

# 樹木根が岩盤の風化劣化に及ぼす影響に関する基礎研究

山口大学大学院創成科学研究科 太田 岳洋

## 1. はじめに

表層土については、樹木根の杭効果等により斜面の表層崩壊が抑止されることが定量的に明らかにされている<sup>1)</sup>。一方で、鉄道沿線に限らず、落石が多発する岩盤斜面の発生源付近の露岩には、岩盤にクラックが発達し、そこに樹木根が貫入している様子がよくみられる。岩盤への樹木根の貫入は、岩盤の風化と変形に大きな影響を及ぼす<sup>2)</sup>。例えば、樹木根と共存する真菌から放出される有機酸によって、岩盤の風化が促進される<sup>2)</sup>。力学的な観点では、樹木根に拘束されることにより、岩盤斜面が安定性を増すこともある一方で、樹木根の貫入によって、岩盤の強度が低下することも認められる<sup>2)</sup>。岩盤のクラックに根を貫入させている樹木が風により振動すると、その樹木根の振動によりクラック幅が拡大し、より雨水が浸透しやすくなる。雨水の浸透により、岩盤の強度が低下する場合も考えられるし、雨水浸透により化学的風化が進行し、岩盤の強度が低下することも考えられる<sup>2)</sup>。

樹木根が岩盤中の層理面、節理面、不整合面や断層などの不連続面に貫入している様子は、多くの岩盤斜面でよく見られる。しかしながら、どのような不連続面に樹木根が貫入するか、どのような樹種の樹木根が岩盤に貫入するか、などは明らかではない。また、樹木根の岩盤への貫入機構も明確ではない。

鉄道沿線においても岩盤斜面が多く分布しており、その安定性の評価は重要な課題である。岩盤斜面の安定性の評価に際しては、クラックの連続性や開口程度などは考慮されているが、樹木根の貫入については評価されていない。そこで、樹木根による岩盤の風化劣化への影響と岩盤の安定性への樹木根の力学定な影響を検討するための基礎的な検討として、現地調査により、岩盤の岩質、不連続面分布などの地質的な特徴、不連続面の状態などと樹木根の貫入の特徴の関係を検討した。

## 2. 調査地域の概要と調査方法

岩盤中の不連続面の状態と樹木根の貫入との関係を把握するために、山口県美祢市内3か所の道路沿線の切土斜面(図1)において、斜面の地質、岩盤の物理特性、樹木根の分布を調査した。美祢市内には北から南西に向かって厚狭川が流下し、西部では平原川と麦川が来たから、東部では伊佐川が東から厚狭川に合流する(図1)。厚狭川の右岸には標高50～150mの丘陵地が広がり、その背後に標高150～500mの山地が分布し、この右岸側では細密な水系分布が認められる(図1)。厚狭川の左岸側は標高150～400mの山地地形を呈し、水系パターンは右岸に比べて粗である(図1)。

調査地域周辺の地質は、下位からペルム紀の常森層、三疊紀中期の厚保層群、三疊紀後期の美祢層群からなる(図2)<sup>3)</sup>。常森層は、泥質混在岩、チャート、石灰岩などからなる。厚保層群は下位から石灰岩、砂岩及び泥岩からなる本郷層、砂岩からなる熊倉層に分けられる。美祢層群は、下位から礫岩、砂岩、泥岩の互層である平原層、礫岩、砂岩、泥岩の互層で、顕著に炭層を挟在する桃木層、主に左岸からなる麻生層が分布する。調査を行ったルート1、3は平原層塊状砂岩、ルート2では桃木層礫岩、砂岩、

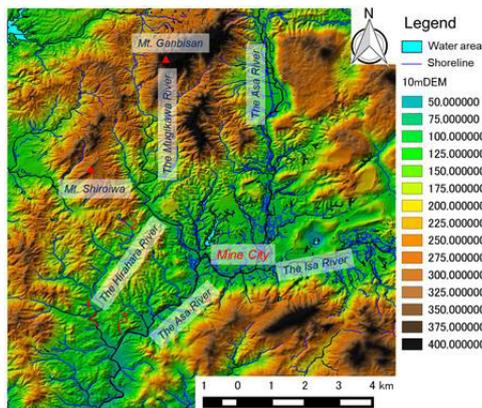
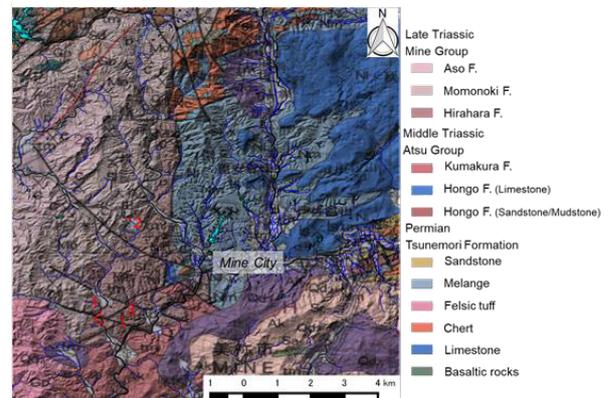


