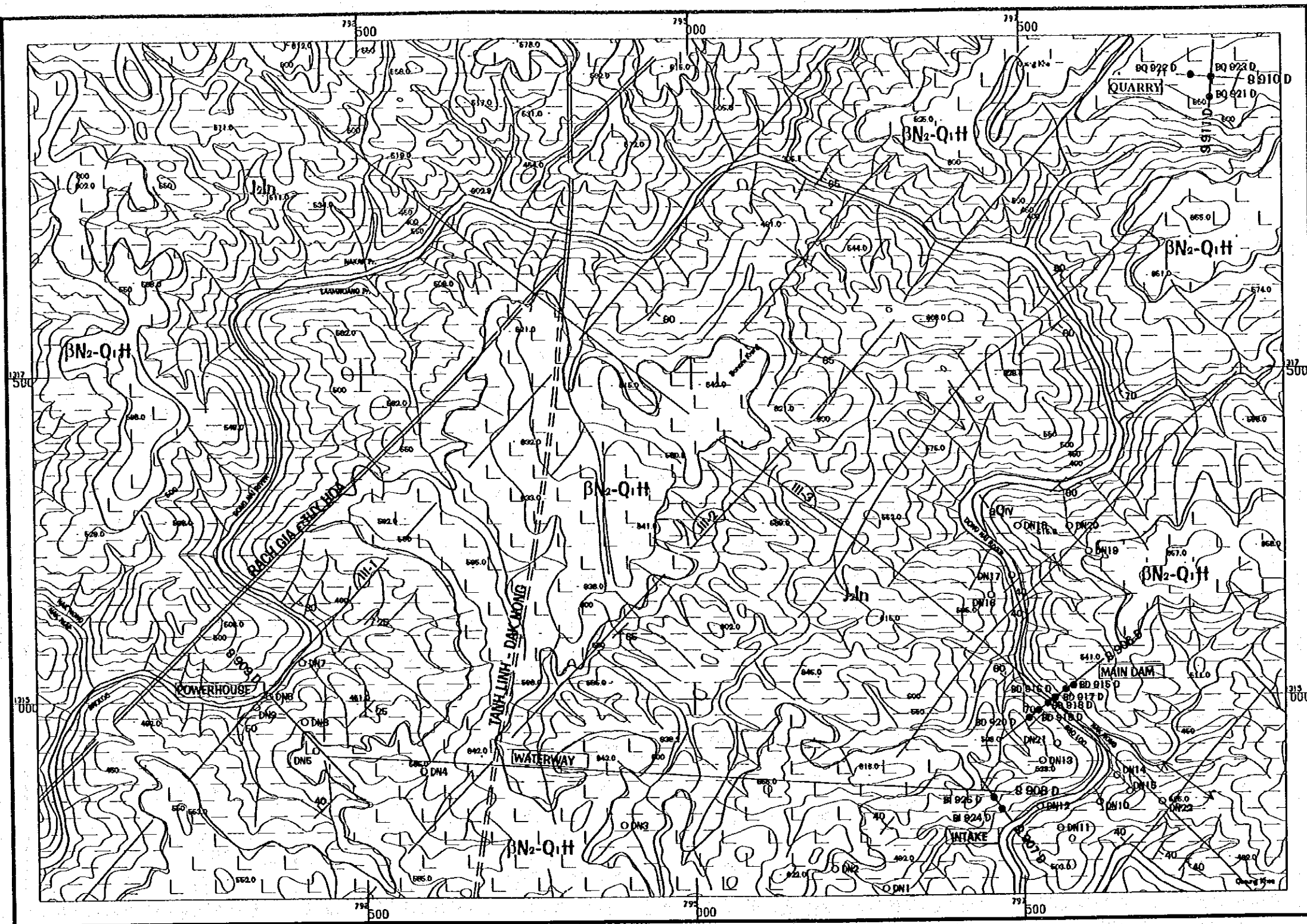




LEGEND

Symbol	Rock Unit (Member)	Corresponding formation in regional geological map	Age
	Riverbed-Deposit (Q1a)		Quaternary
	(Unconformity)		
	Basalt Lava (BN2-Q1H)	Tue Trung formation	Pre-Miocene (Neogene)
	(Unconformity)		
	Sandstone, siltstone, shale, hornfels (J1a)	Large formation	Middle Jurassic

	Boundary of strata
	Fault
	Strike and dip of fault
	Strike and dip of sedimentary rock
	Synclinal axis
	Anticlinal axis
	Seismic prospecting line (F/B)
	Bore hole (Pre-F/B)
	Bore hole (F/B)

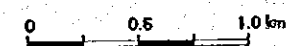
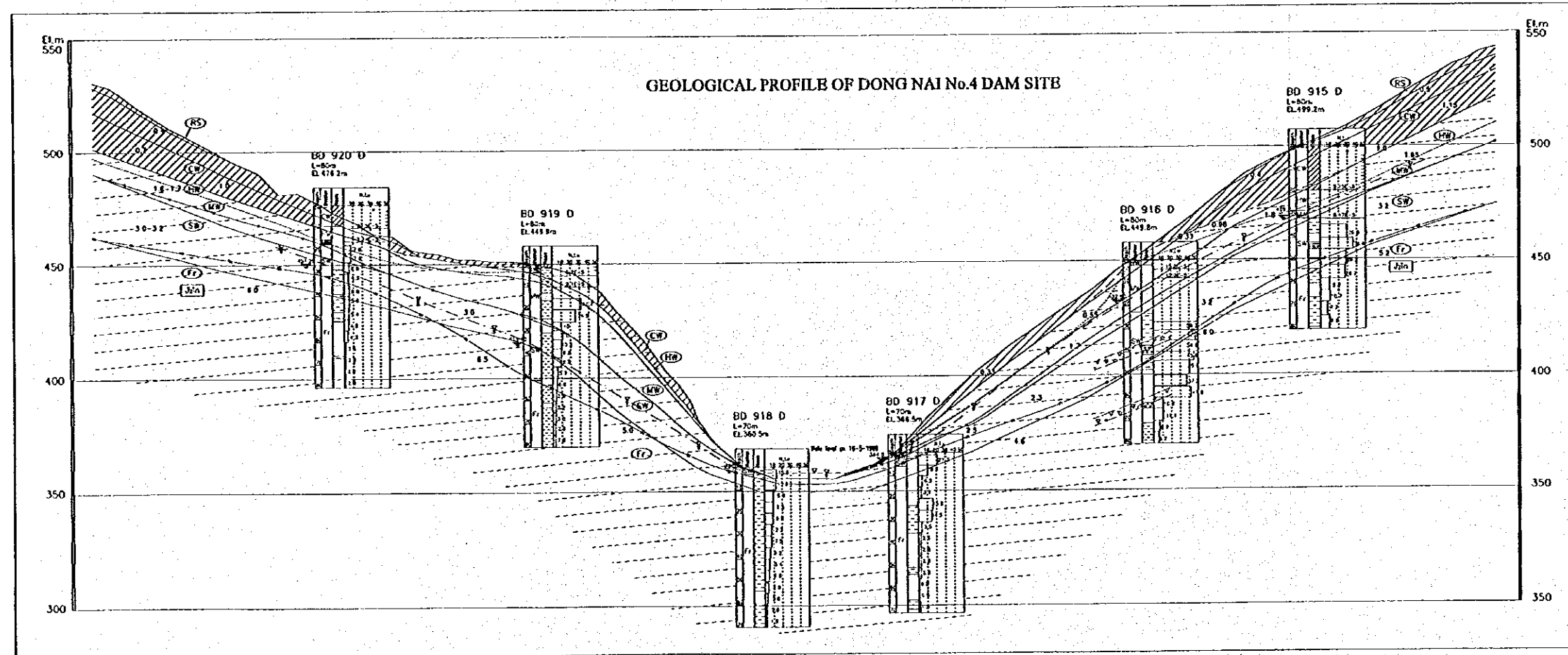
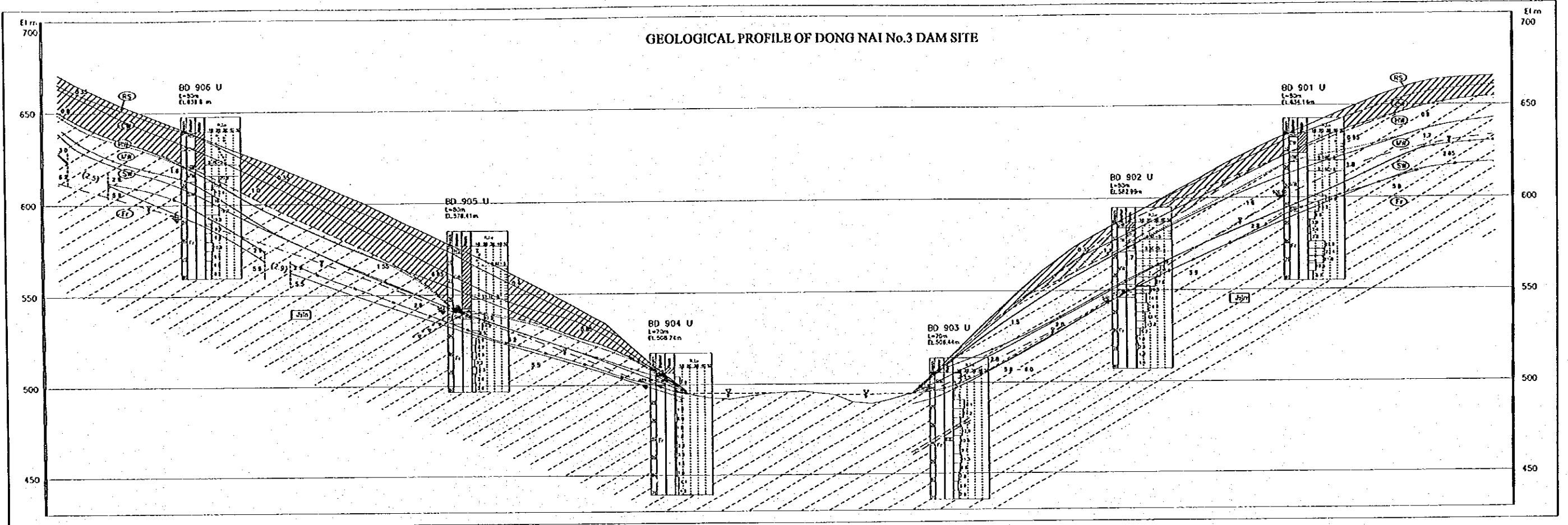


図 3.23 ドンナイ第4計画地域地質図



LEGEND

- Top soil, residual soil, completely weathered
- Colluvial deposit
- Breccia
- Bedded shale
- Large boulders, sandstone, calcareous with silica and dolomite
- Granular shale
- Sandstone, surface
- Boundary of different velocity zone
- Low velocity zone, surface

ROCK MASS WEATHERING

- Residual soil
- Completely weathered
- Highly weathered
- Moderately weathered
- Slightly weathered
- Fresh rock

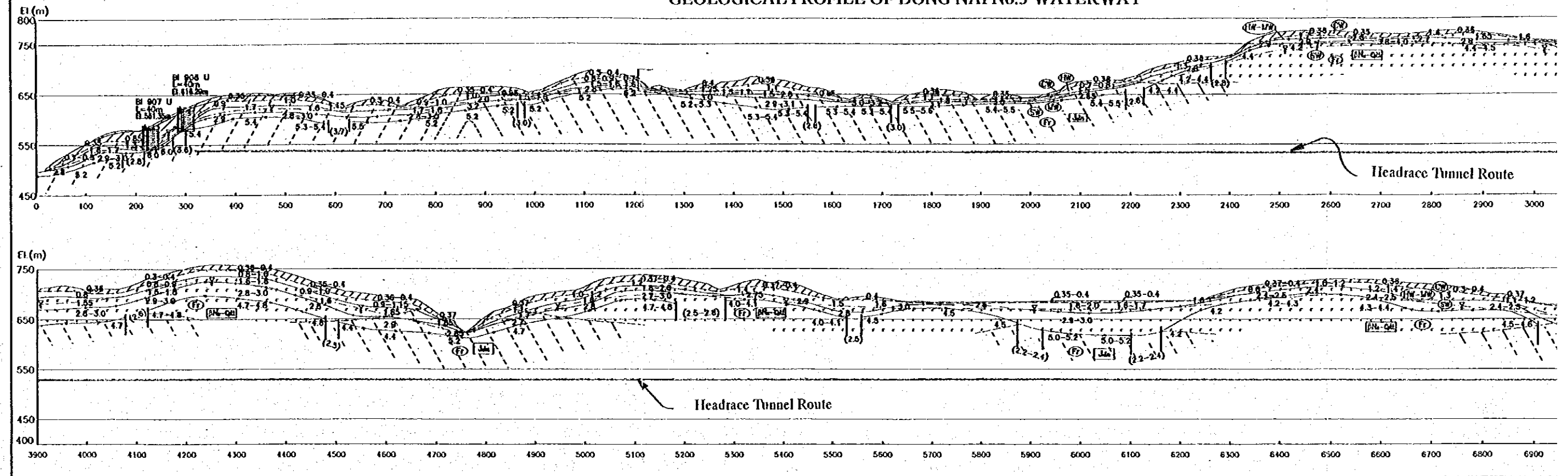
Location of profile are referred to the drawing Figure 1



