

松本盆地に分布する梓川水系低位段丘・丸田面を構成する堆積物

滝口大智¹, 吉田孝紀²

¹ 信州大学総合理工学研究科, ² 信州大学先鋭領域融合研究群・山岳研究拠点

Provenance of fluvial lower terrace deposits within the Azusagawa River system in Matsumoto basin, Nagano Prefecture, central Japan

D. Takiguchi¹, K. Yoshida²

¹ Graduated School of Science and Technology, Shinshu University & ²Institute of Mountain Science, Interdisciplinary Cluster for Cutting Edge Research, Shinshu University

キーワード：段丘堆積物, 礫, 粘土鉱物, 土石流

Keywords: Terrace deposits, Gravels, Clay minerals, Debris flow

1. はじめに

長野県中部に位置する松本盆地西部には信濃川水系の梓川が流れている。梓川的作用により、松本盆地周辺には上部更新統が広く段丘面を形成しており、これらの上位に位置する完新統は低位Ⅱ段丘堆積物、低位Ⅲ段丘堆積物、崖錐および崩積堆積物、扇状地堆積物、氾濫原堆積物、現河床堆積物で構成されている(原山ほか, 2009)。このうち最も新しい低位Ⅲ段丘堆積物は丸田面と呼ばれている。

丸田面を構成する堆積物には、穂高安山岩類を起源とする礫が含まれているが、丸田面の下位の段丘堆積物には知られていない(原山ほか, 2009)。現在の穂高安山岩類の分布は上高地より上流域に制限されているので、丸田面の堆積前あるいは堆積中に、梓川が供給する碎屑物の後背地や供給源が変化したことを示している。この供給源の変化について、原山(2015)は堺峠断層の活動による古上高地湖の決壊の可能性を指摘している。また、丸田面上では縄文後期以降の遺跡が発見されて

おり、それ以前の遺跡は発見されておらず(梓川村誌編纂委員会, 1994)、丸田面は縄文後期の始まる4000年以前には成立していたことになる。

これまでの研究では堆積物の詳細な供給源を求めるのは困難であった。丸田面の成立年代は4000年以前であることが考えられているが、詳細な成立年代は定まっていない。

本研究では安曇野市豊科高家(たきべ)と松本市梓川梓のトレンチ(Fig. 1-A)において、礫層の観察と記載、大礫と中礫において100個以上の礫種判定、試料の採取を行った。松本市島内大字小宮の松本マテリアル土取り場(Fig. 1-A)では礫層の記載と試料を採取した。礫層の基質の粘土鉱物と比較するために現在の梓川を流下する懸濁水を本流と支流で採取した。また、その懸濁水に含まれる粘土鉱物の供給源を特定するために梓川上流域では地質帯ごとに粘土鉱物を採取した(Fig. 1-B)梓川を流下する懸濁水の採取にあたっては前日までの5日間の雨量が86.5mmに及ん

