平成 19 年 12 月 21 日の沖縄本島南部での降ひょうと突風について

仲程 正、新垣 和則、小濱 俊朗、仲原 満、仲元 康智(那覇航空測候所)

1 はじめに

平成19年12月21日夕方から夜のはじめ頃にか けて、沖縄本島南部を中心に大雨となり、南城市 糸数では19時20分に最大1時間降水量110mmを 観測し、観測史上1位を更新した。この大雨に伴 い、18時05分頃に糸満市西崎付近(第1図●印) で直径約1cmのひょうが降ったとの通報があった。 また、18時30分頃に糸満市福地(第1図★印) で突風による被害が発生し、調査の結果、藤田ス ケールF0~F1の竜巻であると推定された。

なお、本調査は平成 20 年度沖縄管内共同調査 「新しい観測ツール及び JMANHM を用いたシビア 現象の構造解析」の一環として実施した。

また、調査結果は、航空気象業務にも資するも のである。



第1図 降ひょう及び突風被害発生場所
●は降ひょうがあった場所
★は突風被害場所
右下のスケールは 2.5km

2 気象状況

(1)総観場

21日09時の地上天気図(第2図左図)による と、東シナ海から華南にかけてキンクを伴った停 滞前線があってゆっくりと東進しており、沖縄本 島地方は日本の南に中心をもつ高気圧からの南東 風が吹いていた。その後、15時にはキンク上に低 気圧が発生し、21時にかけてやや発達しながらゆ っくりと東進していた(図省略)。

21 日 09 時の 500hPa 天気図(図省略)では、東 シナ海はややリッジ場だが、大陸からは次々と短 波のトラフが接近していた。

21日09時の850hPa天気図(第2図右図)では、

1560m の等高度線が 20 日 21 時から比較すると、 日本の南海上にある高気圧が西側へ勢力を広げお り、那覇及び石垣島では 25kt 及び 35kt の南風で あった。



第2図 地上天気図(左図:12月21日09時JST) 850高層天気図(右図:12月21日09時JST)

(2) エマグラム

21日09時の那覇のエマグラムを第3図に示す。 地上から700hPa付近まで風向は順転しており暖 気移流の場であったが、日本の南に中心をもつ高 気圧からの乾燥空気の流入で750hPa~900hPaは 乾燥していた。大気の安定度を示すSSI(表1)は 12.12(K)と安定した成層状態であったが、SSI* が-6.3(K)であり、下層に湿潤な空気塊の流入が あれば激しい雷雨となる可能性があった。ダウン バースト発生の目安となるDCAPEは566.2(m²/s²) と米国の目安では低い値となっていた。



(3) 衛星画像と数値予報資料による解析

衛星赤外画像と21日00UTC初期値のGSMGPVデ ータの合成を第4図に示す。東シナ海にはテーパ リングクラウドが発生しており、その発生源は 850hPaにおける南西風と南風の収束場に存在し ている。第4図上段右図では、この収束場の東進 とともにテーパリングクラウドも移動している。 A-B断面図(第4図上段黄線)GSM数値予報資料 を第4図下段に示す。850hPa及び925hPaの南西 風と南風の収束場付近に雲頂高度の高い部分が対 応しており、その収束場の西側では500hPa~ 700hPa付近まで乾燥域している。第4図下段右図 を見ると、収束場の西側から乾燥空気の流入が予 想されており、その領域には発達した雲域もない。 GSM 数値予想資料では、黄海にある低気圧循環は 15時から18時にかけて発達する予想であり、下 層収束の強化や大陸南岸からの乾燥空気の移流を 強め、テーパリングクラウドの発達に関与した可 能性が考えられる。





3 全国合成レーダーとアメダスの風

21 日 12 時、14 時及び 18 時のレーダーエコー及 びアメダスの風を第 5 図に示す。レーダー強度 64mm/h 以上を含む発達したエコー域が沖縄本島 の西海上から先島諸島の北海上にかけて存在し、 アメダスの風を見ると南東風と南風との収束場と なっている。先島諸島の南海上からは北上する散 在したセルエコーが存在するが、沖縄本島の南海 上には存在していない。21 日 09 の石垣のエマグ ラム (図省略)では地上から 700hPa 付近まで湿っ ており、セルエコーの存在は下層付近が湿ってい ることを示唆している。

発達したエコー域の東進に伴い、14 時頃から北 上するセルエコーが沖縄本島の南海上で発生して おり、09 時の那覇のエマグラム(第3図)に示さ れた下層の乾燥域は解消され湿っていることを示 唆している。また、14 時から 18 時にかけても沖 縄本島の南海上には北上するセルエコーが存在し ており、発達したエコー域の南東側は急速に沖縄 本島南部へエコー域を広げてきた。



。 i 2 4 8 12 16 24 32 40 48 56 64 4 第5図 全国合成レーダーとアメダスの風

4 那覇空港気象ドップラーレーダー

(1) エコー強度

ドップラーレーダーのエコー強度を第6図に示 す。第6図上段左図では、沖縄本島の南西海上に は、3つのセル状のエコーが強度を維持しながら 互いに接近していた。エコーA(第6図上段左図青 円)は北北東進、エコーB(第6図上段左図緑円) は北東進、エコーC(第6図上段左図桃円)は東北 東進しており、17時50分頃に沖縄本島南部の沿 岸付近で合流(図省略)し、ひょうが降った18 時05分頃にかけて沖縄本島南部で発達した上体 が続いた。

