

原 著

佐瀬 隆¹・細野 衛²・高地セリア好美³：三内丸山遺跡の 土壌生成履歴—植生環境、人の活動および黒ボク土層の関係—

Takashi Sase¹, Mamoru Hosono² and Celia Yoshimi Takachi³:
Soil-genesis at the Sannai-maruyama site, Aomori Prefecture:
Relationship among soil-facies, vegetation, and human activity

要 旨 三内丸山遺跡における土壌生成履歴を植生環境、人の活動そして土壌層相の関係から検討した。完新世初頭、タケ亜科（ササ属）を林床に伴うコナラ亜属を主としブナなどを随伴する落葉広葉樹林のもとで褐色森林土層が生成したが、集落の出現（約 5050 年前）に先だつ縄文時代前期中葉以前に黒ボク土層の生成が開始した。それは、人の活動により落葉広葉樹林が縮小し草原的環境が生まれたことに連動していた。集落の最も拡大した縄文時代中期には活発な人の活動に伴い土壌層が攪乱されることもあったものの、「人の活動→森林破壊→草原的環境」の生業システムは生態系の一部として継続し、その下で黒ボク土層は途切れることなく現在まで累積した。この意味で、黒ボク土層は人がつくった土壌層ということができる。

キーワード：黒ボク土層、三内丸山遺跡、縄文時代、植物珪酸体、人の活動

Abstract We studied soil-genesis since the early Jomon period at the Sannai-maruyama site based on the relationship among soil-facies, vegetation, and human activity. In the early Holocene, the brown forest soils formed under deciduous broad-leaved forests, associated with dwarf bamboo, *Sasa*. Before the appearance of the village, ca. 5050 yr BP, the middle stage of the early Jomon period, the formation of the kuroboku soils (black colored humus layer) started. This occurrence synchronized with the expansion of the semi-grassland caused by the human forest clearance. Although the disturbance of soil layers owing to increasing human activities occurred in the maximum stage of the village during the middle Jomon period, the kuroboku soils have continuously formed under the artificial ecosystem of “human activities → forest clearance → expansion of semi-grassland”. Therefore, the kuroboku soils at the Sannai-maruyama site could be promoted by human activities.

Key words: human activity, Jomon period, kuroboku soils, phytolith, Sannai-maruyama site

はじめに

三内丸山遺跡は青森市の南西部、沖館台地に位置する縄文時代前期中葉から中期後葉にかけて約 1500 年にわたり継続した大規模な集落遺跡である（図 1）。その膨大な遺物、遺構は沖館台地を覆う最終間氷期に始まるテフラ—土壌累積層の最上部を構成する完新世土壌層やその同時異相の水成堆積層に包含される。テフラを主要な母材として生成しているこの土壌層は、日本各地の台地に見られる完新世火山灰土層と同様に「粗しょうで黒色かつムル状の腐植」で特徴づけられる黒色土壌層いわゆる黒ボク土層（細野・佐瀬, 1997 など）を基調とする。

黒ボク土層は温暖湿潤な気候のもとテフラを主要な母材

として生成し、人為的作用によって生じた草原的環境がその重要な生成要因として考えられている土壌層である（細野・佐瀬, 1997；佐瀬・細野, 1998 など）。この裏付けとしては、東北地方北部や北海道では完新世になってから黒ボク土層の生成が始まる層位学的情報（佐瀬・細野, 1995）や、極相林下では黒ボク土層の生成が認められないという植生と土壌層相の対応関係（河室・鳥居, 1986；細野ほか, 1994；高橋, 1990）、また黒ボク土層の植物珪酸体群集や花粉群集が草原的環境に対応すること（加藤, 1964, 2007；Kawamuro & Torii, 1986；河室・鳥居, 1986；佐瀬・細野, 2007；鳥居, 2007）、さらに人の活動に連動して黒ボク土層が生成を開始すること（佐瀬ほ

¹ 〒028-7302 岩手県八幡平市松尾寄木 1-590-369 北方ファイトリス研究室 (e-mail: saze@opal.plala.or.jp)

Boreal Laboratory for Phytolith Research, 1-590-369 Matsuo-yoriki, Hachimantai-shi, Iwate 028-7302, Japan

² 〒162-0052 東京都新宿区戸山町 1-12-7 東京自然史研究機構

Tokyo Natural History Research Structure, 1-12-7 Toyama-cho, Shinjuku-ku, Tokyo 162-0052, Japan

³ Caixa Postal 710, Londrina-Parana, CEP 86001-970, Brazil

か、1988, 2006; 細野ほか, 1991; 細野・佐瀬, 2003) などがある。日本の台地や丘陵における完新世火山灰土層層が黒ボク土層であることが多いのは、縄文時代以来の人の活動によりもたらされる草原的環境によると考えられる(山根ほか, 1978; 松井, 1989)。しかし、黒ボク土層生成域で泥炭層などからこれまで得られている花粉などの植生史情報からは、黒ボク土層生成期に草原的環境が成立したことを示す明瞭な情報を必ずしも読み取ることが出来ない。三内丸山遺跡の土壌についての「集落のできる前は、ブナなどを中心とした森林で、その時代の地層は黒色土」(国立歴史民俗博物館, 2001)という記述にも、黒ボク土層が示唆する植生環境像との齟齬がある。

三内丸山遺跡調査においては、精力的に古生態系を解明する調査研究が行われ花粉や木材、種子化石の植生情報から遺跡最盛期における栽培性クリ林の成立など人の活動との関係で詳細な植生史が明らかにされた(Noshiro & Suzuki, 2006; 辻ほか, 2006; 吉川ほか, 2006)。三内丸山遺跡は、これらの植生史情報と土壌学的情報を照合して黒ボク土層の生成と人間活動との関係を検討する格好の場といえよう。すでに、三内丸山文化最盛期の黒褐～暗褐色のまだら模様を呈する特異な土層層が縄文人の活発な活動に伴う土壌移動や攪乱と深く関わっていることを始め、最終氷期末葉以降の植生と人間活動および土層層相の関係が示された(細野, 2002; 細野ほか, 2007)。しかし、これまでは、花粉などの植生史情報との照合が十分とはいええず、土壌生成論と花粉などにより示される植生史情報との齟齬は残されたままであった。そこで、本論では、三内丸山遺跡の土壌学的情報と植生史情報との照合をさらに進めて、三内丸山遺跡における土壌生成と人の活動、植生環境

との関係について考察をする。なお、新たな植生史情報として、3地点において実施した植物珪酸体分析の結果を活用する。

層序と調査断面、分析試料

1. 層序

三内丸山遺跡の土層層や堆積層に対して当初設定された基本層序としては北地区の台地のものがある(北地区台地層序: 青森県教育庁文化課, 1998)。それでは、上位から第I層(中世までの遺物が含まれる)、第II層(平安時代から縄文時代中期末までの遺物を含む)、第III層(縄文時代中期後半から同前期中頃までの遺物を含む)、第IV層(縄文円筒下層a式土器を含む)、第V層(漸移層)、第VI層(更新世末の千曳テフラ層: Cb, 約14 ka)、第VII層(黄褐色ローム質粘土層)に区分された。このうち第III層が三内丸山遺跡最盛期の遺物、遺構を包含する土層層と堆積層である。

