

台風ならびに梅雨豪雨におけるシーダー・フィーダー機構の役割に関する研究 Study on Seeder-Feeder Mechanism in Typhoon Rainfall and Baiu Heavy Rainfall

○加藤泰樹・中北英一・山口弘誠

○Taiki KATO, Eiichi NAKAKITA, Kosei YAMAGUCHI

The seeder-feeder mechanism is a phenomenon in which raindrops from the upper layer catch cloud droplets in the lower layer of clouds, thus intensifying rainfall, and was considered the cause of enhanced rainfall in mountainous areas. However, in Typhoon No. 19 in 2019, the seeder-feeder mechanism was confirmed not only in mountainous areas but also in the plains. In this study, I examined how much the seeder-feeder mechanism affected the rainfall intensification in Typhoon No. 19 by using orographic rainfall calculation method with Tatehira model for both mountainous and plain areas. The results show that the mountainous area around Hakone received a large amount of rainfall due to orographic rainfall. In the plains, rainfall from the sky was intensified by the seeder-feeder mechanism and fell on the ground.

1. 背景と目的

シーダー・フィーダー機構は、上層からの雨滴が下層の雲の中で雲粒を捕捉して、雨を強める現象であり、山地での降雨強化の原因とされていた。しかし、2019年台風19号では、山地に加え、平地でもシーダー・フィーダー機構が確認されたとの報告がある¹⁾。本研究では、台風19号において、山地、平地それぞれに対して、立平モデルを用いた地形性降雨算定手法を用いることで、背の低い雲でシーダー・フィーダー機構が降雨強化にどの程度寄与したか検証した。さらに、2018年西日本豪雨でも同様の検証を行った。

2. 立平モデルを用いた地形性降雨算定手法

立平モデルは、雲水量の変化から地形性降雨を算出するモデルである。雲水量の時間変化量を式(1)から算出する。

$$\frac{dL}{dt} = -cL + a(L - L_c) + WG - WL \left(\frac{\partial \ln \rho_v}{\partial z} \right). \quad (1)$$

また、レーダー観測降雨から地形性降雨と非地形性降雨を分離する際は式(2)～(4)を連立する。

$$R_o = \frac{L_{in} + WG\Delta t - L_{out}}{\Delta t} \times 3.6H, \quad (2)$$

$$c = 0.6778R_N^{0.731} \times 10^{-3}, \quad (3)$$

$$R_{radar} = R_o + R_N. \quad (4)$$

3. 使用したデータと解析対象

本研究では、国土交通省が保有する複数の X バ

ンドマルチパラメータ (MP) レーダーの降水強度データから CAPPI データを作成し、高度 4250m の CAPPI データを用いて、地形性降雨算定手法を適用した。解析対象は、2019年台風19号の箱根周辺、および関東平野と2018年西日本豪雨の近畿地方とした。箱根周辺では、静岡北、富士宮、香貫山、新横浜、関東平野では、新横浜、関東、船橋、八斗島、近畿地方では、六甲、田口、葛城、鷲峰山のそれぞれ4つの XMP レーダーを使用し、CAPPI データを作成した。また、平地でシーダー・フィーダー機構による降雨量を算定する際は、一定の雲水量を与えて地形性降雨算定手法を適用した。

4. 解析結果

台風19号発生時の10月12日の箱根周辺で発生した地形性降雨の24時間積算雨量を図1に示す。箱根周辺では、地形性降雨により多量の降雨がもたらされたことが分かった。

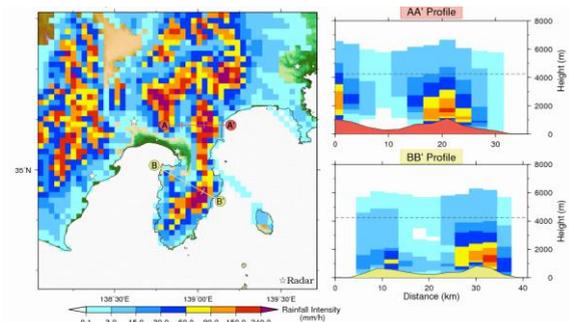


図1：箱根周辺の地形性降雨24時間積算雨量
(平面図は地上からの高度200mにおける雨量)

