

先史時代の自然堆積層の検討による 大規模土砂移動の頻度試算 —京都市北白川追分町遺跡を中心 として—

冨井 眞*

An attempt to estimate the frequency of sediment
floodings by analysing prehistoric natural deposits:
a case study of the Kitashirakawa-Oiwakecho
area in Kyoto Basin

Makoto TOMII *

Abstract

Records obtained from archaeological excavations of the prehistoric natural deposits of the Shira-kawa River in the Kitashirakawa-Oiwakecho area on the Shirakawa alluvial fan of granitic clastics are investigated. The period studied spans from 11,600 to 5,200 years BP, before the area underwent major anthropogenic ground disturbances. Debris flows occurred three or four times before 7,300 BP, at intervals of 800 or 1,500 years, but none occurred after that date. Floods occurred six times by 5,200 BP. At least half of these floods were assigned to the last 800 years of this period, and were accompanied by erosion. There is only one trace of a large-scale earthquake during this 6,400-year span, suggesting that the records reflect the frequency of sediment floodings in this area of the alluvial fan under semi-natural conditions. The shortening of intervals between sediment floodings is considered to be related to the accumulation of post-Pleistocene fluvial deposits in the river valley.

キーワード：発掘, 土砂移動, 河川堆積物, 頻度, 扇状地

Key words : excavation, sediment flooding, fluvial deposit, frequency, fan

* 京都大学文化財総合研究センター
Centre for Cultural Heritage Studies, Kyoto University

本論文に対する討論は平成23年2月末日まで受け付ける。

1. はじめに

歴史災害研究は、文字や絵図・写真に記録された情報を基礎とするが、そうした記録に残されない災害ないし自然現象についても、地震考古学の例を挙げるまでもなく¹⁾、考古学的発掘調査の記録からデータを蓄積できる。本研究で扱うのは、扇状地における先史時代の大規模土砂移動現象である。中下流域の宅地・耕地開発が行き渡っている現代の土地利用状況に照らせば、大規模土砂移動が発生すれば災害となることは必至である。

本研究の目的は、先史時代の大規模土砂移動例を発掘成果に基づいて抽出し、限定した空間における半自然状態での土砂移動の頻度を探ることにある。具体作業として、京都盆地東北部を流れる白川が形成した白川扇状地に立地する、北白川追分町遺跡での事例を中心に検討する。以下、先史時代の土砂移動を検討する意義とその方法について略述した後、北白川追分町遺跡と同じ扇状地に位置する他の遺跡での該当事例を確認する。続いて、土砂移動の原因について推測してから、大規模土砂移動の頻度を検討する。

2. 先史時代の土砂移動の検討の意義と方法

2.1 検討の意義

考古学の発掘調査では、河川堆積物などの自然堆積層についても、基本的には土層の写真や記載という発掘記録を残す。考古学が対象とするのは、人間活動の営まれた時代であり、日本の場合は数万年前以後である。災害史研究では、こうした発掘調査記録にも活用の余地があり²⁾、特に文字記録が無い地域や時代の土砂移動現象の解明には、発掘記録が大きく貢献する可能性をもつ。

日本の先史時代は、大規模な森林伐採や土木工事などの歴史的契機とされる水稻耕作が未発達の間である。特に、農耕が導入される前の縄文時代中期以前には、河川流域の環境は人為的改変の程度が低い、言わば「半自然状態」と想定できる。そこで、発掘記録に基づいて、ある土地の人為的改変の少ない状態での土砂移動現象を理解できれば、そこと同様の地質や地形の条件を備えた土地

において、自然状態が著しく損なわれている現代でも、土砂移動の頻度予測など防災面での重要な知見を提供できると考えられる。

2.2 課題と方法

河川は、地表を浸食したり、地表に砂や礫を厚く広範囲に堆積させたりし、土砂を大きく移動させて災害をもたらす。災害史研究の立場に立つ本研究において抽出対象とする先史時代の土砂移動痕跡は、平坦地やなだらかな地形を削り去ったり広く覆ったりする自然堆積層である。本研究には、以下に示す3点の手法上の課題がある。

①年代の絞り込み・表記・精度。自然堆積層の堆積年代の決定に際しては、その上下の地層の年代幅を把握するべきあるが、上下の地層の年代値の間隔が大きいと、自然堆積層の堆積年代を絞り込めない。また、先史時代研究では、土器などの考古遺物を「○○式」と型式分類して相対的序列で示し、数値年代を表記することが少ない。放射性炭素年代測定による数値年代の精度は 10^2 年程度である。

②土砂移動の痕跡の存否と調査密度の濃淡。土砂移動より後の時代の土地改良や土壌流失によって、土砂移動痕跡が損なわれることがある。完全に損なわれていれば現象の存在を認識できない。また、面的な発掘調査の密度が河川流域面積に比して著しく低い地域では、土砂移動現象の理解が限られる。残存範囲が限られている堆積物や、点的なボーリング調査での堆積物の分析では、土砂移動痕跡を抽出できても、現象が局所的かどうかを確認できなかったり帰属時期推定に適切な遺物や試料を入手できなかったりする。

③河道の把握。「半自然状態」では、河川は、扇状地では網状に流れたり伏流したりすることもあるから、現在の「川」のような主たる河道を捉えにくい。

以上の点で、土砂移動現象の統計的分析や周期の把握においては、近現代における土砂災害の検討基準に匹敵するほどの詳細なデータは提供できない。特に、痕跡の存否については、調査事例の蓄積を待つしかない。しかし、年代の問題は、高

精度放射性炭素年代測定値の蓄積によって、土器型式の時間的位置を絶対年代に置き換えることが最近では可能となりつつある^{3,4)}。本論でもそれを活用して、対象となる土器型式のおよその放射性炭素年代値を年代較正⁵⁾した絶対年代 (= Cal. Years BP, 以下では「BP」とのみ表記)も表記する。土器型式と絶対年代の対応は図10にも示してある。分布の問題についても、発掘調査が比較的高密度で実施されている遺跡(群)もあるので、そうした遺跡が流域に含まれる特定河川における土砂移動の歴史を、言わば定点観測的にたどることは可能である。

河道の把握に際しては、主たる河道については、主観的ではあるが、幅5m程度より大きいものを対象とする(次章以降で「白川」と呼ぶのは、その主たる河道を想定している)。そして、河道変化の理解においては、近接する調査地点間で同時期の層準の堆積物をつなぎ合わせて面的把握を進めるべく、それぞれの地点の水成堆積層(やその観察データ)を検討し、古流向や堆積環境の変化を推定して主たる河道の流路変遷を探る。

このようにして上記の課題の軽減に努め、次章では、具体事例として京都市北白川追分町遺跡とその周辺の土砂移動を確認する。なお、土砂移動の確認事例は増加する一方なので、頻度算定値は、言わば最小頻度を示すことになる。

3. 先史時代の白川の土砂移動例

3.1 白川について

比叡山から如意ヶ岳にかけては、花崗岩が風化したマサから成る地盤が分布する⁶⁾。白川は、その比叡山の南麓の広い面積を集水域として、京都盆地へと流れ下る(図1)。白川扇状地の西縁は、高野川および高野川が賀茂川と合流した鴨川の流域左岸である。現在の白川は、扇頂部からすぐに南流するが、先史時代には西流して高野川に注いでいた。

白川の堆積物は、集水域が花崗岩分布域に収まることを反映して、礫層に含まれる礫は花崗岩礫がほぼ全てであり、砂層は黄色ないし白色を呈する花崗岩起源の砂粒から成る。それに対して高野川の堆積物は、礫層の場合にはチャートや頁岩の

