

新潟県角田山東麓峰岡丘陵の竹野町層における  
浜忠層層準のテフラ層の認定

Pliocene Tephra Beds of the Hamatsuda stage in the  
Takenomachi Formation, eastern foothill of Mt. Kakuda,  
westward of the Niigata Plain

黒川 勝己<sup>1)</sup>・太田さつき<sup>2)</sup>・吉田 裕介<sup>3)</sup>  
阿部 夢仁<sup>1)</sup>・堀 喜代子<sup>4)</sup>・小西ゆう子<sup>5)</sup>

KUROKAWA Katsuki<sup>1)</sup>, OHTA Satsuki<sup>2)</sup>, YOSHIDA Yusuke<sup>3)</sup>,  
ABE Yumeto<sup>1)</sup>, HORI Kiyoko<sup>4)</sup> and KONISHI Yuko<sup>5)</sup>

**Abstract**

Five tephra key beds were detected from the Takenomachi Formation in the Mineoka Hill, situated at the eastern foothill of Mt. Kakuda, in the Niigata region. They are namely the Sdp, Ojw-1 (Ymp), Ojw-2, Ojw-3 (Ocg) and Ths Tephra Beds in ascending order. They are all correlated to tephra in the upper Hamatuda Formation in the Nishiyama Oil Field. The surveyed area in this study corresponds to the middle part horizon of the Takenomachi Formation and the possible age of 3.5-3.7Ma was given on the tephrochronological basis.

**Key words:** Mineoka Hill, Takenomachi Formation, tephra correlation, Ojw Tephra, Ths Tephra, Pliocene, Niigata

**はじめに**

新潟県角田山東麓峰岡丘陵に分布する竹野町層には数多くのテフラ層が見出される。これらのテフラ層は地質層序を確立したり、地層の年代を決定したりする上で極めて重要であるが、峰岡丘陵のテフラ

層についてはほとんどその報告がない。そこで今回は、峰岡丘陵の南半部に位置し、竹野町層のほぼ中位の層準に相当すると考えられる伏部東方から松郷屋にかけての地域においてテフラ層序学的検討を行った。その結果、中央・西山油帯にも分布する5層の広域的なテフラ層を検出することができ、調査地域の竹野町層の層準と年代を確定することができた。

2007.11.30 受理

Received November 30, 2007

<sup>1)</sup> 新潟大学教育人間科学部 〒950-2181 新潟市西区五十嵐2の町8050

Faculty of Education and Human Sciences, Niigata University, Niigata, 950-2181 Japan.

<sup>2)</sup> 長野県千曲市立東小学校

<sup>3)</sup> 長岡市立中之島中央小学校

<sup>4)</sup> 新潟県燕市立燕南小学校

<sup>5)</sup> 元新潟大学教育人間科学部生活環境課程

本稿ではそれらのテフラ鍵層について報告する。

本研究を行うにあたり、新潟大学の藤林紀枝さんと上越市立城西中学校の樋口裕也さんには有益なご教示をいただいた。また新潟大学の平中宏典さんには EPMA 分析をご教示いただくとともに図表を作成していただいた。同加茂万里子さんには論文の完成にご協力をいただいた。なお本研究の一部に日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(C)「日本列島における中新世以降の広域テフラの検出とそれらの拡散・堆積機構の検討」(課題番号16540412; 研究代表者黒川勝己)を使用した。

## 地質概説

峰岡丘陵の竹野町層(白井ほか, 1976)のうち、今回の調査地域の層準はそのほとんどが泥岩よりなる。峰岡丘陵の中央部の伏部東方からその南方の松郷屋周辺ではほぼ北15~30度東の走向で、東(新潟平野側)に20ないし30度程度傾斜した同斜構造を示す。この走向方向は角田山体との地形上の傾斜変換線の方向とほぼ調和的である。



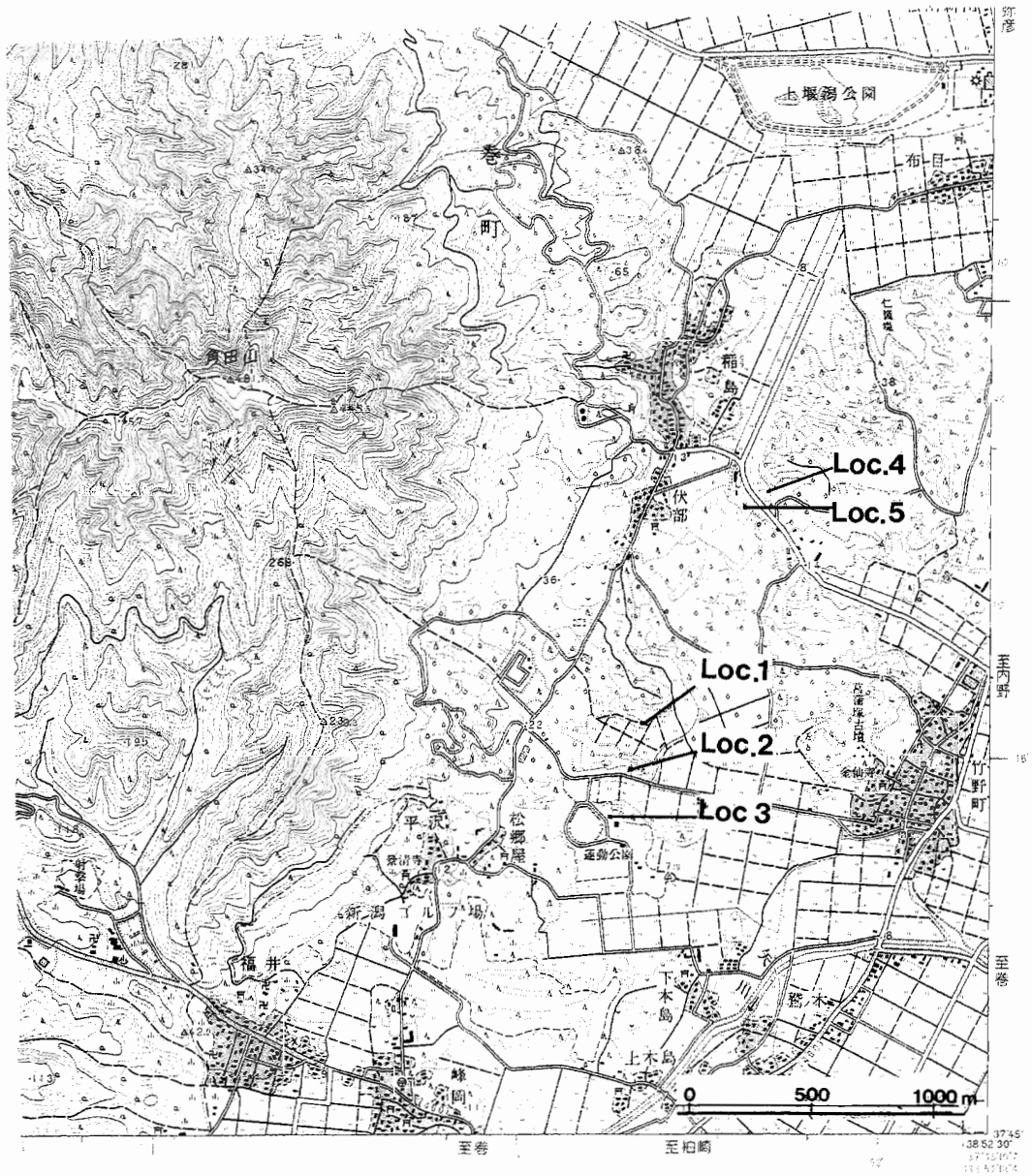
第1図 角田山から見た峰岡丘陵。山麓の集落は稲島と伏部で、水田を隔てた丘陵には北端の仁箇堤から南へ、竹野町に至る道路が見える。この道路の附近に Loc.4 と Loc.5 がある。さらに東方に見える湾曲した高まりは西川の自然堤防。

