

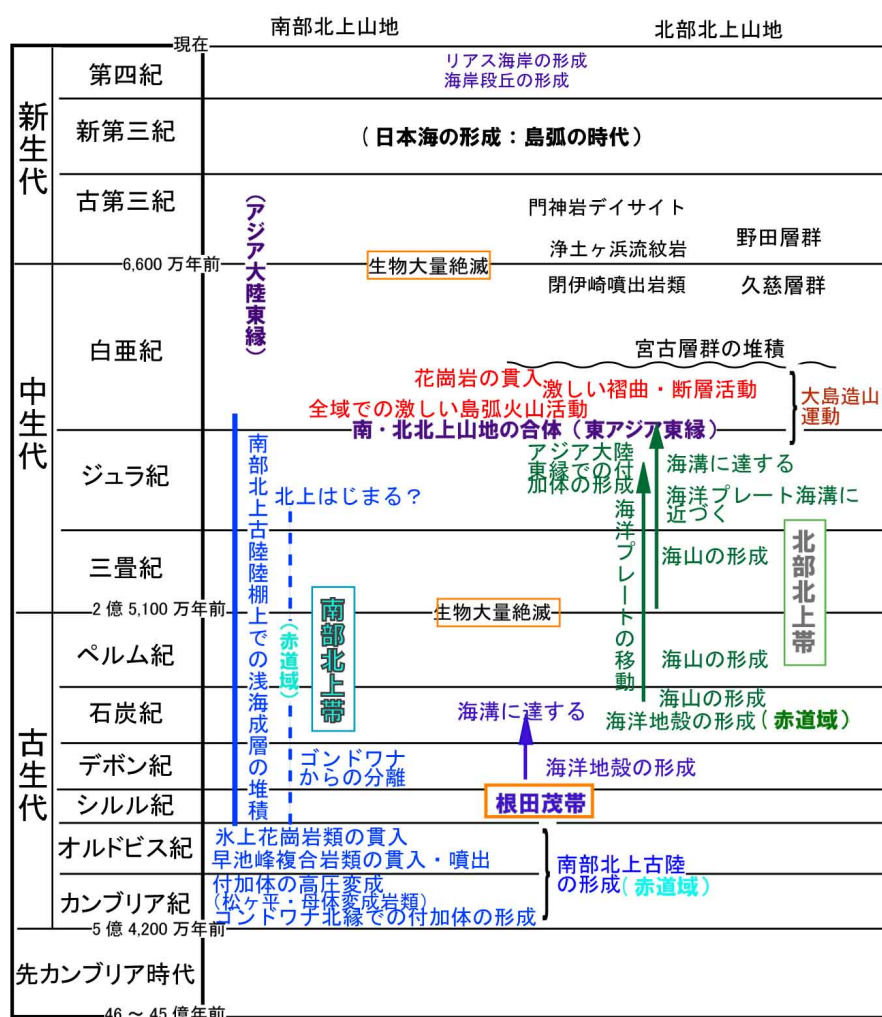
南部北上古陸の成立と発展－南からやってきた日本列島の基盤－

永広昌之(東北大学総合学術博物館)

