

3.2.2 分析・試験

(1) 主要炭層

10mm、5mmで篩い分けし、0.5～10mm、+10mmの産物は浮沈試験の試料とした。分離比重はバルクサンプルの浮沈試験結果を参考として、1.35, 1.40, 1.50, 1.60, 1.80の5区分とした。

浮沈試験の各産物及び-0.5mm産物はラナリグナイト社で灰分、全硫黄を測定した後、25g を分取、E G A T社に送付し、石炭分析（工業分析、発熱量、元素分析、灰の組成、形態別硫黄）を実施した。

浮沈試験、及び灰分・全硫黄分析結果を別添のAppendix 5、E G A T社における炭質分析・試験結果を表3-3に示す。

(2) その他の炭層

E G A T社において石炭分析（工業分析、発熱量、全硫黄、元素分析、灰の組成、形態別硫黄、比重）を実施した。この結果を表3-4に示す。

3.3 炭質

ガオ石炭盆の炭質は、その堆積が個々の Sub-basin で行われた点、またピートスワンプがプラナー型（Cecil 他 1985）であったと推定されることから、全体に側方変化が見られる。

ガオ石炭盆には、今回の試錐を含め実施された試錐が 113 本あり、その内 21 試錐についてのみ石炭分析が行なわれている。本地区の地表から深度 250m まで石炭が賦存している面積が約 13 k m²であることを考えると分析値データは少ないといえる。また、硫黄分が高いとの先入観念が強く、その硫黄の形態がどのようなものであるかの分析・解析も行われていなかった。

炭質については改質技術でさらに詳細に述べられるが、ここでは 21 本のデータから、ガオ全体の炭質を推定することにした。過去の分析結果、今回の分析結果を表 3-3、表

3-4に示す。また灰分含有率、発熱量、全硫黄含有率の Dry Basis (db) に換算した等値線図を図3-3～図3-5に示す。

本地区は上位の Zone I と下位の Zone II に区分されるが、表3-5において分析値の単純平均で比較してみても判るように大きな差はない。今回は Zone I のみが稼行対象となっているので、以下に述べる分析結果は Zone I についてのものである。

3.3.1 水分

今回の分析結果では、到着ベース(ar)での全水分は20～34%であり、平均30%と考えられる。また恒湿状態での水分含有率(恒湿試料水分)は、全水分のほぼ2/3の20%程度になる。つまり全水分の1/3は石炭表面の付着水分であり、これを取り除くことも改質の目的の一つとなる。

3.3.2 灰分

無水ベース(db)の灰分の等値線図(図3-3)から見ると、ガオ全域の平均44.8%(db)となる。これは到着ベース31.4%(ar)、恒湿ベース35.4%(ad)となる。灰分が高い原因は、炭層中に含まれる炭質頁岩～頁岩の夾みの存在である。図2-3に見られるように、改質試験用に採ったバルクサンプルの部分は、肉眼で確認できる夾みはない部分であったが、恒湿ベースで灰分21%であった。これは石炭中の非常に薄い帯状の夾み、或いは肉眼では鑑別できない鉱物質(シリカ、アルミナ、鉄他)によるものであろう。

3.3.3 揮発分

到着ベースで平均28%程度の揮発分含有率となっている。無水ベース(db)に換算すると38%程度になる。燃料比(固定炭素/揮発分)は0.44となり、現在石炭生産中のランパン石炭盆とほぼ同じである。

表3-3 石炭分析表(既存資料)

