

新潟県津川地域音無川沿いに露出する 野村層（中部～上部中新統）のテフラ層

平中宏典¹⁾・柳沢幸夫²⁾・黒川勝己³⁾

Hironori Hiranaka, Yukio Yanagisawa and Katsuki Kurokawa (2012) Tephra beds in the middle to upper Miocene Nomura Formation exposed along the Otonashigawa River, Tsugawa area, Niigata Prefecture, Japan. *Open-File Report of the Geological Survey of Japan, AIST*, no. 549, p. 1-19, 9figs., 3tables.

Abstract: The middle to upper Miocene tephrostratigraphy was established for the tephra beds intercalated in the Nomura Formation exposed along the Otonashigawa 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 34 tephra beds. Furthermore, a precise numerical age was calculated for each tephra bed on the basis of detailed diatom biochronology of the Nomura Formation. From 12.0 Ma to 7.5 Ma, four stages are discriminated based on the frequency of tephra beds. A tendency of upward decrease of K₂O content is recognized in the glass shards in the Nomura Formation.

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

¹⁾ 福井大学教育地域科学部 (Faculty of Education and Regional Studies, Fukui University)

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

³⁾ 新潟大学名誉教授 (Professor Emeritus of Niigata University)

要 旨

新潟県津川地域の音無川沿いに露出する中部～上部中新統の野村層のテフラ層序を確立した。34層のテフラ層の産状を記載し、主なテフラ層について記載岩石学的特徴（構成粒子組成・火山ガラス形状・有色鉱物組成）と火山ガラス主成分化学組成を明らかにした。あわせて珪藻年代層序に基づき各テフラ層の堆積年代を算定した。また、テフラ層の挟在頻度から12Ma～7.5Ma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る。

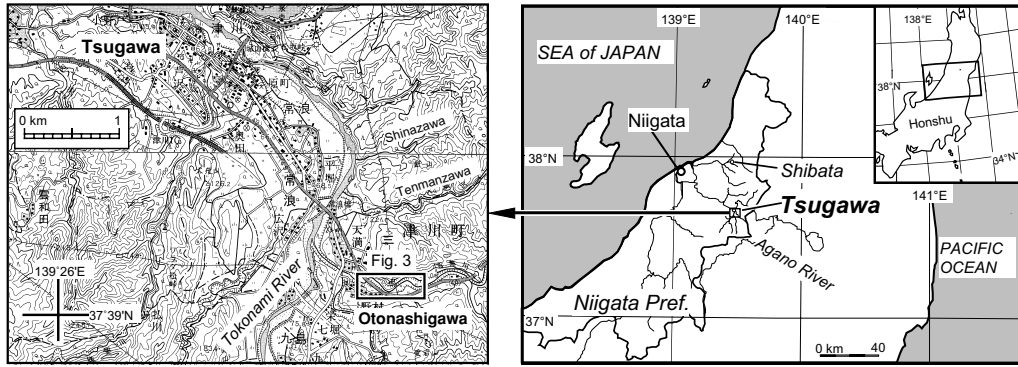
1. はじめに

日本のテフラ層序は、第四紀～鮮新世については十分にデータが蓄積され、地層の広域対比やさまざまな地質現象の年代決定に威力を発揮している（町田・新井，2003；里口ほか，1999；黒川，1999など）。しかし、中新世については、紀伊半島の熊野酸性岩に由来するテフラ層の広域対比の研究例（檀原ほか，2007；工藤ほか，2011）はあるものの、それ以外は新潟県内の中新統でのテフラ

層の記載と対比の研究（黒川・大海，2000；平中ほか，2002，2004，2007a，2007b，2009）があるのみで、データの整備は不十分な状態にある。

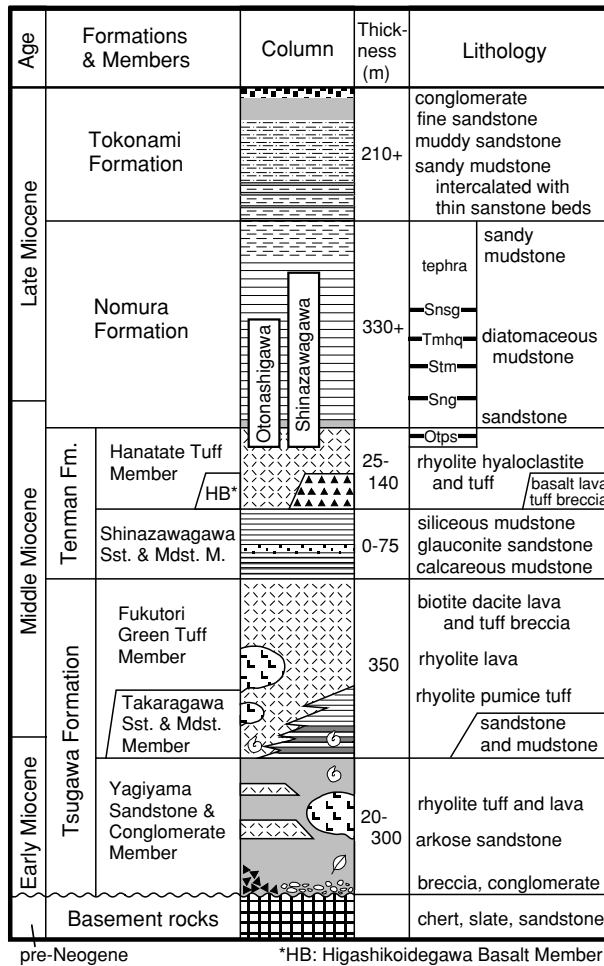
筆者らは、中新世の広域テフラ層序の基礎となる地域テフラ層序データを整備することを目的に、新潟県東蒲原郡阿賀町の旧津川町地域（以下、津川地域；第1図）に分布する中部～上部中新統の野村層と常浪層のテフラ層序と珪藻化石層序の検討を行ってきた（黒川・大海，2000；平中ほか，2002，2007a，2007b，2009；柳沢ほか，2003a，2010a，2010b）。平中ほか（2007a）では、品沢川セクション（第1図）の野村層に挟在するテフラ層を詳細に記載したので、本報告では、品沢川の南方約2kmに位置する音無川セクション（第2図）に分布する野村層のテフラ層を検討した。

音無川セクションでは、すでに野村層に挟在するテフラ層の産状と珪藻化石層序については報告したので（柳沢ほか，2010a），ここでは、各テフラ層の産状に加え、主なテフラ層について、記載岩石学的特徴、火山ガラスの主成分化学組成を記載する。ただし、未だ鉱物学的な検討を行っていないテフラ層や、対比に問題のあるテフラ層もあるので、さらに検討を加えた上で、正式な記載は別途行う予定である。



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. 平中ほか(2007a)を一部修正.

Fig. 1 Map showing the Tsugawa area, Niigata Prefecture, after Hiranaka et al. (2007), revised in part. Geographic maps are “Tsugawa” and “Mikaguradake” (1/50,000 in scale) by Geographical Survey of Japan.



第2図 津川地域の新第三系の層序 (小林・立石, 1992による). 平中ほか(2007a)を一部修正.

Fig. 2 Stratigraphy of the Neogene sequence in the Tsugawa area (Kobayashi and Tateishi, 1992), after Hiranaka et al. (2007a), revised in part.

2. 地質概説

小林・立石 (1992) によれば, 津川地域の中新統は, 下位より津川層, 天満層, 野村層および常浪層からなる (第 2 図).

津川層は先新第三系のチャート・頁岩及び砂岩からなる基盤岩を不整合に覆う変質した火砕岩を特徴とする地層である. 本層は, 八木山砂岩礫岩部層, 宝川砂岩泥岩部層および福取緑色凝灰岩部層の 3 部層に分けられる (津川グリーンタフ団体研究グループ, 1979).

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および花立凝灰岩部層からなる. このうち, 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, その境界に海緑石が密集した海緑石層が発達する. また, 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・火砕岩からなる (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, 多数のテフラ層を挟む. このうち, 品沢川奥テフラ層 (Sng), 音無川含黒雲母白色テフラ層 (Otbl), 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) および品沢川ガラス質粗粒テフラ層 (Snsg) は広域テフラ層である (黒川・大海, 2000; 平中ほか, 2002, 2004, 2009).

常浪層は野村層から整合漸移し, 砂質泥岩および砂岩からなる.

3. 調査セクション・試料及び方法

調査は音無川の右岸 (北側) に沿う林道沿いの露頭で行った (第 3 図). ここでは, 地層の走向は北北東-南南西ないし北東-南西方向で, 西に緩く (6-12°) 傾斜しており, 天満層の花立凝灰岩部層から野村層下部がほぼ連続的に露出し, 黒川・大海 (2000) が記載したテフラ層を含む多くのテフラ層を観察できる.

本研究では, ルートマップ (第 3 図) を作成しつつ, テフラ層の層相および層準を記載した柱状図を作成した (第 4 図-第 6 図). 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て分析した.

