

メソスケール気象モデルによるインドネシアの森林火災からの汚染気塊の初期輸送高さの推定

豊橋技術科学大学 正会員 ○倉田学児
 豊橋技術科学大学 正会員 北田敏廣
 豊橋技術科学大学 学生員 西沢匡人

1. はじめに

1994年、1997年とインドネシアやマレーシアを始めとした東南アジア諸国は激しい森林火災に見舞われ、近隣地域に深刻な大気汚染を引き起こしただけでなく、地球規模の大気化学へも大きな影響を及ぼしたものと注目されている。

バイオマス燃焼に伴って排出される一酸化炭素や窒素酸化物、炭化水素を含む汚染気塊が、どのように対流圏の大気化学に影響を及ぼすのかを明らかにするために、航空機を用いた観測プロジェクトや3次元の輸送・反応モデルを用いた数値解析などが行われている。筆者ら[1]も、東アジアを対象とした3次元の輸送・反応モデルにより、バイオマス燃焼の影響を明らかにするためのシミュレーションを行っているが、バイオマス燃焼からの各種の化学物質の排出源を地表面に設定している点が、計算結果のずれの原因の一つではないかと考えてきた。そこで、大規模な森林火災に伴って熱的に誘導される局所的な上昇気流によって排出源近傍の汚染気塊がどのように輸送・拡散されるかを明らかにすることが、その影響を解明する上で重要な要因であると考えられる。

本研究は、その第一歩として森林火災の規模や気象場の違いによって汚染気塊がどの程度の高度にまで持ち上げられるのかをメソスケール気象モデルである PSU/NCAR の MM5 を用いて推定するものである。

2. 方法

計算領域は、図1のインドネシア、スマトラ島南東部を中心とした約1100km四方の領域で、水平格子間隔を約20kmに、鉛直方向は地表から最上端100hPaまでを不等間隔で24層に取った。さらに2段階のネスティングにより最小の格子間隔は約2kmで計算した。初期条件と境界条件には、1994年9月15日の7:00(現地時間)から24時間のECMWFの $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ の客観解析データを用いた。

この計算領域の中央部で森林火災が生じたと仮定して、局所的に生じる上昇気流に注目して計算を行った。森林火災の想定面積は20km四方で、単位面積あたりの加熱量は 1kW/m^2 および 2kW/m^2 とした。この推定には幅があると思われるが、熱帯季節林の3~6年分の一次生産が24時間で燃焼するとして算出した。また、気象場については水蒸気の凝結過程を省いた仮想的な乾燥条件下での試行も行った。

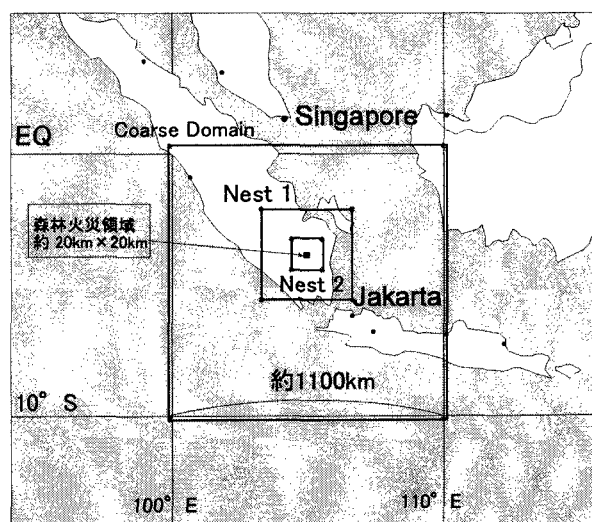


図1 計算領域

3. 結果と考察

上昇流は、混合層の発達する昼間に強く、夜間は比較的弱くなった。ここでは、昼間のスナップショットとして13時の気流場について言及する。火災域の中央を通り、500hPa面での流れの主流方向(北東風)にとった断面での最も細かい計算領域での鉛直流速は図2のようになった。(a)が 1kW/m^2 の場合で、(b)が 2kW/m^2 の場合である。(a)に比べて(b)の方が、鉛直流速及びその範囲が大きくなっていることが分かる。ECMWFからの水蒸気混合比を用いた場合、いずれの場合も上昇域上部で雲が形成されており、凝結による熱の放出によって、さらに上昇流が強められている。仮想的な乾燥条件では(c)のようになり、約3000mまでは同様に上昇するがそれより上層へ至る上昇流はどの時間にも現れなかった。このことから、火災による加熱だけだと約3000m程度まで上昇し、それに水蒸気の凝結による加熱が加わることで上昇する高度が変わる可能性のあることが示唆される。

