

論文

山地気象観測露場による沖縄県北部森林地域の気象について*1

新垣拓也*2・清水 晃*3・壁谷直記*3・清水貴範*4・飯田真一*4・古堅 公*5・生沢 均*6

新垣拓也・清水晃・壁谷直記・清水貴範・飯田真一・古堅公・生沢均：沖山地気象観測露場による沖縄県北部森林地域の気象について
九州森林研究 69：71－74，2016 沖縄県北部地域の亜熱帯性の森林気象環境を評価するために気象観測露場を設置し，2009年3月17日より観測を開始し，2013年までの約5年間の観測データを月毎に5年間の平均値として取り纏めた。その結果，沖縄島北部森林地域の月毎の平均気温は10℃を下回る事無く，夏期は25℃以上で安定すること，月毎の平均相対湿度は常に80%以上であり，湿潤な環境下であることが分かった。また，風速は1.2～1.5 m/sを維持し，冬期の終わりから梅雨までの期間風速が強くなることが分かった。月毎の平均日射量は7月が最も高く，3月から7月にかけて値が増大するが，5月は，梅雨の影響によりやや増大が鈍ると推察された。沖縄県北部森林地域の降雨量は梅雨の時期の降雨量と台風による降雨に大きく依存していることが示唆され，年変動が顕著に現れる気象要素であると思われた。

キーワード：亜熱帯性島嶼，森林気象環境，気象観測露場，日射量，降水量

I. はじめに

沖縄県沖縄本島北部のヤンバルと呼ばれている森林地域は，亜熱帯島嶼特有の生態系を保有しており，自然環境の保全に関心が集まり，かつ，観光産業が活性化されることにも期待が高まっている。一方，この北部森林地域は沖縄県の林業の中心地となっており，木材資源の生産や温暖化防止に寄与する炭素吸収源として積極的な森林施業が求められている。そのため，自然環境の保全と木材資源の利活用の両立が今後この地域の持続的発展を遂げる上で緊急な課題となっている。しかしながら，動植物の生育基盤である沖縄本島北部森林域の環境を測定した結果は少なく，この地域における森林環境についてよく分かっていない。このような状況に対して筆者らは2009年から本森林地域に気象観測露場を設置すると同時に様々な森林タイプ毎に林内気象の観測を開始した。すでに清水ほか(2011)，比嘉ほか(2011)により，成果の一部が発表されている。

気象観測露場での観測開始時には，観測項目は一般的な気象観測露場と同様に，温度，湿度，風向，風速，日射量，降水量の6項目だった。そのため，生物の生育環境に多大な影響を有する森林の蒸発散量に係わる放射収支に関する観測は実施していなかった。そこで，新垣ほか(2013)では森林の蒸発散量について，2010年の気象観測露場のデータから既存研究成果を組み合わせることにより純放射量を算出可能とする方法を検討し，ペンマン式による可能蒸発散量の推定を行った。2013年1月より新たに放射収支計を追加し，観測項目を拡充した。また，観測の継続を目指して老朽化した観測機器の更新を行い，露場を再整備した。

本露場は2015年で観測開始から7年目をむかえる。台風の襲来や過酷な山地環境により，通年の欠測のない連続したデータを得ることは困難であり，様々な欠測が生じているが，亜熱帯島嶼森林地域の一般的な気象環境について観測データを蓄積することができた。本報告ではこの地域の森林気象環境評価するため，その地域の平均的な気候を示す年値として取り纏めるには観測期間は短い，観測を開始した2009年3月から2013年12月までの約5年分のデータ一区切りとし，5年間の月毎の平均値として取り纏めたのでその結果を報告する。

II. 調査地および方法

1. 調査地

図-1に，沖縄本島北部地域に設定した気象観測露場の場所を示した。気象観測露場は沖縄県国頭村の西銘岳山頂から約500m北側のチヌフク林道沿いに設置された(北緯26°48'39"，東経128°16'23")。西銘岳(標高：420m)は北部森林地域のほぼ中央に位置する場所にあり，この地域の森林気象の代表値を得る為には適した場所であると考えられる。観測機器の設置場所は，林道建設時に造成された残土処理場のオープンスペースを活用しているため，周囲の森林から被陰や降水補足等に関して直接的な影響を受けない場所となっている。

2. 各気象要素の観測

2009年3月より，設定された露場において各種気象観測を開始した。2009年より観測を開始した気象要素は，日射量，風向，

*1 Arakaki, T., Shimizu, A., Kabeya, N., Shimizu, T., Iida, S., Furugen, H., Ikuzawa, H.: Forest meteorological observations using a weather measurement station in Okinawa Island northern forest area.

