

NEWS LETTER

2016年12月

Vol.
5

$$\nabla \cdot \left(\frac{Kk_{rw}R_s}{\mu_w B_w} \nabla \Psi_{cw} \right) + \nabla \cdot \left(D_s \nabla \frac{R_s}{\alpha_{cw}} \right) - q_{cs} = \frac{\partial}{\partial t} \left(\phi \frac{S_w R_s}{B_w} \right)$$

$$\nabla \cdot \left(\rho_w \frac{Kk_{rw}}{\mu_w} \nabla \Psi_w \right) + m_{wv} - q_w = \frac{\partial(\rho_w \phi S_w)}{\partial t}$$

$$\nabla \cdot \left(\rho_g \frac{Kk_{rg}}{\mu_g} \nabla \Psi_g \right) - q_g = \frac{\partial(\rho_g \phi S_g)}{\partial t}$$

$$\nabla \cdot \left(\rho_g \frac{Kk_{rg}R_{wv}}{\mu_g} \nabla \Psi_g \right) + \nabla \cdot D_{wv} \nabla (\rho_g R_{wv}) - \eta_{wv} - q_g R_{wv} = \frac{\partial(\rho_g \phi S_g R_{wv})}{\partial t}$$

$$\nabla \cdot \left(\rho_w \frac{Kk_{rw}H_w}{\mu_w} \nabla \Psi_w \right) + \nabla \cdot \lambda_w (\nabla T_w) + (m_{wv} - q_w)H_w + E_{wg} + E_{ws} + cF_w = \frac{\partial(\rho_w \phi S_w U_w)}{\partial t}$$

$$\begin{aligned} \nabla \cdot \left(\rho_g \frac{Kk_{rg}(H_g + R_{wv}H_{wv})}{\mu_g} \nabla \Psi_g \right) + \nabla \cdot D_{wv} H_{wv} \nabla (\rho_g R_{wv}) + \nabla \cdot \lambda_g (\nabla T_g) - q_g H_g \\ - (m_{wv} + q_g R_{wv})H_{wv} - E_{wg} + E_{gs} + cF_g = \frac{\partial[\rho_g \phi S_g (U_g + U_{wv}R_{wv})]}{\partial t} \end{aligned}$$

$$\nabla \cdot \lambda_s (\nabla T_s) - E_{gs} - E_{ws} + cF_s = \frac{\partial}{\partial t} [\rho_s (1 - \phi) U_s]$$



第2フェーズのプロジェクト 計画

COI-S 研究リーダー

国立研究開発法人 海洋研究開発機構 地球情報基盤センター長

高橋 桂子

9年間を通して実施予定の本プロジェクトは、3年ごとに第1、2、3フェーズとして研究開発が進められています。本年度は、第2フェーズの1年目にあたり、昨年度までの第1フェーズでは、大気、海洋、陸面、地下の水の流れや水が運ぶ熱の流れを連動してシミュレーションができる3次元水大循環モデルを開発しましたこのモデルにより、過去にさかのぼって水の循環がどのようになっていたか、現状はどうか、そして将来はどのように変化するかについての検討が可能になりました。

これらの検討を開始するには、シミュレーションを開始する際に設定する初期のデータが必要になります。この初期データから設定した地球の状態から、数学的に連立偏微分方程式系の解を計算して、過去、現在、未来の地球状態を再現することができます。データとしては、計算を始める前に、土地利用のデータ、建物の分布データ、人の活動が起源の水の使い方データ（揚水地点とその量、上下水道量など）が必要になります。これらのデータについて、第1フェーズでは1975年～2005年の約30年間のデータを整備しました。

第2フェーズでは、上記第1フェーズで完成させた水大循環モデルと整備したデータを活用して、まず1975年～2005年に劇的に変化をとげた首都流域圏（東京湾を囲む流域）の地下水位の再現とその主要因を明らかにします。人の活動のひとつである揚水の30年の変化が、地下水の分布にどのような変化や影響を与えたのかをシミュレーションによって明らかにしたいと考えています。加えて第2フェーズでは、石川幹子先生（中央大学）を中心に、水大循環モデルを活用してその成果を具体的な社会実装につなげる挑戦をしていきます。東京都の神田川流域、川崎市など、具体的な地域環境の向上に活用できるような成果を挙げたいと考えています。

