

第 22 次野尻湖発掘地の貫ノ木シルト部層と海端砂シルト部層の 砂粒組成と化学組成

野尻湖火山灰グループ*

はじめに

第 22 次野尻湖発掘では、Ⅲ-J-5 グリッドのポンプ穴を掘り下げ、発掘グリッド壁面よりも下位の地層の観察と記載を行った。このポンプ穴の壁面では、火山灰鍵層 [三点セット] (以下、火山灰鍵層を [] でくくる) 直下のシルトからグリッド壁面の [プレッチャーゾーン] までを連続して観察できた。また、ポンプ穴の一部をさらに掘り下げ、貫ノ木シルト部層 K2 の [キゴマ] とその下位のシルトまでを確認した。なお、このポンプ穴の層相記載の詳細と本論で報告する採取試料の層準は、本号の野尻湖地質グループ (2020) の図 7 に掲載されている。

本論では、ポンプ穴とグリッド壁面でほぼ連続的に採取した貫ノ木シルト部層 K2 から海端砂シルト部層 U3 [プレッチャーゾーン] までの試料について、砂粒組成・粒度組成分析と堆積物の主成分・微量元素組成分析を行った。また、Ⅲ-I-4 グリッドの発掘面では、[プレッチャーゾーン] 下位の砂層中にシルトサイズから極細粒砂サイズのガラス質火山灰層を新たに検出した。このガラス質火山灰層の砂粒組成と火山ガラスの主成分元素組成分析を行い、野尻湖底ボーリング NJ88 コアに挟まる火山灰層 (野尻湖火山灰グループ, 1993; 長橋・石山, 2009) との対比について検討した。これらの結果について報告する。

分析方法と結果

A 砂粒組成・粒度組成の分析方法と結果

試料の水洗処理は、篩の目の開きが $250\mu\text{m}$ ・ $63\mu\text{m}$ ・ $32\mu\text{m}$ の 3 つの篩を重ねて、試料の上からシャワー状の水を流しながら水洗した。さらに試料をピーカーに移し、超音波洗浄機を用いて、粘土分を分離し、最後に 3 つの篩を重ねて再度水を流して篩い分けした。水洗に供した試料は、径 1cm を超える粗粒な粒子は用いないよ

うにした。水洗する試料の量は、砂サイズ以下の粒子が主体の細粒試料は少なめに、礫サイズが主体の粗粒試料は多めに処理した。すなわち、用いた試料の乾燥重量は、貫ノ木シルト部層のシルト試料 (試料番号 A-22・25) と [キゴマ] では $5\sim 8\text{g}$ 程度、海端砂シルト部層 U1 の [三点セット] では $12\sim 37\text{g}$ 、海端砂シルト部層 U2 と U3 では $10\sim 33\text{g}$ 、[プレッチャーゾーン] では約 30g である。水洗した試料は約 50°C の恒温器で乾燥し、乾燥後の重量を粒度階別に秤量し (最小単位 0.05g)、粒度組成を算出した。一般に、礫を含む粗粒碎屑物の粒度分析には数 100g の試料重量が必要であり、今回の粒度組成に用いた試料の重量はそれよりかなり少ない。また粗粒な粒子を除いているため、今回の粒度組成は細粒成分の粒度組成とみなすのが良い。

砂粒組成の分析には、 $63\mu\text{m}\sim 250\mu\text{m}$ の試料を $125\mu\text{m}$ の篩を用いてさらに篩い分けを行った $125\mu\text{m}\sim 250\mu\text{m}$ の試料を用いた。砂粒の分類は、野尻湖火山灰グループ (2018) に基づいて、カンラン石、単斜輝石、直方輝石、ホルンブレンド、酸化角閃石、カミングトン閃石、黒雲母、鉄鉱物、斜長石、石英、火山ガラス (バブル型・軽石型・カルメ)、ゴマ岩片、クロ岩片、アカ岩片に区分し、おおよそ 400 粒子以上を鑑定した。

以下、粒度組成の結果について下位より順に記載する (図 1)。[キゴマ] を含む貫ノ木シルト部層は、細粒砂以下の細粒分に富んでいる。[三点セット] は、火山礫やスコリアを主体とする層準では中粒砂以上の粗粒粒子が $70\text{wt}\%$ 以上を占め、細粒分に乏しい。火山灰を主体とする層準では、中粒砂以上の粗粒粒子は $14\sim 24\text{wt}\%$ 程度と少なく、シルト分を多く含んでいる。海端砂シルト部層 U2 は、発掘地の層相観察から上方へと細粒化する粒度変化が認められており、粒度組成分析の結果も上位に向かって中粒砂以上の粗粒分が減少し、細粒砂以下の細粒分が増加する。海端砂シルト部層 U3 は、発掘地の層相観察から最下部を除いて粒度変化に乏しいとされ

