

カンボジア低地常緑林流域における降雨特性についての検討

延廣竜彦 (森林総研)・清水晃・壁谷直記 (森林総研九州)

玉井幸治・飯田真一・清水貴範 (森林総研)

要旨：カンボジア中央部の低地常緑林地帯で観測された2004年、2007年、2008年の降雨量データを基に、降雨の季節変化、時間別積算降雨量、降雨強度、降雨イベントの継続時間などの降雨特性について検討を行った。雨季の期間はインドシナ半島での一般的な雨季の期間と同様であると考えられた。降雨の日周変化を検討したところ、総降雨量の約7割が午後から夜半(13時～20時)にかけての時間帯に集中して発生していた。またこの時間帯には高強度の降雨が数多く観測され、これらを積算すると総降雨量の4割に達していた。降雨イベントについて検討したところ、降雨イベント数の大半が短時間で終了しており、長時間継続するような降雨イベントは非常に少なかった。また、午前中(5時～9時)に開始する降雨イベントは頻度が少なく、短時間で終了する場合がほとんどであったのに対して、それ以外の時間帯に開始した降雨イベントは長時間継続する比率が大きかった。

キーワード：カンボジア、熱帯モンスーン気候、低地常緑林、降雨特性

I はじめに

森林流域における蒸発散過程は、森林樹冠での降雨の遮断蒸発過程ならびに森林からの蒸散過程に大きく区分される。このうち、森林樹冠での降雨遮断は、降雨強度や降雨継続時間といった降雨の特性を表す指標に影響を受けることが知られている(3)。

本報告で解析対象としたカンボジアは熱帯モンスーン気候帯に属し、雨季・乾季という明確な降雨特性を有することが知られている。また、近隣諸国と比して多くの天然林が平地域に現存しているという特徴を持つ。そのため、降雨の遮断蒸発過程の検討に際し、降雨強度や降雨継続時間など降雨特性に関する情報の重要性は非常に高いと考えられるものの、これら知見の蓄積は少ないのが実情である。

そこで本研究では、カンボジア森林地域における現地観測で得られた降雨量データに基づき、同国森林域での降雨の遮断-蒸発過程を明らかにする上で重要な情報となりうる本地域特有の降雨特性について検討を行った結果を報告する。

II 試験地の概要および観測方法について

本研究ではカンボジア国中央部、コンポントム州の低地常緑林流域北東部の平坦地に60m高の森林気象観測タワー(12°44'N, 105°28'E)を設置し、雨量計(RG-2M, Onset)を用いて降雨量の観測を継続して行っている。雨量計の分解能は0.2mmである。降雨量データは10分ご

とに積算値としてデータロガー(CR10X, Campbell)に収録している。

降雨量観測は2004年4月25日から開始した。2005年、2006年については雨季の期間中にロガーの不調などによる欠測があった。このため、本地域の降雨特性については、雨季の欠測がほとんどなかった2004年、2007年および2008年を中心に解析を行った。降雨記録回数についてはデータ記録間隔である10分間を単位時間として、0.2mm以上の降雨が発生した場合を一回として集計を行った。降雨イベント数については、降雨開始から4時間以上無降雨であった場合を区切りとして集計した個数を示した。

III 結果と考察

1. 雨季の開始・終了時期 始めに、本試験地での観測から得られた年間降水量、降雨記録回数、降雨イベント回数の年々変動を示す(表-1)。2005年および2006年については参考値である。2004年、2007年、2008年の

表-1. 年降水量, 降雨記録回数, イベント回数

	年降水量(mm)	降雨記録回数	降雨イベント数
2004年	1542.8	1340	136
2005年*	1146.0	943	113
2006年*	1649.6	1353	142
2007年	2178.0	1857	184
2008年	1650.0	1512	176

* 雨季の期間に欠測

Tatsuhiko NOBUHIRO (Forestry and Forest Products Research Institute, Matsunosato 1, Tsukuba Ibaraki 305-8687), Akira SHIMIZU, Naoki KABEYA (KYUSHU RESEARCH CENTER, Forestry and Forest Products Research Institute), Koji TAMAI, Shin'ichi IIDA, Takanori SHIMIZU (Forestry and Forest Products Research Institute)

