

The Sunagozaka Formation in the Drainage Basin of the River Asano, Kanazawa City, Central Japan : Geological Studies of the Sunagozaka Formation, Neogene Tertiary, in Hokuriku, Central Japan [Ⅱ]

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-03 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/22447

金沢市浅野川流域の砂子坂層*

—— 北陸新第三系砂子坂層の研究〔II〕 ——

杉本 幹博**・中西乃里子***・安川 純子****

はじめに

金沢市南東部、浅野川流域～湯涌街道ぞいには「北陸層群」とよばれる新第三系が比較的整然と発達しており、この地域を中心として金沢周辺の標準的地層区分がなされてきた。

新第三系（中新統）は、巨視的には東西の走向で緩く北側へ傾斜する同斜構造をもち、下位より医王山層（凝灰岩相）・砂子坂層（砂岩・凝灰岩・泥岩相）・七曲層（凝灰岩相）・朝ヶ屋層（泥岩相）・下荒屋層（凝灰岩相）・高窪層（泥岩相）に区分されるが、これらは鮮新統～第四系（更新統）？大桑層（砂岩相）・更新統卯辰山層（礫岩・砂岩・泥岩相）などにより不整合におおわれている。

小論に示す砂子坂層は医王山層・七曲層の凝灰岩卓越層にはさまれた海成砂岩層を主とする地層で、金沢南部（曾谷一小原一覗一北袋）地区から医王山南西麓（大菱池一折谷）地区を経て医王山北麓（二俣一砂子坂一法林寺）地区へ断続的に分布している（Fig. 1）。

砂子坂層は、いわゆるグリーンタフ地域にはじめて広汎な海域が広がりはじめた時期の複雑な堆積環境を反映する堆積物からなり、日本海の生成・発展の経緯をあきらかにするうえで重要な意義をもつ地層であるが、これまでその詳

細は十分あきらかにされてこなかった。

小論では第1報（医王山南西麓の地質構造—北陸新第三系砂子坂層の研究〔I〕—杉本, 1979）に引きつづいて、浅野川流域の砂子坂層の層相構成、分布・配列状態および上・下位層との層位関係の詳細を示すことによって、医王山南西麓で識別された砂子坂層の比較基準単位が浅野川流域へよく連続することをあきらかにするとともに、これまで漠然としていた *Operculina complanata japonica* の産出層準をあきらかにして、砂子坂層の総合的研究の一環としたい。

I. 浅野川流域の砂子坂層

A. 層相構成

Fig. 2（砂子坂層の模式柱状図および *Operculina* 層準（A—D）を示す図）に示したように、浅野川流域に発達する砂子坂層（Sunagozaka Formation）は層相構成の特徴にもとづいて下部層（Lower member）・ST—1（鍵層凝灰岩）・上部層（Upper member）に区分される。下部層には中～粗粒砂岩が卓越し、上部層は砂岩・泥岩互層を特徴としている。多くの海棲化石とともに4層準（A—D）から *Operculina complanata japonica* を産出する。全層厚は80～85 mと概算される。

* 昭和54年9月17日受理：Contribution from the Institute of Earth Science, Faculty of Education, Kanazawa University, New Series No. 81.

** 金沢大学教育学部地学教室：Institute of Earth Science, Faculty of Education, Kanazawa University, Japan.

*** 石川県鹿西町能登部小学校：Notobe Elementary School, Rokusei, Ishikawa Prefecture, Japan.

**** 富山市呉羽小学校：Kureha Elementary School, Toyama City, Japan.

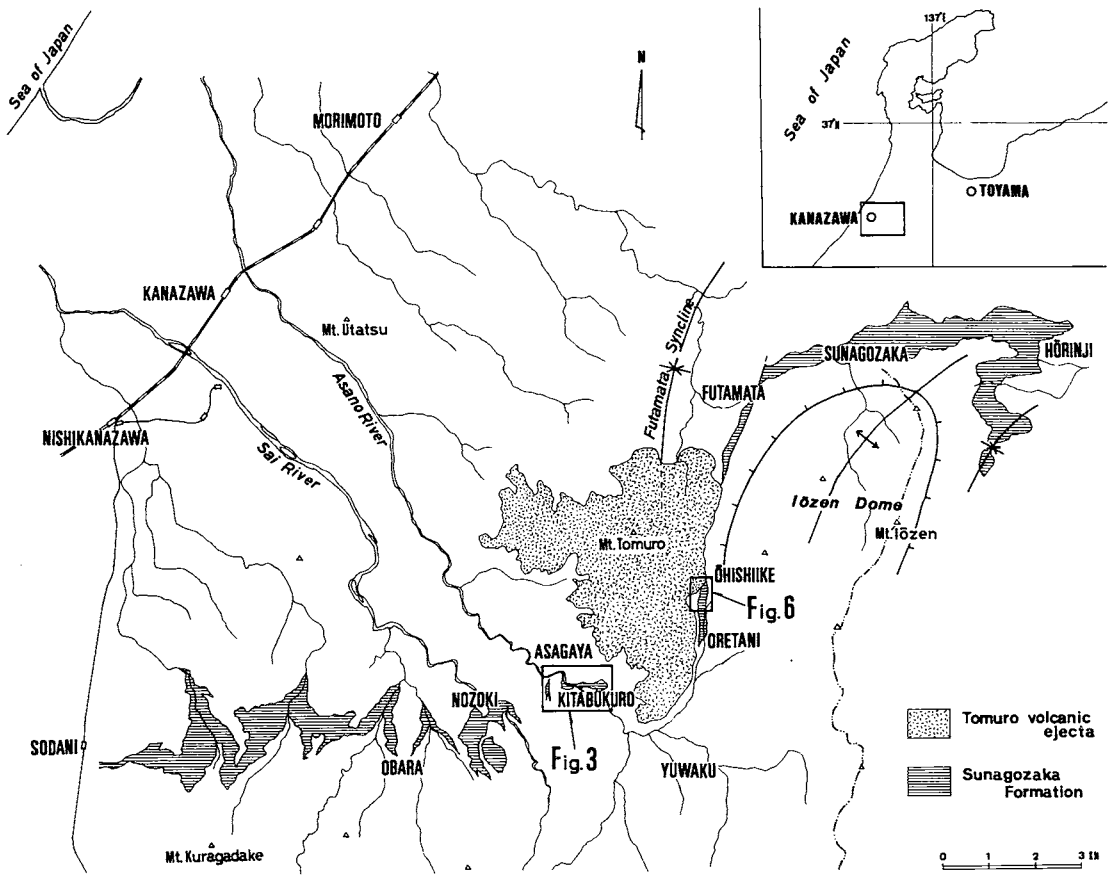


Fig. 1. Map showing the distribution of the Sunagozaka Formation and the area studied.