* 事務局：〒 960-1296 福島県福島市金谷川 1 番地 福島大学共生システム理工学類 長橋良隆気付
c/o NAGAHASHI Yoshitaka, Faculty of Symbiotic Systems Science, Fukushima University, Kanayagawa 1, Fukushima, 960-1296, Japan

執筆者：長橋良隆**, 齊藤尚人, 竹下欣宏, 中川知津子, 小林雅弘, 花岡邦明, 宮下 忠, 小林忠夫

** 執筆責任者

ており、粒度組成分析の結果も最下部の試料でやや粗粒であるが、その上位の試料の粒度組成には大きな変化が認められない。[プレッチャーゾーン]は、火山礫を主体とするので、中粒砂以上の粗粒分に富んでおり、シルトサイズ以下の細粒分が特に少ない。

次に下位より順に砂粒組成の特徴について述べる(図1)。貫ノ木シルト部層のシルト試料(A-22・25)は、ゴマ岩片と斜長石を主体とし、直方輝石とホルンブレンドからなり、その他に単斜輝石・鉄鋳物・クロ岩片・アカ岩片を含む。[キゴマ]は、斜長石を主体とし、直方輝石とホルンブレンドと軽石型火山ガラスからなり、その他に単斜輝石・鉄鋳物・ゴマ岩片・クロ岩片を含む。[三点セット]は、ゴマ岩片とクロ岩片を主体とし、斜長石と直方輝石とカルメ火山ガラスとアカ岩片からなり、その他に単斜輝石・鉄鋳物を含む。[三点セット]に挟まるシルト(試料番号A-19)は、クロ岩片・ゴマ岩片・斜長石・直方輝石を主体とし、カルメ火山ガラスを含み、[三点セット]と類似した組成を有する。海端砂シルト部層U2は、斜長石とゴマ岩片とクロ岩片と直方輝石を主体とし、単斜輝石とホルンブレンドとアカ岩片からなり、わずかに酸化角閃石・鉄鋳物を含む。下位から上位へと、斜長石の含有率が増加し、ゴマ岩片とクロ岩片の含有率が減少する傾向がある。海端砂シルト部層U3は、斜長石とゴマ岩片とクロ岩片を主体とし、直方輝石と単斜輝石とホルンブレンドとアカ岩片からなり、わずかに鉄鋳物・石英を含む。下位から上位へと斜長石の含有率が減少する傾向がある。[プレッチャーゾーン]は、斜長石とゴマ岩片とクロ岩片を主体とし、直方輝石と単斜輝石とホルンブレンドとアカ岩片からなる。

Ⅲ-I-4グリッドの発掘面では、[プレッチャーゾーン]下位の砂層中に挟まるガラス質火山灰層を新たに見いだした(試料番号A-26)。この火山灰層は、白色を呈し、シルトサイズから極細粒砂サイズのガラス質火山灰からなり、最大の厚さ3mm程度のレンズ状に産する。砂粒組成は、軽石型火山ガラス(36%)と斜長石(27%)を主体とし、直方輝石(13%)と岩片(11%)とホルンブレンド(7%)と単斜輝石(4%)からなり、わずかに黒雲母・鉄鋳物・石英を含む。

B 蛍光X線(XRF)分析の方法と堆積物の主成分・微量成分元素組成

堆積物の元素組成分析は、福島大学所有の株式会社リガク社製RIX-1000蛍光X線(XRF)分析装置を用いて、高瀬・長橋(2007)の方法に基づいて行った。分析試料は、生試料から径4mm以上の粗粒粒子を除いた細粒分を分析試料とした。測定用のペレット試料は、自動メノウ乳鉢で微粉化した試料5gとバインダー(ポリスチレン系粉末)0.5gを混合し、プレス機で加圧整形して作成した。主成分10元素(Si・Ti・Al・Fe・Mn・Mg・Ca・Na・K・P)とSは装置に付属するソフトウェア

のファンダメンタルパラメーター(FP)法による定量分析を、微量成分14元素(As・Ba・Co・Cr・Cu・Ga・Nb・Ni・Pb・Sr・V・Y・Zn・Zr)は検量線法を用いて行った。主成分の測定時間は約26分、微量成分の測定時間は約85分である。主成分・微量成分元素組成の結果を付表1に示す。

分析試料は火山碎屑物を主体とするので、火山岩の分類図にプロットした(図2)。貫ノ木シルト部層のシルト試料が最もSiO₂値が高く、次いで[プレッチャーゾーン]と[三点セット]の最下部の2試料(A-20・21)となり、これらは安山岩の領域にある。その他の試料はSiO₂値が53~56wt%程度の狭い範囲に集中し、玄武岩質安山岩の領域にある。

C 火山ガラスの主成分元素組成の分析方法と結果

火山ガラスの主成分元素組成分析は、福島大学のSEM-EDS(日本電子製JSM-6610LV+オックスフォード製INCA x-act SDD検出器とEDSアナライザー)を用いて、長橋ほか(2003)および長橋・片岡(2014)の方法により行った。

