仙台市および周辺に分布する愛島軽石と その中の深成岩質岩片について

——噴出源の推定と極端に K_2O に乏しいトータル岩の存在——

The Medeshima pumice and lithic fragments around Sendai Area
——Estimation of source vent and existence of extremely low K tonalites——

蟹 沢 聡 史 (Satoshi Kanisawa)*

The Medeshima tephra Formation of late Pleistocene distributing around Sendai and its environs is mainly composed of yellowish pumice fall deposits. The source vent of the tephra has been unknown hitherto. On the other hand, the "Adachi pumice" composed of very fresh and coarse white pumice fall deposits is distributed at the restricted area of Adachi, Kawasaki, about 15 km west of Aobayama, Sendai. Constituent minerals of the Medeshima and Adachi pumice deposits are cummingtonite, strongly zoned An-rich plagioclase, quartz and iron oxides. Their mineral compositions of the both pumice deposits are also similar to each other. Lithic fragments in the both pumice deposits have also similar varieties, e.g., Tertiary volcanic and pyroclastic rocks, pre-Tertiary granitic rocks, and extremely low K tonalite containing cummingtonite are characteristics. Moreover, thickness of the Adachi and Medeshima pumice, grain size of pumice and lithic fragments decrease exponentially with distance from the assumed eruption vent near Adachi. From these facts, it is concluded that both pumice deposits have the same origin and erupted from the same vent. Therefore, the pumice deposits of the Medeshima tephra together with the Adachi pumice are called the "Medeshima pumice". The extremely low K tonalite has the same mineral association and composition with those of the Medeshima pumice. Thus, the tonalite may be the plutonic equivalent of the Medeshima pumice, but the detailed explanation of this point is still remained to the future study.

1. はじめに

仙台市とその周辺には5面の河岸段丘が発達し(田山, 1933), これらの段丘面や, 新第三系からなる丘陵地帯は数層のテフラで覆われている。段丘面とテフラとの関係については, 中川ら(1960)によってTable 1のようにまとめられている。テフラ中の重鉱物組成や鉄鉱物の化学的性質については, その後, 中川ら(1961), 三枝・庄子(1984)によって報告されている。これらの報告の中で, 愛島火山灰層(愛島テフラ)と呼ばれているものは大量の軽石粒・石英粒・火山礫を含み, 青葉山段丘および台の原段丘を覆っていること, また, ホルンブレンドや花崗岩岩片が含まれることが特徴として挙げられている。最近, 仙台市周辺でしば

しば発見されている旧石器時代の遺跡は, この愛島テフラ層を夾んで下位および上位に存在しており, 本テフラ層は火山灰層序学のみならず考古学の分野からも興味のもたれているものである。

しかしながら, これらテフラの噴出源については不明の点が多く, 明確な結論の得られないまま今日に至っている。今回, 愛島テフラ層中の軽石および石質岩片のうちで花崗岩岩片とされているものについての検鏡と化学分析を行ったところ, 非常に興味あり, かつ重要な知見が得られたので報告する。なお, 本研究は野外調査・同位体・微量元素および造岩鉱物について, 目下続行中であり, 詳細は別報で述べる。

* 東北大学教養部地学教室

Fig. 1. 位置図。x: 仮定された噴火中心。0 m, 1 m, 3 m はおおよその軽石層の厚さ。

2. 愛島テフラ層および石質岩片の記載

愛島テフラは、その粒度と構成物から、大部分の露頭で上下2層に分けることが可能で、下部は風化した軽石層からなり、石質岩片を多量に含む。乾燥したときは黄白色を呈するが、水を含んだ場合は特徴のある鮮かな黄色～黄褐色を呈し、容易に識別できる。所によっては、灰青色の粗～中粒火山砂を含む。上部は褐色火山灰層からなり、軽石や石質岩片はきわめて少ない。しかし、下部層との境界は漸移的で、境界部付近では狭い範囲で急激に粒度の変化がみられる。下部の軽石層と上部の褐色火山灰層を構成する鉱物種は全く同一である。但し、上部の火山灰層の一部は初生的なものではなく、二次的に堆積した可能性のあるものも含まれている。軽石層下部では、しばしばハロイサイト化し、白色となっている。また、軽石層最下部は層厚数 cm～10 数 cm のやや粗粒で石英、斜長石にとむ白色火山灰層の発達のみられるところがある（例えば Fig. 3 の No. 4）。

