

山地小流域における蒸発散の推定

京都大学防災研究所 正会員 角屋 睦・田中丸治哉
九州電力(株) 正会員 ○ 大野一文

1. はじめに：長期流出解析においては、流域規模での蒸発散量(流域蒸発散量)を推定することが重要な課題の一つである。ここでは、丘陵山地小流域を対象として、短期水収支法により流域蒸発散量を推定した後、バンマン法などの可能蒸発散量に基づく蒸発散推定方法を検討した。さらに、得られた蒸発散量推定値を長短期流出両用モデルの同定適用に導入し、その効果を調べた結果を報告する。

2. 短期水収支法：京都市西南部のカマ谷流域(図1, 0.245km²)における1975~1986年(12年間)の毎時雨量・流量資料を対象として、短期水収支法を適用し流域蒸発散量を推定した。短期水収支法は、ハイドログラフの低減部に基準流量 q_c が現れる時刻を起点および終点とした水収支期間を設定し、その期間の流域貯留量変化を0とみなして、流域蒸発散量 E_T を求める方法

である。したがって、水収支期間内の流域蒸発散量 ΣE_T は、その期間の総降水量 ΣP と総流出高 ΣQ を用いて $\Sigma E_T = \Sigma P - \Sigma Q$ と求められる。ここでは、基準流量として $q_c = 0.04, 0.06, 0.10 \text{ mm/h}$ の3通りを設定し、水収支期間長は15~60日の範囲とした。各水収支期間の流域蒸発散量と、それらの平均値として概算した月平均日蒸発散量を図2に示す。年蒸発散量は、平均703mmとなった。

3. 可能蒸発散量：長期流出解析における蒸発散量の推定には、計器蒸発量ないしは可能蒸発散量の推定式を利用することが多い。ここでは、(1)計器蒸発量 E_P (京都大学農学部水田圃場での日単位の観測値) (2)バンマン法 E_{PP} ($\gamma H^* t = 0.15$, 日平均値) (3)ソーンスウェイト法 E_{TH} (月平均値) (4)ハーモン法 E_H (日平均値) を取り上げ、これらを比較してみた。(2)(3)(4)には京都地方気象台の日単位の気象観測データを利用した。解析期間12年間にわたって可能蒸発散量を推定し、月平均値を求めた結果を図3に示

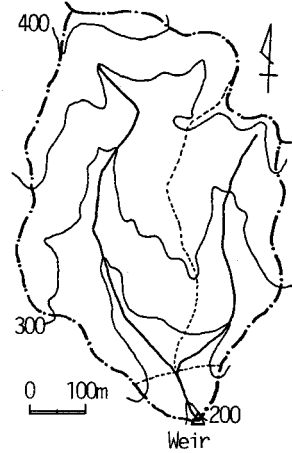


図1 カマ谷流域

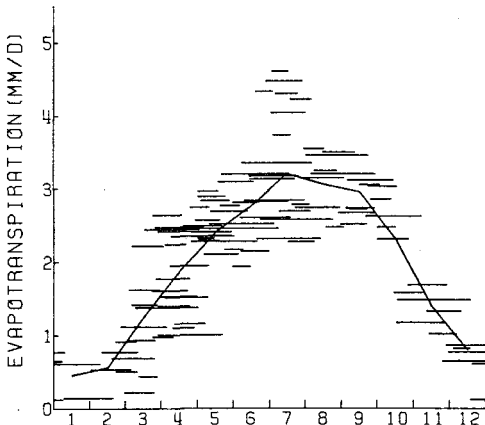


図2 流域蒸発散量

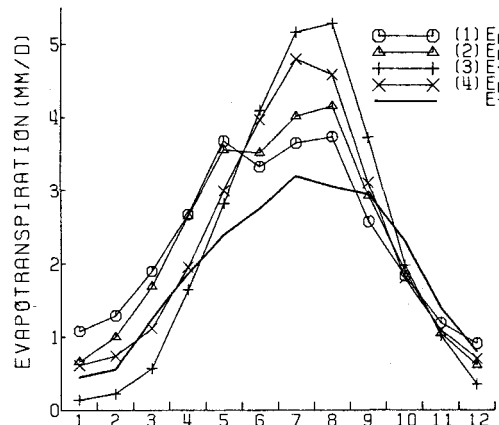


図3 可能蒸発散量

Mutsumi KADOYA, Haruya TANAKAMARU, Kazufumi OHNO

す。これによると、 E_P と E_{PP} 、 E_{TH} と E_H にはそれぞれよく似た季別変化がみられ、夏期・秋期は $E_{TH} \cdot E_H$ の方が大きく、冬期・春期は $E_P \cdot E_{PP}$ の方が大きいことが分かる。図3には、実線で流域蒸発散量 E_T の月平均値を併示しているが、可能蒸発散量は、いずれも夏期において E_T より大きな値を示している。