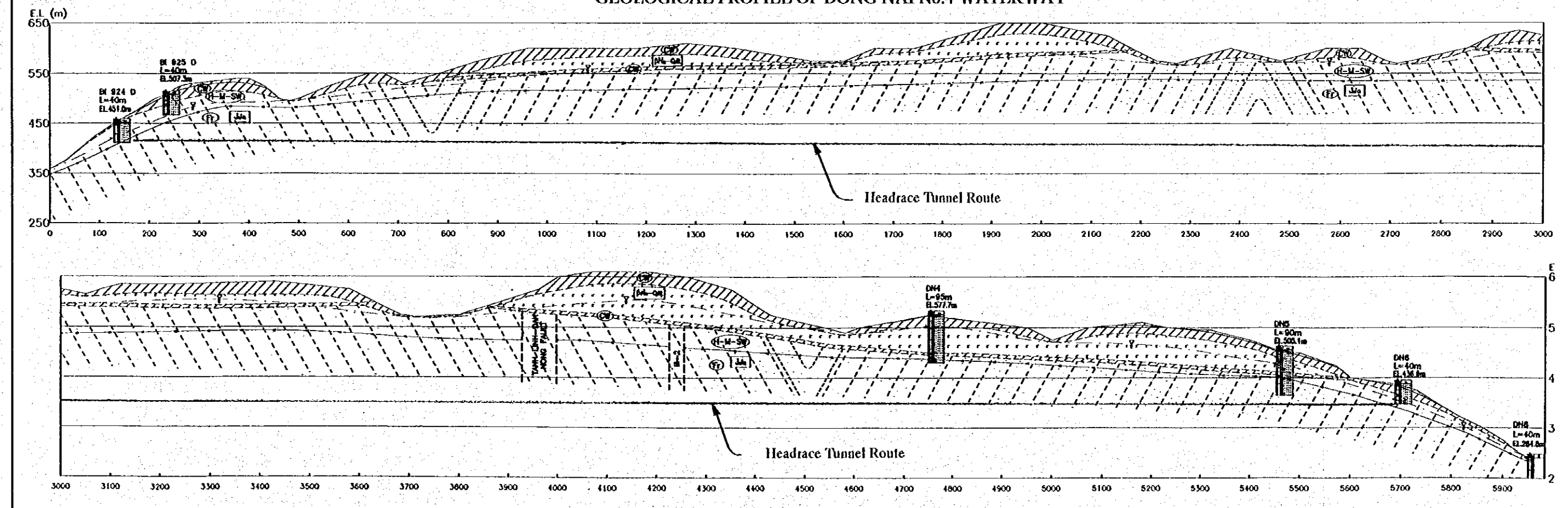
図 3.24

ドンナイ第3および第4ダム地点
地質断面図

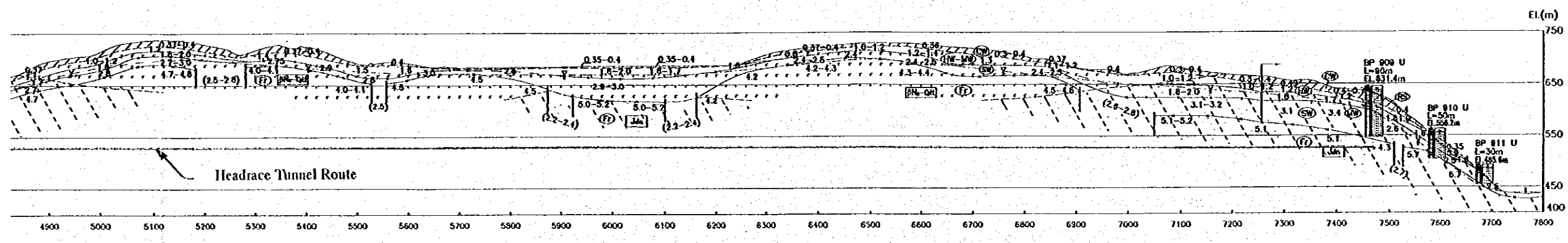
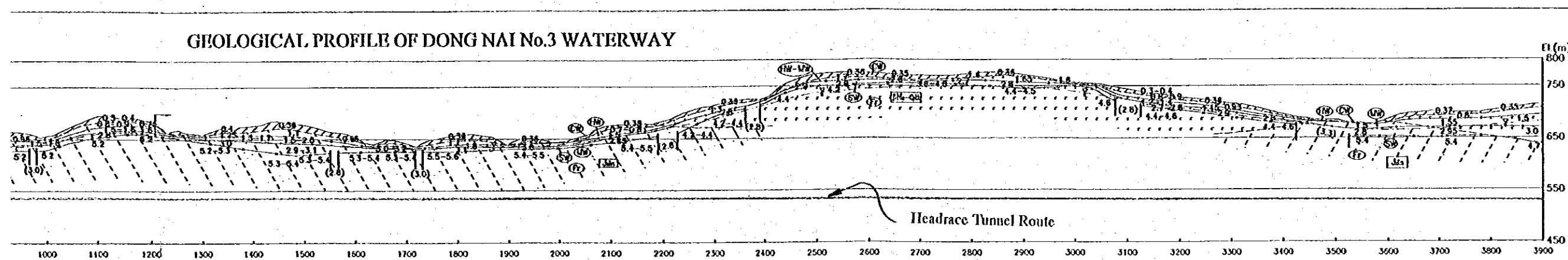
GEOLOGICAL PROFILE OF DONG NAI No.3 WATERWAY



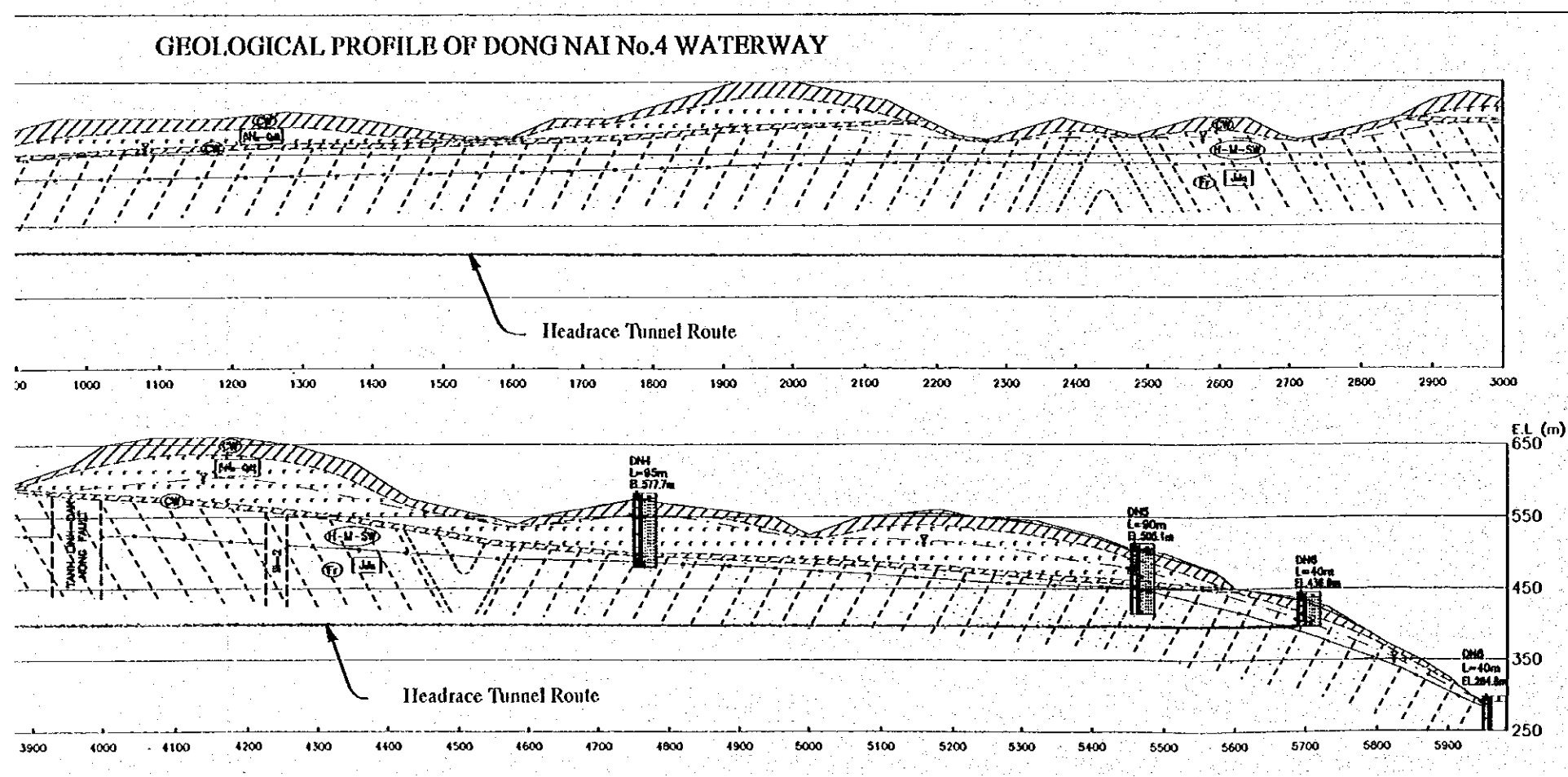
GEOLOGICAL PROFILE OF DONG NAI No.4 WATERWAY



GEOLOGICAL PROFILE OF DONG NAI No.3 WATERWAY



GEOLOGICAL PROFILE OF DONG NAI No.4 WATERWAY



LEGEND

- Top soil, residual soil, completely weathered
- Tuc Trung formation : Basalt Lava
- La Nga formation : Sandstone interbedded with shale and siltstone
- Groundwater level
- Fault
- Geological boundary
- Seismic velocity, km/sec
- Low velocity zone, km/sec

ROCK MASS WEATHERING

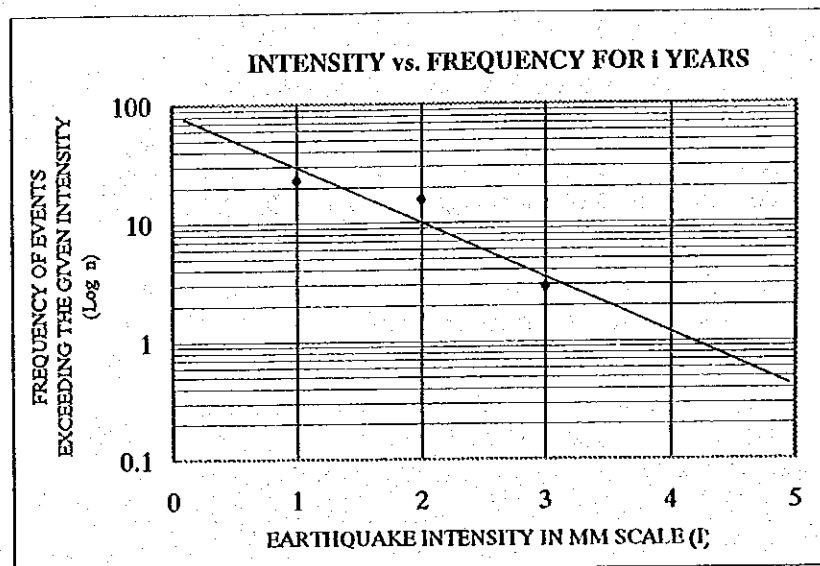
- Residual soil
- Completely weathered.
- Highly weathered.
- Moderately weathered.
- Slightly Weathered.
- Fresh rock.

SCALE 0 50 100 200 METRES

図 3.25

ドンナイ第3および第4水路地質断面図

Intensity	n/70 years	n/100 yrs
1	16	22.85
2	11	15.71
3	2	2.86



The Probable Maximum Earthquake Intensity (I_{max})

for 100 years of return period: 4.3

for 200 years of return period: 4.9

The Probable Maximum Peak Acceleration (a)

for 100 years of return period: 8.5 gal = 0.009g

for 200 years of return period: 13.8 gal = 0.014g

$$cf) \quad a = I_{max}/3 - 0.5$$

図 3.26 ドンナイ第 3 および第 4 ダム地点地震頻度解析

The diagram is a geological cross-section oriented North-South. On the left, a vertical axis labeled 'EL. (m)' ranges from 700 to 850. At the bottom, a horizontal axis ranges from 0 to 750 meters. Three borehole locations are marked with vertical logs:

- BQ 912U**: Located at approximately station 240, with an elevation of EL. 822.98m.
- BQ 913U**: Located at approximately station 490, with an elevation of EL. 807.21m.
- BQ 9**: Located at the far right end of the section, with an elevation of EL. 82.

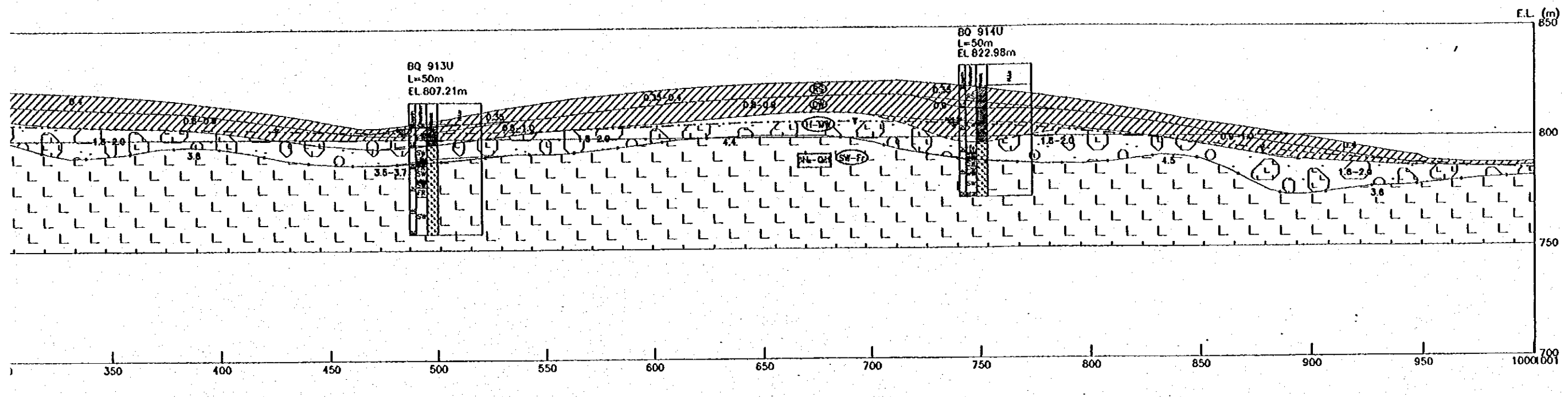
The geological profile shows several distinct layers. From top to bottom, they include:

- A thin topsoil or vegetation layer.
- A layer with diagonal hatching, likely representing a specific soil type or weathered material.
- A thick layer filled with small circles, possibly indicating a gravelly or pebbly deposit.
- A base layer indicated by a dashed line.

