

福井県九頭竜川上流域に分布する手取層群の礫種構成とその層準による変化

鎌田雅道

愛知県一宮市宮地 1-1-29

要 旨

九頭竜川上流域に分布する手取層群の礫岩について、①最下部の九頭竜亜層群では花崗岩礫が卓越すること、②中部の石徹白亜層群では下部から上部に向かってコーツァイト礫が徐々に増加すること、③石徹白亜層群の上部では②の礫岩とは別にチャート礫が卓越する礫岩が共存すること、④最上部の赤岩亜層群ではコーツァイト礫が優勢となることを明らかにした。このことは、九頭竜川上流域においては、手取層群の後背地は共通しており、時代を通じて同じように変遷したことを示している。また、コーツァイト礫は5つの型、すなわち、オーソコーツァイト (A-1, A-2) とオーソコーツァイトが変成作用を受けたメタコーツァイト (B-1, B-2, B-3) よりなることを明らかにし、報告例が少なかった石英質アレナイト礫についても記載した。

キーワード：手取層群、礫岩、礫種構成、コーツァイト礫、オーソコーツァイト、メタコーツァイト、石英質アレナイト礫、チャート礫

KAMATA, Masamichi (2017) Clast compositions of conglomerates and its stratigraphical variations from the Tetori Group in the upper Kuzuryu River area, Fukui Prefecture, Central Japan. *Mem. Fukui. Pref. Dinosaur Mus.* 16 : 39-53.

Stratigraphical variations of clast compositions of conglomerates from the Tetori Group in the upper Kuzuryu River area are summarized as follows: (1) granitic rock clasts dominate in the Kuzuryu Subgroup, the lower part of the Tetori Group, (2) ratios of quartzite clasts increase from lower to upper parts of the Itoshiro Subgroup, the middle part of the Tetori Group, (3) conglomerate layers dominated in chert clasts are characteristically distributed in the upper part of the Itoshiro Subgroup, along with those dominated in quartzite clasts, and (4) quartzite clasts dominate in the Akaiwa Subgroup, the upper part of the Tetori Group. These variations of the lithofacies indicate the uniform evolution of the provenance of the Tetori Group from the Middle Jurassic to the Early Cretaceous in the upper Kuzuryu River area. Quartzite clasts were grouped into orthoquartzites (A-1 and A-2) and metaquartzites (B-1, B-2 and B-3). Occurrences of quartzose arenite clasts were newly described from the Tetori Group.

はじめに

中部ジュラ系～下部白亜系の手取層群は、西南日本内帯東部の飛騨帯から飛騨外縁帯にかけて広く分布し、主として砂岩・頁岩・礫岩などの碎屑岩類よりなる(前田, 1961)。手取層群に関する層位学的ならびに古生物学的研究

は数多くなされておられ、九頭竜川上流域の手取層群については、山田ほか(1989)でまとめられている。しかしながら、ほぼ全層準に発達する礫岩に関する研究例は少ない(公文・小坂, 1991など)。特に、手取層群が模式的に発達する九頭竜川上流域での礫岩についての体系的な研究はFujita(2002)のみである。一方、これまでに日本列島の各地からはオーソコーツァイト礫が多数報告されており(Tokuoka, 1967など)、日本列島の基盤問題やその供給源の観点から注目されている。手取川流域の手取層群からもオーソコーツァイト礫が報告され(徳岡・飛騨地域礫岩研究グループ, 1969; 徳岡, 1973)、同様の珪質岩礫は各地の手取層群中に広く知られている(前田, 1961)。

2017年7月23日受付, 2017年11月6日受理.

Corresponding author—Masamichi KAMATA

1-29, Miyaji 1, Ichinomiya, Aichi 491-0915, Japan

E-mail : kamata-masamichi*oyonet.oyo.co.jp

筆者は九頭竜川上流域に分布する手取層群の調査を行い、礫種構成や岩相の累重様式などに注目し、後背地および堆積環境について考察を試みてきた。その概要については、かつて報告した(鎌田, 1978; 山田ほか, 1989)。本稿では九頭竜川上流域に分布する手取層群の礫岩の礫種構成とその層準による変化について記述する。また、これまでオーソコーツァイトとして報告されている礫と、報告例の少ない石英質アレナイト礫について記載する。

地質の概要

礫岩組成を検討した調査地域の地質の概略をFigure 1に示す。調査地域の中央部には、ほぼ東西に飛騨変成岩類が露出し、最南部には主として古生層よりなる先手取層群が広く分布する。手取層群は調査地域のほぼ中央部を東西に渡って広く分布し、最北部や東端部では、火成岩類により被覆、あるいは、貫入されている。山田ほか(1989)によれば、手取層群は下位より、九頭竜・石徹白・赤岩の3重層群よりなり、各重層群はさらにいくつかの層に細分されている。これらの各層の分布は、調査地域の中央部の片麻岩体南縁を境する断層により大きく分断されている。

なお、以下の記述においては、片麻岩体の南縁を境する断層より北側の地域は、山田ほか(1989)の九頭竜重層群と石徹白重層群の模式地を含むため、模式地域とし、片麻岩体の南縁を境する断層より南側を南側地域として、南側地域を西側から、真名地区、大納地区、長野地区、上半原地区に大まかに区分した。

調査地域の手取層群の各重層群について、山田ほか(1989)に基づき、簡単に記述する。

九頭竜重層群(最大層厚: 2,100 m): 模式地域では、最下部層・下部層・中部層・上部層に区分される。最下部層は礫岩を主とし、礫質～粗粒砂岩を伴う。下部層は粗粒砂岩を主とし、頁岩や礫岩の薄層を挟有する。中部層では頁岩が卓越するが、砂岩頁岩細互層も少なくない。上部層はほぼ粗粒砂岩からなり、まれに中～細粒砂岩、頁岩、礫岩を挟む。

南側地域では、本重層群の下半部を欠き、真名地区～大納地区では中部層が、長野地区～上半原地区では中部層およびこれと指交関係にある上部層が、それぞれ、先手取層群と断層(大納衝上断層: 堀・堀内, 1942)で接している。真名地区～大納地区の上部層は、模式地域より粗粒で礫岩～礫質砂岩が発達し、層厚もかなり大である。また、真名地区～大納地区の上部層中に火山礫凝灰岩層(層厚約10 m)があり、鍵層としてよく追跡される。なお、この火山礫凝灰岩層から 124.6 ± 2.3 MaのジルコンU-Pb年代が報告されている(Kawagoe et al., 2012)。

石徹白重層群(最大層厚: 1,700 m): 模式地域では、下部層・上部層に区分される。下部層は礫質～粗粒砂岩、礫岩、砂岩頁岩互層からなり、岩相の側方変化が著しい。本層の最下部には九頭竜重層群の礫を含む礫岩があるが、石徹白川を中心に東西に薄くなり、尖滅する。上部層は砂岩頁岩互層、頁岩、粗粒砂岩からなり、一部に礫岩を伴う。

南側地域の真名地区では南部にのみ下部層が分布し、模式地域とほぼ同様な岩相を示す。大納地区には本重層群は分布しない。長野地区～上半原地区では下部層の下半部が

欠除するが、下部層上半部と上部層の岩相は模式地域とほぼ同じである。

九頭竜・石徹白両重層群の関係は、模式地域と真名地区では明らかに不整合であり、模式地域では石徹白重層群下部層が九頭竜重層群上部層上に、真名地区では石徹白重層群下部層が九頭竜重層群中部層上に直接重なる。これに対し、長野地区～上半原地区では不整合関係を示す明瞭な証拠は得られていないが、上記のように近接した位置に明瞭な不整合関係が認められること、真名地区～大納地区に連続性良く分布する火山礫凝灰岩(九頭竜重層群上部層中)が長野地区以東に観察されないことから、不整合とみなすべきとされている。

赤岩重層群(層厚: 850 m以上): 粗粒砂岩が優勢な極厚層理砂岩頁岩互層からなり、礫岩は少ない。砂岩頁岩互層の1単位の厚さは4 m以上、多くは6 m以上である。模式地域と上半原地区に分布し、下位の石徹白重層群とは整合関係にある。

九頭竜川上流域に分布する手取層群は、他地域の手取層群に比較して、かなり強く変形している。走向は一般に東西方向を示し、 50° 以上でほぼ北に急傾斜し、逆転するところも少なくない。

また、手取層群の礫岩中には、珪質砂岩・珪岩・珪質岩として記載されている珪質な礫の存在が古くから知られており(前田, 1952, 1961; 河合ほか, 1957 ほか)、1970年代以降は、オーソコーツァイト礫として各地で記載されている(徳岡・飛騨地域礫岩研究グループ, 1969; 平・松尾, 1983; 竹内・滝沢, 1991; 山上ほか, 2003; Kim et al., 2007 ほか)。一方、礫として近年注目されているのがペルム紀～ジュラ紀の放散虫化石を産するチャート礫である(齊田, 1987; Ito et al., 2015 など)。

