

3. 北海道内の地域性を反映した食品（日常食・牛乳）中の放射性物質の影響評価

- 青柳 直樹（旧所属 北海道立衛生研究所理化学部生活保健グループ
現所属 同研究所生活科学部生活衛生グループ）
市橋 大山（北海道立衛生研究所企画総務部企画情報グループ）

【 研究目的 】

2011年3月の福島第一原子力発電所事故により、放射性物質（RI）が環境中に放出された。5年を経過した現在でも、海洋への放射性物質の流出は継続しており、核燃料の処分時期も明確とはなっていない。北海道では、事故の影響により国等から食品の出荷制限等を受けた17都県の食品や道内産水産物の放射性物質検査を実施している。それ以外の食品については、自主検査に依存しているが、安心できる食品が提供されていることの指標としては、道民が実際に摂取している食事（日常食）や、広大な北海道各地の土壌や牧草由来の放射能汚染状況が反映される牛乳など、身近な試料の調査も重要である。また、事故前後の調査結果を比較することで、放射線被ばく量の変化、地域差等を検証することも可能である。我々はこれまで57年間に渡り、道内の環境放射能について調査研究を行い、基礎データを蓄積してきた。本研究では、これらを基に、現在の北海道の状況を把握し、事故の影響評価を行うことを目的とした。

【 実施内容 】

1. 北海道における日常食中の放射能と原発事故の影響評価

1) 試料：2011年7月（検体数：n=9）、11月（n=11）、2012年2月（n=11）、7月（n=13）、11月（n=11）、2013年2月（n=9）、8月（n=5）、2014年2月（n=5）、9月（n=6）、2015年2月（n=7）の計10回は、札幌市およびその近郊に住む成人から、2015年12月（n=15）、2016年6月（n=15）の2回は、札幌市、函館市および釧路市に住む成人（それぞれn=5）から1日分の食事（間食や飲料水等の水分もすべて含む。ただし、薬やサプリメントは含まない）を陰膳方式で提供してもらい試料とした。また、各試料の献立表には、氏名、住所、年齢、採取年月日、献立名、材料名、産地、数量を記載してもらった。

2) 前処理：試料は1人分ごとに105℃で乾燥し、ガスコンロで炭化した後、450℃の電気炉内で24時間灰化した。これをU8容器に充填し、測定試料とした。

3) 分析：放射能測定シリーズ7「ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」（文部科学省、1992年改訂）に準じて放射性セシウム（ ^{134}Cs と ^{137}Cs ）を測定した。

2. 北海道産牛乳中の人工放射性核種と原発事故の影響評価

1) 試料：北海道産原乳 100%使用を表記している市販牛乳（成分無調整）で、道内に流通しているもの 14 種類（11 市町：札幌市、仁木町、豊富町、八雲町、美瑛町、津別町、興部町、登別市、伊達市、帯広市、厚岸町及び 3 地域：十勝地区、江別市周辺市町村、根釧地区）を購入した。検体は賞味期限が一致している 1 L パック 4 本を 1 回分の試料とした。大部分はロット番号も一致していたが、一部は未記載あるいは異なる番号の混入したものもあった。購入時期は原発事故前が 2010 年 6 月～11 月、原発事故後が 2014 年 6 月～11 月で、各種類それぞれの事故前後の購入月は一致していた。

2) 前処理：試料処理は、放射能測定法シリーズ「ゲルマニウム(Ge)半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法」（昭和 57 年、科学技術庁）に準拠した。

3) 分析：放射性セシウムは日常食と同様に、 ^{90}Sr は放射能測定法シリーズ 2 「放射性ストロンチウム分析法」（平成 15 年改訂、文部科学省）に準拠し、溶媒抽出法で行った。測定には、低バックグラウンド 2 π ガスフロー計数装置（LBC-471-Q Aloka）を用い、バックグラウンド及び試料の測定時間は 100 分とした。

【 結果・考察 】

1. 北海道における日常食中の放射能と原発事故の影響評価

図 1 に 2011 年 7 月から 2016 年 6 月までの北海道における日常食中の放射性セシウム (Cs) 濃度を示した。日常食からガンマ線放出核種として、 ^{134}Cs と ^{137}Cs が検出された（検

