

北部フォッサマグナ小谷—笹ヶ峰地域の 新第三系堆積岩類の後背地と堆積盆地

柿崎 聡*・東 将士**・立石雅昭***

Provenance and basin morphology of Neogene sediments in the Otari- Sasagamine area, northern Fossa Magna, Japan

Satoshi Kakizaki*, Masashi Higashi** and Masaaki Tateishi***

Abstract The Otari-Sasagamine area is located in the westernmost part of the northern Fossa Magna in the central part of Honshu, Japan. The Miocene Maezawa, Shinkawa, and Otomiyama Formations in the area were studied to clarify the petroprovenance and the Miocene basin morphology.

The Neogene system of the area is composed mainly of turbidites and their associated deposits. The distribution of thick-bedded sandstones suggest that the area is divided into the Otari area to the southwest and the Sasagamine area to the northeast. The paleoslope and paleocurrents indicate that most of the sediments were supplied by lateral currents from the south and southwest.

Petrographic studies of sandstones and conglomerates of the area were made mainly by examining heavy minerals such as zircon, blue amphibole, clino-pyroxine, and garnet. As a result, the petroprovenance of the sediments in the Otari area were found to be the Hida, Hida Marginal and Mino Belts to the west and southwest, and those of the Sasagamine area to be the Mino, Ryoke, and Sanbagawa Belts to the southwest. It is concluded that during the Miocene there were two separated troughs both elongate from northeast to southwest, and the sediments of the troughs were supplied from the different provenances.

Key words: Fossa Magna, Neogene System, petro-provenance, turbidite, heavy mineral analysis, blue amphibole, clino-pyroxene, garnet

はじめに

小谷—^{おたり}笹ヶ^{ささがみね}峰地域は、北部フォッサマグナ西縁部に位置し、フォッサマグナ最北部の新第三系が分布

する西頸城^{にしくびき}地域の南西延長にあたる(Fig. 1)。本地域にも、西頸城地域と同様に、硬質な砂岩・頁岩が単調な互層を呈するいわゆる難波山相(大村, 1930)が分布する。小谷—笹ヶ峰地域の研究については、富沢・北原(1967)、田中ほか(1971)などによって層位学的研究が行なわれてきた。また、本地域北東部の層序の概要は、Akahane(1978)、赤羽(1979)によって明らかにされた。また、米谷ほか(1986)の底棲有孔虫を用いた生層序学的研究によって、本地域と新潟県標準層序との対比が行なわれた。しかし、本地域に分布する堆積物の起源およびその堆積盆に関する詳

* 日本石油開発(株)探鉱部, Nippon Oil Exploration Ltd, 1-18-1, Shimbashi, Minato-ku, Tokyo 105, Japan.

** 石油資源開発(株)探鉱部, Japan Petroleum Exploration Co. Ltd, 2-17-22, Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107, Japan.

*** 新潟大学理学部地質鉱物学教室, Department of Geology and Mineralogy, Faculty of Science, Niigata University, 8050, Ikarashi-2, Niigata 950-21, Japan.

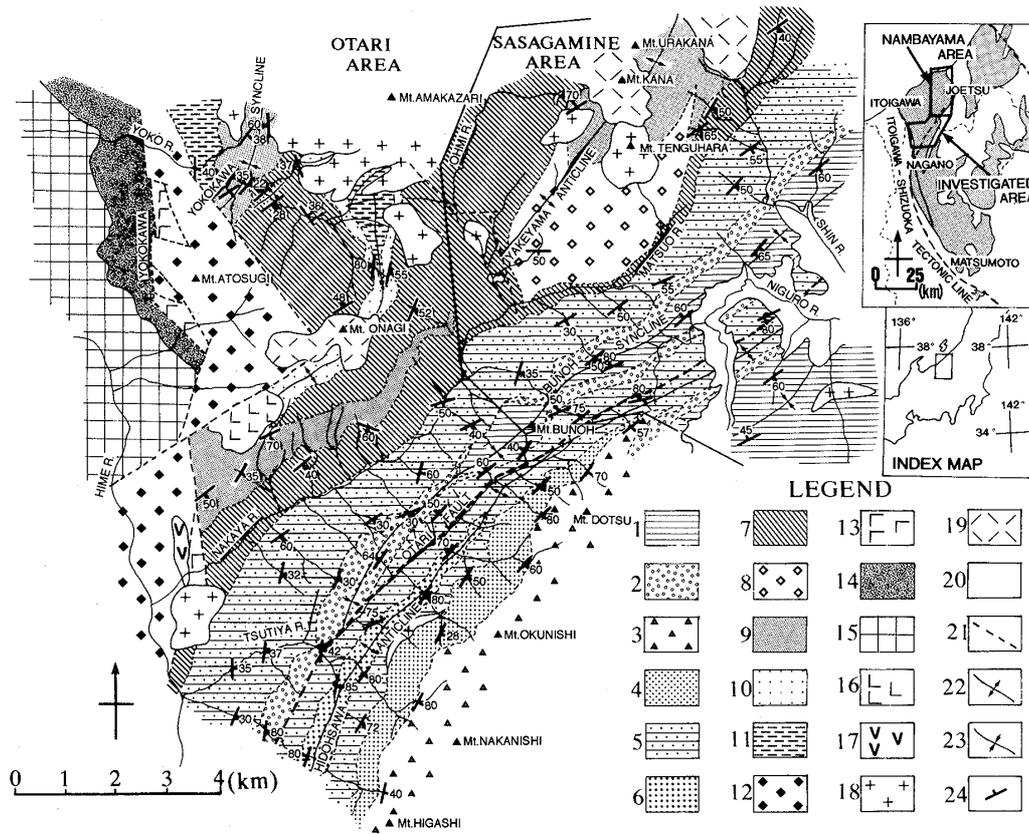


Fig.1. Geological map of the Otari-Sasagamine area. Dotted areas in the index map indicates the distribution of the Neogene Systems in the northern Fossa Magna. 1: Mageshidani F., 2: Otomiyama F., 3: Dotsudake F., 4: TC Mem. of Shinkawa F., 5: NW part(Otari area) and TB Mem. (Otari area) of Shinkawa F., and the whole Shinkawa F. in Sasagamine area., 6: TA Mem. of Shinkawa F., 7: Otariosen F., 8: Tenguharayama F., 9: Laminated sandstone of Maezawa F. (Otari Area) and Kanayama F. (Sasagamine area), 10: Thick bedded sandstone of Maezawa F., 11: Sennohzawa F., 12: Yokokawa F., 13: Shiraizawa F., 14: Ishizaka Rhyolites, 15: Pre-Tertiary, 16: Rhyolitic intrusive rocks, 17: Basaltic intrusive rocks, 18: Tertiary hypabyssal rocks, 19: Quaternary volcanic rocks, 20: Allvium, 21: Fault, 22: Anticline axis, 23: Syncline axis, 24: Dip and strike.

細な検討は行われていない。

筆者らは、本地域に分布する砂岩の後背地の推定および堆積盆と後背地との関係を明らかにすることを目的として、本地域に分布する砂岩のモード組成・重鉱物組成・重鉱物の化学組成の検討を行なった。本論では、その結果を報告する。

地質概説

小谷-笹ヶ峰地域の岩相区分図を Fig. 1 に、層序表を Table 1 に示す。なお、小谷-笹ヶ峰地域は、岩相およびその分布から、南西部の小谷地域と北東

部の笹ヶ峰地域に区分される。

小谷地域に分布する新第三系は、下位より斜長石流紋岩溶岩・溶結凝灰岩からなる白井沢層、複輝石安山岩溶岩・凝灰角礫岩・礫岩からなる横川層、暗灰色シルト岩層からなる仙翁沢層、明褐色塊状砂岩層と明灰色平行葉理・カレントリップル斜交葉理砂岩層および暗灰色シルト岩層からなる前沢層、生物擾乱および生痕起源と考えられる石灰質ノジュールが発達している暗灰色シルト岩層からなる小谷温泉層、明灰色厚層砂岩層・砂岩-シルト岩互層などのタービダイトおよびその随伴堆積物からなる真川層、複輝石安山岩凝灰角礫岩・火山円礫岩から

Table 1. Stratigraphy of the Miocene strata in the Otari-Sasagamine and the related areas.