なお、調査地域の手取層群からは、すでに*Onychiopsis*に代表される手取型植物群(前田, 1961)、アンモノイド、三角貝、ペレムナイトなどの海棲動物群(Sato, 1962; 前田, 1952)、および*Myrene*に代表される汽水～淡水棲動物群(松川・中田, 1999 など)の諸化石の産出が知られている。これらの動物化石群から、九頭竜重層群は主として海成層、石徹白重層群は最下部の一部に海成層を含むが、主として汽水成層、赤岩重層群は淡水成層とされている。また、九頭竜重層群中部層にアンモノイドの化石帯が3帯、同じく上部層に1帯報告されており、それぞれ、CalloviaとOxfordianを示している(Sato, 1962)。さらに、近年、アンモノイドの報告が模式地域の九頭竜重層群下部層(後藤・半田, 2014)、南側地域の九頭竜重層群(佐野ほか, 2013)、模式地域西方の石徹白重層群上部層(後藤, 2007)や上半原地区の石徹白重層群上部層(Sato and Yamada, 2005)からなされている。

礫岩と礫種構成

礫岩の産状と礫種

調査地域の手取層群には、ほぼ全層準に渡って礫岩が存在し、その層厚は変化に富む。多くは側方への連続性が悪く、礫質～粗粒砂岩に移化する。一般に、塊状で成層面の発達が悪く、覆瓦状配列はほとんど認められない。地域および

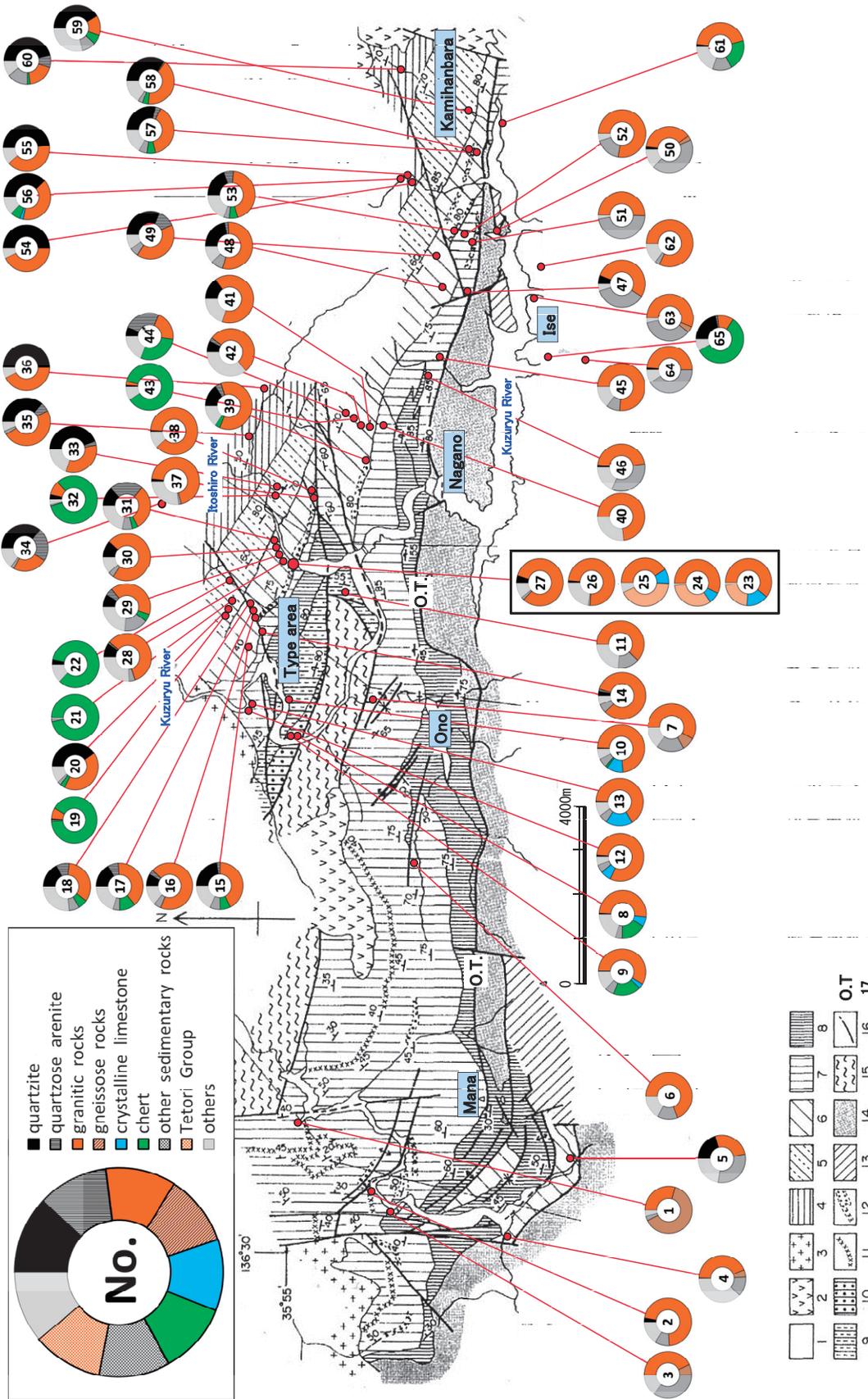


FIGURE 1. Clast compositions of conglomerates from the Tetori Group on the geologic map of the upper Kuzuryu River area by Yamada et al. (1989). The composition ratios of rock type are calculated from the data in TABLE 1. 1, alluvium; 2, post-Tetori volcanic rocks; 3, post-Tetori plutonic rocks; 4, Akaiwa Subgroup; 5-6, Itohiro Subgroup (5, Upper Formation; 6, Lower Formation); 7-10, Kuzuryu Subgroup (7, Upper Formation; 8, Middle Formation; 9, Lower Formation; 10, Lowest Formation); 11, pyroclastic rocks; 12, mappable conglomerate layers in upper Kuzuryu Subgroup and lower Itohiro Subgroup; 13, undivided Tetori Group; 14, constituent rocks of the Hida Gaian Belt; 15, constituent rocks of the Hida Belt; 16, fault; 17, Ono Thrust.

TABLE 1. Clast compositions of conglomerates from the Tetori Group. Clast compositions were basically determined all clast of 1 cm or large in diameter within a 1 x 1 m square framework where the rock types were identified by naked eye observation.

