

佐世保炭田の一試錐コアにみられる重鉱物組成の垂直変化*

鈴木 泰輔** 佐藤 良昭**

A vertical change of heavy mineral assemblage in the core of a borehole in Sasebo Coalfield, Kyushu, Japan

Taisuke SUZUKI and Yoshiaki SATO

Abstract

Sechibaru borehole, carried out under the program of the Agency of Natural Resources and Energy (hole depth, 631.55 m), was drilled in the center of Sasebo Coalfield to get information on geology especially on the distribution of coal seams. The drill penetrated through the lowermost Fukui Formation, the Sechibaru Formation, the Yunoki Formation, and the Nakazato Formation of the Sasebo group and reached to the uppermost Ainoura group, all of Miocene in age.

106 sandstone samples were collected from the core at 5 meter interval. Heavy mineral analysis was carried out by a generally used method.

Among heavy minerals, garnet is most abundant (more than 50%), zircon next (1.3–47%), and tourmaline the third (less than 10%). Rutile, sphene, monazite, chloritoid, staurolite, biotite, muscovite, anatase, and chromite? are present, and there is almost no magnetite.

Many small scale sedimentary cycles are found in the Sasebo group. Each cycle, 25 to 75 meters thick, consists of coarse-to medium-grained sandstone at or near the base, fine-grained sandstone and/or alternation of sandstone and mudstone in the middle, and mudstone or coal seams at the top.

There is a close relationship between the weight percentage of heavy residue in the sample and the rock facies (Fig. 3). The amount of heavy residue is fairly high (more than 0.9%) at or near the base of the unit and garnet is also abundant. However, the amount of heavy residue decreases abruptly (less than 0.5%) upward from there. Zircon is usually abundant near the top of the unit where garnet content is minimum. These characteristics repeatedly occur in the geologic column.

A little fluctuation of garnet and zircon contents also occur in a cycle. In this case where zircon increases garnet decreases or vice versa. This kind of fluctuation may reflect minor changes of hydraulic condition during the time of deposition.

Tourmaline keeps its content almost constant from the top to the bottom.

There is no distinctive minerals or the proportion of minerals to be able to define heavy-mineral zones.

Abundance of garnet and the presence of chloritoid and staurolite suggest that one of the source of these Miocene sediment was crystalline schists. The presence of euhedral zircon, especially long prismatic one (elongation ratio 1:8), and monazite indicates that a part of the sediment was derived from granitic rocks.

1. 緒 言

佐世保炭田堆積岩中の重鉱物の研究としては、OHARA (1961), 小原 (1962) の全地域にわたる地表試料による

研究や、佐藤 (1964) の伊万里西方の相ノ浦層群についての予察的結果が公表されている。しかしながら地表では露出が限られているため、炭田中心部における佐世保層群の重鉱物組成についての資料を得ることは、これまでのところできなかった。

今回、資源エネルギー庁による国内炭見直しのための

* 日本地質学会第85年年会 (1978) において講演

** 燃料部

試錐が、長崎県北松浦郡世知原町で実施され、この試錐コアの重鉱物分析を行う機会を得た。世知原試錐(仮称)は、佐世保炭田のほぼ中心部に位置し(第1図)、中新統(山崎ら, 1971)の相ノ浦層群最上部と佐世保層群を含み、掘削深度は約630mである。

筆者らは、炭田探査技術の一環としての重鉱物研究を、本試錐コア試料について行った。試料間隔を密にとり垂直方向における重鉱物組成の変化を詳細に調べ、重鉱物量の消長や重鉱物種の増減と、炭層あるいは堆積サイクルとの関係を明らかにした。また従来、その存在が明らかでなかった変成岩源の重鉱物(クロロイト、十字石)が、わずかながらもかなり普遍的に存在することがわかった。

本研究を行うにあたり、世知原町役場関係者の方々には、コア試料採取のために大変お世話になった。また、九州出張所の古川俊太郎技官からは佐世保炭田の地質につき、いろいろと御教示を頂いた。ここに、厚く御礼を申し上げる次第である。

2. 地質

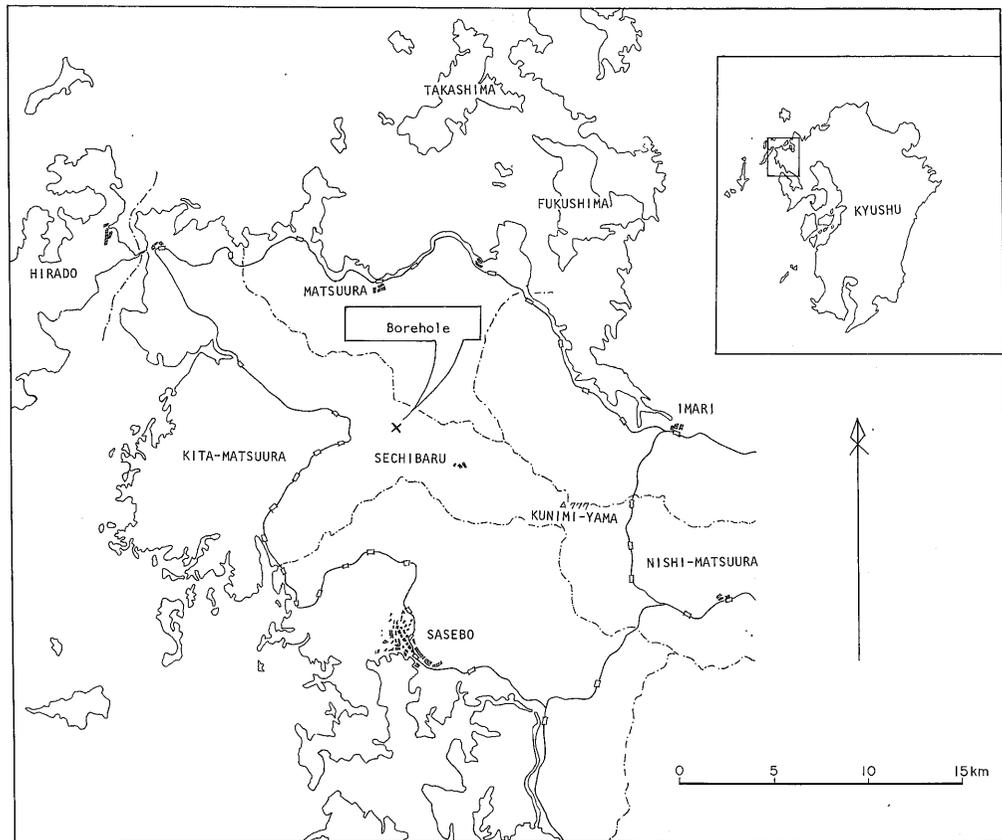
本炭田地域には新第三系中新統といわれる相ノ浦層群、佐世保層群、野島層群と、第四系の平戸層、ならびに第三系の浸食平坦面を覆う砂礫層や凝灰岩層、玄武岩類、第三系を貫ぬく貫入岩類が分布している。本論では、このうち試錐試料と直接関係する、相ノ浦・佐世保両層群についてのみ触れることにする。なお、これら両層群の層序については、さまざまな区分により、それぞれの名称が与えられているが、ここでは山崎ほか(1971)によっている。

相ノ浦層群

下位の杵島層群とは不整合をもって接し、上位は大瀬五尺炭までを含む、層厚500-600mの地層である。

全層にわたって薄炭層を約10枚はさみ、主として塊状の細~中粒砂岩からなり、礫岩、泥岩、凝灰岩、炭質頁岩などをはさむ。

特徴的な2炭層により、上中下の3層に区分される。



第1図 世知原試錐位置図
Location of Seki-hara borehole.

