

群馬県北西部のテフラとローム層の層序

矢口 裕之

1 はじめに

群馬県北西部の中之条盆地や沼田盆地は、利根川流域に位置し、榛名火山や赤城火山の山麓に接する山間盆地であり、西方には中部日本の火山群や浅間火山、四阿火山、草津白根火山などの火山群がみられる。この地域は、周辺の火山から噴出したテフラや火山灰土が厚く堆積している。

群馬県北西部は、火山灰層序による河成段丘の編年や第四紀地史の研究が1960年代から行われ、北関東における中部更新統の標識地の一部にあたる。

中之条盆地や沼田盆地では、これまでに新井（1962, 1969）や川端（1967）によって関東ローム層や湖成層の層序区分、地形面の年代が検討されてきた。山口（1975）は、中之条盆地の河成段丘の地形面区分をおこない、竹本ほか（1987b）は、中之条湖成層の火山灰層序を明らかにし、下部湖成層と上部湖成層のテフラ層、葦原面を覆うテフラ層に区分を行った。また上部湖成層中の黒雲母含有テフラ層を APm に対比し、その放射年代を明らかにした。

早川・由井（1989）は、草津白根山麓の火山灰層序を報告し、火山灰土の堆積速度から APm の降下年代を推定した。鈴木・早川（1990）は、中之条湖成層の NLu-27 を APm に、NLu-20 を秩父盆地の ODA に対比した。小森・矢口（1992）は中之条盆地周辺の火山灰層序を明らかにし、広域テフラのクリスタル・アッシュの対比を行った。

筆者は、群馬県北西部を調査地域として、榛名山麓、中之条盆地、小野子・子持山麓および沼田盆地周辺（図1）のテフラの層序を調べ、この地域の風成堆積物である風化火山灰土（以下ローム層と呼ぶ）の層序を明らかにした。

群馬県北西部の中期から後期更新世前半のローム層は、下位より中之条ローム層、吾妻ローム層、沼田ローム層に区分され、挟在する広域テフラによってローム層の堆積速度を検討した。また風成層と水成層に共通する、中部更新統の編年の基準となる目盛を作成ことを目的に、中部日本から関東にかけて広域に分布し、黒雲母と遊離斑晶鉱物からなる“クリスタル・アッシュ”（斉藤, 1988; 会田ほか, 1992）と呼ばれるテフラ群の単層単位の広域対比を行い、内陸の第四系と共通の時間軸を確立した。

この地域は、三国山脈を主とする脊梁山地南部の利根川上流部に位置し、中部日本の火山群よりもたらされたテフラの主要な分布域にあたる。この地域の第四系の層序を明らかにすることは、中部日本の内陸地域と太平洋側の第四系の層序対比を行う上で、編年の目盛となるテフラ群の中継地を構成することになると考えられ、日本列島の第四紀地史の解明に寄与することができると考えられる。

本論で用いた用語は、テフラが広義の火砕堆積物の総称、ロームはテフラの二次堆積による風

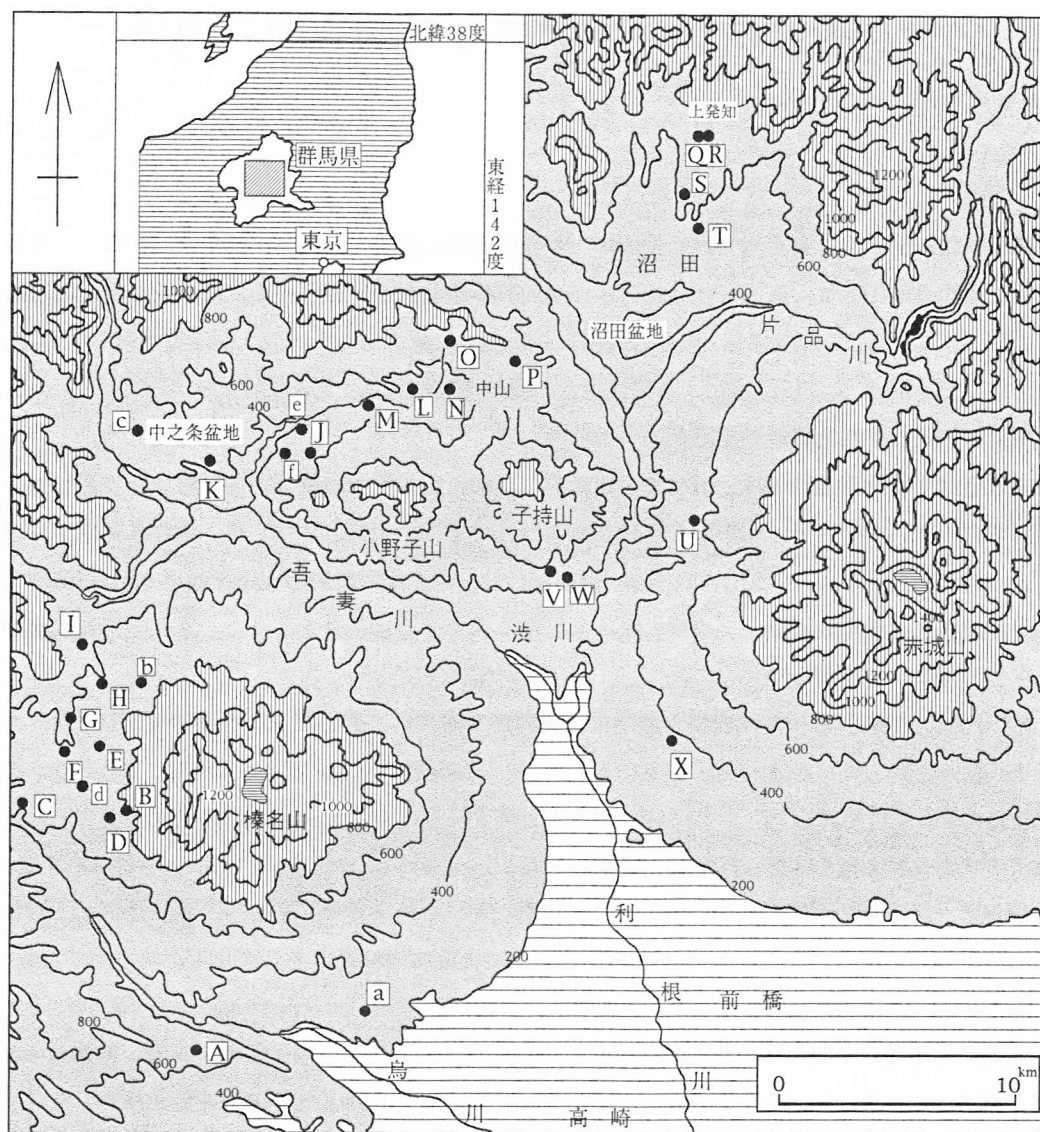


図1 調査地域と柱状図の位置

成堆積物を示し、テフラ層は狭義の火山灰や火砕流堆積物の単層もしくは単層群を示し、ローム層は慣例に従いテフラ・ロームを含む風成堆積物の地層名として使用することとする。

2 地質概説

中之条盆地に分布する湖成堆積物は、中之条湖成層（新井，1962）と呼ばれ、亜円礫層、シルト層、砂層、泥炭質の碎屑物などから構成される。本層は、不整合で下部と上部湖成層に区別されている（竹本ほか，1987b）。

下部中之条湖成層は、シルト～砂互層や亜円礫層からなり、名久田川流域に分布しており下位

より名久田川層、籠林層、大塚層、火之口層、尻高層、平層に区分されている(榛名団研, 1991; 矢口ほか, 1992b)。

上部中之条湖成層は、中之条町蓑原周辺に分布し、亜円礫層、泥炭質シルト層、シルト層からなり、層厚は100m+である。中之条湖成層の上位には、亜円礫からなる蓑原礫層がみられ、蓑原段丘を構成している。

沼田盆地に分布する湖成堆積物は、沼田湖成層(新井, 1962)と呼ばれ、円礫層、シルト層、砂層などから構成される。層厚は100m+である。盆地の中央部は、リズミカルな砂~シルト互層からなる。沼田湖成層の上位には、円礫からなる沼田礫層がみられ、沼田段丘を構成している。

中之条湖成層および沼田湖成層は、湖成層を整合に覆う段丘礫層とそれを被覆するローム層から、中之条湖成層は多摩ローム期、沼田湖成層は下末吉期の堆積物と考えられている(新井, 1962)。

榛名火山の北麓には、輝石安山岩質の凝灰角礫岩層および凝灰質砂層からなる火山碎屑性堆積物とこれを覆うローム層がみられ、一部で中之条湖成層と指交関係にある。小野子火山の北麓や子持火山の北麓や南麓には、輝石安山岩質の火砕流堆積物や岩なだれ堆積物がみられ、これを覆うローム層がみられる。これらの堆積物は一部で下部中之条湖成層と指交関係にある。

中之条盆地周辺に分布する中~後期更新世のローム層は、下位より中之条ローム層、吾妻ローム層(小森・矢口, 1992)、沼田ローム層、下部・中部・上部ローム層からなる。

中之条ローム層は、下部中之条湖成層の堆積期および上部と下部中之条湖成層の不整合期に堆積したテフラ・ローム層である。吾妻ローム層は、斜交層準や風化帯をもとに下部~上部に区分され、上部中之条湖成層および沼田湖成層堆積期に堆積したローム層である。沼田ローム層および下部・中部・上部ローム層は、後期更新世に堆積したローム層からなり、吾妻川流域の高位~低位段丘礫層を覆っている。

3 ローム層とテフラの層序

A. ローム層の層序区分の方法

風成火山灰土の集合体からなるローム層やテフラの層序学的研究は、南関東の段丘の地質学的研究に伴い関東ローム研究グループ(1965)により始められた。風成堆積物であるロームの区分は、非整合や不整合による斜交関係や土壌化による風化帯やクラック帯によって認定されることが示され、同様の方法は内陸の火山地域でも野尻湖地質グループ(1983)によって確立された。

北関東のローム層は、新井(1962)により、関東ロームと同じ方法で層序区分が行われた。川端(1967)は、群馬県北部のローム層を下位より古期ローム層と下部・中部・上部ローム層に区分した。テフラやロームにかかる用語は、必ずしも混乱がなく統一的に使用されているわけではないが、ローム層はテフラが二次堆積した風成堆積物を示して地層名として使われ、県内でも1970年代まではテフラ研究において使用されている。

一方、ローム層の成因について、中村(1970)は火山活動の休止期に堆積した火山碎屑物起源

の風塵であると考えた。また早川（1991, 1995）は、中村と同様の起源を考え、ローム層は周辺の火山から毎年運ばれる風塵によって、ほぼ等速度で堆積していることを提唱した。しかし、木村ほか（1991）は、ローム層の起源物質は風塵のみでなく水蒸気爆発などの噴出物も含まれることや本質火山噴出物の風化によるローム化の例が見られることを示し、こうした考えには懐疑的であった。

ところが1990年代前半に入ると火山灰土の成因をめぐる研究が進み、ローム層が風塵から構成されているといった考え方は、テフラや土壌学の研究者に少しずつ受け入れられるようになった。

溝田ほか（1992）は北九州のロームの石英に含まれる酸素同位体比をもとに、ロームの母材が黄砂を含む広域風成塵であることを明らかにした。吉永ほか（1993）は粘土鉱物からローム層の母材の検討を行い、そのほとんどが非火山性の石英や雲母などの鉱物群からなることを明らかにした。千葉ほか（1994）は磐梯火山のテフラ・ローム層の層序を調べ、ロームの成因や堆積速度に関し、早川とほぼ同様の結論に達した。北関東の火山地域では、この頃テフラの層序学的研究と年代推定が著しく進んだ（鈴木, 1990；鈴木ほか, 1994；鈴木, 1995）。

筆者は、火山灰層序学の手法に従いローム層を火山起源の陸上風送堆積物と考え、鍵層となる本質火山噴出物と火山活動の休止期もしくは気候的要因による土壌化の指標としての風化帯や非整合を重視し、調査地域の風成火山灰層の累層単位の層序区分を行った（矢口, 1989）。

また群馬県北西部の中期更新世のテフラの対比を行い（矢口・田辺, 1990；矢口ほか, 1992b）、テフラの放射年代を検討した（矢口ほか, 1993）が、クリスタル・アッシュの年代観の相違などをめぐって、この時点まではローム層の風塵による等速度堆積説に懐疑的であった。

この頃、火山灰土の成因をめぐる研究が各地で進み、またクリスタル・アッシュの層序や年代に関する討論会も開催された。また、その年代も中期更新世の中で幅を持つといった年代観の定着がはかられた。矢口（1994）は、中之条盆地のローム層の堆積速度を検討し、概ねローム層の風塵起源による等速度堆積説を支持し、早川と同様の結論に達した。