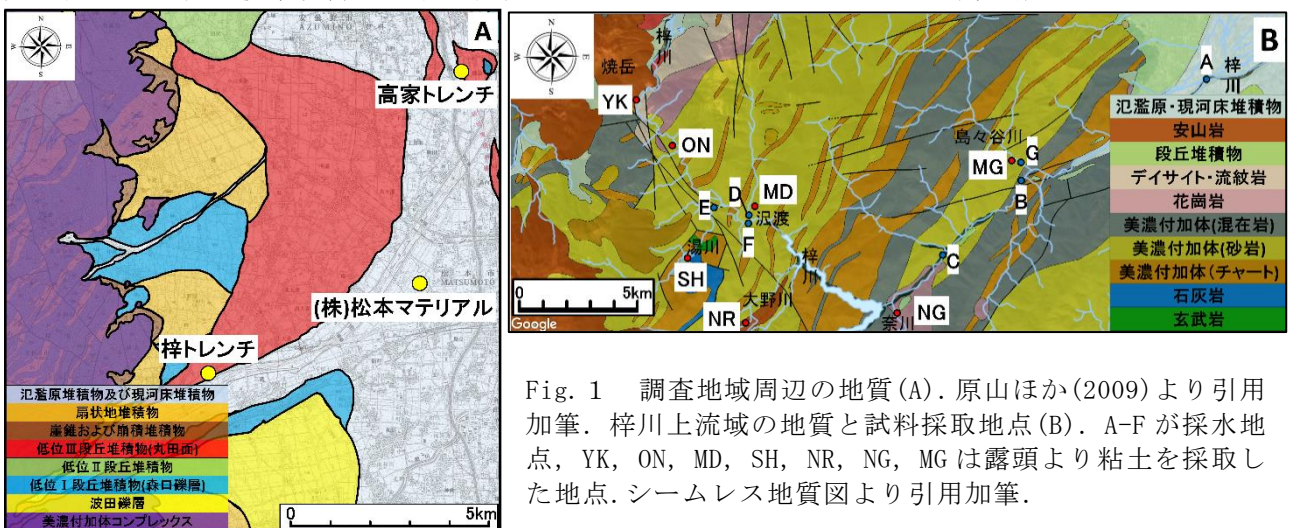


Fig. 1 調査地域周辺の地質(A). 原山ほか(2009)より引用加筆. 梓川上流域の地質と試料採取地点(B). A-Fが採水地点, YK, ON, MD, SH, NR, NG, MGは露頭より粘土を採取した地点. シームレス地質図より引用加筆.

だ2018年7月9日に本流3地点(A, B, C)と、前日に台風24号(雨量32.5mm)が通過した2018年10月1日に本流と支流の3地点(D, E, F)で採取を行った。地点Gの懸濁水は吉田が2019年10月13日に採水したものである。

各調査地で採取した試料は水ひ処理を行い、粘土鉱物を取り出し後、信州大学理学部設置のX線回折分析機(株式会社RIGAKU製Ultima IVX-ray Diffractometer)を用いて粘土鉱物の同定を行った。測定条件は、管電圧を40kV、管電流を40mA、走査間隔を0.02°、走査速度を1°/minとし、開始角度は3°、終了角度を20°とした。検出されたピークによってさらにエチレングリコール処理(試料を塗布したプレパラートにエチレングリコール溶液を噴霧し、表面が均一になるまで静置)、塩酸処理(試料を遠沈管に入れ、1molに調整した塩酸を加え、1時間湯せん)、加熱処理(試料を塗布したプレパラートを550°Cに設定したオーブンで1時間加熱)を行い、それぞれ測定した。測定データはバックグラウンドを除去したものを用いた。

高家と梓のトレンチで採取した炭質物は株式会社パレオ・ラボ東海支店に依頼して、放射性炭素年代を求めた。パレオ・ラボでは試料に前処理として超音波洗浄と有機溶剤処理(アセトン)、酸・アルカリ・酸洗浄(塩酸:水酸化ナトリウム)を行った。その後、加速器質量分析計(コンパクトAMS:NEC製1.5SDH)を用いて、14C濃度を測定した。得られた14C濃度について同位体分別効果の補正を行い、14C年代、暦年代を算出した。

以上より、本研究では丸田面の供給源の遷移と成立年代を検討した。

2. 礫層の記載

高家のトレンチでは最下位に大峰層の凝灰岩があり、その上位を不整合で礫層が覆っていた。礫層には大礫の濃集部が4層観察できた。濃集部は4層とも厚さが30-40cmであり、大礫が卓越していた。高家のトレンチの礫層では大礫の濃集部が明瞭であったため、大礫の濃集部を礫層の境界とし、柱状図を作成した。大峰層を覆う礫層にはレンズ状の泥層が3層はさまれていた。下位から3層目の大礫の濃集部ではレンズ状の砂層が観察された。この3層の泥層(TC5, TC13, TC14)と砂層(TS1)の粘土鉱物を採取した。

梓のトレンチでは礫の濃集部が4層観察できた。この濃集部には細礫から巨礫までの礫が含まれており、淘汰は非常に悪い。巨礫は濃集部以外には含まれていなかった。層厚は巨礫が含まれている濃集部で50cm、巨礫が含まれていない濃集部で30cm程度であった。濃集部の上で礫径が著しく小さくなる所に境界を設定し、柱状図を作成した。高家の礫層とは異なり、泥層や砂層などは観

