

○白井隆之 相馬健人 北原曜 小野裕 信州大学農学部

1. 研究目的

山地斜面の崩壊に対して森林はその防止に大きく寄与していると考えられている。しかし、根系の崩壊防止機能の研究において、鉛直根に関する研究事例は多いが、水平根に関するものは少ない。また、統計的な研究事例から、一斉林において林齢 20 年生程度までの若齢林で崩壊が発生しやすいことが明らかになっているものの、これも力学的な研究事例はない。一方で間伐等森林整備に伴う崩壊発生を増減についても全く解明されておらず、崩壊発生位置や防止策を考えていく上でも立木密度と斜面安全率の関係を解明する必要がある。そこで、本研究では森林斜面における土壌断面内の水平根の分布と力学的強度を調べることにより、立木密度と単位断面積あたりの水平根引き抜き抵抗力の合計値との関係を明らかにした。

2. 調査方法

2.1 立木間土壌内の水平根 3 次元分布の測定 (測定①)

まず、森林内の土壌でどの位置が最も根系による強度補強が弱いのかを明らかにするため、斜面に対し縦か横に並んでいる 2 本の立木を対象に、その立木間土壌内の水平根 3 次元分布の測定を行った。調査は信州大学附属 A F C 手良沢山演習林内の林齢 49、55 年のヒノキ一斉林斜面地で行った。傾斜角は 24~38° である。調査対象とした立木は全て樹高 17~20m、胸高直径 24~30cm とほぼ均一なものとした。調査対象地において、立木間隔が 1.2m~5.0m のヒノキ 2 本、計 7 箇所を選定し、その立木間において約 50cm 間隔で土壌を掘削した。掘削した土壌断面は幅 2 m、深さ 1 m とし、断面内の水平根の太さ、本数、分布を測定した。

2.2 立木密度に着目した水平根分布の測定 (測定②)

次に、立木密度と水平根の強度補強の関係を明らかにするため、対象立木を実際の密度、成長量に当てはまるものに限定して調査を行った。調査は同演習林内の林齢 21 年のヒノキ一斉林で行った。傾斜角は 38° である。調査対象とした立木は、ヒノキ林分密度管理図 (1) を参考にして表-1 に示した立木間隔、胸高直径に即したものを選定した。この立木間隔、胸高直径の値は収量比数 $RY=0.9\sim 1.0$ になる林分を想定して決定している。また、対象の 2 本の立木は斜面に対し横に並んでいるものを選定した。測定①と同様に、掘削した土壌断面は幅 2 m、深さ 1 m であり、断面内の水平根の太さ、本数を測定した。

2.3 引き抜き試験について

根系の剪断抵抗力は引き抜き抵抗力に比例するので (2)、今回は同演習林内で相馬 (2004) が実験、算出した以下の式を用いて、水平根の直径 x (mm) から 1 本ごとの引き抜き抵抗力 y (kgf) を算出した。

$$y = 2.778 x^{1.605}$$

3. 結果

3.1 測定①の結果

立木間各点での水平根の引き抜き抵抗力の合計値 (以下 F 値) と立木間隔の関係を図-1 に示した。

立木間隔 3.0m、3.8m のものでわずかにずれが見られたが、ほとんどのプロットにおいて立木間中央部で F 値が最小になった。これは水平根の直径が樹幹から遠ざかるにつれ、細くなるためだと考えられる。また、樹幹に極めて近い位置(樹幹から 30 または 50cm)での F 値にばらつきが見られるのは、断面に偶発的に太い根が入っているかないかによるものである。

3.2 測定②の結果

測定②では測定①の結果を踏まえ、立木間で水平根量が最小の値となる立木間中央部のみの土壌断面調査を行った。その結果を、図-2 に立木密度と F 値の関係として示した。この結果から立木密度が密になるにつれ、F 値が低下していくことが分かる。これは、密度が密であると立木の生育条件が悪化し、根系の成長に悪影響が出たものと考えられる。この結果から、間伐遅れなどにより密になっている林分では、そうでない林分よりも崩壊につながる可能性が高いと考えられる。