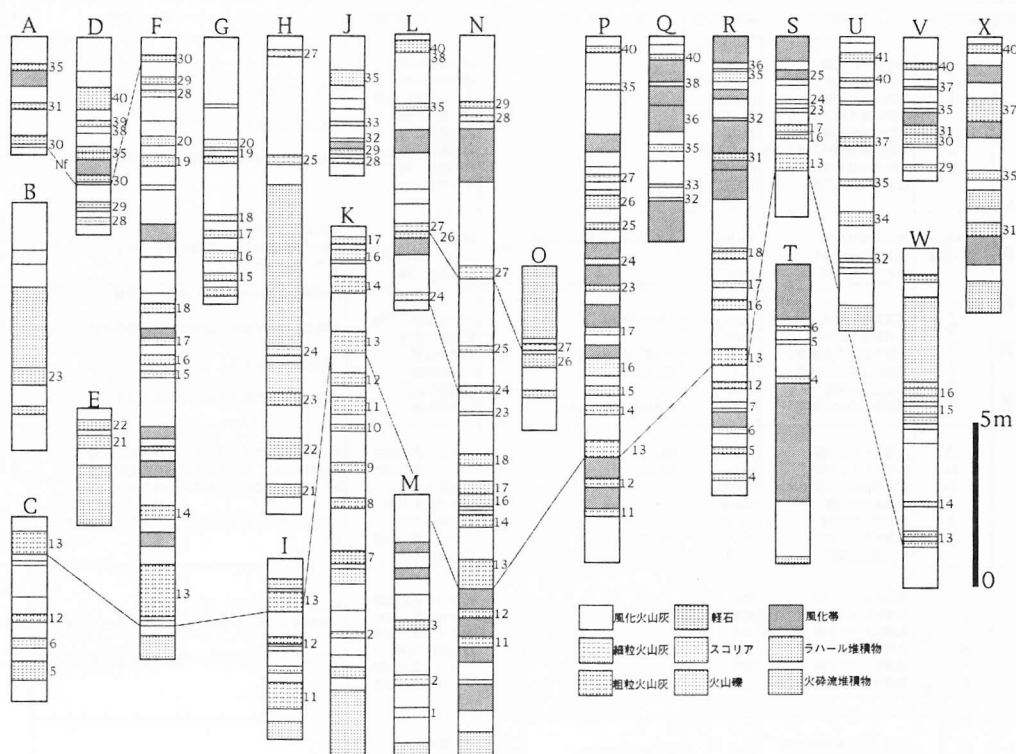
本論では、中之条盆地周辺の古期ローム層と下部ローム層（川端, 1967）を再定義し、下位より中之条ローム層、下部吾妻ローム層、中部吾妻ローム層、上部吾妻ローム層、沼田ローム層、下部ローム層と呼ぶことにする（図2）。これらのローム層は、中之条盆地以西に分布する火山および榛名火山から噴出したテフラと風成塵によって構成されるロームからなり、各ローム層は累層の単元で認められる地層単位であると考えられる。

B. 中之条ローム層（小森・矢口, 1992）

中之条ローム層は、研究地域における最も古いテフラとローム層である。本層は、露頭条件が限られることから、層序の全貌は明らかではなく、細分は今後の課題である。

模式地 高山村見沢（図3の Loc.M）

層厚 760cm



テフラの番号

1:okara 6:Km2 11:Ku-Ng4 16:Hr-Hg2 21:Hr-Os1 26:Im 31:Hr-Fj 36:DKP
 2:C1 7:Nlu-1 12:Ku-Ng5 17:Hr-Nf 22:Hr-Os2 27:NC4 32:Tt-D 37:Hr-HP
 3:Mis1 8:Ku-Ng1 13:Ku-Ng6 18:Hr-Nf 23:Hr-Tg 28:Mit 33:On-Ng 38:AT
 4:Kh 9:Ku-Ng2 14:Ku-Ng7 19:Hr-Nf 24:ODA 29:Az-Mip 34:Ak-BZ 39:As-MP
 5:Km1 10:Ku-Ng3 15:Hr-Hg1 20:Hr-Nf 25:NC3 30:Nf 35:JL0 40:As-BP

図3 調査地域のテフラ層の柱状図

層序 模式地では、基盤の上部中新統を不整合でおい、中之条町古垣内(図3の Loc.k)では下部中之条湖成層の亜円礫層を整合で覆う。

層相 粘土化が進んだ暗灰褐色硬質風化火山灰層からなり、軽石やスコリアを含み風化が著しい。ロームは全体に粘土化が顕著で塊状であり、いわゆる“ローム岩”の様相を呈する。

主なテフラ層 (特に引用のないものは、新称である)

小塚1・2：灰白色軽石質火山礫層。

オカラ (小森・矢口, 1992)：灰白色軽石質～結晶質粗粒火山灰層。後述する長野原軽石層に類似した層相や砂粒組成を持つことから草津白根起源のテフラの可能性はある。

NC₁ (小森・矢口, 1992)：灰色粗粒～中粒結晶質火山灰層。黒雲母、角閃石、斜長石、石英を含む特徴的な砂粒組成からなり、特に斜長石を多く含む。広域テフラのクリスタル・アッシュの最下層を構成するテフラである。

見沢軽石層：灰～黄灰色粗粒軽石質火山礫層。粒径は10～40mmで、斜方輝石が含まれる。榛名も

しくは小野子火山起源のテフラの可能性がある。

見沢火山灰層(北爪ほか, 1994): 桃灰色細粒ガラス質火山灰層。模式地では見沢軽石の上位に見られる泥炭層中に挟在している。

C. 下部吾妻ローム層 (新称)

下部吾妻ローム層は、風化帯や斜交関係、層相により下部層と上部層に区分される。

1. 下部吾妻ローム層下部層

模式地 沼田市上発知開拓 (図3の Loc.R)、今井峠 (図3の Loc.P)

層厚 1810cm

層序 模式地では、武尊火山の噴出物を不整合で覆う。中之条盆地では、中之条ローム層および下部中之条湖成層を不整合で覆う。

層相 灰褐色の粘土化した風化火山灰層からなる。長野原軽石の下位は、スコリア・軽石まじり風化火山灰層からなる。長野原軽石層1、2、3の間には風化帯がみられる。

下部吾妻ローム層下部層のテフラ層

上発知スコリア層: 赤褐色粗粒スコリア質火山礫層。模式地での層厚は20cm。基質は、ほとんど見られない。

亀沢軽石層: 橙色軽石質火山礫層。模式地での層厚は20cm、倉淵村亀沢(図3の Loc.C)では60cmで最大層厚を呈する。粒径は5~10mm。石英、角閃石を含有し、榛名山以西の火山起源と考えられる。軽石層の直下には黒雲母含有火山灰層がみられる。

亀沢スコリア層: 赤褐色スコリア質火山礫層。模式地での層厚は18cm、倉淵村亀沢(図3の Loc.C)では30cmで最大層厚を呈する。粒径は5~10mm。暗灰色の火山岩片を含み、基質は細粒火山灰からなる。

NLu-1 (竹本ほか, 1987b): 橙色軽石質火山礫~火山灰層。模式地での層厚は20cm。粒径は10mm。灰色岩片を含み、斜長石、石英を多く含む。

草津白根長野原軽石層1 (矢口・田辺, 1990): 灰色結晶質火山灰~軽石質火山礫層。粒径2mm大の斜長石を多く含む。

長野原軽石層2: 灰色結晶質火山灰~軽石質火山礫層。粒径2mm大の斜長石を多く含む。

長野原軽石層3: 灰色結晶質火山灰~軽石質火山礫層。

長野原軽石層4: 灰色結晶質火山灰~軽石質火山礫層。模式地での層厚は25cm。粒径2~1mm大の斜長石、斜方輝石、単斜輝石を多く含む。長野原軽石層1~4は、榛名山以東の分布地域では風化が著しく、斜長石が白色粘土化している。

長野原軽石層5: 灰色結晶質火山灰~軽石質火山礫層。模式地での層厚は25cm。粒径2mm大の斜長石を多く含む、5mm大の灰色岩片を含む。

長野原軽石層6: 灰色結晶質火山灰~軽石質火山礫層からなり、中粒~細粒結晶質火山灰からな

る上部、粗粒軽石からなる中部と細粒の結晶質火山灰からなる下部にわけられる。模式地での層厚は50cm。本層は長野原軽石層の中で最も厚く、中之条町古垣内（図3のLoc.K）で80cm、沼田市上発知開拓で40cmである。本層中部の下底には、粒径5mm大の赤褐色スコリアが含まれる。軽石の粒径は5～10mm。粒径2mm大の斜長石を多く含む。上発知開拓では、本層から30cm下位の風化火山灰層中に橙色細粒ガラス質火山灰層“kヌカ”がみられる。

長野原軽石層7：灰色結晶質火山灰～軽石質火山礫層。模式地での層厚は25cm。粒径2mm大の斜長石を多く含む。

2. 下部吾妻ローム層上部層

模式地 吾妻町萩生（図3のLoc.F）

層厚 1050cm

層序 下部吾妻ローム層下部層上面の風化帯を軽微な非整合で覆う。

層相 灰褐色の粘土化した火山礫・スコリア質風化火山灰層からなる。萩生スコリア層の上位に風化帯や斜交層準がみられる。

下部吾妻ローム層上部層のテフラ層

榛名萩生スコリア層1：赤褐色スコリア質火山礫層。模式地での層厚は15cm。粒径は5～10mm。

榛名萩生スコリア層2：青灰褐色スコリア質火山礫～石質火山礫層。模式地での層厚は30cm、子持村唐沢（図3のLoc.W）で40cmと最も厚い。粒径は5～15mm。沼田市上発知開拓では粗粒スコリア層からなる上部と暗灰色粗粒火山灰からなる下部にわけられる。榛名火山起源のテフラである。

D. 中部吾妻ローム層（新称）

中部吾妻ローム層は、風化帯や斜交関係、層相により下部層と上部層に区分される。

1. 中部吾妻ローム層下部層

模式地 沼田市今井峠（図3のLoc.P）

層厚 470cm

層序 下部吾妻ローム層上面の風化帯を軽微な非整合で覆う。

層相 スコリア、火山礫を含有する褐色風化火山灰層からなる。“クレンザー”の上位は、黒雲母を含有する風化火山灰層からなり、下位は、スコリア質風化火山灰層である。

中部吾妻ローム層下部層のテフラ層

榛名大沢軽石層：雑色粗粒軽石質火山礫層。吾妻町大沢（図3のLoc.E）での層厚は65cmで最大である。安山岩片を多く含む。榛名火山起源のテフラである。

手子丸軽石層（小森・矢口，1992）：灰色粗粒軽石質火山礫層。模式地での層厚は16cm、倉淵村鳴石（図3のLoc.B）では45cmと最も厚い。粒径は10～20mm。火山岩片を多く含む上部、下部と塊状の軽石からなる中部に細分される。

クレンザー(小森・矢口, 1992): 黒雲母含有結晶質〜ガラス質火山灰層。模式地での層厚は17cm。黄灰色細粒ガラス質火山灰からなる下部と結晶質火山灰からなる上部に区分され、広域テフラのクリスタル・アッシュの一部と考えられる。ガラス質火山灰の部分は、上位に粗粒化するユニットが2層準みられる。

2. 中部吾妻ローム層上部層

模式地 沼田市今井峠 (図3の Loc.P)

層厚 330cm

層序 中部吾妻ローム層下部層を整合で覆う。

層相 黒雲母、石英含有褐色風化火山灰層からなる。全体に風化した黒雲母がみられる。NC₄前後の層準には比較的粘土化の弱い風化帯がみられる。

中部吾妻ローム層上部層のテフラ層

NC₃ (小森・矢口, 1992): 灰褐色黒雲母含有結晶質火山灰層。風化した黒雲母や石英、斜長石を多く含み、広域テフラのクリスタル・アッシュの一部である。

今井峠軽石層: 灰色細粒軽石質火山灰〜軽石質火山礫層。模式地での層厚は19cm。上下の風化火山灰層中にも軽石が点在する。

NC₄ (小森・矢口, 1992): 灰褐色黒雲母含有結晶質火山灰層。風化した黒雲母や石英、斜長石を含み、広域テフラのクリスタル・アッシュの一部である。直下に橙色ガラス質火山灰層の“境野火山灰”(北爪ほか, 1994)がみられる。

E. 上部吾妻ローム層 (新称)

模式地 吾妻町長藤開拓 (図3の Loc.b)、中之条町蓑原 (図3の Loc.c)

層厚 400cm

層序 中部吾妻ローム層上面の風化帯を不整合で覆う。中之条町蓑原では、蓑原礫層を整合に覆う。

層相 暗褐色粘土質風化火山灰〜スコリア・火山礫まじりの褐色風化火山灰層。全体に粘土化した層相を呈し、クラックが入る。特に最上部の風化帯は褐色を呈し、粘土化が著しく埋没土壤層と考えられる。

上部吾妻ローム層のテフラ層

長藤14スコリア層: 赤褐色スコリア質火山礫層。

長藤13・12粗粒火山灰層: 灰色石質火山灰互層。

長藤11スコリア層: 赤褐色スコリア質火山礫層。

蓑原火山灰層 (竹本ほか, 1987b): 橙色細粒風化ガラス質火山灰層。倉淵村鳴石 (図3の Loc.D)での層厚は20cm。塊状無層理の細粒火山灰からなる特徴的な層相を呈し、肉眼で観察できる砂粒を含まない。調査地域内で、ほとんど層厚の変化が見られない。

四阿蓑原軽石層（矢口・田辺，1990）：黄色軽石質火山礫層。倉淵村鳴石（図3のLoc.D）での層厚は25cm。粒径は7～10mm。珪化した灰色泥質岩片を多く含む。下底部に赤褐色粗粒スコリア層がみられる。

榛名富士見（宮沢1）軽石層（矢口ほか，1993）：模式地の榛名町宮沢では軽石流堆積物である。北橘村（図3のLoc.X）では黄色粗粒軽石質火山礫層の層相を呈し、層厚は40cmである。粒径は10～20mmで、黒色の粗粒火山灰～火山砂を含む。斜方輝石、角閃石、単斜輝石を含有する安山岩質軽石からなり榛名火山起源のテフラである。旧カルデラ形成期の噴出物に比定される可能性がある。

