

## 速報

亜熱帯島嶼森林流域における降雨量・流出量の観測<sup>\*1</sup>

○壁谷直記<sup>\*2</sup> ・ 清水 晃<sup>\*2</sup> ・ 清水貴範<sup>\*3</sup> ・ 浅野志穂<sup>\*2</sup> ・  
生沢 均<sup>\*4</sup> ・ 今田益敬<sup>\*4</sup> ・ 比嘉幹彦<sup>\*4,\*5</sup> ・ 古堅 公<sup>\*4,\*5</sup>

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地として湧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(3)。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。

1980-90年代には，同地域では森林流域試験が行われており，我が国では珍しい亜熱帯林流域の水文特性に関する貴重な研究成果が蓄積された(2)。例えば，藤枝ら(1)は，沖縄本島北部地域において，南部の明治山(流域面積24.75 ha)，北部の辺土名試験地(流域面積40.63 ha)の両試験地における水文観測を取り纏め，本州にくらべて年蒸発散量が900~1100mmと多いことなどを報告したものの，それ以外の報告例(4,6)はまだまだ少ない。

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，辺土名試験地よりもさらに北の沖縄本島北端部・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。今回は初期的に得られた水位および河川水温に関するデータを速報として報告する。

## 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2カ所水位観測地点を設け，2つの流域試験地を設定した(図-1)。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)。

以下では，水位計1, 2に対応する2つの流域試験地を，1号流域，2号流域とする。流域面積はそれぞれ，36.0ha，39.5haである。1号流域内の植生は，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広葉樹の侵入がみられる。2号流域もほぼ同様の植生である。流域の地質は，主として堆積岩類と考えられる。

## 2. 降水量の観測

降水量は，1号流域水位測定地点に転倒升式雨量計(オンセツト社，RG-3M)を設置し観測した。降水量に関しては，ほか

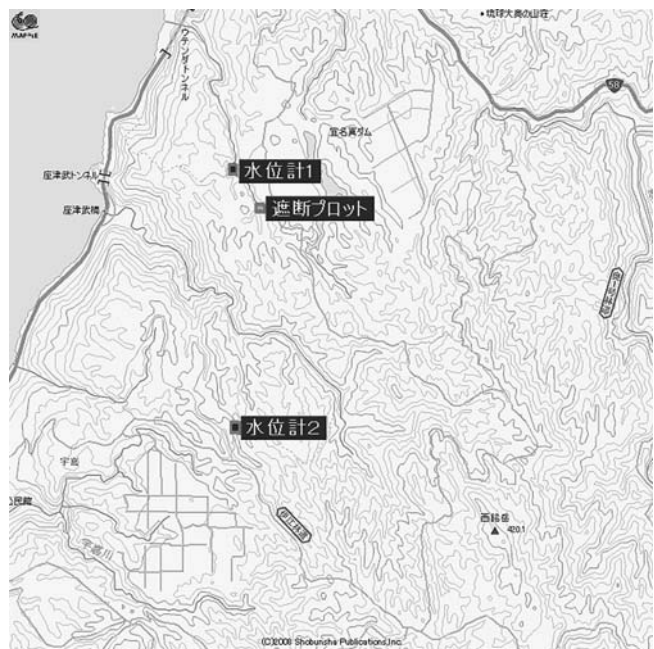


図-1. 水位計および遮断プロットの位置  
(昭文社スーパーデジタルマップ ver 9 より)

<sup>\*1</sup> Kabeya, N., Shimizu, A., Shimizu, T., Asano, S., Ikuzawa, H., Imada, M., Higa, M. and Furugen, H.: Rainfall and runoff observations in forested watersheds located in the sub-tropic small island.

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

<sup>\*3</sup> 森林総合研究所 For. & Forest Prod. Res. Inst., Ibaraki 305-8687

<sup>\*4</sup> 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

<sup>\*5</sup> 内閣府研究プロジェクト研究員

に、西銘岳周辺に設置した気象露場でも観測を行っている。また、今回は報告しないが、1号流域内には遮断プロット（5 × 8 m）を設け、樹冠遮断量、樹冠通過雨量、樹幹下流量を2009年6月9日より観測開始し、森林樹冠における降雨配分特性も併せて調査している。