察できず、巨礫も含まれていたことから高家よりも淘汰は悪いと言える。梓のトレンチでは上から崩れてきた土砂の影響のない、最下部から40cm、80cm、120cm、160cm、200cm、240cm、280cm地点の基質を採取した。

松本マテリアルの土取場では3層の礫層と2層の砂層が観察できたが、露頭が非常にもろく崩れやすかったことから、礫種の判定は行えなかった。採取可能な層では基質を採取した。最下部の礫層(MM1)は層厚が2m以上で巨礫などを含み、淘汰は悪かった。基質に黒色部(MM1B)や礫以外に泥塊(MM1M)が含まれていた。その上位の砂層(MM2)は層厚15-30cmでレンズ状に分布し、粒度は粗粒で、細礫や中礫を含んでいた。MM2の上位の礫層は層厚が1m程であった。この上位の砂層(MM4)は礫などをほとんど含まない粗粒砂で構成されていた。層厚は20-35cmでレンズ状に分布していた。最上部は中礫や細礫で構成されている淘汰の悪い礫層(MM5)で、層厚は15-25cmであった。

各調査地で観察した情報で作成した柱状図をFig. 2に示す。

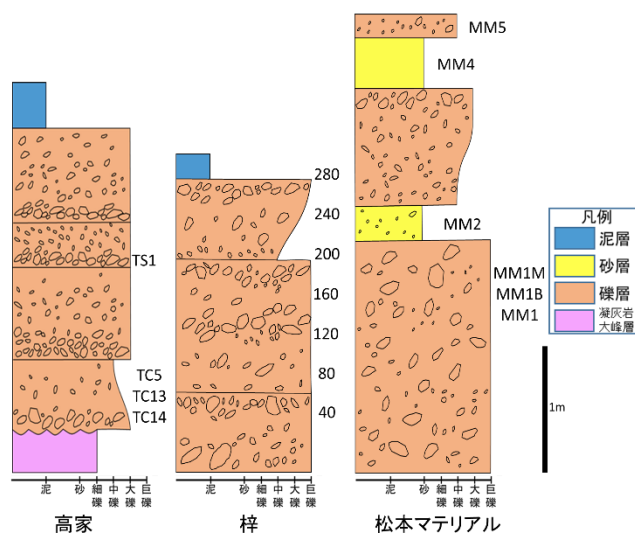


Fig. 2 各調査地域の柱状図と試料採取層準

3. 礫組成

各調査地域で観察できた礫種と個数の表をTable.1に示し、礫の個数から求めた礫組成をFig. 3に示す。

高家トレンチでは大礫に美濃帯付加コンプレックス由来の砂岩、泥岩、チャート、ホルンフェルス、凝灰角礫岩、礫岩が全体の約79%の193個、他起源の火成岩である花崗岩、デイサイト、斑岩が全体の約21%の49個含まれていたが、穂高安山岩類は含まれていなかった。中礫では美濃帯付加コンプレックス由来のものが全体の約95%を占める329個、火成岩は全体の約5%にあたる18個観察でき、そのうち穂高安山岩類は全体の1.4%

にあたる 5 個含まれていた。

梓トレンチでは大礫に美濃帯付加コンプレックス由来のものが全体の 92% の 92 個、火成岩である花崗岩、デイサイト、斑岩が全体の 8% の 8 個含まれていた。中礫には美濃帯付加コンプレックス由来のものが全体の約 98% を占める 174 個、火成岩では斑岩が全体の約 2% にあたる 3 個含まれていた。

高家トレンチでは大礫に穂高安山岩類は含まれないが、中礫には含まれていた。梓トレンチには穂高安山岩類は含まれていなかった。高家トレンチでは梓トレンチに比べて花崗岩、デイサイト、斑岩などの火成岩類の含まれている数が多い。

Table.1 礫種とその個数

	高家大礫	高家中礫	梓大礫	梓中礫
砂岩	106	137	25	53
泥岩	14	75	21	46
チャート	24	55	7	14
ホルンフェルス	34	35	29	43
凝灰角礫岩	9	20	1	14
礫岩(細礫)	6	7	9	4
石灰岩	0	0	0	0
花崗岩	19	4	5	0
デイサイト	17	5	1	0
斑岩	13	4	2	3
穂高安山岩類	0	5	0	0
合計	242	347	100	177