愛島テフラの石質岩片は、角礫状～亜円礫状で、ほぼその分布地域全域にわたってみられ、その直径は模

式地の名取市愛島、および仙台市青葉山では、1～3 cm のものが多いが、西方にゆくにつれて大きいものもみられ、仙台市坪沼周辺では直径 10 cm を越えるものもある。Fig. 1 に位置図とおおよその分布図を示す。

岩片の大部分は本地域西方にごく普通にみられる中新世の安山岩～デイサイト溶岩および同質凝灰岩、角礫凝灰岩、石英斑岩などであり、この他に角閃石ひん岩、細粒の黒雲母角閃石石英閃緑岩もみられる。これらの岩石は種々の程度に変質していて、モンモリロナイト・セリサイト・緑泥石・曹長石あるいは緑簾を生じている。また、新第三系の基盤と考えられる中粒～細粒の黒雲母花崗岩、黒雲母角閃石石英閃緑岩～トータル岩礫もみられる。これらの石質岩片の中で、特に興味あるものは、中～細粒のカミングトン閃石トータル岩～石英閃緑岩である。この岩石は自形カミングトン閃石を含み、さらに自形～半自形で著しい累帯構造をなす斜長石と、これらの間を充填する石英からなり、磁鉄鉱、燐灰石を含む。黒雲母とカリ長石は全く含まれない。非常に粗鬆（loose）な感じで空隙が多く、ミアロリチック組織を示す。斜長石がやや風化して、とくに中心部の Ca にとむ部分が空洞化してい

Table 1. 仙台周辺のテフラ層と段丘面との対比 (中川ほか, 1960)

テフラ	川 崎 段 丘	仙 台 段 丘	南 関 東 段 丘
	川崎段丘	海岸平野 下町段丘	海岸平野
永野永山灰	野上段丘	中町段丘	立川面
平沢火山灰	川内段丘	上町段丘	武蔵野面
愛島火山灰	笹谷段丘	台の原段丘	下末吉面
越路火山灰	丘頂面 (青葉山面)		多摩面
	丘頂面 (本砂金面)		

ることもあるが、概して新鮮であり、熱水変質などの影響も受けていない。また、これら岩片を伴う軽石は風化変質が著しく、黄褐色ないし黄色を呈しており、石英・斜長石・カミングトン閃石および磁鉄鉱を含んでいる。すなわち、愛島テフラ中の軽石の斑晶鉱物と全く同一の鉱物組合せをもつ完晶質岩が存在し、また、従来、ホルンブレンドと同定されたものは、そのほとんどはカミングトン閃石である。テフラ中の重鉱物にはホルンブレンドも存在するが、カミングトン閃石に比べるとその量は僅かである。軽石中のガラスはすべて風化変質しており、指先で潰れる程度の柔らかさをもっている。また、 Na_2O 、 K_2O の溶脱が著しく、それぞれ 0.43, 0.02% となっている。

3. 愛島テフラの噴出源および愛島軽石の定義

従来の研究においては、愛島テフラの噴出源について明確に述べたものはない。その中で中川 (1961) は、その分布からおそらく蔵王火山に由来するのではないかと述べている。また、板垣 (1979 MS, 1985) は本地域のテフラの研究から仙台市西方の川崎町安達付近の可能性を指摘している。

愛島テフラ層の時代については段丘との対比から、関東地方の下末吉面に相当する台の原段丘に載ることが分かっているが (Table 1, 中川ほか, 1960), フィッショントラック法あるいはその他の放射年代のデータは未だ測定されておらず、後期更新世の活動の産物であるとしかれない。

愛島テフラ層の分布範囲は、仙台市とその周辺の丘陵地帯に限られており、作並断層 (天野, 1980) より

西には分布せず、北縁としては宮城町愛子北方の大倉川および広瀬川沿いに発達する河岸段丘面のごく限られた範囲に薄く分布するにすぎない。川崎町南方の蔵王町との間の丘陵地帯には分布していない。軽石層中の石質岩片の大きさからみても、30 km 以上の遠方から飛来したものとは考え難い。また、軽石中に含まれる斑晶鉱物の種類は、石英・カミングトン閃石を多量に含むという点で、仙台周辺の他のテフラ層とは全く異なる特徴をもっている。

愛島テフラ層に関連して注目すべき事実は、仙台市青葉山の西方およそ 15 km の川崎町釜房湖北方の丘陵地帯である。この一帯は、中川ら (1960) によって、本砂金面と呼ばれている標高約 350 m のほぼ平坦な丘陵地が発達し、その丘頂面高度より南関東の多摩面ないし御殿峠段丘に対比されている (中川, 1961)。とくに安達付近はなだらかな丘頂緩斜面となっており、開析の進んだ周囲の地形とは明らかに異なっている。 (田村, 1984)。

