

II-26 改良Hamon式による流域日蒸発散量の推定

群馬高専 正会員 山本好克

1. はじめに 水資源の開発や管理のための長期流出機構の解明やモデル化にとっては、流域からの日蒸発散量の把握が重要となる。しかし、この量を直接的に観測する方法あるいはモデルによって簡便に推定する方法については、いまだ確立されていないように思われる。

著者は、建設省土木研究所によって神流川試験流域で観測された5年間の水文気象資料を用いて、まず蒸発散量比率と観測日蒸発量による日蒸発散量の推定を試み、次のこの値を観測値とみなし、回帰法により、Hamon式の係数Cに日降雨量を導入した実用的な日蒸発散量推定モデル（改良Hamon式）を構築した¹⁾。

ここでは、改良Hamon式の適用性について、吉野川水系銅山川中流部に位置する柳瀬ダム流域で得られた水文気象資料を用いて検討する。

2. 改良Hamon式について 気温のみの気象観測値を用いて簡単に日蒸発散量が推定できるHamon式は、次式で示されている。

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

ここに、E.P.：日平均蒸発散能（mm/day）、C：係数、D：日照時間（12hr/dayを1とする）、 P_t ：日平均気温に対する飽和絶対湿度（g/m³）、である。

式(1)の係数Cは一定とされ、米国では0.14の値が与えられているが、神流川試験流域では、0.067（5年間の平均値）の値が得られた。この値を用いて式(1)で計算される日々の蒸発散量推定値の再現性の改良を計るために、係数Cに日降雨量を導入した次式

表-1 パラメータ値

（改良Hamon式）が提案された。

$$E_p = \exp(A_0 + A_1 R^N) D^2 P_t, \text{ または、}$$

$$E_p = A \cdot \exp(A_1 R^N) D^2 P_t \quad \text{----- (2)}$$

ここに、 A_0 、 A_1 、 N ：定数、 $A = \exp(A_0)$ 、

である。

こうして、神流川試験流域で得られた式(2)中の最適パラメータ A_0 、 A_1 、 A の値は、表-1のようである。なお最適 N 値は0.1を得た。

また、改良Hamon式(2)の特性から、対象流域固有の A の値（流域 A 値とよぶ）は、次式によって得られることが示された。

$$\text{流域}A\text{値} = \text{基準}A\text{値} \cdot \text{流域}C\text{値} / \text{基準}C\text{値} \quad \text{----- (3)}$$

ここに、基準 A 値：神流川試験流域で得られた A の値（表-1）、基準 C 値：神流川試験流域において式(1)から得られた係数 C の値（＝0.067）、流域 C 値：対象流域において式(1)から得られる係数 C の値、である。ただし、降雨量に関わる A_1 、 N の値は、神流川試験流域で得られた値（表-1の値および $N=0.1$ ）がそのまま適用できるものとする。

対象流域において改良Hamon式を用いて日蒸発散量を推定する手順を要約すると以下のようである。

- ① 近傍気象台の日出入と流域内観測所の日平均気温（日最低と日最高の平均値）を用いて日日照時間 D （12hr/dayを1とする）および日飽和絶対湿度 P_t （g/m³）を求める。
- ② 流域平均年降雨量（mm）と年流出量（mm）の差から得られる年消失量（＝年蒸発散量）（mm）と①の諸年間量を式(1)に代入し、流域 C 値を求める。
- ③ ②の値、基準 C 値（＝0.067）および基準 A 値（表-1）を用いて式(3)より流域 A 値を求める。
- ④ ①の諸量、③の値、流域内観測所の日降雨量（mm/day）、パラメータ A_1 値（表-1）、 $N=0.1$ を式(2)に代入する。

3. 適用例 柳瀬ダム流域（面積170.7km²）は、針葉樹におおわれた変成岩から成る降雪のほとんどない山地である。推定期間は1980～1982年の3年間であり、流域平均日降雨量は流域にある4ヶ所の雨量観測所

の値をティーセン法で求め、その他の水文気象資料はダムサイトで観測された日データを用いた。日出入は高知市の値である。

表-2 年水文気象量

表-2には、流域平均年降雨量（mm）、年流出量（mm）、年平均気温（℃）および年消失量（mm）を示してある。かなり多雨であり年消失量（年蒸発散量）も多くなっている。年流出率は、0.70、0.56、0.64となり降雨量が多いと大きな値、すなわち、年蒸発散量

