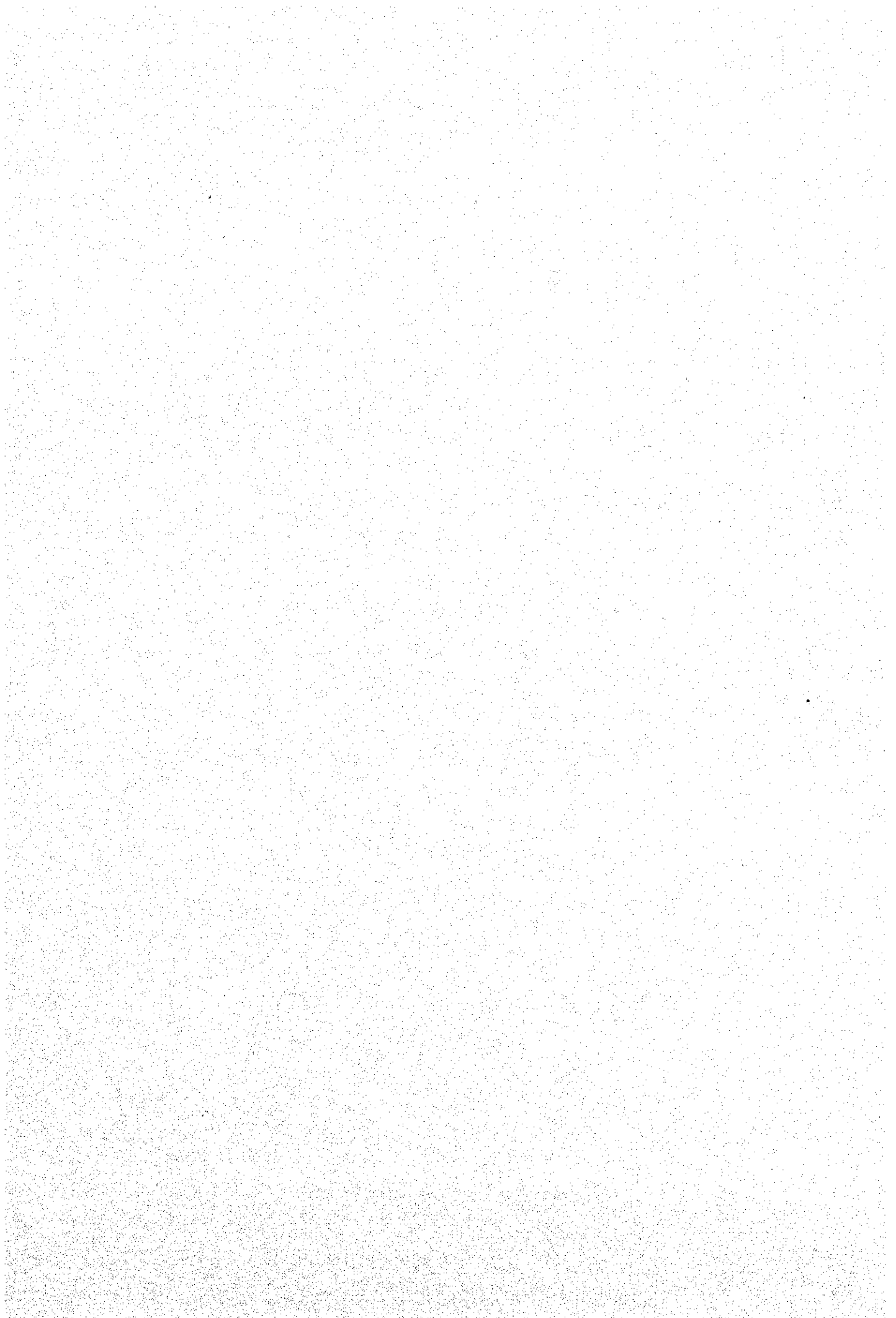
発電所地点は斜面基部の緩斜面に位置し、前面はXe Namnoy川の河床になっている。この緩斜面には崖錐堆積物が分布していると予想される。発電所下流右岸は約 800 mにわたり標高約 400mを冠頭とする地すべり地形の末端となっている。地形だけでは発電所地点の表層堆積物の厚さや構成岩種はわからない。

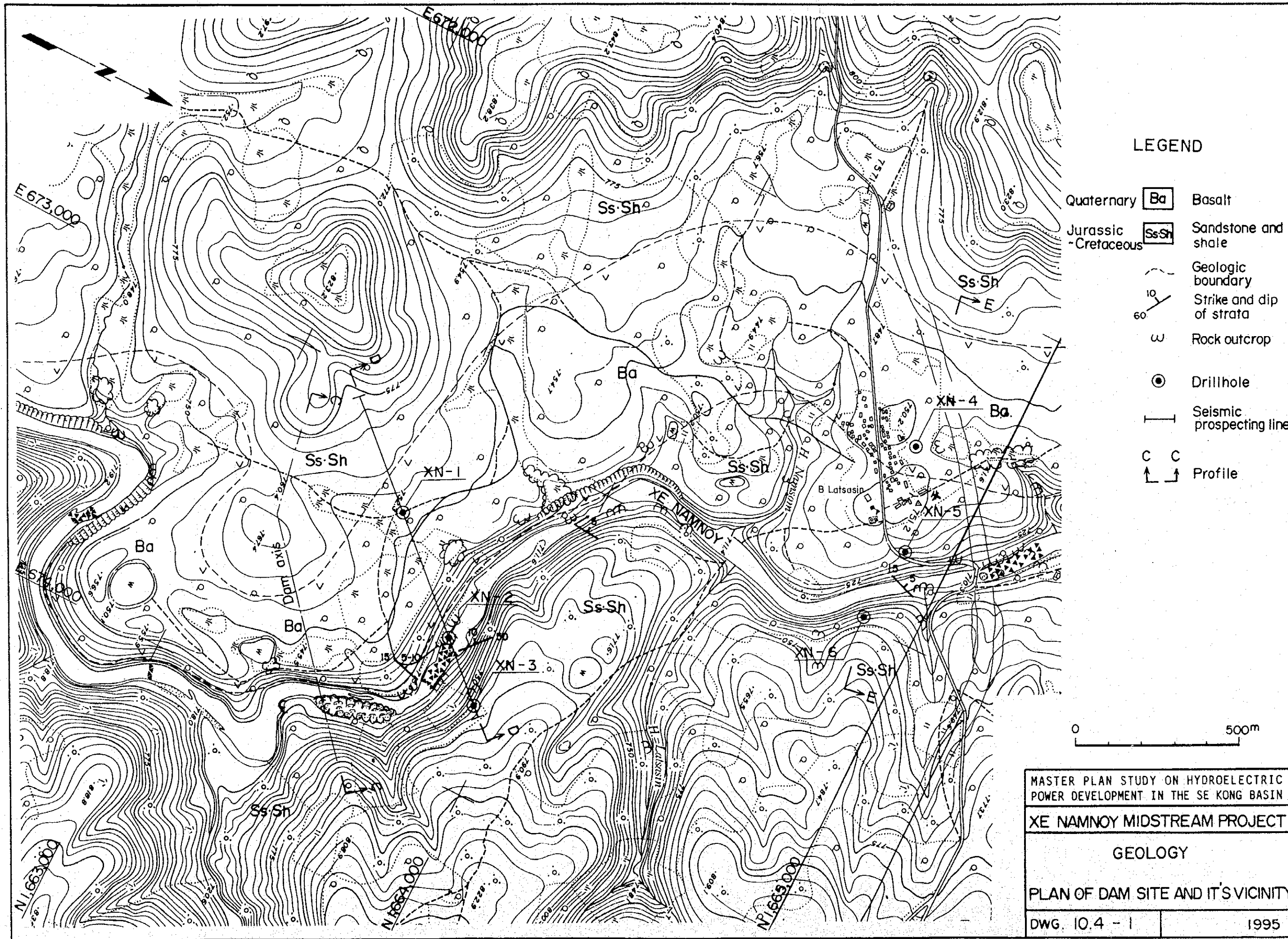
(5) Xepian分水路

Xepian分水路はBolaven高原に位置し、地形はなだらかである。分路上流側 Houay Liang川沿いは所々に玄武岩が露出している。下流側は砂岩、頁岩の分布域である。表層堆積物や風化程度については現地調査を実施していないのでわかっていない。

(6) Xe Namnoy Downstream計画

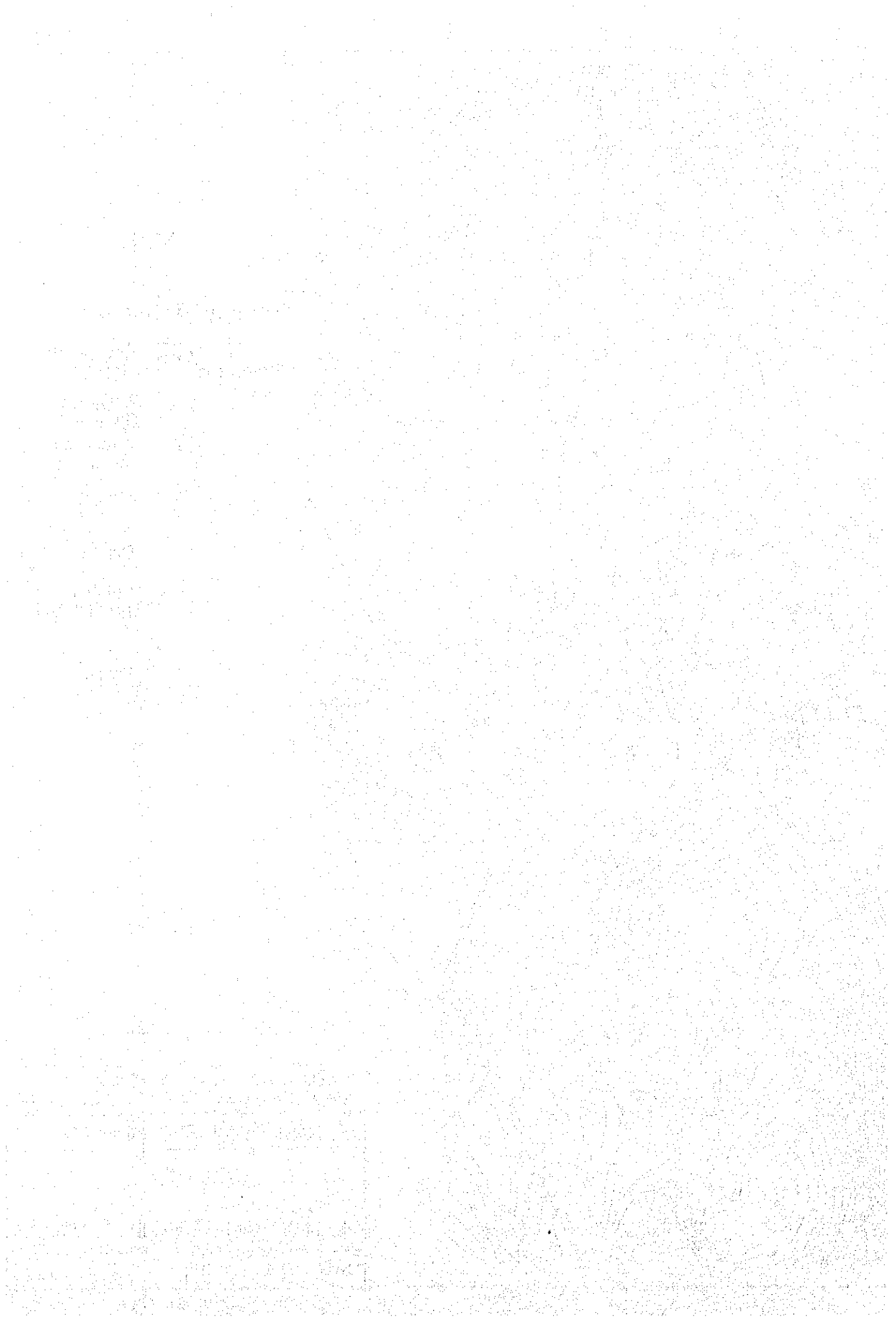
Xe Namnoy Downstream 計画のダム地点はXe Namnoy Midstream 計画の発電所の下流 2 km、標高約 250mに位置し、さらに 5 km下流の発電所地点（標高約 180m）に向けて水路系が右岸に予定されている。当計画地域は両岸が標高 1,000mに達する斜面であるが谷底部の斜面は概してなだらかであり、ダム地点左岸発電所地点右岸には河床より約30および約 100m上に台地が認められる。当計画地域については現地調査は実施していないが、Xe namnoy Midstream 地点と同じ白亜紀 Champa 層の砂岩、頁岩および玄武岩が分布するものと予想される。

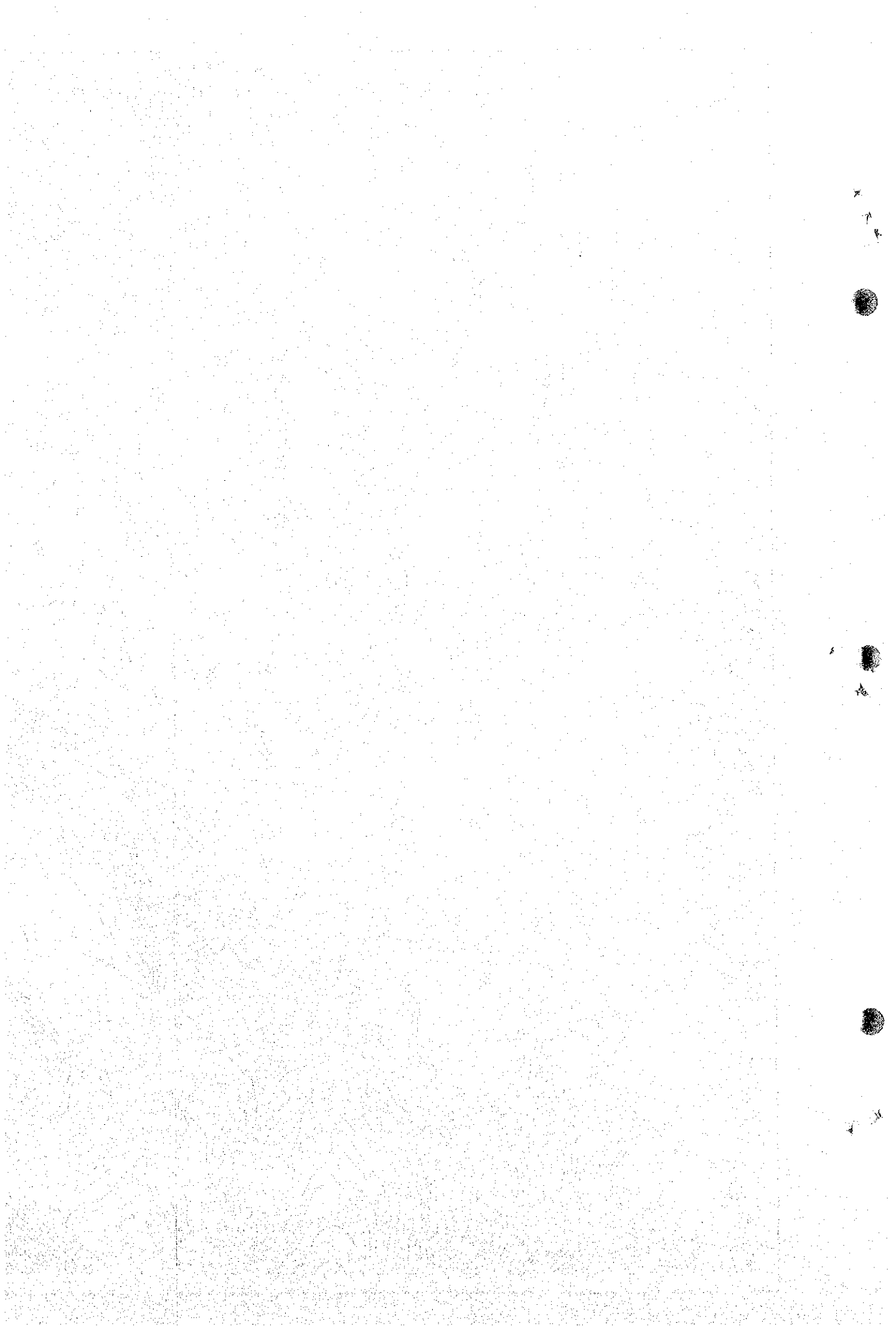




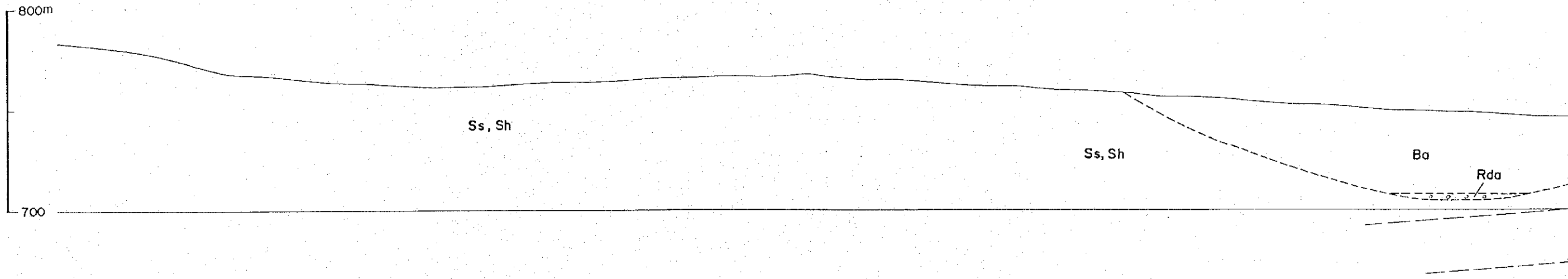
- LEGEND**
- Quaternary **Ba** Basalt
 - Jurassic - Cretaceous **Ss-Sh** Sandstone and shale
 - Geologic boundary
 - 10 / 60 Strike and dip of strata
 - ω Rock outcrop
 - ⊙ Drillhole
 - Seismic prospecting line
 - C C Profile

