

論文審査の結果の要旨

氏名 中村 修子

本論文は、1999年に発見されたインド洋ダイポールモード現象（Indian Ocean Dipole: IOD）の過去115年間の変動を、この現象に伴って降水のアノマリーが現れるケニヤから採取したサンゴ年輪の酸素同位体比から復元して、IODが20世紀を通じて強化し、ENSOに代わってインド洋の気候変動を支配する要因になっていることを明らかにしたものである。

本論文は7章からなる。第1章の序論では、熱帯インド洋の気候変動を支配する要因として、これまで太平洋のENSOが支配要因とされていたが、インド洋ダイポールモード現象（IOD）が発見され、その再検討が必要となったこと、しかしIODの長期変動の記録がなかったため、長期変動の記録者としてサンゴ年輪に着目したという本研究の背景を紹介している。第2章では、IODの長期記録の復元のために選んだ、ケニヤのサンゴ年輪試料とその解析手法をまとめ、降水量の代理指標としての骨格の酸素同位体比の有効性を検討している。第3章では、サンゴ年輪に沿って周期変動する酸素同位体比のカーブから、年輪に月単位の時間軸を導入し、さらにこの酸素同位体比変動からIODのシグナルである東アフリカショートレインに対応するIOD指標を抽出している。第3章ではさらに、こうして設定した年代軸とサンゴIOD指標の妥当性についても、定量的に評価している。

第4章は、こうして得られたサンゴIOD指標によって、過去115年間（1887-2002年）のIOD変動の復元を行った。その結果、1924年以前には10年に1回程度だったIOD周期が、1924年以降短くなり、1990年以降は約2年に1回と頻発し、規模も大きくなっていること示した。さらに、こうした気候モードのシフトがインド洋の水温上昇に伴って起こっていることを明らかにし、IODの活発化に伴って、20世紀前半にENSOに支配されていたインドモンスーンが、IODに支配されるようになったことも示した。

第5章ではさらに、このサンゴ年輪にENSOのシグナルが現れているかを検討した。その結果、これまで広く信じられていたケニヤのサンゴ年輪にENSOの影響が現れているという結果を否定し、エルニーニョ発生の前年に通常年より低水温のシグナルが現れていることを見出した。

第6章では、本研究の結果に基づいてインド洋でこれまでに報告されたサンゴ年輪による気候変動復元を再解析している。その結果、インド洋東部のインドネシアでは、エルニーニョに伴う高水温が見られるが、明確なIODシグナルは見られないこと、20世紀後半になって強いIODに伴う湧昇が見られることから、ケニヤで見出されたIODの強化に伴うモードシフトが、インド洋東部にも及んでいたことを明らかにした。

観測記録が及ばない過去の気候変動の復元は、サンゴや木の年輪、氷床や堆積物コアなど地質試料に含まれる様々な代理指標の解析によって行われてきた。本研究は、そのうちサンゴ年輪によって、過去数10年の観測記録から見出されたIOD変動を長期にわたって復元し、そのモードが20世紀を通じて変化したことを、インド洋の温暖化との関係で議論した初めての成果である。地質試料解析の時間分解能は年以上のものが多く、たとえ月スケールで分析しても、気候モードの復元の際には、周期解析などによって他の気候モードとの相関を議論するだけであった。本研究は、代理指標を月単位で解析して、気候モードの季節進行まで含めて明らかにすることができることを示した。こうしたアプローチによって、古気候学のアプローチによって観測記録の及ばない長期的な気候変動を復元し、気候モードの長期変動とそれに関わる要因を理解し、気候力学的にそのメカニズムを明らかにする道が拓かれた。

なお本論文のうち、第3, 4, 5章の1部は、茅根 創, 飯嶋寛子, Timothy R. McClanahan, Swadhin K. Behera, 山形俊男との共同研究 (*Geophysical Research Letters* 誌に印刷公表済み) であるが、いずれも論文提出者が主体となって解析を行なって論文をまとめたもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

上記の点を鑑みて、本論文は地球惑星科学、とくに地球システム科学の発展に寄与するものと認め、博士(理学)の学位を授与できると認める。