その後、北の谷地域の完新世堆積層を模式層序として地質学的視点が加味されて、新たな層位区分の軸となる三内丸山層が設定された(辻, 2006)。その層序は、上位から最上部層(近世以降の包含層、北地区台地層序の第I層に対比)、上部層(白頭山苦小牧テフラ(B-Tm, 10世紀)と十和田aテフラ(To-a, AD 915)を挟む古代から中世の包含層、北地区台地層序の第II層上部に対比)、中部層(大木10式土器を包含、北地区台地層序の第II層下部に対比)、下部層(縄文円筒下層a式から最花式土器を包含、最下部に十和田中振テフラ(To-Cu, 約5050 yr BP: 辻・中村, 2001)が狭在、北地区台地層序の第III層にほぼ対比)、最下部層(縄文円筒式より古い土器を包含、北地区台地層序の第IV層にほぼ対比)に区分される。このうち

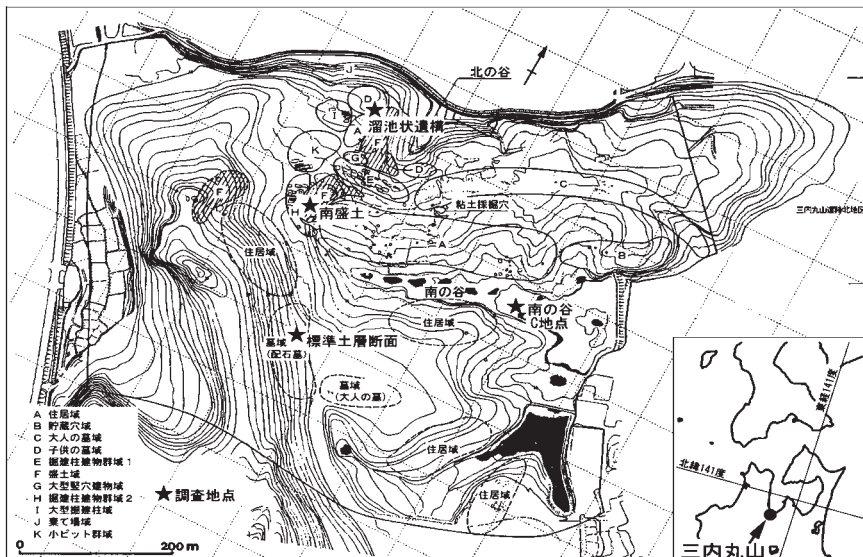


図1 三内丸山遺跡の概略図と調査地点 (青森県・日本公園緑地協会, 1998 に加筆).
Fig. 1 Distribution of archaeological remains at the Sannai-maruyama site and sampling sites (modified from Aomori Prefecture and POSA, 1998).

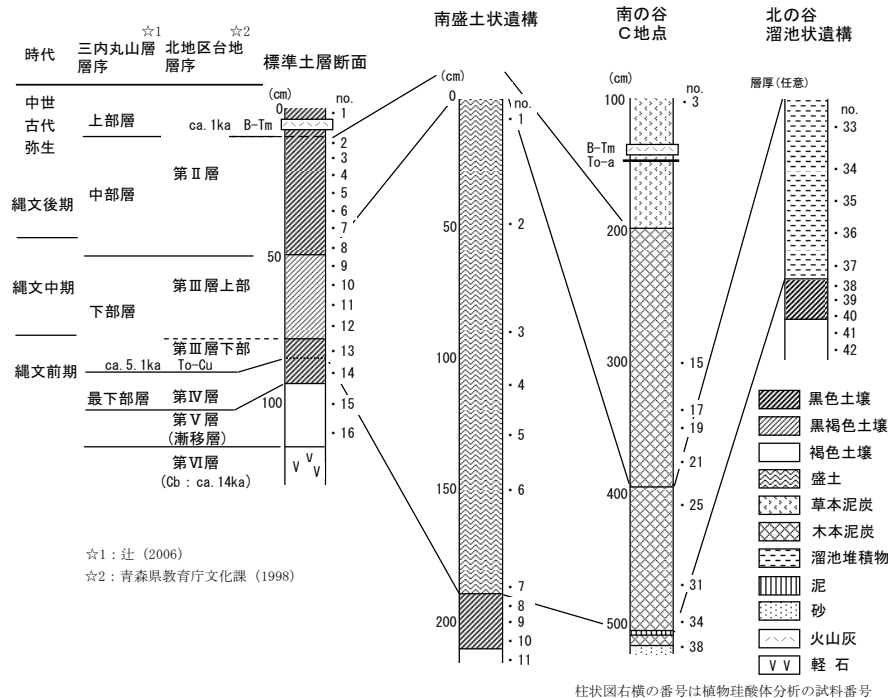


図2 三内丸山遺跡，調査断面の層序と対比。
Fig. 2 Correlative columnar sections of sampling sites.

下部層は台地上や台地斜面では三内丸山遺跡最盛期の膨大な遺物を含む厚い人為的な堆積層として特徴的に見出され、谷底部では埋没林を包含する泥炭質の堆積物となっている (辻, 2006)。また、中部層以上は谷底部で厚く堆積するが、中部層と上部層・最上部層で明瞭な質の違いが認められ、前者が木本泥炭質であるのに対して後者は草本泥炭質である (辻, 2006)。

2. 調査断面，分析試料

三内丸山遺跡の以下の4地点を調査断面とした (図2)。溜池状遺構断面と南地区C地点ボーリングコアの資・試料は辻 誠一郎氏 (東京大学) から提供を受けたもので、試料番号は吉川ほか (2006) に準拠している。

1) 標準土層断面

三内丸山遺跡の典型的な完新世土層は遺跡南地区 (第20次発掘調査地区) で低位段丘と中位段丘の移行部に認められる (図1)。そこでは、最終氷期末葉の第VI層 (千曳テフラ層) を基底に、更新世末期から完新世初頭の褐色ローム質土層の第V層、縄文前期中葉以前の黒色有機質土層の第IV層、三内丸山文化層の黒色有機質土層の第III層下部 (縄文前期中葉～中期前葉相当)、同文化最盛期層 (中期中葉～後葉相当) の黒褐～暗褐色のまだら

模様状土層の第III層上部、そして、その上位に黒色有機質土層の第II層 (縄文中期末葉以降、上位にB-Tmを挟在) が累積している。この標準土層断面の層厚は150 cmほどで低地部の同時異相の水成堆積層に比べて厚くはないが、三内丸山遺跡の基本土層がほぼ揃って見られる。そこで、本論でもこの土層断面を細野ほか (2007) に倣って標準土層断面として用いることにする。なお、上記土層区分は北地区台地基本層序に準拠して設定されている。植物珪酸体分析試料は、第VI層を除いて5-10 cm間隔で合計16点採取した (図2)。なお、本土層の土壌理化学性はTakachi (2000) に、また土壌学的位置づけと珪酸体組成は細野ほか (2007) に報告されている。

