

黒ボク土の生成と農耕文化

——とくに放牧との関わりについて——

渡 辺 真紀子

1. はじめに

日本全国の台地、丘陵や火山山麓に広く分布する黒ボク土（Andosols）は、チェルノゼム、プレーリー土など、世界の草原地帯にみる黒色土に匹敵する黒さをもつ。その腐植層の厚さは1mを超えることもめずらしくない。黒ボク土の現在の植生は一定していないが、①黒ボク土の腐植は無機物とよく混じりあい、粉状であること、②黒ボク土の低部は直線的に発達し、根系の深さがそろっていること、③黒ボク土に含まれる植物珪酸体（植物の表皮細胞に珪素が沈積してつくられる珪化細胞で、土壌中で微化石となって保存される粒子）の大部分がイネ科草本類を起源とすることから、草原に由来する土壌であることが知られている。現在の土地利用は、第1表に示すように、多湿黒ボク土を含めて日本の普通畑の約57%、樹園地の約20%を占め、わが国の畑土壌として最も重要な土壌である。また牧草地の大部分（70%以上）は黒ボク土である。

黒ボク土の面積は国土の約16%を占めるが、その分布は、第1図にみるように第四紀火山噴出物の多い関東以北に優勢である。黒ボク土の母材である細粒の火山噴出物は、比表面積が大きいために急速な風化作用を受け、温暖多雨の気候条件下で塩基類（ K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} など）や珪酸（ SiO_2 ）の溶脱が進むために、土壌中に残留する無機成分として水に溶けにくい鉄やアルミニウム化合物が相

対的に多くなる。この化学的に活性なアルミニウムが有機物と結合して黒色の多量の腐植を集積するとともに、リン酸と結合するので、黒ボク土は一見肥沃に見えるが、実際は塩基が欠乏した（酸性）、地力の低い土壌である。

酸性、リン酸固定、養分不足、土壌侵食などの生産阻害要因を多くかかえている黒ボク土は、江戸時代以来、牧野、採草地あるいは軍用地としてしか利用されないまま残って来た。黒ボク土の畑地化は、明治時代から次第に起こり、第2次大戦あるいは戦後の食糧難時代をきっかけとした開拓入植の拡大、増産の奨励によって、黒ボク土の改良が進められていった（加藤，1983）。今日では、黒ボク土の改良は、酸性の中和とリン酸の施用を中心とする化学的性質の改良が行われているが、黒ボク土の農業は水田の稲作技術に比べるとまだ立ち遅れているといわれる。

このように、黒ボク土と近代的農業の歴史は浅い。しかし、遺跡調査などから黒ボク土の生成と先史時代の文化形成の関わりが、注目されている。これは、火山灰土壌の層準と文化層とよばれる遺物の包含層の出現位置とに深い関係が見られるためである。とくに、縄文草創期から早期中葉では遺物包含層は赤土（火山灰層）と関係するが、それ以降の文化層は主として黒土（腐植層）とのみ関係し、縄文時代の集落遺跡において黒土の厚い堆積が一般現象として認められる（小林，1987）。また、黒ボク土が発達する台地から飛来したと考えられる炭化物が低地の泥炭層から検出されるこ

第1表 日本の耕地に占める黒ボク土の面積（×100ha）

	水 田	普通畑	樹 園 地	計
黒ボク土	173	9113	751	10038
多湿黒ボク土	2786	963	24	3773
黒ボクグライ土	434	16	0	450
計	3393	10093	775	14261
各地目または全耕地に占める割合	約12%	約57%	約20%	約28%

資料：川口（1977）より



第1図 黒ボク土の分布 (加藤, 1983より)

とから、黒ボク土の生成と先史農耕との関わりが深いことが類推されるのである (阪口, 1983)。人と土の生活は、新石器時代に始まる定住農耕社会の形成以来、深い関わりをもってきた。そして、人間は農耕をはじめめるために古来、森林を焼き払って農地を作ってきた。北米大陸のプレーリー土が野火や過放牧のために草原性の土壌に変わったと考えられているように、黒ボク土の生成も人間の関与があったことがほぼ定説化されている。本稿では、黒ボク土の生成と先史時代、古代の農耕文化の結びつき、とくに放牧との関連性を探り、日本のような恒常的な湿潤気候下で長い間草原が維持されてきた要因について、歴史的、考古学的資料を用いて再考する。

