

2010年10月20日の奄美豪雨

- 気団変質過程による暖湿気塊の形成 -

津口 裕茂^{1*}・加藤 輝之^{2,1}

(1:気象研究所予報研究部, 2:気象庁数値予報課)

1. はじめに

2010年10月20日、鹿児島県奄美大島で豪雨(以下、'奄美豪雨')が発生した(第1図)。奄美大島の名瀬では日降水量622.0mmを観測し、それまでの極値(1903年5月29日の547.1mm)を大幅に更新した。10月中旬にもかかわらず、梅雨期や台風期に匹敵する降水量であったことは特筆に値する。本研究では、豪雨発生の主要因の一つである『下層における暖湿気塊の供給』に着目し、観測・客観解析データと数値モデルを用いて解析を行った。

2. “東寄りの風”による暖湿気塊の供給

第2図に、豪雨の最盛期にあたる20日12時の高度500mにおける水蒸気フラックス量の分布を示す。奄美大島付近では水蒸気フラックス量が周辺よりも大きく、 $300\text{ g m}^{-2}\text{ s}^{-1}$ 以上となっている。この領域の比湿は約 16 g kg^{-1} と梅雨末期の豪雨発生時にみられる値(18 g kg^{-1} 以上)と比較すると小さかったが(図略)、風速が 15 m s^{-1} 以上と大きかったことで水蒸気フラックス量が大きくなっていた。名瀬のウインドプロファイラ(第3図)をみると、豪雨の最盛期には高度1000m以下の下層で風速 16 m s^{-1} 以上の“東寄りの風”になっている(破線楕円)。以上のことから、豪雨の期間中、奄美大島付近には“東寄りの風”により多量の水蒸気(以下、'暖湿気塊')が供給されていたことがわかる。このような状況が持続することで、奄美大島付近では積乱雲が繰り返し発生することができ、豪雨が発生したと考えられる。

次に、この“東寄りの風”の起源を調べるために、20日12時の奄美大島付近を始点として、後方流跡線解析を行った。流跡線解析は、3時間ごとのメソ客観解析(モデル面)から時間・空間内挿により10分間隔の風分布を作成し、その風分布からトレーサーの移動経路を計算することで行った。トレーサーは奄美大島付近の高度500mに配置し、そこから時間をさかのぼって移動させた。第4図をみると、すべてのトレーサーは奄美大島の北東側から移動してきており、その間に約500m下降している。このことから、奄美大島付近に暖湿気塊を供給した“東寄りの風”の起源は、奄美大島の北東側であったことがわかる。

3. 気団変質

3.1 メソ客観解析による解析

第5図左に20日12時の高度500mにおける仮温位の分布を示す。下層の暖湿気塊の流入経路にはほぼ沿った線

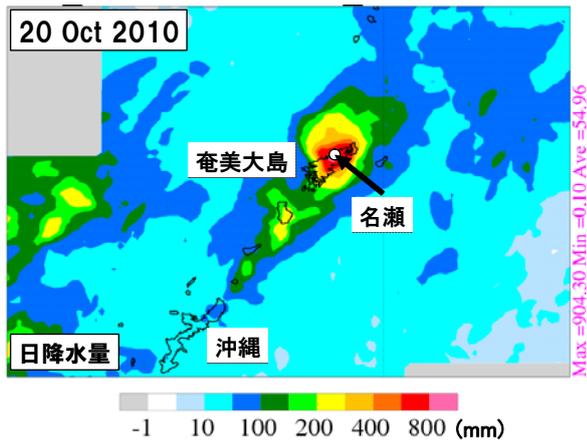
分A-B上の仮温位の分布をみると、風上側(B)では299K以下であったものが、奄美大島付近(A)では302K以上になっている。線分A-Bに沿った鉛直断面の時間変化(第6図左)をみると、高度1000m以下において、時間の経過とともにBからAに向かうにつれて仮温位が次第に上昇している。このときの線分A-B周辺の海面温度(SST)は約 $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ であり(第5図右)、地表面付近の気温と比較して約4K高かった。以上のことから、もともとは冷たく乾燥していた“東寄りの風”が、暖かい海面上を吹走する間に海面から熱と水蒸気の供給を受けることで気団変質が起こり、暖湿気塊が形成されたと考えられる。