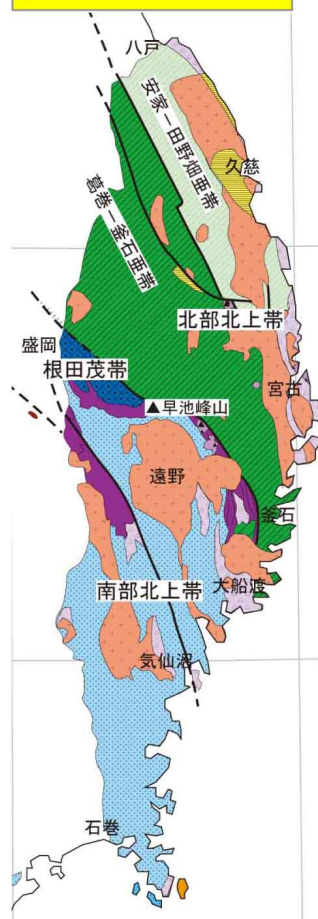
1. 北上山地の地体構造と構造発達史の概要

北上山地は、南半部の南部北上帯、盛岡東方の根田茂帯、北半部を占める北部北上帯に区分される。南部北上帯は先シルル紀基盤岩類とシルル系（一部オールドビス系？）～下部白亜系浅海成堆積岩類からなり、根田茂帯は後期古生代（石炭紀）付加体からなる。北部北上帯は、西側の葛巻－釜石亜帯と、東側の安家－田野畑亜帯に細分され、いずれもジュラ紀付加体からなるが、前者が古生界起源の地質を含むのに対し、後者は中生界のみからなっている。また、これら3帯にまたがって、前期白亜紀火山岩・火砕岩類や前期白亜紀花崗岩類が分布する。

南部北上帯の先シルル紀基盤岩類は、前期古生代に当時赤道周辺にあった Gondwana 北縁の沈み込み帯で形成されたもので、この時南部北上帯（南部北上古陸）は大陸基盤をもつにいたった。シルル系以上の諸層はこの大陸上の浅海に堆積したものである (Ehiro et al., 2016; 永広, 2017 編集)。沈み込み帯の火成活動はペルム紀には収束した。南部北上古陸は、おそらく南中国の一部であったか、その近辺にあって、古生代末～三畳紀までは赤道地帯に位置していたが、その後南中国とともに北上し、白亜紀にはほぼ現在の緯度に到達した。前期白亜紀には、アジア大陸の東縁をなしていたが、激しい構造運動にひきつづき、激しい島弧火成活動の場となった。この火成活動の開始前に、南部北上帯、根田茂帯、北部北上帯は現在の形ですでに接合を終えていた。



北上山地の構造発達史の概要



2. 南部北上古陸の基盤の形成—大きく塗り替えられた構造発達史—

南部北上古陸の基盤岩類やそれをおおう中部古生界に関する情報は、1970年代前半まではきわめて限られたものであったが、その後の四半世紀で大幅に増大し、最近もさらに改訂されている。古生代前期～中期には、南部北上帯西縁部（長坂—相馬地域）、北縁部（宮守—早池峰山—釜石地域）、および東部（日頃市—世田米地域）で構造発達史が異なり、それぞれで岩相・年代構成などが違っている。南部北上古陸の構造発達史については Ehira et al. (2016) や 永広 (2017 編集) などにもまとめられている。

南部北上帯西縁部

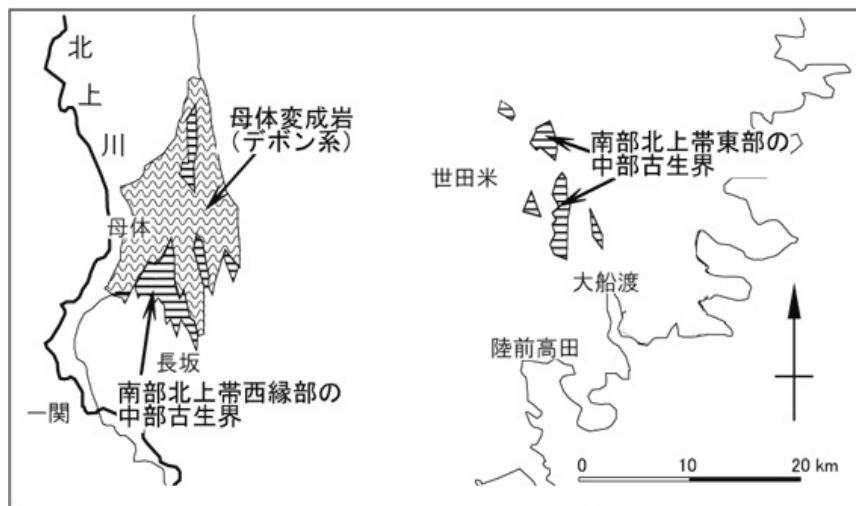
南部北上帯西縁部の基盤岩類は松ヶ平・母体変成岩類と正法寺閃緑岩である（永広・森清, 2013）。松ヶ平・母体変成岩類は、付加体起源（前川, 1981）の高压型変成岩類で、泥質片岩・砂質片岩・塩基性片岩・珪質片岩・角閃岩類・蛇紋岩などからなる。デボン系の変成相とみなされてきたり、母体変成作用を薦ヶ森層堆積後とする考えもあるが、縞状角閃岩中の変成ホルンブレンドの K-Ar 年代は約 500Ma であり、カンブリア紀後期に沈み込み帯深部で高压型変成作用（松ヶ平・母体変成作用）を受けたものと考えられる（蟹澤ほか, 1992）。正法寺閃緑岩は閃緑岩～斑れい岩類からなり、微量元素の M-MORB 規格化パターンは沈み込み帯の岩石の特徴を示している。西方の焼石岳南麓の胆沢川沿いに分布する胆沢川トータル岩も同様である。正法寺閃緑岩や胆沢川トータル岩の K-Ar 年代は後期オルドビス紀を示すが（笹田ほか, 1992；蟹澤・永広, 1997）、ジルコンの U-Pb 年代は約 500Ma（Isozaki et al., 2015）であり、カンブリア紀後期までさかのぼる。正法寺閃緑岩は塊状で松ヶ平・母体変成作用を受けていないと考えられる。

