

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 20 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23580085

研究課題名(和文) 褐色黒ぼく土とその類縁土壌の分布特性と地理情報システムによる空間解析

研究課題名(英文) Andic properties and those spatial variability of Fulvic Andosols-related soils in certain hilly areas of northeastern Japan

研究代表者

菅野 均志 (Kanno, Hitoshi)

東北大学・(連合)農学研究科(研究院)・助教

研究者番号：30250731

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円、(間接経費) 1,230,000円

研究成果の概要(和文)：宮城県中央部の大衡丘陵(大衡村)と秋田県中央部の戸島段丘(秋田市河辺)を事例研究地として褐色黒ぼく土類縁土壌の丘陵地における分布特性を精密土壌調査と採取試料の化学分析により検討した。黒ボク特徴の変化は殆どの地形区分で活性Alによって説明できるが谷底面は活性Feの寄与が大きい。土壌分類では谷底面は湿性褐色森林土、小段丘面や麓部斜面はばん土質褐色森林土、その他の地形区分は普通褐色森林土もしくは台地褐色森林土に分類されるという知見を得ることができた。一連の地形面における土壌分類名の変化は褐色黒ボク土類縁土壌の丘陵地における分布を特徴付けるもので、同土壌の分布予測に不可欠な成果であると確信している。

研究成果の概要(英文)：Andic properties and those spatial variability of Fulvic Andosols-related soils on the Ohira Hill in central Miyagi Prefecture and the Toshima Terrace in central Akita Prefecture were examined. In the most of slope positions on the studied areas, andic properties depended on the active aluminum, while strong contribution of active iron was confirmed in the foot slope due to the specific soil moisture condition. Soils on foot terrace and side slope classified Andic Brown Forest soils and Haplic Brown Forest soils, respectively, although those on foot slope classified Aquic Brown Forest soils. Relationship between slope position and andic properties shows an important finding about the spatial distribution of Fulvic Andosols-related soils in hilly areas.

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農芸化学(植物栄養学・土壌学)

キーワード：黒ボク特徴 褐色黒ボク土類縁土壌 褐色森林土 ばん土質 土壌分類

1. 研究開始当初の背景

地球温暖化問題に関連してグローバルな炭素循環に高い関心が払われている。とりわけ土壌による炭素蓄積や炭素隔離が注目を集めている。陸域生態系の炭素分布をみると植物には約 560 Gt-C、土壌 1 m にはその 3 倍の約 1700 Gt-C が存在すると推定され(深さ 2 m では約 2400 Gt-C)、その炭素の多くは腐植と呼ばれる形態で比較的安定に存在(蓄積・隔離)している。我が国の国土の 17%を占める黒ぼく土は火山放出物(テフラ)を主な母材とし、有機物を多量に含む黒くて厚い腐植層を持つことから炭素蓄積量が多く、その腐植がアルミニウムと安定なコンプレックスを形成しているため炭素隔離効果も大きい。一方、国土の 53%を占める褐色森林土の中にも分布割合は不明であるが炭素貯留能が大きい土壌が存在する。それが褐色黒ぼく土である。褐色黒ぼく土は黒ぼく土のグループに属するので炭素貯留能も相応に評価されるべきであるが、分布に関する情報が極端に不足しているために他の褐色森林土と同様に取り扱われ、その炭素蓄積能力が過小評価されている。さらに火山国である日本には黒ぼく土以外にも炭素蓄積能が比較的高い黒ぼく質な褐色森林土(褐色黒ぼく土類縁土壌)も存在すると考えられるが、それらの分布域も不明である。

褐色森林土は国土の 53%を占める我が国を代表する土壌である。しかし土壌図の褐色森林土には最新の土壌分類(申請当時、日本の統一的土壌分類体系-第二次案(2002)-)で本来は褐色黒ぼく土に分類される土壌が含まれたままである。褐色黒ぼく土は普通褐色森林土と同様に暗色の表層と褐色の次表層をもつが、火山放出物の影響により両者の理化学性は大きく異なる。とくに褐色黒ぼく土は有機物を多量に含む厚い腐植層を持つため、土壌資源を炭素蓄積量や炭素貯留能の観点から評価する際に両者は明確に区別されるべきである。