本論では、貫ノ木シルト部層に挟まる[キゴマ](A-24)とⅢ-I-4グリッドの発掘面において新たに検出されたガラス質火山灰層(A-26)と野尻湖底ボーリングNJ88コア試料に挟まるBW2242に含まれる火山ガラスの主成分元素組成分析を行った。それらの分析結果を付表2に示す。

議論

A 野尻湖発掘地における砂粒組成の地点間の比較

[三点セット]と[プレッチャーゾーン]間の堆積物の砂粒組成については、81-Ⅲ-K-33(野尻湖火山灰グループ, 1984)、87-Ⅳ-G-31(野尻湖火山灰グループ, 1990)、90-Ⅲ-A-21(野尻湖地質グループ・野尻湖火山灰グループ, 1993)による報告がある。[三点セット]上面から[プレッチャーゾーン]基底までの層厚は、それぞれ約2.2m, 約0.5m, 約1.4mと異なる。層相は、基本的に、下部がシルト質の堆積物、上部が砂質あるいは砂礫質の堆積物からなり、下部が全体の2/3~3/4程度の層厚を占めている。砂粒組成は、斜長石とゴマ岩片とクロ岩片を主体とし、ホルンブレンドと直方輝石と単斜輝石とアカ岩片を含む。砂粒組成の全体的な変化は、斜長石が上位へと増加し、クロ岩片が上位へと減少する。また、ホルンブレンドは上部に多く含まれる傾向がある。

一方、本論で記載した18-Ⅲ-J-5の[三点セット]上面から[プレッチャーゾーン]基底までの層厚は約1mであり、径1cmの亜円礫を含む砂礫層から始まり、上位へと細粒化する。また、18-Ⅲ-J-5は、先に述べた3地点とは160m程度離れており、限定された層準を相互に比較するのは難しいが、砂粒組成の全体的な傾向は似ている。18-Ⅲ-J-5の砂粒組成について図1をも