これら基盤岩類は上部デボン系～最下部石炭系の薦ヶ森層や合の沢層に不整合でおおわれる（永広・大上, 1990）。薦ヶ森層中部には含まれる凝灰質岩類に母体変成岩由来と考えられる縞状角閃岩や片岩類が普遍的に含まれていることもこの不整合関係を裏付けるものである（永広・大上, 1991）。この地域では、南部北上帯の他の地域とは異なり、シルル系～中部デボン系を欠いている。

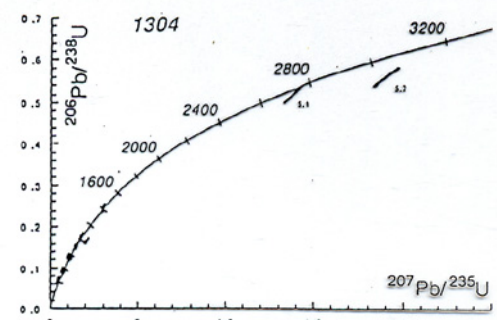
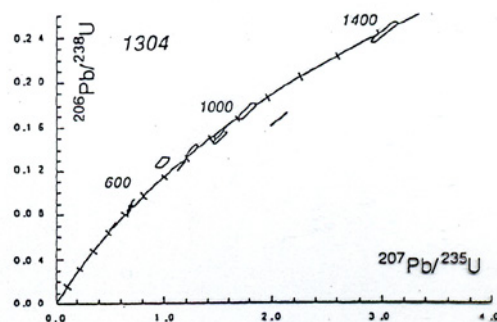
これら基盤岩類は上部デボン系～最下部石炭系の薦ヶ森層や合の沢層に不整合でおおわれる（永広・大上, 1990）。薦ヶ森層中部には含まれる凝灰質岩類に母体変成岩由来と考えられる縞状角閃岩や片岩類が普遍的に含まれていることもこの不整合関係を裏付けるものである（永広・大上, 1991）。この地域では、南部北上帯の他の地域とは異なり、シルル系～中部デボン系を欠いている。

南部北上帯東部

日頃市—世田米地域（南部北上帯東部）の基盤岩類は氷上山花崗岩類とその捕獲岩である壺の沢変成岩から構成され、それらを石灰岩相のシルル系が不整合でおおっている。氷上山花崗岩類の化学組成はこれが沈み込み帯のマグマに由来することを示している（小林・高木, 2000）。村田ほか（1974）のシルル系と氷上山花崗岩類の不整合関係の提唱以来、氷上山花崗岩は先シルル紀基盤と考えられるようになったが、氷上山花崗岩類からは様々な放射年代が知られ、一部は層位関係と矛盾するデボン紀以降の年代を示していた。しかし、佐々木ほか（2013）・佐々木（2015）による



南部北上帯の基盤と中部古生界の分布 (1970 年ころまでの考え)



壺の沢変成岩中のジルコンの U-Pb 年代 (Watanabe et al., 1995)

