

## 第II部 各論

## 第II部 各論

### 第1章 地質調査

#### 1-1 地質・地質構造

##### 1-1-1 地質

調査地域は、地質構造区分としては Song Da 帯に属する。Song Da 帯は NW-SE 方向に伸び、  
ヴェトナムと中国の国境から Nghia Lo 省の Van Yen へ続くデプレッション帯である。Song  
Da 帯は北東側では Fanxipan 隆起帯、南西側では Son La 帯（古生代～第三系）と接し、共に  
境界は断層によって分けられる。Song Da 帯の総延長は 250km で、最大幅は 40-50km であ  
る。Song Da 帯は古生代後期から三畳紀の堆積岩類からなるが、その大部分は三畳系の堆積  
岩類の Nam Sap, Ban Tang, Ta Khoa, Nam Mu 累層からなる。

調査地域の閃長岩体は Pusamcap 複合岩体に属する。Pusamcap 複合岩体は小規模の貫入岩  
体として Pusamcap 山の周辺に存在し、凝灰質の集塊岩、粗面岩質凝灰岩、リューストファ  
イアー、閃長岩、アルカリ石英閃長岩からなる。アルカリ石英閃長岩は Dong Pao 地域の 13Km<sup>2</sup>  
を覆う。岩石は、灰色、明紫色を呈する。それらに加えて、ミネットの貫入岩が存在する。

調査地域では、南中国プレートとインドシナプレートの衝突によって、主に古第三紀に強  
い地質変動を受けた。はじめに古第三系の堆積岩類が沈降し、激しい褶曲を受けた。これに  
よって、現在 Song Da 帯では大きな背斜構造がみられる。また、プレートの衝突に伴って火  
成活動が活発に生じ、火成岩が生成した。調査地域では閃長岩の貫入に伴い、一部で  
Fluorite, Barite およびレアアースの鉱化作用が生じた。

調査地域の地質は三畳系の石灰岩層が北西部、西部、南東部に分布し、南西端部に Bang  
Tang 累層の頁岩・シルト岩、東部から北東部に Nam Mu 累層に属する頁岩・砂岩が分布する。  
これらに貫入する古第三系の閃長岩 (Dong Pao 閃長岩体) が本地区の大半を占めて広く分布  
し、本岩が本地区のレアアース鉱床の胚胎母岩になっている。さらにこれらの一部を覆う古第  
三系のアルカリ岩質火山岩・凝灰岩類が少分布する。その他、閃長岩体中にアルカリ岩質の  
小規模岩脈(ミネット)が分布する。本調査地域および周辺の地質図を図 II-1-1 模式柱状図  
を図 II-1-2 に示す。また、ドンパオ F3 および F7 鉱体付近の地質・地質断面図を図 II-1-3  
に示す。

##### 1-1-2 地質構造

本調査地域は、広域的には NE-SW 方向に伸びるヴェトナム北部の WEST BACBO 地質区  
の北西部に位置する。WEST BACBO 地質区を含むヴェトナム北部では、NW-SE 系の断層が卓  
越する。本調査地域は広域的な地質構造に支配されたと考えられ、本地域の東部および西部  
に NW-SE 系の優勢な断層がある。また、調査地域の地形図からは NW-SE 方向のリニアメント  
の他、N-S 方向、E-W 方向のリニアメントが判読できる。

## 1-2 鉍徴地調査

### 1-2-1 代表的な鉍徴地 (F3 鉍体を除く)

本調査地域では、既存調査によって 60 余りのレアアース鉍体が確認されている。図 II-1-4 に本調査地域の代表的な鉍徴位置を示す。主要鉍体の概要を表 II-1-1 にまとめた。なお、F3 鉍体については第 4 章で述べる。

#### (1) F1 鉍体

図 II-1-5(1)に F1 鉍体の位置、スケッチ、写真および採取試料の分析値を示す。F1 鉍体は、主に Fluorite からなる鉍床で、Fluorite を対象とした採掘が現在も行われている。F1 鉍体は閃長岩からなる山の山頂付近の山腹に位置し、幅 50m 以上にわたって Fluorite が露出する。産状は境界が不明瞭で不規則な帯状またはレンズ状である。

#### (2) F3 鉍体

本鉍体は開発を検討している鉍体で、詳細については第 4 章で述べる。

#### (3) F4 鉍体

図 II-1-5(2)に F4 鉍体の位置、スケッチ、写真および採取試料の分析値を示す。F4 鉍体は、F1 鉍体と同様に、主に Fluorite からなる鉍床で、1995 年まで Fluorite の採掘が行われていたが、F4 鉍体の Fluorite は F1 に比べて細粒部が大半を占めるためコストが高く、現在では採掘を行っていない。

#### (4) F5 鉍体

主に Fluorite からなる小規模な鉍体があったが、既に終掘している。

#### (5) F7 鉍体

第 1 年次の調査で土壌地化学探査を実施した結果、広範囲に  $T-R_2O_3$  が 1%以上を示す地化学異常帯が現れた。F7 鉍化帯付近の鉍化変質閃長岩は大半が強風化作用を受けて緩傾斜地形を成している。緩傾斜地の一部には暗灰色の土壌が分布し、ここでは  $T-R_2O_3$  が 5%以上の地化学異常が広範囲 (約 100m×150m) に現れている (図 II-2-1)。

F7 鉍化帯のほぼ中央北部の山道ではバストネサイトを含む鉍化帯が見られるほか、西端部の鉍化帯付近では顕著な鉍化露頭が認められる。F7 鉍化帯には大規模なレアアース鉍床が潜在している可能性が高い。

本年度 F7 鉍体西部で実施したトレンチ調査によって興味深い鉍化作用が明らかになった。これについては第 3 章のトレンチ調査の項で述べる。

#### (6) F9 鉍体

調査範囲北東に位置し、約 0.3×0.7km の広がりを持つレアアースの鉍体で、顕著なレアアースの地化学異常が現れている。強風化した閃長岩の露頭が Ban Hon の南の道路沿いにみられ、そこではレアアースの鉍化および 1 部で Barite, Fluorite の鉍化が認められる。

(7) F10 鉱体

調査範囲北東部に位置し、約 0.2×0.7km の広がりを持つレアアースの鉱体で、顕著なレアアースの地化学異常が現れている。本鉱体は F9 鉱体の北西にあり、強風化した閃長岩中にレアアースの鉱化作用が認められ、顕著なレアアースの地化学異常が現れている。

(8) F14 鉱体

F3 鉱体の南東に位置し、鉱体は尾根部の閃長岩中に認められる。地表踏査では顕著なレアアースの鉱化は確認できなかったが、土壌地化学探査の結果、レアアースと Barite の異常が顕著に認められた。この鉱体は、調査地域の南方へ伸びている。

(9) 16 鉱体

図 II-1-5 (3) に F16 鉱体の Rare earth - Barite 濃集部の位置、スケッチ、写真および採取試料の分析値を示す。F16 鉱体は約 0.4×0.6 km の広がりを持つ鉱体である。

表 II-1-1 主要鉱体一覧表

Name of ore body	Main mineral			Scale			Form of ore body	Ore grade			Remark
	Rare earth	Fluorite	Barite	Thickness (m)	Width (m)	Length (m)		TRE2O3 (%)	CaF2 (%)	BaSO4 (%)	
F1	△	●	○	10+	20+	50	lenticular	0.42~3.76	0.29~71.10	4.35~51.84	6 samples
F3	●	●	●	100+	200	400+	lenticular	See Chapter **			23 drill holes
F4	△	●	●	40	60+	80+	lenticular	0.78~4.87	0.27~57.74	15.45~63.28	5 samples
F5	?	●	?	?		?	lenticular	?	?	?	Mine out
F7	●?	●?	●?	?	500	1500	lenticular?	?	?	?	TRE2O3 anomaly
F7 weat	●	●	●	50+	100+	70+	lenticular	7.55~8.46	31.46~48.41	27.15~41.74	average of 20 and 7 samples
F9	○	●	●	?	300	700	lenticular?	4.44	40.79	4.44	one sample
F10	○	○	●	?	200	700	banded	4.54	15.82	23.45	one sample
F14	△?	?	?	?	200	500	?	?	?	?	TRE2O3 anomaly
F16	○?	?	●	?	400	600	?	4.39~16.79	0.06~0.21	80.22	2 samples

●: abundant, ○: moderate, △: poor, ?: uncertain or not clear

1-3 レアアース鉱床の形成モデル

本地区のレアアース鉱床の形成モデルを図 II-1-6 に示す。このモデル図に従って、Dong Pao 地域の鉱床モデルを考察すると以下のように推察される。

(1) アルカリ岩質のマグマの貫入

本地域に分布する三疊系の石灰岩およびこれに挟まれる頁岩や砂岩層は、中生代後期のアルプス造山運動の影響を受けて、NW-SE 系の大規模な断層構造や破碎帯を伴う断裂帯によってブロック化された。

古第三紀に入って、NW-SE系の断裂帯に沿ってアルカリ岩質のマグマの貫入がDong Pao地域の地下深部で起こった。このマグマは貫入時に周辺に分布する石灰岩を破壊すると同時にマグマの中に多数の石灰岩の礫や巨大ブロックを取り込んだ。このマグマは上昇に伴ってその温度、圧力が低下して行き、マグマ中の非揮発成分から徐々に鉱物が晶出して閃長岩を形成した。また、マグマに取り込まれた石灰岩の礫やブロックはマグマの熱で一部が再結晶して微完晶質になった。

## (2) 鉱床の生成期

閃長岩の形成によるマグマの分化に伴って、マグマの下部では液体マグマが次第に揮発成分に富み、蒸気圧が増大すると共に希土類元素の濃集が促進された。この揮発成分に富む高温・高圧ガスは、弱線帯すなわち閃長岩の岩体周縁部に発達した冷却節理帯や貫入時に岩体周辺部の石灰岩や頁岩に形成された破碎帯に沿って徐々に上昇した。閃長岩は高温高圧ガスの上昇に伴って岩体周縁部が自変成作用を起こした。

高温・高圧ガスは地表から浸透した地下水の影響を受けてその温度と圧力が下がって熱水に変わり、希土類元素の沈殿し易い条件下でレアアース鉱物が沈殿した。

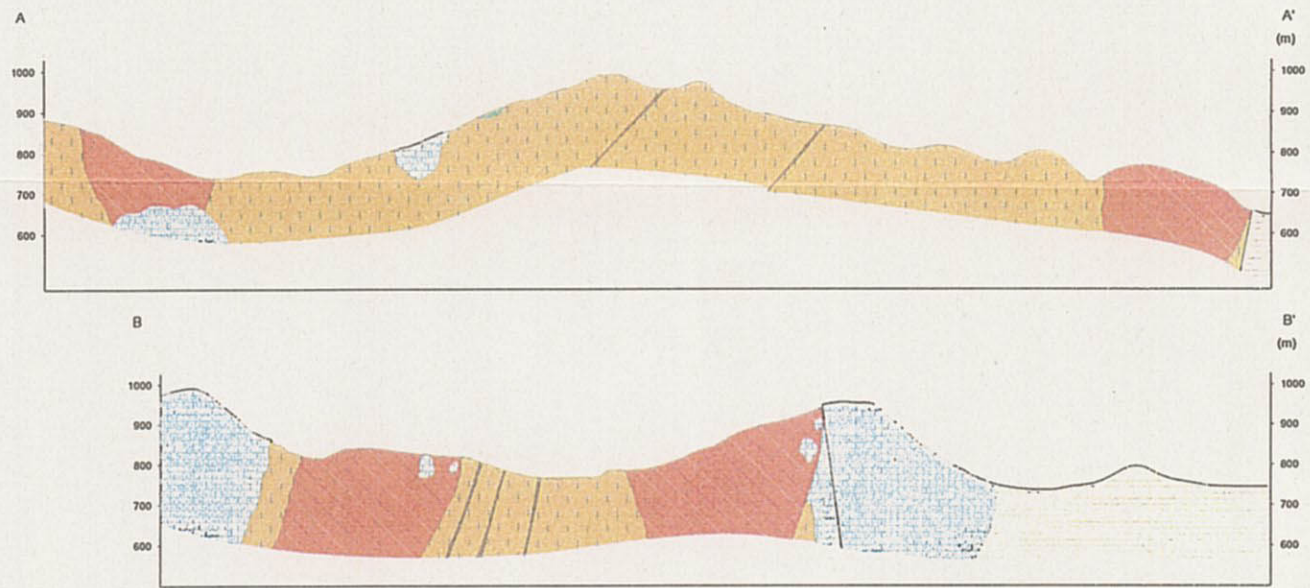
本調査で測定した石英およびFluorite中の流体包有物均質化温度は128~281℃を示し、本地区のレアアース鉱床は浅熱水性~中熱水性鉱床と考えられる。

本地域のレアアース、Fluorite、Bariteの沈殿・濃集はそれぞれ異なった時期に起こっていると考えられ、レアアースの高品位部で必ずしもFluoriteやBariteの品位が高いという相関関係は認められない。しかし、これら鉱物は一連の鉱化作用による産物で、産出場所はお互いに接近している。

レアアース、Fluorite、Bariteの濃集部の産状は、変質した閃長岩中では比較的大規模なレンズ状または不規則レンズ状濃集部を形成して産するが、石灰岩中では細脈状または狭い範囲で鉱染状に産出する。