図1 調査地域の地形

図2 調査地域の地質<sup>3)</sup>

泥岩の互層である (図2)。

調査はルート1～3の3か所の道路沿いの切土斜面で行った。切土斜面に分布するすべての不連続面に対して、不連続面の種類や状態、開口幅、走向と傾斜、樹木根混入の有無、樹木根の樹種、貫入する樹木根の長径を記載、測定した。

不連続の樹木根の貫入の形態について、岩盤の風化程度、不連続面の開口幅と樹木根の長径との関係から、以下の4つのタイプ<sup>4)</sup>に分類した。タイプA：未風化の岩盤中の不連続面に、その開口幅より大きな長径を有する楕円形断面の樹木根が貫入する。タイプB：未風化の岩盤中の不連続面に、その開口幅よりも小さな長径を有する円形断面の樹木根が貫入する。タイプC：樹木根が貫入する不連続に沿ってのみ風化がみられる。タイプD：岩盤が全体的に風化し、広く樹木根の貫入が認められる。

### 3. 調査結果

#### 3.1 岩盤中の不連続面の分布と樹木根が貫入する不連続面の分布

ルート1～3それぞれの切土斜面において、不連続面の走向・傾斜を測定した。また、それぞれの地域で代表的な地層の層理面の走向・傾斜を測定した。その結果を図3-a,c,eに示す。いずれのルートにおいても、層理面方向及びそれと共役方向2方向の計3方向の不連続面が分布することがわかる。

#### 3.2 地質構造と不連続面への樹木根の貫入形態

桃木層が分布するルート2では、不連続面に貫入した樹木根の多くの長径が、不連続面の開口幅よりも大きく (図4)、樹木根の66%がタイプAの貫入形態を占めた。一方、平原層に位置するルート1, 3では、多くの樹木根の長径が不連続面の開口幅と同等か小さく (図4)、ルート1では53%、ルート3では46%の樹木根がタイプBの形態を示した。

