

水湿環境による土壌微細形態の変化

平山良治*・坂上寛一**

HIRAYAMA, Ryoji* and Kan'ichi SAKAGAMI** : Effect of Water Content on the Fabric of Soil Materials

わが国での湿性土壌に関する土壌微細形態学的報告は、三土（1992）の湿性低地の水田土壌の微細形態についての報告がある程度で非常に少ない。湿性条件下での土壌化作用は、一般的には還元化作用と酸化作用による鉄等の斑紋や集積などの形態が知られている（山崎 1960）が、土壌化作用の過程の微細形態的研究はない。湿性環境が土壌マトリックスにいかんにか作用しているかを調べるために、堆積火山灰層で水湿条件が異なる地点での土壌の微細形態学的観察を行った。

調査地の概要

調査地点は、野川中州北遺跡で、東京都小金井市の立川段丘面上に位置し、野川と国分寺崖線に挟まれた中州上の微高地に立地している。微高地は立川ローム層をほぼ全層のせているが、微高地から低地になるにしたがい、黒ボク土層は厚くなり、また立川ローム層下層を漸次欠いていく。また低地ほど立川ローム層に灰白化した層が見られるなど、水の影響が強いことがうかがえた。このトレンチは、水湿環境を異にする一連のカテナと見なすことができ、低地ほど水の影響が土壌の性状に強く反映していることが考えられる。よって、湿性環境が土壌マトリックスにいかんにか作用しているかを調べるための非常によい調査地点である。このトレンチから、水湿環境が異なる特徴的な三地点を選定し、試料を採取した。

試料と実験方法

野川中州北遺跡のトレンチを図1に示した。この図の立川ローム層のハードローム層位で、明かに灰白化した状態を示す多湿状態（Fig 1-C, 以下多湿と称す）、普通の土壌条件である適潤状態（Fig 1-A, 以下適潤と称す）それに時期により多湿状態になるそれらの中間（Fig 1-B, 以下中間と称す）の特徴の異なる三タイプの未攪乱の100 X 150 X 50 cm の土壌試料を採取した。試料は急冷凍結乾燥法で脱水した後（平山 1991）、不飽和ポリエステル樹脂で包埋し、定法により80 X 120 cm の大型の土壌薄片を作成した（平山 1983）。薄片の記載は、土壌薄片記載ハンドブック（久馬ら 1989）に準拠した。

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

**東京農工大学 農学部。〒183 東京都府中市幸町3-5-8. Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology.

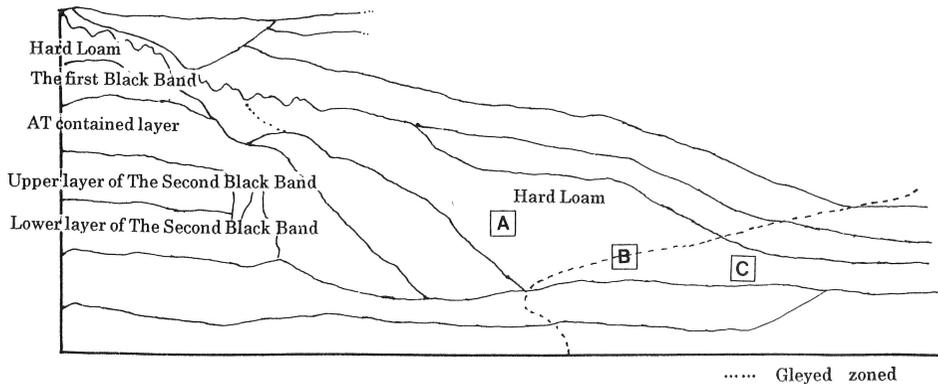


Fig. 1. Cross section of study site of Nogawa Nakasu remains, Koganei.

- A: moderately water content
- B: seasonally high water content
- C: high water content

結 果

多湿の土壌は脱水後は、適潤や、中間に比べて非常に脆くなった。同じ土壌層位であるが、湿性の影響が出ており、適潤状態下や中間状態の土壌と異なった。

大型土壌薄片での観察は、以下のものであった。

適潤の大型土壌薄片を図2に示した。薄片の巨視的形態つまり、目で見える普通の断面調査に近い観察は、ベッド性は弱く、構造はチャンネル構造である。幅1mm長さ1~2cmのチャンネル孔隙が多数と面状孔隙があった。グラウンドマスは均質であるが、スコリアと考えられる赤褐色、黒色の粒子それにラピリと考えられる灰色粒子がランダムに分布している(平山1995)。分布パターンはオープンポーフリックである。

