

秋田県中部における中新世中期塩基性岩の海底火成活動

土 谷 信 之*

TSUCHIYA, N. (1986) Submarine igneous activity of basaltic magma during middle Miocene age in the central part of Akita Prefecture, northeast Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 37 (7), p. 363-366.

Abstract : Igneous activity of basaltic magma took place during middle Miocene Daijima-Nishikurosawa (N8-10) and Onnagawa Stages (N11-14) on the Japan Sea side of Akita Prefecture, northeast Japan. The activity was commenced by effusive rocks and then followed by intrusive rocks.

Basaltic effusive rocks are mainly intercalated in the Sunakobuchi Formation (Daijima-Nishikurosawa Stage) in the eastern margin of the Akita Oil Field. The effusive rocks are mostly composed of massive lava, pillow lava and hyaloclastite, subordinately with scoria. The effusive rocks formed submarine volcanoes in middle Miocene age. During dormancy of volcanic activity, marine argillaceous sediments were deposited on hollow places of the volcanoes and overlapped on the volcanic rocks.

Succeedingly dolerite intrusion took place during the Onnagawa Stage. The dolerite intruded mainly Mudstone Member of the Sunakobuchi Formation and Onnagawa Formation (Onnagawa Stage), and formed large-scale sheeted bodies.

The basaltic rocks of the Daijima-Nishikurosawa and Onnagawa Stages also have been identified in deep boreholes of the Akita Oil Field, and this fact inferred that the basaltic rocks submerge extensively under the oil field.

要 旨

秋田県中部日本海側では、中新世中期に塩基性火成活動が活発となり、砂子刈層及び馬場目ドレライトを形成した。砂子刈層は主に玄武岩火山噴出物からなり、この噴出物は起伏のある海底火山体を形成した。火山活動休止期には、泥岩が火山体の低い部分を埋めるように堆積していった。火成活動は水中噴出から、次第に貫入活動を主とするようになり、泥岩中にドレライト岩床を形成した。玄武岩火山噴出物及びドレライトは秋田県日本海側の新第三系—第四系の堆積盆下に多量に伏在しておりこの堆積盆形成時に、その中で大規模な塩基性火成活動が行われたことを示している。

1. ま え が き

東北地方の日本海側地域では、中新世中期台島—西黒沢期という時期は重要な意味を持っている。この地域の新第三系は大きく、台島—西黒沢期までの火山噴出物を

主とするグリーンタフと、これを覆う陸源碎屑岩を主とする含油第三系に区分される。つまり、この時期は活発な火山活動を行っていた地域が堆積盆地に変わり、厚い地層に覆われ始めた時期である。また、岩相及び産出する化石はこの地域がかなり急速に陸域から海域に変わっていったことを示している。この時期の火山活動は日本海沿いで塩基性岩、脊梁地域で酸性岩が卓越し、いわゆる Bimodal 火山活動(今田, 1974)で特徴付けられる。また、この時期に黒鉱鉄床の多くが形成されている。更に最近の古地磁気学的研究(鳥居ほか, 1985; 浜野・当舎, 1985)はこの時期に東北日本及び西南日本の急激な回転と日本海の拡大が起ったと推定している。すなわち、台島—西黒沢期は、幾つかの重要な地質現象が同時に起った時期であり、新第三紀の島弧背後地域の構造発達史だけでなく、日本海の成因の解明にも重要な意味を持っている。

日本海側の油田地域では、台島—西黒沢期に塩基性火成活動が起り、引き続いて堆積盆が形成されており、池辺(1962)はこの火成活動が堆積盆形成にとって重要な意味を持っていると指摘している。また、藤岡(1983)は

* 地質部

当時の東北日本が現在の伊豆一小笠原弧に似た地形・構造を持つと述べ、油田地域の堆積盆を背弧側の舟状海盆に相当すると考えた。この考えが事実とすれば、含油第三系の堆積盆は背弧拡大活動によって形成された可能性も生じ、塩基性火成活動の持つ意義は大きい。

著者は台島—西黒沢期及びこれに続く女川期の塩基性火成活動に注目し、産状や岩石学的性質を明らかにしようとしてきた。特に、新第三系の模式地として多くの研究が行われ、油田地帯として精力的に探鉱されてきた秋田県中部地域を対象に研究を行った。この地域の塩基性火成活動としては、砂子淵層の玄武岩と馬場目ドレライトが代表的である。これらの岩石を詳しく調べた結果、砂子淵玄武岩の火山活動が海底火山としての特徴を強く持ち、起伏のある山体を形成したこと、この火山体の低い部分を埋めるようにして泥質堆積物が溜まり、この堆積物中にドレライトが貫入していったことを明らかにすることができた。そして、塩基性火成活動が主に新第三系の堆積盆内で行われた大規模な海底火山活動であったという見解に達したので報告する。

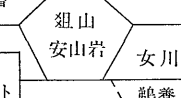
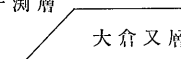
本研究を進めるに当たり、地質部の肢部仁地質部長及び大沢穂技官から多くの教示を受けた。岩石の化学分析は、元東北出張所の阿部智彦技官、元技術部の大森貞子技官、大森江い技官及び加藤甲子技官による。本研究に用いた岩石薄片の作成は、特殊技術課薄片係の大野正一・宮本昭正・佐藤芳治及び木村朗の各技官によって作成された。

2. 地質概略

本研究の調査地域は秋田県中部太平山地西麓部及び南麓部に当たり、グリーンタフ及び油田第三系の模式的な地域である(第1図)。第1表に示したように、新第三系の基盤岩は白亜紀後期の太平山深成変成岩類で、主に角閃黒雲母花崗閃緑岩からなり、太平山地中核部に広く分布している。新第三系は下部のグリーンタフと上部の含油第三系に二分される。グリーンタフは主に火山噴出物からなり、下位から、大又層・萩形層・大倉又層及び砂子淵層に区分される(井上, 1960; 藤岡ほか, 1977)含油第三系は主に泥岩及び砂岩からなり、女川層・船川層・天徳寺層に区分される。また、本地域には馬場目ドレライト及び^{まないたやま} 粗山安山岩が分布し、含油第三系の堆積と同時期に活動したとされている。

