

北上・阿武隈山地に分布する中・古生界の砂岩組成*

大上和良**・越谷 信**・永広昌之***

Compositions of the Paleozoic to Mesozoic sandstones distributed in the Kitakami and Abukuma Mountains, Northeast Japan

Kazuyoshi Okami**, Shin Koshiya** and Masayuki Ehro***

Abstract In the Kitakami and Abukuma Mountains, Paleozoic to Mesozoic sandstones are widely distributed with peculiar compositions reflecting the tectonic movement and geology of the hinterland during each geologic age.

Q-F-R diagram of the sandstones of each geologic age shows that the Silurian and Jurassic sandstones of the South Kitakami and Abukuma Mountains, and Upper Cretaceous sandstones of the Abukuma Mountains are concentrated along the Q-F side (quartzose and feldspathic), that the Permian sandstones of the South Kitakami Mountains, Lower-Upper Cretaceous and Paleogene sandstones of the Kitakami Mountains are concentrated along the Q-R side (lithic), and that the Devonian and Carboniferous sandstones of the South Kitakami Mountains are concentrated along the F-R side. The three types of sandstones are indicative of their derivation from a continental setting (including granitic rocks), underlying sedimentary rocks (chert and argillite) and an arc setting with volcanics, respectively. Their geologic setting nearly coincides with the tectonic environments recognized from geologic surveying. The Triassic sandstones of the South Kitakami Mountains and Paleogene sandstones of the Abukuma Mountains plot in the central field of the Q-F-R diagram, suggesting a complex geologic setting. The Jurassic sandstones of the South Kitakami and Abukuma Mountains change in composition with time, implying that both regions belong to the same petroprovenance.

The accretionary complex in the North Kitakami Mountains with exotic blocks of Carboniferous to Triassic limestones and Permian to Triassic cherts are inferred to be Jurassic to Early Cretaceous in age. At present, the tectonic division of the North Kitakami Mountains is under discussion. The sandstones of the "Northern Kitakami Belt" are rich in plagioclase. In contrast to this, those of the "Iwaizumi Belt" and "Taro Belt" are rich in K-feldspar. The differences in both sandstones are also clear in chemical composition. For example, in the diagram K_2O/Na_2O-SiO_2 , the sandstones of the "Northern Kitakami Belt" plot in the fields of oceanic island arc and active continental margin, and those of the "Iwaizumi Belt" and "Taro Belt" plot in the fields of active continental and passive margins. The Jurassic to Early Cretaceous rocks in the North Kitakami Mountains can be divided into two areas in terms of sandstone composition.

Key words: sandstone, compositional change, Kitakami and Abukuma Mountains, Paleozoic and Mesozoic, provenance

* 日本地質学会東北支部会 1991 年度総会並びに学術講演会で一部講演。

** 岩手大学工学部資源開発工学科, Department of National Resource Development, Faculty of Engineering, Iwate University, Morioka 020, Japan.

*** 東北大学教養部地学教室, Department of Earth Sciences, College of General Education, Tohoku University, Sendai 980, Japan.

はじめに

東北日本の北上・阿武隈山地にはシルル紀以降の堆積岩類が分布し、それぞれの地質時代の堆積環境と後背地を特徴づける砂岩を伴っている。砂岩の鉱物組成は碎屑物の供給源となる後背地の地質の推定に役立ち、当時の堆積環境や構造発達史を復元する上での重要な情報をもたらしてくれる。本論文では、筆者らがこれまでに検討してきた両山地の砂岩に、公表された資料を加えてシルル系から古第三系にいたる砂岩組成の特徴と時代的変遷を明かにし、それらと東北日本の構造発達史との関わりについて検討する。さらに、東北地方のジュラ系に特徴的に認められる石英・長石質砂岩については、化学分析値を基にした検討も行う。

地質概説

北上山地の先宮古統堆積岩類は“早池峰構造帯”を境に、堆積相が大きく異なることから、浅海性堆積物からなる南部北上山地と深海性堆積物からなる北部北上山地に大きく二分されると考えられてきた(吉田・片田, 1964)。しかしながら、近年“早池峰構造帯”に分布する超塩基性岩類(=早池峰複合岩類)が南部北上山地の古生界基盤であることが明らかにされ(大上ほか, 1986; 永広ほか, 1988; 小沢ほか, 1988)、“早池峰構造帯”は構造帯としての意義が薄れてきている。ここでは“早池峰構造帯”を南部北上山地に含め、南部北上山地と北部北上山地の境を“早池峰構造帯”の東縁を画す早池峰東縁断層(永広ほか, 1988)におく(Fig. 1)。

南部北上山地には、先シルル系花崗岩である氷上花崗岩類、変成岩類あるいは早池峰複合岩類を基盤として、石灰岩を伴うシルル紀以降の浅海性の粗粒な碎屑性堆積岩類が分布する。阿武隈山地東縁部にも南部北上山地と同様の堆積相を示す後期デボン紀以降の浅海性の堆積物が分布しており、南部北上山地と類似の構造発達史をもっている。

これに対して、北部北上山地に分布する先宮古統は、葛巻断層、田老断層を境界として、西方から石炭系～ペルム系からなる“北部北上帯”，三畳系～下部白亜系からなる“岩泉帯”，上部ジュラ系～下部白亜系からなる“田老帯”にこれまで構造区分されていた。しかしながら近年、これらの堆積物がチャートや石灰岩などの異地性岩体を含む付加体であること、異地性岩体を含むこれらの“帯”の碎屑岩類の

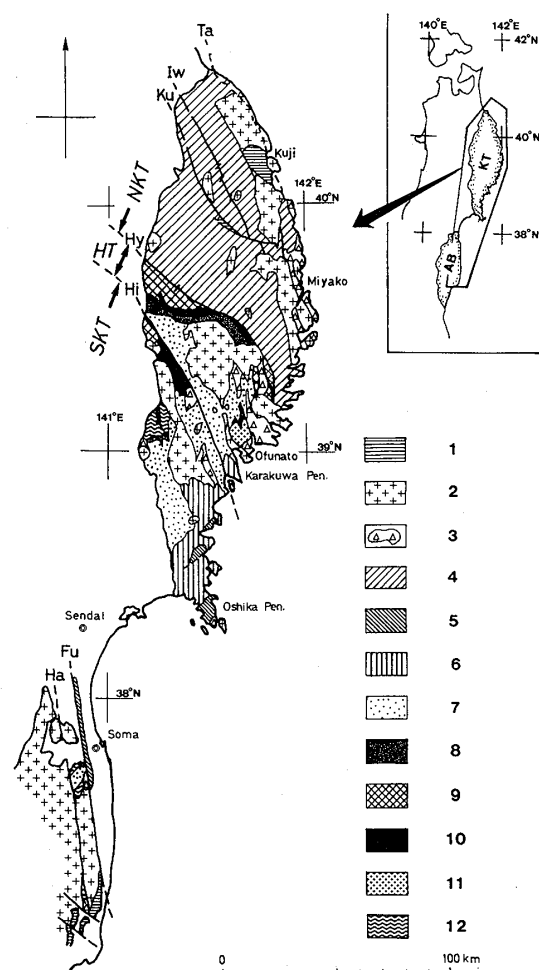


Fig. 1. Compiled geologic map of the Kitakami and Abukuma Mountains. 1: Upper Cretaceous and Paleogene, 2: Cretaceous granitic rocks, 3: Lower Cretaceous, 4: Mesozoic of the North Kitakami Mountains (Jurassic~Lower Cretaceous?), 5: Jurassic of the South Kitakami and Abukuma Mountains, 6: Triassic, 7: Permian and Carboniferous, 8: Devonian and Silurian, 9: Mesozoic and Paleozoic of the “Hayachine Tectonic Belt”, 10: Hayachine ultramafic rocks, 11: Hikami Granites, 12: Metamorphic rocks, KT: Kitakami Mountains, AB: Abukuma Mountains, NKT: North Kitakami Mountains, HT: “Hayachine Tectonic Belt”, SKT: South Kitakami Mountains, Ta: Taro Fault, Iw: Iwaizumi Tectonic Line, Ku: Kuzumaki Fault, Hy: Hayachine Eastern Marginal Fault, Hi: Hizume Kesenuma Fault, Fu: Futaba Fault, Ha: Hatakawa Shear Zone.

年代にほとんど差がなく、碎屑岩類の年代がジュラ紀～初期白亜紀であることが判明しつつある(たとえば、箕浦, 1983; 大上・永広, 1988; Minoura, 1990). 大上・永広(1988)は異地性岩体の年代や砂岩組成の違いに基づき, “岩泉帯”中を通る岩泉構造線で北部北上山地を二分する案を提唱している(Fig. 1). 含まれる異地性岩体の年代の東西での違いは, 西南北海道においても認められており(川村信人ほか, 1986; Kato, 1990), 岩泉構造線は道南地域まで追跡できる.

北部北上山地における付加体の形成とその後の花崗岩類の貫入を含む構造運動(大島造山運動: Kobayashi, 1941)により, 北上・阿武隈山地の先宮古統はほぼ現在の位置関係に定置した. 下部白亜系宮古統～古第三系は北上・阿武隈両山地の東縁に沿ってのみ分布する(Fig. 1).