2) 南盛土遺構断面

南盛土遺構は北地区で検出された2つの盛土遺構のうち南側に位置するものである (図1)。盛土遺構とは「土の廃棄あるいは意図的に土盛りによって造り上げられた人為的な構築物」 (辻, 2006) で、遺物や、炭化物、焼土を含む細かい無数の土層の累積からなる。南盛土遺構は北地区台地層序の第IV層 (三内丸山層最下部層) に相当する30 cmほどの黒色土層の上に最大厚2.1 mの規模で構築されている。この盛土層は北地区台地層序の第III層 (三内丸山層下部層) に当たる。分析試料は見学用トレンチ断面

から盛土層については無作為間隔で 7 点、盛土層下位に累積する黒色土壌層 (第 IV 層相当) から 3 点、褐色土壌層 (第 V 層相当) から 1 点をそれぞれ採取した (図 2)。

3) 溜池状遺構断面

溜池状遺構は「北の谷」の西側に位置する (図 1)、「水を貯める施設」の可能性のある遺構である (辻, 2006)。堆積層はほとんど遺物を包含しないが、隣接する北盛土遺構の盛土層と同時異相の關係にあり (辻, 2006)、北地区台地層序の第 III 層 (三内丸山層下部層) に当たる。分析試料は、溜池堆積層 5 点 (nos. 33–37)、その下位に累積する黒色土壌層 (第 IV 層相当) 3 点 (nos. 38–40)、褐色土壌層 (第 V 層相当) 2 点 (nos. 41, 42) である (図 2)。

4) 南地区 C 地点ボーリングコア

南地区 C 地点のボーリングコアは「南の谷」で採取されたものである (図 1)。コアは、上部 2 m ほどの草本泥炭部と 3 m ほどの木本泥炭を主体とする下部に分かれる。前者は三内丸山層最上部層と上部層に、後者は三内丸山層中部層～最下部層にそれぞれ当たる (辻, 2006)。分析試料は、三内丸山層最下部層から 1 点 (no. 38)、下部層から 3 点 (nos. 25, 31, 34)、中部層から 4 点 (nos. 15, 17, 19, 21)、上部層から 1 点 (no. 3) である (図 2)。

植物珪酸体分析の方法

植物珪酸体分析は、ホットプレート上で有機物分解 (過酸化水素処理) → 試料の破碎・分散 (超音波処理) → 脱鉄 (ジチオナイト法) → 10–100 μm 画分の分離 (篩と沈底法) → プレパラート作成・検鏡の手順によった。

植物珪酸体は佐瀬 (2003) に準拠して、イネ科機動細胞起源 (ファン型) grass/bulliform (fan shaped), イネ科短細胞起源 grass/short cell, 長細胞等起源 (棒状型) elongate, イネ科トゲ細胞起源 (ポイント型) grass/prickle hair (point shaped), 樹木起源, シダ起源, カヤツリグサ科起源, その他の 8 群に区分した。このうちイネ科機動細胞起源 (ファン型) はタケ亜科起源 Bambusoideae と非タケ亜科起源 non-Bambusoideae の 2 群に区分、さらにタケ亜科起源についてはササ属タイプとメダケ属タイプを識別した。珪酸体は読み取り数が 200 個を超えるまで計測した。なお、イネ科短細胞起源は、タケ (亜科) 型 Bambusoid, ヒゲシバ (類) 型 Chloridoid, キビ (亜科) 型 Panicoid, ウシノケグサ・イチゴツナギ (亜科) 型 Festucoid, 未分類の 5 群にそれぞれ区分して同定し珪酸体数を計測し、またイネ科機動細胞起源 / 非タケ亜科起源 non-Bambusoideae のうち識別容易でかつ顕著に検出されたヨシ属タイプ頻度については区別して計測した。

計測結果は全珪酸体計測総数を基数に、その他群と検出が希であったカヤツリグサ群を除く 6 群の頻度を求め組成図を作成した。イネ科短細胞起源の 5 群については、短細胞起源の計測総数を基数に頻度を求め組成図を作成した。さらに、イネ科機動細胞起源 (ファン型) の「タケ亜科起源 / 非タケ亜科起源」と、タケ亜科起源 (ファン型) の「ササ属タイプ / メダケ属タイプ」、イネ科短細胞起源の「タケ亜科型 Bambusoid / キビ類型 Panicoid + ウシノケグサ・イチゴツナギ (亜科) 型 Festucoid」の各構成比図をそれぞれの計測数に基づいて作成した。なお、機動細胞起源 (ファン型) のヨシタイプが顕著に検出された南の谷 C 地点ボーリングコアについては、全植物珪酸体計測総数を基数にこの珪酸体の頻度を別途求めて組成図を作成している。

結 果

1. 標準土層の土壤理化学性

各土壌層はいずれもテフラ物質を主な母材とし、低い仮比重 ($< 0.7 \text{ g/cm}^3$) と、高い pH (NaF) (> 11.3), リン酸保持率 ($> 93\%$) を示すことから、「世界の土壤資源—照合基準— (WRB)」 (世界土壤科学会議ほか, 2000) の andic horizon 条件を満たす。さらに黒色 (マンセル, $< 2/2$) を呈する第 IV 層と、第 III 層下部、第 II 層のいずれも、炭素含量が $> 8.7\%$ と高く、Melanic Index ≤ 1.7 であり、WRB の melanic horizon 条件を満たすので、黒ボク土層と認定される。したがって、当遺跡における黒ボク土層の生成開始時期は第 IV 層、すなわち縄文時代前期中葉以前と考えられる。一方、三内丸山文化最盛期後半の第 III 層上部は黒褐～暗褐色 (マンセル, $> 2/2$) を呈し melanic horizon 条件を満たさないので典型的な黒ボク土層とは言いがたく、まだら模様の特異な層相を呈する。

2. 植物珪酸体群

1) 標準土層断面 (図 3)

樹木起源珪酸体 (モクレン属起源と推定されるブレイド状珪酸体が主) の検出は散発的で、かつその検出率は極めて低い。また、シダ起源珪酸体はほぼ連続して検出されるが、その頻度はいずれも低い。したがって、植物珪酸体の主体はイネ科起源とみてよい。第 V 層 (nos. 15, 16) ではタケ亜科起源が極めて優勢である。第 IV 層 (no. 14) ではタケ亜科起源が優勢であるもののキビ (亜科) 型 Panicoid を主とする短細胞起源珪酸体や非タケ亜科機動細胞起源 (ファン型) 起源珪酸体の増加が見られ、その傾向は、第 III 層下部 (no. 13) でさらに顕著になる。第 III 層上部 (nos. 9–12) では再びタケ亜科起源が優勢となるが、第 II 層の下部 (nos. 6–8) で非タケ亜科起源が増加し、上部 (nos. 1–5) では一層増加して優勢となる。なお、検出

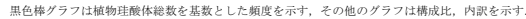


Fig. 3 Opal phytolith diagram of the standard section (modified from Hosono et al., 2007).

