摘するような疑問の余地を残している。鈴木はこの点を考慮に入れながら、それらの ^{14}C 年代を基にして検定曲線を引いているが、むしろ薦めたいのは、町田・鈴木 (1971) が下末吉・武蔵野ローム層中から発見した黒曜石について、水和層の測定を試みることである。これらの黒曜石は、火山灰とともに噴出降下したものととして、そのフィッション・トラック年代はテフラの年代を与えるものとしている。そうであるならば、その同じ黒曜石の表面に形成されている水和層の厚さは当然、その黒曜石のフィッション・トラック年代と対応するものである。その年代は ^{14}C 年代よりは遙かに古いけれども、検定曲線作成の基準としては極めて有効であると思われる。

そうすると、ここでフィッション・トラック年代の信頼性について、一言触れておかなければならない。この年代測定法については、特に ^{238}U の自発核分裂率の値に対して、これを疑問視する向きがある。というのは、この常数の決定の基準として、Fleischer, Price (1964) はフィッション・トラックを測定した鉱物の年代を、K-Ar 法や Rb-Sr 法を用いて決定しているが、特に K-Ar 法自体の信頼性に関して問題があるからである。もっとも、 ^{238}U の崩壊率はこれだけから算定されたものではなく、合成雲母と天然ウランを用いた実験結果も参酌されている。しかし、いずれにしても、 ^{238}U の崩壊率が正しいかどうかは、それを用いて算出されるフィッション・トラック年代の信頼性に対して、直接影響するのである。

そこで、この問題について、一つの解答を与えると思われる実験例を紹介しておきたい。それは Brill, Fleischer, Price, Walker (1964) によって行なわれた。特殊ガラス器のフィッション・トラック年代の測定である。前世紀の中頃から欧米では、発色剤としてウランを含んだ

ガラス器が作られるようになったが、このものは美しい黄緑色を呈し、紫外線が当たると輝やかな緑色の蛍光を発するという。作製年代のわかっている、このようなウランガラス器 5 箇について、従来の ^{238}U 崩壊率を用いてフィッション・トラック年代が測定された。その結果をみる、とウラン含有量 0.61%, 1850~1860 年作成のガラス器のフィッション・トラック年代は 1840 ± 20 年、同じく U 0.44%, 19 世紀第 4 四半世紀のガラス器で 1860 ± 18 年, U 2.5%, 1925~28 年作成のものが 1924 ± 7 年, U 1.21%, 1939 年 1 月以前作の器で 1938 ± 6 年, U 5.3%, 1943 年 12 月作のもの 1945 ± 4 年, U 1.56%, 1912 年頃作成のものが 1914 ± 20 年となっている。これらのフィッション・トラック年代は、いずれもガラス器作成年代と極めてよく一致している、とみることができる。このことは、一方では年代の算出に用いられた ^{238}U 崩壊率が妥当な値であるばかりでなく、その崩壊率決定の基となった K-Ar 年代もまた、信頼に足ることを意味するものといえる。

引用文献

- Brill, R. H., R. L. Fleischer, P. B. Price and R. M. Walker (1964) The fission-track dating of man-made glasses: Preliminary results. *J. Glass Studies*, **7**, 151—6.
- Fleischer, R. L. and P. B. Price (1964) Decay constant for spontaneous fission of U^{238} . *Phys. Rev.*, **133**, B63—64.
- 勝井義雄・近堂祐弘 (1963) 白滝団体研究会編、白滝遺跡の研究、49—54.
- Michels, J. M. (1967) Archeology and dating by hydration of obsidian. *Science*, **154**, 211—214.
- (東京大学理学部人類学教室)

論評に対する原著者の回答

Authors' Replies to the Comments

1. 小林達夫氏の論評に答えて

南関東先土器時代の代表遺跡である武蔵野の野川遺跡と相模野の月見野遺跡に関して、テフロクロロジーによる対比、編年と考古学 (石器の型式学) によるそれとの相違は、本文にもまた小林論評にも記されているが、簡単に図示すると、第 1 図のようである。すなわち、立川ローム中部においてナイフ型石器の出土層位とテフラ