1. 下限一医王山層との境界

Fig. 3 (朝ヶ屋町一北袋町地域の地質図・地質断面図; 原図: 5000 分の 1), Fig. 4-A (藤六町一西市ノ瀬町地域のルートマップ; 原図: 1000 分の 1), -B (東市ノ瀬町一北袋町地域のルートマップ; 原図: 1000 分の 1) および Fig. 5 (地質柱状図; 原図: 100 分の 1) に示したように、金沢地域一帯の医王山層を特徴づける軽石凝灰岩厚層から、炭質物・軽石粒・海棲貝化石などを含む中～粗粒砂岩(泥岩)へ移り変わる位置をもって砂子坂層の下限とするが、浅野川流域では、この岩相の移り変りはきわめて明瞭である。

両層の境界付近が発達するところは、藤六町

南方約 700 m・西市ノ瀬町南方約 100 m・東市ノ瀬町南方の湯涌街道ぞい・北袋町南西方約 500 m の浅野川北岸などであるが、いずれの場合も境界部を示す露出を欠いており、今のところ両層の層位関係を直接観察することはできない。

しかし、両層は一般に調和した分布・配列状態を示しており、医王山南西麓の場合と同様に整合的關係にあることが推定される。

砂子坂層の基底部付近には、一般に炭質物にとみ、貝化石に乏しい中～粗粒の火山岩片の卓越する砂岩層が発達するが、北袋南西方の浅野川北岸 (Loc. ⑮: Plate III-1) では基底部とみられる位置に炭質物を含む 3～4 m の泥岩層が

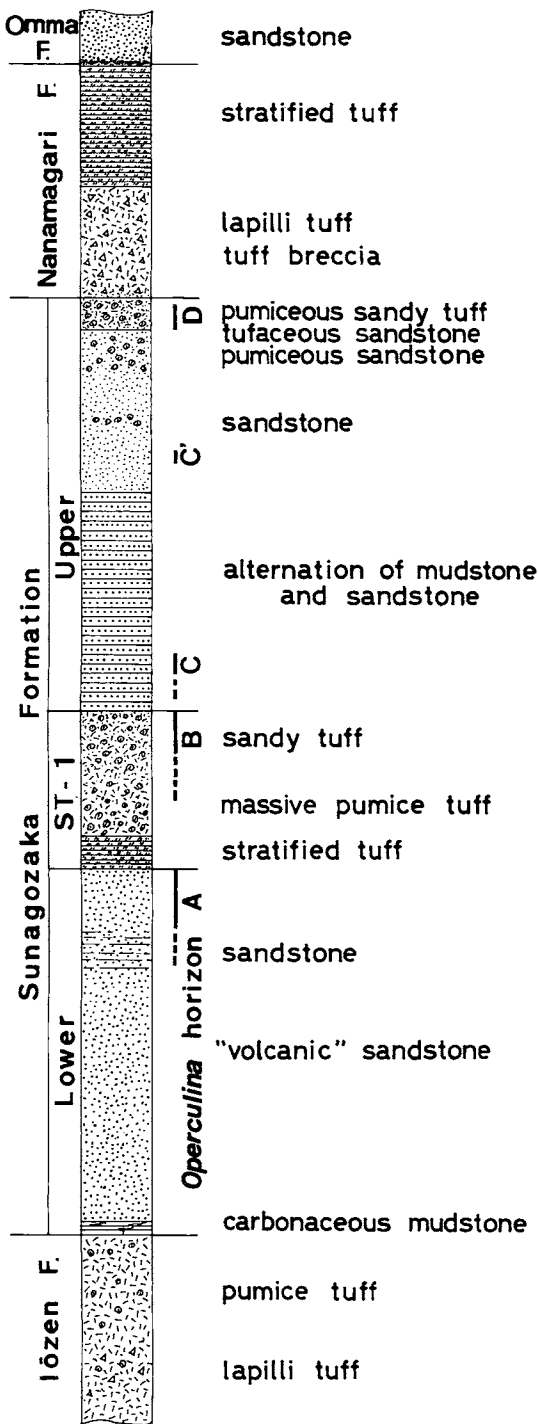


Fig. 2. Generalized stratigraphic sequence of the area studied and the *Operculina* horizons (A-D) in the Sunagozaka Formation.

みとめられ、医王山南西麓折谷町付近の場合と類似している。

2. 下部層 (Lower member)

基底部と ST-1 の間を占める下部層は Fig. 3 に示すように、藤六町南方・西市ノ瀬町一北袋町の街道ぞいなどに分布しており、層厚は 40 ~ 45 m と概算される。

一般に比較的均質な暗色塊状中～粗粒砂岩が卓越し、軽石粒・炭質物・黒色～赤褐色火山岩片砂粒からなる“火山砂”を伴う。また、炭質物にとむ泥岩・砂礫岩を挟むところもある。基底付近をのぞく多くの砂岩層から多種類の海棲貝化石を産出するが、ST-1 直下に *Operculina* (A 層準) と共存して、より多く産出している。また、西市ノ瀬町北方の浅野川西岸の模式的露出地 (Loc. ③) では偽層理 (false-bedding) がみとめられる (Plate I-2)。

3. ST-1 (鍵層凝灰岩)

ST-1 は医王山南西麓で定義された鍵層凝灰岩 (杉本, 1979) で、浅野川流域では砂子坂層のほぼ中央を占める凝灰岩層がこれに相当し、西部の藤六町南方・西市ノ瀬町北方から中央部の東市ノ瀬町南方・東部の北袋町南方～西方の街道ぞいにかけて、きわめてよく連続している。

ST-1 の下部はよく成層した中～細粒緻密の白色凝灰岩からなり、*Operculina* (A 層準) を含む下部層上部の砂岩～泥岩の上位に、明瞭な境界をなして発達している (Loc. ③; Plate III-3, Loc. ⑧; Plate III-4, Loc. ⑪; Plate III-7, Loc. ⑬; Plate III-6, Loc. ⑯; Plate III-5, Loc. ⑰; Plate III-8 など)。成層凝灰岩には北側が上位を示す正常な累重関係 (normal order of the stratigraphic sequence) を示す軽石粒の級化層理 (graded-bedding) が多くみとめられ (Loc. ⑱; Plate IV-1 など)、医王山南西麓のような逆転構造はみとめられない。