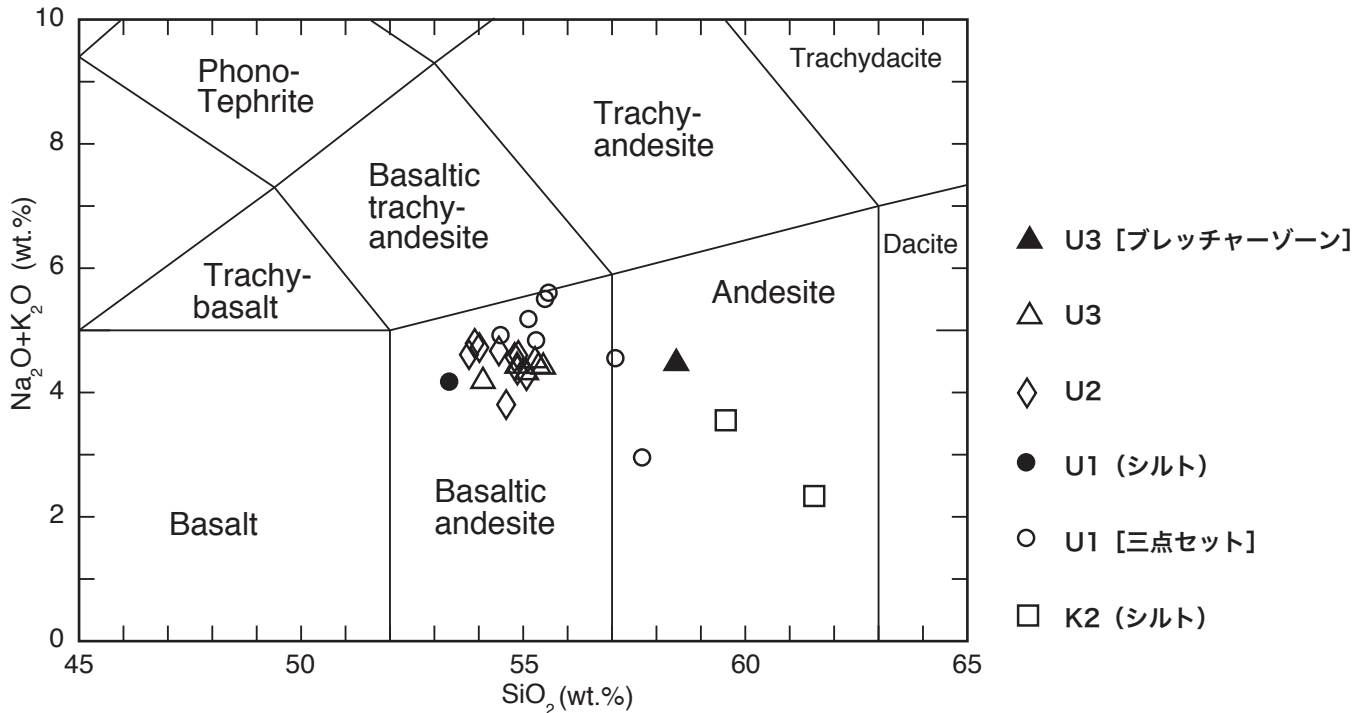


図2 堆積物の SiO_2 - $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 火山岩分類図

もう少し細かくみると、斜長石はU2で上方へ増加傾向を示し、U3では上方へ減少傾向を示す。ゴマ岩片とクロ岩片はU2で上方へ減少傾向を示し、U3でやや増加する。また、直方輝石を10%程度含み、単斜輝石とホルンブレンドも数%程度含む。この砂粒組成の変化傾向から、18-III-J-5の海端砂シルト部層U2・U3の砂粒組成は、87-IV-G-31の「ブレッチャーゾーン」直下の層厚20cm部、90-III-A-21の「ブレッチャーゾーン」直下の層厚50cm部の砂粒組成と似ている。87-IV-G-31と90-III-A-21のこの部分の層相も砂層や砂礫層からなり、比較的粗粒な堆積物からなるという点は、18-III-J-5の海端砂シルト部層U2・U3と共通する。砂粒組成と層相が共通することは、地層を構成している火山碎屑物の後背地が同じである可能性を示しているが、時間面としては「ブレッチャーゾーン」より下位としか限定できないので、同時に堆積した同層準の地層として相互に対比することは困難である。

B 堆積物の主成分元素組成の層序学的変化と砂粒組成との対応

堆積物の元素の濃集程度を評価する方法に濃縮係数という指標がある (Calvert and Pedersen, 1993)。乳井ほか (2005) は名古屋市の公園土壌について、重金属の濃集を議論するのにこの濃縮係数を導入し、それは以下の式で求められる。

$$\text{濃縮係数 (Enrichment Factor)} = \frac{(M/\text{Al}_2\text{O}_3)_{\text{分析試料}}}{(M/\text{Al}_2\text{O}_3)_{\text{バックグラウンド}}}$$

ここで「M」は対象とする元素のことで、乳井ほか

(2005) は仮想的なバックグラウンドとして、日本の上部地殻の平均組成 (Togashi et al., 2000) を用いている。本論でも日本の上部地殻の平均組成を用いて規格化し、対象とする元素の多寡を層序学的に検討する (図3)。濃縮係数の考え方は、碎屑物の主要な構成粒子が長石類であるため、長石類に多く含まれる Al_2O_3 の含有量で規格化することにより、長石類の多寡に依らずに元素の濃集度を検討するのに良いとされている。

濃縮係数の値は、 SiO_2 が 0.58 ~ 0.71 (平均 0.64)、 TiO_2 が 0.66 ~ 1.09 (平均 0.88)、 Fe_2O_3 が 1.02 ~ 1.70 (平均 1.25)、 MnO が 1.27 ~ 2.02 (平均 1.49)、 MgO が 0.37 ~ 0.91 (平均 0.66)、 CaO が 1.26 ~ 2.09 (平均 1.91)、 Na_2O が 0.34 ~ 1.10 (平均 0.81)、 K_2O が 0.44 ~ 0.69 (平均 0.51)、 P_2O_5 が 1.29 ~ 2.36 (平均 1.76) である。 Al_2O_3 は、未知試料の値を上部地殻の値で除したものであり、1.19 ~ 1.46 (平均 1.28) である。

主要元素の濃縮係数を下位から上位へと層序学的に検討すると (図3)、 $\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiO}_2$ について明瞭な変化が読み取れる。すなわち、貫ノ木シルト部層 K2 と海端砂シルト部層 U1 では全体的な傾向から見ると低値で、海端砂シルト部層 U2 の下部で高値となりそこから上位へと減少し、海端砂シルト部層 U3 では貫ノ木シルト部層 K2 と海端砂シルト部層 U1 と同程度の低値となる。 MnO もこれと似ているが、海端砂シルト部層 U3 で比較的高い値を示すことが異なる。また、貫ノ木シルト部層の A-25 試料は、 CaO 、 Na_2O 、 P_2O_5 の値が上位より明瞭に低い値を示す。「ブレッチャーゾーン」の $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot \text{MnO}$ の値は、直下の試料とは明瞭に異な

