

NEWS LETTER

2019年3月

Vol.
8

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

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

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

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

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

$$= \frac{\partial(\rho_w \phi S_w U_w)}{\partial t}$$

$$\nabla \cdot \left(\rho_g \frac{Kk_{rg}(H_g + R_{wv}H_{wv})}{\mu_g} \nabla \Psi_g \right) + \nabla \cdot D_{wv}H_{wv} \nabla (\rho_g R_{wv}) + \nabla \cdot \lambda_g (\nabla T_g) - q_g H_g$$

$$- (m_{wv} + q_g R_{wv})H_{wv} - E_{wg} + E_{gs} + cF_g$$

$$= \frac{\partial[\rho_g \phi S_g (U_g + U_{wv}R_{wv})]}{\partial t}$$

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

化が生じると同時に地下水位の分布も変化します。これらの変化が人為的に起こり、それが環境影響としてどのような形で私たちに影響を与えているかを今後シミュレーションにより把握し、どのように水循環の再生、あるいは回復を目指すのか施策を考え、施策効果の検討を行っていくことになります。

関東域におけるシミュレーションに向け、現在、水平解像度 500 m のデータを整備しており、都市化による影響と人為的な変化を把握するため、1975 年と 2005 年を対象としています。整備対象のデータとしては、地表面被覆、人工排熱、下水処理水量・水温、河川からの取水量、そして地下水の揚水量があり、はじめの 4 つについてはこれまでに整備を行ってきました。現在は、地下水揚水量を整備しており、水道用など井戸の 1 本 1 本から揚水量のデータを拾っています。図 2 は、なぜ関東のような広域で地下水の変化を捉える必要があるのかを示した図です。左側はかなり誇張されている図ではありますが、人為的に井戸から大量の揚水を行うと、一時的に地下水位のポテンシャルが変化するため、周りの地下水を引っ張ります。例えば水道用や工業用の井戸は地下 100m から 400m くらいの深さから地下水を汲んでいます。右図は、1975 年と 2007 年における地下水位 -10m 以下の領域の分布を比較したのですが、30 年ほどで内陸の北東側に少し移動していることが分かります。これは、東京都区部で地下水の揚水の規制がかなり厳しくなったことが影響しています。東京での揚水により引っ張る水の量がかつてより減ったため、地下水位の低い領域が北東側に移動したものと考えられます。

所: データを取ってくるのは、かなり大変な作業ですね。

木村: 初期の目的に合致したデータが常にあるわけではないので、データがない場合は最終的には推定しなければいけません。様々な推定方法を技術的に検討してデータをつくっていくことが必要になります。



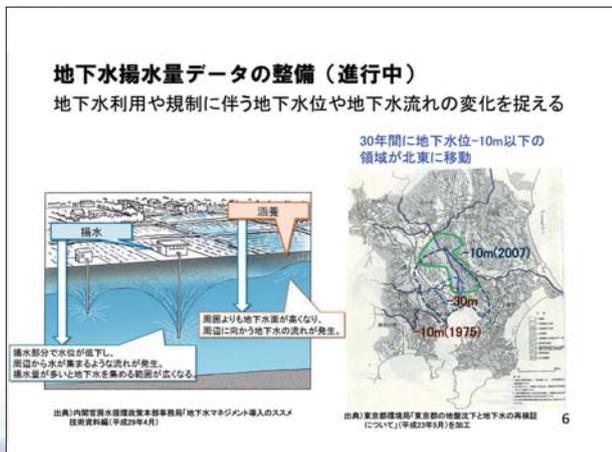
**水環境に関連した生活行動の意思決定に貢献する
地表水・地下水流動シミュレーションによる挑戦**

小西 裕喜 (株式会社 地圏環境テクノロジー)

小西: 近年、都市の発展に伴って、水に関する問題が多様化してきています。私たちはそのように多様化した問題を解決するための情報を発信し、その地域の人々のよりよい暮らしや行動の意思決定に貢献する目的で、解析を行っています。

