

新潟県津川地域に分布する中新統野村層のテフラ層序及び珪藻化石層序との関係

平中宏典¹・黒川勝己¹・柳沢幸夫²

Hironori Hiranaka, Katsuki Kurokawa and Yukio Yanagisawa (2007) Tephrostratigraphy and diatom biostratigraphy of the Miocene Nomura Formation in the Tsugawa area, Niigata, Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 58(5/6), p.133 - 188, 8 figs, 4 tables, 1 appendix fig, 1 appendix table.

Abstract: The middle to upper Miocene tephrostratigraphy was established for the tephra beds intercalated in the Nomura Formation exposed along the Shinazawagawa River in the Tsugawa area, Niigata Prefecture, Japan. Field occurrence, petrographical characteristics (grain-size distribution, mineral composition, heavy mineral composition and shape of volcanic glass shards) and chemical composition of volcanic glass shards were systematically described for the 80 tephra beds. Furthermore, precise numerical age was calculated for each tephra bed on the basis of detailed diatom biochronology of the Nomura Formation. From 12 Ma to 7.5 Ma four stages was discriminated based on the frequency of tephra beds. A tendency of upward decrease of K₂O content was recognized in the glass shards in the Nomura Formation.

Keywords: tephra, tephrochronology, diatom biostratigraphy, Miocene, Neogene, Nomura Formation, Tsugawa, Niigata, Japan

要 旨

新潟県津川地域の品沢川ルートに露出する中新統野村層のテフラ層序を確立し、約80層のテフラ層の産状、記載岩石学的特徴（構成粒子組成・火山ガラス形状・有色鉱物組成）と火山ガラスの主成分化学組成を明らかにした。あわせてテフラ層序と珪藻化石層序との直接関係についても検討を行い、各テフラ層の詳しい堆積年代を算定した。また、テフラ層の挟在頻度から12 Ma～7.5 Maの間を4つのステージに区分した。本地域においては、年代が新しくなるにつれて、テフラ層の挟在頻度が増加し、火山ガラスのK₂O量が減少する傾向が認められた。

1. はじめに

テフラ層は過去の精密な時間指標層であり、それらを記載し広域的に対比を検討・確立することは、地質年代学の精度を向上させるために極めて重要である。日本におけるテフラ層序は、第四紀-鮮新世については既に十分なデータの蓄積によりカタログが整備され（町田・新井, 2003）、地層の広域対比やさまざまな地質現象の年代決定などに広く活用されている（里口ほか, 1999; 黒川, 1999aなど）。しかし、中新世については、新潟堆積盆の一部の層準で精密なテフラ層対比

が行われてはいるものの（黒川・大海, 2000; 平中ほか, 2002, 2004）、地理的な広がりや極めて狭くデータ整備もほとんど進んでいない。

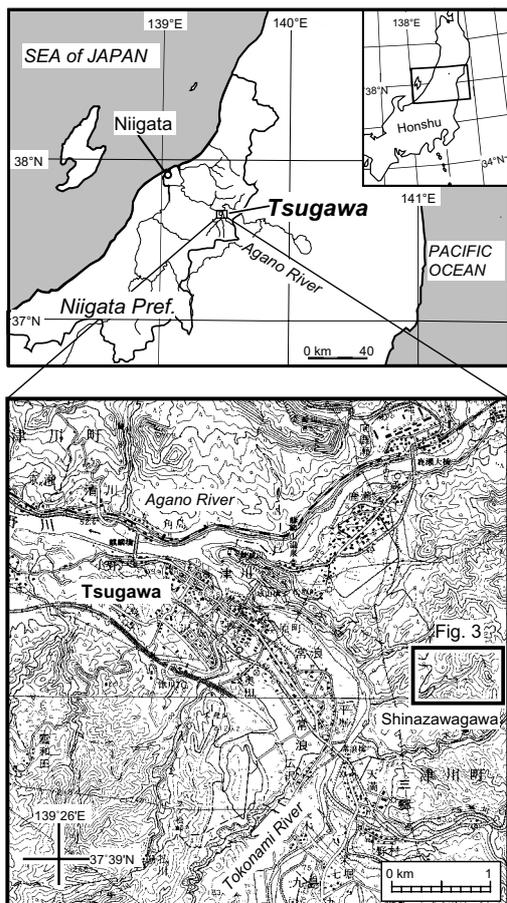
そこで筆者らは、中新世のテフラ層序を確立するため、広域対比の基礎となる地域テフラ層序データを整備することを目的に、新潟県津川地域（第1図）に分布する中新統野村層のテフラ層の検討を行ってきた。野村層のテフラ層は、珪藻年代層序との直接の関係より堆積年代が正確に算定されており（柳沢ほか, 2003a）、時間指標層としての役割も期待できる。本研究では、柳沢ほか（2003a）が報告したテフラ層のほか新たに見いだしたテフラ層についても、産状、記載岩石学的特徴、火山ガラスの主成分化学組成を詳しく検討した。また、珪藻年代層序を更に精密化するため、年代が判明している生層準の近傍で追加試料を採取して珪藻化石年代分析を行った。

2. 地質概説

津川地域の中新統の層序は、藤田（1949）の研究以来、吉村ほか（1974）、津川グリーンタフ団体研究グループ（1979）、吉村・八幡（1982）、津田ほか（1986）及び小林・立石（1992, 2000）などの研究によって明らかにされてきた。それによれば、津川地域の中新統は、下位より津川層、天満層、野村層及び常浪層から

¹新潟大学教育人間科学部地学教室 (Department of Earth Science, Faculty of Education and Human Sciences, Niigata University, 8050 Ikarashi Ninocho, Nishiku, Niigata, 950-2181, Japan)

²地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Institute of Geology and Geoinformation)



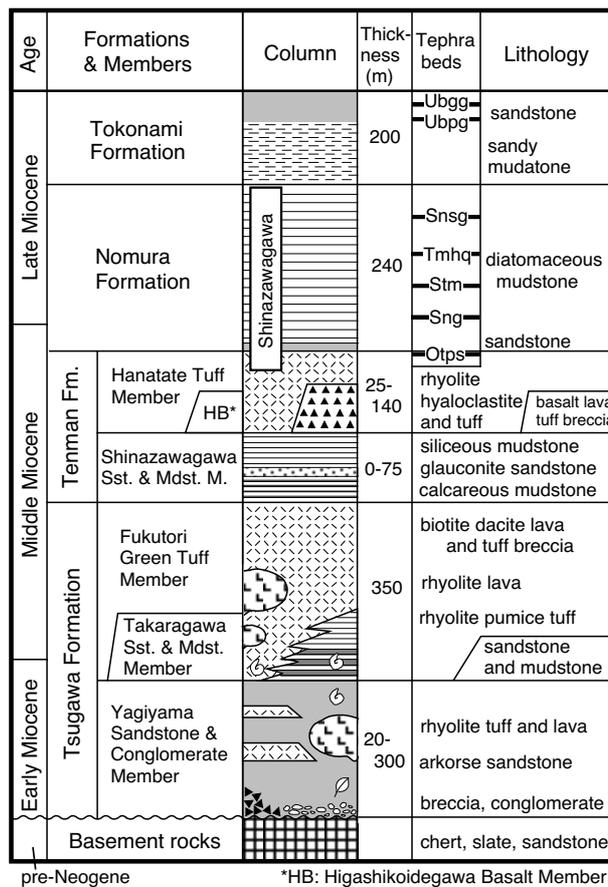
第1図 津川地域の位置図。国土地理院発行5万分の1地形図「津川」と「御神楽岳」を使用。柳沢ほか(2003a)を一部修正。

Fig. 1 Map showing the Tsugawa area, Niigata Prefecture, after Yanagisawa *et al.* (2003a), revised in part. Geographic maps are “Tsugawa” and “Mikaguradake” (1/50,000 in scale) by Geographical Survey of Japan.

なる(第2図)。

津川層は八木山砂岩礫岩部層、宝川砂岩泥岩部層及び福取緑色凝灰岩部層の3部層からなる。最下部の八木山砂岩礫岩部層は、一部流紋岩質凝灰岩と溶岩を挟むアルコース質砂岩と中・巨礫岩からなり、先第三系のチャート・頁岩及び砂岩からなる基盤岩を不整合に覆う(津川グリーンタフ団体研究グループ, 1979)。宝川砂岩泥岩部層は上位の福取緑色凝灰岩部層の下部と指交関係にあり、灰色凝灰質砂岩と泥岩からなる。福取緑色凝灰岩部層は緑色に変質した火砕岩であり、下部は流紋岩質軽石凝灰岩、上部は流紋岩質溶岩・軽石凝灰岩と黒雲母デイサイト質溶岩・凝灰角礫岩からなる。

天満層は津川層を整合に覆い、品沢川砂岩泥岩部層、東小出川玄武岩部層及び花立凝灰岩部層に分けられる。品沢川砂岩泥岩部層は下部が明灰色泥岩、上部は暗灰色の珪質泥岩からなり、両者の境界に海緑石が密集した砂岩層(海緑石砂岩層)が発達する。東小出川玄武



第2図 津川地域の新第三系の層序(小林・立石, 1992による)。柳沢ほか(2003a)を一部修正。

Fig. 2 Stratigraphy of the Neogene sequence in the Tsugawa area (Kobayashi and Tateishi, 1992), after Yanagisawa *et al.* (2003a), revised in part.

岩部層は、玄武岩火山礫凝灰岩・凝灰岩角礫岩及び溶岩からなる。花立凝灰岩部層は流紋岩質のパミス質ハイアロクラスタイト・火砕岩で、下半分は軽石質ハイアロクラスタイト、上半分はパミス質テフラ層が卓越する(黒川・大海, 2000)。本部層最上部には、音無川豆石火山灰層(Otps)が挟在する(黒川・大海, 2000)。

野村層は天満層を整合に覆う塊状の珪藻質泥岩である。多数のテフラ層を挟み、このうち、品沢川奥テフラ層(Sng)、品沢川上流テフラ層(Stm)、天満沢川含高温型石英ガラス質テフラ層(Tmhq)及び品沢川ガラス質粗粒テフラ層(Snsg)は広域テフラ層であり、対応するテフラ層がそれぞれ新発田市及び胎内市に分布する内須川層中に見いだされている(黒川・大海, 2000; 平中ほか, 2002, 2004)。

常浪層は野村層から整合漸移し、砂質泥岩及び砂岩からなる。本層中では姥堂川ピンクガラス質テフラ層(Ubgg)や姥堂川灰白色テフラ層(Ubgg)が記載されている(黒川・大海, 2000)。

3. 調査セクション・試料及び方法

3.1 調査セクション

この研究では、阿賀町津川（旧津川町）の常浪川右岸の品沢川セクションで調査と試料採取を行った（第3図）。品沢川上流には北北西-南南東方向の背斜があり、その西翼には天満層の品沢川砂岩泥岩部層と花立凝灰岩部層及び野村層がほぼ連続的に露出している。このセクションでは、平中ほか（2002）の指標テフラ層を含め多数のテフラ層が観察できる（柳沢ほか、2003a）。

本研究では、再度詳細な野外調査を行い、柳沢ほか（2003a）では見落としていた極めて薄いテフラ層も含めて、ほとんど全てのテフラ層の記載を行った。特に、林道天名品沢線が品沢川をわたる地点より上流については、新たに詳細なルートマップ（第4図）を作成し、全体としてテフラ層の層相及び層準をより精密に記載した柱状図を作成した（第5図）。

テフラ層の名称には、新たに見いだしたテフラ層も含めて、下位より系統的に付されたSnコード（柳沢ほか、2003a）を用いた。ただし、既に黒川・大海（2000）及び平中ほか（2002）で命名されているテフラ層については、従来の名称を正式名称とし、混乱を避けるため両者を併用する。

3.2 珪藻化石試料の採取と分析方法

柳沢ほか（2003a）は品沢川セクションにおいて珪藻化石分析を行い、本セクションにおける野村層の珪藻化石年代層序を確立した。ただし、柳沢ほか（2003a）では、試料分析が平均3 m間隔であったため、年代推定の基準となる生層準も約3 mの精度でしか層準が判明していなかった。本研究では、この珪藻年代層序を更に精密化するため、本セクションで確認された珪藻生層準D56, D57, D58, D59, D60, D65, D66, D70の近傍で、約50 cm間隔で追加試料を採取し珪藻年代分析を行った（第5図）。試料の処理と珪藻の分析・計数方法は柳沢（1999）に従った。

本研究では、珪藻化石帯区分と生層準はAkiba（1986）とYanagisawa and Akiba（1998）のNPDとDコードを用いる。ただし、珪藻年代はWatanabe and Yanagisawa（2005）を用いて一部修正した。古地磁気年代層序は最新新たな古地磁気年代層序（Gradstein *et al.*, 2004）が公表されたが、新第三紀についてはまだ評価が定まっていない部分があるので、ここでは従来のCande and Kent（1995）及びBerggren *et al.*（1995）を使用する。

3.3 テフラ層の産状記載・採取・処理及び分析方法

テフラ層の産状は、層厚、粒度、色調、内部堆積構造

（級化、ラミナ、パミス、異質粒子の有無など）、ユニット区分の有無、上下位層との境界面の記載を行った。

試料は、テフラ層の下部を中心に、できるだけ鉄分などの付着が少ない新鮮なものを採取した。ユニット区分されるものや、内部の堆積構造に違いが認められるものは、複数の試料を採取した。今回は、柳沢ほか（2003a）で報告されたテフラ層のうちの52層と、新たに見いだした22層の計74層の試料を採取した。

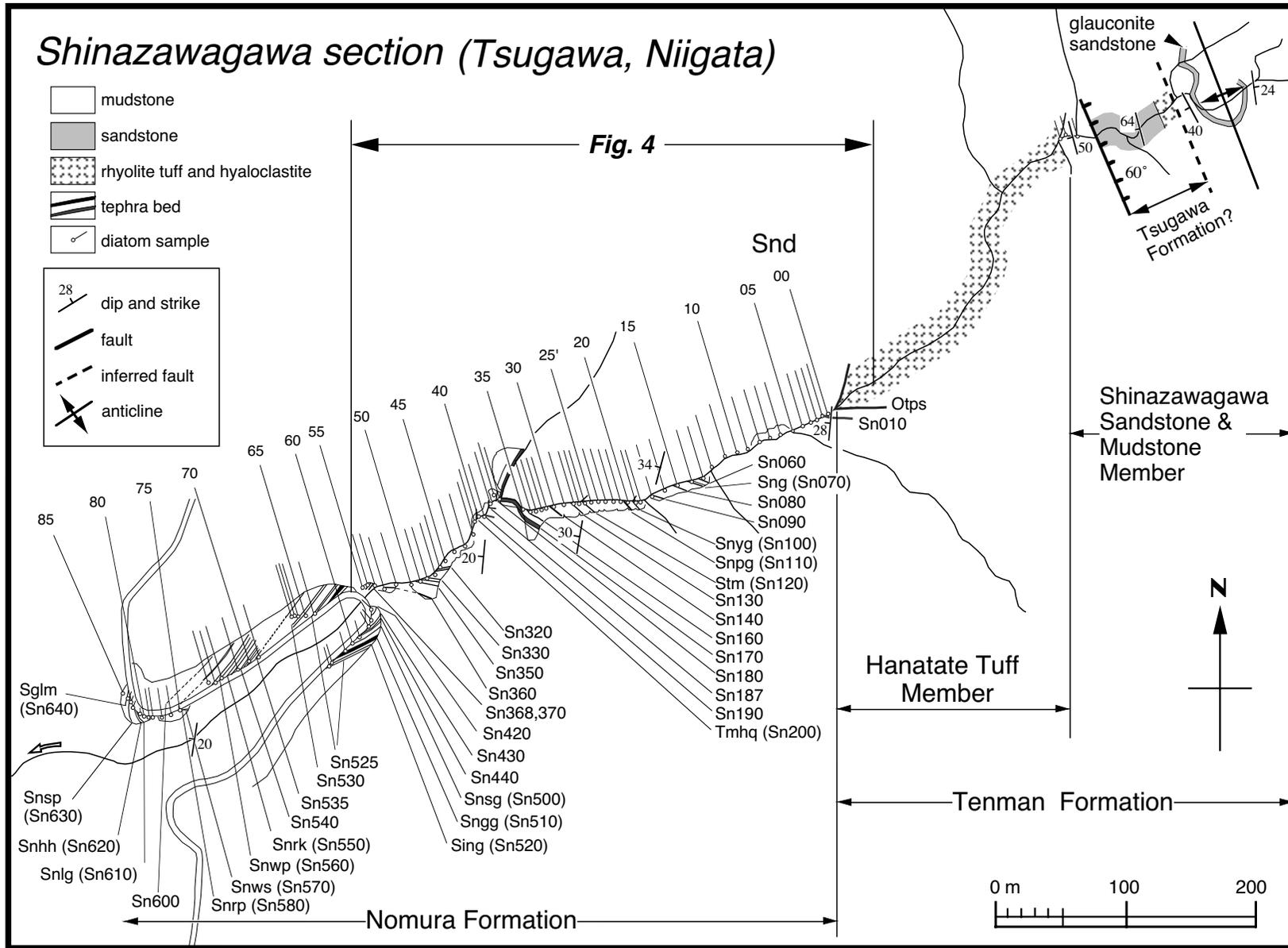
採取試料は、黒川（1999b）に準じて、水洗、脱鉄、乾燥、篩別の各処理を行った。なお、固結が進んでいる試料は、前処理として水洗前に粉碎した。

鏡下観察用の試料は、 $3\phi\sim4\phi$ （極細粒砂サイズ）の粒子を用いて全粒子プレパラート3枚作成し、特に有色鉱物の含有率が低い試料については、isodynamic separatorで有色鉱物を分離して、有色鉱物プレパラートを作成した。

火山ガラスの主成分化学組成分析用試料は、 $2\phi\sim3\phi$ （細粒砂サイズ）の粒子を用い、エポキシ系接着剤にてスライドガラス上に盛りつけ、70℃に保った定温乾燥機内に1時間程度入れて完全に硬化させた。その後、#800, #1500, #3000のカーボランダムを用いて平面研磨し、更に琢磨用アルミナ懸濁液を用いて鏡面研磨した。最後に蒸留水中で超音波洗浄を行い、乾燥後炭素蒸着を施して測定試料とした。

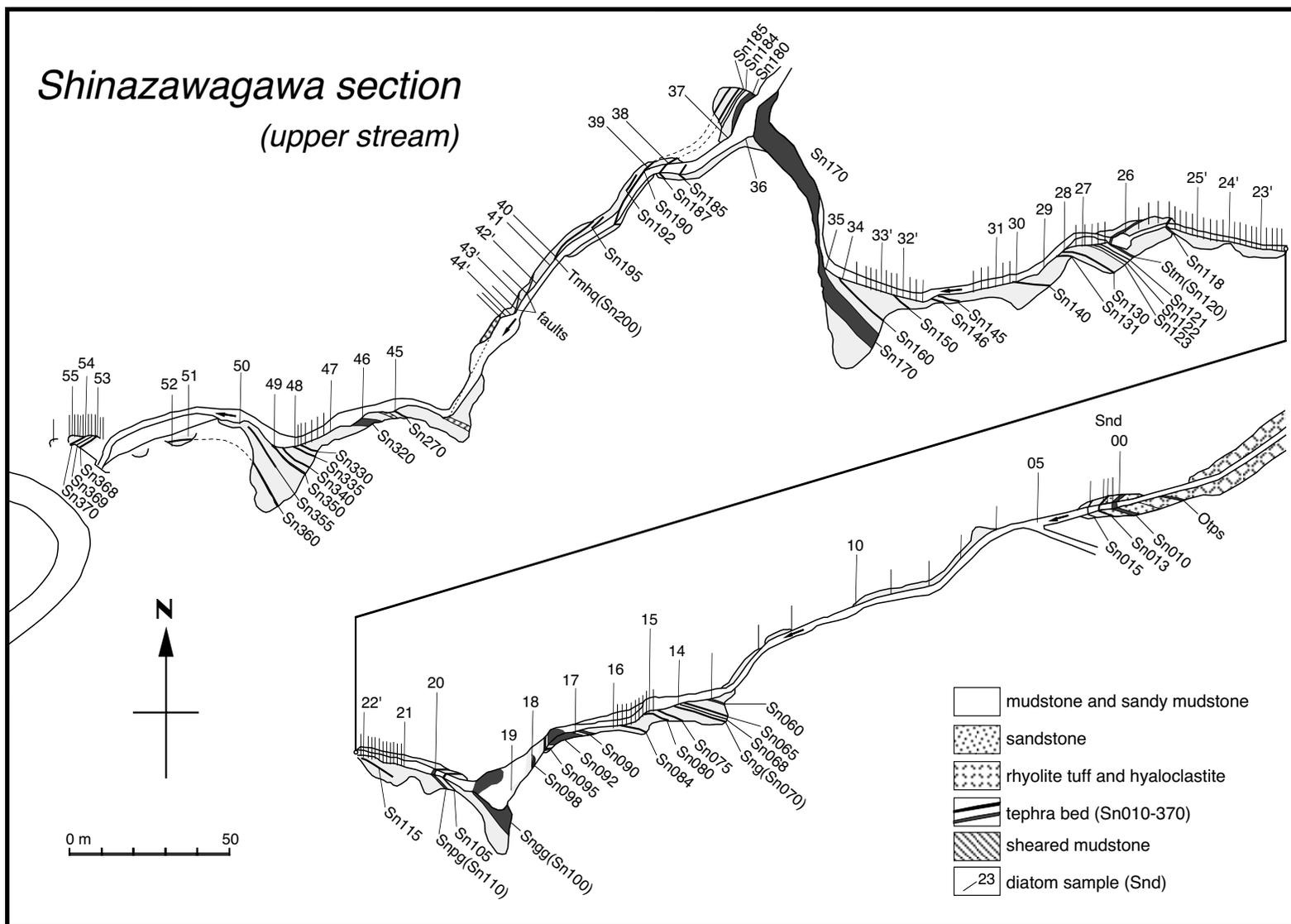
記載岩石学的特徴は、全構成粒子比、有色鉱物構成比、火山ガラスの形状比について検討した。全構成粒子比は、偏光顕微鏡下にて火山ガラス（Gl）、高温型石英（Hq）、長石（Fld）、有色（マフィック）鉱物（Mm）に分類し、全粒子プレパラートにて計数して、その個数比を求めた。パミス片を多く含むものについては特徴として記載した。有色鉱物構成比は、黒雲母（Bt）、ホルンブレンド（Hbl）、酸化ホルンブレンド（oxHbl）、カミングトン閃石（Cum）、斜方輝石（Opx）、単斜輝石（Cpx）、ザクロ石（Grt）、燐灰石（Ap）、褐簾石（Aln）、ジルコン（Zrn）、不透明鉱物（Opq）に分類し、全粒子プレパラートまたは有色鉱物プレパラートを用いて計数し、その個数比を求めた。ガラスの形状比は吉川（1976）、黒川（1999b）の分類に準じて、扁平型（Ha型、Hb型）、中間型（Ca型、Cb型）、多孔質型（Ta型、Tb型）、及び不発型（F型）に分類し、全粒子プレパラートにて計数してその個数比を求めた。また褐色ガラス（Br）についてもその有無を記載した。

火山ガラスの主成分化学組成分析は、坂井・黒川（2002）の方法に基づき、新潟大学自然科学研究科のWDS型電子線マイクロアナライザ（EPMA）JXA-8600型を用いて加速電圧15 keV、試料電流 1.30×10^{-8} A、ビーム径20 μ mの条件で測定し、oxide ZAF補正を行った。1試料につき20～25片の火山ガラスを測定した。火山ガラスはおおむね5～10%程度の含水率であ



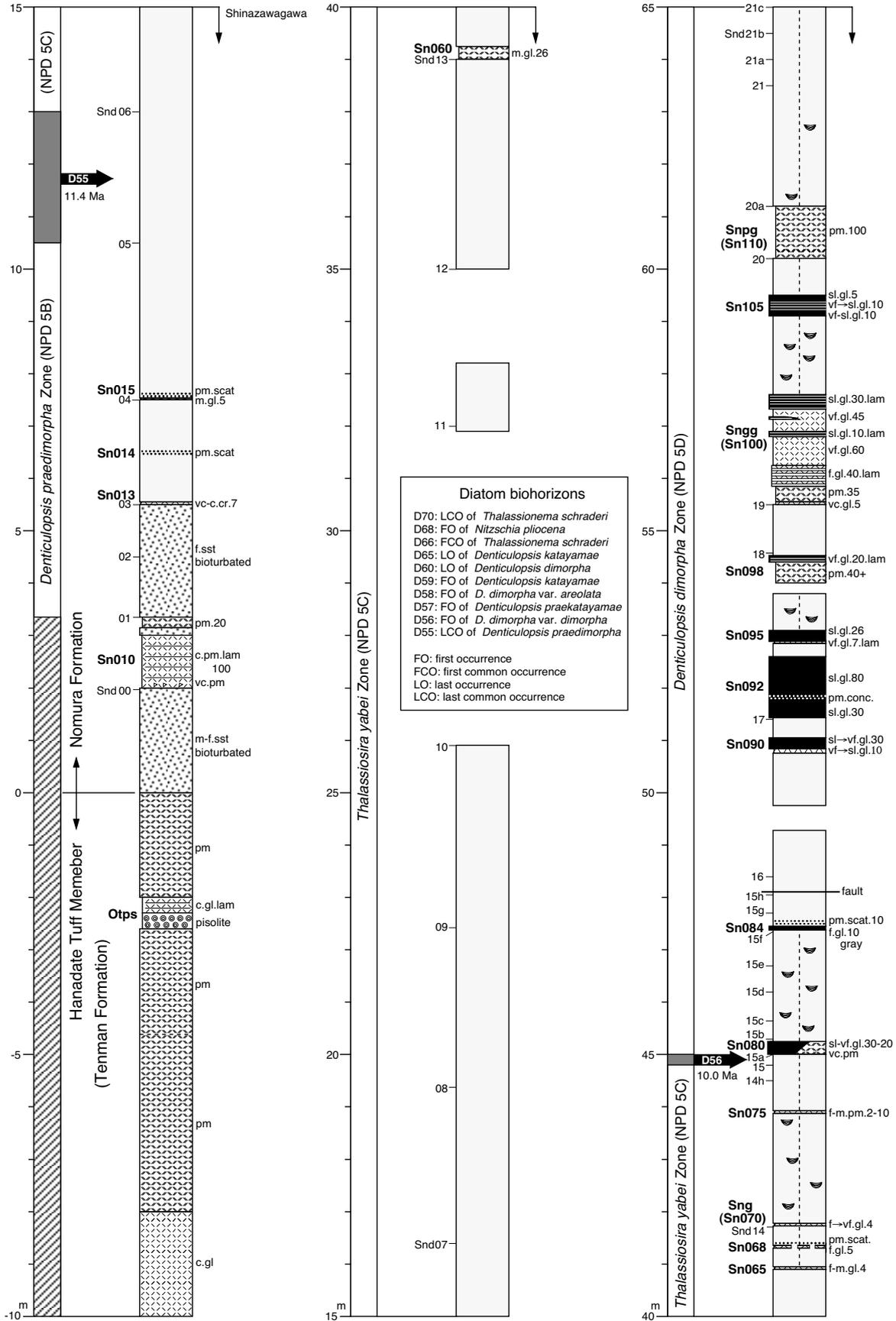
第3図 津川地域品沢川のルートマップ。柳沢ほか（2003a）を一部修正。珪藻試料のうち追加試料は表示していない。

Fig. 3 Map of the Shinazawagawa stratigraphic section, Tsugawa area, after Yanagisawa *et al.* (2003), revised in part.