No. (FIGURE 1)	area (FIGURE 1)	Yamada et al. (1989)		clast composition of conglomerate (%)										total number
		Subgroup	Formation	quartzite	quartzose arenite	granitic rocks	gneissose rocks	crystalline limestone	chert	other sedimentary rocks	Tetori Group	others		
1	Mana	Kuzuryu	Upper			29.5	63.1			3.2		4.2	95	
2	Mana	Kuzuryu	Upper	2.7		71.4				9.8		16.1	112	
3	Mana	Kuzuryu	Upper			42.9	7.1			34.8		15.2	112	
4	Mana	Itoshiro	Lower	0.3		43.6	5.1			13.1		37.9	312	
5	Mana	Itoshiro	Lower	20.4		26.6				30.6		22.4	49	
6	Ono	Kuzuryu	Upper			69.0				14.1		16.9	142	
7	Ono	Kuzuryu	Upper			58.1	8.6			18.5		14.8	81	
8	Type	Kuzuryu	Lowest	0.7		51.2		6.7	16.7	4.7		20.0	150	
9	Type	Kuzuryu	Lowest	0.7		57.9		3.2	19.1	6.4		12.7	283	
10	Type	Kuzuryu	Lower	0.5		73.2		11.3	1.4	6.1		7.5	212	
11	Type	Kuzuryu	Lower			62.0				14.5		23.5	110	
12	Type	Kuzuryu	Upper	0.9		81.1		7.2		5.4		5.4	111	
13	Type	Kuzuryu	Upper	0.5		65.6		18.4		5.8		9.7	206	
14	Type	Kuzuryu	Upper	3.0	1.5	83.3				6.1		6.1	66	
15	Type	Itoshiro	Lower	22.9	2.4	42.2			7.2	7.2		18.1	83	
16	Type	Itoshiro	Lower	8.5	3.4	69.4				5.1		13.6	59	
17	Type	Itoshiro	Lower	16.7	7.4	39.8			11.1	4.6		20.4	108	
18	Type	Itoshiro	Lower	17.6	8.8	33.6			6.4	7.2		26.4	125	
19	Type	Itoshiro	Upper	1.1		7.4			90.4	1.1			95	
20	Type	Itoshiro	Upper	40.2		42.5			3.4	2.4		11.5	87	
21	Type	Itoshiro	Upper						96.8	2.1		1.1	95	
22	Type	Itoshiro	Upper	3.2					83.9			12.9	31	
23	Type	Itoshiro	Lower			60.8		15.4			21.9	1.9	532	
24	Type	Itoshiro	Lower			57.4		8.0			32.8	1.8	326	
25	Type	Itoshiro	Lower			41.0		9.6			42.5	6.9	188	
26	Type	Itoshiro	Lower	1.3		74.7				1.3		22.7	233	
27	Type	Itoshiro	Lower	4.8		82.3				2.0		10.9	147	
28	Type	Itoshiro	Lower	9.6	1.4	58.9				4.1		26.0	73	
29	Type	Itoshiro	Lower	8.8	5.1	41.3			5.1	16.2		23.5	136	
30	Type	Itoshiro	Lower	11.5		73.2				3.8		11.5	26	
31	Type	Itoshiro	Lower	13.3	22.7	31.2			3.9	7.0		21.9	128	
32	Type	Itoshiro	Lower	3.5		9.6			82.5	0.9		3.5	115	
33	Type	Itoshiro	Lower	44.2	2.9	32.9						20.0	70	
34	Type	Akaiwa		36.3	22.7	23.9				2.3		14.8	88	
35	Type	Akaiwa		36.3	6.3	48.7				2.5		6.2	80	
36	Type	Akaiwa		50.0		42.5						7.5	40	
37	Type	Itoshiro	Lower	1.6		69.8				1.6		27.0	63	
38	Type	Itoshiro	Lower	0.8		87.4						11.8	119	
39	Nagano	Itoshiro	Lower	15.3	4.2	61.8			3.4			15.3	118	
40	Nagano	Kuzuryu	Upper			73.3						26.7	15	
41	Nagano	Itoshiro	Lower	15.0		65.0						20.0	20	
42	Nagano	Itoshiro	Lower	7.7	2.6	53.8						35.9	39	
43	Nagano	Itoshiro	Lower	0.9		2.7			87.3			9.1	110	
44	Nagano	Itoshiro	Lower	6.3	25.0	20.8			29.1			18.8	48	
45	Nagano	Kuzuryu	Upper			76.0				9.4		14.6	96	
46	Nagano	Kuzuryu	Upper	1.5		46.2				33.8		18.5	65	
47	Kamihanbara	Kuzuryu	Upper	5.8		53.4				35.9		4.9	103	
48	Kamihanbara	Itoshiro	Lower	22.0	2.4	54.9				8.5		12.2	82	
49	Kamihanbara	Itoshiro	Lower	31.3	12.0	41.1				6.0		9.6	83	
50	Kamihanbara	Kuzuryu	Upper	1.7		38.3	3.3			43.4		13.3	60	
51	Kamihanbara	Kuzuryu	Upper			50.3				47.1		2.6	153	
52	Kamihanbara	Kuzuryu	Upper			77.7				17.2		5.1	99	
53	Kamihanbara	Itoshiro	Lower	19.8	6.6	44.3			5.7	3.8		19.8	106	
54	Kamihanbara	Akaiwa		50.0		42.9						7.1	140	
55	Kamihanbara	Akaiwa		48.2		40.7						11.1	27	
56	Kamihanbara	Akaiwa		38.3		39.6		2.3	7.0			12.8	86	
57	Kamihanbara	Itoshiro	Lower	28.3	3.8	39.5			5.7	5.7		17.0	106	
58	Kamihanbara	Itoshiro	Lower	34.7	1.0	40.8			4.1	3.1		16.3	98	
59	Kamihanbara	Itoshiro	Upper	41.2		14.0			6.3	9.8		28.7	143	
60	Kamihanbara	Akaiwa		46.1	8.7	18.3			1.9	14.4		10.6	104	
61	Ise	?	?	1.6		44.3			21.3	13.1		19.7	61	
62	Ise	?	?			82.3				3.2		14.5	62	
63	Ise	?	?			56.3	4.3			36.2		3.2	94	
64	Ise	?	?	1.3		48.7				40.5		9.5	74	
65	Ise	?	?	21.9	1.4	11.0				57.5		8.2	73	

層準により、成熟度に差が認められる。

礫径の変化に富む成熟度のやや低い礫岩は模式地域の九頭竜亜層群最下部層と石徹白亜層群下部層の最下部に認められる。構成礫種が多く、礫支持である。礫径は細礫から2 m大の巨礫と変化に富む。亜角礫～角礫が多い。基質は一般にやや泥質な極粗～粗粒砂岩からなり、灰青～暗灰色を呈する。層厚は比較的大で、最大100 m強に達する。

礫径の変化が比較的少ない成熟度のやや高い礫岩は九頭竜亜層群と石徹白亜層群の大部分の礫岩をはじめとして、赤岩亜層群に広く認められる。構成礫種は相対的に少なく、礫支持～基質支持である。礫径は5～20 cmを普通とする。円礫～亜円礫よりなる。基質はアルコース質の極粗～粗粒砂岩からなり、灰色を呈するものが多い。層厚は0.5～50 mである。

礫種構成の調査は、基本的には巨礫を含まない1 m²の正方形内の直径1 cm以上のすべての礫について肉眼で行った。調査箇所は65箇所であり (Fig. 1), その平均調査礫数は1地点あたり約110個である (Table 1)。本地域の手取層群の礫岩の主要な構成礫種は、花崗岩質岩、片麻岩質岩、晶質石灰岩、コーツァイト、石英質アレナイト (岡田, 1971)、チャートなどである。

以下に各礫種について簡単に記述する。花崗岩質岩は、九頭竜・石徹白両亜層群において最大礫径を示す礫種であり、時に径1 m以上に達することがある。円磨度は高く、円礫を主体とする。片麻岩質岩礫は数cm～十数cmで、円礫が多い。晶質石灰岩礫は数cm～十数cmで、一般に円礫である。コーツァイト礫と石英質アレナイト礫は一般に径20 cm以下であり、赤岩亜層群では最大礫を成す。この2種の礫についての詳細は次項で述べる。チャート礫は1～10 cm大であり、亜角～亜円礫を主体とし、円磨度は比較的低い。その他の礫種として比較的量の多いものには、砂岩と泥岩 (以下、その他の堆積岩類とする) があり、円～亜円礫、径数cm～十数cmである。上記以外に、九頭竜亜層群に由来する砂岩と頁岩の礫があり、石徹白川河岸の石徹白亜層群最下部にのみ観察される。この礫は亜角～亜円礫の細～巨礫であり、時に2 m強に達する。その他には、酸性火山岩類の礫があり、千枚岩、結晶片岩などの礫もまれに存在する。

コーツァイト礫と石英質アレナイト礫の特徴

コーツァイト礫と石英質アレナイト礫の性状をTable 2に示す。

石英質アレナイトは粗粒で個々の砂粒が肉眼で判別され、長石粒や有色鉱物粒が明瞭に認められる。これに対し、コーツァイトは細粒緻密であり、肉眼での粒子の識別が困難な場合が多い。

礫の円磨度 (Kurumbein, 1941) はコーツァイト礫では0.5～0.9であり、石英質アレナイト礫では0.7～0.9とやや高く、形状も前者では球状に近い円盤状～球状であり、後者では球状を主体とする (Table 3)。また、両者の色調に顕著な差は認められない。

さらに、偏光顕微鏡観察により、コーツァイト礫はA-1, A-2, B-1, B-2, B-3の5型に区分される (Fig. 2)。A-1型は、円磨度の高い石英粒子と二次的に成長した石英からなり、砂岩と明瞭に確認できるものである。すなわち、円磨され

た楕円形の石英粒の周りに付着した細粒物からなるダストリングにより、碎屑性石英粒子とこの碎屑性石英粒子を核として二次的に成長した石英が普遍的に識別できるものである。A-2型は、ダストリングは部分的に認められるのみであるが、砂岩と判定できるものである。この2種が石英粒を95%以上含むオーソコーツァイト (石英アレナイト: 岡田, 1971) に相当するものである (Fig. 3)。

これに対し、B-1, B-2, B-3型は、ほぼ石英粒からなるものの、砂岩の組織は認められないことが特徴である。B-1型では各石英粒子が直線～多角形状の境界で接しており、B-2型では、複雑で入り組んだ境界で各粒子が接している。B-3型では、白雲母等の二次的な鉱物が石英粒子間のみならず、粒子内でも成長している。B-1, B-2, B-3型の二次的な鉱物の占める割合は5～20%である (Fig. 3)。これらの型はオーソコーツァイトが変成されたもの (以下、メタコーツァイトとする) と想定される。

