

18 2005年3月28日に沖縄本島地方を通過したスコールラインの構造解析

許田 盛也(沖縄気象台)

1 はじめに

2005年3月28日に暖域内で発生した線状降水域が沖縄本島地方を通過し、沖縄本島北部では1時間に与那覇岳で55mm、奥で50mmを観測するなどの非常に激しい雨があった。一方、沖縄本島中部では日降水量が読谷で20mm、胡屋で27mmと30mmに満たないところもあった。

スコールラインなど暖域内での大雨は沖縄地方の特徴的な現象であるにも関わらず、その発生・発達(衰弱)の詳細なメカニズムについてはよく分かっておらず、予報作業時において、接近してくる降水域の今後の発達・衰弱の判断を困難なものとしている。このため、暖域内での降水メカニズムの解明が急務となっている。

今回、2005年3月28日に暖域内に発生した線状降水域が沖縄本島地方を通過した事例について、ウィンドプロファイラ等による解析結果とNHMを用いた数値実験結果を報告する。

なお、本調査は管内NHM共同調査「NHMを用いた大雨の大外れ事例の構造解析と概念モデルの構築」の一環として行ったものである。

2 実況解析

(1) 総観場

2005年3月28日09時(1)の500hPa高層天気図(図省略)では中国東北区にある寒冷渦から華北に延びるトラフと長江下流の北緯30°東経120°にトラフがある。700hPa及び850hPa(図省



第1図 地上天気図 2005年3月28日09時()

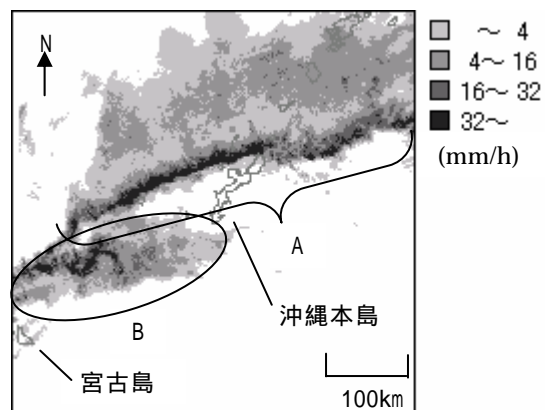
略)ではサブHを回り込む南西風と華南からの西風が東シナ海で収束している。地上天気図では四国沖にある低気圧(1006hPa)から華南に延びる寒冷前線がある(第1図)。

那覇における高層資料から線状降水域の通過前(27日21時)と通過時(28日09時)のCAPE及び自由対流高度を比較すると、自由対流高度は約900hPaと大きな変化は見られないが、CAPEは93J/kgから305J/kgへと不安定化していた。

(2) レーダーエコー図

東部沖縄レーダーエコー合成図を第2図に示す。沖縄本島の北端を通る西南西から東北東に走行する32mm/h以上の強い線状のエコーA(対流雲列)があり、その直後(北側)には4mm/h以下の弱い降水域(遷移領域)がある。さらにその後方には100km以上に及ぶ層状性の降雨域(後部層状性降雨域)があり、このエコーAはスコールラインの特徴を備えている。また、沖縄本島と宮古島の間には別のエコーBがあるが、これは石垣島の北西海上で停滞していた降水系が線状エコーAの南下とともに東北東へ延びてきたものである。

これらのエコーは寒冷前線の前面の暖域内で発生した。



第2図 東部沖縄レーダーエコー合成図
2005年3月28日07時00分

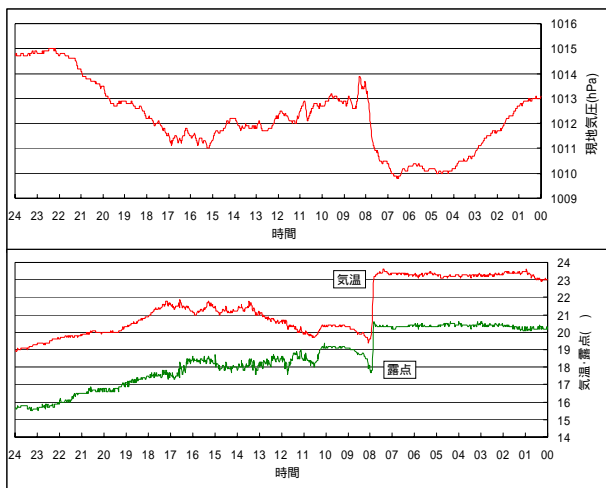
(3) 気象観測所における観測

名護特別地域気象観測所における気圧、気温及び露点の時系列図を第3図に示す。

気圧の変化の様子を見ると、線状降水域が観測

所に達する前の 06 時 30 分頃まで気圧は下降し、その後緩やかに上昇(約 1hPa/h)を始め、線状降水域が通過した 08 時頃に約 3hPa 一気に上昇した。その後 15 時頃まで緩やかに下降(約 -3hPa/7h)し、再び上昇に転じた。これらの気圧の変化はスコールラインにおけるメソ低気圧、メソ高気圧及びウエーク低気圧に対応していると考えられる。

