

## 093 森林の水平根が斜面安定に及ぼす効果

信州大農 ○北原 曜・野毛伴基・小野 裕

### 1. 目的

森林根系の崩壊抑止効果の力学的評価は、遠藤・鶴田(1969)以来、塚本(1987)や阿部(1997)など解明が進んでいるが、根系のうち垂直根だけを評価した報告が多く、水平根に関する報告は少ない。水平根の評価を行った最初の報告としては塚本(1987)があり、水平根の引き抜き抵抗力を測定し、上界定理を用いてその力学的評価を行っている。また最近、北原ほか(2001)や神原ほか(2001)は、水平根と垂直根の引き抜き抵抗力を用いた簡単な斜面安定モデルを作成し両者の比較を行っている。これらの水平根に関する報告では、崩壊抑止効果は水平根のほうが大きいというものと、逆に垂直根のほうが大きいというものがあリ評価は様々である。この原因は、崩壊地の大きさ、すなわちすべり面の深さや崩壊面積などの条件、あるいはモデル内の評価方法が異なるためと考えられ、これまでのところ一概にどちらがより大きいということは言えないようである。

本報告では、このように調査報告例が少ない水平根について、特に立木間の水平根分布と引き抜き抵抗力を測定し、水平根の補強強度について検討したので報告する。

### 2. 調査地および調査方法

調査地は信州大学農学部附属手良沢山演習林内(伊那市)における伐採直後の70年生ヒノキ人工林(材積602m<sup>3</sup>/ha)で行った。調査地は、傾斜35度の西向き平衡斜面、地質はホルンフェルス、土壌は適潤性森林褐色土、下層植生はササなどが散生する程度である。

調査方法は、まず斜面の等高線方向に3m離れた2本の立木で、かつ同程度の根元径のヒノキを選定し、向かって右側の根元を基点として50cmごとに幅2mのトレンチを作成した。次に、そのトレンチ断面に現れた直径2mm以上の水平根の分布と直径を測定した。また隣接して別途作成したトレンチで直径階別に引き抜き試験を行った。これら一連の作業を斜面方向に3m離れた2本の立木間についても行き、等高線方向と斜面方向の水平根の分布と引き抜き抵抗力の比較を行った。なお、引き抜き試験は100kg超のものは行わなかった。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 直径階別引き抜き抵抗力

水平根の直径階別引き抜き試験の結果は、以下の回帰式で示された。

$$\text{等高線方向} : P = 1.596 d^{1.688} \quad (n = 175, r^2 = 0.661)$$

$$\text{斜面方向} : P = 1.015 d^{1.892} \quad (n = 206, r^2 = 0.762)$$

ここで、Pは引き抜き抵抗力(kgf)、dは直径(mm)。以上の回帰式は、統計的に危険率5%で併合できることが確認された。すなわち、

$$P = 1.248 d^{1.801}$$

で表された。なお、浅い位置にある水平根は土圧が小さいため引き抜き強度が小さいと想定されたがそのような傾向はなかった。上式に示されたように、水平根の直径階別引き抜き抵抗力式はこれまで得られた垂直根のそれと式形および2つの係数とも差がなく、塚本(1987)、阿部(1997)、北原ほか(2001)などと同様であった。根系の直径階別引き抜き抵抗力は、垂直根と水平根で差がない(塚本,1987)とされているが、本試験でさらに水平根は斜面方向と等高線方向でも差がないと判断された。

#### 3.2 水平根の分布

図1に、等高線方向、斜面方向の水平根の本数分布を示す。図示のように本数は斜面方向、等高線方向とも50~80本/m程度で立木間で大きな変化はなかったが、断面積合計については大きな差があっ

た。また、森下(1979)の I δ 指数で各断面に現れた根系の分布について検定したところ、どの断面においても小集団を持つ集中分布型をしていた。これは根系が分岐する時、ある一定の角度以内で分岐するためと考えられた。