## テフラ層の記載

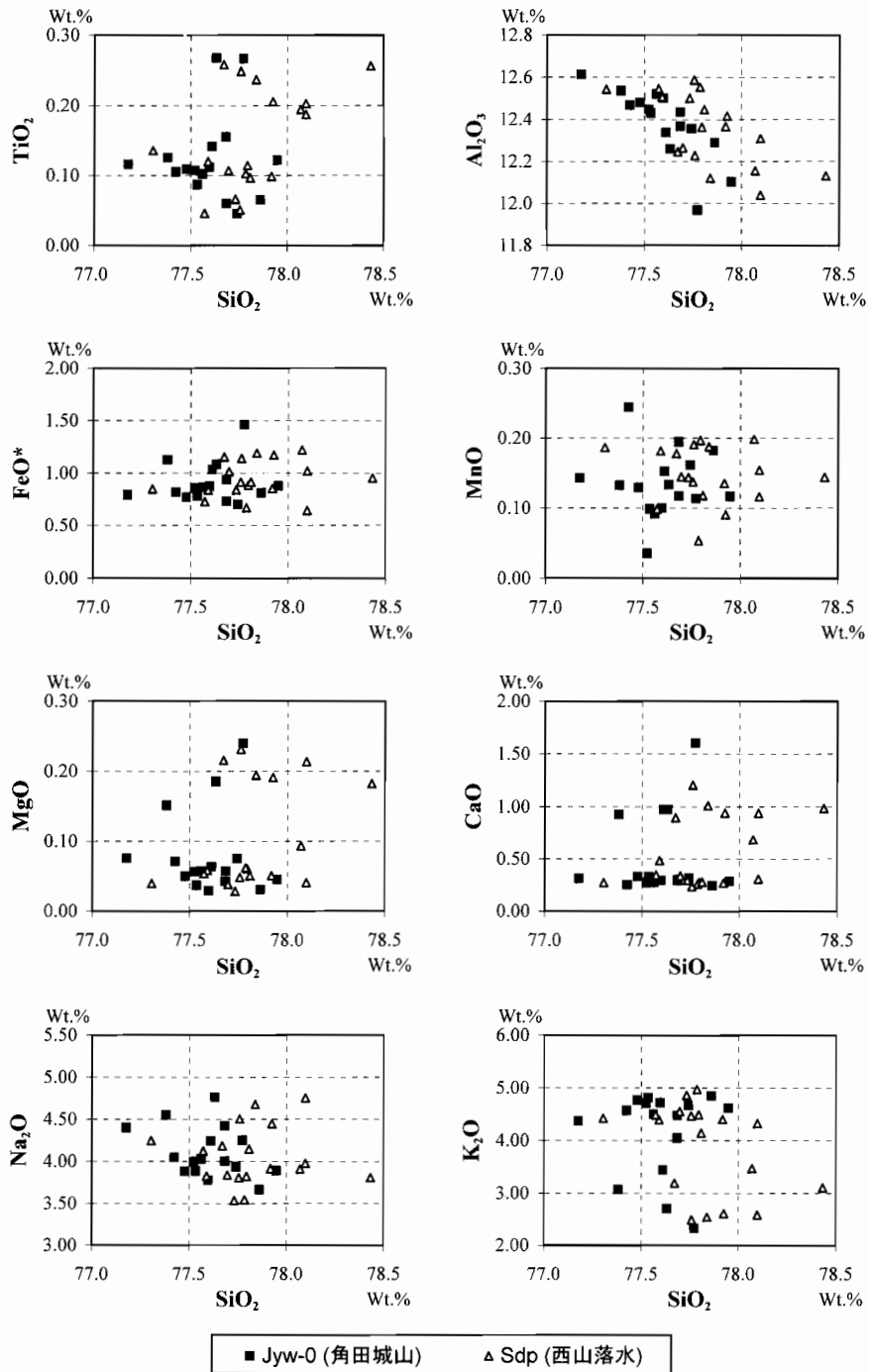
今回検討したテフラ層の層準、産出地点、産状および記載岩石学的特徴について下位のテフラ層から順に記載する。なお構成粒子の検討は  $3\phi \sim 4\phi$  (1/8mm-1/16mm) の粒度で行った。また火山ガラスの EPMA 分析は新潟大学自然科学研究科の JXA8600 型を用い、加速電圧15keV、試料電流  $1.3 \times 10^{-8}A$ 。ビーム径はおよそ  $20\mu m$  で行い、oxide ZAF 法で補正した。なお分析は堀と小西が行った。