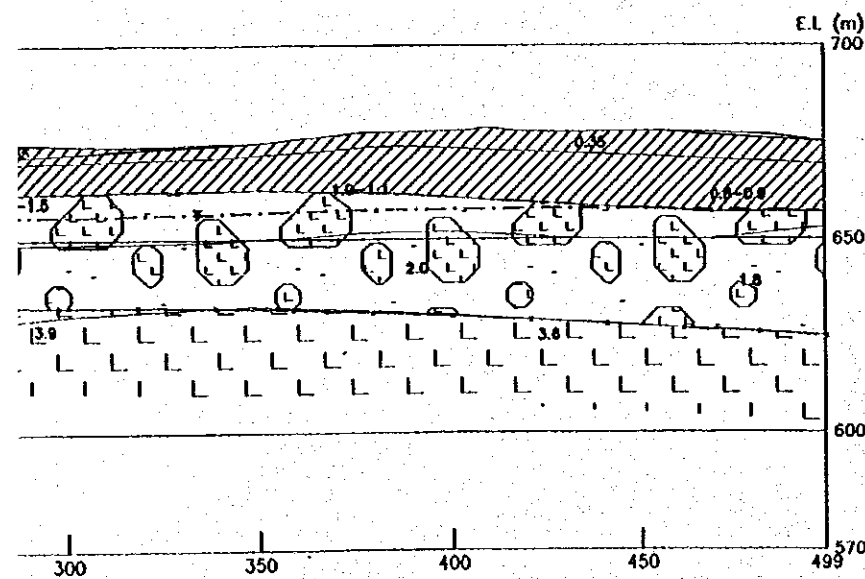
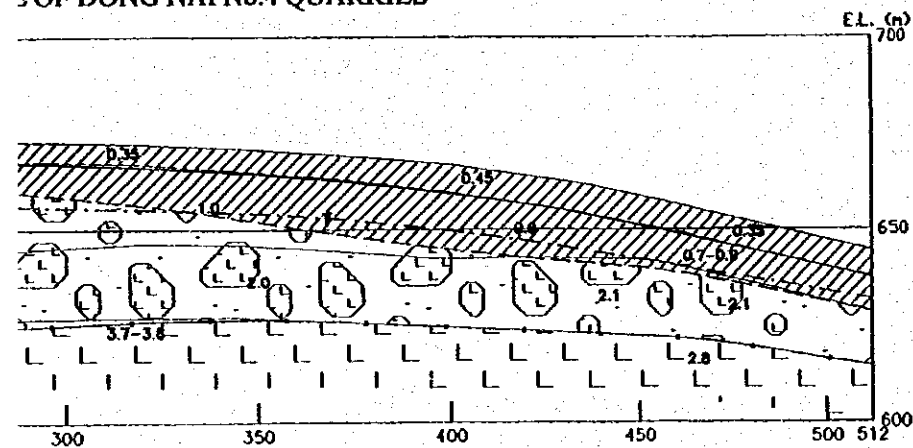
Numerical values are scattered throughout the section, often associated with specific features or depths. Some values include '0.35', '0.15', '0.38', '0.35', '0.6-0.8', '0.8-1.0', '0.8-0.9', '0.35', '0.8-1.0', '0.8-0.8', '0.35', and '0.3'. Other values like '2.0-2.3', '4.2', '3.8', '3.5-3.7', '4.2', and '4.4' might represent thicknesses or depths. Symbols such as '(S)', '(C)', '(L-DP)', '(H-OA)', and '(SW-F)' are also present, possibly denoting specific geological units or features.

	Top soil, residual soil, complet
	Tuc lung formation: Basalt La
	Groundwater level.
	Boundary of different velocity :
	Seismic velocity, km/sec

GEOLOGICAL PROFILE OF DONG NAI No.3 QUARRY



3 OF DONG NAI No.4 QUARRIES



LEGEND

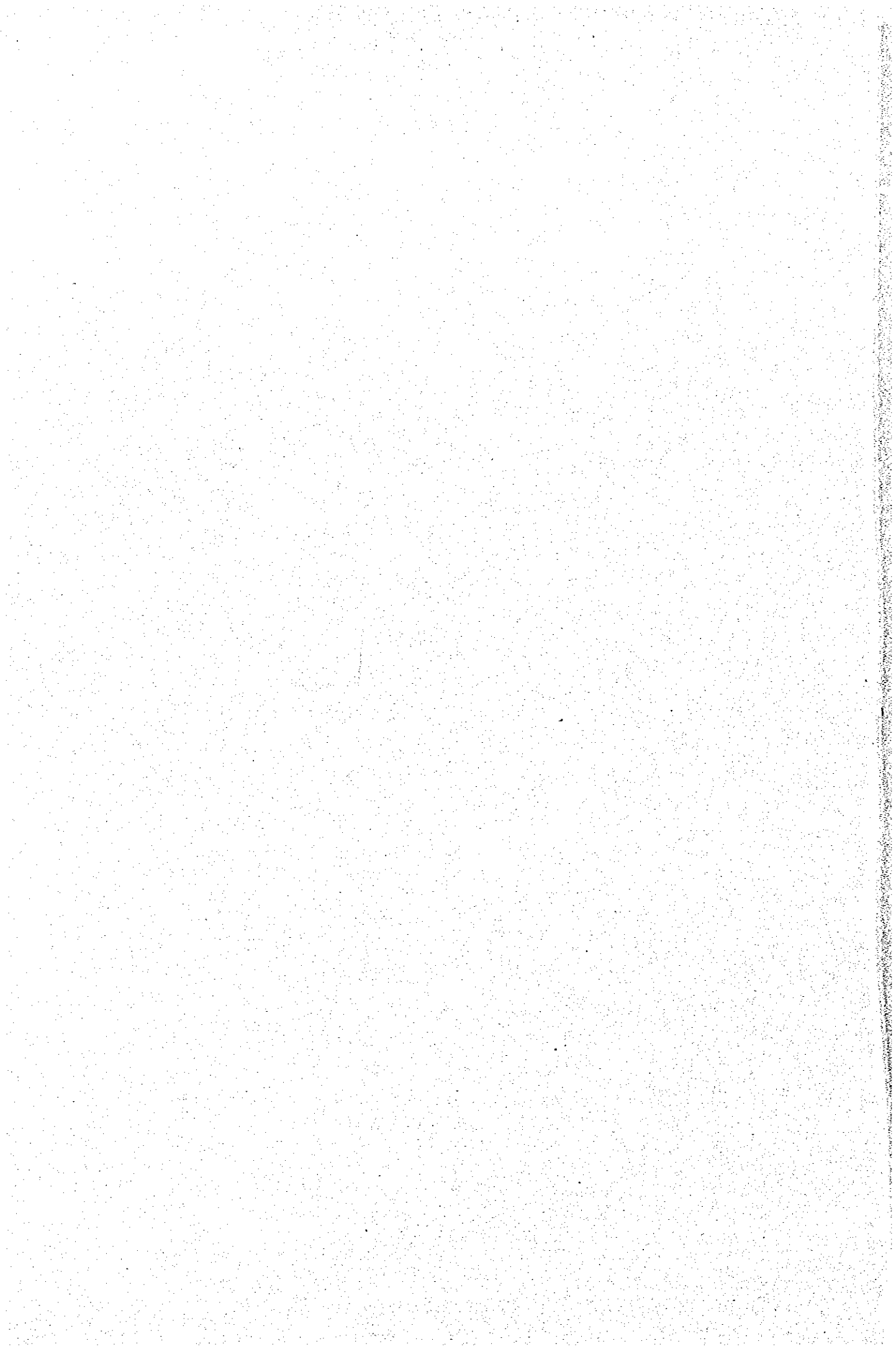
- Top soil, residual soil, completely weathered.
- Tuc trung formation: Basalt Lava
- Groundwater level.
- Boundary of different velocity zone.
- Seismic velocity, km/sec

ROCK MASS WEATHERING.

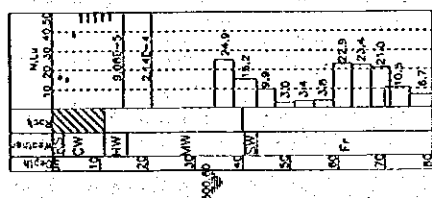
- Residual soil
- Completely weathered.
- Highly-Moderately weathered.
- Slightly Weathered-Fresh rock.

SCALE
10 0 10 50 METRES

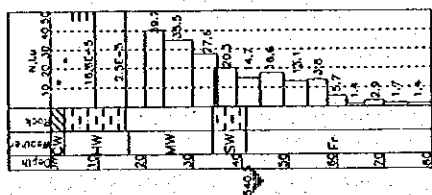
図 3.27 ドンナイ第3 および第4 原石山地質断面図



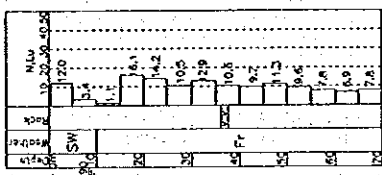
BD 901 U
L=80m
EL.634.14m



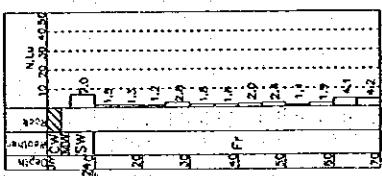
BD 902 U
L=80m
EL.582.99m



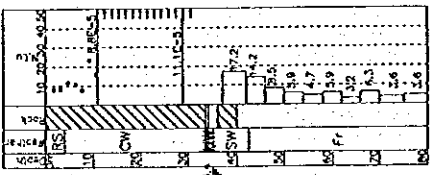
BD 903 U
L=70m
EL.506.44m



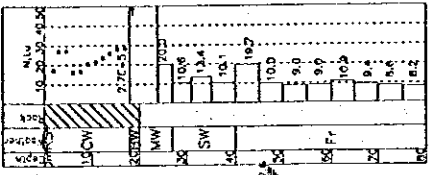
BD 904 U
L=70m
EL.508.74m



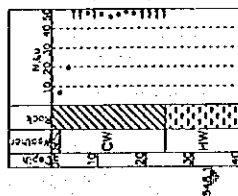
BD 905 U
L=80m
EL.578.41m



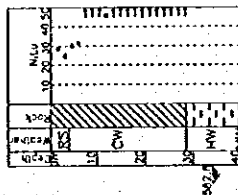
BD 906 U
L=80m
EL.639.6 m



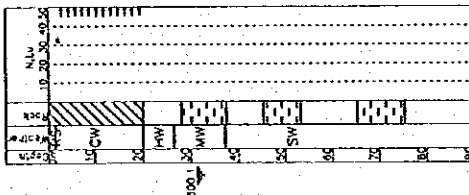
BI 907 U
L=40m
EL.581.34m



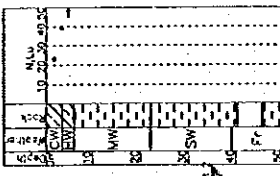
BI 908 U
L=40m
EL.516.29m



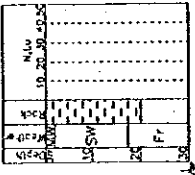
BP 909 U
L=90m
EL.631.4m



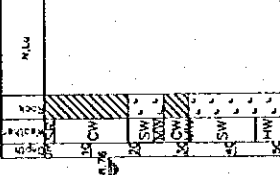
BP 910 U
L=50m
EL.556.2m



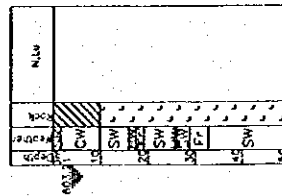
BP 911 U
L=30m
EL.485.6m



BQ 912U
L=50m
EL.822.36m



BQ 913U
L=50m
EL.807.21m



BQ 914U
L=50m
EL.822.98m

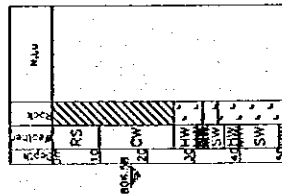
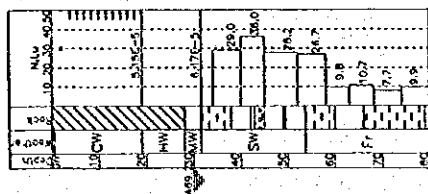


図 3.28
ボーリングおよび
孔内透水試験結果一覧(1/2)

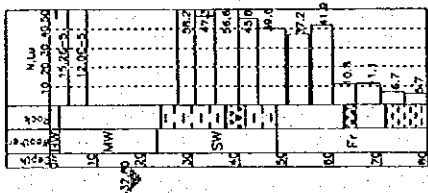
LEGEND

- RS: Residual Soil or Topsoil
- CW: Completely Weathered
- HW: Highly Weathered
- LW: Moderately Weathered
- SW: Slightly Weathered
- Fr: Fresh Rock
- Residual Soil and Completely Weathered
- Basalt
- Shale
- Sandstone
- Andesite Dyke
- Breccia