*2 沖縄県森林資源研究センター Okinawa Pref. For. Resour. Res. Center., Okinawa 905-0017.

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

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

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

*6 沖縄県農林水産総務課 Okinawa Prefectural Government Agriculture, Forestry and Fisheries General Affairs Division., Okinawa 900-8570.

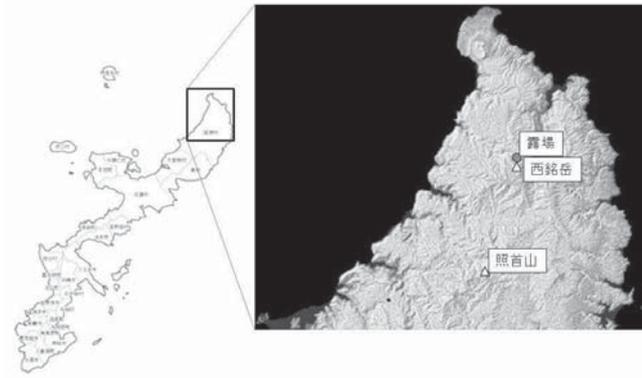


図-1. 気象観測露場位置図

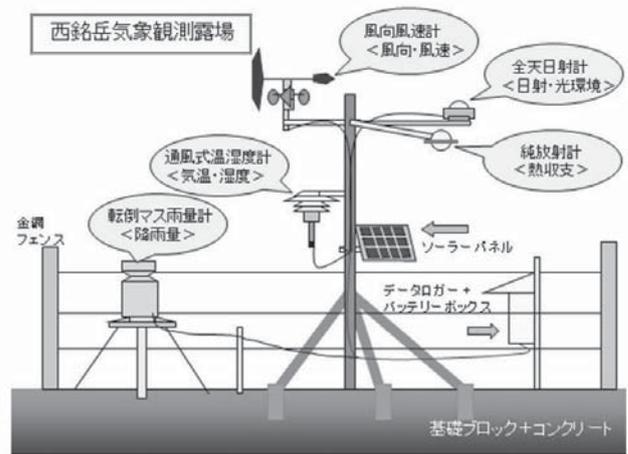


図-2. 気象観測露場観測機器配置図 (2013年)

風速、温度、湿度、降水量の6項目である。オープンスペースの中央部に基礎ブロックおよびコンクリートを地中に埋め、そこに固定された三脚を土台として鉛直方向に設置したポールに、全天日射計（デルタオーム社、LP PYRA 03）、風向風速計（MetOne社、034 B Windset）を南北方向に伸ばしたアームにそれぞれ取り付け（地上高約3 m）、温湿度計（Visala社、HMP-45 A）は通風シールドに納め、地上高1.5 mの地点からアームを伸ばしポールに取り付けた。転倒式雨量計（ウジン社、U-Dot、1転倒0.5 mm）は測器と相互に干渉し合わないよう、ポールから離れた場所に、地上高1.5 mで設置した。地表面は芝生で覆ったが、毎年稲科の草本が侵入し繁茂するので、年に1～2回、測器に影響が出ないように下刈を実施した。また、露場の気象観測機器をリュウキュウイノシシなどの獣害から守るため、計測に影響が出ないように十分に考慮しながら金網で露場を囲み、観測システムを保護している（図-2）。

