

## 神戸層群産凝灰岩の重鉍物組成\*

西村年晴\*\*

(平成2年9月29日受理)

### 序

神戸層群は、神戸市西部、三田盆地とその周辺、および淡路島北部に分布する第三系の地層群である。三田盆地とその周辺における神戸層群は、そのすべてが非海成の堆積物であり、神戸市西部においては、主として非海成層であり一部に海成層を混え、淡路島北部においてはそのすべてが海成層であるとされている（例えば、兵庫県、1961など）。同層群の時代は、産出する植物化石群および貝化石などから中新世中期～後期あるいは一部鮮新世におよぶとされてきた（鹿間、1938；安藤、1956、1957；糸魚川、1983）が、最近、尾崎・松浦（1988）により、古第三紀である可能性が指摘され、層序を確立する必要性がますます高まってきている。

神戸層群、特に三田盆地とその周辺における神戸層群は、淡水成の礫岩・砂岩・泥岩および流紋岩質凝灰岩より成り、これらの岩相ならびに堆積サイクルによって層序区分がなされている。しかしながら、当地域の神戸層群はすべて陸成層であるため、岩相の側方変化が著しく、また当地域は有数の地回り地域であるため鍵層として有効な凝灰岩層の対比すら困難な場合もある。そこで、三田盆地の西北端である加東郡東条町地域（図1）に分布する神戸層群を対象として、凝灰岩中の重鉍物組成に注目し、層準による差異の有無を検討し、凝灰岩の層準の識別が可能かどうかを試みた。その結果、相当な程度まで識別できることが明らかになったので報告する。

### 層序と岩相

当調査地域における神戸層群の層序と岩相の詳細については別に報告する予定であり、ここでは、概略を述べるにとどめる。神戸層群の柱状図および採取試料の層準を図1に示す。

当地域の神戸層群は、下位より、安政池凝灰岩部層、森尾凝灰岩部層、および小沢部層の3部層に区分できる。これらは整合に重なっている。安政池凝灰岩部層は、凝灰岩を中心とした火山堆積物のみから成り、森尾凝灰岩部層は、凝灰岩および凝灰質な礫岩・砂岩・泥岩から成る。上位の小沢部層は、非凝灰質の礫岩・砂岩・泥岩から成り、最上部に凝灰岩がある。各部層の対比は地回り地形に注意しながら、上記の岩相変化の組合せと凝灰岩の徹底追跡を基に行った。各部層の層厚の変化は大きく、また側方への連続性もあまり良くない。当地域の神戸層群の積算層厚は約80mであり、尾崎・松浦（1988）の吉川累層に属する。尾崎・松浦（1988）および従来の多くの研究によれば、当地域の神戸層群は、西方ほど上位の地層が露出しているとされていたが、今回の調査により、当地域の神戸層群の地層はうねりながらも大局的にはほとんど水平であって、西方の安政池凝灰岩層の方が