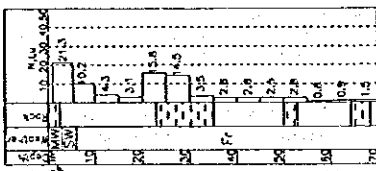
BD 915 D
L=80m
EL.499.2m



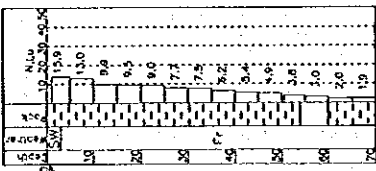
BD 916 D
L=80m
EL.499.8m



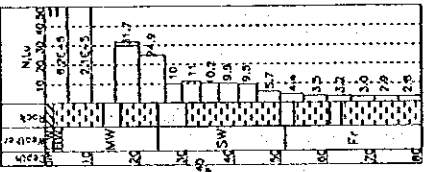
BD 917 D
L=70m
EL.486.5m



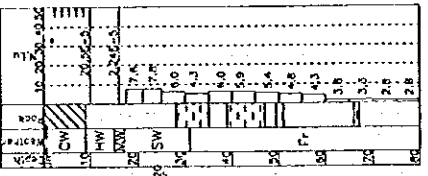
BD 918 D
L=70m
EL.460.5m



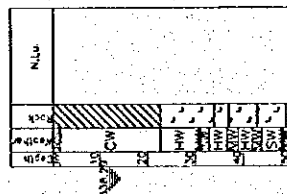
BD 919 D
L=80m
EL.449.9m



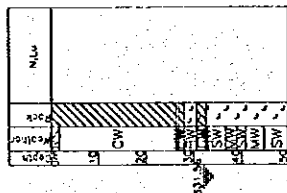
BD 920 D
L=80m
EL.476.2m



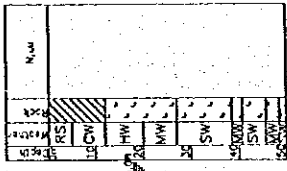
BQ 921 D
L=50m
EL.650.29m



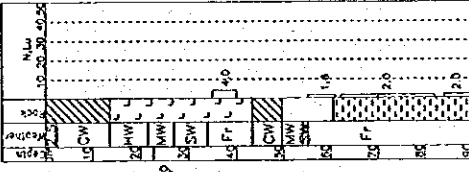
BQ 922 D
L=50m
EL.663.56m



BQ 923 D
L=50m
EL.673.08m



DN5
L=90m
EL.505.1m



DN 6
L=40m
EL.436.9m

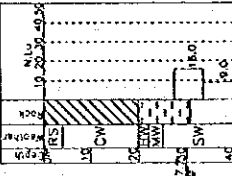
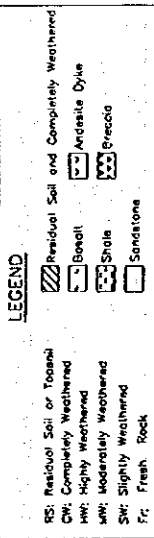


図 3.28

ボーリングおよび
孔内透水試験結果一覧(2/2)



第4章 環境アセスメント

4.1 概説

4.1.1 環境アセスメントに適用した手法

1999年1月中旬から3月中旬に亘る第1次現地調査において、本プロジェクト計画地域の踏査を含む環境調査を実施し、初期環境調査(Initial Environment Examination; IEE)を行った。この第1次現地調査の結果を踏まえ、以降に続く各調査段階で詳細に検討した。

第2次および第3次現地調査においては、本プロジェクトに関する環境アセスメント並びに住民移転調査を実施した。これらの調査には、第1次現地調査でのIEEの結果を充分に取り入れてある。更に、ヴィエトナム国内の法律・基準や各国際機関の提案するガイドラインを満足するように考慮した。

現地再委託業者であるPECC2(Power Engineering Consulting Company No.2)の行った現地調査結果を、JICA調査団の環境専門家が吟味しヴィエトナムおよび国際的な基準を満たすべく検討を行った。

本章に加え、Appendix Dには、PECC2により第2次及び第3次現地調査中に収集された資料を添付している。これらは、収集後PECC2により分析され、EIA・RAPレポートとしてJICA調査団に提出されている。本資料のヴィエトナム語版はEVNによって作成され、その際必要な修正や本F/Sの最終結果が盛り込まれることとなっている。このヴィエトナム語版のEIA・RAPレポートは、ヴィエトナム側のIEEやRAP(Resettlement Action Plan; 住民移転計画)に関連する諸機関による認可手続き、或いは微調整を行う際に利用できるものとする。

本ファイナルレポートのサポーティングレポート中のAppendix Dには、本章の内容のより深い理解の一助となるよう、詳細な情報を盛り込んである。

4.1.2 対象地域を取巻く現状

ドンナイ第4ダム計画地点の約200km下流には、Tri Anダムが存在する。また、Ham ThuanおよびDa Miの両ダムがTri An貯水池に注ぐドンナイ支川(La Nga川)上に建設中である。

ドンナイ第3ダム・貯水池の完成によってDinh Trang Thuong (Lam Dong州Di Linh地区)、Dak PlaoとDak Som (Dak Lak州Dak Nong地区)の3つの部落から一部の家屋・農地が水没する。なお、1998年にDak Plao部落はDak PlaoおよびDak Somの2つの部落へと分割されている。これは同部落への移民流入による人口増加を理由として行われたものである。これらの部落の住民のうち、90%は少数民族であるMa族に属している。Ma族はヴィエトナム中南部の台地に起源を有し、ヴィエトナム戦争終結後の1975年以降に当部落に入植してきた民族である。彼らは元来、半移動性の民族であり、伐採・焼畑といった非持続型農業を営みながら生活している。

ドンナイ第4ダム・貯水池計画地点はLoc Bac (Dak Lak州Bao Lam地区)およびQuang Khe (Dak Lak州Dak Nong地区)の両部落内に存在する。貯水池の湛水による家屋、私有地或いは部落所有地の水没は発生しない(図4.1参照)。

ドンナイ第3・第4連係水力発電計画地点に最も近い町はザンギア(Gia-nghia)であり、

ホーチミンから国道13号線および14号線を通じて約150km北方にある。ザンギアからは国道28号線を伝ってドンナイ第3貯水池計画地域の東側を経て、Di Linhへと通じている(巻頭図参照)。

4.1.3 ドンナイ第3貯水池域

ドンナイ第3貯水池域内を流れるドンナイ川の河床標高は、ダム軸付近で500m前後である。常時満水位(FSL)については第6章で検討してあるが、ここでは標高590mとしておく。常時満水位が標高590mである場合、貯水池表面積は約56km²となる。同貯水池の湛水により影響を受けるのは、先にも述べた通りDak Plao、Dak SomおよびDinh Trang Thuongの3部落である。特に、Dak PlaoとDak Somの両部落においては、殆どの社会基盤が水没することとなる。また、Dinh Trang Thuong部落の中心部は計画された貯水池域の約12km上流にあるため水没は免れる。同部落で影響を受けるのは、米、コーヒー、果物、野菜等を栽培するために貯水池計画地域に出入りしている季節労働者達である。Dak Plao、Dak Som両部落の殆ど全ての住民は、農作物が良く育つとの理由で標高550m以下の土地に生活している。1998年に実施されたDak Nong地区の人口調査に基づくと、ドンナイ第3貯水池の湛水によって168世帯、1,065人が家屋と農地の両方を失い、98世帯、651人が農地を失うこととなる。同じく1998年に実施されたDinh Trang Thuong部落についての人口調査によると、89世帯、318人が家屋と農地の両方を失い、29世帯、112人が農地を失う。1世帯当たりの農地面積は2haから10ha程度である。Dak Plao、Dak Somの両部落内では広範囲に渡って伐採による森林破壊が進行しており、伐採後の土地はコーヒーをはじめとする農作物の栽培に利用されている。ドンナイ川沿いには帯状の森林地帯(かなり荒れてはいるが)が残ってはいるものの、過度の開拓がこのまま進めば、この先10年以内には消滅してしまうと考えられる。なお、標高600m以上の地域では、いまだに広範囲に森林が広がっている。これはこの地域に住民が集中していないためである。

ドンナイ第3貯水池の北東側においては、標高は1,000m付近まではなだらかに上昇し、その後、1,500m近くまで急激に上昇してTa Dung山頂(標高1,982m)に達する(図4.2参照)。標高1,500mに至るまでの急斜面は、松林で覆われている。

それに対し、貯水池の西側では荒れた竹林が大部分を占めている。この地帯は以前、フタバガキ科(*Dipterocarp*)の硬木林であった。更に西方に目を転じれば、良質のフタバガキ科硬木林(常緑性と落葉性が混在)が広がっている。

主に標高550m以下の地域に住む257世帯、1,383人の移転に加え、貯水池の湛水は動物の貴重な生息地である硬木林や竹林の消滅を招く。世界中の同規模の水力発電プロジェクトの場合と比較すると、移転を必要とする世帯数は少ない。移転計画や補償方法の検討に際しては、対象となる住民への影響を最小限に抑えるとともに、より良い居住環境と持続性農業の手法を提供する必要がある。河川沿いの森林の消滅はどの水力発電プロジェクトも直面する問題ではあるが、ドンナイ第3貯水池域付近は移動式農業(焼畑)による大規模な開拓が既に進行している。更には、この地域には絶滅の危機に瀕した動植物の存在も確認されていない。したがって、第3貯水池の湛水による自然環境への悪影響は限られた地域と規模に抑えることが出来ると考えられる。

4.1.4 ドンナイ第4貯水池域

ドンナイ第4ダム・貯水池の開発による環境への影響は質的にも量的にもドンナイ第3の場合とは異なっており、慎重な検討が必要である。

ドンナイ第3貯水池域と比較すると、ドンナイ第4貯水池域内は深い森林で覆われており、そのアクセスの困難さから、人口および人口密度ともに小さい。ドンナイ第4計画地域全体は、Loc Bao (ダムサイト付近)と Quang Khe (発電所建設予定地の北側)の両部落に含まれる。ドンナイ第4貯水池の湛水に際しては、国有地が水没するに止まり、その貯水池表面積は約4km²である。

この付近において、ドンナイ川は急傾斜の峡谷(最大幅約40m)を流れ、30kmの河道長に対して約160m下っている。ドンナイ第4貯水池では、河道長19kmに対して標高は445mから360mへと変化する。常時満水位(FSL)を標高440mとした場合、貯水池表面積は4.2km²である。峡谷の南西側では最高地点である標高1,100mまで標高値は急激に上昇する。峡谷の北東側においては、急斜面は標高730mまで上昇する(図4.3参照)。貯水池の北東側斜面、南西側斜面ともに、常緑性のフタバガキ科の密林に覆われている。

4.2 貯水池域付近の住民と移転計画

4.2.1 ドンナイ第3・第4貯水池域内部落における社会・経済情勢

(I) ドンナイ第3貯水池域

(i) 概説

表 4.1 および図 4.1 に示した通り、ドンナイ第3貯水池域は7つの部落に渡る。しかしながら、これらの部落全てに同貯水池の湛水により水没する家屋・財産が存在するわけではない。

1997年から1998年にかけて、Dak Plao 部落は Dak Plao および Dak Som の2つの部落に分割され、Loc Lam 部落は Loc Lam と Loc Phu の2部落に分割された。これらの分割は、部落外からの移民による人口増加に対応し、管理体制を整えるために実施された。移民は伐採・焼畑といった移動性農業を営む人達である。

ドンナイ第3貯水池の湛水によって最も大きな影響を受けるのは、Dak Plao および Dak Som の両部落である。住民達は貯水池の湛水によって水没する土地、家屋、その他財産を所有している。Dinh Trang Thuong 部落の住民は半移動性の多種の小部族からなり、主たる居住地から季節に応じて貯水池域を出入りしている。彼らは貯水池域内に仮設の家屋および移動性の農地を所有し、コーヒーやピーナッツといった換金作物、あるいは米や野菜といった基本農作物を栽培している。Dinh Trang Thuong 部落の多くの住民は、ドンナイ第3貯水池域の約12km上流を主たる居住地としている。

Phoc Tho 部落は一部が貯水池域に含まれているものの、その領域の大部分は貯水池域よりも上流側にある。同部落内においてドンナイ第3貯水池内に水没する土地はわずか1.5km²に過ぎず、すべて政府の所有する森林地帯である。したがって、Phoc Tho 部落内には貯水池の湛水によって財産を失う住民はいない。また、Quang Khe 部落においても同様にどの住民も財産を失うことはなく、17.7haの土地(その殆どが政府所有の森林)が水没するに過ぎない。更に、Loc Lam および Loc Phu の両部落においては、貯水池域内に住民の所有する土地も家屋も存在しない。

図 4.1 に示した通り、Quang Khe 部落はドンナイ第3および第4の両貯水池域にまたがって広がっていることに注意する必要がある。

Dak Plao、Dak Som および Dinh Trang Thuong の各部落に対する補償項目を表 4.2 から表 4.4 にまとめた。

ほぼ全ての水没家屋と私有農地は標高550m以下の地域に位置しており、このためドンナイ第3貯水池の湛水によって257世帯、1,383人の移転が必要となる。一方、仮排水トンネル、水路トンネルおよび発電所の建設に際しては、私有地の買取りの必要は無い。本プロジェクトによる移転世帯数は世界中の同規模の水力発電プロジェクトに比べ、非常に小さいといえる。

ドンナイ第3・第4プロジェクトの影響を受けるこれらの部落住民のうち、約85%が少数民族であるMa族に属している(表 4.5 参照)。Ma族は農村において優勢であり、都市部ではKinh族が卓越している。Kinh族は都市居住型の民族であり、サービス業や工業に従事しており、貧しい部落に居住している者はほとんどいない。表 4.6 に示す通り、農村部ではKinh族の割合が約5%に過ぎないのに対し、市街地では人口の60%を占めている。

