

II-22 山地流域の日蒸発散量推定式について

群馬高専 正会員 山本 好克

1. はじめに 水資源計画における低水流出計算などでは、蒸発散量の算定が必要となる。この蒸発散量を算定する方法は種々提案されており、対象河川流域からの蒸発散量推定式として利用されている。しかしながら、どの方法が有用かつ実用的であるか、また、計画において特に必要となる日単位の蒸発散量の推定方法と推定量の再現性の問題などは、河川流域での実日蒸発散量の把握などが困難なことから、十分な検討がなされていないようである。

ここでは、山地流域での有用かつ実用的な日蒸発散量推定式の確立を目指し、その第一歩として、日蒸発散量を推定する際よく用いられているHamon式に着目し、利根川水系神流川流域内の神流川観測所¹⁾で得られている、5年間（1956年～1960年）の日蒸発量観測資料と気象観測資料とを用いて検討するものである。

2. Hamon式とその修正 日蒸発散量を推定する方法であるHamon式²⁾は、式(1)で示されるように、対象河川流域内での暦上の日出入と日平均気温を必要とするだけで簡単にP、E、が計算できる。

$$P, E. = CD^2 P_t \quad \text{----- (1)}$$

ここに、P、E. : 日平均蒸発散能 (mm/day)、D : 可照時間 (12h/dayを1とする)、 P_t : 日平均気温に対する飽和水蒸気密度 (g_r / m^3) である。なお、係数Cは一定とされ、0.14の値が与えられている。

実際に式(1)を用いて年蒸発散能 $\Sigma P, E.$ を計算してみると、その値は、年降雨量と年流出量との差、すなわち水収支法で求めた年蒸発散量 $\Sigma E'_p$ の値とは一致せず、式(1)で年蒸発散量を推定するためには、係数Cを補正する必要がある。神流川流域での年蒸発散量を推定するために、式(2)により補正係数Cを計算するとその値は表-1のようになる。ここで、可照時間Dは、前橋市の日出入³⁾を、 P_t は、神流川観測所の日平均気温を用いて計算した。

$$C = \Sigma E'_p / \Sigma D^2 P_t \quad \text{----- (2)}$$

次に、日単位の蒸発散量を、式(2)の補正係数Cを用いて式(1)で推定した場合の再現性が問題となり、このことを検討するためには実日蒸発散量 E'_p が必要となるが、一般に E_p の入手は困難である。ここでは、金子⁴⁾が示す蒸発計蒸発量に対する蒸発散量比率（水田以外）を、対象河川流域での水収支法による蒸発散量と等しくなるよう配分しなおした比率fと実日蒸発量 E_v との積 $f \cdot E_v$ が実日蒸発散量 E'_p であるとみなす。すなわち、次式が成立するものとする。

$$E'_p = f \cdot E_v \quad \text{----- (3)}$$

神流川流域において配分しなおした蒸発散量比率fを、やはり表-1に示してある。

表-1 補正係数Cおよび蒸発散量比率f

年	係数C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12月
1956	0.060	0.31	0.31	0.37	0.37	0.43	0.43	0.49	0.55	0.55	0.49	0.43	0.37
1957	0.067	0.33	0.33	0.39	0.39	0.46	0.46	0.53	0.59	0.59	0.53	0.46	0.39
1958	0.066	0.30	0.30	0.36	0.36	0.43	0.43	0.49	0.55	0.55	0.49	0.43	0.36
1959	0.053	0.25	0.25	0.29	0.29	0.34	0.34	0.39	0.44	0.44	0.39	0.34	0.29
1960	0.082	0.34	0.34	0.41	0.41	0.48	0.48	0.54	0.61	0.61	0.54	0.48	0.41

表-1の係数Cを用いて式(1)で計算した日平均蒸発散量P、E.と、式(3)で計算された実日蒸発散量 E'_p とを比較した一例を図-1に示してある。この図から、式(1)では日々の蒸発散量を十分に再現しえないことが見られるとともに、他の気象要因や流域要因などが複雑に影響しあっていることが推量できる。