安達付近の丘頂緩斜面の下部には、中新世の湯本層あるいは上石丸層 (谷ほか, 1969) と呼ばれる軽石質凝灰岩が発達する。なお、天野 (1980) では、本軽石質凝灰岩層は白沢層を不整合に覆う鮮新世深野層として扱われている。この軽石質凝灰岩層を覆って、標高 280 m 付近には礫層が発達する。さらに標高 300 m より上部の丘頂緩斜面には厚さ 20 m に達する降下軽石堆積物が存在する。280 m 付近の礫層は安山岩礫を主体とするもので、中川らの本砂金礫層と考えられるが、軽石堆積物との関係は不明である。従来の地質図ではこの軽石堆積物は鮮新世安達層 (谷ほか, 1969) ない

し更新世芋峠層（天野，1980）とされている。さらに田村（1984）は、礫層を中期更新世のものと考えて安達礫層とし、軽石堆積物を安達軽石層と命名し、後期更新世のものとした。この降下軽石堆積物は非常に新鮮で、中程度の発泡を示す白色軽石からなる。軽石粒は大きいもので42 cmに達するものもあるが、大小さまざまなものが混在する。淘汰は良くはないが分級作用もみられる。また、これらの軽石堆積物中には最大径64 cmに達する新第三系由来の角礫凝灰岩・安山岩などの角礫、新第三系基盤を構成すると考えられる花

崗閃緑岩～トータル岩類の角礫、白色軽石と同源と考えられるカミングトン閃石デイサイト角礫、さらに愛島テフラ中にみられたものと同様なカリ長石と黒雲母を全く含まないカミングトン閃石トータル岩～石英閃緑岩の角礫が種々の大きさで存在する。このカリ長石および黒雲母を全く含まないトータル岩～石英閃緑岩類は有色鉱物に乏しく優白質のものから、やや細粒で斑状組織を示すもの、ホルンブレンドを含むもの、さらにはカミングトン閃石の3～4 cmに達する長柱状結晶を含むやや粗粒のもの、カミングトン閃石が層状

Fig. 2. 仮定された噴火中心からの距離と愛島軽石の層厚・粒径、石質岩片の粒径との関係。Th, 軽石層厚；MP, 軽石平均最大粒径；ML, 石質岩片平均最大粒径（いずれも露頭面でみられる3個の平均）

Fig. 3. 愛島軽石層の代表的な柱状図。1~6は Fig. 1 中の番号を示す。

1 川崎町安達、2 仙台市坪沼、沼尻、3 名取市高館、館山北方山頂、4 名取市愛島、十三塚南、5 仙台市荒巻青葉、青葉台団地南、6 宮城町青野木。Ap いわゆる安達軽石、Mp 愛島軽石、Nt 永野火山灰層、Ks 川崎スコリア層(板垣ほか, 1981)、Kt 越路火山灰層、hl ハロイサイト化部、vs 火山砂、ad 安山岩(高館層)、cr クラック帯、ss・slt・gravel 砂・シルト・礫、ba 褐色火山灰層(二次堆積物を含む)。

配列をなし、キュムレイト様のものなど、さまざまな岩質のものがみられる。これらの鏡下での観察結果は愛島テフラ中にみられるトータル岩類の特徴と全く同一である。ただし、風化変質している例は少なく、また、やや粗粒のことが多い。一部には紫色の堇青石を含むものもみられる。堇青石は他形粒状で、集片双晶をなし、清澄で包有物に乏しい。この岩石中にはヘルシナイト、紅柱石などが僅かに存在し、またジルコン、磁鉄鉱もみられる。

安達軽石中の斑晶鉱物は比較的多く、その量比は斜長石>石英>カミングトン閃石>磁鉄鉱で、斜長石は自形で著しい累帯構造を示す。カミングトン閃石は自形・長柱状である。

カミングトン閃石デイサイトは斑晶鉱物として、自形カミングトン閃石、著しい累帯構造を示す自形斜長石、融食状石英、磁鉄鉱を有し、石基はガラス、細粒石英、斜長石およびカミングトン閃石からなる。その

