東北地方中南部に分布する更新世末期のガラス質テフラ

小 岩 直 人* 早 田 勉**

A Latest Pleistocene Vitric Tephra Layer found in the Central
to Southern Part of the Tohoku District, Japan

Naoto KOIWA* and Tsutomu SODA**

I. はじめに

近年、東北地方でも多くの広域テフラを鍵層として、後期更新世のテフラ層序が明らかにされつつあり（早田・八木, 1991）、東北地方の示標テフラについて、位相差法により測定された屈折率や、エネルギー分散型X線マイクロアナライザー（EDS 型 EPMA）によって測定された主成分化学組成が提示されてきている（たとえば, Arai *et al.*, 1986; 八木・早田, 1989）。

小岩（1993）は、東北地方中南部の数地点において斜面堆積物¹⁾および泥炭層中に、従来報告のなかった主成分化学組成²⁾の火山ガラスを主体とするテフラを見出し、二口火山灰と命名して、その降下年代を晩氷期～完新世初頭と推定した。今回、二口火山灰の分布をさらに広く追跡するとともに、その C-14 年代および火山ガラスの主成分化学組成を検討して、これが浅間火山から噴出した更新世末期のテフラであることを確認したので報告する。

II. テフラの産出状況

二口火山灰は、火山ガラスの含有率が極めて高いガラス質テフラとして観察され、いわゆる「ローム層」や斜面堆積物のマトリクスとは、野外において明確に区別することができる。このテフラが見出されているのは、宮城県七北田川上流の仙台市泉区根白石から福島県猪苗代町にかけての計

8 地点である。露頭位置を図 1 および表 1 に、柱状図を図 2 に示す。

以下、それぞれの地点におけるガラス質テフラの産出状況について述べる。

1) 地点 1

地点 1 は、宮城県広瀬川上流域の支流の出口付近に位置する。ここでは段丘化した麓層面を切る露頭を観察できる。支流からもたらされた亜角礫層中に始良 Tn 火山灰²⁾（AT：町田・新井, 1976）が挟在され、二口火山灰はそれを被覆する斜面堆積物中に厚さ 2 cm のパッチの黄橙色細粒火山灰として認められる（小岩, 1993）。

2) 地点 2

地点 2 は、宮城・山形県境の二口峠（標高 930 m）の瘦尾根を縁どる遷急線付近に位置する。この露頭では、平均径 10 cm の角礫を主体とする堆積物がみられ、その上位に厚さ約 150 cm の小礫混じりの「ローム層」が認められる。二口火山灰は角礫層と「ローム層」の境界から 30 cm 上位にパッチで点在する。この地点では二口火山灰は黄色細粒火山灰の層相を呈する。

3) 地点 3

二口峠から約 5 km 南南西の笹谷峠（標高 906 m）周辺には、更新世中期以前に活動した雁戸火山（大沢ほか, 1987）の火山原面が広く分布している。地点 3 は、その火山原面を刻む谷の中（標高約 750 m）に位置する。ここでは、厚さ 500 cm 以上の埋谷性の堆積物（粘土・シルトをマトリクス

* 東北大学大学院理学研究科

** (株) 古環境研究所

* Graduate Student, Tohoku University

** Paleoenvironment Research Co., Ltd.

図 1 ニロ火山灰の産出地点および周辺の地形概観図
2 km 以下の埋谷切峰面図。等高線間隔100m。浅間山周辺の As-YPK, As-YP 分布については、町田・新井（1992）を基図に10cm 等層厚線を記入。

とした最大径150cm, 平均径20cm の亜角～亜円礫を主体とする堆積物）がみられる。二口火山灰はその堆積物中の地表下190cm に、厚さ2 cm の黄色細粒火山灰として認められる。

4) 地点 4

地点4は、名取川支流北川の上流支流である名乗沢に位置する（標高530m）。この沢沿いに発達

する厚さ30m 以上の段丘構成層中には、地表下約400cm に黄色細粒火山灰の層相を呈する二口火山灰が厚さ3～5 cm で挟在されている。この露頭のある段丘面は、約10km 下流の川崎盆地まで連続的に発達している。川崎盆地では、この段丘面より高位の段丘面は約3万年前に蔵王火山より噴出した川崎スコリア（板垣ほか, 1981）をの

