

カンボジア国中央部森林流域試験地における降雨特性について

延廣竜彦・清水晃・壁谷直記（森林総研）

要旨：カンボジアの常緑広葉樹林地域で観測された日降水量をもとに、半旬平均降水量を基準とした判定方法を用いて2003年－2005年の雨季の開始・終了時期および小乾季の判定を行った結果、観測地点間の差異が大きくなつたので判定手法を改良した。雨季の開始時期は観測年に対応して5月上旬から6月下旬になった。雨季の終了時期も同様に、観測年によって9月下旬から11月上旬まで異なつていた。小乾季は2004年に6月下旬から7月中旬に認められた。2003年、2005年には小乾季が認められなかつた。

キーワード：カンボジア、雨季、モンスーン、半旬平均降水量

I はじめに

インドシナ半島は夏季アジアモンスーンの影響圏にあり、明確な雨季・乾季という特徴が見られる。また、雨季の期間中に降水が少ない時期（小乾季）があることが知られている。このような降雨パターンの変動はインドシナ半島における農業活動などに大きく影響を与えるものと推察される。解析対象であるカンボジアの森林面積率は50%を超えており、上流域の森林地域への降雨と下流域の生産活動は密接な繋がりがあると考えられる。しかしながら同国では森林地域における降水量観測データの蓄積は少なく、地域の降雨特性について詳細な実態が把握されていないのが現状である。

地域の降雨特性を検討する場合、最も基本的かつ重要な要素は各年の雨季の開始・終了時期である。これに対して気候値データを用いた判定手法（2）を観測気象データに適用すると、データの性質により観測地点間に差異が生じる場合がある。対象年のモンスーン期間を正確に把握するためには、観測気象データに対応した判定手法を構築する必要がある。本報ではカンボジア国中央部・コンポントム州の常緑広葉樹林流域試験地で観測した日降水量データを用い、観測気象データに対応した判定手法を適用して、森林域での雨季の開始・終了の時期や小乾季の発生期間について検討を行つたので報告する。

II 試験地の概要

カンボジア国中央部に位置するコンポントム州の常緑広葉樹林地域に4つの試験流域を設定している（1）。これら試験流域内外の4地点に雨量計を設置し（図-1、表-1），降水量観測を行つた。

Tower Site (TS) では森林気象観測タワーにおいて60mの高さに雨量計 (RG-2 M, Onset) を設置している。Kampub Ambel (KA), Bak Snar (BS), Kbal

Domrey (KD) にも同型の雨量計を設置し、周囲に柵を配置して降水量観測を行つてある。表-2に各地点で観測された年降水量を示した。

III 雨季の判定方法

Orgill(3)はインドシナ半島における平均的な夏のモンスーンの開始日は5月17日で、変動幅は33日程度であ

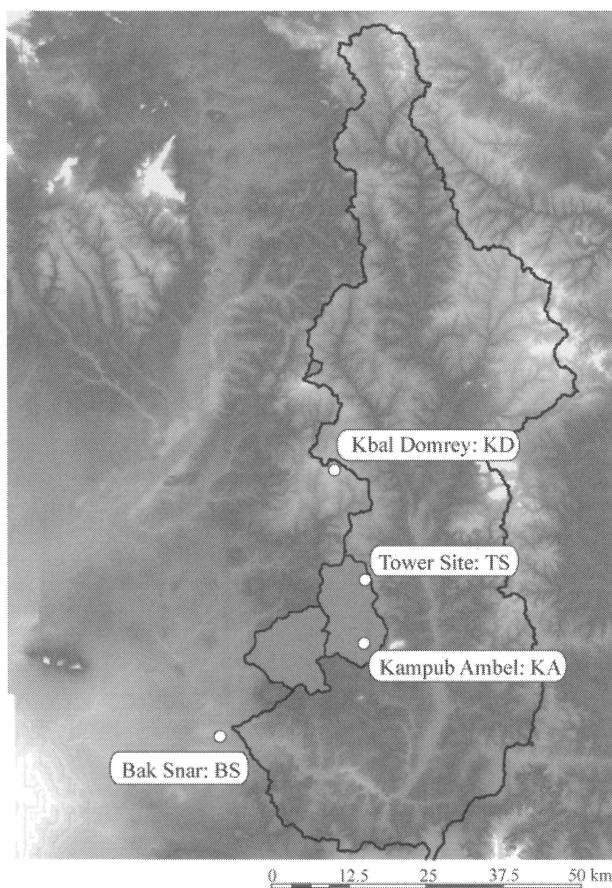


図-1 試験流域と降雨観測地点

Tatsuhiko NOBUHIRO, Akira SHIMIZU, Naoki KABEYA (Forestry and Forest Products Research Institute, Matsunatosato 1, Tsukuba Ibaraki 305-0031)

