

石川県白峰村地域の手取層群の砂岩中のモナザイト年代と花こう岩・片麻岩礫の年代測定

横山 一己 国立科学博物館
東野 外志男 石川県白山自然保護センター
梶座 圭太郎 富山大学教育学部
後藤 篤 姫路工業大学理学部

AGES OF MONAZITES IN THE SANDSTONES AND CLASTS IN THE CONGLOMERATES OF THE TETORI GROUP FROM SHIRAMINEMURA AREA, ISHIKAWA PREFECTURE

Kazumi YOKOYAMA, *National Science Museum*
Toshio HIGASHINO, *Hakusan Nature Conservation Center*
Keitaro KUNUGIZA, *Faculty of Education, Toyama University*
Atsushi GOTO, *Faculty of Science, Himeji Institute of Technology*

目 的

この研究の目的は、恐竜の化石を産する手取層群の砂岩や礫岩の年代測定を行い、ジュラ紀後期から白亜紀にかけてどのような地帯から砂・礫が供給されたのかを調べ、その時代の地史を解明することである。

日本海は約1500万年前に誕生したので (Otofujii, Matsuda and Nohda, 1985), 手取層群が形成された中生代のジュラ紀から白亜紀には、手取層群の分布域とその基盤をなす飛騨帯は、大陸の一部を構成していた、と考えられている (相馬・梶座, 1993)。従って、手取層群を形成した砕屑物の供給源を明らかにすることは、手取層群や飛騨帯が大陸のどの位置に発達したものであるのかを明らかにする重要な手がかりとなる。古い礫岩の調査も今回の主目的の一部である。飛騨帯の南に分布する美濃帯の礫岩からは日本最古といわれる約20億年前の片麻岩礫が発見されているため (Shibata and Adachi, 1972), 手取層群のなかにも美濃帯と同様に大陸に由来する古い岩石が礫として含まれている可能性がある。

手取層群

手取層群は、富山県・岐阜県・石川県・福井県に点在する中部ジュラ～下部白亜系で主に河成から湖成の堆積

物からなり、飛騨帯および青海・糸魚川地域では飛騨外縁帯を不整合に被う (図1)。前田 (1961) は、手取層群を下位から九頭竜・石徹白・赤岩亜層群に大別した。しかしながら、手取層群の分布は断片的で、上下方向にも側方にも岩相変化に富み、鍵層に乏しいことなどのために、各分布地域間で異なる地層の命名がされており、

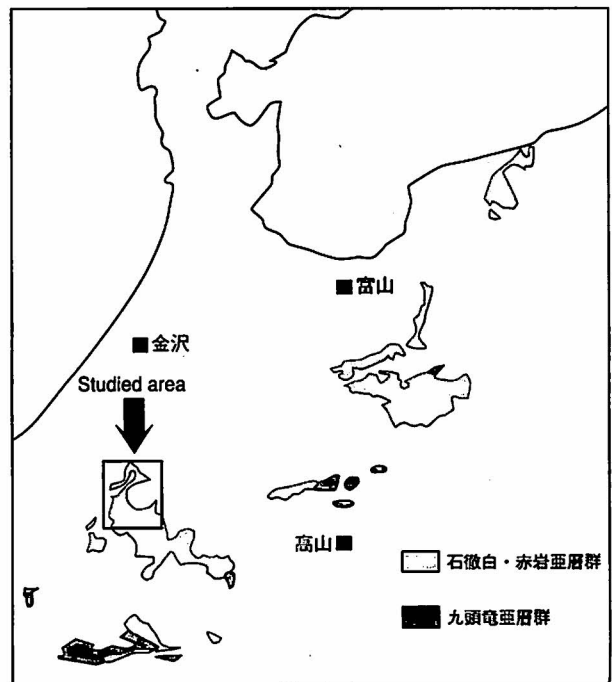


図1 手取層群の分布と調査地域

対比が極めて難しい。さらに白峰村及びその周辺地域の石徹白亜層群や赤岩亜層群については、適当な示準化石が見いだされていないので、層序分けは主として地質構造と岩相対比によるものであり、地域内においても各層の対比が完全なものとはなっていない。

白峰村周辺地域の手取層群の分布と 試料採集地点

本研究の調査地域である石川県白峰村及びその周辺地域は、手取層群の下部層である九頭竜亜層群を欠き、上部層である石徹白・赤岩亜層群が分布する(図2)。本調査地域の石徹白亜層群は、下位の五味島層と上位の桑島層に分けられている。また、赤岩亜層群は、下位の赤岩層と上位の明谷層に分けられている(石川県教育委員会, 1978)。

五味島層は、本調査地域の手取層群の基底礫岩である。分布は手取川ダムのダムサイトと、その北東側や南西側

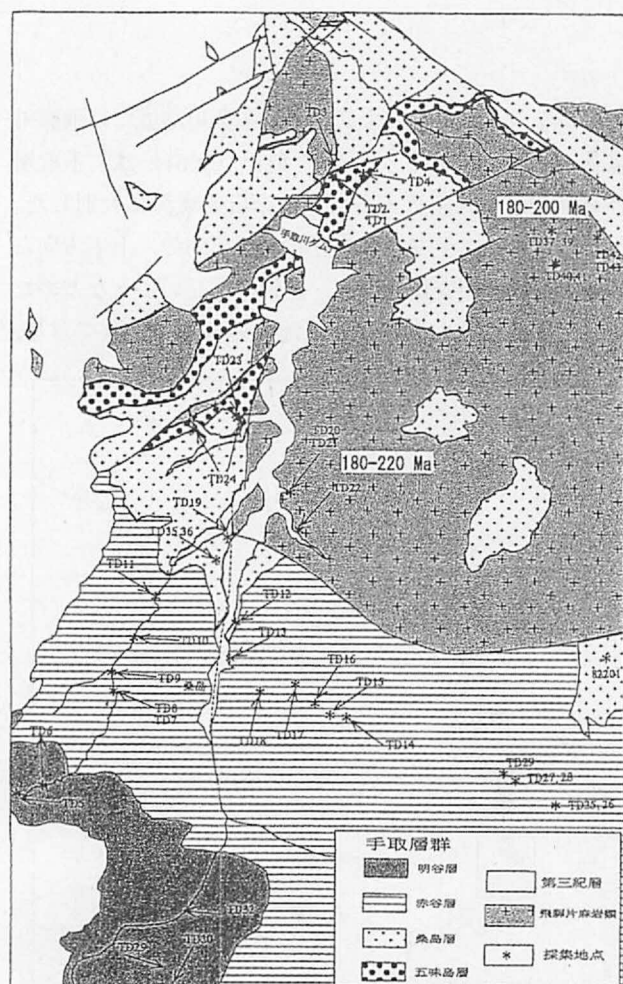


図2 白峰村周辺の地質と試料の採集地点
年代値は飛騨変成岩類のもの。地質図は粕野・山田・東野(1998, 1999)による。

に限られる。礫種は片麻岩、花こう岩、結晶質石灰岩である。桑島層は頁岩と砂岩の互層で、しばしばオーソコークタイトや片麻岩の円礫を含む。分布は、主に調査地域の北部の五味島層の周辺である。

赤岩層は主にアルコース質の砂岩からなり、頁岩と礫岩を伴う。調査地域の南部に分布する。明谷層は、主に砂岩と頁岩の互層である。調査地域の南西に分布する。

分析試料は、石徹白・赤岩亜層群各層の砂岩と五味島層及び赤岩層の礫を中心に採集した。また、礫や砂の碎屑粒子の供給源の可能性のある基盤の飛騨変成帯の岩石を採集し、年代を比較した。試料採集地点は図2に示し、採集した108試料の岩石名や採集地点のリストを表1に示す。

