

## 古第三紀神戸層群中の北畑凝灰岩層に含まれる黒雲母の化学組成

谷 保孝<sup>1)</sup>・中川 渉<sup>2)</sup>

**要旨** 本研究では、主に古第三紀神戸層群北畑凝灰岩層に含まれる黒雲母のEPMA分析結果より得たmg#値  $\{mg\# = 100 \times Mg / (Fe + Mg)\}$  とmg#-MnO関係図に関する特徴について報告する。北畑凝灰岩層は兵庫県三田盆地に分布する神戸層群の鍵層になる凝灰岩層のひとつである。同一地点の北畑凝灰岩層から層準が異なる10試料を採取し、分析・検討した。全体的にみると、黒雲母はmg#=47~51とmg#=53~56に分かれたバイモーダルな特徴を示す。また、MnO値は、高いmg#値の黒雲母より低いmg#値の黒雲母の方が大きい傾向がある。上述の黒雲母の特徴は本地点の凝灰岩層内部で共通することから、黒雲母のmg#-MnO関係図は北畑凝灰岩層の対比指標として有効と考えられる。ただし、高いmg#値を持つ黒雲母が1粒子しか確認できない試料もあるため、対比する場合に高いmg#値を持つ黒雲母が検出されない可能性もある。

キーワード：古第三紀神戸層群、北畑凝灰岩層、黒雲母、mg#-MnO関係図、対比指標

### 1. はじめに

三田盆地や神戸市西部に分布する古第三紀神戸層群には9層準以上の凝灰岩層が挟在し、そのうちの5層準の凝灰岩層が鍵層となる(尾崎・松浦, 1988)。しかし、神戸層群の凝灰岩層の層厚や層相は地域間の変化が著しく、鍵層となる凝灰岩層の細かな対比については再検討が必要とする意見もある(例えば、尾崎・原山, 2003; 谷・中川, 2006; 尾崎, 2009)。

一方、神戸層群凝灰岩層を構成する凝灰岩の記載岩石学的性質を理解し、その結果を用いて、より詳細な凝灰岩層の識別・対比を行う試みもある(例えば、今岡ほか, 2000; 谷・中川, 2001; 中川ほか, 2004aおよび2004b; 谷・中川, 2005および2006; 谷, 2009など)。しかし、まだ神戸層群凝灰岩層の記載岩石学的性質が十分に蓄積できていない。

本論では、三田盆地に分布する神戸層群北畑凝灰岩層に含まれる黒雲母の化学組成の特徴について報告する。北畑凝灰岩層の黒雲母はMg/(Fe+Mg+Mn)値に関してバイモーダル性を示す事が中川ほか(2004b)などで指摘されて

いるが、本研究では1ヶ所での試料採取層準を増やし、凝灰岩層内部での変化も検討した。また、一部の試料は斜長石の化学組成も検討した。なお、本論は主に日本地質学会第112年学術大会における発表(谷・中川, 2005)をベースとし、それ以降の新たなデータを付け加えて報告するのである。

### 2. 試料概説

三田盆地の地質図を図1に示す。三田盆地の神戸層群は下位より三田累層、吉川累層および細川累層に区分される(尾崎・松浦, 1988)。三田盆地の神戸層群は主に陸成の礫岩、砂岩および泥岩からなり、多数の凝灰岩層が挟在する。鍵層となる凝灰岩層は下位より東条湖、上久米、北畑、石上山および戸田凝灰岩層と呼ばれる(尾崎・松浦, 1988)。これらの凝灰岩層は層厚が数cm~35mで、その内部に堆積岩を挟在する場合もある(尾崎・原山, 2003など)。また、神戸層群凝灰岩層を構成する凝灰岩の一部には降下軽石もあるが、多くの凝灰岩は二次堆積物からなる

