新潟県東頸城丘陵の千年テフラ層から大隅石の発見とその対比

Finding of osumilite from the Chitose Tephra Bed in the Higashikubiki Hills, Niigata region, and its correlation

黒川勝己*・大橋明美**

KUROKAWA Katsuki* and OHASHI Akemi**

Abstract

The Chitose Tephra Bed (Ctp) in the Higashikubiki Hills of southwestern Niigata region was correlated to the Sug-a Tephra Bed in the Nishiyama and Hachikoku Oil Fields. The chemical composition of the glass shards of both tephras are coincident. In addition, the osumilite crystal was newly found from the Ctp tephra, which was so far reported from the Sug-a tephra. Based on this correlation, the age of the Ctp Tephra Bed was inferred to be around 2.4Ma. The Ctp Tephra Bed is intercalated in the upper Higashikawa Formation below the Naradate Formation. Thus, lower shallow marine environment (the Higashikawa Formation) was transformed into the upper shallow marine environment (the Naradate Formation) in around 2.4-2.3Ma through the processes of the progradation in the Niigata sedimentary basin.

Key words: Chitose Tephra, Sug-a Tephra, osumilite, progradation, Higashikubiki, Niigata

はじめに

新潟県東頸城丘陵松代（まつだい）地域（第１図）の奈良立（ならだて）向斜部には，魚沼層群相当層とされる奈良立層（Noda, 1962）が分布している．しかし奈良立層はほかの魚沼層群相当層の分布域とは地域的に孤立していることもあって，これまでその年代については，確然としたデータは得られていなかった．そこで今回，奈良立層とその下位の東川層との境界部に挟在する千年（ちとせ）テフラ層の対比を検討した．この過程で千年テフラ層から新たに大隅石を発見した．

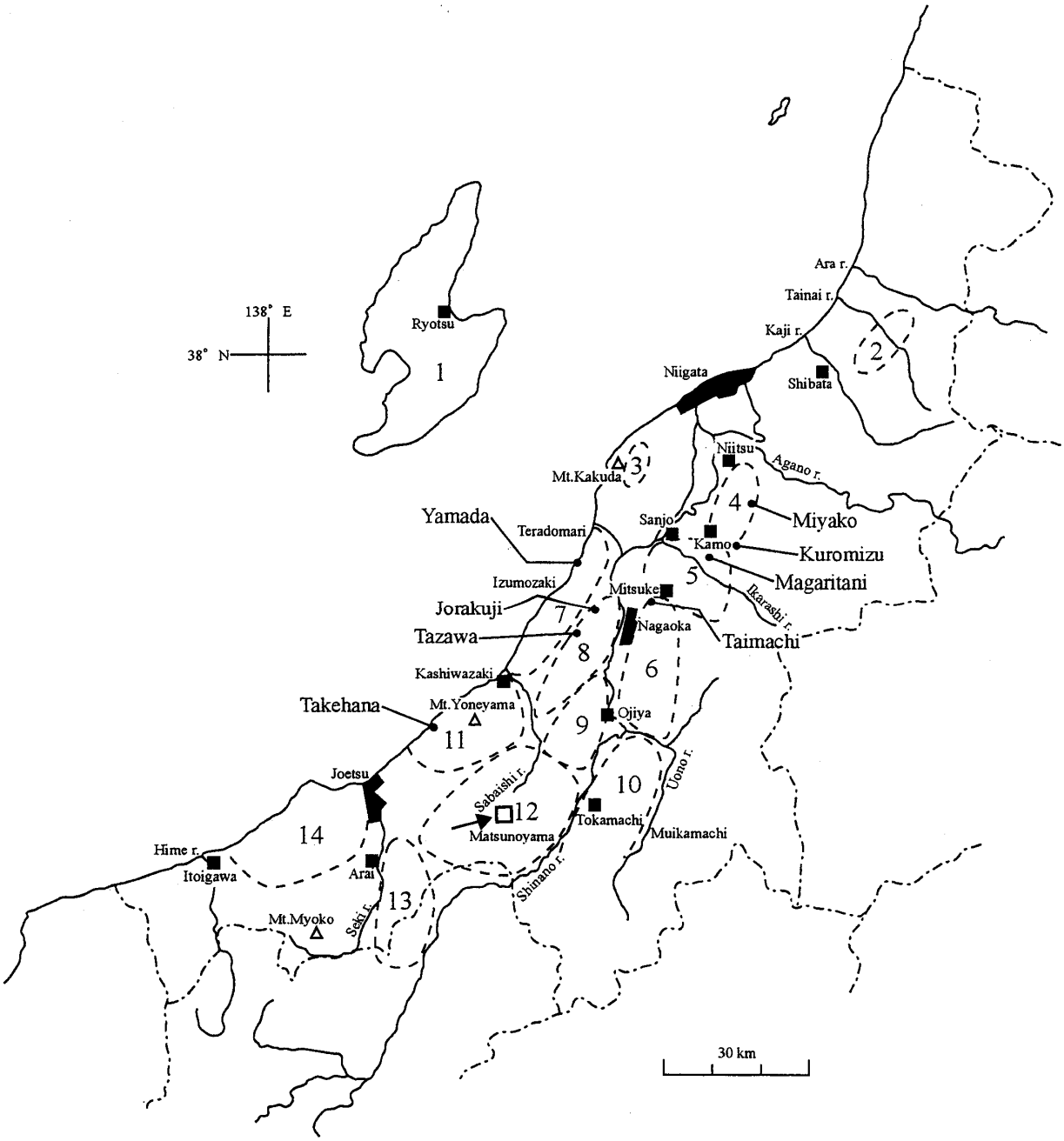
本研究を行うにあたり，新潟大学自然科学研究科の平中宏典さんには論文の完成にご協力いただいた．なお本研究の一部に日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究Ｃ「日本列島における中新世以降の広域テフラの検出とそれらの拡散・堆積機構の検討」（課題番号16540412；研究代表者黒川勝己）を使用した．

千年テフラ層

千年テフラ層は松代町（現十日町市）千年の渋海川新大橋下が模式地とされている（第２図）．今回

2005年６月30日受理
Recieved June 30, 2005

*新潟大学教育人間科学部地学教室　〒950-2181　新潟市五十嵐２の町8050
Faculty of Education and Human Sciences, Niigata University, Niigata, 950-2181 Japan.
**柏崎市立高柳小学校　〒945-1502　柏崎市高柳町岡野町1485-3
Takayanagi Primary School, Kashiwazaki City, Niigata Prefecture, 945-1502 Japan.



