6.4 Se Kong川流域の地質概要

6.4.1 地形概要

Se Kong川流域は、ベトナムとの国境に沿って北北西～南南東に伸びるAnnam山脈の西側に位置している。Se Kong川の流域東部すなわちSe Kong川（Se Kong No.4地点付近より上流）から、Xe Kaman川上流（Xe Kaman No.1ダム地点付近より上流）にかけて南南東に伸び、向きを南西に転じてカンボジアとの国境沿いに続く山地は1,000～2,000mの山々が多く、特にSe Kong川上流で 1,500m以上の山が増え流域の最高点（標高 2,193m）もここにある。この山地内ではSe Kong川やその支流は一般に深い谷を形成している。

Se Kong川中流（Se Kong No.4付近からベトナム国境まで）の右岸には、Bolaven高原が広がっている。この高原は北西～南東に伸びる長さ90km、幅60kmの長円形を成している。最高点は高原北部の 1,716mのピークであるが、大半は標高 1,000m程度の台地となっている。台地東縁（Se Kong川に面した部分）は高さ 900mに達する急崖となっているところが多い。高原上は一般に平坦であるが、浅い谷が発達している部分もある。河川はこの高原の外縁付近で滝を形成している場合が多い。

流域東部の山地とBolaven高原の間は地形的に低くなっており、ここをSe Kong川が流れている。Se Kong川は褶曲構造を反映した細長く伸びる低い尾根や凹みの発達する地形を所々急流となって流れた後、Attapuを中心とする広い盆地に入ってゆったりと流れXe Kaman川、Xe Pian川を合わせてカンボジア国境に達している。

6.4.2 地質

包蔵水力調査段階では計画地点の殆どについてヘリコプターを利用して調査を実施した。さらに、Xe Namnoyダム地点に至る道路、Sekong町からAttapu町に至る道路を車で、Se Kong No.4ダム地点からAttapu町までのSe Kong川とAttapu町からXe Kaman No.1ダム地点下流54kmまでのXe Kaman川を舟で、Xe NamnoyおよびSe Kong No.4ダム地点を徒歩で調査した。また、現地調査に先立ち縮尺1／500,000の衛星画像により地形、地質構造の判読を行っている。（Fig.6.4-1）

これらの調査結果を加え、Fig.6.4-2 に示すような既存の地質図（Tien, P.C.1988, 縮尺1／1,000,000)を基にして以下にSe Kong川流域の地質概要を述べる。

Se Kong川流域はインドシナ造山運動（二畳紀からジュラ紀まで）以降、構造運動

の点で安定している地域に位置している。

Se Kong川流域東部の山地には、先カンブリア紀から三畳紀までの地層が分布している。これらの地層は変成岩、堆積岩、火成岩から構成され、インドシナ造山運動やそれ以前の造山運動により断層や褶曲が発達し、複雑な地質構造を示している。Se Kong川中流域からBolaven高原にかけては、ジュラ紀から白亜紀の陸性の堆積岩が緩く褶曲を成して分布している。これらの岩石を覆い、新生代の玄武岩がBolaven高原周辺、Xe Kaman川右岸の一部に分布している。

Se Kong川流域に分布する主な岩石を時代別に示すと Table 6.4-1 のとおり。

Table 6.4-1 Se Kong川流域の地質層序表

時代		主な岩石	地層名
新生代	第四紀	玄武岩	
	第三紀		
中生代	白亜紀	砂岩，シルト岩	Champa 層
	ジュラ紀	頁岩，砂岩	
	三畳紀	礫岩，砂岩，流紋岩	Manggiang 層
古生代	二畳紀	安山岩	
	石炭紀	石灰岩 頁岩，チャート，石灰岩	
	デボン紀	頁岩，砂岩，石灰岩	
	シルル紀	片岩，石灰岩	
	オルドビス紀	砂岩，千枚岩	
	カンブリア紀		
先カンブリア紀		片麻岩，角閃岩 結晶片岩	

Se Kong川流域の土木地質的特徴は次のとおり。

a）貯水池やダム基礎の保水性の面で留意すべき岩種として石灰岩、石膏、岩塩が挙げられるが、石膏、岩塩の分布は報告されていない。石灰岩は中生代、三畳紀と古生代の地層を構成する１つのメンバーとなっている。ヘリコプター調査、地元情報で石灰岩の分布がほぼ確実なのは、Se Kong川上流、Xe Kaman川上流域である。（Se Kong No.4，Xe Kaman No.1，Xe Kaman No.2地点に該当）

b）貯水池の斜面安定上留意すべきは、大規模崩壊、地すべり、厚い崖錐堆積物の分布であるが、本流域はいずれもこれらの分布を示す地形は１／５万地形図や現地調査で確認されていない。

c）断層破砕帯は大規模なものは地形に反映される。三畳紀以前の地層の分布域には方向性のあるリニアメントが認められ、既存地質図の表示にも断層が多いことから、破砕帯が今後の調査で確認される可能性は大きい。Se Kong川流域には、ENE-WSW ~ NE-SW 系および N-S ~ SE 系のリニアメントが卓越している。個々のリニアメントは数km～十数kmの長さのセグメントであり、一つのリニアメントの長さが数10km以上におよぶような連続性のよいリニアメントはSe Kong川流域内にはみられない。

Se Kong川流域南部のAttapu周辺およびその西側のBolaven高原南部ではリニアメントはほとんどみられない。

地質図（Tien, P.C 1988）には NNW-SSE 系の断層が卓越しており、この方向は上記のリニアメントの方向性の１つに一致している。断層の長さは50km以上のものが多く、縮尺１／100万の地質図上で地質分布に限定するものとして示されており、変位量の大きい、従って幅広い破砕帯を有する断層の可能性がある。一方、ジュラ紀以降の地層は褶曲構造が容易に追跡でき、断層の存在を示唆する食い違いが少ないことから、破砕帯は少ないと予想される。

d）劣化し易い岩石としては、中生代、ジュラ紀、白亜紀の頁岩がある。地形上の凸部を形成する砂岩とは対称的に凹部を成しており、侵食され易い。この頁岩は赤色を呈し、Xe Set発電所（1991年完成、Se Kong川の隣接流域に位置する）取水ダム

の堤体のロック部に混入していたものは、スレーキングにより小片に分解していた。（Se Kong No.3がこれに該当）

e）新生代の火山岩は、それ自体割れ目が発達し、下位に風化層や砂礫が介在する場合があり、ダム基礎や貯水池の保水性で問題となる。この点で流域すべきはBolaven高原とその周辺の玄武岩溶岩である。（Xe Namnoy中流地点がこれに該当）

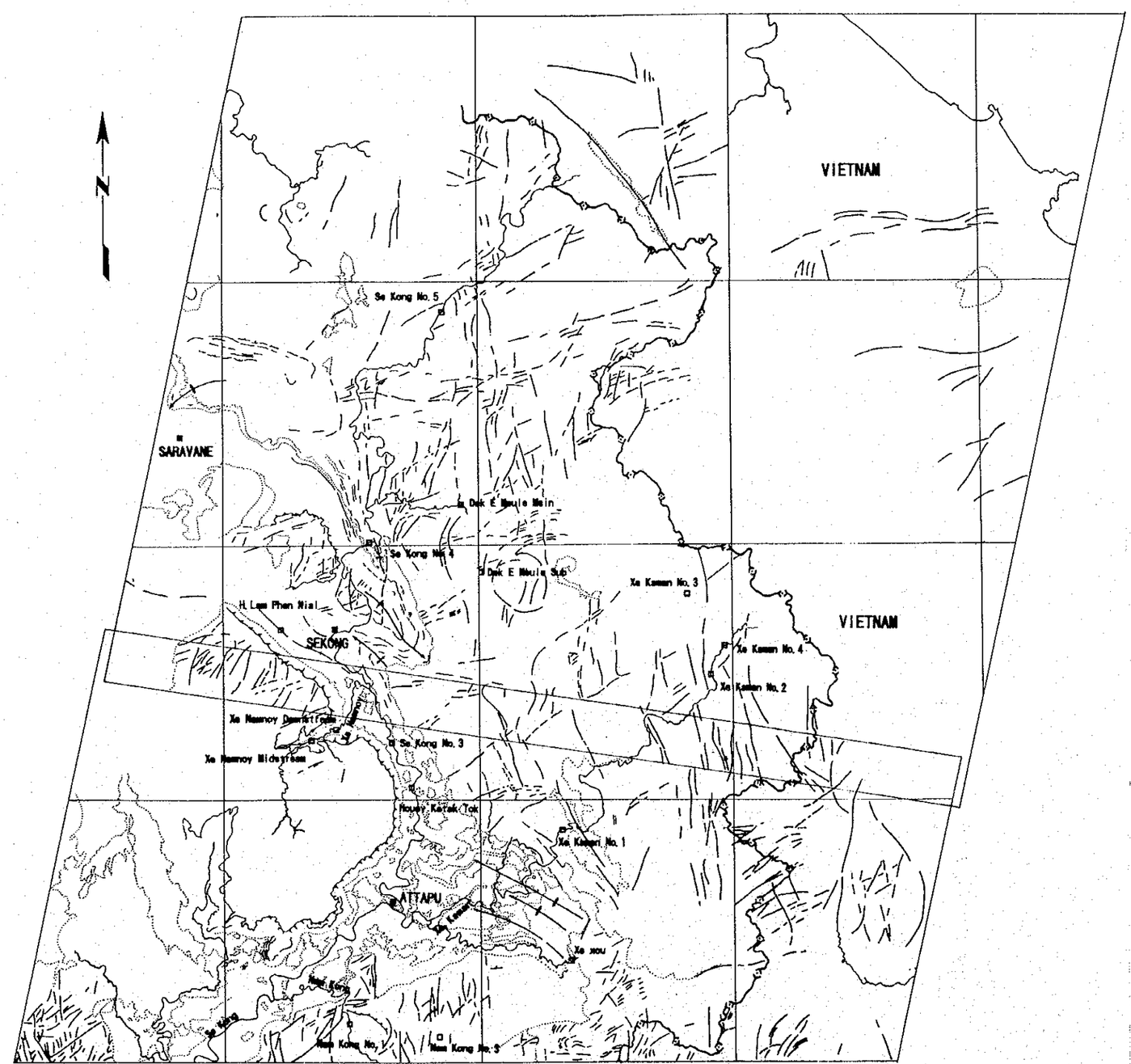
f）河床堆積物は全般に薄い。Attapu付近の盆地のSe Kong川やXe Kaman川の河岸では、露岩が散在しており、河床堆積物の厚さは5m程度以下のところがおおい。

g）鉱物資源としては、Mineral Occurrence Maps (British Geological Survey 1990, UN 1990 Fig.6.4-3) は金、銀、銅、鉛、ボーキサイト、石炭等の分布を示している。これらのうち産出地点の数の多いのは金と銅である。UN (1990) によれば、金はSe Kong川沿いで砂金として年間約20kgを産し、銅はBolaven高原の東および南において中生代の砂岩泥岩中の層状鉱床として産している。砂金は量が少なく、銅は低品位であり、これらはSe Kong川流域の電源開発計画には問題にはならない。しかし、石炭はSekong県、Ban Chakeuiのものがラオスで最良の炭田であるSalavane炭田中で最も重要とされている。(UN 1990, Mullins. J.ほか1987) 第1回現地調査（1993年7月）の際もカナダチームが現地調査をするとの情報があり、留意すべきである。この石炭層はSe Kong No.4の貯水池内に分布する可能性がある。

各地点の地質概略は Table 6.4-2 に示すとおりであるが、優先開発地点（Se Kong No.4，Xe Namnoy 中流，およびXe Kaman No.1）にはいずれも石灰岩あるいは玄武岩溶岩の分布に伴い、貯水池の保水性が問題となる可能性があり、Se Kong No.4については石炭層の水没の可能性に留意すべきである。