水環境に関する研究や技術開発は、地面の表層の水や地下水の流れだけでなく、気候変動に関連する水環境の変化の研究、水質や水によって運ばれる熱の研究、農業や産業に利用される水の研究など多彩なテーマがあり、包括的に水の環境をとらえていく必要があります。第2フェーズではこのことをさらに意識して、様々な対象をテーマとする研究者との情報交換や、社会実装に関連して地域の環境保存を推進している方々との交流も活発にしていきたいと考えています。

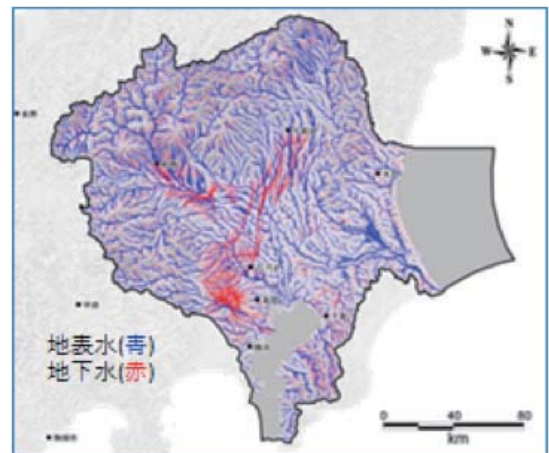


図1. 水大循環モデルを用いてテストシミュレーションをした結果得られた地下水と表層水の分布。

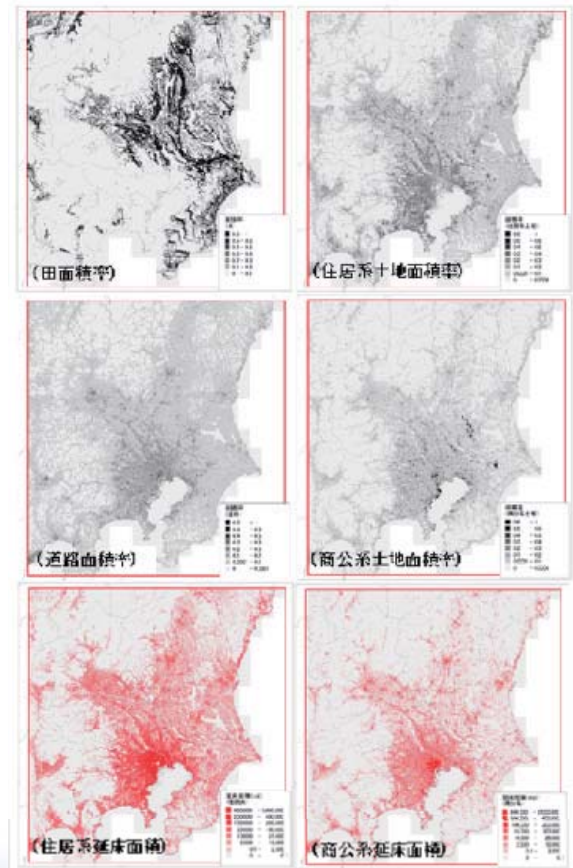


図2. 水大循環モデルによるシミュレーションに使用するデータの例。

台風10号と洪水氾濫・土砂災害

東京大学名誉教授
株式会社 地圏環境テクノロジー
代表取締役 **登坂 博行**



1. はじめに

2016年も世界で水の災害が多数発生した。日本では8月を中心に6個の台風が上陸し、2004年の10個以来2番目の多さとなった。中でも台風10号は特異な動きをして、東北・北海道を中心に大きな水・土砂災害をもたらした。