### 3. 流出量の観測

通常、森林流域からの流出量は流量堰を設置する方法がとられることが多い。この方法は、高精度での流量測定が可能である反面、専用の構造物を建設するためにコストがかかる。そこで、本研究では、現地既設の土木構造物（ボックスカルバート）での水位を観測し、現地での流速測定結果から作成した水位-流量曲線により流量を求めることとした。

水位観測には圧力式水位計（オンセット社、U-20 4 m計）を用いた。水圧用センサーを1号と2号の観測地点の現地既設のボックスカルバートの底面に設置し、気圧用センサーは1号のボックスカルバートの側壁に設置した（写真-1）。低水時の水位確保を目的にボックスカルバートの底面には高さ10cmのコンクリート壁を設け、通水部を矩形複断面とした。

各地点で観測された気圧、水圧データを元に、時刻  $t$  における測定水位  $h(t)$  は次式によって示される。

$$h(t) = [p_w(t) - p_w(0) - (p_a(t) - p_a(0))] \times k + h_0 \quad (1)$$

$p_w$  : 水圧 (kPa)

$p_a$  : 気圧 (kPa)

$k$  : 単位変換定数 10.1972 (cmH<sub>2</sub>O / kPa)

$h_0$  : 測定開始時  $t = 0$  の実測水位 (cm)

なお、河川水の密度は 1g/cm<sup>3</sup> で一定と仮定した。大気圧の時間変動傾向は水位測定地点で同一とみなし、1号で取得した気圧データを2号の水位計算にも用いた。メーカーによると同型式センサーにより取得された水位データの代表的な誤差は ±0.3cm と公表されており、筆者らが今回現場に設置する前に事前に一定水位 ( $h = 9.4$ cm) を与えた室内実験においても測定誤差の標準偏差は ±0.1~0.18cm であった。

同圧力式水位計には、温度センサーも内蔵されており、流域環境の補助情報を得る目的で河川水温も同時に計測した。河川水温は、河川生物環境を示す重要な指標の一つと考えられ、また、水温をトレーサーとして利用できる可能性がある。

水圧、気圧、水温のいずれのデータも10分間隔で測定し、1時間単位の平均値として整理した。

## Ⅲ. 結果と考察

図-2に1号流域の降水量、水温、河川水位の時間変化を示した。この図から降雨に対して、河川水位が鋭敏に変化している様子がわかる。特に、6月10日から7月3日の期間（総雨量 515.4mm）に降雨強度10mm/hを越える降雨が6回観測されたが、それぞれの降雨ピークに対応して河川水位は1時間以内にピークを迎えていた。河川水温は、これらの比較的まとまった雨量があったこの期間中は一時水温21℃程度まで低下するなど比較



写真-1. 1号流域の水位観測地点の様子

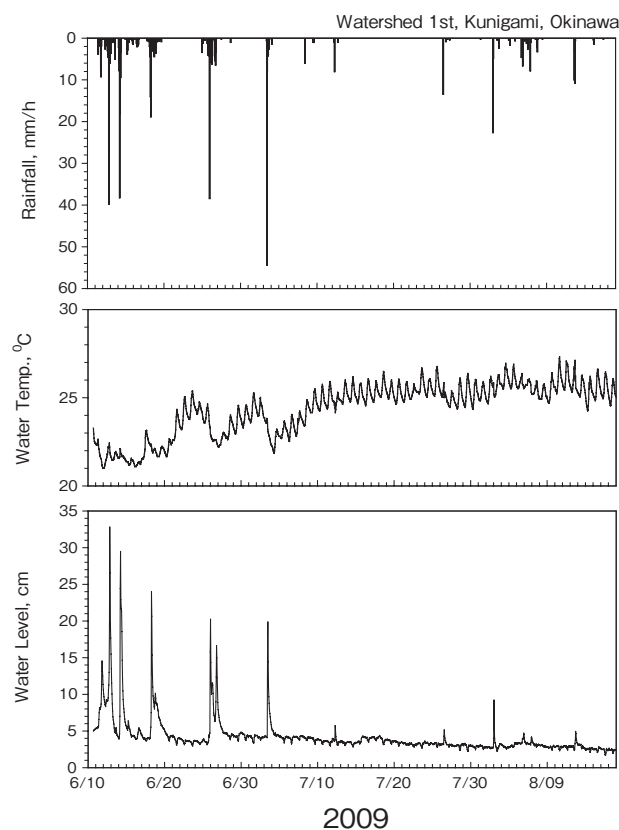


図-2. 降水量、水温、河川水位の時間変化  
(1号流域; 2009/6/10-8/18)

