

# 池田湖の蒸発量の推定

## Estimation of Evaporation from Lake Ikeda, Kagoshima

○ 梶井 和朗 ・ 長 勝史

MOMII Kazuro and CHO Katsushi

### 1. はじめに

湖は種々の産業の貴重な淡水資源である。本研究で対象とする池田湖も農業、水産、観光用水等に利用されている。本研究では、水資源としての池田湖の水収支に関する知見を得るために、周辺気象資料に基づいて池田湖の蒸発量を推定する方法について検討する。

### 2. 湖面蒸発量の推定法

バルク式:  $E = \rho C u (q_s - q_a)$  に基づく蒸発量  $E$  の算定を考える。ここに  $\rho$ : 空気密度,  $u$ : 風速,  $q_s$ : 湖面の飽和比湿,  $q_a$ : 大気比湿および  $C$ : バルク係数である。ここでの推定法は、次式:

$$(1 - ref)S^\downarrow + L^\downarrow - \epsilon\sigma T_s^4 - H - IE - G = 0 \quad (1)$$

を満足する未定の湖面水温  $T_s$  を求めることである。ここに,  $ref$ : アルベド,  $S^\downarrow$ : 短波放射量,  $L^\downarrow$ : 大気からの長波放射量,  $\epsilon\sigma T_s^4$ : 湖面水温  $T_s$  での長波放射量,  $\epsilon$ : 射出率,  $\sigma$ : ステファーン・ボルツマン定数,  $l$ : 気化の潜熱,  $H$ : 顕熱量,  $IE$ : 潜熱量,  $G$ : 貯熱量であり,  $H, IE, G$  は  $T_s$  の関数である。

まず, 気象条件 (気温  $T_a$ , 相対湿度, 日照時間, 気圧, 雲量) から放射量  $S^\downarrow, L^\downarrow$  を算定する<sup>1)</sup>。次に湖面水温  $T_s$  を仮定し, この値に対する  $\epsilon\sigma T_s^4, H, IE$  を算定し, 仮定の  $T_s$  に対する貯熱量  $G$  を熱収支式(1)より求める。得られた貯熱量  $G$  を湖面の境界条件に反映させ, 熱伝導方程式の差分計算より鉛直湖水温分布を求める。新しく算定した湖面水温  $T_s$  が式(1)を満足するかを判定する。この場合の収束判定基準は  $1.0 \times 10^{-5}$  とした。熱収支式(1)を満足し, 湖水温に関する熱伝導方程式から得られた湖面水温  $T_s$  を用いて, バルク式から湖面蒸発量  $E$  を算定する。

バルク係数  $C$  には, 大気の安定度を考慮し, 次の大気安定度パラメータ  $f$  を導入する:

$$f = \frac{T_a - T_s}{u^2} \quad (2)$$

したがって, バルク係数は安定度パラメータ  $f$  の関数となり, 次式により算定する:

$$C = c_1 f + c_2 \quad (3)$$

ここに,  $c_1, c_2$ : 定数 (本研究対象池田湖での定数  $c_1 = -0.002, c_2 = 1.2 \times 10^{-3}$ ) である。

本推定法では, 湖面からの蒸発に重要な湖面水温を大気条件と湖内部の水温分布の変化を考慮した解析から算定し, バルク式により湖面蒸発量を推定するものである。

### 3. ボーエン比法との比較

本推定法の妥当性に関して, ここでは, 鉛直湖水温分布の月1回の測定値を利用し, 鉛直湖水温分布の時間変化から貯熱量  $G$  を求め, この値をボーエン比法に用い, 期間 (約1ヶ月間) 内の平均的な蒸発量を算定し, この値と本推定法による推定値とを比較する。

Fig. 1 には, ボーエン比法により求めた期間平均蒸発量, および本研究での推定法により1999年11月からの毎日の蒸発量を計算し, ボーエン比法で対象とした期間の平均値を

求め、比較している。湖水温の差分計算の初期値には、1999年11月の実測の鉛直水温分布を用いた。図中の点線は大気安定度を無視した場合、一方、実線は大気安定度を考慮した場合である。大気安定度を考慮した場合としない場合では、3月から8月の湖の受熱期では、両者の蒸発量の相違は小さい。一方、秋から冬の放熱期（9月～2月）では、大気安定度を考慮した解析の蒸発量が大きく算定され、ボーエン比法の値に近づく。