古生界の砂岩

1. シルル系の砂岩

南部北上山地の中央部の日頃市, 八日町および奥火の土地域の川内層と北縁部の大迫地域の折壁峠層の砂岩をあつかう. 川内層は, 奥火の土地域で氷上花崗岩に不整合でかさなる溶結凝灰岩を主とする奥火の土火砕岩類(Murata *et al.*, 1982)を不整合に覆い(Kawamura, 1980; 川村信人, 1983), 他の2地域では氷上花崗岩を不整合に覆っている(村田

ほか, 1974; Okami & Murata, 1975; Murata *et al.*, 1982; 北上古生層研究グループ, 1982). 川内層には石灰岩が卓越し, 碎屑岩類は基底部付近にのみ発達する. 大迫地域の折壁峠層は下位に名目入沢層(=薬師川層: オルドビス系?)を伴う. 名目入沢層は早池峰複合岩類の上部を構成する小黒層を整合で覆う(永広ほか, 1988). 北縁部の折壁峠層は, 石灰岩にきわめて乏しく, 礫岩を伴う粗粒碎屑岩類が卓越しており, 一部に薄い酸性凝灰岩をはさむ. 日頃市と八日町の川内層の砂岩は石英, 長石を主とし, 岩片として花崗岩質岩, 花崗斑岩などを含む長石質砂岩である. これに対して, 奥火の土地域の砂岩は, 下位の溶結凝灰岩の岩片を多く含む岩片質砂岩からなる(Fig. 2). 溶結凝灰岩片を除くと, 他の2地域の砂岩組成と類似する. 一方, 折壁峠層の砂岩は, 下部と判断される長石質の1試料を除くと, いずれも岩片質である. 岩片は花崗岩質岩, デイサイト, 玄武岩, 溶結凝灰岩などからなる. 岩片が70%を超える砂岩もある.

中央部地域と北縁部地域の砂岩を Q-KF-PL 図上で比較すると, 前者はカリ長石に富み, 後者は斜長石に富む(Fig. 2).

2. デボン系の砂岩

日頃市地域の下部～中部デボン系の大野・中里・大森層の砂岩組成が三上(1971)によって検討されている. また, 中里層については川村寿郎(1984)の

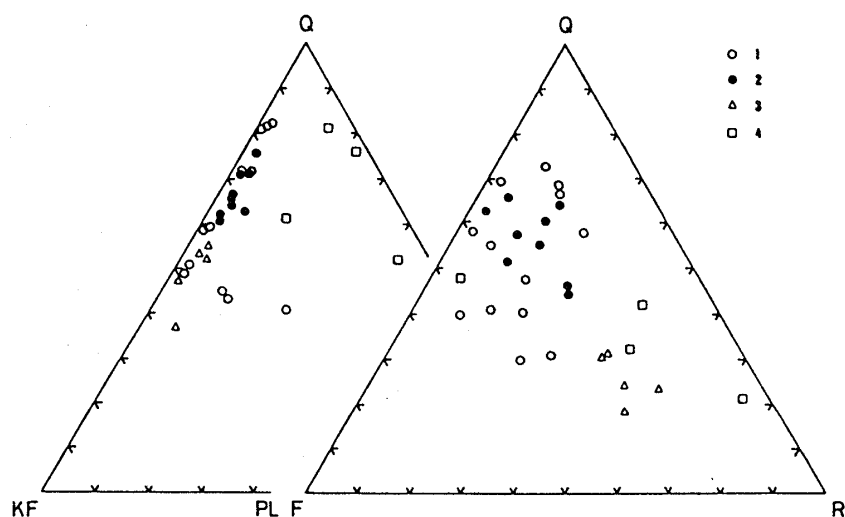


Fig. 2. Q-F-R and Q-KF-PL diagram of the Silurian sandstones (after Okami & Murata, 1975; Okami *et al.*, 1981, 1986). 1~3: Kawauchi Formation, 1: Hikoroichi area, 2: Yokamachi area, 3: Okuhinotsuchi area, 4: Orikabetoge Formation (Ohasama area). Q: quartz, F: feldspar, R: rock fragments including chert, Q: quartz, KF: potash feldspar, PL: plagioclase.

検討もある。デボン系は、酸性～中性の火砕岩類を頻繁にはさむ浅海成堆積物である。砂岩はいずれも石英が極端に少なく、岩片と斜長石に富む(Fig. 3)。岩片は花崗斑岩、デイサイト、安山岩、輝緑岩、玄武岩などとデイサイト質～玄武岩質の火砕岩類からなる。下部デボン系の大野層の砂岩では花崗岩質岩片が少量加わる(三上, 1971)。これは、大野層の砂岩が上位層に較べ、やや石英に富むことと調和する。

3. 石炭系の砂岩

日頃市地域の下部石炭系日頃市層については、三上(1971)および川村寿郎(1984)の検討がある。日頃市層の砂岩は、この地域のデボン系と同様に石英量の少ない岩片質砂岩であり、同層が中～塩基性火砕岩類に富むことと関連し、火砕岩岩片と斜長石から構成される特徴をもつ(Fig. 3)。石灰質岩片に富む砂岩も存在する。

4. ペルム系の砂岩

日頃市地域の坂本沢層と叶倉層での Mikami (1969)の検討がある。両層とも石灰岩が卓越する岩相で、砂岩はそれぞれの下部に発達し、中・上部では石灰岩中に薄く介在するに過ぎない。

坂本沢層の砂岩は石英に乏しく、長石と岩片に富

む特徴的をもつ(Fig. 3)。岩片は頁岩、珪質岩および火山岩類からなる。基底部の砂岩と上部の砂岩は長石がきわめて少ない岩片質砂岩であるが、下部の砂岩は石英が少なく斜長石に富む長石質砂岩である。叶倉層の砂岩も石英に乏しく斜長石と岩片に富む。岩片はデイサイト、安山岩などの火山岩類から主に構成され、頁岩、珪質岩や斑岩などを含む。

中生界の砂岩

1. 南部北上・阿武隈山地の三畳系～ジュラ系の砂岩

南部北上・阿武隈山地には、北から大船渡、唐桑半島、志津川、橋浦、水沼、牡鹿半島(以上南部北上山地)、相馬(阿武隈山地)の各地に三畳紀～前期白亜紀の浅海成～一部陸成の碎屑性堆積岩類が分布している。

層相と年代などからこれら中生界の分布域は大船渡地域を含む東部亜帯、唐桑・牡鹿・相馬地域を結ぶ中部亜帯、志津川・橋浦・水沼を結ぶ西部亜帯に区分される(Takizawa, 1985)。ここでは唐桑半島の下部～中部三畳系稲井層群と唐桑半島、牡鹿半島および相馬地域の中～上部ジュラ系の砂岩について述べる。

a. 下部三畳系の砂岩

稲井層群の砂岩は鎌田(1979)やTakizawa(1985)により検討されている。稲井層群は下位より平磯、大沢、風越および伊里前層に区分される。各層の砂岩は、多少の差異が認められるものの比較的よく似た組成をもち、石英と岩片が比較的多い(Fig. 4)。石英は主に単結晶であり、波動消光するものも含む。長石は斜長石に加えてカリ長石もかなりの割合で含む(鎌田, 1979)。岩片は花崗岩質岩、安山岩、ひん岩、玄武岩、ホルンフェルスなどからなり、結晶片岩をわずかに含む。多種類の岩片が含まれることが特徴で、これは本層群には含まれる礫岩の礫種構成と調和的である(鎌田, 1979; Takizawa, 1985)。

b. ジュラ系の砂岩

牡鹿半島に分布する牡鹿層群は、下位より、月の浦層、荻の浜層および鮎川層からなり、陸成～浅海成堆積物からなる(滝沢, 1975, 1977; Takizawa, 1985)。後述の相馬中村層群の富沢層に対比される鮎川層(清崎砂岩部層)の砂岩は、石英と長石に富み、Q-F-R図においてQ-F辺に集中する石英質ないし長石質砂岩である(Fig. 4)。石英は主に単結晶である。長石はカリ長石に富む。鉱物熟成度の高い砂岩は orthoquartzite に分類される(Takizawa,

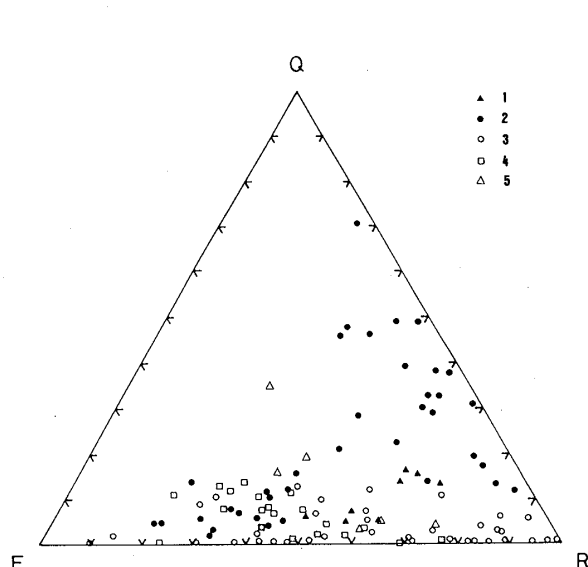


Fig. 3. Q-F-R diagram of the Devonian, Carboniferous and Permian sandstones (after Mikami, 1969, 1971; Kawamura, 1984). 1~2: Permian, 1: Kanokura Formation, 2: Sakamotozawa Formation, 3: Carboniferous Hikoroichi Formation, 4~5: Devonian, 4: Nakazato Formation, 5: Ono formation.