Rainfall characteristics in evergreen broadleaf forest watershed, central Cambodia

表-1 観測地点

観測地点名	略称	北緯	東経
Kbal Domrey	KD	12° 54'	105° 26'
Tower Site	TS	12° 44'	105° 28'
Kampub Ambel	KA	12° 39'	105° 28'
Bak Snar	BS	12° 32'	105° 17'

表-2 各観測地点の年降水量

year	KD	KA	TS	BS
2003	1370.2			1546.2
2004	1434.4	1822.2*	1542.8	1565.4
2005	1382.0	1483.4	1146.0*	1321.8

*欠測期間あり
(mm year⁻¹)

ると述べている。Matsumoto(2)は東南アジア各国から収集した日降水量データを用いて、インドシナ半島では全域が5月中旬から下旬にかけて雨季入りし、雨季明けは広域的には10月中旬ごろであるとした。

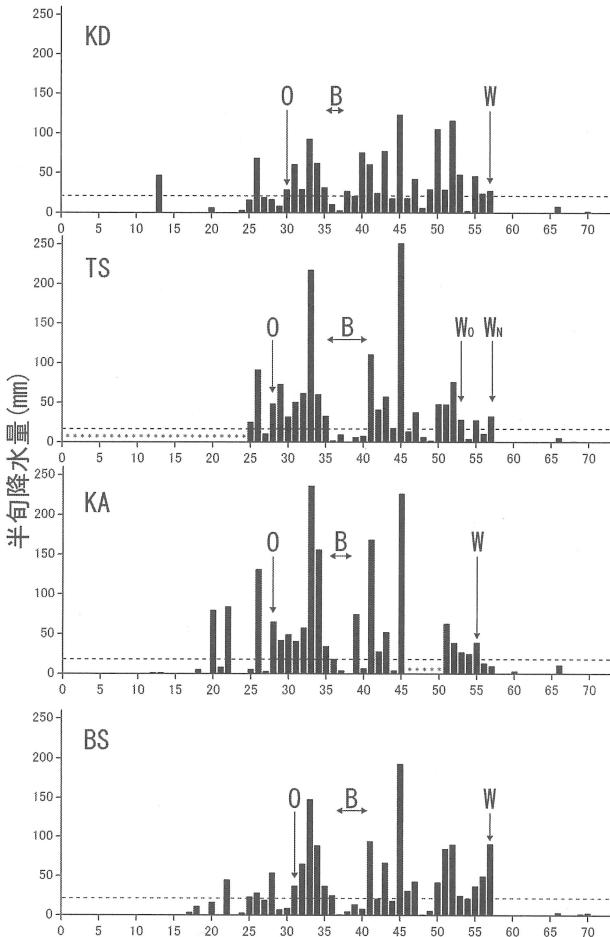


図-2 半旬降水量および判定結果（2004年）

O : onset, B : monsoon break, W : withdrawal,
Wo : Matsumotoの方法, WN : 新判定方法

Matsumotoの方法は1年を通じて平均的に雨が降ったと仮定した場合の半旬平均降水量（年降水量を年間の半旬数73で割った値）を基準値とし、この降水量を3半旬続けて越えた最初（最後）の半旬を雨季の開始（終了）とみなすものである。Matsumotoは本手法を降水量の地域差が大きく、雨季・乾季の交代が明瞭なインドシナ半島のような地域では大部分の地点で客観的に雨季の開始・終了を決定できる有効な方法であるとしている。この方法は降水量の気候値を使用した判定の為に開発されたものであるが、本研究では現地サイトでの観測結果を使用して雨季の判定を行い、手法の精度等について検討を行った。

IV 結果と考察

1. 気候値による判定方法の適用 気候値による判定手法をMatsumotoの定義に従い、4地点で観測が行われた2004年、2005年に対して適用し、観測地点ごとに雨季の開始・終了の判定を行った。判定の基準となる半旬平均降水量は各地点における年降水量から観測地点・観測

