

氏 名	野 口 正 二
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学位記番号	論 農 博 第 2394 号
学位授与の日付	平 成 13 年 11 月 26 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	Hydrological characteristics of a small catchment in a tropical rain forest, Peninsular Malaysia (半島マレーシア熱帯雨林小流域における水文特性)
論文調査委員	(主 査) 教 授 谷 誠 教 授 武 田 博 清 教 授 三 野 徹

論 文 内 容 の 要 旨

本研究は、半島マレーシアの熱帯雨林小流域 (BT) 対象に水文観測を実施し、水文特性を明らかにしたものである。降雨特性は、北東モンスーンと南西モンスーンの影響により、月別降雨量が年間を通じて2つのピーク (5月と11月) を持つ季節変化を示した。また、明瞭な日周期変化が認められ、降雨量の62%は午後13時から19時の間に集中することがわかった。降雨イベントは、温帯地域と比較し、総雨量の最大値 (96 mm) が小さく、継続時間が短く、頻度が高く、強度が大きいと特徴づけられた。

土壌物理特性や地中水の選択的流出経路について調査を実施した。飽和透水係数の値は、深度が増すほど小さくなる傾向があった。その値は、他の熱帯地域での測定結果より高い値を示し、降雨強度が大きいこの地域においても雨水が地中に浸入しうることが明らかになった。このことから、地中水の挙動が流出特性を評価するうえで重要であることが予想された。土壌水分特性曲線は、サクシオンが 30 cmH₂O で大きく孔隙率が変化する典型的な森林土壌の性質を示した。染料を用いて地中水の選択的流出経路を調査した結果、植物根系とシロアリの活動が選択的流出経路として寄与していることが確認された。

斜面上の土壌水分の長期測定を実施したところ、BT は湿潤熱帯地域にあり明瞭な乾季・雨季はないが、土壌水分は降雨量に対応して明瞭な季節変動を示した。深度 0-160 cm 間の土壌水貯留量は 488~694 mm の範囲 (平均値: 565 mm) で変化した。上部 (深度: 0-80 cm) の方が、下部 (深度: 80-160 cm) よりも降雨に対して著しく変動し、年間を通じて高い値で変化した。降雨流出応答が土壌水分の季節変動によって大きく変動し、雨水が地中に一時貯留されることによって洪水流出が小さくなることが明らかになった。

従来の短期水収支法によって推定された蒸発散量は、水収支期間が土壌の乾燥から湿潤に移行する季節、または湿潤から乾燥に移行する季節に当たる場合、過大または過小評価されることが明らかにされた。そこで、土壌水の貯留量を考慮した短期水収支法を開発し適用したところ、蒸発散量として、2.7~4.9 mm d⁻¹ (平均値 3.8 mm d⁻¹) の値が得られた。本研究で開発された土壌水の貯留量を考慮した短期水収支法は、熱帯雨林気候に適用可能な流域蒸発散量の推定法として有効である。これによって得られた蒸発散の季節変化は、熱帯雨林地域での広域蒸発散量推定の検証に用いることができる。

BT における直接流出量、低減係数、流況について検討し、さらに、流出モデル (HYCYMODEL) によって降雨・流出応答特性を調べた。その結果、直接流出量が土壌の乾湿状況によって大きく異なること、しかし、降雨量が初期損失量を上回ると、雨水がほとんど直接流出として流出することが示された。BT の流況曲線は、年降雨量によって変動し、日本の河川での報告例と同様の傾向を示した。BT における豊水量と渇水量の比と低減係数の関係は、BT と同じ基岩地質を持つ堆積岩流域での結果の範囲の中にあつた。また、BT の流出量および貯留量の変動については、HYCYMODEL を用いて再現することができ、求められたパラメータの値は、日本の堆積岩流域において求められたパラメータと同様な値を示した。このように、BT の流出特性は、湿潤熱帯地域に位置するとはいえ、温帯の日本と同様に、降雨量と基盤地質によって特徴づけられると考えられた。

