

崩壊地周辺に発生したクラックの位置と樹木との関係に関する考察

九州大学農学部 畠田 和弘・丸谷 知己
竹下 敬司

1. はじめに

樹木根系は、斜面土層のせん断抵抗力を増加させることによって、斜面崩壊の発生に影響するという議論がある。しかし、樹木根系は、斜面土層中に一樣に分布しているわけではなく、樹木ごとに根株を形成して分布している。そのため、せん断抵抗力は、斜面土層全体で均等に増加するわけではなく、著しく増加する根株部分と、ほとんど増加しない樹木間の部分とを形成することになる。相対的に弱い後者の部分は、連結して、斜面土層中に力学的な弱線を形成すると考えることができる。したがって、筆者らは、その弱線の分布が樹木の位置、大きさ、樹種構成の違いにより変化し、斜面崩壊の規模や形状は弱線の分布に影響されると考えた。

そこで、本論では、弱線形状の条件を明らかにするため、崩壊地の滑落崖上部に形成されたスランプ部分において、クラックの分布と、樹木の位置、種類、大きさとの関係を分析した。

2. 調査方法

調査は、長野県南東部の上伊那郡、下伊那郡の落葉広葉樹の自然林地内とカラマツ造林地内の崩壊地で行なった(表-1)。ただし、崩壊地滑落崖では、崖下部の樹木が失われているため、崖の形状と樹木との位置関係は把握できない。しかし、崩壊地の滑落崖上部には、

表-1 調査地の概況

No.	地質	崩壊幅 (m)	崩壊地上部平均傾斜 (°)	樹種	平均胸高直径 (cm)
1	花崗岩	18	37	ツガ イヌシデ カエデ ハンノキ	22.3
2	泥岩, 砂岩	18	32	イタヤカエデ ツガ クマシデ ハンノキ	25.8
3	泥岩, 砂岩	20	32	ミズナラ クマシデ シナノキ キハダ	17.8
4	泥岩, 砂岩	-	30	ミズナラ ハンノキ モミ	17.6
5	結晶片岩	22	36	カラマツ	19.5
6	花崗岩	14	42	コナラ サクラ ミズナラ	11.8

(注: 4は3と同じ崩壊地)

崩壊に伴って発生したスランプによってクラックが形成されることがあり、スランプ部分には樹木が残存している。筆者らは、このクラックの分布が弱線の分布にほぼ一致するものとして調査した。

計測は、崩壊地上部のスランプを含む地形、クラックの分布と胸高直径10cm以上の樹木の位置、胸高直径、樹種、樹高、樹冠の広がりについて行なった。

3. 解析方法

一般に、根量は、樹木の成長とともに増加し、樹木中心から離れるにしたがい指数関数的に減少する傾向がある¹⁾。また、弱線の基本単位は、根株の大きさに応じて2本の樹木間に形成される弱い部分である。そこで、隣合う2本の樹木の胸高直径の和に比例し、樹木間の距離に反比例する強度指標(x)を仮定した(図-1)。樹木とクラックとの位置関係は、樹冠が平面的に重なり合うクラック上部の2本の樹木を選び、樹木間の水平距離(L)と測線Lからクラックまでの距離(y)とを地形図(縮尺1:140)上で計測する。クラックが測線Lにくい込んでいるときはyはマイナス値とする(標本数はカラマツ林9組、広葉樹林14組)。次に、樹木間にクラックが貫入した場合と、貫入していない場合とに分けて強度指標の平均値を求めた(標本数は、カラマツ林20組、広葉樹林43組)。

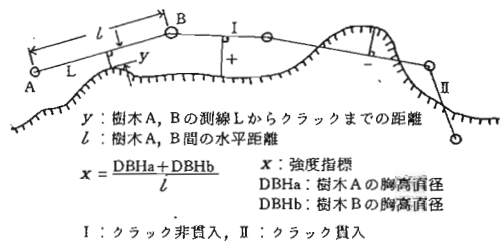


図-1 強度指標、樹木とクラックとの距離の測定方法

図-2は、強度指標(x)とクラックまでの距離(y)との関係を、広葉樹林とカラマツ林とについて示した。広葉樹林では、胸高直径、樹木間の距離、強度指標の平均は、それぞれ16.5cm, 2.3m, 0.17で、xとyとの直線回帰式の相関係数は0.840である。図中の鉛直線は、強度指標の平均値で、左側が樹木間にクラックが貫入している場合、右側が樹木間にクラックが貫入していない場合を示す。それぞれの平均値(分散)は、0.19(0.012), 0.21(0.016)となり、2つの値には5%水準で有意差がある。カラマツ林では、胸高直径、樹木間の距離、強度指標の平均は、それぞれ18.9cm, 2.9m, 0.14で、xとyとの直線回帰式の相関係数は0.634である。同様に、クラックの貫入時と非貫入時との強度指標の平均値(分散)は、0.15(0.002), 0.15(0.003)となり、5%水準では有意差がない。