図 2 露頭柱状図

1. 腐植土, 2. 角礫~亜角礫, 3. 円礫~亜円礫, 4. 砂, 5. シルト,
6. ローム, 7. ガラス質火山灰, 8. 植被

表 1 ニ口火山灰の採取地点および火山ガラスの特性

地 名	地点 NO	試 料 採 取 地 点				火山ガラスの特性		備 考
		北 緯	東 経	標高	地 形	平 均 最大粒径	形態*	
宮城県仙台市作並	1	38°20'32''	140°36'22''	380m	麓斜面	0.30mm	p m	豊島正幸・Win Maung より提供 西城 (1987MS)
宮城秋保町二口峠	2	38°16'19''	140°29'40''	930m	尾根部斜面	0.33mm	p m	
宮城県川崎町笹谷峠	3	38°13'36''	140°28'39''	750m	麓斜面	0.36mm	p m	
宮城県川崎町名乗沢	4	38°11'21''	140°31'24''	530m	河成段丘面	0.33mm	p m	
山形県南陽市川樋	5	38° 4'42''	140°11'47''	278m	盆地底	0.35mm	p m	
福島県猪苗代町川桁	6	37°32'17''	140° 8'19''	525m	扇状地面	0.39mm	p m	
宮城県仙台市根白石	7	38°22'33''	140°45'47''	210m	山麓緩斜面	0.37mm	p m	
福島県飯館村大倉	8	37°43'58''	140°48'49''	180m	河成段丘面	不明	p m	

* pm : 軽石型ガラス

せるが、この段丘面上では認めることはできない。したがって、二口火山灰を挟む堆積物からなる段丘面は最終氷期後半以降に離水したものと考えられる。

5) 地点 5

地点5は、山形県南陽市の川樋盆地内に位置する。川樋盆地は、山地斜面により周囲を囲まれた約4.5km²の盆地であり、盆地底には泥炭が厚く堆積している。二口火山はヒラー式花粉サンプラ

ーで採取した泥炭層中の-172~-174cm に灰白色細粒火山灰として認められ、その直下から C-14年代が得られた (後述第Ⅲ章)。なお、-470~-478cm に AT が挟在される (図3)。

6) 地点 6

地点6は、福島県猪苗代町川桁の扇状地面上に位置する。ここでは扇状地を構成している径5cm 大の礫を含むラミナの発達する粗粒砂層がみられ、その上位に、砂礫層を挟在する「ローム

図3 山形県南陽市川樋盆地(地点5)におけるボーリング柱状図

1. 客土, 2. 泥炭, 3. シルト~粘土,
4. ガラス質火山灰

層」が厚さ110cm, さらに上位に厚さ約80cmの腐植土が被覆している。二口火山灰は、地表下120cmの「ローム層」中に厚さ3cmの黄色細粒火山灰として認められる。

7) 地点7

地点7は、七北田川上流の仙台市泉区の根白石に位置する。ここでは、河成段丘面を被覆する斜面堆積物が観察できる。この堆積物はシルト~粘土をマトリクスとする径100cm大の亜角礫を主体とする礫層からなる。この斜面堆積物の上位には厚さ200cmの腐植土が認められる。この腐植土は、斜面堆積物に掘込まれた谷を埋積するように堆積している。二口火山灰は、腐植土の直下30cmに厚さ1cmのパッチで挟まれる黄色細粒火山灰である。

8) 地点8

地点8は、西城(1987MS)より引用した。試料採取地点は福島県飯館村大倉で、最終氷期後半に離水したと考えられている段丘面(西城, 1987MS)を構成する堆積物中の地表下約130cmに、細粒ガラス質テフラが挟在している。西城(1987MS)は、このガラス質テフラの給源を遠方にもつ可能性が高いことを述べているが、後述するよ

うに、火山ガラスの主成分化学組成から、このテフラは二口火山灰に対比できる。

III. 降下年代

以上の産出状況をまとめると、二口火山灰は、ATより上位(地点1, 5)の層準であり、最終氷期後半以降に形成されたと推定される地形面を構成する堆積物の上部に挟在されている(地点4, 8)。この事実から、二口火山灰の降下時期は最終氷期後半以降と推定できる。