Fig. 2には、2000年の実測湖面水温  $T_s$ 、気温  $T_a$ 、風速  $u$  を用いて算定した式(2)の大気安定度パラメータ  $f$  を示す。1月から2月および9月から12月において大気安定度パラメータは負の値となることが多い。すなわち、この時期は、湖面水温が気温より高くなる傾向にあり、不安定な条件となり、蒸発量は多くなる。

Fig. 3には、2000年から2001年の湖面水温の計算値と実測値の比較を示す。計算の初期値は1999年11月の実測鉛直水温分布である。本推定法により湖面水温の日変化がよく再現されている。

#### 4. おわりに

大気安定度を考慮したバルク法に、日射の透過を考慮した鉛直水温分布の数値計算を結合した湖面蒸発量推定法は、ボーエン比法と比較的よい一致を示した。また、バルク法による蒸発量算定に重要な湖面水温の計算値は、2000年から2001年の2年間の実測値とよい一致を示した。本推定法には種々の未定のパラメータが含まれる。ここでは2000年の湖水温の実測値およびボーエン比法による蒸発量の値と比較し、計算値との残差の自乗和が最小となるように決定している。本パラメータの妥当性については2000年以外の年の実測値と比較し、検討する予定である。また、池田湖の水収支解析に本推定法を適用する予定である。なお、本研究にご協力頂いた農林水産省南部九州土地改良調査管理事務所および鹿児島大学大学院伊藤祐二、農学部高橋菜穂子、山本英樹の各氏に感謝の意を表す。

参考文献 1) 粕井・長・伊藤 (2002): 池田湖の放射量の推定, 鹿児島大学農学部学術報告, 52.

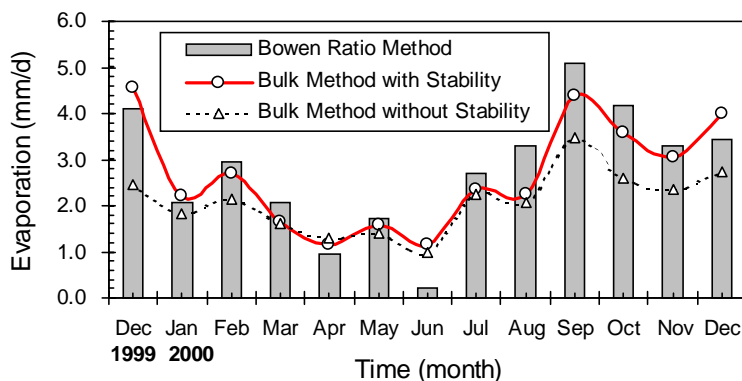


Fig. 1 Estimated evaporation of Lake Ikeda.

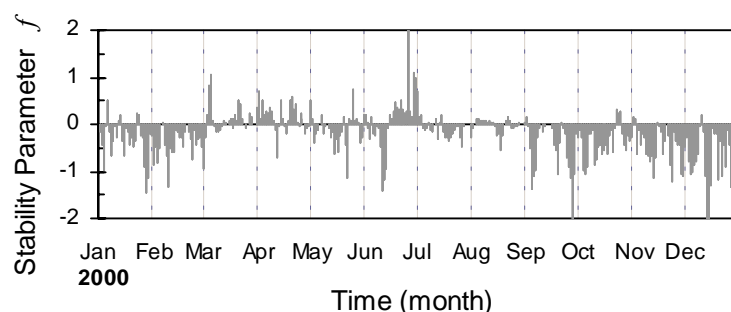


Fig. 2 Seasonal change in atmospheric stability.

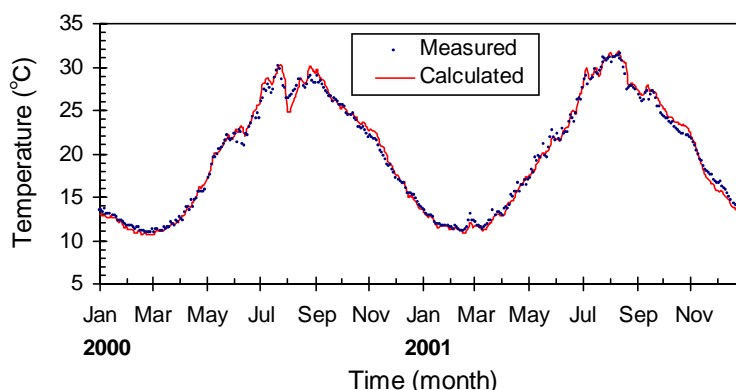


Fig. 3 Measured and calculated surface water temperature.