

# 土砂生産抑制を目的とした良好な森林の適正配置に関する一考察

高知大学農学部

○平松晋也

建設省湯沢砂防工事事務所 井良沢道也・本郷国男

## 1. はじめに

前年度までの検討(1)では、良好な森林は洪水緩和機能や水源涵養機能を有しており、さらに降雨をその誘因とする崩壊の発生に対しては、抑制効果や崩壊発生時刻の遅延効果を有していることが定量的に確認された。本研究は、この「良好な森林」を土砂生産予防対策施設の一工法(「緑のダム」・「グリーンベルト」)として位置付け、良好な森林の育成を加味したいわゆる「自然に優しい砂防計画」を考えていく上での「森林配置指標」を得ることを目的として実施したものである。今回の検討では特に、良好な森林を育成・配置しようとする斜面場の地形特性に着目し、地形形状の相違が森林の水・土保全機能に及ぼす影響度評価を行った。

## 2. モデル斜面及びモデル降雨

### 2.1 モデル斜面の形状

複雑な地形変化による影響を除去するとともに良好な森林の適地選定上、解析結果の理解を容易にするため、モデル斜面として図-1に示すように「谷型斜面」、「平行型斜面」、「尾根型斜面」の3斜面を設定した。各斜面形ともに表土層厚としては一律120cmを与え、斜面勾配は40°とした。それぞれのモデル斜面は10mメッシュにより区分された120個の基本要素により構成され、その集水面積は各斜面形ともに1.2haである。

### 2.2 モデル降雨の波形

実績降雨波形のように降雨強度が時々刻々と変化するハイトグラフを用いて数値実験を行った場合、斜面形状や降雨条件をはじめとする入力諸元と解析結果との因果関係が複雑になり、その理解も繁雑になる。このため、入力降雨としては、定常降雨(一定降雨強度)を与え、降雨強度のみを20, 10, 5mm/hrと3種類変化させた。また、総降雨量による影響が出ないように、各降雨ともに連続雨量は200mmとした。

## 3. 解析条件及び検討ケース

数値実験には、斜面内部での雨水の挙動や力学的な力の釣り合いを考慮した「山腹表層崩壊発生予測モデル(2)」を使用した。

### 3.1 解析条件

土質強度や土壌水分特性をはじめとする解析条件としては、湯沢砂防工事事務所管内の花崗閃緑岩地帯に対して実施した調査結果を基に設定した。

### 3.2 検討ケース

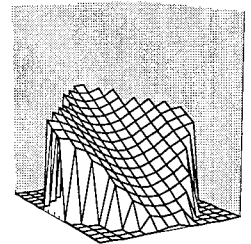
数値実験は、斜面形状を「谷型」、「平行型」、「尾根型」の3タイプ、降雨強度を20, 10, 5mm/hr(連続雨量: 200mm)の3タイプ、そして森林土壌の(深さ方向の)占有率を0, 37.5, 100%の3種類設定し、これらをそれぞれ組み合わせた計27ケース実施した。ここで、斜面表層部を構成する森林土壌としては、A<sub>0</sub>層及びA層より成る深度0-45cmの表層部土層(既往調査(2)での第1層)と設定した。

## 4. 土砂生産抑制を目的とした森林の配置

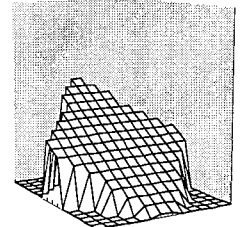
### 4.1 地下水深及び貯留水分量(水源涵養効果)

降雨強度R=10mm/hrを与えた場合を例として、基本要素No.:60斜面(対象斜面中央部)における最大地下水深及び斜面内の最大貯留水分量と森林土壌占有率との関係を図-2に示す。森林土壌占有率の増加とともに最大地下水深は低下するがその低下度合いは僅かであるのに対して最大貯留水分量は明瞭な増加傾向を示している。この傾向は集水性の低い尾根型斜面で最も顕著に認められた。以上の結果は、「森林土壌は、降雨と

(A)谷型斜面



(B)平行型斜面



(C)尾根型斜面

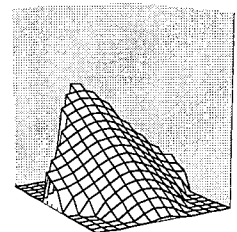


図-1 モデル斜面の形状

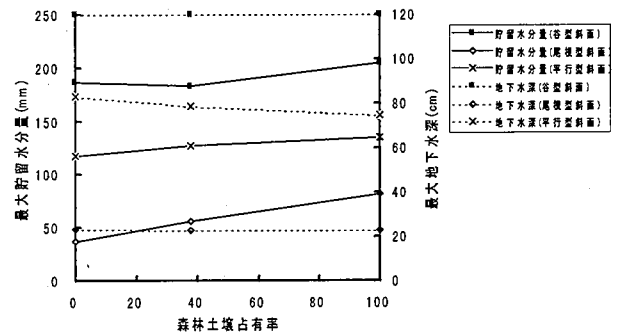


図-2 最大地下水深及び最大貯留水分量と森林土壌占有率との関係(基本要素No.:60;R=10mm/hr)

して与えられた水分量を土層内部でその限界まで貯留しておき、地下水深の発生や下方への流下を抑制する効果を有している。」ことを意味している。貯留水分量が大きいということは、「水源涵養効果が大きい」と考えられるため、水源涵養効果だけから見れば良好な森林は、「尾根型斜面」に配置するのがより効果的であると結論付けられる。一方、斜面の安定性にとっては、地下水深の低下はプラス要因として働くものの、貯留水分量の増加は土塊重量の増加を促すことになるため、逆にマイナス要因となり、相反する傾向が混在する結果となった。

