

本邦における石炭中の微量成分に関する研究

竹田 栄 蔵*

TAKEDA, Eizō (1981) Minor elements in Japanese coal. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 32 (11), p. 583-682.

Abstract: Chemical analyses of 969 samples of coal (669) and associated rock (300) from 12 Japanese coal bed in which 22 coal mine are included, have been made by emission spectrometry for 20 elements (only for uranium fluometric method is applied).

Elements determined are silver, arsenic, barium, boron, cobalt, chromium, copper, garium, germanium, lithium, manganese, molybdenum, nickel, lead, tin, strontium, uranium, vanadium, tungsten, and zinc. Ashing temperature is about 500°C.

All samples are collected from 83 bench set (vertical segments of the seam, every 5-10 cm).

Statistical analysis of data on coal and rock, general conclusions to be drawn as follows. Contribution of minor elements of "1. original botanical materials" is very small. Most minor elements are derived from "2. solutes of under ground water which are accumulated into the coal by adsorption and alternation" and "3. mineral materials which are mechanical incorporated into the coal at the early stage of sedimentation". Among them "3" is predominant.

付 記

地質調査所においては、昭和29年よりゲルマニウム資源の調査が開始され、竹田栄蔵技官は石炭中のゲルマニウムの研究を担当された。この研究は単なる炭層中のゲルマニウムの分布を調べる研究から、その後の炭層中のウランの分布を調べる研究をへて、次第に総合的に微量元素の含量とその分布を調べる研究に進展した。

本論文は同氏が多年にわたる研究成果をまとめ、東北大学理学部に学位論文として提出したものである(昭和43年12月)。本邦の主要炭層の石炭について、微量無機元素を総合的に研究した例としては、おそらく唯一のものであろう。またわが国の急速な石油エネルギーへの転換により、本邦の炭鉱事業所の大部分が開鎖された現在、この研究はわが国の石炭中の微量無機元素を考察する上の残された唯一の足がかりといえる。

石炭エネルギーの再利用が注目されている現今、石炭利用新諸技術の研究開発ならびにそれらの諸技術に関連のある公害安全対策において、原素材の石炭中に含まれる無機元素の実態を知ることは重要である。これらの諸研究に役立てるため、本論文を基礎資料として急遽上梓することとした。

本稿をまとめるに先立ち、数々の御助言をいただいた東北大学名誉教授岡好良氏、竹内常彦氏及び東北大学教授斎藤一夫氏、ならびに石炭試料の採取・収集に御協力いただいた元資料室青柳信義氏、燃料部佐々木実氏、石炭地質について数々の御教示をいただいた元海外地質調査協力室河野迪也氏、化学分析について多大の御協力をいただいた環境地質部池田喜代治氏、本稿の出版にあたり、内容の御検討をいただいた元燃料部曾我部正敏氏、技術部安藤厚氏に厚く感謝の意を表する。

要 旨

本邦の主要炭田(含炭地を含む)12地区の、22炭鉱について、炭層中における微量元素の含量を分析し、それらの分布の実態を明らかにすると共に、各元素ごとの分布の地球化学的特徴を検討し、炭田周辺の地質学的及び

地球化学的環境等の諸条件を考慮して、微量元素の濃縮機構並びに濃縮源についての考察を行った。

研究対象とした炭田(含炭地)は次の通りである。

最上炭田	尾張炭田	知多地区	伊具含炭地
平鹿含炭地	美濃炭田	御嵩地区	三川赤谷産炭地
佐世保炭田	釧路炭田		崎戸・松島炭田
三池炭田	宇部炭田		福岡炭田

* 元技術部

試料は総て上・下盤、挟みを含めて炭層の上部から下部まで5-10 cm ごとに採取した(柱状試料)。分析試料総数は969(柱状数83について、炭質物669, 上・下盤及び挟み300)。

炭質物は約500°Cで灰化し、灰分含量を測定後、灰化試料をもとにして微量元素の分析を行った。分析元素は銀、ヒ素、バリウム、ホウ素、コバルト、クロム、銅、ガリウム、ゲルマニウム、リチウム、マンガン、モリブデン、ニッケル、鉛、スズ、ストロンチウム、ウラン、バナジウム、タングステン、及び亜鉛の20元素である。ウランの分析は固体蛍光分析法、その他の元素の分析は発光分光分析法による。

従来、炭層中の微量元素の起源として次の3つの原因が提案されている。

1. 生化学的な濃縮作用により、原植物体中に濃縮したもの。
2. 堆積後に堆積層中の循環水を媒体として吸着または交代作用によって濃縮したもの。
3. 炭層の初期の生成過程において、炭質物中に機械的に混入された土砂等の風化物に含有されている微量元素。

本研究の分析データを検討した結果、炭層中の微量元素の含量は、同一炭層中でも垂直的な位置の差異により、かなりの変化を示し、微量元素の供給源がかなり複雑に錯綜していることを暗示している。しかし一部にはゲルマニウムのごとく、炭層の上・下盤にのみ特長的に濃縮し、炭層周辺の風化帯より循環水を媒体として供給されたと考えられる元素もある。上記の3つの濃縮源のうち、1の植物体起源と考えられる微量元素は量的にみて非常に少なく、石炭中の微量元素の大部分は2及び3の起源によるものと考えられる。特に3の起源によるものが、少なくとも本邦炭の場合には極めて大きな位置を占めていることを結論づけることができる。

1. 緒 論

1.1 過去の研究

石炭中に含まれる無機成分、特に微量元素については、ある特殊な成分、例えばゲルマニウム、ウランなどについての研究は多いが、微量元素全般について研究された文献は比較的少ない。

GIBSON *et al.* (1944) は石炭中には既知元素の半数以上が含まれており、それらの元素の大部分は石炭を作った原植物に由来するものであるが、一部は外部から二次的に付加されたものもあると述べ、バリウム、ホウ素、ベリリウム、塩素、クロム、銅、フッ素、ガリウム、ゲ

ルマニウム、金、ヨウ素、鉛、亜鉛、マンガン、水銀、モリブデン、ニッケル、リン、ラジウム、セレン、銀、リチウム、チタン、ウラン、バナジウムなどについてこれらの関係を論じている。

JUAN *et al.* (1947) はオーストラリアの石炭灰50試料について12の微量成分の分光分析を行い、その平均値を 10^{-x} で表すとxはベリリウム7, コバルト3.5, 銅3, クロム3, ランタン2以下, マンガン4, ガリウム4, ゲルマニウム6, ストロンチウム3, リチウム4, バナジウム5, ジルコン5などの値が得られたと報告している。

このほか、石油鉱床の成因論的な立場から石油鉱床を胚胎する堆積岩やその中に含まれる有機物中の微量成分について研究されたものもあるが(KATCHENKOV, 1951, 1952), 石炭中の微量成分について、地球化学的な見地からこれを詳細に研究したのはGOLDSCHMIDT(1933, 1935, 1937)をもって嚆矢とする。同氏は多くの分析データから石炭中に含まれる微量成分の含有量と地殻の表層部中の含有量との比を濃縮係数として第1表のように示した。

更にまた、これらの元素がどのようにして石炭に濃縮されたかについては次の三つの原因をあげて説明している。

- 1) 植物の生育期間における濃縮
- 2) 植物の腐敗分解過程における濃縮
- 3) 微量元素を含む循環水からの濃縮

第1表 石炭中の微量元素の濃縮係数

元 素 名	石炭灰中の最高含有量 (ppm)	濃 縮 係 数
Ag	10	1,000
As	8,000	1,600
Au	1	1,000
B	3,000	1,000
Be	1,000	200
Bi	200	1,000
Cd	50	300
Cu	500	5
Ga	400	30
Ge	11,000	1,600
Ni	8,000	100
Pb	1,000	100
Pd	0.5	1,000
Pt	0.7	1,000
Rh	0.02	1,000
Sc	400	100
V	1,200	10
Y	800	50
Zn	20,000	300
Zr	5,000	30

OTTE (1953) はドイツの石炭を組織成分に分けて微量元素成分の分布を論じ、また HEADLEE *et al.* (1953) は資源としての立場から石炭中の微量元素を論じヒ素、銀、ホウ素、ビスマス、リチウム、ストロンチウム、アンチモン、スズ、銅、ガリウム、ゲルマニウム、モリブデンなどの諸元素の抽出利用の可能性を述べている。また最近では ZUBORVIC *et al.* (1961) がアメリカ北部平原の石炭中の15の微量元素についてかなり詳細な研究を行い、炭層中の微量元素の分布に規則的なものは認められなかったが15成分の中のあるものは湿地生成の時代に濃縮したものと考えられること、15の微量元素を地域的に比較すると、いずれの地域でも盆地の底に向かってベリリウム、チタン、バナジウム、コバルト、ガリウム、イットリウム、ランタンなどの諸成分が増加する傾向が認められること、またホートユニオン地域の石炭ではその微量元素構成がその地域の酸性岩又は中性岩の微量元素構成と類似している点からこの地域の石炭中の微量元素の供給源は周囲の岩石の風化帯であり、しかも炭層の生成時に同時に濃縮したものであろうと述べている。

本邦においては香山 (1950a, 1950b, 1950c, 1950d, 1951a, 1951b, 1956) が主として北海道の石炭について炭層中の無機成分についての研究がある。

1.2 本研究の概要

1950年頃から半導体材料としてのゲルマニウムが注目されるようになり、石炭中のゲルマニウムに関する調査研究が諸外国でもまた本邦でも競って行われた (ALIMANLIN *et al.*, 1940; 青柳, 1956; AUBREY, 1952; BIBHUTI *et al.*, 1949; GOLDSCHMIDT, 1930; 後藤, 1956; HEADLEE *et al.*, 1951; 稲垣, 1952, 1956; KATCHENKOV, 1948; LEXOW *et al.*, 1950; 岡ほか, 1956; 佐々木, 1965; 佐々木ほか, 1965; SIMEK *et al.*, 1948; STADNICHENKO *et al.*, 1950; 竹田ほか, 1956; 竹田ほか, 1965; VISTELIUS, 1943)。筆者も最上 (山形)、平鹿 (秋田、岩手)、美濃 (岐阜)、尾張 (愛知) などの各炭田や、岡山、広島 の両県下に点在する小炭鉱などから試料を採取し、炭層中のゲルマニウムについてその含有量や分布を多くの分析データから検討した。そしてこの元素が炭層の上盤ぎわや下盤ぎわに濃集している例がきわめて多く、炭層の中間部分にはきわめて微量しか検出されないという非常に特異な分布を示すことを認めた。このような多くの実例の確認と、更に炭質物によるゲルマニウムの吸着に関する室内実験を行った結果などを総合して、ゲルマニウムはおそらく炭層が生成した後に循環水と最も接触の機会が多かったと考えられる上・下盤ぎわにおいて炭質物への吸着によって濃縮されたものであり、その供給源は炭層と

りまく周辺の岩石の風化帯、温泉、鉱泉などであろうと結論した。

またゲルマニウムとほぼ時を同じくして堆積岩に伴うウラン鉱床の調査研究が諸外国でもまた本邦でも盛んに行われるようになりきわめて多くの研究成果が発表された (BREGER *et al.*, 1955; DAVIDSON *et al.*, 1954; 河野ほか, 1961; MOORE, 1954; SCHOPZ *et al.*, 1954; 竹田ほか, 1963; TAKEDA *et al.*, 1965; TOWSE, 1957; VINE *et al.*, 1958)。本邦における堆積岩、特に石炭中のウランについては、岡ほか (1957) が宮城県伊具郡丸森町の大内炭鉱の稼行炭層にきわめてウラン含量の高いものがあることを発表した。これを契機として地質調査所でも数次にわたって試錐を伴う精査を実施したが、筆者も石炭中の微量元素に関する研究の一環としてこれに参加し、10本の完全柱状試料 (個数約270) と炭鉱周辺の沢水、井戸水、湧水などを採取し、これらの分析結果に基づいて、炭層中におけるウランの分布の実態、ウランと他の微量元素との関係などについて検討した (竹田ほか, 1963)。その後新潟県新発田市三川赤谷地区においてもこれとほぼ同じ研究を実施した (TAKEDA *et al.*, 1965)。これらの結果の一部については本稿の第6章に述べる。

この研究はその対象をゲルマニウムやウラン以外の微量元素にまでひろげたものであって、すなわち、銀、ヒ素、バリウム、ホウ素、コバルト、クロム、銅、ガリウム、ゲルマニウム、リチウム、マンガン、モリブデン、ニッケル、鉛、スズ、ストロンチウム、ウラン、バナジウム、タングステン及び亜鉛の20元素を対象とした。

本邦における主要炭田の炭層中における上記20成分の含有量、分布の実態などを明らかにすると共に、微量元素の分布の特徴を元素の化学的性質、炭田周辺の地質的及び地球化学的環境や条件などとの関連において検討を行い、石炭中の微量元素の濃縮機構や成因について考察を行った。

なお地質的条件としては、地質時代によって石炭を鮮新世、中新世、漸新世及び始新世の四つに分類し、これに基盤をなす岩石の種類、地質構造、火成岩の影響なども考慮に入れて検討した。

2. 研究の方法

本邦における石炭の大部分は新生代 (すなわち第三紀) のものであって、本研究で対象とした試料もすべて第三紀の石炭である。

第三紀の石炭を更に細分すると新第三紀 (鮮新世、中新世) の亜炭、褐炭と古第三紀 (始新世、漸新世) の瀝青炭とに大きく分けられるが、これらは炭質の上からは

もちろん化学組成の上からもはっきり区別できるし、またある種の微量成分例えばゲルマニウムなどは新第三紀の亜炭褐炭に多く、古第三紀の瀝青炭に少ない事実も認められている。

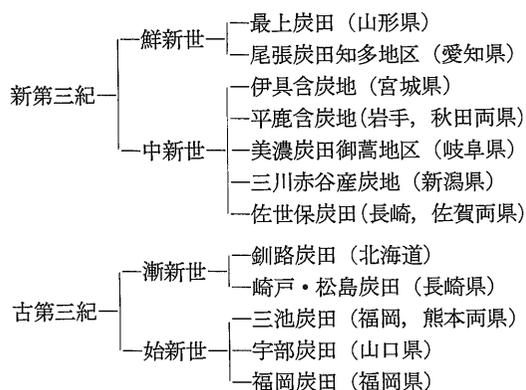
一方また炭化の過程で生成するガス、すなわち一般に炭田ガスと呼ばれているものも亜炭褐炭地域のものはガス量が少なく、ガスの中に占める二酸化炭素の割合が大きく、付随水の還元性が弱いものに対して、瀝青炭地域のものはガス量が多く、ガスの中に占める炭化水素の割合が大きく、付随水は強い還元性を示すというはっきりした対照的な関係が認められている。

本研究において石炭を地質時代別に分けて検討を行ったのは以上の理由によるものである。

2.1 試料

2.1.1 試料採取を行った炭田

試料採取を行った炭田を地質時代別に列記すれば次の通りである。



以上のうち新第三紀の試料は筆者が現地へ赴いて採取したものであり古第三紀の試料は採取法を明示してそれ

ぞれの炭鉱に依頼して採取したものである。

2.1.2 試料の採取法

試料はすべて上盤下盤を含めて炭層の上部から下部まで厚さ約5-10cmごとに柱状に採取した。なお炭層の表面の汚染された部分を削りとり、できるだけ新鮮な面から採取することに留意した。また厚さは必ずしも5-10cmにとらわれず、肉眼的に炭質がちがうと認められる部分及び上盤、下盤、挟みなどに接する部分ではできるだけ細かく採取した。

2.1.3 試料の粉砕

試料は風乾したのち、全量を径5mm程度に粗砕しこれを縮分法によって縮分してその50gをメノー乳鉢で粉砕、80メッシュの篩を通した。これを105℃に2時間乾燥し分析試料とした。

第2表-1に試料採取地と試料数を、第2表-2~第2表-13に各炭田別の試料に関する詳細な記述を行った。

2.2 微量成分の分析法

2.2.1 分光分析法

ウランを除く各微量成分は発光分光分析法(AHRENS *et al.*, 1961; BASTRON *et al.*, 1960; MYERS *et al.*, 1961)によって定量した。

あらかじめ灰化した石炭灰を分析試料としたが、灰化にあたっては、微量成分の逸散を防ぐため、高温と温度の急激な上昇をさけ、500℃以下の温度できわめて徐々に加熱焼成を行った。灰化試料はメノーの乳鉢の中で粉砕したのち、塩化ナトリウム(メルク特級)と1:1の重量比で充分混和し、これを分光分析用試料とした。

分光分析の定量条件と使用装置を第2表-14に示すが、発光条件はマトリックス効果を抑制し、再現性をよくするため、全エネルギー法に近い長時間露出(120秒)と電流(10アンペア)条件を選んだ。

第2表-1 試料採取地及び試料数

炭田名又は地区名	炭鉱名又は鉱業所	試料数			
		柱状数	炭質物(a)	上・下盤挟み(b)	a+b
最上炭田	天狗, 中山	16	46	39	85
尾張炭田知多地区	大谷, 細谷	5	17	19	36
伊具含炭地	大内	10	177	85	262
平鹿含炭地	西和賀, 湯田, 永盛, 平和, 田代沢	13	133	8	141
美濃炭田御嵩地区	大和, みどり, 片野, 椿山	12	66	38	104
三川赤谷産炭地	赤谷	17	39	91	130
佐世保炭田	神田, 鹿町	2	25	4	29
釧路炭田	太平洋	3	57	10	67
崎戸・松島炭田	崎戸	2	47	3	50
三池炭田	三井	1	16	1	17
宇部炭田	沖の山	1	18	1	19
福岡炭田	志免	1	28	1	29

本邦における石炭中の微量成分に関する研究（竹田栄蔵）

第2表-2 最上炭田の試料

試料番号	厚さ (cm)	摘 要	試料番号	厚さ (cm)	摘 要
III- 1	10+	天狗炭鉱 1 坑左零片上盤砂岩	X- 5	10	炭
2	5	炭質頁岩	6	10	炭
3	5	炭	7	10	炭
4	5	炭	8	10	炭
5	5	炭	9	5	炭
6	5	炭	10	5	炭
7	5	炭	11	10	炭質頁岩
8	5	炭	12	10	下盤砂岩
9	5	炭	XI- 1		上盤砂岩, 天狗炭鉱
10	10	砂岩 (挟み)	2		砂岩 (挟み) "
11	5	炭	3		下盤頁岩 "
12	5	炭	XII- 1		上盤砂岩, 天狗炭鉱 1 坑左零片
13	5	炭	2		砂岩 (挟み) "
14	5	炭	3		下盤頁岩 "
15	5	炭	XIII- 1		上盤頁岩 "
16	5	炭	2		砂岩 (挟み) "
17	5	炭	3		下盤頁岩 "
18	5	炭	XIV- 1		上盤砂岩 "
19	5	炭	2		砂岩 (挟み) "
20	5	炭質砂岩	3		下盤砂岩 "
21	8	炭	XV- 1		上盤砂岩 "
22	10	砂岩, 下盤	2		砂岩 (挟み) "
23	15+	細粒砂岩	3		下盤砂岩 "
IX- 1	10+	天狗炭鉱 1 坑左 2 片上盤砂岩	XVI- 1		上盤砂岩, 天狗炭鉱 1 坑左 1 片
2	5	炭	2		砂岩 (挟み) "
3	5	炭	3		下盤砂岩 "
4	10	炭	XVII- 1		上盤砂岩, 天狗炭鉱 2 坑左 1 片
5	10	炭	2		砂岩 (挟み) "
6	5	炭	3		下盤頁岩 "
7	5	炭	XVIII- 1		上盤砂岩, 中山炭鉱第 7 斜坑左零片
8	10	砂岩 (挟み)	2		下盤泥岩 "
9	5	炭	XIX- 1		上盤砂岩 "
10	5	炭	2		下盤泥岩 "
11	10	炭	XX- 1		上盤砂岩, 中山炭鉱第 7 斜坑左 2 片
12	10	炭	2		下盤泥岩 "
13	10	炭	XXI- 1		上盤砂岩 "
14	5	炭	2		下盤頁岩 "
15	5	炭	XXII- 1		上盤泥岩, 中山炭鉱第 6 斜坑右 4 片
16	5	炭質頁岩	2		下盤砂岩 "
17	10+	細粒砂岩, 下盤	飛炭- 1	3	天狗炭鉱 2 坑立入, 炭
X- 1	10+	中山炭鉱第 7 斜坑上盤頁岩	2	2	" 炭
2	5	炭	3	5	" 炭
3	5	炭	4	1	" 炭
4	5	炭			

第2表-3 尾張炭田知多地区の試料

試料番号	厚さ (cm)	摘 要	試料番号	厚さ (cm)	摘 要
1- 1	3	常滑陶磁器会社の掘あとから 2 の砂岩 の中に介在するレンズ状炭質物	1- 4	10	3 の下部砂岩, 鉄に富む
2	35	灰青色砂岩, 炭質物を縞状に挟む	5	100+	砂岩
3	60	2 の下部シルト岩	6	10	1 の 6 m 上部レンズ状炭質物
			2- 1	100+	常滑陶磁器会社の掘あとから泥岩

地質調査所月報(第32巻 第11号)

第2表-3 (つづき)

試料番号	厚さ (cm)	摘 要	試料番号	厚さ (cm)	摘 要
2- 2	15	1 の上部炭質物	4-10	50	灰色泥岩
3	80	2 の上部泥岩	5- 1	10+	砂岩
4	15	3 の上部炭質物	2	7	炭
5	60	縞状に砂岩を挟む泥岩	3	8	炭
6	25	5 の上部炭質物	4	10	粗悪炭
7	100	6 の上部泥岩	5	5	泥岩
8	130+	砂質泥岩	6	10	炭
4- 1	100	灰色泥岩	7	5	灰色泥岩
2	10	黒色泥岩	6- 1	10	灰色泥岩
3	4	炭質物	2	5	炭
4	2	炭質頁岩	3	10	炭
5	3	炭質物	4	4	欠
6	4.5	炭質物	5	15	炭
7	7.5	炭質物	6	8	泥岩
8	10	黒色泥岩	7	10+	砂岩
9	30	砂岩			

第2表-4 伊具含炭地の試料

試料番号	厚さ (cm)	摘 要	試料番号	厚さ (cm)	摘 要
1- 1		微細粒砂岩	2-25	11	凝灰岩
2	7	泥岩	26	7	粗悪炭
3	4	凝灰質砂岩	3- 1	6	粗悪炭
4	6	炭質頁岩	2	10	炭質泥岩
5	2	凝灰質砂岩	3	12	砂岩
6	} 11	炭質泥岩	4	8	炭質頁岩
7		炭質泥岩	5	8	炭質頁岩
8		微細粒砂岩	6	2	粗悪炭
2- 1	8	凝灰岩	7	4	凝灰質砂岩
2	2	粗悪炭	8	2	粗悪炭
3	17	粗悪炭	9	10	凝灰質砂岩
4	2	粗悪炭	10	6	粗悪炭
5	4	凝灰岩, 炭質物が黒くしみ込んでいる	11	7	炭質頁岩
6	4	炭質頁岩	12	6	炭
7	8	粗悪炭	13	20	粗悪炭
8	2	砂質凝灰岩	14	10	泥岩
9	15	粗悪炭	15	10	炭質頁岩
10	7	粗悪炭	16	5	粗悪炭
11	2	凝灰質砂岩	17	2	凝灰岩, 部分的に黒色
12	4	粗悪炭	18	3	炭
13	4	粗悪炭	19	2	凝灰岩
14	2	凝灰岩	20	38	粗悪炭
15	4	炭質頁岩	21	3	炭質頁岩
16	5	粗悪炭	22	7	凝灰岩
17	10	炭質泥岩	23	5	粗悪炭
18	10	粗悪炭	24	14	粗悪炭
19	2	粗悪炭	25	36	炭
20	5	炭質泥岩	26	6	炭
21	3	粗悪炭	27	2	凝灰岩
22	10	凝灰岩	28	14	粗悪炭
23	9	粗悪炭	29	13	粗悪炭, 凝灰岩が縞状に入っている部分がある
24	5	炭質頁岩			

本邦における石炭中の微量成分に関する研究（竹田栄蔵）

第2表-4（つづき）

試料番号	厚さ (cm)	摘 要	試料番号	厚さ (cm)	摘 要
3-30	2	凝灰岩	5-33	2	粗悪炭
31	18	粗悪炭	34	10	炭質泥岩
32	3	凝灰岩	35	6	粗悪炭
33	5	炭質泥岩	36	8	炭質砂岩
34	10	炭	37	3	微細粒砂岩
35	2	凝灰岩	38	2	炭質泥岩
36	10	炭質頁岩	39	21	炭質泥岩
37	10	炭質頁岩	40	34	凝灰質微細粒砂岩
38	7	凝灰質砂岩	41	4	炭質泥岩
39	30+	砂岩	42	28	炭質泥岩
4- 1	20	凝灰質砂岩	43	9	粗悪炭
2	2	炭質頁岩	44	5	炭質泥岩
3	5	凝灰質砂岩	45	14	微細粒砂岩
4	30	細粒砂岩	46	1	粗悪炭
5	2	炭質砂岩, 中に良質の炭混入	47	5	炭質泥岩
5'		5の炭の部分	48	9	微細粒砂岩
6	8	砂岩	49	23	凝灰質砂岩
7	5	粗悪炭	50	4	粗悪炭, 砂混入
8	15	炭質頁岩	51	4	粗悪炭
9	5	炭質頁岩	52	17	炭質微細粒砂岩
10	50	砂岩	53	18	凝灰岩
5- 1	25	微細粒砂岩	54	7	炭質泥岩
2	3	凝灰質細粒砂岩	55	2	炭質砂岩
3	23	微細粒砂岩	56	22	炭質泥岩
4	4	微細粒砂岩	57	55	細粒砂岩
5	7	炭質泥岩	58	8	炭質泥岩
6	2	凝灰岩	59	30+	凝灰質微細粒砂岩
7	26	微細粒砂岩と凝灰岩の互層	6- 0	100+	細粒砂岩
8	3	凝灰岩	1	5	凝灰質砂岩
9	6	炭質泥岩	2	19	微細粒砂岩
10	4	凝灰質細粒砂岩	3	7	微細粒砂岩
11	6	炭質泥岩	4	4	凝灰質砂岩, 筋炭入り
12	3	炭質泥岩	5	12	炭質砂岩
13	9	微細粒砂岩	6	30	炭質頁岩
14	3	粗悪炭	7	3	炭質頁岩
15	3	炭質砂岩	8	3	凝灰岩
16	6	粗悪炭	9	9	炭質頁岩
17	6	粗悪炭	10	2	凝灰岩
18	6	粗悪炭	11	5	炭質頁岩
19	6	炭質砂岩	12	10	炭質頁岩
20	5	粗悪炭	13	9	炭質頁岩
21	5	粗悪炭	14	5	炭質頁岩
22	5	粗悪炭	15	1	凝灰岩
23	3	炭質砂岩	16	5	粗悪炭
24	16	炭質泥岩	17	15	炭
25	7	凝灰質砂岩	18	15	粗悪炭
26	4	粗悪炭, 凝灰岩がゴマ状に入る	19	15	炭
27	4	粗悪炭, "	20	10	粗悪炭
28	5	炭質砂岩	21	10	粗悪炭
29	12	粗悪炭	22	10	粗悪炭
30	7	炭質泥岩	23	10	粗悪炭
31	6	微細粒砂岩	24	4	凝灰岩, レンズ状
32	7	炭質砂岩	25	10	粗悪炭

地質調査所月報(第32巻 第11号)

第2表-4(つづき)

試料番号	厚さ (cm)	摘 要	試料番号	厚さ (cm)	摘 要
6-26	10	粗悪炭	8-4	2	微細粒砂岩
27	10	粗悪炭	5	6	炭(間にうすい凝灰岩を挟む)
28	6	粗悪炭	6	5	炭質頁岩
29	4	凝灰質微細粒砂岩	7	3	泥岩
30	10	粗悪炭	8	4	炭質頁岩, うすい炭入る
31	10	粗悪炭	9	10	粗悪炭
32	10	粗悪炭	10	10	炭
33	10	粗悪炭	11	10	炭
34	3	粗悪炭	12	10	炭
35	6	微細粒砂岩	13	6	炭
7-1	6	凝灰岩	14		9-13の間に入っているうすい凝灰岩 (3枚)の部分だけを集めたもの
2	16	粗悪炭	15	6	凝灰質微細粒砂岩
3	3	炭質砂岩	16	6	粗悪炭
4	8	粗悪炭	17	4	凝灰質砂岩, うすい炭入る
5	5	炭質砂岩	18	1	粗悪炭, 凝灰岩が斑点状に入る
6	7	粗悪炭	19	5	凝灰質砂岩
7	8	炭質砂岩(間に筋炭)	20	5	炭
8	8	凝灰岩	21	18	粗悪炭
9	8	炭質砂岩	22	3	凝灰岩(うすく炭質の部分線状に入る)
10	2	粗悪炭	9-1	5	凝灰質砂岩
11	2	炭質砂岩	2	2.5	粗悪炭
12	3	炭	3	2	凝灰質砂岩, 炭質物が相当しみ込んでいる
13	3	炭質砂岩	4	7	炭質砂岩
14	6	粗悪炭	5	2	凝灰岩
15	4	炭質砂岩	6	10	炭質泥岩, 良質炭混入, 水が相当しみ出している
16	3	粗悪炭	10-1	2	微細粒砂岩
17	2.5	炭質微細粒砂岩	2	2	粗悪炭
18	3	粗悪炭	3	1	微細粒砂岩
19	2	炭質砂岩	4	6	炭質泥岩
20	8	粗悪炭	5	1	凝灰質微細粒砂岩
21	3	炭質砂岩	6	9	炭
22	4	炭	7	7	炭質泥岩, 間にうすい砂
23	2	炭質砂岩	8	7	微細粒砂岩
24	7	炭質砂岩	9	9	凝灰質砂岩
25	12	凝灰質微細粒砂岩	9'		9の中に入っている厚さ1cmの石炭
26	9	炭質頁岩	10	2	炭
27	8	凝灰質砂岩	11	12	炭質泥岩
28	4	粗悪炭	12	6	炭
29	5	炭	13	1	細粒砂岩
30	17	炭質砂岩	14	2	粗悪炭
31	3	凝灰質砂岩	15	21	炭質細粒砂岩
32	4	粗悪炭	16	2	粗悪炭(レンズ状)
33	8	炭質砂岩	17	13	炭質細粒砂岩
34	8	炭質砂岩	18	4	凝灰質砂岩
35	5+	砂岩	19	13+	炭質泥岩
8-1	7+	炭			
2	3	細粒砂岩			
3	2.5	炭			

本邦における石炭中の微量成分に関する研究 (竹田栄蔵)

第2表-5 平鹿含炭地の試料

試料番号	厚さ (cm)	摘 要	試料番号	厚さ (cm)	摘 要
1- 1	5	西和賀炭鉱中段坑, 上盤 (炭・頁岩)	4- 8	10	炭
		ぎわの炭	9	10	炭
2	10	炭質頁岩	10	5	下盤ぎわの粗悪炭
3	10	炭	5- 0	20+	永全炭鉱凝灰質砂岩上盤
4	10	炭	1	5	炭
5	10	炭	2		炭
6	10	炭	3	10	炭
7	10	炭	4	10	炭
8	10	炭	5	10	粗悪炭
9	10	炭	6	10	粗悪炭
10	10	炭	7	10	炭
11	10	炭	8	10	炭
12	10	炭	9	10	炭
13	10	炭	10	5	炭質頁岩
15	5	下盤 (約5cm頁岩その下砂岩) ぎわの炭	11		下盤頁岩の中に入っている木根状の炭質物
2- 1	10+	湯田炭鉱右7片上盤砂岩	6- 1	5	平和炭鉱上盤ぎわの炭質頁岩
2	5	炭質頁岩	2	10	炭
3	5	粗悪炭 (砂まじり)	3	10	炭
4	5	粗悪炭	4	10	炭
5	10	炭	5	10	炭
6	10	炭	6	10	炭
7	10	炭	7	10	炭
8	10	炭	8	10	炭
9	10	炭	9	5	炭
10	10	炭	10	5	炭質頁岩, もろい
11	10	炭	11	10	炭質頁岩, かたい
12	10	炭	7- 1	10	平和炭鉱粗悪炭
13	10	炭	2	10	平和炭鉱粗悪炭
14	10	炭	3	10	平和炭鉱粗悪炭
15	10	炭	4	10	平和炭鉱粗悪炭
3- 1	10	湯田炭鉱右9片下盤 (凝灰質砂岩) ぎわの炭	5	15+	頁岩 (青色)
2	10	炭	8- 1	5	平和炭鉱上盤 (砂岩) ぎわの炭
3	10	炭	2	10	炭
4	10	炭	3	10	炭
5	10	炭	4	10	炭
6	10	炭	5	10	炭
7	10	炭	6	10	炭
8	10	炭	7	10	炭
9	10	炭	8	10	炭
10	10	炭	9	10	炭
11	10	炭	10	10	炭
12	10	炭質頁岩	11	5	炭
13	10	炭質頁岩下盤ぎわ, 下盤見えず	12	5	炭
4- 0	15+	永全炭鉱凝灰質細粒砂岩上盤	13	5	炭質頁岩
1	5	炭 (木質)	14	35	砂岩
2	10	炭	15	5	炭質頁岩
3	10	炭	16	10	炭
4	10	炭	17	10	炭
5	10	炭	18	10	炭
6	10	炭質頁岩が縞状に入る炭	19	10	炭
7	10	炭	20	10	炭
			21	10	上盤砂岩

第2表-5 (つづき)

試料番号	厚さ (cm)	摘 要	試料番号	厚さ (cm)	摘 要
9- 1	5	平鹿炭鉱田代沢坑, 上盤(砂岩)ぎわの炭	10- 8	10	
2	10	炭	9	10	
3	10	炭	10	10	
4	10	炭	11		飛炭
5	10	炭	12- 1	5	平鹿炭鉱番下坑, 下盤(砂岩)ぎわの炭, 木質レンズ状
6	10	粗悪炭	2	5	炭
7	30	炭質泥岩	3	10	炭
8	5	炭	13- 1	10	下盤ぎわ, 炭質頁岩
9	10	炭	2	10	炭
10	10	炭	3	10	炭
11	10	炭	4	15	炭質頁岩
12	10	炭	5	10	炭
13	5	下盤(頁岩)ぎわの炭	6	10	炭
10- 1	15+	下盤ぎわ炭	7	10	炭
2	10		8	10	炭
3	10		9	10	炭
4	10		10	10	上盤頁岩
5	10		14- 1	10	上盤(頁岩)ぎわの炭
6	10		2	10	炭
7	10		3	10	下盤(砂岩)ぎわの炭

第2表-6 美濃炭田御嵩地区の試料

試料番号	厚さ (cm)	摘 要	試料番号	厚さ (cm)	摘 要
1- 1	12	露頭試料, 炭	6- 9	5~6	炭
2	12	露頭試料, 炭	10	10	炭
3	11	露頭試料, 炭	11	2	泥岩
4	30	露頭試料, 泥岩	12	5	炭
2- 1	10	炭, 大和鉱業所(上層)	13	15	炭
2	2~4	炭質砂岩	14	16	粗悪炭, 0~2cmの泥岩, 砂岩を挟む
3	9	炭	15	32	鱗状炭
4	5	炭	7- 1		露頭試料, 泥岩
5	5	泥岩	2		砂岩
6	4	炭	3		炭
7	15	炭	4		泥岩
8	5	炭	8- 1		基盤に近い第三紀層, 凝灰質泥岩
9	22	炭	2		基盤に近い第三紀層, 泥岩(青色)
10	3	細粒砂岩	3		基盤に近い第三紀層, 凝灰質泥岩
11	4	炭	4		基盤に近い第三紀層, 泥岩(砂質)青色
12	25	泥岩	9		立木状の飛炭, 炭
13	5	炭質頁岩	10- 1	3~5	レンズ状の飛炭, 炭
3		露頭, 泥岩	2		泥岩
5		みどり炭鉱上部凝灰質砂岩	3	0~1	きわめてうすい炭質物(若い?)
6- 1	5	上盤ぎわ炭, 緑炭鉱(上層)	4		母岩
2	23	炭	12		花崗岩の風化物
3	2±	泥岩	13		礫岩直下の凝灰質泥岩
4	19	炭質頁岩	14- 1	10+	片野炭鉱上層, 上盤砂岩
5	5	炭	2	5	炭
6	15	炭	3	8	炭
7	5	炭	4	1~3	泥岩
8	9	泥岩	5	6	炭質頁岩

本邦における石炭中の微量成分に関する研究 (竹田栄蔵)

第2表-6 (つづき)

試料番号	厚さ (cm)	摘 要	試料番号	厚さ (cm)	摘 要
14- 6	10	凝灰質砂岩	18- 8	1~3	炭
7	30	炭	9	5	炭
8	1~8	凝灰岩	10	7	凝灰岩と炭の互層
9	15	炭	11	3	凝灰岩
10	5	炭, 9との間に1cm±の泥岩と0.5~5cmの凝灰質砂岩を挟む	12	21	炭質頁岩, 間に3cm±の砂岩を挟む
11	8	炭	19- 0	5	片野炭鉱下層, 凝灰岩
12	5	炭	1	2	炭
13	15	炭質頁岩	2	13	炭
14	35	欠	3	10	炭
15	35	炭質頁岩	4	4	炭
16	5	炭質頁岩	5	0~2	凝灰岩
17	5	炭質砂岩	6	4	炭
18	10~20	凝灰質砂岩	7	20	炭
19	11	炭	8	14	炭
20	15	砂岩} 下盤	20- 1	25	椿山神崎炭鉱(中層?)炭, 上盤ぎわ
21	15+	砂岩}	2	25	炭
15		断層面の粉炭	3	45	粗悪炭
16		断層破砕物	4	5	砂くい炭
17		断層粘土	5	1~6	砂岩
18- 1	17	片野炭鉱中層, 炭	6	11	炭
2	22	炭	7	4	炭質砂岩
3	5	炭	8	10	粗悪炭
4	18	炭と砂岩の互層	9	15	粗悪炭, 縞状
5	3	砂岩	10	9	炭, 下盤ぎわ, 下盤炭質頁岩?
6	5	炭	22		砂岩(基盤)
7	5	炭, 砂岩をこまかく挟む	23		粘板岩

第2表-7 三川赤谷産炭地の試料

試料番号	厚さ (cm)	摘 要	試料番号	厚さ (cm)	摘 要
三川 1- 0	80+	基盤花崗岩	2-11	100	灰色砂岩
1	70	基底礫岩, マトリックスの部分	12	3	炭質物をわずかに挟む頁岩
2	2~3	砂岩中の炭質物	13	120	灰色砂岩
3	10	砂岩	14	10	粗粒砂岩
4	3~4	凝灰質砂岩	4- 1	280+	基底礫岩(マトリックスの部分)
5	2~3	灰分の多い炭質物	2	100	礫岩と砂岩の互層, 砂岩の部分
6	2~3	灰分の多い炭質物	3	3~4	炭質物をわずかに挟む頁岩
7	10	褐色砂岩	4	100	砂岩
8	30	灰色砂岩	5	100	砂岩
9	10	灰色砂岩	6	100	粗粒砂岩
10	3	灰分の多い炭質物	7	100	砂岩
2- 1	20+	礫質砂岩	8	100	砂岩
2	10	灰色砂岩	9	100	粗粒砂岩, 炭質物をわずかに含む
3	3	褐色細粒砂岩	10	100	細粒砂岩 "
4	25	粗粒砂岩	11	15	細粒砂岩 "
5	2~3	炭質頁岩	12	100	粗粒砂岩
6	10	中粒砂岩, 褐色	13	30	砂岩
7	70	褐色砂岩	14 a	} 18	炭質頁岩, 炭質物の多い部分
8	60	灰色砂岩	14 b		炭質頁岩, 炭質物の少ない部分
9	50	灰色砂岩	15	5	炭質泥岩, 砂まじり
10	2~3	炭質物をわずかに挟む頁岩	16	65	粗粒砂岩

第2表-7(つづき)

試料番号	厚さ (cm)	摘 要	試料番号	厚さ (cm)	摘 要
4-17	100	砂岩	9-6	9	砂岩, 炭質物のレンズを挟む
18	100	砂岩	7		礫岩, マトリックスの部分
19	100+	礫岩, マトリックスの部分	10		花崗岩質砂岩
5-0	100+	花崗岩	11-1	10	粘土, 下盤?
1	300	基底礫岩, マトリックスの部分	2	20	炭
2	100	礫岩と砂岩の互層	12-1	10	花崗岩質砂岩, 上盤? 坑内
3	100	砂岩	2	6	炭質頁岩 "
4	0~10	細粒砂岩, 炭質物を少量含む	3	30	粘土 "
5	30	砂岩	4	150	炭 "
6	100	砂岩, 礫を含む	5		坑内切羽の代表的, 炭
7	60	粗粒砂岩	13-1		礫岩, マトリックスの部分
8	0~5	炭	2	15~20	炭
9	100	細粒砂岩, 少量の炭質物を含む	3	10	炭
10	10	細粒砂岩	4	3~6	緑色砂岩
11 a	} 8	凝灰岩(0~4cm)炭質物少量	5	11	緑色泥岩
11 b			6	4	頁岩
12	10	石英粗面岩質泥岩	7	28	粗粒砂岩
13	35	粗粒砂岩	8		花崗岩
B		風化した花崗岩	14-1		下盤に近い部分の炭, 坑内
赤谷 1		緑色砂岩	2		下盤ぎわの炭質頁岩 "
2-1		灰色砂岩	15-1		安山岩
2	20	花崗岩	2		安山岩と砂岩の接触部
3	7	砂岩	3		アルコーズ砂岩
4	3~6	緑色粘土	4		礫岩, マトリックスの部分
5	10	粗粒砂岩	16-1		表土
3		緑色砂岩	2		花崗岩質礫岩
4-1		安山岩	3	50	花崗岩質砂岩
2		礫質砂岩, 1との接触部	4	140	花崗岩質礫岩
3		礫質砂岩, 2から30cm	5	100	礫岩(巨礫を含む)
5		ズリ山からの塊状炭	6	60	礫岩
7-1	30	基底礫岩, マトリックスの部分	7	20	細粒砂岩
2	10	粗悪炭	8	100	花崗岩質礫岩
3	10	礫質砂岩	9		花崗岩質礫岩
4	17	細粒砂岩, 少量の炭質物	17-1	70	赤褐色, 粗粒砂岩
5	30+	礫岩, マトリックスの部分	2	30	青色砂岩
8-1	10	炭	3	50	砂岩
2	5	炭質砂岩	4	10	粘土, 砂岩を挟む
3	20	粗粒緑色砂岩	5		礫岩
4	8	粗粒砂岩	6		礫岩
5	10	緑色粘土	7		礫岩
9-1	20	炭質頁岩	8		礫岩
2	10	炭質砂岩	9		礫岩
3	3	炭質砂岩	10		礫岩
4	3	炭質頁岩	11	50+	青色砂岩
5	4	炭			

第2表-8 佐世保炭田の試料

試料番号	厚さ (cm)	摘 要	試料番号	厚さ (cm)	摘 要
神田 1		下盤頁岩	神田 4	4	炭
2	6	炭, 1cm±の頁岩を挟む	5	6	炭, 間に1cmの炭質頁岩を挟む
3	6	炭	6	20	炭

本邦における石炭中の微量成分に関する研究 (竹田栄蔵)

第2表-8 (つづき)

試料番号	厚さ (cm)	摘 要	試料番号	厚さ (cm)	摘 要
神田	7	炭	鹿町	8	炭
	8	炭		9	炭
	9	炭		10	炭質頁岩
	10	炭		11	炭
	11	上盤頁岩		12	炭質頁岩
鹿町	1	下盤頁岩		13	炭
	2	炭		14	炭質頁岩
	3	炭		15	炭
	4	炭質頁岩		16	炭質頁岩
	5	炭		17	炭
	6	炭		18	上盤頁岩
	7	炭質頁岩			

第2表-9 釧路炭田の試料

試料番号	厚さ (cm)	摘 要	試料番号	厚さ (cm)	摘 要	
17上-	1	太平洋炭鉱上層, 上盤ぎわの炭	17本-12	3	炭, 直下に2cmの頁岩の挟みあり	
	2	粗悪炭		13	炭	
	3	炭, 中間に約2cmの炭を挟む		14	炭	
	4	炭		15	頁岩	
	5	頁岩		16	炭	
	6	炭		17	炭	
	7	炭		18	炭	
	8	炭		19	炭	
	9	頁岩		20	炭	
	9'	0.5		9の頁岩に付着した炭	21	炭, 下盤ぎわ
	10	9		炭	17下-	1
	11	2	砂岩, 脈状に炭入る	2		炭
	12	12	炭	3		炭, 直上部に5cmの頁岩あり
	13	3	炭	4		炭, 直下部に10cmの頁岩あり
	14	5	炭	5		炭
	15	4	頁岩	6		炭
	16	2	砂岩	7		頁岩
	17	3	炭	8		炭
	18	28	炭	9		粗悪炭
	19	8	炭	10		炭
	20	3	炭	11	炭	
21		下盤砂岩	12	炭		
17本-	1	太平洋炭鉱本層, 上盤頁岩	13	炭		
	2	炭	14	炭		
	3	炭, 中に3cmの頁岩を挟む	15	炭質頁岩		
	4	炭	16	炭		
	5	炭	17	炭		
	6	炭と炭質頁岩の互層	18	炭質頁岩, 炭の筋入り		
	7	6とほとんど同じだが, 6より炭の部分が 多い	19	炭質頁岩		
	8	炭, 上部に3cmの頁岩を挟む	20	炭質頁岩		
	9	炭	21	炭		
	10	炭	22	炭		
	11	炭	23	下盤に接する炭		
		24	下盤頁岩			

地質調査所月報(第32巻 第11号)

第2表-10 崎戸・松島炭田の試料

試料番号	厚さ (cm)	摘 要	試料番号	厚さ (cm)	摘 要
7-1- 1	10+	炭質頁岩, 上盤	7-1-26	5	炭質頁岩, 縞状炭入る
2	13.5	炭質頁岩	27	10+	頁岩, 下盤
3	20	炭	7-2- 1	13	炭質頁岩
4	20	炭	2	3	炭
5	4	炭	3	2	炭
5'	1	炭質頁岩	4	10	炭
6	8	炭	5	10	炭
7	12	炭, 1cmの炭質頁岩を挟む	6	15	炭
7'	1	炭質頁岩	7	5	炭
8	21	炭	8	5	炭質頁岩
9	5	炭	9	19	炭
10	10	頁岩	10	18	炭
11	4	炭	11	2	炭
12	6	炭質頁岩	12	13	炭質頁岩
13	40	炭	13	8	炭
14	2	炭	14	15	頁岩
15	4	炭質頁岩	15	5	炭
16	2	炭	16	9	炭
17	13	炭	17	5	炭
18	2	炭	18	8	頁岩
19	5	炭質頁岩	19	5	炭(粉炭)
20	7	炭	20	5	炭質頁岩
21	3	炭質頁岩	21	31	砂岩
22	26	炭	22	8.5	炭
23	4	炭	23	5.5	炭
24	10	炭質頁岩	24	18+	頁岩, 脈状に少量の炭
25	6	炭質頁岩			

第2表-11 三池炭田の試料

試料番号	厚さ (cm)	摘 要	試料番号	厚さ (cm)	摘 要
14H- 1	10+	三井炭鉱, 三池上層, 上盤砂岩	14H-13	3	炭
1'		上盤に付着している炭	14	2	炭質頁岩
2	9	砂岩と炭の互層	15	3	炭
3	5	炭	16	5	炭
4	3	炭	17	11	炭
5	19	炭	18	18	炭
6	10	炭	19	15	炭
7	12	炭	20	16	炭質頁岩
8	17	炭	21	25	炭, 一部崩れ塩類析出
9	2	炭質頁岩	22	6	炭
10	2	炭	23	20	炭, 塊状にくだけている
11	8	炭	24	18	炭, 粉炭状にくだけている
12	8	炭	25		下盤砂岩

第2表-12 宇部炭田の試料

試料番号	厚さ (cm)	摘 要	試料番号	厚さ (cm)	摘 要
23- 1		上盤砂岩	23- 4	5	炭
2	3	炭	5	13	炭質頁岩, 脈状に炭
3	20	炭	6	2	粗悪炭

第2表-12 (つづき)

試料番号	厚さ (cm)	摘 要	試料番号	厚さ (cm)	摘 要
23- 7	21	頁岩	23-15	2	炭質頁岩
8	5	炭	16	8	炭
9	23	炭	17	1.5	炭 (輝炭)
10	5	炭	18	6	砂岩
11	10	粗悪炭	19	12	炭
12	10	炭質頁岩, 脈状に炭	20	8	粗悪炭
13	16	炭質頁岩 "	21	7	炭盤ぎわはつきりせず
14	10	炭	22		頁岩下盤

第2表-13 福岡炭田の試料

試料番号	厚さ (cm)	摘 要	試料番号	厚さ (cm)	摘 要
24- 1	1	炭, 上盤ぎわ	24-16	3	炭
2	10	炭質頁岩, 脈状に炭入る	17	13	炭質頁岩
3	3	炭	18	1	炭
4	8	炭	19	7	炭
5	3	炭	20	13	炭
6	27	炭	21	13	炭, 約0.5cmの炭質頁岩を挟む
7	2	炭	22	6	炭
8	18	炭	23	18	炭
9	3	炭	24	5	炭質頁岩
10	15	炭質頁岩	25	19	炭
11	3	炭	26	5	炭
12	17	炭	27	9	炭質頁岩
13	3	炭	28	18	炭
14	10	細礫岩	29	11	粗悪炭
15	3	炭			

第2表-14 分光分析の定量条件と装置

発 光 条 件	永続直流弧光 (D. C. Arc)
電 圧	280 V
電 流	10 A
スリット幅	20/1000 mm
アーク間隙	3 mm
露出時間	120秒
フィルター	7段階フィルター
写真乾板と現像	
乾 板	Kodack Spectrum Analysis No. 1
現 像	D19, 20°C, 3分
電 極	日立スペシャルグラファイト電極
下極 (陽極)	試料孔径 2.4 mm. 深さ 6 mm をもった径 6 mm の電極
上極 (陰極)	先端120°の角度で尖った径 6 mm の電極
装 置	ジャコエパート型分光器

第2表-14の発光条件による微量成分の検出限界並びに使用したスペクトル線を第2表-15に示す。

分析線の選択については主として AHRENS *et al.* (1961) の文献を参考とし, また目的とする元素の分析線付近に

妨害する線がないかどうかは M. I. T (HARISON, 1939) の波長表によって確認した。

なお, 炭素電極に不純物として存在するホウ素が問題であるがこの研究に使用した日立製スペシャル電極ではホウ素はほとんど検出されなかった。

2.2.2 ウランの分析法

近年微量ウランの分析法に関する研究報告は非常に数にのぼっているがそれらの中で蛍光分析法 (ADAMS *et al.*, 1954; BUNNEY *et al.*, 1959; GRIMALDI *et al.*, 1952, 1954; HARISON, 1939; KHOPKAR *et al.*, 1960; 日本標準規格, 1955; 関根ほか, 1965) は非常に感度が高いこと, 短時間で多数の試料の処理ができること, 定量範囲が広いことなどの諸点で本研究の目的によく適合していると考えたのでこの研究では蛍光分析法 (関根ほか, 1965) を採用した。

この方法はウランを陰イオン交換樹脂 (SO₄ 形) に吸着させ, 塩酸 (1 + 1) で洗浄したのち塩酸 (1 N) で溶離し, 溶出液の一定量を取り融剤を加えて融解し融成物の蛍光強度を測定してウランを定量するものである。