砂岩や礫中の重鉱物の分離

砂岩中の鉱物がどのような地質帯から供給されたかは、モナザイトなどの年代に加えて、ザクロ石の化学組成を用いて議論することが出来る。今回の調査では、砂岩から分離したモナザイトの化学年代測定とザクロ石の化学分析を行った。モナザイトは、花こう岩や片麻岩などの高温で酸性の岩石に由来する。そのため、モナザイトの化学年代は、後背地でのこれらの岩石の形成及び変成作用の年代を与える。これに対して、ザクロ石の化学組成、特に、パイロープ成分の濃度は、高温変成岩類の温度の指標となる。これら二つを組み合わせることで、後背地の地質帯の構成要素が明らかになる。

現在、年代測定に数多く利用されている鉱物はジルコンであり、砂岩中には大量に存在するためその年代値や頻度パターンから供給地の詳細な議論ができる。しかしながら、ジルコンの測定は大型機器であるSHRIMPが必要であり、今回の解析では利用することができなかった。また礫や基盤の飛騨片麻岩類の化学年代測定には、モナザイトと共にトール石や閃ウラン鉱をも使用した。

モナザイト、トール石、閃ウラン鉱およびザクロ石は、岩石や礫から分離して、実験に供した。これらの鉱物の分離は、採取した試料を粉碎し粒度を調整した後、ヨウ化メチレンを用いて行った。砂岩の場合、比重3.3で分離される重鉱物は、ジルコン、 TiO_2 鉱物、モナザイト、ザクロ石が主要鉱物である。比重2.82を使用して分離すると、これらに加えて電気石や燐灰石が含まれる。

鉱物のU-Th-Pb年代測定方法

国立科学博物館所有のEPMAで年代測定できる鉱物は、ジルコン、モナザイト、閃ウラン鉱、及びトール石

表1 採集資料(108個)の岩石名と採集地

1999年度採集資料

資料番号	岩石名	地層名	地帯	採集地
TD1	granite pebble	五味島層	手取層群	石川県石川郡尾口村東二〇一ノ橋
TD2	granite pebble	五味島層	手取層群	石川県石川郡尾口村東二〇一ノ橋
TD3	gneiss	飛騨片麻岩	飛騨帯	石川県石川郡尾口村東二〇一ノ橋
TD4-1	granite pebble	五味島層	手取層群	石川県石川郡尾口村東二〇一ノ橋東林道
TD4-2	gneiss pebble ?	五味島層	手取層群	石川県石川郡尾口村東二〇一ノ橋東林道
TD4-3	granite pebble	五味島層	手取層群	石川県石川郡尾口村東二〇一ノ橋東林道
TD4-4	granite pebble	五味島層	手取層群	石川県石川郡尾口村東二〇一ノ橋東林道
TD4-5	granite pebble	五味島層	手取層群	石川県石川郡尾口村東二〇一ノ橋東林道
TD4-6	granite pebble	五味島層	手取層群	石川県石川郡尾口村東二〇一ノ橋東林道
TD4-7	conglomerate	五味島層	手取層群	石川県石川郡尾口村東二〇一ノ橋東林道
TD4-8	granite pebble	五味島層	手取層群	石川県石川郡尾口村東二〇一ノ橋東林道
TD4-9	granite pebble	五味島層	手取層群	石川県石川郡尾口村東二〇一ノ橋東林道
TD4-10	quartz porphyry	五味島層	手取層群	石川県石川郡尾口村東二〇一ノ橋東林道
TD4-11	gneiss pebble ?	五味島層	手取層群	石川県石川郡尾口村東二〇一ノ橋東林道
TD5	sandstone	明谷層	手取層群	石川県石川郡白峰村赤谷川沿い
TD6	sandstone	明谷層	手取層群	石川県石川郡白峰村赤谷川沿い
TD7	sandstone	赤岩層上部	手取層群	石川県石川郡白峰村赤谷川沿い
TD8-1	orthoquartzite pebble	赤岩層上部	手取層群	石川県石川郡白峰村赤谷川沿い
TD8-2	orthoquartzite pebble	赤岩層上部	手取層群	石川県石川郡白峰村赤谷川沿い
TD8-3	granite pebble	赤岩層上部	手取層群	石川県石川郡白峰村赤谷川沿い
TD8-4	orthoquartzite pebble	赤岩層上部	手取層群	石川県石川郡白峰村赤谷川沿い
TD8-5	orthoquartzite pebble	赤岩層上部	手取層群	石川県石川郡白峰村赤谷川沿い
TD8-6	orthoquartzite pebble	赤岩層上部	手取層群	石川県石川郡白峰村赤谷川沿い
TD8-7	orthoquartzite pebble	赤岩層上部	手取層群	石川県石川郡白峰村赤谷川沿い
TD9	sandstone	赤岩層上部	手取層群	石川県石川郡白峰村赤谷川沿い
TD10	sandstone	赤岩層上部	手取層群	石川県石川郡白峰村赤谷川沿い
TD11	sandstone	赤岩層下部	手取層群	石川県石川郡白峰村赤谷川沿い
TD12	calcareous sandstone	桑島層	手取層群	石川県石川郡白峰村桑島対岸
TD13	sandstone	赤岩層下部	手取層群	石川県石川郡白峰村桑島対岸
TD14	sandstone	赤岩層上部	手取層群	石川県石川郡白峰村百合谷林道
TD15	sandstone	赤岩層下部	手取層群	石川県石川郡白峰村百合谷林道
TD16-1	orthoquartzite pebble	赤岩層下部	手取層群	石川県石川郡白峰村百合谷林道
TD16-2	orthoquartzite pebble	赤岩層下部	手取層群	石川県石川郡白峰村百合谷林道
TD16-3	orthoquartzite pebble	赤岩層下部	手取層群	石川県石川郡白峰村百合谷林道
TD17	mica-rich fine sandstone	赤岩層下部	手取層群	石川県石川郡白峰村百合谷林道
TD18	sandstone	赤岩層下部	手取層群	石川県石川郡白峰村百合谷林道
TD19	calcareous siltstone	桑島層	手取層群	石川県石川郡白峰村赤谷大橋東
TD20	granite	飛騨かこう岩	飛騨帯	石川県石川郡白峰村小嵐滝
TD21	granite	飛騨かこう岩	飛騨帯	石川県石川郡白峰村大嵐谷入口
TD22	gneiss	飛騨片麻岩	飛騨帯	石川県石川郡白峰村大嵐谷入口
TD23	sandstone	五味島層?	手取層群	石川県石川郡白峰村深瀬西
TD24-1	granite pebble	五味島層	手取層群	石川県石川郡白峰村深瀬西
TD24-2	conglomerate	五味島層	手取層群	石川県石川郡白峰村深瀬西
TD24-3	granite pebble	五味島層	手取層群	石川県石川郡白峰村深瀬西
TD24-4	conglomerate	五味島層	手取層群	石川県石川郡白峰村深瀬西

表1 (続き)