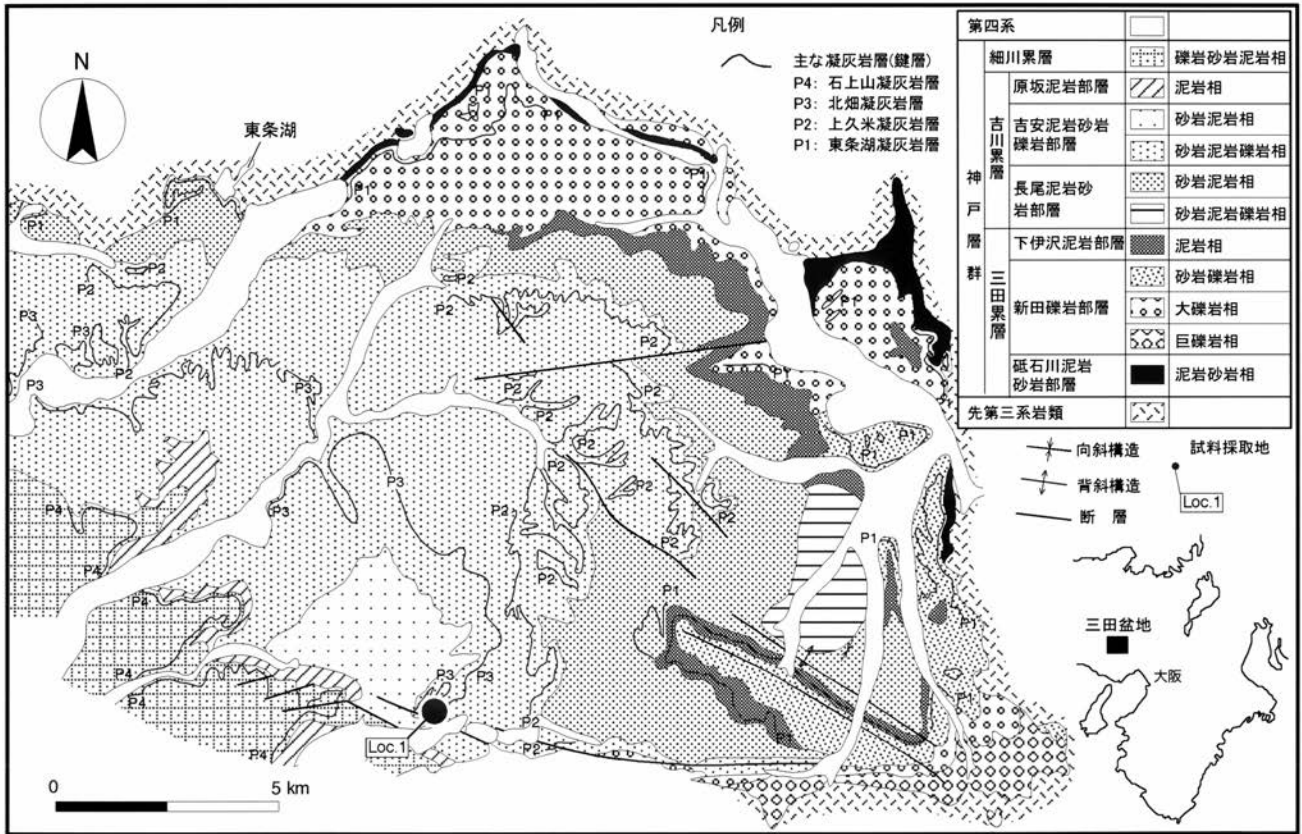


図1 三田盆地に分布する神戸層群の地質図 (尾崎・松浦, 1988 を基に作成)。

(尾崎・原山, 2003). 今回の対象である北畑凝灰岩層は吉川累層吉安砂岩泥岩礫岩部層の砂岩泥岩礫岩相に挟在する層厚数 m~10 数 m の凝灰岩層で、しばしば軽石火山礫凝灰岩が発達する (尾崎・松浦, 1988).

試料を採取した北畑凝灰岩層の柱状図を図2に示す. 本地点の北畑凝灰岩層はボーリング試料に産するものである. また、本地点の北畑凝灰岩層の軽石に含まれる黒雲母から  $37.7 \pm 0.6\text{Ma} \sim 38.5 \pm 0.6\text{Ma}$  の  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  年代が報告されている (郷津ほか, 2011). 本地点の北畑凝灰岩層は層厚が12.5mで、下位より細粒凝灰岩~凝灰質泥岩と葉理がよく発達するガラス質粗粒凝灰岩の互層 (層厚: 約2.5m), 塊状の粗粒凝灰岩 (層厚: 約5.9m), 軽石火山礫凝灰岩と粗粒凝灰岩の互層 (層厚約3.0m) および凝灰質泥岩~細粒凝灰岩 (層厚約1.1m) からなる. なお、北畑凝灰岩層の上位が泥岩であることから、礫岩などによる削り込みは無いと考えられる.

粗粒凝灰岩や火山礫凝灰岩の試料では、一般に結晶片として斜長石、石英、黒雲母、角閃石 (普通角閃石)、不透明鉱物が認められ、ほかにジルコンなどを含む場合もある. 軽石片は無斑晶質なものと同質なものがある. 軽石片の斑晶鉱物としては斜長石、黒雲母、不透明鉱物が多く、ほかに角閃石 (普通角閃石) やジルコンも確認できる場合がある.

### 3. 黒雲母と斜長石の化学組成

採取した試料の黒雲母の主成分化学組成を分析し、また、一部の試料については斜長石の主成分化学組成も分析した. 分析はEPMA (JEOL JXA-8900R) によって行い、分析条件は電子プローブの加速電圧を15kV、照射電流を12nA、試料表面のビーム径を5 $\mu\text{m}$ とし、補正計算にはZAF法を用いた. 分析対象として1試料あたり10粒子程度またはそれ以上の黒雲母を選定し、黒雲母1粒子あたり2~4点の測点を設けた. しかし、黒雲母の風化による影響を考慮して酸化物の合計が概ね94.5%を下回る測定値を除外したため、結果を得た黒雲母が10粒子を下回った試料や1粒子あたりの測点が1点になった黒雲母もあった. また、神戸層群凝灰岩層では本質物質に富む凝灰岩であっても基盤岩由来の異質な黒雲母が混入する可能性もあるため (谷・中川, 2001)、分析する黒雲母は軽石片の斑晶黒雲母から選定するようにした. しかし、試料によっては分析に適した斑晶黒雲母の数量が十分でない場合もあり、その際は結晶片として産する黒雲母 (以後、結晶片黒雲母と呼ぶ) も分析対象とした.

#### 3.1. 黒雲母

試料の採取位置を図2に、各試料の分析結果の例を表1に、分析対象や分析結果の概要を表2に、黒雲母のmg#-MnO関係図を図3に示す. 斑晶黒雲母と結晶片黒雲母は概ね同様の化学組成を示すことから、測定した結晶片黒雲

