

2. 地質状況

2.1 既存探査の概況

本調査地域及びその周辺で行われた探査は、記録によると 1977 年から実績を表 2-1 に示す。これらの探査の内、1977 年に NEA (National Energy Authority) が実施した試錐記録は、実施された位置と簡単な断面以外は入手できなかった。その為、今回の地質解析には利用できなかった。

表 2-1 探 査 実 績

実施機関	NEA	EGAT	EGAT	DMR	EGAT	DMR-EGAT	DMR
調査年度	1977	1978	1982	1988	1994	1997	1997/98
(タイ暦)	(2520)	(2521)	(2525)	(2531)	(2537)	(2540)	(2540/41)
試錐本数	25	16	12	22	—	12	21
延長(m)	1,924	2,103	2,017	6,212	—	1,086	6,005
試錐累計	25	41	53	75	—	87	108
地震探査	—	—	—	—	18 測線 61.75km	—	—

1978 年以降 83 本の試錐がガオ石炭盆で実施されたが、今回の調査区域内で石炭を確認した試錐は 41 本であった。これらの試錐は、主に西北部と東南部の炭層が比較的地表に近い地区に集中している。試錐間隔の粗密が激しいのは、探査が 23 年前から 3 機関で実施され、各々関連なく探査計画が作成・実施されたことも理由の一つと思われる。

1994 年に調査地域の炭層分布域に対して地震探査が行われ、基盤岩と第三系の不整合、夾炭部の上部と下部と思われる部分の反射波を解析している。地震探査は、夾炭部の三次元的な広がりや繋がりを推定する方法として非常に有効な手段ではある。しかし、今回の試錐解析をもとに地震探査記録の再解析が必要である。

炭質に関する資料としては工業分析の結果が入手できたが、解析に利用できるような方法で採取・分析された試錐は限られていた。今回、解析に使用した既往試錐は、次の通り

(計 18 孔) である。

NG3/40, NG5/40, NG10/40, NG12/40, NG16/40, NGG1/40, NGG2/40, NGG3/40, NGG4/40, LN1/21, LN3/21, LN11/21, LN26/21, LN27/21, LN28/21, NG3/31, NG7/31, NG9/31

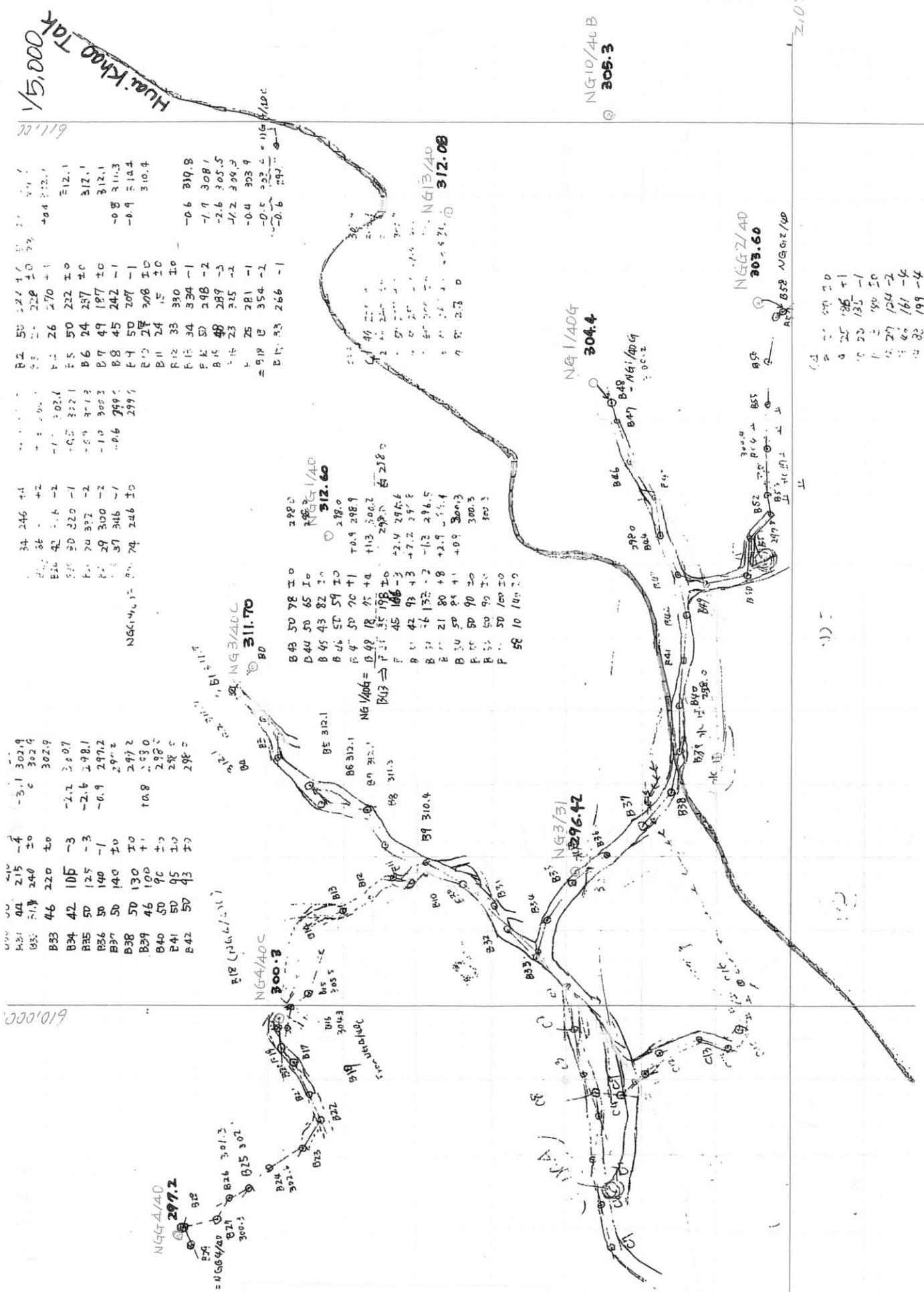
本地区の炭層は一般的に南西方向に傾斜しているため、調査地の東部から東北部が地表に近くなっている。LN1/21 試錐近くの小沢近くで地表より 2 m の表土の下に炭層が存在しているのが発見され、過去に何度となく人力によるトレンチを行い、石炭を採取している。しかし、これらの分析値は存在していない。

