

年輪年代学 (dendrochronology) を用いた地すべりに関する研究紹介

国際委員長 伊藤久敏

1. はじめに

Bulletin of Engineering Geology and the Environment (以下, Bulletin) は年4回発行される国際応用地質学会 (IAEG) の公式学術誌である。日本応用地質学会 (JSEG) は IAEG の日本支部を兼ねているため, JSEG 会員が Bulletin へ積極的に論文投稿することが望ましい。しかし, そのような状況になっておらず, 中国からの投稿が圧倒的に多いというのが現状である (なお, Bulletin の状況については, 前号 (応用地質第 58 巻第 1 号) の 58~60 ページに紹介されているので参照されたい)。そこで, 国際委員会としては, まず, Bulletin の掲載論文を JSEG 会員に周知するために, 国際委員を中心に, Bulletin に掲載された論文を読み, 気に入った論文について, 自由に紹介する記事を連載することにした。本連載が, JSEG 会員による Bulletin への投稿数の増加, ひいては JSEG の国際的なプレゼンスの向上に少しでも貢献できれば幸いである。

さて, 連載第 1 回目として, 本記事の執筆者 (伊藤) は年代学 (chronology) を専門としているので, そのような論文を紹介する。今回紹介する論文 (Sabir et al., 2016) と同様の研究は, その気になれば, 誰でも比較的簡単にデータの取得・解析が可能で, かなりインパクトのある成果を出せるのではないかと思われる。如何でしょうか?

2. Sabri et al. (2016) の概要

Sabri et al. (2016) は Bulletin の第 75 巻 1761~1768 ページに掲載されている論文で, 論文タイトルは「Computing soil creep velocity using dendrochronology」である。本論文の執筆者 (Sabir, M.A., Umar, M., Farooq, M., Faridullah, F.) の所属はすべてパキスタンの COMSATS Institute of Information Technology となっている。以下, 論文の構成に沿って概要を述べる。

Abstract

- ・クリープ (creep) はマスマーブメント (mass movement) の一つで移動速度は年数 mm 程度と遅いため, その測定には長い年月を要する。
- ・本論文では年輪年代学を用い, クリープ速度を即座に測定した例を紹介する。
- ・結果として, 一つの斜面でもクリープ速度は場所により異なり, 古い樹木の分布域ではクリープ速度が遅いことが分かった。
- ・本論文では, 調査地域の植林の歴史や貯水池 (reservoir) の堆砂を減ずる方策につ

いても言及する.

Introduction

・イントロでは, 年輪年代学の応用地質学的な適用例が紹介されている. その例として, 地震の発生時期の特定 (Shroder, 1980; Jacoby and Ulan, 1983), 水文学への応用 (Meko et al., 2001; Anderson et al., 2012) などの他, マスマーブメントに適用した例 (Corominas and Moya, 2010; Corona et al., 2013; Saez et al., 2012, 2013; Stoffel, 2010; Stoffel et al., 2013) が多数紹介されている.

・年輪年代学のクリープへの適用原理: クリープは重力により岩盤や土が斜面下方に移動する現象で, 通常, 年に数 mm から 10cm 程度, クリープ土塊 (creeping top layer) は移動する. クリープが生じている斜面では樹木は横方向の移動の影響で「J」字の形になる. そのような樹木は「pistol butt trees」(拳銃の形をした木) とか「trees with knees」(膝をもつ木) と呼ばれている.

・山岳地帯に位置するパキスタンではクリープは重要な地質現象である. クリープにより移動した土塊は最終的に河川に流れ込み, ダムの堆砂などに影響を及ぼす.

・調査地域は Dor River の集水域にあり, Dor River は Tarbela ダム (パキスタンの水力発電の基幹 (backbone) をなす発電所のダム: 設備容量は 348 万 kW. ちなみに, ウィキペディアによると世界最大のアースフィルダム) に流れる河川である. パキスタンでは電力需要が飛躍的に伸びている一方でダムの貯水量減少による発電能力の低下が問題となっている. 従って, パキスタンではダムの貯水量減少を防ぐ対策が喫緊の課題となっている.

Regional Geology

・調査地域はイスラマバードの北北東約 80km にある Nagribala Forest というジュラ紀の石灰岩地帯である.

Materials and methods

・J の字形をした松 (*Pinus wallichiana*) (以下では J 字松と称する) が調査地域に多く見られ, これを対象とした.

・樹木の横方向の移動量 (S) と樹木の年輪 (樹齢: T) はクリープの横方向の移動量と移動期間にそれぞれ対応すると仮定. S は図-1 の A と B の水平距離により求める.