AGE	OTARI-SASAGAMINE AREA			** NAMBAYAMA AREA
	* SE AREA	* NW AREA	SASAGAMINE AREA	
L. MIOCENE	SHIYA MAGESHIDANI OTOMIYAMA	MAGESHIDANI OTOMIYAMA	MAGESHIDANI OTOMIYAMA	KAWAZUME *** CHORA TI. F.T. -8.2Ma *** KANAYA TI. F.T. 7.1Ma
	L. TERADOMARI SHINKAWA DOTSUDAKE TC Mem. TB Mem. TA Mem.	SHINKAWA F.T. 7.8Ma	SHINKAWA DOTSUDAKE	NODANI
	?			
M. MIOCENE	E. TERADOMARI	OTARI-ONSEN	OTARI-ONSEN	NAMBA-YAMA E-H Mem.
		MAEZAWA SENNOH-ZAWA YOKOKAWA	TENGU-HARA-YAMA KANAYAMA ?	B-D Mem. A Mem. ?
E. MIOCENE	TSUGAWA NANATANI	SHIRAISAWA		

* subdivided by OTARI FAULT ** ENDOH-TATEISHI(1990)
*** MURAMATSU(1989)

なる堂津岳層、タービダイト礫岩・含礫泥岩・シルト岩優勢互層などからなる乙見山層、および生物擾乱が発達した暗灰色シルト岩層からなる曲師谷層に区分される。白井沢層は下限・上限ともに断層関係で、その他は整合関係である。なお、前沢層と小谷温泉層下部とは同時異相の関係、乙見山層と曲師谷層とは一部で指交関係である。真川層は、北東-南西に延びる小谷断層の南東側では、厚層砂岩層・砂岩優勢互層からなる TA 部層、シルト岩優勢互層および生物擾乱を受けたシルト岩層が主体で厚層砂岩層を挟在する TB 部層、厚層砂岩層・砂岩優勢互層からなる TC 部層に細分される。北西部では、シルト岩層およびシルト岩優勢互層が主で、厚層砂岩・砂岩優勢互層は一部で見られるのみである。

笹ヶ峰地域は、下位より、シルト岩優勢互層よりなる金山層、複輝石安山岩溶岩・凝灰角礫岩からなる天狗原山層、そしてその上位には小谷地域と同じく、小谷温泉層、真川層、乙見山層、曲師谷層と整合に重なる。天狗原山層は、金山層上部および小谷温泉層下部~中部と指交関係にある。Fig. 1 と

Table 1 には示されていないが、本地域南東部の真川層も、岩相から A・B・C・D 部層と細分される。A・C 部層は厚層砂岩層および砂岩優勢互層からなり、B・D 部層はシルト岩層およびシルト岩優勢互層からなる。

小谷-笹ヶ峰地域の砂岩層に見られる古流向は、前沢層が、小谷地域北西部のデータに限られるが、西から東へ扇状に広がるパターンを示す。一方、真川層は小谷地域・笹ヶ峰地域共に南および南西からの供給を示す。また、スランプの迂り方向から、真川層堆積時には、南西-北東方向に延びを持った斜面が存在していたと考えられる(Figs. 2, 3)。

新潟県の標準層序との対比では、米谷ほか(1986)が底棲有孔虫による生層序区分から、仙翁沢層を七谷層に、前沢層・金山層・小谷温泉層・真川層を寺泊層に、乙見山層・曲師谷層を椎谷層に対比した。真川層 C 部層中にレンズ状に挟在する凝灰岩から $7.89 \pm 0.30\text{Ma}$ という F・T 年代が新たに得られた。次に、小谷-笹ヶ峰地域と難波山地域との対比では、遠藤・立石(1990)による難波山層 D 部層は、岩相の連続性および能生川上流域に分布する D 部層中の火砕岩層が天狗原山層に対比されることから、金山層と対比される。難波山層 E 部層は、岩相分布から小谷温泉層と対比される。米谷ほか(1986)では、難波山層 A 部層は七谷階に、難波山層 B 部層~H 部層は下部寺泊階に、能生谷層は上部寺泊階~椎谷階に、川詰層は椎谷階に対比されている。従って、仙翁沢層を、難波山層 A 部層、前沢層・金山層・小谷温泉層を、B 部層~E 部層に対比することができる。また、真川層は、おもに能生谷層に、乙見山層・曲師谷層は、川詰層に対比できる。なお、村松(1989)によって報告された能生谷層中の凝灰岩の F・T 年代も、真川層が能生谷層に対比されることを支持している(Table 1)。

砂 岩 組 成

小谷-笹ヶ峰地域に分布する堆積物の後背地の推定を行なうため、前沢層及び真川層の砂岩のモード組成・重鉱物組成および単斜輝石・ザクロ石の化学組成の測定を行なった。

1. モード組成

コバルト亜硝酸ナトリウム飽和溶液でカリ長石を染色した薄片を用いて、ポイントカウント法で 500 点計測した。

基質はすべて 15%以上で、長石質ワッケから一部

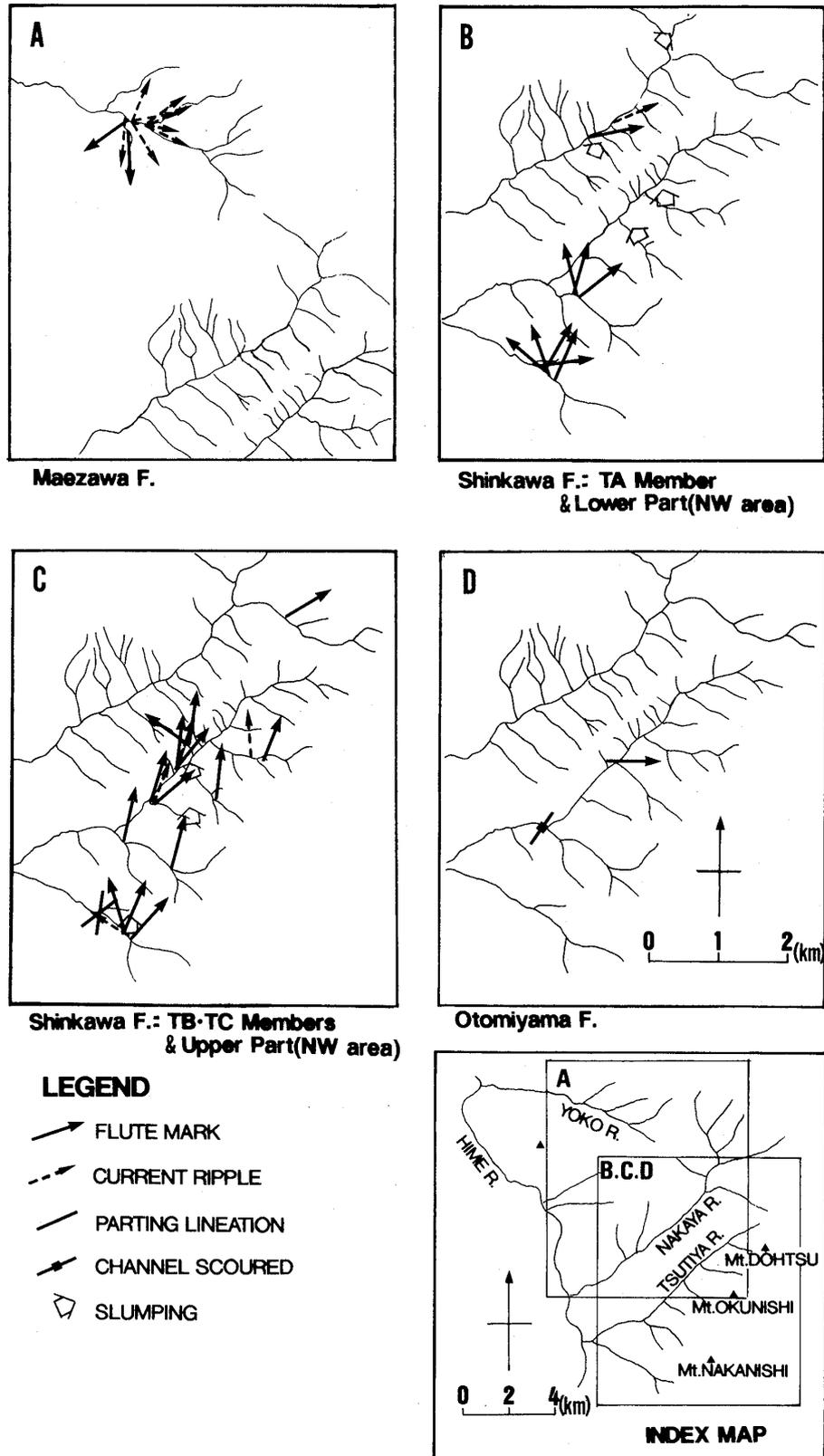
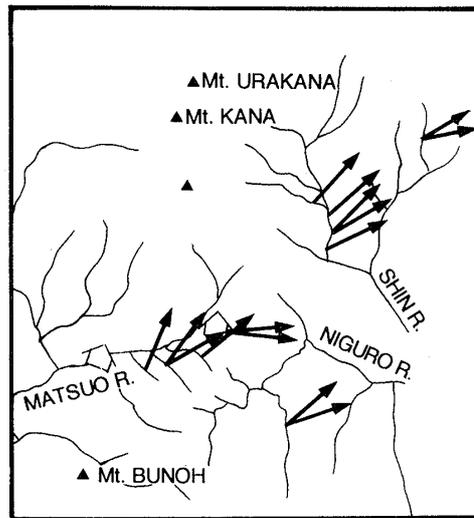
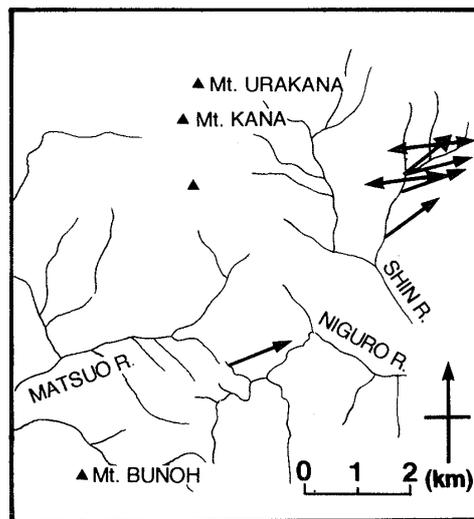