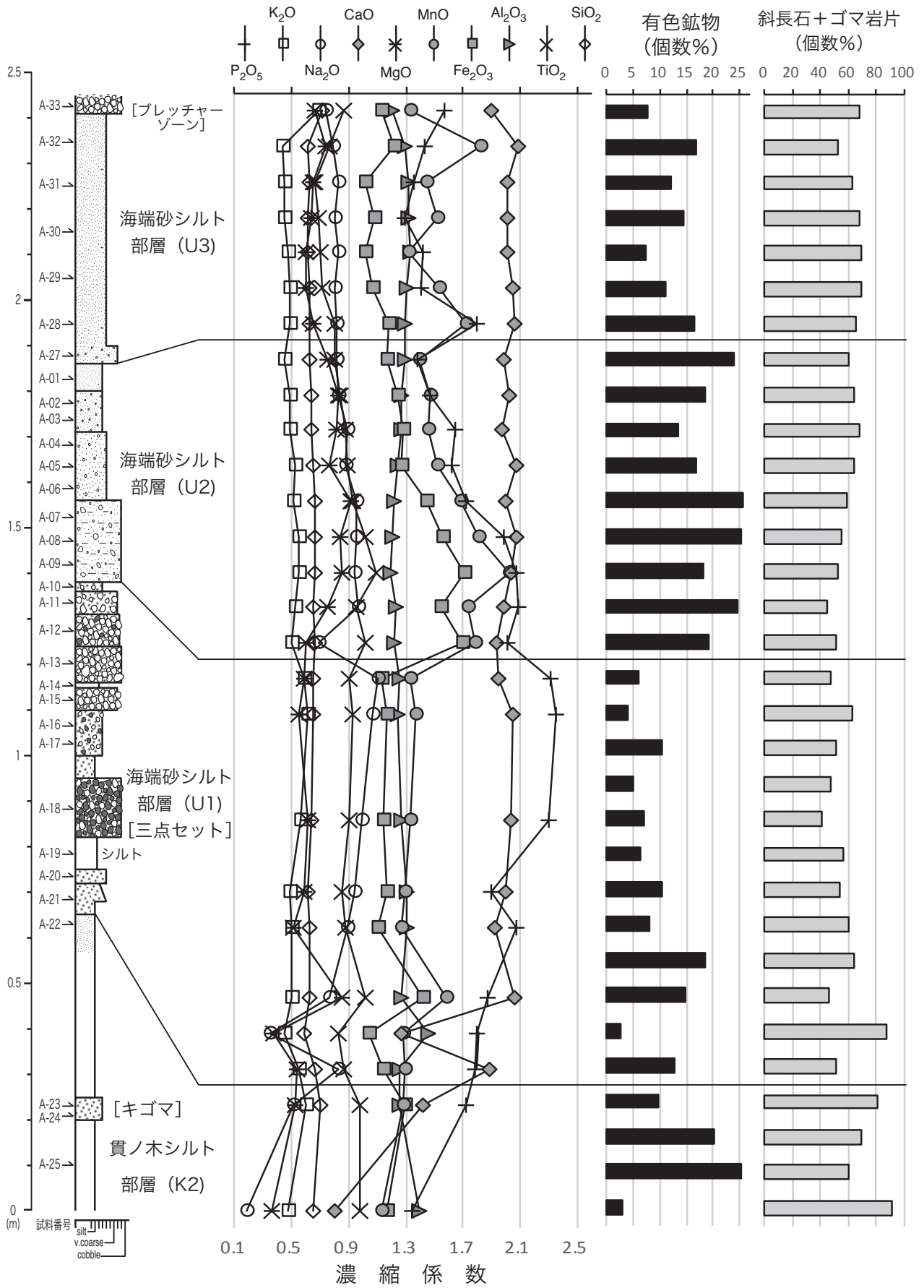


図3 主成分元素の濃縮係数と有色鉱物と斜長石+ゴマ岩片の層序学的変化

る値を示す。

[三点セット] と [ブレッチャーゾーン] の間の濃縮係数の変化は、先に述べた砂粒組成の変化と対応していると考えられる。MgO・Fe₂O₃・TiO₂ の濃縮係数が上位へと減少することは、鉄鋳物を含む有色鋳物とクロ岩片の減少に対応していると考えられる (図1と図3)。斜長石とゴマ岩片は砂粒組成の主要な構成粒子であり (図3)、それらの含有率は粒度組成が相対的に細粒な部分で多くなる傾向がある (図1)。Al₂O₃ の含有量 (付表1) は 17.4 ~ 21.4wt% の範囲にあり、斜長石の含有率と Al₂O₃ の含有量には相関はないが、斜長石+ゴマ岩片の含有率と Al₂O₃ の含有量には正の相関が認められる (図4)。砂粒組成の鑑定は 125 μm ~ 250 μm の限られた粒度階のものであるが、今回の試料については、堆積物全体の Al₂O₃ の含有量の違いを斜長石とゴマ岩片の含有率でおおよそ説明できる。

C 海端砂シルト部層 U3 に挟まるガラス質火山灰層の対比について

[ブレッチャーゾーン] 下位の砂層中から新たに検出されたガラス質火山灰層と、野尻湖の水深 28.9m で掘削された NJ88 ボーリングコア試料 (公文・井内, 1990; 野尻湖地質グループ, 1990) に挟まる火山灰層との対比について検討した。NJ88 ボーリングコア試料の [ブレッチャーゾーン] と [三点セット] の間には BW2201・2242・2467・2490・2504・2526 の火山灰層が記載されており、それらのうちの BW2201・2242・2467 にはホルンブレンドがわずかに含まれることも記載されている (野尻湖火山灰グループ, 1993)。本論では、野尻湖火山灰グループ (1993) が検討した粒度よりも細粒な粒子 (1/8mm ~ 1/16mm) の砂粒組成について検討したところ、BW2242 にのみ約 30% 程度の軽石型火山ガラスが含まれ、また清澄なホルンブレンドが多く含まれることが分かった。

