

愛知工業大学 土木工学科

正会員

四俣正俊

1. 洪水流量逓減曲線の関数近似

いくつかの流域について洪水流量逓減曲線が長い時間にわたって $A \cdot t^{-\alpha}$ という簡単な関数でよく近似されることが報告されている。^{1),2)} 図-1は長良川の洪水流量逓減部を半月にわたってこの関数で近似した例である。この関数近似は流量の大きいところから小さいところまでひとつの関数でよい近似が得られ、 A, α というわずかなパラメーターしか用いないゆえに、主観が入りにくいという利点をもつが、 $e^{-\lambda t}$ 型の関数近似に比べて流床機理的な観点から説明しにくいという困難さをもっている。

2. 減衰率スペクトルという概念の導入

そこで筆者は $A \cdot t^{-\alpha}$ なる関数を、減衰率入をもつ指数関数成分に分解し、周波数スペクトルとの類似性からこれを減衰率スペクトルと呼ぶことにした。³⁾ まず定積分の公式から $\alpha > 0$ で

$$\int_0^{\infty} e^{-\lambda t} \cdot \lambda^{\alpha-1} \cdot d\lambda = \frac{\Gamma(\alpha+1)}{\alpha} \cdot t^{-\alpha}$$

である。これを变形して

$$\begin{cases} A \cdot t^{-\alpha} = \int_0^{\infty} g(\lambda) \cdot e^{-\lambda(t-t_0)} \cdot d \log_{10} \lambda \\ g(\lambda) = A \cdot \frac{\alpha}{M \cdot \Gamma(\alpha+1)} \cdot \lambda^{\alpha} \cdot e^{-\lambda t_0} \end{cases} \quad \text{ただし } M = \log_{10} e$$

とする。 $g(\lambda)$ が減衰率スペクトルで、周波数の連続スペクトルと同じ形をしている。ただしこの式では $g(\lambda)$ を入の常用対数に対する密度で表現してある。図-2でこれを模式的、近似的に説明する。この図は小さな指数型のタンクを無限に並べた並列タンクモデルを表わす。減衰率スペクトルの強さ $g(\lambda)$ が減衰率入のタンクの水位に相当する。 t_0 は任意の正の値をとることができ、その時点での各タンク内の水位を表わすが、式の形を検討すると次のことがわかる。すなわち横軸に $\log_{10} \lambda$ をとり、縦軸は $g(\lambda)$ を対数で表わすことにすると、減衰率スペクトルのグラフは λ の増加とともに、形を変えずに左下方に平行移動するのである。そこで流量が 1 mm/hour となるような時刻を t_0 として、

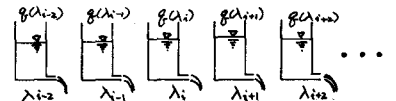
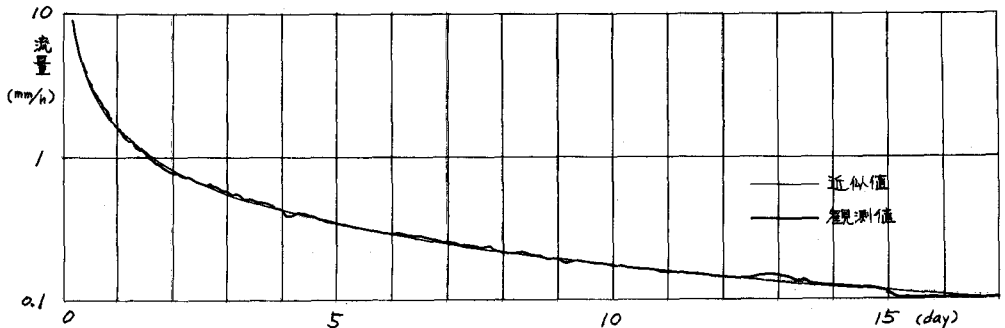


図-2 減衰率スペクトルの説明

図-1 流量逓減部を $A \cdot t^{-\alpha}$ で近似した例(長良川)

いくつかの出水の遙減部の減衰率スペクトルのグラフを描き、それらと比較することにする。

3 各流域における減衰率スペクトル

図-3に梓川(甲府市)、美和小試験地(天竜川水系)、神流川(利根川水系)、相模川、長良川の各流域における減衰率スペクトルを示す。

これらの減衰率スペクトルのグラフは、一流域内でも各出水毎に異なり、というが、流域毎にそれよりも大きい差異を認めることができる。ここにあげた例の中では特に小流域の減衰率スペクトルは特徴的であって、梓川ではピークがとがっており、美和では逆に非常になだらかなのである。減衰率スペクトルがとがっているということは特定の減衰率成分が卓越していることを示し、指數的減衰に近いことを意味する。梓川でピークがとがっていることは、あるいはこの流域が比較的単純なものと関連づけられるかもしれない。各流域内でのあるいは各流域間の減衰率スペクトルの差がもつ意味については、さらに多くの資料について詳しく調べる必要があり、現在作業を進めている。

4 謝辞

各流量データは次の方々の御好意により、いただいたものである。梓川；山梨大学土木工学科荻原研究室。美和小試験地、神流川；建設省土木研究所発行の水文資料。相模川；神奈川県土木部および科学技術庁。長良川；建設省中部地方建設局管川上流工事事務所。貴重な観測成果を利用できたことに深く感謝する次第である。

5 参考文献

- 1) 田原：遙減曲線から流出モデルを決める試み，東京工業大学土木工学科研究報告 No.13, 1972.
- 2) Shubert, G. 他：Power law dependence on time of river flood decay and its relationship to long-term discharge frequency distribution, Water Resources Research, vol. 10, No.1, 1974.
- 3) 田原：洪水流量遙減曲線の解釈(仮題)，発表準備中。

図-3 各流域における減衰率スペクトル →

