松江市南方, 前期中新世意東火山岩類の形成史

Reconstruction of a volcano from the Early Miocene Ito volcanic rocks, Arashima Basin, western Japan

Abstract

井上多津男*

Tatuo Inoue*

1994年2月23日受付.

1994年6月27日受理.

* 島根県立工業技術センター,
Institute of Industrial Science and Technology
of Shimane Prefecture, Higashi-izumo,
Shimane 699-01, Japan

Twenty-four lavas and fifteen eruptive centers were identified in the Arashima Basin, south of Matsue City, based on their stratigraphy, petrography and petrochemical data. These lavas and eruptive centers belong to the Ito volcanic rocks of Early Miocene age.

A reconstruction of the eruptive history of the Ito volcanic rocks revealed that a volcano had once existed and was formed inside an Early Miocene graben. The volcano was not simply a large stratovolcano but a cluster of monogenetic volcanoes, comprising of lava flows, lava domes and scoria cone, and small polygenetic volcanoes. These small volcanoes form two parallel rows and are aligned in the NE-SW direction along the graben.

Volcanic activity is divided into early and late stages. Each stage begins with the generation of mafic and felsic magmas which then converge later to andesite composition. Ito volcanic rocks consist mainly of lava flows of basaltic andesite to rhyolite composition. In the $\text{SiO}_2\text{-FeO}^*/\text{MgO}$ diagram, subalkalic rocks of the Ito volcanic unit fall within the tholeiitic field. The total volume of lavas is estimated at 4.3 km^3 , of which 56 percent is andesitic and 44 percent is dacitic-rhyolitic in composition.

Key words: Early Miocene, graben, reconstruction of a volcano, monogenetic volcano, polygenetic volcano, subalkalic

ま え が き

島根県の本土側北部には前期中新世の5つの火山岩分布地域があり, このうち4つの分布地域, 大田湾入部(通商産業省, 1967; 井上, 1980), 出雲湾入部(沢田, 1978), 松江湾入部(山陰グリーン・タフ団体研究グループ, 1979)および米子湾入部(守岡ほか, 1992)には溶結・非溶結の珪長質火砕流堆積物が広く分布しており, コールドロンが形成されたという点で共通する。これに対して松江・米子両湾入部の中間に位置する荒島湾入部(吉谷ほか, 1976)は安山岩質溶岩を主とし, 地溝構造が認められるもののコールドロンといえる構造は確認できない。

古い火山地域では十分に侵食が進んでいるため, 第四紀の火山では判明しにくい火山体の内部構造や成長過程を知ることができる。沢田(1978), Sawada(1984)は出雲湾入部の火山性陥没構造としてのコールドロンの存在を明らかにした。筆者は, これとは異なるタイプの火山が同時代に存在したと推定される荒島湾入部を対象地域とし, 古い火山体の復元を進めている。井上(1990a)は荒島湾入部の南端部において4枚の溶岩から造岩鉱物の配列方向を測定し, 得られた溶

岩の流動方向と給源から, かつての火山体の構造を復元した。荒島湾入部は長径12km, 短径3.5~5km, 面積 50 km^2 , NE-SWの伸びをもつ地溝である(第1図)。この地溝内に研究対象とする陸成の火山岩類が分布発達しており, これらは前期中新世波多層に対比されている(西山・三浦, 1964)。本火山岩類を意東火山岩類と呼称する。調査地域は地溝の中部から北部にかけての範囲であり, 荒島湾入部の2/3を占める。意東火山岩類の火山層序および鏡下観察をもとに本地域の下部中新統から24種の溶岩類を識別することができた。本報では, 今回明らかになった火山層序, 火山地質構造, 主化学成分について報告し, 火山体の形成過程を考察する。

地 質 概 略

荒島湾入部の中部から北部にかけては波多層に対比されている下部中新統, 久利・川合層, 大森層および布志名層からなる中部中新統, および第四紀玄武岩からなる。これら三者はいずれも不整合関係である(井上, 1990b, 1991)。中新統の基盤は地溝の東西両側に露出する。東側は古第三紀の黒雲母カウ岩であり, 布部カウ岩と呼ばれている(飯泉・山陰バソリス研究グループ, 1983)。一方西側はこれより古いカコ

第1図. 位置および地点図. 等高線間隔は50m. 枠内の図は調査地域とその周辺の地質概略を示す.

ウ岩・閃緑岩, 白亜紀の未区分火山岩類 (三浦, 1961; 飯泉ほか, 1985), 三郡変成岩類, および東側と同種のカコウ岩が分布する (第2図). 中新統に覆われた地溝内の基盤は, 各種火砕岩の礫や捕獲岩・捕獲結晶から判断して, 東側に露出する黒雲母カコウ岩が大半を占めるものと推定される.

先意東火山岩類および意東火山岩類は下部中新統に属する (井上, 1990b, 1991). 意東火山岩類は玄武岩質安山岩から流紋岩までの溶岩が主体をなし, 火砕岩を伴う. 溶岩は, 活動の初期と末期に一部水底溶岩流をみとめる. 地層は 30° 以下の緩傾斜であり, 多くは水平に近い (第2図). 火山活動は堆

積岩を挟んで前期と後期に2分される.

中部中新統は久利・川合層および大森層に属する火山岩類とこれを不整合に覆う布志名層礫岩からなる (井上, 1990b, 1991). 火山岩類は流紋岩, 流紋岩質軽石凝灰岩, デイサイト, およびドレライトである. 礫岩は巨礫岩~巨礫混じりの大礫岩が大半を占め, 京羅木山以北に分布する. 分布南部ではカコウ岩礫が多く, 北に向かって火山岩主体へと移り変わる. 火山岩礫の中には意東火山岩類起源の礫も多く含まれている (前期の萱野火砕岩, 黒谷溶岩, 後期の高庭流紋岩等. 噴出物の名称は後述).

第3図 意東火山噴出物の地域別地質柱状図。溶岩名および火砕岩名の略号については第4図を参照。前期1~4・後期1~2は地質図(第2図)および第10図に対応する。

第四紀玄武岩は野呂に分布するアルカリ玄武岩であり(鷹村, 1973), 他に京羅木山山頂にも分布している。

下部中新統の層序, 岩相および地質構造

岩相と層序については, 主として溶岩類について述べる。火砕岩については溶岩の層序を決める際に必要なものだけに限り説明する。意東火山岩類の分布地および記載説明のための地点図を第1図に, 地質図を第2図に, 地域別の柱状図を第3図に, 噴出物の層序を第4図に示す。

層序は直接の関係が分からないとき, すなわち対比の対象となる2種の溶岩が離れた位置に分布しているときは火山体相互の新旧関係から層序を推定した。また, 安山岩類の噴出源は次のことを基準にして決めた。肉眼的に類似し, 鏡下の性質と化学組成から溶岩と同質と判断される貫入岩体があるときは, その貫入岩を噴出源とみなした。その他火砕岩中の異質岩片の粒度の違い, スコリア丘を作っていたと考えられる火砕岩層の存在, および溶結した降下火砕岩層の分布と層厚変化から噴出源の位置を推定した。今回噴出源とみなした15地点の内12地点には貫入岩を確認している。V1~V15がこれらの噴出源の名称である。各溶岩と噴出源との関係は第4図に, また第10図には噴出源の位置を示している。流紋

岩の場合はほとんどが分布地域内で周辺母岩との貫入関係がみられることから, その分布地で噴出し, あまり流動していないと判断した。

1. 先意東火山岩類

飯梨溶結凝灰岩: 下部中新統の最下部層であり, 地溝内ではその両端, 飯梨(第1図の地点1, 以下数字のみを記す)と高庭の石持谷(2)の2地点に分布する。本層の下限は明らかでない。このほか地溝の外側, 飯梨の南3kmにある独松山山頂(3)ではカコウ岩を覆って本溶結凝灰岩が分布する。石原(4)では意東火山岩類の最下部層が, また地溝の東端部では広範囲に同下部層がそれぞれ基盤岩類を直接覆っており, 飯梨溶結凝灰岩が欠如している。このことから本溶結凝灰岩の大半は意東火山岩類活動前に侵食されたものと判断される。飯梨溶結凝灰岩の原岩はデイサイト質軽石凝灰岩であり, 本質結晶である斑晶状斜長石が多い。ごくまれにカコウ岩起源の石英と小岩片を含む。

飯梨の南西20kmの松江湾入部の南部および同南東10kmの米子湾入部の南部には, 飯梨溶結凝灰岩と同じ鉱物組成の溶結凝灰岩が広く露出している。とくに後者は飯梨-独松山の延長線上に位置することから飯梨溶結凝灰岩は米子湾入部起源の可能性が高いと考えられる。

活動期	溶岩・火砕岩	噴出源	砕屑岩 貫入岩
後 期 意 東 火 山 岩 類	雄子谷* (2B7a) 臼白 (2A6a) 田畑 (FT4) → 大谷 (2D5b) 面子 (2A4b) 久白 (2D5a) 重山 (2B4a)	V13 Y15 V14 V12 V11	斑状安山岩 ドレライト
	岩舟 (2R2) 山口谷 (2A2) 高庭 (2R1)	V10	
	荒田 (FT3) 二の谷 (1A13a) 大谷 (1A12b) → 田の谷 (1A12b)	V9	凝灰質砂岩
	養谷 (1A11) 藤原 (1A10) 崎山 (1A9)	V8 V7	
	大森 (1D8) 金刀比羅 (1A7) 面谷 (1A6) 桑原 (1B5) 神原 (AT2) 高丸 (1B4) 黒谷 (1A3)	V6 V4.5 V3	斑状安山岩 ドレライト
	萱野 (AT1) 畑 (FT2) 若宮* (1D2) 高尾谷** (1D1) 半場 (FT1)	V2 V1	礫岩 湖成堆積岩
	先意東火山岩類		
	飯梨溶結凝灰岩		