\* 日本地質学会第96年学術大会（水戸、1989）で一部講演

\*\* 兵庫教育大学第3部（自然系教育講座）

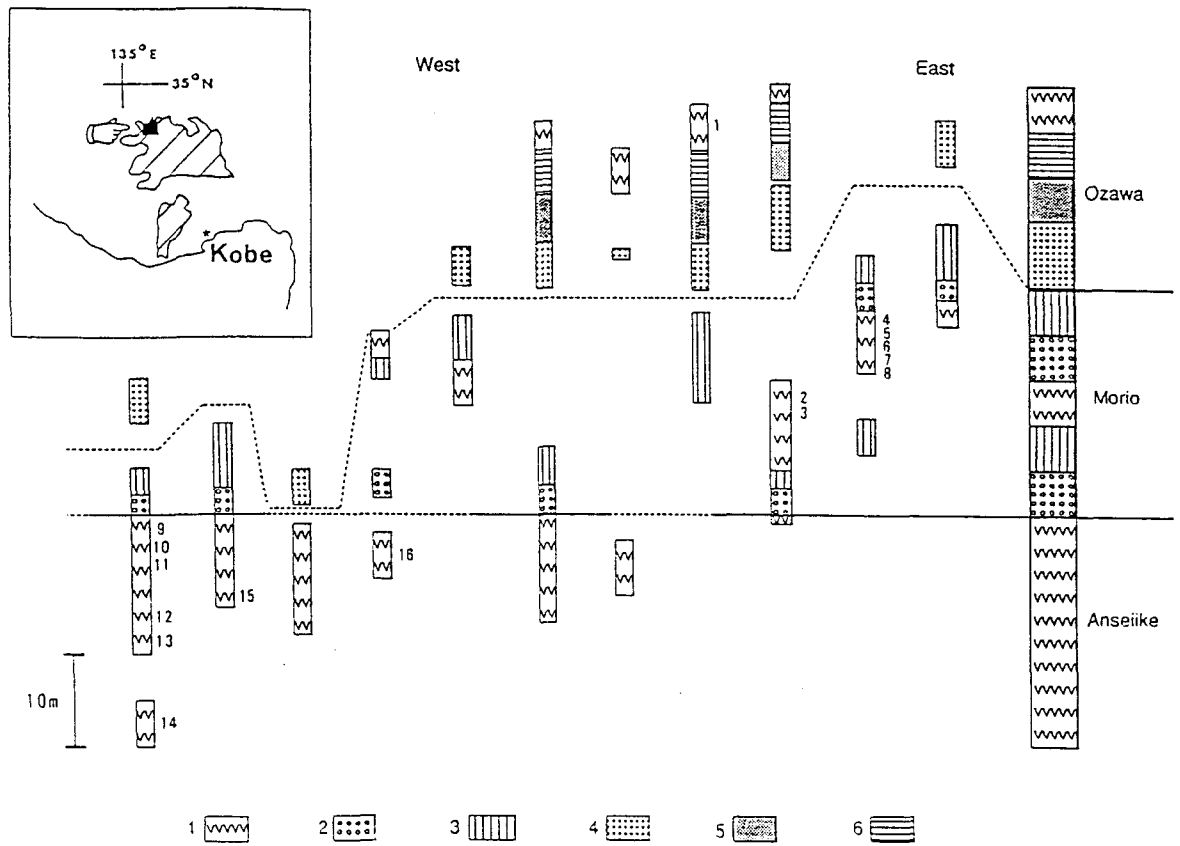


図1. 加東郡東条町における神戸層群の柱状図と試料採取の層準。  
 柱の右側の数字は試料番号を示す。  
 1: 凝灰岩    2: 凝灰質礫岩    3: 凝灰質砂岩  
 4: 礫岩    5: 砂岩    6: 泥岩

森尾凝灰岩層よりも下位であることが分かった。従って、西村（1989）で報告した3枚の凝灰岩の層準は、本小論における層準とは異なるものである。

### 採取試料とその処理

今回用いた凝灰岩試料は、図1にもその層準を示してあるように上位の小沢凝灰岩層から1個（試料番号1）、中位の森尾凝灰岩層から7個（試料番号2～8）、下位の安政池凝灰岩層から8個（試料番号9～16）採取したものである。さらに、東条湖畔に露出し、これらの凝灰岩層よりもさらに下位であるとされている凝灰岩層から4個（試料番号17～20）採取し、計20個の試料について重鉍物分析を行った。これらはいずれも細粒～中粒砂質の凝灰岩である。

試料は粗砕し、水中で十分にほぐしてから、60メッシュと250メッシュのふるいを用いて粒度を揃え、10%塩酸を加え20分加熱後に洗浄した。粒度を揃えた乾燥試料約5gをプロモフォルム（比重2.85）中に浸し、含まれる重鉍物を分離した。重鉍物は秤量した後、適量をカナダバルサムにてスライドガラスに封じ込め、偏光顕微鏡下で同定しながら個数を数えた。

### 結果と考察

重鉍物分析の結果を表1に示す。表中の数値は、重量パーセントと個数の項目以外は個数パーセントを示している。

まず、重鉍物の含有量は0.002～1.14 wt. %で、一般に非常に少ない。各試料ごとに透明重鉍物200個以上の鑑定を目途としたが、10数個～数10個の透明重鉍物しか含まれていなかったものもある。

