

71 森林施業状態の変化にともなう土砂生産状況の変化に関する一考察

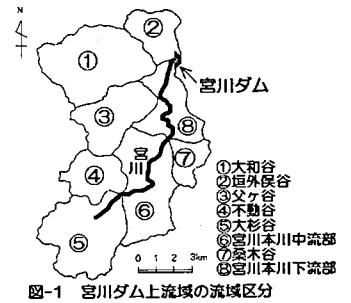
高知大学農学部 平松 晋也 ○黒岩 知恵

1. はじめに

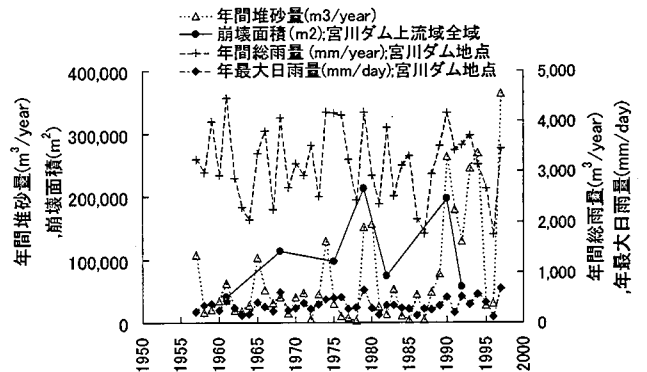
近年、我が国の林業は、木材価格の低迷や経営コストの増加により収益性が低下し、伐採後も植林されずにそのまま放置されている場合も多く見られるようになった。このような傾向が今後も継続するならば、森林の有する様々な機能の低下は免れないであろう。特に、森林の効果が最も顕著に現れる「土砂災害防止機能」すなわち「表面侵食防止機能」や「表層崩壊防止機能」については、著しい機能低下が予測される。そこで、本研究では、林業の衰退に伴う「森林施業状態」の変化が表層崩壊の発生に及ぼす影響を定量的に把握するとともに、「森林施業状態」の変化を指標とした崩壊規模の再現計算を行った。

2. 対象流域の概要

対象流域として抽出した宮川ダム上流域は、三重県中央部に位置する流域面積:125.6km²の多目的ダム流域であり、①～⑧の8単元流域(図-1)より構成されている。宮川ダム上流域の年間総雨量は3,000～5,000mm/yearであり、日本有数の多雨地域として位置付けられる。流域内の地質は、中央構造線の南側に位置する秩父古生層の粘板岩・砂岩である。



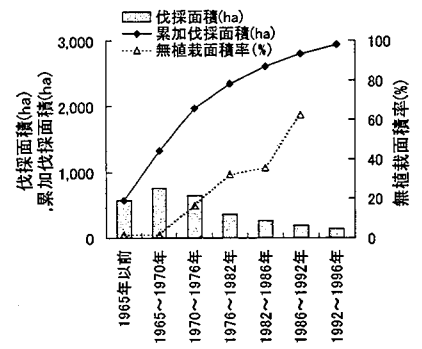
ダム堆砂量の経年変化を示す図-2より、降雨量は例年並であるにもかかわらず、堆砂量は1988年を境に急激に増加していることがわかる。具体的には、1957～1988年には43,000m³/yearであった年平均堆砂量が、1989年以降には180,000m³/yearと4倍以上となっている。図-2中に示した宮川ダム上流域内の崩壊面積の推移を眺めると、1976～1982年と1986～1992年の2期間の崩壊面積はそれぞれ212,225m²(崩壊面積率:0.17%), 196,103m²(崩壊面積率:0.16%)と大きな値を示し、他の期間における崩壊面積率の平均値0.06%の2.5倍以上となっている。これらの崩壊が多発した2期間における年間堆砂量はそれぞれ151,000m³/year(1979年), 156,000m³/year(1980年), 264,000m³/year(1990年)と平均堆砂量:約72,500m³/yearの2～3倍の値を示し、ダム堆砂量の大部分は崩壊土砂により構成されているものと推測される。



3. 森林施業状態の変化が表層崩壊の発生に及ぼす影響

3.1 森林施業状態

伐採面積と各期間の伐採面積に対する無植栽面積の比率(無植栽面積率)の経年変化を示す図-3より、1976年頃までは伐採が盛んに行われ、それ以降は減少傾向を示していることがわかる。1996年現在では、流域の約23%を占める2,937.48haもの森林が伐採されたことになる。また、1970年頃までは多量の森林が伐採されながらも積極的に進められていた植栽が1970年以降は徐々に行われなくなり、伐採後もそのまま放置されるという状況が顕著に認められ、1986～1992年の期間では無植栽面積率は62.5%と最大値を示している。