	From	To	Thickness (m)	Moisture (ar) %	Ash (ar) %	V.M. (ar) %	F.C. (ar) %	H.V. (ar) kcal/kg	S (ar) %	SG		From	To	Thickness (m)	Moisture (ar) %	Ash (ar) %	V.M. (ar) %	F.C. (ar) %	H.V. (ar) kcal/kg	S (ar) %	SG*	
NG 16/40	131.55	132.55	1.00	27.61	28.12	29.01	15.26	2,473	5.29	1.476	LN 1/21	3.71	4.36	0.65	36.80	25.20	25.60	12.40	2,035	2.59	1.41	
	132.55	133.55	1.00	25.98	28.21	31.08	14.73	2,499	6.29	1.452		5.18	5.60	0.42	34.90	24.40	27.10	13.60	2,428	2.51	1.40	
	133.55	134.55	1.00	26.97	23.88	32.49	16.66	2,445	7.99	1.534		9.57	10.10	0.53	34.20	33.20	24.00	8.60	1,721	1.31	1.52	
	134.55	136.00	1.45	23.86	40.21	31.80	4.13	2,077	6.57	1.522		10.69	10.98	0.29	40.60	19.70	25.10	14.60	2,427	2.60	1.34	
	136.00	136.80	0.80	26.64	35.12	28.29	9.95	1,830	7.02	1.554		11.88	13.18	1.30	33.40	27.00	25.20	14.40	2,214	3.54	1.44	
	136.80	137.80	1.00	31.04	23.35	30.10	15.51	2,685	5.39	1.466		15.04	15.59	0.55	29.60	29.80	28.40	12.20	2,337	2.49	1.48	
	137.80	138.40	0.60	27.57	30.97	33.16	8.30	2,491	5.72	1.302		16.09	16.24	0.15	29.60	39.00	22.70	8.70	1,596	1.47	1.60	
	138.40	139.65	0.90	31.79	22.74	29.29	16.18	2,772	4.29	1.303		17.59	19.09	1.50	33.10	34.60	24.00	8.30	1,961	1.99	1.54	
	141.15	141.95	0.80	29.48	26.27	31.88	12.37	2,270	6.54	1.301		36.97	37.50	0.53	35.50	31.10	23.30	10.20	1,881	1.31	1.49	
	145.00	146.00	1.00	28.89	30.96	27.84	12.31	2,211	5.04	1.367		37.50	38.00	0.50	35.10	31.30	25.10	8.50	1,885	1.51	1.49	
	146.00	146.30	0.30	26.56	39.68	25.42	8.34	1,553	5.06	1.476		38.00	38.50	0.50	44.10	17.00	26.30	12.60	2,114	2.84	1.31	
	147.35	147.65	0.30	31.51	26.51	28.58	13.40	2,462	4.80	1.321		38.50	39.00	0.50	43.70	15.90	26.40	14.00	2,396	2.33	1.29	
	148.05	148.40	0.35	31.59	22.67	29.87	15.87	2,525	5.12	1.278		39.00	39.50	0.50	42.10	14.30	27.30	15.80	2,651	2.55	1.27	
	149.05	150.00	0.95	26.32	34.23	28.15	11.30	2,027	5.68	1.448		39.50	39.94	0.44	40.90	17.10	28.50	13.50	2,596	2.76	1.31	
	150.40	150.80	0.40	26.83	34.64	28.28	10.25	2,118	5.24	1.485		41.00	41.50	0.50	36.90	29.70	25.60	7.80	2,033	1.55	1.47	
	152.55	153.00	0.45	23.74	33.30	31.06	11.90	1,946	8.81	1.608		41.50	42.00	0.50	38.40	23.70	27.00	10.90	2,624	1.97	1.39	
	211.35	212.00	0.65	33.43	24.06	29.33	13.18	2,627	4.44	1.402		42.00	42.50	0.50	38.00	26.40	26.20	9.40	2,047	1.89	1.43	
	213.40	213.85	0.45	27.40	33.99	28.15	10.46	2,008	5.48	1.504		42.50	43.00	0.50	41.90	18.40	27.10	12.60	2,268	3.00	1.32	
	NG 3/40	216.90	217.20	0.30	20.33	38.76	31.95	8.96	1,577	8.11		1.747	43.00	43.50	0.50	41.00	25.30	25.70	8.00	1,924	1.76	1.42
		217.30	217.74	0.44	18.37	45.82	33.17	2.64	1,576	8.35		1.702	43.50	44.00	0.50	43.40	22.70	23.30	10.60	2,007	1.46	1.38
218.65		218.95	0.30	27.02	33.24	30.81	8.93	1,952	5.51	1.529	44.00	44.58	0.58	38.60	27.90	25.30	8.20	2,020	1.86	1.45		
220.55		220.95	0.40	26.94	31.54	32.92	8.60	1,975	6.40	1.459	45.42	45.67	0.25	37.50	28.60	24.60	9.30	2,071	1.43	1.46		
222.27		222.60	0.33	25.54	32.63	31.46	10.37	2,198	4.74	1.456	46.00	46.75	0.75	37.50	30.90	27.50	4.10	1,927	1.84	1.49		
225.70		226.00	0.30	21.32	43.06	31.96	3.66	1,734	7.39	1.611	47.00	47.52	0.52	43.60	20.50	25.00	10.90	2,313	1.86	1.35		
236.76		237.30	0.54	20.70	41.34	29.84	8.12	1,815	4.09	1.565	47.67	48.00	0.33	44.60	18.20	23.60	13.90	2,319	1.77	1.32		
NG 4/40	239.17	240.17	1.00	20.81	33.38	31.98	13.83	2,212	4.34	1.511	48.00	48.50	0.50	44.70	17.10	25.50	12.70	2,346	2.57	1.31		