## (3) 現在の鉱床状況

鉱床が形成された後に、閃長岩の岩体上部あった石灰岩が侵食されて、閃長岩が地表に現れた。現在の閃長岩の分布範囲は不規則だが東西約4km、南北約5kmに及んでおり、鉱床は閃長岩の周辺部に当たる南部、北部、西部に主に分布する。



LEGEND

- |                                      |  |                            |           |
|--------------------------------------|--|----------------------------|-----------|
| Quaternary                           | Upper triassic shale and sandstone   | Minette dike               | Lineament |
| Paleogene alkaline volcanics         | Ladinian sericitic shale interbedded with limestone, calcareous shale, sandstone | Fluorite - rare earths ore | Fault     |
| Paleogene syenite and quartz syenite | Anisian limestone, marble  | Rare earths ore            |           |

0 500 1000m

图 II-1-1 地質圖·地質断面圖

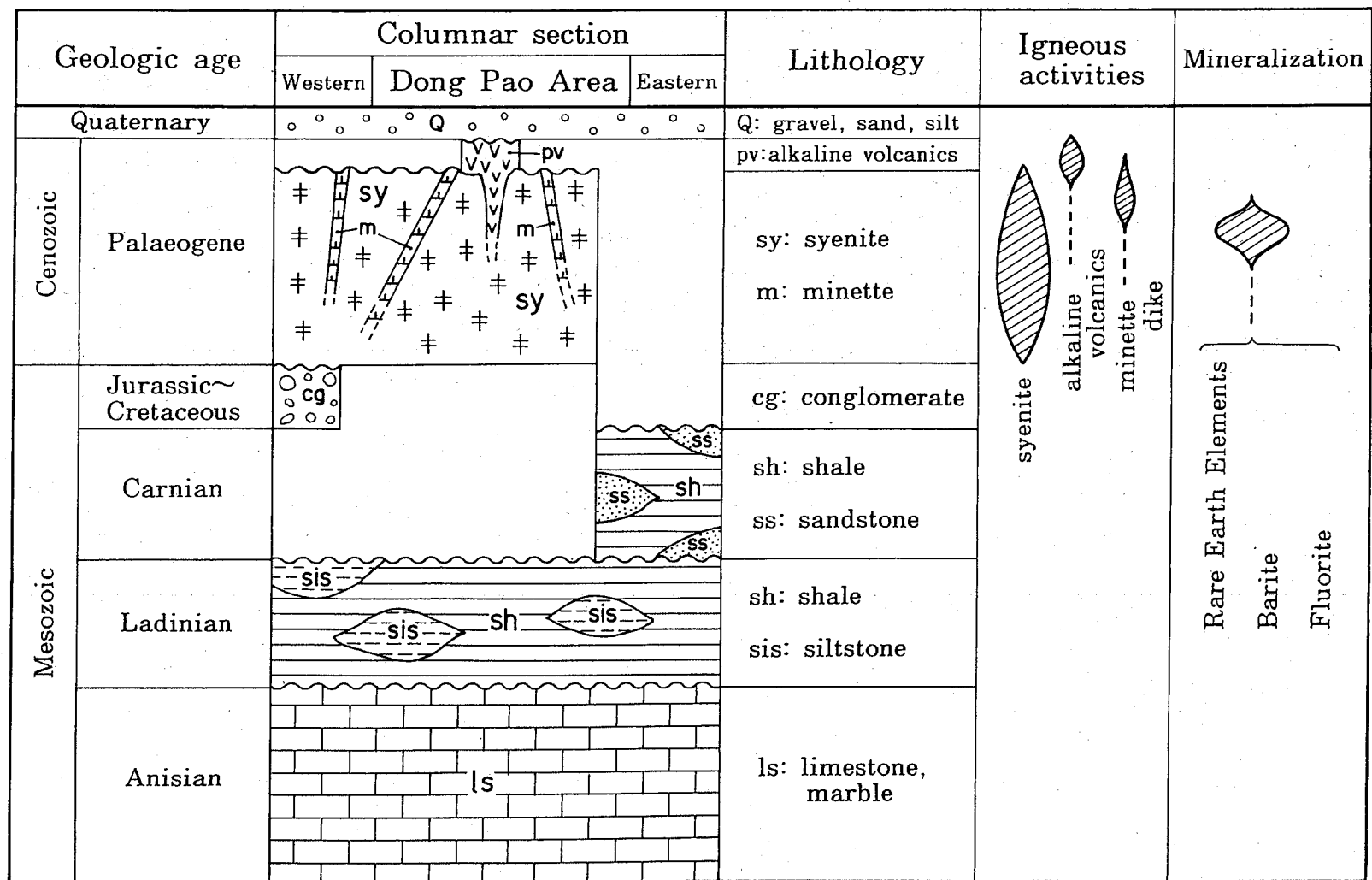
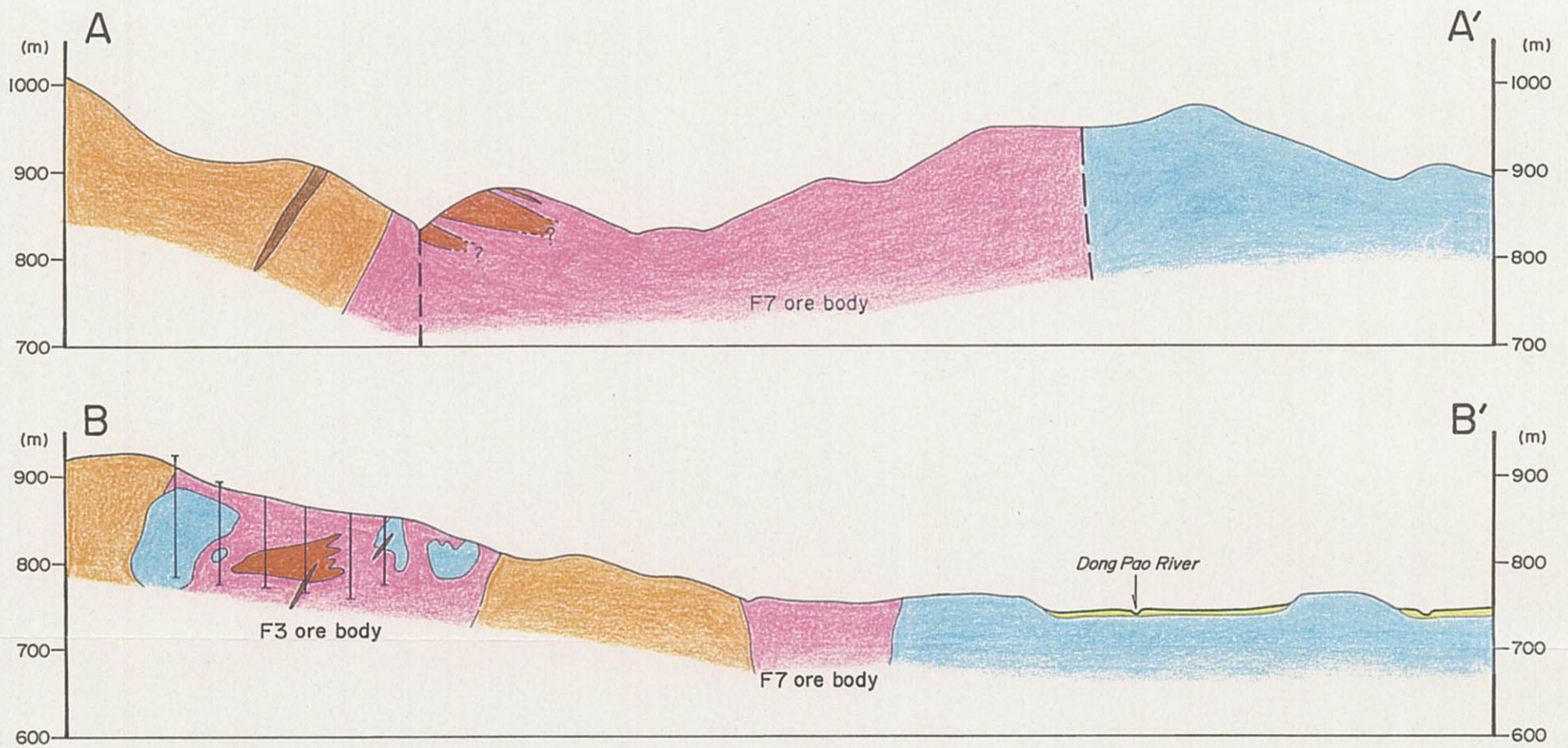
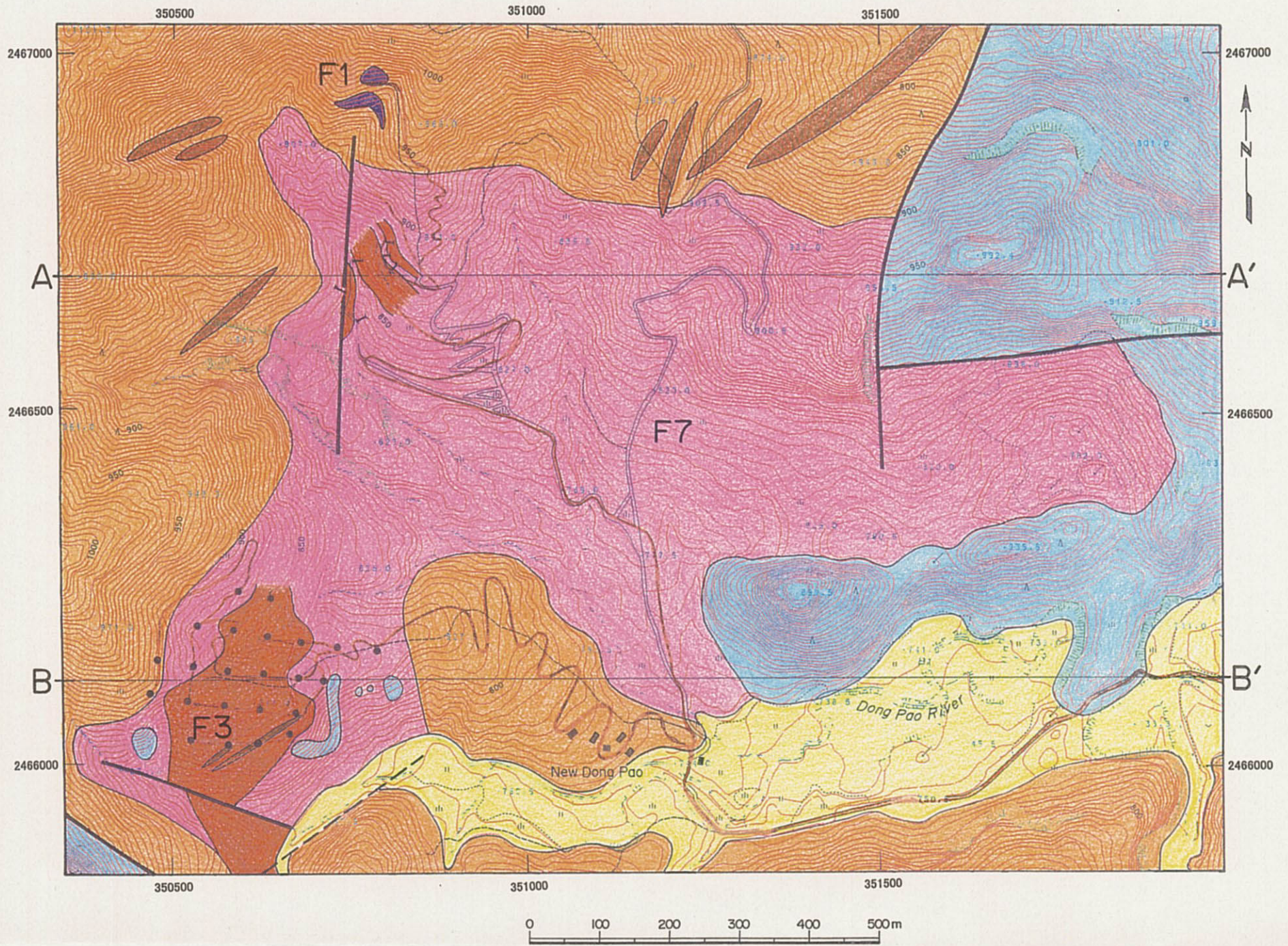


图 II-1-2 模式柱状图



LEGEND













- |   |   |   |            |
|---|---|---|------------|
|  | Quaternary                                  |  | Lineament  |
|  | Paleogene syenite and quartz syenite        |  | Fault      |
|  | Anisian limestone, marble                   |  | Drill hole |
|  | Minette dike                                |  | Trench     |
|  | Fluorite ore                                |  | Drill      |
|  | High grade rare earth ore (TREO > about 5%) |   |            |
|  | Rare earth mineralization zone              |   |            |

