

メイズの蒸発散量と蒸散量との比較

Comparison between Evapotranspiration and Transpiration of Maize Crop

小谷 廣通* ○笹木 加奈子* 竹内 真一** 矢野 友久***

Hiromichi ODANI, Kanako SASAKI, Shinici TAKEUCHI and Tomohisa YANO

1. はじめに

メイズのような草丈の高い作物では、土壌面から蒸発した水蒸気が植被下の畝間の空間における移流によって横方向に輸送される可能性がある。本報では、これを検討するために、微気象学的方法で測定した蒸発散量と茎内流の測定から得られた蒸散量とを比較した。また、移流の有無を確かめるために、熱線風速計を用いて植被下の水平風速を測定した。

2. 測定

測定はメイズの急成長期である8月7日から16日にかけて、トルコ、アダナに位置するチュクロバ大学の実験圃場で行った。この期間の植被高は2.08mから2.60mまで変化した。

蒸発散量を求めるために温・湿度分布、純放射量、日射量、地中熱伝導量、風速を測定した。また、超音波風速計を用いて渦相関法によって顕熱フラックス(H_s)を測定した。

蒸散量はヒートパルス法と茎熱収支法の組み合わせ法によって茎内流の測定から求めた。

植被下の水平風速は畝間中央において土壌面上0.3mの位置で測定した。

3. 蒸発散量の推定法

蒸発散量(ET , mm/day)は熱収支フラックス比法(EBFR法)、熱収支ポーエン比法(EBBR法)、あるいはFAOのペンマン-モンテース式(PM法)を用い、30分間平均値を総和して求めた。

3.1 EBFR法

ET の算定にはEBFR法を基本的な方法として用いた。この方法では、まず、潜熱フラックス $LF_{H_2O, f}$ が次式から算定される。

$$LF_{H_2O, f} = LH_s \frac{\rho_{w1} / \rho_1 - \rho_{w2} / \rho_2}{C_p(T_{d1} - T_{d2})} \quad (1)$$

ここで L は蒸発潜熱、 ρ_w は水蒸気密度、 ρ は乾燥空気密度、 C_p は空気の定圧比熱、 ρ_w / ρ は

*滋賀県立大学(Univ. of Shiga Prefecture) **九州共立大学(Kyusyu Kyouritsu Univ.) ***鳥取大学名誉教授(Tottori Univ., Emeritus.)

キーワード: メイズ、蒸発散量、蒸散量、移流

混合比である。また、 T_{d1} と T_{d2} は2高度 z_1, z_2 における気温である。

次に、熱収支のインバランスを補正するため、係数 p および q を導入して、最終的な潜熱フラックス $F_{H_2O, ef}$ が次式から算定される。

$$LF_{H_2O, ef} = p \cdot Rn - q \cdot G - H_s \quad (2)$$

ここに、 Rn は純放射量、 G は地中熱伝導量である。

3.2 EBBR法

EBFR法は限られた風向範囲(90°)でしか適用できない。そこで、フェッチが十分保障されている風向範囲では、EBBR法を用いて潜熱フラックス $LF_{H_2O, b}$ および顕熱フラックス H_b を算定した。

3.3 PM法

EBBR法では特に夜間において信頼できる潜熱フラックスが得られない場合が多い。このような時間帯では、まず、ペンマン-モンテース式によって可能蒸発散量を算定する。次に、このような時間帯の前後の時間帯における可能蒸発散量と $LF_{H_2O, ef}$ あるいは $LF_{H_2O, b}$ との関係を用い、所定の時間帯の潜熱フラックスを算定する。

4. 結果と考察

4.1 EBFR法における $p \cdot Rn - q \cdot G$ と $H_s + LF_{H_2O, f}$ との関係

Fig.1は H_s が $17 < H_s < 65 \text{ W/m}^2$ の範囲のデータから得られた $p \cdot Rn - q \cdot G$ と $H_s + LF_{H_2O, f}$ との関係を示す。 $T_{d1} - T_{d2}$ の範囲は0.110から0.365°Cであった。 p と q は各々0.905と1.28であった。Fig.1から、 $p \cdot Rn - q \cdot G$ と $H_s + LF_{H_2O, f}$ とは良好な

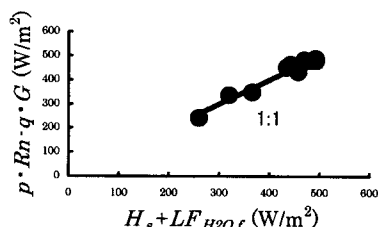


Fig.1 Relationship between $H_s + LF_{H_2O, f}$ and $p \cdot Rn - q \cdot G$.

