

# 2008年4月16日に台湾東で発生したクラウドクラスタについて

金城康広、阿波連正（宮古島地方气象台）、根間俊明

## 1 はじめに

2008年4月16～17日に台湾の東で、次々にクラウドクラスタ（以下 クラスタ）が発生した。クラスタの一部は16日20時頃から東進し始め、先島諸島ではクラスタの通過に伴い風向が急変するなど特徴がみられた。

一方、MSM（現業数値予報モデル）はクラスタの発生及び東進を直前まで予測していなかった。

本調査では、クラスタの発生及び東進の要因を調査し、同様な事例に対し予報担当者が早期に予測シナリオ等の修正を行うことができるようにすることを目的としている。

調査対象は、4月16日に発生したクラスタとし、実況解析の他、観測データの少ない台湾付近の考察のため、JMA-NHM（非静力学モデル 以下 NHM）による再現実験を行った。これらの結果について、報告する。

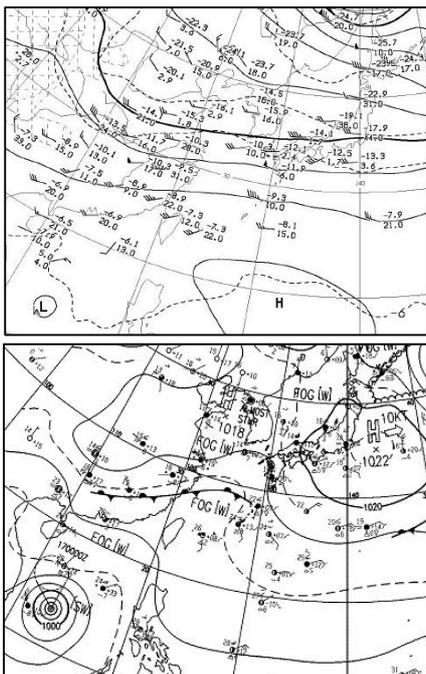
## 2 気象状況

### (1) 総観場

第1図に16日09時の500hPa高層天気図と地上天気図を示す。

500hPaでは、華中から華南にかけて、深まりつつあるトラフが解析される（第1図上）。このトラフは動きが遅く、16日21時でも300km程東に解析される（図省略）。

また、沖縄の南に亜熱帯高気圧があり台湾と石垣島は南西の風が吹いている。地上天気図では、先島諸島は東シナ海にある停滞前線の南側（暖域）に位置し、本州の東に中心をもつ高気圧の周辺部を回り込む南東風の場となっている（第1図下）。



第1図 500hPaと地上天気図  
16日09時

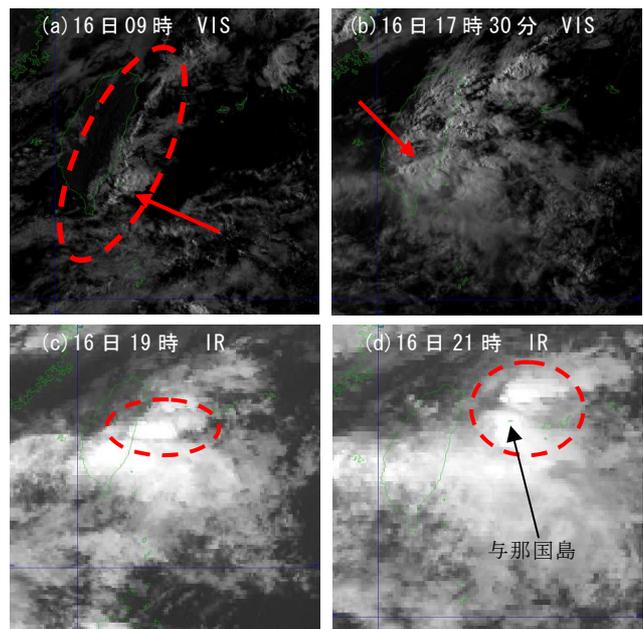
### (2) 衛星画像

第2図は16日、台湾の東でクラスタが発生し、与那国島付近まで東進した間の衛星画像である。

09時には、台湾東の海上に南北にのびる線上の雲域（以下 対流雲列）が発生しており（第2図(a)の破線囲）、その対流雲列の南側ではクラスタの一部が既に発生している（第2図(a)の矢印）。