第4図 品沢川上流部のルートマップ。

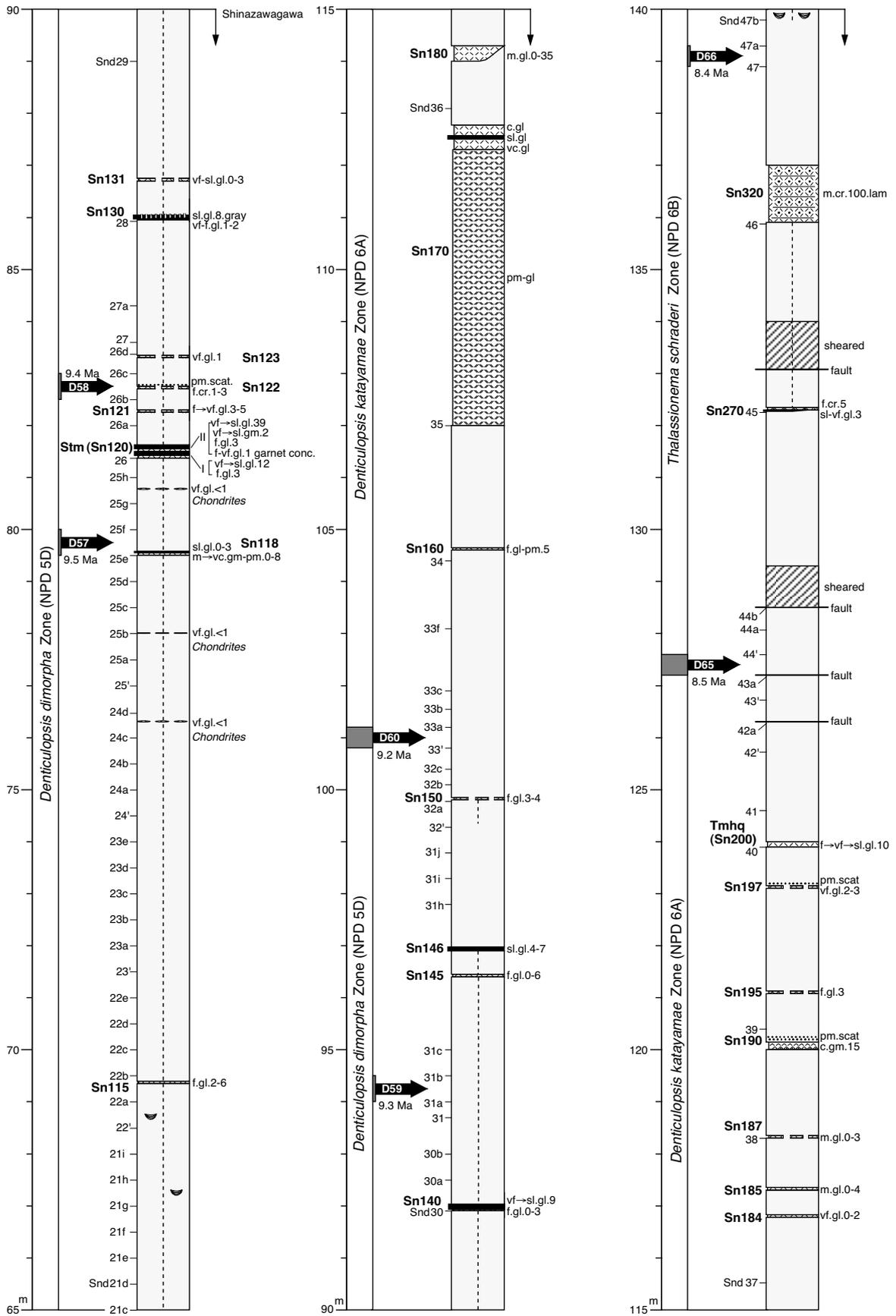
Fig. 4 Map showing the upper stream of the Shinazawagawa stratigraphic section.



第5図 品沢川ルートでの地質柱状図. 柳沢ほか (2003a) を一部修正.

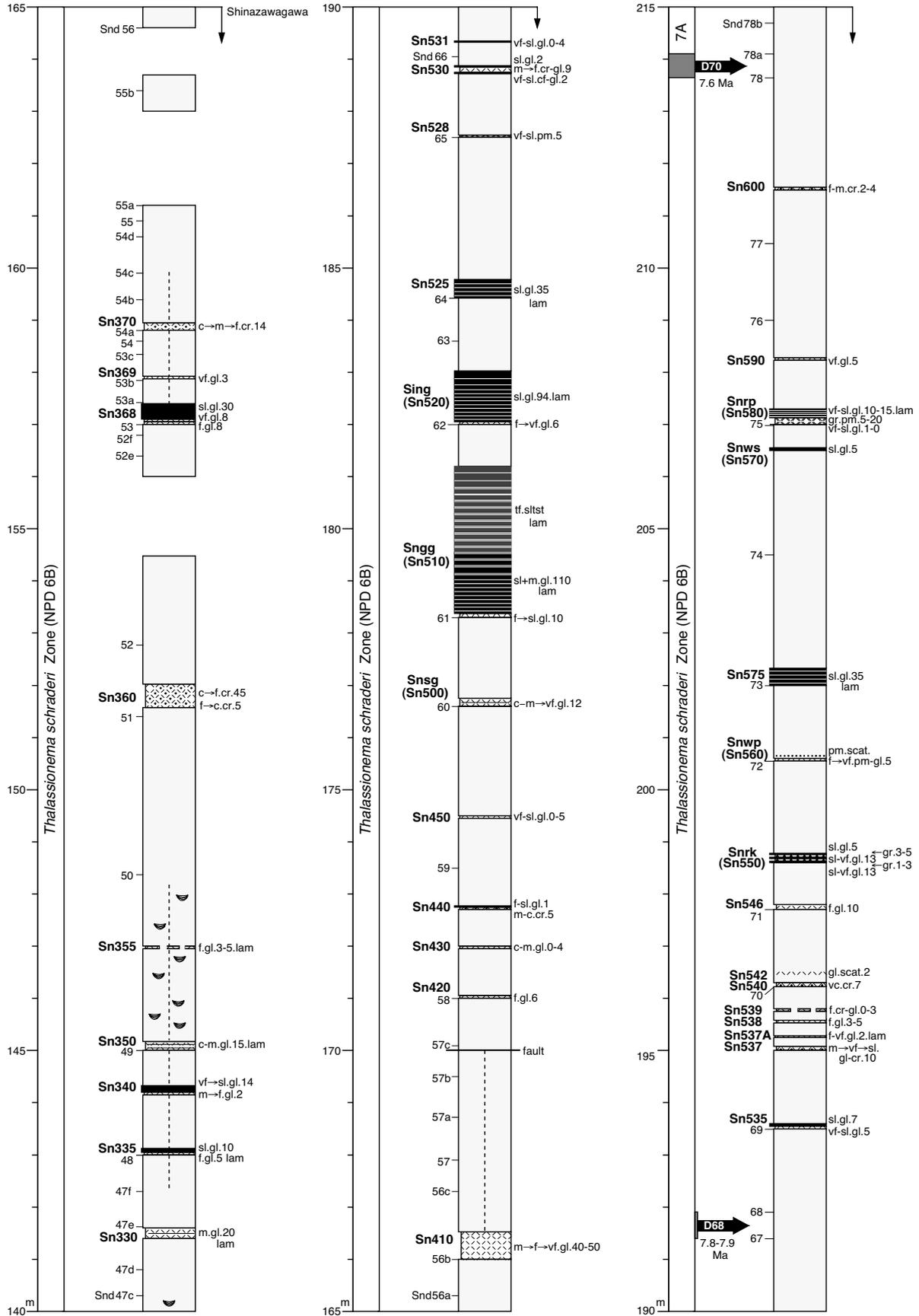
Fig. 5 Columnar section of the Shinazawagawa stratigraphic section, after Yanagisawa *et al.* (2003a), revised in part.

新潟県津川地域の中新統野村層のテフラ層序及び珪藻化石層序(平中ほか)

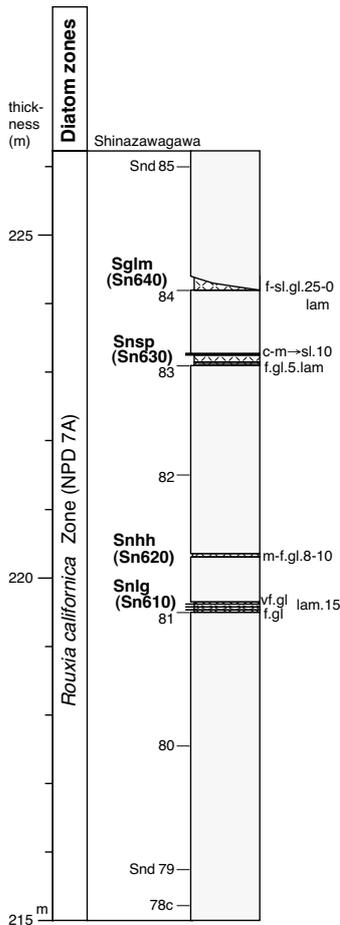
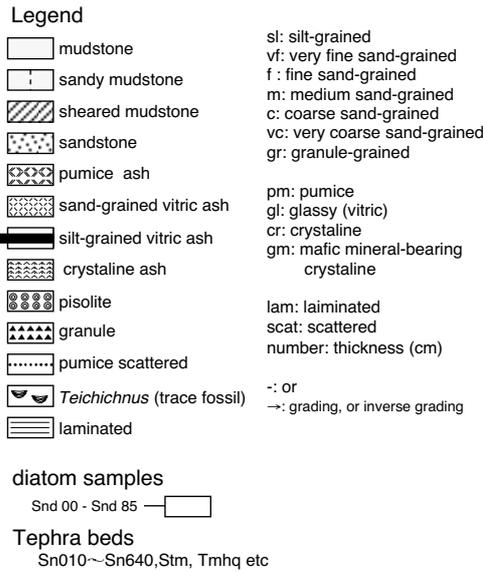


第5図 続き.

Fig. 5 Continued.



第5図 続き.
Fig. 5 Continued.



第5図 続き.

Fig. 5 Continued.

るため、得られたデータは総計を100%に規格化して議論し、規格化前の酸化物総計が89%未満のものは、変質などの影響により正確性が低いと考えられるので議論の対象外とした。なお、ワーキングスタンダードとして始良Tnテフラ(AT)を用いた測定値の検証を行い、町田・新井(2003)に示された組成範囲内に測定値がおさまることを確認した。

4. 珪藻化石年代層序

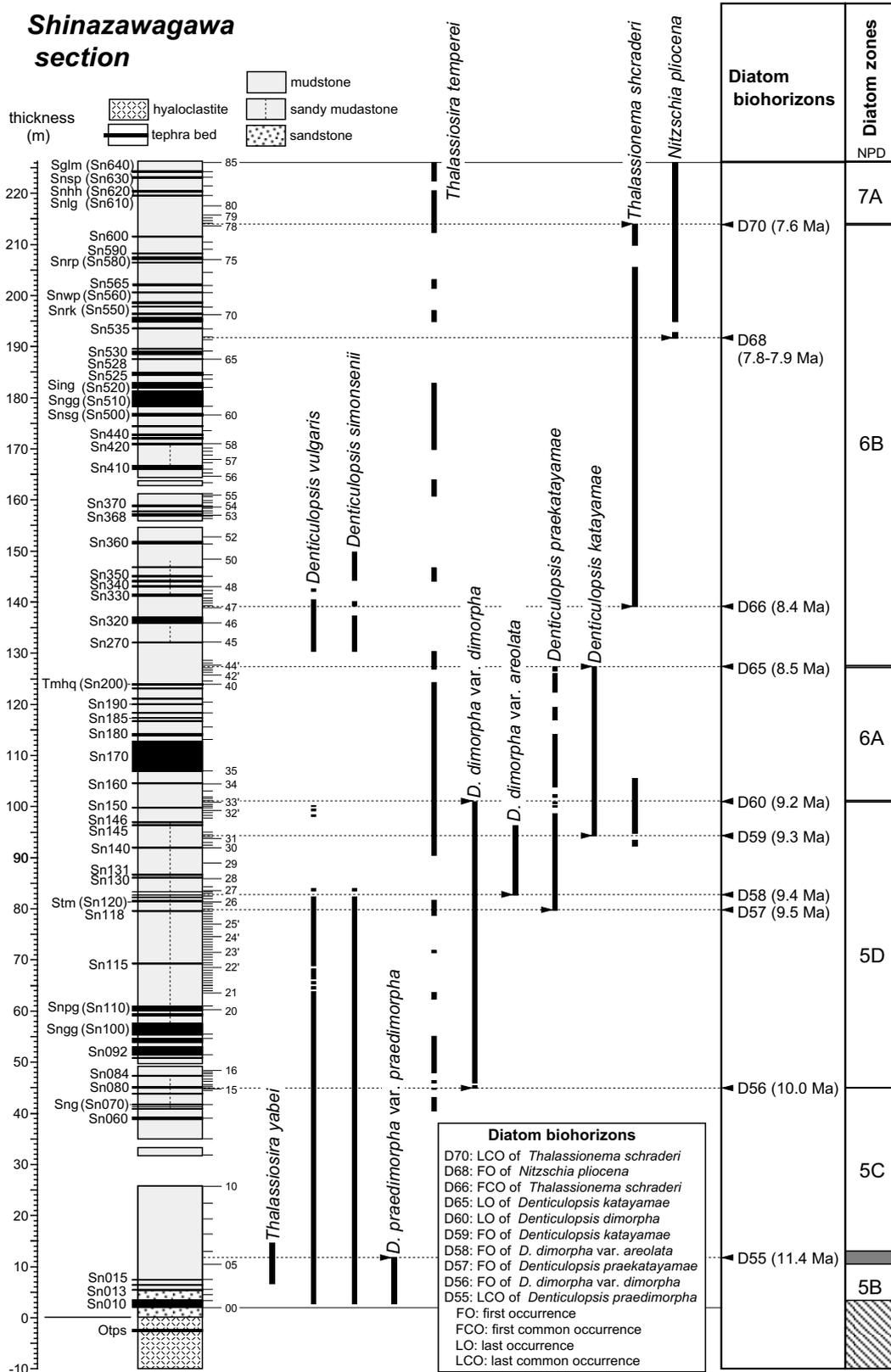
追加して採取した珪藻試料の分析結果を付表第1表に示す。また、今回の分析と柳沢ほか(2003a)の結果を総合し、指標珪藻種の層序分布、珪藻化石帯区分及び珪藻生層準を第6図にまとめた。更に、年代の判明している生層準の年代を基準として品沢川セクションにおける野村層の堆積速度曲線を作成した(第7図)。

品沢川セクションの野村層では、Akiba(1986)及びYanagisawa and Akiba(1998)の北太平洋新第三紀珪藻化石帯区分のうち、後期中新世の化石帯を定義する指標種である *Denticulopsis praedimorpha*, *D. simonsenii*, *D. vulgaris*, *D. dimorpha* var. *dimorpha*, *D. dimorpha* var. *areolata*, *D. praekatayamae*, *D. katayamae*, *Thalassionema schraderi*, *Nitzschia pliocena*などが産出した。これらの指標種の産出により、野村層では下位よりAkiba(1986)のNPD 5B, 5C, 5D, 6A, 6B及び7Aの各珪藻化石帯が認定できる(第6図)。

また、対比基準となる生層準としては、D55, D56, D57, D58, D59, D60, D65, D66, D68及びD70が認められた(各生層準の定義は第6図及び第7図を参照)。今回の追加分析により、生層準D56, D57, D58, D59, D60, D65, D66及びD70については、約50cmの精度でその層準が特定された。これにより、柳沢ほか(2003a)よりも高精度の珪藻年代層序を確立することができた。その結果、品沢川セクションのテフラ層の年代を更に精密に算定することが可能となった(第7図)。

5. テフラの記載

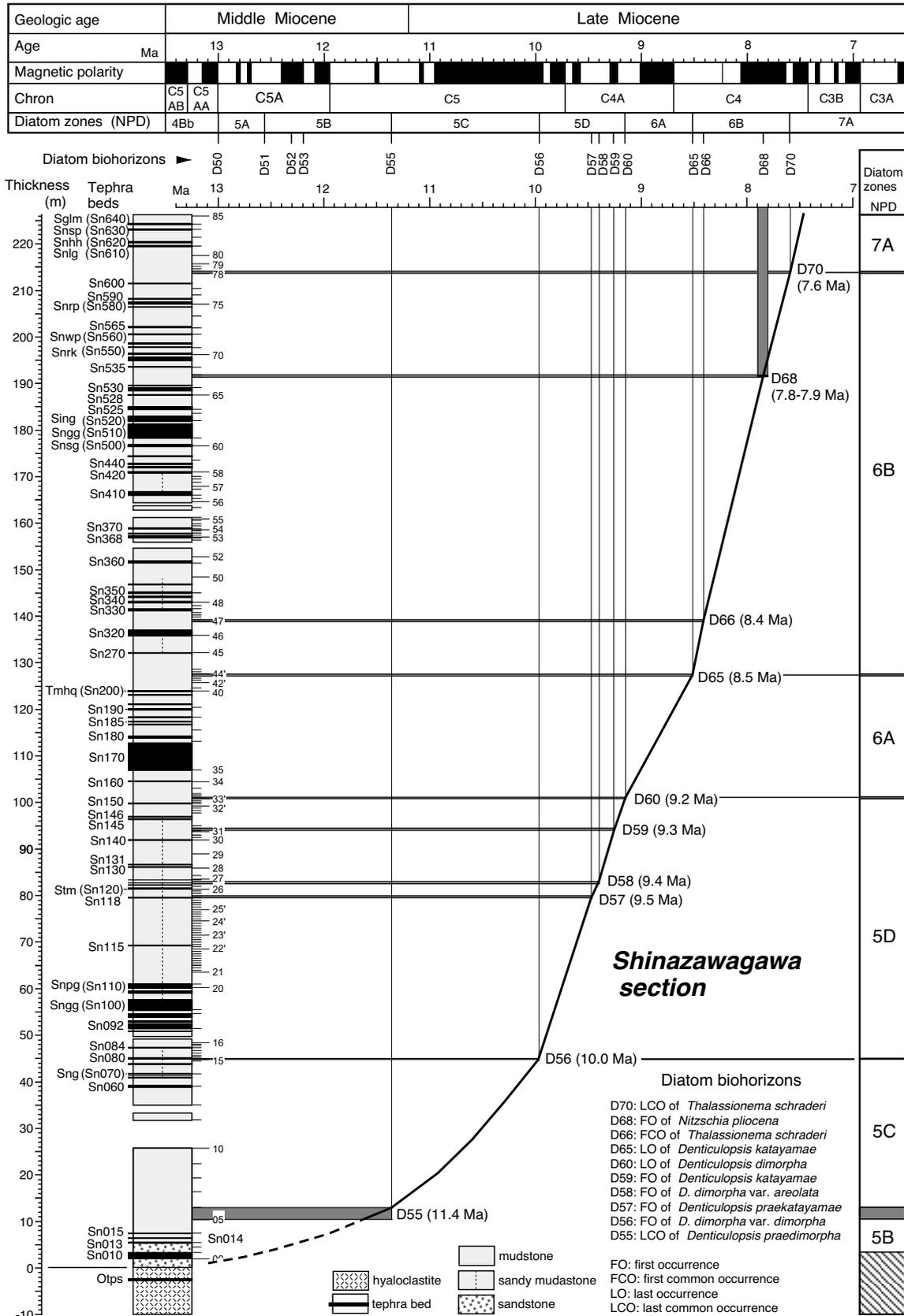
ここでは、下位より各テフラ層の層準、産状及び岩石学的特徴を記載する。野外の産状と層準は第5図に、記載岩石学的特徴は第1表に、火山ガラスの主成分化学組成の平均値・標準偏差は第2表に、主成分化学組成の範囲は第3表にそれぞれ示す。また、各テフラ層の野外の産状の写真と構成粒子の顕微鏡写真を付図第1図に示す。なお、主成分化学組成の測定点ごとの測定値は紙面の都合上省略し、別途電子データとして日本テフラデータベース(J-Tephra; <http://www.j-tephra.jp/>)上で公表する予定である。



第6図 品沢川セクションの野村層における主な指標珪藻種の層序学的分布、生層準及び珪藻化石帯。

Fig. 6 Stratigraphic distribution of selected marker diatom taxa with diatom biohorizons and zones in the Nomura Formation of the Shinazawagawa section.

新潟県津川地域の中新統野村層のテフラ層序及び珪藻化石層序(平中ほか)



第7図 品沢川ルートにおける野村層の堆積速度曲線。珪藻年代は、Yanagisawa and Akiba (1998) 及び Watanabe and Yanagisawa (2005) に、古地磁気極性年代尺度は Cande and Kent (1995) による。

Fig. 7 Sediment accumulation rate curve for the Nomura Formation of the Shinazawagawa section. Diatom biochronology is after Yanagisawa and Akiba (1998) and Watanabe and Yanagisawa (2005). Geomagnetic time scale is after Cande and Kent (1995).

各テフラ層の模式地は、Sn010からSn370は品沢川沿いの沢の中、Sn410からSn640は、林道天名品沢線の品沢川沿いにある北側の崖である(第3図及び第4図)。

Sn010 (柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] 花立凝灰岩部層最上部の音無川豆石火山灰層(Otps)より約2 m上位の砂岩中に見いだされる。白色パミス質で層厚は約1 m(付図第1-1図01a)。下部75 cmは極粗粒砂サイズで、3 mm程度のパミスが層状に認められる。また、径3~5 cm程度のパミスが散在する。中部8 cmは細粒砂サイズ、上部はパミスを含む粗粒砂サイズで平行ラミナが発達する。上位の砂岩との境界は乱れている。

[記載岩石学的特徴] ガラス質で90%を火山ガラスが占める(付図第1-1図01b)。火山ガラスの形状は、Ha型、Hb型のものが多い。有色鉱物は構成粒子の0.5%以下で、不透明鉱物が多く、黒雲母、ジルコン、ホルンブレンドを含む。

Sn013 (柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn010の約2.5 m上位の砂岩層と泥岩層の境界部に見いだされる。層厚7 cmの含パミス結晶質テフラ層(付図第1-1図02a)で、径2~3 mmの灰白色パミスと暗灰色で極細粒砂サイズの結晶質の基質からなる。上部のパミスは一部緑色変質している。

[記載岩石学的特徴] 長石が55%を占め、有色鉱物は7%、高温型石英をわずかに含む(付図第1-1図02b)。火山ガラスの形状はTb型のものが多く、ついでTa型、Ca型が多く、Ha型、F型のものを含む。有色鉱物は黒雲母が多く、ホルンブレンド、不透明鉱物のほか、ごくわずかにジルコンを含む。

Sn014 (柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn013の1 m上位の泥岩中に見いだされる。パミスが泥岩中に散在する。

[記載岩石学的特徴] 未分析。

Sn015 (柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn013の2 m上位の泥岩中に見いだされる。層厚は水中にあるため詳細は不明であるが5 cm程度(付図第1-1図03a)。細粒砂サイズのガラス質テフラで、風化した金色の黒雲母がやや目立つ。上位にはパミスが散在する。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが74%を占め、有色鉱物は5%、高温型石英をごくわずかに含む(付図第1-1図03b)。火山ガラスはバイオミネラリゼーションによると考えられる多数の不透明鉱物で汚染されている。形状は、Ta型が多く、Tb型のものも含む。有色鉱物は

黒雲母が多く、ホルンブレンド、不透明鉱物のほか、ごくわずかに褐簾石、ジルコンを含む。

Sn060 (柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn015の約32 m上位の泥岩中に見いだされる。層厚26 cmの含パミス灰白色ガラス質(付図第1-2図04a)で、基質は中粒砂サイズで、1~3 cm程度のパミスを含み、

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが94%を占め、高温型石英、有色鉱物はごくわずかである(付図第1-2図04b)。火山ガラスの形状は、Tb型のものも多く、その他扁平型のものも含む。有色鉱物は、不透明鉱物、黒雲母が多く、ホルンブレンド、斜方輝石、ジルコンをごくわずかに含む。

Sn065 (柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn060の1.8 m上位の泥岩中に見いだされる。層厚4 cmの白色ガラス質(付図第1-2図05a)で、細粒砂サイズないし中粒砂サイズ。細かい断層の影響により乱れており断続的である。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが85%を占め、高温型石英と有色鉱物をわずかに含む(付図第1-2図05b)。火山ガラスの形状はTa型のものも多く、中間型のほか、Tb型、F型のものも含む。またやや色の濃い褐色ガラスが認められる。有色鉱物は、黒雲母、ザクロ石、不透明鉱物、ジルコンのほか、褐簾石、斜方輝石をわずかに含む。

Sn068 (新称)

[層準・産状] Sn065の50 cm上位の砂質泥岩中に見いだされる。白色のガラス質で細粒砂サイズ。最大層厚5 cm程度ボール状でとぎれとぎれとなっており、直径5 mm程度のパミスが認められるだけとなっている部分もある(付図第1-2図06a)。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが96%を占め、長石を3%含むほか、有色鉱物をごくわずかに含む(付図第1-2図06b)。火山ガラスの形状はHa型のものも多く、その他Ca型、Hb型のものも含む。有色鉱物は黒雲母が多く、そのほかに不透明鉱物を含む。

Sng(Sn070) (平中ほか, 2002; 柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn068の40 cm上位の砂質泥岩中に見いだされる。淡灰色のガラス質で層厚4 cm(付図第1-3図07a)。細粒砂サイズから極細粒砂サイズに正級化する。

[記載岩石学的特徴] 構成粒子のほとんどが火山ガラスで、有色鉱物はごくわずかである(付図第1-3図07b)。火山ガラスの形状は、やや厚手のHa型のものも多く、Hb型、Ca型のものも含む。有色鉱物は黒雲母が多く、そのほかに不透明鉱物を含む。

[対比] 新潟県胎内地域の内須川層中に見いだされる Kdgテフラ層 (平中ほか, 2002) に対比される (柳沢ほか, 2003b)。

Sn075 (新称)

[層準・産状] Sng(Sn070) の約2.2 m上位の砂質泥岩中に見いだされる。層厚は2~10 cmで, 上部は比較的安定して成層しているが下部は乱れている (付図第1-3図 08a)。白色のパミス質テフラで径1~2 mmのパミスが多く, 一部に径20 mm程度の大きいパミスも含む。[記載岩石学的特徴] 構成粒子の半分が火山ガラスで, 有色鉱物は11%。高温型石英をわずかに含む (付図第1-3図08b)。火山ガラスの形状は多くの形状のものが混在するが, Ha型, Hb型, Ca型のものがやや多い。有色鉱物はホルンブレンドが多く, ついで斜方輝石が多い。そのほかに不透明鉱物, 黒雲母が見られ, 単斜輝石もごくわずかに含まれる。

Sn080 (柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn075の約1.1 m上位の砂質泥岩中に見いだされる。ブロック状で大きいものは長径30 cm, 短径20cm程度 (付図第1-3図09a)。下部は灰色のガラス質で8~20 mm程度のパミスを含む。上部は白色のガラス質でシルトサイズ。コンポリュートラミナが認められる。[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが78%を占め, 有色鉱物は3%程度。高温型石英をごくわずかに含む (付図第1-3図09b)。火山ガラスの形状は, Hb型, Cb型のものが多く, そのほかHa型, Ca型も含む。有色鉱物はホルンブレンドが多く, 不透明鉱物が次いで多い。そのほかに斜方輝石, 黒雲母, ジルコンを含む。

Sn084 (新称)

[層準・産状] Sn080の2.3 m上位の砂質泥岩中に見いだされる。層厚20 cmで, 下部10 cmは暗灰色の細粒砂サイズ, 上部10 cmは直径8~10 mmのパミスが散在している (付図第1-4図10a)。[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが95%を占め, 長石を5%含むほか, 有色鉱物をごくわずかに含む (付図第1-4図10b)。火山ガラスの形状はTa型のものが多く, その他Ca型, Tb型, Cb型のものも含む。有色鉱物は緑色変質した黒雲母とホルンブレンドを含む。

Sn090 (柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn084の3.2 m上位の泥岩中に見いだされる。層厚は約40 cm, 暗灰色のガラス質 (付図第1-4図 11a) で, 下部10 cmは極細粒砂サイズからシルトサイズへ正級化する。その上位はシルトサイズ・極細粒砂サイズ・シルトサイズへと逆正級化する。基底よ

り20~30 cmには弱い平行ラミナが認められる。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが82%を占め, 長石を17%含むほか, 有色鉱物をわずかに, 高温型石英をごくわずかに含む (付図第1-4図11b)。火山ガラスの形状はTa型のものが多く, その他Tb型, Ha型のものも含む。有色鉱物は, 緑色変質した黒雲母をわずかに含む。

Sn092 (新称)

[層準・産状] Sn090の約50 cm上位の泥岩中に見いだされる。基底部の露出がないため詳細は不明であるが, 層厚は1 m以上確認できる。灰色ないし明灰色のガラス質で, 極細粒砂サイズないしシルトサイズである (付図第1-4図12a)。[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが92%を占め, 長石を8%含むほか, ごくわずかに有色鉱物を含む (付図第1-4図12b)。火山ガラスの形状はHa型, Ta型のものが多く, その他Ca型, Tb型のものも含む。有色鉱物は, 緑色変質した黒雲母をわずかに含む。

Sn095 (新称)

[層準・産状] Sn092の30 cm上位の泥岩中に見いだされる。層厚33 cmのガラス質でシルトサイズ。下部7 cmは暗灰色, 上部26 cmは青灰色を呈し, 最上部には最大直径15 mm程度のパミスが認められる (付図第1-5図13a)。[記載岩石学的特徴] 構成粒子はほとんどがガラス質の火山岩片からなり, ごくわずかに火山ガラスを含む (付図第1-5図13b)。

Sn098 (新称)

[層準・産状] Sn095の約1 m上位の泥岩中に見いだされる。層厚は60 cm以上で, 基底部は露出がないため詳細は不明である。中部40 cmはパミス密集層で, 平均3~8 mm, 最大30 mm程度のパミスが認められる。上部20 cmは灰色のガラス質で極細粒砂サイズ。途中に2層の2 cm程度のパミス密集層を挟む (付図第1-5図14a)。[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが89%を占め, 長石を10%含むほか, 有色鉱物をわずかに含む (付図第1-5図14b)。火山ガラスの形状はTa型のものが多く, その他Ha型も含む。有色鉱物は, 緑色変質した黒雲母をわずかに含む。

Sngg (Sn100) (柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn098の約1 m上位の泥岩中に見いだされる。層厚は225 cm程度, 含パミス白色結晶ガラス質 (付図第1-5図15a) で基底5 cmは極粗粒砂サイズで径2 mmくらいのパミスが層状に, その上位35 cmは径3~5 cm程度のパミスが密集している。上部は中

粒砂サイズから細粒砂サイズに正級化し, 平行ラミナも認められる. 所々に, 結晶質粒子の密集部を挟んでいる. 上位の泥岩へ漸移しているため, 境界は明瞭でない.

