

ふた山形状の雨滴粒径分布の観測事例解析と形成物理メカニズム
 Observation Analysis of Bimodal Raindrop Size Distribution
 and Physical Mechanism of Its Formation

○岡崎恵・竹見哲也・大石哲・梶川義幸・山浦剛・阿波田康裕・柳瀬友朗・松島知樹

○Megumi OKAZAKI, Tetsuya TAKEMI, Satoru OISHI, Yoshiyuki KAJIKAWA,
 Tsuyoshi YAMAURA, Yasuhiro AWATA, Tomoro YANASE, Tomoki MATSUSHIMA

Purpose of this study is to identify the formation mechanism of a bimodal raindrop size distribution (bimodal DSD). We investigated bimodal DSDs by using data obtained by a Two-Dimensional Video Disdrometer (2DVD) and a dual-polarization doppler weather radar. Bimodal DSDs were observed after a strong precipitation event under the influence of an extratropical cyclone and a typhoon. We found that the bimodal DSD formation was associated with the decrease in the amount of precipitation and the growth of raindrops due to the collision-coalescence process. Moreover, the decrease in the amount of precipitation seemed to be caused by the change from a convective to a stratiform precipitation system. The collision-coalescence process was promoted by large size raindrops in convective rainfall. We propose a new physical mechanism of a bimodal DSD formation associated with a transition from a convective rain to a stratiform rain by combining two processes: 1) overall decrease in the amount of rainfall and 2) raindrops growth by the collision-coalescence.

1. はじめに

降水の定量的な解析に度々用いられる雨滴粒径分布は気象観測において重要な役割を果たす。雨滴粒径分布の形状を近似する関数として、指数分布¹⁾や修正ガンマ分布²⁾が広く知られている。一方、そのような関数では表現しきれないふた山形状の雨滴粒径分布が観測されている。ふた山形状の雨滴粒径分布は、数密度が最大となる小さな粒径と中程度の粒径において2つのピーク値をもつ。ふた山形状の雨滴粒径分布の形成物理メカニズムについて決定的な答えは出ていない。本研究の目的は、ふた山形状の雨滴粒径分布の形成メカニズムについて観測値の解析結果より明らかにすることである。

2. 2DVD と二重偏波気象レーダーの同期観測

本研究では2DVDと二重偏波気象レーダー(Xバンド)の観測データを使用し、同期観測を行った。どちらも千葉県勝浦市に設置されており、レーダーの観測範囲に2DVDの観測地点が含まれている(図1)。解析対象としたのは、温帯低気圧と台風Bualoiの影響で、千葉県において大雨が降った2019年10月25日の事例である。

3. 2DVDの観測結果

日本時間15:56から16:12にかけて降水強度約30mm/h以上の強い雨が降っていたが、16:13以降は約10mm/h以下に減少したことが2DVDによって観測された(図2)。また、降水量の減少が見られた16:14から16:16の間でふた山形状の雨滴粒径分布が存在していた(図3)。さらに、16:09から16:16の間の1分ごとの雨滴粒径分布によると、降水量の減少と共に16:13以降では大きい雨粒が落下し、消失していた。新たな降水粒子の生成は降水量の減少に伴いしたと考えられる。

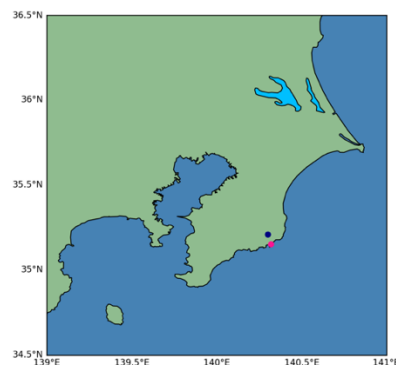


図1 観測機器の位置関係

2DVD: 青(35.21N, 140.30E)

二重偏波気象レーダー: 赤(35.15N, 140.32E)

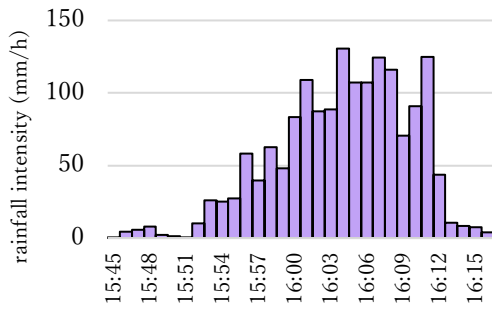


図2 降雨強度(2DVD)

