

スペクトル取得型光学オゾンゾンデ用分光器の感度波長特性

村田 功

東北大学大学院環境科学研究科

Wavelength dependence of sensitivity of the spectrometer for balloon-borne optical ozone sensor

Isao Murata

Graduate school of Environmental Studies, Tohoku University

We have developed a balloon-borne optical ozone sensor and have observed the vertical distribution of upper stratospheric ozone since 1994 using a thin-film high-altitude balloon at Sanriku and Taiki, Japan. The sensor measures solar ultraviolet radiation in ozone Hartley band absorption at wavelength of 300 nm, and vertical ozone distributions higher than 15 km were obtained with 1 km resolution. Recently, we developed new sensor with small spectrometer to measure also other species such as NO₂. The sensitivity correction of the spectrometer is needed to derive ozone vertical distribution. Wavelength dependences of sensitivity of the spectrometer were measured with integrating sphere and Xe lamp but there is some difference in the wavelengths smaller than 460 nm.

1. はじめに

東北大学では上部成層圏のオゾンに直接観測する光学オゾンゾンデを開発し、宇宙科学研究所によって開発された薄型高高度気球と組み合わせて三陸および大樹におけるオゾン高度分布観測を1994年から行ってきた。この装置は、オゾンハートレー帯吸収によって太陽光の300 nm付近の紫外線の強度が高度に対して変化することを利用してオゾン濃度の鉛直分布を得る。ECCオゾンゾンデのように外気を取り込む必要がないため、大気の薄くなる30 km以上での観測精度がよいことが特徴であり、上部成層圏オゾンに直接観測できる数少ない観測器である。従来の装置では内部に取り込まれた光を石英製のビームスプリッターによって分け、300 nmと420 nmの2波長のみを測定していたが、2010年に開発したスペクトル取得型では小型分光器を用いて約280-500 nmの範囲を2400チャンネルに分けて測定する。これによりオゾン以外に二酸化窒素やOCIO, BrOなどの吸収帯のスペクトルも取得できる。2013年5月にこのスペクトル取得型での初観測を行い、データは現在解析中であるが、いくつかの問題点や要改善点が見つかっている。今回はそのうちの分光器の感度波長特性について報告する。

2. 感度波長特性の測定と問題点

スペクトルデータからオゾン量を導出する際にはオゾン吸収の強い波長(300 nm)とオゾン吸収のない波長(420 nm)との強度比を用いているため、スペクトルの波長毎の感度補正が重要となる。図1に、3種類の方法で測定した感度波長特性を示す。2013年の観測に用いた装置では事前にXeランプの測定を行っていたので、Xeランプの放射照度の波長特性を用いて感度補正することが出来るが(図1の紫線)、放射照度はカタログ値しか手に入らなかったため、観測後に予備機を用いて極地研究所の積分球で感度較正試験を行った(図1の茶線)。積分球は330nm以下の波長は測定できないが、長波長側でXeランプを使った波長特性と一致すればその精度が確認できると考えたからである。ところが420nmより長波長側では両者は比較的良好に一致するものの、420nmより短波長側では積分球での結果が有意に大きくなった。積分球のタングステンランプの強度はこの波長領域では非常に弱くS/Nが悪いため、これが影響しているのではないかと考え、次に積分球にタングステンランプと共に短波長側の強度が大きいXeランプを照射して再度測定を行った(図1の赤線)。ところが今度は460nm以下でさらに大きくなってしまい、かなり不自然な結果となった。

積分球システムは付属のタングステンランプ以外の光源を導入することは想定していないので、今回の測定の方法に問題があるのではないかと思うが、タングステンランプのみを使用でもXeランプの測定結果と一致しない理由は不明で、現在メーカーにも問い合わせ調査中である。なお、気球観測のデータ解析ではXeランプの測定結果による感度補正を行った場合に導出されるオゾン高度分布がもっとも気候値に近く、その点からも積分球での測定に何か問題があったものと思われる。

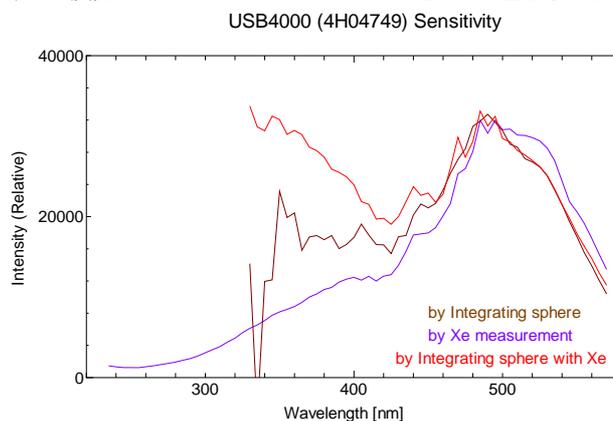


図1. 3種類の測定方法による感度波長特性