

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名	片岡 憲昭
学位	博士 (工学)
学位記番号	新大院博 (工) 第 420 号
学位授与の日付	平成 27 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
博士論文名	Effect of Tritium and of Radioactive Caesium Released from the Accident of Fukushima Daiichi Nuclear Power Plants on the Environment and the Construction Method of Evaluation of Tritium Internal Exposure by Applying Hydrogen Isotope Exchange Reaction (福島第一原発事故由来の放射性セシウムとトリチウムが環境に与える影響評価及び水素同位体交換反応を考慮に入れたトリチウムの内部被ばく評価法の構築)
論文審査委員	主査 教授・今泉 洋 副査 教授・児玉 竜也 副査 准教授・狩野 直樹 副査 教授・佐藤 峰夫 副査 教授・山際 和明

博士論文の要旨

この論文は、おおきく2つのことについて記載されている。初めは、環境中に多く存在する放射性水素(トリチウム, T)と東日本大震災で起こった福島第一原子力事故(以後, 原発事故)で放出された放射能のうち, 未だに環境中に多く存在するセシウム-134,137 の環境中の影響とについて述べられている。次に, T の人体に及ぼす影響について, 同位体交換反応(T-for-H 交換反応)を応用して, 人体に多く存在するアミノ酸と T との動的交換を追究している。生体中には, 大きく分けて, 自由水型 T(FWT)と組織結合型 T(OBT)とが存在するが, その中間型として, 官能基中の H があり, さらに T 交換可能型有機結合 T(OBT)と非交換可能型の OBT の2つに分類される。交換可能型 OBT は体内で FWT と同様の挙動を示すことから, 交換可能型 OBT と FWT との放射線加重係数は1と定められている。一方で T-for-H 交換反応を起こしにくい非交換可能型 OBT の係数は2.3と定められている。非交換可能型 OBT の放射線荷重係数が高い理由としては, T-for-H 交換反応による除去が難しく, 生体内に留まり易いことがあげられる。現在では, 交換可能型 OBT と非交換可能型 OBT の区別が曖昧である。

以上に基づき, 本論文では主に, 交換可能型 OBT と非交換可能型 OBT の T-for-H 交換反応を観測している。また, H は, 官能基の種類や温度などにより, その反応性が異なることが, これまでの研究で知られている。そこで, 主にアミノ酸中の H と T との交換反応を, 速度論的に観測することで, それぞれの官能基中の H の反応性を, 定量評価している。この観測は, 温度, 時間, 物質をそれぞれ変えて行っている。この結果を, 人体中の H のコンパートモデルと比較することにより, 現在用いられている T の影響(トリチウムの放射線加重係数の修正値を提案している。これらから, 同位体交換反応を考慮に入れた T の内部被ばく評価を行うことができた。このことから, 新たな T の内部被ばく評価法を提案している。また, この手法を用いて T の内部被ばく評価を行っている。

この論文では、以上から、以下の結論を導いている。

- (1) 2011年3月と4月の降水中トリチウム濃度は例年の2倍であったことから、福島第一原子力発電所事故の影響があったことがわかった。
- (2) 福島付近の山での湧き水のT濃度は1.0Bq/kg以下であり、2013年の5月のT濃度と似た値であり、また、2014年もT濃度は上昇していないことから、福島県付近の山に及ぼす原発事故の影響はほとんどないと考えられる。
- (3) FWTから非交換可能型OBTへの移行係数は0.000070と算出できた。
- (4) この移行係数を用いてTの被ばく線量を計算すると、被ばく線量の増加量は $1.2 \times 10^{-13} \mu\text{Sv}$ であり、現行のモデル計算と比べ、無視できるほど小さいことがわかった。以上得られた結果は、水素同位体交換反応の反応性を定量的に明らかにすることが可能であり、さらに、交換可能型OBTと非交換可能型OBTにおける内部被ばくの評価に役立つことを示している。

審査結果の要旨

平成27年2月17日10:00～11:30に、物質生産棟4階406室で、公聴会を行った。ここでは、論文の内容を十分把握していること、福島第一原発事故の影響を数値的に見積もることができていること、質問にも的確に答えていたこと、などが確認された。

以上により、本論文は博士(工学)の博士論文として十分であると認定した。