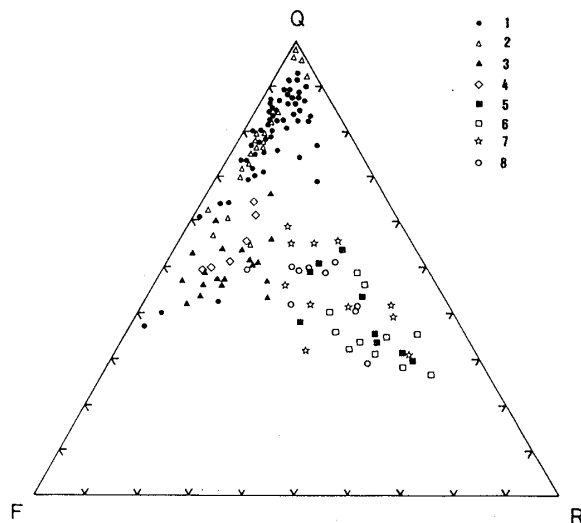


Fig. 4. Q-F-R diagram of the Triassic and Jurassic sandstones of the South Kitakami and Abukuma Mountains (after Okami, 1969; Kamata, 1979; Takizawa, 1975, 1985). 1~4: Jurassic, 1: Tomizawa Formation, 2: Ayukawa Formation, 3: Oginohama Formation, 4: Kosaba Formation, 5~8: Triassic, 5: Isatomae Formation, 6: Fukoshi Formation, 7: Osawa Formation, 8: Hiraiso Formation.

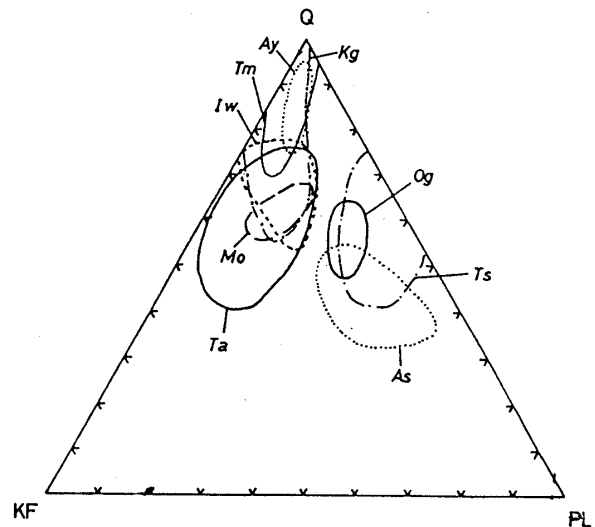


Fig. 5. Q-KF-PL diagram of the Jurassic sandstones of the Kitakami and Abukuma Mountains (after Yamaguchi, 1981; Takizawa, 1985; Minoura, 1990; Okami, unpublished data). Tm: Tomizawa Formation, Ay: Ayukawa Formation, Kg: Kogoshio Formation, Ta: "Taro Belt", Iw: "Iwaizumi Belt", Mo: Moune Formation, Og: Oginohama Formation, As: Asanai Formation, Ts: Tassobeguchi Formation.

1970, 1985). 下位の荻の浜層の砂岩は長石質砂岩であり、石英量がやや少なく、長石も斜長石が多い傾向を示す (Fig. 5).

唐桑半島地域に分布する唐桑層群は、下位より、小鯖層、綱木坂層、舞根層、小々汐層および磯草層に区分される。小鯖層の砂岩は石英、長石に富む長石質砂岩であり、花崗岩質岩の岩片を多く含む (Fig. 4)。上部の小々汐層の砂岩は石英質砂岩であり、長石はカリ長石に富む (Takizawa, 1985; Fig. 5)。

相馬地域に分布する相馬中村層群は下位より、北沢層、粟津層、山上層、栃窪層、中の沢層、富沢層および小山田層に区分される (Mori, 1963)。砂岩組成については、富沢層に関する Okami (1969) の詳細な検討のほか、栃窪層～富沢層に関する Takizawa (1985) および久保ほか (1990) の検討がある。

富沢層は平板状斜交葉理が卓越する瀬海成～陸成の堆積物であり、下部に炭層を含み、下位の石灰岩から漸移する。富沢層の砂岩は石英、カリ長石を主とし、少量の斜長石、岩片 (花崗岩、珪長質火山岩) を含み、Q-F-R 図の Q-F 辺にすべて集中する。鉱物熟成度はかなり高く、Folk (1965) の分類で 95% 以

上の石英を含む orthoquartzite に分類されるものも存在する (Fig. 4)。石英のほとんどは単結晶である。長石は斜長石とカリ長石からなり、その量比は層準により変化する (Takizawa, 1985)。その他、黒雲母、ザクロ石、ジルコンなどを少量含む。同様の鉱物組成は、下位の栃窪層と中の沢層で検討された数試料の平均鉱物組成 (Takizawa, 1985; 久保ほか, 1990) でも示されており、そこでは長石量がやや多い傾向が示されている。

このように、南部北上山地と阿武隈東縁部のジュラ系の砂岩組成はきわめて類似しており、両山地はジュラ紀に同一の petroprovenance にあったことが示唆される。

2. 北部北上山地のジュラ系～下部白亜系先宮古統の砂岩

北部北上山地の先宮古統は、前述したように含まれる異地性岩体の年代により、岩泉構造線を境にして西側の葛巻～釜石帯と東側の安家～田野畑帯に区分されている (大上・永広, 1988)。しかしながら、層序の改訂・対比が充分に行われていないので、従来の構造帯区分と層序に基づく砂岩組成を示し、構

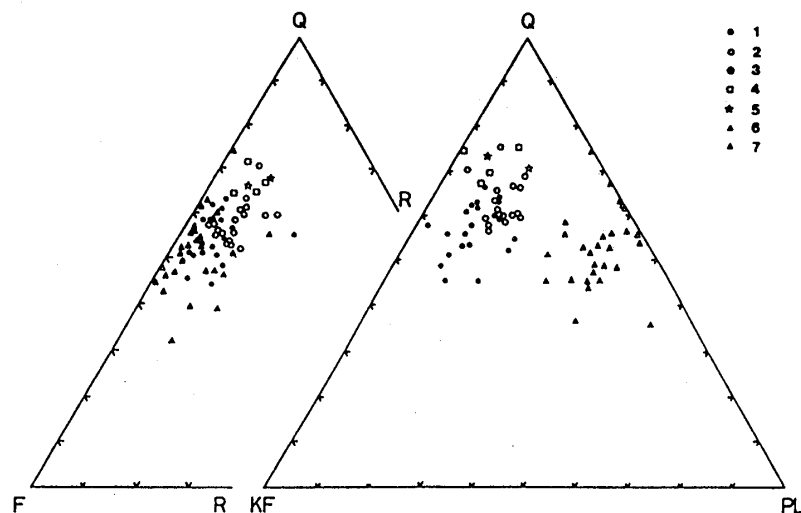


Fig. 6. Q-F-R and Q-KF-PL diagrams of the sandstones of the North Kitakami Mountains (after Yamaguchi *et al.*, 1979; Yamaguchi, 1981; Minoura, 1990; Okami, unpublished data). 1~2: "Taro Belt" (1: Koshimeguri Formation, 2: Makisawa Formation), 3~5: "Iwaizumi Belt" (3: Kassenba Formation, 4: Takayashiki Formation, 5: Magidai Formation), 6~7: "Northern Kitakami Belt" (6: Asanai Formation, 7: Tassobeguchi Formation).

