

霧ヶ峰高原に分布する黒色土の ^{14}C 年代と C/N 比

富樫 均¹・岡本 透²・須賀 丈¹

霧ヶ峰高原において2箇所のトレンチを掘削し、土壌観察、年代測定、炭素率(C/N比)の分析を行った。その結果、黒色土には5,100(yBP)以降のものと、2,700(yBP)頃以降のものがあり、後者は層序として現在の地表面の土壌にまで連続する黒色土であることがわかった、また土壌中の炭素・窒素含有率とC/N比の変化の連続性から、上記の黒色土層内に顕著な堆積間隙はないと判断した。以上の結果より、霧ヶ峰高原の半自然草原分布域では、遅くとも縄文時代中期から一部で火入れを伴う草原維持の活動が行われ、縄文時代晩期にはその活動が拡大し、近現代まで継続されてきたと考えられる。

キーワード：霧ヶ峰高原、黒色土、 ^{14}C 年代、C/N比

1. はじめに

本州中央に位置する霧ヶ峰高原は、八ヶ岳中信高原国定公園の一部で、火山性のなだらかな高原状地形と広大な半自然草原の分布を特徴とし、信州を代表する観光地のひとつである。草原のバイオマス利用と草原環境の維持のために、ここでは以前から地元の人々の手によって定期的な草刈りや火入れ(野焼き)等の管理が続けられてきた。しかし、2013年4月に行われた一部の火入れ作業に伴い、約220ヘクタールに及ぶ延焼事故が発生した。この事故後の対応のひとつとして、延焼に伴う生態系への影響を把握するため、県や大学、関係市等により多分野にわたる緊急調査が行われた。本稿はその一部として、半自然草原と人との歴史的な関わりを知るために行った土壌履歴調査の成果である。

2. 調査の概要

2.1 調査地

調査対象地は長野県中央の霧ヶ峰高原の一角にあたる(図1)。霧ヶ峰高原は諏訪湖(水面標高:759m)の北東に隣接する広大な火山性丘陵地で、高原の主体は、車山山頂(1925m)を最高点とし、その周囲に広がる標高1000m以上の小起伏地である。高原の土台をつくるのは開析のすすんだ前期更新世の霧ヶ峰火山で、地質は成層火山を構成する安山岩質

の溶岩層から構成される¹⁾。また傾斜が緩く起伏の小さな高原上は風化火山灰を含むローム土層(火山灰質粘性土)に覆われており、表層には適潤性黒色土壌が広く分布する²⁾。高原上には一部に植林地や樹林地があるものの、今も広大な半自然草原が発達する。また高原内には八島ヶ原湿原など霧ヶ峰湿原植物群落として国の天然記念物に指定されている貴重な湿原も点在する。

2.2 調査目的と方法

調査は、霧ヶ峰の半自然草原の環境履歴を知ることが目的とした。そのため、半自然草原が発達する霧ヶ峰の小起伏面を代表する地点において、表層土壌を記載するとともに、当地域に特徴的に分布する黒色土の形成年代等について検討した。

具体的には、車山の南南東にある伊那丸富士見台から南西に延びる支尾根上の2地点(図1のS-1とS-2)をトレンチ掘削箇所として選定した。トレンチ調査は2013年10月22日と23日の2日間で実施した。S-1地点は北緯36.088569度、東経138.187928度、標高1651mで、尾根筋上の緩やかな微凹地である。S-2地点は北緯36.089719度、東経138.188775度、標高1675mで、尾根上の平坦な緩傾斜地である(図版写真を参照)。両トレンチ間の水平距離は約260mである。S-1では幅50cm、深さ100cm、S-2では幅50cm、深さ50cmの手堀のトレンチを設け、土壌断面を記載した。土色の記載は標準土色帖³⁾と

1 長野県環境保全研究所 自然環境部 〒381-0075 長野市北郷 2054-120

2 国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所関西支所 〒612-0855 京都市伏見区桃山町永井久太郎68番地