次に、気温及び露点の変化の様子を見ると、線状降水域が通過した 28 日 08 時ごろに気温は約 4、露点は約 3 急降下しており、スコールラインの冷氣プールに対応していると思われる。その後、気温、露点とも約 1 上昇するが、10 時 30 分頃に気温は約 0.5、露点は約 1 下降している。このことは WPR の解析結果(後述)と合わせると、弱いながら降水域の後面から乾燥寒冷な空気の流入があることを示唆している。



第 3 図 時系列図(2005 年 3 月 28 日名護 1 分値)
上: 現地気圧(hPa) 下: 気温・露点()

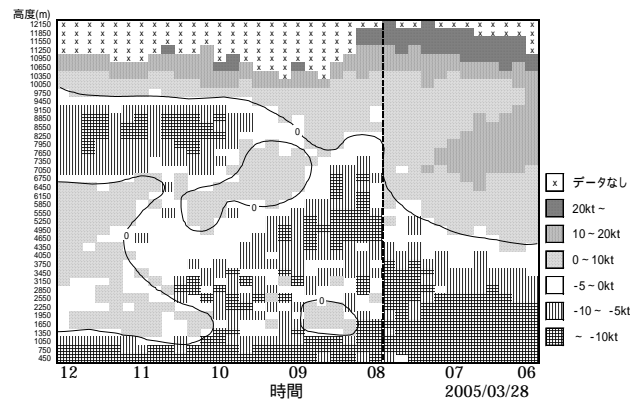
(4) ウィンドプロファイラによる構造解析

第 4 図は独立行政法人情報通信研究機構沖縄亜熱帯計測技術センター(以下、NICT 沖縄)の大宜味大気観測施設のウィンドプロファイラ(以下 WPR)の観測結果から作成した線状降水域に相対的に流入している空気の様子である。レーダーエコーの動きから線状降水域(エコー A)が WPR の設置されている大宜味を通過したころの伝播速度を 110°23kt と見積もった。

第 4 図から線状降水域が WPR 観測点を通過した 08 時前後に大きな変化が見られる。08 時以前(降水域の前面)は、高度 3,000m 以下では流れは左向

き(負)で大気は降水域へ吹き込んでおり、4,000m 以上の上空では右向(正)で降水域から吹き出している。08 時以降は下層(1,000~4,000m)では左向きの流れだが 08 時以前より小さく、上空では降水域前面とは逆に左向きになっている。このことから、降水域の前面に下層から吹き込んだ大気が対流性領域で上空に運ばれ、後面へと吹き出していることが分かる。また、10 時過ぎには高度 1,500m 付近に右向き成分を持つ流れが見られ、スコールラインにおける RTF(Rear to Front:後面からの流れ)を思わせる。

以上の実況解析結果からエコー A はスコールライン構造の降水系であったと考えられる(しかしながら、WPR の解析では 09 時過ぎの上空 5,000~8,000m には右向きの流れがあり、スコールライン構造に見られる FTR(Front to Rear:前面からの流れ)とは異なっている。明確なスコールライン構造が解析されなかった原因としては、レーダーエコーから見積もった降水系の伝播速度の妥当性、WPR は時系列データであり、正確な空間構造ではない(線状降水系は沖縄本島を通過しながら衰弱していた)などが考えられる)。



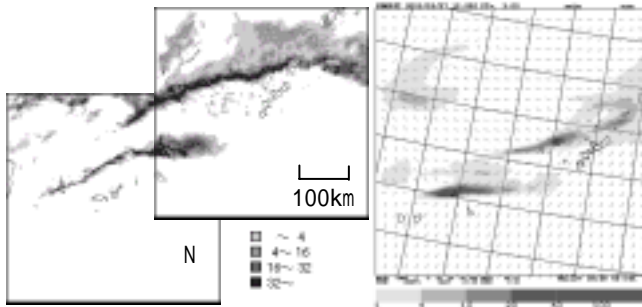
第 4 図 降水系に相対的に流入する風(右向き:正)
縦の点線は 08 時。等値線は 0kt(概略)
NICT 沖縄大宜味 WPR データより作成。