造帯ごとを一括して、ジュラ紀～前期白亜紀と見られる碎屑岩の特徴を検討したい。

砂岩組成は岩泉地域を中心とする“北部北上帯”の浅内層(山口, 1981), 達曽部口層(川井地域: Minoura, 1990), “岩泉帯”の間木平層, 高屋敷層, 合戦場層(山口, 1981), “田老帯”の榎木沢層, 腰廻層(山口ほか, 1979; Minoura, 1990; 大上未公表)で検討されている。

上述した各層の砂岩は、いずれも単結晶石英と長石を主とした長石質砂岩であり、岩片としてチャートや頁岩を含み、岩片量に大きな相違がない。そのため、これらの組成を Q-F-R 図で示すと、Minoura (1990) も指摘したように、各帯でほとんど差が認められない (Fig. 6)。しかしながら、“北部北上帯”に属す砂岩では斜長石や珪長質火山岩片にとみ、緑簾石や緑泥石を含む(片田, 1974; 山口, 1981) のに対して、“岩泉帯”・“田老帯”の砂岩では、カリ長石に富み、岩片は花崗岩質岩が含まれるという違いが認められる。この相違は、Q-KF-PL 図において明瞭に示される (Fig. 6)。“北部北上帯”の砂岩ではモード組成で斜長石量が 25% 以上含まれ、川井地域の砂岩 (Minoura, 1990) では、カリ長石を欠くかほとんど含まない試料が存在している。この特徴は“北部北上帯”の砂岩が火山岩片に富み、新鮮な斜長石を多く含むといったこれまでの片田 (1974) などの指摘と

調和している。

また、浅内層と高屋敷層中には基質部や粒子が方解石からなる石灰質の砂岩が存在する。片田ほか (1971) はこれを石灰質タービタイトとみなしている。

3. 下部白亜系宮古統の砂岩

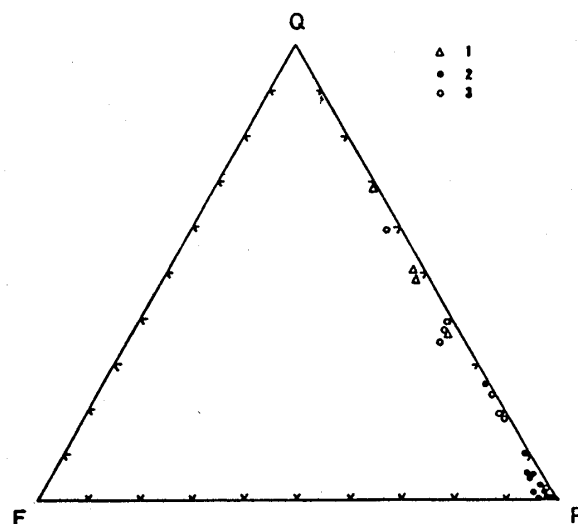


Fig. 7. Q-F-R diagram of the Lower Cretaceous (Miyako Group) sandstones (after Murai *et al.*, 1983). 1: Tanohata Formation, 2: Hiraiga Formation, 3: Aketo Formation.

北上山地東縁部の下部白亜系宮古層群の砂岩が検討されている(村井ほか, 1983)。宮古層群は、大島造山運動後の浅海成堆積物であり、白亜紀花崗岩をはじめとする先宮古統を著しい傾斜不整合に覆う。下位より、羅賀層、平井賀層、田野畑層および明戸層に区分される。各層の砂岩は、近接して露出する基盤岩の岩質を反映して組成的に変化に富むが、長石がきわめて少なく、Q-R 辺に集中した砂岩組成を示す(Fig. 7)。また、平井賀層にみられるような特徴的な岩片質砂岩も存在する。

4. 上部白亜系・古第三系の砂岩

上部白亜系は阿武隈東縁部(双葉層群)と北部北上山地北東縁部(久慈層群)に分布する。同様に古第三系も阿武隈東縁部の白水層群と北部北上山地北東縁部の野田層群が知られており、これらは上部白亜系と密接に関連して分布し、いずれも炭層の形成をともなう浅海～陸成堆積物である。

双葉層群の砂岩が、石英、長石を主とする長石質砂岩であるのに対して、白水層群石城層の砂岩は岩片質砂岩であり(Fig. 8)、両者は極めて対照的な組成を示している。

一方、北上山地北東部の上部白亜系久慈層群・古第三系野田層群の砂岩はともに岩片に富み、長石がきわめて少ない傾向にある(照井・長浜, 1986; Fig. 8)。久慈層群は先宮古統堆積岩類と白亜紀花崗岩を不整合に覆い、上部の沢山層を除けば火山岩・火砕岩類の岩片に乏しい。久慈層群の砂岩には岩片としてチャート、砂岩・頁岩ホルンフェルス、花崗岩に加えて、流紋岩や同質凝灰岩、安山岩などの岩片が含まれる。堆積時における火山活動により供給された岩片や花崗岩からの供給よりも、基盤の堆積岩類からの供給が卓越していたことが示されている(照井・長浜, 1986)。一方、野田層群では下部の港層で安山岩や酸性火砕岩類の岩片が他の岩片と比べ8:2程度の比で多く含まれている(照井・長浜, 1986)。

構造発達史の概略と砂岩組成の変遷

シルル紀から古第三紀にいたる砂岩組成の変化を北上・阿武隈両山地の構造発達史との関わりで検討する。

東北地方の古生界は先シルル系の変成岩類、氷上花崗岩類および早池峰複合岩類を基盤として、南部北上・阿武隈東縁部に浅海性堆積物として堆積した。シルル系～ジュラ系は、その中にいくつかの不整合が知られているが、大きな構造運動を示すもの

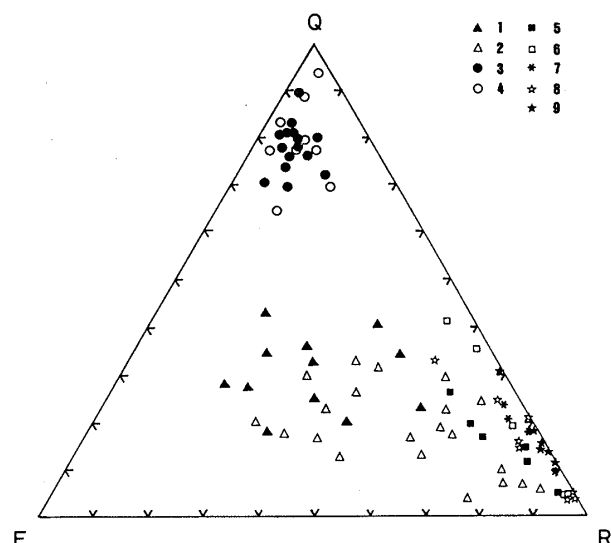


Fig. 8. Q-F-R diagram of the Upper Cretaceous and Paleogene sandstones (after Okami, 1973, 1989; Terui & Nagahama, 1986). 1~2: Paleogene Shiramizu Group (1: Iwaki Formation of Futaba area, 2: Iwaki Formation of Joban area), 3~4: Upper Cretaceous Futaba Group (3: Tamayama Formation, 4: Kasamatsu Formation), 5~6: Paleogene Noda Group (5: Kuki Formation, 6: Minato Formation), 7~9: Upper Cretaceous Kuji Group (7: Sawayama Formation, 8: Kunitan Formation, 9: Tamagawa Formation).

はなく、ほぼ一連に堆積している。松ヶ平・母体^{まつ だい もたい}変成岩類や他の変成岩類は、海洋地殻起源の塩基性岩類を含むプレートの収束域において高圧変成作用を受けて形成されたと推定される。基盤岩中で最も若い氷上花崗岩類はおそらくこれらの変成岩類を貫いた島弧貫入型の花崗岩であろう(大上ほか, 1986)。また、早池峰複合岩類は、氷上花崗岩類の貫入以前に大陸縁辺部に生じたリフト帯の産物であると考えられている(大上ほか, 1986; 永広ほか, 1988)。早池峰複合岩類はオフィオライト様の岩種構成を示すが、その多くが島弧性の化学組成的特徴を示す(Ozawa, 1984; 吉田ほか, 1990)。この事実は、リフト帯が背弧側の展張場に形成されたことを暗示するのであろう。

1. シルル紀

シルル系は、シルル系堆積以前に生じたであろう大島造山運動と同様の構造運動で形成された変成

岩類や水上花崗岩類などからなる成熟した島弧を基盤として、あるいは背弧域の早池峰複合岩類を基盤として堆積した(大上ほか, 1986; 永広ほか, 1988). 南部北上山地中央部の川内層と北縁部の折壁峠層の砂岩組成の差は、供給源が主として水上花崗岩類である比較的単純な中央部と、多様な供給源をもつ北縁部との違いを示すと見ることができる. また、これを供給源が比較的近い陸成～浅海成の前者と、前者に比して遠方で、やや深い堆積相を示す後者と捉えることも可能である(大上ほか, 1986). 特に北縁部の折壁峠層は礫岩中に先カンブリア系を起源とする orthoquartzite 礫や変成岩などの碎屑物を含んでいる(大上ほか, 1984). 含まれる長石の種類の違いは島弧型の水上花崗岩体の組成変化と捉えられている(大上ほか, 1986).

2. デボン紀～石炭紀

デボン紀にはカルクアルカリ岩系の中～酸性火成活動(杉崎, 1974)にもたらされた火砕岩類を主とする浅海成堆積物が知られており、沈み込み帯と密接に関連した、火成活動の活発な島弧ないし大陸縁弧的な環境にあった. このような環境は、石炭紀前半まで続いたと推定される. 石炭系は石灰岩や碎屑岩類を主とする堆積物からなり、上部において石灰岩が顕著である. 南部北上山地中央部の世田米や大股地域では、火砕岩類とそれに由来する碎屑岩類が石炭系の下部に大量にはさまれており、火成活動は流紋岩質と玄武岩質のバイモーダルである. 島弧性ソレアイトの特徴を持つ玄武岩も含まれ、比較的成熟した島弧の背弧域的な展張場での火成活動が考えられている(Kanisawa, 1971; 川村・川村, 1989). 火砕岩類が南部北上山地の西部および東部地域(“早池峰構造帯”の釜石地域を含む)や阿武隈山地ではほとんど認められていないことから、火砕岩類は展張場に形成された堆積盆の中心に堆積したと考えられる. 植物化石や浅海性の動物化石を産する下部石炭系日頃市層は、石灰岩の堆積相や堆積構造から、火成活動の影響下にある浅海域で堆積したと推定されている(川村寿郎, 1984; 川村・川村, 1989). その後、石炭紀前期末期～後期初期の南部北上・阿武隈両山地において広域に石灰岩相が卓越することから、展張域に形成された堆積盆はほぼ平坦化し、海面上昇により陸棚が拡大したと推定されている(川村・川村, 1989). この時期の火成活動はきわめて局地的となっている.

