即発γ線ドップラー広がり法のホウ素の状態分析への応用

Application of Doppler Broadening of Prompt-Gamma Ray to Boron State Analysis

酒井　陽一[1)]　高山　努[1)]　渡辺　裕夫[1)]　久保　謙哉[2)]　松江　秀明[3)]　瀬川麻里子[3)]

Yoichi SAKAI　Tsutomu TAKAYAMA　Yasuo WATANABE　Kenya KUBO　Hideaki MATSUE　Mariko SEGAWA

[1)]大同工業大学　[2)]国際基督教大学　[3)]原子力機構

ホウ素の $^{10}B(n,\cdot)^{7*}Li$ 反応で生成する $^{7*}Li$ から放出される478keV-即発γ線のドップラー広がりの測定･解析を、ホウ素の非破壊状態分析へ応用することを検討･推進した。

キーワード：ホウ素、$^{10}B(n,\alpha)^{7*}Li$ 反応、即発γ線、ドップラー広がり

１．目的

中性子誘起反応である $^{10}B(n,\cdot)^{7*}Li$ 反応により生成する高エネルギーで運動している $^{7*}Li$ から放出される478keV-即発γ線のドップラー広がりの測定･解析の分析化学への応用を検討し、進展させる。ホウ素を含む様々な天然物試料などについて測定し、ホウ素の物理的･化学的状態についての情報を非破壊的に得るユニークな手段としての有用性を確立することを目的とした。

2.方法

1) 測定実験： JRR-3 に設置された即発γ線分析（PGA）装置により、種々のホウ素を含む天然物試料などに対して、$^{10}B(n,\alpha)^{7*}Li$ 反応で生成する $^{7*}Li$ から放出される478 keV 即発γ線を測定した。

2) データ解析： ドップラー広がりをもった478 keV 即発γ線線形を我々の開発した最小自乗カーブフィッティング法[1]により解析を行った。この解析で導かれる主要なパラメータは減速定数Dである。Dは、高速 $^{7*}Li$ の減速の時定数の逆数である。

３．研究成果

ホウ素濃度が高いとされるクルミの葉を試料として、その生体中での状態・挙動について興味をもち実験を行った。名古屋市で育成しているクルミの若木より初夏の緑葉を採取し、PGA 測定を行った。一枚の葉を葉柄、中央部、葉先と３分割して生葉状態として測定した。結果いずれの部分のホウ素濃度も20ppm前後で同じ程度であり､他の植物の生体試料として、通常の値であり特別にホウ素が濃集されているという結果は示されなかった。減速定数Dの値は $1.25\times10^{12}S^{-1}$ 付近であった。この値は、これまでの我々の研究[2]から、ホウ素化学種が水溶液として存在していることを示唆した。

４．結論・考察

クルミの葉において、植物としては異常に高いホウ素濃度と葉の部分（葉柄、中央部、葉先）による濃度値の大きな差異を報告しているのは、UCDavisの研究者たちであり[3]、試料のクルミは大学の農園（カリフォルニア州デービス）で採取したものである。今回我々が採取・測定したものは若い樹木であったためUCDavisの結果とは大きく異なったのかもしれないが、詳細については今後の課題である。

トライアル・ユースのいくつかのテーマのサポートとして本法、ドップラー広がり法を応用する試みも、この期に行った。ただし、いずれも緒に就いたばかりであり、個々での報告は省く。

実験そのものは、この期ではないが、この期において出版された本研究テーマの関わる査読論文[4]があるので次項に紹介する。

５．引用(参照)文献等

[1]. A simple derivation of the formula of the Doppler broadened 478keV γ-ray lineshape from ^{7*}Li and its analytical application. Michael K. Kubo and Yoichi Sakai, ***Journal of Nuclear and Radiochemical Sciences***, Vol.1, 83-85 (2000)

[2]. Biological application of Doppler broadening of neutron-induced prompt gamma-ray from energetic ^{7*}Li. Y. Sakai, M. K. Kubo, H. Matsue, and C. Yonezawa. ***Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry***, Vol. 265, 287-290 (2005).

[3]. Boron mobility and consequent management in different crops. P. H. Brown, H. Hu, ***Better Crops***, Vol. 82, 28-31 (1998).

[4]. Analysis of boron in wood treated with boric acid solutions using Doppler broadening method of prompt gamma-rays. S. Yamauchi, Y. Sakai, Y. Watanabe, M. K. Kubo, H. Matsue. ***Journal of Wood Science***, Vol. 52, 279-281 (2006)