第１図　新潟地域の地質地域区分と調査地域（12の矢印の四角印）の位置．１：佐渡島，２：北蒲原，３：角田山東麓，４：新津丘陵，５：加茂～下田丘陵，６：東山丘陵，７：西山油帯，８：中央油帯，９：八石油帯，10：魚沼丘陵，11：米山周辺，12：東頸城丘陵，13：富倉背斜地域，14：西頸城．黒川・樋口（2004）の図を使用した．

この模式地で検討を行った．模式地では東川層最上部に挟在している（新潟大学東頸城地域研究グループ，1987）．全層厚約８ｍで（第３図），基底の約１ｍは径数mm程度のパミスを含む粗粒砂ないし細粒砂サイズのテフラ層である．その上位１ｍは径数mm程度のパミスを含むシルトサイズのテフラ層，さらにその上位には凝灰質砂層とパミス片を含んだ凝灰質シルト層の互層が重なる．松代町室野や正面倉山付

第２図　東頸城丘陵松代地域のおける千年テフラ層の検討位置（模式地）（国土地理院発行５万分の１地形図「松之山温泉」を使用した）.

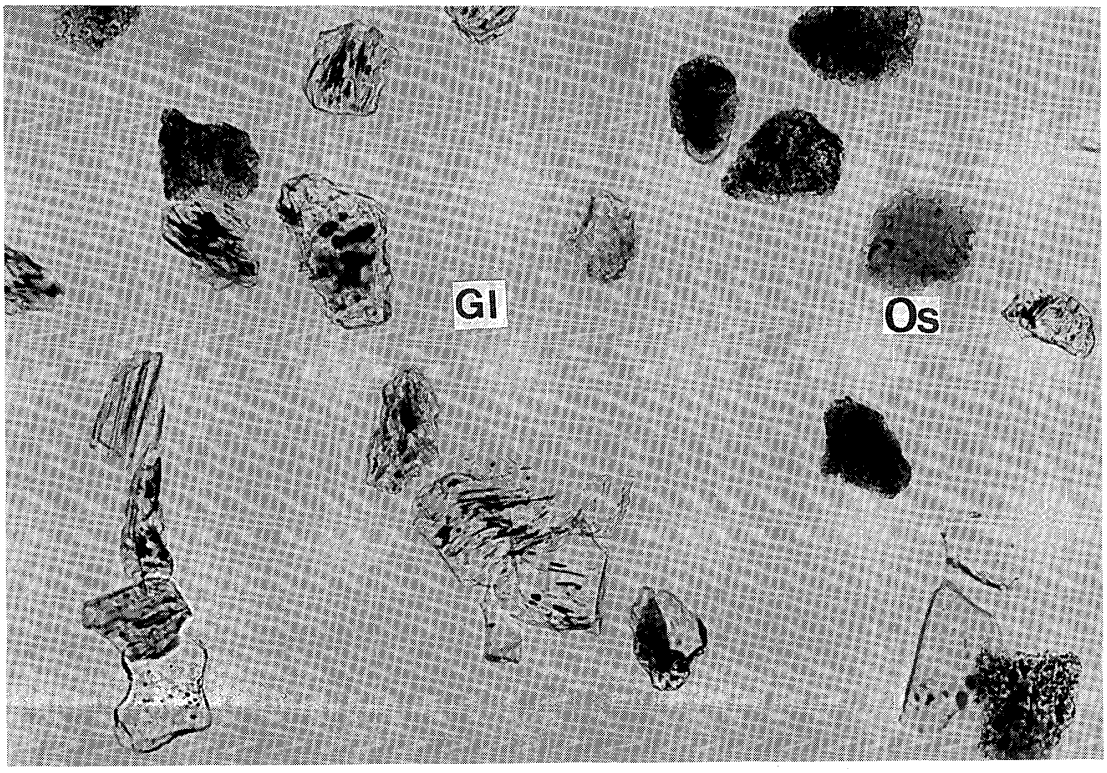
近では奈良立層下部に挟まれるとされている（新潟大学東頸城地域研究グループ，1987；竹内ほか，2000）.

構成粒子の検討

構成粒子の検討は３ϕ～４mϕ（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1.3x10^{-8}A，ビーム径はおよそ20μmで大橋が行い，oxide ZAF法で補正した．

〔記載岩石学的特徴〕模式地の千年テフラ層はガラス質であるが，20％程度の異質粒子を含む．また10％程度の斜長石と３％程度の有色鉱物を含む．ガラ

第 3 図　松代地域千年における千年テフラ層の産状．全層厚約 8 m．矢印の人のいるところがその基底にあたる．



第 4 図　出雲崎町稲川における西山層中の菅沼ガラス質テフラ層 a (Sug-a)（層厚 3 cm）の構成粒子（1/8-1/16mmの粒度）．Gl は火山ガラス，Os は大隅石（黒川ほか，1992）．

第１表　東頸城丘陵松代地域の千年テフラ層（模式地）の基底のユニット（千年①，千年②）の火山ガラスの化学組成.

