

# 津軽半島に分布する古赤黄色土壌の成因

小俣 彩<sup>1</sup>, 吉田孝紀<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 信州大学総合理工学研究科

Formation of the red-yellow paleosol distributed in the Tsugaru Peninsula, northern Honshu, Japan

A. Omata<sup>1</sup> and K. Yoshida<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Graduate School of Science and Technology, Shinshu University

キーワード：古土壌, 赤黄色土壌, 第四紀, 古環境

Keywords: Paleosol, Red-yellow Soil, Quaternary, Paleoenvironment

## 1. はじめに

日本列島には九州から北海道にかけて古赤色土壌が広く分布することが報告されており, それらは地質時代の温暖期に生成したとされている (大政, 1955; 松井・加藤, 1962; 黒鳥・大政, 1963; 山田, 1988; 赤木, 2003 など). 松井・加藤 (1962) は日本列島に分布する赤色土壌についてまとめ, 東北日本の古赤色土の分布について言及した. その際, 下北半島南西部に分布する赤色土壌に言及し, 下末吉期 (最終間氷期; 約 12.5 万年前) の温暖期に相当する古土壌の残存物と考えた (松井, 1961).

本州北端の津軽半島には洞爺火山灰 (Toya 噴出年代; 約 10~13 万年前) との堆積関係から最終間氷期に形成したとされる段丘面が分布している (吾妻, 1995). そのため, 松井 (1961) の指摘の検証を通じて, 北日本に分布する古赤黄色土の成因について重要なデータが得られると考え, 調査地域として取り上げた. 従って, 本研究では, 本州北端の津軽半島において最終間氷期に形成された段丘面で古赤黄色土壌を認め, その土壌について薄片観察, X線回析分析, 蛍光X線分析を行うことで, 赤黄色土壌の生成要因や生成環境について考察する.

## 2. 研究地域

調査は津軽半島北部に分布する最終間氷期に生成された海成段丘 (吾妻, 1995) について行い, 東津軽郡今別町山崎山本に位置する段丘において柱状図の作成

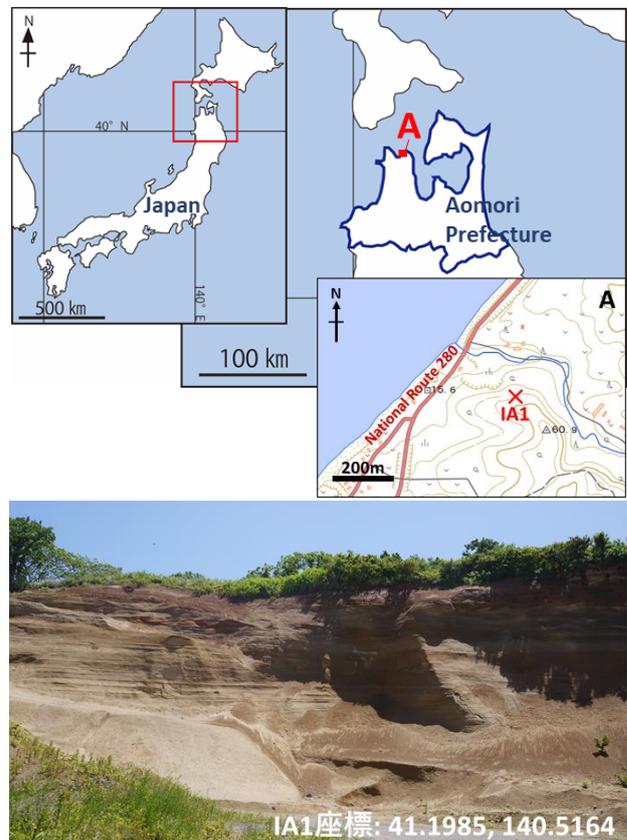


Fig. 1 柱状図作成および試料採取を行った地点 IA1.

および試料採取を行った (Fig. 1).

