

浅間山噴火（1783年）による埋没表層土の土壤構造に 認められる埋没前の植生・土地利用の影響

須永薫子*・平山良治*

SUNAGA, Kaoruko* and Ryoji HIRAYAMA* : Soil Micromorphology and Physical Properties of Buried Cultivated Soils of Edo Periods under the Volcanic Mudflow Deposits of the 1783 Eruption of Asama Volcano

火山災害にともなう泥流や大量の火山灰によって短期間に埋没した遺跡では、当時の表層であったと考えられる層位にかつての土地利用を反映した形状が確認できる。そうしたかつての表層の土壤（以下埋没表層土と称す）は、古環境復元を行う上で様々な情報を保持するのみならず、年代情報等と補完することによって、より詳細な古環境復元の可能性を有する研究対象である。これまでの研究から埋没土壤に当時の土地利用に起因すると考えられる土壤理化学的傾向が確認できることがわかっている（須永ら 2003）。

従来の古環境復元の手法では、花粉等の微化石や化学成分を土壤中から抽出する方法が一般であった。一方、薄片試料を用いた土壤観察は、動物の生活痕や根跡など抽出不可能な、何も無い空間を解析できること、非破壊分析であるため抽出作業に耐えられない物質の分析が可能であることなどから、古環境復元手法として注目されている。これまでの考古学において、こうした土壤観察の方法は、例えば、住居跡の床面の検証等、特徴的、かつ通常の発掘調査では破壊されてしまう微細な特徴を検証するために用いられてきたが、土壤構造と埋没以前の植生や土地利用を検討した報告は極めて少ない。土壤構造解析を用いた土地利用の特定方法の確立は、例えば畑跡のように、明瞭な特徴を伴わない土地利用において特に期待されている。農耕地遺構の一つである水田遺構では、湛水にともなう土壤の変質や水路のような特徴的な遺構を伴うが、畑跡では形状の崩壊しやすい畝などが不明瞭に残る程度の遺跡が多く、自然堆積との明瞭な区別が困難な場合が多い。

一般に土壤構造や土壤物理性は、土壤生成因子である母材や気候、植生や人為的影響により変化することが知られている。とくに人為的影響を強く受ける畑や水田のような農耕地では、森林や草地等の自然植生下と異なる構造が形成される。こうした土壤構造の土地利用や植生による変化に関しては、現代の表層土において様々な報告がなされている（Blank and Fosberg 1989, 荒川・東 1995）。しかしながら埋没表層土を検討するには、埋没に伴う圧密等、不確定な要素が多く、さらに埋没依然の土地利用を明らかにすることが困難であるなどの問題点が多く、その検討が困難であった。

そこで本研究では、埋没以前の土地利用の異なる埋没土壤の土壤構造の比較をおこなうことで、土壤構造に認められる埋没以前の植生・土地利用の影響を明らかにすることを目的とした。推定された土地利用および植生から、人為的影響を受けていないと考えられる地点を自然植生下の土壤とし、畑跡土壤の土壤構造の特徴と比較することで、畑跡で観察可能な埋没以前の影響によると考えられる特徴を検討した。

* 国立科学博物館 筑波研究資料センター 筑波実験植物園, Tsukuba Botanical Garden, National Science Museum, Tsukuba, 305-0005.

方 法

1. 供試土壌

(1) 埋没の経緯

1783年の浅間山噴火に伴い発生した泥流によって埋没した群馬県吾妻郡長野原町林に所在する下原遺跡（以下下原と称す）において試料を採取した。

この1783年の浅間山噴火の状況は史料の記録や同様の経緯で埋没した遺跡群の発掘調査により詳細な研究がなされている（関・諸岡 1999, 日野・都司 1992）。噴火は5月9日（新暦）から始まり、浅間A軽石（As-A）（町田・新井 1992）降下の後、8月5日の大噴火、さらに吾妻川での泥流発生、泥流の利根川への流入へとつづいた。

下原では、1783年の浅間山噴火に伴い発生した泥流が約1~2 mの厚さで堆積していた。泥流層直下の層位は江戸時代当時の地表面と考えられた。泥流堆積は急激であり、大噴火発生から数十分で地表面は埋没されたと考えられている。発掘された江戸時代の表層土と考えられる層位（以下江戸時代表層土と称する）の状態および遺構の形状から、泥流による堆積時の江戸時代表層土への攪乱は少なかったと考えられた。また泥流堆積物が厚いため、後世の攪乱の影響も江戸時代当時の地表面へはほとんど及んでいない。観察から江戸時代表層土の畝の形状は明瞭に確認することができた。

