

山形市白鷹山麓の陸成層

山野井 徹*

はじめに

土の中から土器が出てくる。このことは別に珍しいことでもなく、当たり前なこととして見過ごしてしまいそうなことである。しかし、古代人が、それらを土の中に意図的に埋めたものでないとするれば、なぜ土の中に土器があるかは実に不思議なことである。土器がもぐり込むものと仮定し、これを真剣に実験した考古学者もいた。地質学では上にある物が、その下の地層にもぐり込むことは基本原理に反することである。しかしながら、土は地層と違うのであれば、そのようなことが起こり得るかも知れない。では一体、「土」とは何であろうか。自然科学の世界では「土」は、「土壌」（これには「古土壌」も含める）として扱うことができる。土壌は、一般的には母岩（地層や岩石）があって、それが風化した物に地表で堆積した植物遺体が分解するなどしてできた腐植が交じり込んで形成されると解説されている。

ここで地表（土壌の表面）に置かれた物質について考えてみよう。まず、有機物である動植物の遺体は菌類によって分解されたり動物によって食べられたりして細片化する。これらは化学的な分解によって腐植となり、雨水に溶けて地中に浸透する。つまり腐植は上から下へもぐり込んでいくことになる。他方、無機物である礫や土器が地表に置かれたとする。これらはそれ自体で土壌中にもぐり込むことはない。また、どんなに落ち葉などの有機物が上に重なろうとも、有機物は最終的には分解して地表に残らないから、礫や石器などの無機物はそのまま地表にある。ではいつまでも地表にあるかというと、そうあることは難しく、いずれは運ばれたり、埋められたりすることになる。運ばれることは浸食作用が、埋められることは堆積作用それぞれ働くことである。

現在の地表において、無機物の堆積量がその浸食量よりも多い場合は、堆積物は累積して残るし、少ない場合は残らない。したがって、土器を埋積するような土壌は堆積物である。ただし、土壌とは、室内にもってきて乾燥したような物は土壌と言わないように、土壌として現在機能しているものを言う。こうした表層

の土壌が、堆積物として、深く埋積していけば、土壌としての機能を失っていくことになる。このような、かつての土壌を「古土壌堆積物」と呼ぶことにしたい。すなわち、「古土壌堆積物」は、地表において、腐植を集積するなどの土壌化作用を受けながら、累積した堆積物である。このように考えると、水成の堆積岩が、かつての水域の底質の環境を反映しているように、古土壌堆積物はかつての地表の堆積環境を反映しているに違いない。

堆積条件を整えば、こうした古土壌は各地に残されているはずである。そうした古土壌を探していたが、今回、山形市西部の白鷹山麓で見つかったので、その形態を報告し、堆積機構を考えてみることにしたい。

なお、本露頭を観察するに当たり、現地で種々の討論をしていただいた本田康夫氏と田宮良一氏にお礼申し上げます。

露頭の観察

露頭は山形市から「県民の森」に至る道路の拡幅工事による切り取り法面のもの（写真－1）、図－1の○印にその位置を示してある。



写真－1 切り取り法面として現れた露頭（東側）

地層は約15mの厚さで見られ、ゆるく西に傾斜している。ただしこの傾斜は山腹の地表面の傾斜とほぼ平行することから構造運動によるものではなく、堆積時の面であると考えられる。露頭の地質柱状図は図－2に示すとおりである。岩質は淘汰の不良な基質に安山岩の円礫を伴うもので、大局的には礫の多い部分（G

* 山形大学理学部地球環境学教室

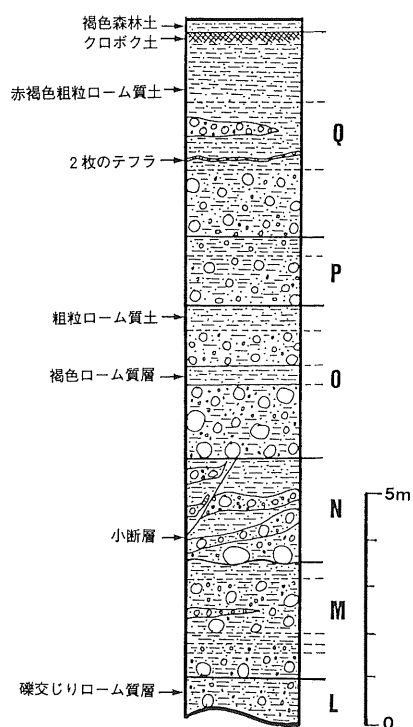


図-2 地質柱状図

層)と少ない部分(S層)が互層をなすものである。G層は、その最下位で下のS層を切って明確な境界をもって接し、中位では礫が少なくなり、上位ではS層



写真-2 露頭の西側(下半部が見られる)