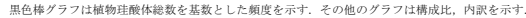
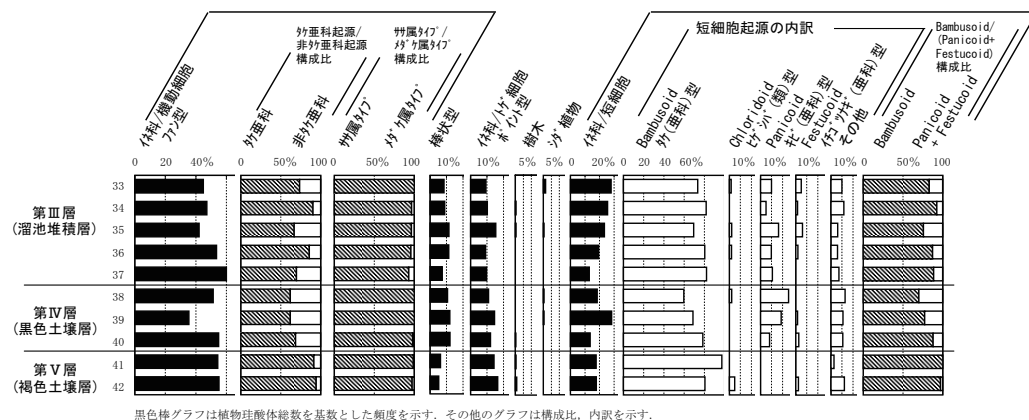


Fig. 4 Opal phytolith diagram of the section at the south mound.

樹木起源（モクレン属起源と推定されるブレイド状珪酸体が主）とシダ起源珪酸体の検出は散発的で、かつその検出率は極めて低い。したがって、植物珪酸体の主体はイネ科起源といってよい。最下部の第Ⅴ層（褐色土層）（no. 11）ではタケ亜科（ササ属）起源が極めて優勢である。第Ⅳ層（黒色土層）（nos. 8-10）ではタケ亜科起源が優勢であるもののキビ（亜科）型 Panicoid を主とする短細胞

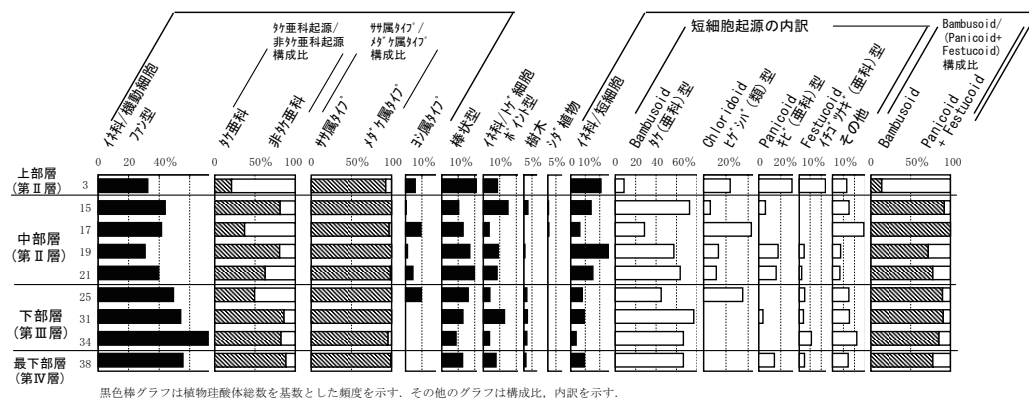
樹木起源（モクレン属起源と推定されるブレイド状珪酸体が主）とシダ起源珪酸体の検出は散発的で、かつその検出率は極めて低い。したがって、植物珪酸体の主体はイネ科起源といってよい。第Ⅴ層（褐色土層）（nos. 41, 42）では非タケ亜科珪酸体がわずかに検出されるに過ぎず、タ



黒色棒グラフは植物珪酸体総数を基とした頻度を示す。その他のグラフは構成比、内訳を示す。

図 5 三内丸山遺跡、溜池状遺構断面の植物珪酸体組成図。

Fig. 5 Opal phytolith diagram of the section at the reservoir-like remains.



黒色棒グラフは植物珪酸体総数を基とした頻度を示す。その他のグラフは構成比、内訳を示す。

図 6 三内丸山遺跡、南の谷 C 地点ボーリングの植物珪酸体組成図。

Fig. 6 Opal phytolith diagram of the core C at the south valley area.

ケ亜科珪酸体が極めて優勢といえる。第 IV 層 (黒色土層) (nos. 38–40) ではキビ (亜科) 型 Panicoid を主とする短細胞起源珪酸体や非タケ亜科機動細胞起源 (ファン型) 珪酸体の増加が見られる。第 III 層 (溜め池堆積層) (nos. 33–37) では非タケ亜科がさらに増加することはなく、第 IV 層の状況がほぼ維持される。なお、検出されるタケ亜科機動細胞起源 (ファン型) の大部分はササ属タイプである。

4) C 地点 (図 6)

樹木起源珪酸体 (モクレン属起源と推定されるブレイド状珪酸体が主) は、最下部層と下部層で連続して検出されるが検出率は低く、またシダ起源珪酸体も散発的にかつ検出率は極めて低い。したがって、植物珪酸体の主体はイネ科起源といってよい。最下部層 (第 IV 層相当) (no. 38) ではタケ亜科起源が優勢であるが短細胞起源や非タケ亜科

機動細胞起源 (ファン型) も標準土層第 IV 層に準じるレベルで検出される。下部層 (第 III 層相当) では下部 (no. 34) と中部 (no. 31) で最下部層と同様にタケ亜科が優勢の状況であるが、上部 (no. 25) においてヨシ属タイプの機動細胞起源 (ファン型) や短細胞起源のヒゲシバ (類) 型 Chloridoid が有意に検出される。この Chloridoid は大半がヨシ属タイプのものである。中部層 (第 II 層下部相当) (nos. 15, 17, 19, 21) では下部層上部と同様の傾向が引き継がれる。そして上部層 (第 II 層上部相当) (no. 3) では、この傾向に加えて機動細胞起源 (ファン型) でヨシ属タイプ以外の非タケ亜科珪酸体や、短細胞起源でキビ (亜科) 型 Panicoid とウシノケグサ (亜科) 型 Festucoid が増加することで非タケ亜科起源が明らかに優勢となる。なお、検出されるタケ亜科機動細胞起源 (ファン型) はササ属タイプが大勢を占める。

考 察

三内丸山遺跡における最終氷期末葉以降の植生と人間活動および土壌層相の関係は既に細野ほか (2007) により時系列で示された。本論ではこれに、今回新たに提示した植物珪酸体情報を加え、また吉川ほか (2006) などの植生史情報との対応を議論しながら考察する (図 7)。