町 田 洋

Hiroshi MACHIDA

の鍵層とが交叉する。これに関して、小林論評はテフロクロロジーの側で再検討し対比の論拠を明確にせよと望んでいる。筆者らは本文のまえがきにものべたように、人類史と自然の変遷史とのかかわりに関する第四紀末期の諸問題の解明には、多くの異なった方向から接近をしていき、お互いに足りないところを補ない、誤りを正し合う必要があると考えている。この意味で、テフロ

クロノロジーと考古学の対比結果のちがいの意義を検討するのは、その本旨に沿うものであり、きわめて有意義であると考え。まず互いに結論を出す過程に誤りがなかったか、両者のちがいが本質的なものかどうかを検討するべきであることはいままでもない。

さて、テフロクロロジーの観点からの結論では、第1図の鍵層（とくに TnP）およびその層準の認定にはいまのところ誤りは、見出すことができない。したがって、出土石器の型式に関する判断に誤りがなければ、両接近法のもたらしめた隔りは、依然として大きいといえる。

立川ローム中部を占める丹沢パミス(ガラス質火山灰)を、相模野から武蔵野にかけて追跡・対比した理由は、本文でものべられているが、とくに強調したいのは、このテフラがきわめて特徴的な組成をもつという点である。このほかに、その直上にくる S₁S などとの関係で、野外で追跡できるという点もある。立川ローム層はよく知られているように、斑晶鉱物はおもっぱらかんらん石、輝石、鉄鉱物、斜長石などからなり、玄武岩質のスコリア層がその大部分を占める。ここでのべた丹沢パミスはほとんど火山ガラスのみからなるきわめて特異な火山灰である。火山ガラスそのものは、別の層準でもわずかながら認められるが、相模野、武蔵野で TnP の層準とした部分は、特徴のある火山ガラスの密集帯である。そしてその火山ガラスの屈折率がどこでもほぼ 1.500 でかなり珪長質であること、無色透明で新鮮なこと、気泡を含み形状に特徴があり、しかも随伴鉱物（しそ輝石、普通輝石、角閃石、鉄鉱物など）に共通する点のあることなどの特徴をもち、近接する層準のテフラにこれと類似するガラスはまだ見出されていない。すでに、貝塚(1958)の武蔵野における発見につづいて、加藤(1962)も、東海地方の台地上のクロボク土に、似た火山ガラスのあることを指摘している。立川ローム中の他の火山ガラス供給層について、今後相模野以西で詳しい調査を行なう必要があるが、いまのところ、近接した他の層準に TnP と全

く類似した、しかし別のガラス質火山灰は認められていない。したがって、現段階では、TnP は富士、愛鷹周辺から武蔵野にいたる広域にわたって、立川ローム中部のきわめて重要な指示層と認めることができるのである。

小林論評は、相模野での立川ローム 下限の位置を、TnP の下位にある波状の擾乱帯においた筆者の対比から今回の対比への変更について論理的プロセスを示せとのべている。それは前説においては、相模野におけるいわゆる波状の擾乱帯が、武蔵野における立川ローム・武蔵野ローム境界(いうまでもなく関東ローム(1958)によって規定されたクラック帯)ときわめて酷似した岩相を示したことで、およびそれより上の暗色帯の発現状態が武蔵野における立川ローム中の上・下の暗色帯のそれと似ていたことに判断の材料を求めたからである。そしてこうした前説を訂正し相模野における両ローム境界層をより下方へもってくるように改めざるを得なくなったのは、従来報告のなかった丹沢周辺や富士東麓で特異な火山ガラス質パミスを発見し、その東方への追跡によって、従来武蔵野で貝塚により指摘されたガラス密集帯につづくことを確かめ、それをクラック帯あるいは暗色帯などの部分よりもよりすぐれた鍵層として確認したからである。このガラス密集帯の直上にくる S₁S もよい鍵層となる。一枚の特異な、つまり他の層準のテフラから識別されるテフラの認識とその追跡は、土壌化したテフラ層の集合層である暗色帯などよりも、より優位の horizon marker であることはいままでもないからである。