Table 6.4-2 Outline of Geology of Project Areas

Site Name (n: Priority Project)	Location	Installed Capacity (MW)	Dam Height	Investigation				Geology (After Scale 1: 1 million map '88)		Inferred Engineering Geological Problem	Remarks
				Literature	Air-photo	Helico.	Geol. Survey				
Se Kong No. 5	Se Kong River upstream area	305	200	○	○	○		Paleo Mesoz. (D_{1-2},T_{1-2})	Sandst, Shale, Limest Volcanic Rocks		
Se Kong No. 4	Se Kong River upstream area	470	150	○	○	○	○	Paleo Mesoz. (e-0,D_{1-2},C, P,T_{1-2})	Sandst, Shale, Volcanic Rocks, Limest. Metamorphic R.	·Coal bed[1)]	1) the most important in Laos
Se Kong No. 3	Se Kong River midstream area	320	60	○	○	○		Mesozoic (J_{1-2})	Sandst, Shale	·Wide and gentle valley	
Dak E Meule	Nam Emun River	185	150	○				Paleozoic (e-0,D_{1-2})	Shale, Limest, Sandst, Metamorphic R.		
H. Lamphan Gnai	Bolaven Platean	75	60	○		○		Mesozoic (J_3-K)	Sandst, Shale		
Xe Namnoy Midstream	Bolaven Plateau	200*	70	○	○	○	○	Mesozoic (J_3-K) Cenozoic (BN_2-Q_1)	Sandst, Shale Basalt	·Reservoir Watertightness: basalt	
Houay Katak-Tok	Bolaven Plateau	118*	70	○		○		Mesozoic (J_3-K)	Congl, Sandst, Shale		
Xe Namnoy Downstream	Xe Namnoy River	36*	70	○				Mesozoic (J_3-K) Cenozoic (B_{11}-IV)	Congl, Sandst, Shale Basalt		
Xe Kaman No. 4	Xe Kaman River upstream area	155	100	○				Mesozoic (T_{1-2},s^5_4) Pre. C. (PR_1)	Sandst, Shale, Volconic R., Limest, Granite Metamorphic Rocks		
Xe Kaman No. 3	Xe Kaman River	230	170	○				Mesozoic (T_{1-2})	Sandst, Shale, Limest, Volc. R.		
Xe Kaman No. 2	Xe Kaman River upstream area	135	140	○	○	○		Mesozoic (T_{1-2})	Sandst, Shale, Limest, Volc. R.	·Watertightness:limestone[3)]	3) by topography
Xe Kaman No. 1	Xe Kaman midstream area	390	150	○	○	○		Paleozoic (D_{1-2},C)	Shale	·Watertightness:limestone	
Xe Xou	Xe Xou River	95	100	○				Paleozoic (O_3-S)	Andesite, Schist, Sandst		
Nam Kong No. 3	Nam Kong River	30	100	○				Mesozoic (T_{1-2})	Sandst, Shale, Limest, Volc. R.		
Nam Kong No. 2	Nam Kong River	60	80	○				Mesozoic (T_{1-2})	Sandst, Shale, Limest, Volc. R.		
Nam Kong No. 1	Nam Kong River	150	130	○				Mesozoic (T_{1-2})	Sandst, Shale, Limest, Volc. R.		
		*After JICA (1992) Others, Mekong C.	Approximate height					PR: Pre Cambrian S : Silurian C : Carboniferous T : Triassic K : Cretaceous Q : Quaternary ß : Effusive rock	O: Ordovician D: Devonian P: Permian J: Jurassic N: Tertiary r: Plutonic rock		

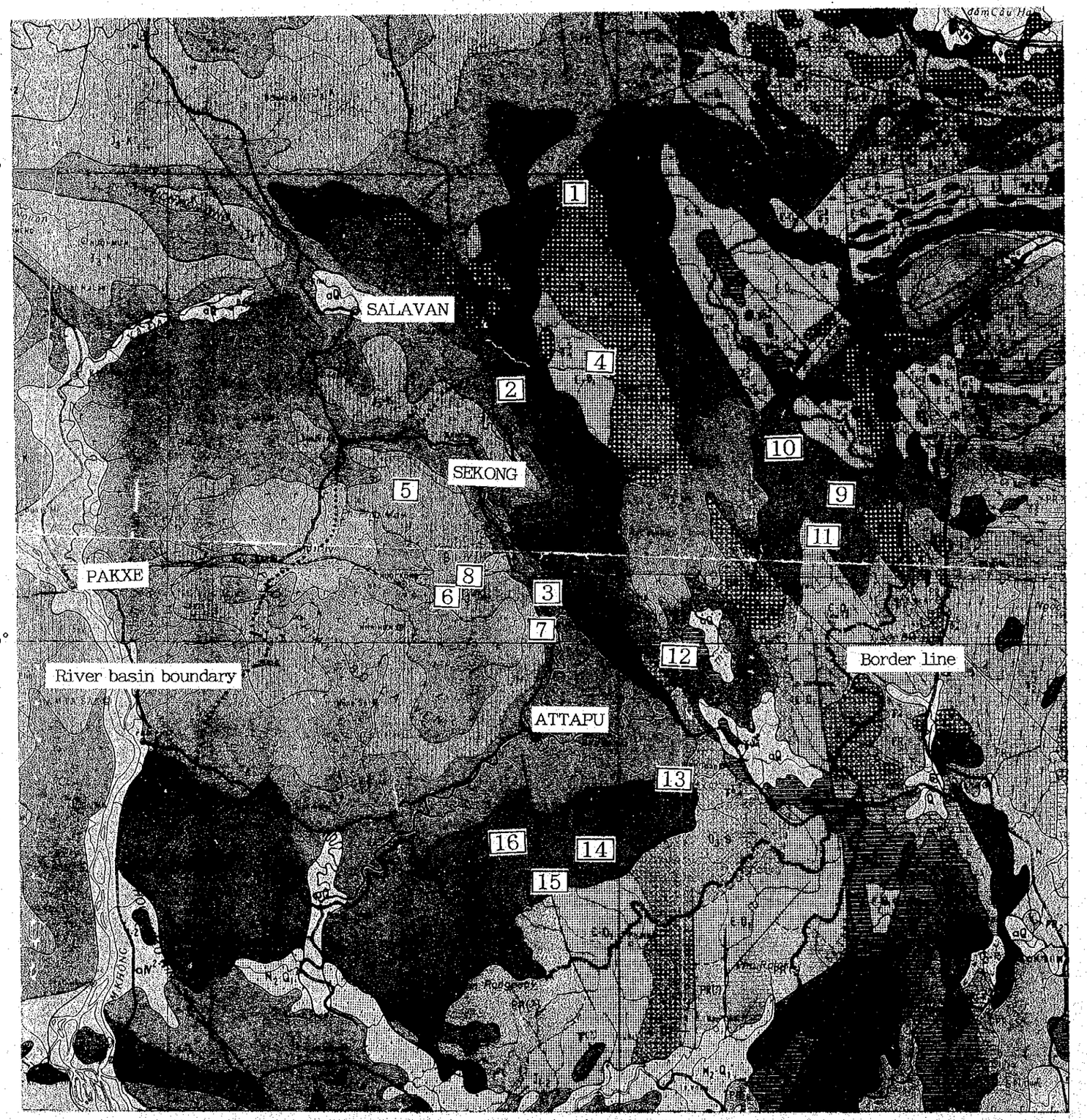


LEGEND

- Lineament
- Anticline with plunge
- Syncline with plunge
- Bedding trace
- Bedding trace with sign of dip
- Indication of strike and dip
- Erosion cliff
- Inferred litho stratigraphic boundary
- River
- Planned dam site
- Town, Village

0 50km

Fig. 6.4-1 Landsat Image Interpretation Map of the Se Kong River Basin



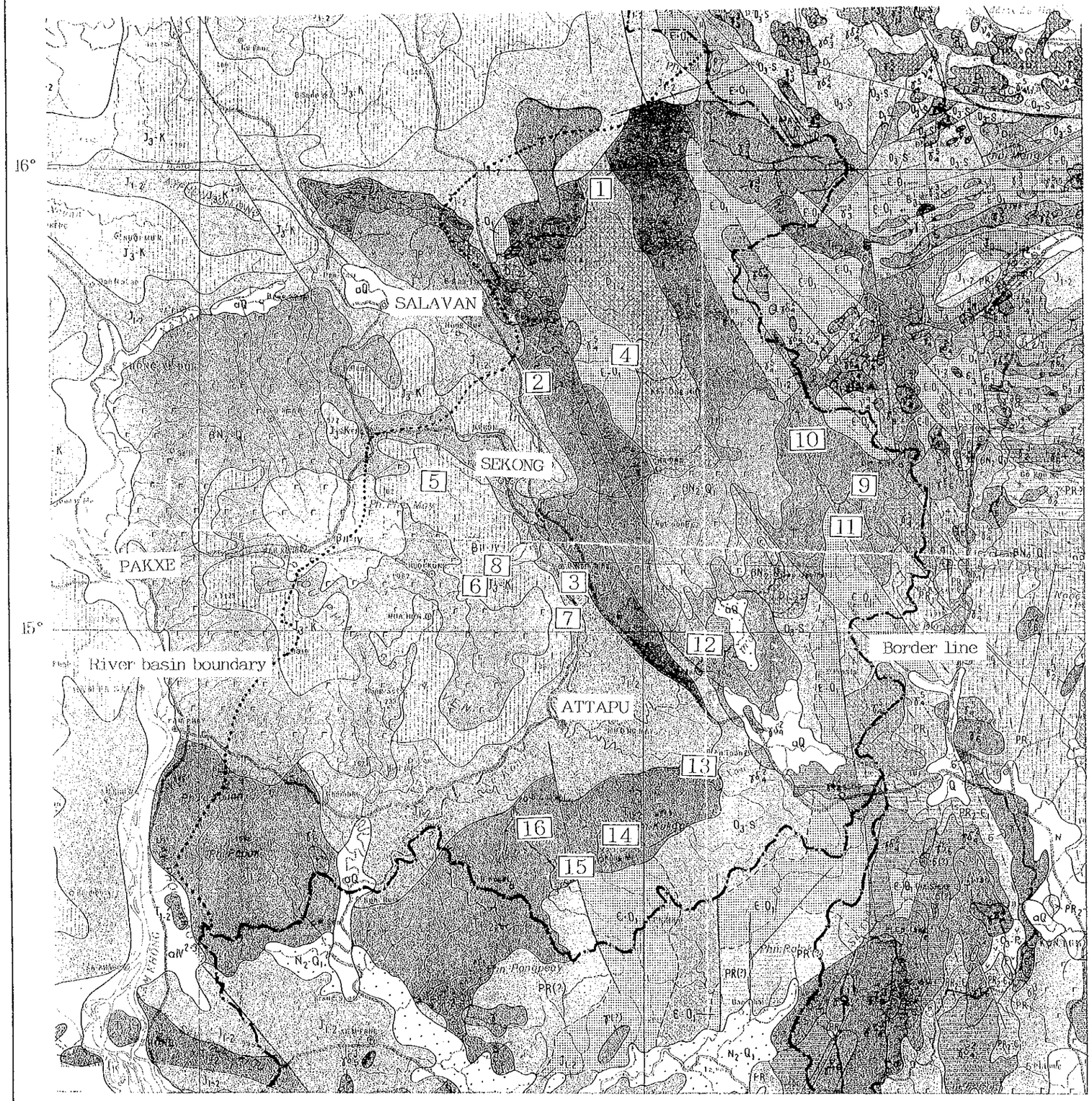
Project

1	Se Kong No.5
2	Se Kong No.4
3	Se Kong No.3
4	Dak E Meule
5	H. Lamphan Gnai
6	Xe Namnoy Midstream
7	Houay Katak—Tok
8	Xe Namnoy Downstream
9	Xe Kaman No.4
10	Xe Kaman No.3
11	Xe Kaman No.2
12	Xe Kaman No.1
13	Xe Xou
14	Nam Kong No.3
15	Nam Kong No.2
16	Nam Kong No.1

0 50km

Fig. 6.4-2 (1)