下原は、浅間山の北東約20 kmの下原は吾妻川の左岸の河岸段丘上に位置する。江戸時代表層土の地表面は遺跡の南に位置する吾妻川に向かい若干傾斜しており、吾妻川との比高は最大で約20 mである。発掘以前、現代の表土の土地利用の一部は雑木林であった。

(2)江戸時代表層土の特徴と採取地点の選定

江戸時代表層土の形状から土地利用の推定をおこなった。採取地点の模式図をFig. 1 に示した。畝の形状が規則的に確認できた地点を畑跡とし畝の形状の高い部分（Site 1 山部と称す）、低い部分（Site 2 谷部と称す）から試料を採取した。畝の高低差は約10 cmであった。

江戸時代表層土の形状から礫等が多く、周辺に遺構を伴わない地点を対照地(Site 3)として採取した。対照地は森林もしくは草地であることが推定できた。

2. 観察用試料の作成

微細形態観察試料は、平山（1992）に準じて作成した。

(1) 試料採取および脱水

不攪乱試料は、ステンレス製円筒（直径10 cm, 高さ10 cm）を用いて採取した。試料は、急冷真空凍結乾燥法を用いて水分を除去した。すなわち、ステンレス製円筒中の試料に液体窒素を注入し、-190℃に急冷後真空凍結乾燥機で乾燥した。

(2) 樹脂の含浸および固定

脱水した試料に真空含浸装置で樹脂および試料中の空気を除きながら樹脂を含浸した。樹脂には、希釈剤としてアセトン、触媒としてメチルエチルケトンパーオキサイド、促進剤として6%ナフテン酸コバルトを不飽和ポリエステル樹脂（商品名：ポリライト TC241;大日本インキ（株））に加え、よく混合した溶液を用いた。

(3) 微細形態観察試料の作成

樹脂により固定した試料を、切断・研磨し土壌薄片（厚さ約50 μm）を作成した。

3. 分析・観察方法

(1) 薄片試料観察

作成した標本を土壤薄片記載ハンドブックに従い、75倍で観察した。

(2) 孔隙率

孔隙率は内容積100mLの採土管で土壤試料を採取し、実容積計を用いて土壤環境分析法(1997)に準じて測定した。

結果および考察

作成した標本を土壤薄片記載ハンドブックに従い、75倍で観察した結果をTable 1に示した。また、観察に用いた各試料はFigs. 2~4に示した。Figs. 2~4は75倍率による観察で用いた視野とほぼ等しい範囲を示している。

1. 土壤構造の特徴

以下に、畑跡と対照地の薄片試料の微細形態学的観察(75倍)により認められた土壤構造の特徴をまとめた(Table 1, Figs. 2~4)。

孔隙の形態としては、畑跡の山部、谷部ともにバグ孔隙、チャンネル孔隙および面状孔隙が認められた。一方、対照地の孔隙は、バグ孔隙は認められず、パッキング孔隙が主体であった。

粒団は畑跡では山部、谷部ともに小粒状ペッドが観察でき、粒団の発達度は強であった。畑跡の山部の粒団はさらに亜角塊ペッドが認められた。一方対照地の粒団は、軟粒状ペッドが認められ、粒団の発達度は中だった。

微細構造は畑跡の谷部で小粒状構造30%、海綿状構造70%、山部で小粒状構造50%と亜角塊状構造50%、対照地ではほぼ全て軟粒状構造であった。

以上のことから、畑跡は谷部、山部ともに固相が多く、団粒が発達し、団粒内や団粒間の孔隙が明瞭に認められ、密な構造であった。また、対照地では固相が少なく、団粒の発達が弱く孔隙が多く、全体に粗な構造であった。なお、いずれの断面にも粘土の集積は観察されなかった。