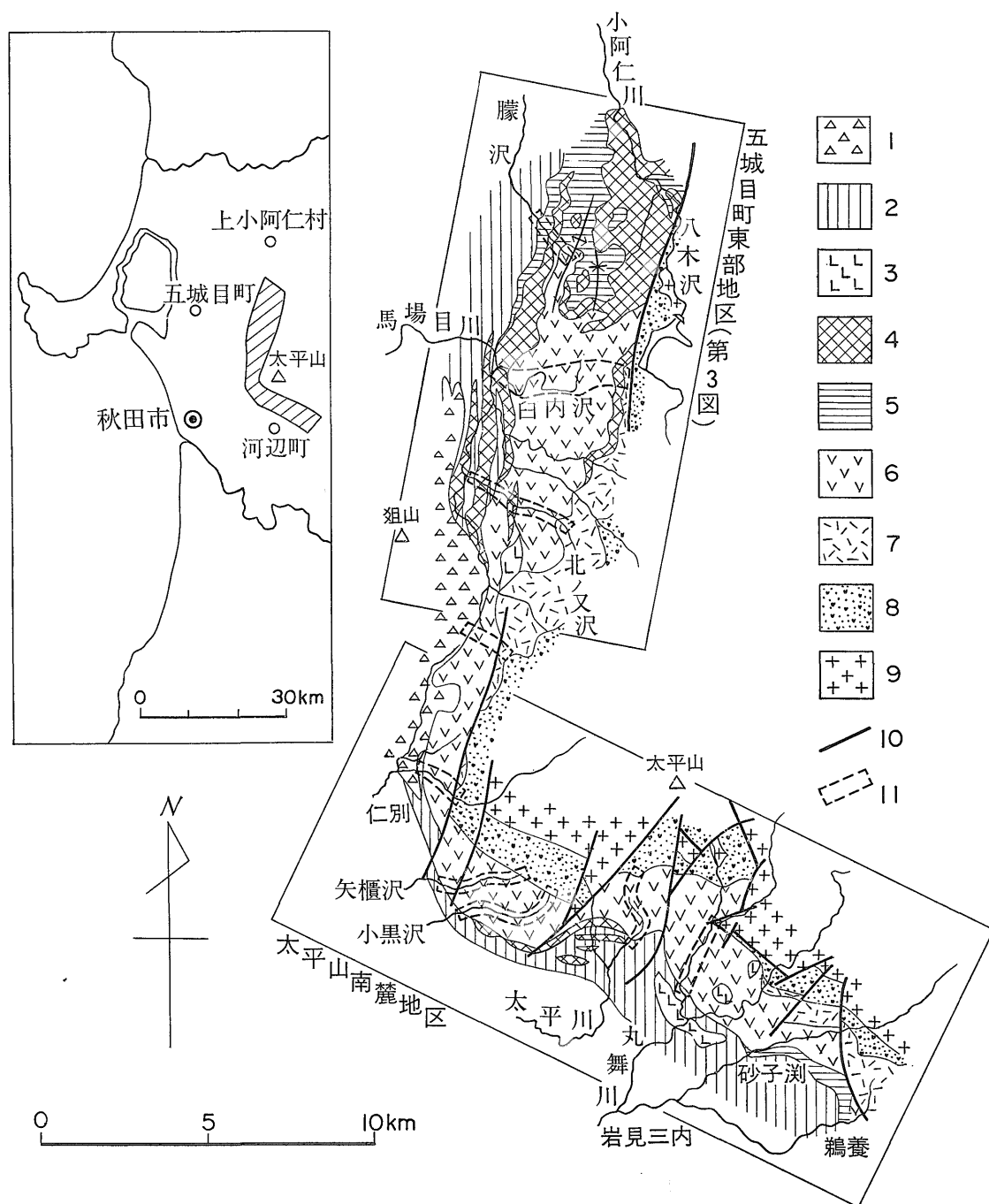
大又層は基盤岩を不整合に覆って、その周辺に分布し、著しく変質した輝石安山岩溶岩及び同質火砕岩を主としている。萩形層は大又層を被覆して太平山地周辺に広く分布し、変質した輝石安山岩溶岩・粗面安山岩溶岩及び

第1表 調査地域付近の層序表

時 代		地 層	
鮮新世	天徳寺期	天 徳 寺 層	
中新世	後期	船川期	船 川 層
	中期	女川期	女 川 層 
		西黒沢期	屋布泥岩部層 
		台島	砂子淵層 
中新世前期 漸新世	門前期	萩 形 層	
		大 又 層	
白 亜 紀		太平山深成変成岩類	

それらの火砕岩を主とし、泥岩・砂岩・礫岩及び酸性凝灰岩を挟む。泥岩及び砂岩から阿仁合型植物群の化石を産し、門前階に対比されている。大倉又層は萩形層を覆って五城目町南東部、河辺町東部などに分布し、著しく膨縮する。本層はデイサイト及び流紋岩の溶岩や火砕岩を主とし、溶結凝灰岩・砂岩及び礫岩を挟有する。一部に貝化石を産する(通商産業省資源エネルギー庁, 1977)がその時代は明らかでなく、これまで、岩相と層序関係から台島階とされていた。砂子淵層は太平山地周辺に細長く分布し、玄武岩(一部安山岩)溶岩及び火砕岩を主とし黒色泥岩を挟有している。泥岩は河辺町砂子淵東方及び上小阿仁村内で特に発達し、前者は^{うきしな} 鵜養泥岩、後者は屋布泥岩と呼ばれる(池辺, 1962)。本報告では両者を砂子淵層の一員とみなし、鵜養泥岩部層及び屋布泥岩部層と呼ぶ。砂子淵層はこれらの泥岩からN8の大型有孔虫(馬場ほか, 1979)、N8-N10の浮遊性有孔虫(米谷, 1974)、底生有孔虫及び海生貝の化石を多産し、台島—西黒沢階に対比される。

女川層は含油第三系の最下部層で、砂子淵層を整合に覆って、太平山地北西方及び南方の丘陵地に分布する。女川層は主に硬質泥岩からなり、酸性火砕岩を挟有する。いわゆる有孔虫貧化石帯に当たり、化石が乏しい。また本地域には多数のドレライト岩床が貫入しており、その多くは女川層と砂子淵層との境界付近に発達し、馬場目ドレライトと呼ばれ、女川期に貫入したとされている(藤岡ほか, 1977)。本地域西部に分布する粗山安山岩は女川層及び船川層の堆積時に噴出した(井上, 1960)もの

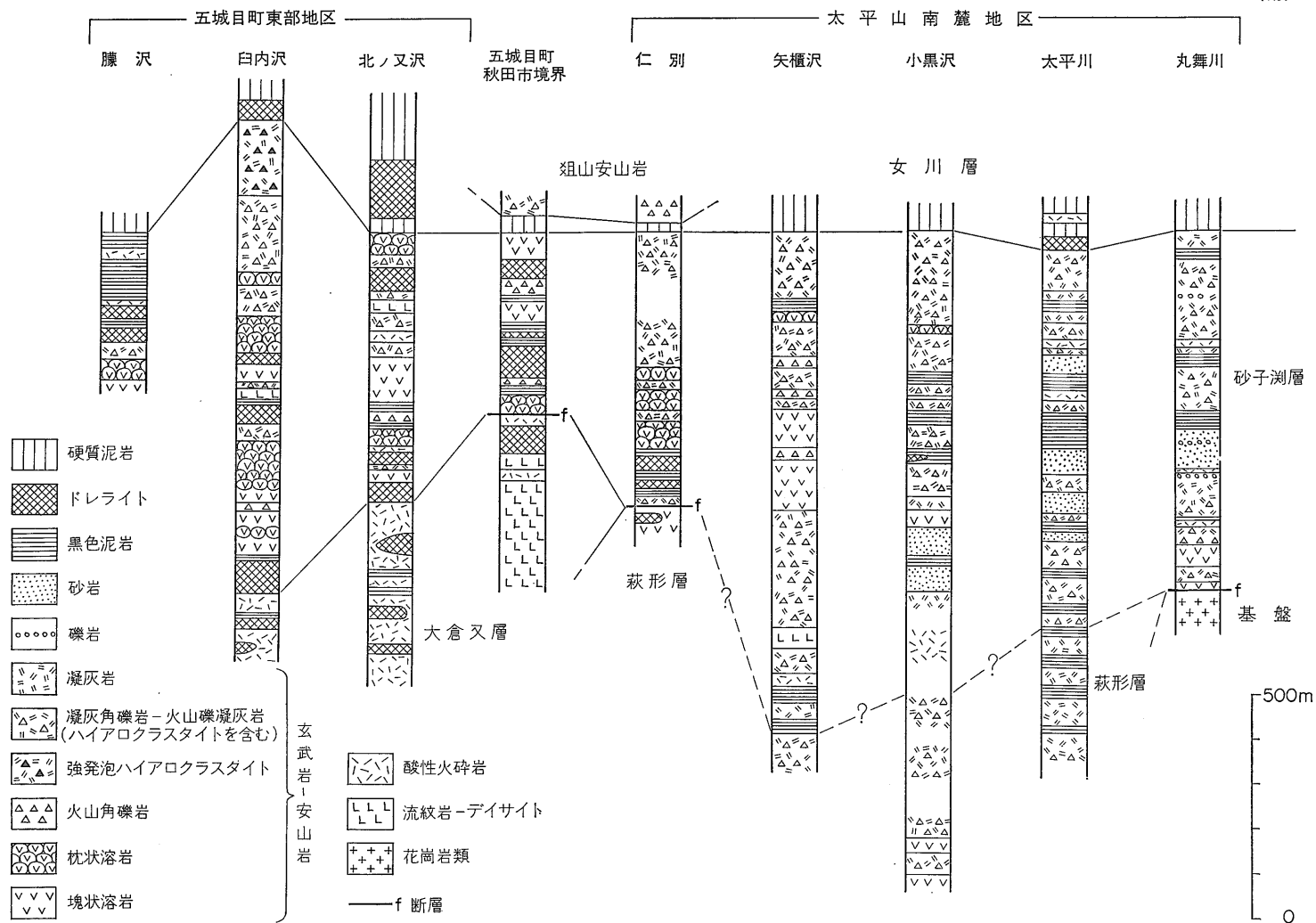


第1図 調査地域の地質概略図

1: 獺山安山岩 2: 女川層 3: 流紋岩—デイサイト 4: ドレライト 5, 6: 砂子沢層(5: 鵜養泥岩及び屋布泥岩部層 6: 主部) 7: 大倉又層 8: 大又層及び萩形層 9: 花崗岡類 10: 断層 11: 柱状図(第2図)を作成したルート

