

II-17 長期・短期の流出率に関する考察

水資源開発公団 正 員 梶尾佳宏
山梨大学工学部 正 員 砂田豊吾

1. はじめに

従来、流出率もしくは損失率は長期・短期流出について個別に定義され、天々の目的に応じて経験的に用いられてきた。いま、新たな試みとして流出の成分を特に考慮することなく、対象期間内での降雨量に対する全流出量の比を流出率として定義してみる。この場合流出成分に関する検討の必要性が軽減される代わりにその期間のとり方が問題となるが、敢えてこの定義に基づいて考察する。すなわち、各種の期間、長期・中期・短期（期間内の降雨の生起時期などを限定する必要があるが…）について一貫した損失の構造と調べようとするものである。この種の検討はやがて遂に、中間流・地下水流等も含む流出の遅れの機構解明にも迫ることができるとはならないかと考えている。

2. 水収支

ある期間における水収支は、 $R = Q + E + \Delta S \dots (1)$ で示される。ここに、 R : 降雨量、 Q : 流出量、 E : 蒸発散量、 ΔS : 流域貯留量の変化であり、各種遮断は E または ΔS に含め、流域外漏水・浸入は無視する。期間のとり方で各項の重みが異なり、例えば長期で $\Delta S/R \approx 0$ 、短期で $E/R \approx 0$ でありこれは従来長期・短期別の流出率の基の根拠でもある。 $L = E + \Delta S$ として損失量と呼ぶ。資料の整備された神流川流域において年間の $\Delta S \approx 0$ として蒸発散量を決め、蒸発散能式による値と比較して示せばFig.1のようになる。時にHamon式によれば、年に関係なく

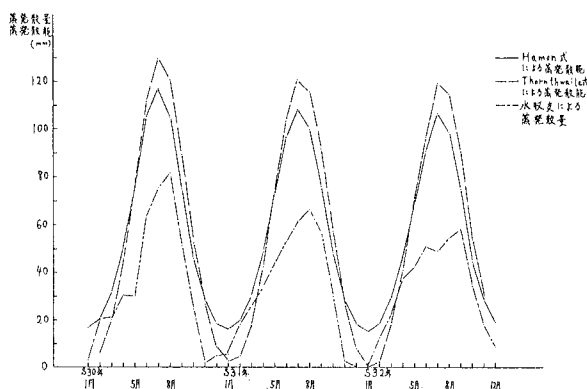


Fig.1 水収支による蒸発散量と蒸発散能(3ヶ月移動平均)

蒸発比がほぼ0.6のときFig.2のようになり大略の蒸発散量の推定が可能であることが判る。(無降雨時に蒸発比が指数減衰するとする場合についても比較検討した。)

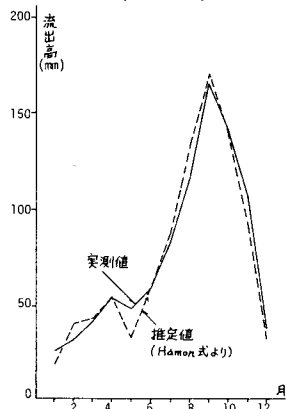


Fig.2 流出高(5.30, 3ヶ月移動平均)

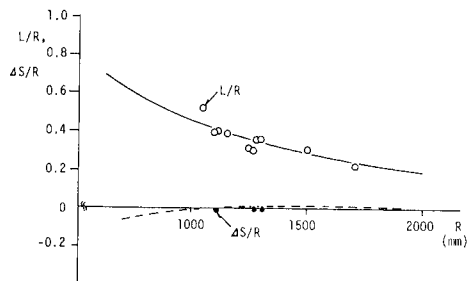


Fig.3 損失率 (a) 期間: 1年

3. 期間による損失の構造

変化

蒸発散量の中～短期の正確な見積りは複段階では容易ではないので、暫く近似として先の蒸発比とHamon式とにより日蒸発散量を求めた。流域の初期貯留量の影響を除くために初期流量の遞減曲線を用いて差し引き、年の違う同一季節の資料を用いて蒸発散の効果の違う5月、8月について前述のような成分を離れ行うことなく解析した。期間を1年、3ヶ月、1ヶ月、10日、7日、5日として調べた損失率の結果の一例を示すとFig.3(a)～(c)のようになる。 $R \rightarrow 0$

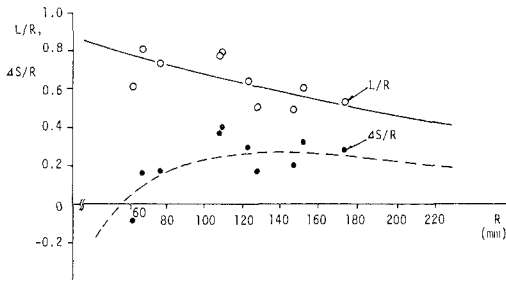


Fig. 3 損失率 (b) 期間: 1ヶ月 (時期: 5月)

