高島炭田二子島層中の砂岩単層の重鉱物分布*

小 原 淨 之 介**

(1959 年 4 月 25 日受理)

The Distribution of Heavy Minerals in the Sandstone Bed, the Futagajima Formation, Takashima Coal Field, Kyushu, Japan

Jyonosuke OHARA

(Abstract)

The vertical and horizontal distribution of heavy minerals is investigated, which are contained in the sandstone bed of Futagajima formation (Eocene), Takashima Coal Field, and the results are summarized as follows:

1) The weight percentage of total heavy-minerals varies between 1-0.1%, and in mudstone and claystone, which are intercalated in the concerned sandstone bed, the content is as small as 0.02%.

2) In every sample, the same kinds of heavy minerals are always observed, including authigenic minerals. They are colourless zircon, brown tourmaline, green hornblende, muscovite, opaque iron minerals, glauconite and anatase etc.

3) The frequencies of hornblende and tourmaline are almost invariable in all samples, but on the other hand, that of muscovite and opaque iron minerals vary as much as 1-30% (the former) and 40-80% (the latter). There is no mineral, however, which show high content in some samples and none in others from the same sandstone bed.

4) In view of the kinds and the combination of the heavy minerals content, or of the order of these frequencies, this sandstone bed has its own characteristic which is shown in several random samples.

ま え が き

砂岩中に含有される重鉱物を観察し、その堆積環境・源岩等を考察しまた対比等に利用することは、諸外国では早くから行われており、わが国でも近年盛んになっている。これまでの諸先輩方の研究では層群の単位あるいは累層の単位で鉱物種の組合せ・頻度数等に差異のあることが認められている。九州の第三系とくに夾炭古第三系の砂岩についても当然これらのことが予想されるが、砂岩の単層(Bed)の中では重鉱物がどのように分布しているか、あるいは横の変化・縦の変化または岩相による変化はないか、または1個の試料がその砂岩単層の重鉱物の諸性質を代表するものであるかなど水成岩岩石学の最も基礎的な問題に対し、その予察的な観察として高島炭田二子島層中の1砂岩層を選び、以上の諸性質をしらべた。諸賢の御批判と御叱正をお願いする次第である。

この研究を行うことを御すすめ下さり、終始御懇篤な御指導を戴いた松下久道先生ならびに高橋良平助教授に対し深甚なる感謝を捧げる。また常に御助言と御鞭撻をいただいた唐木田芳文氏、藤井浩二氏および現地で非常に御世話になつた三菱鉱業株式会社の手島一光氏、朱雀智介氏、山本栄一氏そのの高島鉱業所の方々に対し厚く御礼申しあげる。なお、本研究には文部省科学研究費の一部を使用した。関係各位に深謝する。

* 1958 年 12 月日本地質学会西日本支部例会で講演。

** 九州大学理学部地質学教室。

地質学雑誌 第 65 巻 第 770 号 1959 年 11 月

I. 地質概要および試料採取方法

高島炭田の地質については諸先輩の研究があつてすでに発表され、また現地諸炭鉱においてはさらに詳細な調査がつづけられている。本炭田の古第三紀層模式柱状図と地質図は第1図および第2図に示した。高島炭田の夾炭層は始新統にぞくし、下より赤崎層群（香焼層）・高島層群（二子島層・端島層）および伊王島層群（沖ノ島層・伊王島層）に分けられ全層整合的に重なり、野母半島で基盤の變成岩類を不整合におおう。香焼層は礫岩～礫質砂岩・紫赤色頁岩を主とする厚層である。二子島層は白色砂岩・青灰色頁岩よりなり薄炭層をはさみ、下限に近く *Orthaulax japonicus* NAGAO その他の介化石を産する。端島層は同じく白色糖状の砂岩・頁岩よりなり主要稼行炭層を夾在している。沖ノ島層はやや泥質の砂岩・頁岩で構成され各種海棲動物化石を産する。伊王島層は基底および中部に著しい礫岩を有する海成層で介化石を多産するが中部には炭質頁岩も存在する。