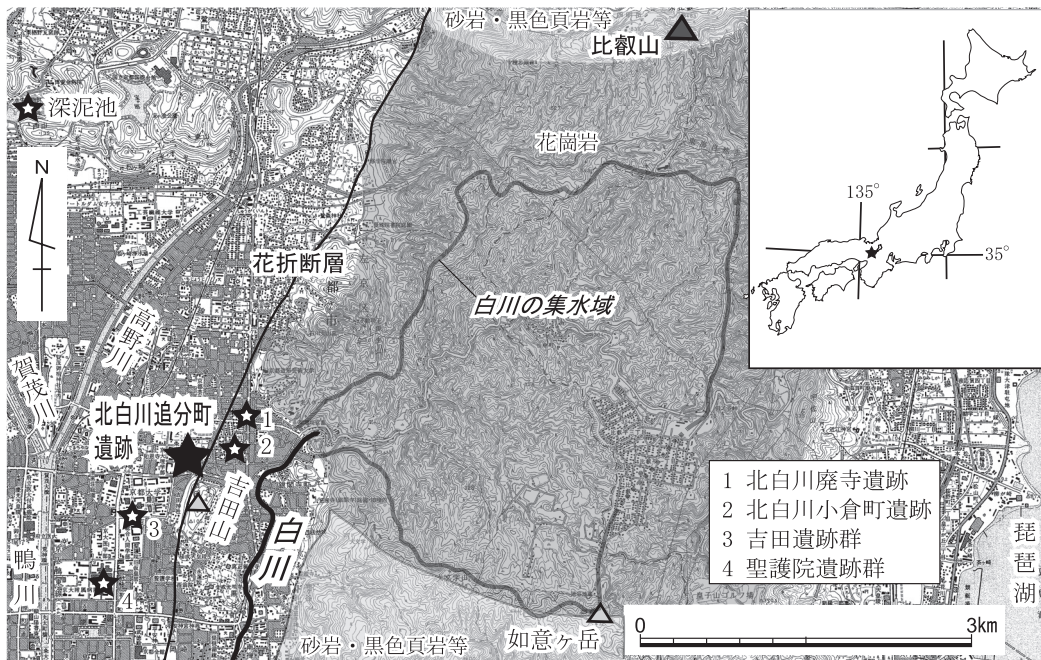


図1 北白川追分町遺跡の位置と白川の集水域

礫が多く、花崗岩礫の比率は1割ほどであり⁷⁾、砂層では細かく砕けて円磨した頁岩やチャートも目立つ。故に、白川と高野川の堆積物は容易に峻別できる。

3.2 北白川追分町遺跡での土砂移動

北白川追分町遺跡は、京都盆地東北部に5 km²程で展開する白川扇状地の中軸に位置し、現在は標高約60~70m、地表勾配は10/1000前後でなだらかな緩斜面に、1 km²程の広がりをもつ。発掘調査によれば、この緩斜面は弥生時代前期末の白川の大規模土石流が形成したもので(図2)、それ以前は、地表勾配が12/1000前後でややきつく、起伏に富んだ地形であり、白川が西流した痕跡も多々確認されている⁸⁾。この遺跡では、高野川が、左岸の白川扇状地扇端部を3800BP頃(縄文時代後期中葉)に大きく側方浸食した痕跡も確認されている。したがって、この浸食イベントの結果、扇端以西では縄文中期以前の地層はほとんど確認できていない。また、この浸食イベント以前に高野川が白川扇状地を浸食した痕跡は、縄文時代に関する限りは確認できていない。



図2 北白川追分町遺跡とその下流の遺跡群の主な調査地点

様々な地点での発掘調査(図2)によれば、この遺跡では、人間活動は11600BP頃の縄文時代早期前半になってから確認でき、考古学的調査も縄文時代以降が対象となる。そして、5200BP頃の縄文中期後半から遺物量が増加し、この遺跡は活発に利用され始めることがわかっている。従って、本論で対象とする年代は、11600-5200BP頃とする。以下、地点ごとに該当する土砂移動堆積物を挙げていく。なお、堆積環境については、増田富士雄の研究成果⁹⁻¹²⁾を適用して推定した。

(a) 第1地点の状況

第1地点¹³⁾では(図3)、調査区南半には、アカホヤ火山灰(降灰は7300BP頃)を含有しない暗黒褐色の砂質土壌化層が2層ある(同:③・⑤層、左中写真)。どちらの層も、層厚30cm前後で、緩く西に下がっている上面は、黄褐色を呈しラミナも認められず粒径1mmほどの粗砂の様な堆積(同:②・④層)で覆われているが、下位の土壌化層を覆う砂層は北にいくに連れて層厚を減じる。どちらの砂層も、層相から判断すれば、水流ではなく、陸地での砂質土石流堆積物と考えられる。これらの土壌化層などを浸食した灰白色砂(同:①層)を採取するために室町時代にこの辺り一帯を掘り返した砂取り穴の埋め土から、この遺跡では最古の遺物である縄文早期前半の大川式古段階(11600-11200BP頃)の土器片が複数出土している。これらの砂層の堆積年代は、11600-7300BP頃に収まると考えられる。

第1地点では、上位の黄褐色粗砂は(同:②層)、シルトを主体とした層厚30cmほどの主として灰白色を呈する砂層に覆われる(同:①層)。この灰白色砂は、南半では上部がシルトになって上方細粒化しているが、北半では、粒径5mm程までの碎屑物が主体となって下位の土壌化層に深も削り取って層厚は2m以上に達する(同:左上・右下写真)。灰白色砂の堆積年代は、直上には埋土にアカホヤ火山灰も含む縄文中期後半の里木Ⅱ式段階(5200-4900BP頃)の遺構が形成されているので、5200BP頃以前である。南半の灰白色砂は、広い範囲で上方細粒化しており、層相から氾濫堆積と考えられる。北半の灰白色砂は、シルトから

砂礫までの堆積物が互層になりながら幾重にもラミナを発達させている。その堆積の単位は大きく分けて二つあり、まず、ラミナが北下がりでありそれが南から北へと累重しているまとまりで（同：左上写真の右辺および中央下部）、続いて、その上に認められる、逆にラミナが南下がりでありそれが北から南へと累重しているまとまりである（同：左上写真の中央上部と左下写真）。このことから、北半の灰白色砂は流路堆積物と判断でき、そのラミナのまとまりを基に古流向を推定できる。すなわち白川は、当初は、第1地点南東辺から中央付近を南肩にしてそれ以前の堆積層を削りながら北西流し、全体としては北方へ移動したこと、その後は、第1地点東北辺から西流し、全体としては南方へ移動しながら中央付近を南肩にしてそれ以前の堆積層を削っていったことがわかる（同：右写真）。この灰白色砂の中には土壌化層が存在しないので、こうした流向変化は比較的短時間で進

行したと言える。

(b) 第3・4地点の状況

第1地点の南東40~50mに位置する第3¹⁴⁾・4地点^{15,16)}では（図4）、縄文中期前半の船元式前半期（5600-5300BP頃）より古い層準で、西方向に急激に下がっていく黒みがあった粘質の土壌化層がある（同：⑱・⑲層）。層の下部から採取した花粉の分析で落葉広葉樹が目立つという結果¹⁵⁾が出たことが考慮され、この層の堆積時期について、年代特定はされていないものの縄文前期（7300-5600BP頃）よりも古い、と解釈されている¹⁶⁾。この解釈は、第4章で述べる周辺や集水域の花粉分析結果に照らしても、妥当である。また、この土壌下層は、北方の第1地点の2つの土壌化層（図3：③・⑤層）よりも、標高が1m以上低く粘性が強いが、層序的にはそれらと対応する。したがって、第1地点から第3・4地点にかけてのこれらの土壌化層の勾配からみて、7300BP以前には第3・