佐世保層群

大瀬五尺炭の上ののる中里層から福井層までを含み、炭田内での全層厚は750-900mに達する。なお、福井層の上位に重なる加勢層を佐世保層群に含めるか、上位層群中のものとするかについては議論がある。しかし本論では対象外であるのでこの点には触れない。

柚ノ木三枚炭、松浦三尺炭、および砂盤炭の特徴的な3炭層により、下位から中里層、柚ノ木層、世知原層、福井層に4区分される。

中里層：大瀬五尺炭の上位から、柚ノ木三枚炭の天盤まで、120-140mの層厚を有する。下部は主として頁岩からなり時に砂質部をはさむ。上部は迷彩砂岩を主とし、上下部の移化部に凝灰角礫岩がある。また薄炭層を数枚はさむ。

柚ノ木層：柚ノ木三枚炭の上盤から松浦三尺炭までの間、340-380mの厚層である。下位から迷彩砂岩—炭質部、礫岩—迷彩砂岩—泥質岩—頁岩、礫岩または粗粒砂岩—迷彩砂岩—頁岩の3堆積サイクルが認められる。薄炭層が多い。

世知原層：松浦三尺炭の上盤から砂盤炭まで、厚さ130-160mで、北および北東に向かって薄層化する。頁岩層に始まり、迷彩砂岩から砂岩・頁岩の互層を経て薄炭層をはさみ、頁岩帯に終る。

福井層：砂盤炭の上盤から始まり、北松地区の北部に広く分布する。層厚160-180m。頁岩を主とし白色砂岩をはさむが、上方へ向かって砂岩・頁岩の互層となる。薄炭層をしばしばはさむ。

3. 世知原試錐にみられる層序

佐世保層群

中里層：層厚145m。主として砂岩・泥岩の互層であるが、火山礫を伴う凝灰岩と、3枚の薄炭層をはさむ。中部付近の厚さ約20mの砂岩は、その上・下に挟有されている砂岩に比べ、粒度が粗い。最下部、大瀬五尺炭の天盤のシルト岩中にはシジミ貝が、その約20m上位の泥岩中には植物化石が認められる。

柚ノ木層：層厚320m。下位から橋木山炭、江里二枚炭、柚ノ木二枚炭およびヘダモノその他の薄炭層をはさむ。下位の中里層に比べ、全般に砂岩がより優勢である。特に最下部の45mは、一部に細礫を含む、白色ないし灰白色の中粒もしくは細～中粒の塊状砂岩が発達している。本層最上部の20mは泥岩が発達している。なお、泥岩はこの他、炭層の上下盤に多く見出される。

世知原層：層厚143m。下位の中里、柚ノ木層に比べ、さらに砂岩優勢となる。中盤砥炭、下岩石炭、その他の

薄炭層がある。

福井層：本試錐では最下部の約7.5mがみられるに過ぎない。砂盤炭の上盤から始まり、泥岩・砂質泥岩の互層が約5m、その上位に縞状中粒砂岩がのる。

Age	Group	Formation	Thickness (m)	Coal seam	Note		
Miocene	Sasebo	Fukui	8		Sunaban Shita-iwaishi		
		Sechibaru	143		Nakabanto		
		Yunoki	320			Matsuura-sanjaku	
						Hedamono	
						Yunoki-nimai	
						Eri-nimai	
						Hashiki-yama	
						Yunoki-sanmai	
		Ainoura	Upper	Nakazato	145		Ōse-yonmai
						8	Ōse-goshaku

第2図 世知原試錐にみられる層序 Stratigraphy of the borehole

4. 試料および分析方法

分析に用いた世知原試錐(深度631.55m)のコアは、先にも述べたように相ノ浦層群の最上部大瀬五尺炭の下位4.5mから、佐世保層群の福井層最下部(福井層7.5m)までを含んでいる。この中から砂岩を対象として、可能な限り上位から5m間隔で試料の採取につとめ、採取予定層準が泥岩や石炭などの重鉱物分析に適さない岩質の場合は、それより下位に現われた最初の砂岩を選んだ。この結果得られた試料は佐世保層群の福井層2個、世知原層27個、袖ノ木層54個、中里層22個および相ノ浦層群上部層1個の合計106個である。

重鉱物分析は従来の方法を踏襲した(佐藤, 1966)。すなわち分析に用いた粉碎試料は約10g, 粒径は約0.25-0.06mmである。得られた重鉱物はリゴラックを使用してスライドガラスに封じこめ、岩石顕微鏡下で透明重鉱物のみを300個前後同定し、その結果を重鉱物組成の個数による百分率として表わした(第1表)。本表には、その他、試料の稀塩酸に対する発泡の程度と、分析試料中に占める重鉱物の重量比(H/S%)を示した。

5. 重 鉱 物

5.1 重 鉱 物 種

同定された透明重鉱物は、ジルコン、ざくろ石、電気石、モナズ石、クロム鉄鉱?, ルチル, チタナイト, クロリトイド, 十字石, 黒雲母, 白雲母, 鋭錐石である。

これら重鉱物中もっとも多量にみられるのはざくろ石である。次いでジルコン, 電気石, ルチルが普遍的に存在するが、その量はざくろ石と比べ格段の差がある。これら4鉱物以外の重鉱物の量はさらに少なく、2%以下、大部分は1%以下となっている(第1表)。

ジルコン 無色のものが、普遍的に多い。帯黄~褐色, ピンク~紫色も存在する。柱状結晶で、尖端が磨耗しているものが多い。しかし錐面がそのまま保存され、ほとんど磨耗していない自形結晶もかなりあるし、まれに細長い針状の結晶もみられる(Plate 45-1, 46-1)。

ざくろ石 無色の結晶が大部分を占める。淡褐色ないし褐色のものも普遍的に存在する。ざくろ石は一般に他の鉱物に比べ大型であり(Plate 46-2), 不規則な角ばった破片が多いが、自形結晶のものも時に認められる。

電気石 褐色, 緑色, 青ないし青緑色があり、いずれも多色性が強い。ほとんどが短柱状あるいは不規則な破片であるが、自形結晶に近いものもある。

完全に円磨されたものがみられた(Plate 45-2)。

モナズ石 淡黄色で円磨されている。同定の精度はやや低い。

クロム鉄鉱? 赤褐色, 不透明, 不規則で角ばった粒であるが本鉱物と確定はし難い。

ルチル 赤褐色または金黄色で、円磨されている。

チタナイト 無色の不規則な粒子であるが、まれに淡褐色のものも含まれる。

クロリトイド 淡緑色ないし淡灰緑色で、弱い多色性がある。標準重鉱物と比較して、本鉱物を決定した(Plate 47)。

十字石 特徴的な淡黄-黄褐色の多色性を示し、まれに十字状双晶がみられる(Plate 48)。

黒雲母・白雲母 黒雲母は褐色が普通であるが、時に緑色のものもみられる。白雲母も存在する。これら両鉱物は、重液の比重(≈ 2.95)よりも一般に軽いので、その一部分がとり込まれたのであろう。どちらも数は少ない。