Fig. 2. Paleocurrent directions of the middle to upper Miocene in the Otari area.



Shinkawa F.: Sasagamine area

Otomiyama F. and Mageshidari F.:
Sasagamine area

LEGEND



Fig. 3. Paleocurrent directions of the middle to upper Miocene in the Sasagamine area.

石質ワッケの領域を示す(Fig. 4). 石英は、単結晶石英と多結晶石英からなる。単結晶石英は全石英中 70~80%を占め、波動消光を示すものや、二次成長したものが目立つ。多結晶石英は粒径・形態が不規則なものももっとも多く、一定方向に伸びたもの、等粒状のものと同様に続く。長石にはカリ長石と斜長石

があり、カリ長石は全長石中 10%~50%の比率をもち、試料ごとに変動が大きい。無構造のものが多いが、パーサイト・微斜長石・微斜長石パーサイトが、少量ながら普遍的に見られる。斜長石はアルバイト双晶を示すものが少量ながら見られる。岩片ではチャートがもっとも多く、全岩片中 50%~60%の比率を示す。火山岩片は全岩片中 10%~40%の比率を示し、中性火山岩片と酸性火山岩片が確認できる。中性火山岩片はおもにピロタキシティック組織を示す。花崗岩片は、石英・斜長石・カリ長石の集合片で、全岩片中 2%~3%の比率を示す。変成岩片は、一定方向に伸びた多結晶石英中に白雲母が含まれるものを認定した。全岩片中 2%~3%の比率を示す。堆積岩片はおもに頁岩・粘板岩からなり、全岩片中 2%~10%の比率を示す。随伴鉱物は全体の 0.2%~1%しか含まれないが、白雲母・黒雲母・斜方輝石・緑泥石・ジルコン・海緑石などの透明鉱物と不透明鉱物が見られる。随伴鉱物の多くは、不透明鉱物および雲母類である。

2. 重鉱物組成

試料採取地点を Fig. 5 に示す。試料は砂岩単層基底部から採取し、粉碎後に篩い分けを行ない、60メッシュ~200メッシュのものに対して、プロモホルム(CHBr₃, 比重 2.87)を用いて重液分離を行なった。分離した重鉱物は、スライドガラス上にペトロポキシで封入した。測定方法は、このプレパラートの研磨を行なった後、偏光顕微鏡下で任意の範囲中の重鉱物数を合計が 200 を越えるまで計測した。

本地域の砂岩に含まれる重鉱物は、ジルコン・アパタイト・普通角閃石・酸化角閃石・アクチノ閃石・青色角閃石・単斜輝石・斜方輝石・ザクロ石・電気石・褐レン石・海緑石・緑泥石・雲母類・不透明鉱物からなる。なお、緑泥石・雲母類・不透明鉱物は検討から除いた(Fig. 6)。

ジルコンは本地域の砂岩の重鉱物中にもっとも多く含まれ、約 70%の比率を示す。自形のものが多いが、円磨された紫色を示すものも少数ながら普遍的に含まれる。前者は花崗岩もしくは変成岩起源、後者は古期堆積岩起源と考えられる。アパタイトは 2.5%~10%の比率を示し、自形のものが多い。普通角閃石は 1%前後の比率を示し、緑褐色~濃緑色の多色性を示すことから変成岩起源の可能性が高い。青色角閃石は 5%前後の比率を示し、無色~青色の多色性を示す。この角閃石は藍閃石もしくはクロス閃石と考えられ、高圧型変成岩起源と考えられる。

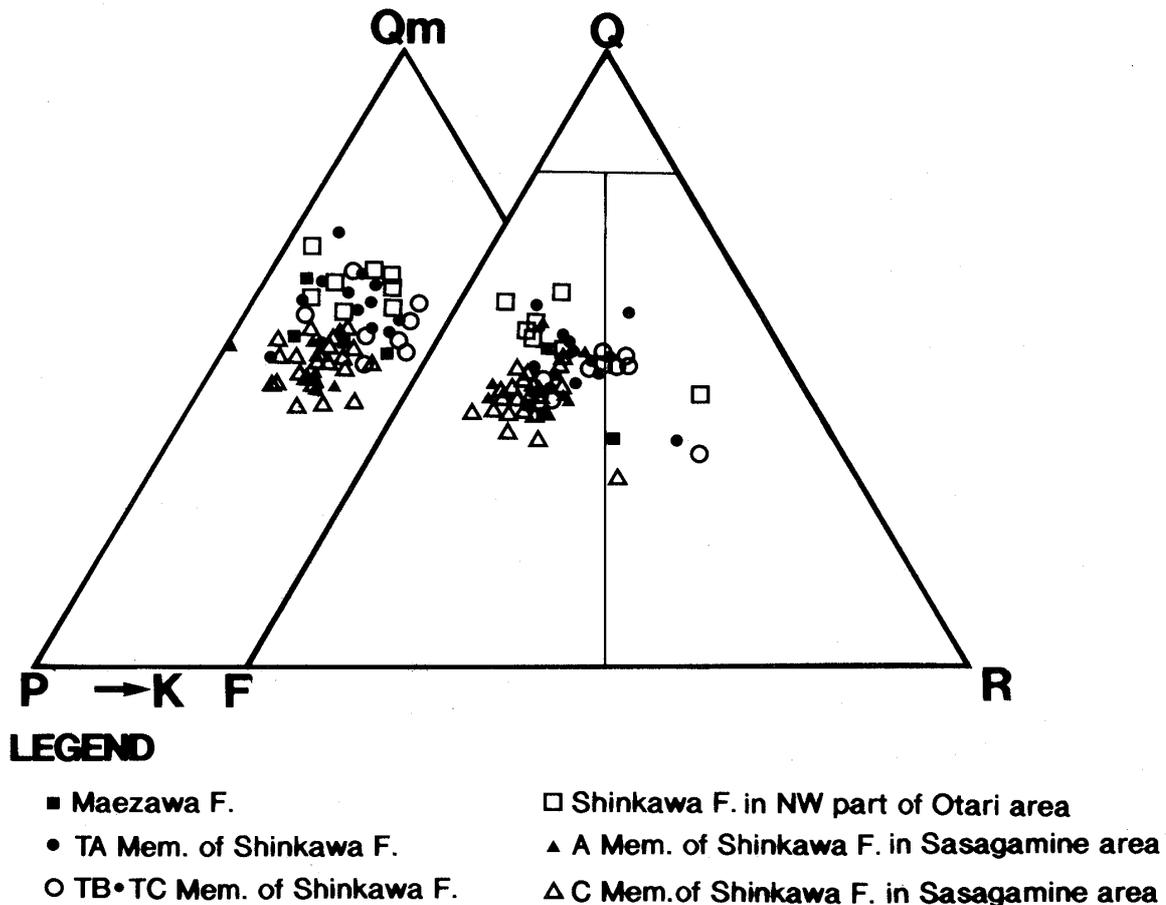


Fig. 4. Q-F-R and Qm-P-K framework mode of sandstones in the Otari-Sasagamine area.

