

サハリンの新生代火山活動

岡村 聡¹⁾

1. はじめに

サハリン島は、北海道の最北端である稚内から北へ約40 kmに位置し、北海道との地形・地質学的共通性が強い。しかし、北海道に特徴的な火山活動・深発地震はサハリンには顕著でなく、サハリンの島弧としての性格は不明瞭である。福沢(1989)、小松ほか(1990)によると、南サハリンの漸新世前期の火山岩類や漸新世後期～中新世初期の珪質頁岩は、北海道北東部のそれらとよく似た岩相・堆積環境を示し、これらが日本海盆、千島海盆の拡大形成に深い関わりがあることを指摘している。一方、Shimazu et al. (1992)は、南サハリンの中新世～鮮新世火山岩類について検討し、それらの岩石化学的性質が島弧火山岩とは異なり、プレート内火山岩に類似することを明らかにした。

このように、サハリンと北海道では新生代を通じて共通点や相違点が存在し、両地域を比較することが北西太平洋沿岸地域のテクトニクスを解明する上で重要な鍵を握っていると考えられる。ここではサハリンの新生代火成活動について紹介し、特に古第三紀末～鮮新世の火山活動の変遷とテクトニクスとの関わりについて、北海道側の地質学的データと比較しながら報告してみたい。なお、筆者がサハリンでの調査を行うにあたり、北方圏地質研究会(代表 静修女子大学北川芳男教授)の皆様には大変お世話になった。ここに記して謝意を表します。

2. サハリンの新生界と北海道側との対比

サハリンは南北性の中央サハリン断層(Tym-Poronaisk断層)によって東西に二分され、新生界の発達著しい西サハリン山地は、中央サハリン断層に沿う右横ずれ断層の結果、北北西-南南東方向に

雁行配列した褶曲軸を形成している(第1図)。鮮新世～第四紀初頭になると東西方向の水平圧縮運動によって、中央サハリン断層沿いに衝上断層が形成され、西サハリン山地では地壘-背斜構造形成の運動が進行し現在に至っている。

サハリンの新生界は、細粒碎屑性堆積物が主体をなし、火成岩類は小規模なものが多い。佐々(1981)、Gladenkov (1984)、Gnibidenko (1989)らの地質層序を総合すると、古第三系は下位からニジネドエ(Nizhneduy)・クラスノポリ(Krasnopoli)・タカラダイ(Takaradai)およびアラカイ(Arakai (Gastello))の各層、新第三系はホルムスク(Kholmnsk)・ネベリスク(Nevelsk)・チェホフ(Chekhov)・ウエルフネドエ(Verkheneduy (Uglegorsk))・クラシ(Kurassy)・マルヤマ(Maruyama)の各層からなる(第2図)。

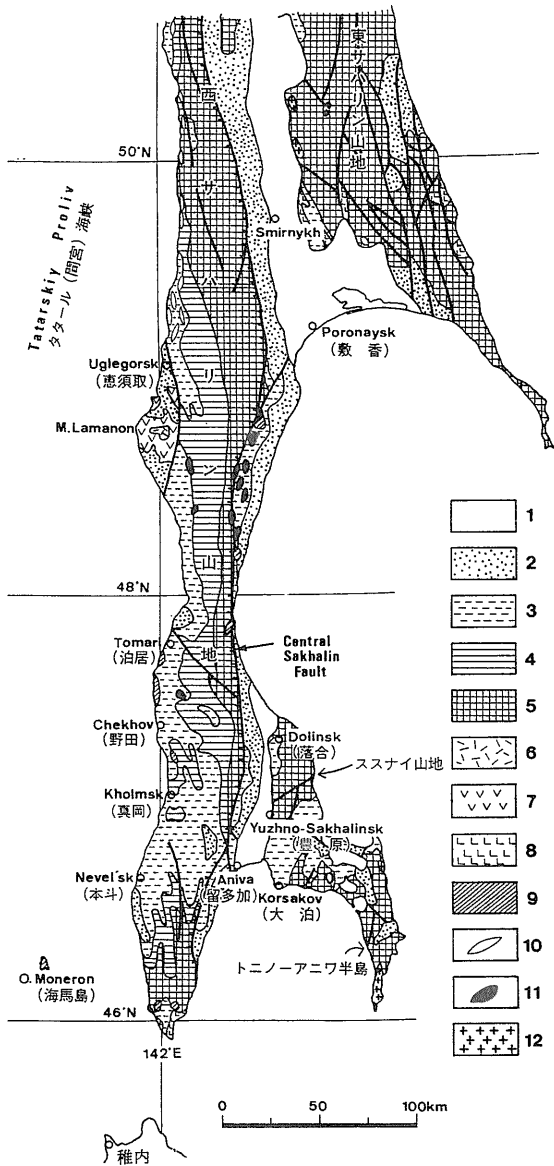
2.1 古第三系

ニジネドエ層は狭炭層からなり、北海道の始新世を示す石狩層群に対比される。現在でも多くの炭田で露天掘り採掘が行われている。クラスノポリ層は砂岩・礫岩からなる。その上位のタカラダイ層は塊状のシルト岩を主体とし上部に砂岩を含む。クラスノポリ・タカラダイ両層は北海道の始新世～漸新世の幌内層に対比される。ニジネドエ層からタカラダイ層にかけての堆積環境は、陸域、海浜～遠洋、遠洋へと変化し、時代とともに海進の傾向が読み取れる(Gnibidenko, 1989)。