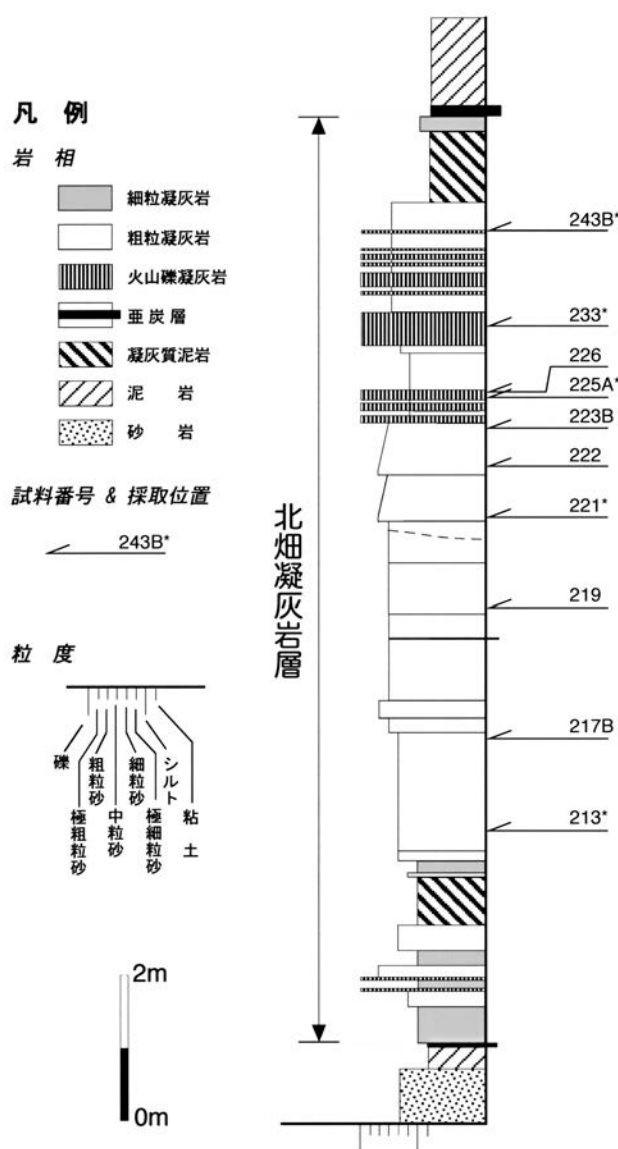


図2 検討した北畑凝灰岩層の柱状図および試料採取位置。アスタリスクが付いた5試料は、谷・中川(2005)が黒雲母の化学組成を検討した試料である。

母は全て本質的なものと判断した。以下の記述では両者を区別しない。また、黒雲母の各元素などの組成範囲は分析した測点の数値をまとめたものである。

### 3. 1. 1. 試料 213

軽石片4個から1粒子ずつの計4粒子の斑晶黒雲母(11測点)と計3粒子の結晶片黒雲母(9測点)のデータを得た。各元素の組成範囲は  $Si=5.694\sim 5.965$ ,  $Ti=0.417\sim 0.509$ ,  $Al=2.147\sim 2.414$ ,  $Fe=2.331\sim 2.696$ ,  $Mn=0.038\sim 0.066$ ,  $Mg=2.441\sim 2.861$ ,  $Ca=0.000\sim 0.024$ ,  $Na=0.152\sim 0.230$ ,  $K=1.569\sim 1.687$  である。mg# 値は 48.3~50.5 (5粒子) と 53.1~54.7 (2粒子) に分かれる。K/(Na+K) 値は 0.876~0.917 である。

### 3. 1. 2. 試料 217

軽石片2個から1粒子ずつの計2粒子の斑晶黒雲母(8

測点)と計5粒子の結晶片黒雲母(20測点)のデータを得た。各元素の組成範囲は  $Si=5.688\sim 5.788$ ,  $Ti=0.481\sim 0.504$ ,  $Al=2.178\sim 2.271$ ,  $Fe=2.407\sim 2.768$ ,  $Mn=0.038\sim 0.082$ ,  $Mg=2.440\sim 2.892$ ,  $Ca=0.000\sim 0.015$ ,  $Na=0.154\sim 0.211$ ,  $K=1.547\sim 1.706$  である。mg# 値は 47.5~50.2 (6粒子) と 53.6~54.2 (1粒子) に分かれる。K/(Na+K) 値は 0.886~0.914 である。

### 3. 1. 3. 試料 219

軽石片1個から計1粒子の斑晶黒雲母(4測点)と計9粒子の結晶片黒雲母(36測点)のデータを得た。各元素の組成範囲は  $Si=5.624\sim 5.789$ ,  $Ti=0.472\sim 0.511$ ,  $Al=2.073\sim 2.310$ ,  $Fe=2.324\sim 2.766$ ,  $Mn=0.039\sim 0.074$ ,  $Mg=2.471\sim 2.935$ ,  $Ca=0.000\sim 0.012$ ,  $Na=0.134\sim 0.236$ ,  $K=1.549\sim 1.709$  である。mg# 値は 47.6~50.3 (9粒子) と 54.4~55.5 (1粒子) に分かれる。K/(Na+K) 値は 0.871~0.926 である。

### 3. 1. 4. 試料 221

軽石片2個から1粒子ずつと軽石片2個から2粒子ずつの計6粒子の斑晶黒雲母(12測点)のほか、計5粒子の結晶片黒雲母(14測点)のデータを得た。一般に各元素の組成範囲は  $Si=5.715\sim 5.819$ ,  $Ti=0.446\sim 0.509$ ,  $Al=2.084\sim 2.278$ ,  $Fe=2.382\sim 2.683$ ,  $Mn=0.035\sim 0.073$ ,  $Mg=2.505\sim 2.864$ ,  $Ca=0.000\sim 0.020$ ,  $Na=0.171\sim 0.219$ ,  $K=1.517\sim 1.664$  である。mg# 値は 48.4~50.1 (9粒子) と 53.1~54.4 (2粒子) とに分かれる。K/(Na+K) 値は 0.879~0.914 である。同一の軽石片に産する斑晶黒雲母は同じ mg# 値を持つ。また、上述の分析とは別に軽石片1個から1粒子(1測点)の斑晶黒雲母を測定したが、この黒雲母はより低い mg# 値(43.3)を持ち、他の黒雲母のものとは比べてかなり大きい Mn の値を持つ(表1)。

### 3. 1. 5. 試料 222

5個の軽石片からそれぞれ1粒子ずつ、2個の軽石片について2粒子、1個の軽石片については3粒子、1個の軽石片については4粒子の斑晶黒雲母を測定し、軽石片9個から計16粒子の斑晶黒雲母(61測点)のデータを得た。各元素の組成範囲は  $Si=5.639\sim 5.808$ ,  $Ti=0.464\sim 0.513$ ,  $Al=2.154\sim 2.318$ ,  $Fe=2.347\sim 2.739$ ,  $Mn=0.041\sim 0.072$ ,  $Mg=2.528\sim 2.918$ ,  $Ca=0.000\sim 0.010$ ,  $Na=0.145\sim 0.245$ ,  $K=1.568\sim 1.697$  である。mg# 値は 48.2~51.0 (13粒子) と 52.7~54.7 (3粒子) とに分かれる。同一の軽石片に産する斑晶黒雲母は同じ mg# 値を持つ。K/(Na+K) 値は 0.871~0.920 である。また、同一の軽石片で角閃石と斜長石と共に産する斑晶黒雲母(2粒子)の mg# 値は 53.2~54.4 であった。

### 3. 1. 6. 試料 223B

軽石片8個から計9粒子の斑晶黒雲母(33測点)のデータを得た。基本的には1個の軽石片につき1粒子の斑晶黒雲母を測定したが、1個の軽石片については2粒子の斑晶黒雲母を測定した。各元素の組成範囲は  $Si=5.676\sim$

表1 北畑凝灰岩層に含まれる黒雲母の分析結果の例.