2.2 地質探査の概況

2.2.1 地質調査の方法

本調査地域は 2～5 m の表土が地表を覆っている。この厚い表土が、過去に露出していた炭層を覆ったため、炭層はいわゆる潜頭となっている。また、なだらかな丘陵地形と水量の少ない浅い川のため、夾炭層を露出するまでの浸食がなされていない。従って、本調査地域で有効な探査法は、試錐・トレンチ・物理探査である。

本調査では、後述するバルクサンプルを採取する必要から大規模なトレンチが計画され、その位置決定のため深度 10 m × 3 本の予備試錐が計画された。また、炭層状況確認のため、5 本の調査試錐も計画された。これらの位置選択のため、マッピング法により既知の試錐から予定地までの簡易測量を行った。精度を高めるため、調査区域内の数カ所について DMR の測量班によるトラバース測量を実施し、完了した試錐の正確な位置を求めた。マッピングの調査原図の一例を、図 2-1 に示す。



1/5,000
Huaikho Tak

611.02

B2	50	224	10	22	31.1
B3	20	228	10	22	31.1
B4	26	270	10	22	31.1
B5	50	222	10	22	31.1
B6	24	237	10	22	31.1
B7	49	187	10	22	31.1
B8	45	242	10	22	31.1
B9	50	207	10	22	31.1
B10	27	208	10	22	31.1
B11	24	15	10	22	31.1
B12	33	330	10	22	31.1
B13	34	324	10	22	31.1
B14	30	348	10	22	31.1
B15	48	289	10	22	31.1
B16	23	325	10	22	31.1
B17	25	281	10	22	31.1
B18	30	354	10	22	31.1
B19	33	266	10	22	31.1

NG4/40 297.2

B21 300.3

B22 301.3

B23 302.3

B24 303.3

B25 304.3

B26 305.3

B27 306.3

B28 307.3

B29 308.3

B30 309.3

B31 310.3

B32 311.3

B33 312.3

B34 313.3

B35 314.3

B36 315.3

B37 316.3

B38 317.3

B39 318.3

B40 319.3

B41 320.3

B42 321.3

B43 322.3

B44 323.3

B45 324.3

B46 325.3

B47 326.3

B48 327.3

B49 328.3

B50 329.3

B51 330.3

B52 331.3

B53 332.3

B54 333.3

B55 334.3

B56 335.3

B57 336.3

B58 337.3

B59 338.3

B60 339.3

B61 340.3

B62 341.3

B63 342.3

B64 343.3

B65 344.3

B66 345.3

B67 346.3

B68 347.3

B69 348.3

B70 349.3

B71 350.3

B72 351.3

B73 352.3

B74 353.3

B75 354.3

B76 355.3

B77 356.3

B78 357.3

B79 358.3

B80 359.3

B81 360.3

B82 361.3

B83 362.3

B84 363.3

B85 364.3

B86 365.3

B87 366.3

B88 367.3

B89 368.3

B90 369.3

B91 370.3

B92 371.3

B93 372.3

B94 373.3

B95 374.3

B96 375.3

B97 376.3

B98 377.3

B99 378.3

B100 379.3

図2-1 マッピング調査原図

2.2.2 バルク・サンプリング

改質試験に供する多量の石炭を得るため、バックホーで表土を剥ぎ、炭層を露出させサンプリングを行った。トレンチを実施するに当たり、炭層が地表近くに賦存している場所を選定するため 10 mの予備試錐を 3 箇所で行った。

