

芳村研究室

[気候システムと水循環]

生産技術研究所 人間・社会系部門 (大気海洋研究所兼務)

Department of Human and Social Systems

<http://hydro.iis.u-tokyo.ac.jp/~kei/lab/>

同位体気象水循環学

工/社会基盤学専攻
新/自然環境学専攻

気候が変わると水循環も変わる。では、どのように？

The wonder of the water cycle change caused by the climate change

地球上の水循環は、気候変動によって大きな影響を受けると同時に、人類にとって最も大きな影響を及ぼします。大気海洋研究所気候システム研究系気候水循環研究分野では、地球上の水循環を幅広く捉え、様々な角度からのアプローチでそのメカニズムと気候システムとの関係性を解明し、社会への貢献を目指しています。特に、1. 地表面・水文モデルの開発及び地球システムモデルとの結合、2. 水の安定同位体比を用いた地球水循環過程の解明、3. 領域地球システムモデルの構築に注力しています。

1. 地表面・水文モデルの開発及び地球システムモデルとの結合

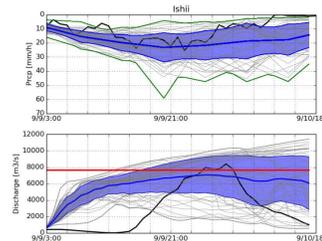
1-1. 数値気象予報データを用いたアンサンブル洪水予測システムの構築



数値予報と呼ばれる気象シミュレーション技術の発達により数週間先までの気象予報が可能となった現在、特に数十時間後までのものについては高い精度での予報が可能となっている。一方で気象外力によって引き起こされる災害、特に洪水について考えてみると、既存の予報システムでは数時間先程度までしか予報されていない。

また、シミュレーションには現実との乖離、不確実性が少なからず存在する。単一の入力・出力による決定論的な予報ではなく、そういった不確実性を考慮するために条件が異なる複数のシミュレーションを行うアンサンブル予報の必要性が提唱されてきている。

そこで本研究では気象外力を基に地表面の物理過程を再現、河川流量を算出するシステムを構築した。本システムに先に述べた数値気象予報データを入力することで数十時間先までの流量予測が可能となる。具体的には、数値気象予報データであるECMWFアンサンブル(上)鬼怒川石井地点での降水量(上図)と流量シミュレーション結果(下図)。黒線は観測を、赤線は避難判断流量を、青線はアンサンブル平均を、青塗部は1σ区間を示す。灰色の線は各アンサンブルメンバーを示している。



(下) 観測流量が避難判断流量を越えた時刻から数えて、洪水発生を予測したメンバー数(全51メンバー)



予報データおよび気象庁メソ数値予報モデルデータを陸面物理過程モデルMATSIROに入力、その出力を河川モデルCaMa-Floodに入力することで期値が微妙に異なるアンサンブルシミュレーションを行う。

本研究では構築したシステムを実際に2015年関東東北豪雨に適用し、鬼怒川および鳴瀬川での洪水予測可能性を検証した。結果、35時間前から洪水発生可能性を示唆、11時間前には80%以上の確率で発生予測を行うことができた。

1-2. 水文シミュレーションフレームワークの超高解像度化

気候変動と、それに伴う異常気象、極端現象により引き起こされる被害に対して、これらを理解、予測するためには水文シミュレーションフレームワークの超高解像度化が必要不可欠である。

現在、Fig.1に示すのは陸面過程モデルの高解像度化の例(10km格子→1km格子)であり、描写が詳細になっている様が見て取れる。

また、ここでいう水文シミュレーションフレームワークとは、Fig.2に示すように、気象データを入力として、陸面過程モデルMATSIRO、河川氾濫モデルCaMa-Floodにデータを通し、最終的に流量、水深、氾濫面積といったアウトプットを得る枠組みのことを言う。今後は、リアルタイムでのデータ取得やWeb配信など、より実用に即した改良を実施していく予定である。