鋭錐石 やや長方形の板状結晶であり、時に数個の結晶の集合体もみいだされる。まれに明瞭な鋭角の錐体単結晶も認められる。

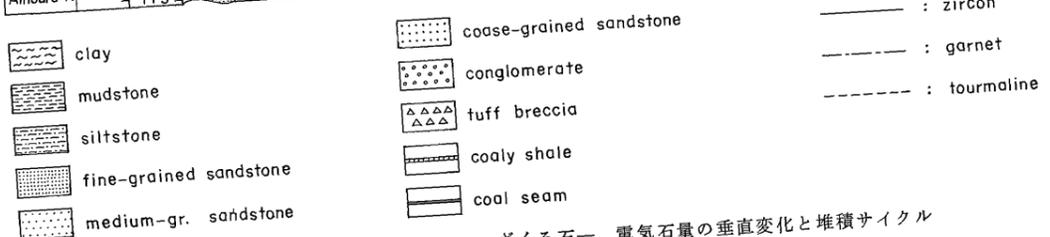
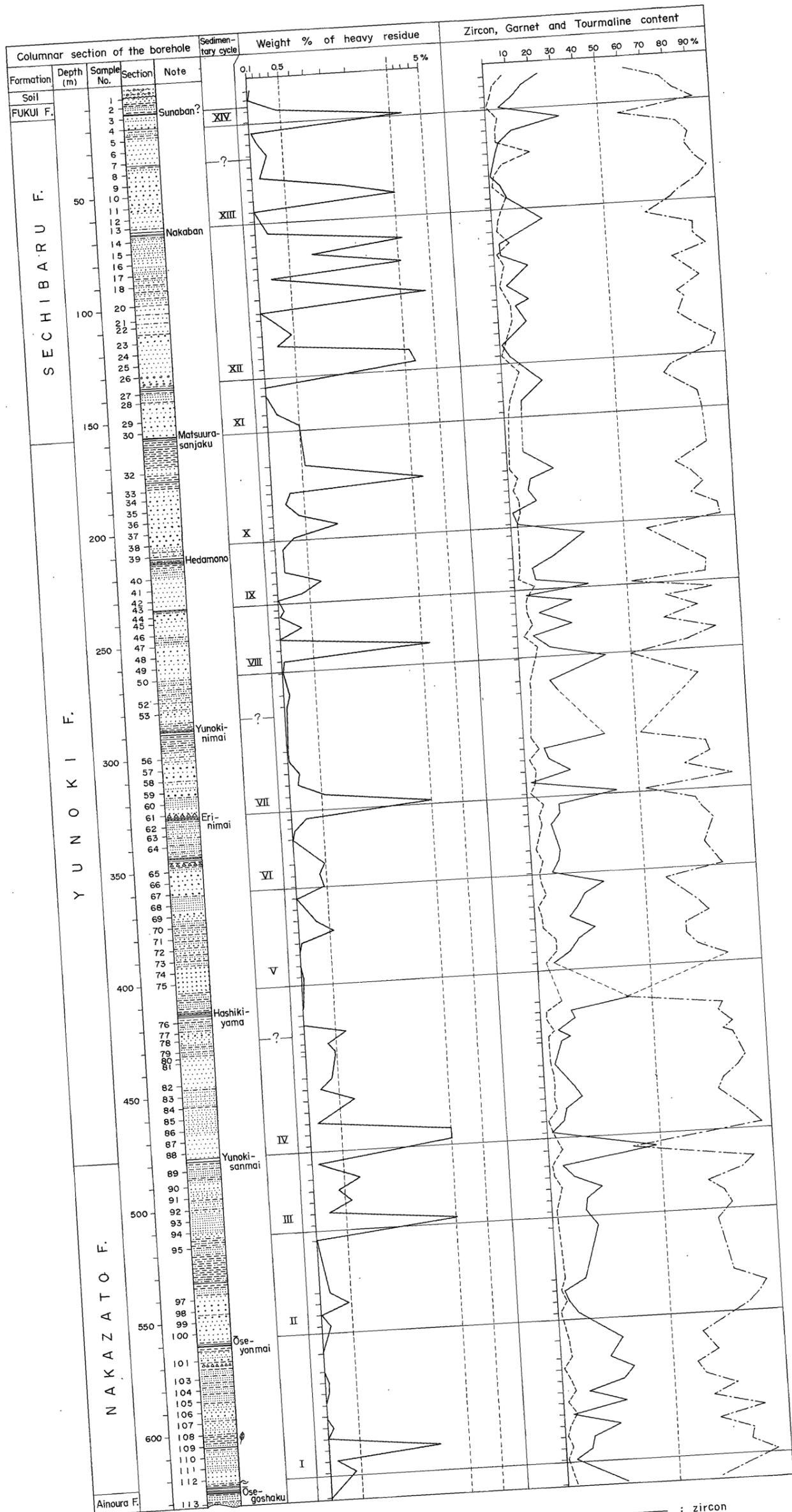
5.2 組成上の特徴

分析試料の稀塩酸に対する反応は、発泡の程度を記した定性的なものであるが、第1表にみられる通り、佐世保層群最下部の中里層が一般的に石灰分を含むといえよう。その他の地層でも時々発泡がみられるが、特に規則性は認められない。

分析試料に対する重鉱物の100分率は、最高が4.51%(試料20), 最低が0.02%(試料50, 68)であって、砂岩中の重鉱物量としては、従来の研究結果と類似の値を示している。しかしながら、この重鉱物量100分率が、当地域では堆積サイクルと密接な関係を持っていることが判明した(後述)。

本試錐コアの重鉱物中に、磁鉄鉱がほとんどまったく存在しないこと(数粒程度は認められる)、また、雲母類を除いて、有色鉱物が1つも見当たらないことも特徴の一つといえる。

ざくろ石の含有率が70%を越えるものは全試料の3/4以上(83個)に達する。含有率が50%を割るのは試料50, 76, 89であり、ほとんどの試料がざくろ石を50%以上含み、これにジルコンと電気石を伴うのが、炭田中心地域における佐世保層群の特徴といえる。OHARA(1961)の結果をみると重鉱物組成の傾向としては同様な値を示しているが、ざくろ石量は3-66%とわれわれの結果よりも低く、電気石量やルチルの量の多い点、やや異なる



第3図 重鉱物量、ジルコン、ざくろ石、電気石量の垂直変化と堆積サイクル
 Generalized columnar section, sedimentary cycles, and vertical change of weight percentage of heavy residue, zircon, garnet, and tourmaline-content.

っている。

ジルコンを多く含む試料では、一般的にいつて他の重鉱物種も増える傾向にある (Plate 46-1)。

ざくろ石—ジルコンの量の増減の間には逆の相関があるが、電気石の量はこの影響を受けず、常にほぼ一定量を保っている。

変成岩鉱物であるクロリトイドが、数粒の少量ながらも世知原層の下部まで普遍的に、また十字石は全層準から時々産する。

6. 重鉱物と地質

6.1 重鉱物と層序

本コア試料では全層にわたって、ざくろ石、ジルコン、電気石が含まれており、その量比をみても、特定の地層あるいは帯をきめられるような特徴はみあたらない。

分析試料の塩酸に対する発泡の程度から、中里層は全般的に石灰分に富んでいるといえそうであるが、石灰分の多いことから中里層をきめることは難しい。

モナズ石は柚ノ木層中部以下に普遍的にみられるが、その他の地層にも時折含まれる。しかし量は1%以下と少なく、特定層を特徴づける重鉱物とはなり難い。クロリトイドについても同様のことがいえる。

すなわちはっきりした鍵となる鉱物が存在しないため、相ノ浦層群最上部より、佐世保層群福井層までの間を通じて、明らかな重鉱物帯というものを識別することができない。このように、顕著な鍵となる鉱物が存在せず、ざくろ石、ジルコン、電気石の3種が重鉱物の大部分を占め、しかもざくろ石とジルコンの量比が増減を繰返すという性質は、佐世保市南部の相ノ浦・佐世保両層群のそれとも、よく一致する (佐藤, 1964)。

小原 (1961, 1962) は、野島層群上部の南田平層 (中新世) と平戸層 (鮮新世?) に十字石がかなりの頻度で見られる (2-15%) と記している。しかし、われわれの研究結果では、十字石の量は1%以下と少ないながらも、佐世保層群の下部からすでに出現している。

6.2 重鉱物量と堆積サイクル

佐世保層群は全体として砂質岩が優勢な地層からなる。本試錐柱状図で福井層を除いた佐世保層群の砂岩・泥岩比 (砂質泥岩, 炭質頁岩, 及び石炭は泥岩に含めた) を求めてみると、72:28になる。砂岩の内訳は、粗粒砂岩5%, 中ないし粗粒砂岩14%, 中粒砂岩29%, 中ないし細粒砂岩12%, 細粒砂岩12%となっている。

この佐世保層群には、大きくみて14 (不確実のものをいれると17) の堆積サイクルがあり、代表的な1サイク

ルは、粗ないし中粒砂岩→細粒砂岩・泥岩の互層あるいは砂質泥岩→泥岩→石炭の系列からなる。1サイクルの厚さは25-75mである。

この堆積サイクルと重鉱物量との関係は次のようになっている。重鉱物の分析試料に対する重量化は0.02-4.51%となっている。これらの値をプロットし、重鉱物量比の垂直変化をみた。この際、量比の目盛として、重鉱物の含有量の多い試料 (0.5%以上) と少ない試料との差を強調するために、対数目盛を逆に使用した (すなわち、数値の少ない方では目盛の間隔がせばまっている) (第3図)。