微視的形態つまり、顕微鏡的視野での数十倍から数百倍の倍率では、以下のようになった。微細構造は、巨視的と同じで、チャンネル構造で、粒団は、弱い歪角塊状でベッド性は未発達である。孔隙では、粒団間孔隙は大きいチャンネル孔隙と面状孔隙が主体、粒団内孔隙は小さいチャンネル孔隙とチェンバー孔隙が主体である。グラウンドマスは、c/f比は1mmに設定すると3:7で、c/f相対分布は、オープンポーフリックである。c/f比は2μmに設定してもほぼ同一で、相対分布もほぼ同一である。粗粒質物質は、スコリア等の火山放出物が主体でその基本分布パターンはランダムである。細粒質物質のファブリックの基本分布パターンは、点斑状b-ファブリックである。しかしながら薄片の厚さによってこれは変化する。有機質粗粒物質として植物組織などの有機残存物は見られなかった。ペドフィーチャーで孔隙や粒団に関係しない結核やノジュール等のペドフィーチャーは見られず、孔隙に関して、準被覆の有機質非晶質ペドフィーチャーが薄片右上に頻度が高く見られた。ファブリックペドフィーチャーの連続疎の充填物があった。生物の活動が確認できた。

中間の薄片を図3に示した。薄片の巨視的形態つまり、目で見える普通の断面調査に近い観察は、ベッド性が中程度で、構造は1~5cmの大きさの歪角塊ないしは角塊構造である。幅1~3mm長さ4~5cmの大きなチャンネル孔隙と適潤と同程度のチャンネル孔隙が多数と大きな面状孔隙があった。粒団間の接合性はよい。グラウンドマスは均質であるが、赤褐色、黒色のスコリアは適潤と同様であった。しかしラピリと考えられる灰色粒子は観察されなかった。スコリアの粒

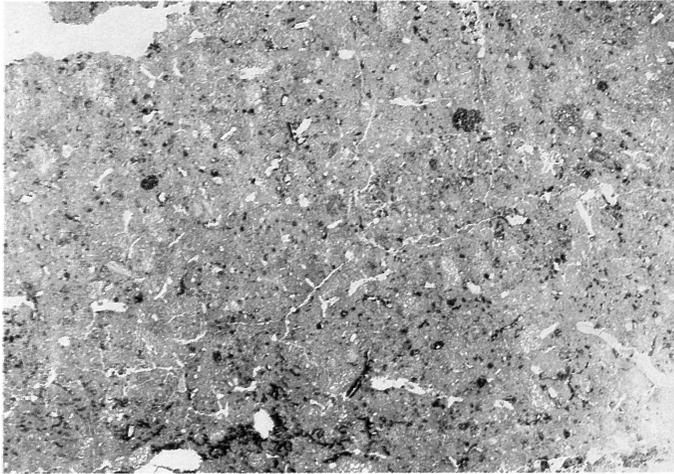


Fig. 2. Thin section of moderately water content. Frame width 80 mm. PPL.

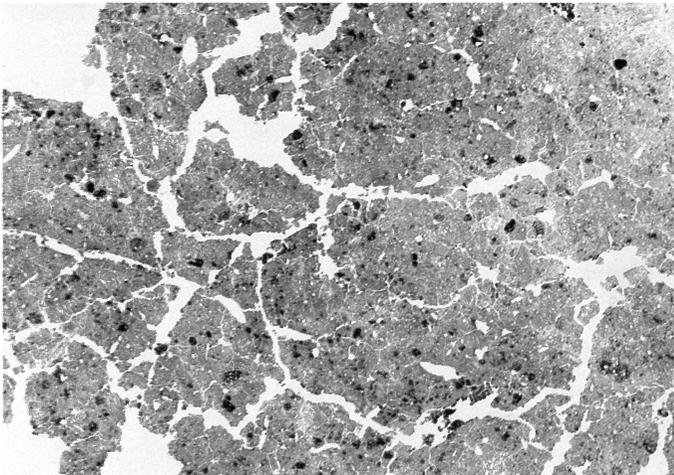


Fig. 3. Thin section of seasonally high water content. Frame width 80 mm. PPL.