図 II-1-3 Dong Pao F3 および F7 鉱体付近の地質・地質断面図



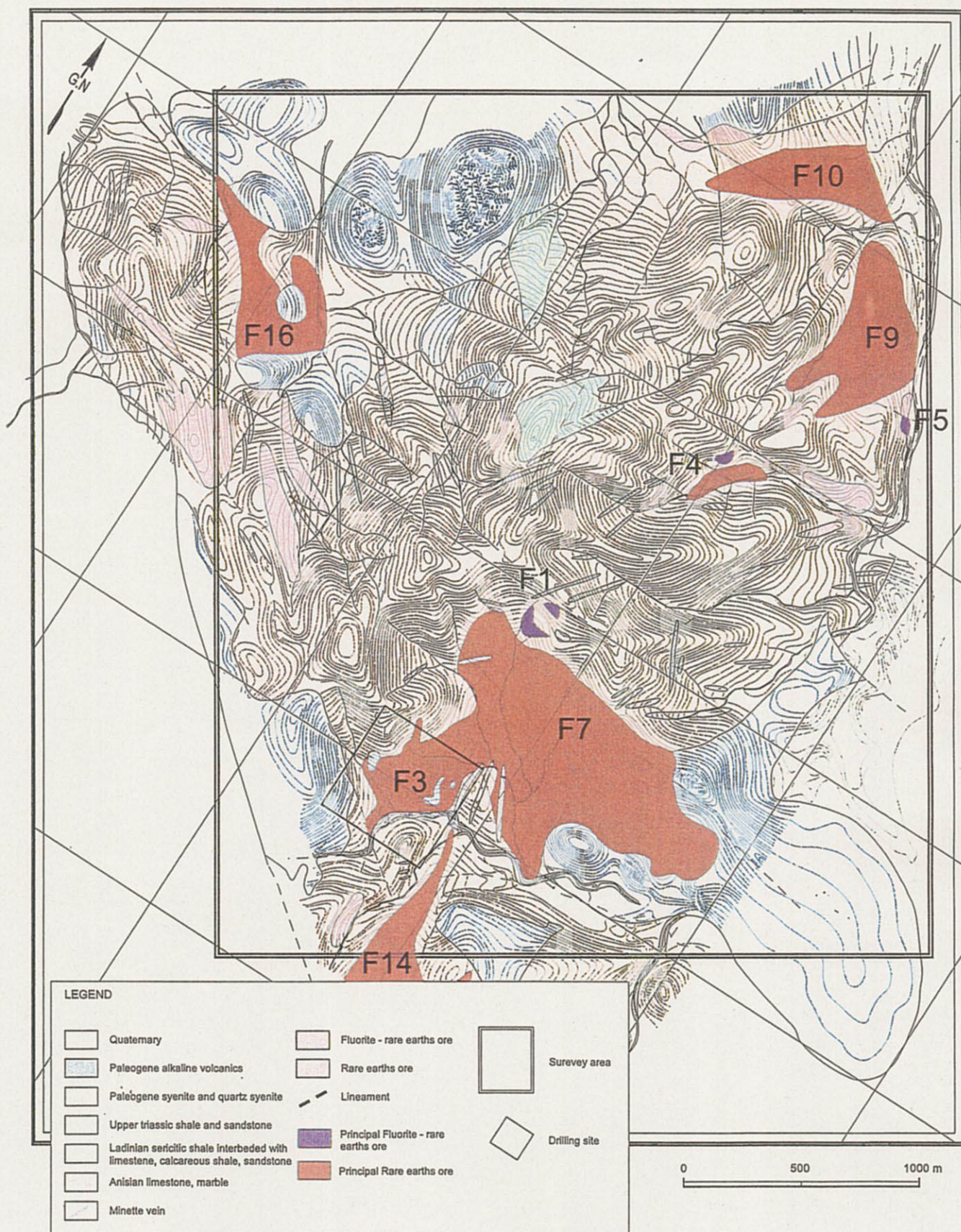
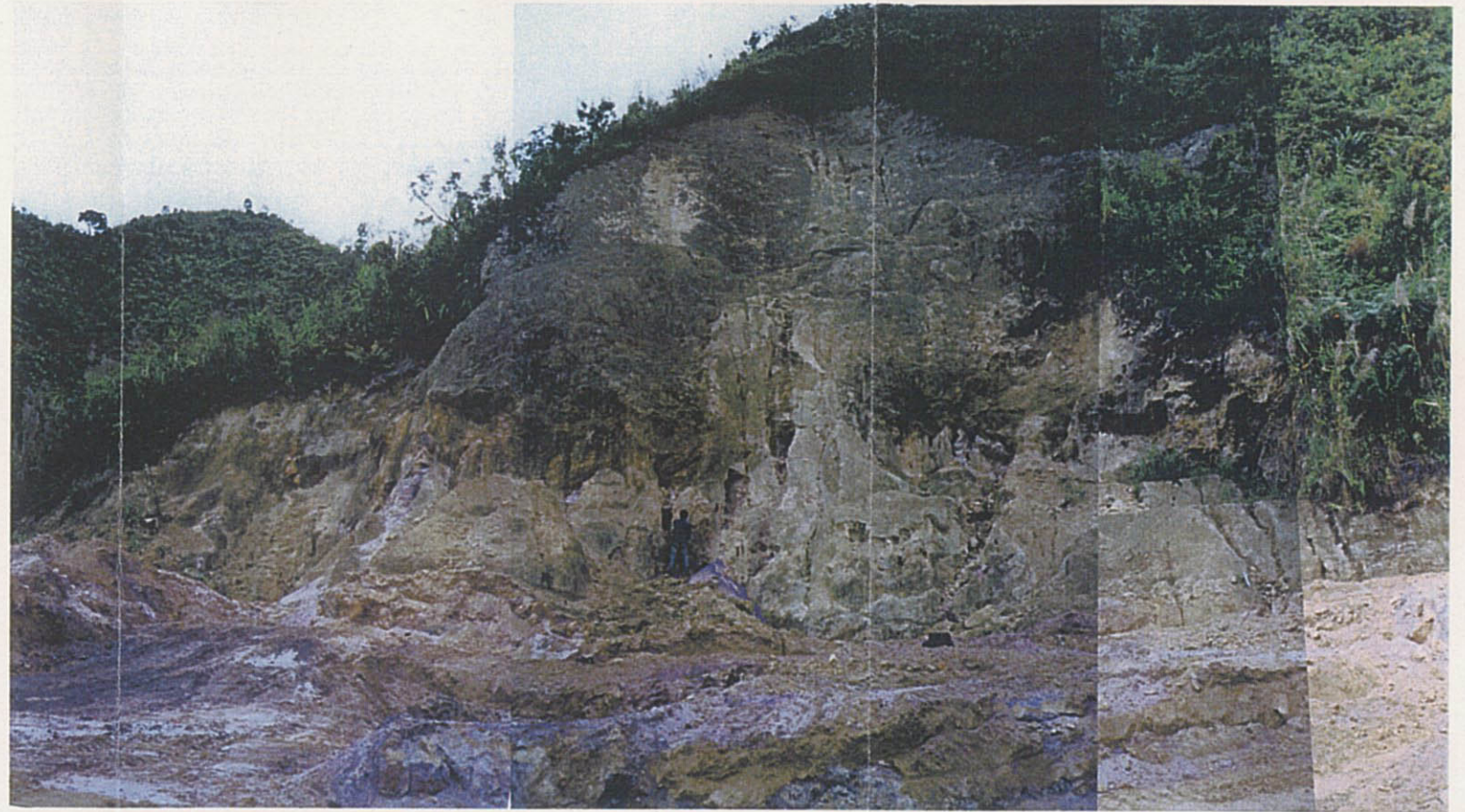
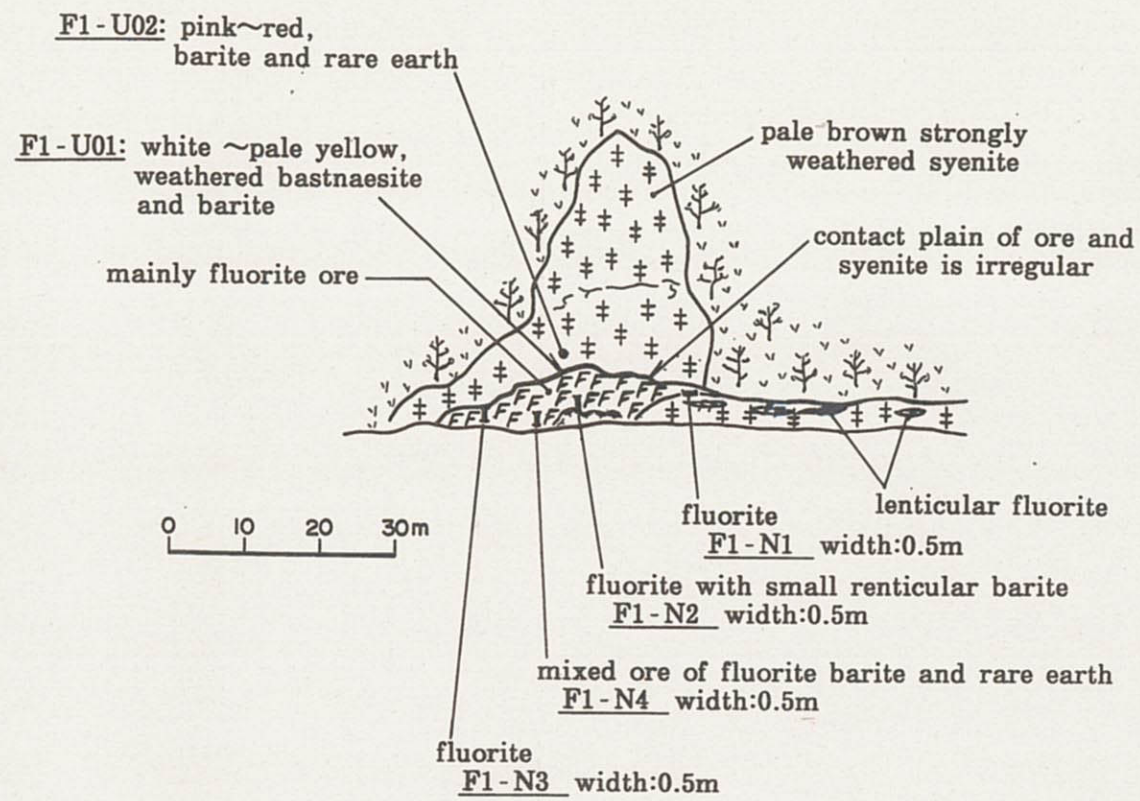
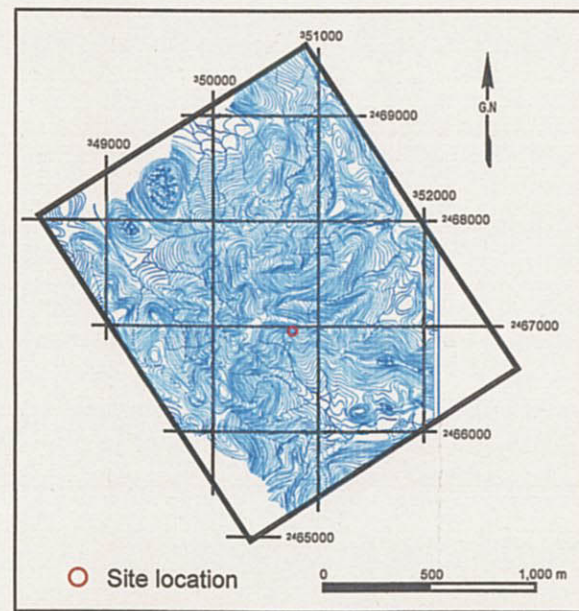


图 II-1-4 主要钇微地位置图



The whole view of F1 orebody



SAMPLE	T-RE <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaF <sub>2</sub>	BaSO <sub>4</sub>
	%	%	%
F1-N01	1.12	69.04	9.57
F1-N02	3.76	70.27	4.35
F1-N03	0.42	71.10	8.87
F1-N04	1.53	25.07	51.33
F1-U01	2.22	1.09	51.84
F1-U02	1.01	0.29	40.45