単斜輝石は小谷地域のみに含まれ、5%~25%の比率を示す。偏光顕微鏡下では緑色を呈し、多色性は見られない。斜方輝石は両地域の砂岩に含まれ、5%前後の比率を示す。鏡下では、淡褐色~淡緑色の多色性を示す。ザクロ石は、一般に5%~10%の比率を示すが、笹ヶ峰地域の上部では20%~40%に増加する。前沢層では、葉理砂岩にザクロ石が多く含まれる傾向が見られる。なお、ここでの小谷温泉層の砂岩(Yo2-05)は、岩相分布上から前沢層と同時異相と考えられるので、前沢層に一括した。鏡下では、無色透明のものが多く、淡桃色のものも見られる。電気石は、10%前後の比率を示し、淡褐色~濃褐色の多色性を示す。褐レン石も10%前後の比率を示し、メタミクト化しているものが多い。酸化角閃石・アクチノ閃石・海緑石はいずれも微量である。

3. 単斜輝石・ザクロ石の化学組成

本地域の砂岩中に含まれる重鉱物中で、後背地推定の指標となると考えられる単斜輝石およびザクロ石の化学組成の検討を行なった。化学分析には、

EPMA (JEOL 製 JXA-8600SX) を使用した。分析試料は、目的とする鉱物を実体鏡下で拾いだし、スライドガラス上にペトロポキシで封入し、研磨を行なったものを使用した。

a. 単斜輝石の化学組成

まず、分析結果を Fig. 7 の Wo-En-Fs 図に示す。比較のため、北部フォッサマグナ地域に分布する新第三系安山岩に含まれる単斜輝石の分析結果を点線で、それらに取り込まれている斑レイ岩捕獲岩中の単斜輝石の分析結果を破線で示した(Shimazu *et al.* 1979)。本地域の砂岩に含まれる単斜輝石は、すべて Ca・Mg 成分に富み、高 Ca 普通輝石からサーラ輝石・透輝石の領域にプロットされ、斑レイ岩捕獲岩の単斜輝石の分析値とほぼ一致する。次に、Aoki & Kushiro(1968)の $Al^{IV}-Al^{VI}$ 相関図にプロットしたものを Fig. 8 に示す。多くの単斜輝石が、granulite・inclusions in basaltic rocks の領域にプロットされ、高圧下で生成した輝石であることを示している。

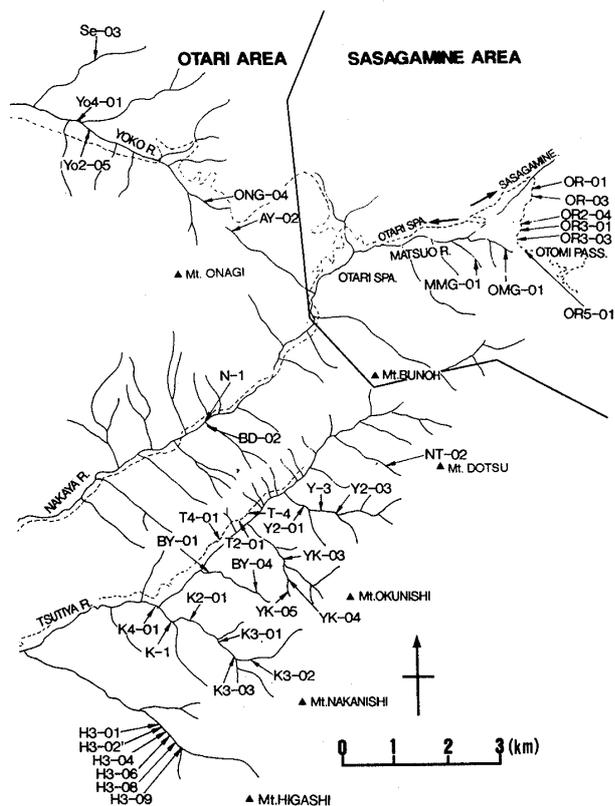


Fig. 5. Sampling localities of the sandstone specimens for heavy mineral analysis in the Otari-Sasagamine area.

b. ザクロ石の化学組成

分析結果を、Gro+And-Pyr-Spe+Alm 図(Fig. 9)に示した。なお、真川層 TA 部層からは、分析が出来る粒径の鉱物を拾いだせなかった。また、飛驒山地に分布する基盤岩中のザクロ石の化学組成の領域も示した。

調査地域の砂岩中のザクロ石は、いずれもアルマンディン成分(Alm)に富み、Alm が 60~75%の組成を示す。スペサルティン成分(Spe)は、笹ヶ峰地域では 5~30%の組成を示すが、小谷地域では 40%を超えるものが見られる。パイロブ成分(Pyr)は、両地域とも 10%前後の組成を示すものが多いが、小谷地域では 30%を超すものも見られる。グロッシュラー成分(Gro)は、小谷地域では 2~20%の組成を示し、笹ヶ峰地域では 2~10%の組成を示す。アンドラダイト成分(And)に関しては両地域とも微量である。Gro+And-Pyr-Spe+Alm 図(Fig. 9)では、小谷地域のザクロ石が Gro+And 成分と Pyr 成分の二方向に伸びた分布を示すのに対し、笹ヶ峰地域のは Spe+Alm 成分付近に集中する。このように、小

谷地域の砂岩に含まれるザクロ石は、笹ヶ峰地域に比べ幅広い組成を示す。

次に周辺の基盤岩類に含まれるザクロ石の化学組成を検討すると(Fig. 9)、それらの多くも Alm 成分に富んだものであるが、飛驒帯のザクロ石は、一部に Spe 成分や Gro 成分に富むものが見られる(Suzuki, 1973; 鈴木, 1979; 山本, 1983; 諏訪, 1979; 浅見, 1979; Hiroi, 1979)。領家帯のザクロ石には、飛驒帯で見られるような高 Spe 成分のものは見られず、Alm 成分に関しても飛驒帯のものに比べて低いものが多い。また、Pyr 成分に関しても飛驒帯に比べて低いものが多い(Kutsukake, 1977; Asami & Hoshino, 1980; 浅見ほか, 1982; 柴田, 1970)。飛驒外縁帯は、Gro+And 成分に富む傾向があり(中水ほか, 1989)、美濃帯の砂岩中のザクロ石は、Spe 成分に乏しく、Pyr 成分に富む傾向がある(Adachi & Kojima, 1983)。

考 察

1. 供給岩体・後背地の推定

小谷-笹ヶ峰地域の古流向・古斜面は、前沢層では西から東へ、真川層では小谷地域・笹ヶ峰地域共に南西-北東方向に伸びを持った斜面の存在と、南および南西からの供給を、乙見山層では南西からの流れを示し(Figs. 2, 3)、飛驒山地~木曾山地からの供給を示している。

乙見山層の礫岩の礫は、小谷・笹ヶ峰の両地域とも、チャート・頁岩・粘板岩・砂岩・花崗岩・"石英斑岩"から構成されている。"石英斑岩"の多くは、酸性溶結凝灰岩である。小谷地域では、"石英斑岩"には月長石が含まれるものが確認でき、長野県大町市木崎湖付近に分布する木崎岩流紋岩に由来すると考えられる。

小谷-笹ヶ峰地域の前沢・真川層の砂岩のモード組成から後背地を形成していた岩体を推定すると、微斜長石・パーサイトを含む長石質ワッケが形成されていること、岩片としてチャート・頁岩・粘板岩が多く含まれることから、後背地は美濃帯のような、非変成中・古生界中に大規模な花崗岩類が貫入した地域と考えられる。比較的石英に富むことも、花崗岩類および古期堆積岩類からの供給が多かったと考えることと調和的である。酸性~中性火山岩片が普遍的に含まれるが、火山弧起源の砂岩の岩片は、ほとんど火山岩片のみである場合が多い(Dickinson & Suczek, 1979)ので、本地域の砂岩は、

