

2011年4月12日

新モデルに関する意見書（その1）

日本学術会議 土木工学・建築学委員会
河川流出モデル・基本高水評価検討等分科会

1. パラメータ推定時には流出域モデルのみを用いており、一方、流出計算時に飽和雨量を超えたときには流出域モデルと浸透域モデルの両方を用いている。流出計算時に2つのモデルを用いることは再現性向上に有効であると考えられるが、パラメータ推定時と流出計算時に異なるモデルを用いているにもかかわらず、同じ推定パラメータを用いるのは合理的ではない。流出域モデルで推定されたパラメータは一次推定値と考え、流出域モデルと浸透域モデルの両方を適用する際には、観測データを用いて、再度、最適パラメータを推定すべきである。
2. パラメータ K、P を途中で変更することは、確かにそれぞれの個々の流出形態をよりよく再現することには有効に働く。しかし、モデルのロバストネス(頑健性：異なる事例にあってもモデルの適用性が担保される内的な性質)を損なう可能性があり、昭和 22 年の洪水流出量の算定や確率降雨に対する基本高水算定に用いる手法としては不適と思われるので、パラメータを途中で変更すべきでない。
3. 提案された新モデルにおいて、上記 1 で指摘される最適パラメータを再度推定することに加え、次の方法で貯留関数モデルを構築する手法を開発し、両者の性能を比較することを推奨する。
 - (1) 有効降雨モデルを開発する（※有効降雨モデルの開発は別添参照）。
 - (2) 貯留量－直接流出高の関係図を用いて、できるだけループが閉じるように T1、K、P を推定する。
 - (3) さらに流出域、浸透域に分けることなく、一つの貯留関数で流出計算を行い、観測ハイドログラフにおけるピーク流量と洪水低減部にて計算値が適合するように K、P を調整する。

※別添：有効降雨モデルの開発手法

有効降雨モデルには、雨水保留量曲線（累加雨量－累加保留量曲線）による方法、浸入能方程式による方法、 ϕ インデックス法、カーブナンバー法など多くの選択肢があるが、ここでは、一次流出率と飽和雨量による方法で有効降雨時系列を計算する手順について述べる。

- ① 大出水から小出水までを含む、なるべく多くの出水について、ハイドログラフから直接流出量を分離して、各出水の総雨量(mm)と総直接流出量(mm)を求めておく。
- ② 横軸を総雨量、縦軸を総直接流出量としたグラフに、各出水の点をプロットする。雨量が小さい方の点群を通る平均的な直線(この直線の勾配を一次流出率とする)と、雨量が大きい方の点群の下限を包絡する勾配が 1.0 の直線を求め、その交点の雨量値を飽和雨量とする。この飽和雨量は、当該流域の最大値に相当する。
- ③ 特定の出水を解析する場合（事後解析）は、有効雨量と直接流出量を合致させる。しかしながら、特定の出水については、②で設定した折れ線が当該出水のプロット点を通るとは限らない。そこで、一次流出率については、②で求めたものをそのまま採用し、飽和雨量だけを調整して、折れ線が当該出水のプロット点を通るようにする。
- ④ 流出モデルに入力する有効降雨時系列の求め方は次の通りである。累加雨量が飽和雨量に達するまでは、各時間の観測雨量に一次流出率を乗じたものを有効雨量とする。累加雨量が飽和雨量に達した後は、各時間の観測降雨に飽和流出率を乗じたものを有効雨量とする。

<初期損失量を考慮する場合>

上記方法の適用に当たって、ハイドログラフ立ち上がり前に降った雨を初期損失とし、これを有効降雨から除外したいときは、立ち上がり点より前の有効雨量を全て0とする。その後の整理には、次の2通りが考えられる。

方法1) 観測総雨量から初期損失量を差し引いた雨量を求めておき、この雨量に対して①～④の作業を行う。ただし、この方法での飽和雨量は、初期損失分を含まない値であり、④における累加雨量は、降雨開始からの雨量ではなく、ハイドログラフ立ち上がり点以降の雨量となる点に注意すること。

方法2) ②において、折れ線グラフを当てはめる際に、原点からではなく、平均的な初期損失量だけ右にずらした横軸上の点から直線を立ち上げる。また、③で特定出水に対する解析を行う際には、当該出水の実際の初期損失量だけ右にずらした横軸上の点から直線を立ち上げる。この方法での飽和雨量は、初期損失分を含めた値であり、④における累加雨量は、降雨開始からの雨量となる。

なお、有効降雨モデルをあらかじめ決定する場合は、遅れ時間が未定であるから、とりあえず遅れ時間のことは考えなくてよい。有効雨量を計算する時点で遅れ時間を考えなくても、初期損失量に若干の違いが生じるだけである。流出計算を実施する際に、遅れ時間を導入すればよい。