Geological Map of the Se Kong River Basin



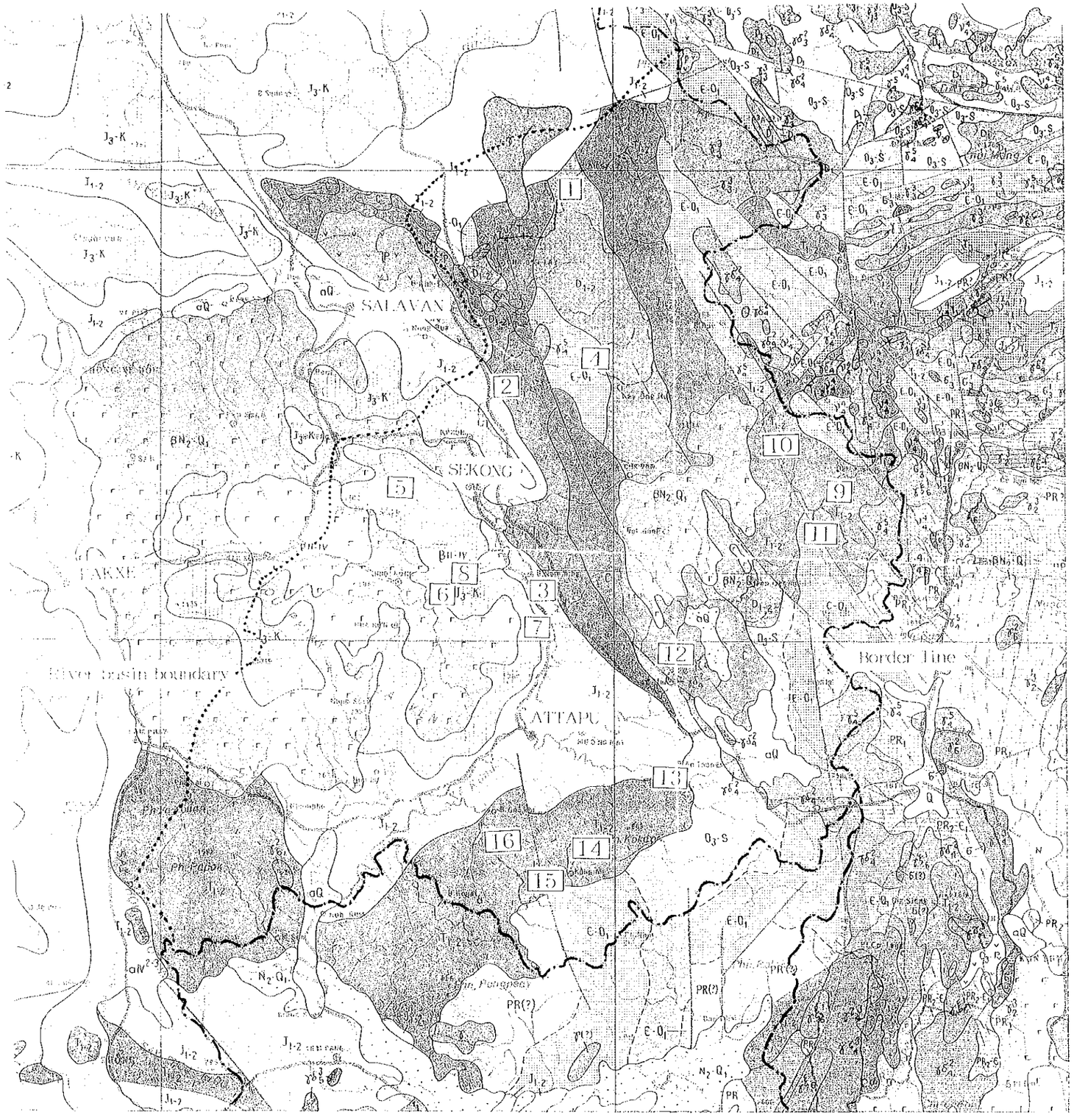
Project

1	Se Kong No.5
2	Se Kong No.4
3	Se Kong No.3
4	Dak E Meule
5	H. Lamphan Gnai
6	Xe Namnoy Midstream
7	Houay Katak—Tok
8	Xe Namnoy Downstream
9	Xe Kaman No.4
10	Xe Kaman No.3
11	Xe Kaman No.2
12	Xe Kaman No.1
13	Xe Xou
14	Nam Kong No.3
15	Nam Kong No.2
16	Nam Kong No.1

0 50km

Fig. 6.4-2 (1)

Geological Map of the Se Kong River Basin



Project

[1]	Se Kong No.6
[2]	Se Kong No.4
[3]	Se Kong No.2
[4]	Dak E Moule
[5]	B. Lamphan Gold
[6]	Xe Namnoy Midstream
[7]	Houay Katak Tok
[8]	Xe Namnoy Downstream
[9]	Xe Kamam No.4
[10]	Xe Kamam No.3
[11]	Xe Kamam No.2
[12]	Xe Kamam No.1
[13]	Xe Nou
[14]	Nam Kong No.3
[15]	Nam Kong No.2
[16]	Nam Kong No.1

0 50km

Fig. 6.4-2 (1)

Geological Map of the Se Kong River Basin

LEGEND

QUATERNARY

a, apd. Boulder, pebble, gravel, sand, debris.

β_{N-IV} - Basalt.

m, a, am, vm, b, mb, ba (m) abl, ba. Sand, silt, clay, peat: *Thoibinh* (1), *Cuulong*, *Tonlesap* (7) Formations and *Hue* (5) Suite. Sediments of terraces (1,5-2m).

a, m. Sand, silt, motley - coloured clay: *Vinhphuc* (2), *Moduc* (6), *Mochoa* (7) Formations, *Danang* yellow sand (5). Sediments of terraces (10-15m).

Pliocene - Pleistocene. a. Clay, silt, sand, pebble, gravel, chalky clay, laterite: *Bamieu* Formation (7) and others (3,4,5,6).
b. Basalt, lateritic -basalt, bauxite.

JURASSIC - CRETACEOUS

Upper Cretaceous a. Red conglomerate, sandstone, claystone, siltstone: *Yenchau* Suite (3), *Mugia* Formation (5) and others (4). Rock salt, potash, gypsum, anhydrite, claystone, siltstone: *Thongon* Suite, *Donghen* Formation (5,6).
b. Rhyolite, dacite, tuffs, red sandstone, conglomerate: *Dapren*, *Laclam* (7) Formations and comendite in some places: *Ngoithia* Formation (3).

Upper Jurassic-Cretaceous. a. Red conglomerate, sandstone, siltstone, claystone: *Champa* Formation (5,6) and others (4,5). Conglomerate, sandstone, lignite and gagate-bearing beds in some places: *Phuquoc*, *Cardamon* Formations (8).
b. Red sandstone, andesite, dacite, tuffs: *Calo* Formation (7). Orthophyre, dacite, tuffs, red siltstone: *Vunchan* Formation (3) and others.

Red conglomerate, sandstone, siltstone, coaly shale in some places: *Hacoi* (1,2,3), *Nampo* (4) Formations. Red conglomerate, sandstone, calcareous shale: *Tholam* (5,6), *Bandon* (7) Suites and others (7).

TRIASSIC

Siltstone, marl, shale, rhyolite, tuffs (1,3,4,5,7).

Sandstone, siltstone, shale, marl, coal seams: *Suoibung* (3), *Vanlang* (2) Suites and others (4,5) Conglomerate, sandstone, siltstone, coal seams: *Hongai* (1,2), *Nongson*, *Dongdo* (5) Suites.

a. Limestone: *Donggiao* Suite (3). Limestone, siltstone, sandstone: *Honnghe* Formation (8).
b. Siltstone, sandstone, marl, limestone: *Quilong* (5), *Nakhual* (1,2), *Namtham* (3) Suites and basalt, tuffs in some places: *Muongtrai* Suite. Siltstone, sandstone, limestone, rhyolite, dacite, tuffs: *Dongtrau*, *Namsam* (5), *Chuklin* (7), *Rovieng* (7) Formations.

Conglomerate, siltstone, sandstone, shale, rhyolite, dacite, tuffs, limestone: *Mongqiung* (6,7) Formation. Conglomerate sandstone, siltstone, shale, limestone, rhyolite, basalt, tuffs: *Songhien* Suite (1,2) and others (6,7).

CARBONIFEROUS - PERMIAN

Upper Permian. Limestone, cherty shale: *Baichay* (1), *Comlo* (5), *Tolhiet* (7) Formations. Bauxite, coal lenses in some places: *Dongdang* Suite (2). Limestone, shale, chert, basalt, tuffs: *Camthuy*: Formation (3) and *Yendzuyet* Suite (3).

Permian. Limestone (8), limestone, siltstone, quartzite, andesite, rhyolite, tuffs: *Khangkhay* Formation (5).

Siltstone, conglomerate, limestone, chert and andesite, rhyolite, rhyodacite, trachyte, tuffs: *Daklin* (7), *Songda* (4) Formations; siltstone, limestone, basalt, tuffs: *Banduziet* Suite (3).

Limestone: *Bucson* Series (1,2,3) and others (4,5).

Carboniferous. Shale, chert, siltstone, limestone, coal seams: *Chacai*, *Namthom*, *Lukhe* Formations (5). Shale, siltstone, limestone, andesite, tuffs (4,6), limestone (3).

Devonian-Carboniferous. Shale, sandstone, limestone, rhyolite, tuffs (4,6,7,8).

DEVONIAN

Sandstone, shale, limestone: *Dongtho* Formation (5). Chert, siliceous limestone, manganese: *Boncai* (3) and *Tocial* (2) Suites.

Limestone: *Cuboi* Formation (5). Limestone and chert: *Loson* Suite (1). Limestone, sandstone and shale: *Quydoi* Formation (5).

Siltstone, shale, limestone *Dzuongdong* Formation (1) and others (5). Green schist in some places. *Takhoi* Formation (3).

a. Red sandstone, shale, conglomerate: *Doson* (1) and *Tonlam* (5) Formations.
b. Shale, sandstone: *Songmuo* Formation (3). Sandstone, shale, marl, limestone: *Nampia* Formation (3) and *Baanguon* (3), *Bacbun*, *Miale* (2) Suites. Red sandstone, shale: *Sico* Suite (2).

Upper Ordovician - Silurian. Limestone, conglomerate, schist: *Sinhvinh* Suite (3); andesite, rhyolite, tuffs in some areas: *Longdai*, *Songca* Formations (5). Schist, limestone, sandstone, basalt, tuffs: *Paham* Formation (3). Siltstone, sandstone, schist, limestone, rhyolite, tuffs: *Phungu* Suite (2), *Coto* Formation (1) and others (4,5).

CAMBRIAN - ORDOVICIAN

Schist, sandstone: *Suoimai* Formation (5), limestone in some areas: *Benkhe* Suite (3). Schist, green schist, sandstone, metabasalt, metaandesite: *Auuung* Formation (5,6). Schist, sandstone, quartzite (7).

Upper Proterozoic - Lower Cambrian. Micaschist, sericite schist, quartzite, interbeds of marble and amphibolite lenses: *Songchay* (2), *Namco* (3), *Bukhang* (5), *Poco* (6) Formations. Dolomite, marble, sericite schist, quartzite, phyllite: *Sapa* Suite (3).

PROTEROZOIC

Biotite - shillimanite gneiss and schist, graphite schist, migmatite, lenses of amphibolite and marble: *Songhong* Complex (3). Gneiss, amphibolite, micaschist, sericite schist, quartzite, phyllite (4,6,7).

Amphibole - biotite gneiss, amphibolite, migmatite: *Songtranh* (6), *Suoichieng* (3) Formations. Gneiss anc biotite schist, graphite schist, migmatite, interbeds of marble, quartzite and amphibolite: *Dakmi* (6) and *Sinhquyen* (3) Formations.

INTRUSIVE ROCKS

LATE MESOZOIC - CENOZOIC

LATE CRETACEOUS-PALEOGENE

Alkaline gabbrodiorite, diorite, aegirine, riebeckite - bearing granosyenite, syenite: *Namxe*, *Tamduong* (3) and *Traicau*, *Mangxim* (5,6) Complexes.

Leucocratic granite, leucocratic two mica granite, garnet, fluorite - bearing granite alaskaite: *Plaoac* (2), *Songchu* (5), *Bana* (5,6), *Cana* (7), *Nakhoun* (5) Complexes and *Tuolchark* Type (8).

Gabbro - gabbrodiorite, diorite (ν_4^1): *Songkhao* (5) Complex and *Bamnak* (8) Type.
Biotite - hornblende granodiorite, monzonite, granite, granite granophyre, granosyenite ($\gamma\gamma_4^1$): *Banchiang* (5), *Banmuong* (5), *Deomay-Yeyensun* (3), *Burinh* (5), *Mongcai* (1), *Deocai* (5,6), *Tonghau* (5) Complexes and *Knongay-Kchon* (8) Type. Pyroxene granosyenite, quartz syenite, syenite (ξ_4^1): *Chodon* (2) Complex.

LATE JURASSIC-EARLY CRETACEOUS

Diorite, quartz diorite, granodiorite and biotite hornblende granite: *Dinhquan* (6,7) Complex and *Ochung - Chekprek* Type.

LATE PALAEOZOIC - EARLY MESOZOIC

PREMORIAN

Adamellite, biotite melanogranite and garnet, cordierite-bearing two mica granite: *Piabloc* (2,3,4,5), *Haivan* (5,6), *Pousayvay* (5) Complexes.