第4図. 意東火山噴出物の層序。アミは溶岩，*は水中溶岩，**は一部水中溶岩。下線一本は降下火砕岩，下線二本は溶結降下火砕岩，下波線は火砕流（溶岩の下にこれらの印があるものはそれぞれの火砕岩を伴う）。（ ）内は噴出物の略号である。溶岩では初めの数字は1が前期，2が後期を表す。2番目の文字はBが玄武岩質安山岩，Aが安山岩，Dがデイサイト，Rが流紋岩である。3番目の数字は各ステージ内での溶岩の噴出順序を示す。図中の点線で結んだ枠同士は層序関係が未定である。最後の文字a，bは枠の違いを示す。したがって，例えば，2A4bの方が2D5aより下位とは限らない。火砕岩では初めの文字Aが安山岩質，Fが珪長質であり，次のTは火砕岩を表し，3番目の数字は全ステージでの火砕岩の噴出順序である。噴出源については本文および第10図を参照。

2. 意東火山岩類前期噴出物

意東火山岩類を噴出した火山活動は凝灰質砂岩層を挟んで前期と後期に分けられる。さらに火山層序と給源の違いによって前期は4期に細分され，後期は2分される。

前期-1

湖成堆積岩層：本地域東部の飯梨（1の北），南部の石原（4）および半場（5）に分布する。飯梨では，湖成堆積岩層は飯梨溶結凝灰岩の上位にあるが，両者の直接関係は見られない。しかし前述のように飯梨溶結凝灰岩の多くは湖成堆積岩層生成前に侵食により失われており，両者は不整合関係と判断される。本堆積岩層は細礫岩，砂岩，細かく成層した泥岩等からなる。細礫岩の礫はほとんどが無斑晶質安山岩であり，泥岩は植物化石を含む。石原では湖成堆積岩層がN65°W，65°Nの走行・傾斜でカコウ岩を不整合に覆う。下から厚さ300cmの砂岩泥岩互層，厚さ70cmの砂岩と続き，上限は不明である。この露頭では火山噴出物は含まれていない。

半場火砕岩（珪長質細粒凝灰岩；FT1*）は地点4の上位層

準にあたり，泥岩を挟む。この火砕岩は湖成堆積岩層上部と指交関係をなし，畑（6）では後述する礫岩の下位に産出する。

高尾谷溶岩類（黒雲母デイサイト；1D1）：高尾谷溶岩類は高庭の意東川左岸（7）で基盤岩を貫き（V1），その北方では基盤岩を覆う。飯梨（1の北）では湖成堆積岩を覆う。本溶岩類は斑晶の大きさ，および量の違いから数枚のデイサイト溶岩からなると考えられ，一部にスコリア質火砕岩を挟む。分布域の中央部から南東部すなわち高丸の南から岩舟，飯梨にかけて露出する溶岩には水冷破碎構造がみられる。全体に変質が進んでおり，緑泥石，絹雲母，方解石が生成している。溶岩は顕著な斑状を示す。

礫岩層：この層準の堆積物には一部砂岩層もあるが，ここでは山口谷（8）と畑（6）に分布する礫岩について記述する。地点8での礫岩は基盤岩を直接覆い，北および西に露出する基盤岩を削り込んだような分布を示し，巨礫混じりの大礫岩である。この北北東，地点6では基盤岩直上近くにおいて（半場火砕岩（FT1）の薄層が礫岩の下にある），これも幅数10mの局部的分布を示し，礫はさらに大となり，径30～100cmの礫を多く含む巨礫岩である。これら礫岩を構成する礫の多くは斑状岩であり，岩相・鉱物組成が同じことから高尾谷溶岩類に相当する。したがって，この礫岩は北方から東方にかけて分布する高尾谷溶岩類より供給された河川堆積物であり，河川は北北東から南南西へ流れていたことを示す。このことから本礫岩は高尾谷溶岩類より上位となる。

若宮溶岩（黒雲母含有デイサイト；1D2）：飯梨（1の北）で高尾谷溶岩類の上位に認められる。上記礫岩の礫には若宮溶岩が認められないことから，本溶岩を上位と考える。本溶岩は無斑晶質であり，水冷破碎構造をもつ。

畑火砕岩（軽石凝灰岩；FT2）：堆積盆地の縁辺部である石原，飯梨，高庭，本谷中組，および畑にも分布する。畑（6）では前記礫岩を覆い，飯梨（1の北）では若宮溶岩を覆う。石原ではカコウ岩と断層で接しており，下位層は不明である。畑火砕岩は主として軽石凝灰岩からなり，本質鉱物は斜長石である。ごくまれにカコウ岩起源の石英を含むことがある。変質したガラス片がしばしば認められる。

萱野火砕岩（主に安山岩質火山礫凝灰岩；AT1）：畑火砕岩と同じく堆積盆地の縁辺部に分布するが，さらに南西部までおよんでいる。本谷奥組以西では基盤岩を覆い，本谷中組（8の北），畑（6の南）等で畑火砕岩を覆う。萱野火砕岩の大半は本質礫からなり，岩相の異なる数枚の層に分けられる。礫は無斑晶質岩が主であるが，産地によっては黒雲母の斑晶をもつ斑状岩を含む。礫はわずかに孔隙をもち，直径0.5～10mm，大きい礫で20～30mmである。異質礫は黒雲母カコウ岩であり，一般に5%以下含まれる。礫と礫とは互いに接し，空隙は二次鉱物で埋められている。本谷奥組の萱野では最大径3m，一般には径1m前後の赤色化したカコウ岩礫がところどころに含まれている。萱野から離れるとカコウ岩礫の大きさは急減する。よって本火砕岩の噴出源は，萱野での基盤岩が火山岩であることから，萱野近辺で基盤にカコウ岩の存

*略号の説明は第4図に示す。

在が推定される桑原付近 (V2) と推定される。

前期-2

黒谷溶岩 (無斑晶質安山岩; 1A3): 黒谷溶岩は岩舟西方 (9) および葦谷 (11) で萱野火砕岩を覆う。

高丸溶岩 (無斑晶質玄武岩質安山岩; 1B4): 高庭の甚三平谷 (11) には本溶岩の噴出源である岩脈状貫入岩体 (V3) があり, NE-SW の伸びをもって萱野火砕岩を貫き, 流紋岩 (2 R1) および斑状安山岩岩床に貫かれる。岩舟西方 (9) では黒谷安山岩を覆う。本溶岩の上位と下位には同質のスコリアを伴う。噴出源の東 1.5 km で上位のスコリア層は一部弱溶結している。

神庭火砕岩 (安山岩質凝灰角礫岩; AT2): 本地域東部の神庭から車山, 田頼にかけて, 北に開いた扇型の分布を示す。高丸東方 (12) で高丸溶岩を覆う。分級の悪い火砕流堆積物であり, 高尾谷デイスাইトを異質礫として含む。

桑原溶岩類 (普通輝石玄武岩質安山岩; 1B5): 桑原溶岩は本谷中組以西で萱野火砕岩を覆い, 石原 (13) および半場 (5 の北) では黒谷溶岩を覆う。神庭西方の大成 (14) で, 桑原溶岩の下位に神庭火砕岩を認めることから, 桑原溶岩は高丸溶岩より上位である。本溶岩は無斑晶質であり, 上位にスコリアを伴う。

本溶岩は化学組成からは2種の溶岩に分けられる (第7図, 桑原 A, B)。しかし, 両者を化学組成だけで地質図上に区分するにはデータが少なすぎ, 岩相や鏡下の性質での識別も困難である。したがって, 両者を一括して桑原溶岩類とした。噴出源も2か所推定されている。1つは本溶岩類分布域の中央北端近く (15, V4) にあり, 火山岩類をなして萱野火砕岩を貫く。いま1つはその南西方, 溶岩分布域の南端部 (16, V5) に位置している。この地点16付近だけが特にスコリア層が厚く, 40 m を越すことから, スコリア丘からなる単成火山を形成していたと考えられ, この地点にも噴出源があったと推定される。スコリア層はこの北東1 km の地点では厚さ5 m あまりとなる。

面谷溶岩 (普通輝石安山岩; 1A6): 面谷溶岩は葦谷付近 (10 の西) で桑原溶岩を覆う。無斑晶質であり, 板状節理をもつ。本溶岩はその分布域 (第10図) から判断してV4付近から流出したと推定される。

金刀比羅溶岩 (無斑晶質安山岩; 1A7): 畑南方 (15 の北) のV4に近接して金刀比羅溶岩の噴出源 (V6) があり, 萱野火砕岩を貫く。貫入岩の産状は岩脈と推定される。大成 (17) では面谷溶岩の上に本溶岩がのる。本溶岩はしばしば多孔質となっている。

大藪溶岩 (無斑晶質デイスাইト; 1D8): 大藪溶岩は山口谷東方 (18) で金刀比羅溶岩を覆う。本溶岩は板状節理をもち, 多くは変質が進んでいる。大藪溶岩はその分布 (第10図) から見てV4, 6付近から流出したと判断され, よって桑原, 面谷, 金刀比羅および大藪の各溶岩はV4, 6を中心とする1つの小火山体を構成していたと推定される。