13時頃からは、対流雲列上でクラスタが南から北へと順に次々と発生するようになり（図省略）、17時過ぎには台湾の山地でもクラスタが発生するようになった（第2図(b)の矢印）。

19時には、台湾の花蓮付近で新たにクラスタが発生し（第2図(c)の破線囲）20時頃からは、そのクラスタが東進し始め、21時には与那国島付近に達した（第2図(d)の破線囲）。



第2図 衛星画像 VIS: 可視 IR: 赤外

### (3) レーダーエコーとアメダス

第3図にレーダーエコーとアメダス（10分値の風向風速）の重ね画像を示す。

16日13時、台湾東の海上に前項の衛星画像（第2図(a)）で示した、対流雲列に対応する所々途切れた線状のエコーがある（第3図(a)）。このエコーは、午前中は発達する傾向はなかったが、この時間帯から発達し始めた。

20時過ぎからは線状エコーの形状が弓状にな

り東へ進み始め、21 時頃には与那国島付近に達した (第 3 図 (b))。

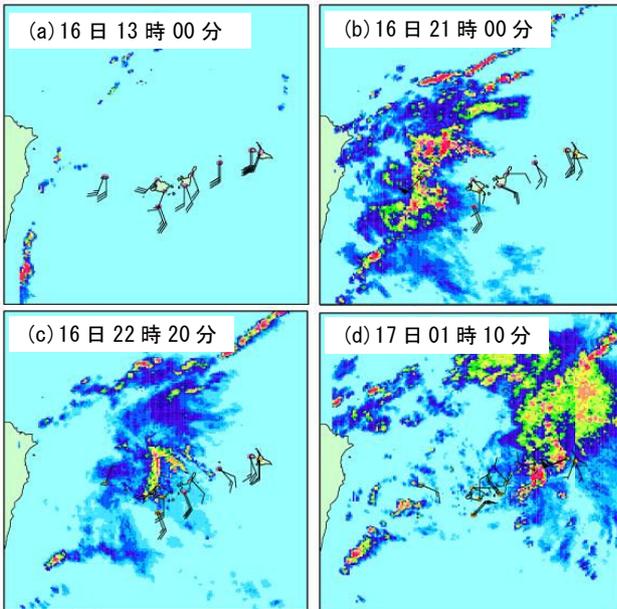
弓状のエコーは、その後 22 時過ぎに西表島、23 時過ぎに石垣島、17 日 01 時過ぎに下地島を通過した (第 3 図 (c) ~ (d))。

主な特徴として以下の 2 つが上げられる。

- ・エコーの移動速度が速く、与那国島から石垣島までは約 45 km/h、石垣島から下地島までは約 70km/h であった。

- ・与那国島付近を通過した直後から弓上のエコーの北と南側で急速にエコーが衰弱し (第 3 図 (c))、石垣島を通過後は逆に、急速にエコーが発達した。

\*エコー通過時の 1 時間降水量は、与那国島や石垣島では、10mm 未満、多良間島では 37mm、下地島空港では 18mm であった。



第 3 図 レーダーエコーとアメダス重ね画像

### 3 NHM を用いた再現実験と考察

今調査では、NHM を用いて再現実験を行い、台湾東でのクラスタ発達と東進及び移動速度が速かったことの要因について考察した。なお、以降に示す NHM による再現実験は格子間隔 5 km、対流パラメタリゼーションは K-F を用いている。

