

# 長野県滑川流域における樹林帯の土石流抑止効果に関する一考察

国土交通省 中部地方整備局 多治見砂防国道事務所

後藤宏二、橋本浩一、稲垣良和、中村英利

アジア航測株式会社 ○黒岩知恵、坂口宏、小川紀一郎、北原一平

## 1. はじめに

近年、「緑（樹林）の保全」に対する国民の要請の高まりを受け、全国各地で、「樹林の土砂災害防止効果（土石流抑止、表層崩壊防止等）」と自然環境保全効果等を活用した面的な砂防事業が図られている。本調査で対象とした滑川流域においても、周辺の登山道や地元自治体による公園整備計画に配慮し、「樹林の土石流抑止効果」を考慮した砂防事業が検討されている。これらの事業を広く展開するにあたっては、樹林の効果を定量的に評価する手法を確立（モデル化）する必要がある。

「樹林の土石流抑止効果」については、これまでに力学的観点から多数の研究がなされており、捕捉・堆積促進等の個々の作用は解明されているものの、現地での観測データが蓄積されている場合が少なく、実際の土石流発生状況と生育状況を加味した定量評価手法を確立するまでには至っていない。また、現地実験に関する既往研究の内、胸高直径 20cm 以上の樹木を対象としたものはほとんど存在しない。

これらの現状を踏まえ、本調査は、日本有数の土石流頻発地である滑川流域を対象地として抽出し、樹林の土石流抑止効果を定量化し、モデルを確立するための基礎データを提示することを目的として、胸高直径 20cm 以上の巨木を対象とした樹木根系の土壤緊縛力調査（立木の引き倒し試験）および土石流捕捉状況調査を実施し、その効果について検討を加えた。

## 2. 対象流域の概要

調査対象とする樹林帯は、長野県木曾郡上松町に位置する滑川（流域面積：26.22km<sup>2</sup>）の右支川：北股沢流域内に設定した。流域の地質は、上・中流部は主に花崗岩、下流部は領家変成岩・第 4 紀堆積物により構成されている。流域の年間平均降水量は 2,570mm/year である（全国平均値：1,800mm/year）。以上のように、滑川流域は、風化しやすい花崗岩から地質が構成され崩壊地が極めて多いのに加え、降雨も多い地域であるため、土石流頻発地域となっている。流域の植生は、上流部はシラビソ-オオシラビソ、コメツガ群落により大部分が占められており、中・下流部は主にクリ-ミズナラ、シラカンバ-ミズナラ、アカマツ群落により構成されている。

## 3. 樹木根系の土壤緊縛力調査

### 3.1. 調査方法

樹林帯の土壤緊縛力を把握することを目的として立木の静的引き倒し試験を実施した。調査対象木は表-1 に示す計 16 本で、胸高直径 20cm 以上の樹木を中心に、現地代表樹種であるアカマツ、ミズナラ、シラカンバ等を胸高直径別に抽出した。対象木の内 30cm 以上のものはアカマツ：38.8cm、ヤマナラシ：34cm の 2 本である。対象木選定箇所周辺の立木密度は 0.8 本/m<sup>2</sup>、平均胸高直径は 5.4cm である。

試験装置の概要を図-1 に示す。対象木（立木）にワイヤーロープをかけ、力を作用させる軸線上の他端に固定端としてバックホウを配置した。バックホウと立木から引いたワイヤーロープの間にレバーブロックを挿入し、このレバーブロックを操作することにより、立木に引張力を作用させる構造とした。

