

# 4次元水循環マネジメントの海外展開研究

## Study on expanding Four Dimensions Water Cycle Management into Overseas

水循環・まちづくりグループ 研究員 立田 潤一郎

代表理事 竹村 公太郎

### 1. 背景と目的

水資源に関わる諸問題は、各国、各地域で一様ではなく、気候や立地という自然的条件だけでなく、経済成長ステージ、インフラ整備など経済開発的条件により、顕在化する事象が異なる。また上下水道等のインフラ整備のための財源が不足していることが原因であるが、国、地域によっては、飲料水用の浄水利用、トイレなどの衛生設備の整備が遅れている地域があり、こうした地域では衛生設備の利用という観念がないこともある。

平成24年度は、表流水・地下水一体で水循環機構を明らかにし、各国、各地域の個別問題の把握、4次元水循環マネジメントの海外での展開を目的として、サウジアラビア水電力省(MWE; Ministry of Water and Electricity)、インドネシア公共事業省(MPW; Ministry of Public Works)、ベトナム農業農村開発省(MARD; Ministry of Agriculture and Rural Development)、トルコの関係12省庁、アジア開発銀行(ADB)などに対して、技術紹介を実施し、各国の水に関する課題、ニーズを整理した。

### 2. 従来の分析技術との相違点

4次元水循環マネジメントと従来技術との相違点は次表の通り、整理される。

表-1 4次元水循環マネジメントの特徴

一般的な解析	4次元水循環マネジメント
<b>一般的な浸透流解析</b> ・地下地層媒体中の水の流れのみを解く。 ・地上面における地下水涵養量を境界条件として与えなければならぬ。 ・空気の移動、水との相互干渉は考慮されない。	・一般化ダルシー流れ。 ・多相成分流体システム ・地上面に地下水涵養量を境界条件として与える必要がない。 ・地上、地下流体の相互交換挙動を解析可能。
<b>一般的な流出解析(分布型)</b> ・河道内の洪水流、堤内の氾濫流を解析する様々なモデルがあり、それぞれは、別々に解かれる。 ・河川からの越流は、越流条	・堤内外の区別はなく、地表水流動モデル(拡散波近似)で一体的に解かれる。 ・越流条件を与える必要はなく、地形及び水深勾配によって

件(越流公式)により判定され、堤外から堤内へ水を出し入れする。 ・多くの場合、地下水との相互作用を考慮しないため、低水の解析には向かない。	水は堤内外を自由に入出入りする。 ・地下流体との相互作用を考慮するため、河川水の伏没・湧水を表現可能。
<b>結果の表示</b> ・数値結果のみ。	・非専門家でも理解しやすい可視化が可能。

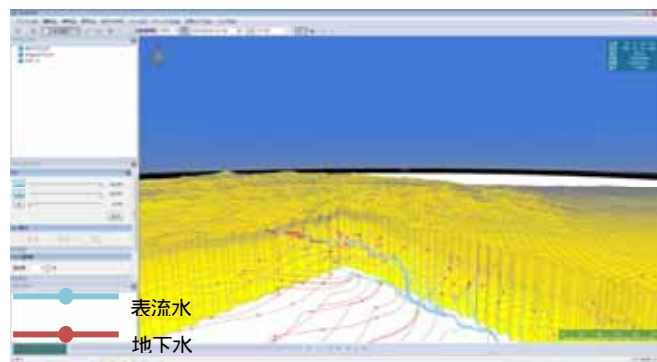


図-1 表流水、地下水の循環可視化イメージ (出典)日立製作所より提供。

### 3. 応用可能な分野

4次元水循環マネジメントは、水資源賦存の予測、表流水、地下水一体の流動の再現、水脈の発見、海水侵入の予測、適切な地下ダム建設地点の把握、洪水流出の予測、洪水、ダム操作による流域での洪水制御、地盤沈下、水汚染リスク、土砂移動など多様な課題に対する応用が可能になる。

### 4. 展開方法

各国の政府及び公的融資機関に対して、技術紹介を行うと共に、意見交換、分析ニーズの把握を行った。これらの海外展開の方法は、次表の通りである。

表-2 各国、国際融資機関への展開状況

サウジアラビア	同国 MWE の事務次官、水資源局担当部署の管理職に対しては 2012 年 10 月にリヤド市にて、SSSI(Saudi Strategic Study Institute)代表である王族のファイサルイブンスキー氏に対しては 2012
---------	---