1. 完新世初頭、千曳テフラ堆積後、第 V 層の時代

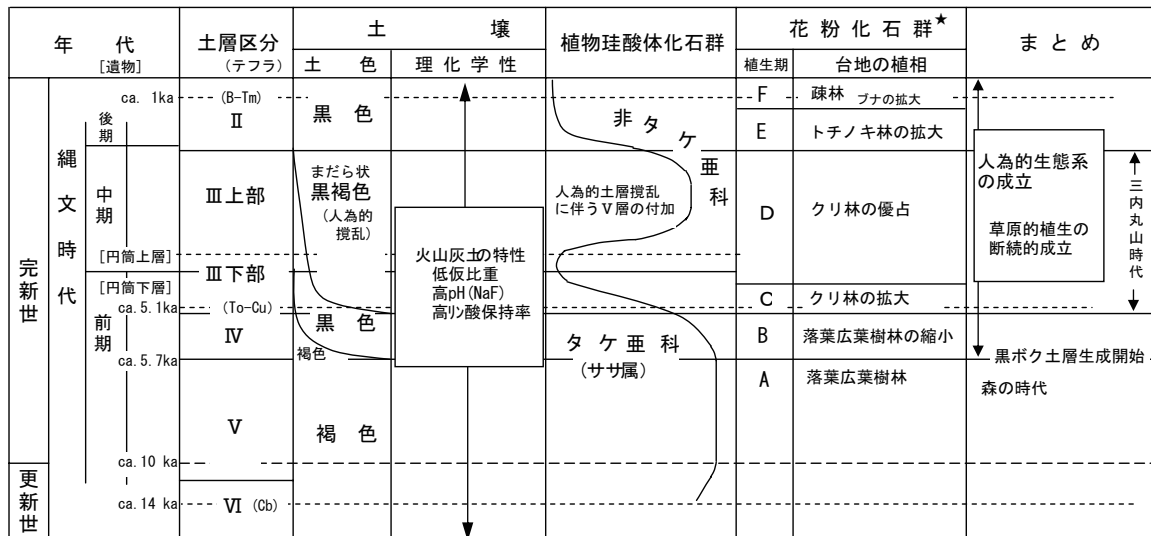
標準土層断面の第 V 層の植物珪酸体群はタケ亜科珪酸体 (ササ属起源が主体) が極めて優勢である。樹木起源の珪酸体はごく限られるが、モクレン属起源と推定されるブレイド状珪酸体が検出される。土色は褐色であり森林環境を示唆する。花粉情報からこの時代の末期にはコナラ亜属を主としブナなどを随伴する落葉広葉樹林期 (植生期 A) が設定されている (吉川ほか, 2006)。この花粉情報を加味すれば、ササ属を主とするタケ亜科群を林床に伴いコナラ亜属を主としブナやモクレン属などを随伴する落葉広葉樹林のもとで褐色森林土層がこの時期に生成したと推定される。

2. 縄文時代前期初葉末～中葉、第 IV 層の時代—三内丸山文化の先駆け—

標準土層断面の第 IV 層は三内丸山遺跡に出現した最初の黒ボク土層である。第 IV 層は円筒下層 a 式土器を包含するとされるが、対比される三内丸山層最下部層が円筒下

層式以前の土器片を包含し、その上位層の下部層基底部に十和田中掬テフラ (To-Cu) が狭在するので、黒ボク土層の開始時期は少なくとも縄文時代前期中葉以前、To-Cu の降下・堆積以前であり、To-Cu の炭素年代である約 5050 yr BP より古いといえる。この第 IV 層期の黒ボク土層は南盛土層や溜池状遺構堆積物の下位にも認められることから台地部に広く分布するようである。このことは、約 5050 年前以前 (縄文時代前期中葉以前、To-Cu 以前)、三内丸山に集落が出現する前に黒ボク土層が普遍的に広く生成したことを示している。

この黒ボク土層の生成開始は、土壌生成論に基づけば草原的環境の出現に連動するものと考えられる。標準土層の第 IV 層の植物珪酸体群では、下位の第 V 層 (褐色土層) で極めて優勢であったタケ亜科 (ササ属が主体) が減少し非タケ亜科の増加を見る。この非タケ亜科珪酸体の増加は、狩りや茅刈りなどの生業に伴う森林の伐採による草原的環境の出現を暗示し、その下で黒ボク土層の生成が促進されたと考えられる (細野ほか, 2007)。なお、溜池状遺構の第 IV 層においては、より上位ほど非タケ亜科珪酸体が増加する傾向があり、次に続く第 III 層時代に向かって草原的環境の一層の拡大とそれを促進させた人の活動の高まりが示唆される。また、C 地点の最下部層である第 IV 層 (no. 38) も標準土層に準じた植物珪酸体群を示すが、これは南の谷周辺台地が草原的環境になっていたことを反映しているものと推定される。



★: 吉川ほか(2006)

図 7 三内丸山遺跡における土壌層相、植生、人の活動の経時変化 (細野ほか, 2007 に加筆修正)。

Fig. 7 Temporal changes of soil facies, vegetation, and human activity at the Sannai-maruyama site (modified from Hosono et al., 2007).

さて、この第 IV 層における黒ボク土層の生成開始とその植物珪酸体群情報はこれまで三内丸山で得られている植生史情報とどのように対応するであろうか。花粉分析によって示された植生変化（吉川ほか，2006）では、第 IV 層にほぼ対応すると考えられる植生期の B 期において落葉広葉樹林の減少とそれに並行して微粒炭の著しい増加が認められ、人の植生への著しい関与を示す。また、当期に対応する北の谷堆積層の種実遺体群はキハダやサワシバなどで構成される人の関与をうかがわせる落葉広葉樹林の成立を示唆する（辻ほか，2006）。これらのことは、第 IV 層期で黒ボク土層の生成が開始することや草原的環境の成立拡大を示す植物珪酸体情報とほぼ対応すると思われる。推定される草原的植生が人為的作用によりもたらされたとする黒ボク土層生成論の見方（山根ほか，1978；松井，1989；佐瀬・細野，1998）からすれば、むしろ両者はよく調和しているといえる（辻，2006）。三内丸山遺跡の土壌について、「集落のできる前は、ブナなどを中心とした森林で、その時代の地層は黒色土」（国立歴史民俗博物館，2001）とすることは、黒ボク土層生成論からはいうまでもないが、植生史情報からも再考の余地があろう。これまで、黒ボク土層生成に不可欠な要因とされる草原的環境のイメージの曖昧さが、土壌生成論と花粉情報との齟齬を生んでいたように思われる。黒ボク土層生成に関わる植生として、閉鎖した森林ではなく、草原や疎林のような植生が考えられている（鳥居ほか，1996；鳥居，2007）。また、十分な日光が地表に届き土壌温度が上昇しうる解放空間を持つ植生環境が黒ボク土層の生成には重要であり、草原という狭い枠に限定せず疎林なども含めた明るい植生環境を「草原的植生」と呼ぶ提案がなされている（三浦ほか，2008）。このように考えれば、人為的に伐採が繰り返される二次林的環境や植栽（栽培）林もこの広義の「草原的植生」に該当するであろう。関東平野（多摩丘陵）の黒ボク土（層）が生成した植生としては、火入れなどの人為によって遷移が抑えられ成立する草原や、ススキやアズマネザサを伴う落葉樹林が想定されている（武内，1994）。このように、黒ボク土層の生成に不可欠な要因とされる草原的植生を人為が絡んで成立する植生環境と広く捉えれば、花粉などによる植生史情報と黒ボク土層生成論との齟齬はなくなる。

3. 縄文時代前期中葉～中期前葉、第 III 層下部の時代—三内丸山文化のはじまり—

標準土層断面の第 III 層下部は、三内丸山遺跡に集落が出現した縄文時代前期中葉から集落の拡大をみる中期前葉にかけて生成した典型的な黒ボク土層である。その植物珪酸体群は第 IV 層よりさらに非タケ亜科が増加してタケ亜科と拮抗するようになる。このことは、人為的作用の高