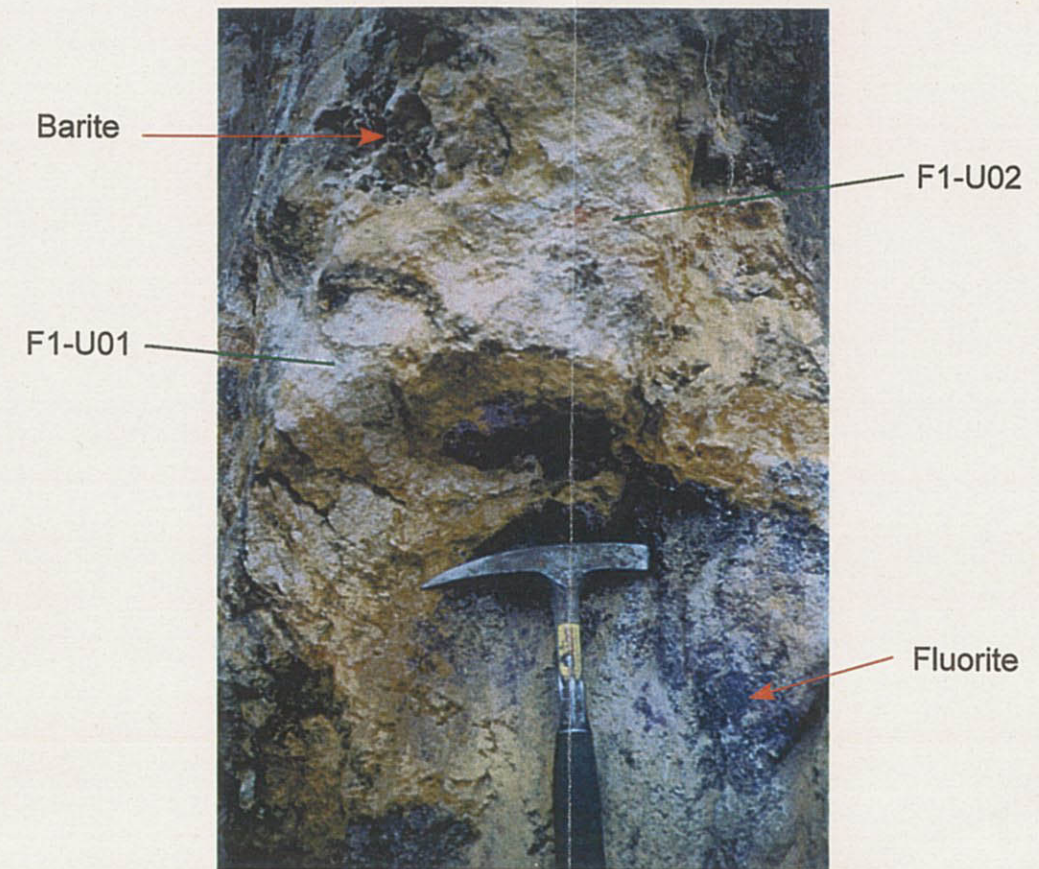
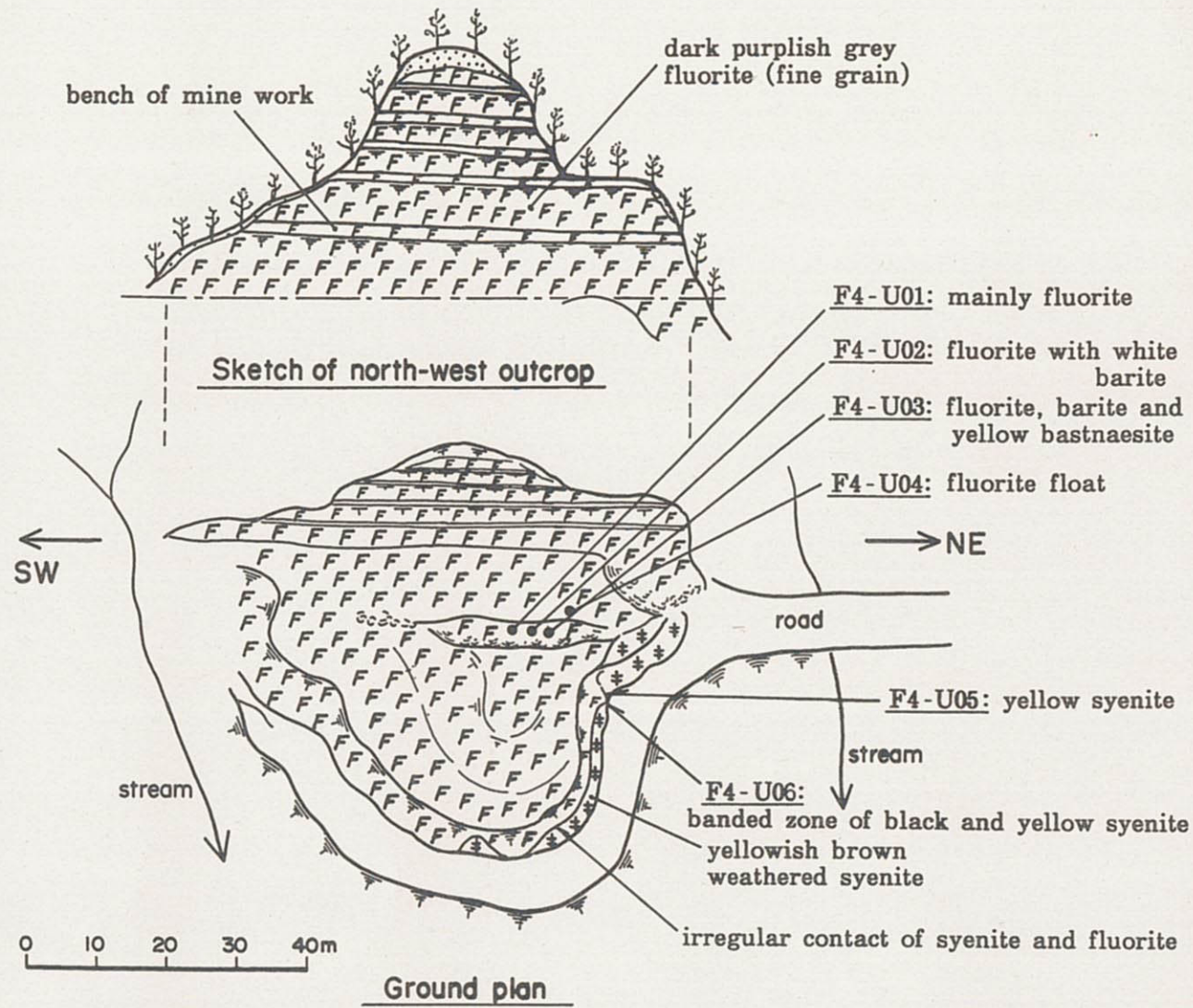
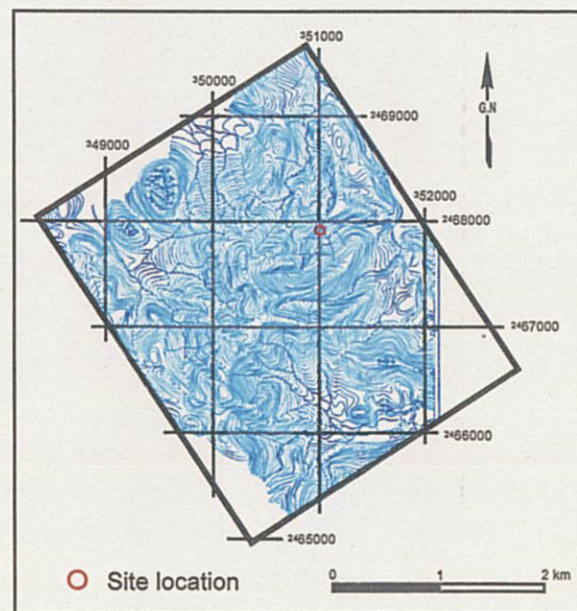


图 II-1-5 (1) F1 矿体



The whole view of F4 orebody



SAMPLE	T-RE <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaF <sub>2</sub>	BaSO <sub>4</sub>
	%	%	%
F4-U01	4.87	57.74	15.45
F4-U02	1.33	44.38	42.83
F4-U03	0.78	43.36	40.79
F4-U05	1.58	0.27	83.28
F4-U06	4.07	0.53	75.80

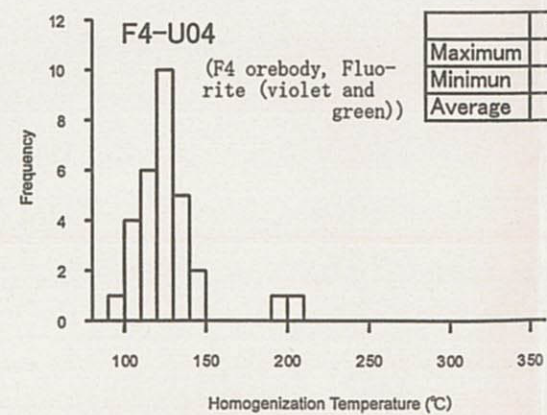
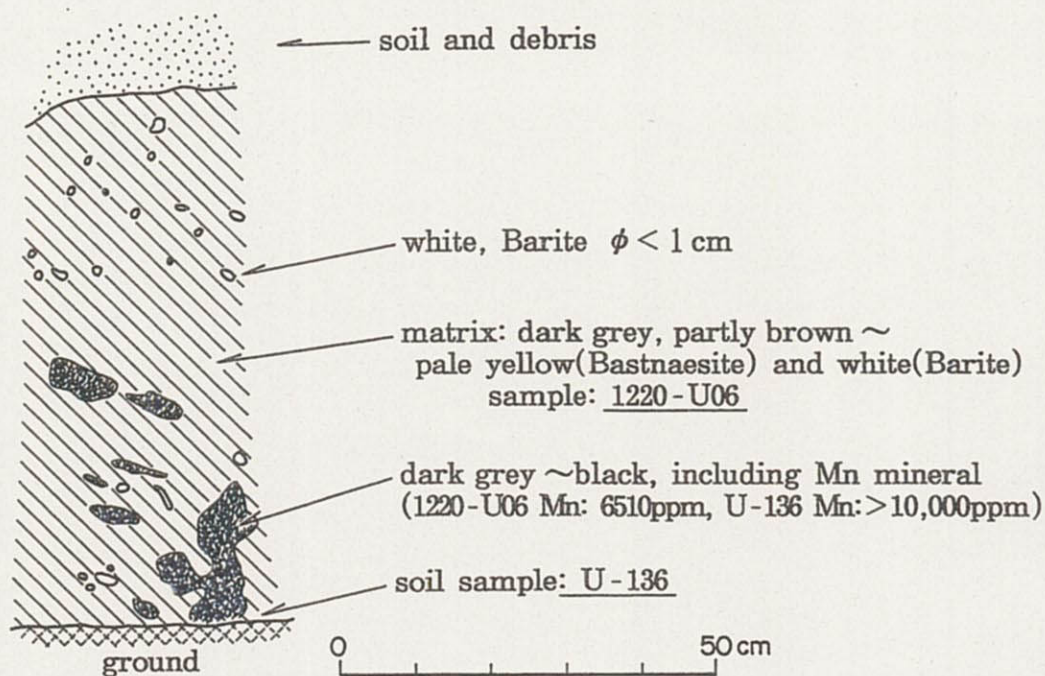


图 II-1-5 (2) F4 矿体

UTM: 0348817E, 2467694N



SAMPLE	T-RE <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaF <sub>2</sub>	BaSO <sub>4</sub>
	%	%	%
1220-U06	4.39	0.06	80.22
U-136	16.79	0.21	>1.70

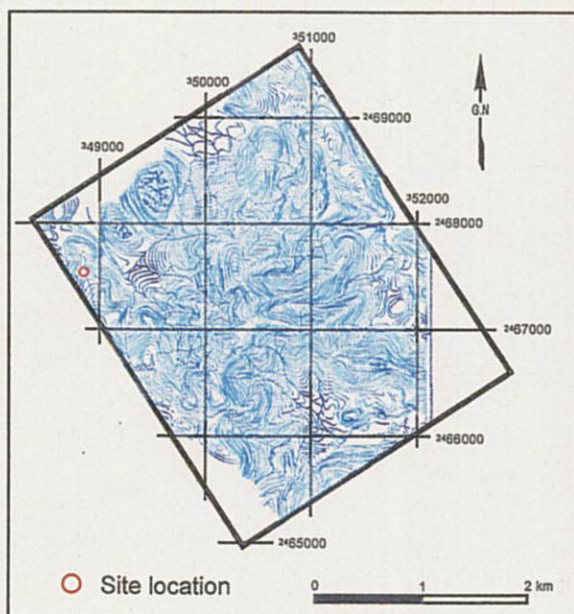
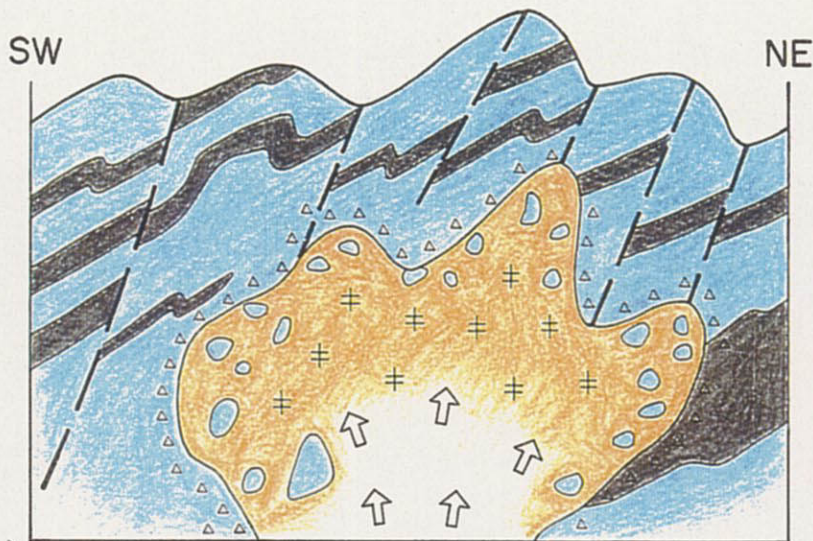
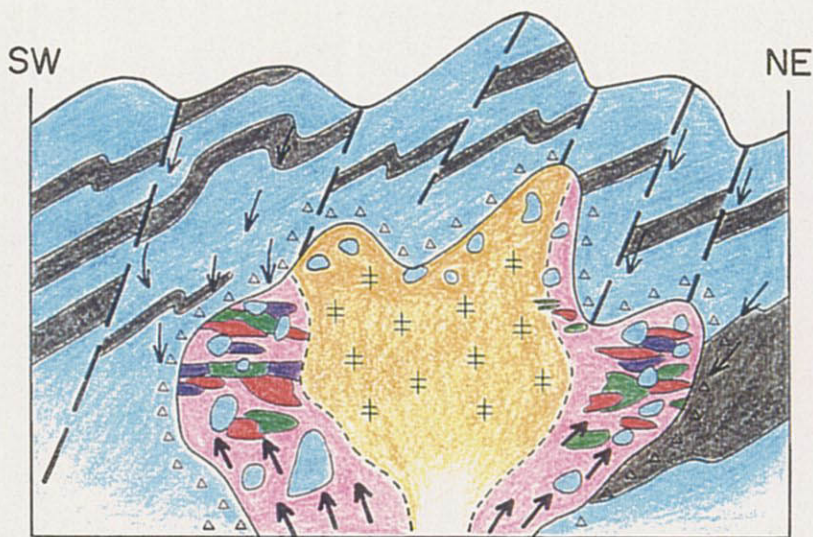