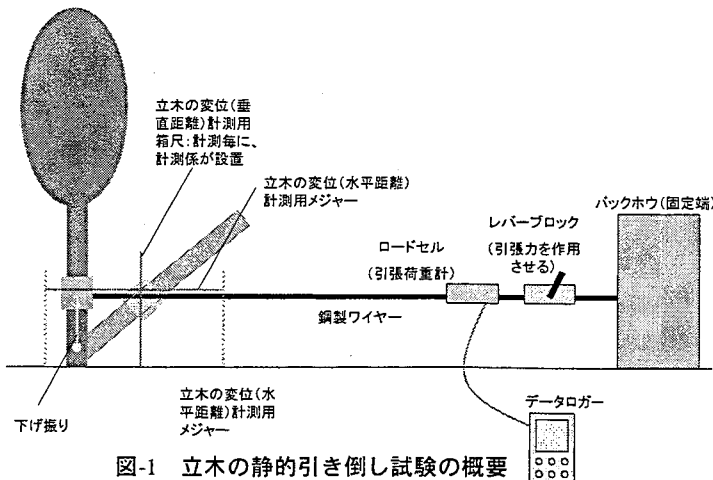


図-1 立木の静的引き倒し試験の概要

表-1 試験対象木

| 樹種    | 胸高直径(cm) | 樹高(cm) | 枝張り(cm) |        | 根張り(cm) |        | 林齢(year) |
|-------|----------|--------|---------|--------|---------|--------|----------|
|       |          |        | 枝部幅     | 枝長(cm) | 直径(cm)  | 深さ(cm) |          |
| アカマツ  | 11.0     | 776    | 250     | 440    | 192     | 40     | 12       |
|       | 13.5     | 1,010  | 350     | 545    | 190     | 100    | 18       |
|       | 17.5     | 987    | 365     | 500    | 242     | 180    | 16       |
|       | 23.0     | 1,150  | 400     | 860    | 265     | 160    | 20       |
| シラカンバ | 38.8     | 1,370  | 770     | 920    | 300     | 200    | 46       |
|       | 10.5     | 1,255  | 320     | 640    | 185     | 40     | 19       |
|       | 15.0     | 1,410  | 220     | 620    | 340     | 60     | 26       |
| ミズナラ  | 17.0     | 1,610  | 308     | 680    | 252     | 80     | 26       |
|       | 10.0     | 1,232  | 250     | 534    | 172     | 80     | 19       |
|       | 15.0     | 1,185  | 240     | 452    | 230     | 100    | 25       |
| ヤマナラシ | 22.7     | 1,465  | 410     | 800    | -       | 120    | 46       |
|       | 23.0     | 1,360  | 670     | 780    | 400     | 160    | 40       |
|       | 10.0     | 1,275  | 220     | 340    | 90      | 40     | 16       |
| ヤマハノキ | 34.0     | 1,870  | 350     | 1,090  | 400     | 160    | 24       |
|       | 12.0     | 970    | 320     | 370    | 220     | 50     | 20       |
|       | 23.7     | 1,240  | 400     | 865    | 180     | 120    | 21       |

### 3.2. 調査結果

胸高直径と最大荷重（土壌緊縛力）との関係をとりとめたものを図-2に示す。図中には、参考値として、水山ら（1989）により得られたスギ、コナラの値をも併記した。

図-2より、樹木の胸高直径と土壌緊縛力との関係は、樹種により若干の差異が認められる。胸高直径 20cm 以下の樹木と土壌緊縛力との関係は直線的であるが、それ以上のものについては、胸高直径の増加とともに土壌緊縛力が2次曲線的に増加することがわかる。調査地の代表樹種であるアカマツ、ミズナラ、シラカンバのこれらの関係は次式で累乗近似可能である。