詳細な降下年代を明らかにするため、地点5の山形県川樋盆地において、二口火山灰直下10cmの泥炭を採取し、東北大学理学部地圏環境科学科において、メタノール液体シンチレーション法によりC-14年代測定を行なった(図3)。その結果、 $11,120 \pm 60 \text{yr. B. P. (TH-1756)}$ という値が得られた。このC-14年代は、二口火山灰が最終氷期後半の地形面を構成する堆積物中に挟まれるという数地点の産出状況とも矛盾しない。よって、二口火山灰の降下時期は、約1.1万年前頃の更新世末期と考えられる。

IV. 二口火山灰の岩石記載的性質

本章では、二口火山灰の特徴について述べる。二口火山灰は繊維束状やスポンジ状に発泡した軽石型の、無色透明の火山ガラスを主体としている。重鉱物はほとんどみられないが、ごく稀に単斜輝石、斜方輝石を含むことがある。

二口火山灰の同定・対比を行なうため火山ガラスの主成分化学組成の分析を行なった。分析には東北大学理学部地球物質科学科のエネルギー分散型のEPMA(EDS型EPMA)を使用した。すでにこのEPMAを使用し、東北地方における主要な示標テフラの火山ガラスの主成分化学組成が測定、公表されている(山田・庄子, 1983; 西城・小松原, 1988; 八木・早田, 1989; 大月, 1991)。

分析の手順は八木・早田(1989)に従った。測定条件は加速電圧20keV, ビーム電流 $2 \times 10^{-10} \text{A}$, ビーム径約 $2 \mu\text{m}$, 1粒子の測定時間は300秒に設定した。主成分分析は SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , FeO , MgO , CaO , K_2O , Na_2O の8成分を定量し、重

表 2 火山ガラスの主成分

テフラ名	試料採取地		SiO ₂		TiO ₂	Al ₂ O ₃
二 口 火 山 灰	1	宮城県仙台市作並	平 均 標準偏差	76.78 0.12	0.25 0.03	12.83 0.12
	2	宮城県秋保町二口峠	平 均 標準偏差	76.77 0.39	0.24 0.01	12.90 0.11
	3	宮城県川崎町笹谷峠	平 均 標準偏差	77.32 0.26	0.24 0.02	12.81 0.08
	4	宮城県川崎町名乗沢	平 均 標準偏差	76.99 0.27	0.24 0.02	12.79 0.17
	5	山形県南陽市川樋	平 均 標準偏差	76.94 0.21	0.25 0.03	12.82 0.12
	6	福島県猪苗代町川桁	平 均 標準偏差	77.22 0.08	0.23 0.03	12.80 0.06
	7	宮城県仙台市根白石*1	平 均 標準偏差	77.46 0.34	0.25 0.03	12.66 0.09
	8	福島県飯舘村大倉*2	平 均 標準偏差	77.67 0.46	0.24 0.04	12.67 0.16
浅間-草津黄色軽石 (As-YPk)		群馬県草津町	平 均 標準偏差	77.42 0.29	0.25 0.03	12.99 0.18
浅間-板鼻黄色軽石 (As-YP)		長野県軽井沢町成沢	平 均 標準偏差	78.25 0.25	0.28 0.04	12.75 0.21
肘折-尾花沢テフラ*3 (Hj-O)		宮城県宮崎町台の原	平 均 標準偏差	77.79 0.16	0.16 0.05	12.76 0.38
十和田-八戸テフラ*4 (To-HP)		青森県岩木山山麓	平 均 標準偏差	78.31 0.51	0.26 0.03	13.57 0.20

N : 測定数 *1 Win Maung・豊島正幸より提供. *2 西城 (1987MS) より引用. *3 八木・早田 (1989) より

量%で表示した。各元素の合計は無水に換算して100%で表記してある。地点1から地点8までの分析値を表2に示す。このうち、Na₂O は溶脱による変動が大きい場合もある(奥村, 1991)ことから Na₂O を除く7成分を同定のための指標とした。