柱状図 IA1 の堆積相は礫支持塊状礫相, トラフ型斜交層理砂礫相, 斜交含礫砂相, 不淘汰含礫砂相, 砂層と礫層の互層相, 生物擾乱を受けた斜交層理砂相, 不淘汰砂相, 炭質物を含む不淘汰塊状砂質シルト相から構成される. これら堆積相の組み合わせから, 本地点の堆積環境は網状河川環境とデルタ環境に分けられ, IA1

の段丘の下部約 6m はデルタ堆積物, その上位約 14m は網状河川堆積物で構成される (Fig. 2).

### 3. 研究手法

露頭で採取した試料について, 薄片の作製・観察, X 線回折分析, 蛍光 X 線分析を行った。

薄片はハイブリッド法もしくは乾式研磨法にて作製を行い, 偏光顕微鏡を用いて含まれる鉱物や土壌微細構造を観察した。

X 線回折分析は, 各試料から水ひ法で分離した 4 μm 以下の粒子を用いて作製した定方位試料で分析を行った。各試料において, 生試料および以下の処理後の試料を用いて分析を行い, それぞれの X 線回折線を得た。試料の処理は, エチレングリコール処理, 塩酸処理, 100°C~500°Cにかけて 100°C刻みの加熱処理を行った。分析後, 得られた X 線回折線のピークの変化から粘土鉱物を同定した。

蛍光 X 線分析では, 主要元素 (SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO, MgO, CaO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) の質量パーセント濃度を測定した。分析はガラスビード法 (試料: 融剤=1:10) で行い, 融剤には四硼酸リチウムを用いた。試料の前処理として 800°Cの炉で 3 時間加熱する灼熱処理を行い, 灼熱処理により減少した重量パーセント (LOI; loss on ignition) を以下の式で求めた。

$$LOI = \{ (\text{灼熱前重量} - \text{灼熱後重量}) / \text{灼熱前重量} \} \times 100$$

### 4. 結果

#### ・薄片観察

鏡下観察により, 基質の割合が高く鉱物量が少ないものを火山灰質堆積物として分類した。柱状図の上部は火山灰質堆積物で構成されており, 集積粘土はこの層準でよく見られ, ハローや鉄質斑紋も同層準に集中している (Fig. 2)。

また, 土色, 土壌微細構造から古土壌層を推定した。IA1 では最上部に現世の土壌層が見られ, 地表下 3m~5.5mに古赤黄色土壌層を認めた (Fig. 2)。