3.2 JMA-NHMによる理想実験

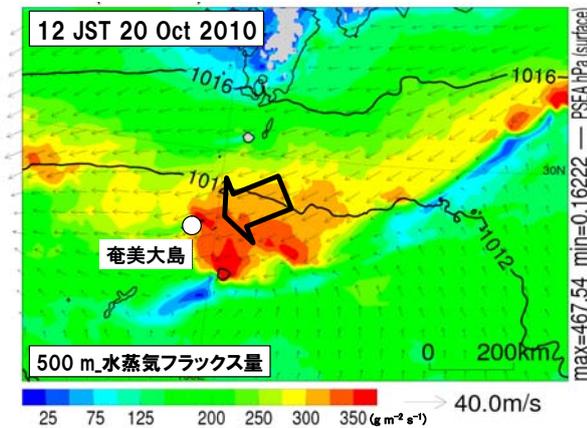
“東寄りの風”の気団変質による暖湿気塊の形成を確かめるために、JMA-NHMを用いて2次元理想実験を行った。計算領域は第5図に示した線分A-Bに対応するように設定し、水平方向は格子間隔5kmの1様格子、鉛直方向は最下層で格子間隔40m、最上層で格子間隔724m(鉛直層数は40層、モデルトップは14184m)の可変格子を用いた。地表面からのフラックスの計算はバルク法で行い、境界層過程には'MYNN Level 3'を用いた。また、降水過程には対流パラメタリゼーションは用いず、雲物理過程のみを用いた。初期値には“東寄りの風”の風上側にあたる地点Bの鉛直プロファイルを与え、SSTは一律に $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ とした。

標準実験の結果を第6図右に示す。メソ客観解析から作成した鉛直断面と比較すると、仮温位の水平・鉛直分布とその時間変化がよく再現されていることがわかる。

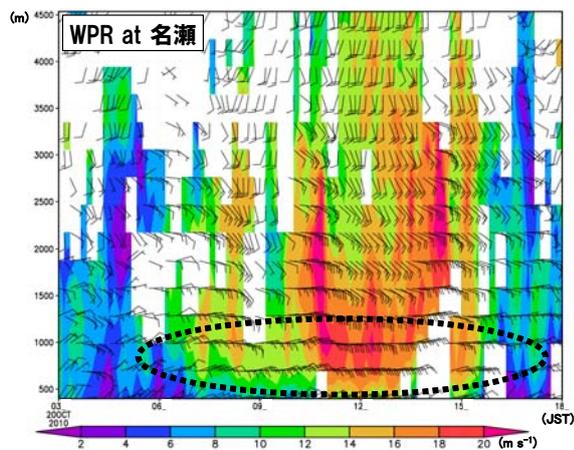
次に、気団変質過程におけるSSTの影響を調べるために、SSTの値を2K低くした感度実験を行った。この値は、奄美大島周辺のSSTが平年値と比較して約2K高かったことを考慮して決定した。第7図に20日12時に対応する標準実験(CTL)とSSTを2K低くした感度実験(SST-2)の仮温位の差の分布を示す。高度1000m以下において、図の左側(奄美大島付近に対応)になるにつれて両者の差が大きくなり、CTLの方が最大で約1.5K高くなっている。このときの奄美大島付近に対応する地点での海面から受ける顕熱・潜熱フラックスの積算量をみると、CTLの方がSST-2よりも約1.5倍大きかった(図略)。このことから、奄美大島周辺のSSTが平年よりも高かったことで海面から受け取る熱と水蒸気がより多くなり、気団変質がより促進され、暖湿気塊が形成されたと考えられる。