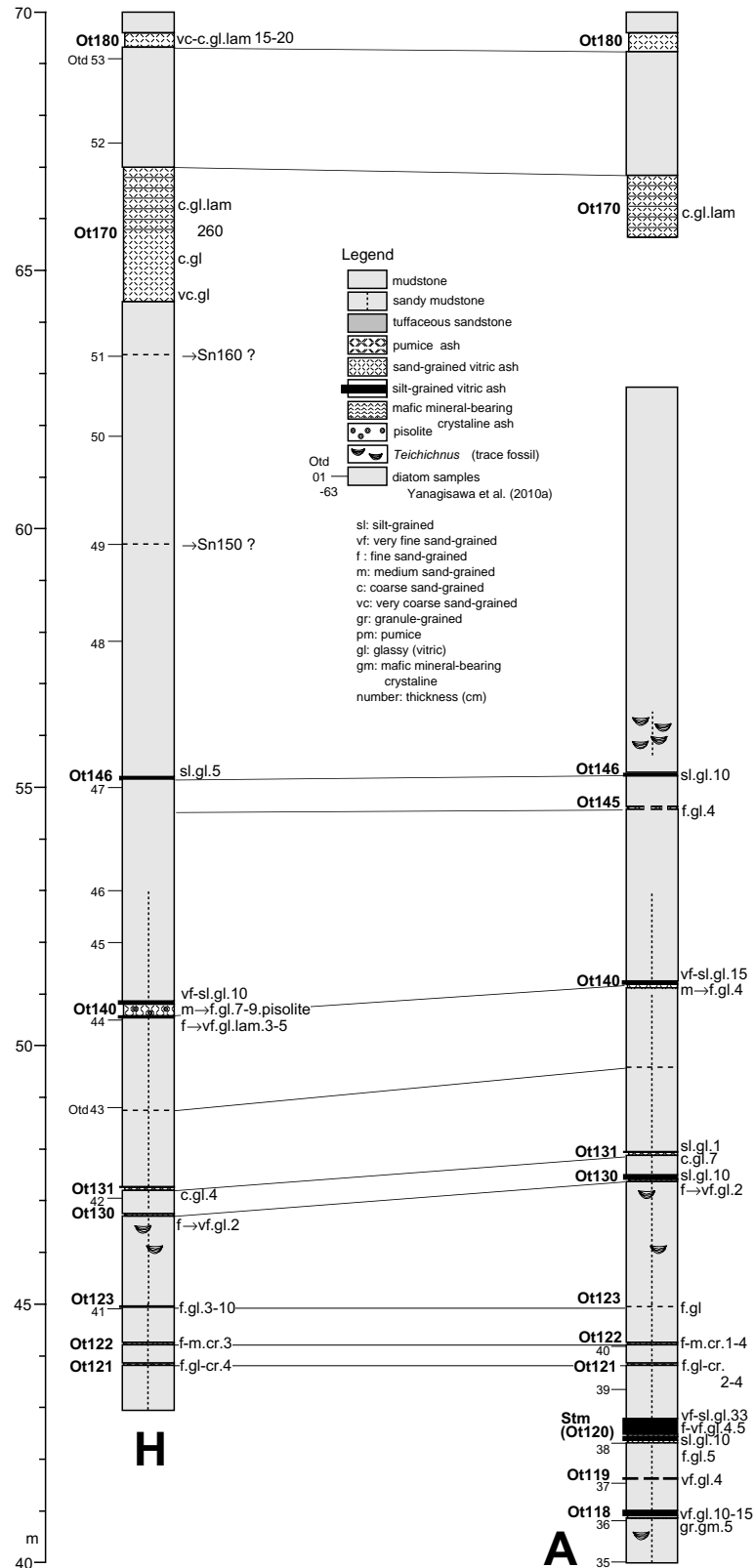
試料は, 黒川 (2005) に準じて, 水洗, 脱鉄, 乾燥, 篩別の各処理を行った. 主なテフラ層について, 記載岩石学的特徴は, 全構成粒子比, 有色鉱物構成比, 火山ガラスの形状比について検討し, 火山ガラスの主成分化学組成分析を行った. 試料の処理・分析方法の詳細は, 平中ほか (2007a) に記載したとおりである. なお, 品沢川セクションのテフラ層と確実に対比可能なテフラ層の一部については, 研究の効率を考慮して記載岩石学的検討は省略した.

テフラ層の年代の考察に必要な珪藻化石帯区分と生層準は, Akiba (1986) と Yanagisawa and Akiba (1998) の NPD と D コードを用いるが, 珪藻年代は Watanabe and Yanagisawa (2005) を用いて一部修正している. 最近の古地磁気年代スケール (Gradstein *et al.*, 2004) については, 新第三紀の間で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. ただし, 年代の違いは, Gradstein *et al.* (2004) の古地磁気年代スケールに合わせても年代が約 10 万年程度古くなる程度である.

4. テフラ層序

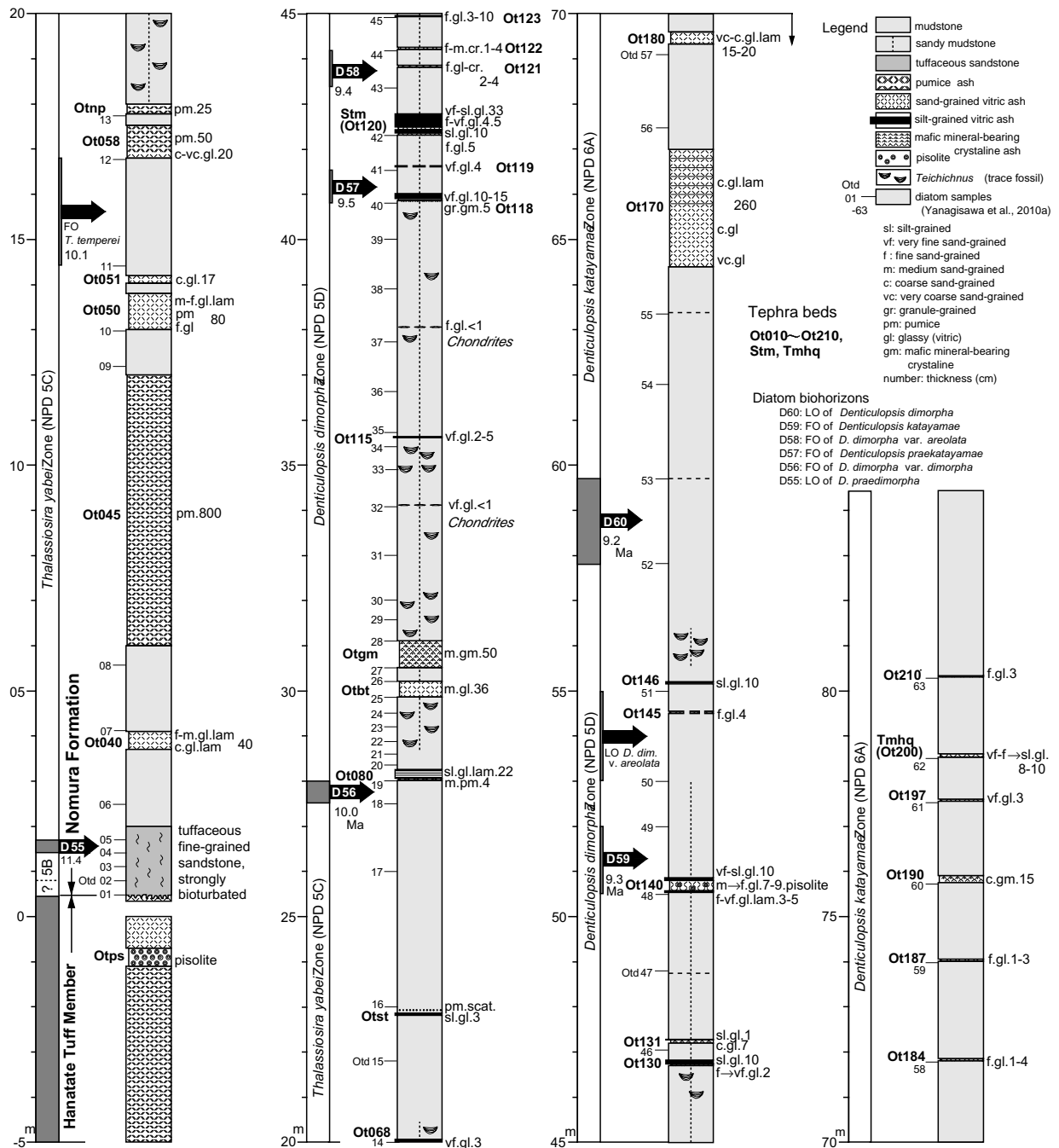
テフラ層は Ot コードを用いて下位より系統的に名称を付けられている (柳沢ほか, 2010a). 層準・岩相・記載岩石学特徴などにより, 品沢川セクションのテフラ層と確実に対比できるテフラ層は, 品沢川セクションのテフラ層 (Sn コード) と同一の番号が付されている. ただし, すでに黒川・大海 (2000) が命名しているテフラ層は, それを正式名称とし, Ot コードによる名称と併用する. また, 品沢川セクションとの対比ができないテフラ層には Ot コードは付されていない.

下位よりテフラ層の層準, 産状および岩石学的特徴を記載する. 野外の産状と層準は第 4 図-第 6 図に, 火山ガラスの主成分化学組成の平均値・標準偏差は第 1 表に, 主成分化学組成の範囲は第 2 表にそれぞれ示す. 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.



第5図 Ot121からOt180テフラ層の地質柱状図の対比。
柱状図の作成位置は第3図に示す。

Fig. 5 Correlation of two columnar sections from Ot121 to Ot180 tephra beds. Locations of columnar sections are shown in Fig. 3.



第6図 音無川セクションの地質柱状図. 柳沢ほか (2010a) による.