アラカイ層は火砕堆積物を含む浅海成の砂岩・シルト岩からなる。西サハリン山地の西部では400 mの層厚に達し、東部では80 mである。西部のアラカイ層は3部層に区分され、下部層は砂質シルト岩からなり、安山岩質火砕岩や玄武岩質貫入岩・溶岩をともなう。中部層は砂岩・シルト岩・礫岩よりなり、基底部に玄武岩・安山岩質玄武岩の溶

1) 北海道教育大学札幌校：
〒002 札幌市北区あいの里5-3-1

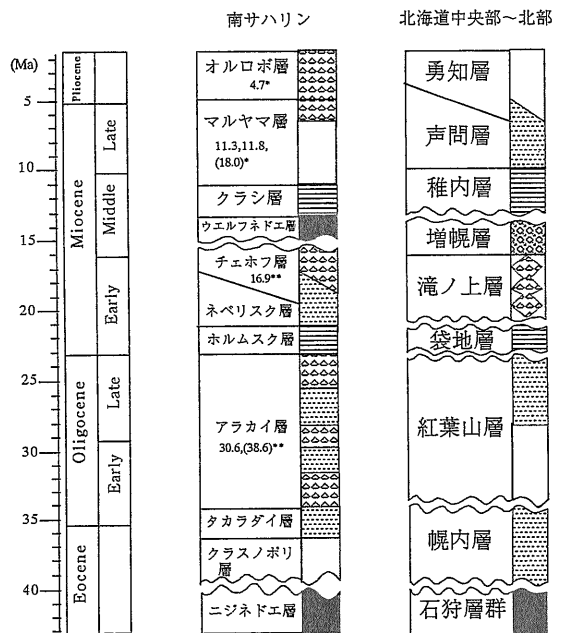
キーワード：サハリン, 新生代, 火山活動, 島弧火山岩, アルカリ岩, 千島海盆, 日本海盆, グリーンタフ



第1図 南サハリンの地質概略図。

1; 第四系, 2・3; 新第三系(2; 上部中新統~鮮新統, 3; 中新統), 4; 古第三系, 5; 先第三系, 6~12; 火成岩類(6; デイサイト(鮮新世), 7; 安山岩~玄武岩(中新世~鮮新世), 8; 粗面安山岩(後期中新世~鮮新世), 9; 安山岩~玄武岩(中期中新世), 10; アルカリドレライト~はんれい岩(後期中新世), 11; はんれい岩~閃緑岩(中新世), 12; 花崗岩類(古第三紀). Vereshagin (1969), Kosygin and Popeko (1987)より編集。

岩や貫入岩がみられる。上部層は、火砕堆積物を多量に含み基底部に礫岩をともなう。東部のアラカイ層は、凝灰質の砂岩~シルト岩よりなり、火山性物



* Shimazu et al. (1992), ** 岡村ほか (準備中)

第2図 南サハリンと北海道中央部~北部の第三系層序対比図。数字はK-Ar年代(Ma)を示す。各層の岩相については本文参照。

質に乏しい。北海道夕張炭田地域の紅葉山層は砂岩を主体にし玄武岩由来の碎屑粒子を含んでおり、アラカイ層に対比できる(松井・高橋, 1951)。アラカイ層火山岩類の年代は、下部層の玄武岩質安山岩が38.6 Ma, 中部層の安山岩が30.6 Maの漸新世前期のK-Ar年代を示し(岡村ほか, 準備中), 後者の年代は化石層序からの推定(Gladenkov, 1984)と矛盾しない。アラカイ層と同時異相のガステロ層は北サハリンを模式地とし、非火山性の細粒碎屑岩からなる。

2.2 新第三系

ホルムスク層は前期中新世を示し、薄いラミナのよく発達した珪質のシルト岩~泥岩からなる(写真1)。ユジノサハリンスクからホルムスクに至る東西ルートにおいては、最大1200~1600 mの層厚を示す。本層中には10~20 m層厚にわたって沸石を多量に含むことがある。北海道の雨竜地域の袋地層は珪質泥岩を含みホルムスク層に対比されるが、層厚は半分以下である。一方、東部北海道には本層に対比される類似岩相の津別層が厚く堆積している。前期中新世末のネベリスク層は約50 mの砂岩泥岩の互層からなり、上位のチェホフ層とは一部同時異

