

## 第 4 章 揚水素材地点の抽出・評価

## 第4章 揚水素材地点の抽出・評価

### 4.1 揚水発電所の機能と役割

#### (1) 揚水発電所の仕組み

揚水発電所の概要図を図4-1-1に示す。

揚水発電所は、水の力を借りて電気を貯蔵、発電する設備である。揚水発電所は、上部と下部のダムによって作られた2つの調整池と、それを結ぶ水路トンネル、水路トンネルの中間に設ける地下発電所から構成される。

揚水発電所は、夜間など電力需要の少ない時（オフピーク時）には、下部調整池から上部調整池に水を汲み上げておき、夕方などの電力需要が多い時（ピーク時）にこの水を使って発電を行うものである。したがって、一度調整池に貯水すれば、その後は同じ水を繰り返して使うため、豊水期、渇水期にかかわらず、年間を通して常に設備出力で発電することが可能である。

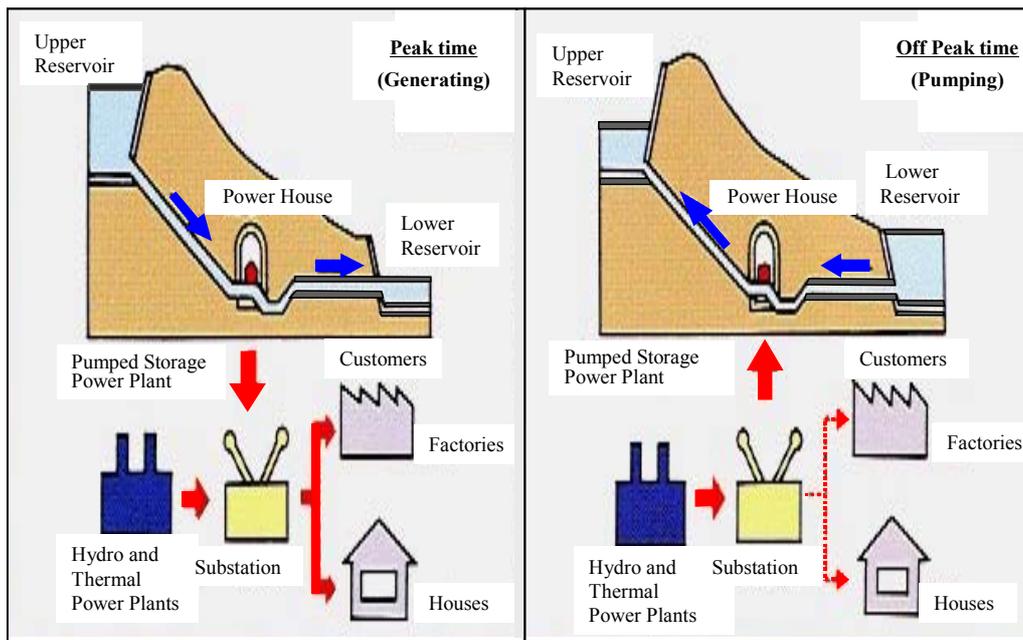


図4-1-1 揚水発電所の概要図

#### (2) 揚水発電所の役割と機能

揚水発電所は、深夜などの電力があまり使われていない時に電気を貯蔵して、ピーク時など電気を必要とする時にこの貯蔵した電力を利用することで、需要と供給のバランスを調整して、ピーク時とオフピーク時の電力需要の格差を小さくすることが出来る(図4-1-2)。つまり、揚水発電所は、電力消費の時々刻々の変動を平準化するという役割を担うもので

あり、DSM の一つとも見なせる。

この負荷平準化により、これまで頻繁に起動停止および出力調整しなければならなかった他の電源が定格出力で長時間運転することが可能となるため、燃料効率が向上する。さらに、これに伴う発電単価の安いベース電源の発電比率の増大が図れることにより、系統全体の発電経費が減少するという経済効果もある。

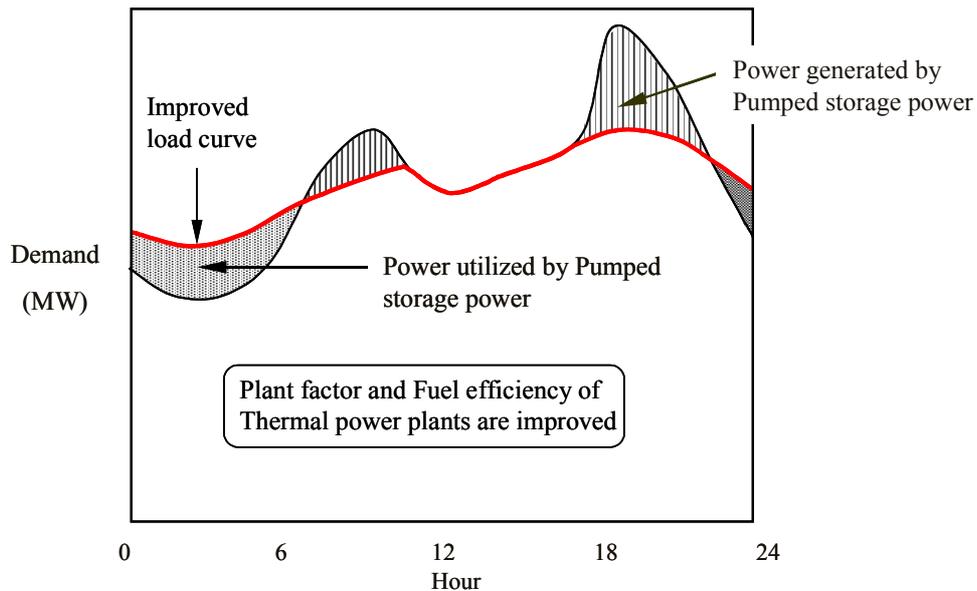


図 4-1-2 揚水発電所による日負荷曲線の平準化

また、揚水発電所は一般水力と同様に出力調整能力に優れていることから、供給信頼度確保のために、不可欠な以下の付属機能（Ancillary service）を有している。

- 周波数制御  
周波数の変動を抑制するため、リアルタイムで生じる需給のアンバランスを調整するサービス。
- 瞬動予備力  
系統に並列しており、かつ給電指令後 10 分以内に所定の出力まで達することが出来る予備力（図 4-1-3）。
- 待機予備力  
給電指令から 60 分以内に所定の出力まで達することが出来る予備力。
- 電圧制御  
系統の電圧を維持するために無効電力を供給するサービス。

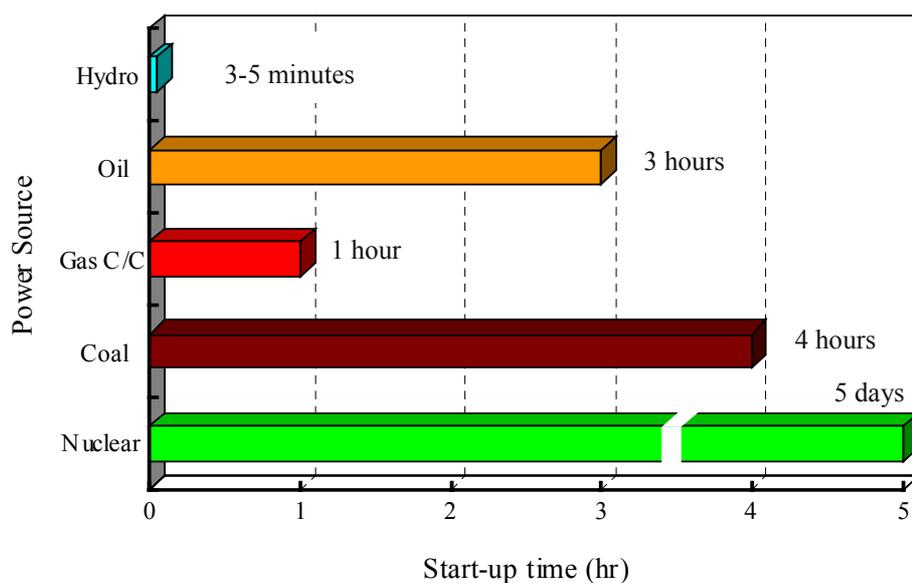


図 4-1-3 停止 8 時間後に再運転した場合の起動時間

## 4.2 揚水素材地点の抽出

ピーク対応電源の選定は、種々の候補電源の調整可能量、負荷追従特性、効率や発電原価等を調査し、評価することが必要である。また、ピーク対応電源の候補である揚水発電については、ベトナム国に現有しないこと、また素材候補地点の抽出がされたものの、十分な計画検討がなされていないことから、今回の調査において素材地点の抽出・評価を実施し、他のピーク対応電源と比較検討するための基礎資料を得ることとする。

### 4.2.1 揚水発電開発候補地点選定基準の設定

揚水発電開発候補地点の選定に際し、C/P が採用した選定基準を確認するとともに、当該国の特殊事情も勘案の上、下記の項目について C/P と協議の上、揚水発電開発候補地点選定基準を設定した。

- a) 自然社会環境条件（上部、下部調整池周辺を中心）
- b) 地形地質条件（上部、下部ダムサイトを中心）
- c) 技術面および経済性の条件
- d) 地理的条件

その結果、揚水素材地点の選定基準については、表 4-2-1 に示すとおりとした。

なお、揚水素材地点（ポテンシャル地点）の抽出は、ベトナム国全域を対象としたため、選定基準には、需要地からの距離などの地理的条件は含めず、現地調査地点の選定段階で考慮することとした。

表 4-2-1 揚水開発地点の選定基準

	Issue	Item	Criteria	Status
Technical	Generation plan	- Peak duration time	- 7hrs	○
		- Installed capacity	- 400 - 1,000MW	○
	Technical constraints of Power facility	- Design head	- Less than 750m of maximum head	○
		- K Value	- Less than 1.25	○
	Location / Layout	- Max. utilizing water depth of pond	- Less than 30m (40m in case of full facing pond type)	○
- Catchment area			- More than 30km <sup>2</sup> (total of upper, lower dams and diverted)	○
- Dam crest length		- Less than 500m	○	
- Dam height		- Less than 180m (Rockfill type)	○	
- Length of water way		- Less than 10km	○	
Geological conditions	- L/H	- Less than 15	○	
	- Overburden of underground power cavern	- Less than 500m	●	
Environmental	Natural	- Active fault	- Avoid the zone of active faults and those of Quaternary Era	●
		- Base rock conditions especially for underground power cavern	- Avoid the area of Quaternary Era and weak and unconsolidated strata	●
	- Protected Area (e.g. Natural Parks)	- Beyond the confines of Protected Areas (Natural Parks and Nature Reserves)	○	
Social	- Endangered species	- Avoid the critical habitats of important fauna and flora	●	
	- Mining right	- Avoid the area of mining concession	●	
	- Historical and Cultural heritage	- Avoid being submerged	●	
		- Houses to be submerged	- Necessary to consider	●

○ : considered in primary project finding stage

● : studied in site survey stage

## 4.2.2 図上検討

### (1) 図上検討の手順

まず、ベトナム側が揚水発電マスタープランの中で提案している 12 地点について、上記選定基準に基づき、1/50,000 地形図を使用して図上検討を行い、実施可能性をレビューする。次に、上記選定基準に基づき 1/50,000 地形図を使用して図上検討を行い、調査団として新たな有望サイトを抽出する。

さらに、ベトナム側提案の 12 地点および調査団が抽出した新規揚水素材地点について、概略発電所工事費を算出する。

以上の検討結果をもとにガスタービン火力を代替電源とした経済計算 (B/C) を行う。最後に、経済性と前述の自然社会環境上の課題を総合評価することにより、優先度の一次評価を行う。

### (2) 第 1 次現地調査地点の抽出

揚水地点発電開発候補地点の検討に当たり、まず、現地調査によって得られたベトナム全土に亘る広域地質をとりまとめた (添付資料 4-1)。

また、ベトナム側が提案している揚水候補地点 12 地点の実施可能性について、1/50,000 地形図を使用して図上検討を行い、実施可能性をレビューするとともに、ポテンシャル地点を新たに抽出した。

その結果、38 地点が抽出され、各地点の計画諸元および概算工事費を、表 4-2-2 に示す。この 38 地点について、選定基準に基づき第 1 次評価を実施し、揚水素材地点の絞り込みを実施した。