中部は細～中礫大の軽石を多く含む塊状粗粒凝灰岩からなり、よく円磨された軽石粒の葉理 (lamination) ・クロスラミナ (cross-lamina-

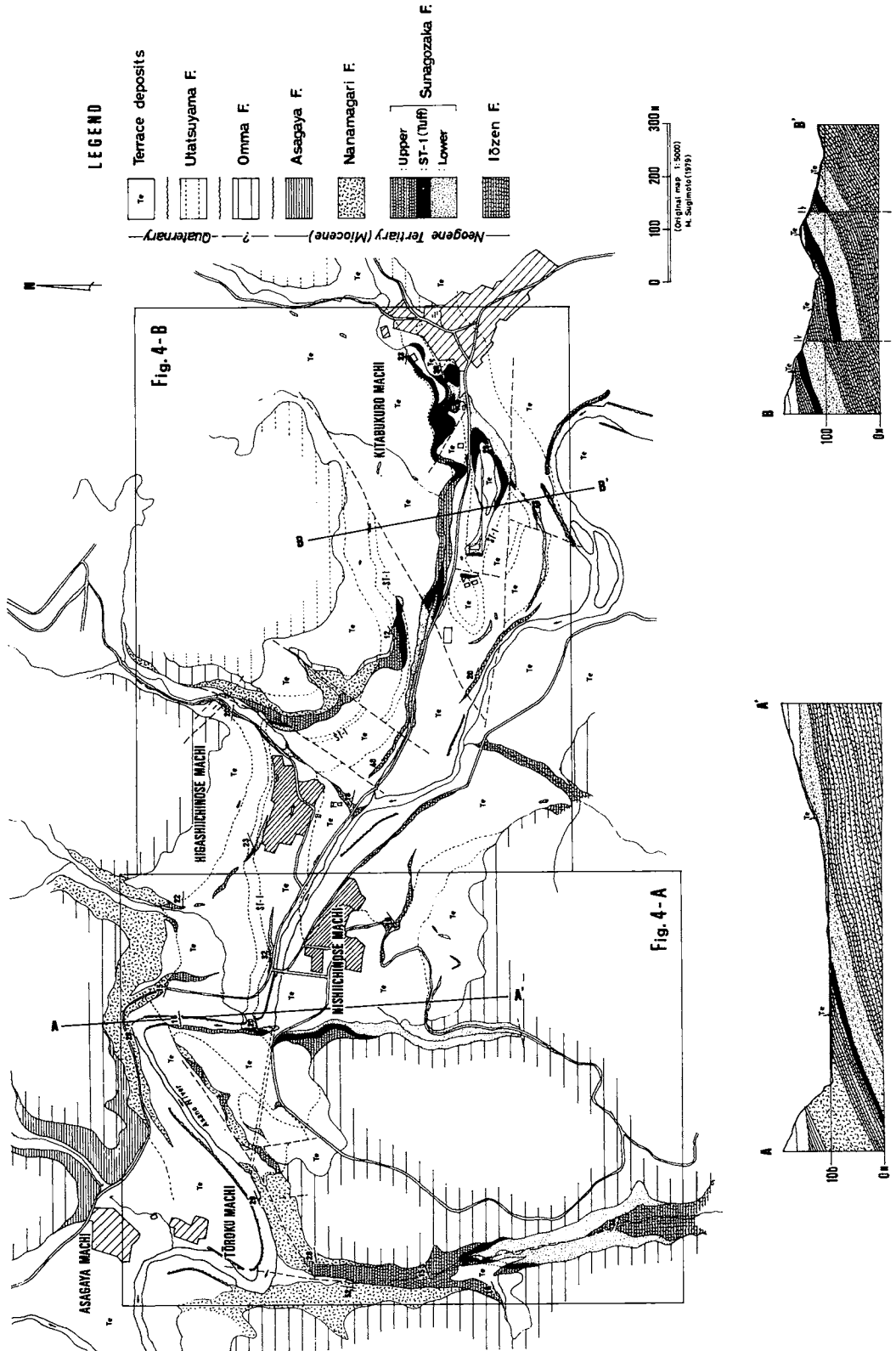


Fig. 3. Geological map and geological sections of the Asagaya-Kitabukuro machi district, the upstream drainage basin of the River Asano, Kanazawa City.

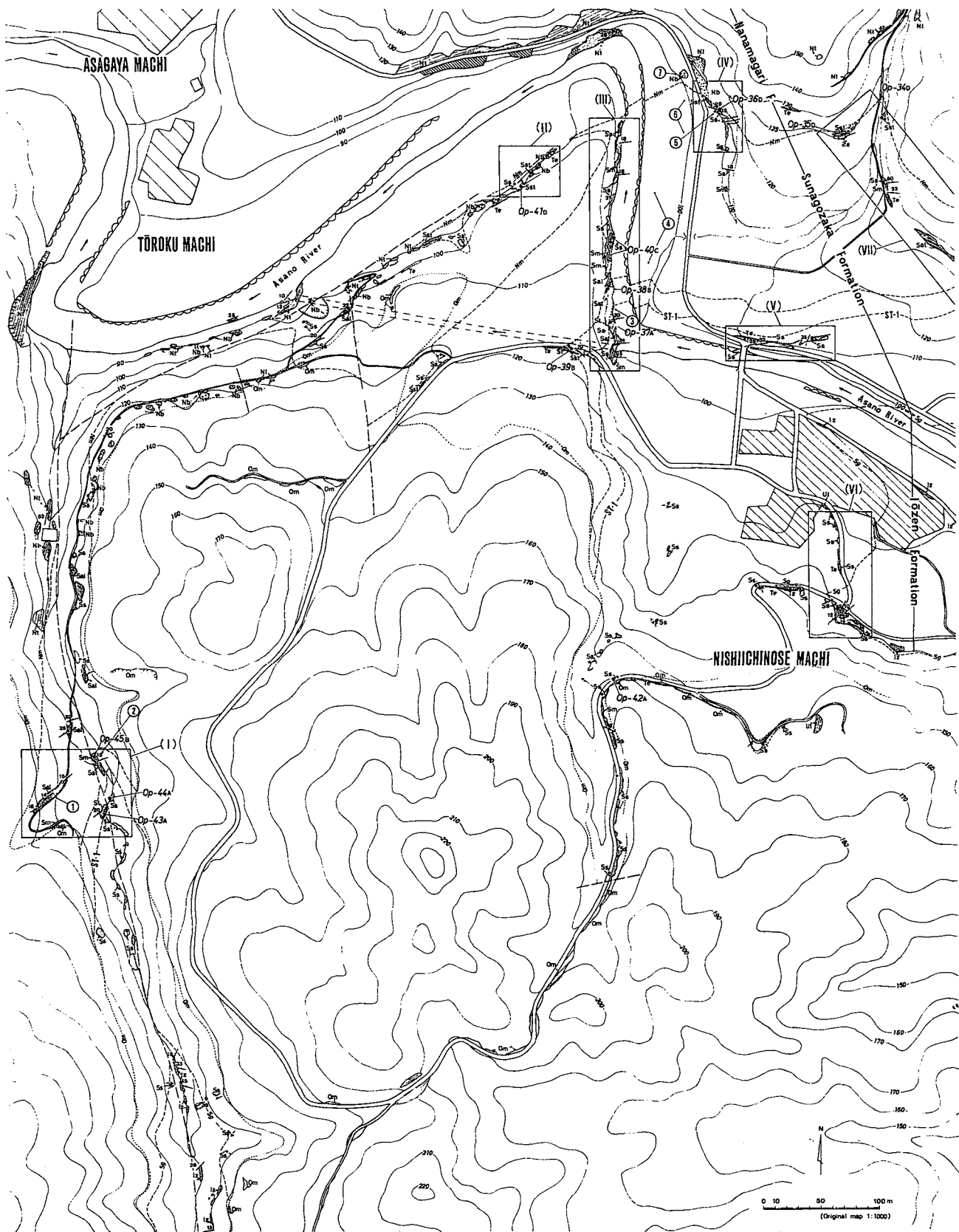


Fig. 4-A. Geological route map of the Tōroku-Nishiichinose machi district.