鏡下で観察した54試料での各型の占める割合は、A-1型は約10%、A-2型は約20%、B-1型は約15%、B-2型は約35%、B-3型は約20%であり、オーソコーツァイトと確認される礫はコーツァイト礫の30%程度を占めるに過ぎない。

手取層群のコーツァイト礫の岩質等に関する報告例は少なく、山上ほか (2003) ではオーソコーツァイトを、タイプI (本報告のA-1とA-2)、タイプII (同B-3)、タイプIII (同B-1とB-2) に区分しているが、その量比には触れていない。また、竹内・滝沢 (1991) では、「ほとんどのオーソコーツァイトが変成作用を受け、粒間に白雲母やセリサイトが形成されている」と述べているのみである。なお、Kim et al. (2007) では、コーツァイト礫はmetamorphic quartziteとquartzareniteからなり、石徹白亜層群では前者が卓越し、赤岩亜層群では後者が卓越するとしている。

一方、石英質アレナイトは砂岩の明瞭な組織を有し (Fig. 2)、基質5～15%、石英粒77～87%、長石粒10～20%を含むものである (Fig. 3)。一般に、径の大きな粒子ほど円磨度が高く、一部にダストリングが観察される。この大きな粒子はオーソコーツァイトを起源とする可能性がある。

この石英質アレナイトに関する手取層群からの報告は少なく、竹内・滝沢 (1991) では「長石質石英アレナイトと呼べるものもある」とされ、Kim et al. (2007) では、前述のquartzareniteをタイプ1 (本報告のA-1とA-2)、タイプ2 (同石英質アレナイト)、タイプ3 (同石英質アレナイト) に区分し、赤岩亜層群では後2者が卓越するとしているが、石英質アレナイトの偏光顕微鏡観察による鉱物組成は記載されていない。

また、オーソコーツァイト礫の産出は日本各地から知られているが (Tokuoka, 1967; Adachi, 1971 など)、本報告と似た性状を示すオーソコーツァイト礫とメタコーツァイト礫が阿武隈高原東縁のジュラ系相馬中村層群 (Okami et al., 1976) や美濃帯の中生層坂祝礫岩 (近藤・足立, 1975) から報告されており、手取層群との関連性を考慮するうえで興味深い。

模式地域の礫種構成

手取層群の3亜層群がまとまって分布し、山田ほか (1989)

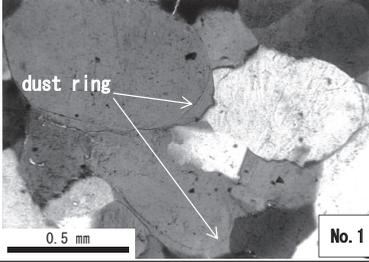
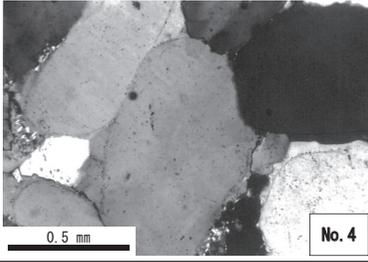
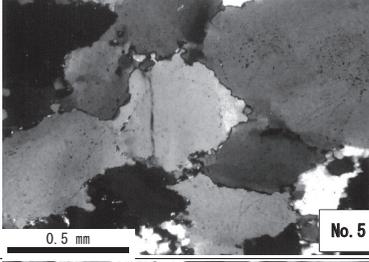
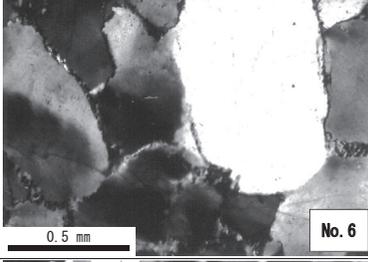
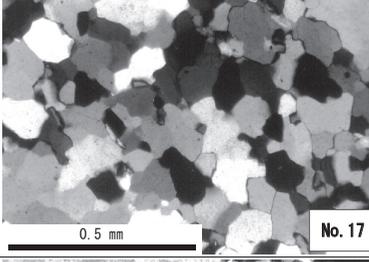
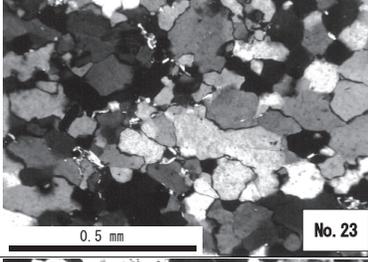
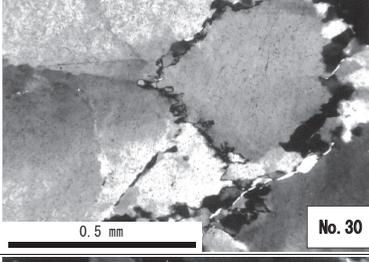
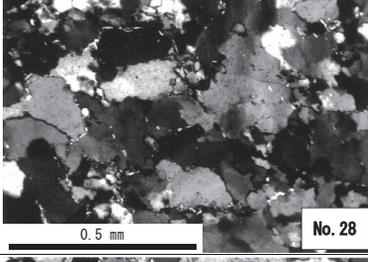
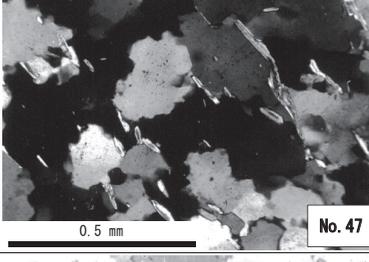
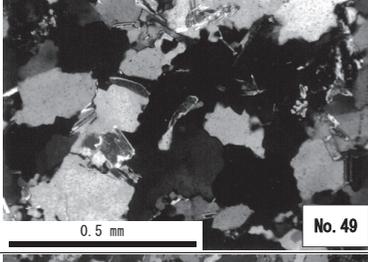
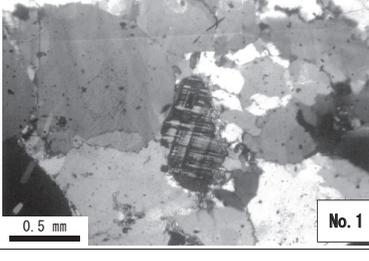
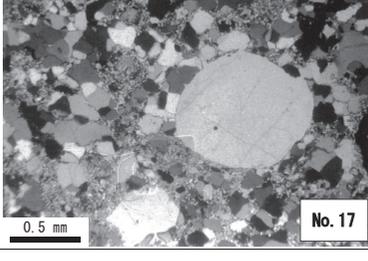
type		typical photomicrographs		
quartzite	orthoquartzite	A-1	 No. 1	 No. 4
		A-2	 No. 5	 No. 6
	metaquartzite	B-1	 No. 17	 No. 23
		B-2	 No. 30	 No. 28
		B-3	 No. 47	 No. 49
	Quartzose arenite		 No. 1	 No. 17

FIGURE 2. Thin section photomicrographs of the quartzite clasts (A-1, A-2, B-1, B-2 and B-3) and quartzose arenite clasts in conglomerates from the Tetori Group. Sample numbers (lower-right of photomicrograph) are the same as the numbers in TABLE 2. All the photomicrographs were taken under crossed polarized light.