さらに、BTに隣接するゴム園と林地の土壤物理特性を比較した。ゴム園のテラス傾斜部での飽和透水係数の値は林地での値と同様なオーダーであったが、ゴム園のテラス平坦部での飽和透水係数の値は林地での値より1~2オーダー小さい値を示した。また、土壤のマクロポアとミクロポアの割合および土層深は、林地>ゴム園テラス傾斜部>ゴム園テラス平坦部の順に大きい値を示した。降雨強度が大きいこの地域において、ゴム園テラス平坦部では、雨水をすべて浸透させることができないことになり、林地の開発による流出機構の変化が示唆された。

本研究により、マレーシア半島熱帯雨林小流域(BT)における基本的な水文特性(降雨特性、土壤物理特性、土壤水分の変動、蒸発散量、流出特性)が明らかにされ、さらに隣接するゴム園と林地の土壤物理特性の比較により、開発による洪水流出量の増大が定量的に評価された。

論文審査の結果の要旨

熱帯雨林流域における水循環の解明は、当該地域の洪水防止や水資源保全の必要上重要な課題であるばかりでなく、熱帯地域の生物圏が地球環境に及ぼす影響を把握するためにも緊急の課題である。しかしながら、降雨と河川流量の観測や植生・土壤に関する調査が行われてはいても、水循環の物理機構に焦点をあてた詳細な水文学的観測研究は非常に少ない。どのような条件の流域がどのような降雨流出の応答特性を持つのか、あるいは、温帯地域の流域と比べて気候の違いの影響はどのようなプロセスを経て現れているのかが良く理解されるに至っていないのである。本論文は、半島マレーシアの熱帯雨林小流域(BT)において、土壤物理性や土壤層の厚さ、土壤水分の長期変化などを、降雨量、流出量とともに調査観測して、水循環過程の詳細を明らかにしたものであり、評価すべき点は以下のようにまとめられる。

1) BTの降雨特性は、温帯地域と比較して、ひと雨の総雨量が小さく、継続時間が短く、頻度が高く、強度が大きいと特徴づけられた。一方、土壤の飽和透水係数の値は、深度が増すほど小さくなる傾向があったとはいえ、他の熱帯地域での測定結果より高い値を示し、降雨強度が大きいにもかかわらず雨水が地中に浸透しうることがわかった。また、土壤水分特性曲線は、温帯地域で通常みられる典型的な森林土壤の性質を示した。さらに、植物根系とシロアリの活動が選択的流出経路として寄与していることも明らかになった。これらのことから、流出過程において、地表面流ではなく、地中の経路が重要な役割を果たすことが明らかになった。

2) BT内の試験斜面で土壤水分の長期測定を実施したところ、土壤水分が降雨量の変動に対応して明瞭な季節変化を示した。このことから、乾季がはっきりしていない熱帯雨林流域においても、温帯と同様、土壤に雨水が一時貯留されることによって洪水流出量のピークが緩和される傾向があることが明らかになった。

3) BTにおける流出特性について、流出モデル(HYCYMODEL)解析を含む検討を行ったところ、BTでは、洪水流出量が土壤の乾湿によって大きく変化するが、降雨が大きくなると雨水がほとんど洪水流出として流出することが示された。この傾向は、温帯の日本では堆積岩流域でみられるものであり、BTの流出特性がこの分類の中で説明可能であることがわかった。

4) 熱帯雨林流域の蒸発散量の季節変化を推定するため、従来の短期水収支法の問題点を土壤水分量観測結果で補正する手法を開発した。

5) BTに隣接するゴム園と林地の土壤物理特性を比較し、ゴム園のテラス平坦部における飽和透水係数の値が林地での値より1~2オーダー小さい値を示すことを明らかにした。このことは、林地開発により流出機構が変化して洪水が増加する機構を定量的に説明するものである。

以上のように、本論文は、熱帯雨林流域における水文特性を、その中での水循環機構の詳細な観測調査に基づいて明らかにしたものであり、熱帯湿潤地域を対象とした森林水文学の発展に寄与するのみならず、陸域生物圏における水循環解明についての研究として評価できるもので、地球環境科学の今後の展開に資するところが大きい。

よって、本論文は博士(農学)の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成13年9月13日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士(農学)の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。