採取した試料の層準は高島層群二子島層最上部の砂岩で、端島層の下部稼行炭層群（上より5尺・1丈・2尺・12尺・4枚上・4枚下）の約10m下位にあり、約3mの頁岩を夾み、上下の7mと9mの2砂岩にわかれる。採取場所は三菱端島坑内6片、左部4目貫より右部6目貫までで、走向方向に距離約730mとりこの間5本の柱状*をえらび、各柱状は、砂岩は約1m間隔、頁岩部は1～2個宛拳大の試料をとつた。砂岩はいずれも灰色塊状の細粒ないし粗粒砂岩で葉理がみとめられ、粗粒部には含礫質の部分もある。肉眼的な粒度の変化は第3図を参照されたい。左部より右部にいくにしたがい粗粒化する傾向がみられる。試料はすべて新鮮であつた。第3図で Section 1: 左部4目貫, Sec. 2: 同2目貫, Sec. 3: 同零目貫, Sec. 4: 右部3目貫, Sec. 5: 同6目貫である。

II. 試料の岩質

試料は主として粗粒～細粒砂岩で、肉眼的な粒度は第3表に示した。薄片は鏡下ではいずれも石英・チャート・斜長石・正長石および岩片がみられ、各粒は亜角稜形で淘汰は良好であり基質は少い。岩片は、白雲母片岩・安山岩質および粗面岩質の岩片である。多くの試料に炭酸塩鉱物が著しくみられ、薄片中の副成分鉱物としてわずかに白雲母・鉄鉱物**・無色ジルコン・海緑石がみられるにすぎない。代表的な数枚の粗粒～中粒砂岩薄片について積算台で行つた構成々分の容量組成比は第1表および第4図に示したが、基質がすべて15%以下で PETTJOHN の分類***では subgraywacke に属する。

III. 室内操作方法

試料は鉄乳鉢で粉碎し、粗粒～中粒砂岩は48メッシュ、細粒砂岩以下は80メッシュで篩分し、20grに縮分して水洗する。この際3～4分間放置して浮游泥分

第1図 高島炭田古第三紀層模式柱状図。

x: 動物化石, S: 試料採取層準, f: 断層, c: 石炭層, 数字は層厚m, ハハハは凝灰岩

* 地層が傾斜しているため厳密には垂直方向でなく斜めの方向である。

** 鉄鉱物としては薄片および重液分離したものの中に黄鉄鉱・磁鉄鉱・褐鉄鉱・チタン鉄鉱・赤鉄鉱がみられる。

*** F. J. PETTJOHN, Sedimentary Rocks, 2nd. ed., 1956.

第3図 試料採取位置及び岩相変化図

* 各 section の坑内位置は本文第1節参照, ** 試料番号, A—B は第6図 A—B に対応する。

*** 凡例: 1 炭質頁岩, 2 泥岩・粘土岩, 3 細粒～極細粒砂岩, 4 中粒砂岩, 5 粗～極粗粒砂岩。

図中の。は礫質。

第1表 砂岩容量組成比表 (%)

試料番号	石英 + チャート	長石	岩片	基質
13	33	23	33	11
22	34	24	38	4
27	37	24	32	7
36	34	11	47	8
43	33	24	36	7
50	34	18	39	9
61	28	22	43	7

を除去する。これに稀塩酸を加え 10 数分徐熱し水洗乾燥して秤量し, 炭酸塩分および粘土分を調べた*。重液はツーレ氏液 (比重約 2.8) を用い, 分離した重鉱物は秤量し, 縮分してプレパラートに封じ, 頻度は300～500 個数え, % 数に直した。

IV. 重鉱物の重量と岩相との関係

実験誤差をみるため予備実験として, 同一試料について3回水洗より重液分離までの操作を行い結果を第2表に示した。全試料の含有重鉱物の重量%は第3表に示した。すなわち重鉱物の含有重量%は 1～0.1% 位の範囲でかなり変化しており, 層としての代表値は分らない**。この変化は不規則で同じ粒度の砂岩でも量に多少があり, 細粒～粗粒砂岩の間でも不規則に変化する。また走向・上

第4図 砂岩容量比三角ダイアグラム

PETTIJOHN; Sedimentary Rocks, 2nd. ed. の分類による。数字は試料番号。

第2表 重鉱物分離予備実験表

試料番号	試料重量 (gr)	水洗及 HCl 処理 (gr)	重鉱物の量 (gr)
3 (1)	20	16.5	0.139
3 (2)	20	16.0	0.129
3 (3)	20	16.5	0.131

* 今回は結果は省略する。

** 層準あるいは炭田が変れば更に大きな単位で変るかもしれない。

第 3 表1 重 鉍 物 頻 度 表 (%)

