

長野・新潟県境付近に分布する下部更新統礫層の 供給方向における時空変遷

清水 岩夫*・渡辺 吉和**・山縣 耕太郎***

(平成30年10月10日受付；平成30年11月29日受理)

要 旨

長野県北部から新潟県上越市にかけての地域には、下部更新統の大川層、猿橋層および小濁層が分布している。大川層は河川域に堆積したデルタ性の粗粒堆積物で、礫層を挟在する。猿橋層は東頸城丘陵の縁に分布する扇状地性の堆積物である。大川層中の礫層には流紋岩礫、安山岩礫、月長石を含む木崎流紋岩礫、花崗岩礫、頁岩礫、閃緑岩礫などが含まれており、上部と下部で礫種組成や古流向に違いが認められる。猿橋層および小濁層は主に中～大礫の礫層からなり、安山岩礫、流紋岩礫、木崎流紋岩礫、大峰型溶結凝灰岩礫、花崗岩礫を含んでいる。大川層、猿橋層はS→N, SW→NE, SE→NWの古流向を示し、北アルプス方向から供給されたが、大川層下部では閃緑岩や頁岩の礫が認められ、部分的にE→Wの古流向を示している。これは河東山地からの供給が行われたことを示している。大川層、猿橋層および小濁層の礫種組成を現在の千曲川河床礫と比較すると、現在の千曲川河床礫には木崎流紋岩礫が認められず、大峰型溶結凝灰岩礫も少ない。大川層の礫層および猿橋層・小濁層の礫層は、現在の千曲川とは異なる“古信濃川”によって供給されたもので、その供給経路は現在の千曲川より西側にあった。

KEY WORDS

下部更新統, 大川層, 猿橋層, 小濁層, 礫層, 古流向, SK火山灰, 木崎流紋岩礫, 大峰型溶結凝灰岩礫, 花崗岩礫, 北アルプス, 河東山地, 古信濃川

1. はじめに

長野県飯山市西方から新潟県上越市東頸城丘陵には下部更新統が厚く堆積しており、下位から大川層、猿橋層、小濁層に区分される(中村, 1982; 柳沢ほか, 2001)。大川層は、本地域第一級の地質構造である富倉背斜の両翼に、北北東～南南西方向に分布する。その堆積物は、上部ほど粗粒となり、浅海域の泥層や砂層などから河川成の礫層に変化する。猿橋層および小濁層は、妙高市から上越市にかけての東頸城丘陵の縁に分布する扇状地性の粗粒堆積物で、中～大礫層からなる。これらの礫層には、月長石を含む木崎流紋岩(石沢, 1982; 渡辺ほか, 2017)の礫や大峰型溶結凝灰岩(北アルプス研究グループ, 1998; 長橋, 1998)の礫が特徴的に含まれており、野外において肉眼でも識別することができる。木崎流紋岩は長野県木崎湖西岸に、大峰型溶結凝灰岩は大町市東方のいわゆる中山山地一帯の比較的限られた地域に分布している。したがって、下部更新統に含まれるこれらの礫の分布からその供給経路を復元していくことが可能である。

北部フォッサマグナ地域における礫の供給源に関する研究には、中新・鮮新統を対象にしたHirabayashi (1970a, b), Suzuki (1982), 中村 (1999) などの報告がある。Hirabayashi (1970a, b) は、北部フォッサマグナ地域の礫を供給源に関連づけてNohi type, Nishina Type, Takase type, Omine typeに分類した。そして、小川層、柵層、猿丸層にNohi typeとNishina typeの存在を明らかにし、北アルプス方向からの礫の供給を報告した。Suzuki (1982) は、北部フォッサマグナ地域の礫を15種類に分類し、その供給方向についてHirabayashi (1970a, b) と同様の結果を報告している。中村 (1999) は、富倉地域に分布する鮮新統の上小沢層礫岩に発達するインプリケーションの解析から、南南西から北北東方向に向かう古流系を復元した。また、安山岩、流紋岩、濃飛流紋岩、砂岩、頁岩、チャートなどの礫種組成比を明らかにし、安山岩については、千曲川右岸のいわゆる河東山地からの供給を指摘した。下部更新統礫層については、小坂 (1980・1991) が大峰帯の礫に関する詳細な解析を行っている。しかし、本地域における下部更新統礫層の供給方向について触れた研究はない。今回、本地域に分布する大川層および猿橋層礫岩の供給方向とその変遷について検討を行った結果、下部更新統礫層の堆積過程および礫の供給方向に関する時間的・空間的な変化をとらえることができた。これは、北部フォッサマグナ地域における前期更新世の地質発達史を解明していく上

*長野県飯山市照里 **新潟県上越市夷浜 ***人文・社会教育学系

で意義がある。

2. 下部更新統の地質概略

本地域の下部更新統のうち、大川層は富倉背斜に沿ってその両翼に帯状に分布する (Fig. 1)。背斜東翼では、南は長野県飯綱町普光寺から斑尾山南東麓を取り巻くようにして北東方向に連続し、飯山市清川、皿川、松田川、新潟県平丸川上流、鍋倉山西側斜面などに分布する。層厚は中野市斑川で約800m、飯山市清川で1200m、皿川から松田川で1500mと、北へ行くほど厚さを増す。富倉背斜西翼では、新潟県妙高市の土路川、長沢川、平丸川下流などに分布し、妙高市兼俣川にもわずかに露出する。層厚は土路川沿いで約700mである (Fig. 2)。大川層は、このほか長野市北東部の牡丹沢から中野市上今井、替佐にかけても露出する。しかし、替佐断層 (Saito, 1962)、本沢断層・赤坂断層・上今井断層 (赤羽ほか, 1992) などに切られてその分布は限定的である。猿橋層は、富倉背斜西翼の東頸城丘陵の縁に沿って南南西～北北東方向に分布し、厚さ200m以上で大川層に整合に重なる (Fig. 1)。中村 (1982) によれば、層厚は15～500mと変化が大きく、南部では妙高市桶海東方付近で尖滅する。東側は木成断層によって切られ、北側は上越市飯田川付近を分布の北限としている。また、関川西側の高床山にも分布する。小濁層は、東頸城丘陵の頂上部に断続的に露出し、厚さ15～30mで猿橋層に一部不整合に重なる (柳沢ほか, 2001)。

中村 (1982) は、本地域の下部更新統を下位から土路層、猿橋層、小濁層に区分した。また、土路層と猿橋層、猿橋層と小濁層との関係はそれぞれ部分不整合の関係にあるとした。これに対して柳沢ほか (2001) は、本地域の下部更新統を大川層、小濁層に区分した。大川層は、中村 (1982) の土路層に相当する。大川層は、堆積相の違いに基づいて下位から大川層下部、大川層上部、猿橋礫岩部層、野々海川火砕岩部層に区分され、猿橋礫岩部層は大川層に挟まれる局地的な岩相として大川層に含まれている。大川層は泥層砂層互層、泥層、砂層、礫層とこれらに挟まれる多くの珪長質白色火山灰層からなる。火山灰層には、長野市周辺の猿丸層や新潟地域のSK110などに対比されるT4火山灰 (北アルプス研究グループ, 1998; 青木・黒川, 1999など) や、SK火山灰 (黒川ほか, 1995) が認められる。大川層の下半部に挟在するSK火山灰からはフィッシュトラック年代 2.3 ± 0.2 Maの値が報告され、上半部に挟在するT4火山灰からはフィッシュトラック年代 1.5 ± 0.1 Maの測定値が報告されている (柳沢ほか, 2001)。本稿では、柳沢ほか (2001) の大川層下部および大川層上部を大川層とし、猿橋層を大川層から独立させて扱う。

3. 下部更新統の層相

3. 1 富倉背斜東翼の大川層

富倉背斜の東翼における大川層は、飯山市清川沿い、皿川、および松田川沿いによく露出する (Fig. 1)。下位の堰口層 (柳沢ほか, 2001) に整合に重なり、上位は屋敷層 (柳沢ほか, 2001) に整合に覆われる。大川層の上半部に挟在し、よく連続するT4火山灰より下位では泥層や泥層砂層の互層を主体とし、この中にSK火山灰や多くの白色軽石質火山灰層を挟む (Fig. 2)。SK火山灰の下位約100mには、黒雲母を含む厚さ10mの白色軽石質粗粒火山灰層を挟在する (Fig. 2 - ④)。これより下位では火山灰層は少なくなり、塊状砂層や泥層が優勢となる。塊状砂層や泥層には厚さ1～3mの礫層を数枚挟在するが、礫径は2～3cmで場所により細礫や粗粒砂となる (地点No.34～36など)。細礫層や粗粒砂層、火山灰層などにはインプリケーションやフォアセットラミナが認められ、一見して網状流による河川成相と判断できる。SK火山灰の上位100mには、鍵層として有効な安山岩亜円礫からなる火山泥流堆積物が厚さ約10mで連続する (Fig. 2 - ③)。

T4火山灰より上位では平行ラミナの発達する泥層、泥層砂層互層、砂層および細礫層などが重なる (Fig. 2 - ①, ②, ③)。さらに、T4火山灰の上位約200mには、礫径10～10数cmの大礫からなる円礫層が厚さ10～15mで重なり (地点No.21)、南方ほど礫径と厚さは増加する。中野市豊田地域の親川 (No.22) では、この礫層の礫径はしばしば20cmを超え、インプリケーションの発達が顕著である。礫層の層厚は20m以上となり、扇状地性の堆積相を示す。日向沢 (No.24) では、礫径30cm以上に達する巨礫を含む円礫層が厚さ30mで露出する。一方、飯山市北峠 (No.17) 付近から北では礫径10cmを超えるものは少なく、黒倉山林道沿い (No.12～16) では大部分が10cm以下となる。