まず、自然社会環境面のスクリーニングとして、既存及び計画中の国立公園および自然保護区の位置および範囲を調査し、抽出地点との位置関係を評価した。この結果、1 地点が公園内に位置することから、開発候補地点から除外した (添付資料 4-2)。

また、技術的条件について選定基準に基づいて評価した結果、現状技術の限界から 11 地点が開発困難と判断された。

残りの 26 地点を対象に以下の観点から、優先度の 1 次評価を行い、C/P と協議の上、最終的に表 4-2-3 に示す 10 地点を 1 次現地調査地点として選定した。

- 1) 各地点の建設費
- 2) 需要地・500kV 変電所からの距離
- 3) 現地までの道路交通事情

表 4-2-2 揚水開発候補地点一覧表

No.	Location map	Elevation of reservoir		Upper Lower								(*1000m3)					Notes
		East Longitude	North Latitude	HWL	LWL	HWL	LWL	Max. head	longitudinal length(L)	L/H	Cost (M US\$)	Dam Vol. UP	Dam Vol. LOW	Dam Vol. Sub	K Value		
1	JN18	N 6050-IV	105:13	20:50	700	670	115	80	620	6100	9.8	740	800	Hoabinh	0	1.19	-antiseepage for upper reservoir -cofferdam for outlet construction
2	P5	N 5950-I	104:54	20:57	660	620	115	80	580	2250	3.9	760	Pond	Hoabinh	0	1.22	-resettlement/land use -cofferdam for outlet construction -approach to outlet -approach tunnel to PS
3	JN13	N 5653-I	103:25	22:28	1180	1140	500	470	710	2300	3.2	760	Pond	1,300	0	1.18	-far from high demand area (>350km)
4	JN17	N 5954-I	104:58	22:57	1000	960	280	250	750	2200	2.9	770	Pond	2,300	0	1.17	-far from high demand area (>250km)
5	JN5	N 5951-III	104:32	21:08	750	720	150	120	630	2800	4.4	770	2,700	1,600	700	1.18	-resettlement/ land use -antiseepage of upper reservoir
6	JC6	C 6737-IV	108:43	14:22	800	760	200	170	630	2350	3.7	780	Pond	1,600	0	1.20	-approach to upper/lower dam sites -far from high demand area
7	JS11	S 6531-I	107:51	11:18	1040	1010	400	370	670	5000	7.5	780	2,100	1,700	0	1.17	-base rock for lower dam site -approach to upper dam
8	P11B	N 5950-I	104:50	21:00	650	610	115	80	570	2650	4.6	780	Pond	Hoabinh	0	1.23	-resettlement/use for upper reservoir -approach tunnel to talerace, outlet -approach road (>20km)
9	JS7	S 6732-III	108:35	11:35	1000	970	440	410	590	5250	8.9	800	1,600	1,600	0	1.18	-site for upper dam -approach to upper/lower dam
10	JN6	N 5951-IV	104:39	21:19	800	770	300	270	530	5600	10.6	810	3,200	1,900	0	1.20	-resettlement -abutment of upper dam/approach
11	JC4	C 6735-I	108:52	13:28	500	470	100	70	430	4650	10.8	820	3,300	1,900	0	1.24	-approach to upper dam -base rock condition for upper dam -far from high demand area
12	JS8	S 6731-IV	108:31	11:24	760	730	200	170	590	4550	7.7	820	Pond	1,900	0	1.18	-bed rock/abutment of lower dam -approach to the upper/lower dam
13	JS9	S 6633-I	108:28	12:28	1000	970	500	470	530	5700	10.8	820	1,600	2,500	0	1.20	-approach to upper/lower dam
14	JN3	N 5951-II	104:47	21:13	900	870	360	330	570	3350	5.9	820	2,400	5,000	0	1.19	-antiseepage of lower dam -alternatives for upper pond
15	JN11	N 5851-II	104:24	21:05	700	660	200	170	530	4000	7.5	830	Pond	1,300	0	1.23	-upper reservoir (limestone)
16	JN20	N 5753-I	103:48	22:20	1900	1870	1200	1170	730	8500	11.6	830	3,000	2,700	0	1.16	-far from high demand area (>300km)
17	JC2	C 6638-II	108:23	14:43	1000	970	440	410	590	5250	8.9	840	4,500	2,500	0	1.18	-approach to upper/lower dam -base rock condition for upper dam -far from high demand area
18	JS6	S 6732-I	108:47	11:57	620	580	200	180	440	2600	5.9	840	Pond	1,400	0	1.23	-location of upper pond/ approach -abutment of lower dam
19	JC3	C 6735-I	108:54	13:25	740	710	100	70	670	6100	9.1	860	Pond	900	0	1.17	-approach to upper dam -base rock condition for upper dam -far from high demand area
20	JS4	S 6732-I,IV	108:45	11:57	740	710	240	210	530	7000	13.2	860	5,000	1,100	0	1.20	-approach to upper dam
21	JN15	N 5853-III	104:08	22:04	800	760	300	270	530	5200	9.8	860	Pond	2,400	0	1.23	-far from high demand area (>220km)
22	JC5	C 6736-I	108:50	13:52	660	630	120	90	570	8500	14.9	880	3,100	3,200	0	1.19	-approach to upper dam -base rock condition/sub dam for upper dam -far from high demand area
23	JN1	N 5950-I	104:50	20:59	1000	960	300	270	730	2450	3.4	880	Pond	10,600	0	1.18	-resettlement/land use (lower dam) -approach to the site -base rock condition for lower dam (consider alternatives)
24	JS10	S 6532-IV	107:35	11:47	700	670	280	260	440	5200	11.8	890	Pond	1,600	0	1.20	-approach to upper/lower dam
25	JS3	S 6733-II	108:55	12:08	840	810	240	210	630	7800	12.4	890	2,700	4,600	600	1.18	-abutment/sub dam for upper dam/reservoir -approach to upper/lower dam
26	JN9	N 5851-I	104:20	21:20	1200	1170	500	470	730	4600	6.3	890	9,300	3,000	0	1.16	-approach to the site
JN8	N 5553-IV	102:35	22:21	1060	1030	580	550	510	3800	7.5	880	10,200	1,700	0	1.21	National Park	
JC1	C 6638-I	108:20	14:47	1300	1270	540	510	790	9600	12.2	-	1,300	5,400	0	1.15	Too big head	
JS5	S 6732-IV	108:38	11:51	1042	1018	250	220	820	7300	8.9	-	DaNhim	Pond	0	1.14	Too big head	
JN12	N 5851-II	104:23	21:06	1000	960	200	170	830	3300	4.0	-	Pond	1,300	0	1.16	Too big head	
P11	N 5950-I	104:50	21:00	1000	960	115	80	920	3900	4.2	-	Pond	Hoabinh	0	1.16	Too big head	
P12	N 5851-II	104:19	21:08	1000	960	115	80	920	7900	8.6	-	Pond	Hoabinh	0	1.16	Too big head	
JN19	N 5753-I	103:50	22:27	960	930	200	170	790	6350	8.0	-	2,500	4,200	200	1.15	Too big head	
JN16	N 5752-II	103:50	21:35	560	530	160	130	430	3100	7.2	-	8,400	900	0	1.25	Too big K Value	
P5B	N 5951-I	104:53	20:58	500	470	115	80	420	2600	6.2	-	8,700	Hoabinh	0	1.26	Too big K Value	
P4B	C 6537-III, II	107:45	14:13	600	560	305	275	325	2600	8.0	-	Pond	SeSan3	0	1.36	Too big K Value	
P1B	C 6737-III	108:44	14:06	460	420	100	80	380	2500	6.6	-	Pond	2,600	0	1.26	Too big K Value	
JN2	N 5950-I	104:55	20:55	600	560	220	190	410	5500	13.4	-	Pond	4,200	0	1.28	Too big K Value	

Notes: - Location N: North, C: Central, S: South Region  
- Cost is excluding compensation, land, approach roads, cofferdam for outlet construction, transmission, etc.

表 4-2-3 現地調査実施地点

No.	Location map	Elevation of reservoir		Upper Lower								(*1000m3)				
		East Longitude	North Latitude	HWL	LWL	HWL	LWL	Max. head	longitudinal length(L)	L/H	Cost (M US\$)	Dam Vol. UP	Dam Vol. LOW	Dam Vol. Sub	K Value	
JN18	N 6050-IV	105:13	20:50	700	670	115	80	620	6100	9.8	740	800	Hoabinh	0	1.19	
P5	N 5950-I	104:54	20:57	660	620	115	80	580	2250	3.9	760	Pond	Hoabinh	0	1.22	
JN5	N 5951-III	104:32	21:08	750	720	150	120	630	2800	4.4	770	2,700	1,600	700	1.18	
JS11	S 6531-I	107:51	11:18	1040	1010	400	370	670	5000	7.5	780	2,100	1,700	0	1.17	
P11B	N 5950-I	104:50	21:00	650	610	115	80	570	2650	4.6	780	Pond	Hoabinh	0	1.23	
JN6	N 5951-IV	104:39	21:19	800	770	300	270	530	5600	10.6	810	3,200	1,900	0	1.20	
JN3	N 5951-II	104:47	21:13	900	870	360	330	570	3350	5.9	820	2,400	5,000	0	1.19	
JS6	S 6732-I	108:47	11:57	620	580	200	180	440	2600	5.9	840	Pond	1,400	0	1.23	
JN1	N 5950-I	104:50	20:59	1000	960	300	270	730	2450	3.4	880	Pond	10,600	0	1.18	
JN9	N 5851-I	104:20	21:20	1200	1170	500	470	730	4600	6.3	890	9,300	3,000	0	1.16	



図 4-2-1 現地調査実施箇所位置図

### 4.2.3 第1次現地調査

#### (1) 調査目的

図上検討で抽出された優先度の高い地点（10 地点程度）を対象に、図上検討の際に抽出された立地地域及びその周辺地域の自然・社会環境や土地利用状況等の課題、地形地質上の課題等を整理し、現地踏査で明らかにすべき事項を明確にするるとともに、調査計画（工程）を立案し、現地調査を実施する。

現地調査結果を分析し、開発可能性が高い候補地点を選定する。選定した揚水発電開発候補地点それぞれを対象として、現地調査結果を踏まえて概略計画ならびに概算工事費の見直しを行うとともに経済性の評価を行う。また、自然社会環境に関する調査結果を整理し、立地の可否および難易度を評価する。

#### (2) 調査方法

調査計画について C/P と協議し、限られた調査期間内に調査を完了するため、2 班に分かれて実施し、調査結果を共有しながら効率的に調査を進めることとした。また、予めチェックリストを作成し、調査内容に漏れの無いようにした。

自然社会環境については現地の環境専門家を再委託により調達した。

調査の実績行程および同行したカウンターパートは下表のとおりである。

表 4-2-4 第1次現地調査実績行程

Date	Group	Participants of Counterpart personnel		Site Name
2 月 17-21 日	Group A	Son La PMB PECC1	Mr. Tran Viet Hoa Ms. Vu Thi Tuoi	JN1, P11B, P5
	Group B	Son La PMB PECC1	Mr. Le Manh Bao, Mr. Nguyen Van Ton	JN18, JN5 (Lower dam site) JN6 (Lower dam site)
2 月 24-27 日	Group A	Son La PMB PECC1	Mr. Tran Viet Hoa Ms. Vu Thi Tuoi	JN3, JN6 (Upper dam site)
2 月 24-28 日	Group B	Son La PMB PECC1	Mr. Le Manh Bao, Mr. Nguyen Van Ton Mr. Nguyen Huy Hoach	JN9, JN5 (Upper dam site)
3 月 3-6 日	Group A	Son La PMB PECC1	Mr. Vo Danh Thuy Mr. Nguyen Huy Hoach	JS6
3 月 3-7 日	Group B	Son La PMB PECC1	Mr. Le Manh Bao Ms. Vu Thi Tuoi	JS11