Olivine gabbro, olivine gabbro - norite, norite, gabbro, gabbro - diorite and pyroxenite, troktholite, anorthosite (2,3,5,6).

MIDDLE TRIASSIC

Biotite-hornblende microgranite, granite-granophyre, granite: *Songma* (5), *Nuldieng* (2), *Vancanh* (6), *Huoitom* (4) Complexes and *Phnompreah* (7) Type.

LATE PERMIAN - EARLY TRIASSIC

Gabbro-diorite, diorite, quartz diorite, biotite-hornblende granodiorite and granite: *Dienbienphu* (3,4,5), *Queson* (5,6), *Banlao* (5) *Sacay* (4) Complexes and *Phnomsangker-Phnomtasson* (7) Type.

EARLY - MIDDLE PALAEOZOIC

ANTE-DEVONIAN

Biotite melanogranite, garnet-bearing gneissose two mica melanogranite: *Songchay* (2), *Bukhang* (5), *Dailoc* (5,6). *Samhot* (5) Complexes.

ORDOVICIAN-SILURIAN

Diorite, quartz diorite, hornblende biotite granodiorite, granite: *Trabong* (5), *Muonghet* (3) Complexes.

EARLY PALAEOZOIC

Dunite harzburgite (δ_3^1): *Nuinua* (3), *Pacnam* (5), *Hiepduc* (5,6), *Namong* (2), *Sopsan* (3) Complexes.
Gabbro - amphibolite, gabbro - diabase, diabase (ν_3^1) *Boxinh* (3), *Xiengkho* (3), *Anson* (5) Complexes.
Biotite - hornblende plagiogranite ($\gamma\delta_3^1$) *Chiengkhuong* (3), *Muonghet* (3) Complexes.

OTHER SYMBOLS

Unknown in age intrusive rocks: ultramafic (a), mafic (b), granite (c) and subalkaline (d).

Geological boundary: a-Observed, b-Inferred.

Fault: a-Observed; b-Inferred.

Coal-bearing sediments.

Salt-bearing sediments.

Clastic sediments.

Mafic effusives.

Intermediate effusives.

Acidic effusives.

Fig. 6 : 4—2 (2)

Geological Map of the Se Kong River Basin

LEGEND

QUATERNARY

- Q — a, apd. Boulder, pebble, gravel, sand, debris.
- β_{II-IV} — β_{II-IV} Basalt.
- IV — m, a, am, vm, b, mb, ba (m) abl, ba. Sand, silt, clay, peat: *Thaibinh* (1), *Cuulong*, *Tonlesap* (7) Formations and *Hue* (5) Suite. Sediments of terraces (1,5-2m).
- III — a, m Sand, silt, motley - coloured clay: *Vinhphuc* (2), *Moduc* (6), *Mochoa* (7) Formations, *Danang* yellow sand (5). Sediments of terraces (10-15m).
- N_2 — Pliocene - Pleistocene. a. Clay, silt, sand, pebble, gravel, chalky clay, laterite: *Bamieu* Formation (7) and others (3,4,5,6).
  b. Basalt, lateritic -basalt, bauxite.

TERTIARY

- K_2 — Upper Cretaceous. Red conglomerate, sandstone, claystone, siltstone: *Yenchau* Suite (3), *Mugia* Formation (5) and others (4). Rock salt, potash, gypsum, anhydrite, claystone, siltstone. *Thangun* Suite, *Donghen* Formation (5,6)
  b. Rhyolite, dacite, tuffs, red sandstone, conglomerate: *Dapren*, *Laclam* (7) Formations and comendite in some places: *Nyoithia* Formation (3).
- J_3-K_1 — Upper Jurassic-Cretaceous. a. Red conglomerate, sandstone, siltstone, claystone: *Champa* Formation (5,6) and others (4,5). Conglomerate, sandstone, lignite and gagate-bearing beds in some places: *Phugunc*, *Cordamon* Formations (8).
  b. Red sandstone, andesite, dacite, tuffs: *Cato* Formation (7). Orthophyre, dacite, tuffs, red siltstone: *Venchan* Formation (3) and others.

JURASSIC

- J_2 — Red conglomerate, sandstone, siltstone, coaly shale in some places: *Hocot* (1,2,3), *Nampo* (4) Formations. Red conglomerate, sandstone, calcareous shale: *Thulam* (5,6), *Bandon* (7) Suites and others (7).
- T — Siltstone, marl, shale, rhyolite, tuffs (1,3,4,5,7).

CARBONIFEROUS - PERMIAN

- C_3 — Sandstone, siltstone, shale, marl, coal seams: *Suaibung* (3), *Vanlang* (2) Suites and others (4,5) Conglomerate, sandstone, siltstone, coal seams: *Hongai* (1,2), *Nungsen*, *Dongdo* (5) Suites.
- C_2 — a. Limestone: *Dongjiao* Suite (3). Limestone, siltstone, sandstone *Honnghe* Formation (8).
  b. Siltstone, sandstone, marl, limestone: *Quilong* (5), *Nakhuat* (1,2), *Namtham* (3) Suites and basalt, tuffs in some places: *Muongtrai* Suite. Siltstone, sandstone, limestone, rhyolite, dacite, tuffs: *Dongtrau*, *Namsam* (5), *Chuklin* (7), *Rovieng* (7) Formations.
- C_1 — Conglomerate, siltstone, sandstone, shale, rhyolite, dacite, tuffs, limestone: *Mangyiang* (6,7) Formation Conglomerate sandstone, siltstone, shale, limestone, rhyolite, basalt, tuffs: *Songhien* Suite (1,2) and others (6,7).
- P_2 — Upper Permian. Limestone, cherty shale: *Baichay* (1), *Comto* (5), *Tathet* (7) Formations. Bauxite, coal lenses in some places: *Dongdang* Suite (2) Limestone, shale, chert, basalt, tuffs: *Comthay*: Formation (3) and *Yendzuyet* Suite (3).
- P_1 — Permian. Limestone (8), limestone, siltstone, quartzite, andesite, rhyolite, tuffs: *Khangkhay* Formation (5).
- C_3-P — Siltstone, conglomerate, limestone, chert and andesite, rhyolite, rhyodacite, trachyte, tuffs: *Daklin* (7), *Songda* (4) Formations; siltstone, limestone, basalt, tuffs: *Bandziet* Suite (3)
- C_2 — Limestone: *Bacson* Series (1,2,3) and others (4,5).
- C — Carboniferous. Shale, chert, siltstone, limestone, coal seams: *Chacai*, *Namtham*, *Lakhe* Formations (5). Shale, siltstone, limestone, andesite, tuffs (4,6), limestone (3).
- D-C — Devonian-Carboniferous. Shale, sandstone, limestone, rhyolite, tuffs (4,6,7,8).

DEVONIAN

- D_3 — Sandstone, shale, limestone: *Dongtho* Formation (5). Chert, siliceous limestone, manganese: *Bancai* (3) and *Toctat* (2) Suites.
- D_2 — Limestone: *Cubai* Formation (5). Limestone and chert: *Loson* Suite (1). Limestone, sandstone and shale: *Quydat* Formation (5).
- D_1 — Siltstone, shale, limestone *Dzuongdong* formation (1) and others (5) Green schist in some places. *Takhau* Formation (3).
- D_1 — a Red sandstone, shale, conglomerate: *Doson* (1) and *Tunlum* (5) Formations.
  b. Shale, sandstone: *Songmua* Formation (3) Sandstone, shale, marl, limestone: *Nampu* Formation (3) and *Bannguon* (3), *Bacbun*, *Miale* (2) Suites. Red sandstone, shale: *Sica* Suite (2)

CAMBRIAN - ORDOVICIAN

- O_1-S_2 — Upper Ordovician - Silurian. Limestone, conglomerate, schist: *Sinhvinh* Suite (3), andesite, rhyolite, tuffs in some areas: *Longdai*, *Songyu* Formations (5). Schist, limestone, sandstone, basalt, tuffs: *Pahum* Formation (3). Siltstone, sandstone, schist, limestone, rhyolite, tuffs: *Phungu* Suite (2), *Cato* Formation (1) and others (4,5).
- $\in-O_1$ — Schist, sandstone: *Suoimai* Formation (5). limestone in some areas *Benkhe* Suite (3) Schist, green schist, sandstone, metabasalt, metaandesite *Anuang* Formation (5,6). Schist, sandstone, quartzite (7).

PROTEROZOIC

- $PR_3-\in_1$ — Upper Proterozoic - Lower Cambrian. Micaschist, sericite schist, quartzite, interbeds of marble and amphibolite lenses: *Songchay* (2), *Namco* (3), *Bukhang* (5), *Paco* (6) Formations Dolomite, marble, sericite schist, quartzite, phyllite: *Sapa* Suite (3).
- PR — Biotite - shillimanite gneiss and schist, graphite schist, migmatite, lenses of amphibolite and marble: *Songhong* Complex (3). Gneiss, amphibolite, micaschist, sericite schist, quartzite, phyllite (4,6,7).
- PR_1 — Amphibole - biotite gneiss, amphibolite, migmatite: *Songtranh* (6), *Suoichieng* (3) Formations. Gneiss anc biotie schist, graphite schist, migmatite, interbeds of marble, quartzite and amphibolite *Dakmi* (6) and *Sinhquyen* (3) Formations.

INTRUSIVE ROCKS

LATE MESOZOIC - CENOZOIC

LATE CRETACEOUS - PALEOGENE

- Alkaline gabbrodiorite, diorite, aegirine, riebeckite - bearing granosyenite, syenite: *Namxe*, *Tamduong* (3) and *Traican*, *Mangxim* (5,6) Complexes
- Leucocratic granite, leucocratic two mica granite, garnet, fluorite - bearing granite alaskaite: *Plaoac* (2), *Songchu* (5), *Bana* (5,6), *Cano* (7), *Nakhoun* (5) Complexes and *Tuolchark* Type (8).
- Gabbro - gabbrodiorite, diorite ($\gamma\delta_4^1$) *Songkhao* (5) Complex and *Bamnak* (8) Type.
  Biotite - hornblende granodiorite, monzonite, granite, granite granophyre, granosyenite ($\gamma\delta_4^1$): *Banchieng* (5), *Banmuong* (5), *Deomay-Yeyensun* (3), *Burinh* (5), *Mongcai* (1), *Deocat* (5,6), *Tonghau* (5) Complexes and *Knongay-Kchon* (8) Type. Pyroxene granosyerite, quartz syenite, syenite (ξ_4^1): *Chodon* (2) Complex.

LATE JURASSIC - EARLY CRETACEOUS

- Diorite, quartz diorite, granodiorite and biotite hornblende granite *Dinhquan* (6,7) Complex and *Ochung - Chekprek* Type.

LATE PALAEOZOIC - EARLY MESOZOIC

PREMORIAN

- Adamelite, biotite melanogranite and garnet, cordierite - bearing two mica granite: *Plabioc* (2,3,4,5), *Haivan* (5,6), *Pousayvay* (5) Complexes.
- Olivine gabbro, olivine gabbro - norite, norite, gabbro, gabbro - diorite and pyroxenite, troktholite, anorthosite (2,3,5,6).

MIDDLE TRIASSIC

- Biotite - hornblende microgranite, granite - granophyre, granite: *Songma* (5), *Nuidieng* (7), *Vancanh* (6), *Huoitom* (4) Complexes and *Phnompreah* (7) Type.

LATE PERMIAN - EARLY TRIASSIC

- Gabbro - diorite, diorite, quartz diorite, biotite - hornblende granodiorite and granite: *Dienbienphu* (3,4,5), *Queson* (5,6), *Banlao* (5) *Socay* (4) Complexes and *Phnomsangker-Phnomtasson* (7) Type.

EARLY - MIDDLE PALAEOZOIC

LATE - DEVONIAN

- Biotite melanogranite, garnet - bearing gneissose two mica melanogranite: *Songchay* (2), *Bukhang* (5), *Dailoc* (5,6), *Sambol* (5) Complexes.

ORDOVICIAN - SILURIAN

- Diorite, quartz diorite, hornblende biotite granodiorite, granite: *Trabong* (5), *Muonghet* (3) Complexes.