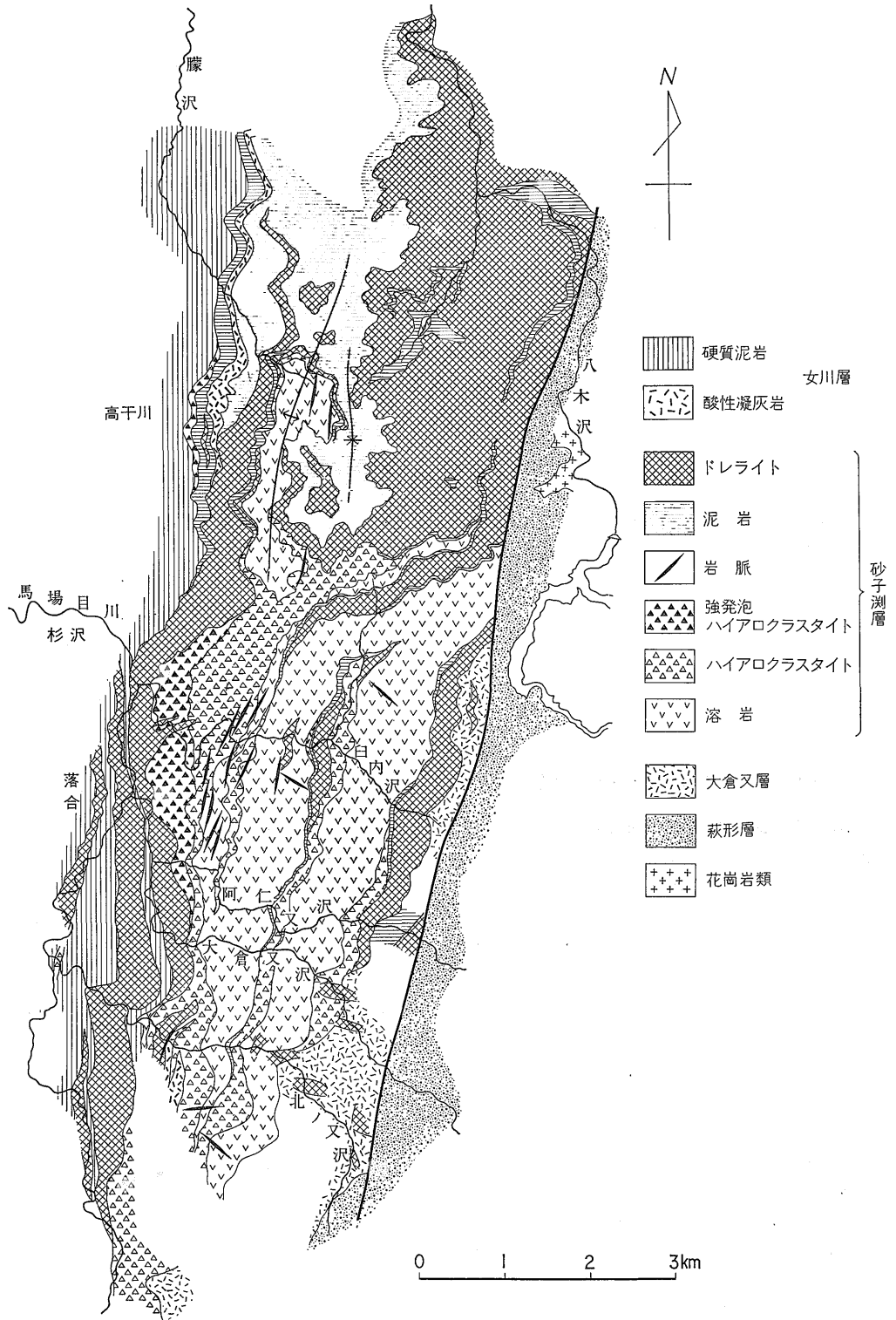
(北)

(南)

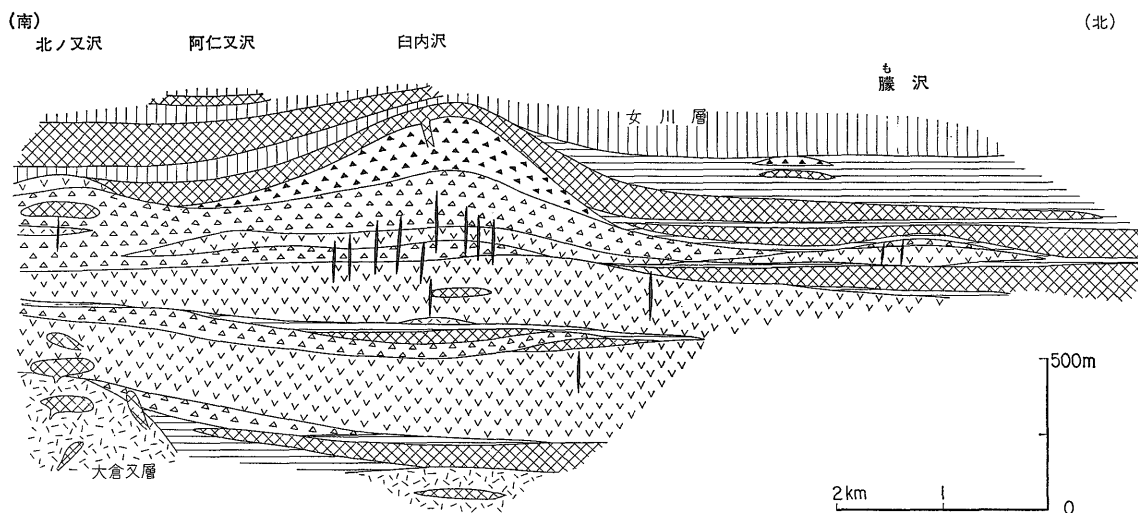


地質調査所月報 (第37巻 第7号)

第2図 砂子淵層の柱状図



第3図 五城目町東部地区の砂子淵層岩相図



第4図 五城目町東部地区の砂子洶層の模式断面図 凡例は第3図と同じ

で、砂子洶層の一部を覆って、五城目町南部から秋田市北部にかけて分布し、新鮮な輝石安山岩溶岩及び同質火砕岩を主としている。

本地域の地質構造は、西方又は南西方に単斜構造を示す。しかし、藤沢上流で波長1 km程度の南北性の軸を持った緩い褶曲をなし、いわゆる油田褶曲構造を呈している。これには後述のドレライト岩床も一緒に褶曲している。