に漸移することが一般的に認められる。こうしたG層で始まりS層に移化して再び上位のG層に切られるまでの一連の地層は、本露頭でくり返し見られることから、堆積の1単位とみなすことができる。これらの単位は、下位より、L、M…P、Qと6つのユニットに記号をもって表すことができる(図-2)。各ユニットごとの岩質は次のとおりである。

L層: 切られた露頭の範囲で見られる最下位層で、細礫を含むローム質層である(層厚: 1m以上)。

M層: 下位より大礫交じり粗粒ローム質土(50cm)、細礫交じり粗粒ローム質土(20cm)、ローム質土(15~20cm)、細礫交じりローム質土から大礫交じりローム質土へと逆グレーディング状を呈する地層で、最大40cmのローム質土のレンズ層を夾む(層厚: 120cm)。礫

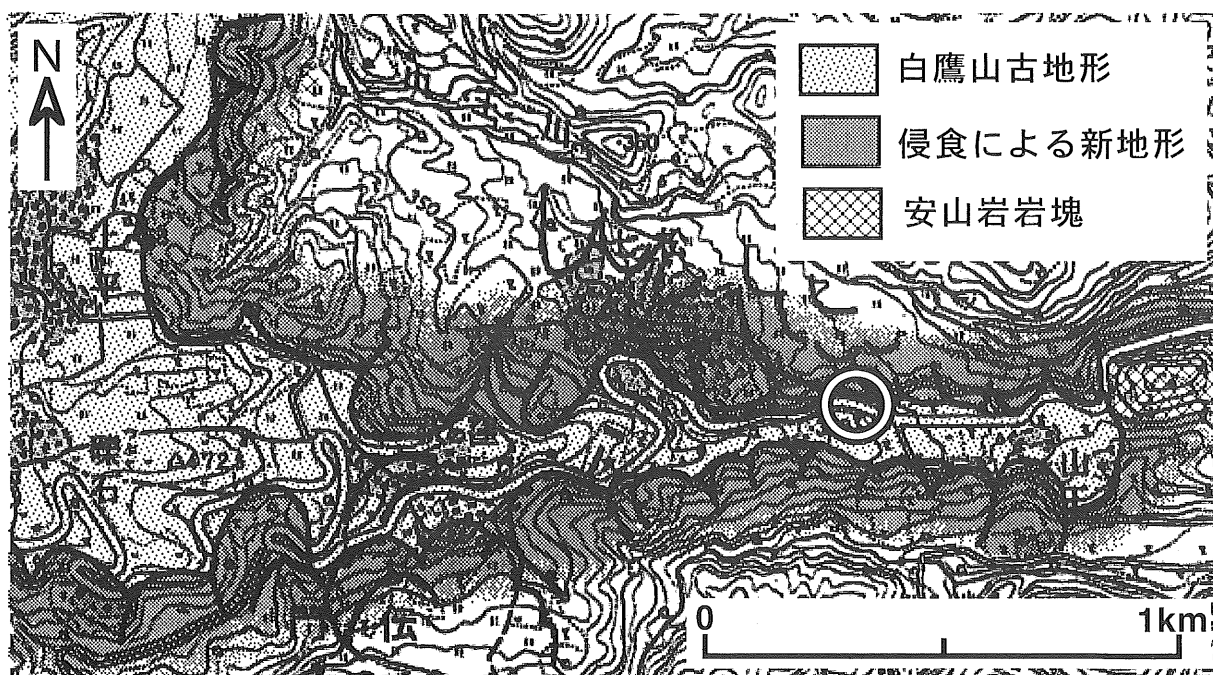


図-1 露頭の位置(○印)と周辺の地形

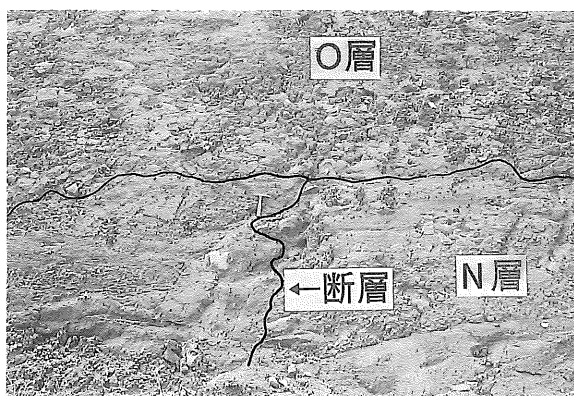


写真-3 N層とその中に見られる小断層

の多くは風化が激しく、いわゆる「腐れ礫」である。

N層：礫の多い部分と礫が比較的少ない粗粒ローム質土の部分が不連続な層状をなして、不規則な互層状に重なる（層厚：200cm）。なお、このN層の中には上位の礫層によって削られる小さな逆断層がみられる。この断層面の方向はN40°W, 40°Nである（写真-3）。

O層：大礫以下の円礫を不規則に含む粗粒ローム質土である（層厚：約300cm）。ほぼ中央部に連続性のある30～40cmの褐色ローム質土がある。上位の粗粒ローム質土の中には微小断層が見られる（写真-4）。