EARLY PALAEOZOIC

- Dunite harzburgite (δ_3^1) *Nuinua* (3), *Pacnam* (3), *Hiepduc* (5,6), *Namong* (2), *Sopsan* (3) Complexes.
  Gabbro - amphibolite, gabbro - diabase, diabase (γ_3^1) *Boxinh* (3), *Xiengkho* (3), *Anson* (5) Complexes.
  Biotite - hornblende plagiogranite ($\gamma\delta_3^1$) *Chiengkhuong* (3), *Muonghet* (3) Complexes

OTHER SYMBOLS

- Unknown in age intrusive rocks: ultramafic (a), mafic (b), granite (c) and subalkaline (d).
- Geological boundary: a-Observed, b-Inferred.
- Fault: a-Observed; b-Inferred.
- Coal-bearing sediments.
- Salt-bearing sediments.
- Clastic sediments.
- Mafic effusives.
- Intermediate effusives.
- Acidic effusives.

Fig. 6 : 4—2 (2)

Geological Map of the Se Kong River Basin

LEGEND

LATE MESOZOIC - CENOZOIC

EARLY MIDDLE PALAEOZOIC

OTHER FORMATIONS

INTRUSIVE ROCKS

LATE MESOZOIC - CENOZOIC

LATE PALAEOZOIC - EARLY MESOZOIC

Fig. 6.F.2-2

Geological Map of
The Se Kong River Basin

第７章　Se Kong川流域の包蔵水力調査

第７章　Se Kong川流域の包蔵水力調査

頁

List of Tables

List of Figures

Figures	Description
Fig. 7.3-16	Nam Kong No.2 Project Plan of the Project, Cross Section of the Dam Site & Area-Capacity Curve
Fig. 7.3-17	Nam Kong No.3 Project Plan of the Project, Cross Section of the Dam Site & Area-Capacity Curve
Fig. 7.3-18	Xe Xou Project Plan of the Project, Cross Section of the Dam Site & Area-Capacity Curve
Fig. 7.3-19	Dak E Meule Project (1/2) Plan of the Project
Fig. 7.3-19	Dak E Meule Project (2/2) Cross Section of the Dam Site & Area-Capacity Curve
Fig. 7.3-20	Houay Lamphan Gnai Project Plan of the Project, Cross Section of the Dam Site & Area-Capacity Curve

第7章　Se Kong川流域の包蔵水力調査

7.1　包蔵水力調査の基本方針

7.1.1　開発計画インベントリーの検討対象範囲

(1)　対象流域

Se Kong川流域のうち、最上流部のベトナム国領内および最下流部のカンボジア国領内を除く全流域を対象とする。

(2)　水力開発の目的

主として近隣国への電力輸出を目的として開発される水力発電計画を対象とする。

(3)　開発規模

上記の水力開発の目的上、中－大規模の開発計画を対象とする。ここでは、MIHとの協議に基づいて、中－大規模の範囲を設備出力10MW以上の開発計画とする。

設備出力の設定に当たっては、設備利用率の考え方が問題となるが、これについては7.1.2(2)のｃ）で述べる。

7.1.2　開発計画インベントリー作成の基本方針

(1)　インベントリー作成の目的

本調査での開発計画インベントリー作成においては、流域の水力ポテンシャルからみた開発可能地点の抽出が基本的な目的であるが、さらに、その中で優先して開発されるべき計画地点の選定が最終的な目的となる。

(2)　インベントリー作成の検討方針

上記の２つの目的を考慮して、ここでは、開発計画インベントリーの作成に当たって以下の基本方針に従って検討を行う。

ａ）開発計画地点の配置

本検討では、流域の水力ポテンシャルを最大限に引き出すような開発計画を立案するという立場をとる。したがって、互いに関連する一連の連続開発計画について、それらの純便益が最大になるようなダム地点、貯水池規模（満水位）を選

定する。ただし、本計画では上流および下流の開発計画との連携運用は考慮せず、各々の計画地点を単独の開発計画として取り扱う方法で検討を行う。

b）開発方式

水力発電計画の開発方式には、設備の運用面からみると、貯水池式、調整池式、流れ込み式等、また、落差を得るための手段としての設備構成からみると、ダム式、ダム水路式、水路式等の開発方式がある。ここでは、これらの全ての開発方式の中から開発地点の特性によって適切な開発方式を選定する。

c）開発規模（設備出力）の設定

設備出力からみた水力の開発ポテンシャルは、設備利用率をどの程度に設定するかに依存する。包蔵水力調査では一般的に、各計画案を水力ポテンシャルと経済性の両面から平等かつ適正に評価するという観点から、各開発地点について、ある一定の設備利用率になるように開発規模（設備出力）を設定する。

本検討では、対象とする水力開発の主目的は近隣国への電力輸出であり、現在タイ国への電力輸出を行っている既設 Nam Ngum 発電所(150MW)の設備利用率が60%程度であることを勘案して、設備利用率が60%前後となるように各開発計画の開発規模を設定する。

d）開発計画の評価方法

各開発計画の貯水池の開発規模、水路レイアウトおよび発電所位置の選定に当たっては、水力ポテンシャルをできる限り有効利用するという観点から、原則として純便益を評価の基準とする。この他、費用便益比率、KWH 当たりの発電コスト、KW当たりの建設コストについても、必要に応じて評価基準として用いる。

各開発計画の便益は代替火力法によって算定する。代替火力のプラントタイプについては、輸出用電力として電力量を重視する立場から、貯水池式の発電計画および流れ込み式の発電計画に対しては石炭火力を採用する。一方、ピーク発電所として評価する必要のある日間調整式の発電計画に対しては、ピーク火力であるガスタービン火力を採用する。

7.1.3 検討に用いる基礎資料

(1) 地形図

現時点で作成されている地形図の中で、最大の縮尺のものは1/50､000地形図であり、これが調査対象流域の全域（ベトナム国領内およびカンボジア国領内を除く）について利用可能である。したがって、ここでは、1/50,000地形図を使用して検討を行う。

(2) 水文データ

Se Kong川流域の中でも流出特性の異なる地域があり、季節による流量の変化の度合いは必ずしも均一ではないことが予想される。しかしながら、現時点でSe Kong川流域内で利用できる水文データは極めて少ないため、広範囲なSe Kong川流域の各地点の流量を正確に把握することは事実上不可能である。一方、流量データは発電計画の検討に不可欠な基礎資料であり、何らかの方法で推定する必要がある。

ここでは、第6章6.3で述べた方法によって算定した各計画地点の1988年5月から1993年7月までの推定流量のうち、1988年8月から1993年7月までの5ヵ年間の月単位の流量データを用いて検討を行う。

年間を通しての流量調整が可能な貯水池を持つ開発計画では、年間の総流入量の推定精度が重要であり、月毎の流量変化の推定精度が検討結果に影響する度合は小さい。これに対して、流れ込み式や日間調整式の発電計画の場合には、流量変化の推定精度の影響が大きくなる。したがって、特に、比較的規模の小さな開発計画については、検討結果の信頼性が低いことに注意する必要がある。

7.2 開発計画地点の選定

7.2.1 既往調査によって提案された開発計画のレビュー

インベントリーの検討に先立ち、1970年にメコン委員会によって提案されているSe Kong川流域の開発計画、並びに、1992年にJICAが実施したXe Katam小水力発電開発計画調査の中で提案されているXe Namnoy川の開発計画（第5章の Table 5.1-1, 5.1-2 および、Fig.5.1-1 参照）のレビューを行った。

以下に各河川毎の既往開発計画の配置についてのレビュー結果を述べる。

(1) Se Kong川本流

Se Kong川本流のラオス国領内には、下流からSe Kong No.3、Se Kong No.4、およびSe Kong No.5の3つの計画案がメコン委員会によって提案されている。

これらのうち、中下流部に位置するSe Kong No.3とSe Kong No.4はダム式発電計画であり、いずれもSe Kong川本流の地形的な特性からダムサイトが限定される。また、Se Kong No..5は次節7.3の Fig.7.3-1 に示すように、Se Kong川本流最上流の支流 Xe Sap川、Xe Lon川、H.Axam川が合流する地点の下流にある河川勾配の急な区間を利用するダム水路式の発電計画となっている。同じ満水位を得るためのダム規模を小さくするためには、Se Kong No.5のダムサイトは急流区間の直上流に限定され、発電所地点は急流区間の落差利用とSe Kong No.4の貯水池満水位との関係によって決定されることになる。

Se Kong No.5地点より上流では流域面積が小さいため大規模計画の立地は困難であり、経済性を得るためには河川勾配を利用した水路式の発電計画とならざるを得ない。しかし、Se Kong川の最上流部は比較的河川勾配が緩く、短い水路で効率的に落差が得られる地点がなく、新たな大－中規模開発計画の立地は難しい。

以上のようにSe Kong川本流の地形的な条件により、各開発計画の開発方式およびダム地点の選択範囲は限定され、また、これまでのところ地質的に大きな問題は指摘されていない。このことから、メコン委員会による開発計画案は、基本的には妥当なものであると判断される。したがって、本調査における検討ではダム規模の選定がポイントとなる。また、Se Kong No.3については、Sekong県の中心であるSekong町の水没の問題がある。

(2) Xe Kaman川

Se Kong川の最大支流であるXe Kaman川には、下流からXe Kaman No.1、Xe Kaman No.2、Xe Kaman No.3およびXe Kaman No.4の4つの開発計画がメコン委員会によって提案されている。

これらのうち、中流部の最下流に位置するダム式発電計画であるXe Kaman No.1については、メコン委員会が提案しているダムサイトのほかにも、近傍にいくつかの案が考えられるが、開発計画の基本構想を変えるものではない。

Xe Kaman No.2はXe Kaman No.1貯水池の上流に位置するダム式の発電計画で、ダムサイトはXe Kaman No.1の貯水池末端付近からその上流の支流Nam Poay-O川がXe Kaman川本流と合流する地点までの間に限定される。

Xe Kaman No.3は、支流Nam Poay-O川の中流部地点にダムを設け、延長 8,800mの導水路トンネルによってXe Kaman No.2貯水池の末端付近まで導水して発電するダム水路式の計画案として提案されている。この計画については基本構想は妥当であるが、河川流量と落差の効率的な利用の観点からダム位置および規模、発電所位置、水路ルートを含むレイアウトに代替案の検討の余地が残されている。

Xe Kaman No.4は、Xe Kaman川本流の最上流部と支流Nam Laka川にいくつかの貯水池を設け、これらを水路で結んでXe Kaman No.2貯水池まで導水して発電するダム水路式の計画案として提案されている。この計画についてもXe Kaman No.3と同様に基本構想は妥当であるが、ダム位置および規模、発電所位置、水路ルートを含むレイアウトに代替案の検討の余地が残されている。

Xe Kaman No.3、No.4はXe Kaman川の最上流部を利用する計画となっており、これらの計画地の上流には、新たな大－中規模開発計画の立地の余地はない。

(3) Xe Namnoy川（Xe Pian川を含む）

メコン委員会の検討では、Bolaven高原を流れるXe Namnoy川の本流に貯水池を設け、さらに支流Houay Katak Tok川、Xe Katam川、Houay Makchan川、および隣接して流れるXe Pian川にも貯水池を設けて、各貯水池を水路で結び、Bolaven高原の南側に設ける発電所まで導水して発電するダム水路式の計画案が提案されている。

その後、1990年11月から1992年3月にかけてJICAが実施した「セカタム小水力発

電開発計画調査」の中で、メコン委員会の開発計画案のレビューを含むXe Namnoy川全体の開発計画の検討がなされた。この中で、Xe Namnoy川本流の中流部に貯水池を設け、その下流の急流部末端付近まで導水して発電するXe Namnoy中流計画、さらにその下流部の落差を利用して発電する調整池式のXe Namnoy下流計画、および支流Houay Katak Tok川の中流部に貯水池を設け、Bolaven高原東側を流れるSe Kong川本流まで導水して発電するHouay Katak Tok計画の３つの大－中規模開発計画と、地方電化を目的とするXe Katam川下流部の落差を利用した流れ込み式のXe Katam小水力発電計画の合計４つの開発計画案が最適案として提案されている。

このように1992年のJICAによる調査によって、メコン委員会の計画案を分割して開発する計画案の有利性が確認されていることから、ここで提案された計画案が本調査での検討の基本となる。しかし、JICAによる検討ではXe Pian川流域が調査対象流域となっていないことから、Xe Pian川の利用も含めて、再度検討を行う余地が残されている。