2. 黒ボク土の生成と草原の成立

一般に、新たに堆積した火山放出物の上で起こる植生の移り変わり (一次遷移) は、土壌の発達

の速度がひじょうに遅いので、長い年月をかけて、緩慢に行われる。鹿児島島の桜島溶岩上の一次遷移を調べた例 (Tagawa, 1964) によると、流出してから20年目の溶岩上には、地衣やコケ類がはえ、約50年後には、タマシダ、イタドリ、ススキなどの草本がみられる。100年後には、ヤシャブシ、ノリウツギなどの低木林ができ、さらにはそれはクロマツ林、アカマツ林を経て、極相のタブ林に発達する。安定した極相の森林が成立するまでに、700年以上の期間が必要である。極相の森林が成立しても、土壌はまだ未発達の状態にあり、これが成熟した森林土壌になるまでには、さらに数千年の長い歳月が必要といわれる。

火山灰地に侵入するイタドリ、スゲ、ススキ、シバなどのイネ科草本の中で、黒ボク土の生成には、とくにススキの繁茂が重要な役割を果たしていると考えられている。火山灰の風化過程で遊離するアルミニウム化合物は植物や作物にとっては“有害”であるが、ススキの生育にとっては好適条件となることがYoshii (1937) の実験によって知られている。また、イネ科草本の中でもススキの生産量は著しく多く、多いところでは、草丈3m以上、地上部の生産量は1㎡あたり3kgにも達する。地下では、根の3~4倍もある地下茎が放射状に成長し、5~6年を経て枯死し、地表付近で特徴的な粉状の腐植を生成し、分解される。これに対して、ササは茎葉が数年間生存しているので、1年間の生産量や土壌への還元量は現存地上部の全量の3分の1から数分の1である。また、西南日本に多いネザサを除いて、ササは草と違って、樹木のような堆積腐植を形成して分解される (山根, 1973)。

火山灰地で低木林から高木林の生育が可能となっても、林床としてのイネ科草本は密生し、安定した森林相への移行を阻む。これは、草本植生下では、稚樹の生育に必要な日照が得られないこと、草本類の根系によって地表が被われることなどが原因として考えられる。また、火山灰土壌は間隙が多いので乾燥しやすい性質をもつ。とくに、粗粒で、透水性の高い乾燥型の土壌では、降雨量の多い地域でも、安定した草原が維持される。例えば、阿蘇旧火口および火口原への植物の進入と遷移を調べた早川・今堂(1978)によれば、一般には野焼き、放牧、刈干切など人為による阻害作用のた

めといわれる阿蘇山の草地景観は、遷移進行を停滞させる間帯的潜在要因として、火口付近の酸性障害のほか、火山砂礫の過大な通水性が含まれていることを指摘している。このため、火口付近の植生は噴出物の風化にともない、イタドリ、コイワカンスゲ、ノガリヤスなどの限られた草種が作る塊状群落から、ススキ、トダシバなどの長草型植生に移行するが、高木の進入はみられない。さらに九重火山周辺の調査（早川，1980）では、透水性の良い土壌では、ススキあるいはシバを主体とした安定した草原が成立することを確認している。

このように、火山灰とススキは生態学的に深い関わりをもっている。それでは、火山灰地に草原が成立し、腐植の集積が開始されたのはいつごろか。既往の成果にもとづく世界の主要土壌群と日本の黒ボク土の¹⁴C年代分布、すなわち土壌腐植の平均残留時間（Mean Residence Time）を第2表に示した。これらの値には、埋没腐植層は含まれていない。これによると、ポドゾルでは3,000年B. P. 以下の低い¹⁴C年代をしめすものが多く、その大半は、1,000年B. P. 以下である。褐色森林土、プラグゲン土ではそれぞれ3,000年B. P. 以下、2,500年B. P. 以下とポドゾルと同様に低い値をとっている。これに対し、チェルノゼムやパーティゾルのように比較的腐植含量が高く、黒色味の強い土壌では、年代値がおよそ6,000年前から現在と高い。一方、黒ボク土の腐植の¹⁴C年代分布をみると、厚層黒ボク土壌は9,740年で最も分布範囲が広く、黒ボク土壌がこれにすぎ、淡色黒ボク土壌では1600年以下となっている。山田（1986）によれば、厚層黒ボク土壌で最も広い年代分布をとっているのは、地形的要因によるところが大きく、台地上の浅い谷底面や微凹地などには、土壌生成開始当初の最も古い腐植からごく最近の新しい腐植に至るまで十分な厚さをもって、良く保存されるためである。