3 NHMによる再現実験

ミニスーパー版 NHM による再現実験を実施した。計算条件は格子間隔 5km、格子数 132×132、雲物理過程 Cold Rain、初期値 2005 年 3 月 27 日 12UTC である。

(1) 線状降水域(第 2 図エコー A)

第 5 図は FT=3(28 日 00 時)の計算結果(右)

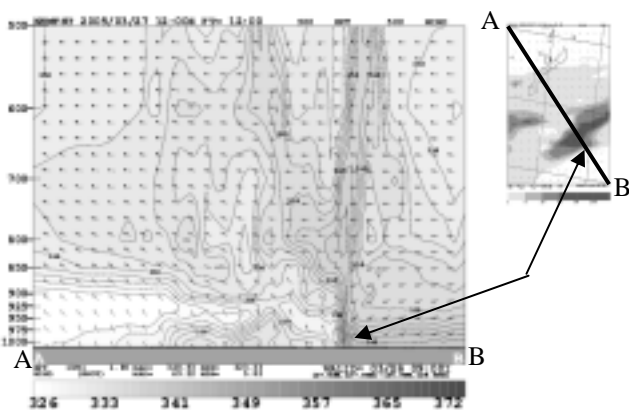


第5図 右：NHM計算結果
 (初期値 2005/03/27 12UTC FT=3)
 左：レーダーエコー合成図
 (2005/03/28 05時00分)

と28日05時00分のレーダーエコー合成図(左)である。

実験と実況では5時間のやや大きな開きがあるものの、宮古島の北海上にあるエコー(第2図でのエコーB)及び沖縄本島北西海上の線状降水域(スコールライン)をよく再現している。

また、後部層状性領域をよく表現しているFT=12での断面図を第6図に示す。矢印で指したところがスコールラインの前面となる。断面図を見ると、スコールラインの前面で相当温位が切り立っており対流性領域を表している。対流性領域の後方には、900hPa以上に下層よりも相当温位の高い領域が広がっており、後部層状性領域の特徴を表現している。対流性領域の直後の地表付近には低い相当温位の領域があり、スコールラインの冷氣プールに対応している。

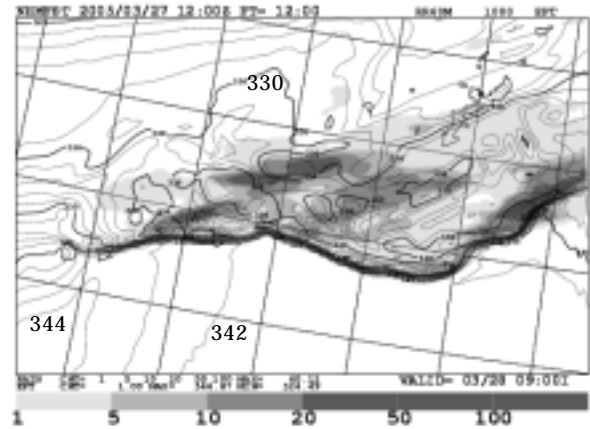


第6図 NHM断面図(相当温位・風向風速)
 (初期値 2005/03/27 12UTC FT=12)

(2) 石垣島北西海上のエコー(第2図エコーB)

第7図は1000hPaにおける相当温位の分布である。図の左側、西表島周辺で相当温位の勾配が大

きいのが特徴的である。降水域より南の海上での1000hPaにおける気温の勾配は小さく、東西で約1/600kmであった。また、西表島周辺の南北に相当温位の混んだ領域での気温勾配は約2/200kmであった。このことは、西表島周辺に水蒸気量の勾配が大きい領域が形成されていることを表しており、第2図におけるエコーBの発生要因の1つと考えられる。



第7図 1時間降水量(陰影部)と
 1000hPaにおける相当温位の分布
 (初期値 2005/03/27 12UTC FT=12)

4 まとめと今後の課題

今回沖縄本島地方を通過した線状降水系は、WPRや地上気象観測データからスコールラインと考えられ、NHMによる実験でも再現性が高かった。沖縄地方におけるスコールラインの発生・維持機構を解明するため、今後さらに詳細な解析や感度実験を行う必要がある。

石垣島北西海上で発生した降水系については、NHMの結果からは大きな水蒸気勾配が発生要因の1つと考えられる。今後、実況解析及び先島諸島を中心としたNHMでの再現実験からこの降水系についても発生・維持機構の解明をしていきたい。

謝辞

今回の調査では、独立行政法人情報通信研究機構沖縄亜熱帯計測技術センター(NICT 沖縄)様から大宜味大気観測施設のウィンドプロファイラデータをご提供いただきました。NICT 沖縄様に感謝申し上げます。