二口火山灰の火山ガラスの主成分化学組成はアルカリに富み、CaO に乏しいという特徴を示す。特に K₂O に顕著な特徴がみられる。従来報告されてきた、東北地方に給源を有するいくつかの示標テフラの K₂O は、2.00%以下を示すものが多いのに対し、二口火山灰のそれは2.86%以上と

高い値を示す。各試料の分析値は、上述の特徴を有するとともに、各成分の分析値は非常に似通った値を示すことから、これらは同一の火山灰であると思われる。

また、地点2, 3, 6, 7の試料中に含まれる火山ガラスの屈折率(n)を新井房夫氏に測定して頂いたところ、1.502-1.504の値を示す。

調査地点では、同一露頭において二口火山灰が複数の層準で認められることはない。特に地点5の川樋盆地では、ヒラー式花粉サンプラーで深度約4~5m(AT直上から地表まで)の20数本の試料を採取したが、二口火山灰あるいは類似のテ

化学組成 (単位は wt %)

FeO	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	Total	N
1.27	0.45	1.30	2.90	4.21	100.00	7
0.04	0.04	0.03	0.04	0.16		
1.30	0.56	1.28	2.93	4.03	100.01	6
0.06	0.13	0.03	0.02	0.44		
1.33	0.46	1.29	2.92	3.63	100.00	7
0.04	0.03	0.04	0.05	0.17		
1.31	0.49	1.29	2.90	3.99	100.00	7
0.06	0.06	0.07	0.03	0.15		
1.32	0.47	1.32	2.91	3.96	100.00	7
0.06	0.08	0.03	0.06	0.24		
1.29	0.51	1.31	2.89	3.73	100.00	8
0.02	0.02	0.05	0.05	0.11		
1.27	0.52	1.32	2.86	3.66	100.00	9
0.05	0.08	0.05	0.03	0.18		
1.29	0.50	1.31	2.95	3.37	99.99	12
0.15	0.09	0.08	0.30	0.60		
1.27	0.58	1.29	2.89	3.30	99.99	7
0.05	0.12	0.02	0.05	0.18		
1.38	0.42	1.38	3.00	2.53	100.01	7
0.13	0.13	0.07	0.09	0.17		
1.05	0.44	1.09	3.10	3.61	100.00	10
0.01	0.20	0.11	0.12	0.85		
1.53	0.69	2.13	1.28	2.25	100.00	7
0.09	0.05	0.10	0.04	0.43		

り引用。*4 黒木貴一より提供。

フラは同一層準にしか認めることができない。以上の理由から、調査地域では二口火山灰は単一層として存在しているものと考えられる。

V. 二口火山灰の対比

ここで、従来報告されている更新世末期に降下した軽石型の火山ガラスを主体とするテフラと、二口火山灰との比較を行なう。

東北地方に給源をもつ更新世末期に降下したテフラとしては、山形県肘折カルデラを起源とする降下軽石（米地・菊池，1966）である肘折-尾花沢テフラ（Hj-O：約1万年前降下，宇井ほか，

1973），青森県の十和田カルデラ起源の十和田-八戸テフラ（To-HP：約1.2～1.3万年前降下，町田・新井，1992）などがあげられる。以下，これらのテフラと二口火山灰の比較を行なう。

Hj-O の火山ガラスの屈折率（n）は1.499-1.501（町田，新井，1992）を示し，二口火山灰とは異なる。また，主成分化学組成は，二口火山灰同様，東北地方のテフラの中では例外的にアルカリに富む特徴があるが，二口火山灰とは TiO₂，FeO，CaO などの値に有意な差がみられる。

