

雲形の客観的判別に向けた雲形状の水平及び鉛直フラクタル次元計測

弘田 瑛士, 安藤 大貴, 山崎 未紗, 鈴木 秀彦
明治大学 (〒214-8571 神奈川県川崎市多摩区東三田 1-1-1)

Measurement of horizontal and vertical fractal dimensions of cloud shape for an objective classification of a clouds type.

Eiji HIROTA, Daiki ANDO, Misa YAMAZAKI, and Hidehiko SUZUKI

Meiji Univ., 1-1-1 Higashimita, Tama-ku, Kawasaki-si, Kanagawa 214-8571

Abstract: In this study, a fractal dimension: a geometrical parameter representing complexity defined for shapes with self-similarity through the wide range of the scale, is focused on as a possible proxy for the cloud classification. First measurements of the fractal dimension of tropospheric clouds had been conducted by Lovejoy¹⁾ and many inspired works have been reported up to Today^{2,3)}. Most of these works have showed fractal dimensions determined from cloud images projected on two dimensional planes. This means that they only use horizontal cross section of a cloud shape for a determination of the fractal dimension. Thus, horizontal and vertical cross sections of cloud shape are simultaneously measured by imaging and lidar observations to improve the robustness of the cloud classification.

Key Words: Fractal dimensions, Cloud type, LIDAR

雲の形態はその発生メカニズムと、背景大気状態および運動効果（拡散、移流）の履歴を反映している。また、特定の気象現象の予兆として発生する雲なども知られていることから、雲の種類（十種雲形：巻雲、巻積雲、巻層雲、高積雲、高層雲、積雲、層積雲、層雲、乱層雲、積乱雲）を特定することは、ローカルな気象を把握・予報するうえで重要である。雲の種類の特異・記録は有人の気象台において熟練された観測者による目視で行われている。この判別を雲の写真データに基づき自動化するアルゴリズムを完成できれば、雲に関する専門知識を有しない一般の人でも、例えば写真を撮るだけで、その場で雲形を知ることができ、その後の天気推移予測などの情報を得ることが可能となるなど、防災の観点からも有用である。

本研究では、単独の雲画像から様々な特徴量を抽出し、それらを軸にしたクラスタリング操作を行うことで雲の客観的分類を行うことを目指している。雲画像はカメラの視線方向に垂直な平面に雲の立体形状を投影した平面図形であり、一般には雲の水平方向の凹凸と鉛直方向の凹凸の情報を含んでいる。一方、積雲などで顕著であるが、雲底部分は比較的平ら（凹凸が少ない）であるのに、水平方向には大きく入り組んでいるといったように、その形状の複雑性に

は空間的な非等方性がみられる。したがって、雲種ごとにこの複雑性の空間非等方性が異なれば、これを画像から抽出し雲分類の指標にすることができると考えた（図参照）。そこで、本研究では、雲の輪郭形状の水平方向の入り込み具合と、鉛直方向の入り込み具合をそれぞれ、天頂方向に向けたカラーカメラと、ライダーを用いて計測し、雲種ごとの複雑性（入り込み具合）の空間非等方性を調査した。

本研究で、輪郭形状の複雑性の指標として用いたのがフラクタル次元である。先行研究により雲の輪郭形状は特徴的なスケールを持たないフラクタル構造であることが知られている¹⁾。フラクタル形状に対しては、特徴的なスケールを定義できないが、その形状の複雑さの指標となるフラクタル次元を定義することができる。これまでにも雲のフラクタル次元に着目し、雲の分類を試みた先行研究^{2,3)}はあるが、いずれもイメージデータに基づいた水平断面構造のみの解析に留まっており、鉛直方向に対する非等方性については考慮されていない。

本稿では、明治大学生田キャンパス（神奈川県川崎市）で2017年6月から2018年8月の期間に実施したライダーおよびイメージ観測によって得られた、高度1 km～12 kmの各種雲形の水平および鉛直フラクタル次元の空間非等方性について報告し、水平

および鉛直フラクタル次元の雲分類の新たな指標としての有用性について考察する。

参考文献

- 1) S.Lovejoy, "Area-Perimeter Relation for Rain and Cloud Areas", American Association for the Advancement of Science, Vol.216, No.4542, 185-187, 1982
- 2) A.R.Batista-Tomas, "Classification and dynamics of tropical clouds by their fractal dimension", Q.J.R.Meteorological Soc, 142, 983-988, 2016
- 3) H.G.E.Hentchel and Itamar Procaccia, "Relative diffusion in turbulent media: The fractal dimension of clouds", The American Physical Society, Vol.29, No.3, 1461-1470, 1984

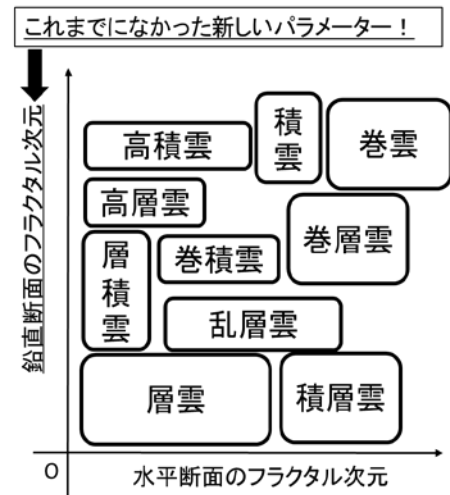


図:鉛直フラクタル次元を加味した新しい雲分類ダイアグラムのイメージ