これらの火山灰層は、[三点セット] と [ブレッチャーゾーン] 間の [ブレッチャーゾーン] に近い層準に位置し、シルトサイズから極細粒砂サイズの結晶ガラス質火山灰からなること、軽石型の火山ガラスと清澄なホルンブレンドを含むこと、火山ガラスの主成分元素組成が一致すること (付表2) から互いに対比される。長橋・石山 (2009) による NJ88 ボーリングコアの年代モデルに基づくと、BW2242 の堆積年代は 52.8ka である。

なお、18-III-J-5 ポンプ穴の貫ノ木シルト部層 K2 に挟まる [キゴマ] の火山ガラスの主成分元素組成 (付表2) は、NJ88 ボーリングコアに挟まる [キゴマ] の火山ガラスの主成分元素組成 (長橋ほか, 2007; 長橋・石山, 2009) とほぼ同じ値を示す。

まとめ

本論では貫ノ木シルト部層 K2 から海端砂シルト部層

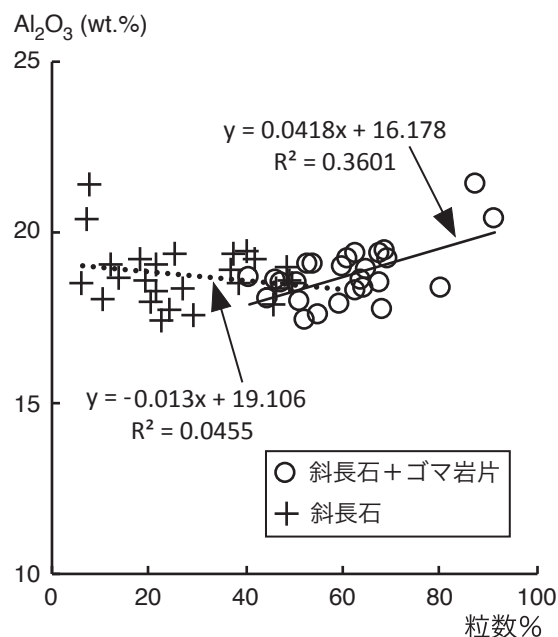


図4 Al₂O₃ の含有量と斜長石含有率、Al₂O₃ の含有量と斜長石+ゴマ岩片含有率との関係

U3 の [ブレッチャーゾーン] までの堆積物の砂粒組成と粒度組成を明らかにした。またそれらの堆積物の細礫以下の細粒分について、主成分・微量元素組成を明らかにした。本論で明らかにした砂粒組成は、これまでに報告されている同様な層準の砂粒組成と調和的な結果である。堆積物の化学組成については、濃縮係数を用いて主成分元素の層序的变化について検討し、MgO・Fe₂O₃・TiO₂ の濃縮係数の変化が砂粒組成の有色鋳物とクロ岩片の含有率と対応している可能性を示した。また、Al₂O₃ 含有量は斜長石+ゴマ岩片の含有率と正の相関があることが明らかになった。野尻湖層における堆積物の化学組成は初めての報告であり、層準ごとの化学的特徴を把握するにはさらに分析点数を多く重ねることが必要である。

また、III-I-4 グリッドの発掘面において新たに検出されたガラス質火山灰層の砂粒組成と火山ガラスの主成分元素組成分析を行い、野尻湖底ボーリング NJ88 コアに挟まる BW2242 に対比されることを明らかにした。BW2242 の堆積年代は NJ88 コアの年代モデルに基づく 52.8ka である。

なお、18-III-J-5 ポンプ穴の層相記載は、霜山竣、野内冨希、宮下忠、長橋良隆が行った。

文献

- Calvert, S.E. and Pedersen, T.F. (1993) Geochemistry of recent oxic and anoxic marine sediments: Implication for geological record. *Marine Geology*, 113, 67-88.
 公文富士夫・井内美郎 (1990) 野尻湖の湖底ボーリング試料と音波反射層との対比。地質学論集, no. 36, 167-178.
 長橋良隆・石山愛子 (2009) 長野県野尻湖底ボーリング

