

学位論文の審査結果の要旨

木越智彦君の学位論文は3つの研究の柱から構成されている。

1つ目は、琵琶湖から採取された比較的短い4本の堆積物コアを用いた有機炭素 (TOC)・全窒素 (TN) 濃度の経年的変動の研究で、4つのコア資料を集成して過去5万間の、信頼性の高い TOC 変動を明らかにしたことである。この TOC・TN 量は準周期的に変動し、汎世界的な寒暖変動をよく反映している。この研究でも TOC 変動の裏付けとして、後で述べる花粉組成にモダンアナログ法を適用した。

2つ目は、最初に述べた研究で身につけた経年的変動の統合方法を、野尻湖堆積物 (NJ88 コア)、高野層 (TKN2004 コア) および琵琶湖の長尺コア (BIW08-B) の TOC 変動に適用して、過去16万年間の確度の高い TOC 変動曲線を作成したことである。この指標は中緯度地域の寒暖変動を、特に冬の気温を反映した相対的指標として有用性が期待できる。

3つ目には、これまでに蓄積された花粉組成資料に基づくモダンアナログ法を適用して、第四紀後期の定量的気候復元を試みたことである。野尻湖試料では80年平均で7万年間にわたる資料を、高野層では12万年間にわたる750~1250年平均の時間分解能をもつ資料を活用し、中部山岳地域において初めて古気候を定量的に復元した。解析の基になった花粉組成は二次資料であり、解析方法も Nakagawa et al.(2002)で開発されたものであるが、開発者の指導も受けて十分に手法に習熟して取り組んだ。所期の分類群では、広温性のマツ属やスギ属の扱いが難点となることからその解析条件の改善も試みて、長期間にわたる気候変動の解明に成功した。

4つ目は、集成した古気候指標や気候値を用いて、中緯度地域の気候変動を支配した要因を深く検討したことである。一例を挙げると、野尻湖堆積物と高野層の花粉組成に基づいて復元した年平均気温や降水量、季節毎の気温と降水量は、中部地方の標高700m付近の定量的な古気候資料である。最終氷期最寒冷期の平均気温は2℃と復元された。この資料と琵琶湖(標高84m)の堆積物の花粉組成に基づいた復元した最終氷期最寒冷期の年平均気温を比較すると、標高差を考慮した両者の温度差は2~3℃であり、現在の2地点の温度差5~6℃よりも有意に小さい。この原因は極前線の平均的位置が大きく南下した結果、2つの地点がともに北極気団の影響下に長く置かれた結果と解釈できる。このような解析は、定量的な古気候復元ができてはじめて可能になったことである。

日本には花粉分析の長い伝統があるが、定量的な解釈の方法論が広く普及していないため、花粉データが持つ古気候アーカイブとしてのポテンシャルは、必ずしも十分に引き出されてこなかった。本研究では、高品質の花粉データをデータアーカイブから抽出し、モダンアナログ法で再解釈することで、琵琶湖および中部山岳地帯における気候変動を定量的に復元した。これは日本の第四紀古気候学に対する重要な貢献である。

また、全有機炭素量 (TOC) と全窒素量 (TN) は、ローカルな水域環境の変化の影響を受けすぎるため、リージョナルな古気候指標にはなりにくいと考えられてきた。本研究ではこの先入観を覆し、日本における TOC と TN の変動パターンは地点によらず普遍性が高く、広い地域を代表する古気候指標になり得ることを示した。このデータが公表されれば、多くの研究者にとって使い勝手の良い高品質のレファレンスになることは確実である。

さらに、上記二つのアプローチによって得られた古気候情報を組み合わせ、日射量や氷床量などと対比することで、日本における気候変動のメカニズムを考察している。とくに、海洋酸素同位体ステージ (MIS) 1 と 5 で気候変動のパターンが異なること、MIS 3-4 においては北大西洋の影響が顕著に見えること、全体を通じて夏と冬の日射量がそれぞれ寄与している時期が別れること、日射と氷床量の影響の切り替わりは離心率変動で説明できることなどを指摘して、モンスーン気候の変動を総合的に解釈している。ダンスガード・オシュガーサイクルの周期成分や原因論など、細部において課題は残されているが、博士論文としては十分な貢献と質を備えていると判断する。

公表主要論文名

- ・ Kigoshi, T., Kumon, F., Hayashi, R., Kuriyama, M., Yamada, K., Takemura, K., 2014, Climate changes for the past 52 ka clarified by total organic carbon concentrations and pollen composition in Lake Biwa, Japan. *Quaternary International*, 333, 2-12.
- ・ 公文富士夫・河合小百合・木越智彦, 2013, 中部山岳地域における第四紀後期の気候変動. *地学雑誌*, 122, 571-590.