

~~~~~  
 原著論文  
 ~~~~~

群馬県富岡層群の馬場凝灰岩層とその対比 —とくに黒雲母の化学組成について—

石綿正志¹・黒川勝己²

¹群馬トヨペット：〒371-0841 群馬県前橋市石倉町二丁目6番地の5

²新潟大学教育人間科学部地学教室：〒950-2181 新潟市五十嵐二の町8050

要 旨

群馬県安中市の碓氷川河床において中部中新統富岡層群原市層の泥岩中に挟在する馬場凝灰岩層について、その産状と記載岩石学的特徴の検討を行い、その対比を検討した。馬場凝灰岩層の火山ガラスは変質しているため、対比のために黒雲母の化学組成を検討した。馬場凝灰岩層と新潟県中里村の十二峠含黒雲母凝灰岩層はともに有色鉱物に黒雲母が圧倒的に多く、ジルコンや褐れん石をともなう。また黒雲母のmg#値は33.0-38.0程度、TiO₂量は3-4%前後、MnO量は0.4-0.6%前後とほぼ同じ組成範囲を示し、両凝灰岩層は対比できると考えられる。埼玉県岩殿丘陵の奥田凝灰岩層とは黒雲母の化学組成はおおむね類似するものの、奥田凝灰岩層は黒雲母のほかになりに多いホルンブレンドを含み、また火山豆石を含むなど異なった点もあり、馬場凝灰岩層との対比についてはさらに慎重な検討が必要であると考えられる。なお馬場凝灰岩層は群馬県北部に想定される給源火山から堆積物重力流として流れ下って堆積したと考えられる。

キーワード：馬場凝灰岩層、十二峠含黒雲母凝灰岩層、奥田凝灰岩層、黒雲母、対比

はじめに

群馬県富岡市周辺に分布する中部中新統富岡層群には多くの凝灰岩鍵層が挟在している。富岡層群原市層の海成泥岩層に挟在する馬場凝灰岩層はそのなかでも特に有効な鍵層として生層序学的研究や古生物学的研究などにおいて有効に活用されている。これらの凝灰岩鍵層が広域対比によって、より広い範囲での分布が認定できれば、地域間をつなぐ同一時間面示標層として、時間精度の高い研究に大いに貢献しうると考えられる。

中新世の広域テフラの認定については今までその研究例は多くないが、馬場凝灰岩層についてはジルコンの結晶形態などから埼玉県東松山市西方の岩殿層中の奥田凝灰岩層や栃木県烏山地域の荒川層群大金層中のOg-25凝灰岩層、新潟県中里村十二峠の上野層中の凝灰岩層との対比の可能性が指摘されている(高橋・林, 1991; 高橋ほか, 1992)。そこで今回、これらの対比の指摘を検証するため、馬場凝灰岩層、十二峠の凝灰岩層、それに奥田凝灰岩層について、

記載岩石学的特徴を詳しく検討した。ただし対比の検討に際して有力な手がかりになる火山ガラスが中新世の凝灰岩層においてはしばしば変質しており、今回の検討試料においても馬場凝灰岩層と十二峠の凝灰岩層の火山ガラスは変質している。一方、黒雲母などの有色鉱物は変質していない。そこで今回、黒雲母の化学組成を対比の有力な手がかりの一つとして活用することを試みた。なお馬場凝灰岩層の年代としては11.26±0.09Ma (biotite) および11.29±0.12Ma (sanidine)の⁴⁰Ar-³⁹Ar年代が、また馬場凝灰岩層より下位の北村凝灰岩層については11.79±0.08Ma (biotite)の⁴⁰Ar-³⁹Ar年代が報告されている(Odin et al., 1995)。

各凝灰岩層の記載

以下に馬場凝灰岩層、十二峠含黒雲母凝灰岩層、および奥田凝灰岩層の層準・産状、および記載岩石学的特徴について記述する。なお記載岩石学的特徴の検討は3φ-4φ(1/8-1/16mm)の粒子について黒川(1999)の方法で行っ

た。また火山ガラスの形状は吉川 (1976) の分類によった。

1. 馬場凝灰岩層

馬場凝灰岩層 (石和田, 1948) は群馬県安中市馬場の碓氷川河床を模式地とし、原市層上部の泥岩中に挟在している。北村凝灰岩層の約180m上位に相当する。今回、この地点で検討した。馬場凝灰岩層は層厚約150cmのパミス質凝灰岩層で、黒雲母結晶が目立つ。粗粒砂から中粒砂サイズ、さらに極細粒砂サイズに級化し、全体に平行ラミナが発達する (図2a)。その産状から混濁流 (turbidity current) として流れ下って堆積したと考えられる。炭酸塩鉱物などによる交代変質が進み、固結している。

鏡下では変質によって生じた炭酸塩鉱物が多く見られ、斜長石と有色鉱物もかなり多く含まれる。ほかに石英と少量のカリ長石を含む。火山ガラスは扁平型のものが極少量見られる。有色鉱物は黒雲母が圧倒的に多く、95%以上を占める (表1)。ほかに1%程度のジルコンと褐れん石のほか、少量のりん灰石、ホルンブレンド、斜方輝石、単斜輝石、白雲母を含む。