Sample Name	千年①			(r6)									
SiO_2	66.71	68.88	71.22	69.26	67.06	69.85	68.78	70.49	69.22	64.29	68.73	69.11	65.48
TiO_2	0.07	0.07	0.00	0.02	0.00	0.00	0.06	0.00	0.11	0.01	0.11	0.06	0.00
Al_2O_3	12.87	13.13	11.70	12.73	12.74	12.80	12.71	11.67	13.00	12.15	13.11	13.30	12.66
FeO	1.44	1.84	1.04	1.71	1.58	1.45	1.61	0.90	1.65	1.67	1.71	1.81	1.71
MnO	0.09	0.03	0.09	0.06	0.09	0.03	0.10	0.11	0.03	0.08	0.17	0.09	0.09
MgO	0.12	0.11	0.04	0.10	0.11	0.07	0.09	0.04	0.09	0.10	0.14	0.13	0.09
CaO	1.13	0.96	0.71	0.96	1.02	0.87	0.85	0.74	1.03	0.90	1.03	1.11	1.02
Na_2O	3.29	3.43	3.35	3.21	3.30	3.48	2.89	3.16	3.53	3.00	3.34	3.57	3.21
K_2O	3.85	3.79	2.69	3.71	3.54	4.15	3.77	2.67	3.94	3.30	3.53	3.93	3.36
Total	89.56	92.23	90.84	91.77	89.43	92.69	90.85	89.76	92.59	85.48	91.86	93.11	87.63
SiO_2	74.48	74.68	78.40	75.48	74.98	75.36	75.71	78.53	74.77	75.21	74.81	74.23	74.73
TiO_2	0.08	0.07	0.00	0.03	0.00	0.00	0.06	0.00	0.11	0.01	0.12	0.06	0.00
Al_2O_3	14.37	14.24	12.88	13.87	14.24	13.81	13.99	13.00	14.04	14.21	14.27	14.28	14.45
FeO	1.61	2.00	1.15	1.87	1.77	1.57	1.77	1.00	1.79	1.95	1.87	1.95	1.95
MnO	0.10	0.04	0.10	0.06	0.10	0.03	0.11	0.12	0.03	0.09	0.18	0.10	0.10
MgO	0.13	0.12	0.04	0.11	0.13	0.08	0.10	0.04	0.09	0.12	0.15	0.14	0.10
CaO	1.26	1.04	0.78	1.04	1.14	0.94	0.93	0.82	1.11	1.05	1.12	1.20	1.16
Na_2O	3.67	3.72	3.69	3.50	3.69	3.75	3.18	3.52	3.82	3.51	3.64	3.83	3.66
K_2O	4.29	4.11	2.96	4.05	3.95	4.48	4.15	2.97	4.25	3.86	3.84	4.22	3.84
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

* :Total Fe as FeO

Sample Name	千年①			(r6)		
SiO_2	69.71	69.23	69.52	68.29	71.61	69.64
TiO_2	0.05	0.00	0.15	0.08	0.00	0.06
Al_2O_3	12.64	12.86	13.19	13.07	11.63	12.86
FeO	1.17	1.54	1.91	1.64	0.97	1.57
MnO	0.04	0.07	0.12	0.08	0.08	0.09
MgO	0.05	0.09	0.12	0.12	0.02	0.11
CaO	0.79	0.86	0.93	0.91	0.78	0.90
Na_2O	3.55	3.41	3.40	3.28	3.31	3.61
K_2O	3.90	3.74	3.96	3.40	3.22	4.14
Total	91.89	91.79	93.30	90.86	91.61	92.97
SiO_2	75.86	75.43	74.52	75.16	78.17	74.90
TiO_2	0.05	0.00	0.16	0.08	0.00	0.06
Al_2O_3	13.75	14.01	14.14	14.39	12.69	13.83
FeO	1.27	1.67	2.04	1.80	1.05	1.69
MnO	0.04	0.07	0.13	0.09	0.09	0.10
MgO	0.06	0.09	0.13	0.13	0.02	0.12
CaO	0.85	0.94	1.00	1.00	0.85	0.97
Na_2O	3.86	3.71	3.64	3.60	3.61	3.88
K_2O	4.25	4.08	4.24	3.74	3.51	4.45
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

* :Total Fe as FeO

Sample Name	千年②			(r6)	
SiO_2	68.36	73.99	70.21	74.46	68.46
TiO_2	0.00	0.04	0.11	0.00	0.02
Al_2O_3	12.73	12.22	13.28	12.38	12.63
FeO	1.72	0.82	1.67	0.82	1.59
MnO	0.26	0.08	0.17	0.12	0.03
MgO	0.08	0.05	0.12	0.04	0.09
CaO	0.92	0.76	0.96	0.77	0.92
Na_2O	3.48	3.33	3.63	3.30	3.18
K_2O	3.94	4.51	4.17	4.51	4.25
Total	91.48	95.80	94.32	96.40	91.18
SiO_2	74.73	77.23	74.44	77.24	75.09
TiO_2	0.00	0.04	0.11	0.00	0.02
Al_2O_3	13.92	12.75	14.08	12.84	13.85
FeO	1.88	0.86	1.77	0.85	1.75
MnO	0.28	0.09	0.18	0.12	0.04
MgO	0.08	0.05	0.13	0.05	0.09
CaO	1.00	0.79	1.02	0.79	1.01
Na_2O	3.80	3.48	3.85	3.42	3.48
K_2O	4.31	4.71	4.42	4.68	4.66
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

* :Total Fe as FeO

第２表　千年テフラ層（模式地）の大隅石を含む千年③の火山ガラスの化学組成.