・調査地域に分布する 69 本の J 字松を対象にインクリメントボア (increment borer) を用い樹木の芯 (core) を採取する. 採取した芯は乾燥させ, マウント材に貼り付け, スキャナーで画像を取り込み, 年輪 (T) を測定する. S は現地で測定し, S/T をクリープ速度として求める. J 字松の樹高も測定する.

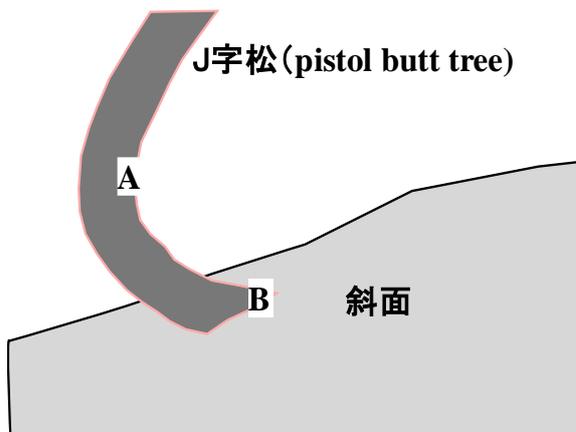


図-1 J字松 (pistol butt tree) とクリープによる斜面の移動量の水平成分 (A と B の水平距離) の関係

Results and discussion

- ・樹齢は 10～120 年だった (樹齢 10 年以下は対象外とした)。
- ・クリープ速度は斜面の傾斜角度と斜面の地質に依存する (今回の対象斜面では両方とも同じ) が、得られたクリープ速度は 0.9～5 cm/yr で平均は 1.6 cm/yr であった。樹齢が若いほどクリープ速度が速い傾向が見られたが、これは、樹木が生長するにつれて根が発達し、斜面を安定化させるためと考えられる。
- ・樹高とクリープ速度には相関が見られなかった。
- ・根の深さは 1m 程度であり、この部分 (深さ 1m 分) が年間 1.6 cm クリープすると、調査地の斜面 (1000 m²) では、1 m³ の土塊の重さを 1200 kg とし、年間 19.2 トンのシルト (silt) が生産されることになる。このシルトは Dor River の貯水池に堆積することになる。
- ・本研究から、樹齢の古い木を伐採せずに保護することでクリープにより生産されるシルトの量を減らせることが示された。

References

- Anderson SR, Aziz O, Tootle G, Mayer HG, Barnett A (2012) Using Pacific Ocean climatic variability to improve hydrologic reconstructions. *J Hydrol* 434:69–77
- Corominas J, Moya J (2010) Contribution of dendrochronology to the determination of magnitude–frequency relationships for landslides. *Geomorphology* 124:137–149
- Corona C, Trappmann D, Stoffel M (2013) Parameterization of rockfall source areas and magnitudes with ecological recorders: when disturbances in trees serve the calibration and validation of simulation runs. *Geomorphology* 202:33–42
- Jacoby GC, Ulan LD (1983) Tree ring indications of uplift at icy caps, Alaska, related to 1899 earthquakes. *J Geophys Res* 88:9305–9313

- Meko DM, Therrell MD, Baisan CH et al (2001) Sacramento river flow reconstructed to AD 869 from tree rings. *J Am Water Resour Assoc* 37(4):1029–1039
- Sabir, M.A., Umar, M., Farooq, M., Faridullah, F. (2016) Computing soil creep velocity using dendrochronology. *Bull Eng Geol Environ* 75:1761–1768
- Saez JL, Corona C, Stoffel M, Schoeneich P, Berger F (2012) Probability maps of landslide reactivation derived from tree-ring records: Pra Bellon landslide, southern French Alps. *Geomorphology* 138:189–202
- Saez JL, Corona C, Stoffel M, Berger F (2013) High-resolution fingerprints of past landsliding and spatially explicit, probabilistic assessment of future reactivations: Aiguettes landslide, Southeastern French Alps. *Tectonophysics* 602:355–369
- Shroder JF Jr (1980) Dendrogeomorphology: review and new techniques of tree-ring dating. *Prog Phys Geogr* 4:161–188
- Stoffel M (2010) Magnitude–frequency relationships of debris flows—a case study based on field surveys and tree-ring records. *Geomorphology* 116:67–76
- Stoffel M, Butler DR, Corona C (2013) Mass movements and tree rings: a guide to dendrogeomorphic field sampling and dating. *Geomorphology* 200:106–120

3. 終わりに

本記事の執筆者(伊藤)はインクリメントボアという器具を知らなかったが、この器具は樹木に与えるダメージが小さく、樹齢等を調査できる器具のようである。今回紹介したクリープ速度推定法がどの程度信頼性があるのか、疑問に思うところもあるが、それに関しては読者のご判断に委ねたい。