

(Ⅱ-9) 山地流域の日蒸発散量推定式について (2)

群馬高専 正会員 山本 好克

1. はじめに 河川流域での日蒸発散量を推定することは、水資源計画などにとって重要な事柄であり、適切な日蒸発散量推定式が必要とされる。しかしながら、実際の日蒸発散量の把握は、その現象の複雑さからなかなか困難であることから、いまだ有用かつ実用的な推定式が確立されていないようである。

著者は先に¹⁾、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た第一歩として、日蒸発散量を推定する際によく用いられるHamon式²⁾に着目し、利根川水系神流川流域での5年間(1956~1960年)の気象観測資料³⁾を用いてHamon式の修正を試みた。その際、入手可能な実日蒸発量と金子⁴⁾が示す蒸発計蒸発量に対する蒸発散比率(水田以外)とを利用した実日蒸発散量の推定を行ない、この推定値との適合性が最良となるようなHamon式中の係数Cを日平均気温と日平均降雨量との指数関係で表わすことにより、日々の再現性の点で良好な結果を見い出すことができた。しかし、この修正式は、日平均気温が上昇すると日蒸発散量が減少するといった物理的な問題点を含んでいる。ここでは、この点を改良すべき、先と同様、神流川流域の気象観測資料を用いて、Hamon式の再検討を行なったものである。

2. Hamon式の修正経緯 Hamon式は次式で示され、係数Cは一定値の0.14が与えられている。

$P. E. = C D^2 P_t$ (1) ここに、P. E. : 日平均蒸発散能(mm/day)、D : 日照時間(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(gr/m³)である。

神流川流域において、式(1)で計算した年蒸発散量 $\Sigma P. E.$ の値は、水収支法で計算した年蒸発散量 ΣE_p の値とは一致せず、一致させるために、係数Cを $C = \Sigma E_p / \Sigma D^2 P_t$ で計算してみると、5年間の平均値は、 $C = 0.066$ となった。また、この補正值Cを用いた式(1)による日蒸発散量P. E.は、実日蒸発量 E_p と金子が示す蒸発散比率を、年蒸発散量 ΣE_p と等しくなるように配分しなおした比率fとの積 $f \cdot E_p$ で推定した実日蒸発散量 E'_p とを比較した結果、日々の蒸発散量の再現性が不十分であることから、係数Cを日平均気温Tと日平均降雨量Rとの指数関係で表わした次式の修正Hamon式を見出し、日々の再現性の点において良好な結果を得たことは、1.で述べたとおりである。

$$E_p = \text{EXP}(-1.64 - 0.0923 T^{0.8} - 0.749 R^{0.2}) D^2 P_t \text{ (2)}$$

3. 係数Cの改良 $C = E'_p / D^2 P_t$ で計算される係数Cと日平均気温Tとは、図-1に示してあるように、Tが大きくなるとCが指数関数的に小さくなる関係にあることがわかる。また、飽和水蒸気密度 P_t は、日平均気温Tとの関係において、図-2に見られるように、放物線的に変化していることがわかる。これらのことが、Hamon式(1)による推定値は、Tが低い冬に過小、Tが高い夏に過大となること、また、Tが上昇すると日蒸発散量が小さくなるという修正Hamon式(2)が導かれる原因であることがわかる。式(2)の問題点の改良を、実用性保持の観点から、日平均降雨量Rのみを用いて試みることにする。図-3で見られるCとRとの関係から、次式を設定する。

$$C = \text{EXP}(A_0 + A_1 R^N) \text{ (3)}$$

上式の係数N、 A_0 、 A_1 は、回帰によって決定する。

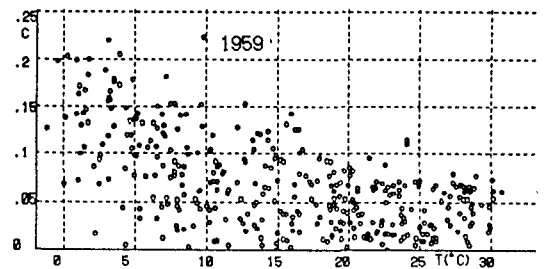


図-1 CとTとの関係

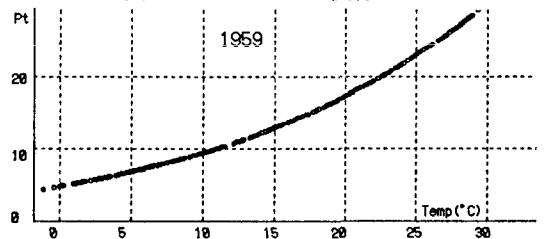


図-2 P_t とTとの関係

神流川流域の5年間の気象観測資料と前橋市の日出入⁵⁾を用いて回帰の寄与率が最大となる係数 N 、 A_0 、 A_1 を決定すると、 $N=0.1$ 、 A_0 、 A_1 は表-1のようになる。また、 $N=0.1$ として月ごとに A_0 、 A_1 を決定した値も表-1に示してある。こうして神流川流域での日蒸発散量推定式は、 $N=0.1$ と表-1の係数値をもつ次式で表わすことができる。