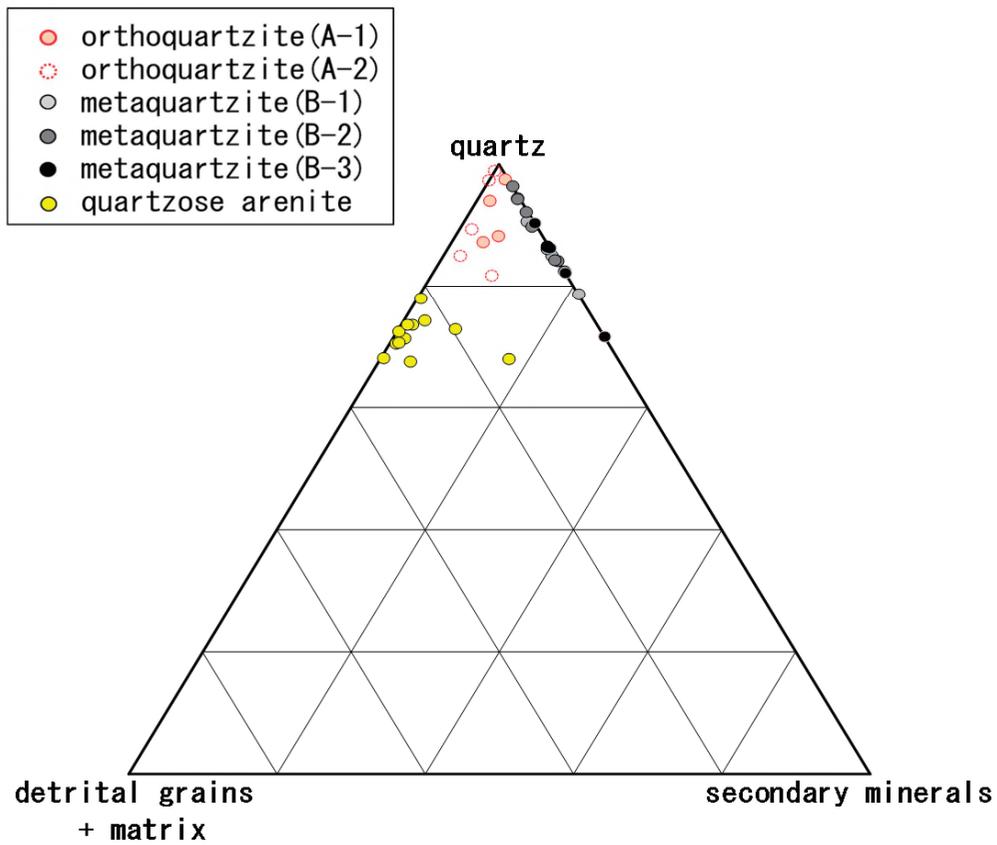
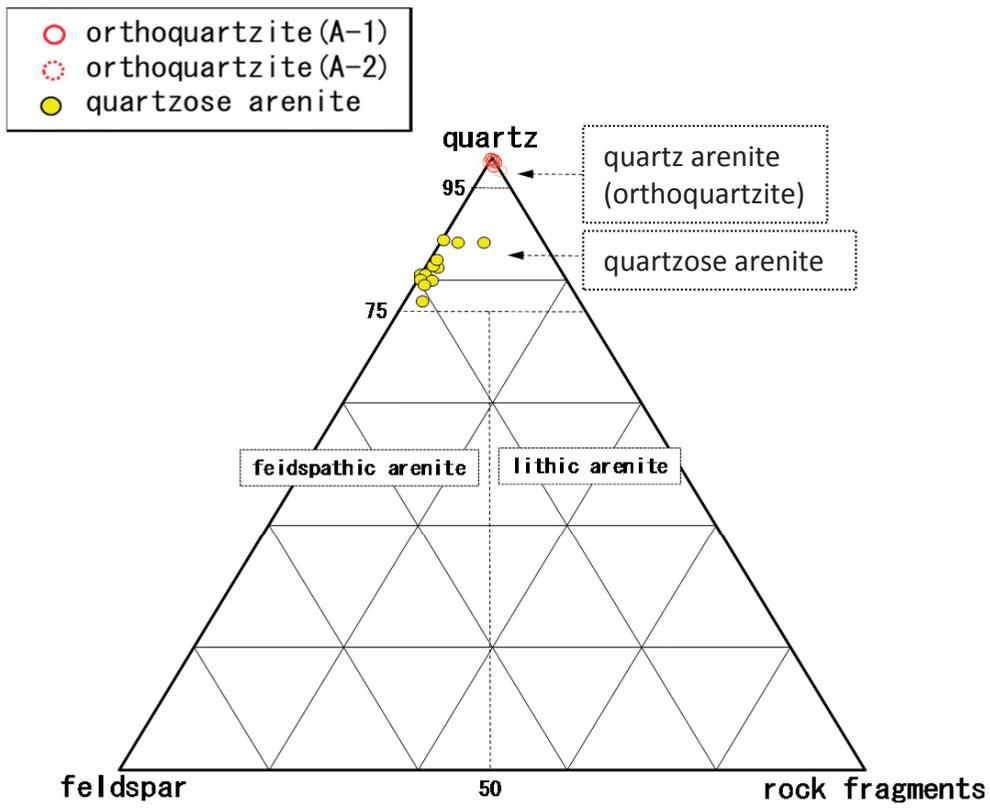


FIGURE 3. Mineral compositions of the quartzite clasts and quartzose arenite clasts from the Tetori Group based on the data in TABLE 2.

TABLE 3. Characteristics of the quartzite clasts and quartzose arenite clasts in conglomerates from the Tetori Group.

type			main component of colors	main shape	roundness	mineral composition of sandstone	component of secondary minerals	characteristics
quartzite	orthoquartzite	A-1	grayish white :30% brownish :30%	disk ~ sphere	0.6 ~ 0.8	*quartz ≧ 98 % *feldspar ≧ 1 % *rock fragments ≧ 1 % (matrix ≧ 8 %)	≦ 5 %	Clasts have typical texture of the sandstone as shown by rounded detrital quartz grains, dust rings and secondary quartz.
		A-2					≦ 10 %	Clasts have texture of the sandstone as shown by dust rings partially exist.
	metaquartzite	B-1	grayish white :55% brownish :20%		0.5 ~ 0.9	-	5 ~ 20 %	Clasts have no texture of the sandstone. Boundary of the grains are straight lines or polygonal lines.
		B-2					Clasts have no texture of the sandstone. Boundary of the grains are complicated lines.	
		B-3			10 ~ 30 %	Clasts have no texture of the sandstone. Secondary minerals have grown not only in matrix but also inside quartz grains.		
	quartzose arenite		grayish white :30% gray :35%		sphere	0.7 ~ 0.9	*quartz = 77~87 % *feldspar = 10~20 % *rock fragments ≧ 2 % (matrix = 5~15 %)	≦ 5 %

以降も層序に関して大きく異なった見解が報告されていない模式地域での礫種調査結果についてまず述べる。礫種調査は31箇所で行った (Fig. 1)。その結果得られた礫種構成とその層準による変化状況をFigure 4に示す。模式地域において、九頭竜亜層群から赤岩亜層群にかけての礫種構成の変化に顕著な傾向が認められる。その変化傾向を最もよく特徴づけるのはコーツァイト礫 (石英質アレナイト礫を含む；これらの岩種は岩質に類似性があり、後述するように、Kim et al. (2007) によれば、朝鮮半島付近にその起源が求められるため、ここでは一括して取り扱う) の量的変化である。それは九頭竜亜層群では1%内外であるが、石徹白亜層群で急増し、最大45%に達する。赤岩亜層群では40~60%となる。ちなみに、石英質アレナイト礫は九頭竜亜層群にはみられず、コーツァイト礫の多産する上部の2亜層群のみに認められる。その量比はやや変化に富み、最大25%である。

チャート礫は、九頭竜亜層群最下部層 (手取層群の基底礫岩) と石徹白亜層群にみられる。前者では15~20%であるが、後者では5~97%と非常に大きく変化する。

花崗岩質岩礫は全層準に渡って多く、一般に30~80%を占める。九頭竜亜層群内では下部から上部にかけて、50%から80%へと増加する。石徹白亜層群から赤岩亜層群にかけては30~70%を占める。片麻岩質岩礫は一般に少ない。晶質石灰岩礫は層準的に偏在し、九頭竜亜層群と石徹白亜層群最下部に5~15%含まれる。それ以外にはほとんどみられない。

九頭竜亜層群に由来する礫は、石徹白川河岸の石徹白亜層群最下部にのみ確認され、その量比は20~40%である。その他の堆積岩類の礫は一般に15%以下である。

以上のことを層準毎にみると、以下に示す明瞭な特徴と

傾向が認められる。

九頭竜亜層群：花崗岩質岩礫が50%以上を占めるのが特徴である (花崗岩礫卓越型)。チャート礫や晶質石灰岩礫を伴う。コーツァイト礫は最下部層と下部層で1%以下、上部層で5%以下である。

