

FAO モデルを用いた福岡市の耕地からの実蒸発散量の推定

Estimation of actual evapotranspiration from cultivated area in Fukuoka city with FAO model

辻 多聞・大槻恭一・小川 滋

Tsuji, Tamon, Otsuki, Kyouichi and Ogawa Shigeru

1. はじめに

広域蒸発散量の推定は、水循環の解明だけでなく水管理計画においても重要である。一般的に耕地からの蒸発散量の推定では、仮想的な表面を考え、そこからの蒸発散量を Penman 式または Penman-Monteith 式より算出し、この値を基準値として、これに経験的な定数を乗じることによって実蒸発散量を算出する方法が用いられている。Allen *et al.* (1998) (以下 FAO モデルと記述) および農林水産省構造改善局 (1997) の蒸発散量算出法がそれである。FAO モデルは土壌水分も推定し、土壌水分の減少による蒸発散抑制も評価している。そこで本研究では、FAO モデルによる耕地からの実蒸発散量の推定法を、福岡市を事例として検討する。

2. 計算方法

2.1 FAO モデル

FAO モデルにおける基準表面は、草丈 0.12m、表面抵抗 70sm^{-1} 、アルベド 0.23 の特性をもつ生育障害の生じない仮想的な草地表面である。この基準表面からの蒸発散量である基準蒸発散量 $ET_0[\text{mm day}^{-1}]$ に作物係数 K_c を乗じて耕地からの実蒸発散量 $ET_c[\text{mm day}^{-1}]$ を算出する。

$$ET_c = K_c ET_0 \quad (1)$$

FAO モデルにおける作物係数は以下のように表す。

$$K_c = K_s K_{cb} + K_e \quad (2)$$

ここで K_{cb} は基本作物係数、 K_e は土壌蒸発係数、 K_s は水ストレス係数である。基本作物係数は、作物の生育段階に応じて台形状に与える。土壌蒸発係数は表面土壌の水収支を考慮して決定し、水ストレス係数は根圏の水収支をもとに決定する。ここでは紙面の都合上、上 2 式における詳細については触れないので、詳しくは Allen *et al.* (1998) を参照していただきたい。

2.2 使用データ

本研究では、福岡管区気象台の気象データを福岡市の代表値と仮定して用いた。用いた気象データは日最高最低気温[°C]、日最高最低相対湿度[%]、日平均風速[m s^{-1}]、日平均全天日射量[$\text{MJ m}^{-2} \text{day}^{-1}$]であり、1996 年から 2000 年のデータをもとに福岡市の耕地からの年間蒸発散量を概算した。

2.3 解析対象作物

本研究では、水稲、ネギ、ダイコン、キャベツ、ブドウの耕地蒸発散量および裸地からの蒸発量を FAO モデルより推定した。耕作期間以外の日の耕地は裸地と仮定して計算を行った。本計算において耕作期間中の灌漑はないものと仮定した。ただし、水稲に関しては、移植日より 2 ヶ月間を湛水期間とした。

3. 結果および考察

3.1 蒸発散量、有効土壌水分、作物係数の推移

図 1 に 1996 年のキャベツ畑における蒸発散量と関連要素の経日変化を示した。有効土壌水分は降雨直後では急激に増加し、降雨終了より徐々に減少していく。この変化に応じて K_c も増減している。作物生

育初期（約 240 日まで）では、 K_e のとる最大値は 1 程度であり、作物の生長に伴ってその値は徐々に減少する。また降雨や干天に伴った K_e の変動は作物の生長に伴って小さくなっている。生育初期では K_e は K_e が 0 になると K_{cb} を下回るが、作物最盛期（約 300 日以降）では K_e が 0 になる前に K_{cb} を下回っている。これらは、作物の生長に伴った植生による土壌被覆割合の変化、蒸発散における蒸発と蒸散の優位性の変化、および作物の生長と有効土壌水分に伴う水ストレスの変化によるものである。このように FAO モデルによる実蒸発散量の算定法は、植被の影響、降雨量や土壌水分を総合的に計算結果に反映しており、現実を上手く表現している推定方法であると考えられる。