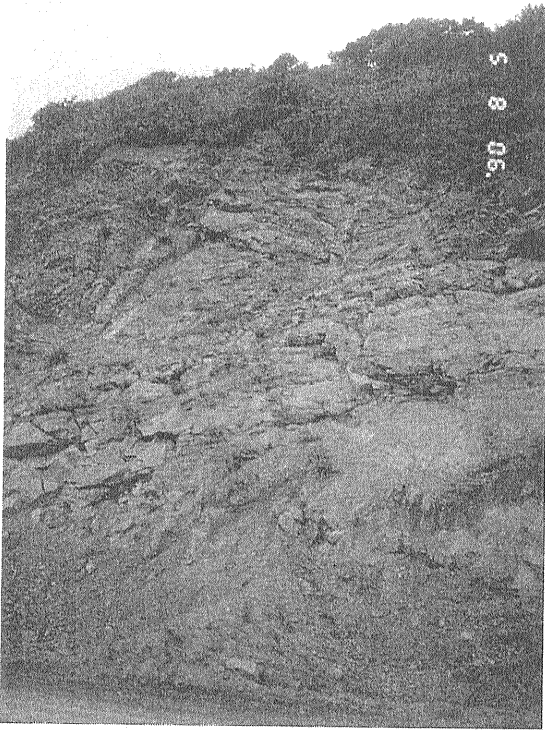


写真1 アラカイ層の砂岩・シルト岩(右下)の上位にホルムスク層の珪質頁岩(左上)が重なる露頭。コルサコフ付近。

相の関係にある。本層の露出する地域では地滑りによる滑落地形が多く見られる。チェホフ層は玄武岩質安山岩～玄武岩の溶岩・火砕岩類からなり、それらは部分的に緑色変質を強く受けている。本層は夕張炭田地域の滝の上層に対比される。チェホフ層最上部の玄武岩溶岩は16.9 MaのK-Ar年代値を示し(岡村ほか、準備中)前期中新世末に活動した。中期中新世のウエルフネドエ層は下位のチェホフ層と不整合で接し、厚い狭炭層を含む泥岩からなる。サハリンでは本層から見いだされる炭田が8～10カ所あるという。北海道の同時期の地層からはこのような大規模な狭炭層は認められず異質である。

中～後期中新世のクラシ層は珪質泥岩からなり、北海道の稚内層に酷似する。中期中新世末～鮮新世のマルヤマ層は亜炭をともなう塊状の砂岩・礫岩からなり、1200 mの層厚に達する。本層は一部火山性堆積物を伴っている。堆積岩主体のマルヤマ層は、北海道の^{こさとい}声間層・^{あうも}勇知層に対比される。

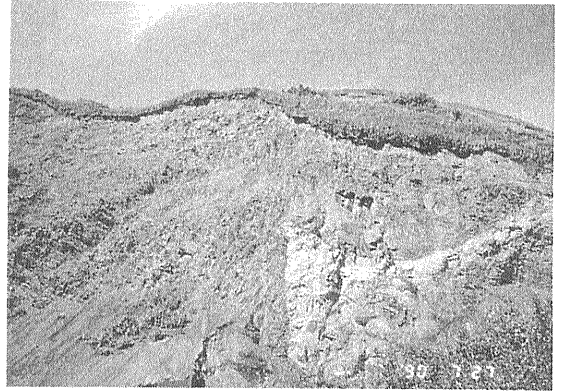


写真2 アラカイ層下部層のシルト岩(白色部)を貫き上部層にシート状に貫入したドレライト岩体(暗色部)。岩体の左下部に縞状構造が発達する。ホルムスク市の北約12 km。

3. サハリンの第三紀火成活動の特徴

サハリンの新生代火山活動は、古第三紀から鮮新世にかけて小規模ながら断続的に生じ、特に南サハリンの西縁部においてそれが顕著である。第三紀火山岩類のうち最下位のアラカイ層は、いずれも噴出岩・貫入岩の産状を示し、岩質は玄武岩からデイサイトの組成範囲におよぶ。噴出岩は塊状溶岩や火砕岩からなり、貫入岩は岩脈のほかドレライト岩床として産する(写真2)。ドレライト岩床中には顕著な縞状構造がみられる。アラカイ層火山岩は、変質作用を受けることがしばしばあるが、新鮮な火山岩は島弧に典型的なカルクアルカリ岩の化学組成を示す。

前期中新世のチェホフ層は玄武岩質安山岩～玄武岩を主体とする火砕岩類からなり塊状溶岩をともなう。火砕岩類はシュードピローを含むハイアロクラスタイトやその二次的堆積物の産状を示す(写真3)。塊状溶岩はチェホフ層の最下部や中部層中にみられる。局部的に変質作用をこうむることがあり、しばしば方解石の脈が貫く。全岩化学組成は、アラカイ層よりややアルカリに乏しく、島弧ソレイトの特徴を示す。

サハリンには、アルカリ岩が小規模ながら比較的まとまった岩体として各所にみられる。まず、粗面岩～粗面安山岩を主体にした火山岩が、溶岩・岩頸・溶岩ドーム・岩脈として産する。産地としては、東サハリン山地と南サハリンの南西端にあたるクリリオン半島(いずれも中新世末)、サハリン最北端の