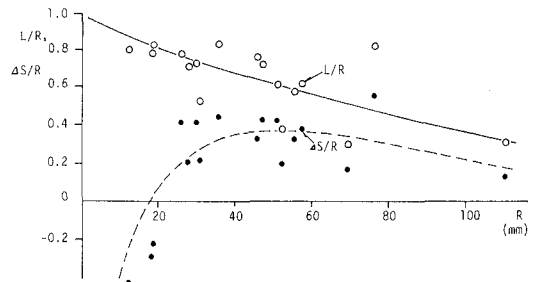


Fig. 3 損失率 (c) 期間: 10日 (時期: 5月)

で $\Delta S/R < 0$ となるのは蒸発散のために降雨による補給以上に流域貯留量が減少していることと示す。期間が短くなるとEの推定がより不十分なこともあり、バラツキが大きくなるが、 $R \rightarrow \infty$ で $\Delta S/R \rightarrow 0$ の傾向にあり、流域には貯留される限界のあることも判る。

4. 流出遅れについての試算

線型の応答関数 $h(\tau)$ とし、時間スケールを拡大して時間間隔を対象期間 (T_1) にとり、平均降雨強度 r_1 に対する対象期間以降に流出する量(強度) $g(x)$ は、 $x = i \cdot T_1$ として離散的に示せば、

$$g(i \cdot T_1) = r_1 T_1 h(i \cdot T_1)$$

この総量は、 T_1 での流域貯留量の変化 ΔS_1 に等しい。すなわち、

$$\Delta S_1 = r_1 T_1 \sum_{i=1}^{\infty} h(i \cdot T_1) \quad \dots (2)$$

期間 $T_2 = 2 \cdot T_1$ における同一降雨強度ともつ場合には、同様に、

$$\Delta S_2 = r_1 T_1^2 [h(T_1) + 2h(2T_1) + 2h(3T_1) + \dots] \quad \dots (3)$$

式(2)、(3)より次式を得る。

$$h(T_1) = \frac{1}{T_1} \left(\frac{\Delta S_1}{r_1 T_1} - \frac{\Delta S_2}{2 r_1 T_1} \right) = \frac{1}{T_1} \left(\frac{\Delta S_1}{R_1} - \frac{\Delta S_2}{R_2} \right) \quad \dots (4)$$

同一規模の平均的な降雨強度が継続するとして、例えば10日間で40mmから1ヶ月120mmのように与え、Fig. 3を用いて $h(\tau)$ と求めれば、Fig. 4のようなになる。($T_2 = 3 \cdot T_1$ のような場合には若干の工夫が必要) $T = 10$ 日までの流出の扱いは降雨が期間前半のものであり、それ以降の月単位の扱いとやや異なっているため $\tau = 20$ 日では他の場合と傾向がずれる。この点をはずすとそれぞれの寸種の降雨規模に対して両対数直線上で $h(\tau)$ は直線的な減少を示す。Fig. 4 (a)、(b)より8月は多量の降雨にもかかわらず活発な蒸発散のために流出が長く続かない傾向にあることが判る、このことは同一の蒸発散のレベルにある5月のグループで少雨(○印)の場合流出遅れが小さくなる傾向と符合する。

5. おわりに

蒸発散量の推定などの精度の低いまま短い解析を進めてみたが比較的明瞭な結果が得られこの種の検討の枠組みが得られたと考えている。ここでの定義による流出率は期間内降雨量の規定のしかたにも関係するため、一般化にはなお若干の議論を要する。蒸発散量の推定を向上させながら、多くの資料による解析を重ねていきたい。

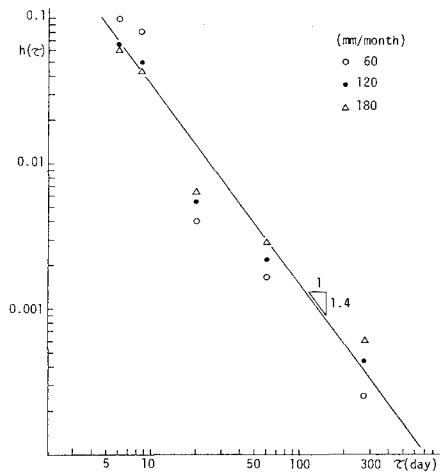


Fig. 4 応答関数 (a) 時期: 5月

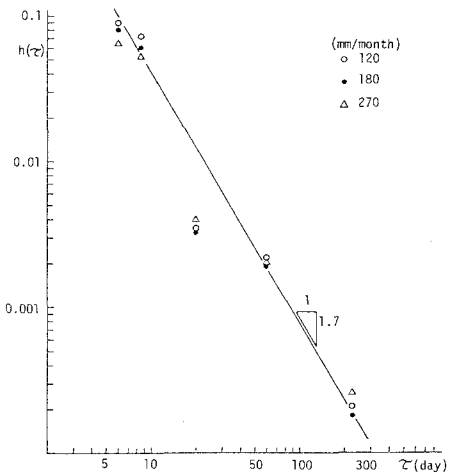


Fig. 4 応答関数 (b) 時期: 8月