

1. はじめに

山地における災害は、大部分が豪雨による崩壊・地すべり・土石流・洪水等が原因となつて発生する。とくに、近年の土砂災害の特徴の1つは、都市近こう林地の高度土地利用に伴う人間の居住圏の拡大化のために住宅地裏山崩れや宅地基礎工破損等が頻発して人的被害が急増することである。山地の一般的な崩壊形態は、降水が集中しやすい斜面の凹部や勾配変換部ならびに山ろく部に発生する例が多く、その反面、雨水流が集中しにくい尾根部には少ない傾向にある。このような雨水流の特性を利用して、崩壊の危険性のある余剰水を凹部から尾根部へ導入することができれば凹部の崩壊危険性は小さくなり、同時にこれまでは林地として不適地であつた尾根部はその土壤水分が増加して林木の生育基盤としてよくなる効果が期待できる。このようにして、防災的な森林施業と治山工法の組み合わせが可能であれば、森林による環境保全機能の強化はもとより林業経営的にも利点が多くなる。

そこで、農林水産省は「農林水産業のもつ国土資源及び環境保全機能の維持増進技術の開発」課題のなかで、「山腹溪流工法等による洪水・土砂崩壊防止複合技術」(昭和59年度開始)のテーマをとりあげた。本文は、その一環として実際の林地で試験地の選定と観測体制を開始したので、初年度はその概要と今後の展望について紹介する。

2. 既往の関連研究

これまでに斜面上の雨水や土砂の流出制御を水土保全の観点から研究し実施した例には次のものがある。古くは農耕地における等高線状耕作法から始まり、近年は山地治山工法としての階段工や拡水法等がある(1, 3)。階段工は、林地の傾斜地安定のために造林地斜面凹部に表流水を集水させないで凹部から凸部に向つて適当な下り勾配の傾斜階段工を造成して表流水の処理を図るものである。一方、拡水法は林地による水資源確保や洪水予防の効果をより高めるために、林地内に透水性えん堤による浸透池をつくつたり、地表面近くの難透水性土層に穴を掘つて下層への浸透を促進するための堅穴を掘つたり、あるいは、斜面に一連の溝系列をつくつてその溝底から雨水の浸透を促す工法である。これらの研究は若干の改良や検討すべき点はあるが、その意義・目的および実施方法等は現在でも非常に合理的なものと思われる。

3. 試験地の概要

3.1 位置と立地条件

試験地は、群馬県北西部の利根川支流の吾妻川右支・熊川中流部の笹沢右岸斜面である(図-1)。吾妻川流域は、白根山・浅間山・はる名山などの火山に囲まれており、表層地質は輝石安山岩・凝灰角れき岩・軽石流及び火砕流堆積物などの火成岩類である。土壤は西部では大部分が黒色土、北部ではかつ色森林土と黒色土が分布しており、土壤母材はすべてが火山噴出物・火山灰で構成されている。

標高は800～1400mにわたり、気温は年平均10°C（最高28°C，最低-17°C），年降水量は1339mm，積雪深は60cmと群馬県でも寒冷地に属する。林況は森林面積の74%がカラマツ（Ⅲ～Ⅴ令級）を主体としたアカマツとの人工林で占められている。また，戦後で特記すべき土砂災害は，昭和22年カスリン台風，24年キテイ台風，33年狩野川台風，34年伊勢湾台風，41年集中豪雨，57年台風10・18号台風等で，とくに57年台風で対象流域全体でカラマツの36%が風倒木の被害をうけて山腹や溪流の荒廃化が進みつつある（2）。

3.2 土壌断面と物理的性質

山腹テラス工法を実施する斜面は図-2に示すような傾斜角30～33度の北東斜面（約0.5ha）で，2箇所の対象斜面の土壌層断面と根系分布状態はそれぞれ図-3に示すとおりである。図によれば，地表面から $Z = 35 \sim 40 \text{ cm}$ は黒ボク層で木草本類の根系（ $d = 0.2 \sim 8 \text{ mm}$ ）分布が多く自然含水比 $W = 68\%$ でやや乾いた状態にあるが， $40 < Z < 80 \text{ cm}$ は茶かつ色の砂質ローム層で直径 $d = 2 \sim 8 \text{ mm}$ の根系がある程度分布して含水状態は $W = 90\%$ とかなり湿つた状態にあり，また， $Z > 90 \text{ cm}$ は茶かつ色又は黄かつ色をした軽石層が卓越した土層で根系の分布はほとんどみられず含水状態は $W = 76\%$ とやや上部のローム層に比べると含水比は小さい傾向にある（表-1）。

図-4，5はそれぞれ各土層断面における土壌硬度と透水係数を示したものである。土壌硬度は黒ボク層やローム層の深さ80cmまではほぼ直線的に増加するが，軽石を含む層（ $Z > 90 \text{ cm}$ ）ではさらに急激に増大する傾向にある。そして，透水係数は平均的には深さ40cmまではほぼ直線的に低下し， $40 < Z < 80 \text{ cm}$ では透水性がさらに低下した後， $Z > 80 \text{ cm}$ ではほぼ一定な透水係数となるが本斜面での大体のオーダーは 10^{-3} cm/sec である。なお，各斜面の地表面下5cm地点における浸透能試験結果は，斜面中部で約550mm/hr，同上部で160，下部で100となり斜面中部には透水性のよい表層土が分布しているようである。