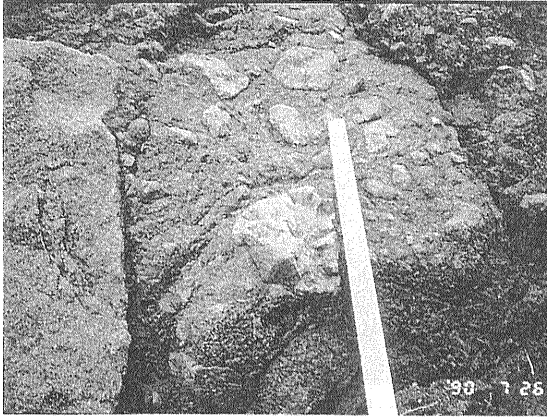


写真3 チェホフ層の玄武岩質ハイアロクラスタイト。礫の一部はシュードピローの形態を示す。チェホフ市の南側郊外。

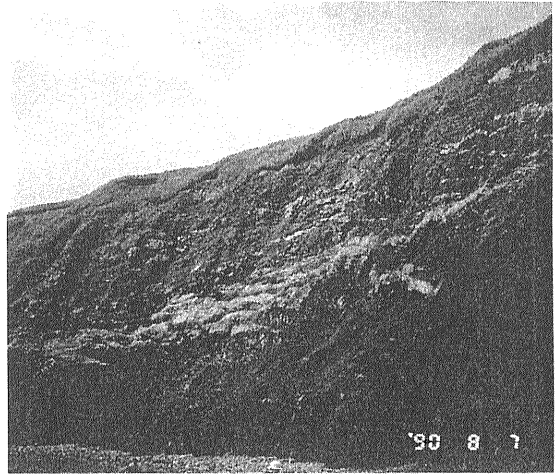


写真4 ウェルフネドエ層の黒色泥岩～石炭層を貫くアルカリドレライトシル(白色部)。旧諸津岬。

シュミット半島(漸新世)である。これらの岩体は、鉱物組合せとしてケルスータイトを特徴的に含む。全岩化学組成では K_2O が5%、 Al_2O_3 が16%に達する(Semenov, 私信)。

もう一つのアルカリ岩のタイプとしては、アルカリドレライトに代表される半深成岩～深成岩の岩体である。産地はシュミット半島(中新世初期)とレソゴルスク(後期中新世～初期鮮新世)である。後者の岩体は、かつて八木健三氏によって詳しく研究され、新生代の環日本海アルカリ岩石区の北東縁部に相当するとされている(Yagi, 1953)。この岩体について以下に、やや詳しく紹介する。

ウグレゴルスクの北方数10 kmの海岸部(レソゴルスク)には、中新世のウェルフネドエ層～クラシ層の狭炭層や珪質泥岩をシート状に貫いてドレライトと少量のモンゾニ岩・閃長岩からなるアルカリ岩がみられる。ドレライトと接触する石炭層は貫入時の熱によって0.5～1 cmにわたって石墨が生成されている。本ドレライトから9.2 MaのK-Ar年代が得られている(Shimazu et al., 1992)。写真4は、かつて八木氏によって調査された旧諸津岬の露頭である。これらアルカリ深成岩～半深成岩は貫入岩床、併盤、岩脈の産状を示す。これら諸岩石は、パーケビ角閃石・方沸石・チタン黒雲母を特徴的に含む。

ウグレゴルスクの南側に位置するラマノン岬周辺は、サハリンで唯一ともいえる円錐形の火山地形が保存されている地域である(写真5)。ここでは、中期中新世末～鮮新世のマルヤマ層の水中火山活動に