Ma 族は元来、移動性の民族であり、南西部の台地で焼畑農業を営んでいた。彼らは伝統的に森林を伐採し、その木材で家を建て、伐採地に米や基本農作物を栽培してきた。1975 年のベトナム戦争終結後、Ma 族は中央高地に入植し、徐々に南方へと移動して中南部の高地へと移り住んだ。Ma 族の一部は 1975 年以降にドンナイ第 3 貯水池域へと入植し、1980 年代になって人口は着実に増加していった。人口増加の主な要因は、出生率の高さではなく、入植者の増加である。すなわち、Ma 族はドンナイ第 3 貯水池域に土着の民族ではないということである。

ドンナイ第 3 貯水池の湛水による影響を受ける 3 地区内の 7 つの部落においては基本農作物として、米、サトウキビ、サツマイモ、トウモロコシが、換金作物としてコーヒーや茶が栽培されており、全土地面積の約 10%が農地である。

これら 7 部落の人口統計資料によると、ドンナイ第 3 貯水池域付近には 9,444 人が居住しており、ドンナイ第 4 貯水池域付近には 3,530 人生活している。ドンナイ第 3 貯水池域に居住する人々のうち、多くは森林地域に重大な影響を及ぼしている。これらの部落のうち、約 80%は森林で覆われているのだが、それは価値の低い竹林であり、このことは森林が荒らされてしまったことを物語っている。なぜなら竹林は、商業用の森林伐採と営農の結果として発達するからである。

(ii) 本段階で実施した社会・経済調査

既存の州・地区統計年鑑 (the District and Provincial Statistical Yearbook) によつては、これらの部落内の質的・量的な社会・経済情勢のうちの基本的な部分のみを窺い知ることができるに過ぎず、充分ではない。そこで、部落人口の約 20%を対象とした詳細な社会・経済調査が 1999 年 2 月から 1999 年 8 月にかけて実施された。同調査は現地再委託業務として、現地業者である PECC2 によって行われた。調査結果は表 4.7 に示す通りである。

表にある通り、1 世帯当たりの構成人数は 6 人から 8 人であり、家屋は一般に木材あるいはふきわらで出来ており、床面積は 30m²程度である。

各家庭とも、2ha から 10ha 程度の農地を所有し、コーヒー、米、芋、果物等を栽培するとともに、鶏、牛、山羊、豚等の家畜の飼育も行っている。耕作地は森林を切り開くことでまかなっている。また、漁業はこの部落の住民の生活には浸透しておらず、彼らはこのまま農業を続けていくことを望んでいる。

これらの部落では、マラリアと下痢が主な病気あるいは死因となっている。マラリア、デング熱、下痢、はしか、おたふく風邪、百日咳は子供達の間で一般的な病気となっている。医療施設としては最低限のものしかなく、薬もすぐに入手できるような状況ではない。Dak Plao 部落には保健施設が 1 ケ所だけあり、部落全体をまかなっている。3 人の医療補助員が同施設に常駐し、医師は月単位の非常勤である。Dak Plao および Dinh Trang Thuong 部落から最も近い病院はザンギアにあるが、その病院も最低限の医療サービスを提供できるに過ぎない。Dak Lak 州には 500 床のベッドを持った総合病院は 1 ケ所しかなく、Da Lat (隣接する Lam Dong 州の中心都市) にもう 1 ケ所あるのみである。ドンナイ第 3 貯水池付近の住民にとって、100km 以上離れたこれらの総合病院へ行くのは容易なことではない。なお、Loc Phu、Loc Lam の両部落もまた、3 人の医療補助員によって医療サービスが提供されているというのが現状である。

公共輸送機関の利用は、ほぼ乾季中に限られている。雨季間中は水浸しの未舗装道路のため、バスの運行は妨げられ、部落への出入りは不可能である。

子供達の多くは 14 歳位まで初等学校に通い、年長の子供は両親を手伝うために農地で働く。既設の初等学校は部落内にあり、どの部落にも最低 1 ヶ所はある。中等学校は Kinh 族が優勢なザンギア程度の規模の街まで行かなければならない。部落内のほぼ全ての子供が 12 歳から 14 歳までの間に初等教育を終えたのち、農業を主とする家業を継ぐことになる。

これらの部落は未だ電化されておらず、ディーゼル発電機によって家庭や脱穀機に電力を供給している。

飲料水や灌漑用水の供給は井戸に頼っており、地下水は今のところ汚染されておらず、良い水質を保っている。

これらの部落およびドンナイ第 3・第 4 貯水池域には考古学的、歴史的、文化的な財産は認められていない。

1 世帯当たりの年間の平均収入は約 1,200 万ヴィエトナムドン(VND)であり、1US\$=1,400VND の換算レートを使用すると、約 850US\$となる。つまり、彼らは基本的にはぎりぎりの生活を営む貧しい農民であり、毎年僅かな余剰所得を貯金していることになる。

(2) ドンナイ第 4 貯水池域

ドンナイ第 4 貯水池域内には、現在入植者は居らず、水没予定地は全てヴィエトナム政府が所有している。したがって、ドンナイ第 4 ダム・貯水池の建設によって、影響を受ける部落ならびに個人は存在しない。

ドンナイ第 4 貯水池の湛水によって、Quang Khe および Loc Bao の両部落から約 4km²の土地が水没することとなが、部落所有地、個人所有地、その他の財産ともに損害を被ることはない。

以上から、深い森林と急斜面によって入植者、農地の開発、財産の所有を阻んでいるこのドンナイ第 4 貯水池域では、移転や補償の必要性は生じない。しかしながら、この付近にはフタバガキ科の森林が手付かずの状態に残っており、その点に注意が必要である。

4.2.2 湛水予定地の住民の移転に対する認識

1999 年 2 月から 8 月までの間、移転に関する住民の意識調査を行った。同調査はドンナイ第 3 貯水池内に水没する Lam Dong 州の Dinh Trang Thuong 部落、Dak Lak 州の Dak Plao、Dak Som の両部落の計 3 つの部落で実施された。部落住民達は移転の意味についてを十分に理解していた。旧い世代の住民達は、1975 年以前に行われた強制移住を何度も経験しており、最近でも多くの世帯がより安定し、安全に生活するためにヴィエトナム政府の呼びかけに応じてこれらの部落からの移転を行っている。一方で、ドンナイ第 4 貯水池の湛水によっては家屋、農地、私有財産等の水没は発生しない。

ヴィエトナム中南部地域に平和が訪れるまでは、Ma 族は戦火を逃れるために土地から土地へと広範囲に渡って移動を繰り返してきた。このような背景からか、住民達は、現在と同等の土地と家屋の補償がなされる限り、移転に対する抵抗感はないと考えられる。彼らは、移転先での良い家、適切な教育・医療環境、道路、信頼できる交通手段、そして持続型農業の可能な農地を希望している。と同時に、新たな土地が取得できるという保証と新たな家が完成するまでの間の補助金、更には土地の取

得から最初の収穫までの間の生活の保証を望んでいる。また、彼らは移転の間の家族の離別を避けたがっている。したがって、一家(兄弟、姉妹、父母、祖父母)の移転は同時に行わなければならない。このことは、移転家族の構成員のうち、常時満水位(FSL)以上の土地に住んでいる人がいれば、その住民に対しても同時に移転要請を行い、家族あるいは一族の構成を維持する必要があることをも意味する。このことは、Ma族に限らず他の少数民族にとっても重要である。

現行の政府による移転計画を通じ、当地の人々は、新しい土地への移転はより良い家と社会資本の提供を伴うものであるとの認識を持っている。住民移転計画(RAP)の策定には、上述の移転住民達の要望を適切に取り入れるよう注意する必要がある。

4.2.3 住民移転候補地

図 4.1 に現時点で提案する移転先候補地を示した。Dinh Trang Thuong 部落内の移転住民(1999 年 9 月現在で 89 世帯)は同部落内の第 9 村落と呼ばれる地域に移転する。第 9 村落はドンナイ川沿いに位置しており、第 3 貯水池域よりも 2km から 12km 上流にある。同村落と国道 28 号線を接続するためには 4.5km の道路を新設する必要がある。土壌の状態は現在移転対象住民が所有している農地と比較しても遜色無い。国道 28 号線の一部も水没してしまうことから、付替え道路はこの移転地を通過してドンナイ川を渡り、Dak Plao、Dak Som 両部落に対する移転候補地へと向かって配置することも可能である。

Dak Plao と Dak Som の両部落の対象住民は、Buon Bang Ra (Yuk)地域に移転する。国道 28 号線はこの地域の南西部を通っている(図 4.1 参照)。Buon Bang Ra 地域は Dak Plao 部落内にあり、現在の Dak Plao 中心部の約 6km 北方にあり、この移転候補地と国道 28 号線を接続するために道路を新設する必要がある。

灌漑用水については、乾季中はドンナイ川から、雨季中は雨水をあてがうこととする。現時点の移転計画では、Dinh Tranh Thuong 部落の移転先に 73 の井戸を、Dak Plao、Dak Som 部落の移転先に 168 の井戸を新設することになっている。

移転先は集落と国道とを繋ぐよう設計する必要がある。その他にも学校、医療施設、市場、質の高い輸送路等の設置を計画している。

移転先候補地は以下に列挙する主な基準にしたがって選定する。

- ・ 移転先の土地が農地に適しているか(土壌の質、地形、灌漑の容易さ等)。
- ・ 交通の便は良いか。
- ・ 医療・教育環境を整えることができるか。
- ・ 年間を通じた絶え間ない水の供給を受けることができるか。
- ・ 貯水池域にはなるべく近い方が良い。

上述した 2 ヶ所の移転先候補地は、最小限必要とされる土地の 3 倍以上の面積をもつ。

4.2.4 補償費用

表 4.3 には本プロジェクトにより家屋や農地を失う世帯数を示している。ほぼ全ての水没家屋および農地は標高 550m 以下にある。したがって、標高 550m 以上の地域では、移転や補償にかかる費用は小さい。

移転や補償にかかる費用は、全てドンナイ第 3 貯水池の湛水によるものであり、ド

ンナイ第4貯水池の湛水によってはいかなる移転・補償費用も発生しない。前述した通り、ドンナイ第4貯水池内に水没するのは約4km²の国有林であり、集落は存在しない。また、仮排水トンネル、水路トンネルおよび発電所の建設に際して、いかなる私有財産の補償の必要性も無い。

直接的な補償としては、水没する家屋、農地、牧草地、その他資産の移転、および市場、学校、医療施設、交通設備等といった部落内の社会資本の移転がある。

主な補償方法とそのスケジュールを表4.8に示した。補償方法については、Appendix D (住民移転計画報告書；RAP Main Report)中に詳述するとして、次の4.2.5節では、重要なポイントについて述べる。

4.2.5 住民移転計画(RAP)の必要性

住民移転計画(RAP)の策定に際しては、地方自治体政府代表者、非政府組織(NGO)関係者、社会経済学者、医療従事者、対象部落代表者、そして EVN 関係者からなる住民移転実施委員会(Resettlement Action Committee；RAC)を設置する必要がある。

EVN の役割は、地方自治体政府代表者の意見を取り入れつつ、適切な移転計画や補償方法を策定し、その計画を実行することである。

住民移転実施委員会は住民移転計画策定の進捗、計画の範囲・規模について監理するとともに、効果的な計画策定と実施を保証しなければならない。

さらに、住民移転計画の実施は、独立した外部機関(Independent Monitoring Organization；IMO)によって監視され、評価される必要がある。

これらの諸機関を設立し、運営することで住民移転計画や移転補償の適切で効果的な実施が可能となる。

詳細な住民移転計画は、EVN の助力の下、州政府機関や中央政府機関と議論した上で決定する。関係する州政府機関と中央政府機関の承認後、住民移転計画は直ちに法的な効力を発揮することとなる。

4.2.6 考古学的・歴史的・文化的遺産

ドンナイ第3貯水池域内およびその近傍の住民は、比較的最近入植してきた人々である。1975年以前、この地域のほとんどは深い森林で覆われており、ほんの数世帯が自給自足の生活を営んでいたに過ぎない。ところが、1975年のヴィエトナム戦争終結に伴い、中央高地からの移民がこの地域に続々と入植してきた。この1975年以降の僅かな期間に、入植者達が歴史的・文化的に価値の高い財産を築き上げた形跡はない。したがって、ドンナイ第3・第4貯水池域およびダム・発電所建設予定地域には考古学的・歴史的・文化的な遺産は存在しない。

4.3 貯水池域の自然環境

貯水池域の自然環境は物理的側面(地形、気候、水資源)、生物学的側面(動植物種、指定保護地区)、および人間社会的側面からなる。

4.3.1 世界野生生物基金(WWF)によるコメント

プロジェクト地点の渓谷に見られるような、急峻な地形は貴重であるが、水力発電や貯水池の開発により、世界中の他の国々と同様、ここヴィエトナムにおいても急速に減少しつつある。したがって、ドンナイ第4貯水池の湛水はヴィエトナム国内のみならず、国際的にも損失となる可能性がある。世界野生生物基金(World Wide Fund for Nature ; WWF)の関係者は、次のようなコメントを口頭にて寄せてきた。

「ドンナイ第4貯水池域は、起伏の多い地形、深い森林とともに、大変貴重な美しい自然景観を有しており、人間活動も顕著ではない。」

「この地域の環境は、虎のように絶滅の恐れのある貴重動物の典型的な住処に良く似ており、さらにカッティエン国立公園内の Cat Loc 地域と共通した特徴があるように思われる。」