世界の様々な報道を見ると、中国では5月頃から7月にかけて長江中流部や東北部まで多数の水災害に見舞われた。欧州においても、5月末から6月初めにかけて、パリのセヌ川が氾濫し、南ドイツでは記録的大雨による氾濫があった。さらに、ロシア、インド、インドネシア、北米、中米、南米などでも比較的大きな水害が発生した。水循環による災害というのはまだまだ人間が制御も防御もできないスケールを持っていることが実感される。

本稿では、2016年の奇妙ですさまじかった台風10号について紹介し、後半で洪水と流域全体の関係に言及したい。

2. 台風10号の奇妙な動きとその被害

当時の情報を要約すれば、台風10号は次のような動きをした。2016年8月15日ごろ、図1の線の右端付近で低圧部が発生し、8月16日夜に八丈島付近（線の交点付近）で熱帯低気圧に発達、その後21日にゆっくりと南下を始め、24日未明（一番南の付近）に強い台風となった。28日15時には最低気圧940hPaの大型で非常に強い台風となり、30日18時ごろ岩手県大船渡市付近に上陸、31日0時頃日本海で温帯低気圧に変わり、31日9時には消滅したとされる¹⁾。



図1. 台風10号の軌跡¹⁾

この台風は、西日本から東北・北海道に時間雨量70～80mm、累積雨量250～350mmの雨をもたらした。岩手県岩泉町では小本川（図2）の急激な水位上昇・氾濫により、高齢者施設（グループホーム）で9人の生命が奪われた。また、一帯で住宅半壊・全壊が500戸以上におよび、多数の集落の孤立なども起こった。北海道では8月17日から台風7、11、9号が上陸し、10号が30日に大雨をもたらした。このため、25の河川の氾濫・浸水被害が起こり、鉄道・道路が土砂災害で甚大な被害を受けた。最終的には、北朝鮮まで台風10号の影響が及び歴史的な大被害（死者・行方不明500人以上）を与えたと報じられている²⁾。

風と水の塊がコマのように回って襲ってくる台風は、一体どれだけの水を引き連れ、周辺からどれだけ引き寄せたのであろうか。仮に、東北・北海道の一部の5万km²に累積200mmとすると、約100億トンの水が降った計算になる。北朝鮮まで大被害を与えたことを考えると、合計はもっとずっと大きかったのであろう。

3. 豪雨が流域を変える

一般に流域の山岳斜面には、土壌・風化層、土石流・土砂崩れ・地すべり地、岩肌などが分布し、雨が注がれると、当該地点の浸透性等に応じ、浸透流と地表流が生じる。激しい豪雨の場合は浸透能を大きく上回るため速やかに地表流が発生し、土壌粒子などを巻き込んで河川支流に入り、主流洪水のピーク形成に寄与する。表層土壌や風化岩石なども速やかに飽和し、重量増加・強度低下により下方移動や土砂崩れ、土石流を起こすものが出てくる。すでに経験した最大降雨イベント（時間強度と累積雨量を勘案した強さ）で一旦崩れ安定化していた場所も、それ以上のイベントの襲来で再びかなりの部分で不安定化や崩壊を起こすことになる。支流網での表面流出により水量が増した主河川流は、普段動かない河床の砂利・岩塊なども下流へ動かし、周辺斜面からの土砂



図2. 小本川水系の概略図
(カシミール3Dにより5mスーパー地形図から描画)

を巻き込んで濁り、倒木なども運搬する。

台風10号の際、小本川上流域では時間雨量70mm、累積雨量250mmを記録し、千か所を超える斜面崩壊や土石流が発生したことが報告されている³⁾。これは、台風10号が本流域の既往最大の降雨イベントであったことを物語っているのだろう。

現代では様々な洪水流出解析法があるが、入力には降雨の量であり、水のみが流れていることを想定して計算する。斜面崩壊による地形変化、河床の変化や懸濁濃度を考えた計算はできないし、樹木が流れをせき止める効果などは表現できない。では、それによって流出予測の信頼性はどうか。今後の極端な豪雨における流出予測をする上で検討しておくべきテーマの一つかも知れない。

