

## 斜面崩壊履歴解明に向けた植物試料の年代測定：樹木年輪年代測定とせき止め湖堆積物の分析

防災科学技術研究所 ○山田 隆二・若月 強・飯田 智之・陳麒文

### 1. はじめに

斜面崩壊、地すべり、土石流、岩屑なだれなどのマスマーブメントは、発生地域の地形を大きく変える自然現象であり、将来の土砂災害の予測や対策にはその履歴を復元し長期的な地形の安定性を評価することが重要である。我が国の気候条件下では山地斜面に多くの樹木が生育していることから、斜面変動に伴うアテ材や倒木・枯木とその炭化物などの植物試料を用いた年代測定が履歴解析には有効である。数万年までの樹木試料に対して放射性炭素 ( $^{14}\text{C}$ ) 年代測定法が広く用いられるが、樹木の保存状態が極めて良く、材に年輪・樹皮が認められる場合には年輪年代測定法を用いることもできる (例えば光谷, 2001)。前者の分析には誤差を必ず伴うが、後者は1年以下の精度が期待できる。近年では、年輪幅の代わりに樹木年輪セルロースの酸素同位体比を指標とした経年変動パターンを利用する酸素同位体比年輪年代法が広がりつつある (中塚・佐野, 2014)。

我々は、過去に発生したマスマーブメント、特に巨大崩壊の履歴を解明する手法として、樹木年輪年代測定法とせき止め湖堆積物の分析を試行した。樹木年輪年代測定法の適用例としては、荻谷 (2012) など報告された赤石山地鳳凰山東麓小武川支流ドンドコ沢に大量に分布する大規模岩屑なだれに由来する天然ダム堆積物から得られた大径樹幹試料の枯死年代を求めた。せき止め湖堆積物の分析例としては、奈良県金剛山東麓の巨大崩壊跡と目される地すべり地内に位置する高見池の底から採取した堆積物の  $^{14}\text{C}$  年代測定を行い、この地すべり地形の形成史を考察した。これらの手法により、野外で採取した天然試料を用いて詳細な斜面崩壊履歴を復元し、古文書記録との対比・検証や巨大崩壊発生時期の直接的な推定が可能となる。

### 2. 酸素同位体比年輪年代測定法

酸素同位体比年輪年代測定法には次のような特徴がある。(1) 酸素同位体比は年輪形成時の成育環境 (相対湿度・降水量) を反映する (主として6月降水量と負の相関)。(2) 1年ごとの変動パターンは樹種に依存せず個体間の相関が高いため、スギ・ヒノキ以外の針葉樹、広葉樹でも適用可能。(3) 年輪幅を指標とする場合に比べて測定・分析のための手間・時間を要する。大まかな分析の手順は、年輪が残る試料から木口面に薄板をスライスして整形した後、樹木片からセルロース以外の成分を洗浄除去する。セルロース化した年輪を1つ1つ切り出し秤量し、酸素同位体比を熱分解元素分析計付きの同位体比質量分析計にて測定する。測定した年輪セルロースの酸素同位体比の経年変動パターンを年輪年代が既知の標準変動曲線と対比し、1年ごとにずらしながら最も高い相関係数が得られるところを探し年代決定を行う。

年代測定用の試料は、ドンドコ沢天然ダム湖堆積物の地表下約1mの砂泥層に含まれるヒノキ (樹幹直径約50cm、年輪計数による推定樹齢約400年) からディスク状に切り出して採取した (図1)。測定結果の経年変動パターンを木曾ヒノキの標準変動曲線と対比したところ、年輪53年分をAD 824-876としたところで最も高い相関係数 (0.7) が得られた (図2)。セルロース化する前の写真を検証したところ、今回用いた薄板の最外周部は樹皮ではなく変色した木部であり、AD 876に形成された年輪の外部にさらに7年分以上の年輪が存在することが確認された。樹皮がないため枯死年代を確定できないが、大径樹幹およびディスクの保存状態から判断すると、失われたのは数年程度である。従って、樹齢約400年のヒノキがAD 883+ $\alpha$  ( $\alpha$ は数年程度) 以降に倒伏・枯死したと考えられる。岩屑なだれの誘因を地震による強震動と限定すると、酸素同位