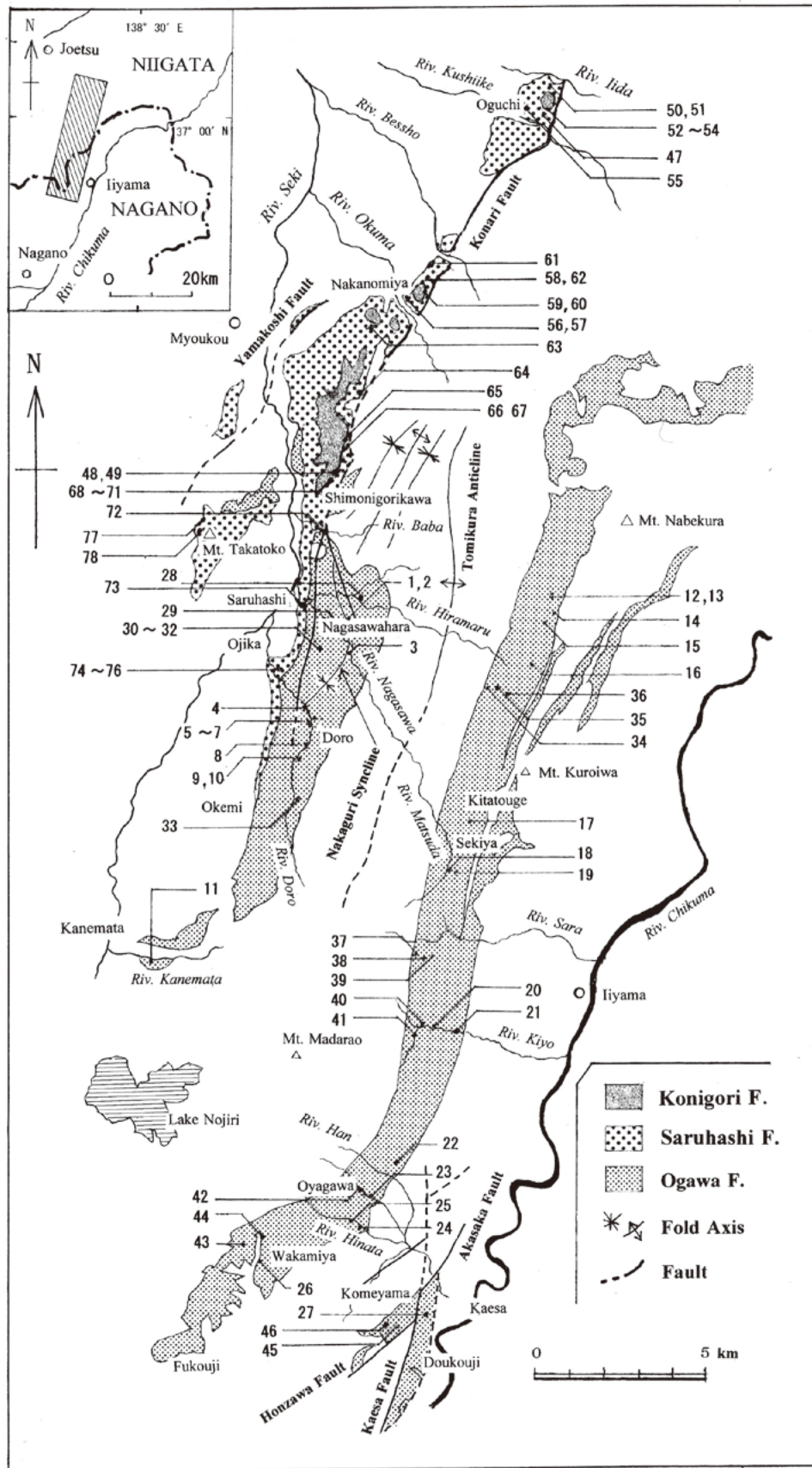


Fig. 1. Study area and distribution of the Ogawa Formation and the Saruhashi Formation, Konigori Formation. Point number 1-78 show the sampling points.

3. 2 富倉背斜西翼の大川層

富倉背斜西翼における大川層は、中栗向斜（柳沢ほか，2001）に沿って北北東～南南西方向に連続し、長沢川、土路川沿いによく露出する（Fig. 1）。西翼ではT4火山灰が確認できず、東翼との対比は容易ではない。しかし、西翼に分布する土路川ラミネイティッドパミス質火山灰（Dlp）がSK火山灰に対比されている（黒川ほか，1995）。長沢原橋南西50mの国道工事現場（No.30～32）では、Dlp火山灰より下位の層準に泥層や砂層、細礫層などが分布する。これらは上位へ行くに従い粗粒砂層、細～中礫層が優勢となり、上位には厚さ12mの中礫層が発達する。この粗粒砂層や細～中礫層にはフォアセットラミナやインプリケーションが発達し、河川成相を示している。さらに上位には、泥層砂層の互層が厚さ20m以上で重なる（Fig. 2 - ⑤）。土路川沿い（地点No.4～10）では、泥層、砂層、礫層、泥層砂層互層などが分布し、その中に多くの白色軽石質火山灰層を挟在する。これらの火山灰層の記載については、黒川ほか（1995）に詳しく述べられている。砂層や細礫層は斜交葉理やインプリケーションが認められることから、網状流河川の発達により形成された河川成相と考えられる。土路集落から南西に向かう沢の入口（No.9）では、東翼に分布する火山泥流堆積物と同様の泥流堆積物が厚さ8mで確認される。

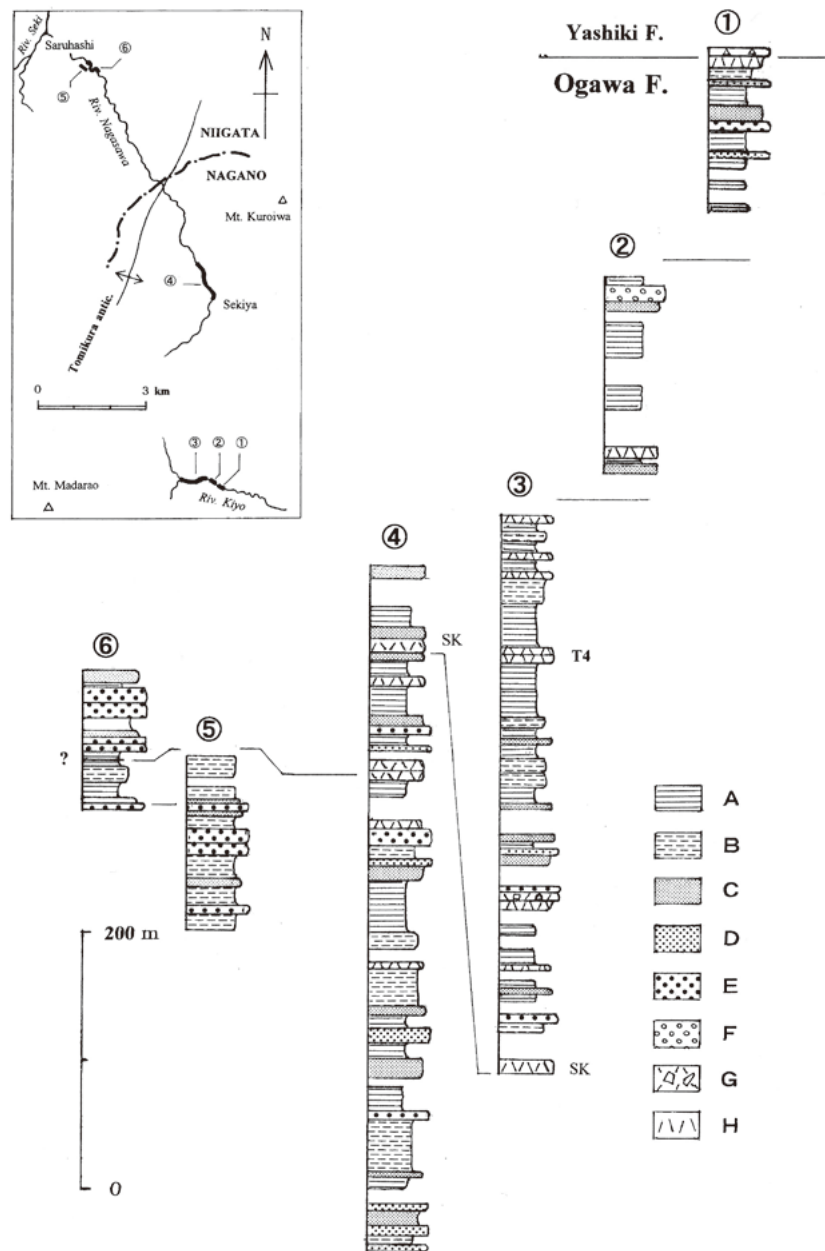


Fig. 2. Columnar section of the Ogawa Formation. A: mudstone, B: alternation of mudstone and sandstone, C: sandstone, D: granule conglomerate, E: pebble conglomerate, F: cobble conglomerate, G: mudflow deposits, H: tuff. Point number ① - ④ lie to the east side of Tomikura anticline, ⑤ and ⑥ to the west.