Fig. 6 Columnar section of the Otonashigawa stratigraphic section (Yanagisawa et al., 1910a).

Otps (黒川・大海, 2000)

(音無川豆石テフラ層)

【層準・産状】天満層花立凝灰岩部層の最上部に挟在する。全層厚約1mで、上部の厚さ25-30cmの部分に火山豆石(ピソライト)が密集する。下部は粗粒砂ないし中粒砂サイズのパミス質火山灰層で、平行ラミナが発達し、その中にも火山豆石が含まれる。豆石密集層の火山豆石は径3mm-15mmで、上方に向かって粒径が減少する。豆石の殻状構造は発達していないが、ごく弱い同心円構造は認められる。

【記載岩石学的特徴】ガラス質であるが、4割程度のガラス質火山岩片を含む。ガラスは偏平型や平板型を多く含むが、多孔質型も認められる。有色鉱物はごくわずかに黒雲母が認められる。

Ot040 (柳沢ほか, 2010a)

【層準・産状】Otps テフラ層の4m 上位の野村層最下部の泥岩中に見いだされる層厚40cm の含パミス灰色ガラス質テフラ層である。下部は中粒砂サイズないし細粒砂サイズ、上部は細粒砂サイズで平行ラミナが認められる。

【記載岩石学的特徴】ガラス質で、ガラスはやや厚みのある多孔質型が多い。有色鉱物は極わずかに黒雲母、ホルンブレンド、斜方輝石が認められ、その他不透明鉱物を含む。

Ot045 (柳沢ほか, 2010a)

【層準・産状】Ot040 の上位2m の泥岩中に見いだされる、層厚約8m のパミス灰色ガラス質のテフラ層である。直径50cm 程度の軽石を含む。下部は中粒砂サイズないし細粒砂サイズ、上部は細粒砂サイズで平行ラミナが認められる。

【記載岩石学的特徴】ガラス質で、ガラスはやや厚みのある多孔質型が多い。有色鉱物は2%程度で、黒雲母、ホルンブレンド、斜方輝石が認められ、その他不透明鉱物を含む。

Ot050 (柳沢ほか, 2010a)

【層準・産状】Ot045 の80cm 上位の泥岩中に見いだされる。層厚約80cm の白灰色ガラス質テフラ層である。下部から中部にかけて細粒砂サイズから中粒砂サイズに逆正級化し、平行ラミナが認められる。全体的にパミスを含む。

【記載岩石学的特徴】ガラス質な火山灰層で、ガラスの形状はTa, Tb, 不発(F)型が多い。斜長石は10%ほど、重鉱物は約1%で、黒雲母、ホ

ルンブレンド、斜方輝石、不透明鉱物を含む。

Ot051 (柳沢ほか, 2010a)

【層準・産状】Ot050の25cm 上位の泥岩中に存在する層厚17cm の白灰色ガラス質テフラ層である。粗粒砂サイズで平行ラミナが発達する。

【記載岩石学的特徴】未検討。

Ot058 (柳沢ほか, 2010a)

【層準・産状】Ot050 の2.4m の上位の泥岩中に見いだされる層厚50cm の白色ガラス質のテフラ層である。粒度は中粒砂サイズないし粗粒砂サイズで、最大径5cm 程度のパミスを多く含む。

【記載岩石学的特徴】ガラス質で、ファイバー型のガラスが多く見られる。有色鉱物は1%程度で、黒雲母、ホルンブレンド、斜方輝石を含み、極わずかにジルコンが認められる。その他不透明鉱物を含む。

Otnp (黒川・大海, 2000)

(音無川野村下部白色パミス質テフラ層)

【層準・産状】Ot058 の20cm 上位の泥岩中に見いだされる。層厚25cm の灰色のガラス質テフラ層である。粒度は中粒砂サイズないし粗粒砂サイズで、径3cm 程度の角張ったパミスを多く含むことを特徴とする。パミスの最大径は約11cm である。

【記載岩石学的特徴】ガラス質で、ガラスはファイバー(Tb)型を多く含む。有色鉱物はごくわずかに黒雲母、ホルンブレンド、斜方輝石が認められるほか、不透明鉱物を含む。

【対比】層準、産状及び岩石学的特徴から、品沢川セクションのSn060に対比される可能性がある。

Ot068 (柳沢ほか, 2010a)

【層準・産状】Otnp の約2m 上位の砂質泥岩中に見いだされる層厚3cm の極細粒砂サイズのガラス質テフラ層である

【記載岩石学的特徴】未検討。

Otst (黒川・大海, 2000)

(音無川野村下部白色シルティーテフラ層)

【層準・産状】Ot068の約2.5m 上位の泥岩中に見いだされる。層厚3-6cm のシルトサイズのガラス質テフラ層である。テフラ層の直上の泥岩中には軽石片が散在する。

第1表 音無川セクションのテフラにおける火山ガラス化学組成の平均値と標準偏差. 酸化物総計を100%として規格化した. FeO*は全酸化鉄を, Ave. は平均, S.D. は標準偏差, n. は測定点数を表す.
Table 1 Major chemical composition of volcanic glass shards from the Nomura Formation in the Otonashigawa section.

Sample ID	Tephra	SiO ₂		TiO ₂		Al ₂ O ₃		FeO*		MnO		MgO		CaO		Na ₂ O		K ₂ O		n.
		Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	Ave.	S.D.	
563933-02-031	Ot210	78.06	0.52	0.09	0.04	12.28	0.18	1.27	0.26	0.08	0.05	0.06	0.03	0.80	0.14	3.26	0.46	4.11	0.32	23
563933-02-021	Tmbq	78.69	0.41	0.13	0.04	12.13	0.17	1.28	0.13	0.12	0.05	0.13	0.03	0.90	0.11	2.64	0.55	3.99	0.36	41
563933-02-030	Ot197	77.49	0.50	0.15	0.05	12.63	0.22	1.32	0.19	0.10	0.04	0.16	0.05	1.20	0.22	3.06	0.32	3.89	0.33	45
563933-02-029	Ot187	77.96	0.53	0.08	0.04	12.37	0.15	1.15	0.13	0.09	0.05	0.05	0.03	0.72	0.06	2.96	0.62	4.62	0.17	69
563933-02-028	Ot185	78.12	0.68	0.10	0.05	12.30	0.23	1.31	0.19	0.10	0.06	0.06	0.03	0.72	0.11	2.60	0.79	4.68	0.28	65
563933-02-019	Ot180	78.30	0.51	0.07	0.04	12.32	0.29	1.26	0.21	0.09	0.05	0.04	0.03	0.70	0.12	2.66	0.71	4.55	0.42	61
563933-02-018	Ot170	78.08	0.37	0.09	0.04	12.36	0.28	1.16	0.13	0.07	0.05	0.06	0.03	0.76	0.05	2.89	0.65	4.53	0.25	62
563933-02-017	Ot140	78.16	0.18	0.16	0.04	12.07	0.14	1.48	0.12	0.06	0.03	0.20	0.06	1.60	0.12	3.27	0.55	3.01	0.60	18
563933-02-015	Ot131	78.83	0.40	0.11	0.03	12.35	0.20	1.36	0.10	0.09	0.06	0.06	0.02	0.81	0.07	2.18	0.53	4.21	0.24	44
563933-02-013	Ot130	78.17	0.32	0.11	0.04	12.17	0.15	1.13	0.14	0.06	0.05	0.12	0.04	1.10	0.17	3.43	0.44	3.70	0.60	52
563933-02-012	Ot122	78.39	0.64	0.30	0.09	11.70	0.24	1.49	0.32	0.09	0.03	0.33	0.07	1.65	0.26	3.43	0.37	2.62	0.56	14
563933-02-011	Ot121	76.80	1.03	0.34	0.06	12.15	0.42	2.25	0.44	0.10	0.04	0.33	0.11	2.05	0.41	3.25	0.30	2.73	0.63	8
563933-02-009	Otpm U	78.11	0.51	0.10	0.08	12.72	0.36	0.87	0.13	0.08	0.05	0.07	0.05	0.51	0.23	2.44	0.38	5.11	0.35	18
563933-02-008	Otpm L	77.43	0.54	0.02	0.02	13.37	0.31	0.91	0.12	0.05	0.04	0.01	0.01	0.30	0.10	2.68	0.62	5.22	0.18	57
563933-02-007	Otbt	77.20	0.49	0.03	0.03	13.33	0.32	0.93	0.09	0.06	0.04	0.00	0.01	0.29	0.04	2.90	0.62	5.27	0.19	86
563933-02-005	Otnp	78.34	0.58	0.09	0.05	12.42	0.13	0.86	0.11	0.06	0.05	0.07	0.04	0.49	0.19	2.48	0.70	5.19	0.30	63
563933-02-004	Ot058	78.00	0.58	0.09	0.06	12.64	0.40	0.89	0.15	0.07	0.05	0.07	0.04	0.49	0.24	2.60	0.67	5.14	0.42	59
563933-02-003	Ot050	77.57	0.62	0.07	0.04	12.71	0.26	0.87	0.12	0.13	0.06	0.11	0.03	0.66	0.14	3.08	0.65	4.79	0.51	43
563933-02-002	Ot045	77.82	0.33	0.08	0.04	12.39	0.14	0.84	0.09	0.09	0.04	0.07	0.02	0.41	0.10	3.12	0.48	5.18	0.31	61
563933-02-001	Ot040	78.76	0.52	0.06	0.03	12.57	0.25	0.93	0.11	0.06	0.04	0.06	0.02	0.49	0.09	1.48	0.68	5.60	0.32	50
563933-02-022	Otps	78.20	0.60	0.08	0.04	12.21	0.24	1.89	0.30	0.11	0.04	0.02	0.02	1.17	0.20	1.94	0.70	4.38	0.33	32

第2表 音無川セクションのテフラにおける火山ガラス化学組成の組成範囲. 酸化物総計を100%として規格化した. FeO*は全酸化鉄を表す.
Table 2 Range of major chemical composition of volcanic glass shards from the Nomura Formation in the Otonashigawa section.