グラフにみられる通り、顕著なピーク (0.9%以上) が14箇所ある。これらの試料の層準は大部分が、上記各サイクルの基部またはその付近に相当している。しかしこの関係は、柚ノ木層上部のサイクルXや、世知原層のサイクルXIIでは乱れており、サイクルの中部あるいは上部にも、数箇の0.9%以上の重鉱物含有量を示すものがある。

すなわち、一般的にいえば、重鉱物含有量の非常に多い層準は、新しい堆積サイクルが始まった部分、泥岩や炭層を作った静穏な環境が終了し新しく粗ないし中粒砂岩が堆積を開始した時期に大体一致しているといえよう。

1堆積サイクル内では、上位へ向かうにつれ重鉱物量が急減している。重鉱物量の一番少ない試料の層準と、炭層との間に関係があるかと予測されたが、炭層付近を特定するような含有量の傾向は認められなかった。

6.3 重鉱物種と堆積サイクル

本試錐コア中の主要重鉱物であるざくろ石、ジルコン、電気石につき、その量の消長を重鉱物量と同じく、第3図に示した。ざくろ石の量比は38.1-96.9%と非常に高いのに対して、ジルコンは0.3-47.9%であり、30%を超えるものは106試料中、わずかに10試料のみである。電気石は0.4-10.3%で、大半が5%以下であり、低含有率であるがほぼ一定している。

第3図においてみられる著しい特徴は、各試料中におけるジルコンとざくろ石の含有率が逆相関関係を示すことである。すなわち、ざくろ石が増えた時にはジルコンが少なく、逆にざくろ石が減った時にはジルコン量が増大し、両者の増減曲線が時に交わることさえある。しかしながら電気石の増減曲線は下位から上位まで、ほとんど変化を示さない。

ざくろ石を90%前後含む試料の岩相をみると、ほとんど中ないし粗粒砂岩であり、またジルコンを20%以上含む試料は、中ないし細粒砂岩、あるいは砂泥互層中の細粒砂岩である。すなわち、このことは6.2で述べた重鉱物含有量の変化に対応しており、堆積サイクルの基部付

第 1 表 重鉱物組成表

Heavy mineral composition of core samples.

Group	Formation	Sample No.	ZIRCON			GARNET		TOURMALINE		MONAZITE	CHROMITE ?	RUTILE	SPHENE	CHLORITOID	STAUROLITE	BIOTITE	MUSCOVITE	ANATASE	Reaction to HCl	Weight % of heavy residue		
			colorless	pale yellow ~ brown	purple	colorless	colored	brown	green*													
Sasebo	Fukui	1	17.1	7.3	3.4	61.4	3.0	6.4	1.8	1.5	1.2								-	0.12		
		2	9.7	6.1	+	75.5	1.4	2.5	1.1	+	+	2.2								○	0.07	
	Sechiharu	3	8.2	3.8		79.1	4.1	2.1		+	2.4									-	0.46	
		4	3.6	2.3		88.5	3.9	+	+		+	+								◎	2.76	
		5	24.5	6.5	1.2	58.4	+	3.1	1.9			2.8	+							+	0.12	
		6	6.3	3.8	+	79.4	4.9	3.1	+			1.0									+	0.21
		7	4.0	+	+	82.1	7.0	2.9	+	+	1.1	+									-	0.32
		8	2.6	+		85.1	2.6	6.6	2.6												-	0.27
		9	1.5	+		87.9	3.6	4.8	+			+			+						-	0.21
		10	+			91.6	5.3	1.9	+			+			+						-	0.87
		11	4.7		+	88.3	4.0	1.3		+		+									-	1.32
		12	4.1	1.6	2.0	81.7	2.4	6.1	+			1.2				+					-	0.10
		13	11.5	+	1.6	78.3	1.6	4.5	+			+									-	0.17
		14	20.3	1.4	+	67.8	+	2.0	+			4.3				+	1.2				-	0.28
		15	4.0	2.1	1.5	84.1	4.6	+	1.2			+	+						1.7		+	1.82
		16	2.7			86.1	2.7	5.1	2.0			+	+								+	0.69
		17	2.2	+	+	90.2	4.0	1.5				+			+						+	1.54
		18	12.7	1.7	+	76.7	2.3	3.2	+			2.0				+					-	0.27
		20	3.7	+	+	88.3	3.0	1.7				2.3									+	4.51
		21	11.1	2.1	+	78.3	1.5	3.6	+			+	+								◎	0.05
		22	5.9	1.1	1.1	80.1	3.3	3.7	2.2		+	1.5	+			+					-	0.24
		23	10.6	1.2	+	77.9	2.0	4.9	+			1.4				+					+	0.48
		24	5.7	+	+	83.1	4.1	2.0	2.0			1.4	+								+	0.20
		25	1.3			92.6	3.2	2.3	+			+									+	1.96
		26	3.6	+	+	89.8	4.4	+				1.1									-	2.76
		27	6.4	5.9	+	71.5	4.0	7.2	+			2.9			+						◎	0.10
		28	10.4	6.7	+	70.6	1.5	5.2	1.2			3.4			+						◎	0.10
		29	4.1	3.7	+	84.4	2.2	3.0				2.2									○	0.24
		30	3.1	3.1	1.4	83.1	4.5	2.1				2.8									-	0.50
		Yunoki	32	4.1	2.3	1.0	86.6	2.3	+	+		1.8				+					●	0.53
	33		17.5	2.7	+	72.9	1.9	1.1			2.4	+									-	1.29
	34		7.5	2.0	+	78.6	2.9	2.9	1.4			2.6	+		+						-	0.35
35	4.0		4.3	+	82.6	3.7	+	+			1.9	+								+	0.29	
36	8.7		1.6	1.6	76.0	5.1	3.2	1.0			2.2	+								-	0.44	
37	+		+	+	85.2	7.2	3.3	1.0			1.4	+								-	0.75	
38	1.6		1.9		86.3	6.7	2.9				+	+									0.37	
39	24.6		6.1	1.5	59.1	1.0	2.6	+			4.1	+								◎	0.21	
40	11.3		5.6	+	74.3	2.5	2.5	+			1.3					+				●	0.22	
41	7.1		+	+	82.0	3.8	1.9	1.1		+	1.6			+						-	0.61	
42	7.0		1.7	+	78.5	6.7	2.0				2.3	1.0								-	0.43	
43	22.8		8.1	1.7	51.3	+	6.4	2.3		+	5.0	+			+					-	0.04	
44	3.8		+		82.6	4.7	4.7	1.3			+			+	+					-	0.18	
45	17.9		3.8	3.3	66.8	+	4.1	+			2.2	+		+						◎	0.12	
46	7.2		2.0	1.1	75.6	5.2	4.6	+		+	2.0	+		+						-	0.40	
47	16.6		6.1	1.8	64.3	1.3	5.6	1.0			2.0	+		+						+	0.05	
48	4.4		2.2	+	81.8	6.6	2.2	+			+					+	+			-	1.22	
49	9.8		2.7	1.2	70.7	4.4	5.3	3.3			+	+		+						○	0.12	
50	28.5		8.8	1.7	47.3	2.5	6.3	1.3			2.5	+								+	0.02	
52	10.0		2.9	+	75.6	3.7	2.7	1.7		+	1.5			1.2						+	0.19	
53	16.1		+	+	71.1	3.2	2.9	1.8			2.9	+		+						○	0.13	
56	25.3		9.7	1.5	51.8	+	2.9	+		+	5.0	+		+		+				◎	0.05	
57	7.5		1.2	+	77.6	3.1	5.1	1.6			2.0			+						+	0.12	
58	6.1		4.0	1.1	78.9	3.7	2.1			+	1.6	1.8								+	0.26	
59	15.5		4.0	+	69.5	2.2	2.9	1.6			2.4	1.3		+						+	0.23	
60	1.7		+		85.2	6.9	3.0	1.3			1.3									-	0.55	
61	37.5		2.2	+	49.6	3.3	1.5	+			+			+				4.0		◎	1.08	