Sp.No.	213	213	213	217	217	217	219	219	219	221	221	221	221	225A
anly.no.	8	10	5	36	3	29	34	9	17	4	9	16	17	1
domain	m	p	m	p	m	m	p	m	m	m	p	m	m	p
SiO <sub>2</sub>	37.54	38.06	38.06	38.15	38.02	38.06	37.74	37.88	37.94	37.73	37.46	37.62	37.85	37.71
TiO <sub>2</sub>	3.83	4.30	4.24	4.26	4.29	4.24	4.31	4.27	4.16	4.24	3.82	4.16	3.87	4.19
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.50	12.47	12.44	12.51	12.82	12.51	12.37	12.38	12.49	12.69	12.25	12.33	12.23	12.27
FeO*	18.37	20.35	20.79	21.25	19.16	20.78	20.81	20.82	18.31	18.71	22.77	20.56	20.55	20.09
MnO	0.39	0.51	0.42	0.48	0.41	0.44	0.52	0.47	0.35	0.27	0.89	0.45	0.55	0.50
MgO	12.40	11.35	10.90	10.80	12.71	11.65	11.32	10.87	12.81	12.43	9.77	10.94	11.25	11.18
CaO	0.00	0.00	0.09	0.01	0.00	0.00	0.02	0.03	0.00	0.01	0.01	0.03	0.01	0.02
Na <sub>2</sub> O	0.78	0.70	0.60	0.60	0.64	0.61	0.69	0.67	0.68	0.71	0.46	0.69	0.63	0.58
K <sub>2</sub> O	8.40	8.10	8.37	8.49	8.41	8.25	8.61	8.59	8.45	8.08	8.47	8.36	8.39	8.45
total	95.21	95.83	95.90	96.54	96.46	96.55	96.39	95.99	95.19	94.88	95.90	95.18	95.33	95.00
(O=22)														
Si	5.696	5.781	5.796	5.784	5.712	5.751	5.737	5.778	5.758	5.743	5.782	5.777	5.801	5.790
Ti	0.437	0.491	0.486	0.486	0.484	0.481	0.492	0.490	0.475	0.485	0.443	0.481	0.446	0.483
Al	2.414	2.232	2.232	2.236	2.269	2.228	2.217	2.226	2.234	2.277	2.228	2.232	2.209	2.220
Fe	2.331	2.585	2.647	2.694	2.407	2.626	2.645	2.655	2.324	2.382	2.939	2.640	2.634	2.580
Mn	0.050	0.065	0.054	0.062	0.052	0.057	0.067	0.060	0.044	0.035	0.116	0.058	0.072	0.065
Mg	2.804	2.570	2.474	2.440	2.846	2.624	2.564	2.471	2.897	2.821	2.248	2.505	2.570	2.559
Ca	0.000	0.000	0.014	0.002	0.000	0.000	0.003	0.006	0.000	0.002	0.002	0.004	0.001	0.003
Na	0.230	0.207	0.176	0.175	0.186	0.177	0.202	0.199	0.199	0.211	0.138	0.205	0.188	0.172
K	1.626	1.569	1.626	1.643	1.612	1.591	1.670	1.671	1.636	1.569	1.667	1.637	1.640	1.656
Xmg	0.541	0.492	0.478	0.470	0.536	0.494	0.486	0.476	0.550	0.539	0.424	0.481	0.487	0.492
mg#	54.61	49.85	48.31	47.53	54.18	49.98	49.22	48.21	55.49	54.22	43.34	48.69	49.38	49.79
K/(Na+K)	0.876	0.884	0.902	0.904	0.896	0.900	0.892	0.894	0.891	0.882	0.923	0.888	0.897	0.906
Sp.No.	222	222	223B	223B	226	226	226	226	226	233	233	243B	243B	243B
anly.no.	12	61	12	31	1	6	37	51	56	7	11	12	35	22
domain	p	p	p	p	p	p	p	m	p	m	p	p	m	m
SiO <sub>2</sub>	38.16	37.73	37.48	38.56	37.65	38.67	37.64	37.49	38.46	37.72	37.97	37.78	37.96	38.09
TiO <sub>2</sub>	4.12	4.30	4.24	4.18	4.38	4.14	4.39	4.30	4.16	4.25	4.13	4.20	4.03	4.13
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.84	12.28	12.54	12.84	12.65	12.43	13.55	12.51	12.51	12.20	12.54	12.76	12.27	12.41
FeO*	18.61	20.19	20.98	19.00	19.80	18.94	19.23	19.68	18.73	20.87	18.62	17.95	20.28	18.05
MnO	0.41	0.42	0.36	0.35	0.46	0.34	0.35	0.53	0.33	0.48	0.38	0.41	0.48	0.36
MgO	12.59	11.05	10.97	12.67	11.19	12.56	11.92	10.98	12.57	10.81	12.54	12.83	11.18	12.70
CaO	0.00	0.00	0.06	0.04	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00	0.02	0.02
Na <sub>2</sub> O	0.63	0.66	0.24	0.70	0.40	0.54	0.45	0.58	0.48	0.62	0.66	0.61	0.72	0.67
K <sub>2</sub> O	8.38	8.38	7.83	8.34	8.22	8.18	8.22	8.72	8.34	8.33	8.46	8.41	8.16	8.54
total	95.74	95.00	94.68	96.68	94.78	95.81	95.78	94.81	95.60	95.27	95.31	94.96	95.10	94.95
(O=22)														
Si	5.757	5.792	5.767	5.763	5.771	5.822	5.685	5.768	5.805	5.792	5.763	5.736	5.815	5.789
Ti	0.467	0.497	0.490	0.470	0.505	0.468	0.499	0.497	0.472	0.490	0.471	0.480	0.464	0.472
Al	2.283	2.221	2.274	2.262	2.284	2.206	2.411	2.269	2.225	2.209	2.243	2.283	2.215	2.223
Fe	2.347	2.591	2.699	2.374	2.538	2.384	2.429	2.533	2.363	2.680	2.363	2.279	2.598	2.294
Mn	0.053	0.054	0.046	0.045	0.060	0.043	0.045	0.070	0.042	0.062	0.049	0.053	0.062	0.046
Mg	2.830	2.528	2.515	2.822	2.556	2.819	2.682	2.518	2.827	2.474	2.837	2.904	2.553	2.876
Ca	0.001	0.000	0.010	0.006	0.005	0.002	0.002	0.001	0.003	0.000	0.001	0.000	0.003	0.002
Na	0.183	0.195	0.070	0.202	0.118	0.157	0.131	0.173	0.140	0.183	0.195	0.180	0.215	0.196
K	1.612	1.640	1.536	1.589	1.608	1.571	1.584	1.712	1.605	1.632	1.639	1.629	1.595	1.656
Xmg	0.541	0.489	0.478	0.539	0.496	0.537	0.520	0.492	0.540	0.474	0.541	0.555	0.490	0.551
mg#	54.66	49.38	48.23	54.31	50.17	54.18	52.48	49.86	54.47	48.00	54.56	56.03	49.56	55.63
K/(Na+K)	0.898	0.894	0.956	0.887	0.932	0.909	0.924	0.908	0.920	0.899	0.894	0.900	0.881	0.894

