

氏名（本籍）	孫 新超（中国）		
学位の種類	博 士（ 理学 ）		
学位記番号	博 甲 第 6923 号		
学位授与年月日	平成26年 3月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	The effect of strip thinning on partitioning of evapotranspiration in a Japanese cypress plantation (列状間伐がヒノキ人工林の蒸発散量に及ぼす効果)		
主査	筑波大学教授	理学博士	恩田 裕一
副査	筑波大学教授	工学博士	福島 武彦
副査	筑波大学准教授	博士（地球環境学）	松下 文経
副査	筑波大学教授	博士（農学）	上條 隆志

論 文 の 要 旨

現在、荒廃人工林の管理のための間伐の重要性が指摘されているが、間伐の水循環に及ぼす影響の定量的評価は十分に行われていない。間伐の中でも、列状間伐は所要時間も少なく、選木のための技術もそれほど必要としないため、現在推奨されている方法である。列状間伐による蒸発散量の変化を定量化することにより、森林の水収支における変化を確認することができる。しかしながら、森林施業と森林の水循環の関係についての研究は多数あるが、列状間伐の蒸発散量への影響について明らかにした研究は存在しない。本研究の主な目的は以下である。1) 列状間伐が蒸発散量に及ぼす影響を検証すること 2) 森林流域における水と森林の管理を最適化するための総合的見解を得ることである。

本研究における対象地域は、栃木県にある唐沢山の樹齢三十二年のヒノキ林である。当該地域は、間伐等の管理はされていない。現地において、集中的な現地観測を行い、降雨量(P_g)、樹冠通過雨量(TF)、樹冠流下量(SF)、木の蒸散(E_d)、林床からの蒸発量(E_b)のデータを収集した。平成23年10月、当該流域において、木の列と列の間の二列分の木を伐採し、列状間伐を作った。これによって胸高断面積が48%減少し、それに伴って群生密度も50%減少した。観察期間は二期間に分かれており、一つは間伐前の期間（平成22年11月～平成23年10月）であり、もう一つは間伐後の期間（平成23年11月～平成24年10月）である。

観測の結果、列状間伐により樹冠通過雨量(TF)は増加し（61.4%から73.0%に）、樹冠流下量(SF)と森林遮断率(E_i)は減少した（それぞれ9.8%から6.1%に、28.7%から20.8%に）。土壌基質中の水供給量は列状間伐後に増加し、特に乾期は顕著に増加した。先行研究に基づき、本研究では列状間伐によって生じる森林遮断率(E_i)の減少の度合いを、降雨量(P_g)と列状間伐の比率と関係づけた。

さらに本研究では、間伐前後での蒸散流量密度(F_d)の木ごとの違いと木の断面積による違いを明らかにしている。木部外側(0~20 mm)の蒸散流量密度(F_d)は明らかに増加したのに対し、木部内側(inner xylem)(20~40 mm)では特に目立った変化は見られなかった。このことは、列状間伐によって通過してきた水を多く輸送できるのは、木部外側のみであることを示している。また、列状間伐の結果、木ごとの一日の蒸散量(E_d)が増加した。この傾向は、低木層において顕著であった。しかし、木ごとの蒸散量(E_d)が増加したのとは逆に、森林全体の一日の蒸散量(E_d)は39.8%減少した(1.23±0.48 から 0.74±0.42 mm d⁻¹に減少)。森林全体の総蒸散量(E_d)は38.3%減少した(441.0 から 272.1 mm に減少)。これらの結果から、蒸散量(E_d)を個々の木と森林全体の二つのレベルから捉えなおすことが可能となる。

本研究では、間伐前後における林床からの蒸発量(E_b)の変化も検証している。研究地点ごとの林床からの

蒸発量(E_A)/日については、明らかな変動は見られない。ただ、どちらの期間においても森林樹冠下の日射量は反映している。この結果から、列状間伐が及ぼす林床からの蒸発量(E_A)の空間的变化と日射量の変化についての理解を深めることができるであろう。また、本結果は林床のエネルギーバランスについて分析・モデル化するために有効である。さらに、林床からの蒸発量(E_A)/日は 99.3%増加している(0.34 ± 0.23 から $0.68 \pm 0.47 \text{ mm d}^{-1}$)。年間の林床からの蒸発量(E_A)は 97.6%増加した($124.0 \sim 245.0 \text{ mm}$)。列状間伐に伴う林床からの蒸発量(E_A)の変動を定量化することにより、林床での水文学的プロセスの理解が進み、森林生態系の水利用/水利用効率を改良するために有用な予測的管理ツールの開発に繋がる。

これらのデータをもとに、列状間伐による蒸発散量の変化を定量化した。間伐によって年間蒸発散量(ET)は 15.5%減少したことを再現できた。したがって、列状間伐により有効水分は増加し、間伐の森林流域の水資源へのプラスの影響が注目される。列状間伐により、林遮断率(E_i)と木の蒸散(E_t)は減少し(それぞれ 42.3%から 33.7%に、45.3%から 34.9%に)、林床からの蒸発量(E_A)は増加した(12.4%から 31.4%に)。どちらの期間においても、木の蒸散(E_t)が蒸発散量の大部分を占めていることがわかった。間伐による森林水収支の変化を予測し、森林流域における最適な水と森林の管理を行うために、本研究結果は有用であると評価される。

審 査 の 要 旨

近年増加してきている簡易な間伐方法である、列状間伐については、間伐の水循環に及ぼす影響が明確になっていなかった。本研究においては、多くの研究者と協働して、集中的な現地調査を行った結果、列状間伐が水循環、特に樹冠遮断、蒸散量に大きな影響を与えることを定量的に明らかにし、さらにはモデル化したものである。本研究の成果は、間伐の水循環に及ぼす影響のを定量的に評価し、水資源への影響を明らかにした点で画期的な成果であると評価される。

平成 26 年 1 月 30 日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士(理学)の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。