

第II部門 構造的モデル化法による二次元非定常流モデルの要素モデル化と 宍道湖－中海水系への適用

京都大学大学院 学生員 ○ 山下大輔
京都大学大学院 正員 市川 温
京都大学大学院 正員 椎葉充晴

1 はじめに 斐伊川流域は、その下流に、宍道湖、中海という2つの湖を抱えている。これらの湖の周辺には、松江市、出雲市の2つの中核的都市が存在しているが、斐伊川－宍道湖－中海の水位が高くなることによって、周辺地域が浸水するということがしばしば起こる。とくに、宍道湖と中海の水位差が非常に小さいため、両湖の水位の関係が斐伊川からの出水の排水プロセスに大きく影響する。したがって、斐伊川水系の出水過程を詳細に解明するためには、流域からの降雨流出、河川網を流下する洪水流、湖水の流動、内外水氾濫など、特徴の異なる水の動態をその相互をも考慮しつつ解析する総合的なモデルが必要となる。本研究では、そのような総合的な水動態モデルの構築を念頭におき、湖水の流動を表現する二次元非定常流モデルを構造的モデル化法によって要素モデル化する。

2 二次元非定常モデルの要素モデル化

2.1 基礎方程式 本研究で対象としている宍道湖と中海を浅水湖とみなす。浅水湖における湖流は、流れに関する三次元の運動方程式と連続式を「密度は一定である」、「鉛直方向の加速度が重力加速度に比べて十分小さい」、「流速の水深方向の変化は小さい」という仮定をおいて水深方向に積分した二次元非定常流モデルで記述することができる [1]。

2.2 数値解析 本研究では数値解法としてリープフロッグ法を用いる。リープフロッグ法は基礎式を連立し解くために、求めるべき従属変数を空間的に千鳥格子状に配置し、流量フラックスと水深の計算を時間的に交互に行う。

2.3 境界条件 境界条件として本研究ではまず、斐伊川が宍道湖に流入する断面では、斐伊川の天津地点で観測された流量を断面幅 (200m) で除した値をフ

ラックスとして与えた。その断面以外の湖岸を形成する断面ではフラックスを0とした。また、中海は境水道を経て日本海に通じており、潮位変動の影響を強く受けている。そこで、中海から境水道につながる江島地点の観測水位も境界条件として与えた。

2.4 構造的モデル化法による要素モデル化 構造的モデル化法とは、水理水文モデルの構成を支援する手法である。その利点は、個々の要素過程を表現するモデル (要素モデル) の作成を容易にし、かつ複数の要素モデルから流域規模の水動態モデルを構築する作業を容易にする点にある。

要素モデルの作成は、水理水文要素モデルに共通な構造や作業を抽出し規格化した基本型要素モデルによって実現されている。

流域規模の水動態モデルの構築は、要素モデル間、要素モデルとファイル間の授受を行う端子機構によって実現されている。今回構築された要素モデルにおいて、必要なパラメタに計算時間間隔、水の密度、 x 方向のメッシュの間隔、重力加速度、 y 方向のメッシュの間隔、 x 方向のメッシュの数、 y 方向のメッシュの数、マニングの粗度係数、地盤高を用意し、定められた書式のファイルからそれぞれの数値を読み取る。

3 宍道湖－中海水系への適用

3.1 宍道湖－中海水系の概要 斐伊川水系は大小200以上の河川から構成されている。そのうち斐伊川をはじめ約30の河川が宍道湖に直接流入し、中海へは、飯梨川をはじめとする約20の河川が中海に直接流入している。また、宍道湖から中海を経て日本海に出るまでの区間はほとんど高低差がないため、洪水時などでも水が非常にゆっくり流れる特徴がある。また2つの湖をつなぐ大橋川は川幅が約120mと非常に狭く、水面勾配がほとんどないため洪水が流れにくいという特徴がある。

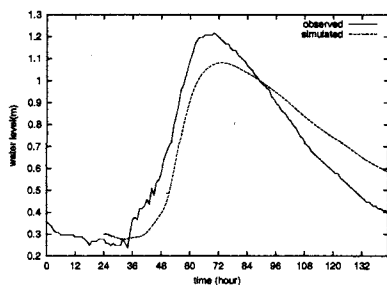


図1 浜佐陀での水位の比較

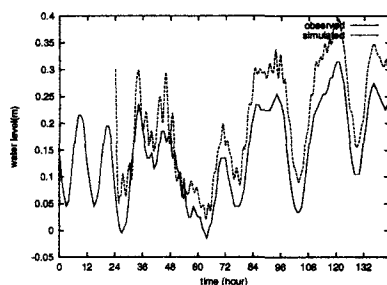


図2 中海湖心観測所での水位の比較

3.2 適用期間と使用した水文気象データ 今回モデルで計算する期間は1983年の台風10号来襲時の108時間である。マニング係数は0.0026とした。地盤高のデータについては平成12年度に実施された、宍道湖・中海湖底形状調査業務のデータを利用する。計算の初期値として宍道湖-中海全域において流量フラックスには0を与え、水位には両湖の平均水位を与えた。また、境界条件として使用したデータは、斐伊川の流量のデータと流出点となる中海江島の水位のデータである。

3.3 宍道湖における水位の比較 図1は宍道湖の浜佐陀地点における計算水位と観測水位を比較したもので、この図より、どちらの観測点の比較でもモデルによる計算値は最大水深が約0.2mほど低くなっている。また両観測地点ともに、水位の上がり始める時間が観測データに比べて計算データのほうが3時間程遅れていることがグラフより見てとれる。またピーク後の水位低下速度が、観測値に比べてモデルによる計算値はあきらかに遅く、水位が緩やかに低下しているという点が挙げられる。

3.4 中海における水位の比較 図2は中海の湖心観測所における計算水位と観測水位を比較したもので、この図より計算値の水位のほうが、観測値に比べて多少水位が高くなっていることが見てとれるが、ほぼ一致していると言える。観測値の水位のほうが計算値の水位より高くなっているという結果は、宍道湖の場合と逆の結果になっている。

3.4.1 宍道湖における流速分布

洪水波が流入する前では、宍道湖全体で流れは非常に小さく、大橋川付近にのみ流速が生じることが

分かった。斐伊川からの大量流入時には流入点付近では非常に流速が大きくなるが、やはり宍道湖湖心あたりでは大きな変化は見られないことが分かる。

3.4.2 宍道湖における流速分布

中海においては、境水道が川幅420mと大橋川に比べて3倍以上広いため潮の満ち引きに大きく影響されていることが分かった。斐伊川から宍道湖へ大量の流入がある時は、大橋川ではある程度流速が大きくなっているが大橋川からの流速はあまり中海全体には影響を及ぼさない。

4 結論 本研究では、内水災害をしばしば引き起こす宍道湖、中海の両湖の出水過程を詳細に解明することを目的として、二次元非定常流モデルの要素モデル化を行った。風、降雨等の影響を考慮してないにもかかわらず、計算水位は観測水位に近い結果が得られた。流速のデータに関しては、本当に正確な結果が得られているかどうかは判別することができない。

今後の課題は、湖水の挙動に影響する風や降雨等の外的要素をモデルに組み込むこと、ならびに要素モデル化した二次元非定常流モデルを降雨流出モデルや、河川網における洪水流要素モデル等と結合して、水系全体の総合的な水動態モデルを構築することである。今回は斐伊川の天津地点の流量のみを考えているが、いずれは斐伊川流域全体の解析を行えるようにする。

参考文献

- [1] 井上和也：開水路非定常流の数値計算法とその水工学への応用に関する研究, pp.147-170, 1986.