FeO\*: 全鉄, Xmg=Mg/(Fe+Mg+Mn), mg#=100×Mg/(Fe+Mg), p: 軽石中の斑晶黒雲母, m: 基質中の結晶片黒雲母.

5.825, Ti=0.461~0.517, Al=2.191~2.282, Fe=2.374~2.752, Mn=0.036~0.072, Mg=2.426~2.877, Ca=0.000~0.011, Na=0.070~0.229, K=1.519~1.721である. mg# 値は47.4~49.6 (6粒子)と53.3~54.8 (3粒子)とに分かれる. 同一の軽石片に産する斑晶黒雲母は同じmg#値を持つ. K/(Na+K)値は0.877~0.956である.

### 3.1.7. 試料 225A

中礫サイズの軽石片1個から計10粒子の斑晶黒雲母(25測点)のデータを得た. 各元素の組成範囲はSi=5.719~

5.825, Ti=0.469~0.503, Al=2.152~2.284, Fe=2.516~2.648, Mn=0.047~0.070, Mg=2.530~2.661, Ca=0.000~0.025, Na=0.144~0.197, K=1.555~1.684である. mg#値は49.0~50.7で, K/(Na+K)値は0.892~0.920である.

### 3.1.8. 試料 226

軽石片10個から計14粒子の斑晶黒雲母(50測点)と計1粒子の結晶片黒雲母(4測点)のデータを得た. 基本的に1個の軽石片につき1粒子の斑晶黒雲母を測定したが, 2個の軽石片については2粒子の斑晶黒雲母を, 1個の軽石

表2 各試料の分析した黒雲母を含む軽石片数, 分析した黒雲母の区分と粒子数・測点数および組成範囲の概要.

試料番号	213	217	219	221	222	223B	225A	226	233	243B
分析した斑晶黒雲母を含む軽石片数	4	2	1	4	9	8	1	10	6	7
斑晶黒雲母の粒子数	4	2	1	6	16	9	10	14	7	7
斑晶黒雲母の測点数	11	8	4	12	61	33	25	50	15	19
結晶片黒雲母の粒子数	3	5	9	5	0	0	0	1	2	3
結晶片黒雲母の測点数	9	20	36	14	0	0	0	4	6	7
原子比(O=22)										
Si	5.694-5.965	5.688-5.788	5.624-5.789	5.715-5.819	5.639-5.808	5.676-5.825	5.719-5.825	5.653-5.929	5.731-5.828	5.697-5.815
Ti	0.417-0.509	0.481-0.504	0.472-0.511	0.446-0.509	0.464-0.513	0.461-0.517	0.469-0.503	0.443-0.517	0.456-0.500	0.440-0.494
Al	2.147-2.414	2.178-2.271	2.073-2.310	2.084-2.278	2.154-2.318	2.191-2.282	2.152-2.284	2.174-2.411	2.160-2.350	2.170-2.335
Fe	2.331-2.696	2.407-2.768	2.324-2.766	2.382-2.683	2.347-2.739	2.374-2.752	2.516-2.648	2.261-2.747	2.333-2.691	2.279-2.652
Mn	0.038-0.066	0.038-0.082	0.039-0.074	0.035-0.073	0.041-0.072	0.036-0.072	0.047-0.070	0.033-0.070	0.036-0.071	0.031-0.066
Mg	2.441-2.861	2.440-2.892	2.471-2.935	2.505-2.864	2.528-2.918	2.426-2.877	2.530-2.661	2.412-2.851	2.386-2.837	2.513-2.915
Ca	0.000-0.024	0.000-0.015	0.000-0.012	0.000-0.020	0.000-0.010	0.000-0.011	0.000-0.025	0.000-0.012	0.000-0.014	0.000-0.021
Na	0.152-0.230	0.154-0.211	0.134-0.236	0.171-0.219	0.145-0.245	0.070-0.229	0.144-0.197	0.091-0.228	0.147-0.202	0.167-0.239
K	1.569-1.687	1.547-1.706	1.546-1.709	1.517-1.664	1.568-1.697	1.519-1.721	1.555-1.684	1.480-1.727	1.543-1.674	1.515-1.660
mg#値	53.1-54.7(2)	53.6-54.2(1)	54.4-55.5(1)	53.1-54.4(2)	52.7-54.7(3)	53.3-54.8(3)	49.0-50.7(10)	52.5-54.9(5)	53.9-54.6(2)	53.8-56.0(6)
	48.3-50.5(5)	47.5-50.2(6)	47.6-50.3(9)	48.4-50.1(9)	48.2-51.0(13)	47.4-49.6(6)	49.0-50.7(10)	47.2-50.4(10)	47.0-50.4(7)	48.7-50.3(4)
K/(Na+K)	0.876-0.917	0.886-0.914	0.871-0.926	0.879-0.914	0.871-0.920	0.877-0.956	0.892-0.920	0.881-0.946	0.888-0.917	0.870-0.908

