

陳述書

大庭 有二

1、略歴

1947年神奈川県生まれ

東京工業大学大学院 工学部博士課程終了 工学博士

元NTT電気通研究所 主幹研究員

2、セシウムの新たな摂取がなくなれば体内の残留セシウムが顕著に低下することについて

2.1 はじめに

ここでは、一定量の放射性物質を恒常的に摂取し続けた場合と、その摂取を途中で中断した場合の体内における放射性物質の量の変化について述べる。

放射線被曝には外部被曝と内部被曝があり、更に内部被曝は、食物や飲料による放射性物質の経口摂取と大気中に漂う放射性物質を呼吸に伴い摂取する吸入摂取がある。

それらの実効線量は、経口摂取の場合も吸入摂取の場合も、基本的には以下の式で表される。¹

実効線量 (μSv) = 放射線量 (Bq) \times K_a (実効線量換算係数 (Sv/Bq)) \dots (式1)

ただし、経口摂取と吸入摂取とでは放射線量 (Bq) を決定する要因が異なり、

・経口摂取の場合は

放射線量 (Bq) = (平均的な食品中放射性物質濃度 Bq/kg) \times q (摂取量 kg/d) \times d (日数)

・吸入摂取の場合は

放射線量 (Bq) = C_a (平均的な空气中放射性物質濃度 Bq/cm³) \times { 屋外滞在時間 (8h) + 低減係数 (f_c) \times 屋内滞在時間 (16h) } / 24h \times q (呼吸量 cm³/d)

である。

¹ 緊急時モニタリングデータに基づく線量評価方法について (提言)

第19回原子力安全委員会 資料 第2号

<http://www.nsc.go.jp/anken/shidai/genan2011/genan019/siryu2.pdf>

また、上式で使用する実効線量換算係数（Ka）は経口摂取と吸引摂取の相違と核種により異なり、その例を以下に示す。

表－1 実効線量換算係数

核種	半減期	経口摂取 (μSv/Bq)	吸引摂取 (μSv/Bq)
I-131	8.04日	0.022	0.0074
Cs-134	2.06年	0.019	0.02
Cs-136	13.1日	0.003	0.0028
Cs-137	30.0年	0.013	0.039
Pu-238	87.7年	0.23	110.0

ICRP Publ.72より抜粋

これらのことから判るように、実効線量(μSv)は経口摂取と吸引摂取と核種に依存するため、全てを網羅した説明は複雑になりすぎる。そのため、この陳述書では今回の福島原発事故で実効線量が多いセシウム-137 (Cs-137) を選び、更に経口摂取の場合に限定して体内蓄積を説明する。

また、計算を単純化するためシーベルト(Sv)単位の実効線量への換算は行なわず、ベクレル (Bq) 単位の放射線量で説明する。

2.2 体内蓄積の一般論

放射性物質は核種ごとに独立の物理的半減期を持ち、それに従い放射線量を減衰させる。

それを表す一般式を以下に示す。

$$B(t) = B(0) \times \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}} \dots \dots \dots (式 2)$$

ここで、当初の放射線量を B(0)、半減期を T (セシウム-137 は 30 年)、経過時間を t とし、時間とともに減衰する放射線量を B(t) する。

一方、体内取り込まれたセシウム-137 は新陳代謝により、徐々に体外に排出され、80 日～120 日で半減するとされている。これを生物学的半減期と呼び、物理学的半減期を T₁、生物学的半減期を T₂ とすると、体内での放射性物質の減少は以下の式となる。

$$B(t) = B(0) \times \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_1}} \times \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T_2}} \dots \dots \dots (式 3)$$

ただし、セシウム-137 の物理学的半減期 T_1 は生物学的半減期 T_2 の 100 倍程度あり、両者は大きな差がある。このため、物理学的半減期 T_1 の影響は無視できるものとして、今後の説明には(式2)を使用することにする。

2.3 簡単な例による体内蓄積のイメージ

飲食による放射性物質の経口摂取は主として朝昼晩の 3 回の食事と間食などである。しかし、その形態や食事間の時間差は人様々であるため、ここでは単純に 1 日 1 回の食事により全ての放射性物質を摂取するとする。