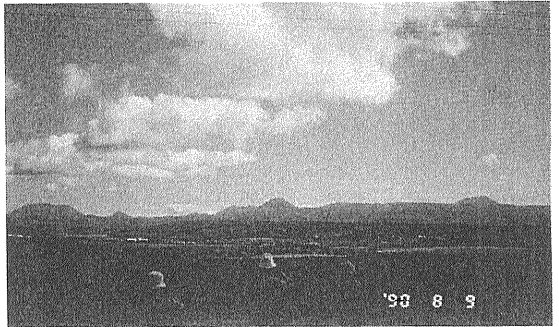
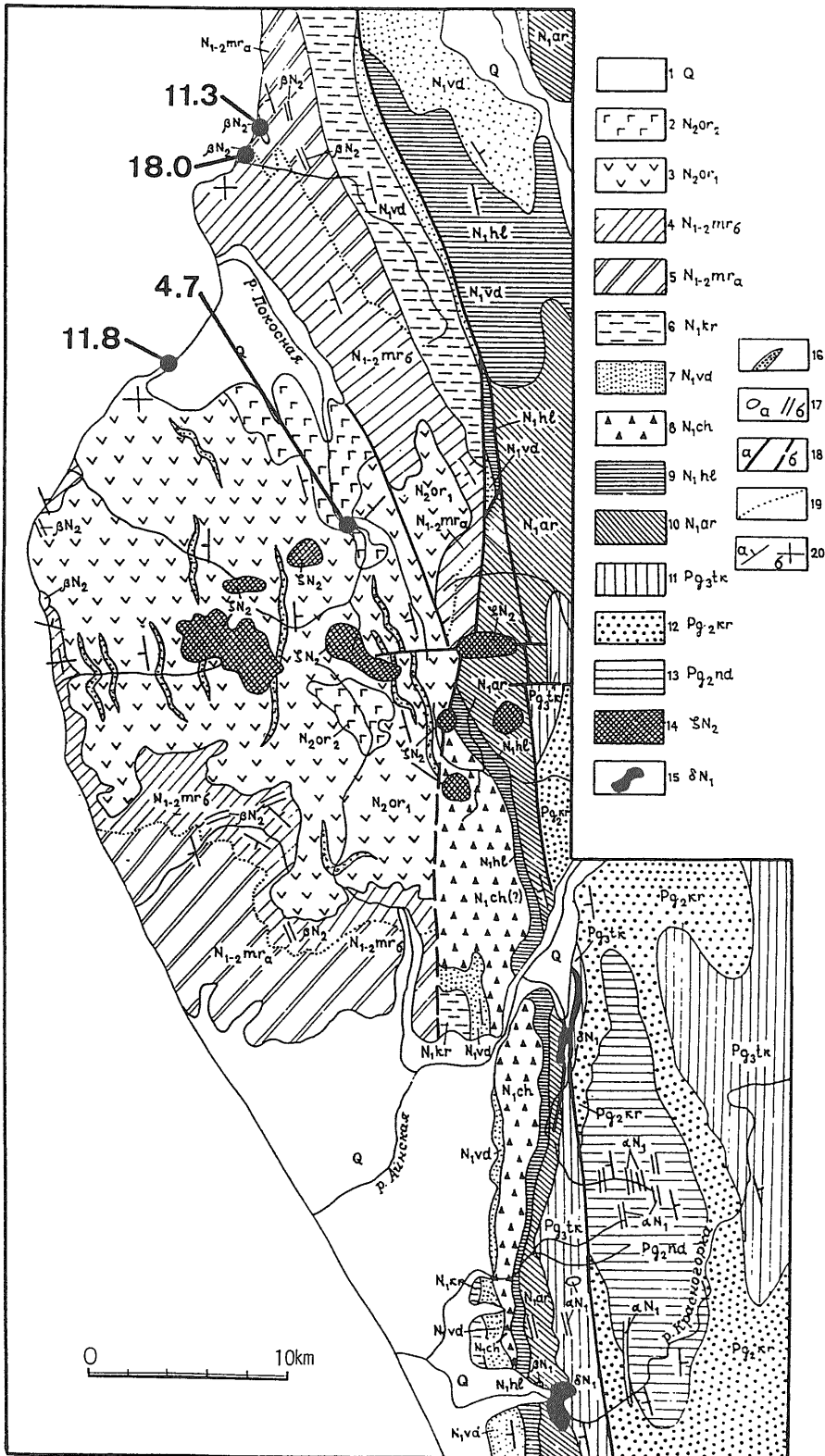


写真5 ラマノン周辺の遠景。溶岩流からなる盾状火山の上に点々と円錐形の溶岩ドームが形成されている。ほぼ中央のドームは旧鶺鴒山(863 m)。右端はイチャラ山(旧伊皿山, 1022 m)、左端のやや平坦な山はクラスノバ山(旧釜伏山, 1094 m)。

始まり、その上位(オルロボ層)の盾状火山・溶岩ドームの活動に引き継がれている(第3図; Semenov, 1975)。マルヤマ層中の玄武岩から11.3、11.8 Ma、オルロボ層の安山岩から4.7 MaのK-Ar年代値が報告されている(Shimazu et al., 1992)。

火山岩類の産状は溶岩・貫入岩・火砕岩からなる。初期のマルヤマ層の火山岩はハイアロクラスタイトが卓越し、枕状溶岩やピロープレッチャの形態がよく保存されているものがある(写真6)。後期のオルロボ層は、岩質によって2つに区分され、下部層は玄武岩、上部層は安山岩からなり(第3図)、いずれも塊状溶岩・自破碎状溶岩を主体とし(写真7)、広大な盾状火山を形成している。末期には酸



第3図 ラマノン岬周辺の地質図(Semenov, 1975).