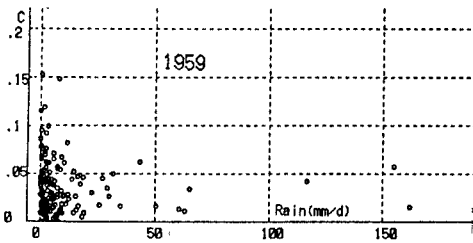


図-3 CとRとの関係

$E_p = \text{EXP}(A_0 + A_1 R^N) D^2 P_t$ ----- (4) 式(4)を改めて、修正Hamon式と呼ぶことにする。なお、式(1)の係数 C を月ごとに決定してみた結果をやはり表-1に示してある。

表-1 修正Hamon式の係数 A_0 、 A_1 の値およびHamon式の係数 C の値

係数	通年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12月
A_0	-2.29	-1.94	-2.00	-1.90	-2.17	-2.34	-2.79	-2.78	-2.70	-2.69	-2.55	-2.41	-2.09
A_1	-1.02	-0.84	-1.23	-1.09	-1.04	-1.03	-0.81	-0.84	-0.46	-0.84	-0.92	-0.78	-0.62
C	0.066	0.143	0.125	0.127	0.087	0.068	0.046	0.046	0.059	0.050	0.061	0.081	0.120

4. 修正Hamon式による日蒸発散量推定結果 表-1の通年の A_0 、 A_1 また C の値を式(4)、式(1)に入れて推定した結果と実日蒸発散量とを比較して図-4に示してある。図から再現性の点において式(4)の推定値の方が良好であるが、3.で述べた T の影響が見られる。しかし、表-1の月ごとの値を入れた推定値の再現性は、図-5のごとく良好な結果となっている。なお、月ごとの C の値による結果は、不十分であった。

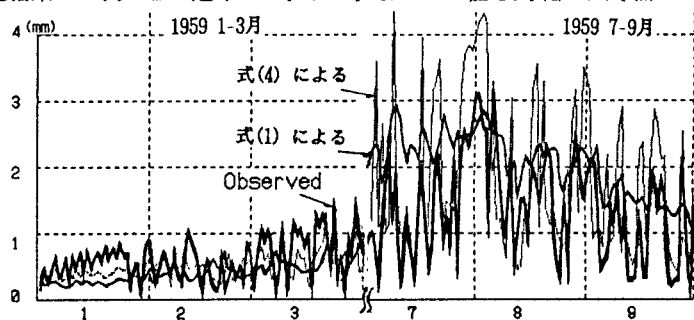


図-4 実日蒸発散量と通年係数値式(1)、(4)による推定量の比較

5. おわりに 月ごとの係数値を用いた修正Hamon式(4)による日蒸発散量推定結果は、日々の変化や年蒸発散量の再現性において良好であった。今後、この式を種々の山地流域に適用し、有用な推定式として行きたい。

参考文献

- 1) 山本：山地流域の日蒸発散量推定式について、第43回年講2、PP.80-81、昭和63年10月
- 2) W. B. Hamon: ESTIMATING POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION、ASCE、HY3、1961
- 3) 建土研：神流川水文気象観測資料、建土研資料、No.324、1968
- 4) 金子 良：農業水文学、共立出版 P.148、1974
- 5) 理科年表、丸善

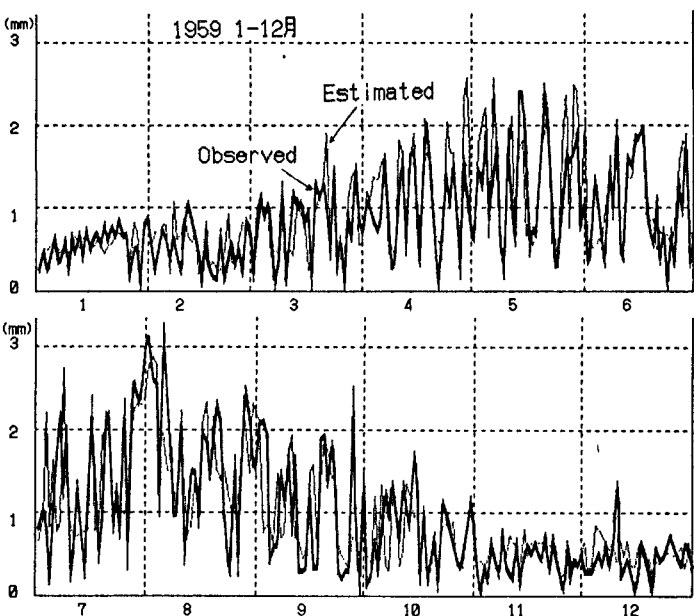


図-5 実日蒸発散量と月別係数値式(4)による推定量の比較