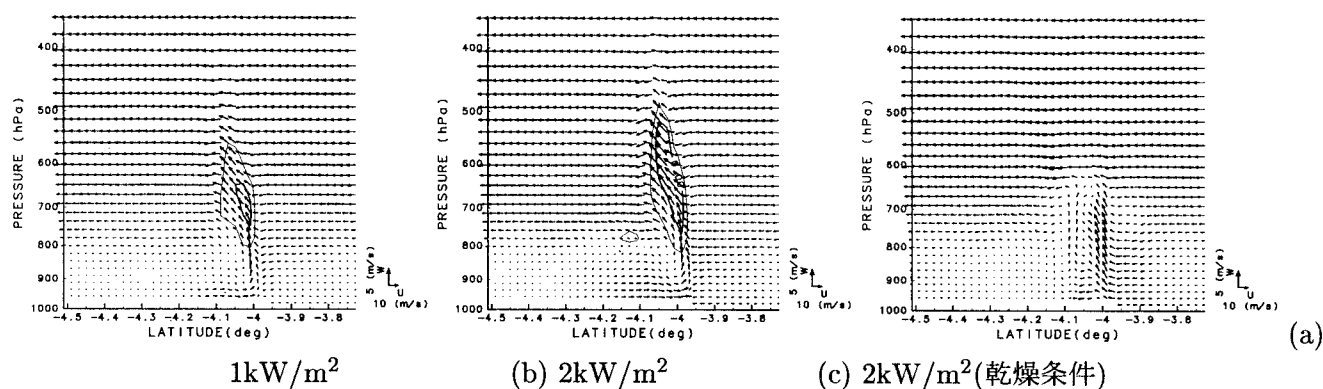


図2 詳細領域での火災域を含む鉛直断面での流速ベクトル (コンターは雲水混合比 [5×10^{-4} kg/kg 間隔])

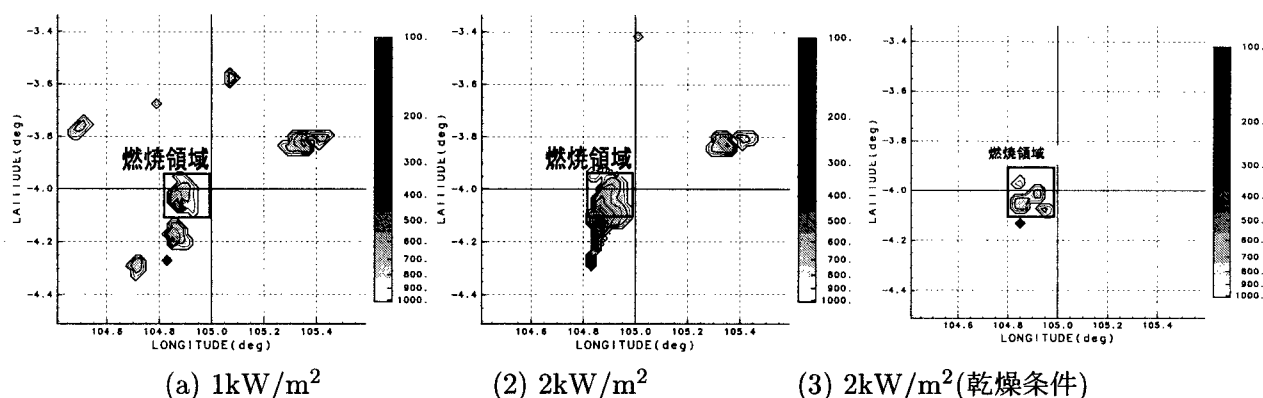


図3 詳細領域での鉛直流速が2m/sを超える最大高度 (hPa)

次に、鉛直流速が2m/sを超える最大の高度を図3(a)(b)(c)に示す。2kW/m²の場合、最大で約7000m程度にまで達しているが、これはこの領域で積雲が形成されたためと考えられ、大部分の領域は3000~5000mまで達している。1kW/m²の場合には、上昇流の面積も狭く、最大の高度は約5000mである。乾燥条件ではどの時間でも5000mを超えることはなかった。上昇流によって強い積雲が生成される場合を除いて、強い鉛直流速を持った気塊は高濃度の汚染物質を含んだ火災によって直接加熱された気塊であると考えられるので、汚染気塊の初期輸送高度も同様の高度に達するものと考えられる。

4. おわりに

今回の推定では、メソスケール気象モデルの出力場に基づいた3次元の化学種の輸送・反応計算までは行っていないので、定量的な結果を出すまでには至っていない。当然上昇する途中において周囲の大気と混合するために、排出された汚染物質のどの程度が上空まで輸送されるのかを知るためには、これらの定量的な計算を行う必要がある。

また、森林火災によって排出される化学物質の質や量は、火災の面積や燃焼の状態、植生・土壌などによって大きく異なり、それらを推定することも同時に必要である。これらの推定が揃ってはじめて3次元の化学物質の輸送・反応モデルに対する排出源データとして与える事ができ、森林火災が対流圏大気化学に及ぼしている影響をより正確に見積もることが可能になると考えられる。

参考文献

- [1] 北田敏廣, 西沢匡人, 倉田学児, 千田幸広, 鶴田治雄, 近藤豊. 東南アジアにおけるバイオマスバーニングの対流圏大気化学に及ぼす影響-1994年9-10月事例のモデルシミュレーション-. 第7回地球環境シンポジウム講演論文集, pp237-242, 1999.