To-HP の火山ガラスの屈折率（n）は1.502-1.509（町田・新井，1992）を示し，火山ガラス

の主成分化学組成³⁾は K_2O が1.28%と低い値を示すことから、二口火山灰には対比することができない。

このように、隆下年代、岩石記載の性質などからは、二口火山灰は、東北地方において従来報告されてきた示標テフラに対比することができない。

VI. 給源の推定

ここで二口火山灰の給源について考察を行なう。町田・新井(1978)の方法に従い、火山ガラスを大きい方から20粒の粒径を計測し、その平均値を平均最大粒径とした。その結果を表1に示す。南北約110km にわたって散在する7地点において、火山ガラスの平均最大粒径は0.30~0.39 mm の値を示し、地点ごとの変化が少ない。また、前述のように二口火山灰中には重鉍物がほとんど認められず、火山ガラスを主体としている。以上の理由から、二口火山灰はその給源を遠方にもつ可能性が高いと考えられる。

鈴木・吉田(1982)、鈴木ほか(1982)は、調査地域の南限付近の猪苗代湖周辺の2地点において、屈折率(n)が1.499-1.502を示す火山ガラスを含むテフラを見出している。また、このテフラの下位の層準から約1万5千年前のC-14年代を報告するとともに、詳細な対比については言及していないものの、このテフラが浅間火山起源である可能性を指摘している(鈴木ほか, 1982)。現

在のところ、このテフラと二口火山灰との関係は不明ではあるが、浅間火山起源のテフラは東北地方にまで分布している可能性があると考えられる。

そこで、更新世末期に噴出したテフラの中で比較的遠方にまで分布する可能性が指摘されているとともに、火山ガラスの屈折率が二口火山灰のものと良く一致する浅間火山起源の浅間-草津軽石(As-YPk)、浅間-板鼻黄色軽石(As-YP)について、検討を行なった。

As-YPk, As-YP は浅間火山の軽石流期(荒牧, 1968)の噴出物と考えられている。噴出年代については、As-YPk の降下テフラの年代を直接示す資料は得られていないが、As-YPk の噴出後に流下したと考えられている⁴⁾ 第2軽石流の堆積物中の炭化木片から10,650±250yr. B.P., 11,300±400yr. B.P. (小林, 1964)、As-YP 直下の泥炭から13,130±230yr. B.P. (新井, 1964)をはじめとする多くの年代値が報告されており(表3)、両者の降下年代とも更新世末期と考えられている(町田ほか, 1984)。As-YPk, As-YP の火山ガラスの屈折率(n)は、それぞれ1.501-1.503, 1.501-1.505(町田ほか, 1984)を示す。また、As-YPk は信濃川流域、As-YP は関東地方南部などの遠隔地において、それらの層準に火山ガラスの密集層があることが指摘されている(町田ほか, 1984)。

今回、筆者らは As-YPk を群馬県草津町、

表3 浅間-草津軽石(As-YPk)と浅間-板鼻黄色軽石(As-YP)の降下年代に関するC-14年代測定値

テフラ名	測定試料の層位	試料	年代	文献
浅間第2軽石流	堆積物中	炭化木片	10,650±250 yr.B.P.	小林(1964)
			11,300±400 yr.B.P.	小林(1964)
			11,400±130 yr.B.P.	樋口(1990)
			11,800±400 yr.B.P.	樋口(1990)
			-380	
板鼻黄色軽石 (As-YP)	堆積物の上位	泥炭	12,820±190 yr.B.P.	中村ほか(1992)
	堆積物直下	木片	13,130±230 yr.B.P.	新井(1964)
			13,620±290 yr.B.P.	早川(1992)
			13,320±130 yr.B.P.	中村ほか(1992)
			13,390±170 yr.B.P.	中村ほか(1992)
			13,550±160 yr.B.P.	中村ほか(1992)
			13,710±130 yr.B.P.	中村ほか(1992)

As-YP を長野県軽井沢町において採取し、EDS 型 EPMA により火山ガラスの主成分化学組成の分析を行なった(表2)。

As-YPk, As-YP の分析結果は、類似した値を示す。奥村(1991)は、同一給源で噴火様式が類似しているテフラについて、EPMA で測定された主成分化学組成にテフラごとの差が小さくなる傾向があることを述べている。As-YPk, As-YP は両者とも浅間火山の軽石流期に噴出したテフラであることから、火山ガラスの主成分化学組成は類似した測定値を示しているものと考えられる。