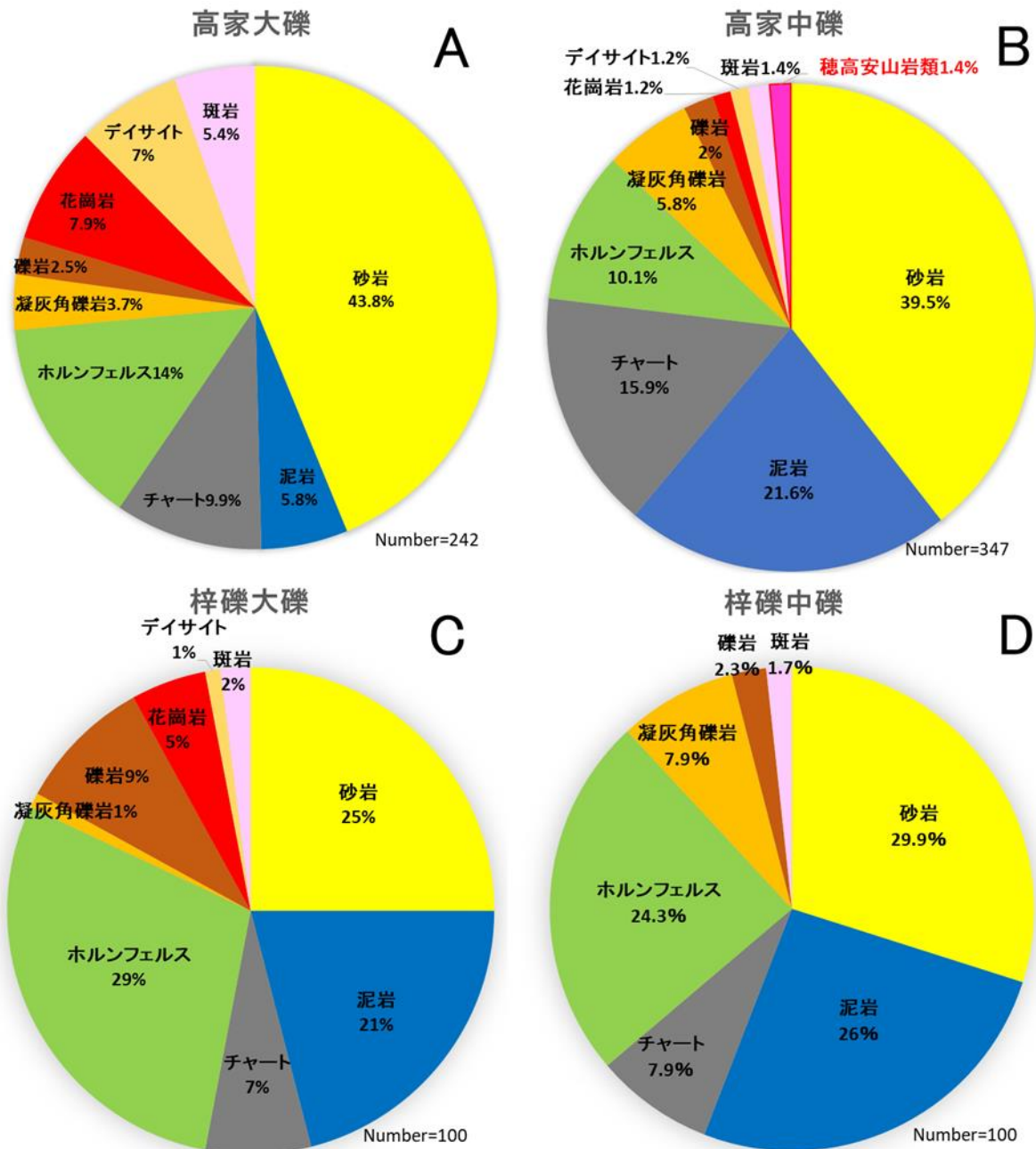


Fig. 3 高家トレンチと梓トレンチの礫組成. A が高家の大礫, B が高家の中礫, C が梓の大礫, D が梓の中礫を示す。

4. 粘土鉱物の同定結果

粘土鉱物の同定結果を Table. 2 に示す。スメクタイトは 14Å に、雲母粘土鉱物は 10Å に、緑泥石は 14Å と 7Å に、カオリナイトは 7Å にピークが現れた。すべての試料で 14Å のパーミキュライトと 10Å のハロイサイトは含まれていなかった。すべての礫層の基質と梓川の懸濁水、SH, NR, 地点 MD で採取した泥岩 (MDM) に含まれる粘土鉱物は強度こそ異なるが、含まれる粘土鉱物の組み合わせは雲母粘土鉱物と緑泥石、カオリナイトの 3 種類であった。松本マテリアル最下層の泥層に含まれていた泥塊 (MM1M) と YK, ON, NG には緑泥石が含まれないが、スメクタイトが含まれていた。MD と MG にはスメクタイト、雲母粘土鉱物、緑泥石、カオリナイトの 4 種類の粘土鉱物が含まれていた。MD と MDM は同じ地点で採取したにも関わらず、MDM にはスメクタイトは含まれていなかった。

5. 放射性炭素年代

高家トレンチと梓トレンチの礫層中に含まれていた炭質物の放射性炭素年代の測定結果を Table. 3 に示す。これらの測定値から高家の礫層は約 1700 年前に、梓の礫層は約 6000 年前に堆積したと言える。

6. 礫の供給源と成立年代

高家と梓では大礫、中礫ともに含まれる火成岩類の割合が高家の方が高く、中礫には穂高安山岩類も存在した。高家と梓では礫層中で発見した炭質物の放射性炭素年代も高家では約 1700 年前、梓では約 6000 年前と大きく異なる。