mg#=100×Mg/(Fe+Mg). mg#値のカッコ内の数値は、その左側の範囲内のmg#値を持つ黒雲母の粒子数を示す.

試料221の数値にはmg#=43.3を示す斑晶黒雲母(1粒子, 1測点)の情報は含まれていない.

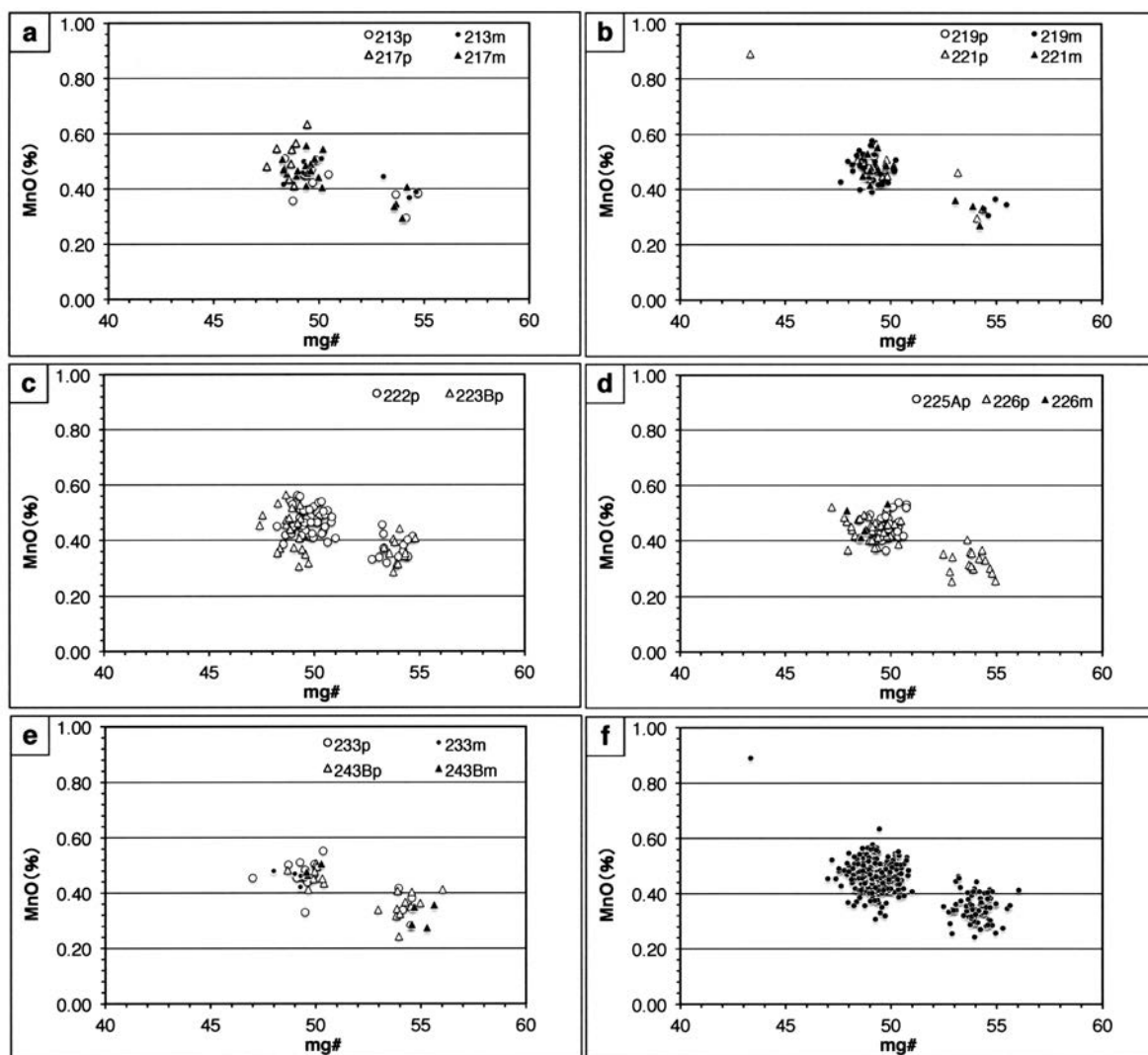


図3 黒雲母のmg#とMnOとの関係図. 試料番号は各グラフ中に示している. 試料番号の後に記されている“p”は軽石片の斑晶黒雲母, “m”は軽石外部の結晶片黒雲母であることを示す. グラフfは斑晶黒雲母と結晶片黒雲母の区別をせず全ての試料のデータをプロットしたものである.

