

14 2006年6月18日に本島北部で発生したバックビルディング型降雨の構造解析

親富祖努・重村尚秀・古謝秀和（沖縄气象台）

1 はじめに

2006年6月18日、梅雨前線南側の暖域内において、本島北部の名護地区で次々に新しい対流雲が発生しては風下側へ流され、名護地区と国頭地区で数時間にわたって大雨となった。この降水系について、気象庁非静力学モデル（以下JMANHM）による再現実験を行い、その構造解析を試みた。本調査は、管内NHM共同調査の一環として行ったものである。

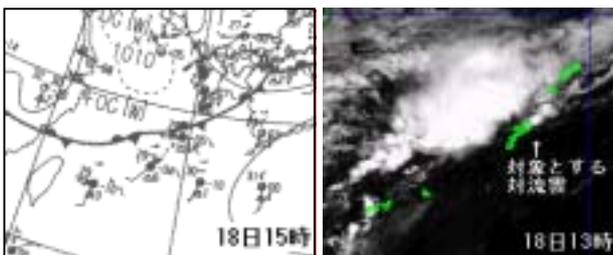
2 観測資料の特徴

(1) 大雨の概要

18日11時頃から18時頃にかけて、本島北部の国頭地区と名護地区で対流雲が発達し、短時間強雨をもたらした。両地区で、それぞれ、80ミリ（アメダス、東村平良、15時50分）約70ミリ（解析雨量、名護市西部付近、13時30分）の最大1時間降水量を観測した。両地区では合わせて、土砂崩れ3件、床上浸水3件などの被害があった。

(2) 環境

第1図に18日15時の地上天気図を、第2図に最盛期の18日13時の衛星可視画像を示す。この現象は、梅雨



第1図 地上天気図

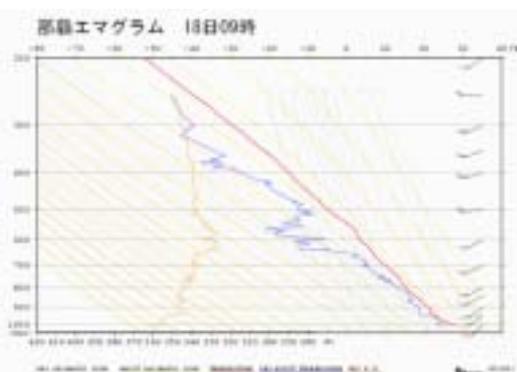
第2図 衛星可視画像

前線の暖域内で発生した。衛星可視画像では、前線近傍の発達したCBクラスターの南側のOPEN域内で、本島北部を起点に長さ約60km、幅数kmの水平スケールで対流雲が発生していることがわかる。

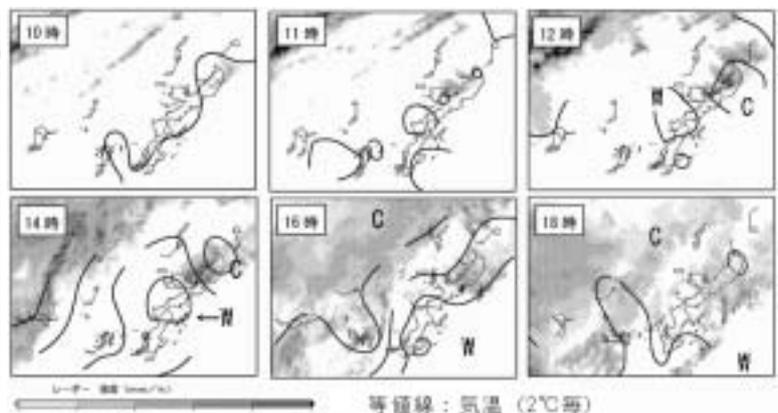
第3図に18日9時の那覇のエマグラムを示す。約650hPaより下層では湿っているが、それより上層では乾燥していた。相当温位は、地上から850hPaまでは355K~345K、600hPa付近では約330Kと対流不安定な状態であった。風は地上から500hPaにかけて南西から西に時計回りに変化し、600hPaより下層では風速は15ktと比較的弱かった。

(3) レーダーエコーと地上風、気温

第4図にレーダーエコーとアメダスの風、気温を重ね合わせた図を示す。18日11時頃に名護市から国頭地区の西海岸にエコーが現れた。エコーは12時から14時にかけて強まり、停滞した。その後エコーパターンは東にゆっくり移動し、16時には強度を保ったまま本島北部の東海岸に達し、18時には東海上で衰弱した。エコーに沿って、南南西風と南西~西風の収束が見られる。動画で見ると、次々に新しいセルが発生して北東に動いているが、エコーパターンは停滞しており、バックビルディング型の降水であることがわかる。最盛期の12時から14時にかけては、本島中南部の晴天域の暖気側から、国頭地区の降水の下での冷気側へ地上風が吹いている。前線に伴うエコーと寒気が16時には本島の西海上に接近し、18時には北西風を伴って本島に達した。