[記載岩石学的特徴] 基底では, 火山ガラスと長石がほぼ50%程度を占め, わずかに有色鉱物と, ごくわずかに高温型石英を含む(付図第1-5図15b). 火山ガラスの形状は, Ha型, Ca型, Hb型のものが多く, Ta型, Tb型の多孔質型のものもやや含む. 有色鉱物は不透明鉱物が多く, そのほかに黒雲母, ホルンブレンド, ジルコンを含む.

Sn105 (新称)

[層準・産状] Sn100の1.5 m上位の砂質泥岩中に見いだされる. 層厚25 cmで, 下部10 cmは灰色の極細粒砂サイズないしシルトサイズ, 中部10 cmは青灰色から灰色で, 極細粒砂サイズからシルトサイズへ正級化し, 平行ラミナが認められる. 上部5 cmは明青灰色で, シルトサイズである. また上位5 cmに, 層厚1 cm程度の明灰色の層が認められる(付図第1-6図16a).

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが90%を占め, 長石を10%含むほか, 有色鉱物をごくわずかに含む(付図第1-6図16b). 火山ガラスの形状はTa型のものも多く, その他Ha型, Ca型のものも含む. 有色鉱物は, 緑色変質した黒雲母をわずかに含む.

Snp_g (Sn110) (柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn105の約70 cm上位の砂質泥岩中に見いだされる. 層厚1 mで白色パミス質(付図第1-6図17a). 下部80 cmは2~3 cmのパミスを含み, 上部20 cmは下部より細かいパミスとガラス質の基質からなり, 細粒砂サイズから極細粒砂サイズへ正級化する.

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが77%を占め, 高温型石英と有色鉱物をわずかに含む(付図第1-6図17b). 火山ガラスの形状は, Ta型, Tb型のものが多いが, Ha型, Hb型のものも含む. 有色鉱物は不透明鉱物が多く, わずかに黒雲母, ジルコン, 斜方輝石を含むほか, ホルンブレンドもごくわずかに含む.

Sn115 (新称)

[層準・産状] Sn110の約8.3 m上位の砂質泥岩中に見いだされる. 層厚2~6 cm細粒砂粒度で明灰色ガラス質である. 上下の境界は乱れており, 一部は切れて団子状になっている. 層中にゴマ状に黒っぽい斑点が認められる(付図第1-6図18a).

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが97%を占め, 長石を3%含むほか, 有色鉱物をごくわずかに含む(付図第1-6図18b). 火山ガラスの形状はTa型のものも多く, その他Ha型, Ca型のものも含む. 有色鉱物は, 斜方輝石

が多く, 単斜輝石もやや多く含む.

Sn118 (新称)

[層準・産状] Sn115の約10 m上位の砂質泥岩中に見いだされる. 層厚は0~8 cm, レンズ状で切れ切れとなっている(付図第1-7図19a). 中粒砂サイズから極粗粒砂サイズへ逆級化し, 下部は明灰色のゴマシオ状, 上部は灰色でガラス質のパミスが多く認められる. パミスは最大1 cm程度で角ばっている. 最上部にはガラス質シルトサイズの層(0~3 cm)が発達する場合もある.

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが78%を占め, 長石を20%含むほか, 有色鉱物を3%含む(付図第1-7図19b). 火山ガラスの形状はTa型のものも多く, その他Ca型, Cb型のものも含む. 有色鉱物は, ホルンブレンドを多く含む, 斜方輝石, 不透明鉱物を含むほか, 黒雲母をわずかに, ジルコンをごくわずかに含む.

Stm (Sn120) (平中ほか, 2002; 柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn118より1.8 m上位の砂質泥岩中に見いだされる. 層厚60 cmの白色ガラス質(付図第1-7図20a)で, 大きく上下2つのunitから構成される. 下部のunitIは15 cmで, 基底の3 cmは細粒砂サイズ, その上位は極細粒砂サイズからシルトサイズに正級化する. unitIIは層厚45 cmで, 最下部の1 cmは細粒砂サイズないし極細粒砂サイズで, ザクロ石が密集する. その上位の3 cmは褐色で細粒砂サイズ, 更に上位2 cmは暗褐色で極細粒砂サイズからシルトサイズへ正級化する. その上位から最上部へかけては, 白色で極細粒砂サイズからシルトサイズに正級化する. なお平中ほか(2002)では層厚17 cmとしているが, 先に述べた白色正級化部の存在が明らかとなったため, 全層厚を60 cmとした.

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが94%を占め, 長石は6%程度で, 有色鉱物をごくわずかに含む(付図第1-7図20b). 火山ガラスの形状は, 偏平型(Ha, Hb型)と多孔型(Ta, Tb型)がほぼ同割合で混在する. 有色鉱物は黒雲母が多く, その他ザクロ石, ホルンブレンド, ジルコンを含み, 不透明鉱物をごくわずかに含む.

[対比] 新潟県胎内地域の内須川層中に見いだされるGtmテフラ層(平中ほか, 2002)と対比される(柳沢ほか, 2003b).

Sn121 (新称)

[層準・産状] Stm(Sn120)の60 cm上位の砂質泥岩中に見いだされる. 層厚3~5 cmの白色ガラス質で(付図第1-7図21a), 細粒砂サイズから極細粒砂サイズへ正級化する. 上部の境界はやや乱れる.

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが88%を占め, 長石を

12%含むほか、有色鉱物をごくわずかに含む（付図第1-7図21b）。火山ガラスの形状はHa型のものが多く、その他Hb型、Cb型のものも含む。有色鉱物は、不透明鉱物が多く、斜方輝石、わずかに単斜輝石を含む。

Sn122（新称）

[層準・産状] Sn121の35 cm上位の砂質泥岩中に見いだされる。層厚1~3 cmの白色結晶質で細粒砂サイズ（付図第1-8図22a）。上下の境界はやや乱れており、一部切れ切れとなる。上位の泥岩中には細かいパミスが認められる。

[記載岩石学的特徴] 長石が72%を占め、火山ガラスを18%含むほか、有色鉱物を10%、高温型石英をごくわずかに含む（付図第1-8図22b）。火山ガラスの形状はTa型のものが多く、その他Ha型のものも含む。有色鉱物は、斜方輝石が多く、単斜輝石、わずかに不透明鉱物、ごくわずかにホルンブレンドを含む。

Sn123（新称）

[層準・産状] Sn122の55 cm上位の砂質泥岩中に見いだされる。層厚1 cm以下の白色ガラス質極細粒砂サイズのテフラ層で、不連続である。

[記載岩石学的特徴] 未分析。

Sn130（新称）

[層準・産状] Sn123の2.6 m上位の砂質泥岩中に見いだされる。層厚10 cmで、下部1~2 cmは白色の極細粒砂サイズ（付図第1-8図23a）。上部8 cmは暗青灰色のシルトサイズで、生物擾乱が認められる。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが81%を占め、長石を19%含むほか、有色鉱物をわずかに、高温型石英をごくわずかに含む（付図第1-8図23b）。火山ガラスの形状はTa型、Ha型のものが多く、その他Tb型、F型、Ca型のものも含む。有色鉱物は、鉄鉱物、ホルンブレンドが多く、わずかに斜方輝石、ごくわずかに単斜輝石を含む。

Sn131（新称）

[層準・産状] Sn130の70 cm上位の砂質泥岩中に見いだされる。層厚0~3 cm、極細粒砂サイズないしシルトサイズの白色ガラス質。団子状となっており、生物擾乱も受けているため、構造は乱れている（付図第1-8図24a）。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが89%を占め、長石を10%含むほか、有色鉱物をごくわずかに含む（付図第1-8図24b）。火山ガラスの形状はHa型のものが多く、その他Ta型のものも含む。有色鉱物は、黒雲母が多く、ホルンブレンド、わずかに斜方輝石、不透明鉱物、ごくわずかに単斜輝石を含む。

Sn140（新称）

[層準・産状] Sn131より約5.1 m上位の砂質泥岩中に見いだされる。層厚10 cmで、基底には0~3 cmのレンズ状に細粒砂サイズの青灰色部がみられる（付図第1-9図25a）。上部は極細粒砂サイズからシルトサイズへ正級化し、青灰色から明青灰色へと変化する。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが81%を占め、長石を19%含むほか、有色鉱物をわずかに含む（付図第1-9図25b）。火山ガラスの形状はHa型のものが多く、その他Ta型のものも含む。有色鉱物は、不透明鉱物が多く、ホルンブレンドのほか、ごくわずかに斜方輝石、単斜輝石を含む。

Sn145（新称）

[層準・産状] Sn140より4.3 m上位の砂質泥岩中に見いだされる。層厚0~6 cmの白色ガラス質で細粒砂サイズ。下部の境界はやや乱れる（付図第1-9図26a）。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが91%を占め、長石を9%含むほか、有色鉱物、高温型石英をごくわずかに含む（付図第1-9図26b）。火山ガラスの形状はHa型のものが多く、その他Ta型、Hb型のものも含む。有色鉱物は、不透明鉱物が多く、その他、黒雲母、斜方輝石、褐簾石を含む。

Sn146（新称）

[層準・産状] Sn145の50 cm上位の砂質泥岩中に見いだされる。層厚4~7 cmの白色ガラス質でシルトサイズ（付図第1-9図27a）。途中で極細粒砂サイズないしシルトサイズの層厚1 cm程度の2層を挟む。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが76%を占め、長石を22%含むほか、有色鉱物を1%程度含む（付図第1-9図27b）。火山ガラスの形状はTa型のものが多く、その他Tb型、Ca型のものも含む。有色鉱物は、黒雲母が多く、不透明鉱物の他、ホルンブレンド、褐簾石、ごくわずかに、ザクロ石、ジルコンを含む。

Sn150（新称）

[層準・産状] Sn146の約2.8 m上位の泥岩中に見いだされる。層厚3~4 cmの白色ガラス質で細粒砂サイズ。下部の境界はやや乱れる（付図第1-10図28a）。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが83%を占め、長石を17%含むほか、有色鉱物をごくわずかに含む（付図第1-10図28b）。火山ガラスの形状はF型のものが多く、その他Ta型、Ca型のものも含む。有色鉱物は、不透明鉱物が多く、わずかに黒雲母を含む。

Sn160（柳沢ほか、2003a）

[層準・産状] Sn150の約4.9 m上位の泥岩中に見いだされる。層厚5 cm程度の白色ガラス質。細粒砂サイズ

で径2~5 mmのパミスが散在する。上下の境界は乱れており、断層のため切れ切れとなっている(付図第1-10図29a)。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが全体の86%を占め、高温型石英と有色鉱物をごくわずかに含む(付図第1-10図29b)。火山ガラスの形状は、Ha型、Hb型のものが多く、Ta型のものもやや含む。また色の濃い褐色ガラスを含む。有色鉱物は不透明鉱物が多く、ザクロ石、黒雲母、ホルンブレンド、ジルコンを含む。

Sn170 (柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn160の約2.3 m上位の泥岩中に見いだされる。層厚5~6 mの含パミス灰色ガラス質(付図第1-10図30a)。基質は中粒砂サイズで、中部では礫を多く挟む。上部では白色のシルト層を挟み、非常にゆるい斜行ラミナも認められる。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが90%以上を占め、ごくわずかに高温型石英と有色鉱物を含む(付図第1-10図30b)。火山ガラスの形状は、Ha型、Hb型などの扁平型のを多く含む。有色鉱物は不透明鉱物が多く、その他、斜方輝石、黒雲母、褐簾石、ジルコンを含む。

Sn180 (柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn170の1.1 m上位の泥岩中に見いだされる。層厚0~35 cmの灰白色ガラス質で中粒砂サイズ(付図第1-11図31a)。下流側ではせん滅して見られなくなる。基底には3~4 cmのレンズ状に極細粒砂サイズの白色ガラス質部が認められる。基底から16 cm付近にも2 cmのレンズ状に同様のものが認められる。上部10 cmには径5 mm程度のパミスがラミナ状に認められる。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが90%以上を占め、ごくわずかに高温型石英と有色鉱物を含む(付図第1-11図31b)。火山ガラスの形状は、Ha型、Hb型などの扁平型のを多く含む。有色鉱物は不透明鉱物が多く、その他、斜方輝石、ホルンブレンド、ジルコンを含む。

Sn184 (新称)

[層準・産状] Sn180の約2.3 m上位の泥岩中に見いだされる。層厚0~2 cmの極細粒砂サイズの白色ガラス。
[記載岩石学的特徴] 未分析。

Sn185 (新称)

[層準・産状] Sn184の約50 cm上位の泥岩中に見いだされる。層厚0~4 cmの白色ガラス質でところどころで層厚が薄くなる(付図第1-11図32a)。中粒砂サイズで上部には径1~2 mmのパミスが認められる。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが76%を占め、ごくわずかに高温型石英と有色鉱物を含む(付図第1-11図32b)。火山ガラスの形状は、Ta型、Tb型の多孔型が多く、Ca型、Cb型のものも含む。有色鉱物は不透明鉱物が多く、その他わずかに斜方輝石、ザクロ石、ジルコン、ごくわずかに黒雲母を含む。

Sn187 (柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn185の約1 m上位の泥岩中に見いだされる。層厚0~3 cmの灰白色ガラス質で中粒砂サイズ、レンズ状に挟在する(付図第1-11図33a)。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが76%を占め、ごくわずかに高温型石英と有色鉱物を含む(付図第1-11図33b)。火山ガラスの形状は、Ha型が多く、Hb型、Cb型のものも含む。有色鉱物は不透明鉱物、黒雲母、ホルンブレンドが多く、その他わずかに斜方輝石、褐簾石、ごくわずかにジルコンを含む。

Sn190 (柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn187の1.9 m上位の泥岩中に見いだされる。層厚15 cmで細粒砂サイズの含パミス灰色結晶質(付図第1-12図34a)。全体的に平均径2~3 mm最大径5 mm程度のパミスを多く含み、上位の泥岩中にもパミスが散在する。

[記載岩石学的特徴] 結晶質で長石が50%を占めるほか、有色鉱物を14%、高温型石英を1%含む。火山ガラスの形状はTb型、Ta型が多く、Ca型のものも含む(付図第1-12図34b)。有色鉱物は黒雲母が多く、その他わずかにホルンブレンド、斜方輝石、ごくわずかに褐簾石、ジルコンを含む。

Sn195 (柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn190の1 m上位の泥岩中に見いだされる。層厚3 cmで細粒砂サイズの淡灰白色ガラス質(付図第1-12図35a)。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが72%、高温型石英を2%、有色鉱物を1%含む(付図第1-12図35b)。火山ガラスの形状は、Ta型のものも多く、Tb型のものも含む。有色鉱物は不透明鉱物が多く、斜方輝石、黒雲母、わずかにホルンブレンドを含む。

Sn197 (新称)

[層準・産状] Sn195より2 m上位の泥岩中に見いだされる。層厚2~3 cmの白色ガラス質で極細粒砂サイズ。上下の境界は明瞭である(付図第1-12図36a)。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが84%を占め、長石を16%含むほか、有色鉱物をごくわずかに含む(付図第1-12図36b)。火山ガラスの形状はHa型のものも多く、その他Hb型、Ca型、Ta型のものも含む。有色鉱物は、

不透明鉱物が多く、黒雲母のほか、わずかにホルンブレンド、斜方輝石、ごくわずかにジルコンを含む。

Tmhq(Sn200) (平中ほか, 2002; 柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn195の約80 cm上位の泥岩中に見いだされる。層厚10 cmの白色ガラス質で、細粒砂サイズから極細粒砂サイズないしシルトサイズに正級化する(付図第1-13図37a)。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが86%を占めるほか、特徴的に高温型石英を6%程度含む(付図第1-13図37b)。火山ガラスの形状はHa型、Hb型などの偏平型が多く、Ca型のものも含む。有色鉱物は不透明鉱物がほとんどで、わずかにホルンブレンド、ジルコンを含む。
[対比] 新潟県胎内地域の内須川層中に見いだされるSkhqテフラ層(黒川ほか, 1999; 黒川・大海, 2000; 平中ほか, 2002)及びTtj09テフラ層(平中ほか, 2004)に対比される。

Sn270 (新称)

[層準・産状] Tmhq(Sn200)より8.3 m上位の泥岩中に見いだされる。ただし、この間、層面すべりの断層が3層準に見られ、層厚が実際よりも薄くなっている可能性がある。層厚8 cmで、下部3 cmは白色ガラス質のシルトないし極細粒砂サイズ、上部5 cmは結晶質細粒砂サイズ。

[記載岩石学的特徴] 未分析。

Sn320 (柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn270の約3.8 m上位の泥岩中に見いだされる。層厚100 cmの赤褐色結晶質(付図第1-13図38a)。中粒砂サイズで所々にパミスや礫を含み、平行ラミナが全体的に認められる。

[記載岩石学的特徴] 長石が53%を占め、火山ガラスは44%、有色鉱物は2%で、高温型石英をごくわずかに含む(付図第1-13図38b)。火山ガラスの形状は、Ha型、Hb型のものも多く、Ta型のものも含む。有色鉱物は不透明鉱物が多く、斜方輝石、ホルンブレンド、黒雲母のほか、ごくわずかにジルコンを含む。

Sn330 (柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn320の約4.3 m上位の泥岩中に見いだされる。層厚20 cmの灰白色ガラス質で細粒砂サイズ(付図第1-13図39a)。基底は乱れていて上部は泥に漸移、全体的に平行ラミナが認められる。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが96%を占め、長石は4%、有色鉱物をごくわずかに含む(付図第1-13図39b)。火山ガラスの形状はF型のものも多く、わずかにHa型、Hb型のものを含む。有色鉱物は、ザクロ石、ジルコンのほか、斜方輝石、褐簾石を含む。

Sn335 (柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn330の1.4 m上位の砂質泥岩中に見いだされる。層厚15 cmの灰色ガラス質(付図第1-14図40a)。下部5 cmは細粒砂サイズで径1 mm程度のパミスを含み、弱い平行ラミナが認められる。上部10 cmはシルトサイズで泥に漸移する。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが93%を占め、有色鉱物をごくわずかに含む(付図第1-14図40b)。火山ガラスの形状はHa型のものも多く、Hb型、Ca型のものも含む。また褐色ガラスも認められる。有色鉱物は黒雲母が多く、その他不透明鉱物を含む。

Sn340 (柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn335の1 m上位の砂質泥岩中に見いだされる。層厚16 cmの淡灰白色ガラス質(付図第1-14図41a)。基底の2 cmは中粒砂サイズから細粒砂サイズに正級化する。上部は、極細粒砂からシルトサイズに正級化して泥へと漸移する。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが94%を占め、わずかに有色鉱物を、ごくわずかに高温型石英を含む(付図第1-14図41b)。火山ガラスの形状は、Ha型、Hb型とTa型、Tb型のもの混在するほか、Cb型のものも含む。また褐色ガラスも認められる。有色鉱物は不透明鉱物が多く、その他ホルンブレンド、黒雲母、斜方輝石、単斜輝石を含む。

Sn350 (柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn340の60 cm上位の砂質泥岩中に見いだされる。層厚15 cmの灰色ガラス質で粗粒砂ないし中粒砂サイズ。径2~3 mmのパミスを含み、全体的に平行ラミナが認められる(付図第1-14図42a)。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが93%を占め、ごくわずかに有色鉱物を含む(付図第1-14図42b)。火山ガラスの形状は、Ha型、Ca型、Hb型のを多く含む。有色鉱物は不透明鉱物が多く、その他に黒雲母と斜方輝石を含む。

Sn355 (新称)

[層準・産状] Sn350の1.8 m上位の砂質泥岩中に見いだされる。層厚3~5 cmのレンズ状で灰白色のガラス質(付図第1-15図43a)。下部は細粒砂サイズで平行ラミナが認められる。上部は径1~3 mmのパミスが層状に認められる。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが93%を占め、ごくわずかに有色鉱物を含む(付図第1-15図43b)。火山ガラスの形状は、Ha型、Hb型のを多く含む。有色鉱物は不透明鉱物が多く、その他に黒雲母と、わずかにホルンブレンドと斜方輝石を含む。

Sn360 (柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn355の約4.6 m上位の泥岩中に見いだされる。層厚50 cmで白色の結晶質(付図第1-15図44a)。基底部5 cmは細粒砂サイズから粗粒砂サイズに逆正級化し、その上位は粗粒砂サイズから細粒砂サイズに正級化する。最上部2 cmには弱いラミナが認められる。
[記載岩石学的特徴] 長石が74%を占め、高温型石英を5%、有色鉱物を2%含む(付図第1-15図44b)。火山ガラスの形状は、Ca型、Ta型、Ha型のを多く含む。有色鉱物は不透明鉱物が多く、その他に黒雲母と、わずかにジルコン、ごくわずかにホルンブレンドを含む。

Sn368 (柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn360の約5 m上位の泥岩中に見いだされる。層厚46 cmで白色のガラス質。細粒砂サイズから極細粒砂サイズを経てシルトサイズに正級化する。
[記載岩石学的特徴] 未分析。

Sn369 (新称)

[層準・産状] Sn368の50 cm上位の砂質泥岩中に見いだされる。層厚3 cmで白色のガラス質極細粒砂サイズ。
[記載岩石学的特徴] 未分析。

Sn370 (柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn369の1 m上位の砂質泥岩中に見いだされる。層厚14 cmで白色の結晶質。中粒砂サイズないし粗粒砂サイズから細粒砂サイズに正級化する。上下ともに泥に漸移しており境界は明瞭ではない(付図第1-15図45a)。
[記載岩石学的特徴] 長石が57%、有色鉱物を5%、高温型石英を1%含む(付図第1-15図45b)。火山ガラスの形状は、Ta型、Tb型、Ca型のものも多く、Ha型のものも含む。有色鉱物は斜方輝石が多く、その他に不透明鉱物と、わずかに単斜輝石、ごくわずかにホルンブレンドを含む。

Sn410 (柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn370の約7 m上位の泥岩中に見いだされる。層厚40~50 cmの灰白色ガラス質(付図第1-16図46a)。中粒砂サイズないし細粒砂サイズから極細粒砂サイズに正級化する。上部はやや乱れる。
[記載岩石学的特徴] 火山ガラスを71%、長石を21%、高温型石英を1%、有色鉱物をごくわずかに含む(付図第1-16図46b)。火山ガラスの形状は、Ha型がやや多く、その他Ca型、Hb型、Tb型、Cb型のものを含む。有色鉱物は不透明鉱物が多く、その他わずかにホルンブレンド、単斜輝石、斜方輝石、ごくわずかに黒雲母を含む。

Sn420 (柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn410の4.5 m上位の泥岩中に見いだされる。層厚6 cmで灰色のガラス質(付図第1-16図47a)。全体的に径2~5 mm程度のパミスを含む。下部、上部ともにやや乱れている。
[記載岩石学的特徴] 火山ガラスを76%、長石を24%、高温型石英と有色鉱物をごくわずかに含む(付図第1-16図47b)。火山ガラスの形状は、Ha型、Ca型がやや多いほか、Tb型、Ta型のものもやや含む。有色鉱物は不透明鉱物が多く、その他ホルンブレンド、わずかに斜方輝石、単斜輝石、ごくわずかに黒雲母を含む。

Sn430 (柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn420の1 m上位の泥岩中に見いだされる。層厚0~4 cmでレンズ状に挟在する灰色のガラス質(付図第1-16図48a)。中粒砂サイズないし粗粒砂サイズからなり、上部はやや乱れる。
[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが70%と多く含むほか、長石を26%、高温型石英を3%、有色鉱物をごくわずかに含む(付図第1-16図48b)。火山ガラスの形状は、Ha型がやや多いほか、Hb型、Cb型、Ca型のものも含む。有色鉱物は不透明鉱物、ホルンブレンドが多く、その他斜方輝石、単斜輝石、わずかに黒雲母を含む。

Sn440 (柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn430の80 cm上位の泥岩中に見いだされる。層厚6 cmで灰色の結晶質。下部は中粒砂サイズないし粗粒砂サイズで、径2~5 mmのパミスを含む。上部1 cmは灰白色で極細粒サイズからシルトサイズ(付図第1-17図49a)。
[記載岩石学的特徴] 長石を63%、高温型石英を4%とやや多く含むほか、有色鉱物を2%含む(付図第1-17図49b)。火山ガラスの形状は、Ta型、Ha型が多いほか、Ca型、Tb型のものも含む。有色鉱物は、不透明鉱物、斜方輝石、ホルンブレンドが多く、わずかに黒雲母、単斜輝石を含む。

Sn450 (新称)

[層準・産状] Sn440の1.5 m上位の泥岩中に見いだされる。層厚0~5 cmで灰白色のガラス質(付図第1-17図50a)。極細粒砂サイズないしシルトサイズで、上部がやや乱れるほか、生物擾乱も認められる。
[記載岩石学的特徴] 火山ガラスを79%と多く含むほか、長石を20%、わずかに高温型石英と有色鉱物を含む(付図第1-17図50b)。火山ガラスの形状は、各形状のものが混在するが、Ha型をやや多く含む。有色鉱物は不透明鉱物が多く、その他黒雲母、わずかにザクロ石、ホルンブレンド、褐簾石を含む。

