

Bowen 比法の問題点と逆解析法との比較

Problems of the Bowen's Ratio Method and comparison of the Inverse Analysis method

丸山利輔、伊藤浩三、瀧本裕士

Toshisuke Maruyama, Ito Kouzo, Hiroshi Takimoto

1.はじめに

Bowen 比法は、同一地点の 2 高度の気温と湿度を測定し、2 高度の温度差と湿度差からその比をもとめ、この比を使って潜熱と顕熱を分離する。 B_o は 2 高度の温度差と湿度差の比で決定されるので、この 4 要素の中の 1 要素でも測定誤差が含まれると、正確な B_o の算定は困難となる。本研究は、この点に着目し、測定温度にわずかの測定誤差が B_o および潜熱と顕熱に及ぼす影響、異常値を削除する方法を実際に測定した資料に基づいて具体的に検討し、これまで提案している逆解析による蒸発散推定法との比較検討を行う。

2. 研究の方法

元資料による分析：農林水産省農業環境技術研究所、の気象観測センターの 2013 年の時間刻みの資料を使って、具体的に検討する。粉の資料は、地上 2m8mの気温と湿度、地中熱フラックス、日射、上向、下向の長波放射の測定がおこなわれており、純放射は、上記の資料より算定した。

実測資料の気温差、湿度差を Fig.1，この資料によってもとめた Bowen 比 (B_o) から潜熱 (IE)・顕熱 (H) ういもとめたのが Fig.2 である。 IE, H は正しく求まっていないことが分かる。

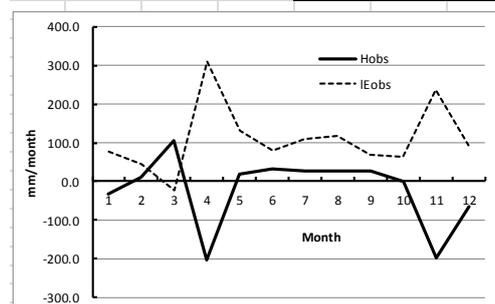
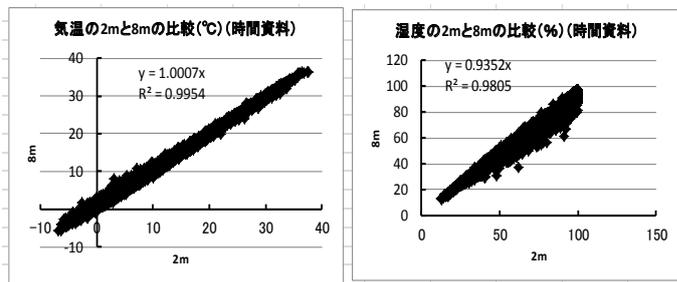


Fig.1 測定高度 2 m と 8m の気温・湿度差

Fig.2 潜熱と顕熱の推定結果 (元資料)

Observation difference of temperature and humidity

Estimastion of IE, H by original data

3.分析結果

温度観測誤差 (ΔT) を想定した場合の B_o 。 ΔT を高度 1, 2 の実測気温・湿度に加味した場合の B_o の変動をこれを加味しない場合と比較した、湿度の変動は、気温の変動に伴う飽和水蒸気圧の変動を介して反映されている。 ΔT の含まれる項目、加除の方向などによって大きな差異が生じているが、僅か 0.1°C の誤差によって B_o に大きな影響を与えていることが分かる。