3. 3 豊田地域の大川層

豊田地域の大川層は、替佐から米山に向かう道路沿いによく露出する (Fig. 1)。ここには泥層、砂層、細～中礫層が分布し、多くの白色軽石質火山灰層を挟む。また、上位ほど粗粒化の傾向を示す。火山灰層を挟むこれらの堆積物は、長野盆地西側に分布する猿丸層に対比されている (赤羽ほか, 1992)。多くの白色軽石質火山灰層のうち、道光寺や替佐荒山に露出する厚さ約10mの黒雲母の目立つ火山灰層は、猿丸層のT4火山灰と考えられており (赤羽ほか, 1992)、ここでは、火山灰層の厚さや野外での岩相の特徴などから大川層のT4火山灰に対比した。砂層や細～中礫層には斜交葉理やインプリケーションが認められることから、いずれも河川成相を示している。

3. 4 猿橋層

猿橋層は、大部分が礫径10数～50cmの大礫の円礫層と、これに挟まれる粗粒砂層からなっている。全体の層厚は200m以上に達する (Fig. 3)。礫層は、上位に向かって粗粒化の傾向を示し、場所によって礫径1m以上の巨礫を含む。また、上位に行くに従って砂層や砂シルト互層の挟在が多くなり、最上位ではシルト層、泥層を挟在している。砂層や礫層には、分布域全体にわたってインプリケーションやフォアセットラミナが発達している。

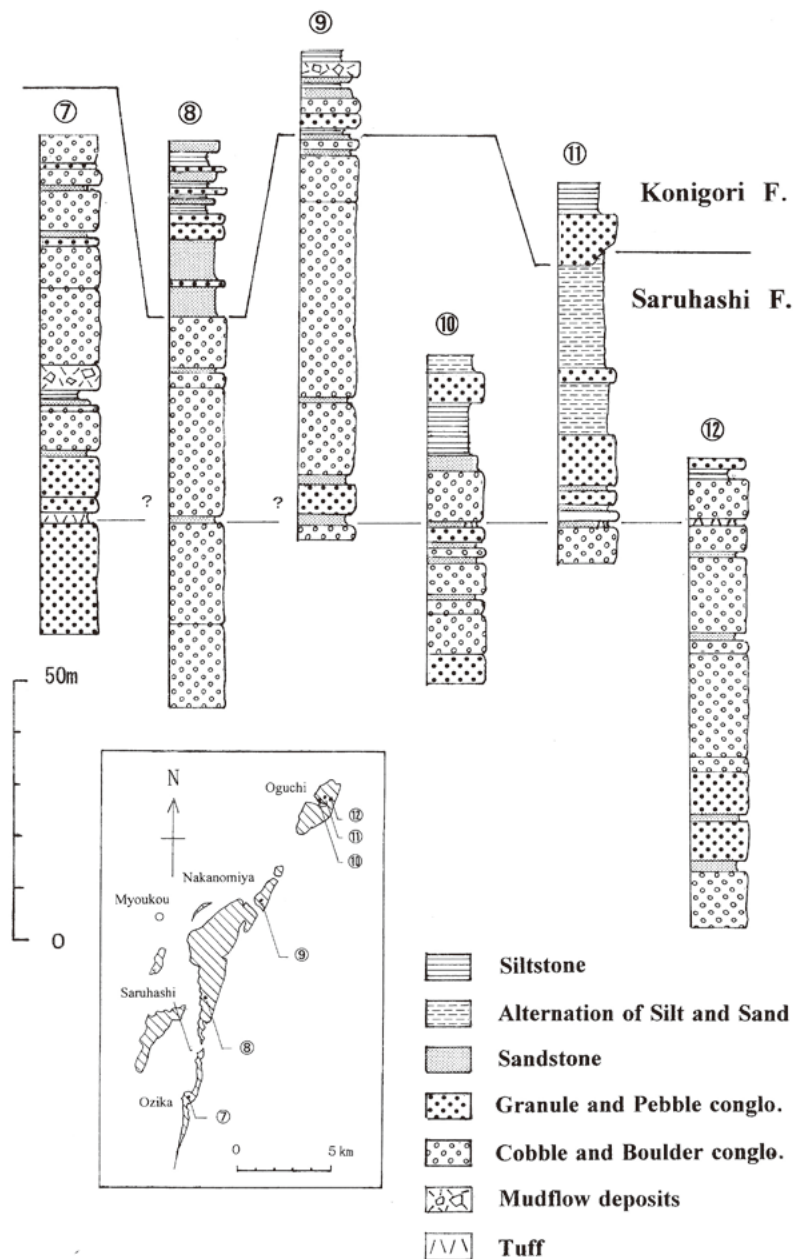


Fig. 3. Columnar section of the Saruhashi Formation and the Konigori Formation.

分布域の北から大口 (No.47, 50~55), 中之宮 (No.56~63), 下濁川 (No.48, 49, 65~67, 68~71), 大鹿 (No.74~76) などの地点では大規模な砂利の採取が行われており, 調査にあたってはそれぞれの地点で採取業者の協力を得た。大口東方の砂利採取場では, 径 1 m の安山岩巨礫を含む大礫層が厚さ 100 m 以上で分布し, 厚さ数 m の粗粒砂層を多く挟在する。上位の礫層中には, 黒雲母の目立つ厚さ 1 m の白色粗粒火山灰やシルト層を挟在している。中之宮東方 (Fig. 3-⑨) では, 最上位に最大 1 m の安山岩巨礫を含む厚さ 70 m 以上の大礫層が重なる。その中には, シルト層や砂層などが挟まれる。下濁川東方の砂利採取場 (Fig. 3-⑧) では, 最大径 50 cm の安山岩円礫を含む厚さ 70 m 以上の大礫層が認められる。猿橋の長沢川左岸 (No.73) には, 礫径 10 数 cm の大礫からなる円礫層が厚さ約 80 m で分布する。ここでの河床では, 猿橋層が大川層に整合に重なる様子が観察される。大鹿南東の砂利採取場 (Fig. 3-⑦) では, 中~大礫からなる厚さ約 100 m の円礫層が分布する。ここでは, 礫径 1 m を超えるような安山岩の巨礫は認められない。また, 円礫層の中位には安山岩角礫からなる厚さ 5~10 m の火山泥流堆積物を挟む。この泥流堆積物は, 南方へ向けて厚さを増している。泥流堆積物の下位 25 m には, 黒雲母の目立つ厚さ 2 m の白色軽石質火山灰層が挟在する。この白色軽石質火山灰層は, 岩層や厚さ, 重鉱物組成などの特徴から, 本稿では大口東方に認められる白色粗粒火山灰層 (Fig. 3-⑫) に対比した。礫層は大鹿南東においても, 全体に上位に向かって粗粒化が認められる。猿橋層の層厚は下濁川~中之宮間で最も厚く, 南方ほど厚さを減じて桶海東方で尖滅する。このほか, 高床山西斜面の道路沿い (No.77, 78) には, 流紋岩礫の目立つ中~大礫層が発達する。

3. 5 小濁層

小濁層は, 上越市大口東方の砂利採取場や中之宮南方の砂利採取場, 妙高市下濁川の砂利採取場などの東頸城丘陵の頂上部に断続的に分布する (Fig. 1)。大口東方では, 猿橋層最上位の灰白色シルト層を削って, 礫径 3~5 cm のシルト円礫を多数混入する厚さ 10 m の中礫層が重なっている (Fig. 3-⑪)。この中礫層を含めてこれより上位を小濁層として区分した。中之宮東方では, 礫径 2 m を超すような大きな安山岩角礫を含む大礫層, 埋もれ木や巨礫を含む厚さ 2~3 m の泥流堆積物などが重なる (Fig. 3-⑨)。ここでの小濁層の厚さは, 10~20 m である。下濁川東方では, 猿橋層の上位に重なる厚さ 6 m の暗灰色中粒砂層の出現を以て猿橋層から小濁層を区分した (Fig. 3-⑧)。ここでは, 中~粗粒砂層や中礫層, 厚さ 2 m のシルト層砂層互層, 厚さ 3 m の泥流堆積物などからなる小濁層が厚さ 35 m で重なっている。砂層は, 固結度の低い安山岩質の中~粗粒砂からなり, 安山岩礫やチャート礫などの細礫を混入している。また, 固結度の低い灰白色シルト層をレンズ状に挟在する。

小濁層は, 中之宮東方では下位の猿橋層に整合に重なるように見えるが, 大口東方や下濁川東方では下位層に対して削り込みが認められることから, 猿橋層とは部分不整合で接していると考えられる。

4. 礫組成

礫組成の調査は露頭毎に 1 m² の枠を設定し, 長径 3 cm 以上の礫について礫径の大きい方から順に 100~200 個採取して礫種の判定と礫径の測定を行った。調査地点を Fig. 1 に番号で示した。また, 現在の千曲川河床礫の組成についても同様の方法で 6 地点で計測し, 大川層や猿橋層, 小濁層との比較を行った。大川層では, 礫の組成割合や礫径が SK 火山灰を境にして上位と下位で違いが認められることから, 便宜的に SK 火山灰より下位を下部, SK 火山灰より上位を上部として区分して述べる。調査結果のうち, 大川層については Table 1 に, 猿橋層と小濁層については Table 2 に示した。現在の千曲川河床礫については Table 3 に示した。