Snsg(Sn500) (平中ほか, 2002; 柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn450の2.1 m上位の泥岩中に見いだされる。層厚12 cmで灰白色のガラス質。粗粒砂サイズないし中粒砂サイズから極細粒砂サイズに正級化する。中部に弱い平行ラミナが認められる(付図第1-17図51a)。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが90%を占め, ごくわずかに有色鉱物を含む(付図第1-17図51b)。火山ガラスの形状は, 厚手のHa型, Hb型を多く含む。有色鉱物は不透明鉱物が多く, その他わずかに黒雲母, ホルンブレンドを含む。

[対比] 新潟県胎内地域の内須川層中に見いだされるJngテフラ層(平中ほか, 2002)と対比される(柳沢ほか, 2003b)。

Sngg(Sn510) (黒川・大海, 2000; 柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Snsg(Sn500)の1.5 m上位の泥岩中に見いだされる。層厚約120 cmで淡灰白色のガラス質(付図第1-18図52a)。中粒砂とシルトサイズの互層からなる。基底にパミスの密集部があり全体的に平行ラミナが認められる。上位の泥岩層との境界部(約1.5 m)は漸移しているため明瞭ではない。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが95%を占め, ごくわずかに有色鉱物を含む(付図第1-18図52b)。火山ガラスの形状は, Tb型以外の形状のものが混在しているが, その中でもHa型のものをやや多く含む。有色鉱物は黒雲母が多く, その他不透明鉱物, ごくわずかにホルンブレンドを含む。

Sing(Sn520) (黒川・大海, 2000; 柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sngg(Sn510)の2.5 m上位の泥岩中に見いだされる。黒川・大海(2000)では, 露出状況の悪い南側の崖を模式とし, Snggの下位と推定していたが, 新たに露出した北側の崖において, Snggの上位にあることが明らかとなった。北側の崖は露出が良好であるため, こちらを模式として再定義する。層厚は約100 cmで白色のガラス質(付図第1-18図53a)。基底6 cmは細粒砂から極細粒砂サイズに正級化する。上部はシルトサイズで平行ラミナが認められ, 所々に極細粒砂サイズないしシルトサイズの薄層が認められる。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが91%を占め, ごくわずかに高温型石英を含む。有色鉱物は認められなかった(付図第1-18図53b)。火山ガラスの形状はTa型が多く, Tb型もやや含む。

Sn525 (柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn520の1.5 m上位の泥岩中に見いだされる。層厚35 cmでシルトサイズの灰白色岩片質。全体的に平行ラミナが認められる(付図第1-18図54a)。

[記載岩石学的特徴] 構成粒子のほとんどがガラス質の火山岩片からなり, ごくわずかに火山ガラスを含む(付図第1-18図54b)。

Sn528 (柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn525の2.5 m上位の泥岩中に見いだされる。層厚5 cmで極細粒砂サイズないしシルトサイズの灰色パミス質(付図第1-19図55a)。上下の境界はともに乱れる。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが95%を占め, 長石を5%含むほか, 有色鉱物をごくわずかに含む(付図第1-19図55b)。火山ガラスの形状はTa型のものが多く, その他Ha型, Tb型のものも含む。有色鉱物は, 黒雲母が多く, その他に不透明鉱物, ホルンブレンドを含む。

Sn530 (柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn528の1.2 m上位の泥岩中に見いだされる。層厚13 cmで白色のガラス結晶質(付図第1-19図56a)。下部2 cmは極細粒砂サイズないしシルトサイズ, 中部9 cmは中粒砂サイズから細粒砂サイズに正級化する。上部2 cmはシルトサイズ。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスを53%, 長石を42%, 高温型石英を3%, 有色鉱物を2%含む(付図第1-19図56b)。火山ガラスの形状は, さまざまな形状が混在しているが, その中でもHa型, Tb型のものをやや多く含む。有色鉱物は黒雲母とホルンブレンドが多く, その他不透明鉱物, わずかに斜方輝石を含む。

Sn531 (新称)

[層準・産状] Sn530の40 cm上位の泥岩中に見いだされる。層厚0~4 cmの白色ガラス質でレンズ状に挟在する(付図第1-19図57a)。極細粒砂サイズないしシルトサイズで, 下部を中心に弱い平行ラミナが認められる。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが89%を占め, 長石を10%含むほか, 有色鉱物をごくわずかに含む(付図第1-19図57b)。火山ガラスの形状はHa型, Ta型のものが多く, その他Ca型, Hb型のものも含む。有色鉱物は, 黒雲母が多く, その他ホルンブレンド, 不透明鉱物, わずかに斜方輝石, 単斜輝石を含む。

Sn535 (柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn531の3.5 m上位の泥岩中に見いだされる。層厚12 cmで灰白色のガラス質(付図第1-20図58a)。下部5 cmは極細粒砂サイズないしシルトサイズ。上部はシルトサイズ。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが97%を占め, ごくわずかに高温型石英と有色鉱物を含む(付図第1-20図

58b). 火山ガラスの形状はさまざまな形状が混在しているが, その中でもHa型, Hb型のものをやや多く含む. 有色鉱物は黒雲母が多く, その他ホルンブレンド, わずかに不透明鉱物, 斜方輝石, 単斜輝石, ごくわずかにザクロ石, ジルコンを含む.

Sn537 (柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn535の1.3 m上位の泥岩中に見いだされる. 層厚10 cmで灰色のガラス結晶質(付図第1-20図59a). 中粒砂サイズから極細粒砂サイズないしシルトサイズに正級化する.

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが57%, 長石は27%, 有色鉱物が14%と多く, 高温型石英も2%含む(付図第1-20図59b). 火山ガラスの形状はTa型のものが多いほか, Tb型のものも含む. 有色鉱物はホルンブレンドが多く, その他斜方輝石, 不透明鉱物を含む.

Sn537A (新称)

[層準・産状] Sn537の30 cm上位の泥岩中に見いだされる. 層厚2 cmで白色のガラス質(付図第1-20図60a). 下部1 cmは細粒砂サイズないし極細粒砂サイズで弱い平行ラミナが認められる. 上部には最大径5 mm程度のパミスを含む.

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが97%を占め, ごくわずかに高温型石英と有色鉱物を含む(付図第1-20図60b). 火山ガラスの形状はさまざまな形状が混在しているが, その中でもTa型のものをやや多く含む. 有色鉱物は黒雲母が多く, その他ホルンブレンド, わずかに不透明鉱物, 斜方輝石, 単斜輝石, ごくわずかにザクロ石, ジルコンを含む.

Sn538 (柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn537の20 cm上位の泥岩中に見いだされる. 層厚3~5 cmで暗灰色のガラス質. 径1~2 mmのパミスを全体的に含み, 上部はやや乱れる(付図第1-21図61a).

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが97%を占め, 長石を2%含むほか, 有色鉱物, 高温型石英をごくわずかに含む(付図第1-21図61b). 火山ガラスの形状はTa型のものも多く, その他Tb型, Cb型のものも含む. 有色鉱物は, ホルンブレンド, 黒雲母を含み, 斜方輝石のほか, わずかに不透明鉱物, 単斜輝石を含む.

Sn539 (新称)

[層準・産状] Sn538の15 cm上位の泥岩中に見いだされる. 層厚0~3 cmの白色結晶質で. レンズ状ないし団子状となっており, 堆積構造は一部乱れる(付図第1-21図62a).

[記載岩石学的特徴] 結晶質ガラステフラで, 長石が49

%を占め, 火山ガラスを35%含むほか, 有色鉱物を10%, 高温型石英を6%程度含む(付図第1-21図62b). 火山ガラスの形状はTa型のものも多く, その他Ca型, Tb型のものも含む. 有色鉱物は, 斜方輝石がほとんどで, わずかに単斜輝石を含む.

Sn540 (柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn539の70 cm上位の泥岩中に見いだされる. 層厚7 cmで粗粒砂サイズの白色結晶質. 下部3 cmには径1~2 mmのパミスが密集する(付図第1-21図63a).

[記載岩石学的特徴] 長石が60%, 有色鉱物も11%と多く, 高温型石英も3%含む(付図第1-21図63b). 火山ガラスの形状はTa型のものも多く, わずかにCa型, Tb型のものを含む. 有色鉱物は斜方輝石が多く, その他ホルンブレンド, わずかに不透明鉱物, 単斜輝石を含む.

Sn542 (柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn540の20 cm上位の泥岩中に見いだされる. 極細粒砂サイズからシルトサイズの白色ガラス質. とぎれとぎれで最大層厚は2 cm(付図第1-22図64a).

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが83%を占め, 長石を15%含むほか, 有色鉱物をわずかに, 高温型石英をごくわずかに含む(付図第1-22図64b). 火山ガラスの形状はTa型のものも多く, その他Ha型, Hb型を含む. 有色鉱物は斜方輝石が多く, ホルンブレンドの他, わずかに斜方輝石を含む.

Sn546 (新称)

[層準・産状] Sn542の1.2 m上位の泥岩中に見いだされる. 層厚10 cmの細粒砂サイズのガラス質テフラ.

[記載岩石学的特徴] 未分析.

Snrk(Sn550) (黒川・大海, 2000; 柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn546の90 cm上位の泥岩中に見いだされる. 層厚30 cm程度で極細粒砂ないしシルトサイズの白色ガラス質. 下部と中部に2~5 cmの細礫層をレンズ状に挟んでいる(付図第1-22図65a).

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが96%を占め, ごくわずかに高温型石英と有色鉱物を含む(付図第1-22図65b). 火山ガラスの形状はHa型が多く, そのほかTa型, Hb型のものを含む. 有色鉱物は黒雲母, 不透明鉱物が多く, その他斜方輝石, わずかにホルンブレンドを含む.

Snwp(Sn560) (黒川・大海, 2000; 柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Snrk(Sn550)の1.7 m上位の泥岩中に見

いだされる。層厚5 cmで白色の含パミスガラス質(付図第1-22図66a)。下部3 cmは細粒砂サイズから極細粒砂サイズへ正級化する。上部2 cmは最大径20 mm程度、平均径5~10 mmのパミスが密集している。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが74%と多く、高温型石英も8%と特徴的に多く、有色鉱物のごくわずかである(付図第1-22図66b)。火山ガラスの形状はTa型のもが多く、Tb型のをやや含む。有色鉱物は不透明鉱物が多く、その他ホルンブレンド、斜方輝石、わずかに酸化ホルンブレンド、単斜輝石を含む。

Sn575 (新称)

[層準・産状] Sn560の1.6 m上位の泥岩中に見いだされる。層厚35 cmのシルトサイズのガラス質テフラ、ラミナが発達。

[記載岩石学的特徴] 未分析。

Snws(Sn570) (黒川・大海, 2000; 柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn575の4 m上位の泥岩中に見いだされる。層厚5 cmでシルトサイズの灰白色ガラス質(付図第1-23図67a)。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが83%と多く、わずかに高温型石英と有色鉱物を含む(付図第1-23図67b)。火山ガラスの形状はHa型がやや多く、その他Hb型、Ta型、Ca型、Tb型のものを含む。有色鉱物は不透明鉱物、斜方輝石が多く、その他ホルンブレンド、黒雲母、わずかに単斜輝石を含む。

Snrp(Sn580) (黒川・大海, 2000; 柳沢ほか, 2003b)

[層準・産状] Snws(Sn570)の50 cm上位の泥岩中に見いだされる。層厚約30 cmで雑色を帯びたガラス質。基底は極細粒砂ないしシルトサイズの薄層、下部の5~20 cmは礫まじりのパミスが密集する。上部は極細粒砂サイズないしシルトサイズで泥に漸移する(付図第1-23図68a)。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが99%を占め、わずかに長石、ごくわずかに有色鉱物を含む(付図第1-23図68b)。火山ガラスの形状はさまざまな形状が混在しているが、その中でもHa型をやや多く含む。有色鉱物は黒雲母、不透明鉱物が多く、その他わずかにホルンブレンド、斜方輝石を含む。

Sn590 (新称)

[層準・産状] Sn580の1 m上位の泥岩中に見いだされる。層厚5 cmで細粒砂サイズの白色ガラス質。一部基底に7~8 mmのレンズ状のパミス層を挟む(付図第1-23図69a)。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが90%を占め、有色鉱物は1%、ごくわずかに高温型石英を含む(付図第1-23

図69b)。火山ガラスの形状はHa型、Hb型のものやや多く、そのほか、Ta型、Tb型のものを含む。有色鉱物は黒雲母が多く、その他ホルンブレンド、不透明鉱物、わずかに単斜輝石、ごくわずかに斜方輝石を含む。

Sn600 (柳沢ほか, 2003a)

[層準・産状] Sn590の約3.3 m上位の泥岩中に見いだされる。層厚2~4 cmで細粒砂サイズないし中粒砂サイズの灰白色結晶質。上部、下部とも境界は乱れている(付図第1-24図70a)。

[記載岩石学的特徴] 長石、火山ガラスがともに40%で、有色鉱物が20%と多く、高温型石英を1%含む(付図第1-24図70b)。火山ガラスの形状はHa型が多く、その他Hb型、Cb型、Tb型のものを含む。有色鉱物はホルンブレンドが多く、その他黒雲母、不透明鉱物、わずかに斜方輝石を含む。

Snlg(Sn610) (黒川・大海, 2000; 柳沢ほか 2003a)

[層準・産状] Sn600の約8 m上位の泥岩中に見いだされる。層厚15 cmで細粒砂サイズないし極細粒砂サイズの白色ガラス質(付図第1-24図71a)。複数の級化ユニットが認められる。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが85%と多く、有色鉱物を2%、高温型石英を1%含む(付図第1-24図71b)。火山ガラスの形状はさまざまな形状が混在しているが、その中でもHa型、Hb型がやや多く、Ca型はやや少ない。有色鉱物はホルンブレンドが多く、その他不透明鉱物、黒雲母、わずかに斜方輝石を含む。

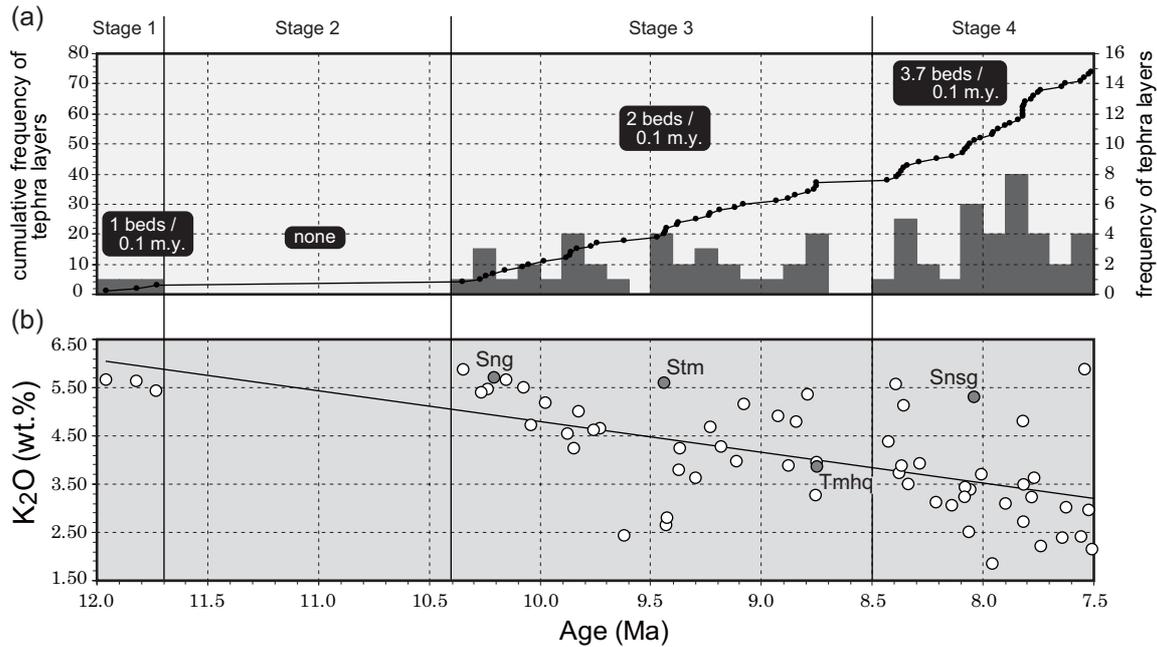
Snhh(Sn620) (黒川・大海, 2000; 柳沢ほか 2003a)

[層準・産状] Snlg(Sn610)の60 cm上位の泥岩中に見いだされる。層厚8~10 cmで中粒砂サイズないし細粒砂サイズの含パミス淡灰白色ガラス質(付図第1-24図72a)。全体的に最大径15 mm、平均径3~5 mmのパミスが認められる。断層で変位しており側方でせん減する。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが84%と多く、有色鉱物を3%含む(付図第1-24図72b)。火山ガラスの形状はさまざまな形状が混在しているが、その中でもTb型、Ta型のを多く含む。有色鉱物は黒雲母が多く、その他ホルンブレンド、ごくわずかに不透明鉱物を含む。

Snsp(Sn630) (黒川・大海, 2000; 柳沢ほか 2003a)

[層準・産状] Snhh(Sn620)の2.5 m上位の泥岩中に見いだされる。層厚15 cmの含パミス白色ガラス質(付図第1-25図73a)。下部5 cm程度は細粒砂サイズで平行ラミナが認められる。上部は粗粒砂ないし中粒砂サイズからシルトサイズに級化しパミスが密集する。



第8図 (a) 品沢川セクションにおける野村層中のテフラ層の挟在頻度とステージ区分。(b) 火山ガラスのK₂O量の時間変遷。

Fig. 8 (a) Frequency of the tephra beds and the stages on the Nomura Formation in the Shinazawagawa section. (b) Temporal change of K₂O wt.% of volcanic glass shards.

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが71%と多く、有色鉱物を2%、わずかに高温型石英を含む(付図第1-25図73b)。火山ガラスの形状はTa型、Tb型のを多く含む。有色鉱物は斜方輝石、不透明鉱物が多く、その他ホルンブレンド、わずかに単斜輝石を含む。

Sg1m(Sn640)(黒川・大海, 2000; 柳沢ほか, 2003a)
[層準・産状] Sgsp(Sn630)の1m上位の泥岩中に見いだされる。層厚25cmで細粒砂サイズないシルトサイズの灰白色ガラス質(付図第1-25図74a)。平行ラミナが認められ、側方ではせん滅する。

[記載岩石学的特徴] 火山ガラスが72%と多く、有色鉱物を3%、わずかに高温型石英を含む(付図第1-25図74b)。火山ガラスの形状はさまざまな形状が混在しているが、その中でもHa型のをやや多く含む。有色鉱物は黒雲母が多く、その他ホルンブレンド、斜方輝石、わずかに不透明鉱物、単斜輝石、ごくわずかに酸化ホルンブレンド、燐灰石、ジルコンを含む。

6. 議論

6.1 テフラ層の挟在頻度とステージ区分

品沢川ルート野村層には、70層以上のテフラ層が挟在する。これらのテフラ層は、珪藻年代層序から12.0 Ma~7.5 Maに堆積したと算定されるが(第7図)、テフラ層の挟在頻度は年代により異なり、その特徴から

大きく4つの時期に区分できる(第8図a)。

ステージ1(12.0~11.7 Ma)では、30万年間に4層が挟在し、その頻度はおよそ10万年に1層である。このうちSn010は層厚1mと比較的厚く、平行ラミナが発達していることから流走した可能性があるが、他のテフラ層は層厚が10cm未満で細粒であるため、降下テフラであると考えられる。岩質はガラス質と結晶質のものが混在する。

ステージ2(11.7~10.4 Ma)では、一部露出が欠けるため不明な層準もあるが、約130万年間にわたってテフラ層の挟在は認められない。堆積場の位置関係もあると考えられるが、東北日本弧南部の脊梁-背弧側で火山活動が低下していた可能性が考えられる。

ステージ3(10.4~8.5 Ma)では、170万年間に30層以上が挟在し、頻度はおよそ10万年に2層程度と、ステージ1に比べて高くなる。挟在するテフラ層は、ほとんどがガラス質テフラ層で、結晶質のテフラ層はSn075, Sn122, Sn190などの数層に限られる。層厚が10cm未満で細粒であるため降下テフラと考えられるものが多い。この中には、Sng(Sn070)-Kdg, Stm(Sn120)-Gtm, Tmhc(Sn200)-Skhq-Ttj09のように広域対比されるテフラ層も存在する。層厚が2m以上となるような厚いパミス質テフラ層(Sn100, Sn170など)は10.0~9.7 Maの年代に多く挟在する。

ステージ4(8.5~7.5 Ma)では、100万年間に40層弱が挟在し、頻度はおよそ10万年に3~4層とステー

ジ3の約2倍となる。層厚も全体的に10cm以上のものが多くなり、Sngg(Sn510)、Sing(Sn520)が挟在する8.0 Ma前後で層厚の厚いものが増える。一方、層厚10 cm未満のものもまばらに存在するが7.8~7.6 Maには特に数多く挟在する。このステージでは、結晶質のテフラ層の割合が増加し、一部にはスコリア質のテフラ層も認められるようになる。これらはテフラをもたらした火山活動の様式ないし場が他のものと異なる可能性もある。

6.2 火山ガラスのK₂O量の時間変遷

K₂O量はマグマの化学的性質を時系列で検討するのに適しており、高橋ほか(2003)では鮮新統大年寺層中のテフラ層を対象として、火山ガラスにおけるK₂O量の層位的変化と広域テフラの検討を行っている。そこで、主成分化学組成が得られた野村層のテフラ層について、K₂Oの平均値を基に時間変遷を検討した(第8図b)。

12.0 Ma~7.5 Maを通してみると、K₂Oの平均値は一次近似としては減少する傾向を示す。この傾向はテフラの構成粒子割合や有色鉱物構成比にも現れており、ステージ3の中頃から、ガラス質で黒雲母を優占する構成から、結晶質でホルンブレンドや斜方輝石を中心とした構成に変化することとも整合的である。これらの変化は、給源火山地域が地理的に移動したか、もしくは給源火山のマグマの性質が変化したと考えられるが、その原因については現在のところ特定はできない。可能性の一つとして、この時代に火山フロントが背弧側に移動した(吉田ほか, 2005など)とされていることから、その影響を表現していると考えられるが、今後より一層検討が必要であると考えられる。その一方で全体の傾向とは異なり、高K₂Oを示すものが認められる。これらにはこれまで明らかとなっている広域テフラが含まれる。Stm(Sn120)、Snsg(Sn500)は、周辺層準のテフラと異なり高K₂O量を示すことから、給源地域が異なると考えられるが、現在のところその地域の特定は難しい。両テフラについては広範囲に分布している可能性が高いので、今後より広範囲で対比検討を行い、分布域を明らかにしていくことによって、給源地域が明らかになっていくものと考えられる。

7. まとめ

本研究では、新潟県津川地域に分布する中新統野村層中のテフラ層について調査を行った。その結果、新たに31層のテフラ層を見いだした。それらを含む計82層のうち74層について、産状・記載岩石学的特徴を検討し、そのうち火山ガラスが多く含まれる64層については、火山ガラスの主成分化学組成の検討を行った。

あわせてテフラ層序と珪藻化石層序との関係を検討し、各テフラ層の推定堆積年代を算定した。

その結果、テフラ層の挟在頻度から4つの活動ステージを区分した。それぞれの挟在頻度は、ステージ1(12.0~11.7 Ma)では約10万年に1層、ステージ2(11.7~10.4 Ma)では挟在せず、ステージ3(10.4~8.5 Ma)では約10万年に2層、ステージ4(8.5~7.5 Ma)では10万年に3~4層と、10.4 Ma以降では次第に挟在頻度が増加していくことが明らかとなった。また、12.0 Ma~7.5 Maを通してK₂Oの平均値はおおまかに減少する傾向を示すことが明らかとなった。

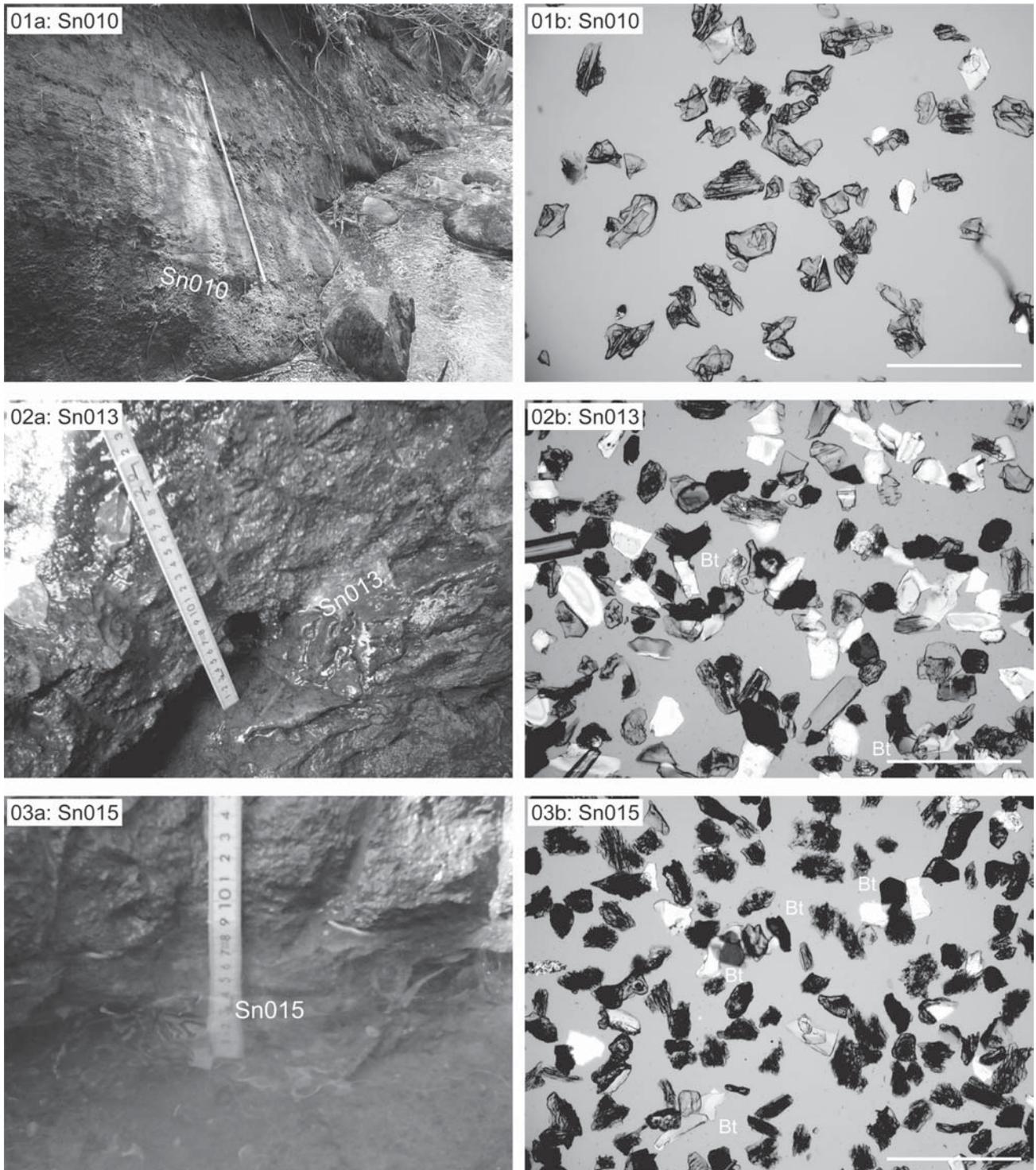
謝辞: 本研究を進めるにあたり、元新潟大学教育学部の松原成圭氏には品沢川ルートの特フラ層についてご教示頂いた。地質情報研究部門の水野清秀研究グループ長と編集委員の吉川敏之主任研究員には査読を通じて有益なコメントをいただいた。本論文の第1図~第3図及び第5図については、地学団体研究会に著作物使用許諾をいただいた。本研究の一部には財団法人深田地質研究所の深田研究助成を使用した。ここに記して謝意を表す。