0 500m

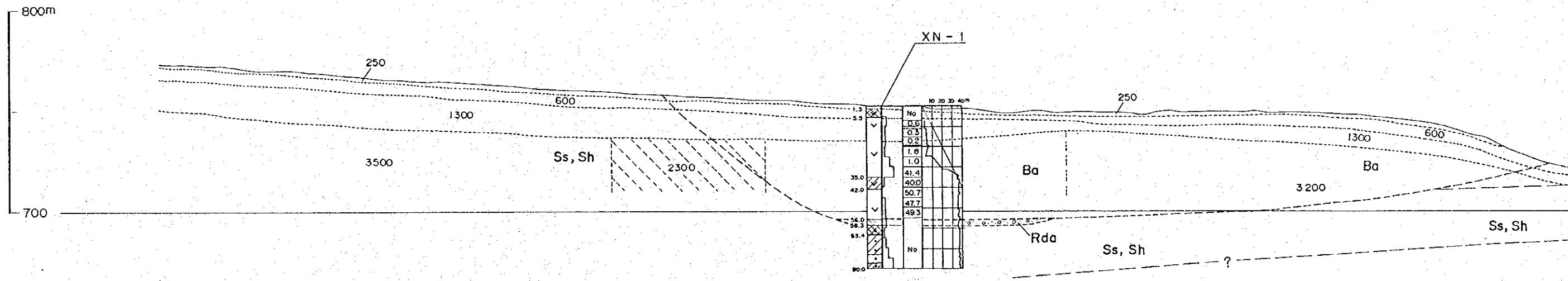




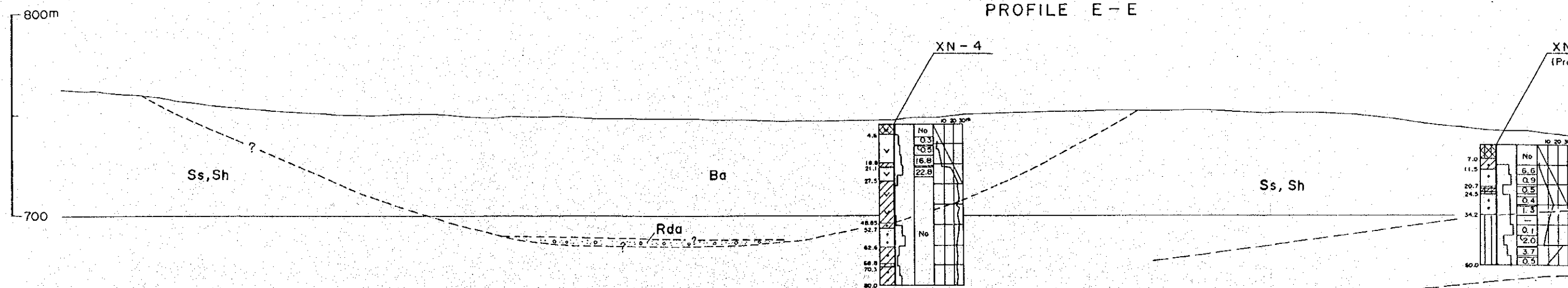
PROFILE C - C



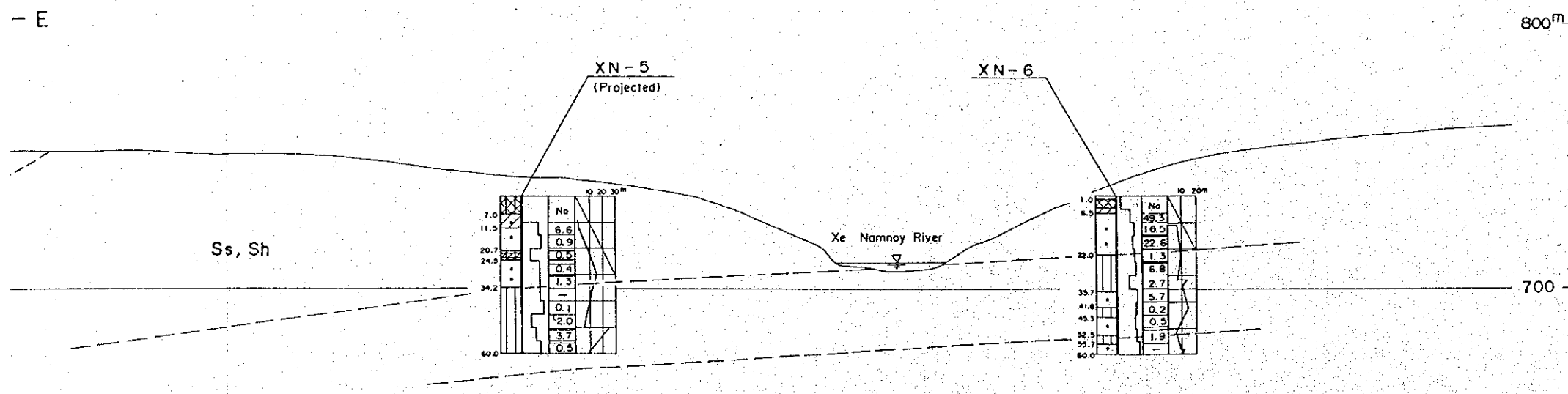
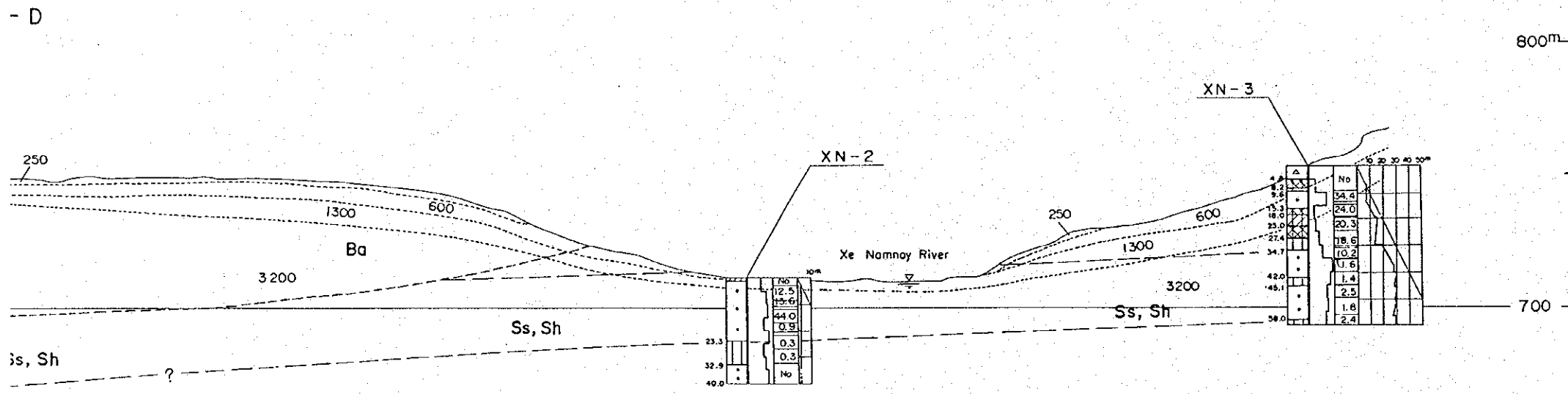
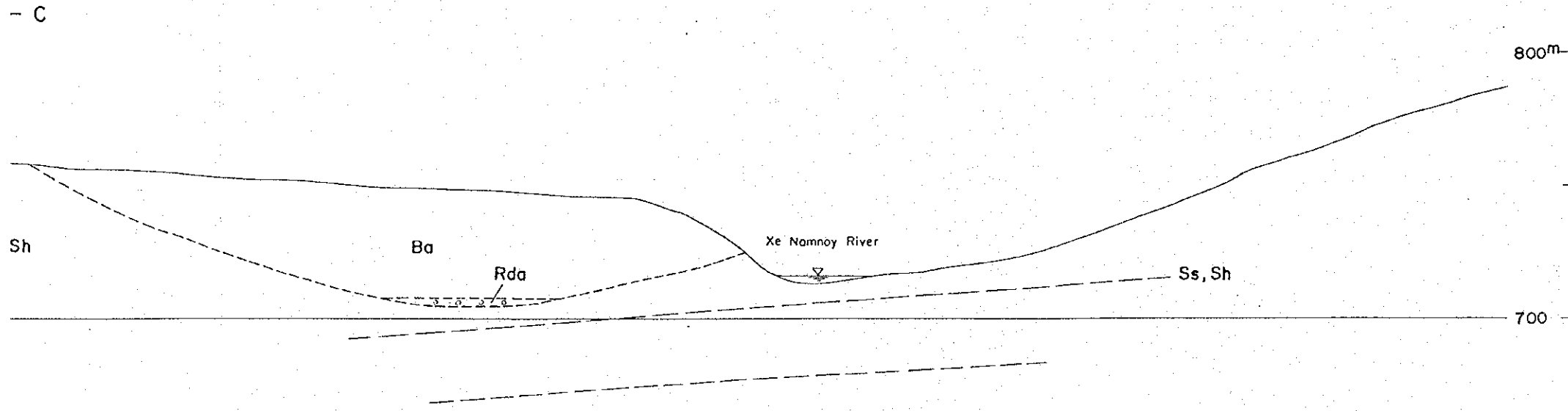
PROFILE D - D



PROFILE E - E



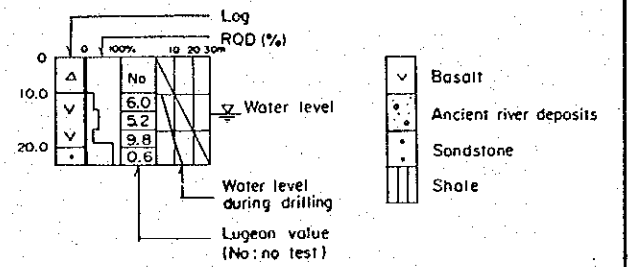
和(文) / 10-23



LEGEND

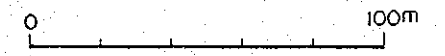
- Ba** Basalt
- Rda** Ancient river deposits
- Ss, Sh** Sandstone and shale
- Geologic boundary
- - - Inferred bedding plane
- 1300
3500 Velocity layer and its velocity (m/sec)
- Low velocity zone

Log of Drillhole



Evaluation of drilled core

- c. class : Strongly weathered, cracky or soft
- b. class : Weathered or sheared, brittle and cracky
- a. class : Fresh, hard, cracky in part



MASTER PLAN STUDY ON HYDROELECTRIC
POWER DEVELOPMENT IN THE SE KONG BASIN

XE NAMNOY MIDSTREAM PROJECT

GEOLOGY

PROFILE OF DAM SITE AND IT'S VICINITY

DWG. 10.4-2

1995

第11章 環境影響および補償の予備調査

第11章 環境影響および補償の予備調査

	頁
11.1 概要	11-1
11.2 環境影響	11-1
11.2.1 人口、コミュニケーション	11-1
11.2.2 産業、経済	11-3
11.2.3 土地利用	11-4
11.2.4 水域利用	11-4
11.2.5 社会資本	11-5
11.2.6 交通	11-5
11.2.7 保健状況等	11-6
11.2.8 景観	11-8
11.2.9 文化財等	11-8
11.2.10 誘発地震	11-8
11.2.11 斜面崩壊	11-9
11.2.12 背水領域の堆砂	11-9
11.2.13 下流河道および海岸地形への影響	11-9
11.2.14 土壌浸食	11-10
11.2.15 土壌汚染	11-10
11.2.16 流域変更	11-10
11.2.17 地下水への影響	11-11
11.2.18 流況変化	11-11
11.2.19 水温変化	11-12
11.2.20 富栄養化、底質組成変化等	11-12
11.2.21 濁水	11-13
11.2.22 植物への影響	11-13
11.2.23 動物への影響	11-13
11.2.24 水生生物への影響	11-14
11.2.25 大気汚染、騒音、振動等の発生	11-14

11.2.26	小気候変化	11-15
11.2.27	総合評価	11-15
11.3	補償	11-29
11.3.1	補償費の算定方針	11-29
11.3.2	補償費算定の前提条件	11-29
11.3.3	補償費の算定結果	11-30

List of Tables

<u>Tables</u>	<u>Description</u>
Table 11.3-1	Summary of Estimated Compensation Cost
Table 11.3-2	Estimated Compensation Cost (Se Kong No. 4)
Table 11.3-3	Estimated Compensation Cost (Xe Kaman No. 1)
Table 11.3-4	Estimated Compensation Cost (Xe Namnoy Midstream)

List of Figures

<u>Figures</u>	<u>Description</u>
Fig. 11.2-1	Location of Villages in Se Kong No. 4 Reservoir
Fig. 11.2-2	Location of Villages in Xe Kaman No. 1 Reservoir
Fig. 11.2-3	Location of Villages in Xe Namnoy Reservoir
Fig. 11.2-4	Land Use Classification in Se Kong No. 4 Reservoir
Fig. 11.2-5	Land Use Classification in Xe Kaman No. 1 Reservoir
Fig. 11.2-6	Land Use Classification in Xe Namnoy Reservoir

第11章 環境影響および補償の予備調査

11.1 概要

本章では、環境影響および補償に関する予備調査結果の概要について述べるものとする。詳細は別途ラオス国内業者により作成されたReport on Environmental Impact and Compensaton (以下 EIC Report という) に述べられている。

調査対象の3地点は環境面で類似点を多く持っているので、原則として本章では全地点について総括的に述べ、必要に応じ個別地点に特徴的な事項を述べるものとする。

11.2 環境影響

11.2.1 人口・コミュニケーション

(1) 環境の現況

Se Kong川流域はラオス国の中でもとりわけ人口密度の低い地域であり、全国平均18人/km² (UNDP Report, 1991)に対し、7人/km² (Se Kong, Attapu Provinces 平均, EIC Report) となっている。計画地点上流域には急峻な山間地に戸数20~30戸程度の集落がごく疎らに点在している。

各計画地点の流域および水没地域における人口等は、次のとおりである。

	Se Kong No. 4		Xe Namnoy Mid.		Xe Kaman No. 1	
	流 域	水没地域	流 域	水没地域	流 域	水没地域
部 落 数	104	23	10	¹⁾ 3	142	5
世 帯 数	2,049	425	350	¹⁾ 140	6,111	74
人 口	13,504	3,439	1,380	¹⁾ 681	31,970	589
面 積 (km ²)	5,255	145	509	20	3,578	222
人口密度(人/ha)	3	24	3	35	9	3

注1) Xe Namnoy Mid-stream計画水没地域の部落数及び人口は、EIC Reportとは別途調査によるものであり、その世帯数は推定値である。

注2) 流域の数値は水没地域のものを含まない。

EIC Reportにおいては、これらの部落の大部分は恒久的であると報告されているが、他方ではこの地域の住民は焼畑農業を営む民族であって数年毎に新耕地を求めることから非定住性であり、人口は年々相当変動するとの地元役所職員の意見もある。

Fig. 11.2-1~11.2-3 に各貯水池内の村落の位置を示す。

人種的には多くの少数民族グループからなるものの、これらのグループのほとんどは Lao Theung³⁾ に属している。奥地のLao Theung族は特殊な習俗を持っており、いまだにある種の石器時代文化を残していると言われている。

注3) ラオス国は47の民族言語グループを擁するが、これらはLao Lum (低地種族)、Lao Theung (中間地種族)、Lao Soung (高地種族)の3種族に大別され、それぞれの生活習慣の違い等により異種族間での結婚、共同生活等は出来ないと言われている。従って、水没地域に複数の種族がいる場合には、移転計画において別々の代替地を用意する必要がある。

(2) 環境に与える影響およびその対策

本プロジェクトが住民および地域社会に与える影響の最大のものは、当然のことながら住居、集落、農地等の生活基盤の水没・移転である。これら水没地域の住民のほとんどは焼畑農業を営む少数民族であり、いまだに原始的な生活様式を保っている。また、かれらは疎らに分散した小集落に住むことを好む。一方これら住民の移住に当たっての政府の方針は、定地農耕を推進し焼畑農業を止めさせることであるが、この方針に沿いかつ学校、医療施設他の社会基盤を整備しようとするれば、その投資効率上移住地は自ずと平地における大規模・集約的なものになり、住民の生活様式は従前に比べ大きく変わるものと想定される。しかしながら、大きなコミュニティにおける新しい生活に適応し、異なった農耕方式を取り入れることは、当該住民にとって精神面、経済面等で相当な負担を伴うものと考えられる。移転後の生活が軌道に乗るまでにはある程度の期間が必要であり、一時的な農業生産の減少により食料不足にも見舞われると考えられるので、その間金銭的援助や食料補給、農業指導等きめの細かい対策が必要であろう。

移転によって、移転住民・残留住民間のコミュニケーションが困難となり、不都合を生じるケースも考えられる。移転計画に当たってはこの点についても配慮が必要である。

(3) 今後必要と考えられる調査

周辺を含む水没地域すべての集落の人口、家屋・農地等の資産、民族種別、地域交流の実情、および移転に関する住民の意識、希望等についての実地による調査を行うとともに、住民への負担を極力少なくする様な移転計画の検討が必要であろう。

11.2.2 産業・経済

(1) 環境の現況

プロジェクト地域においては2次・3次産業はほとんど見られず、地域の経済はほぼ全部が農業に依存している。主な農業生産物は、米、コーヒー（Xe Namnoy地域のみ）であり、他に牛、豚等の家畜、農閑期における材木の伐採等がある。これらのうち収入源となるものは主としてコーヒーであり、これに材木が加わる。米は自家消費分にも満たず、家畜は時により売りに出されるが通常は自家消費される。なお、Bolaven Plateauを主とする当地方のコーヒー生産高は全国の93%を占め、本地域の重要な輸出品目の一つとなっている。

計画地点周辺の住民の職業は殆どが農業であり、これに若干の役人が続く。平均年収は、Xe Namnoy地域が10～20万 Kip (140～280 US\$)、Se Kong No.4、Se Kaman No.1 地域が5～10万 Kip (70～140 US\$)である。これは、Xe Namnoy地域を除き全国平均 180US\$ (SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT STRATEGIES, GOVERNMENT OF LAO PDR, 1990)を、大きく下回っている。

(2) 環境に与える影響およびその対策

11.2.1で述べた様に、仮に移転後の農業形態が従来の焼畑から定地農耕に変わるとすれば、新しい農耕方式が軌道に乗るまでにはある程度の期間が必要であり、その間農業生産は減少すると考えられるので、経済面や営農指導等きめの細かい援助が必要であろう。

EIC Reportの鉱物資源リストによればその位置はいつでも水没地域外となっており、鉱物資源の水没の可能性はないものと考えられる。しかしながら、本地域における鉱物資源に関し 第6章6.4.2(g)に情報があり、今後より詳細な調査が望まれる。

その他の影響としては商業価値のある樹木の水没であり、湛水までに伐採、搬出の必要がある。

(3) 今後必要と考えられる調査等

- 農業の現況に関する詳細調査
- 鉱物資源に関する調査
- 森林資源に関する調査

11.2.3 土地利用

プロジェクト地域における土地利用状況は、森林地（焼畑耕作地等の潜在林を含む）の割合が約8割～10割となっており、このうち焼畑耕作地およびその跡地は2割～5割を占めている。プロジェクトの実施によりこれらの森林地等が水没することは避けられないが、住民の水没移転を契機として政府の焼畑農業廃止の方針に沿い移転住民および周辺地域の住民の営農形態を定地農耕に移行させることができれば、長期的に見て水没によるマイナス影響を相殺することも可能であろう。

現存林の殆どは高位置にある一方、低位置の斜面や段丘上は焼畑耕作地およびその跡地が優先する傾向にある。従って現存林保護の観点からは、今後森林等の分布を詳細に調査の上、貯水池水位を適当な位置まで低下させることが望ましいが、これはプロジェクトの経済性にかかわるため次の段階で検討されるべきであろう。各プロジェクトの貯水池内の森林分布を Fig. 11.2-4~11.2-6 に示す。

11.2.4 水域利用

(1) 環境の現況

プロジェクト地域の河川は、舟運、漁、飲用水（河川水の直接利用）、水浴、洗濯等、様々な目的で利用されている。水道はただ一つSekong町のものがあるが、これは支川からの取水である。なお、現在水供給公社によってSekong町、Attapu町を対象に水道プロジェクトが進行中である。灌漑用取水はごく小さな施設（本川又は支川いずれからの取水かは不明）を除き、行われていない。既設の発電所も、現在のところない。

漁は川沿いの集落の全てで行われており特に11月～5月の乾期に盛んである。漁獲された魚は住民の蛋白源の大半を占めており、重要な食料の一つとなっている。漁業権と言うべきものはない様である。

(2) 環境に与える影響およびその対策

本貯水池式水力プロジェクトの開発により、下流域では乾期における河川流量の増加（一般には好影響と考えられる）が見込まれる一方、日々運転・停止を繰り返すピーク運用が行われる場合夜間（場合により休日も）の減水が生じる。

下流河川からの取水については、現状では殆ど利用されていないため影響は少な

いものと考えられるが、飲用、家事用水に対して夜間の減水による影響が予想される場合は、何らかの対策が必要である。今回の開発計画調査ではオフピーク時でも原則としてダム地点の最濁水月の平均流量の3分の2の流量を下流に放流することにした(12.3.2 参照)。また、水供給プロジェクトが具体化した場合、それに対する影響の有無を調査しなければならない。

(3) 今後必要と考えられる調査等

- ー下流域の水利用実態についての詳細調査
- ー水供給プロジェクトの具体的内容の調査

11.2.5 社会資本

プロジェクト地域における社会資本としては、周辺の主要道路のみが報告されているが、今後水没地域内の社会資本についても実地調査が必要である。

11.2.6 交通

(1) Xe Namnoy Midstream 計画

プロジェクトサイト付近の主要集落まで車道が通じているが、その奥の集落までは人道のみである。舟は使われていない模様である。

プロジェクト実施により、貯水池上流の集落のいくつかは道路経過地が水没することとなるので、代替の人道もしくは小舟を用意する必要がある。

(2) Se Kong No.4 計画および Xe Kaman No.1 計画

計画地点上流域の集落と下流の中心地であるSekong町またはAttapu町とを結ぶ交通手段は、小舟を使った舟運のみである。

ダムによって上下流を結ぶ舟運は阻害されるが、11.2.1で述べたように上流域には多くの人口が存在しプロジェクト完成後もほぼそのまま残留すると考えられるので、上下流を結ぶ交通は依然非常に重要である。

この対策として、ダム上流側に船着き場を設け上流から舟で来た人はそこで下船し、それ以降はダムアクセス道路を開放しバス等の公共交通機関を用意する、または下流も舟運とし公共の舟を用意する等の案が考えられる。なお舟運の阻害は工事

中から発生するので、これらの対策は工事中を含め必要である。

また、発電により下流河川水位の急変動が生じると予想される場合には、舟運にとって危険であるので事前の警報等の措置が必要である。

一方好影響として、現状では多くの浅瀬や岩礁があり特に乾期には舟運に困難を伴っているが、ダムの築造により貯水池区間はこれらの障害が解消され、下流河川についても年間を通じた流量の平均化により、状況が改善される可能性がある。

11.2.7 保健状況等

(1) 環境の現況

UNDP Report (1990) は、ラオスの公衆衛生管理の現状を次のように述べている。

「多くの分野で保健状況の改善が必要である。5才以下の子供の半数が中程度の栄養失調にかかっており、人口のほぼ90%が基本的な医療等のサービスを利用することが出来ない。下痢、呼吸器・腸疾患は、マラリア同様蔓延している。」

数の上では、結核を含む気管支・肺疾患がラオスにおける最も顕著な病気であり、マラリア、伝染性腸疾患がそれに続く。しかしながら死亡原因の点ではマラリアが第一位であり、気管支・肺疾患、伝染性腸疾患がそれに続いている。