### 3.3 立木間の水平根の補強強度の分布

各立木間の根系分布と直径階別引き抜き抵抗力から、立木間の水平根の補強強度を算出した(図2)。その結果、図示のように等高線方向、斜面方向とも立木のほぼ中間地点である 1.5 m地点付近で、水平根の補強強度が最低となった。その値は、等高線方向、斜面方向とも根株から 50cm 地点の約 1/4 程度の 700kgf/m 前後であった。すなわち、斜面の中で立木間の中間点付近がもっとも崩壊に対して弱い部分であり、中間点の縫絡線が崩壊縁となる可能性が考えられた。

### 4. おわりに

ヒノキ林の水平根の分布と引き抜き抵抗力を測定した結果、分布は小集団を持つ集中分布型、引き抜き抵抗力はこれまでの報告と同様な値を示した。また、それらの値から立木間の根系の補強強度分布を算出した結果、斜面方向、等高線方向とも立木間中間点がもっとも小さく根元の 1/4 程度となることが判明した。

引用文献 阿部(1997)：森林総研研報 373,105-181. 遠藤ほか(1969)：林試北支年報 373,105-181. 神原ほか(2001)：平 14 砂防研発概要集,404-405. 北原ほか(2001)：112 回日林学術講,352. 森下(1979)：生態学論集,585pp. 塚本(1987)：東京農工大演報 23,65-124.

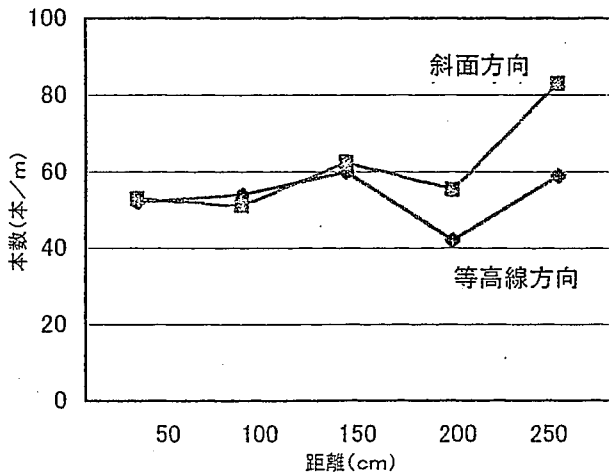


図1. 幅1mあたりの根の合計本数

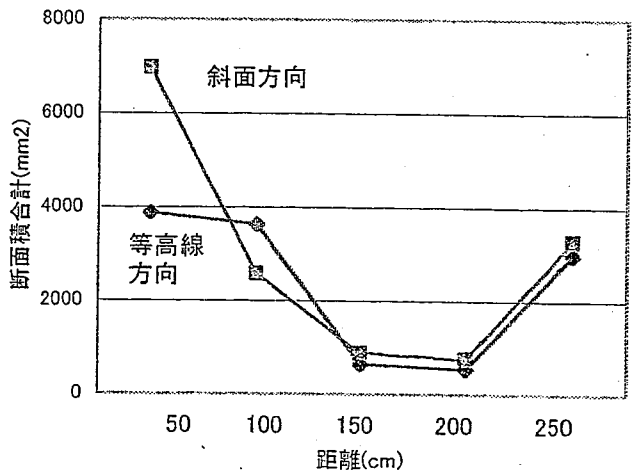


図2. 幅1mあたりの根の断面積合計

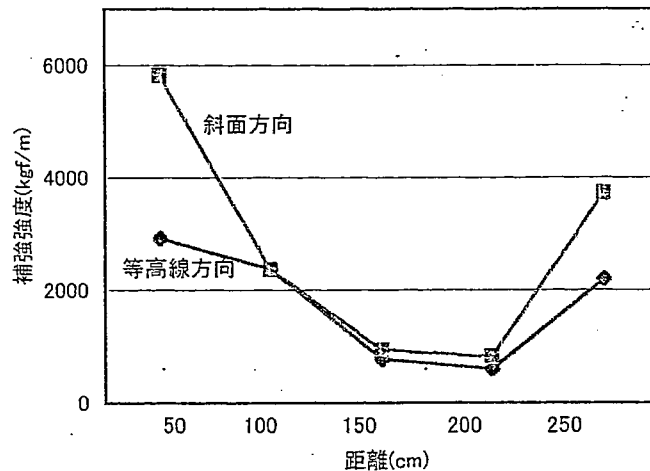


図3. 幅1mあたりの立木間の根系補強強度