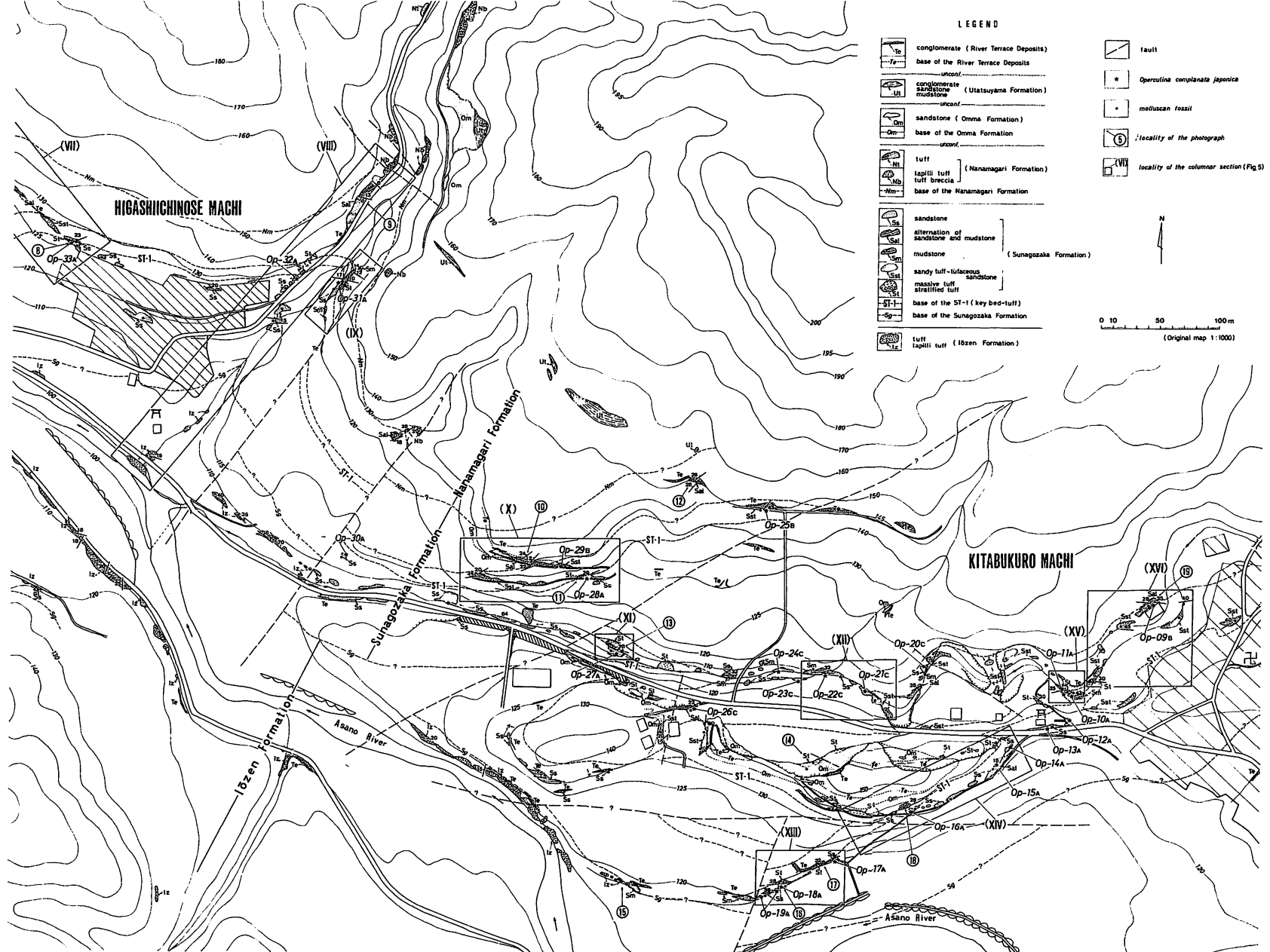


Fig. 4-R. Geological route map of the Higashiichinose-Kitabukuro machi district

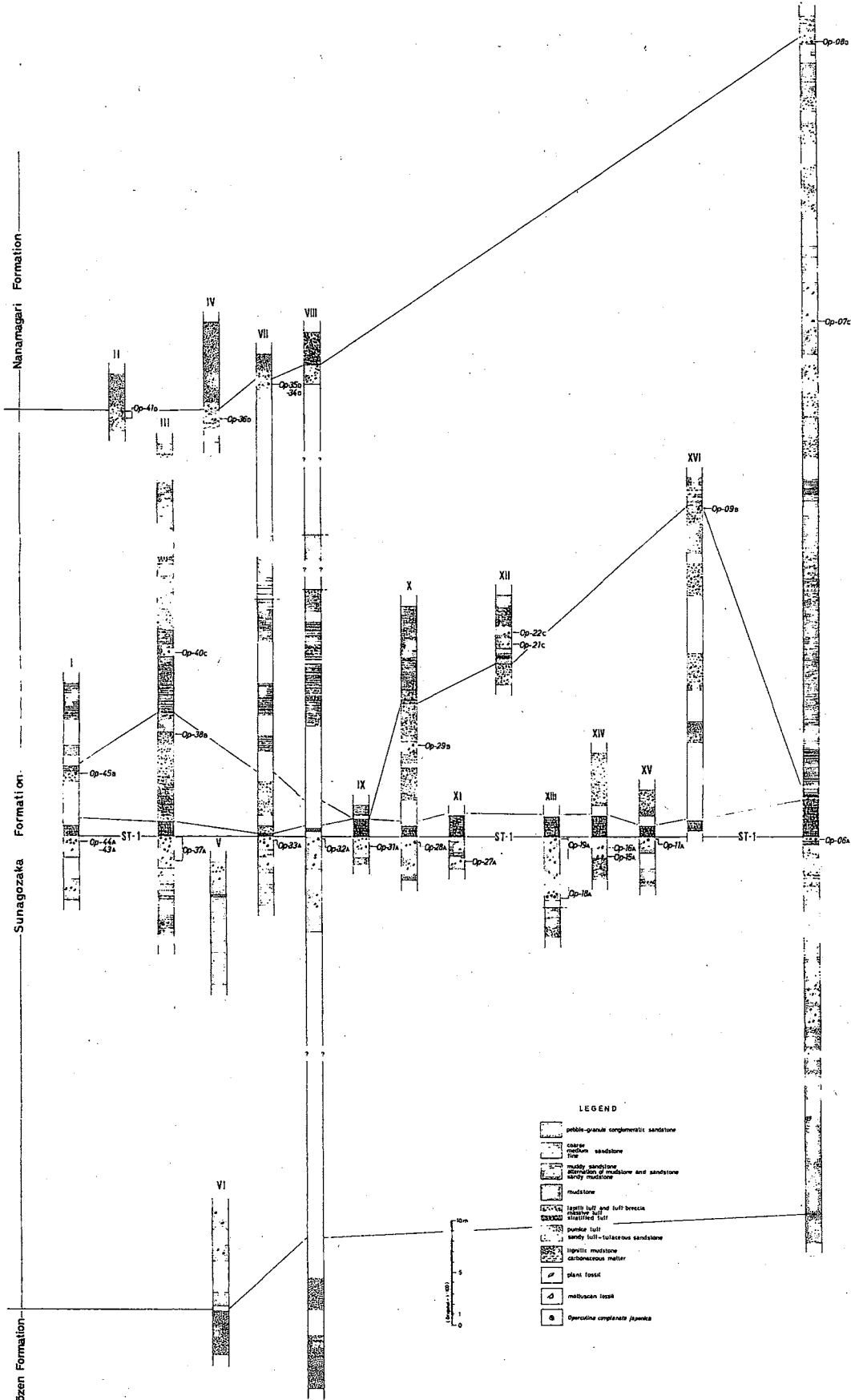


Fig. 5. Columnar sections of the Tōroku-Kitabukuro machi and the Ōhishiike-Obara machi districts (Localities are shown in Fig. 4-A, B).

tion)の発達するところ、砂質凝灰岩状のところなどがある (Loc. ④; Plate I—1—B など)。砂質の部分には多くの炭質物・貝化石を含み、*Operculina* (B層準)を産出するところがある (*Op-45B*, *38B*, *29B*, *09B*)。

