

速報

亜熱帯島嶼森林流域における降雨量・流出量の観測—その3—^{*1}壁谷直記^{*2}・清水 晃^{*2}・清水貴範^{*3}・浅野志穂^{*2}・生沢 均^{*4}・新垣拓也^{*4}・古堅公章^{*5}

壁谷直記・清水 晃・清水貴範・浅野志穂・生沢 均・新垣拓也・古堅公章：亜熱帯島嶼森林流域における降雨量・流出量の観測—その3—九州森林研究 66：102—104, 2013 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森林流域を設定し量水試験を2009年6月より開始した。流量観測は、ボックスカルバートに圧力式水位計を設置し、現地でさまざまな水位条件で行った断面流速測定結果から Manning 公式の粗度 n を求めることで水位流量曲線を作成した。2010年のデータをもとに単年の水収支を検討したところ、降水量が3403.6mm、流出量2285.7mmで、損失量は1117.9mmであった。これらの結果は同地域で過去に量水堰堤を用いて行われた研究成果と整合的であることから、①水路の長さが長く ($L=18\text{m}$)、②勾配が緩く ($I=0.001$)、③土砂量が少ない、場合には既設構造物 (ボックスカルバート) と圧力式水位計という比較的 low コストでの観測手法でも、森林流域の水収支・降雨流出観測が可能であることが示された。

キーワード：亜熱帯島嶼、森林流域、降雨量、流出量

I. はじめに

一般に、島嶼における淡水資源の確保の問題は非常に重要であるが、沖縄においても同様である。

沖縄本島全域の水源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 (1)。一方で、この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。このため、同地域における森林が水資源的および生態水文的に果たす役割を明らかにすることは、非常に重要な課題である。

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量水試験を開始した (2, 3)。今回はそのうち1つの流域で得られた通年の降雨量・流出量データに関して検討を行ったので報告する。

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量水1号流域、量水2号流域の2つの流域試験地を設定した。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)。

量水1号流域および量水2号流域の流域面積は36ha, 39.5ha

である。流域内の植生は、ともに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、主として堆積岩類と考えられる。

2. 降雨量・流出量観測

降水量は、量水1号流域水位測定地点に設置した転倒升式雨量計 (オンセット社, RG-3M) を用いて観測し、流量は、現地既設の土構造物 (ボックスカルバート) での水位値と、現地での流速測定結果から作成した水位・流量曲線により求めた (4)。ボックスカルバートは排水断面 $2.5\text{m} \times 2.5\text{m}$ 、流路長 $L=18\text{m}$ 、設置勾配 $I=0.001$ で設計されたものであり、今回の水位測定は、ボックスカルバート内の水路を16m流下した地点で行った。なお、低水位時の流量を精度良く測るためにコンクリートブロックにより矩形複断面とした (2)。量水1号流域、量水2号流域の両観測地点の断面形状はほぼ同一であるが、量水2号流域は、土砂量が多く、量水2号流域の量水地点の直下には、治山ダムがあり、この治山ダムの水抜き穴が降雨時にたびたび詰まることで、滞水状態を生じるために、滞水状態と通水状態を区別して取り扱う必要があることが観測途中で明らかとなった (3)。一方、量水1号流域は、土砂量が少ない、年間を通じて良好な水位測定が可能だった。このため、今回の報告では、観測条件が良好だった量水1号流域のデータを中心に検討を行った。また、水収支の検討は、2010年1月1日から12月31日の暦年を一水年として取り扱うことで行った。なお、今回検討対象とした2010年は年降水量が気象庁・アメダスサイト奥 (2010年降水量: 3500mm) の過去の記録 (1976–2010) からみても歴代3位という多雨年で

^{*1} Kabeya, N., Shimizu, A., Shimizu, T., Asano, S., Ikuzawa, H., Arakaki, T., Furugen, H.: Rainfall and runoff observations in forested watersheds located in the sub-tropic small island - the third report -.

^{*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.