以上より，本試験地における浸透水は表層の黒ボク層を浸透した後，下層の砂質ローム層の透水性が黒ボク層の約1/2に低下するためにローム層は難透水層として作用し，浸透水は深さ40cm地点で滞留して側方流あるいは鉛直浸透流を形成して運動を継続するものと予想される。

4. 試験方法と予備観測結果

4.1 観測装置の配置

防災的な森林施業と治山工法を組み合わせ，斜面内の余剰水を斜面中央部の谷部から周辺の尾根部に導入して，幼令林地の崩壊危険性を抑止しかつ尾根部での林木成長を同時に促進させる効果を測定するために，本試験では図-6に示す要領で観測を実施することにした。すなわち，幼令造林地内に緩傾斜のテラスを計画し，テラスの有無による斜面土層内の土壌水分やひずみ，地表面の傾斜，豪雨時の間隙水圧等の変動特性と雨量の関係や，気温・地温・土壌水分量の変化と幼令木生長度の関係を調べて，テラスの施工による効果を総合的に評価するものである。そこで，各種観測装置を図-2のように斜面内に配置した。配置の様子は，土壌水分計（テンションメーター）は深さ20，40cm地点に，2ゲージ法の薄鋼材ひずみ計は深さ25，50，100，150cm地点，傾斜計（±1～2度タイプ）は地表面上，雨量・気温・地温計等は斜面下部にそれぞれ設置して経時的なデータを長時間自記観測するもので，さらに土壌や植生調査は年間を通じて季節ごとに調査することにした。

4.2 予備的観測の結果と考察

昭和59年度は試験観測体制の初年度に当るため、まずテラス工を施工する前の基礎データを得ることにした。なお、観測装置のうち傾斜計やひずみ計は設置後間もないため観測初期値の検討はできないので、本節では、水分計の特性を調べるために現地で1ステップ20分間隔で逐次人工散水試験を継続して行なったのでその結果を述べる。

図-7は、テラス工法予定の斜面中部の深さ20, 40 cm地点(黒ボク層, ローム層)における水分計指示値(P_s)と実際の土壤含水比(W)の検定曲線の1例を示したものである。図によれば、各プロットともに自然含水比状態 $W = 50 \sim 60\%$ から散水試験を開始したために初期値がいずれも高く、散水の進行に伴って土壌がすぐに飽和状態へと移行したために値にバラツキが多いのである。しかし、他の斜面の値を総合的に検討したところ、本試験地の場合の水分計による土壤含水比の検定曲線は、平均的には図-8のような傾向を示すようである。また、本試験地内に植栽された樹種は、ウラジロモミ・ヒノキ・スギ・ミズキ・ケヤキ、トチノキ等の針広葉樹幼令木である。

5. あとがき

本報では、実際の山地で防災的な森林施業を行なうための一工法として山腹テラス工法の概要を紹介し、まず施工前の予備的基礎資料の観測結果について報告した。その結果、今後の検討課題として(1)水分計検定を乾燥状態から開始して広範囲な含水比の検定を行なう。(2)テラス工の施工前の基礎資料として、今年度梅雨期における傾斜計・ひずみ計の変動特性と降雨の関係を調べる。(3)テラス工による表面流や浸透流の挙動を事前に把握するために現地散水試験を一部斜面で実施する。最後に、本試験の実施に際して、試験地の提供ならびに施工管理の面で多大な御協力と便宜を頂いた群馬県林務部治山課ならびに吾妻林業事務所の関係各位に感謝の意を表します。

引用文献

- (1)青木・高橋：新砂防，56，昭40 (2)群馬県：水土保持機能強化総合モデル事業調査報告書，昭59 (3)林野庁治山課：拡水法調査報告書，治山調査XI，昭45

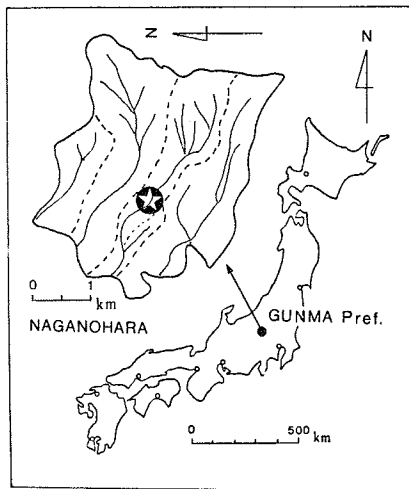


図-1 試験地の位置(群馬県)

表-1 土層断面の状態

土層	平均深さ Z (cm)	色調	根系分布 d (mm)	含水状態
黒ボク	0~40	黒	多, 0.2~8	乾~少湿
砂質ローム	40~80	茶褐色	少, 2~8	中湿
軽石分布	>80	茶・黄褐	無	中湿