氷上山花崗岩類の各岩相の LA-ICP-MS ジルコン U-Pb 年代はいずれも約 450Ma であり、層位関係と矛盾しないオルドビス紀後期を示している。

壺の沢変成岩は碎屑岩類を原岩とし、3200Ma から 500Ma までの様々な年代の碎屑性ジルコンを含む (Watanabe et al, 1995). したがって、その原岩の堆積年代は 500Ma 以降であり、これが 450Ma に氷上山花崗岩類によって貫入され、捕獲されたことになる。

シルル系川内 (かわうち) 層をおおう最上部シルル系～中部デボン系の大野層一中里層はおもに碎屑岩類と火山碎屑岩類からなる。この地域では上部デボン系を欠き、中里層の上に石炭系が重なる。

南部北上帯北縁部

南部北上帯北縁部は、塩基性～超塩基性岩類からなる早池峰複合岩類 (永広ほか, 1988) やその上位の厚い陸源碎屑物からなるシルル系 (一部オルドビス系) の広い分布で特徴づけられる。宮守地域の宮守蛇紋岩は、早池峰複合岩類が日詰一気仙沼断層により南方に転位したものである。上位の諸層がシルル紀化石を含むので、早池峰複合岩類は先シルル系である (大上ほか, 1986; 永広ほか, 1988)。早池峰複合岩類中の斑れい岩などの K-Ar 年代は 484-421Ma (小沢ほか, 1988; Shibata and Ozawa, 1992) とばらついているが、450Ma より古い年代を示す試料が多く、層位関係とあわせると、その形成は前期オルドビス紀である可能性が大きい。しかし、下條ほか (2010) は薬師川流域の早池峰複合岩類中の神楽複合岩類から 466Ma、上位の薬師川層下部から 457Ma、425Ma の LA-ICP-MS U-Pb ジルコン年代を報告しており、早池峰複合岩類は中部～上部オルドビス系である可能性もある。早池峰複合岩類はその化学組成から沈み込み帯で形成されたと考えられる (Ozawa, 1984)。

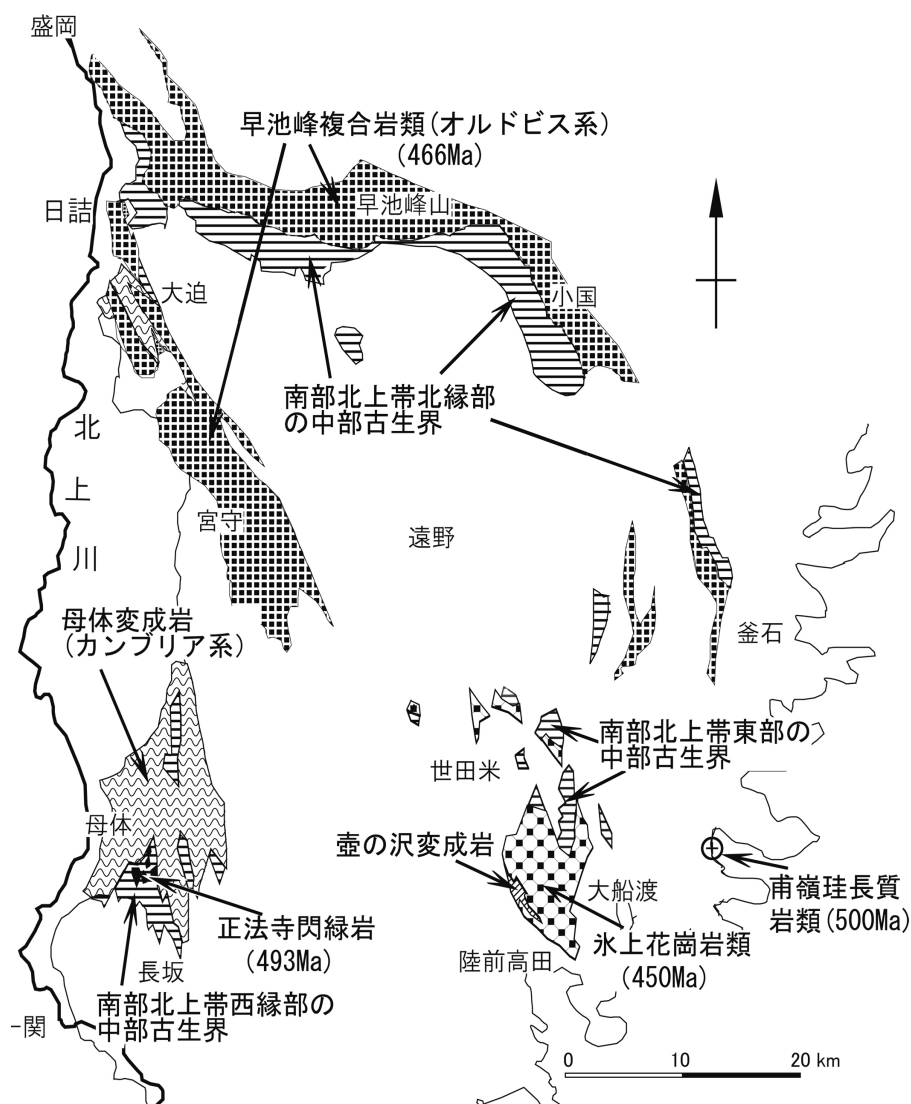
大迫地域では、シルル系の上に未区分デボン系が重なる。釜石地域では、早池峰複合岩類の上位には、日頃市地域と類似の岩相の最上部シルル系～デボン系が重なるが、その上部は泥岩主体となり、後期デボン紀の鱗木類を産する。