まりにより草原的環境がさらに拡大したことを示唆するが、居住区における黒ボク土層の分布は意外に限られる。これは、この時期に入ると、ムラが出現し居住域の拡大に伴い土壌攪乱や排土捨てが進んだことによって黒褐～暗褐色土層の分布が広がったためと推定される（細野，2002；細野ほか，2007）。これに連動して黒ボク土層の主要な生成域は居住区の外側に移動したであろう。花粉層序植生区分の C 期～D 期前半（吉川ほか，2006）は、おおよそ第 III 層下部に対比可能な時期である。この植生期においてクリなどの有用植物の花粉が急増し集落のまわりにクリ林などを配置する人為的な生態系がつくりだされたと推定されている（吉川ほか，2006）。また、花粉層序植生期 C に対応する北の谷堆積層の種実遺体群はカナムグラやキランソウ属など人里植物を普通に含み攪乱の激しい環境を示唆する（辻ほか，2006）。さらには、クリの木質遺物や炭化材が多く産出することから人により管理された森林の成立が想定されている（Noshiro & Suzuki, 2006）。これらのことは、第 III 層下部が黒ボク土層でありそれが人為的作用で生じた草原的環境の拡大に伴い生成したとする推論と調和しているといえよう。

4. 縄文時代中期中葉～後葉、第 III 層上部の時代—三内丸山文化最盛期—

標準土層断面の第 III 層上部は、三内丸山遺跡で遺跡が最も栄えた縄文時代中期中葉に生成した黒褐～暗褐色のまだら模様を呈する特異な土壌層である。そして、その植物珪酸体群はタケ亜科起源（ササ属が主体）珪酸体が優勢である。ササ属の優占する草地の遷移度はススキ属やシバ属が優占する場合より大きく（Numata, 1969），またそれに調和するように冷温帯（三内丸山遺跡が位置する）では採草条件でススキ型草地が、放牧条件でシバ型草地が成立する（Numata, 1969）。このことは、ササ属が刈り取りや踏圧に弱く（沼田，1963；川鍋，1973），生物による攪乱が過度に働けばササ属が衰退しススキ属やシバ属が優占する草原となる（内藤，1988）ことに対応している。したがって、人的活動の高まりに伴い植生攪乱のいっそうの増大が予想されるこの時代に、第 III 層下部層で衰退する傾向が認められたササ属が再び優勢になるように見えるのも特異といえる。これについて、細野ほか（2007）は「褐色かつササ属起源の珪酸体に極めて富む第 V 層」が付加されている可能性を指摘した。この時代は三内丸山遺跡変遷史において集落が最も拡大した第 III 期～第 IV 期にあたり、住居や、土抗墓、埋設遺構、盛土遺構、掘建建物、環状配石墓、道路などの構築物が数を増し広範囲に出現する（川口，2006）。第 V 層の付加は、このような「広範囲に行われた住居などの活発な築造に伴う土壌の攪乱」によ

り生じたと推測された。このことは、第 III 層上部にほぼ対応する三内丸山層の下部層が「人為によって形成されるか、その影響下で厚層化した堆積物が主体」(辻, 2006)とする指摘とも符合するといえよう。この第 III 層上部には南盛土層や溜池状遺構の堆積層もほぼ該当するが、それらの植物珪酸体群でもタケ亜科珪酸体(ササ属が主体)が優勢でありイネ科短細胞起源のキビ(亜科)型 Panicoid などの非タケ亜科珪酸体が目立って増加する傾向は認められない。南盛土の別試料でもササ属が優勢な珪酸体群が確認されている(鈴木, 1998)。また、同様に第 III 層上部に対比可能な北盛土堆積層や北の谷堆積層の植物珪酸体情報(外山, 1995)も同様な珪酸体群を示す。住居域において衰退が予想されるササ属が優勢するような珪酸体群は、第 V 層の付加が少なからず関わっていることを暗示している。ところで、第 V 層の付加や土層の攪乱があったとすれば第 III 層上部から第 V 層などの下位の土層に対応する古い年代値が得られる可能性がある。しかし、これまで遺跡発掘調査にともない多くの年代測定が実施されているが、そのような年代資料はほとんど得られていない。これは第 V 層が褐色土壌層であり年代測定試料となりうる遺物に乏しいこと、また第 IV 層が集落出現以前の土層なのでまとまった考古遺物を包含しないこと、そして第 III 層下部が分布の限定される土層であることが関係していると考えられよう。なお、盛土遺構の構成層として「ローム」と「破棄ローム主体層」が記載されている(青森県教育庁文化課, 1996)。これらの「ローム」質土の起源についてはこれまで検討されていないが、第 V 層との関連が考えられるのではなかろうか。

第 III 層上部にほぼ対応する三内丸山層下部層は人為的な堆積物以外では厚さ 10 cm 以下の褐色～黒褐色の薄層として見出される(辻, 2006)。したがって、典型的黒ボク土層が見出されないことには、活発な人の活動に伴う過度な踏みつけにより植被が失われ、腐植材料の有機物供給が著しく減少したことも関わっていると推定される。この時代、住居域での典型的黒ボク土層の分布はほぼ消失し、その主要な生成域はさらに居住域から離れた地域へ移動したであろう。吉川ほか(2006)による植生期区分 D 期後半はおおよそ第 III 層上部に対比可能な時期であるが、先行する D 期前半から引き続きクリの栽培林を伴う人為的な生態系が成立したと推定されている。この生態系は、前記のように黒ボク土層生成論のいう「草原的環境」と矛盾するものではなく、むしろ調和していると見て良い。ところで、C 地点の下部層(nos. 25, 31, 34)は第 III 層に対比されるが、その植物珪酸体群でもタケ亜科(ササ属が主体)が優勢といえる。ここにも、南の谷周辺台地部における人為的土壌攪乱の影響が読み取れよう。なお、最上位の no. 25

ではヨシ属タイプ珪酸体が高率で検出され、大きな植生環境の変化が示唆される。谷周辺がヨシ属の繁茂する光のあたる明るい環境に変わったと考えられるが、これは、クリ林が拡大される過程で進んだ森林の伐採による草原的環境の拡大を暗示する。

5. 縄文時代中期末葉以降、第 II 層以降の時代—三内丸山文化の衰退—

標準土層断面第 II 層は縄文時代中期末葉から平安時代にかけて生成した土壌層で典型的な黒ボク土層である。その植物珪酸体群は下部(nos. 6–8)と上部(nos. 1–5)で異なる。