Z (cm)	施工斜面(予) 中部	境界尾根部 中部	無施工斜面 中部	全斜面各部 平均含水比
20	64.4%	70.8%	69.4%	67.6%
40	83.1%	78.1%	72.0%	79.8%
100	74.0%	56.2%	75.1%	75.9%

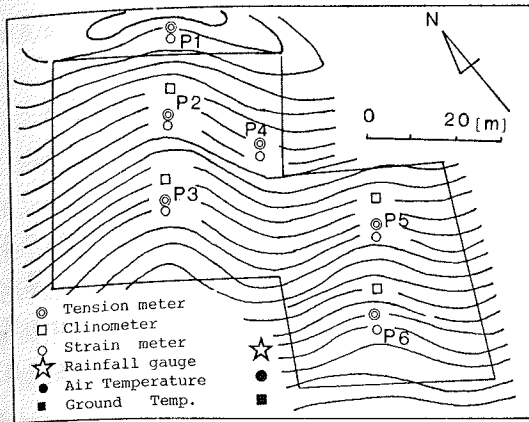


図-2 試験斜面(昭和59年度設置分)

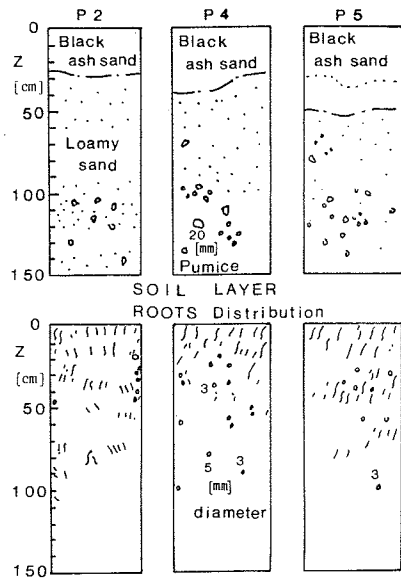


図-3 土層断面と根系分布

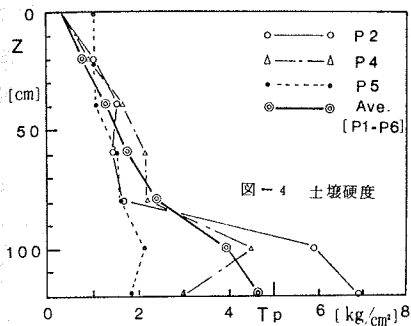


図-4 土壌硬度

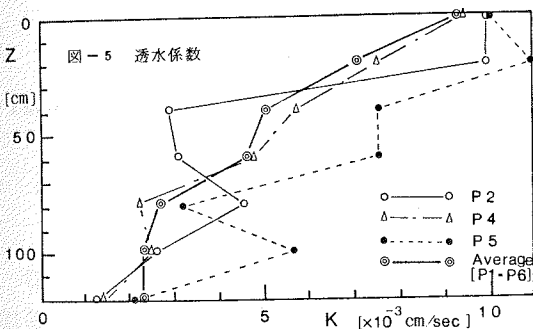


図-5 透水係数

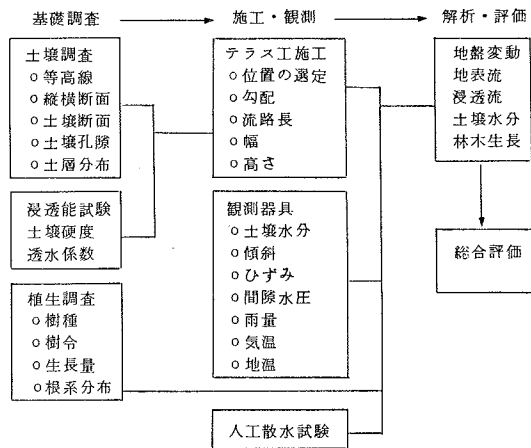


図-6 観測・解析フローチャート

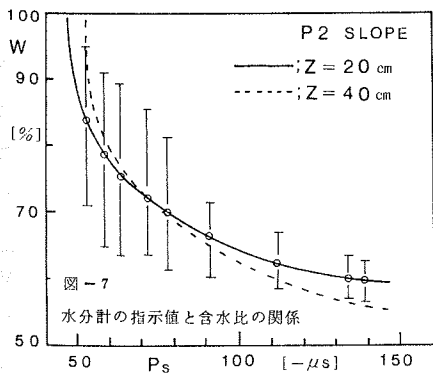


図-7 水分計の指示値と含水比の関係

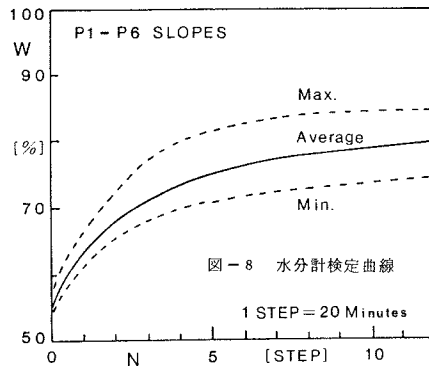


図-8 水分計検定曲線