2. 十二峠含黒雲母凝灰岩層

新潟県塩沢町と中里村境界の十二峠周辺には緑色変質を受けたパミス質凝灰岩層を主とする中新統上野層十二峠緑色凝灰岩部層が分布している (茅原ほか, 1981)。このうち十二峠トンネル西口の西南西500mの地点において、高橋ほか (1992) の Fig. 1 に示された国道ぞいに露出する緑色変質が軽微で黒雲母結晶が目立つパミス質凝灰岩層 (層厚約9m) (図2c) を新たに十二峠含黒雲母凝灰岩層 (Jnt) と命名する。

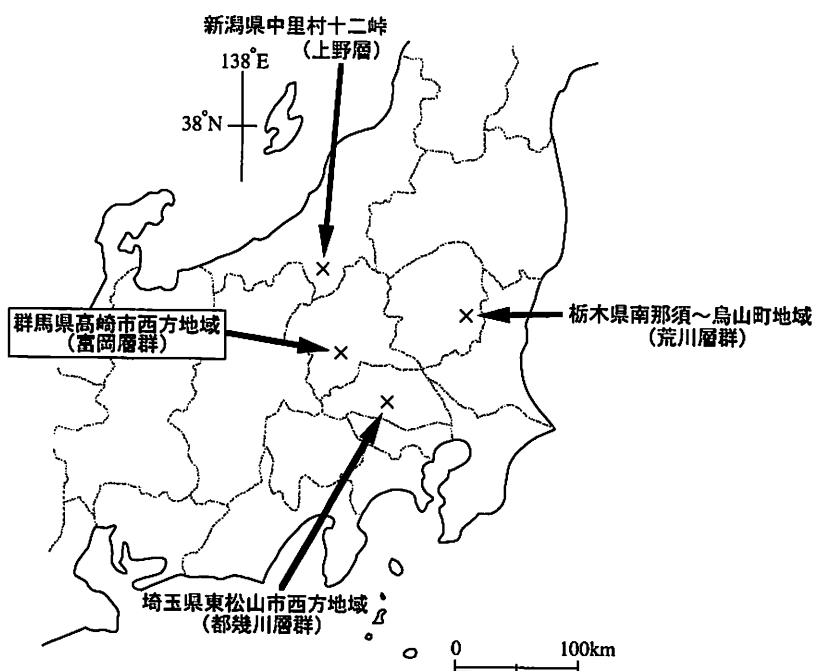


図1 馬場凝灰岩層 (富岡層群) および今回の凝灰岩層の検討地点の位置。

十二峠含黒雲母凝灰岩層は灰白色パミス質凝灰岩層で、黒雲母結晶が目立つ。マトリックスは全体として粗粒砂サイズから細粒砂サイズに正級化している。基底の70cmは細粒ないし極粗粒砂サイズで、異質礫を多く含む。その上位約3mは粗粒砂ないし中粒砂サイズで、長径最大1m程度の削り込み礫 (rip-up clast) と考えられる泥岩岩塊を含む。中部の250cmは粗粒砂から中粒砂サイズに級化し、その上半部には平行ラミナが認められる。上部の250cmは厚さ5-10cm程度の中粒砂の部分と細粒砂の部分とが互層状を示す。中粒砂の部分は灰白色であるが、細粒砂の部分は炭酸塩鉱物などによる交代が進み、暗色で固結している。以上のような産状から、十二峠含黒雲母凝灰岩層は堆積物重力流として、流れ下って堆積した火砕質堆積物であると考えられる。

鏡下では変質した火山岩片と斜長石および黒雲母結晶が多く、ほかに石英と少量のカリ長石を含む。石英には微量の高温型石英も見られる。上部ではほかにやや変質した扁平型火山ガラスと炭酸塩鉱物が認められる。有色鉱物は黒雲母が圧倒的に多く、92%程度を占める。ほかに3%程度のジルコンと2%程度の鉄鉱物、1%程度の褐れん石、それにりん灰石と極少量のホルンブレンド、単斜輝石、斜方輝石を含む (表1)。なお十二峠含黒雲母凝灰岩層の上下の堆積層はいずれも径3cm前後の変質したパミスを含むラピリ質凝灰岩層であるが、これらの有色鉱物も黒雲母が多く、ほかにジルコンや褐れん石などをともなうなど、その特徴は十二峠含黒雲母凝灰岩層に類似している。したがってこれらのラピリ質凝灰岩層も十二峠含黒雲母凝灰岩層とその給源が同じである可能性があると考えられる。

3. 奥田凝灰岩層

奥田凝灰岩層 (渡部ほか, 1950) は埼玉県鳩山町奥田を模式地とし、都幾川層群岩殿層上部のシルト岩中に挟在する。將軍沢凝灰岩層の約80m上位に相当し、I-12凝灰岩層とも命名されている (小池ほか, 1985)。今回は模式地である鳩山町奥田の地球観測センター入口周辺で検討を行った。