### 1. 城山白色テフラ層 0 (Jyw-0) (新称)

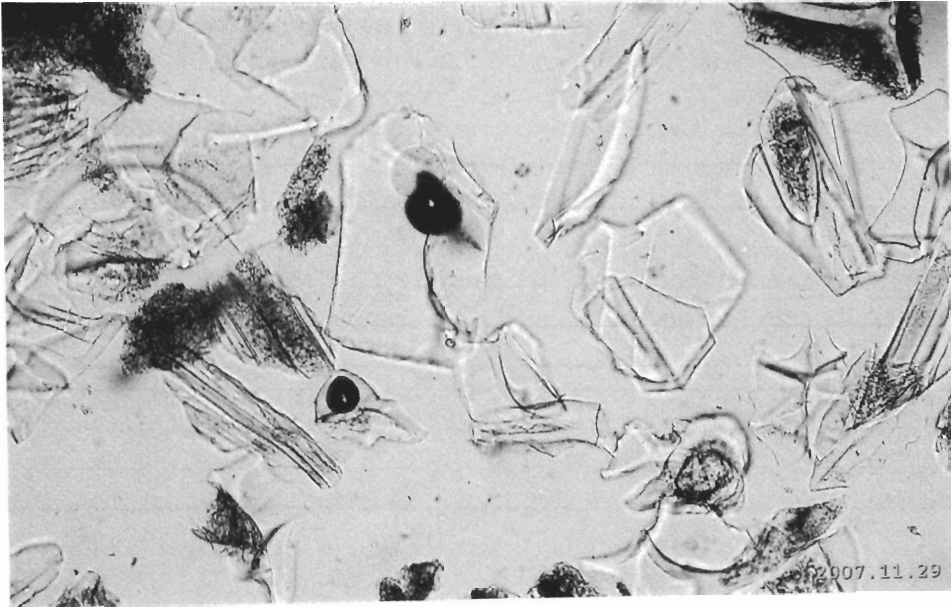
〔模式地〕 巻町松郷屋の城山野球場東の崖 (Loc.3)  
 〔産状〕 竹野町層の泥岩中に2層組で挟在する(第5図)。上位のもの(Jyw-0U)は次にのべる Ojw-1 (Ymp) テフラ層の3m下位に挟在し、層厚約80cm。下位のもの(Jyw-0L)はその4m下位に挟在し、層厚120cm。いずれも極細粒砂ないしシルトサイズのテフラ層で、基底部ないし中部に平行ラミナが見られ、弱く正級化している。伏部南方(Loc.5)でも



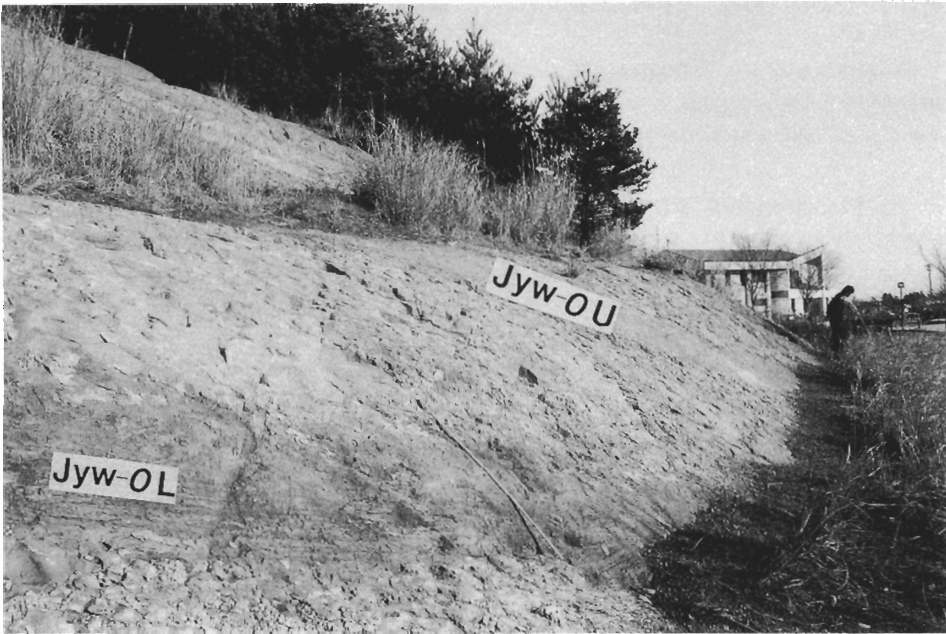
第2図 角田山東麓峰岡丘陵におけるテフラ層の検討地点，いずれも竹野町層中のテフラ層を検討した．Loc.1は松郷屋の北東750mの農道ぞいの崖，Loc.2は同北東500mの崖，Loc.3は城山野球場東の崖，Loc.4は伏部東方農道ぞいの崖，Loc.5は伏部東方の崖．国土地理院発行2万5千分の1地形図「角田山」を使用した．



第3図 城山白色ガラス質テフラ層0U (Jyw-0U) (Loc.3) と志戸橋バミス質テフラ層C (SdpC) (出雲崎町落水海岸) (西山油帯) の火山ガラスの化学組成. 両テフラ層の火山ガラスはいずれもややバイモーダルな組成範囲を示す.



第4図 松郷屋の北東500mの崖 (Loc.2) における Ojw-2 テフラ層の構成粒子 (3 $\phi$ ~4 $\phi$ ). ガラス質で、ガラスは bubble-wall 型や bubble-junction 型が多い。



第5図 城山野球場東の崖 (Loc.3) における城山白色テフラ層 (Jyw-0) の産状. 下位の Jyw-0L (層厚120cm) とその上位4 m の Jyw-0U (層厚80cm) の2層組で挟んでいる。

第1表 テフラ層の火山ガラスの化学組成. 八石山北は長岡市八石山北方(中央油帯)の林道ぞいのOjw-2, Ojw-3の模式地, 西山落水は出雲崎町の落水海岸(西山油帯), 角田城山は峰岡丘陵のLoc.3で採取した. 上段は平均(Ave.)と標準偏差(S.D)を, 下段は範囲を示す. Jyw-0(Jyw-0U)とSdp(SdpC)はややバイモーダルな組成を示すため, 標準偏差が大きい.