2. 研究の目的

現行の褐色森林土からどの程度が褐色黒ぼく土とその類縁土壌に分類されるかを検討し、その分布特性を把握することは、炭素貯留能を含めた日本の土壌資源評価の重要な課題である。また丘陵地の黒ぼく土から山地の褐色森林土をつなぐ「黒ぼく土-褐色黒ぼく土-褐色黒ぼく土類縁土壌-褐色森林土」のカテナ(地形の変化に沿ってみられる一連の土壌)を明らかにすることは、黒ぼく土の生成とテフラの関係を総合的に理解するための貴重な情報を提供する。

本研究は、(1) 褐色黒ぼく土とその類縁土壌の分布をフィールド調査を基に把握し、(2) 得られた知見と地理情報システムによる空間解析の手法を用いてその分布

域を予測するとともに、(3) これらの土壌の生成要因を火山ガラスや他の土壌構成成分の物質科学的解析から詳細に検討することを目的とした。

なお、本課題申請時(2010 年秋)における我が国の最新の土壌分類(日本の統一的土壌分類体系-第二次案(2002)-)では、火山灰の影響を強く受けた土壌は「黒ぼく土」と呼ばれていたが、2011 年春にアップデートされた最新の土壌分類(包括的土壌分類第 1 次試案)では呼称が「黒ボク土」に改められた。以後の報告では、表記を「黒ボク土」に統一して記述する。

3. 研究の方法

褐色森林土から褐色黒ボク土を切り離し、黒ボク土として分類し直す最も簡便な方法は、既存の土壌図や分析値を利用した分類名の読替えである。しかしながら、従来の土壌調査結果や分析値には褐色黒ボク土の分類に不可欠な情報が欠けており、単純な読替えによる褐色黒ボク土の判定を困難なものにしている。一方、京都議定書における CO₂ 吸収源として、森林や土壌の炭素蓄積量を評価する調査事業も全国規模で展開されているが(例えば、林野庁の森林吸収源インベントリ情報整備事業)、褐色黒ボク土の分布や分類の想定は不十分である。

日本の土壌資源を評価する際に、国土の大半を占める褐色森林土が内包する褐色黒ボク土の存在割合を知ることは非常に重要である。一方、日本の研究成果が反映された最新の国際分類では褐色黒ボク土に相当する Fulvic Andosols (FAO の世界土壌照合基準)や Fulvudands (米国農務省の土壌タクソノミー)が区分されており、海外の土壌との対比を行う上でも褐色黒ボク土の認知は不可欠である。新しい土壌分類に基づく土壌図の作成には全国規模での土壌調査事業を必要とし、その実施には莫大な時間と費用を要する。ただし、土壌が母材・気候・生物・地形・時間の 5 つの因子により生成する歴史的産物であることに着目し、既存の土壌図や火山放出物の堆積状況などの地理情報を最大限に活用すれば、少ない現地調査の事例から褐色黒ぼく土の地理的分布の法則性を明らかにし、それを土壌図に反映させることは可能だと考える。

黒ボク土は第四紀の火山放出物が広く地表を覆う北海道、東北、関東、九州に広く分布している。これらの地域は母材への火山放出物の影響が強く、褐色森林土の中に褐色黒ぼく土が潜む可能性が高い。本研究開始時までには予備的に行った予備調査から得た作業仮説は、褐色黒ボク土とその類縁土壌(褐色黒ボク土類縁土壌)は黒ボク土が隣接する褐色森林土地帯に分布することであったことから、調査地は既存の土壌図に図示された土壌統を基本単位とし、従来の褐色森林土と黒ボク土の位置関係を軸に選定し、褐色黒ボク