土谷ほか (2014) は、早池峰複合岩類分布域の南方延長にあたる大船渡市綾里地域において、下部白亜系大船渡層群の火山岩宙の捕獲岩として、トータル岩や珪長質火砕岩類 (甫嶺珪長質岩類) を見出した。これらのジルコン U-Pb 年代は約 500Ma であり、正法寺閃緑岩のそれに近い。

土谷ほか (2014) は、早池峰複合岩類分布域の南方延長にあたる大船渡市綾里地域において、下部白亜系大船渡層群の火山岩宙の捕獲岩として、トータル岩や珪長質火砕岩類 (甫嶺珪長質岩類) を見出した。これらのジルコン U-Pb 年代は約 500Ma であり、正法寺閃緑岩のそれに近い。

南部北上古陸の形成と発展

南部北上帯の形成は古期の大陸前縁の沈み込み帯でのカンブリア紀の付加体 (母体変成岩類の原岩) の形成にはじまる。この付加体は沈み込みにともない地下深部に引き込まれ、高圧型変成作用 (母体変成作用) をうけ、その後 500Ma の花崗岩類 (正法寺閃緑岩) により貫入された。また、オルドビス紀に



南部北上帯における基盤岩類と中部古生界の分布

は北縁部の広い範囲で塩基性～超塩基性岩類(早池峰複合岩類)の貫入もあった。南部北上帯東部では、450Maの花崗岩類(氷上花崗岩類)が500Ma以降に堆積した堆積岩類(壺の沢変成岩の原岩)に貫入し、それを捕獲した。このような過程をへて、南部北上帯は初めて大陸地殻をもつにいたった(南部北上古陸: Ehira and Kanisawa, 1999)。シルル系以上の古生層・中生層はこの大陸上の浅海に堆積したものである。南部北上古陸誕生にかかわる古期の大陸は、壺の沢変成岩の原岩や中部古生界に3200～500Maのジルコンを供給したこと(とくに1000Ma～500Maのジルコン)、および後述する中期古生代の古生物地理から、南中国大陸であった可能性が大きい。

南部北上帯のデボン系～石炭系中の火山岩・火山碎屑岩類はカルクアルカリ岩質で、バイモータルであり、南部北上帯はシルル紀以降もひきつづき島弧あるいは陸弧環境にあったと考えられている(川村・川村, 1989; 川村信人, 1997)。ペルム系基底の不整合は激しい地殻変動を伴ってはいなかったと考えられるが、この不整合を境として激しい火山活動は見られなくなり、南部北上古陸は以後白亜紀初期までは非活動的大陸縁辺の造構環境となった(箕浦, 1985)。