予備試錐の結果、トレンチを PH 3 の位置で実施することにし、巾 6 m、長さ 10m、深さ 7.5m のトレンチをバックホーで掘削し、630 kg の石炭バルクサンプルを採取した。また、別途対象部分全体のチャンネルサンプリングにより約 10 kg の代表サンプルを採取した。石炭サンプルは上部層の層厚 1m を採取した。

採取したバルクサンプルは約 20kg 入りのプラスチックバッグに詰め、乾燥を防止する対策を施した。これらをリー近郊のラナリグナイト社の試験分析室にトラック輸送した。

(Appendix 1、写真 P h - 1、2、3 参照)

予備試錐とトレンチの位置を図 2 - 2 に、予備試錐とトレンチの柱状図を図 2 - 3 に示す。なお、予備試錐の概要は次の通りである。

- ・名 称 : PH 1、PH 2、PH 3、の計 3 孔
- ・掘削長 : 各孔 10 m、計 30 m
- ・口 径 : HQ サイズ (約 95 mm)

各孔共、錐進後試錐コアを観察を行いトレンチ箇所選定の判断資料とした。

2.2.3 調査試錐作業

過去の試錐結果と物理探査結果をもとに、大略の地質構造を推定した。炭層の発達状況を確認するために適切な場所を選択し、5 本の調査試錐と試錐孔を利用した物理検層・テストを実施した。その概略は次の通りである。

- ・名 称 : NGJ 1、NGJ 2、NGJ 3、NGJ 4、NGJ 5 の計 5 孔
- ・総掘削長 : 合計 1,052 m

- ・口径 : HQ サイズ (約 95 mm)
- 検層 : 自然電位、比抵抗、密度($\gamma - \gamma$)、自然ガンマ線、キャリパー(孔径測定)
- ・湧水圧測定 : NGJ 1、NGJ 4、の 2 孔で実施
- ・試錐作業 : 2 ヶ月間で約 1,000m 錐進するため、2 台の試錐機を投入し 24 時間作業 (1 方 3 ~ 4 名の 2 方)で作業に当たった。

試錐位置を図 2 - 2、試錐仕様を表 2 - 2 に示す。試錐コアの記載を Appendix 2 に、試錐柱状図を図 2 - 4、物理検層チャート図を Appendix 3 に、湧水圧測定を Appendix 4 に示す。

2.2.4 石炭コア試料採取

石炭を確認した 3 本の試錐 (NGJ1/43、NGJ3/43、NGJ5/43) と、予備試錐(PH3)から、浮沈試験用、石炭分析用の試料を採取した。サンプリングは厚さ 20cm 以上の石炭層を対象とした。また今回は参考のため、主要な炭質頁岩層についてもサンプリングを実施した。採取したコアは速やかにラナリグナイト社、または E G A T 社の分析室に輸送した。試料番号と採取部位は図 2 - 3、図 2 - 4 に示してある。

2.2.5 岩石試料採取

岩石物性試験 (一軸圧縮試験、三軸圧縮試験) を行うため、深度 50m 及び 100m 付近から岩石部を採取し、直ちにクッキングラップで包んだ後塩ビパイプ内に固定し、バンコク市内の PBC Engineering 社試験室に運んだ。岩石試験は水分が大きな影響を与えるため、コア採取後できるだけ早くサンプリングを行い、サンプル時の水分を保持するように努めた。