図 II-1-5(3) F16 鈷体



(1) Intrusion of alkali magma



(2) Formative period of rare earth ore deposits



(3) Condition of ore deposits in the present

LEGEND













-  Syenite
-  Shale and sandstone
-  Limestone
-  Rare earth ore body
-  Fluorite rich zone
-  Barite rich zone
-  Altered syenite
-  Breccia of limestone
-  Fault
-  Ground water
-  Alkali magma
-  Magmatic gas (High pressure and high temperature)
- F9 Name of ore body

図 II-1-6 Dong Pao地域の鉱床形成モデル図

## 第2章 環境影響調査

調査地域における環境の現状を把握し、環境影響評価のための基礎データ取得を目的として環境影響調査を実施した。調査項目は、土壌調査、水文調査、気象観測調査および植生調査である。

### 2-1 土壌調査

#### 2-1-1 調査目的

調査地域の土壌中における重金属やレアアース等の微量成分のバックグラウンドおよびその分布を把握するために、土壌地化学探査を実施した。

#### 2-1-2 調査結果

分析結果から、土壌採取地点の  $T-RE_2O_3$ 、 $BaSO_4$ 、および  $CaF_2$  についての濃度分布図を作成した（図 II-2-1～図 II-2-3）。図 II-2-1 から、 $T-RE_2O_3$  の主な異常は F3 鉱体、F7 鉱体、F1 鉱体、F4 鉱体、F9 鉱体、F10 鉱体、F16 鉱体および F14 鉱体に認められる。

$BaSO_4$  および  $CaF_2$  の異常はいずれも  $T-RE_2O_3$  の異常域と良い一致を示す。従って、本地域の地表調査において Barite ( $BaSO_4$ ) と Fluorite ( $CaF_2$ ) の存在は、肉眼で認識し難いレアアース鉱物の存在を間接的に示している点で重要である。

表 II-2-1 に相関係数表を示す。相関分析の結果から、 $T-RE_2O_3$  は重希土類元素に比べ軽希土類元素との相関が高く、本地域のレアアースの鉱化は軽希土類元素によることを示している。また、 $T-RE_2O_3$  はレアアース元素以外で、Th, Sr, As, Pb, U, F, Ba との相関が高い。選鉱試験試料の X 線回折試験結果では、天青石 ( $SrSO_4$ )、フィンネマナイト ( $Pb_5(AsO_3)_3Cl$ ) の存在が確認されており、 $T-RE_2O_3$  と Sr, Pb, および As との相関に関係すると考えられる。

### 2-2 水文調査

#### 2-2-1 調査目的

本調査は調査地域の河川水において、鉱山開発前の自然環境のバックグラウンドを把握するため、水質および流量データの取得を目的として実施した。また、F3 鉱体の南側を流下する Dong Pao 川は、F3 鉱体の下流約 500m 地点にて河川水全量が地下に覆没している。そのため、Dong Pao 川の流出経路を把握するため、トレーサー試験を試みた。本調査で得られるバックグラウンドデータは、鉱山開発前および開発後における自然環境の変化を比較する上で必要不可欠なものであり、鉱山開発による自然生態系への影響を検討する上でも重要である。

#### 2-2-2 調査結果

##### (1) 水文調査

調査地域の水系および第 1 年次採水位置を図 II-2-4、第 2 年次の採水位置を図 II-2-5

に示す。表Ⅱ-2-2, 表Ⅱ-2-3 に各調査地点で測定した水質および流量の結果を示す。

pHは6.98~8.53の範囲に分布し中性から弱アルカリ性の水質を示す。pHの高い所は人為的な影響を受けている可能性がある。Dong Pao 川最上流部 (DW11~13) やT-2 トレンチ下の支流 (DW-14) のpHは, 7.70~7.90を示しており, これらの値が本調査地域のpHの自然バックグラウンドと考えられる。

電気伝導度は242~645  $\mu\text{S}/\text{m}$ を示す。電気伝導度は, Dong Pao 川およびNam Hon 川本流で低い値を示すが, 全体的にpHおよび流量との明瞭な相関関係は認められない。

本調査地域の水質の特徴は, 液性は中性~アルカリ性, 電気伝導度は数百  $\mu\text{S}/\text{cm}$ を示し, 調査地域に広く分布する石灰岩の影響を受けている。第1年次の水質分析結果を表Ⅱ-2-2, 第2年次の化学分析結果を表Ⅱ-2-4に示す。

第1年次の結果では微量成分について本地域の水質は, 砒素とフッ素が一般的な河川の値に比べて高い値を示す。砒素は0.25~0.32 mg/lと高く, 日本では“人の健康の保護に関する環境基準”の0.01mg/l以下を大きく越える値を示す。また, フッ素は0.79~2.42mg/lと高く, フッ素の基準値(0.8mg/l以下)を4試料が越えている。フッ素が多い原因は, 調査地域にFluoriteが存在し, 河川に溶出しているものと考えられる。

砒素については明確でないが, 地下水の涵養域に砒素を伴う何らかの鉱化作用が存在している可能性がある。

各試料の特色をみるために第1年次の水質分析結果から作成したStiff図(図Ⅱ-2-6)とPiper図(図Ⅱ-2-7)を示す。Stiff図で陽イオンは, すべての試料でCaに富んでいる。これは, 調査地域に石灰岩が多く分布することによる。また, 陰イオンでは, DW-4試料を除き,  $\text{HCO}_3$ ,  $\text{CO}_3$ に富んでいる。これも同様に石灰岩の影響と考えられる。DW-4試料については,  $\text{HCO}_3$ ,  $\text{CO}_3$ に加え,  $\text{SO}_4$ を多く含んでおり, 温泉水の特徴を示す。

## (2) トレーサー試験

トレーサー投入地点は, Dong Pao 川が地下洞窟に覆没している地点(DW-10)に設定し, トレーサー回収地点は, 覆没水が流下していると推測されるNam Hon 川最上流部の洞窟入り口のS-1 (=DW-06)地点および温泉湧出地点のS-2 (=DW-04)地点に設定した。

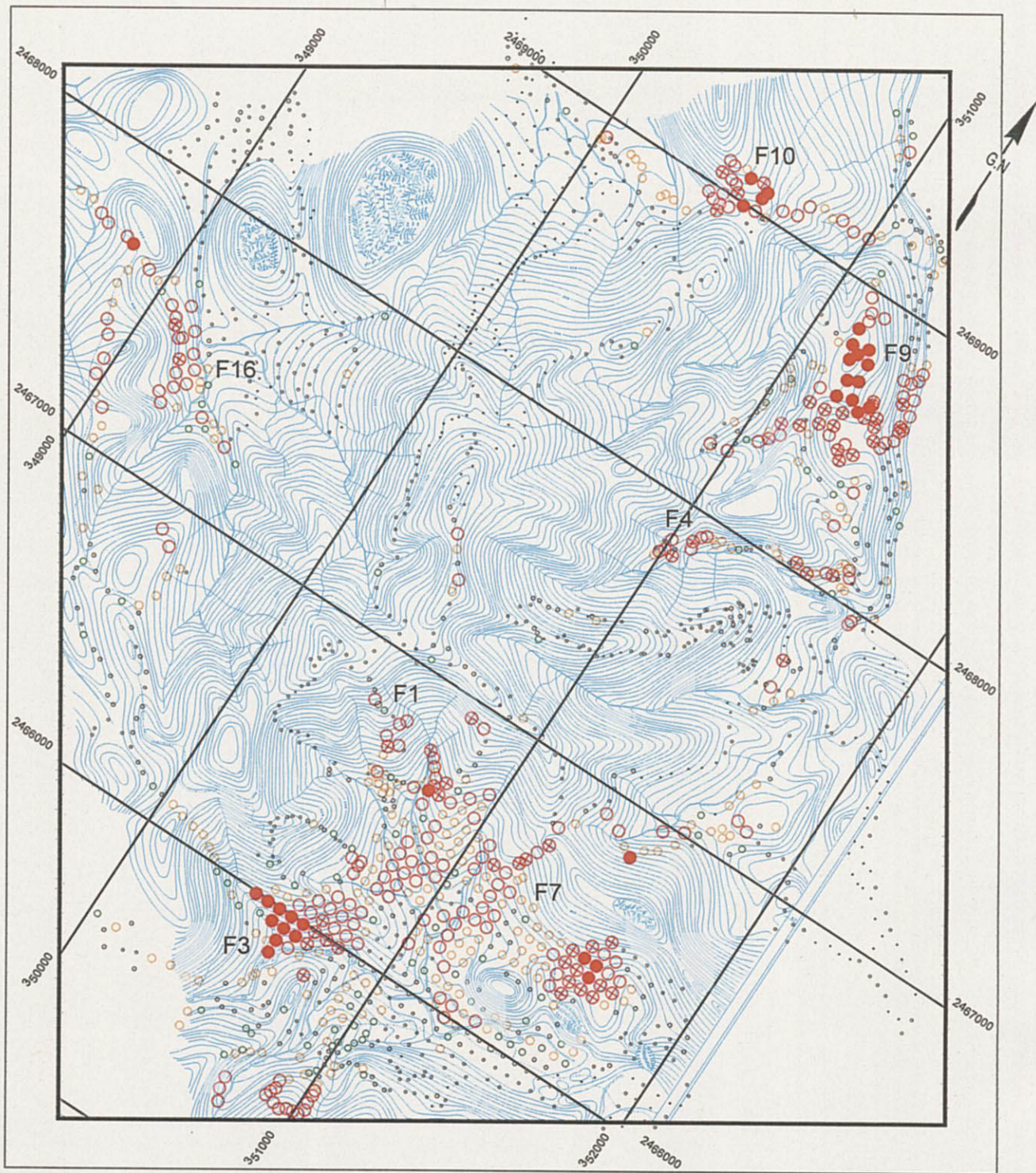
### ・ トレーサー吸着材(木炭)の肉眼観察結果

トレーサー試験試料を回収後に, UVランプを用いて観察を行った結果, S-1地点から回収した木炭表面の隙間に, トレーサーと同様の黄色の蛍光が微弱ながら認められたが, S-2地点では確認されなかった。

### ・ 蛍光光度分析結果

S-1 (DW-06)地点においては, トレーサーは投入後12時間後に確認され, その後約60時間後まで検出された。したがって, Dong Pao 川の水は洞窟内に流入した後, 地下河川を流下してNam Hon 川的最上流部で流出していることが確認された。

S-2 (DW-04)地点においては, ウラニウムはS-2地点に到達していないと考えられる。



**LEGEND**

T-RE <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)
· 0 to 0.2
· 0.2 to 0.5
○ 0.5 to 0.8
○ 0.8 to 1
○ 1 to 2
○ 2 to 5
⊕ 5 to 10
● 10 to 34

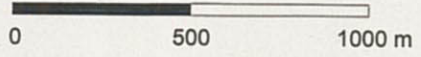
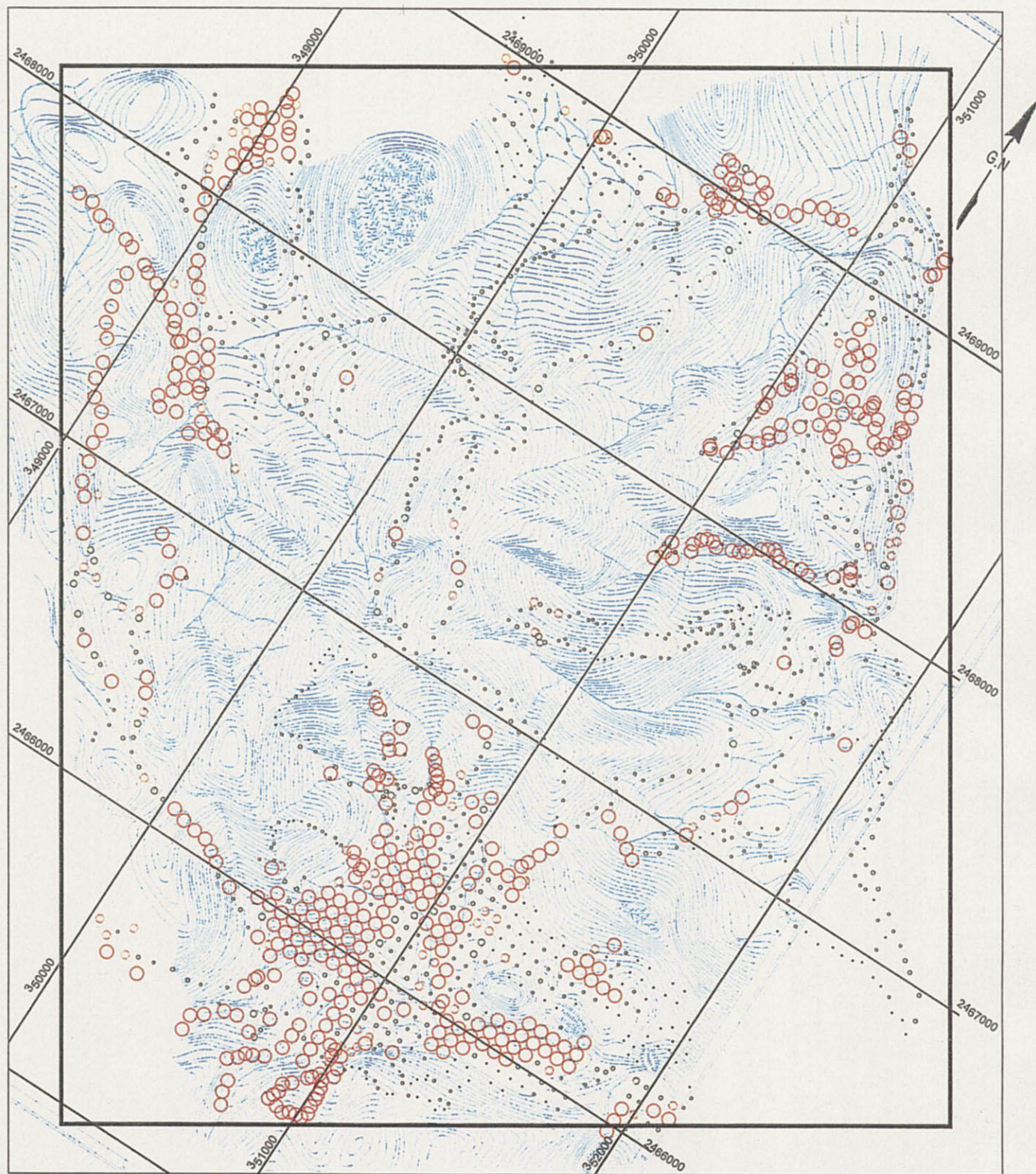