奥田凝灰岩層は全層厚約15mのガラス質凝灰岩層で火山豆石を含み、黒雲母結晶が目立つ。基底のユニットaは層厚150cm以上の細粒ないし極粗粒砂サイズ灰白色ガラス質火山灰層で、径2-8mm程度の火山豆石をラミナ状に含む (図2d)。それより上位はユニットbとして一括した。ユニットbは大局的には上方に細粒化する。ユニットbの基底部 (厚さ80cm) は中粒砂ないし細粒砂サイズの凝灰質砂層で径3-5mm前後のパミスを含み、平行ラミナや低角の斜交ラ

凝灰岩層	試料採集地点	Bi	Ho	Opx	Cpx	All	Ap	Zi	Io
馬場凝灰岩層	群馬県安中市碓氷川	95	*	*	*	1	*	1	*
十二峠凝灰岩層	新潟県中里村十二峠	92	*	*	*	1	*	3	2
奥田 (ユニットa)	埼玉県鳩山町奥田	70	23	*		*		1	5
Og-25 (基底)	栃木県南那須町荒川	65	30	*	*	*	*	1	3

表1 馬場凝灰岩層などの凝灰岩層中の有色鉱物の個数比 (%). (*は0.5%以下を示す)

Bi は黒雲母, Ho はホルンブレンド, Opx は斜方輝石, Cpx は単斜輝石,
All は褐れん石, Ap はりん灰石, Zi はジルコン, Io は鉄鉱物を示す.

ミナが発達する. それより上位は細粒砂ないし極細粒砂サイズの灰白色ガラス質火山灰層で, 径3-5mm前後のパミスをラミナ状に含む. 下部には火山豆石がしばしば含まれる. 上部は厚さ5-10cm程度のシルトサイズ部と互層状を示す. ユニットbの全体の層厚は13m前後と見積られる. 鏡下ではいずれのユニットも60-80%程度の火山ガラスを含み, ガラスは新鮮である. ガラスの形状はHb型が多いが, Tb,

Ha, Ta型などのものもかなり含まれる. 微量の褐色ガラスを含む. ほかに15-20%程度の斜長石や10%前後の有色鉱物のほか石英などを含む. ユニットbの基底部には10%前後の異質岩片が含まれる. 有色鉱物は黒雲母(65-75%)とホルンブレンド(20-30%)が多く, ほかに鉄鉱物とジルコン, それに少量の褐れん石と斜方輝石を含む(表1). とくにユニットbでは鉄鉱物が10-20%程度含まれる.

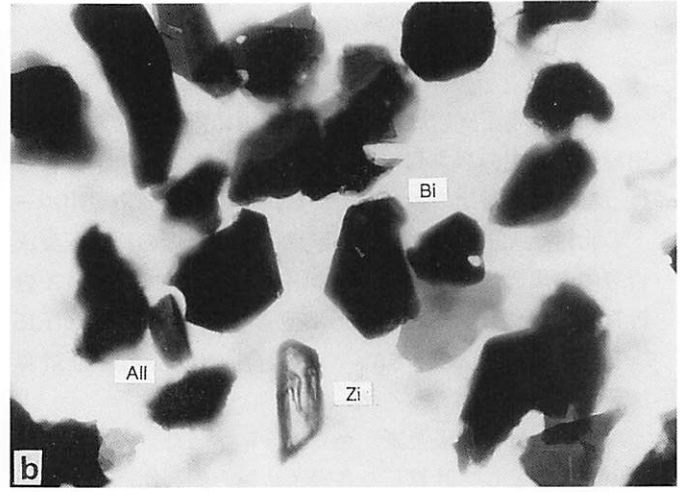
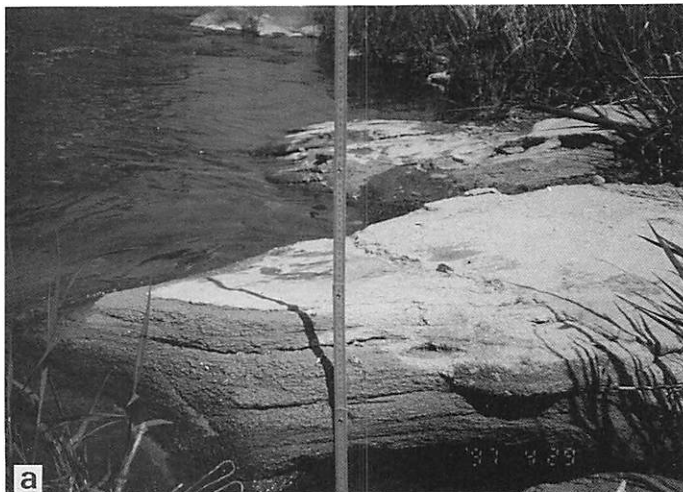


図2 (a) 安中市碓氷川河床における馬場凝灰岩層の産状 (層厚150cm).
(b) 馬場凝灰岩層中の有色鉱物. 黒雲母 (Bi) が圧倒的に多く, ジルコン (Zi), 褐れん石 (All) などをとまなう. 写真の長辺は約1mm (安中市碓氷川河床).
(c) 新潟県中里村十二峠における十二峠含黒雲母凝灰岩層 (Jnt) の産状. 層厚約9mで, 写真の左から右 (西から東) に緩く傾斜している. 人物の上あたりが中部に, 右端が上部に相当する.
(d) 埼玉県鳩山町奥田における奥田凝灰岩層の産状. 写真はユニットa (層厚150cm) の上部を示し, 多数の火山豆石がラミナ状に含まれる. 写真上端の落葉のあるところがユニットaとユニットbの境界である.