文献

- Akiba, F. (1986) Middle Miocene to Quaternary diatom biostratigraphy in the Nankai Trough and Japan Trench, and modified Lower Miocene through Quaternary diatom zones for middle-to-high latitudes of the North Pacific. *In* Kagami, H., Karig, D. E., Coulbourn, W. T., et al., *Init. Repts. Deep Sea Drilling Project*, U. S. Govt. Printing Office, Washington D. C., **87**, 393-480.
- Berggren, W. A., Kent, D. V., Swisher, C. C., III and Aubry, M. P. (1995) A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. *SEPM Special Publ.*, no. 54, 129-212.
- Cande, S. C. and Kent, D. V. (1995) Revised calibration of geomagnetic polarity time scale for the Late Cretaceous and Cenozoic. *Jour. Geophys. Res.*, **100**, 6093-6095.
- 藤田和夫(1949)新潟県津川盆地の第三系。地質雑, **55**, 199-204.
- Gradstein, F., Ogg, J. and Smith, A. (2004) A Geologic Time Scale 2004. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 589p.
- 平中宏典・松原成圭・黒川勝己(2002)新発田市北東の内須川層と津川町野村層の中新世火山灰層の対比。地質雑, **108**, 201-204.
- 平中宏典・柳沢幸夫・黒川勝己(2004)新潟県中条地

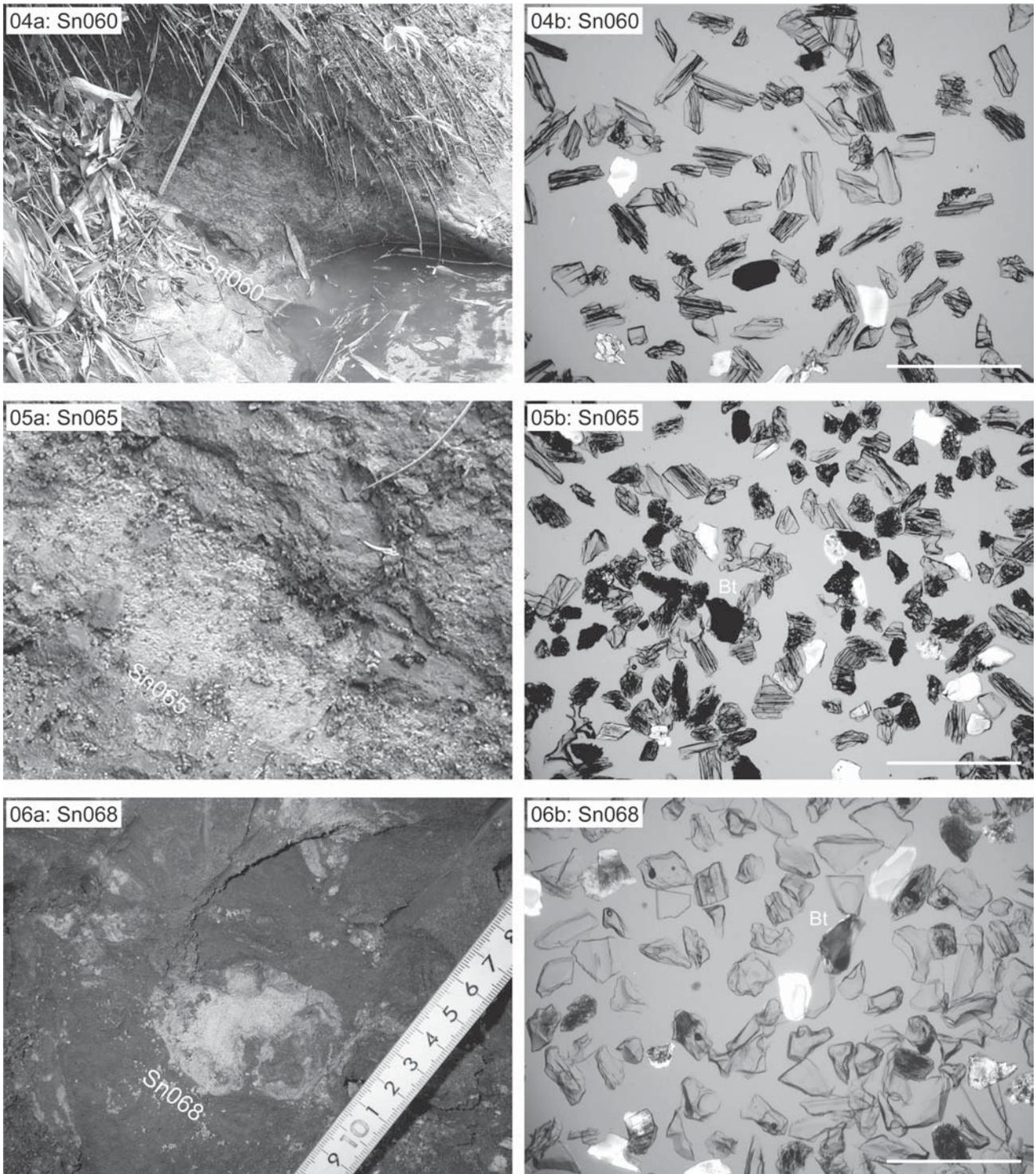
- 域中新統内須川層のテフラ層序. 地球科学, **58**, 105-120.
- 小林巖雄・立石雅昭(1992)新潟地域における新第三系の層序と新第三紀古地理. 地質学論集, no. 37, 53-70.
- 小林巖雄・立石雅昭(2000)2.3.3新潟油田地域. 新潟県地質図改訂委員会編, 新潟県地質図説明書(2000年版), 新潟県商工労働部商工振興課, 43-51.
- 黒川勝己(1999a)新潟地域における七谷層～魚沼層群の火山灰層序. 石油技誌, **64**, 80-93.
- 黒川勝己(1999b)水底堆積火山灰層の研究法—野外観察から環境史の復元まで—. 地学双書30, 地学団体研究会, 35-36.
- 黒川勝己・永田 亮・吉田卓司(1999)新発田市上荒沢～黒川村胎内川地域の内須川層・鍬江層の火山灰層—とくに鍬江層中のZnp-Ywg相当火山灰層について—. 新潟大学教育人間科学部紀要 自然科学編, **2**, no.1, 1-32.
- 黒川勝己・大海知江子(2000)新潟県東蒲原郡津川町周辺の花立層・野村層(中～後期中新世)のハイアロクラスタイトと火山灰層. 新潟大学教育人間科学部紀要 自然科学編, **2**, no.2, 33-110.
- 町田 洋・新井房夫(2003)新編 火山灰アトラス 日本列島とその周辺. 東京大学出版会, 336p.
- 坂井 一・黒川勝己(2002)新潟県の魚沼層群と平層から発見された1.7Ma頃の津池火山灰単層. 地質雑, **108**, 123-126.
- 里口保文・長橋良隆・黒川勝己・吉川周作(1999)本州中央部に分布する鮮新-下部更新統の火山灰層序. 地球科学, **63**, 275-290.
- 高橋友啓・長橋良隆・柳沢幸夫・吉田武義・黒川勝己(2003)福島県太平洋岸に分布する鮮新統大年寺層のテフラ層 —その2. 記載岩石学的特徴—. 地調研報, **54**, 365-393.
- 津田禾粒・長谷川美行・白井健裕・新川 公(1986)表層地質図「津川の地質」. 新潟県下越地域土地分類基
本調査「津川」および説明書, 新潟県農地部, 31-62.
- 津川グリーンタフ団体研究グループ(1979)新潟県三川-津川地域におけるグリーンタフ盆地発生期の造構運動. 地質学論集, no. 16, 1-22.
- Watanabe, M. and Yanagisawa, Y. (2005) Refined Early Miocene to Middle Miocene diatom biochronology for the middle- to high-latitude North Pacific. *Island Arc*, **14**, 91-101.
- 柳沢幸夫(1999)金沢市南部地域に分布する中新統の珪藻化石層序. 地調月報, **50**, 49-65.
- Yanagisawa, Y. and Akiba, F. (1998) Refined Neogene diatom biostratigraphy for the northwest Pacific around Japan, with an introduction of code numbers for selected diatom biohorizons. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **104**, 395-414.
- 柳沢幸夫・平中宏典・黒川勝己(2003a)新潟県津川地域の中部～上部中新統の珪藻化石層序およびテフラ層序に基づく年代層序. 地球科学, **57**, 205-220.
- 柳沢幸夫・平中宏典・黒川勝己(2003b)新潟県新発田市北東部地域の中新統の珪藻化石層序とテフラ層序との対応関係. 地球科学, **57**, 299-313.
- 吉田武義・中島淳一・長谷川昭・佐藤比呂志・長橋良隆・木村純一・田中明子・PRIMA O. D. A. ・大口 健(2005)後期新生代, 東北本州弧における火成活動史と地殻・マントル構造. 第四紀研究, **44**, 195-216.
- 吉川周作(1976)大阪層群の火山灰層について. 地質雑, **82**, 497-515.
- 吉村尚久・若林茂敬・高浜信行・小沼静代・滝沢洋雄(1974)新潟県三川盆地および津川盆地北縁の新第三系. 地調報告, no. 250-1, 5-23.
- 吉村尚久・八幡正弘(1982)津川-会津地域の新第三系, とくにグリーンタフ. 新潟の地質(日本地質学会第89年学術大会巡検案内書), 95-115.

(受付:2007年5月11日;受理:2007年7月26日)



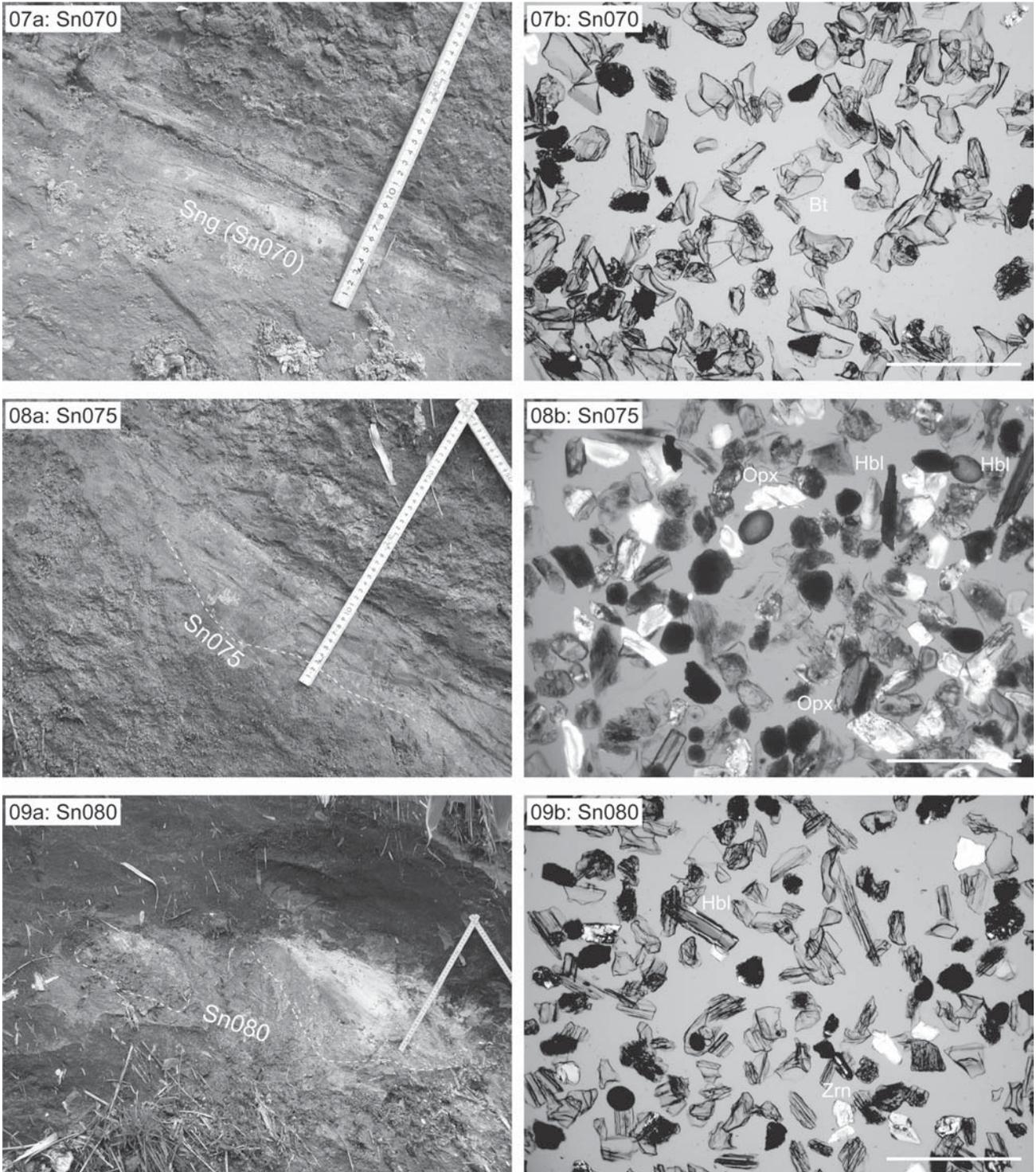
付図第1-1図 野村層中のテフラ層の産状と構成粒子. 構成粒子写真は、クロスニ科尔より20°ずらして撮影した. スケールバーは0.2 mm.

Appendix fig. 1-1 Filed occurrence and components of tephras in the Nomura Formation. The components photos were taken rotating the upper nicol 20° from the crossed position. Scale bar shows 0.2 mm.

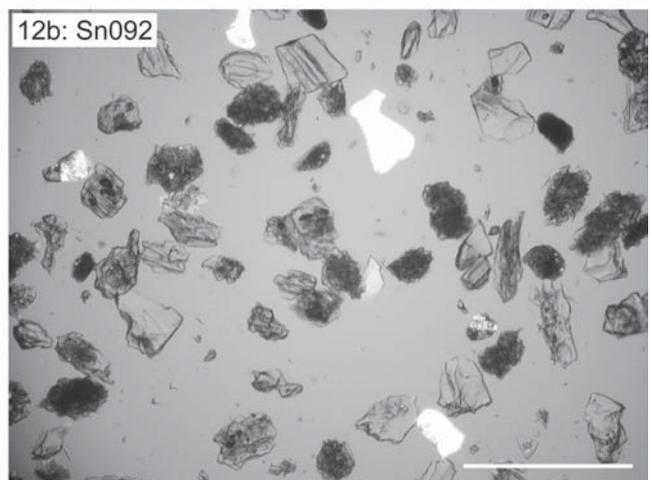
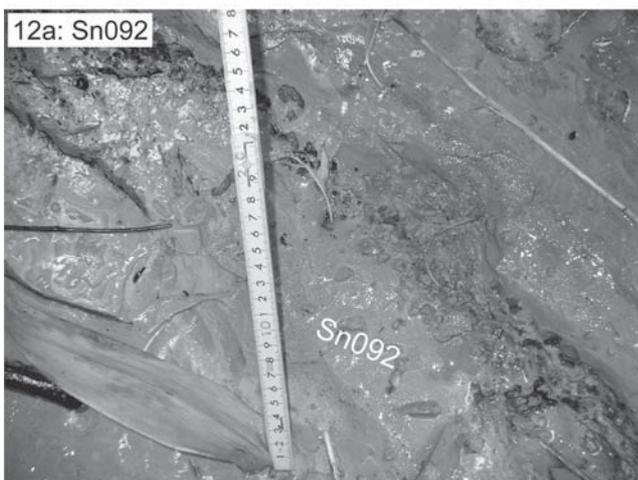
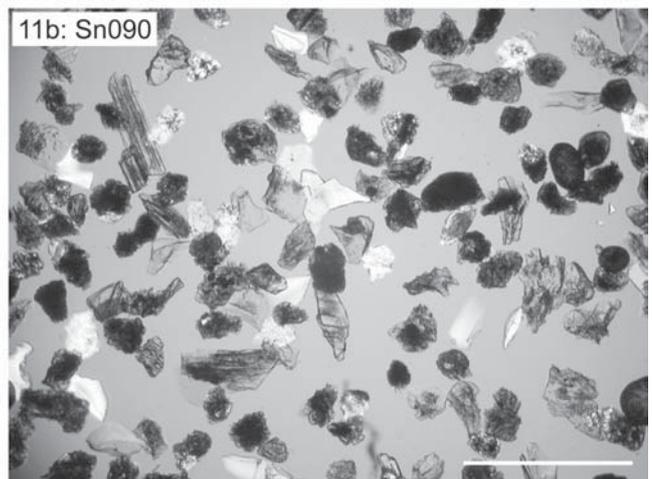
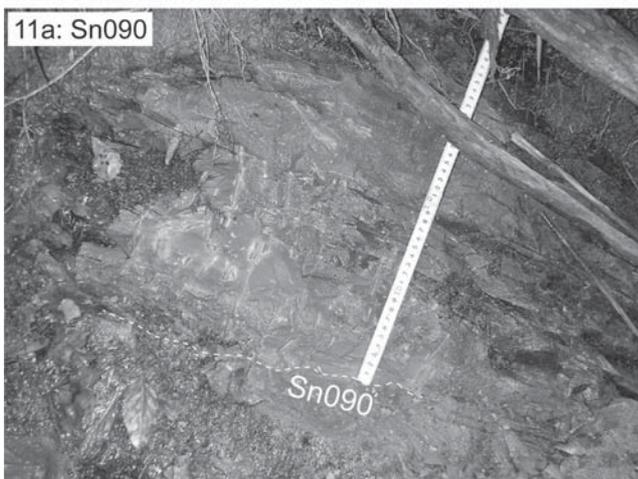
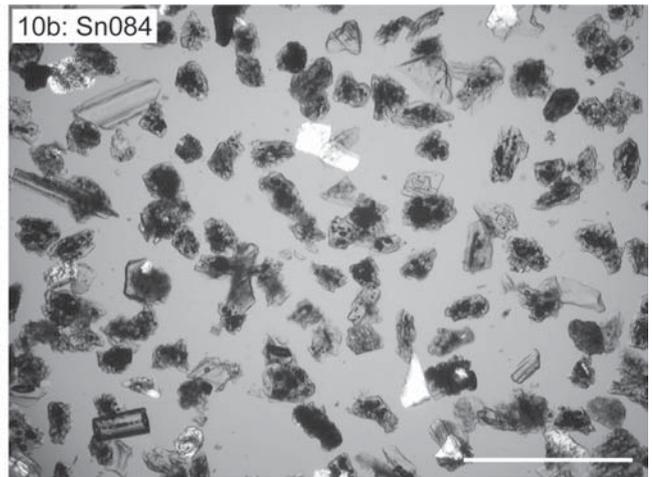
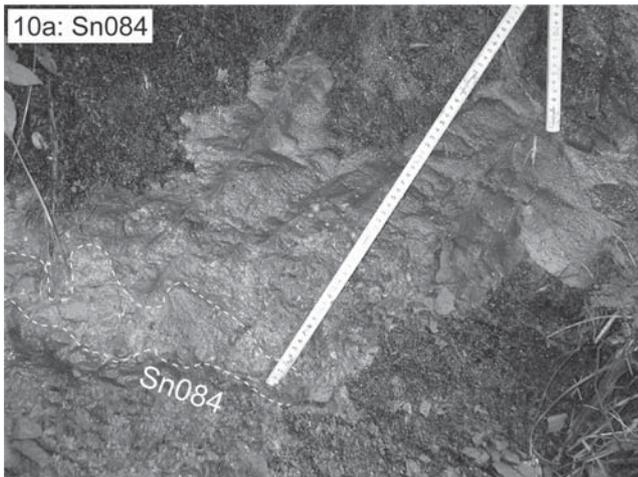


付図第 1-2 図 続き.

Appendix fig. 1-2 Continued.

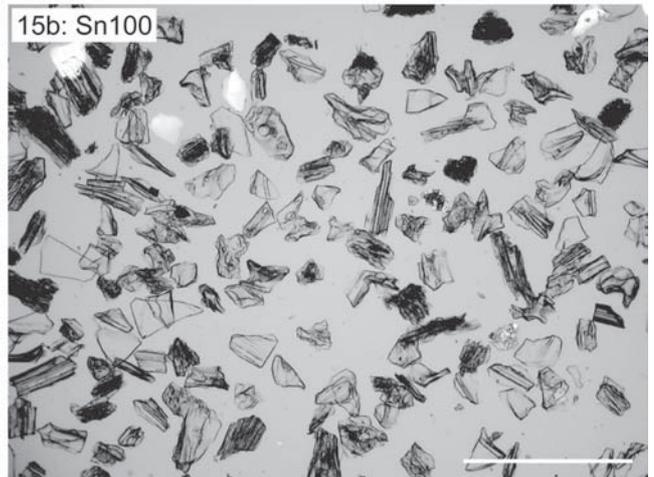
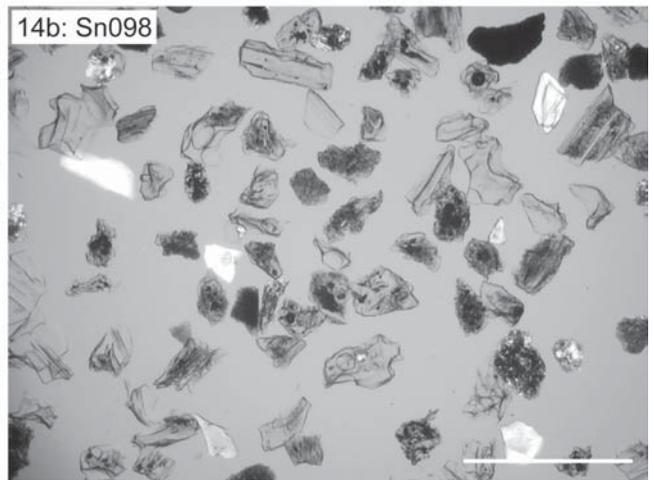
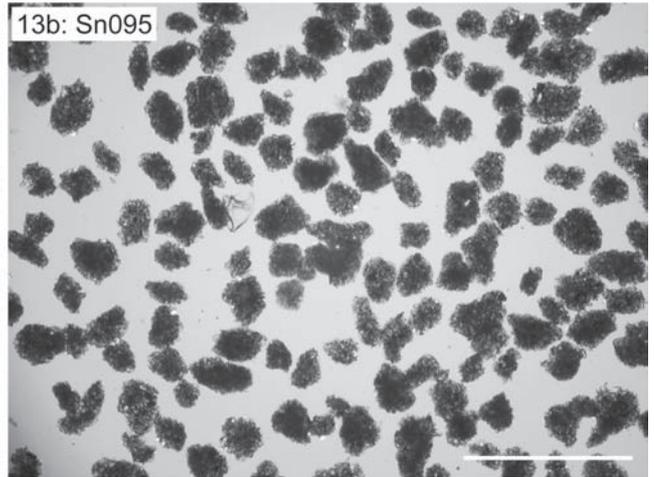


付図第1-3図 続き.
Appendix fig. 1-3 Continued.

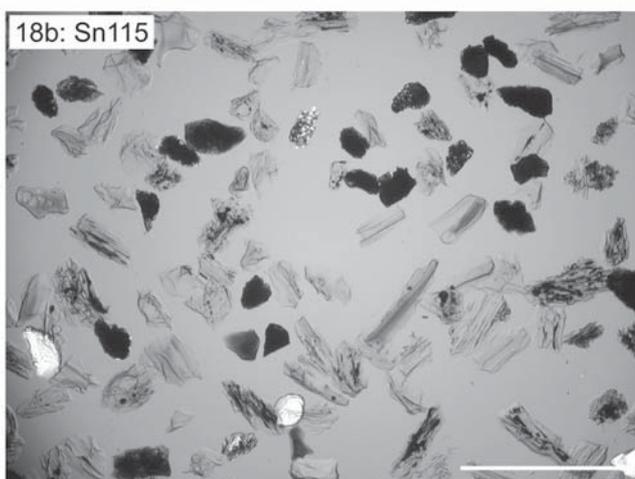
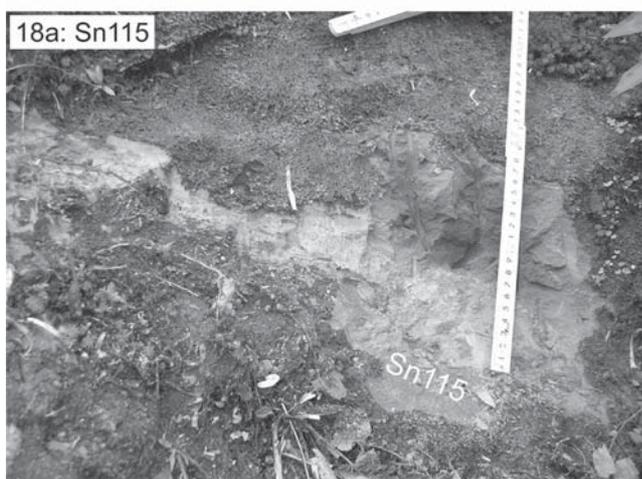
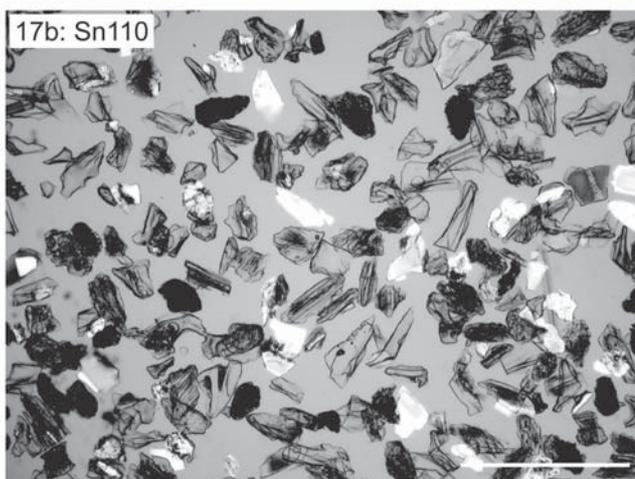
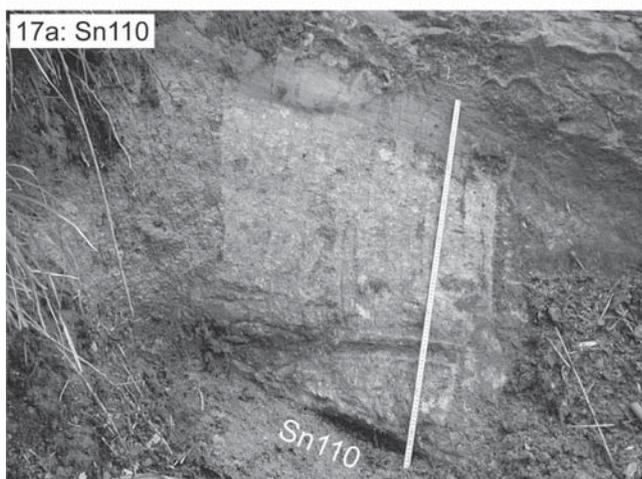
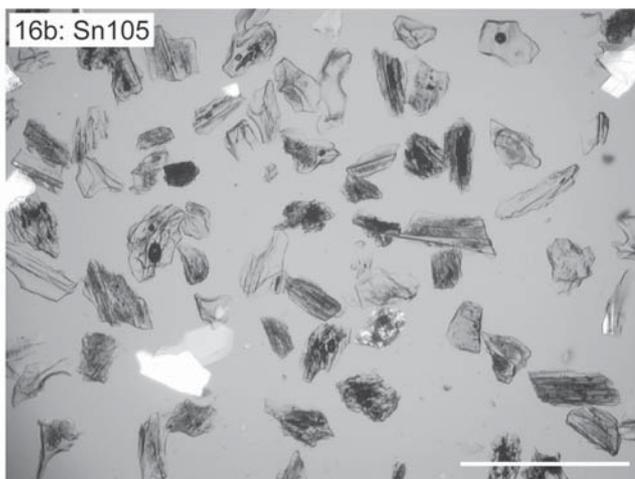
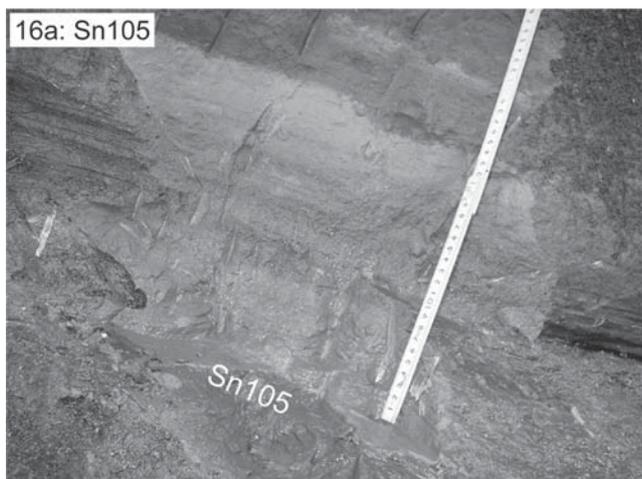


付図第1-4図 続き.