以上のことから丸田面には供給源の変化する前後の複数の流れが記録されており、約 1700-6000 年前の間に礫の供給源は火成岩類が多く分布する上高地地域に遷移したと言える。そして、成立年代は梓川村誌編纂委員会 (1994) と放射性炭素年代が示した約 4000-6000 年前であると考えられる。

Table. 2 各試料に含まれる粘土鉱物

		スメクタイト	雲母粘土鉱物	緑泥石	カオリナイト
露頭	TS1		+++++	++++	+
	TC5		+++	++	++
	TC13		++++	+++	++
	TC14		++++	+++	++
	40		++	++	+
	80		++	+	++
	120		+	++	+
	160		+	++	+++
	200		+	++	+
	240		++	+	+
	280		+	++	+
	MM1		++++	++	+
	MM1B		++++	+++	+
	MM1M	++	++		+
	MM2		++++	+++	+
MM4		++++	+++	+++	
MM5		+++++	+++	++	
懸濁水	A		+++	+	+
	B		+++	+	+
	C		++++	++	+
	D		++++	+++	+
	E		++	+	++
	F		+++	+	+
	G		+++++	++	+
上流域の粘土化露頭	YK	++++	++++		++++
	ON	++++	+++		++++
	SH		+++	++	+
	NR		+	+	+
	NG	+	+++++		+++++
	MD	+++	+++++	++	+
	MDM		++++	+	+
MG	+	++++	+++	++	

黒字は露頭、青字は懸濁水、赤字は上流域の粘土化した露頭。+++++: cps ≥ 1000, ++++: cps = 999-500, +++: cps = 499-300, ++: cps = 299-200, +: 199 ≥ cps.