黒ボク土壌の腐植層の¹⁴C年代分布は、基本的には地表の安定性とそれぞれの地域における火山灰の供給状況に支配される。しかし、巨視的にみると、淡色黒ボク土は世界の森林土壌に、黒ボク土は世界の草原土壌に類似した¹⁴C年代分布を示しているといえる。草原土壌の発達にみる共通性は単に年代だけでなく、後氷期のおもに風成堆積物（火山灰、レスなど）を地質母材とし、世界的

第2表 黒ボク土（A層腐植）と世界の主要土壌群（腐植または腐植酸）の¹⁴C年代分布

土 壌 群	¹⁴ C年代(年B.P.)
黒ボク土	
層厚黒ボク土壌	Modern~9,740
黒ボク土壌	300~6,400
淡色黒ボク土壌	Modern~1,600
ポドゾル	Modern~3,000
褐色森林土	Modern~2,500
チェルノゼム	Modern~6,000
パーティゾル ¹⁾	Modern~6,400
プラグゲン土 ²⁾	400~1,600

資料：山田（1986）より。

注1) 熱帯黒色土など。

2) 長い間のきゅう肥施用でできた厚さ50cm以上の表層、plaggen epipedonをもつ土壌。

な気候の増温期に植物から多量の有機物が供給を受けたという環境においても共通性がみられる。この時期はまた人類の先史文化形成期に相当する。草原が長期に渡って維持されてきた背景にはどのような文化的要因が考えられるのか。

3. 草原の維持と先史農耕文化

第3表は、小山（1984）による縄文草創期から弥生・土師期までの人口と人口密度の概数である。この数字は、各時代・各地域における遺跡数にもとづいて算出されたもので、問題点も含まれているが、地域的分布をみるうえでは大きな支障はないと考えられる。これによれば、縄文草創期から早期の人口は関東を中心とする中部日本で多く、中期から晩期にかけては中部日本と北日本（東北・北陸）で多くなっている。弥生期以降は、西日本に文化の中心が移動する傾向となる。このように、稲作開始前の先史時代の人口が東日本に偏っていることから、先史時代の人々はあえて火山灰との関わりの中で生活を営んでいたといえる。そこでつぎに、黒ボク土の生成と草原の維持に関する生業について、ブナ帯（冷温帯落葉樹林帯）における先史農耕文化を照らし合わせ、検討する。

市川（1984）によれば、ブナ帯における森林資源の利用形態で最も古いのは、1万年前に遡ることができるカヤ、クルミ、クリなどの堅果類の採

第3表 縄文時代から土師期までの人口と人口密度

	早期	前期	中期	後期	晩期	弥生	土師
東北	2000 (0.03)	19200 (0.29)	46700 (0.70)	43800 (0.65)	39500 (0.59)	33400 (0.50)	288600 (4.31)
関東	9700 (0.30)	42800 (1.34)	95400 (2.98)	51600 (1.61)	7700 (0.24)	99000 (3.09)	943300 (29.48)
北陸	400 (0.02)	4200 (0.17)	24600 (0.98)	15700 (0.63)	5100 (0.20)	20700 (0.83)	491800 (19.67)
中部	3000 (0.10)	25300 (0.84)	71900 (2.40)	22000 (0.73)	6000 (0.20)	84200 (2.81)	289700 (9.66)
東海	2200 (0.16)	5000 (0.36)	13200 (0.94)	7600 (0.54)	6600 (0.47)	55300 (3.95)	289700 (21.34)
近畿	300 (0.01)	1700 (0.05)	2800 (0.09)	4400 (0.14)	2100 (0.07)	108300 (3.38)	1217300 (38.04)
中国	400 (0.01)	1300 (0.04)	1200 (0.04)	2400 (0.07)	2000 (0.06)	58800 (1.84)	839400 (26.23)
四国	200 (0.01)	400 (0.02)	200 (0.01)	2700 (0.14)	500 (0.03)	30100 (1.58)	320600 (16.87)
九州	1900 (0.05)	5600 (0.13)	5300 (0.13)	10100 (0.24)	6300 (0.15)	105100 (2.50)	710400 (16.91)
全国	20100 (0.07)	105500 (0.36)	261300 (0.89)	160300 (0.55)	75800 (0.26)	594900 (2.02)	5399800 (18.37)