第2表-15 分析線及び検出限度

(実験条件は第2表-14による)

元素名	分析線 (Å)	検出限度 (ppm)
Ag	3280.683	0.5
	3382.891	2
As	2349.84	100
	2780.197	100
B	2496.778	2
	2497.733	1
Ba	4554.042	70
Co	3405.120	5
	3453.505	2
Cr	3014.915	5
Cu	3273.962	0.5
Ga	2943.637	1
	2944.175	10
Ge	2651.178	2
	2709.626	4
Li	3232.61	25
Mn	2576.104	5
Mo	3170.347	2
	3158.165	5
Ni	3414.765	1
Pb	2833.989	5
Sn	2839.989	2
	3175.019	10
Sr	4607.331	80
V	3185.396	2
W	2896.44	15
	2946.981	3
Zn	3302.581	70

倍量の硫酸(10%)で20分間処理したのち、洗液が中性となるまで水洗して保存する。

イオン交換カラム：上記のイオン交換樹脂を5cmの高さに詰める。

白金皿：重量約10g

透過型蛍光光度計：日本無線医理学研究所製 FMT-1 型

水素イオン計：日立製作所製 EHM-1 型

ピーカー、ピペットなどガラス器具：ウランの混入を避けるため一般のガラス器具と区別したものをを用いる。

分析操作

(1) 試料1.0gを正確に白金蒸発皿(容量100ml)にとり、フッ化水素酸10mlを加えて加熱分解する。

(2) 硫酸(1+1)5mlを加えて加熱を続け無水硫酸の白煙を充分発生させる。

(3) 冷却後分解物をピーカー(容量300ml)に移し、白金蒸発皿を水でよく洗浄する。

(4) 容量を約100mlとし、過酸化水素水(30%)1mlを加えて5分間沸騰させる。

(5) 少量の口紙パルプを加えてろ過し、水で洗浄したのち室温まで冷却する。液量が100ml以下であれば100mlまでうすめる。

(6) アスコルビン酸約0.1gを加えて溶解したのち、アンモニア水(1+1)または硫酸(1+1)でpHを1.0-1.5に調節する。

(7) イオン交換カラムを毎分約5ml以下の流速で通過させる。

(8) 水50ml、次に塩酸(1+1)50mlを毎分約5ml以下の流速で通過させる。

(9) 塩酸(1N)45mlを毎分3ml以下の流速で通過させ流出液を50mlのメスフラスコに受ける。

(10) 水で標線までうすめて正確に50mlとする。

(11) この一定量を正確に白金皿にとり水浴上で蒸発乾固する。

(12) ウラン標準液0.1μgずつを3個の白金皿にとり水浴上で蒸発乾固し(13)以下試料と平行して処理する。

(13) 融剤2gを加えてバーナーで約1分間融解する。

(14) 融解物をデシケーター中で30分間冷却する。

(15) 融成物の蛍光光度を測定する。

(16) あらかじめ作成してある検量線を用いてウランの含有率を算出する。

定量範囲

本法による岩石、石炭灰などの微量ウランの定量可能な範囲は0.1-100ppmである。

ウランを陰イオン交換樹脂で分離することによってウランの蛍光を妨害する元素の大部分を除去することができる。次に本法の概要を述べる。

試薬及び装置

ウラン標準液

特級硝酸ウラニル6水塩9gを少量の水に溶解し、硫酸5mlを加えて加熱し、無水硫酸の白煙を発生させたのち水で500mlにうすめる。濃度を硫酸第2セリウム滴定法で定める。この溶液の1mlはU₃O₈約1mgを含む。使用にあたってこの溶液を適当にうすめる。

アスコルビン酸

塩酸(1N)

融剤：特級炭酸ナトリウム(無水)91gと特級フッ化ナトリウム18gをよく混合したのち白金皿(容量200ml)に入れ700-800°Cで融解し試薬が全部溶融すれば直ちに冷却する。融成物を500μ以下に粉碎したのち密せんに保存する。

陰イオン交換樹脂：アンバーライトCG400-I型を5

3. 鮮新世の石炭

新第三紀鮮新世の石炭としては最上炭田及び尾張炭田知多地区を対象とした。第3表-1及び第3表-2にこれら両地区の地質層序を示し、これを中心として地質の概略を述べる。

3.1 最上炭田

最上炭田は山形県北東部の最上及び北村山両郡下に位置している。夾炭層の分布範囲は東西約20 km 南北約30 km におよび、その面積は約600 km²である。

3.1.1 地質の概要

この地域に分布する地層(第3表-1参照)は新第三紀の金山層群(中新世),最上層群(中新世),新庄層群(鮮新世),及び第四紀の舟形層群からなる。

金山層群及びその下位の地層の岩相は火山碎屑岩を主とし、緑色凝灰岩,緑色角礫岩集塊岩,礫岩及び泥岩などからなり、炭田周辺の山地を構成している。本層群中には安山岩,石英粗面岩,粗粒玄武岩などの進入があり、活発な火山活動のあったことを示している。

最上層群は上中下の3層に分けられ、主として砂岩,泥岩からなる海成層で東北裏日本の含油層として知られ

ている。本層群上部の小平層中とはところによって2-3層の炭層を挟むことがある。

新庄層群は本地区における主要夾炭層で、主に泥岩,砂岩,凝灰質泥岩などからなるが岩相の変化が少なく規則的な堆積輪廻を示している。

舟形層群は新庄層群の上に不整合にのり、全体として火山碎屑物及び礫岩を主とした地層である。

3.1.2 夾炭層及び試料採取炭層

上に述べたように本地区で炭層を挟む地層は最上層群の最上部と新庄層群であるが、前者は局部的に発達しているのみで、稼行の対象となっているのは大部分後者に挟まれている炭層である。したがって、ここでは後者について述べる。

新庄層群は下位から大林,藁口及び折渡の3層に分けられ、このうち顕著な炭層を挟む地層は大林層と折渡層の下部及び中部で、藁口層は薄い炭層を挟むことがあるが稼行にたえるものはない。折渡層の中部の下限にはK₄と呼ばれる凝灰岩からなる鍵層がある。

採取した試料はいずれも折渡層のものでK₄の上位約100 mに位置する天狗炭鉱の上2枚鍾及びK₄の下位約27 mに位置する中山炭鉱の中山本層からのものである。

第3表-1 最上炭田地質層序

地質時代	地層	厚さ m	岩相	摘要		
第四紀	段丘堆積物		礫, 砂	新庄, 尾花沢両盆地一帯に分布		
	舟形層群	山屋層	50-70	礫, 砂, 火山碎屑物	舟形町以北に分布	
		舟形層	150	礫, 砂, 火山碎屑物, 集塊岩	同上	
第三紀	鮮新世	新庄層群	折渡層	210-640	頁岩, 砂岩, 凝灰岩, 礫岩, 浮石質砂岩, 炭層 上中下の3層に分けられ, 炭層は中・下層に多い	試料は中層(天狗炭鉱) 下層(中山炭鉱)より採取
			藁口層	90-200	石英質粗粒砂岩, 中部から 貝化石を産する	
			大林層	120-290	砂岩, 頁岩, 淤泥岩, 炭層 下部に3-16層の炭層をはさむ	
	中新世	最上層群	小平層	140-210	青緑色砂岩, 泥岩, 頁岩, 所により2-3層の炭層をはさむ	
			古口層	140-240	淤泥岩, 黒色頁岩, 砂岩	
			草薙層	140-350	粗粒砂岩, 緑色凝灰岩, 頁岩, 石英粗面岩, 粗粒玄武岩などの 進入あり	
			金山層群	500+	凝灰角礫岩, 凝灰岩, 石英粗面岩の進入あり	

第3表-2 尾張炭田知多地区地質層序

地質時代	地層	厚さ _m	岩相	摘要	
現世	沖積層	?	淤泥, 砂, 礫, 粘土		
第四紀	段丘堆積層	15 ±	礫層		
	武豊層	40 ±	砂層, 礫層		
第三紀	鮮新世 常滑層群	上野層	46 ±	淤泥層と砂~砂礫層の互層	試料は本層から採取
		鬼崎層	73 ±	主として淤泥層と砂層の互層からなるが, これに褐炭層と凝灰岩層とをはさむ	
		野間層	36 ±	砂層, 下部に海棲貝化石	
		豊丘層	60 ±	礫層, 上部に夾褐炭淤泥層をはさむ	
	中新世 知多層群	?	凝灰質泥岩と砂岩の互層		

前者は山丈100-120 cmでほぼその中間に厚さ約 10-15 cmの凝灰質細粒ないし中粒砂岩の挟みがある。炭層の上位には下から順に凝灰質細粒ないし中粒砂岩(約10 cm), 暗灰色泥岩(約40 cm) 細粒ないし中粒砂岩(約30 cm) が重なり, 下盤は厚さ数十 cmの凝灰質泥岩ないし細粒砂岩でその下位には厚さ約50 cmの凝灰質中粒ないし粗粒砂岩がある。なお上記の挟みと炭層直上の凝灰質細粒ないし中粒砂岩は比較的良好に連続する。

後者は山丈が50-84 cmで炭層の上部には凝灰質細粒ないし中粒砂岩からなる挟みがあり, 消長しながらも追跡することができる。炭層の下限と下盤との境は大体ははっきりしているが, 炭層の上限と上盤との境ははっきりしないことが多い。これは上盤との境にレンズ状のビトリット質のきわめて薄い炭層がみられたり, また葉片状又は網目状に炭質物を幾枚も挟んだ部分が上盤の凝灰質砂岩に漸移しているためである。

3.2 尾張炭田知多地区

3.2.1 地質の概要

本地区に分布する第三紀層(第3表-2参照)は下位から知多層群(中新世)及び常滑層群(鮮新世)である。知多層群は主として凝灰質泥岩と砂岩の互層からなる

海成層である。

常滑層群は知多層群を不整合におおって発達しており, 下位から豊丘層, 野間層, 鬼崎層及び上野層の順に累積した層群で上野層の基底に局部的な不整合が認められている。

豊丘層は大部分が礫層からなり上部に淡灰色ないし暗青灰色の泥層がある。

野間層は大部分が淡褐色の細粒ないし中粒の砂層からなり, 礫層及びシルト層を挟んでいる。本層には海性の貝化石を産する。

鬼崎層は本地区における主要夾炭層である。本層については次の項で述べる。

上野層は灰白色, とくに淡紅色のシルト層と細粒ないし礫質砂岩の互層からなる。

3.2.2 夾炭層及び試料採取炭層

本地区における主要夾炭層である鬼崎層は知多半島に南北約32 kmにわたって分布している。厚さは約75mで南北方向の緩い向斜構造を形成している。本層は主としてシルト層と砂層との互層からなり, その中に2-3枚の凝灰岩層と数枚の褐炭層を挟んでいる。シルト層は淡灰色ないし淡青灰色を呈し凝灰質の部分がある。凝灰岩

は黄灰色の粘土質な部分と灰白色の浮石質な部分からなり連続性に富んでいる。

試料は大谷炭鉱及び小鈴谷炭鉱から採取したが、いずれも鬼崎層中の上から2層めの炭層を本層と呼んで稼行しているもので山丈40 cm内外のものである。

4. 中新世の石炭

新第三紀中新世の石炭としては、伊具含炭地、平鹿含炭地、美濃炭田可児地区御嵩地域、三川赤谷産炭地及び佐世保炭田の5地域を対象とした。第4表-1～第4表-5にこれら地域の地質層序を示す。

4.1 伊具含炭地

本含炭地は宮城県南東部の伊具郡下に位置している。夾炭層の分布範囲は東西約4 km 南北約10 km におよびその面積は約20 km²である。

4.1.1 地質の概要

基盤岩類は中生層（ジュラ紀）及び花崗岩類（白亜紀末期）からなり、新第三紀層（中新世）はこれらの上に不整合にのっている内陸盆地の堆積物である。新第三紀層は下位から下部、含炭部、中部、上部の4層に分けられる（第4表-1参照）

下部層は含炭地の南方で活発に行われた火山活動に由来する安山岩、安山岩質火砕岩及び泥岩、砂岩などからなる。

含炭部層については次の項で述べる

中部層は炭層を介在せず、凝灰質頁岩からなる半淡半鹹の堆積物である。

上部層は主に礫岩からなり炭層を挟まない。海性の貝化石を産する。

4.1.2 夾炭層及び試料採取炭層

夾炭層は本地区では含炭部層と呼ばれている地層で上部と下部に分けられ厚さ約55-75 mを有する。上部は主として礫岩、砂岩、下部は頁岩からなり、炭層は下部の頁岩層（厚さ約25 m）の中に挟有し、1枚の稼行炭層の外に数枚の薄い炭層及び炭質泥岩を挟んでいる。試料は、大内炭鉱およびその周辺地域において、上記稼行炭層を中心として、その上・下盤からも採取した。

4.2 平鹿含炭地

本含炭地は岩手県和賀郡湯田町と秋田県平賀郡山内村とにまたがっている。夾炭層の分布範囲は東西約4 km 南北約9 km におよび、その面積は約25 km²である。

4.2.1 地質の概要

この地域に分布する第三紀層は新第三紀中新世に属し、下位から大石、川尻、小繫、山内、相野々及び花山の6層に分けられる。このうち炭層を挟む地層は最上部の花山層で奥羽脊梁山脈中の小さな内陸盆地に堆積した地層である。

夾炭層より下位の地層は全般的に凝灰質で多量の火山砕屑物を含み、下部の大石層及び川尻層は石英粗面岩又は安山岩の岩床を挟有している。

4.2.2 夾炭層及び試料採取炭層

夾炭層である花山層は花崗岩質砂岩及び凝灰質砂岩、泥岩からなりその上部と中部にそれぞれ数枚の炭層が密集して介在している。炭層は膨縮がはげしく、レンズ状

第4表-1 伊具含炭地地質層序

地質時代	地 層	厚 さ m	岩 相	摘 要	
第 三 紀 新 世	上 部 層	150+	礫 岩 及 び 砂 岩		
	中 部 層	0-80	砂 岩、泥 岩 及 び 凝 灰 質 泥 岩		
	含 炭 部 層	上 部	30-50	礫 岩 及 び 砂 岩	
		下 部	25±	頁 岩 及 び 褐 炭	試料は本層から採取
	下 部 層	80-100	安山岩質火砕岩、凝灰質 砂岩及び泥岩		
中生代	基 盤		花 崗 閃 緑 岩		

第4表-2 平鹿含炭地質層序

地質時代	地層	厚さ m	岩相	摘要	
第四紀	段丘礫層		砂礫及び粘土からなる		
	芳沢層	80±	砂礫及び粘土からなり泥岩をはさみ基底には礫を有する		
第三紀	中新世	花山層	400±	浮石質砂岩及び花崗岩質砂岩及び凝灰岩からなり褐炭層をはさむ。砂岩は偽層を呈しこれによって礫質となる	試料は本層から採取
		黒沢層	50-500	青灰色細粒砂岩を主とし、凝灰質頁岩及び同質砂質頁岩を挟有する	
		相野々層	0-400	硬質頁岩、黒灰色-灰色頁岩及び凝灰質砂質頁岩からなる	
		山内層	0-600	硬質頁岩-珪質頁岩からなり下部に数枚の凝灰質砂岩及び凝灰岩を挟有する	
	新世	小繋層	150-350	凝灰質頁岩、黒灰-青灰色頁岩及び凝灰質砂質頁岩からなる	
		川尻層	240	淡緑色、淡青緑色角礫凝灰岩、細粒凝灰岩、凝灰質頁岩、同質砂岩及び斜長石英粗面岩流からなる	
		大石層	350±	緑色角礫凝灰岩、緑色浮石質凝灰岩及び砂質凝灰岩を主とし石英粗面岩、斜長流紋岩、安山岩々流及び同質集塊岩を挟有する	

をなし一般に連続性に乏しい。

夾炭層における各炭層の賦存状況は次の通りである。

夾炭層の上部(主として北部に発達)

A₁: 連続性はあるが最大山丈は30 cm 前後

A₂: 時に山丈50 cm を示すが、連続性を欠く

A₃: 最も厚い箇所では山丈250 cm 炭丈150 cm を示すが、北部の左草付付近では山丈50 cm 前後となる。

A₄: 花山三角点付近では山丈約100 cm を示すが南北いずれの方向にも薄化する。

A₅: 花山川のみに薄層が露出しているが他では認められない。

夾炭層の中部(その発達には南部に限られている)

B₁: 平和炭鉱、西和賀炭鉱付近では60-80 cm の厚さを保っているが、約2 km 北方では認められない。

B₂: 山丈50-120 cm あるが炭質不良

B₃: 厚さは平均140 cm で、挟みを有せず本地区の主要稼行炭層である。

B₄: 山丈20-40 cm で、連続性に乏しい。

B₅: 厚さ60-80 cm の挟みによって上層(40-60 cm)と下層(120-140 cm)とに分かれ、湯田炭鉱及び平和炭鉱で稼行された。

試料は A₃、B₃、B₅ の3層を対象として下記の炭鉱からそれぞれ採取した。

A₃層: 永全炭鉱

B₃層: 西和賀炭鉱、湯田炭鉱、

平和炭鉱、平鹿炭鉱田代沢坑

B₅層: 湯田炭鉱、平和炭鉱

4.3 美濃炭田可児地区御嵩地域

美濃炭田は岐阜県可児郡、土岐市、瑞浪市、恵那市及び中津川市にまたがる東西約55 km 南北約15 km、面積

第4表-3 美濃炭田可見地区地質層序

地質時代	地 層	厚 さ m	岩 相	摘 要	
現 世	沖 積 層	?	砂, 粘土, 礫		
第四紀	段丘堆積層	?	礫, 砂		
第 四 紀 新 世	土岐砂礫層	40-80	礫を主とし, 淤泥岩, 粘土, 褐炭 (レンズ状)をはさむ		
	継鹿尾層	40 ±	凝灰質淤泥岩と角礫岩との 互層		
	中 新 世	平 牧 層	120 ±	凝灰岩, 凝灰質砂岩, 凝灰質泥 岩, 礫岩などの互層 含植物化石	
		葦 立 層	17 ±	凝灰角礫岩, 角礫岩	
	新 世	御嵩夾炭層 (中村層)	150 ±	泥岩, 砂質泥岩, 砂岩の互層 を主とし礫岩, 褐炭をはさむ 春里付近では凝灰岩 植物化石を含む	試料は本層から採取
		塩 層	90 ±	主として凝灰角礫岩よりなり 凝灰質砂岩, 礫岩, 褐炭(レン ズ状)をはさむ	
先第三紀			花崗岩類, 古生層		

第4表-4 赤谷産炭地地質層序 (赤谷断層西側)

地質時代	地 層	厚 さ m	岩 相	摘 要	
現 世	沖 積 層				
第四紀	段丘堆積層		花崗岩礫, 頁岩		
第 三 紀 新 世	中 新 世	玄 武 岩			
		安 山 岩			
	赤 谷 夾 炭 層	砂岩礫岩層	90	無層理塊状の細礫砂岩中に角 礫花崗岩礫をはさむ。風化す ると赤色~赤紫色になる	
		緑色砂岩層	70	帯緑または灰白色細密の砂岩	
		夾炭砂岩層	40-50	白色細中粒砂岩, 褐色紫色帯 紫褐色緻密粗粒砂岩などから なり, 炭層をはさむ	試料は本層から採取
先第三紀	基 盤 岩		黒雲母花崗岩		

は約170 km² に達するが, 本研究で対象とした地域は可見地区の御嵩地域である。本地区は本炭田の西部を占め, 大部分は御嵩町に属している。

4.3.1 地質の概要

本地区の基盤岩類は古生層及び花崗岩類からなり両者が近接している部分にはホルンヘルスとなっている。

本地区に分布する第三紀層(第4表-3参照)は上記の基盤岩類を不整合におおって下位から塩層, 御嵩夾炭

層, 葦立層, 平牧層(以上中新世)の順に堆積し, 更にその上に一応鮮新世とされている継鹿尾層及び土岐砂礫層がそれぞれ不整合にのっている。

塩層は当地区西部の可見町塩付近に分布しているのみで, 塊状暗褐色安山岩質凝灰角礫岩を主体とし, 凝灰質砂岩, 礫岩及び砂岩などを挟み時に褐炭の薄層及び珪化木を挟有している。

御嵩夾炭層は, 本地区の主要夾炭層である。本層につ

第4表-5 佐世保炭田地質層序

地質時代	地層	厚さ m	岩相	摘要		
新 第 三 紀	鮮新世	平戸層	600	軟弱な花崗質砂岩頁岩(砂質)からなり、シルト岩、泥岩をはさむ		
	新	野島層群	南田平層	750	砂炭と青緑色頁岩の互層、下部炭質頁岩、上部に薄炭層をはさむ	
			深月層	1100	最下部凝灰岩 花崗質砂岩と頁岩の互層	
		大屋層	310	砂岩、砂質頁岩、頁岩、凝灰岩、凝灰角礫岩などの互層	上部付近から淡水棲貝化石を産する	
		加勢層	100	礫質砂岩、黒色砂質頁岩、砂岩頁岩の互層		
	中	佐世保層群	福井層	160	灰黒色頁岩、白色砂岩をはさむ、上部は凝灰角礫岩、砂岩、頁岩の互層	
			世知原層	170	灰黒色頁岩を主とし、白色砂岩をはさむ、上部に砂盤層とよばれる炭層あり	
			柚木層	300	主として白色砂岩からなり頁岩、礫岩をはさむ、本層の上部は松浦三尺層とよばれる炭層あり	試料は本層の松浦沢層(神田炭鉱)
	世	相浦層群	中里層	150	砂岩及び頁岩からなる炭層をはさむ	
			大瀬層	100	灰白色粗、中粒砂岩を主とし多くの炭層をはさむ	試料は本層の大瀬5尺層(日鉄鹿町炭鉱矢岳鉱)
			真申層	100	下部砂岩、上部砂岩頁岩の互層からなる	
			棚方層	150	上部70mの間に主要炭層細礫岩、粗・中粒砂岩、頁岩などの互層	
			鹿子前層	100	白色塊状中、粗粒砂岩砂岩及び黒灰色頁岩	
	古三第紀	漸新世	杵島層群		本炭田の基盤海成層	

いては次の項で述べる。

華立層は平牧層の基底部とも考えられる地層で礫岩、凝灰岩及び凝灰角礫岩などからなる。

平牧層は凝灰質の地層で主として凝灰岩、凝灰質砂岩、凝灰質泥岩などの互層からなり明瞭な層理を示す。

鹿尾尾層は主として暗灰色の凝灰質シルト岩と角礫岩の互層からなる。

土岐砂礫層は上記の各層を不整合におおって地域全般に広く分布するが、時にはシルト岩を挟む。礫はおもにチャート、ホルンヘルス、頁岩及び第三紀由来の砂岩、泥岩などからなる。

4.3.2 夾炭層及び試料採取炭層

夾炭層は御嵩夾炭層で御嵩町地域では基盤岩類を直接不整合におおっている。当地域の夾炭層は礫岩又は角礫

岩を基底とし主として泥岩、砂質泥岩及び砂岩の互層からなり厚薄10数層の褐炭層を挟み、厚さは最も厚いところで約150mといわれる。泥岩は青灰色、緑灰色又は暗灰色を呈し、植物化石やまれには淡水-半淡半鹹の貝化石を産する。砂岩は黄褐色又は灰白色を呈し多くは花崗質であることを特徴とする。

挟有する炭層は10数枚を数えられるが御嵩地域での稼行炭層は夾炭層上部の3枚に限られている。すなわち上層、中層、下層と呼ばれている3枚であるが、厚さの変化がはげしい。上層は地域の東部において厚く、西部で薄くなる傾向があり、中層はあまり変化がなく、下層は上層とは反対に東部で薄く西部で厚くなっている。

試料は上記3層から採取したが、採取炭鉱は次の通りである。

上層：大和鉱業所，みどり炭鉱，片野炭鉱

中層：片野炭鉱，椿山炭鉱

下層：椿山炭鉱

4.4 三川赤谷産炭地

研究の対象とした地域は新潟県東蒲原郡三川村及び新発田市上赤谷の両地区で，前者は三川温泉の西北方約2 kmの吉ヶ沢付近，後者は上赤谷部落の西から西南方に広がる約5 km²の地域である。

4.4.1 地質の概要

三川付近においては基盤の花崗岩をおおう第三紀層は砂岩・礫岩層と角礫凝灰岩層に分けられるが，下位の礫岩・砂岩層は花崗岩の巨礫よりなり，また薄い炭質泥岩やレンズ状の炭質物を挟んでいるが，消長がはげしく連続性に欠けている。

赤谷地区では基盤の花崗岩類を不整合におおう赤谷夾炭層は下位から夾炭砂岩層，緑色砂岩層及び砂岩礫岩層の3層に分けられ，全層厚は約200 mを有し，このうち稼行にたえる炭層を挟有するのは最下位の夾炭砂岩層のみである。

4.4.2 夾炭層及び試料採取炭層

夾炭層は基盤花崗岩類の不規則な原地形の凹所に堆積したものと考えられ，この凹所の主なものが6カ所認められているが，旧赤谷炭で稼行した炭層の外はいずれも稼行にたえない薄層である。夾炭層の堆積後活発な火山活動があり，石英粗面岩，玄武岩などの岩床の貫入又は覆蔽が見られる。

試料は三川地区では最下位の砂岩礫岩層中の炭質物(薄い炭層)を中心としてその上・下の堆積岩を5カ所から，赤谷地区では旧赤谷炭鉱の稼行炭層の外に，夾炭砂岩層中の炭質物を中心としてその上・下の堆積岩を17カ所から採取した。

4.5 佐世保炭田

本炭田は長崎県北部より佐賀県西部にかけ海岸線に沿って発達しており，東西約28 km 南北約20 km その分布面積は約200 km²に達する。

4.5.1 地質の概要

本炭田に分布する第三紀層は下位から杵島層群(漸新世)，相浦層群(中新世)，佐世保層群(中新世)，野島層群(中新世)及び平戸層(鮮新世)の5層群に分けられ，後の3者は不整合関係にある(第4表-5参照)。これらの第三紀層は後期の噴出による火山岩(主として玄武岩類)によりおおわれ，あるいは岩床として貫入されている。

主として唐津炭田に分布する杵島層群は，多数の層準から海性貝化石を産する海成層で炭層を介在しない。

相浦層群は下位の杵島層群を整合におおい一部では直接花崗岩類を不整合におおっている。本層群は主要夾炭層の1つとなっている(後述)。

佐世保層群も主要夾炭層で下位の相浦層群とは整合関係にある。

野島層群は佐世保層群を不整合におおい，下位より大屋，深月及び南田平の3層に分けられる。大屋，深月の2層は凝灰岩に富み淡水性貝化石を産する。各層は数層の粗悪炭又は炭質泥岩を挟有している。

4.5.2 夾炭層及び試料採取炭層

主要夾炭層は相浦層群と，これを整合におおっている佐世保層群である。前者は下位から市瀬層，鹿子前層，棚方層，真申層及び大瀬層の5層からなる。本層群は主に砂岩，泥岩の互層からなり，ときに礫岩を挟むことがある。稼行炭層は真申層を除く各層に1-2層挟有されている。後者は下位から中里柚木，世知原，福井及び加勢の5層に分けられ，各層から半淡水性又は浅海性の貝化石を産し，海成層を多数挟有している。稼行炭層は加勢層を除く各層に数層ずつ挟有されている。

本研究に供した試料は日鉄鉱業鹿町炭鉱矢岳坑及び神田炭鉱のもので，前者は相浦層群大瀬層の大瀬5尺層，後者は佐世保層群柚木層の松浦3尺層と呼ばれている炭層から採取した。

5. 漸新世及び始新世の石炭

古第三紀漸新世及び始新世の石炭としては釧路炭田，崎戸・松島炭田，三池炭田，宇部炭田及び福岡炭田を対象とした。第5表-1~第5表-5にこれら各炭田地域の地質層序を示し，これを中心として地質の概略を述べる。

5.1 釧路炭田

本炭田は北海道の東部に位置し，十勝支庁東縁部から釧路支庁一帯にわたり太平洋に面して分布し，更にその南部は太平洋の海底に広がっている。炭層の分布範囲は東西約90 km 南北約60 km におよび，その面積は約2,500 km²に達する。

5.1.1 地質の概要

本炭田は中生代の上部白亜紀層を基盤としその上に古第三紀層及び新第三紀層がのっている。古第三紀層は下位から浦幌層群(始新-漸新世)と音別層群(漸新世)に分けられ，また新第三紀層は厚内層群(中新-鮮新世)と本別層群(鮮新世)とに分けられているがこのうち炭層を挟有するのは最下位の浦幌層群だけである(第5表-1参照)。

5.1.2 夾炭層及び試料採取炭層

浦幌層群は下位から別保，春採，天寧，雄別，舌辛及

第5表-1 釧路炭田地質層序

地質時代	地 層	厚 さ m	岩 相	摘 要		
第 四 紀	沖積層	110 >				
	段丘堆積物		細泥や火山灰をはさむ砂礫			
	火山噴出物	30 >	火山灰を主とする			
	釧路層	250 >	未凝固の礫, 砂, 泥			
新 第 三 紀	鮮 新 世	本別層群	1,100 ±	凝灰質な岩石からなる		
		厚内層群	白糠層	350 +	凝灰岩, 凝灰質淤泥岩 凝灰質砂岩	
	中 新 世	厚内層	450 ±	凝灰質砂岩, 同質泥岩との互層		
		直別層	500-600	凝灰角礫岩 中・上部 珪質泥岩を主体とする		
古 第 三 紀	漸 新 世	縫別層	300-600	暗灰色泥岩と凝灰質黒色砂岩 との互層	海棲の貝化石	
		茶路層	200-350	暗灰色~黒灰色泥岩		
		大曲層	80-100	緑色砂岩を主体とする	海棲の貝化石	
	新 世	浦 幌 層	尺別層	150-250	砂質岩と泥質岩の互層 多くの炭層を挟有する	
			舌辛層	200-250	砂岩, 泥岩	瀬海-浅海棲貝化石
		雄別層	100-200	砂岩と泥岩の互層		
		天寧層	60-110	ほとんど礫岩からなる		
		群	春採層	20-40	砂質岩を主とし, 泥質岩を従と する。多くの炭層をはさむ	試料は本層の上・中・下 から採取(太平洋炭鉱)
			別保層	5-40	基底礫岩	
			根室層群			
上部白亜紀						

び尺別の6層に分けられ、淡水ないし汽水成層を主体とし、瀬海ないし浅海成層を挟む累層群である。別保層は主に礫岩からなり本層群の基底礫岩である。春採層は砂質岩を主とし泥質岩を従とする地層で、稼行炭層を挟有し、しばしば礫岩を介在している。炭層は最も多い場合9層を数えその炭丈は2.7mに達する部分もあるが、これらのうちやや連続するものは4-5層で、稼行されているものは1-2層である。この外、本層群中には舌辛層を除きどの層にも炭層を挟在しているが、本研究で採取した試料は太平洋炭鉱からのもので春採層中の上層、本層及び下層と呼ばれている3層の炭層である。

5.2 崎戸・松島炭田

本炭田は長崎県西彼杵半島北西部から南へ七ッ釜、板ノ浦にかけ、またその西方海上の大島、寺島、蠣ノ浦島、崎戸島、松島、福島、池島、大基島及び母子島にまたがる地域である。

5.2.1 地質の概要

本炭田の基盤岩は大部分が片岩類で、古第三紀の地層はこれらを不整合におおっている。更に後期の火山活動によって玄武岩類の貫入又は被覆がみられる。古第三紀層は下位から赤崎層群、寺島層群、松島層群及び西彼杵層群の4層群に分けられる(第5表-2参照)。寺島層群と松島層群は不整合である。

赤崎層群は呼子ノ瀬層と呼ばれる1層からなり、下部は緑色砂岩、上部は赤紫色ないし緑色頁岩で、炭層及び化石は挟有しない。

寺島層群は寺島層のみからなり、砂岩と頁岩の互層で数枚の炭層と炭質頁岩層を挟んでいる。

松島層群は主要夾炭層である。

西彼杵層群は下位の松島層群とは整合関係にあって下位より板ノ浦、蠣ノ浦、大島及び牛ノ首の4層に分けられるが、すべて海成層で砂岩は海緑石を含み、白雲母に富む。

5.2.2 夾炭層及び試料採取炭層

第5表-2 崎戸・松島炭田地質層序

地質時代	地 層		厚 さ _m	岩 相	摘 要	
古 第 三 紀	漸 新 世	黒瀬層群 牛ノ首層	50 ±	砂岩頁岩の互層		
		西 彼 杵 層 群	大島層	250-300	凝灰質砂岩頁岩の互層	
			蛎ノ浦層	50-80	下部白色中粒砂岩, 中部砂岩 頁岩互層, 上部石灰質砂岩及 び淡緑色砂岩	
			板ノ浦層	100	最下部 片岩礫, 珪岩礫, 上・中部 淡緑色中粒砂岩, 砂質頁岩, 頁岩	
	松 島 層 群	崎戸 夾炭層	60+	主要含炭層 主として白色砂岩, 中部頁岩 炭層は中部, 上部に数枚	試料は中部の盤下層か ら採取	
		中戸層	100	砂岩, 砂質頁岩		
	始 新 世	寺 島 層 群	寺島層	300	灰青～灰白色粗～中粒砂岩と 灰黒色頁岩の互層 上部数枚の炭層と炭質頁岩	
			呼子ノ瀬層	60	下部緑色中～粗粒砂岩, 巨礫 岩層をはさむ, 上部紫赤色～ 緑色頁岩	
		基 盤			片岩類, 一部花崗岩	

傾斜不整合

第5表-3 三池炭田地質層序

地質時代	地 層		厚 さ _m	岩 相	摘 要
古 第 三 紀	万 田 層 群	四山層	200	細～中粒灰緑色砂岩, 暗灰色 頁岩及びこれらの互層 一部に海緑色を含む	
		勝立層	100	緑灰色砂岩, 暗灰色粗粒砂岩 砂岩は海緑石を含むことを特 徴とする	
	大 牟 田 層 群	七浦層	80-100	白色中～粗粒砂岩 三池上層と呼ばれる炭層をは さむ	試料は三池上層と呼ばれ る炭層のものである (三井鉱山三池鉱業所)
		稲荷層	100	白色中粒砂岩, 砂岩, 頁岩 の互層, 八尺炭層(三池本層) 盤下層をはさむ	
		米ノ山層	20-40	黒色頁岩, 白色砂岩 中部にやや厚い炭層	
	赤 崎 層 群	銀水層	50-80	珪質礫岩, 砂岩	
?	基 盤 岩			変成岩類(田川変成岩類) 及び花崗閃緑岩類	

第5表-4 宇部炭田地質層序

地質時代		地 層		厚 さ m	岩 相	摘 要
第四紀	河成段丘堆積層					
	琴 崎 層		50+	基底部に砂礫を含む粘土層		
第三紀	始新世	宇部層群	上部宇部夾炭層	150±	砂岩, 頁岩, 泥岩などの互層 下部は砂岩, 泥岩の互層が多く 上半部は砂岩が多い 炭層は下部に多く挟有する	試料は本層下部の大派層から採取
			下部宇部夾炭層	50-100	礫岩, 珪岩, 花崗岩, 砂岩, 結晶片岩などの礫からなる礫岩層	
先第三紀	基盤岩類			古生層, 中生層などの水成岩及び蛇紋岩, 花崗岩類, 斑岩類などの貫入岩類		

第5表-5 福岡炭田地質層序

地質時代		地 層		厚 さ m	岩 相	摘 要
新第三紀	中新世	姪浜層群	姪浜層		海緑石を含む砂岩	
		古新世	早良層群	愛宕層	100-280	花崗質砂岩と頁岩の互層 下部4-5層の炭層をはさむ
浦谷層	60-300			凝灰質岩石. 一部に礫岩 炭層の発達は見られない	海棲の貝化石	
第三紀	始新世	福岡層群	野間上部層	125-265	砂岩頁岩の互層. 最上部頁岩優勢, 多くの炭層をはさむ	試料は本層上部のザルボー層 (志免鉱業所)
			野間中部層	65-130	礫岩, 頁岩	
			野間下部層	85-90	下半部 礫層を多くはさんだ砂岩, 上半部 頁岩, 砂岩, またはこれらの互層	
			残島層	70-100	礫岩及び紫赤色頁岩	
		基盤岩類			三郡変成岩類, 早良花崗岩	

本炭田の主要夾炭層は松島層群で、本層群は下位から中戸層と崎戸夾炭層に分けられる。中戸層は海成層で砂岩と砂質頁岩からなる。崎戸夾炭層は主として白色砂岩からなり、中部には頁岩が多い。炭層は中部及び上部に

それぞれ数枚を挟有する。

本研究の試料は三菱崎戸鉱業所からのもので上記夾炭層中部の盤下層及び15尺層から採取したものである。

5.3 三池炭田

本炭田は福岡県大牟田市を中心として、福岡、熊本両県境付近に位置し、有明海に面している。炭層の分布範囲は東西約 15 km 南北約 15 km におよび、その面積は約 200 km² である。

5.3.1 地質の概要

本炭田の古第三紀層は基盤岩類の変成岩類(田川変成岩類)及び花崗閃緑岩を不整合におおひ、阿蘇溶岩、洪積層により不整合におおわれている。古第三紀層は下位から赤崎層群、大牟田層群及び万田層群の3層群に分けられ、いずれも整合的に累積した始新世の地層である。

5.3.2 夾炭層及び試料採取炭層

本炭田の主要夾炭層は大牟田層群で、本層群は下位から米ノ山層、稻荷層及び七浦層の3層に分けられる。米ノ山層は白色砂岩と黒色頁岩とからなり下部に2-3枚の薄い炭層、中部にやや厚い炭層(米ノ山炭層)を挟有している。本層の米ノ山炭層の上位から汽水及び海性の貝化石を産する。

稻荷層は本炭田における主要夾炭層で、砂岩、頁岩の互層からなり、三池本層、盤下層と呼ばれる主要炭層を挟有している。本層中には汽水及び浅海性の貝化石を産する。七浦層は主に砂岩からなり三池上層と呼ばれる炭層を挟み、浅海-汽水性の貝化石を産する。試料は七浦層中の三池上層から採取した(三井鉱山三池鉱業所)。

5.4 宇部炭田

本炭田は山口県の南西部にあって瀬戸内海に面し、山口市、吉敷郡、小野田市、宇部市及び厚狭郡などにまたがっている。夾炭層の分布範囲は東西約 18 km 南北約 25 km におよび、その面積は陸域約 100 km² 海域約 150 km² である。

5.4.1 地質の概要

基盤岩類は三郡変成岩類、関門層群、花崗岩類からなり、古第三紀の宇部層群(始新世)はこれらの上に不整合にのっている。宇部層群は下部宇部夾炭層と上部宇部夾炭層とに分けられ、淡水成層を主体とし、中部に海成層を挟む累層群である。

5.4.2 夾炭層及び試料採取炭層

下部宇部夾炭層は主に礫岩からなるが、東部に向かって砂岩の挟有率を増し、東端部では泥質の塊状砂岩となる。本層は炭層を挟有しない。

上部宇部夾炭層は更に上部と下部に分けられる。下部は砂岩と泥岩からなり、約6層の稼行炭層を挟有し、浅海性貝化石及び植物化石を産し、浅海成又は非海成の堆積物からなる。

試料は宇部興産沖ノ山鉱より送付を受けたもので、上部宇部夾炭層下部の大派層から採取したものである。

5.5 福岡炭田

地質時代	炭田名	最上炭田	尾張知多地区	伊具含炭地	平鹿含炭地	美濃炭田御藪地区	三川赤谷産炭地	佐世保炭田	釧路炭田	崎戸松島炭田	三池炭田	宇部炭田	福岡炭田
		新第三紀	鮮新世	○	○								
古第三紀	中新世			○	○	○		○					
	漸新世								○	○			
新第三紀	始新世										○	○	○

第5図-1 試料採取炭層層準の概略

本炭田は福岡県の北西部に位置し、福岡市を中心として博多湾に面し分布している。夾炭層の分布範囲は東西約20 km 南北約15 km でその面積は約50 km²である。

5.5.1 地質の概要

基盤岩類は三郡変成岩類、早良花崗岩及び糸島花崗閃緑岩などからなり炭田の周縁部に広く分布している。これらの上に不整合にのっている第三紀層は下位から福岡層群(始新世)早良層群(漸新世)及び姪浜層群(中新世)の3層群に分けられ、これらの層群はおたがいに不整合関係にある。

5.5.2 夾炭層及び試料採取炭層

夾炭層は福岡層群と早良層群である。福岡層群は下位から残島、野間の2層に分けられる。残島層は基盤岩類を不整合におおひ、薄い炭層及び植物化石を産する。野間層下部は多くの稼行炭層を挟有し中部は炭層の発達少なく、上部は最上部に稼行炭層を4枚挟有している。

早良層群は下位から浦谷、愛宕の2層に分けられるが炭層を挟むのは上位の愛宕層である。愛宕層は主に花崗岩質砂岩と頁岩の互層からなり、上、中、下の3部に分けられる。下部は4-5層の稼行炭層を挟有し、淡水及び海性の貝化石を産する。中部は炭層の発達が悪い。上部は砂岩泥岩の互層からなり数層の稼行炭層を挟む。

試料は福岡層群野間上部層のザルボー層(日本国有鉄道志免鉱業所)から採取した。

なお最後に対象とした各炭田の試料採取炭層の概略の対比を第5図-1に示す。

6. 分析データ及びその解析

6.1 分析データの取り扱い方について

分析結果を論ずる前にデータの取り扱い方について述べる必要があるが、それには先ず石炭の定義から言及しなければならない。

石炭の定義については古来から多くの学者間に論議されたが、それらを総合して要約すると“石炭とは植物遺骸の堆積分解して生じた層状をなす可燃性の岩石で経済的に使用することができるものである”といえることができる。経済的に使用し得べきものという条件があるので、灰分の量を40%以下、又は50%以下と限定しているものもあるが、このへんはあいまいである。そこで次に問題となるのが灰分の定義で、これはまた厳密に言えば非常にむずかしいが、ここでは分析データを表示する場合の計算の基礎を決める立場からきわめておおざっぱに考えると、いわゆる石炭の灰分といわれるものは石炭固有の灰分と石炭の原料となった植物の埋没と同時に、また石炭生成の過程で外部から物理的に混入したものと

2つに分けられる。前者は非常に少量で1-4%に過ぎないが、後者はその含有範囲がきわめて広く、しかもこれら2種類の灰分を識別することはもちろん、完全に分離することも不可能に近い。

石炭中の微量成分の分析結果を表示するのに

(1) 灰分を計算の基礎にした表示法

……灰分中の含有量(ppm)

(2) 原炭を計算の基礎にした表示法

……原炭中の含有量(ppm)

(3) 灰分を除いた純炭質物を計算の基礎にした表示法

……純炭中の含有量(ppm)

の3つの方法が従来から一般に採用されているが、従来の文献では灰分中の含有量(ppm)として表示しているものが非常に多く、第1表に示した Goldschmidt の濃縮係数に使用されているデータもその例外ではない。灰分を計算の基礎にした表示法は微量成分を資源的な見地から検討する場合は灰分そのものが抽出処理をする場合の対象となるからきわめて実用的といえるが、地球化学的な見地から濃縮の原因や機構などを含めて検討する場合は不適當であって、厳密には無機物質すなわち灰分と有機物質とに分離して別々に分析することが最も望ましいが、実際問題としては分離すること自体が非常に困難であってむしろ不可能であることに問題がある。もしも石炭中の微量成分の大部分が上に述べた後者の灰分、すなわち外部から物理的に混入した無機物質の中に初めから存在していたものとすれば(1)の表示法に意義があると思われるし、また微量成分の大部分が水を媒体として有機物質による吸着又は有機物質との化学反応による有機錯化合物などの形で石炭に固定されたものとすれば(3)の表示法に意義があると考えてよいであろう。しかしながら、後で述べるように実際には石炭中の微量成分は上記2つの原因と厳密には更に他の原因ときわめて複雑にからみ合って供給されたものと解釈すべきであるから、石炭そのもの、すなわち原炭を計算の基礎としたデータによって議論するのがもっとも妥当と考える。

以上の理由によって本稿のとりまとめに当たっては第6表-3に参考までに灰分を計算の基礎にした数値を併記したほかはすべて原炭中の含有量(ppm)で表示し、また本文中でも特にことわりのないものは原炭中の含有量(ppm)で示した。

6.2 対象とした20成分の地球化学的性質

元素の地球化学的な循環系において岩石の風化、分解、浸食、運搬、堆積の一連の作用によって堆積岩が生成される過程で微量成分がどのような動きをするかということとは石炭中の微量成分を論ずる場合きわめて関係の

第6表-1 対象とした微量元素の地球化学的性質一覧

本表は HAUKES, H. E., WEBB, J. S. の Geochemistry in mineral exploration を資料とし関係のある部分だけを抽出して一覧表とした。

元素名	親和性	岩石中の鉱物	一次鉱物	二次鉱物	土壌中の形	移動性
銀	親銅：硫化鉱床中の金、アンチモン、ヒ素、鉛、亜鉛	不明	自然銀(安定)、方鉛鉱、輝銀鉱(比較的不安定)、複雑な硫化鉱物	角銀鉱(AgCl)、銀-ジャロソ石	不明	多分相当低い。塩化銀の低溶解度によって規制される
ヒ素	親銅：硫化鉱物中の金、銀、銅、コバルト：後生的な金鉱床と強く親和	黄鉄鉱(不安定)	主に硫砒鉄鉱、硫砒硫酸塩鉱物の複雑鉱	褐鉄鉱、鉄砒酸塩	褐鉄鉱、ごくわずかに有機化合物	一般に低い、亜砒酸イオンとして褐鉄や砒酸鉄として共沈することによって規制される：鉄の乏しい環境でヒ素は移動し易くなる*
ホウ素	親石：ペグマタイト脈中のベリリウム、リチウム、ニオブ、ウラン：海水中のホウ素の濃集の結果として海成の頁岩のホウ素含有量は淡水性のもより高く、堆積環境判定の基準となることもある**	電気石(非常に安定)その他多くの一次的火成ケイ酸塩(安定度種々)	電気石	粘土鉱物、可溶性ホウ酸塩	粘土鉱物、可溶性ホウ酸塩、電気石	安定なケイ酸塩、特に電気石中のホウ素を除いて非常に移動し易い
バリウム	親石：珪長質火成岩中のカリウム：重晶石として多くの鉛、亜鉛硫化鉄鉱石に随伴	カリ長石(安定度中位)	重晶石(比較的不安定)		おそらく重晶石	多分高い、バリウムの硫酸塩の溶解度によって規制される
コバルト	親鉄：ごくわずかに親銅：超苦鉄質及び苦鉄質岩石中のマグネシウム、ニッケル：硫化鉱床中の鉄、ヒ素、アンチモン、銅、ニッケル、銀、ウラン	鉄苦土鉱物(安定度中位)	ヒ素とアンチモン硫化物の複雑鉱、時としては単一硫化物キャロライトや硫コバルト鉱	褐鉄鉱、二酸化マンガン、コバルト等(3CoOAs ₂ O ₆ ·8H ₂ O)ヘテログロナイト(CoO·2Co ₂ O ₃ ·6H ₂ O)	褐鉄鉱、二酸化マンガン	移動性中位。褐鉄鉱や二酸化マンガンと共沈することによって切期の段階で規制される
クロム	親石：超苦鉄質岩中のニッケルやマグネシウムと強く親和：堆積循環系の鉄とマグネシウム	クロム鉄鉱(非常に安定)	クロム鉄鉱	なし	もし母岩が存在するならばクロム鉄鉱、褐鉄鉱	可溶性のクロム酸イオン(CrO ₄ ²⁻)が安定であるような高いpHとEbの条件を除いて一般に移動性が低い
銅	親銅：硫化鉱床中の鉛、亜鉛、モリブデン、銀、金、アンチモン、セレン：銅-ニッケル-白金：銅-コバルト-ヒ素	鉄苦土鉱物(安定度中位)黄銅鉱(不安定)	黄銅鉱、斑銅鉱、銅-ヒ素-アンチモンの硫黄鉱物の複雑鉱(すべて不安定)	硫化物、酸化物、塩基性炭酸塩、硫酸塩、ケイ酸塩	褐鉄鉱、二酸化マンガン、有機物	pH 5.5 以下では移動し易い。中性かアルカリ性で移動性が低い。移動性はpHによって規制される褐鉄鉱との共沈や粘土鉱物、有機物への吸着などはわずかである
リチウム	親石：ケイ酸塩中のマグネシウム：ペグマタイト脈中のベリリウム、ホウ素、ランタン、ニオブ、トリウム、ウラン	鉄苦土鉱物(安定度中位)	黝輝石(LiAl(SiO ₃) ₂)とアンブリゴナイト(LiAl(FOH)PO ₄)(両者とも安定)、ロシア雲母(安定度中位)	知られているものはない	多分粘土鉱物	多分移動し易い

*MATHER, 1956 **KEITH et al., 1959

本表における岩石中の微量元素に関する研究(竹田栄蔵)

第6表-1 (つづき)

元素名	親和性	岩石中の鉱物	一次鉱物	二次鉱物	土壌中の形	移動性
マンガン	親石：ケイ酸塩中のマグネシウム、鉄	鉄苦土鉱物 (安定度中位)	炭酸塩(不安定)	含水マンガン酸化物	含水マンガン酸化物	移動性が低い
モリブデン	親鉄：接触變成鉱床中のタングステンやスズ：ポーセリ銅鉱床中の銅やレニウム	輝水鉛鉱 (比較的不安定)	輝水鉛鉱	褐鉄鉱、鉄水鉛精 ($Fe_2O_3 \cdot 3MoO_3 \cdot 8H_2O$) ジャロソ石、石膏、パウエル鉱 ($Ca(MoW)O_4$)	褐鉄鉱、粘土鉱物	移動性中位、pH の変化にはあまり関係しない
ニッケル	親鉄：わずかに親銅：超苦鉄質及び苦鉄質岩石中のマグネシウムやコバルト：硫化鉱床中のコバルト、銅	鉄苦土鉱物 (安定度中位)	ニッケル-鉄硫化物(すべて不安定)	含水ニッケルケイ酸塩、褐鉄鉱	多分褐鉄鉱、含ニッケルケイ酸塩	移動性中位、褐鉄鉱との共沈や pH 6.5 以上で加水分解することによって規制される*
鉛	親銅：貴金属鉱床中の銀：多くの他の硫化鉱床中の鉄、亜鉛、銅、アンチモン、造岩ケイ酸塩中のカリウム	雲母 (安定) カリ長石 (安定度中位)	方鉛鉱 (比較的不安定)	白鉛鉱、硫酸鉛鉱、緑鉛鉱 ($Pb_4(PbCl)(PO_4)_3$)	不明	一般に低い。有機物や褐鉄鉱と沈殿することによって一部規制されるが塩化物環境ではおそらくより高いと思われる
スズ	親鉄：アルカリ岩中のタングステン、モリブデン、ニオブ、フッ素、リン：ペグマタイト脈中のベリリウム、ホウ素、リチウム、ニオブ、タンタル希土類	雲母、錫石 (両者共安定)	錫石 (安定) 硫錫石や多くの卑金属硫化物 (不安定)	不明	多分錫石	一般に低い
ウラン	親石：硫化物鉱床のコバルトや銀：風化残留鉱床中のバナジウム、ヒ素、リン、モリブデン、鉛、銅、セレンなど：黒色頁岩中の炭素：燐灰土鉱床中のリン***	風信子鉱 (安定) 燐灰石 (安定度中位) 褐礫石 (不安定)	閃ウラン鉱 (不安定)	炭酸塩、燐酸塩、バナジン酸塩の錯塩	有機物	アルカリ性、酸性環境下で非常に移し易い**
バナジウム	親石：ある原油や土瀝青鉱、黒色頁岩、燐灰土：磁鉄鉱中の鉄、チタン：二次的ウラン-バナジウム鉱物中のウラン、リン、鉛、銅、カリウム	磁鉄鉱、チタン鉄鉱(安定) わずかに鉄苦土鉱物 (安定度中位)	パトロナ石 (VS_4) (不安定)	二次的バナジン酸ウラニル 二次的鉄鉱石	粘土鉱物、バナジン酸塩	おそらく非常に低い
タングステン	親石：岩漿分化時のモリブデン、錫、ニオブ	知られていない	灰重石 (安定度中位) 鉄マンガン重石 (安定)			おそらく移動性は中位
亜鉛	親銅：卑金属、貴金属鉱床中の銅、鉛、銀、金、アンチモン、ヒ素、セレン：あるケイ酸塩中のマグネシウム	鉄苦土鉱物 (安定度中位)	閃亜鉛鉱 (不安定)	硫酸塩、炭酸塩、含水ケイ酸塩	褐鉄鉱と粘土鉱物に吸着***	中位、有機物の活性や褐鉄鉱との共沈により規制される