3. 塩基性火成岩の産状と岩石学的性質

3.1 五城目町東部地区の砂子洶層玄武岩の産状

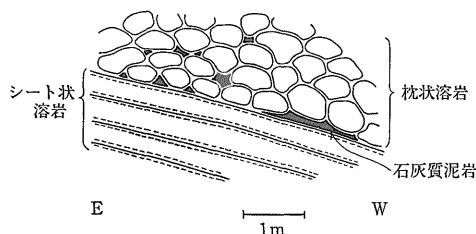
砂子洶層は柱状図(第2図)に示したように、主として玄武岩の塊状溶岩・枕状溶岩及びハイアロクラスタイト¹⁾からなり、泥岩を挟み、ドレライト岩床に貫かれている。本玄武岩は五城目町東部の馬場目川上流付近で最も良く発達し、典型的な産状を呈しているので、この地区の岩相について詳しく述べる(第3図及び第4図)。

五城目町東部地区の砂子洶層は大倉又層を覆い、最大層厚1000 m以上に達し、岩相により下部・中部及び上部に大きく分けられる。下部は玄武岩溶岩を主とし、中部はハイアロクラスタイトを主とし、上部は強く発泡したハイアロクラスタイトからなる。

下部は多数の溶岩流から主として構成され、ハイアロクラスタイトを挟有する。下部の中位付近には、薄い黒色泥岩が挟有されており、白内沢から北ノ又沢まで側方

に連続している。溶岩流は1枚の厚さが数10 m以下であり、その内部は塊状になっていることが多く、周辺部は枕状溶岩やハイアロクラスタイトへと移化する。塊状溶岩は一部を除いて気泡に乏しい。時に板状または柱状の節理が発達し、一見ドレライトのような外観を呈することがある。枕状溶岩は多くの露頭で観察される。露頭面で見られる枕の長径は通常数10 cmで、時に1 m以上に達している。気泡は径1 cm以下の球形のものが主で発泡度は10-20%である。気泡は緑泥石・鉄サポナイト・沸石・炭酸塩鉱物・シリカ鉱物によって充填され、空隙のまま残っていることは少ない。枕状溶岩には、放射状節理などの割れ目が多く、これに沿って、緑泥石及び鉄サポナイトの細脈が発達している。阿仁又沢の一露頭では枕状溶岩流中にシート状の溶岩流が挟まれ、また枕の間(inter pillow)に石灰質泥岩が含まれているのが観察された(第5図)。

中部を構成するハイアロクラスタイトは数 cm 以下の岩片とそれらを充填するガラス質の基質からなる。岩片



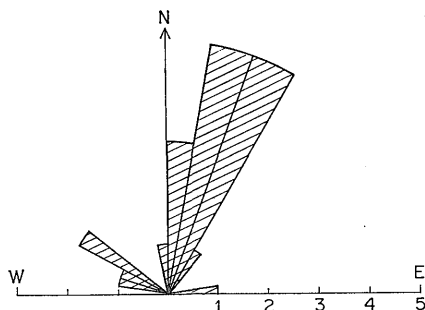
第5図 砂子洶層のシート状の溶岩、枕状溶岩及びこれに含まれる石灰質泥岩の産状(五城目町阿仁又沢中流)

1) 本報告でのハイアロクラスタイトは CUCUZZA SILVESTRI(1963)が用いたように水冷破砕によって生じた火山砕屑岩を包括する名称として用いた。

の多い岩相は暗緑ないし暗灰色を呈し、時に塊状で層理を示さないが、基質の多い岩相は弱い層理を示し、緑灰色—緑色を呈する。岩片は角ばったものか、不規則な形のものが多いで 10-20% 発泡し、割れ目が多く、しばしば急冷緑を持つ。

本層上部の強く発泡したハイアロクラスタイトは、杉沢東方付近に分布し、弱い層理を示す。これは、急冷緑を持つ歪角礫ないし歪円礫状の岩片及びそれらの細片からなり、淘汰不良である。岩片の発泡度は 30-40% に達し、特に強く発泡したハイアロクラスタイトは一部にスコリア(?)を含み、やや赤褐色を呈する。

本層の玄武岩火山噴出物中には、玄武岩溶岩と同質の岩脈が多数見られる。これは後述するドレライト貫入岩体と産状が異なり、幅 3 m 以内の薄い、良く連続する岩脈をなす。そのほかにも新鮮な安山岩岩脈がわずかに認められるが、これは粗山安山岩に属するものであろう。玄武岩岩脈は細粒緻密な発泡していない玄武岩からなり明瞭な境界面を持って周囲の岩石を貫いていることが多い。しかし、馬場目東方の上沢や落合では発泡して、水冷破碎状となり、ハイアロクラスタイトに移化していることがある。これは岩脈がハイアロクラスタイトを形成した時のフィーダーであったことを暗示していると思われる。玄武岩岩脈は、特に五城目町杉沢東方の溶岩及びハイアロクラスタイトの中に多く、その方向は北々東—南々西が主である(図 6 図)。



第 6 図 五城目町東部地区における砂子淵層を貫く玄武岩岩脈の配列

溶岩及び火砕岩は初生の構造を明瞭に残しており、露頭規模ではほとんど変形していない。少数の南北性で高角度の小断層(第 7 図)を認めたただけであった。

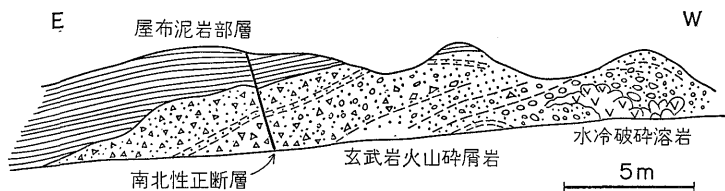
3.2 太平山南麓地区の砂子淵層

太平山南麓地区の本層も五城目町東部地区と同じく火山噴出物を主とするが、有孔虫や海生貝化石を含む砂岩及び泥岩を頻りに挟有する(第 2 図)。火山噴出物は玄武岩の溶岩及び火山砕屑岩を主とし、安山岩溶岩・安山岩火山砕屑岩及び酸性凝灰岩を挟んでいる。特に、この地区の本層下部は安山岩が多く、変質も強いので、かつて萩形層及び大倉又層に含められていた。しかし、N8 の大型有孔虫の発見(馬場ほか, 1979)により台島—西黒沢階の海成泥岩を挟有することが明らかになり、大沢ほか(1981)によって砂子淵層に含められた。太平山南麓地区の玄武岩火山噴出物は、模式地の砂子淵付近では基底部に火山弾やスコリアを含む(井上, 1960; 沓沢ほか, 1966)。それ以外は火山礫凝灰岩・凝灰角礫岩を主とし、塊状溶岩を含み、海成の砂岩及び泥岩を挟む。また、小黒沢以西では、枕状溶岩やハイアロクラスタイトを主とする。

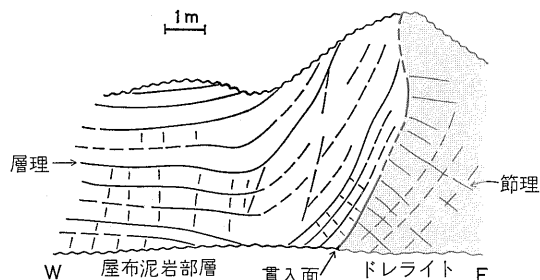
3.3 泥岩部層

鵜養泥岩部層及び屋布泥岩部層は暗灰色—黒色を呈し細粒でしばしば石灰質である。幾枚かの酸性凝灰岩及び凝灰質砂岩を挟有している。通常は層理を示し、波曲した葉理を示すことがあり、時に生物じょう乱が認められる。数 cm 大の角片に割れやすく、油臭を放つものもあり、ときに細かな海緑石または黄鉄鉱粒を含む。屋布泥岩部層はところにより厚さ 200 m を越え、上部ほど珪質となる(井上, 1960)。沢岩部層は大きく見ると、玄武岩溶岩及び火砕岩を覆い、一部でこれと指交している。また、五城目町高千川東方の露頭(第 7 図)において、屋布泥岩部層が、噴出したハイアロクラスタイトのなす高まりを見かけ上アバットするかのように覆っている様子が観察される。

