

学位論文審査の結果の要旨

氏名	Sanz Grifrio Limin
審査委員	主査 大上 博基 副査 森 牧人 副査 佐藤 嘉展 副査 戎 信宏 副査 松村 伸二

論文名

Influences of plantation forests on hydrological processes in mountainous watersheds
(山地流域におけるプランテーション林が水循環過程に及ぼす影響)

審査結果の要旨

森林が流域の洪水を抑制し流域の水資源を涵養する環境サービスの役割は、行政、産業、学術、住民などあらゆるステークホルダーにとっての世界的な関心ごとであり、流域の水循環過程に関する研究は数多く進められている。しかしながら、どのようなタイプの森林が洪水抑制・渇水緩和効果に長けているか、あるいは森林が別の土地利用に転換された場合に流域の水循環過程がどのように変化するかについて、とくに森林開発の顕著な熱帯地域においては、より多くのケーススタディーが待たれている現状にある。

本論文の目的は、熱帯地域のプランテーション林が流域の水循環過程に及ぼす影響を明らかにすることであり、内容は次の3項目に分けられる。第一に、山地流域における面積雨量を推定するため、従来適用されてきたティーセン法と標高法を組み合わせた新たな方法を開発した。高低差が大きく雨量が地点ごとに大きく異なる加茂川流域にこの組合せ法を適用し、面積雨量が良好に再現できることを明らかにした。第二に、サバ川上流域のプランテーション林；クローブ林とコーヒー林で降雨遮断過程を測定し、雨水の土壌面への到達と地下への供給という観点で、各プランテーション林が水循環に及ぼす影響の違いを明らかにした。第三に、サバ川上流に設定した小流域における面積雨量を組合せ法で推定し、小流域末端で測定した流出量を再現するように水循環モデルを開発し、クローブ林とコーヒー林が小流域の水循環過程に及ぼす影響を定量化した。

以下、論文を構成するテーマごとに、その内容と評価できる点を整理し、審査結果を記述する。

(1) 山地流域における面積平均雨量の推定

愛媛県加茂川山地流域(標高 120 - 1920 m, 標高 1400 m 以上が全面積の約 10%)を対象とし、流域内とその近傍の9地点で 1998 - 2010 年に測定した降水量を用いて、4種類の面積雨量(AAR)推定法；①算術平均法、②ティーセン法、③標高法、④組合せ(②と③)法を比較した。④は地点雨量に対する地点標高の寄与率で③を重みづけする方法で、本論文で新たに開発した。まず、各雨量測定地点の標高(1620 m の瓶ヶ森を含む)と月雨量の関係を整理した結果、両者の関係は比較的高い寄与率で線形回帰できた。各月における回帰式を用いて各測定地点の月雨量を計算した結果、いずれも極めて良好に月雨量を再現することができた。次に、4種類の AAR 法を評価するために以下の2つの方法を適用した。第一に、年 AAR と年蒸発散比(蒸発散量は水収支法で算定)の関係を他の山林地流域で得られた関係と比較した結果、③と④が良好であった。①と②が良好でなかったのは、高標高部での多雨が再現できず、水収支法によ

る蒸発散が過小評価されたからである。第二に、Fu (1981)の合理法を適用した結果、④が最も良好であった。本研究の成果は、標高差の大きい山地流域の AAR を推定するためには高標高地点における雨量観測が不可欠であることを実証した点と、鉛直方向の雨量分布と水平方向の雨量分布の両者を考慮した組合せ法を新たに開発し、その有効性を実証した点であると評価できる。

(2) プランテーション林における降雨遮断過程の解明

インドネシア・バリ島北部のサバ川流域の上流域を対象とし、プランテーション林；クローブ林とコーヒー林で降雨遮断過程(群落通過雨量と樹幹流)を 1 年間測定し、雨水の土壌面への到達と地下への供給という観点で、各プランテーション林(主としてその群落構造)が水循環に及ぼす影響の違いを明らかにした。まず、クローブ林とコーヒー林における群落通過雨量の年平均値は、群落上雨量のそれぞれ 63.5 %と 60.1 %であった。コーヒー林はクローブ林よりも LAI が小さいが天空率が小さいことが、その主因であると考えられた。また、群落通過雨量の経時変化から、コーヒー林よりもクローブ林のほうが降雨に対する応答が遅いことが分かった。次に、両プランテーション林における樹幹流の年平均値は、双方とも群落上雨量の 1.0 %であった。この樹幹流は面的にとらえると極めて小さいが、栽植密度の高いコーヒー林では雨水を分散させて地下へ供給する過程になっていると考えられた。クローブ林では落葉も収穫されるために土壌表層のリター層と腐植層が薄いのにに対し、コーヒー林ではそれらの層が発達していることが、樹幹流と群落通過雨量を地下へ効果的に浸透させることに機能していると結論付けた。本研究の成果は、異なる群落構造をもつプランテーション林によって降雨遮断過程が異なることを林分スケールで明らかにした点と、コーヒー林による洪水抑制・渇水緩和効果の可能性とクローブ林における森林管理の課題を示した点であると評価できる。

(3) サバ川上流の小流域における水循環モデルの開発とプランテーションが水循環に果たす役割の評価

自然林、クローブ林、コーヒー林で主として構成される対象流域の水循環過程は、集中型水循環モデルの組み合わせでは良好に再現できない(寄与率 0.23)ことを示したうえで、土地利用の配置と土地利用ごとの水循環過程の特性を考慮に入れた分布型タンクモデルが適用された。(2)で明らかにした群落通過雨量と樹幹流がモデルへ入力された。モデルパラメータのうち、最終浸透能には各林で測定した値を初期入力し、他のパラメータとともに最適化で決定した。このモデルにより、対象流域末端における流出量は集中型モデルよりも良好に再現できた(寄与率 0.51)。次に、本モデルによるシミュレーションにより、全てのクローブ林をコーヒー林に置き換えたところ、ピーク流出量が低下し基底流出が一部上昇した。このように、コーヒー林による洪水抑制と渇水緩和効果が定量化された。本研究の成果は、クローブ林やコーヒー林が流域の水循環に与える影響を定量的に評価した点であり、今後の当該分野の研究の発展に寄与すると期待できると同時に、今後の山林地流域における土地利用計画の指針を与えることができると期待できる。

本論文に関する公開審査会は、平成 27 年 2 月 7 日に愛媛大学農学部において開催され、論文発表と質疑応答が行われた。引き続き開催された学位審査委員会で本論文を慎重に審査し、審査委員全員一致して、本論文が博士(農学)の学位を授与するに値するものと判定した。