鉍物名 No. sp.	海 緑 石	鋭 錐 石	白 雲 母	無色 ジル コン	電 気 石	角 閃 石	ざ く ろ 石	金 紅 石	モ ナ ズ 石	黒 雲 母	緑 れ ん 石	褐 れ ん 石	榍 石	紫色 ジル コン	鉄 鉍 物	% of H.M.	砂 岩
1	3	-1	25	10	5	1	—	1	—	—	—	—	—	—	54	0.2	vf
2	5	1	21	8	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	61	1.0	f
3	4	1	29	5	3	3	-1	—	—	-1	—	—	—	—	55	0.7	f
4	6	-1	34	9	4	2	—	—	—	—	—	—	—	—	45	1.1	f
5	7	6	19	9	2	4	—	—	—	—	—	—	—	—	52	0.9	f
6	6	4	27	14	4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	44	0.3	vf
7	3	4	15	10	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	61	0.5	vf
8	3	2	11	17	8	2	—	—	—	—	—	—	—	—	52	0.2	vf
9	1	2	5	9	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	80	0.4	vf
10	2	4	20	20	3	1	—	1	—	—	—	—	—	—	53	0.6	vf
11	4	1	7	5	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	77	0.4	f
12	2	1	10	10	3	6	—	—	—	—	—	—	—	—	68	0.3	m
13	2	1	9	4	4	3	—	—	—	—	—	—	—	—	77	0.5	m
14	6	1	12	4	2	3	—	—	—	—	—	—	—	—	73	0.3	f
15	5	3	13	9	4	2	—	—	—	—	—	—	—	—	65	0.2	m
16	4	—	10	9	4	5	—	—	—	—	—	—	—	—	67	0.1	m
17	4	—	26	6	5	2	—	—	—	—	—	—	—	—	57	0.2	m
18	—	—	1	8	2	1	—	1	—	—	—	—	—	—	88	0.05	vf
19	2	1	2	13	5	2	—	—	—	—	—	—	—	—	74	0.2	vf
20	1	2	3	18	4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	70	0.1	vf
21	2	1	8	11	5	2	—	—	—	—	—	—	—	—	71	0.4	m
22	2	1	24	13	4	2	—	—	—	—	1	—	—	—	55	0.1	m
23	2	7	8	6	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	74	0.4	m
24	4	1	12	5	5	5	—	—	—	—	—	—	—	—	69	0.4	m
25	2	1	3	3	2	3	—	1	—	—	—	—	—	—	85	0.5	m
26	4	—	3	5	2	4	—	—	—	—	—	—	—	—	82	0.2	m
27	1	1	24	7	7	3	—	—	—	—	—	—	—	—	57	0.3	c
28	—	—	66	3	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	30	0.2	c
29	1	—	40	4	7	3	—	—	—	—	—	—	—	—	44	0.2	c
30	4	—	21	4	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—	66	0.2	c
31	6	—	23	2	4	2	—	—	—	—	—	—	—	—	62	0.7	c
32	4	1	30	3	5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	56	0.7	m
33	2	2	6	22	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—	63	0.2	f
34	1	2	12	5	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	75	0.2	m
35	4	1	6	7	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	77	0.2	m

(数字は%, -1: 1% 以下, —: 極稀, c: 粗粒, m: 中粒, f: 細粒, vf: 極細粒, sd. sh.: 砂質頁

下方向にも規則性はみられない。ただ例外もあるが、極細粒砂岩～粘土岩*では一般に量が少くなる傾向がある。砂岩が細粒になれば重鉍物の粒径も小さくなるがこれに関しては今迄もいわれている。重鉍物の重量と頻度との関係については後述する。

V. 重鉍物の種類と岩相との関係および重鉍物記載

重鉍物の種類は、無色および紫色ジルコン・電気石・緑色角閃石・柘榴石・白雲母・黒雲母・金紅石・榍石・緑簾石・褐簾石・モナズ石および鉄鉍物**で他に海緑石・鋭錐石がある。これら重鉍物の種類はいずれの試料でもほとんど一定しておりまた後成鉍物とみられる海緑石・鋭錐石も大部分の試料にみられる。つまり重鉍物は後成鉍物も含めて、この砂岩中のどの試料にも普遍的に分布しており、特定場所に特定鉍物が著しく遍在し他の試料でその鉍物がみられないということはみとめられなかつ