二口火山灰の火山ガラスの主成分化学組成は、As-YPk, As-YP のそれと酷似する分析値を示す。これらの岩石記載的性質から、二口火山灰の給源は浅間火山であり、軽石流期に噴出した As-YPk あるいは As-YP に対比されることは間違いないと考えられる。しかし、岩石記載的性質には、有意な差が認められず、二口火山灰が As-YPk, As-YP のどちらに対比できるのかは判断できない。

As-YPk, As-YP の従来明らかにされている分布域から、二口火山灰の対比問題について検討する。As-YPk, As-YP について10cm の等層厚線を町田・新井(1992: 図3, 3-2)を基図に作成し、図1に示した。As-YPk の分布軸は北東、As-YP は南南東方向にある。分布軸方向から考察すると、二口火山灰の分布と As-YPk の分布軸は調和的であり、二口火山灰は As-YPk に対比される可能性が高い。しかし、木曽御岳火山に起源をもつ御岳第1テフラ(On-Pm1)のように分布軸が南南東にあるテフラでも、細粒テフラが東北地方中部にまで分布していることが確認されている(町田・新井, 1992: 図2, 3-1)。このように、降下軽石の分布軸と細粒テフラの分布範囲が調和的ではない例も認められることから、南南東方向に分布軸がある As-YP ついても、細粒テフラが東北地方にまで分布している可能性は否定できない。よって、より確実な対比を行なうためには、給源から調査地域に至るまでの地域において詳細な層厚・層相変化に関する調査をする必要があると思われる。

VII. まとめと今後の課題

東北地方中南部において、ガラス質テフラを斜面堆積物、河成段丘堆積物および泥炭地などから見出した。このテフラは、岩石記載的性質、C-14年代値などから、浅間火山から更新世末期に噴出した As-YPk, As-YP のいずれかに対比されることが判明した。

今後、二口火山灰と As-YPk, As-YP との関係、さらに、町田ほか(1984)が浅間山起源の可能性があったとした、関東地方南部に分布するガラス質テフラの UG (Tachikawa Upper Glassy Ash: 山崎, 1978) との関係についても明らかにして行きたい。

東北地方中南部では、この時代の示標テフラに乏しい。更新世末期のこのテフラの発見は、地形面の編年だけでなく、後期旧石器時代末期から縄文時代草創期にかけての考古学編年においても重要な貢献となると思われる。

謝 辞

小論をまとめるにあたり、東北大学理学部田村俊和教授、松本秀明助教授、岩手大学教育学部米地文夫教授には終始ご指導頂いた。群馬大学新井房夫名誉教授には火山ガラスの屈折率を測定して頂いた。東北大学理学部青木謙一郎教授、長谷中利昭博士にはEPMA 使用の際に便宜をはかって頂いた。さらに、農林水産省東北農業試験場の豊島正幸博士、環境庁水質保全局の黒木貴一氏には、貴重な資料を提供して頂いた。川樋盆地における試料採取では、東北大学大学院(当時)の竹中 純氏にお世話になった。ここに記して、これらの方々には厚く御礼申し上げる。

本研究は1993年日本第四紀学会大会での発表に加筆・修正したものである。

注

- 1) 一般的に斜面堆積物中には、テフラは残存しにくいと考えられるが、産状からみて、テフラ降下後に短時間で新しい堆積物により被覆された場合、火山灰は侵食や風化を免れてむしろ保存され易いように思われる。
- 2) 地点1および地点5における AT の同定の根拠については、火山ガラスの形態および主成分化学組成に基づいており、詳細は小岩(1993)において報告している。

- 3) To-HP に関する EPMA による火山ガラスの分析値は、黒木貴一氏から未公表資料を提供して頂いた。
 4) 最近、町田・新井 (1992) は、As-YPk が第2軽石流に伴う降下テフラではなく、むしろ As-YP の噴火活動中に噴出したテフラと考えている。