比例関係が成立することがわかった。相関係数は0.98であった。

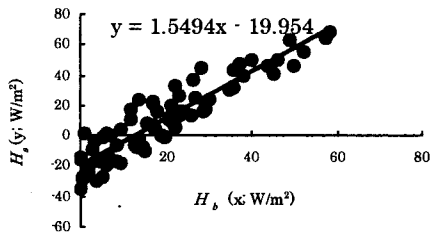


Fig.2 Relationship between H_b and H_s .

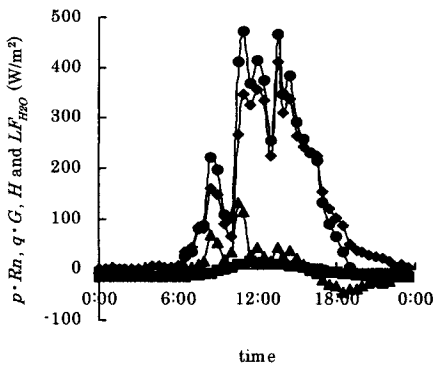


Fig.3 Fluctuations with time of $p \cdot R_n$ (●), $q \cdot G$ (■), H (▲) and LF_{H2O} (◆) measured on Aug. 11, 2004.

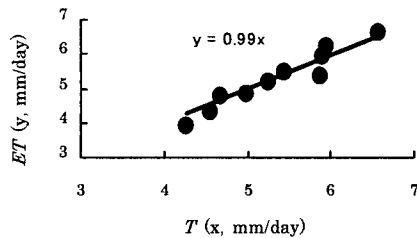


Fig.4 Relationship between daily evapotranspiration (ET, mm/day) and daily transpiration (T, mm/day).

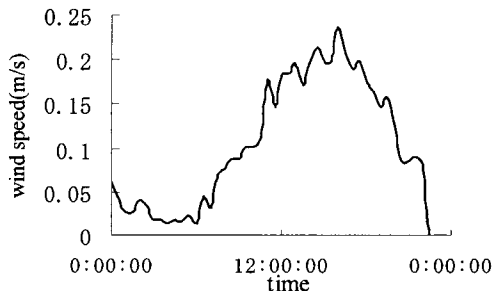


Fig.5 Wind speed in air space beneath maize canopy measured on Aug 10, 2004.

4.2 H_b と H_s の不一致

Fig.2 は $H_b > 0.0W/m^2$ における H_b と H_s の関係を示す。この図からわかるように、EBFR 法による H_b は EBFR 法における H_s とは一致しなかった。このため、 H_b の値は Fig.2 中に示した式で補正し、潜熱フラックスは補正した H_b を用いて熱収支式から計算した。 $H_b < 0.0W/m^2$ の場合も同様にして潜熱フラックスを求めた。

4.3 $p \cdot R_n$, $q \cdot G$, H と LF_{H2O} の時間的变化

Fig.3 は 8 月 11 日に測定した $p \cdot R_n$, $q \cdot G$, H と LF_{H2O} の時間的変動の一例である。 H と LF_{H2O} は 3 つの方法のいずれかで求めた顕熱フラックスと潜熱フラックスである。

4.4 蒸散量との比較と考察

Fig.4 は蒸発散量 (ET: mm/day) と蒸散量 (T: mm/day) の関係を示す。Fig.4 より、ET と T には良好な一致が見られる。このことから、次の可能性が考えられる。① ET が過小評価された、② T が過大評価された、③ 土壌面から蒸発した水蒸気のほとんどが畝間の移流によって横方向に輸送された、④ 土壌面蒸発はほとんどなかった。③と④の可能性を見るために、熱線風速計を用いて植被下の水平風速を測定した。その結果の一例を Fig.5 に示した。この図から、30 分間の平均風速が日中 0.2m/s 程度あることがわかる。このことは他の測定日においてもほぼ同じことが言える。このような風速によって、どの程度移流の効果があるか検討中であるが、③、④の可能性は否定できないと考えられる。

5. 結論

微気象学的方法で測定した蒸発散量と茎内流の測定から得られた蒸散量とは良好に一致した。植被下の水平風速を測定し、土壌面から蒸発した水蒸気のほとんどが畝間の移流によって横方向に輸送されたか、あるいは、土壌面蒸発がほとんどないという可能性を示した。なお本研究は大学共同利用機関法人総合地球環境研究所の研究プロジェクトの一環として行われた。関係各位に感謝いたします。

引用文献

- Odani, H., T. Yano and R. Kaneki, 2001: Estimation of the Water Vapor Flux with the Energy Balance Flux Ratio Method, *Trans. of JSIDRE*, No.213, 1-10 (in Japanese).
- Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes, and M. Smith, 1998: Crop evapotranspiration, Chapter 2 FAO Penman-Monteith equation, *FAO irrigation and drainage paper*, Vol.56, FAO, Rome, 17-28.