

学位論文の審査結果の要旨

本論文は、近年各地で多数施工されている木製治山堰堤について、将来的な部材交換やメンテナンス方法等といった維持管理指針策定のため、全国的な施工実態および使用木材の腐朽の進行と環境との関係を解明し、腐朽の将来予測を行ったものである。施工実態調査は、日本全国の国有林内と民有林内における木堰堤を対象とし、腐朽調査は、長野県・静岡県・青森県の18箇所における木堰堤施工地を対象としている。腐朽調査はピロディン貫入量と成長錐を用いて行っている。

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、平成25年度までに、全国の木堰堤基数は1,100基を超え、42道府県で実績があったことを明らかにしている。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割程度を占めること、防腐剤の使用割合は28%程度であったことを報告している。

5章では、木堰堤の腐朽の進行過程と経年変化を解明している。まず、木堰堤のピロディン貫入量の相対度数は施工直後が正規分布を示すのに対し、その後は対数正規分布を示すことを明らかにしている。そこで、ピロディン貫入量が一定値を超過する割合を腐朽比率と定義し、腐朽しやすい箇所を特定している。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は相関関係にあり、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定量的に明らかにしている。

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ている。重回帰分析を行い、気候条件では気温と降水日数から算出したCI、気温から算出したWI、年平均気温、標高が腐朽に影響を及ぼす因子と考察し、構造条件では比流量、水通し幅、堤長、堤高がそれぞれ腐朽に影響を及ぼす因子と考察している。この気候と構造条件を統合し、CI、標高、堤高を説明変数として、施工後5年までの μ の予測式を得ている。

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ている。 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結果、樹種による違いを明らかにしている。そこで、カラマツ材に絞り込んで解析した結果、標高と堤高の2指標で式を組めることを明らかにしている。

8章では、腐朽の実態と構造計算から部材交換年数を求めている。容積密度数 ρ と含水率や経過年との間には統計的な関係性が認められるため、部材消失までの限界年数を試算している。構造物全体の安定性や部材の応力計算から、9年経過した木堰堤は安定

条件を満足していることを示した。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るとし、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し、部材の応力計算式と腐朽速度 $\Delta \mu r$ の重回帰式を組み合わせ、木堰堤の部材交換年数を算出している。この式は樹種の違いや施設の規模、環境条件などの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ているとして結論づけている。

以上の論文内容は、筆頭著者として英文論文を含む4本に発表されており、これまで未解明であった木製治山堰堤の腐朽の進行過程を定量的に的確に表現しており、環境条件や構造の異なる全国の木製治山堰堤の腐朽予測と部材交換等維持管理技術の発展に大きく寄与するものである。したがって、本論文は学位論文として十分に相当するものと判断した。

公表主要論文名

- ・ 秋田寛己・北原曜・小野裕(2011)長野県内における木製治山堰堤の腐朽の進行過程と経年変化. 日本森林学会誌93 : 253-261
- ・ Akita H, Kitahara H, Ono H(2014)Effect of climate and structure on the progression of wooden check dam decay. Journal of Forest Research (accept January 2014)