宮沢軽石2（矢口ほか，1993）：黄色粗粒軽石質火山礫層。

四阿（？）長藤軽石層（北爪ほか，1994）：灰白色黒雲母含有粗粒軽石質火山礫～火山灰層。模式地での層厚は20cm。粒径は5～10mm。灰色岩片を含む。黒雲母を含有する軽石層からなる上部と黒雲母、石英を含有する結晶質火山灰層からなる下部にわけられる。本層直下のローム層中には、火山ガラスを多く含む層準が見られ、“阿多鳥浜テフラ”に対比される。

長藤10・9スコリア層：赤褐色スコリア質火山礫層。

長藤8軽石層：灰色軽石質火山礫層。

長藤6・5・4スコリア層：赤褐色スコリア質火山礫層。

F. 沼田ローム層（新称）

模式地 沼田市上発知開拓（図3のLoc.R）、吾妻町長藤開拓（図3のLoc.b）

層厚 200cm

層序 上部吾妻ローム層上面の厚い風化帯を非整合で覆う。

層相 褐色風化火山灰層からなり、2層準の風化帯を挟む。特に上面の風化帯は調査地域全域で下部ローム層と斜交関係にあることが多く、広い地域にわたって非整合面が形成されたことを示唆する。

主なテフラ層

立山Dテフラ層（竹本ほか，1987a）：黄灰色軽石質火山灰層。ダンゴ状を呈し、斜長石や火山岩片がめだつ。模式地での層厚は6cm。同層準の風化火山灰層は砂粒の多い粉状の層相を呈する。

長藤3スコリア層：赤褐色スコリア質火山礫層。

御岳第1テフラ層（竹本ほか，1987a）：黄灰色軽石質火山灰層。ダンゴ状を呈し、斜長石がめだつ。模式地での層厚は5cm。同層準の風化火山灰層は砂粒の多い粉状の層相を呈する。

阿蘇4テフラ層（竹本ほか，1987a）：褐色ガラス質火山灰層。ダンゴ状を呈し、火山ガラス片、有色鉱物粒がめだつ。層厚は0.5cm。

御岳奈川テフラ層（竹本ほか，1987a）：黄灰色軽石質火山灰層。ダンゴ状を呈し、模式地での層厚は3cm。同層準の風化火山灰層は、風化した黒雲母を少量含み、砂粒の多い粉状の層相を呈す

る。

長藤 2・1 スコリア層：赤褐色スコリア質火山礫層。

G. 下部ローム層（新井，1962や川端，1967を再定義）

模式地 沼田市上発知開拓（図3の Loc.R）

層厚 160cm

層序 沼田ローム層上面の風化帯を不整合で覆う。

層相 褐色火山礫を多く含有する風化火山灰層。上部に軽微な風化帯を挟む。

主なテフラ層

浅間中之条火山礫層 0：青灰色火山礫～赤褐色スコリア層

立山E テフラ層（竹本ほか，1987a）：黄灰色軽石質火山灰層。ダンゴ状を呈し、斜長石がめだつ。

模式地での層厚は 2 cm。同層準の風化火山灰層は砂粒の多い粉状の層相を呈する。

浅間中之条火山礫層 1・2：灰色石質火山礫層

大山倉吉テフラ層（竹本ほか，1987a）：黄灰色軽石質火山灰層。ダンゴ状を呈し、層厚は 3 cm。

同層準の風化火山灰層は、風化した黒雲母をわずかに含み、砂粒の多い粉状の層相を呈する。

浅間茶屋ヶ松スコリア層（新井・矢口，1994）：赤褐色スコリア質火山礫層

4 テフラ層の砂粒組成および対比

A. 分析の方法

中之条ローム層、吾妻ローム層、沼田ローム層、下部ローム層中の主なテフラの砂粒組成および岩石記載学的特徴について記載し、既に知られている周辺地域のテフラとの対比について述べる（図2・図4）。

砂粒組成の分析方法は、野尻湖火山灰グループ（1980）に従い、粒径0.25～0.125mmの砂粒について検討した。砂粒は、造岩鉱物と火山ガラス、火山岩片類に分類し、軽石やスコリアについては火山ガラス、岩片などを除外した。また各砂粒の名称は以下のように略記する。（かんらん石：Ol、単斜輝石：Cpx、斜方輝石：Opx、普通角閃石：Ho、カミングトン閃石：Cum、黒雲母：Bi、斜長石：Pl、石英：Qt、鉄鉱物：Mt、泡壁型火山ガラス：bwGl、軽石型火山ガラス：fbGl・Pm）

テフラ層の岩石記載学的特徴を明らかにするために、火山ガラス（n）、斜方輝石（γ）、普通角閃石（n 2）、カミングトン閃石（n 2）の屈折率と強磁性鉱物のキュリー温度を測定した。屈折率の測定は、Yoshikawa（1988）および木村（1994）に従い、標準ガラスを使用した分散法により測定した。クリスタル・アッシュの一部は、小森氏との研究を通じて新井房夫氏に測定していただいた。

キュリー温度の測定は、野尻湖古地磁気グループ（1980）に従い、群馬大学教養部（現社会情報学部）の磁気天秤を使用して小森郁美氏に測定していただいた。試料のキュリー温度が複数見

時代	層序区分	テフラの略称	テフラの層相	砂粒組成	火山ガラスと斜方輝石・角閃石の屈折率			強磁性鉱物のキュリー温度
					Gl (n)	Opx (γ)	Ho (n2)	
完 新 世	黒色 火 山 灰 土 層	As-A	軽石質火山礫	opx,cpx,ol,pm				
		As-B	軽石・スコリア互層	opx,cpx,pm				
		Hr-I (Hr-FP)	軽石質火山礫	ho,opx,pm				
		Hr-S (Hr-FA)	火山灰互層	ho,opx,pm				
		Hr-A	軽石質火山灰	ho,opx,pm				
		As-C	軽石質火山礫	opx,cpx,pm				
		Ys	軽石質火山礫	opx,cpx				
		K-Ah	ガラス質火山灰	Glbw				
		As-Mm	軽石質火山礫	opx,ho,pm				
後 期 新 世	上 部 ロ ーム 層	As-Sj	軽石質火山礫	opx,cpx,pm				
		As-YP/K	軽石質火山礫	opx,cpx,pm				
		Hr-Mg2	スコリア質火山礫	opx,cpx				
		As-Okp2/1	軽石質火山礫	opx,cpx,pm				
		As-Sr	軽石質火山礫	opx,cpx,(ho)pm				
		As-BP3/2/1	軽石質火山礫	opx,cpx,pm				
		As-MP	軽石質火山礫	opx,cpx,pm				
		AT	ガラス質火山灰	Glbw				
更 新 世	中 部 ロ ーム 層	Hr-Ng	軽石質火山礫	ho,opx,qt,pm				
		Hr-Mg1	スコリア質火山礫	opx,cpx				
		Hr-HP	軽石質火山礫	ho,opx,qt,pm				
新 世	下 部 ロ ーム 層	As-Cg	スコリア質火山礫	opx,cpx	1.500-1.501	1.702-1.704	1.675-1.679	
		DKP	軽石質火山灰	ho,opx,cpx,qt,bi,pm				
		JL2	石質火山礫	opx,cpx,ol				
		JL1	石質火山礫	opx,cpx,ol				
		Tt-E	軽石質火山灰	ho,opx,cpx,bi,Glpm				
		JL0	石質火山礫	opx,cpx,ol				
中 期 新 世	沼 田 ロ ーム 層	Nf2	スコリア質火山礫	opx,cpx				
		Nf1	スコリア質火山礫	opx,cpx				
		On-Ng	軽石質火山灰	ho,opx,cpx,bi,Glpm		1.711-1.715	1.682-1.686	
		Aso-4	ガラス質火山灰	Glbw,ho,opx				
		On-Pm1	軽石質火山灰	ho,opx,cpx,bi,Glpm				
		Ng3	スコリア質火山礫	opx,cpx				
		Tt-D	軽石質火山灰	ho,opx,cpx,bi,Glpm			1.684-1.688	
中 期 更 新 世	上 部 吾 妻 ロ ーム 層	Nf4	スコリア質火山礫	opx,cpx				
		Nf5	スコリア質火山礫	opx,cpx				
		Nf6	スコリア質火山礫	opx,cpx				
		Nf8	軽石質火山礫	opx,cpx,pm				
		Nf9	スコリア質火山礫	opx,cpx				
		Nf10	スコリア質火山礫	opx,cpx,pm				
		Nf	軽石質火山礫	cum,opx,ho,bi,pm	1.496-1.500		(cum) 1.664-1.668	580
		Ata-Th	ガラス質火山灰	bw				
		Hr-Mz2	軽石質火山礫	opx,cpx,pm				
		Hr-Mz1	軽石質火山礫	opx,cpx,pm				
更 新 世	中 部 吾 妻 ロ ーム 層	Az-Mlp	軽石質火山礫	ho,opx,qt,pm		1.708-1.710	1.675-1.681	
		Mit	風化ガラス質火山灰	opx,ho---				
		Mi11	スコリア質火山礫	opx,cpx				
		Hr-Nf112	石質火山灰	opx,cpx				
		Hr-Nf113	石質火山灰	opx,cpx				
		Nf14	スコリア質火山礫	opx,cpx				
新 世	下 部 吾 妻 ロ ーム 層	A5Pm	結晶質火山灰	opx,ho,cpx,qt,bi,pm	1.496-1.498	1.732-1.735	1.686-1.691	414.509
		Kkt	ガラス質火山灰	Glbw	1.500-1.501			
		Im	軽石質火山灰	ho,opx				
		A3Pm	結晶質火山灰	opx,ho,cpx,qt,bi,pm				414.497
		A2Pm	結晶質火山灰	opx,ho,cpx,qt,bi,pm				410.480
		Hg	ガラス質火山灰	opx,ho,bi,Glpm	1.504-1.507			
		A1Pm	結晶質火山灰	opx,ho,cpx,qt,bi,pm	1.496-1.500	1.725-1.731	1.687-1.691	426.494
新 世	中 部 吾 妻 ロ ーム 層	ODA	軽石質火山灰	opx,ho,cpx,qt,bi,pm	1.496-1.500	1.702-1.736	1.685-1.691	420.486
		Tg	軽石質火山礫	opx,ho,cpx,qt,pm			1.664-1.668	
		HR-Qs	軽石質火山礫	opx,cpx,pm				
新 世	下 部 吾 妻 ロ ーム 層	Hr-Hg	スコリア質火山礫互層	opx,cpx				
新 世	中 部 吾 妻 ロ ーム 層	Ku-Ng7	軽石質火山礫	opx,cpx,qt,pm				
		Ku-Ng6	軽石質火山礫	opx,cpx,qt,pm				
		Knuka	ガラス質火山灰	---				
		Ku-Ng6	軽石質火山礫	opx,cpx,qt,pm				
		Ku-Ng5	軽石質火山礫	opx,cpx,qt,pm				
		Ku-Ng4	軽石質火山礫	opx,cpx,qt,pm				
		Ku-Ng3	軽石質火山礫	opx,cpx,qt,pm				
		Ku-Ng2	軽石質火山礫	opx,cpx,qt,pm				
		Ku-Ng1	軽石質火山礫	opx,cpx,qt,pm				
		Km2	軽石質火山礫	ho,opx,cpx,qt,pm				
新 世	中 部 吾 妻 ロ ーム 層	Km1	スコリア質火山礫	opx,cpx				
		Kh	スコリア質火山礫	opx,cpx				
新 世	中 部 吾 妻 ロ ーム 層	Kb-Ks	ガラス質火山灰	Glbw	1.504-1.507			
		Mis1	軽石質火山礫	ho,opx,qt,pm				
		C1	結晶質火山灰	opx,ho,cpx,qt,bi,pm		1.706-1.710	1.687-1.693	464.580
		Okara	軽石質火山礫	opx,cpx,qt,pm		1.705-1.713		
		Kz2	軽石質火山礫	ho,opx,qt				
		Kz1	軽石質火山礫	ho,opx,qt				

図 4 群馬県北西部に分布するテフラ層の特徴

られる場合は、低めの温度 (Ltc) と高めの温度 (Htc)、中間の温度 (Mtc) に区分した。

B. 中之条ローム層

オカラ：Pl、Opx、Cpx、Mt、Qt を含む。火山岩片は黒色系のものが多く、Opx の屈折率は $\gamma = 1.705\text{--}1.713$ である。

NC₁：Bi、Pl、Qt、Ho、Opx を含む特徴的な砂粒組成を示し、特に Pl は50%以上含まれる。Ho の屈折率は、 $n_2 = 1.687\text{--}1.693$ 、Opx は $\gamma = 1.706\text{--}1.710$ である。Opx の屈折率は、クリスタル・アッシュの中では比較的低い値を示す。キュリー温度は、464°C (Ltc) を示し、クリスタル・アッシュの中で比較的高い Ltc を示す。これらの特徴は、広域テフラのクリスタル・アッシュの C₁ に共通する特徴である。

見沢火山灰：野外では特徴的な桃灰色の層相を呈するテフラ層で bwGl からなり、火山ガラスの屈折率は $n = 1.504\text{--}1.507$ である。広域テフラの小林笠森 (Kb-Ks) テフラに対比される。