サンプルについては表 2 - 3 にまとめてある。

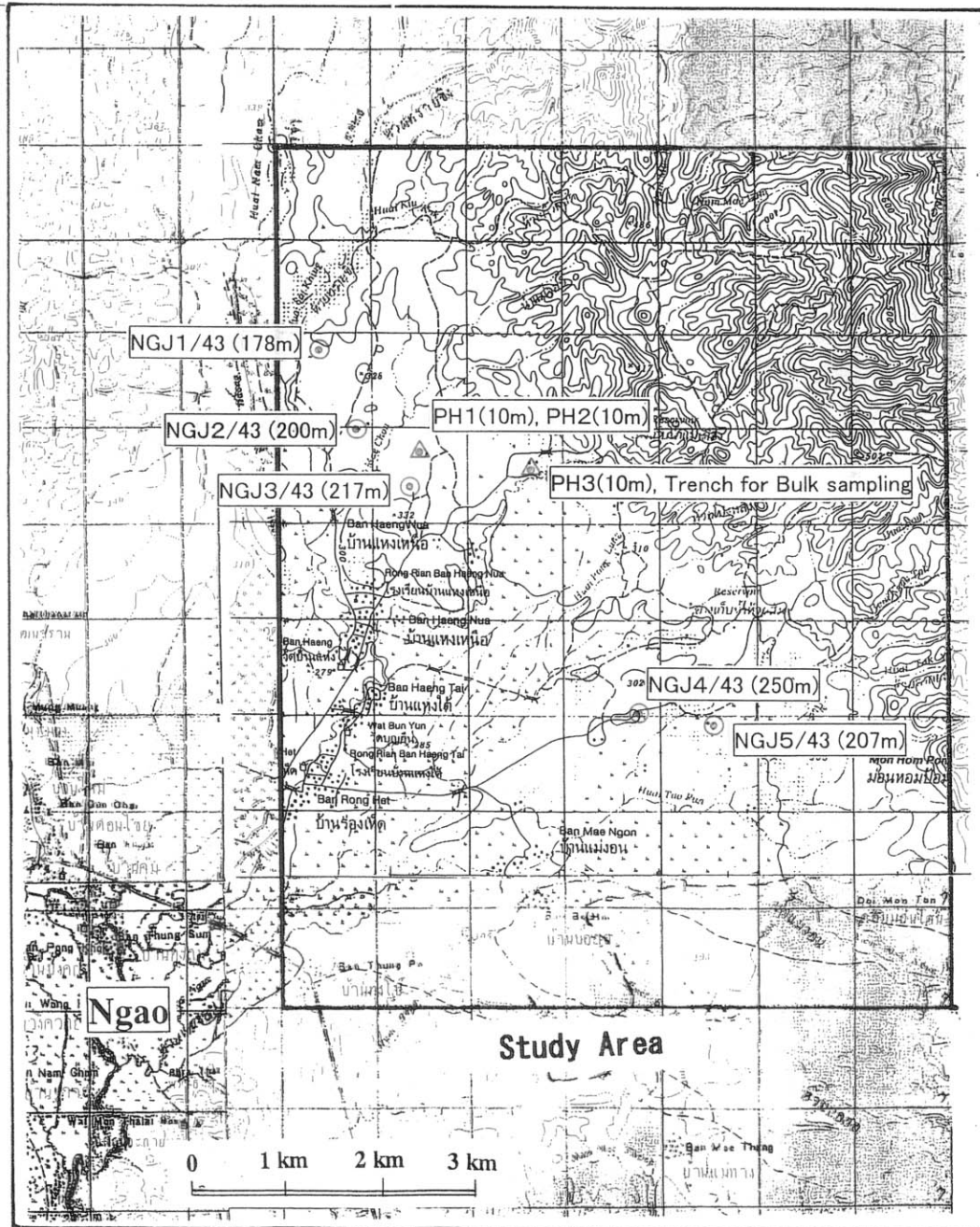
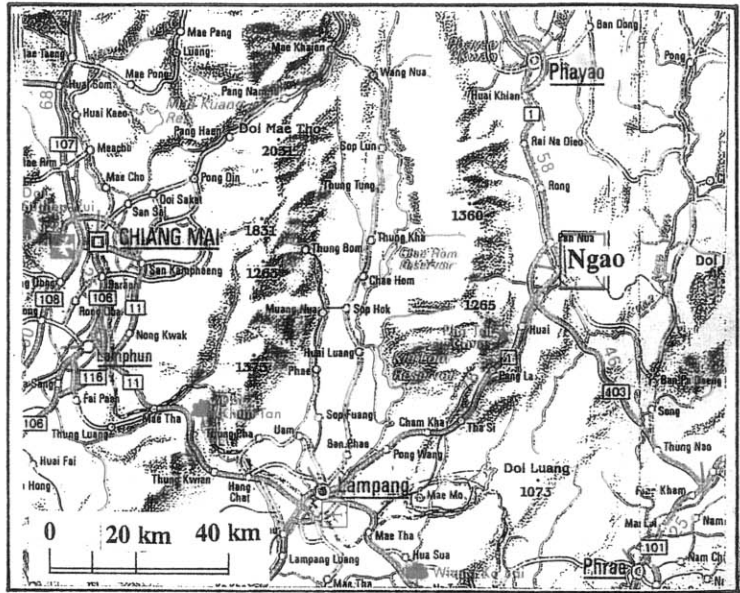