デボン系や石炭系の砂岩は、火成活動をともなっ

た島弧縁辺地域の浅海に堆積したと考えられ、Q-F-R 図上でも石英に乏しい F-R 辺上の R 端よりに位置している. 大野層の砂岩が花崗岩片や石英をやや多く含むことは、下位の北上花崗岩体からの碎屑物の供給が多少あったことを示すのであろう.

また、阿武隈山地東縁部に分布する上部デボン系合ノ沢層は、下位層に由来する変成岩片や火山岩片のほかに、花崗岩質岩に由来する石英、長石を多量に含んでおり、南部北上山地と同様に基盤岩として北上花崗岩様の岩体の存在が示唆されている(永広・大上, 1990).

3. ペルム紀

前期ペルム紀でも石炭紀後期の堆積環境は持続し、石灰岩相が卓越する. しかし、薄衣型礫岩で示される粗粒碎屑岩類の分布が地域的であることから、当時の堆積盆にはかなりの起伏が生じていたことがうかがえる(村田, 1976). このような起伏を無視すれば、上部ペルム系登米統の厚い頁岩で示されるように、石炭紀後半から東北日本は火成活動の少ない非活動的な沈降する陸棚的な環境にあった.

ペルム系の砂岩は、長石量の少ない Q-R 辺上に集中する岩片質で、供給源が主に先ペルム系堆積岩類であったことを示している. また、下部ペルム系の一部の砂岩は、石英量がきわめて少なく、長石量が多い F-R 辺上にあるが、下部ペルム系中に火砕岩類がほとんど認められていないことから、下位層の火山岩・火砕岩類からの再堆積物を含む可能性があり、やや特異な砂岩とみられる.

4. 三畳紀～先大島造山運動期

a. 南部北上山地・阿武隈山地

三畳紀～白亜紀初期(先大島造山運動期)には南部北上・阿武隈両山地に引続き浅海～陸成の堆積物が堆積した. この時代には火成活動は少なく、北北東方向に配列した3列の地帯で層相と層厚が異なることから三畳紀後期には堆積盆の分化が生じ、三畳紀後期～ジュラ紀前期に西部亜帯にあった堆積の中心部は、後期ジュラ紀には中部亜帯に移動したと考えられている(たとえば, Takizawa, 1985). この時期、北部北上山地はプレートの収束域にあり、付加体が形成されていた. 付加体の形成は南部北上・阿武隈両山地をのせたイザナギプレート運動によりもたらされたと考えられている(たとえば, 丸山・瀬野, 1985).

三畳紀の砂岩がカリ長石や多種類の岩片を含むことは、おそらく古生界の堆積岩や変成岩に加え

て、花崗岩質岩など多様な岩石構成をもつ後背地を供給源としていたことを示すのであろう。

中部ジュラ系の砂岩では長石-石英質の砂岩が卓越し、上部ジュラ系～下部白亜系先宮古統の砂岩では石英質となる。これはジュラ紀中期より白亜紀前期にむかって、次第に花崗岩からの供給が活発化し、さらに後背地での風化が進んで鉱物熟成度が上昇したためと考えられ、後背地における深部物質(花崗岩質岩)の上昇と削剝をもたらした運動がうかがえる。この運動は、北部北上山地でのプレートの収束による付加体の形成と時期的に対応し、南部北上山地の衝突とそれにとまなう花崗岩質岩の上昇を示すのかも知れない。花崗岩質岩の地質時代については問題が残されているが、一つには氷上花崗岩様の岩体に求めることも可能であろう。

b. 北部北上山地

北部北上山地の付加体堆積物はジュラ紀後期～白亜紀初期に形成された。砂岩組成は“北部北上帯”の斜長石と火山岩片が多い砂岩と、“岩泉帯”・“田老帯”のカリ長石と石英に富む長石質砂岩という対立が認められ、砂岩組成から北部北上山地は大きく二分できることを示唆している。大上・永広(1988)は付加体中に含まれる異地性岩体の地質年代の相違にもとづいて北部北上山地を2分する境界として岩泉構造線を提唱している。先に述べた阿武隈東縁と南部北上山地ではQ-KP-PL図(Fig. 5)で、上部ジュラ系～下部白亜系の砂岩はカリ長石に富み、中部ジュラ系の砂岩では斜長石に富む傾向にある。カリ長石に富む“岩泉帯”と“田老帯”両帯は岩泉構造線以東の安家-田野畑帯にほぼ相当し、鳥ノ巣動物群を含む石灰岩を介在しており、阿武隈東縁と南部北上山地のカリ長石に富む同じく鳥ノ巣石灰岩をはさむ上部ジュラ系に相当する。大上・永広(1988)は、安家-田野畑帯の砂岩が花崗岩の露出する成熟した島弧ないし微小大陸片を供給源としていると推定した。“岩泉帯”と“田老帯”の砂岩の供給源が、南部北上・阿武隈山地の浅海成堆積物と密接に関連していたのであろうか。Takizawa(1985)が古流向解析から南部北上・阿武隈山地の砂岩の供給源を南方と、東方の陸域に求めていることは注目される。“北部北上帯”は大上・永広(1988)の葛巻-釜石帯に相当し、斜長石に富む砂岩で特徴づけられる。このことは釜石-葛巻帯の砂岩が安家-田野畑帯の砂岩より多少下位の層準であることを示すのかも知れない。北部北上山地の砂岩組成におけるこ

のような相違の原因については、両帯の年代が若干異なることと全く別個な後背地をもつことが考えられるが、これらを解決するには年代資料の増加と岩泉構造線とその西方の葛巻断層との間の砂岩組成について詳細な検討が今後望まれる。

c. ジュラ系砂岩の化学組成

富沢層と構造帯区分が不確定である北部北上山地の“田老帯”の槇木沢層、腰廻層、および“北部北上帯”のジュラ系の砂岩について行った化学分析結果に、公表されている既存の砂岩化学分析値(片田・寺岡, 1981; 金属鉱業事業団, 1987)を加えて、Roser & Korsch(1986)が提唱した K_2O/Na_2O-SiO_2 図に示す。“北部北上帯”の砂岩はARC～ACM域、“岩泉帯”の砂岩はACM～PM域(ほとんどがPM域)、“田老帯”の砂岩はPM域、富沢層の砂岩は明らかにPM域のにプロットされる(Fig. 9)。富沢層の砂岩の領域は鉱物組成、堆積環境からも妥当である。“北部北上帯”の砂岩と“岩泉帯”・“田老帯”両帯の砂岩が明瞭に区分される。“田老帯”の砂岩は“岩泉帯”の分布領域に含まれ、その中で特定の領域に集中する。このことは、“田老帯”の砂岩がきわめて均質化した供給源からもたらされたことを示すのであろう。

次に砂岩の化学組成(SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , P_2O_5)を総合的に検討するため、主成分分析を行った。紙面の都合上、詳細な解析手順については省略し、結果の一部を述べるにとどめる。なお、データ・マトリックスには相関行列を用いた。第V主成分までの累積寄与率は92.6%になるが、第IV、V主成分の寄与率はそれぞれ9.5%、5.5%であり(Table 1)、説明因子の推定がやや不確実になるので以下の議論からは省いた。

第I主成分では MgO , FeO , TiO_2 , MnO , Al_2O_3 の係数(相関行列の固有ベクトルの成分)が0.3以上と大きく、 CaO , Na_2O も0.2以上の値を示すのに対し、 SiO_2 が-0.4と小さい。これより、第I主成分は塩基性火成岩の影響の大きさを示すと推定される。第II主成分では Al_2O_3 , Na_2O , K_2O の係数が大きく、 MnO , P_2O_5 の係数が小さい。前者の成分はアルカリ長石や準長石からの由来が考えられ、この主成分はこれらの鉱物の影響の大きさを示すものと推定される。第III主成分では K_2O の係数が0.7と著しく大きく、 P_2O_5 も大きい値を示すのに対し、 CaO の係数は小さい。 K_2O の係数が著しく大きいことより、この主成分はアルカリ岩や酸性火成岩の影響の