第3図 那覇のエマグラム



第4図 レーダーエコーとアメダスの風、気温 18日10時~18時

4 JMANHM による再現実験

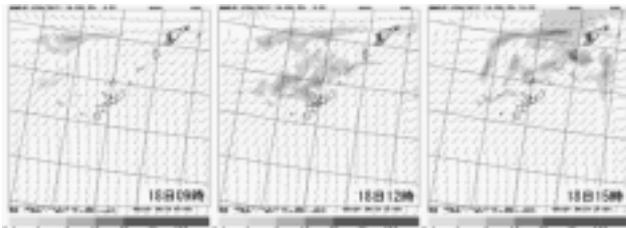
第5図のJMANHM_5kmは、初期値を18日03時、格子間隔5km、パラメータ設定をデフォルトで計算を行った結果である。前線に対応した降水域が本島地方の北海上を東に移動している。一方、今回対象としている本島北部の降水域はかなり弱く表現されている。

格子間隔5km、格子間隔2kmは、再現性は良くなかったため、格子間隔1kmで、対流パラメタリゼーションを用いず、降水は格子スケールの雲物理過程のみによるという設定でネスティングを行った(以下、JMANHM_1kmという)。JMANHM_1kmでは、降水量、降水分布は良く再現されているが、実況に比べると発生する時間が遅く、また、降水が持続しなかった。

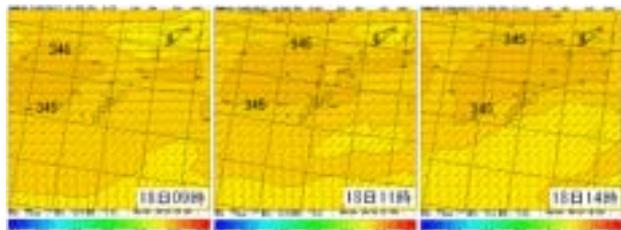
環境場をJMANHM_5kmで、降水系の発生、発達をJMANHM_1kmで構造解析を行う。

(1) 環境

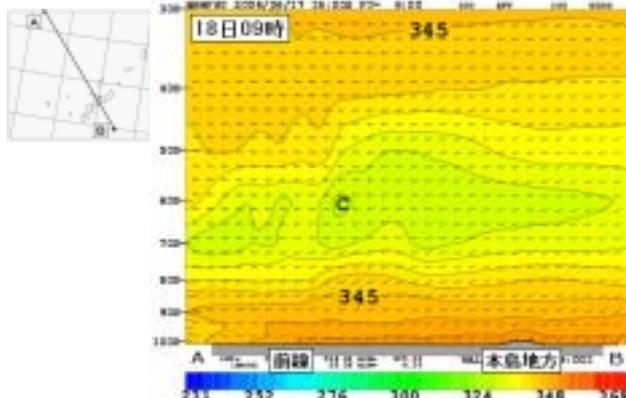
第6図のJMANHM_5km_850hPa相当温位平面図では、18日09時に本島の西海上にある345Kの高相当温位域が、東進して18日11時から本島北部にかかり、14時には本



第5図 JMANHM_5km_地上(1時間降水量、地上風)



第6図 JMANHM_5km_850hPa(相当温位、850hPa風)



第7図 JMANHM_5km断面図(相当温位、風)

島北部の北海上へ抜けた。

第7図のJMANHM_5km相当温位断面図は、前線から本島北部に向かって(北北西-南南東)切った断面図である。本島地方では下層に高相当温位、中層には低相当温位(乾燥域)となっており対流不安定であった。また、下層では南西の風、中層では西よりの風で時計回りに変化している。

(2) 降水と風の分布

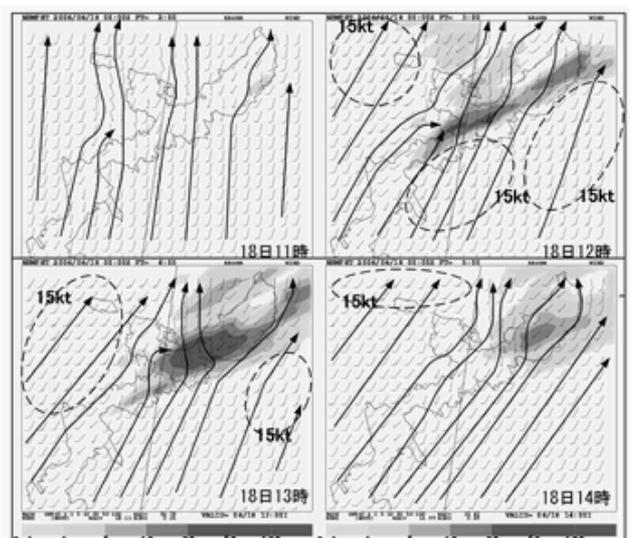
第8図のJMANHM_1km_地上で18日11時には、全体的に南の風が吹いており、海上で10kt程度、陸上では5kt程度の風となっている。陸上では地形や地表面摩擦の影響で風向が乱れている。また、本島北部では収束している所もあるが、この時点では降水は発生していない。

強い降水が計算された18日12~13時では、全体的に南西の風に変わり、本島北部の東海上や西海上(点線で囲んだ部分)では15ktの風が吹いており、11時に比べると風速が強まっている。また、降水域の南端側では西の風と南西の風が収束している。