更に、放射性物質の摂取による体内蓄積のイメージを判りやすくするため、ここでは摂取する放射線性物質の生物学的半減期を 3 日とし、その放射性物質の摂取量を 1 日、100Bq とする。

この条件での放射性物質の摂取による体内蓄積を図 1 に示す。1 日目に摂取した放射性物質は淡い青の棒線で示してあり、3 日間で半分に減少する。ただし、初日はまだ減衰がないので、図中では 4 日目に半分となる。

2 日目は前日の放射性物質の残り(淡い青の棒線)と当日の摂取(茶色の棒線)が体内に蓄積される。

3 日目は前々日の残り(淡い青の棒線)と前日の残り(茶色の棒線)と当日の摂取(アイボリーの棒線)が体内に蓄積される。こうした蓄積が体内で起こることになる。

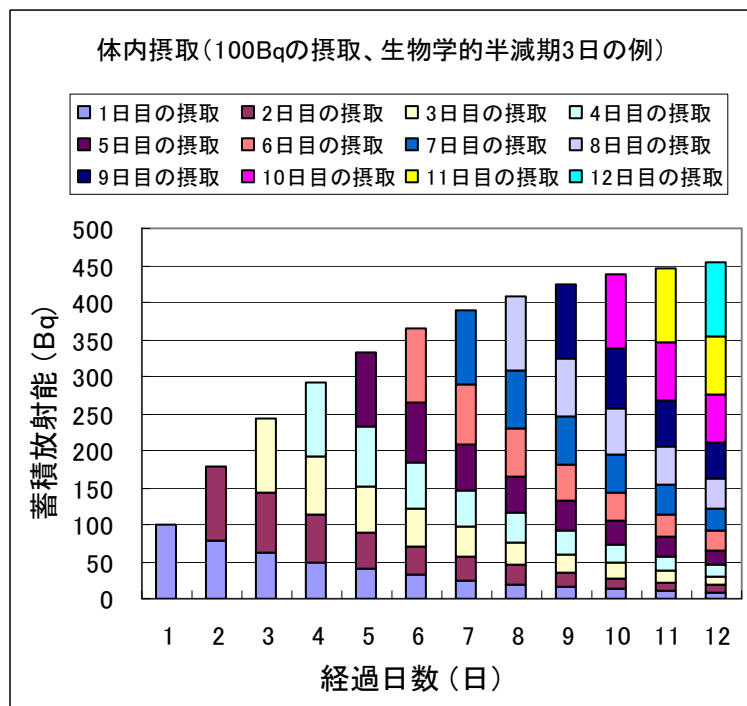


図 1 体内の放射性物質の蓄積量

2.4 セシウム-137 の体内蓄積

今回の事故により放射性物質が多い環境で収穫した作物等を恒常的に摂取する場合を想定して、一定量のセシウム-137 を毎日摂取しつづけた場合と、その摂取を途中から全くゼロにした場合の放射性物質の体内蓄積を検討する。

2.4.1 継続したセシウム-137 の摂取

セシウム-137 の生物学的半減期は 80 日～120 日とされているが、ここでは 80 日を採用し、放射性物質は 1 日 1 回の食事で全量取り込まれると仮定する。また、毎日のセシウム-137 の摂取量は 100Bq と 300Bq と 500Bq の 3 種類とし、上述の 2.3 項の「簡単な例による体内蓄積のイメージ」の項で説明したと同様な計算方法で求めた体内蓄積量を以下の図 2 に示す。

