

2012年9月24日に三浦半島で発生した大雨における レーダーエコーの振舞

青木 弘徳^{*1}・池田 倫子^{*2}・渡邊 匡央^{*3}

1. はじめに

2012年9月24日、横須賀市にある神奈川県雨量観測所の宝金山(第1図参照)で23時までの1時間に88mm(速報値)の猛烈な雨を観測するなど、三浦半島を中心に局地的な大雨となった。この猛烈な雨の影響で、京浜急行本線では線路近くの斜面が崩壊し、線路に土砂が堆積したため、追浜駅・京急田浦駅間で列車脱線事故が発生した。この他にも横須賀市や逗子市で土砂災害が発生した。

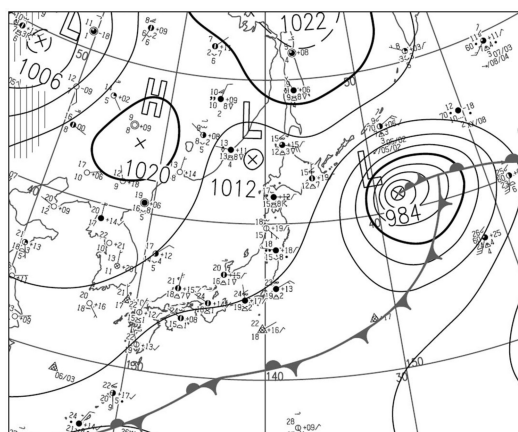
猛烈な雨となった地域は海に近く、地上や高層の観測データが少ないため、大雨の要因に関する解釈が難しい。レーダー画像に着目したところ、大雨をもたらしたものを含め、3つの降水域があり、狭い範囲に存在しているにも関わらず大きく異なる動きをしていた。そこで、それらの降水域の動きの違いに着目して解析を行った。

2. 気象状況

第2図に2012年9月24日21時の地上天気図を示す。日本の東の低気圧から日本の南に前線が伸びている。同時刻の500hPa高層天気図(図略)では、九州付近にトラフがあり、関東地方はその前面にあたる。日本の南の前線に対応する傾圧帯が本州南岸にあり、その北側に位置する館野の500hPaの気温は平年より3℃程度低く、-12℃であった。一方、関東地方の南の海上では、海面水温が27℃程度であり、暖かく湿った空



