

## 岡山市における確率可能蒸発量とその推定式 Stochastic potential evaporation in Okayama city and its estimation equations

勝治 誠・○諸泉利嗣・宗村広昭

KATSUJI Makoto・MOROIZUMI Toshitsugu・SOMURA Hiroaki

### 1. はじめに

現行の土地改良事業計画設計基準・計画「農業用水(畑)」の技術書では、10年に1回程度発生するかんがい期の可能蒸発量を基準蒸発位として計画を策定することになっている。しかし、より末端の送配水施設の容量は比較的短期間の水文量に左右されるため、その期間における変動を把握する必要がある。そこで本研究では、日単位における確率可能蒸発量を推定する方法について検討するとともに、連続干天日数の経年変化という観点からその必要性について考察した。

### 2. 解析資料

可能蒸発量の推定には岡山地方気象台で観測された観測所移転によるデータ断裂を含まない1983～2014年(32年間)の日平均の気温、相対湿度、風速、日合計日照時間を使用した。干天日は日雨量1mm以下の日とし、1951～2014年(64年間)のデータを使用した。月合計可能蒸発量が年最大となる月とその前後の月を含む連続3ヶ月をその年のかんがい期とした。

### 3. 研究方法

以下の①～⑧に研究手順を示す：①Penman式により日単位の可能蒸発量を計算する。②蒸発量合計最大月を各年の代表とし、各年の日単位可能蒸発量を降順に並べる。③各年 $t$ 番目まで平均値を平均化日数 $t$ に対する日単位可能蒸発量として求める。④各平均化日数に対する可能蒸発量を正規確率紙にトーマスプロットし、正規性を確認する。⑤トーマスプロットしたデータに正規分布を適応し、確率日単位可能蒸発量を求める。⑥平均化日数と確率可能蒸発量の関係式を蒸発強度式と定義し、確率年ごとに定数( $a\sim d$ )を求める。⑦推定精度をRMSE(2乗平均平方根誤差)により吟味し、蒸発強度式を検討する。⑧かんがい期における干天総日数および連続干天日数を正規確率紙にトーマスプロットし、経年変化を調べる。

本研究で使用する蒸発強度式(1)～(3)を以下に示す。

$$E_t = at + b \quad (1), \quad E_t = \frac{a}{t^b + c} \quad (2), \quad E_t = \frac{aT^d}{(t+b)^c} \quad (3)$$

$E_t$ : 確率可能蒸発量,  $t$ : 平均化日数,  $a\sim d$ : 定数,  $T$ : 確率年

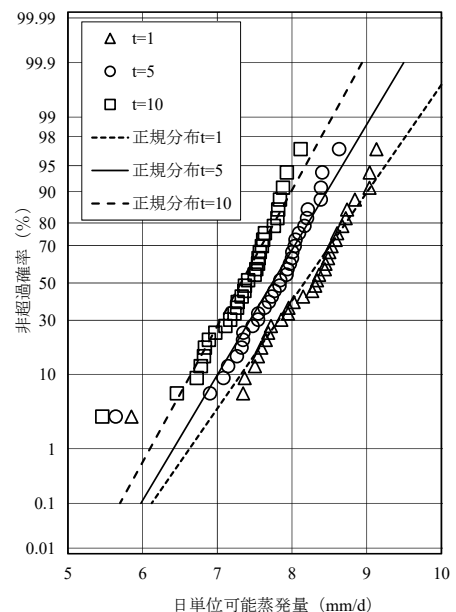


図1 平均化日数に対する可能蒸発量の分布

1) 岡山大学環境理工学部 Faculty of Environmental Science and Technology, Okayama University

2) 岡山大学大学院環境生命科学研究科 Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University

キーワード: Penman式, 正規確率紙, 連続干天日, 蒸発強度式

#### 4. 結果と考察

平均化日数  $t=1, 5, 10$  を例として正規確率紙に日単位可能蒸発量をトーマスプロットした結果を図1に示す. いずれもプロットしたデータがほぼ直線上に並んでいることから, 平均化日数に対応した日可能蒸発量は正規分布であると言える. その他の平均化日数においても同様に結果が得られた.