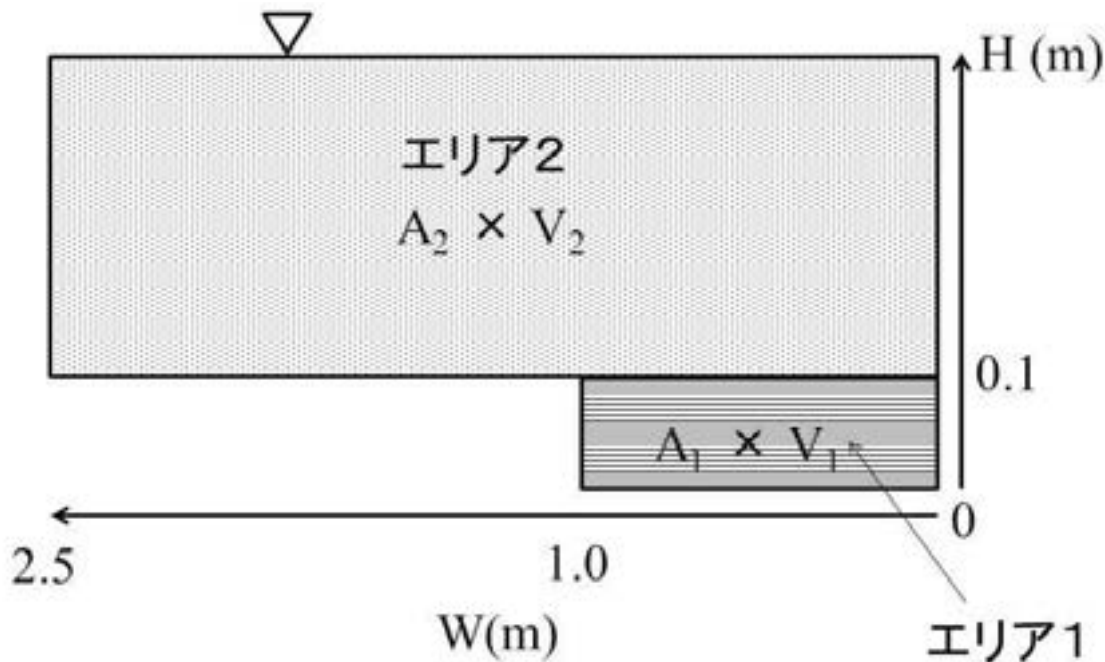


図-1. 矩形複断面図の計算領域

あった。

流量の算出に際しては、ボックスカルバートの形状を以下のような単純な矩形複断面に置き換えた(図-1)。この時、流量 Q は以下のような式(1)で表される。

$$Q = V_1 A_1 \quad , \quad 0 \leq H < 1.0 \quad (1)$$

$$= V_1 A_1 + V_2 A_2 \quad , \quad 1.0 \leq H \leq 2.5$$

ここで、 H は水位(m)、 A 、 V はそれぞれエリア1もしくはエリア2を通過する水の面積(m^2)および流速(m/s)を示している(添え字はそれぞれエリア1、エリア2を示す)。各エリアにおける平均流速 $V(m/s)$ は、マンニングの平均流速公式により算出した。

$$V_i = n_i^{-1} R_i^{2/3} I^{1/2} \quad (2)$$

ここで、添え字 i はエリア1もしくはエリア2を示している。 R_i は径深(m)である。エリア1の粗度に縮流を考慮した水位測定ラインのデータから求めた値($n_1=0.0104$)、エリア2の粗度には、上流側で実施した暗きょ通水部でのデータ($n_2=0.0157$)から求めた値を与えた。また、動水勾配 I は、設計計画画面より0.001を与えた。

なお、粗度 n を求めるための流速測定には、プロペラ式流速計(ケネック社、本体部VR-201、検出部VRT-200-20N)を用いた。また、現地で浮子を用いた水路全体の流量と測定断面の流量が一致することを確認し、ボックスカルバート内の水路からの漏水が生じていないことを現地で確認した。

以上のように求めた水位流量曲線(図-2)を用いて、10分毎に記録された水位(m)から瞬間流量(m^3/s)を求めた。この瞬間流量 $Q(m^3/s)$ を、台形公式による時間積分し、積算流量(m^3)を

求め、さらに、積算流量を流域面積(m^2)で割って、水高換算した流出量(mm)を求めた。

Ⅲ. 結果と考察

2010年における流出量の年間合計値は2285.7mmであった。同期間の量水1号における年降水量は3403.6mmであり、これらの値から年流出量を引いて年損失量と年流出率を算出すると、それぞれ1117.9mm、67.2%であった。藤枝ら(5)は、本格的な量水施設を備えた沖縄本島の中部の南明治山(流域面積:24.75ha)の6水年分および北部の辺土名(流域面積:40.63ha)の4水年分の水文データを取り纏め、それぞれの水収支を検討した。それによると南明治山では、年降水量1785.1mm、年流出量690.9mm、年損失量1094.2mm、年流出率38.7%であり、辺土名では、年降水量2427.7mm、年流出量1498.5mm、年損失量929.2mm、年流出率61.7%であった。今回の国頭における既存のボックスカルバートを利用して得られた観測値から求めた年損失量は1117.9mmとこれらの値よりやや大きいものの、年降水量がたびたび3000mmを上回る森林総研・去川試験地(宮崎県)I号沢、II号沢、III号沢における1987-1999年の水文データ(6)から算出した年損失量(1170mm~1232mm)と年流出率(57~59%)に匹敵する値となった。