Tephra Name	SiO <sub>2</sub>		TiO <sub>2</sub>		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		FeO*		MnO		MgO		CaO		Na <sub>2</sub> O		K <sub>2</sub> 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.	
Ojw-3(角田城山)	75.47	0.35	0.13	0.02	13.38	0.17	1.55	0.15	0.12	0.05	0.07	0.01	0.84	0.08	4.04	0.20	4.40	0.27	19
Ojw-3(八石山北)	75.58	0.34	0.13	0.04	13.31	0.16	1.48	0.14	0.12	0.04	0.06	0.01	0.83	0.06	3.91	0.26	4.58	0.29	24
Ojw-2(角田城山)	77.31	0.23	0.10	0.04	12.56	0.12	0.89	0.08	0.11	0.04	0.04	0.01	0.54	0.04	3.91	0.17	4.55	0.25	25
Ojw-2(八石山北)	77.34	0.21	0.09	0.03	12.47	0.14	0.93	0.11	0.10	0.04	0.05	0.01	0.52	0.04	3.61	0.11	4.89	0.20	24
Jyw-0(角田城山)	77.60	0.19	0.12	0.06	12.38	0.17	0.91	0.19	0.13	0.05	0.08	0.06	0.50	0.40	4.11	0.30	4.16	0.82	16
Sdp(西山落水)	77.82	0.25	0.15	0.07	12.35	0.17	0.94	0.18	0.15	0.04	0.10	0.08	0.56	0.34	4.06	0.35	3.86	0.87	18

Tephra Name	SiO <sub>2</sub>		TiO <sub>2</sub>		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		FeO*		MnO		MgO		CaO		Na <sub>2</sub> O		K <sub>2</sub> 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.	
Ojw-3(角田城山)	74.85-76.15	0.08-0.18	13.03-13.57	1.32-1.90	0.05-0.24	0.04-0.11	0.68-0.99	3.69-4.34	4.08-4.89	19									
Ojw-3(八石山北)	75.11-76.26	0.05-0.19	12.95-13.65	1.24-1.81	0.05-0.20	0.03-0.10	0.67-0.95	3.40-4.41	4.00-5.15	24									
Ojw-2(角田城山)	76.84-77.70	0.03-0.16	12.39-12.79	0.67-1.06	0.05-0.23	0.02-0.07	0.46-0.62	3.50-4.18	4.18-5.11	25									
Ojw-2(八石山北)	76.91-77.74	0.03-0.17	12.23-12.72	0.75-1.22	0.02-0.17	0.02-0.07	0.41-0.57	3.39-3.84	4.24-5.22	24									
Jyw-0(角田城山)	77.18-77.95	0.05-0.27	11.97-12.61	0.70-1.46	0.04-0.24	0.03-0.24	0.24-1.61	3.67-4.76	2.32-4.85	16									
Sdp(西山落水)	77.30-78.43	0.05-0.26	12.04-12.59	0.64-1.22	0.05-0.20	0.03-0.23	0.24-1.21	3.54-4.75	2.49-4.97	18									

見られ, 層厚35cm. 中粒砂ないし細粒砂サイズでパミス片を含む.

〔記載岩石学的特徴〕ガラス質で, 15%程度の斜長石を含む. Jyw-0Uの火山ガラスは多孔質型や中間型が多いが, Jyw-0Lは扁平型が多い. 少量の褐色ガラスを含む. 有色鉱物は少ないが, ホルンブレンド, 黒雲母のほか斜方輝石, 単斜輝石, 鉄鉱物が認められる.

〔対比〕その層準と記載岩石学的特徴から西山油帯に模式地が設定されている志戸橋パミス質テフラ層(Sdp)(黒川ほか, 1987)に対比されると考えられる.

今回行った西山油帯出雲崎町落水海岸のSdpCテフラ層と峰岡丘陵のJyw-0Uテフラ層(Loc.3)の火山ガラスのEPMA分析の結果を第3図および第1表に示した. 両テフラ層の火山ガラスはともにややバイモーダルな組成領域を示す特徴が共通する. そしてその第一集中領域(たとえばCaOではおおよそ0.3-0.4%)はほぼ一致し, 第二集中領域は分散が大きいものの, おおむね同様の範囲(たとえばCaOでは0.8-1.2%)にある. このような際立った火山ガラスの化学組成の特徴からもその対比は支持される. また伏部南方(Loc.5)のものは, そのガラスの形状からJyw-0Lに対比される. Jyw-0Lは西山油帯におけるSdpAに相当すると考えられる.

## 2. 小木ノ城白色テフラ層1(Ojw-1)(黒川ほか, 1989a)

〔模式地〕長岡市八石山北(中央油帯)の山道沿い

の露頭(層厚35cm).

