

II-33

長短期流出両用モデルの開発改良適用法に関する研究

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

1. まえがき 長短期流出両用モデルは、洪水・低水流出を同時に連続して扱えるよう工夫された貯留型モデルで、現在のところ 図1(a)に示すLST-II¹⁾が結論に近いモデルと目されている。本研究では、このモデルの適応性をさらに向上させるため、蒸発散量の推定法など運用ルールの一部を改良した結果について報告する。解析には、京都市西南部に位置するカマ谷試験流域(0.245km²)の1975～1986年の毎時雨量・流量およびピーク流量 0.2m³/s以上の25出水時の30分雨量を用いた。

2. 蒸発散量の推定法 本研究では、短期水収支法によって流域蒸発散量を推定した後、ペンマン法などの可能蒸発散量に基づく推定法を検討した。短期水収支法は、ハイドログラフの減水部に基準流量 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、その期間の流域蒸発散量 E_T を水収支式から求める方法である。基準流量として $q_c=0.04, 0.06, 0.10$ mm/hの3通りを設定して求めた各水収支期間の流域蒸発散量と月平均日蒸発散量を図2に示す。さらに、可能蒸発散量として(1)計器蒸発量 E_p (京大農学部水田圃場)、(2)ペンマン法 E_{pp} ($7/16 \sim 0.15$)、(3)ソーンスウェイト法 E_{TH} 、(4)ハーモン法 E_H を取り上げた。京都地方気象台の日単位気象要素を用いて解析期間12年間の可能蒸発散量を推定し、その月平均値を求めた結果を図3に示す。これより、 E_p と E_{pp} 、 E_{TH} と E_H はそれぞれよく似た季別変化を示すこと、いずれも夏期において E_T より大きな値を示すことが分かる。ペンマン法による可能蒸発散量について月別蒸発散比(E_T/E_{pp})を求めると、1～8月に0.6～0.8、9～12月に1.0～1.3となり、秋～冬期に大きな値を示す特徴が見られた。

ここでは、ペンマン式で求めた日単位の可能蒸発散量に、12年間で平均した月別蒸発散比(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。

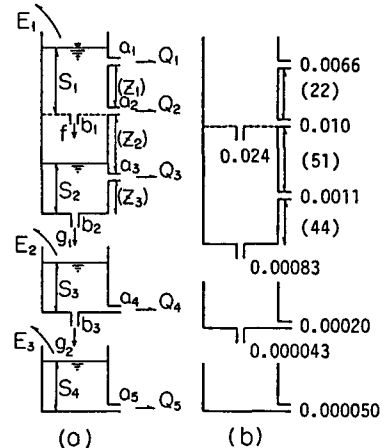


図1(a)モデル構成(LST-II)
 (b)Case⑧の最適定数(mm-h)

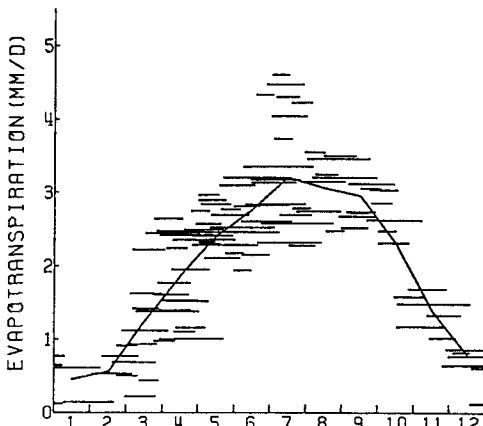


図2 流域蒸発散量の推定結果

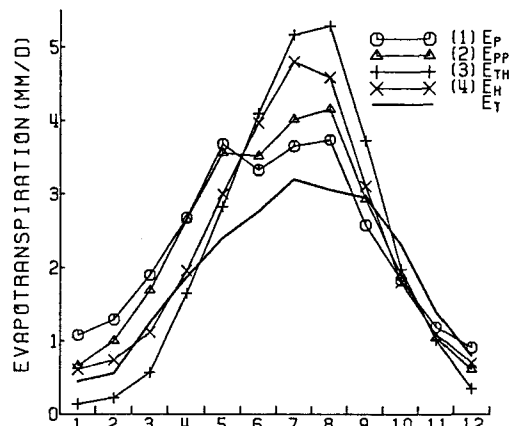


図3 可能蒸発散量の推定結果

3. 蒸発散に関する改良の効果 モデル同定に際しては、12年間の解析期間のうち最初の4年間を同定期間とし、SP法を χ^2 -基準で適用する。これまでの検討では、計器蒸発量の月平均値を無降雨時間帯のみ差し引く方式が採用されている。ここでは、蒸発散量として、従来の方式を採用したCase①と、ペ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(0.83)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で比較した結果を表1に示す。これより、Case②はCase①よりも日流出高の相対誤差、水収支誤差ともに減少していること、Case③はCase②よりも再現性が劣り、Case①と同程度となることが分かる。月別蒸発散比を導入したCase②の蒸発散量は、長期流出の再現性をかなり改善していると言える。

