

36 森林施行の変化に伴う流出土砂量の変化

高知大学農学部 平松 晋也
 国土防災技術(株) ○荒砂 隆文

1. はじめに

我が国の林業は、大量かつ安価な外材の輸入による木材価格の低迷に加え、経営コストの増加により収益性が低下し、衰退傾向にあるというのが現状である。森林の整備は、造林・保育・伐採等の林業生産活動を通じて図られることになるため、このような林業生産活動の低迷は森林の荒廃化を意味すると言っても過言ではない。本研究では、ダム堆砂資料を用いて、林業の衰退に伴う森林整備すなわち森林施業状態の変化が、流域からの土砂生産状況ひいては土砂生産ポテンシャルに及ぼす影響を定量的に把握するとともに、森林施業の変化を指標とした流域からの土砂生産状況の再現計算を行った。

2. 流域からの土砂生産状況の変化

2.1 対象流域

対象流域は紀伊半島中央部に位置する流域面積約 130km² の多目的ダム流域であり、中央構造線の南側に位置する秩父古生層より成っている。流域の約 40%が人工林によって占められ、崩壊面積率は 0.4%程度である。

2.2 ダム堆砂量の経年変化

ダム堆砂量の累加状況をとりまとめた図-1より、ダム堆砂量(堆砂速度)は 1988年(昭和63年)を境に急激に増加していることがわかる。具体的には、ダム竣工時から昭和63年までは「40,000m³/年(320m³/km²/年)」程度であった年平均堆砂量が、昭和63年以降には「200,000m³/年(1,600m³/km²/年)」と概ね5倍となっている。

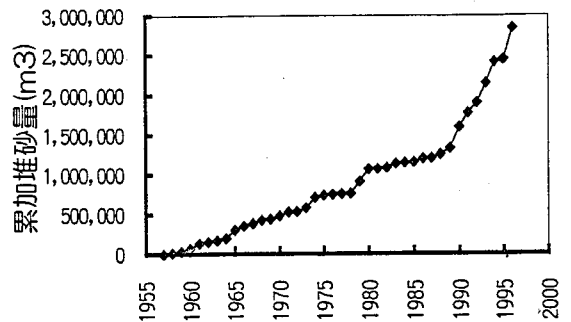


図-1 ダム堆砂量の累加状況

2.3 ダム堆砂量と降雨量との関係

降雨量は例年並であるにもかかわらず昭和63年(1988年)以降、堆砂量は急激な上昇を示したため、昭和60年を境界年と仮定し、昭和33年から昭和60年と昭和61年から平成8年の2時期に分けて年間堆砂量と年間総

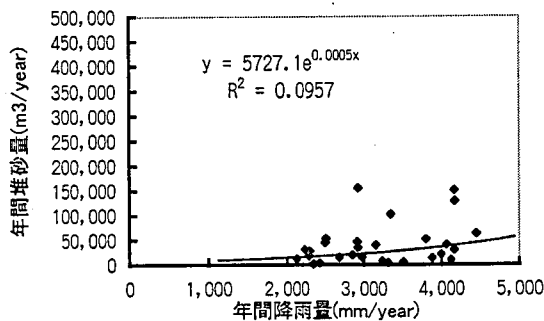


図-2(1) 堆砂量と降雨量の関係(昭和33年～60年)

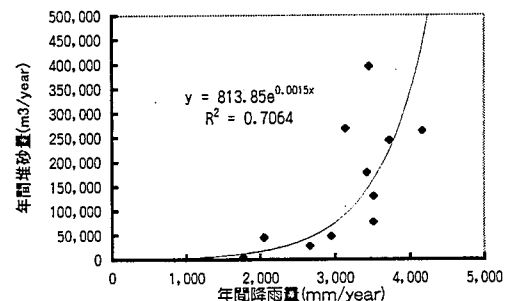


図-2(2) 堆砂量と降雨量の関係(昭和61年～平成8年)