*CROOK, 1956 **BOWES *et al.*, 1959; MANSKAYA *et al.*, 1956 ***WHITES, 1957

第6表-2 各種岩石その他の微量成分の含有量

元素名	火成岩 (ppm)				堆積岩 ³⁾ (ppm)				土壌 (ppm)		淡水 ⁴⁾ (ppb)
	平均 ¹⁾	超苦鉄質岩 ²⁾	苦鉄質岩 ²⁾	珪長質岩 ²⁾	石灰岩	砂岩	頁岩	黒色頁岩	平均 ⁴⁾	範囲 ⁴⁾	
Ag	0.2	0.3	0.3	0.15	0.2	0.4		5~50	0.1		0.01~0.7
As	2	2.8	2	1.5			4	75~225	5	1~50	1~30
B	13	40	10	15	18	155	130 ³⁾		10		1~10,000 ⁴⁾
Ba	640	15	270	830	20~200	100~500	300~600	457~700	500	100~3,000	4~35
Co	18	200	45	5	0.2~2	1~10	10~50	5~50	8	1~40	0.03~10
Cr	117	2,000	300	25	5	10~100	100~400	10~500	200	5~1,000	0.5~40
Cu	70	80	140	30	5~20	10~40	30~150	20~300	20	2~100	0.2~30
Li	50	2	15	70	2~20	7~29	50	17	30	5~200	0.3~3
Mn	1,000	1,300	2,200	600	1,300	385 ³⁾			850	200~3,000	0.3~300
Mo	1.7	0.4	1.4	1.9	0.1~0.5	0.1~1	1	10~300	2	1.2~5	0.05~3
Ni	100	1,200	160	8	3~10	2~10	20~100	20~300	40	5~500	0.02~10
Pb	16		12	48 ³⁾	5~10	10~40	20	20~400	10	2~200	0.3~3
Sn	32		6	45			40		10		
U	2.6	0.03	0.8	3.5	2.5	0.45	4.1 ³⁾	2~300 ³⁾	1		0.05~1 ⁴⁾
V	90	140	200	40	2~20	10~60	50~300	50~2,000	100	20~500	
W	2				1.8 ³⁾	1.6					
Zn	80	50	130	60	4~20	5~20	50~300	100~1,000	50	10~300	1~200

¹⁾ GREEN, 1959

²⁾ VINOGRADOV, 1956

³⁾ KRAUSKORF, 1955

⁴⁾ HAWKES *et al.*, 1962

⁵⁾ FIX, 1958

深い重要な問題である。Goldschmidt は風化作用による岩石の化学的分解の過程によって堆積岩を抵抗堆積物 (resistate sediment), 水解堆積物 (hydrolysate sediment), 酸化堆積物 (oxidate sediment), 炭酸塩堆積物 (carbonate sediment), 蒸発堆積物 (evaporate sediment) に分類したが、この分類から岩石の化学的分解に伴って主要無機成分がどのように分配堆積するかをたどることができる。すなわちケイ素は抵抗堆積物 (砂岩) は、アルミニウムとカリウム (一部) は水解堆積物 (頁岩, 粘土鉱物) に、鉄とマンガンは酸化堆積物 (鉄鉱, 層状マンガン) に、カルシウムとマグネシウムは炭酸塩堆積物 (石灰岩, 白雲岩) にそして塩化ナトリウム, 塩化カリウム, 硫酸マグネシウムなどは蒸発堆積物 (岩塩) に集まることはよく知られているところである。微量成分もそれぞれの化学的性質や堆積環境などによって上記の堆積物に分配されるであろうが、まだ充分に明らかにされていない点が多い。

ここでは対象とした20成分について既往の文献からその地球化学的性質をとりまとめこれを一覧表として第6表-1と第6表-2に示し、これらの表を対照しながら分析データを検討していくこととした。

6.3 微量成分の検出頻度, 含有範囲平均値

分析結果を炭田ごとにとりまとめこれを第6表-3-1から第6表-3-12に、またこれらの表から炭田ごとに各成分の検出頻度, 含有範囲, 平均値を求めたものを第6表-4-1 (石炭) と第6表-4-2 (炭質物を含まない上・下盤挟みなど) に、更にまた第6表-4-1と第6表-4-2からその平均値だけを抽出したものを第6表-5に示す。

これらの結果から全般的にいえることは微量成分の含有量を炭質物, すなわち石炭と炭質物を全く含まない上・下盤, 挟みなどに分けて比較検討すると前者に特に濃縮度が高いと認められる成分は案外少ないことである。これは従来の多くの文献に“石炭中には各種の微量成分が非常に濃縮されている”と述べられていることから、かなりかけ離れた印象をあたえるが、前にも述べたように従来の諸文献は灰分中の含有量 (ppm) で表示しているものが多く、低灰分の石炭では微量成分のすべてが灰化によってその少ない灰分の中に濃縮される結果となるから灰分中の含有量で表示したものは外見上高い値を示すことは当然であって、これは第6表-3-1から第6表-3-12の各欄の右上の数字 (灰分中の ppm) をみても明らかである。

第6表-3-1 分析結果 (最上炭田)

試料番号	灰分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm																
III- 1	—	—	(100)	(20)	(200)	—	—	(25)	(40)	—	(60)	(50)	—	—	(10)	(5)	(250)	++		(20)	—	—																
2	45.03	1>	45	23	90	200	—	18	45	100	100	—	81	112	14	5	10	15	2	5	67	150	+++	300	—	67	150											
3	26.38	1>	53	21	80	106	400	16	60	5	20	26	100	21	80	16	60	—	66	250	16	60	11	40	5	20	1	5	105	400	++	26	100	—	66	250		
4	20.11	1>	40	250	16	80	120	600	—	3	15	10	50	4	20	4	20	12	60	50	12	60	4	20	3	15	1	5	100	500	++	12	60	—	—			
5	5.01	1>	5	100	15	300	50	1000	1	25	1	15	3	50	1	10	—	3	60	12	250	4	80	1	10	1	10	1	10	38	750	+++	1	20	—	—		
6	15.25	1>	61	400	15	100	1200	4	25	—	15	100	23	150	12	80	8	60	38	9	60	3	20	3	20	3	20	3	20	22	150	++	3	20	—	—		
7	25.18	1>	76	300	20	80	200	800	6	25	4	15	50	5	20	—	—	63	8	250	8	30	5	20	4	15	5	20	126	500	++	15	60	—	150			
8	23.35	1>	35	150	19	80	1000	6	25	3	15	23	100	2	10	—	—	58	250	7	30	2	10	3	15	2	10	117	500	+++	14	60	—	35	150			
9	57.56	1>	58	100	29	50	86	150	9	15	23	40	58	100	46	80	2	4	104	120	86	150	11	20	6	10	6	10	6	86	150	+++	172	300	—	—		
10	—	—	(100)	(30)	(500)	—	—	(10)	(50)	—	(120)	(50)	(10)	—	(10)	(5)	(500)	+++		(20)	—	—																
11	12.69	1>	25	200	19	150	76	600	3	25	6	50	13	100	10	80	3	25	—	32	250	13	100	1	10	2	15	1	10	51	400	+++	190	1500	—	—		
12	47.77	1>	119	250	38	80	478	1000	12	25	2	5	24	50	10	20	10	57	120	250	38	80	19	40	10	20	2	5	240	500	+++	48	100	—	—			
13	27.38	1>	69	250	27	100	164	600	7	25	5	20	55	200	3	10	5	20	—	206	750	27	100	3	10	5	20	1	5	137	500	+++	16	60	—	41	150	
14	32.54	1>	97	300	26	80	260	800	8	25	5	15	16	50	3	10	7	20	20	60	244	750	10	30	6	20	5	15	2	5	244	750	+++	20	60	—	49	150
15	28.35	1>	85	300	23	80	284	1000	7	25	4	15	28	100	3	10	9	30	17	60	213	750	9	30	6	20	6	20	1	5	213	750	++	17	60	—	—	
16	13.75	1>	41	300	41	300	82	600	3	25	3	20	27	200	11	80	8	60	—	106	750	1	10	3	20	6	40	2	15	106	750	++	8	60	—	—		
17	26.48	1>	66	250	13	50	318	1200	7	25	4	15	26	100	5	20	4	15	—	198	750	8	60	3	10	11	40	3	10	320	1200	++	16	60	—	66	250	
18	32.33	1>	80	250	32	100	194	600	—	6	20	65	200	6	20	6	6	58	180	252	750	26	80	6	20	13	40	3	5	162	500	+++	19	60	—	49	150	
19	21.25	1>	42	200	21	100	170	800	—	3	15	43	200	8	40	9	40	25	120	113	500	17	80	1	5	11	50	5	25	113	500	+++	13	60	—	—		
20	—	—	(100)	(50)	(400)	—	—	(50)	(10)	5	(150)	(150)	(20)	(10)	(15)	(5)	(500)	++																				
21	32.46	1>	65	200	26	80	130	400	8	25	7	20	65	200	44	150	6	20	58	180	82	250	20	60	7	20	7	20	3	10	82	250	++	32	100	—	49	150
22	—	—	(100)	(50)	(300)	—	(15)	(100)	(15)	—	(180)	(25)	(10)	—	(10)	(15)	(5)	(250)	+++		(60)	—	—															
23	—	—	(100)	(30)	(200)	—	—	(50)	(80)	—	—	(50)	—	(10)	(15)	(5)	(500)	++		(60)	—	—																

備 考
 1. 各欄の右上の数字は灰分中の含有量を示し、左下の数字は原炭中の含有量を示す。
 2. 原炭中の含有量は灰分中の含有量と灰分の量から計算によって求めた。
 3. 原炭中の含有量が検出限界以下の値が出ている場合のあるのは上述のように計算によって求めた値であるからである。
 4. カッコでくくってあるものは炭質物を含まない上・下整、換みなどの値である。
 5. 最上炭田のウランは試料保存に手違いがあつて分析しなかつた。
 6. チタンの分析結果の記号と含有量の関係は次の通りである。
 + 0.1%以下, ++ 0.1~1.0%, +++ 1%以上。

第6表-3-1 分析結果 (つづき)

試料番号	灰分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm	
IX- 1	—	1>	(100)	(30)	(300)	—	—	(20)	(15)	1	(120)	(50)	(8)	—	(10)	(5)	(250)	++		(40)	—	—	
2	15.00	1>	250 38	150 1000	90 600	4	25	— 8	50 3	20 8	50	— 75	500 5	30 6	20 6	40 1	5 38	250	+++	15	100	— 30	200
3	8.47	1>	21	250 100	1200 68	800 2	25 1	15 4	50 2	30 1	10 10	120 64	750 5	60 3	20 3	40 1>	5 21	250	++	5	60	—	13 150
4	9.70	1>	19	200 116	1200 98	1000 2	25 —	— 2	20 8	80 1	10 12	180 73	750 8	80 4	40 4	40 1>	5 116	1200	+++	10	100	—	15 150
5	10.32	1>	21	200 103	1000 62	600 3	25 2	15 5	50 8	80 1	10 19	180 77	750 8	80 2	20 2	15 1	5 77	750	++	6	60	—	—
6	16.55	1>	17	100 106	1000 134	800 4	25 3	20 17	100 3	20 1	6 10	60 124	750 25	150 2	10 4	25 2	10 124	750	+++	10	60	—	—
7	22.78	—	45	200 114	500 136	600 6	25 5	20 4	20 4	20 1	4 14	60 170	750 18	80 5	20 9	40	— 57	250	+++	68	300	—	—
8	—	—	(100)	(50)	(300)	—	—	(20)	(50)	2	(120)	(50)	(10)	—	(10)	(5)	(500)	+++		(60)	—	—	
9	15.63	1>	16	100 80	500 94	600 4	25 8	50 23	50 3	20 3	— —	— 117	750 13	80 3	20 8	50 2	10 78	500	+++	235	1500	—	24 150
10	20.35	1>	20	100 60	300 160	800 3	15 8	40 20	100 2	10 1	5 24	120 153	750 16	80 2	10 8	40 1	5 100	500	+++	61	300	—	—
11	18.66	1>	47	250 94	500 150	800 5	25 4	20 19	100 3	— 1	5 —	— 140	750 6	30 7	40 9	50 3	15 93	500	++	19	100	—	—
12	13.25	1>	27	200 13	100 132	1000 2	15 4	30 13	100 3	20 1	8 —	— 100	750 7	50 3	20 7	50 1	10 100	750	++	13	100	—	20 150
13	14.53	1>	36	250 12	80 146	1000 2	15 2	15 15	100 3	20 1	7 —	— 110	750 3	20 3	20 7	50 1	10 364	2500	++	15	100	—	—
14	10.88	1>	22	200 11	100 164	1500 2	15 2	20 22	200 2	20 —	— —	— 81	750 7	60 2	20 5	50 1	10 270	2500	+++	11	100	—	—
15	17.30	1>	43	250 17	100 173	1000 3	15 7	40 17	100 3	20 5	30 —	— 130	750 2	10 3	20 13	75 2	10 260	1500	+++	260	1500	—	—
16	47.32	1>	95	200 47	100 284	600 38	60 10	20 95	200 47	100 9	85 —	180 236	500 9	20 10	20 36	75 7	15 236	500	+++	47	100	—	71 150
17	—	(1>)	(100)	(30)	(50)	(10)	(15)	(50)	(30)	—	(120)	(50)	—	(10)	(15)	(5)	(150)	++		(60)	—	—	
X- 1	—	(1>)	(100)	(50)	(300)	—	(100)	(50)	100	1	120	250	—	10	10	5	150	++		—	—	—	
2	52.34	1>	52	100 42	80 314	600 —	— 52	100 26	50 42	80 1	2 63	120 262	500 5	10 3	5 8	15 5	10 131	250	+++	52	100	—	—
3	72.41	1>	72	100 58	80 434	600 —	— 72	100 72	100 22	30 1	1 44	60 180	250 14	20 4	5 7	10 4	5 180	250	+++	145	200	—	—
4	11.24	1>	11	100 22	200 112	1000 3	25 3	30 6	50 2	20 2	20 2	— 84	750 3	30 1	10 2	15 1	10 56	500	++	34	300	—	—
5	9.15	—	9	100 73	800 137	1500 2	25 3	30 18	200 2	20 1	10 5	60 68	750 3	30 4	40 1	15 1>	5 110	1200	+++	55	60	—	32 350
6	7.03	—	14	200 85	1200 105	1500 2	25 2	30 7	100 1	20 —	— —	— 52	750 1	20 1	20 1	20 1>	5 175	2500	+++	7	100	—	24 350
7	7.23	1>	7	100 87	1000 72	1000 5	75 3	40 7	100 7	100 —	— —	— 36	500 4	50 3	40 1	20 1	10 54	750	++	7	100	—	—
8	5.29	1>	5	100 64	1200 106	2000 4	75 1	15 3	50 1	20 —	— —	— 40	750 3	50 1	20 1	20 1	10 132	2500	++	3	60	—	8 150
9	5.32	1>	5	100 43	800 106	2000 8	150 2	30 11	200 4	80 —	— —	— 40	750 3	60 2	40 1	15 1>	5 132	2500	++	3	60	—	13 250

第6表-3-1 分析結果 (つづき)

試料番号	灰	分%	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm	
XIX-1	—	(1>)	(100)	(50)	(300)	—	—	(8)	(20)	—	—	(500)	(8)	(10)	(15)	(5)	(250)	++		(20)	—	(150)		
2	—	—	(100)	(80)	(300)	—	(15)	(8)	(20)	—	(60)	(300)	—	(10)	(10)	(5)	(250)	+++		(60)	—	—		
XX-1	—	(1>)	(100)	(50)	(200)	—	(5)	(8)	(20)	—	—	(300)	—	(20)	(10)	(5)	(250)	++		(20)	—	—		
2	—	(1>)	(100)	(30)	(200)	—	(30)	(8)	(8)	—	(60)	(150)	—	—	(10)	(5)	(250)	+++		(60)	—	—		
XXI-1	—	—	(100)	(20)	(200)	—	—	(8)	(20)	—	(60)	(500)	(8)	—	(15)	(10)	(250)	++		—	—	—		
2	—	(1>)	(100)	(30)	(600)	—	(30)	(8)	(40)	—	—	(150)	(6)	—	(10)	(5)	(500)	+++		(60)	—	—		
XXII-1	—	—	(100)	(30)	(200)	—	(30)	(8)	(20)	—	(60)	(150)	(6)	(5)	(10)	(5)	(150)	+++		(100)	—	—		
2	—	(1>)	(100)	(30)	(400)	—	—	(15)	(5)	—	(60)	(500)	(5)	—	(15)	(5)	(500)	++		—	—	—		
飛炭-1	10.24	—	500	1200	800	80	80	30	500	10	1750	—	250	150	10	40	5	1200	+++		500	50	150	
		52	123	82	8	3	52	1	10	180	26	15	1	4	1	5	123	52	5	15				
2	5.92	—	750	1200	480	120	200	30	500	10	2500	—	250	200	100	50	5	500	+++		500	50	150	
		45	71	48	12	2	29	1	150	15	12	6	3	1>	30	12	30	30	3	9				
3	4.94	1>	1000	1200	400	40	40	5	100	25	500	1	30	200	4000	—	1>	10	10	200	1>	10	2	50
		49	59	40	2	5	25	1	200	4000	—	1>	10	10	200	1>	10	12	250	+++	20	400	2	50
4	3.42	—	1000	1200	600	150	150	1	15	17	500	1	20	300	8800	—	24	750	6	180	2	50	1	40
		34	41	20	5	1	17	1	20	300	—	24	6	180	2	50	1	17	500	+++	14	400	12	350

第6表-3-2 分析結果 (尾張炭田知多地区)

試料番号	灰	分%	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm															
1-1	10.40	1>	500	20	125	1200	8	75	16	150	8	80	2	20	1000	—	32	320	26	250	94	900	2	15	3	25	125	1200	+++	2	18	104	1000	8	50	36	350	
2	—	(1>)	—	(10)	(1200)	(10)	(15)	(20)	(5)	—	—	(240)	(1)	(10)	(10)	(5)	(600)	+	(4)	(30)	(50)	(150)																
3	—	(1>)	—	(10)	(1200)	(10)	(60)	(50)	(10)	—	(50)	(320)	(1)	(15)	(15)	(5)	(500)	+++	(6)	(100)	—	(150)																
4	—	(1>)	—	(10)	(400)	—	(20)	(5)	(10)	—	—	(30)	—	(2)	(10)	(5)	(60)	++	(8)	(30)	—	—																
5	—	(1>)	—	(10)	(600)	(8)	(50)	(15)	(5)	—	—	(320)	(1)	(5)	(10)	(5)	(500)	++	(22)	(50)	—	(150)																
6	7.11	1>	750	120	462	6500	5	75	6	80	6	80	1	15	57	800	—	57	800	18	250	3	40	2	30	1	10	142	2000	+	6	90	50	700	—	57	800	
2-1	—	(1>)	—	(10)	(1200)	(25)	(60)	(80)	(5)	—	(100)	(650)	(1)	(20)	(15)	(8)	(250)	+++	(11)	(150)	—	(150)																
2	76.17	1>	—	15	910	1200	8	10	43	60	57	80	11	15	4	6	43	60	495	650	4	6	11	15	15	20	6	8	570	800	++	34	45	57	80	—	107	150
3	—	(1>)	—	(10)	(1200)	(10)	(60)	(50)	(5)	—	(50)	(500)	(1)	(15)	(5)	(5)	(600)	++	(12)	(75)	—	(150)																
4	61.87	1>	—	15	930	1500	6	10	37	60	62	100	25	40	4	6	37	60	400	650	5	8	9	15	12	20	5	8	790	1200	++	12	20	430	700	—	93	150
5	—	(1>)	—	(10)	(1200)	(25)	(60)	(50)	(5)	—	(50)	(240)	(1)	(10)	(10)	(5)	(500)	++	(12)	(100)	—	(150)																

第6表-3-2 分 析 結 果 (つづき)

試料番号	灰 分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm	
2-6	36.75	1>	—	7 20	1500	10	60	100	40	30	60	500	10	10	15	8	1200	+++	20	700	—	150	
				550	(1200)	4	22	37	15	11	22	183	6	6	6	3	440	7	257	700	—	55	
7	—	(1>)	—	(10)	(1200)	(50)	(60)	(80)	(5)	—	(50)	(800)	(1)	(15)	(15)	(5)	(250)	+	(7)	(75)	—	(150)	
8	—	(1>)	—	(10)	(1200)	(10)	(60)	(50)	(10)	—	(50)	(800)	(1)	(15)	(15)	(5)	(300)	+++	(8)	(100)	—	(150)	
4-1	—	(1>)	—	(15)	(1200)	(10)	(60)	(80)	(50)	(6)	(150)	(80)	(1)	(30)	(15)	(8)	(250)	+++	(3)	(700)	—	(150)	
2	—	(1>)	—	(10)	(3000)	(75)	(60)	(80)	(20)	(6)	(150)	(160)	(6)	(60)	(30)	(8)	(1200)	+++	(9)	(700)	—	(350)	
3	67.86	1>	—	10 15	1800	100	60	80	40	4	6	180	160	8	100	30	8	1000	+++	12	700	—	450
				1220	67	41	54	25	40	4	122	108	5	8	68	20	5	679	8	475	700	—	305
4	61.82	1>	—	9 15	1500	75	37	60	80	4	6	180	80	8	100	60	8	800	+++	14	700	—	250
				925	47	37	50	25	40	4	111	50	5	62	37	5	495	9	430	700	—	155	
5	46.96	1>	—	7 15	1500	100	60	80	50	3	6	60	160	10	150	60	10	600	+++	12	700	—	250
				700	47	28	37	80	23	3	28	75	5	70	28	5	280	6	330	700	—	117	
6	46.00	1>	—	9 20	1500	200	60	80	50	3	6	60	160	10	150	60	10	800	+++	15	700	—	250
				690	92	28	37	80	23	3	28	74	5	69	28	5	367	7	321	700	—	115	
7	75.84	1>	—	8 10	1800	75	60	80	40	5	6	120	80	6	80	15	8	800	+++	7	500	—	350
				1360	57	45	60	60	30	5	90	61	5	60	11	6	605	5	380	500	—	260	
8	—	(1>)	—	(15)	(1800)	(25)	(60)	(80)	(20)	—	(150)	(160)	(1)	(50)	(15)	(8)	(1200)	+++	(25)	(500)	—	(250)	
9	—	(1>)	—	(10)	(1800)	(25)	(60)	(80)	(10)	(6)	(50)	(240)	(1)	(30)	(10)	(8)	(800)	+++	(7)	(230)	—	(250)	
10	—	(1>)	—	(10)	(1200)	(5)	(5)	(20)	(2)	—	—	(80)	—	(2)	(5)	—	(150)	+	(26)	(20)	—	—	
5-1	—	(1>)	—	(10)	(1800)	(10)	(60)	(20)	(5)	—	(100)	(240)	(6)	(20)	(5)	(8)	(1200)	+	(7)	(50)	—	(150)	
2	29.03	1>	39 100	8 20	1200	25	60	50	15	40	15	120	500	10	30	5	10	250	+++	21	700	—	150
			470	10	23	15	50	15	40	6	47	195	8	12	2	4	98	8	21	272	700	—	58
3	37.35	1>	100	11 30	3000	10	60	50	40	6	6	60	650	6	15	10	8	800	+++	23	230	—	150
			37	4	1120	22	19	15	40	2	22	242	2	6	4	3	300	9	86	230	—	56	
4	50.87	1>	100	8 15	3000	10	60	80	40	6	6	120	650	8	15	15	10	1200	+++	18	500	—	150
			51	5	1520	30	40	80	20	3	61	330	4	8	8	5	610	9	250	500	—	76	
5	—	(1>)	—	(10)	(1500)	(5)	(60)	(80)	(10)	—	(50)	(500)	(1)	(10)	(10)	(8)	(600)	+++	(15)	(50)	—	(150)	
6	36.25	1	36 100	18 50	3000	10	60	100	50	2	6	60	650	10	20	80	10	1000	+++	16	230	—	150
			1060	4	21	36	18	50	2	6	21	236	4	7	29	4	363	6	81	230	—	53	
7	—	(1>)	—	(10)	(1800)	(8)	(60)	(80)	(10)	—	(100)	(500)	(1)	(15)	(15)	(8)	(600)	+++	(5)	(100)	—	(150)	
6-1	—	(1>)	(100)	(20)	(1500)	(10)	(60)	(100)	(50)	(30)	(100)	(800)	(8)	(15)	(20)	(10)	(200)	++	(2)	(500)	—	(150)	
2	26.98	1>	27 100	8 30	1800	10	60	80	50	2	6	60	800	8	10	15	10	500	+++	23	230	—	—
			485	3	16	22	13	50	2	6	16	216	2	3	4	3	134	6	62	230	—	—	
3	18.73	1>	19 100	15 80	5000	10	60	80	40	1	6	—	800	8	10	30	10	1200	+++	36	230	—	150
			940	2	11	15	8	40	1	6	—	150	2	2	6	2	225	7	43	230	—	28	
5	27.74	1>	28 100	28 100	1800	10	60	80	40	2	6	60	800	6	15	10	10	500	+++	58	230	—	—
			495	3	16	22	11	40	2	6	7	222	2	4	3	3	137	16	63	230	—	—	
6	—	(1>)	(100)	(10)	(1500)	(8)	(60)	(80)	(20)	—	(100)	(500)	(1)	(15)	(15)	(10)	(300)	++	(12)	(150)	—	(150)	
7	—	(1>)	(100)	(10)	(1200)	(5)	(60)	(50)	(15)	—	(50)	(650)	(1)	(10)	(15)	(8)	(150)	+++	(10)	(150)	—	(150)	

第6表-3-3 分 析 结 果 (伊具含炭地)

試料番号	灰 分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm																	
1- 1	—	—	(100)	(50)	(500)	(8)	(10)	(5)	(40)	—	(60)	(30)	(5)	(5)	(5)	(10)	(250)	+++	(9)	(20)	—	(250)																	
2	—	—	(100)	(30)	(70)	(10)	(5)	(10)	(40)	(6)	(60)	(15)	(30)	(10)	(10)	(8)	(150)	+	(9)	(50)	—	(250)																	
3	—	—	(100)	(30)	(150)	(25)	(10)	(5)	(40)	(6)	(130)	(80)	(10)	(10)	(5)	(10)	(150)	++		(25)	—	(250)																	
4	90.97	—	100	50	64	70	9	10	5	5	19	20	46	50	6	6	55	60	27	30	55	60	9	10	23	25	9	10	73	80	++	—	46	50	—	228	250		
5	—	—	—	(20)	(70)	(8)	(2)	(5)	(50)	—	—	(80)	(10)	(5)	(5)	(10)	(80)	++	—	(10)	—	(250)																	
6	86.56	—	87	100	68	80	129	150	8	10	18	20	18	20	—	—	13	15	68	80	13	15	21	25	6	8	68	80	+++	—	87	100	—	260	300				
7	88.16	—	88	100	68	80	132	150	22	25	5	18	35	40	6	6	55	60	14	15	53	60	13	15	22	25	7	8	53	60	+++	8	9	88	100	—	263	300	
8	—	(1>)	—	(50)	(200)	(75)	(10)	(10)	(40)	(6)	(60)	(160)	(80)	(10)	(5)	(10)	(80)	+++	(9)	(75)	—	(350)																	
2- 1	—	—	(100)	(20)	(200)	(75)	—	(5)	(30)	(6)	—	(30)	(1)	(20)	(10)	(8)	(250)	+	—	(5)	—	(350)																	
2	49.07	—	49	100	49	100	98	200	71	150	3	5	7	15	19	40	7	15	—	37	80	29	60	16	30	23	50	4	8	71	150	++	—	47	100	—	142	300	
3	43.31	—	43	100	43	100	216	500	11	25	5	10	6	15	18	40	6	15	26	60	69	13	30	8	20	2	5	4	8	345	800	+++	4	9	65	150	—	130	300
4	48.14	—	48	100	48	100	96	200	36	75	5	10	9	20	19	40	7	15	29	60	77	15	30	8	20	3	5	4	8	120	250	—	77	150	—	143	300		
5	87.62	1>	88	100	26	30	176	200	9	10	5	5	13	15	18	20	6	5	53	60	141	160	6	5	9	10	18	20	8	8	176	200	—	21	25	—	262	300	
6	80.22	1>	80	100	40	50	159	200	8	10	8	10	12	15	16	80	5	6	96	120	128	160	5	5	8	10	20	25	8	10	202	250	—	24	30	—	240	300	
7	49.76	—	247	500	50	100	35	70	12	25	5	10	7	15	20	3	6	—	81	160	5	10	10	20	3	5	4	8	99	200	—	125	250	—	148	300			
8	—	—	(100)	(8)	(400)	(75)	(5)	(40)	(40)	(6)	—	(30)	(5)	(20)	(10)	(8)	(600)	—	—	(150)	—	(450)																	
9	46.28	1>	—	100	46	100	138	300	5	10	5	10	9	19	20	40	7	15	28	60	37	80	5	10	9	3	5	4	8	230	500	—	69	150	—	138	300		
10	54.00	1>	54	100	54	100	107	200	14	25	8	15	11	20	21	40	17	30	32	60	44	80	32	60	11	20	6	10	6	10	135	250	—	82	150	—	162	300	
11	—	(1>)	(500)	(15)	(200)	—	(1)	(5)	(30)	—	—	(80)	—	(2)	(15)	(8)	(250)	—	—	(5)	—	(250)																	
12	78.09	—	78	100	39	50	117	150	6	8	39	50	11	15	16	20	5	6	47	60	125	160	7	8	4	5	19	25	8	10	157	200	13	17	39	50	—	194	250
13	69.25	—	69	100	20	30	138	200	52	75	6	10	34	50	14	20	5	6	—	55	80	7	10	14	20	4	5	6	8	340	500	12	17	69	100	—	175	250	
14	—	(1>)	(500)	(8)	(70)	(8)	(1)	(10)	(30)	—	—	(15)	(1)	(5)	(5)	(8)	(500)	—	—	(20)	—	(250)																	
15	80.96	—	405	500	49	80	242	400	7	8	8	10	9	15	12	20	—	—	24	80	4	5	9	15	4	5	8	10	91	150	7	9	41	50	—	149	250		
16	64.69	—	65	100	52	80	260	400	33	50	13	20	33	50	26	40	4	6	39	60	52	80	39	60	7	10	4	5	7	10	520	800	6	9	98	150	—	98	150
17	84.46	1>	84	100	43	50	258	300	8	10	13	15	17	20	17	20	—	—	100	120	66	80	6	8	8	10	8	10	8	10	425	500	—	84	100	—	212	250	
18	55.75	1>	415	750	44	80	110	200	6	10	6	10	11	20	11	20	4	6	—	44	80	6	10	8	15	3	5	3	5	166	300	—	138	250	—	138	250		

第6表-3-3 分析結果 (つづき)

試料番号	灰分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm																			
2-19	42.81	—	43	100	43	100	86	200	10	25	5	10	22	50	18	40	3	6	27	60	69	160	27	60	8	20	2	5	5	10	111	250	—	—	43	100	22	50	65	150	
20	89.84	—	90	100	27	30	63	70	5	5	5	9	10	36	40	—	109	120	71	80	5	5	5	5	9	10	9	10	135	150	—	—	22	25	—	—	—	—			
21	52.04	—	—	100	52	100	208	400	4	8	1	2	3	5	6	10	7	15	—	41	80	5	8	6	10	3	5	3	5	31	60	9	17	52	100	—	—	129	250		
22	—	(1>)	(100)	(15)	(200)	(50)	(1)	(10)	(30)	—	—	(160)	(5)	(10)	(5)	(8)	(200)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(250)			
23	51.75	1>	260	500	52	100	102	200	26	50	1	2	7	15	20	40	7	15	—	88	160	31	60	6	10	10	20	5	8	310	600	—	—	26	50	26	50	78	150		
24	79.27	—	79	100	63	80	55	70	4	5	8	10	4	5	16	20	—	—	126	160	6	8	12	15	8	10	4	5	63	80	—	—	19	25	—	—	193	250			
25	—	—	—	(8)	(50)	—	—	(5)	(40)	—	—	(80)	(5)	(5)	(5)	(10)	(150)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(250)			
26	60.11	—	—	41	80	153	6	10	6	10	26	50	20	40	3	6	30	60	48	80	16	30	6	10	3	5	4	8	410	800	—	—	90	150	—	—	129	250			
3-1	54.10	—	54	100	54	100	81	150	41	75	3	5	26	50	21	40	26	50	32	60	43	80	43	80	11	20	3	5	6	10	81	150	5	9	135	250	—	—	135	250	
2	83.74	—	84	100	17	20	260	300	5	5	2	2	17	20	17	20	13	15	—	134	160	6	8	8	10	17	20	8	10	500	600	—	—	25	30	—	—	208	250		
3	—	—	(100)	(8)	(200)	(8)	(10)	(15)	(15)	(6)	(60)	(160)	(1)	(15)	(5)	(10)	(250)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(250)		
4	80.19	—	590	750	40	50	240	300	20	25	8	10	40	50	32	40	5	6	—	24	30	24	30	32	40	4	5	6	8	400	500	—	—	60	75	—	—	203	250		
5	57.03	—	286	500	57	100	86	150	6	6	10	11	20	23	40	8	15	34	60	45	18	30	8	15	3	5	5	8	110	200	—	—	86	150	—	—	142	250			
6	46.14	1>	46	100	46	100	69	150	4	8	5	10	9	20	18	40	7	15	28	60	74	160	14	30	7	15	3	5	4	8	92	200	+++	—	115	250	23	50	115	250	
7	—	—	(500)	(15)	(70)	—	(1)	(15)	(10)	—	—	(30)	—	(5)	(5)	(5)	(150)	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(150)			
8	41.48	—	41	100	21	50	167	400	4	10	1	2	20	50	6	15	25	50	—	12	30	33	80	8	20	2	5	2	5	106	250	+++	—	106	250	31	75	62	150		
9	—	—	(500)	(15)	(200)	(8)	(1)	(10)	(5)	—	—	(30)	—	(20)	(5)	—	(25)	+++	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(250)			
10	63.49	—	63	100	51	80	44	70	16	25	3	5	31	9	15	—	38	60	203	320	19	30	13	20	13	20	6	8	51	80	+++	6	9	158	250	—	—	158	250		
11	90.65	—	750	18	20	184	6	200	6	8	9	10	14	15	14	15	6	55	60	73	80	5	5	2	2	9	10	9	10	137	150	+++	—	45	50	—	—	226	250		
12	38.78	—	190	500	31	80	152	400	2	5	1	2	7	20	2	5	3	6	—	60	160	3	8	6	15	2	5	2	5	15	40	+++	—	28	75	—	—	57	150		
13	69.28	—	352	500	56	80	34	50	18	25	7	10	14	20	7	10	5	6	—	111	160	6	8	14	20	7	10	4	5	56	80	+++	12	17	173	250	—	—	—	—	
14	—	—	(100)	(30)	(300)	(10)	(10)	(20)	(15)	(6)	(60)	—	(5)	(90)	(10)	(8)	(250)	+++	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(150)		
15	90.10	—	450	500	27	30	360	400	9	10	9	45	18	50	20	6	6	54	60	216	240	6	5	18	20	5	5	7	8	222	250	+++	8	9	68	75	—	—	135	150	
16	50.75	—	55	100	16	30	110	200	14	25	11	20	44	80	22	40	3	6	33	60	88	160	44	80	16	30	5	10	5	10	82	150	+++	5	9	274	500	—	—	82	150
17	—	—	(100)	(15)	(50)	—	(1)	(40)	(15)	—	—	(80)	—	(5)	(10)	(8)	(150)	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(250)		
18	13.67	1>	14	100	137	1000	82	600	4	25	3	20	11	80	6	40	20	150	—	33	240	20	150	7	50	3	20	1	10	69	500	+++	—	96	700	14	100	42	300		

第6表-3-3 分 析 結 果 (つづき)

試料番号	灰 分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm
3-19		(1>)	(100)	(20)	(70)	—	(2)	(5)	(10)	—	—	—	—	(2)	(20)	(8)	(150)	+	—	(10)	—	(150)
20	58.40	1>	58 100	46 80	176 300	15 25	8 15	46 80	8 15	— 35	60 188	320 6	10 12	20 3	5 5	8 148	250 5	+++	9 410	700	—	250 148
21	53.37	—	268 500	42 80	212 400	13 25	6 10	42 80	11 20	3 6	— 85	160 16	30 8	15 3	5 5	8 133	250 5	+++	— 370	700	—	250 133
22		1>	(500)	(15)	(400)	(5)	—	(5)	(10)	—	—	(80)	—	(10)	(10)	(8)	(300)	+	—	(5)	—	(250)
23	43.45	—	218 500	43 100	130 400	5 10	2 5	22 50	7 15	13 30	— 105	240 26	60 7	15 2	5 2	5 109	250 4	+++	9 306	700 22	50 109	250
24	40.07	—	40 100	12 30	161 400	2 5	2 5	6 15	1 2	—	— 65	160 4	8 6	15 2	5 5	— 16	40 4	+++	— 100	250	—	—
25	23.72	—	24 100	19 80	120 500	2 8	3 10	5 20	1 2	2 6	— 57	240 7	30 5	20 2	5 5	— 47	200 4	+++	— 59	250 12	50	—
26	34.71	1>	35 100	35 100	138 400	8 25	4 10	18 50	14 40	21 50	21 60	81 240	28 80	10 30	2 5	4 10	69 200	+++	—	243 700	21 50	—
27		—	(100)	(15)	(70)	(8)	(2)	(80)	(20)	(30)	—	(30)	—	(2)	(5)	(5)	(200)	+++	—	(10)	—	(150)
28	52.87	—	52 100	27 50	318 600	3 5	1 2	27 50	3 5	3 6	— 43	80 3	5 1	2 3	5 5	— 106	200 4	+++	— 53	100	—	80 150
29	64.47	—	61 100	12 20	122 200	6 10	6 10	49 80	25 40	4 6	37 60	49 80	6 10	6 10	3 5	3 5	122 200	+++	— 153	250	—	93 150
30		—	(500)	—	(150)	(8)	—	(5)	(20)	(6)	—	(30)	—	(5)	(5)	(5)	(150)	++	—	(10)	—	(150)
31	43.93	—	44 100	53 120	88 200	5 10	5 10	22 50	18 40	3 6	— 35	80 27	60 5	10 2	5 2	5 109	250 4	+++	— 109	250 22	50 68	150
32		—	500	8	70	8	8	15	40	10	6	80	1	5	5	—	80	+++	—	700	—	350
33	85.42	—	425 500	13 15	130 150	8 10	5 5	43 50	5 5	—	— 21	25 6	6 2	2 5	5 5	5 128	150 4	+++	— 128	150	—	128 150
34	30.02	—	30 100	30 100	45 150	7 25	3 10	15 50	12 40	45 150	— 24	80 24	80 15	50 2	5 2	5 75	250 4	+++	— 151	500 30	100 75	250
35		—	(100)	(8)	(70)	(10)	(2)	(10)	(10)	—	—	(80)	(1)	(2)	(5)	(5)	(60)	+++	—	(50)	—	(150)
36		—	(500)	(15)	(200)	(50)	(10)	(40)	(5)	—	—	(160)	(1)	(15)	(5)	(5)	(80)	++	—	(100)	—	(150)
37		—	—	(15)	(70)	(25)	(20)	(40)	(10)	—	—	(30)	(1)	(15)	(5)	(5)	(80)	+++	—	(230)	—	(250)
38		—	(100)	(15)	(200)	(8)	(20)	(40)	(10)	—	—	(80)	—	(5)	(5)	(5)	(200)	+++	—	(150)	—	(250)
39		—	(100)	(20)	(70)	(10)	(50)	(40)	(5)	—	—	(160)	—	(5)	(5)	(5)	(80)	+++	—	(100)	—	(150)
4-1		—	(100)	—	(1300)	(10)	(20)	(5)	(1)	(180)	—	(80)	(1)	(5)	(5)	(5)	(200)	+	—	(5)	—	—
2		—	(100)	(80)	(300)	(50)	(50)	(50)	(20)	(150)	(60)	—	(8)	(20)	(10)	(5)	(80)	++	(9)	(50)	—	(150)
3		—	—	(8)	(500)	(10)	(50)	(40)	(5)	(30)	(60)	(160)	(5)	(10)	(5)	(5)	(200)	+	—	(30)	—	—
4		—	—	(8)	(300)	(10)	(50)	(15)	(10)	(15)	(60)	(80)	(1)	(15)	(5)	(8)	(80)	+++	(9)	(50)	—	—
5	91.58	—	—	14 15	185 200	6 8	46 50	19 20	5 5	27 30	56 60	146 160	7 8	9 10	5 5	5 74	80 4	++	— 68	75	—	—

第6表-3-3 分析結果 (つづき)

試料番号	灰 分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm																	
5-21	68.06	—	342	55	80	150	6	10	41	60	44	50	28	40	4	6	—	10	15	6	10	15	20	4	5	17	25	170	250	+++	6	9	170	250	—	170	250		
22	55.27	—	278	50	28	166	3	5	6	10	28	50	6	10	4	6	—	17	30	5	8	11	20	3	5	—	22	40	+++	9	17	55	100	—	—	—			
23	88.39	—	445	50	45	176	6	8	13	15	18	20	13	15	—	—	142	160	6	6	5	5	9	7	8	176	200	+	8	9	67	75	—	—	—				
24	75.64	—	76	100	15	20	378	500	115	150	38	50	60	80	30	40	—	61	80	54	60	60	80	4	5	7	10	600	800	+++	13	17	185	250	—	185	250		
25	—	—	(75)	(200)	(75)	(15)	(40)	(40)	(6)	—	(25)	(50)	(80)	(5)	(8)	(250)	+++	(25)	(250)	—	(250)	—	(250)	—	(250)	—	(250)	—	(250)	—	(250)	—	(250)	—	(250)	—	(250)		
26	57.84	—	286	500	8	15	173	300	5	8	3	5	6	10	12	20	4	6	—	8	15	—	6	10	6	10	5	8	345	600	++	—	6	10	—	144	250		
27	64.61	—	—	52	80	194	32	50	32	50	52	80	9	15	4	6	—	52	80	39	60	32	50	4	5	6	8	323	500	+++	6	9	96	150	—	160	250		
28	90.33	—	90	100	45	50	360	400	6	8	54	18	36	40	—	—	144	160	—	14	15	9	10	23	5	25	225	250	+++	—	—	135	150	—	135	150			
29	53.33	—	53	100	53	100	106	200	40	75	27	50	42	80	21	40	3	6	—	8	15	42	80	27	50	3	5	5	8	106	200	+++	5	9	268	500	—	80	150
30	84.08	—	84	100	25	30	252	300	8	10	42	50	42	50	33	40	—	—	67	80	8	10	17	20	5	5	8	10	249	300	+++	21	25	125	150	—	208	250	
31	—	—	(100)	(30)	(400)	(8)	(60)	(40)	(20)	(6)	—	(160)	—	(10)	(5)	(10)	(300)	+++	—	(100)	—	(150)	—	(150)	—	(150)	—	(150)	—	(150)	—	(150)	—	(150)	—	(150)	—	(150)	
32	85.48	—	—	43	50	170	6	8	51	60	68	80	13	15	—	—	68	80	6	6	13	15	8	10	6	8	170	200	+++	8	9	85	100	—	127	150			
33	70.41	—	—	57	80	141	18	200	25	35	57	80	28	40	5	6	—	57	80	6	8	14	20	4	5	6	8	176	250	+++	6	9	352	500	—	106	150		
34	82.20	—	82	100	17	20	245	300	6	8	41	50	66	80	17	20	—	—	12	15	6	8	12	15	4	5	4	5	245	300	+++	—	—	406	500	—	123	150	
35	69.60	—	70	100	56	80	207	300	35	50	35	50	56	80	28	40	5	6	—	10	15	42	60	21	30	4	5	7	10	350	500	+++	6	9	350	500	—	175	250
36	90.36	—	450	500	45	50	179	200	5	5	45	50	18	20	9	10	—	—	23	25	5	5	18	20	14	15	7	8	179	200	+++	—	45	50	—	135	150		
37	—	—	(100)	(8)	(200)	(75)	(60)	(10)	(20)	—	—	(15)	(150)	(60)	(10)	(10)	(200)	+++	—	(500)	—	(150)	—	(150)	—	(150)	—	(150)	—	(150)	—	(150)	—	(150)	—	(150)	—	(150)	
38	71.04	—	71	100	35	50	212	300	35	50	71	100	29	40	5	6	—	11	15	42	60	35	50	5	5	6	8	175	250	+++	6	9	175	250	—	105	150		
39	87.21	—	87	100	26	30	259	300	8	10	43	50	43	50	18	20	6	6	—	13	15	6	6	26	30	5	5	7	8	259	300	+++	—	129	150	—	129	150	
40	—	—	(30)	(70)	(25)	(50)	(15)	(20)	(6)	—	(500)	(10)	(50)	(5)	(8)	(60)	+++	—	(500)	—	(500)	—	(500)	—	(500)	—	(500)	—	(500)	—	(500)	—	(500)	—	(500)	—	(500)		
41	81.77	—	398	500	66	80	326	400	8	10	49	60	41	50	32	40	5	6	—	20	25	6	8	32	40	8	10	8	10	490	600	+++	7	9	406	500	—	203	250
42	76.70	—	78	100	62	80	39	50	4	5	4	5	39	50	16	20	—	—	19	25	5	6	16	4	5	—	46	60	+++	13	17	115	150	—	115	150			
43	49.60	—	50	100	50	35	70	4	8	7	15	50	19	40	7	15	—	—	7	15	3	5	10	3	5	4	8	40	80	+	8	17	50	100	25	50	74	150	
44	82.75	—	83	100	42	50	58	70	124	150	42	50	42	50	17	20	5	6	—	20	25	67	80	50	60	4	5	6	8	67	80	+++	7	9	415	500	—	124	150
45	—	—	(100)	(20)	(200)	(50)	(20)	(15)	(20)	—	—	(30)	(80)	(60)	(5)	(8)	(200)	+++	—	(500)	—	(500)	—	(500)	—	(500)	—	(500)	—	(500)	—	(500)	—	(500)	—	(500)	—	(500)	
46	62.99	—	314	500	63	100	126	200	6	8	—	31	50	25	40	4	6	—	200	320	—	13	20	8	10	5	8	126	200	+	6	9	6	10	—	157	250		

第6表-3-3 分 析 結 果 (つづき)

試料番号	灰 分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm
5-47	85.18	—	85 100	68 80	260 300	21 25	43 50	43 50	34 40	6 6	—	26 30	68 80	43 50	5 5	6 8	212 250	+++	—	212 250	—	130 150
48	—	—	(100)	(20)	(50)	(8)	(60)	(15)	(5)	(6)	—	(80)	—	(30)	(5)	(10)	(60)	+++	—	(150)	—	—
49	—	—	—	(8)	(200)	(50)	(50)	(15)	(20)	—	—	(15)	(100)	(50)	(5)	(8)	(200)	+++	—	(700)	—	(150)
50	66.73	—	67 100	54 80	199 300	17 25	33 50	33 50	27 40	10 15	—	54 80	6 10	20 30	17 25	6 10	166 250	+++	17 25	166 250	—	233 350
51	69.90	—	70 100	70 100	139 200	6 8	35 50	35 50	28 40	21 30	42 60	57 80	—	15 20	4 5	7 10	176 250	+++	12 17	106 150	—	—
52	89.39	—	89 100	27 30	268 300	6 8	44 50	89 100	18 20	—	—	213 240	6 5	18 20	5 5	9 10	268 300	+++	—	134 150	—	314 350
53	—	—	—	—	(300)	(25)	(50)	(5)	(15)	—	—	(15)	(10)	(30)	(5)	(8)	(250)	+++	—	(500)	—	(150)
54	91.98	—	82 100	82 100	405 500	6 8	41 50	41 50	17 20	5 6	—	25 30	8 10	17 20	4 5	4 5	490 600	+++	—	405 500	—	286 350
55	90.82	—	91 100	14 15	273 300	45 50	45 50	45 50	19 20	—	—	23 25	73 80	36 40	5 5	9 10	227 250	+++	—	454 500	—	227 250
56	78.42	—	78 100	63 80	314 400	4 5	39 50	39 50	16 20	—	—	24 30	—	16 20	7 10	7 10	388 500	+++	13 17	23 30	—	194 250
57	—	—	(100)	(20)	(300)	(8)	(10)	(5)	(5)	—	—	(15)	—	(20)	(5)	(5)	(200)	++	(9)	(25)	—	(150)
58	73.69	—	74 100	37 50	296 400	—	37 50	37 50	15 20	5 6	—	11 15	44 60	44 60	4 5	4 5	185 250	+++	7 9	55 75	—	185 250
59	—	—	(100)	(20)	(500)	(8)	(100)	(15)	(15)	—	—	(30)	(1)	(20)	(5)	(8)	(500)	+++	(9)	(30)	—	(250)
6-0	—	—	(500)	—	(200)	—	(50)	(10)	(15)	—	—	(10)	(1)	(5)	(5)	(5)	(250)	+++	—	(50)	—	(150)
1	—	—	—	(15)	(300)	—	(10)	(10)	(20)	—	—	(15)	(1)	(5)	(5)	(5)	(800)	+++	(17)	(30)	—	—
2	—	—	(100)	(15)	(400)	(25)	(100)	(40)	(15)	(6)	—	(80)	(1)	(20)	(5)	(8)	(600)	+++	(25)	(50)	—	(150)
3	—	—	(100)	(30)	(200)	(10)	(50)	(40)	(15)	(6)	—	(30)	(5)	(15)	(5)	(5)	(250)	+++	—	(75)	—	(150)
4	91.38	—	453 500	19 20	185 200	6 8	55 60	46 50	9 10	—	—	23 25	7 8	28 30	5 5	5 5	185 200	+++	—	91 100	—	138 150
5	89.58	—	—	14 15	176 200	6 8	44 50	9 10	5 5	—	—	22 25	6 6	9 10	5 5	5 5	180 200	+++	—	27 30	—	134 150
6	86.83	—	87 100	13 15	260 300	21 25	44 50	69 50	5 5	—	—	26 30	7 8	26 30	5 5	5 5	217 250	+++	—	87 100	—	217 250
7	90.75	—	—	—	200 300	9 10	9 10	14 15	2 2	—	—	290 320	6 6	9 10	5 5	—	181 200	++	—	28 30	—	—
8	—	—	—	(3)	(200)	—	(2)	(5)	(20)	—	—	(15)	(1)	(2)	(5)	(8)	(200)	+	—	(10)	—	—
9	—	—	(100)	(10)	(300)	(50)	(50)	(20)	(10)	—	—	—	(5)	(10)	(5)	(5)	(300)	+++	—	(50)	—	—
10	—	—	(100)	(8)	(50)	(8)	(5)	(40)	(15)	(6)	—	(500)	(1)	(2)	(5)	—	(500)	++	—	(30)	—	—
11	90.87	1>	91 100	14 15	64 70	23 25	9 10	73 80	9 10	—	—	594 650	6 6	2 2	5 5	—	182 200	+	—	69 75	—	—
12	88.74	—	89 100	13 15	178 200	22 25	44 50	44 50	2 2	—	—	710 800	6 6	5 5	5 5	—	538 600	+	—	44 50	—	—