佐世保炭田の一試錐コアにみられる重鉱物組成の垂直変化 (鈴木泰輔・佐藤良昭)

Group	Formation	Sample No.	ZIRCON			GARNET		TOURMALINE		MONAZITE CHROMITE ?	RUTILE	SPHENE	CHLORITOID	STAUROLITE	BIOTITE	MUSCOVITE	ANATASE	Reaction to HCl	Weight % of heavy residue	
			colorless	pale yellow ~brown	purple	colorless	colored	brown	green*											
Sasebo	Yunoki	62	10.7	2.2	1.1	70.5	4.1	5.8	1.7		1.9	1.1	+				+	+	0.31	
		63	11.0	2.1	1.0	74.5	3.1	3.4	1.7	+	1.0	1.4	+					-	0.13	
		64	7.9	1.1	+	76.8	5.0	4.6	1.1		1.8	+		+				+	0.10	
		65	9.6	3.0	+	70.9	6.6	2.0	+		4.3			1.3				1.0	-	0.49
		66	7.5	3.7	1.1	76.4	4.9	3.7	1.1		+	+		+					-	0.43
		67	6.8	1.0	1.3	78.6	6.5	3.6			+	+		1.0					-	0.47
		68	24.0	6.8	1.0	58.9	+	3.4	+	+	1.7	+		+				+	+	0.02
		69	16.6	4.6	2.1	64.5	1.8	4.6	1.2	+	3.2			+		+		+	+	0.23
		70	15.8	3.4	+	69.3	3.7	1.4	+		3.2	+		+				+	+	0.34
		71	14.6	1.1		73.5	4.1	2.5	1.1		2.2	+		+				+	-	0.54
		72	20.7	4.8	1.1	63.9	3.1	3.4	+		2.2	+		+					○	0.14
		73	14.4	3.8	+	65.7	1.3	6.7	2.2		2.9	+		1.3				+	-	0.04
		74	12.5	1.7	1.0	68.9	3.5	8.3	1.0		1.4			1.0		+		+	+	0.06
		75	6.9	+	+	81.2	3.9	3.6	+	+	2.7	+							-	0.13
		76	30.2	8.2	2.1	38.4	+	7.9	2.4		6.8	+		1.1		+		1.1	◎	0.03
		77	8.7	3.3	1.6	79.0	1.6	2.2	+		1.9			+				+	◎	0.05
		78	12.4	1.6	1.1	76.8	2.2	1.6	1.1	+	1.9	+							+	0.59
		79	5.3	1.4	+	82.0	3.2	3.5	2.1	+	+	+						+	+	0.31
		80	11.0	1.2	+	78.0	2.9	2.4	+	+	1.5	+		+				+	-	0.38
		81	7.6	+	+	82.3	2.5	2.2	+		+	+		+			+		+	0.39
		82	4.7		+	86.6	3.0	2.0	1.2	+	+	+						+	-	0.44
		83	7.0	1.5	+	83.3	2.5	3.2	1.0		+	+		+					-	0.28
84	11.7	+	1.1	76.1	3.2	3.5	1.1	+	1.3	+		+				+	+	0.63		
85	14.3	+	1.7	74.3	2.4	3.5	+	+	2.0	+		+					+	0.47		
86	7.2	1.6	+	81.7	2.5	3.2	1.6	+	1.1	+		+					-	0.22		
87	6.5	1.0	+	88.5	1.3	1.3			+								+	1.04		
88	2.1	+	+	90.2	4.7	1.6	+		+								+	1.15		
Aino-tura	Nakazato	89	38.1	9.0	+	37.9	+	4.6	1.7	+	5.4	1.0	+		+		◎	0.11		
		90	4.6	+	1.1	87.0	3.5	1.1	+	+	1.1				+		○	0.64		
		91	8.8	1.1	+	81.9	3.5	2.1			1.3	+			+		○	0.34		
		92	21.2	+	1.0	68.0	1.7	3.7	1.0	1.2	+	+		+		+		○	0.56	
		93	14.6	+	+	76.5	+	2.2	1.5	+	2.2	+		+				○	0.21	
		94	13.3	+	1.4	77.8	2.5	1.4	+	+	+	+		+		+		●	1.34	
		95	17.3	1.4	1.4	71.8	1.6	1.9	+	+	1.4	1.6				+		◎	0.10	
		97	11.7	+	+	78.1	1.3	2.6	1.7	+	1.5	+		+				+	0.25	
		98	2.6	+	0.7	87.1	5.6	1.9	+		+	+						+	+	0.48
		99	3.8	1.2		88.4	1.7	3.2	+					+				●	0.11	
		100	8.3	+	+	82.0	3.4	1.4		+	1.7	1.1		+		+		-	0.24	
		101	25.7	1.3	1.0	63.1	1.0	3.3	+	+	+	2.5						+	+	0.09
		103	19.8	1.5	1.0	69.0	1.3	3.1	1.8		+	1.5	+	+			+	●	0.10	
		104	30.5	+	+	59.4	1.4	1.4	+	1.1	+	2.5	+	+		+		●	0.16	
105	26.6	1.4		62.8	+	2.0	1.7	1.4	2.6	+						○	0.16			
106	9.2	1.7	+	75.6	2.2	3.6	2.2	+	1.7	1.4		+		+	+	◎	0.07			
107	23.4	3.4	1.5	64.3	3.1	+	1.5		+	+		+				+	◎	0.04		
108	3.2	1.0		85.3	3.7	4.7	1.0		1.0							+	●	0.20		
109	23.0	1.0	+	68.7	+	1.8	1.0		+	2.0	+			+		+	◎	0.11		
110	10.5	1.4	1.4	81.4	2.8	1.1		+	+	+						+	+	0.94		
111	10.3	1.5		82.0	+	2.7	+	+	1.8							+	+	0.23		
112	3.4	1.1		90.2	4.0	+	+		+							+	○	0.45		
113	22.7	2.3	+	66.8	1.2	2.6	+	+	+	+						+	◎	0.11		

* : including bluish green tourmaline

+ : less than 1 %

Reaction to cold dilute HCl {
 - : nothing effervescence
 + : very weak
 ○ : weak
 ◎ : moderate
 ● : strong

近で重鉍物量の多い所ではざくろ石が多く、上部へ細粒となるにつれて重鉍物量が少なくなると、ジルコンの量が増す場合が多い。特にサイクル上部の炭層付近では、ジルコン含有量がしばしば最高となることは、著しい特徴である。しかしながら、ざくろ石-ジルコンの増減曲線と、重鉍物含有量の変化曲線とのよい一致は見られない。これは、ざくろ石・ジルコンの含有量変化が、同じ岩相中でも、微弱な水力的条件など堆積条件の細かい変化に影響されているためではあるまいか。

これらジルコン・ざくろ石・電気石相互の量比変化の詳細については、他地域の例、炭層との関係、上下の試料間隔が非常に接近している場合の例、斜層理のある所とない部分での差などの例を用いて、別の機会に論じることにした。

6.4 重鉍物の供給源

本試錐コア中には重鉍物として多量のざくろ石が含まれており、大型でほとんど磨耗を受けておらず自形のものもみられる。主要重鉍物であるざくろ石、ジルコン、電気石について3成分比を求め、三角図表(ZGT図)に