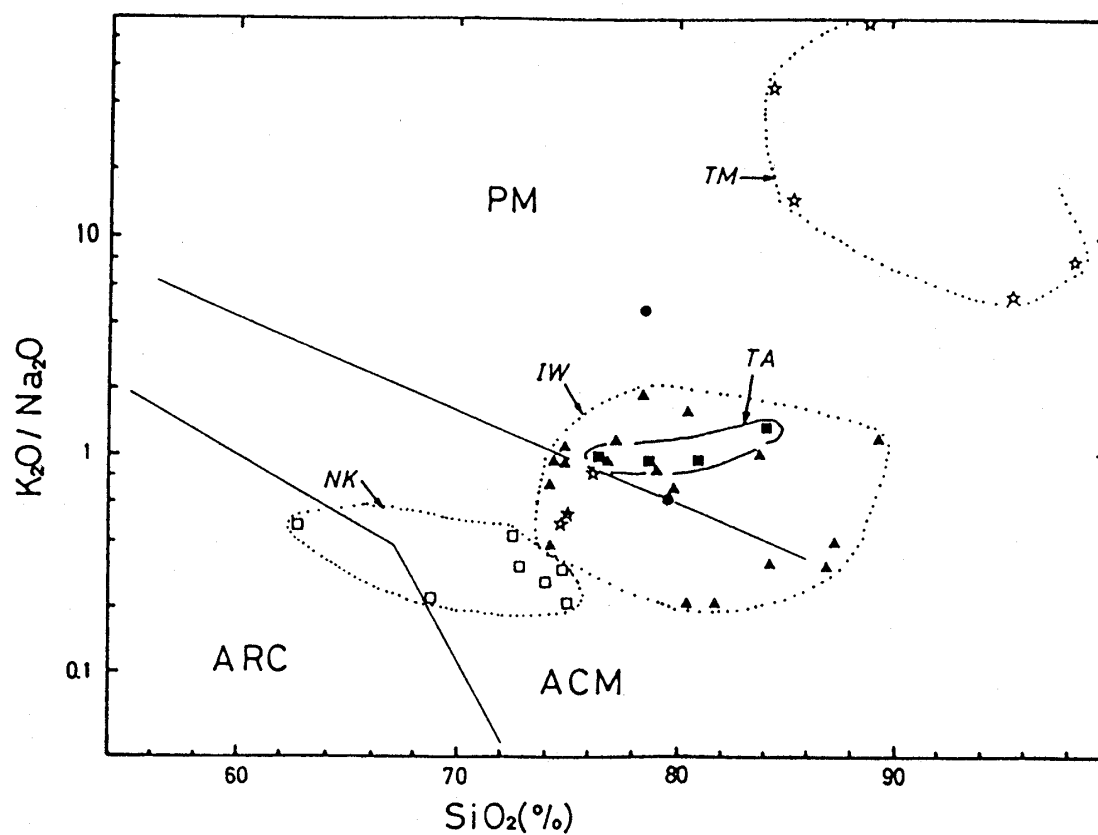


Fig. 9. Tectonic discrimination diagram (K_2O/Na_2O - SiO_2) for sandstones after Roser & Korsch (1986). NK: "Northern Kitakami Belt", IW: "Iwaizumi Belt", TA: "Taro Belt", TM: Tomizawa Formation (Abukuma Mountains), PM: passive margin, ACM: active continental margin, ARC: oceanic island arc margin.

Table 1. Eigenvalues and eigenvectors of the correlation matrix of the Jurassic sandstones.

	I	II	III	IV	V
SiO ₂	-0.39323	-0.22750	0.08750	-0.06741	-0.23849
TiO ₂	0.38845	-0.00160	-0.05298	0.01112	-0.05558
Al ₂ O ₃	0.31516	0.44849	0.19989	-0.15701	0.04275
Fe ₂ O ₃	0.18587	0.10383	0.03288	0.77495	-0.41176
FeO	0.36428	-0.22324	0.15368	-0.16735	-0.32224
MnO	0.32519	-0.38115	0.01877	-0.22143	-0.30330
MgO	0.40831	-0.18222	-0.01964	-0.01502	-0.07221
CaO	0.26378	-0.06160	-0.45385	0.35188	0.49478
Na ₂ O	0.21551	0.49739	-0.26677	-0.37894	-0.03068
K ₂ O	0.05088	0.31200	0.70888	0.15705	0.11561
P ₂ O ₅	0.19191	-0.39933	0.38012	-0.02828	0.55543
Eigen.	5.43842	1.72196	1.37385	1.04986	0.60105
Propo.	0.49440	0.15654	0.12490	0.09544	0.05464
Cum. pr.	0.49440	0.65094	0.77584	0.87128	0.92592

Eigen.: Eigenvalue, Prop.: Proportion
Cum. pr.: Cumulative proportion

大きさを示すと推定される。

第I - 第III主成分, 第I - 第II主成分についての各試料の主成分得点の散布図を Fig. 10 に示す。第I主成分と第III主成分の関係では, 富沢層の砂岩は

SiO_2 と K_2O に富む。これは酸性火成岩, たとえば花崗岩質岩などの影響が強いためと考えられる。これに対し, “北部北上帯”の砂岩は K_2O に乏しく, 塩基性火成岩の影響が強くとみられる。“岩泉帯”や“田老帯”の砂岩は両者の中間領域にプロットされ, 特に“田老帯”の砂岩は“岩泉帯”の砂岩の領域に含まれる。第I主成分と第II主成分の関係でも, 同様に富沢層, “岩泉帯”・“田老帯”, “北部北上帯”の砂岩がそれぞれ異なる領域にプロットされる。富沢層の砂岩が SiO_2 に富み, Al_2O_3 , Na_2O , K_2O にやや乏しい傾向を示す。これは富沢層の砂岩が花崗岩の影響を受けてはいるものの, SiO_2 すなわち石英の含有量が長石類に比べ著しく多いためであると解釈できる。以上のことから, 富沢層の砂岩は花崗岩などの酸性火成岩類を, “北部北上帯”の場合は塩基性火山岩を後背地にもっていたと考えられる。“岩泉帯”や“田老帯”の場合はその中間的な場所で堆積したと考えられよう。また, “田老帯”と“岩泉帯”の領域は重複

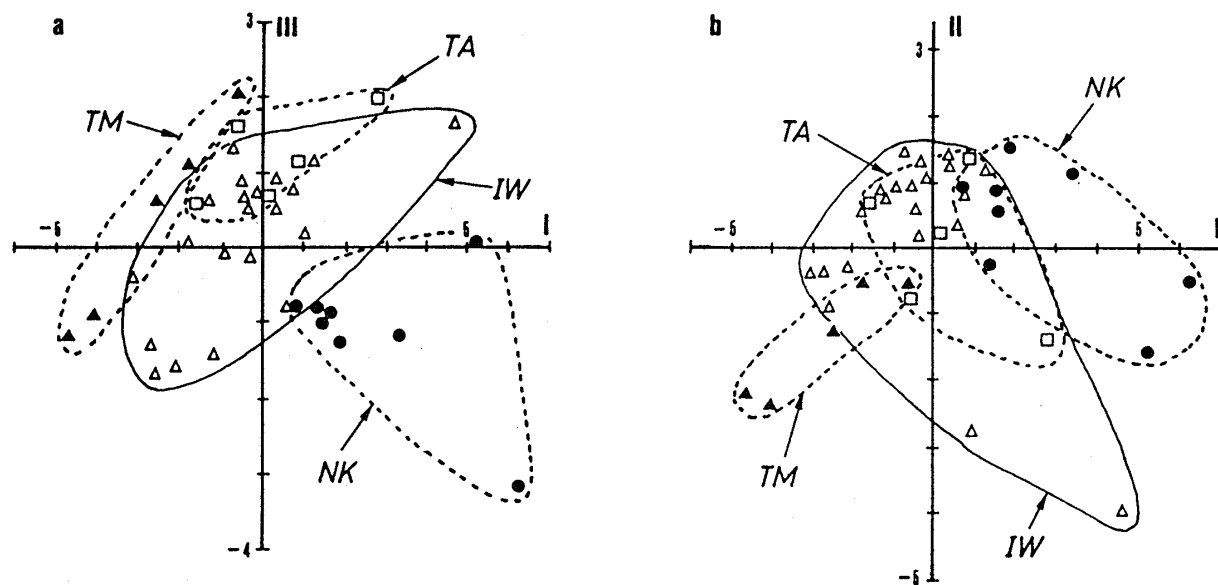


Fig. 10. Scatter diagrams of component scores of the Jurassic sandstones. a: principal components I-III, b: principal components I-II, NK: "Northern Kitakami Belt", IW: "Iwaizumi Belt", TA: "Taro Belt", TM: Tomizawa Formation (Abukuma Mountains).