温度、湿度、風向、風速、全天日射、降水量、純放射量の各データは一括してデータロガー（キャンベル社製、CR 1000）に記録した。雨量計を除く各要素の測定間隔は10秒であり、これを10分毎に平均してロガーへ記録した。降水量は10分毎の積算値を記録した。使用したデータロガーのバッテリーは、ポールに取り付けた太陽電池により充電され、安定した動作が確認できている。

3. 観測期間と欠測について

温度、湿度、風向、風速、全天日射量、降水量の観測は、2009年3月13日より開始し、2013年12月31日までの約5年間のデータを対象にした。測器の故障等による、相対湿度の観測値が100%以上・気温が氷点下を記録するといった明らかな異常値は欠測として扱い、観測データから取り除いた。また、故障した機器の修理・交換に伴う未観測期間や測器の取り替え作業により観測を停止させた日の観測データも欠測として取り扱った。

温度、湿度、風向、風速、全天日射量は各年毎に月毎の平均値として取り纏めた。欠測が存在する期間が月の15日以上に及ぶ場合、その月の平均値も欠測として取り扱い、データから取り除いた。

Ⅲ. 結果と考察

森林気象観測露場で観測された2009年3月から2013年12月までの各月の平均気温を5年間で平均した値として図-3に示した。最も気温が低くなる月は1月であったが、年間を通して月平均気温が10℃以下を下回ることにはなかった。最も気温が高くなる月は7月と8月で、平均気温が26℃まで上昇した。5月から10月にかけて月平均気温が20℃以上を超える期間が半年におよび、温暖な気候であることがわかった。

図-4には月毎の平均相対湿度（%）の5年間の平均値を示した。年間をとおして相対湿度は80%以上を維持しており、沖縄北部森林は湿潤な環境下にあることが分かった。5月から9月にかけて、相対湿度が90%前後と高い値で推移するのに対し、11月から4月にかけて相対湿度は80%まで下がり、冬期から梅雨直前まで、夏期に比べてやや乾燥しやすい環境下にあるのではないかと考えられる。しかしながら、2月に湿度が上昇する傾向が見られた。

図-5に森林気象観測露場で観測した月毎の平均風速（m/s）の5年間の平均値を示す。北部森林地域では1.2～1.5 m/sの風速があることが分かった。季節変化としては、1月から6月にかけて風速がやや強くなり、夏・秋期には台風による強風の発生があるものの、7月から12月にかけて風速が弱まる傾向が見られた。沖縄県は1月から3月頃にかけて偏西風が強いことや、5月、6月の梅雨時期に低気圧の停滞や前線の通過に伴い強い風が発生しやすい環境下にある可能性が示唆された。

図-6に森林気象観測露場で観測した各年の月毎の日平均全天日射量（W/m²）の5年間の平均値を示した。全天日射量は7月に最大の365.6 W/m²を示し、6月から9月にかけて高くなる傾向が見られた。10月には急速に減退し、10月から2月の間は163.5～214.2 W/m²と、夏期のおよそ半分まで落ち込み、最も低い値は1月に163.5 W/m²を示した。平均日射量は冬期から夏期にかけて上昇していくが、5月に平均日射量の上昇が鈍る傾向が見られた。沖縄県は5月が梅雨の時期に当たるため、晴天の日が少なく、日射量の増加が鈍化したと考えられる。

