



「水滴と氷晶がつくりだす 空の虹色ハンドブック」

池田圭一・服部貴昭 著

岩槻秀明 監修

文一総合出版, 2013年7月

88頁, 1,200円 (本体価格)

ISBN 978-4-8299-8114-6

虹や暈などの種々の大気光学現象がその多数の美しい写真付きで平易に解説されているハンディな図鑑である。大きさ(横×縦×厚さ)はミリ単位で約111×182×5の上着のポケットにも入る程度であり、野外観測に携行するのに適したハンドブックでもある。大気光学現象に興味を持つ理系でない読者を対象としており、実用的な用途を考慮して、現象ごとに観測できる可能性のある時間帯が季節ごとにカラーで表示され、観測のチャンス(筆者らの経験に基づく出現頻度の目安)を星の数(五つは頻繁、…、一つはまれ)で表すなど親切な工夫が見られる。もちろん、これは客観的なデータに基づく有意検定されたものではないのでかえって読者に混乱を与える可能性もあるが、読者が目安に過ぎないと割り切れば、正確さを期すあまりにも無いよりはベターであろう。

導入部で太陽光のスペクトルや色、屈折、空が青いこと、雲が白い理由、上層雲、中層雲、下層雲、天頂、太陽高度、対日点、向日点など基本的な言葉や概念が図や写真を使って解説されている。第一部で水滴による光学現象として種々の虹が扱われていて月虹や白虹(霧虹)の珍しい写真も掲載されている。第二部で氷晶による光学現象としていろいろな暈(ハロ)が解説され、第三部で光環、光輪、朝焼け・夕焼けなどについて解説されていて、大気光学現象を写真に撮る際に知っておくべきことなども手短かに述べられていて写真撮影を試みようと思う人には非常に有益な情報である。

しかし、問題がある記述や誤った説明があり、読者がこれを鵜呑みにしておかしな解釈で大気光学を理解することが懸念される。1つ目は導入部の雨雲が黒っぽい説明である。雲が白い理由を「雲の水滴にあたった太陽光がミー散乱の結果、白色のままあらゆる方向に散らばるから」と正しく書いて、「雨雲が黒っぽいのは水滴が大きく雲が厚いため、光が通らず影にな

る」、さらに、「単純に雲が厚くて光が通らないだけでなく、水滴が大きくて散乱しにくいのも、雨雲が暗く見える要因である」と記述している。これは意味不明の文章であり、筆者は消散、吸収、散乱を理解していないと言わざるを得ない。雨雲に限らず雲そのもの、つまり水滴は可視光をほとんど吸収しない(煤などを含む場合は実質的に吸収があるが、そのような水滴は例外的である)ので、可視光が雲によって減衰するのは専ら散乱によるのである。つまり、消散は散乱による。雨雲が黒っぽいのは2つの場合がある。太陽方向に光学的に厚い雨雲がある場合は直達光が強く散乱され減衰するからであり、本書の記述は正しい。しかし、太陽方向に雨雲を見る確率は小さく、ほとんどの場合はそれ以外の方向に見る。この場合の雨雲は白い場合と黒っぽい場合がある。その雨雲を照射する太陽光がすでに他の雨雲や雲で強く散乱されている場合は黒っぽくなり、他の雨雲や雲で散乱されていない場合は白くなる。いずれの場合にせよ光学的に厚い雨雲は太陽光をほとんど全部散乱していることは同じである。

2つ目は散乱の説明である。第三部の冒頭での粒子による散乱の模式図において粒子の直径範囲を可視光の波長よりかなり大きい、同程度、かなり小さいの3つの領域に分け、それぞれの領域での散乱を幾何散乱(幾何光学散乱と訂正する必要がある)、ミー散乱、レイリー散乱と記述している。それぞれの短い説明の後半部は以下の通りである。幾何散乱:光は反射や屈折をおこす;ミー散乱:散乱光はわずかに色づく;レイリー散乱:青色光がよく散乱する。この書き方ではミー散乱では反射や屈折はおこらない、幾何光学散乱では散乱光は色づかない(第一部で虹は幾何光学散乱で説明している)などの誤解が生じかねない。さらに、模式図では前方散乱、後方散乱の文字はミー散乱のみにありレイリー散乱にはない。また、多数の矢印で示す散乱パターンもミー散乱とレイリー散乱の両方で指向性が殆どなく、前方散乱はレイリー散乱が最大のように見える。

3つ目は3次以上の副虹についてである。本書では6次までの副虹の水滴内の光路と4次までの主虹との強度比を挙げている。その根拠の詳細は明らかでないが、幾何光学的手法に基づくものと思われる。厳密解であるミーの公式を使って散乱を評価すると、半径100ミクロン以上の雨粒サイズの水滴の散乱パターン(位相関数)は非常にギザギザでノイジーな形状を示

すが顕著なピークがいくつか存在し、それらの散乱角は0度、約129度、約138度、180度であり、それぞれ前方散乱、副虹、主虹、後方散乱に相当する。また、それらのピーク値は水滴半径と波長の比に依る。つまり、3次以上の副虹は存在しないし、主虹と副虹の強度比は水滴の粒形分布によるのである。歴史的な展開の説明も含めて、デカルト以来の幾何光学による虹の説明の一環として高次の副虹を水滴内の光路を描いて記述する場合や、幾何光学に波動の効果を考慮して主虹における水滴内の光路から強度計算を行ったエアリーの虹積分を記述する場合は問題はない。しかし、幾何光学には適用範囲が存在することを承知しておくべきである。幾何光学は位相のみを評価するものであり、適用の際は実際の現象との照合や厳密解のミーの

公式の裏打ちが必要である。つまり、幾何光学はアプリアリオリ (a priori) ではなくアポステリアオリ (a posteriori) に適用できることがわかる性質のものである。虹は頻繁に見られる現象であり関心を持つ人は多いので、そのぶんだけ正しい情報を発信する必要があるだろう。

そうは言っても、これら問題の箇所は面積的には小さく、本書の大部分は種々の光学現象の写真で占められている。何かの光学現象に際してどの現象に該当するかなどをいちいち文章を読みながらではなく、視覚を通して写真と直接比較しながら現場で素早く調べることができるので、こういった使い方をするなら本書は非常に有益なものである。

(気象研究所 柴田清孝)