

(別紙様式-2)

レーザー分光による放射性炭素同位体分析の定量性評価に関する研究
Study on quantitative evaluation of radiocarbon analysis based on laser spectroscopy

富田英生、名古屋大学・大学院工学研究科総合エネルギー工学専攻

【本研究の背景と目的】

放射性炭素 (^{14}C) は生体を構成する元素の同位体の中で唯一、長半減期の放射性核種であるため、生体や環境トレーサーとして活用されている。 ^{14}C の天然同位体存在比の僅かな変動を解析して気候変動や過去の太陽活動を明らかにする研究がなされているが、およそ一定であるため、現代に育成された植物を用いて作られたバイオマス資源と太古の植物由来の化石燃料(を元に作られた資源)では、 ^{14}C 同位体比が異なる。このため、 ^{14}C 同位体比により有機資源のバイオベース度を評価することができる。また、 ^{14}C は薬物動態評価や農薬挙動の評価などにも応用されている。これらの分析には加速器質量分析 (AMS) が用いられてきたが、その分析コストが普及を妨げる要因の一つとなっている。本課題代表者らは、超高感度レーザー吸収分光(CRDS)に基づく新しい ^{14}C 分析法 (^{14}C -CRDS) に開発している。本手法が確立されれば、年代測定ほどのアバンダンス感度が必要ない試料の分析に適用でき、 ^{14}C を用いた応用の普及を促すブレークスルーになりえる。そこで、本研究では、AMSとの比較により、 ^{14}C -CRDSの定量性を評価することを目的とした。

【実施項目】

1. 燃焼 CO_2 の導入法の検討

^{14}C -CRDSの燃焼部・分離部の後段に、燃焼 CO_2 封入系を接続した。封入した CO_2 ガスは、AMS前処理用グラファイト化装置および ^{14}C -CRDS装置に導入することができるため、同一条件の CO_2 試料を各装置で測定し、比較すること可能となった

2. ^{14}C -CRDS分析による定量分析の問題点抽出

工学研究科所有の ^{14}C -CRDS装置を用いて、試料をフロー測定する際の問題点を検討した。分析手順は以下の通りである。まずCRDSチャンバー内に N_2 を流してセル内を洗浄した後、 N_2 側バルブを閉じ、チャンバー内を減圧した。その後、封入管側バルブを開放することで、差圧によって試料ガスをチャンバー内へ導入した。導入時の圧力を圧力制御器で制御することで、測定時のセル内圧力を一定を維持することが確認された。一方、圧力一定の条件でも $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ 同位体比の測定結果には1%程度のばらつきが見られた。このことから、測定ガスの温度制御を行う必要であると示唆された。

3. ^{14}C -CRDSとAMSの相互比較に向けた検証用試料の検討

^{14}C -CRDS分析法の特性を評価するための試料(ワーキングスタンダードおよびブランク試料)を検討するために、D-グルコースおよびL-グルコース試料をAMSにて測定した。これらを燃焼させた CO_2 ガスは1で示した封入系で保持し、グラファイト化とAMS測定は年代測定研究部により実施された。AMSによる測定の結果、 ^{14}C -freeと想定していたL-グルコース(化学合成品)にも、 ^{14}C が混入していることが判明した。このため、新たなブランク試料の検討が必要であることが明らかとなった。

【今後の課題】

^{14}C -CRDS分析による定量分析の定量性を確保するために、測定ガスの温度を一定に維持し、分析性能の再評価を実施することが求められる。また、AMSによる検証用試料中の ^{14}C 測定結果と ^{14}C -CRDSの測定値を比較し、本手法の定量性と適用範囲を明らかにする予定である。

【成果発表】

柘植 紘汰、富田 英生ら、多重置換同位体分子計測のための中赤外キャビティリングダウン分光システムの開発、第21回同位体科学研究会、芝浦工業大学、2024年3月8日