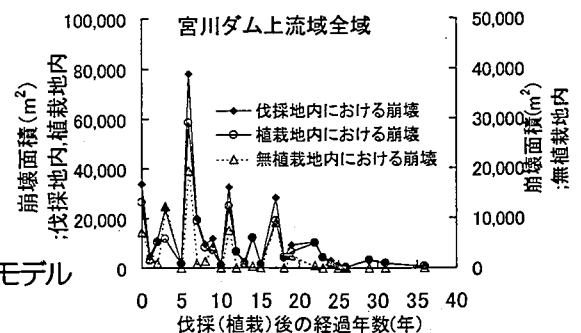
3.2 森林施業と崩壊との関係

伐採地を植栽地と無植栽地とに区分し、森林施業開始(伐採・植栽)後の経過年数と崩壊発生状況との関係を示す図-4より、伐採後6年で斜面の不安定化が最も顕著に認められ、崩壊が多発していることがわかる。また、植栽後25年以上経過した区域においてはほとんど崩壊が発生しておらず、植栽により斜面が安定化していることがわかる。

4. 森林施業状態の変化を指標とした崩壊予測

4.1 表層崩壊を対象とした植栽の有・無による斜面安定性変動予測モデル

既往研究²⁾では、森林伐採後の植栽の有・無によりダム堆砂量への影響度が変化するという事実を示し、植栽面積:AF(ha)と伐採面



積:AL(ha)を基に(1),(2)式を用いて「植栽による安定化面積:AFs(t)(ha)」と「伐採による不安定化面積:ALs(t)(ha)」を算出し、さらに(3)式から求められる「土砂生産可能面積:AP(t)(ha)」を指標として、ダム堆砂量に及ぼす森林施業の影響度評価を行っている。既往モデル¹⁾では、植栽により斜面の安定化率が100%になる年数(植栽による回復年数)を20年、伐採により斜面の不安定化率が100%になる年数(伐採根腐朽年数)を20年と設定している。

$$AFs(t) = AF \cdot Fs(t) \dots\dots\dots(1) \quad ALs(t) = AL \cdot Ls(t) \dots\dots\dots(2)$$

$$AP(t) = ALs(t) - AFs(t) \dots\dots\dots(3)$$

しかしながら、既往モデル¹⁾により得られる土砂生産可能面積と実績崩壊面積率の間にはほとんど相関性は認められない(図-5)。これは、既往モデルがダム堆砂量を説明することを前提として構築された「森林の表面侵食防止効果」を反映したモデルであるため、樹木根系の緊縛力により抑制される表層崩壊に対して適用するには無理があったものと考えられる。

そこで、本研究では、既往モデル¹⁾と同様の観点から、森林施業状態を指標として表層崩壊現象の説明を行うことを目的として、新たに「表層崩壊を対象とした植栽の有・無による斜面安定性変動予測モデル(図-6)」を構築した。本モデルでは、樹木根系による土の力学的強度補強効果に関する従来の研究事例²⁾や森林施業状態の変化による崩壊発生状況の相違(図-4)を勘案し、植栽による回復年数を25年、伐採根腐朽年数を6年と設定して、「伐採による不安定化面積:ALs(t)(ha):(2)式」から「植栽による安定化面積:AFs(t)(ha):(1)式」を差し引いた値を「崩壊可能面積:AP(t)(ha):(3)式」とし、この値の流域面積:a(ha)に対する比率を「崩壊可能面積率:APr(t)(%)」と定義した。

4.2 崩壊可能面積率:APrと実績崩壊面積率との関係

図-6に示す斜面安定性変動予測モデルより得られた宮川ダム上流域の崩壊可能面積率と実績崩壊面積率の経年変化を示す図-7より、若干のばらつきや時期的なずれが認められるものの、概ね同様の傾向を示し、本研究で提示した崩壊可能面積率は、崩壊面積率を予測する上での説明変数として利用可能であることがわかる。