Study of rainfall characteristics in lowland dry evergreen forest, Cambodia

観測期間を通じての降雨量、降雨記録回数およびイベント回数はそれぞれ5,370.6 mm, 4,709回, 496個であった。

次に、2004年から2008年までの5日間降雨量の季節変化を図-1に示す。本試験地が位置するインドシナ半島では一般に5月中旬ごろから10月中旬にかけて雨季となることが報告されている(1)。本研究で対象とした期間では雨季の開始時期は不明瞭であり、観測年により多少変動するものの、その変動幅はOrgillら(2)が示した結果(5月17日±33日)の範囲内であると考えられた。これに対して雨季の終了時期は明瞭であるが、観測年による変動幅はやはり大きく、10月下旬~11月中旬頃に乾季が始まると考えられた。

2. 時間別降雨量 10分間隔で得られた降雨量について時間ごとに分類し、積算した降雨量(時間別積算雨量)を図-2に示す。各年の時間別積算雨量は16時~18時(夕方)の時間帯に最大値を記録していた。3年間の平均では17時に最大値(約180 mm)を示した。また、各年の時間別積算雨量の最小値は8時もしくは9時に認められ、3年間の平均では9時に最小値(約6 mm)を示

した。

次に、本試験地で発生した降雨の時間的変動特性について、時間別積算雨量の平均値である75 mmを基準として分類したところ、降雨量が多い時間帯(13時~22時, 75 mm以上)と少ない時間帯(23時~12時, 75 mm未満)という二つの時間帯に明確に区分された。13~22時の時間帯に発生した全ての降雨を積算したところ、総降雨量の72%(3,900.0 mm)を占めていた。

以上の結果から、本地域では深夜から午前にかけて降雨が少なく、午後から降雨量が大きく増加し、17時頃に降雨量のピークを迎えるという特徴が確認された。

3. 降雨強度 図-3は観測された全ての10分間降雨量を降雨量の大きなものから順に並べたものである。また第2軸には総降雨量に対する累積降雨量の割合を示している。ここで、10分間降雨量が5 mmを越えた場合を「高強度の降雨」として定義し、その発生頻度を検討した。降雨が観測された47,090分間に対して高強度の降雨が記録されたのは2,590分であり、その発生割合は5.5%であった。従って本試験地では高強度の降雨の占める時

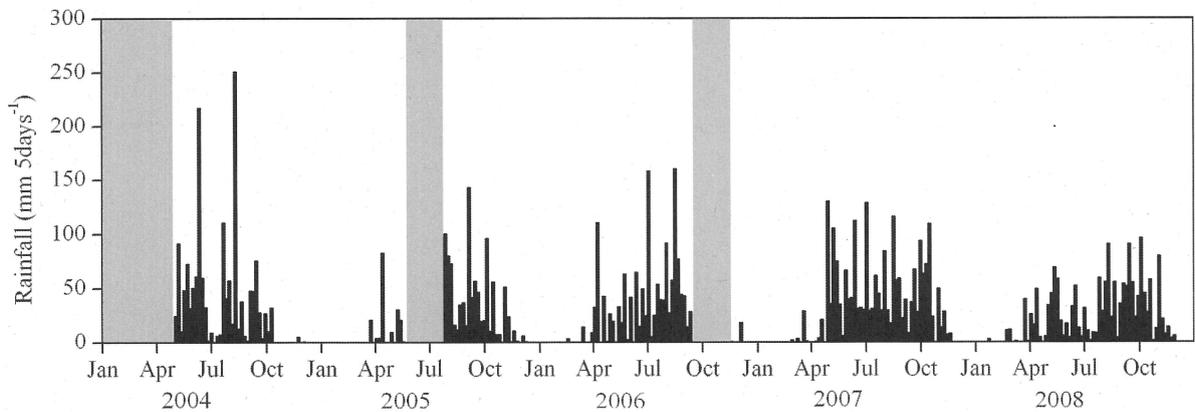


図-1. 5日間降雨量の季節変化(2004年~2008年)