2000年度採集資料

資料番号	岩石名	地層名	地帯	採集地
TD25	pebble group (別掲)	赤岩層下部	手取層群	石川県石川郡白峰村大杉谷林道沿い
TD26	sandstone	赤岩層下部	手取層群	石川県石川郡白峰村大杉谷林道沿い
TD27	pebble group (別掲)	赤岩層下部	手取層群	石川県石川郡白峰村大杉谷林道イモイワ谷
TD28	sandstone	赤岩層下部	手取層群	石川県石川郡白峰村大杉谷林道イモイワ谷
TD29	pebble (別掲)	赤岩層下部	手取層群	石川県石川郡白峰村大杉谷林道イモイワ谷
TD30	sandstone	明谷層	手取層群	石川県石川郡白峰村大道谷太田谷沿林道
TD31	sandstone	明谷層	手取層群	石川県石川郡白峰村大道谷太田谷沿林道
TD32	sandstone	明谷層	手取層群	石川県石川郡白峰村大道谷東1 Km
TD33	granite		飛騨帯	石川県小松市大日川新保町南2 Km
TD34	porphyry		面谷流紋岩	石川県石川郡白峰村大道谷北西4 Km
TD35	sandstone	桑島層	手取層群	石川県石川郡白峰村桑島ずい道右上
TD36	sandstone	桑島層	手取層群	石川県石川郡白峰村桑島ずい道右上
TD37	granite		飛騨帯	石川県石川郡尾口村目附谷林道沿い谷合流点
TD38	gt-bearing granite		飛騨帯	石川県石川郡尾口村目附谷林道沿い谷合流点
TD39	granite		飛騨帯	石川県石川郡尾口村目附谷林道沿い谷合流点
TD40	granite		飛騨帯	石川県石川郡尾口村目附谷林道沿い谷合流点
TD41	granite		飛騨帯	石川県石川郡尾口村目附谷林道沿い谷合流点
TD42	gneiss		飛騨帯	石川県石川郡尾口村尾添川・ハライ谷合流点
TD43	gneissose granite		飛騨帯	石川県石川郡尾口村尾添川・ハライ谷合流点
99080807	sandstone	桑島層	手取層群	石川県石川郡尾口村目附谷鳴谷山東
99080810	sandstone	桑島層	手取層群	石川県石川郡尾口村目附谷鳴谷山東

conglomerate

資料番号	岩石名	資料番号	岩石名
TD27-1	porphyry	TD25-1	tourmaline gneiss
TD27-2	rhyolite	TD25-2	conglomerate
TD27-3	gneiss	TD25-3	granite
TD27-4	quartz aggregate	TD25-4	rhyolite
TD27-5	rhyolite	TD25-5	diorite porphyry
TD27-6	granite	TD25-6	gneiss
TD27-7	gneiss	TD25-7	gneiss
TD27-8	hornfels	TD25-8	tourmaline gneiss
TD27-9	quartzite	TD25-9	quartzite
TD27-10	porphyry	TD25-10	rhyolite
TD27-11	granulite	TD25-11	hornfels
TD27-12	gneiss	TD25-12	hornfels
TD27-13	gneiss	TD25-13	quartzite
TD27-14	porphyry	TD25-14	tourmaline gneiss
TD27-15	rhyolite	TD25-15	tourmaline gneiss
TD27-16	granulite	TD25-16	rhyolite?
TD27-17	quartz vein	TD25-17	porphyry
TD27-18	volcanic breccia	TD25-18	gneiss
TD27-19	hornfels	TD25-19	volcanic breccia
TD29-1	quartzite	TD25-20	andalusite hornfels
TD29-2	quartzite		
TD29-3	quartzite		

である。ジルコンはウラン量が低く、特に、数億年程度の若い形成年代のものについては精度の高い測定ができない。これに対して、その他の鉱物はウラン量が高く、数%以内の精度で年代を求めることができる。

ウランの標準試料には、酸化物を高压で合成した γ UO₃を使用し、トリウムは合成したThO₂を使用した。これらの標準試料は、酢酸ウラニールなどの純粋なものから合成し、他の元素を含まない純粋な酸化物である。一方、鉛の標準試料には、PbCrO₄を使用した。

年代値は、初生的な鉛の含有量が0と仮定して求めた(Holmes, 1931)。従って、EPMAの化学分析値一点について一つの化学年代が得られる。これらの年代値の頻度分布での集中のパターンとその値によって、供給源に対する検討が可能になる。

白峰村地域の飛驒変成岩類の年代

手取層群の基盤を構成する白峰村周辺地域の飛驒変成帯から採集した岩石は、10試料である。それらの試料から得られたモナザイトおよび閃ウラン鉱年代値の範囲を図2に示した。目附谷および手取川ダム湖周辺の2ヶ所から得られた変成岩類の年代値は、モナザイトでは1億8千万年から2億2千万年の範囲で、1億8千万年の若い年代は閃ウラン鉱によるものである。また図2には示していないが、白峰村地域の西に位置する小松市大日川の試料では、モナザイトの中心部で2億5千万年の結果が得られ、周辺部は白峰村地域と同じ2億年前後であった。

飛驒帯の変成岩類や花こう岩類の年代については、主として富山県や岐阜県に分布する試料を用いて求められている(桐座他, 2000; 相馬他, 2001)。モナザイトは、約30個の試料で測定されており、2億7千万年から1億8千万年の年代幅をもち、約2億年に頻度の集中が認められる。約40個の試料から得られた閃ウラン鉱の年代は、2億4千万年と2億年に二つの明瞭な集中を持つ。飛驒変成岩類のジルコンからは、このような年代に加えて3~3.5億年および18~20億年、さらに古い年代も得られているが、モナザイトや閃ウラン鉱からはそのような古い年代は得られていない。

手取層群の砂岩中の碎屑性モナザイト年代

モナザイトは、花こう岩及び片麻岩などの高温で酸性の岩石に由来する。モナザイトの示す年代は、それらの岩石の生成年代や高温の変成年代である。その年代の頻

度分布から、後背地の特徴を知ることができる。

白峰村及び周辺地域の手取層群の砂岩中のモナザイト年代の頻度分布を図3に示す。全体に、2~3億年と、18~20億年にデータの集中が認められ、その中間の年代や20億年を越える粒子はほとんど含まれていない。

白峰村周辺地域の手取層群最下部の五味島層のTD23の試料では、ほとんどのモナザイト年代は3億年以下で18~20億年を示すものはわずかである。この結果は、碎屑物が周囲の基盤の飛驒帯から運ばれたことを示し、五味島層中の礫が後述のように3億年より若い花こう岩や片麻岩からなることと調和している。

同じ石徹白亜層群の桑島層は、年代頻度から2種類の砂岩が存在することで特徴づけられる。すなわち2~3億年のモナザイトに加えて、18~20億年のモナザイトがほとんどない砂岩(TD35)と多い砂岩(TD12)が存在する。さらに、その上位の赤岩層上部まで、この2種類の砂岩が存在する。これに対して、最上位の明谷層では、2~3億年のモナザイトに加えて18~20億年のモナザイトの両方が認められる砂岩だけになる。

手取層群の砂岩のモナザイトのU-Th-Pb化学年代の頻度分布が異なるのは、供給源の違いを反映している。すなわちジュラ紀から白亜紀にかけての手取層群の堆積中の後背地が変化したり、後背地での造山運動が進行したことを示唆している。予察的に行った福井県の真名川地域に産する手取層群の最下部層の九頭竜亜層群の砂岩2試料からは、2~3億年のモナザイトを欠き、約19億年のモナザイトしか見いだされていない。