数字は Shimazu et al. (1992) による K-Ar 年代 (Ma) を示す。

- 1 第四系
- 2 オルロボ層上部層；安山岩
- 3 オルロボ層下部層；玄武岩
- 4 マルヤマ層；火山性～非火山性堆積岩
- 5 マルヤマ層；非火山性堆積岩
- 6 クラシ層
- 7 ウェルフネドエ層
- 8 チェホフ層
- 9 ホルムスク層
- 10 アラカイ層
- 11 タカラダイ層
- 12 クラスノポリ層
- 13 ニジネドエ層
- 14 石英閃緑岩-ひん岩-デイサイト (鮮新世)
- 15 閃緑岩-はんれい岩質閃緑岩 (古第三紀末～前期中新世)
- 16 砂岩 (オルロボ層)
- 17 貫入岩類 (a 半深成岩体, b 岩脈・シル)
- 18 断層
- 19 マルヤマ層の岩相境界線
- 20 走向・傾斜



写真6 マルヤマ層の安山岩質ハイアロクラスタイト。一部は枕状溶岩として左下に垂れ下がるフォアセットベッドが見られる。ウグレゴルスクの南約15 km。

性岩からなる溶岩ドームや深成岩類の貫入岩体を形成し、きわめて最近の活動のように感じられる。

溶岩ドームと思われるイチャラ山(旧伊皿山)は標高1022 m, クラスノバ(Krasnova)山(旧釜伏山)は1094 mに達し、サハリンの火山の最高峰に数えられるものである。構成岩石は玄武岩～玄武岩質安山岩が約半分を占め、そのほかに安山岩・デイサイト・石英閃緑岩～ひん岩を含む。前述のアルカリ岩とラマノン岬周辺の火山岩は、いずれも非島弧的な岩石学的性質を示す(Shimazu et al., 1992)。

今回は詳しく紹介しないが、花崗岩類の貫入岩体が東サハリン山地、トノノアニワ半島に小規模に分布する。K-Ar法による放射年代測定によれば、前者は58～66 Ma、後者は北側の岩体が28～32 Ma、南側が35～57 Maを示し(Gnibidenko, 1989)、ともに北海道の日高帯の延長部に分布し、一連の深成岩活動により形成されたものと思われるが、時代的にはかなり古い。

4. 北海道-サハリンの新生代テクトニクス

古第三紀の火山活動は、北海道ではサハリンと同様小規模に認められるにすぎない。主要な分布地域としては、一つは西南北海道の日本海沿岸地域、もう一つは東部北海道の北見周辺である。活動年代は、前者の例として奥尻島の火山岩は、28～35 Ma(雁沢, 1987; 山本ほか, 1991)、後者では二又安山岩類に代表される火山岩類が、29～32 Ma(柴田・棚井, 1982; 松井・雁沢, 1987)を示し、いず

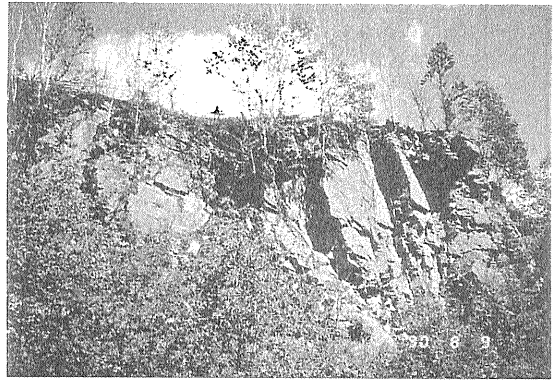


写真7 オルロボ層上部の板状節理の発達した安山岩溶岩。旧鶴城山の北側山麓部。

れも漸新世前期にあたり、サハリンのアラカイ層火山岩とほぼ同時期に活動している。

奥尻島火山岩は、ユーラシア大陸東縁の陸弧火山フロントで活動し、日本海形成の先駆的活動であったらしい(岡村ほか, 1993)。一方、東部北海道の火山岩類は、基盤の常呂帯東端の南北性断層(二又断層)やそれと斜交する小断裂帯に沿って分布し、千島海盆の拡大開始のリフティングにもなった活動と考えられている(小松ほか, 1990)。

千島海盆は、その形状がカムチャッカ半島の先端付近を要とした西に開いた半扇形をしていることや、根室半島での古地磁気の研究などから、現在の東部北海道部分(千島弧前弧側)が反時計回りに回転し、扇形に開いて形成されたと考えられている(田中・内村, 1989; 小松ほか, 1990など)。小松ほか(1990)によると、扇の西端は右横ずれ断層帯になっていると予想され、東部北海道の漸新世前期火山岩類は、その断裂帯の形成にもなって活動したものらしい。千島海盆の形成時期は、日本海盆に比べ情報が少なく不明な点が多いが、千島海盆の水深や熱流量などから漸新世～中期中新世に拡大したと推定されており(Kimura and Tamaki, 1985)、上記の考えを支持している。

これらの火山活動の後に堆積した漸新世後期～中新世初期の珪質頁岩は、北部北海道(袋地層)・東部北海道(達姫・津別層)・南サハリン(ホルムスク層)において厚く発達する。これらはシリカ殻生物遺骸の集合体からなり、その堆積環境・堆積盆の分布から、現在の日本海北部とオホーツク海南部に広く深い古海洋が存在しており、それぞれ日本海盆、千島

海盆の拡大形成を示すと考えられる(福沢, 1989; 小松ほか, 1990)。ただし、これらの堆積岩中には凝灰岩など火山性物質が介在し、火山活動をともなっていたとみられるが、大規模な火山岩層からなる東北日本弧内帯・日本海盆・大和海盆の同時期層準とは異なる。