#### ・X 線回折分析

古赤黄色土壌層ではバーミキュライト, 緑泥石, 雲母粘土鉱物, カオリン鉱物, 混合層鉱物がよく含まれるのに対し, その他の層準では主に加水ハロイサイト

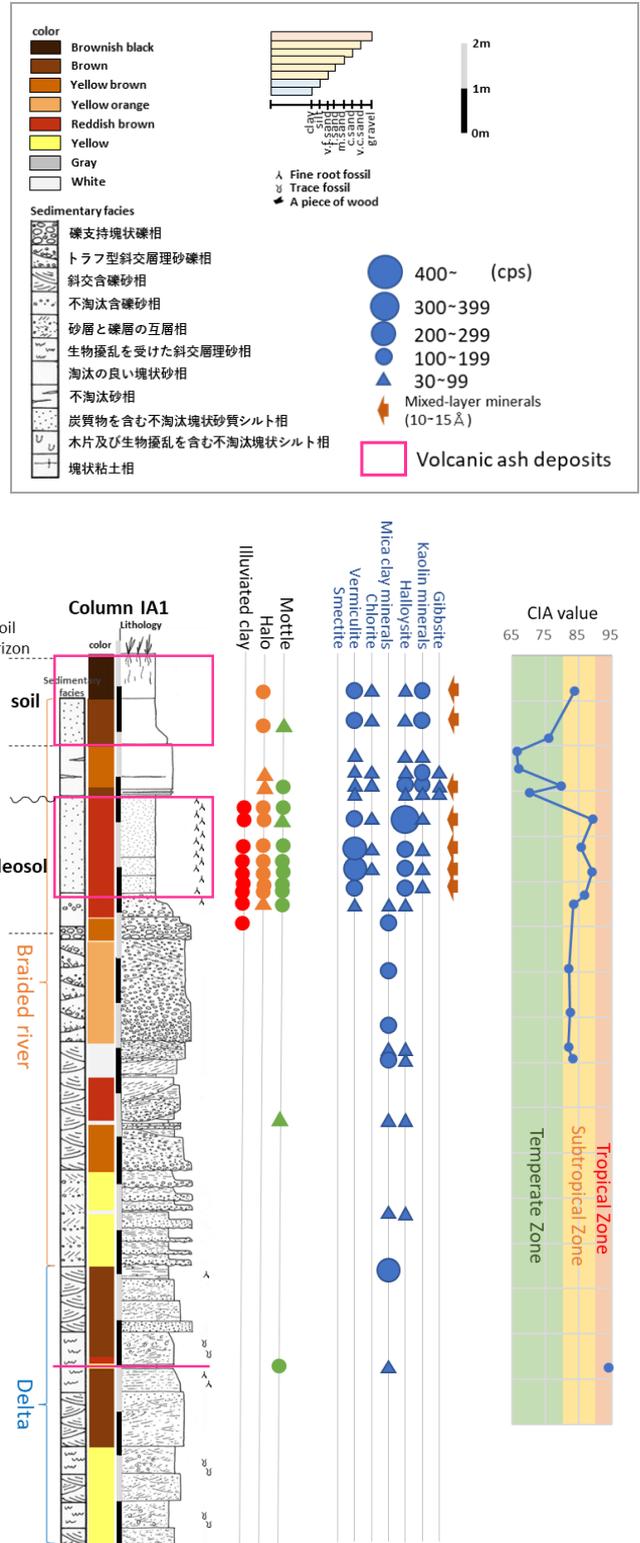


Fig. 2 柱状図 IA1 の堆積相と各層準の分析結果. 左から土壌微細構造の有無, 粘土鉱物の強度, CIA 値を示す。

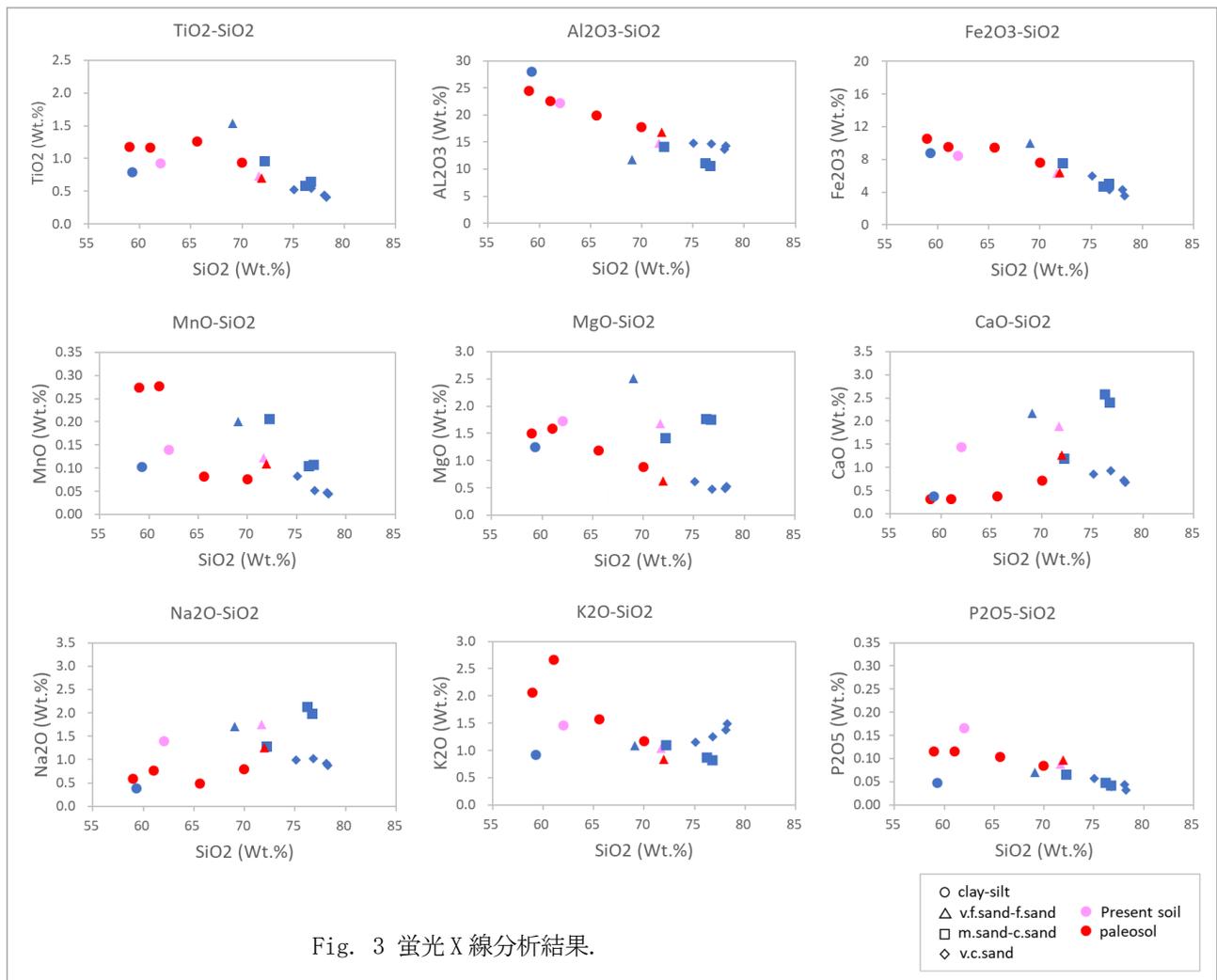


Fig. 3 蛍光 X 線分析結果.

および雲母粘土鉱物が含まれ、含まれる粘土鉱物組み合わせが大きく異なる (Fig. 2). 含まれる粘土鉱物は供給源の影響を大きく受けるため、粘土鉱物組み合わせの違いは母材の違いを表していると考えられる。

#### ・蛍光 X 線分析

$Al_2O_3$  と  $SiO_2$  のグラフは強い直線性を示し、これらの元素は粒度に依存している。また、 $CaO$  と  $Na_2O$  において、土壌試料は他層準より低い値を示し、これらの元素が風化により溶脱したことがわかる (Fig. 3)。