土と褐色森林土の境界を見極められるように「黒ボク土-褐色森林土系列」もしくは「褐色黒ボク土類縁土壌の分布域」の事例研究を実施し、土壌生成因子を含めた詳細な検討から分布の法則性を検討した。

調査対象地域は母材への火山放出物の影響が強い東北地方に設定し、宮城県中央部および秋田県中央部の丘陵地形を事例研究地とした。なお、宮城県の事例研究地の選定にあたっては、研究会開始時までに予備的に調査した宮城県の森林土壌 14 地点の分析結果を用いた。一方、秋田県の事例研究地の選定にあたっては、研究 1 年目に秋田県林業試験場から秋田県南部の森林土壌 33 地点から採取した試料 153 点を譲り受け、2 年目に化学分析を行った結果を参考にした。また、比較のために、宮城県北部の黒ぼく土地帯のスギ人工林における土壌調査も実施した。

精密土壌調査の対象とした「褐色黒ボク土類縁土壌」の事例調査地は、宮城県林業技術総合センター（黒川郡大衡村、大衡丘陵）のアカマツ人工林約 1.8 ha 及び秋田県森林技術センター（秋田市河辺、戸島段丘）のスギ人工林と広葉樹林の約 2.0 ha とした（図 1）。

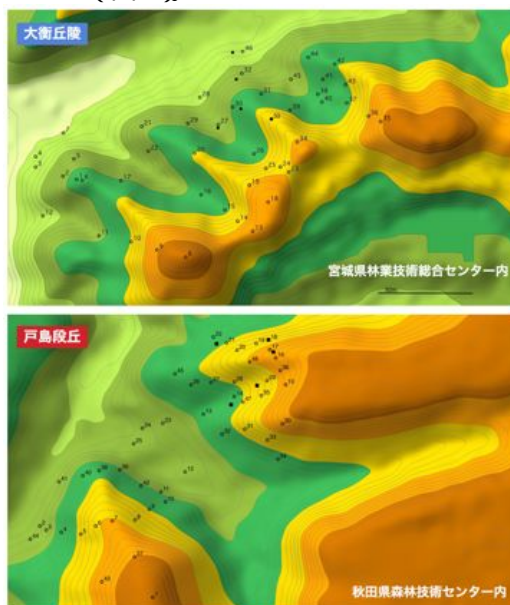


図 1：調査対象とした大衡丘陵（宮城県黒川郡大衡村、上）と戸島段丘（秋田県秋田市河辺、下）の地形図（等高線 1m 間隔）と調査地点（オーガー調査は○印、断面調査は■印）

段彩境界 (m) ~45 ■ ~50 ■ ~55 ■ ~60 ■ ~65 ■ ~70 ■ ~75 ■

大衡丘陵では、2012 年 5 月に丘陵地の微地形（頂部斜面、上部谷壁斜面、谷頭凹地、下部谷壁斜面、麓部斜面、谷底面、小段丘面）を考慮して 4 本の尾根筋・谷筋を含む 46 地点から、オーガーを用いて深さ 45 cm までの土壌を 15 cm 毎に採取し、活性 Al 及び Fe（酸性シュウ酸塩可溶 Al 及び Fe、以後、Al_o 及び Fe_o とする）の空間分布を検討した [オーガー調査]。同年 12 月に地形区分を代表する 5 地点を対象に土壌断面調査を行い理化学性の分析を行った [断面調査]。戸島段丘においても同様に 2013 年

5 月に 47 地点を対象としたオーガー調査、同年 10 月に 5 地点を対象とした断面調査を行った。

4. 研究成果

オーガー調査の全ての試料で Al_o+1/2Fe_o は 2% 未満であったことから、これらの事例調査地は「黒ボク土-褐色森林土系列」よりも「褐色黒ボク土類縁土壌の分布地域」に近いとみなすことができた。両調査地ともに Al_o+1/2Fe_o が上部谷壁斜面で低く、尾根（頂部斜面）や斜面下部で高くなる傾向は共通であったが、戸島段丘は大衡丘陵より全般的に Al_o+1/2Fe_o が高く、深さ 0~15 cm が 15 cm 以深より低くなる傾向もみられた（図 2）。