地上より上層(950hPa付近まで)でも同様な風の分布が確認できた。

図は省略するが本島中南部では周りに比べ気温が高く、この高温の気塊が収束している部分に流入している。

降水が弱まった18日14時では全体的に南西の風、海上で10kt程度、陸上では5kt程度の風となり、本島北部の西海上や東海上では風速が弱まり、風向による収束も弱まった。



第8図 JMANHM_1km_地上(1時間降水量、地上風)

*領域の南25格子分は切り取ってある。

5 JMANHM による感度実験

JMANHM_1km をもとに、適応水蒸気拡散を用いない設定、地形、地表面摩擦の影響について感度実験を行う。

(1) 適応水蒸気拡散 (以下、TMD という)

第9図の左図は、TMD (不自然な格子スケールの対流が生じたときに水蒸気を拡散させることで対流を抑える) を用いないで計算した結果である。

TMD を用いない設定にすると JMANHM_1km の設定より、全体的に降水量が多く再現された。また、降水が発生するタイミングは同じであるが、降水の終わりに近い 18 日 14 時の降水量は、逆に少なくなった。

(2) 地形、地表面摩擦の影響

第9図の中央図の標高を 0 メートルとし、海陸分布ありに設定した計算結果を JMANHM_1km の設定と比べると、収束は若干あったが、風向の乱れは小さくなった。降水量は少なかったが、降水域は、ほぼ同じ場所に計算された。

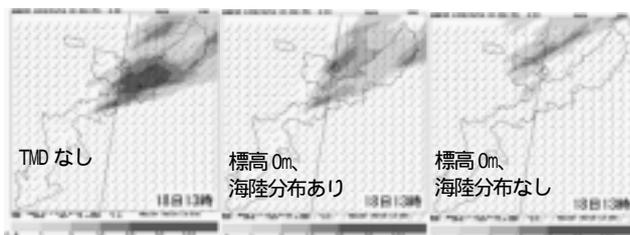
第9図の右図の標高を 0 メートルとし、海陸分布をすべて海上とした計算結果では、地形や地表面摩擦による風向の乱れがなくなった。降水量も JMANHM_1km の設定に比べると少なく降水域の位置ズレが生じた。

また、これらの感度実験では降水域が発生するタイミングと弱まるタイミングはすべて同じであった。

5 まとめ

JMANHM_5km の 18 日 09 時では、各層の構造をよく再現しているが予想の後半ではズレが生じた。このため、前線に対応した降水域は JMANHM_5km では、本島の北側を通過する予想であったが実況では本島地方に達した。このズレが格子間隔 1km の再現実験での降水の持続に影響した可能性がある。

実況で本島北部に発生したバックビルディング型降雨は格子間隔 5km、2km の再現実験とも弱い降水域しか再現されなかった。これは、スケールが小さい (メソスケール) ため、うまく再現できなかったことによると思われる。



第9図 感度実験 (1時間降水量、地上風)

格子間隔 1km の再現実験では、降水量や発生場所は良く再現できたが降水が持続しなかった。また、発生する時間は実況に比べると遅かった。1km 格子の実験は、18 日 03 時初期時刻の 5km モデルを親モデルにして、初期時刻をそれぞれ 3 時間ずつ遅らせ 2km 格子、1km 格子と 2 段階のネスティングを行って計算したため、1km 格子の初期時刻は 18 日 09 時となった。一般にモデル内で降水が形成されるまでにある程度時間がかかる。また、モデルの初期値では南の風で、実況ではより収束が起こりやすい南南西の風となっている。これらのことが降水系の発生時間が遅れた原因になった可能性がある。

収束が発生した要因として地形や地表面摩擦の影響があった。また、前線の接近による風速の強まりも要因の一つと考える。更に、地上付近の気温の上昇も対流雲の発達過程で補助的に寄与したと考えられる。

6 大雨の発生のメカニズム

大雨のメカニズムを以下のとおり考える。また、この考察をもとに大雨の概念モデルや大雨予測のためのワークシートの作成を行う。

(1) 現象の環境

下層で高相当温位、中層では低相当温位 (乾燥域) で対流不安定の海洋性湿潤気塊内である。

(2) 発生期、発達期

ア 地形、地表面の摩擦の影響で風の収束やシアアが発生した。

イ 地上から 950hPa にかけて風速が強まり、収束が強化された。この風の強まりと共に、下層で高相当温位の気塊が流入し、対流雲が発生して、発達した。

ウ 日射の影響により風上側で地上気温は周りよりも高く、この高温の気塊が風下側の収束域に流入し、対流雲の発生や発達に補助的に寄与した。

(3) 衰弱期

ア 再現実験では風向による収束が次第に弱まり、本島北部の西海上と東海上の風速が弱まった。また、下層で高相当温位の流入がなくなったため降水系が衰弱した。

イ 実況では、前線が南下して南西の風から西よりの風に変化し暖湿な空気が排除された。また、降水域が東へ移動して海上へ抜け、陸地の摩擦や地形収束による、この降水系の維持に対する正の効果が得られなくなった。このため降水系が衰弱したと考えられる。