

日本気象学会誌 気象集誌  
(Journal of the Meteorological Society of Japan)

第93巻 第5号 2015年10月号 目次と要旨

招待論文

芳村 圭：気候学・気象学及び水文学における水の安定同位体：レビュー .....513-533

論文

Ruihuang XIE・Fei-Fei JIN・Fei HUANG：ENSOの風をシミュレートするための  
Zebiak-Cane 大気モデルの改良 .....535-550

谷口健司・庄 建治朗：擬似温暖化手法と力学的ダウンスケーリングの2000年東海豪雨  
への適用 .....551-570

要報と質疑

川瀬宏明・佐々木秀孝・村田昭彦・野坂真也・石崎紀子：NHRCMを用いたアンサンブル  
実験によって予測された日本周辺の冬季降水量の将来変化 .....571-580

森 佳祐・佐藤友徳：領域気候モデルを用いた札幌のヒートアイランドに対する  
都市キャノピー層内の積雪被覆の役割の評価 .....581-592

学会誌「天気」の論文・解説リスト (2015年7月号・8月号) .....593

英文レター誌 SOLA の論文リスト (2015年100-112) .....594

気象集誌次号掲載予定論文リスト .....595-596

.....◇.....◇.....◇.....◇.....

芳村 圭：気候学・気象学及び水文学における水の安定同位体：レビュー

Kei YOSHIMURA: Stable Water Isotopes in Climatology, Meteorology, and Hydrology: A Review

重い水の安定同位体 ( $H_2^{18}O$  や  $HDO$ ) の測定とモデリングに関する技術, すなわち分光計による水蒸気同位体比の現場観測およびリモートセンシング観測と同位体大循環モデル及び領域モデルの近年の進展は目覚ましく, 地球システムの中における水の安定同位体の挙動に関する我々の理解も飛躍的に前進し, 地球科学コミュニティ全体における水同位体の有用性に関する認識も高まってきている. それらのことを踏まえこの総説論文では, こういった近年の進展と, 気候学・気象学・水文学における水同位体の応用についてレビューする. また, 今後進展が望まれる方向性として

2つの例を挙げる. 一つは同位体プロキシデータを用いた気候モデルの直接的な検証であり, 1871年から2008年までをカバーした「20世紀同位体再解析」データセットとアイスコア・樹木セルロース・サンゴ殻の酸素同位体比 ( $\delta^{18}O$ ) との初めての検証例を示す. 2つ目は同位体情報を用いたデータ同化であり, さまざまな気候的・気象的・水文的モデルに対する水同位体情報を制約条件として用いる. 理想的な条件下では, 水蒸気同位体データは天気予報の精度向上のために用いることができる.

## Ruihuang XIE・Fei-Fei JIN・Fei HUANG: ENSOの風をシミュレートするためのZebiak-Cane大気モデルの改良

Ruihuang XIE, Fei-Fei JIN, and Fei HUANG: An Improved Atmospheric Component of Zebiak-Cane Model for Simulating ENSO Winds

Zebiak-Cane (ZC) 結合モデルの大気部分は、熱帯大気海洋相互作用およびエルニーニョ・南方振動(ENSO)の力学を調べる上で、簡単かつ優れた枠組みである。本研究では、ZCモデルにおける東部熱帯太平洋の海面水温(SST)偏差が強制する過剰な海上風の応答を抑えるような、簡便な熱力学的・力学的修正を試みた。具体的には、観測的事実に基づき、SSTおよび下層風収束に依存する積雲加熱偏差を導入し、東西運動量収支に積雲運動量輸送(CMT)のパラメタリゼーションを組み込んだ。

背景場に依存する積雲加熱の効率を加えることで、

元のZCモデルで用いていた積雲フィードバックを修正したことにより、東部熱帯太平洋における風偏差の系統誤差を著しく低減することができた。それとともに、組み込まれたCMTパラメタリゼーションが、上記の修正で過剰に抑制される中部太平洋の風偏差を補償する。修正された大気モデルと元のZC大気モデルにおける海上風偏差を観測値と比較することで、1982~2010年の観測されたSST偏差に対する赤道風応答が、振幅・空間分布ともに改善することを見出した。これらの改善は、ZC結合モデルに導入した場合の結合系シミュレーションにおいても見られる。

## 谷口健司・庄 建治朗: 擬似温暖化手法と力学的ダウンスケーリングの2000年東海豪雨への適用

Kenji TANIGUCHI and Kenjiro SHO: Applications of the Pseudo Global Warming Dynamic Downscaling Method for the Tokai Heavy Rain in 2000