解析を行うためには、現実には起きている現象を捉えることが非常に大切です。ただ、自然界で現実には起きている現象は、かなり多様で複雑で

〈図 2〉



す。そうした現象を捉えるためには、入手したデータを使ってモデル(模型)を作り、シミュレーションを行って得られた結果を現地調査結果や観測データと比較した後、モデルに修正を加え、またシミュレーションを行う、というように何度も繰り返し、モデルの精度を高めていくことが重要となります。このように精度を高めつつある例として神田川流域を紹介し(図 3)。コンピュータ内に、右側のように神田川流域のモデル(模型)を作り上げました。左側は Google Earth の地図です。このモデルがどの程度現実と整合しているのかを明らかにするために、湧水について観測結果と計算結果を比較しました。観測結果は、実際に現地の湧水調査を行って得られたデータです。その結果、観測で湧水があると判明している場所に、計算でも湧水が出てきていることが分かりました。これにより、このモデルの精度が高いことが検証できたわけです。次に神田川流域における地表水・地下水の流動経路を把握することになりました。その結果、武蔵野市全域から善福寺川によく水が流れていることが分かりました。そこで、武蔵野市の建物の屋根などに降る雨を、全て地下に染み込ませたと仮定して、計算を実施しました。すると、1 年後には川などへの湧水が増加し始め、10 年後にはその湧水が大きく増加することが分かりました。

このように、都市計画に有用なデータが次第に得られつつあります。今後は観測値と整合するようにモデルを修正し、さらにモデルの精度を高めるとともに、新たな解析を行い、都市計画に対して提案ができるようにしていきたいと考えています。

まとめ

所: もう 1 度大西さんから順に、今後何を一番やりたいかなどといったことを、簡単に一言ずつお話いただけますか。

大西: 水循環に関して、それをシミュレートする夢のモデルが、これまでにほぼできたので、次は現実に戻る番だと思っています。今できる限りの高い解像度でやろうと思えば、精緻なシミュレーションができると思います。ただ目的によってはそのシミュレーションをするために 100 年かかってしまうかもしれません。でも実際は、だいたい 1 カ月以内に結果を出すことが求められます。1 カ月を超えるようなシミュレーションは、実質的にはあまりできません。目的に応じて、しかも 1 カ月で終わるようにという制限が出てくるので、夢のモデルから今度は不要な部分を削ぎ落していかなければ現実的には結果が得られない。そういうときには、小島さんが活躍する番だと思っています。目的が分かったとき、重要な箇所

〈図 3〉



は小島さんに、例えば「この大気のほうはこれくらいの解像度で」と言っていたら、夢のモデルを現実的なコストで実行できるようにしていただきたいと思います。

所: 目的が決まれば、シミュレーションのやり方も削ぎ落して、スピードアップできるということですね。

松田: 1mの解像度の計算ですと、やはり2カ月かかってしまいますが、現在取り組んでいる連成シミュレーションに関しては、予測にも十分使えるスケールである500m解像度のスケールに変えました。そういったスケールで予測できるようにしつつも、街のなかの人々が目にする、身近なスケールで何が起きているのかを把握するためには、必要に応じて高解像度までダウンスケールしていくという視点も大事だと思っています。

杉山: 今、私が懸念しているのは、結果をどのようにみなさんのもつていくのかということです。シーズがあっても、どこにニーズがあるか分からなければ、宝の持ち腐れになってしまいます。先ほど住民の合意の話をしましたが、今の人たちだけでなく、過去の人が考えて築いてきたものもありますし、これからその結果を受ける未来の人たちのこともありますので、簡単ではありませんが、できれば多数決でなく、みんなの満場一致で決めることができると考えています。

小島: 大西さんに指名されて緊張していますが、むしろ逆の悩みというか問題点がありまして、特にJAMSTECのみなさんと比較すると、かなり粗いモデルをつくっていることを認めなければいけないと思います。粗いモデルでどの程度河川や家庭の特徴を表しているかというのが、モデルを利用することの腕の見せ所だと思っていますが、ギャップは常にあります。