Sample Name	千年③			(r6)						
SiO_2	68.25	67.84	68.77	67.00	69.92	68.24	72.65	73.33	66.99	66.36
TiO_2	0.03	0.13	0.09	0.08	0.01	0.10	0.08	0.00	0.08	0.14
Al_2O_3	13.00	13.39	13.27	13.12	12.36	13.26	11.49	12.18	12.35	13.81
FeO	1.55	1.54	1.75	1.58	1.26	1.80	1.23	1.10	1.52	2.01
MnO	0.07	0.03	0.08	0.04	0.07	0.12	0.00	0.00	0.08	0.08
MgO	0.12	0.15	0.13	0.17	0.05	0.13	0.12	0.08	0.15	0.25
CaO	1.05	1.13	1.11	1.15	0.67	1.15	1.02	0.64	1.06	1.52
Na_2O	3.36	3.43	3.39	3.49	3.45	3.30	3.55	3.27	3.12	3.13
K_2O	3.45	3.83	3.77	3.72	3.69	3.64	3.14	4.53	3.64	3.50
Total	90.87	91.47	92.34	90.35	91.49	91.74	93.28	95.13	88.96	90.79
SiO_2	75.11	74.16	74.48	74.16	76.42	74.39	77.88	77.08	75.30	73.09
TiO_2	0.03	0.14	0.10	0.09	0.01	0.11	0.09	0.00	0.08	0.15
Al_2O_3	14.31	14.64	14.37	14.53	13.51	14.45	12.32	12.80	13.88	15.21
FeO	1.70	1.68	1.89	1.75	1.38	1.96	1.32	1.16	1.71	2.22
MnO	0.07	0.04	0.08	0.05	0.07	0.14	0.00	0.00	0.08	0.09
MgO	0.13	0.16	0.14	0.19	0.06	0.14	0.13	0.09	0.17	0.28
CaO	1.15	1.24	1.20	1.27	0.73	1.25	1.09	0.68	1.19	1.67
Na_2O	3.70	3.75	3.67	3.86	3.77	3.60	3.81	3.44	3.50	3.45
K_2O	3.79	4.19	4.08	4.12	4.04	3.97	3.37	4.76	4.09	3.85
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

* :Total Fe as FeO

Sample Name	千年③			(r6)					
SiO_2	67.29	67.22	70.54	66.99	68.47	64.53	65.45	67.42	72.89
TiO_2	0.13	0.08	0.11	0.18	0.02	0.08	0.13	0.05	0.02
Al_2O_3	13.25	13.36	11.55	13.85	12.32	13.09	13.57	13.14	11.42
FeO	1.91	1.81	0.94	2.30	1.37	1.86	2.17	1.80	1.23
MnO	0.08	0.15	0.00	0.10	0.07	0.05	0.06	0.11	0.00
MgO	0.18	0.15	0.18	0.30	0.03	0.24	0.29	0.16	0.12
CaO	1.33	1.30	1.19	1.51	0.69	1.37	1.54	1.17	1.06
Na_2O	3.34	3.42	3.15	2.86	2.50	3.27	3.38	3.64	3.53
K_2O	3.89	3.81	3.55	3.71	2.81	3.21	3.75	3.95	3.15
Total	91.38	91.29	91.20	91.79	88.27	87.69	90.33	91.42	93.42
SiO_2	73.63	73.64	77.34	72.98	77.57	73.59	72.46	73.74	78.02
TiO_2	0.14	0.09	0.12	0.19	0.02	0.09	0.14	0.05	0.02
Al_2O_3	14.49	14.63	12.66	15.09	13.96	14.93	15.02	14.37	12.22
FeO	2.09	1.98	1.03	2.51	1.55	2.12	2.40	1.97	1.32
MnO	0.09	0.16	0.00	0.11	0.07	0.06	0.06	0.12	0.00
MgO	0.19	0.16	0.20	0.33	0.03	0.27	0.32	0.17	0.12
CaO	1.46	1.42	1.30	1.64	0.78	1.57	1.70	1.28	1.14
Na_2O	3.65	3.74	3.45	3.12	2.83	3.73	3.74	3.98	3.78
K_2O	4.25	4.17	3.89	4.05	3.19	3.66	4.15	4.32	3.37
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

* :Total Fe as FeO

スは多孔質型が多い．少量の褐色ガラスを含む．有色鉱物は斜方輝石，ホルンブレンド，鉄鉱物，黒雲母のほか，単斜輝石，酸化ホルンブレンド，ジルコンを含む．基底部は斜方輝石が多く，シルトサイズ部は大隅石を含み（カラー図版１），斜方輝石に対してホルンブレンドがやや多くなる．

〔火山ガラスの化学組成〕模式地における千年テフラ層の火山ガラスの化学組成を，基底のユニットの下部（千年①）および上部（千年②），さらにその上位のユニットであるパミス泥岩部（千年③）についてEPMA分析を行った（第１表，第２表）．その値はいずれもやや bimodal な傾向を示すが，基底のユニット（千年①，千年②）とその上位（千年③）では異なっている．基底のユニットでは Al_2O_3 が12.7-14.5%，FeO は0.9-2.0%の範囲にあるが，③では Al_2O_3 が12.8-15.4%，FeO が1.3-2.4%とさらに高い値までの範囲を示す（第５図）．

千年テフラ層の対比の検討

千年テフラ層は模式地においてその上下に他のテフラ層が見い出されず，地域的に孤立している．したがって他のテフラ層との層序関係を対比の予測に利用することはできず，慎重な検討が要求される．

千年テフラ層は厚いテフラ層であること，有色鉱物には斜方輝石，ホルンブレンドが多く，黒雲母も含まれること，ガラスは多孔質型が多いこと，火山ガラスの Al_2O_3 や FeO が高いことなどがその特徴として挙げられる．これらの特徴に比較的類似したテフラ層として，八石油帯芝ノ又ルートの魚沼層群のSK130テフラ層と高柳町石黒川ルート田麦川層の上寄合パミス質テフラ層（Kyp）（高野ほか，1989）との対比ををまず検討した．