C. 吾妻ローム層

亀沢軽石層：Ho、Opx、Cpx を含む砂粒組成からなり、Pl と Qt を多く含む。

草津白根長野原軽石層 1～6：Opx、Cpx、Mt、Pl を含み、微量の Qt と白色系岩片を含む。川端 (1967) の中山白色浮石層 1～4、竹本ほか (1987b) の NLu 4～12 に対比される。

kヌカ：風化が著しく、大部分の砂粒は粘土化しており、岩片のみみられ、fbGl が微量に含まれる。

手子丸軽石層：Ho を多く含み、Opx、Mt、Pl、Qt を含む。Ho の屈折率 $n_2 = 1.664\text{--}1.668$ である。

クレンザー下半部：fbGl と Bi、Pl、Qt、Ho、Opx、Mt と、1%未満の Cpx を含む。fbGl の屈折率は、 $n = 1.496\text{--}1.500$ 、Ho は、 $n_2 = 1.685\text{--}1.693$ 、Opx は $\gamma = 1.732\text{--}1.736$ および $1.702\text{--}1.707$ である。Opx の一部の屈折率は、クリスタル・アッシュの中では比較的低い値を示す。キュリー温度は、414°C (Ltc)、563°C (Htc) を示し、クリスタル・アッシュの中で比較的高い Htc を示す。

クレンザー上半部：fbGl と Bi、Pl、Qt、Ho、Opx、Mt を含み、1%未満の Cpx を含む砂粒組成を示す。Ho の屈折率は、 $n_2 = 1.687\text{--}1.693$ 、Opx は $\gamma = 1.732\text{--}1.737$ である。キュリー温度は、469°C (Ltc)、562°C (Htc) を示し、クリスタル・アッシュの中で最も高い Ltc を示す。

NC₃：Bi、Pl、Qt、Ho、Opx、Mt を含む特徴的な砂粒組成を示す。Ho の屈折率は、 $n_2 = 1.686\text{--}1.690$ 、Opx は $\gamma = 1.725\text{--}1.731$ である。キュリー温度は、412°C (Ltc)、506°C (Htc) を示す。

日影火山灰：Bi、Ho、Opx、bwGl、fbGl からなり、火山ガラスの屈折率は $n = 1.504\text{--}1.507$ である。

NC₄：Bi、Pl、Qt、Ho、Opx、Mt、fbGl を含む特徴的な砂粒組成を示す。fbGl の屈折率は、 $n = 1.496\text{--}1.498$ 、Ho は、 $n_2 = 1.686\text{--}1.691$ 、Opx は $\gamma = 1.732\text{--}1.735$ である。キュリー温度は、414°C

(Ltc)、509°C (Htc) を示し、NC₃のキュリー温度にほぼ等しい。

境野火山灰：bwGl からなる。火山ガラスの屈折率は、 $n = 1.500-1.501$ である。広域テフラの加久藤 (Kkt) テフラに対比される。

蓑原火山灰層：風化により大部分の砂粒は粘土化している。微量の Opx、Cpx、Mt が含まれるが、粒径は0.152mmより小さい。広域テフラの阿蘇 1 (Aso-1) テフラに対比される可能性がある。

四阿蓑原軽石層：Ho、Opx、Mt、Pl からなり、Qt を含む砂粒組成を示す。Ho は多く含まれる。Ho の屈折率は $n_2 = 1.675-1.681$ である。新井 (1992)、竹本ほか (1987b) の蓑原軽石、鈴木・早川 (1990) の菅平第 1 軽石に対比される。

宮沢軽石層：Pl、Ho、Opx、Cpx、Mt からなる砂粒組成を示す。

長藤軽石層：Bi、Pl、Cum、Qt、Opx を含む特徴的な砂粒組成を示す。Cum の屈折率は、 $n_2 = 1.664-1.668$ である。下部の結晶質火山灰のキュリー温度は、単独で580°Cを示す。中山 (1978) の横川第二軽石、鈴木・早川 (1990) の菅平第 2 軽石に対比される。

長藤軽石層直下のガラス質火山灰層：bwGl からなり微量の褐色の Gl を含む。大部分は風化で粘土化している。火山ガラスの屈折率は、 $n = 1.496-1.500$ であり、鈴木・早川 (1990) の真田火山灰、広域テフラの阿多鳥浜 (Ata-Th) テフラに対比される。

D. 沼田ローム層

立山D：Pl、Opx、Ho、Cpx、Mt を含む砂粒組成からなり、微量の Bi と岩片を含む。Ho の屈折率は $n_2 = 1.684-1.688$ である。

御岳奈川：Opx、Ho、Pl、Cpx、Mt を含み、微量の Bi を含む。Opx の屈折率は $\gamma = 1.711-1.715$ 、Ho は $n_2 = 1.682-1.686$ である。

E. 下部ローム層

浅間中之条火山礫 0：Cpx、Opx、Pl、Mt、Ol を含む砂粒組成からなる。黒色系岩片を多く含む。

大山倉吉：Pl、Opx、Ho、Cpx、Mt を含み、微量の Bi を含む。Opx の屈折率は $\gamma = 1.702-1.704$ 、Ho は $n_2 = 1.675-1.679$ である。

5 広域テフラ“クリスタル・アッシュ”の層序と対比

A. “クリスタル・アッシュ”の層序

中部日本に分布する中期更新世のテフラの中には、黒雲母を含有し、ほとんどが遊離斑晶鉱物から構成される“クリスタル・アッシュ”と呼ばれる広域テフラがみられる。

クリスタル・アッシュに関しては、今までに長野県内の大町地域、松本盆地周辺、八ヶ岳山麓地域や埼玉県秩父盆地などで研究がなされ、対比が行われている (中谷, 1972; 早津・新井, 1980; 仁科, 1982; 加藤・檀原, 1987; 斉藤, 1988; 鈴木・早川, 1990; 会田ほか, 1992)。しか

し研究者ごとにテフラの命名や定義、模式地、対比や年代の見解が異なり、クリスタル・アッシュの単層単位の広域対比は検討されなかった。例えば、クリスタル・アッシュの最上部を構成するAPm テフラ群は、大町ではAテフラ、八ヶ岳ではB軽石、松本盆地ではC火山灰と各地の研究者に命名され、呼ばれてきた。

最近になって小森・矢口 (1992)、Suzuki (1992)、斉藤・クリスタル・アッシュ研究会 (1996)、Suzuki (1996) や鈴木ほか (1997) は、クリスタル・アッシュの広域性に注目し、中部日本各地の対比試案を提示している。

中之条盆地の中之条ローム層、吾妻ローム層にはクリスタル・アッシュに相当するテフラ群がみられ、これらは松本盆地のC₁からC₄に対比されたり (矢口・田辺, 1990; 榛名団研, 1991)、大町テフラのAPm に対比されていた (竹本ほか, 1987b; 鈴木・早川, 1990)。

長野県北部から群馬県北西部にかけて分布するクリスタル・アッシュは、今まで3～5層準のテフラ群からなると考えられてきた。小森・矢口 (1992) は、クリスタル・アッシュの単層単位の識別を行い、層位、層相や粒度の特徴、複数のテフラの組合せの特徴、屈折率やキュリー温度の特徴により8層準のテフラ層からなると考えた。こうした考え方は斉藤・クリスタル・アッシュ研究会 (1996) 以降の研究に基本的には受け入れられている。

クリスタル・アッシュの広域テフラとしての名称は、概ね下位よりC₁ (松本盆地団研グループ, 1972)、ODA (鈴木・早川, 1990)、A₁Pm～A₆Pm (矢口ほか, 1992a) の名称で統一され、8層準にわたり時間幅をもった黒雲母含有テフラ層群からなると考えられている (図5)。

B. 中之条盆地周辺の“クリスタル・アッシュ”

中之条盆地のローム層に見られる黒雲母含有テフラは川端 (1967) により記載され、下位よりTB1、TB2と呼ばれた。これらのテフラより下位に複数の層準の未名称黒雲母含有テフラが記載されている。これらのテフラは概ねクリスタル・アッシュに相当するテフラ群であると思われる。

矢口・田辺 (1990) は中之条盆地のローム層に見られる黒雲母含有テフラを4層準認め、下位よりNC₁～NC₄と呼んだ。小森・矢口 (1992) はNC₂をクレンザーと呼び、水成層中の黒雲母含有テフラのCA-1をNC₃に、CA-5をNC₄に対比した。

中之条盆地麓原の上部中之条湖成層中には、黒雲母含有火山灰層のNLu-20とNLu-27がみられる (竹本ほか, 1987b)。NLu-20は、ガラス質火山灰層からなり、角閃石の屈折率から秩父盆地のODA に対比されている (鈴木・早川, 1990)。NLu-27は、黒雲母を含有する結晶質火山灰層からなり、大町地域のAPm に対比されている (竹本ほか, 1987b)。

榛名火山西麓に分布する上部中之条湖成層に対比される水成層は、萩生層と呼ばれている (矢口ほか, 1992b)。萩生層中には下位より黒雲母含有テフラのCA-1、CA-2、CA-3、ガラス質火山灰の“ユキヌカ”、CA-5がみられる (小森・矢口, 1992)。高橋・早川 (1995) は、麓原の上部中之条湖成層のテフラを記載し、下位より黒雲母含有テフラのクレンザー、A₁Pm、ガラス質

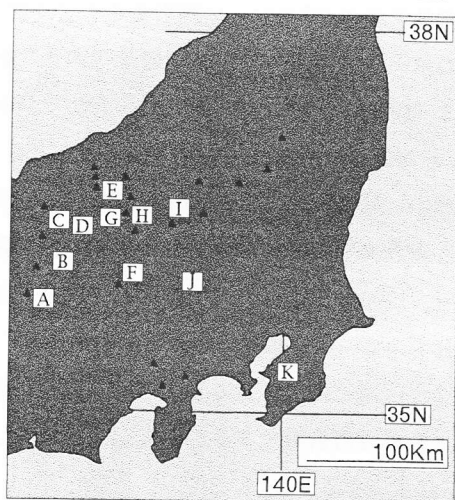
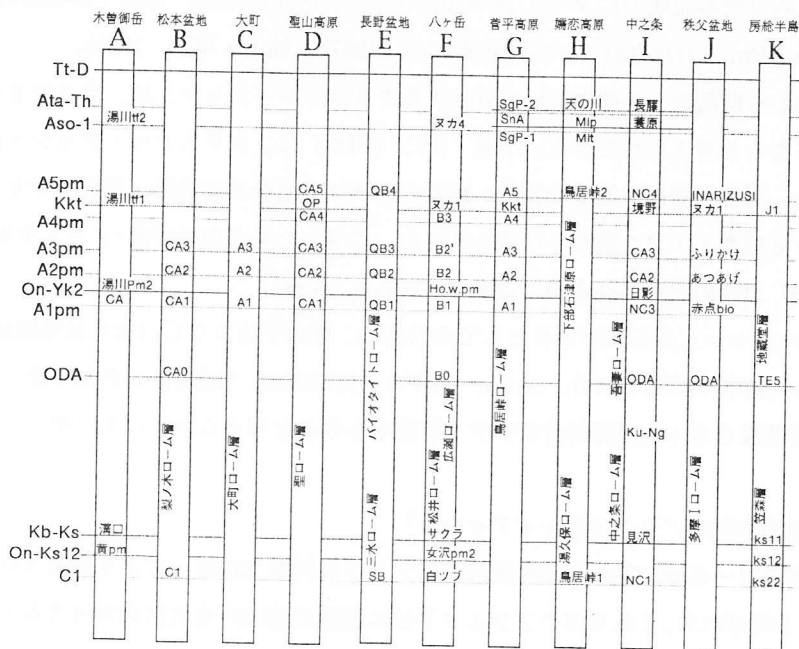
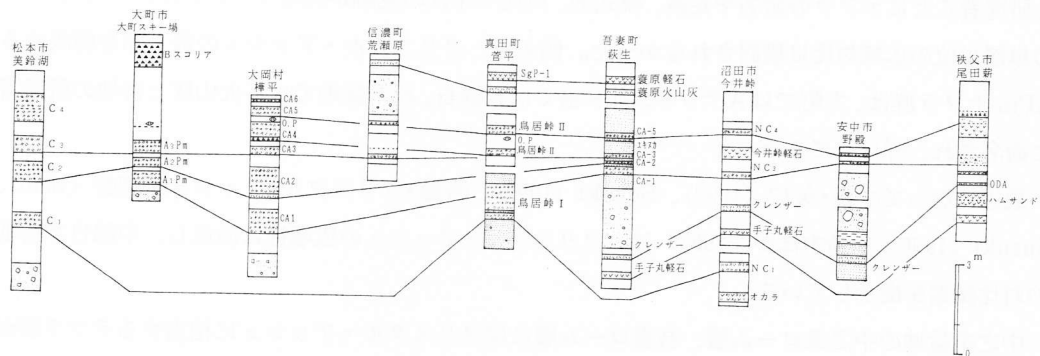


図5 各地のクリスタル・アッシュの柱状図と模式対比及び位置

火山灰の日影、A₂Pm、A₃Pm、加久藤テフラ、A₅Pm を認めた。蓑原の上部中之条湖成層および萩生層中の黒雲母含有火山灰層は、水成層中に挟在しているテフラでローム層に比べ保存状態が良い。

中之条盆地周辺のクリスタル・アッシュに相当する黒雲母含有テフラ層は、単層単位で以下の6層準である。これらは下位より中之条ローム層のNC₁、中部吾妻ローム層のクレンザー(NLu-20)、中部吾妻ローム層のNC₃は、萩生層中のCA-1、A₁Pmに対比される。日影テフラを挟んでCA-2、CA-3はA₂Pm、A₃Pmに相当し、加久藤テフラを挟んで中部吾妻ローム層のNC₄は萩生層中のCA-5、A₅Pmに対比される(第7図)。