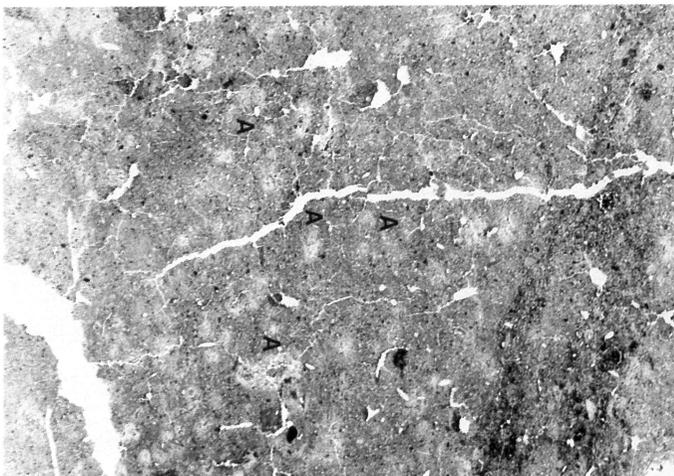


Fig. 4. Thin section of seasonally high water content. Frame width 80 mm. PPL. A is Depletion Pedfeatures which originated from scoria.

子はランダムに分布し、分布パターンはオープン ポーフリックである。

微視的形態では、以下のようになった。微細構造は巨視的と異なり、一つ一つの大きな粒団内はチャンネル構造で、粒団自体は弱い亜角塊状でベッド性は未発達である。孔隙では、粒団間孔隙は大きいチャンネル孔隙と面状孔隙で、粒団内孔隙は小さいチャンネル孔隙とチェンバー孔隙が主体である。グラウンドマスは適潤と同様に、 c/f 比は1 mmに設定すると3:7で、 c/f 相対分布は、オープン ポーフリックである。粗粒質物質はスコリア等の火山放出物が主体で、その基本分布パターンはランダムである。細粒質物質のファブリックの基本分布パターンは、点斑状b-ファブリックである。有機質粗粒物質として植物組織などの有機残存物は見られなかった。ペドフィーチャーは孔隙や粒団に関係しない結核やノジュール等のペドフィーチャーは見られず、孔隙に関係して、準被覆の有機質非晶質ペドフィーチャーが確認できた。

過湿の薄片を図4に示した。薄片の巨視的形態は、ベッド性は弱く、構造はチャンネル構造ないしは弱い角塊状構造である。幅1 mm長さ1~2 cmのチャンネル孔隙と幅1 mm長さ10 cm面状孔隙があった。グラウンドマスは均質であるが、前2者の薄片で存在した赤褐色、黒色のスコリアは確認できなかったが、淡褐色のフィーチャーが存在した。これら淡褐色のフィーチャーは、減耗はしているがスコリアの多孔質の形態をとどめているし、一部には赤褐色の中心部が残っている。ランダムに分布し、分布パターンはオープン ポーフリックである。細粒質物質は前2者より透明であった。つまり、鉄が溶出し灰色化していることを示す。

微視的形態では、以下のようになった。微細構造はチャンネル構造で、粒団は弱い角塊状で、ベッド性は未発達である。孔隙は、粒団間孔隙は大きい面状孔隙で、粒団内孔隙は小さい面状孔隙とチャンネル孔隙が主体である。グラウンドマスは、 c/f 比は2 μm に設定するとほとんどが細粒質物質で、粗粒質物質はほとんど存在しなくなる。細粒質物質のファブリックの基本分布パターンは、点斑状b-ファブリックである、しかしながら薄片の厚さによってこれは変化する。有機質粗粒物質として植物組織などの有機残存物は確認出来なかった。ペドフィーチャーは、浸潤性の準被覆の有機質ペドフィーチャーが薄片上部に見られる。前述のごとく淡褐色のフィーチャーは、一部にスコリアの赤褐色の色が残っていたり、スコリア特有の多孔質の形態が残っていることにより、スコリアの減耗ペドフィーチャーであると認定できる。

これらの結果をまとめて見ると、3枚の薄片はともに基本的には同一の層位であるために、類似の微細学的形態を示した。最大の相違点は、過湿のスコリアの鉄の溶脱による減耗ペドフィーチャーの存在である。

考 察

水分条件による土壌形態の変化は、水田土壌における灌漑水の影響として考えると最も良いアプローチである。実際日本での微細形態学的研究は三土を始めほとんどが水田土壌による研究である(例えば和田 1971)。