プロットしてみると、第4図のようになる。すなわち過半数の試料はざくろ石量90%以上のG頂点よりに集ってしまう。Sato (1969) は、結晶片岩あるいは結晶片岩より由来したことが確実な堆積物中の重鉍物のZGT図から、ジルコン10%以下でざくろ石および電気石に富む領域を、変成岩領域とし、逆にこの中の組成を持つ堆積物は、変成岩起源(主として結晶片岩)を示すものと述べている。この考え方に従えば、本地域の佐世保層群の砂岩の大半は、変成岩起源と考えられる。南方の西彼杵半島に現在露出する結晶片岩(黒色片岩)にはざくろ石や電気石を多量に含むものがあり、これら結晶片岩類の礫を持つ西彼杵層群間瀬層にも、多量の、大型で磨耗を受けていない、時には自形のざくろ石が含まれている(佐藤, 1961)。佐世保層群砂岩構成物質の供給源の1つとしてその露出位置は不明であるが、現在の西彼杵半島にみられるような結晶片岩類の可能性が高い。

量はわずかながら、クロロイトや十字石がほぼ全般にわたって存在していることも、変成岩起源の考え方を支持する。小原(1961, 1962)は、ずっと上位の野島

M: 変成岩起源領域

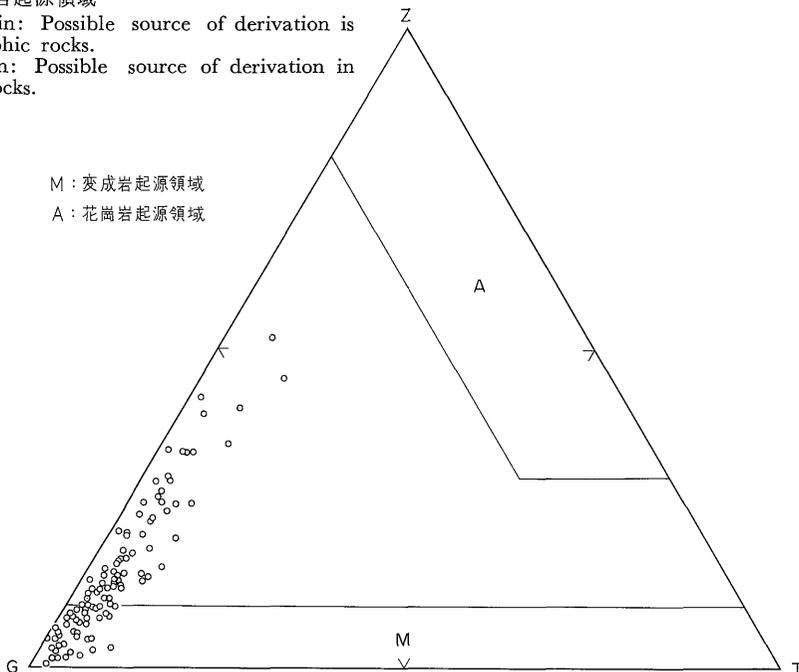
A: 花崗岩起源領域

M domain: Possible source of derivation is metamorphic rocks.

A domain: Possible source of derivation in granitic rocks.

M: 変成岩起源領域

A: 花崗岩起源領域



第4図 ZGT図 (ジルコン・ざくろ石・電気石比)
ZGT ternary diagram (zircon-garnet-tourmaline ratio).

層群南田平層 (中新世) と鮮新世? の平戸層から、かなりの頻度で十字石の存在を認めている。しかし佐世保層群堆積初期からすでに、これら鉱物は結晶片岩類から供給されていたものと考えられる。URUNO (1977) が阿武隈山地の川砂中から、重鉱物分析によって十字石を各所で見出しているように、重鉱物組成からみれば、十字石は割合、普通の鉱物といえるかもしれない。なお堆積岩中の重鉱物としてクロリトイドの存在が確認されたのは、筆者等のこれまでの研究において、今回が初めてである。

ジルコンは円磨されているものもあるが、自形のジルコンも多く、中には伸長比が8に達する針状ジルコンもある (Plate 45-1)。小原 (1962) は、福岡炭田に分布する早良花崗岩中で、伸長比6のジルコンを報じている。伸長比の大きなジルコンは火成岩起源を示すといわれ (A. POLDERVAART, 1956)、自形で時には伸長比の大きいジルコンの他にわずかながらもモナズ石が時に含まれることから、花崗岩類からの物質の供給も考えられる。この花崗岩類の露出していた地域については、結晶片岩類の露出位置とともに、今後、古流系測定などに基づく堆積物供給方向の研究によって、その位置が明らかにされることを願っている。

7. ま と め

相ノ浦層群最上部より佐世保層群福井層最下部までを含んだ、佐世保炭田中央部の世知原試錐 (掘削深度、631.55m) のコアから、約5m間隔で砂岩試料を選び出して重鉱物分析を行った。重鉱物量百分率や重鉱物組成量比の垂直変化図から判断して、5mの採取間隔は割合細かい組成変化を論ずる上でほぼ適当であったと思われる。すなわち間隔を10mにした時は、柱状のかなりの部分で変化曲線の突出部がかくされてしまうおそれがあるし、2.5m間隔とすると試料数は2倍の212箇となり、特定の目的がある場合を除き、試料の処理に要する手間と時間からみて非現実的である。しかし、この試料採取間隔は佐世保炭田地域では妥当と考えられるが、堆積盆地や目的が違えば、また変わってくることは、充分考えられる。

本地域でみられる主要な重鉱物は多量のざくろ石とかなりの量のジルコン、10%以下の電気石である。その量比に変化はあるが、特定層をきめられるほどのはっきりした量比の差や鍵鉱物は認められず、したがって組成による対比は行えない。

分析試料中に占める重鉱物含有量の重量百分率を対数目盛を逆に使って表現し、垂直変化をみた。また主要重

鉱物であるざくろ石、ジルコン、電気石の量比の百分率の垂直変化を示した。両者の変化は堆積サイクルと密接な関係を持っており、必然的に、これらの値は炭層形成とも関連を持ってくる。すなわち粗ないし中粒砂岩から細かくなり泥岩で終る1堆積サイクルにおいて、重鉱物含有量が1%を超えるのは各サイクルの基部付近に相当し、ここではざくろ石の量も多い。一方、上部へ向かってはその重鉱物含有量は、一般に0.1%以下となり、細粒でジルコンの量が増し、その他の重鉱物の種類も増え、相対的にざくろ石の含有量が減る場合が多い。

ジルコンとざくろ石の量の増減の垂直変化は、重鉱物含有量百分率のそれよりも細かく、堆積条件の微妙な変化をより良く表現しているようである。今後種々な水力学的条件下におけるジルコンとざくろ石の挙動の変化をすることにより、地層形成当時における堆積条件の微小変化についての情報が得られる可能性がある。

クロリトイドと十字石が、数粒程度のわずかな量であるけれども、かなり普遍的に存在している。堆積岩中の重鉱物としてのクロリトイドの存在を認めたのは、筆者らの研究では今回が初めてである。小原 (前出) は上位の野島層群上部から十字石を記載しているが、十字石の供給は、佐世保層群堆積当初からあったことがわかる。これら両鉱物の供給源としては、現在、西彼杵半島にみられるような結晶片岩類と予想している。

多量に存在するざくろ石は、西彼杵層群最下部の間瀬層中のそれと類似し、また同地域に分布する黒色片岩中にも多数含まれている。したがって、ざくろ石の原岩も現在西彼杵半島周辺に分布しているような結晶片岩類が考えられる。