Sample ID	Tephra	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
563933-02-031	Ot210	77.09 -79.31	0.02 -0.15	12.01 -12.55	0.78 -1.72	0.00 -0.19	0.00 -0.13	0.57 -1.10	2.23 -4.33	2.97 -4.58
563933-02-021	Tmbq	77.85 -79.48	0.01 -0.23	11.81 -12.55	0.98 1.54	0.00 -0.21	0.08 -0.21	0.73 -1.17	1.52 -3.94	2.97 -4.73
563933-02-030	Ot197	76.85 -79.07	0.00 -0.28	11.96 -13.13	0.77 -1.60	0.01 -0.18	0.01 -0.25	0.37 -1.50	2.42 -3.71	3.39 -5.10
563933-02-029	Ot187	76.96 -79.34	0.00 -0.19	11.98 -12.79	0.88 -1.46	0.00 -0.20	0.02 -0.14	0.53 -0.84	1.20 -3.85	4.24 -5.04
563933-02-028	Ot185	76.86 -79.83	0.00 -0.21	12.00 -13.10	0.84 -1.79	0.00 -0.28	0.00 -0.17	0.57 -1.16	0.90 -3.94	3.66 -5.31
563933-02-019	Ot180	77.05 -79.41	0.00 -0.15	11.96 -13.00	0.60 -1.70	0.00 -0.18	0.00 -0.18	0.51 -1.14	0.97 -4.13	2.47 -5.11
563933-02-018	Ot170	77.35 -78.96	0.01 -0.18	11.93 -12.96	0.82 -1.50	0.00 -0.17	0.00 -0.13	0.65 -0.87	1.12 -4.37	3.78 -5.07
563933-02-017	Ot140	77.85 -78.52	0.03 -0.24	11.85 -12.38	1.30 -1.73	0.00 -0.10	0.02 -0.30	1.21 -1.73	1.83 -4.02	1.86 -4.44
563933-02-015	Ot131	77.34 -79.64	0.05 -0.17	12.09 -12.95	1.11 -1.55	0.00 -0.24	0.03 -0.11	0.68 -1.10	1.11 -3.90	3.48 -4.74
563933-02-013	Ot130	77.59 -78.85	0.00 -0.18	11.74 -12.56	0.78 -1.50	0.00 -0.18	0.01 -0.26	0.43 -1.58	2.68 -4.28	2.44 -5.82
563933-02-012	Ot122	77.04 -79.13	0.09 -0.49	11.44 -12.29	1.02 -2.09	0.03 -0.18	0.18 -0.45	1.22 -2.17	2.79 -3.98	1.85 -4.13
563933-02-011	Ot121	75.03 -78.49	0.21 -0.41	11.58 -12.90	1.40 -2.90	0.03 -0.20	0.12 -0.52	1.11 -2.59	2.78 -3.69	2.11 -4.21
563933-02-009	Otpm U	77.04 -79.23	0.00 -0.26	12.24 -13.59	0.67 -1.16	0.00 -0.16	0.00 -0.16	0.26 -0.96	1.44 -2.89	4.43 -5.42
563933-02-008	Otpm L	76.14 -78.48	0.00 -0.09	12.41 -13.99	0.66 -1.46	0.00 -0.19	0.00 -0.07	0.20 -0.80	1.35 -3.76	4.76 -5.61
563933-02-007	Otbt	76.06 -78.44	0.00 -0.10	12.58 -14.02	0.78 -1.15	0.00 -0.17	0.00 -0.03	0.22 -0.53	1.20 -3.79	4.84 -5.69
563933-02-005	Otnp	77.41 -79.67	0.00 -0.20	12.06 -12.78	0.59 -1.09	0.00 -0.22	0.03 -0.19	0.33 -1.03	0.65 -3.56	4.39 -5.91
563933-02-004	Ot058	76.09 -79.39	0.00 -0.25	12.20 -14.62	0.65 -1.65	0.00 -0.19	0.02 -0.32	0.31 -1.82	1.14 -3.81	2.76 -5.91
563933-02-003	Ot050	76.24 -79.37	0.00 -0.16	11.97 -13.18	0.55 -1.27	0.04 -0.27	0.03 -0.15	0.37 -1.00	1.36 -4.24	3.53 -5.92
563933-02-002	Ot045	77.04 -78.52	0.00 -0.19	11.72 -12.71	0.66 -1.17	0.00 -0.23	0.03 -0.21	0.33 -1.16	2.03 -3.92	4.18 -5.92
563933-02-001	Ot040	77.04 -79.82	0.00 -0.13	12.24 -13.08	0.76 -1.23	0.00 -0.15	0.02 -0.11	0.38 -0.92	0.43 -4.04	4.55 -6.13
563933-02-022	Otps	77.00 -79.66	0.00 -0.16	11.73 -12.80	0.87 -2.34	0.00 -0.21	0.00 -0.09	0.45 -1.34	0.56 -3.49	3.94 -5.47

【記載岩石学的特徴】黒川・大海(2000)によれば, ガラスは扁平型が多いが中間型や多孔質型も多く含まれ, 20%前後の斜長石を含む. 有色鉱物はホルンブレンドが多いが, ほかに少量の黒雲母, ジルコン, カミングトン閃石を含む.

Ot080 (柳沢ほか, 2010a)

【層準・産状】Otstの上位約5mの泥岩中に挟在する. 厚さは最大26cmであるが, 変化が著しく, 西方(下流)に向かって消滅する(第4図). 第4図の地点Aでは, 下部は中粒砂粒度のパミス質テフラ(層厚4cm), 上部は葉理のあるシルト粒度のガラス質テフラ(層厚22cm)からなる. しかし, 下流の地点Bでは, 上部のシルト粒度のガラス質テフラ(最大層厚10cm)のみが見られ, しかも露頭の西方で消滅する.

【記載岩石学的特徴】未検討.

【対比】層準と産状から品沢川セクションのSn080に対比される.

Otbt (黒川・大海, 2000)

(音無川含黒雲母白色テフラ層)

【層準・産状】Ot080の約2m(推定)上位の砂質泥岩中に挟まれる. ただし, Ot080は西方(下流)に向かって消え, 逆にOtbtは東方(上流)では消滅し, 両者が上下関係で共存することはないので, 両テフラ層の直接的な層位関係は確かではない(第4図). 層厚約40cmの白色ガラス質テフラ層で, 中粒砂サイズから極細粒砂サイズに正級化する. 野外では全体的に黒雲母の結晶が目立つ.

【記載岩石学的特徴】火山ガラスが全体の9割以上を占め, 斜長石を2%程度, 有色鉱物を極わずかに含む. 火山ガラスの形状はbubble junction(Y)型, Ha型が多く, Ca型, Ta型, Tb型も見られる. 有色鉱物は黒雲母が多く, わずかにホルンブレンド, ジルコン, 不透明鉱物を含む.

【対比】新潟県内では, 七谷地域のDtbtテフラ層と守門地域のIsbtテフラ層に対比される(平中ほか, 2009). また, 佐渡地域のWrpテフラ層(黒川・富田, 1995)と栃木県烏山地域のTn36テフラ層(酒井, 1986)とも対比できる(平中ほか, 2007b). なお, 本テフラ層に相当するテフラ層は品沢川セクションでは見いだせない.

Otwh (新称)

【層準・産状】Otbtの上位20cmの層準に存在するが, 観察できるは第3図の地点DとIのみで,

その他の地点では確認できない(第4図). 厚さ25-30cmの中粒~細粒砂サイズの白色ガラス質テフラ層である. 平行ラミナが見られる.

【記載岩石学的特徴】予察的な検討では, 下位のOtbtと性質がよく似ており, 本テフラ層はOtbtの再堆積である可能性がある.

Otgm (新称)

【層準・産状】Otbtの上位30cm程の層準に挟まる. 厚さは地点Eで最大130cmであるが, 東に向かって薄化し, 地点Bでは途中で尖滅する(第4図). 一方西方へは上位のOtpmに削られて消滅し, 地点Gでは確認できない. 粗~中粒砂サイズの結晶質テフラで, 黒雲母を含む. 平行葉理ないし斜交葉理が発達する. 黒川・大海(2000)では, Otpmの下部として記載されている

【記載岩石学的特徴】未検討.

Otpm (黒川・大海, 2000)

(音無川パミス質テフラ層)

【層準・産状】Otbtテフラ層の上位30cmの砂質泥岩中に挟在する. 第3図の地点Gでは, 最大層厚約3mの含パミス白色ガラス質テフラ層である. 東方(上流側)に行くにしたがい厚さは薄くなり, 地点EとDの間で尖滅する(第4図). 下部は直径1-3cmのパミスを含み, 上部では平行ラミナないし低角の斜交層理が発達する.