衛生観念はいまだに薄弱であり、ほとんどの人々は調理していない自然のもの、例えば生肉、生魚等を好む。田舎では、飲用・家事用水として川水をそのまま使っており、殆どの人々は蚊帳を使用していない。便所は大きな町に限られ、その他の所では仮にあったとしても外で用を足すほうがきれいだと信じられ、使われていない。このような食習慣、衛生観念を変えることが出来れば、多くの病気の発生・蔓延を減らすことが可能と考えられる。

子供の伝染病に対する予防注射はまだ広くは行われておらず、20~30%の子供のみが予防接種を受けていると推定されている。

現地7集落の調査によれば、プロジェクト地域の保健状況等は

— 病気治療は、伝統医術に関連した精神的方法のみが一般的に行われている。

— 7集落には、保健施設はなくスタッフもいない。

といった状況である。従って、住民が重病にかかったときは地域の病院へ行く必

要に迫られるが、それは彼らに経済的困難や病身で旅行することに伴う種々のトラブルをもたらす。

地域の主要な疾病は、マラリア、赤痢等の伝染性腸疾患、皮膚病である。また、死亡原因としては全国大と同様マラリアが第一位であり、伝染性腸疾患、結核がそれに続いている。

Se Kong No.4、Xe Kaman No.1の上流域の住民は、地域の中心地から離れているため何らの予防注射も受けていない。

(2) 環境に与える影響及びその対策

地域の公衆衛生に関する正確な統計データがないため一般的・定性的な予測であるが、貯水池の開発は公衆衛生上プラス・マイナス両面の影響を与える。マイナス面の可能性としては、蚊等の病原体媒介者の生息域となりうる停滞水域を新たにつくり出すことによる水域関連の疫病の発生であり、プラス面では既存の病院等へのアクセスの改善、新しい医療施設の建設、より多くの医療スタッフの導入、等の効果をもたらす可能性がある。また、現在の衛生上最大の問題の一つは清浄な飲み水の欠如であるが、移転地において適正な水道施設が用意されれば大変望ましいことである。

マイナス影響への対策としては疫病の予防およびコントロールが鍵であり、従来の種々の予防法を並行して実施することで、水力プロジェクトによる悪影響を相殺することが可能であろう。

また、工事中には工事関係者及びそれに付随する人間がプロジェクト地域に流入し、新たな伝染病を持ち込む恐れがあるとともに、現場周辺の衛生環境が悪化する可能性もある。従って、水道、し尿処理設備、医療施設等を整備し衛生環境を良好な状態に保持するとともに、工事関係者に対する衛生指導を充分行うことが必要であろう。

なお、既設 Nam Ngum 貯水池の事例では、その建設によって水、蚊、蝸牛関連の疫病等の増加は見られなかったとのことであり、一つの参考になると思われる。

また以上の身体的な面のみに留まらず、今後の調査において住民の精神面に与える影響に関しても、何らかの考察が必要であろう。住居の移転、それに伴う様々の面での変化は、移転住民に対し大きな精神的負担を与えられられる。

(3) 今後必要と考えられる調査等

プロジェクト地域住民の保健・衛生（精神衛生を含む）状況および過去の疫病発生事例等に関する詳細な調査が必要である。

11.2.8 景観

3 プロジェクト予定地域は、それぞれ地元住民以外の観光客等の往来がほとんどない遠隔山間地であるため、ダム、発電所等の構造物が景観上問題となる可能性は少ないと考えられる。しかし計画・設計に当たっては極力景観に配慮するとともに、工事跡地の修景緑化を図ることが望ましい。そのことによって、ダム、貯水池およびその周辺が新たな観光資源となることも期待できる。

一方、周辺の特徴的な景観として16箇所が報告されており、そのうちプロジェクトにより影響を受ける可能性のあるものは、Se Kong No. 4下流のKeng Louang（Se Kong川の急流）、Xe Namnoy Mid-stream下流のTat Houakon（滝）等であるが、今後それぞれの景観上の価値および影響の程度をさらに調査することが必要であろう。

11.2.9 文化財等

ラオス南部地方における文化財等の代表的なものとしては、石の寺として有名なWatphu遺跡、古代Champasack王国の首都であったChampasack Town等がある。

Se Kong川流域においてはかつて文化財等に関する調査が行われた事例がなく、今回環境調査の一環として地域の役場へのインタビューの形で初めて予備的調査が実施された。その結果いくつかの文化財等の可能性のある物件が判明したが、それらのうち予定地域内でプロジェクトにより影響を受ける可能性のあるものとしては、Se Kong No. 4 湛水区域内の原始的石器や陶器の遺跡がある。今後、その考古学的価値等をさらに調査することが必要であろう。

11.2.10 誘発地震

貯水池の湛水により地殻への荷重、浸透圧等が増加し地震が誘発される場合があると言われているが、湛水と誘発地震との関係は未だ解明されておらず、その予測は困難である。経験的には、貯水量が十億 m^3 を超えなければ発生の可能性はほとんどないとされているが、Se Kong No. 4（総貯水容量 $7.7 \times 10^9 \text{m}^3$ ）およびXe Kaman No. 1

(総貯水容量 $16.2 \times 10^9 \text{ m}^3$)はそれを上回っている。しかしながら両貯水池区域およびその周辺には、地震の引き金となり得る様な断層がないことから、微小地震の可能性は残るものの被害を引き起こす様な誘発地震の生じる可能性は小さいものと考えられる。

誘発地震の可能性を極力低くするための対策として、急激な湛水を避けることが望ましい。

なお、Nam Ngum貯水池(総貯水容量 $8.5 \times 10^9 \text{ m}^3$)の初期湛水時に微小地震が生じているが、特に被害は出ていないようである。

11.2.11 斜面崩壊

貯水池周辺斜面の安定性に関する評価を行うためには、詳細な地質調査が必要であるが、それは時間的、予算的にPre-feasibility study stageの域を超えているので、実施していない。今後、地質調査等の一環として実施されることが望ましい。

11.2.12 背水領域の堆砂

各プロジェクトの貯水池上流部はいずれも比較的急峻な渓谷であるので、仮に背水領域に堆砂が生じ洪水水位が上昇したとしても、その影響は比較的狭い範囲に留まるものと想定される。

今後、将来的な堆砂形状の予測を行いこれに基づく背水計算を実施し、その予想浸水範囲を含めて水没移転対象区域とすることが必要である。

11.2.13 下流河道および海岸地形への影響

貯水池による下流河道への影響としては、流送土砂の減少による河床低下に起因する既設構造物の基礎の洗掘が主なものであるが、1994年に新たに建設したXe Namnoy Mid-streamダム直下の橋梁を除いてSe Kong川流域には、その他の橋梁、取水施設、堤防等の構造物は見当たらない(カンボジア領内は不明)。従ってこの点に関してSe Kong川流域にはほとんど影響はないものと考えられるが、Xe Namnoyの橋梁に対しては今後影響の有無を調査する必要がある。

河岸浸食についてはその予測が困難であるが、下流河道兩岸はほとんどが無人の原生林であり、住民およびその資産への影響という点では可能性は少ないものと想定さ

れる。将来仮に影響が生じた場合には、その時点で必要に応じ護岸工等の対策を講じることとなる。

一方、Mekong河本流の河道および河口周辺の海岸地形に対する影響については、その総流域面積（795,000km²）に対する3プロジェクトの流域面積（約10,000km²）の占める割合が約1%であり、且つ流送土砂の一部の減少であるので、その影響は無視しうるものと考えられる。

その他の影響としては、流況変化、なかでも洪水流量の減少に基づく局所的な堆積、河口閉塞等が考えられるが、総流域面積に対する3プロジェクトの流域面積の割合が小さいことから、この点に関してもほとんど影響はないものと考えられる。

11.2.14 土壌浸食

各プロジェクトサイトの上流域はいずれも比較的急峻な山岳地帯であり、雨期にはしばしば激しい降雨に見舞われる。また従来より焼畑耕作等によって森林は部分的に荒廃している。現状では河川の濁度は比較的low、大きな土壌浸食は発生していないが、一般的には、当流域は土壌浸食が生じやすい地域であると言えよう。

この対策としては、行政当局の所管事項と考えられるが、流域内における焼畑農業から定地農耕への転換の推進、荒廃地への植林等の森林の管理・保全が、最もであろう。

11.2.15 土壌汚染

工事に伴い廃油等の有害物質が環境に投棄されて、土壌が汚染される可能性がある。これに対しては、工事中における有害物質の処理・処分を厳重に管理することが必要である。

また、有害鉱物の流出・拡散については、プロジェクトサイト周辺で過去に採掘、または現在採掘中の鉱山は皆無であるので、その可能性はないものと考えられる。

11.2.16 流域変更

3プロジェクトの中では、Xe Namnoy Midstream 計画がXe Pian川からの流域変更を行うこととしている。その結果 Xe Pian川は取水ダム地点からHouay Soy川との合流点までの20kmの間が減水し、沿川の2部落の約60世帯の住民の漁、生活用水等の水

利用、更に生態系、水質等に対し影響を与える恐れがある。また、Xe Namnoy Mid-stream計画はダム水路式であるので、Xe Namnoy川についてもダム～放水口間が減水し、同様の影響を与える恐れがある。

従って、今後これらの点に関し詳細な調査・検討を行い、必要に応じ河川維持流量の放流等の対策を実施しなければならない。

11.2.17 地下水への影響

工事による地形の改変、貯水池の出現等により、貯水池周辺の地下水賦存状況および流動形態が変化する可能性があるが、貯水池からの漏水、それに伴う周辺地下水位の上昇については、入念な遮水工の施工によって防止され得る。他方、遮水工により従前の地下水脈が遮断されて地下水位が低下し、周辺の植生等に多少影響が生ずることも考えられるが、周辺住民は地下水をほとんど利用していないため、この点では影響は少ないものと予想される。

流況変化による下流河川沿いの地下水に与える影響についても、周辺の地下水利用はごく限られていることから影響の可能性はほとんどないものと考えられる。

11.2.18 流況変化

本貯水池式水力プロジェクトの開発により、下流域では乾期における河川流量の増加、雨期においては洪水量の減少（本ダムは現在のところ治水を目的としていないので、洪水低減効果はその時の貯水池水位、洪水の規模によって異なる）等の好影響が期待出来る。

一方、日々運転・停止を繰り返すピーク運用が行われる場合、運転開始時および出力変動時における下流河川の水位上昇が、舟運、漁、水浴、洗濯等をしている人々に対し危険となる可能性がある。今後所要の調査・検討を実施の上、危険が予想されるときには放流警報装置の設置、出力増加速度の制限、場合によっては逆調整池の設置等の対策が必要となる可能性もある。

(今後必要と考えられる調査等)

- 下流河川形状（縦・横断形状）、水位等の調査
- 上記に基づく運転開始時等における水位変動の検討

11.2.19 水温変化

一般に、熱帯地方においては貯水池の水温は1年中高く保たれ、水温変化が環境に影響を与えることは殆どないと言われている。

11.2.20 富栄養化・底質組成変化等

計画地点流域は、人口、家畜ともに密度が非常に低いため栄養塩類の供給が少ないと考えられこの点では富栄養化の可能性は低いと予想されるが、一方貯水池の交換率（年間総流入量／総貯水容量）が3計画地点とも低いこと、熱帯地方に位置することから、可能性なしとはしない。

開発計画インベントリ計上値参照

	Se Kong	Xe Namnoy	Xe Kaman	Nam Ngum
Q : Annual Inflow (10 ⁶ m ³ /year)	6,443	1,151	4,177	9,596
V : Gross Storage Capacity (10 ⁶ m ³)	7,716	323	16,208	8,500
Q/V : Replacement Rate (1/year)	0.84	3.56	0.26	1.13

また、水没地域内の樹木等もそのまま水没させた場合有機物の供給源となり、富栄養化や底質悪化、ひいては悪臭発生の原因となり得る。このため、これらの樹木等は湛水開始までに必ず伐採・搬出し、貯水池内を清掃しなければならない。富栄養化や底質の悪化については、流入水の水質、プランクトン等の有機物の発生量、貯水池内の成層状態や流動形態等、様々な要因が関連すると考えられ、これらを正確に予測することは困難であるが、今後窒素、磷を始めとする河川水の水質、底質等を調査・把握しておくことが必要である。参考のため、近傍の類似貯水池（例えばNam Ngum貯水池等）の事例を調査することも有用であろう。

有害重金属等の流入の可能性はほとんど無いと考えられるが、念のためチェックしておくことが望ましい。

粒度組成に関しては、ダム築造後は粗粒分が貯水池に補足されるため、一般に下流河道の底質が従前に比べ細粒化する傾向がある。貯水池内についても、流速差による分級効果によって比較的流速の速い背水端付近は粗粒分が多く、流速の遅い下流端付近は細粒分が多いといった場所による差が生じる。

11.2.21 濁水

3プロジェクトとも、流入流量に比し貯水池が大規模であるため濁水長期化の可能性があると予想されるが、Xe Namnoy川を除き元来本地域の河川は濁度は比較的低い
が恒常的に濁っており、魚類等も濁水に適応していると考えられるため、Se Kong No.
4、Xe Kaman No.1プロジェクトについてはこれが問題となることは少ないと見込ま
れる。

しかしながら、Xe Namnoy川は通常濁度が低く保たれており、下流には Tat
Houakon (滝) があることから、Xe Namnoy Mid-streamプロジェクトによって濁水長
期化が生じた場合、問題となる恐れもある。今後所要の調査・検討を実施の上、必要
に応じその軽減対策（例えば選択取水設備など）を行う必要がある。

工事中サイト内で発生する濁水等については、適正な設備により処理したのち放流
することが望ましい。

11.2.22 植物への影響

プロジェクト地域における森林の残存状況は11.2.3節で述べたとおりであり、焼畑
耕作による森林の消失がかなりの割合で進んでいる。プロジェクトの実施により更に
相当面積の森林が水没することは避けられないが、政府の焼畑農業廃止の方針に沿い、
水没移転を契機として移転住民さらには周辺の住民の営農形態を定地農耕に移行させ
ることができれば、長期的に見て水没によるマイナス影響を相殺することも可能であ
ろう。

植生の現況や貴重種の有無については、今後さらに詳細調査が必要である。

11.2.23 動物への影響

プロジェクト地域には、まれに見られるもの、過去にのみ見られたものを含めて、
多くの種類の貴重動物が生息していると報告されている。

プロジェクトの実施による動物への影響としては、その生息地および餌場としての
森林等の水没、貯水池による移動経路の遮断等が考えられる。また、幼獣、幼鳥、一
部の昆虫等移動能力の弱いものについては、工事に巻き込まれたり初期湛水の際水没
する可能性があるので特に配慮が必要である。伐採、掘削等の速度を押さえるとも
に片押し施工とし避難路を残す、特に移動能力の劣る貴重種等がいる場合は捕獲のう

え適地に移す等の対策の検討が必要である。生息地の水没に対する代償措置として、貯水池周辺に動植物保護区域を設定することは有効であろう。

一方、貯水池は水鳥等の新たな生息地となる可能性があり、プロジェクトによる好影響の一つに数えられる。

11.2.24 水生生物への影響

ダムの建設は、水深、流速等の流況変化、水質、底質等の変化をもたらして水生生物の生息に影響を与える可能性がある。この影響が具体的にどのようなものであるかを明確に予測することは困難であるが、回遊性の魚類等に対しては溯河・降河の際の障害物となって産卵行動等に影響を及ぼし、生息数の低下を招く恐れがある。

しかしながら一方では、ダムの築造によって貯水池内の魚の生息数が大幅に増加したNam Ngumダムの事例もあり、少なくとも貯水池内では魚類生産の増大につながる可能性がある。今後魚類等の資源量の現状についてより詳細な調査が必要と考えられる。

なお地元住民からの情報として、ごくまれに河イルカがSe Kong川で目撃されると報告されており、Mekong河本流のKhon滝付近に生息するメコンイルカの一部が移住してきたもの、あるいは同じ起源をもつものであろうとしている。現在のところ、このイルカに関する学術文献等は無くその生態等は不明であるが、最近外国の資金援助の基でラオス国南部における漁業とイルカの保護プロジェクトがスタートし、調査が開始されている。今後この調査結果も参考にし、慎重な影響評価を行う必要がある。

11.2.25 大気汚染、騒音、振動等の発生

本プロジェクトは水力発電であるので、完成後の運転によって大気汚染や騒音、振動を発生する可能性はほとんどない。ただし主要変圧器や一部のタイプの遮断器が屋外に置かれ人家が近くにある場合は騒音に注意する必要があるが、本プロジェクトの発電所サイト近辺にはいづれも人家はないので、問題とはならないと考えられる。

工事中においては工事用車両、建設機械の稼働による排気ガス、悪臭、粉塵、騒音、振動および発破による騒音、振動の発生等が考えられる。これらによるプロジェクトサイト周辺の集落への影響評価については、仮設備や工事用道路等を含む具体的な工事計画の確定を待たなければならないが、仮に影響が予想される場合には低騒音型建設機械の採用、防音壁の設置、作業時間の調整等の工事方法の改善を実施する必要がある。

ある。また、資機材運搬のための一般道路の通行に当たっては、沿道の集落への影響軽減のため走向速度の制限、道路への散水等を行う必要がある。

また交通事故の防止のため、一般道路、工事現場内ともに速度制限、必要に応じ信号機の設置等の安全対策をとることが望ましい。

11.2.26 小気候変化

局地気候変化は、貯水池面積が数百平方メートル以上ある場合に起こり得るとされているが、本プロジェクトの貯水池面積はこのレベルに比べると次のとおり比較的小さいのでその可能性は少ないものと考えられる。

Se Kong No. 4	145 km ²	(HWL 300m時)
Xe Namnoy Midstream	20 km ²	(HWL 760m時)
Xe Kaman No. 1	222 km ²	(HWL 280m時)

なお、約 440km²の貯水池面積を持つNam Ngum貯水池においては、その建設によって特段の気候変化は生じていないとのことであり、近傍の事例として参考になるであろう。

11.2.27 総合評価

影響軽減対策を行わなかった場合、環境影響が比較的大きくなる可能性のある事項は、

- 水没移転が地域社会、住民生活、農業等に与える影響
- 森林の水没が野性動物等に与える影響
- 貯水池の出現による水域関連の疫病発生および工事関係者の流入に伴う新たな疫病発生の恐れ
- 貯水池の出現や流況変化により舟運、水域利用、魚類等に与える影響
- Xe Namnoy Midstream プロジェクトにおける流域変更および減水区間の出現による影響

等であるが、それぞれの項で述べたようなあるいは今後さらに調査・影響評価の上必要と考えられる影響軽減対策をとることによって、これらの環境影響は充分小さくなるものと予想される。

最後に、本調査はPre-feasibility Study Stageにおける概略調査であるため環境現況の把握が充分でなく、今後の調査を待たなければならない点はあるが、現在までの調査結果等を基に総合的に勘案すると、適切な影響軽減対策を講じることにより本プロジェクトの実施上支障となるような環境影響は生じないものと想定される。