	240.17	241.05	0.88	32.10	17.14	31.00	19.76	3,207	2.97	1.336	48.50	49.15	0.65	43.90	24.00	24.70	11.00	2,348	2.43	1.40		
	242.60	243.60	1.00	28.60	27.96	28.66	14.78	2,485	2.94	1.447	49.55	50.15	0.60	44.20	19.60	25.30	10.90	2,267	2.00	1.34		
	243.60	243.97	0.37	24.00	36.96	28.24	10.80	2,057	6.18	1.571	50.80	51.18	0.38	43.60	18.70	25.10	12.60	2,221	1.86	1.33		
	244.00	245.00	1.00	22.23	42.88	27.52	7.37	1,763	4.08	1.620	51.56	52.00	0.44	34.40	35.90	22.20	7.50	1,425	2.48	1.56		
	245.00	246.00	1.00	22.85	34.75	29.99	12.41	2,155	5.53	1.551	56.06	57.00	0.94	37.60	27.20	25.20	10.00	2,064	1.16	1.44		
	246.00	247.00	1.00	28.86	26.99	29.04	15.11	2,784	2.60	1.437	57.00	57.29	0.29	34.00	33.40	23.30	9.30	1,683	1.59	1.52		
	247.00	248.00	1.00	31.48	19.25	29.67	19.60	3,118	2.41	1.363	57.60	58.02	0.42	32.80	35.00	23.90	8.30	1,611	2.40	1.54		
	248.00	248.30	0.30	22.59	52.87	18.96	5.58	1,180	1.36	1.723	58.39	58.93	0.54	34.80	35.60	23.30	6.30	1,568	1.66	1.55		
	248.58	249.58	1.00	23.97	37.59	28.27	10.17	1,886	5.21	1.565	60.03	60.40	0.37	35.60	25.40	26.50	12.50	2,084	1.94	1.42		
	249.58	249.95	0.37	26.04	27.93	31.66	14.37	2,632	4.46	1.419	62.20	62.75	0.55	43.60	19.30	24.60	12.50	2,185	2.43	1.34		
	251.00	252.00	1.00	22.05	42.25	26.48	9.22	1,878	2.97	1.630	63.83	64.01	0.18	39.60	25.60	28.00	6.80	2,148	2.29	1.42		
	253.86	254.26	0.40	21.19	48.19	23.29	7.33	1,606	2.29	1.719	66.42	67.27	0.85	36.40	30.20	26.00	7.40	1,973	1.35	1.48		
	254.47	255.50	1.03	24.74	29.78	31.62	13.86	2,494	3.93	1.492	68.18	68.59	0.41	40.00	23.80	23.50	12.70	2,158	1.09	1.40		
	256.19	257.19	1.00	21.44	38.19	30.42	9.95	1,967	5.24	1.561	68.50	70.03	1.53	38.30	25.10	26.30	10.30	1,977	1.48	1.41		
	258.95	259.76	0.81	26.18	28.92	31.11	13.79	2,390	5.11	1.471	70.03	70.26	0.23	36.20	25.00	24.90	13.90	2,278	1.78	1.41		
	260.00	260.75	0.75	22.37	43.09	26.92	7.62	1,846	3.86	1.682	75.00	76.68	1.68	32.50	31.60	23.30	12.60	2,106	2.00	1.50		
	261.07	262.58	1.51	24.83	32.92	29.27	12.98	1,330	5.01	1.614	52.78	53.26	0.48	32.80	27.40	27.60	12.20	2,080	1.82	1.44		
	327.08	328.08	1.00	22.32	37.27	30.25	10.16	2,303	4.01	1.567	56.53	56.98	0.45	27.60	27.50	28.60	16.30	2,310	6.14	1.44		
	328.08	329.08	1.00	21.22	36.29	31.07	11.42	2,393	4.71	1.531	68.76	69.20	0.44	30.00	35.60	24.01	10.30	1,945	1.70	1.55		
329.08	329.73	0.65	20.04	50.14	22.74	7.08	1,464	3.11	1.710	LN 11/21	3.71	4.66	0.95	30.80	28.60	28.00	12.60	2,316	1.62	1.46		
NG 10/40	179.75	180.15	0.40	9.62	41.29	34.33	14.76	2,502	11.45	1.921	LN 26/21	4.76	5.06	0.30	30.30	23.40	31.90	14.40	2,580	4.08	1.39	
	180.15	181.15	1.00	12.98	50.98	35.51	0.53	2,105	8.11	1.740	5.63	6.29	0.66	31.70	26.80	30.50	11.00	2,497	2.20	1.44		
	181.15	181.55	0.40	14.47	26.60	35.97	22.96	3,358	4.84	1.516	6.93	7.99	1.06	40.20	30.90	23.30	5.60	1,548	2.37	1.49		
	182.85	183.15	0.30	10.48	49.71	31.89	7.92	2,294	5.02	1.752	8.14	8.51	0.37	30.30	28.30	28.20	13.20	2,301	2.65	1.46		
	184.50	185.00	0.50	16.71	40.88	32.64	9.77	2,384	6.60	1.558	10.75	11.05	0.30	31.50	30.00	27.70	10.80	2,039	1.58	1.48		
	185.90	186.35	0.45	16.70	36.59	33.93	12.78	2,296	8.76	1.539	12.41	12.71	0.30	28.20	36.80	27.80	7.20	1,826	1.79	1.57		
	186.60	187.15	0.55	27.98	22.39	32.27	17.36	2,887	6.56	1.382	24.02	24.62	0.60	30.00	28.00	30.10	11.90	2,410	1.86	1.45		
	187.40	188.00	0.60	26.18	26.98	32.02	14.82	2,621	6.23	1.415	46.11	48.23	2.12	32								