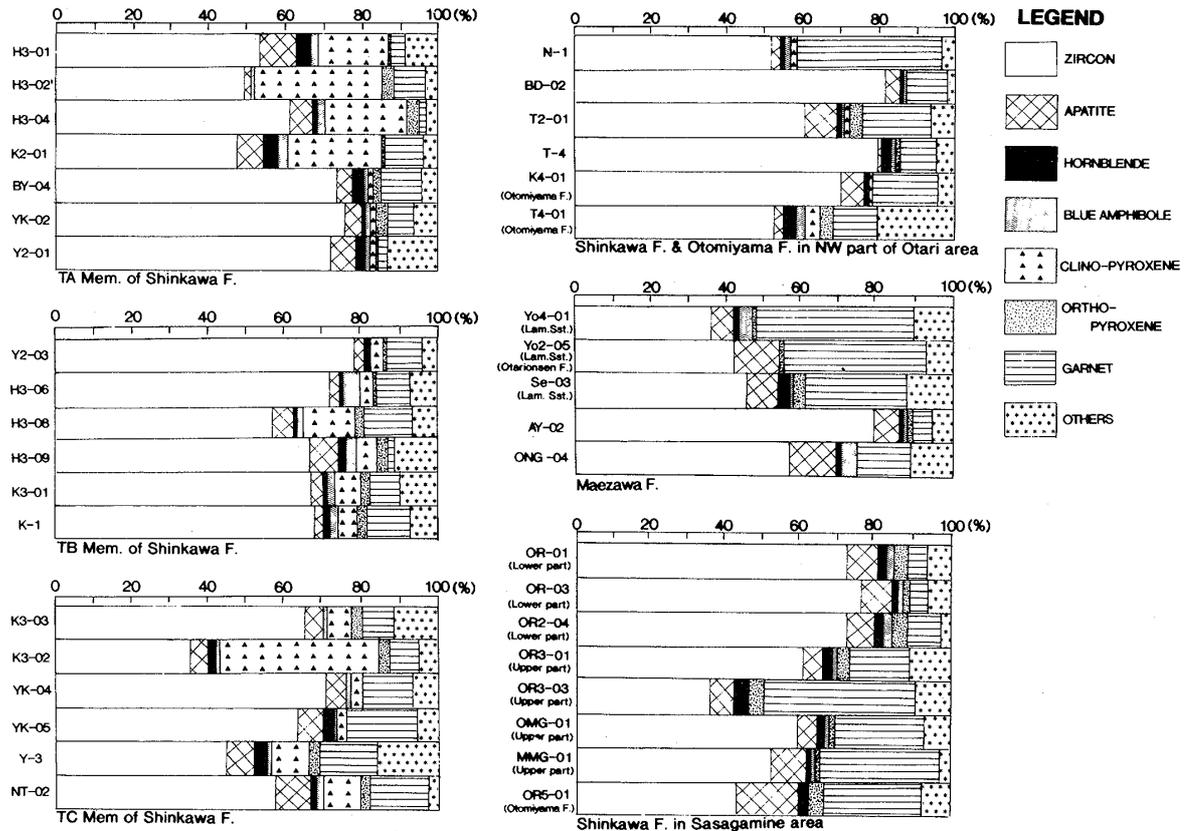


Fig. 6. Diagram of heavy mineral composition of sandstones. "Others" includes actinolite, tourmaline, allanite, and glauconite. Sample number corresponds with that in Fig. 5.

火山活動の場からの碎屑物の供給よりも、中・古生界の削剝による供給が主であると考えられる。このことは単斜輝石の化学組成に、新第三系火山岩起源のものが見られないことから示される。そして、酸性～中性火山岩片は、美濃帯に広く分布する白亜紀後期の火山岩類に起源を求めることができる。Fig. 4のQ-F-R図上での砂岩組成の位置も考慮すると、本地域の中新統の後背地は、Dickinson & Succec(1979)の区分による continental block～recycled orogen provenancesに相当すると思われる。

重鉱物組成では、ジルコンが非常に大きな割合で含まれている。このことも花崗岩類や古期堆積岩類の影響が強かったことを示している。また、青色角閃石は、藍閃石またはクロス閃石と考えられ、後背地には高圧型変成岩も露出していたと考えられる。現在、含藍閃石片岩は白馬岳付近に分布する飛騨外縁帯相当の青海-蓮華帯に見られる。

小谷地域に含まれる単斜輝石は、Figs. 7, 8に示したように、化学組成から斑レイ岩起源であると考え

られる。Yamazaki *et al.* (1966)は、調査地域周辺の新生代火山岩中に捕獲されている斑レイ岩の形成には、1000°C、10kbの温度と圧力が必要であり、それはほぼ30kmの深さに相当するとしている。このことから Shimazu *et al.* (1979)では、これらの斑レイ岩捕獲岩を下部地殻起源と考えた。このような斑レイ岩は、北部フォッサマグナ地域の新第三系の基盤として広く存在していると予想され、その一部は青海-蓮華帯を構成する岩体としてみとめられる。小谷地域の後背地には、この斑レイ岩が広範囲に露出していたと考えられる。Al^{IV}-Al^{VI}相関図では、真川層のTA部層→TB部層→TC部層と上位の部層ほど、Alの6配位の割合が増加する傾向が見られ、上位の部層ほど地下深部で形成された斑レイ岩から単斜輝石が供給されていたと思われる。一方、下位の前沢層中には、単斜輝石は含まれていない。単斜輝石を供給していた斑レイ岩体は、真川層堆積時から上昇・削剝が始まり、後の時期ほどより深部が削剝されるようになったと考えられる。

ザクロ石は、小谷・笹ヶ峰の両地域に含まれるが、

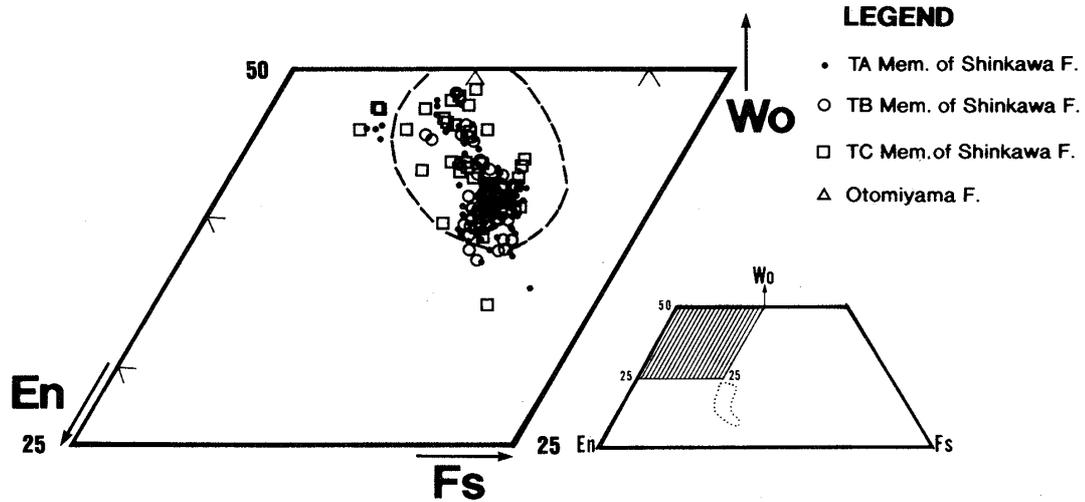


Fig. 7. Chemical composition of clino-pyroxene grains, in sandstones from the Otari area, plotted on the Wo-En-Fs diagram. Dashed line indicates the composition range of clino-pyroxene in gabbroic xenoliths of calc-alkali andesites in the Fossa Magna, and dotted line indicates the composition range of clino-pyroxene in Upper Miocene to Pliocene calc-alkali andesites in the Fossa Magna (Shimazu *et al.* 1978).