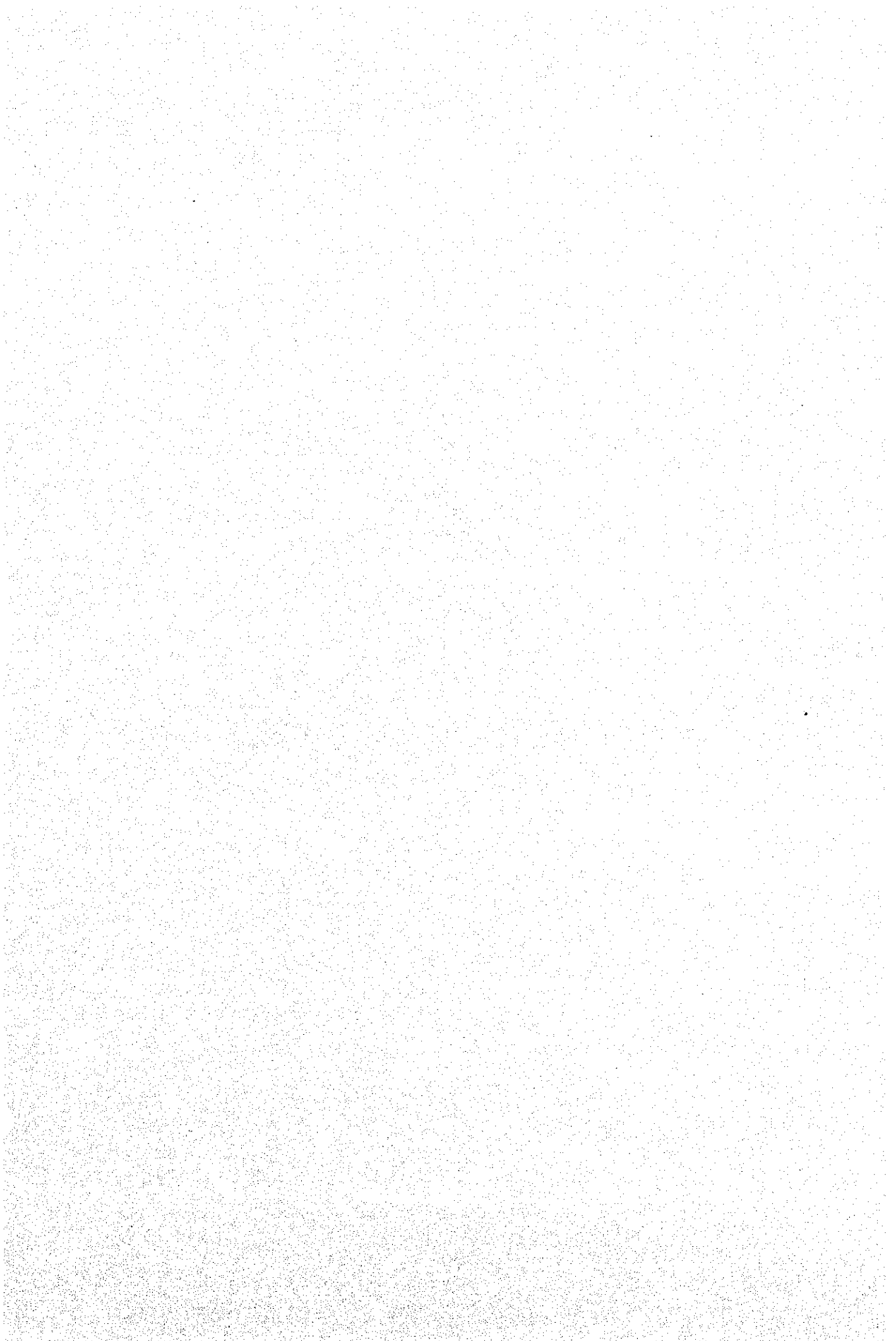
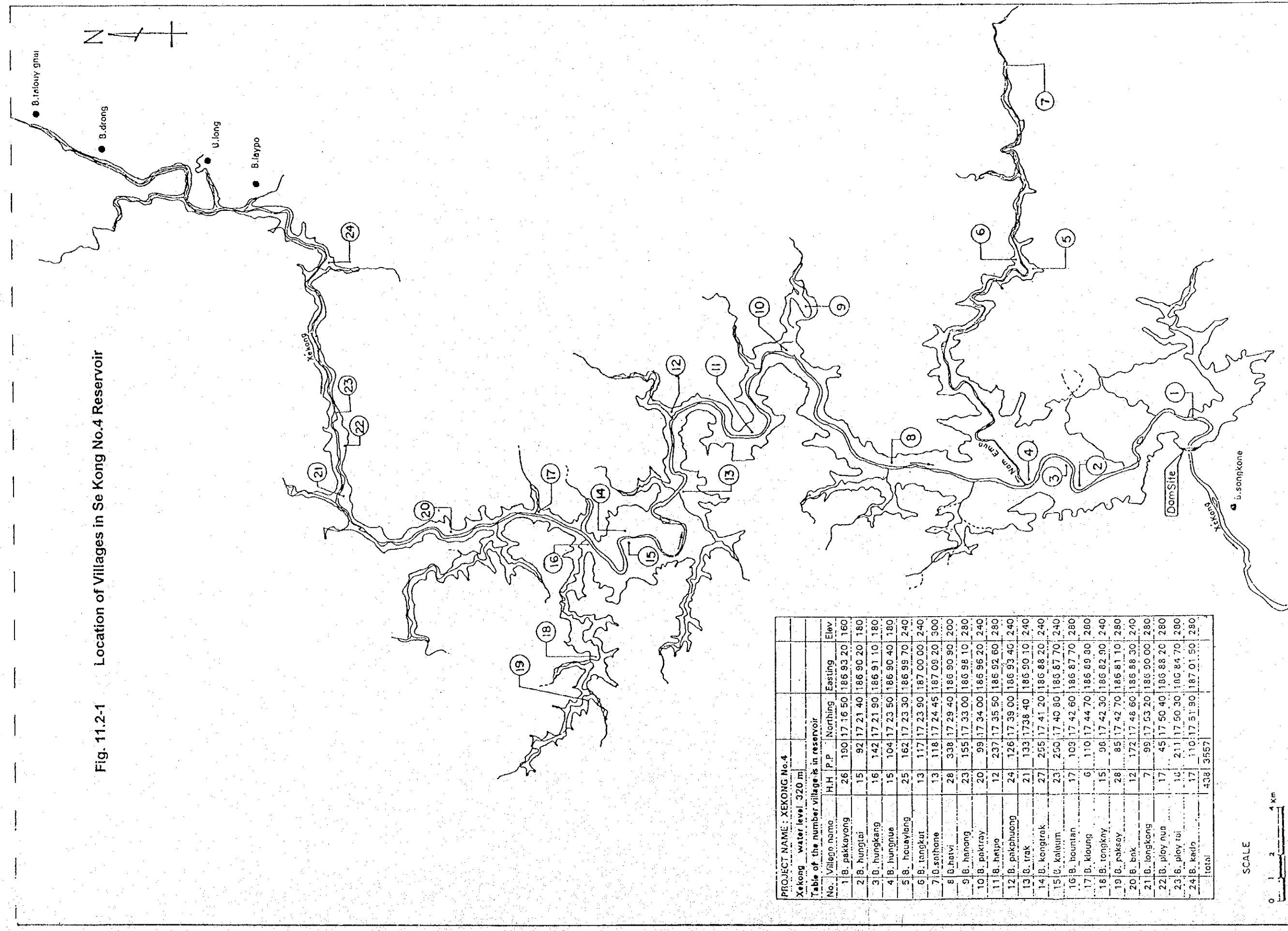


Fig. 11.2-1 Location of Villages in Se Kong No.4 Reservoir



PROJECT NAME: XEKONG No.4
 Xekong water level: 320 m
 Table of the number villages in reservoir

No.	Village name	H.H	P.P	Northing	Easting	Elev
1	B. pakkayong	26	190	17 16 50	186 93 20	160
2	B. hungtai	15	92	17 21 40	186 90 20	180
3	B. hungkang	16	142	17 21 50	186 91 10	180
4	B. hungnue	15	104	17 23 50	186 90 40	180
5	B. heue/long	25	162	17 23 30	186 99 70	240
6	B. tangkut	13	117	17 23 90	187 00 00	240
7	B. sothone	13	118	17 24 45	187 09 20	300
8	B. hatvi	28	338	17 29 40	186 90 90	200
9	B. hanong	23	155	17 33 00	186 98 10	280
10	B. paktray	20	99	17 34 00	186 96 20	240
11	B. hatpo	12	237	17 35 50	186 92 60	280
12	B. pakphuong	24	126	17 39 00	186 93 40	240
13	B. trak	21	133	17 38 40	186 90 10	240
14	B. kongtrak	27	255	17 41 20	186 88 20	240
15	B. khleum	23	250	17 40 80	186 87 70	240
16	B. hountan	17	109	17 42 60	186 87 70	280
17	B. kloung	6	110	17 44 70	186 89 30	280
18	B. tongkny	15	98	17 42 30	186 82 90	240
19	B. paksay	28	85	17 42 70	186 81 10	280
20	B. bok	12	172	17 48 60	186 88 30	240
21	B. longkong	7	99	17 53 20	186 90 00	280
22	B. ploy nua	17	45	17 50 40	186 88 20	280
23	B. ploy rei	10	211	17 50 30	186 84 70	280
24	B. kadh	17	110	17 51 90	187 01 50	280
	Total		438		3557	

SCALE
 0 1 2 4 km

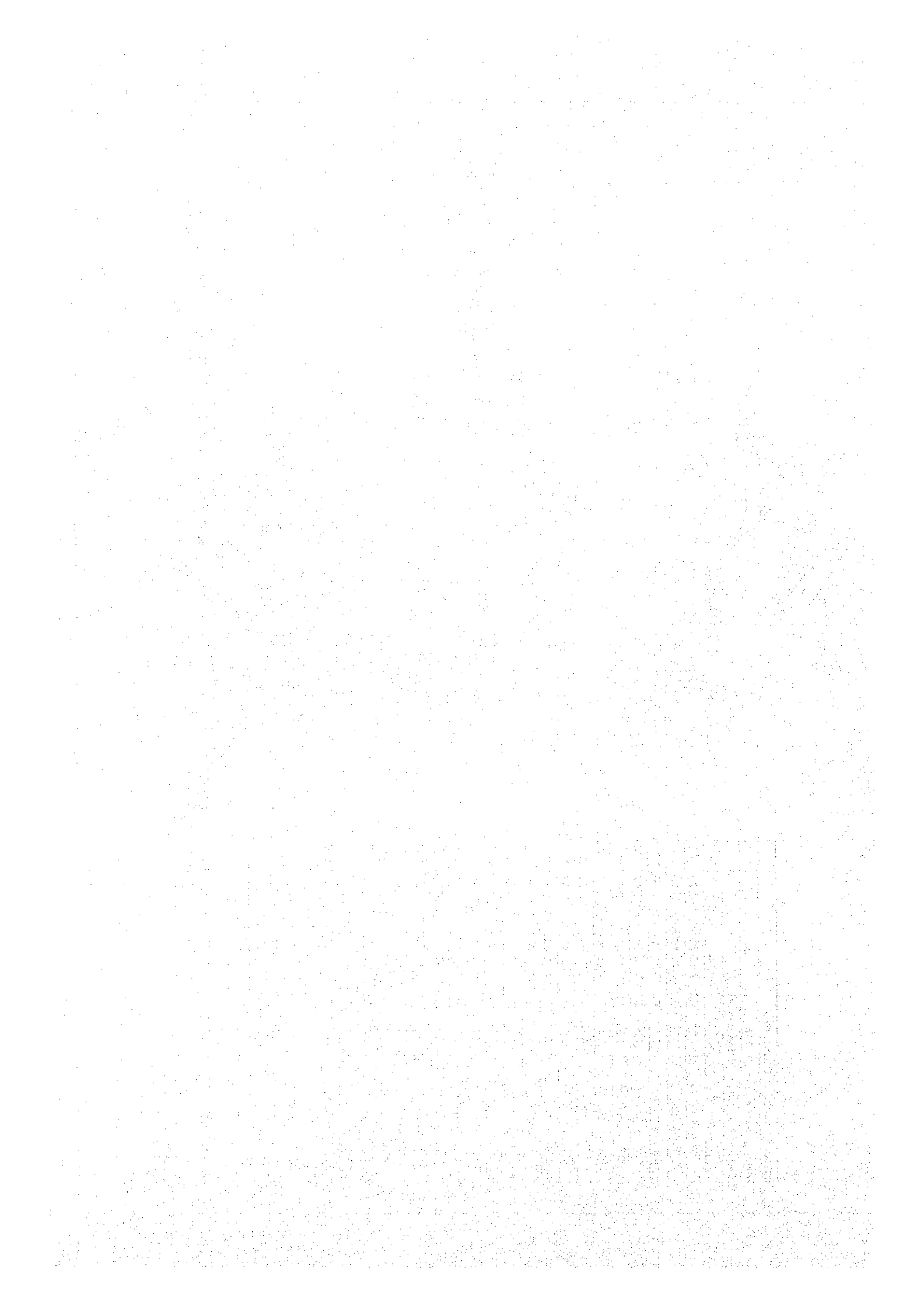
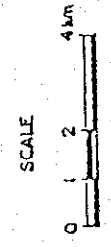


Fig. 11.2-2 Location of Villages in Xe Kaman No.1 Reservoir



PROJECT NAME : XEKAMAN

Water level 300 m

Table of the number village is in reservoir

No.	Village name	H.H	P.P	Northing	Easting	Elev
1	B. hindam	20	151	16 57 40	187 33 55	150
2	B. donkhehena1	8	93	16 63 30	187 39 50	140
3	B. donkhehena2	10	103	16 63 30	187 39 55	140
4	B. donkhehena3	7	75	16 63 70	187 40 15	140
5	B. dakhom	29	167	16 63 20	187 32 50	200
Total		74	589			

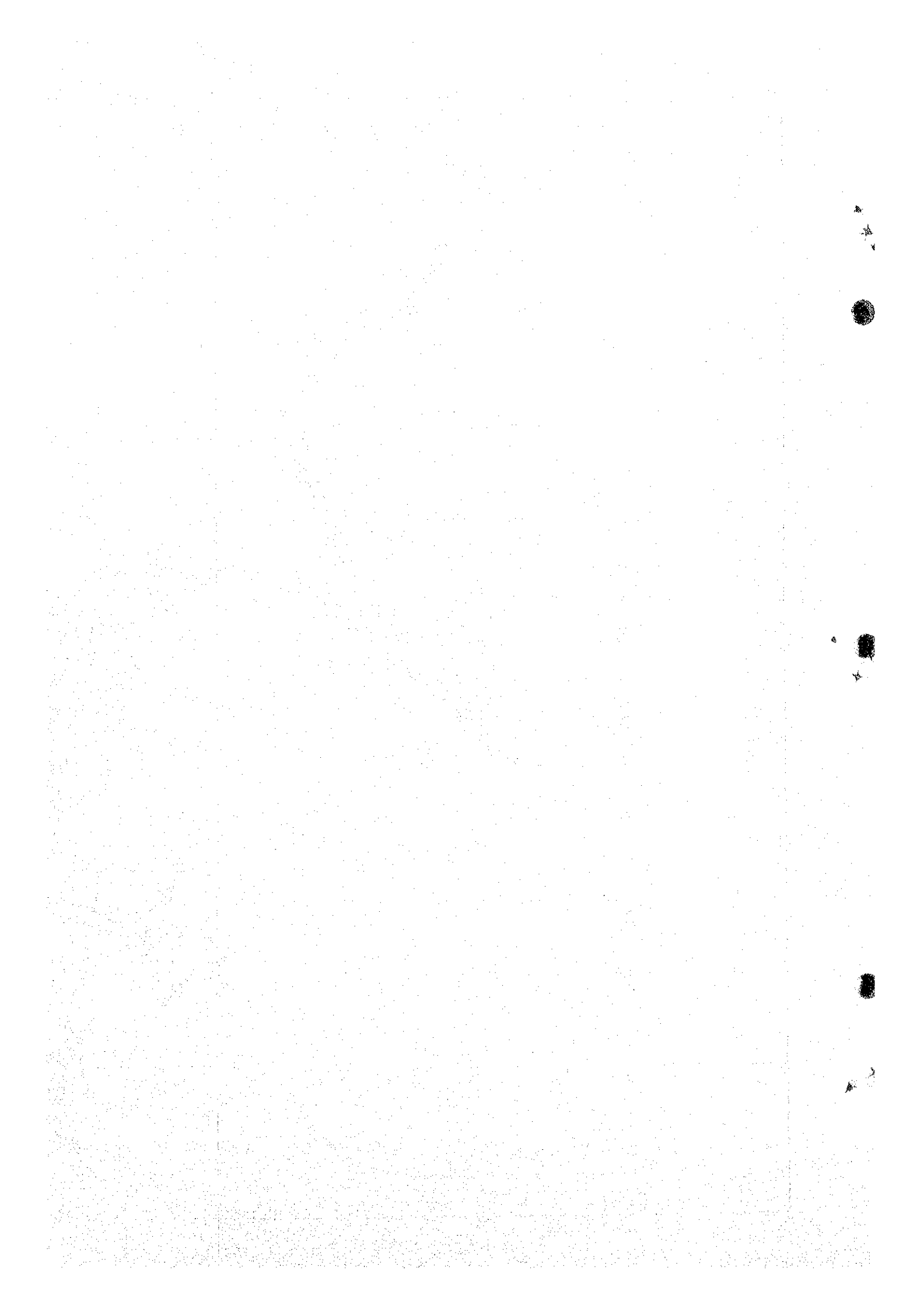
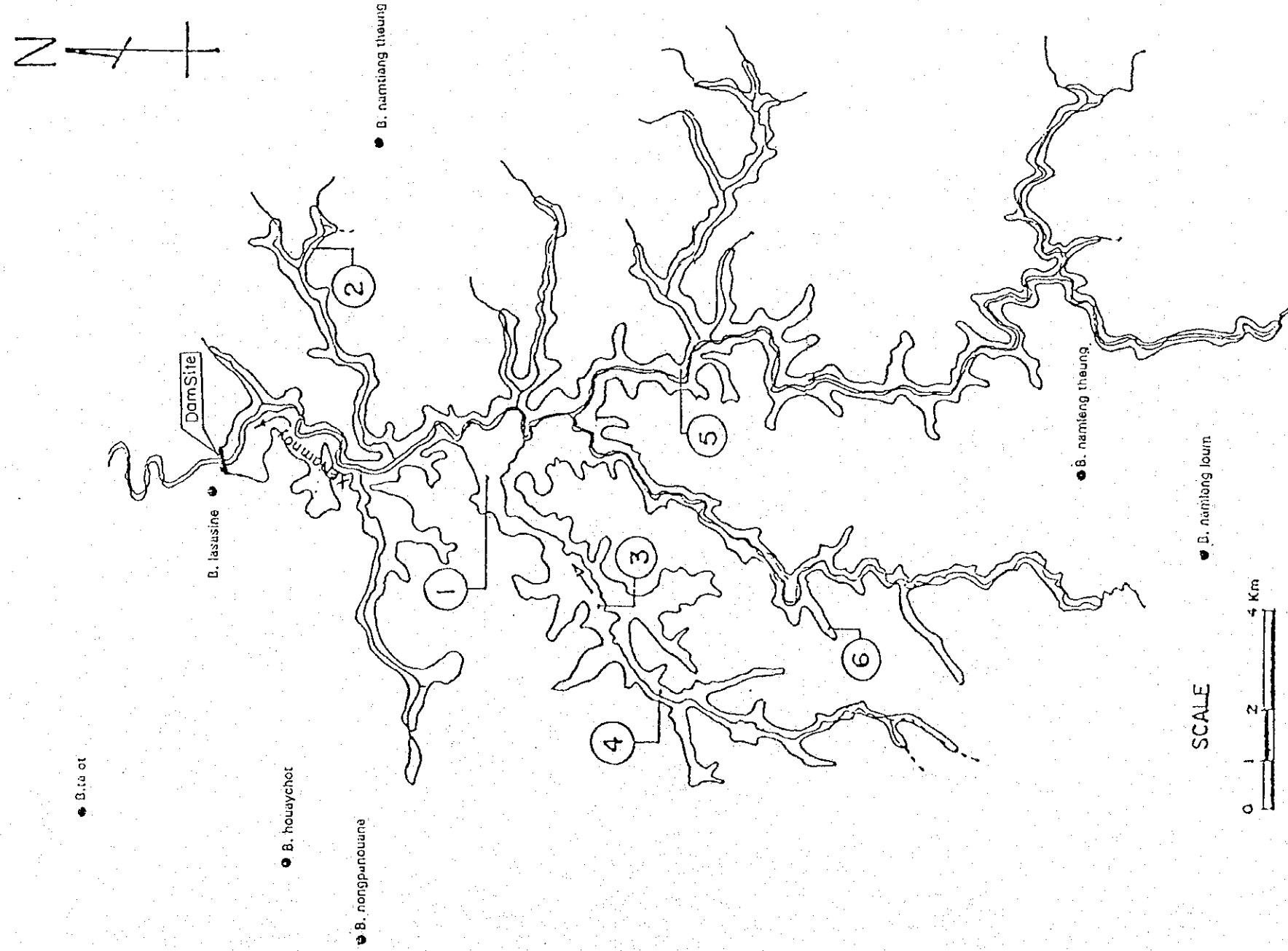
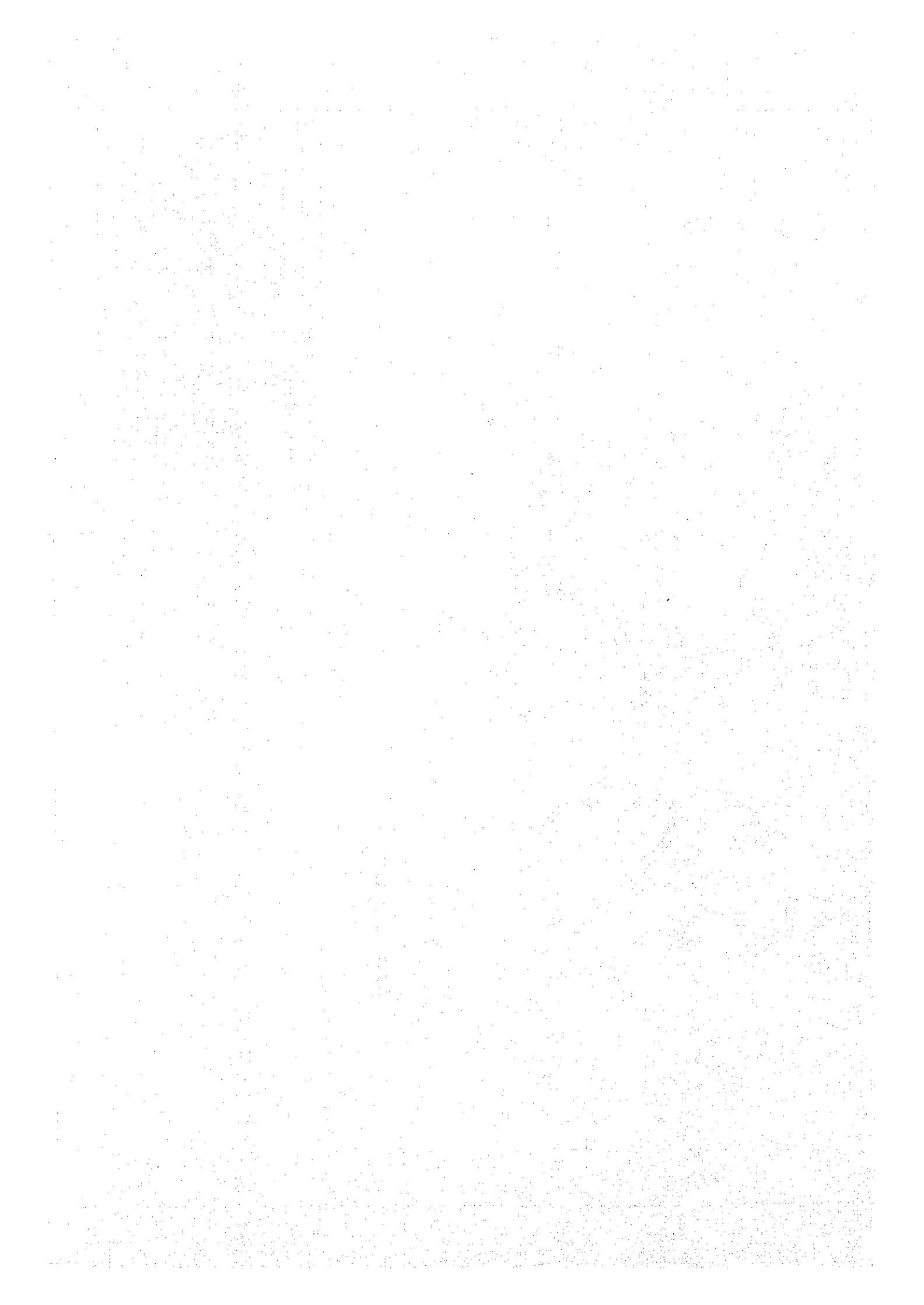