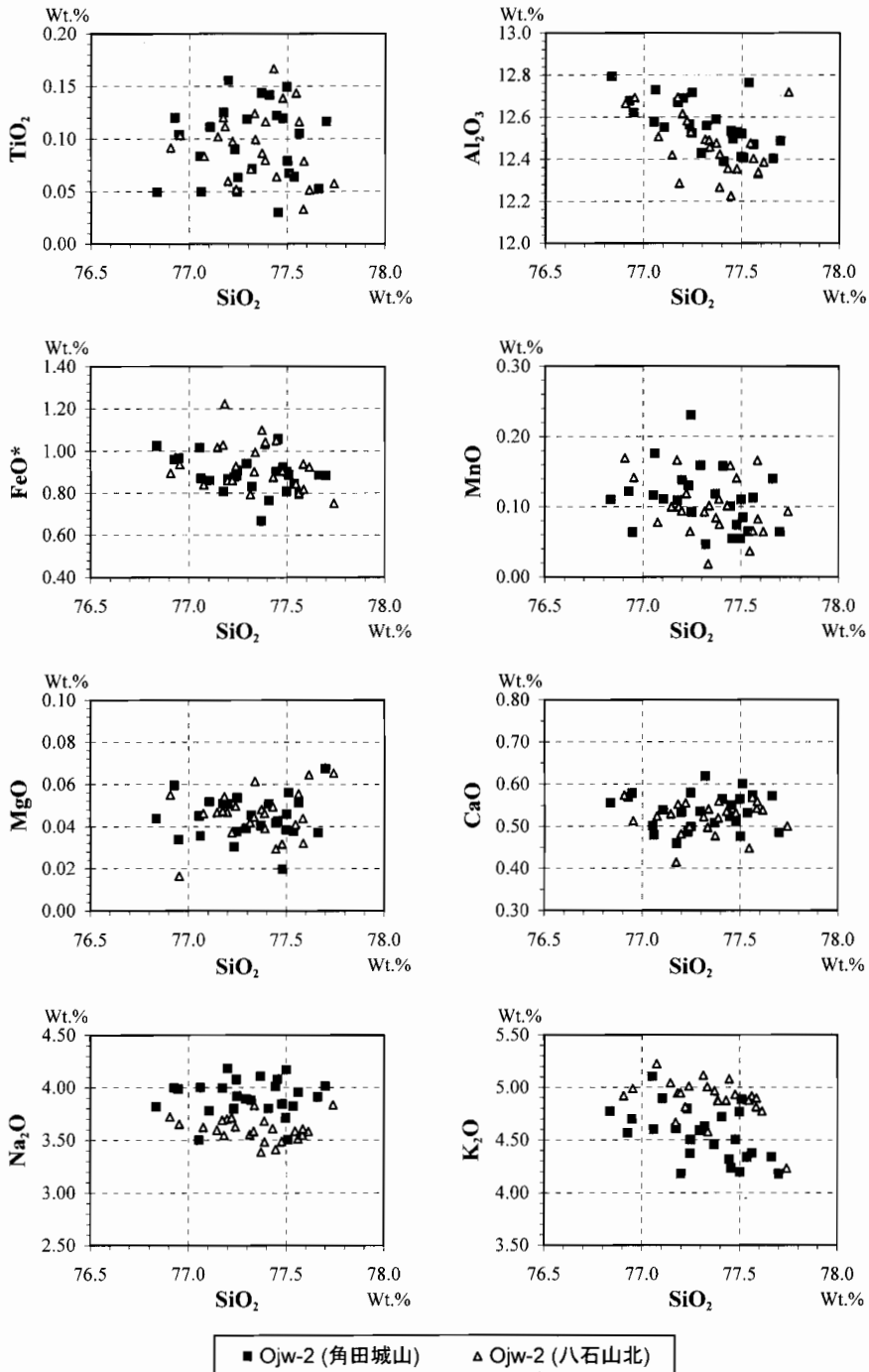
〔産状〕竹野町層中に挟在中粒砂ないし細粒砂サイズの白色テフラ層で, 黒雲母が目立ち, 径5mm程度までパミス(軽石)を含む. 峰岡丘陵の松郷屋北東500mの崖(Loc.2)ではOjw-2テフラ層の4m下位の泥岩中に挟在し, 層厚18cm. 中粒砂から極細粒砂サイズに級化し, 下半部には平行ラミナが見られる. 松郷屋の城山野球場東の崖(Loc.3)ではOjw-2の4m下位の泥岩中に挟在し, 層厚7cm.

〔記載岩石学的特徴〕ガラス質で, ガラスはやや厚手の扁平型が多い. 5%程度の斜長石を含む. 有色鉱物は黒雲母が多い. このような記載岩石学的特徴とその層準(Ojw-2の下位)から今回このテフラ層をOjw-1と認定した. なお中央油帯のOjw-1テフラ層は西山油帯の山田パミス質テフラ層(Ymp)(黒川ほか, 1987)に対比されている(黒川・金子, 1992).

## 3. 小木ノ城白色テフラ層2(Ojw-2)(黒川ほか, 1989a)

〔模式地〕長岡市八石山北の山道沿いの露頭(層厚7~14cm). 模式地ではOjw-1の160cm上位に挟在する.

〔産状〕竹野町層において, Ojw-1テフラ層の4m程度上位の泥岩中に挟在する. 松郷屋の城山運動公園周辺ではよく連続する(カラー図版1). 細粒砂ないしシルトサイズの白色テフラ層で, 正級化する複数のユニットから構成される. 松郷屋の北東750mの農道沿いの崖(Loc.1)では全層厚約1mで,



第6図 小木ノ城白色ガラス質テフラ層2 (Ojw-2) の火山ガラスの模式地 (中央油帯の長岡市八石山北) と峰岡丘陵 (角田城山, Loc.3) における化学組成. 両者はほぼ同一の組成範囲を示す.

下位より層厚6cm, 層厚40cm, 層厚33cm, 層厚23cmのユニットが重なり, 最上位のユニット(これをJyw-2.5とする)は層厚4cmでやや紫色を呈し, 上方に泥岩に漸移する. 厚いユニットにはしばしばコンボルトラミナが発達し, タービダイトの堆積構造を示す. 松郷屋の北東500mの崖(Loc.2)でも全層厚約1mの白色ガラス質テフラ層で, 細粒砂から極細粒砂ないしシルトサイズに級化する厚さ10~15cmの多くの級化ユニットから構成される(第5図). これらのユニットには平行ラミナやコンボルトラミナがしばしば見られる. 城山野球場東の崖(Loc.3)では, 基底のユニット(厚さ20cm)は中粒砂からシルトサイズに級化する. その上位のユニット(厚さ50cm)は細粒砂サイズからシルトサイズに級化し, その中~上部にはコンボルトラミナが見られる. また上位の泥岩が荷重痕として不規則に垂れ下がっていることもある.

〔記載岩石学的特徴〕ガラス質で, 15%程度の斜長石を含む. ガラスは薄手の偏平型が多く, bubble junction型のものも少なからず見られる(第4図). また中間型やfiber型に発泡した多孔質型ガラスも含まれる. 有色鉱物は少ないが, 黒雲母が多く, ホルンブレンドのほか, 斜方輝石, 単斜輝石, 鉄鉱物, ジルコンが認められる. Loc.1の最上位のユニット(Jyw-2.5)はホルンブレンドを多く含む.