笹ヶ峰地域のものは高 Alm の Spe-Alm 系ザクロ石のみからなるのに対し、小谷地域のものは高 Spe ~ 高 Alm の Spe-Alm 系から Pyr-Alm 系ザクロ石であり、化学組成に幅が見られる (Fig. 9)。このことは、笹ヶ峰地域のザクロ石が高温・低圧下で形成された岩体から供給されたのに対し、小谷地域のものはこれらの他に低温下および高温・高圧下で形成された岩体からの供給が加わると考えられる。従って、小谷-笹ヶ峰地域の砂岩中のザクロ石を變成岩起源と仮定すると、笹ヶ峰地域のザクロ石は高温型變成岩起源、小谷地域のザクロ石は高温型變成岩起源および高圧型變成岩起源と考えられる。

飛驒山地から木曾山地に分布する基盤岩に含まれるザクロ石の化学組成と比較すると、飛驒帯は高 Spe ~ 高 Alm の Spe-Alm 系と Pyr-Alm 系、領家帯は高 Alm の Spe-Alm 系、飛驒外縁・美濃帯は Pyr-Alm 系のザクロ石からなる。飛驒帯と領家帯の領域はかなり重複しているが、飛驒帯は領家帯に比べ高 Spe ~ 高 Alm の Spe-Alm 系から Pyr-Alm 系ザクロ石の領域まで示す。調査地域と基盤岩中のザクロ石の化学組成を比較すると、笹ヶ峰地域の真川・乙見山層のものは飛驒・領家帯の高温型變成帯の領域にまとまりよく集中するが、小谷地域のものはすべての領域に広がって分布する (Fig. 9)。笹ヶ峰地域のザクロ石は小谷地域のものに比べ Spe 成分

が少なく、Fig. 9 においても、Pyr 成分と Gro 成分に富んだ領域に分布するものは小谷地域に比べて少ない。笹ヶ峰地域は小谷地域より東に位置し、古流向は小谷地域とほぼ平行で南~南西からの供給を示す (Figs. 2, 3)。このことから、笹ヶ峰地域の碎屑物は小谷地域よりも東部に供給路が存在していた可能性があり (Fig. 10)、領家帯の分布する飛驒山地南部または木曾山地の限定された場からの供給であった可能性を示している。

前述のように、笹ヶ峰地域の碎屑物はモード組成などの結果から美濃帯からの供給が多かったと考えられる。しかし、美濃帯を特徴づける Pyr 成分が多い Pyr-Alm 系のザクロ石はごくわずかであるので、美濃帯からリサイクルされたザクロ石はごく少なかったと考えられる。もしくは、笹ヶ峰地域の Pyr 成分の多いザクロ石粒子は直接三波川帯から供給されていた可能性もある。また、小谷地域でも美濃帯からのザクロ石粒子の供給がほとんどなかったと考えると、小谷地域の Pyr 成分の多いザクロ石は、青色角閃石と同様に高圧型變成岩が分布する飛驒外縁帯に由来する可能性が高い。笹ヶ峰地域にも高圧型變成帯起源の青色角閃石が少量含まれているが、これらは三波川帯起源と考えることができる。従って、高圧型變成帯起源の碎屑粒子は、小谷地域ではおもに飛驒外縁帯から供給されており、

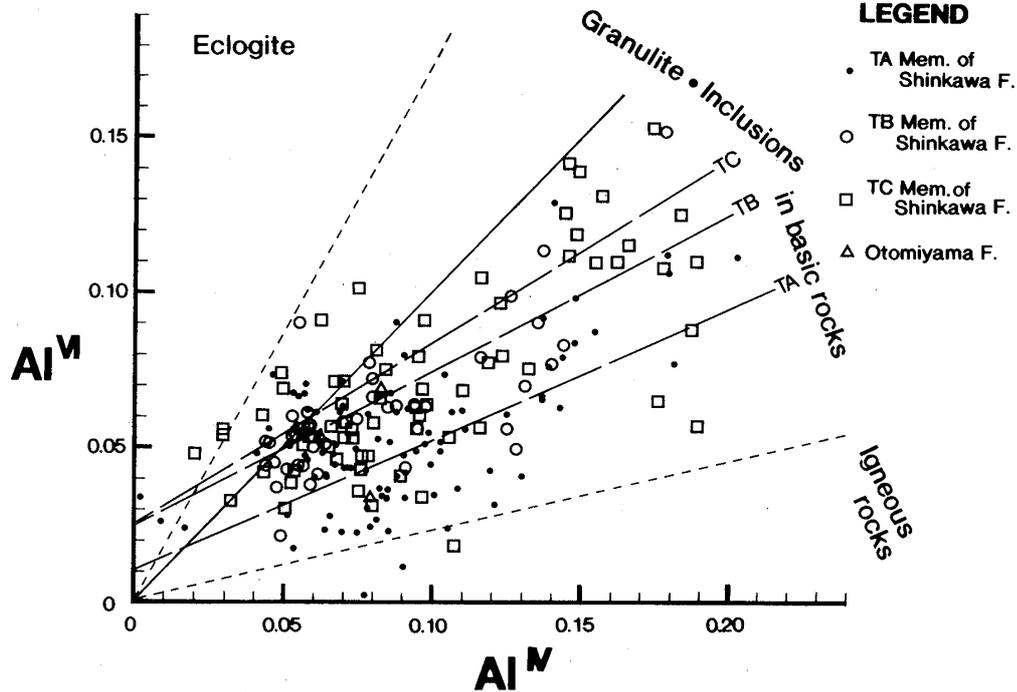


Fig. 8. Diagram of $Al^{IV}-Al^{VI}$ ratio for clino-pyroxene grains in sandstones from the Otari area.

笹ヶ峰地域では三波川帯からの供給されていたと考えられる。

2. 小谷-笹ヶ峰地域の古地理

a. 前沢層堆積時(Fig. 10-1)

前沢層は、クライミングリップ斜交葉理および平行葉理がみられる厚層砂岩層～等量互層からなり、その古流向は、西から東へ扇状に分散している(Fig. 2)。また、東方に向かって、岩相から陸棚堆積物と考えられる小谷温泉層と指交関係にある。これらのことから前沢層は、陸棚以浅の堆積物と考えられる。また、古流向が扇状に分散することから、デルタに関連する堆積物である可能性がある。

重鉱物組成では、既述のように単斜輝石を含まないが、ザクロ石の化学組成では、小谷地域の平均的な組成分布を示す。砂岩のモード組成も真川層とほとんど変わらないので、飛驒帯・飛驒外縁帯・美濃帯からの供給を受けていたと考えられる。これらの地質構造帯からなる飛驒山地の隆起が始まり、粗粒な碎屑物が多量に供給されるようになった時、前沢層は難波山海底扇状地を形成する難波山層(遠藤・立石, 1990; 小林ほか, 1990)の一次集積地に堆積したものと位置づけられる。

b. 真川層堆積時(Fig. 10-2)

本地域に分布する真川層はタービダイトからなり、南東部では、厚層砂岩層・砂岩優勢互層を多く挟在するのに対し、北西部では、シルト岩優勢互層・シルト岩層が中心である。厚層砂岩層・砂岩優勢互層は、Mutti and Ricci-Lucchi(1972)の Facies B,C, Walker(1978)の Massive SSTS に相当する。これらの層相は南東部に限られ、大規模な progradation system は確認できない。

スランプの汜り方向は北ないし北北東に傾斜した斜面の存在を示し、古流向も北～北東への流れを示している(Figs. 2, 3)。一方、厚層砂岩層・砂岩優勢互層は、小谷地域と笹ヶ峰地域の境界付近で非常に薄いか、欠如している。従って、両者の境には地形的高まりがあり、多少とも異なった堆積場であったことが示唆される。また、前述のように小谷地域と笹ヶ峰地域では砂岩の重鉱物組成に差があり、堆積物の供給系が異なっていたことが示される。これらのことから、真川層の堆積時には、小谷地域と笹ヶ峰地域は、南南西-北北東に伸びた別々の堆積盆をなしており、碎屑物の供給経路も別であったと考えられる。そして、真川層の粗粒タービダイトは、これらの堆積盆を充填する様に堆積したと考えられる。そして、その沖合側にシルト岩およびシルト