前期-3

崎山溶岩 (無斑晶質安山岩; 1A9): 本谷中組の中新統と基盤岩との境界断層に接する位置 (19) に, 斑状安山岩岩体を

貫く崎山溶岩の貫入岩体があり, 本溶岩の給源をなす (V7)。この貫入岩体の産状は明らかでない。崎山 (20) で桑原溶岩を覆い, 地点21で葦谷溶岩に覆われる。大藪溶岩との直接的関係は明らかでないが, 火山体の新旧関係 (大藪溶岩はV4, 6の火山体に, 崎山はV7の火山体にそれぞれ属する) から崎山溶岩を上位とした。本溶岩は風化・変質が著しい。

藤原溶岩 (無斑晶質安山岩; 1A10): 藤原溶岩は崎山 (20) および萱野の南方 (22) で崎山溶岩を覆う。板状節理をもち, 多くは変質を受けている。本溶岩はその分布からV7付近から流出したと考えられる (第10図)。

葦谷溶岩 (角閃石安山岩; 1A11): 葦谷溶岩の給源 (V8) は崎山溶岩の給源の東に近隣 (23) し, 火山岩類をなして桑原溶岩を貫く。大藪の北 (18 の近く) では大藪溶岩を覆い, 桑原の東 (24) では藤原溶岩を覆う。分布地のほぼ全域で風化や変質が進んでいる。崎山, 藤原, 葦谷の各溶岩は近隣した位置に噴出源が推定されることから, これらは1つの小火山を構成したと判断される。

前期-4

大成溶岩 (無斑晶質安山岩; 1A12a): 大成溶岩は大成 (17 の西) で葦谷溶岩を覆う。本溶岩は風化・変質を受け, 新鮮な岩体はみられない。

四の谷溶岩 (無斑晶質安山岩; 1A12b): 四の谷溶岩は京羅木山の西斜面では葦谷溶岩の上位に産出する。本溶岩と大成溶岩との関係は, 分布域が離れているため明らかでない。本溶岩はしばしば変質している。

二の谷溶岩類 (普通輝石安山岩; 1A13a): 二の谷溶岩類は大部分の地域で桑原溶岩を覆うが, 四の谷では四の谷溶岩を覆い, 石原北方の黒谷付近 (25) では大成溶岩を覆う。二の谷溶岩類は下位のスコリア質火砕岩と上位の板状節理をもつ溶岩とからなる。スコリア質火砕岩は降下堆積物であり, 3つのフォールユニットからなる。このうち下位の2つのユニットに溶結構造が認められる。

下位のユニットでは, スコリア質火砕岩 (礫径0.5~2 cm) はカコウ岩起源の石英・長石の破片をスコリアの捕獲晶として含む。基質は粘土鉱物やシリカ鉱物によって埋められている。本火砕岩起源の溶結凝灰岩は黒色緻密であり, 肉眼では溶岩との区別は困難である。鏡下では結晶度の違いや汚染等による不均質性によってレンズ状や縞状の平行配列 (ユータキシティック組織) が認められる。またこの溶結凝灰岩はカコウ岩起源の石英・長石の破片, とくにカコウ岩・安山岩の岩片を含むが, それらはユータキシティック組織に平行して線状に点在配列する。

中位のユニットのスコリア質火砕岩 (礫径0.5~3 cm) は下位のそれより捕獲晶が少ない。二の谷 (26) では厚さが約20 m あまりであり, その最下部と上部を除く厚さ15 m の範囲が溶結している。溶結した部分は上下3つの露頭に分れており, 上から弱溶結部, 中程度の溶結部, 強溶結部と変化し, これに対応して色は青灰色で脆弱, 茶褐色でかなり緻密, 黒色で緻密と変る。また本質岩片であるスコリア中の孔隙充填物は溶結が進むにつれて次第に粘土鉱物からシリカ鉱物に移り変っていく。弱溶結部ではスコリア中に短冊状および針状

斜長石があり、基質にはわずかに針状斜長石が生成している。中程度の溶結部では基質・スコリア共に斜長石の量が多くなり、強溶結部では短冊状～針状斜長石がほぼ均質に生成しており、スコリアと基質との差はほとんど認められない。しかし、中程度の溶結部まではユータキシティック組織が認められ、しかも強溶結部に向かって上記のように漸移的变化がみられること、および岩体生成時に孔隙であった部分は均等に散在するのではなく、ところどころに集合するような産状を示すことから溶結した火砕岩と判断できる。

これらの溶結凝灰岩は東西方向に1kmあまりに渡って確認でき、南方への消滅も認められる。このことから噴出源は溶結凝灰岩分布地域の北方、京羅木山山頂からその北側付近(V9)にあったと推定される。

東星上溶岩(無斑晶質安山岩; 1A13b): 東星上溶岩は星上山の東隣の峰では藤原溶岩を覆い、面子の北方(27)では四の谷溶岩を覆う。二の谷安山岩類との関係は不明である。本溶岩は全般に風化・変質している。

大成、四の谷、二の谷、東星上の各溶岩類はV9を中心に放射状の分布を示すことから、これらはV9およびその付近から放出され、一つの小火山を形成したものと推定される。

荒田火砕岩(珪長質軽石凝灰岩; FT3): 本地域中部以南に分布する。桑原の東(28)で東星上溶岩を覆い、金井谷上流の荒田(29)で二の谷溶岩を覆う。火砕流堆積物や降下軽石堆積物など数枚の層からなる。このうち降下軽石凝灰岩は広い範囲に点在しており、鍵層となる。

凝灰質砂岩層: 本層は火山活動の前・後期を分ける堆積物であり、火山体から浸食された砕屑物が山麓や湖水に再堆積したものである。これは主として凝灰質砂岩からなり、Bates and Jackson (1980) の sedimentary tuff (b) に相当する。

本層は京羅木山の北麓から本地域北部までの、北に開いた扇状の分布をなす。層厚も南で薄く北に厚い、最大50mを越す。高丸南方(30)と車山西方(31)で荒田火砕岩(FT3)を覆う。本凝灰質砂岩層は成層し、しばしば級化構造を示す。粒子は丸みをおびた安山岩を主体とする。車山南西斜面と高丸南方には礫岩もみられる。北部の野呂付近では凝灰質砂岩の上部は凝灰質泥岩となる。

3. 意東火山岩類後期噴出物

後期-1

高庭流紋岩(黒雲母流紋岩; 2R1): 高庭流紋岩は3つの溶岩円頂丘と4つの火山岩頸、それに1つの小規模岩脈からなる。溶岩円頂丘は高庭、岩舟および田頼の岩体であり、単成火山からなる。各溶岩の現分布の規模はそれぞれ2000m×530m, 400m×200m, 700m×350mである。これらは部分的に下位層を覆うところがあり高庭と岩舟の岩体は小規模な火砕岩を伴う。高庭流紋岩に伴われる火砕岩は岩舟(32)で凝灰質砂岩層を覆う。火砕岩は発泡の程度が低い軽石をもち、各種火山岩片を含む。とくに真珠状構造のある本質岩片を多く含むのが特徴である。これらは含軽石火山礫凝灰岩と含軽石凝灰角礫岩からなり、淘汰の悪い無層理の火砕流堆積物である。

山口谷溶岩(普通輝石安山岩; 2A2): 山口谷溶岩の噴出源(V8)は高庭南東(33)にあり、高庭流紋岩とその同質火砕岩との境界に火山岩頸をなして貫入している。この火山岩頸は長径30~40m, 短径12mであり、隣接する流紋岩と同じNE-SWの伸びをもつ。本溶岩は無斑晶質であり、京羅木山の北斜面(34)で凝灰質砂岩を覆う。

岩舟流紋岩(含角閃石流紋岩; 2R3): 岩舟流紋岩は、単成火山からなる4つの溶岩円頂丘をなしていたと考えられ、それらの現分布の規模は1000m×700m, 700m×300m, 450m×400m, 350m×350mである。京羅木山の北斜面(33の南)で本流紋岩に伴われる火砕岩が山口谷安山岩を覆う。岩舟流紋岩は一般に変質が進み、ときに流理構造や板状節理が発達している。本流紋岩に伴われる火砕岩は小規模であり、軽石流堆積物と火山豆石を含む降下火砕物からなり、真珠状構造をもつ本質岩片をごく少量含む。

後期-2

車山溶岩(無斑晶質玄武岩質安山岩; 2B4a): 車山溶岩分布域の南部、岩舟(35)には2つの火山岩頸があり車山溶岩の噴出源(V9)をなす。岩舟(32の西方および31の近く)では本溶岩は高庭流紋岩に伴われる火砕岩を覆う。高丸東方(36)では車山溶岩直下の層準から岩舟流紋岩に伴われる火砕岩の転石が確認され、津田平(37)では車山溶岩に伴われるスコリア火砕岩が岩舟流紋岩の角礫(40×40cm)を含む。以上の関係から車山溶岩は岩舟流紋岩より上位となる。本溶岩は板状節理をもつ。津田平では上部クリンカーを覆うスコリア火砕岩中に径10~20cmの火山弾を含む。