### 5. 考察

本調査地域に分布する古赤黄色土壌は、集積粘土が一般的に見られること、長石のような風化しやすい鉱物が 10%未満であること、カオリナイトやギブサイトが存在することから、本土壌の特徴はアルティソルに類似する。しかし、その母材は火山灰質であり一般的

なアルティソルの生成条件とは異なるため、この土壌を“偽アルティソル”とした。

一般的なアルティソルは、土壌プロファイル内に石灰質物質を含まず、長石などの風化しやすい鉱物の量が少なく (20~200  $\mu m$  画分で 10%未満)、カオリナイトのような塩基に乏しい粘土鉱物やギブサイトのようなアルミナ鉱物がよく含まれる風化の進んだ土壌であり、それらの低い塩基状態は一般に長期間の生成 (数万年から数十万年) に関連している (Retallack, 2001)。また、アルティソルの生成環境は温暖湿润環境である (Soil Survey Staff, 1999; Peel et al., 2007)。

本調査地点は最終間氷期 (約 12.5 万年前) に形成された段丘 (吾妻, 1995) であり、段丘面最上部には現世の土壌が生成されている。現世の土壌は堆積構造を残し、火山ガラスの存在が見られることから、アンディソルに分類される。最終間氷期に形成された段丘内には“偽アルティソル”の生成が見られるが、段丘

