

半乾燥地における熱収支を基礎とした最適化手法による潜熱と顕熱の分離
 -1 高度の気温，湿度を利用した実蒸発散量の推定の新しい方法の提案-

New method for estimating sensible and latent heat fluxes at non-humid region using single height temperature and humidity based on the heat balance relationship

○丸山利輔，瀬川学
 Toshisuke Maruyama, Manabu Segawa

1. 研究の目的

本研究は，純放射 R_n 、地中熱フラックス G を使って、1 高度の気温 T_z 、湿度 reh_z から顕熱 H 、潜熱 IE を分離し、蒸発散量 ET を推定する新しい方法を提案したものである。

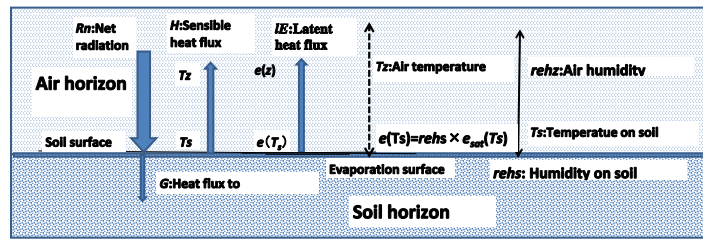


Fig.1 Model and used symbols

2. 研究の方法

熱収支式 (1) を基本とし、(2) 式の潜熱，顕熱分配比を仮定して、最適化手法により、未知の地表面温度 T_s 、地表面湿度 $rehs$ を推定し、Bowen 比法により潜熱，顕熱を求める。未知数が $T_s, rehs$ の 2 個なので、(4), (4)' の 2 式を連立に解き、未知数を確定する。

$$R_n = H + IE + G \quad (1)$$

$$B_{app} = \frac{H_{est}}{IE_{est}} = \frac{C_p(T_s - T_z)}{l[q(T_s) - q(T_z)]} \quad (2)$$

$$q(T_s) = rehs \times q_{sat}(T_s) \quad (3)$$

$$R_n^j - G^j - H_{est,i}^j - IE_{est,i}^j = \varepsilon_i^j \quad (4)$$

$$R_n^{j+1} - G^{j+1} - H_{est,i}^{j+1} - IE_{est,i}^{j+1} = \varepsilon_i^{j+1} \quad (4)'$$

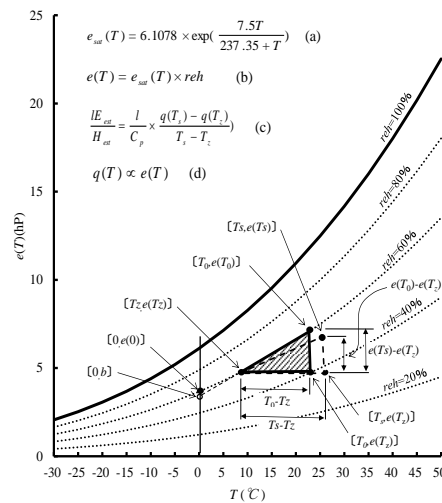


Fig.2 Schematic expression of initial and converged value IE_{est}/H_{est} on the $T \sim e(T)$ plane

The $T \sim e_{sat}(T)$ -line is obtained by Tetens formula (a). The $T \sim e(T)$ -line is obtained by multiplying relative humidity (reh) to the $T \sim e_{sat}(T)$ -line (b). IE_{est}/H_{est} is estimated by equation (c). Specific humidity $q(T)$ is proportional to vapour pressure $e(T)$ (d). Thus, The bold black triangle is similarity for IE_{est}/H_{est} . The ratio IE_{est}/H_{est} is set as the initial value of optimization. The triangle in the dotted line is a schematic representation of final value of converged. The initial ratio IE_{est}/H_{est} should be set as possible as the vicinity of the final value.