第6表-3-3 分 析 結 果 (つづき)

試料番号	灰 分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm																		
6-13	86.13	1>	100	13	60	8	10	50	5	—	—	69	80	7	8	5	5	5	—	130	150	++	—	130	150	—	—													
14	88.36	—	88	13	176	22	5	18	9	—	—	71	80	7	13	5	5	—	264	300	+	—	44	50	—	133	150													
15	—	—	(100)	(8)	(10)	(8)	(1)	(5)	(15)	—	—	(15)	(1)	(2)	(5)	(5)	(500)	+	—	(5)	—	—	(150)	—	—	(150)														
16	42.44	1>	100	42	100	21	3	8	8	20	21	50	8	20	42	100	—	—	6	15	26	60	2	5	2	5	2	5	105	250	++	4	9	213	500	21	50	64	150	
17	36.28	—	—	30	80	19	50	18	50	19	50	30	80	15	40	2	6	—	—	9	25	55	150	7	20	2	5	2	5	109	300	+++	3	9	363	1000	27	75	55	150
18	51.08	—	51	100	41	80	36	70	4	8	20	40	41	80	20	40	3	6	—	163	320	31	60	3	5	3	5	3	5	306	600	+++	—	388	700	25	50	83	150	
19	38.24	—	463	500	31	11	4	10	23	60	19	50	16	40	2	6	—	—	93	240	31	80	6	15	2	5	2	5	115	300	++	—	382	1000	29	75	57	150		
20	52.86	1>	100	53	100	26	50	105	200	14	6	15	53	100	21	40	3	6	—	127	240	31	60	6	10	3	5	3	5	132	250	+++	5	9	132	250	26	50	—	—
21	48.81	1>	49	100	24	50	34	70	12	25	5	10	39	80	19	40	—	—	117	240	30	60	3	5	3	5	3	5	145	300	++	4	9	342	700	37	75	73	150	
22	72.06	—	72	100	36	50	107	150	7	10	7	10	36	50	15	20	—	—	173	240	7	10	4	5	4	5	4	5	263	300	++	18	25	179	250	—	107	150		
23	68.47	1>	68	100	34	50	137	200	52	75	10	15	34	50	14	20	4	6	—	109	160	41	60	14	20	4	5	4	5	685	1000	+++	27	34	170	250	—	104	150	
24	—	—	—	(8)	(50)	—	—	(5)	(5)	—	—	(15)	—	(2)	(5)	—	(80)	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
25	58.29	1>	58	100	46	80	30	50	6	10	12	20	46	80	23	4	6	—	—	58	160	46	80	12	20	3	5	3	5	88	150	+++	10	17	407	700	44	75	88	150
26	72.26	1>	72	100	22	30	290	400	54	75	17	20	58	80	17	20	—	—	58	80	43	60	17	20	4	5	4	5	723	1000	+	25	34	181	250	—	108	150		
27	60.33	1>	302	500	31	50	240	400	45	75	31	50	49	80	12	20	4	6	—	96	160	49	80	12	20	3	5	3	5	730	1200	+++	5	9	426	700	31	50	92	150
28	66.44	1>	66	100	54	80	133	200	332	500	10	15	54	80	10	15	—	—	212	320	100	150	40	60	6	10	4	5	664	1000	+++	17	25	460	700	33	50	100	150	
29	—	—	—	(50)	(70)	(5)	(1)	(15)	(1)	—	—	(800)	(8)	(10)	(5)	—	(150)	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	65.98	—	—	53	80	98	150	17	25	6	10	53	80	27	4	6	—	—	53	80	53	80	10	15	4	5	4	5	198	300	++	6	9	164	250	—	98	150		
31	66.95	1>	67	100	67	100	134	200	17	25	13	20	67	100	33	50	—	—	20	30	53	80	10	15	4	5	6	167	250	++	11	17	99	150	—	99	150			
32	67.50	1>	68	100	68	100	104	150	6	10	33	50	54	80	10	15	—	—	54	80	54	80	20	30	4	5	4	5	333	500	++	6	9	104	150	—	—	—	—	
33	59.99	—	—	72	120	43	70	30	50	12	20	90	150	24	40	4	6	—	—	18	30	60	100	36	60	3	5	5	8	48	80	+++	—	148	250	30	50	148	250	
34	62.93	—	63	100	63	100	126	200	6	10	31	50	92	150	31	4	6	—	—	51	80	18	30	25	40	3	5	8	314	500	+++	—	444	700	31	50	157	250		
35	—	—	(100)	(20)	(400)	(5)	(50)	(15)	(10)	—	—	(80)	—	(10)	(5)	(8)	(600)	+	(9)	(150)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
7-1	—	—	—	(20)	(200)	(5)	(1)	(5)	(15)	—	—	(80)	—	(15)	(5)	(5)	(250)	+	(9)	(25)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2	50.79	1	—	51	100	204	400	38	75	10	20	202	400	20	40	3	6	—	—	163	320	126	250	25	50	3	5	5	10	407	800	++	9	17	350	700	51	100	76	150
3	73.70	1>	—	2	30	296	400	7	10	37	50	59	80	30	40	—	—	—	—	370	500	7	10	11	15	4	5	6	8	510	1000	++	7	9	111	150	—	111	150	

第6表-3-3 分析結果 (つづき)

試料番号	灰分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm	
8-21	46.36	1> 464	1000 69	150 277	600 5	10 5	10 5	50 23	50 23	40 19	60 28	80 37	900 413	15 7	5 3	8 4	500 230	++	76 35	700 320	600 277	150 69	
22		(1>)	(100)	(150)	(50)	—	(1)	(15)	(40)	—	—	(30)	(270)	(20)	(5)	(8)	(150)	+	—	(10)	—	(150)	
9-1		(1>)	(100)	(20)	(300)	(10)	(2)	(40)	(50)	—	—	(80)	(270)	(10)	(5)	(5)	(600)	++	(42)	(30)	—	(150)	
2	52.33	1> 52	100 78	150 1570	3000 4	8 6	10 6	50 26	100 52	40 21	60 31	80 84	900 396	15 8	5 3	8 5	500 630	++	102 53	500 258	100 52	150 78	
3		(1>)	(100)	(100)	(400)	—	(1)	(15)	(50)	—	(60)	(80)	(500)	(2)	(5)	(8)	(500)	+	(212)	(25)	—	(250)	
4	78.87	— 79	100 24	30 238	300 19	25 16	20 6	50 40	40 31	— 48	60 126	160 84	750 580	15 12	5 4	5 4	600 480	++	119 94	250 194	50 40	150 118	
5		—	(500)	(15)	(200)	(5)	(2)	(5)	(40)	—	—	(80)	(60)	(2)	(5)	(5)	(800)	+++	(51)	(100)	—	(250)	
6	65.91	1> 66	100 66	100 398	600 17	25 98	150 38	50 27	40 40	6 4	60 40	80 157	240 164	250 53	80 4	5 4	5 660	1000	+++	635	967	2500	38
10-1		(1>)	(100)	(20)	(150)	(5)	(10)	(40)	(40)	(45)	—	(80)	(30)	(10)	(5)	(8)	(60)	+++	(17)	(100)	(75)	(150)	
2	45.37	1> 226	500 45	100 68	150 11	25 9	20 36	80 23	50 68	150 6	— 11	25 113	250 113	15 6	5 5	10 68	150 60	+++	50	110	700	100	150
3		(1>)	—	(8)	(150)	(10)	(10)	(170)	(40)	(6)	—	(80)	(30)	(2)	(5)	(10)	(60)	+++	(17)	(100)	(75)	(150)	
4	73.72	— 74	100 37	50 148	200 18	25 11	15 17	20 30	40 40	6 5	— 59	80 59	80 80	5 4	7 7	10 10	200 148	+++	93 68	250 185	50 37	150 111	
5		—	—	(15)	(300)	(8)	(10)	(40)	(15)	(6)	—	(30)	(8)	(2)	(5)	(5)	(500)	+++	(59)	(100)	—	(150)	
6	24.26	1> 120	500 36	150 36	150 18	75 5	20 24	100 24	100 24	100 24	— 4	15 60	250 60	60 15	5 1	5 120	500	+++	223	916	2500	100	250
7	61.88	—	—	31	50	124	6	10	12	20	49	80	25	40	25	40	—	+++	183	297	2500	—	350
8		—	—	(8)	(400)	(25)	(15)	(40)	(20)	—	—	80	30	5	5	5	600	+++	42	500	50	150	
9		(1>)	(100)	(100)	(400)	(10)	(1)	(10)	(15)	(60)	—	(30)	(60)	(5)	(5)	(5)	(600)	++	(195)	(250)	—	(150)	
9'	30.73	— 1530	5000 46	150 153	500 23	75 3	10 6	20 16	50 50	150 46	— 7	25 77	250 25	80 3	10 —	— 185	600	+++	193	628	2500	50	350
10	28.43	1> 28	100 43	150 43	150 21	75 3	10 113	400 14	50 17	50 17	— 8	30 71	250 43	150 150	— —	— 57	200	+++	312	1102	2500	14	450
11	69.06	1> 69	100 35	50 138	200 18	25 42	60 103	150 28	40 10	15 15	— 111	160 69	100 100	20 14	— 6	8 138	200	+++	76	110	480	35	150
12	37.19	— 1850	5000 44	120 64	200 9	25 4	10 148	400 18	50 37	100 37	— 11	30 185	500 11	30 11	2 2	5 64	200	+++	129	348	1000	19	150
13		(1>)	—	(8)	(300)	(10)	(15)	(40)	(15)	(6)	—	(80)	(5)	(5)	(5)	(5)	(200)	+	(85)	(500)	—	(150)	
14	44.73	— 45	100 45	100 175	400 67	150 6	15 22	50 9	20 20	15 6	— 6	15 222	500 22	50 50	— 2	5 222	500	+++	95	212	2500	—	150
15	85.72	—	—	18	60	70	21	25	42	50	68	80	13	15	13	15	—	+++	175	204	1000	42	250
16	46.67	1> 47	100 55	120 23	50 35	75 23	50 23	50 23	46 100	138 300	— 75	160 115	250 46	100 3	5 3	5 28	60	+++	200	432	2500	35	350
17	79.97	—	—	50	200	75	50	50	10	6	—	30	100	40	—	5	150	+++	290	365	2500	40	250
				40	160	60	40	40	8	5	24	80	32	4	4	120				290	2030	40	203

第6表-3-3 分析結果 (つづき)

試料番号	灰 分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm															
10-18		—	—	(3)	(400)	(50)	(60)	(15)	(5)	—	—	(160)	(30)	(15)	(5)	(8)	(200)	+	(17)	(250)	—	—															
19	85.02	1>	—	26	30	42	50	85	100	51	60	85	100	42	50	6	6	—	68	80	150	51	60	—	8	10	212	250	+++	50	59	600	700	64	75	212	250

第6表-3-4 分析結果 (平鹿含炭地)

試料番号	灰 分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm																	
1-1	31.42	1>	—	6	20	62	200	1	5	16	50	157	500	13	40	5	15	38	120	250	800	3	8	1	2	2	5	16	50	47	150	+	2	7	8	25	—	120	350
2	68.63	—	—	14	20	137	200	—	7	10	100	150	10	15	4	6	82	120	550	800	4	1	7	10	5	8	100	150	+	3	4	5	8	—	—	—			
3	12.03	1>	—	10	80	60	500	3	25	12	100	48	400	5	40	5	40	14	120	97	800	10	80	1	10	1	5	1	8	73	600	+	1	5	6	50	—	—	
4	11.78	—	12	100	12	141	1200	6	50	7	60	47	400	2	20	2	21	180	95	800	9	80	1	10	1	5	1	8	141	1200	+	1>	4	2	20	—	—		
5	11.88	—	59	500	12	100	48	400	1	10	7	60	48	2	15	—	21	180	95	800	1	10	1	5	1	10	1	8	30	250	++	1>	4	2	20	—	—		
6	9.94	—	—	8	80	50	500	1	10	5	50	40	400	2	20	—	18	180	80	800	1	10	1	5	1	5	1	10	60	600	+	1>	3	1	10	—	15	150	
7	11.29	1>	57	500	6	50	1200	1	10	6	50	57	500	1	10	—	21	180	90	800	7	60	1	5	1	5	2	25	90	800	++	1>	3	3	20	—	34	350	
8	12.72	—	—	6	50	153	1200	1	10	3	20	51	400	2	15	—	23	180	102	800	4	30	1	10	1	5	1	10	77	600	+++	1>	3	2	25	—	—		
9	8.59	—	—	4	50	106	1200	1	8	4	50	34	400	1	15	—	15	180	69	800	7	80	1	10	1	5	1	10	69	800	+	1>	3	2	25	—	—		
10	10.07	1>	—	8	80	150	1500	1	10	2	15	40	400	2	20	—	18	180	80	800	10	100	1	10	1	5	1	10	80	800	++	1>	3	3	30	—	15	150	
11	13.05	1>	65	500	10	80	65	500	1	8	2	15	52	400	2	15	—	23	180	104	800	10	80	1	10	1	5	1	10	65	500	+	1>	3	3	25	—	—	
12	22.03	—	110	500	11	50	500	2	8	2	10	33	150	3	15	—	26	120	176	800	13	60	1	5	3	15	2	8	44	200	++	1>	2	4	20	—	—		
13	12.06	1>	91	750	6	50	48	400	1	8	1	18	150	5	40	1	6	30	250	78	650	18	150	1	5	1	5	1	10	24	200	++	1>	3	3	25	—	—	
15	16.09	(1>)	120	750	13	80	64	400	12	75	2	10	150	6	40	10	60	30	180	78	800	150	150	1	8	2	10	8	50	32	200	++	1	4	13	80	—	—	
2-1	—	(1>)	—	(15)	(300)	(10)	(10)	(100)	(40)	—	(180)	(650)	(30)	(5)	(5)	(8)	(150)	+	(2)	(50)	—	(150)	—	(150)															
2	—	(1>)	—	(15)	(400)	(50)	(5)	(80)	(20)	—	(180)	(650)	(8)	(5)	(5)	(8)	(600)	+	(1)	(20)	—	(250)	—	(250)															
3	59.74	1>	—	12	20	240	400	6	10	6	10	60	100	30	50	—	107	180	480	800	48	80	6	10	3	5	6	10	90	150	+	2	3	60	100	—	90	150	
4	55.81	1>	420	750	28	50	222	400	28	50	6	10	222	400	22	40	3	6	100	364	650	6	10	11	20	8	15	6	10	45	80	+	2	4	280	500	—	195	350
5	60.99	1>	460	750	30	50	244	400	6	10	6	10	61	100	24	40	4	6	110	396	650	5	8	3	5	10	5	8	91	150	+++	2	4	91	150	—	91	150	
6	18.55	1>	93	500	15	80	75	400	14	75	2	19	100	3	15	1	6	47	250	148	800	15	80	4	20	1	5	—	56	300	+++	1	6	47	250	—	28	150	

第6表-3-4 分析結果 (つづき)

試料番号	灰分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm																	
2- 7	10.85	1>	55	500	132	1200	55	500	11	100	2	15	11	100	2	20	3	30	28	250	87	800	11	100	3	30	2	15	1	10	66	600	+	1	7	6	50	—	—
8	17.26	1>	129	750	173	1000	86	500	13	75	3	15	17	100	3	15	—	31	180	138	800	5	30	3	20	1	5	1	8	173	1000	+	1	4	5	30	—	—	
9	15.51	1>	78	500	155	1000	62	400	12	75	3	20	23	150	3	20	2	15	28	180	124	800	9	60	3	20	2	15	2	10	124	800	+	1	3	5	30	—	250
10	13.01	1>	65	500	130	1000	65	500	13	100	2	15	20	150	5	40	1	6	33	104	800	8	60	4	30	2	15	1	10	130	1000	++	1>	3	10	80	—	—	
11	11.45	1>	58	500	138	1200	69	600	11	100	1	10	11	100	5	40	1	6	29	250	92	800	11	100	3	30	3	30	1	10	138	1200	+	1>	3	3	30	—	250
12	21.49	1>	107	500	30	120	49	200	11	50	2	10	21	100	5	20	—	44	180	172	800	37	150	2	10	2	10	2	10	39	150	+	1>	2	11	50	—	—	
13	30.51	1>	31	100	24	80	120	400	3	10	3	10	24	80	12	40	—	55	180	198	650	9	30	2	5	3	10	3	10	76	250	+	1	2	15	50	—	—	
14	15.75	1>	79	500	24	150	94	600	12	75	2	15	63	400	6	40	16	39	100	250	126	800	9	60	3	20	3	20	4	25	94	600	++	1	3	8	50	—	—
15	20.91	1>	21	100	21	100	84	400	16	75	2	10	84	400	4	20	21	100	38	180	167	800	17	80	3	15	3	15	2	10	125	600	+	1	4	31	150	—	—
3- 1	32.81	1>	165	500	26	80	66	200	8	25	3	10	33	100	13	40	20	60	59	180	214	650	20	60	2	5	16	50	8	25	20	60	+	2	5	33	100	—	—
2	14.28	1>	14	100	43	300	86	600	11	75	3	20	57	400	6	40	43	300	36	250	114	800	11	80	3	20	4	30	4	25	170	1200	+	1>	3	11	75	—	—
3	13.66	1>	14	100	41	300	164	1200	10	75	2	15	55	400	5	40	24	180	34	250	109	800	11	80	3	20	3	20	3	25	164	1200	+	1>	3	7	50	—	—
4	9.84	1>	49	500	78	800	49	500	7	75	1	15	78	800	4	40	3	30	18	180	79	800	6	60	2	20	2	20	2	25	59	600	+	1>	2	7	75	—	—
5	14.97	1>	—	30	200	60	400	8	50	1	10	15	100	3	20	1	6	27	180	119	800	9	60	1	5	2	15	1	10	75	500	+	1>	3	11	75	—	—	
6	13.68	1>	106	750	41	300	55	400	7	50	3	20	14	100	6	40	1	6	34	250	109	800	8	60	3	20	3	20	3	25	69	500	+	1>	3	21	150	—	—
7	12.46	1>	62	500	37	300	150	1200	6	50	6	50	19	150	5	40	1	6	22	180	100	800	1	10	4	30	2	20	1	10	100	800	+++	1>	4	19	150	—	—
8	11.00	1>	55	500	88	800	165	1500	8	75	2	20	17	150	6	50	1	6	20	180	88	800	3	30	3	30	3	30	3	25	132	1200	++	1>	3	17	150	—	—
9	9.50	1>	71	750	28	300	113	1200	7	75	5	50	8	80	4	40	1	15	17	180	76	800	3	30	3	30	5	50	3	30	113	1200	++	1>	4	14	150	—	2500
10	12.26	1>	61	500	98	800	370	3000	9	75	2	20	10	80	5	40	2	15	22	180	98	800	4	30	2	20	2	6	50	147	1200	++	1>	4	18	150	—	150	
11	12.10	1>	91	750	36	300	364	3000	9	75	2	20	2	20	5	40	7	60	22	180	97	800	7	60	2	15	4	30	3	25	145	1200	++	1	7	85	700	—	150
12	63.95	1>	480	750	32	50	1940	3000	5	8	10	15	13	20	32	50	—	384	600	510	800	6	10	3	5	32	50	16	25	320	500	+	2	3	160	250	—	95	
13	41.73	1>	340	750	33	80	167	400	4	10	6	15	21	50	21	50	3	6	105	250	334	800	33	80	4	10	21	50	13	30	33	80	++	2	5	292	700	—	63
4- 1	5.10	1>	153	3000	6	120	153	3000	4	75	3	50	3	50	3	50	15	300	13	250	33	650	8	150	2	30	1	20	2	30	77	1500	+	1>	5	13	250	—	250
2	19.02	1>	190	1000	19	100	95	500	2	10	4	20	4	20	8	1	6	34	180	123	650	11	60	2	10	3	15	2	10	114	600	++	1	3	48	250	—	—	
3	25.00	1>	375	1500	25	100	150	600	3	10	4	15	13	50	13	50	—	45	180	125	500	20	80	3	10	4	15	13	50	125	500	+++	1	2	63	250	—	—	
4	8.84	1>	132	1500	13	150	53	600	7	75	2	20	7	80	4	40	9	100	16	180	43	500	9	100	1	15	2	20	4	50	105	1200	+	1>	3	13	150	—	—

第6表-3-4 分 析 結 果 (つづき)

試料番号	灰 分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm																		
4-5	19.33	1>	1000	19	100	600	2	10	4	20	10	50	8	40	6	30	35	180	97	500	12	60	2	10	6	30	6	30	193	1000	+++	1	6	29	150	—	29	150		
6	55.00	1>	410	750	61	30	330	600	4	8	8	15	8	15	27	50	—	137	250	275	500	33	60	6	10	11	20	16	30	550	1000	+++	2	4	82	150	—	82	150	
7	14.70	1>	110	750	22	150	220	1500	4	25	2	73	7	500	2	50	15	37	74	500	9	60	3	20	9	60	7	50	176	1200	+	1	4	11	75	—	37	250		
8	14.26	1	143	1000	21	150	214	1500	11	75	3	20	12	80	7	50	4	30	36	250	71	500	12	80	2	15	7	50	7	50	171	1200	+++	1	6	14	100	—	21	150
9	18.44	2	138	750	22	120	277	1500	4	25	3	15	9	50	7	40	60	33	180	92	500	11	60	1	5	9	50	5	25	220	1200	+++	1	8	18	100	—	28	150	
10	41.83	1>	314	750	21	50	167	400	10	25	6	15	21	50	21	50	12	30	75	180	210	500	25	60	8	20	25	60	10	25	105	250	++	1	3	208	500	—	—	—
11	17.31	1	260	1500	9	50	87	500	26	150	3	15	14	80	9	50	10	60	103	600	28	160	150	5	30	9	50	5	30	52	300	+++	4	21	121	700	—	43	250	
5-1	12.75	—	190	1500	19	150	230	1800	25	200	8	60	19	150	6	50	19	32	83	250	83	650	19	150	10	80	2	15	10	191	1500	++	1	9	32	250	—	45	350	
2	16.42	1>	164	1000	16	100	197	1200	2	10	8	50	66	400	8	50	1	6	41	250	97	500	5	30	5	30	3	20	4	25	197	1200	+++	1>	3	41	250	—	25	150
3	39.33	1>	294	750	20	800	470	1200	2	5	20	50	39	100	16	40	—	71	180	256	650	12	30	2	5	6	15	4	10	470	1200	+++	1	2	59	150	—	59	150	
4	5.51	1>	165	3000	44	800	83	1500	4	75	3	60	8	150	3	50	6	100	14	250	36	650	8	150	2	30	3	50	3	66	1200	+++	1>	3	8	150	—	8	150	
5	46.57	1>	233	500	37	80	560	1200	2	5	23	50	47	100	19	40	—	84	180	302	650	28	60	2	5	23	50	23	50	560	1200	+++	2	4	47	100	—	70	150	
6	45.34	1>	340	750	36	80	545	1200	4	8	23	50	69	150	23	50	3	6	113	250	295	650	36	80	5	10	7	15	25	545	1200	+++	2	4	68	150	—	68	150	
7	10.74	1	162	1500	86	800	645	6000	8	75	5	50	54	500	5	50	6	60	27	250	86	800	16	150	2	15	6	60	3	30	160	1500	+++	1>	4	8	75	—	36	350
8	13.54	1>	135	1000	108	800	685	5000	1	10	7	50	20	150	7	50	4	30	34	250	110	800	20	150	2	15	8	60	4	200	1500	+	1	5	7	50	—	34	250	
9	30.14	1>	226	750	24	80	540	1800	2	8	18	60	30	100	15	50	30	100	54	180	196	650	30	100	3	10	9	30	3	450	1500	+++	1	4	75	250	—	45	150	
10	47.04	1>	235	500	23	50	565	1200	4	8	23	50	39	80	23	50	3	6	85	180	306	650	28	60	5	10	9	20	5	470	1000	+++	2	5	117	250	—	71	150	
11	40.38	1	300	750	6	15	200	500	10	25	20	50	160	400	16	40	24	72	180	202	800	40	100	4	10	60	4	10	480	1200	++	1	2	280	700	—	180	450		
12	16.77	1>	250	1500	3	20	84	500	34	200	2	10	13	80	3	20	1	6	30	180	133	800	42	250	8	50	10	60	2	10	168	1000	+++	2	10	13	75	—	42	250
6-1	41.27	1>	310	750	62	150	206	500	10	25	21	50	33	80	21	50	6	15	247	600	330	800	25	60	6	15	8	20	10	103	250	+++	4	10	288	700	—	144	350	
2	12.04	—	90	750	120	1000	144	1200	30	250	7	60	6	50	6	50	18	150	108	900	97	800	18	150	4	30	1	5	1	10	144	1200	++	1	7	30	250	—	54	450
3	12.80	1>	96	750	128	1000	230	1800	13	100	3	20	6	50	3	20	5	40	115	900	103	800	10	80	2	15	1	5	1	8	192	1500	++	1	4	6	50	—	19	150
4	9.76	—	98	1000	98	1000	292	3000	15	150	5	50	5	50	4	40	3	30	24	88	800	8	80	2	20	2	15	1	8	113	1200	++	1>	4	10	100	—	15	150	
5	14.91	—	112	750	45	300	60	400	11	75	2	15	7	50	1	10	1	6	37	250	120	800	4	30	1	10	1	10	1	29	200	+	1>	2	7	50	—	—	—	
6	14.74	1>	110	750	117	800	59	400	11	75	3	20	7	50	2	15	1	6	37	250	118	800	9	60	2	15	2	15	1	37	250	++	1>	3	11	75	—	—	—	
7	13.80	1>	69	500	28	200	83	600	10	75	1	10	11	80	6	40	2	15	35	250	110	800	11	80	2	15	1	10	1	83	600	+++	1>	3	10	75	—	—	—	

第6表-3-4 分 析 結 果 (つづき)

試料番号	灰 分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm												
6-8	27.68	1>	750	150	300	7	25	10	50	11	40	11	40	250	800	17	60	3	10	4	15	2	8	150	+	1	3	28	100	—	—			
9	17.75	1>	193	42	83	7	50	3	14	80	7	40	18	100	44	250	800	18	4	5	30	2	10	27	150	++	1	8	44	250	—	—		
10	48.90	1>	133	27	36	9	10	3	14	7	40	18	15	122	250	390	800	29	60	5	10	5	10	122	250	+	2	4	73	150	—	—		
11	61.55	1>	244	49	195	5	10	5	24	24	50	7	15	122	250	390	800	29	60	5	10	5	10	122	600	+	2	4	92	150	—	—		
7-1	70.76	1>	460	62	370	5	8	6	10	31	50	9	15	154	250	400	650	37	60	6	10	12	20	6	370	600	+	2	4	92	150	—	—	
2	53.72	1>	353	71	282	6	8	7	10	56	80	35	4	6	127	180	460	56	80	4	5	14	20	7	105	150	+++	2	3	71	100	—	150	
3	67.33	1>	400	64	107	4	8	8	15	43	80	21	40	32	60	96	180	350	32	60	3	5	16	30	5	8	150	+	2	4	54	100	—	150
4	61.39	1>	510	67	200	5	8	7	10	54	80	27	40	4	6	121	436	7	7	10	15	5	8	40	200	++	2	3	34	50	—	150		
5	—	—	460	61	184	5	8	9	15	49	80	25	40	25	40	110	400	650	37	60	3	5	13	20	5	8	150	+	2	3	46	75	—	—
	—	—	—	(100)	(300)	(25)	(50)	(80)	(40)	—	(250)	(650)	(8)	(20)	(5)	(10)	(250)	++	(2)	(100)	—	(150)												
8-1	7.24	—	1000	58	800	1	10	4	60	80	3	40	29	400	13	180	47	650	7	100	4	50	1	15	2	25	1500	+	1	9	72	1000	—	450
2	27.04	—	72	40	150	2	8	13	50	80	5	20	16	60	49	180	176	650	8	30	5	20	1	5	3	10	200	++	1	5	135	—	150	
3	12.55	—	135	100	108	8	50	6	50	80	3	20	19	150	23	180	100	800	10	80	4	30	20	10	100	800	++	1	5	63	—	—		
4	9.92	—	94	100	150	7	75	5	50	80	4	40	6	60	18	180	79	800	6	60	2	15	2	15	10	1500	+	1>	3	10	100	—	250	
5	11.65	—	49	500	1000	9	75	7	60	50	5	40	1	6	70	600	93	800	9	80	3	30	1	10	10	1200	+++	1>	2	82	700	—	—	
6	15.27	1>	58	140	175	4	25	8	50	80	3	20	—	38	250	100	650	5	30	3	20	1	5	1	8	500	+++	1>	3	23	150	—	—	
7	14.52	1>	77	122	61	4	25	7	50	70	6	40	—	36	250	95	650	9	60	3	20	1	5	1	8	600	++	1>	3	15	100	—	—	
8	14.65	1>	73	145	58	4	10	7	50	70	3	40	—	37	250	96	650	9	60	2	15	10	1	10	10	1200	+++	1>	4	15	100	—	—	
9	15.25	1>	73	29	88	1	25	7	50	70	3	40	—	37	250	96	650	9	60	2	15	10	1	10	10	1200	+	1>	4	15	150	—	—	
10	26.55	1>	76	31	76	4	25	8	50	12	6	40	1	6	38	250	100	650	15	100	3	20	2	15	1	8	800	+	1>	4	23	150	—	—
11	23.40	1>	133	40	106	7	25	4	15	21	80	11	40	2	6	66	250	172	650	27	100	5	20	5	10	300	+	1	4	66	250	—	150	
12	48.33	1>	117	28	94	2	10	3	15	12	50	9	40	14	60	59	250	152	650	35	150	3	15	5	20	500	+	1	4	117	500	—	35	
13	73.51	1>	—	39	80	4	8	10	20	24	50	19	40	7	15	120	250	314	650	39	80	5	10	7	15	600	+	1	2	72	150	—	150	
14	—	—	74	100	37	6	8	11	15	15	29	40	—	440	600	478	650	7	10	4	5	15	20	7	10	800	+	1	2	55	75	—	150	
	—	—	(100)	(15)	(300)	(8)	(5)	(5)	(20)	—	(120)	(160)	(2)	(2)	(5)	(5)	(1200)	+	(1)	(25)	—	(250)												
15	61.63	1>	460	62	123	5	8	31	50	31	50	25	40	—	154	250	308	500	49	80	12	20	9	15	25	150	+	2	4	430	700	—	350	
16	36.99	1>	185	37	53	28	75	18	50	30	80	15	40	22	60	93	250	185	500	30	80	11	30	7	20	150	++	1	4	258	700	—	350	
17	60.65	1>	455	49	242	5	8	6	10	30	50	24	40	4	6	152	250	304	500	6	10	3	5	15	25	200	+	2	3	61	100	—	152	

第6表-3-4 分析結果 (つづき)

試料番号	灰 分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm																			
8-18	56.88	1>	282	500	46	85	150	6	10	6	10	28	50	28	50	3	6	142	250	284	500	5	8	6	10	9	15	6	10	46	80	+	2	3	142	250	—	142	250		
19	66.56	1>	330	500	20	30	198	300	5	8	7	10	33	50	26	40	—	165	250	332	500	5	8	7	10	10	15	7	10	132	200	+	2	3	100	150	—	165	250		
20	44.74	1>	335	750	45	100	134	300	4	8	4	10	22	50	18	40	45	100	81	180	224	500	45	100	5	10	7	15	5	10	112	250	+	2	4	112	250	—	67	150	
21	—	—	(1000)	(15)	(300)	(100)	(10)	(20)	(15)	—	(180)	(500)	(8)	(10)	(5)	(8)	(500)	+	(1)	(150)	—	(250)	—	(250)	—	(250)	—	(250)	—	(250)	—	(250)	—	(250)	—	(250)	—	(250)			
9- 1	68.26	1>	340	500	54	80	136	200	3	5	7	10	54	80	10	15	4	6	82	120	55	80	5	8	3	5	14	20	3	5	54	80	++	3	4	51	75	—	102	150	
2	61.61	1>	62	100	62	100	123	200	—	9	15	62	100	9	15	4	6	74	120	49	80	6	10	3	5	12	20	5	8	37	60	+++	3	5	46	75	—	—	—		
3	36.10	1>	180	500	43	120	108	300	—	4	10	143	400	2	5	5	15	43	120	11	30	3	8	2	5	11	30	2	5	123	200	+	1	4	18	50	—	—	—		
4	56.30	1>	280	500	56	100	84	150	—	6	10	45	80	8	15	3	6	68	120	45	80	3	6	3	5	7	30	3	5	17	30	+	1	2	28	50	—	—	—		
5	54.17	1>	270	500	43	80	108	200	3	5	8	15	81	150	8	15	3	6	97	180	87	160	33	60	3	5	27	50	4	8	43	80	+++	2	3	41	75	27	50	81	150
6	70.46	1>	70	100	35	50	105	150	—	7	10	70	100	7	10	—	85	56	120	56	80	7	10	1	2	21	30	6	8	18	25	++	2	3	21	30	—	—	—		
7	—	—	(1000)	(80)	(200)	(5)	(10)	(50)	(5)	—	(180)	(240)	(6)	(5)	(15)	(5)	(150)	+	(3)	(25)	—	(25)	—	(25)	—	(25)	—	(25)	—	(25)	—	(25)	—	(25)	—	(25)	—	(25)			
8	31.21	1>	—	31	100	62	200	2	5	6	20	156	500	3	10	—	37	120	25	80	3	10	3	10	5	15	2	8	9	30	+	2	5	23	75	—	—	—			
9	19.92	1>	100	500	30	150	100	500	5	25	3	15	30	150	1	5	1	6	24	120	16	80	16	80	2	10	6	30	2	10	100	500	+	1	5	5	25	—	30	150	
10	43.48	1>	216	500	43	100	130	300	3	8	9	20	173	400	4	10	—	52	120	70	160	3	8	4	10	87	200	3	8	65	150	+++	1	3	43	100	—	—	—		
11	27.29	1>	27	100	27	82	100	300	3	10	3	10	110	400	1	5	2	6	33	120	22	80	68	1	5	5	20	2	8	54	200	+	1	3	7	25	—	—	—		
12	40.94	1>	306	750	41	100	163	400	4	10	8	20	62	150	6	15	12	49	120	65	160	41	100	4	10	4	10	3	8	82	200	++	3	8	31	75	—	—	—		
13	46.58	1>	232	500	47	100	137	300	5	10	23	50	228	500	7	15	18	40	82	180	75	160	67	150	5	10	7	15	5	10	27	60	+++	2	4	67	150	—	—	—	
10- 1	—	(1>)	(500)	(80)	(150)	(5)	(10)	(50)	(5)	—	(60)	(320)	(8)	(2)	(5)	—	(25)	+++	(2)	(25)	—	(25)	—	(25)	—	(25)	—	(25)	—	(25)	—	(25)	—	(25)	—	(25)	—	(25)			
2	58.55	1>	440	750	59	100	117	200	5	8	6	10	29	50	6	10	4	6	70	120	293	500	5	8	3	5	9	15	—	18	30	+++	1	2	44	75	—	—	—		
3	52.87	1>	264	500	53	100	105	200	4	8	26	50	42	80	8	15	3	6	63	120	265	500	3	6	3	5	3	5	3	5	32	60	+++	1	2	79	150	—	—	—	
4	14.68	1>	—	—	18	120	29	200	1	8	1	12	80	1	5	15	9	9	95	60	95	9	60	1>	2	3	20	3	—	22	150	+	1	4	7	50	—	—	—		
5	20.97	1>	—	—	21	100	42	200	2	10	2	10	17	80	1	5	3	15	13	60	105	500	2	8	1>	2	4	20	—	31	150	++	1	3	10	50	—	—	—		
6	56.87	—	282	500	57	100	40	70	3	5	3	5	11	20	3	5	3	6	34	60	370	650	3	6	1	2	28	50	—	17	30	+	1	2	6	10	—	—	—		
7	26.60	1>	—	—	27	100	53	200	1	5	3	10	13	50	1	5	4	15	32	120	173	650	3	10	1	2	4	15	1	5	8	30	+	1	4	13	50	—	—	—	
8	33.33	1>	—	—	26	80	67	200	3	8	3	10	7	20	2	5	2	6	40	166	500	3	8	1	2	5	15	2	5	10	30	+	1	3	10	30	—	—	—		
9	36.11	1>	—	—	36	100	72	200	2	5	4	7	20	2	5	2	6	22	60	180	500	2	6	2	5	2	5	5	—	22	60	+	1	3	4	10	—	—	—		

第6表-3-4 分析結果 (つづき)

試料番号	灰分%	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm																	
10-10	34.07	1>	—	34	100	68	200	3	8	5	15	17	50	2	5	5	15	41	120	170	500	3	8	3	10	2	5	2	5	10	30	++	1	3	17	50	—	—	
11	6.47	1>	6	100	8	120	39	600	—	1	5	10	150	1>	5	65	1000	—	42	5	80	5	1>	5	5	13	200	+	1>	6	6	100	—	—					
12-1	9.82	1	—	12	120	29	300	1	10	2	15	5	50	1>	5	10	100	6	60	3	30	1	10	2	15	2	15	1	5	24	250	++	1>	4	5	50	—	44	450
2	18.18	1>	—	27	150	91	500	2	10	4	20	9	50	1	5	—	11	60	5	25	2	10	3	15	3	15	1	5	91	500	+	1	4	9	50	—	63	350	
3	27.25	1	—	27	100	55	200	7	25	2	10	22	80	2	10	2	6	33	120	4	15	16	60	4	15	8	30	1	5	6	20	+	2	7	21	75	—	69	250
13-1	44.59	1>	—	36	80	67	150	—	4	10	220	500	2	5	—	—	—	36	80	3	6	2	5	4	10	4	8	11	25	+	1	3	11	25	—	67	150		
2	17.27	1>	—	21	120	86	500	9	50	2	10	69	400	3	15	1	6	—	4	2	3	3	15	1	5	1	8	104	600	+++	1	4	9	50	—	26	150		
3	37.97	1>	—	45	120	150	400	—	6	15	30	80	2	5	—	—	11	30	2	6	2	5	2	5	2	5	2	5	94	250	+	1	3	11	30	—	—		
4	30.05	1>	—	15	50	120	400	2	5	6	20	24	80	6	20	—	36	120	24	80	2	6	3	10	3	10	1	5	75	250	+++	1	2	23	75	—	45	150	
5	12.75	1>	—	10	80	19	150	—	1	10	13	100	1	5	—	8	60	4	30	1	8	1	5	2	15	1	5	10	80	+	1	4	4	30	—	—			
6	32.24	1>	32	100	258	800	194	600	3	8	5	15	26	2	5	—	19	60	26	80	2	6	2	5	6	20	2	5	194	600	+	1	4	6	20	—	49	150	
7	35.98	1>	36	100	43	120	72	200	2	5	4	10	18	2	5	—	—	29	2	80	2	6	5	2	5	2	5	11	30	+	1	2	11	30	—	—			
8	24.03	1>	24	100	7	30	48	200	1	5	2	10	96	4	15	—	43	180	19	80	2	8	1	5	4	15	1	5	19	80	++	1	3	12	50	—	—		
9	34.20	1>	34	100	34	100	136	400	3	8	5	15	34	100	2	5	20	60	20	60	27	80	3	10	7	20	2	5	205	600	+	1	3	26	75	—	51	150	
10	—	1>	—	—	50	—	200	10	10	—	150	10	15	120	30	30	—	10	15	—	15	—	10	15	—	5	150	+	—	—	50	—	—	150	—	—			
14-1	15.83	1>	—	13	80	190	1200	1	8	8	50	24	150	2	15	2	15	10	60	4	25	2	10	2	10	5	30	2	8	126	800	+++	—	16	100	—	40	250	
2	30.21	1>	—	30	100	60	200	—	5	15	5	5	15	5	15	—	18	60	5	15	2	6	2	5	2	5	2	8	45	150	+++	—	15	50	—	—			
3	6.39	1>	95	1500	6	100	400	—	1	5	3	50	—	5	5	1	6	60	1	15	5	80	1	10	10	—	—	500	+	—	—	25	—	—	—	—			

第6表-3-5 分析結果 (美濃炭田御嵩地区)

試料番号	灰分%	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm																
1-1	64.48	—	64	100	13	20	2000	48	75	39	60	64	100	10	15	4	6	—	206	320	5	8	32	50	3	5	3	5	780	1200	+++	5	7	450	700	—	97	150
2	50.84	1>	51	100	41	80	2000	26	1000	40	80	51	100	10	20	3	6	—	163	320	4	8	16	30	3	5	3	5	650	1300	+++	13	25	508	1000	—	75	150
3	46.80	—	47	100	40	80	400	12	188	25	28	60	150	7	15	3	6	—	374	800	4	8	9	20	2	5	2	5	560	1200	+++	4	9	468	1000	—	70	150
4	—	(1>)	(100)	(80)	(80)	(25)	(60)	(100)	(20)	—	—	(650)	(2)	(15)	(5)	(5)	(150)	+++	(27)	(700)	—	(150)	—	(150)	—	(150)	—	(150)	+++	(27)	(700)	—	(150)	—	(150)	—	(150)	

第6表-3-5 分 析 結 果 (つづき)

試料番号	灰 分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm	
6-12	32.81	—	100	800	150	10	50	50	40	—	—	650	8	20	10	5	500	+++	6	500	—	150	
		33	260	49	3	16	16	13	20	—	—	206	3	7	3	2	164	2	6	164	49	150	
13	33.72	1>	100	800	50	25	50	80	20	—	—	650	10	30	10	5	800	+++	2	7	168	50	150
		34	270	17	8	17	27	7	20	—	—	212	10	30	3	2	270	2	7	168	—	150	
14	65.76	1>	100	120	200	8	60	80	20	—	—	500	7	10	3	5	1200	+++	5	7	325	98	150
		66	78	130	5	40	60	53	13	—	—	328	7	13	3	3	775	5	7	325	—	150	
15	32.01	1>	100	800	30	25	50	80	40	—	—	650	19	60	10	5	250	+++	4	11	160	—	—
		32	255	10	8	16	26	13	40	2	6	208	19	60	3	2	80	4	11	160	—	—	
7-1		(1>)	(100)	(120)	(900)	(8)	(60)	(150)	(20)	(6)	(60)	(500)	(2)	(15)	(10)	(5)	(1500)	+++	(11)	(500)	—	(150)	
2		(1>)	(100)	(20)	(750)	(75)	(60)	(50)	(20)	—	—	(800)	(8)	(30)	(10)	(5)	(1500)	+++	(13)	(250)	—	(150)	
3	89.95	1>	100	80	9000	25	60	100	40	6	60	500	6	30	10	5	1500	+++	4	4	250	—	150
		90	72	80	8000	23	54	90	36	5	54	450	5	27	9	4	1340	4	4	224	—	134	
4		(1>)	(100)	(50)	(600)	(25)	(60)	(50)	(20)	—	(60)	(650)	(2)	(20)	(10)	(5)	(1500)	+++	(2)	(250)	—	(150)	
8-1		—	(100)	(30)	(100)	(10)	(50)	(50)	(50)	(6)	(60)	(240)	(8)	(20)	(10)	(8)	(1000)	+++	(4)	(100)	—	(150)	
2		(1>)	(100)	(20)	(250)	(10)	(60)	(50)	(20)	—	(60)	(500)	(6)	(15)	(15)	(5)	(1200)	+++	(7)	(150)	—	(150)	
3		—	(500)	(50)	(100)	(10)	(20)	(50)	(50)	(6)	(60)	(160)	(6)	(20)	(15)	(5)	(1200)	+++	(7)	(100)	—	(150)	
4		(1>)	(100)	(15)	(200)	(10)	(60)	(50)	(40)	—	—	(500)	(2)	(20)	(10)	(5)	(1200)	+++	(12)	(150)	—	(150)	
9	49.31	1>	—	15	9000	150	20	80	15	1000	—	500	80	150	15	5	1500	+++	3	7	500	—	350
		7	4400	69	10	40	80	7	15	493	—	246	40	74	7	2	740	3	7	245	—	172	
10-1	61.93	1>	100	100	300	200	60	150	40	750	60	500	250	80	10	5	1200	+++	8	13	430	75	150
		62	62	100	186	123	37	94	25	470	37	310	154	49	6	3	740	8	13	430	47	93	
2		—	(500)	(15)	(500)	(10)	(60)	(50)	(15)	—	(60)	(650)	(2)	(15)	(10)	(5)	(1500)	+++	(18)	(250)	—	(150)	
3	48.02	1>	100	80	600	10	60	80	50	1000	180	500	60	80	5	8	1500	+++	6	12	700	50	150
		48	38	80	290	5	29	38	24	480	87	240	28	38	2	4	720	6	12	335	24	72	
4		(1>)	(500)	(50)	(200)	(25)	(60)	(80)	(40)	—	(120)	(650)	—	(20)	(10)	(5)	(1200)	+++	(5)	(250)	—	(150)	
12		(1>)	(100)	(10)	(900)	(75)	(5)	(20)	(40)	—	(60)	(15)	(8)	(2)	(10)	(5)	(150)	++	(9)	(100)	—	—	
13		(1>)	(750)	(30)	(200)	(10)	(10)	(80)	(40)	—	—	(650)	(2)	(10)	(10)	(5)	(1000)	+++	(31)	(250)	—	(150)	
14-1		(1>)	—	(15)	(900)	—	(5)	(80)	(10)	—	—	(500)	(2)	(2)	(10)	(5)	(1500)	+	(4)	(10)	—	—	
2	33.73	1>	100	1200	150	25	50	80	50	300	60	650	150	40	5	8	1200	+++	3	10	500	1000	—
		34	400	51	8	17	27	17	50	100	20	218	51	13	5	3	400	3	10	168	337	—	
3	33.39	1>	100	1200	200	25	60	80	50	15	60	650	150	60	50	10	1500	+++	5	15	700	2500	150
		33	400	67	8	20	27	17	50	20	60	217	50	20	17	3	500	5	15	230	830	50	
4		(1>)	(100)	(150)	(200)	(8)	(50)	(80)	(40)	—	(180)	(500)	(8)	(20)	(50)	(8)	(1500)	+++	(10)	(75)	(100)	(150)	
5	67.20	1>	—	150	1200	5	50	80	20	—	60	500	30	20	30	5	1500	+++	17	25	100	300	150
		100	800	3	34	54	54	13	20	40	60	335	20	13	20	3	1000	17	25	67	200	100	
6		(1>)	—	(30)	(900)	(5)	(10)	(50)	(10)	—	—	(500)	(2)	(5)	(30)	—	(1500)	++	(5)	(20)	—	—	
7	32.45	1>	100	1200	300	10	60	80	40	6	—	500	80	30	5	10	1500	+++	5	14	700	750	150
		32	390	97	3	19	26	13	40	2	—	164	26	9	2	3	485	5	14	230	242	49	

第6表-3-5 分析結果 (つづき)

試料番号	灰分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm																			
14-8		(1>)	—	(10)	(1000)	(8)	(5)	(50)	(15)	—	—	(650)	(8)	(10)	(5)	(5)	(1500)	+++	(24)	(75)	—	(150)																			
9	51.89	1>	52	100	415	800	78	150	3	5	26	50	41	80	26	50	3	6	31	60	260	500	16	30	8	15	10	4	8	519	1000	+++	15	29	130	250	500	—			
10	39.45	1>	39	100	395	1000	79	200	3	8	20	50	32	80	20	50	2	6	24	60	197	500	24	60	8	20	6	15	3	8	590	1500	+++	7	18	270	700	236	600	59	150
11	37.66	1>	—	—	1000	19	50	4	10	22	60	38	100	19	50	2	6	22	60	188	500	22	60	15	40	6	15	3	8	560	1500	+++	—	—	260	700	226	600	—		
12	43.81	1>	—	438	1000	65	150	4	10	26	60	44	100	22	50	—	26	60	218	500	26	60	17	40	7	15	3	8	650	1500	+++	2	5	300	700	131	300	65	150		
13	30.39	1>	—	42	120	46	150	2	5	18	60	24	12	40	—	18	60	73	240	2	6	2	5	3	10	2	5	460	1500	+++	2	7	23	75	23	75	46	150			
15	59.25	1>	59	100	178	300	89	150	5	8	35	60	48	80	12	20	4	6	41	60	296	500	48	80	24	40	9	15	3	5	890	1500	+++	2	4	148	250	148	89	150	
16	59.93	1>	60	100	180	300	90	150	5	8	36	60	48	80	30	50	4	6	36	60	300	500	48	80	24	40	30	50	8	900	1500	+++	2	4	295	500	150	250	90	150	
17	87.50	1>	—	88	100	440	500	7	8	13	15	70	80	13	15	—	53	60	570	650	7	8	9	10	13	15	4	5	1300	1500	+++	3	4	26	30	—	130	150			
18		(1>)	—	—	(15)	(600)	(5)	(5)	(50)	(5)	—	—	(650)	(6)	(10)	(10)	—	(2000)	+++	(16)	(20)	—	(150)																		
19	60.53	1>	—	182	300	50	6	10	36	60	61	100	12	20	4	6	—	300	500	49	80	30	50	15	8	8	920	1500	+++	1	2	420	700	150	250	150	250				
20		(1>)	—	—	(100)	(600)	(8)	(50)	(80)	(10)	—	—	(500)	(6)	(10)	(10)	—	(2000)	+++	(26)	(75)	—	(150)																		
21		(1>)	—	—	(50)	(300)	(8)	(60)	(50)	(10)	—	—	(500)	(2)	(10)	(20)	—	(2000)	+++	(13)	(50)	—	(150)																		
15	42.28	1>	—	423	1000	168	400	3	8	21	50	34	80	15	3	6	—	275	650	42	100	4	10	4	10	2	5	500	1200	+++	8	20	103	250	250	600	64	150			
16	16.62	1>	83	500	200	1200	1800	1	8	10	60	17	100	7	40	1	6	—	133	800	124	750	3	20	3	15	1	5	250	1500	++	8	51	17	100	12	75	42	250		
17		(1>)	—	—	(80)	(600)	(10)	(60)	(80)	(10)	—	(60)	(80)	(2)	(10)	(10)	(5)	(1500)	+++	(6)	(50)	—	(150)																		
18-1	10.11	1>	10	100	120	1200	61	600	3	25	8	80	8	80	5	60	—	65	650	6	60	8	80	3	30	1	8	150	1500	+++	2	19	70	700	300	25	3000	250			
2	35.62	1>	36	100	356	1000	71	200	4	10	21	60	28	80	7	20	—	21	60	230	650	4	10	5	15	4	10	2	5	425	1200	+++	1	2	178	500	35	100	53	150	
3	25.47	1>	125	500	305	1200	51	200	2	8	15	60	21	80	10	40	2	6	—	166	650	38	150	15	60	4	15	1	5	382	1500	++	4	15	63	250	191	750	43	150	
4	49.54	1>	50	100	75	150	198	400	4	8	30	60	40	80	5	10	—	—	158	320	75	150	5	10	2	5	2	5	750	1500	+++	1	3	124	250	150	300	75	150		
5		(1>)	—	—	(15)	(600)	(25)	(60)	(80)	(5)	—	—	(320)	(30)	(60)	(10)	(5)	(2000)	+++	(12)	(75)	(50)	(150)																		
6	37.20	1>	37	100	372	1000	75	200	37	100	22	60	30	80	19	50	2	6	22	60	186	500	56	150	19	6	15	3	8	450	1200	+++	4	9	260	700	225	600	56	150	
7	50.23	1>	—	150	300	100	200	25	50	30	60	40	80	20	40	—	30	60	252	500	30	60	15	30	25	50	2	5	750	1500	+++	6	11	130	250	50	100	75	150		
8	14.77	1>	—	176	1200	30	200	1	10	9	60	12	80	7	50	9	60	—	97	650	37	250	6	40	4	30	1	10	220	1500	+++	3	23	102	700	440	3000	37	250		
9	69.07	1>	—	55	80	48	70	35	50	35	50	55	80	1	2	—	—	110	160	7	10	10	15	3	5	3	5	690	1000	++	7	10	104	150	35	50	—	—			
10	75.20	1>	—	60	80	30	3	8	10	15	20	38	50	2	2	—	—	180	240	6	8	4	5	7	10	4	5	600	800	+	7	9	75	—	—	—	—				

