

原生代後期の氷河時代問題：作業仮説とその検証

Problems on the Neoproterozoic ice ages: working hypotheses and their testing

川上 紳一[1], 東條 文治[2]

Shin-ichi Kawakami[1], Bunji Tojo[2]

[1] 岐阜大・教育, [2] 京大・理・地鋳

[1] Fac. Educ. Gifu Univ., [2] Dept. of Geology and Mineralogy, Kyoto Univ.

<http://chigaku.ed.gifu-u.ac.jp/chigakuhp/>

世界各地に分布する原生代後期の地層には、厚い氷河堆積物が挟まれる。氷河堆積物の汎世界的な分布、低緯度で堆積したことをする古地磁気学的データ、氷河堆積物を覆う炭酸塩岩、氷河堆積物に挟まれる縞状鉄鉱床、氷河堆積物の上下の炭酸塩岩の炭素同位体比にみられる負の異常値の解釈を巡って様々な作業仮説が提案されている。1960年代にイギリスのハーランドは、氷河堆積物の世界的な分布、古地磁気学的データをもとに、地球表面が全面的に凍結したとする仮説を提示した。しかし、いったん氷床でくまなく覆われたら二度と温暖な気候へともどらないという気候モデルによる研究が提示され、この仮説をめぐる議論は盛り上がらなかった。逆に、氷河堆積物を覆う炭酸塩岩が温暖な気候で堆積したことを示唆していたので、氷河堆積物ではないとする解釈が提示され、論争になった。1990年代になって、氷河堆積物に挟まれる縞状鉄鉱床の存在が目ざされ、海洋が全面的に氷床で覆われたため海水が無酸素状態になったことを反映しているのではないかと提案された。この説は、スノーボール・アース仮説と名づけられた。さらに、氷河堆積物の上下の炭酸塩岩の炭素同位体比の負の異常値は、寒冷化によって生物の光合成活動がほぼ停止したと解釈された。スノーボール・アース仮説では、火山ガスによって蓄積された二酸化炭素によって氷床が融解して温暖な気候へともどるとされる。全球凍結状態を終わらせた大量の二酸化炭素は炭酸塩岩として堆積したと考えれば、氷河堆積物と炭酸塩岩の組み合わせも合理的に説明がつく。一方、氷河堆積物に付随する多くの謎は、当時地軸が54度以上傾いていたためであると考えても説明できるという学説（オッドボール・アース仮説）がある。この仮説では、赤道域の方が高緯度地域より寒冷で氷床は低緯度地域に帯状に分布していたとされる。この仮説では、炭素同位体比や縞状鉄鉱床の堆積に関しては明確な説明が与えられないことや、地軸の傾き角の大きな変化を起こすメカニズムに問題がある。また、安定成層していた海洋で循環が活発になったとする仮説に関しては、炭素同位体比が氷河堆積物の堆積前から負に変化し始めていたとするデータと矛盾する。最近、氷河時代の末期に海底のメタンハイドレートが解けだしたとする仮説が提示された。この仮説では、炭素同位体比の負へのシフトは解けだしたメタンの炭素同位体比を反映していることになるが、その妥当性はガスエスケープ構造をもつ炭酸塩岩の産状から検討できる。これらの仮説群の中で、どれが観測事実を矛盾なく説明できるのか。これらの作業仮説を検証するには、氷河堆積物の年代論、氷河堆積物の緯度分布、氷河堆積物を覆う炭酸塩岩の化学組成や堆積速度、縞状鉄鉱床の堆積環境などに関する情報が重要な検討材料を提供する。筆者らのこれまでに得ているデータや昨年行ったナミビアでの地質調査結果を踏まえて、これらの作業仮説の妥当性を検討する。