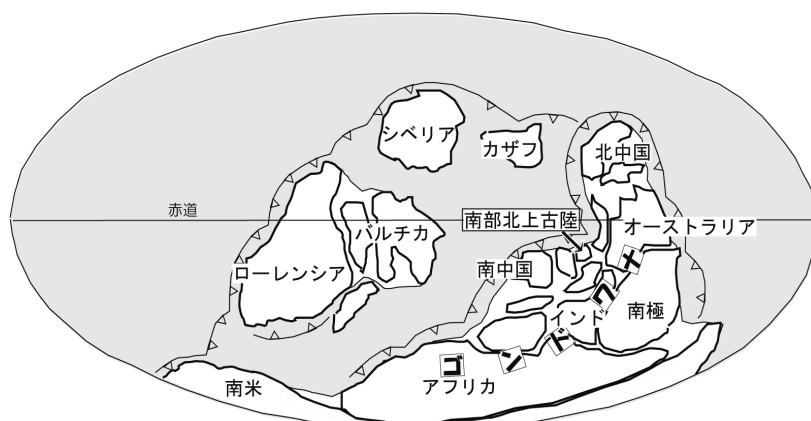
3. 南部北上古陸の形成位置と古地理の変化

南部北上古陸の古生代古生物地理

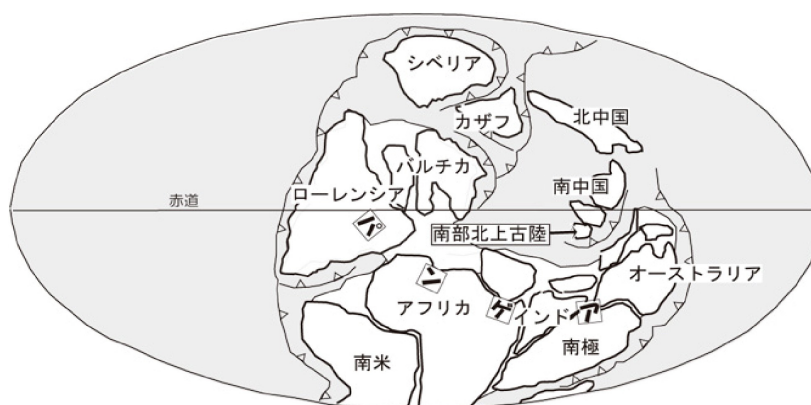
大陸の古地理の復元に関しては古地磁気データが有力である。しかし、南部北上帯の古生界は前期白亜紀花崗岩類の熱的影響の結果初生的な磁化を失っているため、唯一古生物地理データが古地理を考えるうえで有効である。

南部北上古陸の中部古生界～上部古生界からは豊富な化石が産出する。南部北上帯の基盤形成直後のシルル紀サンゴ化石群集は、超大陸ゴンドワナの北縁域を構成していたオーストラリアのシルル系中の群集と最も類似し、ついで南中国地塊のそれに似るという(Kato et al., 1980; Kato, 1990)。ゴンドワナ大陸の主体は当時南半球にあり、その北縁は赤道周辺にあった。デボン紀サンゴ化石群集もオーストラリア東部のそれと関係があるという(Kato, 1990)。一方、南部北上帯の延長と考えられる(例えば、永広, 2000)黒瀬川帯のシルル紀サンゴ化石群集を検討したKido and Sugiyama (2011)は、この群集が種レベルで南中国の群集と類似することを明らかにした。したがって、南部北上古陸が誕生した沈み込み帯は、南中国に近接し、オーストラリアからも遠くない、赤道周辺のゴンドワナ大陸北縁にあったと考えられる。

シルル紀～デボン紀のサンゴ化石群集にみられたオーストラリア東部のそれとの類似性は石炭紀初期まで続く。しかし、その後の下部石炭系鬼丸層では、サンゴの群集構成はテチス型へと変わり、中国南部の群集との強い類似性を示すようになり、一方オーストラリアとの類似性は失われた(Kato, 1990)。南半球にあったゴンドワナ大陸の回転運動にともない、その東端にあったオーストラリアはデボン紀ころから南進を始めたが、南部北上古陸は、南中国やインドシナなどとともに、赤道周辺にとどまり、オーストラリアから分離したと考えられる(Ehira and Kanisawa, 1999; Ehira, 2001)。南中国の磁極移動曲線は先カンブリア紀後期からシルル紀まではオーストラリアと一致しているが、デボン紀後期以降は異なっている(Yang et al., 2004)。これはおそら