【記載岩石学的特徴】下部では90%以上が火山ガラスで, 大部分は山稜型である. 有色鉱物は黒雲母, ホルンブレンドがごくわずかに, その他不透明鉱物も認められる. 上部ではガラスはTa, Ha, 不発(F)型が多く, その他Tb型も見られる. 斜長石は1割程度. 有色鉱物は黒雲母, ホルンブレンドがわずかに含まれる. 斜方輝石, ジルコンがごくわずかに認められるほか, わずかな不透明鉱物も見られる.

Ot115 (柳沢ほか, 2010a)

【層準・産状】Otpmの上位約4.5mの砂質泥岩中で確認できる. 厚さ2-5cmの極細粒砂サイズガラス質テフラ層である. なお, Ot115テフラ層の下位140cmには, 細粒砂サイズのガラス質テフラでできた生痕化石のChondoritesが見られる(第4図). また, Ot115の上位2.4mの層準にも同様に極細粒砂サイズのガラス質テフラからなる生痕化石Chondoritesが認められる(第6図). これらは, いずれも極薄い細粒テフラ層の残骸と思われる.

【記載岩石学的特徴】未検討.

【対比】層準と産状から品沢川セクションの Sn115に対比される.

Ot118 (柳沢ほか, 2010a)

【層準・産状】Ot115の上位約4.4mの砂質泥岩中に挟在する. 露頭A (第5図) の上部では観察できるが, 林道沿いでは露頭状況が悪く確認できない (第3図). 下部5cmは極粗粒砂サイズでゴマシオ状, 上部10-15cmは極細粒砂サイズのガラス質テフラである.

【記載岩石学的特徴】未検討.

【対比】層準と野外での岩相から, 品沢川セクションのSn118に対比できる.

Ot119 (柳沢ほか, 2010a)

【層準・産状】Ot118の上位60cm, Stmの低位70cmの砂質泥岩中に挟在する. 露頭A (第5図) の上部では見られるが, 林道沿いでは露出不良で確認できない (第3図). 4cmの厚さの極細粒砂サイズのガラス質テフラ層で, バイオターベーションを受けて断片的となっている.

【記載岩石学的特徴】未検討.

【対比】品沢川セクションでは, Stmの低位70cmに生痕化石Chondritesとしてのみ確認される (平中ほか (2007a) の第5図参照).

Stm (Ot120) (平中ほか, 2002)

(品沢川上流テフラ層)

【層準・産状】露頭Aの上部において, Ot119の上位70cmの砂質泥岩中で認められる (第5図). しかし, 林道沿いでは露頭状況が悪く, 林道脇の側溝のトンネル部分でテフラ層の一部が確認できるのみである (第3図). 模式地は品沢川セクション上流である. 厚さは全体では54cm程度で, 下部が細粒砂サイズ, 上部がシルトサイズのガラス質テフラのユニットが2回繰り返すのが特徴である. また, 最下部の細粒砂サイズの部分にはルーペで容易に確認できるほどザクロ石が多く含まれているのも特徴である.

【記載岩石学的特徴】音無川セクションでは未検討.

【対比】層準と岩相から模式地の品沢川セクションのStmに確実に対比できる. また, 胎内地域の内須川層中のGtmテフラ層に対比される (平中ほか, 2002; 柳沢ほか, 2003b).

Ot121 (柳沢ほか, 2010a)

【層準・産状】Stmの上位70cmの砂質泥岩中に挟まれる厚さ2-4cmの灰白色ガラス結晶質テフラ層である. 粒度は細粒砂サイズで, レンズ状ないしブロック状で断続的である.

【記載岩石学的特徴】ガラス結晶質で, ガラスはHa型, Hb型などの偏平型が多く見られるが, Tb型も含まれる. 有色鉱物のごくわずかに斜方輝石を含有し, 不透明鉱物も認められる.

【対比】層準と岩相から, 品沢川セクションのSn121に対比される.

Ot122 (柳沢ほか, 2010a)

【層準・産状】Ot121の40cm上位の砂質泥岩中に挟在する層厚1-4cmの細粒砂-中粒砂サイズの白色結晶質テフラ層である.

【記載岩石学的特徴】結晶質で斜長石が約5割を占め, 火山ガラスの割合は低い. ガラスは偏平型と多孔質型が混在している. 有色鉱物は1割前後で斜方輝石が多く認められる. また, 不透明鉱物も認められる.

【対比】品沢川セクションのSn122に対比される.

Ot123 (柳沢ほか, 2010a)

【層準・産状】Ot122の70cm上位の砂質泥岩中に挟在する. 層厚は3-10cmで, 細粒砂サイズの平行ラミナのある白色ガラス質テフラ層である.

【記載岩石学的特徴】ガラス質で, Tb型, Hb型などファイバー型のガラスが多く, その他褐色ガラスも認められる. 有色鉱物のごくわずかに黒雲母を含む.

【対比】品沢川セクションのSn123に対比される.

Ot130 (柳沢ほか, 2010a)

【層準・産状】Ot123の1.8m上位の砂質泥岩中に存在する. 林道沿いの露頭Hでは, 層厚2cmの灰色ガラス質テフラ層で細粒砂サイズから極細粒砂サイズに正級化する (第5図). 一方, 大露頭Aの上部では, 2cmの細粒砂サイズから極細粒砂サイズのガラス質テフラ層の上位に, 厚さ10cmのシルトサイズの暗青灰色ガラス質テフラ層が付随する. このシルトサイズのガラス質テフラ層はやや固く固結しており, 生痕化石が密集している.

【記載岩石学的特徴】ガラス質で, Tb型, Ta型の多孔質型を多く含むほか, 不発(F)型, 偏平型も見られる. 有色鉱物のごくわずかにホルンブレンドが認められる. そのほか, 不透明鉱物も含む.

【対比】 層準・岩相及び岩石学的特徴から、品沢川セクションのSn130に対比される。

Ot131 (柳沢ほか, 2010a)

【層準・産状】 Ot130 の 50cm 上位の砂質泥岩中に挟在する。林道沿いの露頭 H では、層厚 4cm の灰色ガラス質で中粒砂サイズから細粒砂サイズに正級化する (第 5 図)。すぐ脇にある洞窟内の天井付近でも見られる (第 3 図)。一方、東方の露頭 A の上部では、層厚 7cm の粗粒砂サイズの灰色ガラス質のテフラの上位に 1cm のシルトサイズのガラス質テフラが付随する。

【記載岩石学的特徴】 ガラス質で 9 割以上を火山ガラスが占める。厚手の単純な形のガラスが多い。有色鉱物は認められない。

【対比】 品沢川セクションのSn131に対比される。

Ot140 (柳沢ほか, 2010a)

【層準・産状】 Ot131 テフラ層の 3.5m 上位の砂質泥岩中に見出される。林道沿いの露頭 H では、含ピソライト白色ガラス質テフラ層で、2 つの Unit からなる (第 5 図)。下部の Unit I は 3~5cm で細粒砂サイズから極細粒砂サイズに正級化する。上部の Unit II は 7~9cm で中粒砂サイズから細粒砂サイズに正級化し、最大径 1cm 程度の火山豆石を含む。その上位には極細粒砂ないしシルトサイズの泥混じりのガラス質テフラ (10cm) が重なる。一方、露頭 A の上部では、Unit I は見られず、Unit II は厚さ 4cm 程度となり、火山豆石は含まれていない。その上位には 15cm の極細粒砂ないしシルトサイズの泥混じりのガラス質テフラが付随する。

【記載岩石学的特徴】 ガラス質で、Tb 型のガラスを多く含むが、中間型や Ta 型のガラスも認められる。有色鉱物はごくわずかにホルンブレンド、斜方輝石が認められ、不透明鉱物も含む。

【対比】 品沢川セクションの Sn140 に対比される。

Ot145 (柳沢ほか, 2010a)

【層準・産状】 Ot140 の 3.2m 上位の泥岩中に見出される。厚さは 4cm、細粒砂サイズのガラス質テフラ層である。露頭 A では断続的であるものの存在は確認できるが、露頭 H では確認できない (第 5 図)。

【記載岩石学的特徴】 未検討。

【対比】 層準と岩相から、品沢川セクションの Sn145 に対比される。

Ot146 (柳沢ほか, 2010a)

【層準・産状】 Ot145 の上位 70cm の泥岩中に挟在する。厚さ 5-10cm のシルトサイズのガラス質テフラ層で、2 層の極細粒砂サイズの部分を挟む。

【記載岩石学的特徴】 未検討。

【対比】 品沢川セクションの Sn146 に対比される。なお、Ot146 と Ot170 の間の珪藻試料 Otd49 と Otd51 の層準には、テフラ層の残骸と思われるものが存在しており、それぞれ品沢川セクションの Sn150 と Sn160 テフラ層に対比される可能性がある (第 5 図)。

Ot170 (柳沢ほか, 2010a)

【層準・産状】 Ot146 の上位約 9m の泥岩中に存在する。層厚約 260cm の厚い含パミスガラス質テフラ層である。下部 150cm は塊状で極粗粒砂から粗粒砂サイズに級化する。一方、上部 110cm は粗粒砂ないし中粒砂サイズで平行ラミナが発達する。

【記載岩石学的特徴】 未検討。

【対比】 品沢川セクションの Sn170 に対比される。

Ot180 (柳沢ほか, 2010a)

【層準・産状】 Ot170 の上位 2.4m の泥岩中に見出される。層厚 15-20cm の灰白色ガラス質のテフラ層で、極粗粒砂サイズから粗粒砂サイズに級化する。