含まれる透明重鉍物は、角閃石、普通輝石、黒雲母、緑泥石、ざくろ石、紫蘇輝石、白雲母、ルチル、電気石、およびジルコンである。角閃石には、緑褐色～褐色、淡～暗褐色、淡～暗褐緑色、青緑色～褐緑色の多色性を示すものや酸化ホルンブレンドがある。角閃石のほとんどすべてが破片である。ざくろ石は、主として無色で円磨されているものであるが、時々、淡褐色や淡緑色さらに稀に赤褐色のものもある。電気石は、そのほとんどが破片であり、また、様々な多色性を示すが、緑色系統のものと褐色系統のものに大別できる。ジルコンには、無色のものと淡緑色や淡褐色を呈するものがあり、それぞれ自形を呈するものと破片のものがある。稀に、無色できわめてよく円磨されている粒子がある。

不透明重鉍物では、いずれの試料でもiron-opaque (magnetite) がきわめて多く、他にleucoxeneがみられる。hematiteおよびpyriteはきわめて少ない。

図2は、表1のうちの透明重鉍物を6グループに分類してその量比を表したものであり、図3は、それぞれのグループ内での特徴（主として色と形）を比較検討できるように表したものである。図2と図3とにより、次のことが分かる。

まず、重鉍物の種類ごとに検討すると、角閃石は、東条湖畔の試料にはきわめて少ないが、安政池凝灰岩ではほぼ万遍なく約50%前後含まれている。もっとも試料番号15のように角閃石が少ない分だけ輝石類が多いものもある。森尾凝灰岩では角閃石は含まれているが、その量のばらつきが大きい。

ざくろ石は、小沢凝灰岩と安政池凝灰岩からは産出しないか、あるいはあってもきわめ

表1. 重鉍物分析結果

Member	小沢	森尾							安政池								東桑湖畔			
Sample No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Weight %	0.02	0.49	0.49	0.01	1.14	0.32	0.17	0.31	0.14	0.77	0.13	0.43	0.27	0.17	0.05	0.15	0.33	0.16	0.04	0.002
Amphibole																				
grn-brn		12.1	44.3	3.3	82.8	24.4	57.0	27.3	44.0	45.7	35.4	40.6	38.2	40.0	10.3	28.0	11.8	1.8	1.6	
p-d.brn		1.7	8.1	3.3		0.4	1.7	1.0	1.7	0.5	5.0	5.2	6.4	4.9	4.1	5.4				
p-d.grn	43.0	1.7	6.8				0.8		0.4	5.9	4.1	6.3	5.9	4.4	2.6	3.2				
bl.grn												0.5	0.5							
oxy											0.5	0.5								
Augite	0.7	15.5	6.2	21.3	1.1	1.5	7.4	7.7	7.3	3.9	14.1	9.9	5.4	0.5	15.5	5.4		3.5	11.3	40.0
Biotite	17.9	6.9	0.6	27.9	3.3	41.9	2.5	0.5	3.0	7.3	0.9	0.5	4.5	18.5	7.2	1.1		1.2	1.6	
Chlorite															0.5					
Garnet																				
colorless			1.9	4.9	7.4	12.7		35.0	0.9		0.5					2.2		30.0	9.7	
p.brn								2.9								1.1	5.9	3.5	1.6	
red.brn								0.5												
p.grn	0.7		0.6		1.1	3.0		2.9											7.1	
Hypersthene	3.3	13.8	4.3	8.2	1.1	3.0	4.1	10.0	6.5	5.4	6.8	6.3	2.5	1.0	25.9	5.4		10.0	25.8	
Muscovite				1.6				0.5									17.6	1.2	6.5	
Rutile					0.4	0.7		1.0									5.9		1.6	
Tourmaline																				
brn	1.3		3.7		0.7	1.5	0.8	1.0	4.3	4.4	2.7	4.2	6.4	2.0	1.5	2.2				
grn			0.6		0.7	2.5	1.0	1.0	1.3	1.5	2.3		3.0	0.5	4.1					
Zircon																				
無色破片	15.9	31.1	13.0	16.4	0.7	7.9	18.2	5.3	26.3	21.0	19.5	20.8	17.8	23.3	13.9	36.3	23.5	24.6	29.0	30.0
無色自形	17.2	17.2	7.5	3.3	0.7	1.9	2.5	0.5	4.3	4.4	8.2	5.7	8.9	4.4	13.4	8.6	11.8	10.0	3.2	20.0
無色円磨			0.6													1.1	5.9	0.6		
p.grn			1.2	9.8	0.7	0.4	1.7	2.9						0.5	1.0		17.6	4.7	8.1	10.0
p.brn			0.6				0.8											1.8		
個数	151	58	161	61	270	267	121	209	232	205	220	192	202	205	194	93	17	170	62	10
Non-Opaque	67	11	23	60	61	31	25	35	37	34	45	31	42	21	46	22	1	18	13	29
Op. Iron	33	71	63	30	36	62	57	44	57	55	53	64	54	76	51	73	94	75	81	50
Leucox	+	15	12	6	2	5	18	17	4	7	2	5	4	2	3	4	+	5	1	3
Hem		3	2	+	1	1		2	2	4					+	1	+		2	3
Py				4	1	1		2	+			+		1			5	2	3	15
個数	209	160	208	128	214	208	142	202	195	146	213	251	230	232	233	212	260	255	204	34