Fig. 11.2-3 Location of Villages in Xe Namnoy Reservoir



PROJECT NAME : XENAMNOY
 Water level 780 M
 Table of the number village is in reservoir

No.	Village name	H.H	P.P	Northing	Easting	Elev
1	B. xenamnoy	24	108	16 55 80	186 72 40	760
2	B. namtiangloun	25	150	16 63 50	186 76 90	760
3	B. namkong	42	171	16 57 50	186 67 70	740
4	B. nonghom	20	150	16 52 50	186 70 30	760
5	B. kuokhourmoua	21	39	16 55 90	186 74 50	740
6	B. houaysoy	72	350	16 56 30	186 66 00	760
Total		210	1018			



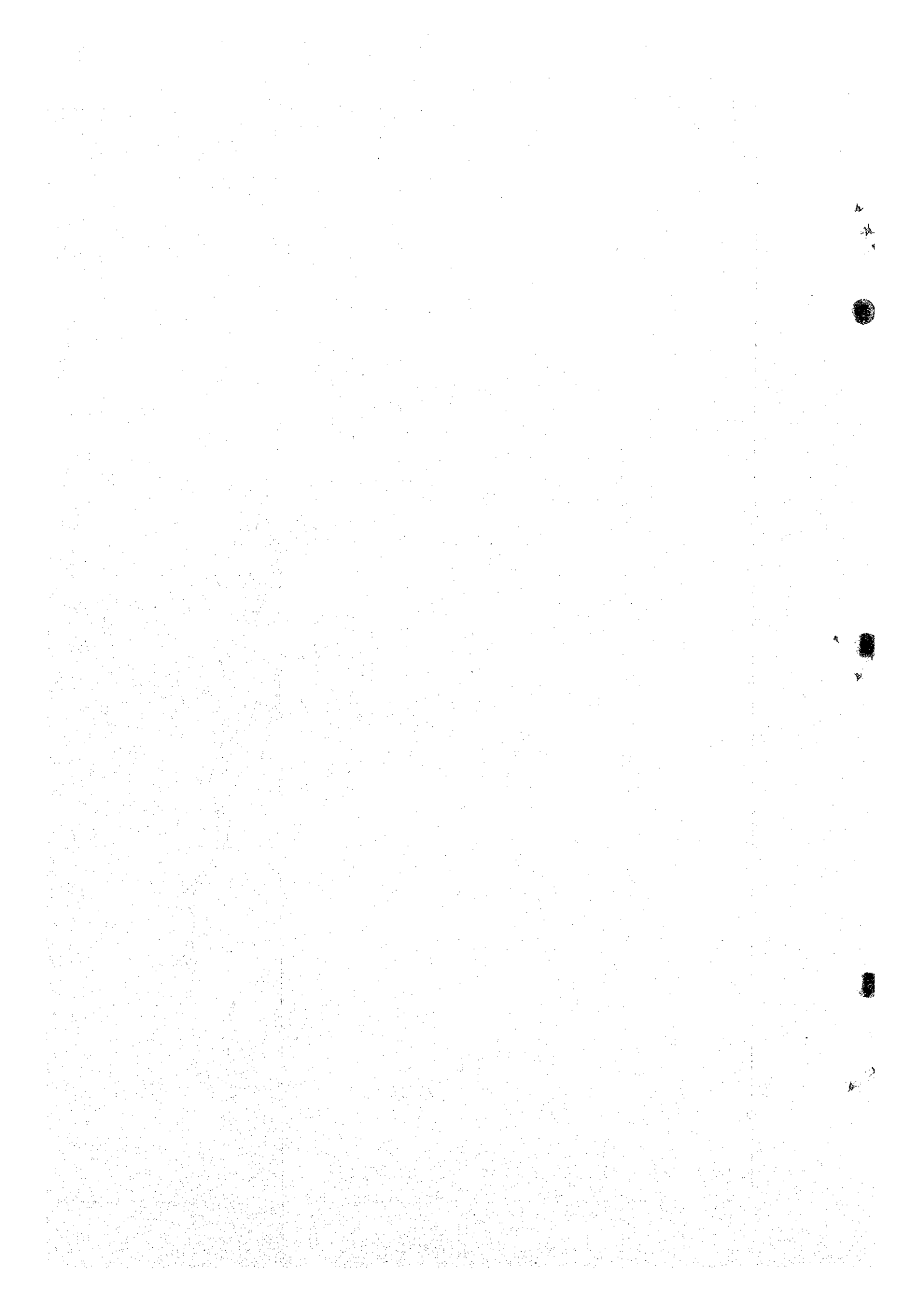
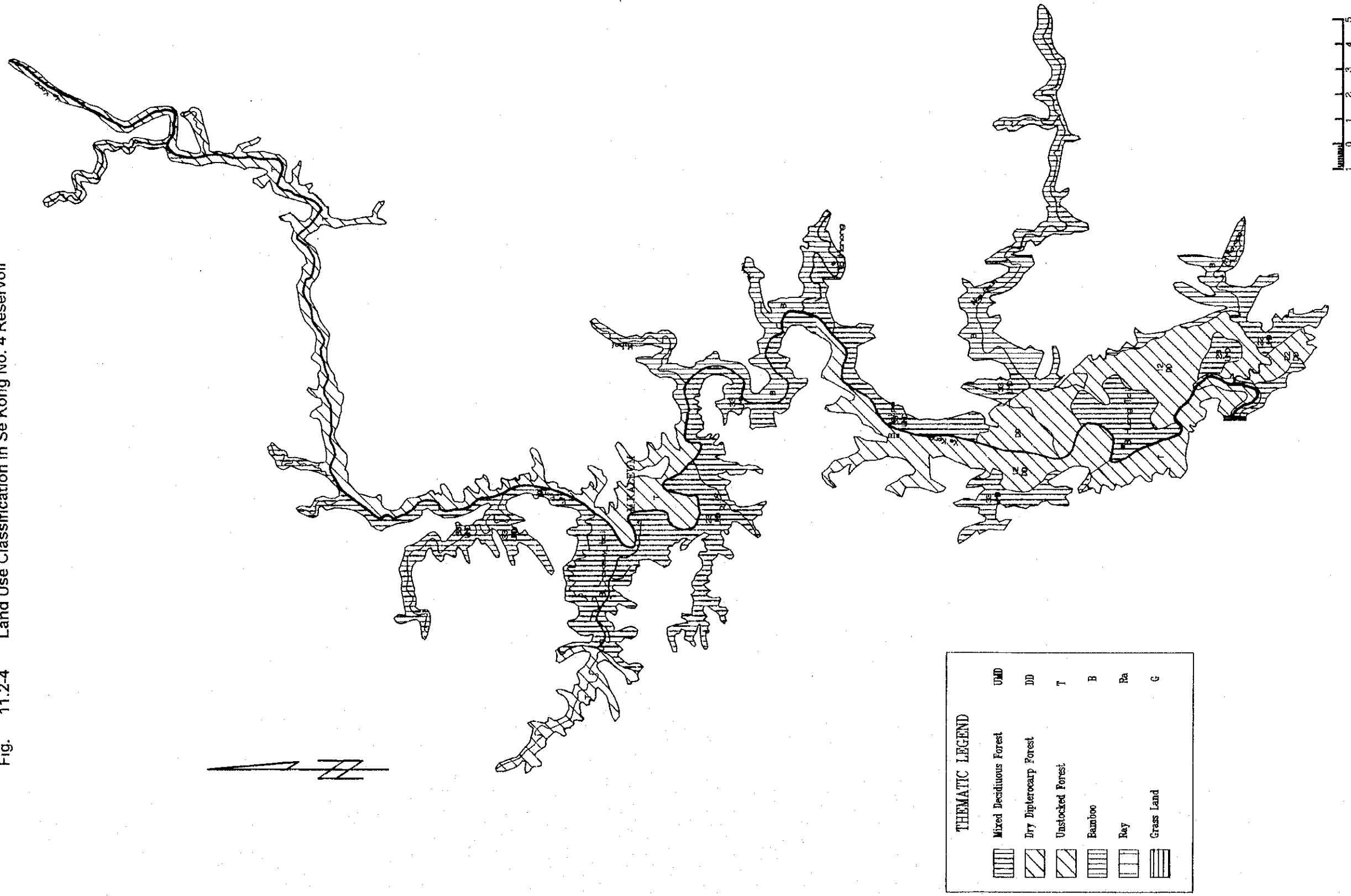


Fig. 11.2-4 Land Use Classification in Se Kong No. 4 Reservoir



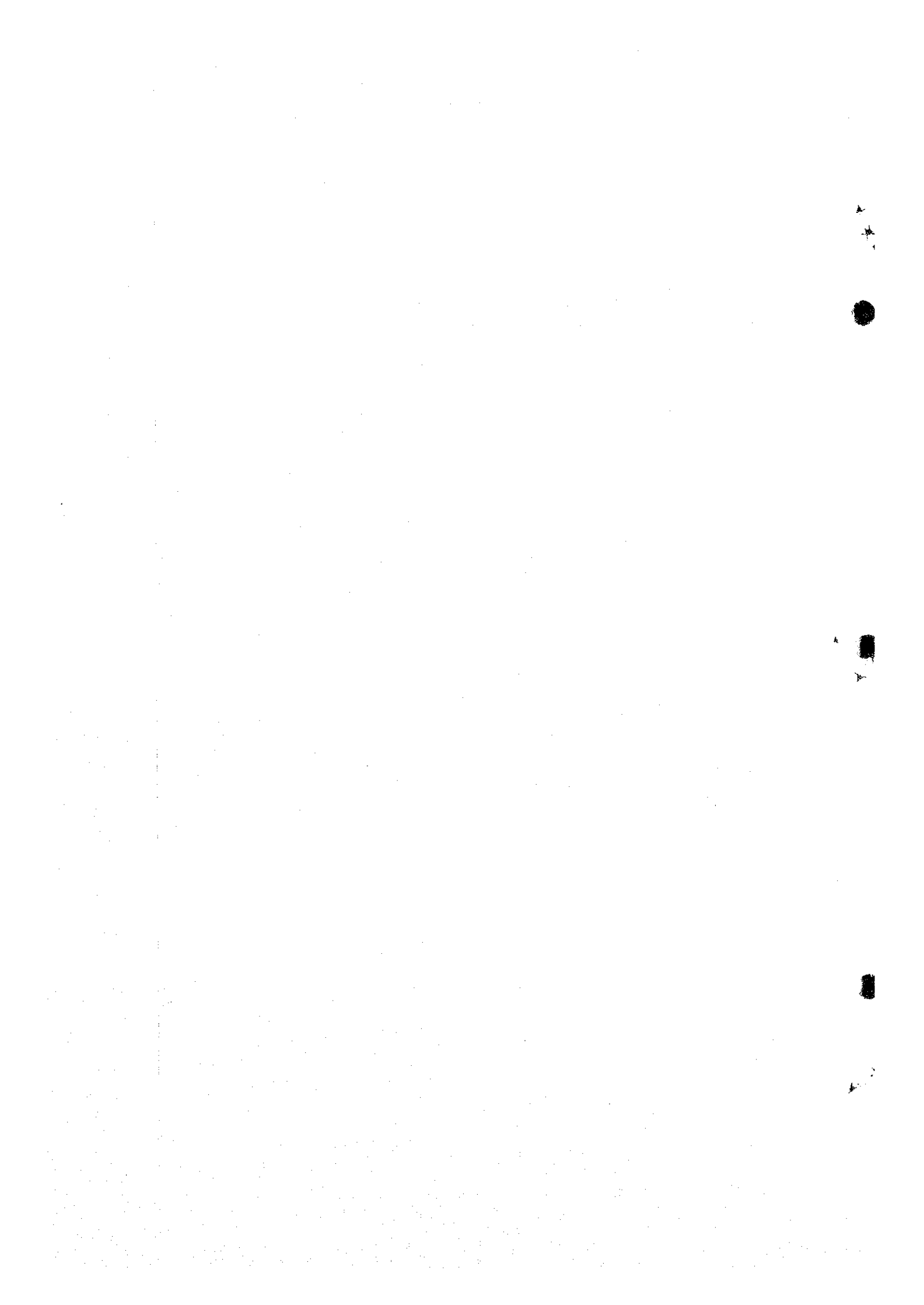
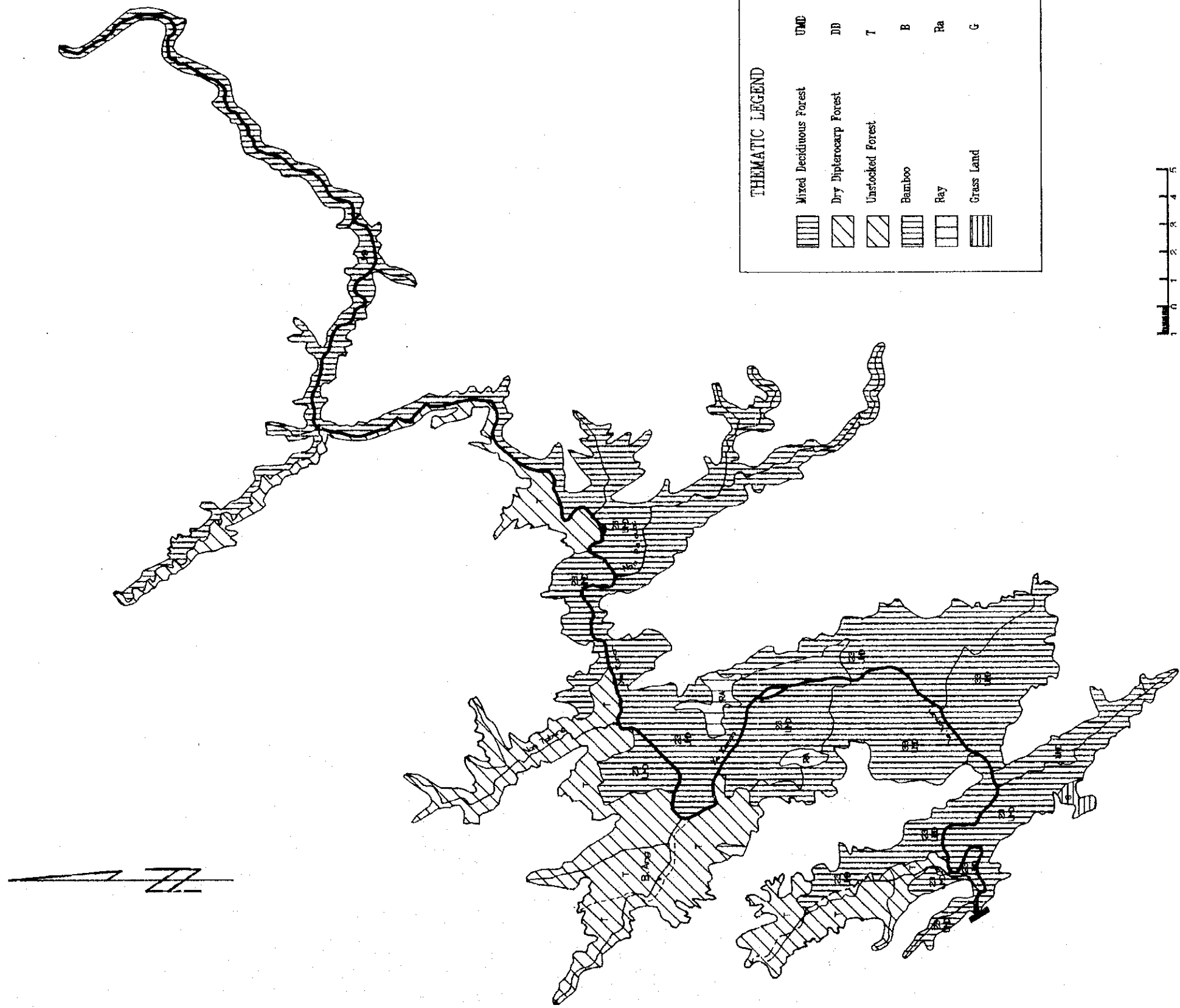