図2-2 予備試錐・トレンチ位置図

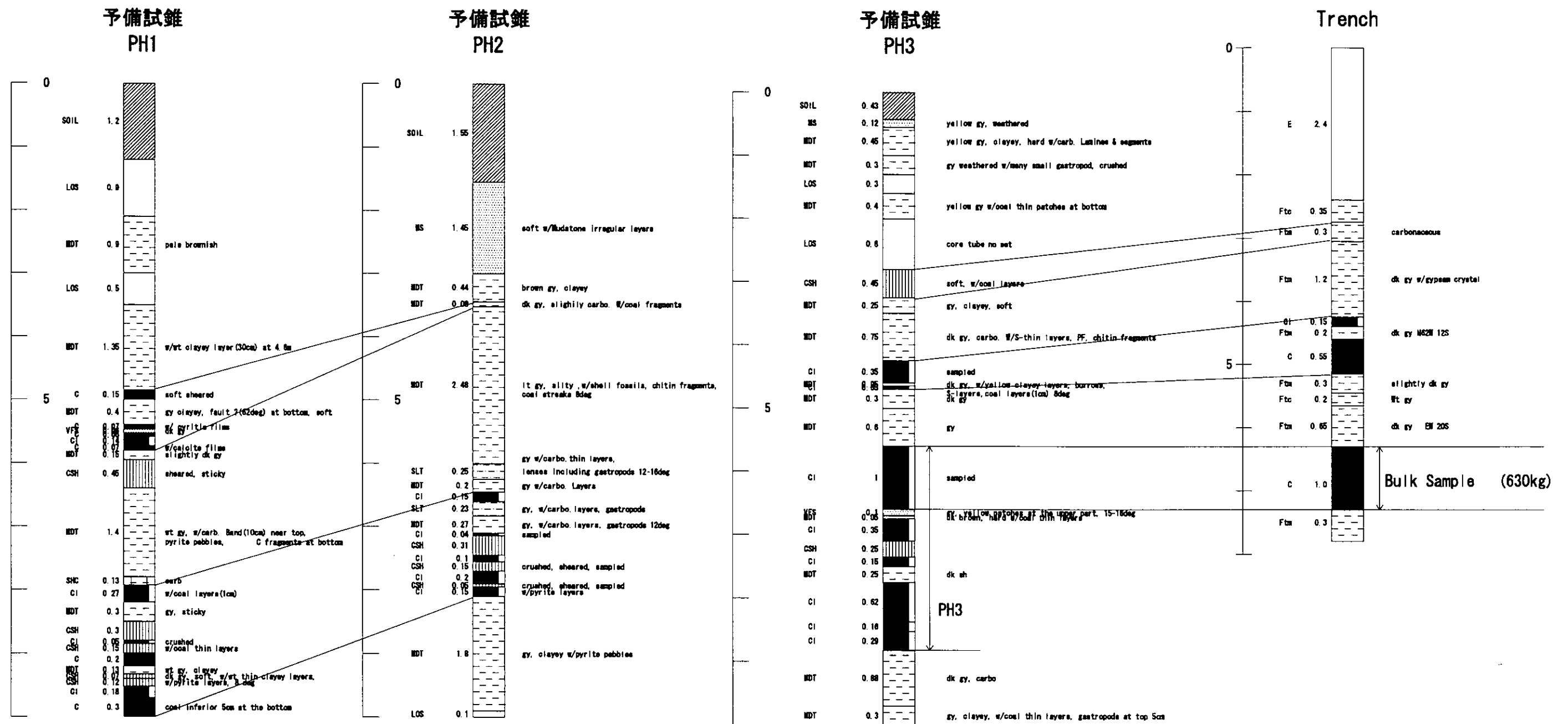


図2-3 予備試錐・トレンチ対比柱状図

表2-2 試錐仕様表

	予備試錐			本試錐				
	PH1	PH2	PH3	NGJ1	NGJ2	NGJ3	NGJ4	NGJ5
試錐位置 座標	Easting	607,532	608,540	606,531	606,815	607,425	609,819	610,529
	Northing	2,077,896	2,077,904	2,077,688	2,078,915	2,078,123	2,075,209	2,075,068
	Elevation	304	304	303	316	302	306	304
作業開始日	2000.09.30	2000.10.01	2000.09.29	2001.01.17	2000.12.30	2000.12.05	2000.12.05	2001.01.01
作業終了日	2000.10.01	2000.10.02	2000.09.30	2001.01.30	2001.01.16	2000.12.30	2000.12.31	2001.01.21
錐進長	10m	10m	10m	178m	200m	217m	250m	207m
口径	HQ(約95mm)							
試錐機名	Acker Mark III							
湧水圧測定				実施			実施	
検層				実施	実施	実施	実施	実施