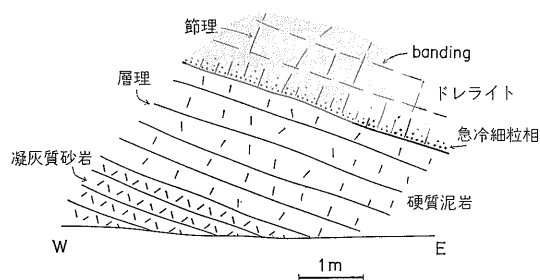
泥岩部層は、通常極めて整然とした層理を示し、露頭規模ではほとんど変形していない。ただし、高千川林道沿いでは、小規模なスランプ褶曲を示したり、ドレライ



第 7 図 砂子淵層の玄武岩火砕岩を覆う屋布泥岩部層(五城目町東方高千川林道沿い)



第8図 屋布泥岩部層に貫入し、これを变形させたドレライト岩脈(五城目町東方高千川林道沿い)



第9図 女川層硬質泥岩の層理に沿って貫入したドレライト岩床(五城目町北ノ又沢下流)

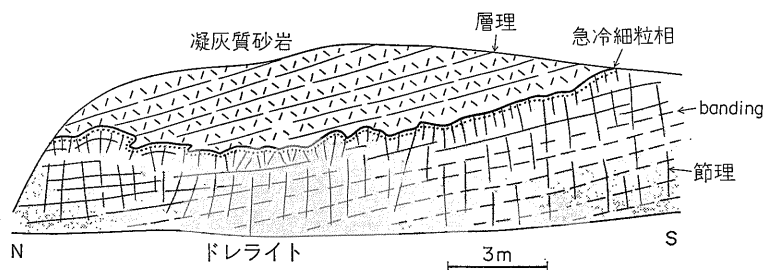
トの貫入岩体に近接したところで局所的な変形が観察された(第8図)。

砂子淵層は主に泥岩から海生貝化石・*Sagarites*, *Aphrocallistes* 及び有孔虫化石を多産する。太平山南麓では、池辺(1962)・米谷(1974・1978)及び大沢ほか(1981)が有孔虫化石を、沓沢ほか(1966)及び大沢ほか(1981)が海生貝化石を報告している。鵜養泥岩部層から産する底生有孔虫化石は北里(1983)によるC群集に属する比較的深い海域に生息する種を含んでいる。一方、屋布泥岩部層からは池辺(1962)によって西黒沢期の有孔虫化石の産出が報告され、これもC群集に属する底生有孔虫化石を主としている。従って、これら泥岩部層は

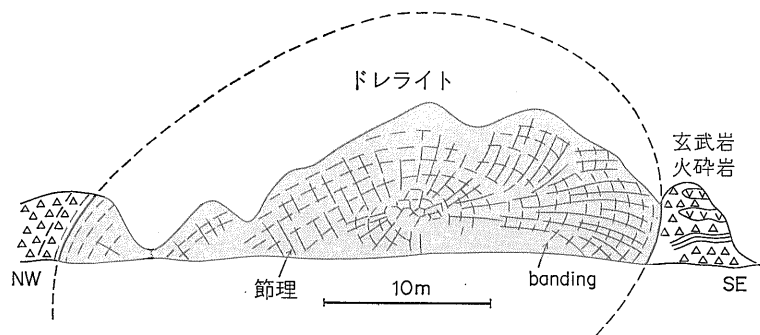
比較的深い海底(陸棚外縁—漸深海)で堆積したと判断される。

3.4 ドレライト

ドレライトの貫入岩体は、本地域では萩形層から女川層までの各層準を貫いているが、特に砂子淵層と女川層との境界付近に大きな岩床が発達する。上小阿仁村八木沢西方のドレライト岩床は薄い泥岩を挟み、3枚以上の岩床に分かれるが、全体で厚さ200mに達し、秋田県下で最大級の岩体である。ドレライトの岩体は貫入した周囲の岩相によってその形態が異なる。泥岩部層に貫入した岩体は層理や地層境界に沿って岩床を形成し、時に大規模な岩体となる。また、溶岩や火砕岩に挟まれた薄い



第10図 屋布泥岩部層の酸性凝灰質砂岩に貫入するドレライト岩床(上小阿仁村藤沢上流)



第11図 砂子淵層の玄武岩火砕岩に貫入するドーム状のドレライト岩体(五城目町北ノ又沢中流)

泥岩に沿って貫入し、岩床をなす例もある。その境界面は層理に沿うことが多い(第9図)。凝灰質砂岩を貫くものも岩床状にはなるが、層理にやや斜交したり、境界面が不規則な起伏を持つ(第10図)。火砕岩や溶岩を貫くものは岩脈状またはドーム状の形態を示すことが多い(第11図)。ドレライト岩体は内部がほとんど発泡していないが、縁辺部は発泡していることが多く、岩体の周囲数m以内の地層を乱していることもある(第8図)。このため、周囲の地層が未固結の時期に貫入した可能性が強い。このような変形は女川層を貫く岩体だけでなく、砂子刈層を貫く一部の岩体周辺でも認められる。従ってドレライトは台島—西黒沢期からも貫入していた可能性があるが、主として女川期に貫入したと推定される。

本地域のドレライトは暗灰—黒色を呈し、均質であるが、しばしば色調がわずかに異なる banding を示す。banding はドーム状の岩体にもあり、同心円状の形態を示している(第11図)。また、banding を切って、板状や柱状の節理が発達し、風化すると玉ねぎ状構造を示すことが多い。

八木沢西方の岩床内部は特に構成鉱物が粗粒で、時に優白質になって、閃緑岩の外観を呈することがある。この岩床中には、優白質の脈がわずかに認められ、淡緑色を呈し、幅10数cm以下で、N75°E方向で岩床をほぼ垂直に切っている。これは後述するように、変質した分化脈と思われる。

3.5 玄武岩及びドレライトの岩石記載

砂子刈層を構成する溶岩及び火山砕屑岩は、主にかんらん石玄武岩からなり、かんらん石普通輝石玄武岩及び無斑晶玄武岩を伴う。玄武岩は通常塊状均質で、暗灰—暗緑灰色を呈する。火山砕屑岩の岩片及び溶岩の縁部はガラス質ないしハイアロオフトイック組織を示し、溶岩内部は塊間状組織を示す。斑晶はかんらん石及び普通輝石のほか、斜長石をしばしば含み、時に集斑状組織を示す。石基は斜長石・普通輝石・鉄鉱及び変質したガラスを主とし、少量のピジョン輝石・アパタイト及びスフェーンを伴い、まれに斜方輝石を含む。

かんらん石はすべて変質し、緑泥石・鉄サポナイト・炭酸塩鉄鉱に置換され、仮像を残すだけである。斜長石斑晶は曹灰長石—亜灰長石に属し、しばしば累帯構造を示し、一部変質して曹長石や緑泥石を生じていることがある。普通輝石斑晶は新鮮なものが多く、しばしば砂時計構造を呈する。火山ガラスはほとんど緑泥石などに変質している。枕状溶岩及びハイアロクラスタイトを構成する玄武岩は特にガラス質で、石基中に針状ないし、櫛の歯状の単斜輝石やスケルトン状の鉄鉱が観察され、急

冷したことを示している。変質鉱物は緑泥石・炭酸塩鉱物などで、少量のぶどう石も認められる。

太平洋南麓地区の本層下部に挟する玄武岩質安山岩はピロタキシティック—ハイアロピリティック組織を示し、かんらん石を含まず、斜長石及び普通輝石の斑晶を含む、その石基は主に斜長石・単斜輝石及び鉄鉱からなり、その変質鉱物は緑泥石・炭酸塩鉱物・曹長石である。

