

降雨時におけるひまわり 8 号水蒸気バンドの輝度温度変動

千葉工業大学 学生会員 ○原田 裕太
 千葉工業大学 正会員 小田 僚子

1. 目的

2015年に運用が開始されたひまわり8号の登場により、従来のひまわり7号に比べ、観測バンド数が大幅に増加するとともに、時空間分解能が飛躍的に向上した(表-1)。多彩な観測バンドに着目した伊落・小田(2020)は、ひまわり8号から得られる輝度温度情報のみを用いて、熱ストレスを面的に評価するWBGT推定式の提案し、地上でのWBGT観測値と比較評価した結果、大気中の水蒸気の影響をより適切に反映する必要があることを指摘している。そこで本研究では、ひまわり8号による観測バンドのうち水蒸気バンドであるband08,09,10に着目し、降雨時における各バンド間の変動傾向について評価することを目的とする。

2. 降雨時の水蒸気バンド輝度温度の変動

ひまわり8号のband08,09,10(以降、水蒸気バンドと呼称)は水蒸気による吸収が多い特徴を持ち水蒸気画像と呼ばれている。band08では300~400hPa付近、band09では400~500hPa付近、band10では500~600hPa付近に荷重関数のピークを持つとされている²⁾。降雨が確認された2019年10月25日の千葉測候所地点における水蒸気バンドと降水量、天候と比較した結果を図-1に示す。なお、水蒸気量が

多いほど輝度温度が下がるので、輝度温度の目盛りは反転させて表現した。観測高度の高いband08ほど輝度温度が低くなる。降雨時(4:00~16:00)には全体的に輝度温度が低くなり、各バンド間の差が小さくなっている。これは、降雨の雲が上層まで発達したことで、対象の全バンドの輝度温度が一様に低下したと考えられる。一方、晴天時(21:00~0:00)にはそれぞれのバンドの輝度温度値が等間隔に広がっている時間が多く、上空の気温鉛直分布が反映されていると考えられる。

表-1 ひまわり8号の観測バンド

	ひまわり8・9号			用途の例
	バンド番号	中心波長[μm]	水平解像度[km]	
可視	1	0.47	1	エアロゾル
	2	0.51		エアロゾル
	3	0.64	0.5	下層雲・雲
近赤外	4	0.86	1	植生・エアロゾル
	5	1.6	2	雲相判別
	6	2.3		雲粒有効半径
赤外	7	3.9	2	下層雲・霧、自然火災
	8	6.2		上層水蒸気量
	9	6.9		上中層水蒸気量
	10	7.3		中層水蒸気量
	11	8.6		雲相判別、SO ₂
	12	9.6		オゾン全量
	13	10.4		雲画像、雲頂情報
	14	11.2		雲画像、海面水温
	15	12.4		雲画像、海面水温
	16	13.3		雲頂高度

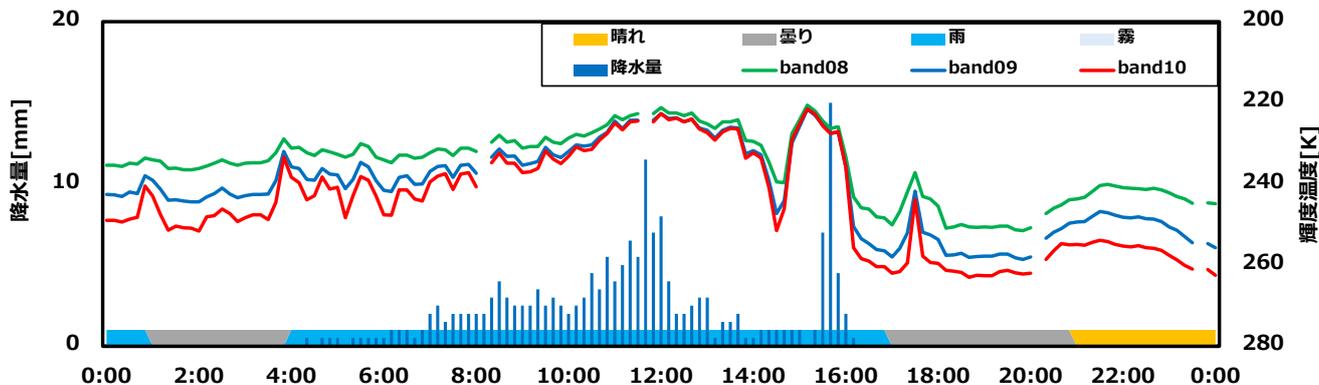


図-1 水蒸気バンド輝度温度の時間変化

キーワード ひまわり8号, 水蒸気画像, 降雨, 輝度温度

連絡先 〒275-0016 千葉県習志野市津田沼2-17-1 千葉工業大学 創造工学部 都市環境工学科

3. 降雨強度と水蒸気バンド輝度温度差の関係

2019年10月25日の千葉県内18か所の10分間降水量と[band10-08]の差分の散布図を図-2に示す。降水量が少ないと[band10-08]の値は1~17Kと幅があるが、5mm/10min以上の時は74.1%、10mm/10min以上の時は80.4%で5K以下の差となっており、地上における降雨強度が30mm/hour以上となる場合は上空の水蒸気バンドの輝度温度差は小さくなる傾向があるといえる。