$$\text{アカマツ: } F = 0.0205 \cdot D^{2.344} \quad \dots (1)$$

$$\text{ミズナラ: } F = 0.2565 \cdot D^{1.642} \quad \dots (2)$$

$$\text{シラカンバ: } F = 0.0847 \cdot D^{1.941} \quad \dots (3)$$

ここに、F：最大荷重（土壌緊縛力）(kN)、D：胸高直径(cm)である。

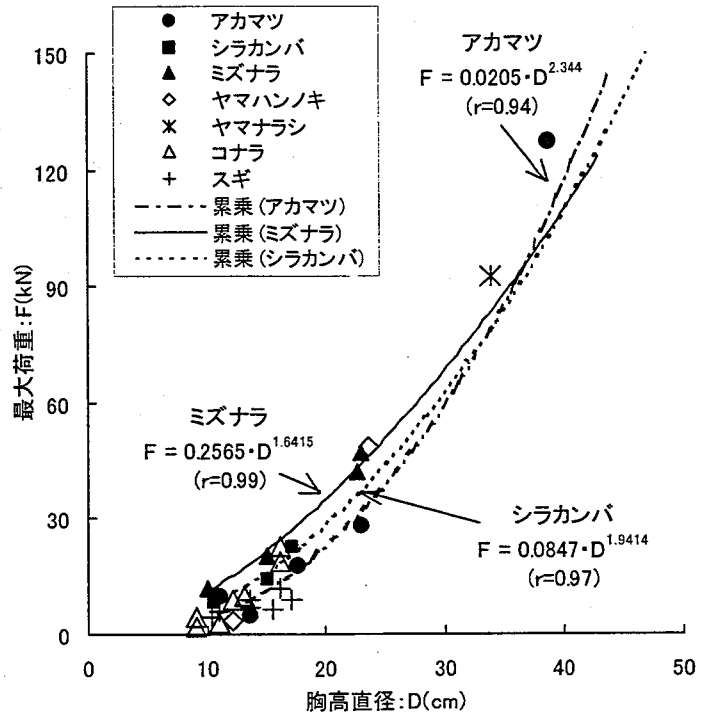


図-2 胸高直径と最大荷重との関係

## 4. 土石流捕捉状況調査

### 4.1. 調査方法

土石流抑止効果がある樹木の諸元を把握することを目的として、土石流流下区間の樹林帯を対象に、空中写真判読および現地調査を実施した。

### 4.2. 調査結果

空中写真判読および現地調査により把握した土石流発生後も残存している樹木の胸高直径分布を図-3に、樹種を表-2に示す。現地調査により残存している樹木の平均胸高直径は 20.9cm、最大胸高直径は 67.0cm（モミ）、平均樹高は 11.3m であることが明らかとなった。主な樹種はヤマハンノキ、サワラ、ミズナラである。残存している樹木を対象に、その立地条件（河床からの高さ）、生育状況・土砂捕捉状況等を現地調査した結果、土石流捕捉効果を発揮したと判断される樹木の胸高直径は 20cm 以上で、1m 以上の巨礫を捕捉しているものは 30cm 以上であることが確認された。

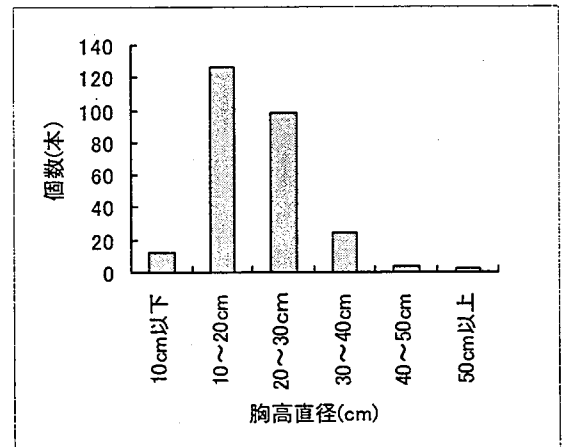


図-3 土石流発生後も残存している樹木

## 5. まとめ

本調査により、胸高直径と土壌緊縛力との関係は、累乗近似可能となることが確認された。また、土石流発生後も残存し、抑止効果を発揮したと考えられる樹木は胸高直径 20cm 以上のものであった。

以上の知見は、滑川流域を対象とした場合のものである。また、今回実施した引き倒し試験の内、胸高直径 20cm 以上の太い樹木については、倒伐後の影響が最小となる範囲（将来的に掘削される範囲）内で選定したため、多くのデータを取得することができなかった。今後は、より多くのデータを蓄積し、樹木の胸高直径と土壌緊縛力との関係の信頼性の向上を目指す予定である。

### <参考文献>

- 水山高久・石川芳治・鈴木浩之：立木の衝撃緩衝効果に関する試験報告書、土木研究所資料第 2560 号、1988
- 水山高久・栗原淳一・鈴木浩之：立木の衝撃緩衝効果に関する試験報告書（Ⅱ）、土木研究所資料第 2737 号、1989

表-2 残存樹木の樹種

| 樹種       | 個数(本) |
|----------|-------|
| ヤマハンノキ   | 85    |
| モミ       | 16    |
| サワラ      | 44    |
| ミズナラ     | 35    |
| シラカンバ    | 20    |
| ミヤマヤシブシ  | 4     |
| コメツガ     | 4     |
| シナノキ     | 4     |
| バッコウヤナギ  | 4     |
| ウダイカンバ   | 3     |
| ヒノキ      | 3     |
| ウダイカンバ   | 3     |
| ウリハダカエデ  | 3     |
| アカマツ     | 2     |
| コハウチワカエデ | 2     |
| その他      | 35    |
| 合計       | 267   |