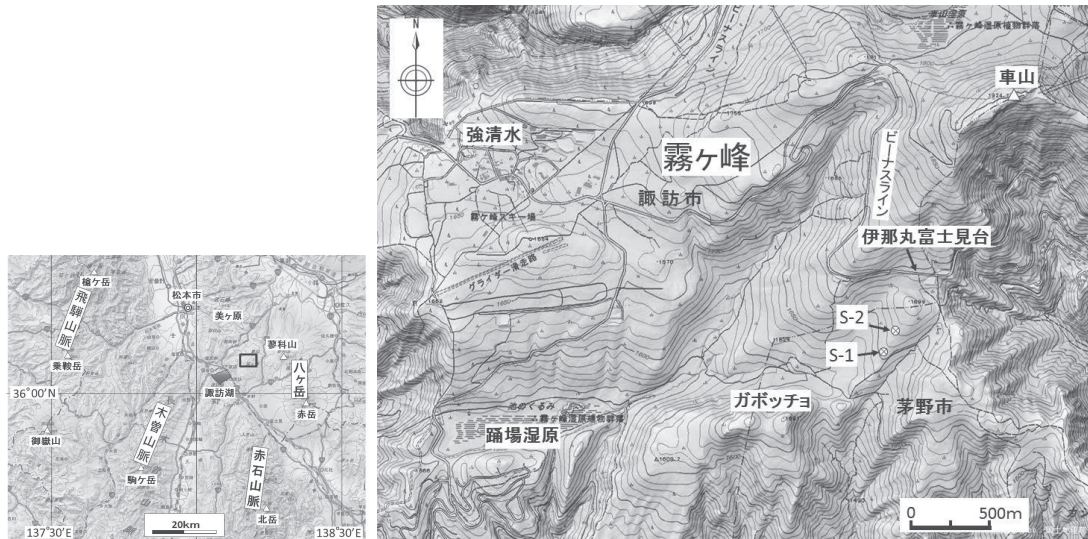


図1 調査地 (S-1,S-2: トレンチ掘削箇所) (背景地図作成にはカシミール 3D を使用)

トレンチ断面に表れた土層を対比し、現地で判定した。さらに土層の変化に着目し、代表となる深さにおいて土壌断面に対し水平に厚さ 10mm の土壌試料を切り出し、年代測定試料とした。試料採取にあたっては、土層に物理的な乱れがないことを採取前に確認し、採取対象外の上下層準の土や植物根や異物の混入による汚染が生じないように細心の注意を払った。また、S-1 の地表下 (以下 GL-と表記) 60 cm 以浅、S-2 の GL-30 cm 以浅の乱れのない土層について、深さ 10 cm 間隔で 1 箇所あたり 40~60 g 程度の化学分析用の試料を採取した。試料は室内において風乾した後に根や礫を取り除き、細土を粉碎したものを分析試料とし、全炭素と全窒素の含有量を分析した。分析機器は、住化分析センター製の NC アナライザー (Sumigraph NC-900) を使用した。

年代測定は AMS 放射性炭素年代測定法⁴⁾ によった。これは、試料中の炭素同位体濃度を加速器質量分析によって測定し、試料に含まれる炭素の生成からの経過年代を $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比から計算する方法である。現地から持ち帰った試料を乾燥させた後、乾燥重量 1.51~1.68 g を取り分けて測定試料に供した。測定は株式会社地球科学研究所に委託した。分析機関は Bata Analytic Inc.(USA) である。測定結果は、試料の $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比から単純に計算された未補正の ^{14}C 年代値と、試料中の安定同位体比 $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ の千分偏差値 $\delta^{13}\text{C}$ (‰) をもとに同位体分別効果を考慮して補正を加えた ^{14}C 年代値⁵⁾ の両方で示した。