【記載岩石学的特徴】 未検討。

【対比】 品沢川セクションの Sn180 に対比できる。

Ot184 (柳沢ほか, 2010a)

【層準・産状】 Ot180 の 2m 上位の泥岩中に挟在する。層厚は 1-4cm で細粒砂サイズの白色ガラス質テフラ層である。

【記載岩石学的特徴】 ガラス質で、ガラスは Ha 型や平板 (H) 型の単純な形のものを多く含むが、わずかにファイバー型も認められる。有色鉱物としては、ごくわずかに緑色変質した黒雲母を含む。

【対比】 品沢川セクションの Sn184 に対比される。

Ot187 (柳沢ほか, 2010a)

【層準・産状】 Ot184 の 2m 上位の泥岩中に見られる。層厚 1-3cm の白色ガラス質テフラ層で細粒砂サイズである。

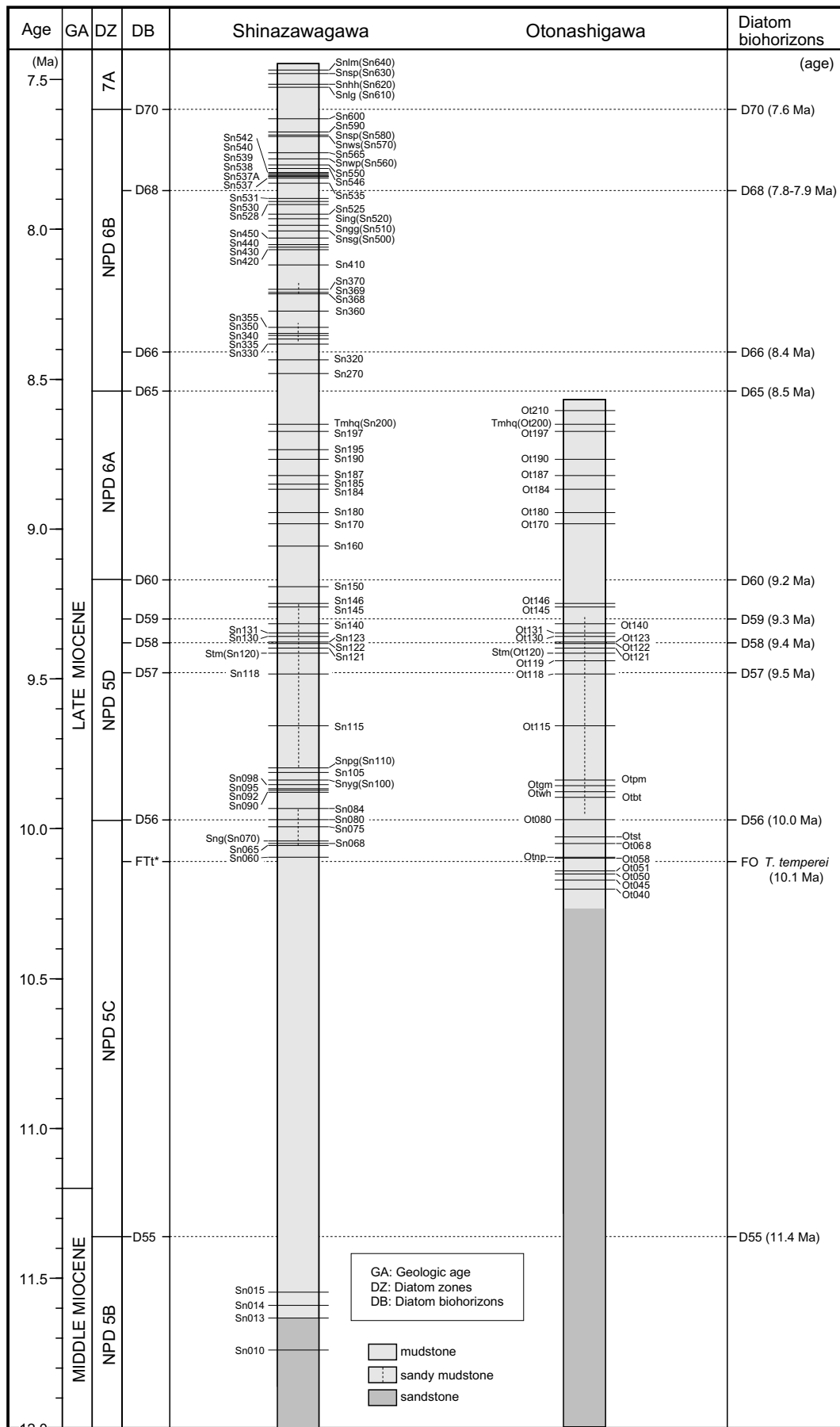
【記載岩石学的特徴】 ガラス質で、扁平型や平板 (H) 型などの単純な形で厚手のガラスを多く含む。有色鉱物はごくわずかに褐簾石、黒雲母、ジルコンが認められる。

【対比】 品沢川セクションで見られる Sn187 に相当する。

第3表 野村層のテフラ層の年代.

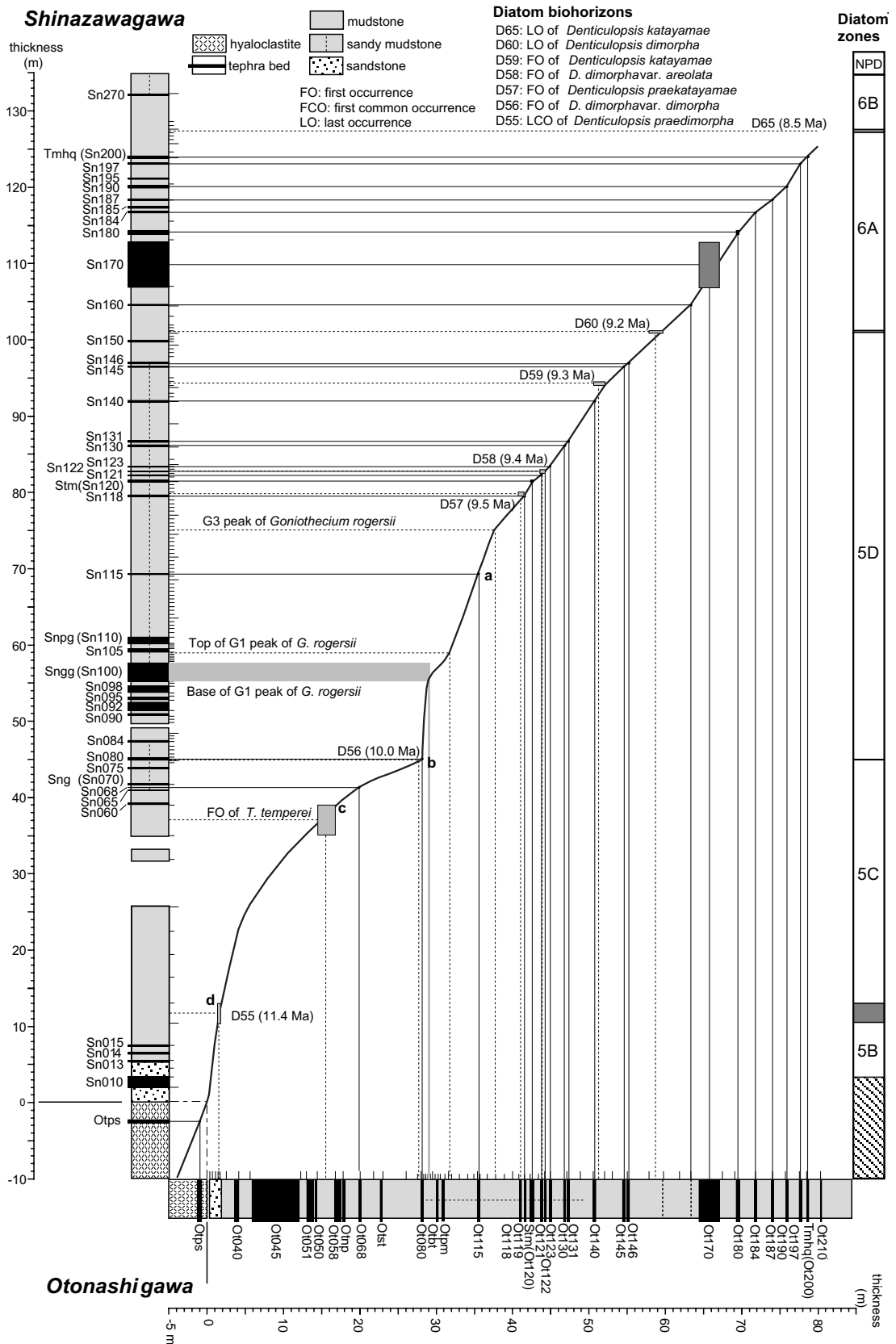
Table 3 Estimated ages of the tephra beds in the Nomura Formation.