第1図 関東地方及び三浦半島付近の地図。なお、この背景地図等データは、国土地理院の電子国土 Web システムから提供されたものである。



第2図 2012年9月24日21時の地上天気図。

^{*1} (連絡責任著者) Hironori AOKI, 東京管区気象台気象防災部, aoki_sagittarius@met.kishou.go.jp

^{*2} Michiko IKEDA, 東京管区気象台気象防災部,

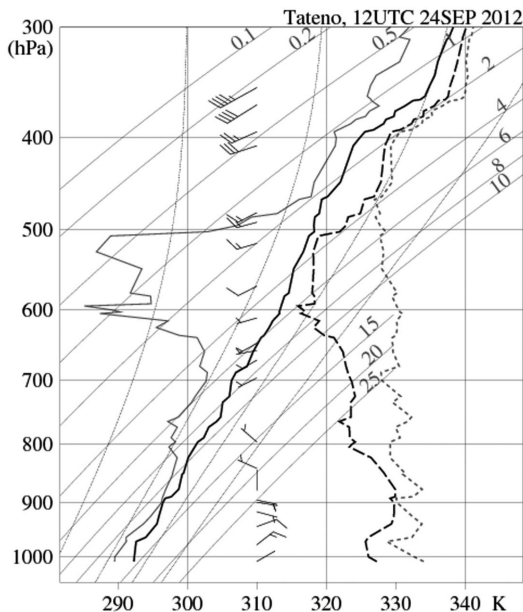
^{*3} Masahiro WATANABE, 東京管区気象台気象防災部,

気が下層の東南東風により三浦半島付近に流入する状況であった。

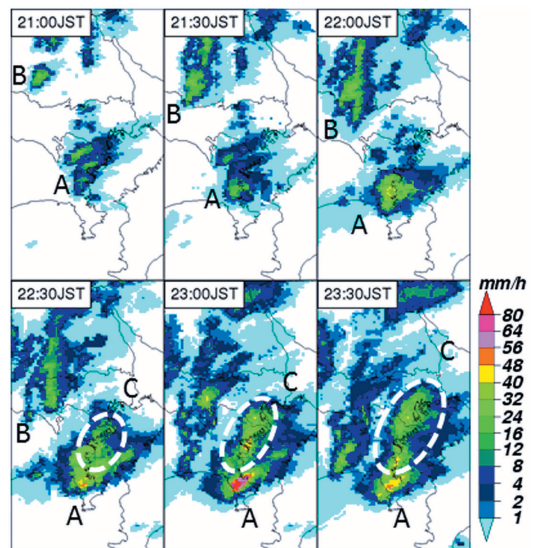
第3図は21時の館野の温位エマグラムである。下層から400 hPa付近にある安定層まで飽和相当温位がほぼ一定になっていた。下層の相当温位は約330 Kであるが、もし下層に335 Kを超えるような暖かく湿った空気が流入すると、400 hPaまで対流雲が成長する可能性がある成層状態であった。

第4図に21時00分から23時30分まで30分毎に解析雨

量を時系列に並べた図を示す。23時00分の図に注目すると、1時間80 mm（最大95 mm）を超える猛烈な雨が横須賀市付近で解析されている。この降水域（以下、降水域 A）は21時から神奈川県東部をゆっくり南下していた。降水域 A の北西側には、埼玉県から南に移動する降水域（以下、降水域 B）がある。降水域 B における降水は1時間30 mm 程度で降水域 A に比べて弱かった。22時30分頃には、降水域 A の北側に北東に広がる降水域（以下、降水域 C、第4図の白破線で囲った領域）が新たに発生した。この降水域 C が通過した横浜地方気象台では23時までの1時間に51 mm の非常に激しい雨を観測した。

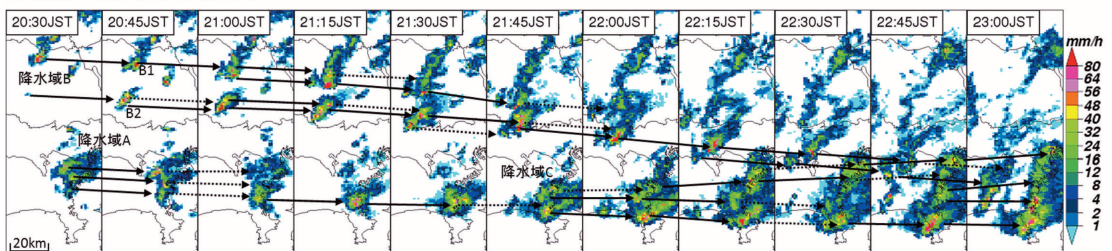


第3図 2012年9月24日21時の館野における温位エマグラム。太実線が温位、細実線が露点温度から求めた温位、破線は相当温位、点線は飽和相当温位、短矢羽は5 m/s、長矢羽は10 m/sの風速を表す。



第4図 21時00分から23時30分までの解析雨量分布の時系列。図中のA, B, Cは降水域を表し、降水域Aと区別するために、降水域Cを白破線で囲んでいる。

Date: 2012/09/24



第5図 20時30分から23時00分までの15分間隔レーダーエコー分布図の時系列。矢印で強エコー域の動きを示す。

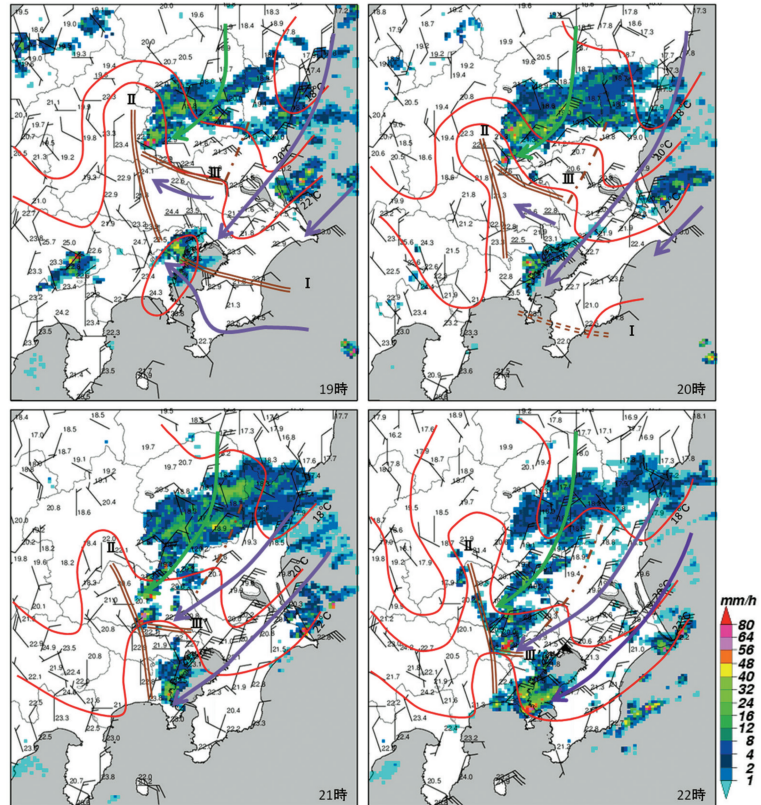
3つの降水域の動きをみると、降水域Aはゆっくり南下している一方で、降水域Bは速く南下した。また、降水域Cは降水域Aの北側で発生して北上した。このように3つの降水域は数十km程度の範囲に存在しているにも関わらず大きく異なる動きをした。

