

論文

沖縄本島北部の森林における遮断蒸発量の観測^{*1}壁谷直記^{*2}・清水 晃^{*2}・清水貴範^{*3}・新垣拓也^{*4}・古堅 公^{*5}・生沢 均^{*4}・大貫靖浩^{*3}

壁谷直記・清水 晃・清水貴範・新垣拓也・古堅 公・生沢 均・大貫靖浩：沖縄本島北部の森林における遮断蒸発量の観測 九州森林研究 67：37 - 39, 2014 沖縄本島北部の森林における遮断蒸発量を把握する目的で、チイバナ1号流域内に遮断プロット（5m×8m、立木密度2000本/ha）を設置した。このプロットのデータのうち、水年に対応する2010年1月1日～12月31日までの1年間のデータを取りまとめて、樹冠通過雨量、樹幹流量を算出し、これを降水量から差し引いて年遮断蒸発量を算出した。その結果、樹冠通過雨量と樹幹流量率はそれぞれ72.3%および8.4%となり、年遮断蒸発量および遮断蒸発率はそれぞれ656.9mm、19.3%となった。この遮断蒸発率は、本州各地における既往の研究による値（15～20%）の範囲に入っていた。一方、金城・寺園（1993）は沖縄本島中部の南明治山試験地（立木密度5278本/ha）での遮断雨量観測から遮断蒸発率を27.5%と報告しているが、これらの違いは、立木密度や林分の樹高分布から推察される林の混み具合に起因していると考えられた。

キーワード：亜熱帯島嶼、森林流域、遮断蒸発量、樹冠通過雨量、樹幹流量

I. はじめに

沖縄本島全域の水源地として渇水や水収支問題に住民の関心が寄せられている沖縄本島北部地域は、72%に相当する面積が森林により占められている（I）。一方、沖縄本島北部地域の森林は貴重な動植物の生息域として知られているが、その生息場を提供している森林における物理的な生態水文環境に関する研究はこれまでほとんど行われていない。また、この地域は同時に林業による木材生産も行われる。このため、環境保全及び生物相に配慮した森林管理手法を開発するためには、この地域の森林における水循環過程を明らかにする必要がある。

そこで本研究では、沖縄本島北部地域の森林における水循環過程を明らかにする目的で、沖縄本島北端部・西銘岳周辺に新たに2つの森林流域を設定し水文試験を開始した（2, 3, 4）。今回は試験流域で得られた通年の遮断蒸発に関する観測結果をとりまとめたので報告する。

II. 調査地および方法

1 調査地

沖縄県国頭村の西銘岳北西部の林道沿いにチイバナ1号流域を設定した。調査地に最も近い国頭村奥の2008年の年平均気温は20.9℃、年降水量は2321mm、最大日雨量は168.5mm、最大時間雨量は65mmである（気象庁ホームページより）。

チイバナ1号流域の流域面積は36haである。遮断プロットは、水位測定を行っている地点から南東方向に約0.4km離れた地点に設置した（図-1）。プロットは5m×8mの方形区を設定した。

流域内の植生は、主にリュウキュウマツの造林地であるが、イジュ、イタジイ、センダン、クスノキなどの天然常緑広葉樹の侵入がみられる。また、流域の地質は、主として堆積岩類である。森林調査簿の記録からこのリュウキュウマツは植栽後概ね40年程度経過していると考えられる。

なお、これまでの報告（2, 3, 4）ではいずれも当試験地の流域名を量水1号としていたが、本論文からチイバナ1号とする。

2 遮断雨量の観測方法

図-2に樹冠における降雨の配分過程の模式図を示した。図-2において、降雨量（ P ）の一部は樹冠や樹体に付着して林床に到達しないが、それ以外は樹冠通過雨量（ Th ）および樹幹流量（ Sf ）として測定される。樹冠通過雨量は、直接林床面に到達する直達雨と、枝や葉、幹などの樹体に捕捉されたのち再び雨滴となり林床に到達する滴下雨に細分される。一方、樹幹流量（ Sf ）とは、樹体に捕捉された雨が樹木の幹を伝って根元まで流下する雨のことである。以上の降雨の配分過程により遮断蒸発量（ L ）は以下のように示される。

$$L = P - (Th + Sf) \quad (1)$$

この式から明らかなように、林分へインプットである降雨量（ P ）と林分からアウトプットである樹冠通過雨量および樹幹流量（ $Th + Sf$ ）の差が遮断蒸発量となる。