* 肉眼では粘土岩であつたが検鏡結果は砂質粘土岩であつた。

** II. の註を参照。

表 3 第2

鉱物名 No. sp.	海 緑 石	銳 錐 石	白 雲 母	無色 ジル コン	電 氣 石	角 閃 石	ざ く ろ 石	金 紅 石	モ ナ ズ 石	黒 雲 母	緑 れ ん 石	褐 れ ん 石	榴 石	紫 色 ジ ル コ ン	鉄 鉍 物	% of H.M.	砂 岩
36	4	4	26	5	4	5	—	—	—	—	—	—	—	—	55	0.5	c
37	2	7	5	8	2	2	—	1	—	—	—	—	—	—	73	1.1	m
38	4	5	15	8	7	4	—	—	—	—	—	—	—	—	58	0.3	c
39	1	2	26	7	6	8	—	—	—	—	—	—	—	—	50	0.3	c
40	4	1	39	3	2	3	—	—	—	—	—	—	—	—	48	0.3	c
41	2	2	11	4	4	5	—	—	—	—	—	—	—	—	71	0.5	c
42	6	2	13	7	4	6	—	—	—	—	—	—	—	—	63	0.4	m
43	2	2	12	4	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	77	1.2	c
44	1	1	60	3	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	32	0.8	c
45	2	—	48	4	4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	41	0.8	c
46	1	—	48	4	6	3	—	1	—	—	—	—	—	—	37	0.5	c
47	3	—	7	8	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	75	0.6	m
48	1	1	14	5	6	3	—	—	—	—	1	—	—	—	70	0.2	c
49	2	1	1	12	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—	80	0.2	f
50	1	—	24	8	9	5	—	—	—	—	—	—	—	—	53	0.1	c
51	1	1	3	5	5	2	—	—	—	—	—	—	—	—	83	0.4	c
52	2	2	17	4	6	2	—	—	—	—	—	—	—	—	68	0.2	c
53	3	3	30	5	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—	55	0.7	m
54	9	1	24	2	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	61	0.4	m
55	2	1	74	1	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	18	0.4	c
56	1	—	78	2	3	2	—	—	—	—	—	—	—	—	15	1.0	c
57	4	1	7	10	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	74	0.3	vf
58	5	1	9	8	4	2	—	—	—	—	—	—	—	—	70	0.6	vf
59	3	2	47	4	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	42	0.5	c
60	5	8	25	5	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	52	0.6	m
sh 1	1	3	5	4	2	5	—	—	—	—	1	—	—	—	80	0.02	md. st.
sh 2	—	1	1	1	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	95	0.02	cly. st.
sh 3	1	2	9	6	4	3	—	—	—	—	—	—	—	—	74	0.4	sd. sh.
sh 4	1	2	26	8	6	5	—	—	—	—	—	—	—	—	53	0.05	cly. st.
sh 5	1	2	2	9	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	83	0.2	md. st.

岩, md. st.: 泥岩, cly. st.: 粘土岩.)

た。ただ非常に少い鉱物 (1 プレパラートに 1~2 個程度みられるもの) は試料によりみられないものもあるがこれは 1 試料より数枚のプレパラートを作ることにより見出すことができる。従つてこの砂岩単層中では、ある任意の場所の試料で、重鉱物の種類はほとんど代表されるといえる。なお炭酸塩鉱物の影響は重鉱物の種類・重量共に認められない。以下簡単に主な重鉱物の記載を行う。

ジルコン: 無色短柱形が多く、長柱形もみられ、円磨されたものが多い。紫色ジルコンはわずかにみられやや円磨されている。電気石: 褐色電気石が優勢である。青色電気石はわずかにみられるにすぎない。いずれも角~亜角形で、円磨されたものはみられない。角閃石: 淡青緑~淡黄緑色の多色性を有し、最大消光角約 20° の緑色普通角閃石である。石榴石: 無色および淡褐色でいずれも稀であるが、比較的大粒で存在する。銳錐石: 淡黄色で卓状・銳錐状の良好な結晶としてみられ後成のものと思われる。