4. 1 大川層下部

富倉背斜東翼 (Fig. 1-No.34~44) の大川層下部では, 安山岩礫が 3~65% と目立って多く, 11 地点のうち 4 地点で 50% を超えている。次いで流紋岩礫が 3~41%, チャート礫, 頁岩礫が続き, 硬質砂岩礫の割合も多い。割合は比較的少ないものの閃緑岩礫も認められる。木崎流紋岩礫が認められるのは 2 地点, 花崗岩礫も 1 地点で認められたのみで, いずれも 1% 未満である。溶結凝灰岩礫は 11 地点のうち 3 地点で認められるが, 明らかに大峰型溶結凝灰岩 (北アルプス研究グループ, 1998; 長橋, 1998) の礫として判断できたものはない。富倉背斜西翼 (No.28~33) では流紋岩礫が 13~35% で, 6 地点のうち 4 地点で 20% を超え, 東翼に比べて高率である。妙高市長沢原南の国道工事現場 (No.30~32), 平丸川下流 (No.28) では安山岩礫が 7~44% 認められる。閃緑岩礫の割合は低いが, 6 地点のうち 3 地点で認められる。豊田地域 (No.45・46) では, 硬質砂岩礫の割合が他の地域に比較して高く, 流紋岩礫や花崗岩礫も認められる。

平均礫径は、富倉背斜東翼の北部 (No.34~39) および富倉背斜西翼 (No.28~33) で3.3~5.7cm, 12地点の平均は4.4cmであるが、南に向かって大きくなり、飯綱町 (No.40~46) などの7地点では平均5.4cm, 若宮 (No.43) では7.0cmを超える。

Table 1. Gravel size and Rock composition of the Ogawa Formation. Toyo.:Toyota district, Ch:chert, Sh:shale, Ss:sandstone, WT:welded tuff, An:andesite, Rh:rhyolite, KR:Kizaki rhyolite, Di:diorite, Gr:granite, others:tuff, aplite, quartz porphyry, schist, unknown, etc.

horizon	sampling points	gravel size (%)						rock composition (%)										
		1.6 ≤ <3.2	3.2 ≤ <6.4	6.4 ≤ <12.8	12.8 ≤ <25.6	25.6 ≤	aver. (cm)	Ch	Sh	Ss	WT	An	Rh	KR	Di	Gr	Others	
Upper	West of Tomikura antic.	1	21	61	18			5.0	13.8	3.8	5.0	15.0	11.3	39.9	5.0			6.2
		2	15	59	25	1		5.5	12.8	1.7	0.8	4.2	25.5	34.8	2.5	1.7	1.7	14.3
		3	6	42	49	3		6.8	10.6	2.3	4.5		15.9	51.5	6.8			6.9
		4	20	66	14			4.9	11.2	8.4	9.3	2.8	13.1	29.1	7.5		5.6	13.0
		5	16	66	17	1		5.1	2.1	0.7	1.4	27.5	35.2	25.5	1.4	1.4		4.8
		6	7	61	27	5		6.4	1.0	1.0	4.0	17.8	36.6	32.7				6.9
		7	20	64	16			4.7	13.3	2.2	3.3	9.0	13.3	44.4	2.2		1.1	11.2
		8	8	65	27			5.6	7.9	3.1	5.5	10.2	3.1	54.3	0.8		6.3	8.8
		9	3	51	42	4		6.8	6.7	7.7	3.8	1.0	35.6	32.7	3.8		1.0	7.7
		10	20	61	17	2		5.1	13.1	1.8	1.8	0.9	51.7	20.1	2.6	1.8	0.9	5.3
		11		15	65	18	2	10.2	3.9	2.9	5.8	3.9	38.3	20.6	11.8		5.9	6.9
	East of Tomikura antic.	12	18	75	7			4.5	26.6	2.2	3.7	1.5	8.1	34.6	11.0		2.2	10.1
		13	15	70	15			4.9	11.7	2.5	19.2	0.8	1.7	41.7	9.2		5.0	8.2
		14	17	73	10			4.7	22.1	2.9	8.6	1.4	10.7	35.0	8.6		3.6	7.1
		15	16	70	13	1		5.0	10.9	7.0	16.4	1.6	10.9	39.8	3.1		5.5	4.8
		16	20	78	2			4.3	19.0	3.0	21.0	1.0	10.0	29.0	6.0		3.0	8.0
		17	3	67	26	4		6.3	8.0	1.6	4.8	8.8	20.8	34.4	17.6		1.6	2.4
		18	58	38	4			3.7	27.5	0.9	9.2		38.5	6.4				17.5
		19	29	58	12	1		4.7	8.6	2.5	4.9	16.0	11.2	37.0	6.2	1.2	6.2	6.2
		20		12	75	13		9.5	11.8	5.9	13.7	15.7	22.5	5.9	19.6		2.9	2.0
		21		18	60	21	1	10.7	3.5	7.0		8.8	24.6	26.3	26.3			3.5
		22		31	59	10		8.3	13.9	7.4	26.9	6.5	1.9	19.4	13.9	0.9	6.5	2.7
		23	5	69	24	2		6.1	13.0	3.1	24.4	3.8	33.5	10.7	0.8	0.8	5.3	4.6
		24	4	38	44	11	3	8.2	6.8	1.7	9.5	8.7	49.1	13.8	0.9	2.6	2.6	4.3
		25	22	61	15	2		5.1	24.0	6.4	14.4	14.4	2.4	24.0	2.4		3.2	8.8
		26	25	67	8			4.4	8.9	18.3	6.1		39.9	17.4		2.4	0.5	6.5
		Toyo.	27	14	66	20		5.1	16.1	6.2	23.5	1.2	16.1	28.4	2.5		1.2	4.8
Lower	West of T. antic.	28	57	41	2		3.7	21.7	6.7	21.7	1.7	6.7	13.3			5.0	23.2	
		29	14	75	11		4.9	19.4	15.7	22.2	1.9		27.8	2.8		2.8	7.4	
		30	28	69	3		4.2	18.1	1.7	16.4	6.9	25.0	22.4	0.9	0.9	1.7	6.0	
		31	51	46	3		3.8	15.4	15.4	4.4	1.0	44.0	16.6	1.0	2.2			
		32	15	83	2		4.4	13.2	1.5	6.6	7.4	30.1	30.9	2.2	1.5	3.7	2.9	
		33	15	69	16			5.0	1.6	3.1	3.9	38.7	1.6	34.8			7.0	9.3
	East of Tomikura antic.	34	22	59	19			4.9	11.9	0.9	4.6	20.2	2.8	41.2	2.8	0.9		14.7
		35	63	37				3.3	16.7	8.3			50.0	4.2				20.8
		36	19	77	4			4.3		11.6	26.9		23.2	11.5		11.5		15.3
		37	43	54	3	1		4.0	6.7	20.8	8.3		30.0	18.3		2.5		13.4
		38	29	69	2			4.0	24.1	1.9	2.8		43.5	17.5				10.2
		39	18	53	26	3		5.7		22.8	1.1		65.2	3.3		3.3		4.3
		40	27	65	8			4.5	16.7	7.9	1.6		53.1	4.0		2.4	0.8	13.5
		41	17	70	13			4.9	5.2	13.3	7.4	0.7	49.6	11.9		3.0		8.9
42	6	66	26	2		5.7	3.2	21.8	8.1		31.5	28.2		1.6		5.6		
43	8	44	42	7		7.2	19.0	5.7	2.5		51.9	9.0		9.5		2.4		
44	5	82	13			5.1	24.5	6.1	19.0		12.9	17.1	0.7	5.4		14.3		
Toyo.	45	16	64	19	1		5.5	16.3	8.7	51.0	2.9	7.7	7.7			1.0	4.7	
	46	8	71	21			5.2	19.4	8.1	26.6	1.6	10.5	25.8			1.6	6.4	

4. 2 大川層上部

富倉背斜東翼 (Fig. 1 - No.12~26) の大川層上部では、流紋岩礫の割合が最も高く、15地点のうち9地点で20%以上である。安山岩礫の割合が最多となる地点は、15地点のうち5地点で、その割合は23~49%である。木崎流紋岩礫と花崗岩礫はそれぞれ13地点で認められ、北峠 (No.17) や清川 (No.20, 21), 親川 (No.22) などでは、木崎流紋岩礫が14~26%と高率で認められる。溶結凝灰岩礫は13地点で1~16%の割合で認められ、その大部分が大峰型溶結凝灰岩礫である。富倉背斜西翼 (No. 1~11) では、流紋岩礫が20~54%と最も高率で認められ、次いで安山岩礫が3~52%、大部分が大峰型溶結凝灰岩からなる溶結凝灰岩礫が1~28%である。木崎流紋岩礫は11地点のうち10地点で認められ、その割合は1~12%である。分布域南端の妙高市兼俣 (No.11) では、木崎流紋岩礫が12%の高率で認められる。閃緑岩礫は11地点のうち3地点でわずかに認められる程度である。

Table 2. Gravel size and Rock composition of the Saruhashi Formation and the Konigori Formation. Koni.:Konigori, Ogu.:Oguchi, Shim.:Shimonigorikawa, Miya.:Miyaguchi, Mika.:Mikaburiyama, Igui.:Iguizawa, Saru.:Saruhashi, Taka.:Takatokoyama. Ch:chert, Sh:shale, Ss:sandstone, WT:welded tuff, An:andesite, Rh:rhyolite, KR:Kizaki rhyolite, Di:diorite, Gr:granite, others:tuff, aplite, quartz porphyry, schist, unknown, etc.