久白溶岩(紫蘇輝石普通輝石デイサイト; 2D5a): 久白溶岩分布の南限から南へ2.2kmの地点、大成(38)に本溶岩と同岩相の火山岩頸(V10)があり、面谷溶岩を貫く。久白溶岩は分布地域の東端部で凝灰質砂岩を覆い、その他のところでは車山溶岩を覆う。津田平(37)では久白溶岩と下位層との直接の関係がみられ、本溶岩の下部2mが径10~50cmの大きさで角礫化し、基底面は凹凸に富む。またこの角礫岩中に下位の細粒スコリア火砕岩が砕屑岩脈として注入しているところがあり、久白溶岩堆積時にはスコリア質火砕岩が未固結・湿潤状態であったことを示している。概して久白溶岩は絹雲母化した斜長石斑晶、節理に平行した褐鉄鉱化、および発達した板状節理を特徴とする。

田頼火砕岩(珪長質火砕岩; FT4): 田頼および久白に分布し、田頼(39)で久白溶岩を覆う。下部の軽石凝灰岩と上部の細粒凝灰岩からなり、いずれも塊状無層理である。石英、斜長石、および黒雲母結晶を含む。

日白溶岩(普通輝石安山岩; 2A6a): 日白溶岩と下位層との直接関係は明らかでないが、本溶岩東端の飛地状分布地(地点40)では、その南に分布する久白溶岩等の構造が北傾斜である(第2図)ことから、本溶岩は久白溶岩より上位と推定される。本溶岩はわずかに斑晶が認められ、板状節理が発達している。

雉子谷溶岩(含カンラン石玄武岩質安山岩; 2B7a): 野呂(41)に雉子谷溶岩の噴出源とみなされる貫入岩体がある(V11)。本溶岩は中意東の雉子谷(42)で日白溶岩を覆う。本溶

岩は水冷破碎されている。破碎構造はジグソーパズルのような割れ目ではなく、径 0.1 cm から 5 cm までさまざまな大きさの同質岩片が乱雑に混じりあっており、まれに結晶度が違う礫が混ざっている。礫の多くは多孔質である。孔隙はサポナイトやシリカ鉱物で埋められていることが多い。基質は同質の細粒子や二次鉱物からなる。本溶岩の直下には層準未定の凝灰質砂岩層をみとめる。

面子溶岩 (普通輝石安山岩; 2A4b): 面子溶岩分布地域の中央南端に本溶岩の給源である変質した火山岩類 (V12) がある。本溶岩と車山溶岩以降の溶岩との関係は明らかでない。京羅山北斜面 (43) で岩舟流紋岩を覆う。面子溶岩は斑状岩であり、板状節理をもつ。

大谷溶岩 (無斑晶質デイサイト; 2D5b): 大谷溶岩の噴出源 (V13) は溶岩分布域の西、高丸の南方 (44) にあり、貫入角礫岩を伴う火山岩類をなす。本溶岩は岩舟 (45) で車山溶岩を覆い、神庭西方 (46) では岩舟流紋岩を覆う。久白溶岩以降の溶岩との関係や面子溶岩との関係は明らかでない。本溶岩は板状節理が発達し、ほぼ全体に変質がおよんでいる。

4. 貫入岩類

ここに記述する貫入岩類は溶岩の給源と考えられる貫入岩および流紋岩を除いたものである。貫入岩類は斑状安山岩とドレライトに大別され、その産状は岩床を主体とし、一部は岩脈である。なお地質図ではこれら貫入岩類は一括して示した。また地溝の外にも岩脈があるが、極めて小規模なため省略した。

斑状安山岩は輝石安山岩質であり、岩床状をなす貫入岩体の大半を占め、粗粒で明瞭な斑状を示すため肉眼でも溶岩と区別できる。本岩は一つの岩体をなすものではなく、また貫入時期もいくつかの時期に分かれると考えられる。少なくとも次の 2 つの時期がある。一つは崎山溶岩より古い岩体であり、いま一つは面子溶岩までを貫くものである。つまり意東火山岩類活動の前期 2 以前と後期 2 に貫入したものである。岩床とこれまでに述べてきた溶岩類とは大局的には調和的な構造をもち、地溝の中央部に向かって緩く傾斜している。

ドレライトは普通輝石ドレライトであり、岩脈と岩床をなして産出する。岩脈の主要なものは星上山の南にあり NE-SW の伸びをもち、前期 4 の東星上溶岩を貫く。岩床としてのドレライトは堆積盆地東端の神庭-石原間にあり、前期 1 の畑および萱野火砕岩を貫く。岩床のドレライトは岩脈のそれより斑晶がやや多く、変質が進んでいる。本ドレライトと近接して大森層のドレライトも産出するが (星上山の北斜面にある)、これは 1)。久利・川合層に属する流紋岩を貫き、2)。極めて新鮮な岩質をもち、3)。カンラン石を含んでいる (井上, 1991)。

5. 地質構造

本地域の基本的な地質構造は NE-SW に伸びた地溝であり、その規模は幅 3.5~5 km, 延長 10 数 km である。石原-飯梨-田頼を通り地溝の東縁をなす正断層は神庭南方の地点 47 で確認され、N45°~70°E, 50°N の走向・傾斜をもつ。一方西縁の正断層は藤原-本谷中組-高庭を通り、藤原西方 (48) では N35°~70°E, 80°S の走向・傾斜をもつ。また地溝の両

側にもこれと並走する断層がある。東側のそれは飯梨川に沿う N30°~40°E の走向で、西落ちである。飯梨溶結凝灰岩の分布高度差から東側断層の見掛けの落差は 300 m 以上に達する。一方西側には 2 つの並走断層があり、内側 (中央) の正断層は高尾谷 (49) で見られ N35°E, 48°S である。外側のそれはカコウ岩と三郡変成岩との境 (50) にあり、断層破碎帯の幅 15 m, 走向・傾斜は N47°E, 54°S である。また地溝の西側に分布する基盤岩は広範囲に破碎されており、破碎帯は固結している。この破碎帯は中新統にはおよんでいない。破碎帯中には三郡変成岩の 3 つのレンズ状岩体が挟まれ、NE-SW 方向に沿って延長 2 km におよぶ。これは下部中新統堆積前の断層の方向を示唆している。

地溝に直交あるいは斜交する断層は、基本的には地溝を切り、中部中新統に覆われるものであるが、NE-SW 系断層に切られているところもある。

安山岩類の噴出源配列、流紋岩の分布、および岩脈の伸長方向がいずれも NE-SW であり、地溝およびこれに並走する断層と一致していることから、意東火山岩類は NE-SW 系断層に規制されて噴出したといえる。

全岩化学組成

化学分析は神戸大学の全自動蛍光 X 線分析装置 (リガク 3270E) で行った。分析試料は 69 個である。野外調査で識別した 24 種の溶岩の内比較的新鮮な試料が得られた 17 種が分析の対象試料であり、このほかに二の谷溶岩の先駆的活動である溶結降下火砕岩が含まれる。化学分析結果を第 1 表に示す。以下の化学分析値に関する記述や議論は total 100% に再計算した値を用いて行う。

分析した全試料の SiO₂ は 53~74% の範囲にある。本地域の火山岩類は Miyashiro (1978) の SiO₂-(Na₂O+K₂O) 図でみると非アルカリ岩に属し (第 5 図)、FeO*/MgO-SiO₂ 図では Miyashiro (1974) のソレアイト系列の領域にプロットされる (第 6 図)。SiO₂-酸化物組成変化図を第 7 図に示す。面子・久白両溶岩は比較的広い Al₂O₃ の領域をもつ。これは両溶岩に斑晶斜長石が多く、その多少によるものと考えられる。K₂O 値から本地域の安山岩は Gill (1981) の中間カリ質に属する。P₂O₅ は 0.1~0.6% の大きい幅をもち、とくに SiO₂=58~64% の安山岩でそれが顕著である。その中で藤原、四の谷、日白、葦谷の各溶岩は 0.4~0.6% と高い値であり、四の谷溶岩を除くこれらの溶岩は長径 0.1~0.3 mm の燐灰石を含んでいる。化学組成と層序や地域性との間には特に密接な関係は認められない。溶岩毎の主要成分の違いは、他の元素に比べ P₂O₅ と TiO₂ によく現われる傾向がある。桑原溶岩は 2 つの領域に分かれることから、2 種の溶岩 (第 7 図の桑原溶岩 A と桑原溶岩 B) からなると考えられる。一方、層準の異なる溶岩で、主要成分がほぼ同じものとしては桑原溶岩 B と車山溶岩、高庭流紋岩と岩舟流紋岩、および藤原溶岩と四の谷溶岩、大藪溶岩と大谷溶岩がある。前二者は鏡下で区別できることが多いが、後二者は鏡下でも区別が困難である。

第 8 図は活動の推移に伴う SiO₂ 成分の変化を見るために、各溶岩類の平均成分を活動順に示したものである。相対的に

第1表. 意東火山岩類の全岩化学組成. Fe_2O_3 は全鉄を3価の鉄として計算したもの. No. 6~10 は桑原 A, No. 11~26 は桑原 B, No. 41~42 は普通輝石安山岩質溶結凝灰岩 (二の谷溶岩類).