3. 結果

土壌断面柱状図を図 2 に示す。目視観察により、土壌は下位から上位へ 01~04 層の 4 層に区分した。このうち 03 層から 01 層は黒色土で上位の層ほど相対的に黒色味が強い。最下層 (04 層) は、径数 cm~10 cm 程度の安山岩質火山岩角礫を含むローム質土 (火山灰質粘性土) で、基質は黄褐色で腐食をほとんど含まない。その上位に厚さ 20~40 cm の黒褐色の腐植質土 (03 層) と厚さ 20~30 cm の黒色の腐植質土 (02 層) がのる。さらにその上位に厚さ 30~35 cm の最も黒色味の強い腐植質土 (01 層) がある。01 層はどちらのトレンチでも地表部の現生の植物根が密集するところまで連続する。S-1 トレンチでは 04 層から 01 層までの 4 層が認められるが、S-2 トレンチでは 04 層の上に直接 01 層があり、03 層と 02 層を欠く。01 層は両トレンチの上部にほぼ同

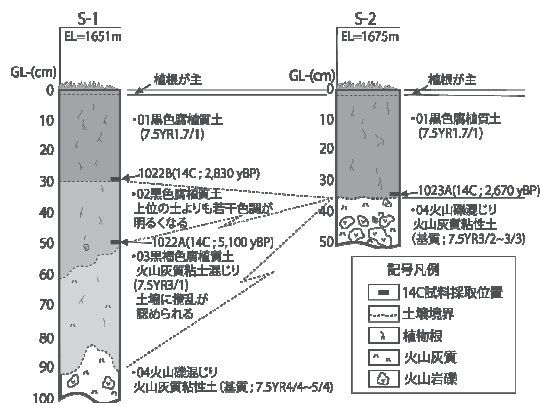


図2 土壌断面柱状図

じ厚さ, 同じ土相で連続し, 高原の現地表面上に分布する黒色土壌に連続する. また 03 層の下底と 02 層の下底の土層境界は不陸が激しく, 03 層の土層内には攪乱が認められた. 02 層と 01 層については土層内に乱れは見られなかった.

年代測定のための試料採取は 2 層準, 3 箇所で行った. 上記の土層変化と層準を考慮し, S-1 トレンチでは 02 層下底の GL-49~50 cm (1022A) と 01 層下底の GL-29~30 cm (1022B) で, S-2 トレンチでは 01 層下底の GL-33~34 cm (1023A) の深さで試料採取した. S-1 トレンチの 03 層については, 土層内に攪乱があるため年代測定対象から除外した. 年代測定結果を表 1 に示す. また, 乱れない 02 層と 01 層を対象に, 深さ 10cm おきに採取した土壌中の炭素・窒素の分析結果を表 2, 図 3 に示す.

4. 考察

2 箇所のトレンチで確認された 02 層~01 層の土壌は炭素含有率が 11~20% 程度, C/N 比が 25.4~14.9 の高腐植質の黒色土である. このような黒色土はクロボク土とも呼称され, 日本列島各地の高原や山地等に広く分布する土壌である^{6), 7)}. 黒色土の成因については, 1990 年代までは土壌学の分野でも解

表 1 ¹⁴C 年代測定結果

(深度GL-m)	(yBP)	(‰)	(yBP)	
1022A (0.49-0.50)	5,050±30	-21.7	5,100±50	霧ヶ峰土壌 黒色腐植質土 02層下底(S-1)
1022B (0.29-0.30)	2,740±30	-19.3	2,830±30	霧ヶ峰土壌 黒色腐植質土 01層下底(S-1)
1023A (0.33-0.34)	2,600±30	-21.0	2,670±30	霧ヶ峰土壌 黒色腐植質土 01層下底(S-2)

表 2 土壌の全炭素と全窒素の分析結果

S-1試料	C(g/kg)	N(g/kg)	C (%)	N (%)	C/N
S-1-0cm	198.8	13.3	19.9	1.3	14.9
S-1-10cm	138.0	7.8	13.8	0.8	17.7
S-1-20cm	144.4	7.8	14.4	0.8	18.5
S-1-30cm	148.3	7.3	14.8	0.7	20.2
S-1-40cm	139.3	6.1	13.9	0.6	23.0
S-1-50cm	123.0	5.1	12.3	0.5	23.9
S-1-60cm	111.2	4.5	11.1	0.5	24.5
S-2試料	C(g/kg)	N(g/kg)	C (%)	N (%)	C/N
S-2-0cm	198.6	12.4	19.9	1.2	16.0
S-2-10cm	172.4	10.7	17.2	1.1	16.1
S-2-20cm	160.0	9.3	16.0	0.9	17.3
S-2-30cm	133.0	6.9	13.3	0.7	19.3