他ジルコン、燐灰石などを含む。安達軽石およびデイサイトの造岩鉱物の特徴は愛島テフラ層中のそれと共通点が多い。

また、安達における露頭の観察では、厚さおよそ15 mにおよぶ白色の降下軽石堆積物は、黄色軽石堆積物からなる2~3 mのテフラで覆われている。両者間の境界は不規則であるが古土壌やクラックなどは認められず、連続的である。したがって両者は不整合で接するものではなく、風化の程度の差で上部が黄色化したものと解釈される。そして上部層では軽石粒、石質岩片の大きさともに小さくなっており、やや成層構造が明瞭となっている。安達北方800 mの採石場の露頭では、降下堆積の他に急斜面をなす第三系基盤の上に軽石が降下して滑落し、堆積した転動堆積がみられる。

従来の定義では、安達付近の白色の降下軽石堆積物を安達軽石層、安達軽石層上部の黄色石層およびさらに東方に広く分布する風化した黄色の軽石層とその上

の褐色火山灰層を愛島火山灰層（愛島テフラ）としているが、軽石層についてはいずれも同一物であることは明らかであるので、あらたに従来の安達軽石層と愛島テフラ層中の軽石層をまとめて**愛島軽石**と定義する。また愛島軽石の上に載る褐色火山灰層は、風成層として二次的に再堆積した可能性もあるので、愛島テフラ層に含めてよいかどうかはなお検討する余地がある。

以上に述べたいいくつかの事実、愛島テフラの噴出源を探る上で非常に重要なことであり、安達周辺にその可能性があることを十分に示唆するものである。

安達付近に噴火中心を求めた場合、現在までの調査では火口壁に相当する明瞭な地形は開析が進んでいるため不明である。また露出状態も悪く、精密なアイソバック図を描くことも困難となっている。しかし、愛島軽石は日本の歴史時代の大部分のテフラにみられるように、推定噴火中心よりも東方～東南方に向けて分布していることから、偏西風によって運搬・堆積したものと考えられる。また、その分布軸は、ほぼ安達一坪沼～愛島を結んだ方向にある（Fig. 1）。仮に、噴火中心を安達西方 750 m（北緯 38° 13' 06", 東経 140° 39' 15"）の、西方に開いた馬蹄形の中心とした時、そこからの距離と軽石層の厚さ、軽石粒・石質岩片の平均最大粒径を Walker (1980), 早川 (1983) にしたがって測定したものをプロットすると Fig. 2 のようになり、いずれもその上限を結んだ線は距離にに対して指数関数的に減少する。軽石層の層厚は上部に褐色火山層あるいはその風成層で覆われている場合の露頭のみを測

定した。軽石粒・岩片の粒径変化に注目すると、推定噴火中心付近の巨大岩片は弾道曲線を描いて落下したものであろうが、火口から離れるに従って岩片（ML）は軽石（MP）よりも早く粒径を減少し、10 数 km 以遠では軽石の粒径よりも小さくなっている。これは岩片のほうが軽石よりも密度が大きく、端末速度が大きいいため、空中を飛行中に軽石よりも早く降下したためと説明される。

代表的な地域における愛島軽石の柱状図を Fig. 3 に示した。

なお、愛島軽石の活動に伴う火砕流堆積物は現在までのところ確認されていない。

4. 深成岩岩片の岩石学的性質

さきに述べたように、愛島軽石層と安達軽石層中の石質岩片、および両者の軽石中の鉱物には多くの共通点がある。さらに詳しい岩石学的ならびに化学的性質について述べる。まず、愛島テフラ層および安達軽石層中に含まれる石質岩片の種類別量比は、第三系由来火山岩・火砕岩類＞基盤花崗閃緑岩類＞カミングトン閃石トータル岩類＞含堇青石岩類・カミングトン閃石デイサイトとなっている。第三系の基盤岩と考えられるものは、石英閃緑岩～花崗閃緑岩を主とし、一部は花崗岩質である。これらはいずれも黒雲母・カリ長石を含むもので、阿武隈山地北縁にはごく普通にみられるものである。

しかし、カミングトン閃石を含むものはいずれも黒雲母とカリ長石を含まないトータル岩である（Fig.

Fig. 4. 愛島軽石および安達軽石層中の石質岩片の石英-斜長石-カリ長石比と石英-斜長石-角閃石比。Q 石英, P 斜長石, A カリ長石, Am カミングトン閃石+ホルンブレンド
● 愛島軽石中のもの ○ 安達軽石中のもの • 基盤花崗岩類。