第6表-3-5 分析結果 (つづき)

試料番号	灰 分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm																		
18-11		(1>)	—	(10)	(10)	—	(5)	(5)	(2)	—	—	(240)	(2)	—	(10)	(5)	(50)	+++	(11)	(5)	—	—																		
12	75.87	1>	—	20	150	8	10	50	80	2	—	182	240	8	10	5	1000	+++	7	75	50	150																		
19-0		(1>)	—	(100)	113	(80)	(10)	(5)	(20)	(20)	—	(240)	(10)	—	(10)	(5)	(1500)	+++	(9)	(30)	(50)	(150)																		
1	65.47	1>	—	790	1200	46	70	7	10	33	50	65	100	33	50	—	40	60	210	320	53	80	10	15	7	10	3	5	980	1500	+++	5	8	460	700	33	50	98	150	
2	66.18	1>	—	800	1200	132	200	7	10	40	60	66	100	33	50	—	40	60	211	320	53	80	13	20	7	10	7	10	1000	1500	+++	9	13	460	700	50	75	100	150	
3	38.00	1>	—	450	1200	57	150	19	50	23	60	38	100	19	50	2	6	23	60	190	500	38	100	11	30	4	10	3	8	750	2000	+++	13	33	1000	190	500	57	150	
4	40.29	1>	—	485	1200	80	200	30	75	24	60	40	100	20	50	12	30	24	60	190	240	33	80	16	40	4	10	3	8	810	2000	+++	3	8	403	1000	120	300	60	150
5		(1>)	—	(20)	(100)	(25)	(15)	(100)	(10)	—	—	(240)	(6)	—	(5)	(5)	(2000)	+++	(66)	(150)	—	—	(150)																	
6	35.74	1>	—	430	1200	72	200	27	75	22	60	36	100	18	50	5	15	—	174	500	29	80	29	80	4	10	4	10	714	2000	+++	8	21	357	1000	36	100	53	150	
7	37.53	1>	—	450	1200	75	200	4	10	22	60	38	100	19	50	2	6	22	60	187	500	3	8	8	20	6	15	3	8	750	2000	+++	3	7	260	700	—	56	150	
8	37.60	1>	—	450	1200	75	200	9	25	22	60	38	100	19	50	2	6	22	60	120	320	22	60	15	40	4	10	3	8	560	1500	+++	3	7	376	1000	—	56	150	
20-1	19.80	1>	—	240	1200	240	2	10	50	20	8	40	1	6	—	129	1	8	4	20	1	5	1	5	300	1500	+++	10	52	29	150	—	29	—	29	150				
2	46.40	1>	—	464	1000	280	4	8	9	20	69	150	7	15	3	6	—	302	650	3	6	5	10	2	5	2	5	5	690	1500	+++	7	16	325	700	—	68	150		
3	31.70	1>	—	480	1200	570	1800	8	25	18	50	48	150	5	15	2	6	—	206	650	3	8	6	20	2	5	2	5	480	1500	+++	8	24	79	250	—	49	150		
4	64.12	1>	—	192	300	770	1200	3	5	38	60	95	150	13	20	—	38	60	415	650	4	6	10	15	3	10	3	5	960	1500	+++	20	32	450	700	—	95	150		
5		(1>)	—	(30)	(900)	(5)	(5)	(15)	(10)	—	(60)	(500)	(2)	(5)	(10)	—	(1500)	+++	(15)	(10)	—	—	(150)																	
6	71.07	1>	—	106	150	210	300	4	5	10	15	57	80	14	20	—	43	60	354	500	1	2	4	5	4	10	4	5	850	1200	+++	5	7	53	75	—	106	150		
7	78.12	1>	—	78	100	310	400	4	5	47	60	78	100	16	20	5	6	47	60	390	500	1	2	4	5	4	4	5	1160	1500	+++	4	5	116	150	—	116	150		
8	59.05	1>	—	89	150	178	300	5	8	9	15	89	150	12	20	—	35	60	295	500	5	8	6	10	6	10	3	5	890	1500	+++	4	6	148	250	—	89	150		
9	31.68	1>	—	480	1200	126	400	16	50	19	60	32	100	13	40	2	6	—	158	500	3	10	13	40	2	5	2	5	475	1500	+++	6	18	220	700	—	48	150		
10	43.72	1>	44	100	525	1200	88	200	11	25	22	50	44	100	4	10	13	30	26	284	650	26	60	13	30	2	5	2	5	525	1200	+++	15	31	200	500	33	75	66	150
22	—	(1>)	—	(10)	(250)	(8)	(10)	(100)	(2)	—	—	(650)	(2)	(10)	(10)	(5)	(250)	+	(4)	(20)	—	—	(150)																	
23	—	(1>)	—	(20)	(600)	(8)	(50)	(100)	(5)	—	—	(650)	(2)	(15)	(5)	(5)	(200)	+	(8)	(50)	—	—	(150)																	

第6表-3-6 分 析 結 果 (三川赤谷産炭地)

試料番号	灰 分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm
三川 1-0		(1>)	—	(10)	(300)	(5)	(5)	(5)	(5)	(6)	—	(650)	—	(2)	(10)	—	(250)	+++	(2)	(25)		(150)
1		—	—	(10)	(200)	—	(2)	(5)	(5)	—	—	(15)	(60)	(2)	(10)	—	(250)	+++	(8)	(20)		(150)
2	26.72	1>	—	10	3000	5	2	50	5	—	—	30	900	5	100	5	200	+	1428	150	50	150
3		(1>)	—	—	(400)	(8)	(2)	(5)	(2)	(6)	—	(80)	(10)	(2)	(5)	—	(200)	+	(25)	(5)		(150)
4		(1>)	(100)	(10)	(200)	(10)	(10)	(8)	(20)	—	(60)	(320)	(100)	(10)	(10)	(5)	(250)	+++	(76)	(50)		(150)
5	91.98	1>	—	10	1500	5	10	10	40	30	60	240	10	10	15	5	300	++	92	50		150
6	86.74	1>	100	15	2500	8	5	15	40	6	52	60	8	30	10	5	300	+++	75	50		150
7		—	—	(10)	(600)	(5)	(2)	(5)	(2)	—	—	(650)	(6)	(2)	(5)	—	(80)	+	(8)	(20)		—
8		—	(100)	(10)	(200)	—	(10)	(5)	(40)	—	—	(15)	(6)	(2)	(5)	(5)	(200)	+++	(7)	(50)		—
9		—	—	(10)	(150)	(5)	(10)	(5)	(40)	—	(60)	(30)	(2)	(2)	(10)	(5)	(150)	++	(8)	(75)		—
10	76.42	1>	100	20	500	8	15	20	40	6	92	120	25	2	20	8	150	+++	111	750	50	—
2-1		(1>)	(100)	(10)	(400)	(5)	(5)	(5)	(2)	—	—	(240)	—	(2)	(10)	—	(250)	+	(6)	(50)		(150)
2		—	(100)	(10)	(200)	—	(2)	(10)	(5)	—	(60)	(25)	—	(2)	(10)	—	(300)	+	(9)	(50)		—
3		—	—	(10)	(400)	(5)	(2)	(5)	(2)	—	(60)	(30)	—	(2)	(5)	—	(600)	++	(17)	(75)		(150)
4		—	100	(10)	(400)	—	(2)	(5)	(2)	—	—	(240)	—	(2)	(5)	—	(300)	+	(17)	(50)		—
5	90.10	1>	100	10	5000	5	10	50	40	30	60	25	30	2	15	5	800	++	75	75	50	150
6		—	—	(10)	(200)	(5)	(2)	(5)	(2)	—	—	(240)	—	(2)	(5)	—	(200)	+	(9)	(30)		(150)
7		—	(100)	(10)	(200)	(5)	(2)	(5)	(2)	—	—	(500)	—	(2)	(10)	—	(150)	++	(42)	(30)		(150)
8		—	(100)	(10)	(200)	(5)	(2)	(8)	(5)	—	(60)	(500)	(2)	(2)	(5)	(5)	(300)	+	(9)	(30)		(150)
9		—	—	(10)	(500)	—	(2)	(5)	(2)	—	—	(650)	(2)	(2)	(5)	—	(150)	+	(9)	(10)		—
10	93.01	—	—	10	900	—	10	10	40	6	112	120	80	2	15	5	1200	++	19	75	50	150
11		—	—	(10)	(400)	(8)	(2)	(5)	(5)	—	—	(650)	(2)	(10)	(5)	—	(200)	++	(3)	(20)		(150)
12	95.46	—	—	10	1800	—	5	5	15	6	56	60	25	2	10	5	500	+++	9	30		150
13		—	(100)	(10)	(200)	(8)	(2)	(5)	(10)	—	—	(500)	(2)	(2)	(5)	—	(80)	++	(7)	(20)		(150)
14		—	—	(10)	(200)	(5)	(5)	(8)	(15)	—	(60)	(80)	(2)	(2)	(10)	(5)	(800)	++	(9)	(50)		(150)
4-1		(1>)	(100)	(10)	(3000)	—	(5)	(50)	(2)	—	—	(240)	—	(2)	(80)	—	(600)	++	(9)	(30)		(150)

第6表-3-6 分 析 結 果 (つづき)

試料番号	灰 分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm
4-2		(1>)	(100)	(10)	(200)	—	(10)	(5)	(2)	—	—	(30)	(2)	(2)	(5)	—	(250)	+	(17)	(75)		—
3	95.08	1>	—	—	5000 4700	7	8 10	10 14	15 14	6	—	24 25	2 2	5 5	48 50	5 5	1000 951	+++	169 178	470 500		142 150
4		(1>)	—	(10)	(300)	(5)	(2)	(5)	(2)	—	—	(30)	—	(2)	(5)	—	(500)	+	(76)	(30)		—
5		(1>)	—	(10)	(500)	—	(2)	—	(2)	—	—	(80)	—	(2)	(50)	—	(200)	+	(144)	(8)		(150)
6		—	—	(10)	(400)	—	(2)	(10)	(5)	—	—	(80)	(2)	(2)	(15)	—	(250)	+	(9)	(10)	—	(150)
7		—	(100)	(10)	(200)	—	(2)	(5)	(5)	—	—	(15)	(2)	(2)	(5)	—	(200)	+	(9)	(10)	—	(150)
8		—	—	—	(200)	(5)	(2)	(5)	(2)	—	—	(30)	(2)	(2)	(5)	—	(200)	+	(9)	(10)	—	—
9	96.11	1>	96 100	10 10	2500 2400	10 10	2 2	5 5	2 2	—	—	230 240	96 100	10 10	5 5	—	770 800	+	203 212	240 250		—
10		(1>)	(100)	(10)	(500)	—	(2)	(20)	(40)	—	(60)	(160)	(80)	(10)	(80)	(5)	(1200)	+++	(42)	(30)		(150)
11	95.03	1>	—	10	3000 2850	10 10	10 10	15 14	10 10	—	57 60	76 80	142 150	10 10	14 15	5 5	950 1000	+++	34 36	28 30		142 150
12		—	—	(10)	(200)	—	(2)	(5)	(2)	—	—	(30)	(2)	(2)	(5)	—	(200)	+	(3)	(5)	—	—
13		—	—	(10)	(300)	(5)	(5)	(8)	(5)	—	—	(80)	(2)	(2)	(10)	—	(250)	+++	(3)	(25)	—	(150)
14a	93.47	—	—	—	1500 1400	5 5	2 2	5 5	2 2	6 6	—	234 240	75 80	2 2	19 20	—	280 300	+	7 8	10 10	—	—
14b	95.66	1>	—	10	3000 2860	10 10	10 10	15 14	2 2	6 6	57 60	77 80	29 30	5 5	77 80	5 5	1150 1200	+++	34 34	48 50		143 150
15	85.59	1>	—	9 10	5000 4800	64 75	9 10	13 15	17 20	5 6	52 60	430 500	86 100	26 30	48 50	4 5	1020 1200	+++	34 34	64 75		128 150
16		—	—	(10)	(200)	—	(2)	(5)	(2)	—	—	(320)	—	(2)	(5)	—	(150)	+	(3)	(8)	—	—
17		—	—	(10)	(300)	(5)	(2)	(5)	(5)	—	(60)	(30)	—	(5)	(10)	(5)	(300)	++	(2)	(25)	—	(150)
18		—	—	(10)	(200)	—	(5)	(5)	(5)	—	—	(80)	(2)	(2)	(5)	—	(600)	++	(3)	(20)	—	(150)
19		—	(100)	(10)	(500)	—	(5)	(15)	(2)	—	—	(80)	(2)	(2)	(5)	—	(500)	+	(3)	(25)	—	—
5-0		1>	—	(10)	(500)	(5)	(2)	(20)	(10)	—	—	(240)	(2)	(2)	(15)	(5)	(250)	+	(8)	(25)	—	(150)
1		1>	—	(10)	(400)	—	(10)	(5)	(2)	—	—	(80)	(2)	(2)	(5)	(5)	(500)	++	(17)	(20)	—	—
2		1>	—	(10)	(500)	—	(2)	(10)	(2)	—	—	(80)	—	(2)	(20)	—	(150)	+	(9)	(10)	—	(150)
3		1>	—	(10)	(150)	—	(2)	(5)	(2)	—	—	(240)	(2)	(2)	(5)	—	(60)	+	(17)	(25)	—	—
4	96.17	1>	—	10 10	900 870	5 5	5 10	5 5	10 10	—	—	77 80	2 2	2 2	19 20	5 5	290 300	+++	310 326	240 250	48 50	—
5		1>	(100)	(10)	(200)	(5)	(10)	(5)	(5)	—	—	(160)	(6)	(2)	(10)	—	(200)	+++	(76)	(150)	—	(150)
6		1>	(100)	(10)	(200)	—	(5)	(5)	(5)	—	—	(15)	(100)	(2)	(5)	(5)	(300)	+++	(34)	(30)	—	—

第6表-3-6 分 析 結 果 (つづき)

試料番号	灰 分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm																		
5-7		(1>)	—	—	(300)	(5)	(5)	(5)	(2)	—	—	(25)	(60)	(2)	(5)	—	(200)	+	(17)	(5)	—	—																		
8	24.55	1>	—	5	20	5000	1	5	12	50	12	50	10	40	25	100	—	4	15	246	1000	2	10	12	50	2	10	295	1200	+++	109	449	174	700	12	50	62	250		
9	91.00	1>	—	9	10	1500	5	5	9	10	5	5	14	15	—	—	14	15	150	5	5	9	10	5	5	1100	1200	+++	119	131	91	100	—	138	150					
10		(1>)	(100)	(10)	(200)	(5)	(2)	(5)	(2)	—	—	(30)	(150)	(5)	(20)	—	(60)	++	(17)	(25)	—	(150)																		
11a	89.20	1>	—	9	10	1500	4	5	9	10	5	9	10	—	54	60	30	30	2	2	9	10	5	5	1080	1200	+	34	38	27	30	—	—							
11b	78.50	1>	—	8	10	1500	4	5	8	10	4	5	12	15	—	47	60	80	80	4	5	12	15	4	5	785	1000	+++	128	164	79	100	39	50	118	150				
12		(1>)	—	(10)	(3000)	—	(15)	(5)	(20)	—	(60)	(25)	(10)	(2)	(10)	(5)	(1200)	+++	(42)	(50)	(50)	(150)																		
13		(1>)	(100)	(10)	(500)	—	(2)	(5)	(2)	—	—	(160)	(2)	(2)	(5)	—	(250)	+	(4)	(5)	—	—																		
B		(1)	(100)	(10)	(30)	—	(2)	(5)	(2)	—	—	(320)	(2)	(2)	(10)	—	(150)	+	(2)	(8)	—	—																		
赤谷																																								
2-1		(1>)	(100)	(10)	(1200)	(5)	(2)	(10)	(2)	—	(60)	(650)	—	(2)	(20)	—	(500)	+	(2)	(20)	—	(150)																		
2		(1>)	(100)	(10)	(1200)	(5)	(5)	(8)	(2)	—	(60)	(500)	—	(2)	(15)	—	(800)	+	(2)	(20)	—	(150)																		
3		—	—	(10)	(200)	(5)	(5)	(5)	(5)	—	(120)	(650)	—	(2)	(5)	(5)	(150)	+	(4)	(20)	—	(150)																		
4		(1>)	—	(10)	(500)	(5)	(15)	(15)	(10)	—	(120)	(650)	—	(5)	(50)	(5)	(200)	++	(46)	(25)	—	(150)																		
5		(1>)	—	(10)	(500)	—	(2)	(5)	(2)	—	(60)	(650)	—	(2)	(50)	—	(300)	+	(42)	(8)	—	(150)																		
3																				(7)	—																			
4-1		(1>)	—	(10)	(3000)	(10)	(2)	(5)	(40)	(6)	(60)	(650)	(2)	(5)	(50)	(5)	(1000)	+++	(3)	(75)	—	(350)																		
2		(1>)	—	(10)	(1200)	(5)	(5)	(15)	(2)	—	(60)	(500)	(2)	(10)	(30)	(5)	(250)	+	(4)	(10)	—	(150)																		
3		(1>)	—	(10)	(1200)	(5)	(5)	(15)	(2)	—	(60)	(500)	(2)	(5)	(50)	(5)	(600)	+	(6)	(8)	—	(150)																		
5	8.71	1>	43	500	1200	1800	1	10	4	50	12	150	4	50	12	150	5	60	43	500	1000	1	15	1	15	1	8	200	+++	42	487	85	1000	57	600	12	150			
7-1	84.58	—	—	8	10	2500	4	5	4	5	4	5	2	2	—	51	60	425	500	8	10	4	5	8	10	—	215	250	++	6	6	25	30	—	—					
2	48.53	—	—	15	30	600	5	5	10	7	15	2	5	7	15	58	120	243	500	240	500	2	5	5	10	—	19	40	+++	26	53	120	250	36	75	—				
3		—	—	—	(200)	—	(2)	(5)	(2)	—	(60)	(650)	(6)	(2)	(10)	—	(150)	+	(3)	(8)	—	—																		
4	81.06	1>	—	8	10	900	5	8	10	4	5	4	5	5	6	146	180	320	60	2	2	8	10	—	65	80	+	8	10	61	75	—	—							
5		(1>)	(100)	(15)	(400)	(8)	(15)	(5)	(5)	—	(180)	(500)	(8)	(2)	(10)	—	(200)	+	(3)	(10)	—	(150)																		
8-1	23.64	1>	24	100	24	100	205	900	2	10	2	10	5	20	3	15	24	100	27	120	188	500	118	500	2	10	3	15	1	5	14	60	+	17	72	56	250	18	75	—

第6表-3-6 分 析 結 果 (つづき)

試料番号	灰 分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm																	
8-2	78.70	1> 79	100	15	1800 1400	8	10	10	2	6	60	500	10	5	15	—	150	+++	5	50	—	150																	
3		—	(100)	(15)	(10)	(5)	(2)	(5)	(5)	—	(500)	(80)	—	(2)	(10)	(5)	(25)	+	(4)	(10)	—	—																	
4		—	(100)	(10)	—	—	(2)	(8)	(2)	—	(60)	(30)	(2)	—	(10)	(5)	(30)	+	(17)	(8)	—	(150)																	
5	90.79	1> 91	100	13	820	900	7	8	10	9	10	5	5	5	6	164	180	455	500	7	8	5	5	13	15	5	5	136	150	+	8	9	68	75	—	136	150		
9-1	56.89	—	100	10	2500 1420	3	5	5	3	5	15	6	34	60	284	500	85	150	3	5	6	10	3	5	85	150	++	14	25	28	50	85	150						
2		(1>)	(100)	(20)	(500)	(5)	(5)	(5)	(15)	(6)	(180)	(500)	(10)	(15)	(100)	(10)	(60)	+++	(149)	(1000)	(50)	—	—																
3	85.58	—	—	9	10	400	4	5	9	10	13	15	34	40	5	6	154	180	69	80	7	8	4	5	9	10	7	8	69	80	+++	85	99	856	1000	48	50	128	150
4	65.73	1> 66	100	20	395	600	3	5	13	20	33	50	26	40	10	15	118	180	20	30	5	8	7	10	52	80	7	10	130	200	+++	93	142	100	150	33	50	100	150
5	34.80	1> 35	100	7	20	400	3	10	5	15	28	80	17	50	10	30	42	120	9	25	52	150	5	15	17	50	3	10	14	40	+++	61	176	245	700	17	50	52	150
6	89.75	—	—	9	10	400	4	5	4	5	4	5	13	15	—	54	60	72	80	5	6	4	5	9	10	4	5	72	80	++	51	57	898	1000	17	50	134	150	
7		—	(100)	(10)	(200)	(5)	(5)	(8)	(10)	—	(60)	(320)	—	(2)	(15)	(5)	(150)	+	(9)	(20)	—	—	—																
10		(1>)	(100)	(10)	(70)	(5)	(10)	(8)	(5)	—	—	(650)	—	(2)	(10)	(5)	(150)	+	(4)	(25)	—	(150)																	
11-1		—	—	(20)	(1200)	—	(60)	(10)	(40)	—	(180)	(500)	(2)	(10)	(20)	(5)	(600)	+	(127)	(25)	—	(150)																	
2	75.45	1> 113	—	150	1200	19	25	8	10	113	150	8	10	—	—	376	500	680	900	30	40	75	100	4	5	113	150	+++	34	45	23	30	—	—					
12-1		(1>)	—	(10)	(500)	(5)	(2)	(5)	(5)	—	(60)	(500)	(10)	(2)	—	—	(300)	+	(4)	(25)	—	—																	
2	86.62	1> 13	—	15	400	9	10	10	4	5	17	20	—	—	52	60	563	650	52	60	9	10	17	20	4	5	52	60	++	16	19	65	75	43	50	130	150		
3	89.76	1> 90	100	18	20	400	22	25	13	15	13	15	36	40	—	108	120	585	650	90	100	9	10	45	50	4	5	72	80	+++	8	9	90	100	44	50	134	150	
4	15.41	1> 15	100	23	150	1200	1	5	2	10	2	15	1	2	6	40	—	123	800	115	750	1	2	15	100	—	184	1200	+	43	279	38	250	8	50	—			
5	4.68	—	1000	54	1200	400	1	10	1>	20	1>	15	2	50	5	100	—	30	650	47	1000	1>	10	2	50	—	14	300	+++	17	362	47	1000	28	600	—			
13-1		—	(100)	(15)	(300)	(5)	(2)	(5)	(5)	—	(120)	(500)	—	(2)	(10)	—	(80)	+	(4)	(10)	—	—																	
2	7.55	—	500	1200	500	25	10	20	1>	5	1000	—	650	750	2	10	—	1200	++	34	100	75	—																
3	9.14	—	500	1200	400	10	1>	5	50	2	37	400	—	29	320	46	500	1>	2	1>	5	—	91	1200	+	8	92	7	75	5	50	—							
4		—	(100)	(20)	(1200)	(75)	(100)	(10)	(40)	—	(60)	(500)	(2)	(30)	(5)	—	(1000)	+++	(25)	(150)	—	(150)																	
5		—	—	(20)	(3000)	(25)	(60)	(20)	(15)	—	(120)	(800)	—	(30)	(5)	(5)	(1500)	+++	(6)	(150)	—	(150)																	
6		—	(100)	(10)	(300)	(10)	(80)	(50)	(10)	—	(180)	(80)	(2)	(15)	(5)	—	(300)	+++	(3)	(250)	—	(150)																	
7		—	—	(15)	(1200)	(75)	(100)	(50)	(20)	—	(120)	(500)	(2)	(50)	(5)	—	(1200)	+++	(3)	(150)	—	(250)																	

第6表-3-6 分析結果 (つづき)

試料番号	灰 分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm
13- 8		—	(100)	(10)	(300)	(5)	(2)	(5)	(2)	—	—	(160)	(2)	(2)	(5)	—	(800)	+	(3)	(20)	—	—
14- 1	22.97	1>	—	20	400	—	—	5	2	—	—	500	60	—	5	—	2000	+	74	—	—	—
2	82.16	1>	—	20	400	5	10	20	50	6	180	650	150	5	15	8	420	+++	93	150	50	—
15- 1		(1>)	—	(10)	(500)	(8)	(2)	(8)	(20)	—	(60)	(500)	—	(2)	(50)	(5)	(1500)	+++	(17)	(100)	—	(350)
2		—	—	(10)	(500)	(5)	(2)	(8)	(5)	—	(60)	(240)	—	(2)	(10)	(5)	(500)	+	(8)	(20)	—	—
3		(1>)	—	(10)	(200)	(5)	(2)	(8)	(5)	—	(60)	(320)	—	(5)	(20)	(5)	(250)	+	(4)	(20)	—	(150)
4		(1>)	—	(10)	(400)	—	(5)	(15)	(2)	—	(60)	(320)	(2)	(10)	(50)	(5)	(200)	+	(4)	(20)	—	(150)
16- 1		(1>)	(100)	(10)	(500)	(8)	(10)	(8)	(10)	—	(60)	(320)	—	(10)	(5)	(5)	(800)	+++	(4)	(30)	—	(150)
2		(1>)	—	(10)	(1200)	—	(2)	(10)	(2)	—	(60)	(80)	(2)	(5)	(30)	—	(300)	+	(3)	(8)	—	(150)
3		—	—	(10)	(1200)	(8)	(5)	(5)	(15)	—	(60)	(320)	—	(5)	(5)	(5)	(1200)	+++	(4)	(50)	—	(150)
4		(1>)	—	(10)	(200)	(10)	(2)	(5)	(5)	—	(120)	(320)	—	(2)	(10)	(5)	(250)	++	(4)	(30)	—	(150)
5		(1>)	—	(10)	(1200)	(10)	(2)	(10)	(2)	—	(60)	(500)	—	(5)	(100)	—	(600)	+	(76)	(50)	—	(150)
6		(1>)	—	(10)	(400)	(10)	(10)	(8)	(5)	—	(120)	(320)	—	(5)	(10)	(5)	(800)	++	(51)	(100)	—	(150)
7		(1>)	—	(10)	(200)	(8)	(15)	(5)	(15)	—	(120)	(320)	—	(5)	(10)	(5)	(250)	++	(102)	(150)	(50)	(150)
8		—	—	(10)	(500)	(10)	(2)	(5)	(10)	—	(60)	(240)	—	(2)	(10)	(5)	(800)	+	(17)	(50)	—	—
9		(1>)	(100)	(10)	(5000)	(8)	(2)	(8)	(15)	—	(60)	(320)	—	(5)	(100)	(8)	(1000)	++	(17)	(30)	(50)	(250)
17- 1		—	—	(10)	(200)	(8)	(2)	(5)	(10)	—	(60)	(650)	—	(5)	(15)	(5)	(80)	+++	(2)	(50)	—	(150)
2		—	—	(10)	(200)	(10)	(2)	(5)	(5)	—	(120)	(500)	—	(2)	(10)	—	(150)	++	(3)	(75)	—	(150)
3		—	—	(10)	(200)	(10)	(2)	(8)	(5)	—	(120)	(320)	—	(2)	(10)	—	(250)	++	(6)	(75)	—	(150)
4		—	—	(10)	(400)	(10)	(5)	(5)	(15)	—	(180)	(240)	—	(2)	(10)	(5)	(250)	++	(6)	(75)	—	(150)
5		—	—	(10)	(500)	(10)	(2)	(8)	(10)	—	(120)	(320)	—	(2)	(10)	(5)	(600)	+	(25)	(30)	—	—
6		—	—	(10)	(500)	(10)	(2)	(5)	(5)	—	(60)	(320)	—	(2)	(15)	—	(500)	+	(17)	(25)	—	—
7		—	—	(10)	(300)	(8)	(2)	(5)	(10)	—	(60)	(500)	—	(2)	(15)	(5)	(500)	++	(6)	(50)	—	(150)
8		—	—	(10)	(200)	(8)	(5)	(5)	(10)	—	(60)	(500)	—	(2)	(10)	(5)	(250)	+	(3)	(30)	—	(150)
9		—	—	(10)	(200)	(10)	(2)	(5)	(5)	—	(120)	(500)	—	(2)	(5)	—	(200)	+	(34)	(30)	—	(150)
10		—	—	(10)	(400)	(10)	(2)	(5)	(5)	—	(60)	(500)	—	(2)	(5)	(5)	(500)	++	(17)	(50)	—	(150)

第6表-3-6 分析結果 (つづき)

試料番号	灰 分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm
17-11		—	—	(10)	(70)	(10)	(2)	(8)	(15)	(6)	(120)	(320)	—	(2)	(5)	(5)	(150)	++	(110)	(75)		(150)

第6表-3-7 分析結果 (佐世保炭田)

試料番号	灰 分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm
神田 1		(1>)	—	(90)	(500)	(10)	(50)	(100)	(50)	—	(130)	(80)	(2)	(30)	(10)	(7)	(900)	+++	(4)	(300)	—	(150)
2	45.27	1>	—	36 80	590 1300	3 8	300 45	100 18	40 18	3 6	167 370	226 500	23 50	32 70	2 5	5 10	3500 1580	+++	2 5	113 250	—	68 150
3	16.51	1>	—	150 900	1080 6500	1 8	300 28	170 8	50 1	6 22	130 83	500 2	10 8	50 2	15 2	10 1150	7000	+++	1 6	24 150	—	50 300
4	18.06	1>	—	135 750	1170 6500	2 10	300 31	170 9	50 3	15 32	180 83	500 1	8 7	40 4	20 2	10 1250	7000	+++	1 8	126 700	—	45 250
5	36.33	1>	—	43 120	180 500	3 8	300 62	170 18	50 2	6 90	250 236	650 3	8 14	40 5	15 4	10 180	500	+++	1 4	254 700	—	—
6	31.30	1>	—	47 150	204 650	3 10	300 31	100 16	50 2	6 56	180 203	650 3	8 6	20 5	15 2	7 376	1200	+++	2 5	78 250	—	47 150
7	22.29	1>	—	67 300	110 500	2 10	250 22	100 22	100 3	15 82	370 113	500 2	10 9	40 4	20 2	10 156	700	+++	2 9	156 700	—	—
8	14.59	1>	—	174 1200	189 1300	4 25	9 60	15 100	7 7	2 15	9 60	73 500	1 10	6 40	2 15	10 174	1200	+++	1 10	104 700	—	—
9	13.76	—	14 100	165 1200	69 500	1 8	8 60	14 100	7 50	2 15	8 60	69 500	1 10	6 40	3 20	10 125	900	+++	1 8	34 250	—	—
10	17.49	1>	262 1500	158 900	88 500	1 5	9 50	17 100	9 50	3 15	10 60	89 500	2 10	5 30	1 5	7 262	1500	++	1 5	5 30	—	—
11	—	(1>)	—	(75)	(500)	(5)	(50)	(100)	(50)	(6)	(60)	(500)	(2)	(30)	(5)	(7)	(350)	+++	(5)	(500)	—	—
鹿町 1	—	(1>)	(100)	(90)	(400)	(10)	(80)	(150)	(20)	—	(60)	(650)	(2)	(40)	(10)	(7)	(80)	+++	(4)	(100)	—	(150)
2	21.21	1>	21 100	25 120	274 1300	5 25	13 60	84 400	11 50	3 15	38 180	17 80	11 50	11 50	6 30	1 7	126 600	+++	1 6	100 450	—	32 150
3	17.08	1>	17 100	21 120	340 2000	2 10	10 60	26 150	17 100	15 90	31 180	27 160	14 80	10 60	9 50	1 7	136 800	+++	1 4	120 700	—	43 250
4	74.92	1	75 100	67 90	970 1300	6 8	2 2	150 200	15 20	— 19	60 60	80 1	2 22	30 1	2 5	7 890	1200	+++	1 2	22 30	—	112 150
5	40.30	1	40 100	36 90	520 1300	4 10	20 50	60 150	16 40	2 6	72 180	32 80	4 10	8 20	6 15	3 7	240 600	+++	2 4	40 100	—	60 150
6	24.81	1>	24 100	22 90	400 1600	6 25	12 50	37 150	10 40	1 6	45 180	124 500	12 50	5 20	2 10	7 300	1200	+++	1 4	18 70	—	37 150
7	74.95	1>	—	90 120	485 650	6 8	45 60	110 150	30 40	— 45	60 600	1 800	2 11	15 15	5 5	7 375	500	++	4 5	56 70	—	110 150
8	55.58	1>	—	83 150	720 1300	6 10	33 60	83 150	22 40	— 33	60 278	4 500	4 17	30 17	4 4	7 334	600	++	6 56	100 83	—	83 150
9	6.14	1>	6 100	9 150	184 3000	3 50	4 60	9 150	9 150	8 130	4 60	49 800	9 150	6 90	3 50	10 92	1500	+++	1> 7	61 1000	—	18 300
10	87.19	1>	87 100	130 150	350 400	9 10	4 5	87 100	17 20	— 104	120 217	240 2	2 13	15 2	2 4	5 872	1000	+++	2 2	61 70	—	131 150

第6表-3-7 分析結果 (つづき)

試料番号	灰分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm																
11	43.35	1>	43	100	150	1300	11	25	34	80	65	150	22	50	3	6	52	120	104	240	4	10	26	60	7	15	4	10	260	600	+++	2	5	433	1000	—	110	250
12	89.11	1>	—	106	120	650	22	25	2	71	80	18	20	—	—	445	500	2	2	36	40	2	2	4	5	1150	1300	++	2	2	18	20	—	134	150			
13	51.07	1>	—	77	150	650	13	25	31	60	77	150	21	40	3	6	—	511	1000	15	30	600	8	15	4	7	260	500	+	3	6	26	50	—	77	150		
14	52.44	1	—	—	—	5000	—	—	—	—	10	20	—	—	—	—	—	340	650	3	5	10	5	10	—	—	5000	—	+	1	2	3	5	—	130	250		
15	17.50	1>	—	21	120	2000	13	75	10	60	26	150	9	50	1	6	180	88	500	26	150	16	90	26	150	9	50	260	1500	+++	1	3	175	1000	—	26	150	
16	92.57	1>	—	110	120	500	5	5	5	5	93	100	46	50	—	—	60	74	80	2	2	9	10	2	2	6	7	1100	1200	+++	3	3	93	100	—	138	150	
17	23.96	1>	—	29	120	500	18	75	21	90	36	150	12	50	1	6	43	180	120	500	2	10	14	60	24	100	2	10	287	1200	+++	1	5	240	1000	—	36	150
18	—	(1>)	(100)	(90)	(400)	(75)	(80)	(100)	(50)	(6)	(60)	(320)	(5)	(50)	(5)	(10)	(150)	+++	(6)	(250)	—	(150)	—	(150)	—	(150)	—	(150)	—	(150)	—	(150)	—	(150)	—	(150)	—	(150)

第6表-3-8 分析結果 (銆路炭田)

試料番号	灰分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm																	
17上- 1	11.76	2	100	1200	6500	9	75	6	50	12	100	100	4	30	—	94	800	1	10	90	18	150	1	10	1300	+++	2	19	29	250	—	82	750						
2	70.40	1>	70	100	140	760	650	4	5	14	28	40	70	4	6	60	168	4	5	7	10	4	5	4	5	106	150	+++	2	3	106	150	—	106	150				
3	11.38	1>	—	100	900	740	6500	3	25	6	50	11	100	6	50	2	15	—	74	650	1	5	23	200	3	30	1	7	170	1500	++	1	9	17	150	—	17	150	
4	8.86	1>	—	80	900	570	6500	7	75	2	20	8	90	4	50	8	90	—	44	500	1	8	8	90	13	150	1	10	132	1500	+	1	14	13	150	—	13	150	
5	(1>)	(100)	(100)	(10)	(500)	—	(5)	(40)	(40)	—	—	(300)	(2)	(15)	(5)	(5)	(1000)	+	(3)	(20)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
6	15.55	2	—	19	120	250	1600	4	25	8	50	14	90	8	50	2	15	—	78	500	1	8	6	40	31	200	1	5	156	1000	+++	1	8	70	450	—	37	300	
7	11.07	1	—	133	1200	220	2000	55	1	10	4	60	6	2	15	—	55	1	5	10	22	200	1	7	133	1200	+	1	5	3	25	—	17	150					
8	19.00	1	—	14	75	570	3000	5	25	10	50	17	90	10	50	1	6	60	95	500	2	8	6	30	10	50	1	7	190	1000	+++	1	7	29	150	—	48	250	
9	70.57	1>	—	10	15	140	200	4	5	4	5	7	10	28	40	—	42	60	352	500	1	2	10	15	35	50	4	5	57	80	+++	3	4	18	25	—	—		
9'	17.25	2	—	16	90	280	1600	13	75	9	50	16	90	9	50	3	15	—	96	500	1	8	24	140	8	60	2	10	43	250	+++	2	14	26	150	—	—		
10	13.35	2	—	16	120	400	3000	10	75	7	50	12	90	7	50	2	15	—	67	500	1	5	7	50	27	200	1	7	174	1300	++	1	9	13	100	—	20	150	
11	84.32	1>	—	3	200	—	—	5	5	90	50	—	—	60	300	2	20	—	60	300	2	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
12	24.87	1>	25	100	7	30	3000	6	25	2	10	10	40	12	50	1	6	60	80	320	1	2	10	1	5	1	5	370	1500	+++	1	4	62	250	—	37	150		
13	29.73	1>	30	100	27	90	2000	1	5	18	60	30	100	59	200	18	60	18	60	95	320	15	50	9	30	5	15	7	25	240	800	+++	4	12	297	1000	—	45	150

第6表-3-8 分 析 結 果 (つづき)

試料番号	灰 分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ca ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm
17上-14	46.04	1>	100	23 50	230 500	2 5	23 50	41 90	46 100	14 30	27 60	110 240	37 80	14 30	5 10	12 25	92 200	+++	4 9	320 700	—	69 150
15		(1>)	(100)	(25)	(650)	(5)	(50)	(100)	(100)	(15)	(110)	(160)	(30)	(20)	(20)	(10)	(800)	+++	(6)	(700)	—	(150)
16		(1>)	(100)	(30)	(1300)	(5)	(20)	(40)	(50)	—	(60)	(30)	(8)	(10)	(5)	(10)	(250)	+++	(5)	(700)	—	—
17	25.69	1>	100	23 90	26 510 2000	3 10	15 60	26 100	13 50	4 15	15 60	128 500	2 8	8 30	5 20	3 10	330 1300	+++	3 13	180 700	—	38 150
18	21.45	1>	—	26 120	280 1300	43 3	200 3	19 11	50 1	6 6	— 140	650 1	5 11	50 3	15 2	7 215	1000	+	1 6	11 50	—	32 150
19	57.85	1>	—	29 50	380 650	3 5	9 15	52 90	58 100	3 6	35 60	185 320	29 50	17 30	3 5	6 10	115 200	+++	2 4	400 700	—	42 250
20	24.62	1>	—	74 300	490 2000	6 25	15 60	42 170	25 100	7 30	15 60	160 650	2 8	10 40	2 10	6 25	230 1200	+++	4 15	170 700	—	37 150
21		(1>)	—	(75)	(400)	(5)	(10)	(100)	(40)	—	(60)	(25)	(5)	(70)	(5)	(10)	(600)	++	(4)	(100)	—	—
17本-1		(1>)	(100)	(15)	(400)	(5)	(5)	(80)	(15)	—	(60)	(15)	(5)	(15)	(5)	(5)	(600)	++	(6)	(150)	—	—
2	21.05	1>	—	19 90	270 1300	11 50	13 60	36 170	21 100	3 15	13 60	3 15	6 30	6 30	2 10	1 7	126 600	+++	1 5	148 700	—	—
3	7.64	1>	—	7 90	1000 13000	6 75	1> 5	8 100	4 50	1> 6	— 38	500 1>	2 3	40 4	50 1>	7 380	5000	+	1> 3	1> 5	—	37 500
4	6.84	2	—	14 200	450 6500	5 75	1> 5	7 100	1 20	1> 6	— 22	320 1>	2 3	50 34	500 1>	5 136	2000	+	1> 3	1 10	—	34 500
5	7.73	1	—	6 75	1000 13000	4 50	1> 5	8 100	3 40	1> 6	— 19	240 1	10 2	30 12	150 1>	5 460	6000	+	1> 2	1> 5	—	19 250
6	29.62	1>	—	4 15	480 1600	2 5	18 60	50 170	15 50	2 6	18 60	24 80	15 50	4 15	3 10	2 7	90 300	+++	2 6	210 700	—	45 150
7	26.63	1>	—	3 10	346 1300	1 5	3 10	45 170	27 100	2 6	16 60	43 160	21 80	8 30	8 30	2 7	19 70	+++	1 5	5 450	—	—
8	36.43	1>	—	4 10	240 650	2 5	2 5	29 80	15 40	—	— 59	160 1>	2 11	30 3	15 2	5 73	200	+	1> 2	5	—	—
9	10.22	2	—	9 90	510 5000	3 25	1 10	17 170	4 40	1 6	— 33	320 1	8 4	40 20	200 1	5 133	1300	+	1> 4	10 100	—	15 150
10	12.17	1>	—	6 50	360 3000	1 10	1 10	21 170	2 20	1 6	— 61	500 1	5 2	20 1	10 1	5 97	800	+	1> 4	30 250	—	18 150
11	11.12	1>	—	10 90	560 5000	1 10	2 15	19 170	4 40	1 6	— 56	1 500	1 5	3 30	2 20	1 5	167 1500	+	1> 4	17 150	—	—
12	19.82	1>	—	3 15	396 2000	1 5	11 50	38 170	11 50	1 6	13 60	32 160	2 8	9 40	6 30	2 7	5 25	+++	1 6	150 700	—	33 150
13	7.47	1>	—	7 90	485 6500	1 10	1> 5	7 100	3 40	1> 6	— 18	240	— 4	50 4	60 1	7 374	5000	+	1> 3	1> 5	—	37 500
14	9.16	1>	—	8 90	595 6500	1 10	1> 5	16 170	4 40	1 6	— 46	500 1>	2 3	30 3	30 1>	5 274	3000	+	1> 5	1 10	—	23 250
15		(1>)	—	(3)	(500)	—	(10)	(100)	(40)	—	—	(500)	(5)	(10)	(5)	(5)	(500)	+	(4)	(10)	—	—
16	8.81	2	—	8 90	570 6500	7 75	1> 5	15 170	4 40	3 30	— 57	650 1>	5 4	40 4	50 1	7 264	3000	++	1 12	5 60	—	22 250
17	5.62	1	—	7 120	366 6500	4 75	1> 5	6 100	1 20	1 15	— 18	320 1>	2 3	50 3	50 1>	7 168	3000	+	1> 4	1> 5	—	17 300
18	4.39	2	—	4 90	283 6500	2 50	1> 5	4 100	1 15	1> 6	— 14	320 1>	2 1>	10 22	500 1>	7 220	5000	+	1> 4	1> 5	—	22 500

第6表-3-8 分 析 結 果 (つづき)

試料番号	灰 分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm
17本-19	5.86	2 6	100 9	150 150	6500 380	9 9	15 10	6 100	2 40	1 15	— 29	500 500	1> 2	2 30	18 300	1> 7	1500 88	+	1> 5	1 10	—	88 1500
20	6.45	2 6	100 9	150 320	5000 5	75 1	15 6	100 6	100 2	30 2	— 32	500 500	1> 5	3 50	39 600	1 10	300 19	+++	1> 7	4 60	—	97 1500
21	15.58	1	— 5	30 1000	6500 12	75 2	15 16	100 8	50 1	6 6	— 78	500 500	5 5	3 20	5 30	7 7	800 125	+++	1 4	36 250	—	23 150
17下-1	17.65	1> 18	100 160	900 88	500 500	2 2	10 3	15 14	80 9	50 1	30 10	60 42	240 2	10 4	20 2	10 2	1000 177	+++	1 6	44 250	—	—
2	5.50	2	— 83	1500 720	13000 28	500 1>	5 8	150 1>	5 5	6 6	— 18	320 320	1> 8	1 15	6 100	1> 7	6000 330	+	1> 4	1 25	—	83 1500
3	10.85	2	— 130	1200 700	6500 27	250 5	50 16	150 5	50 1>	6 7	60 35	320 3	30 8	70 5	50 1	7 216	2000 216	+++	1 9	76 700	—	16 150
4	79.36	1 79	100 710	900 5200	6500 59	75 16	20 119	150 79	100 1	6 40	120 25	320 6	8 40	50 16	20 6	7 1580	2000 1580	+++	6 8	550 700	—	119 150
5	6.32	3	— 76	1200 820	13000 9	150 1>	2 9	150 1>	5 5	— 10	— 10	160 1>	2 2	30 13	200 1>	7 380	6000 380	+	3 1	20 700	—	94 1500
6	20.05	1> 20	100 180	900 1000	5000 15	75 12	60 30	150 20	100 5	15 12	60 32	160 6	30 28	140 6	30 1	7 160	800 160	+++	2 8	140 700	—	50 250
7		(1>)	(100)	(150)	(2000)	(10)	(50)	(150)	(50)	—	(60)	(320)	(8)	(40)	(5)	(7)	(300)	+++	(4)	(250)	—	(150)
8	29.26	1> 29	100 44	150 190	650 7	25 15	50 44	150 29	100 3	6 35	120 70	240 15	60 15	50 3	10 3	10 59	200 59	+++	1 5	206 700	—	44 150
9	86.10	—	—	—	—	—	—	80	15	—	—	200	—	15	20	5	1200	+	2	5	—	150
10	50.30	1> 370	750 38	75 325	650 4	8 8	15 75	150 50	100 2	6 60	120 161	320 5	10 15	30 3	5 4	7 400	800 400	+++	2 4	125 250	—	75 150
11	44.03	1> 44	100 53	120 220	500 4	10 22	50 66	150 22	50 3	6 26	60 220	500 4	8 13	30 9	20 3	7 88	200 88	++	2 5	220 500	—	66 150
12	29.28	1 29	100 44	150 470	1600 7	25 18	60 29	100 15	50 2	6 18	60 94	320 9	30 9	30 44	150 2	7 292	1000 292	+++	2 6	205 700	—	73 250
13	13.21	2 13	100 118	900 860	6500 26	200 3	20 20	150 7	50 1	6 6	— 66	500 4	30 19	140 26	200 1	7 264	2000 264	+++	1 6	33 250	—	20 150
14	15.96	2	— 120	750 1060	6500 12	75 1	5 24	150 8	50 2	15 10	60 80	500 1	8 5	30 96	600 1	7 320	2000 320	+++	1 4	8 50	—	24 150
15	42.15	1> 51	— 120	120 550	1300 3	8 21	50 42	100 42	100 3	6 76	180 102	240 4	10 17	40 4	10 4	10 63	150 63	+++	2 5	300 700	—	63 150
16	23.35	1> 210	— 900	1510 6500	12 12	50 12	50 35	150 12	50 14	60 75	— 320	7 30	21 90	14 60	1 5	5 1160	5000 1160	+	1 4	116 500	—	58 250
17	19.52	2	— 59	300 1270	6500 15	75 12	60 29	150 10	50 1	6 12	60 62	320 2	10 27	140 29	150 2	10 234	1200 234	+++	1 4	136 700	—	29 150
18	55.06	1> 66	— 120	1650 3000	6 6	10 28	50 82	150 55	100 3	6 100	180 275	500 4	8 17	30 6	10 6	10 330	600 330	+++	2 4	275 500	—	82 150
19	19.51	1> 175	— 900	585 3000	10 10	50 12	60 29	150 10	50 3	15 12	60 47	240 12	60 10	50 4	20 1	7 292	1500 292	+++	1 6	195 1000	—	29 150
20	74.12	— 37	— 50	2200 3000	6 6	8 37	50 74	100 30	40 30	— 89	120 370	500 7	— 7	10 7	10 5	7 2200	3000 2200	+++	2 3	37 50	—	222 300
21	21.56	1> 22	— 150	430 2000	2 2	10 13	60 32	150 22	100 1	6 41	120 52	240 2	8 4	20 4	20 2	7 107	500 107	+++	2 7	216 1000	—	—
22	17.55	1> 155	— 900	280 1600	4 4	25 11	60 70	400 18	100 3	15 31	180 13	25 14	80 3	15 3	15 2	10 210	1200 210	+++	1 5	176 1000	—	26 150
23	32.60	1> 98	— 300	650 2000	16 16	50 20	60 130	400 33	100 5	15 39	120 10	30 10	30 13	40 3	10 2	7 390	1200 390	+++	1 4	326 1000	—	82 250

第6表-3-8 分析結果 (つづき)

試料番号	灰 分%	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm
17下-24		(1>)	—	(30)	(1300)	(15)	(60)	(100)	(50)	—	(60)	(300)	(6)	(30)	(5)	(5)	(600)	+++	(3)	(700)	—	(150)

第6表-3-9 分析結果 (崎戸・松島炭田)