VI. 重鉱物の頻度 (第3表・第5・6図)*

この砂岩層は第3表でみられるように7種の鉱物が頻度を%としてあらわされ、このうち 20% 以

上の頻度の示すものは2種しかない。各試料のうち鉄鉱物は40~80%を示すものが大部分で一部90%あるいは20%以下のものがある。白雲母は40%以下が多く、一部40~80%を示す。以上の2鉱物の頻度はある範囲に大体限定されるとはいえかなり頻度の変化が著しい。また無色ジルコンもほとんど10%以下であるが一部は20%前後を示すものがある。これらは鏡下でも頻度の実験誤差**以上でその割合が変化している。これに対し電気石・角閃石は走向・上下方向ともほとんど1~9%の範囲で一定し、岩相による変化もあまり認められない。また後成鉱物である海緑石・銳錐石も中にはみとめられない試料もあるがほとんど10%以下であり、極細粒~粗粒砂岩で差はみられない。ただ海緑石は泥岩~粘土岩では少くなるようである。この砂岩層では前述のように高頻度を示す鉱物が白雲母と鉄鉱物のみであるため、一方が高頻度を示せば他方は低頻度であらわれるという逆の関係がみられる。重鉱物の頻度の上からはこの砂岩では、新しい鉱物が突然高頻度で、ある試料中にあらわれることは認められなかった。つまりこの砂岩の中ではどこも大体一定の割合で、各重鉱物が存在しているのであり、1個の試料でその大体の性質を知ることができる。このことはBed以上の大きな地層の単元で重鉱物の種類あるいは頻度の特徴を出す上に重要なものである。

第5図(A) 柱状別重鉱物頻度図 Section 1
左の数字は試料番号及び位置, Gl.: 海緑石, An.: 銳錐石, Hb.: 綠色角閃石, To.: 褐色電気石, Zir.: 無色ジルコン, Mus.: 白雲母, Op.: 鉄鉱物. (以上は第5~6図に共通).

第5図(B) Section 2

第5図(C) Section 3

VII. 重鉱物の頻度と重量の関係

各重鉱物は夫々比重あるいは各粒の体積が異なるので頻度数に重鉱物の総重量を乗じて、その鉱物の重量にはならない。しかし1鉱物種(仮にA鉱物とする)に対しては1試料で大体次の関係がなりたつと思われる。すなわち、

* 第5図で各点を線で結ぶことは無意味であるが、上下の関係を見易くするため線でつないだ。各鉱物の基線(縦線)上の点はとくに頻度0%でなく-1%:(1%以下), 線の左の点は(-):(present)を意味する。

第6図は便宜上A—B線をそろえて図示したので頻度の上下の変化は図にあらわれていない。

** MILNER (1940), 河井興三 (1952) 等。

第5図 (D) Section 4

第5図 (E) Section 5

第6図 重鉱物頻度図

A—Bは第3図のA—Bに対応する。

みて動きやすく、偏つて存在しやすいものと思われる。また(1)式より頻度 (F_A) は変化しても絶対量 (W_A) のあまり変らない鉱物のある場合も考えられ、こういう鉱物はまた絶対量の点より利用し得るので、頻度のみならず鉱物の絶対量にも注意する必要がある。

$$V_A \cdot R_A \cong F_A \quad \text{従つて} \quad V_A \cong F_A / R_A$$

但し V_A : 重鉱物の全容積に対するA鉱物の容積 (%)

F_A : A鉱物の頻度 (%)

R_A : A鉱物について実験的に決まる定数*

またこの試料の重鉱物の総重量を W , 総容積を V , 平均の比重を N , A鉱物の比重を n , 重量を W_A とすれば

$$W = N \cdot V, \text{ また } V \cdot V_A \cdot n = W_A \text{ である}$$

る。最後の式に前三式を代入して

$$W \cdot F_A \cdot n / N \cdot R_A = W_A$$

ところが1試料では N は一定なので $n / N \cdot R_A$ は一定、つまり、

$$F_A \cdot W \propto W_A \cdots (1) \quad \text{といえる。}$$

似たような試料で、各鉱物の形態、大小粒の混在状態、各鉱物の大体の割合等があまり変らなければ**, 頻度と重鉱物の重量より、1鉱物の各試料中の相対量***を知ることができる。以上の点を考慮して、鉄鉱物・白雲母その他の鉱物の夫々の頻度と相対量の関係をみてみると、鉄鉱物は白雲母にくらべその相対量の変化は、全重鉱物量の変化により平行的であり、例えば鉄鉱物の頻度が20%以下を示す試料でも相対量は他の試料とあまり変化がなく、白雲母が多量に流れこんだため鉄鉱物の頻度が低くなつたということが分る。また重鉱物の重量が多くなるのは、鉄鉱物の相対量が多いもの、白雲母が多いもの、この両者が増すものなどがある。白雲母はその形状より