以上の層準と産状, および記載岩石学的特徴からこのテフラ層は中央油帯を模式地とするOjw-2テフラ層と認定できる. この模式地(長岡市八石山北)と峰岡丘陵(Loc.3)のOjw-2の火山ガラスの化学組成はよい一致を示す(第6図, 第1表). とくにCaOが0.45-0.60%程度の比較的低い値を示すことが特徴的である. なおOjw-2テフラ層の層厚については, 中央油帯や西山油帯では10~15cm程度であるのに対して峰岡丘陵では全層厚1m前後と厚く, またユニットの数も多い.

#### 4. 小木ノ城白色テフラ層3 (Ojw-3) (黒川ほか, 1989a)

〔模式地〕長岡市八石山北の山道沿いの露頭(層厚10cm). 模式地ではOjw-2テフラ層の50cm上位に挟在する.

〔産状〕竹野町層の泥岩中に挟在する白色細粒砂ないしシルトサイズのガラス質テフラ層で, 平行ラミナが認められる. 松郷屋の北東500mの崖(Loc.2)ではOjw-2の70cm上位に挟在し(カラー図版1, 2), 層厚12cm. 城山野球場東の崖(Loc.3)では

Ojw-2の40cm上位に挟在し, 層厚5~10cm.

〔記載岩石学的特徴〕ガラス質で, 10%程度の斜長石を含む. ガラスは多孔質型が多いが, 中間型や偏平型も混在する. やや多くの褐色ガラスを含み, 黒曜石片も見られる. ガラス質火山岩片も含まれる. 有色鉱物は少ないが, 黒雲母のほか, ホルンブレンド, 酸化ホルンブレンド, 鉄鉱物, ジルコンが認められる.

以上の層準(Ojw-2のすぐ上位)および記載岩石学的特徴からこのテフラ層は中央油帯を模式地とするOjw-3テフラ層と認定できる. この模式地(長岡市八石山北)と峰岡丘陵(Loc.3)のOjw-3の火山ガラスの化学組成はよい一致を示す(第7図, 第1表). とくにFeOが1.4-1.8%程度の比較的高い値を示すことが特徴的である. なおOjw-3テフラ層は西山油帯では落水ガラス質テフラ層(Ocg)(黒川ほか, 1987)に対比されている(黒川ほか, 1992).

#### 5. 高浜白ゴマテフラ層(Ths)(黒川ほか, 1989b)

〔模式地〕西山油帯海岸部の落水滝付近(層厚11cm). 浜忠層上部のOcg(Ojw-3)テフラ層の220m上位に見出される. 柏崎市宮川の高浜小学校裏の崖ではOcgテフラ層の2m上位に挟在し, 層厚10cm.

〔産状〕白色中粒砂ないし極細粒砂サイズの結晶質テフラ層で, 正級化している. 上位の泥岩中にはパミス片がラミナ状に散在している. 松郷屋の北東500mの崖(Loc.2)ではOjw-3の3m上位に見出され, 層厚7~10cm. 上位約10cmの泥岩中にはパミス片が散在する. 伏部北方の農道沿い(Loc.4)でも竹野町層の泥岩中に見出される(層厚10cm)(第8図).

〔記載岩石学的特徴〕結晶質で, 30-50%程度の斜長石と20-30%程度の有色鉱物を含む(写真7). 有色鉱物は斜方輝石が圧倒的に多く, ほかに鉄鉱物と微量の黒雲母を含む. 少量含まれる火山ガラスは中間型が多い. 以上の層準, および結晶質で有色鉱物は斜方輝石方が圧倒的に多いという著しい記載岩石学的特徴から, このテフラ層は西山油帯を模式地とするThsテフラ層であると認定できる.

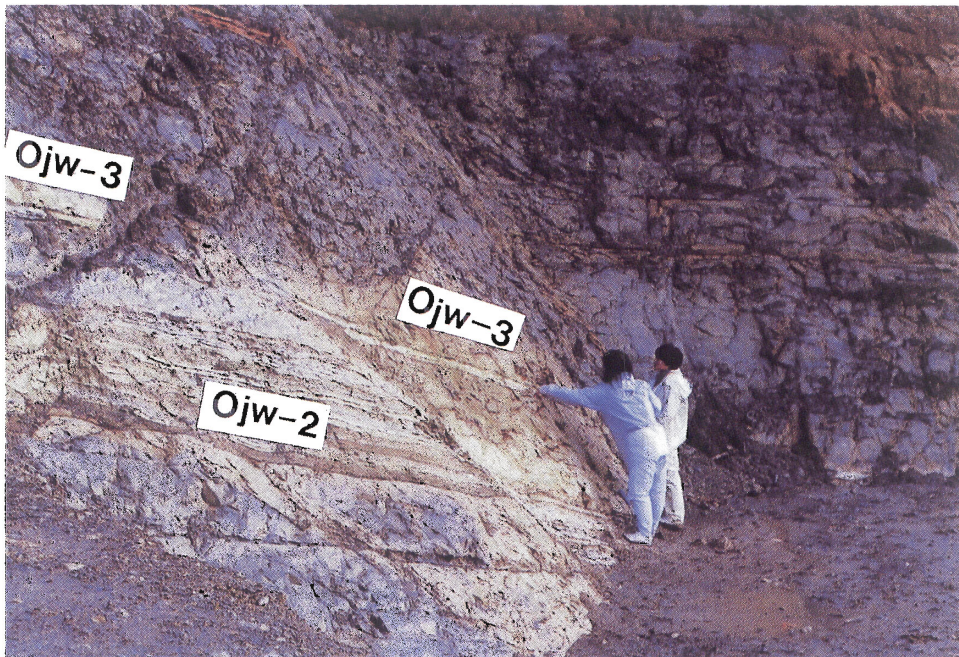
#### 対比のまとめとその意義

今回の検討によって竹野町層から志戸橋パミス質テフラ層(Sdp)のSdpAおよびSdpC, 小木ノ城白色ガラス質テフラ層1, 2, 3(Ojw-1,2,3)および高浜白ゴマテフラ層(Ths)の6層の広域的に分