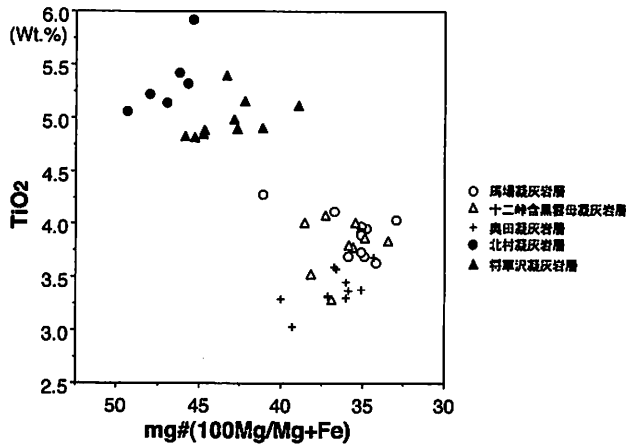


図3 馬場凝灰岩層などの凝灰岩層中の黒雲母のmg#値(100Mg/Mg+Fe) — TiO₂図。

試料採集地点は馬場凝灰岩層(群馬県安中市碓氷川河床), 十二峠含黒雲母凝灰岩層(新潟県中里村十二峠), 奥田凝灰岩層(埼玉県鳩山町奥田), 北村凝灰岩層(群馬県富岡市根古屋の星川河床), 將軍沢凝灰岩層(埼玉県嵐山町將軍沢)。

凝灰岩の黒雲母の化学組成

今回、馬場凝灰岩層、十二峠含黒雲母凝灰岩層および奥田凝灰岩層中の黒雲母についてEPMAによる化学分析を行った。なお対比の参考のために、群馬県富岡市星川ルート北村凝灰岩層および埼玉県嵐山町將軍沢の將軍沢凝灰岩層中の黒雲母についても分析を行った。なおEPMA分析は新潟大学のJXA-8600SX型を使用し、加速電圧15 keV、試料電流 1.3×10^{-8} A、ビーム径1 μ mで行い、補正計算はZAF法によった。

黒雲母の分析結果を表2から表5に示した。各表には酸素(O)=22として計算した各陽イオンの個数比、およびmg#値(100Mg/Mg+Fe)をあわせて示した。なおアルミニウム(Al)の個数比については、Si+Al=8.00となるAl量を上段に、それを越えるAl量を下段に示した。今回の黒雲母の化学分析による凝灰岩層の対比・識別においては、mg#値(100Mg/Mg+Fe)とTiO₂量およびMnO量を有効な指標として検討した。各凝灰岩層中の黒雲母のmg#値(100Mg/Mg+Fe) — TiO₂図を図3に、mg#値 — MnO図を図4に示した。一般に有色鉱物中のマグネシウム(Mg)はマグマの分化が進むにつれて鉄(Fe)に置換されるので、mg#値が小さいほどマグマの分化が進んでいると考えられる。

図3のmg# — TiO₂図において、馬場凝灰岩層中の黒雲母のmg#値はmg#=33.0-41.1の範囲で、その多くはmg#=33.0-36.7の範囲にある。十二峠含黒雲母凝灰岩層の黒雲母はmg#=33.5-38.6、奥田凝灰岩層の黒雲母はmg#=34.3-40.0の範囲を示し、馬場凝灰岩層の黒雲母とおおむね類似している。一方、馬場凝灰岩層および奥田凝灰岩層のそれぞれ下位にある北村凝灰岩層および將軍沢凝灰岩層の黒雲母は以上のグループの凝灰岩層中の黒雲母とは明らかに異なった高いmg#値を示し、北村凝灰岩層の黒雲母ではmg#=45.