的に低い値を示した。その後の無降雨日が連続する間に、河川水温は1℃程度の日周変化を伴いながら25℃前後まで上昇した。

図-3に無降雨期間（7月15日から25日）の河川水温および河川水位の日周変化を示した。無降雨時には、河川水温には、温度変化は気温の日周変化に伴う変化がみられ、14-16時に温度ピークが見られた。一方、水位の時間変化は水温ピークと同時刻の14-16時に0.8cm程度の負のピークがみられた。森林流域における水位の日周変化には、蒸散および河道蒸発が影響していると考えられる。清水ら（5）は、九州北部の湿潤温帯地域の森林小流

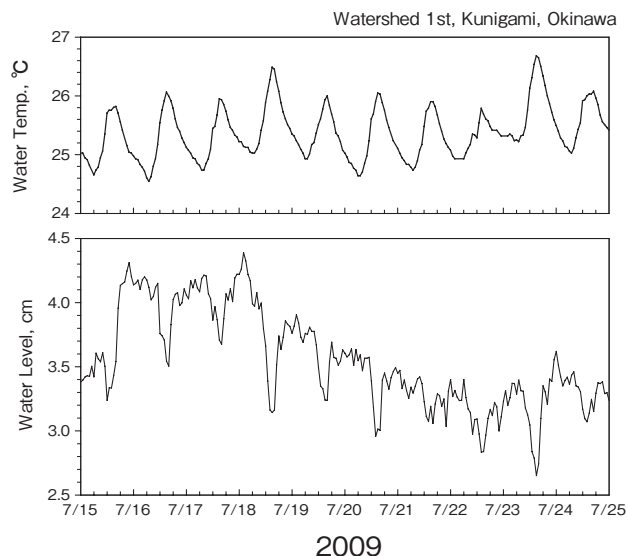


図-3. 無降雨期間における水温、河川水位の日周変化  
(1号流域：2009/7/15-7/25)

域内での無降雨時の水位低下の要因を熱収支的に検討した結果、水位低下量と流域内河道からの蒸発量がほぼ一致すると述べている。

2号流域に関しては、流路内の排土が完了した7/7以降のデータとなり観測期間が短く今回は詳細な検討を行わないが、1号流域と同様に、河川水位は降水イベントに鋭敏に反応するとともに、水位、水温の日周変化も併せてみられた。

#### 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・西銘岳周辺に新たに2つの森林流域を設定し水文試験を開始した。初期的に得られたデータを解析したところ、水位変化には降雨に対応した出水波形が明瞭に記録されていた。一方で、無降雨期間には14-16時ごろ0.8 cm程度水位が急

激に低下する日周変化が見られた。今回観測された水位が急激に低下する時刻は、河川水温のピーク時刻とほぼ一致していることから、蒸散および河道蒸発の影響が示唆されるが、要因を明らかにするためには熱収支の定量的な解析等が必要であろう。

今後は、これらの水文観測を継続するとともに、水位流量曲線を作成するためにさまざまな水位段階において流速測定を実施する予定である。

#### 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、「亜熱帯島嶼域における森林の環境保全と資源利用に関する研究推進事業」の一環として行った。

#### 引用文献

- (1) 藤枝基久・志水俊夫・金城勝・寺園隆一 (1995) 沖縄本島の水源地域における水文環境. 日林誌 77: 145-152.
- (2) 生沢均・金城勝 (1995) 沖縄県の森林水文試験地. 森林技術 644: 13-18.
- (3) 石島英・木村玲二・横山拓哉・下瀬龍・吉永安俊 (2000) 沖縄本島北部の地表面温度観測と水収支の予備解析. 琉球大学理学部紀要 70: 49-62.
- (4) 漢那賢作・新垣隆・金城勝 (2001) 森林流域における水土保持事業が水源かん養機能に与える影響 - 国頭村辺土名の水文試験結果を例にして -. 沖縄県林業試験場研究報告 44: 1-14.
- (5) 清水晃・宮縁育夫・小川泰浩 (1997) 温暖多雨地域の森林における水文特性 (IV) - 流出逡減過程における日変化 -. 日林九州支論 50: 153-154.
- (6) 吉永安俊・翁長謙良 (1993) 森林伐採が降雨流出に及ぼす影響について. 琉球大学農学部学術報告 40: 69-75.

(2009年10月24日受付；2009年12月26日受理)