图 II-2-1 T-RE<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 浓度分布图





LEGEND

Barite (%)	
·	0 to 0.2
•	0.2 to 0.5
◦	0.5 to 0.8
○	0.8 to 1
◌	1 to 1.7
⊖	≥ 1.7

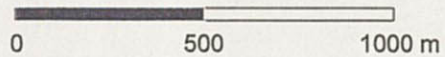
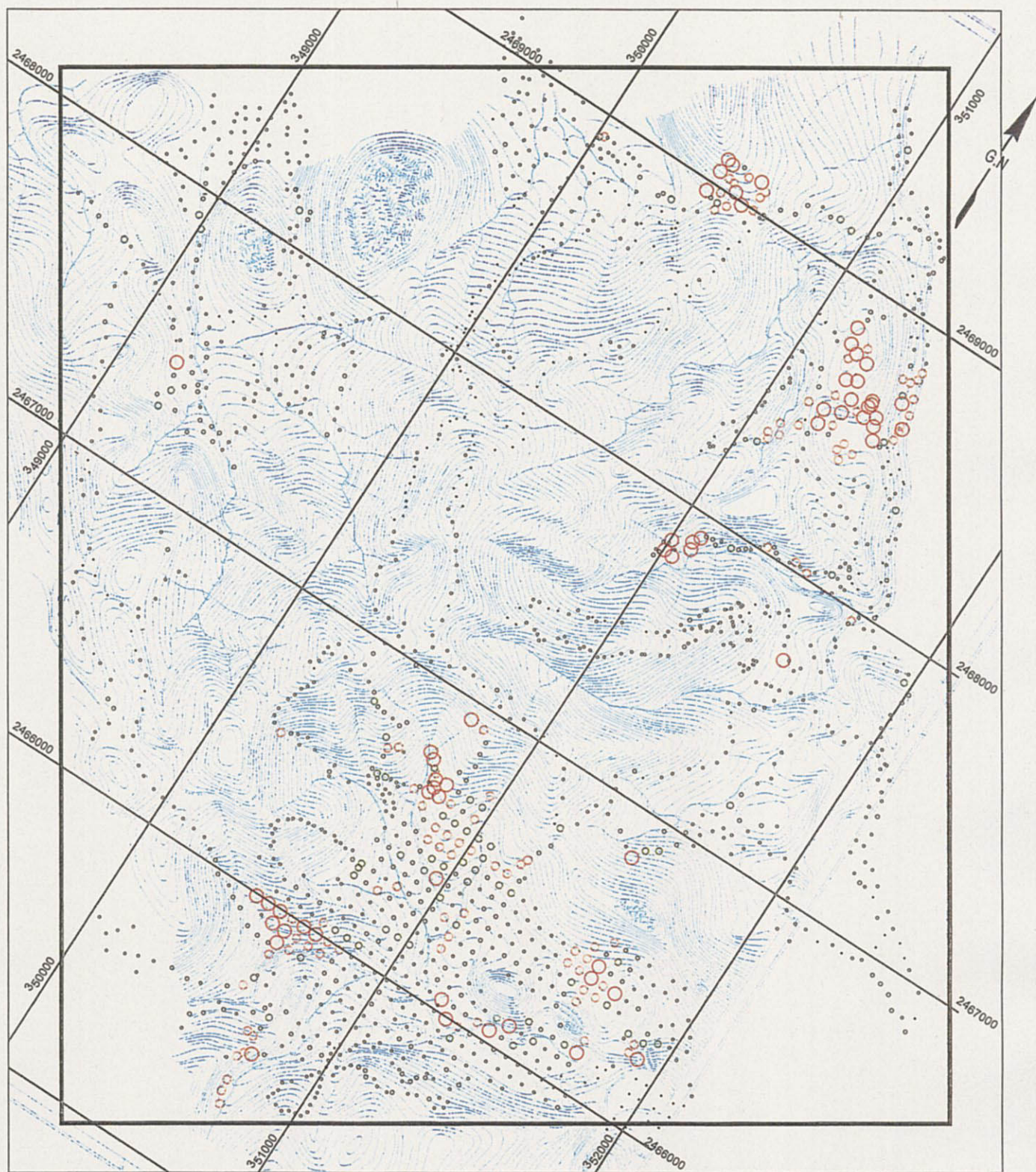


图 II-2-2 BaSO<sub>4</sub>浓度分布图



LEGEND

Fluorite (%)	
·	0 to 0.2
·	0.2 to 0.5
○	0.5 to 0.8
○	0.8 to 1
○	1 to 2
○	2 to 51

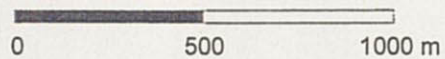
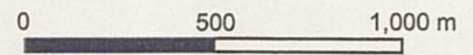
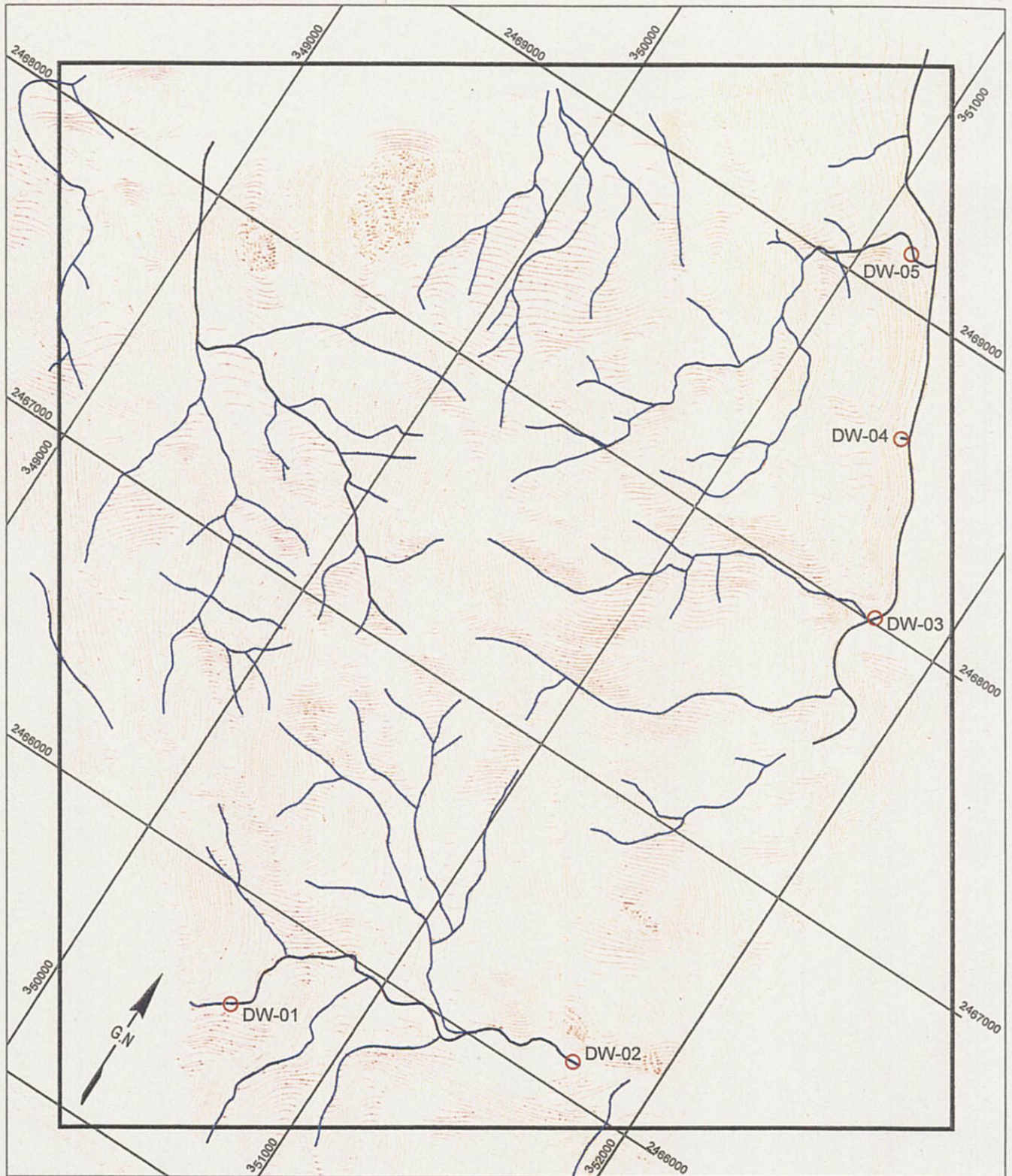





图 II-2-3 CaF<sub>2</sub>浓度分布图

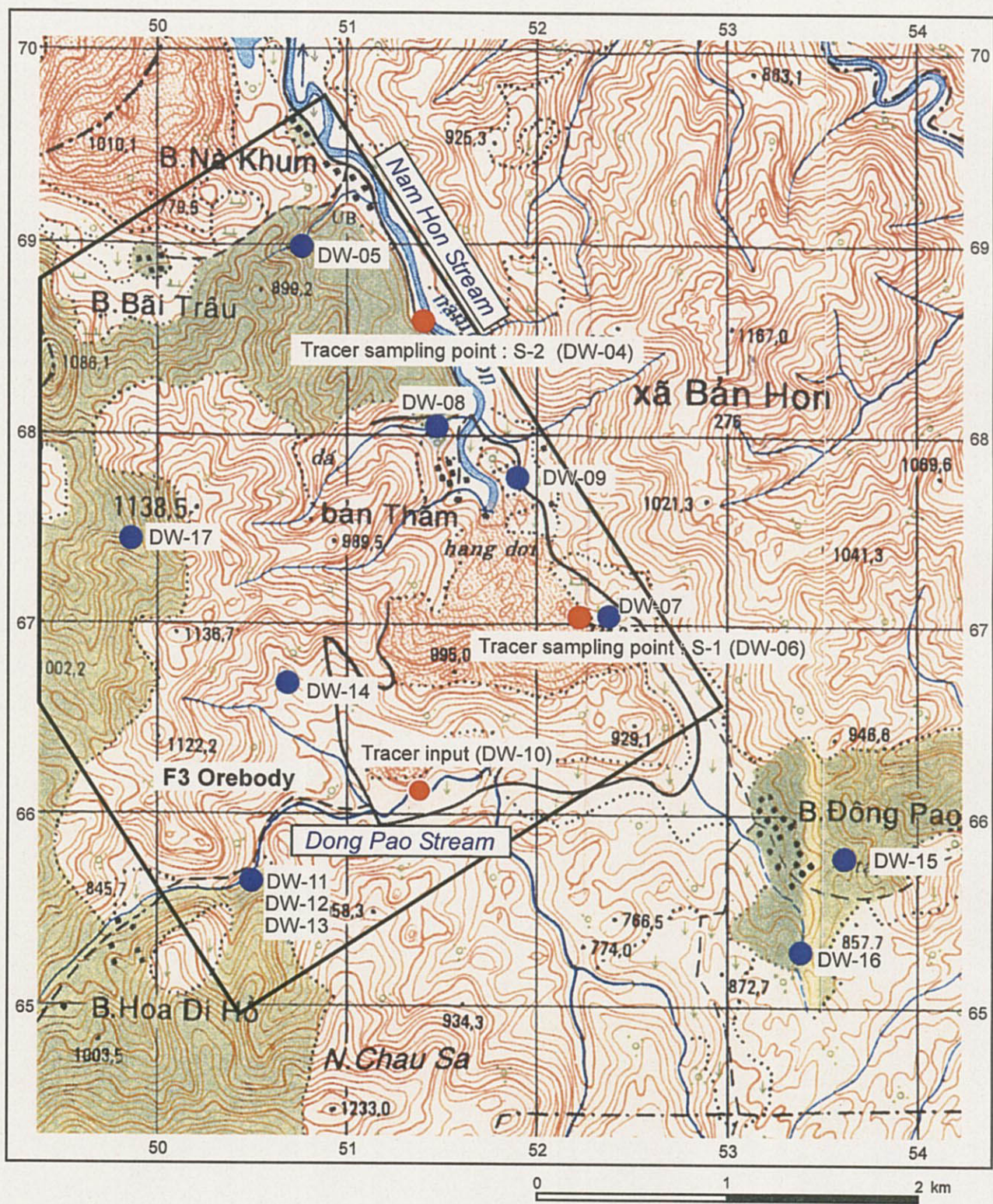




LEGEND

-  Drainage pattern
-  Water flow existence during survey period
-  Water sampling point