表 2-3 ロックテストサンプル表

Hole No.	DATE	Sampling Depth						Description	
		Uniaxial Test			Triaxial Test				
NGJ1/43	50m	22,Jan,2001	J1/43-RU1	26.10	26.40	J1/43-RT1	28.80	29.00	mod red br mst
			J1/43-RU2	27.30	27.60	J1/43-RT2	29.00	29.30	
			J1/43-RU3	28.23	28.50	J1/43-RT3	29.30	29.60	
	100m	23,Jan,2001	J1/43-RU4	81.34	81.54	J1/43-RT4	83.00	83.23	
			J1/43-RU5	81.54	81.75	J1/43-RT5	83.23	83.45	
			J1/43-RU6	81.75	82.00	J1/43-RT6	83.65	83.90	
NGJ2/43	50m	07,Jan,2001	J2/43-RU1	49.50	49.67	J2/43-RT1	55.00	55.24	bl gy mst, w/granule
			J2/43-RU2	49.69	49.98	J2/43-RT2	55.28	55.50	
			J2/43-RU3	51.46	51.71	J2/43-RT3	55.50	55.75	
	100m	07,Jan,2001	J2/43-RU4	99.34	99.57	J2/43-RT4	104.18	104.41	bl gy mst, w/granule
			J2/43-RU5	99.58	99.80	J2/43-RT5	104.41	104.72	
			J2/43-RU6	101.72	102.00	J2/43-RT6	105.00	105.30	
NGJ3/43	50m	16,Dec,2000	J3/43-RU1	46.00	46.30	J3/43-RT1	42.00	42.30	br gy mst, w/Lst grains
			J3/43-RU2	46.56	46.80	J3/43-RT2	42.30	42.60	
			J3/43-RU3	47.20	47.40	J3/43-RT3	43.05	43.25	
	100m	19,Dec,2000	J3/43-RU4	92.18	92.43	J3/43-RT4	93.75	93.95	red br gy - br gy sandy mst
			J3/43-RU5	92.43	92.68	J3/43-RT5	94.10	94.30	
			J3/43-RU6	92.68	92.93	J3/43-RT6	94.45	94.65	
NGJ4/43	50m	8.9.10,Dec,2000	J4/43-RU1	39.27	39.43	J4/43-RT1	34.10	34.35	br gy mst, w/Lst grains
			J4/43-RU2	39.46	39.70	J4/43-RT2	34.40	34.70	
			J4/43-RU3	39.70	40.00	J4/43-RT3	35.31	35.61	
	100m	19,Dec,2000	J4/43-RU4	87.25	87.48	J4/43-RT4	97.52	97.74	RU4 - 6 br gy mst, w/Lst grains RT4 - 6 mod br St
			J4/43-RU5	91.72	92.00	J4/43-RT5	97.74	98.00	
			J4/43-RU6	93.07	93.35	J4/43-RT6	99.00	99.29	
NGJ5/43	50m	09,Jan,2001	J5/43-RU1	48.30	48.50	J5/43-RT1	55.30	55.55	RU1 - 3 bl gy mst RT1 - 3 red br mst
			J5/43-RU2	49.03	49.26	J5/43-RT2	55.70	55.90	
			J5/43-RU3	49.55	49.78	J5/43-RT3	55.90	56.10	
	100m	11,Jan,2001	J5/43-RU4	90.19	90.37	J5/43-RT4	91.00	91.18	gy St
			J5/43-RU5	90.37	90.56	J5/43-RT5	91.18	91.35	
			J5/43-RU6	90.73	90.88	J5/43-RT6	91.35	91.54	

2.3 地質概況

2.3.1 層 序

調査地域を含むガオ石炭盆周辺の地質図を図 2-5 に、地質層序を図 2-6 に示す。調査地には、基盤岩、第三紀層、第四紀層が分布している。調査地域の基盤は、中生代三畳紀の砂岩・頁岩・石灰岩から形成されている。この基盤岩を第三紀中新世の河川堆積物 (Unit A) が不整合で覆う。Unit A は中礫を含む泥岩や砂岩からなり、まだら模様の褐色ないし赤褐色をしている。

湖成層 (Unit B) は、この基盤の陥没地に新第三紀中新世～鮮新世にかけて堆積した。Unit B は夾炭層を形成し、淡水成石灰岩を胚胎する特徴を持っている。本調査地域内では、この夾炭部である Unit B を新第三紀鮮新世～第四紀更新世の河川扇状地成堆積物 (Unit C) が覆う。

Unit C はまだら模様の褐灰色の泥岩と礫岩からなる。この泥岩の特徴は、風化した石灰岩の中礫～大礫を有することである。Unit C の下部には、薄青色の粘土質泥岩が見られ、試錐ではその下位にある夾炭層 (Unit B) に近づいたということを推定するよい指標となっている。