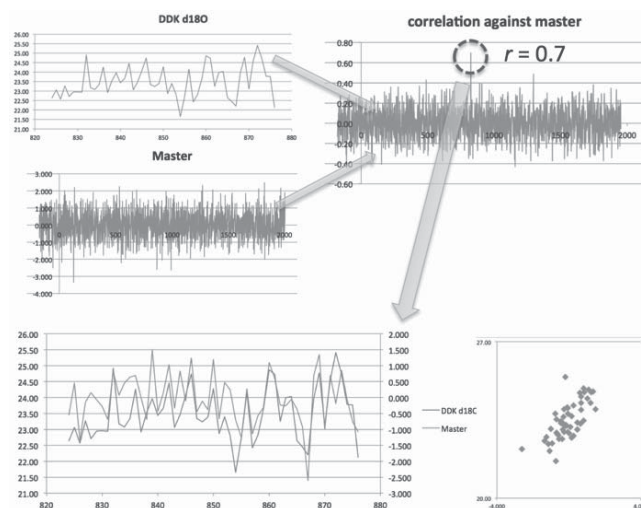
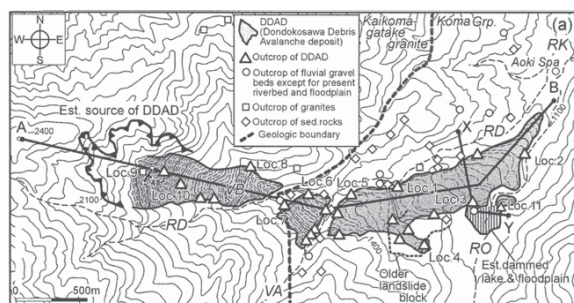


図1(上) 試料採取地点位置図(荻谷(2012)による)。図2(右) 年輪セルロース酸素同位体比の経年変動パターンと解析結果。下段は最も相関係数が大きい(0.7)AD 824-876の標準曲線との比較チャート。