grn: green, brn: brown, bl: blue, p: pale, d: dark  
 Op: opaque, Leucox: leucoxene, hem: Hematite, Py: pyrite

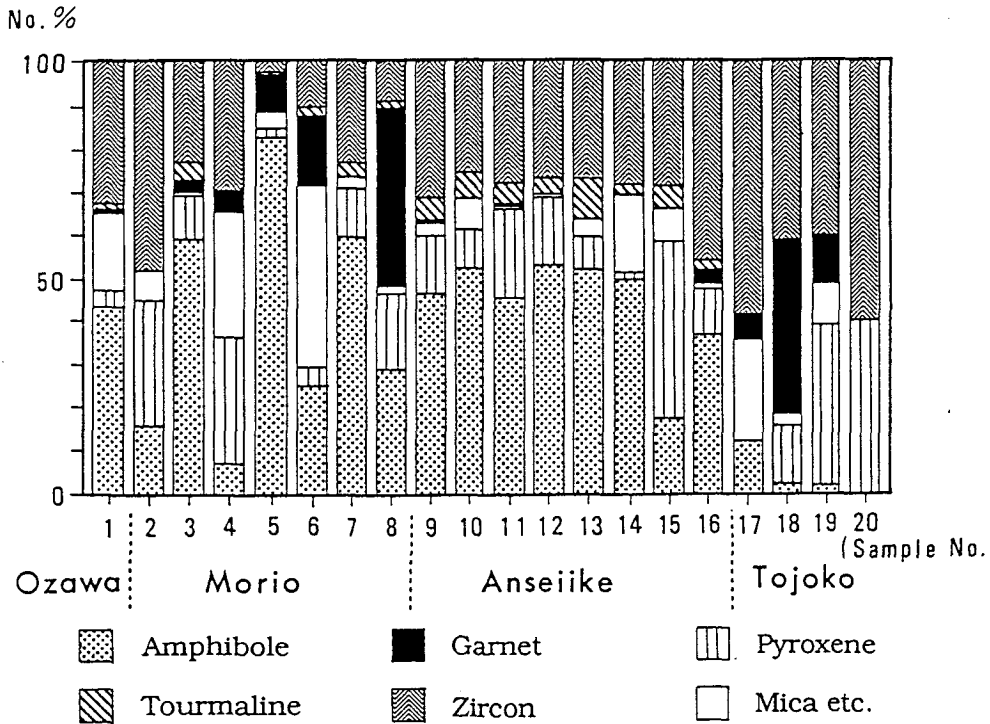


図2 重鉱物組成

て少量である。森尾凝灰岩と東条湖畔の凝灰岩では産出することが多いが、量のばらつきが大きい。

ジルコンは、すべての試料から産する。最も多く産するよう見える試料が東条湖畔のものに2つあるが、これは表1から分かるように透明重鉱物の個数がきわめて少ないので注意が必要である。森尾凝灰岩においては、多少のばらつきがあるが、ほぼ同程度含まれている。