2. 孔隙率に関して

微細形態観察(75倍)によって求めた孔隙率は、畑跡の谷部で20%、山部で30%、対照地で50%であった。微細形態観察に基づく孔隙率の測定では、観察に用いた倍率によって孔隙率が異なる。これは高倍率での観察では確認できる微小な孔隙が、低倍率の観察では確認できないことによる。微細形態観察によって求めた孔隙率と実容積計によって求めた孔隙率の関係をFig. 5に示した。非常によい相関が得られ、土壤物理性は、75倍の倍率による微細形態学的観察による土壤構造を反映していると考えられた。

3. 畑利用にともなう土壤構造の変化および土壤物理性との関連

畑利用に伴う表層土の孔隙率の減少は微細形態の変化として多数報告されている(Blank and Fosberg 1989, 荒川・東 1995)。現代では畑利用に伴う構造の変化は大型重機等による圧縮の影響が考えられるが、重機による圧縮の少ない地点では耕うんに伴う孔隙の減少が報告されている(荒川・東 1995)。下原の畑跡(山部および谷部)と対照地の土壤構造の違いは、畑利用に伴う耕うん等の影響によって土壤構造が粗な状態から密な状態になったと考えられた。

埋没土壌の土壤構造は、畑跡でバグ孔隙が多く対照地で混合パッキング孔隙が多いことがわかった。これは畑利用に伴い、より密な状態になり、明瞭な形状であるバグ孔隙が発達したと考えられた。一方、対照地では、構造の発達が弱く全体に疎な状態であるため孔隙の発達が弱く混合パッキング孔隙が主たる部分を占めた結果と考えられた。

こうした土壌構造の違いは埋没以前の畑利用に伴う変化と考えると矛盾が無かった。また、逆に、埋没表層土に埋没以前の畑利用に起因する土壌構造の違いが観察できたことから、埋没による影響は否定できないものの、畑利用による構造の変化は埋没以降も保存されることが明らかとなった。

微細形態観察による孔隙率と実容積計を用いた孔隙率の関係は3点であるが非常によい相関 (Fig. 4) を示し、ともに畑跡が低く、対照地が高い値を示した。これまでの研究 (須永ら 2003) から江戸時代代表層土の畑跡の硬度、固相率、容積重は、畑跡で大きく対照地で小さい傾向を示し、畑跡で密な状態、対照地で粗な状態であることがわかっている。これらの結果は、畑跡と対照地のそれぞれの土壌構造を反映した値と考えられる。土壌構造と土壌物理性の検討から、硬度や固相率、容積重等の物理性は埋没以前の構造が埋没以降も保存されることによって観察できたと考えられた。

Table 1. The soil micromorphology

	Site 1 (the cultivated sites)	Site 2 (the cultivated sites)	Site 3 (the non-cultivated sites)
Magnification	×75	×75	
Porosity	30%	20%	50%
Aggregation	Granules 200~1000 μ m, Grade of Pedality : Strongly developed Subangular blocky peds 1000 μ m~1.5 c m, Grade of Pedality : Strongly developed	Granules 200~1000 μ m Grade of Pedality : Strongly developed	Crumbs 1500~300 μ m Grade of Pedality : Moderately developed
Void	Complex packing voids, 20% Planes, 50% Vughs, 5% Channels, few Size of Vughs 2000~200 μ m	Complex packing voids ,10% Planes, 10% Vughs, 5% Channels, few Size of Vughs : 2000~200 μ m	Complex packing voids 100% (no Vughs)
Microstructure types	Granular structure, 50% Subangular blocky structure, 50%	Granular structure, 30%, Spongy structure, 70%	Crumb structure, 100%
Coarse /fine limit	100 μ m	100 μ m	100 μ m
Coarse /fine ratio	Granular structure : single space Porphyric Subangular blocky structure : Gefuric, Enaulic	Single space Porphyric	In aggregation: single space Porphyric Other:Gefuric, Enaulic

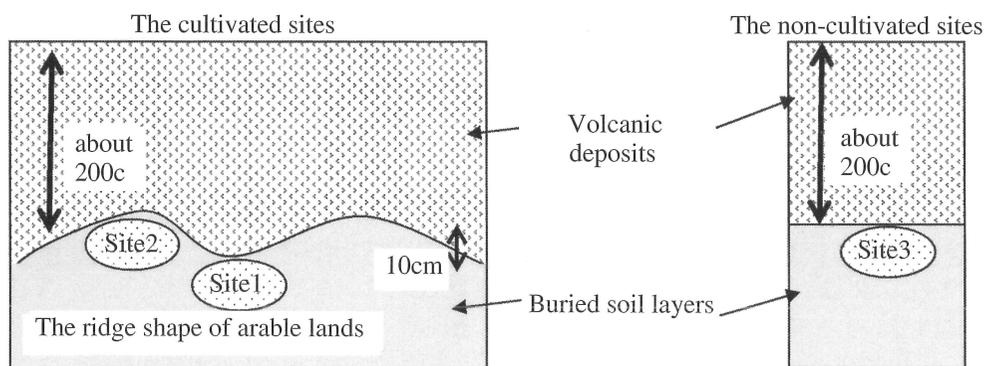


Fig. 1. Models of sampling sites.