調査地は 2～5 m の表土に覆われている。この厚い表土と、なだらかな丘陵地形のため夾炭層は地表に露出していない。

図2-5 ガオ石炭盆地地質図

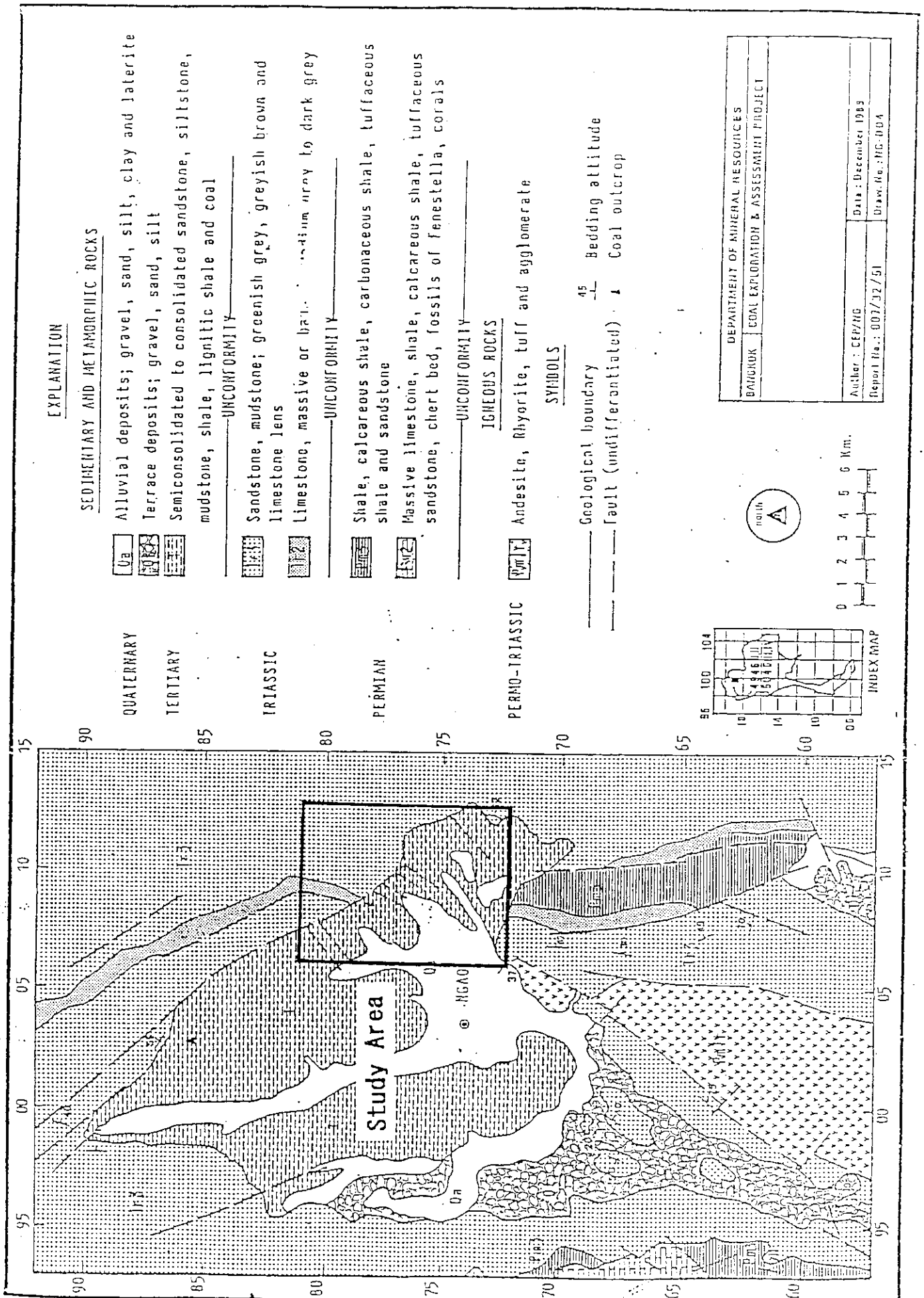


図2-6 ガオ石炭盆地質層序図

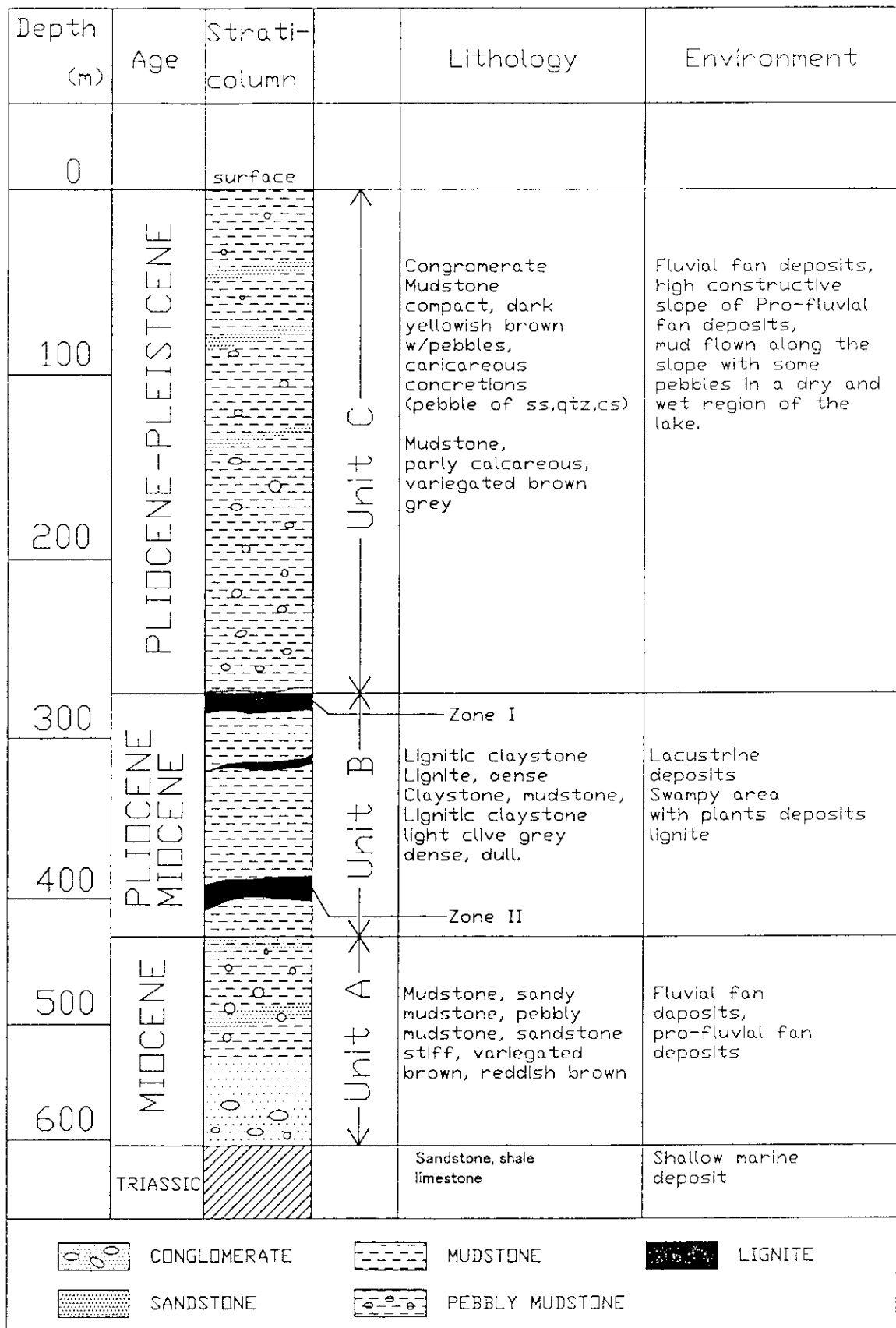


Figure 2-6

Stratigraphy and Environment of Tertiary Sediments in Ngao Basin
by Water Resource Engineering CO. 1998 May

2.3.2 地質構造

ガオ石炭盆の地質構造はおおよそ単傾斜構造を示している。全体の地層は、大きく見ると南北走向で、西～南西に傾斜している。いわゆる、北東に地質時代の古い岩石があり南西に行くに従い時代の若い岩石となる。主要な断層は北西－南東に走り、西側が落ち込む正断層である。それに伴う断層が北東－南西に走り、東に傾斜している。これらの断層で、調査地域は10ブロックに分割されている。構造的には、調査地の中央部が深くなっており、過去においても採掘対象から外れていることから、この部分は試錐の数も少ない。

南部においては、浅い深度で基盤の石灰岩を確認しているブロックが存在する。これはピートスワンプの発達時の古地形がカルスト凸地形を形成していたためと推定される。Zone Iの上盤の地質構造は図2-7に示されている。

2.4 炭層状況