Cat Loc 地区には、絶滅の危機に瀕したジャワサイの亜種(一角サイ)の生息が確認されている。WWF はドンナイ第4貯水池域が一角サイにとって重要な地域であると考えていることが、上記のコメントから推論できる。ドンナイ第4貯水池の湛水によって水没するのは価値の低い竹林であり、その面積も 6km² 以下ではあるが、WWF は峡谷の美しい景観が失われることに大きな懸念を抱いている。WWF は更に、以下のようなコメントも寄せている。

「貯水池域を取巻くフタバガキ科の森林は、隔離された環境のおかげで狩猟と開発から逃れてきた多くの動物種にとって貴重なものである。」

「アクセス道の建設によって深い森林地帯への人間の進入が容易になる。このことは、多くの動物種にとっての安全と生存を脅かすことになり、峡谷部から上方の森林の枯渇にもつながりかねない。」

4.3.2 農業地方開発省(MoARD)の方針

農業地方開発省(Ministry of Agriculture and Rural Development ; MoARD)は現在のところ、ドンナイ第3・第4貯水池域を含む自治体内の森林に対する保護条例は出していない。しかしながら、MoARD は今後もプロジェクト地域付近の森林に対する保護政策の必要性について慎重に検討するとのことである。

4.3.3 ドンナイ川の水質と堆砂量

1999年7月中に第3および第4貯水池域付近において、ドンナイ川の水が採取され、水質分析が行われた。この雨季間に採取された水に対する水質分析の結果を表4.9に示した。

同表の結果から、この付近のドンナイ川の水は酸素溶解量の高さ(概ね 6.0mg/l 以上)、および富栄養度の低さ(表中の Total P、N-NO₂、N-NO₃ の項目)といった観点からはかなり良質であることが分かる。この程度の水質であれば、汚染されていないといえることができ、もちろん全ての指標が政府の設定する基準をクリアしている。堆砂量については雨季において想定される値に比べ低い。これは速い流れが表面の堆積土砂を運び去るためである。ダイオキシンやその他枯葉剤成分は水、土壌いずれの

サンプルからも検出されなかった。

4.3.4 自然植生および人工植生

ホーチミン市にある熱帯生物学研究所(Institute of Tropical Biology)によって、ドンナイ第3・第4貯水池付近の植生に対する詳細な調査が実施された。表4.10は、ドンナイ第3および第4貯水池に対する常時満水位(FSL)以下の自然植生(樹木や灌木)や人工植生(耕作地等)の種類毎の土地被覆面積とその面積率を示している。

ドンナイ第3貯水池域内の植生においては、竹林が土地被覆面積の約90%を占めている。これは焼畑などの移動式農業の結果として起こったものであり、この方式の農業はこの辺りでは一般的である。また、この付近の川沿い斜面は、ドンナイ第4の急峻な斜面とは異なり、木材の切り出しが比較的容易である。現在のところ、ドンナイ第3貯水池域付近には川に沿うような形で帯状のフタバガキ林が残っている。しかしながら、このフタバガキ林が、現在、建設用木材や薪、あるいは農地の確保を目的とした伐採・開拓の対象となっていることから、その存続は危ういと言える。

ドンナイ第3貯水池域全体に渡って、最近伐採が行われたと思われる広大な土地や焼け野原、あるいは新たな換金作物のプランテーションが確認され、このことは特に標高550m以下の地域において顕著である。したがって、ドンナイ第3地域の自然植生は経済的にも、生物学的にも既に価値が低いといえる。反対にドンナイ第4貯水池域に含まれる地域は、ほとんど手付かずの常緑樹と半常緑樹の混在した深い森林で覆われている。このようなタイプの植生は多くの動物種にとっての貴重な生息地となり得る。

したがって、ドンナイ第4ダム・貯水池の建設および運用に当っては、土地開発、入植および狩猟を規制するための方策の決定が必須の優先課題としてあげられる。アクセス道路の設計・工事はプロジェクト実施者の権限ではあるが、その配置に際しては、狩猟や移動式(焼畑)農業によって荒らされる恐れの出てくる森林面積をできるだけ小さくするべく慎重に検討しなければならない。アクセス道路への立入は、守衛所や森林監視員、現場警備員、あるいは警官を動員するなどして、何らかの方法で規制する必要がある。ダム工事完了後は、アクセス道のうち不要な部分については、土や植物で被覆して完全に閉鎖する必要がある。そして工事完了後も長期に渡って水没から免れた動物種の生息地や、同様の環境条件を持つ生息地についての調査を継続する必要がある。

4.3.5 哺乳類、鳥類および爬虫類・両生類

熱帯生物学研究所は1999年5月から8月に渡り、プロジェクト地域の調査を行ってきた。当地域において、最近50年間に記録された絶滅の恐れのある哺乳類および鳥類を表4.11と表4.12に示した。人間による入植と広範囲に渡る森林生息地の破壊によって、もはやドンナイ第3地域には絶滅の恐れのある動物種は存在しないと考えられ、実際に調査期間中、そのような動物種の生息は確認されなかった。プロジェクト地域で確認された爬虫類・両生類は、ヒキガエル、カエル、トカゲ、ヤモリ、ヘビ、カメなどである。ドンナイ第4地域内については密林で覆われており、立入り可能な道も無く、入植がなされていないため、全域に渡る動植物の生態調査は不可能であった。

ドンナイ第3貯水池域は既に人間社会による破壊が進んでおり、野生動物社会においてもその重要性は比較的低い。ところが、ドンナイ第4地域の貯水池開発にはより多くの問題が含まれている。深い森林と急な斜面のため、ドンナイ川岸に達する

のは大変困難である。哺乳類、鳥類および爬虫類・両生類がこの地域には生息しており、中には狩猟や入植からの保護を必要とする絶滅の危機に直面した種も存在する。

4.3.1 節で述べたが、世界野生生物基金(WWF)の関係者は、ドンナイ第4地域が、象、虎等の大小のネコ科動物、霊長類、カワウソや鳥類が好んで生息する地域であると思われるとのコメントを口頭にて寄せている。植生の乏しい峡谷の急斜面部は動物にとって重要な生息地とはならないため、6km² 足らずの森林(ほとんどが急斜面部)の消失を伴う第4貯水池の湛水自体が動物種の生存に及ぼす影響は小さいと考えられる。しかしながら WWF は、ドンナイ第4サイトへのアクセス道路や貯水池完成後の開発がこの地域への人間の入植を助長し、狩猟や森林破壊が連鎖的に進行してゆく可能性を危惧している。ドンナイ第4地域は現在のところ、人間による入植がなされておらず、これらの有意義な意見に対しては慎重に対応する必要がある。ドンナイ第4ダム・貯水池の建設および運用の際には、開発者および施設運用者は可能な限り慎重にアクセス道路の計画を行い、狩猟者や入植者による環境破壊を最小限に抑える必要がある。アクセス道路への進入は野生生物保護組織あるいは警察によって厳重に規制・監視されるべきである。また、工事完了後に不要となった道路は、破壊し、自然の状態に復元する必要がある。

4.3.6 水棲動植物

熱帯生物学研究所は1999年5月から8月にかけて、プロジェクト地域内のブランクトン、河床に棲む小動物および魚類についての調査も行った。

同調査結果によると、同地域には約70種の魚類が生息しており、その殆どはコイ科に属している。これらの魚類は、流速の大きいこのような地域に特有の種である。表4.13にはドンナイ第3・第4貯水池域内に生息する魚類を示している。表中の魚類のうち、殆どの種が大きな湖や河川にも生息することができる。

4.4 下流域への影響

下流域への主要な水文的影响は以下の5点である。

- 1) ダム地点～発電所放水口間の流況変化
- 2) 発電所からの放流による流況変化
- 3) 河床の侵食
- 4) 他の目的に資するための水利用可能性
- 5) Tri An での水需要への貢献

4.4.1 ダム地点から発電所間の流況

ダム地点の直下流は河川流量がゼロとなる。乾季においては、ダム地点から初めの沢との合流点までは無水区間となる。この問題は、全てのダム建設プロジェクトにおいて共通のものであるが、無水区間内の動植物生息地の消滅は貯水池の湛水による生息地の消滅に比べると重要度は低い。本地域においては、無水区間の発生は水棲環境に与える影響がさほど大きくないと考えられることから、ダム地点直下に水棲環境を作り出すことは、生態系という観点よりもむしろ、景観という点から価値のあることであろう。

4.4.2 河道・河床侵食

ドンナイ川の河床は基本的に変質を受けた砂岩・シルト岩(ジュラ紀)から成っている。この岩は侵食に対し、非常に強い硬岩である。現在、河床には堆積物がないため、深刻な堆積問題は発生していない。基盤岩と河道は侵食に対し非常に強いため、発電所からの放流水(約 200m³/sec)が河道の形状を変えたり、堆積物の集積を促進することはない。なお、本プロジェクトによる 200m³/sec の放流量は、自然流況の場合の雨季平均流量である 250m³/sec よりも小さい。

ドンナイ川は Cat Loc(カッティエン国立公園の一部)南西部およびその下流部で厚い砂の堆積層中を流下する。この辺りでは、河床岩上に厚い砂の層が堆積しており、砂の堆積が川の両岸でも起こっている。緩い河床勾配によって流速は低下し、浮遊砂の堆積が促進される。砂はドンナイ第3より上流を供給源とする微粒子の石英から成っている。ダムの建設は微細な浮遊砂をせき止めることになる。したがって、流れ中の微少浮遊砂供給量の減少によって、この地域の河床堆積砂や砂丘部の侵食が促される可能性がある。この問題に関し、将来 Cat Loc 南西部や Nam Cat Tien 北部および北西部(ともにカッティエン国立公園の一部)の河道・河床形態に及ぼされる影響を評価するためには、より詳細な調査が必要である。

4.4.3 灌漑用水の供給

Lam Dong、Dak Lak 両州の灌漑・土地利用局によると、ドンナイ川の懸案地点付近では農業生産はほとんど行われていない。さらに、Lam Dong 州関係者の話では、州内では2ヶ所において時折ドンナイ川から水田への灌漑が行われているとのことである。ダム完成後はドンナイ川の流況は安定するため、これら2ヶ所の水田には常に安定した水量が灌漑に利用できることとなる。

ドンナイ第3・第4連係水力発電計画の運用開始後は、ドンナイ川の乾季中の流量が増加する。このことは、乾季中に灌漑その他の目的で安定した量の水を利用できるという便益がある。反対に、ドンナイ第4発電所のピーク運転によって、上述した下流に対する便益とは逆の影響が現れる可能性もある。この問題に関しては、4.5 節

で本プロジェクトの開発様式と関連して述べている。

雨季間については、灌漑やその他の目的での水利用に関し、本プロジェクトは何ら影響を及ぼすことはないと考えられる。

環境影響評価(EIA)を目的として行った現地調査結果によると、ドンナイ第4発電所から既存の Tri An 貯水池までの区間においては、灌漑用水、生活用水、工業用水などの確保を目的としたドンナイ川からの取水は行われていない。Nam Cat Tien 北部から Cat Loc 南部にかけての地域、あるいは Nam Cat Tien 東部から Tri An 貯水池にかけての地域では水田や畑が広がっている。その面積は約 6,200 ha である。これらの耕作地の標高は、ドンナイ川の平均水位に比べかなり高く、この地域の耕作地や集落への水はドンナイ川へ注ぐ支流から確保されている。したがって、ドンナイ第3・第4発電所の開発がこの地域の水利用に悪影響を及ぼすことはないと考えられる。

4.4.4 カッティエン国立公園と Bau Sau 湿地帯

カッティエン国立公園内の Bau Sau 湿地帯はドンナイ川と小河川を介してつながっており、年間のうち約 350 日間は湿地帯からドンナイ川へと水供給がなされている。しかしながら、雨季の洪水期には反対にドンナイ川から湿地帯の方へと小河川を介して水が供給されるという現象が起こる。この逆流現象は約 10 日間継続する。20 年から 30 年に一度の頻度で発生する規模の洪水の際には、逆流現象はより長期間継続し、湿地帯の水位は普段の約 2m に対し、およそ 5m にまで上昇する。このような洪水は湿地帯内の植生や生態系にとって、有害である可能性もあり、ダムの建設はこのような悪影響から湿地帯を守る役目を果たすものと期待される。ただし、通常のモンスーン期においては逆流現象の発生期間は年間 15 日以下であり、本プロジェクトの完成により、通常の年の湿地帯における水収支に影響を与える可能性もある。Bau Sau 湿地帯とドンナイ川の関係については本レポート中で検討している(4.5 節参照)。

4.4.5 カッティエン国立公園とそのバッファゾーン

ドンナイ第4ダムの計画地点の直下流では、ドンナイ川は Lam Dong 州内のバッファゾーン北部境界のうちの大部分を形成している。ドンナイ第4貯水池によって Lam Dong 州内のいかなる保護指定森林も水没することはない。ドンナイ第4発電所は Lam Dong バッファゾーンとドンナイ川の境界部に建設される小施設である。発電所とそれに関連する施設(開閉所など)は伐採済みの平坦な土地に建設され、さらに同施設へのアクセス道路も必要である。導水路および水圧鉄管は地下に設置する。発電所および開閉所にはあまり広い敷地は必要とされず、一般に 30 ha 以下である。発電所設備に対して必要となる敷地面積が小さいため、Lam Dong 州バッファゾーンとドンナイ川の境界部においては、設備建設による環境への影響は小さいと考えられる。現在、農業開発省(MoARD)は世界銀行の出資で道路、灌漑ネットワーク、教育機関、水供給設備および送電網その他の整備によってこのバッファゾーンの社会経済環境を向上させようという計画を立ち上げている。本プロジェクトによる発電所あるいはそれに付随する設備の建設が上述の MoARD の計画との間でいかなる摩擦も問題も招くことはない。