西部地域では最上部に細粒白色凝灰岩が発達している (Loc. ②; Plate III—2, Loc. ④; Plate I—1—B)。

ST—1 は地域によって層相構成・層厚の変化が著しく、Fig. 5 (柱状図) に示したように下部の成層凝灰岩は1.5 m (西部)・0.25~1.5 m (中央部)・2 m (東部)の比較的一様な層厚をもつが、中部の塊状軽石質凝灰岩は西部で6~8 m, 中央部で6~0 mを示す層厚が東部では11~30 mに急増している。東市ノ瀬町地域でのST—1の発達の悪さは、おもに中部の塊状凝灰岩の欠如によるものである。また、中央部~東部地域には最上部の細粒凝灰岩はみとめられない (Loc. ⑩; Plate IV—6)。

4. 上部層 (Upper member)

ST—1の上位に明瞭な境界をもって発達する上部層はおもに砂岩・泥岩からなっており、層厚は30~38 mである。

地域によりいくぶん構成を異にするが、一般に下半部は泥岩がちの砂岩・泥岩薄互層が卓越する。泥岩には炭質物・植物化石片が多く含まれ、砂岩はやや細粒緻密で泥質砂岩~砂質泥岩部を伴う (Loc. ①; Plate IV—2, Loc. ⑨; Plate IV—3, Loc. ⑩; Plate IV—4, Loc. ⑫; Plate IV—5, Loc. ⑬; Plate IV—6など)。砂岩・泥岩薄互層部は概して貝化石に乏しいが、西市ノ瀬町北方の浅野川西岸 (Loc. ④; Plate I—1—B) では泥岩層に挟まれる礫質粗粒砂岩 (70~80cm) に多量の高棲貝化石・*Operculina* (C層準: *Op-40c*) を、また、北袋町西方の街道北側のST—1直上の中粒砂岩からも貝化石・*Operculina* (*Op-21c*, *22c*) を産する。

上半部は中~粗粒砂岩が卓越し、泥岩薄層・凝灰質泥岩を挟むところがある。砂岩には軽石粒・炭質物を多く含むところ、礫質のところな

どがあるが、貝化石は一般に少ない。

最上部には常に軽石粒・火山岩片を含み、灰紫色の基質をもった1.5~2 mの凝灰質砂岩~砂質凝灰岩が発達しており、砂質の部分には多くの海棲貝化石とともに *Operculina* (D層準) をまれに産出する (*Op-41D*, *36D*, *34D*, *15D*)。この灰紫色塊状凝灰質砂岩~砂質凝灰岩はしだいに火山礫凝灰岩~火山角礫岩に漸移し、さらに成層凝灰岩厚層を主とする七曲層プロバーに移行している。

5. 上限一七曲層との境界

砂子坂層と七曲層の境界付近が露出する藤六町南方の浅野川南岸一帯・西市ノ瀬町北方の浅野川東岸・東市ノ瀬町西方~東方などでは、砂子坂層上部層 (Upper member) の上半部を特徴づける軽石粒を含む中~粗粒砂岩層と七曲層を特徴づけるよく成層した白色細粒凝灰岩層 (Plate I—1—Aの右端) との間に、前項(4)で記した灰紫色軽石質凝灰質砂岩~砂質凝灰岩とその上位に漸移的に累重する塊状火山礫凝灰岩・凝灰角礫岩~火山角礫岩 (Loc. ⑦; Plate II—1, 2の左端, Plate IV—7)が発達している。

西市ノ瀬町北方の浅野川東岸 (朝ヶ屋—東市ノ瀬間の湯涌街道ぞい) において、かつて、今井 (1959) は「砂子坂凝灰質互層」と「七曲凝灰岩層」の境界を上記の成層細粒凝灰岩層とその直下の塊状凝灰角礫岩の境に設定し、両者の間に局地的不整合関係を記しているが、その小島ら (1961), 別所ら (1967) は、そのことには触れずに両層 (相当層) の境界を塊状凝灰角礫岩の基底部と思われる位置に描いているようである。

その他の地質図 (中西, 1961; 粕野, 1977 など) では、境界を十分に読みとることは困難であるが、小論では七曲層と砂子坂層の境界を Plate II—1, 2 に示したように、塊状凝灰角礫岩~火山角礫岩と、その直下の灰紫色凝灰質砂岩~砂質凝灰岩の間に設定することにする。

各露頭では砂子坂層上部層 (Upper member)

上部の砂岩層と上記の灰紫色凝灰質砂岩の境界の方が、より明瞭に識別される場合があるけれども、灰紫色凝灰質砂岩～砂質凝灰岩からは多くの海棲貝化石とともに *Operculina* (D層準) を産出しており、これらを砂子坂層プロパーを形成した海域での一連の堆積物とみなす方が妥当と思われることと、おもに陸水～陸域を示唆する産状をもつ直上の凝灰角礫岩～火山角礫岩とは、形成環境を異にすると判断されるからである。

したがって、浅野川流域の砂子坂層と七曲層は漸移的整合関係にあるといえる。

なお、今井(1959)が局部的不整合を記したと思われる位置は、現在ではコンクリートで被覆されており、直接観察することはできない。

B. 分布・配列状態—地質構造

浅野川流域、朝ヶ屋町—北袋町地域の新第三系(中新統)下部層は大桑層・卯辰山層・河岸段丘堆積物により広くおおわれていて、分布・配列状態—地質構造をあきらかにすることはかなり困難であるが、砂子坂層の下限(医王山層との境界)・ST—1(鍵層凝灰岩)・上限(七曲層との境界)・*Operculina* 層準(A—D)などの比較基準の識別とそれらの追跡によって、Fig. 3に示したような地質図・地質断面図が得られた。

連続状態が最もよく判明しているST—1は、巨視的には東西に伸びた～状を描いて、ゆるく北側へ傾斜しており、これに伴って医王山層—七曲層の全体がほぼNW—SE方向に軸をもち、北西側へゆるく傾動した1対の半ドーム・ベーズン構造をなしていると予想される。

中央部—東部にはNE—SW, E—W方向で南落ちの小断層群が推定される。北袋町西方の最も著しいST—1のずれはLoc. ⑫(Plate IV—5)における上部層(Upper member)の砂岩・泥岩互層の確認と、その東側の砂質凝灰岩からの*Operculina* (*Op*-25B)のきわめて稀な産出にもとづいており、その他の断層も主に

ST—1のずれの識別によって推定されている。

かつて、西市ノ瀬町—北袋町地域の地層を小島ら(1961)、別所ら(1967)は、全て医王山層相当層(医王山累層; 軽石凝灰岩層・凝灰角礫岩層)として示したが、これは北袋町西方の街道ぞいに点散するST—1中部の軽石質凝灰岩(Loc. ⑭; Plate IV—8など)を全て医王山層相当層とみなしたためであろう。

しかし、これらの大部分は砂子坂層に位置づけられることはあきらかである。

C. *Operculina* の産出層準(A—D)について

Fig. 4—A, Bに示したように、藤六町南方—北袋町地域の各地(*Op*-09B~45B)から*Operculina complanata japonica*が発見・採集されたが、これらの大部分はおそらく新産地であろうと思われる。

これらの産出層準はFig. 2に示したように、(A)ST—1直下の下部層(Lower member)上部の砂岩層・(B)ST—1中・上部の砂質凝灰岩～凝灰質砂岩層・(C)上部層(Upper member)下半部の砂岩・泥岩互層中の砂岩層(医王山南西麓では上半部の砂岩層: 柱状図—XVII—C')・(D)最上部の灰紫色軽石質凝灰質砂岩層—の4層準(A—D)に大別される。