第 II 層下部ではタケ亜科珪酸体が優勢である。しかし、非タケ亜科珪酸体が第 IV 層に匹敵するほど検出されるので、草原的環境の成立が確かに推定され、そのような植生のもとで黒ボク土層が生成したといえる。この時代は、クリ林の衰退とそれに代わるトチノキ林の拡大で特徴づけられる植生期 E(吉川ほか, 2006)に対応するが、このトチノキ林の拡大は人為によるものとされ(吉川ほか, 2006)、引き続き人為が深く関わる植生環境が半ば継続したことが推定される。この時代に入ると集落が縮小して盛土遺構などの構造物は姿を消す。そして、第 III 層期で黒ボク土層の生成を阻害するほどであった土壌攪乱を伴う人為的圧力は低下する。しかし、火入れや森林伐採などの人為作用は継続して繰り返され、黒ボク土層は居住域も含めて広域に生成分布したものと考えられる。なお、クリ林とトチノキ林の交代と並行して落葉広葉樹林の拡大が見られる(吉川ほか, 2006)。三内丸山遺跡に近接の大矢沢でも同様な植生変動が捉えられ(後藤・辻, 2000)、それには多量の微粒炭を伴うので活発な生業があったと推定されている(吉川ほか, 2006)。したがって、トチノキ林と併存した一見自然林に見える落葉広葉樹林も人為作用の影響を免れえなかった二次林的な性格のものであったと推定され、そのもとでも黒ボク土層が生成したであろう。

続く第 II 層上部では非タケ亜科珪酸体が優勢であるかタケ亜科珪酸体と拮抗するようになり、下部期より人為の影響を強く受けた草原的性格の濃い植生環境の成立が示唆される。このことは、この時代の後半との対比が可能な植生期 F(吉川ほか, 2006)で樹木花粉率が低下し疎林の植生環境が推定されていることと調和している。このような草原的性格の一層強い植生環境のもとで典型的な黒ボク土層が広域かつ安定して生成したと考えられる。

C 地点ボーリング試料で第 II 層下部に対比される中部層(nos. 21, 19, 17, 15)と第 II 層上部に対比される上部層(no. 3)では、下部層(no. 25)から引き続いてヨシ属タイプ珪酸体が検出される。このことは谷周辺で明るい環境

が半ば継続したことを暗示している。この時期、三内丸山の大きな集落を支えた土壌攪乱を伴う人為作用はすっかり影を潜めるが、土器焼きや、茅場、狩りなどの生業に伴い森林伐採は繰り返され、谷周辺でヨシが繁茂する明るい環境の成立に深く関わったと考えられる。ところで、ボーリングコアは最下部層～中部層が木本泥炭、上部層・最上部層が草本泥炭からなり、下位と上位で泥炭の質が明らかに異なる。この変化は三内丸山層において総じて認められる(辻, 2006)。このことは、三内丸山遺跡の植生環境が中部層・上部層境界期を境に大きく様相を変えたこと、すなわち、森林が衰退し草原的植生の一層の拡大を示唆するものであろう。この変化は、上部層 (no. 3) の植物珪酸体群でキビ (亜科) 型 Panicoid などの非タケ亜科短細胞起源や非タケ亜科機動細胞起源が明瞭に優勢となること、また上部層に対比される花粉層序植生期 F (吉川ほか, 2006) で疎林の環境が推定されていることに対応している。なお、既述のように下部層上部 (no. 25) から上位ではヨシ属タイプ珪酸体が検出され、明るい環境が卓越したことを推定させる。このことが、三内丸山文化最盛期の頃既に人為作用の結果として引き起こされた森林の衰退を示しているとすれば興味深い。

黒ボク土層の生成—まとめにかえて—

以上見てきたように、三内丸山遺跡では集落の出現 (約 5050 年前) に先だって黒ボク土層 (第 IV 層) の生成が開始する。それは、黒ボク土層以前に生成した褐色森林土層 (第 V 層) を支えたコナラ亜属を主としブナなどを伴う落葉広葉樹林が縮小し草原的環境が生まれたことを意味する。この植生変化はタケ亜科珪酸体群の減少とキビ亜科などの非タケ亜科珪酸体群の増加として土壌層に記録されていた。そして、この変化が人為的な森林破壊 (森林伐採) により引き起こされたことは、落葉広葉樹林の減少と並行する微粒炭の増加として確認できる (吉川ほか, 2006)。草原的環境は、温暖湿潤気候下では極相草原としては成立・継続されず、植生の遷移を止めるなんらかの圧力がなければ速やかに森林へ回復する性質のものである。しかし、人為的な森林破壊が繰り返されれば、草原的環境の断続的な出現につながる。三内丸山遺跡周辺域において、「森林伐採→草原的環境→黒ボク土層」のシステムは里山利用に見られる人為的生態系の一部として機能し、基本的に現在まで継続してきたと推定される。それは、黒ボク土層の生成が約 5050 年前以前から始まり、その後、縄文時代中期の集落域では活発な人的活動に伴う土壌攪乱のため一時的に中断したものの、ほぼ途切れることなく継続していたことが物語っているといえよう。この間、クリを利用する文化からトチノキを利用する文化への移行 (吉川ほか, 2006) を伴

いながら、人は、狩りや、茅場の維持、土器焼き生産、薪炭生産、有用樹植栽などと様々に生業の質を変えて森林破壊を繰り返したと考えられる。その度に草原的環境が生み出され黒ボク土層の生成が促進されたに違いない (図 7)。このように三内丸山遺跡周辺域において黒ボク土層は人為的生態系下で生成した土壌層と考えられる。

謝 辞

本論は、三内丸山遺跡特別研究推進事業の助成による総合研究プロジェクト「1998 年：三内丸山遺跡における人と自然の交渉史 I (代表：辻 誠一郎)」, 「1999 年：三内丸山遺跡における人と自然の交渉史 II (代表：辻 誠一郎)」の一分担として始まり、同事業の助成による公募研究「2001 年：三内丸山遺跡とその周辺域の堆積土層の様相—土壌学的情報から縄文文化土層の成因を解説する— (細野 衛)」に引き継がれた研究をまとめたものである。公表するにあたり、助成、協力いただいた青森県、青森県教育庁三内丸山対策室、辻 誠一郎氏 (東京大学) はじめとする総合研究プロジェクト関係者各位に感謝いたします。

引 用 文 献

- 青森県教育庁文化課, 編. 1996. 三内丸山遺跡 VI. 108 pp. 青森県教育委員会, 青森.
- 青森県教育庁文化課, 編. 1998. 三内丸山遺跡 X—旧野球場建設予定地発掘調査報告書 2 (第 1 分冊). 424 pp. 青森県教育委員会, 青森.
- 青森県・日本公園緑地協会. 1998. 青森県総合運動公園植生復元基本設計報告書. 211 pp. 青森.
- 後藤香奈子・辻 誠一郎. 2000. 青森平野南部, 青森市大矢沢における縄文時代前期以降の植生史. 植生史研究 9: 43–53.
- 細野 衛. 2002. 三内丸山遺跡と、その周辺域の堆積土層の様相—土壌学的情報から縄文文化土層の成因を解説する—. 「特別史跡三内丸山遺跡年報第 6 号」(青森県教育庁文化課編), 65–71. 青森県教育委員会, 青森.
- 細野 衛・大羽 裕・佐瀬 隆・宇津川 徹・青木潔行. 1991. ニュージールランド北島 Waimangu における完新世累積火山灰土壌の生成と植生の関係. 第四紀研究 30: 91–101.
- 細野 衛・佐瀬 隆. 1997. 黒ボク土生成試論. 第四紀 No. 29: 1–9.
- 細野 衛・佐瀬 隆. 2003. 関東ローム層中のいわゆる「黒色帯」生成における人為の役割 (試論)—旧石器文化 3 万年問題と関連して—. 軽石学雑誌 No. 9: 67–87.
- 細野 衛・佐瀬 隆・青木潔行・木村 準. 1994. 示標テフラによる黒ボク土の生成開始時期の推定—和田火山テフラ分布域葛沼地区を例にして—. 地球科学 48: 477–486.
- 細野 衛・佐瀬 隆・高地セリア好美. 2007. 青森県三内丸山遺跡の縄文文化土層の成因を解説する—縄文文化最盛期土層はなぜ黒くないのか?—. 軽石学雑誌 No. 16: 59–72.
- 加藤芳朗. 1964. 腐植にとむ土壌 (「黒ボク」土壌) の生成に

