

II -367

地域気候モデルによる熱帯林伐採が降水に与える影響に関する研究

東京大学 生産技術研究所 (日本学術振興会特別研究員) 正会員 鼎 信次郎*

東京大学 生産技術研究所

正会員 沖 大幹 虫明 功臣

1. はじめに

インドシナ半島中心部に位置するタイでは、東北部を中心としてこの数十年大規模な森林伐採(1961年:国土の53%が森林→1985年:29%)が進行しており、地域的な気候・水循環の変化、場合によっては悪化、が懸念されている。また、「森林伐採が地域の気候・水資源に与える影響」に関する研究はこれまでも行われてきたが解明されていない点も多く、以下の二点が大きな問題として残されている。1) これまでの研究のほとんどは数値実験のみによる研究であり、観測を用いた検証はほとんどなされていない。2) 東南アジアを対象とした研究はほとんど存在しない。

それ故「この地域を対象とした森林伐採が地域の気候・水資源に与える影響」に関する研究は— 1) 農業が盛んであり工業化も進んでいるタイでは水資源は社会的に非常に重要な資源であるが、その変動と変動要因に関しては分かっていないことも多い。2) すでに大規模に森林伐採が生じている上に長期かつある程度広域の観測降水量が存在するタイを対象地域とした研究によって、森林伐採と気候との関係についてこれまでにない新しい知見が得られる可能性がある。— という点において必要とされている。

そこで1951-1994年におけるタイの月降水量データを分析したところ、雨季の最盛期である9月に非常に顕著な傾向を見出した[鼎, 1999]。それは、トレンドで表現すると50年で50(mm/month)前後から100(mm/month)程度という大きな降水量の減少傾向である。一方8月においては、タイ東北部の特に国境付近言い換えれば山岳の麓の観測地点数地点で強い増加傾向がみられた。

タイの9月は雨季、しかも最盛期の一部分であるが、雨季をもたらす南西季節風は8月までであり、9月は季節風の交代期である。そしてこの9月のみに前述の降水量の長期減少傾向が現れているのである。そこで、この地域ではこの数十年間に渡り森林伐採が進行していることを踏まえ、以下のような仮説を立てた。

8月は大気下層ではモンスーン西風が強いが、9月になると強いモンスーン西風の影響はタイの平野部には及んでいない。降水の季節としては9月はモンスーンの最盛期であるが、風の季節としてはモンスーンが終了しつつある時期である。8月までは季節風によって豊富な水蒸気がタイ陸上に供給され得るためタイ(インドシナ半島)は海洋性の陸地としての性質を持つと考えられる。一方で、9月は雨季をもたらす季節風が弱まるため地表面からの蒸発や熱的影響がより直接的にその地域の降水に影響を与えているのではないかと考えられる。つまり9月の降水の生成に地表面水文過程が重要な役割を果たしている可能性が高く、ここ数十年の大規模森林伐採が原因となって9月の降水量減少傾向が生じたと考えられる。

2. 数値実験による検証

次に、上記仮説を検証するために、8月と9月の対比という形で地域気候モデルを用いた数値実験を行った。用いた地域気候モデルはコロラド州立大学が開発した3次元数値気象モデルCSU-RAMS[Pielke et al., 1992]を基本としたものであり、加えてCCSR/NIES GCMにおいて使用されている放射スキーム[Nakajima et al., 1995]及びArakawa-Schubert型積雲対流スキーム[Arakawa and Schubert, 1974]が導入されたものである。

数値実験の設定等は表-1に示す通りである。これらに基づき2種類の数値実験を行った。一つめは、現在の地表面植生タイプを設定したものでありCNTLと名付ける。CNTLではタイ東北部(森林伐採域)は草地(森林伐採後)である。もう一つは、タイ東北部を森林化(アルベドと粗度を変更し、土壌水分を飽和に固定)したものでありAFORと名付ける。CNTLは現在の、AFORは以前を想定した数値実験である。CNTL・AFORどちらの数値実験に関しても、8月のシミュレーションと9月のシミュレーションをそれぞれ別に行った。