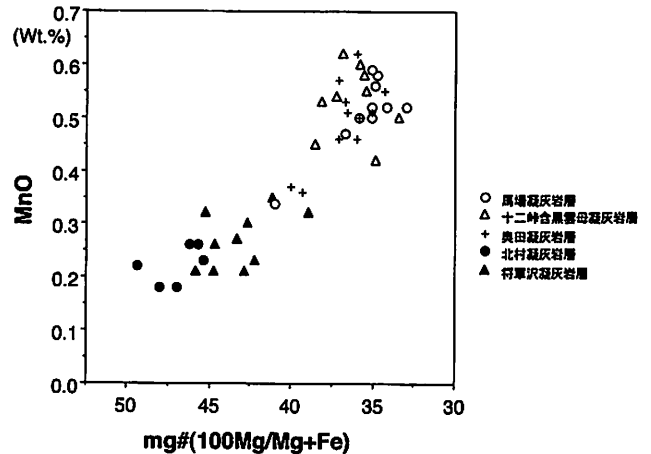


図4 馬場凝灰岩層などの凝灰岩層中の黒雲母のmg#値(100Mg/Mg+Fe) — MnO図。図3と同じ試料である。

4-49.4、將軍沢凝灰岩層の黒雲母ではmg#=39.0-45.9であった。

黒雲母中のTiO₂量は図3に示すように、馬場凝灰岩層ではTiO₂=3.63-4.28%、十二峠含黒雲母凝灰岩層ではTiO₂=3.28-4.07%の範囲にあり、ほぼ同じであるとみなすことができる。奥田凝灰岩層の黒雲母はTiO₂=3.03-3.68%であって、馬場凝灰岩層や十二峠含黒雲母凝灰岩層の黒雲母よりもやや低い値を示すが、これが有意の差であるかどうかはわからない。北村凝灰岩層や將軍沢凝灰岩層の黒雲母は、以上のグループの凝灰岩層中の黒雲母とは明らかに異なった高いTiO₂量を示す。北村凝灰岩層の黒雲母はTiO₂=5.06-5.92%、將軍沢凝灰岩層の黒雲母はTiO₂=4.81-5.39%で、ともに5-6%前後の値を示し、TiO₂量が3-4%前後の値を示す馬場凝灰岩層などの黒雲母の組成とは異なっている。

図4に示すように、黒雲母中のMnO量は馬場凝灰岩層ではMnO=0.34-0.59%、十二峠含黒雲母凝灰岩層ではMnO=0.42-0.62%、奥田凝灰岩層ではMnO=0.36-0.62%の範囲にあり、ほぼ同じであるとみなすことができる。一方、北村凝灰岩層や將軍沢凝灰岩層中の黒雲母は以上の凝灰岩層中の黒雲母とは明らかに異なった低いMnO量を示す。北村凝灰岩層の黒雲母はMnO=0.18-0.26%、將軍沢凝灰岩層の黒雲母はMnO=0.21-0.32%で、ともに0.2-0.3%前後の値を示し、MnO量が0.4-0.6%前後の値を示す馬場凝灰岩層などの黒雲母の組成とは異なっている。

馬場凝灰岩層の対比

馬場凝灰岩層と十二峠含黒雲母凝灰岩層はその産状からともに堆積物重力流堆積物であると考えられる。両凝灰岩層は有色鉱物においても黒雲母が圧倒的に多く、ジルコン

馬場凝灰岩層 Biotite (O=22)

SiO ₂	34.73	34.16	34.58	36.55	34.82	36.57	36.64	35.08	35.08	36.54	36.74
TiO ₂	3.95	3.97	4.11	3.69	4.28	3.91	3.69	3.89	4.03	3.63	3.73
Al ₂ O ₃	13.92	13.71	13.41	14.23	13.94	14.43	14.19	13.84	14.16	14.03	14.15
Cr ₂ O ₃	0.08	0.09	0.05	0.08	0.03	0.06	0.11	0.04	0.10	0.09	0.08
FeO	25.08	24.75	23.81	25.97	22.55	25.81	25.01	25.16	25.04	25.67	25.32
MnO	0.58	0.50	0.47	0.56	0.34	0.59	0.50	0.52	0.52	0.52	0.52
MgO	7.50	7.51	7.75	7.80	8.81	7.82	7.87	7.62	6.92	7.49	7.68
CaO	0.08	0.07	0.14	0.05	0.15	0.07	0.12	0.08	0.10	0.06	0.12
Na ₂ O	0.40	0.40	0.39	0.46	0.44	0.47	0.43	0.44	0.44	0.42	0.46
K ₂ O	7.89	8.09	7.51	7.48	7.81	7.56	7.78	7.91	7.12	7.56	7.65
NiO	0.05	0.18	0.07	0.12	0.07	0.11	0.09	0.11	0.16	0.20	0.14
total	94.26	93.43	92.29	96.99	93.24	97.40	96.43	94.69	93.67	96.21	96.59
Si	5.52	5.50	5.58	5.62	5.52	5.60	5.65	5.55	5.58	5.66	5.66
Al	2.48	2.50	2.42	2.38	2.48	2.40	2.35	2.45	2.42	2.34	2.34
Al	0.13	0.10	0.13	0.20	0.13	0.20	0.23	0.13	0.24	0.22	0.23
Ti	0.47	0.48	0.50	0.43	0.51	0.45	0.43	0.46	0.48	0.42	0.43
Cr	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Fe	3.34	3.33	3.21	3.34	2.99	3.30	3.22	3.33	3.33	3.33	3.26
Ni	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
Mn	0.08	0.07	0.06	0.07	0.05	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Mg	1.78	1.80	1.86	1.79	2.08	1.78	1.81	1.80	1.64	1.73	1.76
Ca	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02
Na	0.12	0.12	0.12	0.14	0.14	0.14	0.13	0.14	0.14	0.13	0.14
K	1.60	1.66	1.55	1.47	1.58	1.48	1.53	1.60	1.45	1.49	1.50
total	15.55	15.61	15.48	15.46	15.52	15.46	15.46	15.56	15.39	15.44	15.44
mg#	34.8	35.1	36.7	34.9	41.1	35.1	35.9	35.1	33.0	34.2	35.1