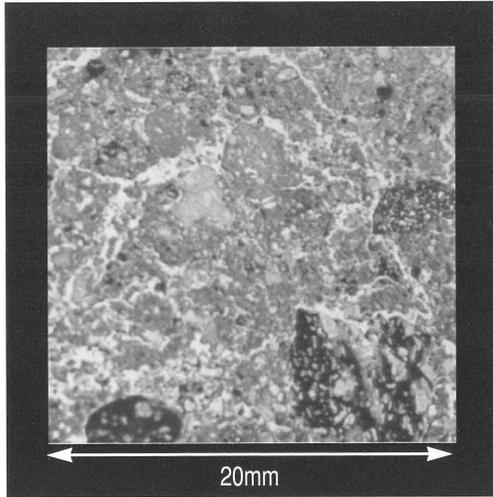


Fig. 2. The soil micromorphology of Site 1 (the cultivated sites of Edo Period).

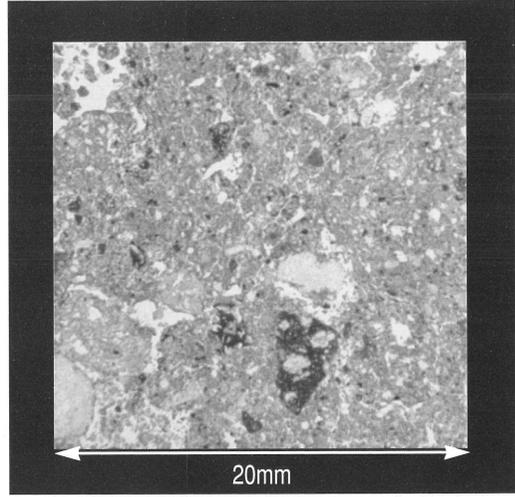


Fig. 3. The soil micromorphology of Site 2 (the cultivated sites of Edo Period).

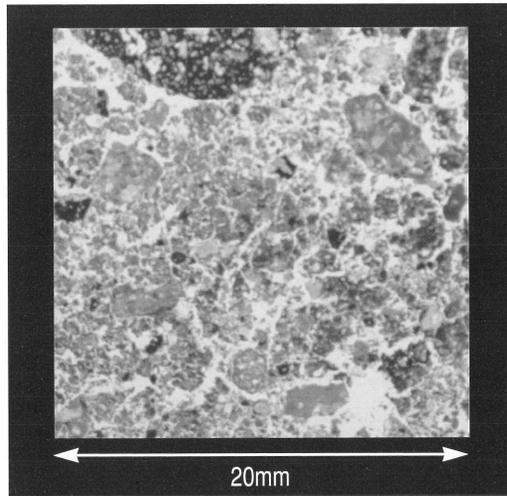


Fig. 4. The soil micromorphology of Site 3 (the non-cultivated sites of Edo Period).

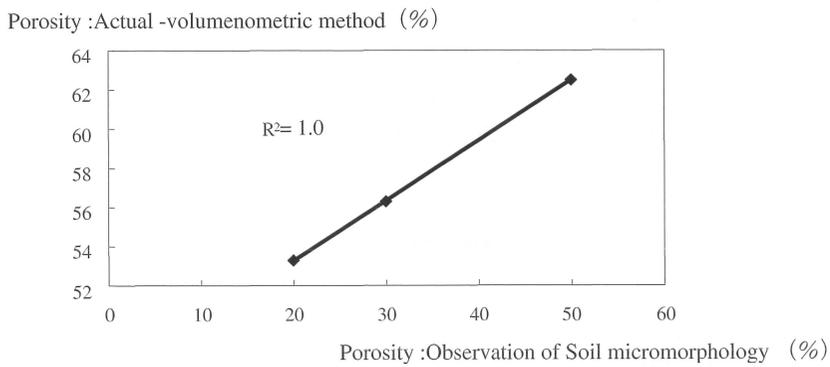


Fig. 5. Porosity measured by actual-volumetric method and observation of soil micromorphology.