4. まとめ

台風10号のような奇妙な動きは極めて稀なのであろうが、強烈な雨を伴う台風が増える確率は非常に高い。洪水対策の不足している2級水系は多数あり、自治体の整備計画や国土交通省の検討も進められつつある。

陸域水循環解析技術の研究者として、今後の貢献方法を考え、提案してゆきたいと考えている。

参考文献

- 1) Wikipedia:「平成28年台風第10号」より抜粋引用
- 2) 内閣府:防災情報のページ、平成28年台風10号による被害状況等について、2016年11月16日
- 3) 河北新報online news:「台風10号」岩泉土石流1000カ所超で発生か2016年9月22日

COI-S 若手会 ②

韓国ソウル出張報告

国立研究開発法人海洋研究開発機構 地球情報基盤センター
技術研究員 河野 明男



COI-S 若手会は、2016年7月28日に韓国ソウルにおいてミニシンポジウム“Simulation and Visualization for Sustainable Water Resources Management (持続可能な水資源管理についてのシミュレーションと可視化)”を開催しました。このミニシンポジウムは、計算力学に関する2つの国際会議 WCCM (World congress on computational mechanics) と APCOM (Asia-Pacific Congress on Computational Mechanics) の合同会議において、セッションの一つとして若手会が提案し、採択されたものです。このミニシンポジウムでは計5件の研究発表が行われ、活発な議論が行われました。

さらに会議の空き時間を利用して、ソウル中心部を流れる清溪川(チョンゲチョン)を視察するとともに、清溪川博物館を訪れました。清溪川は都心河川の大規模な復元のモデルとしてよく知られています。清溪川の事例は、日本の都市によくある覆蓋河川から親水機能を取り戻す上で重要なヒントの一つになると考えます。



清溪川は昔から水量が乏しい川であり、近代化以前から汚染が進んでいました。20世紀に入って清溪川はさらに汚染が進み、

その周囲では伝染病が蔓延しました。また20世紀半ばにはソウルの人口は大幅に増加し、清溪川の川岸はスラムと化しました。このような清溪川の衛生や犯罪などの問題を解決するため、1970年代までに清溪川の覆蓋工事が行われ、その上に清溪高架道路が作られました。これによって清溪川はソウル市民の目には触れない幹線下水道となったのでした。

しかしその後、高架道路と覆蓋構造物の老朽化および周囲の都市環境や景観の悪化が深刻となり、また生態環境や歴史文化遺産の保全の意識の高まりもあり、清溪川復元事業が計画・実施されることとなりました。そしてこの事業によって2005年までに清溪川の高架道路と覆蓋構造物は撤去されました。乏しい水量を維持するために浄水処理した漢江の水と地下水を流しています。再び市民の前に姿を現した清溪川は、市民の憩いの場として、また観光名所として機能しています。



活動状況

● 平成28年度

- ・4月26日 平成28年度第1回全体会議 (JAMSTEC東京事務所)
- ・5月26日 COIサイトビジット(信州大学)
- ・7月13日 平成28年度第2回全体会議 (JAMSTEC東京事務所)
- ・7月24日～29日 ミニシンポジウム“Simulation and Visualization for Sustainable Water Resources Management” WCCM XII & APCOM VI(韓国)

- ・9月13日 研究開発推進会議(信州大学)
- ・9月15日 COI拠点面談(JST)
- ・9月29日～10月2日 研究合宿(長野県佐久郡)

● 平成28年度活動予定

- ・12月8日 月例会(JAMSTEC東京事務所)
- ・2月16日 COI中核拠点シンポジウム(信州大学)
- ・2月22日 COI拠点面談(JST)
- ・3月24日 COI-Sシンポジウム(予定)



国立研究開発法人海洋研究開発機構 (JAMSTEC)
地球情報基盤センター (CEIST)

〒236-0001 神奈川県横浜市金沢区昭和町 3173 番 25
国立研究開発法人海洋研究開発機構 横浜研究所

<http://www.jamstec.go.jp/>

■ 参画機関

- ・株式会社ソニーコンピュータサイエンス研究所
- ・国立大学法人東京大学
- ・学校法人中央大学