* 1個の試料から得られた重鉱物では、ある鉱物(A)については(個体数の割合)と(容積の割合)との間には一定比の関係がなりたつ筈であり、この場合の定数を R_A とする。(個体数の割合)のかわりに{頻度(%)}をおきかえても大体式がなりたつ。

仮に鉱物粒の大きさのすべて等しい“理想試料”というべきものがあれば $R_A = 1$, $V_A = F_A$ になる。この場合の頻度(%)は実験誤差を含んでいる。

** N および R_A がほぼ一定といえる。

*** $R_A \cdot N \cdot n$ 等が分れば絶対量が出る。

VIII. 結果の要約および結論

1. 高島炭田二子島層上部の1砂岩層を、走向方向約 700 m の間に5本の柱状をとり、各柱状は上下約 1 m 間隔で試料をとり重鉱物の諸性質を調べた。
2. 重鉱物の含有重量%は走向・上下両方向で 1~0.1% の範囲で不規則に変化する。泥岩~粘土岩は含有量が非常に少ない。
3. 重鉱物の種類はほとんど一定しており、後成鉱物も大部分の試料中にみられる。この砂岩中には無色ジルコン・褐色電気石・緑色角閃石・白雲母・鉄鉱物等が主にみられ、他に後成鉱物として海緑石・鋭錐石がみられる。
4. 重鉱物の頻度は角閃石・電気石は 10% 以下ではほとんど安定した頻度を示し、無色ジルコンは 20% 以下でやや変化する。白雲母・鉄鉱物は頻度の変化が大きい。大体前者は 40% 以下が多く後者は 40~80% を示すものが多い。新しい鉱物が突然高頻度であらわれることはない。後成鉱物である海緑石・鋭錐石も大部分の試料に 10% 以下の安定した頻度であらわれる。
5. 以上の結果より、少なくとも 700 m の走向距離内では、この砂岩層は1個の試料で、その重鉱物の種類は代表種とみなしてよく、また無色ジルコン・鉄鉱物・白雲母をのぞいてはその頻度も大体代表しており、またこれら3鉱物もある範囲の頻度内に入るものが多い。すなわちこの砂岩層では重鉱物の組合せ、多少の順位は決っている。これは Bed あるいはそれ以上の単元の対比への可能性を示している。
6. 重鉱物の総量に関係なく絶対量の変らない鉱物があれば頻度と別に、量の上からも対比に応用できる。しかし今回は予想的に、2,3 の鉱物について各々の相対量を出してみたがいずれもかなり変化している。
7. 砂質頁岩~粘土岩は極細粒~粗粒砂岩にくらべて重鉱物の量・種が少なかつたり、頻度が偏つたりしており、多くの試料を比較する場合は除外した方がよいと思われる。
8. この砂岩では走向方向の距離約 700 m で重鉱物はほぼ一定の性質を有しているが、走向・傾斜および上下方向でどの範囲まで一定であるかを知ることは重要である。この範囲は岩質・層準・時代・堆積盆地等が変れば当然変るものと予想されるので個々の場合で検討していくべきである。
9. 鉄鉱物を細分することにより、頻度あるいは絶対量で Bed の代表値を示すものがでることも考えられる。また、試料の間隔をさらに細かくとることにより、白雲母も分布の特徴がでるかも知れず*、これは Bed 間の対比に利用しうる可能性をもっている。

* これは砂岩の lamination と関連しているとも思われ、今後調べていきたい。

主なる参考文献

- 1) 青木和子 (1957): 月布川沿岸の新第三紀堆積岩に関する地質学的研究, 山形大紀要, 4, 2, pp. 249~269.
- 2) ——— (1958): 山形盆地西縁の橋上砂岩部層に関する堆積学的考察, 山形大紀要, 4, 3, pp. 387~402.
- 3) ——— (1959): 山形市及びその周辺地域の緑色凝灰岩とそれに伴う各種堆積岩との 鉱物成分に関する研究, 山形大紀要, 4, 4, pp. 545~559.
- 4) BORNHAUSER, M. (1940): Heavy Mineral Associations in Quaternary and late Tertiary Sediments of the Gulf Coast of Louisiana and Texas. *Journ. Sed. Pet.*, 10, 3, pp. 125~135.
- 5) BRADLEY, J. S. (1957): Differentiation of Marine and sub-aerial Sedimentary Environments

