研究課題名：樹木年輪セルロースの酸素同位体を使った気候モデル MIROC の気候変動再現性の評価

課題代表者：名古屋大学環境学研究科　栗田直幸
共同研究者：総合地球環境学研究所　　中塚　武

実施年度：平成 27 年度～平成 27 年度

1. 研究目的

古気候学分野において、年スケールの高時間分解能をもった古気候データが近年急増している。気象データと同様に、これらのデータを気候モデルの検証・評価に利用できれば、測器観測データが存在しない時代に遡って気候再現性評価を行うことが可能となる。本研究では、中部日本域で採取された過去 300 年間の樹木年輪酸素同位体比を用いて、古環境データを使った気候モデルの気候再現性評価手法の開発に取り組む。

2. 研究計画

昨年度までに開発を行った同位体気候モデル（MIROC5-iso）を使って、樹木年輪セルロースの酸素同位体比を予報変数として出力できるサブモデルを開発する。その後、サブモデルを組み込んだ MIROC5-iso を使って現在気候再現実験を行い、セルロース酸素同位体比を検証データとして使った、モデルの検証・評価を行う。

3. 進捗状況

今年度は、樹木年輪セルロース同位体比を予報変数として出力できるサブモデルの開発を行った。その後、感度実験を行い、降水の同位体比と蒸散量が、計算結果に大きく影響を与える主因子であることを特定した。

モデルの再現性評価は、中部日本域における過去 20 年間（1961 年－1979 年まで）のセルロース同位体比変化を対象として行った。再現実験には、降水同位体比の観測値と、(1)客観解析データから計算した平均蒸散量（年々変化しない）、 (2) 放射収支法を使って計算した広域蒸散量、および(3) 日照時間から推定した樹木の個体蒸散量を用いた。気候再現性は、個体蒸散量を使った計算結果（R=0.75）が最も高く、それ以外はほぼ同じであった（R=0.66）。この結果から、樹木年輪酸素同位体比を高精度に予報するには、個体蒸散量を用いることが必要であることが明らかとなった。しかし、MIROC5.0-iso に組み込まれている陸面過程モデルの出力変数には個体蒸散量が存在しないため、MIROC5-iso は、正確にセルロース同位体比を予報できない。

この問題を解決するため、発想を転換し、開発したサブモデルを使ってセルロース酸素同位体比から降水同位体比を逆計算し、降水の同位体比を検証データとして用いることにした。今年度は、測器観測が行われた期間に焦点をあて、過去 100 年間の中部日本域における降水同位体比の再現を行った（図 1 参照）。結果は、観測データ（1961-1979） を非常によく再現できており(R=0.88)、開発した年輪同位体モデルは、現実を非常によく再現できるといえる。

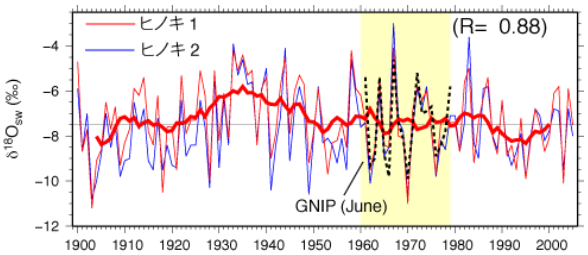

図 1. 樹木年輪セルロースの酸素同位体を使って復元した過去 100 年間の降水同位体比変化。中部日本域で採取された 2 本のヒノキ同位体データをつかってそれぞれ計算を行った。赤太線は、2 固体の平均値を使って計算した 10 年移動値である。観測値(破線)とモデル値を比較した期間(1961-1979)は黄色で示されている。

4. 今後の計画

同位体気候モデル（MIROC5）を使って、現在気候再現実験(表層海水温度変化と海氷分布を与え、さらに、客観解析データの風系場をナッジングする)を行い、降水同位体比の長期データ再現性を評価する。過去に行った結果から、MIROC5-iso を使って日本域の降水同位体比を正確に再現することは困難であることがわかっている。そこで、図 1 の中で極大値と極小値が示されている事例について解析を行い、その再現性を調べる。同位体比は、大気循環場の指標であることがよく知られているので、大気循環場の再現性が結果に与える影響に着目して解析を行う。

5. 今年度計算機資源の利用状況（2015 年 6 月 1 日～2015 年 9 月 30 日、SX-ACE）

実行ユーザ数: 1

CPU 時間 v_deb: 0.00 hours, v_32cpu: 0.00 hours, v_96cpu: 0.00 hours, v_160cpu: 0.00 hours, 計: 0.00 hours

6. 昨年度研究課題のまとめ

6.1. 昨年度研究課題名

本年度と同様。

6.2. 昨年度研究課題の目的

本年度と同様。

6.3. 昨年度研究課題の成果概要

MIROC5.0-iso の評価・検証を行うために、地上観測・衛星観測データとの比較を行った。MIROC5.0-iso による降水同位体比の全球分布は、概ね観測値を再現していたが、シベリア域、およびアフリカ域において負バイアスが見られることが明らかとなった。また、季節平均においては、モンスーン地域、アフリカ南部、南アメリカ西部において現実よりも高い年較差が見られるという問題点が明らかとなった。これは、他の同位体気候モデルではみられない問題であることから、MIROC5-iso に組み込まれた同位体物理過程に由来する問題であると考えられる。

表層の水蒸気同位体分布については、全体の傾向は観測データとよく一致していたが、高緯度域に向かうにつれて負バイアスが大きくなることが明らかとなった。この負バイアスは、海外の同位体気候モデル結果と共通しており、同位体物理過程ではなく、気候モデルの力学・物理過程の問題に起因していると推察できる。この原因として、高緯度域において地表面からの蒸発 Flux を過小評価している、境界層を介した鉛直混合が高すぎることが考えられる。気候モデルの問題点を指摘できるという結果は、「水蒸気同位体比は、気候モデルの水循環過程を検証するのに有用なツールである」ということを示している。

6.4. 昨年度計算機資源の利用状況（2014 年 4 月 1 日～2015 年 3 月 31 日、SX-9/A(ECO)）

実行ユーザ数: 1

CPU 時間 v_deb: 8.67 hours, v_cpu: 0.00 hours, v_8cpu: 0.00 hours, v_16cpu: 0.00 hours, 計: 8.67 hours