4.5 環境への影響を最小限に抑えるための開発代替案

4.5.1 概説

全ての開発代替案は同様の環境影響をもたらす。換言すれば、どのような開発代替案を提示しようとも、環境に対する影響をもたらすという点では何の違いも無いということである。ある1つの代替案が他の代替案に比べて環境影響の点で顕著な利点を持つことは無い。先にも述べたが、ドンナイ第3地域の部落住民の全ては標高550m以下の土地に家屋を建設している。したがって、仮に常時満水位(FSL)が標高590mを上回った場合、それに起因する新たな家屋の移転費用は発生しない。しかし、ほんの僅かではあるが、標高590m以上の地域に農地を所有する住民がいるため、新たな補償費用が発生する可能性がある。ドンナイ第3貯水池の湛水による主要な環境影響は川沿いに残った僅かな硬木林が水没することである。当地の住民達は現在、この硬木林に木材の取得のために立ち入り、川縁の土地を農地として利用している。したがって、この辺りの森林は今や野生動物にとって魅力的な土地ではなく、ほとんどの野生動物はこの地域から姿を消してしまっている。結局、この僅かに残った森林地帯は野生生物にとっての重要性は低く、どの開発代替案を採用したとしても破壊されることとなる。

ドンナイ第4貯水池域では非常に急峻な斜面が深い峡谷を形成している。この峡谷は竹と幾種類かの硬木からなる貧しい植生を有している。どの開発代替案を採用しても峡谷斜面にある竹林および竹と硬木の混在した森林を破壊することになる。さらに、どの代替案とも峡谷を細長い湖へと変貌させてしまい、どの代替案ともアクセス道路とダム設備の建設を必要とする。深い手付かずの森林中を通るアクセス道路の建設は、WWFが危惧を抱いている部分でもある。この道路は、結果的に森林地帯へのより容易な立入りを可能にし、仮に立入りに何ら規制を設けなければ、森林や動物の生息環境の破壊につながりかねない。しかしながら、アクセス道路からの森林への立入りを規制することで現存する森林や動物への潜在的悪影響を最小限に食い止めることは比較的簡単である。また、全ての代替案はドンナイ川沿いの Lam Dong バッファゾーン側に発電所を配置しており、もちろんアクセス道路の建設も必要としている。

環境への影響を緩和するための方策については4.5.2節に述べてある。さらに、カッティエン国立公園への水文的・環境的影響については4.5.3節に、下流域での水利用環境に対する影響については、新たな開発オプションの必要性とともに4.5.4節に記述している。

4.5.2 想定し得る環境問題

前述した通り、現地調査の一環として行った環境調査の結果、ドンナイ第3貯水池の建設によって合計257世帯が新たな土地へと移転する必要があることが判明した。住民の意識調査の結果からは、住民達が本環境調査で策定した移転計画に従い移転することにほぼ同意していることも判った。したがって、本FISで策定された住民移転計画が、関連する政府機関によって忠実に実行される限りにおいて、ドンナイ第3貯水池域内の住民の移転に関するいかなる問題も発生しないものと想定される。

反対に、ドンナイ第3・第4連係水力発電計画の進行によって、以下の懸念事項が発生することが考えられる。

- i) ドンナイ第4の建設現場へのアクセス道路の整備によって、多くの動物種の生息地であるジャングルの植生に重大な影響を与えてしまう可能性がある。この点については、4.3節で述べた通り、WWFからも指摘を受けている。
- ii) 雨季間のドンナイ第4発電所のピーク運転により雨季流量が減少する(7.5時間運転の場合、1日のうち16.5時間はダム・発電所からの放水がない)ため、発電所下流部やカッティエン国立公園の生態系に悪影響を及ぼす可能性がある。
- iii) 乾季間のピーク運転によって、下流部における灌漑や生活用水確保のための取水に悪影響を及ぼす可能性がある。

上記の項目 i)については、以下に挙げる対応策を実行することで、ジャングルの破壊による環境悪影響は最小限に抑えることができると考えられる。

- ・ 建設期間中のみに必要とされる一時的なアクセス道路は、建設後には元の自然な状態に戻す。
- ・ 建設中、完成後を問わず、アクセス道路に進入する際には公式な許可を必要とし、無許可での通行は厳重に取り締まる。このことを徹底するために、ドンナイ第4施設へのアクセス道路沿いにゲートや詰所を設け、そこに警備員を配置する。

項目 ii)および iii)については、次節以降で環境悪影響抑制のための代替案や対応策の必要性とともに述べてある。

4.5.3 カッティエン国立公園内の Bau Sau 湿地帯に対する環境影響

(1) 水文解析

図4.4にはドンナイ第3貯水池への月流入量とドンナイ第4施設からの月放流量を示した。また、ドンナイ第4ダム・発電所からの年最大流出量とドンナイ第3貯水池への年最大流入量との比で定義する年ピーク流量減少率を表4.14に示している。これらの図表を見る限り、ドンナイ第3・第4貯水池の貯留効果によって、特に雨季流量の小さい年にドンナイ第4施設からの放流量が大幅に減少すると言える。

一方で、ドンナイ第4発電所とカッティエン国立公園との間で支川の合流があることを考慮すれば、カッティエン国立公園付近での雨季流量の減少は大きな環境影響とはならないと考えられる。ドンナイ第3貯水池の有効貯水容量は1,248百万 m^3 であり、これはこの地点への年間流入量の約55%にあたる。ドンナイ第3貯水池による国立公園付近への影響の小ささは、図4.5からもうかがえる。同図はカッティエン国立公園付近におけるドンナイ川の月ハイドログラフを示しており、本プロジェクトによる洪水ピークの減少がさほど大きくないことを示している。表4.15は本プロジェクトが存在する場合と存在しない場合の国立公園付近の月最大流量比を示したものである。

(2) カッティエン国立公園内での水文現象

Bau Sau 湿地帯内の3ヶ所の水位観測所において、1999年6月以来、水位観測が毎日2回実施されている。これらの水位観測所は現地調査期間中に設置された。観測所の位置は、図4.6に示す通りである。さらに、各水位観測所の水位標の標高値を測定するため、第3次調査期間中に水準測量を実施した。

図4.7には各水位観測所における1999年6月から11月までの日平均水位(1日2度の観測結果を平均したもの)を示している。同図からは、Bau Sau 湿地帯の水位がドンナイ川と Dak Lua 川の合流点付近の水位を下回るといふ現象(逆流現象)が、同期間中に5度発生していることが見て取れる。ところが、水位記録通りに7月中旬に逆流現象が発生したとすれば、Bau Sau 湿地帯内の水が、何らかの人工排水施設によってドンナイ川本流へと排水されない限り、その急速な水位低下の説明がつかない。このため、同期間中の逆流現象の発生は疑わざるを得ない。結局、観測期間中の Dak Lua 川の逆流現象は、4度(7月中旬の記録は採用しない)発生したことになる。

また、1999年7月31日から8月10日までの間、Bau Sau 水位観測所において、標高134m以上の高水位が続けて観測されている。1999年7月から8月にかけて Bau Sau 湿地帯を襲った大規模な洪水については、9月の現地踏査時に住民からの聞き取り調査を実施し、Dak Lua 川沿いの平地に立つ家屋の屋根にまで水位が達したとの証言を得た。このことから、20年確率程度の規模の洪水がドンナイ流域と Bau Sau 湿地帯の両方で発生したことが想像できる。Bau Sau 湿地帯で発生したこの洪水の期間中はドンナイ川の水位も非常に高く、Dak Lua 川中流、およびドンナイ川との合流点付近に設置した2ヶ所の水位観測所では、その水位が水位標の表示高さを上回ってしまった。したがって、7月下旬から8月中旬までは、湿地帯内の水位観測所のみで水位観測が継続された。

現地調査中に観測された水文現象から判断すると、Dak Lua 川の逆流現象は、ドンナイ川の水位上昇中、合流点の水位標表示が標高131mを超えたあたりで発生する傾向があるといえる。今後の調査段階では、合流点での水位記録と Ta Lai 測水所での水位記録との回帰分析から、Dak Lua 川の逆流現象の頻度について調査することとする。

(3) 今後実施すべき調査

現地調査で実施した Bau Sau 湿地帯付近の住民に対する聞き取り調査の結果、彼らが洪水の緩和を望んでいることが分かった。この点に対し、ドンナイ第3・第4連係水力発電計画は下流域での洪水量の緩和に貢献できると考える。

これまで行ってきた調査結果から判断する限り、ドンナイ第3・第4連係水力発電計画において、人工的な洪水を発生させる必要はないと考えられる。しかしながら、Dak Lua 川での水位観測は2000年以降も継続して実施されることになっている。Bau Sau 湿地帯での水文現象をより正確に把握するために、これらの水文記録を基に、下流にある Ta Lai 測水所での日水位記録との間の相関解析を実施する必要がある。この解析によって、より包括的・長期的視野に立ったうえでの Bau Sau 湿地帯における水文現象の説明が可能となる。

4.5.4 下流の水利用に対する影響と新たな開発代替案の必要性の検討

前述した通り、ドンナイ第4発電所のピーク運転により、下流域の生態系への悪影響が懸念されている。しかしながら4.4.3節で述べた通り、現在ドンナイ第4発電所建設予定地から既存の Tri An 貯水池までの間において、灌漑や都市部への水供給を目的としたドンナイ川からの取水はほとんど行われていない。このことは第1次現地調査時に行った現場踏査でも確認している。したがって、下流部の環境変化への大規模な対応策を講じる必要はないと判断される。しかしながら、ドンナイ第4発電所については、3機の発電機を用いた最小設備利用率31%を守るような運転方式を採用することも考慮に入れる必要があると考えられる。仮にこの方式を採用した場合、乾季の直中においても、第4発電所からの放流は1日最低15時間保証される。

したがって、仮に環境影響に対する懸念が生じたとしても、ドンナイ第4発電所の発電機を3台にすることでその影響を最小限に抑えることができると考えられる。さらに、ドンナイ第4発電所の発電機を3台にすることによって、将来の灌漑地域の拡大や川沿いの居住地開発によって生じ得るドンナイ川下流での取水量の増加にも柔軟に対応することができる。また電力供給という観点からも、ドンナイ第4発電所の発電機を3台とすることで将来の電力に関する需要・供給条件の変化に対しより容易に対処することができると考えられる。加えて、将来、下流域における環境問題の発生及び水需要の急速な増大に伴ってドンナイ第4発電所の一日の運転時間を24時間に延長せざるをえない事態もあり得ると想定される。

第4発電所の発電機を3台にすることは、2台の場合よりもより多額の費用を必要とすることは明らかである。しかしながら、上記の検討より、本F/Sでは環境的観点および社会経済的観点からドンナイ第4発電所の発電機を3台とすることを強く推奨する。

4.5.5 送電線ルート

7.4節では送電線ルートについて3種の代替案を設定し、検討が加えられている。第1案はドンナイ第4発電所より220kVの送電線を引き、ドンナイ第3の開閉所を経由して約48km離れたDi Linhで500kV/220kV送電線に接続するものである。第2案および第3案ではドンナイ第3・第4からの送電線を既設の500kV送電線にPleiku～Pha Lai間で接続することになっている。これら3種の代替案について比較検討を行った結果、7.4節にある通り、最終的に第3案を最適案として選定している。

第3案を採用した場合、送電線の大部分は左岸側に比べてより環境影響の小さいと考えられる右岸側を通ることとなる。したがって、ドンナイ第3・第4連係水力発電計画により新設される送電線によって、ドンナイ第4貯水池左岸側といった貴重な自然環境に対して重大な影響を及ぼすことはない。

4.5.6 原石山と土取場

第3章には本プロジェクトにおける原石山と土取場の位置が示してある。原石山および土取場はドンナイ川右岸を走る国道28号線からのアクセスが比較的容易な位置に選定してあるが、当然環境影響を最小限に抑えることも考慮している。

4.6 貯水池の有効利用を目的とした漁業開発

ドンナイ第4貯水池の表面積は6km²以下と小さく、適切な漁業環境の整備には不向きである。また、急峻な斜面により水際への到達が困難であることもこの地域の漁業開発において不利な点である。一方、ドンナイ第3貯水池については、その表面積が約56km²と大きいことや、斜面がなだらかでアクセスが容易であることから、漁業環境の整備には適しているといえる。現在ドンナイ川に生息する魚類(主にコイやナマズ)は東アジアの貯水池において一般的に養殖されている。

一般に、適切で経済的な漁業開発は、水質の良さと熟練した漁師の養成とにかかっている。ドンナイ第3貯水池の場合、魚の養殖業の成否は水質にかかっている。現地調査時に実施した水質調査の結果、対象地域付近の河川水は比較的良質であることが判明した。したがって、緩斜面によって水産物や使用機材の運搬が容易であるこのドンナイ第3貯水池では、漁業環境の整備は技術的に可能である。ただし、一つの大きな問題は、養殖用のネットの設置や、受精卵を持つ雌や稚魚を育てるのにかかる初期投資が必要であるという点であろう。

現在のところ、ドンナイ川沿いの住民は時折魚を釣ってきて食べる程度であり、漁業は住民達の間で産業として根づいてはいない。すなわち、この地域においては、漁業は主要な経済活動とはなっておらず、地域の社会経済に果たす役割も極めて小さい。

現地住民への聞き取り調査の結果、住民達は最近 Tri An 貯水池で発生した問題について知っており、養殖漁業を基礎とする経済社会への移行に対し、消極的である。しかしながら、ネット等の養殖用設備の建設に対しては、商社の興味を引く可能性がある。商社が乗り出してきた場合、養殖魚の大量死による経済的損失はその商社によって吸収可能である。にもかかわらず、地域住民達はコーヒーや果物、米などを栽培する現在の生活様式を維持したがっており、貯水池において魚を養殖することに対して積極的ではない。すなわち、地域住民達は養殖漁業を経済基盤とした生活様式に移行することに対し、ほとんど魅力を感じていない。Tri An 貯水池内の既存の養殖場で発生した、病気の流行と水質の悪化による養殖魚の大量死の問題を地域住民は良く知っている。また、養殖場を設置するために必要な初期投資額は、自給自足の農業によって最低限の暮らしを営む当地域の住民達の経済水準からかけ離れているのが現状である。