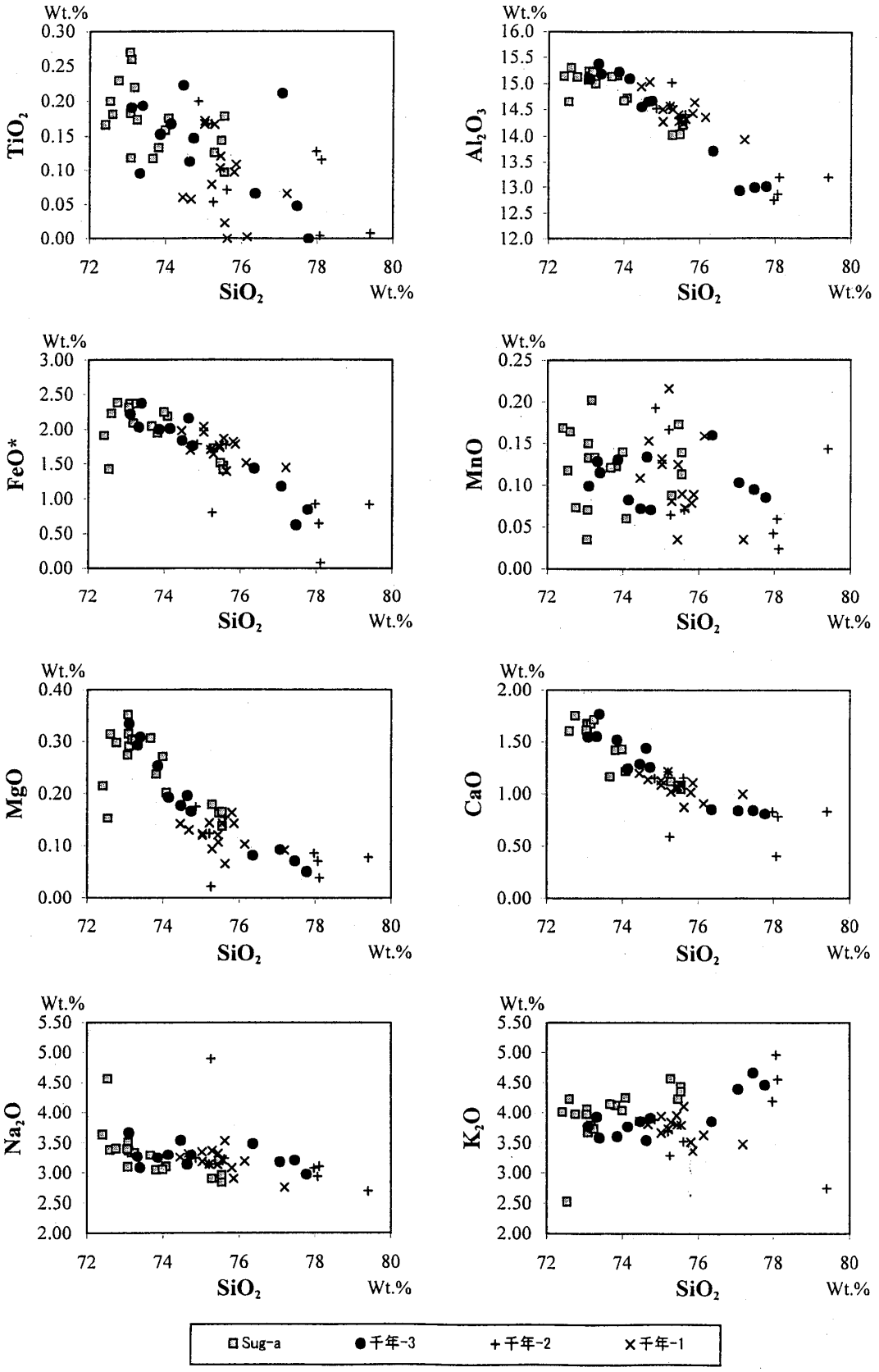
SK130テフラ層は異質粒子との混交が進んでいるが，ガラスの形状や含まれる有色鉱物は千年テフラ層と類似し，顕微鏡観察から対比の判断を下すことは困難である．

SK130テフラの火山ガラスはやはりややバイモーダルな組成を示し，FeO は0.6-1.2%の少数の FeO の低いガラスと1.7-3.3%の FeO の高いガラスが存在する（第３表）．したがって千年テフラ層の基底のユニット（千年①，千年②）には対比されない．またその上位（千年③）のガラスの組成とを比較すると，SK130には千年③よりもさらに FeO が高い

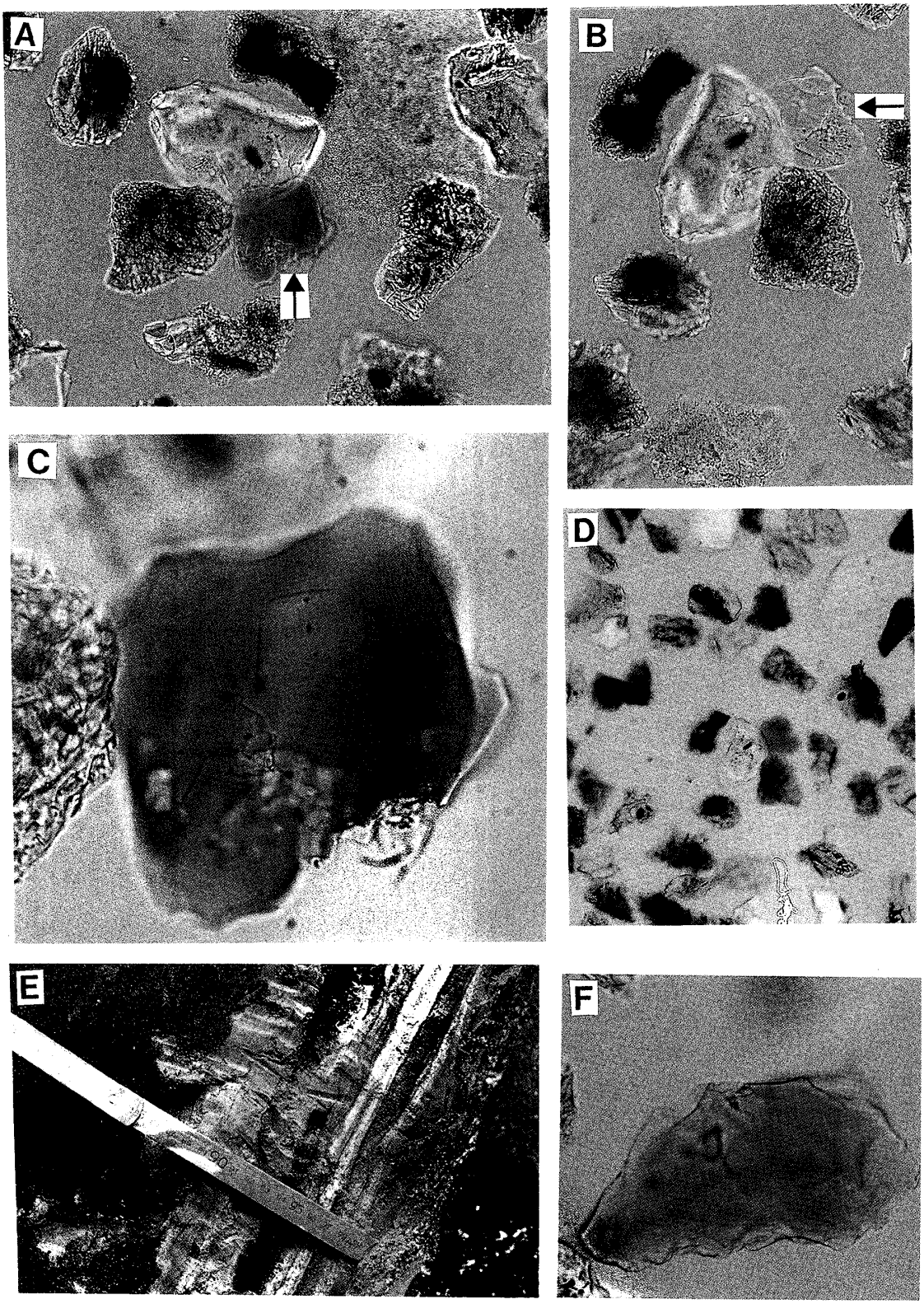
第３表　魚沼層群のSK130テフラ層の火山ガラスの化学組成の例（小国地域の芝ノ又ルート）．