番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
溶岩名	1B4	1B4	1B4	1B4	1B4	1B5	1B5	1B5	1B5	1B5	1B5	1B5	1B5	1B5	1B5
SiO ₂	53.55	53.80	51.25	52.77	53.18	55.46	55.19	52.20	55.54	53.70	53.97	53.39	53.19	53.30	53.68
TiO ₂	1.45	1.40	1.39	1.41	1.42	1.46	1.43	1.47	1.46	1.51	1.41	1.41	1.43	1.36	1.37
Al ₂ O ₃	16.92	16.16	16.21	16.55	16.75	15.91	15.70	16.10	15.87	16.75	15.58	15.50	15.65	15.50	15.84
Fe ₂ O ₃	10.50	11.04	11.41	11.20	10.75	10.99	10.79	11.34	10.98	10.68	11.72	12.19	11.73	12.08	11.79
MnO	0.19	0.25	0.19	0.19	0.21	0.17	0.18	0.22	0.20	0.22	0.17	0.20	0.14	0.16	0.15
MgO	3.23	3.10	3.62	3.67	3.50	3.39	3.33	3.29	2.99	3.65	3.98	4.11	3.96	3.97	3.81
CaO	7.37	7.17	7.37	7.36	7.19	5.57	5.90	5.43	6.42	5.50	6.55	7.25	6.23	7.54	7.37
Na ₂ O	3.89	3.54	3.82	3.75	3.96	3.24	3.64	4.30	3.66	4.42	3.07	2.73	3.17	2.98	2.97
K ₂ O	0.48	0.84	0.59	0.70	1.02	1.69	1.33	1.46	1.11	1.43	1.31	1.46	1.48	1.37	1.05
P ₂ O ₅	0.36	0.30	0.29	0.31	0.32	0.40	0.38	0.40	0.40	0.39	0.26	0.28	0.25	0.25	0.25
Total	97.93	97.59	96.15	97.91	98.28	98.27	97.88	96.21	98.63	98.23	98.03	98.51	97.23	98.50	98.30

番号	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
溶岩名	1B5	1B5	1B5	1B5	1B5	1B5	1B5	1B5	1B5	1B5	1B5	1A6	1A6	1A6	1A6
SiO ₂	52.82	53.71	54.49	53.43	53.68	53.79	54.46	52.85	53.75	53.34	52.25	60.50	60.24	59.95	60.78
TiO ₂	1.36	1.34	1.47	1.36	1.38	1.35	1.33	1.36	1.36	1.38	1.34	1.04	1.06	1.02	1.03
Al ₂ O ₃	15.60	15.61	15.24	15.62	15.69	15.61	15.16	15.53	15.56	15.40	15.58	16.25	16.33	15.88	16.15
Fe ₂ O ₃	12.51	11.99	10.90	12.16	12.25	12.46	11.99	12.04	11.51	12.00	12.30	7.80	8.13	8.16	8.07
MnO	0.19	0.16	0.15	0.20	0.17	0.19	0.18	0.19	0.19	0.17	0.18	0.19	0.17	0.20	0.17
MgO	4.00	3.73	3.33	3.71	3.71	3.74	3.40	4.40	4.12	4.14	4.20	2.15	1.98	2.04	2.20
CaO	7.46	7.89	7.26	7.28	5.95	7.19	7.05	7.12	6.33	7.48	7.36	5.23	5.05	5.10	5.01
Na ₂ O	2.90	2.87	2.81	3.06	3.70	3.12	2.95	3.25	3.47	2.78	2.56	3.94	3.62	3.52	4.17
K ₂ O	1.57	1.42	1.50	1.46	1.70	1.24	1.37	1.37	1.45	1.39	1.71	1.62	1.55	2.04	1.65
P ₂ O ₅	0.26	0.25	0.24	0.25	0.26	0.25	0.26	0.26	0.27	0.26	0.26	0.33	0.31	0.31	0.33
Total	98.66	98.96	97.38	98.52	98.51	98.92	98.15	98.37	98.00	98.36	97.74	99.04	98.44	98.21	99.55

番号	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
溶岩名	1A6	1A7	1A7	1A7	1B8	1A10	1A11	1A11	1A12b	1A12b	1A13a	1A13a	2R1	2A2
SiO ₂	60.45	53.87	54.84	55.57	65.18	57.96	61.31	59.91	58.71	59.58	55.81	57.90	72.61	53.76
TiO ₂	1.17	1.46	1.48	1.38	1.03	1.42	1.22	1.21	1.30	1.29	1.16	1.14	0.36	1.33
Al ₂ O ₃	16.22	15.98	15.87	16.12	16.36	15.95	16.05	16.89	15.97	15.94	16.20	15.87	14.12	15.78
Fe ₂ O ₃	7.88	11.53	10.65	10.63	5.55	8.98	5.88	6.40	7.78	7.12	10.00	9.18	2.23	11.18
MnO	0.17	0.23	0.19	0.26	0.07	0.16	0.16	0.14	0.17	0.20	0.18	0.18	0.08	0.25
MgO	2.05	3.38	2.72	3.16	0.94	2.31	1.20	1.08	2.41	2.44	3.78	3.28	0.33	3.08
CaO	3.45	5.54	3.86	6.37	0.96	5.80	3.12	3.67	4.13	4.84	5.68	4.76	1.73	7.02
Na ₂ O	4.13	3.79	4.61	3.62	5.59	3.49	5.10	4.64	4.50	3.99	3.20	4.11	3.94	3.40
K ₂ O	1.75	1.79	1.44	0.88	2.42	1.56	1.72	2.10	2.56	1.96	1.63	1.79	2.91	0.27
P ₂ O ₅	0.40	0.40	0.41	0.35	0.32	0.55	0.46	0.43	0.59	0.60	0.26	0.26	0.10	0.24
Total	97.67	97.97	96.06	98.34	98.41	98.19	96.21	96.45	98.13	97.94	97.88	98.47	98.40	96.30

番号	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58
溶岩名	2R3	2B4a	2B4a	2B4a	2B4a	2B4a	2B4a	2B4a	2B4a	2B4a	2B4a	2D5a	2D5a	2D5a
SiO ₂	71.41	53.00	52.33	53.86	52.36	52.98	53.50	53.28	53.24	52.81	52.09	63.76	64.42	65.78
TiO ₂	0.42	1.36	1.36	1.41	1.34	1.38	1.34	1.35	1.32	1.37	1.34	0.84	0.82	0.81
Al ₂ O ₃	14.18	15.49	15.41	15.93	15.87	15.66	15.53	15.21	15.18	15.48	15.23	15.49	15.93	15.30
Fe ₂ O ₃	2.98	11.75	12.42	11.89	12.24	11.59	12.32	12.03	12.77	12.08	12.95	5.50	5.40	5.52
MnO	0.03	0.16	0.20	0.24	0.21	0.16	0.18	0.17	0.18	0.18	0.18	0.16	0.13	0.09
MgO	0.50	3.60	4.08	3.90	3.88	3.68	3.78	3.62	3.33	3.15	3.37	1.30	0.77	0.69
CaO	0.31	7.50	7.82	7.85	7.56	7.06	7.53	7.25	7.16	6.87	7.10	3.49	2.97	2.78
Na ₂ O	4.41	2.84	2.92	3.36	3.00	3.34	2.93	3.02	3.11	3.39	3.18	4.50	4.69	4.46
K ₂ O	3.15	1.28	1.17	1.26	1.18	1.37	1.14	1.21	1.20	1.16	1.31	1.72	2.29	2.23
P ₂ O ₅	0.06	0.26	0.26	0.27	0.25	0.26	0.25	0.26	0.26	0.26	0.24	0.24	0.23	0.23
Total	97.44	97.24	97.94	99.96	97.90	97.47	98.50	97.41	97.75	96.75	96.98	96.99	97.27	97.88

番号	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
溶岩名	2D5a	2D5a	2A6a	2A6a	2A4b	2A4b	2A4b	2A4b	2A4b	2D5b	2D5b
SiO ₂	65.04	65.04	60.60	60.14	57.36	58.19	57.94	57.72	59.78	65.85	64.23
TiO ₂	0.86	0.85	1.26	1.30	1.15	1.05	1.09	1.08	1.03	1.05	1.01
Al ₂ O ₃	16.16	15.60	16.36	16.31	16.17	16.42	15.91	15.93	15.05	16.44	16.35
Fe ₂ O ₃	5.37	5.21	6.16	7.78	9.89	8.84	9.68	10.06	9.73	4.91	5.08
MnO	0.13	0.18	0.07	0.08	0.19	0.18	0.18	0.25	0.15	0.04	0.08
MgO	0.70	1.20	0.79	0.92	3.34	2.77	2.99	2.92	2.37	0.58	0.71
CaO	2.94	3.44	4.46	4.52	4.00	5.89	6.39	5.44	4.47	0.61	1.10
Na ₂ O	4.69	4.66	4.36	4.01	4.34	3.53	3.13	3.37	4.06	5.19	5.44
K ₂ O	2.17	2.21	1.88	1.81	1.29	1.26	0.94	1.63	1.67	2.64	2.87
P ₂ O ₅	0.25	0.24	0.52	0.57	0.21	0.21	0.20	0.20	0.19	0.33	0.28
Total	98.32	98.64	96.45	97.43	97.93	98.33	98.43	98.60	98.49	97.63	97.15

苦鉄質な活動と珪長質な活動とを繰り返しながら, 前期は中間組成の活動へ, 後期はより苦鉄質な活動へと向かう傾向が認められる. このことは, 前期・後期ともに珪長質と苦鉄質なマグマを発生しつつ, それぞれの末期には1つの組成, やや苦鉄質のマグマに収束しているように見える. これらのマ

グマの発生や岩石の成因に関しては今後の研究課題である.

第9図に SiO₂ の量と溶岩噴出量との関係を示す. 全溶岩の分析データではないが, 識別した溶岩類の数では全体の70%, 体積では80%を占める. 前期は玄武岩質安山岩からデイサイトまでの活動がある. SiO₂ = 54~56% が噴出量の

第5図. 意東火山岩類の $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ 図. アルカリ岩と非アルカリ岩との境界線は Miyashiro (1978) による.

