

浦野慎一(北大大学院農学研究院)

1. はじめに Priestley and Taylor(1972)は、飽和した地表面からの蒸発量推定式として、次式(PT式)を提案した。

$$IE = \alpha \Delta(Rn - G) / (\gamma + \Delta) \quad (1)$$

ここで、 E は蒸発量($\text{kgm}^{-2}\text{h}^{-1}$)、 l は水の蒸発の潜熱(kJkg^{-1})、 Δ は飽和水蒸気圧の勾配($\text{hPa}^{\circ}\text{C}^{-1}$)、 Rn は正味放射量($\text{kJm}^{-2}\text{h}^{-1}$)、 G は地中熱伝導量($\text{kJm}^{-2}\text{h}^{-1}$)、 γ は乾湿計定数($\text{hPa}^{\circ}\text{C}^{-1}$)、 α は係数である。なお α はプレストリ・テラの係数と呼ばれている。(1)式は Penman(1948)が提示したペンマン式(PE式)の右辺第一項に係数 α を乗じることで第二項(空気力学項)を消去した形になっており、現在、蒸発量および蒸発散量の推定法として広く利用されている。

Priestley and Taylor(1972)は、飽和した地表面における α の平均値として1.26を提示している。しかしこの値は様々な高さ(気温・湿度の観測高度つまり参照高度)のデータから求めた平均値で、高さによる α の変化については記述がない。このため(1)式はその後、参照高度についての吟味が行われないうまま使用され、 α の値が地表面の状態を評価するひとつのパラメータなどとして使われている。

そこで本研究では、PT式(1)の係数 α について考察し、ペンマン式(PE式)との関係を検討した。

2. 理論 地表面からの蒸発散量は、地表面の状況、正味放射量、風速で決まるが、その結果は熱収支に反映される。ボーエン比法は熱収支から蒸発散量を求める最も基本的な測定法であり、ペンマン法、プレストリ・テラ法はそれを飽和地表面に適用した応用的手法である。これら手法は全て、「接地境界層内では地表面からある高さ z までのフラックスは一定である」というコンスタントフラックスの仮定を基礎にしている。これは、どの高度区間をとってもボーエン比 β は一定であることを意味しており、これらはそのような状況を想定した推定法である。

図1は、飽和地表面でコンスタントフラックスが成立している場合の地表面 S から参照高度 A までの温湿度分布である。この場合 β は一定であるから、温湿度分布は直線(AS)になり、 β は $\gamma \tan \theta$ (γ は乾湿計定数)で表わされる。(1)式はこの β を、 $\beta \approx \gamma / \Delta a$ で近似したボーエン比法の式に係数 α を掛けた形になっている。ではここで、もし参照高度を地表面に近づけたらどうなるか？ 気温・湿度は点Aから図の

直線上を S へ向かって動き、同時に気温 T_a で決る飽和水蒸気圧の勾配 Δa も、 Δs に向かって動く。したがって β の近似値($\gamma / \Delta a$)も実際の β により近い値に変化し、 α は1に近づくことになる。つまり、 α は参照高度によって変化するパラメータで、高度 z の関数である。

3. 検討 α と同様の理由で、ペンマン式(PE式)の第一項の値も参照高度 z によって変化する。しかし z が変れば、風速関数と飽和差が変わって第二項も値が変わるため、PE式は理論的にどの高度でも成立する。例えば図1で、 z を飽和地表面に近づければ第一項の値が大きくなり、第二項が小さくなる。したがってPT式の α も1に近づくことになる。つまり α は、PE式の第一項と二項の関係を示すパラメータでもある。

ここで、もし $\beta = \gamma / \Delta s$ (Δs は地表面における飽和水蒸気圧の勾配)が成立すれば、PT式、PE式はともに β を使ったボーエン比法の式に帰結され、簡単になる。上記 β については、様々なデータ、論文等でその成立が示唆されているが、まだ確証はない。著者は平均値として成立すると考えているが、今後の検討課題である。

4. まとめ ある状態で蒸発が生じている現象において、PT式の α は参照高度 z により異なる値を取る。またPE式の第一項と二項の値も z の関数である。したがって、PT式の α やPE式の第一項と二項の比(配分)をパラメータとして現象の違いを評価する例が多々みられるが、これは注意すべきである。例えば、参照高度を同じにして比較するなど、何らかの工夫が必要である。

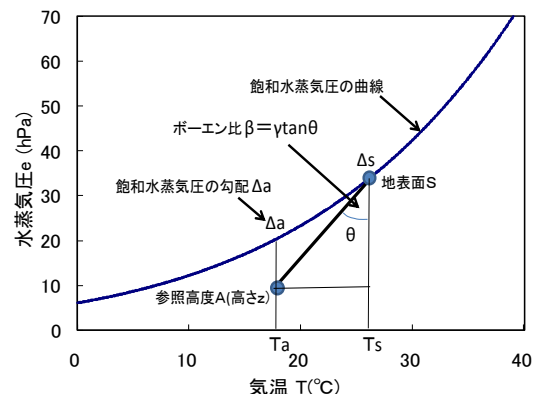


図1.コンスタントフラックスが成立している場合のボーエン比 β