水文年	降雨量	流出量	消失量	蒸発量	気温
1980	2940.6	2049.4	891.2	744.1	13.0
1981	1991.7	1125.7	866.0	828.2	12.9
1982	2479.2	1575.8	903.4	767.6	13.5
平均	2470.5	1583.6	886.9	780.0	13.1

は降雨量が多くなると少なくなるといった試験流域と同じ傾向を示しており、また蒸発量についても同様なことがいえることから改良Hamon式の適用性が推察される。

流域C値は、0.173、0.174、0.178(平均0.175)と試験流域の値0.067を大きく上回っている。表-3に示してある蒸発散量比率も2倍以上の値となっている。また表-4は、式(3)で計算された対象流域固有のA値である。やはり試験流域の2倍以上の値となっている。

表-3 基準および蒸発計蒸発量に対する蒸発散量比率

月	1・2	3・4	5・6	7	8・9	10	11	12
基準値	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	0.80	0.70	0.60
1980	0.87	1.04	1.21	1.39	1.56	1.39	1.21	1.04
1981	0.76	0.91	1.06	1.21	1.36	1.21	1.06	0.91
1982	0.85	1.02	1.19	1.36	1.53	1.36	1.19	1.02
平均	0.83	0.99	1.15	1.32	1.48	1.32	1.15	0.99

表-4 流域A値およびA₀値

係数月	1～3	4～5	6～7	8～10	11～12
A	0.379	0.279	0.165	0.191	0.282
A ₀	-0.970	-1.276	-1.802	-1.655	-1.266

表-5には、水収支法により得られた年蒸発散量（mm/year）と表-1、4のパラメータを用いて式(2)で計算された推定値（mm/year）およびそれらの相対誤差と絶対誤差（mm/day）を示してある。3年間の絶対誤差は1.1 mm/day とやや大きいものの、相対誤差は3.6%と小さな値となっている。

表-5 水収支法と改良式による推定値の比較

水文年	水収支法	改良式	相対誤差	絶対誤差
1980	891.2	802.6	0.099	1.2
1981	866.0	860.9	0.006	1.1
1982	903.4	901.2	0.002	1.1
平均	886.9	854.9	0.036	1.1

図-1には、蒸発散量比率と観測日蒸発量を用いて推定した日蒸発散量（観測値とみなす）と改良Hamon式による推定値の比較の一例を示してある。量的に難が見られる日もあるが激しい日々の変動をよく再現しているものと思われる。

4. おわりに 提案された改良Hamon式によって得られた年間蒸発散量と水収支法による推定値は良好な一致を示すとともに、日々の変動にも満足すべき再現性が見られることから、改良Hamon式の適用性が検証されたものと考えられる。今後より多くの流域に適用し有用性を確かめて行きたい。

参考文献

1) 山本：山地流域における日蒸発散量推定に関する一考察、水工学論文集第38巻、PP. 143～148、1994

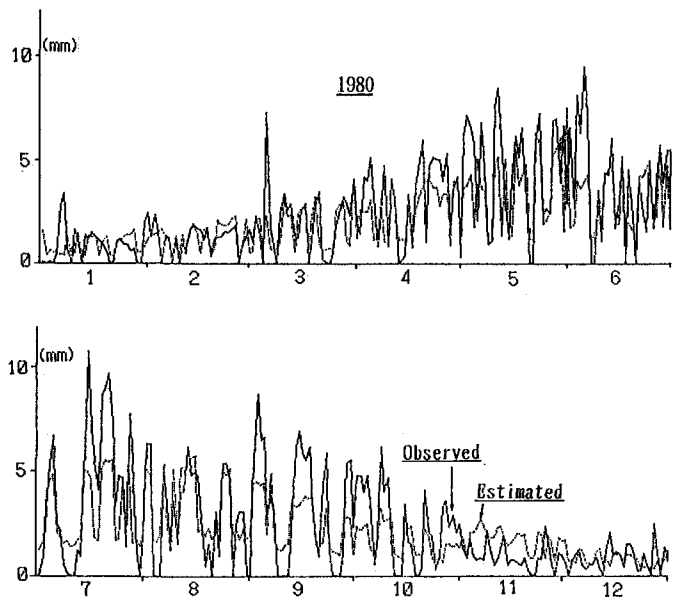


図-1 日蒸発散量の推定値と観測値の比較