54% を占め, SiO_2 の増加とともに噴出量は減じており, 伊豆-マリアナ弧の第四紀火山岩に類似した頻度分布のパターン (Aramaki and Ui, 1982) を示す. 一方後期は玄武岩質安山岩から流紋岩までの幅広い活動である. 前期とは逆にデイサイトと流紋岩が卓越し, $\text{SiO}_2=66\sim74\%$ の岩石が後期の岩石の 69% を占める.

意東火山岩類の形成過程

意東火山岩類の形成過程を第10図に従って述べる.

地溝の方向は, 基盤岩の断列による NE-SW 方向の帯状配列と一致する. 地溝はこのような位置に形成されている. 断列に伴う基盤岩中の破碎帯は固結しており, 中新統にはおおよんでいないことから, 意東火山岩類形成前の破碎である. さらに湖成堆積物は地溝内にのみ堆積していることから, 地溝の形成は意東火山岩類の噴出活動以前である. したがって, まず NW-SE 方向の伸張応力が働き, 続いて基盤岩には NE-SW 方向の陥没によって凹地が形成された. その地溝の一部は湖水域となり, そこに湖成堆積物が形成された.

前期-1: 湖水には非火山性の堆積物が堆積し, 引続き珪長質火砕岩の活動となる. その後デイサイト溶岩や火砕岩が同じ湖水に流出・堆積しており, 少なくとも 1D2 噴出時までは水盆が存続していた.

噴出物は斜長石と黒雲母の斑晶をもつ斑状デイサイトで代表される. その噴出源の一つが溶岩分布の西南端にある (V1). 溶岩は北部一帯に累積し一部は湖水へ流下した. 北部から東北部にかけては山地が形成され, そこから流れる河川は南に巨〜大礫をもたらした. その後 V2 等から噴出した火砕物は堆積盆地の全域を覆った.

前期-2: 火山活動は無斑晶質の安山岩〜玄武岩質安山岩に始まりデイサイトに終る. この時期の溶岩は, 北部にある山地を避けるように南側に堆積した. 噴出源 (V3~V5) は地溝の西側に沿って NE-SW の配列をもち, 活動の中心は漸次南西方向へと移る. V3 からはスコリアと溶岩 (1B4) を東側に放出し, ここに単成火山を作った. V4, 6 付近からの引き続く噴火活動によりこの一帯には小型の成層または楕状火山類似の火山が形成された. この火山は玄武岩質安山岩 (1B5)

第6図. 意東火山岩類の $\text{FeO}^*/\text{MgO}-\text{SiO}_2$ 図. CA と TH はそれぞれカルクアルカリ系列とソレイト系列の領域を示す (Miyashiro, 1974).

から安山岩 (1A6, 7) を経てデイサイト (1D8) に至る溶岩類を東へあるいは南へと流出させた. また溶岩分布域の南端にはスコリア丘 (V5) が形成された. この時期には湖水はすでに埋積され, 広い平坦地が形成されていた. このことは, 湖水の位置に堆積した溶岩 (1A3 や 1B5) に水冷破碎構造がないこと, 広い分布域をもつ溶岩 (1B5) の構造が水平に近い緩傾斜 (井上, 1991) であることから推察できる.

前期-3: 上記火山体の火道 (V4, 6) から南西 1 km の地点に噴出源が移り, ここに再び小型の火山 (V7, 8) が形成され, 1A9, 1A10, 1A11 を東西および南に流出した. 噴出物は無斑晶質の安山岩および角閃石安山岩である.

前期-4: 無斑晶質安山岩の活動で代表される. 給源の位置は東南東へ 1 km あまり移動する (V9). すなわち堆積盆地の西縁から中央部への移動である. この火口からは 4 種の溶岩 (1A12a, 1A12b, 1A13a, 1A13b) と大量のスコリア噴出があり, 小型の成層または楕状類似の火山を形成して前期の火山活動は終了する. 大量のスコリア噴出によって, スコリア層は東西 1 km 以上に渡って溶結した. 前期噴出物の最上部は珪長質火砕岩であるが, その噴出源は分かっていない.

第10図の1~4で明らかのように, 前期火山活動の噴出源はおおよそ北から南へと移動し, 前期3までが堆積盆地の西縁に配列している. 前期活動の休止期を示す堆積物は火山体から再堆積した凝灰質砂岩層で示される. この地層は北に開いた扇状の分布をなす. 南に薄く北で厚い. そして北部には湖水が形成された. これらのことは, この時期の火山の中心が京羅木山頂に近い, 本地域南部にあったことと矛盾しない.

後期-1: この時期は流紋岩の活動で代表され, 一部安山岩も含む. 流紋岩類 (2R1) は溶岩円頂丘の形成と一部では小規模火砕流の噴出で始まる. この流紋岩は 3 つの溶岩円頂丘のほか, 火山岩類と岩脈からなり, その半数は堆積盆地の縁をなす断層に沿って貫入・噴出した. 高庭にある最大の流紋岩岩体を貫いて無斑晶質安山岩の活動 (V10) があり, 南へ溶岩を流出した. 本安山岩活動時の古地形は, 凝灰質砂岩分布から判断すると中・北部の方が南部より低かったはずである. したがって, この溶岩は東方あるいは北東方へも流出したかもしれない.

第7図. 意東火山岩類の SiO_2 -酸化物組成変化図. Total 100%に再計算した値をプロットしたもの. 車山溶岩は10のデータが狭い領域に入り, しかも他のデータと重複するためアミで示した. SiO_2 : K_2O 図における安山岩の区分線はGill (1981)による.

第8図. 溶岩噴出の推移に伴う組成変化. 横軸の数字は溶岩の層序(第4図を参照)を示す.

その後再び流紋岩の活動があり, 堆積盆地の中央にNE-SWの配列をもつ4つの溶岩円頂丘を形成し, 小規模の火砕流と降下火山灰を放出した.

後期-2: この時期は玄武岩質安山岩からデイサイトを経て再び玄武岩質安山岩に戻る活動を示す. 火山噴出の中心は地溝の中央に沿ってNE-SWの配列をなす. 主体は本地域中〜北部の4つの給源(V11, 12, 13, 15)から主として北方へ, 一部は東方へ流出した溶岩である. V11からは2B4a, V12は2D5a, V11は2B7a, V15は2D5bをそれぞれ流出した. また南にはずれて給源をもつV14は2A4bを流出した.

初めの玄武岩質安山岩(V11)の活動は, 火口周辺から四方へ溶岩を流出させた後, 火山弾およびスコリアを放出, 小型の火山体を形成する. 引き続きデイサイト溶岩(2D5a)は広くて厚く, 最大層厚部は100mを越すが, 軽石など火砕物は確認されていない. 本デイサイト溶岩とその同質貫入岩体(V12)は, 小火山体(V11)を間に挟む位置にあるため, 貫入岩体が溶岩と給源関係にあるとは考え難い. 恐らくV11の近辺・山麓に2D5aのいま1つの給源がありV12からは失われた2D5aを流出したと推定される. 活動末期には水中堆積の溶岩(2B7a)があることから, その水盆は休止期にできた湖水の一部がまだ残っていたか, あるいは溶岩(2A6a)によるせき止め湖であろう. なおV13とV15は溶岩流からなる単成火山である. V14は, 給源の位置が溶岩分布域の中央にあることから, 複数枚の溶岩を流出したと考えられる.

以上のように意東火山岩類を噴出した当時の火山は地溝内にできた火山であり, 中心噴火型の大型成層火山ではなく, 小型の成層ないし楕状火山類似の火山と単成火山の集まりからなる. これら小型火山群の噴出源はNE-SW方向に伸びた地溝に沿って2列をなして平行配列している(第11図). 火山体は小型であるため一定方向の岩石化学的分化を示さないが, わずかにV4, 6は活動末期に少量ながらデイサイトを噴出している. これはV4, 6の火山が他の火山に比べて噴出量が多い(1.5〜3倍)ことに起因すると考えられる. 軽石噴火が少ない. これらの特徴は本地域と同じ張力場でできた火山であるアメリカ合衆国カスケード火山南帯の例(守屋, 1990)と類似する.

伸張応力場では単成火山の形成が機構上容易であり, 火山

第9図. 意東火山岩類の組成と噴出量との関係. SiO₂値は各溶岩の分析値の平均値をとったものである.

帯という規模では割れ目噴火方向や成層火山の側火口配列は伸長応力軸に直交する方向に配列する(Nakamura, 1977). 意東火山岩類の火道配列はこのことを示している. 火山活動の過程で火山体の成長とともに地溝は階段状に発達した. 堆積盆地の西側に3本, 東側に2本のNE-SW系断層がそれを示している.

前期中新世の陸成層にもかかわらず火山噴出物が浸食を免れて残存しているのは, 噴出物が地溝内に埋積・保存されたことによる. 意東火山岩類がかって地溝の外まで広がっていたことは, 地溝の縁に沿ってより後期の貫入岩床が広範囲に露出していること, 中期中新世の礫岩の中に萱野火砕岩や黒谷溶岩のような下部層準の礫が含まれることから明らかである. これらの周辺堆積物や火山体上部を構成する噴出物は中期中新世以降に侵食によって失われ, 相対的に陥没量が大である中央部分の噴出物が主として残されたことになる.

意東火山岩類は玄武岩質安山岩から流紋岩までの溶岩を主体とする. 火砕物は少なく, とくに流紋岩・デイサイトでは大量の溶岩噴出にかかわらず, 軽石噴火が極めて少ない. 溶岩の噴出量は, 現分布の外縁を結んだ範囲(第10図)を分布面積とみなし算出すると前・後期合わせて4.3 km³となる(第2表). 安山岩類が56%を占め, デイサイト・流紋岩は44%である.