hori zon	sampling points	gravel size (%)						rock composition (%)										
		1.6≤ <3.2	3.2≤ <6.4	6.4≤ <12.8	12.8≤ <25.6	25.6≤	aver. (cm)	Ch	Sh	Ss	WT	An	Rh	KR	Di	Gr	Others	
Koni. F.	Ogu.	47		51	41	7	1	7.7	10.4		9.4	19.9	36.9	15.1	2.8			5.5
	Shim.	48	11	62	25	2		5.7	19.2	5.6	8.0	7.2	38.4	16.8	2.4		0.8	1.6
		49	16	66	18			5.2	17.4	0.8	11.6	9.1	31.5	18.2	4.1		2.5	4.8
Saruhashi Formation	Miya.	50	3	41	40	15	1	8.0	17.4	3.3	5.0	1.7	36.4	17.4	2.5		3.3	13.0
		51	1	54	38	7		7.2	8.4	9.5	14.6	4.2	23.2	23.2	2.1	5.3	1.1	8.4
	Oguchi	52	1	58	35	7		7.0	11.2	8.3	15.8	4.6	36.1	15.8	1.5		3.0	3.7
		53	2	58	34	6		6.7	3.0	5.1	3.0	4.0	45.5	25.3	9.1		2.0	3.0
		54	2	55	30	13		7.5	9.2	1.7	15.1	9.2	27.8	21.1	5.9	0.8	1.7	7.5
		55	7	43	36	13	1	8.4	8.0	7.1	16.1	4.5	40.2	12.5	2.7	0.9	1.8	6.2
		56	1	37	51	11		8.3	10.6	3.3	15.4	8.1	34.2	13.0	7.3	4.1	0.8	3.2
	Nakanomiya	57	1	41	44	14		8.3	8.0	2.4	10.4	13.6	20.8	25.6	3.2	0.8	1.6	13.6
		58	2	53	36	9		7.1	12.2	3.1	13.6	9.2	24.4	17.6	5.3	2.3	3.1	9.2
		59	1	58	27	14		7.2	12.0	4.5	22.5	8.3	21.1	13.5	6.8	0.8	3.0	7.5
		60	2	57	38	3		6.6	10.9	2.2	19.6	10.1	20.4	19.6	7.2	3.6	2.2	4.2
		61		60	31	9		6.9	11.4	1.4	7.1	13.4	31.9	22.8	5.7		3.5	2.8
		62		53	45	1		6.7	4.2	5.6	18.1	11.1	19.4	29.2	6.9		1.4	4.1
	Mika.	63		54	42	4		6.9	7.5	2.2	9.1	28.4	14.9	20.2	7.5	0.7	3.7	5.8
	Igui.	64	2	35	52	8	3	8.7	5.0	2.0	5.0	6.9	44.6	27.6	3.0		2.0	3.9
	Koni.	65	9	48	29	12	3	8.3	11.8	8.8	33.2	2.9	19.9	10.3	2.9		2.2	8.0
		66	5	69	18	6	1	6.6	9.0	3.6	21.6	10.0	31.0	14.4	3.2		2.3	4.9
		67	3	65	25	6	2	7.0	5.6	4.6	0.9		68.5	12.1	4.6			3.7
		68	1	40	46	12	1	8.3	4.4	5.0	10.2	6.3	50.9	15.1	3.1	0.6	1.9	2.5
	Shim.	69		48	44	7	1	7.5	10.7	3.4	16.1	7.3	31.5	15.5	6.7		2.7	6.1
		70	1	59	34	5	1	7.1	10.9	2.2	22.5	3.6	34.1	15.2	4.3	0.7	2.9	3.6
		71	2	51	32	15		8.1	3.0	5.1	2.0		77.8	9.1	1.0		1.0	1.0
		72	2	60	34	4		6.6		1.8	2.7		90.0	3.7				1.8
		73	2	53	40	4	1	7.0	11.0	3.6	11.0	18.2	6.4	34.5	4.5	1.8	0.9	8.1
	Ozika	74	6	68	24	2		5.7	16.7	3.3	18.7	12.0	18.0	8.7	6.0	0.7	2.7	13.2
		75	1	34	45	19	1	9.3	10.3	0.8	10.3	5.6	38.9	15.1	6.3	2.4	3.2	7.1
		76		38	37	21	3	9.6	12.7	2.4	10.3	0.8	50.0	13.5	3.2	0.8	2.4	3.9
Taka.	77	9	65	21	5		6.0	7.1	3.5	14.2	2.7	15.9	45.9	2.7		2.7	5.3	
	78	12	45	37	7		6.6	5.0		3.3	3.3	25.0	50.1	1.7		3.3	8.3	

Table 3. Gravel size and Rock composition of the Chikuma River riverbed gravels. Kizaki rhyolite is not found at any of the sampling points. Legend is the same as table 1. Sampling points number ①—⑥ are referred to Fig. 6.

sampling points	gravel size (%)						rock composition (%)									
	1.6 ≤ <3.2	3.2 ≤ <6.4	6.4 ≤ <12.8	12.8 ≤ <25.6	25.6 ≤	aver. (cm)	Ch	Sh	Ss	WT	An	Rh	KR	Di	Gr	Others
a	1	32	38	26	3	10.9	7.0	11.3	33.0	1.4	11.3	11.3		1.3	9.1	14.3
b		47	36	17		8.4	4.4	2.7	30.1		11.5	16.7		3.5	8.8	22.3
c		48	50	2		7.1	7.7	8.5	32.4	0.8	13.8	13.8			11.5	11.5
d	1	55	40	4		6.8	8.6	17.9	35.2		24.1	6.8			3.1	4.3
e		72	28			5.9	6.5	7.4	27.3	1.4	19.4	13.0		3.2	6.9	14.9
f	1	45	49	5		7.2	2.7	9.1	29.2	1.8	22.7	15.6		3.6	0.9	14.4

Table 1 に示したように、東西両翼の上部全体では、木崎流紋岩礫は26地点のうち23地点で認められる。大峰型溶結凝灰岩礫も上部全体のうち88%の23地点で認められ、T4火山灰より上位に集中していることが読み取れる。礫種組成のうち、木崎流紋岩礫と大峰型溶結凝灰岩礫の出現地点の相関関係についてみると、木崎流紋岩礫が大峰型溶結凝灰岩礫を伴って認められる地点は23地点のうち22地点と96%に達している。木崎流紋岩礫に花崗岩礫を伴う地点も23地点のうち20地点と、87%に達している。これらのことから、木崎流紋岩礫、大峰型溶結凝灰岩礫、花崗岩礫3者の供給運搬ルートは密接に関係している。また、安山岩礫の割合が減少するとチャート礫や硬質砂岩礫の割合が増加する傾向は全地点で認められる。豊田地域 (No.27) では、1地点のみで木崎流紋岩礫が認められた。

平均礫径は、富倉背斜西翼で5.0~10.2cm、東翼では3.7~10.7cmと大きな違いは認められないが、いずれも南側ほど礫径が大きくなる傾向がみられる。また時代が新しくなるほど礫径は大きくなり、清川 (No.20・21)、親川 (No.22)、日向沢 (No.24) などでは8.2~10.7cmとなる。西翼南端の妙高市兼保 (No.11) では平均礫径10.2cm、豊田地域は1地点 (No.27) だけで、平均5.1cmであった。

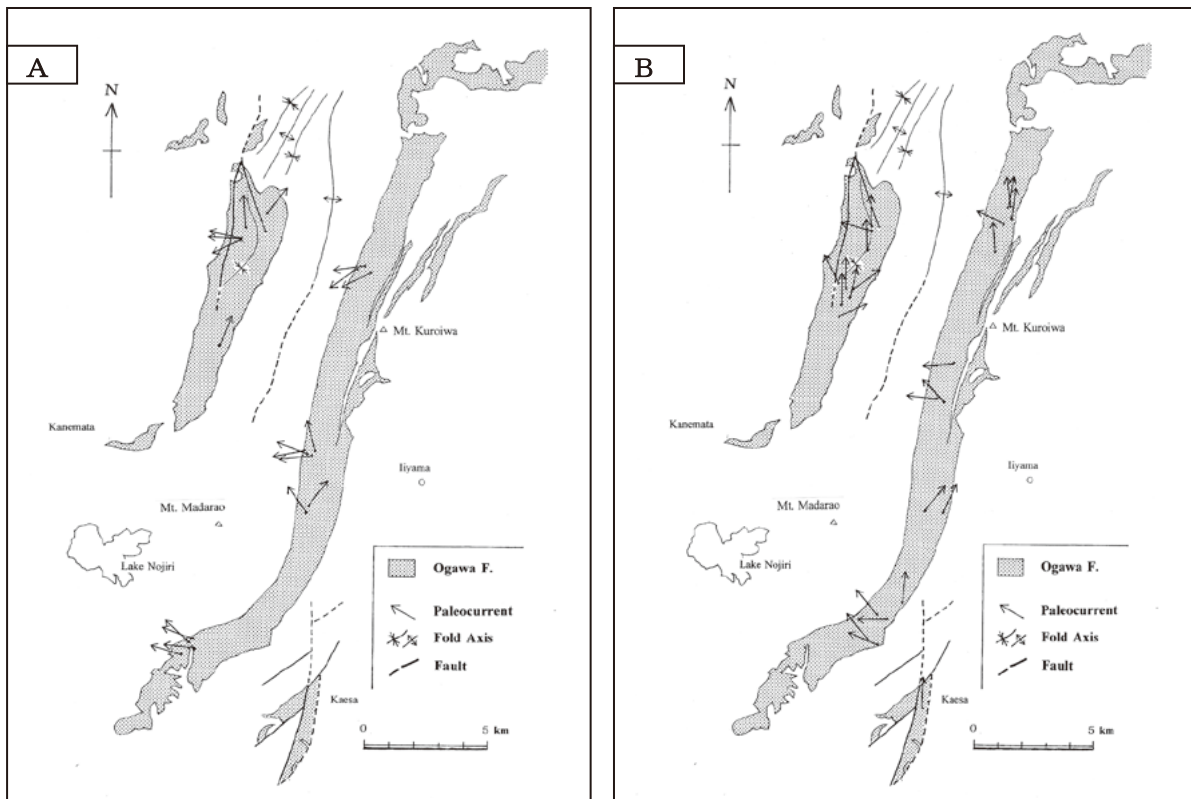


Fig. 4. Paleocurrent map of the Ogawa Formation. A:Lower part, B:Upper Part. The boundary between the Lower part and the Upper part is referred to the main text.