図Ⅱ-2-4 水系分布および第1年次の採水位置図



- Tracer test and sampling point
- Water sampling point

図 II-2-5 第 2 年次の採水およびトレーサーテスト位置図

表 II-2-2 第1年次の水質分析一覧表

Element	Unit	DW-01	DW-02	DW-03	DW-04	DW-05
		Dong Pao upstream	Dong Pao downstream	Nam Hon River	Nam Hon Hot spring	Tributary of Nam Hon River
Sampling Date		2001/1/8	2001/1/8	2001/1/8	2001/1/8	2001/1/8
Water Temp.	°C	19.4	16.7	21.2	28.9	20.9
Air Temp.	°C	17.3	20.3	23.6	24.0	24.9
Flow Rate	m <sup>3</sup> /min	23.6	1.1	25.2	11.6	0.5
pH (in situ)		7.43	8.25	8.55	7.33	8.33
E. Cond. (in situ)	μ S/m	227	214	303	625	226
pH		7.78	7.73	7.95	7.47	7.79
E. Cond.	μ S/m	268	263	330	636	273
Solid suspension	mg/l	5	2	3	1	8
COD	mg/l	3	<2	<2	<2	<2
K	mg/l	1.75	1.76	2.92	5.30	2.12
Na	mg/l	0.54	0.53	0.79	4.29	0.74
Ca	mg/l	39.05	37.92	41.02	33.31	30.51
Mg	mg/l	1.70	2.22	6.78	10.55	6.52
Cl	mg/l	0.24	0.01	0.04	0.02	0.09
HCO <sub>3</sub>	mg/l	71.0	76.2	131.0	181.0	186.0
CO <sub>3</sub>	mg/l	87	84	15	3	9
SO <sub>4</sub>	mg/l	3.28	2.66	34.13	158.23	6.35
Sulfide	mg/l	0.003	0.003	0.003	0.002	0.008
Fe	mg/l	0.92	0.35	0.15	0.13	0.25
Cu	mg/l	0.01	0.02	0.03	0.39	0.06
Pb	mg/l	0.015	0.008	0.005	0.004	0.006
Zn	mg/l	0.01	0.00	0.30	0.03	0.05
Mn	mg/l	0.2	0.1	0.2	0.1	0.4
F	mg/l	1.00	0.79	1.06	2.40	2.42
Cd	mg/l	0.005	0.003	0.003	0.004	0.006
Hg	mg/l	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001
As	mg/l	0.25	0.34	0.26	0.31	0.32

表Ⅱ-2-3 第2年次の水質調査結果一覧表

No.	Name	Easting m	Northing m	Altitude m	Flow rate m <sup>3</sup> /min	pH	EC μS/m	Water Temp. °C	Air Temp. °C	Comment
1	DW-04	351489	2468600	689	2.69	7.33	619	28.0	22.4	Nam Hon, Hot spring
2	DW-05	350911	2468936	693	0.10	6.98	581	15.5	17.2	Tributary of Nam Hon stream 1
3	DW-06	352090	2467140	691	53.87	8.15	268	18.4	19.7	Tracer sampling point 1
4	DW-07	352100	2467148	691	0.29	7.91	403	18.9	19.7	Tributary near the tracer sampling point
5	DW-08	351625	2468017	688	0.12	7.12	382	13.9	14.1	Tributary of Nam Hon stream 2
7	DW-09	351961	2467887	685	1.50	7.68	362	19.5	15.8	Spring beside the road near Ban Tham
6	DW-10	351475	2466086	751	8.15	8.64	265	21.2	23.9	Dong Pao tracer injection point
8	DW-11	350604	2465629	811	0.14	7.92	246	18.0	18.9	Dong Pao upper stream, upper point
9	DW-12	350604	2465629	811	-	7.73	242	19.6	18.9	Dong Pao upper stream, spring point
10	DW-13	350604	2465629	811	7.18	7.74	240	20.0	18.9	Dong Pao upper stream, unite point
11	DW-14	350766	2466671	873	0.06	7.91	642	16.5	19.0	Downward of the T-1 trench
12	DW-15	350798	2466715	785	0.09	7.54	645	14.1	-	Old Dong Pao/// 01
13	DW-16	353491	2465190	808	10.50	7.81	441	14.1	-	Old Dong Pao/// 02
14	DW-17	349807	2467494	742	0.29	8.53	283	15.7	12.5	Tong Pao Niew village

表Ⅱ-2-4 水の化学分析結果一覧表

No.	Parameter	DW-04	DW-05	DW-06	DW-07	DW-08	DW-09	DW-10	DW-11	DW-12	DW-13	DW-14	DW-15	DW-16	DW-17
1	pH	7.08	6.64	7.75	7.72	6.58	7.40	8.01	7.57	7.71	7.56	6.65	6.60	6.63	7.80
2	Cond (μS)	654	60	296	450	42	388	263	274	272	273	66	48	71	309
3	SS (mg/l)	1	1	24	2	1	5	1	1	1	1	3	10	1	3
4	COD (mg/l)	16	20	20	15	16	19	20	6	18	18	19	8	20	17
5	Cu (mg/l)	0.38	0.01	0.02	0.13	0.01	0.15	0.03	0.03	0.04	0.04	0.01	0.02	0.01	0.01
6	Zn (mg/l)	0	0	0	0.03	0	0	0	0.02	0	0.01	0	0.01	0.03	0.03
7	Mn (mg/l)	0.2	0.3	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.1	0.2	0.2	0.5
8	F (mg/l)	5.40	1.15	0.54	0.20	1.85	0.22	0.49	0.38	0.47	0.31	8.40	0.32	0.02	1.84
9	Cl (mg/l)	0.01	0.02	0.05	0.05	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.04
10	Sulfide (mg/l)	61.6	28.6	49.3	27.3	50.4	58.7	39.3	29.7	45.1	42.6	31.2	64.8	52.1	55.1
11	K (mg/l)	4.58	2.99	1.59	1.78	2.57	1.16	1.38	0.97	1.26	1.25	2.67	1.40	0.49	0.58
12	Na (mg/l)	4.62	0.66	1.03	1.02	0.56	1.22	0.46	0.48	0.40	0.39	0.65	1.29	0.64	1.94
13	Ca (mg/l)	0.14	0.01	0.46	0.07	1.08	0.15	0.13	0.13	0.11	0.08	0.01	0.01	0.15	0.33
14	Mg (mg/l)	0.01	0.76	0.01	0.01	0.32	0.04	0.34	0.58	0.01	0.01	0.79	0.87	0.96	0.12
15	Cd (mg/l)	0.0008	0.0010	0.0010	0.0008	0.0010	0.0007	0.0010	0.0010	0.0007	0.0006	0.0008	0.0010	0.0005	0.0006
16	HCO <sub>3</sub> (mg/l)	151.66	30.08	110.85	179.82	15.96	166.26	114.28	131.28	121.72	119.79	30.74	9.43	13.69	155.12
17	CO <sub>3</sub> (mg/l)	0.34	3.12	1.15	0.18	4.04	0.54	1.72	2.72	0.28	0.21	3.26	3.57	4.31	0.88
18	SO <sub>4</sub> (mg/l)	270	25	37	53	1	33	1	1	1	1	1	1	12	9
19	As (mg/l)	0.02	0.04	0.02	0.01	0.04	0.06	0.05	0.01	0.02	0.03	0.02	0.04	0.02	0.01
20	Pb (mg/l)	0.04	0.03	0.02	0.01	0.04	0.01	0.04	0.06	0.05	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
21	Fe (mg/l)	0.04	0.03	0.25	0.03	0.02	0.09	0.04	0.02	0.02	0.03	0.04	0.27	0.13	0.04
22	Hg (mg/l)	0.0010	0.0009	0.0004	0.0004	0.0010	0.0004	0.0006	0.0002	0.0002	0.0010	0.0009	0.0004	0.0008	0.0003





## 2-3 気象観測調査

### 2-3-1 調査目的

本調査は、調査地域の気象条件を把握するために New Tam Duong に自動観測装置を設置して、2001年1月21日から2001年12月9日まで観測した。観測項目は温度、湿度、雨量、風向および風速の5要素である。特に降雨量については、鉦山開発時の給排水施設の設計、開発計画等の重要なデータとなる。

### 2-3-2 気象観測装置による観測結果

自動気象観測装置は New Tam Duong に設置した (図 II-2-8)。週間の平均気温および平均降雨量変化グラフを図 II-2-9 に示す。4月25日から8月5日までの週では、一周間あたり平均60mm以上の降雨が認められ、5月20日の週には154mmの降雨がみられた。また、1時間あたりの最大降雨量は8月31日の32mm/h、最大瞬間風速は3月3日の北東の風8.0m/s、最高気温は8月9日15時の34.4度、最低気温は11月19日7時の6℃である。

### 2-3-3 既存資料

1年次の調査と同様に、気象観測装置設置場所から約2km東に位置する Tam Duong の測候所 (図 II-2-8) から気象データを入手した。入手資料は、2001年の1月から11月の月平均気温と平均湿度および月間の最大降雨量と近年の降雨量データである。データを1年次の入手データと併せて表 II-2-6 に示す。表 II-2-5 には過去2年間の1日あたりの最大降雨量、表 II-2-6 には過去5年間の1週間あたりの最大降雨量を示す。

Table II-2-5 Maximum precipitation per day

Year	Month	Date	Precipitation (mm)
2000	6	26	83.2
2001	7	19	97.0

Table II-2-6 Maximum precipitation per week

Year	Month	Week	Precipitation (mm)
1997	7	2nd	264.3
1998	6	3rd	332.0
1999	7	2nd	384.3
2000	7	2nd	184.4
2001	5	3rd	274.7