試料番号	灰 分%	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm	
7-1-1	欠	—	—																				
2	欠	—	—																				
3	5.96	1 6	100 9	150 386	6500 1	10 3	50 5	80 3	50 50	60 4	180 11	15 1	10 5	90 1	20 1	10 300	5000	+	15 3	250	—	15	
4	15.13	1>	—	1500 226	3000 450	25 2	60 9	100 15	50 8	6 1	60 9	25 2	10 10	450 68	50 8	10 300	2000	+++	2 10	110 700	—	23	
5	19.47	1>	—	1500 290	3000 585	8 12	60 19	100 19	100 100	6 1	23 120	30 6	8 2	50 10	4 20	10 390	2000	+++	2 8	135 700	—	29	
5'	63.96	1>	—	900 570	2000 1250	5 33	50 51	80 33	50 33	6 4	180 114	25 16	6 4	40 26	3 3	7 765	1200	+++	2 3	95 150	—	96	
6	39.49	1>	—	1200 470	1600 630	5 2	80 51	80 32	50 19	6 2	180 71	15 6	8 3	50 19	10 4	30 590	1500	+++	2 5	197 500	—	59	
7	4.47	1	—	1500 67	6500 290	25 2	50 4	80 1	15 15	15 1	— —	30 1	8 1>	450 20	3 60	10 270	6000	+	1 18	1 25	—	13	
7'	61.02	1>	—	900 550	1300 800	5 3	80 49	80 49	50 31	— 37	60 60	15 9	8 5	15 9	3 3	25 80	130	+++	1 2	306 500	—	153	
8	4.43	2	—	1500 67	6500 290	25 3	60 4	80 1	20 20	15 1	— —	15 3	60 20	450 1	20 1>	10 220	5000	+	1 20	4 100	—	7	
9	8.70	2	—	90 8	13000 1130	— —	— 3	40 —	— —	— —	— —	15 1	2 1>	10 2	30 —	6000 520	+	2 2	— —	— —	— —	22	
10	欠																						
11	12.62	1	—	1500 189	1300 164	75 10	60 8	100 13	200 25	60 8	120 15	25 19	150 10	80 6	50 6	50 189	1500	+++	1 7	88 700	—	—	
12	56.17	1>	—	750 420	500 280	5 3	50 28	80 45	50 28	— 10	180 8	15 3	6 11	20 3	5 6	10 562	1000	+++	1 2	85 150	—	—	
13	5.63	1>	—	1500 85	3000 168	75 3	60 5	80 3	50 3	60 7	120 120	25 5	80 5	90 17	300 2	30 168	3000	+	1 15	14 250	—	9	
14	12.63	1>	—	1500 190	2000 250	8 8	60 13	100 13	100 100	10 1	60 8	80 10	6 1	50 6	50 13	100 380	3000	+++	2 12	89 700	—	19	
15	53.10	1>	—	1200 650	400 214	— 5	10 21	40 27	50 50	— 32	60 13	25 4	8 5	10 5	10 2	5 531	1000	+++	1 2	13 25	—	81	
16	9.93	2 10	100 150	1500 160	1600 1	10 5	50 8	80 10	100 3	30 6	60 8	80 6	60 9	90 6	60 1	10 150	1500	+++	2 16	70 700	—	15	
17	8.03	1>	8 100	1500 120	1600 128	50 4	50 4	100 8	50 4	50 4	— 13	160 1	8 16	200 4	50 1	10 120	1500	+++	2 19	20 250	—	12	
18	13.12	1>	13 100	1200 157	650 85	50 6	60 8	100 13	100 13	30 4	— 3	25 8	60 26	200 7	50 2	25 196	1500	+++	2 12	92 700	—	20	
19	75.04	1>	—	1500 1130	3000 2250	— 4	5 8	10 30	40 30	— —	— —	320 240	— 8	10 11	15 4	5 3760	5000	+	2 2	— —	— —	88	

第6表-3-9 分析結果 (つづき)

試料番号	灰 分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm																		
7-1-20	11.98	1>	100	1500	60	500	9	75	5	60	12	100	6	50	4	30	—	4	30	1	10	60	500	2	15	3	25	180	1500	++	1	10	1000	—	18	150				
21	61.54	1>	—	460	126	200	3	5	31	50	62	100	31	4	6	110	46	25	1	2	9	15	3	5	3	5	490	800	+++	1	2	310	500	—	92	150				
22	7.43	1>	7	100	111	1500	148	2000	11	150	4	50	7	100	4	2	30	—	6	80	1	8	33	450	4	50	1	10	148	2000	+	1	8	52	700	—	19	250		
23	4.66	3	5	100	70	1500	75	1600	9	200	2	50	5	100	1	20	3	60	—	11	240	1>	8	4	90	9	200	10	140	3000	+	1>	7	1	25	—	7	150		
24	76.16	1>	—	570	750	3000	2280	4	5	8	10	30	40	5	6	—	—	—	—	383	500	1	2	107	140	8	10	4	5	3800	5000	+	2	2	6	8	—	190	250	
25	73.77	1>	—	110	150	370	500	7	10	44	60	74	100	37	50	—	44	60	19	25	6	8	37	50	11	15	5	7	148	200	+++	1	1	370	500	—	—	—		
26	25.27	1>	25	100	76	300	100	400	19	75	15	60	25	100	10	40	8	30	—	6	25	3	10	127	500	5	20	13	50	127	500	+	1	4	177	700	—	—	—	
27		(1>)	—	(200)	(400)	(400)	(10)	(50)	(80)	(40)	(60)	(25)	(2)	(20)	(5)	(5)	(800)	+++	(2)	(500)	—	(150)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
7-2-1	92.75	1>	93	100	138	150	370	400	7	8	15	15	74	80	37	40	—	56	60	15	15	2	2	37	40	9	10	5	5	138	150	+	1	1	460	500	—	138	150	
2	5.97	1>	6	100	18	300	24	400	45	750	4	60	6	100	3	50	6	100	—	10	160	5	80	500	9	150	1>	7	60	1000	+	1	20	42	700	—	9	150		
3	5.03	1>	—	1	25	100	2000	—	—	5	100	—	—	15	—	—	—	—	—	1	15	—	—	2	30	—	300	6000	+	1>	3	—	—	—	—	18	150			
4	15.50	1>	16	100	222	26	500	78	9	60	23	150	6	40	1	6	19	120	2	9	60	31	200	31	1	7	186	1200	++	2	11	16	250	—	23	150				
5	5.20	1>	5	100	13	250	25	500	1	10	3	8	150	3	1>	6	6	120	1	1	10	3	50	1	15	7	52	1000	+++	1>	5	36	700	—	8	150				
6	9.61	1>	10	100	115	1200	63	650	2	25	8	80	14	150	4	40	1	6	7	180	2	15	3	30	5	50	1	15	1	10	194	2000	+++	1	6	68	700	—	14	150
7	23.08	1>	23	100	34	150	69	300	2	10	3	15	23	100	11	50	3	15	28	120	3	15	2	10	7	30	2	10	5	69	300	++	1	6	163	700	—	34	150	
8	80.13	1>	—	120	150	48	60	—	2	2	16	20	30	40	—	48	60	64	80	2	2	8	10	4	5	4	5	64	80	+	3	4	20	25	—	—	—			
9	10.70	1>	11	100	13	120	54	500	5	50	11	100	100	5	1	6	—	2	15	5	60	48	450	1	10	3	25	214	2000	+++	1	9	75	700	—	27	250			
10	5.01	1>	5	100	60	1200	65	1300	5	100	3	60	4	80	2	40	2	30	—	1	25	4	80	23	450	1	20	1>	7	150	3000	++	1	18	12	250	—	8	150	
11	19.32	1>	19	100	29	150	39	200	14	75	12	60	15	80	10	50	12	60	12	60	3	15	12	60	17	90	4	20	1	7	115	600	+++	1	5	135	700	—	29	150
12	89.17	1>	—	220	250	440	500	—	2	2	9	10	44	50	—	53	60	13	15	2	2	13	15	4	5	6	7	710	800	+	4	5	18	20	—	—	—			
13	26.10	1>	—	39	150	52	200	6	25	13	50	21	80	13	50	13	50	65	250	4	15	16	60	5	20	4	15	3	10	210	800	+++	1	5	185	700	—	39	150	
14		(1>)	(100)	(150)	(400)	(5)	(30)	(40)	(50)	—	(60)	(15)	(2)	(10)	(5)	(5)	(300)	+++	(2)	(500)	—	(150)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
15	33.36	1>	334	1000	84	250	67	200	25	75	20	60	33	17	50	5	15	60	180	5	15	20	60	13	30	3	10	3	10	50	150	+++	4	12	234	700	—	50	150	
16	35.77	1>	—	54	150	72	200	18	50	22	60	29	80	18	50	2	6	64	180	11	30	22	60	11	30	4	10	3	7	54	150	+++	3	8	180	500	—	54	150	
17	32.31	1>	—	48	150	160	500	24	75	19	60	32	100	16	50	2	6	39	120	8	25	19	60	13	40	3	10	2	7	190	600	++	4	13	225	700	—	48	150	
18	78.06	1>	—	115	150	310	400	6	8	46	50	62	80	39	50	12	15	46	60	23	30	46	60	12	15	4	5	8	10	385	500	+++	5	6	540	700	—	115	150	

第6表-3-9 分析結果 (つづき)

試料番号	灰 分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm											
19	16.27	1>	—	250	200	50	60	100	100	—	180	30	2	8	50	20	7	500	+++	9	250	—	150										
			40	32	8	10	12	16		29	5	1>	6	8	3	1	81		1	40	24												
20	59.84	1>	—	150	400	5	60	80	100	6	60	25	6	15	15	10	150	++	6	250	—	150											
			89	238	3	36	48	60	4	36	15	4	9	9	6	89		4	148	89													
21		(1>)	—	(75)	(200)	(5)	(30)	(80)	(10)	—	(60)	(80)	(2)	(20)	(5)	(5)	(1200)	+	(3)	(90)	—	(150)											
22	17.18	1>	—	250	400	75	60	100	50	50	180	25	100	50	20	10	200	+++	5	700	—	150											
			43	69	13	10	17	9	9	31	4	17	9	3	2	34		1	120	26													
23	18.58	1>	1500	1200	74	400	8	9	50	80	9	50	6	30	22	120	160	80	8	40	4	20	1	7	148	800	+	1	5	130	700	—	—
			280	222	1	15	8	9	15	8	30	15	8	40	4	30	15	80	8	40	4	20	1	7	148	800	+	1	5	130	700	—	—
24	79.62	1>	100	90	200	10	60	80	40	6	60	30	2	16	20	8	60	+++	4	150	—	150											
			80	72	160	8	48	64	32	5	48	24	2	16	8	6	48		3	4	120												

第6表-3-10 分析結果 (三池炭田)

試料番号	灰 分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm										
1-1		(1>)	—	(80)	(1300)	(5)	(10)	(40)	(50)	—	(60)	(500)	(2)	(20)	(5)	(5)	(600)	+	(1)	(8)	—	—										
1'	25.57	1>	100	150	400	2	8	100	150	13	50	2	6	250	500	2	6	51	200	3	10	4	25	740	3000	+++	1	4	1000	—	38	150
			26	37	100	2	26	38	13	2	62	128	2	6	51	200	3	10	4	25	740	3000	+++	1	4	1000	—	38	150			
2	74.78	1>	100	100	200	—	10	40	5	—	60	30	8	30	5	5	1200	+	2	100	—	—										
			74	74	150	7	30	4	5	45	22	6	8	22	4	5	900		1	75												
3	欠																															
4	欠																															
5	13.90	1>	—	1500	6500	8	60	150	50	15	800	650	2	7	50	20	10	6000	+++	3	700	—	1500									
			210	910	1	8	8	21	7	50	2	15	110	91	650	1>	2	7	50	3	20	1	10	840	6000	+++	1>	3	98	210		
6	12.02	1>	—	1500	6500	5	50	150	20	30	250	500	2	5	40	10	10	6000	+	2	30	—	750									
			180	780	1	6	18	2	4	30	60	500	1>	2	5	40	1	10	6000	+	1>	4	30	—	750							
7	8.26	1>	—	1500	6500	10	50	150	50	150	2500	650	6	4	50	50	10	3000	+++	2	150	—	250									
			124	540	1	4	12	4	12	206	54	650	1>	6	4	4	1	248	+++	1>	18	21	250									
8	13.15	1>	—	1500	6500	5	50	150	20	50	800	650	2	4	40	10	7	6000	+	2	30	—	1500									
			197	860	1	7	50	20	3	7	105	86	1>	2	5	40	1	7	6000	+	1>	4	30	—	1500							
9	43.13	—	100	1500	2000	5	50	150	100	30	2500	320	8	30	15	25	2300	+++	4	700	—	150										
			43	650	2	22	65	43	13	30	1080	138	3	13	30	7	15	11	1000	+++	2	4	300	—	150							
10	欠																															
11	20.92	1>	100	1500	5000	8	60	150	100	30	1800	650	2	4	20	20	25	6000	+++	4	1000	—	500									
			21	310	2	13	31	21	6	30	386	136	1>	4	4	5	1250	+++	1	209	105	500										
12	13.43	2	—	1500	6500	5	60	150	40	50	600	500	2	15	20	10	6000	+++	3	150	—	2000										
			200	880	2	8	20	5	7	81	67	500	1>	2	2	3	810	+++	1>	20	270	2000										
13	19.77	1>	100	1500	6500	8	60	400	50	30	1800	650	2	4	40	10	10	6000	+++	4	1000	—	500									
			20	296	1	12	79	400	10	6	355	129	1>	8	2	2	1180	+++	1	198	100	500										
14	欠																															
15	19.70	1>	—	1500	6500	5	60	400	100	30	2500	650	6	80	50	10	4500	+++	2	500	—	300										
			79	1280	2	12	60	79	20	6	490	129	1	16	10	2	890	+++	1>	100	59	300										

第6表-3-10 分析結果 (つづき)

試料番号	灰 分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm																	
1-16	14.06	2	—	1500	6500	1	8	8	60	21	150	7	50	7	50	168	1200	70	500	1	6	63	450	28	200	7	50	850	6000	+++	1>	3	70	500	—	105	750		
17	14.38	2	—	22	1500	6500	1	10	9	60	22	150	14	7	50	258	1800	72	500	1	6	65	450	29	200	4	25	650	4500	+++	1>	2	144	1000	—	36	250		
18	12.57	2	—	13	1500	6500	1	5	8	60	13	100	5	8	60	310	2500	82	650	1	6	5	40	25	1	10	750	6000	+	1>	2	4	30	—	188	1500			
19	14.80	1	—	22	1500	6500	1	8	9	60	22	150	15	9	60	266	1800	97	650	1	6	30	200	7	50	4	25	890	6000	+++	1>	4	104	700	—	110	750		
20	欠																																						
21	欠																																						
21'	欠																																						
22	19.91	1>	20	100	30	1500	6500	1	5	12	60	30	150	10	6	30	50	250	650	1>	2	10	50	4	20	2	10	900	4500	+++	4	140	700	—	60	300			
23	欠																																						
24	欠																																						
25	欠																																						

第6表-3-11 分析結果 (宇部炭田)

試料番号	灰 分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm																	
23-1	欠																																						
2	欠																																						
3	21.18	1>	—	212	1000	6000	1	5	11	13	60	21	4	20	38	180	3000	2	10	2	7	35	2	10	254	1200	+++	1	3	63	300	—	—						
4	18.85	1>	—	113	600	1130	6000	1	5	2	10	11	60	9	50	4	20	28	150	565	3000	2	8	2	10	6	30	2	10	226	1200	+++	1	4	57	300	—	—	
5	72.28	1>	—	166	230	144	200	6	8	18	25	18	25	29	40	1	2	130	180	144	200	6	8	14	20	25	35	6	8	72	100	+++	2	3	252	350	—	72	100
6	43.25	1>	—	260	600	108	250	22	50	13	30	30	70	43	100	3	7	78	180	216	500	4	9	22	50	13	30	4	10	86	200	+++	2	5	346	800	—	129	300
7	66.47	1>	—	152	230	198	300	5	8	17	25	46	70	66	100	1	2	119	180	330	500	6	9	17	25	23	35	5	8	66	100	+++	2	3	232	350	—	86	130
8	49.03	1>	—	245	500	147	300	4	8	12	25	19	40	59	120	2	5	147	300	342	700	5	10	12	25	22	45	5	10	49	100	+++	2	5	196	400	—	49	100
9	欠																																						
10	35.49	1>	—	283	800	71	200	4	10	11	30	14	40	43	120	2	5	89	250	248	700	3	9	14	40	12	35	3	8	106	300	+++	2	5	124	350	—	35	100
11	54.51	1>	—	272	500	272	500	4	8	16	30	22	40	55	100	2	2	98	180	272	500	5	9	16	30	16	30	4	8	109	200	+++	2	4	218	400	—	55	100

第6表-3-11 分 析 結 果 (つづき)

試料番号	灰 分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm																		
23-12	82.04	1>	—	200	300	4	5	25	30	25	57	70	1	2	123	150	300	4	5	20	25	29	35	4	5	82	100	+++	3	4	245	3	—	82	100					
13	66.96	1>	—	164	245	4	25	30	20	25	57	70	1	2	123	150	300	4	5	20	25	29	35	4	5	82	100	+++	3	4	245	3	—	82	100					
14	32.27	1>	32	100	323	1000	290	900	5	15	8	25	19	60	32	100	2	5	48	150	226	700	3	9	8	25	15	45	3	8	161	500	+++	1	4	129	400	—	32	100
15	37.37	1>	—	187	500	500	7	20	4	10	15	40	37	100	—	37	100	262	700	3	9	15	40	7	20	2	5	262	700	+++	1	3	112	300	—	48	130			
16	19.18	1>	—	192	1000	134	700	2	13	1	7	13	70	10	50	3	15	25	130	134	700	2	8	6	30	3	15	1>	2	115	600	+++	1>	2	19	100	—	19	100	
17	9.82	1>	—	246	2500	294	3000	1	13	1	10	7	70	10	100	2	20	18	180	88	900	1	8	2	20	1	15	1>	5	69	700	+++	1>	2	59	600	—	7	70	
18	75.60	1>	—	76	100	136	180	8	10	—	15	53	20	70	—	98	130	378	500	6	8	15	11	3	4	1500	2000	+++	2	2	150	200	—	98	130					
19	18.04	1>	18	100	144	800	1500	6	35	2	10	14	80	9	50	1	7	36	200	180	1000	1	8	7	40	5	30	1	4	45	250	+++	1	5	54	300	—	18	100	
20	47.11	1>	47	100	246	500	500	2	5	12	25	14	30	66	140	3	7	57	120	330	700	4	8	7	15	17	35	4	8	376	800	+++	2	4	141	300	—	33	70	
21	15.63	1>	—	314	2000	47	300	4	25	2	10	2	80	16	100	1	5	23	150	360	2300	1	6	4	25	5	35	1	4	78	500	+++	1	4	63	400	—	—	—	
22		(1>)	—	(230)	(500)	(5)	(10)	(50)	(100)	(2)	(150)	(200)	(6)	(20)	(30)	(5)	(1000)	++	(2)	(300)	—	(70)																		

第6表-3-12 分 析 結 果 (福岡炭田)

試料番号	灰 分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm																	
24-1	41.29	1>	—	21	50	290	700	5	13	4	10	33	80	80	2	5	50	120	21	50	6	15	6	15	4	10	3	8	41	100	+++	1	2	103	250	—	54	130	
2	86.30	1>	86	100	22	25	345	400	2	6	7	13	15	69	80	2	78	90	86	100	9	10	4	5	13	4	5	—	+++	3	3	129	150	—	—	—			
3	48.40	1>	—	17	35	240	500	10	20	5	10	19	40	24	3	7	14	30	39	80	7	15	7	15	5	10	2	5	—	+++	1	2	192	400	—	63	130		
4	17.81	1>	18	100	36	200	89	500	9	50	4	25	12	70	11	60	1	7	18	100	36	200	5	30	5	30	3	15	1	4	—	+++	1	4	142	800	—	—	—
5	33.58	1>	34	100	27	80	100	300	3	8	8	25	10	30	27	80	3	10	17	50	34	100	7	20	2	7	5	15	1	4	—	+++	1	3	134	400	—	24	70
6	8.95	1>	9	100	2	25	22	250	1>	4	1	10	1	15	6	70	1>	2	4	50	13	150	1>	5	1>	5	3	30	1>	4	—	+++	1>	2	13	150	—	—	—
7	19.33	1>	—	77	400	116	600	10	50	10	19	100	14	3	19	58	2	5	100	300	2	8	5	25	6	30	1	4	58	300	+++	1	4	232	1200	—	—	—	
8	6.80	1>	—	34	500	170	2500	2	30	—	5	70	2	30	1>	7	7	100	61	900	1	20	2	25	2	30	1>	4	61	900	+	1>	2	3	50	—	5	70	
9	5.52	1>	—	55	1000	190	3500	4	70	1	10	4	70	1	25	1>	3	3	50	55	1000	1	15	3	50	2	30	1>	2	55	1000	+++	1>	3	22	400	—	—	—
10	82.67	1>	—	29	35	247	300	2	2	6	7	10	12	66	80	—	41	50	410	500	5	6	4	5	21	25	3	4	—	+++	2	2	83	100	—	58	70		
11	40.67	1>	41	100	24	60	102	250	3	8	20	50	20	50	41	100	4	10	120	41	100	2	6	4	10	4	10	2	5	32	80	+++	1	2	122	300	—	—	—

第6表-3-12 分 析 結 果 (つづき)

試料番号	灰 分 %	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ti	U ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm
24-12	9.53	1>	—	19	200	13	5	40	15	10	100	1000	30	15	30	5	1000	+	3	20	—	—
13	8.57	1>	—	85	1000	9	4	70	100	2	25	700	30	70	70	10	250	+++	6	800	—	—
14		1>	—	(100)	(300)	(4)	(7)	(7)	(50)	(5)	(30)	(100)	(4)	(5)	(35)	(4)	—	+++	(2)	(20)	—	—
15	17.72	1>	—	41	230	7	9	50	70	4	20	100	20	25	25	4	100	+++	3	1200	—	—
16	24.65	1>	—	37	150	12	12	40	50	4	15	100	8	5	25	4	80	+++	2	3000	—	—
17	81.08	1>	—	730	900	4	5	25	40	—	40	200	2	10	10	2	—	+++	2	150	—	13 ⁰
18	55.83	1>	—	560	1000	7	14	150	50	3	5	100	4	10	10	4	180	+++	2	400	—	7 ⁰
19	6.77	1>	100	68	1000	1	10	800	8	2	25	40	2	6	6	2	100	+++	7	2000	—	70
20	16.64	1>	—	31	200	1	8	1500	25	2	5	1000	8	10	15	—	1000	+	2	10	—	—
21	16.37	1>	—	21	230	4	2	900	120	1	5	900	8	25	10	8	300	+++	3	400	—	—
22	11.81	1>	—	83	700	6	3	1500	100	1	7	900	10	30	30	10	500	+++	4	600	—	—
23	83.98	1>	—	84	100	4	8	500	100	2	84	400	4	10	10	5	150	+++	2	200	—	130
24	7.01	1>	—	7	100	1	5	300	120	2	2	700	5	10	25	5	100	+++	4	150	—	70
25	5.42	1>	—	38	700	8	2	4000	150	1	5	3000	20	100	35	5	1000	++	5	300	—	—
26	13.46	1>	100	94	700	11	8	2500	120	2	15	2300	20	70	30	8	700	+++	7	1000	—	—
27	77.15	1>	—	177	230	23	39	900	180	15	20	150	30	25	30	8	200	+++	3	3000	—	—
28	17.43	1>	—	122	700	35	9	2500	50	1	7	3000	25	100	30	5	500	+++	8	1000	—	—
29	57.37	1>	—	86	150	5	8	300	120	4	7	100	10	10	15	8	80	+++	2	400	—	—

本邦における石炭中の微量成分に関する研究 (竹田榮蔵)

第6表-4-1 微量成分の検出頻度含有範囲平均値 (石炭)

元素名	最上炭田			尾張炭田知多地区			伊具含炭地			平鹿含炭地		
	検出頻度	範囲	平均	検出頻度	範囲	平均	検出頻度	範囲	平均	検出頻度	範囲	平均
Ag	88%	0~1>ppm	ppm 1>	100%	1>~1ppm	ppm 1>	30%	0~1ppm	ppm 1>	87%	0~2ppm	ppm 1>
As	100	5~119	43	53	0~53	20	74	0~1,850	136	80	0~480	138
B	100	11~176	53	100	2~28	11	100	2~279	46	100	3~258	44
Ba	100	20~478	155	100	125~1,520	822	100	12~1,700	166	100	19~1,940	164
Co	85	0~38	5	100	2~92	22	100	2~332	20	92	0~34	6
Cr	93	0~72	8	100	6~45	26	100	1~106	20	100	1~31	6
Cu	100	2~65	25	100	6~62	34	100	3~238	40	100	2~228	39
Ga	98	0~132	13	100	1~30	17	100	1~57	19	100	1>~35	9
Ge	78	0~300	22	100	1~104	13	74	0~150	8	74	0~65	6
Li	48	0~105	18	82	0~122	39	23	0~118	9	96	0~440	56
Mn	100	7~262	102	100	32~495	185	100	4~710	86	100	1~550	149
Mo	100	1~38	10	100	2~26	6	97	0~803	65	100	1~68	14
Ni	100	1~19	4	100	2~94	30	100	1~60	15	100	1~12	3
Pb	100	1~36	6	100	2~37	13	94	0~23	5	100	1~87	7
Sn	100	1>~7	2	100	1~6	4	93	0~23	5	94	0~23	4
Sr	100	12~364	123	100	98~790	374	100	16~820	224	100	6~590	116
U				100	2~34	9.2	67	0~635	23	100	1>~4	1.2
V	100	1~260	45	100	43~475	217	100	6~2,030	232	100	1~430	46
W							46	0~514	35			
Zn	47	8~71	16	88	0~305	92	89	0~295	117	49	0~240	33

第6表-4-1 (つづき)

元素名	美濃炭田御嵩地区			三川赤谷産炭地			佐世保炭田			釧路炭田		
	検出頻度	範囲	平均	検出頻度	範囲	平均	検出頻度	範囲	平均	検出頻度	範囲	平均
Ag	94%	0~1ppm	ppm 1>	56%	0~1ppm	ppm 1>	96%	0~1ppm	ppm 1>	98%	0~3ppm	ppm 1>
As	48	0~125	24	41	0~96	27	40	0~262	23	28	0~370	14
B	100	7~800	246	97	0~113	22	96	0~174	78	100	3~710	62
Ba	100	10~8,000	349	100	18~4,800	1,166	100	69~2,600	517	100	88~5,200	668
Co	98	0~123	11	95	0~64	7	96	0~22	6	100	1~59	9
Cr	100	2~54	23	100	1~13	7	96	0~45	32	100	1~37	9
Cu	100	8~95	43	100	1~113	13	100	9~150	52	100	4~130	30
Ga	100	1~36	14	100	1~41	13	96	0~46	16	100	1~79	19
Ge	74	0~493	29	67	0~76	8	72	0~15	2	91	0~18	3
Li	55	0~87	18	67	0~164	49	88	0~167	42	53	0~100	16
Mn	100	65~570	224	97	0~585	183	100	17~600	170	100	3~370	80
Mo	100	1~154	34	100	2~680	83	100	1~26	6	96	0~37	5
Ni	100	1~74	13	97	0~30	6	100	5~310	24	100	1~40	9
Pb	100	1~30	6	100	1~77	18	100	1~26	7	100	1~96	12
Sn	100	1~7	3	72	0~7	3	96	0~9	3	100	1~12	2
Sr	100	60~1,340	590	100	14~1,150	353	100	125~2,600	581	100	5~2,200	270
U	100	1~20	5.7	95	0~380	85	100	1>~6	1.7	100	1>~6	1.6
V	100	2~508	213	97	0~898	139	100	3~433	97	100	1~550	103
W	57	0~830	89	54	0~57	16	0	—	—	0	—	—
Zn	83	0~172	61	59	0~143	68	80	0~138	59	94	0~222	42

地質調査所月報(第32卷第11号)

第6表-4-1(つづき)

元素名	崎戸・松島炭田				三池炭田				宇部炭田				福岡炭田			
	検出頻度	出度	範囲	平均	検出頻度	出度	範囲	平均	検出頻度	出度	範囲	平均	検出頻度	出度	範囲	平均
Ag	100	%	1>~1	ppm	94	%	1>~2	ppm	100	%	1>	ppm	100	%	1>	ppm
As	42		0~334	18	37		0~74	12	17		0~47	5	25		0~86	7
B	100		1~1,130	185	100		21~650	203	100		113~323	208	100		2~730	90
Ba	100		24~2,280	324	100		100~1,300	851	100		47~1,270	738	100		21~690	200
Co	87		0~78	9	88		0~2	1	100		1~22	5	100		1~35	7
Cr	96		0~49	9	100		4~26	11	94		0~25	10	89		0~39	7
Cu	100		3~74	23	100		12~79	33	100		2~46	18	100		1~138	20
Ga	96		0~60	17	100		2~43	11	100		9~66	37	100		1~92	25
Ge	74		0~13	3	94		0~13	6	88		0~3	2	93		0~15	3
Li	68		0~114	25	100		30~1,080	247	100		18~167	76	100		3~115	29
Mn	100		1~383	23	100		22~138	93	100		88~635	290	100		13~520	118
Mo	96		0~46	7	100		1~6	2	100		1~6	3	100		1~23	4
Ni	96		0~127	17	100		2~65	16	100		2~22	11	100		1~19	5
Pb	100		1~17	5	100		1~29	8	100		1~29	13	100		1~23	6
Sn	98		0~15	4	100		1~11	3	100		1~6	3	96		0~6	2
Sr	100		50~3,800	384	100		248~1,250	838	100		45~1,500	211	75		0~166	49
U	100		1>~5	1.7	100		1>~2	1.0	87		0~3	1.6	100		1>~3	1.2
V	100		1~540	113	100		4~300	116	100		19~346	148	100		2~2,300	209
W	0		—	—	0		—	—	0		—	—	0		—	—
Zn	85		0~190	40	94		0~270	102	88		0~129	46	36		0~109	17

第6表-4-2 微量成分の検出頻度, 含有範囲, 平均値(上・下盤, 挟み)

元素名	最上炭田				尾張炭田知多地区				伊具含炭地				平鹿含炭地			
	検出頻度	出度	範囲	平均	検出頻度	出度	範囲	平均	検出頻度	出度	範囲	平均	検出頻度	出度	範囲	平均
Ag	60	%	0~1>	ppm	100	%	1>	ppm	24	%	0~1>	ppm	62	%	0~1>	ppm
As	100		100~200	120	16		0~100	15	62		0~500	109	50		0~1,000	280
B	100		20~80	38	100		10~20	11	94		0~150	27	89		0~100	46
Ba	100		50~600	287	100		400~3,000	1,400	100		10~1,300	239	100		150~400	239
Co	25		0~10	3	95		0~75	17	82		0~75	20	89		0~100	28
Cr	80		0~100	21	100		5~60	53	94		0~100	21	89		0~50	14
Cu	100		5~80	22	100		5~100	58	100		5~170	20	89		0~150	67
Ga	100		5~100	28	100		2~50	14	100		1~50	21	89		0~40	19
Ge	50		0~6	1	20		0~30	2	44		0~180	5	11		0~15	2
Li	61		0~250	67	80		0~150	68	14		0~180	10	89		0~250	159
Mn	100		25~500	184	100		30~800	391	84		0~800	99	89		0~650	399
Mo	70		0~30	8	90		0~6	2	69		0~270	30	89		0~30	13
Ni	63		0~40	7	100		2~60	18	100		2~80	13	78		0~20	7
Pb	100		10~15	12	100		5~30	13	100		5~20	8	78		0~15	8
Sn	100		5~10	6	95		0~10	8	93		0~10	6	78		0~10	7
Sr	100		150~1,200	37.5	100		60~1,200	511	100		25~1,000	284	89		0~1,200	378
U	—		—	—	100		2~26	10	41		0~195	11	75		0~2.0	1.0
V	90		0~300	71	100		20~700	193	100		5~900	117	89		0~430	56
W	0		—	—	0		—	—	13		0~500	16	0		—	—
Zn	7		0~150	12	90		0~350	240	85		0~450	178	78		0~250	150

本邦における石炭中の微量成分に関する研究（竹田栄蔵）

第6表-4-2（つづき）

元素名	美濃炭田御嵩地区			三川赤谷産炭地			佐世保炭田			釧路炭田		
	検出度 %	範囲 ppm	平均 ppm									
Ag	92	0~1	1	42	0~1	1	100	0~1	1	100	0~1	1
As	45	0~750	93	39	0~100	36	75	0~100	50	63	0~100	40
B	95	0~1,000	51	92	0~20	11	100	75~90	86	100	3~150	37
Ba	95	0~1,000	395	95	0~5,000	590	100	400~500	450	100	200~2,000	825
Co	90	0~75	23	69	0~75	9	100	5~75	36	70	0~15	7
Cr	72	0~60	50	98	0~50	8	100	50~80	65	90	0~60	24
Cu	97	0~150	66	96	0~50	9	100	100~150	113	100	40~150	88
Ga	95	0~50	20	98	0~40	8	100	20~50	43	87	0~100	42
Ge	21	0~6	1	5	0~6	1	50	0~6	3	20	0~30	4
Li	44	0~180	37	59	0~500	38	100	60~130	78	70	0~180	54
Mn	95	0~800	453	98	0~800	310	100	80~650	388	100	15~500	215
Mo	90	0~30	5	48	0~150	8	100	2~5	3	90	0~30	7
Ni	87	0~60	14	97	0~50	5	100	30~50	38	100	10~70	25
Pb	95	0~50	13	89	0~100	17	100	5~10	8	100	5~20	8
Sn	77	0~8	4	29	0~10	2	100	7~10	8	100	5~10	7
Sr	95	0~2,000	1,264	77	0~1,500	297	100	80~900	370	100	250~1,200	685
U	100	2~31	13	100	2~149	16	75	0~6	4.7	100	2~10	3.0
V	95	0~150	167	77	0~1,000	115	100	50~300	288	100	5~700	242
W	9	0~100	5	5	0~50	2	0	—	—	0	—	—
Zn	82	0~250	130	49	0~150	78	75	0~150	112	40	0~150	60

第6表-4-2（つづき）

元素名	崎戸・松島炭田			三池炭田			宇部炭田			福岡炭田		
	検出度 %	範囲 ppm	平均 ppm									
Ag	100	0~1	1	100	0~1	1	100	0~1	1	100	0~1	1
As	33	0~100	33	0	—	—	0	—	—	0	—	—
B	100	75~200	142	100	80	80	100	230	230	100	100	100
Ba	100	200~400	333	100	1,300	1,300	100	500	500	100	300	300
Co	100	5~10	7	100	5	5	100	5	5	100	4	4
Cr	100	30~50	37	100	10	10	100	10	10	100	7	7
Cu	100	40~80	67	100	40	40	100	51	51	100	7	7
Ga	100	10~50	33	100	50	50	100	100	100	100	50	50
Ge	0	—	—	0	—	—	100	2	2	100	5	5
Li	100	60	60	100	60	60	100	150	150	100	30	30
Mn	100	15~80	40	100	500	500	100	200	200	100	100	100
Mo	100	2	2	100	2	2	100	6	6	100	4	4
Ni	100	10~20	17	100	20	20	100	20	20	100	5	5
Pb	100	5	5	100	5	5	100	30	30	100	35	35
Sn	100	5	5	100	5	5	100	5	5	100	4	4
Sr	100	300~800	767	100	600	600	100	1,000	1,000	0	—	—
U	100	2~3	2.3	100	1	1	100	2	2	100	2	2
V	100	30~500	295	100	8	8	100	300	300	100	20	20
W	—	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
Zn	100	150	150	0	—	—	100	70	70	0	—	—

第6表-5 炭田別微量成分の平均含有量

炭田又は地区名	試料種別	試料数	Ash	Ag	As	B	Ba	Co	Cr	Cd	Ge	Ga	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Sn	Sr	U	V	W	Zn
最上炭田	石炭	46	24.43	1>	43	53	155	5	8	25	13	22	18	102	10	4	6	2	123		45	—	16
	上・下盤挟みなど	39		1>	120	38	287	3	21	22	28	1	67	184	8	7	12	6	372		71	—	12
尾張炭田 知多地区	石炭	17	42.72	1>	20	11	822	22	26	34	17	13	39	185	6	18	13	4	374	9.2	217	—	92
	上・下盤挟みなど	19		1>	15	11	1,400	17	53	58	14	2	68	391	2	30	13	8	511	10	193	—	240
伊具含炭地	石炭	177	63.17	1>	136	46	166	20	20	40	19	8	9	86	65	15	5	5	224	23	232	35	117
	上・下盤挟みなど	85		1>	109	27	239	20	21	20	21	5	10	99	30	13	8	6	284	11	117	16	178
平鹿含炭地	石炭	133	28.79	1>	138	44	164	6	6	39	9	6	56	149	14	3	7	4	116	1.2	46	—	33
	上・下盤挟みなど	8		1>	280	46	239	28	14	67	19	2	159	399	13	7	8	7	378	1.0	56	—	150
美濃炭田 御嵩地区	石炭	66	45.39	1>	24	246	349	11	23	43	14	29	18	224	34	13	6	3	590	5.7	213	89	61
	上・下盤挟みなど	38		1>	93	51	395	23	50	66	20	1	37	453	5	14	13	4	1,264	1.3	167	5	130
三川赤谷 産炭地	石炭	39	67.77	1>	27	22	1,166	7	7	13	13	8	49	183	83	6	18	3	353	85	139	16	68
	上・下盤挟みなど	91		1>	36	11	590	9	8	9	8	1>	38	310	8	5	17	2	297	16	115	2	78
佐世保炭田	石炭	25	39.51	1>	23	78	517	6	32	52	16	2	42	170	6	24	7	3	581	1.7	97	—	59
	上・下盤挟みなど	4		1>	50	86	450	36	65	113	43	3	78	388	3	38	8	8	370	4.7	288	—	112
釧路炭田	石炭	57	23.80	1>	14	62	668	9	9	30	19	3	16	80	5	9	12	2	270	1.6	103	—	42
	上・下盤挟みなど	10		1>	40	37	825	7	24	88	42	4	54	215	7	25	8	7	685	3.0	242	—	60
崎戸・松島 炭田	石炭	47	30.50	1>	18	185	324	9	9	23	17	3	25	23	7	17	5	4	384	1.7	113	—	40
	上・下盤挟みなど	3		1>	33	142	333	7	37	67	33	—	60	40	2	17	5	2	767	2.3	295	—	150
三池炭田	石炭	16	21.27	1>	12	203	851	1	11	33	11	6	247	93	2	16	8	3	838	1.0	116	—	102
	上・下盤挟みなど	1		1>	—	80	1,800	5	10	40	50	—	60	500	2	20	5	5	600	1	8	—	—
宇部炭田	石炭	18	42.50	1>	5	208	738	5	10	18	37	2	76	290	3	11	13	3	211	1.6	148	—	46
	上・下盤挟みなど	1		1>	—	230	500	5	10	51	100	2	150	200	6	20	30	5	1,000	2	300	—	70
福岡炭田	石炭	28	32.22	1>	7	90	200	7	7	20	25	3	29	118	4	5	6	2	49	1.2	209	—	17
	上・下盤挟みなど	1		1>	—	100	300	4	7	7	50	5	30	100	4	5	35	4	—	2	20	—	—

地質調査所月報(第32卷 第11号)

第6表-4-1と第6表-4-2から、対象とした20成分について検出頻度や含有量を地域的に比較検討した結果を次に述べる。

6.3.1 銀

GOLDSCHMIDT (1954) は銀は微量であるが石炭中に広く分布する元素の1つであると述べ、その含有量は平均2 ppm, 多い場合は5-10 ppmを示すこともあるといっているが、本研究の結果から本邦炭の場合はこれよりはるかに低含量で、1 ppm以下のものが大部分であることが分った。しかしながらその検出頻度は高く、広く分布する元素という点では一致している。

6.3.2 ヒ素

ヒ素の検出頻度は最上炭田の試料ではほとんど100%におよび、平鹿含炭地の80%、伊具含炭地の74%、美濃炭田御嵩地区の48%、崎戸・松島炭田の42%、佐世保炭田の40%、三池炭田の37%、釧路炭田の28%、福岡炭田の25%、宇部炭田の17%などである。

含有量の平均値は平鹿含炭地の138 ppmを最高に、伊具含炭地の136 ppmがこれに次ぎ、その他は100 ppm以下で、最上炭田の43 ppm、三川赤谷産炭地の27 ppm、美濃炭田御嵩地区の24 ppm、尾張炭田知多地区の20 ppmなどで最も低いのは宇部炭田の5.4 ppmとなっている。

ヒ素の分布の特徴として漸新世以前の石炭では一般に検出頻度も含有量も低い傾向が認められるがこれは必然的なものかどうか検討を要する。

火成岩の風化帯、火山活動による蒸発物、温泉などから堆積循環系に入ったヒ素の大部分は水解堆積物に濃縮するといわれ、多数の海底泥や河底泥などについて分析された資料 (CLARK *et al.*, 1914) があるが、これらの結果では大体3-4 ppmとされている。

またヒ素は鉄の酸化堆積物に顕著に濃縮される事実も古くから知られ、これについてはGOLDSCHMIDT and PETERS (1954) が多くの観察を行った。すなわちフランス、ドイツ、南スウェーデンなどの中生代の海成の堆積性酸化鉄鉱床の研究で100-700 ppm (As) を報告している。そして同じ堆積性のものでも変成作用を受けたものはヒ素の含量がかなり低いことを指摘し、これは変成作用の過程である種の抽出作用が行われるためだろうと述べている。ヒ素が多くの水溶性の塩類から水酸化鉄(III)と共沈し易いことはよく知られているが、堆積循環系におけるヒ素の行動が鉄に強く支配される理由の1つはヒ素のこのような性質によるものと考えられる。

土壌中のヒ素もこれと同じような機構で供給されたものであろうと考えられるがVINOGRADOV (1959) によれば、世界各国の土壌500試料の平均値を求めて約5 ppm

の値を報告している。そして現在火山活動が行われている地域、又は過去の比較的新しい時代に火山活動が行われた地域の土壌では平均20 ppm以上の値を示すが、その外側では2 ppm内外の値を示すに過ぎないと述べている。これは前に述べたように本邦炭の場合ヒ素が古い石炭より新しい石炭に多い傾向が認められることと符合しているようにも考えられ興味あるが将来の研究問題としたい。

石炭中のヒ素についてGOLDSCHMIDT (1954) はある種の石炭で8,000 ppmを超える値を示すものがあつたが、一般には500-1,000 ppmの範囲のものが多くと述べ、黄鉄鉱の濃縮と関係があるよう考えられると述べている。これについては後で述べるが筆者も同じ考えをもっている。

これらの値は本邦炭で得られた最高平均値平鹿含炭地の138 ppmに比較してきわめて高いように見えるが、しばしば述べたようにこれらの値は灰分を計算の基礎とした値であつて本邦炭の場合も第6表-3-3からわかるように、灰分中の含有量では伊具含炭地の試料に7,500 ppmを示すものが認められ、また500-1,000 ppmの値も数多く認められる。

6.3.3 ホウ素

ホウ素は全地域にわたってほとんど100%又はそれに近い検出頻度を示すが、その含有量は地域によってかなり差がある。

最も高い値は美濃炭田御嵩地区に見られ、7-800 ppm、平均246 ppm、これに次ぐのは宇部炭田の113-323 ppm、平均208 ppm、以下三池炭田の203 ppm、崎戸・松島炭田の185 ppm、福岡炭田の90 ppm、佐世保炭田の78 ppm、釧路炭田の62 ppm、伊具含炭地の46 ppm、平鹿含炭地の44 ppm、三川赤谷産炭地の22 ppmの順序で、最も低いのは尾張炭田知多地区の11 ppmである。また炭質物を含まない上盤、下盤、挟みなどでは全般的に石炭より含量が低いように見受けられるが、佐世保、釧路、崎戸・松島、三池、宇部、福岡などの炭田からの試料では上・下盤、挟みなどの供試試料数が非常に少なかったため、これだけのデータからは何ともいえない。

堆積循環系におけるホウ素の行動については多くの研究 (DEGENS *et al.*, 1959; GOLDBERG, 1958; GOLDSCHMIDT, 1932a; LANDERGEREN, 1945) があり資料も多い。KEITH *et al.* (1959) はホウ素は堆積環境特に海成、淡水成を推定する場合の重要な手がかりをあたえる元素の1つであると述べている。第6表-6はKEITH *et al.* (1959) による資料であるが、本表によれば海成頁岩15個の平均値が115 ppmに対し淡水成頁岩の平均値はその1/3の44 ppm

第6表-6 ペンシルバニア系の15の海成頁岩と15の淡水成頁岩の平均化学組成

(KEITH and BYSTRON による)

成分	%				元素	ppm			
	海成		淡水成			海成		淡水成	
	\bar{X}	S	\bar{X}	S		\bar{X}	S	\bar{X}	S
SiO ₂	54.53	3.33	57.29	3.30	B	115	34	44	28
TiO ₂	0.92	0.05	0.94	0.10	Ga	8	7	17	4
Al ₂ O ₃	20.89	1.54	21.24	1.43					
MnO	0.80	0.05	0.12	0.07	Li	159	26	92	24
CaO	0.54	0.49	0.31	0.16	F	817	182	642	121
MgO	1.65	0.29	1.73	0.15	Sr	250	52	205	52
Na ₂ O	0.22	0.03	0.21	0.04					
K ₂ O	3.71	0.37	3.53	0.34					
P ₂ O ₅	0.23	0.12	0.17	0.06					
Fe	6.67	3.34	5.82	2.13					
S	0.92	0.68	0.15	0.13					
重量減 (750°C)	8.73	1.46	7.27	1.53	重量減 (140°C)	0.9%	0.5	0.5%	0.3

\bar{X} …平均値
S…標準偏差

となっている。

ここではホウ素の含有量から直ちに堆積環境についての議論はできないが一応参考資料として掲げた。

6.3.4 バリウム

バリウムもまた全地域の試料にほとんど100%検出され、含有量も全般的に高く、155-1,200 ppmの範囲である。最も高いのは三川赤谷産炭地の1,160 ppmで、三池炭田の850 ppm、尾張炭田知多地区の820 ppm、宇部炭田の740 ppm、釧路炭田の670 ppm、佐世保炭田の520 ppm、美濃炭田御嵩地区の350 ppm、崎戸・松島炭田の325 ppm、福岡炭田の200 ppm、伊具含炭地の166 ppmなどの順序で、最も低いのは最上炭田の155 ppmとなっている。

第6表-1から明らかなようにバリウムは親石元素に属し初期に生成したカリウム鉱物の中に濃縮するといわれるが、これはイオン半径がBa²⁺(1.43 Å)、K⁺(1.33 Å)で近似していることによるものである。またバリウムは鉛や亜鉛の硫化鉱物の中に重晶石として随伴することもよく知られている。岩石の風化分解過程ではバリウムはおそらく重碳酸塩として溶出移動するものだろうといわれている(GOLDSCHMIDT, 1954)。

バリウムはまた石炭中に多量に濃縮する元素の一つとされ(ENGELHARDT, 1936)、1,000-10,000 ppm以上におよぶこともあるといわれるが本邦炭の場合も崎戸・松島炭田の試料で灰分中13,000 ppmを示すものがあつた。

炭質物を含まない上・下盤、挟みなどの試料では240-1,400 ppmで全般的に石炭よりやや高い値を示す。

6.3.5 コバルト

コバルトの検出頻度も全般的に高く、ほとんど100%に近いが、上・下盤、挟みなどでは石炭よりも幾分低い。

含有量は1-22 ppmの範囲で尾張炭田知多地区の22 ppmを最高とし、伊具含炭地の20 ppm、美濃炭田御嵩地区の11 ppm、釧路炭田及び崎戸・松島炭田の9 ppm、三川赤谷産炭地と福岡炭田の7 ppm、平鹿含炭地及び佐世保炭田の6 ppm、宇部炭田と最上炭田の5 ppmなどの順序で最も低いのは三池炭田の1 ppmである。

上・下盤、挟みなどでは検出頻度とは逆に石炭よりも幾分高い含量を示している。

コバルトは元来は親鉄元素に属するが、わずかに親銅的な性質ももっている元素で、かんらん岩や蛇紋岩などのような鉄苦土鉱物の中で鉄、マグネシウムと共存したり(イオン半径の近似による)また硫化鉱物の中で鉄、ヒ素、アンチモン、銅、ニッケル、銀などに伴って存在する。二次鉱物としては褐鉄鉱や堆積性のマンガン鉱物の中に共存するがその量は10 ppm以下といわれている(KRAUSKOPF, 1955)。

堆積岩中のコバルト含量については、石灰岩0.2-2 ppm、砂岩1-10 ppm、頁岩10-50 ppmなどの資料がある(KRAUSKOPF, 1955)。

6.3.6 クロム

クロムもまた検出頻度の高い元素で各地域ともほとんど100%又はそれに近い頻度で検出されているが、上・下盤、挟みなどの試料では検出頻度の幾分低い地域もある。

る (美濃炭田御嵩地区72%)。

含有量は 6-32 ppm の範囲で、地域的な差の幅は比較的狭い。最高は佐世保炭田の 32 ppm で尾張炭田知多地区の 26 ppm がこれに次ぎ、美濃炭田御嵩地区の 23 ppm、伊具含炭地の 20 ppm、三池炭田の 11 ppm、宇部炭田の 10 ppm、崎戸・松島炭田及び釧路炭田の 9 ppm、最上炭田及び三川赤谷産炭地の 7 ppm、平鹿含炭地の 6 ppm などの順序となっている。

上・下盤、挟みなど炭質物を含まない試料では 5-65 ppm の範囲で石炭よりやや高く、石炭の約 2-4 倍の値を示す地域が多い。

クロムは親石元素に属し、超塩基性岩中のニッケル、マグネシウムと共存し、また堆積岩の中では鉄とアルミニウムに伴って、クロム鉄鉱や含クロム尖晶石族の鉱物として存在するものと考えられている。これらのクロム鉱物は風化作用にも強い抵抗力を持っているが、アルカリ性でしかも強い酸化環境でクロム酸イオン CrO_4^{2-} となり移動するものといわれている。

6.3.7 銅

銅もまた検出頻度が高く石炭でも上・下盤、挟みなどでもいずれも 100% またはそれに近い頻度で検出される。

含有量は 18-52 ppm の範囲で、佐世保炭田の 52 ppm を最高に、美濃炭田御嵩地区の 43 ppm、伊具含炭地の 40 ppm、平鹿含炭地の 39 ppm、釧路炭田の 30 ppm、最上炭田の 25 ppm、崎戸・松島炭田の 23 ppm、福岡炭田の 20 ppm、宇部炭田の 18 ppm などである。

上・下盤、挟みなどでは 7-113 ppm で範囲がかなり広く、伊具含炭地、三川赤谷産炭地、三池炭田、福岡炭田などを除けばいずれも石炭より高い値 (1.5-2 倍) を示している。

GOLDSCHMIDT は銅は石炭に濃縮され易い元素の 1 つであるが 500 ppm を超えるものはなかったといっている。本邦炭の場合、第 6 表-3 から個々の試料について見ると、最高値は石炭では伊具含炭地の 238 ppm (灰分中 800 ppm)、上・下盤挟みなどでは同じく伊具含炭地の 170 ppm であった。

DEGENS *et al.* (1957) はペンシルバニア系の頁岩から分離した有機物を分析し、淡水成のもの 3 個の平均 1,000 ppm、海成のもの 4 個の平均 300 ppm から銅は海成の堆積物より淡水成の堆積物に高い傾向が見られると報告している。

6.3.8 ガリウム

ガリウムもまた広く分布する元素の 1 つで平鹿含炭地の 89% を除けばほとんど 100% に近い検出頻度を示している。

含有量は平鹿含炭地の 9 ppm から宇部炭田の 37 ppm の範囲でその他は福岡炭田の 25 ppm、伊具含炭地及び釧路炭田の 19 ppm、崎戸・松島炭田、尾張炭田知多地区、佐世保炭田の 16 ppm、三川赤谷産炭地、最上炭田の 13 ppm、三池炭田の 11 ppm などである。

GOLDSCHMIDT (1954) は石炭灰中に 500 ppm 以上の値を報告しているが、本邦炭での最高値は最上炭田の 132 ppm (灰分中 150 ppm) で、これを超えるものはなかった。また上・下盤、挟みなどでは三川赤谷産炭地の 8 ppm から釧路炭田の 45 ppm (いずれも平均値) の範囲で全般的に石炭よりも高い値を示す地域が多い。個々の試料の最高値は 100 ppm であった。

ガリウムはアルミニウムと同じイオン価と近似のイオン半径をもった元素でアルミニウムを含んだ鉱物に擬装されて存在することはよく知られているところである。したがって、ガリウムは岩石の風化分解過程でアルミニウムと行動を共にしているものと考えられ、しかも石炭よりは上・下盤、挟みなど炭質物を含まない試料に多い傾向のある事実などと考え合わせると炭層中の粘土鉱物とかなり密接な関係があるように考えられる。これについては次章で更に述べる。