樹冠通過雨量および樹幹流量はそれぞれ以下の方法で測定した。樹冠通過雨量は、トイ（長さ2m、幅22cm）2本をそれぞれ転倒升式流量計（ウイジン、UIZ-TB 200；一転倒 = 200ml）

*1 Kabeya, N., Shimizu, A., Shimizu, T., Arakaki, T., Furugen, H., Ikuzawa, H., Ohnuki, Y.: Canopy interception observations in the northern forest of Okinawa Island.

*2 森林総合研究所九州支所 Kyushu Res. Ctr., For. & Forest Prod. Res. Inst., Kumamoto 860-0862, Japan.

*3 森林総合研究所 For. & Forest Prod. Res. Inst., Ibaraki 305-8687, Japan.

*4 沖縄県企画部森林資源研究センター Okinawa Pref. For. Resour. Res. Ctr., Okinawa 905-0017, Japan.

*5 一般財団法人 沖縄県環境科学センター, Inc. Okinawa Pref. Environment Science Ctr., Okinawa 901-2111, Japan.

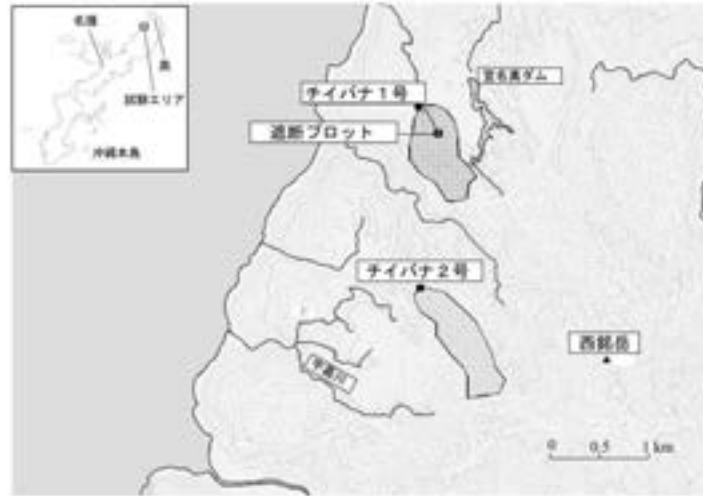


図-1 チイバナ1号流域および遮断プロットの位置

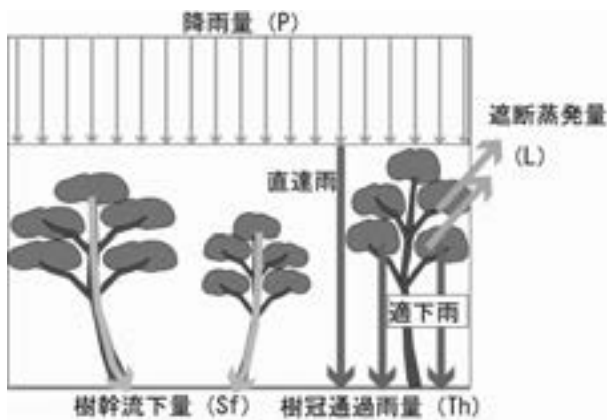


図-2 樹冠における降雨の配分過程

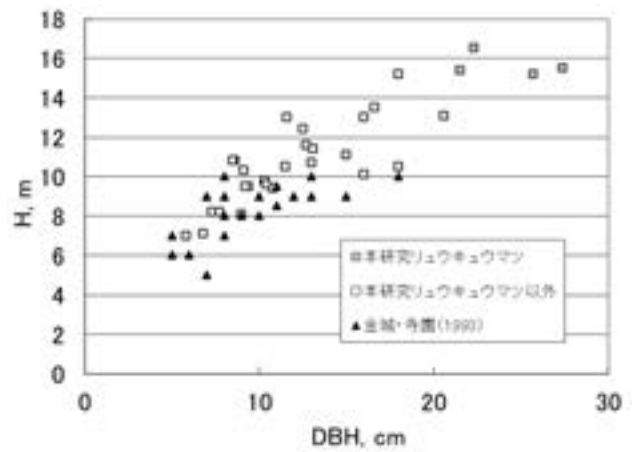


図-3 遮断プロットおよびその周辺立木の胸高直径(DBH)と樹高(H)の関係

に接続し計測した。樹幹流下量は、遮断プロット内の胸高直径が5cm以上の立木8本全ての立木にそれぞれ胴巻を取付け、転倒升式雨量計(大田計器, OW-34-BP; 一転倒=15.71ml)により観測した。ただし、No 7の二股木は7a, 7b 2本それぞれに分けて観測した。全ての機器にイベントロガー(パシコ貿易, UA-003-64)を接続し、各機器で転倒パルスが生じた時刻を記録した。

降雨量(P)は、チイバナ量水1号の水位測定において、ロガー付き転倒雨量計(パシコ貿易, RG-3M)を用いて測定した。

