

放射性同位体 ^{230}Th を用いた過去 13,000 年間の 南部チリ沖における生物源粒子フラックス変動

発表者① 地圏変遷科学分野 福田 美保

現在も上昇し続けている大気中二酸化炭素濃度は、約 2 万年前の最終氷期にまで遡ると 180-190 ppm と低く、その後の融氷期に急激に上昇したことが南極氷床コア中の二酸化炭素分析によって明らかにされている (e.g. Monnin et al., 2001)。大気中二酸化炭素濃度を変化させる重要なメカニズムには“海洋への二酸化炭素吸収過程”がある。海洋の二酸化炭素吸収過程には溶解ポンプ・アルカリポンプ・生物ポンプがあるが、定量的な評価がより不足しているのが生物ポンプである。生物ポンプとは、海洋表層においてプランクトンによって生成された有機物が深層へと輸送される機構のことである。生物ポンプ能力の強さは、栄養塩濃度や光環境・プランクトン群集の違いなどによって変化する上、これらの要素は海域によって異なることから、大気中二酸化炭素濃度変動に伴う生物ポンプ能力の寄与について正確に評価するためには、空白域を含めたより多くの海域の生物ポンプに関連したデータを得ることが必要である。特にチリ沖を含む南半球は、広大な面積を有し、高緯度には珪藻を主体とする高生産海域が広がり、生物ポンプ能力の高い海域と推測される。チリ沖には多くの栄養塩をもつ南極周極流を起源とした南緯 40 度付近を境に赤道方面へ流れるペルーチリ海流と極域へ流れるケープホーン海流が存在するが、チリ沖における過去の生物ポンプ能力の評価についての報告例はペルーチリ海流域に偏っておりケープホーン海流域ではほとんど行われていない。そこで本研究では、チリ沖高緯度域のマゼラン海峡西部域の太平洋側入り口付近で採取された海底堆積物 PC3 (52° S, 74° W; 水深 560 m) に記録された全有機炭素・全窒素・生物源オパールフラックス (沈積量) を過去 13,000 年間について高時間解像度で復元し、同海域における生物ポンプの能力の変化を明らかにすることを目的とした。沈積量を見積もるために用いたのは、放射性核種トリウム 230 (^{230}Th) を利用した ^{230}Th -normalization 法である。この手法は、堆積物の各層準における生物源粒子含有量を ^{230}Th で規格化することでフラックスを見積もる方法である。 ^{230}Th は海水中のウラン 234 (^{234}U) から壊変して生成され、生成直後に周囲に存在する粒子に直ちに吸着し、速やかに深層へと輸送 (スカベンジング) される

性質をもつ。この性質を利用し、海水中における ^{230}Th の生成速度が ^{230}Th の海底へのスカベンジング速度に等しいという仮定が成り立てば、生物源粒子フラックスを算出することができる。水平移流による ^{230}Th の出入りについては、海水中の滞留時間が 40 年と大変短いため、数 100 年程度の平均的なフラックスを求めるには大きな支障とはならない。また沿岸域など陸起源の ^{230}Th については、別の放射性核種 ^{230}Th の放射能を利用して陸源物質流入の影響を補正することが可能である (Francois et al., 2007)。

本研究の結果、全有機炭素フラックスは過去 1.3 万年を通じて $5.0 - 45 \text{ mg cm}^{-2} \text{ kyr}^{-1}$ の範囲で変化し、融氷期末期のヤンガードリアス (YD: 1.3-1.1 万年前) で平均 $31 \text{ mg cm}^{-2} \text{ kyr}^{-1}$ 、完新世で約 $24 \text{ mg cm}^{-2} \text{ kyr}^{-1}$ の値を示した。また全窒素フラックスは $0.6 - 5.0 \text{ mg cm}^{-2} \text{ kyr}^{-1}$ の範囲で変化し、YD で平均 $3.8 \text{ mg cm}^{-2} \text{ kyr}^{-1}$ 、完新世で $2.8 \text{ mg cm}^{-2} \text{ kyr}^{-1}$ の値を示した。全有機炭素と全窒素フラックスは、YD でそれぞれ完新世の 1.3 倍および 1.4 倍高い値を示した。また、両者は、YD で数 100 年、完新世で約 1000 年程度の周期で増減を繰り返し、変動の傾向はよく類似していた。生物源オパールフラックスは $7.9 - 165 \text{ mg cm}^{-2} \text{ kyr}^{-1}$ の範囲で推移し、YD で平均 $103 \text{ mg cm}^{-2} \text{ kyr}^{-1}$ 、完新世で $63 \text{ mg cm}^{-2} \text{ kyr}^{-1}$ の値を示し、完新世に比べて融氷期に高い値 (1.6 倍) を示した点は、全有機炭素、窒素フラックスと同じ傾向であった。一方で、生物源オパールフラックスは YD では数 100 年周期で増減を繰り返していたが、完新世では緩やかに減少しており、変動の傾向は全有機炭素および全窒素フラックス変動と比較して完新世では異なっていた。全有機炭素、全窒素及び生物源オパールフラックスは表層の生物生産量を反映し (e.g. Suess, 1980)、さらにオパールは湧昇の相対強度の指標にもなる。以上の結果から、全有機炭素、全窒素および生物源オパールフラックスが YD に高かったことは、この時代に湧昇が強まり、栄養塩が表層へ効率良く輸送されたことにより、生物ポンプが活発に働いていたことを示唆する。一方で、完新世は湧昇の弱まりとともに生物生産が低下し、生物ポンプが弱まったと推測される。