ま と め

(1) 埋没土壌の土壌構造、土壌物理性ともに畑跡が密な状態、対照地が粗な状態であることがわかった。これらは現代の森林等の自然環境下の土壌の物理性が、畑利用に伴い密な状態へ変化する傾向と矛盾しない結果であった。これらのことから下原遺跡では、埋没以前の畑利用の特徴が保存されていることがわかった。

(2) 埋没土壌の土壌構造（75倍観察）は、畑跡でバク孔隙が多く対照地で混合パッキング孔隙が多いことがわかった。これは畑利用に伴い、より密な状態になり、明瞭な形状であるバク孔隙が発達したと考えられた。一方、対照地では、構造の発達が弱く全体に疎な状態であるため孔隙の発達が弱く混合パッキング孔隙が主たる部分を占めた結果と考えられた。

謝 辞

財団法人群馬県埋蔵文化財調査団の能登 健氏、関 俊明氏には貴重な畑遺構の土壌採取をさせて頂くに当たり、多大な便宜を図っていただくとともに、考古学に関する広範なご指摘を賜りました。心から厚くお礼申し上げます。

薄片作成にあたり、百原香織氏にご協力をいただきました。ありがとうございました。

Summary

The ridge shapes of arable lands are often observed inside buried soil layers covered by huge amounts of volcanic deposits in Japan. The object of this study is to clarify the chemical and physical characteristics of past-cultivated soils and to find any indicator useful for the identification of the ancient upland soils in ruins. This study was carried out Shimohara in Gunma prefecture, Central Japan, where it has been historically made clear that the former land surfaces had been cultivated and were buried by sediment of volcanic mudflow deposits of the 1783 eruption of Asama volcano.

Soil samples were taken from each horizon in the mudflow layer and the buried soils located at the cultivated sites and non-cultivated sites.

For comparing physical properties and soil micromorphology between cultivated sites and non-cultivated soils in Edo Period.

The results are as follow: 1) The structure of soil micromorphology of the cultivated sites was compacter than those in the non-cultivated sites. The contents of the values of bulk density were higher in the former sites. These tendencies recognized at the surface soils of Edo Period were also observed at the recent surface soil. 2) The dominant voids of soil micromorphological structure ($\times 75$) of the cultivated sites were strongly developed Vughs and channels (Table 1). Those of the non-cultivated sites were weakly developed complex packing voids. It is suggested that cultivation during Edo Period made soil structures more compact than soils under natural vegetation.

引用文献

- 荒川祐介・東 照雄, 1995. 嬭恋村の黒ボク土傾斜侵食畑における耕作・管理に伴う土壌物理性と微細形態の変化. 土肥誌 66: 116-126.
- Blank, R.R. and M.A. Fosberg, 1989. Cultivated and adjacent virgin soils in northcentral South Dakota: II. Mineralogical and micromorphological comparisons. Soil Sci. Soc. Amer. J. 53: 1484-1490.

- 土壤環境分析法編集委員会（編），1997. “土壤環境分析法”. 博友社・東京. pp.1-427
- 日野貴之・都司嘉宣，1992. 天明三年（1783）の浅間山噴火による降下堆積物に関する古文書記録と数値シュミレーション. 地震研究所業報 **68**: 71-90.
- 平山良治，1992. 土壤薄片による土壤三相分布の測定を試み. 土壤の物理性 **64**: 21-26.
- 町田 洋・新井房夫（編），1992. 日本各地の第四紀後期テフラ. 火山灰アトラス. 東京大学出版会・東京. pp.94-165.
- 関 俊明・諸岡康成，1999. 天明三年災害に関する地域史的研究—北東地域に降下した浅間A軽石の降下日時の考古学的検証—. 財団法人群馬県文化財調査事業団研究紀要 **16**: 43-60.
- 須永薫子・坂上寛一・関 俊明，2003. 浅間山噴火（1783年）に伴う泥流により埋没した畑遺構土壤の理化学的特徴. ペドロジスト **47**: 14-27.