手取層群の砂岩の碎屑性モナザイト年代の特徴は、18~20億年のモナザイトが認められることである。一方、基盤の飛驒変成帯ではそのような年代のモナザイトは認められていない(相馬他, 2001)。従って、手取層群を形成した碎屑粒子は、五味島層を除いて、必ずしも飛驒変成帯から供給されたのではない。中国大陸の北半分から韓半島北部は、北中国(中朝)プレートに帰属しており、約18~20億年の花こう岩類が広く分布しており(Wang, 1986)、手取層群を形成した碎屑物の供給源であったと考えられる。一方、Wang(1986)によれば、南中国(揚子)プレートの花崗岩類の卓越年代は約8億年であり、南中国プレートからの供給は少なかったと考えられる。

砂岩中のザクロ石の化学組成

砂岩には、ザクロ石が高い頻度で現われる。Mgに富むパイロープ成分やFeに富むアルマンディン成分に富

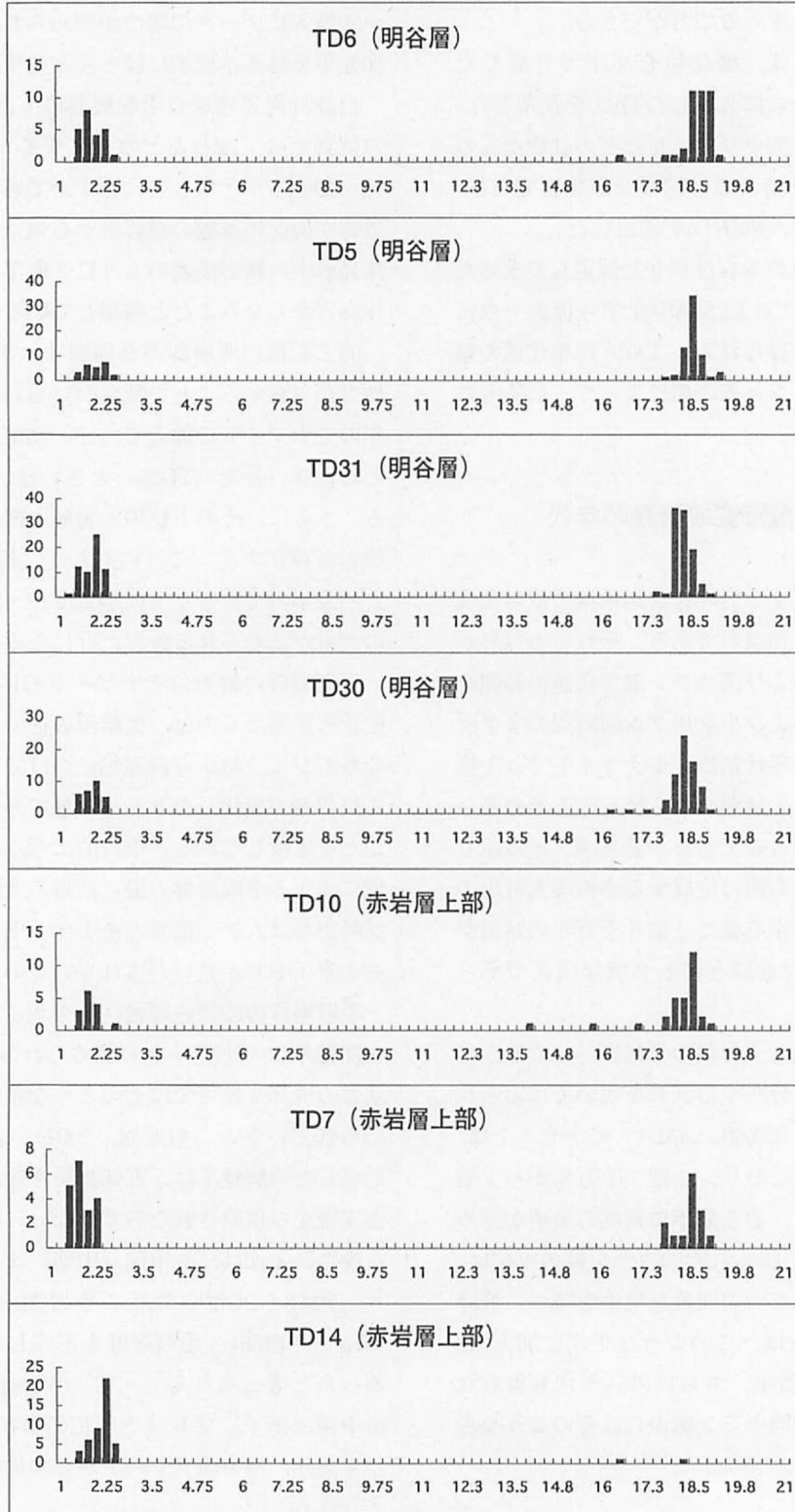


図3 手取層群の砂岩中のモナザイト年代の頻度分布
横軸：年代（億年），縦軸：測定個数

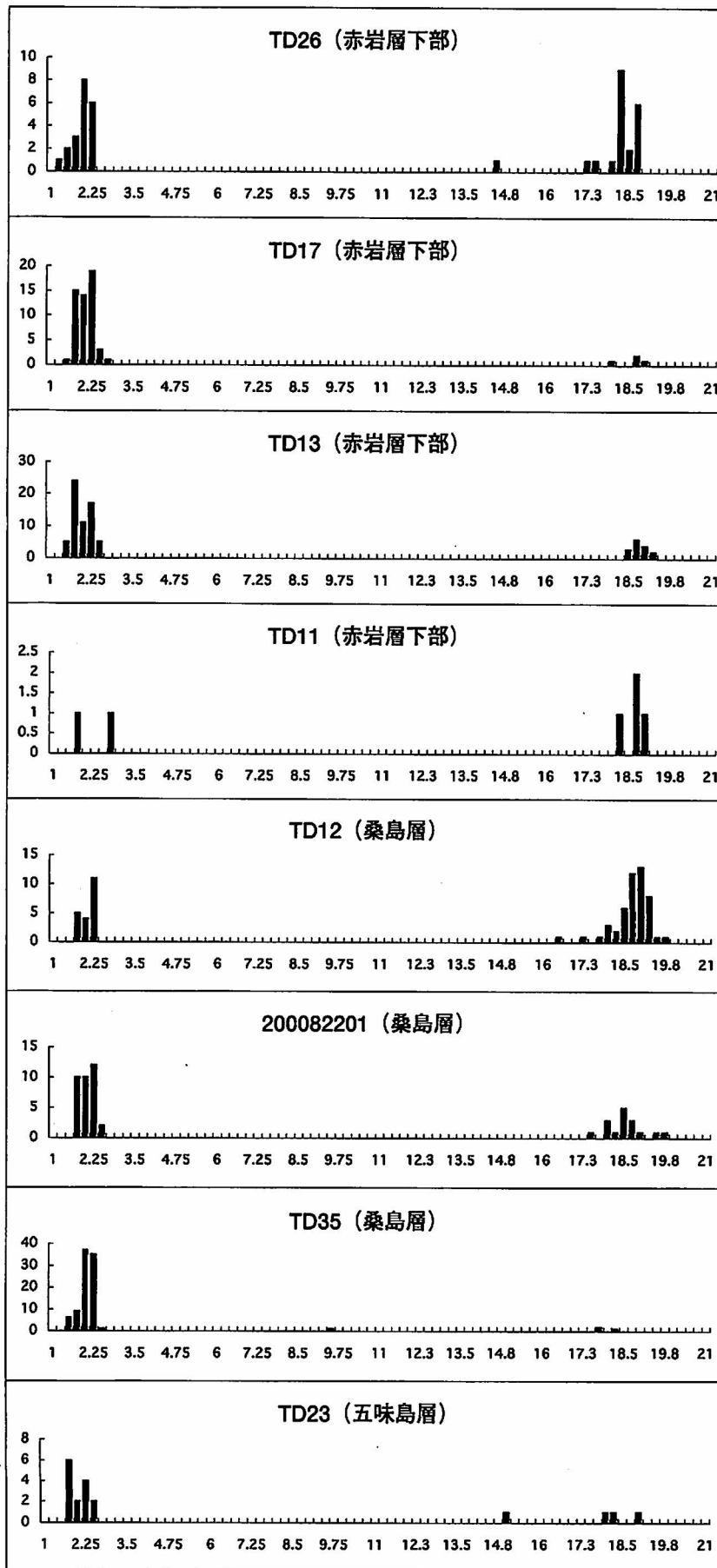


図3 (続き)