表2 馬場凝灰岩層中の黒雲母の化学組成 (群馬県安中市碓氷川河床)。

十二峠含黒雲母凝灰岩層 Biotite (O=22)

SiO ₂	37.11	36.27	35.90	34.96	38.39	36.43	33.99	35.03	37.19
TiO ₂	3.52	3.83	3.77	3.79	3.28	4.00	4.00	3.86	4.07
Al ₂ O ₃	15.17	14.76	14.65	13.89	15.00	14.81	13.79	13.63	15.17
Cr ₂ O ₃	0.09	0.10	0.09	0.10	0.16	0.13	0.11	0.08	0.09
FeO	24.25	26.41	25.23	24.52	24.68	24.18	24.68	24.74	24.34
MnO	0.53	0.50	0.58	0.60	0.62	0.45	0.55	0.42	0.54
MgO	8.42	7.46	7.82	7.72	8.11	8.51	7.62	7.44	8.12
CaO	0.04	0.00	0.08	0.11	0.01	0.06	0.15	0.14	0.08
Na ₂ O	0.57	0.59	0.47	0.38	0.51	0.46	0.37	0.44	0.47
K ₂ O	7.20	7.79	7.76	7.80	7.19	7.83	8.17	7.97	7.63
NiO	0.12	0.15	0.19	0.15	0.14	0.08	0.18	0.10	0.14
total	97.02	97.86	96.54	94.02	98.09	96.94	93.61	93.83	97.84
Si	5.63	5.55	5.55	5.56	5.75	5.56	5.46	5.59	5.61
Al	2.37	2.45	2.45	2.44	2.25	2.44	2.54	2.41	2.39
Al	0.34	0.21	0.22	0.16	0.40	0.23	0.08	0.15	0.31
Ti	0.40	0.44	0.44	0.45	0.37	0.46	0.48	0.46	0.46
Cr	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
Fe	3.08	3.38	3.26	3.26	3.09	3.09	3.32	3.30	3.07
Ni	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02
Mn	0.07	0.06	0.08	0.08	0.08	0.06	0.07	0.06	0.07
Mg	1.90	1.70	1.80	1.83	1.81	1.94	1.83	1.77	1.83
Ca	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.03	0.02	0.01
Na	0.17	0.18	0.14	0.12	0.15	0.14	0.12	0.14	0.14
K	1.39	1.52	1.53	1.58	1.37	1.53	1.68	1.62	1.47
total	15.39	15.52	15.51	15.53	15.31	15.47	15.63	15.54	15.38
mg#	36.2	33.5	35.6	35.9	36.9	36.6	35.5	34.9	37.3

表3 十二峠含黒雲母凝灰岩層 (中部) の黒雲母の化学組成 (新潟県中里村十二峠)。

奥田凝灰岩層 Biotite (O=22)

SiO ₂	39.41	36.78	36.35	35.15	35.72	34.16	35.28	35.01	36.11	33.80	36.17
TiO ₂	3.03	3.29	3.32	3.37	3.30	3.68	3.57	3.38	3.31	3.45	3.59
Al ₂ O ₃	14.73	14.50	13.90	13.19	14.01	13.60	14.04	13.34	14.45	13.73	13.90
Cr ₂ O ₃	0.10	0.06	0.10	0.22	0.12	0.14	0.13	0.13	0.18	0.13	0.12
FeO	19.15	21.37	23.61	25.00	25.19	24.74	24.70	24.30	25.15	24.44	24.37
MnO	0.36	0.37	0.46	0.50	0.62	0.55	0.51	0.51	0.57	0.46	0.53
MgO	6.97	7.98	7.82	7.87	7.95	7.24	8.01	7.37	8.33	7.70	7.92
CaO	0.13	0.04	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00
Na ₂ O	1.81	0.54	0.34	0.42	0.38	0.45	0.41	0.39	1.99	1.97	0.42
K ₂ O	6.76	7.49	8.35	8.39	8.19	8.21	8.38	8.34	7.43	7.86	8.32
NiO	0.00	0.11	0.06	0.03	0.07	0.03	0.04	0.00	0.05	0.00	0.00
total	92.45	92.53	94.31	94.14	95.55	92.82	95.07	92.78	97.59	93.54	95.34
Si	6.09	5.79	5.72	5.61	5.60	5.54	5.56	5.65	5.53	5.45	5.65
Al	1.91	2.21	2.28	2.39	2.40	2.46	2.44	2.35	2.47	2.55	2.35
Al	0.77	0.48	0.29	0.09	0.18	0.13	0.16	0.19	0.14	0.06	0.21
Ti	0.35	0.39	0.39	0.40	0.39	0.45	0.42	0.41	0.38	0.42	0.42
Cr	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
Fe	2.47	2.81	3.11	3.34	3.30	3.35	3.25	3.28	3.22	3.30	3.18
Ni	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
Mn	0.05	0.05	0.06	0.07	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.06	0.07
Mg	1.60	1.87	1.83	1.87	1.86	1.75	1.88	1.77	1.90	1.85	1.84
Ca	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.54	0.16	0.10	0.13	0.12	0.14	0.13	0.12	0.59	0.62	0.13
K	1.33	1.50	1.68	1.71	1.64	1.70	1.68	1.72	1.45	1.62	1.66
total	15.15	15.30	15.49	15.65	15.59	15.63	15.62	15.58	15.79	15.94	15.53
mg#	39.3	40.0	37.1	35.9	36.0	34.3	36.6	35.1	37.1	36.0	36.7