#### (3) 調査結果

各地点の技術面・自然社会環境面の調査結果、ならびに構造物レイアウトの見直しを行った結果は、添付資料 4-3 に示すとおりである。

調査結果に基づき、各地点の概略設計を再評価し、概算工事費を見直すと共に、ガスタ

ービン火力を代替電源とした経済計算 (B/C) により経済性の評価を行った (添付資料 4-4)。また、自然社会環境に関しては、表 4-2-5 に示すように地点の優位性を定量化して評価した。

上記ならびに総合評価基準 (表 4-2-6) に基づき、総合評価を行った。見直した各地点の計画諸元および評価結果を表 4-2-7 に示す。

これらの結果に基づき、総合 A ランク以上の地点 (P5, P11B, JN3, JN5, JN6, JS6) の中から選定することとし、JN6 (灌漑ダムと競合) および P11B (P5 に隣接し共通の立地課題を持つが、経済性で P5 に劣る) の 2 地点を除く、4 地点を第 2 次現地調査地点として選定した。

表 4-2-5 自然・社会環境評価

場所	自然環境		社会環境		各地点のすべての 点数を乗じたもの	評価点 (*注を参照)
	直接	間接	直接	間接		
P 5	1	1	1	1	1	1.0
11 B	1	1	1	1	1	1.0
JN 1	2	2	2	2	16	2.0
JN 3	1	1	2	1	2	1.2
JS 6	2	2	2	2	16	2.0
JN 5	1	1	2	1	2	1.2
JN 6	2	2	1	1	4	1.4
JN 9	1	2	2	2	8	1.7
JN 18	2	2	3	1	12	1.9
JS 11	2	2	1	1	4	1.4

3 = 重大な影響があると考えられる  
 2 = 影響を緩和できる、または影響の規模等がまだ不明確  
 1 = 重大な影響はないと考えられる

注: 評価点は各地点の評価を比較するために以下の方法で計算した。各地点の点数をすべて乗じて、4乗根をとる。

表 4-2-6 総合評価基準

評価ランク	基準
AA	自然社会環境面・技術面とも特に課題が認められず、経済性に優れる
A	経済性に優れるが、自然社会環境面または技術面に軽微な課題がある
B	経済性は確保されるが、自然社会環境面または技術面に課題がある
C	経済性に劣る、または自然社会環境面・技術面に大きな課題がある

表 4-2-7 第 1 次現地調査結果集約表 (1/3)

Project Site Name		(P5)	(P11B)	(JN1)	(JN3)
Project Specification	Installed Capacity P (MW)	1000	1000	1000	1000
	Designed Discharge Qd (m <sup>3</sup> /s)	250	230	190	240
	Effective Head Hd (m)	510	540	660	530
	Peak Duration Hours	7	7	7	7
Upper Reservoir	Type	Full Faced Poundage (Asphalt)	Full Faced Poundage (Asphalt)	Full Faced Poundage (Concrete)	Full Faced Poundage (Asphalt)
	Height H (m)	30	40	30	30
	Crest Length L (m)	2800	1900	2700	2400
	Dam (Bank) Volume V (1000m <sup>3</sup> )	3700	4200	3500	3100
	Excavation Volume Ve(1000m <sup>3</sup> )	4500	4200	3500	4200
	Reservoir Area Ra (km <sup>2</sup> )	0.5	0.3	0.5	0.4
	Catchment's Area Ca (km <sup>2</sup> )	1.6	4.0	0.5	1.3
	H.W.L (m)	630	660	980	850
	L.W.L (m)	610	630	960	830
	Usable Water Depth (m)	20	30	20	20
	Effective Reserve Capacity (mln m <sup>3</sup> )	7	7	5	6
Lower Reservoir	Type	(Hoa Binh Lake)	(Hoa Binh Lake)	Concrete Gravity	Concrete Gravity
	Height H (m)	-	-	120	70 + 30
	Crest Length L (m)	-	-	600	200 +100
	Dam Volume V (1000m <sup>3</sup> )	-	-	2200	270 +30
	Reservoir Area Ra (km <sup>2</sup> )	-	-	0.9	1.0
	Catchment's Area Ca (km <sup>2</sup> )	-	-	3.0	16.0
	H.W.L (m)	115	115	280	300
	L.W.L (m)	80	80	270	280
	Usable Water Depth (m)	35	35	10	20
	Effective Reserve Capacity (mln m <sup>3</sup> )	-	-	5	6
Water Way	Head Race L (m) x n	-	-	-	6.9 x 300 x 1
	Penstock L (m) x n	5.7 x 1300 x 1	5.8 x 1000 x 1	5.0 x 1300 x 1	5.6 x 1100 x 1
	Tail Race L (m) x n	7.0 x 800 x 1	6.8 x 1400 x 1	6.2 x 1200 x 1	6.9 x 2600 x 1
	Total Length Lt (m)	2100	2400	2500	4000
Power House	Type	Underground (Egg Shape)	Underground (Egg Shape)	Underground (Egg Shape)	Underground (Egg Shape)
	Cavern Volume (1000m <sup>3</sup> )	200	200	200	200
	Overburden (m)	500	500	500	500
Lt / Hd		4.2	4.5	3.8	7.6
Project Cost (mln US\$)		750	770	910	760
Construction Period (years)		6	6	7	6
Economic Value (US\$/kW)		750	770	910	760
B / C		1.10	1.08	0.93	1.09
Distance from 500kV substations (km)		50	50	50	70
Tentative evaluation scores of Environmental Assessment		1.0	1.0	2.0	1.2
Priority Rank		AA	A	C	AA

表 4-2-7 第 1 次現地調査結果集約表 (2/3)

Project Site Name		(JN18)	(JN5)	(JN9)	(JN6)
Project Specificati on	Installed Capacity P (MW)	1000	1000	1000	1000
	Designed Discharge Qd (m <sup>3</sup> /s)	210	220	190	260
	Effective Head Hd (m)	600	570	680	480
	Peak Duration Hours	7	7	7	7
Upper Reservoir	Type	Full Faced Poundage (Asphalt)	Rockfill	Rockfill	Rockfill
	Height H (m)	40	50	100	80
	Crest Length L (m)	250	220	300	400
	Dam (Bank) Volume V (1000m <sup>3</sup> )	3800	700 + 200	4900	3200
	Excavation Volume Ve(1000m <sup>3</sup> )	4000	200	500	400
	Reservoir Area Ra (km <sup>2</sup> )	0.3	0.6	0.5	0.6
	Catchment's Area Ca (km <sup>2</sup> )	3.7	3.5	52.1	12.8
	H.W.L (m)	720	730	1180	800
	L.W.L (m)	700	720	1160	780
	Usable Water Depth (m)	20	20	20	20
	Effective Reserve Capacity (mln m <sup>3</sup> )	6	6	5	7
Lower Reservoir	Type	(Hoa Binh Lake)	Concrete Gravity	Concrete Gravity	Concrete Gravity
	Height H (m)	-	50	100	80
	Crest Length L (m)	-	120	200	200
	Dam Volume V (1000m <sup>3</sup> )	-	80	600	400
	Reservoir Area Ra (km <sup>2</sup> )	-	1.1	0.6	0.7
	Catchment's Area Ca (km <sup>2</sup> )	-	420	104.4	112.7
	H.W.L (m)	115	120	470	300
	L.W.L (m)	80	115	450	280
	Usable Water Depth (m)	35	35	20	20
	Effective Reserve Capacity (mln m <sup>3</sup> )	-	6	5	7
Water Way	Head Race L (m) x n	6.5 x 900 x 1	6.6 x 1200 x 1	6.1 x 1800 x 1	7.2 x 4300 x 1
	Penstock L (m) x n	5.2 x 1500 x 1	5.4 x 1100 x 1	4.9 x 1300 x 1	5.8 x 1000 x 1
	Tail Race L (m) x n	6.5 x 2800 x 1	6.6 x 700 x 1	6.1 x 2000 x 1	7.2 x 700 x 1
	Total Length Lt (m)	5200	3000	5100	6000
Power House	Type	Underground (Egg Shape)	Underground (Egg Shape)	Underground (Egg Shape)	Underground (Egg Shape)
	Cavern Volume (1000m <sup>3</sup> )	200	200	200	200
	Overburden (m)	500	500	500	500
	Lt / Hd	8.7	5.3	7.5	12.5
	Project Cost (mln US\$)	790	680	820	760
	Construction Period (years)	6	6	7	6
	Economic Value (US\$/kW)	790	680	820	760
	B / C	1.05	1.20	1.02	1.09
	Distance from 500kV substations (km)	10	80	30	90
	Tentative evaluation scores of Environmental Assessment	1.9	1.2	1.7	1.4
	Priority Rank	B	AA	B	A

表 4-2-7 第 1 次現地調査結果集約表 (3/3)

Project Site Name		(JS6)	(JS11)
Project Specification	Installed Capacity P (MW)	1000	1000
	Designed Discharge Qd (m <sup>3</sup> /s)	320	200
	Effective Head Hd (m)	400	620
	Peak Duration Hours	7	7
Upper Reservoir	Type	Rockfill	Rockfill
	Height H (m)	50 + 20	70
	Crest Length L (m)	850 + 100	400
	Dam (Bank) Volume V (1000m <sup>3</sup> )	900 + 100	2900
	Excavation Volume Ve(1000m <sup>3</sup> )	200	300
	Reservoir Area Ra (km <sup>2</sup> )	1.0	0.4
	Catchment's Area Ca (km <sup>2</sup> )	2.7	8.1
	H.W.L (m)	620	1040
	L.W.L (m)	600	1020
	Usable Water Depth (m)	20	20
Effective Reserve Capacity (mln m <sup>3</sup> )	9	5	
Lower Reservoir	Type	Rockfill	Rockfill
	Height H (m)	60	70
	Crest Length L (m)	250	350
	Dam Volume V (1000m <sup>3</sup> )	1400	3500
	Reservoir Area Ra (km <sup>2</sup> )	2.1	0.5
	Catchment's Area Ca (km <sup>2</sup> )	720	24.8
	H.W.L (m)	200	400
	L.W.L (m)	195	380
	Usable Water Depth (m)	5	20
	Effective Reserve Capacity (mln m <sup>3</sup> )	9	5
Water Way	Head Race L (m) x n	-	6.4 x 3000 x 1
	Penstock L (m) x n	8.0 x 900 x 1	5.2 x 1200 x 1
	Tail Race L (m) x n	6.4 x 1700 x 1	6.4 x 2000 x 1
	Total Length Lt (m)	2600	6200
Power House	Type	Underground (Egg Shape)	Underground (Egg Shape)
	Cavern Volume (1000m <sup>3</sup> )	200	200
	Overburden (m)	200	500
Lt / Hd		6.5	10.0
Project Cost (mln US\$)		730	820
Construction Period (years)		6	6
Economic Value (US\$/kW)		730	820
B / C		1.13	1.02
Distance from 500kV substations (km)		90	30
Tentative evaluation scores of Environmental Assessment		2.0	1.4
Priority Rank		A	B

#### 4.2.4 第2次現地調査

##### (1) 調査目的

第1次現地調査の結果において課題とされた事項について、詳細に調査することを目的として、第2次現地調査を実施する。

##### (2) 調査内容

現地調査は、第1次現地調査結果および調査結果を踏まえて見直した構造物レイアウトに基づき実施した。

###### a. 地形・地質および設計関係の調査方法

各地点の第1次現地調査によって得られた各調査地点（JN3, JN5, P5, JS6）の現地の状況および地質図等の資料を分析し、構造物のレイアウトを修正するとともに、構造物毎に地形・地質及び設計上の課題を抽出した。抽出された課題は、添付資料 4-5 に示すチェックリストとして事前に取りまとめ、個々の具体的な課題について、漏れのないように調査を行った。

###### b. 環境関係の調査方法

各関係村落の社会環境については、JICA 調査団の担当団員と現地再委託業者が村落を訪問し、聞き取り調査を実施した。村長を対象として実施したが、村長が不在な場合は村人に推薦された人物から聞き取りした。時間的制限から包括的な社会経済調査は実施していない。そのため今回の結果は予備的なものとし、F/S のような次の段階の調査で確認する必要がある。

各地点での自然環境については、JICA 調査団の担当団員と現地再委託業者が各地点で自然環境の現状を確認した。社会環境の調査結果と同様に、今回の結果は予備的なものとし、F/S のような次の段階の調査で確認する必要がある。