Fig. 11.2-5 Land Use Classification in Xe Kaman No. 1 Reservoir



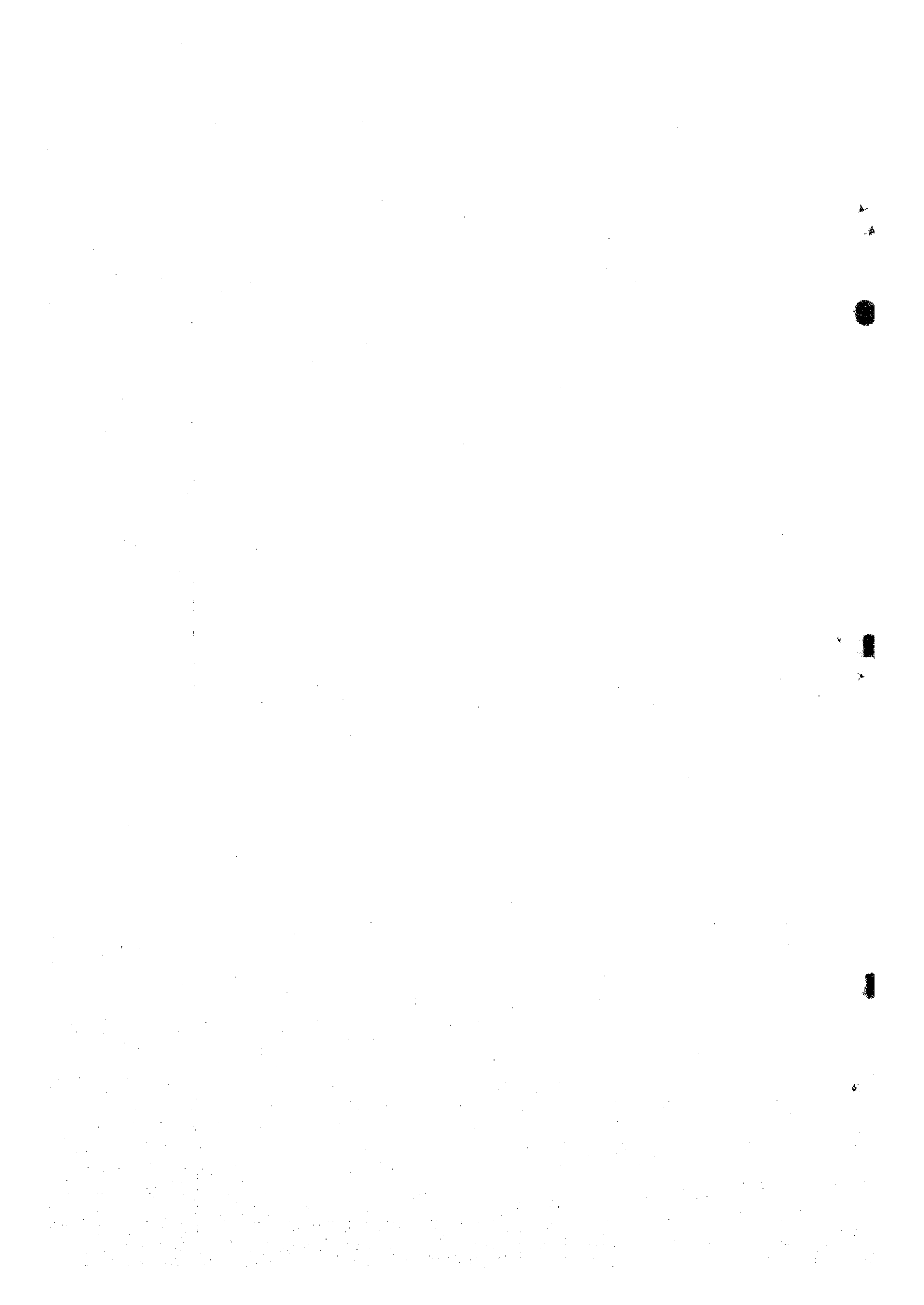
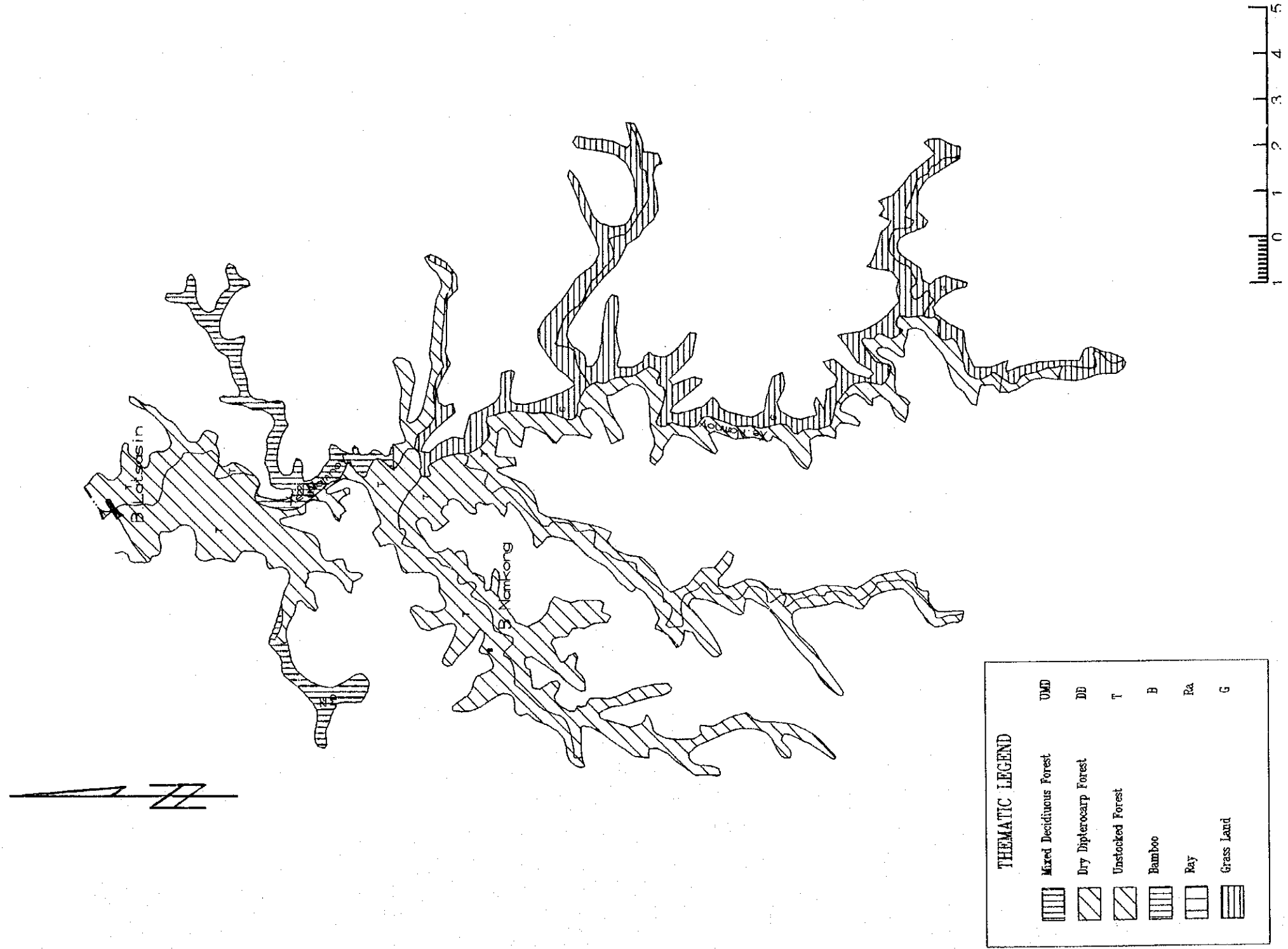
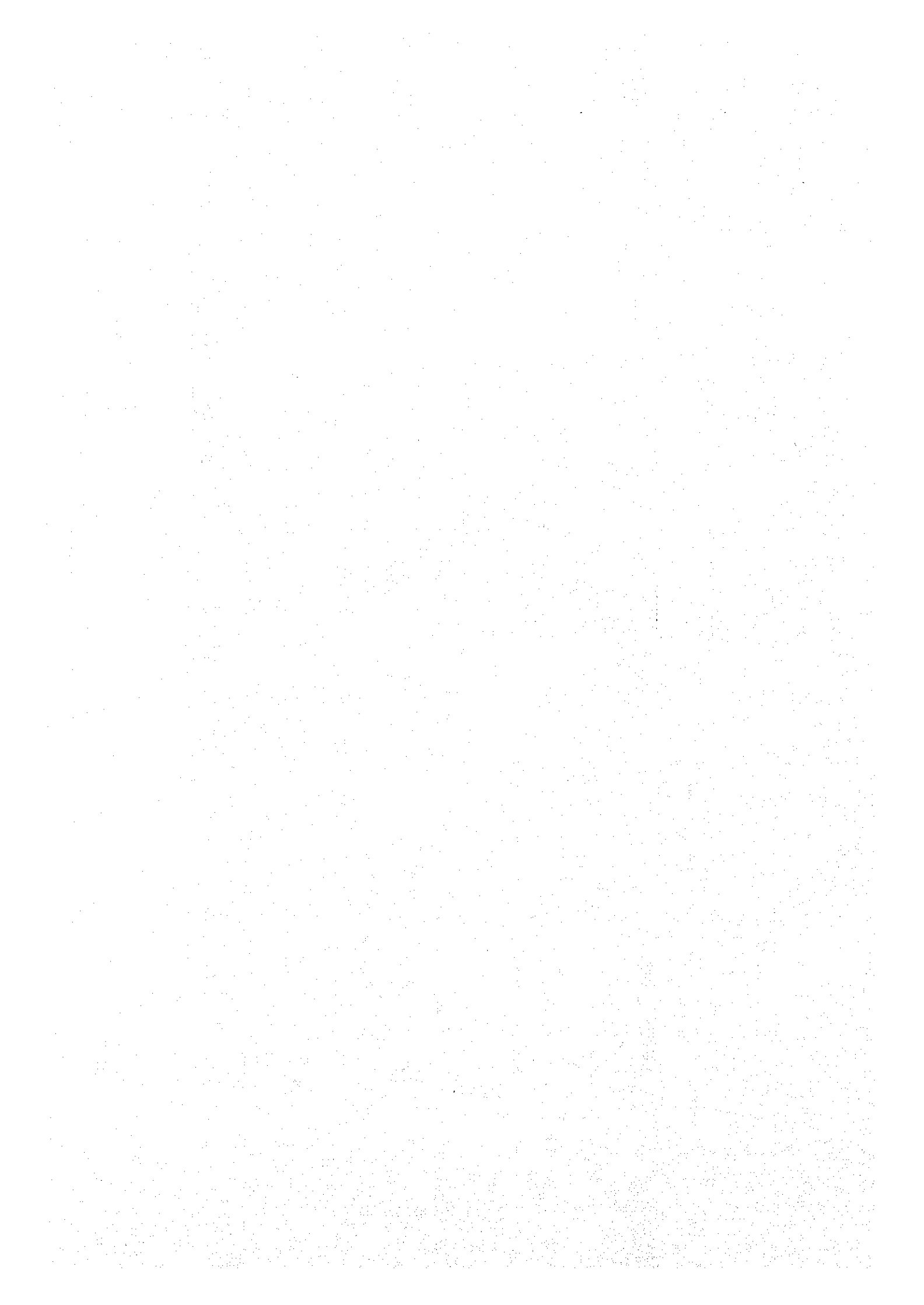
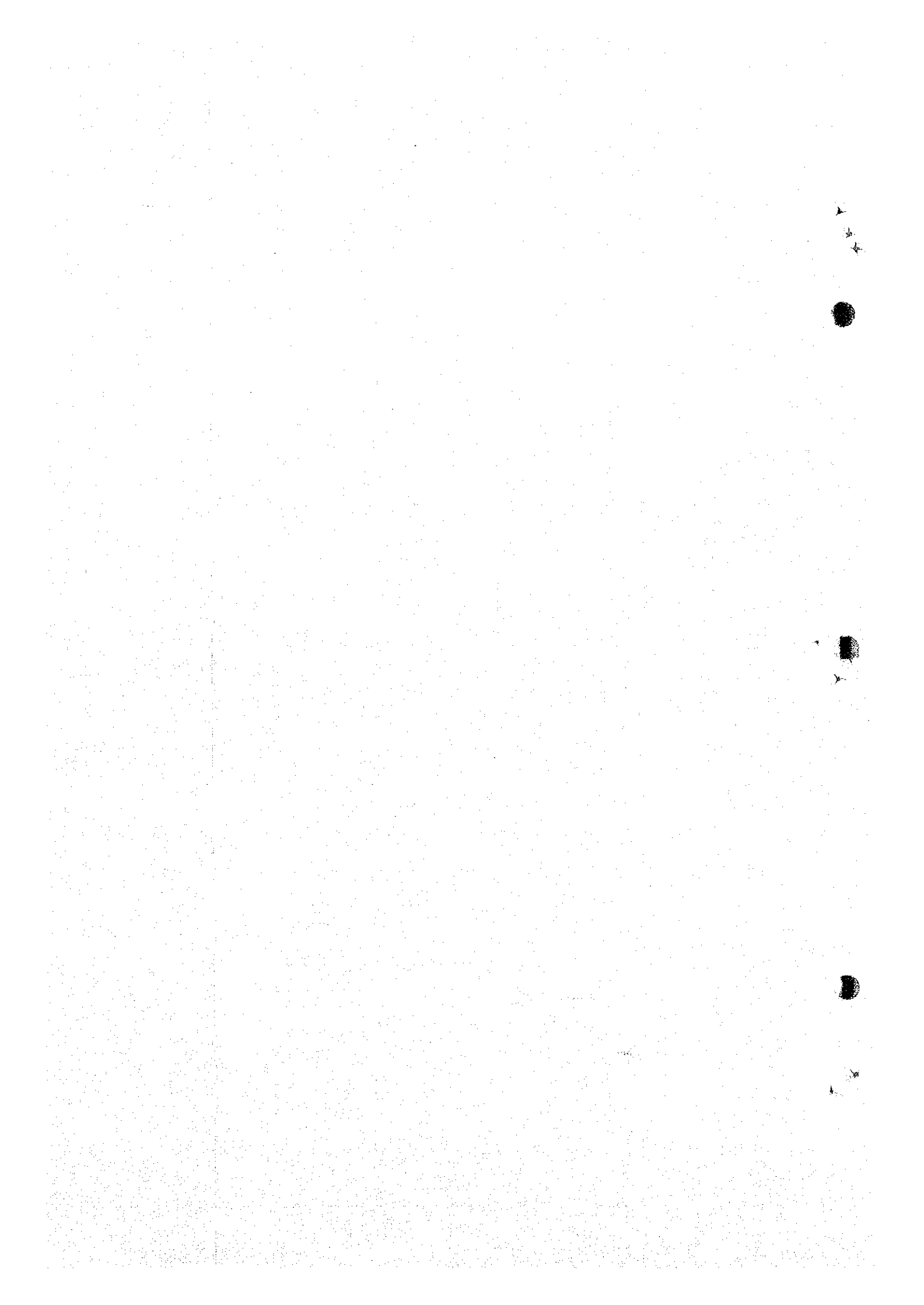
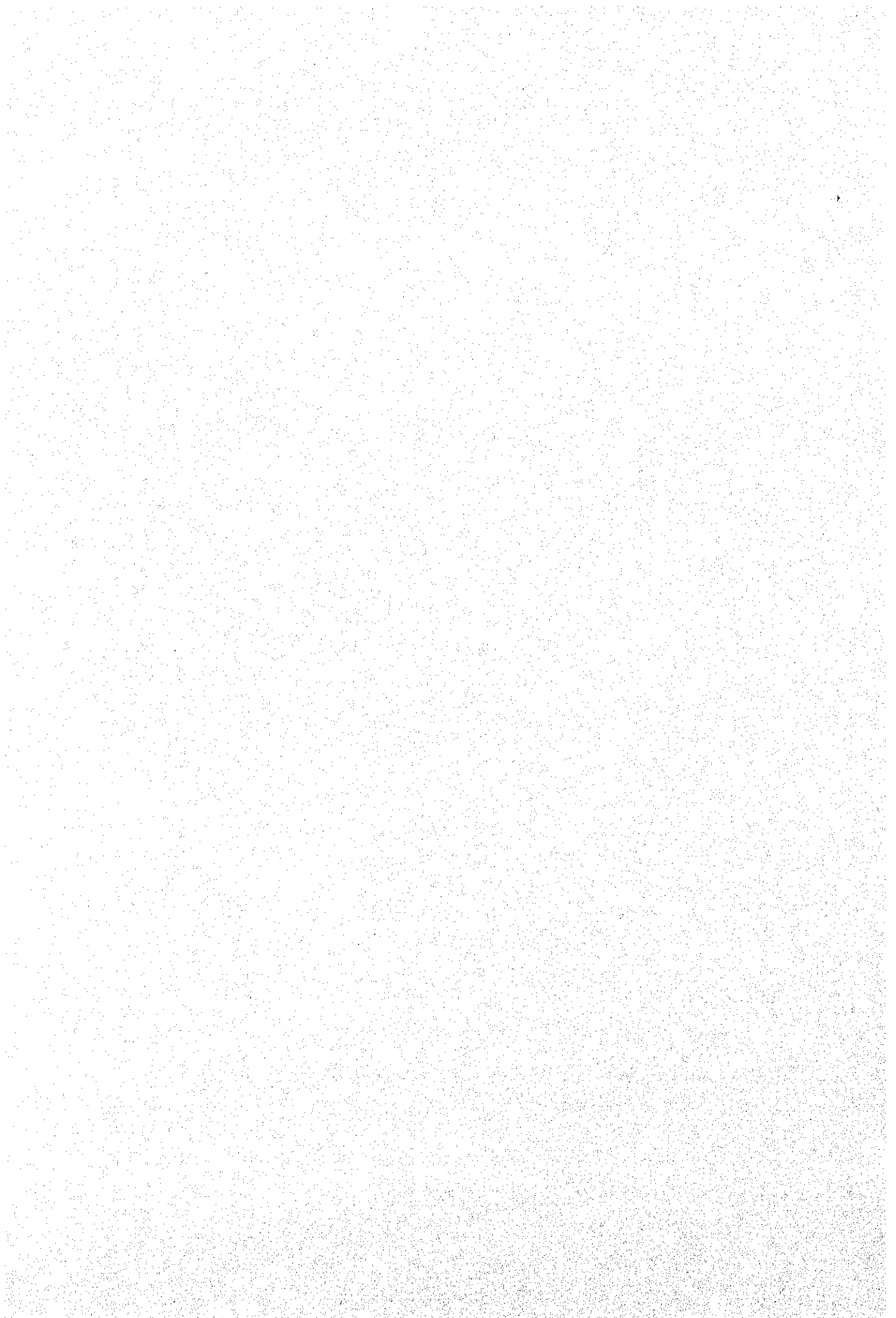


Fig. 11.2-6 Land Use Classification in Xe Namnoy Reservoir









11.3 補償

補償費は、以下の方針および前提条件により算出したが、あくまで多くの想定を含む概算額であるので、今後周辺を含む水没地域すべての集落の人口、家屋・農地等の資産、社会資本、民族種別等についての実地による調査、および移転に関する住民の意識、希望等の調査を実施するとともに、中央および地元政府の意見等も取り入れた上、見直す必要がある。

また、現在は移転対象として水没区域内集落のみを対象としているが、今後集落間の交流状況等地域の実情を調査の上、場合によっては周辺の集落をも対象とする必要がある。

11.3.1 補償費の算定方針

政府は、焼畑農業を止めさせ定地農耕を推進することを住民の移住に当たっての方針としているので、本補償費算定上の水没移転計画においても移転地は水稻等の農業に適する平地を想定し、移転先の社会資本整備における効率等を考えて1プロジェクト・1移転地の集団移転計画とした。

水没住居・農地等に対する補償は、移転先における現物補償を基本とした。

11.3.2 補償費算定上の前提条件

- 移転先の土地は政府供与とし、無償とする。
- 1世帯当たり1 haを所有地として準備する。
- 1世帯当たり平均1 haの農地を準備する。
- 移転直後2年間の生活費および食料補助として、一世帯当たり平均75万 kipを計上する。
- 次の基本的社会資本を整備するものとする。現在の水没区域内集落は、これら社会資本のほとんどを持っていないと見られるが、集団移転により移転先が大規模化するため、および住民に対し移転へのインセンティブを与えるために、整備するものとした。

集会所、寺院、学校、医療施設、役場、市場、井戸、電気、灌漑施設、道路（無舗装、移転地は既存道路に近接しているものとし、移転地内の道路のみを計上した。）

11.3.3 補償費の算定結果

各プロジェクト毎に3 caseの満水位について概算補償費を算定した。算定結果は、Table 11.3-1～11.3-4のとおりである。

Table 11.3-1 Summary of Estimated Compensation Cost

Item	Unit	Unit Price (kip)	Se Kong No.4 (HWL 290m)		Xe Namnoy Mid. (HWL 765m)		Xe Kaman No.1 (HWL 260m)	
			Qty	Cost (1000 kip)	Qty	Cost (1000 kip)	Qty	Cost (1000 kip)
Population	No.	-	3,439	-	681	-	589	-
Household	No.	-	425	-	140	-	74	-
Acquisition Land	ha	-	85	-	28	-	5	-
1. Village								
Land Clearing & Grubbing	ha	100,000	85	8,500	28	2,800	15	1,500
House Construction	No.	3,500,000	425	1,487,500	140	490,000	74	259,000
2. Agriculture Land								
Rice Field Construction	ha	750,000	425	318,750	140	105,000	74	55,500
Irrigation System	ha	200,000	425	85,000	140	28,000	74	14,800
3. Supplementary Wages	No.	750,000	425	318,750	140	105,000	74	55,500
4. Infrastructures								
Unpaved Road	km	7,000,000	4	28,000	1.5	10,500	1	7,000
Power Line	km	11,500,000	10	115,000	4	46,000	3	34,500
Village Hall/Temple	m ²	100,000	400	40,000	250	25,000	200	20,000
School	m ²	75,000	400	30,000	250	18,750	200	15,000
Hospital/Health Center	m ²	100,000	200	20,000	100	10,000	100	10,000
Public Administration	m ²	75,000	200	15,000	100	7,500	50	3,750
Market	m ²	65,000	500	32,500	-	-	-	-
Deep Well	No.	2,500,000	4	10,000	2	5,000	1	2,500
Shallow Well	No.	50,000	20	1,000	6	300	4	200
5. Contingency				637,500		210,000		111,000
Total				3,147,500		1,063,850		590,250
Total (US\$)				4,500,000		1,500,000		900,000

Table 11.3-2 Estimated Compensation Cost (Se Kong No.4)

