

放射性炭素14の自然存在量解析を用いた、炭素循環と生態系構造の関心の解明

京都大学 生態学研究センター 准教授
陀安 一郎



研究の背景

元素の原子核は、陽子と中性子で構成されています。元素の中には、陽子の数が同じでも、中性子の数の異なるものが存在します。その中で安定なものを安定同位体、不安定で時間がたてば崩壊するものを放射性同位体といいます。放射性同位体である炭素14は、安定同位体である炭素12や炭素13に比べてごく微量(1兆分の1程度)しか含まれていませんが、地球の成層圏で窒素14から絶えず生成されています。私たちの暮らしている対流圏では、炭素14は放射性崩壊により約5,700年で半減します。そのため、主に数百年～数万年スケールの年代測定の手段として広く用いられてきました。本研究において、私は生態学の分野で近年よく用いられるようになってきた、炭素($\delta^{13}\text{C}$ 値:炭素12に対する炭素13の割合を示す値)や窒素($\delta^{15}\text{N}$ 値:窒素14に対する窒素15の割合を示す値)の安定同位体比の分析に加え、新しい見方で放射性炭素14の自然存在量($\Delta^{14}\text{C}$ 値:炭素12に対する炭素14の割合を、炭素13の割合を用いて補正した値)を測定することで、生き物の「時間軸」を理解できると考えました。

研究の成果

放射性炭素14は、第二次世界大戦後の冷戦構造のもとで引き起こされた大気核実験により、1963年の部分的核実験禁止条約までに世界の大气中に多量に放出されました。その後、光合成による生物圏への取り込みや呼吸による放出というやり取りを経ながら、現在も大气中に二酸化炭素の形で存在しています(図1)。陸上植物は光合成によって大气中からこの放射性炭素14を取り入れることで、「時間軸」を体の中に刻み込みます。植物は枯死した後も、材や土壌有機物の形で $\Delta^{14}\text{C}$ 値を保存しますので、それらを利用する動物や菌類にも「時間軸」を提供します。これらを用いて、生き物の「食う-食われる」つながりである食物網についても

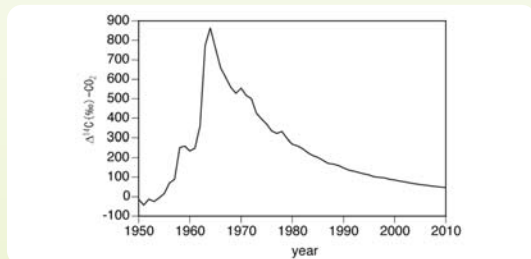


図1 大気中の二酸化炭素(CO₂)における $\Delta^{14}\text{C}$ 値の経時変化。大気CO₂の $\Delta^{14}\text{C}$ 値は毎年変化しており、毎年の光合成産物となる有機物には「年齢」が刻まれている。

「時間軸」を記述できることを示しました。また、河川生態系では石灰岩や堆積岩などから溶け出した「古い」炭素が食物網に多く取り込まれており、水域の中にいろいろな「時間軸」が存在することがわかりました(図2)。

今後の展望

生き物たちのつながりと物質循環の関係の研究は、自然界での現象把握だけではなく、地球温暖化問題の研究に重要な炭素の流れを理解することで、私たちの未来についても重要な知見を与えてくれます。放射性炭素14の測定にはまだまだお金と手間がかかるため、幅広く測定することは難しいですが、今後技術が発展することで包括的な炭素循環と生態系構造の関係の研究が進むことを期待しています。

関連する科研費

- 平成19-21年度 若手研究(A)「生態系の時間軸構造の解明-放射性炭素分析による生態系炭素循環解析手法の構築-」
- 平成22-24年度 基盤研究(B)「放射性炭素および分子レベル同位体解析を用いた、炭素循環と生態系構造の関心の解明」
- 平成23-24年度 挑戦的萌芽研究「デトリタス由来の資源が陸域食物網動態へ及ぼす影響の解明」

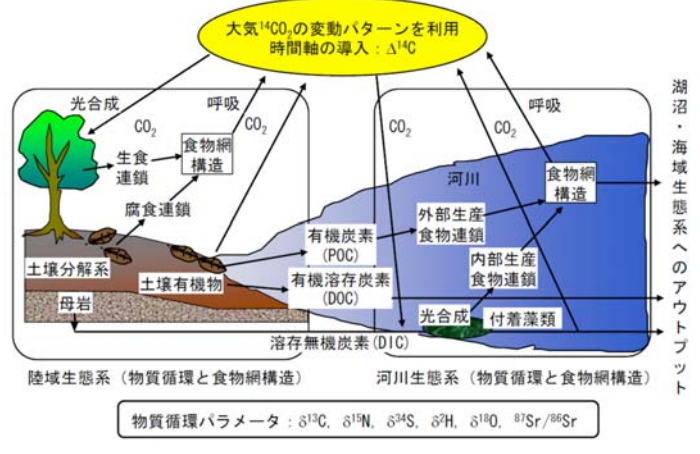


図2 本研究の概念図。生態系炭素循環に関して $\Delta^{14}\text{C}$ 値を用いて解析するとともに、陸上生態系・水域生態系を含んだ集水域物質循環系・食物網システムを、各種安定同位体比分析などを用いて総合的に解析する(矢印はすべての過程を示しているわけではない)。

(記事制作協力:日本科学未来館 科学コミュニケーター 野副 晋)