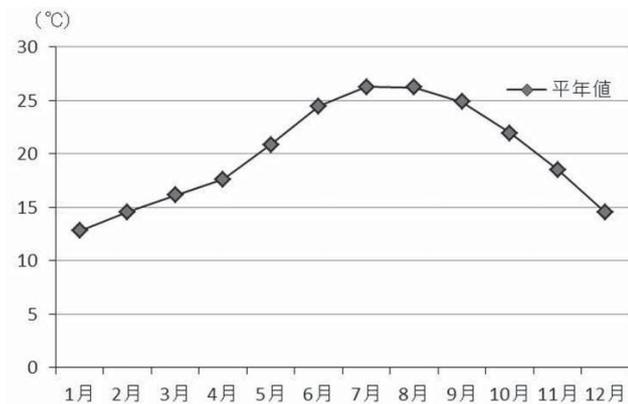


図-3. 5年間（2009～2013年）の月毎の平均気温（℃）の平均値

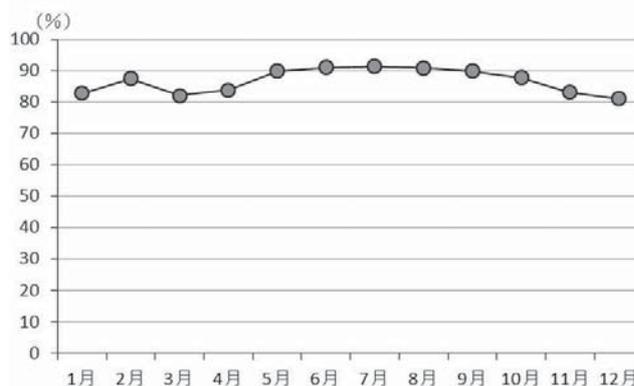


図-4. 5年間（2009～2013年）の月毎の相対湿度（%）の平均値

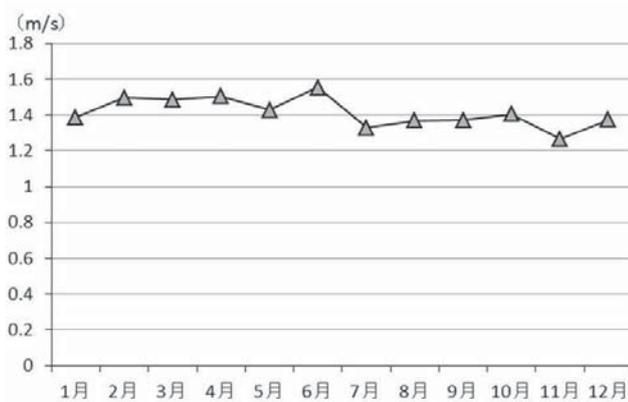


図-5. 5年間（2009～2013年）の月毎の平均風速（m/s）の平均値

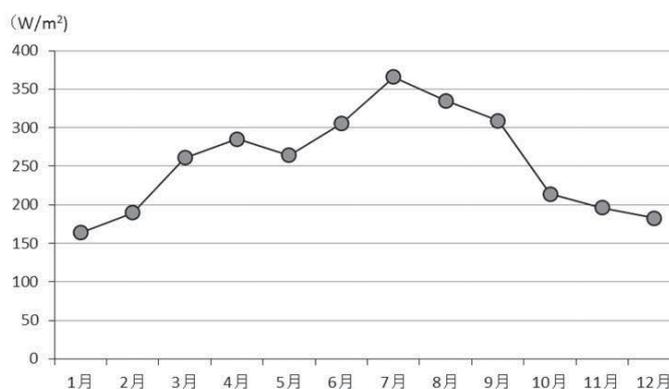


図-6. 5年間（2009～2013年）の月毎の平均日射量（W/m²）の平均値

IV. まとめ

これまで殆ど得られていなかった沖縄島北部森林地域における森林気象環境について、欠測はあるものの5年間のデータを取り纏めることができた。その結果、沖縄島北部森林地域の月平均気温の5年間の平均値は10℃を下回することは無く、夏期は25℃以上で安定すること、月平均相対湿度の5年間の平均値は常に80%以上であり、湿潤な環境下であることが分かった。また、月平均風速の5年間の平均値は1.2～1.5 m/s以上を示しており、冬期の終わりから梅雨の間に風速が強くなることが分かった。月平均日射量の5年間の平均値は7月が最も高く、3月から7月にかけて値が上昇するが、梅雨の影響により5月に上昇が鈍ることがわかった。また、降水量は梅雨の時期の降水量と台風の影響に大きく依存しており、そのため、年変動が強く表れることが認められた。

これらの森林気象観測のデータは、森林の生育環境や、森林の持つ水資源量等の公益的機能を評価する上で基礎的かつ重要な観測要素である。しかしながら、沖縄県北部森林地域の降水量は年変動が大きく、梅雨期と台風がもたらす降雨に大きく依存していることや降雨時の日射量変動など（梅雨の影響も含む）から、比較的短期間かつ極端な気象条件が、本地域の気候形成に影響し、気象値が短期間に大きく振れることはこの地域の気象的特徴で