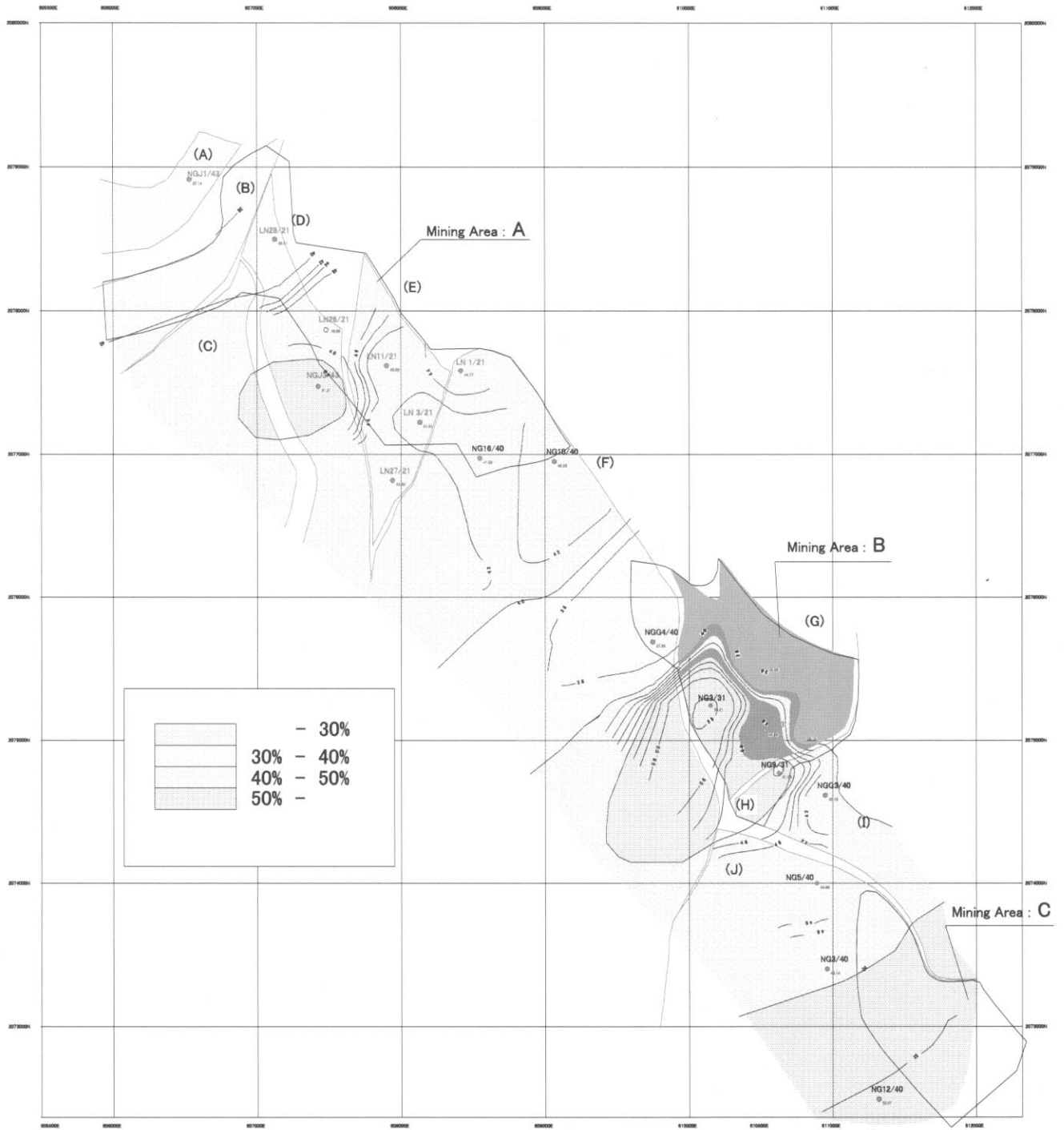


図3-3 灰分等値線図(dry base)