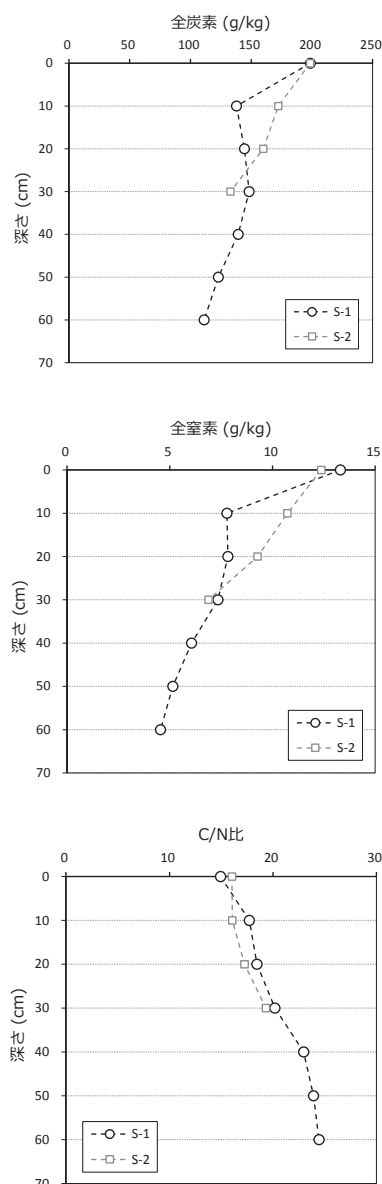


図 3 地表からの深さと炭素・窒素量, C/N 比の変化

積が分かれ, 土壌母材に 2 次的に腐食が集積したとする母材集積生成物説と, 無機成分を堆積しつつ腐食に富む土壌としての黒色土が累積形成されていったとする土壌堆積生成物説の両論があった. それに対し山野井 (1996) は地質学的な観点から全国的に分布する黒土を詳細に検討し, クロボク土が乾陸成堆積物であり, 土色に黒味を与える腐食の集積は, クロボク土中に例外なく多量に含まれる微細な炭化植物片 (微粒炭) が腐植を吸着・保持することによるとし, 多量の微粒炭の存在は過去の火入れの影響によるものと結論づけた⁸⁾. 2000 年以降は, 黒色土の ¹⁴C 年代がその土の形成年代であり, 黒色土の形

成は過去の火入れを伴う人間活動の産物であるという認識が広く浸透している⁹⁾。本稿では、特定層準の黒色土を対象に土壌中の炭素の放射性炭素年代を測定し、その年代を、火入れを伴う過去の人間活動の影響下で形成された黒色土の年代として扱う。

S-1 トレンチと S-2 トレンチの土層を比較すると、S-1 にみられる 03 層および 02 層が S-2 では欠如していた。03 層ならびに 02 層は、S-2 地点では堆積しなかったか、あるいは堆積後に侵食により失われてしまったと考えられる。乱れのない黒色土層の¹⁴C年代は、02 層下底の 1 箇所で 5,100 年±50(yBP)、最も黒色味の強い 01 層の下底の 2 箇所で 2,830±30 と 2,670±30(yBP)の値が得られた。これらの値は、図 2 の土層区分ならびに土層断面柱状図の対比結果とよく整合している。また、炭素と窒素の含有率は、S-1 上部 2 試料では上下方向の増減変化が小さいものの、全体としては上位から下位に向けて徐々に減少する傾向が顕著である。C/N 比が上位から下位に連続的に上昇していることは、地表から下方に向かって脱窒等を伴う有機物の分解が徐々に進み、下層では難分解性の炭素の割合が多くなっていることを示していると考えられる。したがって、02 層以浅の黒色土層内に顕著な堆積間隙はないと考えられる。土壌の観察結果や年代値、トレンチ間の空間的・時間的連続性をあわせると、霧ヶ峰高原上の表層土壌には、少なくとも一部には 5,100(yBP)までさかのぼる黒色土層(02 層)があること、またその上位に約 2,700(yBP)以降に形成された黒色土層(01 層)が層序として現在の地表面の黒色土にまで連続して堆積していることがわかった。01 層は両トレンチ間で層厚・層相・年代ともに共通する黒色土層であり、02 層よりも広く分布することは明らかである。このことは霧ヶ峰高原の半自然草原において、遅くとも縄文時代中期から一部で火入れを伴う草原維持の活動があり、縄文時代晩期にはその活動が拡大し、かつ近現代まで火入れを伴う活動が継続されてきたことを示唆する。