さて、このようにみると、小林の指摘するナイフ型石器の出現する層準が、上述の TnP をはさんで、月見野、野川両遺跡で前後するのは、どのように説明したらよいであろうか。一つの妥協的な案としては、その間にはさまれる鍵層の TnP と S₁S およびそれらに近い層準のテフラは堆積が早かったとし、両層準はこれらのテフラをはさむものの、時間的な隔たりはさほど大きくないかもしれない、という解釈を下すことである。たしかに、鍵層の一つである S₁S は立川ロームの中では厚いスコリアであるので、この部分の堆積速度は早かったと考えられる。しかし、詳しくみると、野川ではナイフ型石器の産出層Ⅳ-4層は、ガラス極大層準から約 40~50 cm 上位にあり、その間に第一暗色帯と呼ばれる腐植質火山灰層をはさむ。また月見野では、小林のいうナイフ型石器は、TnP の層準から 20 cm ほど下位にある腐植質火山灰層(BB-3)から出土する。産出層が1枚ないし数枚のテフラしか隔てていないものならば、その時間の間隔は少ないとみることができよう。しかし、相当多数のテフ

第1図 実線の矢印はテフラによる対比。破線の矢印は石器型式による対比。斜線部は暗色帯。

層からなる風化した腐植質火山灰層をはさんでいるところからみると、両層準の隔りはかなり大きいと判断される。安易な妥協は排すべきであろう。

さて、石器については全くの素人である筆者にとって、野川のⅣ-4層から出土するものと、月見野のBB-3から出土するものとが、同一型式、同一時代とする小林・小田の意見を論評することは不可能である。ただ筆者らの論文のⅢ・2の末尾でのべた原因の考察の中でとくに考古学側に敢て希望を述べるとすれば、問題となる層準で tool-kit が完全に出揃っているか否かの検討という点である。石器の型式による対比でつよく要請されるのは、いうまでもなくより豊富な tool kit の出土という条件であると考えられる。この条件は野川、月見野両遺跡の、立川ロームすべての層準ではたして満たされているであろうか。したがってこの点とはとくに月見野のBB-3以下、野川のⅤ層以下で、チェックされることがのぞまれる。

以上、小林氏の討論に対して、テフロクロノロジーの立場から答えた。結局は論評とこの答えとの間では、両者それぞれの立場からの主張をくり返し、結局は平行線を辿ることになったわけであるが、これを契機として、さらに多くの研究者の広い分野からのアプローチと討論が行なわれることが期待される。筆者も、今後 TnP を含め、それと同様の重要性をもつテフラとその特性を見出すことに努め、より詳しくより正確な編年の手がかりを得たいと考えている。もちろん考古学的事実をないがしろにするつもりは毛頭ない。より高次のデータが得られたときには、何らこだわることなく編年を改めたいと考えている。おわりに討論の契機を提供された小林氏

木越邦彦氏の論評に答えて

木越氏は、木炭の年代測定値が包含地層の可能な古い年代値を与え、一方土壌有機物の測定値が地層の堆積年代より一般に新しい値を与えることを示唆されるとともに、測定値はかなりの幅でとらえる必要のあることを指摘された。これらによって、いくつかの測定値からテフラの堆積曲線を引く場合に、第4図に示した破線よりも緩勾配の、S図で深さ6m、3万年の点を通る直線を引く方が妥当ではないかと論ぜられた。

この図のように、性質の異なる試料が混じったわずかな数点の、しかもそのばらつきの大きい年代測定値から、堆積曲線を引くには、相当の任意性が入ることは確かであ

に謝意を表したい。

2. 田尻貞治氏の論評に答えて

1) 対比の論拠を明示するべきだという主張には無論賛成する。テフロクロノロジーの場合、1枚の単層(1噴火輪廻の噴出物)の岩石・鉱物学的、物理・化学的、そして粘土鉱物学的な、あらゆる諸特徴を記載しておくことが、各地の対比、ことに火山から遠い地域での対比と、水成層と陸成層の対比の基礎になるものと考えられる。

2) 給源火口から風下域の遠隔地までの、テフラの岩相変化を示した第3図は、実際に富士火山の新期テフラ、古期テフラのスコリアを、一枚一枚追跡した結果から得られた「モデル」である。こうした岩相変化がなぜ起るかについては、テフラの一次的な降下・堆積条件(原初の厚さの分布)とその後の風化および土壌化の経過に負っていると考えられる。問題は、本文にのべたように、現実には存在するテフラの種々の岩相から、いかなる古環境がどれほど卓越して、その形成に関与したかを導き出すことにある。