6.3.9 ゲルマニウム

ゲルマニウムは全般的に検出頻度が低く、特に上・下盤、挟みなど炭質物を含まない試料では著しく低い。

含有量の平均値は宇部炭田及び佐世保炭田の 2 ppm から美濃炭田御嵩地区の 29 ppm の範囲で、その他は最上炭田の 22 ppm、尾張炭田知多地区の 13 ppm、伊具含炭地と三川赤谷産炭地の 8 ppm、平鹿含炭地、三池炭田の 6 ppm、釧路炭田、崎戸・松島炭田及び福岡炭田の 3 ppm などである。

個々の試料のうち、とびはなれて高い値を示す試料は美濃炭田御嵩地区からのもので、493 ppm (灰分中 1,000 ppm)、480 ppm (灰分中 1,000 ppm)、470 ppm (灰分中 750 ppm) の 3 試料であるがこれらはいずれも上盤又は下盤などの中に炭層からはなれて存在するきわめて薄い炭質物の小片で一般に飛炭とよばれているものであるが、この種の試料にはほとんど例外なく高いゲルマニウムの濃縮がみられることは筆者がさきに報告した結果 (竹田ほか, 1965) と全く一致している。

また稲垣 (1952) はゲルマニウムは古第三紀以前の古い石炭よりも新第三紀以後の新しい石炭に濃縮度が高いと述べているが、本研究の結果からも少なくとも本邦炭に関する限り同じことがいえるようである。

6.3.10 リチウム

リチウムは三池炭田、宇部炭田及び平鹿含炭地ではほ

ば100%の検出頻度を示すが、その他は、佐世保炭田の88%、尾張炭田の82%、崎戸・松島炭田と三川赤谷産炭地の60%台、美濃炭田御嵩地区と釧路炭田の50%台などで最も低いのは伊具含炭地の23%である。

含有量の平均値は三池炭田の247 ppm がとびぬけて高い値を示し、その他は宇部炭田の76 ppm、平鹿含炭地の56 ppm、三川赤谷産炭地の49 ppm、佐世保炭田の42 ppm、尾張炭田知多地区の39 ppm、福岡炭田の29 ppm、崎戸・松島炭田の25 ppm、美濃炭田御嵩地区及び最上炭田の18 ppm、釧路炭田の16 ppm、伊具含炭地の9 ppmなどの順序となっている。

KEITH *et al.* (1959) はリチウムは海成の堆積物に多く含まれホウ素と共に堆積環境を推定する場合の指示元素となり得る可能性について論じているがこれらの点については後で述べる。

またリチウムは植物灰の中にほとんど例外なく含まれている元素の1つであるといわれているが(GOLDSCHMIDT, 1954)、これは土壤中に広く分布していることを意味するものであろう。なおある石炭灰の中に510 ppm Li が報告(GOLDSCHMIDT, 1954)されているが、本邦炭の場合は三池炭田の試料で1,080 ppm Li (灰分中2,500 ppm) に達するものがあつた。

リチウムは親石元素に属し、化学的性質から考えると他のアルカリ金属元素と行動を共にしてよいはずであるが、ナトリウム、カリウムなどに比較してイオン半径が非常に小さいため、イオン半径の近似したマグネシウムと行動を共にし、マグネシウムのケイ酸塩鉱物の中に含まれることが知られている。

6.3.11 マンガン

マンガンの検出頻度は全地域にわたってほとんど100%であるが、含有量は地域によってかなりちがう。すなわち宇部炭田の290 ppm から崎戸・松島炭田の23 ppm の範囲で、その他は美濃炭田御嵩地区の224 ppm、尾張炭田知多地区の185 ppm、三川赤谷産炭地の182 ppm、佐世保炭田の174 ppm、福岡炭田の118 ppm、最上炭田の102 ppm、三池炭田の93 ppm、伊具含炭地の86 ppm、釧路炭田の80 ppm などである。

堆積循環系におけるマンガンの行動についてはかなりよく知られている(GOLDSCHMIDT, 1954)。火成岩ではマンガンは鉄と密接に行動を共にするが、風化と堆積の過程では、ある限界を超えると鉄が早期に沈殿しマンガンはイオン溶液としてなお安定で更に遠くまで運ばれる。これは酸化還元電位の差によるものである。すなわち、 $Mn^{2+} = Mn^{3+} + e^{-}$ における標準酸化還元電位 E_0 が1.51 V であるのに対し、 $Fe^{2+} = Fe^{3+} + e^{-}$ における E_0 は0.77

V でかなり低い。つまり鉄(II)イオンを鉄(III)イオンに酸化するのに要する電位はマンガン(II)イオンをマンガン(III)イオンに酸化するのに要する電位よりはるかに低いので鉄がまず沈殿し、更に酸化性の強い環境でマンガンの沈殿するのである。

このような化学的性質のちがいに原因した行動のちがいをからマンガンと鉄の比(Mn/Fe)を求めることによって堆積環境を推定する場合の1つの基準としようとする研究が行われた(GOLDSCHMIDT, 1954)。GOLDSCHMIDT はその結果陸成の頁岩より海成の頁岩が明らかに上記マンガンの比が高い値を示したと述べている。また第6表-6による KEITH 等の分析結果からの計算でも海成の頁岩の0.093に対し淡水成の頁岩では0.015(いずれも筆者計算)で前者が高い値を示している。

いずれにしても GOLDBERG (1954) が鉄とマンガンの水酸化物は岩石の風化分解過程で第1段階の微量成分の収集者であると指摘したことは、化学的にはよく知られかつ利用されているが、地球化学的な見地からは興味のある表現である。

6.3.12 モリブデン

モリブデンの検出頻度は石炭では96-100%でほとんど100%に近いが上・下盤、挟みなどでは地域差がある。すなわち、佐世保、崎戸・松島、三池、宇部などの各炭田ではほとんど100%の検出頻度を示すが、三川赤谷産炭地の48%、平鹿含炭地の69%など検出頻度の低い地域もある。

含有量は全般的に石炭の方が炭質物を含まない上・下盤、挟みなどより著しく高い値を示す場合の多いことを特徴とする。

石炭中の含有量の平均値は、三川赤谷産炭地の83 ppm を最高に、伊具含炭地の65 ppm、美濃炭田御嵩地区の34 ppm、平鹿含炭地の14 ppm などその他の地域ではいずれも10 ppm 以下である。

モリブデンは石炭や森林堆積物などに濃縮され易い元素の1つといわれ(GOLDSCHMIDT, 1954)、ノースアンバーランド産の石炭灰に500 ppm という値が報告されているが、本邦炭の場合は伊具含炭地の869 ppm (灰分中1,000 ppm) が最も高い値であった。

モリブデンは親鉄元素に属するが、親銅元素としての性質も持っている。錫やタングステンと一緒に接触變成鉱床に伴って存在し、また銅やレニウムと一緒に斑岩銅鉱に随伴することも知られている。一次鉱物としてはほとんど輝水鉛鉱として存在するが、比較的不安定で、風化分解によって堆積循環系に入った後は褐鉄鉱、鉄明ばん石、石膏、粘土鉱物などに微量成分として含まれると

いわれるがどんな形で含まれているかについては不明である。

6.3.13 ニッケル

検出頻度は平鹿含炭地の78%, 美濃炭田御嵩地区の87% (いずれも上・下盤, 挟みなど) を除けばほとんど100%の頻度で検出されている。

含有量の平均値は3-30 ppmの範囲で, 前者は平鹿含炭地, 後者は尾張炭田知多地区の値である。その他は佐世保炭田の24 ppm, 崎戸・松島炭田の17 ppm, 三池炭田の16 ppm, 伊具含炭地の15 ppm, 美濃炭田御嵩地区の13 ppm, 宇部炭田の11 ppm, 釧路炭田の9 ppm, 三川赤谷産炭地の6 ppm, 福岡炭田の5 ppm, 最上炭田の4 ppmなどである。個々の試料についての最高値は佐世保炭田の310 ppm (灰分中600 ppm) であった。

ニッケルはコバルトやモリブデンと共に親鉄元素に属するが, わずかに親銅元素としての性質も持っている。イオン半径がマグネシウムと近似していることから, 岩漿分化の過程ではマグネシウムと行動を共にし, 塩基性岩の中の鉄やマグネシウムと共存する。また硫化鉱物の中では銅やコバルトと一緒に存在する。堆積岩の中では褐鉄鉱や鉄, マグネシウムの含水ケイ酸塩鉱物の中に微量成分として含有するといわれ, その含量は砂岩では2-10 ppm, 頁岩では20-100 ppm, 黒色頁岩では20-300 ppm, また土壌では平均40 ppmなどの資料がある (第6表-2参照)。

6.3.14 鉛

鉛の検出頻度の地域的ながいはニッケルに似ている。すなわち上・下盤, 挟みなどで平鹿含炭地, 美濃炭田御嵩地区及び三川赤谷産炭地の3地域で検出頻度がやや低い。

含有量の平均値は崎戸・松島炭田の5 ppmから三川赤谷産炭地の18 ppmの範囲で, その幅が狭いのが特徴的である。個々の試料についての最高値は釧路炭田の96 ppm (灰分中600 ppm) であった。

鉛は親銅元素に属し銀, 鉄, 亜鉛, 銅, アンチモンなどの硫化鉱物の中に含まれる。またイオン半径がカリウムに近似していることからケイ酸塩鉱物 (雲母, カリ長石など) のカリウムを置換して存在する。二次鉱物としては白鉛鉱, 硫酸鉛鉱, 緑鉛鉱などが知られているが, 土壌中ではどんな形で含まれているかまだ明らかにされていない。

堆積岩中の鉛については資料が少ないが, 海成の頁岩で20 ppm前後という値が報告されている。また DEGENS *et al.* (1957) はペンシルバニア系の頁岩から分離した有機物から海成の試料4個の平均70 ppm, 淡水成の試料3

個の平均216 ppmを検出し, 淡水起源の試料に高い傾向のあることを報告している。

6.3.15 スズ

スズの検出頻度は三川赤谷産炭地の石炭で72%, 上・下盤, 挟みなどで29%という低い値が見られるほかはニッケル, 鉛と大体似た傾向を示している。

含有量の平均値は福岡炭田の2 ppmから伊具含炭地の5 ppmの範囲で, 鉛と同じようにその幅が狭いことが特徴的である。個々の試料でも伊具含炭地の試料に最高25 ppmを示すものがあつたほかは大部分が10 ppm以下の値である。GOLDSCHMIDT (1954) によればスズは森林土壌や腐植物質などに濃縮されていることが多い元素の1つで, また多くの石炭灰に400 ppm以上の高い含量を示すこともあるといっているが, 本邦の石炭では上に述べたように, この研究で取り扱った試料の範囲では25 ppm (灰分中50 ppm) を超えるものはなかった。

スズは親鉄元素に属し, モリブデン, タングステン, リンなどと一緒にアルカリ岩の中に存在するほか, ペグマタイト脈に含まれていることも多い。二次鉱物は知られていないが, 堆積岩中の含量は頁岩で約40 ppm, 土壌では平均10 ppmという資料がある (第6表-2参照)。

6.3.16 ストロントウム

ストロントウムは三川赤谷産炭地の上・下盤, 挟みなど炭質物を含まない試料で77%というやや低い検出頻度を示しているほかはほとんど100%検出されている。

含有量の平均値は福岡炭田の49 ppmから三池炭田の838 ppmの範囲でかなり幅が広く, その他は美濃炭田御嵩地区と佐世保炭田の500 ppm台, 崎戸・松島炭田, 尾張炭田知多地区及び三川赤谷産炭地の300 ppm台, 釧路炭田と宇部炭田の200 ppm台, 平鹿含炭地と最上炭田の100 ppm台などとなっている。

また上・下盤, 挟みなどでは三川赤谷産炭地の297 ppmから美濃炭田御嵩地区の1,264 ppmの範囲で三池, 佐世保の両炭田を除き, 石炭より高い値を示している。個々の試料で最も高い値を示したのは崎戸・松島炭田の石炭で3,800 ppm (灰分中5,000 ppm) であった。

ストロントウムは親石元素でケイ酸塩鉱物の中でカリウムやカルシウムを置換して存在する。またイオン半径が鉛とも近似していることから鉛鉱物の中にも含まれるといわれている。堆積循環系ではカルシウムと行動を共にし, 多くの場合重炭酸塩の形で移動するものだろうといわれている。堆積岩中のストロントウムは頁岩で200 ppm内外, 炭酸塩堆積物のうち石灰岩では500-600 ppmであるが霞石には特に濃縮され易い。白雲岩では石灰岩よりずっと少なく, 石灰岩の半分以下である。ストロン

チウムはまた蒸発堆積物にも濃縮され、硬石膏では数千 ppm に達するものも珍しくないといわれている (GOLDSCHMIDT, 1954). 石炭中のストロンチウムについてはほとんど資料がない。

6.3.17 ウラン

ウランは微量であるがどの地域でも検出頻度は 100% である。

含有量の平均値は三川赤谷産炭地の 85 ppm, 伊具含炭地の 23 ppm, 尾張炭田知多地区の 9.2 ppm, 美濃炭田御嵩地区の 5.7 ppm などであるがその他の地域では非常に少なく 1 ppm 台である。個々の試料の最高値は石炭では伊具含炭地の 635 ppm (灰分中 967 ppm), また上・下盤, 挟みなどでは同じく伊具含炭地の 195 ppm であった。

石炭, 亜炭に伴うウランについては筆者らがさきに伊具含炭地 (大内炭鉱周辺) 及び三川赤谷地域を対象として調査研究を行い石炭, 亜炭に伴うウランの供給源や濃縮機構などについて考察を行ったが, これらの結果については後で詳しく述べる。

6.3.18 バナジウム

バナジウムも検出頻度の高い成分の 1 つでどの地域でもほとんど 100% 検出されている。

含有量の平均値は平鹿含炭地の 46 ppm から伊具含炭地の 232 ppm の範囲であるが, その他の地域では尾張炭田知多地区の 217 ppm, 美濃炭田御嵩地区の 213 ppm, 福岡炭田の 203 ppm のほかは大体 100 ppm 台の値を示している。個々の試料では福岡炭田からの試料に見られた 2,300 ppm が最高であった。

バナジウムは親石元素に属し, 石油鉱床に伴った堆積物すなわち原油にはもちろん, 含油頁岩や土瀝青などに顕著に濃縮されていることはよく知られているが, このほか磁鉄鉱中に鉄やチタンと共存したり, ウランとの二次鉱物例えばカルノー石 $K_2(UO_2)_2(V_2O_8) \cdot 3H_2O$ やツヤムン石 $Ca(UO_2)_2(V_2O_8) \cdot 5 \sim 8H_2O$ などを生成して存在したり, また硫化鉱物の中に鉛や亜鉛と共存する。

バナジウムは風化過程で 5 価のバナジン酸塩の形で水に溶解して移動し, これが還元的な環境に遭遇して沈殿するものといわれている。堆積岩中のバナジウムについては多くの資料があるが, HILLEBRAND (GOLDSCHMIDT, 1954) はアメリカの 253 個の砂岩中のバナジウムの平均値を 17 ppm, JOST (1932) はドイツの砂岩について 20 ppm という値を発表している。CLARKE (1924a) はミシシッピー河から採取した 235 個の泥土, 浅海の 52 個の泥土及び深海の 51 個の泥土を分析しそれぞれの平均値を 120 ppm, 200 ppm, 240 ppm と発表している。

石炭中のバナジウムについてはあまり文献はないが GOLDSCHMIDT (1954) は濃縮係数は案外低く, 上部岩石圏の 8 倍程度で最高 1,000 ppm (灰分中) 内外と述べている。また ZUBORVIC *et al.* (1961) はアメリカの石炭約 200 個の平均値を 650 ppm (灰分中) と発表しているが, この研究で取り扱った本邦炭 669 個の平均値は 360 ppm (灰分中) であった。

6.3.19 タングステン

タングステンは検出頻度がきわめて低く, 美濃炭田御嵩地区の 57%, 三川赤谷産炭地の 54%, 伊具含炭地の 46% のほかはどの地域でもほとんど検出されない。

含有量の平均値は美濃炭田御嵩地区の 89 ppm, 伊具含炭地の 35 ppm, 三川赤谷産炭地の 16 ppm などで, モリブデンと同じように上・下盤, 挟みなどよりは炭質物に多く含まれていることが特徴的である。個々の試料で最も高い値を示したのは美濃炭田御嵩地区の試料で 830 ppm (灰分中) であった。

タングステンは親石元素で岩漿分化の過程ではモリブデン, スズ, ニオブなどと行動を共にするが, 風化堆積過程の行動については余りよく知られていない。しかしながら, モリブデンと似た行動をしているものと考えられ, 炭層中におけるこれら 2 つの元素はかなりはっきりした正の相関関係を示しているようである。

6.3.20 亜鉛

亜鉛の検出頻度は他の成分に比較して全般的に低いがこれは分光分析における亜鉛の検出感度が他の成分に比較して著しく低いことがその理由の 1 つと考えられる。(第 2 表-15 参照)。

含有量の平均値は伊具含炭地の 117 ppm から福岡炭田の 17 ppm の範囲で, そのほかは三池炭田の 102 ppm, 尾張炭田知多地区の 92 ppm, 三川赤谷産炭地の 68 ppm, 美濃炭田御嵩地区の 61 ppm, 佐世保炭田の 59 ppm, 宇部炭田の 46 ppm, 釧路炭田の 42 ppm, 崎戸・松島炭田の 40 ppm, 平鹿含炭地の 33 ppm などである。

亜鉛は親銅元素で, 銅, 鉛, 金, 銀, アンチモンなどと一緒に金属鉱床を生成して存在するほかマグネシウムのケイ酸塩鉱物の中にも存在する。堆積岩の中では硫酸塩, 炭酸塩, 含水ケイ酸塩などの二次鉱物を生成して存在するが, 土壌中では褐鉄鉱や粘土鉱物に吸着して存在するといわれる (HAWKES *et al.*, 1962)。

堆積岩中の亜鉛含量は砂岩 5-20 ppm, 頁岩 50-300 ppm, 黒色頁岩 100-1,000 ppm などの値が報告されている (第 6 表-2 参照)。

石炭中の亜鉛については 10,000 ppm 以上におよぶものもあるといわれているが本邦炭の場合は 2,500 ppm

(灰分中) を超えるものはなかった。

6.4 炭層中における微量成分の垂直分布

前項では本邦炭中の微量成分の量的な問題について分析の結果を検討したが、本項ではこれらの成分が炭層の中でどのような垂直分布をしているかについて検討する。

後で述べるように石炭に伴う微量成分の濃縮作用にあざかった諸因子はきわめて複雑に錯綜しているものと考えられるが、それらの因子をばらばらに切り離して考えることは不可能であって、結局はそれらが総合的にあざかった結果として今日の姿を呈しているものと解すべきである。

6.4.1 微量成分の垂直分布例

第6図-1に3つの例を上げる。1は最上炭田天狗炭鉱、2は美濃炭田御蔭地区、3は釧路炭田太平洋炭鉱の例である。

図から明らかなように炭層中における微量成分の垂直分布はきわめて変化に富み、濃縮過程の複雑性を如実に示しているように思われる。すなわちある炭層ではある元素群が垂直的にきわめてよい相関関係を示しているが他の炭層では全く相関を示さなかったり、また同じ炭層でもある部分では非常によく相関を示すが、他の部分ではほとんど相関が認められないといった現象がきわめて普通に見られるのである。

例えば最上炭田天狗炭鉱の例で見ると、図から明らかなようにコバルト、クロム、銅の3元素、ガリウムとリチウム、マンガンとモリブデン、鉛とスズ、バリウム、ストロンチウム、ヒ素の3元素などそれぞれの間にはかなりよい相関が認められるが、美濃炭田御蔭地区の例で同じ元素間の関係を見ると、ガリウムとリチウム、バリウムとストロンチウムなどは大体において最上炭田の場合と同じように相関が認められるが、マンガンとモリブデンはむしろ逆相関を示しており、またヒ素はバリウム及びストロンチウムとは全く相関が見られず、マンガンがヒ素にかわってバリウム、ストロンチウムと明らかな相関を示している。更にまた、釧路炭田の例を見ると、クロムと銅の相関は認められるが、これらとコバルトとの相関ははっきりしない。またマンガンとモリブデンの間にもほとんど相関は認められない。本炭田の例では部分的(主としてNo. 15から下位)にバリウム、ストロンチウム、クロム、銅、ガリウムの5元素、ホウ素、ニッケル、スズの3元素及びマンガンと亜鉛などがそれぞれかなりはっきりした相関を示している。なお以上3つの例でいずれにも共通して相関が認められるのは銅とクロム及びガリウムとリチウムだけである。

6.4.2 考察

以上述べたように個々の成分の炭層中における垂直的な分布はかなりまちまちであって特徴的なものは認められず、また成分相互間の関係も炭層の異なることによって、また同じ炭層でも垂直的な位置によって相関を示したり示さなかったりする事実を一体どう解釈したらよいであろうか。

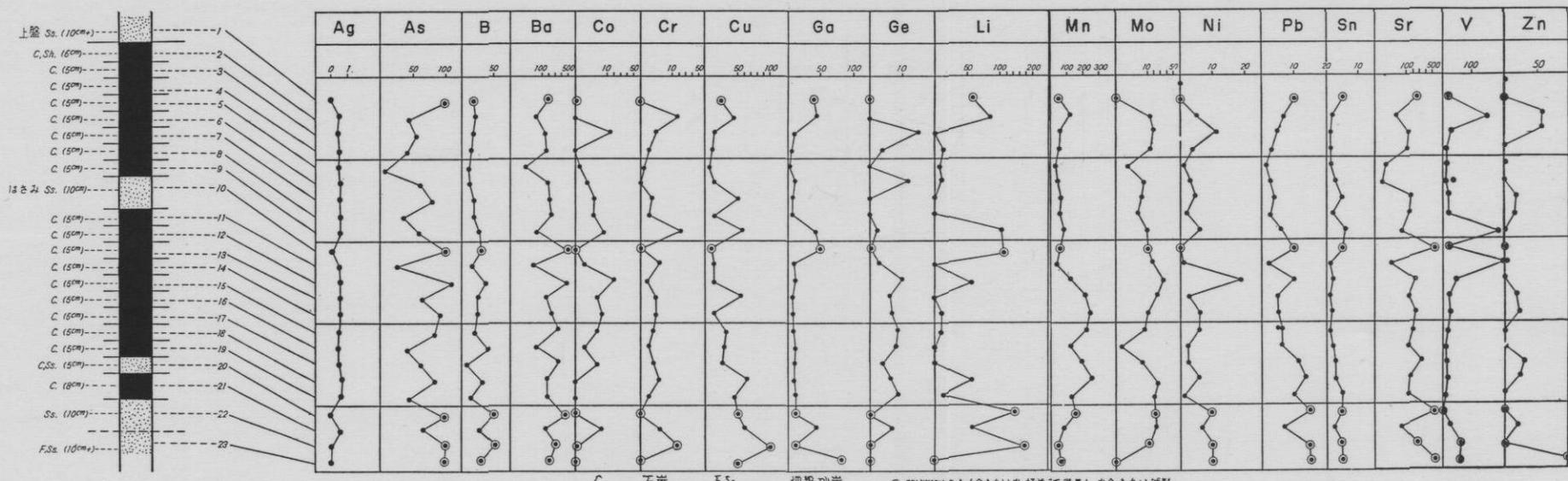
それは一言にしていえば各微量成分の炭層への供給とその濃縮の過程、機構などが錯綜していることに基因するものと考えられる。

一般に炭層中の微量成分組成は、はじめから原植物中に含まれていたもののほかに、炭層周辺の岩石組成に強い影響を受けたものと考えられ、それらの岩石の風化分解によってある成分の一部は可溶性となって水に運ばれ炭質物と接触して吸着されたり、あるいは有機錯化合物を作ったりして炭層に固定されたであろうと考えられる。もちろんこのような濃縮作用は堆積の当初や炭層生成の全過程を通じて行われたものと解釈すべきであるが、その間における物理化学的な環境や条件が微量成分の濃縮やまた逆に溶脱などの作用を大きく支配したものと考えられる。

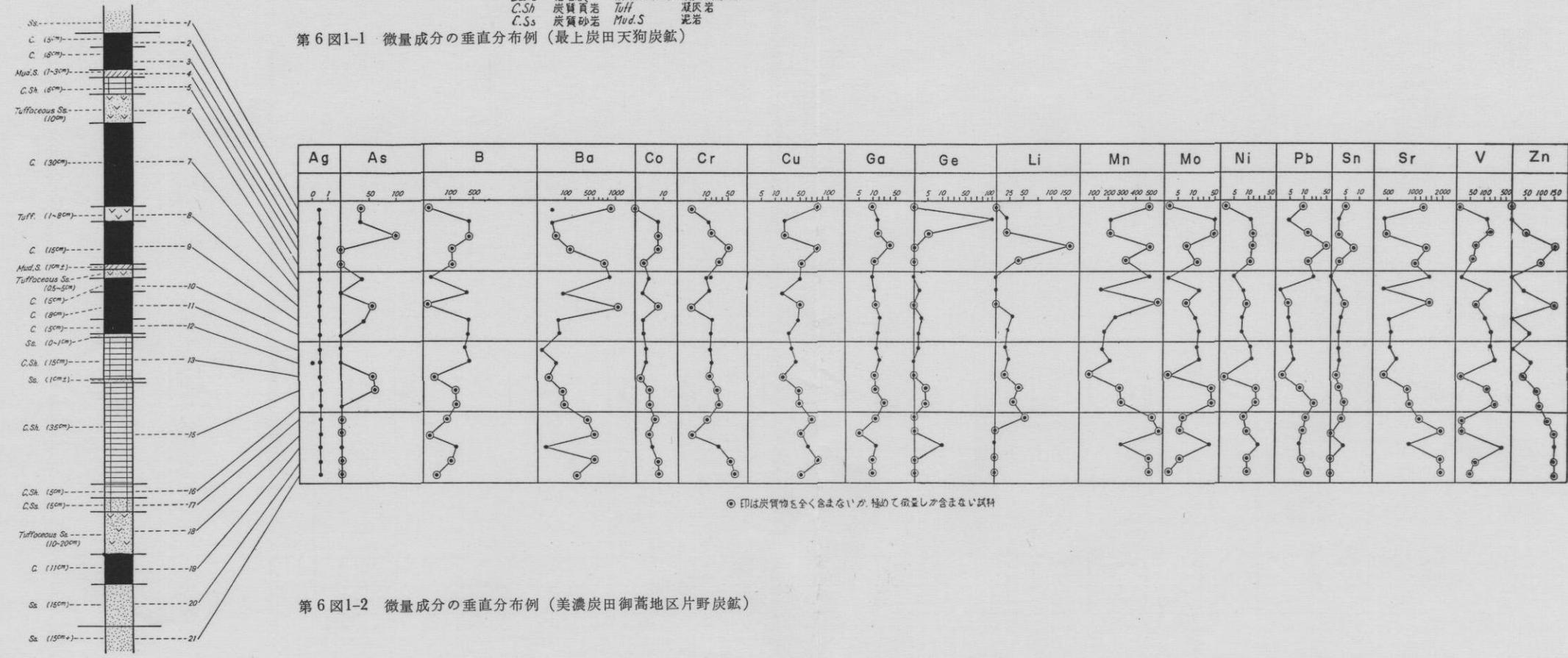
更にもう1つ見逃してはならないのは炭層周辺の風化帯、又は火山活動の影響などによる外部からの物理的な混入物の中に含まれる微量成分である。これらの混入物は、いわゆる二次的な灰分とよばれているもので実際問題として炭質物から分離することは非常に困難ないしはほとんど不可能であり、その含量の幅が非常に広い。二次的な灰分を構成する鉱物成分(中村, 1939)としては、石英、長石類、黄鉄鉱、白鉄鉱まれに雲母、蛋白石、玉髄、石膏、方解石、菱鉄鉱、沸石、カオリン、イライトなどが知られている。これらの鉱物は碎屑物質として混入したもののほかに、炭層に混入した後に二次的に生成したものもあろう。

これらの鉱物と共生し易い微量成分、例えば黄鉄鉱におけるヒ素、アンチモン、モリブデン、タリウム(高橋, 1955)、長石類におけるバリウム、ストロンチウム、雲母類におけるリチウム(MASON, 1958)、粘土鉱物におけるリチウム、ストロンチウム、バリウム、ガリウム(MASON, 1958)などは、これらの鉱物の構成成分として炭質物とは無関係に含まれているものと考えなければならない。

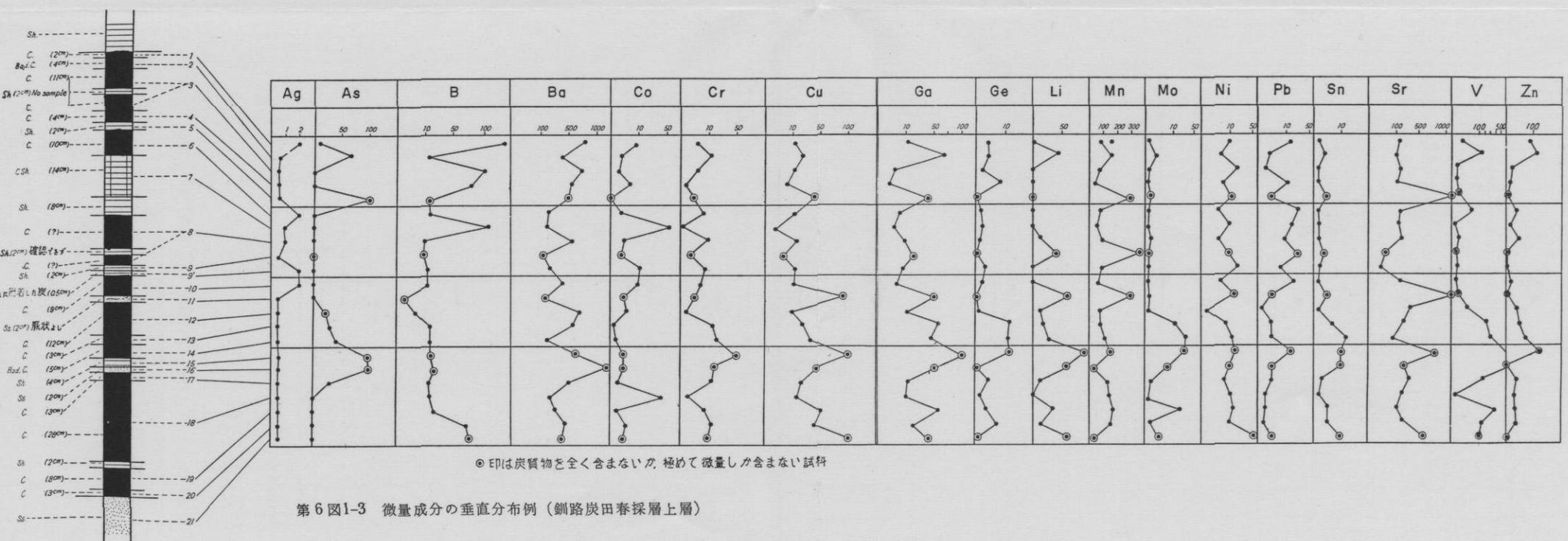
このようにきわめて複雑な濃縮過程すなわち、各種の微量成分がちがった機構でちがった供給源から錯綜して炭層に入ってきていることを考えると、炭層中における微量成分の垂直分布に特徴的なものが認められず、成分



第6図1-1 微量元素の垂直分布例 (最上炭田天狗炭鉱)



第6図1-2 微量元素の垂直分布例 (美濃炭田御嵩地区片野炭鉱)



第6図1-3 微量元素の垂直分布例 (釧路炭田春採層上層)

間の相互関係も炭層によって、また同じ炭層でもその垂直的な位置によって相関を示したり示さなかったりすることはむしろ必然的なことと考えられる。

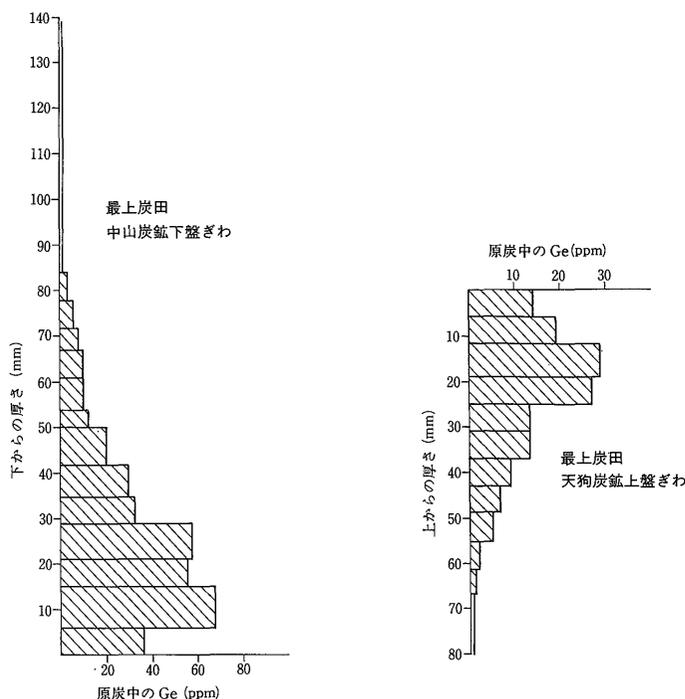
以上のような推論から、もしもこの濃縮原因が比較的単純な、すなわちその供給源や濃縮機構が非常に狭い範囲に限定されるような元素があるとすればそれは炭層の中でも普遍的なそしてある特徴のある分布を示すであろうと推察されるが、その好例はゲルマニウムに見ることができる。

ゲルマニウムは炭層の中できわめて特徴のある分布を示す唯一の元素で、これについては筆者も指摘(竹田ほか, 1965)したし、また多くの研究者によっても指摘されている。すなわちゲルマニウムは炭層の上盤ぎわか下盤ぎわ、又はその両方に濃縮している例が圧倒的に多く、炭層の中間部分にはきわめて微量のゲルマニウムしか検出されない。しかも上・下盤ぎわでもわずかに10 cm内外の厚さの部分に濃集しており、この部分を更に1 cm程度に薄く切って分析すると盤ぎわに向かって漸増するという明らかな傾向が認められる(第6図-2参照)。また上盤や下盤に近いところに炭層から遊離して飛炭とよばれる薄い板状の炭質物をしばしば認めるが、これらの炭質物にはほとんど例外なしに高含量のゲルマニウムがみられる。

これらの事実と更に吸着に関する室内実験(後述)などを併用して炭層中のゲルマニウムの大部分のものはおそらく炭層の生成した後に循環水を媒体としてこれと最も接触の機会が多かった盤ぎわにおいて炭質物によって吸着濃縮されるに至ったものであろうと結論した。吸着の本質的な点についてはまだ充分明らかでないが、吸着能は炭化度の低い亜炭において高く、炭化度の進んだ瀝青炭や無煙炭などにおいては著しく低い点などから考えると、ゲルマニウムはフミン酸系の有機物とかなり安定な有機錯化合物を作るのではないかと推察されるがこれらの点については後述する。

次に炭層中のウランについて考察する。石炭に伴うウランについては筆者ら(竹田ほか, 1963; TAKEDA *et al.*, 1965)がさきに伊具含炭地(大内炭鉱周辺)、及び三川赤谷地域について調査研究を行ったことを前に述べたが、これらの結果からほぼ明らかになったことは

- (1) 炭層中のウランは垂直的にも水平的にもゲルマニウムにみられるような規則性のある分布を示さないこと、
- (2) 炭層(上・下盤を含む)の中では灰分の少ない良質な炭の部分よりはむしろ灰分の多い炭質泥岩や炭質頁岩などの部分に濃縮されている傾向が強く認められること、



第6図-2 上・下盤際におけるゲルマニウムの垂直分布例

第6表-7 比重とウラン含量

比 重	試 料 1			試 料 2			試 料 3		
	灰 分 %	U ₃ O ₈ %		灰 分 %	U ₃ O ₈ %		灰 分 %	U ₃ O ₈ %	
		灰 分 中	原 炭 中		灰 分 中	原 炭 中		灰 分 中	原 炭 中
1.4 -							5.92	0.160	0.009
1.4~1.5	14.90	0.668	0.099	15.79	0.250	0.039	18.43	0.079	0.016
1.5~1.6	26.02	0.348	0.091	26.11	0.120	0.031	31.06	0.074	0.024
1.6~1.7	40.80	0.210	0.085	40.38	0.051	0.021	41.55	0.054	0.023
1.7~1.8	54.11	0.142	0.077	52.11	0.033	0.017	52.34	0.025	0.015
1.8 +	82.65	0.104	0.086	82.63	0.012	0.010	83.74	0.005	0.005

(3) これらの炭質泥岩又は炭質頁岩を重液による比重分離を行い、それぞれの部分についてウランの分布を検討すると(第6表-7参照)ウランは必ずしも比重の小さい、いわゆる炭質物の多い軽い部分に特に濃集しているとはいえず、むしろ比重にはあまり関係がないといってもさしつかえないような分布を示していること、

などである。(3)の実験結果は(2)の灰分の少ない良質な炭の部分に高含量のものがあまりみられないという事実と関係があるように考えられる。

堆積循環系におけるウランの行動は酸化還元電位に大きく支配されることはよく知られているところであり、水と共存する場合の4価と6価のウランの安定関係についてGARRELS(1955)は酸化還元電位が+0.1~0.3(ふつう大気と共存している天然水)では強い配性でない限り4価のUO₂(センウラン鉱)は不安定で、6価の水酸化物が安定であり、酸化還元電位が零付近では水素イオン濃度pHが6以下の酸性側では4価のUO₂が安定でpH6以上の中性からアルカリ性側では6価の水酸化物が安定である。また酸化還元電位が-0.1~-0.5(有機物と共存する地下水では-0.5くらいまで下がることもある)では常に4価のUO₂が安定である、といっている。このような強い還元環境では有機物中のイオウから硫化水素を生じ、硫化鉄をはじめとする種々の金属硫化物ができることは当然考えられるがBATES *et al.* (1958)がウランとの共生鉱物の中で黄鉄鉱と有機物だけが例外なくウランと正の相関を示すと述べていることは堆積岩に伴うウランの成因と関連して重要な意義をもつものである。

とにかくウランは酸化還元電位が正のところでは6価のウラニルイオン(UO₂)²⁺が優勢であるが、その溶解度は非常に小さく10⁻⁶程度であるからそれ程はげしい移動は考えられないが、次のような錯陰イオンを作ると

非常に溶け易くなる。すなわち[UO₂(CO₃)₂]²⁻、[UO₂(CO₃)₃]⁴⁻、[UO₂(SO₄)₂]²⁻、[UO₂(SO₄)₃]⁴⁻などであるが、特に[UO₂(CO₃)₄]⁴⁻はアルカリ性でもpH11以上にならなければ安定である。地表付近の風化帯でのウランの移動はおそらくこのような錯陰イオンの形で行われているものと考えられる。

7. 考 察

7.1 石炭中の微量成分の起源

以上各章で述べた結果を総合して石炭中の微量成分の起源について考察する。

GOLDSCHMIDTが石炭中の微量成分の起源として、(1)原植物の生育期間における濃縮、(2)これらの植物の腐敗分解過程における濃縮、(3)微量成分を含んだ循環水による濃縮の3つの原因をあげて説明していることについては第1章で述べたが筆者は後で述べる理由によって次の3つに分類した。

- (1) 原植物の生育期間における濃縮
- (2) 微量成分を含んだ循環水を媒体とした濃縮
- (3) 炭質物とは無関係な外部からの物理的混入物に伴う微量成分

その理由は次の通りである。すなわちGOLDSCHMIDTが(2)と(3)すなわち植物の腐敗分解過程における濃縮作用と微量成分を含んだ循環水からの濃縮作用を特に分けたのは、時間的な問題すなわち有機物の分解の初期の段階の濃縮過程を特に強調するためなのか、あるいはこの段階では相当はげしい分解作用のために溶脱作用を受けにくいような化学的性質をもった微量成分の相対的な濃度が高くなることを強調するためなのかははっきりしないが、いずれにしてもこれらは循環水を媒体とした濃縮作用であって、一括して説明することが合理的と考えたので上記のような取り扱いをしたのである。

次に炭質物とは無関係な外部からの混入物に伴う微量成分についてはGOLDSCHMIDTは一言もふれていないが

¹⁾ 灰分中の含量(第6表-7)では低灰分のもが高含量を示すことは当然でこれについては前に述べた通りである。

第7表-1 植物中の微量成分(灰分中)

植物名	産地	Ag ppm	As ppm	B ppm	Ba ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	Ge ppm	Li ppm	Mn ppm	Mo ppm	Ni ppm	Pb ppm	Sn ppm	Sr ppm	V ppm	W ppm	Zn ppm
ひば	東京都高尾山	1>	100>	60	6,500	10	7	120	2	2>	25>	1,000	10	5	60	5	5,800	20	15>	170
"	"	1>	100>	40	6,500	10	7	90	2	2>	25>	1,000	2>	5	35	5	5,800	20	15>	150
ほう	"	1>	100>	120	6,500	5	7	120	2	2>	25>	1,000	40	10	18	5	5,800	20	15>	150
"	"	1>	100>	160	4,500	5	7	90	2	2	25>	650	10	5	25	5	4,000	15	15>	170
かえで	"	1>	100>	100	6,000	5>	5>	90	2	2	25>	1,600	10	2	35	5	4,000	10	15>	170
"	"	1>	100>	120	6,000	5>	5>	90	2	2	25>	500	10	5	25	5	4,000	15	15>	150
すぎ	"	1>	100>	20	6,500	10	5>	90	2	2>	25>	400	2>	3	35	5	5,800	15	15>	170
"	"	1>	100>	40	6,000	5>	5>	160	2	5	25>	1,300	10	3	70	3	5,000	10	15>	170
ひのき	"	1>	100>	30	6,000	10	7	90	2	5	25>	650	20	10	35	5	5,800	20	15>	150
かはや	"	1>	100>	160	6,500	5>	5>	90	2	2>	25>	650	2>	3	70	5	5,800	15	15>	170
ほ	"	1>	100>	200	5,000	15	5>	100	2	5	25>	1,600	50	5	120	5	5,800	20	15>	150
ななかまど	北秋田	1>	100>	120	6,500	5>	10	90	1>	5	25>	1,300	2>	3	70	2>	4,000	2>	15>	170
"	"	1>	100>	120	6,500	5>	5>	90	1>	2>	25>	2,000	10	3	25	2>	5,800	2>	15>	170
もみじ	"	1>	100>	160	6,500	5>	5>	300	1>	2>	25>	2,000	20	3	120	5	5,800	10	15>	340
"	"	1>	100>	160	6,500	10	10	120	5	20	25>	1,600	20	3	70	5	5,800	10	15>	250
"	"	1>	100>	150	6,500	10	7	160	5	5	25>	2,000	10	5	35	2>	5,800	10	15>	150
"	"	1>	100>	160	7,000	10	5>	120	5	2>	25>	2,000	2>	3	35	2>	5,800	10	15>	170
"	"	1>	100>	150	6,500	5>	7	90	1>	2>	25>	2,000	2>	3	120	5	4,000	10	15>	250
"	"	1>	100>	200	7,000	5>	7	300	1>	5	25>	2,000	10	5	180	10	4,000	10	15>	250
"	"	1>	100>	200	6,500	10	7	170	5	5	25>	2,000	10	2	120	10	4,000	10	15>	150
"	"	1>	100>	160	6,500	10	10	120	2	5	25>	1,000	2>	3	120	5	4,000	50	15>	170
"	"	1>	100>	200	6,500	5	5>	120	2	2>	25>	1,300	10	3	120	5	4,000	10	15>	150
"	"	1>	100>	200	9,500	5>	10	90	2	2>	25>	1,600	2>	3	25	5	8,000	10	15>	170
なら	"	1>	100>	20	5,300	15	25	360	3	2>	25>	2,000	60	3	120	7	2,800	85	15>	250
"	"	1>	100>	120	6,500	5	5>	90	1>	5	25>	2,000	2>	3	60	2>	4,000	10	15>	150
"	"	1>	100>	160	6,500	5	6	170	1>	2>	25>	1,200	15	5	60	5	4,000	10	15>	170
"	"	1>	100>	200	6,500	5>	10	120	2	2>	25>	1,600	10	6	70	5	4,000	10	15>	170
"	"	1>	100>	200	6,500	5	6	120	5	2>	25>	1,600	10	2	35	5	4,000	10	15>	170
ほう	"	1>	100>	100	6,500	5	5>	90	5	2>	25>	1,600	2>	5	5	2>	4,000	10	15>	170
"	"	1>	100>	160	6,500	5>	5>	120	2	2>	25>	1,600	10	3	5	2>	5,800	10	15>	170
すぎ	"	1>	100>	120	6,500	5>	5>	90	1>	2>	25>	1,000	2>	2	60	5	8,000	10	15>	170

地質調査所月報(第32巻 第11号)

第7表-2 植物中の微量成分 (外国の例)

元 素 名	Cannon Helen, I. 灰分中 ppm	Vinogradov, P.A. 灰分中 ppm
Ag	—	1
As	—	2.5
B	700	400
Ba	—	100 n
Co	9	15
Cr	9	25
Cu	180	200
Ga	—	—
Ge	—	—
Li	—	11
Mo	13	30
Mn	4,800	7,500
Ni	65	20
Pb	70	10
Sn	5	5
Sr	—	300
V	22	61
W	—	—
Zn	1,400	900

しかし、われわれが一般に石炭とよんでいるもので、いわゆる2次的な灰分(その量的な限界をきめることはむずかしいが)を全く含まないものは非常に少ない。いやむしろほとんどないといっても過言ではない。したがって石炭中の微量成分の起源を論ずる場合にこの2次的な灰分を無視することはできない。2次的な灰分というのは有機物の堆積と同時に又は堆積の過程で周囲の風化帯から、又は火山活動などの影響によって物理的に有機物に混入した泥、砂、岩屑などであって、後で述べるようにこれらの無機物質に伴って炭層内に導入された微量成分もまた現在炭層中に見られる微量成分の中でかなり大きな割合を占めていると考えられるからである。

7.1.1 植物の生育期間における濃縮

炭素、水素、酸素、窒素、イオウ、リン、カリウム、マグネシウム、カルシウム、鉄の十元素は植物の生長に不可欠な十大元素として知られていることは有名である。これらの元素のうち炭素を除く他の元素はすべて根から吸収するが、その際植物が要求するとしなにかかわらず土壤に含まれる他の微量元素も一緒に吸収するものと考えられ、これは植物灰の分析結果から証明される。

筆者が東京都の高尾山及び北秋田地方の植物について、本研究で対象とした20成分を分光分析によって定量した結果を第7表-1に、また外国の分析例(CANNON, 1960b; GRABOVSKAYA, 1965)を第7表-2に示す。

第7表-1から分るように、地域によって、また植物の

種類によって含有量が多少のちがいが認められる元素もあるが巨視的にはそう大きな差異はない。

石炭を作った元の有機物が植物であるとすれば植物中の微量成分が石炭中の微量成分に反映することは当然であって植物が生理作用を通してその生育期間に吸収、貯蓄した微量成分は石炭中の微量成分の供給源の一つであることには間違いない。その量的な問題については後で述べる。

7.1.2 微量成分を含んだ循環水を媒体とした濃縮

これは有機物の堆積した盆状地とその周囲の地質条件、特に岩石組成と相まって元素の物理化学的性質例えばイオン半径、水に対する溶解性などと更に堆積環境、特に水素イオン濃度、酸化還元電位などに強く支配されたものと考ええる。

とにかく水と共に移動の過程にあった各種の微量成分が炭層の生成過程の全期間を通じ、有機物質との接触によって吸着または有機金属錯化合物などの形で炭層に固定されたものとみるべきであろう。

炭層の生成過程での有機物の分解作用は非常に複雑で、その場所の環境によってきわめて多種多様であったものと思われるが、植物より石炭が生成する初期の変化については POTONĚ (1910) の学説がある。舟坂ほか(1960)がこれをまとめて表にしたものを第7表-3に示す。これは現在もお石炭の生成に関する学問的な基礎となっている。

本表では先ず対象となった植物の種類として陸生植物と水生植物があげられ、その分解の過程で、酸素の存否、水分の存在の程度などによって生成過程が全朽、半朽、泥炭化、腐敗の四つに分類されている。全朽の過程を経たものは樹脂質以外のものは全部消失し、半朽の過程を経たものは腐植土となり、泥炭の過程を経たものは泥炭となる。このようにして生成した泥炭が石炭生成の根源物質として重要なものであったにちがいない。この泥炭化作用の行われた環境はおそらく原植物の全部又は大部分が水中に没入した状態に常におかれておったものと考えられ、したがってここでは嫌気性バクテリアの作用によって、きわめて徐々に、きわめて長い期間に分解が行われ泥炭化したものと考えられる。

この泥炭はその40-60%がフミン酸からなるが、このフミン酸が微量成分の固定に大きな役割をしたものと考ええる。

フミン酸はきわめて還元性の強い高分子の種々の芳香族オキシカルボン酸の混合物で、泥炭では水溶性のフルボ酸、フマル酸、亜炭褐炭では水に不溶でアルコールに可溶性ヒマトメラン酸などが知られている。更に石炭化

第7表-3 植物の変化過程

対象となる植物	過程の名称	酸素の存否	水の存在	生起する化学変化	生成物質
陸生植物及び沼沢植物	全朽	多量	湿気あり	完全な酸化作用	可燃性炭素化合物はない、場合によってせいぜい残留炭
	半朽	少量			
	泥炭化	初期に存在あとはなし	初期は湿気あり、のち次第に停帯水に没する	石炭化(炭素集約的)	腐植土
水生植物	腐敗	なし	停帯水中		ビチューメン化
				腐植物(フムス)	
					腐泥物

が進むと重合又は縮合反応によりフミンを生成し、これは水やアルコールにはもちろん、希薄なアルカリにも不溶である。アミン酸の組成や化学構造については多くの研究があるが、化学構造の中で微量成分の固定にあずかったのはカルボキシル基(COOH)であろうと考えられる。

しかしながら水溶性のフミン酸は相当強い酸性を示すので、この段階では微量成分の固定よりはむしろ無機成分の溶脱の傾向が強かったと考えられる。したがって有機金属錯化合物の生成による微量成分の固定という現象はフミン酸の組成と密接な関係があり、時期的にはおそらく泥炭化作用の後期からはじまったものであろうと推察される。

ZUBOIVIC *et al.* (1961) は炭層の本層からはなれた部分に存在し、炭化度が本層のものよりは低いと考えられる木質の炭質物の微量成分を本層のものと比較して、ある種の微量成分例えば、ゲルマニウム、クロム、バナジウム、ガリウムなどが著しく前者に高い値がみられることを指摘し、その原因を炭化の過程における環境のちがいと結びつけて説明している。すなわち、これらの有機物は本層の有機物よりは短期間の間に無機堆積物の中に封じこまれたものと考えられ、その結果としてバクテリアの作用も抑制されて有機物の分解はきわめて徐々に行われ水素イオン濃度も高かったであろう。このような環境は原植物中の微量成分を保持することにも好都合であったろうし、また循環水中の微量成分を有機金属錯化合物として固定するにも好都合であったろうと説明している。

筆者も最上炭田における飛炭についてほぼ同じ結果を得ているが、この問題とも関連して炭化度のちがう石炭を試料としてゲルマニウムの吸着に関する実験を行った結果を次に述べる。

(1) 予備実験

pH 1-10溶液を作つてこれにゲルマニウム(比色分析用標準液)を加えその濃度を5 γ /mlとした。次に20-60メッシュに粉碎した試料5gを100mlの三角フラスコにとり、これに上記のゲルマニウムを含んだ溶液各40mlを加え密栓をして時々振りまぜながら24時間放置した後乾燥口紙で口渡し口液の一定量をとつてゲルマニウムを定量し濃度の減少した量を吸着量とみなした。この結果によるとどの場合も口液にはほとんどゲルマニウムは検出されなかった。すなわち、この条件では溶液のpHには関係なくゲルマニウムは亜炭によって完全に吸着されたことを示している。この吸着量は亜炭5g当200 γ であるから1g当り40 γ で40ppmに相当する。