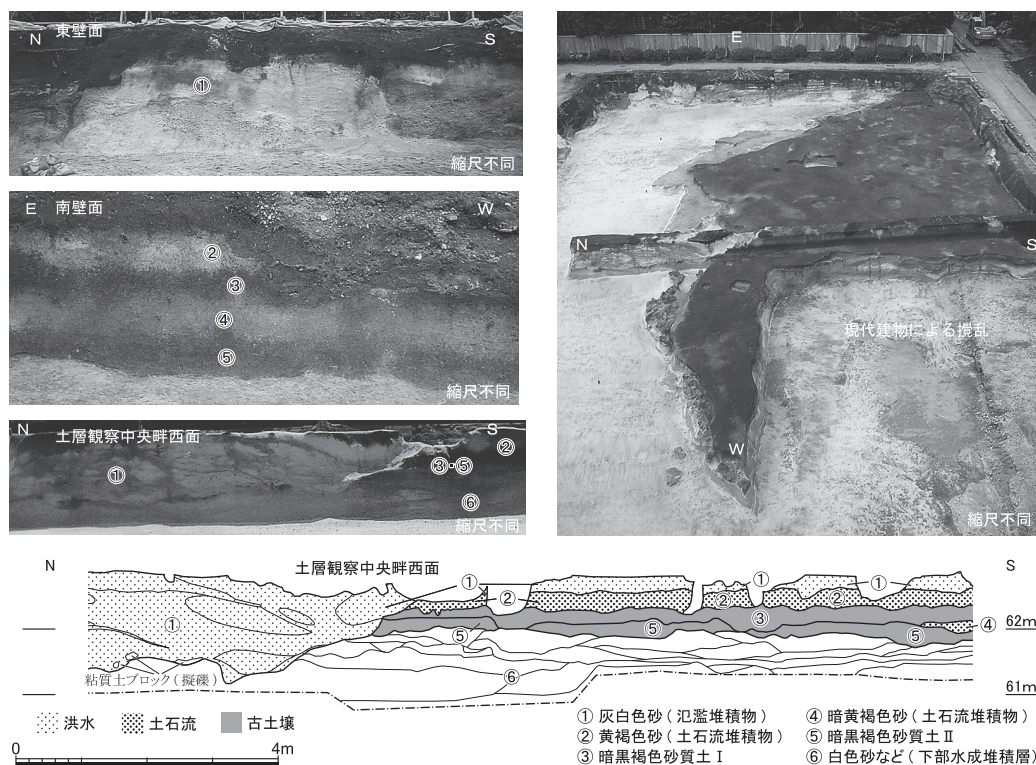


図3 第1地点の堆積物と土層断面図（トーンの凡例は図9まで同じ）

4 地点付近に谷の斜面があったことがわかる。第 4 地点では、その斜面に堆積する粘質土の下部に、数層の灰白色細砂が挟まるように堆積している（図 4：⑬層）。このことから、この時期の白川谷ではたびたび、川の水位が上昇して細砂がもたらされたり、水位が低下して斜面での土壌が形成されたりしたと考えられる。第 4 地点より北西の第 3 地点では、西方への急斜面よりやや東の高所で、粘質土の直上にやや密度の高い黄褐色砂が堆積している（同：⑰層）。この黄褐色砂は陸地での砂質土石流堆積物と考えられる。

第 3・4 地点とも、西方方向に下がっていく土壌化層（同：⑭・⑮層）の上位には、砂層から細砂・シルト、粘土へと堆積物が上方細粒化しながら埋積し（同：⑥・⑧～⑬層）、最終的には5600BP頃までには上部に土壌化層が形成される。しかし、埋積過程には違いがあり、第 3 地点では、漸次的に上方細粒化していくので、白川がゆっくりとこの地点から離れていくことが読み取れるのに対し、第 4 地点では、シルトと細砂が交指状に埋積

していくので、放棄流路としてときおり水流が流れ込みながらも埋没していくことが読み取れる。

(c) 第 5・6 地点の状況

その南に位置する第 5¹⁷⁾・6¹⁸⁾地点には、縄文前期末の大歳山式段階（5600BP 頃）までには形成された粘土質の土壌化層の下位に、層厚 2 m 以上の白色砂礫層群が堆積している。第 5 地点では、この砂礫層群は、粗砂や粒径 50mm 以上の礫が、シルト等の細粒堆積物をほとんど挟まずに基本的には南下がりて南へと累重し（図 5：④～⑪層）、最後は上方細粒化している（図 5：②～④層）。これらの事実から、活発な流路が南へ移動していった最終的に放棄流路になったことがわかる。流路埋積物の上面の標高は、第 3・4 地点の流路埋積物の上面と同程度である。

この流路埋積物は下部で、層厚 20 cm で水平に広がる茶褐色粘土（同：⑬層）の北側を側方浸食した後に、その粘土層全体を覆って堆積している（同：⑩・⑪層）。茶褐色粘土は、遺物を包含しないので時期を特定できないが、標高が約 1 m 低

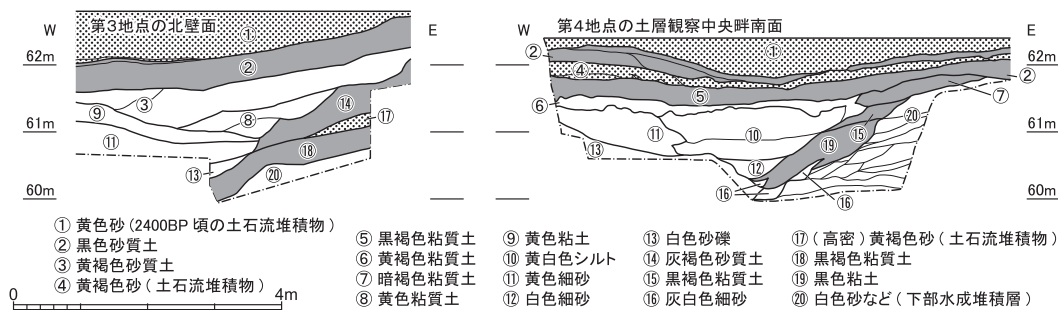


図 4 第 3・4 地点の土層断面図

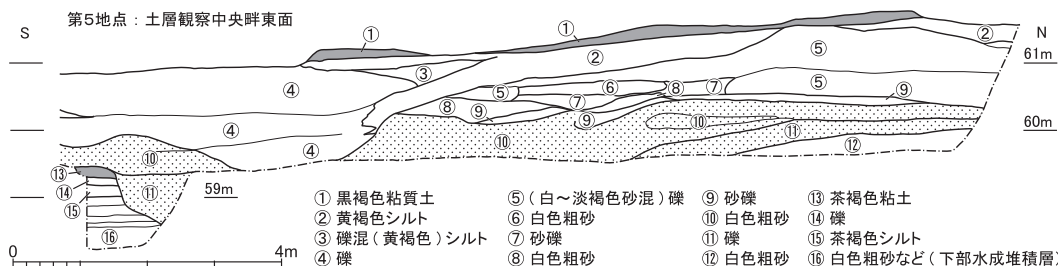


図 5 第 5 地点の土層断面図

く土壌化も劣るものの第3・4地点の斜面に堆積している粘質土(図4:⑱・⑲層)と層序的に対応関係にあり,第3・4地点で西に下がる谷の左岸側になる。すなわち,7300BP頃までには谷を溢れる氾濫が生じ(図5:⑩層),その後は広い河道となっていたことがわかる。

(d) 第2地点の状況

第1地点の東方100mに位置する第2地点¹⁹⁾では(図6),東辺で,緩く南東に下がる灰褐色の砂質土壌化層を覆う,黄白色を呈し厚さ約50cmの淘汰の悪い砂層がある(図6:③層)。直下の層厚30cm前後の土壌化層(同:④層)からは,早期前半の神宮寺式段階(10700-10500BP頃)の摩滅していない土器片が出土し,また,上位の層厚50cm以上ある土壌化層(同:②層)からは縄文前期後半の北白川下層Ⅱ式段階(6100-5700BP頃)の摩滅していない土器が出土するので,黄白色砂の堆積年代は10500-6100BP頃に収まる。黄白色砂は,北側で堆積が厚く,西へいくほど薄くなる。また,下部にシルトが堆積してから砂へと上方粗粒化している(図6:写真)。従って,南西流する河川の洪水氾濫堆積物と考えられる。

(e) 第7地点の状況

第1地点の300m南方の第7地点^{20,21)}では(図7),

アカホヤ火山灰ブロックを含む土壌化層の上位に,中間に別の土壌化層を介する二単位の砂層群(同:②~④層と⑥層)が認められる。アカホヤを含む土壌化層(同:⑦層)は,層厚50cm以上の黄褐色粗砂の上に形成された,層厚60cm前後で上部が黒味の強い褐色土で,上面には生痕化石を数多く確認できる²⁰⁾。アカホヤは,直上の砂層との層理面よりも約5cm低い,標高60m前後でブロック状に散見できる。この土壌化層を覆う砂層は(同:⑥層),層厚約20cmで比較的均質ながらも部分的に上方粗粒化が認められる,黄白色を呈するきめの細かいシルト~細砂で,直下の土壌化層上面をあまり乱さずに調査区一帯を覆っている。河川の洪水氾濫堆積物の特徴をもつが,生痕化石の存在や傾斜の緩さから,第7地点は水際から離れていたことがわかる。

この上に堆積する中間の土壌化層は(同:⑤層),暗褐色を呈し層厚は最大20cmをはかるが,上位に堆積する厚さ1.5m前後の砂層群(同:②~④層)に上面を乱される。砂層群の堆積年代は,上位には,船元式段階前半期(5600-5300BP頃)までには形成されて²¹⁾弥生時代前期末(2400BP頃)の土石流堆積物に覆われることになる層厚50cm程の黒色砂質土(同:①層)があるので,7300-

