

## 福島原発事故後の放射線

福島原発の事故後放射線の影響について聞かれることが多くなりました。事故後1月以上たち Chernobyl事故と比較しまとめました。比較的詳細に事故後の放射線汚染と疾患の増加の有無とが検討されているためです。福島原発で放出された放射線量は、Chernobylの1/10程度と推定されています。過去には米国・旧ソビエト・フランス・中国・インドの大気圏核実験でChernobylの 1000倍量の放射性物質が地上に放出され、今よりも放射線に汚染された状態で生活をして来ましたが、恐らく現在の放射線基準をはるかに超える水・食べ物を食べたことも多かったのではないのでしょうか。しかし、今は水・食物等放射線を経時的に測定し、一度でも基準を超えると不要の廃棄の事態になっているようです。新聞報道で、日本の甲状腺学の碩学・長崎大学・長滝重信名誉教授は、小児の甲状腺癌に注意すればよいと述べていました。**結論は、日本では10歳以下の甲状腺内部被爆が通常は問題にならないと考えられるので、神経質にならずによいです。**4月18日PDF 掲示後、4月21日のNEJMに原発事故後の短期・長期健康に対するリスクの総説が出ました。NEJMの結論趣旨は、私が4月18日に掲示したものとほぼ同じでした。原子力発電所事故による放射線の影響は、広島・長崎の原子爆弾の影響と異なるらしい事に注意が必要です。また本稿は直接説明のために書いたものであることにご留意下さい。

ヒトが自然放射線で浴びる線量は1年で2.4mSv(被爆線量の単位)とされています。地域で異なり、アメリカDenverでは10mSv以上になります。こどもの胸部X線は、DR、CRの最新のものでは1回で0.05mSv程度で、頭部CTではこれが6 mSv(3年分)になります。しかしCT1回検査で健康障害は常識として考えないでしょう。つまり自然放射線で浴びる量の数倍程度の放射線被曝では通常は健康障害を起こす証拠はないのです。妊娠中の婦人の許容線量は50-100 mSvで、放射線従事者の最大線量は100mSv(40年分)で、今福島原発事故で業務従事者の最大線量は250mSv(60年分)に引き上げられています。低容量被曝では年間200mSvまでの被曝で、癌、奇形、遺伝子異常を起こす証拠はありません。Chernobylの事故後、放射線実効線量が100mSv程度でも明確な癌の増加は見られていません(希な高濃度に汚染された牛乳を飲んだ小児甲状腺癌増加のみ)。

今回水道水で測定された放射性ヨード131Iは最大、300ベクレル/lです、1lのこの水を飲んだ場合の被爆線量は、 $300 \times 2.2 / 100 = 6.6 \mu\text{Sv}$ と計算されます。かりにこれが100日持続しても、合計0.66mSv。自然放射線被曝に隠される程度です(2倍にならない程度)。全て甲状腺に集まったとしても甲状腺の内部被曝として0.66mSvです(実際は30%以下で半減期が短く大幅減弱がある)。現在の水道水放射性ヨードは、大分部乳児の基準100ベクレル/lを下回り、赤ちゃんでも心配ありません(基準値基準値と100ベクレルで危険と対応・報道されている)。この程度の放射線より、路上の喫煙者から乳幼児が受けるタバコの煙(放射線も含む)が10倍以上危険なレベルでしょう。