Appendix fig. 1-4 Continued.

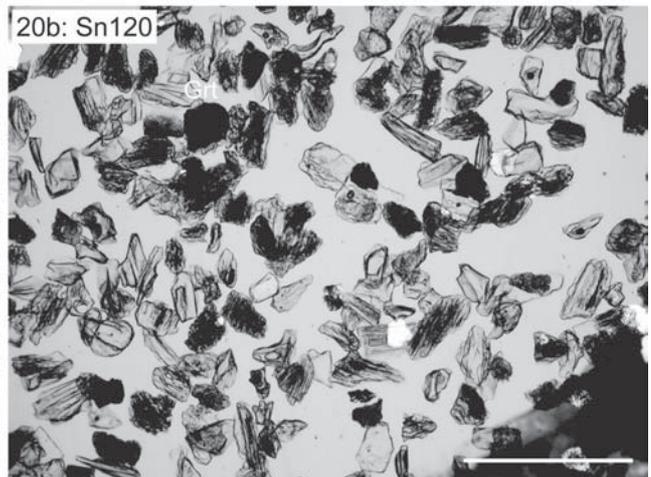
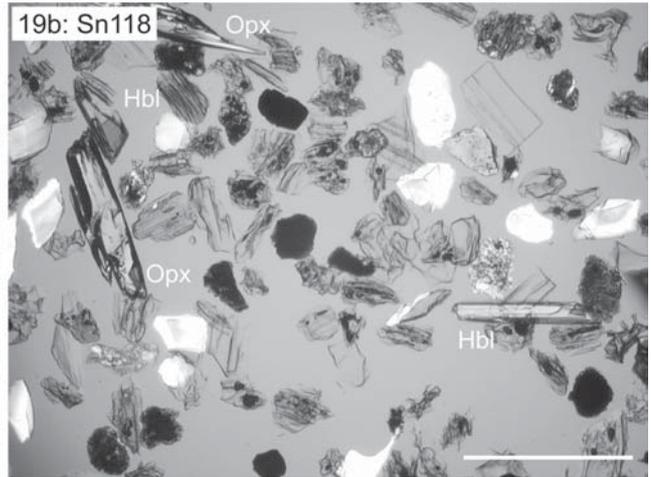
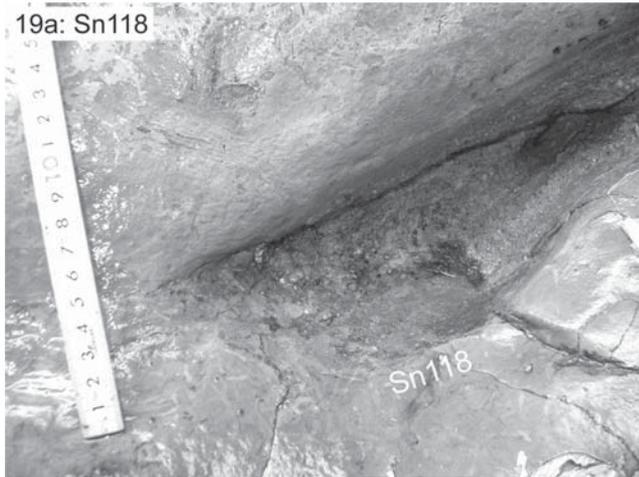


付図第1-5図 続き.
Appendix fig. 1-5 Continued.

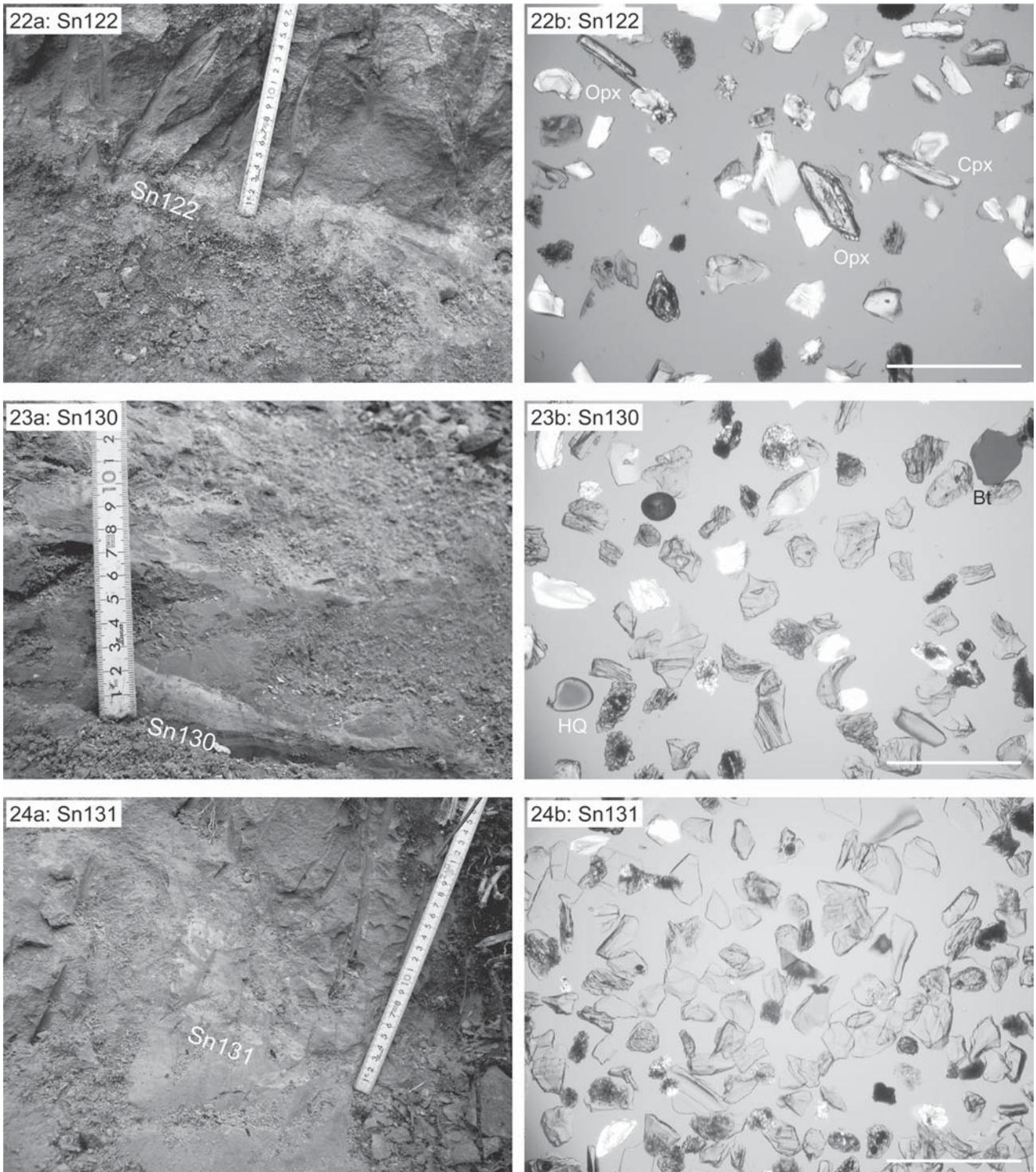


付図第1-6図 続き.

Appendix fig. 1-6 Continued.

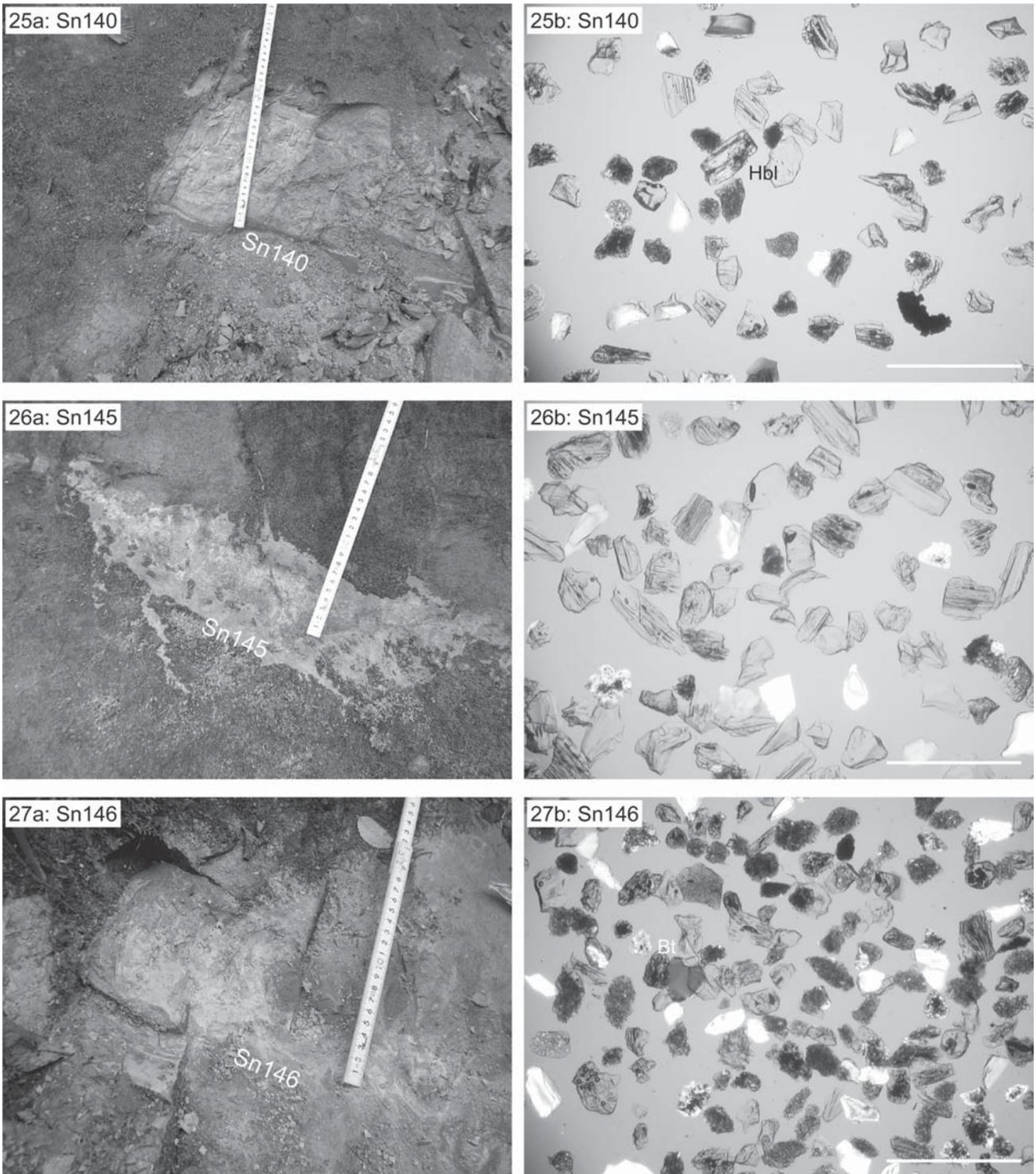


付図第1-7図 続き.
Appendix fig. 1-7 Continued.

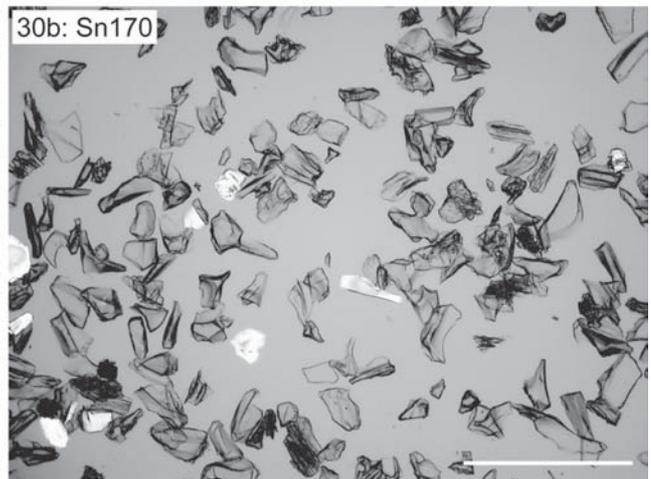
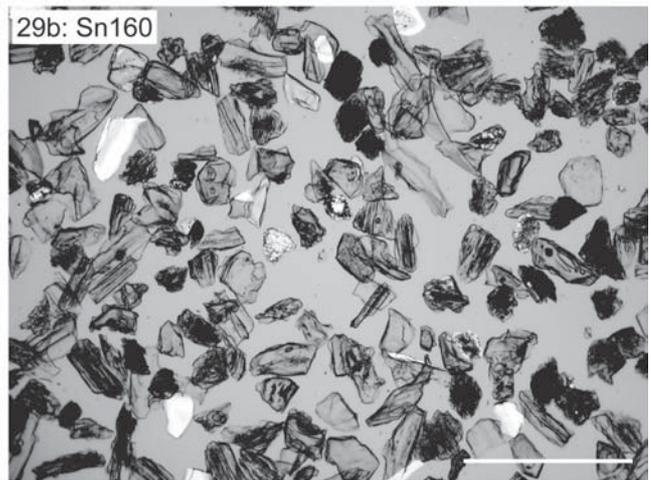
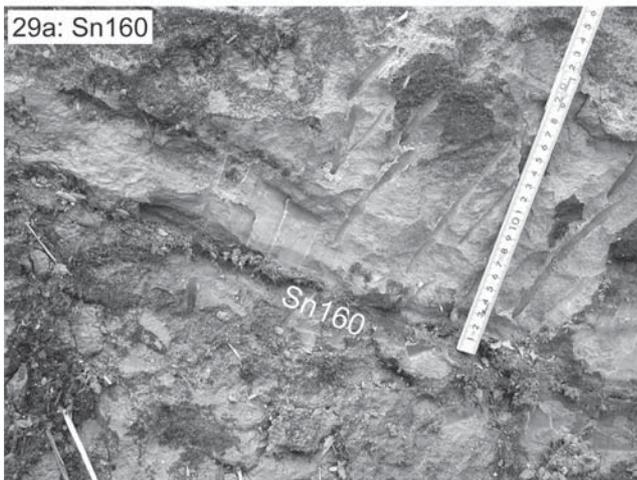
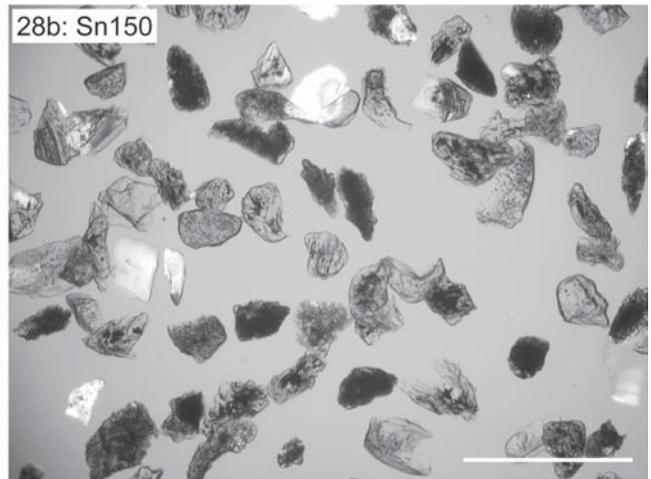
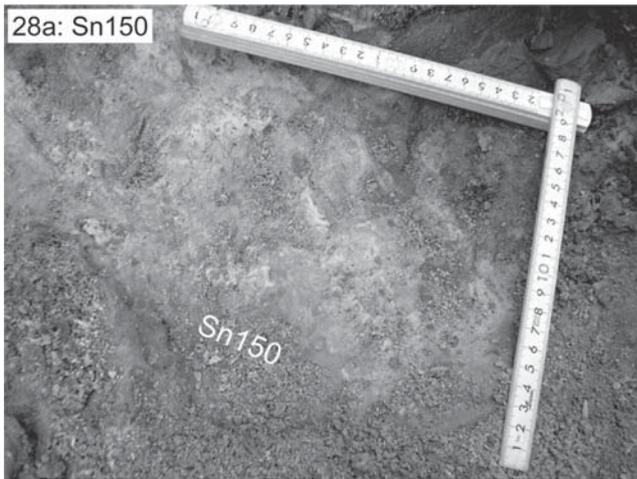


付図第1-8図 続き.

Appendix fig. 1-8 Continued.

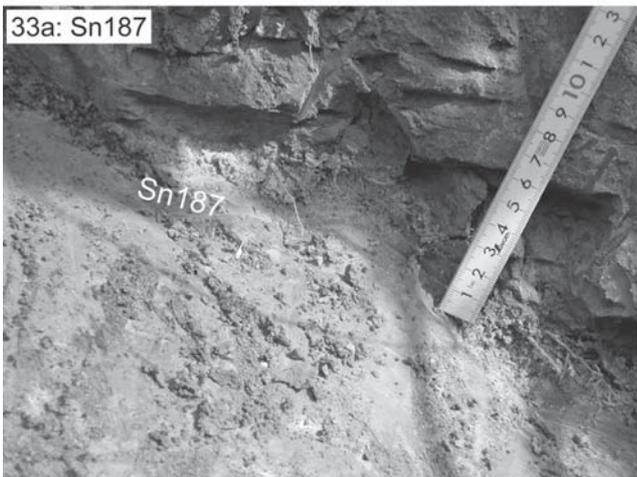
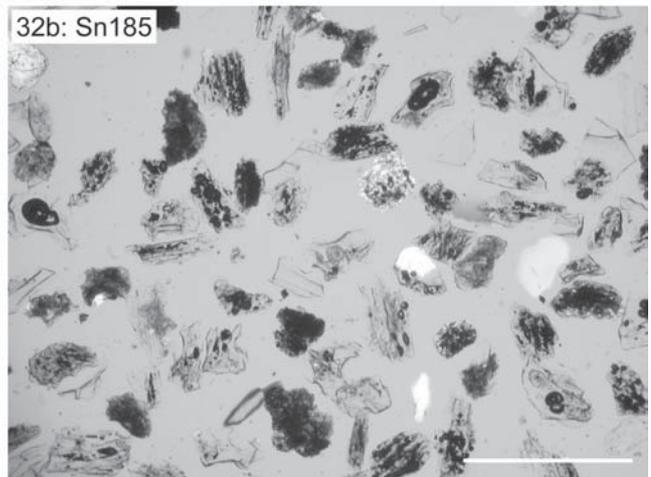
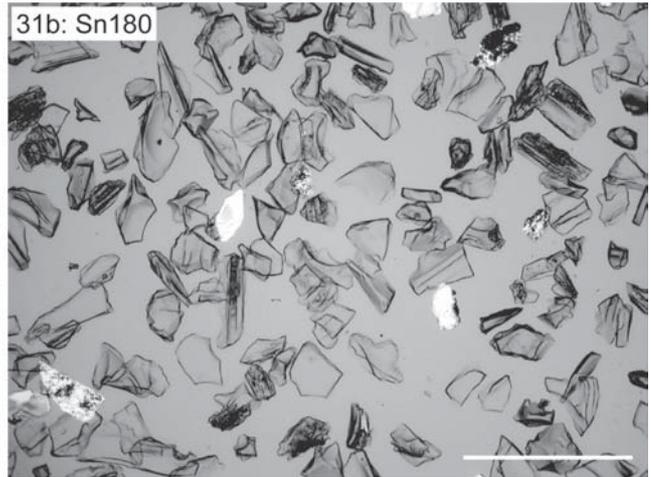
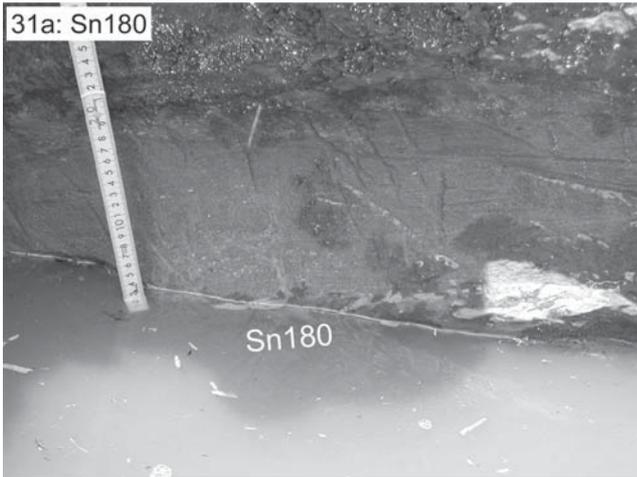


付図第1-9図 続き.
Appendix fig. 1-9 Continued.

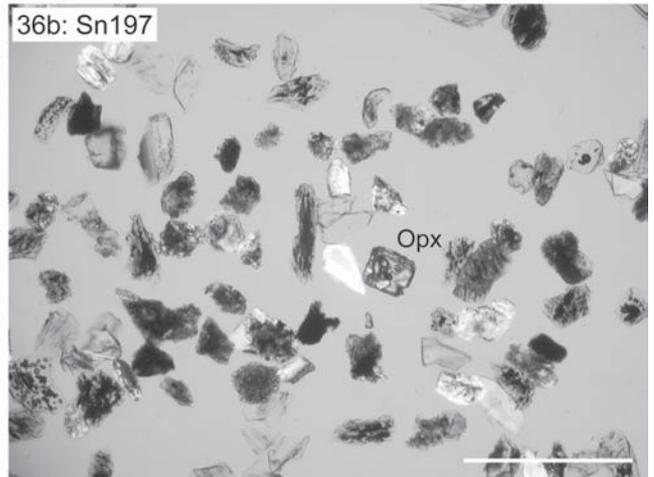
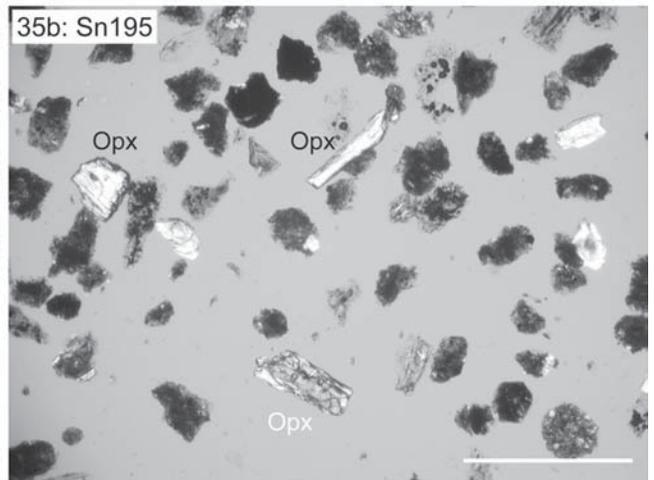
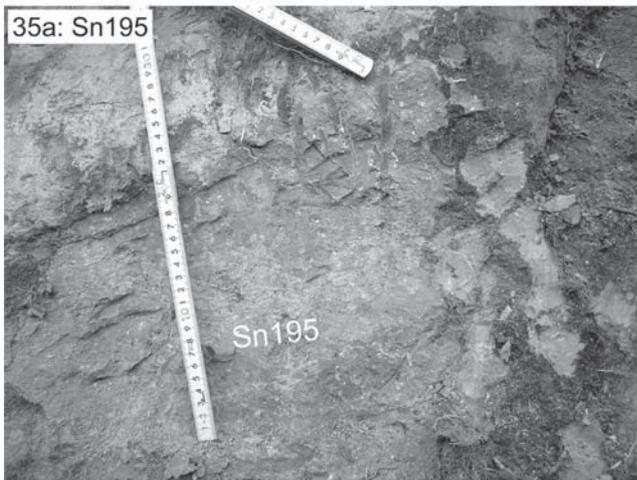
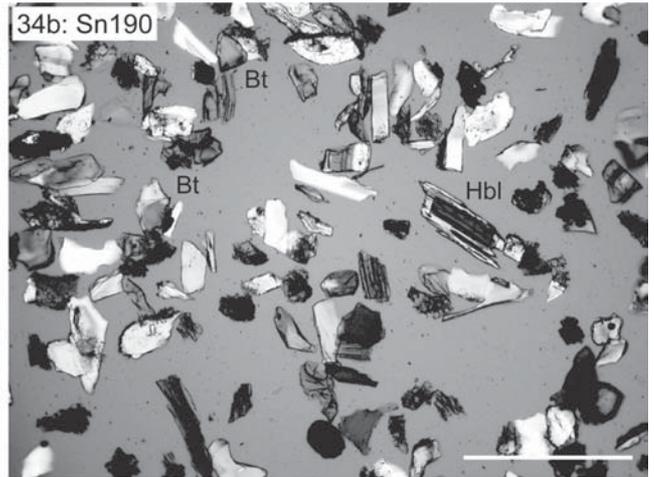


付図第 1-10 図 続き.

Appendix fig. 1-10 Continued.

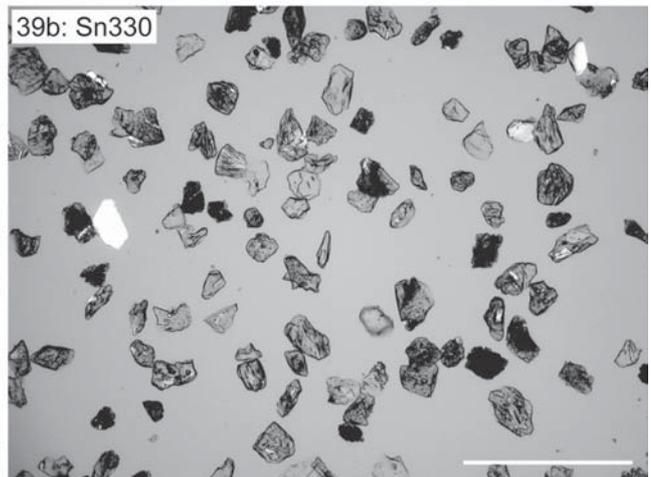
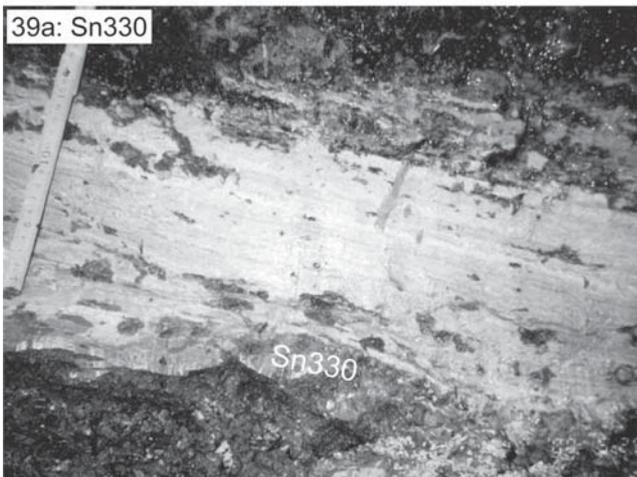
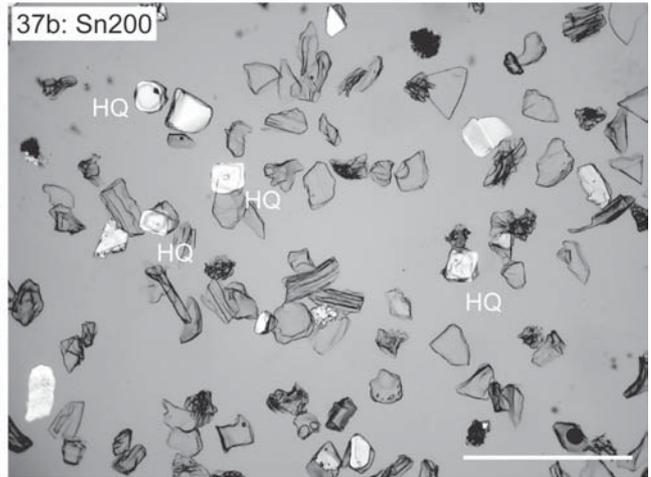
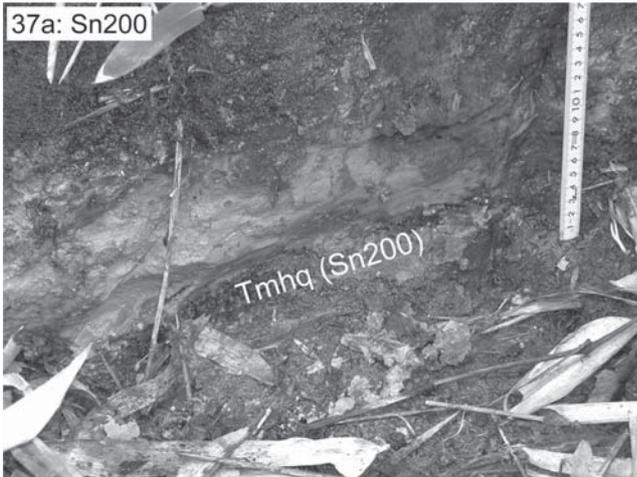


付図第 1-11 図 続き.
Appendix fig. 1-11 Continued.