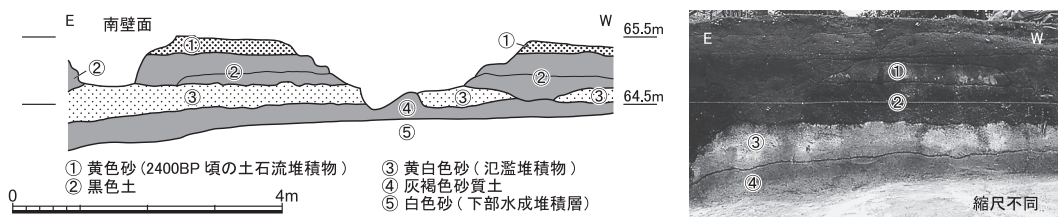


図6 第2地点の土層断面図と堆積物

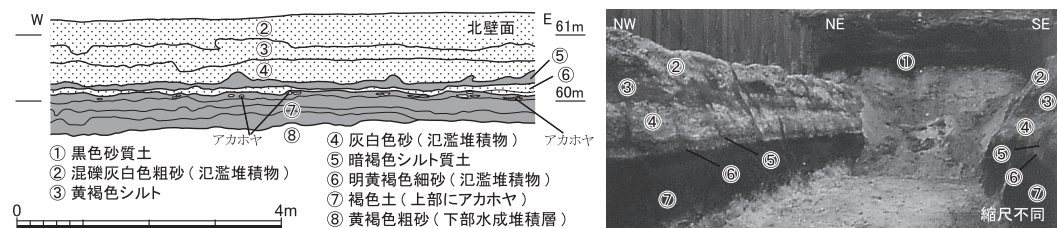


図7 第7地点の土層断面図と堆積物(断面図原図と写真原版は京都市埋蔵文化財研究所所蔵)

5600BP頃である。砂層群には、ラミナも認められるが、シルト層も介在し(同:③層)、シルト層を挟む2つの砂層はそれぞれ上方粗粒化している。上部の砂層(同:②層)の方が、含まれる礫の粒径が5cmを越えるものが多くなって粒度が大きい。つまり、この砂層群は洪水氾濫堆積物で、いったんは鎮静化した水の勢いが次にはさらに強まるという氾濫だったことがわかる。

3.3 白川扇状地上のその他の遺跡の事例

白川扇状地には、北白川追分町遺跡より上流にも遺跡は数箇所あるが(図1)、当該期の土砂移動に関する詳細なデータは限られる。北白川追分町遺跡の北東約1kmに位置し扇状地の北半に立地する北白川廃寺遺跡では、縄文早期の神並上層式段階(10500-10200BP頃)の住居跡が掘り込まれた土壌化層が、無遺物でシルト~礫からなり無層理と思われる層厚60cm以上の黄褐色砂に覆われて、砂層の上位には縄文後期以降の土壌化層が形成されている地点がある²²⁾。その30m南方でも、同程度の標高で、無遺物で厚さ約60cmの黄褐色の細砂層が一様に土壌化層を覆い、上位には縄文後期以降の土壌化層が形成されている²³⁾。両地点の黄褐色砂とも陸地での砂質土石流堆積物と判断でき、層序的にも同じ土石流に由来すると言える。その起源は、両地点での堆積物と厚みの相違から、この地点の北東の白川支流河川の上流域と考えられる。

北白川追分町遺跡の東方約500mに位置する北白川小倉町遺跡では、縄文前期前半の羽島下層Ⅱ式段階(6500-6300BP頃)から4000BP頃の縄文

後期前半に至る層厚50cm前後の遺物包含層が、現地表から50cm前後の深さでも浸食されずに残存しており、その下位には、層厚50cm以上の砂層が堆積している²⁴⁾。つまりこの遺跡には、6500BP頃以降には少なくとも4000BP頃まで大規模土砂移動が無かったと判断できる。

北白川追分町遺跡の下流では、吉田遺跡群が北白川追分町遺跡と隣接し、その吉田遺跡群の下流には聖護院遺跡群が隣接する(図1・2)。聖護院遺跡群は、白川扇状地よりは西に位置する、鴨川左岸の遺跡群である。吉田遺跡群は、北白川追分町遺跡と同様に白川扇状地の扇端付近に位置するが、高野川と賀茂川の現在の合流部よりも南に位置しているため、聖護院遺跡群と同様に、北西から注ぎ込む賀茂川の影響も受ける高野川(鴨川)からの土砂供給が多い。また、すぐ東に吉田山が位置するので、吉田遺跡群の南辺では、白川からの土砂は、吉田山が障壁となり供給されにくい。

吉田遺跡群南辺の第10地点²⁵⁾には(図8)、縄文早期の黄島式段階(9900-9400BP頃)の多量の土器を包含する層厚15cm程の砂質混礫土壌化層(同:⑤層)を挟むように、2枚の砂層(同:④・⑥層)があり、下位の砂層の直下にも砂質土壌化層(同:⑦層)が存在する。下位の砂層(同:⑥層)は層厚50cm前後で、下部に約10cmの厚さでシルトが堆積しているが、それ以上は粗粒化して礫混じりの不均質な白みがかかった粗砂から成る(同:写真)。洪水氾濫堆積物と考えられる。上位の砂層は、層厚60cm程で、ラミナを確認できない黄褐色の細砂が一様に堆積しているため、陸地の砂質土石流堆積物と判断できる。これらの地層

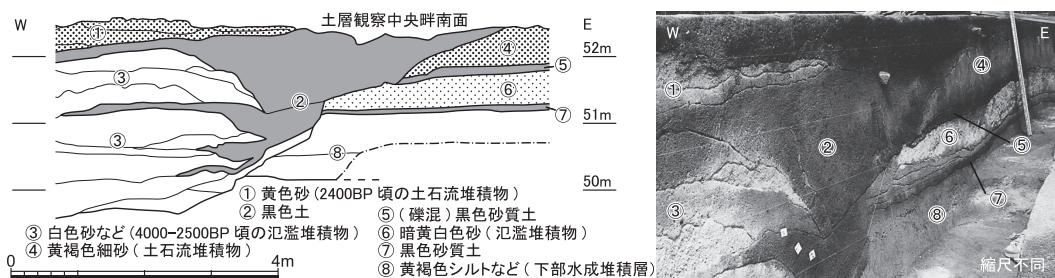


図8 第10地点の土層断面図と堆積物

は、4000BP頃の縄文後期前半以降に、高野川や白川によって西辺を浸食される(同：③層)。

吉田遺跡群の西南辺に位置する第9地点²⁶⁾では、南流する高野川が形成した礫堤の後背湿地状の凹地に、白色細砂がレンズ状に堆積する(図9：③層)。標高は、100m東に位置する第10地点の下位の砂層(図8：⑥層)よりも、2m以上低い。上位に堆積する黒褐色粘質土(図9：②層)ともども遺物を含まないが、さらにその上位の層厚1m以上のシルト層(同：①層)では、青灰色を呈する下部からは、摩滅していない縄文前期末の北白川下層Ⅲ式段階の土器(5700-5600BP頃)が出土し、黄灰色を呈する上部からは、摩滅していない中期末の北白川C式段階の土器(4900-4500BP頃)が出土している。

第8地点²⁷⁾でも、高野川の礫堤の後背湿地状の地形に溜まったと思われる厚いシルト層から、摩滅していない北白川下層Ⅲ式土器(5700-5600BP頃)が出土している。さらに下流の聖護院遺跡群の第11地点では、厚さ1m以上のシルト層の上部にアカホヤの降灰があったことが確認されており^{28,29)}、また、そのシルト層を削りながら縄文時代に白川が流れている³⁰⁾。このように、吉田遺跡群の白川扇状地の西側は、9400BP頃以前には白川の氾濫がおよんだが、7300BP頃には既に高野川の後背湿地となっていて、時には水が引いたり白川が細砂を堆積させたりしつつも、4000BP頃までは、基本的にはシルトなど細粒の碎屑物が堆積する大きい滞水域のままだったことがわかる。すなわち、遅くとも7300BP頃以降は、5200BP頃までに白川の流量変化を示すような堆積環境の変化は見られない。