#### (1) 台湾東でのクラスタ発生について

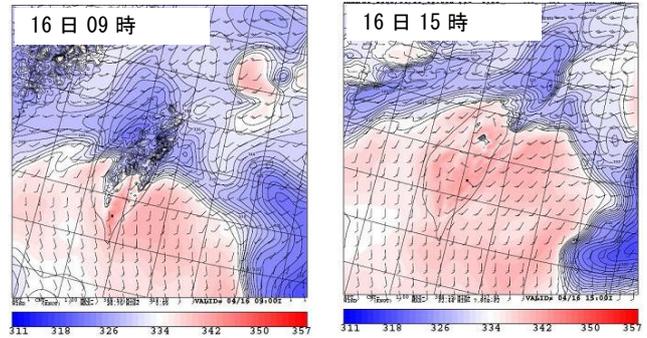
##### ① 再現実験

第 4 図に 16 日 09 時初期値 NHM の 800hPa の相当温位、第 5 図に降水の予想を示す。

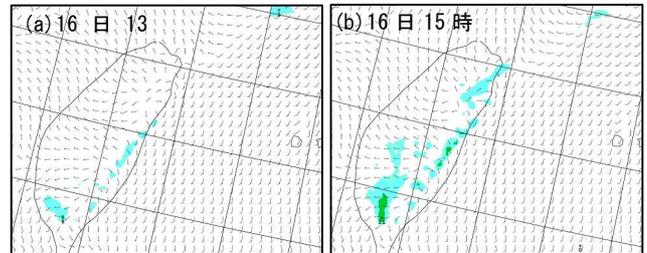
09 時の相当温位分布では、340K 以上の高相当温位が台湾海峡から台湾の中部域まで入り込み (第 4 図左)、15 時には台湾北部を始め、先島諸島を含めた広い範囲で高相当温位が入り込む予想となっ

ている (第 4 図右)。

降水については、13 時から台湾の山地に弱い降水が計算され始め (第 5 図左)、15 時にはやや強い降水も計算されるようになった (第 5 図右)。この降水はその後も長く台湾山地に停滞するだけであった。実況にみられる台湾のすぐ東の降水は再現できなかった。

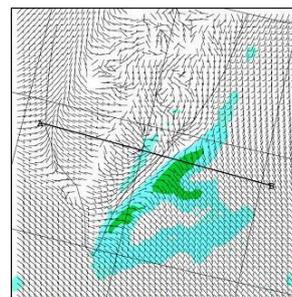


第 4 図 NHM による 800hPa 相当温位予想



第 5 図 NHM による降水予想 (1 時間降水量)

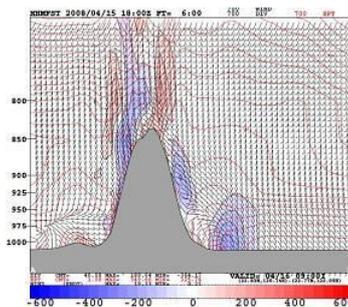
第 6 図に 16 日 03 時を初期値とする NHM の降水の予想 (16 日 09 時) を示す。



第 6 図 NHM による降水予想 (1 時間降水量)

16 日 03 時初期値 FT=6 (16 日 09 時)

台湾の南東部東海上に実況にみられる降水が再現された。しかし、この降水は 16 日昼過ぎからは、台湾山地へシフトし、実況で見られる東進は再現できなかった。



第 7 図 NHM による鉛直断面図 (16 日 03 時初期値 FT=6)

実線：温位 (K)、ハッチ：青 (収束) 赤 (発散)

第 7 図に、第 6 図で示した線分にそった東西鉛直断面を示す。台湾東に着目すると地上 ~ 925hPa までの収束、台湾東斜面には 950 ~ 850hPa まで収束が計算されている。

## ②再現結果の考察

16日09時初期値において、台湾東海上で降水が再現できなかったのは、15時にLFC（自由対流高度）が09時の600hPaから850hPaまで下がったものの、空気塊が900hPa付近までしか持ち上げられていないためである（図省略）。

一方、03時初期値では、台湾南東部東海上に実況に対応した降水が再現された。第7図に対応した上昇流及び東西風（図省略）を確認すると、この降水は、地上から925hPaまでの比較的低いところでの収束に伴う強い上昇流により計算されている。この収束の維持は、台湾東斜面からの滑降してくる流れと、台湾に向かう下層風により維持されている。なお、台湾に向かう下層風が台湾地形と平行に吹くようになると、降水は台湾南東部海上から台湾山地へとシフトしている。