しており、両者の後背地の岩石構成がきわめて類似していたことを示す。

以上の解析は現在までに得られている 39 試料をもとに行ったが、今後試料数を増やしさらに検討する予定である。

5. 前期白亜紀宮古世～古第三紀

大島造山運動後の白亜系、古第三系はいずれも浅海～陸成の堆積物で、古第三系では安山岩～石英安山岩質の火成活動が活発化している。この原因は君波ほか(1990)が西南日本で示したクラーク太平洋プレート境界の通過に起因するのかもしれない。

下部白亜系宮古層群の砂岩は、基盤の上昇に伴った下位堆積岩類からの供給が卓越した岩片質の堆積物からなり、直接する基盤の岩質を反映している。

阿武隈山地の上部白亜系双葉層群の砂岩は、それが基盤とする花崗岩から直接供給された碎屑物を主とするかと捉えられる。古第三系の砂岩が岩片質であることは、上部白亜系の砂岩が直接基盤とする花崗岩から供給された物質を主とするのに対して、古第三系の砂岩では玄武岩質安山岩片が特徴的に含まれていることによる。この火山岩片は当時の火山活動域より供給された(Okami, 1973)。

北上山地の白亜系～古第三系の砂岩は、基盤の一部を構成している花崗岩からの供給がきわめて少ないのが特徴であり、主として基盤の堆積岩類から

碎屑物が供給されていた。また、古第三系の一部の砂岩では、当時の火成活動によりもたらされた組成を示し、阿武隈山地東縁の古第三系と同様の形成場が考えられる。

砂岩組成と後背地の推定および砂岩の分類

1. 砂岩組成と堆積環境の変遷

これまで示した砂岩の組成領域を総括すると、大きくみて Q-F 辺にあり、石英に富むもの(富沢層、鮎川層、双葉層群)、長石が多いもの("北部北上帯", "田老帯", "岩泉帯", 小鱗層、荻の浜層)、Q-R 辺にあるもの(ペルム系の一部、宮古層群、久慈層群、野田層群)、F-R 辺にあるもの(デボン系、日頃市層、ペルム系の一部)、岩片量が多いが石英、長石を含み中間的なもの(シルル系の一部、三疊系、石城層)に大別できる。これらの組成から、シルル紀は大陸縁辺域、デボン紀～石炭紀前半は火成活動のある島弧、石炭紀後半からペルム紀では後背地の上昇が考えられる。三疊紀にはペルム紀に引き続く後背地の上昇と深成岩体の上昇が推定される。ジュラ紀には、南部北上・阿武隈両山地において深成岩体の上昇し、鉱物熟成度が上昇する環境にあり、後背地として安定した状態の成熟した島弧が考えられる。北部北上山地においては、ジュラ紀に島弧的な環境を後背地とするプレートの収束域と、大陸もしくは成熟した島弧を後背地とする収束域が各々に形成さ

れたかあるいは相次いで形成された。前期白亜紀には、大島造山運動後に堆積した宮古層群の砂岩に示されるように、構造運動により後背地が上昇する環境にあった。後期白亜紀には北上山地では前述の運動が引き続き、後背地の上昇が推定されるが、阿武隈山地においては削剝が深成岩体までおよんだ成熟した島弧が推定される。古第三紀には、両山地ともに火成活動のある開析された島弧が考えられる。

2. 砂岩の分類

これまで述べたように、Q-F-R 図や Q-KF-PL 図を用いて砂岩組成を解釈し、地質現象をある程度読みとることが可能である。Dickinson & Suczek (1979) や Dickinson *et al.* (1983) などは造構環境や後背地の識別図を提案している。この識別図が東北地方の中・古生界の砂岩に適用できるかについて、端成分を単結晶石英(Qm)、長石(F)および岩片(Lt: 多結晶石英を含む)にとった三角図で検討する (Fig. 11a, b)。Fig. 11a には三角図の辺に集中するものを、Fig. 11b には中央部に集中するものを示した。Qm-F 辺にある石英-長石質のもののが大半が

花崗岩質岩(大陸性地殻)を供給源とし、Qm-R 辺にある岩片質のものはリサイクル起源の碎屑物を主としている。また、F-R 辺のものが火山弧的であることを示している。また、中央部のものはこれらが入り混じったものや開析された火山弧を示している。この三角図に示された各時代の砂岩組成は、たとえば阿武隈山地において、双葉層群の石英長石質砂岩が示すように、後期白亜紀には開析が進み、花崗岩が露出した成熟した島弧から古第三紀になって火成活動場に移行して、開析された島弧から活動的な火山弧の環境に変化するなど、前述した北上・阿武隈山地の中・古生界の砂岩の性格を的確に示すものと異なるものが存在する。日本のようにプレートの収束域として成長してきた地域では、石英質砂岩は、開析され成熟した火山弧を示すのに対して、Dickinson *et al.* (1983) などの識別図では大陸的要素を示し、砂岩組成の点から両者を識別することが困難である。また、これまで鉱物組成、化学組成から、大きく二分されるであろうと推定された北部北上山地の付加体を構成する砂岩が、同一の

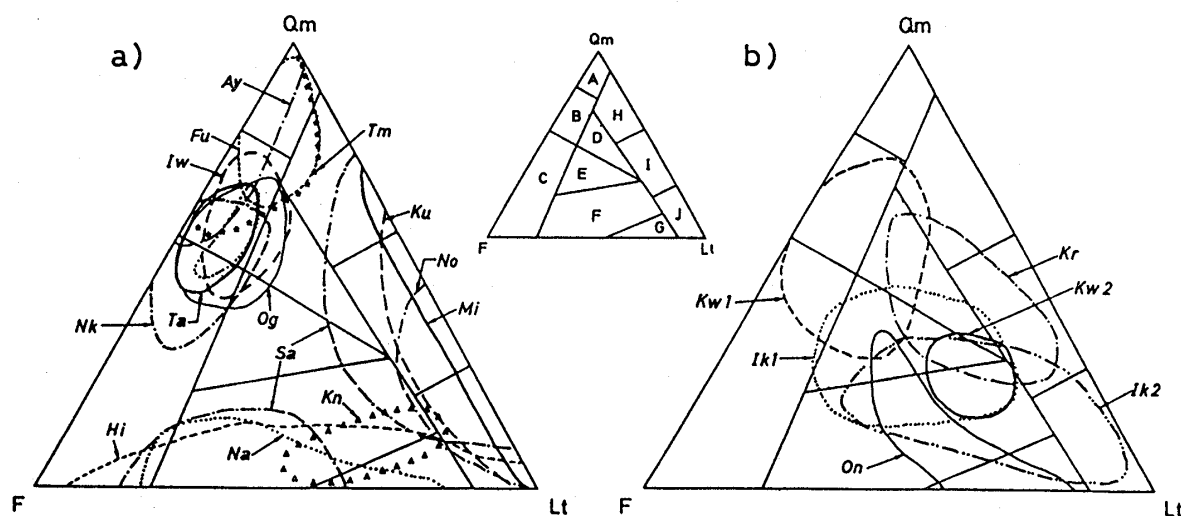


Fig. 11. Tectonic discrimination Qm-F-Lt diagrams after Dickinson *et al.* (1983). a); No: Noda Group, Ku: Kuji Group, Fu: Futaba Group, Mi: Miyako Group, Ay: Ayukawa Formation, Og: Oginohama Formation, Tm: Tomizawa Formation, Ta: "Taro Belt", Iw: "Iwaizumi Belt", Nk: "Northern Kitakami Belt", Kn: Kanokura Formation, Sa: Sakamotozawa Formation, Hi: Hikoroichi Formation, Na: Nakazato Formation. b); Ik1: Iwaki Formation (Futaba area), Ik2: Iwaki Formation (Joban area), Kr: Inai Group (Karakuwa area), On: Ono Formation, Kw1: Kawauchi Formation (Hikoroichi, Yokamachi area), Kw2: Kawauchi Formation (Okuhinotsuchi area). Qm: monocrystalline quartz, F: feldspar, Lt: lithic fragments including quartzose varieties. A: craton interior, B: transitional continental, C: basement uplift, D: mixed, E: dissected arc, F: transitional arc, G: undissected arc, H: quartzose recycle, I: transitional recycle, J: lithic recycle.

transitional continent~basement uplift に位置づけられるとともに、南部北上・阿武隈山地のジュラ系と同様の領域に分類されることや、ペルム系の砂岩の一部がデボン系と同様の火山弧と捉えられることである。日本のような変動帯の砂岩の分類には、岩片の端成分が具体的に当時の火成活動によるのか、下位層に由来するのか、さらに堆積岩類を主とするのか、深成岩類を主とするのかななどを明確にすることが必要である。特に、北部北上山地において砂岩を区分する場合に利用されるように、火山弧に起源をもつ砂岩をより詳細にタイプ分けするためには、これまで行われてきている長石を加味した分類も併用することが有効であろう。