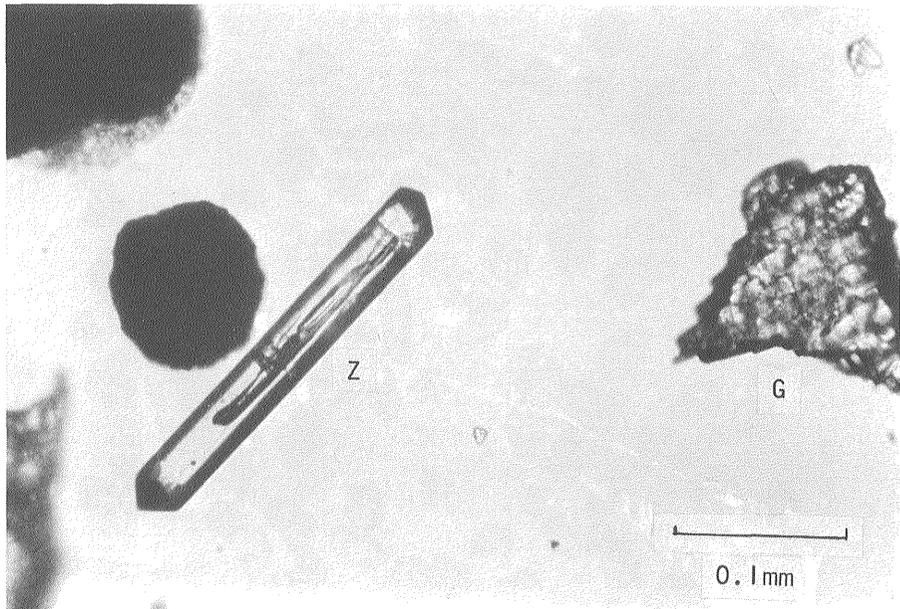
自形ジルコン、特に伸長比の大きい針状ジルコンが存在し、わずかながらもモナズ石が時にみられることから、堆積物の供給源として上記結晶片岩類のほか、花崗岩類も介在していたことが考えられる。これら原岩の露出地域を確定できる証拠はないので、古流系の測定による堆積物の供給方向の研究が望まれる。

文 献

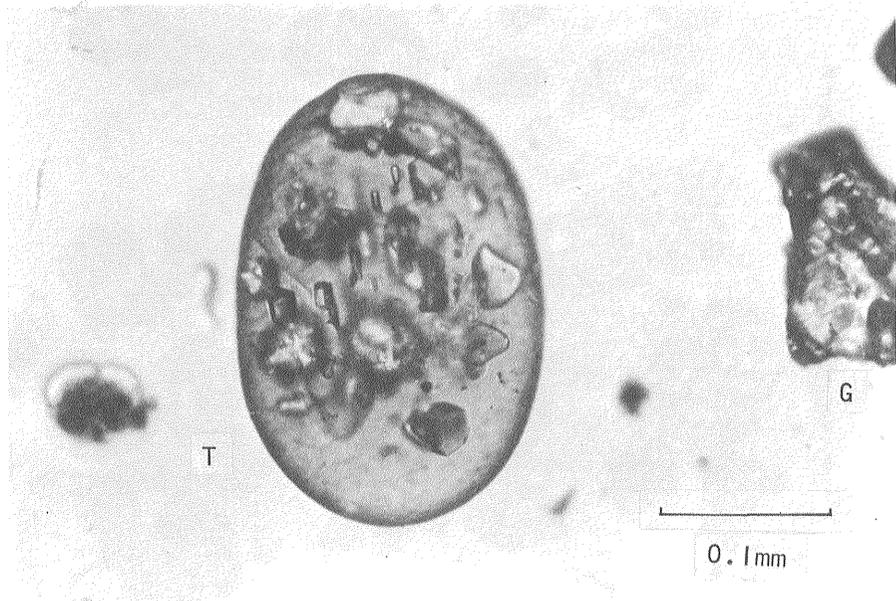
- OHARA, J. (1961) Heavy Mineral Associations in the Paleogene Systems of Some Coal Fields, North Kyushu, Japan. *Memoirs of the Faculty of Science, Kyushu University, Series D, Geology*, vol. XI, no. 3, p. 381-418.
- 小原浄之介 (1962) 重鉱物による北九州諸炭田の地質学的研究. 九大理研報, 地質, vol. 6, no. 1, p. 33-76.

- POLDERVAART, A. (1956) Zircon in Rocks. II. *Japan. Rept. Geol. Surv. Japan*, no. 235, 46p.
- Igneous Rocks. *Am. Jour. Sci.*, vol. 254, p. 521-554.
- 佐藤良昭 (1964) 唐津炭田および西彼杵半島古第三系の重鉱物組成. *地調月報*, vol. 15, p. 36-58.
- (1966) 砂岩の中の重鉱物. *地質ニュース*, no. 141, p. 34-38.
- SATO, Y. (1969) Geological Significance of Zircon-Garnet-Tourmaline Ratio of the Paleogene Sandstones of Northwestern Kyushu, *Japan. Jour. Geol. Society of Japan*, vol. 83, no. 7, p. 385-393.
- 山崎達雄・古川俊太郎・坪島 務 (1971) 佐世保炭田北東部における佐々川断層. *松下久道教授記念論文集*, 419-431.

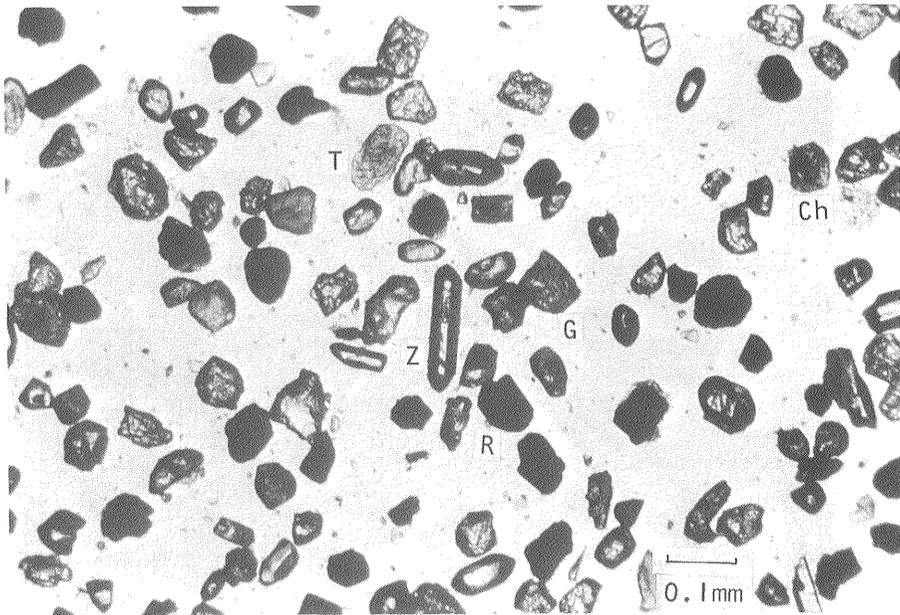
(受付: 1978年5月27日; 受理: 1978年6月13日)



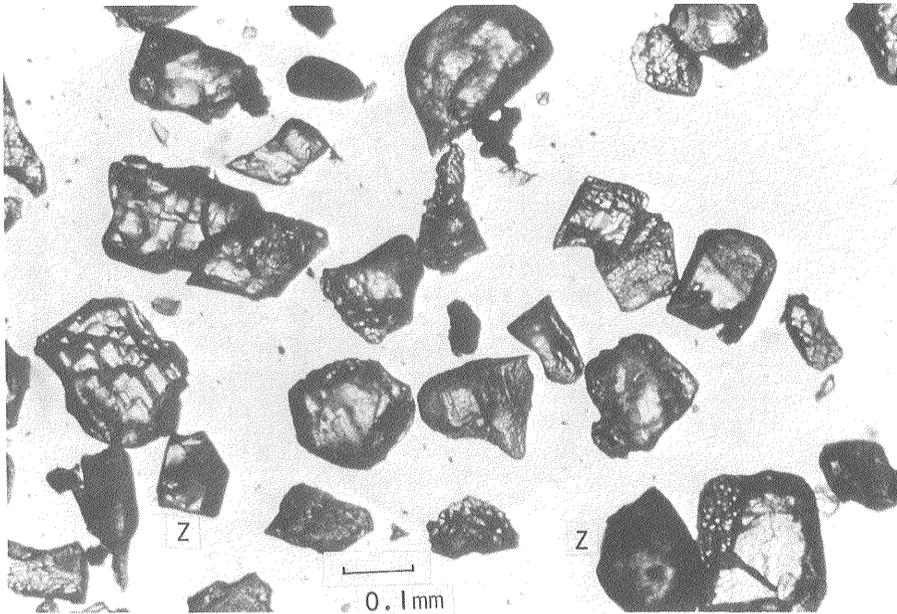
1. ジルコンの針状結晶 (試料 8)
Z = Zircon, G = Garnet