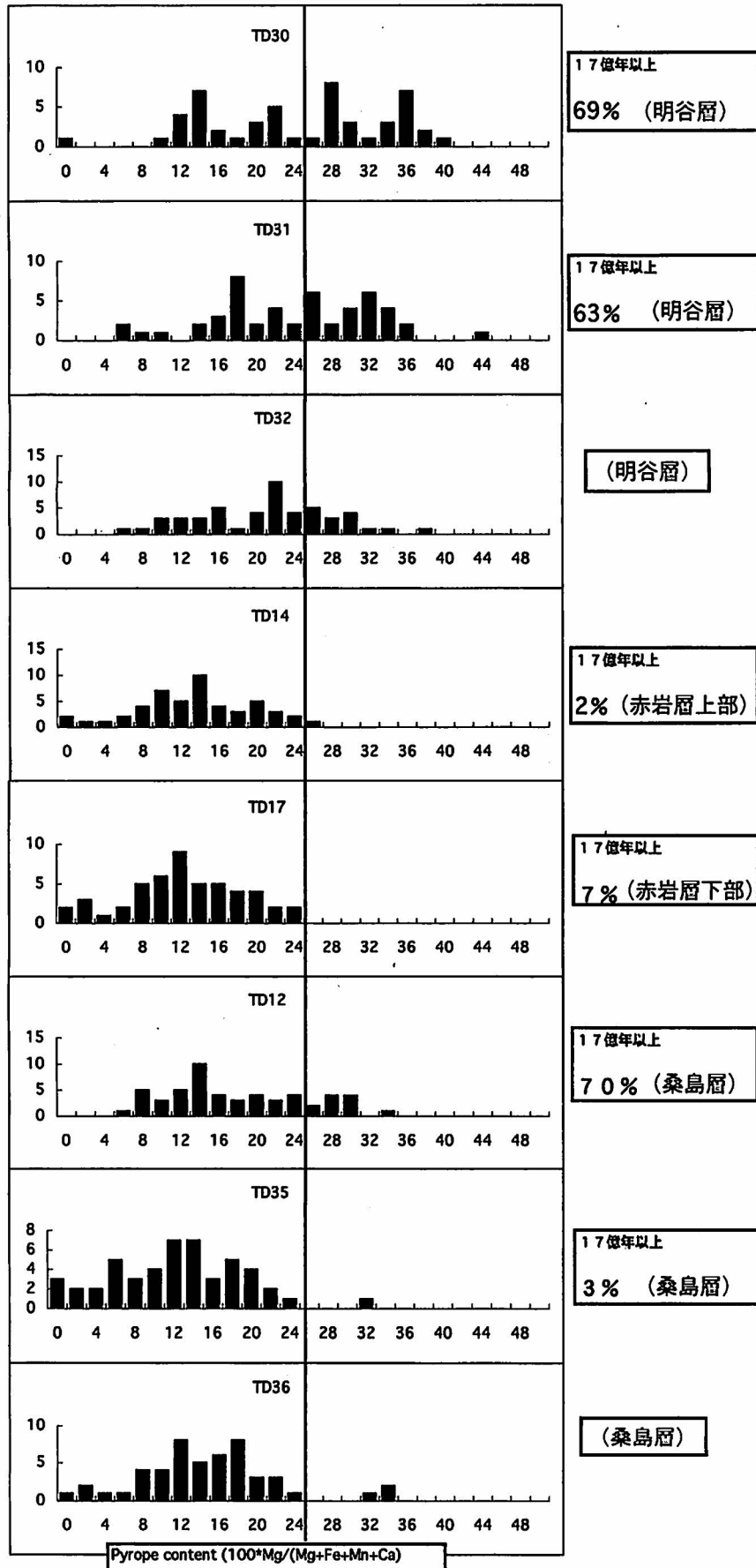
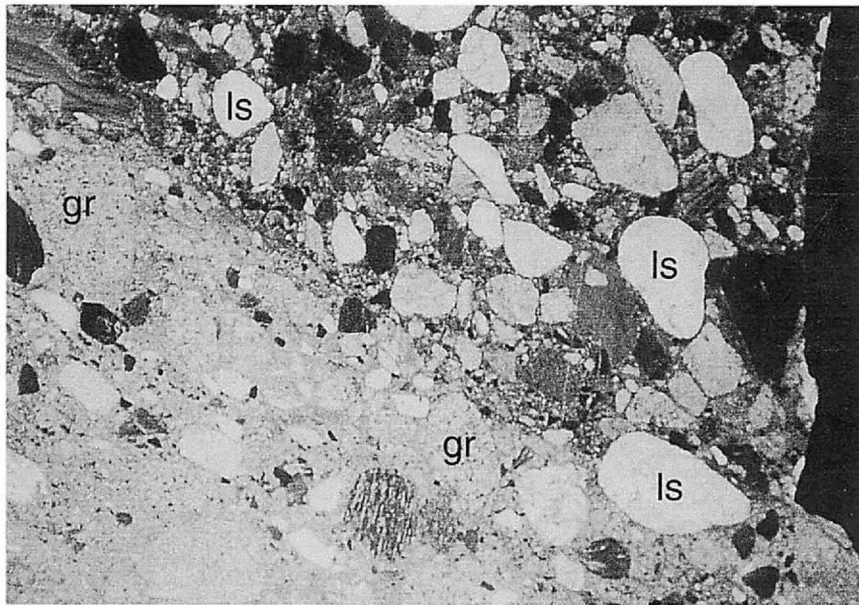


図4 砂岩中のザクロ石の科学組成とモナザイト年代の頻度との関係
横軸：パイロープ量，縦軸：測定個数



(a) 五味島層の礫層



(b) 赤岩層の礫層

図5 五味島層と赤岩層の礫層 (gr：かこう岩, ls：結晶質石灰石)
赤岩層中の礫種の殆どは石英砂岩

むザクロ石は、高温の変成岩に産するので、ザクロ石の化学組成も後背地を考える上で重要な情報源となる。一般に、パイロプ成分の濃度が25%以上を持つザクロ石は、高い変成度のグラニュライト相程度の片麻岩に由来し、パイロプ成分が25%以下のザクロ石は、比較的低い変成度の角閃岩相程度の変成岩に由来すると考えられている。白峰村地域の手取層群の碎屑性ザクロ石の組成については、大林(1995)によっても報告されている。