本研究の一部に、文部省科学研究費総合研究 A (課題番号: 63302019, 代表君波和雄) を使用した。記して当局に御礼申し上げる。

文 献

- 永広昌之・大上和良, 1990, 阿武隈山地東縁部の松ヶ平変成岩と上部デボン系合ノ沢層の層位関係. 地質雑, **96**, 537-547.
- 永広昌之・大上和良・蟹沢聰史, 1988, “早池峰構造帯”研究の現状と課題. 地球科学, **42**, 317-335.
- Dickinson, W.R., Beard, L.S., Brakenridge, G.R., Erjavec, J.L., Fergunson, R.C., Imman, K.F., Knepp, R.A., Lindberg, F.A. and Ryberg, P.T., 1983, Provenance of North American Phanerozoic sandstones in relation to tectonic setting. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **94**, 222-235.
- Dickinson, W.R. and Suczek, C.A., 1979, Plate tectonics and sandstone compositions. *Amer. Assoc. Pet. Geol. Bull.*, **63**, 2164-2182.
- Folk, R.L., 1965, *Petrology of sedimentary rocks*. Hemphill's. Austin, 159p.
- 鎌田耕太郎, 1979, 南部北上山地唐桑半島周辺の三疊系稲井層群 (その 1) - 層序および古地理 -. 地質雑, **85**, 737-751.
- Kanisawa, S., 1971, Basic and intermediate volcanic rocks from the Paleozoic formations in the southern Kitakami Mountains, Northeastern Japan. *Jour. Japan Assoc. Min. Petr. Econ. Geol.*, **81**, 12-31.
- 片田正人, 1974, 原地山層堆積時期の北上山地の火成活動および北部北上山地の古・中生層の砂岩について. 地質学論集, no. 10, 41-45.
- 片田正人・磯見 博・大森えい, 1971, 北部北上帯古生層の砂岩とスレート (予報). 岩鉱誌, **65**, 129-143.
- 片田正人・寺岡易司, 1981, 日本の砂岩の組成. 岩手大教育学部研究年報, **40**, 55-66.
- Kato, M., 1990, Pre-Cretaceous rocks in Hokkaido. In Ichikawa K., Mizutani, S., Hara, I., Hada, S. and Yao, A. eds., *Pre-Cretaceous Terranes of Japan*, Nippon Insatsu, Osaka, 281-284.
- Kawamura, M., 1980, Silurian halysitids from the Shimoarisu District, Iwate Prefecture, Northeast Japan. *Jour. Fac. Sci. Hokkaido Univ., ser. 4*, **19**, 273-303.
- 川村信人, 1983, 南部北上山地のシルル系奥火の土層と先シルル紀花崗岩体. 地質雑, **89**, 99-116.
- 川村信人・田近 淳・川村寿郎・加藤幸弘, 1986, 西南北海道の中・古生層の地質構成と産状. 地団研専報, no. 31, 17-32.
- 川村寿郎, 1984, 南部北上山地日頃市地方の下部石炭系 (その 2) - 砂岩・石灰岩について -. 地質雑, **90**, 831-847.
- 川村寿郎・川村信人, 1989, 南部北上帯の石炭系 (その 2) - 構成岩類と形成環境 -. 地球科学, **43**, 157-167.
- 君波和雄・宮下純夫・川端清司, 1990, 日本列島に沿うクラーク太平洋海嶺の移動, その地質学的意義. 月刊地球, **12**, 507-515.
- 金属鉱業事業団, 1987, 昭和 62 年度レアメタル賦存状況調査「陸中北部地域」報告書. 通商産業省資源エネルギー庁, 140p.
- 北上古生層研究グループ, 1982, 南部北上帯のシルル紀基盤. 地質学論集, no. 21, 261-281.
- Kobayashi, T., 1941, The Sakawa orogenic cycle and its bearing on the origin of the Japanese Islands. *Jour. Fac. Sci. Imp. Univ. Tokyo, sec. 2*, **5**, 219-578.
- 久保和也・柳沢幸夫・吉岡敏和・山本孝広・滝沢文教, 1990, 地域地質研究報告, 5 万分の 1 地質図「原町及び大甕地域の地質」. 地質調査所, 155p.
- 丸山茂徳・瀬野徹三, 1985, 日本列島周辺のプレート相対運動と造山運動. 科学, **55**, 32-41.
- Mikami, T., 1969, A Sedimentological study of the Lower Permian Sakamotozawa Formation. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ., ser. D*, **19**, 331-372.
- 三上貴彦, 1971, 南部北上山地日頃市地方古生層砂岩の予察的研究. 地質学論集, no. 6, 33-37.
- 箕浦幸治, 1983, 北上北帯の地質. 月刊地球, **5**, 480-483.
- Minoura, K. 1990, The pre-Cretaceous geology and tectonics of northern Kitakami region. In Ichikawa K., Mizutani, S., Hara, I., Hada, S. and Yao, A. eds., *Pre-Cretaceous Terranes of Japan*, Nippon Insatsu, Osaka, 267-279.
- Mori, K., 1963, Geology and Paleontology of the Jurassic Somanakamura Group, Fukushima

- Prefecture, Japan. *Tohoku Univ. Sci. Rep. 2nd ser. (Geol.)*, **35**, 33-66.
- 村井貞允・大上和良・大石雅之, 1983, “茂師竜”発見地付近の地質. 岩泉教育委員会, 36p.
- 村田正文, 1976, 氷上花崗岩体にまつわる諸問題. 地球科学, **30**, 347-357.
- 村田正文・蟹沢聰史・植田良夫・武田信従, 1974, 北上山地シルル系基底と先シルル系花崗岩体. 地質雑, **80**, 475-486.
- Murata, M., Okami, K., Kanisawa, S. and Ehiro, M., 1982, Additional evidence for the pre-Silurian basement in the Kitakami Massif, Northeast Honshu Japan. *Mem. Geol. Soc. Japan*, no. 21, 245-259.
- Okami, K., 1969, Sedimentary petrographic study of the quartzose sandstone of the Tomizawa Formation. *Tohoku Univ. Sci. Rep. 2nd ser. (Geol.)*, **41**, 95-108.
- Okami, K., 1973, Sedimentological study of the Iwaki Formation of the Joban Caol Field. *Tohoku Univ. Sci. Rep. 2nd ser. (Geol.)*, **44**, 1-53.
- 大上和良・永広昌之, 1988, 北部北上山地の先宮古統堆積岩類に関する研究の総括と現状. 地球科学, **42**, 187-201.
- 大上和良・永広昌之・大石雅之, 1986, 南部北上山地北縁部の中・古生界と“早池峰構造帯”の形成. 北村 信教授記念地質学論文集, 313-330.
- 大上和良・永広昌之・大石雅之・山崎 円, 1984, 南部北上山地, シルル系折壁峠層からオーソコォーツアイト礫の産出. 地質雑, **90**, 911-913.
- Okami, K. and Murata, M., 1975, Basal sandstone of the Silurian Kawauchi Formation in the Kitakami Massif, Northeast Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **81**, 339-348.
- Ozawa, K., 1984, Geology of the Miyamori ultramafic complex in the Kitakami mountains, Northeast Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **90**, 697-716.
- 小沢一仁・柴田 賢・内海 茂, 1988, 北上山地宮守超苦鉄岩体のはんれい岩類に含まれる角閃石の K-Ar 年代. 岩鉱誌, **83**, 150-159.
- Roser, B.P. and Korsch, R.J., 1986, Determination of tectonic setting of sandstone mudstone suites using SiO_2 content and $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ ratio. *Jour. Geol.*, **94**, 635-650.
- 杉崎隆一, 1974, 北上山地の古生代火山活動. 地質学論集, no. 10, 21-24.
- Takizawa, F., 1970, Ayukawa Formation of the Ojika Peninsula, Miyagi Prefecture, Northeast Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, **21**, 567-578.
- 滝沢文教, 1975, 南部北上山地牡鹿半島の白亜紀層の堆積. 地調月報, **26**, 267-305.
- 滝沢文教, 1977, 南部北上山地中生代堆積盆に関する二・三の問題. 地団研専報, no. 20, 61-73.
- Takizawa, F., 1985, Jurassic Sedimentation of the South Kitakami Belt, Northeast Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, **36**, 203-320.
- 照井一明・長浜春夫, 1986, 北部北上山地北部, 久慈地方の上部白亜系・古第三系の碎屑物の供給源と堆積. 北村 信教授記念地質学論文集, 545-570.
- 山口 靖, 1981, 北部北上山地東部の地質構造—とくに地質構造体区分に関する諸問題について—. 東北大地古研邦報, no. 83, 1-19.
- 山口 靖・津島春秋・北村 信, 1979, 北上山地“田老帯”および“岩泉帯”南部の地質構造発達史. 東北大地古研邦報, no. 80, 99-117.
- 吉田 尚・片田正人, 1964, 5万分の1地質図幅「大槌・霞露岳」および同説明書. 地質調査所, 30p.
- 吉田武義・蟹沢聰史・永広昌之, 1990, 早池峰複合岩類の微量元素組成(講演要旨). 岩鉱誌, **85**, 183.

(要 旨)

大上和良・越谷 信・永広昌之, 1992, 北上・阿武隈山地に分布する中・古生界の砂岩組成. 地質学論集, 38 号, 43-57. (Okami, K., Koshiya, S. and Ehiro, M., 1992, Compositions of the Paleozoic to Mesozoic sandstones distributed in the Kitakami and Abukuma Mountains, Northeast Japan. *Mem. Geol. Soc. Japan*, No.38, 43-57.)

北上・阿武隈山地に分布する中・古生界の砂岩の組成を検討した。その結果, 砂岩組成は当時の造構環境をよく指示し, シルル系, 上部ジュラ系～下部白亜系先宮古統, 阿武隈山地の上部白亜系の砂岩は Q-F-R 図の Q-F 辺に, デボン系, 下部石炭系の砂岩は F-R 辺に, 下部白亜系宮古統, 北上山地の上部白亜系, 古第三系の砂岩は Q-R 辺に集中し, それぞれ花崗岩質岩(大陸性), 火成活動を伴う島弧および下位堆積岩類からの再食によることを示し, 地質調査の結果から得られている造構環境と調和する。

北部北上山地を構成する付加体中の砂岩は鉱物組成と化学組成から大きく東西に二分できることが示され, 今後の構造帯区分の指標となることが明らかになった。