P層：下半部に大礫以下の円礫の密集する部分があり上位へは粗粒ローム質土へと漸移する（層厚：150cm）。写真-5は最下部の礫質部が下位のO層をシャープに切る状況である。

Q層：円礫の多い下半部とローム質土を主体とした上半部からなる（層厚：約500cm）。礫のほとんどは風化が進まず、「腐れ礫」化していない。中位のやや下位にテフラ状の堆積層（2～3cm）が2層認められる（写真-6）。これより上位のローム質層は赤色化が



写真-5 P層の最下部が下位のO層を切る状況



写真-6 Q層の中位に見られる2枚のテフラ

著しい。地表下55cmから25cmの厚さでクロボク土が発達している。このクロボク土の下位は下のローム質土層から漸移するが、上限は地表に続くローム質土（30cm）にシャープに覆われる。

白鷹火山の形成との関係

白鷹山は第四紀の古い火山で、火山体が形成後、大崩壊を起こして現在見られるような多くの沼や丘を形成したと考えられている（山野井, 1990）。大崩壊が、火山体の陥没によるものなのか、大地すべりによるものであるかは不明である。白鷹火山の崩壊地内にあると考えられる地塊は破壊されているのに対し、崩壊地の外の地層は成層構造をもっている（山野井, 1990）。本露頭で見られた地層は、大崩壊地外の白鷹山高原放牧場付近で見られる地層と同様に成層している。したがって、本地点の堆積物は、大崩壊にはかかわらなかったことを示しているし、地形的には図-1に示されるように、ゆるい斜面を形成する地層である。この周囲の地形は、火山体形成後から現在に至る激しい浸食によってかつての白鷹火山の山麓地形はすっかり失われてしまっているのに対し、ここのゆるい斜面は白鷹山の本来の山腹の姿をわずかにとどめている部分と考