本地域のドレライトは普通輝石かんらん石ドレライトを主とし、どの層準を貫く岩体も比較的類似した岩相である。ただし、灰内沢上流では紫蘇輝石普通輝石かんらん石ドレライトを伴う。鏡下ではオフトイックないしサブオフトイック組織を示し、小さな岩体や岩体周辺部は斑晶状のかんらん石及び普通輝石を含んで塊間状組織を示す。ドレライトに含まれる斜長石は亜灰—曹灰長石で、自形を示し、時に累帯構造を呈する。虫食い状に変質して緑泥石・曹長石及び沸石を生じていることがある。かんらん石は、すべて緑泥石及び鉄サポナイト、時に炭酸塩鉱物に変質している。普通輝石は半自形—他形で新鮮なものが多く、一部累帯構造を示す。紫蘇輝石は半自形—他形で、縁辺部が緑泥石に変質している。副成分鉱物は、鉄鉱・アパタイト・スフェーン・黒雲母が含まれる。また、細脈は炭酸塩鉱物・緑泥石・沸石及びシリカ鉱物からなる。

八木沢西方の岩床中の脈はサブオフトイック組織を示し、主として斜長石及び普通輝石からなり、少量の黒雲母及び鉄鉱を含むことから、この脈はドレライトの分化脈と推定される。斜長石は自形で、緑泥石・沸石にしばしば変質している。普通輝石は他形で新鮮であるが、一部で細脈として含まれることがある。黒雲母は淡い赤褐色多色性を示す。変質鉱物は緑泥石・沸石及びぶどう石が認められる。

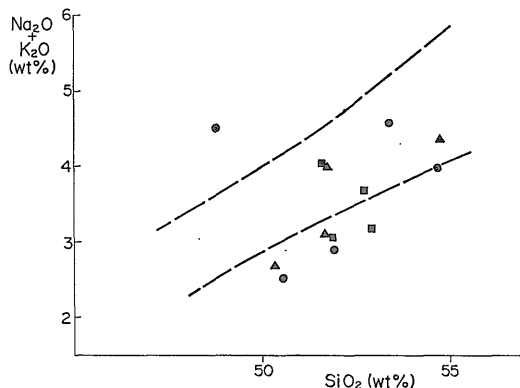
3.6 化学組成

砂子刈層の玄武岩溶岩及びドレライトの全岩化学組成及び無水で再計算した値を第2表に示す。ドレライトは砂子刈層を貫く岩体と女川層を貫く岩体とに分けて示した。分析標本にはなるべく新鮮な岩石を選んだが、含まれているかんらん石がすべて緑泥石などに変質しており、 $H_2O \pm$ が3-6%に達しており、 Fe_2O_3 /全FeO比が大きい。

これらの標本は、その SiO_2 組成が再計算値で50-55%の範囲にほぼ収まり、各岩体別に化学組成の差が余り認められない。しかし、溶岩は全FeO/MgO比が1.2-2.7と組成の幅があり、やや分化したものが含まれている。一方、ドレライトの化学組成は再計算値の SiO_2 成分が50-54%、全FeO/MgO比が0.9-1.4程度の比較的未分

第2表 砂子淘層の溶岩及びドレライトの化学組成及び無水に再計算した値

Sample. No.	砂子淘層の玄武岩溶岩					砂子淘層を貫ぐドレライト				女川層を貫くドレライト			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
SiO ₂	47.83	50.06	47.05	54.01	52.06	48.64	47.13	49.42	52.76	49.16	49.90	49.29	48.60
TiO ₂	1.15	1.09	1.90	1.12	1.02	0.94	1.11	0.69	0.95	1.02	1.01	0.76	0.99
Al ₂ O ₃	15.11	16.28	18.36	16.12	16.32	15.71	14.57	15.93	15.52	17.96	16.62	16.62	18.60
Fe ₂ O ₃	4.89	5.40	3.46	4.25	5.71	5.21	4.72	2.21	2.29	4.00	4.30	2.75	5.19
FeO	5.01	4.34	5.93	6.79	4.84	4.25	5.26	5.87	3.90	3.69	3.64	4.53	3.81
MnO	0.30	0.32	0.17	0.16	0.22	0.11	0.15	0.15	0.19	0.15	0.11	0.18	0.17
MgO	8.03	5.74	5.66	3.93	4.32	7.09	9.35	8.84	5.86	6.13	6.69	7.73	5.79
CaO	9.74	10.19	8.94	8.26	8.22	9.07	8.65	8.52	10.62	8.99	8.69	8.12	7.29
Na ₂ O	1.83	2.60	3.81	3.00	3.68	2.47	2.20	3.34	3.83	2.63	2.50	2.14	2.49
K ₂ O	0.55	0.20	0.54	0.94	0.78	0.46	0.31	0.47	0.39	1.21	0.98	0.82	0.42
P ₂ O ₅	0.16	0.27	0.64	0.21	0.33	0.22	0.17	0.14	0.12	0.29	0.26	0.19	0.40
H ₂ O ⁺	2.79	1.84	2.73	0.37	1.86	2.90	3.18	3.19	2.57	1.86	2.39	2.91	4.26
H ₂ O ⁻	2.15	1.58	0.54	0.68	0.45	3.20	3.24	0.95	0.76	2.55	3.17	3.78	1.37
Total	99.54	99.91	99.73	99.84	99.81	100.27	100.04	99.72	99.76	99.64	100.26	99.82	99.38
SiO ₂	50.56	51.88	48.78	54.67	53.39	51.65	50.34	51.71	54.71	51.62	52.69	52.93	51.84
TiO ₂	1.22	1.13	1.97	1.13	1.05	1.00	1.19	0.72	0.99	1.07	1.07	0.82	1.06
Al ₂ O ₃	15.97	16.87	19.03	16.32	16.74	16.68	15.56	16.67	16.09	18.86	17.55	17.85	19.84
Fe ₂ O ₃	5.17	5.60	3.59	4.30	5.86	5.53	5.04	2.31	2.37	4.20	4.54	2.95	5.54
FeO	5.30	4.50	6.15	6.87	4.96	4.51	5.62	6.14	4.04	3.87	3.84	4.86	4.06
MnO	0.32	0.33	0.18	0.16	0.23	0.12	0.16	0.16	0.20	0.16	0.12	0.19	0.18
MgO	8.49	5.95	5.87	3.98	4.43	7.53	9.99	9.25	6.08	6.44	7.06	8.30	6.18
CaO	10.30	10.56	9.27	8.36	8.43	9.63	9.24	8.91	11.01	9.44	9.18	8.72	7.78
Na ₂ O	1.93	2.69	3.95	3.04	3.77	2.62	2.35	3.49	3.97	2.76	2.64	2.30	2.66
K ₂ O	0.58	0.21	0.56	0.95	0.80	0.49	0.33	0.49	0.40	1.27	1.03	0.88	0.45
P ₂ O ₅	0.17	0.28	0.66	0.21	0.34	0.23	0.18	0.15	0.12	0.30	0.27	0.20	0.43
Total FeO MgO	1.17	1.60	1.60	2.70	2.31	1.26	1.02	0.89	1.02	1.19	1.12	0.91	1.46



第12図 砂子涸層の溶岩及びドレライトの SiO_2 — $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ 図

丸印：砂子涸層の溶岩 三角：砂子涸層を貫くドレライト 四角：女川層を貫くドレライト 破線は上の線がアルカリ岩と高アルカリソレライト、下の線が高アルカリソレライトと低アルカリソレライトとの境界をそれぞれ表す

化な玄武岩である。ドレライト岩床中の脈は母岩と比べて SiO_2 及び CaO に若干富んでいるが、全 FeO/MgO 比はほぼ同じ値を示す。また、女川層を貫くドレライトは砂子涸層を貫くものよりやや K_2O 及び P_2O_5 に富む。

