

京都大学工学部 正員

高棹琢馬

京都大学工学部 正員

椎葉充晴

京都大学工学部 正員

堀 智晴

京都大学大学院 学生員

鈴木俊朗

京都大学大学院 学生員

○市川 温

1. 本研究の目的 分布型流出モデルは河道や斜面といった流域要素を単一の部分モデルとして表現し、これらを複数接続して流域全体を表現する。分布型モデルの利点は流域が局地的に変化しても、その部分だけを修正あるいは変更すれば良いということである。

現在用いられているコンピュータ援用型の分布型モデルの多くは約 30 年前に開発されたモデルである。これらのモデルは開発機関による幾多の改良・修正のプロセスを経てきた。しかしその結果、これらのモデルのソースコードは膨大なものとなり、ユーザーによるモデルの修正、あるいは追加といったことは事実上不可能で、上述の分布型モデルの利点とは大きく矛盾したものとなっている。

そこで本研究では、本当の意味で分布型モデルの利点を実現する新しい流出モデル構築システムを提案する。

2. 流出モデル構築への新しいアプローチ 既存流出モデルの問題点を一言でいうと、部分的なモデルの追加や変更が容易でないということになる。これは部分モデルが全体モデルから充分に分離されていないことに起因していると考えられる。そこで本研究では、

部分モデルという部品の組み合わせによって全体モデルを構成する。

というアプローチをとることで、モデリングの簡素化を実現する。このアプローチから導かれる簡素化の方法としては、以下の三つが考えられる。

1. 部分モデルの構築作業の簡素化、すなわち、部分モデルの部品化
2. 部分モデルのライブラリの構築
3. 部分モデル相互の接続作業の簡素化

特に1は、このアプローチの基本概念といえる。したがってまず1を実現しなければならない。

3. 部分モデルの部品化 まず部品化の条件として、

- 決った手続きに従えば、部分モデルを自由に接続できること。
- 新たなモデルを付加することで、全体モデルの機能が失われないこと。

の二つが挙げられる。

流出モデルは一般に、

- 動特性や部分システムの結合関係に関する機能
- 数値モデルに関する機能

の二つの機能を有する。その内容は後者はモデルごとに異なるが、前者は全てのモデルに共通である。後者も内容こそ異なるが、流出計算を行うこと自体は共通である。これらの共通部分の仕様を規格化すれば、ある部分モデルをあたかも部品であるかのように別の部分モデルと交換しても流出モデルは全体として円滑に作動するであろう。このように部分モデルの部品化とはモデルの共通部分の仕様を規格化することをいう。

4. オブジェクト指向言語による流域要素モデルの実現 部分モデルの規格化・部品化を実現するために本研究では、オブジェクト指向言語 C++ を用いることにした。オブジェクト指向言語に備わっている継承、多態性という二つの概念を利用することで部品化が容易に実現できるからである。これらの概念を簡単に説明する。

継承 仮に、A, B という二つのモデルがあるとする。A の機能を B にも持たせたいとき、その機能を B で繰り返し定義するのではなく、B を A から派生させることによって A の機能を B に持たすことができる。これが継承である。B では A からの派生宣言と B 独自の機能のみ記述すればよい。

多態性 A の機能を B も持つが、その内容は異なる場合、A ではその機能を備えることのみを宣言

して、Bで機能の内容を独自に定義することを多態性という。

本研究で以上の二つの概念をどのように利用して部分モデルの部品化を実現したかという以下の通りである。

ステップ1: 基本部分モデルの作成 基本部分モデルとは先ほど述べた流出モデルの共通部分のみを有するモデルである。このモデルでは、動的機能、接続機能の内容を定義し、流出計算に関する機能を有するという宣言を行う(多態性を利用して、内容の定義は行わない)。

ステップ2: 継承を利用した部分モデルの作成 部分モデルを基本部分モデルから派生して作成する。このようにすれば、部分モデルには基本部分モデルの機能である動的機能、接続機能がその内容と共に継承され、これらの機能は全ての部分モデルで共通になる。また、基本部分モデルでは内容を定義していなかった流出計算に関する機能についてはその定義を行う。さらに部分モデル独自の機能を持たせるのであればその定義を行う。

5. 流域要素モデルライブラリの構築 部分モデルの部品化が実現されたところで、次は流域要素モデルライブラリの構築である。充実したライブラリが構築されれば、流出モデルの構築は必要なモデルを選択してパラメータや初期値を同定する作業に簡素化できる。

基本的な流域要素モデルとして、表1の様なモデルを作成した。当然これらは基本部分モデルを継承している。作成方法の流れは図1の通りである。

表1 流域要素モデルの例

貯水池モデル	線形貯水池モデル
	非線形貯水池モデル
河道モデル	線形 kinematic wave モデル
	非線形 kinematic wave モデル
	線形 diffusion wave モデル
斜面モデル	非線形 kinematic wave モデル
合流モデル	単純な足し合わせのモデル
降雨強度計算モデル	降雨平面モデル

6. 実流域への適用 本システムの適用性を検討するため、作成した流域要素モデルを実際に構成し、木津川の支川である服部川流域の流出シミュレーション

基本部分モデルからの派生宣言



パラメータ・状態量の定義



- ・パラメータの設定機能の定義
- ・初期状態量の設定機能の定義
- ・流出計算機能の定義
- ・計算時間間隔設定機能の定義

図1 要素モデル作成の流れ

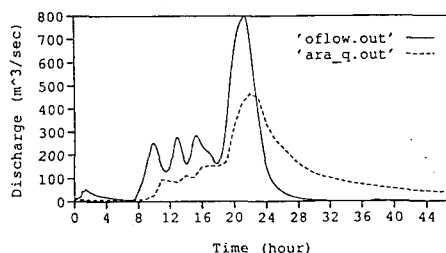


図2 計算結果

を行った。使用した要素モデルの総数は52個である。シミュレーションに要した時間は約20分である。結果を図2に示す。あまりよい結果とはいえないが、今回はパラメータの同定を行っていない。パラメータをあわせることで計算結果と観測データとの乖離は小さくできると考えられる。

7. 結論 本モデルライブラリの構築により、流出モデル構築作業は必要な流域要素モデルを選択し、それらを自由に接続し、初期値、パラメータを同定する作業に簡素化された。このことにより、モデルのソースコードの詳細な理解を必要とせず、容易に流出モデルを構築できるようになった。今後の課題としては、

1. ライブラリの充実
2. 地形情報、土地被覆情報、過去の観測データ等からパラメータを決定するシステムの構築
3. 部分モデル接続作業の簡素化
4. 計算時間の短縮

などが挙げられる。

参考文献

Victor Miguel Ponce : Engineering Hydrology - Principles and Practices -, Prentice Hall, Inc., New Jersey, 640pp., 1989.