

氏名(本籍・生年月日) 秋田 寛己(青森県 昭和58年7月31日)

学位の種類 博士(農学)

学位記番号 甲 第51号

学位授与の日付 平成26年9月30日

学位授与の要件 信州大学学位規程 第5条第1項該当

学位論文題目 木製治山堰堤における腐朽の進行過程の解明と予測

論文審査委員 主査 教授 北原 曜 教授 植木 達人

教授 平松 晋也

教授 武田 孝志

教授 石川 芳治(東京農工大学)

論文内容の要旨

【目的】本研究は木製治山堰堤(以下、木堰堤と略述)の現地による腐朽継続調査を行い、腐朽の進行過程及び気候条件や構造条件といった各種条件による腐朽への影響を解明することを目的とした。

【調査地】聞き取り調査の整理対象は、日本全国の国有林内と民有林内における木堰堤とした。腐朽調査の対象地は、長野県・静岡県・青森県の18箇所における木堰堤施工地とした。経過年は主に0～9年経過のカラマツ材及びスギ材の木堰堤であり、御岳の調査地では21年経過を対象とした。

【調査方法】施工実績では、全国の森林管理局と農林部局の54機関に対する聞き取り調査を行った。腐朽調査はピロディン貫入量調査と成長錐調査を行った。また、施工地の気候条件や構造条件については、アメダス観測所データや一般構造図等から整理した。

【結果と考察】4章では施工実態の聞き取り調査結果より、施工推移や経過年分布を明らかにした。平成25年度までに、全国の木堰堤基数は1,166基であり、42道府県で実績があった。木堰堤の使用樹種はスギ、ヒノキ、カラマツ、トドマツ、アスナロの5種で、スギ材とカラマツ材の2樹種で全体の8割程度を占めていた。防腐剤の使用割合では1,166基に対し305基となり、26%程度であった。施工後10年以上経過した施設は国有林内で16基あり、民有林内で352基となった。

5章では、木堰堤の腐朽の進行過程と経年変化を解明するため、ピロディンを用いて施工後5年及び6年経過した木堰堤の継続調査を実施した。その結果、施工後6年経過した木堰堤のピロディン貫入量の相対度数は対数正規分布を示し、分布曲線は4年経過以上に正方向へと傾倒していた。次に、施工直後の正規分布から貫入量26mmを超過する割合を腐朽比率とし、腐朽進行を袖部・本体の部位別に比較すると、腐朽し

やすい箇所は6年経過しても、腐朽が進行しやすい部位のままであった。腐朽の経年変化では、ピロディン貫入量の平均値 μ 及び標準偏差 σ と経過年数、また腐朽比率と経過年数には相関があり、それぞれ年数を経過するほど測定値の増加が認められ、腐朽が進行する様子を確認できた。

6章では、環境条件の異なる3県における腐朽調査を実施し、木堰堤の腐朽の進行程度に及ぼす気候条件と構造条件を明らかにした。重回帰分析の結果として、気候条件では気温と降水日数から算出したClimate Index (T.C.Sheffer (1971) が定義した指数であり、以下CIと略述)、気温から算出したWarmth Index、年平均気温、標高が影響を及ぼす因子と考えられた。構造条件では比流量、水通し幅、堤長、堤高がそれぞれ影響を及ぼす因子と考えられた。気候と構造条件の統合結果として、CI、標高、堤高が説明変数として抽出され、施工後5年までの μ の予測式が得られた。

7章では、貫入増加量 $\Delta\mu$ を計算することで分布推移を明らかにし、常水有無や部位、樹種別に比較した。 μ の一次式による回帰係数から腐朽速度 $\Delta\mu v$ を求め、気候条件や構造条件との重回帰分析を行った。なお、一次式中の切片 b は腐朽前の μ を示すため、 $\Delta\mu v$ は元々の木材密度には影響されない。6章ではCI・標高・堤高の3指標が腐朽と関係していたが、本章では $\Delta\mu$ に樹種による違いが見られたことで、カラマツ材に絞り込んで考察した。CIと標高は多重共線性の面からCIを指標から外し、標高と堤高の2指標で式を組むことができ、元々の木材密度の影響が除かれて有意性が高くなった。重回帰式は統計的に有意性が示されたことから、継続調査によるピロディン貫入量 μ は腐朽指標として妥当と考えられた。

8章では、施工後9年経過までの木堰堤における腐朽の実態を明らかにし、構造計算を行うことで部材交換年数を求めた。容積密度数 ρ と含水率や経過年との間には相関があり、 ρ の計算値により部材消失までの限界年数を計算した。構造物全体の安定性や部材の応力計算を行ったところ、9年経過した木堰堤は安定条件を満足していた。木堰堤の部材応力は、部材直径、堤高、越流水深、縦木間隔を与えることで計算可能であり、腐朽による直径減少に伴う応力の増加傾向を累乗式で表現することができた。部材の応力計算式と7章による腐朽速度 $\Delta\mu v$ の重回帰式を組み合わせることで、木堰堤の部材交換年数を計算した。この式は樹種の違いや施設規模、設置条件といった各種条件から部材交換年数が計算でき、 ρ から求めた限界年数内にも概ね収まった。袖部の部材交換年数は、限界年数の算出結果から本体と5年程度の差があるため、5年を差し引くことで求められる。

最後には本研究によって、普遍性のある腐朽指標を分析し、木堰堤の将来的な維持管理指針の策定に向けた提言を示した。提言内容としては、木堰堤の部材交換年数、将来的な維持管理や施設構造、腐朽しにくい条件の3つにまとめた。

以上