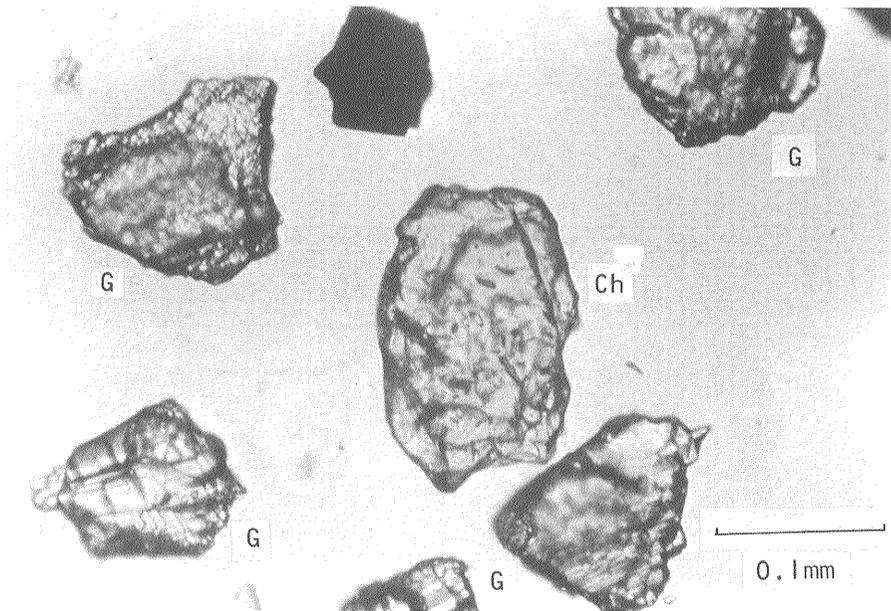
2. 円磨された電気石 (試料 82)
T = Tourmaline, G = Garnet



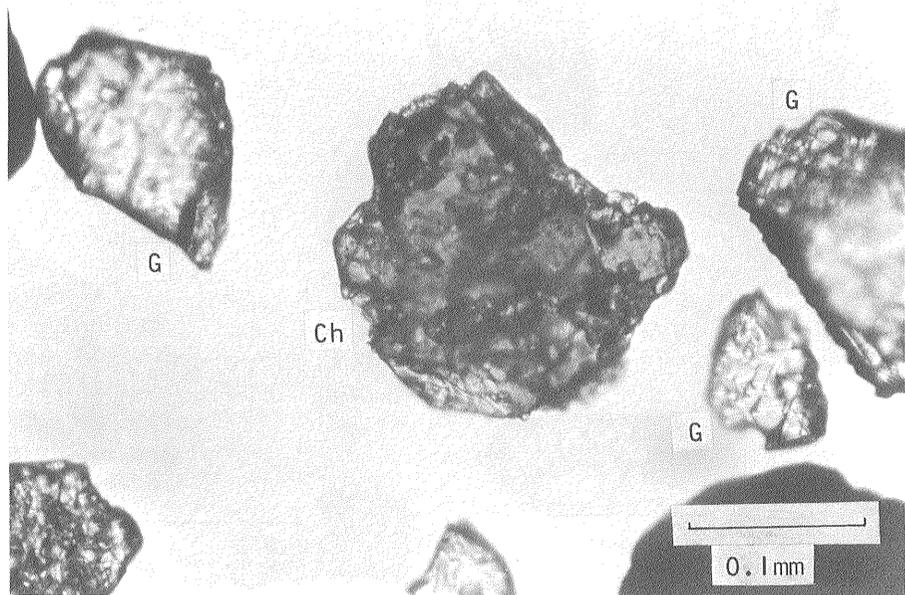
1. ジルコンの多い試料 (試料89)
T = Tourmaline, G = Garnet, Z = Zircon,
R = Rutile, Ch = Chloritoid



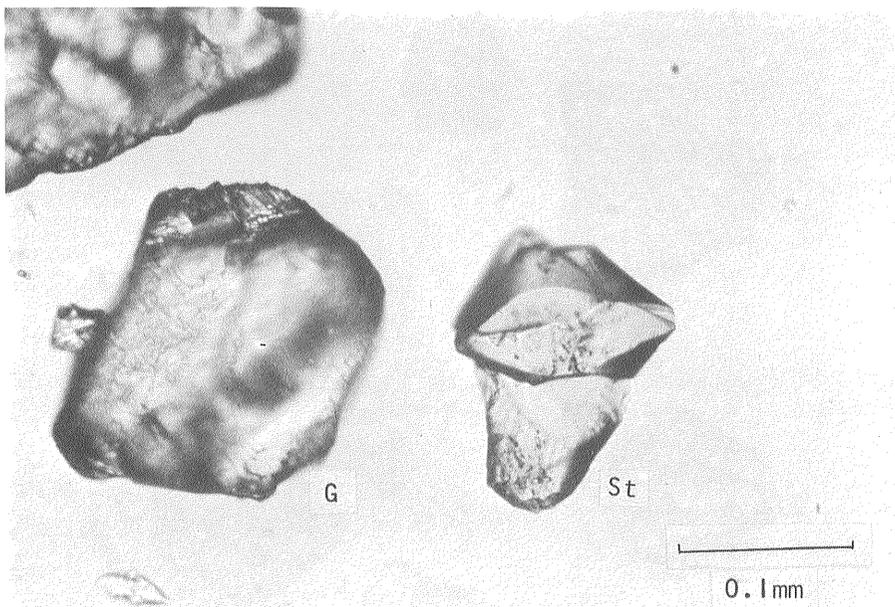
2. ざくろ石の多い試料 (試料10)
Z = Zircon



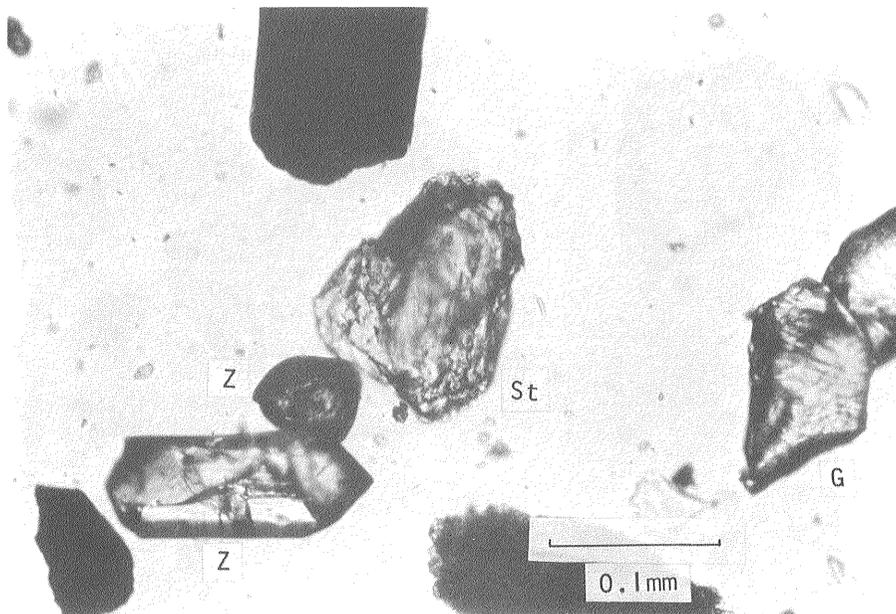
1. クロロイトイド (試料35)
Ch = Chloritoid, G = Garnet



2. クロロイトイド (試料84)
Ch = Chloritoid, G = Garnet



1. 十字石とざくろ石 (試料17)
St = Staurolite, G = Garnet



2. 十字石, ジルコン, ざくろ石 (試料94)
St = Staurolite, Z = Zircon, G = Garnet