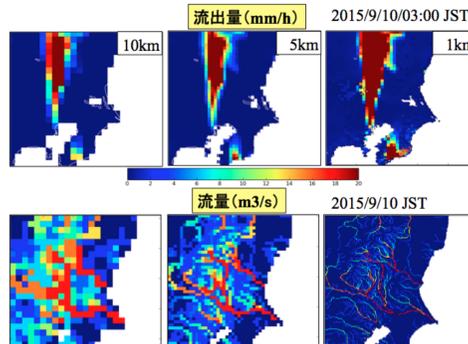


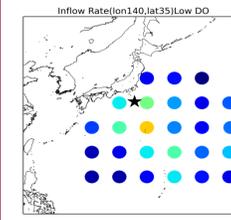
Fig.1 高解像度化の例



Fig.2 水文シミュレーションフレームワークの概要

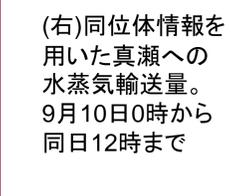
2. 水の安定同位体比を用いた地球水循環過程の解明

水安定同位体を用いた水蒸気輸送解析 (H27関東東北豪雨を例に)

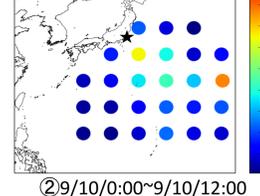


(左) 同位体情報を用いた真瀬への水蒸気輸送量。9月9日0時から同日18時まで

①9/9/0:00~9/9/18:00



(右) 同位体情報を用いた真瀬への水蒸気輸送量。9月10日0時から同日12時まで

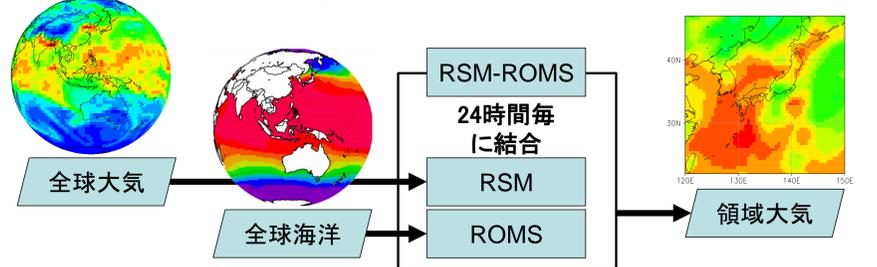


②9/10/0:00~9/10/12:00

台風18号が接近した9月9日未明から18時までに重い水蒸気同位体(-10‰)、9月10日未明から正午にかけて軽い水蒸気同位体(-15‰)が観測された。(つくば市真瀬)

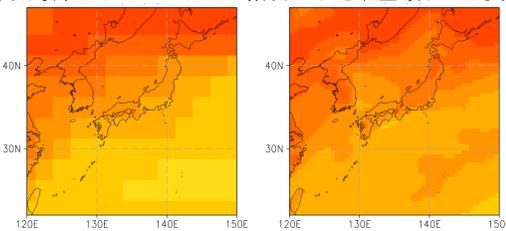
左図は同位体情報を用いた真瀬への水蒸気の流入量を表している。
・δ値が高い期間①では、南からの水蒸気流入が多い
・δ値が低い期間②では、東からの水蒸気流入が多い
以上より台風の進路に伴った水蒸気輸送がわかる。

3. 領域大気海洋モデルを用いた気候予測のダウンスケーリング

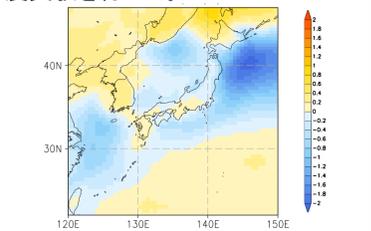


これまでの気候予測研究には、モデルの解像度が粗いことと、メソスケールの大気海洋相互作用の理解が不十分であるという課題が存在している。これらの課題を解決することは、周辺を海に囲まれた島国である日本の気候変動の影響評価を行なう上で必要不可欠である。

そこで本研究では日本での気候変動に対する穀物生産量などの影響評価を行なうことを目的とし、領域大気海洋モデルを用い、メソスケールの大気海洋相互作用を考慮した、全球モデル気候予測の高解像度化(ダウンスケーリング)を行なう。まずは領域大気モデルRSMと領域海洋モデルROMSの結合による、温暖化に対する感度実験を行った。



左: 全球モデルによる温暖化予測[K]



右: 領域大気海洋結合モデルによる温暖化予測[K]