

雲の水平断面形状のフラクタル次元： 気象衛星画像を用いた時空間変動の解析

50M24759 熊本庄真

1. 雲の幾何学的性質

雲は太陽放射と惑星放射の両方に作用することで、惑星の気候に大きな影響を及ぼしている。しかし、雲の放射強制力がどのようにして決まっているのかについては、明らかになっていない。温暖化における雲の振る舞いを明らかにするためには、雲を規定している物理過程を解明する必要がある。

本研究では、雲を統べる過程の制約に寄与するものとして、現実存在する雲の幾何学的特徴を抽出した。雲の断面形状は部分と全体が自己相似になったフラクタルであるとされ (Lovejoy, 1982)、フラクタルな図形の複雑さはフラクタル次元を用いて表すことができる。気象衛星ひまわりが撮像した画像を用いることで、インド洋東部から大西洋西部の熱帯域における雲のフラクタル次元を求め、その時空間変動を調べた。

2. 解析方法

雲の断面形状のフラクタル次元は、ボックスカウント法を用いて求めた。ボックスカウント法は、対象とする図形を様々なサイズの格子で覆い、図形の境界を含む格子の数が格子サイズによってどのように変わるかを見ることで、図形のフラクタル次元を求める方法である。

解析には、気象衛星ひまわりが 2011 年から 2023 年に観測した 1 時間間隔の IR1 (10.3-11.3 μm) 赤外画像を用いた。ひまわりが観測した輝度温度は、その場所にあるいちばん高い雲の雲頂温度に対応する。本研究では、気象庁 55 年長期再解析データ JRA-55 を用いて温度を圧力に変換し、それを雲頂の気圧とした。いくつかの圧力面を指定して、その圧力面における

雲の断面形状を決定し、断面形状のフラクタル次元を求めた。

3. 結果

図は、インド洋東部熱帯域 (南緯 12.8 度～北緯 12.8 度, 東経 70 度～95.6 度) における雲のフラクタル次元の季節変化である。1 時間おきの赤外画像から各圧力面の断面形状のフラクタル次元を求め、各年の各月 1 ヶ月ずつで平均をとった後、各月について 1 ヶ月平均の平均をとった。雲の断面のフラクタル次元は圧力面によって異なり、おおざっぱには圧力が低く (高度が高く) なるほどフラクタル次元は小さくなる傾向が見られた。また、フラクタル次元は 4 月頃に小さく 9 月頃に大きくなるという季節変化を示し、その振幅は圧力面が 300-400hPa で最大となった。

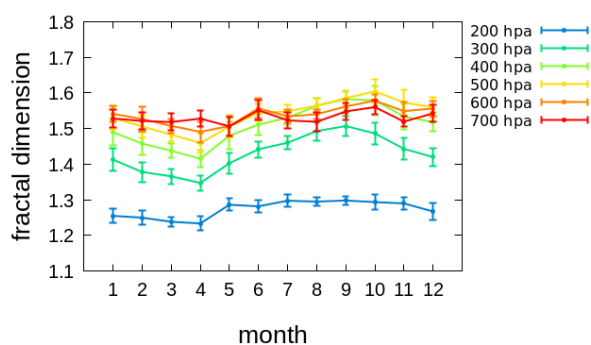


図: 雲の断面形状のフラクタル次元。2011-2023 年の平均とその 95%信頼区間。