これらのテフラ層は、特徴的な層相および上下の鍵層の組み合わせによる層序対比法と屈折率・キュリー温度などの特徴からより広域な対比が可能である。

C. 各地の“クリスタル・アッシュ”

1. 長野県松本盆地

松本盆地周辺的美鈴湖では、梨ノ木ローム層に4層準の黒雲母含有テフラ層がみられ(松本盆地団研グループ, 1972, 1977)、下位よりC₁、C₂、C₃、C₄と呼ばれ、クリスタル・アッシュの模式地になっている。C₁~C₄は、黒雲母を含む結晶質火山灰からなり、C₁は斜長石と石英が多い砂粒組成を示す。美鈴湖のC₂、C₃、C₄のキュリー温度(LTc)は、410~412°Cの値を示す。C₁のLTcは、450°Cの値を示し、上位のC₂~C₄とは異なる温度を示す(小森・矢口, 1992)。

2. 長野県大町地域、大岡村樺平地域

大町市周辺の大町テフラ層には3層準のクリスタル・アッシュが挟まれ、APm(中谷, 1972; 早津・新井, 1980)と呼ばれている。大岡村の聖高原樺平の聖ローム層には、6層準のクリスタル・アッシュが挟まれ、APmやCAと呼ばれている(木村, 1987; 鈴木・早川, 1990; 矢口ほか, 1992a)。

大町のA₁Pm、A₂Pm、A₃Pm、のキュリー温度(LTc)は、376~426°Cの値を示し、A₂PmのLTcは、376°Cの値を示す(小森・矢口, 1992)。A₂Pm下部は砂粒組成、斜方輝石の屈折率が他のAPmと異なる特徴を持つ(早津・新井, 1980; 鈴木・早川, 1990)。

大岡村樺平では、軽石質~結晶質火山灰層のCA1~CA6がみられ、CA4とCA5の間に橙色ガラス質火山灰層のO.Pがみられる(木村, 1987)。CA1~CA6に含まれる角閃石の屈折率は、CA1が $n_2 = 1.683-1.687$ 、CA3が $n_2 = 1.686-1.695$ 、CA6が $n_2 = 1.685-1.689$ を示し、上位ほど高くなる傾向を示す(鈴木・早川, 1990)。大町地域のAPmは、層相や粒度などの特徴からCA1からCA3に対比されている(木村, 1987)。

3. 長野県信濃町荒瀬原

信濃町周辺のバイオタイトローム層(花岡・豊野団研グループ, 1985)には、4層準のクリスタル・アッシュがみられる。信濃町荒瀬原の斑尾山麓には、斑尾火山噴出物の上位に層厚200cmの

黒雲母含有ローム層がみられ、CA 3 を挟在している。CA 3 の上位には崖錘堆積物を挟みローム層がみられ層厚30cmの蓑原火山灰層を挟在する。

4. 長野県菅平地域

菅平地域の鳥居峠ローム層には、数層準のクリスタル・アッシュが挟まれ、鳥居峠火山灰層と呼ばれている（上加世田・上信火山団研，1989）。鳥居峠火山灰層は、風化火山灰層をはさんで2層準の黒雲母含有テフラ層からなり、橙色ガラス質火山灰を挟在している。鳥居峠火山灰層は、層相の特徴やガラス質火山灰層をはさむことから大岡村樺平の聖ローム層 CA 4、O.P、CA 5 に対比される。

5. 群馬県高崎市西方の岩野谷丘陵

岩野谷丘陵北縁に分布する野殿層には、黒雲母含有テフラ層が挟まれ、“クレンザー”と呼ばれている（中村・高崎地学愛好会，1989）。クレンザーは、黒雲母含有ガラス質火山灰層からなり、角閃石の屈折率は、 $n_2 = 1.690 - 1.694$ 、火山ガラスは、 $n = 1.496 - 1.500$ である。キュリー温度は420、483°Cを示す。中部吾妻ローム層のクレンザー下部に層相や特徴から対比される。

6. 埼玉県秩父盆地地域

秩父盆地の尾田蒔丘陵の多摩ローム層には ODA、“赤点パイオ”、“ふりかけ”の3層準のクリスタル・アッシュが挟まれる（会田ほか，1992）。ODA、赤点パイオ、ふりかけの L・MTc は、420~445°Cの値を示す。ODA のキュリー温度は、上位2枚の火山灰層に比べて高く420°C(LTc)を示す（小森・矢口，1992）。また、3枚の火山灰層のキュリー温度は、上位に向かって高くなる傾向がみられる。秩父盆地のクリスタル・アッシュは、キュリー温度や斜長石の光学的特徴により八ヶ岳山麓に分布する B₁、B₂、B₃や松本盆地の C₁~C₄に単層単位で対比され（斉藤，1988；会田ほか，1992）、ODA は角閃石の屈折率から、上部中之条湖成層の NLu-20に対比されている（鈴木・早川，1990）。

D. “クリスタル・アッシュ”の対比と前後の広域テフラ

クリスタル・アッシュは、キュリー温度（Ltc）が450°C前後と比較的温度的高く、低屈折率の斜方輝石で特徴づけられる“C₁”のタイプと複数の比較的高いキュリー温度を示し、高屈折率の角閃石で特徴づけられる“ODA”のタイプおよびその他のクリスタル・アッシュ“APm”の3つのタイプにわけられる。中部日本から関東地方にみられるクリスタル・アッシュの広域対比およびその前後の広域テフラについて述べる。

C₁は松本盆地のC₁を模式地として、石英や斜長石の砂粒組成に占める割合が多いといった特徴や強磁性鉱物のキュリー温度から中之条盆地のNC₁に対比できる。この他にC₁に対比されるものは長野盆地のSB、八ヶ岳山麓の白ツブ、鳥居峠火山灰層があげられる。Suzuki (1996) や斉藤ほか (1996) はC₁を屈折率や化学組成から上総層群笠森層のKs22に対比している。

NC₁の上位には見沢火山灰が見られ、屈折率などの特徴から上総層群笠森層のKs11、広域テフ

ラの小林笠森テフラ (Kb-Ks) に対比される。屈折率によってこのテフラ対比される可能性があるのは、木曽御岳地域の溝口、ハヶ岳地域のサクラなどのテフラである。

尾田蒔テフラ (ODA) は秩父盆地を模式地にして、細粒ガラス質火山灰からなる特徴的な層相やキュリー温度、屈折率から中之条盆地のクレンザーに対比され、ハヶ岳地域の B₀、南関東の TE5 に広域対比される可能性が高い。

大町テフラの APm テフラ群は、下位より A₁Pm~A₆Pm からなり、大岡村樺平を模式地とする。中之条盆地の NC₃ は A₁Pm に、萩生層の CA-2、CA-3 は A₂Pm、A₃Pm に、NC₄ は A₅Pm に対比される。

A₁Pm と A₂Pm の間に挟在する日影火山灰は、ハヶ岳地域の Ho 白パミ、木曽御岳火山の湯川 Pm に対比される可能性がある。A₃Pm と A₅Pm に挟在する境野火山灰は、火山ガラスの屈折率などの特徴から広域テフラの加久藤テフラ (Kkt) に対比されている (鈴木・早津, 1991)。

中部日本の各地で APm の上位に橙色ガラス質火山灰層が見られ、中之条地域では蓑原火山灰 (竹本ほか, 1987b) と呼ばれている。各地での層厚は 20cm 程度でほとんど変化がなく、これはテフラが中部日本以西の火山から供給された事を意味している。吉川 (1990) はハヶ岳山麓のヌカ 4 を阿蘇 1 テフラに対比した。鈴木ほか (1997) は、御岳山麓の湯川タフ 2 とハヶ岳山麓のヌカ 4 を阿蘇 1 テフラ (Aso-1) に対比している。現在のところ蓑原火山灰は、Ata-Th テフラと Kkt テフラの中間に位置することから阿蘇 1 テフラに対比の可能性が最も高いと思われる。

上部吾妻ローム層の長藤軽石層の下位にはガラス質火山灰層が見られ、菅平地域では真田火山灰 (鈴木・早川, 1990) と呼ばれている。このテフラは火山ガラスの屈折率などの特徴から広域テフラの阿多鳥浜テフラ (Ata-Th) に対比される。

6 ローム層の年代と区分に関わる問題

A. テフラの年代から推定したローム層の堆積速度

今までに中之条盆地周辺で中期更新世のテフラの放射年代が測定されている。これらは、中之条盆地の NLu-27 (A₅Pm) の 0.31Ma、NLu-20 (ODA) の 0.49Ma (竹本ほか, 1987b)、野殿層のクレンザー (ODA) の 0.42Ma (矢口ほか, 1993) や県境から嬬恋地域の鳥居峠火山灰・(A₄Pm) の 0.41Ma、0.38Ma、“天の川” (Nf) の 0.21Ma (鈴木, 1988) や榛名町宮沢の横川第二軽石 (Nf) の 11.8ka (高田ほか, 1990)、0.22Ma (矢口ほか, 1993) などである。これらの放射年代値が測定されているテフラは中部~上部吾妻ローム層に挟在されており、放射年代から推定される中部~上部吾妻ローム層の年代は 490~120ka である。

中部日本に分布するクリスタル・アッシュは、放射年代では 0.69~0.28Ma を示し、かなり幅を持った年代が提示されている (図 6)。

今までに中之条盆地周辺で得られたテフラの放射年代は、ばらつきが大きくローム層の年代を検討する上で不都合である。中部日本各地のクリスタル・アッシュの放射年代でも同様の幅が存

在し、個々バラバラの放射年代を軸に編年軸を編むのは問題がある。鈴木・早川(1990)は、APm テフラ群の放射年代がバラつく理由として、現在の放射年代測定法の精度の問題、APm テフラ群に含まれる鉱物の問題を上げている。彼らは火山灰土の厚さによる年代推定法により、APm テフラ群の堆積年代を0.30~0.35Ma と推定した。

中部日本から関東地方の中期更新世の広域テフラは、クリスタル・アッシュをはじめとしていくつものタイムマーカーとなるテフラが知られている。早川(1996)は主な広域テフラに元になる年代値を与え、ローム層の堆積速度から地域の火山灰層の年代を推定することを提案している。元になる広域テフラはマスターテフラと呼び、年代値は放射年代や酸素同位体ステージとの対応関係で決められている。

こうした方法による年代観は、地域によって精度が異なる放射年代値を組み立てて、年代軸を組み立てる方法より有効な手段である。

研究地域のローム層の年代を推定するため、基準になるマスターテフラを以下のように決めた。後期更新世のマスターテフラと年代は、始良 Tn テフラ(AT)の28ka、大山倉吉テフラ(DKP)の50ka、御岳第1テフラ(On-Pm1)の100kaである。中期更新世の広域テフラは、阿多鳥浜テフラ(Ata-Th)の240ka、加久藤テフラ(Kkt)の390ka、尾田蒔テフラ(ODA)の430kaである。

テフラ名	テフラの給源	放射年代 (Ma)	方法	テフラの層位・対比	文献
天の川	四阿火山 (?)	0.21±0.11	F.T	阿多鳥浜テフラの直上に位置する同一のテフラ群。 給源火山は明らかではないが四阿火山が有力。カミングトン閃石を含む特徴的な軽石である	鈴木正男 (1988)
横川第二軽石		0.118±0.005	ESR		高田将志ほか (1990)
四阿長峰軽石		0.22±0.05	F.T		矢口裕之ほか (1993)
ハヶ岳Lw.O.P	ハヶ岳火山 (?)	0.21±0.02	F.T	ヌカ4 (阿蘇1テフラ) の直上に位置する	塩川団研グループ (1970)
ハヶ岳Lw.O.P		0.29±0.02	F.T		ハヶ岳団研グループ (1988)
ハヶ岳Lw.O.P		0.30±0.02	F.T		
B3 (A4Pm)	樺沢岳火山 水鉛谷火道	0.28,0.33	F.T	ハヶ岳山麓に分布するAPmテフラ群	矢吹・島 (1970)
B2 (A2Pm, A3Pm)		0.42,0.46,0.56	F.T		矢吹・島 (1970)
B1 (A1Pm)		0.61,0.65	F.T		矢吹・島 (1970)
A3Pm		0.52±0.07	F.T	大町の模式地におけるAPmテフラ群	加藤・壇原 (1987)
A2Pm		0.63±0.09	F.T		加藤・壇原 (1987)
A1Pm		0.69±0.09	F.T		加藤・壇原 (1987)
NLu-27 (A1Pm?)		0.31±0.04	F.T	A1Pmにあたる可能性がある	竹本弘幸ほか (1987)
鳥居峠2 (A5Pm)		0.38±0.08	F.T	加久藤テフラの直上	鈴木正男 (1988)
鳥居峠2 (A4Pm)		0.41±0.08	F.T	APmテフラ群	鈴木正男 (1988)
A1Pm		0.29±0.03	ESR	大町の模式地におけるAPmテフラ群	平賀・市川 (1988)
クレンザー (ODA)		0.43±0.04	F.T	尾田蒔テフラ (ODA) 降下ユニットによって角閃石の屈折率が低いものと高いものがある。	矢口裕之ほか (1993)
NLu-20 (ODA)		0.49±0.08	F.T	低い屈折率が特徴の角閃石を含むユニットは南関東で見られTES,HBPと呼ばれている。	竹本弘幸ほか (1987)
HBP		0.46±0.07	F.T	高い屈折率が特徴の角閃石を含むユニットは北関東やハヶ岳山麓で見られODA,NLu20,クレンザー,B0と呼ばれている。	鈴木・杉原 (1983)
TES		0.39±0.08	F.T		鈴木・杉原 (1983)
TES		0.38±0.02	F.T		福岡孝昭ほか (1984)
TES		0.51±0.09	F.T		徳橋秀一ほか (1983)
Ks22 (C1)	貝塩火道	0.53±0.04	F.T	C1に対比される	徳橋秀一ほか (1983)
Ks22 (C1)		0.60±0.04	F.T	小林笠森テフラの下位	渡辺・壇原 (1994)
上宝火砕流 (C1)		0.65±0.25	K-Ar	C1の火砕流	柴田・山田 (1977)