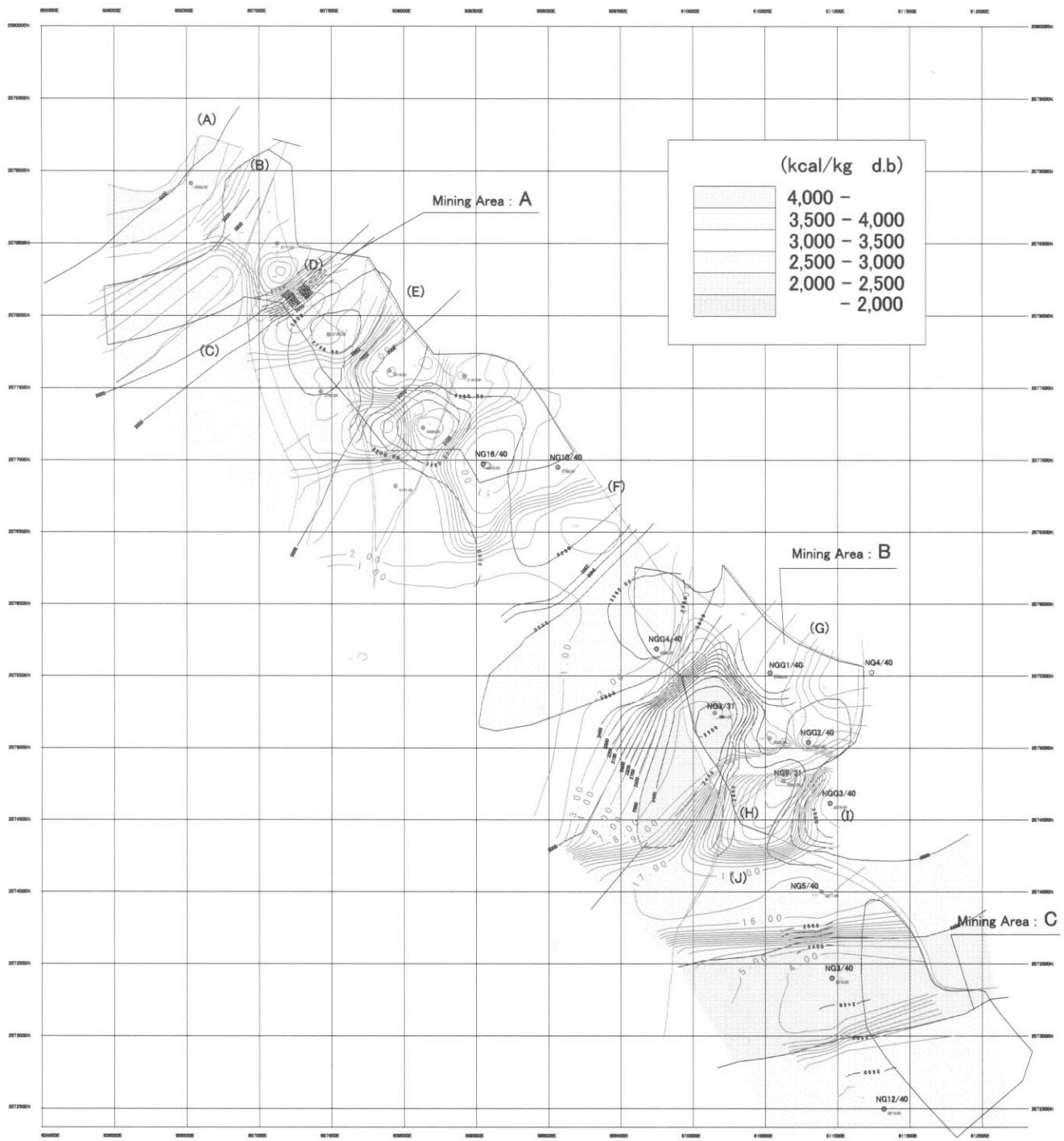


図3-4 発熱量等値線図(dry base)