社会自然環境の現状の評価については、主にアジア開発銀行の社会自然環境チェックリストに基づき作成した環境チェックリストを使って実施した（添付資料 4-5）。

###### c. 調査実績行程

現地調査計画についてはカウンターパートと協議し、表 4-2-8 に示すように Son La PMB, PECC1 各 2 名の参加を得て、3 週間に分けて実施した。またこれに加えて、自然社会環境については現地の環境専門家を再委託により調達し、現地調査を実施した。

表 4-2-8 第 2 次現地調査実績行程

Date	Participants of Counterpart personnel	Site Name
6 月 2～6 日	Son La PMB Mr. Tran Viet Hoa, Mr. Hoang Minh Hieu PECC1 Ms. Vu Thi Tuoi, Mr. Nguyen Van Ton	JN5, P5 (Lower dam site)
9～12 日	Son La PMB Mr. Tran Viet Hoa, Mr. Hoang Minh Hieu PECC1 Ms. Vu Thi Tuoi, Mr. Nguyen Van Ton	JN3
16～19 日	Son La PMB Mr. Vo Danh Thuy, Mr. Tran Viet Hoa PECC1 Ms. Vu Thi Tuoi, Mr. Nguyen Van Ton	JS6

### (3) 調査結果

第 2 次現地調査を実施した 4 地点 (JN3, JN5, P5, JS6) の調査結果を以下に示す。

なお、各地点の調査項目に対する調査結果の集約、地形、地質評価および環境に関するチェックリストならびに調査結果を添付資料 4-6-1～4-6-4 に示す。

#### a. JN3 地点

##### 1) 地形地質・設計

###### a) 現状

###### 計画位置・交通事情：

計画地域は、Phu Yen 県の中心部から東へ約 20km に位置しており、道路事情に恵まれている。即ち、既設の地方道が上部調整池の南約 500m、および下部ダム地点の西約 2km まで供用されている。上部調整池と下部調整池を結ぶ道路は、大幅な改修・新設工事が進められており、また、下部調整池付近の既設車道の終点である Manh 村から Mua 川沿いの道路についても延伸工事中である。

###### 上部調整池：

上部調整池計画地は起伏の緩やかな平原状で、堀込式調整池を選定している。上部貯水池周辺の地質は、頁岩および石灰岩 (D2mt, D2ebn, D2g-D3bc) からなり、塊状で硬質である。貯水池の右岸側は急峻な石灰岩露頭となっているが、左岸側は同じ地質が緩傾斜の丘を形成しており、小さい沢がいくつか認められる。貯水池中心部付近にはほぼ NNE-SSW 系に延びる小さい丘が存在している。上部貯水池周辺の透水性は概して低いと想定される。

###### 下部調整池：

ダムサイト周辺は硬質・塊状の頁岩で、下流の河床には一部石灰岩が露頭している。下部ダム計画地は重力式ダムの立地に適した狭隘な溪谷状を呈しており、ダム軸及び貯水池周辺には強度の風化状況は見られない。一方、現地調査時 (湯水期) の河川流量は  $0.3\text{m}^3/\text{s}$  程度と少ない。

また、調整池の地形から標高 300m（現計画+20m）までは、副ダムの追加がなくとも増嵩が可能である。

#### 水路・発電所：

既刊地質図によれば水路経過地の地質は、石灰岩(D2mt)若しくは頁岩(D2ebn)からなる。表層が風化土に覆われているため、深部の地質を特定はできないが、経過地が石灰岩であれば透水性は高く、頁岩であれば透水性は低い。地質境界（D2mt/D2ebn）に沿って溪谷が存在している。

また、地下発電所周辺の地質は硬質・塊状の頁岩（D2ebn）であると想定される。

### b) 課題

#### 計画位置・交通事情：

既設道路の一部は、狭隘部、急勾配部等があるため、付け替え新設が必要と想定される箇所がある。

#### 上部調整池：

平原内の土手様の丘を利用して、掘削量を減少させることが可能な位置を選定する必要がある。土手の西側に調整池を配置することにより、現計画で必要な貯水量を貯留することが可能と考えられる。

#### 下部調整池：

堤頂長 150m, 堤体積  $0.2 \text{ mln m}^3$  程度の小さいダムで必要な貯水量が確保できる。

河川流量が少なく、流域面積が  $16\text{km}^2$  しかないことから、初期湛水に長期間を要することが懸念される。

#### 水路・発電所：

水路ルートおよび地下発電所位置選定にあたっては、石灰岩の分布および性状を把握する必要がある。

#### その他：

上部貯水池を横切る東西系断層帯の破碎状況の確認が今後の課題事項となる。また、蛇紋岩の分布性状を把握するため、詳細な地質踏査が必要である。

### c) 評価

#### 計画位置・交通事情：

新設するアプローチおよび管理用道路の延長は 22km 程度であり、他地点と比べて新設用道路の延長は短い。今後、仕様や完成時期などの整備計画を検討し、これを踏まえて工事用道路の計画を立案する必要がある。

**上部調整池：**

上部調整池は、地形条件現在の位置および貯水面積が最適であると考えられる。今後、最適開発規模の検討にあたって、貯水容量の増加させるためには、掘込むこととなるが、利用水深の限界を考慮すると、増容量の上限は現状の 50%増相当程度となると想定される。

**下部調整池：**

湛水期間・方法を検討するためには、年間を通じた河川流量の計測が必要である。計測結果次第では、近接する本川からのポンプアップ設備を設ける等の対策を検討することが必要となる。

**水路・発電所：**

今後、地点経済性を高めるための最適ルート選定検討が必要である。

**その他：**

当地点は、1,500MW 程度まで開発規模の拡大が可能であり、スケールメリットを高めることが出来る。ただし、最適規模検討にあたっては、系統上の投入必要時期の量によっては、先行投資が大きくなりすぎ、逆に経済性が低くなる可能性があることに留意する必要がある。

**2) 環境****a) 現状 (図 4-2-2 参照)****(社会環境)****上部調整池：**

当該地点は Muong Do commune 内にあり、最も近い村は Lan 村 (Muong と Thai 族) である。Lan 村は当該地点への入り口にあり、国道へは未舗装道路がある。その未舗装道路はいくつかの村落を通過している。

当該地点内に村はなく、季節的に使われる農作業用の小屋がある。トウモロコシ、米がつくられ、水牛の放牧が行われている。

家畜飼養は地元住民にとって重要で、水牛、乳牛、豚、ニワトリを通常飼育している。

**下部調整池：**

当該地点の周辺 (Muong Lang commune) は、Muong と Thai 族が人口の約 60%を占めている。他には Hmong、Dao および Viet 族が生活している。もともとあった森林を伐採し、米、トウモロコシなどを栽培している。

当該地点は Thung Lang 村にある。Thung Lang 村には 37 戸 140 人が生活している。

最も近い村は Manh 村で、当該地点への入り口にあり、37 戸 171 人が生活している。Manh 村は国道に未舗装道路で繋がり、その道路はいくつかの村落を通っている。

Thung Lang 村の社会資本は十分に整備されていない。電気はきていない。保健衛生面では、各 commune ごとに医療所が設けられている。医療所は、健康診断、通常疾病の治療、国家健康プログラム、予防接種プログラムを実施している。保健衛生セクターによると、近年住民の健康状態は非常に改善されている。教育関係では、Thung Lang 村には 2 年生までの小学校がある。

### **(自然環境)**

当該地点は湿潤熱帯気候帯に属す。この気候は、季節風、豊富な雨量および冬季の比較的低い気温が特長を持つ。地質に変化があることから、植生構造は場所毎にさまざまであるが、それぞれ北部ベトナム山岳地域植生の特長を持っている。

陸上生態系は人間活動によって劣化が進んでいる。もともとの森林は伐採されて農耕地に変わっている。一部の森林が河川沿いと尾根沿いに残っている。ただし上部ダム・貯水池周辺の森林は比較的良い状態で広い面積が残っている。

水系生態系の現状はほとんど分かっていない。

#### **上部調整池：**

当該地点は比較的平坦で農耕地と藪である。南西から西にある山は比較的状態のよい二次林で被われている。

小川が何本か当該地にある。

#### **下部調整池：**

当該谷は主に農業活動によって劣化している。村の中あるいは周囲にある森林は分断されているが、残った二次林の一部は村の保護下に置かれている。

小川が谷の中を通り、Mua 川に流れ込んでいる。

## **b) 課題**

ここでは重要な事項のみ述べる。他の課題等については添付資料 4-6-1 (JN3 の環境チェックリスト) を参照のこと。

### **(社会環境)**

#### **上部調整池：**

Lan 村は本プロジェクトによって甚大な影響を受けると考えられる。当該地点に非常に近接しているので、建設工事や飯場 (1~2,000 人の工事従業者) による影響が大きい。

国道からのアクセス道路は長く、幾つかの村落を通過することになる。アクセス道

路の建設には3つの選択肢がある。1つは現在の未舗装路を改善・拡張する、2番目は新しい道路を建設する、3番目は1番目と2番目の方法を併せて実施することである。いずれの方法でも住民移転／土地収用が生じると考えられる。

**下部調整池：**

Thung Lang 村は甚大な影響を受ける。そのすべての住居が水没するわけではないが、生活の糧を得ている水田のほとんどが水没する。そのため、住居が水没しない住民も移転を望むかもしれない。

Manh 村は本プロジェクトによって甚大な影響を受けると考えられる。当該地点に非常に近接しているため、建設工事や飯場（1~2,000人の工事従業者）による影響が大きい。

国道からのアクセス道路は長く、幾つかの村落を通過することになる。アクセス道路の建設には上記「上部ダム・貯水池」の項で述べた3つの選択肢があるが、いずれの方法でも住民移転／土地収用が生じると考えられる。アクセス道路の一部は上部ダム・貯水池のアクセス道路と重なる。

**(自然環境)**

**上部調整池：**

当該地点の周囲はよい森林で被われているので、建設／供用段階での密猟、密伐採、外来種の導入などの二次的影響が起こる可能性が高い。

**下部調整池：**

水系生態系の現状はほとんど分かっていない。今回の評価は現地調査で入手した情報によるもので、次の段階でレビューを行い、必要であれば訂正する必要がある。

分断された森林は場所によって影響を受ける可能性がある。

**c) 評価**

**(社会環境)**

Thung Lang 村の村落共同体は甚大な影響を受け、Lan 村（上部調整池）と Manh 村（下部調整池）も負の影響を受けると考えられる。

F/S 段階では包括的な社会経済調査を実施し、各村で村人対象にプロジェクト内容と被る可能性のある影響について説明をする必要がある。

アクセス道路（特にルート）については移転等の影響をできるだけ小さくするために建設計画をレビューすべきである。

EVN は、Yaly Hydropower Project のための住民移転事業を成功裏に実施している。ただ、さまざまな教訓が残されているので、今回の揚水発電所建設予定候補地すべて

で Vietnam Environment & Sustainable Development Center<sup>1</sup>.による勧告を採用すべきである。

緩和策については、当該地点でのプロジェクトの中止も含めることが重要である。

### **(自然環境)**

陸上生態系に対しては甚大な影響はないと考えられるが、より正確な現状把握、よりの確な影響評価および将来のモニタリング事業のため基礎データを収集する必要がある。また、残っている分断された森林はできるだけ保護するようにすべきである。