図6 クリスタル・アッシュと前後のテフラの放射年代

吾妻ローム層や中之条ローム層の典型的な層序断面を使用して、マーカーテフラ間の年代を推定した(図7)。年代の計算に利用した露頭は、榛名町の宮沢、中之条町の蓑原、高山村の中山、沼田市の上発知の層序で、不整合や斜交関係の層準は年代推定の計算には使用しなかった。中之条盆地のローム層中のATとDKPの間は0.064mm/年、DKPとOn-Pm1の間は0.059mm/年、On-Pm1とAta-Thの間は0.049mm/年、Ata-ThとKktの間は0.04mm/年、KktとODAの間は0.074mm/年の堆積速度を示し、平均化した中之条盆地のローム層の堆積速度は0.042mm/年で、早川・由井(1989)が報告した各地の火山灰土の堆積速度である0.04~0.15mm/年の幅に入る。

火山灰土の堆積速度から推定されるローム層の年代は、中之条ローム層が外挿法によって758~553kaの年代を示し、吾妻ローム層の堆積年代は553~130kaの年代を示す。また下部吾妻ローム層と中部吾妻ローム層の境界は460ka、中部と上部吾妻ローム層の境界は350kaである。

B. ローム層の層序区分について

竹本ほか(1987b)は、中之条盆地の水成層と風成層のテフラを一括して、下部・上部湖成層のテフラ、蓑原面を覆うテフラとして記載した。千葉ほか(1994)は、水成層と風成層を一括した層序区分は、本来成因の異なる堆積物の層序区分がそれぞれの地層の成因を論ずる上で不都合であるとしている。

テフラの研究は、テフラが降下火山灰や火砕流堆積物の単層であることから、これを広域に広がる同一の時間面として利用する火山灰編年学の方法と累積したテフラ岩体を地層区分によって分類し、成因を明らかにする火山灰層序学の方法が両輪の研究法であり、また火山灰編年学は火山灰層序学に含まれるといった考え方もある。

近年では、火山灰編年学が広域テフラとともに脚光を浴び、考古学をはじめとして周辺科学での利用が進められている。その一方で、層序学に基づいて、テフラ群を地層として扱い、層序区分を行うことで地域の第四紀地史を解明する研究は、極めて少なくなっているように思われる。

こうした現状は、層序学の目的が堆積物の層序区分を通して、その成因と地史を明らかにしていく事にある総合的な研究であることを考えると、テフラ研究は実用主義的な方向、特にテフラの時間面としての役割のみに特殊化している傾向がある。

ローム層の層序区分の方法は、ローム層の斜交関係による区分法と暗色帯などの埋没土壌層の上面を境とする方法などがあり、その方法論は現状で統一されているとはいえない。千葉ほか(1994)は、磐梯火山周辺のローム層で層序区分を行い、比較的供給物の多い山体付近では埋没土壌層の存在が追跡できなくなるため、比較的広域に追跡されるローム層の斜交関係による区分が有効であるとしている。

ローム層中の暗色帯は関東ローム研究グループ(1965)により、不整合による斜交関係がみられること、温暖気候下による土壌化作用による成因が提示された。このシェーマは、温暖期に形成された土壌帯が、次の氷期のはじまりに広域な地形変化によって削剝され、斜交層準を形成し

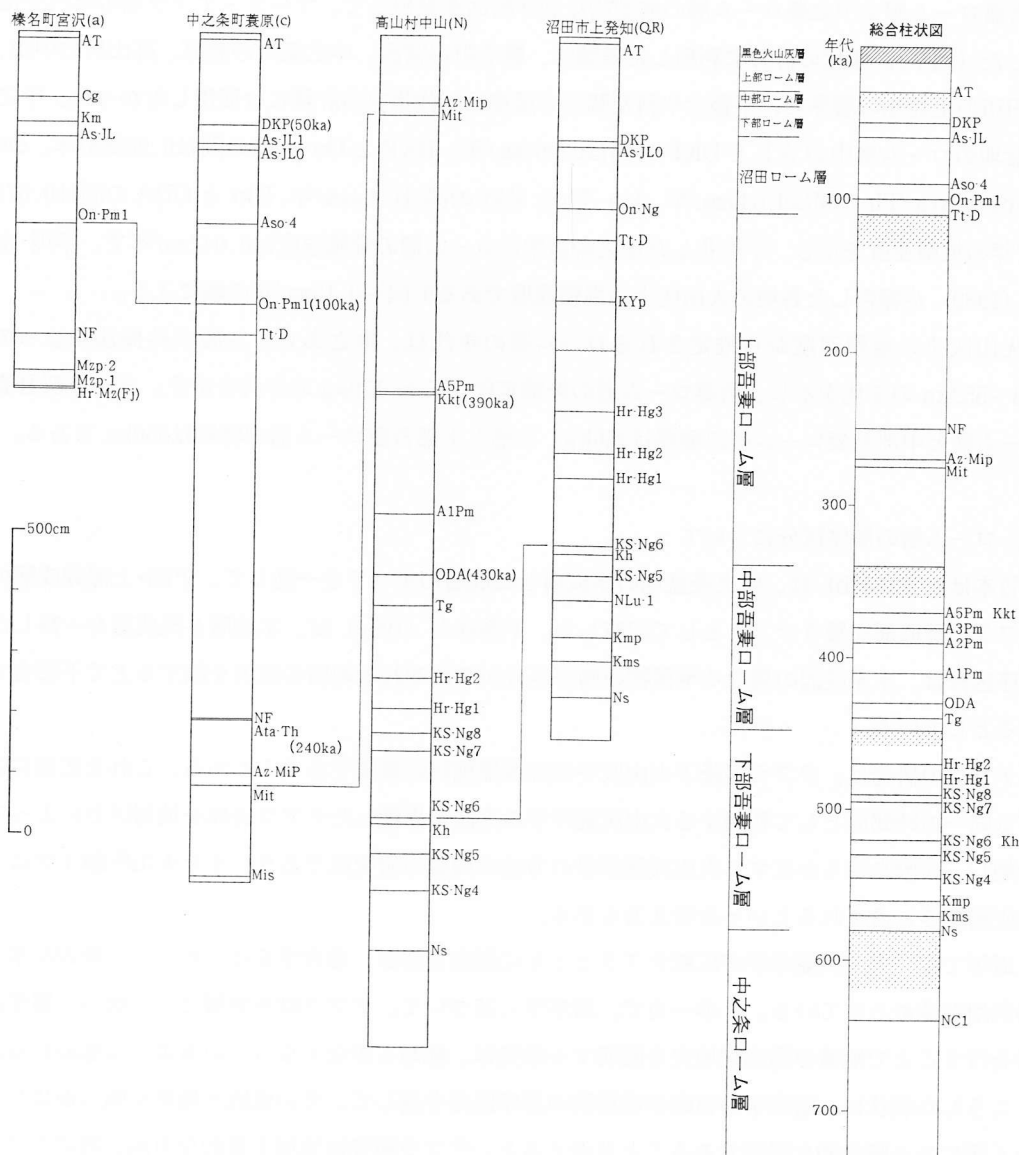


図7 火山灰土の厚さによるテフラ間の堆積速度の推定

たものと考えられる。

中之条盆地のローーム層中にみられる風化帯の中で比較的広域にみられ、上位層との斜交関係が顕著な層準は、AT直下の中部ローーム層最上部の暗色帯。中之条火山礫直下の沼田ローーム層最上部と御岳奈川テフラ上下の沼田ローーム層中部の風化帯。立山D直下の吾妻ローーム層最上部の暗色帯、APm上位の中部吾妻ローーム層最上部の暗色帯、中之条ローームの暗色帯などである。

AT直下と中之条火山礫直下の暗色帯は斜交層準を伴い、ローームの粘土化が著しく、粘土化した風化火山灰がブロック状に堆積しており通常の褐色風化帯とは層相が異なる。この層準は埋没斜面の堆積場では亜角礫を含む崖錘状のローーム質堆積物が見られることが多く、下位層が新第三系

などの基盤岩の場合は、旧谷地形に崖錘堆積物を挟んで斜面を覆うことが多くみられる。

立山Dテフラ直下の暗色帯や御岳奈川テフラ上下の暗色帯は、褐色を呈し粘土化が著しく埋没古土壌の層相を呈する。年代から考えられる暗色帯の形成期は、130Ka 前後、70Ka 前後と考えられるので、これらが最終間氷期の温暖期や最終氷期初頭に形成された可能性がある。竹本(1991)は、中部日本～北関東の最終氷期の埋没土壌層の層準について、最終氷期初頭の7～6 ka に広域に土壌化が進み暗色帯が形成された可能性を示した。この層準は、沼田ローム層中の御岳奈川テフラ上下の暗色帯に対比される。

中之条盆地のローム層の層序区分は、主にローム層の斜交関係による区分と暗色帯などの埋没土壌層の上面を境とする面を考慮して区分を行った。こうした区分による地層の境界は、累層(Formation)区分にあたり、下部吾妻ローム層や中部吾妻ローム層の下部層や上部層の区分は暗色帯などの埋没土壌層の上面を境として区分したので部層(member)にあたると思われる。

累層区分にあたる各ローム層の境界は、盆地内の段丘面の形成期や扇状地の形成期のにあたり、広域な地形変化を伴う不整合関係によって地層区分を行う層序区分の定義とも矛盾しない。

下部吾妻ローム層堆積期は榛名火山の火山活動が認められ北麓や西麓に火山噴出物が堆積した。北麓の中之条盆地側には扇状地堆積物が堆積し、中部吾妻ローム層が扇状地を被覆している。中部吾妻ローム層堆積期は盆地内で上部湖成層が堆積し、最上部は扇状地堆積物が堆積し、上部吾妻ローム層が扇状地を被覆している。

ローム層は湖成層や扇状地礫層の被覆層として存在しており、ローム層の層序境界は堆積盆地内の水成堆積物の堆積場の変化による地形改変を反映しているものとおもわれる。また、その主因は周辺地域の構造運動、火山活動による地形変化などであると考えられるだろう。

C. ローム層と水成層の層序対比と気候変動

中之条盆地に分布する中之条湖成層は、中之条ローム層や吾妻ローム層堆積期の水成堆積物であり、湖成層中にテフラを挟在している(図8)。中之条湖成層の火山灰層序は、竹本ほか(1987b) 矢口ほか(1992b)、北爪ほか(1994)、高橋・早川(1995)によって明らかにされている。ここでは、ローム層と水成層の層序対比について述べる。

矢口ほか(1992b)によって下部中之条湖成層の最下部の堆積物とされた名久田川層は、中之条町小塚で見られる。名久田川層はNC₁を挟在する中之条ローム層に覆われており、上位では見沢火山灰を挟在する泥炭層が重なっている。見沢火山灰は小林笠森テフラに対比され、これは540kaのマスターテフラであり、中之条ローム層中のNC₁は639ka、名久田川層の埋没段丘の離水期は、758ka 前後と推定される。

中之条ローム層は、名久田川層の被覆層であり、大塚層から火之口層と同時異相の関係にあると思われる。これらは540ka 前後の堆積物からなると推定される。

竹本ほか(1987b)によって上部中之条湖成層と呼ばれていた堆積物は、中之条町日影、古垣内

で見られる。下位より Hr-Hg、ODA、APm などのテフラが水成層中に挟在している。湖成層の最下部では、Ks-Ng が水成堆積していることから、上部中之条湖成層の堆積の始まりは下部吾妻ローム層中であり、500ka 前後の時期であると思われる。これは、名久田川地域では平層と呼ばれている堆積物にあたる。平層は小野子火山の岩なだれ堆積物と扇状地堆積物からなり、上部中之条湖成層の堆積の始まりの時期に小野子火山が山体崩壊を起こしているのは興味深い。

湖成層は ODA と APm の間から粗粒堆積物が卓越するようになり、APm の上位では蓑原礫層が整合で重なっている。中部吾妻ローム層は、上部中之条湖成層と同時異相の関係にあり、水成層の粗粒堆積物が卓越する時期は420ka 以降で蓑原面の離水期は、289ka である。上部吾妻ローム層は、上部中之条湖成層の被覆層であり、下底部の一部の層準は蓑原礫層と同時異相の関係にあると思われる。

北爪ほか (1994)、高橋・早川 (1995) によって明らかにされている中之条湖成層中の植物化石による温暖期を示す層準は、大塚層の大塚古植物群集、尻高層の尻高古植物群集、上部中之条湖成層の ODA 付近の野殿古植物群集であり、寒冷な気候を示す層準は、上部中之条湖成層の APm 付近の日影古植物群集である。また沼田盆地の小川島泥炭層は最終氷期初頭の時期を示す堆積物からなる (竹本, 1986)。

Imbrie et al (1986)、Prell et al (1986) や Hooghiemstra et al (1991) の酸素同位体ステージサイクルの編年を中之条盆地の堆積物を当てはめれば、Kb-Ks を挟在する大塚層、中之条ロームの暗色帯は、ステージ15に、尻高層の尻高古植物群集はステージ13に相当し、上部中之条湖成層の ODA 付近の野殿古植物群集はステージ11、上位の APm 付近の日影古植物群集はステージ10にあたる可能性が高い。吾妻ローム層中部の暗色帯はステージ9に対応している (図9)。