網掛けの部分は欠測を示す

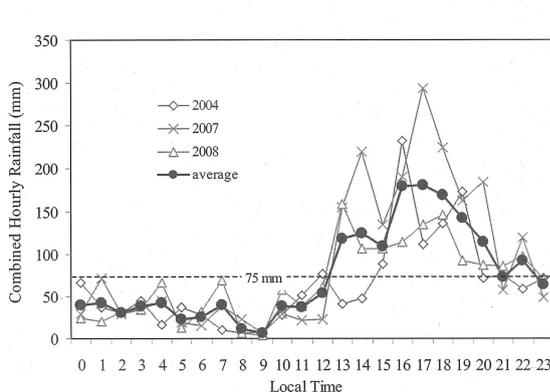


図-2. 時間別積算雨量
(2004, 2007, 2008年および平均値)

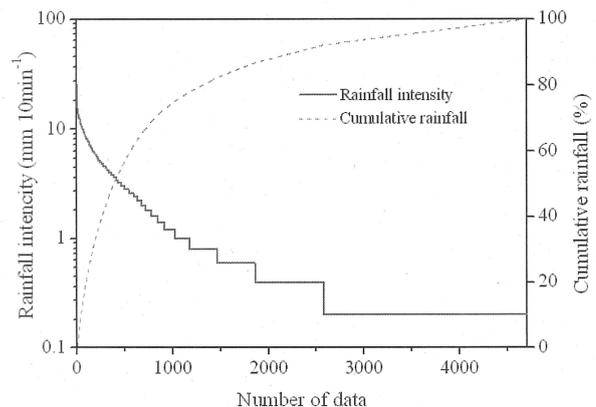


図-3. 10分間降雨量順の累積降雨量

間的割合は非常に少ないと言える。これに対して、10分間降雨量が5mm以上あった全ての降雨を積算したところ、観測期間中の総降雨量5,370.6mmの約4割(2,152.0mm)を占めており、本試験地では高強度の降雨の発生頻度は少ないものの、年間降雨量に与える影響が非常に大きいと考えられた。

次に、高強度の降雨の発生回数を時間ごとに集計した結果を図-4に示す。図中では降雨強度に応じて5-10mm、10-15mm、15mm以上の3つの階級に再分類している。10分間降雨量が5mmを超える高強度の降雨の大半が13時から20時の範囲で発生していた。さらに、10分間に10mm以上、あるいは15mm以上といった強い降雨ほど、この時間帯に集中する傾向が認められた。13時から20時に発生した全ての高強度の降雨量を積算すると1,629.8mmとなり、期間中の総降雨量の約3割を占めていた。

以上の結果から、本試験地では総降雨量の4割が10分間降雨量5mmを超えるような非常に激しい降雨によってもたらされており、このような高強度の降雨の大半が13時から20時の範囲に集中していることが分かった。

一般に樹冠による降雨遮断蒸発量は降雨強度に依存性があり(3)、本試験地で多く発生する高強度の降雨は、

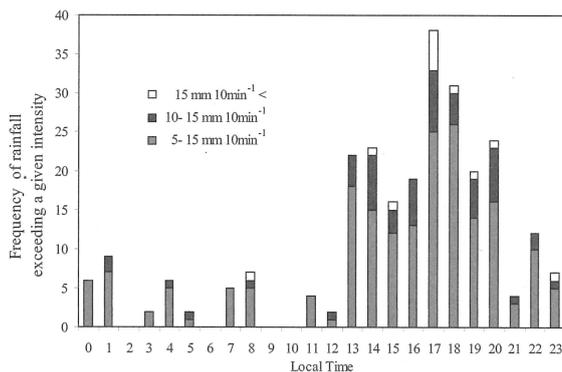


図-4. 時間別降雨強度のヒストグラム
(10分間降雨強度が5mm以上であった回数)

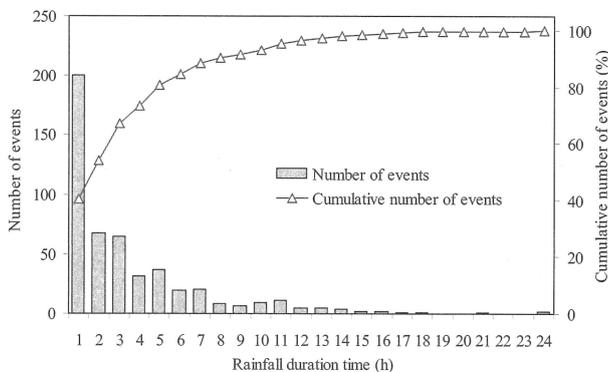


図-5. 降雨イベント継続時間のヒストグラム

樹冠での遮断蒸発量を変化させる可能性が高いと考えられた。

4. 降雨継続時間 図-5は降雨継続時間で降雨イベントを階級分けしたヒストグラムを示す。降雨イベントの総数は496であった。なお、降雨が発生から60分以内に終了した場合、降雨継続時間を1時間として集計している。