いずれも海棲貝化石を多く含む中～粗粒砂岩(～凝灰質砂岩)層に産出し、範囲(層厚)・量(個体数)は地域によりいくぶん変化するが、一般にA層準に多量に含まれ、B・Cには中～少量、Dにはきわめて稀にしか産出しない。

これら4層準の存在は西市ノ瀬町北方の浅野川西岸(A—C)および東岸(D)の模式的露出地において明瞭にみとめることができる(Loc. ④; Plate I—1—A, B, Loc. ⑥; Plate II—1—3)。

今のところこれらの層準のもつ古生物学的・地史学的意義は十分あきらかではないが、少なくとも砂子坂層の有効な比較基準単位のひとつとして用いることが可能である。

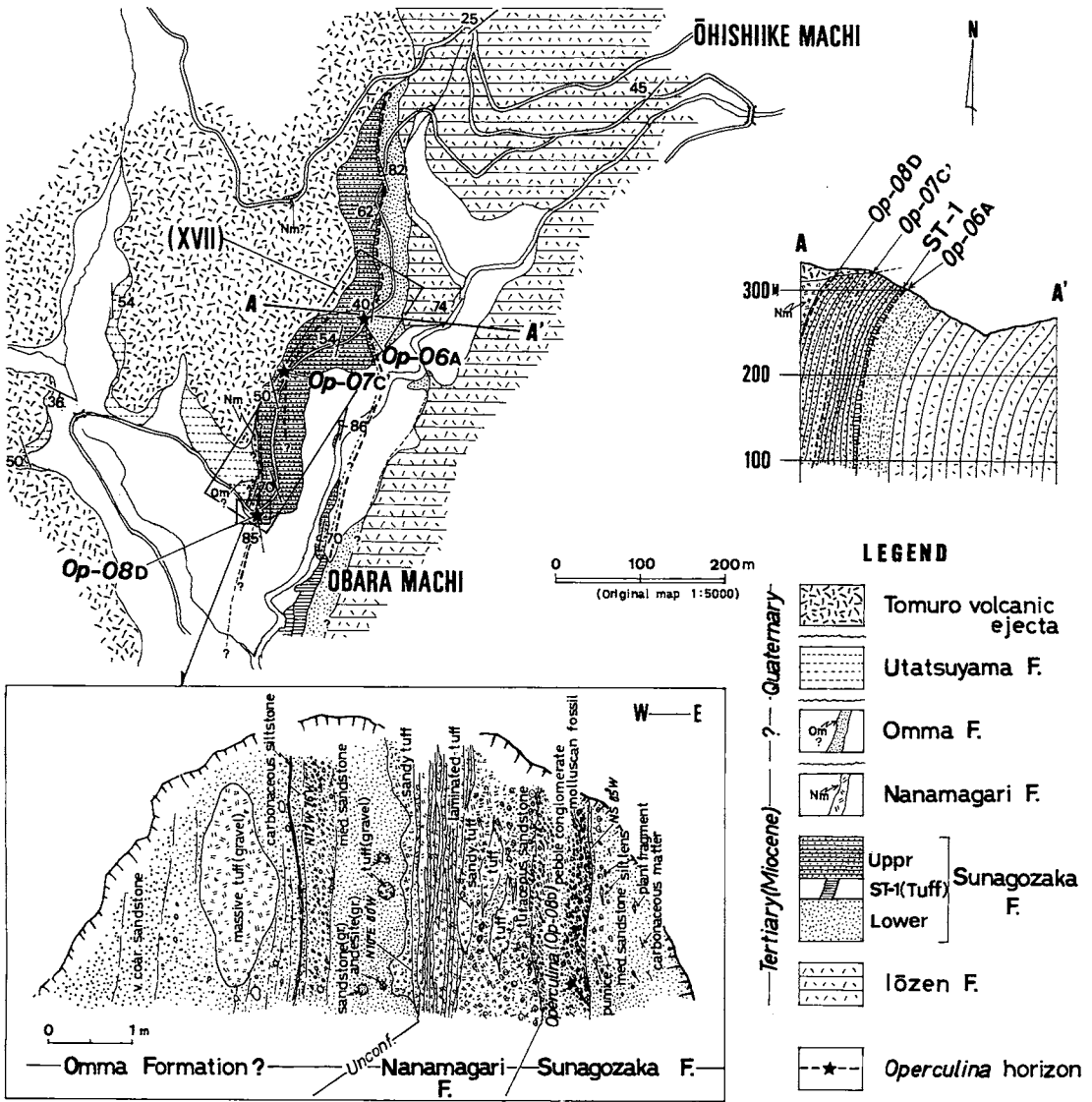


Fig. 6. Geological map and geological section of the Ohishiike-Obara machi district and a schematic sketch showing the new locality of *Operculina* (Op-08 D) and the conformable relationship between the Sunagozaka and the Nanamagari formations.

II. 医王山南西麓との比較

Fig. 6 (大菱池—小原地域の地質図・地質断面図および砂子坂層—七曲層の整合的關係・*Operculina* 新産地を示す模式的スケッチ)に示したように、小原北方の新露頭の出現によって、医王山南西麓における砂子坂層最上部

の状態があきらかとなった。新露頭では模式的スケッチに示したように、軽石粒・炭質物・植物化石片などを含む中粒砂岩の上位(西側)に発達する砂質礫岩から多数の海棲貝化石とともに *Operculina* (Op-08 D) があらたに発見され、引きつづく不規則な形状をもつ凝灰岩層との間に砂子坂層と七曲層の境界を設定することがで

きる。

七曲層の凝灰岩層は顕著な起伏をもった浸食面(不整合面)を挟んで、おそらく大桑層とみられる含礫砂岩におおわれており、長径 2 m をこえる円磨された七曲層に由来するとみられる凝灰岩の礫・砂子坂層に由来するとみられる砂岩の中礫などがみとめられる。

大菱池一小原地域 (Fig. 5—XVII) と浅野川流域 (Fig. 5—I ~ XVI) の砂子坂層の柱状図を比較すると、浅野川流域の方がいくぶん層厚を減じているけれども、よく連続する ST—1 を挟んで両地域の下部層 (Lower member: 砂岩相)、上部層 (Upper member) の下半部 (砂岩・泥岩相) および上半部 (軽石質砂岩相) の発達状態は巨視的にみて、きわめてよく符合しているといえる。Operculina の産出層準についても A, D 層準はよく符合している (C' は浅野川流域では今のところ確認されていない)。

これらのよい対応状態は浅野川流域と医王山南西麓に隔たって分布する砂子坂層が相互に密接に関連した発達史をたどったことを示しており、このことは、より広汎な地域にわたって分布する砂子坂層および相当層についての、比較基準

単位の次元での精査・検討によって、砂子坂層堆積盆地の発生・発展の経緯をかなり具体的に復元しうる可能性を強く示唆するものといえよう。

あ と が き

医王山南西麓の混とんとした地域で、はじめで識別された砂子坂層の比較基準単位は、金沢地域の標準的地層区分がなされてきた浅野川流域で一層明瞭なものとなった。

かつて、「凝灰質互層」・「層灰岩層」・「Operculina 層」など多様な名称でよばれ、「随所に凝灰岩・凝灰角礫岩を挟む」と記された金沢周辺の砂子坂層は地層の上限・下限についての記述がよくなされないままに、多様な境界線で描かれてきたが、小論に示したように、砂子坂層はいくつかの比較基準単位に分解され、それによって相互に隔たって分布する砂子坂層および相当層が有機的に関連づけられるようになってきた。