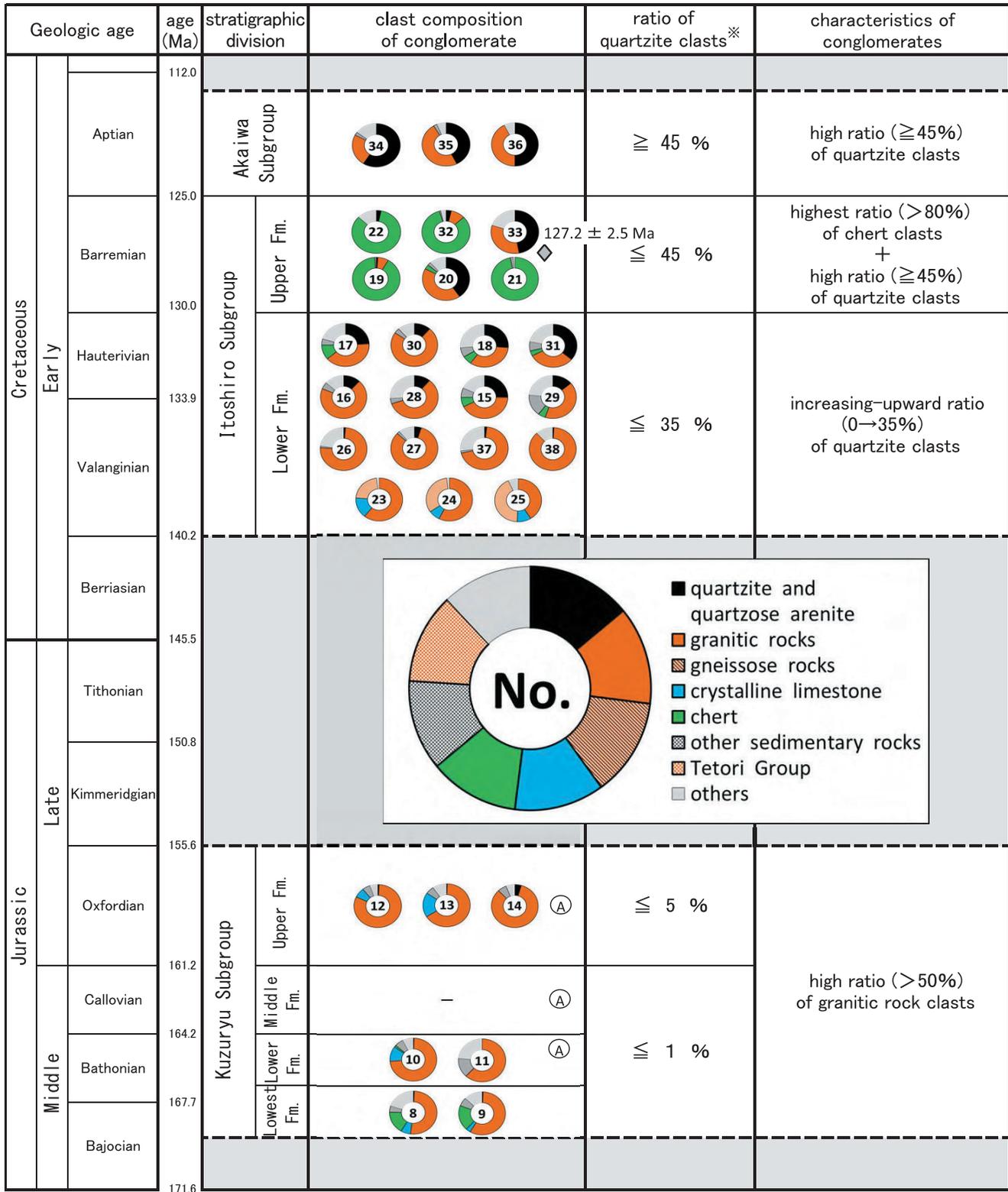
石徹白亜層群下部層：花崗岩質岩礫が主体を成すが、コーツァイト礫が徐々に増加し、最大35%に達する (コーツァイト礫増加型)。チャート礫が少量含まれ、最下部の礫岩には、九頭竜亜層群の礫や晶質石灰岩礫が観察される。

石徹白亜層群上部層：チャート礫が80%以上を占める礫岩 (チャート礫卓越型) とコーツァイト礫が40~45%を占め、花崗岩質岩礫を30~40%含む礫岩 (コーツァイト礫優勢型) が共存することが特徴である。なお、最近、このチャート礫卓越型礫岩のチャート礫からの中期ジュラ紀放射虫化石の産出と両型の礫岩の共存が報告されている (Ito et al., 2015)。

赤岩亜層群：コーツァイト礫が40~60%程度を占め、25~50%花崗岩質岩礫を伴う礫岩 (コーツァイト礫優勢型) が主体である。

南側地域の層序と礫種構成

模式地域以外の九頭竜川上流域 (南側地域：真名・大納・長野・上半原・伊勢の各地区) については、山田ほか (1989) 以降、新たな知見が得られている (Fujita, 2002; Sato and Yamada, 2005; Kawagoe et al., 2012; 佐野ほか, 2013)。Fujita (2002) では、地層区分は山田ほか (1989) とは異なるものの、模式地域と上半原地区の石徹白亜層群と赤岩亜層群の連続的な分布が示されている。Sato and Yamada (2005) では、石徹白亜層群上部層中の細粒堆積



Ⓐ : ammonoid-bearing horizon

◆ : Zircon sampling horizon (Kawagoe et al., 2012)

*: including quartzose arenite clasts

FIGURE 4. Clast compositions of conglomerates from the Tetori Group sampled in the Itoshiro River area, where the type localities of Kuzuryu Subgroup and Itoshiro Subgroup are present (Yamada et al., 1989).

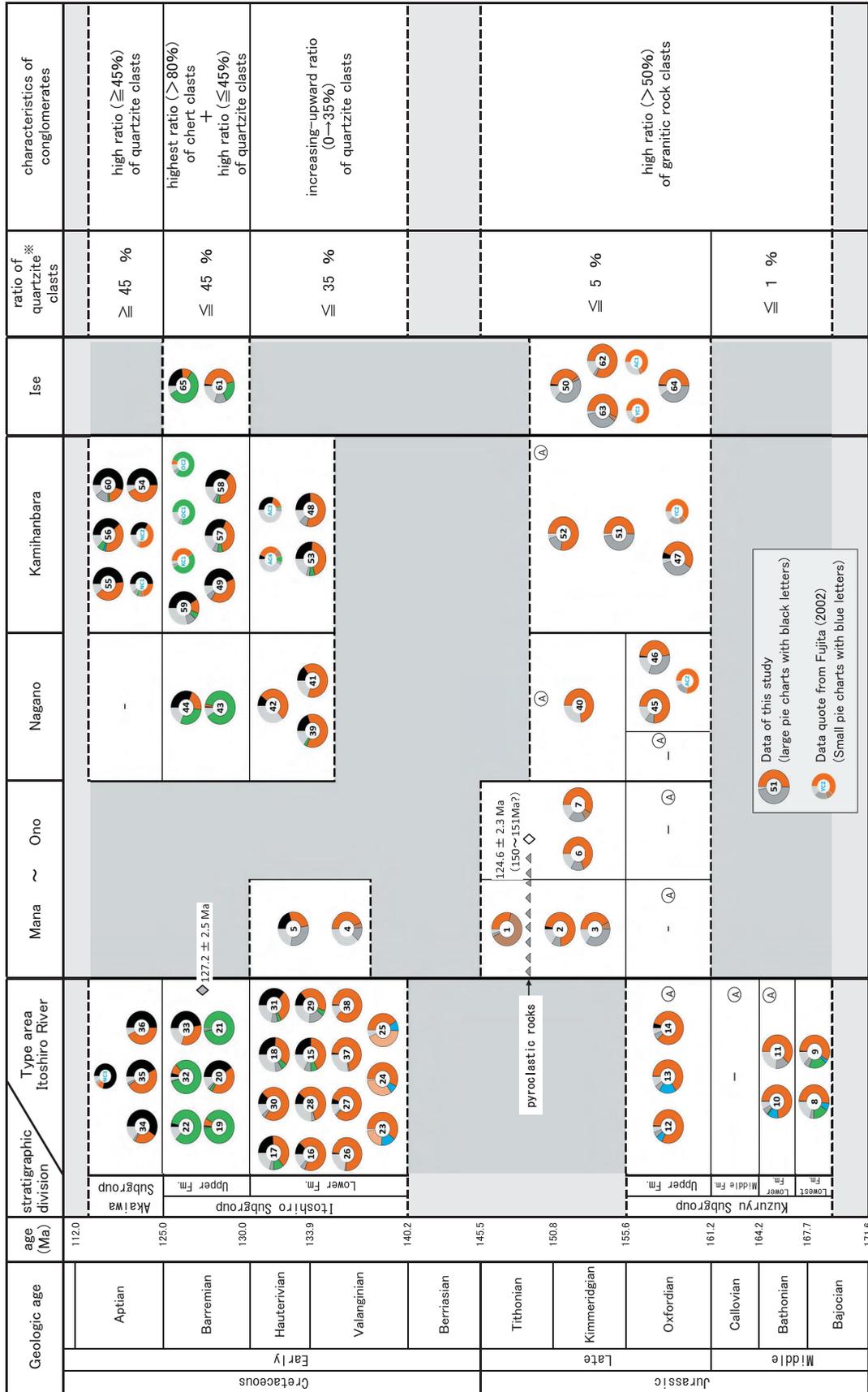


FIGURE 5. Clast compositions of conglomerates from the Tetori Group in the upper Kuzuryu River area. See the legend FIGURE 4.