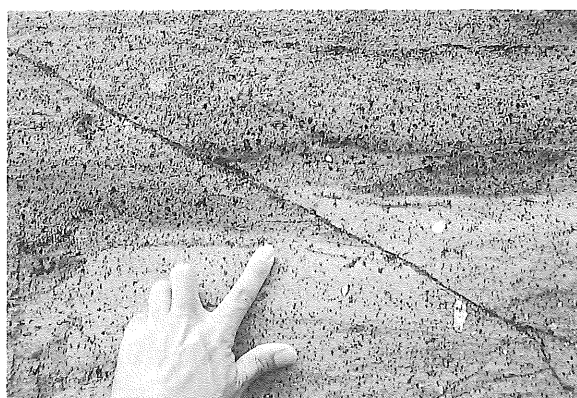


写真-4 O層最上部の粗粒ローム質土と微小断層

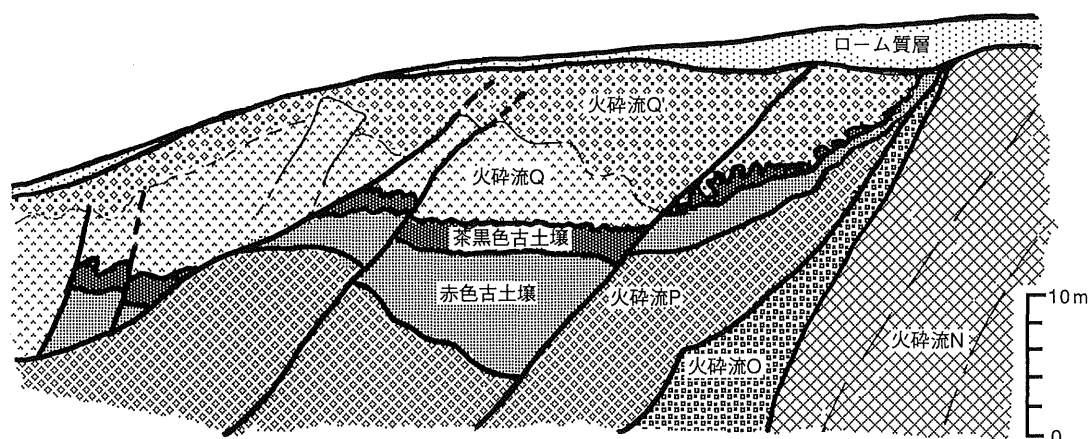


図-3 大沼西方の露頭に見られる火砕流堆積物とそれに夾まれた古土壤（表面は火砕流の熱で炭化）

えられる。したがってこの地層は白鷹山の山麓がどのようにできたかを解く鍵になるはずである。

本地点の地層は前述のように、いくつかのユニットが重なっているものである。それらのユニットは下位は礫の含有が卓越し、上位は粗粒のローム質土が優勢であるという共通性がある。したがって、まずはこのユニットの形成機構を考えてみたい。

ユニットの最下位は下の地層を切る円礫を主体とした地層である。この地層の堆積機構は、かなりの運搬エネルギーを伴うもので、その礫の堆積が、不連続、不規則であることを考え合わせると、具体的には土石流的なものが考えられる。これに対し、上位の粗粒なローム質土は、運搬エネルギーがより小さな静かな堆積環境であったはずである。ラミナの発達が見られないことから堆積に継続的な流水の関与はなかったと考えられる。そうすると、堆積の主体は風成によるものが予想される。ローム質土の堆積が、火山灰の堆積とは無関係の風成層であることが最近明らかにされた（山野井, 1996）。したがって、このローム質層も風成層と考えて良いであろう。

以上のように本露頭の堆積は、礫を主体とする部分は土石流、ローム質土を主体とする部分は風成層と考えられるので、両者は、急激な堆積と静穏な堆積によって形成された対照的な堆積物であるといえる。

さて、白鷹山の形成は、火山体のいろいろな部分の地層の形成史を総合することで明らかになるであろう。本露頭は白鷹火山の中央部から離れた山裾に近い部分である。したがって、火山体の中心部を構成する地質との対応関係が明らかになれば、白鷹火山の全体像の一端を明らかにできるであろう。写真-6は火山体の中心部に近いと考えられる大沼西方の小丘の断面である。この露頭の観察によるスケッチは図-3に示す（山野井, 1995）。この露頭は大崩壊による2次的な破壊を受けてはいるが、いくつかの火砕流のユニット

があって、その間に古土壤が夾まれているものである。火砕流は噴火に伴って急激な堆積をもたらすのに対し、夾まれる古土壤は次の火砕流の流下があるまでの間にゆるやかに堆積した風成堆積物を主体とする地層である。この露頭でも急激な堆積と緩やかな堆積によってできた地層が重なっている。そこで、こうした両露頭の地層を対応させて火山体の形成を考えてみたい。