再計算値を SiO_2 — $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ 図(第12図)上に表わすと、大部分の岩石が高アルカリソレライトと低アルカリソレライトの領域に入る。No.3の標本だけアルカリ岩の領域に入っているが、この標本は砂子涸層最下部の溶岩であり、N8の化石を含む泥岩層より下位の層準から採集された。従って、他の標本より形成時期が若干古い可能性がある。

本地域のドレライトは山形県出羽山地の青沢ドレライト(KONDA, 1960; FUJII, 1974)及び大滝ドレライト(青木・辛島, 1973)とほぼ同時期に形成されたものである。これらの岩石との比較検討を含めて、化学組成上の詳しい論議は別に報告する。

4. 考察

4.1 火成活動とその環境

砂子涸層を構成する玄武岩は、主として枕状溶岩及びハイアロクラスタイトからなり、海生貝化石及び有孔虫化石を含む泥岩を挟有することから、大部分が海底火山噴出物と判断される。

太平山南麓地区において、砂子涸層玄武岩は模式地砂子涸の本層基底部に火山弾やスコリアを含む(井上, 1960)ので、この部分は陸域又は浅い水底で噴出した可能性がある。しかし、それ以外の本層玄武岩は海成の砂岩及び泥岩を挟んでいたりと、枕状溶岩及びハイアロクラ

- 1 かんらん石普通輝石玄武岩 五城目町白内峠西方0.7 km 溶岩 GSJ-R 27931
- 2 かんらん石普通輝石玄武岩 五城目町白内沢上流上沢 岩脈 GSJ-R 27935
- 3 かんらん石玄武岩 河辺町北ノ又沢中流 溶岩 (大沢ほか, 1981)
- 4 無斑晶安山岩質玄武岩 河辺町丸舞川上流北ノ又沢分岐南方0.3 km (大沢ほか, 1981)
- 5 無斑晶安山岩質玄武岩 河辺町砂子涸 (大沢, 1963)
- 6 かんらん石普通輝石ドレライト 五城目町白内峠北西方0.3 km 岩床 GSJ-R 27932
- 7 かんらん石普通輝石ドレライト 五城目町白内沢上流 岩床 GSJ-R 27933
- 8 かんらん石紫蘇輝石普通輝石ドレライト 上小阿仁村浮内沢中流 岩床 GSJ-R 27937
- 9 ドレライト岩床中の脈 上小阿仁村浮内沢中流 GSJ-R 27938
- 10 かんらん石普通輝石ドレライト 五城目町杉沢南東方1 km 岩床 GSJ-R 27936
- 11 かんらん石普通輝石ドレライト 五城目町杉沢東方1.5 km 岩床 GSJ-R 27934
- 12 かんらん石ドレライト 秋田市無知志沢中流 (大沢ほか, 1981)
- 13 かんらん石単斜輝石斜方輝石玄武岩 五城目町荷背峠 (大沢, 1963)

新分析値の分析者 1・7・11: 大森江い・大森貞子

2・6・9・10: 阿部智彦

8: 加藤甲五

スタイトを含んでいるので、海底での噴出物である。

一方、五城目町東部地区においても、玄武岩は海底で噴出している。本地区の砂子淵層模式断面図(第4図)を見ると、玄武岩は幾層かの薄い海成泥岩層を挟有しており、休止期を挟んで、断続的に噴出したことが明らかである。玄武岩は白内沢付近では、厚さ 1000 m を越える火山体を形成した。火山噴出活動の前半には主として枕状溶岩を形成し、後半にはハイアロクラスタイトを形成した。噴出活動の末期にはスコリアを混じえた強発泡ハイアロクラスタイトを噴出し、高まりを形成して、噴出口付近の水深が浅くなったことを示している。白内沢付近は最も溶岩が厚いところであり、この厚い溶岩の上位に強発泡ハイアロクラスタイトや岩脈が存在している。以上の事実から、白内沢付近の本層玄武岩は海底での噴出活動によって高まりを形成し、火山体の成長につれて噴出口の水深を浅くしていったと推察される。噴出活動は、岩脈の形態及び配列(第6図)から、北々東-南々西方向の割れ目噴火であったのかもしれない。

白内沢北方の藤沢の砂子淵層玄武岩は主として枕状溶岩からなるが、発泡したハイアロクラスタイト及び岩脈が少ない。藤沢付近の玄武岩は火山体の高まりから離れた周辺部のものと推定される。玄武岩火山噴出物の上位には厚い屋布泥岩部層が整然とした層理を示して累重しており、その中に比較的深い海域の有孔虫化石が含まれている。すなわち、形成された海底火山体には起伏があったため、屋布泥岩部層は主として火山体の低い部分に厚く、堆積したのであろう。筆者は、高千川東方の露頭で観察されたように、火山体のなす斜面が急な場合は泥岩が火山体に対して見かけ状アバットするように被覆しているものと考えられる。

白内沢付近では、玄武岩は屋布泥岩部層に覆われず、ドレライト岩床を挟んで女川層に覆われている。白内沢付近の火山体の高まりは台島—西黒沢期の泥岩によっても埋め尽くされず、直接女川層の泥岩に覆われることになったのであろう。屋布泥岩部層のような台島—西黒沢期の黒色泥岩層は女川層の泥岩層と比べると分布が局地的で、連続性に乏しい。これは台島—西黒沢期の海底が火山性の起伏に富んでおり、泥岩が主として低い部分に堆積したためと推察される。

本研究地域におけるドレライトは台島—西黒沢期から貫入活動を始めた可能性があるが、主な貫入時期は女川期で、貫入時に近接する未固結の泥岩を変形させている(第8図)。砂子淵層の火山噴出物中では、あまり大きな岩体とならず、挟在する泥岩や屋布泥岩部層及び女川層の硬質泥岩までを貫いて、そこで大きな岩床をなしてい

る。女川期の塩基性火成活動は秋田市愛染付近では一部噴出岩を形成した(井上, 1960; 藤岡ほか, 1977)が、小規模であり、大部分は馬場目ドレライトなどの貫入岩を形成した。つまり、中新世中期の塩基性火成活動は台島—西黒沢期には主として噴出岩を形成し、女川期には主として貫入岩を形成していった。この火成活動の変化は、活動場が沈降し、厚い堆積物に覆われるようになり、噴出活動ができなくなったためと推察される。玄武岩マグマは、厚い未固結の堆積物に貫入した場合、自らの比重が大きいため堆積物を貫通して噴出できず、シル状の岩体を形成する(McBirney, 1963)。このような事例はカリフォルニア湾海底で記載されており、ドレライトが厚い未固結堆積物中に貫入し、シル及びビスマリスを形成していることが知られている(Lonsdale and Lawver, 1980)。

筆者は火成活動時の応力場について十分な証拠を持っていない。しかし、すでに述べたように砂子淵層には多数の北々東-南々西方向の岩脈が貫いている。その配列(第6図)から、岩脈形成時の応力は西北西-東南東引張又は北々東-南々西圧縮と推定される。ただし、本地域付近の堆積盆が南北に長かったことを考えると北々東-南々西圧縮の可能性は薄い。火山噴出物及び泥岩は一部を除いて整然とした層理を示す。また、ドレライトは泥岩の層理に沿って大きく広がった岩床をなし、強い横圧力下で貫入したと考え難い。以上の事実から、塩基性火成活動は西北西-東南東引張応力下で行われたと推察される。この推察は佐藤ほか(1982)が示した応力方向と調和的である。