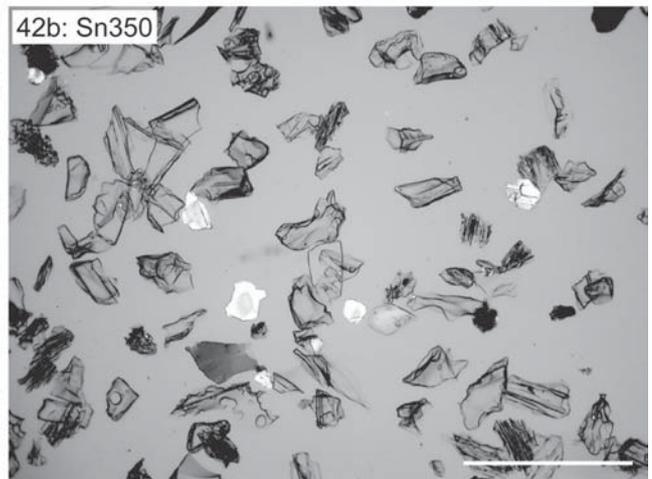
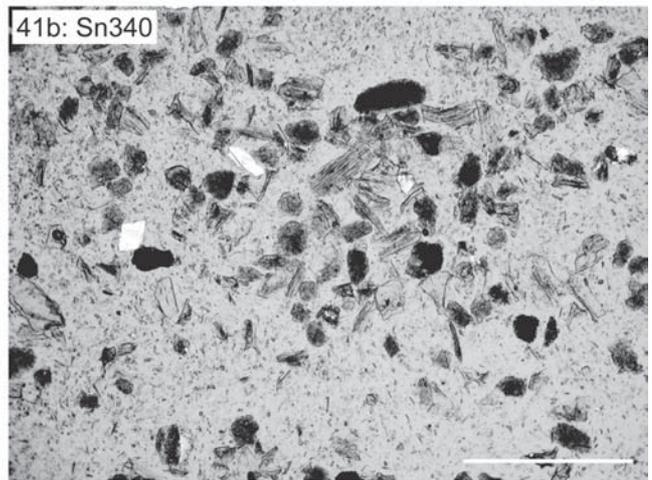
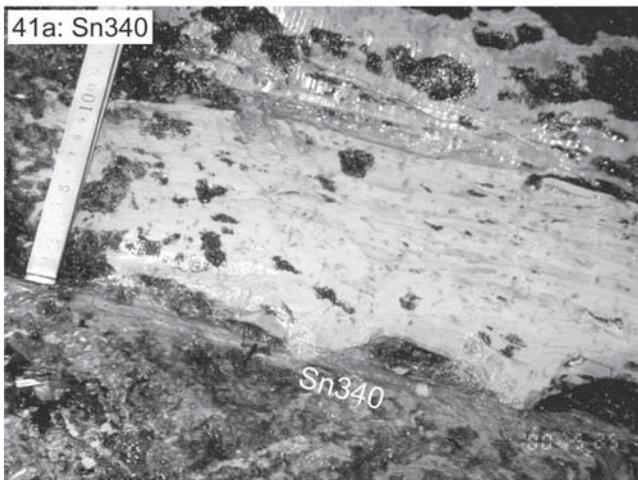
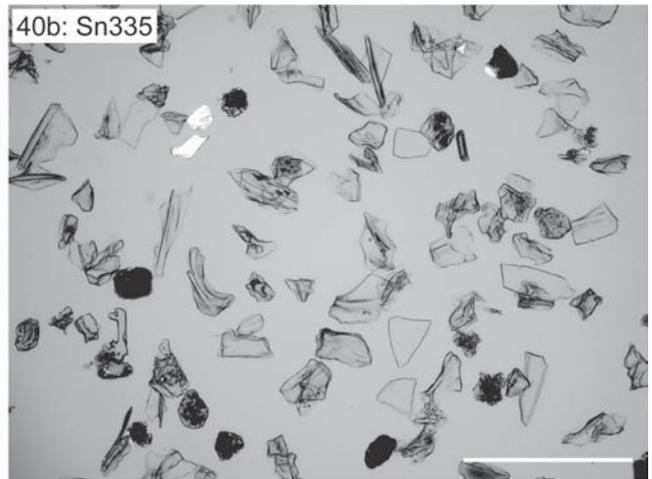


付図第 1-12 図 続き.

Appendix fig. 1-12 Continued.

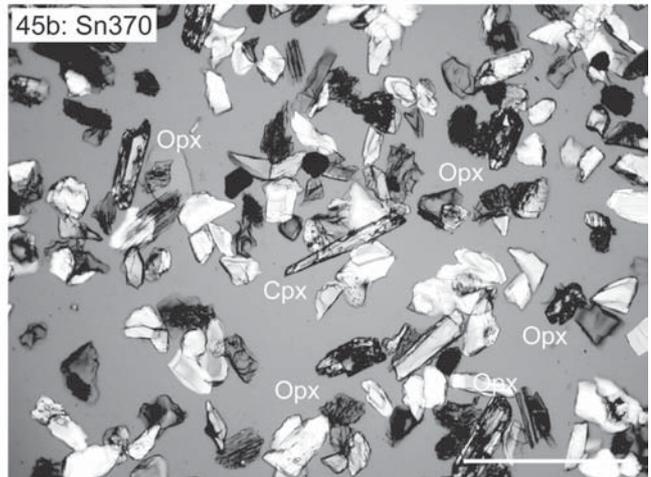
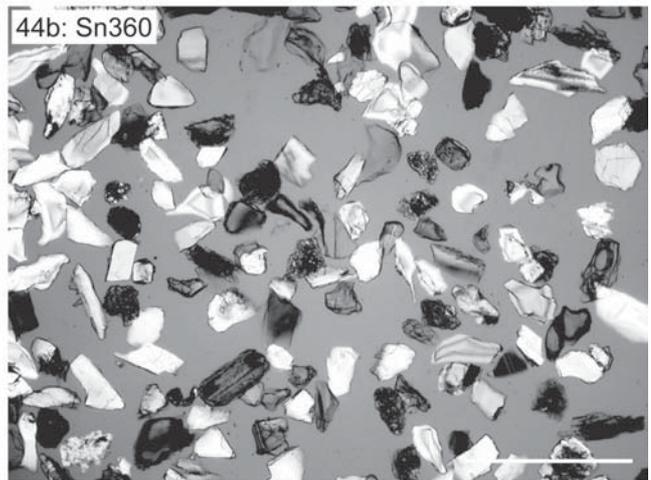
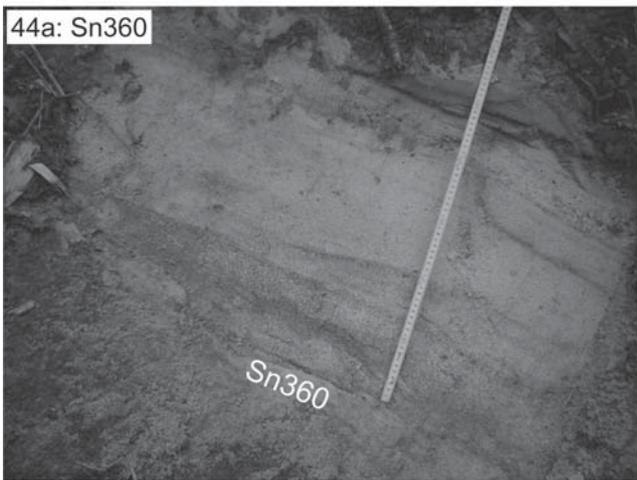
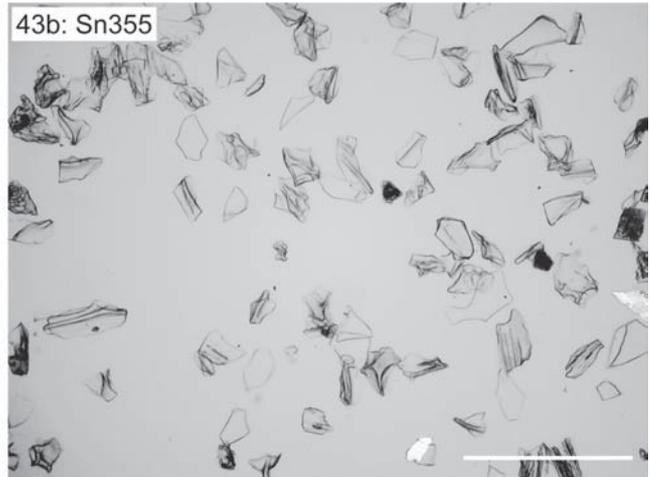


付図第 1-13 図 続き.
Appendix fig. 1-13 Continued.

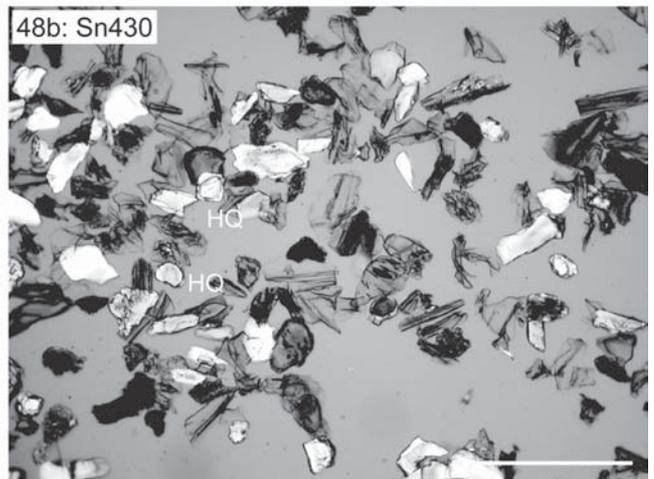
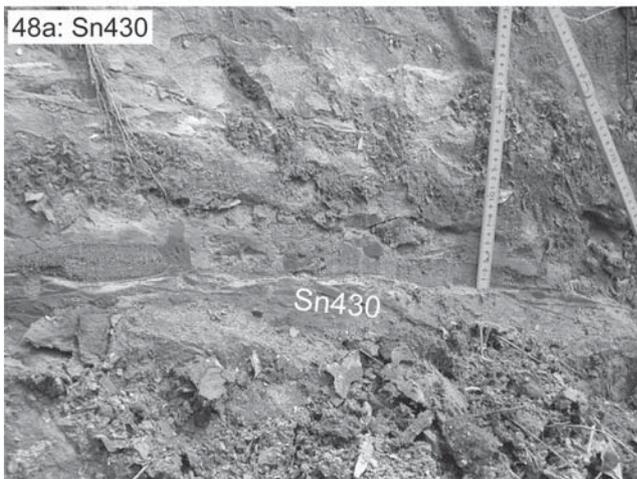
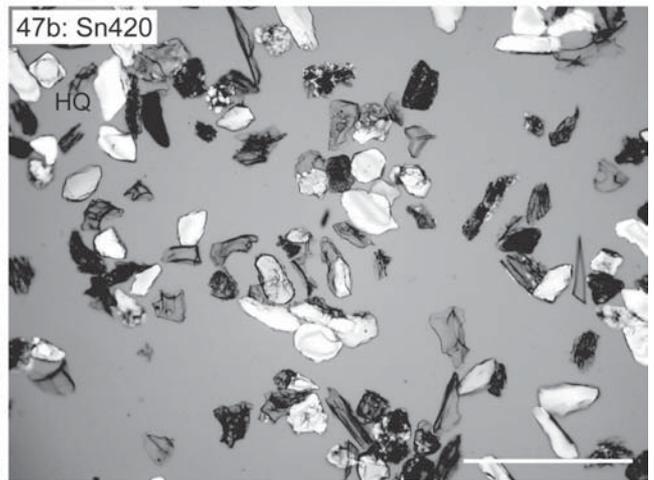
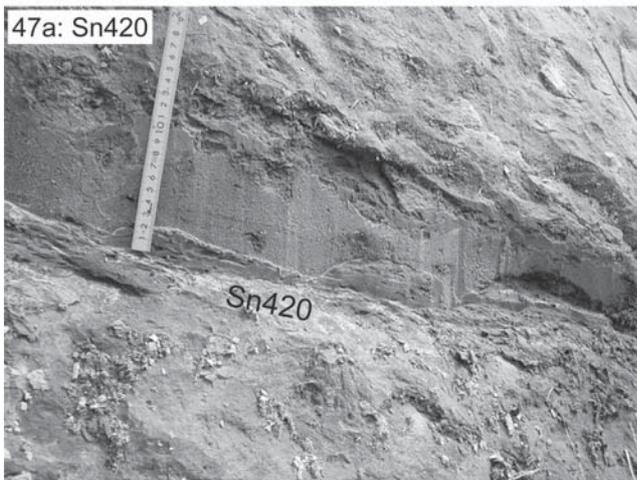
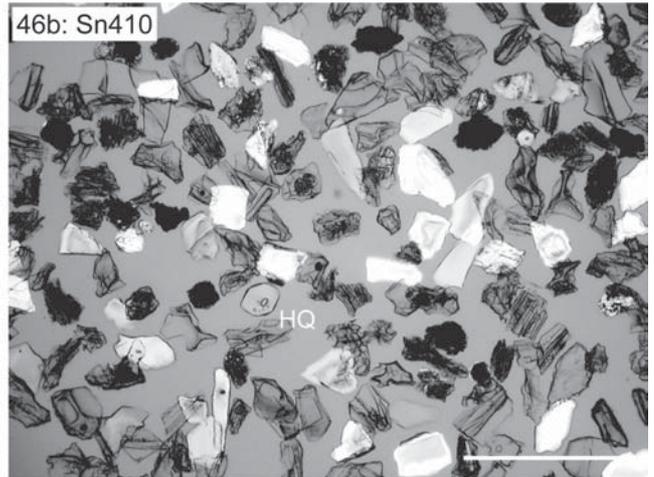
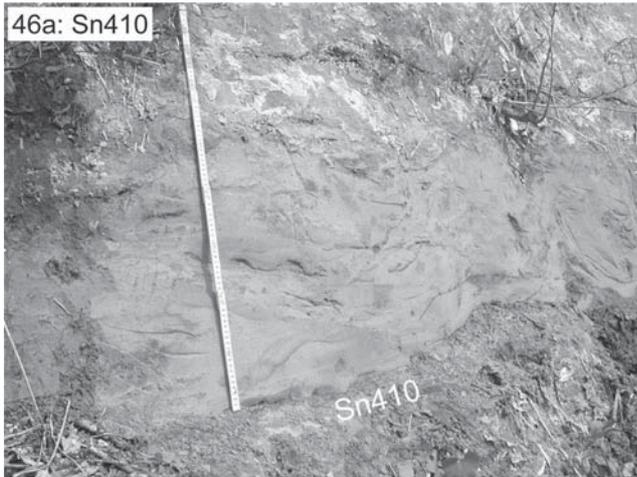


付図第 1-14 図 続き.

Appendix fig. 1-14 Continued.

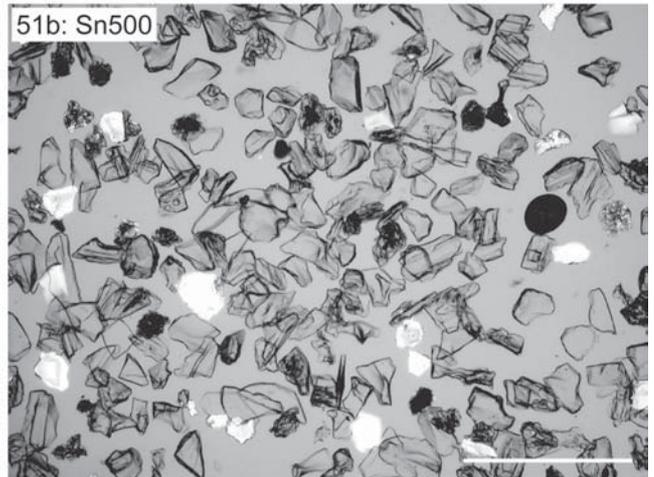
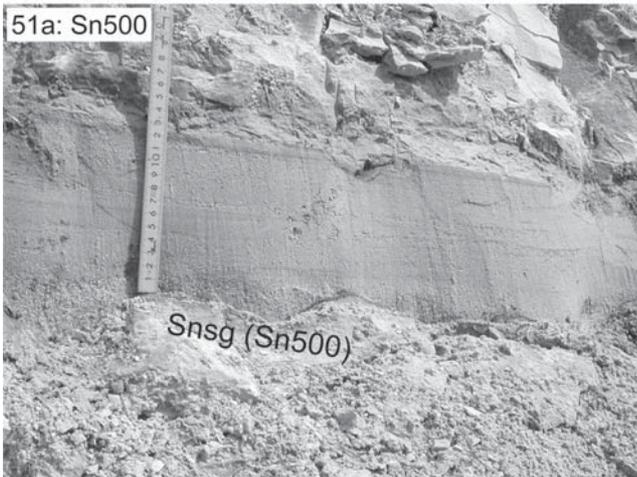
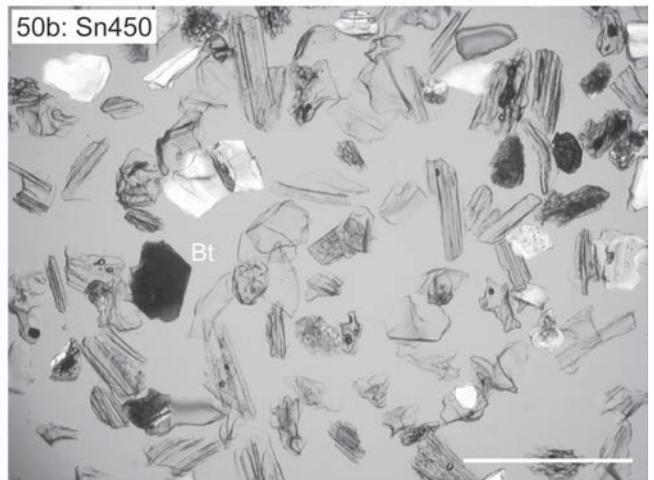
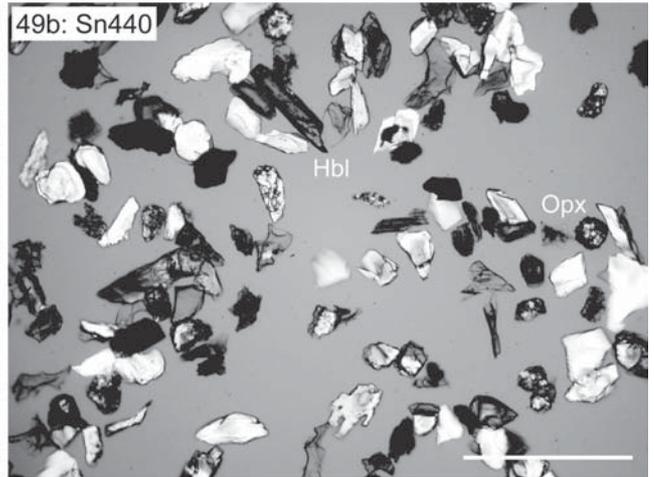
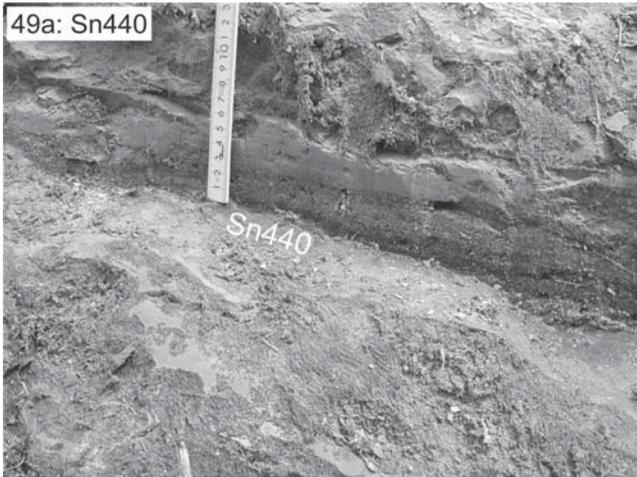


付図第 1-15 図 続き.
Appendix fig. 1-15 Continued.

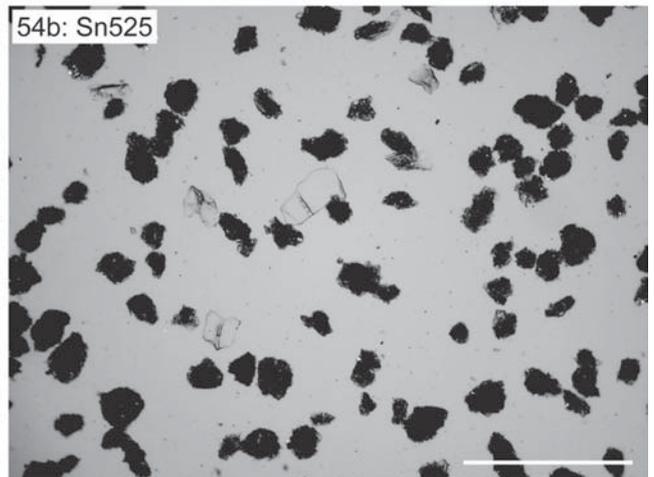
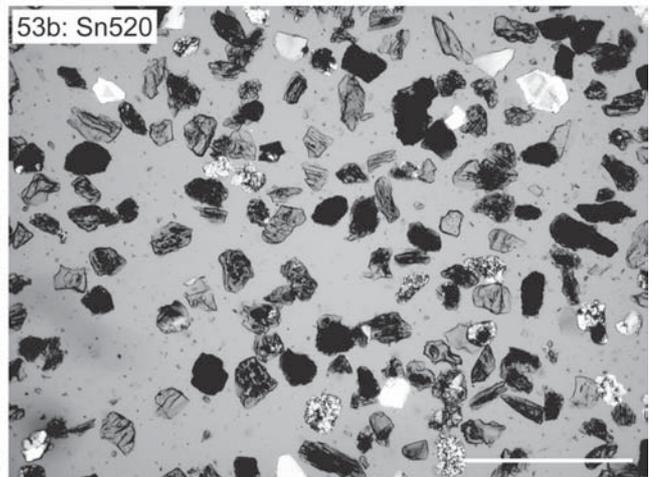
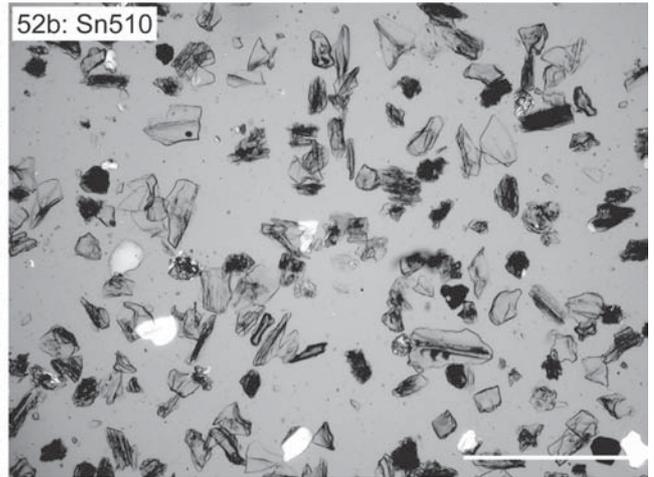


付図第 1-16 図 続き.

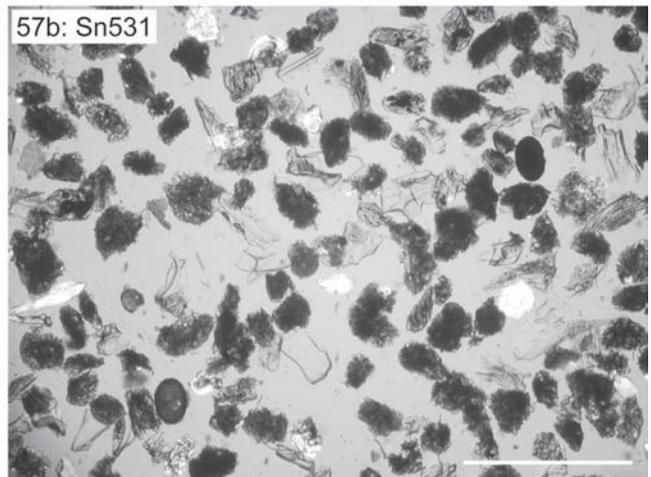
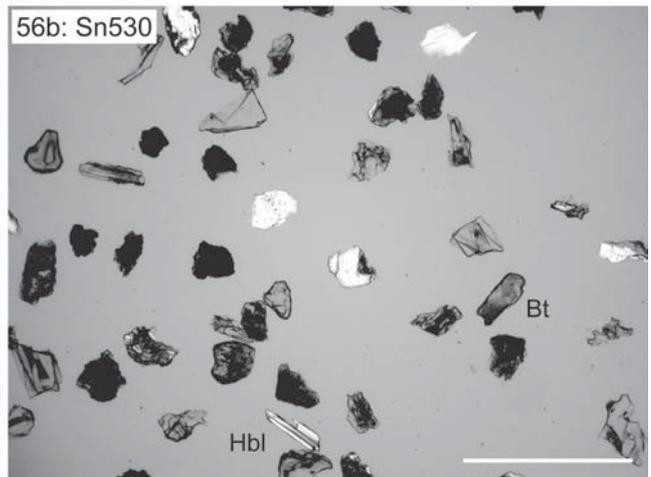
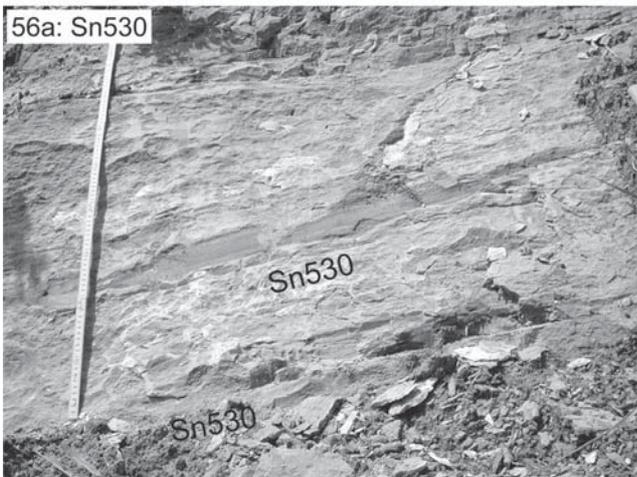
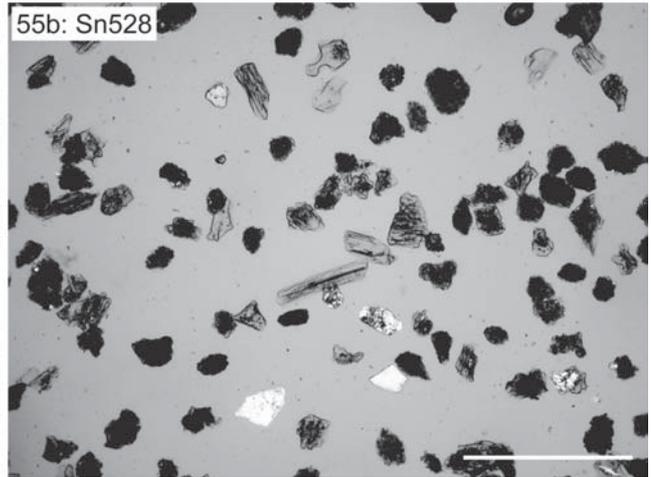
Appendix fig. 1-16 Continued.