4. 高層気象観測値との比較

ラジオゾンデ観測による気圧、気温、相対湿度から、温位と比湿をそれぞれ式(1)、式(2)に基づき算出した。なお、飽和水蒸気圧は式(3)に示す Tetens の式を用いた

$$\theta = (T + 273.15) \times \left(\frac{1000}{P}\right)^{0.2857} \quad (1)$$

$$q = 0.622 \frac{e}{P - 0.378e} \quad (2)$$

$$e(T) = 6.1078 \times 10^{\frac{7.5T}{T+237.3}} \quad (3)$$

ここで、 θ は温位(K)、 T は気温(°C)、 P は気圧(hPa)、 q は比湿(g/kg)、 e は水蒸気圧(hPa)、 $e(T)$ は飽和水蒸気圧(hPa)とする。

図-3は降雨時、晴天時の温位と比湿の鉛直分布図である。2.で記した通り各バンドに対応する気圧帯に色を付けた (band08: 緑, band09: 青, band10: 赤)。温位に関しては降雨時・晴天時の特徴に明瞭な相違は見られなかった。一方、比湿は降雨時の場合600hPa付近では5g/kg程度あり高度とともに減少しているが、晴天時の場合には下層から上層にかけて概ね0g/kgと水蒸気量が極めて少ない。このことから、比湿が0g/kgに近い場合には水蒸気バンドは温位に依存した輝度温度を示し、バンド間の輝度温度値に差が生じるものと考えられる。

5. まとめ

本研究ではひまわり8号の水蒸気バンドであるband08,09,10に着目し、降雨時における各バンド間の変動傾向および降雨域と各バンドの輝度温度空間変動との対応を評価した。その結果、降雨時は全体的に輝度温度が低下し、地上での降雨強度が30mm/hour以上となる場合は[band10-08]の値は

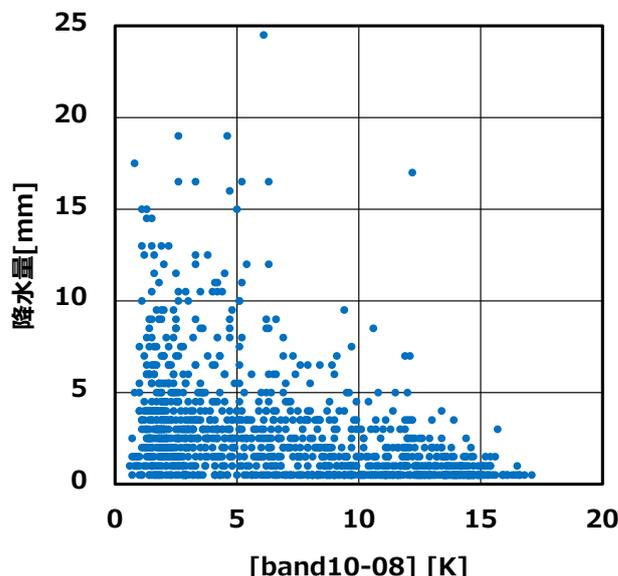


図-2 降水量と[band10-08]の散布図

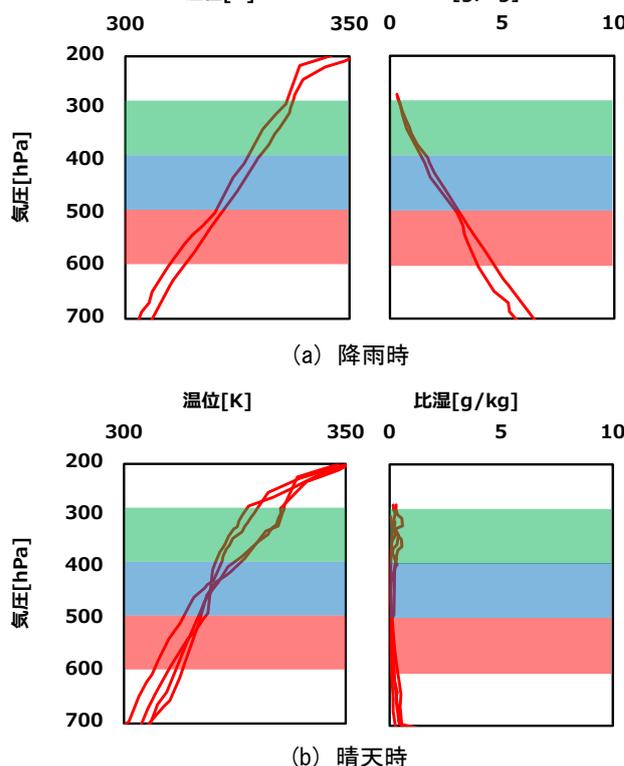


図-3 ラジオゾンデによる温位と比湿の鉛直分布

5K以下となることがわかった。一般に下層 (band10) ほど温位が高く輝度温度も高いと考えられるが、大気中の水蒸気が多いことで輝度温度が下がり、バンド間の差が小さくなると考えられる。

今後はこの結果を WBGT 推定式¹⁾に反映させる予定である。

参考文献

- 1) 伊落貴之, 小田僚子: ひまわり8号の輝度温度情報に基づく首都圏を対象とした WBGT 推定式の提案, 土木学会論文集 B1 (水工学), 76(2), pp.1_271-1_276, 2020.
- 2) 気象衛星センター (2021.1.15 参照) <https://www.data.jma.go.jp/mscweb/ja/>