3) 立川ロームの暗色帯が一律に暖期に形成されたとは、筆者は考えていない。ただ表層のクロボク土壌に関しては、従来の諸説と同じく、後氷期の気候・植生条件がつよくその形成に関与したことは否定できない。

2)でのべたように、立川ロームの暗色帯については気候・植生条件以外にテフラの堆積条件も十分考慮する必要があると考えている。その意味でテフラないしそれに関連する地層の花粉分析や年代測定は重要であると考えている。

町田 洋・宮崎 明子

Hiroshi MACHIDA and Akiko MIYAZAKI

る。第4図の破線は、年代測定値を基準とし、個々の試料の性格に由来する値の意味も考慮して、なるべく矛盾の少ない第一次近似的な意味をもつ線として引いたものである。なお年代値以外にテフラの堆積状態、土器など考古学的試料の層準などからの判断も加えてある。地層の堆積年代に近いと考えられる木炭の年代値がわずか2点にすぎないので、これに忠実に引くと2万年前のころ堆積速度は著しく早いように引かざるをえず、しかも土壌有機物の年代測定値に適合させて引くなら、複雑な曲線とならざるをえない。測定例の少ない現段階では、そこまで論ずることは不可能であろう。一方、木越氏の引いた緩勾配の直線とすると、3つの土壌有機物の年代値

が期待とは反して古い方へかなりずれる。第4図の破線の方が、同様の矛盾はあるものの、僅かに小さいように見える。実際には、多くの矛盾を消去するようなテフラの堆積曲線は描きにくいのが現状である。今後、測定例が増すにつれて、問題点とともに、多くの知見のえられることが期待される。

次に、第4図で筆者らは、約1万年前以降テフラの堆積速度が急に遅くなったように示したことについて、木越氏は、むしろ立川ロームから1万年前以降も含めて堆積が等速であったと解釈した方がよいという見解を示された。たしかに、木越論評の1)と2)に述べられた諸点を勘案の上、図示した測定値のみに基づいて堆積曲線を引くなら、そのように引くのが妥当であろう。しかし、筆者らが第4図において、1万年前ごろから堆積が遅くなるように破線を引いたのは、ここに示した ^{14}C 年代値のみでなく、次の諸点を考慮したからである。1) 相模野でも武蔵野でも、表土の黒土層の下限近くからは、従来南関東各地でほぼ1万～9千年前という ^{14}C 年代値のえられている縄文早期初頭の土器が出土すること。2) 火山に近い富士東麓～相模野では、立川ロームの最上部は粗粒の赤褐色スコリアであるが、その上でかなり急に岩相が変わり、細粒の黒褐色腐植質火山灰となること。この腐植質火山灰層は富士山麓で富士黒土層と呼ばれ、富士火山の古期活動と新时期活動とを隔てる活動静穏期に、ごくゆっくりと降下した細粒火山灰を母材とするものであ

る(町田:1964)。この中には縄文早期から前期までの土器が含まれる。3) 相模野・武蔵野の表土の黒土は、この富士黒土層とその上にのる新时期テフラとが土壌化したものであるが、後者の場合も古期テフラに比べて1噴火輪廻の噴出物は少量で、ややゆっくりと堆積したと考えられること。

以上の点は、1万年前以降の黒土が、立川ロームとその中に含まれる暗色帯に比べて特異なものであることをよく物語るものと考えられる。腐植含量が著大であることは、従来の黒土成因説のように、後氷期の気候・植生の影響、さらに人為的な植生の改変なども大いに関係するにちがいないが、一方では、母材そのものの堆積速度が微弱となったこと、細粒であることなども関与していると考えられる。

なお、立川ロームと黒土層の境界の年代は、場所により多少異なるであろうことは予想されるが、相模野・武蔵野における具体的な資料はまだ提示し得ない。また、木越氏ののべる二次的な風送によるローム——多分、一度堆積したテフラが再移動したり、テフラ以外の風塵の混入したロームという意味であろう——の分量は、給源火山から遠くなるにつれて多くなるように思える。それを裏づけるような混入物も知られてはいるが、相対的に少量で、各地の堆積速度に変化を与えるようなことは、あってもごく局地的にしかみられないであろう。