3. レーダーエコーの動き

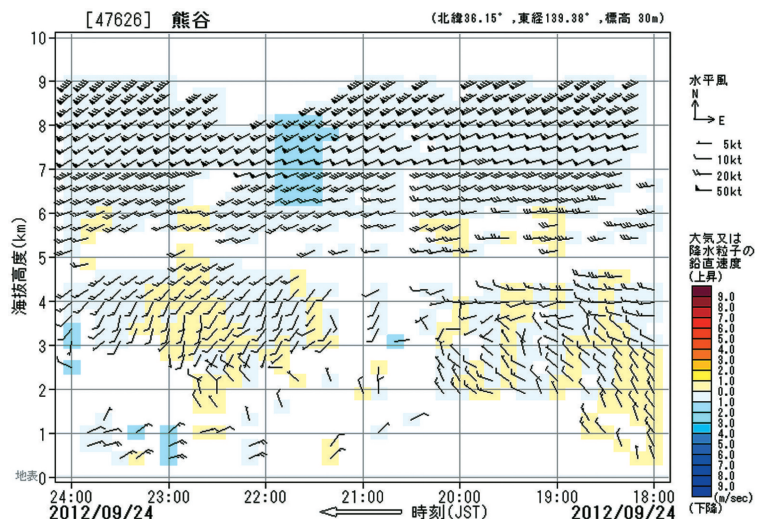
3つの降水域の動きをさらに詳しく解析する。第5図に20時30分から23時00分までの15分毎のレーダーエコー時系列図を示す。図上の矢印で強エコー域の動きを示した。

降水域Aの強エコー域は約10 km/hでゆっくり南下していた。また、22時00分の時点で、降水強度40 mm/h以上の強エコー域の南北幅は約6 kmあった。このため、同じところで降水が長時間続き、三浦半島で猛烈な雨となったと考えられる。

降水域Bは詳細にみると、第5図のように降水域B1とB2からなっていた。降水域B2は降水域B1から20 km程度離れた領域で発生しているので、その発生に降水域B1からの冷氣外流出の影響は考えられない。このことは地表付近の風や温度から確かめられる(第6図参照)。よって、もう少し大きなスケールの影響で降水域B2の発生が



第6図 19時から22時までのアメダス風・海面高度補正した気温 (0.65°C/100 m) 及びレーダーエコーの分布図。数字は気温、短矢羽は1 m/s、長矢羽は2 m/s、旗矢羽は10 m/s、実線(赤)は等温線、二重線は収束線、一点鎖線は等温線の尾根軸、矢印は流線を表す。20時の収束線Ⅰについては、アメダス風で収束が不明瞭なことから、毎時大気解析を参考に破線で示す。



第7図 18時から24時までの熊谷におけるウィンドプロファイラー観測結果。

あったと考えられる。これらの降水域の南下速度は、降水域 A の強エコー域よりも速く、約20 km/h であった。降水域 B1では、21時00分のように、冷氣外出流の南下に伴い、積乱雲の進行方向である南側に新たな強エコー域が発生し、速い移動速度で南下した。降水域 B2でも、21時30分に掛けて、南側に新たな強エコー域が発生し、バックビルディング形成による線状の積乱雲群の形成が見られる。しかし、強エコー域の通過する速さが速く、ある領域での強エコー域の持続時間は降水域 A に比べて短かった。

降水域 C は南下する降水域 A の北側を北東に広がるという形で、21時45分頃から明瞭になった。なお、第4図の解析雨量分布は1時間降水量なので、降水域 C が明確になるのは前述のように22時30分頃になる。降水域 C では、強エコー域は約20 km/h で北東進したが、個々の強エコー域は10~20分程度で消滅していて、積乱雲はあまり発達していなかった。22時45分以降は、降水域 C は北東—南西の走向をもつ線状の構造になり、降水が持続した。