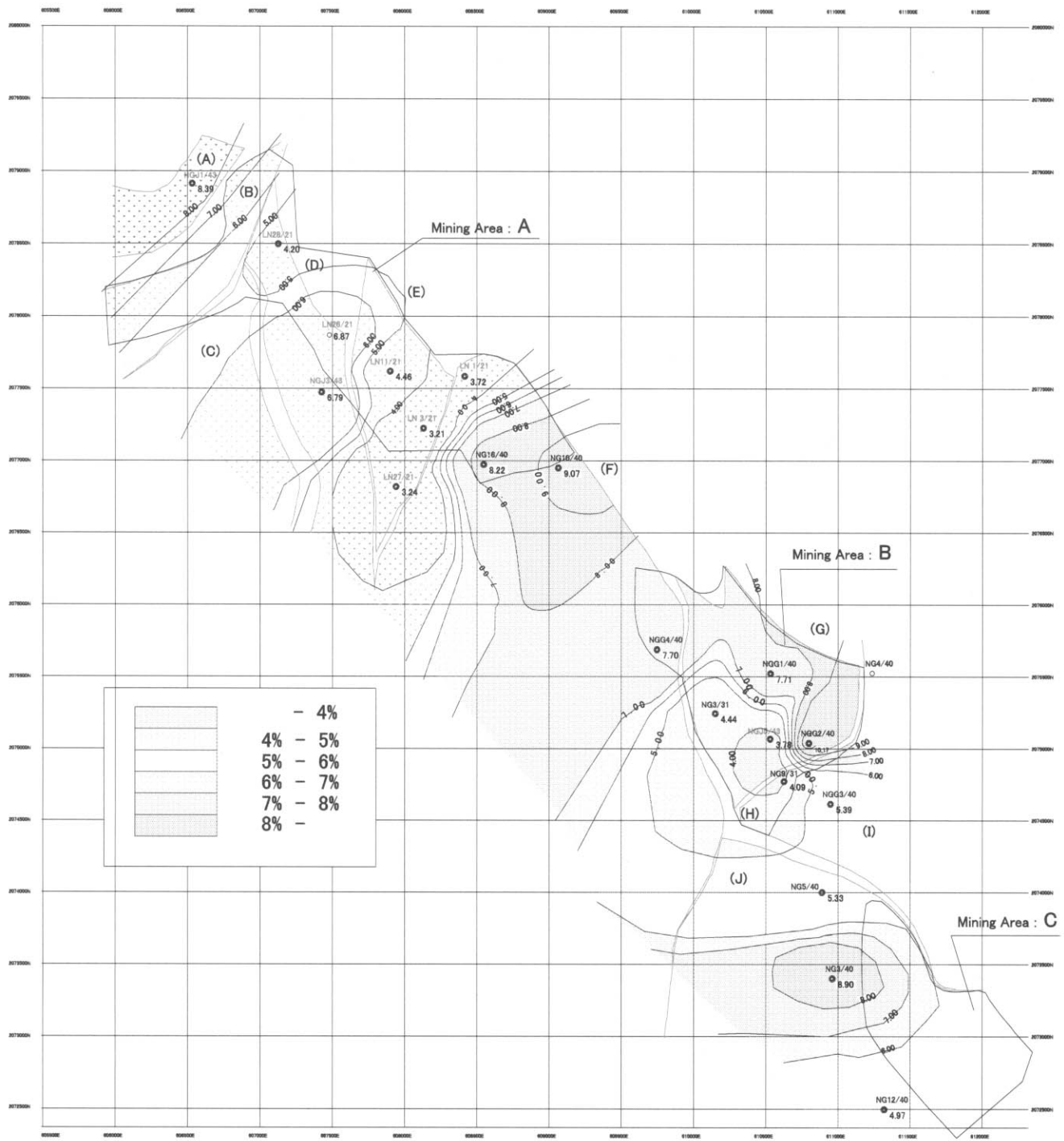


图3-5 硫黄分等值线图(dry base)