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・西銘岳周辺に森林流域を設定し量水試験を2009年6月より開始した。流量観測は、ボックスカルバートに圧力式水位計を設置し、現地でさまざまな水位条件で実施した断面流速測定結果からマンニング公式の粗度 n を求めることで水位

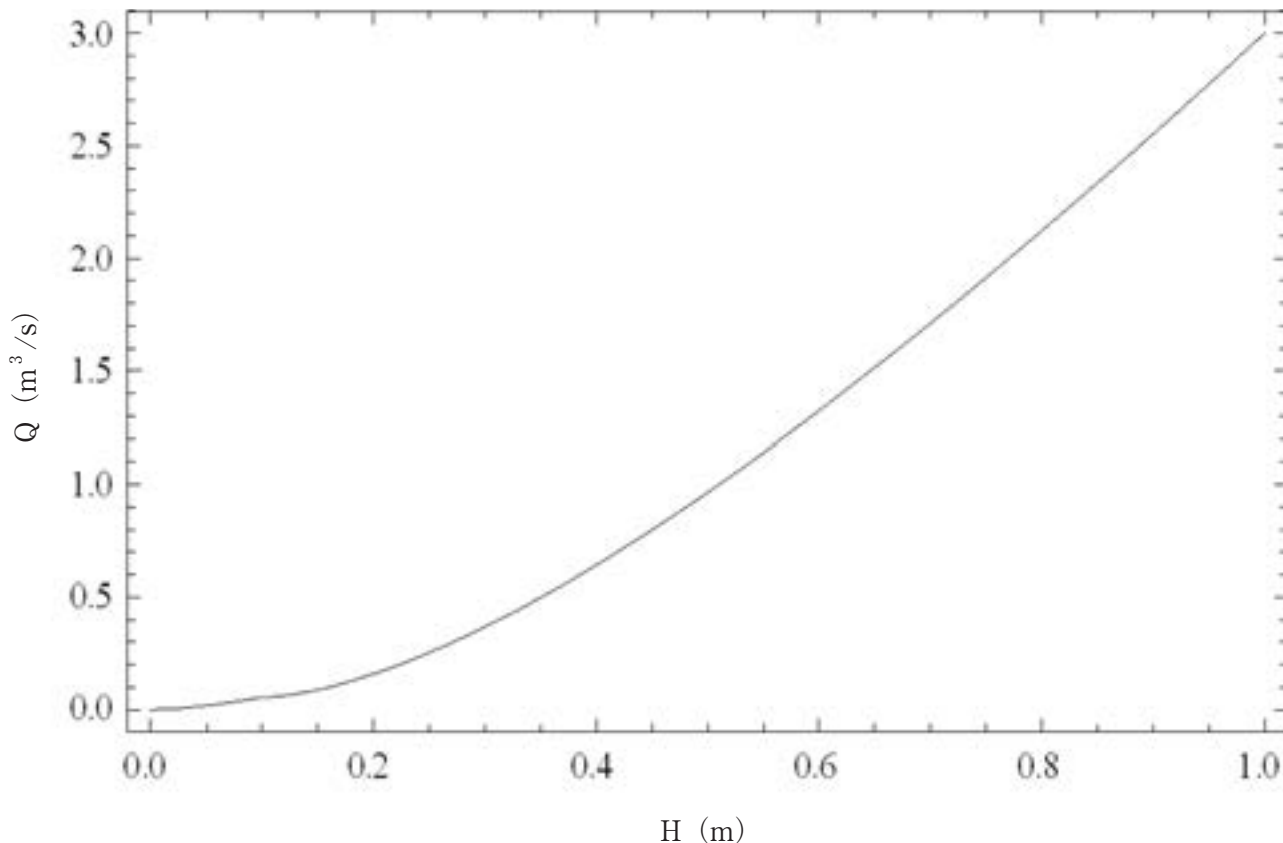


図-2. 水位流量曲線

流量曲線を作成した。2010年のデータをもとに単年の水収支を検討したところ、降水量が3403.6mm、流出量2285.7mmで、損失量は1117.9mmであった。これらの結果は同地域で過去に量水堰堤を用いて行われた研究成果と整合的であることから、今回のように①水路の長さが長く ($L=18\text{m}$)、②勾配が緩く ($I=0.001$)、③土砂量が少ない、場合には既設構造物（ボックスカルバート）と圧力式水位計という比較的低コストでの観測手法でも、森林流域の水収支・降雨流出観測が可能であることが示された。

今後は、これらの水文観測を継続するとともに、これまで蓄積した遮断降雨量の観測結果と比較し、森林流域における水収支の解明を進める予定である。

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 (2012) 森林科学 65:64-65.
- (5) 藤枝基久ほか (1995) 日本森林学会誌 77:145-152.
- (6) 清水晃ほか (2008) 森林総合研究所研究報告 406:13-65.

(2012年11月21日受付；2013年3月5日受理)