	年 11 月に東京にて実施。
インドネシア	同国赴任中の JICA 専門家に対して 2012 年 6 月、9 月に当研究所にて、また同国 MPW 高官等に対しては 2013 年 2 月にジャカルタでのセミナーで実施。
ベトナム	同国 MARD に対して、2012 年 11 月に同省及びわが国の国土交通省がホーチミン市で主催したセミナーで実施。
トルコ	同国関係 12 省庁に対して、2012 年 12 月にアンカラ市において実施。
ADB	ADB 水専門職員に対しては、2013 年 2 月に当研究所にて実施。

### 5. 展開内容

海外での技術紹介では、全般的に、地下水分析及び可視化の重要性、分析モデルの特徴及び対象時期、応用可能な分野、過去の分析実績、可視化システムの研究開発状況、分析結果の実証事例について説明するという形を取っている。各国政府が関心を持つ水資源問題は異なるため、各国の水問題群を念頭に置き、それらに適用可能な分析ツールとしての重要性を強調して提案しつつ、対象地域におけるニーズ把握を行った。その結果は以下表の通りである。

表 - 3 各国、国際融資機関の分析ニーズ

サウディアラビア	水資源の希少性が著しく水資源保全に直面していること、寡少な降雨のためにこれまで治水インフラの整備に着手する必要がなかったが、気象変動の増大に伴うスコールの増加に伴い枯れ川が氾濫に見舞われていること、新都市開発、産業開発、宅地開発の適地評価が、アラビア半島全体の水循環のシミュレーション結果から得られた地下水資源賦存量により実施されていないこと、イスラム教徒にとって大切にされているザムザムの泉の枯渇が懸念されていること、紅海沿岸部では、海水侵入により、沿岸部の地下水が塩水化している恐れがあることなどである。
インドネシア、ベトナム	インドネシアやベトナムでは、程度の差はあるが、港湾都市部で急増した人口向けの飲料用水、産業用水向けの地下水利用が急増したことで、地盤沈下が発生するとともに、淡水塩水化や高潮被害に直面している。したがって、洪水に脆弱な構造となっている。また下水道整備率が低いことから、水質汚染が課題となっている。
トルコ	トルコでは、ユーフラテス川が国際河川であり、アナトリア高原に降った雨がシリア、イラクに流下することから、1960 年代半ばからイラク、シリア、トルコで水の配分をめくり徐々に紛争化し、

	未だに合意形成がなされていないことが課題となっている。
--	-----------------------------

### 6. レスポンス

4. 及び 5. で上記した海外展開を行った際、各公的機関の担当者からのレスポンスは次表の通りである。

表 - 4 各国、国際融資機関の水循環分析に関する反応

サウディアラビア	地下水描画に必要なデータの種類、メッカの枯れ川に対しても適用可能であることが確認された。
インドネシア	ジャカルタで、広範囲にわたり地盤沈下が生じているといわれているが、政府による原因究明のための委員会が開かれていること、ジャカルタ上流に医療工場があり、汚染された工業排水が河川に流入しており、河川が汚染されていること、地盤沈下が引き金で海水侵入が発生していることから、地下水分析により、地下ダムの構築場所の選定に利用できることなどが確認された。
ベトナム	ベトナムの水資源は、60%を他国に由来しているため、この分析手法の適用のためには、他国との調整が必要である。
トルコ	トルコは広大であるので、まとめて分析可能か。本国はメソポタミアの上流にあるため、この分析を行うためには、下流国との調整が必要である。
ADB	分析に必要なデータの種類、実証結果、分析費用に関する確認がなされた。

### 7. 今後の展開

今後は、各国、各地域別に把握された水資源問題に対して、4 次元水循環マネジメントの適用可能性を把握すると共に、他の要素技術との統合可能性を検討し、包括的に水資源問題を調査、分析すると共に、総合的なソリューション提供を目指した対象国との共同の取組が重要であると考えている。

#### < 参考文献 >

- 1) 竹村公太郎, 立田潤一郎: 水から見た日本文明史と世界の水問題, リバーフロント研究所発行 2013 年 2 月, (2013)
- 2) 立田潤一郎: サウディアラビアにおける政治経済と水問題, RIVER FRONT 76 号, 2013 年 3 月, (2013)
- 3) 立田潤一郎, 竹村公太郎, 柏木才助等: 4 次元水循環マネジメントの海外展開に関する研究, リバーフロント研究所報告 23 号, 2012 年 9 月, (2012)