Xe Namnoy川本流の上流域は、全体としてBolaven高原の上面を形成する平坦な地形を成していることや、Xe Namnoy中流計画のダムサイトでの流域面積は 500km² 程度と比較的小さいことから、流量が不安定で乾期と雨期の流量差が非常に大きいという流出特性を有している。したがって、年間の流量を調整して渇水期の流量を補給するのに十分な貯水容量が必要である。また、Bolaven高原のもつ特徴的な地形によって得られる高落差を効率的に利用するような開発計画が求められる。

(4) Nam Kong川

ラオス国の最南部、カンボジア国との国境付近を流れるNam Kong川には、中流部から上流部にかけて下流からNam Kong No.1、Nam Kong No.2、Nam Kong No.3の３つのダム水路式の開発計画案がメコン委員会によって提案されている。

Nam Kong川の流域は全般に地形がなだらかで、平均の河川勾配も比較的緩い。また、流域面積も大きくない。このため、大規模な貯水池を有するダム式の発電計画や、河川の落差だけでポテンシャルを得る水路式の発電計画には適していない。したがって、Nam Kong川では部分的に分布する急流部分で得られる落差、ダムによる落差、貯水池による流量調整機能を適切に組み合わせた開発計画を立案する必要がある。この点からみると、メコン委員会の提案による３計画のダムサイトの位置は

ほぼ妥当であると判断される。

Nam Kong No.3地点より上流域は、流域面積が小さく、また、急流を利用して落差を得ることも期待できない。

(5) Xe Xou川

Xe Kaman川の支流であるXe Xou川の流域には、中流の渓谷部を利用するXe Xou計画がメコン委員会によって提案されている。Xe Xou川は河川勾配が緩い河川であるため、提案されている開発計画は大規模貯水池を有するダム式の発電計画となっている。

ダムサイトの位置は、メコン委員会案の他にも近傍にいくつかの代替案が考えられるが、いずれも大差はなく、開発計画の基本スキームを左右するものではないと判断される。したがって、Xe Xou計画はXe Xou川流域の地形、河川勾配の特性からみて妥当な計画案になっている。

Xe Xou川は上流部も河川勾配が緩く流域面積も小さいため、さらに上流で大ー中規模の開発計画案を立案することは難しい。

(6) Nam Emun川

Nam Emun川はSe Kong No.4計画の貯水池内に流入する支流で、中上流部は数本の小支流からなり、上流域では比較的河川勾配が緩く、中流域では急流をなす複雑な形状を呈する河川となっている。このような地形特性を利用して、上流部の各支流に設ける５カ所の貯水池を水路で結び、一端発電を行ったあと、さらにNam Emun川下流部に入り込むSe Kong No.4貯水池末端付近まで導水して発電するダム水路式の２段式開発計画が、Dak E Meule計画としてメコン委員会によって提案されている。

この計画については、基本構想は妥当であるが、河川流量と落差の効率的な利用の観点から、ダム位置および規模、発電所位置、水路ルートを含むレイアウトに代替案の検討の余地が残されている。

(7) Houay Lamphan Gnai川

Houay Lamphan Gnai川はBolaven 高原の北東端を北流し、高原北端で急流となって一気に流れ下ったあと、Bolaven 高原の外縁裾部を南流してSe Kong川本流に注

ぐ支流である。このような地形特性を利用して、中流部に中規模の貯水池を設け、Bolaven高原の北東斜面を利用して下流部まで導水して発電したあと、さらに隣接する支流まで導水して発電するダム水路式の２段式開発計画が、Houay Lamphan Gnai計画としてメコン委員会によって提案されている。

この計画は、Xe Namnoy川支流のHouay Katak Tok計画と同様に、適正規模の貯水池と水路を組み合わせる開発計画となっている。しかし、上記の２段式の発電計画を１段にすることも考えられるほか、効率的な貯水容量確保という面からダムサイトの代替案を検討する余地がある。

Houay Lamphan Gnai川は流域の小さい河川であり、さらに上流に開発計画を立案する余地はない。

7.2.2　開発計画インベントリーの検討対象地点

7.2.1で述べた既往調査で提案されている開発計画のレビューの結果、各開発計画の配置は、地形的な条件からみた場合、ほぼ妥当なものとなっていることが確認された。また、中ー大規模の開発計画を前提とした場合、Se Kong 川流域の水力ポテンシャルをほぼ網羅しており、既往計画地点以外での新たな開発計画の立案の余地はほとんど残されていないと判断された。

以上のことから、本調査では、既往調査で提案されている開発計画地点を基本として開発計画インベントリーの検討を行う。

7.3 開発計画インベントリーの検討

前項7.2で述べたように、既往調査によって提案されている開発計画の基本構想はほぼ妥当なものであることが確認された。ここでは、既往調査で提案されている開発計画案を基本としながら、7.1.2で述べた本調査の目的に基づく検討方針に従って代替案を含めた開発計画の検討を行う。

以下に、検討内容について述べる。

7.3.1 開発規模の検討条件

(1) 貯水池の有効容量の設定

貯水池有効容量と保証流量の関係を月流量を用いたマスカーブ計算によって求め、最も効率的な流量調整効果が得られる有効容量を設定する。なお、流量データの期間が5年間と短いため、複数年にまたがって流量調整を行うキャリーオーバー運用は考慮できない。したがって、一年単位での貯水池運用を基本とする保証流量計算を行う。

各地点の流量データを用いて、貯水容量を変化させた場合の保証流量の計算を行った。この結果によれば、Se Kong川流域では、年間流入量の20%から30%の有効貯水容量を確保すれば十分な調整効果が得られ、これ以上容量を大きくしても保証流量が増加しないことから、20%から30%の調整率を標準とする。

ただし、堆砂位と低水位との間に取水口を設けることを考慮した上で、総貯水容量と堆砂容量との制約から上記の調整率が確保できない場合には、確保可能な最大の有効容量を設定する。

(2) 貯水池の堆砂容量の設定

第6章で推定した100年間の堆砂量を用いる。

(3) 最大使用水量の設定

7.1項で述べたように、本検討では各開発計画について、設備利用率が60%程度になるように出力規模を設定する。これに関して、保証流量、最大使用水量および設備利用率の関係を検討した。

この結果によれば、貯水池式（年間調整式）の発電計画では、保証流量の2倍を

最大使用水量とした場合、すなわち12時間継続可能な保証尖頭流量にピーク化した場合に設備利用率が60%程度となる。したがって、保証流量の2倍を最大使用水量として設定する。

一方、日間調整式および流れ込み式の発電計画では、年間を通しての流量調整ができないため保証流量が小さくなる。この場合、最大使用水量を保証流量の2倍とすれば、設備利用率は大きくなるものの、雨期の溢水が多くなって流量を有効化できないため開発効率が悪くなる。したがって、日間調整池式および流れ込み式の発電計画については、規模検討を行った上で設備利用率が60%程度となる最大使用水量を設定する。

7.3.2 建設費の算定条件

(1) 土木工事およびゲート鉄管類

土木工事費およびゲート鉄管類の工事費は、5万分の1地形図から求めた貯水池または調整池の満水位毎のダム規模（高さ・堤頂長）、水路延長、および発電の最大使用水量、有効落差等の基本的な設備諸元をパラメータとして概算費用を算定する。

なお、洪水吐については、第6章で算定した各計画地点の可能最大洪水流量を設計洪水量として、ダムタイプも考慮して費用を算定する。

これらの積算には、Table 7.3-1 に示す各工種の単価を用いる。

(2) 電気機器

電気機器費は、設定した最大使用水量および基準有効落差に対して適切な水車タイプを選定して費用を算定する。なお、発電所の保守運用を考慮して最低の水車台数を2台とする。

(3) 送電線

送電線の費用を含めた建設費を用いて優先地点の選定のための開発計画の評価を行う。ここでは、各開発地点を単独で開発する場合の送電線の建設費用を、各地点の設備出力に応じて受電変電所、送電線容量、送電線ルートを想定して算定する。

(4) アクセス道路

アクセス道路についても送電線と同様に各計画を単独に開発するものとしてして費用を計上する。ここでは、既設の主要道路から計画地点までのアクセス道路を想定して、新設道路および橋梁建設費、既設道路および橋梁改修費を算定する。

(5) 補償費

ここでは具体的な補償対象物件が明かでないため、各開発計画とも土木工事費の5％を一律に計上する。

7.3.3 開発計画の評価方法

(1) 年間便益（B）

7.1.2(2)で述べたように、代替火力法を用いて開発計画の便益を算定する。ここでは、便宜上、各開発計画に対して一律の便益単価を用いることとし、それぞれの計画の保証出力（90％保証）と年間発生電力量（1次および2次）に下記の便益単価を乗じて年便益(B)を算定する。

対象開発方式	代替火力	KW単価 (US$/kW)	1次kWh 単価 (US$/kWh)	2次kWh 単価 (US$/kWh)
貯水池式	石炭火力	212	0.0162	0.0145
調整池式	ｶﾞｽﾀｰﾋﾞﾝ	71	0.0512	0.0506

(2) 年間費用（C）

発電所の年間費用(C)については、割引率を10％、耐用年数を50年、運転経費率を建設費の2％と仮定して、開発計画の建設費に年経費率11％を乗じて算定する。

(3) 評価指標

開発計画インベントリーの検討では、流域の水力ポテンシャルを評価するという目的を重視して、原則として純便益(B-C)を評価指標としてこれが最大になるように各計画地点の開発規模を選定する。さらにその他の評価指標として便益費用比率(B/C)、kWh当たり発電費用(US Cent/kWh)、kW当たり建設費(US$/kW)を算定する。

7.3.4 開発計画インベントリーの検討内容

上述した検討方法に従ってSe Kong川流域の開発計画インベントリーの検討を行った。この結果 Fig.7.3-1および Table 7.3-2 に示す計画案が、Se Kong流域の開発計画インベントリーとしてまとめられた。以下に流域内の各河川毎に検討内容について述べる。

(1) Se Kong川本流の開発計画

Se Kong川本流については、河川の縦断形状、ダム候補地点の位置、および支流の流入状況から、基本的な開発計画地点の配置は既往調査で提案されているSe Kong No.3,No.4 およびNo.5の3つの計画地点に限定される（Fig.7.3-2 参照）。

(1.1) Se Kong No.3 (Fig. 7.3-6)

Se Kong No.3計画のダム地点は谷幅が広く、ダムの堤頂長は2,000m以上となるが、地形的にみて他に代替地点はない。ダム軸位置は、左右岸の山体を最狭部で直接結ぶ案（上流案）と、左岸山体からやや下流方向に向かって出ている尾根状の地形を利用する案（下流案）の2つの案が考えられる。このうち下流案の右岸尾根は地質的にみて信頼性が低いため、ここでは上流側のダム軸を選定する。また、Se Kong No.3計画の湛水域内にはSekong県の中心であるSekong町があり、この水没の影響および補償費用が問題となる。しかし、インベントリー検討の段階では他の地点と同様の基準で補償費を計上しておく。

Se Kong No.3計画の貯水池満水位（HWL）は、Se Kong No.4計画のダムサイト河床標高が約160mであることから、HWL160mが実質的な上限となる。そこで開発規模について、Table 7.3-3 に示すように、貯水池のHWL 140、150、160mの3ケースについて検討した。検討の結果、B-Cが最大となる HWL 160mの案が選定された。この場合、Sekong町を含めて約 280km²の面積が水没するため環境上の影響が大きいが、ここでは、水力ポテンシャルの評価という面からHWL160m案をインベントリーに計上しておく。

(1.2) Se Kong No.4 (Fig.7.3-7)

Se Kong No.4計画のダム地点は、上下流の地形状況からみて既往計画案のダム地

点に限定される。この地点は両岸の斜面の傾斜が比較的なだらかで、堤頂長は約1,000mと長くなるが、左右岸の山体の規模と安定度からみて他にダム軸の代替案はない。

開発規模は、Table 7.3-4 に示すように、HWL280、300、320mの3ケースについて検討した。この結果、B-C が最大となるHWL300mの案が選定された。この場合、貯水池内には大きな町や集落はないが、貯水池面積は約 145km²に及ぶため水没する小集落や森林は多く、環境への影響は小さくないと考えられる。

ここでは、水力ポテンシャルの面からHWL300m案をインベントリーとして採用するが、B/Cでみると HWL280m案もHWL300m案と同等であり、この場合水没面積は114km²に減少する。次のステージではさらにダム高を下げる案も検討の余地がある。

(1.3) Se Kong No.5 (Fig.7.3-8)