Table 2. 愛島軽石中の代表的な石質岩片の化学組成

	1*	2*	3*	4	5	6	7	8	9	10*	11*	12
SiO ₂	51.96	52.11	54.93	61.14	61.64	62.99	74.14	58.50	61.13	70.78	63.51	72.83
TiO ₂	0.87	0.58	0.64	0.59	0.66	0.59	0.25	0.71	0.60	0.24	0.27	0.16
Al ₂ O ₃	16.09	18.98	16.09	18.75	17.58	18.27	14.90	17.71	17.89	15.77	19.19	13.84
Fe ₂ O ₃	7.87	8.08	5.37	3.16	3.47	3.08	1.66	3.30	3.16	1.45	1.67	0.41
FeO	5.92	5.57	4.45	2.83	3.73	2.64	0.86	4.05	3.38	0.95	1.31	0.70
MnO	0.30	0.34	0.23	0.18	0.23	0.19	0.07	0.27	0.21	0.14	0.16	0.10
MgO	4.72	2.67	5.09	2.36	2.43	1.90	0.50	3.19	2.30	0.69	0.89	0.31
CaO	8.19	6.65	8.12	7.76	6.48	6.75	4.80	4.90	4.44	3.51	3.72	1.75
Na ₂ O	1.84	3.57	2.04	2.56	3.28	3.01	3.15	2.54	2.45	4.12	3.42	4.18
K ₂ O	0.06	0.08	0.11	0.07	0.08	0.06	0.08	0.05	0.06	0.63	0.56	1.18
H ₂ O+	1.54	1.04	2.25	0.39	0.53	0.45	0.19	3.09	3.42	0.94	4.73	4.28
H ₂ O-	-	-	-	0.03	0.03	0.07	0.02	1.58	1.23	-	-	0.23
P ₂ O ₅	0.02	0.02	0.03	0.12	0.14	0.16	0.08	0.08	0.06	0.06	0.10	0.07
Total	99.38	99.69	99.35	99.94	100.28	100.16	100.70	99.97	100.33	99.28	99.53	100.04

*XRF analyses, others were done by wet chemical analysis (Analyst: S. Kanisawa)

1. Ako-7, Cumingtonite quartz diorite.
2. Adachi-16, Cumingtonite tonalite.
3. 84070304, Hornblende-quartz diorite.
4. 84070303, Hornblende-bearing cumingtonite tonalite.
5. Adachi-4, Cumingtonite tonalite.
6. 8407030-0, Cumingtonite tonalite.
7. Adachi-7, Leucocratic cumingtonite tonalite.
8. Aobayama-3, Cumingtonite tonalite.
9. Aobayama-5, Cumingtonite tonalite.
10. 84121501, Cumingtonite dacite.
11. Adachi pumice (cumingtonite dacite)
12. Ditto (glass part).

4)。一部のもの (No. Adachi-7) は優白質で、化学組成からも Barker (1979) の定義によるトロニウム岩に相当する。このような岩石は、東北日本における白亜紀および第三紀深成岩としては従来知られておらず、全く異質なものであり、さらにこの特徴は化学組成において一層明確なものとなる (Table 2)。

含カミングトン閃石トータル岩の組成は愛島テフラ層中のものも安達軽石層中のものも、風化の程度の差による H₂O 含量のみが前者の岩片には多いこと、また、斜長石の風化による CaO の減少を除けば全く同一の性質を示す。分析試料について無水に換算した SiO₂ 範囲は、愛島テフラ層中の岩片では 61.4~63.9%、安達軽石層中のそれは H₂O が少なく、52.8~74.1% にわたる。日本の花崗岩類の平均化学組成 (Aramaki *et al.*, 1972) に比べると、Al₂O₃ がやや多く、CaO は SiO₂ の増加に伴ってあまり変化しない。最大の特徴は K₂O がいずれも 0.1% 以下と極端に低いことである。このように K₂O の低い岩石としてはいわゆる Oceanic plagiogranite (Coleman and Peterman, 1975), あるいは Trondhjemite suite (Barker, 1979) などの岩石があるが、これまでに記載されたこれらの低カリ岩よりもさらに K₂O に乏しいものである (Fig. 5)。

安達軽石およびそのガラスを分離して分析した結果も Table 2 に示した。無水に換算した SiO₂ はそれぞれ

66.99%, 76.24% に達するが、K₂O=0.59%, 1.24%, Na₂O=3.61%, 4.38% であり、SiO₂ 含量による分類ではこのガラスは低カリ流紋岩であって、東北日本の鮮新世以降の火山ガラスとしては十和田火山の中掘軽石・南部軽石など (山田・庄子 1983) とともに、最も K₂O に乏しいものである。また、カミングトン閃石デイサイトは K₂O=0.56% とさらにすくない。しかし、K₂O の量は石質岩片中のカミングトン閃石トータル岩に比して多く、両者の間にはかなりのギャップがある。