降雨開始後1時間以内に終了する降雨イベントが最も多く(40%)、降雨継続時間が長くなるほどイベント数は減少した。降雨イベントの約8割が降雨開始から5時間以内に終了しており、12時間を越えるような長時間の降雨は非常に少なかった。このため、本地域では降雨が発生した後、短時間で終息する傾向が非常に強いと言える。

次に、図-6に降雨イベントの開始時間と、その継続時間を集計した結果を示す。時刻ごとに降雨継続時間を1, 2, 3, 4時間以上という4つの階級に分類している。

午前中(5時から9時)に降雨イベントが開始する頻度は非常に少なく、イベント総数の1割に満たなかった。また、開始から短時間で終了する場合はほとんどであった。これに対して、10時から4時までの時間帯に開始した降雨イベントでは、長時間継続するイベントの割合が大きかった。

降雨イベント中に発生する樹冠遮断蒸発過程を検討する際、降雨継続時間は降雨強度と同様に蒸発量の多寡に影響を与える要因であり、降雨継続時間が長くなるほど、降雨イベント中に発生する蒸発量は大きくなる傾向を示す。従って、本試験地での降雨イベント中の降雨遮断蒸発過程を検討する際は、短時間で終息するイベントと比較的長時間継続するイベントを区分して降雨遮断蒸発量を見積もる必要があると考えられる。

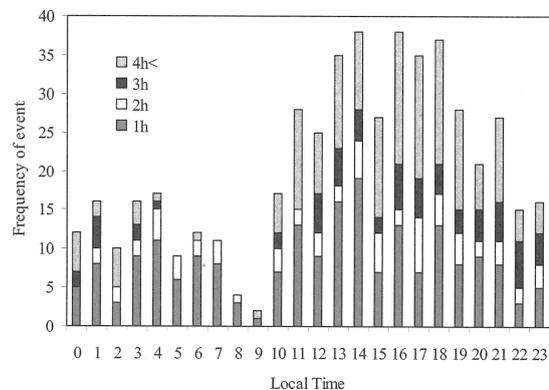


図-6. 各時間における降雨イベントの発生頻度

IV まとめ

本試験地で観測された降雨量データをもとに降雨特性を検討したところ、以下の結果が得られた。

- 1) 降雨量の季節変化を検討したところ、本試験地での雨季の開始・終了時期は、インドシナ半島での一般的な雨季の期間（5月中旬～10月中旬）と概ね対応していた。
- 2) 降雨の大半が午後から夜半（13時から20時）にかけて発生していた。また、10分間降雨量が5mmを超えるような高強度の降雨が総降雨量の4割を占めていた。
- 3) 降雨イベントの約8割が降雨開始から5時間以内に終息していた。12時間を越えるような長時間の降雨イベントは非常に少なかった。
- 4) 午前中（5時から9時）に開始する降雨イベントは頻度が少なく、短時間で終息していた。これに対して、10時から4時に開始した降雨イベントは、長時間継続する割合が大きかった。

本試験地でのこれらのような降雨特性は、樹冠による

降雨の遮断蒸発量に大きな影響を与える可能性がある。

今後は本観測地点以外の降雨量データの整理とともにデータの蓄積を継続して行い、また降雨の遮断蒸発過程に関する項目である樹冠通過雨量や樹幹流量などの観測も同時に行うことによって、本試験地における降雨と遮断蒸発の関係について更に検討を行いたい。

引用文献

- (1) MATSUMOTO, J. (1997) Seasonal transition of summer rainy season over Indochina and adjacent monsoon region. *Advances in Atmospheric Sciences* : 14, 231-245.
- (2) 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 State University, 75 pp.
- (3) 佐藤嘉展 (2007) 降雨遮断—土壌への水分供給量をどう見積もるか?— (森林水文学, 森林水文学編集委員会編, 337pp., 森北出版株式会社, 東京), 14~39.