Se Kong No.5計画のダム地点は、7.2.1(1)でも述べたように河川の縦断形状と支流の流入状況からほぼ既往計画案のダム位置に限定される。Se Kong川本流と支流H.Axam川との合流点下流約13kmには、河床標高 340mから 300mまでの勾配約1/20の急流部があり、この区間の上流部にダム、下流に発電所を設け、この間約1kmを導水路で結ぶレイアウトを選定した。

Se Kong No.5計画では、HWLが500m以上の場合には貯水池末端がベトナム国の領内にかかるため、実質的なHWLの限界は500mとなる。これ以上のHWLは検討対象から除外される。

そこで、開発規模について、Table 7.3-5 に示すように、HWL460、480、500mの3ケースについて検討した。この結果、B-Cが最大となるHWL500mの案が選定された。

HWL500m案では水没面積は約53km²となるが、貯水池内には集落や耕作地はほとんどなく、社会環境にへの影響は小さいものと考えられる。また、ここではダムタイプをロックフィルダムとしたが、コア材料や河流処理の面から、将来、精度の高い地形図や流量データによる検討を行えばコンクリート重力ダムが選定される可能性もある。この場合、さらにダム高を下げ堤体積を小さくした方が有利になることも十分考えられる。

(2) Xe Kaman川の開発計画

Xe Kaman川については、河川勾配の状況、ダム候補地点の位置、および支流の流入状況から、水力ポテンシャルの有効利用の観点での基本的な開発計画地点の配置は、既往調査で提案されているXe Kaman No.1, No.2, No.3およびNo.4の4つの計画案となる（Fig.7.3-3 参照）。

(2.1) Xe Kaman No.1 (Fig.7.3-9)

Xe Kaman川は、下流部にさしかかる手前に3列にわたって南北方向に連なる山脈を横切る区間で渓谷をなして流れている。その上流の中流部は河川勾配が緩やかで、上記の渓谷部にダムを設けることによって大きな貯水池が得られるため、Xe Kaman No.1計画はダム式の開発計画となる。ダムサイトは、渓谷区間内にいくつかの候補地点が考えられるが、貯水池周辺や谷の地形条件から、ダム建設に最も適した中央列の山脈を横断する渓谷区間に選定した。

Xe Kamn川本流と支流Nam Poay-O川との合流点直下の河床標高は 280mであり、Xe Kaman No.2計画のダム地点の河床標高を考慮すると、Xe Kaman No.1計画の実質的なHWLの限界は 280mとなる。また、この場合のダム高は 170m程度となり、技術面や投資額の面からもこれ以上HWLを上げることは望ましくないと思われる。これらの点を考慮して、Table 7.3-6 に示すように、HWL260、270、280mの3ケースの開発規模について検討した。この結果、B-C が最大となるHWL280mの案が選定された。

この場合、貯水池内には大きな町や集落はないものの、水没面積は約 220km²に及ぶため、環境への影響は小さくないと考えられる。ここでは、水力ポテンシャルの面からHWL280m案をインベントリーとして採用するが、B/C でみるとHWL260m案が最も有利であり、この場合、水没面積は約 190km²となる。したがって次のステージではさらにダム高を下げ、水没面積を少なくする案も検討される余地がある。

(2.2) Xe Kaman No.2 (Fig.7.3-10)

Xe Kaman No.1貯水池のHWL を280 mとする場合、Xe Kaman No.2計画のダムサイトは、河川の縦断形状と支流の流入状況から、支流Nam Poay-O川合流点の直下流の河床標高 280mの地点に選定される。

上流のXe Kaman No.3およびNo.4計画はダム水路式の計画となるため、これらの計画のダムサイトはXe Kaman No.2計画のHWLに影響されない。したがって、No.2計画のHWLには特に上限の制約はない。逆に、堆砂容量を考慮すれば、調整率20%程度の貯水容量を確保するためにはHWL380mが下限となる。そこで、Table 7.3-7に示すように、HWL380、400、420、440 mの4ケースの開発規模について検討したが、いずれのケースでもB/Cが1.0を大きく下回る結果となった。ここでは、水力ポテンシャルの評価の観点から、Xe Kaman No.3、No.4計画の発電所位置の河床標高を考慮して、HWL380m案を選定しておく。

(2.3) Xe Kaman No.3 (Fig 7.3-11)

Xe Kaman No.3計画は、Xe Kaman川の支流Nam Poay-O川中流の急流部で得られる落差を利用するダム水路式の発電計画となる。ダムサイトはこの急流部の上流に設けられるが、現地の地形および河川縦断形状の条件から、ある程度の貯水容量を確保しようとすれば、いずれの地点でもダムの規模を大きくなせざるを得ない。河川勾配が比較的緩くなる河床標高 860m地点付近にダム位置を選定した場合でも、調整率20%程度の容量を確保するためには、高さ約 100mのダムが必要となり、得られる電力量に対して建設費が大きくなり過ぎる。

そこで、地点特性に見合ったダム規模とするために、Xe Kaman No.3計画については日間調整式の発電計画を想定し、Nam Poay-O川の河川勾配の変化と水路ルートの地形条件からみて、水路延長に対する落差の比率が最も大きくなるように、河床標高約 770m地点にダムサイトを、河床標高約 370m地点左岸に発電所サイトを選定した。このレイアウトに対して、放水位をXe Kaman No.2計画の貯水池HWL380mに設定して開発規模の検討を行った。規模検討では、保証流量に対する最大使用水量の比率が、2倍、3倍、4倍のケースを検討した。この結果、Table 7.3-8 に示すように、保証流量の4倍の24m³/sを最大使用水量とした場合に設備利用率が63%となり、経済性でも有利となることから、この計画案を選定する。

(2.4) Xe Kaman No.4 (Fig.7.3-12)

Xe Kaman No.4計画は、Xe Kaman川の最上流部とXe Kaman No.2計画の貯水池との間で得られる落差を利用するダム水路式の開発計画となる。上流部では河川がい

くつもの支流に分かれているため、ここでは、各支流の平面的な位置関係と標高の関係を検討し、Fig.7.3-12 に示すように、合計５つの支流にそれぞれ、A、B、C、D、Eの貯水池を選定した。各貯水池を結ぶ水路ルートについては最も効率的な案として、A－B－CおよびE－D－Cの順に各貯水池を水路トンネルで結び、C貯水池からXe Kaman No.2貯水池まで導水して発電する計画案（CASE-1）と、CASE-1の案からD、E貯水池をはずした計画案（CASE-2）の２つの案を検討した。この結果、 Table 7.3-9 に示すように、いずれの案もB/Cが1.0以下となる。ここでは、水力ポテンシャルの評価の観点から、B/Cの大きいCASE-1の案を選定しておく。

(3) Xe Namnoy川の開発計画（Xe Pian川を含む）

Xe Namnoy川は、河川の縦断形状、支流および隣接河川の位置関係が複雑であり、隣接するXe Pian川を含めたXe Namnoy川全体の水力開発には様々な代替案が考えられる。しかしながら、十分な貯水容量の確保が可能なダム候補地点の位置は、地形的にある程度限られている。ここでは、7.2.1(3)に述べたJICAによる既往調査で提案されている流域内の３つの大－中規模開発計画案を基本として、隣接するXe Pian川の利用も含めて、Bolaven高原の特徴的な地形特性を可能な限り有効に利用するような開発計画案を検討する。

(3.1) Xe Namnoy川単独計画およびXe Pian川単独計画

Xe Namnoy川本流は、中流部の河床標高約 720m地点から同約 180m地点までが急流となっており、この間の落差が利用できる。一方、河床標高 720m地点から上流は、Bolaven高原上の平坦部を緩やかな河川勾配で流れており、上流部には貯水容量が比較的大きい貯水池を設けることが可能である。

また、Xe Namnoy川の開発計画としては、隣接する支流やXe Pian川から導水する案が考えられるが、ここでは、まず本流だけを利用する計画案を対象として検討する。

(3.1.1) Xe Namnoy中流計画

Xe Namnoy中流計画は、上記ような地点特性を生かして、河床標高 720m地点

から同 280m地点までの落差を利用するダム水路式の開発計画となる（Fig.7.3-13 参照）。

ダムサイトは、急流部が始まる河床標高720m地点より上流に選定するが、ダム軸の位置は、十分な貯水容量を確保するためのHWLの設定と、導水路延長を短くするための取水口位置の設定によっていくつかの案が考えられる。HWL760m以上の場合には、取水口の位置を考慮して河床標高 720m地点から約2km上流の地点を選定し、HWL750m以下の場合は、河床標高720m地点を選定した。発電所位置は、導水路ルートと水圧管路の地形を考慮して、河床標高 280m地点右岸に選定する。

上記の条件のもとで、Table 7.3-10 に示すように、HWL750、760、770、780mの4ケースについて開発規模の検討を行った。この結果、調整率30%の貯水容量が確保可能で、かつダム規模の最も小さいHWL760m案の場合にB-C 、B/Cとも最大となるため、HWL760m計画案を選定する。HWL750m案では、ダム規模は小さくできるものの、調整率10%程度の貯水容量しか確保できないため、HWL760m案よりも経済性が劣る。

(3.1.2) Xe Namnoy下流計画

Xe Namnoy下流計画は、中流計画の発電放流と中流計画ダムサイトから下流の流域の自然流量を受け、Xe Namnoy川本流の急流区間のうち河床標高 280m以下の部分の落差を利用して発電する調整池式の開発計画となる（Fig.7.3-13 参照）。この計画はダム水路式の発電計画としては利用できる落差が小さいが、Xe Namnoy中流計画の貯水池によって調整された発電放量を有効に利用することを前提として計画される。したがって、Xe Namnoy下流計画はXe Namnoy中流計画と一体の開発スキームとして扱われるものである。

なお、Xe Namnoy下流計画については、Se Kong 川の本流に直接発電放量するHouay Katak Tok計画の有無によって流量の条件が異なるが、ここでは、後に述べる Houay Katak Tok計画の検討で選定された計画が存在するという条件で検討を行った。

Xe Namnoy下流計画のダムサイトはHouay Katak Tok川下流の河川水の有効利用と水路レイアウト上の地形的な制約から、 Houay Katak Tok川との合流点の直

下流地点に選定される。発電所地点は、水路延長と得られる落差の関係から、河床標高 200m地点の右岸に設けることになる。この案について、最大使用水量が保障流量のそれぞれ3倍、4倍、4.8倍のケースについて検討した。この結果、Table 7.3-11 に示すように、最大使用水量を保証流量の4.5倍の75m³/sに設定する案の場合に設備利用率が約60%となり、経済性でも最大使用水量66m³/sのケースとほぼ同等であることから、この計画案を選定する。

(3.1.3) Xe Pian川単独計画

Xe Pian川からXe Namnoy中流計画貯水池への導水計画の代替案として、Xe Pian川での単独開発計画案の検討を行った（Fig.7.3-4 参照）。Xe Pian川の中流部は、河床標高約780mから同約 340mまでが急流をなしており、この区間の落差を利用する開発計画が考えられる。この場合、河床標高 780m地点の上流には十分な貯水容量を確保できるような地形がないため、Xe Pian川単独開発計画は調整池を持つ水路式の発電計画となる。さらに、水路ルートを短くして効率的に落差を利用するためには、Fig.7.3-4 に示すような、Xe Pian川本流の東側の隣接支流を利用するレイアウトが有利となる。

この計画案について、最大使用水量が保障流量のそれぞれ3倍、4倍、5倍のケースの検討を行った。この結果、Table 7.3-12 に示すように、最大使用水量を保証流量の5倍の15m³/sに設定する案の場合に設備利用率が約60%となり、経済性でも有利であることから、この計画案を、Xe Pian川からXe Namnoy川への導水計画の代替案として選定する。

(3.2) Xe Pian川からの導水を含むXe Namnoy計画 (Fig.7.3-13)

次に、Xe Namnoy中流計画の本流単独計画の最適案として選定されたHWL760m案を基本として、本流の貯水池に隣接するXe Pian川から導水を行うケースの検討を行った。

ここでは、Xe Pian川の単独開発計画の検討結果に準じて保証流量の5倍を最大取水量とし、Fig.7.3-13 に示す分水路ルートでXe Namnoy中流計画の貯水池へ導水する計画とした。この条件でのXe Namnoy中流計画および下流計画を、Xe Namnoy川本流およびXe Pian川の単独開発の場合と比較した結果を Table 7.3-

13 に示す。この結果、Xe Pian川からの導水を行う方が総合的に有利であると判断される。したがって、Xe Namnoy 計画（中流計画＋下流計画）についてはXe Pian川導水案を含む計画案を選定する。