4. 月別蒸発散比：パンマン法とハーモン法による可能蒸発散量について、月別の蒸発散比、すなわち $\lambda_P (=E_T/E_{PP})$ および $\lambda_H (=E_T/E_H)$ を求めた結果を表1に示す。パンマン法に対する蒸発散比は、1～8月に0.6～0.8、9～12月に1.0～1.3となり、秋期から冬期にかけて大きな値を示す特徴が見られる。ハーモン法に対する蒸発散比は、変動がやや不規則であるが同様の傾向が伺える。また、平均年蒸発散量から求めた蒸発散比($\Sigma E_T/\Sigma E_{PP}$, $\Sigma E_T/\Sigma E_H$)は、それぞれ0.83, 0.84となった。これは、従来から可能蒸発散量に対する流域蒸発散量の割合が、7～8割といわれていることからみて、ほぼ妥当な値と考えられる。ここでは、パンマン法あるいはハーモン法によって求めた日単位の可能蒸発散量に、さきに求めた月別一定の蒸発散比（あるいは、年間一定の蒸発散比）を掛けて流域蒸発散量を推定し、これを長期流出解析に導入することにした。

5. 長期流出解析への導入効果：流出モデルには、角屋・永井¹⁾が提案している長短期流出両用モデルを採用する(図4, LST-II)。12年間の解析期間のうち最初の4年間はモデル定数の最適同定に、残りの8年間は検証に用いる。これまでの検討では、計器蒸発量の月別平均値を無降雨時間帯にのみ差し引く方式が採用されている。本研究では、蒸発散量として、従来の方式を採用したCase①と、パンマン法とその月別蒸発散比に基づく流域蒸発散量を降雨・無降雨時間帯ともに差し引くCase②、およびその蒸発散比を年間一定としたCase③の各ケースについて、モデルの同定適用を試みた。

モデルの再現性を、日流出高の相対誤差によって比較した結果を表2に示す。同表には、全期間についての計算流量 Q_c と観測流量 Q_0 の水収支誤差 $\varepsilon = (\Sigma Q_c - \Sigma Q_0) / \Sigma Q_0 \times 100(\%)$ も併示した。得られた結果をまとめると次のようである。

(1) Case①に比べCase②では再現性が良くなった。Case②では、日流出高の相対誤差、水収支誤差 ε ともにCase①より減少している。ハイドログラフを見ると、とくに秋期・冬期の再現性が改善されている。ここで設定した蒸発散量は、長期流出の再現性をかなり改善していると言えよう。

(2) Case③の再現性はCase②より劣り、Case①と同程度となった。蒸発散量の季別変化をうまく表現できず、とくに秋期の蒸発散量を小さく推定していることが原因とみられる。

(3) 表には示していないが、ハーモン法を採用した場合でも月別蒸発散比を用いれば、パンマン法によるCase②と大差ない再現性が得られることも確かめられている。

《参考文献》1) 角屋 陸・永井明博：長短期流出両用モデルの開発改良研究，農土論集，136, pp. 31-38, 1988。

表1 月別の蒸発散比

月	λ_P	λ_H
1	0.68	0.74
2	0.56	0.75
3	0.74	1.12
4	0.70	0.96
5	0.67	0.80
6	0.79	0.70
7	0.80	0.67
8	0.74	0.67
9	1.01	0.95
10	1.22	1.28
11	1.34	1.28
12	1.31	1.14
年単位	0.83	0.84

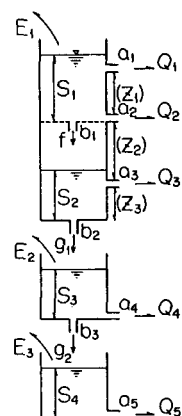


図4 LST-II

表2 日流出高の相対誤差(%)

Case		① ② ③		
蒸発散比		—	月別	一定
同定期間	1975	20.1	19.3	20.9
	1976	15.4	14.0	14.7
	1977	26.2	22.9	29.9
	1978	22.1	16.8	21.6
	平均	20.8	18.3	21.6
検証期間	1979	24.0	18.5	20.6
	1980	17.0	14.6	16.5
	1981	23.4	18.3	22.4
	1982	21.9	19.7	23.2
	1983	26.8	25.7	26.9
	1984	31.5	22.3	28.6
	1985	23.8	20.9	26.1
	1986	23.6	16.8	21.9
	平均	23.8	19.4	23.0
全期間平均		22.8	19.1	22.5
		(-4.8)	(-1.4)	(-1.9)

注) カッコ内の数値は水収支誤差 ε を示す。