Table. 3 放射性炭素年代測定結果。上が高家トレンチ、下が梓トレンチ。

試料	$\delta^{13}\text{C}$ (%)	暦年較正用年代 (yrBP ± 1σ)	^{14}C 年代 (yrBP ± 1σ)	^{14}C 年代を暦年代に較正した年代範囲	
				1σ 暦年代範囲	2σ 暦年代範囲
高家	-16.84 ± 0.14	1783 ± 21	1785 ± 20	222-258calAD(38.6%)	140-197calAD(12.7%)
				284-322calAD(29.6%)	208-264calAD(46.1%)
					275-330calAD(36.6%)
梓	-26.21 ± 0.23	7081 ± 30	7080 ± 30	6005-5976calBC(34.1%)	6016-5900calBC(95.4%)
				5949-5920calBC(34.1%)	

7. 上流域の供給する粘土鉱物

多くの試料には雲母粘土鉱物、緑泥石、カオリナイトの3種類の粘土鉱物が含まれていた。そのため、粘土鉱物種だけでは有意な差異をつけるのが難しい。そこで、加熱処理などで変化の見られなかった 10 Å 付近の雲母粘土鉱物の強度を基に含まれる粘土鉱物の強度比を求め、比較した。スメクタイトは礫層と懸濁水からは見つからなかったため、強度比のグラフには示していない。

上流域の地質帯の粘土鉱物比を Fig. 4 に示す。美濃帯付加コンプレックスの堆積岩から採取した MD, MDM, MG では他の地質帯に比べてカオリナイト/雲母粘土鉱物の値が小さく、緑泥石/黒雲母の値は同じ美濃帯起源であっても差がある。奈川花崗岩から採取した NG と変質帯地域の YK と ON には緑泥石は含まれていなかった。白骨温泉地域の SH と乗鞍火山岩類が分布する大野川の NR では雲母粘土鉱物の含まれる量が少ない。以上のことから各地質帯が梓川に供給する粘土鉱物の特徴は以下の4つに分類できる。

- ①美濃帯付加コンプレックス地域では緑泥石よりカオリナイトの供給される割合が小さく、雲母粘土鉱物の供給される割合が多い。
- ②大野川流域の新鮮な火山岩類が分布する地域は雲母粘土鉱物の供給される割合が小さい。
- ③花崗岩や変質帯が分布する地域では緑泥石の供給がほとんどない。
- ④白骨地域では大野川流域よりもカオリナイトの供給される割合がさらに高い。

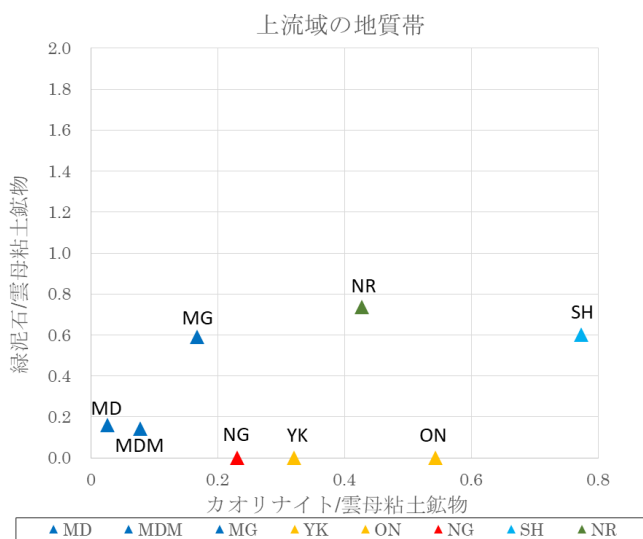


Fig. 4 上流域の地質帯の粘土鉱物比

8. 懸濁水に含まれる粘土鉱物

懸濁水の粘土鉱物比を Fig. 5 に示す。梓川本流から採水した A, B, C の3つの試料は強度比が近い値になった。Fは奈川渡ダムより上流部であったためか、A, B, C よりもカオリナイト/雲母粘土

鉱物比の値が大きい。カオリナイト/雲母粘土鉱物の値は美濃帯付加コンプレックスを流れる支流で採取した D と G では小さく、白骨温泉地域を流下する湯川の E では大きい。本流の F でカオリナイト/雲母粘土鉱物の値が高くなったのはカオリナイトを多く供給する E が本流に流入する地点から 1 km 程度しか離れていないためであると考えられる。これらのことから梓川本流の粘土鉱物は各地質帯の支流から供給される粘土鉱物の平均値を表わしている可能性が高い。