5. カミングトン閃石および斜長石の性質

愛島軽石、安達軽石、カミングトン閃石デイサイトおよびカミングトン閃石トータル岩中の斜長石とカミングトン閃石について、屈折率および EPMA から求めた An% と mg-値 [=Mg/(Fe+Mn+Mg)] とを Fig. 6 に示した。また、代表的なカミングトン閃石とホルンブレンドの分析値を Table 3 に示した。

カミングトン閃石の多色性は、いずれもきわめて弱く、X=Y=帯黄白色、Z=帯緑淡黄色である。分析結果は Table 3 に示されるように、CaO=1.02~1.98%, mg 値は 0.63~0.68 で、いずれもほぼ等しく、かなり Mg にとむものである。また、トータル岩中のもののほうが軽石中のものよりもやや Mg にとんでいる。

Fig. 5. カミングトン閃石トータル岩および安達軽石の K_2O - SiO_2 関係。

Fig. 6. 愛島軽石・安達軽石・カミングトン閃石トータル岩およびカミングトン閃石デイサイト中の斜長石とカミングトン閃石の組成。
カミングトン閃石の mg-値は Deer *et al.* (1963) の図 (p. 242, Fig. 63) による。* は EPMA による値, ** は湿式分析による。

Table 3. カミングトン閃石トナール岩, デイサイト, 愛島軽石中のカミングトン閃石および共存するホルンブレンドの化学組成

	Medeshima pumice (84061004-1)		Adachi pumice (Adachi-2)		Dacite fragment (84121501)		Tonalite fragment (84070303)			Ditto * (Adachi-4)
SiO ₂	54.02	53.50	53.15	54.87	54.72	54.74	53.75	54.74	48.25	53.88
TiO ₂	0.18	0.25	0.16	0.14	0.19	0.21	0.33	0.13	0.83	0.31
Al ₂ O ₃	2.75	3.58	2.79	2.60	2.58	2.60	3.50	2.39	8.64	2.43
Fe ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.58
FeO	18.52	18.14	18.48	18.63	18.92	18.89	17.02	17.23	13.31	14.81
MnO	1.60	1.56	1.58	1.61	1.61	1.69	1.37	1.38	0.66	1.60
MgO	19.26	19.16	18.98	19.71	19.48	19.51	19.50	20.32	15.06	19.62
CaO	1.11	1.82	1.08	0.83	0.95	1.19	2.69	1.62	10.20	1.02
Na ₂ O	0.45	0.33	0.43	0.50	0.47	0.35	0.56	0.39	1.34	0.30
K ₂ O	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	0.01
H ₂ O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.16
Total	97.90	98.33	96.66	98.88	98.92	99.19	98.73	98.20	98.32	99.72
anhydrous basis of O = 23										
Si	7.748	7.642	7.730	7.779	7.770	7.757	7.627	7.778	6.962	7.700
Al ^{IV}	0.252	0.358	0.270	0.221	0.230	0.243	0.373	0.222	1.038	0.300
Al ^{VI}	0.213	0.245	0.209	0.213	0.202	0.194	0.213	0.177	0.431	0.109
Ti	0.020	0.027	0.018	0.015	0.020	0.023	0.036	0.014	0.090	0.033
Fe ³⁺	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.385
Fe ²⁺	2.221	2.167	2.247	2.209	2.246	2.239	2.020	2.047	1.606	1.770
Mn	0.194	0.188	0.195	0.193	0.194	0.203	0.165	0.166	0.080	0.194
Mg	4.119	4.079	4.115	4.165	4.123	4.121	4.124	4.304	3.240	4.180
Ca	0.170	0.279	0.169	0.126	0.145	0.180	0.409	0.246	1.577	0.156
Na	0.126	0.091	0.121	0.138	0.130	0.097	0.155	0.107	0.374	0.083
K	-	-	-	-	-	-	-	-	0.006	0.002
Total	15.062	15.075	15.073	15.058	15.059	15.052	15.122	15.062	15.403	14.912
mg-value	0.630	0.634	0.628	0.634	0.628	0.628	0.654	0.660	0.658	0.640

*Wet chemical analysis (by S. Kanisawa). Others were analysed by means of electron probe microanalyser (EDX).