(3.3) Houay Katak Tok計画 (Fig.7.3-14)

Houay Katak Tok川はBolaven高原の東端部を流れており、中上流域とSe Kong川本流のSe Kong No.3計画ダムサイトの下流地点との間で約 800mの落差が利用できる。また、Xe Namnoy川と同様に上流域の河川勾配が緩く、流量の年間調整に必要な貯水容量を確保できるダムを設けることが可能な地形となっている。Houay Katak Tok計画は、このような地点特性を生かして、Houay Katak Tok川の上流域の年間流量とSe Kong川本流との間の高落差を利用するダム水路式の開発計画となる。

Houay Katak Tok計画のダムサイトはいくつかの代替案が考えられるが、流量の年間調整に必要な貯水容量が確保できて地形的にダム規模がもっとも小さくなる、河床標高 820m地点を選定する。放水口地点は水路延長が最短となるSe Kong No.3計画ダムサイト地点の下流約５km地点を選定する。

また、この間を結ぶ水路と発電所については、Bolaven高原の東側斜面は非常に急峻であり、約 800mの落差の水圧管路を斜面に設けることは技術的に困難であるため、縦抗トンネル式の水圧管路、地下式発電所、放水路トンネルのレイアウトを選定する。

以上の条件で、Table 7.3-14 に示すように、HWL870、880、890mの３つのケースについて規模検討を行った。この結果、B-Cの最も大きいHWL880mの計画案を選定する。

(4) Nam Kong川の開発計画

Nam Kong川の河川勾配の状況やダム貯水池を設けるための地形的な条件から、Nam Kong川での中－大規模の開発計画は、既往調査で提案されているNam Kong No.1,No.2,No.3の３つの計画が基本案となる（Fig.7.3-5 参照）。

(4.1) Nam Kong No.1計画 (Fig.7.3-15)

Nam Kong No.1計画は、Nam Kong川下流部の河床標高 260m地点から上流の緩勾配区間を貯水池として利用し、さらに河床標高 260m地点から同 120m地点までの急流区間で得られる落差を利用するダム水路式の開発計画となる。ダム地点は、谷幅が最も狭くなる河床標高約 265m地点に限定され、さらに、ダムサイトおよび貯水池周辺の地形条件から、貯水池のHWLは340mが限界となる。また、発電所地点は、地形的な水路ルートの制約から、河床標高 160m地点を選定する。

以上の条件で、Table 7.3-15 に示すように、HWL320、330、340mの 3 つのケースについて規模検討を行った。この結果、B-Cの値が最も大きくなるHWL340mの計画案を選定する。

(4.2) Nam Kong No.2計画 (Fig.7.3-16)

Nam Kong No.2計画は、Nam Kong川中流部の河川の蛇行区間を利用するダム水路式の開発計画となる。ダム地点は、谷幅が最も狭く、両岸の尾根の地形が比較的しっかりしている河床標高約 400mの地点に限定され、さらに、ダムサイトおよび貯水池周辺の地形条件から、貯水池のHWLは480mが限界となる。また、次項(4.3)で述べるNam Kong No.3計画地点の地形条件を考慮すると、HWLを 460mとするのが効率的である。水路ルートおよび発電所地点は、Nam Kong No.2計画の貯水池とNam Kong No.1計画の貯水池とを結ぶ水路延長が最も短くなる地点を選定する。放水位はNam Kong No.1計画のHWL340mとする。

以上の条件で、Table 7.3-16 に示すように、HWL460、470、480mの 3 つのケースについて規模検討を行ったが、いずれのケースもB/Cが 1.0を下回る結果となった。ここでは、水力ポテンシャルの評価の観点から、Nam Kong No.3計画との関連も考慮して、HWL460mの計画案を選定しておく。

(4.3) Nam Kong No.3計画 (Fig.7.3-17)

Nam Kong No.3計画は、Nam Kong川中流部の河床標高 500m地点から上流の緩勾配区間を貯水池として利用し、さらに河床標高 500m地点から同 460m地点までの急流区間で得られる落差を利用するダム水路式の開発計画となる。ダム地点は、急流区間の上流端付近で、谷幅が最も狭くなる河床標高約 490m地点に限定され、さ

らに、周辺の地形条件から貯水池およびダムの適正規模を考慮すると、HWLは 540 mが限界となる。また、発電所地点は、ダムサイト下流の急流区間末端の河床標高460m地点を選定する。

以上の条件で、Table 7.3-17 に示すように、HWL530、540mの２つのケースについて規模検討を行ったが、いずれのケースもB/Cが1.0を下回る結果となった。ここでは、水力ポテンシャル評価の観点から開発規模の大きなHWL540mの計画案を選定しておく。

(5) Xe Xou川の開発計画

Xe Xou川はXe Kaman川の南側を流れる河川で、中流域の地形はXe Kaman川とよく似た特徴をもっている。流域面積はそれほど大きくなく、河川勾配が比較的緩やかで流域面積も大きくないため、大－中規模の開発計画は既往調査で提案されているXe Xou計画の１地点だけとなる。

(5.1) Xe Xou計画 (Fig.7.3-18)

Xe Xou計画は、Xe Kaman No.1計画と同様に、大規模な貯水池をもつダム式の開発計画となる。ダムサイトは、流域の地形特性と流域面積の関係から、Xe Xou川が中流部から下流の平野部へ出る出口にあたる渓谷区間の河床標高 120m地点付近に限定される。この中で、Fig.7.3-18 に示す位置にダムサイトを設定した。

以上の状況から、Table 7.3-18 に示すように、HWL160、180、200、220mの４ケースについて規模検討を行った。この結果、B-C、B/CともにHWL180mの計画案が最大となったが、B/Cは1.0を大きく下回っている。これは、流域面積がXe Kaman No.1計画地点などと比べると小さく、ダムだけで落差を得る開発計画としては流量が不足しているためである。さらに、水没面積はHWL180m案の場合でも約100km²に達し、この中には多数の集落があるため水没人口も大きい。

また、Xe Xou貯水池からXe Kaman No.1貯水池への導水計画も考えられるが、この場合、Xe Kaman No.1計画の貯水池満水位を下げたとしても、地形的にXe Xou計画のHWLを220m以上にする必要があり、ダム規模がさらに大きくなるため経済性が得られない。

(6) Nam Emun川の開発計画

Nam Emun川は、中上流域を形成するいくつかの小支流が下流部で集まってSe Kong川本流に合流している。本流との合流点はSe Kong No.4計画のダムサイトの上流約10km地点であり、下流部はSe Kong No.4貯水池の一部を成す。このような流域の特性上、Nam Emunでの大－中規模開発計画は、既往調査で提案されているような、上流部のいくつかの支流に設ける貯水池とSe Kong No.4計画の貯水池との間の落差を利用する開発方式となる。

ここでは、メコン委員会の既往調査で用いられた、Dak E Meule計画の名称を踏襲する。

(6.1) Dak E Meule計画 (Fig.7.3-19)

Nam Emun川の上流部は河川がいくつもの小支流に分かれているため、ここでは、各支流の平面的な位置関係と標高の関係を検討し、Fig.7.3-19 に示すように、合計５つの支流にそれぞれ、A、B、C、D、Eの貯水を設け、さらに本流上に中継点としてF調整池を設ける２段式のダム水路式計画案を選定した。

この案に対して、各貯水池を結ぶ水路ルートについて以下の２つの案について比較検討を行った。すなわち、E－A－FおよびD－C－B－Fの順に各貯水池を水路トンネルで結び、A貯水池とF調整池の間の落差を利用して発電を行い、さらに、F調整池から、D、C、B貯水池からの流量を合わせてSe Kong No.4貯水池まで導水して発電する計画案（CASE-1）と、CASE-1の案からB貯水池およびE貯水池をはずした計画案（CASE-2）の２つの案を検討した。

この結果、Table 7.3-19 に示すように、いずれも B/Cは 1.0以下となった。ここでは、水力ポテンシャルの評価の観点から、B/Cの大きいCASE-2の案を選定しておく。

(7) Houay Lamphan Gnai川

Houay Lamphan Gnai川は、Bolaven高原の北東端を上流域とし、高原の北側を急流をなして流れ下りSe Kong川の本流に注ぐ川で、Xe Namnoy川の支流のHouay Katak Tok川とよく似た流域の特性をもっている。このような流域の地形的特性から、Houay Lamphan Gnai川での大－中規模開発計画は、既往調査で提案されている

ように、中上流域に設ける貯水池とSe Kong川本流との間で得られる約 700mの落差を利用したダム水路式の開発計画となる。

(7.1) Houay Lamphan Gnai計画 (Fig.7.3-20)

Houay Lamphan Gnai計画のダムサイトは、いくつかの代替案が可能であるが、貯水容量が確保できてダム規模がもっとも小さくなる、河床標高約 785m地点を選定する。放水口地点は、水路延長が最短となるHouay Lamphan Gnai川下流部の河床標高 160m地点を選定する。

また、この間を結ぶ水路と発電所については、Houay Katak Tok地点と同様、水路ルートとなるBolaven高原の斜面は非常に急峻であり、約 700mの落差の水圧管路を斜面に設けることは技術的に困難であるため、縦抗トンネル式の水圧管路、地下式発電所および放水路トンネルで構成されるレイアウトを選定する。

以上の条件で、Table 7.3-20 に示すように、HWL830、840、850mの 3 つのケースについて規模検討を行った。この結果、B-C 、B/Cともに最も大きいHWL840 mの計画案を選定する。

7.3.5 開発計画インベントリーの作成

7.3.4 で述べた検討結果は、Se Kong 川流域の開発計画インベントリーとして Table 7.3-1 にまとめられている。この中には B/C が1.0以下となる開発計画も含まれているが、本検討では、水力の開発ポテンシャルの評価のために7.3.3 で検討された全ての開発計画案をインベントリーに計上する。

本章で作成された開発計画インベントリーやそれに基づく水力ポテンシャルの評価、さらには水力開発以外の他の目的を含めた検討を行う場合に留意すべき事項を以下に述べる。

- 貯水池式の開発計画は、この検討では、設備利用率を60%程度に設定しているが、ピーク電力供給の必要性が高まれば、ピーク対応型発電所としての経済性が生まれる可能性もある。また、貯水池式の開発計画は、ダム地点の制約等から計画立案の自由度が小さいため、かんがい等の他部門の便益も考慮した総合開発計画との関連も重要であり、多目的開発計画として開発される可能性もある。

- 調整池式の開発計画は、開発規模の面や他部門との関連の面からも、計画の自由度が大きく、社会的な諸条件の変化によって最適な開発計画が変化する。また、エネルギーとしてのポテンシャルは小さいため、流域全体の水力ポテンシャルの評価にはそれほど影響しないことに加え、河川全体の開発スキームを規定する度合いも小さい。
- ここで作成されたインベントリーに含まれる開発計画の規模は、包蔵水力の評価とプレ・フィージビリティ調査対象地点の選定を目的として設定されたもので、必ずしも各計画地点毎に検討した場合の最適規模ではない。また、現時点ではかなり大胆な推定による流量データを用いての検討となっている。このような点で、ここで提案するインベントリーは、あくまで現時点で利用できるデータを用いた包蔵水力調査として位置付けられ、今後、優先地点の検討や基礎資料の蓄積と共に、順次見直されるべきものである。

本調査においても、流域内の優先開発計画に対して実施するプレ・フィージビリティ調査段階での調査、検討の結果に応じて、本章での検討結果のレビューを行う。この内容については第13章の中で述べる。

Table 7.3-1 Project Cost Parameters

Unit: US$

Item	Description	Unit	Unit Rate 1993
Excavation	Earth (Open)	m^3	4
	Rock (Open)	m^3	9
	Tunnel	m^3	50
	Shaft	m^3	100
	Underground	m^3	50
Embankment	Average	m^3	6
Concrete	Dam	m^3	100
	Structure	m^3	150
	Lining	m^3	200
	Base	m^3	150
	Backfill	m^3	150
Reinforcement Bar		t	1,000
Hydro-mechanical Equipment	Gates	t	5,000
	Penstock	t	4,000
	Trashrack	t	5,000
Construction Road	Plain (unpaved)	km	50,000
	Mountainous (unpaved)	km	70,000
	Improvement	km	30,000
Concrete Bridge	W = 7 m, L = 25 m	m	5,000
	W = 7 m, L = 40 m	m	8,000
	W = 7 m, L = 80 m	m	11,000
	W = 7 m, L = 130 m	m	9,000
Transmission Line	Estimated separately	km	--