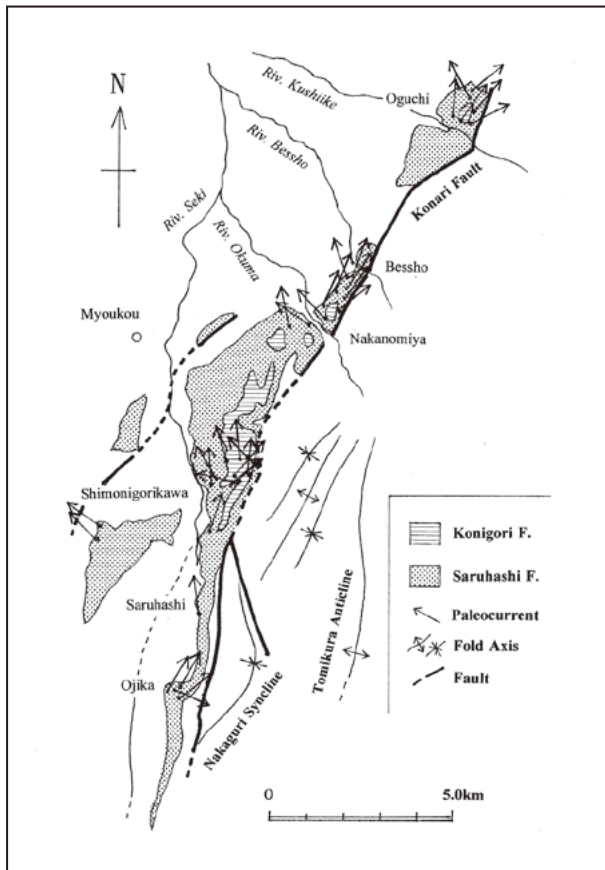


Fig. 5. Paleocurrent map of the Saruhashi Formation and the Konigori Formation.

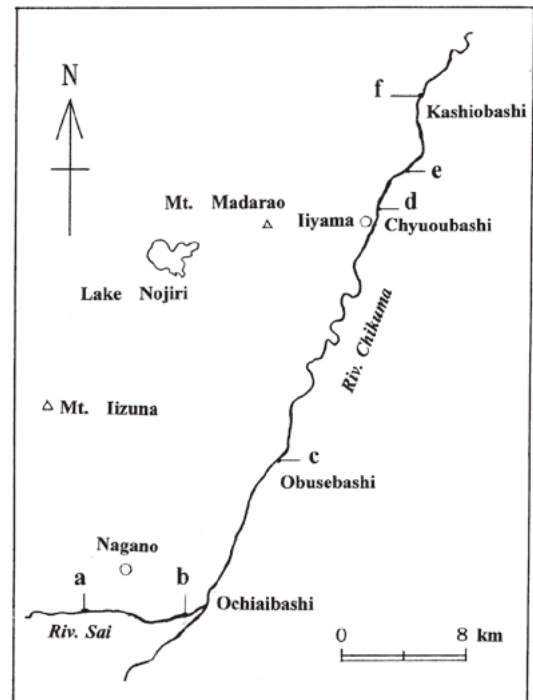


Fig. 6. Sampling points of the Chikuma River riverbed gravels. The result of investigation are showed in Table 3.

4. 3 猿橋層・小濁層

猿橋層および小濁層分布域の32地点について礫種の組成調査を行った。調査結果をTable 2. に示す。中之宮地区の一部（地点No.57・62・63）と猿橋（No.73），高床山（No.77・78）を除いて26地点では安山岩礫の割合が最も高く，18～90%である。特に小濁沢（No.67）や下濁川地区（No.71・72）では69～90%と割合が大きく，猿橋層の最上位や小濁層で高くなっていることがわかる。流紋岩礫の割合が最も高い地点は，中之宮地区の一部（No.57・62・63）と猿橋（No.73），高床山（No.77・78）で，20～50%である。木崎流紋岩礫は32地点のうち31地点で認められ，その割合は1～9%である。大峰型溶結凝灰岩礫は32地点のうち30地点で認められる。中之宮（No.63）では大峰型溶結凝灰岩礫が全礫の28%を占め，北へ行くほど混入の割合が高い傾向が認められる。花崗岩礫は32地点のうち29地点で認められ，猿橋層においても木崎流紋岩礫と大峰型溶結凝灰岩礫，花崗岩礫の出現割合に相関関係が認められる。礫種組成に関しては，猿橋層と小濁層との間には特徴の違いは認められなかった。

猿橋層の平均礫径は5.2～9.6cmで，6.0～6.9cmが10地点，7.0～7.9cmが10地点，8.0～8.9cmが8地点で，大川層に比較して礫径は大きく，層準が上位へ行くに従って平均礫径は増す。同一層準内では，調査地点のちがいによるばらつきはあまり認められない。

4. 4 現千曲川河床礫の組成

現在の犀川・千曲川河床での調査を行い，大川層・猿橋層・小濁層の礫種組成と比較した。調査結果をTable 3. に示す。調査地点は長野市青木島の犀川右岸（Fig. 6 - a 地点），落合橋上流1.5kmの犀川右岸（b 地点），小布施町小布施橋下流500mの千曲川右岸（c 地点），飯山市中央橋下流500mの千曲川右岸（d 地点），中央橋下流2.0kmの千曲川右岸（e 地点），柏尾橋下流1 kmの千曲川左岸（f 地点）の6地点である。組成割合が最も高いのは6地点とも硬質砂岩礫で27～35%である。次いで安山岩礫が11～24%，流紋岩礫が7～17%と続く。花崗岩礫は全ての地点で認められ，1～12%の割合であった。木崎流紋岩礫は6地点のいずれでも認めることができなかった。平均礫径は上流から下流に向けて小さくなっている。飯山市柏尾橋下流では，礫径が少し大きくなる様子が認められる。

5. 古流向

古流向の調査では、露頭ごとに礫の一般的なインプリケーションの傾向を把握した後、30個以上の礫についてインプリケーションを測定し、ウルフネットによって復元を行った。礫の露出が十分でないときには、砂層に記録されたフォアセットラミナから古流向の復元を行った。これらの結果から本地域における下部更新統礫層の時間的・空間的な広がりの変遷を把握した。大川層の古流向はFig. 4に、猿橋層および小濁層の古流向はFig. 5に示す。

5. 1 大川層

大川層下部における古流向 (Fig. 4 - A) は、富倉背斜東翼で測定した13地点でいずれもE→W方向、SE→NW方向が卓越し、分布域の北へ行くほどWからSW方向へ変化する傾向が認められる。西翼での測定数は7地点であるが、S→N、またはSW→NE方向が認められる。長沢原南 (Fig. 1 - No.30~32) では、測定した4地点でいずれもE→W方向の古流向であった。大川層上部 (Fig. 4 - B) では、東翼で測定した15地点のうち南側でSE→NW方向が多く、北へ行くに従いS→N方向が卓越するようになる。西翼で測定した9地点のうちほとんどがS→N方向を示し、一部でSW→NE、またはSE→NW方向を示す。大川層全体では下部から上部へ行くに従ってSE→NW・E→W方向からS→N・SW→NE方向へ変化する傾向が認められる。豊田地域ではS→N方向である。

5. 2 猿橋層・小濁層

猿橋層および小濁層における古流向 (Fig. 5) は、多少のばらつきは認められるが、測定した全32地点のうちほとんどがS→N方向を示しており、SW→NE方向やSE→NW方向も認められる。高床山 (No.77・78) では2地点ともSE→NW方向である。小濁層での測定数は3地点と少ないため猿橋層との比較は十分ではないが、猿橋層と同様の傾向が認められる。小濁層の層準のちがいによる古流向の変化や規則性は認められない。

6. 礫径の変化

大川層下部、大川層上部、猿橋層・小濁層の3層準について、それぞれの平均礫径の比較を行った。Fig. 7に示すように、大川層下部では、平均礫径4.0以上5.0cm未満の地点が9地点で最も多い。また、19地点のうち平均礫径6.0cm未満の地点が18地点で大半を占めている。大川層上部では、27地点のうち平均礫径4.0以上7.0cm未満の地点が最も多く、21地点である。また、8.0cm以上の地点が5地点あり、大川層下部に比べて全体に礫径の大きい地点が増加している。猿橋層および小濁層では、平均礫径6.0以上~9.0cm未満の地点が26地点と、大川層上部に比べてさらに礫径の大きい地点が増加している。これらの点から明らかなように、大川層下部、大川層上部、猿橋層・小濁層と時代が新しくなるにしたがって平均礫径の大きい地点が増加している。下部更新統の堆積物は、上位へ行くに従い確実に粗粒化しているといえる。