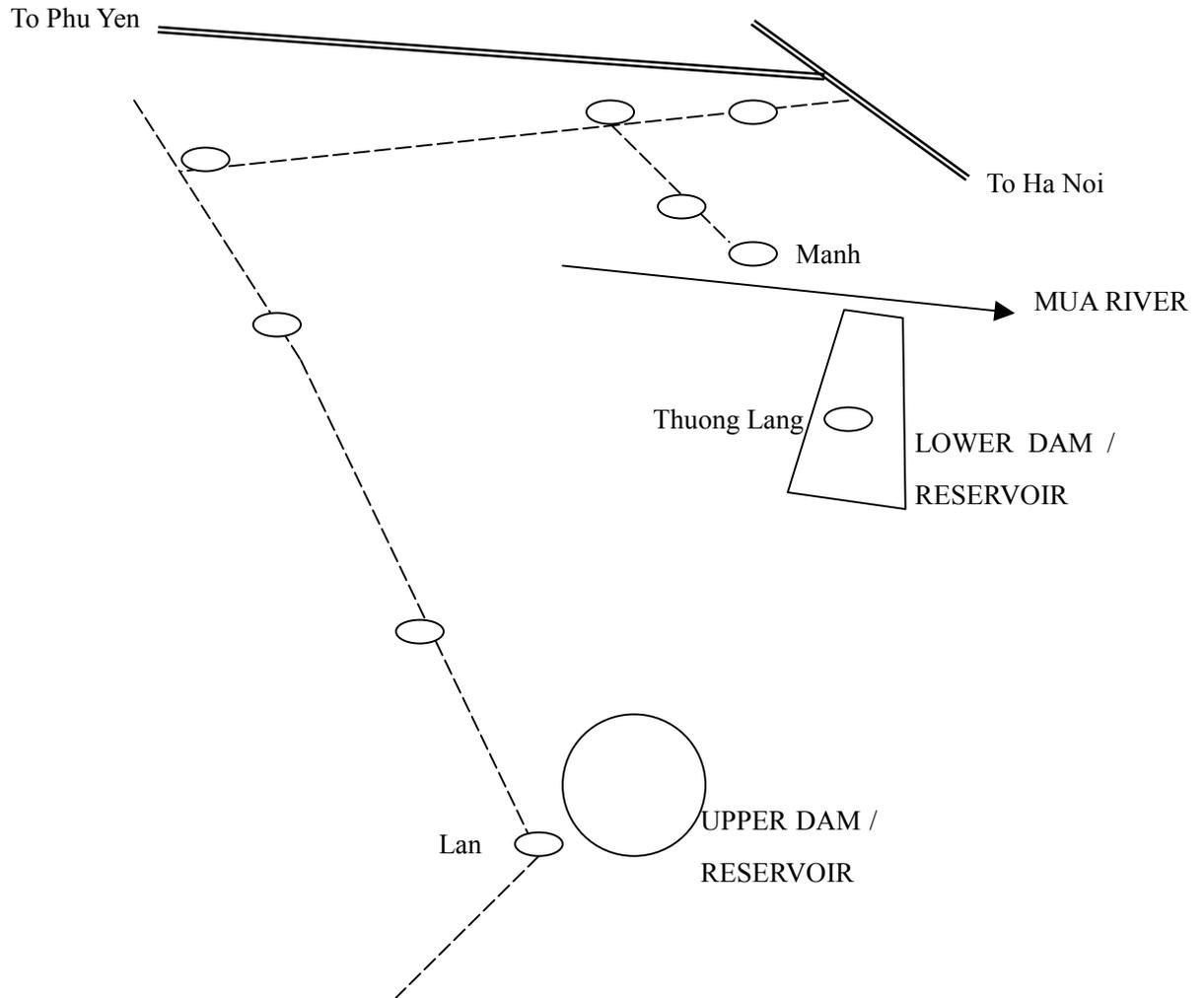
水系生態系については、できるだけたくさん情報を収集するために包括的な調査が必要で、そのデータおよび解析に基づき緩和策を提言すべきである。緩和策については当該地点でのプロジェクトの中止も含めることが重要である。

プロジェクト実施が決まった場合、建設／供用段階での密猟、密伐採、外来種の導入などの二次的影響が起こる可能性があるので、注意深く評価を行い、適切な緩和策を計画実施すべきである。

---

<sup>1</sup> 勧告の詳細については以下の文献を参照のこと。

“STUDY ON PUBLIC PARTICIPATION IN RESETTLEMENT PLAN RELATED TO YALI HYDROPOWER PROJECT (Hanoi, July 2000)”.



**LEGEND**

- village
- == national road
- existing dirt road
- .-.- new approach road
- river

図 4-2-2 JN3 周辺地図

## b. JN5 地点

## 1) 地形地質・設計

## a) 現状

## 計画位置・交通事情：

計画地域は、Phu Yen 県と Bac Yen 県の境界となる Sap 川の下流部に位置し、下部ダムは Hoa Binh 湖の水位変動の影響を受ける位置に計画している。

既設の山岳道路(延長約 20km)が下部ダム位置の約 3km 上流の Na Nay 村までである。一方、上部ダム調整池に至る車道は整備されていない。

## 上部調整池：

上部ダム地点の地質は、ダム軸周辺にはかなり硬質で塊状の斑岩及び片岩が見られ、特に河床で露頭している。谷部を挟む斜面の風化程度は 5-15m 程度の深度があると想定される。湧水点は認められないが、地下水位標高は農業利用の状況からみて貯水池底部付近にあるものと推定される。岩盤の透水性は低い。

ダムサイト近傍を通過する地質境界は、石灰岩/頁岩層と片岩/斑岩層が接しており、境界部に沿った風化や弱層部は見られないが、この地質境界に沿った沢形状が地質図で明確に確認できる。河床では、特に塊状・硬質の片岩や斑岩が露頭している。また、ダムサイトから下流は河川勾配が急になる。

上部調整池の大きな課題として、下図に示すようにダムサイト上流左岸側の支沢が地層境界 (P2-T1vn/T2 lmt) に沿って北西-南東系のやせ尾根形状を示す鞍部となっている。現地調査の結果、実際に鞍部 (沢頂部) 裏側が特に崩壊が進んだ斜面形状を呈し、標高は 735m 程度であった。やや注意を要する。

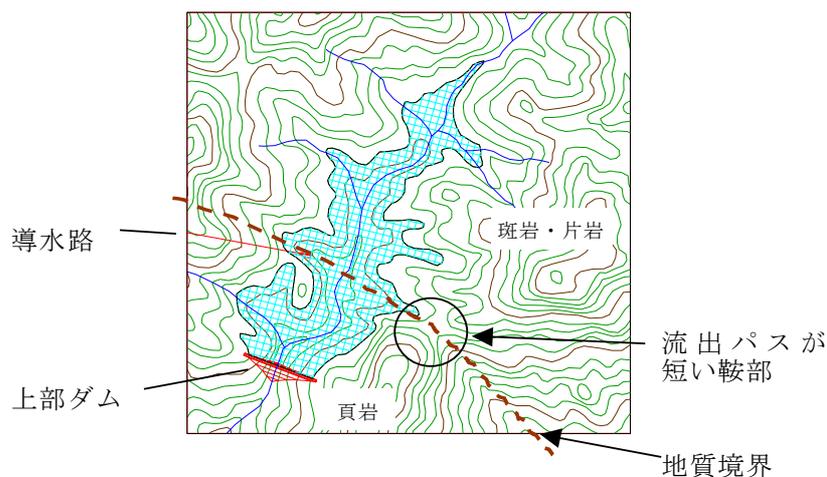


図 4-2-3 JN5 地点上部ダム・調整池

**下部調整池：**

下部貯水池/ダムサイト周辺の石灰岩 D2g- D3bc は、20-35 度程度の傾斜の層理で、塊状・硬質であるが多数の開口節理が見られることから、岩盤の透水性は恐らく高いと想定される。塊状石灰岩の強度は、新鮮な同時代の堆積岩と概ね同等と思われる。

下部ダムは、堅硬な岩盤が屹立する谷にコンクリート重力式を計画した。同地点は Hoa Binh 湖の末端に位置し、洪水期以外はダム敷きが Hoa Binh 湖内に水没する。従ってダム建設工事のためには、上流および下流にそれぞれ仮設堰堤を造る必要がある。

**水路・発電所：**

水路予定地は、石灰岩と玄武岩質斑岩もしくは片岩との境界を通過し、これらの岩盤はどちらも塊状で硬質であるが、石灰岩部では開口亀裂が存在するため、透水性はやや高い。地表においては、断層帯は認められなかった。

下部ダム左岸上流側の Phieng Luong 村の民家/田畑は、崩積土が深く、健全な岩盤の出現が期待できない。

**b) 課題****計画位置・交通事情：**

既設の山岳道路は延長が長く岩盤の崩落があることから、発電所のアプローチ道路・管理用道路としては好ましくない。代替ルートとして、国道から Sap 川沿いにアプローチ道路を拡幅・新設する必要がある。また、上部ダムに至る管理用道路についても、下部ダムから連絡する道路を新設する必要がある。

**上部調整池：**

ダムサイトは、重力式ダムの建設に特段の課題は認められない。

左岸の鞍部については、現設計で最小流出パス長は地形図上で 300m 程度しかない。また、地形図以上に風化浸食が進んでいる可能性があるため、今後、地質調査を行うとともに、必要な対策を計画する必要がある。

**下部調整池：**

下部貯水池/ダムサイト周辺の石灰岩 D2g- D3bc は、20-35 度程度の傾斜の層理で、塊状・硬質であるが、多数の開口節理が見られることから、岩盤の透水性は高いと想定される。塊状石灰岩の強度は、新鮮な同時代の堆積岩と概ね同等と思われる。

下部貯水池周辺では、河川そのものが構造線となっており、特にダム軸直上流の Phieng Luong 村平坦部は、2 本の構造線（1 本は推定）の交差点にあたる可能性が高く、詳細な踏査が必要である。

下部ダム位置は、当初最も谷が狭隘となる位置に計画していたが、現地調査の結果、

300m 上流に移動した方が、仮締切ダム、転流を含めた全体工事費が安くなる可能性が高いことが判明したため、レイアウトを見直すこととした。

#### 水路・発電所：

下部ダム左岸上流側の **Phieng Luong** 村の民家／田畑は、崩積土が深いことから、トンネル坑口の配置はを避ける必要がある。また、地下発電所はダム左岸の卓越した山体の深部に配置し、これに合わせて水路ルート他のレイアウトを変更する。

### c) 評価

#### 計画位置・交通事情：

新設するアプローチおよび管理用道路の延長は 37km 程度と想定され、他地点に比べて長い。また、経過地の土地利用に配慮したルート選定が必要と考えられる。

#### 上部調整池：

調整池全体の地形測量を行い、地形図の精度を上げる必要がある。これを踏まえて、左岸支沢の鞍部の具体的な止水対策（カーテングラウトや盛土等）の設計が必要である。

一方、調整池末端部は分水嶺に近接していることから、測量の結果を踏まえて副ダムを設ける等の対策検討が必要である。

上部ダムの規模は、左岸支沢の鞍部の標高および性状を勘案すると、現計画の HWL(720m)が上限である。

#### 下部調整池：

ダム計画位置は **Hoa Binh** 湖内である。従って、ダムの設計にあたっては、上下流両面からの水圧を考慮する必要があるため、一般のダムに比べて堤体積が大きくなる。

#### 水路・発電所：

水路は、上部調整池と下部調整池を最短距離で結んだレイアウトが可能と思われる。

#### その他：

Sap 川は 420km<sup>2</sup> の流域面積を有する河川であることから、下部調整池と **Hoa Binh** 湖との水位差を利用した一般発電を併設することが可能である。

## 2) 環境

### a) 現状（図 4-2-4 参照）

#### （社会環境）

#### 上部調整池：

Suoi On 村と Suoi Let 村が影響を受ける村落である。両村とも **Kim Bon commune** に

属し、Suoi On 村は Hmong 族、Suoi Let 村は Dao 族の村落である。

当該地点には農業と魚養殖のための Suoi On 村住民の仮住まいが 3 軒ある。養殖池は 2 つあり、年間 200 万ドンの水揚げがある。

一方、Suoi Let 村の住民が 3 軒の住宅を構え、主に稲作を営んでいる。ダムサイトのすぐ上流に稲田が広がっている。

家畜飼養はこの地元住民にとっても重要で、馬とバッファローを放牧している。

#### 下部調整池：

主要河川である Sap 川が Bac Yen district と Phu Yen district の境界になっている。

影響を受けると考えられる村落が 8 つある。Sap 川の上流から下流の順に並べると、Cang、Dung、Giang A (Bac Yen district)、Giang B (Phu Yen district)、Keo Lan、Xa、Na Nay、Phieng Luong となる。

Cang 村はダム・貯水池予定地の外にあるが、アクセス道路の建設に伴い影響を受ける可能性がある。今回は時間がなかったため、この村落には行けずデータは収集していない。