4. 白川の先史時代の大規模土砂移動の原因

4.1 自然的背景

大規模土砂移動の原因において、まず素因では、地質については変化ないが、地形については、発掘記録によれば、弥生時代の土石流によって起伏が解消された事例があるので⁸⁾、大きく改変されている可能性が高い。したがって、当時の土砂移動現象を議論する際には、発掘記録を精査してそれに基づく知見を援用する必要がある。

植生については、花粉分析をはじめ、植物遺体分析の成果を援用して検討できる。白川扇状地上では、北白川追分町遺跡第4地点の斜面堆積の粘質土の花粉分析により¹⁵⁾、検出花粉数が少ないものの、マツやスギの針葉樹に伴って、シラカバなどの落葉広葉樹が常緑のカシと同程度の割合で確認されている。それに対して、その約150m北西の地点での、同様の低湿な環境にある4900-4500BP頃の縄文中期末の地層の花粉分析では³¹⁾、人為的な伐採を示唆するような草本類花粉の増加現象はなく、木本類ではマツやコナラ亜属は少なく常緑のアカガシ亜属が多くなっている。集水域である上流部の植生も、周辺の高地や下流部の比叡山麓の遺跡群での花粉分析^{15,31-37)}によると、11600-7300BP頃の縄文早期には、森林にはコナラ亜属などの落葉広葉樹とともにマツやスギなどの針葉樹が茂るが、5600-5300BP頃の縄文中期の船元式前半期までには、草本類の比率が大きく低下するとともに、スギやヒノキなどの針葉樹とクリやトチノキなどの落葉広葉樹とを多少交えたアカガシ亜属主体の極相林へと徐々に変容する。

11600-5200BP頃のこの植生の変化について

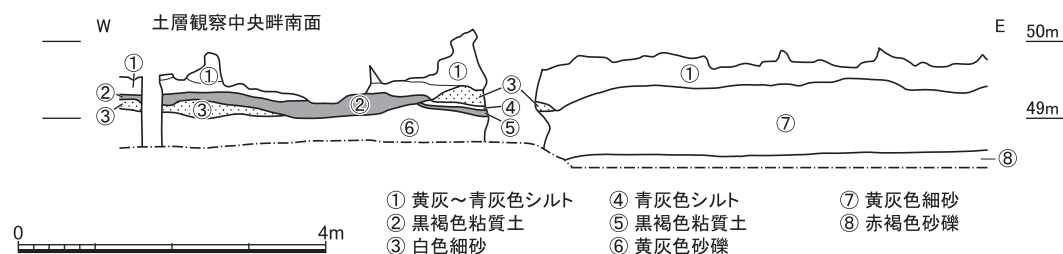


図9 第9地点の土層断面図

は、大阪湾では11000BP頃では現海面下-50m前後だった海水準が上昇して5300-5000BP頃に現海面+1~3mにまで達する最高海面期を迎えることから³⁸⁾、人為的な植生改変よりも、地球規模の温暖化の反映と考えるべきである。

4.2 文化的背景

縄文時代は旧石器時代とは異なって、植物質食料の採集活動の比重がかなり高くなる。堅果類の利用がその典型で、北白川追分町遺跡を含む比叡山麓の遺跡群でも、縄文早期前半の大川式~神宮寺式段階(11600-10500BP頃)には、大津市の粟津遺跡でクリの食べ滓の集積であるクリ塚が形成されている³⁹⁾。しかし、例えばイネの籾痕が確認されている縄文晩期後半(2600BP頃)でも⁴⁰⁾、根株や枝や種実など大型植物遺体の樹種同定や花粉分析によれば⁴⁰⁻⁴³⁾、実際に生活を営むエリアの傍らに常緑広葉樹だけでなく落葉広葉樹も針葉樹も生い茂った混交林だった。遺跡やその周辺が大規模に開墾されていた状況でもなく、いくつかの特定樹種のみを生育させるような選択林でもなかったことがわかる。

縄文時代の土壌化層の代表例であるいわゆる黒ボクの分析では、木本類の被熱炭化痕跡である可能性が極めて高い微粒炭⁴⁴⁾を多量に含む事例が増加してきている。比叡山地南部での試料分析例はないが、北白川追分町遺跡の北北西3kmに位置する深泥池で(図1)、アカホヤ降灰(7300BP頃)よりも下位の層準では増加している⁴⁵⁾。微粒炭は比較的現地性が高い⁴⁴⁾ので、仮に人為による森林の焼払いとすれば、深泥池から数km程の白川扇状地上にアカホヤ降灰以前の活動痕跡を残した縄文人がその行為主体だった可能性はあり⁴⁶⁾、その場合には、北白川追分町遺跡近傍でも7300BP以前に微粒炭が増加して疎林化傾向にあったとも想定できる。しかし、それが土石流の発生や谷の埋積に寄与したことは考えられるものの、北白川追分町遺跡では、次章でみるように、その頃の土砂移動例の増加はうかがえない。

以上、氷河期の旧石器時代から後氷期の縄文時代へという転換期にあつて、植物資源の利用とい

う点では大きな変化があつた一方で、少なくとも、河川の動きに大きな影響を及ぼすかたちでの人為的な植生変化はなかったと考えられる。

4.3 誘因の推測

誘因の検討に際しては、先史時代研究における時間的尺度の問題がある。降雨が誘因となる確率が非常に高いことは容易に想像できるが、数時間や数日の集中豪雨の痕跡を発掘調査や地層断面の観察から認定することは不可能である。文字記録を持たない地域や時間を対象とする場合、降雨が土砂移動の主たる誘因と想定できるけれども、相応の精度では個々の降雨を実証できない。

先史時代の土砂移動の誘因として検討できるのは、地震である。発掘調査や地層断面の観察によって、噴砂や断層を確認できることがある¹⁾。地震後に生じる土砂移動は、直接の契機はほとんどが降雨だと思われるが、地震による地盤の緩みを遠因とみなせるし、地震の年代についても本研究と同程度の尺度で検討できる。

しかし、活断層群に挟まれている白川の集水域周辺において⁴⁷⁾、白川の流れに影響を与えた可能性のある先史時代の地震痕跡は、本稿の対象時期である縄文時代前半期に関する限り、花折断層の7800-7000BP頃の活動⁴⁸⁾しか見当たらない。比叡山地に最も近いところで確認できる11600-5200BP頃に年代を絞れる噴砂を伴うような大地震痕跡も、60km南西に位置する神戸市郡家遺跡で8900-7300BP頃の噴砂と⁴⁹⁾、60km北西に位置する舞鶴市志高遺跡で6300BP頃の噴砂⁵⁰⁾だけである。少なくとも本論で対象とする白川扇状地上の遺跡では、同時期の地層があつても、大地震の痕跡は確認できていない。

5. 先史時代の白川の大規模土砂移動の頻度

5.1 土砂移動周期の検討の手がかり

前章までの事例抽出と原因推測を踏まえ、本章では土砂移動の頻度を検討する。まず本節では、頻度算定の手がかりとして、土壌化層の形成速度について検討する。例えば第1地点¹³⁾では、2つ

の砂層に挟まれる厚さ30cm前後の砂質土壌化層があるが(図3:③層), これはいわゆる黒ボクで, 土壌A層と呼ばれるものと同様である。

黒ボクの形成速度は, 火山灰層を鍵に算出できることもある。表層地質が花崗岩～閃緑岩の島根県板屋Ⅲ遺跡⁵¹⁾では, 上下を三瓶山起源の火山灰層に挟まれたやや粗粒で乾いた第2黒色土層があり, 緩斜面の場合, 30cm超の層厚である。この層の堆積時には, 比較的乾燥した環境で疎林化が著しく, サンショウ属とクリなどが疎に分布しスギも存在していた。上位の火山灰の降灰年代は4000-3800BP頃で, 下位の火山灰の降灰年代は5600-5500BP頃なので⁵²⁾, 第2黒色土の土壌化速度をおよそ0.17~0.20mm/年と算定できる。

あるいは, 兵庫県六甲山の花崗岩地盤の地点で, 現代の極相林下の標準地の土壌A層厚とその炭素含有率とを基にして, 土壌A層の形成速度を求めた研究⁵³⁾がある。標準地はカシないシイ林で, 試験地はアカマツ林で傾斜30度前後の斜面上～中部という条件下ではあるものの, およそ0.10~0.55mm/年であるという。