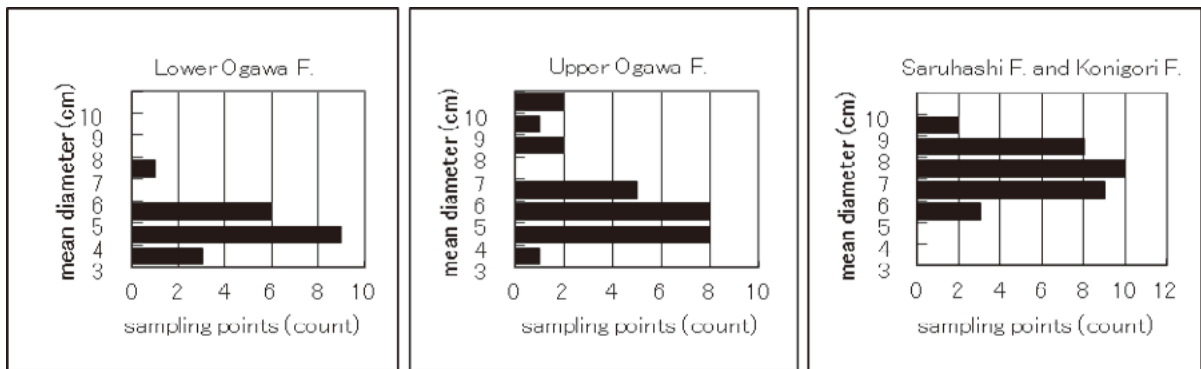


Fig. 7. Mean diameter of Gravel size at each stage.

7. 考察

7. 1 大川層礫層の供給方向とその時空変遷

大川層の礫層の供給方向とその時空変遷について考察する。下部と上部、および富倉背斜の東翼と西翼で異なった礫種組成や古流向が認められる。即ち、下部では東翼において安山岩礫、流紋岩礫が最多を占め、閃緑岩礫の混入も認められる。溶結凝灰岩礫、木崎流紋岩礫、花崗岩礫の混入は1%以下とわずかで、明確な大峰型溶結凝灰岩礫は認められない。これは、木崎流紋岩礫や花崗岩礫、硬質砂岩礫などが分布する北アルプス方向からの供給は少なく、他の地域からの供給が卓越していたことを示している。古流向はE→W, SE→NW, NE→SW方向などで、千曲川右岸のいわゆる河東山地方向から供給されたことを示す。河東山地には頁岩、閃緑岩や安山岩などからなる中新統や鮮新統が広く分布している(赤羽, 1980)。一方、西翼では全体に流紋岩礫の割合が高く、一部で安山岩礫、閃緑岩礫が認められることから、北アルプスおよび河東山地の両方からの供給が行われた。長沢原南の工事現場(No.30~32)で古流向がE→W方向を示すことや安山岩礫が多いこと、閃緑岩礫が認められることなどから、河東山地からの供給は西翼へも行われていたことを示す。豊田地域では流紋岩礫、硬質砂岩礫、花崗岩礫が多いことから、北アルプス方向からの供給が優勢であった。

これに対して大川層上部では、流紋岩礫、硬質砂岩礫、安山岩礫が多く、木崎流紋岩礫や花崗岩礫、大峰型溶結凝灰岩礫も高い割合で認められることから、供給地は北アルプスが支配的であったと考えられる。古流向がS→NやSE→NW, SW→NE方向が支配的であること、礫径が妙高市兼保(No.11)で10.2cm、中野市豊田地域の日向沢(Mo.24)で8.2cm、豊田地域の親川(No.22)で10.9cm、飯山市清川(No.21)で10.7cmなど、南側ほど大きくなることも、供給が北アルプス方向から行われたことを支持している。したがって、この時期に北アルプスの急激な隆起と浸食活動が進行したと考えられる。また、木崎流紋岩礫、花崗岩礫、大峰型溶結凝灰岩礫がともに高い割合で認められることから、それぞれの供給地が互いに近接し、同じような経路をたどって供給されてきたと考えられる。

本地域より南の長野市周辺地域では、大川層に対比される猿丸層が分布する。猿丸層に挟在するT4火山灰より下位での古流向は、総じてSW→NE方向が支配的であるが、T4火山灰の前後から上位ではSE→NW, SW→NE, S→N方向へと多様化するようになる。また、礫種組成についても大川層上部と同様に木崎流紋岩礫、花崗岩礫、大峰型溶結凝灰岩礫が急激に増加する傾向が報告されている(清水・渡辺, 2015)。大川層の下部と上部で礫の供給方向が変化すること、礫種組成の割合が変化することなどは、猿丸層に見られる変化と似たような傾向を示している。したがって、大川層に認められる礫の供給方向と礫種組成の時間的・空間的变化は、長野市周辺地域における時間的・空間的变化の延長としてとらえることができる。

7. 2 猿橋層および小濁層の供給方向とその時空変遷

猿橋層の礫層で礫種組成割合が最も高いのは安山岩礫であり、場所によっては69~90%に達する。次いで流紋岩礫が26~54%と続く。木崎流紋岩礫は調査地点のほとんどで認められ、礫種組成割合は1~9%と比較的高い。中之宮(No.56~62)では大峰型溶結凝灰岩礫が8~14%、地点No.63では全礫の28%を占めている。花崗岩礫も32地点のうち29地点で認められることから、猿橋層の礫供給地も北アルプス方向に求められる。大川層全体の全礫の平均礫径は5.1cmであるのに対して、猿橋層では7.3cmと大きい。猿橋層の古流向は一貫してS→N, SW→NE方向が支配的であることから、供給方向に大きな変化はなかったと考えられる。礫種組成については、小濁沢(No.67)、下濁川(No.71・72)などで安山岩礫の割合が高く、溶結凝灰岩礫は認められていない。花崗岩礫もほとんど認められないことから、部分的に近隣からの供給があったことがうかがえる。礫径については、分布域の違いによる大きな変化は認められない。猿橋層の礫は、礫径が大きく層厚も200m以上に達している。礫の組成割合でも大きな変化は認められないことから、短期間に急激な堆積が行われた扇状地性の堆積物と考えられる。堆積の場は、妙高市大鹿付近から高床山に挟まれた幅約5km、南南西から北北東方向に細長く続く範囲である。小濁層でも木崎流紋岩礫が認められることから、北アルプス方向からの供給は継続していたと考えられる。猿橋層最上部および小濁層には径2~3mの安山岩巨礫を挟在し、その供給方向は明確ではないが、近隣山地であったことが推察される。竹内・加藤(1994)では、南東方向に分布する大川層野々海川火砕岩部層に給源を求めている。しかし、明確な根拠を得ることはできなかった。

7. 3 現在の千曲川河床礫との比較

現在の千曲川河床礫の組成と大川層、猿橋層および小濁層における礫種組成割合は大きく異なっている。Table 3に示したように、現在の千曲川河床では硬質砂岩礫の割合が27~35%と最も高く、安山岩礫が11~24%、流紋岩礫が

7～17%と続く。また、花崗岩礫が全ての6地点で認められ、その割合は1～12%である。これに対して大川層下部で最も組成割合が高いのは安山岩礫で2～65%、大川層上部では流紋岩礫の割合が最も高く6～54%である。猿橋層および小濁層では安山岩礫が最多で6～90%、次いで流紋岩礫が4～50%であった。木崎流紋岩礫は、大川層下部で認められた地点は少ないが、大川層上部や猿橋層および小濁層のほとんどの地点で認められ、その割合は大川層上部で1～9%、猿橋層および小濁層でも1～9%であった。大峰型溶結凝灰岩礫の割合についても同様の傾向が認められ、特に上越市中之宮では全礫の28%を占めていた。また、木崎流紋岩礫と大峰型溶結凝灰岩礫、花崗岩礫の3者の出現について相関関係が認められた。一方、現在の千曲川河床礫では木崎流紋岩礫が全く認められなかった。大峰型溶結凝灰岩礫については4地点で認められたが、その割合は1～2%とわずかである。これらの点から、大川層、猿橋層および小濁層の礫の供給経路は現在の千曲川の流路とは大きく異なっていたと推察される。その流路は、大川層や猿橋層の礫層の分布から、現在の千曲川よりも西側に位置していたと考えられる。現在の千曲川流路と異なり、木崎流紋岩礫、大峰型溶結凝灰岩礫、花崗岩礫を供給させた前期更新世の河川を“古信濃川”と呼ぶことにする。

8. まとめ

(1) 長野・新潟県境付近に分布する大川層は、礫の組成割合、礫径の変化、古流向の違いから、SK火山灰を境にして下部・上部に区分される。下部では安山岩礫が最も多く、頁岩礫や閃緑岩礫が認められることから、河東山地からの供給が活発であった。これに対して上部では流紋岩礫が最多で、木崎流紋岩礫、大峰型溶結凝灰岩礫、花崗岩礫の割合が急激に高くなり、北アルプスの隆起・浸食の進行に伴う供給が支配的となった。その時期は、2.2MaとされるSK火山灰以降である。