古生物地理やテクトニクスから推定されるシルル紀の南部北上古陸の位置



石炭紀の南部北上古陸の位置

くは古テチス海の誕生と拡大による、北中国・南中国・インドシナなどの陸塊のゴンドワナからの分離の時期に相当する。

ペルム紀-三畳紀の南部北上古陸の古地理

南中国やインドシナとともにゴンドワナから分離した南部北上古陸は、ペルム紀においても赤道周辺に位置していた。南部北上帯の中期～後期ペルム紀アンモノイド群集は典型的な赤道テチス型で、北方の北極型の要素をいっさい含まない (Ehiro, 1997; Ehiro et al., 2005 など)。中部ペルム系中の腕足類群集を検討した Tazawa (1991, 1998, 2002) や Shi et al. (1995) などは、南部北上帯が北中国の北東部の吉林や南部プリモリーエ地塊に近接した位置にあったと考えているが、ペルム紀二枚貝も南中国のものに類似している (Fang 1985; Fang and Yin 1995; Nakazawa 1991)。中部ペルム系岩井崎石灰岩のサンゴ礁生物の群集構成を検討した Kawamura and Machiyama (1995) も、中国南部ないしインドシナとの密接な関係を強調している。Wang et al. (2006) は、南部北上帯、内モンゴルー東北中国、南中国のペルム紀四放サンゴ類群集を検討し、前期ペルム紀の内モンゴルー東北中国は独自のサンゴ動物区を作っていたのに対し、南部北上帯の前期ペルム紀サンゴ群集は、東北中国には見られない南中国に典型的な群集からなること、中期ペルム紀のそれも南中国に豊富な群集でしばしば種レベルで同一の群集を含むことから、南中国と古生物地理的に強く関連するとしている。



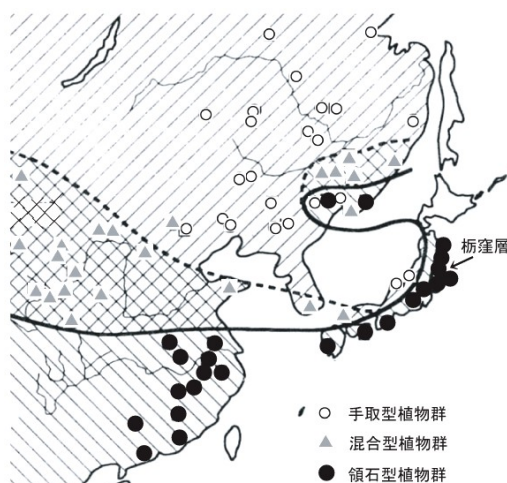
三畳紀のアンモノイド区と南部北上古陸の位置

南部北上帯の三畳紀のアンモノイド群集は低緯度の群集からなり、ジュラ紀のそれも、一部北極型を含むが、基本的にはテチス型である (Ehiro, 1997, 2001)。Brayard et al. (2009) は前期三畳紀オレネキアン期後期のアンモノイド古生物地理を検討し、南部北上帯の群集は北米アイダホのそれと密接に関係することを明らかにした。Ehiro et al. (2016) の大沢層のアンモノイド群集の検討結果も同様である。

ジュラ紀～初期白亜紀の古地理

南部北上古陸の上部ジュラ系～最下部白亜系からは領石フローラに属する植物化石が多産する (例えば Kimura and Ohana, 1989a, 1989b)。相馬地域の上部ジュラ系柞窪層、牡鹿地域の上部ジュラ系荻野浜層、北部北上山地の最下部白亜系小本層などがその代表的な植物化石産出層である。領石フローラは、中国南部や西南日本外帯の上部ジュラ系～下部白亜系を特徴づける、熱帯～亜熱帯性植物群で、中国東北部や西南日本内帯の、温帯性の手取フローラとは全く異なっている (Kimura, 1987)。