表3-5 Zone I とZone II の炭質

Proximate Analysis (as received)						
Zone I	Moisture	Ash	V.M.	F.C.	H.V.	S
	(%)	(%)	(%)	(%)	(kcal/kg)	(%)
NG 3/40	22.90	38.05	32.17	6.88	1,814	6.90
NG 5/40	24.65	34.08	29.02	12.25	2,140	4.03
NG 10/40	20.49	34.03	32.95	12.53	2,506	7.23
NG 12/40	18.10	42.93	27.21	11.76	2,175	4.00
NG 16/40	27.80	30.10	29.96	12.14	2,300	5.96
NGG 1/40	26.83	26.12	31.86	15.19	2,467	5.67
NGG 2/40	26.17	28.64	32.99	12.20	2,158	7.48
NGG 3/40	27.20	29.41	29.95	13.44	2,435	3.99
NGG 4/40	24.91	28.19	32.63	14.27	2,656	5.81
LN1/21	33.75	11.36	25.16	11.36	2,090	2.46
LN3/21	39.44	25.32	25.33	10.06	2,088	1.92
LN11/21	30.19	30.20	26.71	12.87	2,108	3.16
LN26/21	32.84	29.13	27.74	10.28	2,134	2.16
LN27/21	19.92	52.64	20.57	6.87	1,243	3.46
LN28/21	33.69	25.52	27.88	12.92	2,495	2.77
NG3/31	12.45	51.35	26.51	9.69	1,968	3.86
NG7/31	17.52	38.64	30.79	13.06	2,225	5.63
NG9/31	22.89	39.78	27.46	9.88	2,157	3.12
NGJ1/43	31.82	25.32	27.31	15.54	2,705	5.72
NGJ3/43	26.21	37.89	24.54	11.37	2,058	5.02
NGJ5/43	31.04	33.41	22.79	12.77	2,085	2.60
Average	26.23	32.96	28.17	11.78	2,191	4.43

Zone II	Moisture	Ash	V.M.	F.C.	H.V.	S
	(%)	(%)	(%)	(%)	(kcal/kg)	(%)
NG 5/40	21.32	40.31	28.57	9.80	2,114	4.03
NGG 1/40	24.30	29.92	31.69	14.09	2,505	4.36
NGG 2/40	25.42	30.37	33.39	10.82	2,549	6.19
NGG 3/40	22.99	31.25	32.45	13.31	2,659	4.90
NGG 4/40	19.50	36.92	31.90	11.68	2,214	6.18
LN26/21	31.72	25.30	30.46	12.52	2,470	3.51
NG 3/31	14.54	42.09	29.16	14.21	2,585	4.13
NG 7/31	15.16	49.36	26.46	9.02	1,848	4.34
NG 9/31	17.75	42.91	26.30	13.04	2,101	3.76
NGJ3/43	24.37	39.07	33.90	2.66	2,207	4.37
NGJ5/43	31.44	31.71	23.90	12.95	2,256	4.29
Average	22.59	36.29	29.83	11.28	2,319	4.55

3.3.4 発熱量

図3-4から無水ベース(db)の荷重平均を求めると平均 3,039 kcal/kgとなり、到着ベースに換算すると、2,127 kcal/kgとなる。発熱量が低いのは灰分含有率が高いためと考えられる。発熱量は灰分と直接比例する。図3-6は、今回の分析値から灰分と発熱量の関係をとったものであるが、非常に良い相関を示している。