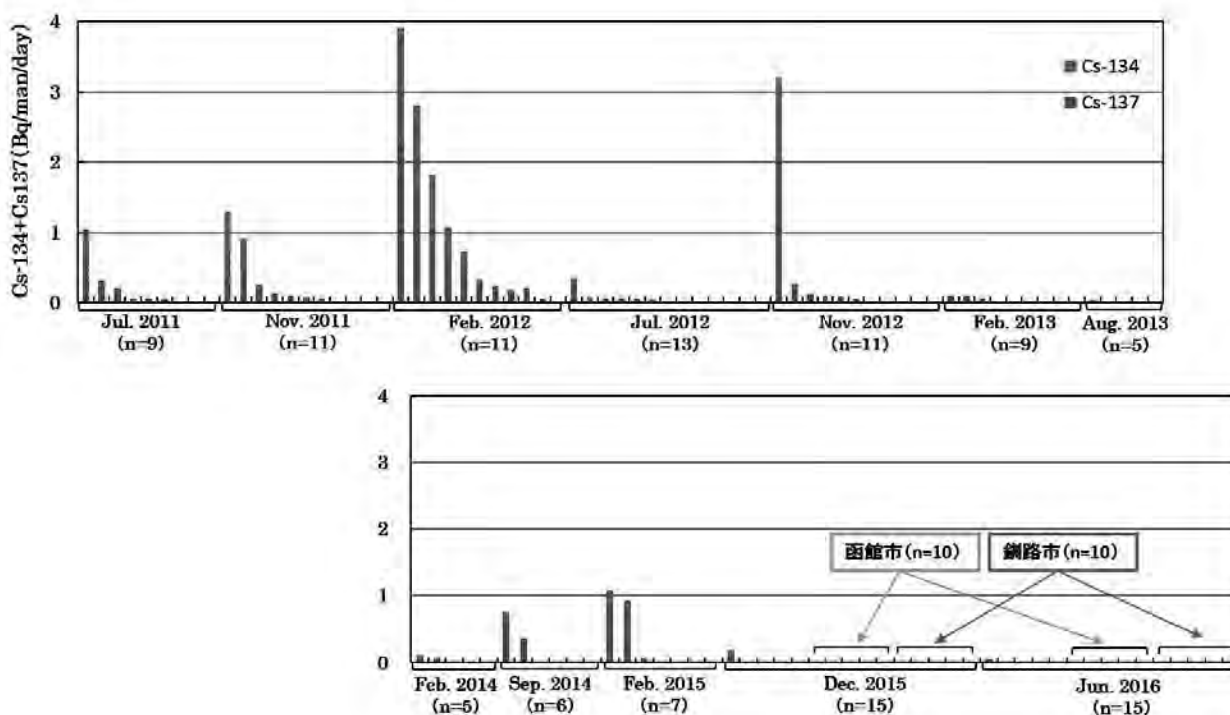


図 1 北海道における日常食中の放射性セシウム濃度（2011～2016 年）

出下限値は ^{134}Cs : 0.029-0.082、 ^{137}Cs : 0.017-0.068 Bq/人/日)。 ^{134}Cs (原発事故時に放出される核種) が検出されたのは、2011年7月3検体、11月5検体、2012年2月9検体、7月1検体、11月2検体、2014年9月2検体、2015年2月1検体であった。また、 ^{134}Cs の半減期の約2倍を経過した2015年12月の調査以降は、 ^{134}Cs は不検出となった。放射性Csの検出頻度は、夏季に比べて9月から2月の道外産材料を使用した献立が増える秋冬の試料で高い傾向が見られた。検出頻度と濃度が最大となったのは2012年2月の調査で、それぞれ11検体中9検体、3.9 Bq/人/日であった。

食品の摂取を通じたRIによる内部被ばくを評価する基準として、預託実効線量が用いられる¹⁾。預託実効線量は、食品摂取後の50年間に受ける線量を最初の1年間で受けたとして計算される放射線量である。本調査において、日常食に含まれる放射性Csの最大濃度(3.9 Bq/人/日)から算出される預託実効線量は、 ^{137}Cs 、 ^{134}Cs それぞれの実効線量係数を 1.3×10^{-5} mSv/Bq、 1.9×10^{-5} mSv/Bq、市場希釈補正及び調理等による減少補正をそれぞれ1とすると、0.022 mSv/年となった。同時に摂取された天然のRIカリウム40から算出した預託実効線量は0.48 mSv/年であった。また、 ^{134}Cs が検出された試料について、献立表中の記載事項(採取年月日、材料名、産地、数量)をもとに、「食品中の放射性物質検査データ」(厚生労働省HP)²⁾を参考にして原因食材の検討を行った。その結果、マダラ、ワカサギ、キノコ類、牛乳、キャベツ、サツマイモ、レンコン、リンゴなどから混入した可能性が考えられた。