堆積物中の木片が  $55.8 \pm 1.3$ kyr の参考値を示した低位段丘内にはその生成は見られない。そのため、低位段丘形成以降は“偽アルティソル”が生成する条件ではなかったことが考えられる。したがって、“偽アルティソル”は、最終間氷期の段丘面形成（約 12.5 万年前）後から低位段丘面形成前までの期間に生成したことが推測される。本地域の“偽アルティソル”は、一般的なアルティソルに比べ比較的短い時間で生成されており、その生成期間の短さは当時の気候条件だけでなく、火山灰質である母材の影響が大いに考えられる。ただ、青森の現在の気候下（亜寒帯湿潤気候; Peel et al., 2007）では火山灰質堆積物内であっても“偽アルティソル”は生成されておらず、過去 12.5 万年から低位段丘面が形成されるまでのある時期は、アルティソルが生成されるような温暖湿潤環境であったことが推測できる。だが、火山灰質な母材が土壌化をどの程度促進しているのかについては、今後検討する必要がある。

本研究では、津軽半島に分布する古赤黄色土壌はアルティソルに類似する“偽アルティソル”であり、その成因には火山灰質な母材が大きく関わっていることが分かった。日本は火山大国であり、各地に火山灰堆積物が存在する。また、日本列島に分布する赤黄色土壌の母材は多岐にわたる。本研究結果は、赤黄色土壌研究を用いて古環境を復元する際、土壌母材を考慮に入れて古環境の検討を行う必要があることを示した。

## 6. まとめ

- (1) 本地域の古赤黄色土壌は、火山灰質な堆積物を母材とし、バーミキュライト、雲母粘土鉱物、カオリン鉱物、不規則混合層鉱物を含み、高い化学風化度と、低い  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  濃度を持つ、風化の進んだ土壌である。
- (2) 古赤黄色土壌はその特徴から、アルティソルに類似する土壌である。段丘面との関係から、この“偽アルティソル”は約 12.5 万年前から低位段丘面形成(5 万年以前)までの期間に生成したことが推測できる。
- (3) 現在はアルティソルに類似する土壌は生成していないため、過去約 12.5 万年から低位段丘面形成前のある時期に津軽半島は温暖湿潤環境であったことが考え

られる。

- (4) 本研究地域の“偽アルティソル”は比較的短い時間で生成されており、当時の温暖湿潤な気候条件だけでなく、火山灰質な母材の影響を受けた可能性が高い。

## [引用文献]

- 赤木 功・井上 弦・長友由隆, 2003, 九州南部に分布する赤黄色土（古赤色土）の産状. 日本土壌肥科学雑誌, **74**, 623-630.
- 吾妻 崇, 1995, 変動地形からみた津軽半島の地形発達史. 第四紀研究, **34**, 75-89.
- 黒鳥 忠・大政正隆, 1963, 赤色土壌の研究II 九州地方の赤色土とこれにともなう黒色土壌について. 林野土壌調査報告, **13**, 1-88.
- 松井 健, 1961, 下北半島の赤色土壌の生成論的研究(要旨). 日本土壌肥科学会臨時大会(仙台)演旨集, 15-16.
- 松井 健・加藤芳朗, 1962, 日本の赤色土壌の生成時期・生成環境にかんする二, 三の考察. 第四紀研究, **2**, 161-179.
- 大政正隆・黒鳥 忠・木立正嗣, 1955, 赤色土壌の研究 1. 新潟県に分布する赤色土壌. 日本林学会誌, **37**, 140-142.
- Peel, M. C., Finlayson, B. L., McMahon, T. A., 2007, Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, **11**, 1633-1644.
- Retallack, G. J., 2001, *Soils of the past -an introduction to paleopedology-*. Blackwell Science Publishers., Oxford, 404p.
- Soil Survey Staff, 1999, *Soil Taxonomy -A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys- Second Edition*. United States Department of Agriculture, 871p.
- 山田一郎, 1988, 宮城県の前期旧石器時代の遺跡のテフラの年代と古赤色土壌. ペドロジスト, **32**, 212-214.

(原稿受付 2022.3.10)