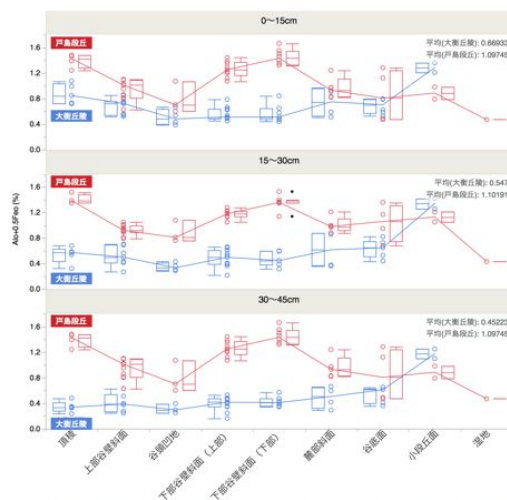


図 2：大衡丘陵と戸島段丘のオーガー調査における地形区分毎の Al_o+1/2Fe_o (%)

結果は、深さ 0~15、15~30、30~45cm に分け、調査地点毎のデータを○印でそれらを要約したものを箱ヒゲ図で示した。折れ線グラフは中央値（メジアン）を連結した。用いた地形区分は以下の通り。

地形区分：1 頂部、2 上部谷壁斜面、3 谷頭凹地、4 下部谷壁斜面（上）、5 下部谷壁斜面（下）、6 谷底面、7 麓部斜面、8 小段丘面、9 湿地

断面調査の結果はオーガー調査でみられた結果と調和的で、層位ごとの Al_o+1/2Fe_o の変化は地形区分及び調査地全般の傾向に類似した。Al_o+1/2Fe_o の変化は殆どの地形区分で Al_o によって説明できたが、谷底面では Fe_o の寄与が大きかった（図 3）。これは丘陵地谷底の水分環境における季節的な酸化還元繰り返し Fe_o を増加させたと考えられ、火山灰土特有の化学性との関係は弱いと考えられた。

包括的土壌分類第 1 次試案（小原ら、2011）によれば、両調査地とも黒ボク土大群に分類される地点は見当たらず、地下水湿性特徴がみられる谷底面は湿性褐色森林土、Al_o+1/2Fe_o が比較的高い小段丘面（大衡丘陵）と下部谷壁斜面（下部）（戸島段丘）はばん土質褐色森林土、その他の地形区分は普通褐色森林土（大衡丘陵）と台地褐色森林土（戸島段丘）に相当すると考えられた。一連の地形面における土壌分類名の変化は、褐色黒ボク土類縁土壌の丘陵地における分布の特徴を示唆するものであった（図 3）。

本研究は、(1) 褐色黒ボク土とその類縁土壌を調査し、(2) 地理情報システムによる空間解析の手法を用いてその分布域を予測し、(3) その土壌生成を火山ガラスや他の土壌