図-7に森林気象観測露場で観測した各年の月毎の積算降水量を、表-1に各年の年間降水量を示す。各月の降水量は年度毎にばらばらで、規則性が見られないことから、年毎に雨量の偏在性が強いことが分かった。そのような状況においても、5月、6月、そして8月から10月にかけて降雨が集中し、月400 mm以上の降水量が記録されている。5月から6月の中旬にかけて沖縄県は梅雨の時期に入り、8月から10月は台風が沖縄本島にもっとも接近または上陸する回数の多い期間であることから（気象庁ホームページ、沖縄気象台ホームページ）、梅雨及び台風がこの森林地域の降水量に強く影響していることがわかる。年間の積算降水量は、4年間の観測期間の中では2010年が最大の4051 mmを記録し、最低の年は2013年の2040.5 mmであった。これはおよそ2倍であり、沖縄県の年間降水量は非常に年変動性が高いと考えられる。2013年は梅雨期の5月と6月の合計雨量が最も少なく、台風が発生しやすい時期である8月から10月までの積算雨量も最も少ない年であった。このことから、沖縄県北部森林地域の降水量は梅雨と台風のもたらすまとまった降雨に大きく依存しており、各気象要素の中でも年変動が最も著しく現れる要素であると考えられた。

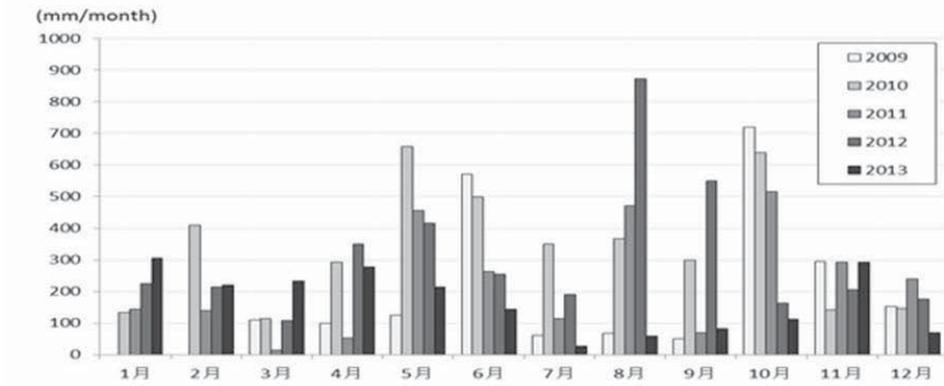


図-7. 気象観測露場で観測された月毎の積算降雨量の変動 (2009~2013年)

表-1. 気象観測露場で観測された各年の年間降水量 (mm/year)

	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年
年間雨量 (mm/year)	(2253.5) *	4051	2773.5	3723.5	2040.5

※2009年の年間降水量は、3月から12月までの10ヵ月分

あると考えられる。島嶼環境下における水資源は生活及び森林環境維持に不可欠なものである。降水量の年変動性に直接的に関わる問題（特に渇水問題等）は、森林の水源涵養機能の高度発揮により改善・緩和が期待できるものである。本観点も含めて森林気象露場観測の安定した長期継続データが必要であり、今後も観測を進め、亜熱帯性島嶼森林地域の気象環境の特徴を明らかにするとともに、蓄積された観測データのデータベース化を進める必要があると考えている。

引用文献

新垣拓也ほか (2013) 九州森林研究 66 : 21-24.
 比嘉幹彦ほか (2011) 九州森林研究 64 : 102 - 104.
 気象庁 (2015) 昭和 26 年 (1951 年) 以降の梅雨入りと梅雨明け (確定値) : 沖縄,
http://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/baiu/kako_baiu_01.html,
 参照 2015-11-6.
 清水貴範ほか (2011) 九州森林研究 64 : 108 - 109.
 (2015 年 11 月 20 日受付 ; 2016 年 2 月 3 日受理)