

氏名(本籍)	飯田真一(茨城県)		
学位の種類	博士(理学)		
学位記番号	博甲第3126号		
学位授与年月日	平成15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	地球科学研究科		
学位論文題目	Change of Water Balance in Japanese Red Pine Forest under the Successional Process (遷移過程におけるアカマツ林地の水収支の変化)		
主査	筑波大学教授	理学博士	田中正
副査	筑波大学教授	理学博士	田瀬則雄
副査	筑波大学助教授	理学博士	杉田倫明
副査	筑波大学講師	Ph. D.	浅沼順

## 論文の内容の要旨

森林植生の変化によって水収支がどのように変化するかを明らかにすることは、水資源の確保や森林管理の観点から重要である。また、植生は極相に達しない限り遷移し、樹種や樹高および立木密度が変化すると同時に、遷移過程にある森林では複層のキャノピーが形成されるため、遮断蒸発量や蒸散量に変化することが予想されるが、この過程における水収支の変化とその要因を明らかにした研究例は存在しないのが現状である。本研究は、シラカシへの遷移過程にあるアカマツ林地を研究対象として、詳細な水収支観測に基づいて、森林の遷移の進行に伴う水収支の変化とその要因を定量的に明らかにしたものである。

研究対象林地は、筑波大学陸域環境研究センターに隣接する平地アカマツ林である。本アカマツ林では1980年から下層植生の伐採が中止されており、現在のアカマツの立木密度は遷移開始直後のその23%まで減少しており、代わってシラカシ、ヒサカキといった陰樹である広葉樹が繁茂し、遷移過程にあるアカマツ林である。

水収支観測は、アカマツ林内に設置された気象観測塔を中心に半径15mの領域を対象として行った。観測塔において、熱収支・渦相関法による蒸発散量の測定、短波放射量および光合成有効放射量の測定を行うと同時に、林外雨量、林内雨量および樹幹流下量の測定を一年間にわたって一雨ごとに測定を行った。蒸散量については、Granier法による樹液流速判定に基づいて、アカマツおよび下層木のシラカシとヒサカキの蒸散量を評価した。過去の水収支は既存の観測値に基づいて評価した。解析対象期間は、遷移が開始された直後の1984年9月～1985年8月および遷移が進行した2001年8月～2002年7月である。これらのデータを解析した結果、以下のような結論を得た。

過去の葉面積指数の最大は4で、現在のそれは5であることから、林内雨量は減少することが予想されたが、過去の林内雨量と現在のそれとを比較した結果、ほぼ変化していないことが明らかとなった。この原因として、遷移の進行によって広葉樹を主とする現在の下層木の葉面積指数が全体の46%を占めていることが考えられた。

林内雨量は変化しないにもかかわらず、現在の遮断蒸発量は過去のそれに比較して約半分の量まで減少していることが明らかとなった。一方、現在の樹幹流下量は過去の7.3倍に増加していた。これらの原因を明らかにするため、樹体表面による降雨の貯留量(S)の変化を遮断蒸発に関するモデルを用いて評価した。その結果、現在のSは、アカマツを主体とする過去のSに比較して約1/5まで著しく減少していることが明らかとなった。したがっ

て、遮断蒸発量の減少と樹幹流下量の増加は、Sの減少によって説明される。

蒸発散量については、アカマツの立木密度および遮断蒸発量の減少にもかかわらず、過去と現在ではほぼ変化していないとの結果を得た。そこで、蒸発散量のソースを検討したところ、現在のアカマツ蒸散量は過去のそれに比較して約1/3程度であり、大幅に減少していることが明らかとなった。これに対して、下層植生の蒸散量は全蒸発散量の50.9%を占め、アカマツの約3倍の蒸散を行っていることが明らかとなった。この原因として、上層木であるアカマツの減少に伴い、下層植生の利用可能な正味放射量がおよそ30%増加したことが挙げられる。また、蒸散量は樹液流速と辺材面積との積として求められるが、対象林地においてはアカマツと下層木の辺材面積には大きな差異は見られず、また、代表的な下層木であるシラカシとヒサカキの樹液流速はアカマツのそれに比べて平均2.2倍に達しており、これらを反映して下層木が多量の蒸散を行っているものと考えられた。

地下水涵養量は、全蒸発散量が変化しなかったため、過去と現在とではほぼ同じであった。しかし、地下水を涵養する正味降雨量は林内雨量と樹幹流下量の和であることから、過去に比べて著しく増加した樹幹流下量の影響を円筒状浸透モデルを用いて評価した。その結果、現在の地下水涵養量のうち約半分が樹幹流下量によって賄われていることが明らかとなった。

以上の結果に基づいて、研究対象林地の二次遷移に伴う水収支の変化を決定する主な要因は、下層木の樹体表面による降雨の貯留量が小さいこと、下層木は上層木に比較して辺材面積と樹液流速が相対的に大きい点であると結論している。

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究は、陽樹から陰樹への遷移過程にあるアカマツ林地を対象として、現在における水収支を詳細な観測によって明らかにするとともに、遷移開始直後の同林地における水収支結果との比較検討を行い、植生の遷移が水収支各項に及ぼす影響を明らかにしたものである。特に、降雨の遮断プロセスの変化、蒸発散量のソースの変化、地下水涵養に果たす樹幹流下量の役割に焦点を当て、植生遷移による水収支の変化およびその要因を定量的に明らかにしている。

わが国のような湿潤温帯林が遷移する多くの場合は、本研究で対象とした陽樹から陰樹への変化であり、この過程にある水収支の変化を通年にわたって定量的に明らかにした研究例はなく、本研究はその先駆的な研究として高く評価できる。

また、本研究の結果は、森林の手入れの放置によって人工林における遷移が進行する場合や、地球温暖化等による気温の上昇によって極相が変化し、植生遷移が進行する場合などの水収支、特に遮断蒸発量や蒸散量を予測するモデルの構築への貢献度が高いものと判定される。

本研究の結果は、Granier法と呼ばれる最新の測器を用いた樹液流速の通年にわたる測定、林内雨量や樹幹流下量等の一雨ごとのデータの収集および微気象観測を含めた密な観測網によって得られたものであり、今後、地球温暖化に伴う植生遷移が進行する場合など、遷移過程に伴う水収支の変化を観測的に明らかにする研究の必要性が増すものと考えられるが、観測手法、解析手法等において本研究はその基礎をなすものであり、これらの点を含めて学位論文として十分評価できる。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。