一方、降水量が減少する以前から存在していたふた山分布の2つ目のピーク値よりも小さい粒子の衝突併合は進行していたことが示唆される。衝突併合による雨粒の成長に伴って、ふた山分布の2つ目のピークが形成されたと考えられる。また強い降雨が継続していた際には存在しなかった2つ目のピークは、降水の減少に伴い現れた可能性がある。以上の結果に基づき、ふた山形状の雨滴粒径分布は降水量の減少と衝突併合過程の2つの要因によって形成されたと考えられる。

4. 二重偏波気象レーダーの観測結果

ふた山形状の雨滴粒径分布が見られた時間帯の直前である15:56から16:12にかけて、2DVD上空において K_{DP} (伝搬位相差変化率)が3deg/km以上の非一様な降水が狭い水平幅で鉛直に立っている様子がレーダーによって観測された(図4)。 K_{DP} は値が大きいくほど直径の大きい粒子が存在していることを示す³⁾。16:05から16:08の間では K_{DP} が小さくなっているが、これは K_{DP} が大きい降水システムがレーダーデータの解析範囲から外れてしまっていると考えられる。ここで、非一様な降水とは様々な大きさの粒子が含まれた降水を指し、一様な降水は同じ大きさの粒子が含まれた降水を指す。そのため、非一様な降水はより大きな降水粒子を含んでいる。非一様な降水は対流性降雨、一様な降水は層状性降雨であると推察される。

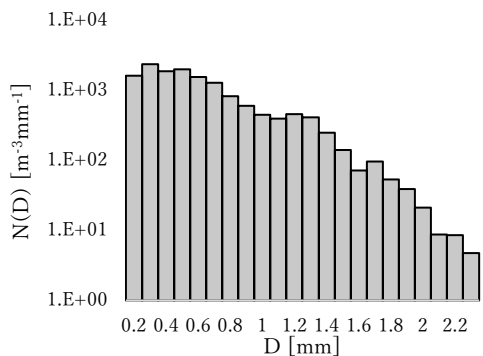


図3 雨滴粒径分布(2DVD), 16:14~16:16の平均

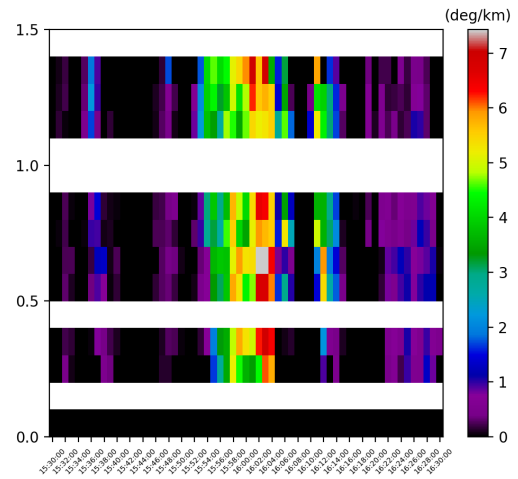


図4 K_{DP} (二重偏波気象レーダー:CAPPI)
横軸:時間(JST), 縦軸:高度(km), 2DVD 上空の範囲

その後 K_{DP} は3deg/km未滿となり、ふた山型が観測された時間帯(16:14~16:16)では一様な降水となった。これらの結果より、雨滴粒径分布がふた山となる背景には、対流性から層状性への降水システムの変化が存在していることが示唆された。さらに、衝突併合過程において捕捉する側の大きな粒子の数が増加するとその成長も加速される。そのため、対流性降雨が衝突併合過程を促進させ、ふた山型が形成され易い環境であったと考察する。

5. おわりに

ふた山形状の雨滴粒径分布形成の背景では、

- ① 対流性降雨から層状性降雨への降水システムの変化による降雨量の減少
- ② 衝突併合過程による2つ目のピークの生成
- ③ 対流性降雨によって増加した大きな雨粒による衝突併合過程の促進

が起きていたことが示唆される。今後は事例を増やして解析を進める必要がある。

参考文献

- 1) Marshall, J. S. and W. M. Palmer, 1948: The distribution of raindrops with size. *J. Meteor.*, **5**, 165-166.
- 2) Ulbrich, C. W., 1983: Natural variations in the analytical form of the raindrop size distribution, *J. Clim. Appl. Meteor.*, **22**, 1764-1775.
- 3) 深尾昌一郎, 浜津享助, 2005: 気象と大気のリモートセンシング, 168-169, 京都大学学術出版会.