- 関する問題. 第四紀研究 3: 212–222.
- 加藤芳朗. 2007. 黒ボク土生成の問題. 軽石学雑誌 No. 15: 75–92.
- 川口 潤. 2006. 三内丸山遺跡の集落史. 植生史研究特別第2号: 19–22.
- Kawamuro, K. & Torii, A. 1986. Past vegetation on volcanic ash forest soil, I. Pollen analysis of the black soils, brown forest soils and podzolic soils in Hakkoda Mountain. *Bulletin of the Forestry and Forest Products Research Institute* No. 337: 69–89.
- 河室公康・鳥居厚志. 1986. 長野県黒姫山に分布する火山灰由来の黒色土と褐色森林土の成因的特徴—特に過去の植被の違いについて—. 第四紀研究 25: 81–93.
- 川鍋祐夫. 1973. 4草地の主要構成種の種生態. 4ササ. 「草地の生態学」(嶋田饒ほか著), 187–195. 築地書館, 東京.
- 国立歴史民族博物館, 編. 2001. 縄文文化の扉を開く—三内丸山遺跡から縄文列島へ—. 95 pp. 青森県教育委員会, 青森.
- 松井 健. 1989 土壌地理学特論. 203 pp. 築地書館, 東京.
- 三浦英樹・佐瀬 隆・細野 衛・荻谷愛彦. 2008. 第四紀土壌と環境変動: 特徴的土層の生成と形成史. 「デジタルブック最新第四紀学」(日本第四紀学会編). 丸善, 東京. (編集集中)
- 内藤俊彦. 1988. 第II部: 人類文化と植物社会. 農耕文化と植物社会. (1) 森林から草原へ. 「日本の植生 侵略と攪乱の生態学」(矢野悟道編), 22–30. 東海大学出版会, 東京.
- Noshiro, S. & Suzuki, M. 2006. Utilization of forest resources in the early Jomon period at and around the Sannaimaruyama site in Aomori Prefecture, northern Japan. *Japanese Journal of Historical Botany*, Special Issue No. 2: 83–100.
- 沼田 真. 1963. わが国の筐型草地. 富士竹類植物園報告 7: 123–128.
- Numata, M. 1969. Progressive and retrogressive gradient of grassland vegetation measured by degree of succession-ecological judgment of grassland condition and trend, IV. *Vegetatio* 19: 96–127.
- 佐瀬 隆. 2003. 植物ケイ酸体. 「地球環境調査計測事典. 第1巻: 陸域編」(竹内 均監), 974–981. フジ・テクノシステム, 東京.
- 佐瀬 隆・細野 衛. 1995. 1万年前の環境変動は火山灰土壌の生成にどのような影響をあたえたか?—黒ボク土生成試論—. 近堂祐弘教授退官記念論文集 (近堂祐弘教授退官記念論文集刊行会編), 57–64. 帯広.
- 佐瀬 隆・細野 衛. 1998. 黒ボク土層生成論—その“堆積性”と“人為”との関わりについて—. 岩手県文化振興事業団埋蔵文化財センター紀要 No. 18: 19–28.
- 佐瀬 隆・細野 衛. 2007. 植物ケイ酸体と環境復元. 「土壌を愛し, 土壌を守る」(日本ペドロロジー学会編), 335–342. 博友社, 東京.
- 佐瀬 隆・細野 衛・宇津川 徹・青木潔行. 1988. Te Ngae Road Tephra Section (ニュージーランド) における火山灰土壌の植物珪酸体分析—過去2万年間の植生と土壌の関係—. 第四紀研究 27: 153–174.
- 佐瀬 隆・加藤芳朗・細野 衛・青木久美子・渡邊眞紀子. 2006. 愛鷹山南麓域における黒ボク土層生成史—最終氷期以降における黒ボク土層生成開始時期の解読—. 地球科学 60: 147–163.
- 世界土壌科学会議・国際土壌照合情報センター・国際連合食糧農業機関. 2000. 世界の土壌資源—照合基準—. 149 pp. 国際農業食糧協会, 東京.
- 鈴木 茂. 1998. 三内丸山遺跡の植物珪酸体. 「第1001号青森県総合運土公園植生復元基本計画書」, 113–117. 青森県・社団法人日本緑地協会, 青森.
- Takachi, C. Y. 2000. *Studies on soil degradation using opal phytolith analysis and soil chemical properties as tools*. 202 pp. PhD diss., The United Graduate School of Agricultural Sciences, Iwate University.
- 高橋 正. 1990. 火山灰由来スボドソルとアンディソルの成因, 特性および国際分類に関する研究. 秋田県立農業短期大学研報 16: 53–124.
- 武内和彦. 1994. 縄文と現代をつなぐ—多摩丘陵. 「日本の自然3関東」, (中村和郎ほか編), 82–91. 岩波書店, 東京.
- 鳥居厚志. 2007. 花粉分析と環境復元. 「土壌を愛し, 土壌を守る」(日本ペドロロジー学会編), 343–348. 博友社, 東京.
- 鳥居厚志・清野嘉之・高原 光. 1996. 兵庫県氷ノ山のササ草原下にみられる土壌の母材の累積性と生成環境. 第四紀研究 35: 313–123.
- 外山秀一. 1995. 人々の生活と自然のかかわり—プラント・オパールと火山ガラスからみた三内丸山遺跡の立地環境—. 「縄文文化の発見」(梅原 猛・安田喜憲編), 182–197. PHP 出版, 東京.
- 辻 圭子・辻 誠一郎・南木睦彦. 2006. 青森県三内丸山遺跡の縄文時代前期から中期の種実遺体群と植物利用. 植生史研究特別第2号: 101–120.
- 辻 誠一郎. 2006. 三内丸山遺跡の層序と編年. 植生史研究特別第2号: 23–48.
- 辻 誠一郎・中村俊夫. 2001. 縄文時代の高精度編年: 三内丸山遺跡の年代測定. 第四紀研究 40: 471–484.
- 山根一郎・松井 健・入沢周作・岡崎正規・細野 衛. 1978. 図説日本の土壌. 196 pp. 朝倉書店, 東京.
- 吉川昌伸・鈴木 茂・辻 誠一郎・後藤香奈子・村田泰輔. 2006. 三内丸山遺跡の植生史と人の活動. 植生史研究特別第2号: 49–82.

(2008年6月30日受理)