#### 4.2 良好な森林の斜面安定化効果

降雨強度R=10mm/hrを与えた場合のNo. 60斜面における最小安全率並びに最小安全率へと至るのに要する時間と森林土壌占有率との関係を示す図-3より、最小安全率並びに最小安全率到達時間と森林土壌占有率との間には比例関係が認められる(谷型斜面では、全てのケースにおいて最終的には地下水深が同値となったため、森林土壌占有率の増加に伴う安全率の向上は認められない)。図-4に森林土壌の存在による斜面の安全率低減抑制効果量の経時変化を示す。ここで、安全率低減抑制効果量;FSは、森林土壌占有率が37.5%(実際の森林土壌分布)の時の安全率を基準値(Fos)とし、森林土壌占有率を変化させた場合の安全率(Fns)の基準値からの増減量として $[FS = Fns - Fos]$ と定義した。谷型斜面では、良好な森林の存在により降雨前半部において高い斜面安定化効果が確認されるものの、最終的には全てのケースで地下水

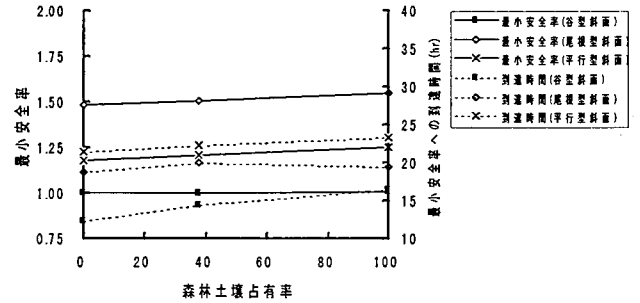


図-3 最小安全率及び最小安全率到達時間と森林土壌占有率との関係(基本要素No.:60;R=10mm/hr)

深が地表面へと現れる結果となったため、その効果はほとんど見られなくなる。これに対して尾根型斜面や平行型斜面では、降雨前半部での斜面安定化効果が計算終了時まで持続され、

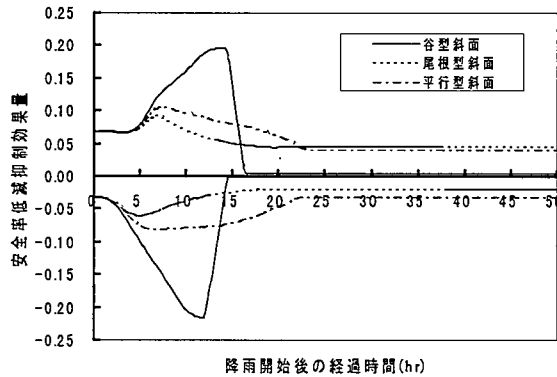


図-4 斜面の安全率低減抑制効果量の経時変化(基本要素No.:60;R=10mm/hr)

基準値と比較して最小安全率の低下が10%程度緩和されている。図-5は、森林土壌占有率と崩壊発生斜面総数との関係を示したものであり、森林土壌占有率の増加に伴い崩壊斜面数が減少していることがわかる。しかし、今回の数値実験で使用した解析条件の下では、森林土壌占有率を37.5%以上としても崩壊発生時刻の遅延効果は見られるが崩壊の抑制にまでは至らなかった。

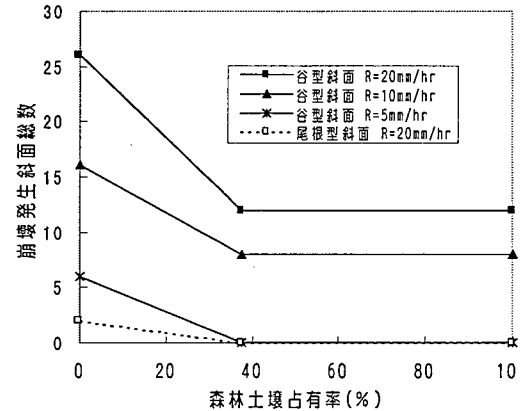


図-5 森林土壌占有率と崩壊発生斜面総数との関係

#### 5. おわりに

今回の検討では、森林の存在場の立地条件(地形特性)の相違による水源涵養効果や斜面安定化効果の相違について、数値実験により検討を加えたわけであるが、その結果、①水源涵養効果や洪水緩和効果に着目した場合、「尾根部」に代表される比較的集水性の低い位置に良好な森林を配置するのがより効果的である。②森林の有する斜面安定化効果を確実にかつ最大限に期待しようとする場合、常に湿潤状態下にある谷筋部よりもその上流部斜面である「平行型斜面」や「尾根型斜面」に良好な森林を育成する方が確実であり、これらの斜面部では良好な森林の存在により豪雨時の安全率の低下が10%程度抑制される。といった事項が確認された。この良好な森林による斜面安定化効果:10%という値が大きい小さいかということに関しては議論が分かれるところであるが、自然環境や生態系の保全に向けられている昨今の状況を勘案すると、森林の有する機能の限界を十分に把握した上で、従来のコンクリート構造物に代表されるハード対策とここで検討したような「良好な森林の育成」との併用で土砂生産源対策ひいては砂防計画を考えていく必要がある。

【参考文献】 1)平松ほか:森林土壌の発達状況の相違が崩壊に及ぼす影響について.平成9年度砂防学会研究発表会概要集,1997 2)井良沢ほか:表層崩壊発生予測モデルの土砂生産予防対策施設配置計画への適用性に関する研究.砂防学会誌 Vol.49, No.5, 1997