以上から、降水域 A はゆっくり移動する積乱雲によって同じ所で降水が長時間続き、猛烈な雨がもたらされた。降水域 B は動きが速く、個々の強エコー域の持続時間も短かったため、概ね1時間30 mm 程度の降水となった。降水域 C では積乱雲の移動は速いものの、強エコーの移動方向と線状の降水域の走向が同じだったため、降水が持続して、1時間に50 mm を超える雨が観測された。

4. 地上解析

数十 km 程度しか離れていない3つの降水域の動きが大きく異なった原因について考察する。この事例については数値予報で降水がうまく表現されていなかったことから、考察するにあたっては特に地上観測で得られたデータを基とする。

第6図に19時から22時まで1時間毎のアメダスの風、海面高度に補正した気温の分布図を示す。図中には二重線で風の収束線を解析した。収束線は4本解析でき、収束線 I、収束線 II、収束線 III、収束線 III' とした。また、明瞭な収束を伴わない等温線の尾根軸があり、一点鎖線で示した。これらの収束線および等温線と各降水域の関係を考察した。

降水域 A は19時の時点で、鹿島灘からの北東風と関東南部の東南東風で作り出されている収束線 I で発生している。収束線 I は20時にはアメダス風では不明

瞭になっている。このため、第6図では収束線 I の位置を950 hPa の毎時大気解析の収束を参考に破線で示した。21時以降、同毎時大気解析でも収束は不明瞭になった。降水域 A 付近における詳しい観測データがないため、このように下層風の収束が不明瞭な中、積乱雲がどのようなメカニズムで持続していたか、今回は考察することができなかった。

降水域 B は19時の時点で、収束線 II と収束線 III の交点付近に発生し、収束線 III は冷氣外出流にともない次第に南下した。収束線 II の周辺では日中から高温かつ低圧部になっていた。そこに、第6図の緑色の矢印で示した栃木県内での先行降雨による冷氣外出流も加わった北東風が流入し、この風の先端部で強エコーが発生した。20時以降では、収束線 III の南側に鹿島灘からの北東風が入ってきたため、収束線 III は不明瞭になり、21時には収束線 III' が新たに発生した。この収束線 III' の近傍で降水域 B2 (第5図) が発生し、収束線 III' の南下にともない移動した。収束線の移動が速かったことと収束線 III' が新たに発生したことが、降水域 B の移動を早め、降水時間が短かった原因だと考えられる。

降水域 C は一点鎖線で示した等温線の尾根軸に沿って移動した。この等温線の尾根軸は鹿島灘から流入した北東風と栃木県を通過して関東南部に流入した北東風の境界に当たり、降水による気温低下のない相対的に高温の領域であった。第7図に示した熊谷のウィンドプロファイラーの観測によると、21時前に3000 m 付近で北西流から南西流に変わっている。上空4000 m で南西の風が7 m/s (=約25 km/h) と強エコー域の速度と対応がよく、個々の積乱雲はこのような上空の風に流された可能性がある。MSM の500 m 高度面では、北よりの風によって低相当温位の気塊 (第6図の20°C の等温線とほぼ対応する) が流入する前に、茨城県南部から東よりの風によって相対的に高相当温位の気塊が流入していた (図略)。このことは、気温は22°C 以下だが、水蒸気量が多く (相対湿度が高く)、積乱雲を発生させやすい気塊であったことを意味する。以上から、収束線 I の後面にある東よりの風が水蒸気を補給し、降水域 C が発生したと考えられる。

5. まとめ

2012年9月24日に三浦半島で発生した大雨について解析した。本事例については、時間80 mm を超える

降水をもたらした水蒸気はいつ、どこから集まってきたか、大雨をもたらした積乱雲はどのような構造だったか、疑問点が多い。その中で、本稿ではなぜ近くに存在する降水域が異なる動きをしたかという点についての的を絞って考察した。

個々の降水域および積乱雲の動きは今回の事例のようにさまざまな要因によって異なる動きをする。しかし、そのような動きを数値予報モデルで正確に再現するのはまだまだ困難である。今回の調査のように今後

も事例解析を積み重ねていくことは重要である。

謝 辞

本稿の執筆にあたり、気象庁予報部予報課海老原智課長、気象研究所加藤輝之室長及び東京管区气象台大久保 篤気象防災情報調整官には多くの有益な助言をいただきました。この場を借りてお礼申し上げます。