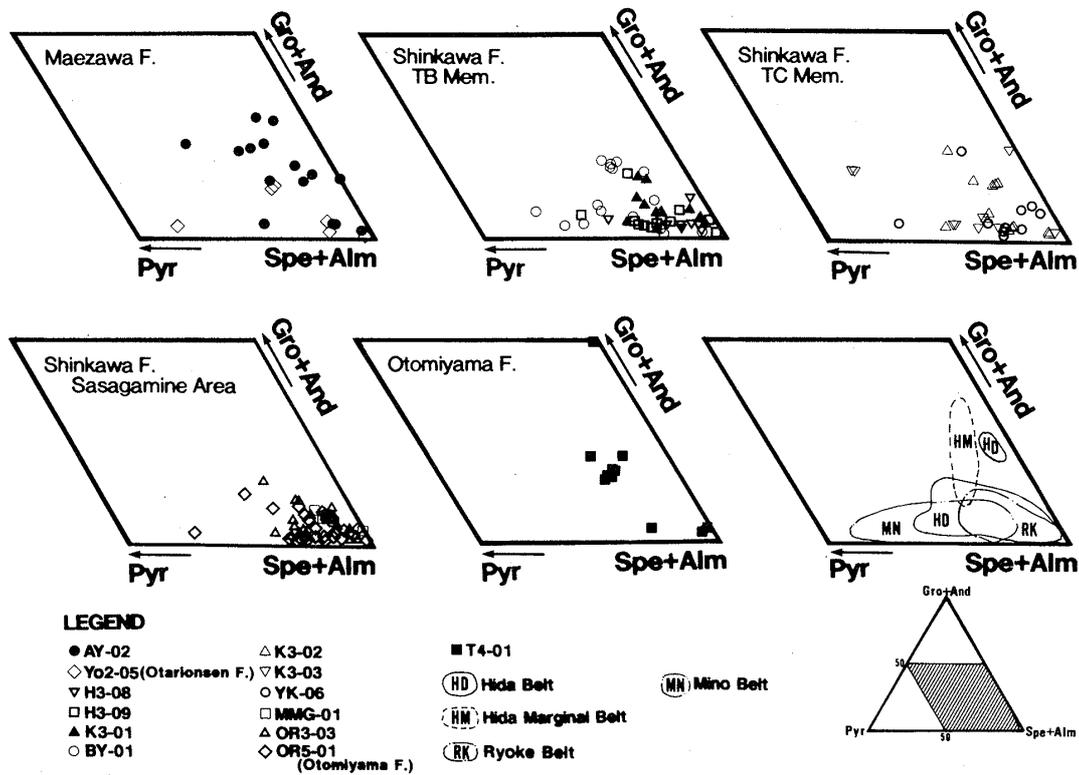


Fig. 9. Chemical composition of garnet grains in sandstones from the Otari-Sasagamine area, plotted on the Gro+And-Pyr-Spe+Alm diagram.

岩優勢互層などが堆積していたと考えられる。

c. 乙見山層堆積時(Fig. 10-3)

乙見山層堆積時にも、小谷地域では奉納山付近で礫岩層の層厚が急激に減少し、曲師谷層のシルト岩層に漸移している。そして、笹ヶ峰地域で、再び層厚が増していく。古流向、砂岩の重鉱物組成およびザクロ石の化学組成も、前述の真川層と同じ傾向が見られる(Figs. 3, 4)。従って、乙見山層・曲師谷層堆積時の小谷-笹ヶ峰地域の堆積盆地の形態および後背地の性質は、真川層堆積時とあまり変わらなかったと考えられる。しかし、後期中新世末期は、北部フォッサマグナ地域では、ヒン岩等の半深成岩の貫入を伴う隆起運動が生じた時期である(赤羽1980)。また、乙見山層は、Mutti and Ricci-Lucchi(1972)の Facies A に相当し、真川層よりプロキシマルな岩相を呈する。そして、曲師谷層は、岩相から陸棚堆積物と考えられる。従って、乙見山層・曲師谷層堆積時には、本地域の堆積盆地は浅化していったと考えられる。また、この時期に、堂津岳層を形成する安山岩の火山活動が生じたが、礫組成、砂岩組成および単斜輝石の化学組成からみて、

これらの碎屑物の堆積盆中への供給はなかったと考えられる。

ま と め

1. Akahane(1978)・赤羽(1979)で示される小谷-笹ヶ峰地域の新第三系は、タービダイト相である真川層・乙見山層の砂岩層・礫岩層の分布から、二つの堆積体に区分することができ、南西部を小谷地域、北東部を笹ヶ峰地域とした。

2. 小谷-笹ヶ峰地域の堆積盆は、北ないし北北東に傾斜した斜面を持ち、南ないし南西からの側方流によって碎屑物が供給されていたと考えられる。堆積盆の南側は南西-北東方向に伸びた二つのトラフに分れていたと考えられる。

3. 小谷地域および笹ヶ峰地域に分布する中新統の砂岩層は、両地域ともに長石質ワッケを示し、後背地は非変成中・古生界中に大規模な花崗岩類の貫入した地域と考えられる。また、青色角閃石を含むことから、後背地には、飛驒外縁帯に見られるような高圧型変成岩が存在していたと考えられる。

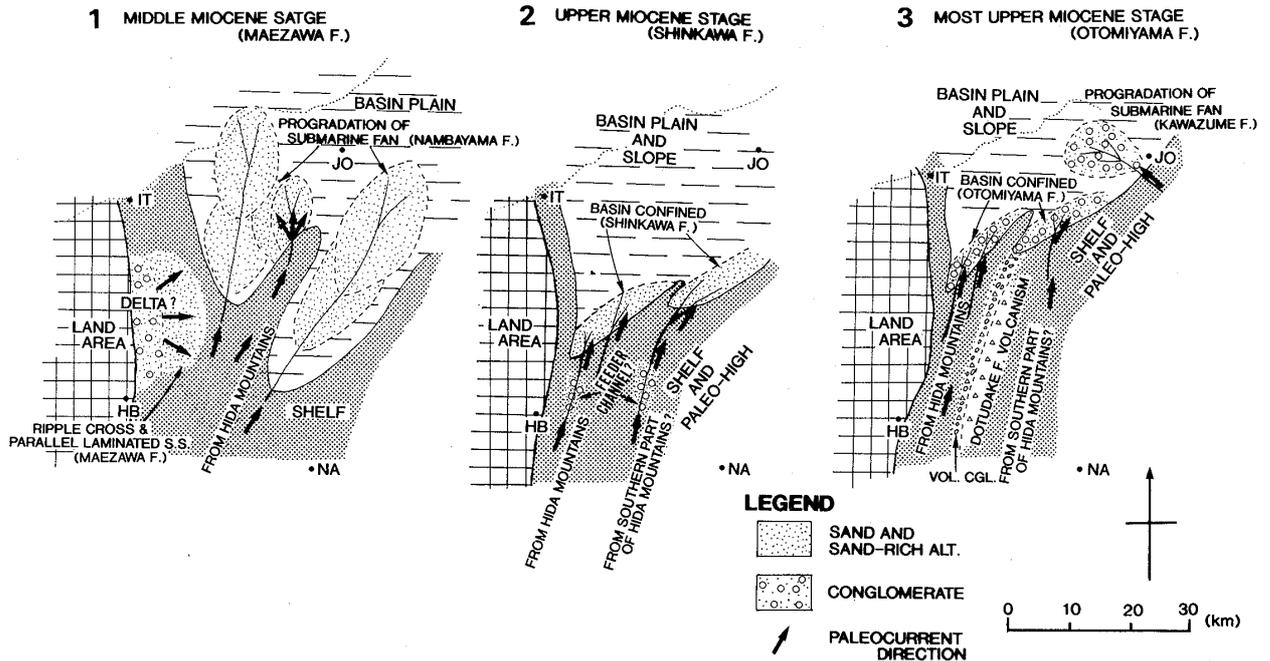


Fig. 10. Schematic paleogeography in the Nambayama and Otari-Sasagamine areas from Middle Miocene to Latest Miocene age. The data in the Nambayama area is quoted from Kobayashi *et al.* (1990). IT: Itoigawa, HB: Hakuba, JO: Joetsu, NA: Nagano.

4. 小谷地域の砂岩中に含まれる単斜輝石は、すべてが高Ca普通輝石・透輝石・サーラ輝石の成分を示し、小谷-笹ヶ峰地域周辺の鮮新世火山岩類中に捕獲されている斑レイ岩の単斜輝石と同じ組成を示す。また、 $Al^{IV}-Al^{VI}$ 相関図では、真川層TA部層→TB部層→TC部層と上位の層準ほど高圧下で形成されたと考えられる単斜輝石を含む。

5. 前沢層堆積時には、斑レイ岩は地表に露出しておらず、真川層堆積時から飛驒山地の隆起により斑レイ岩が露出し始めたと考えられる。

6. 前沢層および小谷地域の真川層・乙見山層のザクロ石は高Spe~高AlmのSpe-Alm系からPyr-Alm系で、高温型変成帯および高圧型変成帯起源と考えられる。笹ヶ峰地域の真川層・乙見山層のザクロ石はおもに高AlmのSpe-Alm系からなり、高温型変成帯起源のものが主であると考えられる。

7. 小谷地域の碎屑岩類は、飛驒山地の飛驒帯・飛驒外縁帯および美濃帯から、笹ヶ峰地域の碎屑岩類は飛驒山地南部ないし木曾山地の美濃帯・領家帯・三波川帯から供給されたものと考えられる。しかし、高圧型変成帯起源の碎屑粒子は小谷地域では飛驒外縁帯に、笹ヶ峰地域では三波川帯に起源を求めることができる。ザクロ石は、小谷地域では飛驒帯