資料：小山(1984)より。

注) ()内は1平方キロあたりの人口密度。

取と暖をとるための薪炭の採取である。火入れと深い関わりをもつ焼畑耕作の開始は縄文中期とされるが、ブナ帯ではアワ、ヒユ、キビ、ソバなどの雑穀とダイズの栽培を中心とする常畑と焼畑耕作が近世まで続いた。さらに山間部に広く立地していた採草地や放牧地などの野草地は、萱葺屋根の材料や馬の育成、生産の飼料源として使われていたとされる。また、近世に入って焼畑地帯で開田がすすめられるようになってから、馬の飼育は厩肥の生産を主目的に行われていたとされる。

この中でまず、焼畑耕作は先に述べたような土壌の理化学性から、黒ボク土に積極的に関与した生業であるとは考えにくい。薪炭生産のための二次林の伐採は、火山灰の断続的降下によってくりかえされる植生の一次遷移あるいは火入れ等による植生の二次遷移を利用した生業形態である。日本における焼畑と薪炭生産は、森林経営の一つのサイクルとして理解されていることから、どちらも草原の長期維持との関わりは薄いといえる。また、ドングリ林に火入れを行うと、一般にいっそうドングリの純林化が進むといわれる(四手井, 1985)が、堅果類の採取のために森林を破壊する行為が積極的に行われたとは考えにくい。そこで、先史時代以来、草原の長期維持に強く関わっ

た生業として、山根(1973)をはじめとした多くの土壌研究者が指摘しているように、屋根の材料、冬がこいの材料、炭俵の原料としてのススキ、チガヤの刈り入れがあげられる。狩猟採集社会の人口分布(第2表)が東北部に偏在していた理由の一つとして、生活基盤としての火山灰地とススキ草原を指摘することができる。そして、縄文時代後期にはじまる西日本への人口移動とともに、おそらく生活物資としてのススキの移動がはじまると考えられる。

もうひとつの重要な生業として、放牧をあげることができる。馬は禾木類、とくに長草型のイネ科草類(ススキ、サトウガヤ、トダンバなど)を好み、ついで短草型のイネ科草類(シバ、トボシガラ、コブナグサなど)を好み、樹葉類はあまり好まない。またササ型草類(ミヤコザサ、ネザサ、ゴキタケなど)は、地域によっては冬にも緑葉をつけているので飼料価値が高い(井上, 1967)。一般に、放牧を行うと長草型の草本類からササ型やワラビ型の草本類に変わる。とくにシダ類に属するワラビ型草本類(ワラビ、ゼンマイ、オシダなど)は馬にとっては好ましくない植生なので、良質の飼料を確保するために、農民は古くから火入れを行ってきたという(山根ほか, 1989)。しかし