表4 奥田凝灰岩層中の黒雲母の化学組成 (埼玉県鳩山町奥田)。

左端の欄 (SiO₂=39.41%) はユニット a, その右の欄 (SiO₂=36.78%) はユニット b の下部, そのほかはユニット b の上部の試料である。

北村凝灰岩層 Biotite (O=22)

SiO ₂	35.69	34.89	34.68	36.17	33.97
TiO ₂	5.42	5.06	5.22	5.32	5.92
Al ₂ O ₃	13.88	14.08	13.75	13.88	13.90
Cr ₂ O ₃	0.06	0.07	0.06	0.09	0.13
FeO	20.76	19.28	19.88	20.15	20.36
MnO	0.26	0.22	0.18	0.26	0.23
MgO	10.01	10.55	10.30	9.50	9.51
CaO	0.08	0.08	0.12	0.09	0.15
Na ₂ O	0.52	0.56	0.50	0.54	0.45
K ₂ O	7.81	7.74	7.77	7.32	7.82
NiO	0.15	0.13	0.06	0.05	0.11
total	94.64	92.66	92.52	93.37	92.55
Si	5.52	5.48	5.48	5.62	5.39
Al	2.48	2.52	2.52	2.38	2.60
Al	0.04	0.09	0.03	0.16	—
Ti	0.63	0.60	0.62	0.62	0.71
Cr	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
Fe	2.68	2.53	2.62	2.62	2.70
Ni	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
Mn	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03
Mg	2.31	2.47	2.42	2.20	2.25
Ca	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03
Na	0.16	0.17	0.15	0.16	0.14
K	1.54	1.55	1.56	1.45	1.58
total	15.43	15.48	15.48	15.29	15.46
mg#	46.2	49.4	48.0	45.7	45.4

將軍沢凝灰岩層 Biotite (O=22)

SiO ₂	38.46	37.25	34.33	35.65	35.65
TiO ₂	4.82	4.81	5.11	5.39	4.89
Al ₂ O ₃	14.63	14.59	13.73	13.89	14.01
Cr ₂ O ₃	0.15	0.11	0.10	0.14	0.05
FeO	20.31	21.47	22.99	22.04	22.37
MnO	0.21	0.32	0.32	0.27	0.30
MgO	9.67	9.96	8.23	9.50	9.35
CaO	0.05	0.06	0.13	0.11	0.11
Na ₂ O	0.67	0.58	0.47	0.48	0.48
K ₂ O	7.02	7.26	7.82	7.82	7.81
NiO	0.17	0.22	0.10	0.03	0.17
total	96.16	96.63	93.33	95.32	95.19
Si	5.75	5.61	5.47	5.50	5.52
Al	2.25	2.39	2.53	2.50	2.48
Al	0.33	0.19	0.04	0.03	0.08
Ti	0.54	0.54	0.61	0.63	0.57
Cr	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01
Fe	2.54	2.70	3.06	2.84	2.90
Ni	0.02	0.03	0.01	0.00	0.02
Mn	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04
Mg	2.16	2.23	1.95	2.19	2.16
Ca	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
Na	0.19	0.17	0.15	0.14	0.14
K	1.34	1.39	1.59	1.54	1.54
total	15.17	15.33	15.49	15.44	15.47
mg#	45.9	45.3	39.0	43.4	42.7

表5 (左) 北村凝灰岩層 (富岡市根古屋の星川河床), および (右) 將軍沢凝灰岩層 (I-8 凝灰岩層の中部) (埼玉県嵐山町將軍沢) の黒雲母の化学組成。

や褐れん石、りん灰石をともない、ホルンブレンドは極少量(0.5%以下)であるという特徴も一致する。また黒雲母の化学組成にも相違は見られない。以上のことから両凝灰岩層は対比されるものと考えられる。