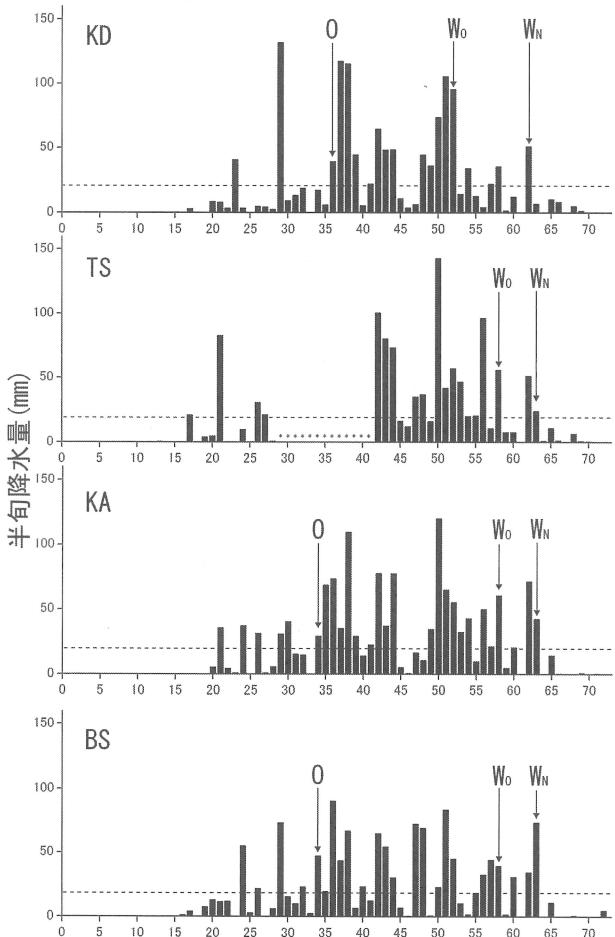


図-3 半旬降水量および判定結果（2005年）

O : onset, W : withdrawal,
Wo : Matsumotoの方法, WN : 新判定方法

年ごとに求めた。なお2004年のKA, 2005年のTSでは雨季の途中に欠測があったため、半旬平均降水量として2005年のKA及び2004年のTSの値を用いた。

図-2, 図-3はそれぞれ2004年および2005年に観測されたKD, KA, TS, BSの4地点における半旬降水量の季節変化を示す。2004年は閏年であるため、年の最後の半旬を12月26日～31日の6日間とした。また2005年は雨季の開始時期前後に欠測があったTSを除いた3地点に対して雨季の開始の判定を行った。

2004年の雨季の開始日は4地点で5/15～19（28半旬）から5/30～6/4（31半旬）の間にあった。雨季の終了日はTSで9/17～21（53半旬）、KAで9/27～10/2（55半旬）、BS・KDで10/7～11（57半旬）と判定された。

2005年では6/15～19（34半旬）から6/25～29（36半旬）にかけて雨季が開始したと判断された。雨季の終了日はTSを含めた4地点に対して判定を行い、KDで9/13～17（52半旬）、TSで10/3～7（56半旬）、KA・BSで10/13～17（58半旬）と判定された。

これらの結果によると、この地域では2004年には5月中旬から下旬にかけて雨季入りしたと判定され、これはOrgillやMatsumotoによるインドシナ半島の平均的な雨季入りと同時期であった。雨季の終了時期は9月中旬から10月上旬と判定され、観測地点によっては平均的な雨季明けと比較すると1ヶ月ほど早いものであった。

2005年についても同様に検討したところ、雨季の開始時期は6月中旬から下旬と判定され、上述のOrgillらによる平均的な雨季の開始時期よりも1ヶ月程度遅れていた。雨季の終了時期は9月中旬から10月中旬と判定され、2004年と同様に観測地点によっては平均よりも早く雨季が終了する結果となった。

また、2004年、2005年ともに観測地点によっては雨季の期間中に連続して半旬平均降水量を下回る期間が存在した。Matsumotoは平均的な雨季の半ばに数半旬程度の期間、降水量が半旬平均降水量を下回る時期が見られる場合には、これを気候学的な雨季の休止期にあたるとしている。本報では基準である半旬平均降水量を3半旬以上連続して下回った期間を小乾季とした。2004年の判定結果では6/24～7/18（35半旬～39半旬）の間に小乾季が発生していると判断された。

2. 気候値による判定方法の検討と新判定方法の適用

前節で行った気候値による判定手法では、雨季の開始時期について観測地点間で2半旬～3半旬（10日～2週間）の違いが生じていた。これに対して雨季の終了時期では4半旬～6半旬の差異が発生しており、最大で1ヶ月程度前後する結果となった。対象となる4ヶ所の観測地点は比較的近い位置関係にあり、局所的な降雨を除いて基本的降雨傾向は一致するものと考えられる。しかし

ながら判定結果は雨季の開始・終了時期が大幅に異なるものとなった。このような低い判定精度は、適用結果を使用する場合において大きな問題となる。

各観測地点の変動幅を縮小するとともに、観測地点間の整合性を高めるために、気候値による判定から得られた雨季開始前の降雨の発生状況を詳細に検討したところ、全観測地点で同時に半旬降水量が50mmを超えるような降雨はほとんどみられなかったことから、この時期には降雨が局所的に発生していると推察された。