片については3粒子の斑晶黒雲母を測定した。各元素の組成範囲は  $Si=5.653\sim 5.929$ ,  $Ti=0.443\sim 0.517$ ,  $Al=2.174\sim 2.411$ ,  $Fe=2.261\sim 2.747$ ,  $Mn=0.033\sim 0.070$ ,  $Mg=2.412\sim 2.851$ ,  $Ca=0.000\sim 0.012$ ,  $Na=0.091\sim 0.228$ ,  $K=1.480\sim 1.727$  である。mg# 値は 47.2~50.4 (10 粒子) と 52.5~54.9 (5 粒子) とに分かれる。同じ軽石片に包有される斑晶黒雲母は同じ mg# 値を示す。K/(Na+K) 値は 0.881~0.946 である。

### 3. 1. 9. 試料 233

軽石 5 個から 1 粒子ずつ、1 個の軽石片については 2 粒子の計 7 粒子の斑晶黒雲母 (15 測点) と計 2 粒子の結晶片黒雲母 (6 測点) のデータを得た。各元素の組成範囲は  $Si=5.731\sim 5.828$ ,  $Ti=0.456\sim 0.500$ ,  $Al=2.160\sim 2.350$ ,  $Fe=2.333\sim 2.691$ ,  $Mn=0.036\sim 0.071$ ,  $Mg=2.386\sim 2.837$ ,  $Ca=0.000\sim 0.014$ ,  $Na=0.147\sim 0.202$ ,  $K=1.543\sim 1.674$  である。mg# 値は 47.0~50.4 の黒雲母 (7 粒子) と 53.9~54.6 黒雲母 (2 粒子) とに分かれる。K/(Na+K) 値は 0.888~

0.917 である。

### 3. 1. 10. 試料 243B

軽石片 7 個からそれぞれ 1 粒子ずつ計 7 粒子の斑晶黒雲母 (19 測点) と計 3 粒子の結晶片黒雲母 (7 測点) のデータを得た。各元素の組成範囲は  $Si=5.697\sim 5.815$ ,  $Ti=0.440\sim 0.494$ ,  $Al=2.170\sim 2.335$ ,  $Fe=2.279\sim 2.652$ ,  $Mn=0.031\sim 0.066$ ,  $Mg=2.513\sim 2.915$ ,  $Ca=0.000\sim 0.021$ ,  $Na=0.167\sim 0.239$ ,  $K=1.515\sim 1.660$  である。mg# 値は 48.7~50.3 (4 粒子) と 53.8~56.0 (6 粒子) とに分かれる。K/(Na+K) 値は 0.870~0.908 である。

## 3. 2. 斜長石

試料 213, 221, 222, 226, 233 および 243B について斜長石の主成分化学組成も分析した。対象とした斜長石は試料 213, 222 および 243B が 10 粒子、試料 221 は 11 個、試料 226 は 12 粒子そして試料 233 は 15 粒子であった。1 粒子あたりの測点数は 5~8 点を基準としたが、累帯構造を

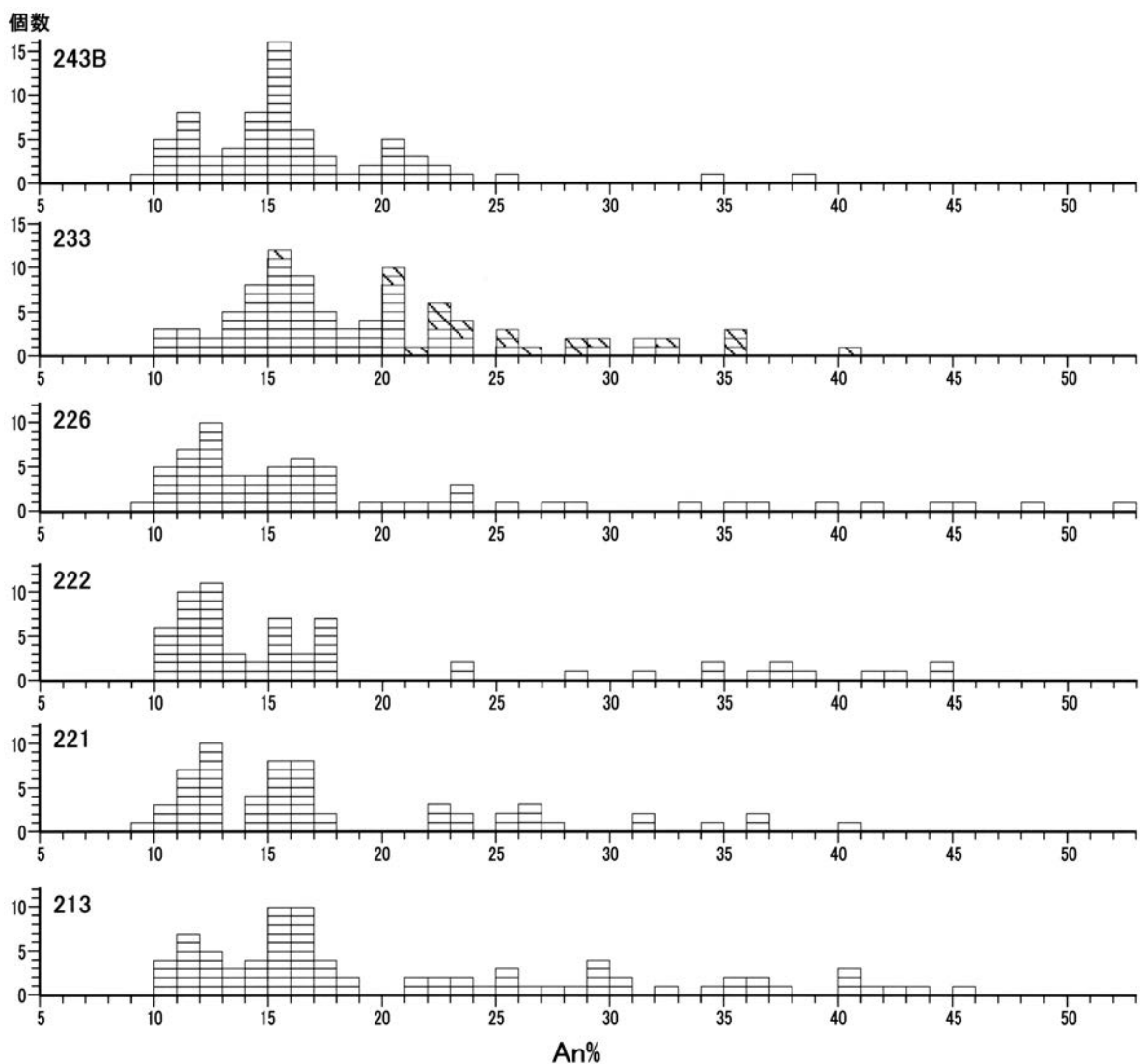


図4 斜長石の An% の頻度分布図。主に軽石の斑晶として産する斜長石を分析対象とした。ただし、試料 233 のうち斜線部は同質岩片の斑晶として産する斜長石である。An% は  $An=100 \times Ca/(Ca+Na+K)$  の式で算出した。