Fig. 7. カミングトン閃石および共存するホルンブレンドの Ca-Mg-(Fe+Mn) 比。

デイサイト～流紋岩質岩石中のカミングトン閃石については、最近各地から報告されており、そのmg値は、会津の中新統布沢層凝灰岩中のもので0.63～0.62(吉村ほか, 1984), 新潟県魚沼層群および灰爪層群中の軽石質凝灰岩中のもので0.60～0.59(黒川ほか, 1981), 東北地方南部の前期更新世火砕流デイサイト中のもので0.50～0.46を示す(青木ほか, 1984)。さらに、New Zealand, Taupoの更新世～完新世流紋岩中のものは0.63～0.58(Ewart *et al.*, 1971), Lesser Antilles, Martiniqueのデイサイト中のものは0.51～0.50(d'Arco *et al.*, 1981)で、本地域のカミングトン閃石はこれらのいずれよりもMgにとむものである。西インド諸島起源と考えられるフロリダの海岸で採集されたデイサイト質軽石のカミングトン閃石はmg=0.68(Bryan, 1972)で、本地域よりもMgにとんでいる。Fig. 7にカミングトン閃石のCa-Mg-(Fe+Mn)比を示す。トータル岩中の共存するホルンブレンドの組成も併せて点示した。

また、斜長石は、安達軽石、カミングトン閃石デイサイトおよびカミングトン閃石トータル岩のいずれのものも著しい累帯構造を示し、そのパターンはいずれの岩石のものもよく似ていて、An₈₀前後のCaにとむコアを持ち、Ab成分にとむ周辺部にとり囲まれ、大きな組成ギャップを示すのが特徴である。愛島軽石中のものは、ややAnに乏しいが、一部には前者と同様なパターンを示すものもみられる。

6. まとめと今後の問題

仙台市とその周辺に分布する愛島軽石は、本地域の他のテフラとは異なる特徴を有し、多量の石英とカミングトン閃石を含む。また、多量の石質岩片を含み、この中には極端にK₂Oに乏しいトータル岩類がみられる。この愛島テフラ層中の軽石と全く同一の性質をもつ白色の降下軽石堆積物が、模式地の名取市愛島十三塚から約18 km, 仙台市青葉山から約15 km 西方の宮城県川崎町安達の標高300 mの丘陵地一帯に分布する。すなわち、両者はいずれも降下軽石堆積物で、風化の程度の差および軽石粒と石質岩片の大きさ以外は、石質岩片および造岩鉱物の種類や化学組成は全く同一である。この白色降下軽石堆積物は安達軽石層(田村, 1984)と呼ばれ、その分布は安達付近の丘頂平坦面に限られている。

安達軽石層と愛島軽石層とを同一の降下軽石堆積物とみなすと、軽石層の厚さおよび軽石・石質岩片の粒径の変化は安達からの距離とともに指数関数的に減少

する。これらの事実は愛島テフラの噴出源が安達付近に存在する可能性を十分に示すものである。

以上の事実から、今回あらたに従来の安達軽石層と愛島テフラ層中の軽石層をまとめて愛島軽石と定義する。噴出源や正確な層厚分布図に関してはさらに詳しい火山灰層序学的研究が望まれる。

また、酸性マグマからのカミングトン閃石の晶出条件についてはPh₂Oの高いことが必要であるとされている(Wood and Carmichael, 1973; d'Arco *et al.*, 1981など)。本地域の岩石の場合もカミングトン閃石が主成分であり、斜長石の累帯構造が著しいことなど、このような条件は充分に考えられる。

つぎに、著しくK₂Oに乏しいトータル岩の存在であるが、この岩石はミアロリチック組織を示す、斜長石の累帯構造が著しいなどの火山岩の要素を示すこと、鉱物組合せが安達軽石および愛島軽石と全く等しいこと、カミングトン閃石のmg値がどの岩石でも等しいこと、キウムレイト様組織のみられるものが存在することなどは、これらが成因的に関連のあることを示すものと思われるが、なお検討を要する問題である。また、低カリ流紋岩の存在も含めてこのようなK₂Oに乏しい岩石が、島弧のしかも従来の第四紀火山フロントの外側にみられることについては大きな意義があり、この点についてはさらに考察をすすめる予定である。

謝 辞 本研究をすすめるにあたっては、青木謙一郎・早川由紀夫・小林哲夫・生出慶司・吉田武義・永広昌之・田村俊和・豊島正幸・板垣直俊の諸氏には現地等でいろいろ討論や御教示を頂いた。さらに勝井義雄・早川由紀夫・小林哲夫・中川久夫・山田一郎の各氏には粗稿を読んで、有益な助言をして頂いた。青木謙一郎・藤巻宏和・石川賢一の諸氏にはEPMA分析および蛍光X線分析に際して多大の便宜をはかって頂いた。日野 功氏にはEPMA分析用と検鏡用薄片の作成をお願いした。以上の多くの方々に深く感謝する次第である。本研究に用いた費用の一部には文部省科学研究費補助金(No. 59340054, 59470041)を充てたことを付記し、謝意を表する。