三土(1992)によると、微細形態学的研究の対象は、灌漑水湿地低地土壌と地下水湿地低地土壌、それに有機質土壌である。灌漑水湿地低地土壌は排水の良い土壌で灰色化、鉄・マンガン集積が見られる。この土壌では、作土層、鉄集積層、灰色化した次表層それに耕盤層について各層に現れる微細学的形態について述べている。地下水湿性低地土壌については、根の穴の周辺に表れる管状斑鉄と割れ目に現れる膜状斑鉄について述べている。これらの水分状態を比較してみると、著者の過湿が、灰色化した次表層に対応し、中間が作土ないし鉄集積層、適潤は水田化しない褐色低地土に対応していると考えられる。適潤と中間では、水田土壌と異なり微細形態学的にペドフィーチャーは認められなかったが、過湿では減耗ペドフィーチャーが認められた。またグ

ラウンドマスも灰色化していた。三土（1992）の灰色化した次表層では、灰色の溶脱キュータンが構造、孔隙表面に認められ、この生成過程を彼は浸透水の通路となる粗な空隙に沿って還元が発達し、鉄が溶脱したとしている。これは、写真から判定すると Handbook（久馬 1989）の分類では減耗ペドフィーチャーで、準被覆のようである。これらは、Handbook によると水田などの季節的な停滞水により嫌気状態になる土壌で、Veneman ら（1976）の“アルバン”と同じものを指している。減耗ペドフィーチャーは、集積することの確認は割合容易であるが、物質がなくなることの確認は容易でないために、まだ研究例も少なく分類も不十分である。日本の水田土壌の研究例は少ないが、水田土壌の下層では、割合頻度が高く出現する可能性があり、貢献できる可能性が高い。本研究の過湿は、スコリアの減耗ペドフィーチャーである。ノジュールが物質の集積度によって分類されているように、減耗も元の形態からの減耗度によって決定出来れば分類しやすいが、比較の対照が常に存在するわけではないので難しい。ましてや、形態そのものから直接分類することは、さらに問題である。減耗した物質は、本研究では、鉄であろうと推測されるが、化学分析によって確認する必要がある。また、減耗の過程を推論すると、スコリアの部分に還元的条件が発達し、鉄などの有色物質が溶脱したものと考えられる。ではなぜスコリアの部位が他のマトリックスより還元化したのか？ 還元が発達しても浸透水が移動しなければならぬ。スコリアの部位が透水がよいわけではない、たしかに多孔質ではあるがこの部分だけで、他と連結はしていない。還元物質が多く存在した。いくつかの疑問が出てくる。これらを解決するためには、実験土壌学的手法を併用した研究がさらに必要である。

謝 辞

本報告をまとめるにあたり、前東京農工大学教授浜田竜之介氏に貴重な助言をいただいた。記して謝意を表す。

Summary

We aimed to clarify the effect of water content on the fabric of soil materials. The study soil is Tachikawa hard loam of Nogawa Nakasu remains, Koganei-shi, Tokyo. We sampled the soil of three type with water content, moderately water content, seasonally high water content and high water content. We made large thin section.

The result of obserbation of thin section was as follows.

In thin section of moderately water content and seasonally high water content, a particles of scoria of volcanic ashes origin was observed at random. In thin section of high water content, Depletion Pedfeatures which originated from scoria was observed.

文 献

- 平山良治, 1983. 巨大サイズの土壌薄片の作成法について. 筑波実験植物園研究報告 2: 47-54.
—, 1991. 土壌薄片作成のための脱水法. 森林立地 33 (1): 19-24.
—, 1995. 南関東の累積性火山灰土の土壌微細形態学的解析 (I) 大型薄片によるメソ形態学的観察. 筑波実験植物園研究報告 14: 47-54.
久馬一剛・八木久義・平山良治・田村憲司・三浦憲蔵・中井 信・山本真也・三浦 寛, 1989. 土壌薄片記載ハンドブック (Bullock, et al., 1985. Handbook for soil thin section description の翻訳). 1-76, 博友社・東京.
三土正則, 1992. 湿性低地土壌の微細形態観察. 土肥誌 63 (2): 169-176.

- Veneman, P. L. M., M. J. Vepraskas and J. Bouma, 1976. The physical significance of soil mottling in a Wisconsin toposequence. *Geoderma* **15**: 103-118.
- 和田秀徳, 1971. 実体顕微鏡による水田土壌の観察(その1). *土肥誌* **42**: 421-428.
- 山崎欣多, 1960. 水田土壌の生成論的分類に関する研究. *富山農試報 特* **1**: 1-98.