Item	Unit	Unit Price (kip)	H.W.L. E1. 280m		H.W.L. E1. 300m		H.W.L. E1. 320m	
			Qty	Cost (1000 kip)	Qty	Cost (1000 kip)	Qty	Cost (1000 kip)
Population	No.	-	3,439	-	3,557	-	3,557	-
Household	No.	-	425	-	438	-	438	-
Acquisition Land	ha	-	85	-	88	-	88	-
1. Village								
Land Clearing & Grubbing	ha	100,000	85	8,500	88	8,800	88	8,800
House Construction	No.	3,500,000	425	1,487,500	438	1,533,000	438	1,533,000
2. Agriculture Land								
Rice Field Construction	ha	750,000	425	318,750	438	328,500	438	328,500
Irrigation System	ha	200,000	425	85,000	438	87,600	438	87,600
3. Supplementary Wages								
Supplementary Wages	No.	750,000	425	318,750	438	328,500	438	328,500
4. Infrastructures								
Unpaved Road	km	7,000,000	4	28,000	4	28,000	4	28,000
Power Line	km	11,500,000	10	115,000	10	115,000	10	115,000
Village Hall/Temple	m ²	100,000	400	40,000	400	40,000	400	40,000
School	m ²	75,000	400	30,000	400	30,000	400	30,000
Hospital/Health Center	m ²	100,000	200	20,000	200	20,000	200	20,000
Public Administration	m ²	75,000	200	15,000	200	15,000	200	15,000
Market	m ²	65,000	500	32,500	500	32,500	500	32,500
Deep Well	No.	2,500,000	4	10,000	4	10,000	4	10,000
Shallow Well	No.	50,000	20	1,000	20	1,000	20	1,000
5. Contingency								
Contingency				637,500		657,000		657,000
Total				3,147,500		3,234,900		3,234,900
Total (US\$)				4,500,000		4,600,000		4,600,000

Table 11.3-3 Estimated Compensation Cost (Xe Kaman No.1)

Item	Unit	Unit Price (kip)	H.W.L. E1. 260m		H.W.L. E1. 280m		H.W.L. E1. 300m	
			Qty	Cost (1000 kip)	Qty	Cost (1000 kip)	Qty	Cost (1000 kip)
Population	No.	-	589	-	589	-	589	-
Household	No.	-	74	-	74	-	74	-
Acquisition Land	ha	-	15	-	15	-	15	-
1. Village								
Land Clearing & Grubbing	ha	100,000	15	1,500	15	1,500	15	1,500
House Construction	No.	3,500,000	74	259,000	74	259,000	74	259,000
2. Agriculture Land								
Rice Field Construction	ha	750,000	74	55,500	74	55,500	74	55,500
Irrigation System	ha	200,000	74	14,800	74	14,800	74	14,800
3. Supplementary Wages	No.	750,000	74	55,500	74	55,500	74	55,500
4. Infrastructures								
Unpaved Road	km	7,000,000	1	7,000	1	7,000	1	7,000
Power Line	km	11,500,000	3	34,500	3	34,500	3	34,500
Village Hall/Temple	m ²	100,000	200	20,000	200	20,000	200	20,000
School	m ²	75,000	200	15,000	200	15,000	200	15,000
Hospital/Health Center	m ²	100,000	100	10,000	100	10,000	100	10,000
Public Administration	m ²	75,000	50	3,750	50	3,750	50	3,750
Market	m ²	65,000	-	-	-	-	-	-
Deep Well	No.	2,500,000	1	2,500	1	2,500	1	2,500
Shallow Well	No.	50,000	4	200	4	200	4	200
5. Contingency				111,000		111,000		111,000
Total				590,250		590,250		590,250
Total (US\$)				900,000		900,000		900,000

Table 11.3-4 Estimated Compensation Cost (Xe Namnoy Midstream)

Item	Unit	Unit Price (kip)	H.W.L. El. 740m		H.W.L. El. 760m		H.W.L. El. 780m	
			Qty	Cost (1000 kip)	Qty	Cost (1000 kip)	Qty	Cost (1000 kip)
Population	No.	-	379	-	681	-	845	-
Household	No.	-	80	-	140	-	170	-
Acquisition Land	ha	-	16	-	28	-	34	-
1. Village								
Land Clearing & Grubbing	ha	100,000	16	1,600	28	2,800	34	3,400
House Construction	No.	3,500,000	80	280,000	140	490,000	170	595,000
2. Agriculture Land								
Rice Field Construction	ha	750,000	80	60,000	140	105,000	170	127,500
Irrigation System	ha	200,000	80	16,000	140	28,000	170	34,000
3. Supplementary Wages	No.	750,000	80	60,000	140	105,000	170	127,500
4. Infrastructures								
Unpaved Road	km	7,000,000	1.0	7,000	1.5	10,500	2.0	14,000
Power Line	km	11,500,000	3	34,500	4	46,000	5	57,500
Village Hall/Temple	m ²	100,000	200	20,000	250	25,000	300	30,000
School	m ²	75,000	200	15,000	250	18,750	300	22,500
Hospital/Health Center	m ²	100,000	100	10,000	100	10,000	150	15,000
Public Administration	m ²	75,000	50	3,750	100	7,500	150	11,250
Market	m ²	65,000	-	-	-	-	-	-
Deep Well	No.	2,500,000	1	2,500	2	5,000	3	7,500
Shallow Well	No.	50,000	4	200	6	300	8	400
5. Contingency				120,000		210,000		255,000
Total				630,550		1,063,850		1,300,550
Total (US\$)				900,000		1,500,000		1,900,000

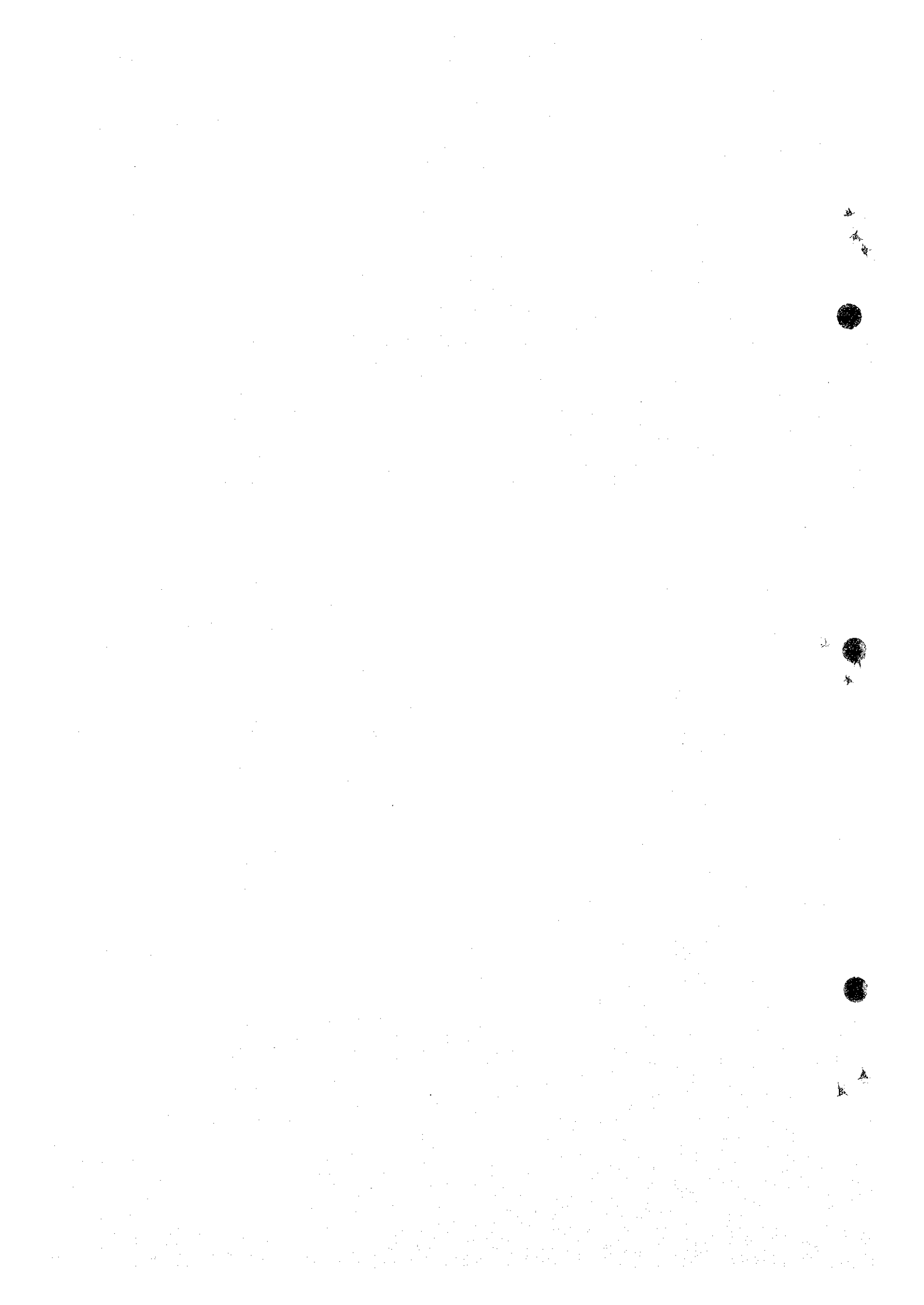
第12章 運用計画

第12章 運用計画

	頁
12.1 電源開発プログラムのレビューと検討	12-1
12.1.1 ラオス国における電力開発計画の現状	12-1
12.1.2 Se Kong 川流域の水力開発計画の位置付け	12-3
12.2 送電計画	12-6
12.2.1 ラオス国の送電線拡張計画の現状	12-6
12.2.2 Se Kong 川の開発地点の送電線計画	12-6
12.3 貯水池および発電設備の運用計画	12-15
12.3.1 貯水池運用計画の基本条件	12-15
12.3.2 発電設備運用計画の基本条件	12-16

List of Figures

<u>Figures</u>	<u>Description</u>
Fig. 12.2-1	Future Plan of Power System in Laos
Fig. 12.2-2	Future Plan of Power System in the Se Kong Basin



第12章 運用計画

12.1 電源開発プログラムのレビューと検討

12.1.1 ラオス国における電力開発計画の現状

(1) 国内電力供給計画

ラオス国における国内向けの電力供給は、第3章で述べたように、首都Vientiane地域その他、主要な地域毎に独立した電力系統によって実施されており、配電網が整備されているのは都市部周辺に限られているのが現状である。これらには、Nam Ngum水力（150MW）を電源とするVientiane系統や、Selabam水力（5MW）およびXe Set水力（45MW）を電源とするPakse市周辺地域の系統に見られるラオス国内の主要水力を電源とする系統と、国内に電源を持たず、タイの系統と連系されて輸入電力に頼るSavannaket地域およびThakhek地域の系統がある。

この他に1MW以下の小規模（ミニあるいはマイクロ）水力やディーゼル発電機を電源とする小規模な配電が行われている地域がある。しかし、ディーゼルを電源とする地域では、発電コストが高いこともあり、夜間の3時間程度の電灯用電力の供給が行われているに過ぎない。Sekong県およびAttapu県の中心であるSekong町やAttapu町でも、ディーゼルを電源とする時間供給の体制が採られている。

さらに、地方の山村地域では、ほとんどの地域が電化されていない状況にある。しかし、このような無電化地域においても、エンジン発電機による自家発電を行っている家庭もある。

このような状況に対して、ラオス国の基本政策として、以下の2つの方法による電力供給計画が考えられている。

a) 大-中規模電源の開発

第一の方法として、電力輸出を主目的とする大-中規模電源を開発し、併せて国内需要地までの送変電設備を整備することによって、国内にも電力を供給する方法がある。

この方法による電化事業は、当面は需要の中心となる地区への電力供給に対して適用され、順次送配電設備を整備して系統を拡張しながら、供給区域を広げていく方針が採られている。既に、Luang PrabangとNam Ngum水力発電所を結ぶ送電線の建設や、Xe Set水力発電所とSaravane地域を結ぶ送変電設備の整備事業等

で実施に移されている。

また、今後の開発地点の調査も、先進各国や国際援助機関の協力、さらに、外国の民間セクターの開発業者によって実施されている。

b) 分散型小規模電源の開発

第2の方法として、地方の山村地域に分散する村落への電力供給を目的とする、分散型小規模電源の開発がある。

需要の中心地から離れた山村地域の電化に対して上記の a) の方法を適用する場合、需要規模に比べて大きな投資が必要となり非効率である。これを避けるために、遠隔地域の電化には分散型小規模電源による電化を適用する方針が採られている。このようなやり方は、ラオス国において以前から実施されている。また、現在、Mekong委員会の協力によるミニ水力開発のモデルプラント事業が進められている。

(2) 電力輸出計画

ラオス国内にはMekong河の支流の豊富な水力資源があるが、人口が少ないことや、一次産業主体の産業構造であることから、国内の電力需要は供給力に比べて非常に小さい。したがって、ラオスにおける大一中規模の水力開発は、国内への電力供給だけを考えた場合には成立せず、近隣諸国への電力輸出を主目的とする開発が前提となる。一方、ラオスの周辺には、電力需要の規模が大きくまた急速な伸びを見せている地域がある。このような条件を生かして、ラオスでは国内の水力開発で得られる電力を近隣諸国へ輸出することで、経済発展を図る政策が実行されつつある。

これに関しては、隣接するタイ国内の急速な電力需要の伸びを背景に、西暦2000年までに1,500MWの電力をラオスからタイへ輸出することが、1993年にラオス政府とタイ政府との間で合意されている。また、既設のNam Ngum発電所をはじめラオス国内の4ヶ所でタイの電力系統と連系され、従来から電力輸出入が行われていることや、ラオス国内の他の地点においても、地理的にタイとの連系送電線を建設することが容易であることから、当面はタイ国への電力輸出を前提とする水力開発が行われることになると予想される。

具体的なプロジェクトとしても、ラオス中部のNam Theun川のNam Theun Hinboun 水力(210MW)をはじめ、水力を中心とするいくつかの電源開発計画が、

タイ国への電力輸出を前提として、2000年までの完成を目指して進められつつある。

一方、ラオスと国境を接する国としては、タイ以外に中国、ベトナム、カンボジア、ミャンマーの4ヶ国がある。これらの国々においても市場経済の導入による急速な経済発展が進んでおり、これに伴って電力需要も急速な伸びを示している。したがって、現時点では具体的な計画はないものの、将来的には、これらの隣接諸国への電力輸出が現実化する可能性もある。

12.1.2 Se Kong河流域の水力開発計画の位置付け

(1) 国内供給力としての位置付け

Se Kong河流域はラオス国の南部地域に位置している。したがって、Se Kong河流域における水力開発については、12.1.1 (1) で述べた国内電力供給計画の方針により、ラオス南部地域が電力供給の対象地域となる。

ラオス南部地域には、Champasak、Saravane、Attapu、SekongおよびSavannakhetの5県がある。このうち、ChampasakおよびSaravaneの2県については、既設のXe Set水力(45MW)およびSelabam水力(5 MW)を電源とする送配電設備を有しており、それぞれの県の中心であるPakse市およびSaravane町の周辺地域に電力供給が行われている。この系統のピーク需要は1993年で約4 MWしかなく、雨期には殆どの電力がタイへ輸出されている。これに対して乾期にはXe Set発電所の発電能力が3 MW以下に低下するため、逆にタイからの電力輸入を行っている状況にある。また、Sekong、Attapuの2県については、現在、Sekong町とAttapu町で、200kW程度のディーゼル発電機を電源とする配電網によって、夜間の3時間前後の間だけ電力供給が行われているに過ぎない。さらに、Savannakhetの系統に於いては系統内に電源設備がなく、タイからの輸入電力が供給されている。

このように、ラオス南部地域における電力供給体制は確立されておらず、本格的な整備はこれからの状況にある。一方で、この地域の水力開発ポテンシャルの中で、Se Kong河流域のポテンシャルが特に大きな位置を占めている。このため、Se Kong川における水力開発は、電力輸出だけでなく、ラオス南部地域の電力供給に対しても重要な役割を担っている。

ここで、上記の5県のうち最も北に位置するSavannakhet県については、距離的にSe Kong川の流域から遠い位置にある。したがって、送電線の建設コストと

Savannakhet地域の需要規模を考慮すると、当面はタイからの電力輸入を継続する方が経済的である。また、Savannakhet県は、現在ラオス中部のNam Theun川流域で進められている水力開発地点からの方が近い位置にあり、Nam Theun川の水力開発プロジェクトの電力が供給される計画となっている。これらのことから、Savannakhet県は、Se Kong川流域の水力開発による国内への電力供給対象地域から除外される。一方、Champasak、Saravane、Sekong、Attapuの4県については、Se Kong川流域に近い位置にあり、Se Kong川の水力開発によって電力を供給するのが効率的である。

以上により、Se Kong川流域における大一中規模水力開発は、その主目的である近隣国への電力輸出の他に、ラオス国南部地域5県のうち、Svannaketを除く4県に対して、それらの主要な需要地への電力供給を行うことが前提となる。

(2) 輸出用電力としての位置付け

12.1.1 (2) で述べたように、ラオスにおける大一中規模の水力開発については、当面はタイへの電力輸出が前提となる。現在、既にいくつかのプロジェクトがタイへの電力輸出を前提として、2000年までに実施される予定になっている。これらのプロジェクトは、2000年までに1,500MWを輸出するという両国政府間の合意に基づくものであり、この目標に沿って計画されている。これらのプロジェクトの開発が順調にすすめば、当面の輸出目標出力が達成されることになる。一方、タイの電力需要の伸びは年間約8%と予測されており、これを賄うためには毎年1,000MW程度以上の電力を開発していく必要がある。タイではこのうちのある程度の部分を輸入電力で賄う方針が示されており、2000年以降についてもラオスにおける電力開発の需要はあると見ることができる。したがって、Se Kong川流域における水力開発は、上記のプロジェクトに続いて2000年以降に実施される開発計画として位置付けられることになる。

ここでラオス全体を見ると、既設Nam Ngum水力発電所のあるNam Ngum川流域での新規水力の開発計画をはじめとして、多くのプロジェクトが立案されており、Se Kong川流域の水力開発はこれらと競合することになる。多くの開発候補地点の中で開発順位を検討する場合には、各候補計画の開発規模、建設および保守運転コスト、系統の供給信頼度などを考慮して、系統全体としての長期の費用が最小にな

るようにする手法が用いられることが多い。

これについては、ラオスにおける電力開発は輸出を主目的としているため、自国内の条件よりも、むしろ電力の輸出先となる国の電力系統の条件で検討を行う必要がある。しかし、現在立案されているプロジェクトの多くは調査の初期段階にあり、現段階で各プロジェクトを比較して開発順位を検討することは難しい。さらに、ラオスにおける電力開発では、各プロジェクト毎に民間資本を導入して開発をすすめるケースが多く、現実には全体の開発順位を客観的に決定しにくい状況にある。

したがって、現時点では、第7章で選定したSe Kong川流域の3つの開発計画については、それぞれ、上述のように、2000年以降にタイへの電力輸出を前提として実施される開発計画と位置付ける。プロジェクトの開発順位および開発時期については、将来の次の調査段階での検討事項となる。

また、Se Kong川流域は、現在ベトナムで建設中のYali水力開発地点に近く、ここを經由して、既に1994年に完成して運用が開始されているベトナム南北連系送電線につなげ、ベトナム南部のホーチミン市を中心とする需要地に送電することが考えられ、この場合には有利な位置にある。したがって、Se Kong川流域の水力開発地点は、将来的にベトナムへの電力輸出が実施される場合に有利な開発地点としても位置付けられる。

12.2 送電計画

12.2.1 ラオス国の送電線拡張計画の現状

現在ラオス国の電力系統は、Vientiane市とその周辺地域に電力を供給するVientiane系統、Pakse市、Saravane市に供給する南部系統と、タイ国の送電網から受電しているThakhet市の系統およびSavannakhet市の系統に分かれており、電力の供給地域は主要都市とその周辺地域に限られている。いまだ、全国を連系する送電網は未完成である。

ラオス南部地域の電力系統は、1969年に運転開始し1994年に3MWの増設が行われたSelabam水力発電所(5MW)とPakse市のBangyo変電所(16MVA)を結ぶ22kV配電線40kmと、1991年にPakse市の北東70kmに開発されたXe Set水力発電所(45MW)の電力を直接Saravane地区へ配電する配電線およびBangyo変電所へ送電する115kV送電線によって構成されている。

また、Bangyo変電所とタイ国EGATのSirindhorn水力発電所36MWとの間は115kV 50kmの国際連系線で結ばれている。したがって、タイ国との間に115kV電線(Vientiane-Udon Thani, Bangyo-Sirindhorn)、22kV送電線(Thakhek-Nakone Phanom, Savannakhet-Mukadahan)の国際連系線を有している。

ラオス国の系統拡張計画としては、現在 Fig. 12.2-1 に示すように国内での230kV、115kVの計画、さらにタイ国への500kV連系、ならびにカンボジア国およびベトナム国への230kV送電線が計画されている。

12.2.2 Se Kong 川の開発地点の送電線計画

(1) 各開発計画地点の送電線計画

Se Kong川流域内の3計画地点(4発電所)からの送電線ルート調査については、ヘリコプターによる上空からの調査および既設道路を利用してルートの選定の予備調査を実施した。

ラオス南部の既設送電線路および本調査で計画したSe Kong川流域内の送電線ルートは Fig. 12.2-2 に示すとおりである。開発される各発電所から230kV送電線をPakseの東方約80kmのBan Houaykongに設ける変電所に集中させる。それぞれの230kV送電線の規模は次のとおりである。