そして現在、他の多くの地域でそれらの対応関係があきらかにされつつある。

参 考 文 献

- 別所文吉ほか 7 名, 1967, 金沢周辺の地質, 金沢大教育紀要 (自然科学編), No. 16, p. 119—125.
- 今井 功, 1959, 5 万分の 1 地質図幅「金沢」及同説明書, 地質調査所.
- 井上正昭・水野篤行・野沢 保, 1964, 5 万分の 1 地質図幅「城端」及同説明書, 地質調査所.
- 給野義夫 (編著), 1977, 石川県の環境地質 (10 万分の 1 地質図説明書), 石川県の自然環境, 第 1 分冊 (地形・地質), 128 P., 石川県.
- 小島和夫・藤 則雄・松浦信臣, 1961, 金沢近郊の新第三系・第四系見学案内 (付記), 8 P., 日本地質学会北陸部会.
- 中西信弘 (編), 1961, 金沢付近地質図, 同上.
- 中西乃里子, 1979MS, 北陸新第三系砂子坂層の地質学的研究 II, 金沢大教育地学教室卒業論文.
- Ogasawara K., 1976, Miocene Mollusca from Ishikawa-Toyama Area, Japan. *Tohoku Univ., Sci. Rep. 2nd ser. (Geol.)*, Vol. 46, No. 2., p. 33—78.
- 杉本幹博, 1979, 医王山南西麓の地質構造—北陸新第三系砂子坂層の研究 [I] —, 金沢大教育紀要 (自然科学編), No. 27, p. 27—35.
- 地質調査所 (編), 1974, 50 万分の 1 地質図幅「金沢」(第 2 版), 地質調査所.
- 安川純子, 1979MS, 北陸新第三系砂子坂層の地質学的研究 I, 金沢大教育地学教室卒業論文.

The Sunagozaka Formation in the Drainage Basin of the River Asano, Kanazawa City, Central Japan

— Geological Studies of the Sunagozaka Formation,
Neogene Tertiary, in Hokuriku, Central Japan [II] —

Mikihiro SUGIMOTO, Noriko NAKANISHI and Junko YASUKAWA

Abstract

Detailed investigation was made on the stratigraphy and geological structure of the Sunagozaka Formation of Neogene Tertiary (Miocene) age distributed in the drainage basin of the River Asano, Kanazawa City, Ishikawa Prefecture, Central Japan (Fig. 1).

As shown in Fig. 2, the Sunagozaka Formation is subdivided into three members on the basis of the lithologic character and four horizons of *Operculina complanata japonica* (*Op*-A—D) are recognized throughout the Formation.

Geological map-geological sections, route maps and columnar sections were shown in Figs. 3, 4-A, B and 5, respectively.

The lithological and paleontological similarities between both Sunagozaka formations separately distributed in the drainage basin of the River Asano and the southwestern part of the Mt. Iōzen (Fig. 6) were also investigated.

Explanation of Plate I

1—A, B. A typical outcrop of the Sunagozaka Formation.

Locality: western riverside of the River Asano, north of the Nishichinose machi, Kanazawa City (Loc. ④ in Fig. 4—A).

Te: Terrace deposits.

Tf: fine tuff.

Tfs: stratified tuff.

Tfm: massive pumiceous tuff ~ tuffaceous sandstone. ★: *Operculina*.

Ss: sandstone.

Sm: muddy sandstone.

Sc: conglomeratic sandstone.

2. False-bedding in the sandy sediments immediately beneath the *Operculina* horizon-A (Loc. ③).

Tfm: massive pumiceous tuff.

Tfs: stratified tuff.

Ss: sandstone.

Sc: conglomeratic sandstone.

Sv: "volcanic sandstone".

Slp: pumiceous laminated sandstone.

Sl: laminated sandstone.

Asm: alternation of sandstone and mudstone.

Md: mudstone.

Mt: tuffaceous mudstone.

*: molluscan fossil.

←ST-1→: key bed (tuff).

Sg: granule conglomeratic sandstone.

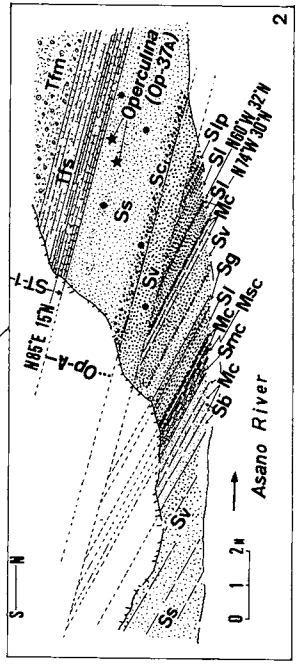
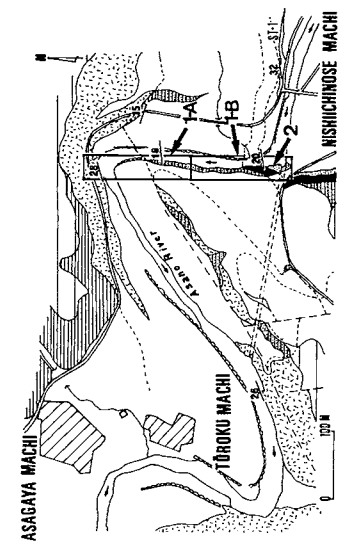
Smc: carbonaceous muddy sandstone.

Sb: black fine sandstone.

Mc: carbonaceous mudstone.

Msc: carbonaceous sandy mudstone.

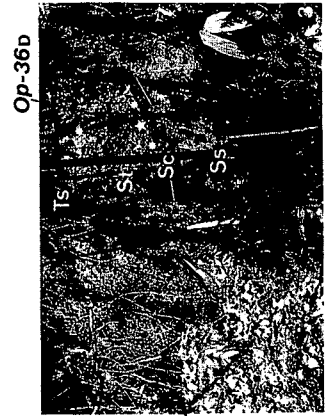
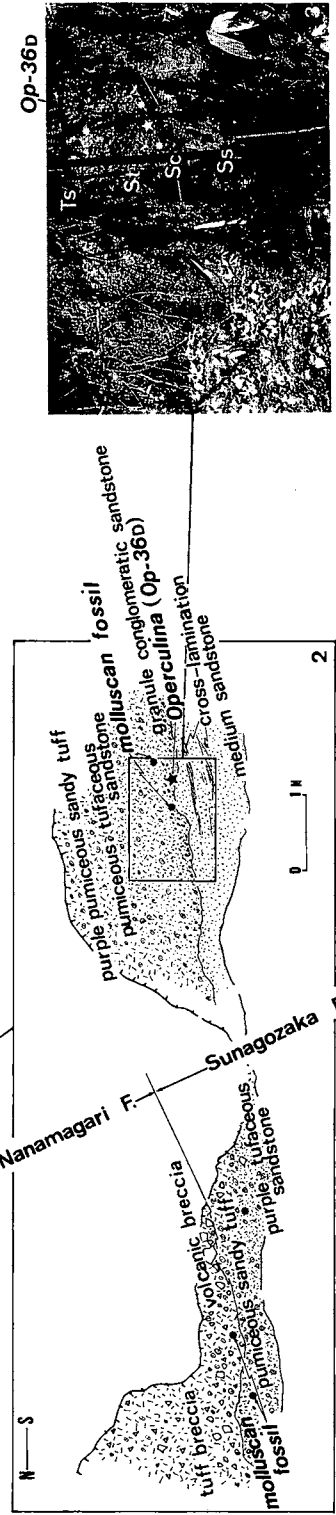
*: molluscan fossil.