本地区に賦存している炭層は多くの夾みを有し、側方変化に富んでいる。炭層は暗炭が主体となる。厚い暗炭層が発達する区域も見られるが、多くは炭質頁岩～頁岩の夾みを夾在するものが目立つ。ガオ石炭盆地は、タイ北部の他の炭田同様、山間盆地のピートスワンプで発達したものである。ガオ調査地のピートスワンプのタイプは、Cecil 他が報告しているプラナー型ピート(Planar Peat)と推定される。その特徴を表2-4に示す。つまり、本調査地域は、頻繁に水位が上昇しピートの堆積が中断され、泥の堆積が行われたものと推定される。

多くの試錐が実施されてきたが、石炭と炭質頁岩の区分が統一された基準で実施されていないこと及び、鍵層となるものが現在まで確認できていないことから、調査地全域の炭層対比は非常に困難となっている。しかし、既往試錐及び今回の試錐結果を再検討した結果、断層で区切られたブロック毎には比較的似た石炭と夾みのパターンをしていることが判明した。

本地域の炭層は最上部の炭層ゾーンが比較的対比が良好であり、この部分をDMRの呼称に従い「ゾーンI」とする。それ以下の炭層は、深い試錐が少ないため、その発達状況は不明な点が多い。いずれにせよ「ゾーンII」は「ゾーンI」より炭層にまとまりがなく露天

掘りの採掘対象の可能性は低い。

過去の試錐・地震探査結果に加えて、今回の試錐結果から地質構造を検討した結果、本地区は断層で 10 ブロックに区分でき、各ブロックの特徴は表 2-5 のようにまとめることができる。また柱状対比図を図 2-8、ゾーン I の下盤の地質構造図を図 2-9 に、断面図を図 2-10 に示す。

各ブロックの平均傾斜は最大でも 18° 程度であり、真厚換算 [真厚 = 見掛け厚 $\times \cos 18^{\circ}$ (0.95)] しても値に大きな開きがないことから、今回は試錐から得られたデータをそのまま炭層の厚さとして使用した。