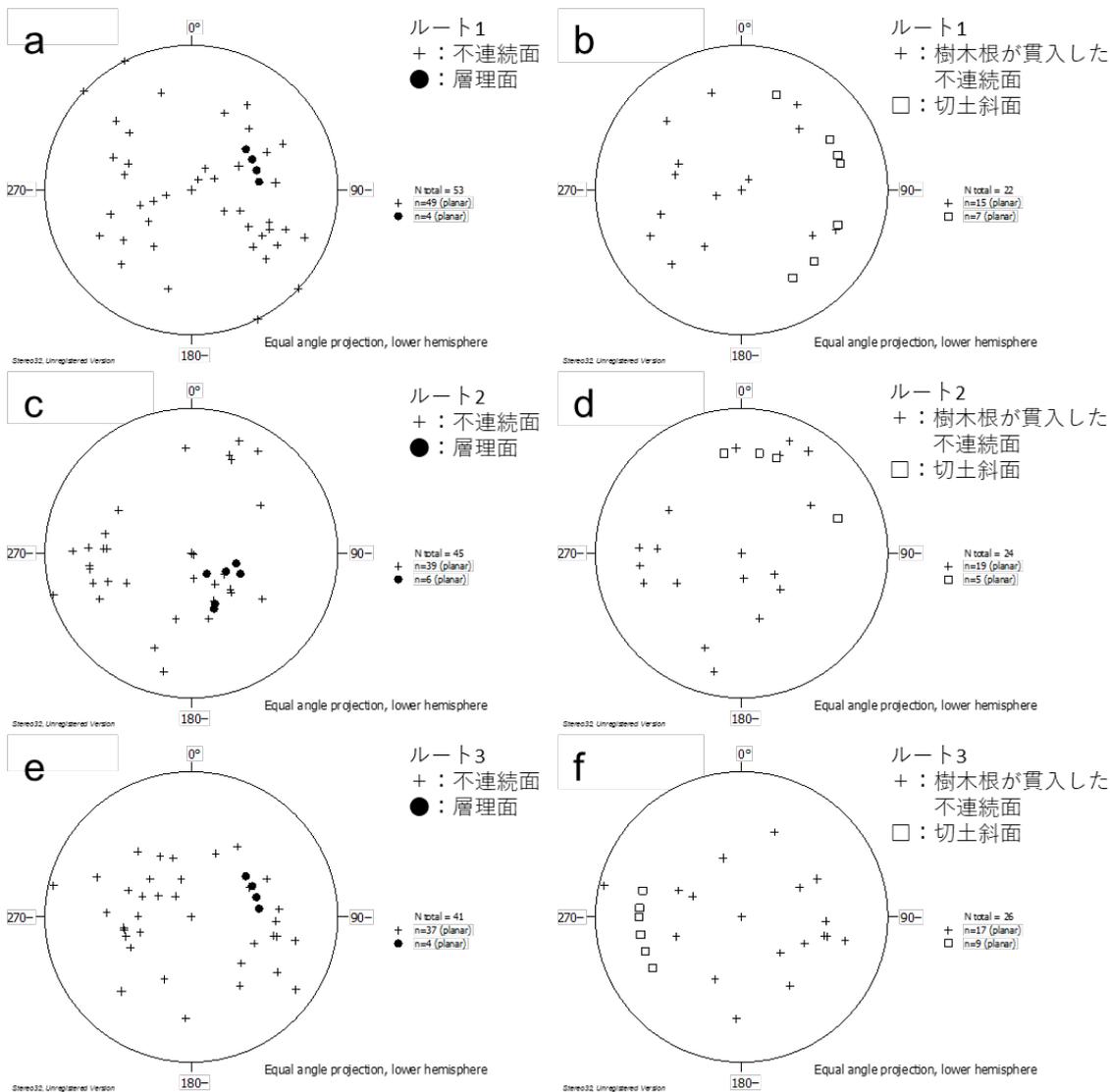


図3 不連続面の走向・傾斜 (+) と層理面 (●) 及び切土斜面 (□) の走向傾斜

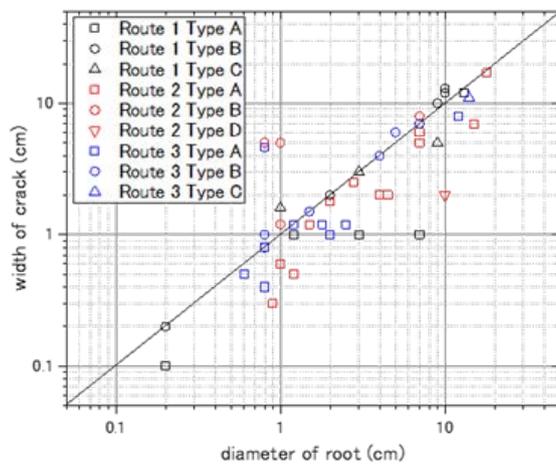


図4 樹木根の長径と不連続面の開口幅の関係

#### 4. 岩盤への樹木根の貫入機構

平原層が分布するルート 1, 3、桃木層が分布するルート 2 のいずれにおいても、層理面とそれと共役関係にある面が不連続面として分布している。桃木層のルート 2 では、これら 3 方向の不連続面のいずれにも同様に樹木根が貫入し（図 3d）、それらの長径が不連続面の開口幅より大きいタイプ A の貫入形態を呈する。一方、平原層のルート 1, 3 では、3 方向の不連続面のうち 1 方向の不連続面への樹木根の貫入が卓越し、その面は斜面に対して受け盤に当たる（図 3d, f）。

以上のことから、岩盤への樹木根の貫入機構は以下のとおりと考えられる。桃木層のように互層が発達する岩盤では、密着した多くの潜在的な不連続面が岩盤内に分布し、その密着した不連続面に樹木の毛根や支根が貫入する。その毛根や支根が成長することにより、不連続面を開口させるが、根の成長圧よりも岩盤の強度が大きいため、根は正常な成長をせずに不連続面方向に伸びた楕円形断面の形状で成長する。一方、平原層のような塊状砂岩からなる岩盤では、斜面に対して受け盤をなす不連続面が岩盤の自重により開口する。塊状岩盤で潜在的な不連続面が少ないため、樹木根は開口した受け盤の不連続面を利用して岩盤に貫入し、開口した不連続面内で正常な円形断面に成長することが多くなる。

#### 5. まとめ

以上の結果から、岩盤斜面における樹木根の貫入崩壊メカニズム等は以下のようにまとめられる。

1. 樹木根は層理面やそれと共役関係の不連続面に貫入する。
2. 受け盤をなす開口不連続面に貫入した樹木根は、不連続面の開口幅内で円形断面に成長する。
3. 樹木根が密着した不連続面に貫入すると、樹木根の成長圧により不連続面が開口するが、岩盤強度が大きいため、樹木根は不連続面方向に伸びた楕円形断面に成長する。

#### 参考文献

- 1) Abe, K. & Ziemer, R.R. (1991): Effect of tree roots on a shear zone: modeling reinforced shear strength, *Can. J. Forest Res.* 21: 1012-1019.
- 2) Pawlik, L, Phillips, J.D. & Samonil, P. (2016): Roots, rock, and regolith: Biomechanical and biochemical weathering by trees and its impact on hillslopes - A critical literature review, *Earth-Science Reviews* 159: 142-159.
- 3) 松浦浩久、尾崎正紀、脇田浩二、牧本博、水野清秀、亀高正男、須藤定久、森尻理恵、駒澤正夫 (2007): 20 万分の 1 地質図幅「山口及び見島」、産業技術総合研究所地質調査 総合センター。
- 4) 五藤久美子、山本哲朗、鈴木素之 (2003): 岩盤斜面の安定性に及ぼす樹木の根系、第 38 回地盤工学会研究発表会。