電気石は、東条湖畔のものからは全く産しないが、他の層準からは少量ながらほぼ同程度産出すると言える。

雲母類や輝石類は、産出量のばらつきが大きく、層準による明確な差異は認め難い。

次に、各層準の特徴という視点から検討すると、上位の小沢凝灰岩では、分析試料がひとつしかないことを考慮にいれても、角閃石では他の層準に多く見られる緑褐色～褐色の多色性を示すものではなく、淡～暗緑色の多色性を示すものばかりであり、かつ、ざくろ石も電気石も少ないという点に特色がある。

中位の森尾凝灰岩では、当地域の神戸層群凝灰岩から産する重鉱物のほとんどすべての種類が産するが、それぞれの量をみると、試料間のばらつきが大きい。

下位の安政池凝灰岩では、ざくろ石がきわめて少なく、角閃石・ジルコン・電気石という組合せに特徴がある。

さらに下位とされる東条湖畔の試料ではジルコンとざくろ石の組合せに特徴があり、森

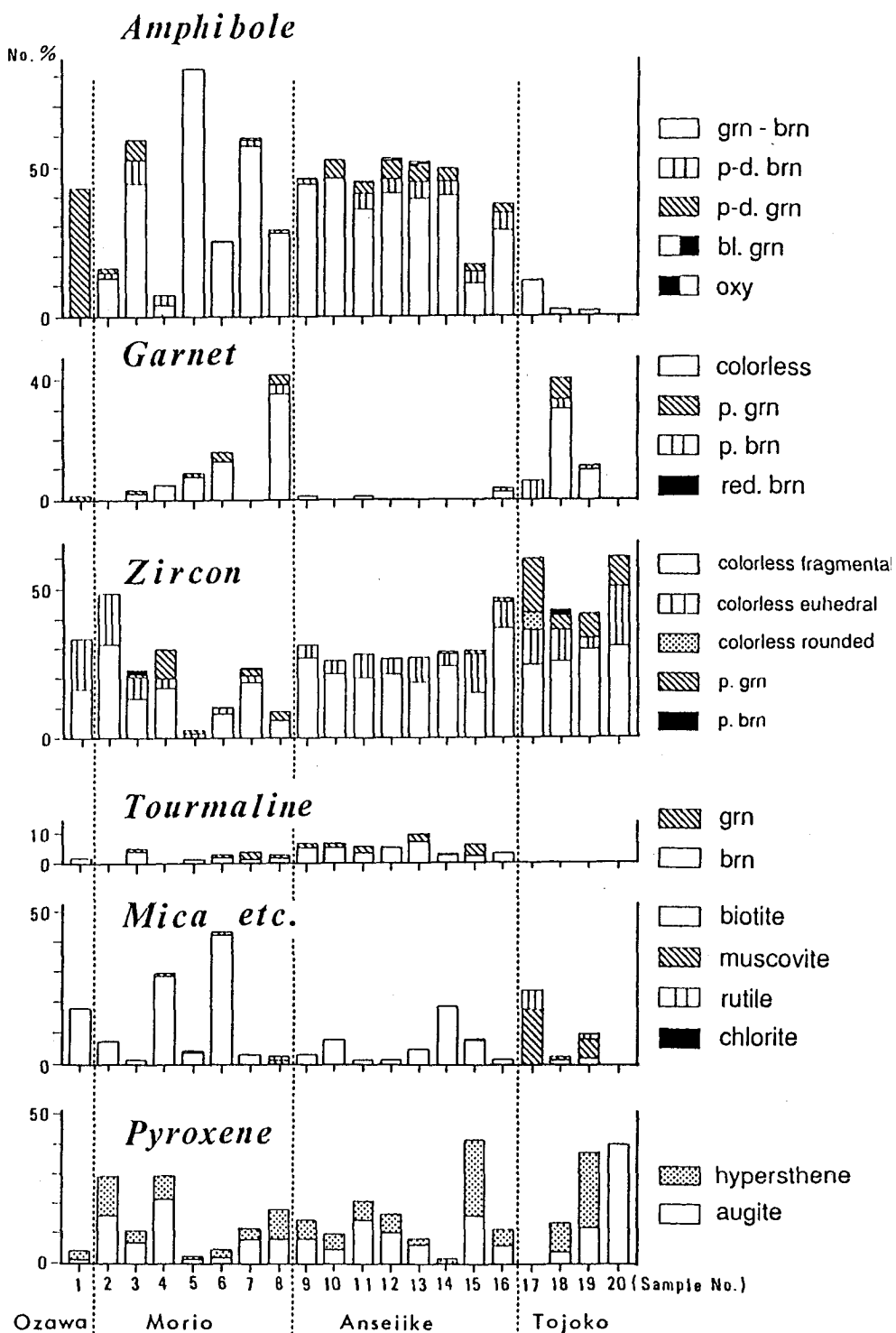


図3. 各鉱物種ごとの層準間での比較, 略字は表1参照.

尾凝灰岩と似ているようであるが、角閃石がきわめて少なく、かつ電気石を全く含まない。  
 以上述べてきたことに基づいて、重鉱物組成によって層準の区別が可能かどうかを考えてみよう。

すでに述べたように、凝灰岩の層準によって差が認められそうな重鉱物は、角閃石類、ざくろ石、電気石、およびジルコンである。そのうちでも、ざくろ石と電気石、特に当地域の神戸層群に多くみられる褐色系統の電気石は、主として変成岩類に含まれる鉱物である。これらの鉱物が、火山砕屑岩である凝灰岩に含まれているということは、試料を採取した凝灰岩層が降下堆積物ではなく、おそらく火砕流堆積物であるためであり、これらの量のちがいは堆積物の移動・運搬の場や堆積の場、およびその時期のちがいを反映している可能性があるため、層準を識別するのに有効であろう。しかしながら、電気石はいずれの試料でもきわめて少量なので、角閃石、ざくろ石、およびジルコンの量を三角ダイアグラムに表したのが図4である。