物から後期ジュラ紀 (Tithonian) のアンモノイドが報告されている。ただし、模式地域を含むこの細粒堆積物の延長部から同様なアンモノイド化石の報告がまだないこと、模式地域西方 (調査地域外) の同層から前期白亜紀のアンモノイド化石が報告されている (後藤, 2007) こと、この細粒堆積物が先手取層群との境界線をなす大納衝上断層に近接して分布すること等から、このアンモノイド産出層は堆積後の構造運動により、石徹白亜層群中に取り込まれた九頭竜亜層群の一部と考える。Kawagoe et al. (2012) では、九頭竜亜層群上部層中の火山礫凝灰岩中のジルコンの年代測定値 124.6 ± 2.3 Ma (6 試料中の 8 測定値) が報告されているが、同報文中には $150 \sim 151$ Ma (2 試料中の 2 測定値) の年代測定値も記載されている。また、 124.6 ± 2.3 Ma は模式地域の石徹白亜層群上部層堆積時に相当するが、模式地域ではこのような火山礫凝灰岩が確認されていない (例えば、Ito et al. (2015) には林道脇のかなり連続した上部層の露頭が記載されているが、その中に火山礫凝灰岩は観察されていない)。佐野ほか (2013) では産出したアンモノイド化石から、山田ほか (1989) の九頭竜亜層群中部層と上部層が Oxfordian と Tithonian の海成層 (黒当戸層) である可能性が指摘されている。

Figure 5 には、Fujita (2002) と佐野ほか (2013) の新たな知見も加えた九頭竜川上流域の層序と礫種調査 (34 箇所) 結果を示す。この図には、主として上半原地区で実施された既往の礫種調査結果 (Fujita, 2002) の 12 個のデータも加えて表記し、アンモノイド産出層準およびジルコンの年代測定値も併記した。

模式地域を含む九頭竜川上流域では、以下のような特徴と傾向が礫岩にみられる。

九頭竜亜層群：花崗岩卓越型の礫岩が広く分布することが特徴である。南側地域 (真名～上半原地区) では本亜層群の上部層のみに礫岩が含まれる。

石徹白亜層群下部層：コートツァイト礫が上位の層準ほど増加していくコートツァイト礫増加型礫岩で特徴付けられる。南側地域では、本亜層群の分布は真名地区の南部と長野地区以東に限られる。真名地区南部では石徹白亜層群下部層が黒当戸層 (佐野ほか, 2013) に不整合で載っており、コートツァイト礫を 0～20 % 程度含む (コートツァイト礫増加型礫岩)。長野地区以東では、コートツァイト礫が 20 % 程度とかなり増加した礫岩から始まっている。

石徹白亜層群上部層：チャート礫を 80 % 以上含む礫岩 (チャート礫卓越型) とコートツァイト礫を最大 45 % 含む礫岩 (コートツァイト礫優勢型) が共存するのが本層準の際立った特徴である。このことは、Fujita (2002) でも確認されている。上半原地区のチャート礫卓越型礫岩のチャート礫から三畳紀とジュラ紀の放散虫の報告例 (齊田, 1987) もある。

一方、大納地区以西には、石徹白亜層群上部層は分布しないが、チャート礫卓越型の礫岩は大納衝上断層南側 (伊勢地区) に分布する手取層群にも存在する。

赤岩亜層群：コートツァイト礫を 45～80 % 程度含む、花崗岩質岩礫を 2 番目に多く含む礫岩で特徴づけられる (コートツァイト礫優勢型)。南側地域の大納地区以西には赤岩亜層群は分布しない。

九頭竜川上流域の後背地とその変化

次に、九頭竜川上流域に分布する手取層群の後背地とその変遷について考察する。

九頭竜亜層群堆積時：比較的脆い花崗岩質岩礫が大半を占める (花崗岩礫卓越型)。次いで、晶質石灰岩とチャートが礫として含まれている。したがって、この時期には花崗岩質岩の卓越する後背地が比較的接近して存在していたことは明らかであろう。晶質石灰岩は飛騨変成岩類に含まれる晶質石灰岩に由来するものと考えられるが、チャート礫は主として花崗岩質岩からなる地帯の表層岩に由来したのか、あるいは、付加体に由来したのかは、放散虫などの古生物学的根拠がないので明らかではない。

石徹白亜層群下部層最下部堆積時：花崗岩質岩礫が依然として多いが、模式地域では、下位の九頭竜亜層群に由来する砂岩と頁岩の礫が多産し、これらの礫は時には径 2 m 強にも達する。したがって、この時期の後背地には花崗岩質岩が引き続いて広く分布していたが、九頭竜亜層群自体も堆積場に非常に近接した供給源の一部を成した。

石徹白亜層群下部層堆積時：礫種構成では依然として花崗岩質岩礫がその大半を占めるが、上位層準になるにつれて、コートツァイト礫が多くなるのが特徴である (コートツァイト礫増加型)。Kim et al. (2007) では、手取層群中のオーソコートツァイト (A-1 と A-2) は朝鮮半島南部の Dongjom Quartzite に、石英質アレナイトは同じく Mungyeong Quartzite と Jangsan Quartzite に岩相上類似しており、手取層群のコートツァイト礫はこれらの地層から供給されたとしている (ただし、B-1, B-2, B-3 型のメタコートツァイト礫の供給源については触れていない)。したがって、後背地はより朝鮮半島方向に拡大し、コートツァイト分布地域の、後背地としての重要性が次第に増加したと考えられる。

石徹白亜層群上部層堆積時：ほとんどチャート礫からなる礫岩 (チャート礫卓越型) とかなり多くのコートツァイト礫を含む礫岩 (コートツァイト礫優勢型) が共存することが大きな特徴である。チャート礫に関しては、円磨度が比較

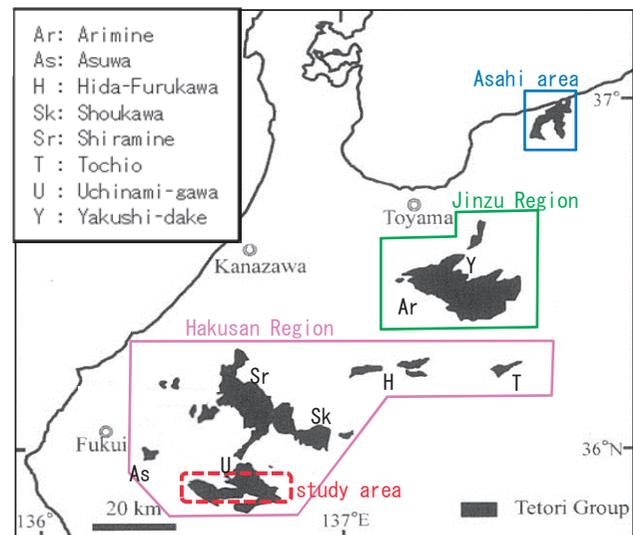


FIGURE 6. Outline of the distribution of the Tetori Group in northern Central Japan, modified from Maeda (1961).

的悪く、円磨度のかなり良いコートサイト礫とほぼ同一の地域からの供給とするのは困難である。さらに、このチャート礫から三畳紀～ジュラ紀中期の放散虫の産出も報告されている(斉田, 1987; Ito et al., 2015)。したがって、柗座ほか(2002)に図示されているように、チャート礫は美濃帯を含む付加体から供給されたとするのが妥当であろう。

赤岩亜層群堆積時: コートサイト礫と花崗岩質岩礫が主体をなし(コートサイト礫優勢型)、付加体起源と考えられるチャート礫は少ない。このことより、堆積物の主要な供給地域は朝鮮半島方向にあり、そこでは花崗岩質岩の侵食がさらに進み、コートサイトの分布する地域が供給源としてさらに重要になったと考えられる。

ここまでは、九頭竜川上流域に分布する手取層群について記述してきたが、手取層群は北陸地方に広く分布する地層であり、他地域の手取層群の礫岩の概況を俯瞰するために、手取層群全分布域(Fig. 6)におけるコートサイト礫とチャート礫に関する過去の報告例をTable 4にまとめた。この表によれば、コートサイト礫やチャート礫が卓越する層準は地域毎に大きく異なっている。チャート礫は白山区では石徹白亜層群で多く、神通区と朝日地域では赤岩亜層群に多いことがわかる。また、コートサイト礫は全体として赤岩亜層群中に多く、石徹白亜層群中では概して少ない。これらのことは、地域毎に後背地が異なっていたことを示しているが、本稿で述べた九頭竜川上流域との関係は現時点では明らかではない。今後の調査の進展が望まれる。