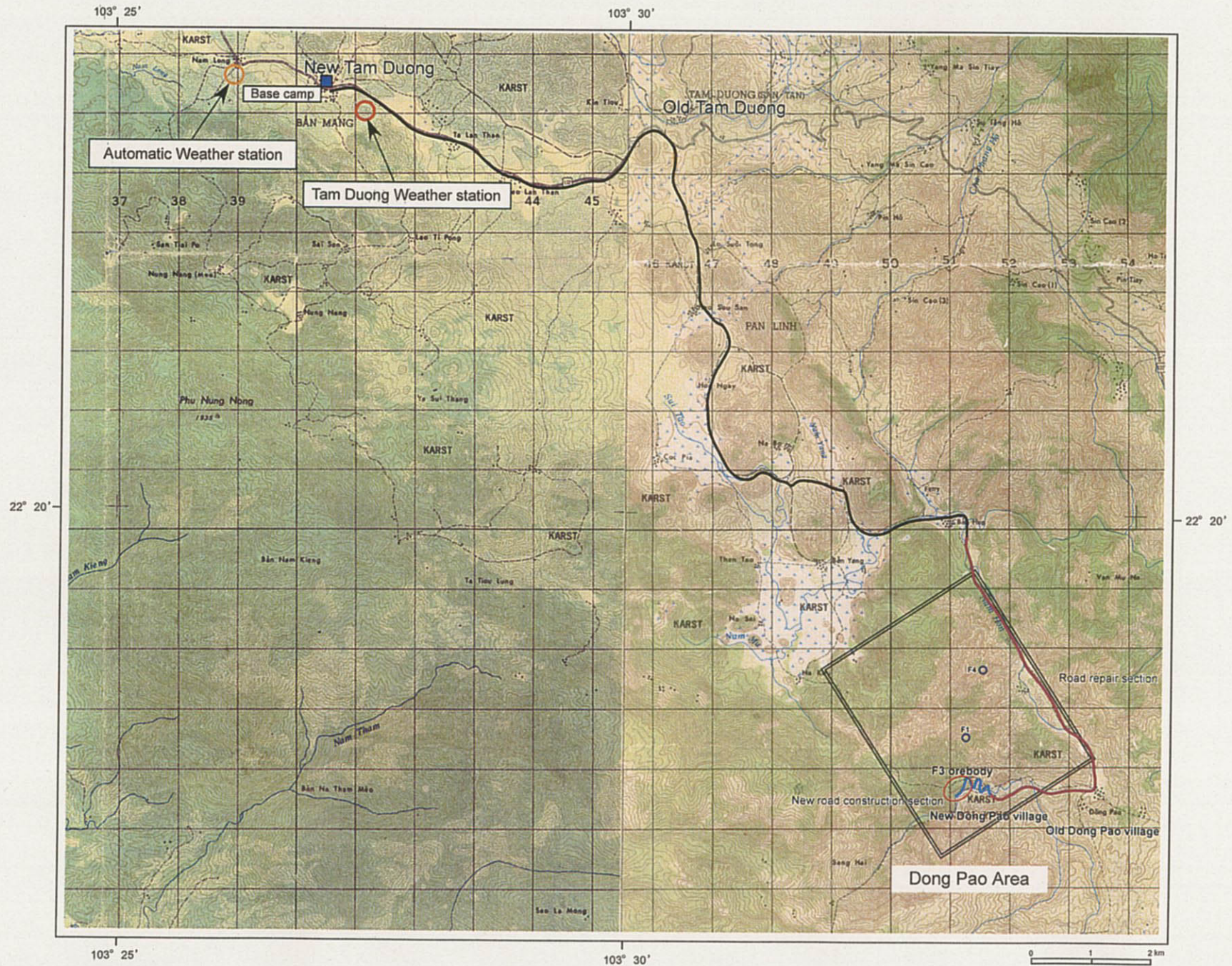
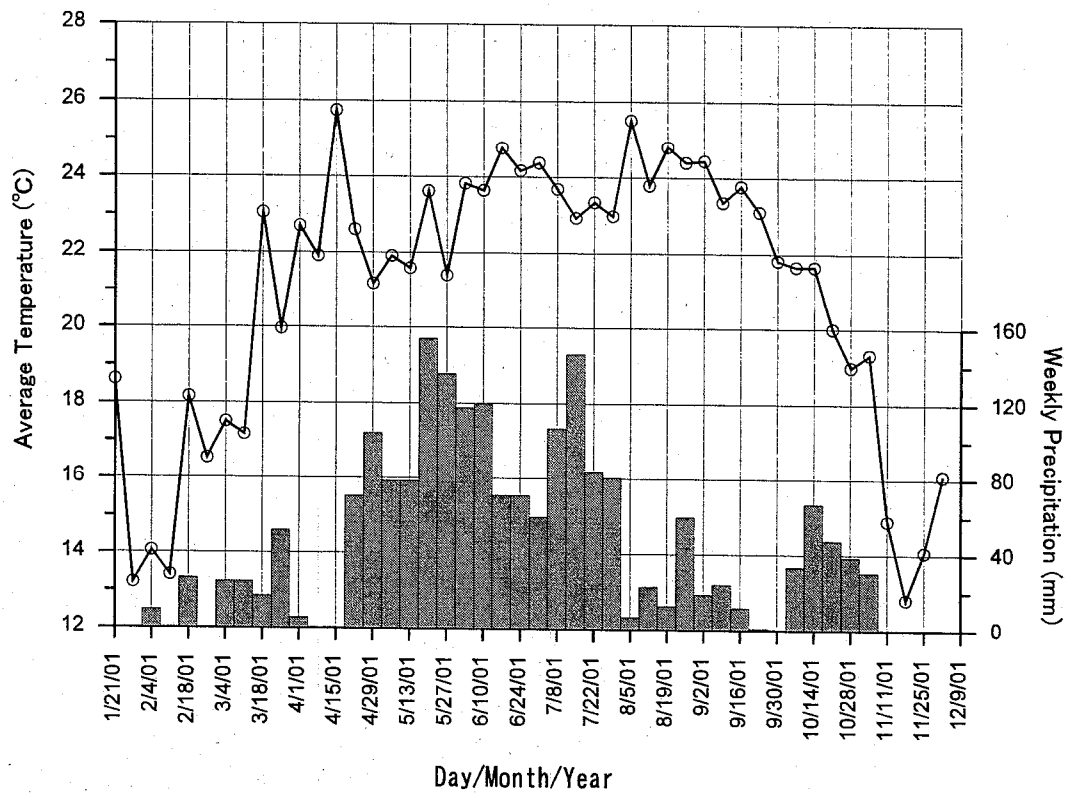


图 II-2-8 气象观测位置图



図Ⅱ-2-9 週間平均気温および降雨量変化グラフ

## 2-4 植生調査

### 2-4-1 調査目的

調査地域に分布する植生について、鉱山開発による希少植物に対する影響の有無を調査することを目的とした。また、土地利用状況についても調査した。調査地域に認められる代表的な植物種と希少種については、Vietnam National University, Hanoi 教授の Dr. Tran Ninh に調査を依頼した。

### 2-4-2 調査結果

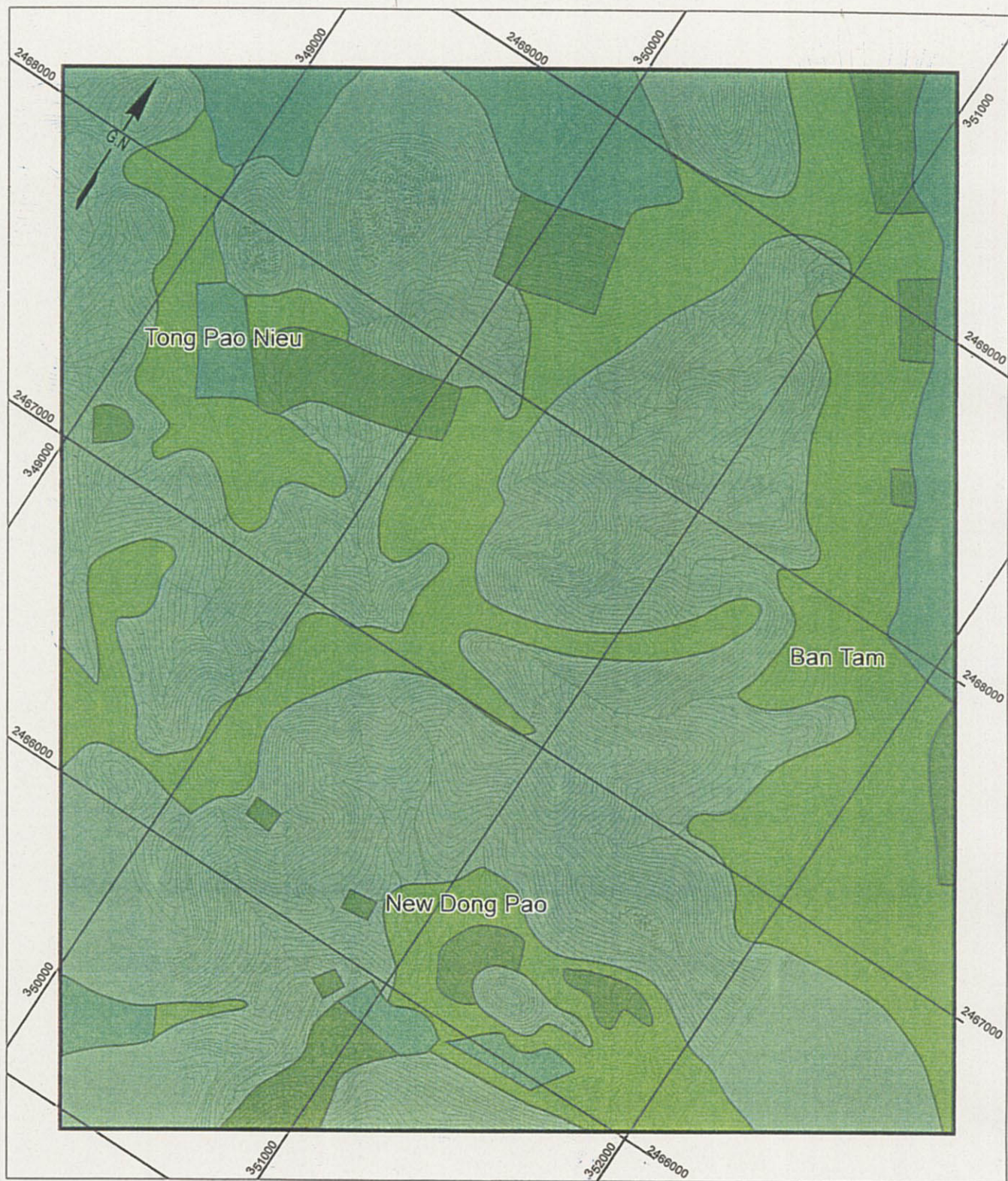
Dong Pao 地域の植生は、人間の活動によって多大な影響を受けている。本地域での百年以上にわたる農地開拓によって、森林および原生林の被覆は減少し、代わって水田、耕地および休耕地が増加した。河川沿いの低地（高度 600~900m）の大部分では、森林が伐採され水田や休耕地となっている。一部で小区画の森林は残っているが、原住民によって手が加えられ続けている。

今回は、調査地域内の Ban Hon, Na Kua, Ban Tam および Dong Pao 地区の 4 地区を中心に植生調査を行った。各地区において植物を採取し、植物種の同定を行った。

調査の結果、4 門、71 綱、110 属、合計 165 種の植物が同定された。同定された植物種のうち、調査地域を含めて一般的に認められる一般種（53 種）と、調査地域周辺には生育するが他の地域では希である希少種（9 種）を抽出し、植生一覧表として表 II-2-7、表 II-2-8 に示す。また、土地利用状況を森林、灌木および草地、水田および陸稲、その他の耕地の 4 種に分類し、植生分布図（図 II-2-10）に示す。

植生調査の結果、希少種が確認されたが、調査地域内に限定して生育する植物は認められない。また、調査地域内において指定保護種は認められない。

F3 鉱体において鉱山開発を行う場合、F3 鉱体の植生は主に耕作地、休耕地および雑木からなっており、植生に与える影響はごく小さいと考えられる。



LEGEND

0 500 1,000 m

- Trees
- Bushes and Grasses
- Rice field
- Field (Cassava, Corn, Tea, etc.)

图 II-2-10 植生分布图

表 II-2-7 調査地域の代表的な植物種

Order	Family	Species
1 LYCOPODIOPHYTA	1 Lycopodiaceae	1 <i>Lycopodium cernua</i>
2 EQUISOPHYTA	2 Equisetaceae	2 <i>Equisetum diffusum</i>
3 POLYPODIOPHYTA	3 Aspleniaceae	3 <i>Asplenium nidus</i>
	4 Blechnaceae	4 <i>Blechnum orientale</i>
	5 Dennstaedtiaceae	5 <i>Pteridium aquilinum</i>
	6 Gleicheniaceae	6 <i>Dicranopteris linearis</i>
4 ANGIOSPERMAE	a Dicotyledones	
	7 Amaranthaceae	7 <i>Alternanthera sessilis</i>
		8 <i>Amaranthus spinosus</i>
		9 <i>Celosia argentea</i>
	8 Araliaceae	10 <i>Trevesia palmata</i>
	9 Bignoniaceae	10 <i>Stereospermum colais</i>
	10 Bombacaceae	11 <i>Bombax ceiba</i>
	11 Asteraceae	12 <i>Ageratum conyzoides</i>
		13 <i>Blumea balsamifera</i>
		14 <i>Eupatorium odoratum</i>
		15 <i>Gynura crepidoides</i>
	12 Euphorbiaceae	16 <i>Phyllanthus reticulatus</i>
	13 Lauraceae	16 <i>Litsea cubeba</i>
	14 Fabaceae	17 <i>Cassia hirsuta</i>
	15 Loganiaceae	18 <i>Gelsemium elegans</i>
	16 Malvaceae	19 <i>Sida rhombifolia</i>
		20 <i>Urena lobata</i>
	17 Melastomataceae	21 <i>Melastoma candidum</i>
	18 Moraceae	22 <i>Ficus racemosa</i>
		23 <i>Streblus ilicifolius</i>
		24 <i>Streblus macrophyllus</i>
	19 Rosaceae	25 <i>Rubus alceaefolius</i>
	20 Rubiaceae	26 <i>Mussaenda cambodiana</i>
		27 <i>Wendlandia glabrata</i>
	21 Rutaceae	28 <i>Euodia lepta</i>
	22 Solanaceae	29 <i>Solanum torvum</i>
		30 <i>Solanum annuum</i>
	23 Theaceae	31 <i>Camellia sinensis</i>
		32 <i>Schima wallichii</i>
	24 Urticaceae	33 <i>Laportea violacea</i>
	25 Verbenaceae	34 <i>Clerodendrum philippinum</i>
	b Monocotyledones	
	26 Alismataceae	35 <i>Alisma plantago - aquatica</i>
		36 <i>Sagittaria sagittaeifolia</i>
	27 Araceae	37 <i>Alocasia macrorrhizos</i>
		38 <i>Raphidophora decursiva</i>
	28 Eriocaulaceae	39 <i>Eriocaulon nigrum</i>
	29 Musaceae	40 <i>Musa acuminata</i>
	30 Poaceae	41 <i>Bambusa bambos</i>
		42 <i>Dendrocalamus brandisii</i>
		43 <i>Dendrocalamus patellaris</i>
		44 <i>Gingantochloa leavis</i>
		45 <i>Imperata cylindrica</i>
		46 <i>Centotheca lappacea</i>
		47 <i>Setaria viridis</i>
		48 <i>Saccharum spontneum</i>
		49 <i>Thysanolaena maxima</i>
	31 Palmae	50 <i>Arenga pinnata</i>
		51 <i>Garyota urens</i>
	32 Zingiberaceae	52 <i>Alpinia globosa</i>
		53 <i>Zingiber officinale</i>

表 II-2-8 調査地域の代表的な植物種(希少種)

Family	Species
1 Fagaceae	1 <i>Castanopsis indica</i>
2 Magnoliaceae	2 <i>Michelia balanse</i>
	3 <i>Paramichelia ballonii</i>
3 Meliaceae	4 <i>Chukrasia tabularis</i>
4 Rosaceae	5 <i>Prunus fordiana</i>
5 Polygonaceae	6 <i>Polygonum multiflorum</i>
6 Sapindaceae	7 <i>Pometia pinnata</i>
7 Sapotaceae	8 <i>Madhuca pasquieri</i>
8 Tiliaceae	9 <i>Burretiodendron hsienmu</i>