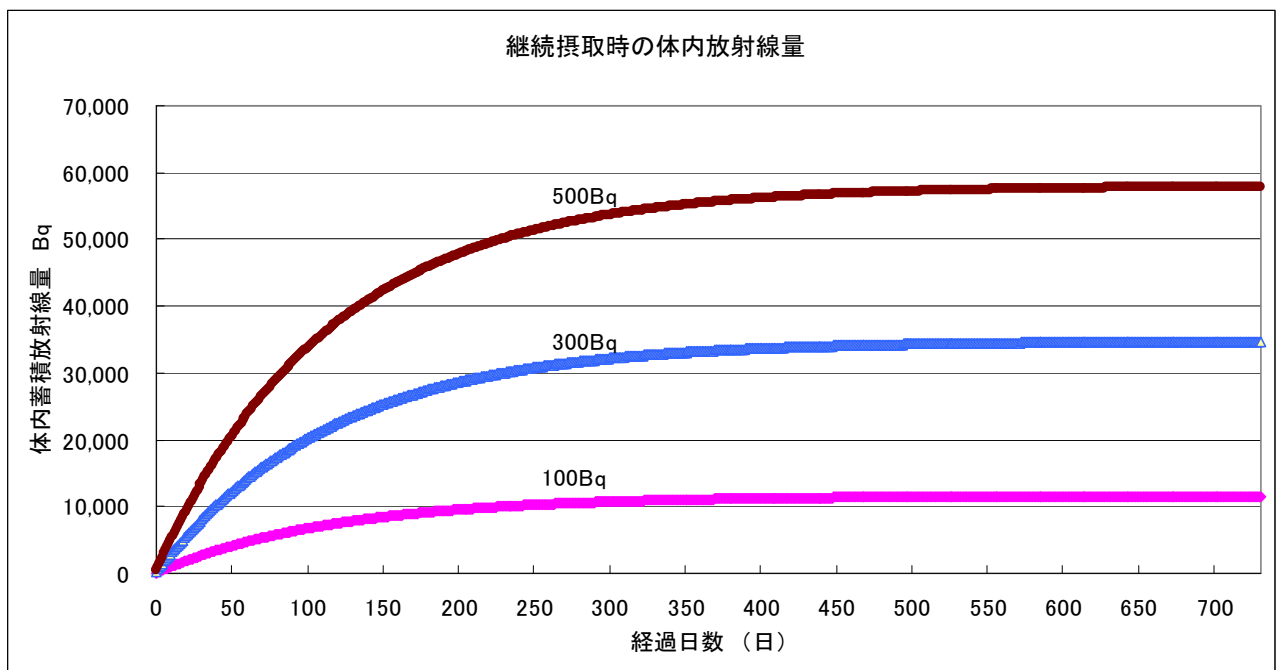


図 2 継続摂取による体内セシウム-137 の蓄積量 (Bq)

セシウム-137 の蓄積量は日々の摂取量が多ければ、蓄積量も大きくなり、蓄積は徐々に飽和する傾向を示すが、約 1 年後の体内は毎日の摂取量の 100 倍程度の放射線量になる。