持つ場合は測点数を追加した。また、試料 243 の斜長石の 1 粒子は測点数が 3 点となった。黒雲母と同様に軽石片の斑晶斜長石を対象としたが、試料 233 は同質岩片の斑晶斜長石 (3 粒子) も含む。

An 組成頻度図を図 4 に示す。斜長石は、ほとんどの場合オリゴクレス〜アンデシンの範囲の成分を持つが、全体としてはオリゴクレスの成分を持つものが多い。

#### 4. 北畑凝灰岩層に含まれる黒雲母の化学組成の特徴

試料 221 では  $mg\# = 43$  の値を持つ黒雲母が 1 粒子だけ認められるが、全体的には黒雲母の  $mg\#$  は 47~51 と 53~56 の範囲に分かれたバイモーダルな分布を示す (図 3)。ただし、今回、12 個の軽石片について同一の軽石片から複数粒子の斑晶黒雲母の化学組成を分析したが、低い  $mg\#$  値を持つ黒雲母と高い  $mg\#$  値を持つ黒雲母とが共存する軽石片は確認されなかった。特に試料 225A では同一の軽石片から 10 粒子の斑晶黒雲母の化学組成を分析したが、すべての黒雲母が低い  $mg\#$  値を持つ黒雲母であった。

測定数は少なく予察的であるが、北畑凝灰岩層の下位に位置する上久米凝灰岩層から  $mg\# = 55 \sim 59$  の黒雲母が、北畑凝灰岩層と上久米凝灰岩層との間に位置する楠原凝灰岩層から  $mg\# = 65 \sim 70$  の黒雲母が報告されている (谷・中川, 2001)。これらと比較すると、今回検討した北畑凝灰岩層に含まれる黒雲母はバイモーダルな分布を示す点と、低い方 ( $mg\# = 47 \sim 51$ ) の  $mg\#$  値がより低い値を持つ点で違いがある。

低い  $mg\#$  値を持つ黒雲母は高い  $mg\#$  値を持つ黒雲母よりも MnO の値が大きい傾向があるため、低い  $mg\#$  の値を持つ黒雲母と高い  $mg\#$  の値を持つ黒雲母は  $mg\#$ -MnO 関係図で明確に異なった領域にプロットされる。単一の軽石片の斑晶黒雲母を測定した試料 225A の結果を除くと、上述の黒雲母の  $mg\#$ -MnO 関係図の分布パターンは、高い  $mg\#$  の値を持つ黒雲母の数に多寡はあるものの、異なった層準でも同様のパターンを示すと考えられる。このように、黒雲母の化学組成を指標として北畑凝灰岩層の識別・対比を検討する場合は  $mg\#$ -MnO 関係図が有効と考えられる。ただし、試料 217 や試料 219 のように高い  $mg\#$  値を持つ黒雲母が 1 粒子しか確認できないものもあり、他の地域から採取した凝灰岩試料に含まれる斑晶黒雲母を測定する際には、高い  $mg\#$  値を持つ黒雲母が検出されない可

能性もある。

#### 謝辞

EPMA 分析にあたっては蒜山地質年代学研究所の郷津知太郎博士に大変お世話になった。また、山口大学大学院理工学研究科の今岡照喜教授と匿名の査読者には貴重なコメントをいただき、原稿を改善することができた。以上の方々に感謝いたします。

#### 引用文献

- 今岡照喜・井川寿之・北川隆司・横山俊治・秋山晋二・中川 渉・加々美寛雄 (2000) 西南日本の古第三紀火砕堆積物と地すべり: とくに神戸層群の噴出源について。第 39 回日本地すべり学会研究発表講演集, 373-374.
- 郷津知太郎・谷 保孝・竹下浩征・兵藤博信 (2011) 神戸層群北畑凝灰岩に含まれる軽石中の黒雲母の  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  年代測定。地質技術, no. 1, 19-25.
- 中川 渉・谷 保孝・秋山晋二・今岡照喜 (2004a) 古第三紀神戸層群凝灰岩類の岩石学的特徴。第 43 回日本地すべり学会研究発表会講演集, 487-490.
- 中川 渉・谷 保孝・今岡照喜 (2004b) 神戸層群の凝灰岩の岩石学的識別手法を利用した凝灰岩の比較。第 43 回日本地すべり学会研究発表講演集, 303-306.
- 尾崎正紀 (2009) 古第三系。日本地方地質誌 5, 近畿地方, 日本地質学会編, 朝倉書店, 東京, 195-198.
- 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.
- 尾崎正紀・原山 智 (2003) 高砂地域の地質。地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 産総研地質調査総合センター, 87p.
- 谷 保孝 (2009) 兵庫県三田盆地の古第三紀神戸層群吉川累層に挟在する含カミングトン閃石凝灰岩。日本地質学会第 116 年学術大会, 講演要旨, 198.
- 谷 保孝・中川 渉 (2001) 古第三紀凝灰岩層の識別における記載岩石学的検討の有効性 - 兵庫県三田盆地に分布する異なった 2 層準の神戸層群凝灰岩層での例 -。地球科学, 55, 157-171.
- 谷 保孝・中川 渉 (2005) 兵庫県三田盆地の古第三紀神戸層群北畑凝灰岩層の記載岩石学的特徴。日本地質学会第 112 年学術大会, 講演要旨, 93.
- 谷 保孝・中川 渉 (2006) 兵庫県三田盆地の古第三紀神戸層群 Kyu-tf2 凝灰岩層の黒雲母の化学組成。日本地質学会第 113 年学術大会, 講演要旨, 178.