Sample Name	SK130(upper)			(r6)									
SiO_2	67.55	68.29	70.83	74.87	68.80	70.92	73.75	71.29	67.83	68.06	69.96	75.48	74.66
TiO_2	0.15	0.14	0.10	0.02	0.05	0.17	0.01	0.07	0.10	0.13	0.12	0.04	0.02
Al_2O_3	12.74	14.47	13.23	12.17	15.13	13.37	12.13	12.95	14.39	13.08	12.96	12.11	11.89
FeO	2.78	3.22	2.33	1.07	1.62	2.52	0.87	2.02	2.27	2.43	2.20	0.81	0.55
MnO	0.07	0.01	0.07	0.03	0.02	0.04	0.04	0.00	0.05	0.09	0.03	0.00	0.03
MgO	0.18	0.14	0.11	0.06	0.08	0.11	0.07	0.13	0.13	0.16	0.13	0.03	0.03
CaO	1.64	2.00	1.48	0.76	2.72	1.57	0.77	1.48	2.51	1.78	1.55	0.71	0.70
Na_2O	3.65	3.41	3.80	3.47	3.90	3.54	3.44	3.48	4.09	3.35	3.46	3.48	3.20
K_2O	4.01	4.12	4.19	4.16	3.63	4.10	4.20	4.05	3.52	4.09	4.19	4.22	4.40
Total	92.77	95.79	96.13	96.62	95.94	96.33	95.28	95.46	94.88	93.16	94.60	96.86	95.47
SiO_2	72.81	71.29	73.68	77.49	71.71	73.61	77.40	74.68	71.49	73.06	73.95	77.92	78.20
TiO_2	0.16	0.15	0.10	0.02	0.05	0.18	0.01	0.07	0.11	0.14	0.12	0.04	0.02
Al_2O_3	13.73	15.10	13.76	12.59	15.77	13.87	12.73	13.56	15.17	14.04	13.70	12.51	12.45
FeO	2.99	3.36	2.42	1.11	1.68	2.62	0.92	2.12	2.39	2.60	2.33	0.83	0.58
MnO	0.07	0.01	0.07	0.03	0.02	0.04	0.04	0.00	0.05	0.10	0.03	0.00	0.03
MgO	0.20	0.15	0.12	0.06	0.08	0.12	0.07	0.14	0.13	0.17	0.14	0.03	0.04
CaO	1.77	2.09	1.53	0.79	2.84	1.63	0.81	1.55	2.64	1.91	1.64	0.73	0.73
Na_2O	3.93	3.55	3.96	3.59	4.06	3.67	3.61	3.65	4.31	3.59	3.65	3.59	3.35
K_2O	4.33	4.30	4.36	4.31	3.78	4.25	4.40	4.24	3.71	4.39	4.43	4.35	4.61
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