次にゲルマニウムの濃度を20 γ /mlとし、1時間後、3時間後、8時間後の吸着量を前と同じようにして測定した結果が第7表-4である。

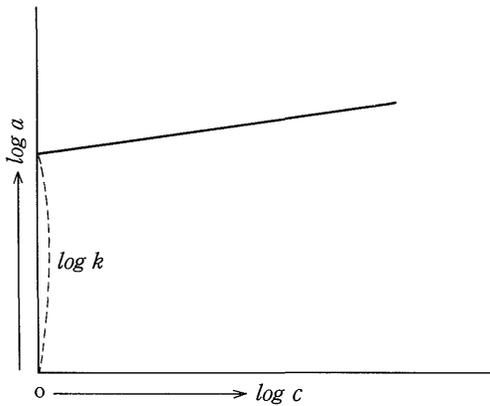
本表によれば1時間後の吸着量では所による差が多少あらわれているが(アルカリ性側で)8時間後の結果をみるとその差は非常に縮小されてどの場合も大体90%以上の吸着率を示し、特にpHが7より大きいものではほとんど100%近くに達している。これらの吸着量は大体150-200ppmに相当する。

(2) 本実験

本実験について述べる前に吸着能を比較する尺度につ

第7表-4 亜炭によるゲルマニウムの吸着試験

pH	溶液中の Ge 濃度 $\mu\text{g/ml}$	1 時間 後		3 時間 後		8 時間 後	
		口液の Ge 検出量 $\mu\text{g/ml}$	吸着率 %	口液の Ge 検出量 $\mu\text{g/ml}$	吸着率 %	口液の Ge 検出量 $\mu\text{g/ml}$	吸着率 %
1.0	20	7.0	65.0	5.7	71.5	1.3	93.5
1.8	"	7.7	61.5	6.6	67.0	2.1	89.5
3.0	"	7.2	64.0	5.3	73.5	1.4	93.0
4.0	"	6.8	66.0	4.6	77.0	1.3	93.5
5.0	"	6.8	66.0	5.0	75.0	0.1	95.5
6.0	"	5.0	75.0	3.3	83.5	0.6	97.0
7.0	"	2.3	88.5	0.8	96.0	0.2	99.0
8.1	"	1.8	91.0	0.7	96.5	0.1	99.5
8.9	"	4.3	80.0	2.4	88.0	0.5	97.5
10.1	"	2.3	88.5	1.5	92.5	0.4	98.0



第7図-1 log a と log c の関係

いて述べる。

吸着に関しては FREUNDLICH の式がある。

すなわち $a = kc^n$

ただし a : 1 g の物質によって吸着された量

c : 吸着平衡に達したときの溶液の濃度

k, n : 常数

この式は理論的に導き出されたものではないが溶液の濃度が適当な範囲内では事実とよく適合するといわれている。

上の式の両辺の対数をとれば、

$$\log a = \log k + n \log c$$

が得られるから、実測値 a と c との対数の関係は第7図-1のような直線をなすはずである。

亜炭について予備実験の結果、溶液の濃度が 5-30 γ /ml 位の範囲ではきれいな直線関係が得られることを認めた。

ここで常数 k 及び n の持つ意味であるが k は $\log c = 0$ すなわち $c = 1$ のときの a の値、すなわち試料 1 g に

よって吸着された量をあらわし、n はこの直線の方向係数をあらわしている。

したがって k はある条件下での吸着剤の吸着能力を比較する尺度と考えることができる。

このような考え方から次の条件で亜炭、石炭、頁岩、砂岩などの試料について本実験を行い k の値を求めて比較検討した。

実験条件

- (イ) 試料の粒度 20-60メッシュ
- (ロ) ゲルマニウム溶液の濃度、5 γ /ml, 10 γ /ml, 20 γ /ml, 30 γ /ml の4種とした。
- (ハ) 溶液の pH pH 8
- (ニ) 温度、室温 (24-25 $^{\circ}\text{C}$) で実験を行い溶液の温度は特に規制しなかった。

次に実験法の概要を述べれば、105 $^{\circ}\text{C}$ に乾燥した試料 2 g (石炭、砂岩、頁岩の場合は 5 g) を共栓つきの 100 ml の三角フラスコにとり、上記ゲルマニウム溶液をそれぞれ 25 ml ずつ加え強く振とうした後なおときどき振りまぜ一昼夜放置、これを乾燥口紙で口過し口液の一定量をとってゲルマニウムを定量し、原液との濃度差を吸着量とした。

この方法によって a, c を求め、log a, log c の関係を第7図-1のように作図して k 及び n を求めた。得られた結果は第7表-6の通りである。またこの実験に用いた試料を第7表-5に示す。

この実験結果から大体次のことが要約される。

- (イ) 亜炭は一般にゲルマニウムに対する吸着能が高く前に述べた k の値が 20-40 の範囲にある。
- (ロ) 同じ亜炭を比重分離して軽い部分と重い部分に分けて吸着能を比較した結果によると軽い部分が明らかに吸着能の高い傾向が認められる。
- (ハ) 瀝青炭の吸着能は亜炭に比較すればはるかに低く

第7表-5 吸着能比較試験試料

試料番号	種 別	産 地	摘 要
1	厩 炭	最上炭田天狗炭鉦	1. 2. 3 は同一試料を比重分離したものでそれぞれの比重は 1. 1.2~1.4 2. 1.4~1.5 3. 1.5 以上 4. 5. 6 は同一試料を比重分離したものでそれぞれの比重は 4. 1.2~1.3 5. 1.3~1.5 6. 1.5~1.7 7. 8 も同一試料を比重分離したものでそれぞれの比重は 7. 1.2~1.3 8. 1.3~1.5 木 質 炭
2		"	
3		"	
4		"	
5		"	
6		"	
7		"	
8	瀝 青 炭	" 中山炭鉦	炭 種 A " B " C " D " E
9		"	
10		"	
11		美濃炭田	
12		天草牛深	
13		夕張	
14		唐津	
15		北松松浦	
16		庶路	
17		泥 炭	
18	砂 炭	" 天狗炭鉦	
19	頁 岩	"	

第7表-6 吸着能の比較試験

試料番号	原液濃度 ($\mu\text{g}/\text{ml}$)	c ($\mu\text{g}/\text{ml}$)	a ($\mu\text{g}/\text{g}$)	log c	log a	k	n
1	5	1.8	40.0	0.25	1.60	26.3	0.72
	10	4.1	73.7	0.61	1.87		
	20	9.1	136.3	0.96	2.13		
	30	14.8	190.0	1.17	2.28		
2	5	2.0	37.5	0.30	1.57	24.0	0.76
	10	4.0	75.0	0.60	1.88		
	20	9.0	137.5	0.95	2.14		
	30	15.0	187.5	1.18	2.20		
3	5	2.0	37.5	0.30	1.57	20.0	0.88
	10	4.8	65.0	0.68	1.81		
	20	8.5	143.8	0.93	2.16		
	30	14.5	193.8	1.16	2.29		
4	5	1.5	43.8	0.18	1.64	30.2	0.80
	10	3.5	81.3	0.54	1.91		
	20	7.3	158.8	0.86	2.20		
	30	12.0	225.0	1.08	2.35		
5	5	1.5	43.8	0.18	1.64	33.1	0.68
	10	3.0	87.5	0.50	1.94		
	20	8.6	142.5	0.94	2.15		
	30	14.5	193.8	1.16	2.29		
6	5	2.0	37.5	0.30	1.57	21.9	0.75
	10	4.8	65.0	0.68	1.81		
	20	9.5	131.3	0.98	2.12		
	30	15.8	177.5	1.26	2.25		

本邦における石炭中の微量成分に関する研究 (竹田栄蔵)

第7表-6 (つづき)

試料番号	原液濃度 ($\mu\text{g/ml}$)	c ($\mu\text{g/ml}$)	a ($\mu\text{g/g}$)	log c	log a	k	n
7	5	1.2	47.0	0.09	1.67	39.8	0.70
	10	3.2	85.0	0.51	1.93		
	20	7.5	156.3	0.88	2.19		
	30	11.0	237.5	1.04	2.38		
8	5	1.3	46.3	0.11	1.67	38.1	0.72
	10	3.3	83.8	0.52	1.92		
	20	8.0	152.0	0.90	2.18		
	30	11.5	231.3	1.06	2.36		
9	5	1.5	43.3	0.19	1.64	31.7	0.60
	10	4.1	73.8	0.61	1.87		
	20	10.5	118.8	1.02	2.07		
	30	15.5	181.3	1.19	2.26		
10	5	1.5	43.8	0.18	1.64	31.7	0.65
	10	3.7	78.8	0.57	1.90		
	20	7.0	162.5	0.85	2.21		
	30	12.0	225.0	1.08	2.35		
11	5	0.9	51.3	0.10	1.71	43.7	0.66
	10	3.0	87.5	0.48	1.94		
	20	7.0	162.5	0.70	2.21		
	30	11.5	231.1	1.06	2.36		
12	5	3.5	7.3	0.55	0.86	3.0	0.67
	10	7.7	11.5	0.89	1.00		
	20	16.0	20.0	1.20	1.30		
	30	26.3	18.5	1.42	1.27		
13	5	3.6	7.0	0.56	0.85	3.6	0.50
	10	7.9	10.5	0.90	1.02		
	20	17.0	15.0	1.23	1.18		
	30	27.0	15.0	1.43	1.18		
14	5	4.0	5.0	2.60	0.70	3.8	0.18
	10	8.9	5.5	0.95	0.74		
	20	18.7	6.5	1.27	0.81		
	30	28.8	6.0	1.46	0.78		
15	5	3.6	7.0	0.56	0.85	3.3	0.57
	10	7.6	12.0	0.88	1.08		
	20	16.5	17.5	1.22	1.24		
	30	25.7	21.5	1.41	1.33		
16	5	3.0	10.0	0.47	1.00	5.5	0.54
	10	6.7	16.5	0.89	1.22		
	20	15.5	22.5	1.19	1.35		
	30	24.0	30.0	1.38	1.48		
17	5	3.5	18.7	0.54	1.27	6.6	0.38
	10	8.0	25.0	0.90	1.40		
	20	16.0	50.0	1.20	1.70		
	30	24.0	75.0	1.38	1.88		
18	5	3.5	15.0	0.54	1.18	5.3	0.86
	10	7.0	30.0	0.85	1.48		
	20	14.5	55.0	1.16	1.74		
	30	22.5	75.0	1.35	1.88		

第7表-6 (つづき)

試料番号	原液濃度 ($\mu\text{g/ml}$)	c ($\mu\text{g/ml}$)	a ($\mu\text{g/g}$)	log c	log a	k	n
19	5	1.7	34.0	0.23	1.53	22.4	0.72
	10	3.8	62.0	0.58	1.79		
	20	9.0	110.0	0.95	2.04		
	30	14.5	155.0	1.16	2.19		

第7表-7 日本炭の CEAC 分類

分 類	炭 質	区 分	発 熱 量 (補正無水無灰基) (kcal/kg)	燃 料 比	粘 結 性	備 考
瀝 青 炭 (B, C)	B ₁	8,400 以上	1.5 以上	強 粘 結		
	B ₂		1.5 未 満			
	C	8,100 以上 未 満 8,400 以上 未 満	—	粘 結		
亜 瀝 青 炭 (D, E)	D	7,800 以上 未 満 8,100 以上 未 満	—	粘 結		
	E	7,300 以上 未 満 7,800 以上 未 満	—	弱 粘 結		
褐 炭 (F)	F ₁	6,800 以上 未 満 7,300 以上 未 満	—	非 粘 結		
	F ₂	5,800 以上 未 満 6,800 以上 未 満	—			

k の値で亜炭の10分の1程度である。CEAC の分類(第7表-7参照) からみるとA, B, C, Dクラスではほとんど差が認められないが、Eクラスではわずかに高い。しかし亜炭に比較すれば、はるかに低くkの値で6分の1程度である。

(二) 泥炭ではEクラスの瀝青炭よりわずかに高い程度であるが亜炭に比較すればその5分の1に過ぎない。

(四) 注目されるのは砂岩頁岩にも吸着能が認めることである。特に頁岩では亜炭に匹敵するようなkの値を示している。しかしながら現実問題として砂岩、頁岩中のゲルマニウム含量は非常に少なく0.5 ppm 以上のものが大部分で多い場合でも2 ppm を超えるものはほとんどない。そこで本実験において計算上ゲルマニウムの吸着量の分った試料をロ紙上に移し水で十数回洗った後残渣のゲルマニウムを定量した結果によると

亜炭 頁岩

最初の吸着量(計算値) 237.5 ppm 155.0 ppm

水洗後の分析値 208.3 " 11.8 "

のようになり、亜炭では水で洗い出された量は全体の10%内外にとどまっているが、頁岩の場合は全体の90%以上が水で洗い出された結果となっている。

以上の結果を総合して考えると、亜炭の場合と砂岩頁岩の場合とでは吸着の性質が根本的にちがうとみるのが

至当であろう。すなわち砂岩頁岩の場合はその大半が物理的な吸着作用であって、ある限度までは水で溶脱し得るような性質のものであるが、亜炭の場合はこの物理的な吸着作用の外にゲルマニウムと有機物との化学反応が考えられる。そしてこれにあずかった有機物はおそらくフミン酸系の有機酸と思われるが、泥炭に最も多く見られるフルボ酸やフマル酸のような初生のものよりは更に高級なフミン酸類であろうと推察される。これは上の実験で泥炭の吸着能が亜炭に比して非常に小さいことから考えられるところである。瀝青炭の吸着能が低いのはフミン酸がほとんど含まれていないことによるものであろう。

また同じ亜炭でも比重の軽い部分すなわち木質の部分に吸着能の高い傾向のあること、更にまた飛炭とよばれる木質の炭質物の小片には例外なく高いゲルマニウム含量がみられることについては前に述べた。これら2つの事項の間にはきわめて密接な関連があるものと考えてこれはフミン酸類の量的な問題だけから論ずることはできない。なぜならば木質の部分が炭質の部分よりフミン酸の含量が多いという証拠は今のところ何もないからである。筆者はむしろ物理的な問題すなわち、木質部は炭質部よりも組織が柔軟で溶液がその表面ばかりでなく内部まで浸入し易いことによるものではないかと考えてい

る。

7.1.3 炭質物とは無関係な外部からの物理的混入物に伴う微量成分

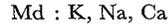
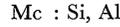
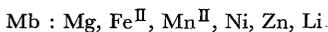
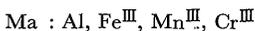
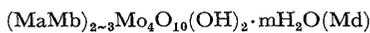
本項では堆積の過程で外部から機械的に混入した無機物質に伴う微量成分について考える。香山 (1956) はこの種の無機成分を特に重要視し、石炭中に検出される白金属元素などはこのような原因、すなわち土砂中に含有された状態で混入したものと考えてもあまり危険はないと述べている。

二次的な灰分として炭層に混入したと考えられる無機物質の供給源は主として周辺の岩石の風化帯と考えられるから岩石の化学組成が二次的な灰分の化学組成に強く反映しているものとする。なお、このほか地域的には火山活動に起因する火山噴出物やその碎片などの混入も考えられる。これらがいわゆる二次的な灰分とよばれているものであるが、その鉱物成分 (中村, 1939) としては前にも述べたように、石英長石類、黄鉄鉱、白鉄鉱、それに雲母、蛋白石、玉髓、方解石、石膏、菱鉄鉱、沸石、粘土鉱物 (カオリン、イライトなど) などがあげられている。また NELSON (1953) は石炭中の鉱物成分としてその含量の多い順序に次のようにあげている。

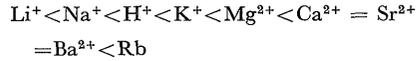
- (イ) マスコバイト, モンモリロナイト族
白雲母, 加水白雲母, イライト, プラベサイト, モントモリロナイト
- (ロ) カオリン族
カオリン, メタハロイサイト
- (ハ) 硫化物族
黄鉄鉱, 白鉄鉱
- (ニ) 炭酸塩族
鉄白雲石, 石灰石, 白雲石, 菱鉄鉱
- (ホ) 塩化物族
加里岩塩

これらの鉱物と共生し易い微量成分、例えば長石類におけるバリウム、ストロンチウム、黄鉄鉱におけるヒ素、アンチモン、モリブデン、タリウム、雲母類におけるリチウムなどは碎屑岩源の物質として炭質物とは無関係に付加されたとみるべきであることはすでに述べた。ここでは特に影響の大きいと思われる粘土鉱物と黄鉄鉱について述べる。

粘土鉱物の中でも微量成分の濃縮作用と特に関係の深いのはモンモリロナイト族の粘土鉱物と考えられる。モンモリロナイト族粘土鉱物の一般式 (須藤, 1958) は



で示されるが、上の式から明らかなように Ma, Mb の中に同形置換をなして含まれるイオンの種類がきわめて多い。また Md はアルカリ金属及びアルカリ土類金属であるがこれは容易に塩基交換が行われる性質のものでその置換のし易さ (イオン侵入能) は次のような順序であるとされている。



侵入し易いイオンは侵入してしまおうと交換により他の侵入し難いことが知られていてこれを侵入能というが、侵入能は大体において侵入能の逆の順序となる。

ここで注目したいのはバリウム、ストロンチウムの侵入能がかなり大きいことと、本邦炭中のこれら二つの元素の含有量が全般的にかなり高いということ、これらの間には何か関係がありそうにも考えられるが将来の問題として提起して置きたい。

なお粘土鉱物のイオン交換による微量成分の濃縮作用は厳密には前項の循環水を媒体とした濃縮作用の範ちゅうに入るものとも考えられるが、炭質物とは関係がないということから便宜上本項で取り扱った。

次に硫化鉱物特に黄鉄鉱であるが、一般に本邦炭中の硫黄の含有量は全硫黄として 0.5-5% の範囲で大体 1% 内外のものが多くといわれているが、本研究で対象とした各炭田の大体の含量を示せば第 7 表-8 の通りである。これらの数字は地質調査所の古い分析試料及び日本鉱産誌などから得たもので、分析された試料数も少なく、各炭田の平均的な値を示すものではないと考えるが参考までに掲げた。

これらの硫黄のうち植物起源のものを差し引いて考

第 7 表-8 全硫黄の含有量

炭田名	全 S %	摘 要
最上炭田	0.18	地質調査所の分析資料から 73 個の平均資料なし
尾張炭田知多地区		
伊具含炭地	1.24	地質調査所の分析資料から 10 個の平均
平鹿含炭地	1.41	" 7 個の平均
美濃炭田御嵩地区	0.88	日本鉱産誌から 4 個の平均
三川赤谷産炭地	1.88	地質調査所の分析資料から 14 個の平均
佐世保炭田	0.80	日本鉱産誌から
釧路炭田	0.24	"
崎戸・松島炭田	1.63	"
三池炭田	2.85	"
宇部炭田		資料なし
福岡炭田	0.43	日本鉱産誌から

なければならないが、ここでは VINOGRADOV(1956)の資料から灰分中5%という値を基礎にして後で述べる方法で現在の石炭中の含量に還元して計算すると約0.12%となる。したがって第7表-8の量からこれを差し引いたものが二次的に外部から混入したものとみなされる。

石炭中の全硫黄のうち黄鉄鉱の形で入っているものがどれだけの割合を占めているかについては一概にはいえないが、とにかく本邦炭は黄鉄鉱の含量が比較的高いといわれ、微細な結晶粒子をなして均一に分布するほかに石炭の縦横の割れ目に沿って薄い膜状又は板状をなして介在する。前者はおそらく主として碎屑物質として混入したものであり、後者は炭層の生成過程で、又は生成後に二次的に生成したものであろうと考えられる。

硫化鉱物中の微量成分の共生関係については高橋(1955)の詳しい研究報告がある。その中で黄鉄鉱と共存しやすい微量成分としては鉱床の型や生成条件によって様々ではないが、鉱脈鉱床ではヒ素、インジウム、スズ、コバルト、塊状鉱床ではアンチモン、モリブデン、タリウムなどがあげられている。

後時生成の黄鉄鉱に伴い易い微量成分は碎屑物質源の場合とは当然ちがうであろうと考えられるが、いずれにしても黄鉄鉱が石炭中の微量成分構成にかなり大きく関与しているように考えられるので今後の研究問題として検討の要があらう。

7.2 微量成分の供給源と量的関係の検討

植物がその生育期間中に吸収蓄積した微量成分が石炭中の微量成分の供給源の一つになっていることについては前項で述べた。

そこで今仮に現世の植物体の中に含まれる微量成分をもとにして、現世の植物がそのまま石炭化したと想定し、炭化過程での微量成分の収支が零であったと仮定した場合その石炭中に含まれるべき微量成分の量を計算してみる。なお、これは次の三つの仮定に立つものである。

- (1) 植物の灰分量を乾燥物に対して平均1%と仮定する。
- (2) 植物の水分量を平均50%と仮定する。
- (3) 原植物と石炭との重量を5:1と仮定する。

(1)の灰分については、植物の種類や樹令などによって多少のちがいはあるが従来の文献から平均値的なものをあげると

針葉樹12種の平均	0.14%	} 実用林業便覧 (東京農工大学林学部編)
潤葉樹51種の平均	0.33	
薪炭材57種の平均	0.69	

かし	0.37	} Frik Hägglund. Chemistry of Wood から
とねりこ	0.57	
しらかば	0.50	
ぶな	0.54	
かば	0.29	
もみ	0.28	} Louris, E. Wisse, Edwin, C. Jhan. Wood Chemistry から
まつ	0.37	
白とねりこ	0.37	
ゆりの木	0.37	
くるみ	0.43	
しらかば	0.27	} Stamm, A. J., Harris E. E. Chemical proceeding of Wood から
かし	0.45	
ぼぶら	0.30	
ぶな	0.40	
しらかば	0.30	
もみ	0.29	

などがある。以上は辺材及び心材、すなわち幹材の平均値で、樹皮や枝葉の部分の資料はないがこれらの値よりは相当高いとされているので1%という値をとった。

(2)の水分についても植物の種類や部分などによって、多少のちがいはあると思われるが、大体40-60%といわれているのでその中間をとって50%と仮定した。

最も問題なのは(3)の原植物と石炭との重量比であるが、滝本(1958)によれば、フランスのRENAULT、イギリスのBONEなどの文献から炭層の厚さは原植物の厚さの1/10-1/20という値を出しているが、その後石炭中に見出されるアメリカ松の仮導管と現性の同じ植物のそれとの直径に大差がないことからこの比は更に大きいではなかろうかという説も出ており、現在のところでは推定の域を出ていないが一応この大きい方の値1/10をとった。すなわち比重を植物0.6、石炭1.3とするとその重量比は

$$0.6 \times 10 : 1.3 \times 1 = 4.6 : 1 \text{ となるがその概数を } 5 : 1 \text{ と仮定した。}$$

以上の仮定に立つて、現世の植物中の各種微量成分の含有量をP(灰分中のppm)とし、それが石炭化の過程で、外部からの添加、外部への溶脱などの移動が全く行われず、そのまま石炭の中に残っているとした場合、その石炭に含まれるべき微量成分の量C(原炭中のppm)は

$$C = P \times \frac{1}{100} \times \frac{50}{100} \times 5 = P \times \frac{1}{40}$$

となる。すなわち植物灰中の含有量の1/40となるはずである。

このようにして計算した結果を第7表-9に示す。表中植物中の微量成分は筆者が分析した第7表-1の平均値と

第7表-9 計算によって求めた植物起源と考えられる石炭中の微量成分

	植物灰の分析結果から計算 (原炭中 ppm)			第6表-3 本邦炭 669 個の平均
	第7表-1 筆者のデータから	第7表-2 Cannon, Helen のデータから	第7表-2 Vinogradov, A. P. のデータから	
Ag	0.03>		0.03	1>
As	2.5>		0.01	77
B	3.25	17.50	10	100
Ba	161		2.5 n	358
Co	0.13	0.23	0.38	11.3
Cr	0.08	0.23	0.63	14.0
Cu	3.25	4.50	5.0	35.0
Ga	0.05			16.0
Ge	0.06			9.6
Li	0.63>		0.25	34.6
Mo	0.30	0.33	0.75	31.8
Mn	22.30	120	188	128
Ni	0.10	1.63	0.50	8.8
Pb	1.58	1.75	0.25	75
Sn	0.10	0.13	0.13	3.7
Sr	125		7.50	285
V	0.38	0.55	1.53	148
W	0.37>			0.2
Zn	4.50	35	22.5	67

これに第7表-2の外国の分析例から計算したものを加えた。なお最後の欄に本研究で取り扱った総数 669 個の石炭の総平均値を掲げた。

本表から特に注目されることは、上に述べたような仮定に立って計算した値が現実の石炭中の微量成分の含有量に比較して著しく低いということである。

これを元素別に検討すると、銀、ヒ素、リチウム、タングステンなどは植物灰では検出限界以下であり、したがって比較はできないが、バナジウムでは約400分の1、ガリウムでは300分の1、このほか100分の1又はそれに近いものとしてはコバルト、クロム、モリブデン、ニッケルなどがあげられ、また比較的比率の大きいものとしてマンガンと鉛の6分の1、バリウムとストロンチウムの2分の1などがあげられるが、いずれにしても現実の石炭の平均値よりはるかに低い値である。なお外国の例では植物灰の分析値が全般的に多少高いようであるがそれ程著しい差はない。ただ本邦の植物灰ではバリウムとストロンチウムが特に高い値を示すことが注目される。

以上の諸点から考えると石炭中の微量成分の起源の一つとして従来からかなり重要と考えられていたいわゆる原植物による濃縮という問題はそれほど大きな比重を占めるものではないとみるのが妥当のように考えられる。

次に第2の原因としてあげたところの微量成分を含んだ循環水を媒体として濃縮されたものについて考える。

もしも第3の原因すなわち二次的な灰分として外部から物理的混入の全くない石炭が存在するとすれば、その石炭中の微量成分の量から植物起源と考えられる量を差し引いたものが循環水を媒体として供給された量とみることができ、実際問題としてはしばしば述べたようにそのような石炭は存在しない。そこでその影響が最小限度と考えられる石炭、すなわちできるだけ低灰分の石炭の分析結果からこれを検討してみた。第6表-3から灰分10%以下の試料43個を抽出しそれらの中に含まれる微量成分の平均値を求めこれらの量から植物起源と考えられる第7表-9の量を差し引いたものを概略的に循環水を媒体として濃縮された量と考えた。これを第7表-10に示す。

最後に第3の原因すなわち二次的な灰分に伴って混入した微量成分の量は石炭の総平均値から植物起源と考えられる量と循環水を媒体として供給されたと考えられる量(第7表-10)を差し引いたものと考えたのである。

このようにして3つの原因の量的関係を計算した結果を第7表-11に示す。

前表からとくに注目されることは、第3の原因としてあげた二次的な灰分に伴って供給されたと考えられる微量成分の占める割合が意外に高いということである。特に高いのはスズ、バナジウム、ガリウム、クロムなどでいずれも全体の80%以上を占め、その他の成分でもゲルマニウムの7%、バリウムと鉛の36%を除けばいずれも

50%以上の割合を占めている。

堆積循環系においてガリウムはそのイオン半径がアルミニウムに近似し、かつイオン価が等しいことからアル

第7表-10 循環水を媒体として濃縮されたと考えられる石炭中の微量元素

元素名	灰分10%以下の試料中の微量元素(43個の平均)(A) ppm	植物起源と考えられる微量元素(第7表-9)(B) ppm	循環水を媒体として濃縮されたと考えられる微量元素(A-B) ppm
Ag	1>	0.03>	1>
As	25.0	2.5>	25.0
B	49.0	3.3	45.7
Ba	230.0	161.0	69
Co	5.5	0.1	5.4
Cr	2.4	0.1	2.3
Cu	11.0	3.3	7.7
Ga	2.5	0.1	2.4
Ge	8.8	0.1	8.7
Li	10.0	0.63>	10.0
Mo	10.0	0.3	9.7
Mn	34.0	22.3	11.7
Ni	4.6	0.1	4.5
Pb	4.8	1.6	3.2
Sn	1>	0.1	1>
Sr	130.0	125.7	5.0
V	19.0	0.4	18.6
W	1.5>	0.38>	1.5>
Zn	18.0	4.5	13.5

備考 植物起源と考えられる微量元素(B欄)は第7表-9の数字の小数点以下2位で4捨5入した値を掲げた。

ミニウムと行動を共にしていると考えられることについては前に述べた。前表から石炭中のガリウムはその84%が二次的な灰分に伴って供給されたと考えられるが、これらはおそらく碎屑物質源のアルミニウム鉱物の外に粘土鉱物などに伴って供給されたものと考ええる。

また、粘土鉱物の中でアルカリ金属及びアルカリ土類金属などが相互置換をし易いこと、そしてこれらの中でバリウムとストロンチウムの侵入能が高いことについて前に述べたが、前表で二次的な灰分に伴って供給されたと考えられる割合がそれぞれ36%、52%を占めるバリウムとストロンチウムはおそらく粘土鉱物に伴って供給されたものと考えられ、しかも水を媒体として濃縮されたものと考えたい。したがって、厳密には第2の原因すなわち循環水を媒体とした濃縮作用に入れるべきかも知れないが、炭質物とは関係がないという点から一応第2の原因からは除外した。

次に第2の原因すなわち循環水からの供給と考えられる微量元素の占める割合はゲルマニウムが飛びぬけて高く全体の92%を占めているが、これは本稿でしばしば述べた従来の諸説と全く一致した結果といえる。その他の成分では50%を超えるものはない。

最後に第1の原因すなわち原植物からの供給と考えられる微量元素の占める割合は前述のように全般的にきわめて低いバリウムとストロンチウムだけがとくに高く、それぞれ45%及び44%を占めているがこれについて

第7表-11 考えられる3つの濃縮原因の量的関係

元素名	原植物からの供給と考えられる量		循環水からの濃縮と考えられる量		二次的灰分からの供給と考えられる量	
	ppm	割合 %	ppm	割合 %	ppm	割合 %
Ag	0.03>		1>		1>	
As	2.5>		25.0	33	52.0	67
B	3.3	3	45.7	46	51.0	51
Ba	161.0	45	69.0	19	128.0	36
Co	0.1	1	5.4	48	5.8	51
Cr	0.1	1	2.3	17	11.6	82
Cu	3.3	10	7.7	22	24.0	68
Ga	0.1	1	2.4	15	13.5	34
Ge	0.1	1	8.7	92	0.8	7
Li	0.63>		10.0	30	24.6	70
Mo	0.3	1	9.7	30	21.8	69
Mn	22.3	18	11.7	9	94.0	73
Ni	0.1	1	4.5	51	4.2	48
Pb	1.6	21	3.2	42	2.7	36
Sn	0.1	1	1>	29	2.6	70
Sr	125.0	44	5.0	1	155.0	54
V	0.4	1	18.6	12	129.0	87
W	0.37>		1.5>		0.2	
Zn	4.5	7	13.5	20	49.0	73

は次のように考える。すなわち植物灰中の微量成分の量を基礎にした計算は、炭層生成の過程で全微量成分の出入が全く零、すなわち付加も溶脱も全く行われなかったという仮定に立ったものであるが、実際問題としては対象とした20成分のうち、バリウムやストロンチウムのようなイオン化電位の低い元素は有機物の分解作用の初期の段階でむしろ溶脱されたであろうと考えるのが妥当であって、したがってこれらの元素は原植物に含まれていたものが一度有機物の分解の段階で溶出し、時間的にはそれよりずっと後期に循環水を媒体として炭質物に固定されたものと考えられる。なお、前述の粘土鉱物によるイオン交換もこの時期に行われたものと思う。

8. 総括及び結論

本邦における12の炭田から採取した969個の試料(炭質物669個、上・下盤、挟みなど300個)の中に含まれる20の微量成分を発光分光分析法(ウランについては蛍光分析法)によって定量し、炭層中におけるこれらの微量成分の分布の実態を検討すると共に、主として地球化学的な見地からその成因について若干の考察を行った。

炭層中の微量成分の分布はゲルマニウムについて筆者らがさきに研究して得られた結果から考えたような単純なものではなく、きわめて複雑で、地域によってちがうことはもちろん、同じ炭層でも垂直的な位置によってまちまちであって、普遍的な規則性を示さない。そしてこれは各微量成分の濃縮過程における周囲の地質的及び物理・化学的な環境と条件との関連において、微量成分の供給源がきわめて複雑に錯綜していることに基因するものと考えた。

例外としてゲルマニウムだけが炭層中においてきわめて規則的な分布を示すことは、過去における多くの研究結果と全く一致している。これは炭層中におけるゲルマニウムの供給源が比較的単純であったこと、すなわちゲルマニウムの大部分は炭層周辺の風化帯から循環水を媒体として炭層に供給されたものであろうという従来の説を裏付けたものと考えられる。

次に炭層中における微量成分の起源として3つの原因を考えた。1は原植物がその生育期間に土壌から吸収蓄積したいわゆる生化学的な濃縮作用であり、2は循環水を媒体とした主として化学的な濃縮作用であり、更に他の1つは炭層の生成過程において炭層の外部から機械的に混入した無機物質に伴った微量成分である。

これらのうち1と2の原因については従来の文献でも例外なく言及されているが3について述べられているものはほとんどない。

これらの成因について分析データを基礎にして細かく検討した結果、従来の文献ではかなり重要視されていた植物起源と考えられる微量成分の量は全体からみて非常に少ないこと、したがって石炭中の微量成分の大部分は前記2と3の原因によって濃縮されたと考えても大きな誤りはないものと推論した。

特に強調したいのは従来は全く問題とされていなかった第3の原因すなわち炭層周辺の風化帯又は火山活動の影響などによって外部から機械的に混入したと考えられる二次的な無機成分に伴う微量成分が少なくとも本邦炭の場合にはきわめて重要な位置を占めているということである。

以上の諸点を総合して考えると今後石炭に伴う微量成分について更に掘下げた研究を進めるためには、堆積岩に伴う微量成分、特に各炭田と直接に関係のある夾炭層に分布する微量成分と併行して行わなければ解明できない問題も多い。更にまた炭層中に二次的に混入した無機成分を構成する鉱物組成特に粘土鉱物や黄鉄鉱などに関する研究もきわめて重要である。

文 献

- ADAMS, J. A. S. and MAECK, W. J. (1954) Fluorimetric and colorimetric microdetermination of uranium in rocks and minerals. *Anal. Chem.*, vol. 26, p. 1635-1639.
- AHRENS, I. H. and TAYLOR, S. R. (1961) *Spectrochemical Analysis*, 2nd ed. Addison-Wesley Pub., London, 454p.
- ALIMALIN, I. P., IVANOV-EMIN, B. N., MEDVEDEVA, O. A. and YANOVSKAYA, C. Y. (1941) *Zavod. Lab.*, vol. 9, p. 271.
- ALTSCHULER, Z. S., CLARK, R. S., Jr. and YOUNG, E. J. (1958) Geochemistry of uranium in apatite and phosphorite. *U.S.G.S. Prof. Paper*, 314-D, p. 45-90.
- 青柳信義(1956) 最上炭田中山炭鉱におけるゲルマニウム。ゲルマニウム研究委員会編, ゲルマニウム, B. 49, p. 321.
- AUBREY, V. (1952) Germanium in British coals. *Fuel*, vol. 31, p. 429-437.
- BASTRON, H., BARNETT, P. R. and MURATA, K. J. (1960) Method for the quantitative spectrochemical analysis of rocks, minerals, ore and other materials by powder d-c arc technique. *U.S.G.S. Bull.*, 1084-G,

- p. 165-182.
- BATES, T. F. and STRHL, F. O. (1958) Mineralogy and chemistry of uranium-bearing black shales. Proc. 2nd Internat. Conf. on Peaceful Uses of Atomic Energy, Geneva, vol. 2, p. 407-411.
- BOWES, W. A., BALES, W. E. and HASLTON, G. M. (1959) Geology of the uraniumiferous bog deposit at Pettit Ranch, Kern County, Calif. *U.S. AEC, Div. Tech. Inf., RME-2063*, pt. 1.
- BREGER, I. A., DEUL, Maurice and MEYROWITZ, Robert (1955) Geochemistry and mineralogy of a uraniumiferous lignite. *Econ. Geol.*, vol. 50, p. 206.
- BUNNEY, I. R., BALOU, N. E., PUSCUAL, J. and FOTI, S. (1959) Quantitative Radiochemical analysis by ion exchange. *Anal. Chem.*, vol. 31, p. 324-326.
- CANNON, H. I. (1960) Botanical prospecting for ore deposits. *Science*, vol. 132, no. 3427, p. 591-598.
- 地質調査所(1960) 主として燃料となる鉱石—石炭—。日本鉱産誌, BV-a, p. 775.
- CLARKE, F. W. and STEIGER, G. (1914) *Jour. Wash. Acad. Sci.*, 4, p. 58.
- (1924) The data of geochemistry, 5th ed. *U.S.G.S. Bull.*, 770, 841p.
- CROOKE, W. H. (1956) Effect of soil reaction on the uptake of nickel from a serpentine soil. *Soil Sci.*, vol. 81, p. 269-276.
- DAVIDSON, C. F., PONSFARD, D. B. A. (1954) On the occurrence of uranium in coals. *Mining Mag.* (London), vol. 91, no. 5, p. 265.
- DEGENS, E. T., WILLIAMS, E. G. and KEITH, A. M. (1957) Environmental studies of carboniferous sediments, I, Geochemical criteria differentiating marine and fresh-water shales. *Bull. Am. Assoc. Petrol. Geologists*, vol. 42, p. 981.
- , KEITH, M. I., WILLIAMS, E. G. and KANEHIRO, Y. (1959) Environmental study of some recent sediments from Hawaii. *Jour. Geol.*
- FIX, C. E. (1958) Selected annotated bibliography of the geology and occurrence of uranium-bearing marine black shales in United States. *U.S.G.S. Bull.*, 1059-F, p. 263-325.
- FIX, P. F. (1956) Geochemical prospecting for uranium by sampling of ground and surface waters. Proc. Internat. Conf. on Peaceful Uses of Atomic Energy, Geneva, vol. 6, p. 788-791.
- 舟阪 渡・横川親雄(1960) 石炭化学. 共立出版社.
- GARRELS, R. M. (1955) Some thermodynamic relations among the uranium oxides and their relation to the oxidation states of the uranium ores of the Colorado Plateaus. *Amer. Miner.*, vol. 40, p. 1004-1021.
- GERMANOV, A. I., BATULIN, S. G., VOLKOV, G. A., LISITSIN, A. K. and SEREBRENNIKOV, V. A. (1958) Some regularities of uranium distribution in underground waters. in United Nations. p. 161-177.
- GIBSON, F. H. and SELVIG, V. A. (1944) Rare and uncommon chemical elements in coal. *U.S. Bureau Mines Tech. Paper*, 669, p. 23.
- GILL, J. R. and DENSON, N. M. (1957) Regional synthesis-eastern Montana and the Dakotas. *U.S. AEC, Div. Tech. Inf., TEL-700*, p. 160-171.
- GOLDBERG, E. D. (1954) Marine geochemistry, I, Chemical Scavenger of the sea. *Jour. Geol.*, vol. 62, p. 249.
- and ARRHENIUS, G. O. S. (1958) Chemistry of Pacific pelagic sediments. *Geochim. Cosmochim. Acta*, vol. 13, p. 153.
- GOLDSCHMIDT, V.M. (1930) Über das Vorkommen des Germanium in Steinkohlen und Steinkohlen-Produkten. *Gesell. Wiss. Göttingen, Nachr., Mat.-Pys.*, K1, heft 3, p. 398-401.
- and PETERS, C. (1932) Zur Geochemie des Boas. *Gessel. Wiss. Göttingen, Nachr., Mat-Pys.*, K III, 25, IV. 27, p. 402.
- and ——— (1933) Über die anreicherung seltener elemente in steinkohlen. *Gesell. Wiss. Göttingen Nache., Mat.-Pys.*, K 1, heft 4, p. 371-386.
- (1935) Rare elements in coal ashes. *Indus. Eng. Chem.*, vol. 27, no. 9, p. 1100-

- 1103.
- GOLDSCHMIDT, V. M. (1937) The principles of distribution of chemical elements in minerals and rocks. *Progress in Coal Science*, vol. 1, p. 238-247.
- (1954) *Geochemistry*. Clarendon Press, Oxford, p. 196.
- 後藤秀弘(1956) 最上地区亜炭田および相馬地区亜炭田の炭中中のゲルマニウム. ゲルマニウム研究委員会編, ゲルマニウム, B. 50, p.335.
- GRABOVSKAYA, L. I. (1965) Biogeochemistry for prospecting. State Geological Committee of the U.S.S.R.
- GREEN, J. (1959) Geochemical table of the elements for 1959. *Geol. Soc. America Bull.*, vol. 70, p. 1127-1184.
- GRIMALDI, F. S., MAY, I. and FLETCHER, M. H. (1952) Fluorimetric methods of uranium analysis. *U.S.G.S. Circ.*, 199, 20 p.
- *et al.* (1954) A study of critical factors in the "direct" fluorimetric determination of uranium. *U.S.G.S. Bull.*, 1006, 184 p.
- HARISON, G. K. (1939) *M.I.T. wave length table*. John Wiley and Sons, New York.
- HAWKES, H. E. (1957) Principles of geochemical prospecting. *U.S.G.S. Bull.*, 1000-F, p. 225-355.
- and WEBB, J. S. (1962) *Geochemistry in mineral exploration*. Harper & Row Pub. New York, 408p.
- HEADLEE, A. J. W. and HUNTER, R. G. (1951) Germanium in coal of west Virginia. *West Virginia Geol. Econ. Survey Rept. Invest.*, no. 8, p. 1-15.
- and ——— (1953) Elements in clal ash and their industrial significance. *Endus. Eng. Chem.*, vol. 45, p. 548.
- HEM, J. D. (1959) Study and interpritation of the chemical characteristics of natural water. *U.S.G.S. Water Supply Paper*, 1473, 269p.
- 本田雅健・垣花秀武・吉野諭吉(1955) イオン交換樹脂. 広川書店.
- 稲垣 勝(1952) 本邦炭中のゲルマニウムに関する研究. *炭研*, vol.3, no. 9, p. 261.
- 稲垣 勝(1956) 北海道茅沼炭田の石炭中のゲルマニウムの分布. ゲルマニウム研究委員会編, ゲルマニウム, B. 45, p. 258.
- JOST, K. (1932) Über den Vandiumgehalt der Sedimentgesteine und sedimentaren Lagerstätten. *Chemie der Erde*, bd. 7, p. 177.
- KATCHENKOV, S. M. (1948) Concentration of Germanium in coal. *Akad. Nauk SSSR Doklady*, 61, p. 857-859.
- (1951) Origin of ash components of petroleum. *Akad. Nauk SSSR Doklady*, 76, p. 563-566.
- (1952) On some general regularities of the accumulation of mineral elements in petroleum and hard coals. *Akad. Nauk SSSR Doklady*, 86, no. 4, p. 805-808.
- 香山 勲(1950 a) 石炭中の無機成分の分布とその起源について. *地質誌*, vol. 56, no. 656, p. 262-263.
- (1950 b) 石炭中の無機成分の分布について (1), 炭層中の無機成分の分布. 新生代の研究, no. 2, p. 1-5.
- (1950 c) 石炭中の無機成分の分布. 砂川地区石炭中の無機成分分布. 新生代の研究, no. 3, p. 1-16.
- (1950 d) 石炭中の無機成分の分布について (第三報) 北海道茅沼炭の中の無機成分について. 新生代の研究, no. 7, p. 1-3.
- (1951 a) 石炭中の無機成分の分布について (第三報続) 北海道茅沼炭の無機成分について. 新生代の研究, no. 10, p. 10-15.
- (1951 b) 石炭中の無機成分について (総報). *地球科学*, no. 4, p. 121-129.
- (1956) 石炭中の無機成分. 馬場有政編, 石炭化学の進歩第2集. 白亜書房, p. 385-429.
- KEITH, M. I. and BYSTROM, A. M. (1959) Comparative analyses of marine and fresh-water shales. *Penn. State Univ., Mineral Inds. Ext. Sts. Bull.*
- and DEGENES, E. T. (1959) Geochemical indicators of marine and fresh-water sediments, in Abelson, p. 38-61.
- KHOPKAR, S. M. and DE, A. K. (1960) Anion exchange studies of uranium in sulphate and

- carbonate solutions. Separation from mixture. *Anal. Chim. Acta*, 23, 147-151.
- 北村 信(1949) 秋田, 岩手県平鹿炭田調査速報. 地調炭速, no. 33, p. 1-14.
- ・影山邦夫(1950) 東北地方第三系地質について. 地質雑, vol. 55, no. 648/649, p. 185.
- 小岩井 隆(1947) 宮城県伊具炭田丸森地区調査速報. 地調炭速, no. 10, p. 1-4.
- 河野迪也・竹田栄蔵・須貝貫二(1961) 宮城県大内亜炭田の含ウラン層. ウラン・トリウム鉱物研究委員会編, ウラン, 資源とその鉱物, p. 417.
- KRAUSKOPF, K. B. (1955) Sedimentary deposits of rare metals. *Econ. Geol. 50th Ann. Vol.*, p. 411-463.
- LANDERGEREN, S. (1945) Contribution to the geochemistry of boron, II, The distribution of boron in some Swedish sediments, rocks, and iron ores: the boron cycle in the upper lithosphere. *Arkiv Kemi, Mineral. Geol.*, 19 A, no. 26
- LEXOW, Siegfried G. and MANESCHI, Ernesto P. P. (1950) Germanium in Rio Turbio coal. *Asoc. quim. Argentina Anales*, 38, p. 225-229.
- LOPEZ de AZCONA, Juan M. and PUIG, Antonio Camunas (1947) Trace elements in Asturian coal ash. *Bol. Inst. Geol. Minero. España*, 60, p. 3-9.
- MANSKAYA, S. M., DROZDOVA, T. V. and EMELYANOVA, M. P. (1956) Binding of uranium by humine acids and by melanoidines. *Geochemistry*, p. 339-356.
- MASON, Brian (1958) *Principles of Geochemistry*, 2nd ed., Wiley, New York, 310 p.
- MATHER, A. L. (1959) Geochemical prospecting studies in Sierra Leone. D.I.C. Thesis, Imperial College, London.
- MOORE, G. W. (1954) Extraction of uranium from aqueous solution by coal and some other materials. *Econ. Geol.*, vol. 49, no. 6, p. 652-658.
- MUKHERJII, Bibhuti and DUTTA, Rabi (1949) Germanium in Indian coal ash. *Science and Culture*, 14, p. 538-539.
- MYERS, A. T., HAVONS, R. G. and DUNTON, P. J. (1961) A spectrochemical method for the semiquantitative analysis of rocks, minerals and ores. *U.S.G.S. Bull.*, 1084-I, p. 207-229.
- 中村小四郎(1939) 本邦炭の研究. 九大工学部応用地質学研究報告.
- NELSON, J. B. (1953) *BCURA Monthly Bulletin*, vol. 17, p. 41.
- 日本標準規格 JIS M 8403 トリウム鉱物中のトリウム分析法(1955).
- 岡 好良・菅野卓治・鮎沢三郎・芳賀一夫(1956) 宮城県北部および岩手県南部地区亜炭中のゲルマニウム. ゲルマニウム研究委員会編, ゲルマニウム, B. 50, p. 335.
- ・———(1957) 第1回原子力シンポジウム報文集, 第3分冊, p. 499.
- OTTE, M. U. (1953) Spurenelemente in einigen deutschen steinkohlen. *Chem. der Erde* bd. 16, p. 239-294.
- POTONIE, H. (1910) *Die entstikung der steinkole u. der kaustobiolithe uberhaupt*, 5 auft, Berlin.
- 佐々木 実(1956) 最上炭田天狗・陸羽両炭鉱におけるゲルマニウム. ゲルマニウム研究会編, ゲルマニウム, B. 48, p. 294.
- ・竹田栄蔵・池田喜代治・永田松三(1965) 最上炭田西部地域におけるゲルマニウム調査研究報告. 地調月報, vol. 16, p. 605-641.
- SCHOPF, J. M. and GRAY, R. J. (1954) Microscopic studies of uraniferous deposits. *U.S.G.S. Circ.*, 343, p. 10.
- 関根節郎ほか(1965) 岩石中のウラン分析法. 地質調査所化学課資料, no. 33.
- SIMEK, B. G., COUFALIK, F. and STADLER, A. (1948) Germanium content of coals of Ostrava-Karvina. *Zprávy Ustava Vědelký Výzkum Uhli*, p. 167-174.
- STADNICHENKO, Taisia, MURATA, K. J. and AXELROD, J. M. (1950) Germanium lignite from the district of Columbia and Vicinity. *Science*, vol. 112, p. 109.
- 須藤俊男(1958) 粘土鉱物. 岩波全書, 498 p.
- SWAINE, D. J. (1955) Trace element content of

- soils. *Commonwealth Agricultural Bur., Farnham Royal, Bucks, Tech. Comm.*, no. 48, 157 p.
- 高橋 清 (1955) 硫化鉱物の微量成分の地球化学的研究. 地調報告, no. 199, 67 p.
- 竹田栄蔵・永田松三・池田喜代治 (1956) 最上炭田における炭層中のゲルマニウム. ゲルマニウム研究委員会編, *ゲルマニウム*, B. 47, p. 274.
- ・金子博祐・池田喜代治 (1963) 大内炭鉱周辺の亜炭層に伴なうウランについて. 地調月報, vol. 14, p. 119-144.
- ・永田松三・池田喜代治・藤谷吉三 (1965) 最上炭田における炭層中のゲルマニウムについて. 地調月報, vol. 16, p. 687-715.
- TAKEDA, E., MOCHIZUKI, T. and KANEKO, H. (1965) Uranium in coal-bearing beds of Mikawa and Akatani areas, Niigata Prefecture. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 16, p. 469-497.
- 滝本 清 (1958) 石炭. 白亜書房, 284 p.
- 徳永重元 (1950) 山形県最上炭田舟形地区調査速報. 地調炭速, no. 36, p. 1-15.
- (1950) 最上炭田地誌についての 2, 3 の考察. 地質雑, vol. 56, no. 656, p. 308-309.
- TOWSE, Donald (1957) Uranium deposits in western north Dakota and eastern Montana. *Econ. Geol.*, vol. 52, p. 904.
- VINE, J. D., SWANSON, V. E. and BELL, K. G. (1958) The role of humic acid the geochemistry of uranium. Proc. 2nd Internat. Conf. on Peaceful uses of Atomic Energy, Geneva, vol. 2, p. 187-191.
- VINOGRADOV, A. P. (1956) Regularity of distribution of chemical elements in the earth's crust. *Geochemistry*, no. 1. p. 1-43.
- (1959) *The geochemistry of rare and dispersed chemical elements in soils*, 2nd ed. Akad. Nauk S.S.S.R., Moscow.
- VISTELINS, A. B. (1943) The role of germanium in mineral coal. *Akad. Nauk SSSR Doklady*, 58, p. 1455-1457.
- WHITE, M.L. (1957) The occurrence of zinc in soil. *Econ. Geol.*, vol. 52, p. 645-651.
- ZUBOIVIC, Peter, STADNICHENKO, Taisia and SHEFFEY, Nola B. (1961) Geochemistry of minor elements in coal of the northern great plains coal province. *U.S.G.S. Bull.*, 1117-A, p. A1-A58.

(受付: 1980年8月28日; 受理: 1981年9月5日)