

問：良く使われる「気象現象のスケール」について説明して下さい。たとえば土佐沖低気圧の波長などというものは定義出来るのですか？ (東京Y)

答：本誌3月号の質疑応答欄で「波数と波長」についてお答えしましたが、その後も似たような質問を時々受けるところを見るとスケールの問題はしばしば使われる割には曖昧模糊とした概念なのかも知れません。言葉自体としても scale=物差, 目盛, 尺度, 大きさ, 規模といったふうに幅ひろい使われ方をされていますし、逆に論文を書くときなど、波長何 km と明確に述べられない場合 characteristic scale という便利な言葉で逃げることさえあります。

さて実例について考えてみましょう。例えば冬の北半球成層圏天気図を見ますと極を取りまく偏西風帯が大きく蛇行し目測で波の数を2とか3とか数えたり、特定の緯度に沿って谷から谷の距離を波長10,000km と見積ったりすることが出来ます。同様に太平洋上の雲の衛星写真などをながめますと、積雲の集合体(いわゆる cloud cluster) がかなり一様に分布していて、雲の集合体ひとつひとつの直径を測ると数百 km, cluster 同志の距離でスケールを定義すれば約 1,000km となるでしょう。いずれにせよ今述べた二つの例は、同質と思われるものが空間的にはほぼ一様に分布していること、言い換えれば隣り合う同志の距離を以って波長或いはスケールを定義出来るという点において直観的に理解しやすいと思われま

す。ところが御質問の土佐沖低気圧とか台風、更にはブロッキング高気圧などの如く、それ自体としては明瞭な特徴を有しかつ必ずしも隣り合う仲間を持たない孤立した現象についてはスケールの客観的な定義は困難になります。このような場合ひとつの態度として「波動」という概念は一切用いず、雨域とか風速何メートル以上とかの practical な基準をもうけてその現象の大きさ・ひろがりの程度を表現するやり方が考えられます。一方別の態度として一見孤立しているものを「波の重ね合せ」と考えて適当な直交関数系で展開する方法もあります(フーリエ解析はその一例です)。このやり方は解析方法さえ指定すれば波長が客観的かつ定量的に求められる強みがあります。

しかしながら後者の場合「波の重ね合せ」という解釈には大別して二通りの意味があることに注意する必要があります。そのひとつは、考える現象が本質的に波動の重ね合せ(或いは相互作用)としての物理的意味を持っている場合で、もうひとつは演算を容易にするための数学的便法として函数展開を行う場合です。具体的に述べるなら、現実の地球大気中には御存知のとうり超長波・長波・中小規模擾乱・積雲対流等々その成因・維持機構・構造・属性の明らかに違う異種の波が共存していてもそれらは空間スケールのちがいで明瞭に分離可能です。例えばもしもブロッキング現象というものが異種の波の非線型相互作用に起因するものであるならば、フーリエ解析によって各成分波のふるまいを調べることは充分な物理的意味があると言えるでしょう。一方山越気流の問題で孤立した山岳の影響を論ずるとき、下端の境界条件の数学的表現として山の形を函数展開しそれぞれの成分に応じた解を求めて最後にまたそれらを加え合せる方法が良く用いられます。これなどは計算上の便法という色彩の非常に強い例です。

大気現象のスケールに関して忘れてはならない重要なことがらとして、理論計算の際の無次元化に伴うスケールリング、或いはロスビー数やレイノルズ数の定義に使われる代表的スケールの選び方の問題があります。これらの問題に共通して言えることは、定めたスケールの数値自体に絶対的意味があるのではなく、他の物理量との比較において今考える大気現象の支配法則の本質をより深く理解してゆくところに意味があるわけです。従って土佐沖低気圧の場合も単に物差を当てて 1,000km とか 1,500km とか言うことだけで話を終らせず、たとえば種々の不安定理論や数値実験の結果と対応させる「めやす」としてスケールというものを考えてゆく態度が必要と言えましょう。

最後にひとつ、ここでは空間スケールのみについて考察しましたが、時間スケール(周期)の問題についても全く同様のことが言えます。興味のある方は測候時報39巻4号及び気象研究所発行「大気」第8号の拙著解説文を御参照下さい。

(気象研究所 廣田 勇)