Shinazawagawa			Shinazawagawa			Otonashigawa		
Tephra beds (2)		Age (Ma)	Tephra beds (1)		Age (Ma)	Tephra beds		Age (Ma)
Snlm	Sn640	7.47	-	-	-	Ot210	8.60	
Snsp	Sn630	7.48	Tmhq	Sn200	8.65	Tmhq	Ot200	8.66
Snhh	Sn620	7.52		Sn197	8.67		Ot197	8.68
Snlg	Sn610	7.53		Sn195	8.73		-	-
	Sn600	7.63		Sn190	8.77		Ot190	8.74
	Sn590	7.67		Sn187	8.82		Ot187	8.79
Snrp	Sn580	7.68		Sn185	8.85		Ot184	8.86
Snws	Sn570	7.69		Sn184	8.87		-	-
	Sn565	7.74		Sn180	8.94		Ot180	8.92
Snwp	Sn560	7.76		Sn170	8.98		Ot170	9.00
Snrk	Sn550	7.78		Sn160	9.06		-	-
	Sn546	7.80		Sn150	9.19		-	-
	Sn542	7.81		Sn146	9.25		Ot046	9.23
	Sn540	7.81		Sn145	9.26		Ot145	9.24
	Sn539	7.82		Sn140	9.32		Ot140	9.30
	Sn538	7.82		Sn131	9.35		Ot131	9.34
	Sn537A	7.82		Sn130	9.36		Ot130	9.35
	Sn537	7.83		Sn123	9.38		Ot123	9.37
	Sn535	7.85		Sn122	9.38		Ot122	9.38
	Sn531	7.90		Sn121	9.40		Ot121	9.38
	Sn530	7.91	Stm	Sn120	9.41	Stm	Ot120	9.42
	Sn528	7.92		-	-		Ot119	9.45
	Sn525	7.95		Sn118	9.48		Ot118	9.48
Sing	Sn520	7.96		Sn115	9.66		Ot115	9.69
Sngg	Sn510	7.99	Snpq	Sn110	9.80		-	-
Snsg	Sn500	8.00		Sn105	9.81		-	-
	Sn450	8.03	Snyg	Sn100	9.84	Otpm	-	9.88
	Sn440	8.05		Sn098	9.85		-	-
	Sn430	8.06		Sn095	9.87		-	-
	Sn420	8.07		Sn092	9.87		-	-
	Sn410	8.12		Sn090	9.88		-	-
				-	-		Otgm	9.89
				-	-		Otwh	9.89
	Sn370	8.20		-	-		Otbt	9.89
	Sn369	8.21		Sn084	9.93		-	-
	Sn368	8.21		Sn080	9.97		Ot080	9.96
	Sn360	8.27		Sn075	9.99		-	-
	Sn355	8.33		-	-		Otst	10.03
	Sn350	8.35	Sng	Sn070	10.04		-	-
	Sn340	8.35		Sn068	10.05		Ot068	10.07
	Sn335	8.37		Sn065	10.06		-	-
	Sn330	8.38		Sn060	10.09		-	-
	Sn320	8.44		-	-		Otmp	10.09
	Sn270	8.48		-	-		Ot058	10.10
				-	-		Ot051	10.14
				-	-		Ot050	10.15
				-	-		Ot045	10.17
				-	-		Ot040	10.20
				Sn015	11.55		-	-
				Sn014	11.59		-	-
				Sn013	11.63		-	-
				Sn010	11.74		-	-



第7図 音無川と品沢川セクションのテフラ層の年代.

Fig. 7 Estimated ages of the tephra beds in the Otonashigawa and Shinazawagawa sections.



第8図 音無川と品沢川セクションのテフラ層の対比. 平中ほか (2007a), 柳沢ほか (2010a) のデータに基づく.

Fig. 8 Correlation of tephra beds between the Otonashigawa and Shinazawagawa sections.

Ot190 (柳沢ほか, 2010a)

【層準・産状】 Ot187の1.7m 上位の層準に挟在する。層厚は15cm で、粗粒砂サイズの結晶質灰色テフラ層である。野外では黒雲母やホルンブレンドなどの有色鉱物が目立つ。

【記載岩石学的特徴】 結晶質で斜長石を約4割、有色鉱物を2割程度含む。火山ガラスはTa型、Tb型などの多孔質型が多い。有色鉱物は黒雲母、ホルンブレンド、斜方輝石が多く、ごくわずかにジルコンを含む。また、わずかに不透明鉱物も認められる。

【対比】 品沢川セクションで見られるSn190に対比される。

Ot197 (柳沢ほか, 2010a)

【層準・産状】 Ot190の1.8m 上位の泥岩中に挟まれる。層厚3cm 程度の極細粒砂サイズの白色ガラス質テフラ層である。

【記載岩石学的特徴】 ガラス質で、Ha型、H型などの扁平型のほか、ファイバー型のガラスも見られる。有色鉱物ではごくわずかに黒雲母を含む。

【対比】 品沢川セクションにおけるSn197に対比される。

Tmhq (Ot200) (黒川・大海, 2000)

(天満沢川含高温石英ガラス質テフラ層)

【層準・産状】 Ot197テフラ層の90cm 上位の泥岩中に挟在する。模式地は天満沢川である(黒川・大海, 2000)。層厚8-10cm の白色ガラス質テフラ層で、細粒砂サイズから極細粒砂サイズないシルトサイズに正級化する。

【記載岩石学的特徴】 ガラス質で、Hb型、Ha型などの扁平型のガラスが多いが、Tb型も見られる。3-4% の高温型石英を特徴的に含む。不透明鉱物は認められるが、有色鉱物は認められない。

【対比】 Tmhq は、胎内地域のSkhq (黒川ほか, 1999) に対比できる(黒川・大海, 2000; 平中ほか, 2002; 柳沢ほか, 2003b)。また、胎内地域つつじヶ丘セクションのTtj09とも対比される(平中ほか, 2004)。これらのテフラ層はいずれも層厚8-10cm の白色ガラス質で細粒砂サイズから極細粒砂サイズに級化する。どの地点においても3-5% の高温型石英を特徴的に含んでいる。火山ガラスの形状は扁平型のものが多く、わずかにCb型、Tb型のものを含む。有色鉱物ではごくわずかであるが不透明鉱物が認められる。

Ot210 (柳沢ほか, 2010a)

【層準・産状】 Tmhqの1.8m 上位の泥岩中に挟在する。層厚3cm 程度、極細粒砂サイズの白色ガラス質テフラ層である。

【記載岩石学的特徴】 未検討。

【対比】 品沢川セクションでは対比されるテフラ層が見出されない。

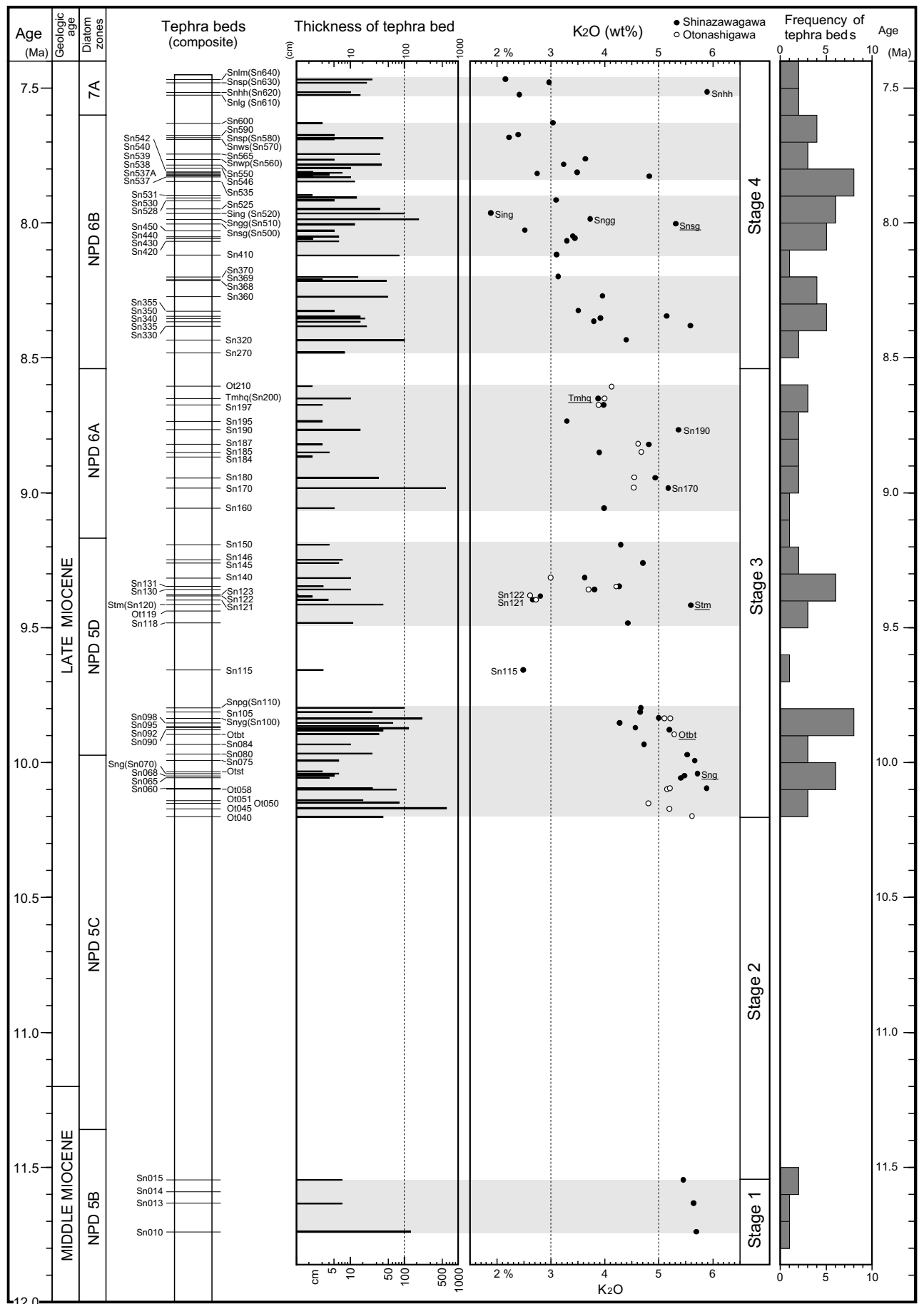
5. テフラ層の年代

ここでは、珪藻年代層序(柳沢ほか, 2010a)を基に、音無川セクションで観察されるテフラ層の年代を算定した(第3表)。テフラ層の年代算定では、テフラ層の層厚を除いた泥岩及び砂質泥岩のみの柱状図を作成し、珪藻化石年代を基に堆積速度曲線を作成して、各テフラ層の年代を内挿で求めた。ただし、最上部と最下部は直近の区間の堆積速度を外挿して、テフラ層の年代を計算した。なお、第3表では、少数点2桁まで数字を示しているが、これはテフラ層の上下関係を数字として明示するために必要なため表示したままで、実際の年代にここまでの精度はないので、注意されたい。