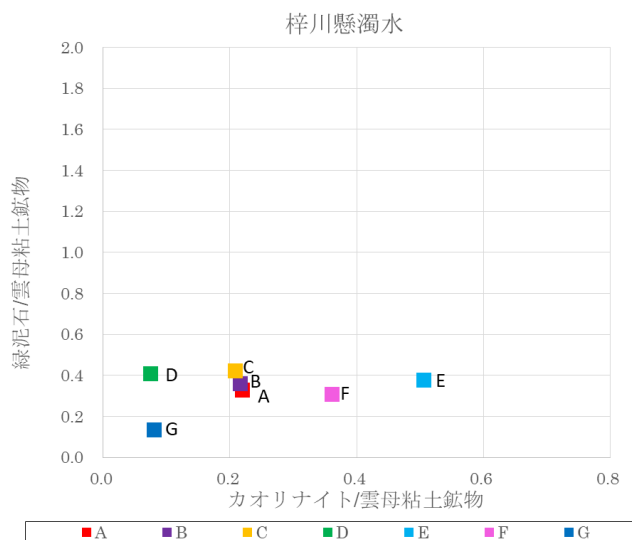


Fig. 5 懸濁水の粘土鉱物比

9. 粘土鉱物比を用いた供給源の考察

上述の地質帯の粘土鉱物と懸濁水の粘土鉱物比より、懸濁水に含まれる粘土鉱物は各地質帯から供給される粘土鉱物を反映していることが示された。本研究で観察した礫層の基質にもそれが反映されている可能性がある。Fig. 6 に各礫層の基質と懸濁水、各地質帯の粘土鉱物比を示す。点線で囲まれた梓トレンチの礫層の基質は極端に雲母粘土鉱物の割合が少なく、地質帯の粘土鉱物と懸濁水の粘土鉱物では説明ができない。礫種には美濃帯付加コンプレックス由来の堆積岩が卓越していたことから粘土鉱物にも美濃帯付加コンプレックスが多く供給する雲母粘土鉱物の割合が高くなるのが一般的であろう。このことから梓のトレンチでは礫と粘土鉱物の供給源が一致しないと言える。一方、実線で囲まれた梓以外の礫層では上流域の変質帯から供給される粘土鉱物で説明することができる。そのため、粘土鉱物比を比較しやすくするために、Fig. 6 から梓トレンチのデータを除いた Fig. 7 を作成した。

Fig. 7 の青丸内には懸濁水の本流の A, B, C と高家の TS1, 松本マテリアルの MM1 と MM1B, MM5 が含まれている。これらの礫層の粘土は現河川と

同じ流域から供給された可能性が高い。赤丸内には高家のトレンチの TS1 より下位に存在するレンズ状の泥層の3試料と松本マテリアルの MM2 と MM4 がプロットされている。これらは青丸内のものよりも上流域である白骨や大野川地域から供給されている粘土鉱物の割合が高い。

松本マテリアルと高家の礫層では粘土を採取した層ごとに粘土の強度比が大きく異なった。これは層によって粘土の供給源が異なっていることを表わし、上流域の異なる地点で土石流や自然ダムの決壊が何度か発生していることを示す。