2.4.2 セシウム-137 の摂取の中断

次に、セシウム-137 を連続して半年間 (182 日) 摂取した後に、その後は摂

取量をゼロにした場合の体内蓄積量を以下に示す。

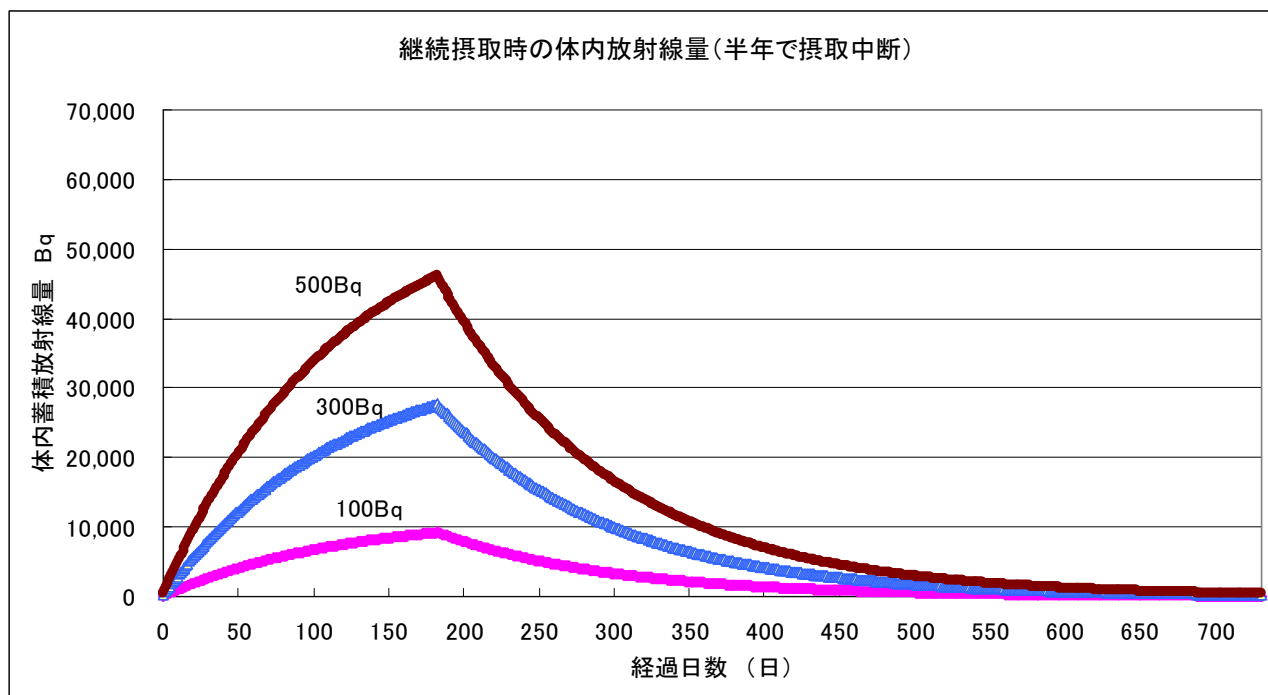


図3 半年後に継続摂取を中断した場合の体内セシウム-137の蓄積量 (Bq)

半年後から急激に体内のセシウム-137の量は減少する。具体的に500 Bq 摂取の場合で説明すると、半年後に最大蓄積量 (46087 Bq) となった放射線量は、中断して1年後 (546日後) にはその4.2%の (1967 Bq) に減少し、更に半年後 (730日後) には1%の (400 Bq) に減少する。

2.5 まとめ

前 2.4 項で示した図2と図3に示す各曲線とX軸で囲まれた面は総被曝量と比例しており、これを概観すると、半年後にセシウム-137の摂取を中断した場合と、それをしないで継続摂取した場合では歴然とした差が生じることは明らかである。

具体的には中断が無い場合の体内放射線量は、546日後 (1.5年後) に57,451 Bq (500 Bq 摂取の場合) となり、体内では1秒間に5万7000個の放射線が放出され続けることになる。他方、半年で放射性物質の摂取を中断した場合は1,967 Bqに低下し、体内では1秒間に2000個弱の放射線の放出に留めることができる。この両者の差は約5.5万 Bqであるが、これは体重が60Kgの人が体内に持つとされる自然放射線 (約6500Bq) の8~9倍にあたり、この余分に浴びる放射線が引き起こすかもしれない癌やその他の疾病の可能性を無視するのは、あまりにも

無防備である。

更に、食品安全委員会²が容認する放射性セシウムの年間許容量は5 mSv であるが、これをセシウム-137 の実効線量換算係数 (0.013 μ Sv/Bq) を用いて1日の許容放射線量を求めると1054 Bqになる。

これは上記のケース (500 Bq の摂取) の2倍にあたり、上記説明より更に高い体内放射線蓄積が起こる可能性を示している。

こうした事実から、放射性物質の影響がゼロの地域は現実的ではないとしても、それにできるだけ近い環境に子供達を疎開させることで、放射性物質の経口や呼吸からの摂取を減少させることが、放射線による障害を減少させることに有効だと確信する。

以上、陳述します。

2011年10月31日

大庭有二 

福島地方裁判所郡山支部 殿

² 第375回 食品安全委員会

<http://www.fsc.go.jp/fsciis/meetingMaterial/show/kai20110329sfc>