

氏名 青木 達
 学位(専攻分野) 博士 (農学)
 学位記番号 論農博第2269号
 学位授与の日付 平成11年11月24日
 学位授与の要件 学位規則第4条第2項該当
 学位論文題目 APPLICATIONS OF RADIOCHEMICAL ANALYSIS IN ENVIRONMENTAL SCIENCE
 (放射化学的分析法の環境科学への応用)

論文調査委員 (主査) 教授 東 順一 教授 齊藤 眞弘 教授 野 淵 正

論文内容の要旨

人類の活動が地球環境に大きな影響を与え、環境悪化を引き起こしているため、人類、生物全体の生存に危惧が抱かれている。環境を公害などから守り安全を維持するためには、公害物質などの分析手法を確立し、その動態把握が重要となる。環境試料中の微量元素や放射性核種の量や分布状態から地球環境を健全に維持するための多くの情報が得られる。

本論文では、環境試料に放射化学的分析法を適用して、微量元素や低レベル放射性核種の定量や分布状態を解析することにより、重金属による環境汚染や環境放射能の動態に関する知見を得る基礎的な研究を行った。微量にしか存在しない元素や放射能レベルの低い放射性核種の定量について、分析方法の選択、試料の前処理、測定条件などを検討した後環境試料に応用した。本論文の主な内容は以下の通りである。

第1章では、樹木を含む植物、湖水および海水について微量元素の新規な灰化条件および化学的沈殿処理法を開発することにより、熱中性子放射化分析法をはじめ環境試料に適用できた。乾式灰化温度を400°Cで行えば植物試料中の微量元素を定量できること、および、共沈法を用いれば海水や湖水中のLaおよびEuを定量できることを見いだした。

第2章では、樹木年輪中の微量元素の荷電粒子誘導X線放射分析法を用いた非破壊的定量法を確立し、スギ樹幹中のSrおよびCaの分布・移動解析に適用した。生育中のスギ樹体にSr溶液を注入し、標準試料の作製と測定条件の最適化を行って樹幹中のSrの分布・移動を調べた。その結果、Srは樹木の辺材部で半径方向には移動するが心材部には移動しないこと、接線方向への移動もほとんど認められないこと、上下方向への移動は大きいこと、および、SrはCaと置換する形で分布することを見いだした。

第3章では、低レベル放射性核種である¹³⁷Csのスギの年輪中での分布を高純度Ge半導体検出器を用いて定量した結果、Kとの比が一定であるので、¹³⁷Csは同位体置換により樹幹中を半径方向に移動すると結論された。次いで、同様の測定を湖底堆積物および人体組織について行った。湖底堆積物中の¹³⁷Csを深度方向に測定して得た分布を放射性降下物の経年変化と比較することにより堆積速度の推定が可能となった。肺臓、肝臓、腎臓などの人体組織中の¹³⁷Csおよび⁴⁰Kを測定した結果、いずれの組織においても両者の濃度は充分低く、¹³⁷Csの影響は天然放射性核種である⁴⁰Kの0.5%にすぎなかった。したがって、現状では¹³⁷Csによる人体への被曝を考慮する必要はないことが明らかになった。

第4章では、長崎に投下された原爆に伴う黒い雨にさらされた樹木の年輪中に存在する⁹⁰Srの分布をガスフローGM検出器を用いて測定した。第2章で明らかになったスギ樹幹内におけるSrの移動性に関する結果を考慮した補正を行うことにより、年輪の被爆時期を同定することができた。

第5章では、肺臓、肝臓、腎臓などの人体組織を凍結乾燥し、蒸留精製した試料水中の³Hの濃度を液体シンチレーション検出器を改良して測定した。日本人の人体組織中の³Hの濃度は極めて低く、食品、水道水と同じレベルで、ヨーロッパに比較すると一桁低かった。また、人体組織間で³Hの濃度の相違は無かった。したがって、現状では³Hによる内部被曝を考慮しなくてもよいことが明らかになった。

以上、環境試料中の微量元素や放射性核種は量的に非常に少ないため、その量を正確に見積もることは従来困難である場合が多く見られたが、前処理や定量性などに関する基礎的研究や、放射線測定バックグラウンドを下げる改良などを行った結果、多くの環境試料中の微量元素や放射性核種の定量が可能となった。また、スギ年輪中の⁹⁰Srの分布の解析から、樹木年輪が環境指標として有効であることを明らかにした。

論文審査の結果の要旨

近年、地球環境が悪化し、人類の将来に不安が抱かれている。環境を公害などから守り快適で安全な環境を維持するためには、環境に存在する微量元素や放射性核種などの公害物質の分析手法を確立し、その動態把握が重要となる。本論文では、多くの環境試料中の微量元素や放射性核種の定量を、前処理や定量性などの基礎的研究、放射線測定バックグラウンドを下げる改良などを行うことにより可能にし、その動態解析を行ったものである。評価される主な点は以下の通りである。

1. 乾式灰化温度を400℃とし共沈法を用いる新規な環境試料処理法を開発し、熱中性子放射化分析による植物試料中の微量元素の定量、および、海水や湖水中のLaとEuの定量を可能とした。

2. 環境試料に荷電粒子誘導X線放射分析法を適用するための標準試料の作製および測定条件の最適化を行うことにより、樹木年輪中の微量元素の非破壊的な定量を可能にした。特に、生育中のスギ樹幹部にSr溶液を注入しその移動性を調べた結果、Srはスギの辺材部で半径方向には移動するが、心材部には移動しないこと、接線方向への移動もほとんどないこと、上下方向への移動は大きいこと、および、SrはCaと置換する形で分布することを見いだした。

3. 低レベル放射性核種である¹³⁷Csのスギ年輪中での分布を高純度Ge半導体検出器を用いて定量した結果、Kとの比が一定であるので、¹³⁷Csは同位体置換により樹幹中を半径方向に移動すると結論された。また、湖底堆積物中の¹³⁷Csの濃度を深度方向に測定し、放射性降下物の経年変化との比較から堆積速度の推定を可能にした。さらに、肺臓、肝臓、腎臓などの人体組織中の¹³⁷Csおよび⁴⁰Kを測定した結果、いずれの組織においても両者の濃度は充分低く、¹³⁷Csの影響は天然放射性核種である⁴⁰Kの0.5%にすぎず、現状では¹³⁷Csによる人体の被曝を考慮する必要はないことを明らかにした。

4. 原爆に伴う黒い雨にさらされた樹木の年輪中に存在する⁹⁰Srの分布をガスフローGM検出器を用いて測定し、半径方向の移動性を補正することにより年輪の被爆時期を同定することが可能となり、樹木年輪の環境指標としての有効性を明らかにした。

5. 肺臓、肝臓、腎臓などの人体組織中の³H濃度を液体シンチレーション検出器を改良して測定した結果、組織中の³Hの濃度は組織間で差は認められず極めて低く、食品、水道水と同じレベルで、ヨーロッパに比較すると一桁低いことを明らかにした。したがって、現状では³Hによる内部被曝を考慮しなくてもよいと結論された。

以上のように、本論文は、環境試料中の量的に非常に少ない元素や放射性核種の定量を、前処理や定量性などに関する基礎的研究、放射線測定バックグラウンドを下げる改良などを行うことにより可能にした。確立した分析法を用いて定量した多くの環境試料中の微量元素や放射性核種の動態解析を行い、その影響評価を行ったもので、環境科学や分析化学などに寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学立論文として価値あるものと認める。

なお、平成11年9月16日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。