また、中之条盆地および沼田盆地の粗粒堆積相を示す礫層は、温暖期を示す湖成層などを挟んで堆積しており、下位より名久田川層がステージ16、火之口層がステージ14、上部中之条湖成層最下部がステージ12、上部中之条湖成層上部が10、蓑原礫層がステージ9、沼田礫層がステージ6の寒冷期に対応していることがわかる。

上部吾妻ローム層の暗色帯は、最終間氷期の下末吉埋没土壌に対比されるステージ5.5、伊閑礫層が最終氷期のステージ4、貝野瀬礫層が最終氷期最寒冷期のステージ2からなる可能性がある。

中之条盆地のローム層および水成層の層序区分は、ローム層の斜交関係による区分と水成層の不整合による区分といった、それぞれ成因の異なる地層群の層序区分をそれぞれの方法で行った。ローム層の層序区分による地層の境界は、累層 (Formation) 区分にあたる。図9に示されたローム層と水成層の区分と酸素同位体ステージ区分の相関をながめると、累層境界は酸素同位体ステージのサイクルの初めにあたる温暖期にあたるようにみえる。中之条ローム層は、下部中之条湖成層に相当する名久田川層の被覆層なので、ステージ16の寒冷期に形成された段丘が離水した段丘面に堆積しはじめ、温暖期のステージ15付近で吾妻ロームと境される。中部吾妻ローム層は榛名火山北麓の扇状地堆積物の被覆層としており、ステージ13に急速に形成された扇状地を覆っ

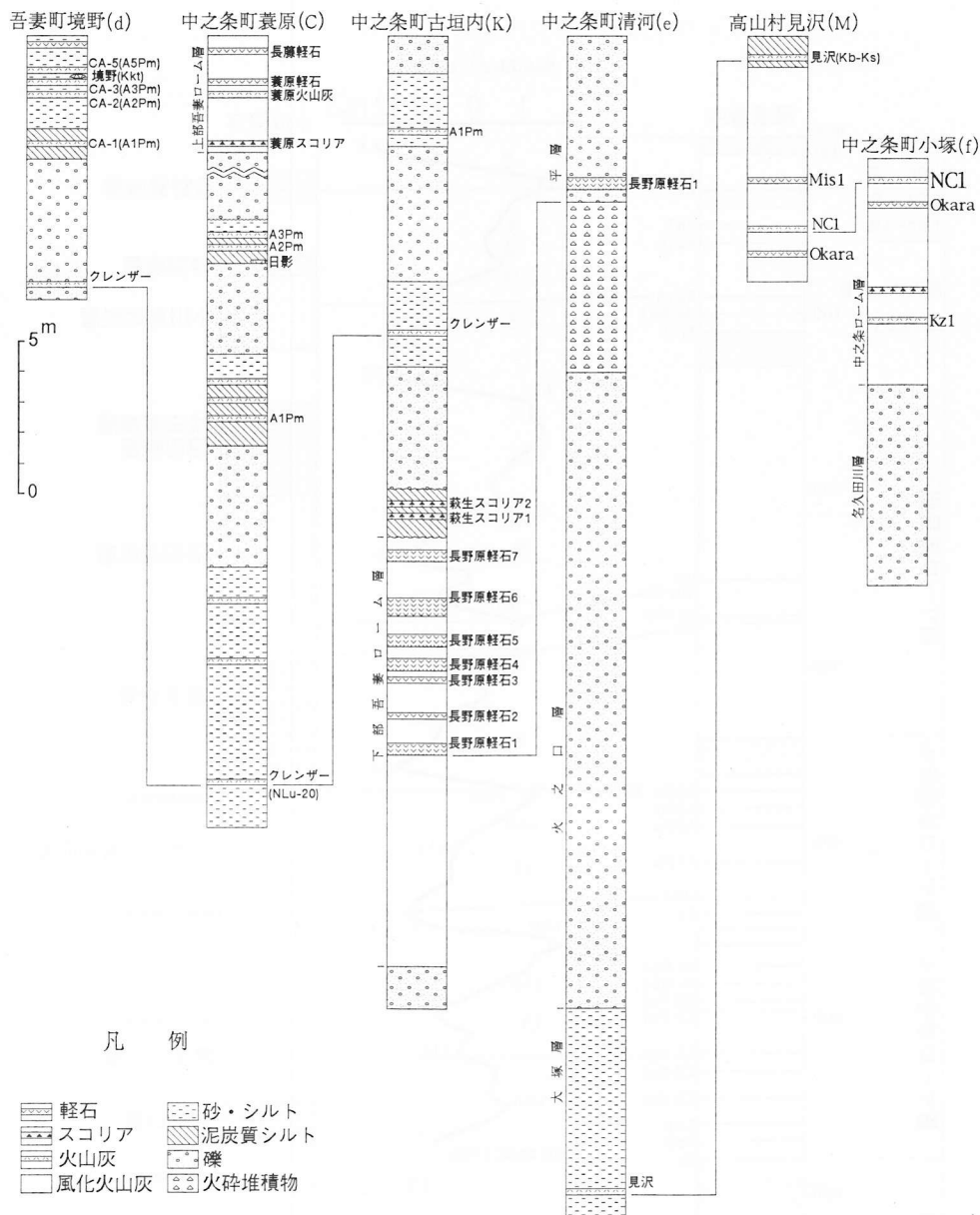


図8 中之条盆地のローム層と水成層のテフラ層序

ている。上部吾妻ローム層は上部中之条湖成層、蓑原礫層の被覆層として存在しており、ステージ9から6にわたって堆積した。

ローム層の層序境界は堆積盆地内の水成堆積物の構造運動や火山活動による地形改変を反映しているが、それは同時に酸素同位体ステージに見られるような気候変動による地形環境の変化を反映している可能性がある。

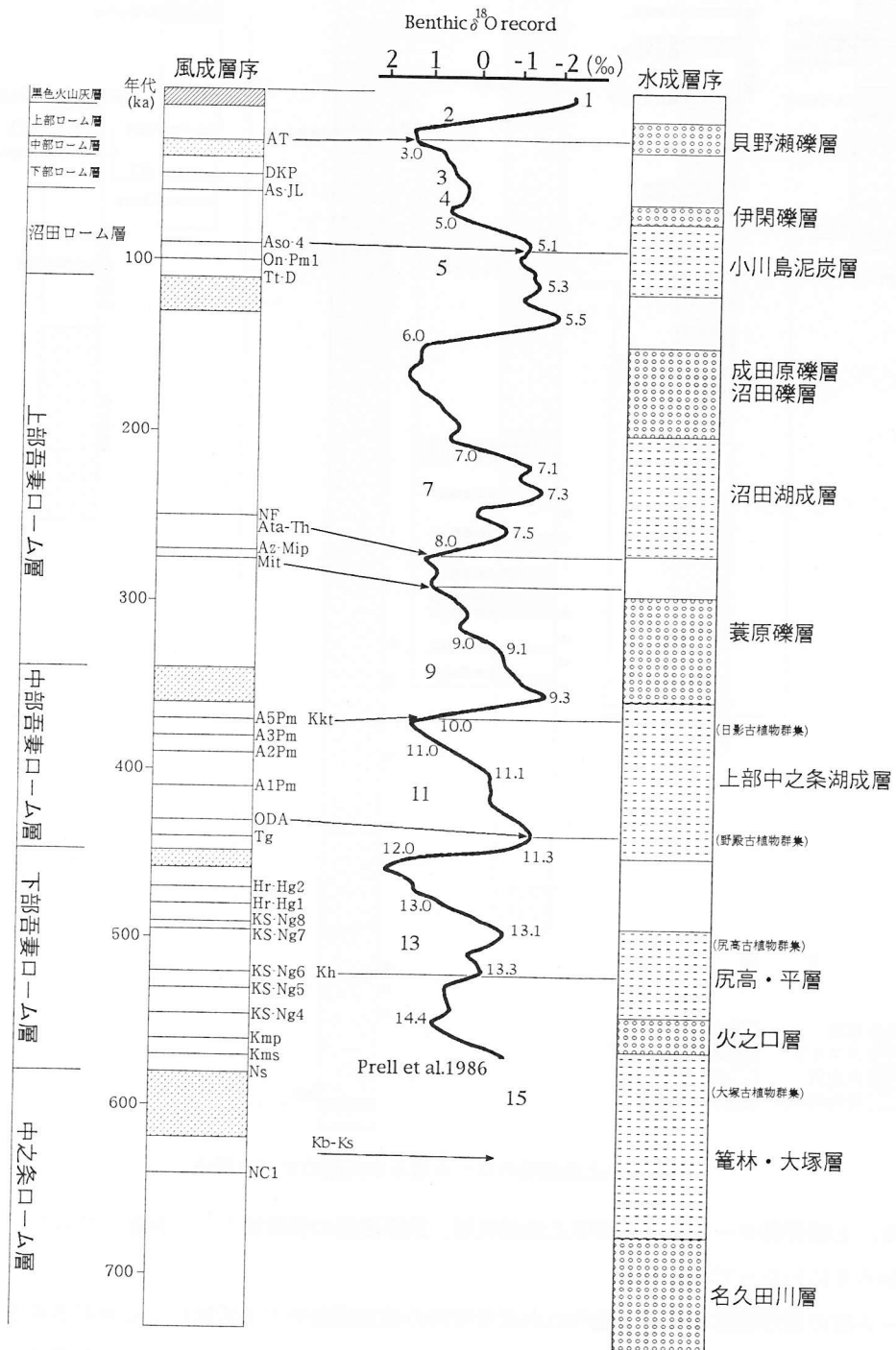


図9 群馬県北西部のローム層と水成層の層序対比

D. 北関東の前期旧石器文化の層位

近年、東北地方で確実に中期更新世に属するローム層から旧石器遺物の発見が相次ぎ、日本列島の人類史の起源は原人段階にまで遡って考えられるようになった。最近になって、群馬県内の上部吾妻ローム層～沼田ローム層から前期旧石器に属する遺物が発見され、県内でも後期更新世の初頭に人類の足跡の断片が確認されるようになっている（藤村・関矢，1997）。

かつて県内で発見された3万年より古い旧石器文化の層位は、桐原遺跡では赤城鹿沼テフラと榛名八崎テフラの間、入の沢遺跡の上層は榛名八崎テフラの直上にあり、35～40kaの年代である。また、権現山や不二山の旧石器文化層は赤城湯の口テフラの前後で45ka前後と思われる。藤村・関矢（1997）によって発見された加生遺跡の旧石器文化は上部吾妻ローム層の中の長藤軽石層の1m上位に層位があり、不整合の影響を受けなければ最大で220ka前後の年代が予想される。

本論文で記載されたテフラの層序は、今後県内の旧石器文化の解明に層序学資料として積極的に活用されることを期待し、原人段階の前期旧石器文化の遺跡の発見に向けた基礎資料として利用されることを望む。

7 ま と め

中之条・沼田盆地周辺に分布する中期～後期更新世のテフラ・ローム層は、榛名火山および群馬・長野県境周辺の第四紀火山から噴出された降下火砕堆積物からなる。ローム層は、風化帯や斜交層準によって中之条ローム層、下部吾妻ローム層、中部吾妻ローム層、上部吾妻ローム層、沼田ローム層、下部ローム層、中部ローム層、上部ローム層に区分される。またローム層の層序単位は、累層単位であると考えられる。

中之条ローム層や吾妻ローム層は、6層準の“クリスタル・アッシュ”などの広域テフラを挟在することにより中期更新世に堆積したものと考えられる。年代の指標となるテフラを同定し、ローム層の堆積速度を見積もった。これらのローム層は、周辺火山の火山活動によって供給された風成堆積物から構成されていると考えられ、その堆積は常に行われ、年間0.042mm前後であると見積もられた。

ローム層と中之条盆地の水成層の層序対比を行い、ローム層の層序境界は堆積盆地内の水成堆積物の堆積場の変化による地形改変を反映している事がわかる、これは水成層の構造運動や火山活動による広域な地形改変が主因であるが、それは同時に酸素同位体ステージに見られるような気候変動による地形環境の変化のサイクルを反映している可能性があることが明らかになった。

謝辞

研究を進めるに当たって、たくさんの方々に現地での討論を含め、有益なご助言・ご指導をいただいた。大阪市立大の熊井久雄氏、吉川周作氏、群馬大の野村 哲氏、早川由紀夫氏、吉川和男氏、群馬大名誉教授の新井房夫氏、防衛大名誉教授の壽圓晋吾氏、茨城大の竹本弘幸氏、戸隠村地質化石館の田辺智隆氏、長野県埋蔵文化財センターの市川桂子氏、京都フィッシュン・トラッ

クの檀原 徹氏、東京都立大の鈴木毅彦氏、榛名団体研究グループの小森郁美氏、新井雅之氏、高橋 誠氏、北爪智啓氏、群馬大の久保誠二氏、高崎地学愛好会の中村正芳氏、磯田喜義氏、上信火山団体研究グループ、関東火山灰グループ、クリスタル・アッシュ研究会の皆さんに貴重なご助言をいただいた。島根大の木村純一氏には原稿の一部を読んでいただいた。以上の皆さんに厚く御礼申し上げます。