図4に、下部の桑島層から上部の明谷層にかけての砂岩8試料中のザクロ石のパイロプ成分濃度の頻度を示す。また同図には、共存するモナザイトの年代のうち17億年以上のものの割合を示した。分析したザクロ石はほ

ほ均質である。このデータからは、ザクロ石の化学組成の頻度分布に二つのパターンがあることが分かる。1つは、パイロプ成分が10~40%の範囲に広がるもの。もう1つは、パイロプ成分が0~25%の範囲にあるものである。ザクロ石の化学組成による2つのグループと層序は、必ずしも対応していない。しかしながら、パイロプ成分が低いザクロ石を含むグループは、古い年代のモナザイトが極めて少ない砂岩に対応するという特徴がある。

飛驒変成岩類からはパイロプ成分に富むザクロ石は記載されていないので、そのようなザクロ石の供給源は飛驒変成帯ではなく現在の大陸地域であると思われる。

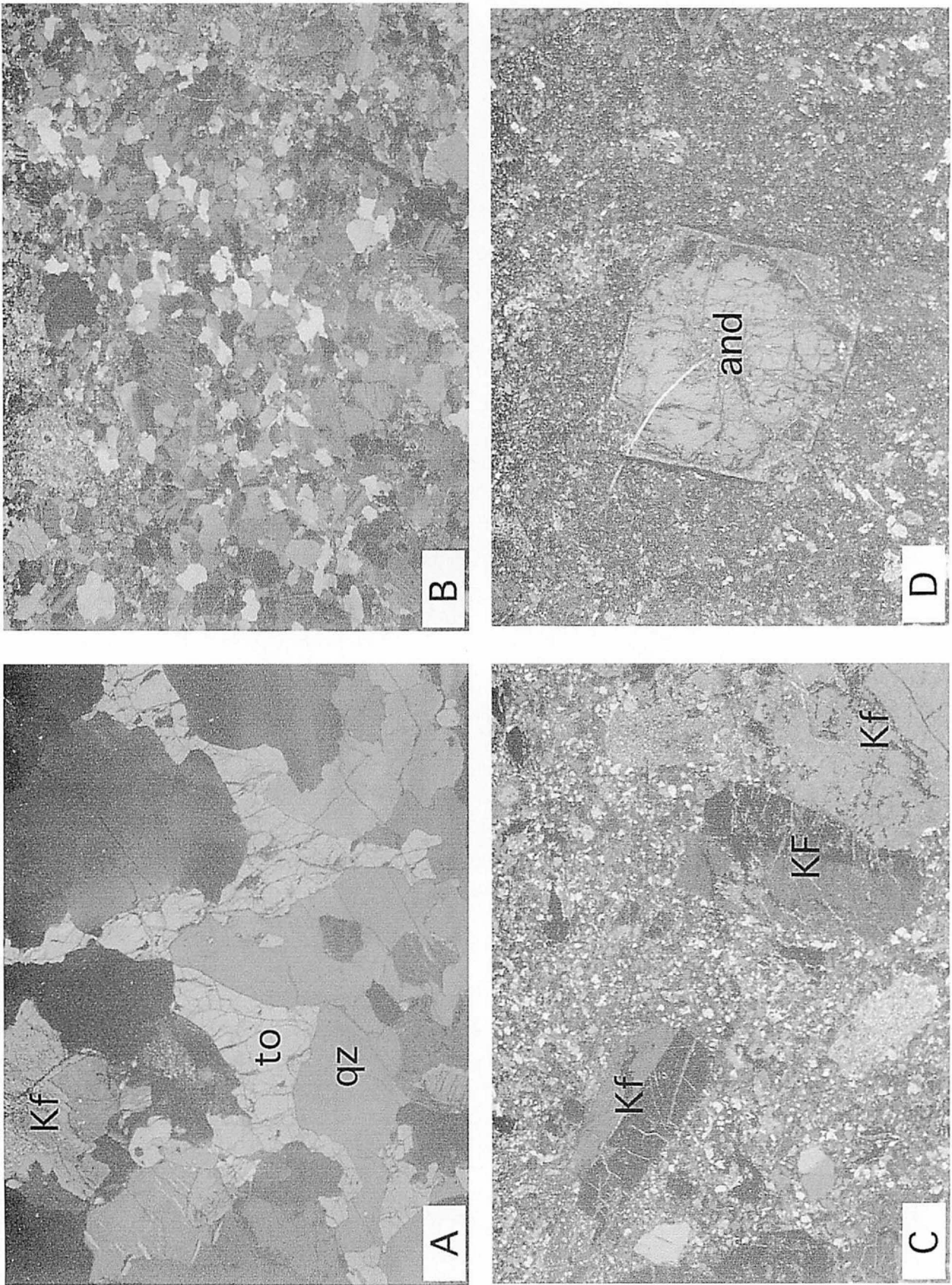


図6 赤岩層中の糜の偏光顕微鏡写真 (直行ポラーラー)
A: 電気石を含む片麻岩 (to: 電気石, qz: 石英), B: 石英, C: 流紋岩 (Kf: カリ長石), D: ホルンフェルス (and: 紅柱石)

またパイロブ成分に富むザクロ石が多い砂岩では、17億年以上の年代を示すモナザイトも多く、碎屑物の供給源が古い大陸地域であったとする考えと調和的である。

五味島層及び赤岩層中の礫種

飛驒帯の片麻岩類を不整合に被う五味島層の礫種は、片麻岩、花こう岩、結晶質石灰岩などの基盤岩類から構成される(図5(a))。一方、赤岩層の礫の殆どは石英砂岩で、他の岩石種は極めて少量である(図5(b))。石英砂岩以外の岩石は、図7に示すように限られたものであるが、片麻岩、火山岩類、ホルンフェルスなどがある。

これらの礫の中で、日本では極めて少ない種類として、porphyryとtourmaline gneissがある。前者は、カリ長石の大きな斑晶を特徴とし、典型的なporphyryである(図6c)。なお、日本で一般的にporphyryと記載されているものはカリ長石の斑晶が少ないdiorite porphyry又はporphyriteである。tourmaline gneissは、大きなtourmalineの結晶(図6A)を含み、日本の変成岩に見られるようなzoningを示すものとは違っている。そのため、日本列島起源とは考えられない。また、変成岩には飛驒変成岩には見られない細粒のグラニュライト(図6B)も見られる。紅柱石に富んだホルンフェルス(図6D)も観察される。これらの礫について、石英砂岩中のモナザイト年代と、片麻岩や花こう岩のモナザイトに加えて閃ウラン鉱、ジルコン年代が求められた。