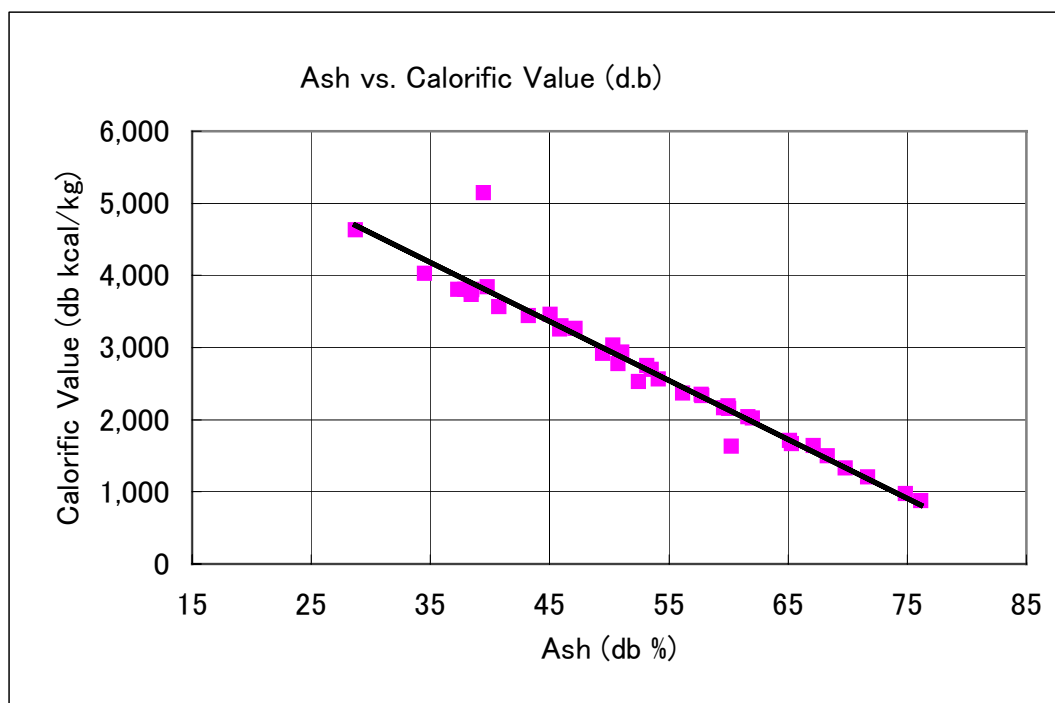


図3-6 発熱量 - 灰分 相関図

3.3.5 全硫黄

ガオ石炭盆の硫黄分の分布を図3-5に示す。この図から面積で加重平均を求めると 6.2 4となる。しかし、採掘対象地区A付近の値は比較的低い傾向を示している。また、南部でも今回の試錐 (NGJ5/43) で硫黄含有率が2%(ad)台の分析結果が得られており、将来試錐を実施し、品位のデータ密度を上げる必要がある。その結果、硫黄含有率の低い地区から開

発を行うことが望ましい。

今回、硫黄の形態別分析を実施した結果から推定するとガオ全体の硫黄は次のような構成になる。硫黄の半分が、石炭組織のなかで炭化水素と結合している有機硫黄の形態で存在していることを示している。

硫化物（黄鉄鉱）	2.37%	(38%)
硫酸塩	0.31%	(5%)
有機硫黄	<u>3.56%</u>	<u>(57%)</u>
計	6.24%	(100%)

なお、黄鉄鉱は径0.01～0.02mmの極めて微細な形態をなして石炭中に均質に分布しており、他の国々の高硫黄炭において一般的に見られる、海進に伴って形成された大きな結晶粒は全く認められない。これは前回のJICA調査団によるフラエ炭田の高硫黄炭についても指摘されたとおりであり、タイの湖沼成炭田において特徴的な現象であると思われる。

3.3.6 元素分析

一般的に、石炭化度の程度が進むにつれて炭素の含有率は増加し、酸素は減少する。この観点からすると、南部より北部のほうが石炭化度は進んでいるといえる。Mae Moh炭鉱と同程度と考えられる。

3.3.7 粉砕性 (HGI)

HGIは、46～100以上の結果を得ており、一般的に電力用炭として求められる40～45の値より十分大きい。

3.3.8 灰の組成

この分析は主にセメント用を想定して、セメント原料全体の配合計算の参考とするために実施された。CaO、アルカリ及びSO₃がやや高いが、特に問題はない。

また、この分析結果から電力用としての適性（ファウリング、スラッキング等）を予測すると、日本の基準からは良い値とは言えない。

3.3.9 石炭のランク

本調査地の石炭は、ASTM 基準の亜瀝青炭Bあるいは亜瀝青炭Cに該当する分析値もあるが、大半は褐炭A(Lig.A)～褐炭B(Lig.B)にランクされる。

4. 選炭・改質試験及び評価

4.1 選炭試験結果の検討

4.1.1 篩い分け試験・浮沈試験

前項に述べたとおり、従来技術による選炭法の評価のため、バルクサンプル及びコアサンプルを試料として、現地で篩い分け試験及び浮沈試験を実施した。

バルクサンプルの試験結果を整理して、クリストファーダイヤグラム図として図4-1に示す。また、参考としてコアサンプルのクリストファーダイヤグラム図をAppendix-7に示す。

図4-1 クリストファーダイヤグラム