この方法の特徴は、潜熱，顕熱比を探索することにある。Fig.2 は $T \sim e(T)$ ダイアグラム上でこの比が気温・湿度によってどのように動くかを模式的に示したものである。

*石川県立大学 Ishikawa Prefectural University

キーワード：渦相関法，最適同定，解の一意性，ボーン比

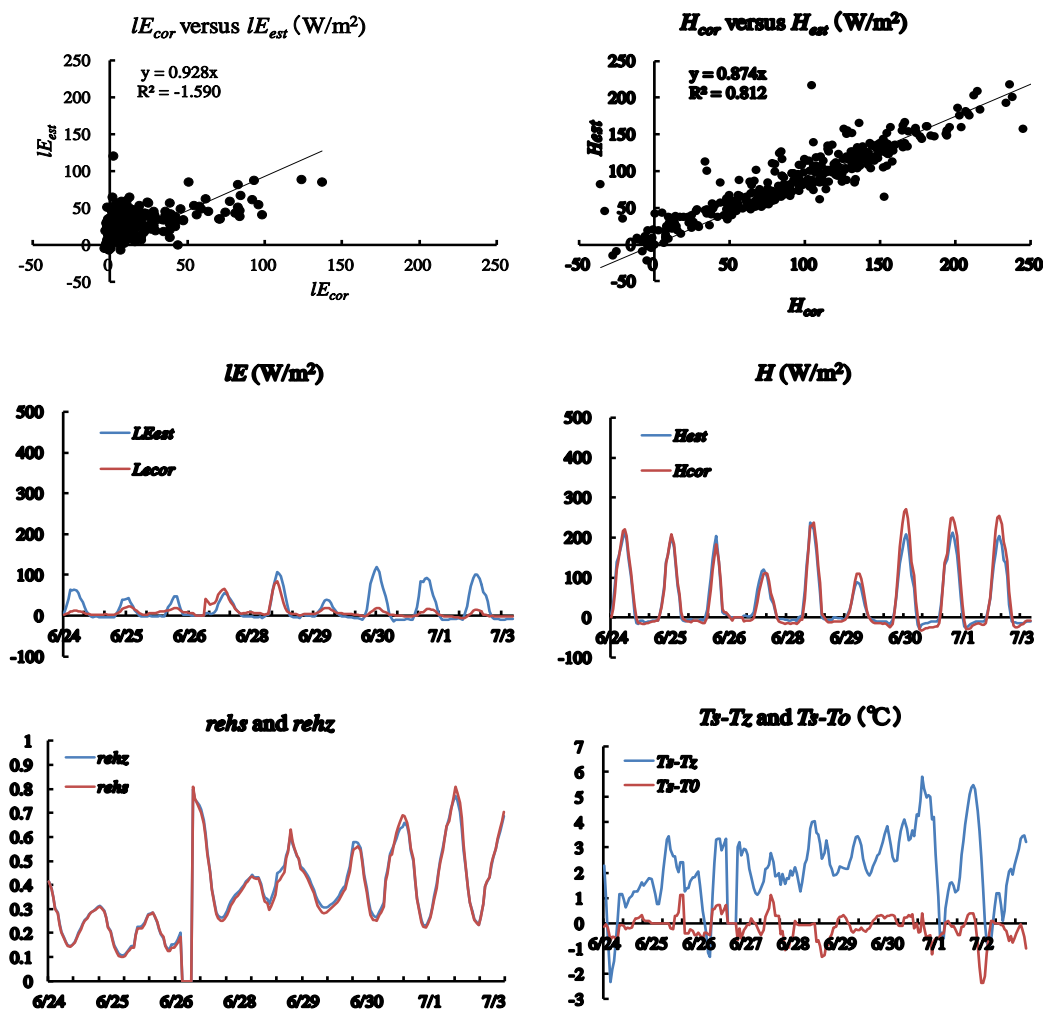


Fig.3 An example of analysis by conventional method at dry region area (AU-TTE, 2013)

3. 研究結果

研究成果の検証には、全世界9地区のFLUXNETの資料を使った。その例が Fig.3 である。検証した事項は次のとおりである。なお、分析は時間単位で行った。

- ・ 潜熱，顕熱の時間・年単位の検証
- ・ 潜熱，顕熱の推定と実測値の比較
- ・ T_s と $rehs$ の推定と実測値の比較
- ・ 簡便法の提案と有用性の実証

簡便法は、 T_s と $rehs$ の推定に連立方程式 (4)、(4)'式を解くのではなく、一つの式 (4) のみを用いて、解を求める方式で、種々の拘束条件が採用できる利点がある。推定結果には、連立方程式を解く方法と簡便法では殆ど差がなかった。

4. 結論

現在では、潜熱(蒸発)を直接測定している場所は世界的に見ても極めえ限定されている。しかし蒸発は、地域の環境に強く支配されていて、特定場所で測定した潜熱をそのまま使用することはできない。純放射、地中熱フラックス、気温。湿度は広く各地で測定されていて、これらの要素を使って潜熱・蒸発散が推定できればその有用性は誠に大きい。