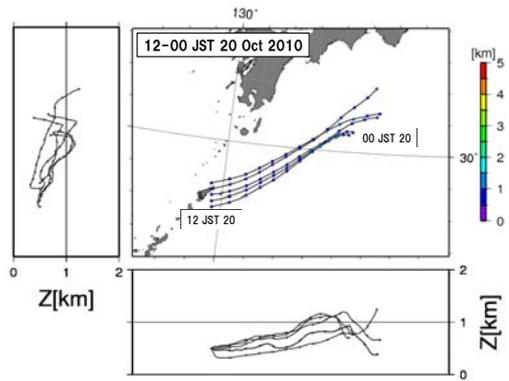
第1図 解析雨量による2010年10月20日の日降水量(mm)の分布。



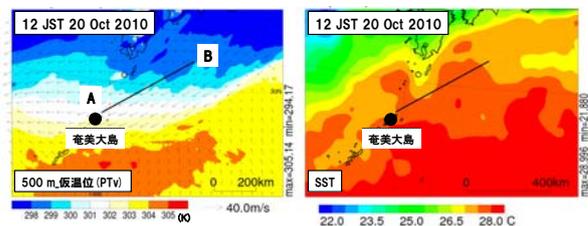
第2図 メソ客観解析から作成した2010年10月20日12時の高度500 mにおける水蒸気フラックス量($\text{g m}^{-2} \text{s}^{-1}$)と水平風(ベクトル)の分布。実線は海面更正気圧。



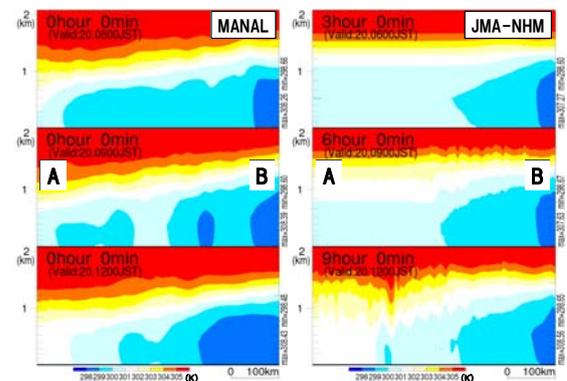
第3図 名瀬のウインドプロファイラ(WPR)による2010年10月20日3~18時の水平風速(m s^{-1} , 陰影)と水平風の鉛直プロファイル。長矢羽根は 10 m s^{-1} , 短矢羽根は 5 m s^{-1} 。



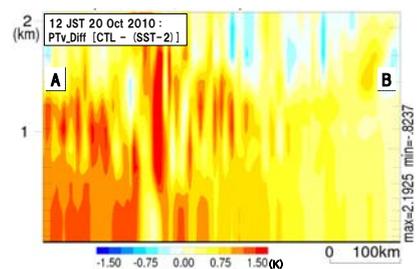
第4図 メソ客観解析(モデル面)を用いた後方流跡線解析(初期時刻は20日12時)。左図は流跡線を西から投影(縦軸:緯度, 横軸:高度), 下図は流跡線を南から投影(縦軸:高度, 横軸:経度)。流跡線のプロット間隔は60分。



第5図 (左)メソ客観解析から作成した2010年10月20日12時の高度500 mにおける仮温位(K)と水平風(ベクトル)の分布。(右)メソ客観解析から作成した2010年10月20日12時の海面温度(K)。



第6図 (左)第4図の線分A-Bに沿った2010年10月20日6~12時の3時間ごとの仮温位(K)の鉛直断面。(右)JMA-NHMによる2次元理想実験により再現された仮温位(K)の分布。



第7図 JMA-NHMによる2次元理想実験の標準実験(CTL)とSSTを2 K下げた感度実験(SST-2)の仮温位の差(K)の分布。2010年10月20日12時に対応。