図4および図3から明らかなように、最下位と思われる東条湖畔の凝灰岩では、ジルコンとざくろ石が主体であり、角閃石と電気石はきわめて少ないか、あるいは全くない。さ

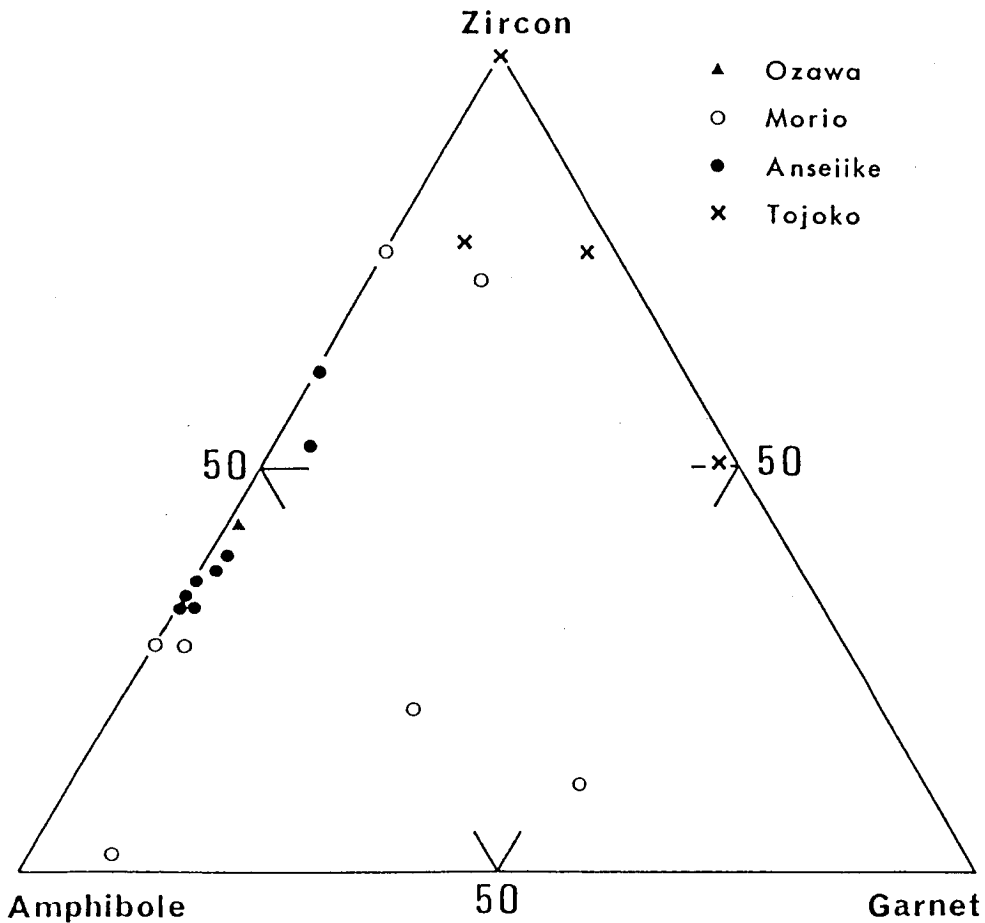


図4. ジルコン-角閃石-ざくろ石 三角ダイアグラム

らに、不透明重鉱物がきわめて多い(表1)。下位の安政池凝灰岩では、角閃石とジルコンの組合せでざくろ石は全く含まないかあるいはきわめて少ない。中位の森尾凝灰岩では、ばらつきが大きい、他の層準よりも角閃石が多く、ざくろ石を多く含む。上位の小沢凝灰岩では、1試料のみであるが緑色系統の角閃石がきわめて多い。

このように、ある特定の重鉱物組合せによって、層準の区別が相当程度まで可能であるということが分かる。ただし、ある1枚の凝灰岩層のどの部分から試料を採取したかによって、重鉱物組成がどのくらい変わるのかという問題が残っている。図1に示すように、森尾凝灰岩層と安政池凝灰岩層においては、それぞれの層の上部から下部にわたって試料を採取した。試料採取位置による重鉱物組成のばらつきは安政池凝灰岩層では小さいが、森尾凝灰岩層ではかなり大きい。森尾凝灰岩層に関して、もっと細かい間隔での試料採取と重鉱物分析が必要かもしれないが、現時点においては、大局的には、神戸層群産凝灰岩の層準の識別に重鉱物組成が有効であるといえる。

### 引用文献

- 安藤保二, 1956: 多井畑貝化石の再出現(予報). 兵庫生物, 2, 1-2.  
———, 1957: 神戸市多井畑化石層について. 地質雑, 63, 448.  
兵庫県, 1961: 兵庫県地質鉱産図および同説明書.  
糸魚川淳二, 1983: 瀬戸内海東部沿岸地域の中新世軟体動物群集. 瑞浪市化石博物館研究報告, No. 10, 29-39.  
西村年晴, 1989: 神戸層群産凝灰岩の重鉱物組成. 日本地質学会第96年学術大会講演要旨集, p298.  
尾崎正紀・松浦浩久, 1988: 三田地域の地質, 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 93p.  
鹿間時夫, 1938: 神戸層群とその植物群. 地質雑, 49, 481-497.



## Heavy mineral association of tuffs of the Kobe group

Toshiharu NISHIMURA

Heavy mineral association of tuffs of the Kobe group was analysed and difference among members was investigated in order to discriminate horizon of each tuff bed.

Amphiboles, augite, biotite, chlorite, garnet, hypersthene, muscovite, rutile, tourmaline, and zircon are identified. Tuffs at Tojoko, which is supposed to be the lowermost horizon in the study area, are characterized by the combination of zircon and garnet, and contain rarely amphibole and no tourmaline. Anseiike tuffs, the lower horizon, are characterized by occurrence of amphibole, zircon, and tourmaline. Morio tuffs, the middle horizon, contain almost all kind of heavy minerals occurring in tuffs of the Kobe group in the study area, and are characterized by a little abundant amphibole and garnet. The upper horizon Ozawa tuff contains green amphibole abundantly.

Heavy mineral association is effective, to a considerable extent, on the discrimination of horizon of tuffs of the Kobe group.