- by Volume Percentage of Heavy minerals, Mustang Island, Texas. *Journ. Sed. Pet.*, **27**, 2, pp. 116—125.
- 6) CARROLL, D. (1953): Weatherability of Zircon. *Journ. Sed. Pet.*, **23**, 2, pp. 106—116.
 - 7) 藤井浩二 (1955): 砂岩研究の二・三の問題, 地球科学, **20**, pp. 2—11.
 - 8) ——— (1956): 九州八代地方中生界の砂岩, 地質雑, **62**, 727, pp. 193—211.
 - 9) ——— (1957): 重鉱物研究雑感, 堆積学研究, **16**, pp. 1—2.
 - 10) FUJII, K. (1958): Petrography of the Cretaceous Sandstone of Hokkaido, Japan. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ., Ser. D*, VI, 3, pp. 129—152.
 - 11) ICHIMURA, T. and MATSUBAYASHI, H. (1953): Igneous activities prior to the deposition of the Chichibu System. *Bull. Earthquake Res. Inst.*, **31**, pt. 2, pp. 155—167.
 - 12) ——— and AOKI, K. (1957): Some Geological Considerations of the Neogene Sediments Exposed at the Western Margine of the Yamagata Basin. *Bull. Earthquake Res. Inst.*, **35**, pt. 1, pp. 47—73.
 - 13) ——— (1958): Heavy Minerals in Metamorphosed Sediments from the Tsukuba District, Ibaraki Prefecture. *Bull. Earthquake Res. Inst.*, **36**, pp. 395—412.
 - 14) IIJIMA, A. (1957): Preliminary Note on the Heavy-mineral Association of the Ishikari Series (Eocene-Oligocene) in the Ishikari, Kabato and Rumoi Coal Fields in Hokkaido, Japan. *Journ. Geol. Soc. Jap.*, **63**, 737, pp. 67—81.
 - 15) 河井興三 (1952): 重鉱物百分率の信頼度について, 石油技誌, **17**, 4, pp. 229—235.
 - 16) ——— (1958): ガス田の凝灰岩層, 千葉県.
 - 17) 木村敏雄 (1954): 中ノ沢層砂岩及び石灰岩について, 地質雑, **60**, 701, pp. 67—81.
 - 18) 加藤和幸 (1957 a): 大之浦地区第三紀層の含有鉱物, 九州鉱山学会誌, **25**, 3, pp. 97—101.
 - 19) ——— (—— b): 有田地区第三紀層の含有鉱物 (其の1), 同上, **25**, 3, pp. 102—105.
 - 20) ——— (—— c): 有田地区第三紀層の含有鉱物 (其の2), 同上, **25**, 5, pp. 168—171.
 - 21) ——— (—— d): 直方市東部出山層の含有鉱物 (筑豊炭田の所謂出山層に関する私見), 同上, **25**, 6, pp. 216—219.
 - 22) ——— (—— e): 相知層群の含有鉱物, 同上, **25**, 10, pp. 401—406.
 - 23) 松下久道 (1949): 九州北部に於ける古第三系の層序学的研究, 九大理学部研究報告, **3**, 1.
 - 24) MILNER, H. B. (1940): *Sedimentary Petrography*. London.
 - 25) 小原浄之介・高橋良平 (1955): 海底炭田探査の一方法 (高島炭田砂岩のペトログラフィー), 鉱山地質, **5**, 15, pp. 33—47.
 - 26) 佐藤良昭 (1954): 岡山県山奥層 (ジュラ系) の重鉱物, 地質雑, **60**, 707, pp. 333—336.
 - 27) ——— (1955): 秩父盆地赤平層 (第三系) の重鉱物組成, 地質雑, **61**, 723, pp. 583—588.
 - 28) 田口一雄 (1957): 裏日本油田第三系への重鉱物分析の適用, 堆積学研究, **16**, pp. 3—4.
 - 29) THOMAS, H. H. (1902): The Mineralogical Constitution of the Finer Material of the Bunter Pebble Bed in the West of England. *Q. J. G. S.*, LVIII, pp. 620—632.
-