

砂防分野における 数値シミュレーション



公益社団法人砂防学会 会長
京都大学 防災研究所 教授
ふじた まさはる
藤田 正治

土石流や斜面崩壊、河床変動、土砂・洪水氾濫、火砕流、溶岩流などの土砂災害の原因となる現象の数値シミュレーションモデルが多数開発され、研究面だけでなく現象の予測・再現に利用され、砂防施設の効果の評価にも活用されている。また、現在の河川砂防技術基準では、計画流出土砂量を降雨流出解析と河床変動計算に基づいて設定することを基本とすることが記載されており、現在、多くの河川に対して土砂・洪水氾濫の数値解析が実施されている。砂防計画に河床変動計算が使われるのは、土砂水理学の研究を行ってきた筆者にとっては、画期的なことであり感慨深いものがある。シミュレーションの利点は任意の条件に対する諸現象の理解が進むことであり、過去の降雨量を上回る極端な降雨条件も設定することができ、このとき発生すると考えられる土砂移動現象を表現できることである。気候変動の影響で記録更新の大雨による大規模土砂災害が頻発する現状を鑑みると、シミュレーションの活躍の場はますます広がるものと思われる。一方、シミュレーションの計算精度の問題は依然残されており、計算結果の信頼性が問題なく高いとは言えない。河床変動解析で計算される計画流出土砂量と降雨流出解析で計算される計画洪水流量を比べたとき、河川流量のデータが充実している降雨流出解析の精度は高く、計画降雨量に対する洪水流量の確からしさは流出土砂量のそれより高い。開発者の努力で数値計算自身の技術は向上しているが、不明確な条件も多く、そのために十分よい精度が得られないという側面もある。流出土砂量の信頼性を高めるためには、河床変動や流砂量、流量、河床材料の粒度分布、土砂生産量などの観測データをもっと充実させなければならない。

シミュレーションの解像度は小さい方が局地的な情報も得られるので望ましいが、計算負荷や計算精度の面で問題もある。研究者は高精度・高解像度のモデルの開発を目指す、土砂災害の特性を考慮して土砂災害対策に有用な情報となるような精度と解像度のモデルを開発することが大事である。最近、筆者らは豪雨時のマルチハザードシミュレータを開発し、土砂災害に対するソフト対策への応用を考えている。土砂災害と関係するハザードとして、崩壊、土石流、河道における土砂の堆積と侵食、洪水氾濫などを流域スケールで解析し、流域内の土砂災害リスクの時空間変化を提示するものである。斜面

や河道の解像度は数十メートルから数百メートル程度であり細かくない。土砂災害の特性の一つはそのリスクが局所的に異なることであるので細かい解像度が必要であるが、細かい分はずれも多くなるので、大きな解像度でも正確な情報の方が有用であると考えている。このシミュレーターは連続して発生するハザードが解析できるため、防災教育や避難行動のシミュレーションにも役立つことができる。

一方、土石流による被災リスクは数メートル離れるだけで大きく変わるので、土石流の氾濫シミュレーションの解像度は細かい方が望ましい。現在、活用されている Morpho2DH や Hyper KANAKO は家屋一軒一軒を考慮した解析ができる。土砂災害警戒区域は地形条件から決められるが、シミュレーションによると土石流の流動範囲や流体力が解析されるので、土砂災害警戒区域内の土石流被害のリスク分布が評価できる。さらにはリアルタイムハザードマップへの活用も見込まれ、緊急避難場所の特定にも使うことができる。しかし、大きな問題は計算結果の信頼性であろう。リアルタイムハザードマップや緊急避難場所は人命に関わることであり、その設定は慎重にならざるを得ない。したがって、結果の信頼性が高くなければ活用することは難しい。計算条件を正確に与えることができれば計算精度はある程度確保することができるが、シミュレーションでは表しきれないドラスティックな現象が土石流の流動に影響し、土石流の影響範囲が変化することもある。そうなれば信頼性は失われるので、このような変化の幅を示すことができれば活用しやすくなると思われる。

最近のシミュレーターはGUIが装備されており、シミュレーションの煩わしさの一つを取り除いている。その反面、だれでも簡単に結果が得られるようになると、色々な問題も生じる。最低、水理学や土砂水理学の基礎くらいは学習している人が利用することが必要だと思う。ただ、利用者の範囲を広げることは砂防分野における数値シミュレーションのさらなる活用につながると思われる。そうであれば、間違った計算条件を入れたときに、シミュレーターが修正を要求し、計算結果を専門家が目で見て妥当性を判断するように、シミュレーターが妥当性を判定するようなAI支援ツール付きの次世代のシミュレーターの開発が期待される。