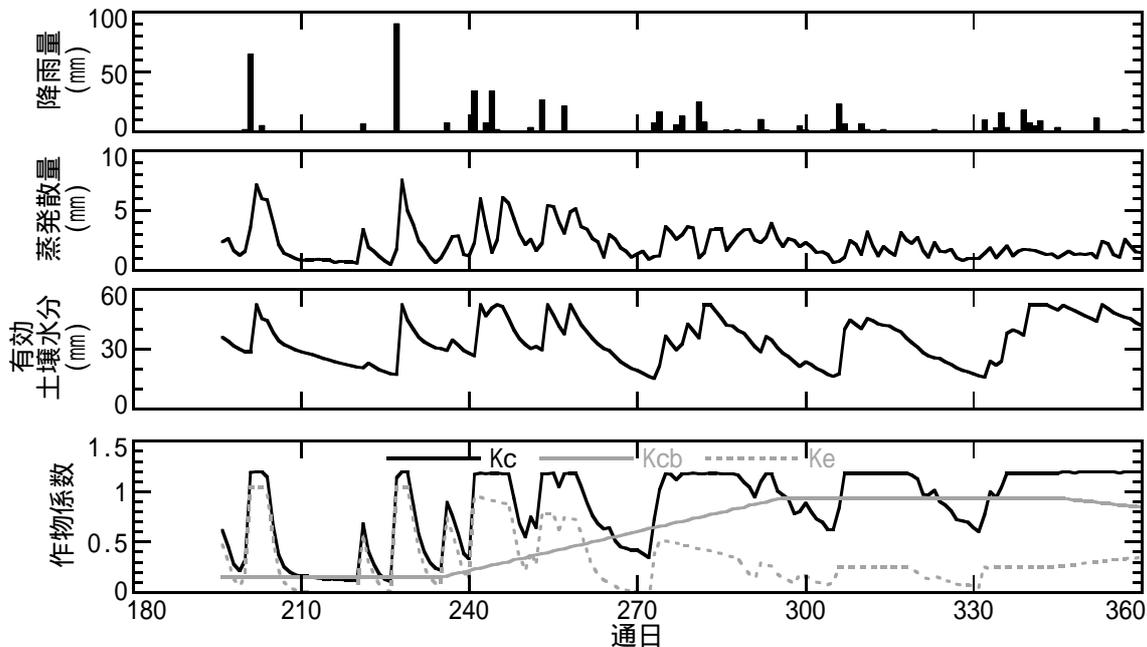


図 1 1996年キャベツ生育期間における降雨量,蒸発散量,有効土壌水分,作物係数の経日変化

3.2 福岡市の耕地からの年間蒸発散量の概算

各年における蒸発散量には、その年の気象状況の変化に応じた違いはあるものの、おおむね似通った傾向があった。また野菜であるネギ、ダイコン、キャベツはほぼ同じような値を示した。そこで耕地を水稻、野菜、果樹、裸地の 4 種に分類し、それぞれの年間蒸発散量を計算結果をもとに 930mm, 820mm, 880mm, 810mm と仮定した。福岡統計情報事務所のホームページ(<http://homepage1.nifty.com/toukei40/index.htm>)に掲載されている市町村概況より、福岡市における上記 4 種の耕地面積比はそれぞれ順に 0.46, 0.33, 0.06, 0.15 である。さきの各耕地における年間蒸発散量にその耕地面積比を乗じて総和すると 872.7mm を得る。大雑把な概算ではあるが、福岡市の耕地からの 1996~2000 年の年間蒸発散量は 870mm 程度になることがわかった。

4. おわりに

FAO モデルは土壌水分、降雨を評価して実蒸発散量を算出しており、より現実的な蒸発散量推定モデルであり、広域蒸発散量の推定にも適用可能であると考えられる。しかし本研究では実測データとの比較を行っておらず、今後、耕地での土壌水分などを測定して、このモデルの妥当性や改善について検討していきたいと考えている。

引用文献

- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D. and Smith, M.: Crop evapotranspiration -Guidelines for computing crop water requirements, *FAO Irrigation and Drainage Paper*, **56**, Rome, p. 300, 1998.
- 農林水産省構造改善局: 土地改良事業計画設計基準計画「農業用水(畑)」, 農業土木学会, 東京, 1997.