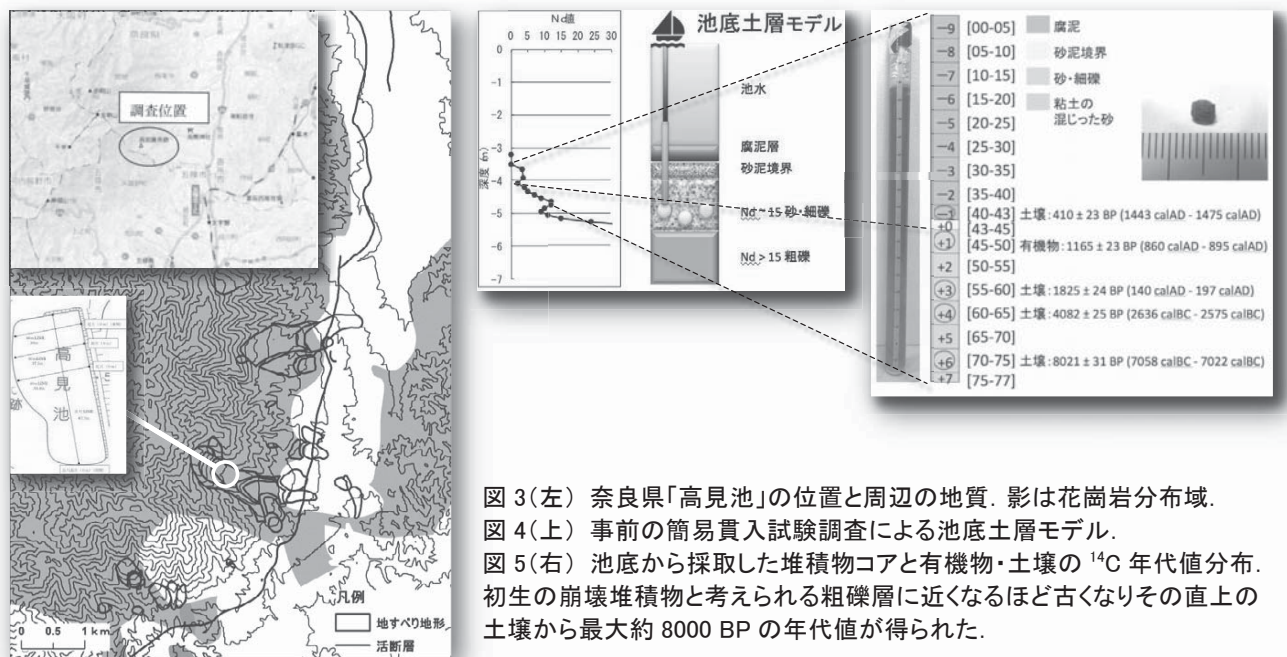


図 3(左) 奈良県「高見池」の位置と周辺の地質. 影は花崗岩分布域.  
 図 4(上) 事前の簡易貫入試験調査による池底土層モデル.  
 図 5(右) 池底から採取した堆積物コアと有機物・土壌の <sup>14</sup>C 年代値分布.  
 初生の崩壊堆積物と考えられる粗礫層に近くなるほど古くなりその直上の土壌から最大約 8000 BP の年代値が得られた.

体比年輪年代から、誘因は AD 887 五畿七道地震の可能性もある。荻谷ほか (2014) は同じ樹幹試料の年輪幅に基づいて AD 887 初秋の枯死年代を得ており、五畿七道地震 (仁和三年 = AD 887 夏) との関連を指摘したが、酸素同位体比年輪年代測定の結果はそれに矛盾しない (井上ほか, 2016 参照)。

### 3. せき止め湖堆積物の分析

高見池は長径約 70 m、短径約 40 m のため池で、すぐ横に 7 世紀後半に創建されたとされる史跡「高宮廢寺跡」がある (図 3)。この池は、現在は灌漑用として利用されているが、元々は自然の池を拡張整備したものと考えられている。花崗岩で構成される金剛山の東麓にはこれ以外にも数カ所の地すべり地形が認定されており (大八木ほか, 2011) その東側には活断層 (金剛断層) が存在する。池の水深調査と簡易貫入試験により池底の堆積構造を確認した後 (図 4)、新たに開発した打撃型コアサンプラーと 2 台のゴムボートを用いて池底堆積物を採取したところ、Nd 値 > 15 の粗礫層より浅い部分から有機物・土壌試料を得られ、<sup>14</sup>C 年代を測定した (図 5)。その結果、表層の腐泥層直下の花崗岩起源の砂層～礫層からは、<sup>14</sup>C 年代は深くなるほど古くなり、最も深い箇所からは約 8000 年 BP の年代値が得られた。この結果、高見池は少なくとも 8000 年以上前から存在し、従ってこの地すべり地形はそれ以前から存在することが分かった。また、地すべり地内の凹地に溜まった自然の池を拡張したものであることが確認された。金剛断層沿いに存在するこの大規模地すべり (深層崩壊) の誘因を断層活動によるものと仮定すると、地すべりの発生年代は活断層の活動履歴の一部と推定できるため地震の発生確率評価にも寄与できる可能性がある。

### 謝辞

ドンドコ沢の調査では、平成 27 年度砂防学会研究会巨大 (深層) 崩壊の高精度編年研究会のご協力を頂いた。ここに記して感謝いたします。

### 参考文献

- 井上公夫, 荻谷愛彦, 光谷拓実, 土志田正二, 2016, 平成 27 年度砂防学会研究会巨大 (深層) 崩壊の高精度編年研究会の中間報告-年輪年代法による巨大崩壊の発生年代の推定と歴史史料との対比-, 平成 28 年度研究発表会, 砂防学会, 富山.
- 荻谷愛彦, 2012, 赤石山地・地蔵ヶ岳東麓で奈良-平安時代に発生した大規模岩屑なだれ, 地形, 33, 297-313.
- 荻谷愛彦・光谷拓実・井上公夫, 2014, ドンドコ沢岩石なだれ堰き止め湖沼堆積物から得た大径木の年輪年代:AD 887 五畿七道地震の可能性, 地球惑星関連連合大会 2014, HDS29-P01.
- 光谷拓実, 2001, 自然災害と年輪年代法, 特集年輪年代と文化財, 日本の美術, 至文堂, 421, p. 86-97.
- 中塚武・佐野雅規, 2014, 酸素同位体比を用いた新しい木材年輪年代法, 月刊地球号外, 第四紀研究における年代測定法の新展開-最近 10 年間の進展- (III) 相対年代と古環境の高精度復元, p. 106-113.
- 大八木ほか, 2011 大八木ほか, 2011, 花崗岩地域の地すべり・地すべり地形-その 1 近畿から九州までの地域について, 深田地質研究所年報, 12, 73-88.