- (NJ88) コア試料の編年の再構築とテフラ層の火山ガラス化学組成. 野尻湖ナウマンゾウ博物館研究報告, no. 17, 1-57.
- 長橋良隆・片岡香子 (2014) テフラ学 (第5回): 火山ガラスの主成分元素組成とテフラ層の対比. 第四紀研究, 53, 265-270.
- 長橋良隆・佐藤孝子・竹下欣広・田原啓治・公文富士夫 (2007) 長野県, 高野層ボーリングコア (TKN-2004) に挟在する広域テフラ層の層序と編年. 第四紀研究, 46, 305-325.
- 長橋良隆・吉田武義・中井聡子・奥平敬元 (2003) XRF 分析との比較によるテフラガラス片の EDS 分析結果の評価と補正. 第四紀研究, 42, 265-277.
- 野尻湖地質グループ, 1990, 野尻湖におけるボーリング試料の層序とその意義. 地団研専報, 37, 15-20.
- 野尻湖地質グループ (2020) 第22次野尻湖発掘の地質学的成果 - 野尻湖発掘地とその周辺の地質 その22 -. 野尻湖ナウマンゾウ博物館研究報告, 28, 11-23.
- 野尻湖地質グループ・野尻湖火山灰グループ, 1993, 第11次野尻湖発掘地の地質 - 野尻湖発掘地とその周辺の地質 その7 -. 野尻湖博物館研究報告, 1, 7-16.
- 野尻湖火山灰グループ, 1984, 野尻湖における第四系の砂粒組成. 地団研専報, 27, 45-55.
- 野尻湖火山灰グループ, 1990, 野尻湖における第四系の砂粒組成 (その3). 地団研専報, 37, 29-38.
- 野尻湖火山灰グループ (1993) 野尻湖の湖底ボーリング試料 NJ88 の火山灰層. 地団研専報, 41, 1-26.
- 野尻湖火山灰グループ, 2018, 火山灰分析の手びき (第3版). 地学団体研究会発行, 56p.
- 乳井 豪・杉谷健一郎・三村耕一・山本鋼志 (2005) 名古屋市の公園土壌の細粒画分 (<32 μ m) における重金属の濃集について. 地質汚染 - 医療地質 - 社会地質学会誌, 1, 27-34.
- 高瀬つぎ子・長橋良隆 (2007) 蛍光 X 線分析におけるガラスビード法と粉末プレス法との比較評価 - 地質試料中の主要10元素と微量18元素の定量 -. 福島大学地域創造, 19, 32-47.
- Togashi, S., Imai, N., Okuyama-Kusunose, Y., Tanaka, T., Okai, T., Koma, T. and Murata, Y. et al. (2000) Young upper crust chemical composition of the orogenic Japan Arc. *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 1, 1-45

Grain composition and sediment chemistry of the Kannoki Silt Member and the Umibata Sand and Silt Member at the 22nd Nojiri-ko Excavation site, central Japan.

Volcanic Ash Research Group for Nojiri-ko Excavation

Abstract We clarified the grain composition and sediments chemistry of the Kannoki Silt Member and the Umibata Sand and Silt Member at Lake Nojiri-ko, central Japan. The grain composition of 2 phi to 3 phi composed mainly of plagioclase, lithic fragments, orthopyroxene, clinopyroxene and hornblende. This result agree with our previous studies. Major and trace element compositions of sediments finer than pebble size were measured using X-ray fluorescence analysis. The result of major element composition show basaltic andesite to andesite compositions. We are recognized stratigraphic variations of the Enrichment Factor of the MgO, Fe₂O₃ and TiO₂, and the variations correspond to mafic minerals contents.

Key words: Nojiri-ko Excavation, Nojiri-ko Formation, tephra, volcanoclastic deposits, grain composition, chemical composition

付表2 EDS分析による火山ガラスの主成分元素組成

Tephra name 未明名ガラス質火山灰層																	
Sample ID 18-III-I-4-A-26																	
Lab. ID	N51-1	N51-2	N51-3	N51-4	N51-5	N51-6	N51-7	N51-8	N51-9	N51-10	N51-11	N51-12	N51-13	N51-14	N51-15		
EDS wt.%																mean	s
SiO ₂	76.59	77.32	76.61	77.28	77.18	77.19	76.61	76.50	76.95	76.72	76.68	77.20	76.96	76.52	76.51	76.85	0.31
TiO ₂	0.23	0.16	0.20	0.10	0.18	0.11	0.37	0.17	0.20	0.04	0.18	0.18	0.14	0.14	0.37	0.19	0.09
Al ₂ O ₃	12.90	12.71	13.12	12.77	12.78	12.62	12.67	12.81	12.66	13.20	12.80	12.71	13.00	12.97	12.86	12.84	0.17
FeO*	1.29	0.87	0.96	0.77	0.90	0.92	1.08	1.19	1.09	1.09	1.21	0.90	0.91	1.19	1.05	1.03	0.15
MnO	0.00	0.14	0.11	0.24	0.00	0.09	0.05	0.23	0.02	0.00	0.00	0.10	0.19	0.08	0.00	0.08	0.08
MgO	0.22	0.30	0.13	0.13	0.23	0.24	0.36	0.30	0.26	0.14	0.29	0.25	0.20	0.18	0.29	0.23	0.07
CaO	1.51	1.17	1.47	1.13	1.38	1.38	1.21	1.39	1.41	1.42	1.33	1.21	1.26	1.43	1.40	1.34	0.12
Na ₂ O	3.20	3.20	3.16	3.44	3.20	3.21	3.32	3.28	3.32	3.43	3.35	3.39	3.22	3.36	3.36	3.30	0.09
K ₂ O	4.05	4.14	4.25	4.14	4.15	4.24	4.33	4.12	4.09	3.97	4.16	4.06	4.13	4.12	4.16	4.14	0.09
total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00		
total (raw)	91.33	93.13	93.18	93.40	91.47	94.16	94.40	94.13	93.11	93.95	93.92	94.28	92.92	92.89	93.95	93.35	0.94