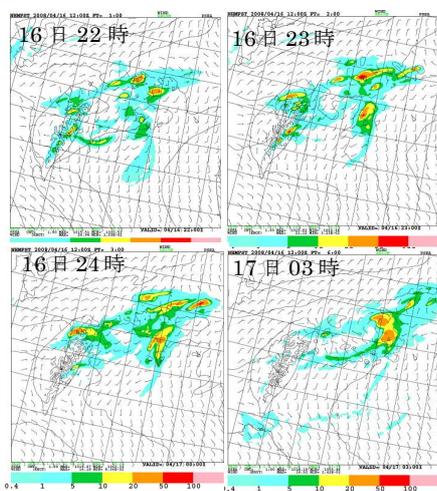
### (2) クラスタの東進について

#### ①NHM 再現実験

クラスタの東進について、NHMで16日21時を初期値とする再現実験を行った（21時より早い初期値でも再現実験を行ったが、実況を再現できなかった）。NHMは、第3図のレーダー実況に比べて降水を北側に予想している等、違いがあるものの、八重山付近での強い降水、その後の降水の再発達を再現できている（第8図）。

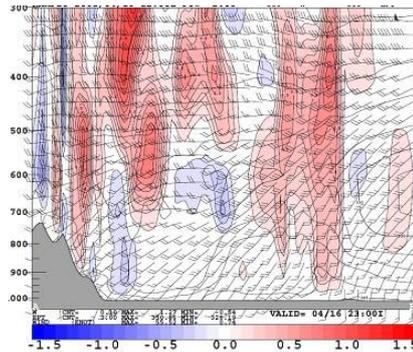
第9図（23時NHM予想で、台湾山間部一花連一石垣のすぐ東を通る直線上の断面）では、台湾から台湾東側の上空で西風が吹いている。一方、台湾東の下層から石垣島付近の上昇域には500hPaまで強い南西風が吹いており、前述西風との風向シャワーが明瞭となっている。これについて、与那国島WPR（図省略）と比較すると、クラスタに伴う強い降水が通過した後下層の南西風の強まり、上空で西風へ変化した様子を再現できている。

## ②再現結果の考察



第8図 NHM 降水予想  
16日21時初期値

第9図から、クラスタの東進は強い下層の南西風（15m/s）による。また、NHMの予想で、この南西風は、17日01時には、クラスタに対応する上昇流域周辺で

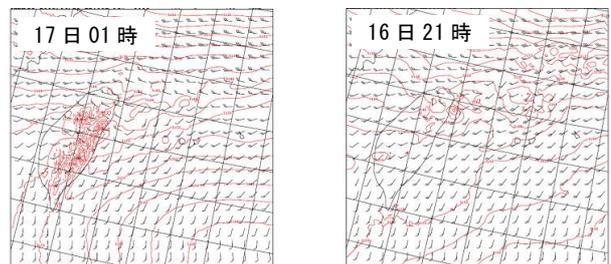


第9図 鉛直断面図

16日12時初期値 FT=2 (16日23時)  
ハッチ:W、矢羽:KT 実線:相当温位(k)

20m/sまで強まっており（図省略）、石垣島を通過後、エコーが加速されたことは、これが要因と考える。

南西風の強まりについて、21時の700hPa面（第10図左）をみると台湾の北東部で高度が低下しており、これにより風速が強まっている。この高度低下について調査した結果、09時初期値の段階では、この低下を予想しておらず、初期値が新しいほど台湾北東部で高度を低下させている（初期値同化で修正されている）。以上から、台湾東でのクラスタが発達する過程で上昇流の強まりにより高度が低下したと考える。また、第10図右では石垣島の北で、さらに高度が低下しており、これが石垣島を通過後、降水が発達した要因と考える。これは降水の発達状況や第9図の状況から上昇流強化→高度低下→暖湿流強化→上昇流強化のフィードバックが働いたと考える。



第10図 700hPaの高度と風向風速 16日12時初期値  
左:FT=0、右:FT=4 高度(3m間隔)矢羽(KT)

## 4 まとめ

再現実験で台湾東海上の対流雲列上で次々に発生したクラスタは再現できなかった。その理由是对流雲列そのものを再現することができなかったことにある。03時初期値の再現結果から検討すると、対流雲列の発生は台湾へ向かう下層風が台湾東斜面から滑降してくる流れと収束することが重要であり、後者が台湾地形に平行になると降水は山地へシフトすることがわかった。

クラスタ東進は、直前でしか再現できないなど課題はあるが、16日21時初期値で検討すると、東進の理由は下層の南西風の強まりが要因と考える。南西風の強まりは台湾東でのクラスタ発達において、上昇流の強化→高度低下が要因で、さらに暖湿流強化→上昇流強化のフィードバックで、石垣島を通過後に降水の発達が起こったと考える。