前期中新世のチェホフ層に対比される火山岩類は、北海道ではとりわけ西南部のグリーントフ地域において顕著である。チェホフ層の一部が緑色変質している点でも北海道のグリーントフ層との共通性が強い。北海道のグリーントフ層の広がりについては、特にその東側の中央部北海道非グリーントフ地域との境界が問題となる。チェホフ層に対比される滝の上層は、石狩低地帯から苫小牧沖海域における多数の坑井によって確認されており、西側の500~1000 mに達する厚い火山砕屑岩が、東へ100 m以下の薄層へと急激に変化している(天然ガス鉱業会・大陸棚石油開発協会, 1982)。この西側の厚い火山岩類からなる滝の上層の分布は、苫小牧沖の空中磁気異常帯(Ogawa and Suyama, 1976)と良く対応し、留萌沖から利尻-礼文島海域へと南北方向に追跡されることから、このゾーンがグリーントフ地域の東縁部と考えられている(正谷, 1979)。したがって、南サハリン西海岸沿いに小規模ながら分布するチェホフ層は、このグリーントフ層の最北端部とみなすことができるであろう。

渡辺ほか(1993)によると、このグリーントフ東縁部付近の夕張炭田-馬追丘陵地域にみられる安山岩類からなる滝の上層は、19~20 MaのK-Ar年代を示し、これは東北日本弧の最もフロント側の活動であったと主張している。同じくこの東縁部の北側にある樺戸地域の滝の上層準の玄武岩は、現在の火山フロントに特徴的にみられる島弧ソレイト的な岩石学的性質を示し、この活動が日本海の拡大にも密接に関連していたらしい(岡村ほか, 1991)。同時期火山岩類は東北日本弧内帯や日本海盆・大和海盆のODP掘削試料中にも認められ、いずれも日本海拡大最盛期の火山活動の産物である。チェホフ層の特徴は、これら同時期火山岩類と多くの共通性を示し、同一テクトニクス場にあったことは疑いない。

Shimazu et al. (1992)によると、中期中新世以降(一部、前期中新世を含む)の火山岩類は、Kuno

(1968)の高アルミナ玄武岩からアルカリ玄武岩に属する玄武岩-安山岩よりなり、それらの多くはTiO₂含有量が高いなど微量元素の特徴から、大陸玄武岩や海嶺玄武岩(E-MORB)に類似のプレート内玄武岩類の特徴を有する。したがって、漸新世から前期中新世に活動したアラカイ層およびチェホフ層の火山岩類が、典型的な島弧火山岩であったことから、その後の後期中新世~鮮新世にかけては全く異なる組成の大陸内玄武岩~安山岩の活動へ転換したことになる。南サハリンは、現在もなお典型的な島弧火山活動を続ける北海道側に比べ、きわめて対照的な地質環境へと大変身を遂げたことになる。

5. ま と め

南サハリンの火山活動からみると、漸新世から前期中新世頃までの火山岩類は、北海道の同時期火山岩類との共通性が強く、いずれも島弧火山に特徴的なカルクアルカリ、ソレイト系系火山岩からなる。このうち漸新世火山岩類は、日本海盆と千島海盆両者の拡大開始期に関連して活動したらしい。引き続き前期中新世は、両海盆が拡大深化していくが、火山岩類の特徴からは東北日本弧グリーントフ層との共通性がみられ、日本海盆拡大との関連性が強い。一方、後期中新世から鮮新世に至る火山~深成活動は、非島弧的性格を示し、大陸内で生じている火成活動に転換した。

換言すると、日本海盆・千島海盆の形成後は、北海道は引き続き島弧、サハリンは大陸的環境へと分化したことになる。ただし、北サハリン地域については事情が違っていた。アルカリ岩で特徴づけられる火山岩や深成岩が最北端のシュミット半島では漸新世から活動しているので、もともと大陸的环境下での火成活動であったらしい。

文 献

- 福沢仁之(1989): Biosiliceous Shale の時空分布からみた日本海・オホーツク海の形成(予報). 月刊地球, 11, 284-291.
 雁沢好博(1987): 東北日本弧内帯の白亜紀-第三紀火山岩のフィッシュン・トラック年代-奥尻島・男鹿半島・朝日山地-地質雑, 93, 387-401.
 Gladenkov, Y. B. (1984): Neogene stratigraphy of northeast Asia (Kamchatka, Sakhalin). In: N. Ikebe and R. Tsuchi eds., Pacific Neogene datum planes, 235-243.
 Gnibidenko, H. S. (ed.) (1989): Guidebook for excursions on the

southern part of Sakhalin Island. Geological geophysical mapping of the Pacific region, Yuzhno-Sakhalinsk, 91p.

Kimura, G. and Tamaki, K (1985): Collision, rotation, and back-arc spreading in the region of the Okhotsk and Japan Seas. *Tectonics*, **5**, 389-401.

小松正幸・榊原正幸・福沢仁之・豊島剛志(1990): 千島海盆の拡大と日高変成帯の構造運動. 月刊地球, **12**, 501-506.