意東火山岩類の噴出の場となった地溝は幅3.5〜5 km, 延長10数 kmと小規模である. これは前期中新世における西南日本のグリーンタフ地溝(延長550 km)から枝状に派生した部分(山内・吉谷, 1992)であることによる. また本地溝に形成された火山体は小規模火山群であり, 噴出物の量も10 km³に満たない. 噴出物の岩系は非アルカリ岩である.

まとめと結論

意東火山岩類およびその復元された古火山体は次のような特徴をもつ. 1) 火山岩類は前期中新世の陸成層であり, 玄武岩質安山岩から流紋岩までの溶岩を主体とする. 2) 火山岩類の噴出は地溝の形成と密接に関係しており, それは伸長応力場での火山現象と考えてよい. 3) これらは1つの中心噴出をもつ大型成層火山ではなく, 溶岩流, スコリア丘, 溶岩円頂丘などからなる多くの単成火山と小型の成層または楕状火山

第10図. 意東火山岩類の形成過程. 6枚の図は地質柱状図の区分に対応する. V1~15は次に記す各溶岩等の噴出源の名称である. 噴出源と溶岩等噴出物との対応は次のとおり. V1; 高尾谷溶岩類, V2; 萱野火砕岩, V3; 高丸溶岩, V4; 桑原溶岩類, V5; 桑原溶岩類に伴う火砕岩(スコリア丘), V6; 金刀比羅溶岩. 面谷および大藪溶岩はV4, 6付近からの噴出と推定. V7; 崎山溶岩, V8; 葦谷溶岩. 藤原溶岩はV7, 8付近からの噴出と推定. V9; 二の谷溶岩類. 大成, 四の谷および東屋上溶岩はV9付近からの噴出と推定. V10; 山口谷溶岩, V11; 車山溶岩, V12; 久白溶岩, V13; 雉子谷溶岩, V14; 面子溶岩, V15; 大谷溶岩.

第11図. 意東火山岩類の火道分布.

類似の火山とからなる1火山群であったとみなすことができる。4) その小型の複成火山はいずれも溶岩の数が3~5枚と小規模であり、そのため一定方向の岩石化学的分化を示さない。6) これらの小火山群の噴出の中心は、大部分が地溝の伸びに沿って2列に平行配列している。7) 火山活動は前期と後期に大別され、前・後期とも珪長質と苦鉄質の活動を繰り返す次第に1つの組成へ収束する傾向を示す。

第12図は、前期中新世に存在したと考えられる意東火山岩類を噴出した火山体の復元モデルである。図は階段状に発達した地溝、地溝内に2列に配列する各種小型火山群を表している。このような線状に並ぶ小型火山群の根は岩脈をなしていると推定される (Nakamura, 1977)。

謝 辞

神戸大学の宇井忠英教授 (現在北海道大学) には同大学自然科学研究科の全自動蛍光 X 線分析装置を使わせていただ

第2表. 意東火山岩類の溶岩の噴出量、分布面積は第10図から求めた。

溶 岩 名	面積 (km ²)	厚さ (m)	体積 (km ³)
大谷 (2D5b)	1.34	60	0.08
子面 (2A4b)	3.49	50	0.17
雉子谷 (2B7a)	1.94	40	0.08
日白 (2A6a)	3.22	40	0.13
久白 (2D5a)	9.02	80	0.72
車山 (2B4a)	5.13	50	0.26
岩舟 (2R3)	1.82	100	0.18
山口谷 (2A2)	2.37	30	0.07
高庭 (2R1)	2.57	150	0.38
東屋上 (1A13b)	1.82	30	0.05
二の谷 (1A13a)	0.87	80	0.07
四の谷 (1A12b)	1.16	50	0.06
大い成 (1A12a)	2.04	40	0.08
草谷 (1A11)	2.22	50	0.11
藤原 (1A10)	3.41	80	0.27
崎山 (1A9)	2.50	30	0.08
大藪 (1D8)	0.97	40	0.04
金刀比羅 (1A7)	2.08	40	0.08
面谷 (1A6)	1.75	50	0.09
桑原 (1B5)	9.42	55	0.52
高丸 (1B4)	1.93	70	0.14
黒谷 (1A3)	2.92	40	0.12
若宮 (1D2)	0.94	20	0.02
高尾谷 (1D1)	0.12	50	0.01
合計			4.3

いた。また小論をまとめる初期の時点から原稿にいたる種々の段階で、宇井教授には適切な助言を受けた。島根大学の沢田順弘助教授には原稿を読んでいただき適切な指摘を受けた。島根大学の山内靖喜教授はたびたび文献を取り寄せて下さった。山内教授と同大学の小室裕明助教授には有益な討論をしていただいた。神戸大学の Sandra Geronimo-Catane 博士 (現在フィリピン国立火山地震研) には英文要旨を直していただいた。これらの方々に記して深く感謝いたします。

第12図. 意東火山岩類を噴出した火山の復元図.

文 献

- Aramaki, S. and Ui, T., 1982, Japan. In Thorpe, R. S., ed., *Andesites*. John Wiley and Sons, Chichester, 259-292.
- Bates, R. L. and Jackson, J. A., 1980, *Glossary of geology*. 2nd ed. Amer. geol. Inst., Virginia. 749p.
- Gill, J., 1981, *Orogenic andesites and plate tectonics*. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 390p.
- 飯泉 滋・山陰バソリス研究グループ, 1983, 鳥取県西部～島根県東部に分布する白亜紀～古第三紀貫入岩類の相互関係. *MAGMA*, no. 67, 7-11.
- ・沢田順弘・松田高明, 1985, 邑智層群および未区分火山岩類. 島根県の地質, 島根県, 64-65.
- 井上多津男, 1980, 島根県中部, 仁摩町地域の下部中新統, とくに波多累層安山岩質火砕岩の噴出源について. 地質雑, 86, 783-797.
- , 1990 a, 松江市南方の前期中新世安山岩溶岩の流動方向と噴出源. 地質雑, 96, 641-651.
- , 1990 b, 荒島湾入部の下部中新統 (第1報, 北部地域). 島根県立工業技術センター研究報告, no. 27, 9-18.
- , 1991, 荒島湾入部の下部中新統 (第2報, 中部地域). 島根県立工業技術センター研究報告, no. 28, 51-56.
- 三浦 清, 1961, 島根県東部地区. 未利用鉄資源第9輯, 通産省地下資源開発審議会鉱山部会, 195-199.
- Miyashiro, A., 1974, Volcanic rock series in island arcs and active continental margins. *Amer. Jour. Sci.*, 274, 321-355.
- , 1978, Nature of alkalic volcanic rock series. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 66, 91-104.
- 守岡康一・山内靖喜・小室裕明, 1992, 米子市南方の下部中新統の層序と構造について. 日本地質学会第99年学術大会演旨, 184.
- 守屋以智雄, 1990, 火山の地形・構造・発達に関する問題点. 火山, 第2集, 34, S145-S156.
- Nakamura, K., 1977, Volcanoes as possible indicators as tectonic stress orientation - principle and proposal. *Jour. Volcanol. Geotherm. Res.*, 2, 1-16.
- 西山省三・三浦 清, 1964, 島根県地質図および同説明書. 島根県, 23.
- 山陰グリーン・タフ団体研究グループ, 1979, 松江市南方の下部および中部中新統の陥没盆地. 地質学論集, no. 16, 33-53.
- 沢田順弘, 1978, 島根県出雲市南方地域の地質. 地質雑, 84, 111-130.
- Sawada, Y., 1984, Subterranean structure of collapse caldera associated with andesitic and dacitic eruptions - structural evolution of the Miocene Kakeya cauldron, Southwest Japan. *Bull. Volcano.*, 47, 551-568.
- 鷹村 権, 1973, 中国地方新生代玄武岩類の岩石学的並びに岩石化学的研究. 広島大学地学研報, no. 18, 1-167.
- 通商産業省, 1967, 昭和41年度広域調査報告書 (北島根地域). 26p.
- 山内靖喜・吉谷昭彦, 1992, 日本海南部およびその沿岸域における中新世の構造運動. 地質学論集, no. 37, 311-326.
- 吉谷昭彦・山内靖喜・小坂哲朗・大西郁夫, 1976, 島根地域を中心とした新第三紀・第四紀火山活動. 地球科学, 30, 95-101.

付録 (岩石記載)

1. 溶岩

高尾谷溶岩類 (黒雲母デイサイト: 1D1)

分布: 中北部一帯に点在.

斑晶: 斜長石 (長径 2~3 mm, 最大径 5 mm), 黒雲母 (長径 0.2~1 mm, ほとんどが変質).

石基: 短冊状斜長石 (長径 0.05~0.1 mm). 完晶質~填間状組織.

若宮溶岩 (黒雲母含有デイサイト: 1D2)

分布: 飯梨.

斑晶: 黒雲母 (微斑晶, 長径 0.4~0.6 mm, 極くまれ)

石基: 短冊状斜長石 (長径 0.1~0.5 mm). 填間状組織.

黒谷溶岩 (無斑晶質安山岩: 1A3)

分布: 葦谷, 黒谷, 二の谷および岩舟.

石基: 短冊状斜長石 (長径 0.1~0.5 mm), 単斜輝石. 填間状~間粒状組織.