まず、急激な堆積をした火砕流と土石流堆積物の形成を考えてみる。白鷹山は火山であったから、時期が来ると一定期間火山活動が続く。すなわち、火口から溶岩の噴出があったであろう。白鷹山の場合、マグマの粘性が高いためか溶岩流の発達が悪く火口から遠くにまで達せずに、火砕流となっていることが多い。したがって活動期には火口近くには多くの火砕流堆積物が堆積したはずである。火山体の上部に、短期間の内に火砕流堆積物がたまれば、降雨などがあった場合、それが土石流となってさらに下方へ再移動する。こうして再移動して円礫となって堆積したものが、山腹の下方にある土石流堆積物であると考えられる。こうした上部の急激な浸食と下方の土石流の堆積は、火山活動がおさまった後もある期間続き、火口付近が再び安定した角度の斜面になるまで継続したであろう。

他方、火砕流に夾まれている古土壤や、下方の土石流堆積物の間のローム質土は火山活動の休止期の静穏な時期に、風成粒子を主体に堆積した地層である。こうしたゆっくりと堆積した地層の堆積環境をより具体的に求めるならば、それは現在の山腹斜面を考えればよい。すなわち、植物に覆われ、土壌が形成されている地表である。土壌はその最上部は植物の分解過程にある遺体や腐植に富み（A層）、徐々に下方へ無機質な土壌（B～C層：現在の東北地方であれば、「褐色森林土」）に移化している。

火砕流に夾まれた古土壤は当時の土壌層位をよく保



写真－7 大沼西方の火砕流とそれに挟まれた古土壌、矢印は古土壌の表面で写真6の位置

存している。すなわち、最上部層は茶黒色の腐植に富む地層である。この地層の最上部には炭火した薄層がある。この炭化部は黒い燃焼炭状となっていることから、植物遺体が徐々に炭化していったものではなく、当時の地表を突如としておおった火砕流の熱によって、地表部にあった植物や植物遺体に富む土壌の最上部のA層が燃焼してできたものと考えられる。(写真

山腹下方の土石流の間のローム質層には土壌層位を認めることはできない。すなわち、腐植土に富む部分は残っていないからである。これは当時の腐植に富んだ表土が、土石流に覆われた後も分解が進んだためと考えられる。つまり、土石流の厚さが腐植の分解を止めるに十分な厚さではなく、酸素が供給されたために腐植は分解されてしまったと考えられる。

ま と め

山形市の西部、白鷹山地の裾部で、道路の法面工事によって、山地が形成されたときの堆積物（陸成層）が出現した。この露頭では、陸成層の6つのユニットが認められた。各ユニットは下部は円礫層が優勢で、上部は粗粒のローム質土が優勢な地層からなるものである。これらの陸成層は、火山体の上部の大沼付近にある火砕流堆積物とその間の古土壌堆積物とに対比された。その結果、下部の円礫層は火山活動が活発な時期に、土石流として上部から供給されたものであるのに対し、上部の粗粒のローム層は火山活動の休止期に、斜面に緩やかに堆積した風成堆積物を主体とする古土壌堆積物であると考えられた。

引用文献

- 山野井 徹(1990) 山形市西部地域の山地の形成と浸食。西部地域自然環境調査(報告書), 山形市, 159-169.
- 山野井 徹(1995) 山形市西部(白鷹)山地の形成。山形応用地質, 15号, 9-16.
- 山野井 徹(1996) 黒土の成因に関する地質学的検討。地質学雑誌, 第102巻, 526-544.



写真－8 古土壌の表面は火砕流の熱のため燃焼炭化

－7)。茶黒色土の下はレンガ色をした赤色土であり、両者の境は漸移的である。このことから、当時は、腐植に富む表層部の土壌であるA層の腐植が分解されれば赤色土が形成されるような環境であったことが推定される。この環境は、現在の褐色森林土ができる環境とはかなり異なっていたであろう。このように当時の土壌が土壌層位を残したまま良好に保存されているのは、厚い火砕流に急激に覆われ、地下深くに埋設されることによって地表の酸化的な環境から遮断されて、分解が進まなかったためと考えられる。