こうしたことから, 植生や傾斜などの差異を斟酌しても, 花崗岩地盤での黒ボクの形成速度は, およそ0.15~0.20mm/年と考えられる。同様の地質条件の北白川追分町遺跡でも, 例えば第7地点^{20, 21)}のほぼ平坦なところで確認された, 5600BP頃以前の流路堆積物と2400BP頃の土石流堆積物に挟まれた層厚50cmの土壌化層(図7:①層)の形成速度も, 0.16mm/年前後で, 整合的である。

5.2 地点間の関係と土砂移動の頻度

本節では, 前節で示した土壌化層形成期間の算出方法も適用しつつ, 第3章で抽出した白川扇状地上の各地点の自然堆積層の時空間的な関係を考察し, 土砂移動の頻度を算定する(図10)。土石流堆積物は, 第1地点で11600-7300BP頃の時期に2層, 第3地点で1層, 第10地点で9400BP頃に1層, 北白川廃寺遺跡で10200BP頃に1層, の合計5層を確認できる。このうち, 層序的に見て, 第3地点のものは近接する第1地点の下位の

ものと同一と考えられる。また, 北白川廃寺遺跡の土石流は, 営力と方向を考慮すれば, 北白川追分町遺跡にも到達したはずであり, 第10地点の土石流も, 吉田山の東辺というその位置に鑑み, 北白川追分町遺跡にも及んでいたと判断できる。しかし, 第1地点のどちらの土石流とも, それらに対比できる年代的根拠が決定的ではないので, ここでは, 約4000年の間に3~4回の土石流があったと考えておく。この頃の白川は, 第1地点の下位の土石流堆積物の分布や, 第4地点の旧地表の傾斜方向および斜面堆積に介在する砂層の存在, そして第5地点の下位の土壌化層の存在から, 第5地点の北を第4地点へ北西流してすぐに西流するかたちで蛇行していたと思われる。

完全に陸化した環境での河川の氾濫堆積物は, 第1・2・5・10地点でそれぞれ1層と第7地点で2層あるので, 合計6層分を確認できる。第10地点では, 9400BP頃までに形成された層厚15cmの土壌化層に覆われるから, 前節で算定した土壌化層の形成速度をあてはめてその土壌化層の形成に700~1000年かかるとみなせば, 氾濫の年代は10400-10100BP頃となる。年代的には, 北白川廃寺遺跡の土石流か第2地点の氾濫に応じた現象とも考えられるが, 両者とも関連を決定づける根拠がないので, ここでは別個のものとして扱う。すなわち, 白川の氾濫ではあっても, 北白川追分町遺跡の扇状地部を経ずにその北方から扇状地の縁を流れた可能性があるので, 頻度計算からは除くことにする。

第1地点より100m上流側に位置する第2地点の氾濫は, 10500-6100BP頃の時期で, 南西流する流路がもたらしたものである。第5地点の氾濫は, 直下の土壌化層を第1・3・4地点の土壌化層と比較できるので, 11600-7300BP頃であろう。第7地点では, 7300-5600BP頃に2回の氾濫があるが, 下位のもは, アカホヤの約5cm上位の細砂の堆積であり, 5cm未満の土壌化層の形成に300年程度かかるとすれば, 氾濫の年代は7000BP頃となる。また, 上位の氾濫は, 下位の氾濫堆積物の上位に形成された最大厚20cmの土壌化層の表面を抉るように浸食するが, 上記の

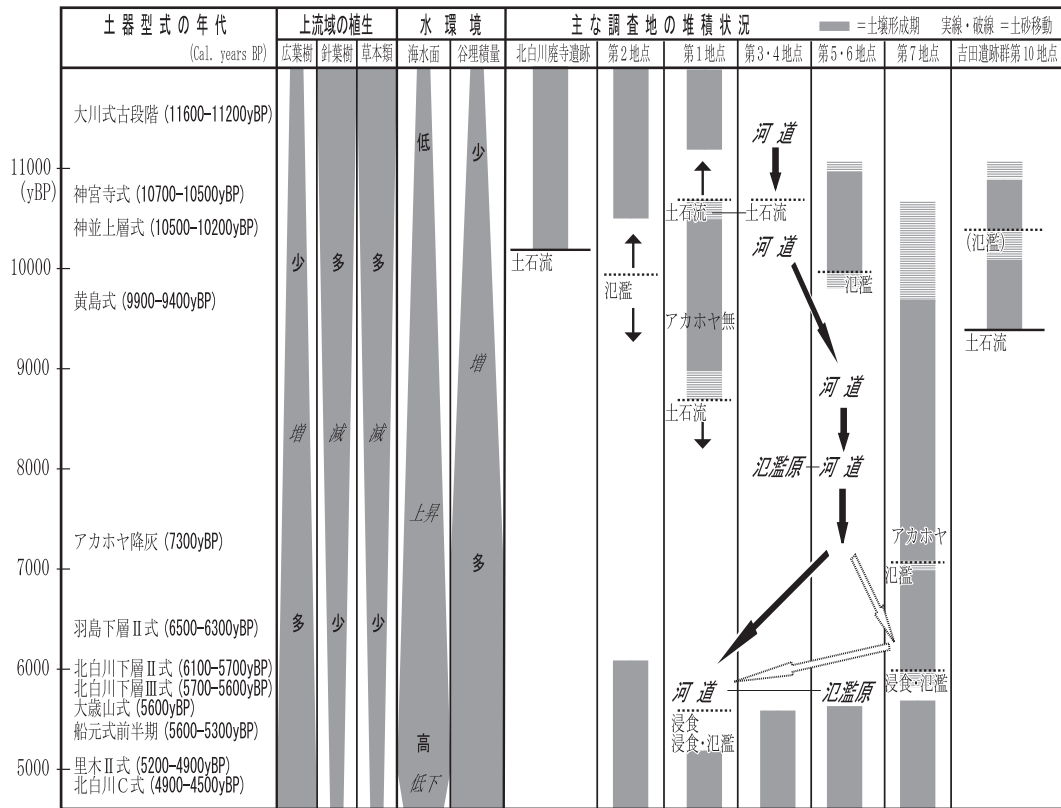


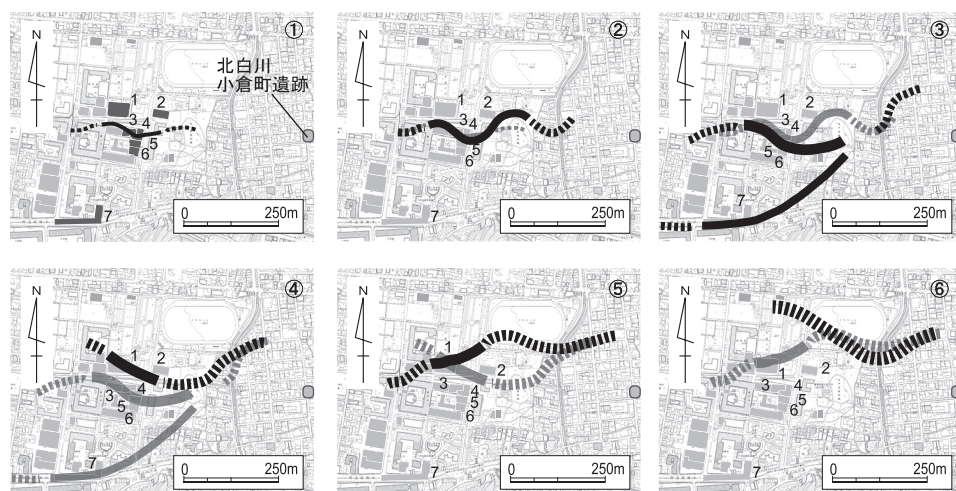
図10 白川の堆積環境変化と土砂移動履歴の概念図

土壌化層の形成速度をあてはめてその土壌化層の形成に1000~1300年かかるとみなせば、氾濫の年代は6000~5700BP頃と考えられる。第1地点では、上記の土石流以降で5200BP頃までの時期で、1層とはいえ、北西流する流路による浸食と西流する流路による浸食および溢流の2回の氾濫がある。

ところで、第1地点の南東40~50mに位置する第3・4地点では、11600~5200BP頃の白川の堆積が徐々に西方ないし南方へ移動していることがうかがえ、さらにその南の第5地点でも、南へ移動していく活発な流路があって、それが5600BP頃には埋積する。そこで、これらの地点の流路埋積物の上位の土壌化層の形成が、流路の埋積順序をそのまま反映しているとすれば、白川の変遷を以下のように想定できる(図11)。