(2) 大川層の古流向は下部でSE→NW、E→W方向が支配的で、上部ほど、また北へ行くほどS→N、SW→NE方向へと変化する傾向が認められる。礫種組成は、安山岩礫や頁岩礫、閃緑岩礫などから、流紋岩礫、木崎流紋岩礫、大峰型溶結凝灰岩礫、花崗岩礫へと変化している。このような礫の供給方向と礫種組成の時間的・空間的变化は、長野市周辺地域で見られる礫供給方向の時間的・空間的变化と似たような傾向を示している。

(3) 猿橋層は、木崎流紋岩礫、大峰型溶結凝灰岩礫、花崗岩礫の3者がともに高い割合で含まれることから、供給地は北アルプスに求められる。礫径は大きく、妙高市大鹿付近から高床山に挟まれた幅約5kmの狭い範囲に堆積している。これらのことから猿橋層は大川層と区別して扱うことが適当である。

(4) 現在の千曲川河床礫には木崎流紋岩礫は認められず、大峰型溶結凝灰岩礫も少ないことから、大川層、猿橋層および小濁層とは供給経路が異なっていると考えられる。大川層や猿橋層の礫層を供給させた河川は、現在の千曲川より西側に位置していた。前期更新世に存在したこの河川を“古信濃川”とよぶ。

(5) 大川層に挟在するSK火山灰が地質発達史上どのような意味を持つのか、また、千曲川がいつどのような経緯で現在の流路になったかについては、今後の課題である。

9. 謝辞

本研究を進めるにあたり、上越教育大学天野和孝教授をはじめ自然系理科教員の方々から多くの支援を頂いた。長野県環境保全研究所富樫均氏からは有益な助言を頂いた。また、本研究では、長野県科学振興会から助成を受けた平成28年度科学研究費助成金を使用した。野外調査にあたっては上越教育大学藤塚大、山口昌志両院生に同行頂いた。池田興産(株)、澤井商事(株)、三商(株)、上越商会(株)、田中産業(株)、宮口開発(株)様には、現地での野外調査の便宜を図って頂いた。ここに感謝の意を表します。

引用・参考文献

- 赤羽貞幸 (1980) 北部フォッサ・マグナ地域における後期新生代の地質構造発達史 I. 信州大教育志賀自然研究教育施設研究業績, 第18号, 1-23.
- 赤羽貞幸・清水岩夫・小林賢一 (1991) 第1編 地形地質. 飯山市誌「自然環境編」, 7-98.
- 赤羽貞幸・加藤碩一 (1989) 高田西部地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所, 89p.
- 赤羽貞幸・加藤碩一・富樫茂子・金原啓司 (1992) 中野地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査

- 所, 106p.
- 青木豊樹・黒川勝己(1999) 長野地域猿丸層のT1, T4火山灰層と新潟地域のYkp(浜忠層), SK110(魚沼層群)火山灰層の対比. 地質学雑誌, 第105巻, 第7号, p.473-479.
- 遠藤正孝・立石雅昭(1985) 西頸城北東部の新第三系上部層一特に綱子礫岩の堆積環境について一. 新潟大学理学部地質鉱物学教室研究報告, 第5号, p.33-48.
- Hirabayashi, T. (1970a) Neogene Conglomerates and Cenozoic Geohistory of the Northern Fossa Magna in Central Japan (Part 1). *Earth Science (Chikyu Kagaku)*. vol. 4, no. 3, 79-92.
- (1970b) Neogene Conglomerates and Cenozoic Geohistory of the Northern Fossa Magna in Central Japan (Part 2). *Earth Science (Chikyu Kagaku)*. vol. 24 no. 4, 115-128.
- 石沢一吉(1982) 北アルプス鹿島槍ヶ岳—烏帽子岳付近の火成岩類の地質. 地質学雑誌, vol.88, p.215-230.
- 北アルプス研究グループ(1998) 長野県北部に分布する前期更新世初頭の指標火砕流堆積物—大峰溶結凝灰岩層と“TZ100”火山灰流堆積物・“T4”凝灰岩層との対比—. 地球科学, vol.52, p.318-323.
- 小坂共栄(1980) 大峰帯の礫岩. 信州大学理学部紀要, 第15巻, 第1号, 31-46.
- 小坂共栄(1991) 大峰帯の地質とそのフォッサマグナ発達史における意義. 信州大学理学部紀要, 第26巻, 第2号, 75-140.
- 黒川勝己・青木豊樹・伊藤貴彦(1995) 新井市東南方富倉背斜地域における火山灰鍵層とその対比—とくに土路層と菅沼層(八石油帯)との対比について—. 新潟大学教育学部紀要, 第36巻, 第2号, p.99-157.
- 黒川勝己・尾澤増美・富田裕子・三浦光代・渡邊春美(1993) 新潟県東頸城丘陵東部における鮮新統の火山灰層序—とくに上部浅海—陸成層堆積域の前進的拡大について—. 新潟大学教育学部紀要, 第35巻, 第1号, p.35-77.
- 黒川勝己・大橋明美・青木豊樹・樋口裕也(2005) 飯山市西方大川層中の関屋テフラ層(SK)と新潟地域および掛川層群のテフラ層との対比. 新潟大学教育人間科学部紀要, 第8巻, 第2号, 51-85.
- 長橋良隆(1998) 中部日本, 大峰地域の鮮新世火砕流堆積物—層序・記載岩石学的特徴—. 地質学雑誌, 第104巻, 第3号, p.184-198.
- 中村和善(1982) 新潟県高田平野南方地域における後期新生代の構造運動—その1. 堆積盆の変遷と基盤の運動像—. 地質学雑誌, 第88巻, 第3号, 155-175.
- 中村稔彦(1999) 新潟・長野県境富倉地域における中新—鮮新統の堆積過程. 堆積学研究, No.49, p23-39.
- 中野俊・竹内誠・吉川敏之・長森英明・荻谷愛彦・奥村晃史・田口雄作(2002) 白馬岳地域の地質. 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, 105p.
- Saito, Y. (1962) Geology of the Northern part of the Fossa Magna (Part 3). *Jour. Fac. Educ., Shinshu Univ.*, no.12, 134-160.
- 清水岩夫・渡辺吉和(2015) 礫種からみた猿丸層礫岩の供給経路とその時空変遷. 日本地質学会第122回学術大会講演要旨, 67.
- Suzuki, K. (1982) Sedimentological Analysis of the Neogene Basins in the Central Part of the Northern Fossa Magna Region, Central Japan. *Mem. Fac. Sci., Kyoto Univ., Ser. Geo. & Min.*, Vol. XLVIII, Nos. 1 & 2, 1-42.
- 高田平野団体研究グループ(1981) 高田平野の第四系と形成史—新潟県の第四系・そのXXIV—新潟大学教育学部高田分校研究紀要, 第25号, 209-281.
- 竹内圭史・加藤碩一(1994) 高田東部地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 67p.
- 柳沢幸夫・金子隆之・赤羽貞幸・栗田泰夫・釜井俊孝・土谷信之(2001) 飯山地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 144p.
- 渡辺吉和・大場孝信(2017) 長野県大町市, 仁科山地に分布する木崎流紋岩の地質学的・岩石学的研究. 糸魚川市博物館研究報告, 第4号, 1-21.

Transport directions' temporal and spatial changes in lower Pleistocene conglomerates near Nagano-Niigata borders, central Japan

Iwao SHIMIZU* · Yoshikazu WATANABE** · Kotaro YAMAGATA***

ABSTRACT

The lower Pleistocene Ogawa, Saruhashi and Konigori Formations are distributed in northern Nagano prefecture and in the Joetsu district of Niigata prefecture. The Ogawa Formation is mainly composed of fine-grained mudstones and sandstones of delta deposits, but it also contains coarse-grained gravel conglomerates. The Saruhashi and Konigori Formations are distributed at Higashi Kubiki Hill's margin and consists of coarser deposits than the Ogawa Formation. The Ogawa Formation conglomerates consist of pebble- and cobble-sized rhyolite, andesite, granite, shale, and diorite; it also includes gravels of Kizaki rhyolite with moonstone. The Saruhashi and Konigori Formations are mainly composed of pebble and cobble conglomerates with andesite, granite, and rhyolite, including Kizaki rhyolite and Omine-type welded tuff. The Ogawa and Saruhashi Formations exhibit paleocurrent directions flowing S→N, SW→NE, and SE→NW, with gravels mainly derived from the Kita-Alps. However, the lower Ogawa Formation presents E→W paleocurrent and contains diorite and shale gravels derived from the Kato Mountains. In contrast to gravels from the Ogawa and Saruhashi Formations, present Chikuma River riverbed gravel contains a relatively low proportion (~1%) of Omine-type welded tuff and no Kizaki rhyolite. The Ogawa, Saruhashi and Konigori Formations' conglomerates are presumed to derive from the Paleo-Shinano River, which is supposed to have flowed to the west of the present Chikuma River.

Key words

Lower Pleistocene, Ogawa Formation, Saruhashi Formation, Konigori Formation, conglomerates, paleocurrent direction, SK-volcanic ash, Kizaki rhyolite, Omine-type welded tuff, Kita-Alps, Kato Mountains, Paleo-Shinano River

* Terusato, Iiyama, Nagano, Japan. ** Ebisuhama, Joetsu, Niigata, Japan. *** Humanities and Social Studies Education