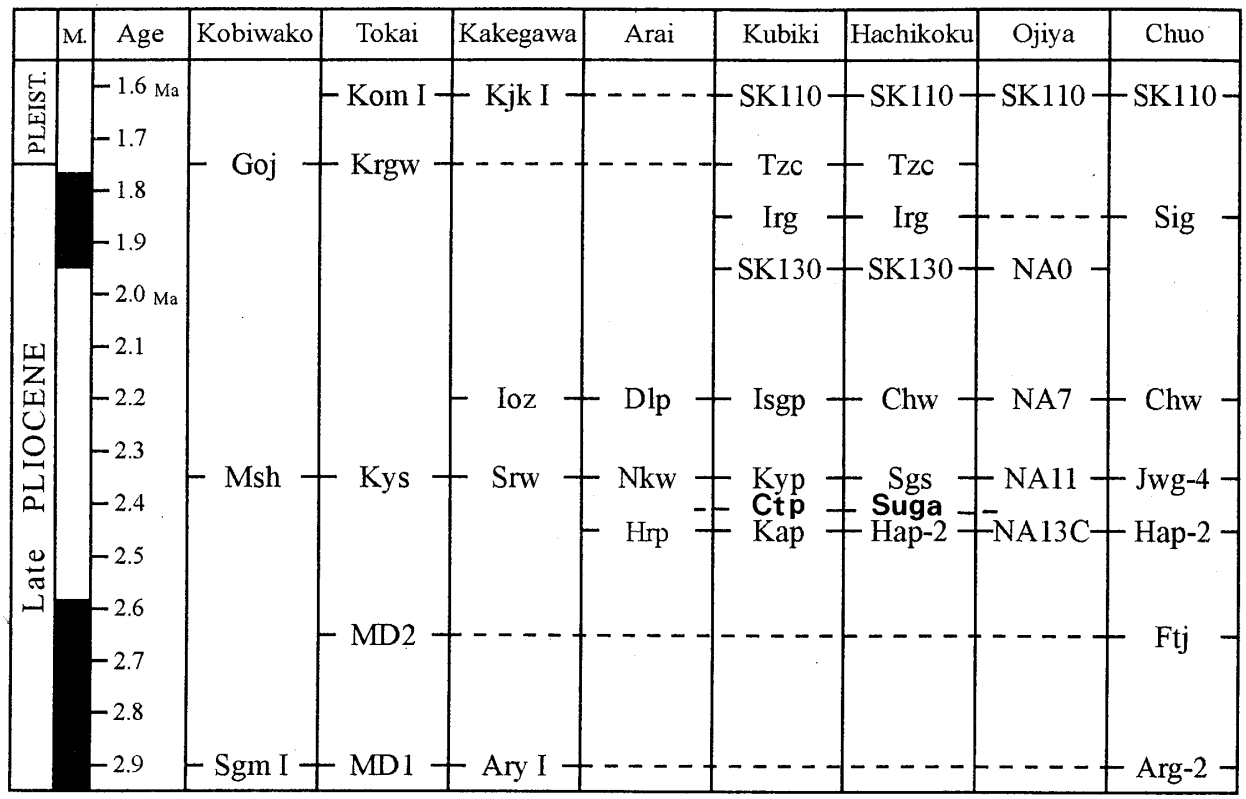
*:Total Fe as FeO



第５図　千年テフラ層（模式地）と菅沼ガラス質テフラ層 a (Sug-a)（八石油帯小国地域の国沢川ルート）の火山ガラスの化学組成.



カラー図版１　Ａ：千年テフラ層（千年③）（模式地）中の大隅石（1/8-1/16㎜の粒度）．この方向（X′）では淡青色を示す．Ｂ：Ａを90°回転させた方向でみた大隅石（矢印）．この方向（Z′）では無色である．Ｃ：Ａの大隅石の拡大写真．横の長さは約0.1㎜．Ｄ：千年③の構成粒子と大隅石（Ａと同じ試料）．Ｅ：菅沼層中のSug-aテフラ層の産状（層厚６㎝）（小国地域の国沢川ルート）．Ｆ：ＥのSug-aテフラ層中の大隅石．横の長さは約0.1㎜．



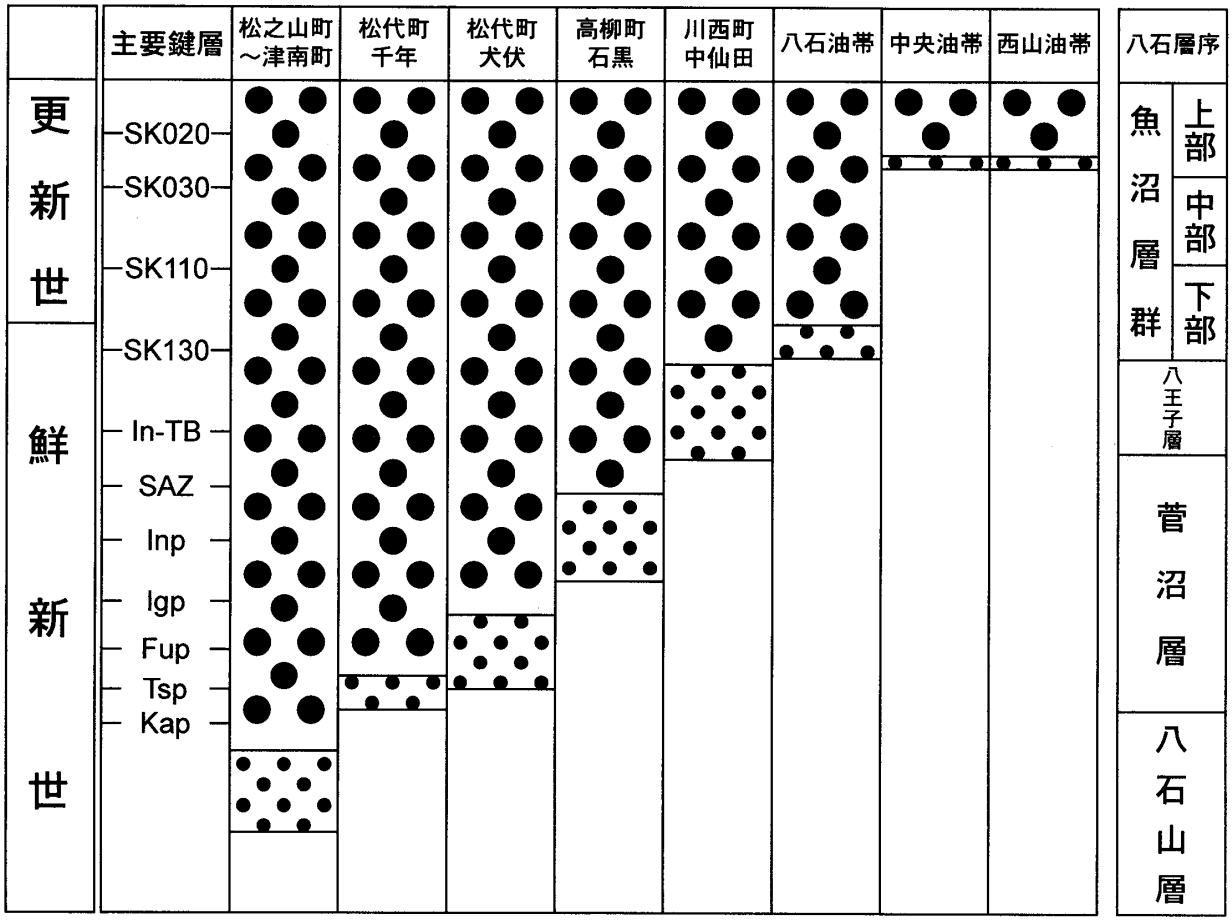
第 6 図　東頸城地域周辺の鮮新世後期～更新世初頭（2.9-1.6Ma）の主要テフラ層序とその広域対比・年代．Kurokawa et al（2004）の図に千年テフラ層（Ctp）と Sug-a の層準を加筆した．