高丸溶岩 (無斑晶質玄武岩質安山岩: 1B4)

分布: 高丸, 岩舟および本谷.

石基: 短冊状斜長石 (長径 0.2~0.4 mm), 単斜輝石 (径 0.1 mm 以下). 填間状組織.

桑原溶岩 (普通輝石玄武岩質安山岩: 1B5)

分布: 南部のほぼ全域.

斑晶: 斜長石 (長径 0.4~0.8 mm, 極く少量), 普通輝石 (長径 0.3~0.4 mm, 極く少量)

石基: 短冊状斜長石 (長径 0.1~0.5 mm), 単斜輝石 (径 0.01~0.03 mm). 間粒状組織.

面谷溶岩 (普通輝石安山岩: 1A6)

分布: 面谷, 葦谷.

斑晶: 斜長石 (長径 0.4 mm 以下, 極く少量), 普通輝石 (長径 0.3 mm 以下, 極く少量)

石基: 短冊状斜長石 (長径 0.1~0.2 mm), 単斜輝石 (径 0.1 mm, 少量). ピロタキシティック組織.

金刀比羅溶岩 (無斑晶質安山岩: 1A7)

分布: 畑南方.

石基: 短冊状および針状斜長石 (長径 0.1~0.5 mm), 単斜輝石 (径 0.1 mm 以下, 少量), しばしば多孔質. 填間状組織.

大藪溶岩 (無斑晶質デイサイト: 1D8)

分布: 大藪および面谷.

斑晶: 斜長石 (長径 1 mm 以下, 極くまれ).

石基: 針状および短冊状斜長石 (長径 0.02~0.2 mm). 毛せん状~ハイアロオフィティック組織.

崎山溶岩 (無斑晶質安山岩: 1A9)

分布: 藤原および崎山.

斑晶: 斜長石 (長径 1 mm 以下, 極くまれ).

石基: 短冊状斜長石 (長径 0.1~0.2 mm), ハイアロオフィティック~填間状組織.

藤原溶岩 (無斑晶質安山岩: 1A10)

分布: 藤原, 星上山中腹, 桑原.

斑晶: 斜長石 (長径 1 mm 以下, 極くまれ).

石基: 針状および短冊状斜長石 (長径 0.05~0.5 mm), 単斜輝石 (0.01 mm 以下, 極く少量) 燐灰石 (長径 0.1 mm). ピロタキシティック組織.

葦谷溶岩 (角閃石安山岩: 1A11)

分布: 大藪, 面谷南方, 葦谷.

斑晶: 斜長石 (長径 0.7~1.5 mm, 少量), 角閃石 (長径 0.8 mm, 極めてまれ, 仮像).

石基: 針状~短冊状斜長石 (長径 0.1~0.3 mm), 角閃石 (長径 0.3 mm 以下, 変質), 燐灰石 (長径 0.1~0.3 mm), 孔隙多く, シリカ鉱物に充填される. 填間状組織.

大成溶岩 (無斑晶質安山岩: 1A12a)

分布: 石原北方, 大成, 岩舟.

斑晶：斜長石（長径1mm以下，極くまれ）。

石基：短冊状斜長石（長径0.1～0.3mm），輝石（径0.01mm，変質），ときに孔隙があり，シリカ鉱物により充填される。ピロタキシティック組織。

四の谷溶岩（無斑晶質安山岩：1A12b）

分布：四の谷，面子北方，京羅木山西斜面。

斑晶：斜長石（長径0.6mm以下，極くまれ）。

石基：針状および短冊状斜長石（長径0.05～0.2mm），単斜輝石（径0.01mm），ピロタキシティック組織。

二の谷安山岩類（普通輝石安山岩：1A13a）

分布：京羅木山の南方から東方。

斑晶：斜長石（長径1mm以下，極くまれ），普通輝石（長径0.5mm，極くまれ）。

石基：針状および短冊状斜長石（長径0.05～0.2mm），単斜輝石（径0.01mm），填間状組織。

二の谷安山岩類（普通輝石安山岩質溶結凝灰岩）

斑晶：斜長石（長径0.3～0.5mm，まれ），普通輝石（長径0.2～0.6mm，まれ）。

石基：針状および短冊状斜長石（長径0.05～0.1mm），ユータキシティック～ガラス基流晶質組織。

捕獲晶および捕獲岩：カリ長石（長径0.5～1mm，少量），石英（長径0.3～1.1mm，少量），カコウ岩（長径1.7mm，まれ），安山岩（長径1～2mm，まれ）。

東星上溶岩（無斑晶質安山岩：1A13b）

分布：星上山東方。

斑晶：斜長石（長径0.4mm，極くまれ）。

石基：針状斜長石（長径0.05mm以下），輝石（径0.01mm，変質），ピロタキシティック組織。

高庭流紋岩（黒雲母流紋岩：2R1）

分布：高庭，中意東，田頼，石原。

斑晶：石英（長径1～2mm），斜長石（長径1～2mm），黒雲母（長径1mm以下，少量），角閃石（径0.6mm以下，田頼の岩体の一部に含まれる）。

石基：隠微晶質。

山口谷溶岩（普通輝石安山岩：2A2）

分布：京羅木山山腹。

斑晶：斜長石（長径1mm以下，極く少量），普通輝石（長径0.8mm以下，極くまれ）。

石基：針状～短冊状斜長石（長径0.05～0.1mm），単斜輝石（径0.01mm），ピロタキシティック組織。

岩舟流紋岩（含角閃石流紋岩：2R3）

分布：京羅木山北斜面，荒田，岩舟。

斑晶：斜長石（長径0.2～2mm），角閃石（径0.6mm以下，変質，まれ）。

石基：針状および短冊状斜長石（長径0.1mm以下），角閃石（径0.1mm以下，変質），ジルコン，ガラス基流晶質および隠微晶質。

車山溶岩（無斑晶質玄武岩質安山岩：2B4a）

分布：車山以西。

石基：短冊状斜長石（長径0.2～0.6mm），単斜輝石（径0.02mm以下），間粒状組織。

久白溶岩（紫蘇輝石普通輝石デイサイト：2D5a）

分布：田頼，久白，西赤江。

斑晶：斜長石（長径1～3mm，累帯構造），普通輝石（長径0.6mm以下），紫蘇輝石（0.5mm以下）。

石基：針状～短冊状斜長石（長径0.15mm以下），ガラス基流晶質～填間状組織。

日白溶岩（普通輝石安山岩：2A6a）

分布：日白。

斑晶：斜長石（長径0.5～1mm，累帯構造），単斜輝石（長径0.5～1mm）。

石基：針状および短冊状斜長石（長径0.05～0.3mm），輝石（変質），磷灰石（長径0.1～0.2mm），填間状組織。

雉子谷溶岩（含カンラン石玄武岩質安山岩：2B7a）

分布：雉子谷。

斑晶：カンラン石（長径0.5mm以下，仮像，極くまれ），輝石（長径0.4mm以下，仮像，極くまれ）。

石基：針状～短冊状斜長石（長径0.1～0.5mm），填間状組織。

面子溶岩（普通輝石安山岩：2A4b）

分布：京羅木山を通るNE-SWの尾根沿い，面子。

斑晶：斜長石（長径0.6～1.5mm），普通輝石（長径0.3～0.5mm，ときに集斑状）。

石基：針状，短冊状および板状斜長石（長径0.2mm以下），単斜輝石（径0.02mm以下，極く少量），填間状組織。

大谷溶岩（無斑晶質デイサイト：2D5b）

分布：大谷，神庭西方，岩舟。

斑晶：斜長石（長径1mm，極くまれ）。

石基：針状および短冊状斜長石（長径0.05～0.2mm），毛せん状～ハイアロオフィティック組織。

2. 貫入岩

輝石安山岩

産状：岩床，一部岩脈。

斑晶：斜長石（長径1.5mm以下），輝石（長径0.5mm，仮像）。

石基：短冊状斜長石（長径0.3mm以下），単斜輝石（径0.03mm），間粒状組織。

普通輝石ドレライト

産状：岩床および岩脈。

斑晶：斜長石（長径1.5mm以下，少量），普通輝石（長径0.6mm，極く少量）。

石基：短冊状斜長石（長径0.5mm以下），単斜輝石（径0.1mm），間粒状組織。

(要 旨)

井上多津男, 1994, 松江市南方, 前期中新世意東火山岩類の形成史. 地質雑, 100, 600-617.

(Inoue, T., 1994, Reconstruction of a volcano from the Early Miocene Ito volcanoic rocks, Arashima Basin, western Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, 100, 600-617.)

松江市南方に分布する前期中新世意東火山岩類の層序関係, 顕微鏡観察および化学組成から 24 種の溶岩が識別され, 15 の噴出源が明らかになった. 復元された当時の火山は前期中新世に地溝内にできた火山であり, 一つの大型成層火山を作らず, 単成火山 (溶岩流, 溶岩円頂丘およびスコリア丘) と小規模な成層または楕状火山類似の火山体の集まりからなる. これらの小火山は 2 列をなして, 地溝の伸びに平行に配列する. 火山活動は前期と後期に大別される. 噴出物は玄武岩質安山岩から流紋岩までの組成からなり, 前・後期ともに苦鉄質と珪長質のマグマ発生, そして安山岩組成へ収束するという傾向を繰り返す. 噴出物は非アルカリ岩であり, SiO_2 - FeO^*/MgO 図ではソレライト系列の領域に入る. 噴出した溶岩の全量は 4.3 km^3 と算出され, 安山岩質岩が 56%, デイサイト～流紋岩が 44% である.