また、本調査において札幌市以外にも対象を広げて釧路市、函館市でも実施した(2015年12月と2016年6月)地域別データから、放射性Csが検出されたのは、札幌市の2件(0.19 Bq/人/日、0.054 Bq/人/日)のみで、いずれも ^{137}Cs であった。これは、今回の事故以前にも同レベルの検出(1950~1970年代の大気圏核実験や1986年のチェルノブイリ事故等の影響による)がみられており³⁾、 ^{137}Cs の半減期を考慮しても当該事故の影響とは必ずしも言えないレベルであった。したがって、母数が釧路、函館共に10と少ないことから代表性を持って議論することはできないが、事故から5年が経過した時点では、北海道における日常食への原発事故の影響は、限りなく事故前の状況に近づいており、地域による差もほとんど無いと考えられた。

2. 北海道産牛乳中の人工放射性核種と原発事故の影響評価

調査対象とした市販牛乳から、人工RIのうち放射性セシウムと ^{90}Sr が検出された。前者は原発事故前で10試料、原発事故後で9試料からそれぞれND~0.18 Bq/kg、ND~0.35 Bq/kgの濃度範囲で検出され、後者は原発事故前で14試料、原発事故後で11試料からそれぞれ13~35 mBq/kg(検出下限値9~15 mBq/kg)、31~84 mBq/kg(検出下限値11~17 mBq/kg)の濃度範囲で検出された。検出された人工RIを原発事故前後で比較すると、放射性Csの濃度が増加したものは9試料、減少したもの2試料、同様に ^{90}Sr 濃度が増加したものの11試料(増加割合は1.4~4.0倍)、減少したもの3試料であった。これら事故前後2群について統計処理(ウィルコクソン符号順位和検定)する