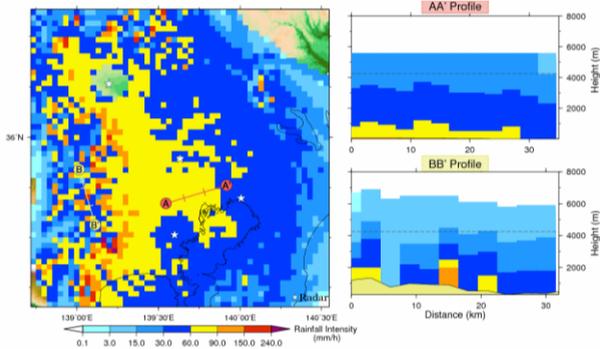


図 2：関東平野の地形性降雨と非地形性降雨の合計 3 時間積算雨量

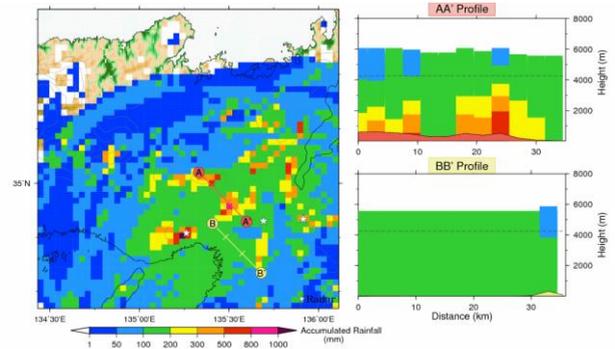


図 4：近畿地方の地形性降雨と非地形性降雨の合計 24 時間積算雨量

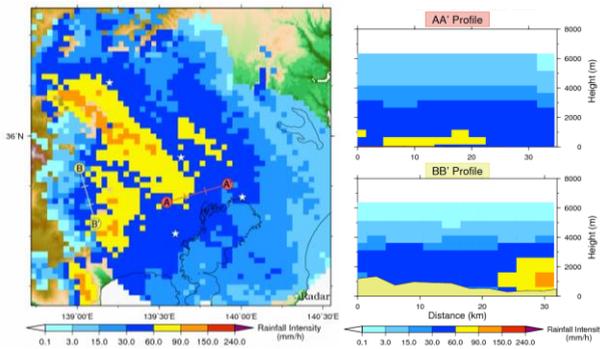


図 3：関東平野のレーダーで観測された 3 時間積算雨量

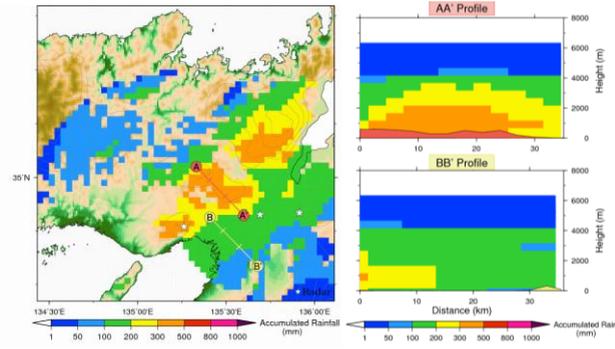


図 5：近畿地方のレーダーで観測された 24 時間積算雨量

次に、10月12日9:00–12:00の関東平野の3時間積算雨量の算定結果を図2に示す。ただし、予め与える雲水量は 0.35g/m^3 とした。平地の断面図(AA' Profile)から、上空から降ってきた雨がシーダー・フィーダー機構により強まり、地上に降ってくるという現象が再現できたことが分かる。また、レーダーで観測された3時間積算雨量(図3)と比較すると強雨の傾向を概ね再現できたことが分かる。

最後に、西日本豪雨発生時の7月5日の近畿地方の24時間積算雨量の算定結果を図4に示す。山地での断面図(AA' Profile)から、地形性降雨が確認された。また、平地の断面図(BB' Profile)をレーダーで観測された24時間積算雨量(図5)と比較すると、台風19号ほどはシーダー・フィーダー機構による降雨強化が見られなかった。検証対象時間内に、線状降水帯による降雨が発生していた時間帯があることが原因であると考えられるため、背の低い層状の雲による降雨が発生した時間帯に絞って、現在再解析を行っている。

5. 結論

2019年台風19号では、山地、平地ともにシーダー・フィーダー機構による降雨強化が見られた

事例であった。また、2018年西日本豪雨では、山地でシーダー・フィーダー機構による降雨強化が見られ、強雨の一因となっていたことが分かった。また、平地でのシーダー・フィーダー機構の発生状況に関しては、現在解析中である。

参考文献

- 1) 三隅良平:4. 令和元年台風第19号の降水機構について、令和元年台風19号及び台風21号による広域災害に関する総合研究報告書、pp. 28–31, 2020.
- 2) 中北英一, 寺園正彦: 地形性降雨の非地形性降雨に対する非線形効果を考慮した短時間降雨予測手法, 水工学論文集, 第52巻, pp. 331–336, 2008.
- 3) 中北英一, 吉開朋弘, キム スンミン: 地形性降雨を考慮したレーダー短時間降雨予測へのエラーアンサンブルの導入, 水工学論文集, 第55巻, pp. S619–S624, 2011.
- 4) Mendoza Guiãraes Guilherme: Development of a Scheme for Estimating the Vertical Profile of Orographic Rainfall based on the Seeder-Feeder Mechanism Using Full Volume Scanning Radar Observation, 京都大学大学院修士論文, 2021.