文 献

- 新井房夫 (1964): 前橋泥炭層の絶対年代と旧石器包含層の年代——日本の第四紀層の ^{14}C 年代Ⅱ——. 地球科学, **70**, 37-38.
- Arai, F., Machida, H., Miyauchi, T., Okumura, K., Soda, T. and Yamagata, K. (1986): Catalog for late Quaternary marker-tephras in Japan II—Tephra occurring in Northeast Honshu and Hokkaido—. *Geogr. Rept. Tokyo Metropol. Univ.*, **21**, 223-250.
- 荒牧重雄 (1968): 浅間火山の地質. 地団研専報, **14**, 45p.
- 早川由紀夫 (1992): 火山の地質巡検案内1: 浅間山と草津白根山. 群馬大学教育学部紀要, 自然科学編, **40**, 65-81.
- 樋口和雄 (1990): 浅間山活動史の研究. 千曲, **66**, 15-33.
- 板垣直俊・豊島正幸・寺戸恒夫 (1981): 仙台およびその周辺地域に分布する洪積世末期のスコリア層. 東北地理, **33**, 48-53.
- 小林国夫 (1964): 縄文文化と無土器文化の ^{14}C 年代. 科学, **34**, 96-97.
- 小岩直人 (1993): 宮城県広瀬川最上流域における支流性角礫層の堆積年代. 季刊地理学, **45**, 92-97.
- 町田 洋・新井房夫 (1976): 広域に分布する火山灰始良 Tn 火山灰の発見とその意義. 科学, **46**, 339-347.
- 町田 洋・新井房夫 (1978): 南九州鬼界カルデラから噴出した広域テフラ——アカホヤ火山灰. 第四紀研究, **17**, 143-163.
- 町田 洋・新井房夫 (1992): 火山灰アトラス「日本列島とその周辺」. 東京大学出版会, 276p.
- 町田 洋・新井房夫・小田静夫・遠藤邦彦・杉原重夫 (1984): テフラと考古学——考古学研究と関係するテフラのカタログ——. 渡辺直徳編: 古文化財に関する保存科学と人文・自然科学. 同朋舎出版, 865-928.
- 中村俊夫・辻誠一郎・竹本弘幸・池田晃子 (1992): 南軽井沢周辺のテフラ層序の加速器 ^{14}C 年代. 日本第四紀学会講演要旨集, **22**, 58-59.
- 奥村晃史 (1991): 火山ガラスの主成分組成に基づくテフラの対比——EPMA. 月刊地球, **13**, 169-174.
- 大沢 禮・三村弘二・久保和也・広島俊男・村田泰章 (1987): 20 万分の1地質図「仙台」. 地質調査所.
- 大月義徳 (1991): 秋田県鷹巣盆地における中部更新統盆地埋積層と高位段丘. 地学雑誌, **100**, 1077-1091.
- 西城 潔 (1987MS): 阿武隈山地北部における斜面形成と地形発達. 1987年度東北大学修士論文.
- 西城 潔・小松原 琢 (1988): 飯豊・朝日山地稜線部にみられる完新世中期のテフラとその山地斜面編年上の意義について. 地学雑誌, **97**, 611-618.
- 早田 勉・八木浩司 (1991): 東北地方の第四紀テフラ研究. 第四紀研究, **30**, 369-378.
- 鈴木敬治・吉田 義 (1982): 猪苗代湖東縁地域の第四系について. 福島大学特定研「猪苗代湖の自然」研究報告, No. 3, 1-12.
- 鈴木敬治・竹内貞子・制野敦子 (1982): 猪苗代盆地南部地域における段丘構成層. 福島大学特定研「猪苗代湖の自然」研究報告, No. 3, 13-20.
- 宇井忠英・杉村 新・芝橋敬一 (1973): 肘折火砕流堆積物の ^{14}C 年代. 火山, 第2集, **8**, 171-172.
- 八木浩司・早田 勉 (1989): 宮城県中部および北部に分布する後期更新世広域テフラとその層位. 地学雑誌, **98**, 871-885.
- 山田一郎・庄子貞雄 (1983): 火山ガラスの性質ならびに火山帯とテフラの性質との関係について. 日本土壤肥料科学雑誌, **54**, 311-318.
- 山崎晴雄 (1978): 立川断層とその第四紀後期の運動. 第四紀研究, **16**, 231-246.
- 米地文夫・菊池強一 (1966): 尾花沢軽石層について. 東北地理, **18**, 23-28.
- (1993年10月15日受付, 1993年12月13日受理)