3.3%前後のものまでが含まれる．また CaO は千年テフラ層では0.8-1.2%程度のものが多いが，SK130では1.5-2.8%のものが多く，明瞭な相違がある．両テフラ層とも異質粒子との混交のため，本来のガラスの化学組成が判断しにくいが，以上の相違から千年テフラ層と SK130テフラ層とを対比するには無理があると考えられる．

上寄合パミス質テフラ層（Kyp）の火山ガラスの組成（Kurokawa et al, 2003）は千年テフラ層の基底のユニット（千年①，千年②）にやや類似する．千年③のように高い FeO 値を示すユニットは見当たらない．Kyp テフラ層と千年テフラ層の基底のユニットのガラスの化学組成を吟味すると，FeO の値はほぼ同じ範囲にあるが，Al_2O_3 や MgO に差異が認められる．すなわち Kyp では Al_2O_3 が12.6-13.8%程度，MgO が0.02-0.11%程度のガラスが多い．これに対して千年（Ctp）では Al_2O_3 が13.7-14.5%程度，MgO が0.06-0.15%程度とより高い値を示す．したがって千年テフラ層と Kyp テフラ層との対比も無理があると考えられる．

大隅石の発見と Sug-a テフラ層との対比

次に産状の相違は一応考慮の外として，記載岩石学的特徴と火山ガラスの化学組成が類似するテフラ層を検索した．西山・八石油帯および高柳町石黒川ルートで見いだされている菅沼ガラス質テフラ層 a（Sug-a）（沢栗・黒川，1986）は層厚10cm以下の薄いテフラ層（カラー図版 1 E）であるが，そのガラスの化学組成は第 7 図に示すように千年③と酷似し，区別できない．しかし Sug-a テフラ層には大隅石が含まれることが知られている（Kurokawa et al, 1992）．そこで千年③の試料を詳細に見直した結果，カラー図版に示すように大隅石を発見することができた．大隅石の含有率は極めて低く，20万粒以上を検討して見出し得たのは，今のところ 2 粒だけである．しかしこの発見は千年テフラ層（千年③）と菅沼ガラス質テフラ層 a（Sug-a）との対比とって決定的である．なお今回の検討は千年テフラ層の模式地における検討結果であり，ほかの地点については個別に対比の吟味が必要であると考えられる．



第７図　テフラ鍵層からみた新潟地域における約2.5Ma以降のプログラデーションの時空関係．空白部は半深海～下部浅海環境，小さな黒丸は主として上部浅海成の砂層の発達する層準（「和南津層」など），大きな黒丸は上部浅海成～陸成層の層準（「魚沼層群」など）．千年テフラ層の対比の確定にもとづいて，黒川ほか（1993）の図を一部改訂した．

千年テフラ層の年代とプログラデーション

千年テフラ層（Ctp）が菅沼ガラス質テフラ層a（Sug-a）に対比されることが明らかになったことにもとづき，その層準と年代を第６図に示した．千年テフラ層の年代は，これまでのテフラ層序と年代論の研究結果から，約2.4Maと想定される．

新潟堆積盆においては，おおよそ2.5Ma以降，上部浅海～陸成層の堆積域が現在の日本海の方に向かって前進的に拡大したこと，すなわちプログラデーションの過程が，テフラ層序学的方法によって時空的に明らかにされている（黒川ほか，1993）．しかし東頸城丘陵松代地域における上部浅海～陸成層である奈良立層の年代については明確になっていなかった．今回，その下位の東川層最上部の千年テフラ層の対比が明確になり，その年代も約2.4Maと考えることができた．したがって松代地域における上部浅海～陸成層の堆積の開始はおおよそ2.4-2.3Ma頃と想定される．この年代は松代地域より南側に位置する松之山地域（約2.5Ma）よりも遅く，またより北側に位置する高柳町石黒川ルート（約2.2Ma）よりも早い．これらの結果を黒川ほか（1993）の図を一部改訂して第７図に示した．

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ー．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ー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ー．新潟大教育紀要（自然科学編），33巻，101-163.

Kurokawa,K., Konishi,H. and Fujiwara,Y. (1990) Finding of osumilite and andalusite from the Pliocene subaqueous ash layer in Niigata Prefecture, central Japan. *Jour. Min. Petrol. Econ. Geol.*, vol.85, 495-501.

Kurokawa,K., Ohashi,A., Higuchi,Y. and Satoguchi,Y. (2004) Correlation of the late Pliocene Mushono-Shiraiwa Tephra Beds in the Kobiwako and Kakegawa Groups to the Kyp-NA11-Jwg4 Tepha Beds in the Niigata region, central Japan. *Mem. Fac. Educ. Human Sci., Niigata Univ.* (*Natural Sci.*), vol.6, 107-120.

黒川勝己・尾澤増美・富田裕子・三浦光代・渡邊春美（1993）新潟県東頸城丘陵東部における鮮新統の火山灰層序ーとくに上部浅海～陸成層の堆積域の前進的拡大についてー．新潟大教育紀要（自然科学編），35巻，35-77.

新潟大学東頸城地域地質調査グループ（1987）新潟県東頸城地域の中新ー更新統の層序．地球科学，vol.52，165-181.

Noda,H. (1962) The geology and paleontology of the environs of Matsunoyama, Niigata Prefecture, with reference to the so-called black shale. *Sci. Rep. Tohoku Univ., Ser 2*, vol.34, 199-236.

沢栗美香子・黒川勝己（1986）水底堆積テフラからみた鮮新・更新世火山活動の変遷ー新潟堆積盆小国町地域の例ー．地球科学，40巻，177-191.

高野　修・村松敏雄・小林巖雄（1989）新潟県東頸城地域北部の中新・鮮新統の層序と年代．石油技術協会誌，54巻，269-280.

竹内圭史・吉川敏之・釜井俊孝（2000）松之山温泉地域の地質．地域地質研究報告（5万分の1地質図幅），地質調査所，76p.