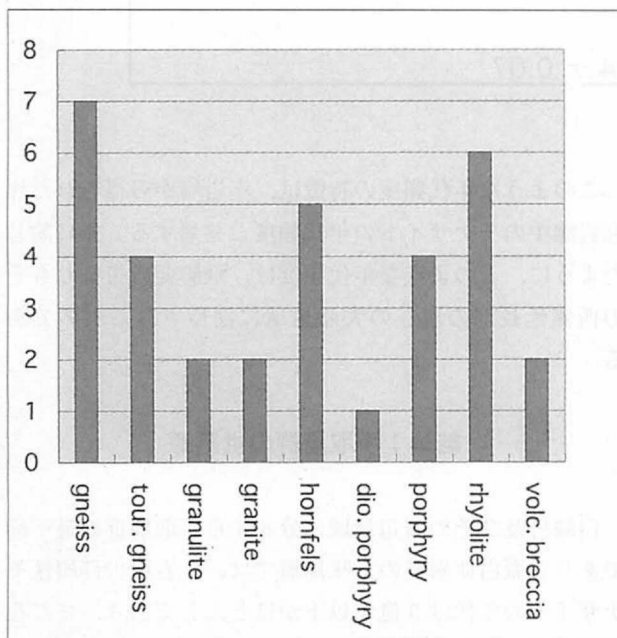


図7 赤岩層中の石英砂岩を除いたレキの種類と頻度

花こう岩や片麻岩礫の年代

表2に採集した五味島層と赤岩層中の礫の種類と測定された年代を示す。最下部層である五味島層の花こう岩や片麻岩礫中のモナザイト年代は、周囲の飛驒帯の花こう岩や片麻岩中のものとはほぼ同じ1億8千万～2億4千万年前後であった。またジルコンや閃ウラン鉱の年代もその範囲に入る。ただし、TD4-11の片麻岩礫では、ジルコンは1粒1粒の年代が異なっており、16～22億年を示す粒も見られた。これらのジルコン年代はこの岩石の生成年代そのものを示すのではなく、片麻岩の源岩が砂岩で、いろいろな年代の碎屑性ジルコンを含み、変成作用を受けても年代の若返りがなかったことを示している。

赤岩層の礫では、花こう岩2個と片麻岩類13個が測定されたが、モナザイトやジルコンの多くはメタミクト化しており、わずか6試料からモナザイトの化学年代が得られたにとどまる。測定できた試料はいずれも片麻岩であった。1試料(TD27-16)は、周囲の飛驒変成岩の年代とほぼ同等であるが、5試料はほぼ19億年の年代を示す。また、2試料は、モナザイト粒子の周辺部から2億4千万年の結果が得られている。

白峰村及び周辺地域の手取層群の砂岩中には、図3に示すように2～3億年に加えて19億年のモナザイトが多く存在する。一方、周囲の飛驒変成岩や花こう岩から得られたモナザイト年代は1億7千万～2億4千万年であり、古い年代を示すモナザイトを持つ岩石はこの地域から発見されていない。

五味島層から得られた花こう岩および変成岩礫から得られたモナザイト年代は、砂岩の基質から得られたモナザイトの年代および基盤の飛驒変成岩類のモナザイト年代と調和的である。このことは、五味島層を形成した碎屑物や礫が、主として飛驒変成帯から供給されたことを示す。

赤岩層の花こう岩および片麻岩礫中のモナザイトは、飛驒変成帯の花こう岩や片麻岩に認められない約19億年という年代を示す。このことは、赤岩層を形成した碎屑物や礫の供給源は、基盤である飛驒変成帯ではないことを示す。しかしながら、礫中のモナザイトには、リムにおいて約2.4億年という飛驒変成作用を特徴づける年代が得られている。飛驒変成帯は、北中国プレートと南中国プレートの衝突帯の東端に位置すると考えられており、現在の大陸地域にある衝突帯の西側部周辺には、約19億年の年代で特徴づけられる大陸地殻が露出してい

表2 五味島層及び赤岩層中の片麻岩とかこう岩の年代

五味島層中の礫		単位 億年		
資料番号	岩石名	Uraninite age	monazite age	zircon age
TD4-2	gneiss		1.86 ± 0.06	core 2 - 21
TD4-1 1	gneiss		2.3 ± 0.2	16 - 22
TD 1	granite	2.24 ± 0.14		ap. 2.5
TD2	granite	1.81 ± 0.02		
TD4-1	granite		2.32 ± 0.09	sec. 1.7 ± 0.4
TD4-3	granite		1.80 ± 0.05	ap. 2.4
TD4-4	granite		2.23 ± 0.12	ap. 3.0
TD4-5	granite	1.89 ± 0.03		1.9 ± 0.2
TD4-6	granite		core 2.20 ± 0.15 rim 1.74	
TD4-9	granite			sec. 2.0 ± 0.4
TD2 4-1	granite	ap. 2.4		
TD2 4-3	granite		2.31 ± 0.06	ap. 2.2

赤岩層中の礫		単位 億年		
資料番号	岩石名	monazite		
TD2 7-3	gneiss	>18.3		
TD2 7-7	gneiss	core >17.7 rim 2.43 ± 0.14		
TD2 7-1 2	gneiss			
TD2 7-1 3	gneiss			
TD2 5-6	gneiss	18.9 ± 0.19		
TD2 5-7	gneiss	19.1 ± 0.17 rim 2.43 ± 0.17		
TD2 5-1 8	gneiss			
TD2 5-1	tour.gneiss	>18.2		
TD2 5-8	tour.gneiss			
TD2 5-1 4	tour.gneiss			
TD2 5-1 5	tour.gneiss			
TD2 7-6	granite			
TD2 5-3	granite			
TD2 7-1 1	granulite	Hy thornite		
TD2 7-1 6	granulite	1.84 ± 0.07		

2.4億年に変成作用を被った可能性があり、白峰地域の手取層群を形成した碎屑物の供給源であった可能性が高い。

石英砂岩礫中のモナザイト年代

石英砂岩礫は、手取層群上位にあたる赤岩層上部および下部層中に存在する礫岩層から採集された。3試料の石英砂岩のモナザイトの年代が測定され、その測定結果は図8に頻度分布として示す。赤岩層上部からのTD8-7および下部のTD16-2の試料では、モナザイト年代は18～19億年の範囲に入る。一方TD16-1では2～3億年のモナザイトが古いモナザイトの周辺部にリムとして存在する。

このような年代頻度の特徴は、赤岩層から得られた片麻岩礫中のモナザイトの年代頻度と共通する。先に論じたように、このような年代頻度は、飛騨変成帯よりもその西側延長部の現在の大陸地域に期待されるものである。

結論：手取層群の供給源

白峰村及びその周辺地域に分布する手取層群の最下部であり石徹白亜層群の五味島層では、砂岩中の碎屑性モナザイトの年代は3億年以下がほとんどであり、また花こう岩および片麻岩礫中のモナザイト年代も殆どが3億年以下である。このことは、五味島層の碎屑物は基盤である飛騨帯から供給されていたことを示している。