雨量との関係をとりとまとめたものを図-2に示す。昭和33～60年の年間堆砂量と年間総雨量との間には明瞭な相関関係が見られなかったものの、昭和61年～平成8年の年間堆砂量と年間総雨量との間には相関係数が R=0.84と極めて高い相関関係が確認された。

3. ダム堆砂量と森林施行状態との関係

3.1 森林の施行状態の推移

伐採面積と各年度の伐採面積に対する無植栽面積の比率の経年変化をとりとまとめた図-3より、昭和51年頃まで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。また、昭和45年頃までは伐採してもその大部分に対して植栽が行われていたのに対し、それ以降、無植栽面積比率は増加傾向を示し、昭和61年～平成4年までの6年間に伐採された森林面積の62.5%を占める89.74haもの面積が無植栽状態で放置されていることがわかる。

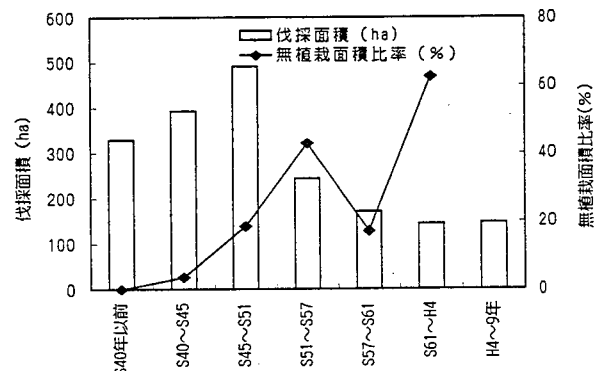


図-3 伐採面積の経年変化

3.2 森林施行と土砂生産

森林の伐採面積と堆砂量との間には、負の相関性が見られる結果となった。これに対して、森林伐採面積を植栽面積と無植栽面積に区分して、それぞれ堆砂量との関係を眺めると(図-4)、植栽面積と堆砂量との間には負の相関性が、無植栽面積と堆砂量との間には正の相関性が確認された。以上の結果より、伐採が行われても植栽の有・無によって堆砂量への影響度が変化することが確認された。

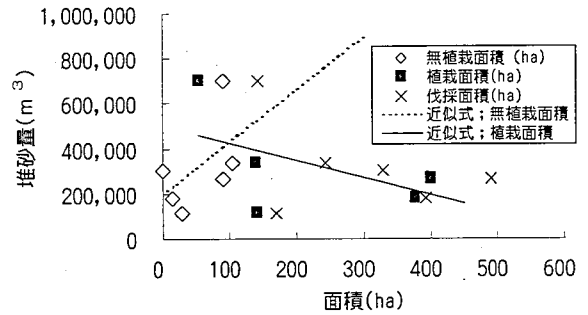


図-4 堆砂量と森林の整備状況との関係

4. 森林施行状態の変化を指標とした土砂生産予測

4.1 植栽の有・無による斜面の安定性変動予測モデル

図-5に示すように、植栽により斜面の安定性が100%になる年数を20年、また、伐採により斜面の不安定性が100%になる年数を20年とし、これにより得られる『植栽による安定化面積；AFs；(1)式より』と『伐採による不安定化面積；ALs；(2)式より』を用いて(3)式により『土砂生産可能面積；AP(ha)』を定義した。

$$AFs^t = AF \cdot Fs^t \dots\dots\dots(1)$$

$$ALs^t = AL \cdot Ls^t \dots\dots\dots(2)$$

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

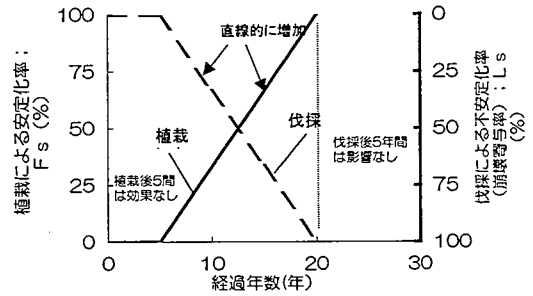


図-5 植栽の有・無による斜面の安定性変動予測モデル

4.2 土砂生産可能面積とダム堆砂量の関係

(3)式により得られたダム上流域の土砂生産可能面積；AP(ha)と堆砂量の経年変化を示す図-6より、多少のばらつきや時期的なずれが見られるものの、昭和63年以降の急激な堆砂量の増加とともに土砂生産可能面積も増加していることがわかる。このことより、土砂生産可能面積は、ダム堆砂量を説明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。

