

## Spatio-temporal streamflow generation under changing environment in a small forested headwater catchment

孫, 昊田

<https://doi.org/10.15017/1866351>

---

出版情報 : 九州大学, 2017, 博士 (農学), 課程博士  
バージョン :  
権利関係 :

氏 名	孫 昊田
論 文 名	Spatio-temporal streamflow generation under changing environment in a small forested headwater catchment (環境変動下における源頭部森林小流域の時空間流出形成機構)
論文調査委員	主 査 九州大学 教授 大槻恭一 副 査 九州大学 准教授 笠原玉青 副 査 九州大学 准教授 智和正明

## 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

水源に位置する源頭部流域における流出特性の解明は、水資源管理や洪水抑制などの流域管理に欠かせない重要な研究課題である。そのため、従来から、源頭部流域における流出特性に関する研究は数多く行われてきた。しかし、流出特性を時間的・空間的に総合して解析した研究は少なく、源頭部流域における流出形成機構の時空間特性は十分に理解されていない。さらに、降雨－流出特性に関する研究においては、従来降雨イベント中の最大ピーク流出のみが対象とされており、源頭部流域に特徴的にみられる降雨イベント中に出現する複数のピーク流出の特性に関する研究はほとんどされていない。近年、地球温暖化や降雨量変動などの気候変動に加え、人為的な土地の利用・被覆・管理の変化（LUC-LCC-LMC：Land Use Change-Land Cover Change-Land Management Change）などの環境変化が流出に大きな影響を及ぼすことが予測されており、源頭部流域に特徴的な流出特性をより詳細に解明することが喫緊の課題となっている。

源頭部人工林流域において、流出に影響を及ぼす可能性がある森林施業に間伐がある。間伐は世界各地の人工林で幅広く行われている森林管理であり、従来樹木の成長を促進することを主な目的として実施されてきたが、近年では、森林の水資源涵養機能や洪水抑制機能などの公益的機能発揮の促進も目的として実施されるようになってきた。しかし、間伐による流出特性の変化は十分に明らかにされていない。

そこで、本研究では、花崗岩を基岩とする源頭部人工林流域における流出特性を明らかにするとともに、その流出特性が間伐という人為的な土地被覆状況の改変によってどの程度変化するかを明らかにすることを目的とした。

観測は、福岡県飯塚市弥山の源頭部人工林に設置した約 3ha の試験流域（以下、弥山試験流域）で、2010～2013 年に実施した。弥山試験流域には 1969 年にスギ・ヒノキが植栽され、2010 年時点における立木密度は 1,324 本/ha で、2012 年に本数 50%の強度間伐を実施した。解析は、間伐前の 2011 年と間伐後の 2013 年の観測データを用いて実施した。解析年の年降水量は約 2,300mm で、各解析年の前年の年降水量もほぼ同量であった。

弥山試験流域では、上部の谷頭凹地においても下部の流域末端においても、降雨波形に対する流出波形の応答が緩慢であり、基底流量が多く、逡減が緩やかであった。弥山試験流域の谷頭凹地と流域末端の比流量の関係には季節変化が見られた。谷頭凹地の基底比流量は、冬春期には流域末端の基底比流量より少ないが、谷部の地下水が下降流から上昇流に転じる梅雨期に逆転し、それ以降秋にかけて流域末端の基底比流量を上回った。斜面土壌水分・斜面地下水・流量の変動の関係から、斜面の水の状態が流出に寄与するのは、梅雨および台風による湿潤期に限られることが示唆された。

これらの、流出形成機構の時空間特性は、間伐の前後で変化しなかった。

弥山試験流域では、約 70%の降雨イベントに複数のピーク流出が出現し、最大ピーク流出以外のピーク流出の出現割合は全体で約 65%あり、最大ピーク流出以外のピーク流出も降雨－流出特性として把握すべき重要な流出であることを明らかにした。降雨量に対する最大ピーク流量・洪水流量・総流量の関係は間伐前後で変化せず、最大ピーク流出到達時間も変化しなかった。降雨イベント中の全ピーク流出を対象とした場合も、降雨量に対するピーク流量の関係は間伐前後で変化しなかった。ただし、ピーク流出到達時間は間伐後に減少、流出波形の振幅は間伐後に増加し、この傾向は降雨量が多く降雨強度が強い領域で顕著であった。

すなわち、降雨波形に対する流出波形の応答が緩慢である風化の進んだ花崗岩源頭部森林流域では、地上部を覆う樹木を 50%間伐した直後の 1 年間でも、流出形成機構の時空間特性、降雨－最大ピーク流出特性、降雨量に対するピーク流量の関係は変化しないものの、流出波形の振幅は間伐後に増加することを明らかにした。

以上要するに、本論文は、現地水文観測によって、源頭部森林流域における流出形成機構の時空間特性および降雨－流出特性を明らかにするとともに、これらの特性が強度間伐によってどのように変化するかを評価し、源頭部森林流域における森林管理が流出に及ぼす影響評価に貢献する貴重な知見を提示したものであり、森林生態水文学および流域環境制御学に寄与する価値ある業績と認める。

よって、本研究者は博士（農学）の学位を得る資格を有するものと認める。