東海地方は台風の影響による大雨災害にしばしば見舞われる地域である。また、地球温暖化の影響により大雨の強度や規模が今後増大する可能性が示唆されており、将来における東海地方での大雨の変化について検討することは重要である。本研究では、2000年9月11日に東海地方に大きな被害をもたらした東海豪雨を対象とした。水平解像度50, 10, 2 kmの3重ネストWRFモデルによる再現実験と、それに基づき、第3期気候モデル相互比較プロジェクト(CMIP3)における複数の温暖化予測結果を活用して作成した擬似温暖化結果の力学的ダウンスケーリングを行い、将来気候において東海豪雨と同様の大気場が形成された際の降水特性の変化について検討を行った。再現実験においては実際のイベントと類似した降水パターンとその形成過程が認められた。擬似温暖化結果を用いたダウンスケーリング結果においては、最大時間降水量の増加や短時間豪雨が発生する地域が増えるといった結果

が得られた。こうした変化は、対流圏下層における比湿の増加が主な要因であると考えられる。一方で、いくつかの将来気候のシミュレーションにおいては東海地方で強い降水が生じなかった。強い降水が生じないケースにおいても、比湿の増加や対流圏下層におけるメソ収束線を形成する暖気と冷気の分布など、大雨をもたらしたケースと似た特徴が見られた。一方、相当温位及び飽和相当温位の鉛直分布から、強い降水が生じないケースでは条件付不安定な大気成層であるが大気が飽和しておらず、対流活動が生じにくい大気場であることが確認された。これらの結果は、地球温暖化によって気温が上昇したり大気中の水蒸気量が増加した場合でも、地域ごとの変化の程度の違いや鉛直分布の変化によって異なる影響が生じることを示しており、極端事象の形成等については詳細な事例研究の必要性を示唆するものである。

**川瀬宏明・佐々木秀孝・村田昭彦・野坂真也・石崎紀子：NHRCMを用いたアンサンブル実験によって予測された日本周辺の冬季降水量の将来変化**

Hiroaki KAWASE, Hidetaka SASAKI, Akihiko MURATA, Masaya NOSAKA, and Noriko N. ISHIZAKI: Future Changes in Winter Precipitation around Japan Projected by Ensemble Experiments Using NHRCM

全球気候変動予測に基づき、格子間隔20 kmの非静力地域気候モデル(NHRCM)でダウンスケーリングした結果を用いて、日本周辺における将来の冬季降水量の変化、及びその不確実性を調査した。全球気候変動予測は、代表的濃度パス(RCP)8.5の排出シナリオにおいて、第5期結合モデル相互比較計画(CMIP5)で予測された将来の海面水温(SST)から3パターンのSSTを作成し、それらを大気大循環モデルに与える形で実施した。また、現在再現実験と将来予測実験のそれぞれにおいて、3種類の積雲対流パラメタリゼーションを用いた計算を行った。NHRCMによる将来9実験のアンサンブル平均は、日本海側の地域と日本の南の太平洋上で、冬季降水量

の減少を示した。日本海側の降水減少は冬季モンスーンの弱化和関係があり、太平洋上の降水減少は温帯低気圧の数の変化と関係があることが示唆された。なお、低気圧の数の変化は予測のばらつきが大きかった。一方、日本の最北端にあたる北海道およびアジア大陸北東部では冬季降水量が増加した。北海道内陸部における降水量の増加は、オホーツク海の海水の減少によって北海道周辺の北西の季節風が強まったことによる。また、極端に寒冷な地域での降水量の増加は、気温の上昇により大気中に含まれる水蒸気量が増加したことが要因と考えられる。北海道における降水量の増加はほとんどの実験で見られた。

**森 佳祐・佐藤友徳：領域気候モデルを用いた札幌のヒートアイランドに対する都市キャノピー層内の積雪被覆の役割の評価**

Keisuke MORI and Tomonori SATO: Evaluating the Role of Snow Cover in Urban Canopy Layer on the Urban Heat Island in Sapporo, Japan with a Regional Climate Model

人口密度の高い地域の気候変動は社会に強い影響を持つため、都市域の気候監視は重要である。地球温暖化や都市ヒートアイランドにより、高緯度の積雪都市域における長期間の気温上昇率は比較的大きい。しかし、都市ヒートアイランドに対する積雪被覆の影響は明らかにされていない。本研究の目的は、都市キャノピーモデルを結合したメソスケール大気モデルを用いて、都市キャノピー層内の積雪被覆が冬季ヒートアイランドへ与える影響を評価することである。実験の結果、都市域の積雪被覆は地上気温を低下させるように働き、日最低気温(0.1–0.3°C)より日最高気温(0.4–0.6°C)が強く低下することを示唆した。主に地表面アルベドが増加することで正味短波放射と顕熱

フラックスが減少した。さらに、蒸発量が増加することで顕熱フラックスが減少していた。推定された日中における積雪被覆の効果は、標準的な人工排熱放出の大きさと同程度であることが分かった。都市キャノピー層内において、屋根の積雪被覆は都市の地上気温の低下に重要な役割を果たす。道路の除雪は、都市域、特に郊外都市部の夜間の地上気温を上昇させる傾向にある。これは、除雪によって道路上の最大積雪深が減少したことで、一日を通して地中との熱交換が活発化したことによる。これらの結果は、都市キャノピー層内の積雪被覆は都市の地上気温を低下させ、都市ヒートアイランドを弱めることを示唆している。