①白川は、既に11600BP頃には谷であった3・4

地点を流れる。②左岸側の第5地点を側方浸食する一方で、右岸側の高所である第2地点の緩斜面に洪水堆積物をもたらしつつ、第3・4地点の西辺を氾濫原として、徐々に西方・南方へ移動する。上流では、第2地点の堆積状況によれば、6500BP頃までは第2地点の東辺を南西流していたのだろう。③第5地点から第6地点へと南へ移動しながら西流する。その間には、7000BP頃以降、さらに南方の第7地点に分岐ないし移動して、氾濫・地表浸食をすることもあった。④5600BP頃までにはこの谷を離れ、第1地点の東部を浸食しながら北へ移動する。第5・6地点の流路埋積物上面の標高は、第1地点南半の氾濫堆積物上面の標高より1m以上低いから、この谷の北側が微高地だったことがわかるが、その高まりを越えて標高の高い川筋を流れることになる。第1・2地点の位置関係によれば、第2地点の南方を北西流してい



実線：発掘記録から推定。点線：実線から推測。②～⑥の各段階には、前段階の流路を薄いトーンで示した。

図11 白川の流路変遷の概念図

る。上流側の北白川小倉町遺跡あたりで流路を変えたのだろう。⑤第1地点北部を西流する。第1・2地点の位置関係によれば、第2地点の北方から流れて来る。そして、氾濫して第1地点を覆い尽くす。⑥5200BP頃までには、第1地点より南方では、かつての流路埋積物の上面の土壌化が進み、その頃の川筋は確認されていないから、白川は第1地点の北方へ移動していたことになる。

以上から、北白川追分町遺跡における11600-5200BP頃の大規模土砂移動について、定点観測的にみよめる。土石流は、3回ないし4回はある。いずれも、7300BP頃までの約4300年間に収まり、そのうちで発生年代を絞れる2回の間隔を踏まえると、頻度は800~1500年に1回である。第1地点では2層の土石流堆積物の間に層厚30cm前後の土壌化層があり、その形成に1500-2000年かかるとしても、この頻度算定値に大きな矛盾はない。河川の氾濫は、流路堆積物の堆積年代の想定が許容されれば、10500-5200BP頃の約5300年間で6回あり、頻度は900年前後に1回となる。しかし、そのうち3回は6000BP頃以降であり、6000BP頃以降の頻度は200~300年に一度ということになる。しかも、浸食を伴う流路変動は4回確認できるが、3回は6000BP頃以降である。

5.3 頻度変化についての考察

前章で確認した7800-7000BP頃の断層活動以外には地震の影響を考えないとすれば、前節の頻度算定値は、先史時代における花崗岩地域での表層の浸食・崩壊の周期と関わるだろう。そこで本節では、地形・植生の変化と土砂移動頻度の変化との関係について考察する。

先史時代の白川扇状地における地形的な特徴として重要なことは、第3・4地点の旧地表の傾斜が示すように、7300BP頃までは谷が深かったことである。このことは、河道が谷の中で固定的だったことを意味する。

7300BP頃以前の4300年間で、扇状地では、土石流堆積は少なくとも3回発生しており、その頻度は800~1500年程度である。そのうちの最新のものが花折断層の活動に関わるとすれば、11600BPから7800BPにかけて2回の土石流があったとみなし得るので、頻度は2000年程度にまで広がるかもしれない。それに対して、河川氾濫は1回程度しか認められない。上流域での草地や針葉樹の比率の高さは山腹斜面の崩壊しやすさに関わると考えられるから^{54,55)}、この時期の植生に照らせば、中下流域への土砂供給も頻繁だったことが想定される。しかし、扇状地の谷部の埋積は

まだ顕著でなく、河道は基本的に固定されていたので、上流から供給された土砂が扇状地で谷から溢れることがほとんどなかったのだろう。

5600BP頃までには谷の埋積が進み、第3～7地点では、谷底は2mほど上昇してくる。白川が河道を大きく変化させるのもこの頃で、6000BP頃からは氾濫は、頻度が200～300年に1回になり、浸食を伴うようになる。下流域の吉田遺跡群西辺では、湿地帯でシルトが堆積する環境としては4000BP頃まで大きな変化はないので、この流路変化は、流量の増加というよりも谷部の埋積による河川勾配の緩化に起因するだろう。つまり、5600BP頃までには、上流域では、草地も針葉樹も比率を減じ、地盤の安定が想定できるが、その一方で扇状地では、谷の埋積によって高地が相対的に低くなって微高地化し、河川氾濫の頻度が高まっていたと考えられる。しかし、土石流による堆積は2000年以上みられない。上流域の植生が、広葉樹主体に変化していたことに関わるだろう。

6. まとめ

上流域の地盤が花崗岩である京都市北白川追分町遺跡を例として、先史時代という「半自然状態」の中でも人間活動が活発化する以前の、11600～5200BP頃における大規模土砂移動現象を抽出・検討した。5km²程の広がりをもつ扇状地の中軸上に位置する1km²程度の広がり、この約6400年間で確認できたのは9回ないし10回で、その間に地震の影響はほとんど見られない。土石流は最大4回を確認でき、7300BP頃までに収まるが、その後は2000年以上確認できない。上流域の植生に草地が多く樹木に針葉樹も多い場合には800～1500年程度、草地が少なく広葉樹が主体的な場合には2000年以上、間隔があったことになる。河川氾濫は6回確認でき、土石流とは逆に、6000BP頃から急増して200～300年に一度になるが、この背景には、谷の埋積が影響している。氷河期以来の谷が埋積した地形環境では、上流域の表層地質が花崗岩の河川の氾濫頻度は、数百年に一度という見通しが立てられる。

謝辞

第1地点の堆積物観察においては増田富士雄氏にご教示いただき、第7地点については京都市埋蔵文化財研究所所蔵の写真複写物と図面の掲載をご厚意により掲載できた。また、3名の査読者の方々からも有益なご意見をいただいて本稿を改善できた。記して御礼申し上げます。本研究は、日本学術振興会科学研究費補助金（若手研究B：課題番号18720209「花崗岩地盤山地を上流域にもつ畿内・瀬戸内の初期農耕社会の土砂災害と土地利用」）の成果に基づく。

参考文献

- 1) 寒川 旭：地震の日本史，中央公論新社，268p., 2007.
- 2) 友松靖夫：砂防考古学，砂防学会誌，Vol. 51, No. 4, pp. 1-2, 1998.
- 3) 小林謙一：AMS炭素14年代測定を利用した東日本縄文時代前半期の実年代の研究，平成17～18年度科学研究費補助金基盤研究(C)(1)研究成果報告書，124p., 2007.
- 4) 小林達雄編：総覧縄文土器，アム・プロモーション，1322p., 2008.
- 5) Reimer, P.J., M.G.L. Baillie, E. Bard, A. Bayliss, J.W. Beck, C.J.H. Bertrand, P.G. Blackwell, C.E. Buck, G.S. Burr, K.B. Cutler, P.E. Damon, P.L. Edwards, R.G. Fairbanks, M. Friedrich, T.P. Guilderson, A.G. Hogg, K.A. Hughen, B. Kromer, G. McCormac, S. Manning, C.B. Ramsey, R.W. Reimer, S. Remmele, J.R. Southon, M. Stuiver, S. Talamo, F.W. Taylor, J. Van der Plicht and C.E. Weyhenmeyer: INTCAL04 terrestrial radiocarbon age calibration, 0-26 Cal Kyr BP, Radiocarbon, Vol.46, No.3, pp.1029-1058, 2004.
- 6) 木村克己・吉岡敏和・井本伸広・田中里志・武蔵野実・高橋裕平：京都東北部の地質，地域地質研究報告（5万分の1地質図幅），地質調査所，89p., 1998.
- 7) 竹村恵二・飯田義正・石田志朗：北白川追分町遺跡の堆積物，京都大学埋蔵文化財調査報告書Ⅲ，京都大学埋蔵文化財研究センター，pp. 79-93, 1985.
- 8) 富井 眞：京都白川の弥生前期末の土石流，京都大学構内遺跡調査研究年報，2000年度，pp. 225-262, 2005.
- 9) 増田富士雄：ダイナミック地層学（その1基礎編），