本数値実験では短期間の時間積分の中で森林伐採の特徴を表現するため、地表面モデルとして敢えて複雑な植生モデル

* 〒106-8558 港区六本木7-22-1 TEL 03-3402-6231 FAX 03-3402-2597

初期・境界条件 グリッド 領域内部 Nudging 降水スキーム	1992-94 年：8/1-25, 9/6-30：NCEP 再解析値 水平 60km (50×50)：鉛直 25 層 風速等 時定数 2 日：温度・湿度 時定数 20 日 大規模凝結（雲微物理モデル）：積雲対流（Arakawa-Schubert 型）
地表面特性 土壌水分	アルベド，粗度，土壌水分のみで表現（バケツモデルの土壌水分を固定した形式） GSWP のバケツモデルによる結果で数値実験中固定

表 1 数値実験の設定

を用いず非常に簡単なモデルを用いた。具体的にはバケツモデルの土壌水分を固定した形式であり，地表面パラメータとして粗度，アルベド，土壌水分（固定）のみを持つ。

2 種類の数値実験（CNTL と AFOR）によって計算された降水量の差（CNTL-AFOR）（図-1,2）の空間分布等について検討した結果，以下のような結果が得られた。

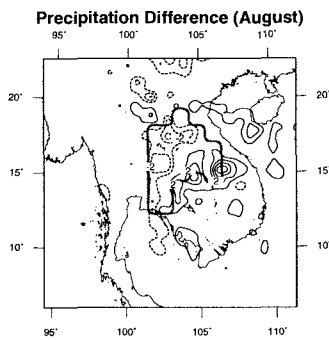


図 1 数値実験による 8 月の降水量の差 (CNTL-AFOR)。コンター間隔は 1(mm/day)。東北部に森林伐採域（太線内）

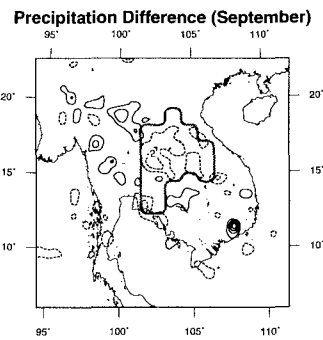


図 2 数値実験による 9 月の降水量の差 (CNTL-AFOR)。他は左図と同様。森林伐採域内で降水量が減少している。

- 8 月は森林伐採域内あるいはすぐ周辺に降水量の増加した領域もあれば減少した領域もあった。森林伐採域の西半分が減少領域，東側（山岳の麓）が増加領域であった。これは大気下層の西風が，粗度の減少により，CNTL において AFOR よりも強化されたことにより，大気下層の水蒸気が西から東へと輸送されたことが原因だと考えられる。
- 9 月は森林伐採域内では蒸発量・降水量ともに減少しており，蒸発量の減少が降水量の減少と結びつくというように鉛直一次的に解釈可能であると考えられる。また顕熱の増減は降水量の増減とは対応していなかった。

3. まとめ

タイでは 9 月のみ観測降水量が長期的な減少傾向にある。この検証を目的とし，地域気候モデルを用いた「森林伐採」数値実験を行ったところ，本稿中に示したように，数値実験結果は観測事実と良い対応を示した。

謝辞

数値モデルの使用，放射スキーム・積雲対流スキームの利用にあたり，東大気候システム研究センター（CCSR）の住明正教授，中島映至教授，沼口敦助教授，国立環境研究所（NIES）の江守正多博士に感謝いたします。CSU-RAMS は GAME 研究の一環として東大 CCSR にライセンスされているものを用いました。本研究は日本学術振興会 未来開拓研究推進事業「環境負荷の影響評価と軽減」（代表：東京大学生産技術研究所：虫明功臣）の助成を受けて行なわれました。

References

- Arakawa, A., and W. H. Schubert, Interactions of cumulus cloud ensemble with the large-scale environment. part I, *J. Atmos. Sci.*, 31, 671-701, 1974.
- 鼎信次郎，地域的な気候システムにおける地表面水文過程と 水資源変動に関する研究，東京大学学位論文，1999.
- Nakajima, T., M. Tsukamoto, Y. Tsushima, and A. Numaguti, Modelling of the radiative process in a AGCM, *Climate System Dynamics and Modelling, Reports of A New Program for Creative Basic Research Studies*, I-3, 104-123, 1995.
- Pielke, R. A., W. R. Cotton, R. L. Walko, C. J. Tremback, M. E. Nicholls, M. D. Moran, D. A. Wesley, T. J. Lee, and J. H. Copeland, A comprehensive meteorological modeling system - RAMS, *Meteor. Atmos. Phys.*, 49, 69-91, 1992.