4.3 崩壊可能面積率:APrを指標とした崩壊現象の再現性

表層崩壊発生規模(崩壊面積率)の説明変数として、崩壊可能面積率:APrと宮川ダム地点の年最大日雨量とを抽出し、降雨量と森林施業状態を指標とした「崩壊面積率予測式((4)式)」を新たに提示した。

$$s/a = 0.858 \cdot 10^{-6} \cdot (R^2 - 325)^2 + 0.028 \cdot APr(t)^{0.559} - 0.030 \quad (\text{重相関係数: } R=0.77) \dots\dots\dots(4)$$

(4)式を宮川ダム上流域に適用することにより得られた崩壊面積率の計算値と実測値の経年変化を示す図-8より、1961~1982年の期間内の計算値による再現性は高く、特に、崩壊面積率が最大値を示した1979年の崩壊多発現象を精度よく再現していることがわかる。これに対し、1990年以降の再現性は若干劣るようである。この理由としては、降雨指標として抽出した宮川ダム地点における年最大日雨量だけでは、宮川ダム上流域の降雨特性を十分に把握できなかったことが挙げられよう。

5.おわりに

本研究で新たに提示した「崩壊面積率予測式:(4)式」を用いることにより、流域内の森林施業状態と降雨量を知ることにより、崩壊規模(崩壊面積率)の再現が可能となることがわかった。今後は、同式を現地流域へ適用して、流域内の土砂生産形態を表層崩壊と表面侵食とに分離し、森林施業状態を指標とした流域からの土砂生産の将来予測を試みる予定である。また、他地域に対しても本研究と同様の調査を実施することにより、「崩壊面積率予測式:(4)式」の汎用性を検討する必要がある。

【参考文献】

- 1) 荒砂隆文:森林施業の変化が流域の土砂生産能力に及ぼす影響, 1998年度高知大学卒業論文
- 2) 塚本良則:森林・水・土の保全—湿潤変動帯の水文地学—, 朝倉書店, p.89-102, 1998

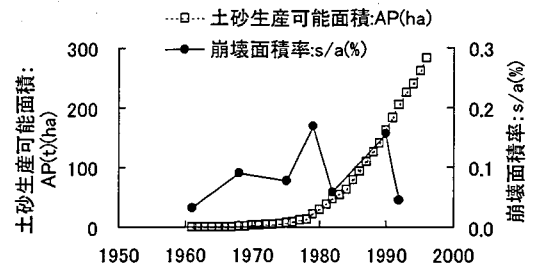


図-5 既往モデル¹⁾による土砂生産可能面積と実績崩壊面積率の経年変化

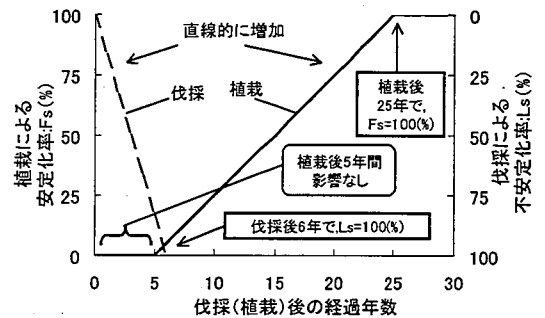


図-6 表層崩壊を対象とした斜面安定性変動予測モデル

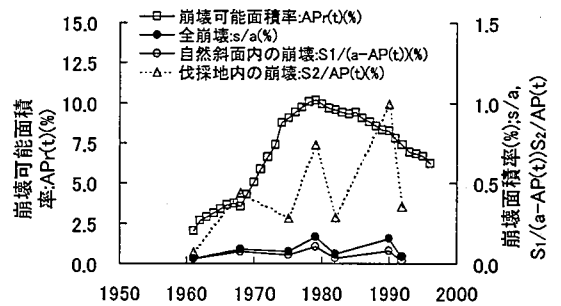


図-7 表層崩壊を対象とした斜面安定性変動予測モデルによる崩壊可能面積率と実績崩壊面積率との経年変化

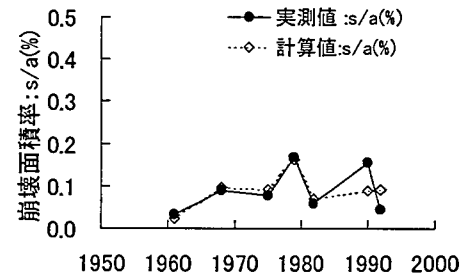


図-8 実測崩壊面積率と計算崩壊面積率の経年変化