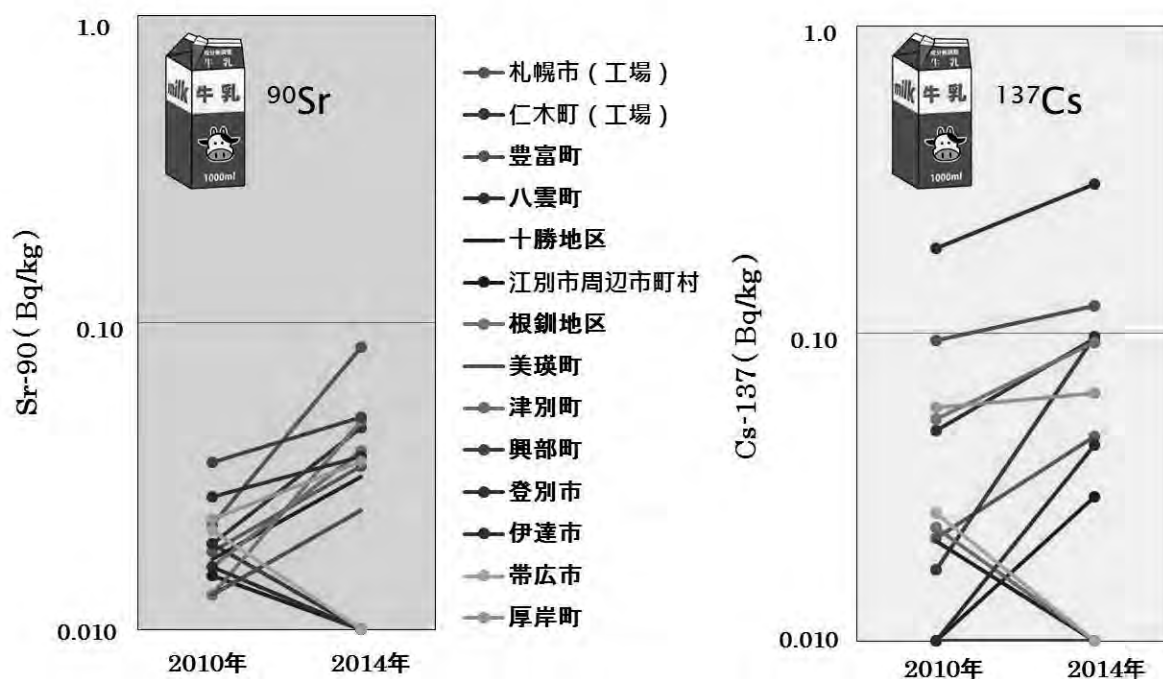


図 2 福島原発事故前後における牛乳中の ^{90}Sr 及び ^{137}Cs 濃度の比較

と、事故後、放射性 Cs 及び ^{90}Sr の濃度はどちらも有意（それぞれ $P < 0.05$ 、 $P < 0.01$ ）に増加したことが判った（図 2）。また、放射性 Cs について事故前はすべて ^{137}Cs であったのに対し、事故後は ^{137}Cs に加えて ^{134}Cs の検出例が太平洋沿岸地域で生産された 2 試料で見られ、 ^{90}Sr 濃度も増加していたことから、事故の影響があったことを示唆する結果となった（ただし、いずれの試料も食品衛生法における放射性 Cs の基準値 50 Bq/kg の 125 分の 1 未満）。

表 1 に北海道における地域別の牛乳中の人工放射性核種による預託実効線量（2014 年）を示した。 ^{137}Cs 、 ^{134}Cs 及び ^{90}Sr それぞれの実効線量係数を 1.3×10^{-5} mSv/Bq、 1.9×10^{-5} mSv/Bq 及び 2.8×10^{-5} mSv/Bq、牛乳の年間摂取量を 82.3 g/日（平成 25 年厚生労働省国民健康・栄養調査報告より）、市場希釈補正及び調理等による減少補正をそれぞれ 1 とすると、最大の預託実効線量は 1.8×10^{-4} mSv であった。この値は一般人が自然界から 1 年間に受ける線量 2.2 mSv に比べて極めて小さいことがわかった。また、預託実効線量には地域差がみられ、その主因は、広域な北海道における各地域間の気候や地質の違いが影響したものと推察された。とくに ^{90}Sr や ^{137}Cs は、長期（半減期 30 年前後）に渡って被ばく源となるが、土壌の種類（例えば、粘土層や腐植層）によっては、その収着度合いが異なる⁴⁾ことから、今後も地域性等を考慮した調査の継続が重要であると考えられた。

表 1 北海道における地域別の牛乳中の人工放射性核種による預託実効線量

生産地	^{90}Sr による 預託実効線量	$^{134+137}\text{Cs}$ による 預託実効線量	Total
札幌市（工場）	2.9×10^{-5}	1.7×10^{-5}	4.6×10^{-5}
仁木町（工場）	3.3×10^{-5}	3.7×10^{-5}	7.0×10^{-5}
豊富町	7.1×10^{-5}	4.7×10^{-5}	1.2×10^{-4}
八雲町	3.9×10^{-5}	3.6×10^{-5}	7.5×10^{-5}
十勝地区	2.6×10^{-5}	—	2.6×10^{-5}
江別市周辺市町村	—	1.1×10^{-5}	1.1×10^{-5}
根釧地区	4.0×10^{-5}	5.3×10^{-5}	9.4×10^{-5}
美瑛町	3.4×10^{-5}	—	3.4×10^{-5}
津別町	3.2×10^{-5}	—	3.2×10^{-5}
興部町	4.1×10^{-5}	—	4.1×10^{-5}
登別市	3.1×10^{-5}	1.5×10^{-4}	1.8×10^{-4}
伊達市	—	1.6×10^{-5}	1.6×10^{-5}
帯広市	—	—	—
厚岸町	3.0×10^{-5}	2.4×10^{-5}	5.4×10^{-5}

(単位：mSv)

【参考文献】

- 1) 小佐古敏荘. 放射線安全学, 株式会社オーム社, 2013, p.164-166.
- 2) 厚生労働省 HP, 食品中の放射性物質検査データ, <http://www.radioactivity-db.info/>
- 3) 福田一義. 北海道立衛生研究所における環境放射能調査 50 年の変遷. 道衛研所報, 57, 10-11(2007).
- 4) 佐伯誠道. 環境放射能—挙動・生物濃縮・人体被曝線量評価—, 株式会社ソフトサイエンス社, 1984, p. 192-199.

【経費使途明細】

使 途	金額 (円)
消耗品 (ガラス器具、Qガス、ニトリル手袋、他)	146,294
謝礼金 (試料提供者への謝金：2,500 円×30 人)	75,000
旅費 (試料提供者への説明会：釧路市、函館市)	60,270
運搬費 (試料提供託送料)	8,208
振込手数料	15,228
合計	305,000