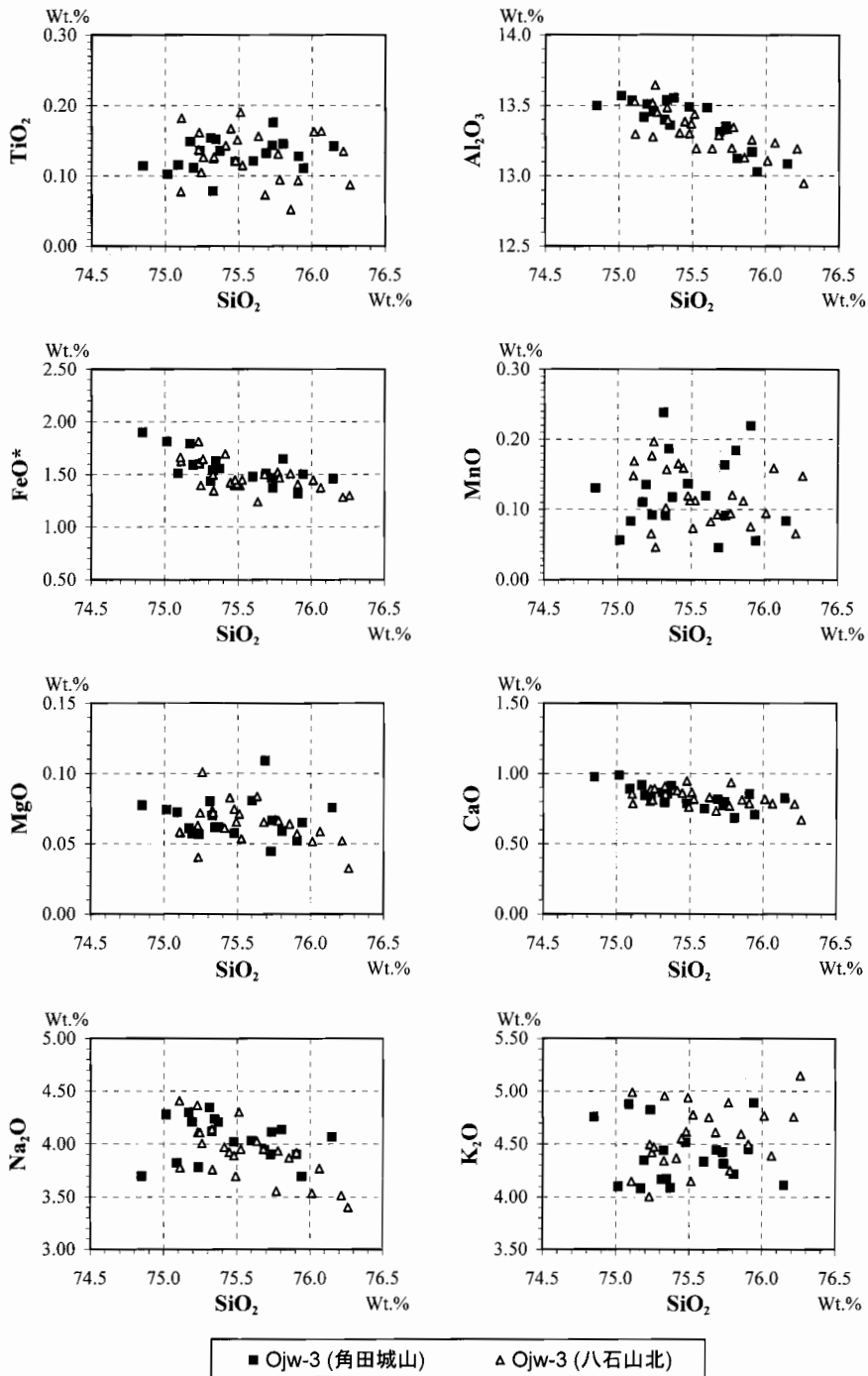




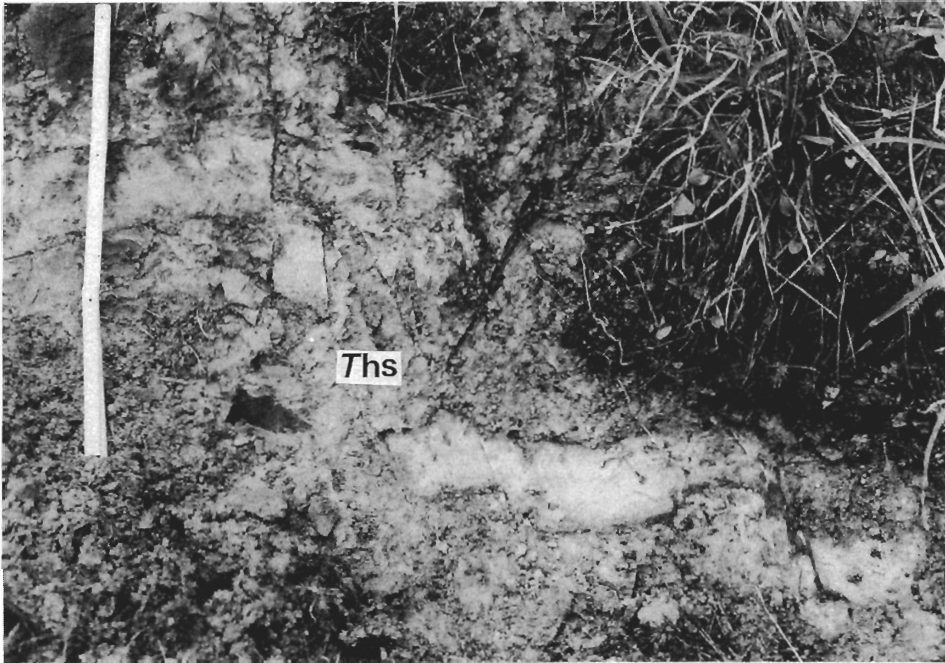
カラー図版1 松郷屋の北東500mの崖 (Loc.2) における露頭の状況. Ojw-2 とその70cm上位の Ojw-3 とは竹野町層中によく連続する



カラー図版2 Loc.2の地点において見られる共役的な断層系. Ojw-2 と Ojw-3 を挟む地層が変位している.