鈴木 正 男

Masao SUZUKI

1. 下末吉・武蔵野ローム中の黒曜石に黒曜石年代測定法を適用できる可能性について

フィッシュン・トラック法による年代測定が行われたテフラ中の黒曜石に黒曜石年代測定法を適用することは、理論的には可能であろう。最近、町田洋・小野昭両氏と箱根周辺のテフラを調査した折、TP(東京パミス)、OP(小原台パミス)等に含まれる黒曜石を採取したので、測定を試みる予定である。ただその結果の解釈には次のような問題を考慮する必要がある。①町田・鈴木(1971)に述べたように、テフラ中の黒曜石は、変質がはなはだしいものが多く、フィッシュン・トラック法による年代測定可能な試料が極めて少ない。この事実は、同一テフラに由来する黒曜石でも、かなり質的に異なり、その結果水和速度自体にも、それぞれかなり変異があると考えられる。したがって、こうして得られた標準検量線の内挿から得られる先土器時代遺跡の黒曜石年代が、

精緻な組み立てを要求し、かつ行うことを目指している考古学の方法論に寄与しうるかどうかはかなり疑問である。②下末吉・武蔵野ロームから立川ロームにかけての時代には Würm 氷期の到来、ボードルフ、ゲトワイゲル亜間氷期の存在等が証拠だてるように、かなり大きな気候変動が介在しているから、同一地点の上下層準間でも、 $T=aL^2$ が成立するかどうか吟味することが必要である。

以上の理由で、黒曜石年代測定法をテフラ由来の黒曜石に適用した結果の解釈には慎重でなければならない。筆者の考えるところでは、これより更に有効であろう方法は、遺跡から出土する焼けた黒曜石のフィッシュン・トラック年代(Watanabe and Suzuki: 1969)の測定と、同一層由来の焼けていない黒曜石の黒曜石年代測定を組み合せることである。(焼けた黒曜石の水和速度は、かなり阻害されているから、正しい測定値は焼けていない

黒曜石から得る必要がある.)。実際、武蔵野台地先土器時代遺跡の二・三から、そうした焼けた黒曜石が発見され、現在フィッション・トラック法による年代測定を行ないつつあるので、近い将来報告できるものと思う。

とまれ、黒曜石の水和の機序が明らかになれば、テフラ由来の黒曜石の水和層測定値は、逆にその時代の気候の推定に役立つ可能性がある。そうした意味で、現在試料採取・測定を行なっている。

2. 水和層測定の方法について

水和層測定の方法については、Friedman and Smith (1960), Katsui and Kondo (1965) と大差ない。これらの詳しい方法論の検討は、近い将来、別の論文で行う予定である。

3. $T=aL^2$ の成立について

一様な環境条件、黒曜石の内的条件のもとでは、 $T=aL^2$ が成立することは、理論的にも、経験的にも十分当を得ている (Friedman and Smith : 1960)。ただ、Katsui and Kondo (1965) が示したように、約 5,000 年 B. P. の縄文海進 (有楽町海進) の現在よりも温暖であったとされる時代を境として、それ以前では、水和速度が鈍化することは原理的にもあり得ることである。

Friedman and Smith (1960) が設定した検量線は地域により、現在から 4,000 B. P. ~ 9,000 B. P. の年代範囲であり、かつ年代既知層準由来の試料点数が少なかつたために、この気候の寒冷化にともなう水和速度の鈍化を明らかにすることができなかったのであろう。幸いにも、我が国は、黒曜石を豊富に産出し、かつ洪積世 (1.1 万年 B. P. 以前) の遺跡が多数発見されつつあるから、この黒曜石年代測定法の多角的な適用は、極めて豊かな結実をみるものと予想される。

以上述べたように黒曜石年代測定法は、方法論自体に未だ不確定要因が多く、それらは全て今後の研究を待つものである。シミュレーションによって水和層を実験的に形成して、因子分析をすることなどを通して、これらの不確定要因を解決していくことが急務であらう。

最後に、コメントを寄せていただいた方々に、この方法の発展のために特に記して感謝の意を表する。

引用文献

- Watanabe, N. and M. Suzuki (1969) Fission track dating of archaeological glass materials from Japan. *Nature*, **222**, 1057—1058.