ながら、放牧による草原の長期維持については、黒ボク土の生成を考える上ではこれまでに十分に論じられていない。

4. 先史・古代の放牧と黒ボク土の生成

応神天皇15年に百濟から良馬2匹を献上されたという史実をもって、本邦に馬が導入された最初とみるものが多いが、岐阜県可児郡可児町（もと平牧村）の第三紀中部中新統から出土した日本最古の馬化石に始まり、各地の洪積層から馬の歯や骨が発見されていることから、当時すでに日本において小型の馬が生息していたことが確認されている。それらの出土地は第2図に示したとおりで、北海道から九州まで全国的に広がる。しかしその馬がいつごろから家畜化したかについては未詳であり、それらはおそらく野生の馬であったと考えられている。そして馬の飼養法に関する史料は、5世紀に入って日本書記に記されるまで全く不明とされる（安田，1959）。したがって、先史時代における人間と馬との関わりについては、考古学的資料と古代の放牧の記録をもとに推定するほかに手段がない。第2図に示すように、縄文式遺跡からも馬の歯化石が出土し、農耕開始以前の当時の人々が馬と関わりをもっていたことがわかるが、馬はシカやイノシシのように狩猟の身近な対象ではなかったと考えられる。芝田（1969）によれば、馬を形どった土偶の出土はこれまでになく、銅鐸に描かれた哺乳類は、ヒト、サル、シカ、イノシシ、イヌに限られ、ウシ、ウマはない。一方、鋳方（1982）によれば、古代における馬の飼養目的は、①食糧、②祭祀、③交通、④狩猟、⑤軍事、⑥禮物、⑦儀仗、⑧農耕が挙げられるが、このうち食糧と農耕については積極的史料は存在しないという。美しく裝飾された古代の埴輪馬、あるいは今日も残る絵馬奉納の風習などから推察すると、馬は先史時代においても一次的な生業との関わりは少なかったと考えられる。