線 路	長 度 (km)	電 圧 (kV) / 回線数	導 体	工 事 費 (M.US\$)
Se Kong No. 4	80	230 / 1	795MCM×2	12.6
Xe Kaman No. 1	140	230 / 1	1,272MCM×1	17.2
Xe Namnoy (中流)	10	230 / 1	1,272MCM×1	1.3
Xe Namnoy (中流+下流)	20	230 / 1	1,272MCM×1 + 795MCM×1	2.6

(2) 国際連系線計画

上記の地点で開発された電力をBan Houaykong変電所からタイ国のEGATのシステムと連系するため、ここではタイ国北東部のRoi Et変電所へ500kV 2回線 450kmを建設する計画とする。この送電線の建設費は200M.US\$と推定される。この他に、カンボジア国のPhnom Penh市ならびにベトナム国のYali発電所へそれぞれ230kV 2回線送電線で連系する計画を考える。

なお、タイ国への連系線ルートについてはEDLやその他の機関によりいくつかの案が検討されている。例えば南部地域においてもBolaven高原に変電所を新設し、タイのUbon Ratchaniに通じるルートも考えられている。本計画ではMIHとの協議によりRoi Et変電所に接続する案を採用した。タイ国への連系線計画の詳細については、他の発電所の開発計画を含めた総合的な送電線計画を別途に実施することが望ましい。

Ban HouaykongのEHV変電所は500kV 2回線：変圧器400MVA 2台および230kV 7回線：変圧器 50MVA 1台ならびに115kV 1回線の規模となり、その工事費は約50M.US\$と予想される。

(3) タイ国境までの送電線コストの比較検討

上記(2)で述べたように、各プロジェクトのコストは500kV変電所と送電線は含まれていない。しかし比較プランとして、タイ国境までの送電コストを次のように検討した。

(Unit: Million US\$)

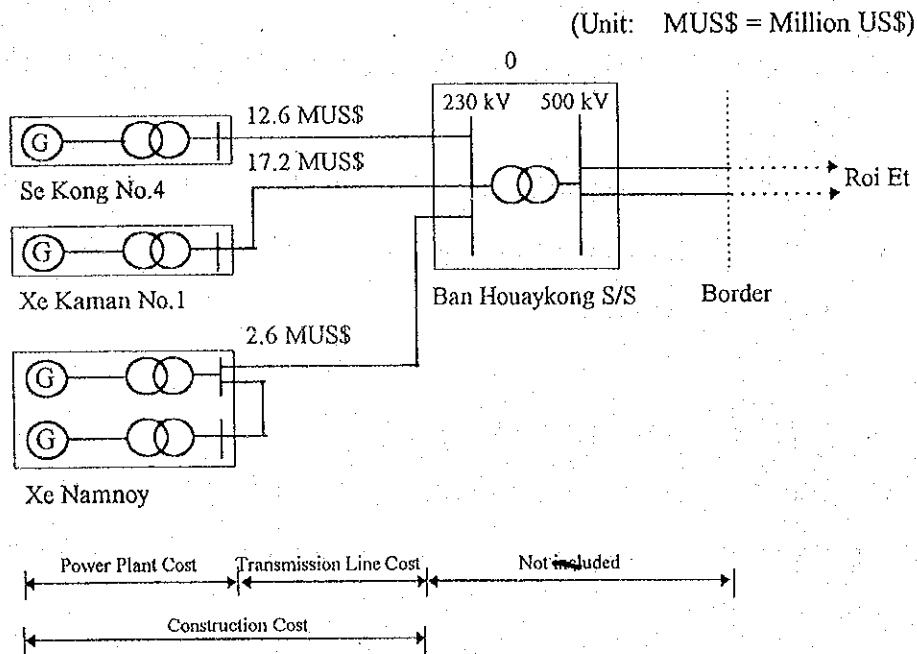
	Se Kong No. 1	Xe Kaman No. 1	Xe Namnoy	Total
Base	12.6	17.2	2.6	32.4
Case-1	56.7	42.7	33.0	132.4
Case-2	53.8	50.8	26.8	131.4

Case-2 includes 1 circuit of terminal equipment (CB, LS, and other) for the 2nd transmission line.

a) Base

230kV送電線は Ban Houaykong 変電所まで各発電所から適用される。500kV 2回線の送電線が変電所からタイ国境まで必要である。

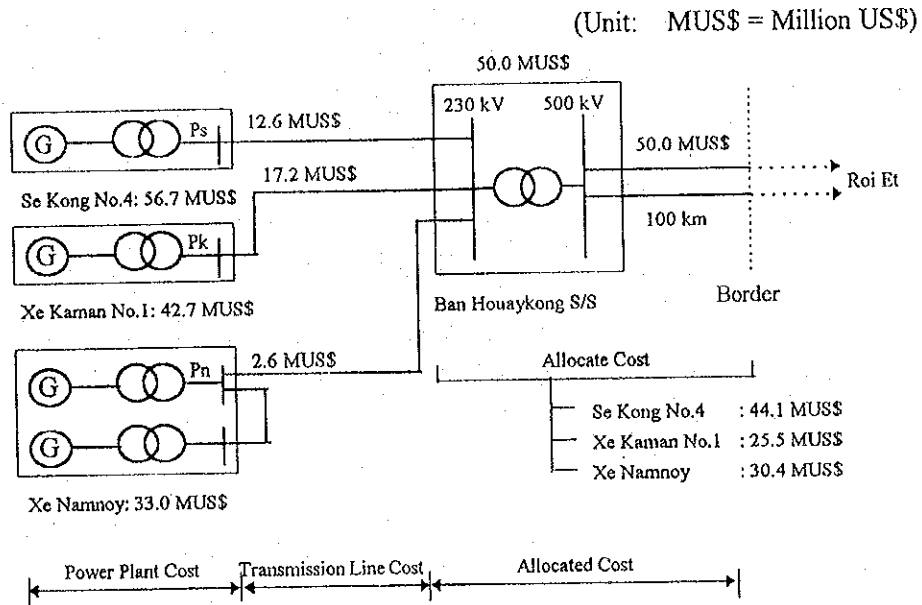
各発電所の建設コストは発電所から変電所までの230kV送電線コストを含み、共用される500kV送電線と変電所は各発電所の建設コストには含まれていない。



b) Case-1 : 送電線の配分

230kV送電線は各発電所から Ban Houaykong 変電所まで適用され、2回線の500kV送電線は Ban Houaykong 変電所からタイ国境まで必要である。

各発電所の建設コストは発電所から発電所までの230kV送電線と、さらに500kV送電線と500kV変電所のコストが発電所の容量配分で追加される。



Total Transmission Line Cost = 230 kV Transmission Line Cost
+ 500 kV Transmission Line and Substation Cost x Capacity/Total Capacity

In case of Se Kong No.4

$$\begin{aligned} \text{Total Transmission Line Cost} &= 230 \text{ kV Transmission Line Cost} \\ &+ 500 \text{ kV Transmission Line Cost} \times P_s / (P_s + P_k + P_n) \\ &= 12.6 \text{ MUS\$} + 44.1 \text{ MUS\$} \\ &= 56.7 \text{ MUS\$} \end{aligned}$$

In case of Se Kong No.1

$$\begin{aligned} \text{Total Transmission Line Cost} &= 230 \text{ kV Transmission Line Cost} \\ &+ 500 \text{ kV Transmission Line Cost} \times P_k / (P_s + P_k + P_n) \\ &= 42.7 \text{ MUS\$} \end{aligned}$$

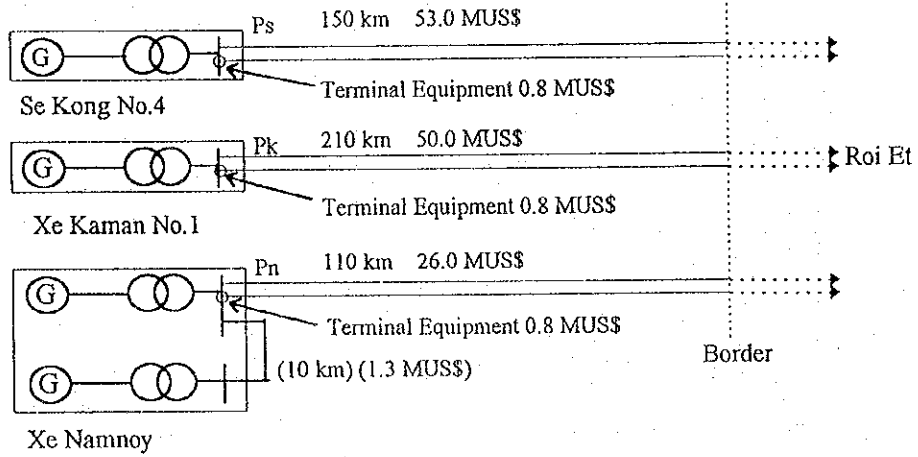
In case of Se Kong No.4

$$\begin{aligned} \text{Total Transmission Line Cost} &= 230 \text{ kV Transmission Line Cost} \\ &+ 500 \text{ kV Transmission Line Cost} \times P_n / (P_s + P_k + P_n) \\ &= 33.0 \text{ MUS\$} \end{aligned}$$

C) Case-2 : 独立した送電線

各発電所のコストは発電所からタイ国境までのそれぞれ独立した230kV送電線のコストが含まれる。

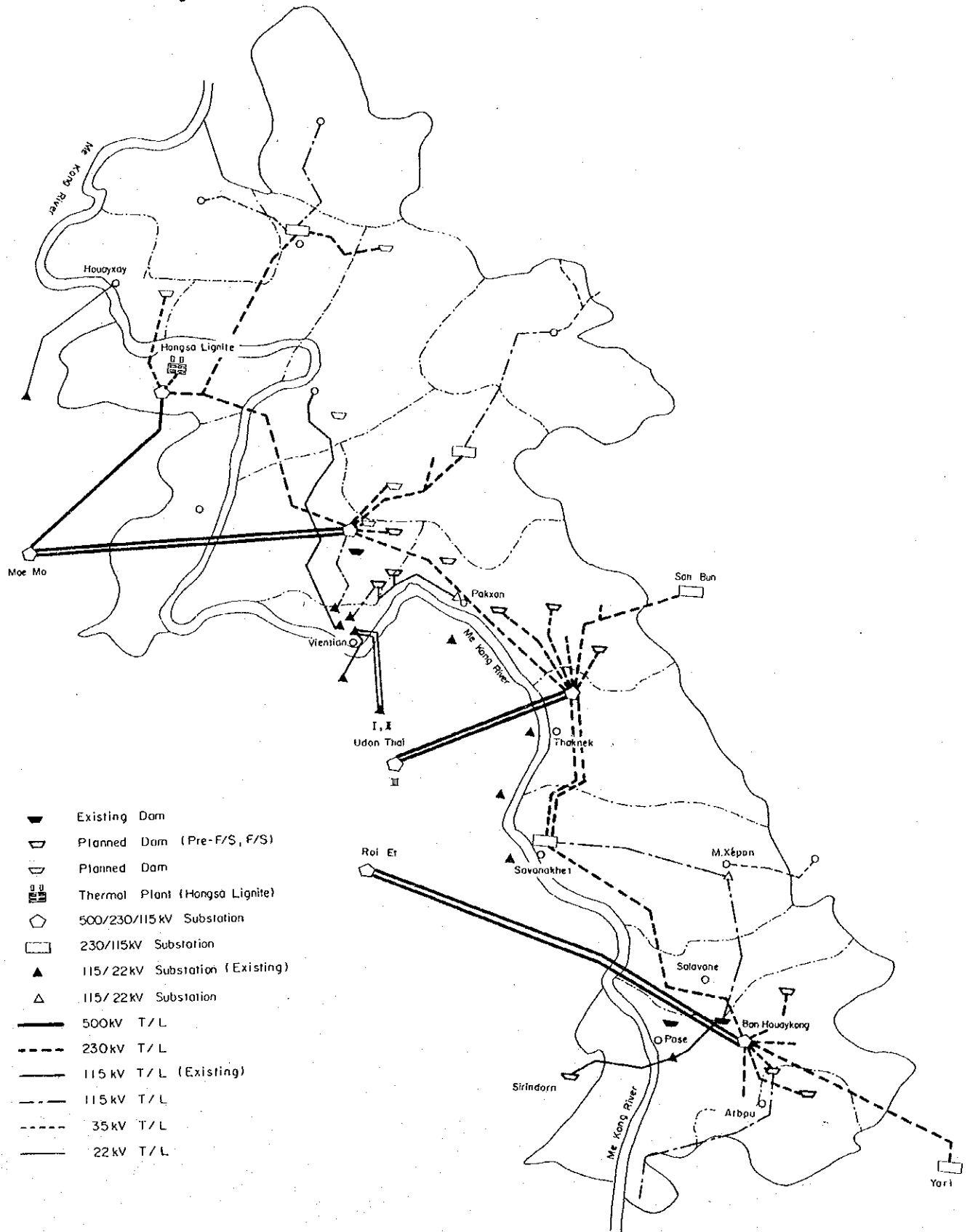
(Unit: MUS\$ = Million US\$)

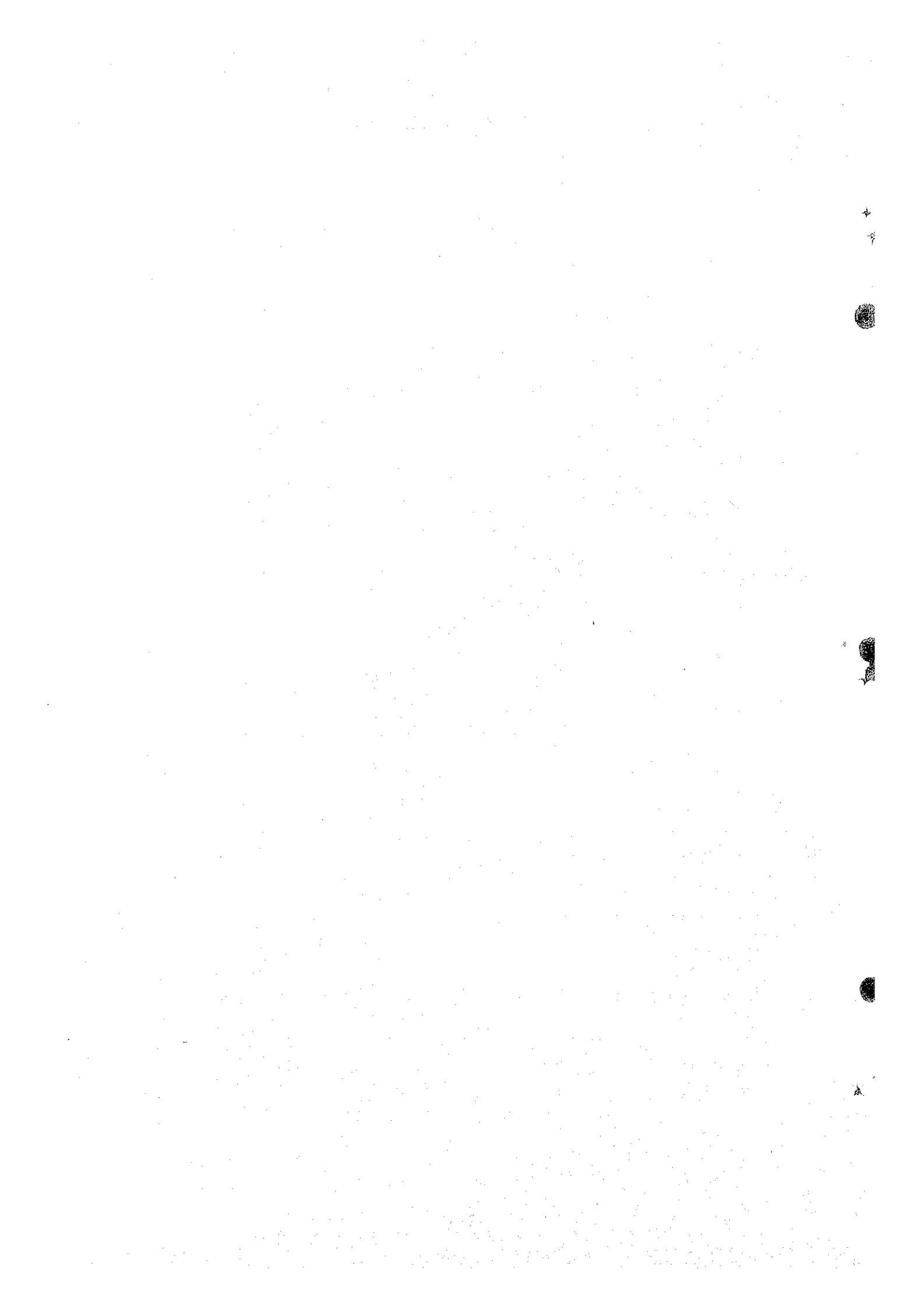


(4) プロジェクト地域内の送電計画

ラオス国内南部の供給対象地域への電力供給のための送電計画は、4.2章で述べたように各発電所から直接供給する。

Fig. 12.2-1 Future Plan of Power System in Laos





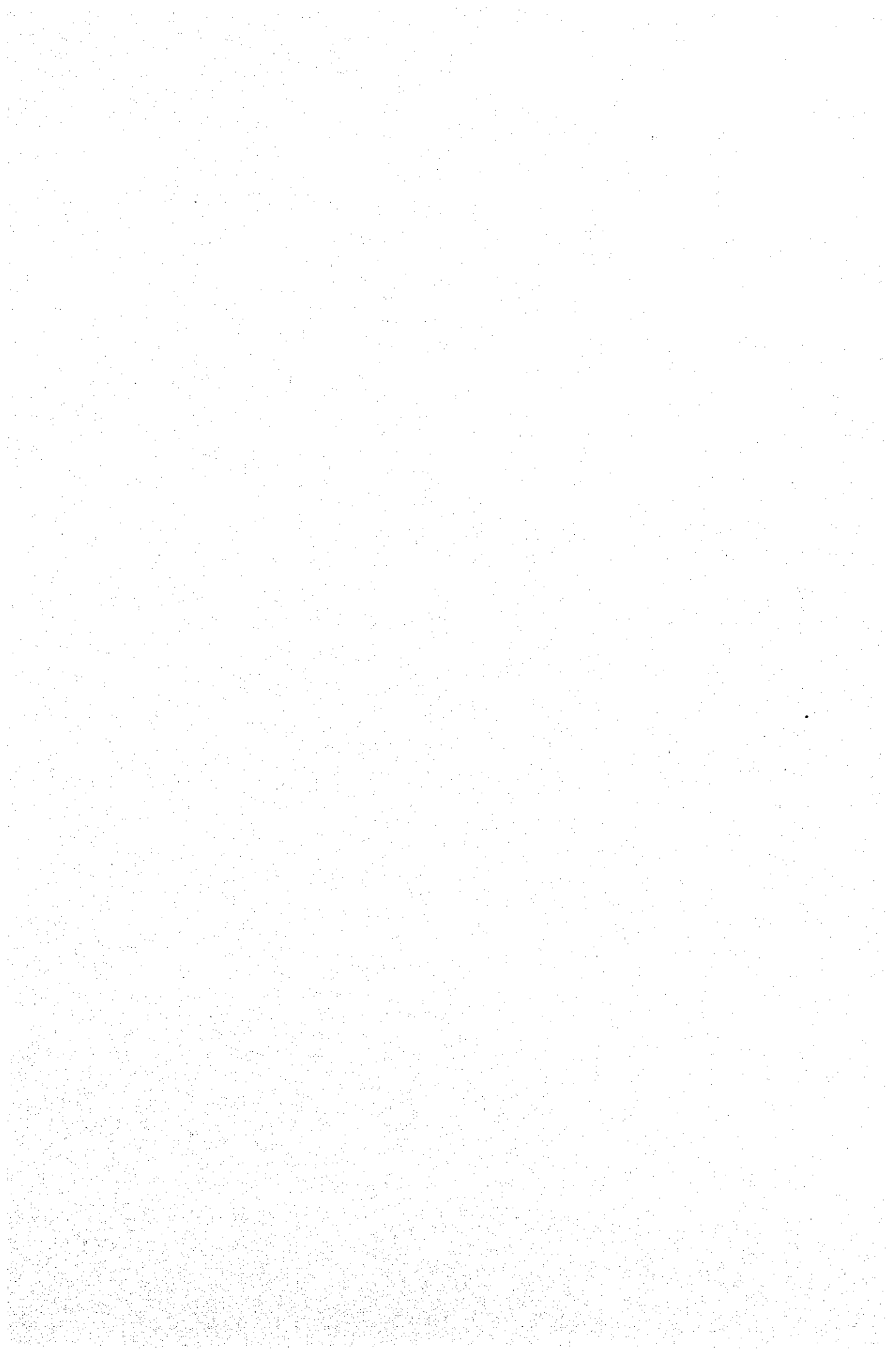


Fig. 12.2-2 Future Plan of Power System in the Se Kong Basin