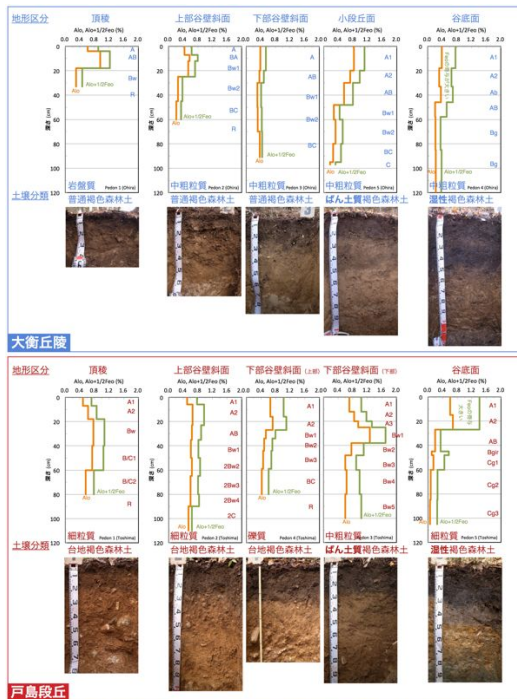


図3：大衡丘陵と戸島段丘の断面調査における各調査地点のAl_o(%)とAl_o+1/2Fe_o(%)の断面内垂直分布(上図)、包括的土壌分類第1次試案(2011)による土壌分類名(中図)及び土壌断面写真(下図)。

構成成分の物質科学的解析から詳細に検討することを目的として実施した。2つの事例調査地を対象とした(1)に関する精密土壌調査からは、黒ボク特徴の変化は殆どの地形区分で活性Al_oによって説明できるが谷底面は活性Fe_oの寄与が大きいため、土壌分類では谷底面は湿性褐色森林土、小段丘面や麓部斜面はばん土質褐色森林土、その他の地形区分は普通褐色森林土もしくは台地褐色森林土に分類されるという重要な知見を得ることができた。

一連の地形面における土壌分類名の変化は褐色黒ボク土類縁土壌の丘陵地における分布を特徴付けるものであり、研究当初の仮説を裏付けるものであったが、目的の(2)および(3)に関する検討は十分ではなく、今後の重要な検討課題として残されていると認識している。2つの事例調査地から採取した試料を対象とした目的(2)の地理情報システムによる褐色黒ボク土類縁土壌の分布域予測は、文献調査により「ファジー理論を使った丘陵地の斜面位置情報の利用(Qinら, 2012)」の手法が有望であり、(3)の火山ガラス等の物質科学的解析も併せて検討し、早急に研究成果をまとめる予定である。一方、褐色黒ボク土類縁土壌の分布域予測には、今回の研究期間内に取り扱った事例調査地2カ所(大衡丘陵と戸島段丘)だけでは不十分である。分布域予測の精度向上のためはこのような事例研究地を増やすことが必要である。

本研究課題で得られた成果は、褐色黒ボク土類縁土壌の正確な分布予測法の確立に必要な不可欠な情報であり、これらの知見を土壌図の更新に生かすことができれば、我が国の土壌資源評価がより適切なものになると確信している。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔学会発表〕(計6件)

菅野均志、谷浦睦美、齋藤穂高、高橋正、南條正巳、黒ボク土地帯に隣接する丘陵地の土壌における活性Al_o及びFe_oの空間分布—大衡丘陵(宮城県)と戸島段丘(秋田県)を対象とした事例研究—、日本ペドロロジー学会 2014年度大会、2014年3月21日、島根県松江市

谷浦睦美、菅野均志、高橋正、南條正巳、宮城県中央部大衡丘陵の褐色森林土にみられる黒ボク特徴の空間分布、日本土壌肥料学会 2013年度名古屋大会、2013年9月11~13日、愛知県名古屋市

榎並麻衣、菅野均志、清和研二、高橋正、南條正巳、間伐強度の異なるスギ人工林土壌におけるO層の変化とA層上部の特性、日本生態学会第60回大会、2013年3月5~9日、静岡県静岡市

榎並麻衣・菅野均志・高橋正・南條正巳、宮城県中央部大衡丘陵にみられる黒ボク土-褐色森林土系列、日本土壌肥料学会 2011年度つくば大会、2011年8月8~10日、茨城県つくば市

〔図書〕(計1件)

菅野均志、弘前大学出版会、「白神山地の土壌入門」、2014、53-61ページ

〔その他〕

<http://www.agri.tohoku.ac.jp/soil/jpn/>

6. 研究組織

(1)研究代表者

菅野均志 (KANNO, HITOSHI)
東北大学・大学院農学研究科・助教
研究者番号：30250731

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

なし