Phieng Luong 村は Hoa Binh ダム建設事業により、現在の場所に移住してきている。

表 4-2-9 影響を受ける可能性のある村落のデータ

村落名	Commune 名 (district 名)	民族名	戸数/人口	農耕地の面積
Dung	Hong Ngai (Bac Yen)	Thai	66 / 368	> 20 ha
Giang A	Hong Ngai (Bac Yen)	Muong	28 / 160	3 ha
Giang B	Suoi Pau (Phu Yen)	Thai & Muong	64 / 346	19 ha
Keo Lan	Sap Sa (Phu Yen)	Thai	67 / 339	8 ha
Xa	Sap Sa (Phu Yen)	Thai	88 / 488	10 ha
Na Nay	Sap Sa (Phu Yen)	Thai	62 / 348	58 ha
Phieng Luong	Sap Sa (Phu Yen)	Dao	89 / 505	小面積

地元住民は農業を営み、主に米とトウモロコシを栽培している。米は自家消費し、トウモロコシが主な換金作物である。トウモロコシと他の換金作物は、Giang A、Giang B、Dung の各村からは馬とバイクによって、Keo Lan、Xa、Na Nay、Phieng Luong の各村からは船によって市場に出荷される。船による輸送は季節的なもので、冬に行われる。ごく小規模な漁業が営まれ、獲られた魚は地元住民が消費している。

これらの村落では、社会資本は十分に整備されていない。ほとんどすべての村に電気はきていない。また聞き取り調査対象者は国道までの整備された道の必要性を異口同音に話した。保険衛生面では、保健衛生セクターによると、近年住民の健康状態は非常に改善されている。教育関係では、Sap Sa commune に小学校と中学校がある。

**(自然環境)**

当該地点は JN3 と同様に湿潤熱帯気候帯に属す。

陸上生態系は人間活動によって劣化が進んでいる。もともとの森林は伐採されて農耕地に変わっている。孤立した森林が河川沿いと尾根沿いに残っている。

水系生態系の現状はほとんど分かっていない。Hoa Binh 湖についての文献が少数あるが、この報告書にはその成果は反映されていない。

**上部調整池：**

当該地点は比較的平坦で農耕地と放牧地として使われている。

小川が何本か当該地にある。主な川である On 川は Hoa Binh 湖に注いでいる。

**下部調整池：**

当該谷は斜面が急で、斜面は農地に変わっている。分断され劣化した森林がところどころに残っている。

主な川である Sap 川は Hoa Binh 湖に注いでいる。この川は比較的大きな流域を持っているが、その水系生態系の現状は分かっていない。

**b) 課題**

ここでは重要な事項のみ述べる。他の課題等については添付資料 4-6-2- (3) (JN5 の環境チェックリスト) を参照のこと。

**(社会環境)****上部調整池：**

Suoi Let 村の 3 世帯は移転する必要がある、Suoi On 村の住民の資産は補償する必要がある。

**下部調整池：**

影響が予想される村落のうち、Keo Lan、Xa、Na Nay と Phieng Luong の各村は本プロジェクトの直接的な影響を受ける。となる。Cang、Dung、Giang A および B の各村は間接的な影響を受ける。

表 4-2-10 各村の影響について

村落名	移転	土地収用
Dung	大きな影響なし	大きな影響なし
Giang A	大きな影響なし	大きな影響なし
Giang B	大きな影響なし	大きな影響なし
Keo Lan	甚大な影響あり	甚大な影響あり
Xa	甚大な影響あり	甚大な影響あり
Na Nay	大きな影響なし	甚大な影響あり
Phieng Luong	甚大な影響あり	甚大な影響あり

移転対象戸数と土地収用面積の正確な数値はまだ判明していないが、比較的大規模な移転と土地収用がある。Keo Lan、Xa 各村の住民は村が水没することから移転を余儀なくされる。Na Nay 村は貯水池の高水面よりも高いところに位置するので村自体は直接的な影響を被ることはないが、村の水田は大きな影響を受ける。Phieng Luong 村はダムサイトに非常に近いことから、甚大な影響を受ける可能性が高い。建設工事や飯場（1~2,000 人の工事従業者）による影響が大きい。

水田の喪失による二次的な影響も注意深く評価する必要がある。Keo Lan、Xa および Na Nay（一部）村の水田は水没し、他の村の水田は季節的な洪水の被害を受けやすくなる。プロジェクト後、水田を失った農民は米を買う必要があるが、そのために換金作物をより多く作ろうと急斜面を耕し、結果的に斜面の土壌流失をさらに加速させる可能性がある。

国道からのアクセス道路を建設する計画があり、Cang、Dung、Giang A および B の各村で移転や土地収用をする必要があるかもしれない。

#### **(自然環境)**

水系生態系の現状はほとんどわかっていない。現時点での評価は今回の調査の結果に基づいているので、次の段階でこの評価をレビューし、必要であれば訂正しなければならない。特に Sap 川は比較的大きな流域を持っているので、本プロジェクトによる水系生態系への影響は甚大である可能性もある。

分断されている森林も場所によっては影響を受ける可能性がある。

### **c) 評価**

#### **(社会環境)**

上記で示した村落共同体は影響を受け、その影響のいくつかは甚大なものである。今後必要となる調査などは JN3 の項で述べたものと同じである。今回の調査を実施した 4 箇所の地域中、当該地点が社会環境への影響が最も大きな場所であるので、今後の調査等は十分に計画し実行する必要がある。Phieng Luong 村には特に配慮が必要であり、適切な評価をしなければならない。調査を基に最も適切な緩和策を提言する。

Yaly Hydropower Project での教訓をここでも適用すべきである。

#### **(自然環境)**

より正確な現状把握、よりの確な影響評価および将来のモニタリング事業のため基礎データを収集する必要がある。

陸上生態系についての保全対策は JN3 の項で述べたものと同じである。

水系生態系については、Sap 川の流域が大きいことから、できるだけたくさん情報を

収集し適切に評価するために、詳細かつ包括的な調査が必要である。その他の保全対策は JN3 の項で述べたものと同じである。

建設／供用段階での密猟、密伐採、外来種の導入などの二次的影響が起こる可能性があるので、注意深く評価を行い、適切な緩和策を計画実施すべきである。

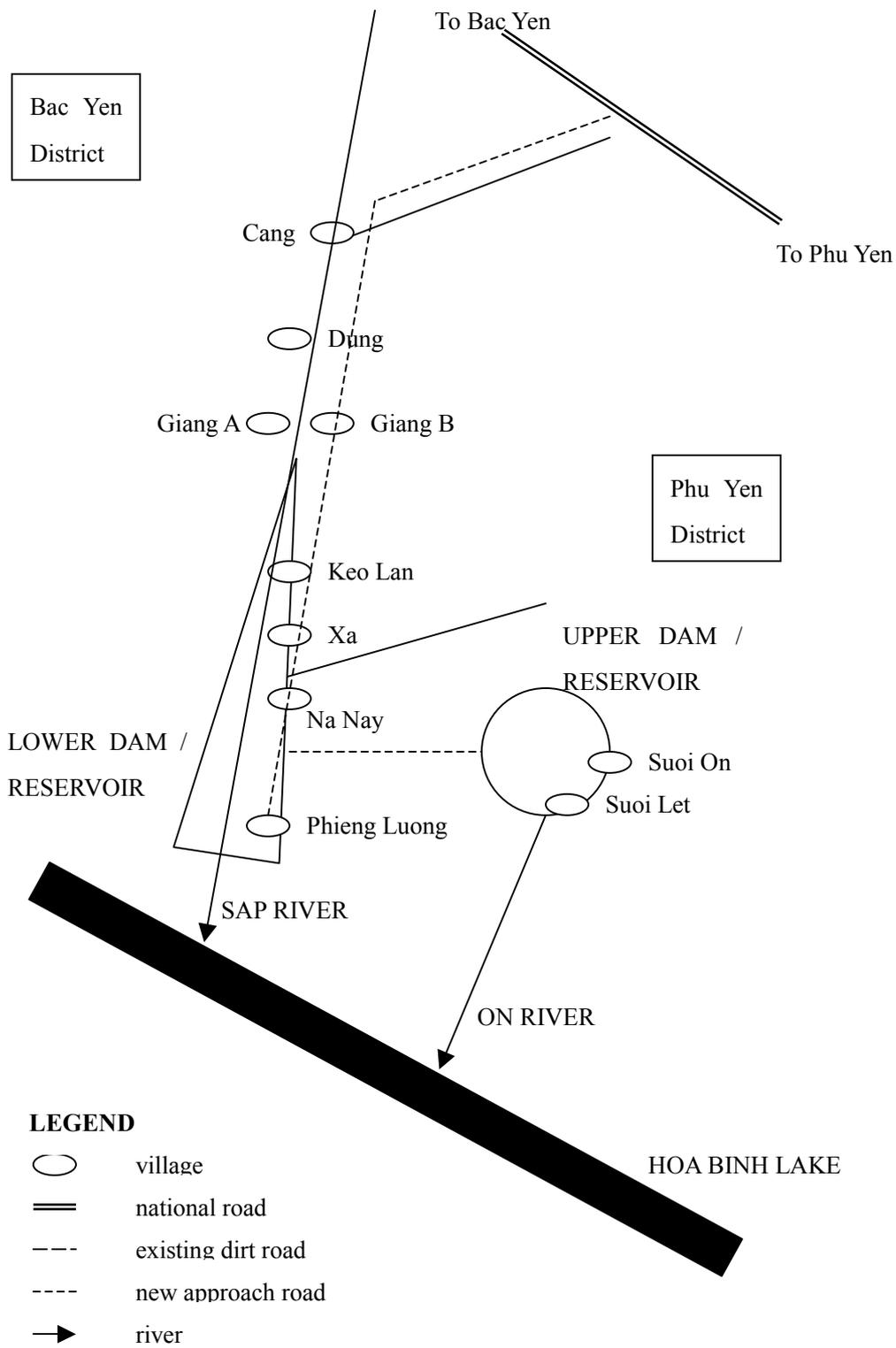


図 4-2-4 JN5 周辺地図

## c. P5 地点

### 1) 地形地質・設計

#### a) 現状

##### 計画位置・交通事情：

計画地点は、Moc Chau 県の中心都市 Moc Chau の東北約 70km の Hoa Binh 湖の河岸に位置する。上部調整池に至る道路は、Moc Chau から国道および幹線道路により 45km で Ban Men に至り、その後は約 20km の悪路が上部ダムサイトまで通じている。また、下部調整池となる Hoa Binh 湖岸の放水口位置に至る既設の道路はない。

##### 水路・発電所：

水圧管路から放水口計画地（Hoa Binh 湖岸）に至る地質は、主として 20-30 度の傾斜を持つ石灰岩からなり（C2-O1?bk）、水路に沿って近傍を花崗岩脈（γ PR3bn）が露頭する。Hoa Binh 湖に沿った石灰岩はいずれも緩傾斜の斜面をなし、小規模な空洞と浸食による開口亀裂が多数みられる。また、右岸側の花崗岩は強度の風化により、その露頭位置・境界が明らかでない。

地下発電所周辺の地質は、20-30 度程度の層理の石灰岩からなり、塊状・硬質な石灰岩中の開口亀裂が他の石灰岩地域と比較してもかなり多いことから、透水性が著しく高いと想定される。

##### 放水口：

放水口計画位置の地質は上記と同じである。現地は Hoa Binh 湖の H.W.L. より高い位置まで二次堆積物に深く覆われており、露頭は確認できなかった。

#### b) 課題

##### 計画位置・交通事情：

地下発電所アプローチトンネル坑口、放水口および開閉所に至る道路を新設する必要がある。

##### 水路・発電所：

地下発電所周辺の地質は、20-30 度程度の層理の石灰岩からなり、多数の浸食穴により、他の堆積岩より著しく高い透水性を示す。地下発電所およびアプローチトンネルの掘削に伴い、開口亀裂を通じて直接的に Hoa Binh 湖の貯水を引水する可能性が高いので、トンネル掘削工事も含め大規模な止水対策が必要である。