以上のように測定したデータのうち、水年に対応する2010年1月1日~12月31日までの1年間のデータを取りまとめて降水量(P)、樹冠通過雨量(Th)および樹幹流下量(Sf)を式(1)に当てはめて遮断蒸発量(L)を求めた。期間中、8本の樹幹流量の集計データのうち、一か所にのみ12日間の欠測が生じた(St6, 6月6日~17日)。

また、遮断プロットの林分構造を明らかにするために、プロット内およびその周辺で、胸高直径(DBH)が5cm以上の樹木を対象に、毎木調査を2010年3月17日に実施した。

Ⅲ. 結果と考察

1 遮断プロットの林分構造

遮断プロットにおける胸高直径(DBH) > 5cmの樹木の立木密度は2000本/haであった。プロット内部の8本の測定木およびその周辺の立木の胸高直径(DBH)と樹高(H)の関係を図-3に示した。この図から天然常緑広葉樹の侵入がみられるものの樹冠トップはリュウキュウマツにより構成されていることが分かる。上層木のリュウキュウマツの樹高は15m程度であった。中層には、後述のような樹種の常緑広葉樹が生育し、さらに下層植生も豊富な条件だった。なおリュウキュウマツ以外の樹種にはイジユ、イタジイ、ウツチャガラ、エゴノキ、クチナシ、コバンモチ、タブノキ、トキワガキ、ハゼ、フカノキ、リュウキュウモチがみられた。

今回の試験と比較するために、金城・寺園(5)が1993年に南明治山試験地(沖縄本島北部, 名護市)で行った遮断蒸発量観測について、観測プロット(6m×6m)内の樹木の胸高直径(DBH)と樹高(H)の関係を図-3に付加した。南明治山試験地の構成樹種は、イタジイ、アデク、タイミンクチバナ、モククチバナなどであった(詳しくは5参照のこと)。図-3によると、今回のリュウキュウマツ造成地の林の方が上層木の樹高が15m

表-1 沖縄本島北部地域における遮断蒸発研究のまとめ

プロット名および引用文献	チイバナ1号流域内遮断プロットの 2010年の結果(本研究)	南明治山流域内遮断プロットの 1993年の結果(金城・寺園1993)
主要な樹種	リュウキュウマツ造林地 (上層にリュウキュウマツを含む イタジイなどの常緑広葉樹林)	天然常緑広葉樹の2次林 (イタジイを主体とする)
上層木の樹種と樹高	リュウキュウマツ 15m	イタジイ 10m
立木密度(本/ha)	2000 ^{*1}	5278 ^{*2}
年降水量 P (mm)	3403.6	1713.5
年樹冠通過雨量 Th (mm)	2459.4	918.8
樹冠通過雨率 Th/P (%)	72.3	53.6
年樹幹流下量 Sf (mm)	287.3 ^{*3}	318.9
樹幹流下率 Sf/P (%)	8.4	18.6
年遮断蒸発量 $L=P-Th-Sf$ (mm)	656.9	475.8
遮断蒸発率 L/P (%)	19.3	27.8