引用文献

- 天野一男(1980), 奥羽脊梁山脈宮城・山形県境地域の地質学的研究・東北大理地古邦報, No. 81, 1-56.
青木謙一郎・吉田武義・金 義沢(1984), 東北地方南部の更新世前期に活動した火砕流の地球化学的研

- 究. 東北大理核理研報告, 17, 169-181.
- Aramaki, S., Hirayama, K. and Nozawa, T. (1972). Chemical composition of Japanese granites. Part 2, Variation trends and average composition of 1200 analyses. *J. Geol. Soc. Japan.*, 78, 39-49.
- Barker, F. (1979), Trondhjemite: Definition, environment and hypotheses of origin. in "Trondhjemites, dacites, and related rocks" (ed. by F. Barker), 1-12, Elsevier Pub. Co., Amsterdam-Oxford-New York.
- Bryan, W.B. (1972), Cumingtonite-dacite drift pumice stranded at West Palm Beach, Florida. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 83, 3745-3846.
- Coleman, R.G. and Peterman, Z.E. (1975), Oceanic plagiogranite. *J. Geophys. Res.*, 80, 1099-1108.
- d'Arco, Ph., Maury, R.C. and Westercamp, D. (1981), Geothermometry and geobarometry of a cumingtonite-bearing dacite from Martinique, Lesser Antilles. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 77, 177-184.
- Deer, W.A., Howie, R.A. and Zussman, M.A. (1963), Rock forming minerals. Vol. 2 Chain silicates. Longmans, London. 379 pp.
- Ewart, A., Green, D.C., Carmichael, I.S.E. and Brown, F.H. (1971), Voluminous low temperature rhyolitic magmas in New Zealand. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 33, 128-144.
- 早川由紀夫 (1983), 十和田火山中振テフラ層の分布, 粒度組成, 年代, 火山, 第2集, 28, 263-273.
- 板垣直俊 (1979 MS), 仙台付近のテフラ, 東北大理地理卒論.
- 板垣直俊 (1985), 仙台およびその周辺に分布する愛島軽石層 (東北地理学会 1984 年秋季大会発表要旨). 東北地理, 37, 79-80.
- 板垣直俊・豊島正幸・寺戸恒夫 (1981), 仙台およびその周辺に分布する洪積世末期のスコリア層. 東北地理, 33, 48-53.
- 黒川勝己・遠藤敦子・山下由紀子 (1981), 魚沼層群および灰爪層から堇青石とカミングトン閃石の発見. 地球科学, 35, 253-258.
- 中川久夫 (1961), 本邦太平洋沿岸地方における海水準静的変化と第四紀編年. 東北大理地古邦報, No. 54, 1-61.
- 中川久夫・小川貞子・鈴木養身 (1960), 仙台付近の第四系および地形 (1). 第四紀研究, 1, 219-227.
- 中川久夫・相馬寛吉・石田琢二・竹内(小川)貞子 (1961), 仙台付近の第四系および地形 (2). 第四紀研究, 2, 30-39.
- 三枝正彦・庄子貞雄 (1984), 蔵王火山灰の分布と特性, ベドロジスト, 28, 14-25.
- 田村俊和 (1984), 釜房湖県自然環境保全地域の地形及び地質. 釜房湖自然環境保全地域学術報告書, 3-14.
- 谷 正巳・舟山裕士・田口一雄・柴田豊吉・山田啓三・名取博夫・高橋兵一・阿部智彦 (1969), 宮城県下における地熱・温泉地域の構造地質学的ならびに地球化学的調査研究. 宮城県商工労働部中小企業課・東北経済開発センター, 85 p
- 田山利三郎 (1933), 北上山地の地形学的研究, 其一 河岸段丘, A 仙台近傍の河岸段丘. 斎藤報恩会学術報告, 17, 1-83.
- Walker, G.P.L., (1980), The Taupo pumice: product of the most powerful known (ultraplinian) eruption? *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 8, 69-94.
- Wood, B.J. and Carmichael, I.S.E., (1973), P_{total} , P_{H_2O} and the occurrence of cumingtonite in volcanic rocks. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 40, 149-158.
- 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. 日本土壤肥科学会誌, 54, 311-318.
- 吉村尚久・渡辺英樹・八幡正弘 (1984), 布沢盆地の中新統凝灰岩からカミングトン角閃石の産出. 地球科学, 38, 207-209.