##### 放水口：

放水口計画位置には、二次堆積物が広く分布しており、基岩が確認されていないことから、設置は技術的に困難である。

## c) 評価

### 計画位置・交通事情：

新設・整備が必要な道路延長が長いですが、斜面勾配は比較的緩いので技術的な問題はないと思われる。

### 水路・発電所：

地下発電所およびアプローチトンネルの掘削に伴って Hoa Binh 湖の貯水を引水する可能性が高く、膨大な止水工事費を要することが予想されるため、立地位置として適さない。抜本的な計画変更が必要である。

### 放水口：

放水口位置の変更が必要である。また、放水口の建設工事のためには、大規模な工事用の仮設ダムの築堤および水中掘削技術が必要となる。

## 2) 環境

### a) 現状 (図 4-2-5 参照)

#### (社会環境)

#### 上部調整池：

Song Hung 村 (Lien Hao commune) が当該地点にあり、村の戸数は 15、人口は 60 人である。民族構成は Viet、Muong および Thai 族である。農業で生計を立てている。

同村は当該地点に Hoa Binh ダム建設事業により現在の場所に移住してきている。その時点では、元の村の全村民が移転プログラムの対象にならず、一部の村民が現在の場所に移転し、残りの村民は以前と同じ場所 (現在の Suoi Sau 村) に住んでいる (Hoa Binh 湖の高水位よりも上の場所)。

家畜飼養はこの地元住民にとっても重要である。

Song Hung 村の社会資本は十分に整備されていない。電気はきていない。保険衛生面では、保健衛生セクターによると、近年住民の健康状態は非常に改善されている。教育関係では、村内に 2 年生までの小学校がある。

#### 下部調整池：

Hoa Binh 湖を下部ダムとして利用する。放水口を建設する場所に数戸からなる Suoi Sau 村がある。上述したように Hoa Binh ダム住民移転事業の対象にならなかった人々である。

アウトレットまでの計画アクセス道路沿いに Ben Khau 村と CaVang 村がある。今回は時間的制約から両村に関する情報は収集していない。

### **(自然環境)**

当該地点は JN3 と同様に湿潤熱帯気候帯に属す。

陸上生態系は人間活動によって劣化が進んでいる。もともとの森林は伐採されて農耕地に変わっている。孤立した森林が河川沿いと尾根沿いに残っている。

水系生態系の現状はほとんど分かっていない。

#### **上部調整池：**

当該地点は比較的平坦で農耕地として使われている。小川が何本か当該地にある。

#### **下部調整池：**

当該谷は主に農業活動によって劣化している。

### **b) 課題**

ここでは重要な事項のみ述べる。他の課題等については添付資料 4-6-3 (P5 の環境チェックリスト) を参照のこと。

### **(社会環境)**

#### **上部調整池：**

Song Hung 村が本プロジェクトによって甚大な影響を受ける。同村のすべての地域が水没するわけではないが、全世帯が移転を希望または移転せざるを得ないかもしれない。同村が Hoa Binh ダム建設事業により現在の場所に移住してきている点に留意しなければならない。

#### **下部調整池：**

アウトレット建設予定地では Suoi Sau 村が甚大な影響を受け、全世帯が移転する必要がある。

正確な戸数等はまだわからないが、計画アクセス道路によって沿線の住民が影響を受ける。

### **(自然環境)**

#### **上部調整池：**

当該地域はすでに劣化しているので、影響は限定的なものと考えられる。分断された森林が場所により影響を受ける可能性がある。

#### **下部調整池：**

陸上生態系については、上部ダム・貯水池サイトの評価と同じである。

水系生態系の現状はほとんどわかっていないので、正確な評価はできない。しかし、Hoa Binh 湖建設事業によって同生態系は攪乱されていること、本プロジェクトの対象地域が小さいことから、水系生態系への影響は限定的なものと考えられる。

**c) 評価**

**(社会環境)**

Song Hung 村と Suoi Sau 村が甚大な影響を受ける。両村が持つ住民移転についての歴史を考え、両村への特別な配慮が必要である。

今後必要となる調査などは JN3 の項で述べたものと同じである。

Yaly Hydropower Project での教訓をここでも適用すべきである。

**(自然環境)**

より正確な現状把握、よりの確な影響評価および将来のモニタリング事業のため基礎データを収集する必要がある。

陸上生態系についての保全対策は JN3 の項で述べたものと同じである。

水系生態系については、基礎データを収集し、適切な影響緩和策を提言する必要がある。

建設／供用段階での密猟、密伐採、外来種の導入などの二次的影響が起こる可能性があるため、注意深く評価を行い、適切な緩和策を計画実施すべきである。

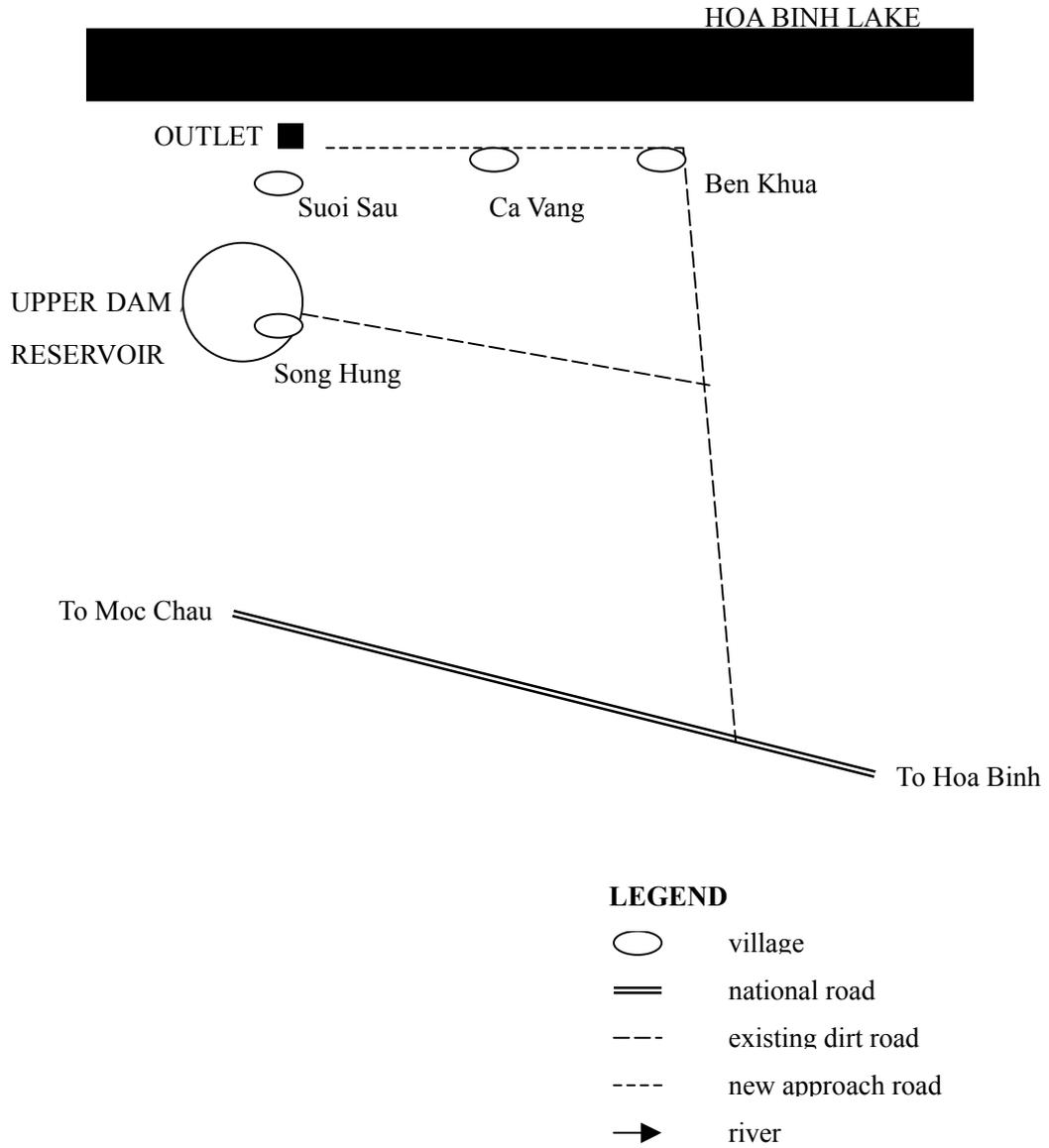


図 4-2-5 P5 周辺地図

## d. JS6 地点

### 1) 地形地質・設計

#### a) 現状

##### 計画位置・交通事情：

計画地点は Ninh Thuan 県 Ninh Son 町の北約 15km に位置し、下部ダム計画地点の上流約 3km まで舗装道路が整備されている。それより先は無舗装となって川沿いに北上して Hon Lac 村に通じている。上記道路は北部隣接地域へ通じる連絡道路として利用されている。

上部ダムへのルートは現状では歩道のみである。下部ダム付近から上部ダムに行くためには Cai 川を横断する必要があるが、近傍に既設の橋梁はない。

##### 上部調整池：

上部調整池は山の頂部にある平坦な地形を利用し、調整池内を掘削した材料で 3 つのフィルダムを新設して貯水する計画である。

貯水池周辺の岩盤状況は全般的に硬質で塊状な花崗岩  $\gamma \delta J3dq2$  で、表層部は多少風化しているものの、極めて透水性の低い状況である。

ダム軸計画地点は既刊地質図における堆積岩と花崗岩の境界部付近に位置しているが現地では堆積岩は見られなかった。花崗岩の状況は塊状・硬質で表層は 5-10m 程度風化している。

##### 下部調整池：

周辺は花崗岩  $\gamma \delta J3dq2$  と安山岩 K2dd が互層で分布し、川の右岸側に多く露頭している。弱層や開口節理等の問題は殆ど見られない。安山岩に接する付近の花崗岩は細粒で安山岩の貫入の影響と見られる細粒・閃緑岩に近い成分変化を示している。既刊地質図では川に沿う NW-SE 系の断層が報告されている。予定地周辺の透水性は極めて低い。

下部ダム位置は当初川幅の狭い位置に計画していたが、左岸尾根が痩せており、下流側の谷が深いことからダムサイトとして不適と判断した。

##### 水路・発電所：

水路経過地周辺の地表における地質状況は硬質・塊状の花崗岩( $\gamma \delta J3dq2$ )からなり、斜面は 30-40 度程度の傾斜をなす。

原計画の下部ダム位置とした場合、放水路は上記のダム左岸下流側の谷沢を横断するのが最短ルートとなるが、被りが薄く好ましくないが、その他は地表・地下においても大きな問題となる徴候は認められない。

**その他：**

下部ダム下流約 4km の同一河川に Song Cai 灌漑ダムを建設する計画がある。同灌漑ダムの H.W.L.は 175.44 m、L.W.L.は 161 m であることから、灌漑ダム貯水池が下部ダム（H.W.L.210m、L.W.L.206m、ダム敷き標高 170m）にかかることとなる。

**b) 課題****計画位置・交通事情：**

下部ダムまでのアプローチ道路は既存の道路を活用できるが、ダムおよび調整池内に水没する部分は、代替道路を新設する必要がある。

また、上部ダムへのアプローチは下部ダム近傍からのルートが最短であるため、道路の新設と Cai 川を渡るための橋梁が必要である。

**上部調整池：**

現計画ではダム天端を地形的な最高標高に設定しているが、現地地形が地形図と異なる場合には貯水量の確保ができない、ダムの延長や堤体積が増加する等が生じる可能性がある。従って、現地の地形測量に基づく計画の補正が必要である。

**下部調整池：**

既刊地質図によれば、川に沿う NW-SE 系の断層が報告されているが、大規模な破碎帯や断層帯は今回の調査では見つかっていない。今後、詳細な断層調査が必要となる。

ダム位置を下流に約 500m 移動させ、卓越した尾根先に配置することとした。これに伴い、ダムの設計見直しが必要である。

**水路・発電所：**

下部ダム位置のシフトに伴い、水路ルートも上記の沢の影響を受けない場所を選んでレイアウトを決定する必要がある。また地下発電所は、下部ダム左岸を抱かせる卓越した尾根の深部に配置するように見直す必要がある。

