

「貯留関数法」は一般名詞か、固有名詞か？

* 吉谷純一



1. はじめに

表題は、平成24年6月に公表された河川砂防技術基準調査編（以下、調査編）の第3章第2節流出解析の全面改定原稿の執筆に当たって生じた疑問のひとつです。貯留関数法は、木村俊晃元土木研究所水文研究室長により開発され、我が国の洪水流出解析に広く用いられるようになった流出モデルです。昭和36年の土木技術資料は、初めて貯留関数法が公表された文献として引用されています。ですから、私は貯留関数法という言葉は木村が開発した流出モデルの名前、すなわち、固有名詞と認識していました。しかし、最近、学者を中心に必ずしもそう認識しない方が多数いることを知りました。貯留関数法をどちらの名詞として書くべきかを考えるうち、この認識の違いは単なる呼称の問題ではかたづけられない、もっと根源的な問題に起因していると思うようになりました。こう思うに至った経緯を説明します。

2. 二つの貯留関数法

木村の貯留関数法は、流域を流出域と浸透域に2分し、流出域、浸透域それぞれからの流出量を計算し、これらの合計を全流域からの流出量とする計算法をとります。全流域に対する流出域の割合は、一次流出率(f_l)と呼ばれるある一定割合ですが、積算雨量がある閾値（飽和雨量、 R_{sa} ）を超えると全流域に拡大するとします。一方、同じく貯留関数法と呼ばれても、計算方法が異なる場合もあります。その典型は、流域を2分することなしに、あらかじめ求めた有効降雨を入力として計算する方法です。有効降雨の計算は、降雨×流出率とし、流出率は積算雨量が飽和雨量値(R_{sa})までは f_l 、それを超えると f_{sa} （1の場合が多い）とします。大学では、後者が木村の貯留関数法であると誤解される場合も多く、また、たとえば誤解がなくとも、貯留関数法は貯留方程式を用

いるすべての手法を意味する一般名詞であり、木村が提案した貯留関数法を、特定の計算手法を採用しているという意味を込めて“木村の貯留関数法”と呼ぶこともあります。

しかし、最初に貯留関数法を公表し、実務で普及させたのは木村であることは明白ですから、私は貯留関数法を固有名詞としたかったのですが、そう認識しない方が多数いる現状を配慮し、調査編では貯留関数法は一般名詞として記載し、2つの貯留関数法をそれぞれ「木村の貯留関数法」、「浸透域と流出域に分割せず有効降雨を設定する貯留関数法」と呼ぶことにしました。

3. 流出モデルの暖簾分け

上記のように、特定の決められた流出モデルに修正や付加機能を加えた場合、オリジナルの計算手法とは異なり、修正や付加部分があることが分かるように「〇〇する貯留関数法」といった呼び方をすべきことは誰でも理解できると思います。ではどの程度までの修正なら、オリジナルの名前の名乗ることができるのかという疑問が生じました。いわば、流出モデルの暖簾分けをするときの要件は何かという疑問です。暖簾分けは、創始者が暖簾にこめたコアとなる技術やサービス、あるいは信条等が、継承されているかを判断して決めるはずですが、流出モデルも同様に、開発者が判断すべきなのでしょうが、今となっては残された文献から開発者の意図をくみ取り判断するしかありません。

木村の貯留関数法は、昭和36年の土木技術資料、さらにその詳細を記載した学位論文からその範囲を推測することができます。これから推測すると「浸透域と流出域に分割せず有効降雨を設定する」計算法は、洪水の水収支を観測値から計算するのが前提になりますが、当時は流量観測値がピーク前後の一部しかなく総流出量を計算できない場合がよくあります。その場合でも、手計算でできる範囲で定数解析ができ、浸透域と流出域に分割することで累積降雨が大きくなるとピーク流

*国土交通省国土技術政策総合研究所河川研究部流域管理研究官

量が急激に大きくなる現象を再現できるようにしたのが特徴と、私は水文研究室時代の上司から聞いていました。今は、水収支の算出は問題なくできますので、それに合わせた改変をしたのが「浸透域と流出域に分割せず有効降雨を設定する」計算法とすると、これを新貯留関数法と呼んで良いのかもしれませんが、詳しい解説が残されていないため、開発者の真意をくみ取るのには無理があり、何とも言えません。

一方、日本生まれで世界的に著名なタンクモデルの開発者、菅原正巳氏は、タンクモデルを世界各地の流域に適用させるためのモデル構造の改変方法とその考え方を詳細に記載した書籍をいくつか残していますので、これらから開発者が考えをかなり知ることができます。タンクモデルは直列に4段のタンクを並べる構造が基本ですが、流出の特性に応じて、タンク数をフレキシブルに増減させます。並列に並べることもあります。しかし、一つのタンクにある孔の数や孔からの流出を水位に比例した流出量があるとする線形の計算式を用いる部分は一切変更していません。ですから、タンクの数はいくつでも、またその配列をどのように変更してもタンクモデルと呼ぶことができますが、異なる流出計算式を適用するならばやタンクモデルではなく、違う名称にすべきでしょう。

貯留関数法とタンクモデル開発者が執筆した文献を、名称利用の範囲を確かめるという意識で読み返すと、累積降雨が大きくなると流出量は急増する現象、減水の半減期が途中で切り替わるように長くなるといった、既存の手法ではなかなか再現できない流出の特徴を再現するために独自の構造を持つモデルを提案したということが良く理解できます。

このような流出モデル研究は、昭和50年代頃までの文献から理解することができますが、それ以降の水文学では、海外での研究も含めて、降雨から流出までの個々の水文過程を物理的に追跡しモデル化する研究に主眼が置かれ、目的に応じたモデル構造の構築といった工学的な観点が希薄になってしまい、このような知見の蓄積はほとんどなされなくなってしまうと認識しています。

4. 何を同定するか

調査編執筆にあたり、用語の一貫した利用のため、

貯留関数法以外にも、主要な用語の定義を整理しました。その一つは「同定」です。同定は同じに定めるという意味ですが、水文学ではしばしば適切な定数値の設定（パラメータのチューニング、定数解析）の意味で用いられることがあります。しかし、数字である定数を何かと同じにするという表現は意味不明です。

ある学識経験者から、正しい同定の概念は、制御工学における「システム同定」にあると教えてもらいましたので、制御工学の教科書を調べてみました。教科書には、システム同定は「対象とする動的システムの入出力データの測定値から、ある目的のもとで、対象と同一であることを証明できるような、なんらかの数学モデルを作成すること」であり、同定は「制御系を構築する上で重要な特性が盛り込まれているとき同一とみなすこと」という定義が明記されています。これは、流出解析にほぼ当てはまる概念で、第3章第2節流出解析の構成を決めるときに大いに参考になりました。

もし水文分野の研究者がこのシステム同定を意識していれば、同定という用語を不適切に利用することはないでしょうし、目的設定とそれに適したモデル構造の選定を重視したはずですが、旧水文研究室を含む水文分野ではそのような意識は全般的に希薄だったと感じます。

5. おわりに

流出モデルの名称利用の範囲に関する疑問も、用語の定義の明確化も、目的の設定とそれに適した構造の決定という考えが希薄であったことに密接に関係していることが分かりました。

用語の使い方を厳格にすることは体裁を良くする、あるいは文章をわかりやすくするためだけではありません。用語の使い方の乱れは、生産システムが設計どおりに機能しないために発生する不良品のようなものであるというのが本稿の結論です。不良品は見つけるたびに修正するのではなく、発生原因を見つけ、不良品が発生しないようシステムを修正するのが基本です。今後、このような意識を持つよう、研究を進めたいと思う次第です。