一方、馬場凝灰岩層と奥田凝灰岩層についてはいくつかの相違点が見られる。産状においては奥田凝灰岩層はより細粒でかつ火山豆石を含んでいる。また層厚は奥田凝灰岩層のほうがはるかに厚い。また有色鉱物組成比においては、奥田凝灰岩層もやはり黒雲母が最も多いものの、馬場凝灰岩層や十二峠含黒雲母凝灰岩層には極少量しか含まれないホルンブレンドが20-30%程度含まれる。この点では表1に示したように、奥田凝灰岩層は栃木県烏山地域のOg-25凝灰岩層に類似する。なおOg-25凝灰岩層には黒雲母やホルンブレンドのほか斜方輝石をかなり多く含むユニットも存在する。一方、馬場凝灰岩層と奥田凝灰岩層の黒雲母の化学組成の検討からは、両凝灰岩層が別の凝灰岩層であると判断できるような結果は得られなかった。以上のことから総合的に判断すると、馬場凝灰岩層と奥田凝灰岩層の対比については栃木県烏山地域のOg-25凝灰岩層との対比もあわせて、さらに慎重な検討が必要であると考えられる。なお馬場凝灰岩をもたらし火砕流の給源については、馬場凝灰岩層と十二峠含黒雲母凝灰岩層の層厚変化から考えて、群馬県北部に考えられる。

謝 辞

本研究を行うにあたり、群馬県立桐生高等学校の金子稔さんと伊勢崎市立第三中学校の矢島祐介さんには馬場凝灰岩層を現地で案内していただいた。また地質調査所の高橋雅紀さんと群馬県立自然史博物館の野村正弘さんには有

益なご教示をいただいた。新潟大学自然科学研究科の青木豊樹さんには図表類を仕上げていただいた。なお本研究の一部に文部省科学研究費補助金基盤研究(C)「広域テフラによる日本列島中新統～下部更新統の精密対比」(課題番号12640440; 研究代表者黒川勝己)を使用した。

引用文献

- 茅原一也・小松正幸・島津光夫・久保田喜裕・塩川 智 (1981): 越後湯沢地域の地質。地域地質研究報告(5万分の1図幅)、地質調査所: 1-108.
- 石和田靖章(1948): 群馬県磯部付近の瓦斯鉱床, 石油技協誌, 13: 225-234.
- 小池美津子・武井暁朔・下野敏弘・町田二郎・秋元和實・橋屋 功・吉野博厚・平社定夫 (1985): 岩殿丘陵の中新統・都幾川層群, 地質雑, 91: 665-677.
- 黒川勝己(1999): 水底堆積火山灰層の研究法—野外観察から環境史の復元まで—, 地学双書30: 1-147, 地学団体研究会.
- Odin, G.S., Takahashi, M. and Cosca, M. (1995): $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geochronology of biostratigraphy controlled Miocene tuffs from central Japan: Comparison with Italy and age of the Serravallian-Tortonian boundary, *Chem. Geol.*, 125: 105-121.
- 高橋雅紀・林 正雄 (1991): ジルコンの結晶形態による関東地方の中新世凝灰岩の分類と対比, 地質雑, 97: 451-459.
- 高橋雅紀・林 正雄・斎藤和男・大友育也 (1992): 新潟県湯沢地域に分布する十二峠凝灰岩部層のK-Ar年代とジルコンの結晶形態, 地球科学, 46: 73-76.
- 渡部泉隆・菅野三郎・高野 貞・村山猪久馬 (1950): 関東山地北東縁部新第三紀層の地質学的研究, 秩父科博研究報告, no1: 93-146.
- 吉川周作 (1976): 大阪層群の火山灰層について, 地質雑, 82: 479-515.

Abstract

The Baba tuff bed in the Tomioka Group, Gunma Prefecture,
and its correlation with special reference to chemical composition of biotites

ISHIWATA Masashi¹ and KUROKAWA Katsuki²

¹ *Gunma Toyopet : Ishikura 2-6-5, Maebashi city, Gunma, 371-0841, Japan*

² *Department of Earth Science, Faculty of Education and Human Sciences, Niigata University :
Ikarashi 2-8050, Niigata city, 950-2181, Japan*

Correlation of the Baba tuff bed of about 11.3Ma in Gunma Prefecture, was investigated in respect to the mode of field occurrence, petrography of components and chemical composition of biotites. The Baba tuff bed can be correlated to the Junitoge tuff bed in southern Niigata Prefecture; both are volcanoclastic sediment gravity flow deposits, and biotite is dominant among mafic minerals. Biotites in both tuffs show identical composition of mg # value ($100\text{Mg}/(\text{Mg}+\text{Fe})=$

$33.0-33.8$, $\text{TiO}_2=3-4\%$ and $\text{MnO}=0.4-0.6\%$. The Okuda tuff bed in Iwadono Hill in Saitama Prefecture show similar chemical composition of biotites. However, it contains accretionary lapilli and considerable amount of hornblendes. Thus, correlation of the Okuda tuff bed to Baba tuff bed can not be settled. The source volcano of the Baba tuff can be suspected in the northern Gunma Prefecture.

Key words : Baba tuff bed, Junitoge tuff bed, Okuda tuff bed, biotite, correlation