第7図 小木ノ城白色ガラス質テフラ層3 (Ojw-3) の火山ガラスの模式地 (中央油帯の長岡市八石山北) と峰岡丘陵 (角田城山; Loc-3) における火山ガラスの化学組成. 両者はほぼ同一の組成範囲を示す.



第8図 峰岡丘陵伏部東方の農道ぞい (Loc.4) に見られる高浜白ゴマテフラ層 (Ths) の産状. 層厚10cmで小断層によって東側 (写真の右側) が下っている.



第9図 高浜白ゴマテフラ層 (Ths) の構成粒子. 斜長石結晶と有色鉱物が多く, 有色鉱物はそのほとんどが斜方輝石である.

Age	Ma	Mag.	Toyama		Niigata				
			Himi		Chuo	Nishiyama	Kakuda		
Pliocene	3.3	■	Yabuta Formation	YT4	Nishiyama Formation	Thw	Nishiyama Formation	Thw	Takenomachi Formation
	3.4			YT3					
	3.5	Ao Formation	YT2 YT1	Nishiyama Formation	Ths Ojw-3 Ojw-2 Ojw-1	Hamatsuda Formation	Ths Ocg Ojw-2 Ymp Sdp	Ths Ojw-3 Ojw-2 Ojw-1 Jyw-0	
	3.6								
	3.7								
	3.8								
	3.9	PM	Ylg	Znp					

第10図 角田山東麓峰岡丘陵の竹野町層中のテフラ層と新潟地域の中央・西山油帯のテフラ層との対比。なお富山県氷見地域との対比は黒川ほか(1998), Kurokawa and Tomita (1998) および黒川・樋口(2004)による。

布するテフラ鍵層を見出した。これらはいずれも西山油帯では浜忠層上部に挟在している。以上の峰岡丘陵における浜忠層層準のテフラ層の検討結果と中央・西山油帯、それに富山県氷見地域との対比を第10図に示した。これらのテフラ鍵層の対比によって、今回検討した峰岡丘陵の伏部東方から松郷屋の地域(Loc.1~Loc.5)の竹野町層の層準は西山油帯における浜忠層上部の層準(およそ3.7-3.5 Ma)に相当することが明らかになった。西山油帯における浜忠層の層相は砂泥互層が優勢であるが、竹野町層ではそれとは異なり、ほとんどが泥岩である。した

がって層相的にはこの層準に泥岩が卓越する中央油帯に類似している。

峰岡丘陵から新潟平野をはさんでその東側の新津丘陵にも平層とされる泥岩を主とする地層が露出する。しかしテフラ層序学的検討によって、平層の泥岩の年代はその大部分が魚沼層群の堆積期に相当すると考えられ(黒川ほか, 2002), 竹野町層とは全く異なっている。

今回検討した竹野町層の層準は竹野町層全体の層準からみると、ほぼその中位を占めていると考えられる。なおより西方の角田山東麓の平沢周辺では椎

谷層上部層準のテフラ層が見出されている（黒川ほか, 2008）.

## 文 献

- 黒川勝己・樋口裕也（2004）新潟地域の鮮新世中頃（4-2Ma）のテフラ層序の再検討と広域対比—とくに Nwg と Arg テフラ層の層位関係, Tsp テフラ層の分布と対比および氷見層群の YT テフラ層, 安野層のテフラ層との広域対比の検討—. 新潟大教育人間紀要（自然科学編）, 7 巻, 13-78.
- 黒川勝己・石山紀子・藤原啓美・渡部由美子（1992）新潟県西山油帯の地質—とくにテフラ鍵層からみた西山層と灰爪層の不整合関係について—. 新潟大教育紀要（自然科学編）, 33 巻, 29-77.
- 黒川勝己・金子 顕（1992）新潟地域における上岡凝灰岩および板山凝灰岩の対比について—上越地域から下越地域まで海底を流走した火山灰の検証—. 新潟大理地誌研究報告, 7 号, 57-72.
- 黒川勝己・丸山悦子・沢栗隆之（1989a）新潟県中央油帯北部における椎谷層・西山層中の水底堆積テフラ. 新潟大教育紀要（自然科学編）, 30 巻, 39-64.
- 黒川勝己・庭山かおる・寺井直子（1989b）テフラ鍵層からみた新潟県西山油帯南部の鮮新世堆積作用. 新潟大教育紀要（自然科学編）, 31 巻, 15-42.
- 黒川勝己・坂井 一・樋渡晴美・大橋理香・樋口裕也（2002）新津丘陵中央部（五泉市門前）～加茂市東部の平層と皆川層の火山灰層とその対比—とくに房総半島黄和田層中のテフラ鍵層 Kd18 および Kd8 との対比について—. 新潟大教育人間紀要（自然科学編）, 4 巻, 65-125.
- 黒川勝己・佐藤正隆・吉田裕介・太田さつき（2008）新潟県寺泊丘陵東縁～角田山麓西縁部における椎谷層上部層準のテフラ層の検出. 新潟大教育人間紀要（自然科学編）, 9 巻, 39-47.
- 黒川勝己・高橋浩代・青野直子・阿部祐子・飯塚絹子・菅原直美・地野加津子（1987）新潟県西山油帯北部における椎谷層・西山層中の水底堆積テフラ. 新潟大教育紀要（自然科学編）, 29 巻, 1-14.
- Kurokawa, K. and Tomita, Y. (1998) The Znp-Ohta Ash; an early Pliocene widespread subaqueous tephra deposit in central Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, 104, 558-561.
- 黒川勝己・富田裕子・金子 顕（1998）新潟地域の板山-Nym 火山灰層, 氷見層群の YT3 火山灰層および東海層群の佐布里火山灰層の対比: 中央日本における鮮新世の広域火山灰層の検出. 地球科学, 52, 292-300.
- 白井健裕・津田禾粒・茅原 一也・長谷川美行（1976）新潟県弥彦山・角田山周辺の地質. 新潟大理地誌研究報告, 4, 119-126.