謝 辞

この報文は著者が金沢大学在学中に研究したものに新たな知見を加えて取りまとめたものであり、在学中は故山田一雄博士と故松田哲夫博士には多大なるご指導をいただいた。さらに、本研究をまとめるにあたり、福井県立恐竜博物館の後藤道治博士と佐野晋一博士には、大いに議論していただいた。福井県大野市教育委員会の酒井佑輔学芸員には有益な情報をいただいた。名古屋大学の榎並正樹博士と応用地質株式会社の今泉眞之博士には報文作成にあたり、ご指導いただいた。また、査読者である富山大学の大藤茂博士と匿名査読者には、非常に有益なご指導を数多くいただき、原稿が大きく改善された。以上の方々に、心から感謝する。

引用文献

- Adachi, M. 1971. Permian intraformational conglomerate at Kamiasso, Gifu Prefecture, Central Japan. *Journal of the Geological Society of Japan* 77: 471-481.
- Fujita, M. 2002. A new contribution of the stratigraphy of the Tetori Group, adjacent to Lake Kuzuryu, Fukui Prefecture, Central Japan. *Memoir of the Fukui Prefectural Dinosaur Museum* 1: 41-53.
- 後藤道治, 2007. 福井県大野市打波川地域の手取層群石徹白亜層群から産出した白亜紀前期アンモノイド化石. *福井県立恐竜博物館紀要* 6: 27-34
- 後藤道治・半田直人, 2014. 福井県大野市石徹白地域の手取層群九頭竜亜層群下部層から産出したアンモノイド. *福井県立恐竜博物館紀要* 13: 9-15
- 堀 純朗・堀内文夫, 1942. 中竜鉦山及びその付近の地質. *地質学雑誌* 49: 297-318.
- Ito, T., Y. Sakai, Q. Feng and A. Matsuoka. 2015. Middle Jurassic radiolarians from chert clasts within conglomerates of the Itsuki Formation of the Itoshiro Subgroup (Tetori Group) in the Taniyamadani Valley, Fukui Prefecture, central Japan. *Science Reports of Niigata University (Geology)* 30: 1-13.
- 鎌田雅道, 1978. 九頭竜川上流域の手取層群の堆積学的研究 - 特に礫種構成および岩相の累重様式について -. *日本地質学会第85年学術大会演旨*: 131.
- Kawagoe, Y., S. Sano, Y. Orihashi, H. Obara, Y. Kouchi and S. Otoh. 2012. New detrital zircon age data from the Tetori Group in the Mana and Itoshiro areas of Fukui Prefecture, Central Japan. *Memoir of the Fukui Prefectural Dinosaur Museum* 11: 1-18.
- 河合正虎・平山 健・山田直利, 1957. 5萬分の1地質図幅説明書「荒島岳」, 地質調査所, 110 pp.
- Kim, Y., Y. Lee and K. Hisada. 2007. Provenance of quartzarenite clasts in the Tetori Group (Middle Jurassic to Early Cretaceous), Japan: Paleogeographic implications. *Journal of Asian Earth Sciences* 29: 116-126.
- 近藤直門・足立 守, 1975. 犬山市北方の中生層 - とくに坂祝礫岩について. *地質学雑誌* 81: 373-386.
- 公文富士夫・小坂共栄, 1991. 手取層群の礫組成と後背地: pp. 39-42. 岐阜県荘川上流地域の手取層群の堆積学的研究. 平成3年度文部省科学研究補助金一般研究(C)研究成果報告書: 研究課題番号 01540626.
- 柗座圭太郎・後藤 篤・横山一己, 2002. 手取層群のテクトニクスと堆積場の解明: pp. 89-102. 石川県白山自然保護センター(編), 手取川流域中生代手取層群調査報告書. 金沢.
- Kurumbein, W. C. 1941. Measurement and geological significance of shape and roundness of sedimentary particles. *Journal of Sedimentary Petrology* 11: 64-72.
- 前田四郎, 1952. 福井県九頭龍川上流地域の手取統の層位学的研究. *地質学雑誌* 58: 401-410.
- 前田四郎, 1961. 手取層群の地史学的研究. *千葉大学文理学部紀要* 3: 369-426.
- 松川正樹・福井真木子・小荒井千人・朝倉 努・青野宏美, 2007. 手取層群で確認された三番目の海進相: 岐阜県飛騨市古川町周辺に分布する手取層群について. *地質学雑誌* 113: 417-437
- 松川正樹・小荒井千人・塩野谷奨・新海拓也・中田恒介・松井哲也・青野宏美・小林典夫・大久保敦・林 慶一・伊藤 慎, 2003. 手取層群の主要分布域全域の層序と堆積盆地の変遷. *地質学雑誌* 109: 383-398.
- 松川正樹・中田恒介, 1999. 手取層群の分布域中央部の層序と堆積環境の変遷: 非海生軟体動物化石群集に基づいて. *地質学雑誌* 105: 817-835.
- 岡田博有, 1971. 再び砂岩の分類と命名について. *地質学雑誌* 77: 395-396.

- Okami, K., H.Masuyama and T.Mori. 1976. Exotic pebbles in the eastern terrain of the Abukuma plateau, Northeast Japan (Part I)-The conglomerate of the Jurassic Somanakamura Group-. Journal of the Geological Society of Japan 82 : 83-98.
- 小山正忠・竹原秀雄. 2001. 新版標準土色帖. 富士平工業株式会社. 東京.
- 齊田縦道. 1987. 福井県大野郡和泉村田茂谷地域の手取層群中のチャート礫に含まれる三疊紀およびジュラ紀放射状化石. 地質学雑誌 93 : 57-59.
- 酒井佑輔・伊藤 剛・茨木洋介・吉野恒平・石田直人・梅津 暢・中田健太郎・松本明日香・日野原達哉・松本 健・松岡 篤. 2012. 新潟県糸魚川地域の境川右岸の手取層群水上谷層の岩相と層序. 糸魚川市博物館研究報告 3 : 1-11.
- 佐野晋一・後藤道治・成田貴人・脇本晃美・大藤 茂. 2013. 福井県大野市大納地域からの後期ジュラ紀アンモノイドの産出と九頭竜地域手取層群の対比再検討. 福井県立恐竜博物館紀要 12 : 1-16.
- Sato, T. 1962. Études biostratigraphiques des ammonites du Jurassique du Japon. Mémoires de la Société géologique de France. Nouvelle Série, 94 : 1-122, pls.1-10.
- Sato, T., and T.Yamada. 2005. Early Tithonian (Late Jurassic) ammonite *Parapallasiceras* newly discovered from the Itoshiro Subgroup (Tetori Group) in the Hida Belt, northern Central Japan. Proceeding of the Japan Academy, Series B, 81 : 267-272.
- 平 朝彦・松尾秀邦. 1983. 白山山地の手取層群に関する 2, 3 の知見. 石川県白山自然保護センター研究報告 9 : 1-11.
- 竹内 誠・竹之内 耕・常盤哲也. 2015. 蓮華変成岩類と中生代陸成層. 地質学雑誌 121 : 193-216.
- 竹内 誠・滝沢文教. 1991. 飛騨山地薬師岳地域の手取層群の堆積環境と後背地解析. 地質調査所月報 42 : 439-472.
- Tokuoka, T. 1967. The Shimanto terrain in the Kii Peninsula, Southwest Japan-with special reference to its geologic development viewed from coarser clastic sediments-. Memoirs of the Faculty of Science, Kyoto University, Series of Geology and Mineralogy, 34 : 35-74.
- 徳岡隆夫. 1973. 四万十帯のOrthoquartzite礫とその供給源: pp.109-115, 原田哲郎 (編), 四万十地向斜シンポジウム論文集. 四万十地向斜研究連絡誌 2.
- 徳岡隆夫・飛騨地域礫岩研究グループ. 1969. 飛騨地域のOrthoquartzite礫 (演旨). 地質学雑誌 75 : 90.
- 山田一雄・丹羽 茂・鎌田雅道. 1989. 福井県九頭竜川上流地方の手取層群の層序と岩相変化. 地質学雑誌 95 : 391-403.
- 山田敏弘・守嶋 輝・松本みどり. 2008. 福井県足羽川地域に分布する上部ジュラ～下部白亜系手取層群の層序. 福井県立恐竜博物館紀要 7 : 83-89.
- 山上雄介・志村良子・久田健一郎・小室光世. 2003. 手取層群産出オーソクォーツタイト礫のカソードルミネセンス顕微鏡観察. 福井県立恐竜博物館紀要 2 : 161-169.