**その他：**

上部貯水池に存在する地質境界部付近の花崗岩の風化深度や Cai 川に沿う NW-SE 系の構造線に関する大規模な破碎帯や断層帯調査等の地質調査が必要である。

**c) 評価****計画位置・交通事情：**

新設するアプローチおよび管理用道路の延長は 30km 程度と想定される。アプローチ道路の新設は不要であるが、既設道路の付け替え（約 10km）、橋梁の新設等が必要

となる。

#### 上部調整池：

現計画はダム堤体積と調整池内掘削量がバランスしている。従って、これ以上の貯水容量の増は、経済的ではないと想定される。

調整池には堅硬な花崗岩が出現し、透水性は低いと想定されることから、貯水池の全面遮水工は、必要ないと考えられる。しかし、フェーシングの必要性の有無については、今後調査確認する必要がある。

#### 下部調整池：

ダム位置の変更による川幅の増加に伴い、ダム建設費は増加するが、ダムの安全性の面から、好ましい立地となる。

ダム軸付近の岩盤状況は塊状で硬質な花崗岩であり、ダム軸右岸付近でやや表層風化が進んでいる（5~15m）。川に沿う断層帯の徴候は見られなかった。

#### 水路・発電所：

下部ダム位置のシフトに伴う、水路ルートの見直しにより、原計画に比べて若干水路延長が増加する。また、地下発電所周辺の地質は、堅硬な花崗岩と想定されること、及び地山被りは250m程度であることから、他地点と比べ支保量工事費は小さいと想定される。

#### その他：

Song Cai 灌漑ダムの H.W.L.は 175.44 m、L.W.L.は 161 m で計画されていることから、事前の調整が必要である。

Cai 川は 720km<sup>2</sup> の流域面積を有する大河川であることから、下部ダム堤体落差を利用した自流発電を併設することが可能である。ただし、灌漑ダムが完成すると落差が15%以上減少することが想定されるため、詳細検討が必要である。

下部ダムの堆砂量設計値は、Song Cai 灌漑ダムの設計値を流用したが、現地調査時の河川濁度から推定すると設計値の割増しを検討する必要があると考えられる。

## 2) 環境

### a) 現状（図 4-2-6 参照）

#### （社会環境）

#### 上部調整池：

当該地点は Phuoc Hoa commune 内にある。二次林に被われていて、村または家はない。

**下部調整池：**

当該地点は Ta Lot 村 (Phuoc Hoa commune) にある。同村には 63 戸、330 人が住み、民族は RagLai 族である。ダムサイトは同村の北部にあり、貯水池予定地に農業用の小屋がいくつかある。

Cai 川沿いの未舗装道路が数村の Phuoc Binh commune に通じている。Phuoc Binh commune にとってこの道路が Bac Ai (Bac Ai district の中心) に通じる唯一のものである。

Ta Lot 村の村民は農業で生計を立てている。米とカシューナッツを栽培し、村全体で年間 100 トンの米と 40 トンのカシューナッツを生産している。貯水池予定地に村からは孤立した形で農耕地がある。家畜飼養はこの地元住民にとっても重要である。

主要河川である Cai 川での漁業については情報を収集していない。

Ta Lot 村の社会資本は十分に整備されていない。電線は引かれているが、国の電気網に繋がっていない。現在地方電化プログラムにより、各 commune の中心までは電化をする努力が払われている。

保険衛生面では、Bac Ai district の中心に district 病院があり、各 commune に医療所が設けられている。Phuoc Hoa commune の医療所には医者が 1 人、看護師が 2 人配置されている。聞き取り調査によると、まだマラリアに罹患する人がいるがその数は減り続けている。教育関係では、Ta Lot 村に小学校がある。

**(自然環境)**

当該地点は常緑森林帯に属している<sup>1</sup>。

当該地点の北に Phuoc Binh Nature Reserve (自然保護区) がある。2002 年に 7,400 ha で設立され、すでに 19,000 ha 拡張されている。BirdLife International<sup>2</sup>は上記自然保護区を含む Phuoc Binh 地域をベトナムにおける重要鳥類生息地中の一箇所としている。ここには、世界的に重要な鳥類 6 種が生息する。それらはギンミミガビチョウ *Garrulax yersini*、カンムリセイラン *Rheinardia ocellata*、ムラサキモリバト *Columba punicea*、キバシゴジュウカラ *Sitta solangiae*、アンナンハシナガチメドリ *Jabouilleia danjoui* と Vietnamese Greenfinch (和名なし) *Carduelis monguilloti* である。

陸上生態系はよく保全されている。当該地点の周囲は二次林に被われ、上記自然保護区まで森林が続いている。Tan Tien Enterprise が森林伐採を実施していたが、同 Enterprise はすでに閉鎖されている。地元民が森林を保護し農耕地に変えていない点

<sup>1</sup> Directory of IM/Portant Bird Areas in Vietnam – KEY SITES FOR CONSERVATION (Birdlife International in Indochina & the Institute of Ecology and Biological Resources, Hanoi, 2003).

<sup>2</sup> BirdLife International は国際鳥類保護 NGO。本部はイギリスのケンブリッジにあり、その事務所がハノイにある。

が、北にある他の地点との違いである。地元民は非木材森林生産物（NTFPs）を採取し売っている。

Cai 川の水系生態系はまったく調査されていない。また下流域も調査されていない。

下部ダムはちょうど山地から川が平地に流れ出す場所に位置しているため、周囲の陸上および水系生態系は複雑で脆弱である可能性がある。

**上部調整池：**

当該地点は山の頂上にある平坦な場所であり二次林に被われている。

**下部調整池：**

川沿いにある村に近接する場所は農耕地に変わっている。当該谷はよい二次林に被われている。

Cai 川には海にいたるまでダムがなく、その水系生態系保全の重要性を示している。本プロジェクトのダムサイトすぐ下流に灌漑用のダムを作る計画がある。

**b) 課題**

ここでは重要な事項のみ述べる。他の課題等については添付資料 4-6-4（JS6 の環境チェックリスト）を参照のこと。

**(社会環境)**

**上部調整池：**

現時点では甚大な影響があるとは考えられない。

**下部調整池：**

Ta Lot 村は本プロジェクトによって甚大な影響を受ける。ダムサイトに位置している何戸かは移転しなければならない。その他の人々はダムサイトに非常に近くことから、甚大な影響を受ける可能性が高い。建設工事や飯場（1~2,000 人の工事従業者）による影響が大きい。また、貯水池予定地にある農耕地は水没する。

Cai 川沿いの未舗装道路が Phuoc Binh commune への唯一の道路であるため、この点に留意する必要がある。

**(自然環境)**

**上部調整池：**

当該地点にはよい森林があるので、直接的な影響がある。

建設／供用段階では、密猟、密伐採、外来種の導入などが考えられる。飯場は従業員による密猟、外来種の導入などの影響を与える可能性がある。アクセス道路は密猟、密伐採、無制限な NTFPs の採集などの影響が考えられる。

**下部調整池：**

Cai 川の水系生態系の現状はわかっていない。現時点での評価は今回の調査の結果に基づいているので、次の段階でこの評価をレビューし、必要であれば訂正しなければならない。また下流域も調査されていないので、堆砂バランスが崩れることによって下流の水系生態系に影響があるかもしれない。例えば、河口の生態系（干潟など）は影響を受ける可能性がある。

**c) 評価**

**(社会環境)**

Ta Lot 村の村落共同体は甚大な影響を、また Phuoc Binh commune の村落も影響を受ける。

今後必要となる調査などは JN3 の項で述べたものと同じである。Yaly Hydropower Project での教訓をここでも適用すべきである。

**(自然環境)**

自然環境への影響の大きさは今回調査対象となった 4 箇所での最大のものと考えられる。

陸上生態系については、まず陸上生態系の基礎データを収集するための包括的な調査を実施すべきである。次にその結果に基づいて、特定の種を対象としたより詳細な調査を計画し実施する。そのような調査の後に緩和策を提言することになる。その緩和策のなかにはこの地点でのプロジェクトの中止も選択肢に入れるべきである。

水系生態系については、Cai 川の水系生態系に関する情報をできるだけたくさん収集するために、最上流から最下流までの全域において包括的な調査を実施する必要がある。その上で、その結果に基づいて、基礎データを収集する。次にプロジェクトの中止を含めた緩和策を提言することになる。

建設／供与段階の二次的影響については適切な緩和策をとるために注意をはらって評価する必要がある。密猟、密伐採、外来種の導入は現地の生態系に大きな影響を与えるので、このような二次的影響は特に注意を払う必要がある。

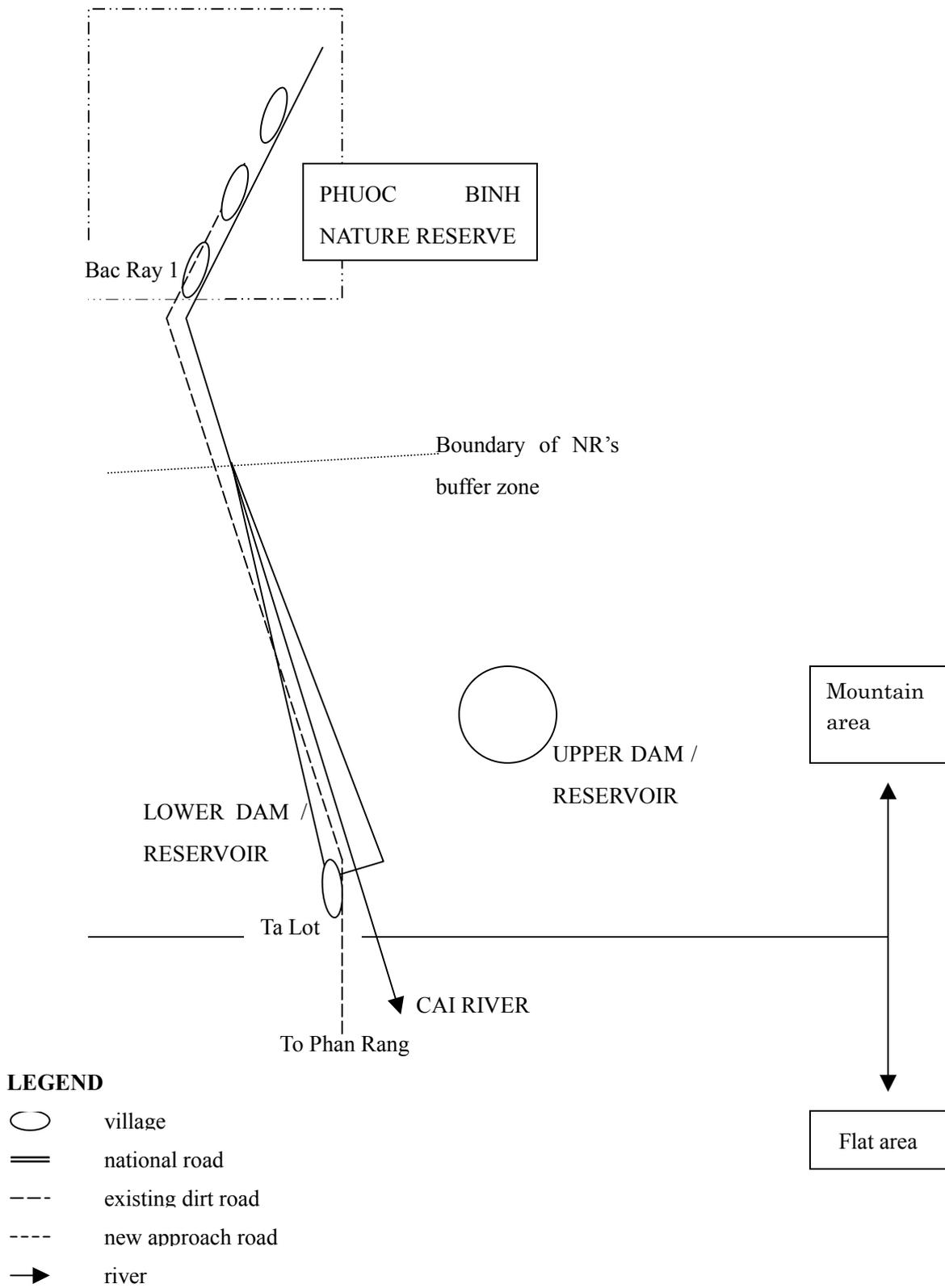


図 4-2-6 JS6 周辺地図