しかしながらここでは、実用性の観点から、Hamon式を気象要因のみで修正することを試みる。すなわち、Hamon式の係数C値を式(4)のように変形し、このC値が、日平均気温 $T(^{\circ}C)$ と日降雨量 $R(mm/day)$ とによって影響されるとする式(5)を設定する。

$$E_p' / D^2 P_t = C \text{----- (4)}$$

$$C = \text{EXP}(A_0 + A_1 T^m + A_2 R^n) \text{----- (5)}$$

式(5)の定数 m 、 n 、 A_0 、 A_1 、 A_2 は、観測資料を用いた回帰によって決定する。

神流川流域での5年間の実日蒸発量 E_v と表-1の比率 f にて計算された実日蒸発散量 E_p' 、日平均気温 T 、日降雨量 R を用いて定数を決定し、日蒸発散量推定式として表わすと式(6)となる。なお、定数値は、指数 m 、 n を試行し、回帰の寄与率が最大値を示す時(神流川の場合は0.534)の数値とした。また、 $T \geq 25^{\circ}$ 、 $R \geq 30mm/day$ の T 、 R は一定としている。式(6)を修正Hamon式と呼ぶことにする。

$$E_p' = \text{EXP}(-1.64 - 0.0923 T^{0.8} - 0.749 R^{0.2}) D^2 P_t \text{----- (6)}$$

3. 修正Hamon式による日蒸発散量推定結果 神流川流域での5年間の日蒸発散量を式(6)にて推定 E_p'

し、実日蒸発散量 E_p' と比較した一例を図-2に示す。総体的には、推定値が実測値を下まわっているが、日々の変化をほぼ再現していることが見られる。一年間の日蒸発散量の絶対誤差の平均値では、 $0.32 \sim 0.49mm/day$ と比較的小さな値となっているが、月別では5~8月が $0.48 \sim 1.10mm/day$ と大きな値となっている。

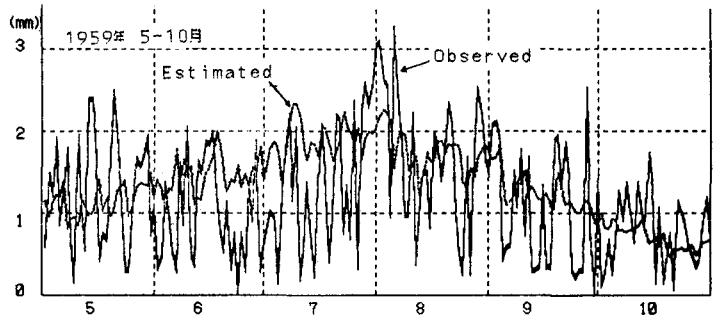


図-1 実日蒸発散量とHamon式による推定量との比較

4. おわりに Hamon式の係数Cを日平均気温と日降雨量とで関係付けた日蒸発散量推定式を検討してみたが、この式の物理的意義や有用性についての検討は不十分である。今後、多くの山地流域を対象に検討を進めたい。

最後に、資料の整理や計算に多大な援助を得た当時群馬高専学生城田健一氏(建設省)に対し謝意を表します。

参考文献

- 1) 建土研：神流川水文気象観測資料、建土研資料、No.324、1968
- 2) W. B. Hamon : ESTIMATING POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION; ASCE、HY3、1961
- 3) 東京天文台：理科年表、丸善、P. 45、1985
- 4) 金子 良：農業水文学、共立出版、P. 148、1974

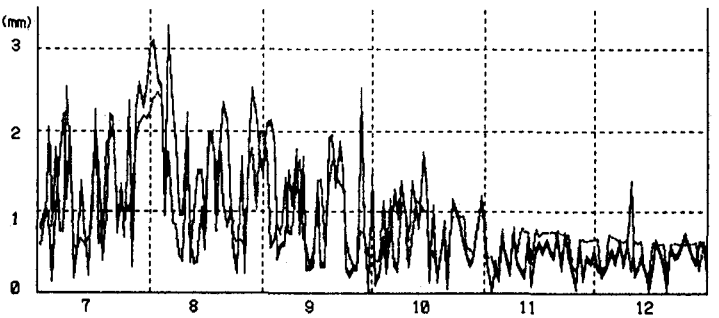
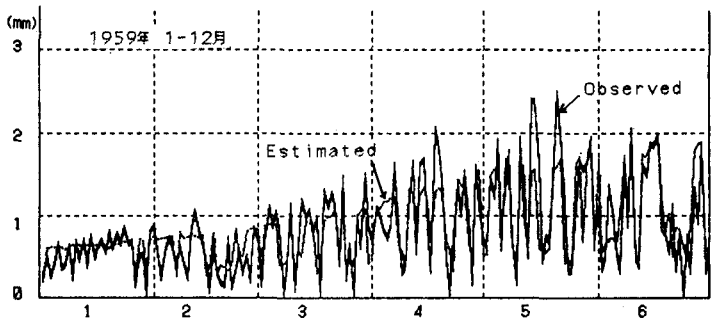


図-2 実日蒸発散量と修正Hamon式による推定量の比較