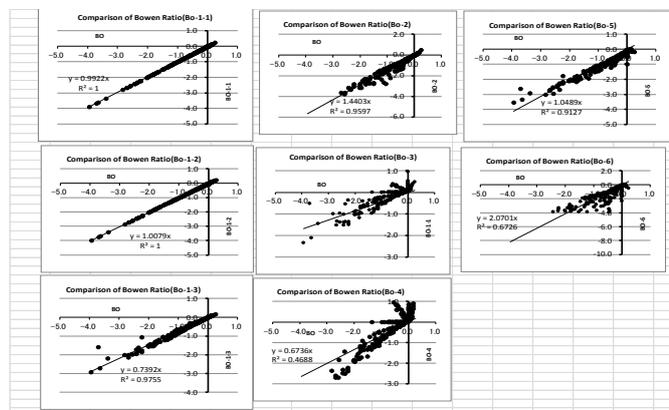


Fig.3 観測誤差による B_o の変化

Changes of B_o by observation error

4.考察

逆解析法との比較：筆者らすでに公表している（下記の論文）1 高度の気温・湿度と熱収支とを連立させ、最適化手法を使って IE, H を求める逆解析の方法との比較をおこなった（Fig.4）逆解析を行う場合の湿度の初期値は実測湿度と飽和（100%）の間で試算により最適なものを選定した。 IE_{Obs}, H_{Obs} は Bowen 比法によって求めた。ただし、絶対値 $(Rn-G) > IE, H$ と $Bo > 10$ は除外した。前者の条件は逆解析の場合にも適用した。

5.今後の課題

蒸発散研究を行う場合、現在の最大の課題は正確な蒸発散の資料が不足している点にある。経験法である補完法は勿論、Penman 法に経験乗数をかける方法は正確とはいえない。また渦相関法は大きな測定誤差が含まれていると考えられている。

Bowen 比法はすでに見てきたように、僅かに気温測定誤差が結果に大きな誤差を発生させる。本研究で使用した資料は、高さ 6m もあり、気温・湿度の測定精度も問題ないと考えられていたが、それでも資料の調整 ($ABS(Rn-G) > IE, H$) を行わなければ信頼できる IE, H の推定は出来なかった。筆者らの方法も初期値変えないでも森林、湿潤地、乾燥地と大まかに分類して決定すれば大きな問題はなかったが、さらに詳細には、本研究のように調整すればなお、正確な IE, H が推定可能である。

参考文献

- 1 Toshisike Maruyama, Manabu Segawa (2016) : Reciprocal analysis of sensible and latent heat fluxes in a forest region using single height temperature and humidity based on the Bowen ratio concept, Journal of Water Resources and Protection, 8 724-742.
DOI:org/10.4326/jwarp.2016.87059
- 2 Toshisike Maruyama, Manabu Segawa (2016) : Application of reciprocal analysis of sensible and latent heat fluxes with evapotranspiration at a humid region. Journal of Modern Hydrology, 6,230-252, DOI:10.4236/ojmh 2016.64019
- 3 Toshisike Maruyama, Manabu Segawa (2017) : Estimation of the sensible and latent heat fluxes by reciprocal analysis at an arid and semi-arid region. Journal of Modern Hydrology, 7, 38-64, DOI:10.4236/ojmh 2017.71003 .
- 4 Toshisuke Maruyama, Manabu Segawa (2017) : Estimation accuracy for reciprocal analysis of sensible and latent Heat flux focusing on radiometric temperature

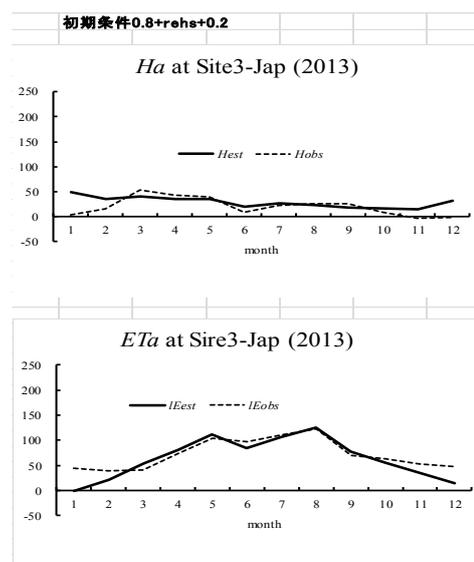


Fig.4 IE と H の 観測値と実測値の比較
Comparison of IE, H observed and estimated

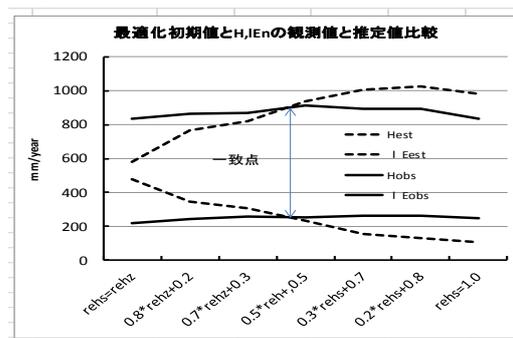


Fig.5 初期値による IE, H の変動
Changes of IE, H by initial values