4.2 塩基性火成活動の空間的広がり

秋田県日本海側における台島—西黒沢期の玄武岩は、本地域の砂子淵層のほか、早口川層、桐内層、大仙山層、畑村層及び須郷田層に挟在している。また、多数の試掘井によっても、日本海側の地下に多量の台島—西黒沢期の玄武岩が伏存することが明らかになってきた。大沢ほか(1985)によれば、玄武岩は能代付近から八郎潟にかけての地下に広く分布し、一ノ又玄武岩部層(大沢ほか, 1983)及び大瀧玄武岩部層と呼ばれ、黒色泥岩を挟み、厚さ 500 m 以上と見積られている。秋田平野下でも黒色泥岩とともに多量の玄武岩が伏在している(樋口ほか, 1972; 藤岡ほか, 1977)。本研究地域西方にある黒川油田の新黒川 1 号井(安中・佐藤, 1984)は砂子淵層を 1700 m にわたって貫いたが、下限に至らず、その上半部が泥岩とドレライトからなり、下半部が枕状溶岩を含む玄武岩溶岩及びハイアロクラスタイトを主としていることを明らかにした。また、八橋油田の高野 R113 号井は玄武岩

火山砕屑岩と泥岩からなる砂子洩層を 1200 m 以上掘削したが、下限まで達しなかった(藤岡ほか, 1977)。

以上の事実から、砂子洩層玄武岩及び馬場目ドレイトに相当する塩基性岩は、太平山西麓及び南麓から秋田県北部の平原下に広く伏在し、その厚さはかなり厚いことが明らかである。

また、それらの岩相及び層序は新黒川 1 号井でみられるように、五城目町東部地区に類似している。つまり、中新世中期の塩基性火成活動は、現在地表で見られる地域だけでなく、堆積盆となった沈降部でも活発に行われ、そこで五城目町東部地区と同様に、起伏のある火山体やドレイト岩床を形成していった可能性が高い。

ま と め

1) 秋田県中部五城目町東部から太平山南麓にかけての地域では、中新世中期に塩基性火成活動が活発になり、これによって台島一西黒沢期に砂子洩層の玄武岩、女川期に馬場目ドレイトが形成された。

2) 砂子洩層玄武岩は大部分が海底火山活動の産物で、主として枕状溶岩及びハイアロクラスタイトからなり、海成泥岩を挟む。

3) 砂子洩層玄武岩は五城目町東部において起伏のある火山体を形成した。

4) 玄武岩の噴出活動休止期には、海成泥岩が主として火山体の低い部分に堆積した。

5) 塩基性火成岩は、その活動場が厚い海成泥岩に覆われるにつれて、噴出活動ができなくなり、泥岩中に貫入して馬場目ドレイト岩床を形成した。

6) 塩基性火成岩は $\text{SiO}_2 - (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ 図上で大部分が高アルカリソレアイトないし低アルカリソレアイトにプロットされる。

7) 多くの試掘井データによると、中新世中期の塩基性火成岩は秋田油田地域の地下に広く伏在しており、一部の試掘井では五城目町東部と同様の岩相及び層序を示す。このことから、火成活動は油田地域の堆積盆内でも活発に行われた可能性が高い。

文 献

安中 斉・佐藤 修(1984) 新黒川一 1 号井にみられた火山岩の貯留岩の検討。石油技術協会誌, vol. 49, p. 261-262.
青木謙一郎・辛島由美子(1973) 山形県大滝粗粒玄武岩岩床の分化。岩鉱, vol. 68, p. 183-188.
馬場 敬・伊藤雅之・大口健志・岡本金一・後藤 求・佐野尚文(1979) 秋田県太平山南縁部からの

Operculina の発見及びその意義。日本地質学会東北支部会報, no. 9, p. 16-17.

CUCUZZA SILVESTRI, S. (1963) Proposal for a genetic classification of hyaloclastites. *Bull. Volc.*, vol. 25, p. 315-321.

FUJII, T. (1974) Petrology of the Aozawa Dolerite Sill, Japan. *Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo, Sec. II*, vol. 19, no. 1, p. 57-80.

浜野洋三・当舎利行(1985) 東北日本の運動と古地磁気学。科学, vol. 55, no. 8, p. 476-483.

樋口 雄・荒木直也・高橋 清・藤岡展价(1972) 西黒沢層の岩相・化石相分布と石油地質学的考察。石油技術協会誌, vol. 37, no. 4, p. 185-193.

藤岡換太郎(1983) 黒鉱鉱床はどこで形成されたか。黒鉱・島弧・縁海, 鉱山地質特別号, no. 11, p. 55-68.

藤岡一男・大沢 稔・高安泰助・池辺 穰(1977) 秋田地域の地質。地域地質研究報告(5 万分の 1 図幅), 地質調査所, 75 p.

池辺 穰(1962) 秋田油田地域における含油第三系の構造発達と石油の集積について。秋田大学鉱山学部地下資源開発研究所報告, no. 26, p. 1-59.

井上 武(1960) 秋田油田地域における含油第三系およびその基盤グリーンタフの火成層序学的研究。秋田大学地下資源開発研究所報告, no. 23, p. 1-79.

JONES, J. G. (1970) Intraglacial volcanoes of the Laugarvatn region, southwest Iceland, II. *Jour. Geol. Soc., London*, vol. 124, p. 197-211.

北里 洋(1983) 底生有孔虫化石群集からみた中期中新世初頭の東北日本弧の海底地形。黒鉱・島弧・縁海, 鉱山地質特別号, no. 11, p. 263-270.

今田 正(1974) 東北日本弧における Bimodal volcanism. 地質雑, vol. 80, p. 81-89.

KONDA T. (1960) Geological and Petrological Studies on the Tertiary Dolerite of the Dewa Hill, Northern Honshu. *Bull. of Yamagata Univ., Nat. Sci.*, vol. 5, no. 1, p. 35-87.

沓沢 新・秋葉 力・藤江 力・舟橋三男・松井 愈・渡辺 順・加納 博・佐藤二郎・蟹沢聡史・加藤祐三・生出慶司・折本左千夫・矢内桂三・宇留野勝敏・八島隆一(1966) 太平山南縁部の新第三系の層序と構造一とくに、グリーンタフ活動様式と堆積作用、剪断帯形成運動の相互関係一。東北日本のグリーンタフ変動, 地団研専報,

- no. 12. p. 73-94.
- LONSDALE, P. and LAWVER, L. A. (1980) Immature plate boundary zones studied with a submersible in the Gulf of California. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, vol. 91, p. 555-569.
- 米谷盛寿郎(1974) 東北日本油田地域における上部新生界の浮遊性有孔虫化石層位学的研究. 石油資源開発株式会社技術研究所特報, no. 35, p. 1-97.
- (1978) 東北日本油田地域における上部新生界の浮遊性有孔虫層序. 日本の新生代地質, 池辺展生教授記念論文集, p. 35-60.
- MCBIRNEY, A. R. (1963) Factors governing the nature of submarine volcanism. *Bull. Volcanol.*, vol. 26, p. 455-469.
- MOORE, J. G. and FISKE, R. S. (1969) Volcanic substructure inferred from dredge samples and ocean bottom photographs. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, vol. 80, p. 1191-1202.
- 大沢 穰(1963) 東北地方中部における新第三紀造山運動・火成活動および鉱化作用(第1報 新第三紀の火成活動について). 岩鉱, vol. 50, p. 167-184.
- ・加納 博・丸山孝彦・土谷信之・伊藤雅之・平山次郎・品田正一(1981) 太平山地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1図幅), 地質調査所, 69 p.
- ・鯨岡 明・栗田泰夫・(1985) 羽後浜田地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1図幅), 地質調査所, 57 p.
- ・土谷信之・角 清愛(1983) 中浜地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1図幅), 地質調査所, 62 p.
- 佐藤比呂志・大槻憲四郎・天野一男(1982) 東北日本弧における新生代応力場変遷. 東北日本の新生代テクトニクス 構造地質研究会誌, no. 27 p. 55-79.
- 鳥居雅之・林田 明・乙藤洋一郎(1985) 西南日本の回転と日本海の誕生. 科学, vol. 55, no. 1, p. 47-52.
- 通商産業省資源エネルギー庁(1977) 昭和 51 年度広域調査報告書北秋地域. 金属鉱業事業団, 95 p.

(受付: 1985 年 5 月 22 日; 受理: 1986 年 1 月 27 日)