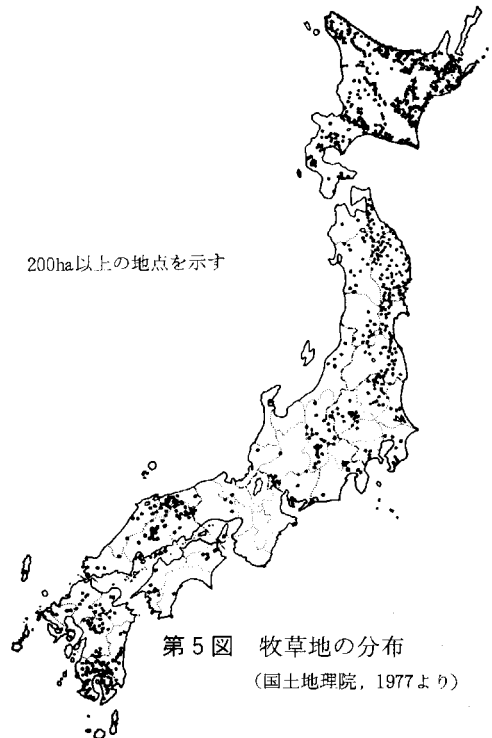
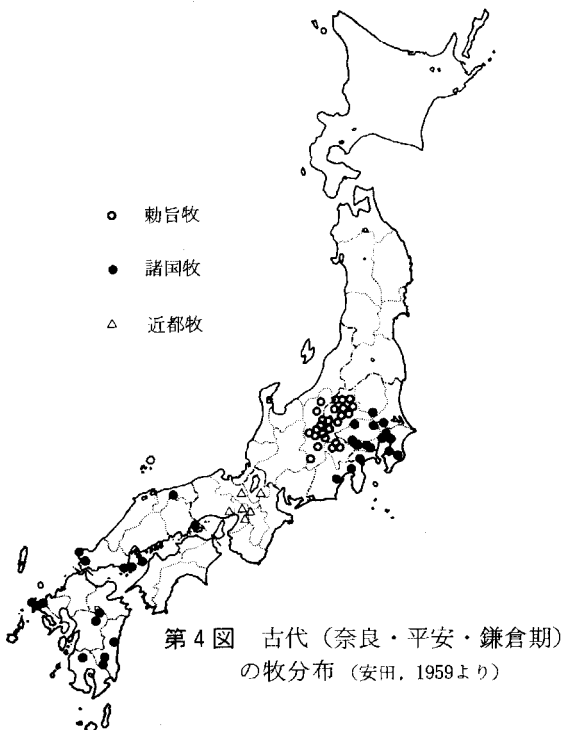
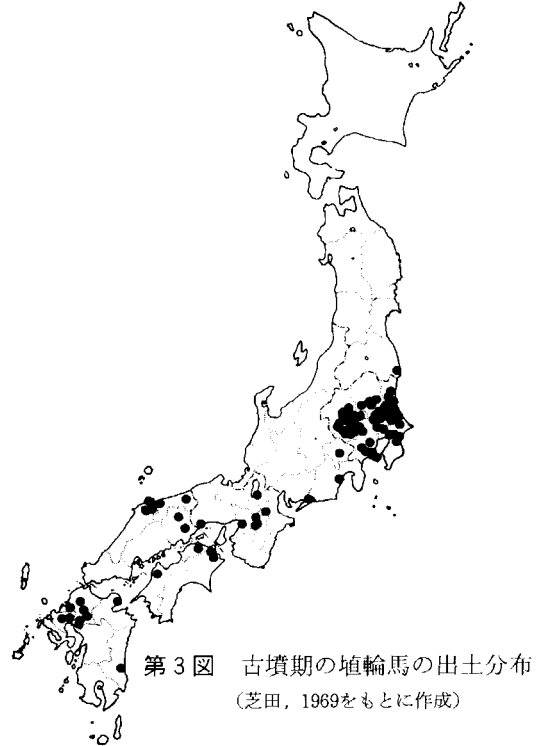
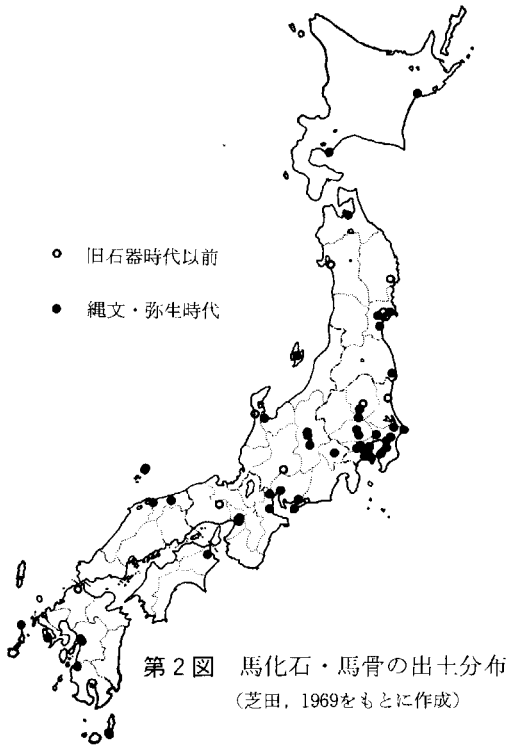
第3図は古墳期における埴輪馬の出土の分布である。この時代には馬の家畜化が始まっていたと考えられる。動物を形象した埴輪の中で、馬を表したものが最も多く、古墳時代中期には馬具の実物や埴輪が急速に増える（芝田，1969）。その分布は、第2図の縄文・弥生時代の馬化石の分布と

同様に、中部・関東地方に集中している。

第4図は古代牧の分布を示している。東北以北は史料がないため図の上では空白域となっている。勅旨牧は甲斐・信濃・武蔵・上野の四国に計32ヵ所、諸国牧は駿河国ほか16ヵ国38ヵ所、近都牧は摂津、近江ほか都の近くに6ヵ所に置かれ、このほかに私牧も多数あったとされる（安田，1959）。この図をみると、牧の分布は太平洋側に偏在しており、雪の多い日本海側や深雪地帯には官牧がない。最も官牧が群集していた地域は、本州中央高地東部と関東西平部であり、古墳期の埴輪馬の出土分布（第3図）とよく対応する。東北地方には平安初期に官牧がなかったが、関西で開発のために廃牧が進み、さらに東国4国に置かれた勅旨牧の牧制が崩壊するのを受けて、東北地方ではしだいに牧の数が増し、鎌倉時代には牧馬の中心は日本の東北部に移っていた（高橋，1958）。