3.3 21 年生ヒノキ林と 55 年生ヒノキ林の比較

21 年生、55 年生のヒノキ立木の比較を、密度が比較的疎であるものを用いて行った。表-2 に比較した 21 年生、55 年生ヒノキ立木の主要な各値を示した。また、図-3 に F 値を比較したもの載せた。この図より、年数経過、立木の成長に伴い、F 値は著しく増加することが明らかになった。斜面崩壊を考える際に、ヒノキの樹幹成長に伴う重量の増加は崩壊土砂量と比べ問題にならない程度であるので、この結果はヒノキ若齢林で崩壊発生が多いことの一つの要因を力学的に示すものと考えられる。

4. 参考文献

- 1) 日本林業技術協会(林野庁監修): 関東・中部地方 ヒノキ林分密度管理図、1999
- 2) 塚本良則: 樹木根系による斜面安定効果の評価手法の開発に関する研究、1987

表-1 立木間隔の値に対応する胸高直径、立木密度の値

立木間隔(m)	1.3	1.6	1.9	2.0
胸高直径(cm)	9.5	12	15	16
立木密度(本/ha)	5917	3906	2770	2500

表-2 21 年生、55 年生ヒノキの各値

	立木間隔(m)	立木密度(本/ha)	胸高直径(cm)	樹高(m)
21 年生	1.9	2770	15	14
55 年生	3.8	693	30	21

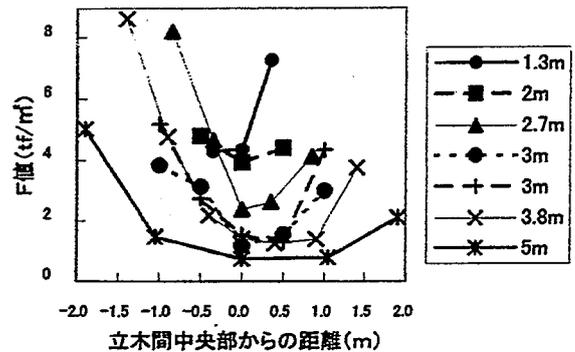


図-1 F値と立木間隔との関係

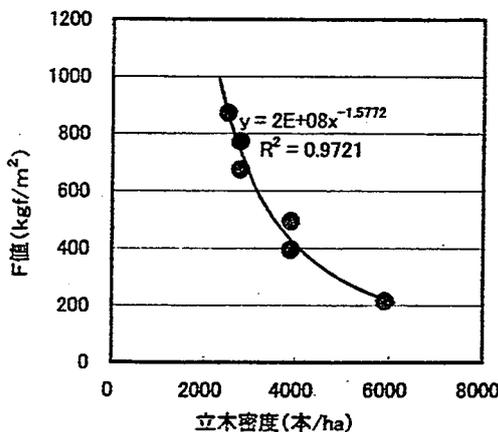


図-2 立木密度とF値の関係

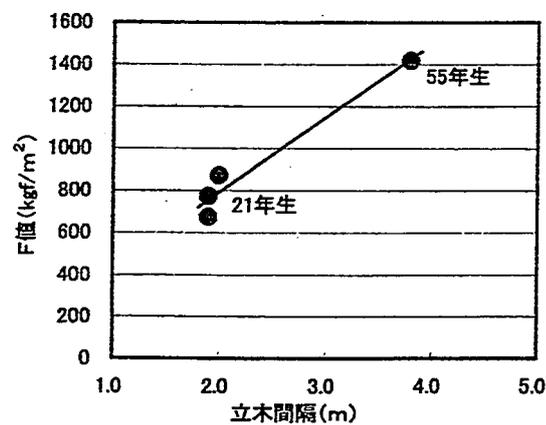


図-3 林齢による比較