

(続紙 1)

京都大学	博士 (農 学)	氏名	藤原 慶子
論文題目	東京電力福島第一原子力発電所事故により環境中に放出された放射性テルルによる内部被ばく線量の評価		
(論文内容の要旨)			
<p>東京電力福島第一原子力発電所（以降、福島原発と略す）の事故により大量の放射性物質が施設外に放出され、深刻な環境汚染が生じた。放出された放射性物質によりもたらされる内部被ばくの線量は、世界保健機関（WHO）や原子放射線の影響に関する国連科学委員会（UNSCEAR）、厚生労働省などによって評価・推定され、公表されている。しかしながら、比較的多量に放出されているにもかかわらず、いずれの評価においても放射性テルルについては考慮されていない。これは放射性テルルの同位体の半減期が比較的短いこと、また、土壌から植物への移行係数などの線量評価に必要な知見が不十分なことによるものである。一方、事故によって一般公衆が受けた放射線被ばくの健康への影響を調査し、被災された方々の不安を解消していく上で、このような短半減期核種が内部被ばく線量にどの程度寄与していたかを明らかにしておくことが必要である。本論文は、水耕培地や土壌を用いて栽培されたラディッシュや小松菜へのテルルの移行係数を実験的に求めるとともに、先行研究において報告されている移行係数も併せて用いることで、事故後1年程度の短期間に一般公衆が放射性テルルによって受けた内部被ばく線量を評価・推定したものである。論文は7章より構成されている。</p> <p>第1章では、WHOやUNSCEARといった国際機関ならびに厚生労働省がこれまでに行った内部被ばくの線量評価について調査し、放出量から考えて内部被ばく線量に寄与が大きかった短半減期核種として^{127m}Teと^{129m}Teが考えられることを明らかにした。</p> <p>第2章では、放射性テルルの経口摂取に伴う内部被ばく線量の評価において必要なパラメータである土壌から食用植物への移行に関する基礎的な知見を得るため、水耕培地からラディッシュ (<i>Raphanus sativus</i> var. <i>sativus</i>) へのテルルの移行に関する実験を行い、培地のpHに依存して植物体への移行係数が大きく変化すること、また、移行後の植物体での分布が異なることを見出した。</p> <p>第3章では、福島原発事故の前に福島県で採取した土壌や市販されている植物栽培用の土壌など、性質の異なる4種類の土壌と小松菜 (<i>Brassica rapa</i> var. <i>perviridis</i>) およびラディッシュを用い、テルルの土壌から植物への移行に関する実験を行った。また、比較のため併せてセシウムの移行についても検討した。その結果、土壌から植物への移行係数は、第2章の水耕栽培において明らかにしたpHに加えて、土壌中に存在する交換性塩基や陰イオン吸着基の濃度によっても影響を受けることを明らかにした。また、土壌濃度から内部被ばくの線量を評価するために必要なパラメータである土壌から植物（可食部）への移行係数は、ラディッシュで$9.2 \times 10^{-3} - 3.0 \times 10^{-2}$、小松菜で$7.4 \times 10^{-3} - 5.1 \times 10^{-2}$であった。</p> <p>第4章では、国際原子力機関の技術報告書（TRS472）で提示されている土壌—植物移行係数ならびに第3章で実験的に求めた移行係数を用い、福島原発事故後に測定された土壌における^{134}Cs、^{137}Cs、および^{129m}Teの濃度から、ラディッシュのような根菜および小松菜のような葉菜の濃度を求めた。次に、これらを摂取した場合に受ける放射性テルルによる内部被ばく線量（預託実効線量）を放射性セシウムによる線量への比として計算し、住民の受けた内部被ばく線量は放射性セシウムと比べて無視できないレベルである可能性を示した。</p> <p>第5章では、実際に放射性セシウムの濃度が測定された白米を対象に内部被ばく線量の推定を行い、収穫後1年間、継続して収穫された白米を摂取した場合、放射性テルルが与える預託実効線量は放射性セシウムによる預託実効線量の0.05—5.09倍にな</p>			

ることを明らかにした。さらに、このようにして推定された内部被ばく線量に大きな幅の生じる要因が土壌—植物移行係数にあることから、精度の高い内部被ばく線量の推定には、より実情に適した土壌—植物移行係数を使用することが重要であると考察した。

第6章では、本論文において評価した内部被ばく線量と国際機関や厚生労働省、民間団体が評価・報告している線量を相互に比較し、その差の原因について検討した。その結果、土壌—植物移行係数などの評価に用いるパラメータの選択、摂取期間や飲食物中に占める地元食品の割合をどのように推定して線量評価を行うかによって評価値が大きく異なってくることを見出した。

第7章では、得られた内部被ばく線量に関して考察し、今回の福島原発事故により一般公衆が受けた内部被ばく線量は、人の健康に及ぼす影響という観点から見ると、十分に低いことが示唆された。

以上の結果より、福島原発事故により環境中に放出された放射性テルルは、すでに評価が行われている放射性ヨウ素や放射性セシウムによる内部被ばく線量と比較して無視できないレベルの線量を与えていたことが明らかであり、また、今後、より精度の高いテルルの内部被ばく線量を推定するためには、内部被ばくの線量評価に必要な土壌—植物移行係数などの環境動態に関するパラメータを整備していく必要のあることが示された。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

東京電力福島第一原子力発電所(以降、福島原発と略す)の事故により放射性ヨウ素や放射性セシウムとともに、放射性テルルが環境中に放出されているが、内部被ばく線量の評価は行われていない。これは、放射性テルルについては内部被ばくの線量評価に必要な環境動態に関するパラメータが十分に整備されていないこと、テルルの同位体の多くは短半減期であり線量への寄与が少ないと考えられてきたからである。本論文は、土壌から植物へのテルルの移行係数を実験的に明らかにし、得られた結果に基づき事故後に測定された土壌中の ^{129m}Te の濃度から、一般公衆が受けた内部被ばく線量を評価したものであり、放射性テルルによる具体的な被ばく線量を推定した世界で初めての報告である。

評価できる点は以下のようなものである。

1. 土壌—植物間の移行係数は、対象とする放射性核種の土壌中での濃度から内部被ばく線量を求めるために必須のパラメータであり、テルルに関しては熱帯地域の土壌を用いた少数の報告があるだけで、日本の土壌についてはほとんど報告がない。本論文では、福島県から採取した土壌を含む複数の土壌について、テルルの土壌—植物移行係数を実験的に求め、関与する土壌の特性を明らかにしている。
2. 実験的に求めた土壌—植物移行係数ならびに先行研究で報告されている移行係数と、福島原発事故後に測定された土壌中の ^{129m}Te の濃度から、放射性テルルによって事故後に一般公衆が受けた内部被ばく線量を、放射性セシウムによる線量に対する比として求め、無視できないレベルにあることを明らかにした。
3. 福島原発事故により一般公衆が受けた内部被ばく線量を、放射性テルルの寄与分も含めて評価し、総線量から見て、人の健康への影響という点からは問題となるレベルではないとの結論を得た。
4. 今回行った研究に基づき、内部被ばく線量の評価に関係する種々の要因について考察を加え、原子力災害に備えて、今後、整備・充実していくことが必要な評価パラメータや評価方法を明らかにした。

以上のように、本論文は、福島原発事故により一般公衆が放射性テルルから受けた内部被ばく線量を明らかにするとともに、原子力災害時においては、このような短半減期核種による線量寄与を考慮すべきことを明確に示したものであり、放射線管理学、放射線健康科学、環境動態学の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士(農学)の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成28年9月15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。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨および学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降(学位授与日から3ヶ月以内)