第6図下段では、18時13分頃から沖縄本島の 南東海上でセルエコーD(第6図下段左図赤円)が 発達しながら東北東進し、突風による被害があっ たとされる18時30分頃には沖縄本島南部にエコ 一強度64mm/h以上のエコー域が存在している。し かし、スーパーセル型積乱雲の特徴であるフック エコー、ヴォールトやメソ低の存在を確認するこ とができなかった。



第6図 那覇空港気象ドップラーレーダー

(2)ドップラー速度及び方位方向速度シアー 糸満市でひょうが降った 18 時頃のドップラー レーダーのエコー強度、ドップラー速度、距離方 向速度シアー(距離方向シアー)を第7図に示す。 強いエコー強度(96mm/h以上)の領域に対応して、 距離方向シアー値の極大域(発散性の領域)があ る(第7図右図赤円)。また、強いエコーの南側に はドップラー速度の極大域(30m/s 以上)がある (第7図中図青円)。これらは、断面図等の解析も 必要であるが、強い下降流(ダウンバースト)や ひょうを示唆していると考えられる。距離方向シ アー図で見られる明瞭な収束性の領域(発散性の 領域の南東側)は、下降流に伴って発生したガス トフロントと考えられる。

エコー強度や雲頂高度等を時系列で比較すると (図省略)、ひょうをもたらした積乱雲はこの時間 帯が最盛期と考えられる。18時00分~05分にか けて、距離方向シアーの極大域はほとんど動きが なかったが、ドップラー速度の極大域は南下して いるのが見られた(図省略)。

一方、突風があったとされる 18 時 30 分頃のド ップラー速度(図省略)では、メソサイクロンの 存在を示唆するドップラー速度の正負の極大の対 を確認することができなかった。



第7図 トッフラーレーター (18 時 02 分) 左図 エコー強度 中図 ドップラー速度 右図 距離方向速度シアー

5 JMANHM による再現実験と実況との比較

JMANHM による再現実験は、平成 20 年 12 月に配 布された「DVD-NHM」を利用して行った。

再現実験は、平成19年12月21日03UTC及び 06UTCを初期値とし、デフォルト設定の MF5km33 (現業ルーチン、格子5km)及び MF5km33C(雲物 理過程のみ、格子5km)を用いて、4つの組み合

わせで行った。

最も再現が良いと思われる 06UTC を初期値とする MF5km33C を用いた結果とレーダー及びアメダスの実況との比較を第8図に示す。

再現実験による風の分布を見ると、16時から18時にかけて発達したエコー域の接近に伴い、沖縄本島付近は南東風から東風へと変化しており、アメダスの風分布との対応が良い。

第5図の南東風と南西風との収束部分に存在し 東進していた発達したエコー域は、時刻が2時間 程度違うものの再現結果の16時においても南東 風と南西風との収束部分に強度の強いエコー域が 存在しており概ね対応が良い。

再現結果の18時では、降水分布の広がりとして は概ね実況との対応が良い。しかし、沖縄本島の 南海から北上するセルエコーや14時から18時に かけて沖縄本島へ急速に広がってきた発達したエ コー域の表現は対応が悪い。沖縄本島の南海上か ら流入してくるセルエコーはスケールが小さいた め、格子間隔が 5km では表現できなかったと考え られる。

このことを踏まえ、上記再現結果を親モデルと した 07UTC 初期値、MF2kmC (雲物理過程のみ、格 子間隔 2km) でネスト実験を行ったが、親モデル と同様に風の分布、降水分布は実況との対応は概 ね良いものの、散在したセルエコーや沖縄本島南 部へ広がってくる発達したエコー域は表現されず、 実況との対応は悪かった (図省略)。



弟。図 美沈と冉祝美級との比較 上段 実況(レーダー及びアメダス) 下段 MF5km33C(12月21日06UTC初期値)

6 まとめ

今回の降ひょう及び突風をもたらした2つの積 乱雲の発達は、①850hPa以下の南風と南西風の下 層収束、②大陸南岸からの500~700hPa付近の乾 燥空気の流入、③沖縄本島の南海上から北進する セルエコーが関与していたと考えられる。

空港気象ドップラーレーダーによるエコー強度、 ドップラー速度及び距離方向シアーからは、強い エコー域の南側でドップラー速度の極大域が存在 しており、強い下降流(ダウンバースト)の存在 を示唆していたが、ひょうの存在する可能性を示 唆するブライトバンドや竜巻の発生する可能性を 示唆するスーパーセル型積乱雲によるメソサイク ロンの存在などの確認には至っていない。

今回の調査では、ドップラーレーダーの1次デ ータ等を利用できなかった。積乱雲の発達過程を 詳細に解析するには、反射強度、ドップラー速度 や距離方向速度シアーの時間変化や鉛直断面図な どを用いる必要がある。