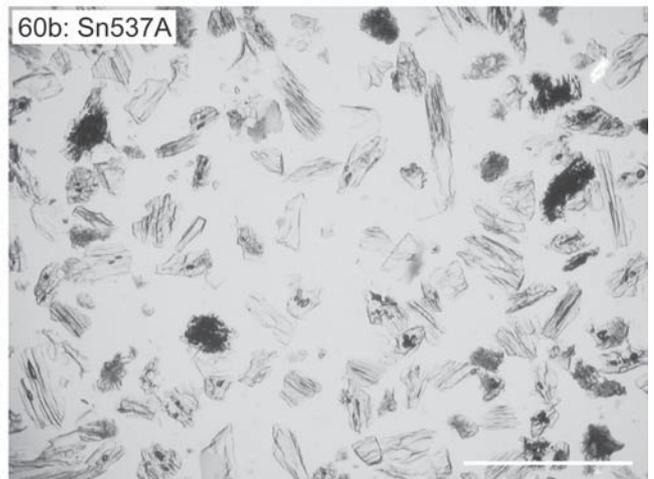
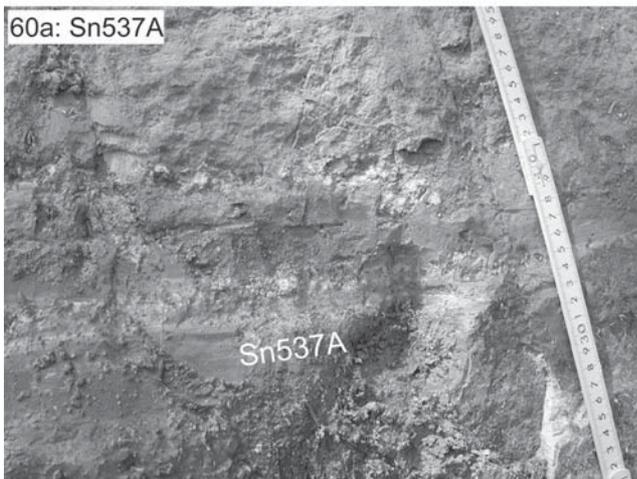
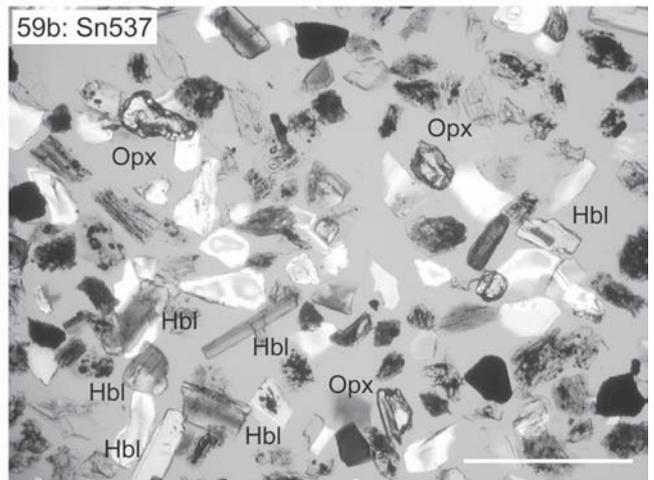
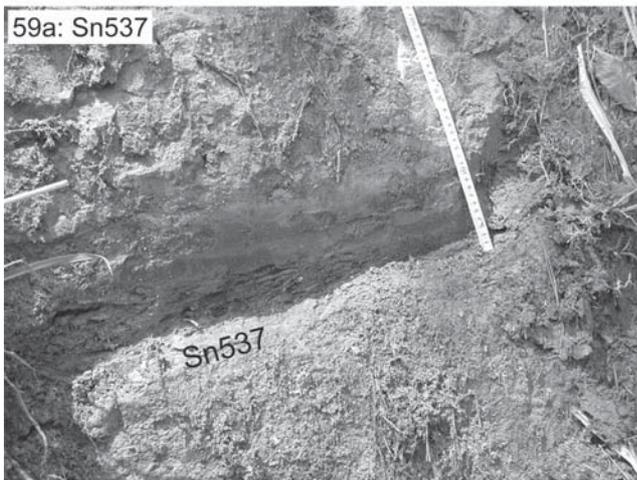
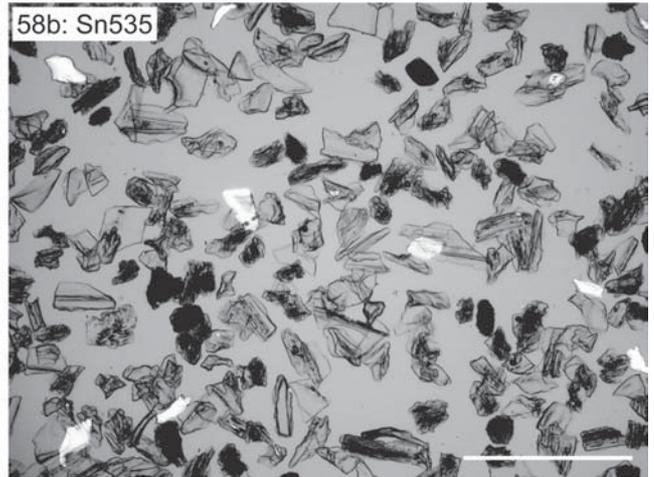
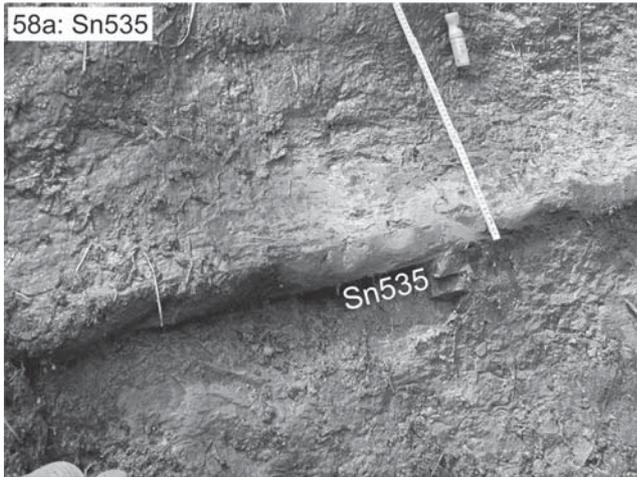
付図第 1-17 図 続き.
Appendix fig. 1-17 Continued.



付図第 1-18 図 続き.
Appendix fig. 1-18 Continued.

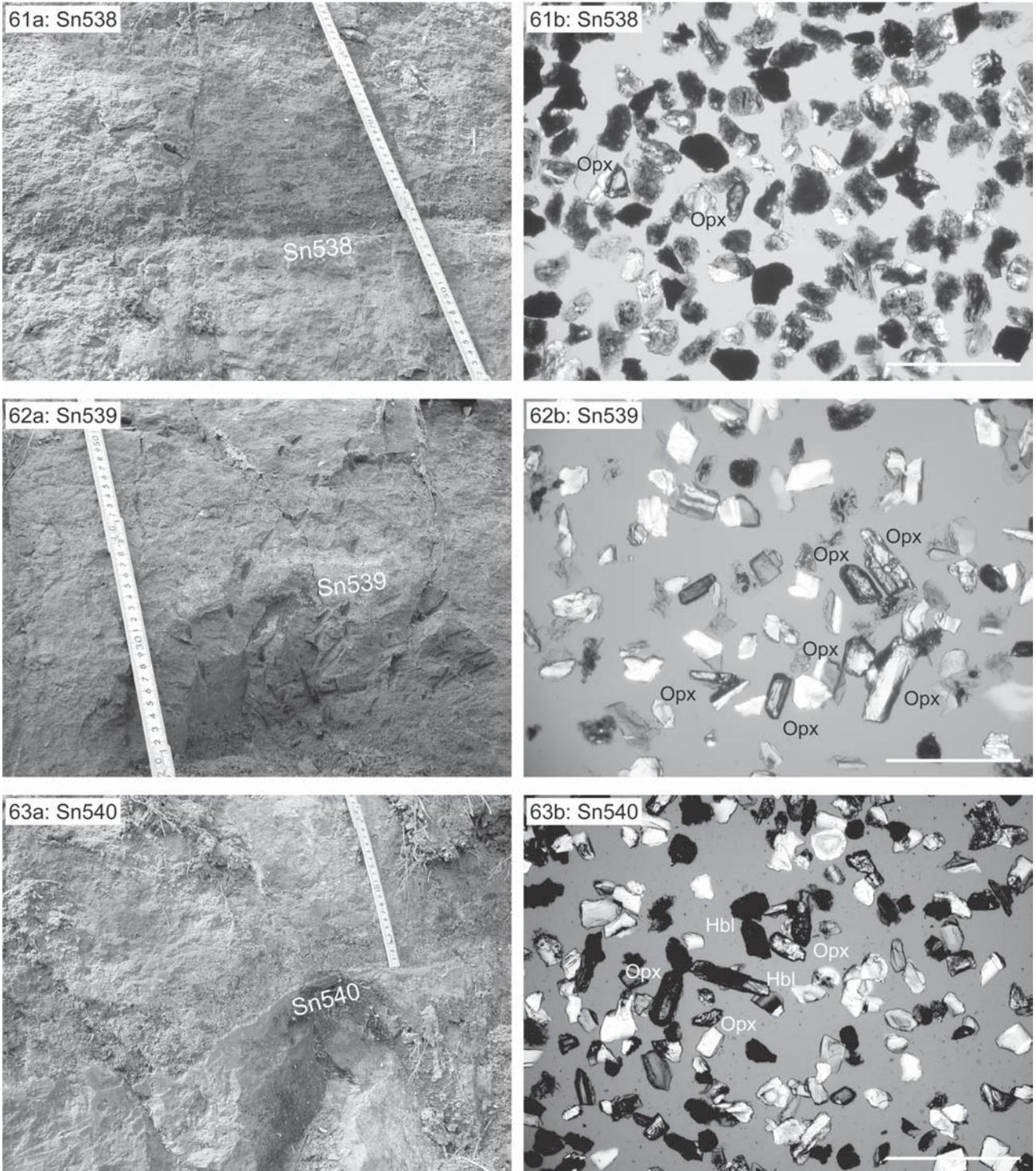


付図第 1-19 図 続き.
Appendix fig. 1-19 Continued.



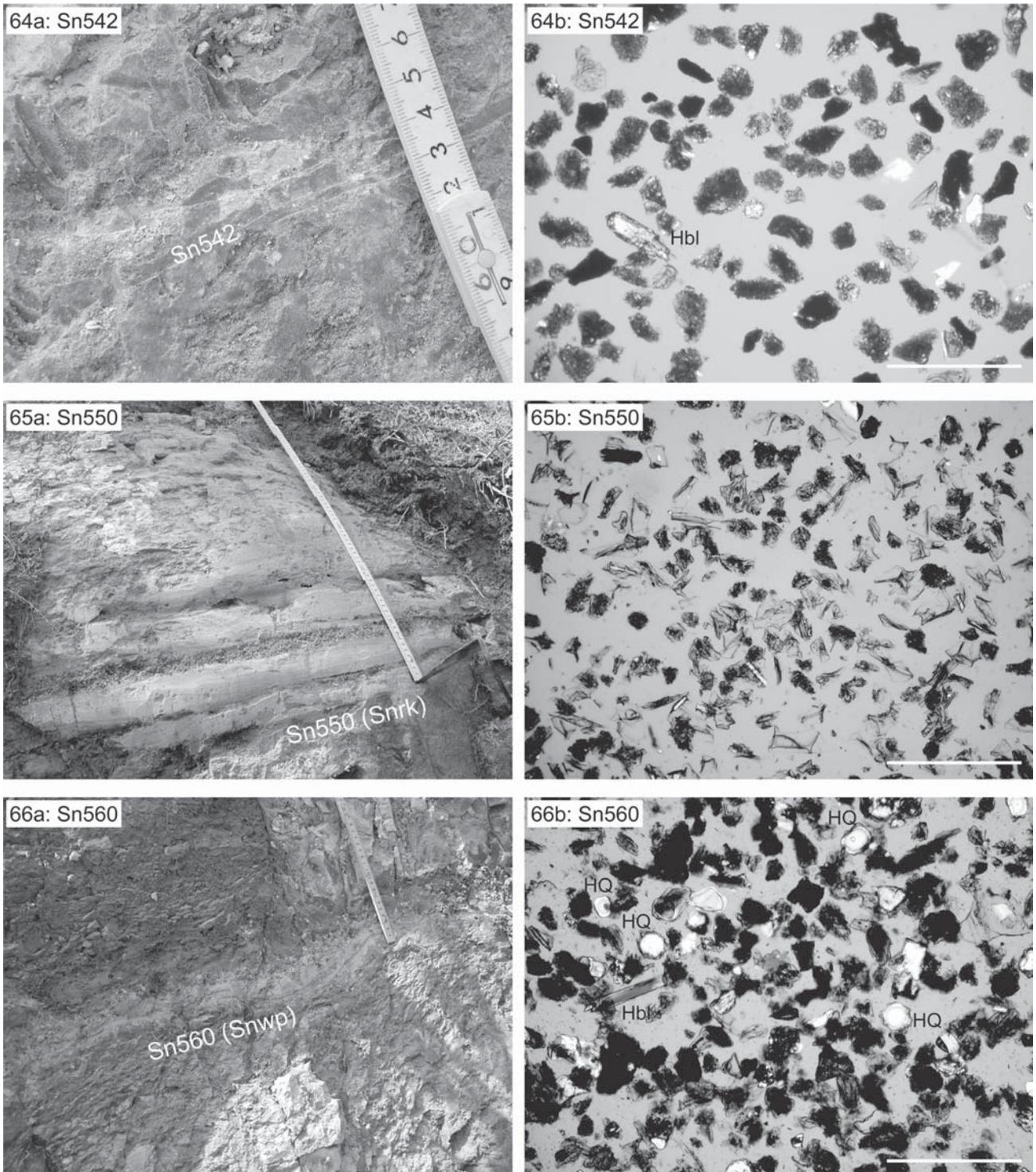
付図第 1-20 図 続き.

Appendix fig. 1-20 Continued.

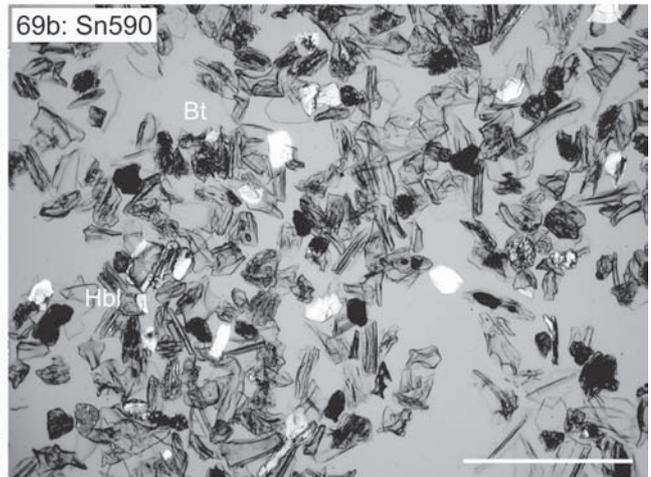
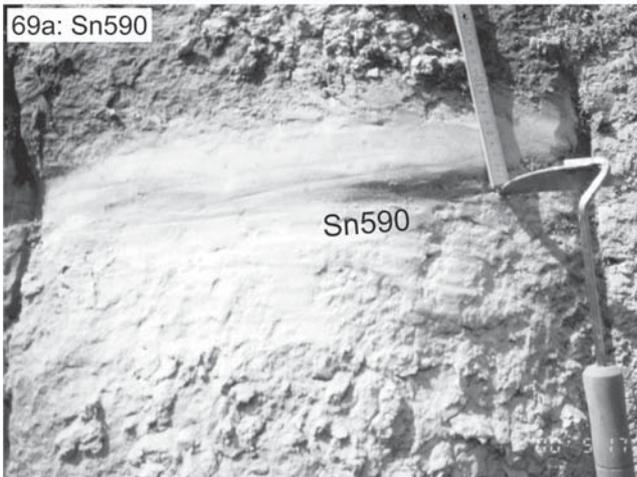
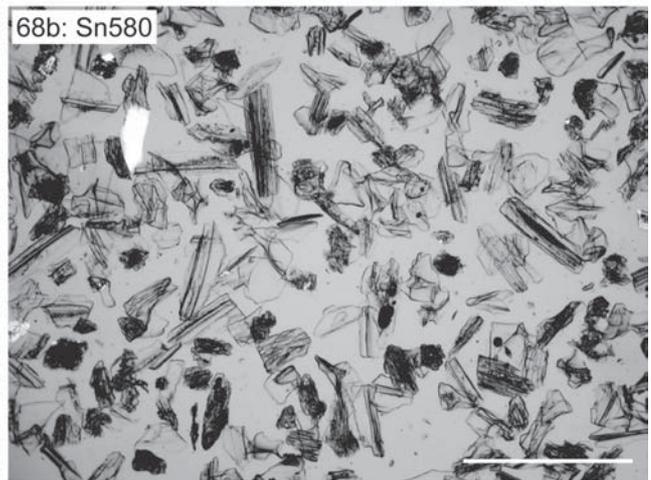
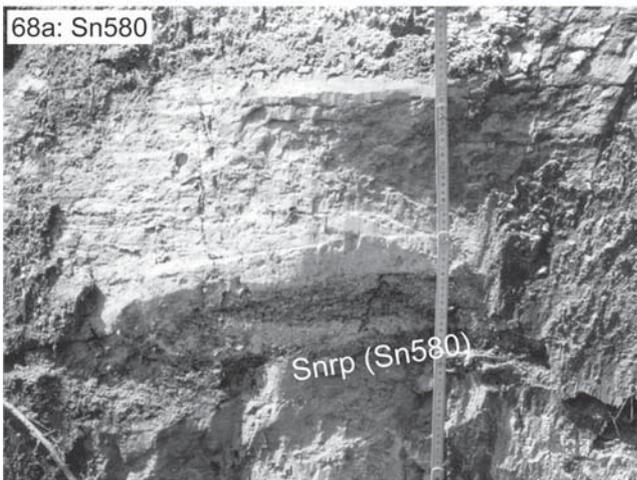
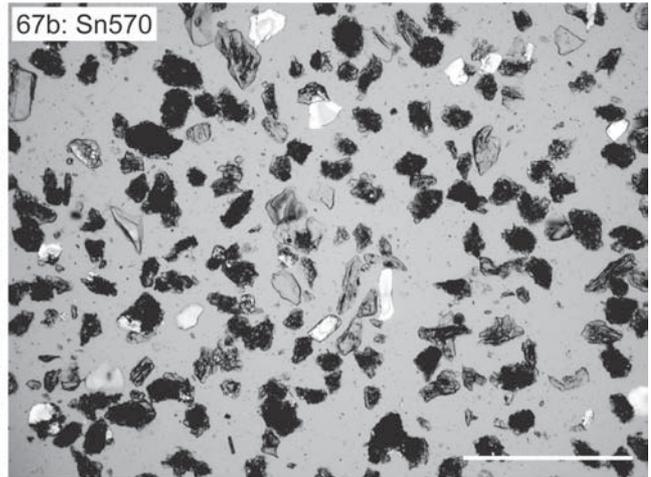
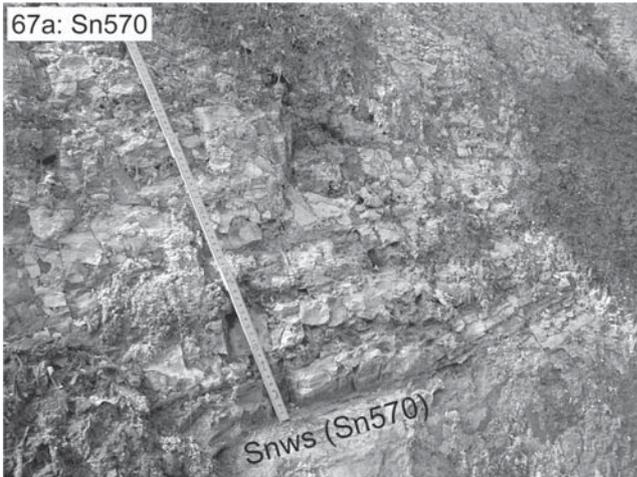


付図第 1-21 図 続き.

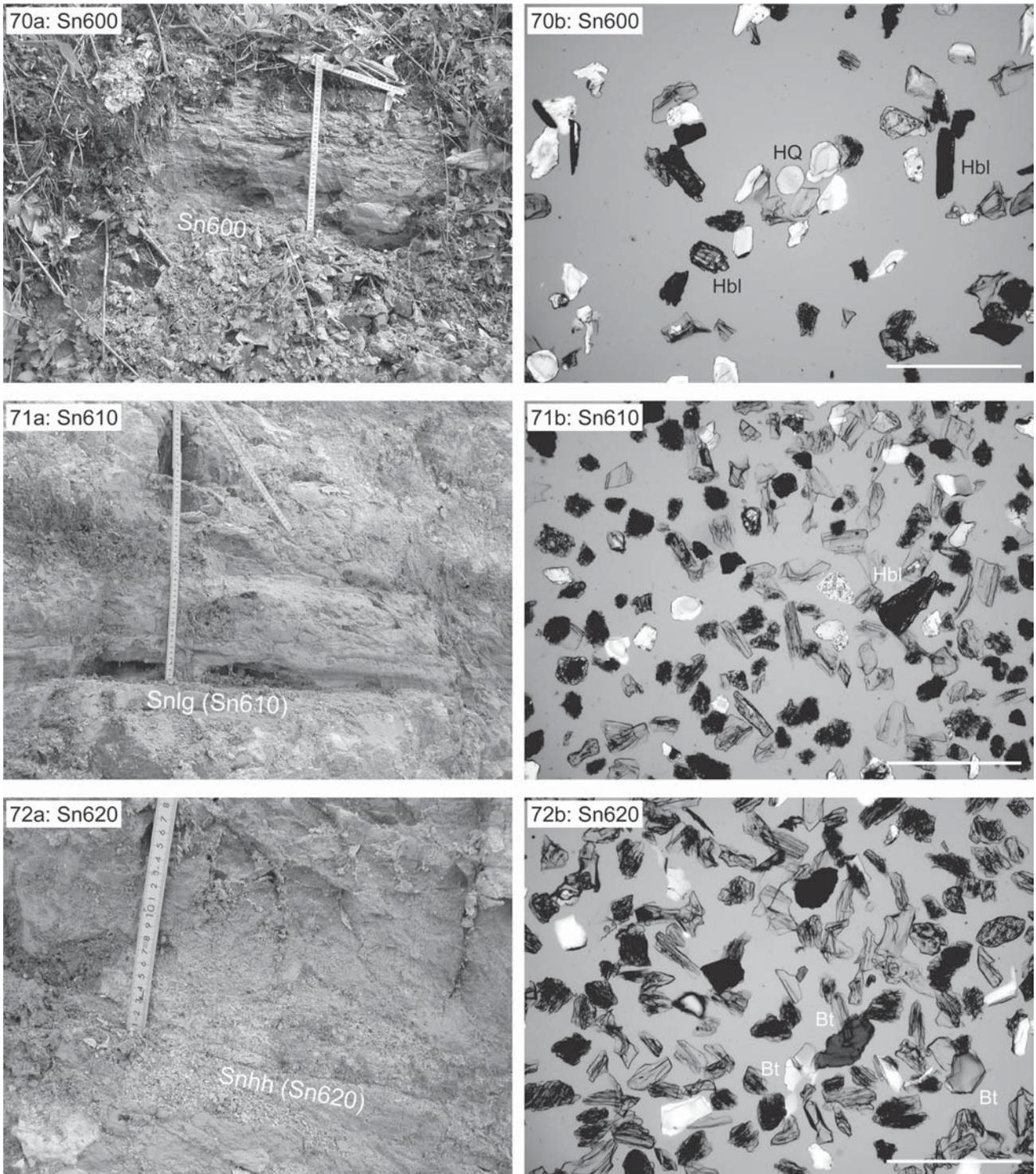
Appendix fig. 1-21 Continued.



付図第 1-22 図 続き.
Appendix fig. 1-22 Continued.

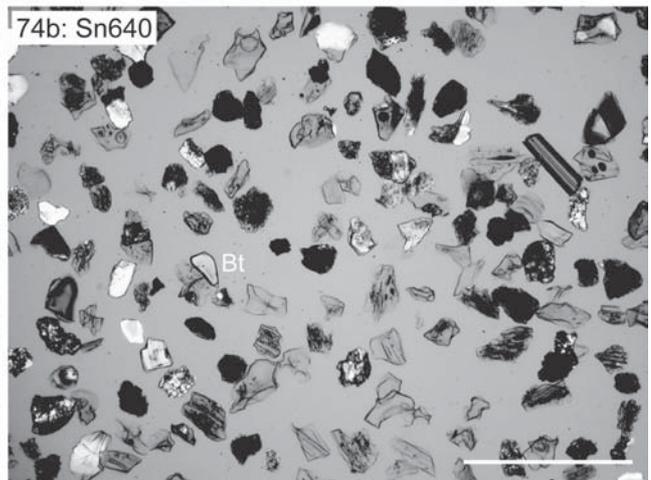
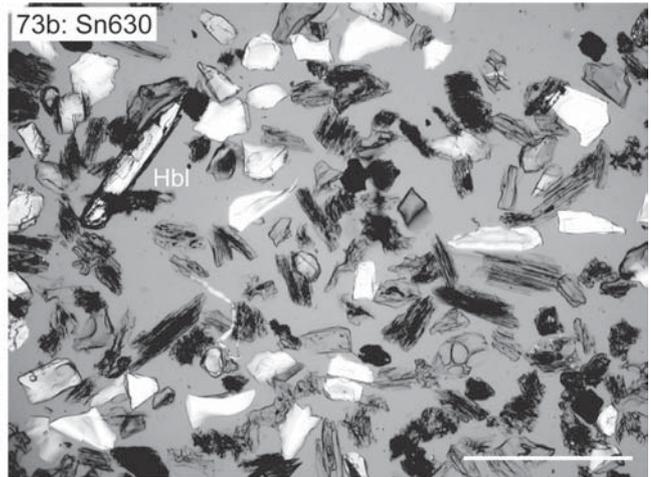


付図第 1-23 図 続き.
Appendix fig. 1-23 Continued.



付図第 1-24 図 続き.

Appendix fig. 1-24 Continued.



付図第 1-25 図 続き.
Appendix fig. 1-25 Continued.