

MTSAT-1R による火災域及び火災温度の推定

徳野正己 (気象研究所)

1. はじめに

IPPC 第 4 次評価報告書はアジア-太平洋地域の山火事による大量の CO₂ の発生を指摘し、山火事を減少させることも重要であるとしている。そのため、山火事の位置や強度の正確な情報を得ることは非常に重要である。

現在、山火事を遠隔的に検出するのに空間分解能が良い MODIS や AVHRR の画像が利用されている。一方、MTSAT-1R は赤外チャンネルの空間分解能が 4km と上記のセンサーよりも劣るが大規模な山火事の検出が可能であり、高頻度に観測できる利点がある。

ここでは、燃焼域や CO₂ 発生量の推定に利用するため、1 ピクセル内の火災域と火災温度の推定を行う。

2. 推定方法

Matson and Dazier (1981) が AVHRR の ch3 と ch4 からサブピクセルの火災域と火災温度を推定する方法を IR4 (3.8 μm 帯) と IR1 (11 μm 帯) に適用した。

サブピクセルの比率 $p(0 \leq p \leq 1)$ 、火災温度 T_f 、地表面温度 T_g 、衛星での観測輝度温度を T_{IR4} 、 T_{IR1} とする。地表面の状態や大気の影響は考慮していない。各チャンネルで観測される放射量 (B_{IR1} 、 B_{IR4}) は次の通りとなる。

$$B_{IR1}(T_{IR1}) = p \cdot B_{IR1}(T_f) + (1-p) \cdot B_{IR1}(T_g) \quad (1)$$

$$B_{IR4}(T_{IR4}) = p \cdot B_{IR4}(T_f) + (1-p) \cdot B_{IR4}(T_g) \quad (2)$$

この 2 式より

$$F(T_f) - CON < \epsilon \text{ となるように } T_f \text{ を求める。}$$

但し

$$F(T_f) = C_{IR1} \cdot B_{IR4}(T_f) - C_{IR4} \cdot B_{IR1}(T_f)$$

$$C_{IR1} = B_{IR1}(T_{IR1}) - B_{IR1}(T_g)$$

$$C_{IR4} = B_{IR4}(T_{IR4}) - B_{IR4}(T_g)$$

$$CON = B_{IR1}(T_{IR1}) \cdot B_{IR4}(T_g) - B_{IR4}(T_{IR4}) \cdot B_{IR1}(T_g)$$

T_f が求まれば、 p は (1) 式より求めることができる。

3. 事例

カリマンタン島 (インドネシア) の南東域を対象域とした。はじめに、2009 年 8 月 3 日 15UTC 頃に観測された 1km 分解能の MODIS の画像を用いて、検出アルゴリズム MOD14 (Giglio et al., 2003) でホットスポットを抽出し、抽出信頼度 100% の 1 点 (2.41S, 14.64E) を対象地点とした。MTSAT-1R は 2009 年 8 月 3 日 15UTC の画像データを用いた。対象地点での MODIS の Band20

の輝度温度は 334.25K、Band31 では 295.15K、一方、IR4 の輝度温度は 299.15K、IR1 では 293.35K であった。MODIS の画像でも顕著な高温ピクセルはこの 1 点であった。

$T_{IR1} = 293.35K$ 、 $T_{IR4} = 299.15K$ とし、 T_g については、288K、290K、292K の 3 通りとし、推定を行った。結果は下記の通りである。結果は T_g の値に敏感であるが、MODIS で 16 ピクセル中 1 ピクセルが火災域とすると、火災域は約 6%、その温度が 334.25K であるから、この場合、 T_g を 288K 程度に設定すれば MODIS と同程度の結果が得られることになる。この点については更に調査が必要である。

T_g	p	T_f
288 K	0.0705	349.14 K
290 K	0.0323	368.78 K
292 K	0.0069	421.45 K

4. 雲の影響

カリマンタン島付近を通過する雲頂温度が 250 K 程度の雲に覆われる場合について検討した。

はじめに、2009 年 8 月 9 日 12UTC の画像から IR4 と IR1 で観測される雲の温度を求め、地表面温度 290K、雲の温度 250K とし、雲の光学的厚さの関係式を求めた (式(3))。

$$\tau_{ir4} = 0.446 \cdot \tau_{ir1}^2 + 0.383 \cdot \tau_{ir1} + 0.004 \quad (3)$$

次に上記の火災域にこの一層の雲を仮定し各 τ に対する IR1、IR4 の輝度温度を求めた (図 1)。IR4 の雲の影響が小さく、火災検知には有効であることがわかる。

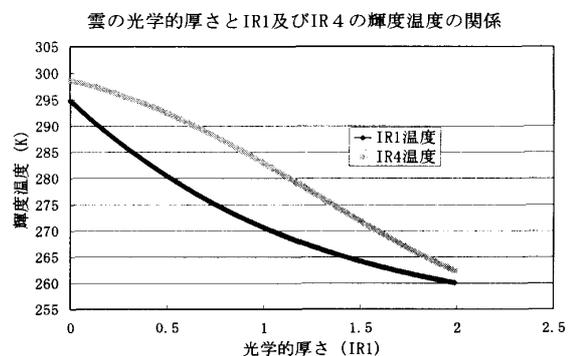


図 1 雲の光学的厚さと IR1, IR4 の輝度温度の関係

参考文献

Matson, M. and Dozier, J. (1981). Identification of subresolution high temperature sources using a thermal IR sensor. PERS, 47, 1311-1318.