以上のことから、南部北上古陸は三畳紀～後期ジュラ紀においても中・高緯度地帯ではなく低緯度地帯にあったと考えられる。ただし、古地磁気資料に基づけば、南中国やインドシナ、北中国などの大陸はペルム紀から三畳紀にかけて北方に移動してきたことがわかっており (例えば, Enkin et al., 1992; Metcalfe, 1994), この間南部北上古陸も赤道地域から北半球の低緯度地帯へと北上していたと考えられる。



ジュラ紀-白亜紀前期の植物区と植物化石産地の分布図 (Kimura, 1987 による)。化石産地は現在の位置で表示。

参考文献 (2000 年以降の主なもののみ)

- Brayard, A., Escarguel, G., Bucher, H. and Bruhwiler, T., 2009, Smithian and Spathian (Early Triassic) ammonoid assemblages from terranes: Paleooceanographic and paleogeographic implications. *Journal of Asian Earth Sciences*, **36**, 420–433.
- 永広昌之, 2017, 第 3 章 地質構造発達史, 3.1 先新第三紀の構造発達史. 日本地方地質誌 2「東北地方」, 朝倉書店. (編集中)
- 永広昌之・森清寿郎, 2013, 南部北上帯長坂地域の先シルル紀基盤岩類・中部－上部古生界と歌津－志津川地域のペルム系－ジュラ系 (付: ペルム系磷酸塩岩の産状). 地質学雑誌, **119**, 補遺, 47–67.
- Ehiro, M., Sasaki, O. and Kano, H., 2016, Ammonoid fauna of the late Olenekian Osawa Formation in the Utatsu area, South Kitakami Belt, Northeast Japan. *Paleontological Research*, **20**, 90–104.
- Ehiro, M., Tsujimori, T., Tsukada, K. and Manchuk, N., 2016, Chapter 2a. Palaeozoic basement and associated cover (South Kitakami and Kurosegawa belts を担当). In Moreno, T., Wallis, S., Kojima, T. and Gibbons, W. (eds.), *The Geology of Japan*. Geological Society, London, 25–60.
- Isozaki, Y., Ehiro, M., Nakahata, H., Aoki, K., Sakata, S and Hirata, T., 2015, Cambrian plutonism in Northeast Japan and its significance for the earliest arc-trench system of proto-Japan: new U-Pb zircon ages of the oldest granitoids in the Kitakami and Ou Mountains. *Journal of Asian Earth Sciences*, **108**, 136–149.
- Kido, E. and Sugiyama, T., 2011, Silurian rugose corals from the Kurosegawa Terrane, Southwest Japan, and their paleobiogeographic implication. *Bulletin of Geosciences*, **86**, 49–61.
- 佐々木 惇, 2015, 氷上花崗岩類について. 日本地質学会東北支部巡検案内書, 16–26.
- 佐々木 惇・土谷信高・足立達朗・中野伸彦・小山内康人, 2013, 南部北上山地, 氷上花崗岩類のジルコン U-Pb 年代の再検討. 日本地質学会第 120 年学術大会講演要旨, 61.
- 下條将徳・大藤 茂・柳井修一・平田岳史・丸山茂徳, 2010, 南部北上帯古期岩類の LA-ICP-MS U-Pb ジルコン年代. 地学雑誌, **119**, 257–269.
- 土谷信高・武田朋代・佐々木 惇, 2014, カンブリア紀のジルコン U-Pb 年代を示す甫嶺珪長質岩類について. 岩手の地学, **44**, 49–56.
- Wang, X. D., Sugiyama, T., Kido, E. and Wang, X. J., 2006, Permian rugose coral faunas of Inner Mongolia–Northeast China and Japan: Paleobiogeographical implications. *Journal of Asian Earth Sciences*, **26**, 369–379.
- Yang, Z., Sun, Z., Yang, T. and Pei, J., 2004, A long connection (750–380 Ma) between South China and Australia: paleomagnetic constraints. *Earth and Planetary Science Letters*, **220**, 423–434.