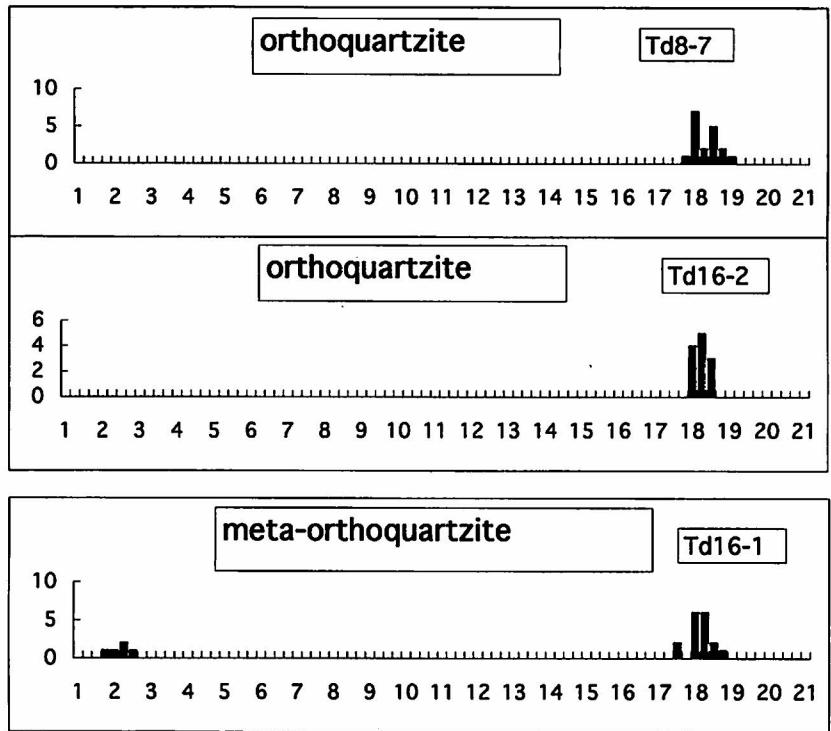


図8 赤岩層中の石英砂岩レキ中のモナザイト年代の頻度分布
横軸：年代（億年），縦軸：測定個数

五味島層の上位層であり同じ石徹白亜層群に属する桑島層や、さらに上位の赤岩亜層群に属する赤岩層では、2～3億年に加えて18～20億年の年代を示すモナザイト粒子を含む砂岩が多くみられる。最上部層である明谷層の砂岩では、約2億年のモナザイトより18～20億年を示すモナザイトが多くなる。赤岩層中の礫の多くが石英砂岩であり、少量の片麻岩礫を伴う。これらの礫から得られたモナザイト年代の多くは18～20億年を示している。

18～20億年のモナザイトを含む火成岩類や変成岩類は日本列島にはなく、手取層群のそのような年代を示す碎屑性モナザイトは、直下の飛騨変成帯ではなく、現在の大陸地域の古い岩石から供給されたことは明らかである。赤岩層に多く見られる石英砂岩の礫は、古いモナザイトを含んでおり、手取層群を作った碎屑物の供給源の一つと考えられる。赤岩層の礫には、日本列島にはまれなカリ長石を多く含んだporphyryが多く見られる。このような岩石も大陸の供給源である地域の主要な構成物であったと考えられる。石英砂岩以外の礫種の量は少ないが、それらの岩相は石英砂岩より脆いために、運搬過程で壊されたものと考えられる。

石英砂岩の1試料で、中心部が19億年、周囲が2億年前後の年代を示すモナザイト粒子が認められた。このような石英砂岩は、飛騨変成作用を被った岩石からの碎屑

物で形成されたとするよりも、古い石英砂岩が飛騨変成作用に相当する変成作用を被ったものであるとするのが妥当である。また、片麻岩礫でも19億年の年代と2億4千万年の変成年代を示すものが2個観察された。

これらのことは、桑島層より上部の手取層群を作った碎屑物は、直下の飛騨変成帯から供給されたのではなく、飛騨変成帯の西側延長部の韓半島や中国大陸などの古い大陸から供給されたことを示唆する。2～3億年の年代は、東アジアでは、北中国プレートと南中国プレートの境界の衝突変成帯を特徴づけるものであり、衝突変成帯の東端部である飛騨変成帯からも普遍的に見いだされる。しかしながら、飛騨変成帯からは18～20億年のモナザイトが報告されていない。一方、北中国プレートでは、2～3億年の年代に加えて、18～20億年の花崗岩類が卓越する(Wang, 1986)。ただし、現在の中国大陸の北京北東部には、約38億年前のジルコンを含む片麻岩類が産出しているが(Liu et al., 1992)、今回の試料ではそのような古い年代が測定されていない。従って、1500万年前に日本海が開くまでは、飛騨変成帯は、現在の韓半島の東側に位置していたので(Otofuji et al., 1985)、手取層群の碎屑物の供給源は、朝鮮半島北部が最も可能性が高いと考えられる。

文 献

- Holmes, A. (1931) Radioactivity and geological time. Bull. National Research Council, **80**, 124-459.
- 石川県教育委員会 (1978) 手取川流域の手取統珪化木産地調査報告書. 石川県教育委員会文化財保護課編集, 石川県教育委員会発行, 301p.
- 粕野義夫・山田一雄・東野外志男 (1998) 「白峰」・「白川村」(石川県分) 表層地質図 (1/5万)・同説明文. 土地分類基本調査「白峰・白川村・下梨」(石川県分), 22-33, 石川県農林水産部農地整備課発行.
- 粕野義夫・山田一雄・東野外志男 (1999) 「越前勝山」・「白山」(石川県分) 表層地質図 (1/5万)・同説明文. 土地分類基本調査「越前勝山・白山」(石川県分), 18-28, 石川県農林水産部農地整備課発行.
- 梶原圭太郎・後藤篤・堤之恭・佐野有司・横山一己・相馬恒雄 (2000) 飛騨変成帯の船津花崗岩類の年代論. 日本岩石鉱物鉱床学会 平成11年度学術講演会要旨, 62.
- Liu, D.Y., Nutman, A.P., Compston, W., Wu, J.S. and Shen, Q. H. (1992) Remnants of >3800Ma crust in the Chinese part of the Sino-Korean craton. *Geology*, **20**, 339-342.
- 前田四郎 (1961) 福井県九頭竜川南域の手取層群の層序, 地質学雑誌, **67**, 23-31.
- Otofujii, Y., Matsuda, T. and Nohda, S. (1985) Opening mode of the Japan Sea inferred from the paleomagnetism of the Japan Arc. *Nature*, **317**, 603-604.
- 大林達生 (1995) 碎屑性ザクロ石の化学組成からみた石川県白峰地域の手取層群の後背地, 地質学雑誌, **101**, 235-248.
- Shibata, K. and Adachi, M. (1972) Rb-Sr and K-Ar geochronology of metamorphic rocks in the Kamiaso conglomerate, central Japan. *J Geol Soc Japan*, **78**, 265-271.
- 相馬恒雄・梶原圭太郎 (1993) 飛騨ナップの形成と中生層のテクトニクス: 飛騨地域の構造発達史. 地質学論集, **42**, 1-20.
- 相馬恒雄・梶原圭太郎・後藤篤・横山一己 (2001) CHIME年代からみた飛騨変成帯構成岩類の生成の時空間 平成10年度~平成12年度科学研究費補助金(基盤研究(C)(2))研究成果報告書.
- Wang, H. (1986) Geotectonic development. In Yang et al. ed., *The Geology of China*, Clarendon press, Oxford, 256-289.

要 旨

横山一己・東野外志男・梶原圭太郎・後藤篤, 2002, 石川県白峰村地域の手取層群の砂岩中のモナザイト年代とかこう岩・片麻岩礫の年代測定. 手取川流域中生代手取層群調査報告書, 57-70.

手取層群を形成した碎屑物の供給源を推定するために, 石川県白峰地域に分布する手取層群の砂岩中および花こう岩, 片麻岩, 石英砂岩礫中のモナザイトのU-Th-Pb化学年代と, 基盤である飛騨帯の花こう岩や片麻岩中のU-Th-Pb鉱物の化学年代が測定された。これらの年代測定は, 主にモナザイトの測定によるが, 一部の花こう岩ではジルコンやトール石, 閃ウラン鉱の年代も測定された。

砂岩中の碎屑性モナザイトの年代は, 石徹白亜層群最下部の五味島層では, 殆どが1億8千万年~2億4千万年前後であるが, その上位の桑島層では, 約19億年と1億8千万年~2億4千万年に年代が集中した。それらの中間の年代を示すものは殆ど見られない。同様に赤岩亜層群の赤岩層および明谷層の砂岩も, モナザイトの19億年と1億8千万年~2億4千万年のピークによって特徴づけられる。