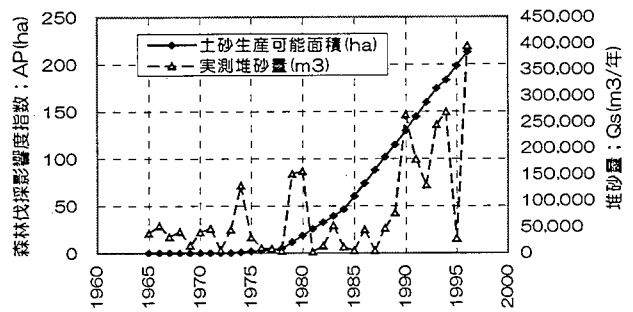


図-6 土砂生産可能面積 (AP)と堆砂量 (Qs)の経年変化

ダム上流域における土砂生産可能面積；AP(ha)と堆砂量の間には高い相関性が確認され、年間ダム堆砂量；Qs (m³/年)は(4)式で表すことができる。

$$Qs = 920.31 \cdot AP + 27877 \dots\dots\dots(4)$$

4.3 ダム堆砂量の再現

前章で得られた年間総雨量とダム堆砂量の関係式と、森林の施行状態を指標とした土砂生産可能面積；APとダム堆砂量；Qsの関係式とをリンクすることにより、降雨量と森林の整備状況を指標とした生産土砂量予測式((5),(6)式)を新たに誘導した。

$$\text{昭和33} \sim \text{60年} : Qs = 460.155 \cdot AP + 2863.55e^{0.0005 \cdot R} + 13938.5 \dots\dots\dots(5)$$

$$\text{昭和61} \sim \text{平成8年} : Qs = 460.155 \cdot AP + 406.925e^{0.0015 \cdot R} + 13938.5 \dots\dots\dots(6)$$

堆砂量の計算値と実測値とを比較すると(図-7)、土砂生産量の少なかった昭和40年から62年までの期間では、若干ばらつきが見られるものの、昭和63年以降の急激な堆砂量の増加は忠実に再現されていることがわかる。一方、ダム堆砂量が急激に増加した昭和61年から平成8年までの期間では、計算値は昭和62年を境界年とする堆砂量の急増や、その後、平成2年をピークに堆砂量が低下する傾向を精度良く再現している。

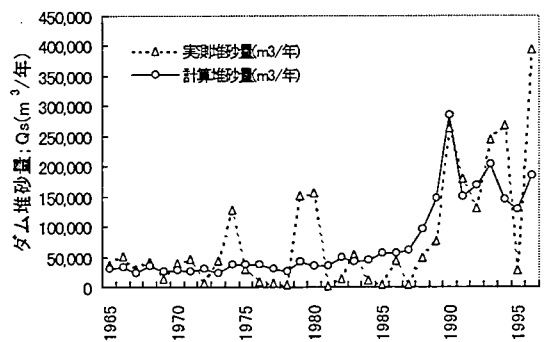


図-7 実測堆砂量と計算堆砂量の経年変化

5. おわりに

本研究で提示した「植栽の有・無による斜面安定性変動予測モデル」では、植栽されずに放置された伐採面積は未来永劫にわたり裸地であるものとしてとり扱っている。しかしながら、実際には、これらの無植栽区においても伐採後長い年月が経過すると、下層植生等が自然回復することによって伐採の影響が薄らいでいくことが十分に考えられる。このため、今後は、新たに植生の自然回復力を加味した変数を加えることにより、本研究で提示した生産土砂量予測式の精度を向上させていく必要がある。