安田（1959）によれば、古代の放牧の方法は、自由放牧（放飼）が一般的飼養法であったが、牧飼も普及し、作物を荒すおそれの少ない冬季に、付近の山野で自由に放牧し、作物がのびはじめる時期になって、牧に狩り込めるという農業を主体とした日本の国情にあった方法がとられていた。また8世紀初めの「大宝令」にみる厩牧令（ぐもくりょう）では草地改良のための火入れの時期が定められていた。牧の立地は、地形、水、植生に支配されるが、古代の官私牧は氾濫原や三角州、島や岬角、開田のおくれた扇状地、火山山麓斜面、台地あるいは狭い谷底平野が利用された。このうち、平坦で肥沃な沖積低地は耕地の拡大のために、比較的早い時期に放牧の制約を受け、廃牧となった所が多い。比較のために、第5図には現在の牧草地の分布を示した。冒頭に述べたように、草地の大部分は、九州南部と東北と北海道の火山麓斜面や台地を中心とする黒ボク土地帯に分布する。

以上のように、日本における馬と人間との関わりを、野生馬時代（旧石器～縄文・弥生期）、大陸からの導入による家畜化時代（古墳期）、組織的な増産の時代（奈良・平安・鎌倉期）、そして現代の放牧というように時代を追ってみていくと、馬の家畜化の起源を解き明かす以前に、馬の生育基盤としての黒ボク土の存在を認識することができる。つまり、地理的分布を比較する限りにおい



て、放牧は採草と並んで黒ボク土の生成に関与していると考えられ、とくに古代から現代までその強い結びつきを指摘することができる。これと同時に、先史時代における野生馬の存在も無視することはできない。

ところで、鳥取県大山火山の山麓には、大山火山灰のほか、島根県三瓶火山や九州の各火山に由来する火山灰を母材とする、厚さ60~70cmの黒ボク土が標高1,000m付近まで広く分布する。山麓原野の開発は明治期に始まるが、林業生産と放牧を中心とし、クワ→甘藷→そ菜→果樹と移り変わってきた黒ボク土の耕地化はこれより新しい。この一帯における旧石器～縄文時代草創期の石器出土地は標高100~200mに集中し、土器を出土する縄文遺跡は中海周辺と西麓（標高100~500m）に多いことから、火山灰と火山性扇状地堆積物が広がる山麓は、先史時代においては居住圏ではなく、狩猟・採集の生活圏であったと思われる。大山寺（標高840m）の牛馬市が江戸時代の日本三大市の一つとして知られるように、大山山麓における放牧の歴史は古く、5,6世紀まで遡ることができる。また、この地方の野生馬の起源は、境港市付近の海底遺跡から出土した馬の歯によって縄文時代前期（5,000~6,000年前）までたどることができる。牛馬の生産が本格化したのは大山寺の開基（769年）以降とされ、1330年頃にはその数は1万頭に及んだといわれる（鳥取県、1964）。

5. むすび

以上のように、断片的史・資料ではあるが、黒ボク土の生成と先史・古代の農耕文化の関わりを放牧を中心に概観してきた。黒ボク土の人為関与説を支持する証拠は多い（例えば、近年ではShindo（1986）の報告など）。しかし、¹⁴C年代で1万年以上の年代をもつ埋没黒ボク土の生成は、人間活動によって説明することはむずかしい。

ところで、Evans（1978）は、森林史の調査が、植生の「気候極相」という概念を背景にしておこなわれたことに対して、問題点を指摘している。たとえば、大形草食獣は、冬期間餌の存在する開けた土地がないと、閉鎖的な森林地のなかでは、まったく生息することができない。いったん形成された、とくに湧水地や河川の岸の周りの開地

は、多量に草が食べられるので容易に拡大し、若草の萌出する豊富な草本科の植生は、より多量の動物をひきつける。森林を破壊する要因は多様であり、広域に、長く安定し、変化しない極相の植生の概念は有効ではないと述べている。

日本のような火山活動の影響が著しい地域で、植生の気候極相の概念をそのまま適用することの有効性に疑問がもたれる。つまり、植物社会学における植生の気候極相の理論から、「草原植生の長期維持＝人間による森林破壊」と結論づけるのは短絡であろう。もう一つは、ススキ野原のような単一の植生景観が黒ボク土で長期間にわたって維持されたという仮説は必ずしも正当ではないと考えられる。おそらく、火山灰の断続的降下に伴う植生の一次遷移を利用した生業が、黒ボク土の生成に関与したと推測される。