4. 降雨遮断の導入効果 次いで、LST-Iの検討において採用されている降雨遮断モデル¹⁾の導入を試みた。すなわち、深さ I_N の降雨遮断タンクを想定して、時点 $k\Delta t$ の遮断タンク水深を I_k 、時点 $k\Delta t \sim (k+1)\Delta t$ の雨量を r_k とすると、この間の遮断雨量を次式 $\Delta I_k = (I_N - I_k)(1 - \exp(-r_k/I_N))$ より求める。Case②で設定した蒸発散量をまず遮断タンクから引き、それが空になってから両用モデルから引くという逐次方式を採用し、最大遮断量 I_N を3mmおよび5mmとした場合をCase④、⑤とした。表1によると、両ケースの再現性は同程度で、Case②よりわずかながら再現性が向上している。 I_N を5mmとしたCase⑤の場合、年降水量1167~1875mmのうち263~336mmが遮断量となった。

5. 不浸透域の導入効果 カマ谷流域では、河道周辺の露岩部や山道などの不浸透域とみなせる領域が存在する。このような不浸透域の影響を考慮するため、不浸透域タンクを設け、従来の両用モデルに並列させた。このタンクの流出孔には、表面流を想定しManning型の運動方程式 $Q = aS^m$, $m=5/3$ を採用した。係数 a として、試行的に設定した0.14を採用し、不浸透域の面積率を2%および5%とした場合をCase⑥、⑦とした。表1によると、Case⑥はCase②よりわずかに再現性が向上しているが、Case⑦は逆に悪くなった。現地踏査より河道と山道の面積率は2.5%弱と見積られており、Case⑥で採用した2%はほぼ妥当であろう。

さらに、5mmの遮断タンクと2%の不浸透域を組合せると(Case⑧)、再現性はさらに改善され、最良となった。図1(b)にCase⑧の最適モデル定数を示し、図4に検証期間最終年の再現結果を例示する。

【参考文献】1)角屋・永井：農業土木学会論文集,136,pp.31-38,1988.

表1 モデルの運用ルールと日流出高の相対誤差(%)

Case		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
蒸発散比		—	月別	一定	月別	月別	月別	月別	月別
遮断量 I_m		—	—	—	3 mm	5 mm	—	—	5 mm
不浸透域		—	—	—	—	—	2 %	5 %	2 %
同定期間	1975	20.1	19.3	20.9	18.5	18.6	19.4	21.1	18.3
	1976	15.4	14.0	14.7	13.2	13.2	13.8	14.6	12.2
	1977	26.2	22.9	29.9	22.4	23.0	22.3	22.2	21.2
	1978	22.1	16.8	21.6	17.4	16.1	17.0	19.3	16.4
	平均	20.8	18.3	21.6	17.8	17.7	18.1	19.3	17.0
検証期間	1979	24.0	18.5	20.6	17.9	17.8	18.0	19.2	17.4
	1980	17.0	14.6	16.5	14.8	14.8	14.2	14.9	14.6
	1981	23.4	18.3	22.4	17.3	17.8	17.5	18.3	16.4
	1982	21.9	19.7	23.2	19.7	19.3	19.7	20.8	19.2
	1983	26.8	25.7	26.9	23.8	24.3	25.3	25.8	23.2
	1984	31.5	22.3	28.6	20.8	22.1	21.2	23.0	19.8
	1985	23.8	20.9	26.1	19.7	20.1	20.5	21.9	18.8
	1986	23.6	16.8	21.9	17.5	16.0	18.2	21.4	18.3
	平均	23.8	19.4	23.0	18.8	18.9	19.1	20.4	18.3
	全期間平均	22.8	19.1	22.5	18.5	18.5	18.8	20.1	17.9
	(-4.8)	(-1.4)	(-1.9)	(-1.0)	(-1.4)	(-1.4)	(-1.2)	(-1.3)	

注) () 内の数値は水収支誤差 $\epsilon = (\Sigma Q_c - \Sigma Q_o) / \Sigma Q_o \times 100 (\%)$

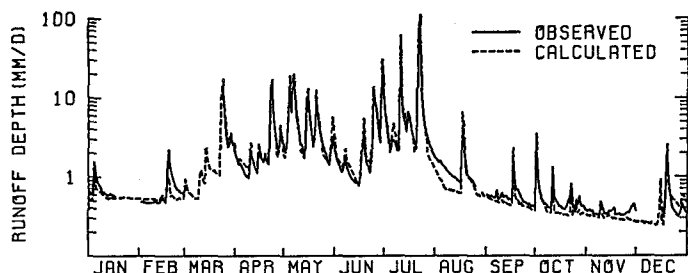


図4 長期流出量の再現結果(1986年)