なお今回の調査目的に直接関係しないが、03 層土層内の攪乱は、02 層堆積前のある時期に 03 層が物理的変形を受けた痕跡として地形発達上の問題を含んでいる。現地形からは過去の斜面崩壊を想定できないため、土層の変形には何らか他の要因を考えなければならない。S-1 トレンチの西方約 1.7km には細長い形の踊場湿原がある。既存文献では同湿原南縁の直線状の凹地形に沿ってほぼ東西方向に延びる

活断層が推定されている¹⁰⁾。S-1 地点はこの断層の東方延長付近に位置することから、03 層の乱れが断層活動に伴う土層変形の痕跡である可能性がある。断定するにはまだ情報が不足しているが、その仮定に立つならば、断層は 5,100(yBP)より前に動き、その後現在まで顕著な活動がないことを意味する。

謝 辞

トレンチ調査の実施にあたって北大塩財産区と小和田牧野農業協同組合には事前に了承をいただいた。また、調査の計画検討や手続き等に際しては長野県環境部自然保護課をはじめ、長野県や諏訪市・茅野市の関係機関、さらに霧ヶ峰自然環境保全協議会のメンバーに大変お世話になった。以上の方々に感謝を申し上げます。

文 献

- 1) 島津光夫・石田 聖(1988)(5)霧ヶ峰火山. 日本の地質 4「中部地方 I」.日本の地質「中部地方 I」編集委員会編:199-201.共立出版.
- 2) 長野県(1994)土地分類基本調査「諏訪」5 万分の 1 土壌図.
- 3) 農林水産省農林水産技術会議事務局監修・財団法人日本色彩研究所色票監修(1977)新版標準土色帖.
- 4) 日本第四紀学会編(1993)第四紀試料分析法 1, 2.東京大学出版会.
- 5) Stuiver,M. and Polach,H.A.(1977)Discussion:Reporting of ¹⁴C data. Radiocarbon,19.
- 6) 松井 健(1988)土壌地理学序説.築地書館.
- 7) 農業・食品産業技術総合研究機構(2017)20 万分の 1 全国デジタル土壌図.(URL <http://soil-inventory.dc.affrc.go.jp/figure.php>)(2017 年 11 月記載確認)
- 8) 山野井徹(1996)黒土の成因に関する地質学的検討.地質学雑誌, 102:526-544.
- 9) 岡本 透(2009)森林土壌に残された火の痕跡.森林科学, 55:18-23.
- 10) 中田 高・今泉俊文編(2002)活断層詳細デジタルマップ.東京大学出版会.

**^{14}C ages and C/N ratios of the black soil overlying
the Kirigamine Kogen Heights, central Japan**

Hitoshi TOGASHI¹, Tohru OKAMOTO² and Takeshi SUKA¹

*1 Natural Environment Division of Nagano Environmental Conservation
Research Institute 2054-120 Kitago Nagano Japan 381-0075*

*2 Forestry and Forest Products Research Institute Kansai Research Center
Nagaikyutaro, Momoyama, Fushimi, Kyoto, Kyoto, Japan 612-0855*

Key words : Kirigamine Kogen Heights, black soil, ^{14}C age, C/N ratio



調査地の状況



S-1 トレンチ



S-2 トレンチ

図版