一方、雨季終了後の降雨発生状況については2005年において雨季の終了後に全ての観測地点において合計降水量が50mmを超える半旬が認められた。この期間を対象に気象状況を放射量データに基づいて検討したところ、雨季と同様の気象条件が継続していると考えられた。このため、雨季の終了と判定された後であっても広い範囲で高強度の降雨が発生した場合には雨季が続いていると推測された。このように、本研究で対象とした流域において、雨季終了と判定されたにも関わらず観測地点間の判定結果が大幅に異なったことは、本来気候値に対して用いるべきであるMatsumotoの手法を単年の降水量観測データに適用したためであると考えられた。

以上の検討の結果、実際の状況を正確に反映するため観測気象データを対象とする判定手法を作成した。新判定手法はMatsumotoの判定方法を以下のように修正したものとなった。

1. 半旬平均降水量を基準とし、この降水量を3半旬以上続けて超えた最初の半旬を雨季の開始とする。
2. 半旬平均降水量を4半旬連続して下回った場合、最後にこの降水量を超えた半旬を雨季の終了とする。
3. 雨季の期間中に3半旬以上連続して半旬平均降水量を下回った期間を小乾季とする。

このように設定した判定方法を用いて、雨季の終了日を再判定した。2004年については、TSでの判定結果が9/17～21（53半旬）から10/7～10/11（57半旬）に変更された。他の3地点では判定結果は変わらず9/27～10/11（55半旬～57半旬）であり、4地点での判定結果はほぼ等しくなった。2005年についても同様に雨季の終了日を再判定し、KDが9/13～18（52半旬）から11/2～6（62半旬）、TSが10/3～7（56半旬）から11/2～6（62半旬）、KA・BSが10/13～17（58半旬）から11/7～11（63半旬）に変更され、4地点での判定結果はほぼ等しくなった。このように新判定方法では、2004年・2005年ともに各観測地点における雨季の終了時期の変動幅が2半旬以内となり、Matsumotoの判定方法と比較して観測地点間の差異は大幅に縮小された。

次にMatsumotoによる判定方法と新判定方法を2003年に行われたBS・KDでの降水量観測結果に対して適用した結果を比較した（図-4）。雨季の開始はBS・KDと

もに5/1～5（25半旬）と判定された。雨季の終了はBSで9/28～10/2（55半旬）から10/18～22（59半旬），KDでは9/13～17（52半旬）から10/8～12（57半旬）に変更され，雨季の終了時期はほぼ一致した。

以上のように，新判定手法を適用することで本対象地域でのモンスーン期間の推定精度が向上した。

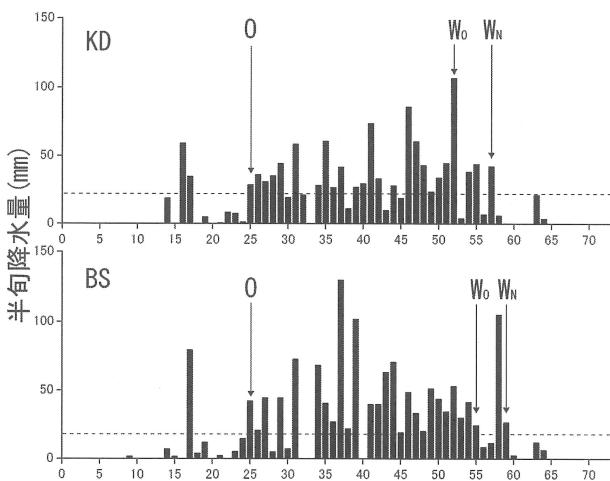


図-4 半旬平均降水量および判定結果（2003年）

O : onset, W : withdrawal,

W_o : Matsumotoの方法, W_N : 新判定方法

Vまとめ

本報では半旬平均降水量を用いた雨季の開始・終了時期の判定方法を単年の降水量観測結果に適用した。雨季終了と判定された後の降雨を検討したところ、全ての観測地点で高強度の降雨が発生した半旬が認められた。このような実状を踏まえ、判定方法を修正した。雨季の期間は観測年によって異なり、開始時期は5月上旬～6月下旬、終了時期は9月下旬～11月上旬と判定された。2004年6月下旬～7月中旬に小乾季が認められた。観測地点間の雨季の開始・終了時期の判定結果はほぼ一致した。本判定方法は今後気象条件を追加した詳細な検討により改善する予定である。

引用文献

- (1) 清水晃・壁谷直記・延廣竜彦・坪山良夫・久保田多
余子・阿部俊夫（2004）カンボジア森林流域における水循環観測試験地の設定. 第55回日本林学会関東
支部大会発表論文集：263～266.
- (2) MATSUMOTO, J. (1997) Seasonal transition of summer rainy season over Indochina and adjacent monsoon region. *Adv. Atmos. Sci.* 14, 231-245.
- (3) ORGILL, M. (1967) Some aspects of the onset of the summer monsoon over South East Asia. Report to U.S. Army, Contract DA28-043-AMC-01303 (E), Colorado Univ., 75pp.