平坦または凹地地形、温暖な気候、適潤ないしやや湿潤な水分という環境条件は、黒くて厚い腐植層をもつ典型的な黒ボク土の生成条件であり、石器時代以来の人間の居住条件でもある。両者の重なりが、問題の解明を難しくしているといえる。いずれにせよ、黒ボク土の生成論的研究は、十壌学ばかりでなく、多くの分野による自然と人間の両側面からの究明の必要性が再認識される。

本稿は、平成1年3月に提出したお茶の水女子大学大学院博士論文の副論文の内容を加筆修正したものである。本テーマ「黒ボク土の生成と先史農耕文化との関わり」は、火山灰土壌の生成論的研究に取り組む筆者のかねてからの関心である。史・資料の制約から十分に議論することができなかったが、今後も広い視野をもって検討をすすめたいたいと考えている。なお、これまでに多くの研究機会を与えてくださいましたお茶の水女子大学地理学教室浅海重大教授に深く感謝し、小論を1990年春に退官される先生に献呈いたします。

注・参考文献

- 1) Evans, J. G. (1982) : (加藤晋平訳)『環境考古学』, 雄山閣, 198p.
- 2) Geographical Survey Institute (1977) : *The National Atlas of Japan*. 366p.
- 3) 早川康夫(1978) : 阿蘇旧火口および火口原への植物の進入と遷移. 九州農業研究40, 216

- 4) 早川康夫 (1980) : 九重・玖珠地域における安定草原の成立. 九州農業研究42, 152
- 5) 市川健夫ほか (1984) : 『日本のブナ帯文化』, 朝倉書店, 307p.
- 6) 鑄方貞亮 (1982) : 『日本古代家畜史 (改訂版)』, 有明書房, 586p.
- 7) 井上楊一郎 (1967) : 『混牧林の経営』, 地球出版, 234p.
- 8) 加藤芳朗 (1986) : 火山灰上の生成メカニズム. 日本土壤肥料学会編『火山灰土』, 博友社, 5-30
- 9) 川口桂三郎 (1977) : 『土壌学概論』, 養賢堂, 279p.
- 10) 小林達郎 (1987) : 遺跡における黒色土について. 久馬・永塚編『土壌学と考古学』, 博友社, 32-43
- 11) 小山修三 (1984) : 『縄文時代』, 中央公論社, 206p.
- 12) 阪口豊 (1987) : 黒ボク土文化. 科学, 57, 352-361
- 13) 芝田清吾 (1969) : 『日本古代家畜史の研究』, 学術書出版会, 338p.
- 14) Shindo, H. (1986) : Comparison of humic acids from charred residues of Susuki and from the Ahorizons of volcanic ash soils. *Soil Sci. Nutr.* 32, 579-586
- 15) 四手井綱英 (1985) : 『森林』, 法政大学出版局, 291p.
- 16) 鳥取県農林部畜産課 (1964) : 『鳥取県畜産発達史』, 254p.
- 17) Tagawa, H. (1964) : A study of the volcanic vegetation in Sakurajima, Southwest Japan I. Dynamics of vegetation. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ. Ser. E.* 3, 165-228
- 18) 高橋富雄 (1958) : 古代東国の貢馬に関する研究, 歴史17, 14-28
- 19) 山田裕 (1986) : 本邦黒ボク土腐植の¹⁴C法による年代測定と集積における特徴. 農環研報告, 3, 23-86
- 20) 山根一郎 (1973) : 黒ボク土の生成におけるスキの意義. ペドロジスト17, 84-94
- 21) 山根一郎ほか編 (1989) : 『新草地農学』, 朝倉書店, 230p.
- 22) 安田初雄 (1959) : 古代における日本の放牧に関する歴史地理学的考察, 福島大学学芸学部論集10, 1-18
- 23) Yoshii, Y. (1937) : Aluminium requirements of Solfataral-plants. *Bot. Mag. Tokyo* 51, 262-270

Grazing as a Cultural Impact on Soil Formation of Andosols
Makiko WATANABE