4. 林相の違いによる強度指標の評価

広葉樹林では、強度指標とクラックの位置との相関は高く、しかも強度指標の小さな部分にクラックが発生している。このことは、弱線の位置が、樹木の位置と大きさ(根株の広がり)に基づいていることを示唆している。これに対して、針葉樹林では強度指標とクラックの位置との相関は低く、また強度指標の値の変化も小さい。これは、一斉造林地のために樹木間の弱い部分が位置的に偏らない、すなわち弱線の分布が一様であるためと考えられる。

次に、2次元平面での弱線の統計的分布を表現するた

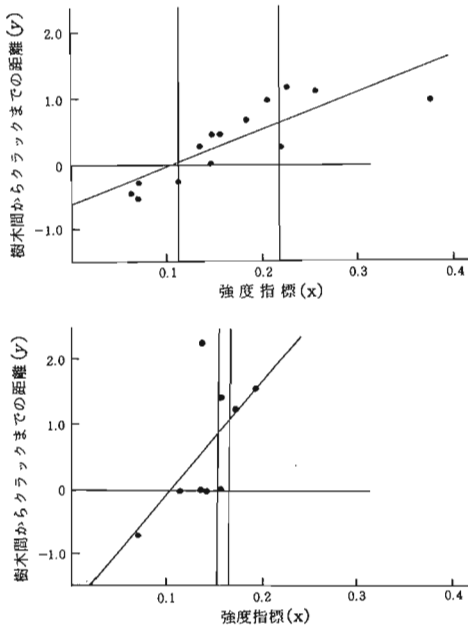


図-2 強度指標と樹木-クラック間距離との関係 (上: 広葉樹林地, 下: 針葉樹林地)

め、調査地のうちから2箇所の林地を選び、樹木間の距離に基づいてポロノイ多角形に分割した。図-3は広葉樹林とカラマツ林との結果である。ポロノイ多角形は、樹木間の線分の垂直二等分線によって形づくられる。この多角形がその中の根株の範囲に比例すると仮定すれば、自然林と人工林とでは弱線の分布に相違があること、根株間及び強度指標の小さな部分にクラックが発生していることが示唆されている。

5. まとめ

本論では、強度指標とポロノイ多角形とを用いて樹木とクラックとの位置関係について分析した。広葉樹林のように異種異齢の樹木が混交する林相では、樹木の位置、大きさが弱線の分布を決め、樹木がクラックの形成位置に影響を及ぼしているといえる。この場合、強度指標は、弱線の分布を推定する手がかりの一つとなる。今後、強度指標とクラックの発生位置との力学的関係を検討し、同時に樹種、樹齢ごとの根量分布や立地条件の違いを考慮して、崩壊発生位置の予測を行なう必要がある。最後に、現地調査やデータ分析において助言をいただいた森田紘一、長沢 喬、堺 伸広、大政康史各氏に、謝意を表します。

引用文献

- (1) 丸谷知己・竹下敬司: 日林九支研論, 41, 201~202, 1988

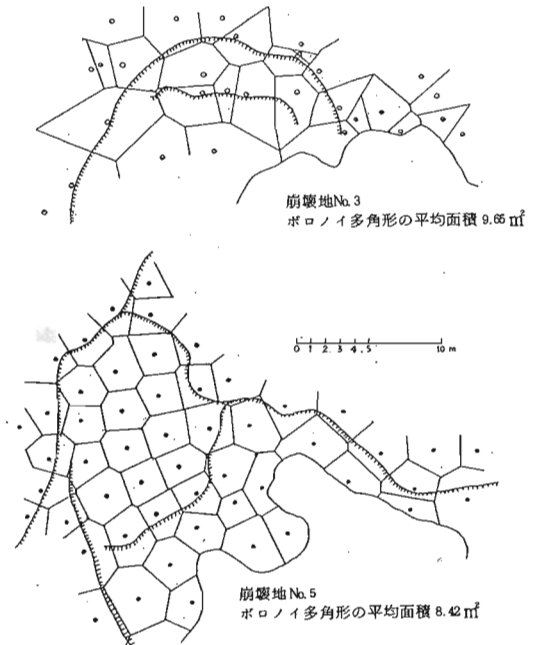


図-3 ポロノイ多角形による推定根系分布とクラックの位置 (上: 広葉樹林地, 下: 針葉樹林地)