Kosygin, Y. A. and Popeko, V. A. (1987): Map of magmatic formation of the Far East USSR, 1:2,500,000. Moscow. (ロシア語)

Kuno, H. (1968): Differentiation of basaltic magmas. In: H. H. Hess and A. Poldervaart eds., *Basalt*, vol. 2, Wiley-Interscience, New York, 623-688.

正谷 清(1979): 北海道海域の堆積盆の分布と性格. 石油技術協会誌, **44**, 254-259.

松井 愈・雁沢好博(1987): 東部北海道の漸新-中新統・川上層群一足寄動物群の産出層と地質時代一. 松井 愈教授記念論文集, 137-143.

松井 愈・高橋 進(1951): 紅葉山階ならびに瀧ノ上階の火山岩活動の特性. 新生代の研究, **9**, 142-149.

Ogawa, K. and Suyama, J. (1976): Distribution of aeromagnetic anomalies, Hokkaido, Japan and its geologic implication. In: H. Aoki and S. Izuka eds., *Volcanoes and Tectonosphere*, Tokai Univ. Press, Tokyo, 207-215.

岡村 聰・高橋伸充・斉藤節仁・八幡正弘・加々美寛雄・樺戸団体研究グループ(1991): 北海道樺戸地域から産する中新世ソレライト玄武岩. 地球科学, **45**, 399-414.

岡村 聰・吉田武義・加々美寛雄(1993): 奥尻島漸新世火山岩の岩石学—東北日本漸新世, 陸弧火山フロントにおける火山活動—. 岩鉱, **88**, 83-99.

佐々保雄(1981): 北海道と樺太との地学的関連. 北海道地理,

55, 1-7.

Semenov, D. F. (1975): Neogene magmatic formation of south Sakhalin. Academy of Science, USSR, 207p. (ロシア語)

柴田 賢・棚井敏雅(1982): 北海道第三紀火山岩類のK-Ar年代. 総研成果報告書「北海道新第三系の諸問題」, 75-79.

Shimazu, M., Furuyama, K., Kawano, Y., Okamura, S., Ohira, H. and Yamamoto, G. (1992): K-Ar ages, major and minor element compositions and Sr, Nd isotope ratios of volcanic rocks from the western part of south Sakhalin, USSR. *Jour. Min. Pet. Econ. Geol.*, **87**, 50-61.

田中秀文・内村英雄(1989): 古地磁気学による北海道のテクトニクス. 月刊地球, **11**, 298-306.

天然ガス鉱業会・大陸棚石油開発協会(1982): 日本の石油・天然ガス資源. 455p.

Vereshagin, V. N. (1969): Geological map of Sakhalin. 1:1,000,000. Ministry of Geology, USSR. (ロシア語)

渡辺 寧・藤林紀枝・中川 充・加々美寛雄(1993): 北海道中部馬追丘陵および夕張炭田地域の中新世前期火山岩類のK-Ar年代, 層序対比および化学組成. 岩鉱, **88**, 295-306.

Yagi, K. (1953): Petrological studies on the alkalic rocks of the Morotsu district, Sakhalin. *Bull. Geol. Soc. America*, **64**, 769-810.

山本和広・周藤賢治・渡部直樹(1991): 奥尻島の第三紀火山岩のK-Ar年代と東北日本弧周辺の漸新世および前期中新世火山岩の岩石学的特徴. 岩鉱, **86**, 507-521.

OKAMURA Satoshi (1994): Cenozoic volcanism of Sakhalin.

<受付: 1994年4月21日>

好調な函館-ユジノ航空路線

日本とサハリンを結ぶ初めての航空路, 函館-ユジノサハリンスク線の運行は本年4月4日から週2便(月, 木)で開始されたが(4月4日付北海道新聞), 乗客率70パーセントを超える好調さが続き, 7月1日から急遽, 週3便(月, 木, 金)に増便される. 来年からは小樽, 稚内などからのフェリー便の運行も決定しており, 北方域との交流はこれから益々便利になろうとしている(石原).

北海道新聞 1994年6月17日 朝刊

函館-ユジノ路線
週3往復に増便へ
運輸省

北海道新聞 1994年6月17日 朝刊

函館-ユジノ航空路線は、今年4月4日から週2便(月、木)で開始されたが、乗客率70パーセントを超える好調さが続き、7月1日から急遽、週3便(月、木、金)に増便される。来年からは小樽、稚内などからのフェリー便の運行も決定しており、北方域との交流はこれから益々便利になろうとしている(石原)。

夏には定期フェリー 相次ぐ動脈開設

北海道新聞 1994年4月4日 朝刊

函館-ユジノ航空路線は、今年4月4日から週2便(月、木)で開始されたが、乗客率70パーセントを超える好調さが続き、7月1日から急遽、週3便(月、木、金)に増便される。来年からは小樽、稚内などからのフェリー便の運行も決定しており、北方域との交流はこれから益々便利になろうとしている(石原)。

経済交流促進に期待

北海道新聞 1994年4月4日 朝刊