N — S
NISHICHINOSE MACHI →

← Asano River



Explanation of Plate III

1. A distant view of the boundary part between the Iōzen Formation and the Sunagozaka Formation.

Locality : northern riverside of the River Asano, southwest of the Kitabukuro machi (Loc. ⑤).

Ss : sandstone. Md : mudstone. Tf : tuff.

2. An outcrop of the middle~ upper part of the ST-1 (keybed-tuff) yielding *Operculina complanata japonica* (*Op-45B*).

Locality : far south of the Tōroku machi (Loc. ②).

Te : Terrace deposits. Tfs : stratified tuff. Tfm : massive pumiceous tuff.

- 3—8. Mode of occurrences of the *Operculina* horizon-A underlying the ST-1 (key bed-tuff).

Locality : 3 : north of the Nishiichinose machi (Loc. ③ ; *Op-37A*).

4 : Higashiichinose machi (Loc. ⑧ ; *Op-33A*).

5 : southwest of the Kitabukuro machi (Loc. ⑩ ; *Op-18A*).

6 : west of the Kitabukuro machi (Loc. ⑬ ; *Op-27A*).

7 : southeast of the Higashiichinose machi (Loc. ⑪ ; *Op-28A*).

8 : southwest of the Kitabukuro machi (Loc. ⑰ ; *Op-17A*).

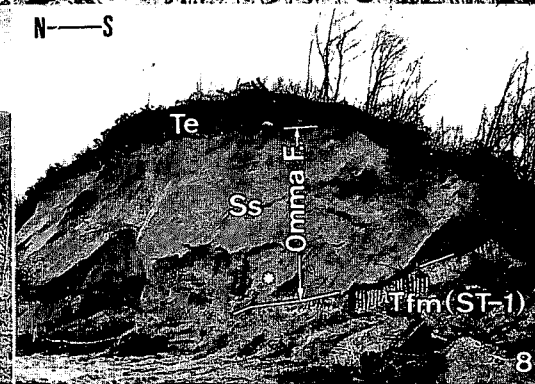
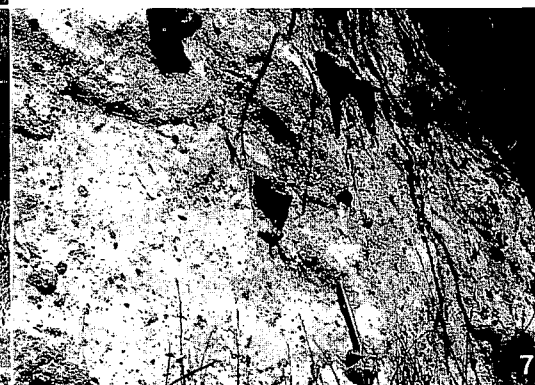
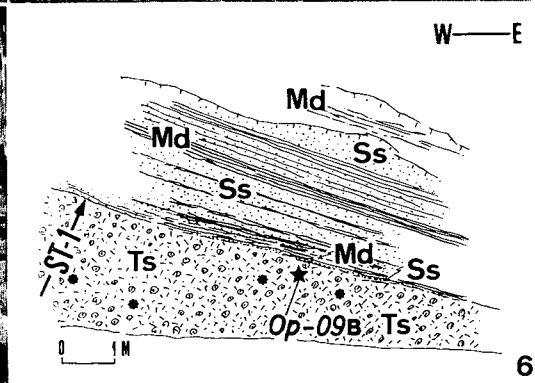
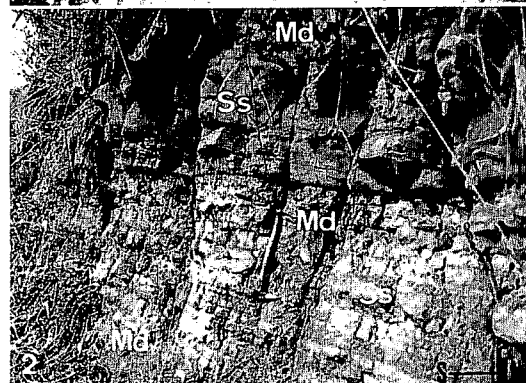
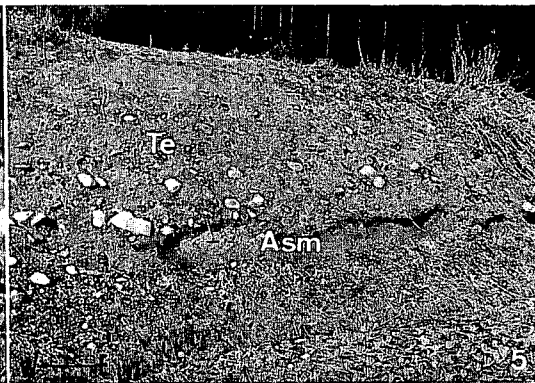
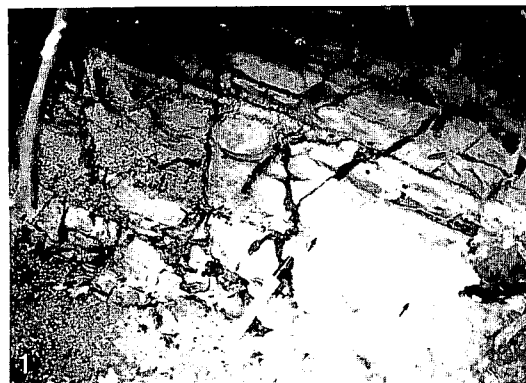
Te : Terrace deposits. Md : mudstone.

Tf : tuff. Ss : sandstone.

Tfm : massive tuff. ★ : *Operculina*.

Tfs : stratified tuff. * : molluscan fossil.





Explanation of Plate IV

1. Graded-bedding in the stratified tuff (lower part of the ST-1) of the Sunagozaka Formation showing the normal order of the stratigraphic sequence.
Locality: southwest of the Kitabukuro machi (Loc. ⑬).
- 2—5. Mode of occurrences of the thin alternation of sandstone and mudstone of the Upper member of the Sunagozaka Formation.
Locality: 2: far south of the Tōroku machi (Loc. ①).
3: east of the Higashiichinose machi (Loc. ⑨).
4: southeast of the Higashiichinose machi (Loc. ⑩).
5: west of the Kitabukuro machi (Loc. ⑫).
Ss: sandstone. Asm: alternation of sandstone and mudstone.
Md: mudstone.
6. Schematic sketch showing the occurrence of *Operculina* (*Op-09B*) at the uppermost part of the ST-1.
Locality: Kitabukuro machi (Loc. ⑬).
Md: mudstone. Ss: sandstone. Ts: pumiceous sandy tuff.
7. Tuff breccia~volcanic breccia of the lower part of the Nanamagari Formation.
Locality: far north of the Nishiichinose machi (Loc. ⑦).
8. Massive pumiceous tuff (Tfm: ST-1) of the Sunagozaka Formation overlain by sandstone (Ss) of the Omma Formation with clino-unconformity.
Locality: west of the Kitabukuro machi (Loc. ⑭).
Te: Terrace deposits. *: molluscan fossils of the Omma Formation.