根岸: 課題としては、都市計画スケールで何かを変えていきたいという

場合に、今、間地の情報収集などは力技でやっているわけですが、将来、こういう手法を日本全国で展開していく場合には、きちんと画像解析をして自動化し、間地を分類していくことを検討していかないといいないと思います。それから可能性としてですが、これまで都市計画においてなにかの評価をする場合は、基本的にその場所での評価軸がメインでした。小西さんに見せていただいた地下水のモデルのように、都市全体の構造を考えて、離れた場所の影響についての評価ができるようになれば、これは本当にすごいことです。

所: 航空写真からビオトープマップをつくることもできますよね。

根岸: 粗いものはできると思います。どこまで精度を高められるかは考えていく必要があると思います。

木村: シミュレーションの計算結果が出た後ですが、観測値との比較がなかなか難しい領域で、例えば水に関しては、都市河川の流量さえあまり把握できていません。地下水揚水量は散発的には分かりますが、精度を確保してモデルの調整をしていくのは難しい。さらに、先ほどダウンスケールという話に触れられましたが、その領域にいくと、よりシビアになってきますので、そこをどう検証していくかが難しさでもあり、楽しみでもあります。

小西: 今後やりたいこととしては、モデルにまだ組み込んでいないデータがありますので、それらを組み込んで、モデルをより現実近づけるといって、そして、様々なケースを実施して、その結果を都市計画に活かせるようすることの2つがあります。

所: さて、だいたい私たちが何をやっているか、現場の声としてお聞きいただけたのではないかと思います。そろそろ時間が来ました。パネルディスカッションはこれで終了させていただきます。本日はお忙しい中ありがとうございました。

書籍紹介

COI-S「[水]大循環をベースとした持続的な『水・人間環境』構築拠点」では、平成28年度から開始された第2フェーズの研究活動や研究成果を広く紹介するため、書籍を出版します。



水大循環と暮らしII 流域水循環と持続可能な都市

所 眞理雄・高橋 柱子 編著

定価：本体1,500円＋税
発売所：丸善出版

3月中旬発売予定

第1部 世界の水環境の現状と展望

- 第1章：水大循環を知って暮らしに役立てる
- 第2章：流域水循環を追いかける
- 第3章：水循環と都市環境
- 第4章：東京のまちづくりと水循環の過去・現在・未来
- 第5章：アジア大都市における水循環とグリーンインフラ
- 第6章：食と水循環－アフリカでの挑戦－

第2部 水大循環研究のフロンティア

- 第7章：現象の予測可能性－そもそも何がどこまで予測可能なのか－
- 第8章：都市の水・熱環境を知るための高解像度シミュレーション
- 第9章：都市の生物多様性回復への挑戦
- 第10章：最先端水環境シミュレーション技術を用いた水問題への挑戦
- 第11章：人為的な水環境変化による影響と施策効果を探る
- 第12章：システム制御の適用による安心・安全に暮らせる水・人間環境の構築
- 第13章：研究成果を社会で活用する・させるには

活動状況

平成30年度活動状況

- ・4月19日 第15回月例会 (JAMSTEC東京事務所)
- ・5月22日 第16回月例会 (JAMSTEC東京事務所)
- ・6月26日 第17回月例会 (JAMSTEC東京事務所)
- ・6月28日 COI拠点サイトビジット (信州大学)
- ・7月24日 第18回月例会 (中央大学後楽園キャンパス)
- ・8月21日 第19回月例会 (JAMSTEC東京事務所)
- ・8月29～30日 JSTフェア2018 (東京都江東区、東京ビックサイト)
- ・9月29～30日 研究合宿 (神奈川県横浜市)
- ・10月27日 第20回月例会 (JAMSTEC東京事務所)
- ・11月27日 第21回月例会 (中央大学後楽園キャンパス)
- ・12月21日 COI拠点シンポジウム
- ・12月18日 第22回月例会 (中央大学後楽園キャンパス)
- ・1月16日 第23回月例会 (中央大学後楽園キャンパス)
- ・2月12日 第24回月例会 (中央大学後楽園キャンパス)

平成30年度活動予定

- ・3月7日 第25回月例会 (中央大学後楽園キャンパス)
- ・3月20日 COISシンポジウム
－東京メガロポリスの21世紀の水環境を設計する－
(東京都千代田区、イノカンパレンスセンター)



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

・学校法人中央大学