- 応用地質, Vol. 29, No. 4, pp. 28-37, 1988.
- 10) 増田富士雄: ダイナミック地層学, 深田研ライブラリー No. 17, 深田地質研究所, 70p., 1999.
 - 11) 増田富士雄: 透水層・滞水層のトレース, 地下水技術, Vol. 41, No. 10, pp. 1-15, 1999.
 - 12) 増田富士雄: 河川, 堆積システムと堆積物 (増田富士雄編), 日本堆積学会, 517p., 2004.
 - 13) 富井 眞: 京都大学北部構内 BF32区の発掘調査, 京都大学構内遺跡調査研究年報, 2003年度, pp. 53-98, 2008.
 - 14) 中村徹也: 京都大学農学部総合館北棟建設予定地内埋蔵文化財発掘調査の概要 I, 京都大学, 14p., 1974.
 - 15) 泉 拓良・吉野治雄・宇野隆夫・中堀謙二・藤原喜信・家根祥多: 農学部遺跡 BE33の発掘調査, 京都大学構内遺跡調査研究年報, 昭和51年度, pp. 15-42, 1977.
 - 16) 泉 拓良: 京都大学北部構内の地形復原, 京都大学構内遺跡調査研究年報, 昭和52年度, pp. 43-48, 1978.
 - 17) 泉 拓良・三宅由美: 京都大学北部構内 BE33区の発掘調査, 京都大学構内遺跡調査研究年報, 昭和58年度, pp. 15-26, 1986.
 - 18) 浜崎一志・千葉 豊: 京都大学北部構内 BD33区の発掘調査, 京都大学構内遺跡調査研究年報, 1987年度, pp. 15-35, 1990.
 - 19) 千葉 豊: 京都大学北部構内 BF34区の発掘調査, 京都大学構内遺跡調査研究年報, 1994年度, pp. 3-38, 1998.
 - 20) 長戸満男・竜子正彦・尾藤徳行: 京都大学構内遺跡, 京都市埋蔵文化財調査概要, 平成7年度, pp. 62-69, 1997.
 - 21) 竜子正彦: 京都大学北部構内遺跡, 京都市内遺跡立会調査概報, 平成10年度, pp. 27-31, 1999.
 - 22) 網 伸也: 北白川廃寺2, 京都市埋蔵文化財調査概要, 平成2年度, pp. 76-79, 1994.
 - 23) 吉村正親・伊藤 潔: 京都市内遺跡発掘調査概報, 平成7年度, 14p., 1996.
 - 24) 梅原末治・小林行雄: 京都北白川小倉町石器時代遺跡調査報告, 京都府史蹟名勝天然記念物調査報告, 第16冊, pp. 1-80, 1935.
 - 25) 千葉 豊・阪口英毅: 京都大学吉田南構内 AN22区の発掘調査, 京都大学構内遺跡調査研究年報, 2000年度, pp. 3-132, 2005.
 - 26) 五十川伸矢・伊東隆夫: 京都大学医学部構内 AN20区の発掘調査, 京都大学構内遺跡調査研究年報, 1996年度, pp. 131-148, 2000.
 - 27) 千葉 豊: 京都大学医学部構内 AR19区の発掘調査, 京都大学構内遺跡調査研究年報, 2003年度, pp. 3-52, 2008.
 - 28) 清水芳裕: 遺跡の形成と地形の変化, 京都大学埋蔵文化財調査報告Ⅳ, 京都大学埋蔵文化財研究センター, pp. 19-27, 1991.
 - 29) 竹村恵二・檀原 徹: 土壌火山ガラス抽出分析による遺跡の地層対比および編年, 考古学と自然科学, 第24巻第3号, pp. 35-50, 1988.
 - 30) 五十川伸矢・浜崎一志・伊東隆夫: 京都大学病院構内 AJ18・AJ19区の発掘調査, 京都大学構内遺跡調査研究年報, 1986年度, pp. 5-36, 1989.
 - 31) 中堀謙二: 北白川追分町遺跡の花粉分析, 京都大学埋蔵文化財調査報告Ⅲ, 京都大学埋蔵文化財研究センター, pp. 95-111, 1985.
 - 32) 高原 光・竹岡政治: 裏日本におけるスギの天然分布に関する研究 (Ⅱ), 日本林学会関西支部第30回大会講演集, pp. 89-91, 1979.
 - 33) 高原 光・竹岡政治: 裏日本におけるスギの天然分布に関する研究 (Ⅱ), 第91回日本林学会大会発表論文集, pp. 291-292, 1980.
 - 34) 高原 光・竹岡政治: 京都市八丁平湿原周辺における最終氷期最盛期以降の植生変遷, 日本生態学会誌, Vol. 36, No. 2, pp. 105-116, 1986.
 - 35) 中堀謙二: 京都大学構内遺跡の花粉分析, 京都大学構内遺跡調査研究年報, 昭和53年度, pp. 55-60, 1979.
 - 36) 辻誠一郎・後藤香奈子: 縄文時代早期の花粉化石群, 粟津湖底遺跡自然流路, 滋賀県文化財保護協会, pp. 132-136, 2000.
 - 37) 吉川昌伸: 花粉分析, 粟津湖底遺跡第3貝塚, 滋賀県文化財保護協会, pp. 284-297., 1997.
 - 38) 増田富士雄: 掘削コアから推定した大阪湾の海況変動, コア精密対比による京阪神地域の地下地質・地下構造の高精度解説, 日本応用地質学会関西支部, pp. 117-127, 2002.
 - 39) 滋賀県教育委員会: 粟津湖底遺跡自然流路, 滋賀県文化財保護協会, 177p., 2000.
 - 40) 泉 拓良・宇野隆夫編: 京都大学埋蔵文化財調査報告Ⅲ, 京都大学埋蔵文化財研究センター, 215p., 1985.
 - 41) 千葉 豊・古賀秀策・富井 眞・伊東隆夫・宮武頼夫・初宿成彦: 京都大学北部構内 BF30区の発掘調査, 京都大学構内遺跡調査研究年報, 1994年度, pp. 39-83, 1998.
 - 42) 京都大学北部構内 BF31区調査班: 北白川追分町遺跡の発掘調査, 京都大学構内遺跡調査研究年報, 1996年度, pp. 131-148, 2000.

- 報, 昭和59年度, pp.9-42, 1987.
- 43) 富井 眞・吉江 崇・伊東隆夫・外山秀一・上中央子：京都大学北部構内 BD28区の発掘調査, 京都大学構内遺跡調査研究年報, 2002年度, pp.201-262, 2007.
 - 44) 井上 淳・吉川周作：琵琶湖周辺に分布する黒色土中の黒色植物片について, 第四紀研究, Vol.44, No.5, pp.289-296., 2005.
 - 45) 小椋純一：深泥池の花粉分析試料に含まれる微粒炭に関する研究, 京都精華大学紀要, 第22号, pp.267-288, 2002.
 - 46) 石田志朗：黒ボク土の成因から考古学への提言, 海峡の地域史 (濱崎真二編), 水島稔夫追悼集刊行会, pp.507-515, 2004.
 - 47) 岡田篤正・本郷仁美 (編)：近畿の活断層, 東京大学出版会, 395p., 2000.
 - 48) 吉岡敏和・宍倉正展・細矢卓志・徳田博明・山口弘志：花折断層南部京都市修学院地区における活動履歴調査, 活断層・古地震研究報告, No.1, pp.133-142., 2001.
 - 49) 神戸市教育委員会：郡家遺跡, 88p., 1990.
 - 50) 京都府埋蔵文化財調査研究センター：志高遺跡, 京都府遺跡調査報告書, 第12冊, 490p., 1989.
 - 51) 島根県教育委員会：板屋Ⅲ遺跡, 345p., 1998.
 - 52) 島根県教育委員会：板屋Ⅲ遺跡 (2), 279p., 2003.
 - 53) 鳥井厚志：花崗岩土壌にみられる A 層の形成速度の一試算例, 森林総合研究所関西支所年報, 第31号, pp.55-58., 1990.
 - 54) 北原 曜：森林が表面浸食を防ぐ, 森林科学, No.22, pp.16-22., 1998.
 - 55) 中井裕一郎・原 敏男・陶山正憲：林地の地表流下量と流出土砂量に関する一考察 (Ⅱ), 日本林学会関東支部大会発表論文集, 第39回, pp.209-210, 1987.

(投稿受理：平成21年5月27日)

訂正稿受理：平成22年5月17日)