の広範囲から供給され、笹ヶ峰地域では飛驒帯の限られた地域もしくは領家帯から供給されていたと考えられる。このように、小谷地域と笹ヶ峰地域では堆積物の供給系が異なり、堆積場が異なっていたことを支持するものである。

謝辞 この論文は、新潟大学において立石の指導のもとに行った柿崎の修士論文と東の卒業論文の一部をまとめたものである。研究を行うにあたって、新潟県立女子短期大学の島津光夫教授、新潟大学理学部地質鉱物学教室の吉村尚久教授に重鉱物分析に関して御教示いただいた。重鉱物のEPMA分析の際には、同教室の宮下純夫助教授に御指導いただいた。新潟県立新潟東高等学校の村松敏夫氏には、本地域の凝灰岩層のF・T年代測定をしていただいた。本論を作成するにあたっては、信州大学理学部地質学教室の公文富士夫博士には多くの御教示・御助言をいただいた。また、長野県北安曇郡小谷村中土の相沢誠男氏、矢口富士郎氏からは、野外調査にあたり宿泊のお世話をいただいた。ここに記して厚く謝意を表する次第である

文 献

- Akahane, S., 1978, Outline of Neogene System in the vicinity of Sasagaine-Otari Spa. in the northern part of the Fossa Magna, Central Japan. *Bull. Inst. Nature Educ., Shiga Hights, Shinshu Univ.*, **17**, 55-65.
- 赤羽貞幸, 1979, 北部フォッサマグナ地域における後期新生代地質構造発達史(I). 信州大学志賀自然教育施設研究業績, **18**, 1-23.
- 赤羽貞幸, 1980, 北部フォッサマグナ地域における後期新生代地質構造発達史(IV). 信州大学志賀自然教育施設研究業績, **19**, 1-17.
- Adachi, M. and Kojima, S., 1983, Geology of the Mt. Hikagedaira Area, East of Takayama, Gifu Prefecture, central Japan. *J. Earth Sci. Nagoya Univ.*, **31**, 37-67.
- Aoki, K. and Kushiro, I., 1968, Some clinopyroxenes from ultramafic inclusions in Dreisel Weiher, Eifel. *Contr. Mineral. Petrol.*, **18**, 326-337.
- 浅見正雄, 1979, 飛騨帯荒島岳・利賀・和田川地域の泥質変成岩, 日本列島の基盤, 加納博教授記念論文集, 41-49.
- Asami, M. and Hoshino, M., 1980, Staurolite-bearing from the Hongu-san area in the Ryoke Metamorphic Belt, Central Japan, *Jour. Geol. Soc. Japan*, **86**, 581-591.
- 浅見正雄・星野光雄・宮川邦彦・諏訪兼位, 1982, 幡豆一本宮山地域の領家変成帯における十字石片岩の形成条件, 地質雑, **88**, 437-450.
- Dickinson, W. R. and Suczek, C. A., 1979, Plate tectonics and sandstone compositions. *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, **63**, 2164-2182.
- 遠藤正孝・立石雅昭, 1990, 北部フォッサマグナ, 中新世の難波山海底扇状地の復元. 地質雑, **96**, 193-209.
- Hiroi, Y., 1979, Progressive Metamorphism of the Unazuki pelitic schists in the Hida Terrane, Central Japan, *Contrib. Mineral. Petrol.*, **82**, 334-350.
- 小林巖雄・立石雅昭・黒川勝己, 1990, 新潟地域の新第三紀古地理. 日本海沿岸総研研究報告“古日本海-日本海沿岸後期新生代の層序と古環境の変遷”(小林巖雄・立石雅昭編), no. 3, 99-112
- Kutsukake, T. 1977, Ryoke metamorphic rocks in the Toyone-mura Area, Aichi Prefecture, Japan. *Mem. Fac. Sci., Kyoto Univ., ser. Geol. Mineral.*, 49-110.
- 米谷盛壽郎・一ノ関鉄郎・栗田裕司・加藤邦弘・武富浩・木幡信弘, 1986, 北部フォッサマグナ西頸城-小谷・姫川地域に分布する新第三系の有孔中層序と新潟県標準層序との対比について. 石油技協誌, **51**, 346.
- 村松敏雄, 1989, 上越地域の新第三系~第四系のフィッシュントラック年代. 新潟県地学教育研究会誌, **23**, 52-55.
- Mutti, E. and Ricci Lucchi, F., 1972, Le torbiditi dell' Appennino settentrionale: introduzione all' analisi di facies. *Mem. Soc. Geol. Italiana*, **11**, 161-199.
- 中水 勝・岡田昌治・山崎哲夫・小松正幸, 1989, 飛騨外縁帯, 青海-蓮華帯メランジの変成岩類. 地質学論集, **33**, 21-35.
- 大村一蔵, 1930, 越後油田の地質及鉱床. 地質雑, **37**, 775-792.
- 柴田秀賢, 1970, 領家変成帯. 日本岩石史(柴田秀賢編), Vol. 4, 79-101.
- Shimazu, M., Yano, T., and Tajima M., 1979, Gabbroic inclusions in calc-alkali andesites of the Fossa Magna Region Central Japan. *Sci. Rep. of Niigata Univ., Series E*, **5**, 63-85.
- 諏訪兼位, 1979, 富山県片貝川上流北又谷・笠谷の黒雲母片麻岩とレプタイト, 日本列島の基盤, 加納博教授記念論文集, 15-27.
- Suzuki, M., 1973, An occurrence of "eclogite rock" in the Hida metamorphic belt. *Jour. Japan Assoc. Min. Petrol. Econ. Geol.*, **68**, 372-382.
- 鈴木盛久, 1979, 飛騨変成体制部地域小鳥川流域のグラニュライト相岩. 日本列島の基盤, 加納博教授記念論文集, 71-84.
- 田中邦雄・平林照雄・小谷団研グループ, 1971, 糸魚川-静岡線北部地域の地質構造. 信州大学教養部紀要自然科学, **5**, 49-71.
- 富沢恒雄・北原 勇, 1967, 長野県北安曇郡小谷村姫川中流域の地質. 地質雑, **73**, 163-170.
- Walker, R. G., 1978, Deep-water sandstone facies and ancient submarine fans, Models for exploration for stratigraphic traps. *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, **62**, 932-966.
- 山本芳樹, 1983, 富山県南東部和田川地域の泥質片麻岩中の逆累帯ざくろ石, 岩鉱, **78**, 313-323.
- Yamazaki, T., Onuki, H., and Tiba, T., 1966, Significance of hornblende gabbroic inclusions in calc-alkali rocks. *Jour. Japan Assoc. Min. Petrol. Econ. Geol.*, **55**, 87-103.

(要 旨)

柿崎 聡・東 将士・立石雅昭, 1992, 北部フォッサマグナ小谷-笹ヶ峰地域の新第三系堆積岩類の後背地と堆積盆地. 地質学論集, 38号, 191-204. (Kakizaki, S., Higashi, M. and Tateishi, M., 1992, Provenance and basin morphology of Neogene sediments in the Otari-Sasagamine area, northern Fossa Magna, Japan. *Mem. Geol. Soc. Japan*, No.38, 191-204.)

北部フォッサマグナ西縁部に位置する小谷-笹ヶ峰地域には, 前沢層・真川層・乙見山層などの新第三系が分布する. 南西部の小谷地域と北東部の笹ヶ峰地域とでは, 北~北北西向きの古斜面, 南~南西からの古流向を示す別々のトラフが存在していたと考えられる.

砂岩のモード組成および乙見山層の礫組成からは, 両地域とも花崗岩類が伴う古期堆積岩類が一つの主要な供給源であったことを示す. 砂岩に含まれる重鉱物は, 青色角閃石が高压型変成岩起源, 単斜輝石が斑レイ岩起源と考えられる. ザクロ石は小谷地域では高压型変成帯および高温型変成帯起源, 笹ヶ峰地域ではおもに高温型変成帯起源と考えられる. 以上のことから, 小谷地域の碎屑岩は飛驒帯・飛驒外縁帯・美濃帯から, 笹ヶ峰地域では美濃帯・領家帯・三波川帯からの供給が考えられる. 従って, 本地域の二つのトラフは近接しているが, 異なる供給系から運ばれた堆積物からなることが示される.