*1: 遮断プロット内の DBH>5cm の立木密度 (8本/5m×8m)。プロット内の全木の立木密度は16,000本/ha。

*2: 遮断プロット内の DBH>5cm の立木密度 (19本/6m×6m)。プロット内の全木の立木密度は13,889本/ha。

*3: 8本の樹幹流量の集計データのうち一か所に12日間の欠測あり (St 6, 6月6-17日)。

程度とその下の常緑広葉樹よりも一段高い樹冠を形成していると言える。これに対して南明治山の方は、上層木のイタジイの樹高は10m程度と低く、DBH>5cmの立木密度は5278本/haと高かった。これらのことから、本研究の遮断プロットに比べて、南明治山の遮断プロットは樹高が低く混み合った状態の林であったと考えられた。

2 遮断蒸発量の観測結果および既往研究との比較

2010年にチイバナ1号流域内遮断プロットの結果を表-1に取りまとめた。この表では、比較のために金城・寺園(5)による1993年の南明治山流域内の遮断プロットの観測結果も併せて示した。なお、金城・寺園(5)は、本研究とおなじ全木法で測定した1993年の1年間データを比較対象とした。

本研究の樹冠通過雨率(Th/P)と樹幹流下率(Sf/P)はそれぞれ72.3%および8.4%となり、年遮断蒸発量および遮断蒸発率(L/P)はそれぞれ656.9mm、19.3%となった。この遮断蒸発率は、本州各地における既往の遮断蒸発率15~20%の範囲に入っていた。一方、金城・寺園(5)による南明治山試験地(立木密度5278本/ha)では、樹冠通過雨率と樹幹流下率はそれぞれ53.6%および18.6%であった。これらの値は、本研究にくらべて樹冠通過雨率が低い一方で、樹幹流下率は高い傾向を示している。南明治山試験の遮断蒸発率は27.5%であり、本研究の遮断蒸発率はこの値よりも、8.2%低かった。

一般に樹高が低く混み合った林分では、より多くの降雨が樹体に捕捉されると考えられる。また、樹体に捕捉された降雨は、樹幹流下量となるとともに、降雨終了後に蒸発して遮断蒸発量へと配分される。これらの事から、南明治山試験地では、本研究にくらべて樹体に捕捉された降雨がより多く樹幹流下量として配分されると同時に、遮断蒸発率が高まっていたと考えられる。

IV. 結論

沖縄本島北部地域の森林における水循環過程を明らかにする目的で沖縄本島北端部・西岳岳周辺に森林流域を設定し水文試験を2009年6月より開始した。本研究では、2010年の通年の遮断プロットの観測データを整理し、その傾向を沖縄本島中部の既往研

究と比較した。

本研究の対象としたリュウキュウマツの造林地(立木密度:2000本/ha)の遮断率は19.3%であった。この値は金城・寺園(5)による過去の南明治山での天然常緑広葉樹林(立木密度:5278本/ha)の遮断蒸発率27.5%よりも低い値であったが、両者の違いは主に立木密度や林分の樹高分布から推察される、林の混み具合に起因するものと考えられた。

今回試験対象とした林分は、その林分構造から植栽後40年程度経過したリュウキュウマツの造林地の代表的な林分と考えられる。一方で、南明治山試験地は、混み合った亜熱帯常緑広葉樹林の代表的な林分と考えられる。それぞれ沖縄県北部地域の森林に典型的に見られる林分であるが、前者の林分における遮断蒸発量の測定は、本研究以前には行われていなかった。さらに本研究では、この測定結果と後者の林分における既往の研究結果との比較検討を行った。この研究成果は、今後の沖縄県北部の森林施業と水資源保全を両立する上での必要不可欠な基礎情報を提供するものと言える。

今回の測定結果は、多雨年に当たる2010年に得られたものである。そのため、今後は寡雨年も含む複数年の観測結果に基づいて、検討をすすめる予定である。

謝辞

現地観測、測器の設置に関して沖縄県企画部森林資源研究センターの皆様にご多大なご協力を頂いた。本研究は、「南西諸島の環境保全及び生物相に配慮した森林管理手法に関する研究事業」の一環として行った。

引用文献

- (1) 石島英ほか(2000)琉球大学理学部紀要 70:49-62.
- (2) 壁谷直記ほか(2010)九州森林研究 63:128-130.
- (3) 壁谷直記ほか(2011)九州森林研究 64:109-110.
- (4) 壁谷直記ほか(2013)九州森林研究 66:102-104.
- (5) 金城勝・寺園隆一(1993)沖縄県林試験報 36:32-39.
(2013年11月3日受付;2014年1月6日受理)