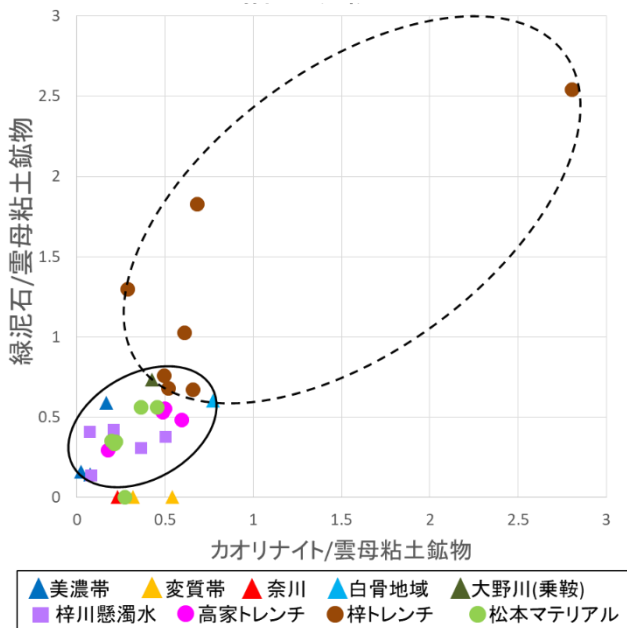


Fig. 6 各試料の粘土鉱物比

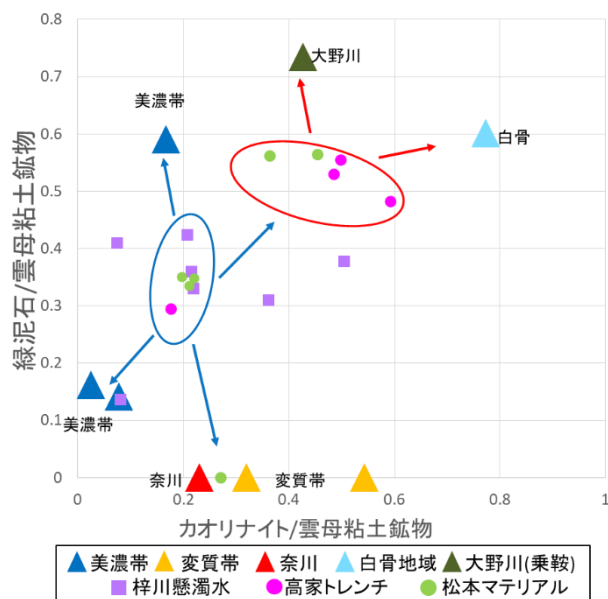


Fig. 7 梓のトレンチ以外の粘土鉱物比。地質帯の影響を受けて矢印方向に強度比が変化する。

10. 結論

- ・高家と梓の礫層より、丸田面には供給源の変化する前後の複数の流れが記録されており、約1700-6000年前の間に礫の供給源は火成岩類が多く分布する上高地地域に遷移した。
- ・丸田面の成立年代は梓川村誌編纂委員会(1994)と梓のトレンチの放射性炭素年代が示した約4000-6000年前であると制約できる。
- ・懸濁水では粘土鉱物は供給源の平均値を反映していると言えるが、梓の礫層の分析から礫層中の礫と基質の粘土鉱物は供給源が必ずしも一致するとは言えない。

謝辞

本研究を行うにあたり、松本市梓川梓の西牧洪様には敷地内でのトレンチ掘削をご許可いただいた。信州大学理学部理学科地球学コースの地層解析構造談話会の皆さんには様々な助言をいただいた。信州大学理学部特任教授の原山 智名誉教授には調査地への同行や礫種の検討などの議論をしていただいた。信州大学総合理工学研究科の町田順一氏、田中 渉氏、渡邊和輝氏には調査地への同行と試料採取にご協力いただいた。その他多くの方々に協力していただいた。ここに記して感謝の意を表す。

【引用文献】

- 1) 梓川村誌編纂委員会, 1994, 歴史編. 梓川村誌, 4-11p.
- 2) 原山 智, 1990, 上高地地域の地質. 地域地質研究報告, (5万分の1図幅). 地質調査所, 175p.
- 3) 原山 智・大塚 勉・酒井潤一・小坂共栄・駒澤正夫, 2009, 松本地域の地質. 地域地質研究報告, (5万分の1図幅). 地質調査総合センター, 63p.
- 4) 原山 智, 2015, 上高地盆地の地形形成史と第四紀槍・穂高カルデラ-滝谷花崗閃緑岩コンプレックス. 地質学雑誌, 121-10, 373-389p.
- 5) 公文富士夫・立石雅昭, 1998, 新版 破碎物の研究法. 地学団体研究会, 399p.
- 6) 中野 俊・大塚 勉・足立 守・原山 智・吉岡敏和, 1995, 乗鞍岳地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1 地質図幅). 地質調査所, 139p.
- 7) 吉田孝紀, 2018, 梓川段丘・丸田面を構成する碎屑物の堆積学的性質(演旨). 2018年度信州大学山岳科学研究所報告.
- 8) 吉村尚久, 2001, 粘土鉱物と変質作用. 地学団体研究会, 286p

(原稿受付 2020. 3. 10)