文献

- 会田信行・斉藤尚人・小林雅弘・関東火山灰グループ (1992) 強磁性鉱物と斜長石による“クリスタル・アッシュ”の対比, 地球科学, 46, 69-72.
- 新井房夫 (1962) 関東盆地北西部地域の第四紀編年, 群馬大学紀要, 自然科学, 10, 1-79.
- 新井房夫 (1969) 北関東の第四系, 日本の第四系, 地団研専報, 16, 161-171.
- 新井雅之・矢口裕之 (1994) 榛名火山の後期更新世から完新世の噴火史, 日本第四紀学会講演要旨集, 24, 174-175.
- 千葉茂樹・木村純一・佐藤美穂子・富塚玲子 (1994) 福島県磐梯火山のテフラ・ローム層序と火山活動史, 地球科学, 48, 223-240.
- 藤村新一・関矢 晃 (1997) 群馬県北群馬郡持加生西遺跡, 10万年前の中期旧石器時代の遺跡, 日本考古学協会第63回総会研究発表要旨, 47-50.
- 福岡孝昭・寺田 博 (1984) 同一ジルコンを使った火山岩のイオニウム年代とフィッシュン・トラック年代, 火山, 29, 311-312.
- 花岡邦明・豊野団体研究グループ (1985) 長野盆地北部における中部更新統, 日本第四紀学会講演要旨集, 15, 104-105.
- 榛名団体研究グループ (1991) 中之条盆地北東部の第四系, 地団研第45回総会シンポジウム要旨集, 97.
- 早川由紀夫・由井将雄 (1989) 草津白根火山の噴火史, 第四紀研究, 28, 1-17.
- 早川由紀夫 (1991) テフラとレスからみた火山の噴火と噴火史, 第四紀研究, 30, 5, 391-398.
- 早川由紀夫 (1995) 日本に広く分布するローム層の特徴とその成因, 火山, 40, 177-190.
- 早川由紀夫 (1996) マスターテフラによる日本の100万年噴火史編年, 火山, 40, 特別号, S1-S15.
- 早津賢二・新井房夫 (1980) 妙高火山群テフラ地域の第四紀テフラ層—指標テフラ層の記載および火山活動との関係, 地質雑, 86, 243-263.
- 平賀章二・市川米太 (1988) 熱ルミネッセンス法による火山灰の年代測定, 地質学論集, 29, 207-216.
- Hooghiemstra, H. and Sarmiento, G (1991) Long continental pollen record from a tropical intermontane basin: Late Pliocene and Pleistocene history from a 540m core. Episodes, 14, 107-115.
- Imbrie, J., Hays, J. D., Martinson, D. G., Macintyre, A., Mix, A. C., Morley, J. J., Pisias, N. G., Prell, W. L. and Shackleton, H. J. (1984) The orbital theory of Pleistocene climate: support from a revised chronology of marine O18 record. In *milankovitch and climate*, ed. A. Berger, J. Imbrie, J. Hays, G. Kukla, and B. Saltzman, 269-305. Reidel, Dordrecht, Netherlands.
- 上加世田聡・上信火山団体研究グループ (1989) 四阿火山南西麓の中部更新統, 日本地質学会第96年学術大会講演要旨, 266.
- 関東ローム研究グループ (1965) 関東ローム, その起原と性状, 築地書館, 東京.
- 加藤碩一・檀原 徹 (1987) 大町テフラ層下部層に挟まれるクリスタル・アッシュのフィッシュン・トラック年代, 地調月報, 38, 265-280.
- 川端経男 (1967) 上州北部の古期ローム層, 群馬地学, 2, 3-7.
- 吉川清志 (1990) ICP 発光分析を用いたテフラの同定法とその応用, 地学雑誌99, 743-758.
- 木村純一 (1987) 長野県聖山北麓の更新統, 地質雑, 93, 245-257.
- 木村純一・竹村健一・松本盆地地団研木曾谷グループ (1991) 木曾御岳火山周辺の後期更新世の降下火砕堆積物, 層序と岩石記載, 地球科学, 45, 6, 415-434.
- 木村純一 (1994) 光学的分散法による屈折率測定法: パーソナルコンピュータを用いた迅速測定, 福島大学理科報告, 53, 13-22.
- 北爪智啓・高橋 誠・磯田喜義・榛名団体研究グループ (1994) 中之条盆地の中部更新統の層序と植物化石, 日本第四紀学会講演要旨集, 24, 176-177.
- 小森郁美・矢口裕之 (1992) クリスタル・アッシュの層位と強磁性鉱物の熱磁気特性による対比, 第四紀, 25, 11-16.
- 松本盆地団体研究グループ (1972) 松本盆地の第四紀地質の概観—松本盆地の形成過程に関する研究 (1), 地質学論集, 7, 297-304.
- 松本盆地団体研究グループ (1977) 松本盆地の第四紀地質, 松本盆地の形成過程に関する研究 (3), 地質学論集, 14, 93-102.
- 溝田智俊・下田正一・窪田正和・竹村恵二・磯 望・小林 茂 (1992) 北九州の緩斜面上に発達する風成塵起源の細粒質土層, 第四紀研究, 31, 101-111.
- 中村一明 (1970) ローム層の堆積と噴火活動, 軽石学雑誌, 3, 1-7.

- 中村正芳・高崎地学愛好会 (1989) 群馬県高崎市西部碓氷川下流域の第四系, 日本地質学会第96年学術大会講演要旨, 276.
- 中谷 進 (1972) 大町テフラ層とテフロクロノロジー, 第四紀研究, 11, 305-317.
- 中山茂樹 (1978) 碓氷川流域の河岸段丘, 駒沢地理, 14, 245-251.
- 仁科良夫 (1982) クリスタル・アッシュの分布と起源を求めて, 信濃教育, 114, 1-9.
- 野尻湖地質グループ (1983) 神山ローム層と野尻ローム層の層序—野尻湖発掘地の層序とその周辺の地質その4 (1979-1983) 地団研専報27, 23-44.
- 野尻湖火山灰グループ (1980) 野尻湖層と野尻ローム層の砂粒組成, 地質学論集, 19, 33-47.
- 野尻湖古地磁気グループ (1980) 野尻ローム層の磁化機構と強磁性鉱物のキュリー温度, 地質学論集, 19, 61-74.
- Prell, W., Imbrie, J., Martinson, D. G., Morley, J., Pisias, N., Shackleton, N. J. and Streeter, H. (1986) Graphic correlation of oxygen isotope stratigraphy application to the late Quaternary. *paleoceanogr*, 1, 137-162.
- 斉藤尚人 (1988) 広瀬ローム層中のクリスタル・アッシュに含まれる斜長石について, 地団研専報, 34, 137-141.
- 斉藤尚人・クリスタル・アッシュ (大町 APm, BP) 研究会 (1996) 中部日本における中期更新世の指標テフラ, 35, 339-345.
- 柴田 賢・山田直利 (1977) 岐阜県東部の高原火山岩類及び上野玄武岩の K-Ar 年代, 地球科学, 31, 15-18.
- 塩川団地研究グループ (1970) ハヶ岳東麓のローム層, 第24回地団研総会討論会資料集, 51-56.
- 鈴木正男・杉原重夫 (1983) フィッション・トラック年代からみた上総層群の鮮新/更新世境界, 日本第四紀学会講演要旨集, 13, 69-70.
- 鈴木正男 (1988) 第四紀火山灰層のフィッション・トラック年代について, 地質学論集, 30, 219-221.
- 鈴木毅彦 (1990) テフロクロノロジーからみた赤城火山最近20万年間の噴火史, 地学雑誌, 99, 182-197.
- 鈴木毅彦・早川由起夫 (1990) 中期更新世に噴出した大町 APm テフラ群の層位と年代, 第四紀研究, 29, 105-120.
- 鈴木毅彦・早津賢二 (1991) 関東—中部地方の第四紀テフラ研究, とくに中期更新世テフラの重要性, 第四紀研究, 30, 361-368.
- Suzuki, T. (1992) Stratigraphy of tephra layers from the latter half of middle Pleistocene to late Pleistocene in the chubu-kanto area, central japan. reprinted from geographical reports of tokyo metropolitan university, 27, 29-53.
- 鈴木毅彦・奥野 充・早川由紀夫 (1994) テフラからみた日光火山群の噴火史, 月刊地球, 16, 215-221.
- 鈴木毅彦 (1995) いわゆる火山灰土 (ローム) の成因に関する一考察, 中部・関東に分布する火山灰土の層厚分布, 火山, 40, 167-176.
- Suzuki, T. (1996) Chemical analysis of volcanic glass by energy dispersive X-ray spectrometry with JEOL JED-2001 and JSM-5200 — Analytical procedures and application — Geogr. Report Tokyo Metro. Univ. 31 (in press).
- 鈴木 保・酒井潤一・吉田裕香里・松本盆地団地研究グループ (1997) 信州中部地方における中部更新統の広域火山灰, 広域火山灰対比に基づく中部更新統の古環境復元, 平成7〜8年度科学研究費補助金 (基礎研究 A) 研究成果報告書, 8-22.
- 高田将志・鈴木毅彦・早田 勉・下川浩一・今井 登 (1990) 群馬県榛名山南麓に分布する横川第二軽石の ESR 年代, 日本地理学会予稿集, 38, 152-153.
- 高橋 誠・早川由紀夫 (1995) 群馬県中之条湖成層に産する植物遺体, 群馬大学教育学部紀要自然科学編, 43, 71-86.
- 竹本弘幸 (1986) 沼田盆地北西部, 小川島泥炭層の堆積構造, 駒澤大学大学院地理学研究, 16, 35-40.
- 竹本弘幸・百瀬 貢・平林 潔・小林武彦 (1987a) 新时期御岳テフラ層の層序と時代, 中部日本における編年上の意義, 第四紀研究, 25, 337-352.
- 竹本弘幸・米澤 宏・由井将雄・小池一之 (1987b) 中之条湖成層の層序とフィッション・トラック年代, 駒沢地理, 23, 93-108.
- 竹本弘幸 (1991) 大山倉吉軽石層とこれにまつわる諸問題, 駒沢地理, 27, 131-150.
- 徳橋秀一・檀原 徹・遠藤秀典・磯田邦俊・西村 進 (1983) フィッション・トラック法を用いた若い年代測定の試みと問題点, 地調月報, 34, 241-269.
- 渡辺真人・檀原 徹 (1994) 房総半島上総層群の FT 年代, 日本地質学会第101年学術大会講演要旨, 69.
- 矢吹秀雄・島 誠 (1970) フィッション・トラックによる第四紀産ジルコンの年代測定, 理化学研究所報告, 46, 59-62.
- 矢口裕之 (1989) 榛名山北西麓の中部更新統, 日本地質学会第96年学術大会講演要旨, 277.
- 矢口裕之・田辺智隆 (1990) 群馬県北部に分布する中期更新世の火山灰層, 日本第四紀学会講演要旨集, 20, 120-121.
- 矢口裕之・小森郁美・長谷川桂子 (1992a) クリスタルアッシュの層位と対比, 日本地質学会第99年学術大会要旨, 230.
- 矢口裕之・榛名団地研究グループ・高崎地学愛好会 (1992b) 群馬県榛名山周辺の中部更新統, 第四紀, 25, 57-62.
- 矢口裕之・野村 哲・檀原 徹・高崎地学愛好会 (1993) 榛名山南東部に分布する中部更新統の層序, 日本地質学会第100年学術大会講演要旨, 297.
- 矢口裕之 (1994) 榛名山周辺の中期更新世の火山灰層, 日本第四紀学会講演要旨集, 24, 100-101.
- 山口一俊 (1975) 中之条盆地とその周辺の地形, 駒沢大学院地理学研究報告, 5, 28-39.
- ハヶ岳団地研究グループ (1988) ハヶ岳山麓の中部更新統, 地団研専報, 34, 53-89.
- Yoshikawa, S. (1984) Volcanic ash layers in the Osaka and Kobiwako Groups, Kinki District, japan. *Jour. Geosci., Osaka City Univ.*, 27, 1-40.
- 吉永秀一郎 (1993) 「ローム層」の成因と最終水期中の風成塵の堆積速度—十勝ローム層を例として—, 第四紀学会講演要旨集, 122-123.
- * 日本第四紀学会 (1994年) にて, 内容の一部を講演した。

Summary

Tephra Stratigraphy of Middle-Late Pleistocene Tephric loess deposits at north western Gunma prefecture, Central Japan.

Hiroyuki Yaguchi

The Middle-Late Pleistocene tephtras, distributed around Nakanojyo basin are composed of air fall pyroclastics by Haruna volcano and many volcanos around the border of Gunma and Nagano prefectures.

In the analysis of the characteristics of old soil and unconformity, the tephtras and the tephric loess deposits are divided into eight formations asfollows: Nakanojyo Loam, Lower Agatsuma Loam, Middle Agatsuma Loam, Upper Agatsuma Loam,

Numata Loam, Lower Loam, Middle Loam and Upper Loam from below.

A broad range of tephtras such as the vitric volcanic ashes from Kyushyu and the "Crystal Ash" from central Japan are found in the tephric loess deposits and the lake deposits of research zone.

The tephtra geologic age is proportionate to the thickness of tephric loess deposit. Hence, this correlation can be regarded as a key factor to assess the geologic age of tephric loess deposit.

The tephtras found in this survey are made up of C₁, Kb-Ks, ODA, A₁₋₆Pm, Kkt and Ata-Th from below. The thickness of the tephric loess deposit is estimated to be 42 mm per 1000 yrs in accordance with tephtra geologic age.

A comparison was made between the tephric loess deposits and the lake deposits around Nakanojyo basin on the basis of tephtra characteristics, by which the geologic period for the cumulation was measured.

The formational period of lake deposits in Nakanojyo basin was directly affected by volcanic activities and was similar cycle to the curve line of climatic changes.

The stratigraphical boundaries of tephric loess deposits were associated with the formation in the periods of volcanic activities and geographical deformation in surrounding areas. The sectional cycle showed the similarity to the curve line of climatic changes.

Key Words

*Nakanojyo Loam, Agatsuma Loam, Numata Loam, Tephric loess deposit, "Crystal Ash",
Middle Pleistocene, Haruna Volcano*