Tephra name BW2242																	
Sample ID NJ88_R3-7-1A40.5																	
Lab. ID	N92-1	N92-2	N92-3	N92-4	N92-5	N92-6	N92-7	N92-8	N92-9	N92-10	N92-11	N92-12	N92-13	N92-14	N92-15		
EDS wt.%																mean	s
SiO ₂	76.59	77.22	76.52	76.71	76.62	77.01	77.10	76.69	76.77	76.76	77.26	77.34	77.07	77.41	77.00	76.94	0.29
TiO ₂	0.14	0.39	0.14	0.21	0.26	0.29	0.15	0.29	0.25	0.25	0.25	0.32	0.22	0.44	0.14	0.25	0.09
Al ₂ O ₃	12.87	12.20	12.90	12.93	12.90	12.46	13.01	12.79	12.44	12.90	12.75	12.58	12.95	12.35	12.77	12.72	0.25
FeO*	1.35	1.21	1.41	0.90	1.03	1.07	0.78	1.33	1.45	1.07	0.94	0.82	0.78	1.00	0.98	1.07	0.23
MnO	0.01	0.05	0.00	0.11	0.21	0.03	0.15	0.06	0.11	0.11	0.00	0.28	0.00	0.06	0.00	0.08	0.08
MgO	0.23	0.38	0.20	0.20	0.28	0.30	0.32	0.14	0.28	0.17	0.07	0.17	0.23	0.23	0.25	0.23	0.08
CaO	1.39	1.15	1.56	1.20	1.39	1.41	1.37	1.41	1.40	1.32	1.17	1.25	1.18	1.34	1.48	1.34	0.12
Na ₂ O	3.23	3.28	3.36	3.26	3.23	3.16	3.15	3.18	3.13	3.34	3.21	3.16	3.26	3.07	3.25	3.22	0.08
K ₂ O	4.19	4.10	3.90	4.46	4.07	4.27	3.97	4.12	4.17	4.07	4.35	4.08	4.32	4.10	4.13	4.15	0.15
total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00		
total (raw)	91.51	95.99	90.47	97.80	94.85	95.10	94.71	95.86	95.20	95.57	95.58	95.70	95.01	95.41	95.10	94.92	1.77

Tephra name Kigoma																	
Sample ID 18-III-J-5-A-24																	
Lab. ID	N60-1	N60-2	N60-3	N60-4	N60-5	N60-6	N60-7	N60-8	N60-9	N60-10	N60-11	N60-12	N60-13	N60-14	N60-15		
EDS wt.%																mean	s
SiO ₂	72.97	72.62	72.69	73.23	72.66	72.12	72.14	72.64	72.67	72.64	72.88	72.74	72.25	72.78	72.35	72.63	0.31
TiO ₂	0.14	0.22	0.34	0.26	0.45	0.35	0.25	0.28	0.54	0.43	0.34	0.24	0.40	0.38	0.49	0.34	0.11
Al ₂ O ₃	15.05	14.89	14.79	14.81	15.04	15.28	15.05	15.02	15.14	15.10	15.21	14.97	15.30	15.04	15.01	15.05	0.15
FeO*	1.79	2.15	2.04	1.61	1.93	1.73	2.28	2.01	1.74	1.95	1.58	2.00	1.69	1.82	1.99	1.89	0.20
MnO	0.07	0.03	0.18	0.00	0.04	0.14	0.00	0.00	0.05	0.01	0.00	0.00	0.04	0.00	0.11	0.05	0.06
MgO	0.62	0.56	0.67	0.57	0.70	0.54	0.54	0.82	0.49	0.56	0.72	0.52	0.71	0.61	0.56	0.61	0.09
CaO	2.20	2.16	2.02	2.29	2.25	2.46	2.23	2.27	2.28	2.19	2.25	2.37	2.31	2.31	2.11	2.25	0.10
Na ₂ O	4.42	4.43	4.24	4.29	4.01	4.58	4.49	4.13	4.16	4.34	4.17	4.26	4.46	4.26	4.44	4.31	0.16
K ₂ O	2.73	2.93	3.02	2.94	2.91	2.80	3.02	2.83	2.93	2.76	2.85	2.89	2.84	2.80	2.94	2.88	0.09
total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00		
total (raw)	93.76	92.39	93.18	92.10	92.33	92.73	92.32	92.83	93.93	92.86	91.39	91.99	93.88	92.79	94.45	92.86	0.84