また、同様な手法で品沢川セクションのテフラ層(平中ほか, 2007a)の年代を推定し、第3表に音無川セクションの年代との対比を示した。ただし、珪藻化石層序の再検討の結果、品沢川セクションでは*Thalassiosira temperei*の初産出層準の位置は、柳沢ほか(2003a)や平中ほか(2007)で示した層準より1試料下位にあることが判明したので、ここはその結果に基づいて年代を推定した。なお、Gradstein *et al.* (2004)の古地磁気年代スケールに合わせると、それぞれのテフラ層の年代は約10万年程度古くなる。

品沢川と音無川セクションで共通するテフラ層の算定年代はほぼ一致するが、テフラ層によっては、数万年程度以下の食い違いが見られる。この食い違いの一部は、両セクションでの珪藻化石分析の精度の違いによるものと見られる。試料採取間隔は品沢川セクションの方が狭く、分析精度が相対的に高いと判断できるので、ここは両セクションで共通するテフラ層の年代としては品沢川セクションでの年代を採用する。

第3表を基にして、第7図に品沢川セクション及び音無川セクションでのテフラ層の年代層序をまとめて示す。



第9図 野村層のテフラ層の厚さと火山ガラスの K₂O量の変化。

Fig. 9 Thickness of the tephra beds in the Nomura Formation and temporal change in K₂O weight percentile of volcanic glass shards.

6. 考察

6.1 音無川と品沢川のテフラ層序の対比

第 8 図では、縦軸に品沢川、横軸に音無川セクションをとり、両セクションのテフラ層序を対比した。この図を見ると、品沢川セクションの野村層基底から約 60m の層準（層準 a）を境にして、その上下で、テフラ層の共通性や堆積速度に関して、両セクションの間で大きな違いがあることがわかる。

まず、層準 a より上位では、両セクションの間で、ほとんどのテフラ層が共通で相互に対比できる。また、両セクションの対比線も若干の揺れはあるもののほぼ直線的である。これらのことは、両セクションでの堆積状況がほぼ同一であったことを示す。ただし、堆積速度は品沢川の方が約 1.3 倍早く、同一のテフラ層でも品沢川セクションの方が層厚が厚い傾向がある。

これに対し、層準 a より下位の野村層下部では、両セクションで対比できるテフラ層は、Ot80-Sn80, Sn068-Ot068 の 2 つの組み合わせしかなく、共通性が極めて小さい（第 3 表）。実際、野村層下部では、テフラ層は層厚変化も著しくて、側方への連続性にも乏しく、第 5 図に示したように、両セクションで対比できる数少ないテフラ層の 1 つである Ot080 も、側方へ消滅することが露頭で確認できる。また、対比線も折れ曲がりがあり、層準によって両セクションでの堆積速度が大きく異なっている。たとえば、層準 a と b の間の区間では、堆積速度は品沢川セクションの方が音無川セクションよりも 5 倍も速く、しかもこの区間に挟在するテフラ層の数も品沢川セクションの方が著しく多い。一方、層準 b と d の間では、全く逆で、音無川セクションの堆積速度が大きく、挟在するテフラ層も多い。とくに層準 c と d の間では、品沢川セクションではテフラ層が全くないのに対し、音無川セクションでは、層厚 8m に達する Ot045 をはじめとするテフラ層が 6 層も挟まっている。このように、層準 a より下位では、品沢川と音無川セクションでテフラ層や堆積速度に大きな違いがあり、両セクションで堆積状況が大きく異なっていたと推定される。

以上のような両セクションの違いの原因は、現状ではよくわからない。野村層の下位にある天満層花立凝灰岩部層堆積後の、同部層上面の起伏の違いが関係している可能性もある。今後の検討課題である。

6.2 テフラ層ステージ区分と K₂O 量の時間的変遷

平中（2007a）は品沢川セクションにおける野村層のテフラ層序を詳細に検討し、テフラ層の挟在頻度を基に、12Ma～7.5Ma の年代区間を 4 つのステージに区分した。この報告では、今回得られた音無川セクションのデータをこれに加えて、この点について再検討した（第 9 図）。今回新たに加わったのは、品沢川セクションでは見られず、音無川セクションでのみ確認できる 10.1-10.2Ma 前後のテフラ層のデータである。

その結果、平中ほか（2007a）の 4 つのステージ区分については、今回の結果を加えても、若干の年代を修正した上で、同様な区分が可能であることがわかった。

ステージ 1（12-11.5Ma）は、約 30 万年間にテフラ層が 4 層挟在し、その頻度は 10 万年間に 1 層である。

ステージ 2（11.5-10.2Ma）では、約 130 万年間にわたってテフラ層は認められない。津川地域にテフラ層を供給した給源域との地理的な位置関係が関係しているのかもしれないが、このステージでは、津川地域を含む東北日本弧南部の脊梁～背弧域で火山活動が低下していた可能性も考えられる。

ステージ 3（10.2-8.6Ma）では 160 万年間に 51 層のテフラ層が挟まれており、その頻度は平均して 10 万年間に 3.2 層と、ステージ 1 に比較して約 3 倍高い。また、このステージのテフラ層の挟在頻度を詳細に見ると、テフラ層が集中する区間とテフラ層がまばらな区間が存在するので、ステージをさらに細分することが可能かもしれない。

ステージ 4（8.5-7.4Ma）は、110 万年間に 42 層のテフラ層が存在し、その挟在頻度は 10 万年間に 3.8 層であり、ステージ 3 よりもやや高い値を示す。このステージについても、テフラ層の頻度からさらに細分ができる可能性がある。

平中（2007a）は品沢川セクションにおけるテフラ層のガラス中の K₂O 重量パーセントを検討し、12Ma～7.4Ma の年代区間において、K₂O の量が全体として減少してゆく傾向があることを明らかにした。今回、音無川セクションのテフラ層の分析データを追加したが、この傾向は変わらない（第 9 図）。

7. おわりに

本研究では、新潟県津川地域の音無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、34層のテフラ層の産状を記載し、そのうち主なテフラ層の記載岩石学的特徴（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12Ma~7.5Ma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。

謝辞: 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る。

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.
- 檀原 徹・星 博幸・岩野英樹・山下 透・三田 勲 (2007) 中期中新世テフラの広域対比：房総半島 Kn-1 凝灰岩と紀伊半島室生火砕流堆積物。地質雑, **113**, 384-389.
- 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.
- 平中宏典・黒川勝己・柳沢幸夫 (2007a) 新潟県津川地域に分布する中新統野村層のテフラ層序および珪藻化石層序との関係。地質調査研究報告, **58**, 133-188.
- 平中宏典・黒川勝己・柳沢幸夫 (2007b) 東北日本弧における中新世中期～後期の精密対比に基づく広域テフラ層序の構築。「平成18年度深田研究助成」研究報告, 127-139.
- 平中宏典・黒川勝己・柳沢幸夫 (2009) 新潟県中央部における後期中新世テフラ層の対比。地質雑, **115**, 177-186.
- 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.
- 工藤 崇・檀原 徹・岩野英樹・山下 透・三輪美智子・平松 力・柳沢幸夫 (2011) 新潟堆積盆七谷層中に見つかった中期中新世広域テフラ：Kbi テフラと紀伊半島室生火砕流堆積物の対比。地質雑, **117**, 277-288.
- 黒川勝己 (1999) 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 (2005) テフラ学入門－野外観察から地球環境史の復元まで－。地学双書 36, 地学団体研究会, 205p.
- 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**, 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**, 33-110.
- 黒川勝己・富田裕子 (1995) 大佐渡南西部における中山層・河内層中の火山灰層とその対比。新潟大学教育学部紀要（自然科学編）, **37**, 13-65.
- 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.

- 酒井豊三郎 (1986) 中新統荒川層群 (栃木県) の
模式地における層序. 宇都宮大学教養部研
究報告, no. 19, 49-70.
- 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.
- 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.
- 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.
- 柳沢幸夫・平中宏典・黒川勝己 (2010a) 新潟県津
川地域音無川ルートに分布する中中部- 上
部中新統野村層の珪藻化石層序. 地質調査
研究報告, **61**, 147-160.
- 柳沢幸夫・平中宏典・黒川勝己 (2010b) 新潟県津
川地域の中中部- 上部中新統野村層と常浪
層の珪藻化石層序. 地質調査研究報告, **61**,
417-443.