各平均化日数と 5, 10, 20, 50, 100 年確率可能蒸発量の関係を図2に示す. いずれの確率年においても, 平均化日数の増加とともに可能蒸発量は減少し, また平均化日数が増すにつれ確率年ごとの値の差が大きくなる傾向が見られた.

蒸発強度式の定数と蒸発強度式による推定精度 (RMSE) を表1に示す. 式(2)の RMSE が 0.049 mm/d と3つの式の中では最小となり, 最も精度がよかったことが分かる. 一方, 直線回帰式である式(1)の RMSE は 0.086 mm/d なり, 3つの式の中では最大となったが, 日蒸発量に対する割合は小さく, 式の単純さを考慮すると十分に蒸発強度式として利用できるものを考える. また, いずれの式においても旬程度の期間であれば RMSE=0.09 mm/d 以下の精度で10年確率可能蒸発量を推定できることが分かった.

かんがい期最大連続干天日数の非超過確率を図3に示す. この図は, 全期間を32年ごとに分割しプロットしたものである. 1951~1982年の期間のプロットは1983~2014年の期間へと右方向に移動している. これは, かんがい期最大連続干天日数が経年的に増加していることを示している. かんがい期干天総日数についても同様の傾向が見られたことから, 渇水発生リスクが高まっていると考えることができる. このことは, 作物に有効な雨量が確保されない期間の増加に伴い, 蒸発量を考慮する期間も増えていることを意味する. 一方, 先に述べたように畑地用水計画においてはより末端の送配水施設は比較的短期間の水文量に左右されることから, かんがい水量の増加が懸念される. これらのことから, 計画策定に際して比較的短期間における確率可能蒸発量の変動特性を把握しておく必要性が改めて確認されたと言える.

#### 5. おわりに

今回提案した確率蒸発強度式では, 岡山市においては高い精度で平均化日数に対する確率日蒸発量を推定することができると分かった. 今後は, 他の地域に対しても確率蒸発強度式の定数を求め, 地域ごとに類型化することにより実用化を図りたい.

参考文献: 1) 丸山ら, 新編 灌漑排水 下巻, 養賢堂, 106-109. 2) 近森・永井, 水文・水資源学会誌, 15(5), 513-521, 2002.

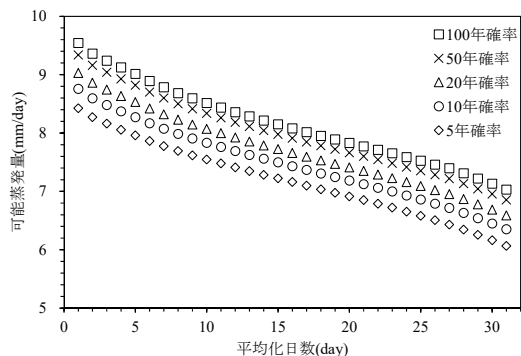


図2 平均化日数に対する確率可能蒸発量の分布

表1 蒸発強度式の定数と RMSE(mm/d)

蒸発強度式	定数				RMSE
	a	b	c	d	
式(1)	-0.072	8.812	-	-	0.086
式(2)	473.764	0.849	51.938	-	0.049
式(3)	23.009	22.319	0.328	0.036	0.066

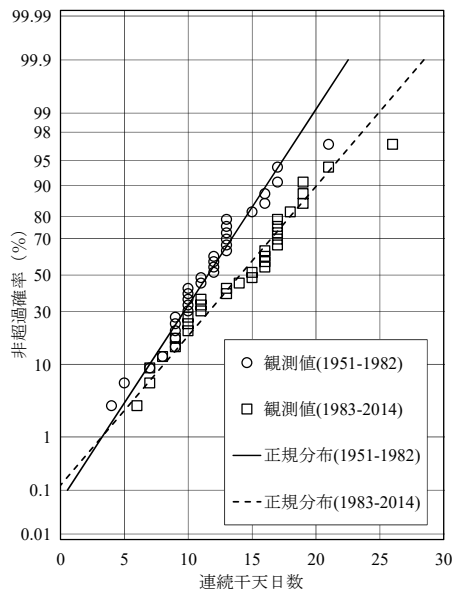


図3 かんがい期最大連続干天日数の非超過確率