上述した貯水池での漁業開発については、Appendix D において詳述している。

4.7 環境の管理と監視

住民移転計画や移転補償方法の策定および実施に際しての管理や監視の必要性については 4.2.3 節、4.2.5 節において包括的に述べてきた。4.2.5 節で述べた通り、住民移転委員会(RAC)や独立した外部の監視機関には、移転対象者達が納得できるレベルで補償が行われるようにする責務を持つ。

表 4.16 には本プロジェクトの建設期間中に発生する可能性のある潜在的な環境影響を要約して挙げている。これらの潜在的環境影響については、Appendix D に詳細に述べている。表 4.16 に示す通り、主要な潜在的環境影響としては水質やドンナイ第4貯水池左岸における森林地帯の減少などが挙げられる。

対象地域付近のドンナイ川の水質は、大量の建設廃材などによって汚染される恐れがある。表 4.17 には水質検査の頻度と測定すべき項目とを示している。水質検査の実施箇所としては2地点を選定した。一方はドンナイ第3ダム地点の上流に位置し、もう一方はドンナイ第4発電所の下流に位置する。この水質検査は建設ステージの先に先立って開始し、発電所の運用開始後も継続して実施する必要がある。また、取得されたデータは水質基準の策定などに資するため蓄積してゆくこととする。水質検査の結果によって、建設現場やベースキャンプより排出される土砂や汚水によってドンナイ川が汚染されているか否かを判断することができる。

ドンナイ第4貯水池域の環境影響については既に述べたが、ベトナム国にとっても、国際的な視点からも、この地域の自然環境は大変貴重であり、建設開始前から建設期間中にかけて環境影響に関する監視を実施する必要があると考えられる。

Appendix D には、本プロジェクトの建設・運用により発生する可能性のある環境影響を詳細に挙げ、それらへの対応策も述べている。Appendix D で述べたものの以外の環境影響抑制方法の必要性については詳細設計段階中に吟味することになる。詳細設計段階で認識された環境影響の抑制方法については、その実施にかかる費用を含めてまとめあげ、最終的な環境影響監視プログラムに盛り込む必要がある。環境影響の監視は、水質検査や生態系調査などの現地業者への委託を含め、EVN の環境セクションによって遂行される。大部分の監視業務は、他業者への委託なしに EVN によって実施される必要がある。

4.8 用地買収や環境対策に要する費用

1999年5月から10月にかけて PECC2 は JICA 調査団からの委託を受け、住民移転や用地買収に要する費用を算定した。主要な項目としては、約 50km に渡る国道 28 号線の付替え費用、農産物、土地、建物等の補償費用、移転先の造成にかかる費用、さらには住民移転委員会や外部監視機関の運営費に代表されるいわゆる「環境対策費」などが挙げられる。この費用算定の結果を下表に示す。また、詳細な費用算定結果表は Appendix D の Table D15 に収録した。

項目	金額 (US\$ Million)
(1) 用地登録	0.05
(2) 補償	
・農作物、樹木、灌木	1.62
・用地	0.48
・構造物	6.00
(3) 移転用地の造成	1.90
(4) その他	0.62
合計	10.67

表 4.1 ドンナイ第3・第4貯水池内に存在する部落

	Province	District	Commune Name
1	Lam Dong	Bao Lam	Loc Lam (penetrating into the reservoir 3 area)
2	Lam Dong	Bao Lam	Loc Phu (penetrating into the reservoir 3 area)
3	Lam Dong	Bao Lam	Loc Bao (penetrating into the reservoir 4 area)
4	Lam Dong	Lam Ha	Phuc Tho (penetrating into the reservoir 3 area)
5	Lam Dong	Di Ling	Dinh Trang Thuong (penetrating into the reservoir 3 area)
6	Dak Lak	Dak Nong	Dak Plao (penetrating into the reservoir 3 area)
7	Dak Lak	Dak Nong	Dak Som (penetrating into the reservoir 3 area)
8	Dak Lak	Dak Nong	Quang Khe (penetrating into the reservoir 3 and 4 area)

Source : RAP prepared under contract in the Field Investigation Stages June – September 1999

表 4.2 ドンナイ第 3 貯水池内の世帯数、住民数およびその他財産 (常時満水位が
標高 590m の場合)

Parameter	Unit	Commune					Total
		Quang Khe	Dak Plao Dak Som	Phuc Tho	Dinh Tr Thuong	Loc Phu Loc Lam	
Households Loosing Homes and Fields							
Relocated Households	No.	0	168	0	89	0	257
Relocated Persons	No.	0	1065	0	318	0	1383
• Kinh Ethnic Group Households	No.	0	12	0	5	0	17
• Kinh Ethnic Group Persons	No.	0	46	0	12	0	58
• Ma Ethnic Group Households	No.	0	124	0	84	0	208
• Ma Ethnic Group Persons	No.	0	853	0	306	0	1159
• Tay Ethnic Group Households	No.	0	15	0	0	0	15
• Tay Ethnic Group Persons	No.	0	72	0	0	0	72
• H'Mong Ethnic Group Households	No.	0	13	0	0	0	13
• H'Mong Ethnic Group Persons	No.	0	73	0	0	0	73
• Other Recorded Households	No.	0	4	0	0	0	4
• Other Recorded Persons	No.	0	21	0	0	0	21
Households Loosing Fields Only							
• Total Households			98		29		127
• Total Persons			651		112		763
Affected Totals							
• Total of all Households Affected							384
• Total of all Persons Affected							2146
Impacted Homes (Dwellings)							
• Type 4 Homes (Areas)	ha	0	0.2284	0	0.0148	0	0.2432
• Thatched Homes / Shelters	ha	0	0.2580	0	0	0	0.2580
• Bamboo Homes / Shelters	ha	0	0.3675	0	0.2106	0	0.5781
Major Infrastructure							
• School / health center / public hall	ha	0	0.1490				0.1490
• National Road 28	km	0	5	0	7	0	12
• Unmade Road	km	0	4	0	0	0	4
• Culvert (drainage)	No.	0	2	0	2	0	4
Minor Infrastructure							
• Water Wells	No.	0	11		4	0	15
• Cemeteries	No.	0	633	0	446	0	1079
Private Land Use Area							
• Paddy	ha	0	81.27	0	37.45	0	118.71
• Shifting Cropped Land	ha		25.35	0	10.20	0	35.54
• Perennial Cropped Land	ha	0	231.55	0	67.553	0	299.10
• Residential Land	ha	0	9.50	0	4.20	0	13.70
Total Private Land Use Area	ha		347.67	0	119.43	0	467.06
Government Land							
• Special Purpose Land	ha	0	4.0	0	0	0	4.00
• Owned Forestry Land	ha	14.16	1867.24	117.8	777.2	1116.3	3892.70
• Other Land	ha	3.54	465	29.5	210.1	279.1	987.24
Total Government Land Area	ha	17.7	2336.24	147.3	987.3	1395.4	4883.94
Total Land Area	ha	17.70	2683.91	147.3	1106.7	1395.4	5351

* Footnote : Government owned land is not subject to monetary or any other means of compensation
Source : RAP prepared under contract in the Field Investigation Stages June – September 1999

表 4.3 ドンナイ第3貯水池内の移転対象世帯数 (常時満水位が標高 590m の場合)

Parameter	Dong Nai 3 Reservoir and Dam Construction (at FSL of 590 m)
Flooded Area (ha)	5,351
• Flooded Households (number to be relocated)	257
• Non flooded households losing land (number)	127
(Total Number of Impacted Households)	(384)
• Head count (numbers to be relocated)	1,383
• Head count non-flooded households losing land	763
(Total Impacted Head Count)	(2,146)
Composition of Flooded Ethnic Households	
i) Ma Minority Ethnic Group	
• Ma (number flooded households)	208
• Ma (head count in flooded households)	1,159
ii) Kinh Majority Ethnic Group	
• Kinh (number flooded households)	17
• Kinh (head count in flooded households)	58
iii) Miscellaneous Ethnic Groups	
• Other (number flooded households)	32
• Other (head count in flooded households)	166

Source : RAP prepared under contract in the Field Investigation Stages June – September 1999

表 4.4 ドンナイ第3貯水池内に水没する土地面積 (常時満水位が標高 590m の場合)

Type of Land Impounded	Unit	Commune					Total
		Quang Khe	Dak Plao and Dak Som	Phuc Tho	Dinh Trang Thuong	Loc Phu and Loc Lam	
Household Land							
• Paddy Fields	ha	-	81.27		37.45		118.71
• Fruit and vegetable crops	ha	-	25.35		10.2		35.55
• Rice – perennial crops	ha	-	231.55		76.553		299.1
• Residential land	ha	-	9.5		4.2		13.7
Total Household Land	ha		347.67		119.43		467.06
*Government Owned Land							
• Special purpose land	ha	-	4.0		-		4.0
• Forestry land	ha	14.16	1867.24	117.8	777.2	1116.3	3892.7
• Other land	ha	3.54	465	29.5	210.1	279.1	987.24
Total Government Land	ha	17.70	2336.24	147.3	987.3		4883.94
Total Land Area	ha	17.7	2683.9	147.3	1106.7	1395.4	5351

* Footnote : Government owned land is not subject to monetary or any other means of compensation

Source : RAP prepared under contract in the Field Investigation Stages June – September 1999

表 4.5 ドンナイ第3・第4貯水池域付近の7部落における少数民族の構成

Ethnic Group	Commune							Total
	Quang Khe	Dak Som	Dak Plao	Loc Lam	Loc Phu	Loc Bao	Dinh Tr. Thuong	
Kinh	135	34	33	143	901	79	25	1350
Ma	2220	1600	930	1192	352	1040	1750	9084
M'Nong			14					14
Chiu								21
Others	56		27		21		11	94
Total No.	2411	1634	1004	1335	1274	1119	1786	10,563

Source : the 1998 District Statistical Yearbook

表 4.6 Bao Lam、Di Linh および Dak Nong 地区内の主な少数民族

Ethnic Group	Dak Nong District		Di Ling District		Bao Lam District	
	Population	%	Population	%	Population	%
Kinh	13,582	49.0	73,605	64	54,512	69.84
Ma	4,071	14.7	1,850	1.6	11,682	14.94
K'ho	-	-	32,526	30.9	7,399	9.54
M'Hong	8,957	32.3	-	-	-	-
Hoa	-	-	1,100	1.0	882	1.12
Nung	-	-	1,483	1.3	1,488	1.9
Tay	-	-	61	0.05	1,547	1.97
Ra-Glay	-	-	964	0.80	-	-
Thai	160	0.6	69	0.05	43	0.05
Others	950	3.4	394	0.30	501	0.64
Total	27,720		115,052		78,054	

Source : the 1998 District Statistical Yearbook

表 4.7 1999 年 2 月から 8 月にかけて実施した Dinh Trang Thuong および Dak Plao 部落を対象とした社会経済・人口調査(20%サンプル)結果 (1/3)

Commune Name	Dinh Trang Thuong	Dak Plao
<i>Demographic Characteristics:</i>		
• Main Tribe (as % of persons interviewed)	Ma (100%)	Ma (90%)
• Other Tribes (as % of persons interviewed))	Not Applicable	Kinh (10%)
• House Construction Material (e.g. wood, thatch)	All the houses are made of bamboo, or wood, with walls and roofs of thatch and leaves. Minimum house area is 16 m ² . Maximum house area is 38 m ² .	40% made from bamboo and thatch; and leaves, 60 % made from wood with metal roofs. Minimum house area is 24 m ² . Maximum house area is 70 m ² .
<i>Health Aspects:</i>		
• Mortality – Malaria	2 cases	none
• Mortality – Diarrhea	none	none
• Mortality – Parasites	none	none
• Mortality – Lung Disease	none	none
• Mortality – Other Cause	2	2
• Cause of Death in Children < 5 years of age	Malaria	Malaria
• Cause of Death in Children aged 5 – 18 years	Malaria	Malaria
• Principal Cause of Death in Adults	Malaria	Malaria
• Principal cause of Death in Children	Malaria	Malaria
• Other Causes of Illness : Measles; Mumps, Diphtheria; Tetanus; Malaria; Whooping Cough etc	All reported in the commune	All reported in the commune
<i>Principal Means of Livelihood:</i>		
• Land Ownership (number of fields)	Each family has 3 to 5 fields	Each family has 2 to 6 fields
• Size of fields	0.5 ha to 2.5 ha	0.5 ha to 2.5 ha
• Fields (Land) Owned within the Commune Location	All within commune boundary: about 0.3 to 2.5 km far from houses.	All within commune boundary: about 0.5 to 1.5 km from houses.
• Fields (Land) Owned outside of Commune Location	none	none
• Number of Fields outside of Commune that will be Impounded by the Reservoir No.3	none	none
• Area of Fields (Land) Impounded by Reservoir No.3	17.6 ha	26.3 ha
• Paddy (Number of harvests per year)	1 to 2 crops	1 to 2 crops
• Paddy Pests and Diseases	Insects; rodents and fungus	Insects; rodents and fungus
• Livestock (cattle; goats; pigs; chicken; other)	Buffaloes; Cows; Goats; Pigs; and Chickens.	Buffaloes; Cows; Goats; Pigs; Chickens; and Ducks
• Home Garden	From 150 m ² to 1500 m ²	From 200 m ² to 1850 m ² .

(Continued ...)