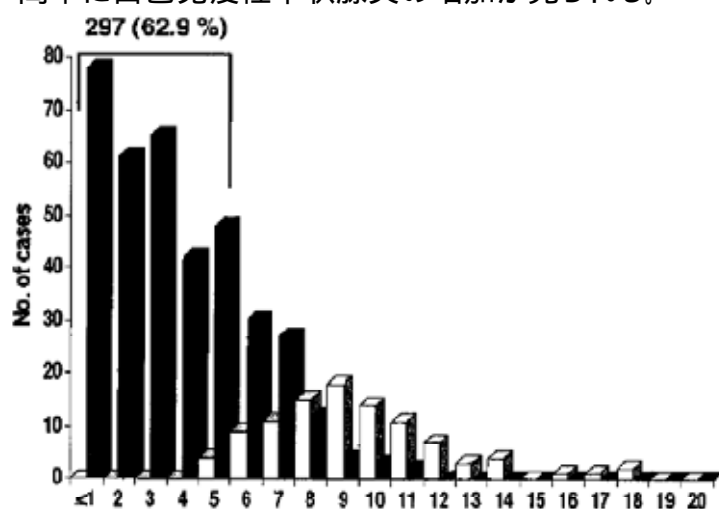
Chernobyl事故後の特にBeralus居住区域の放射線量は、福島原発の30km圏の放射線量と類似しています(次ページ参照)。Chernobyl事故後4年経過後小児の甲状腺癌が増加しましたこの傾向は約10年持続しました。これらの子供の甲状腺内部被曝は、概ね1Svの単位でした(通常の1年全身内部被曝の500倍が甲状腺に集まる、先ほどの水での日本での甲状腺内部被曝は最大0.66mSv)。Beralusでは131Iで汚染された牧草で飼育された牛の牛乳から比較的短期に入ったと考えられています(日本の基準値の1000倍以上の濃度であったと推定されます。彼らの食料としてこれしか方法がなかった様です)。日本では、牛乳は厳しい基準で管理され牛乳からの甲状腺の内部被曝はないと結論してよいです。また、131I(ヨード)は大気中にも飛散しますが、131Iによる空間線量率は福島原発30km圏の高い所で14 $\mu\text{Sv/h}$ です。ここの屋外1日いた場合、1日で最大0.3mSv甲状腺被曝(実際は10%もいかない)する可能性があります。これが1年持続することはなく、不要な対策はしない方がよいと思われます。

甲状腺機能亢進症は、女性に多い疾患ですが、この治療で放射性I131は1950年頃から欧米では多数使用され、現在では10歳以上では欧米の標準治療となっています。その投与量は5-15mCi(185-585 $\mu\text{Ci}$ ) (=100万倍 $\mu\text{Ci}$ )(口から飲む)でヨウ素が甲状腺に集まる状態で甲状腺を破壊し過剰甲状腺ホルモンをなくすものです(100%甲状腺に集まるとすると甲状腺内部被曝として4 - 12.5Svが1時期に甲状腺に集まり甲状腺を破壊する)。この治療は全世界で10万人以上うけておりますが、癌の発生リスクの上昇がない(甲状腺を完全に破壊するため)ことが確立し適応年齢が順次下げられています。

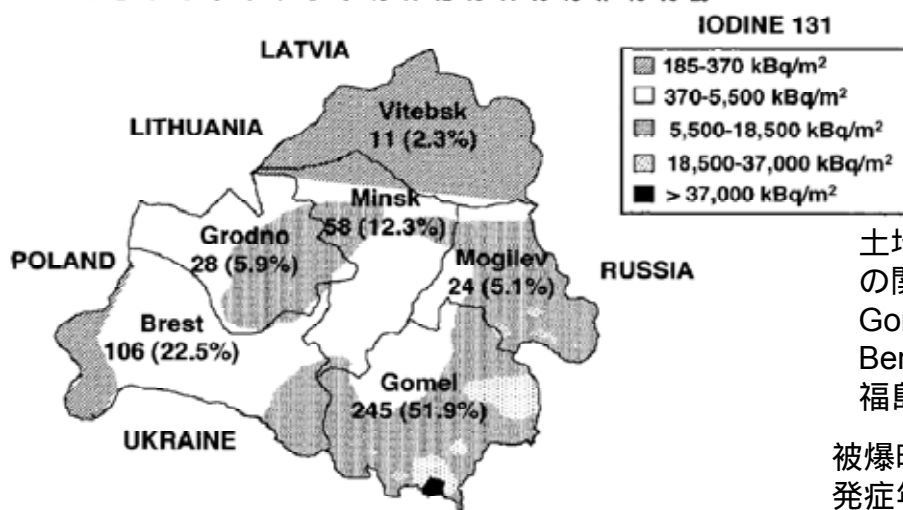
### 放射線障害と甲状腺癌

Chernobyl原発の事故では、特に<sup>131</sup>Iが飛散し甲状腺に取り込まれておこる小児甲状腺癌の増加が  
おこりました。Chernobyl事故、甲状腺癌がどの様に増加したかを、(JCEM82:3563,1997)をもとにまと  
め、日本の状況と比較しました。Chernobyl(ウクライナ)に隣接するBelarus(人口900万人、10万人以上  
避難、人口の半分程度が過剰放射線にあびた、現在では国土の1/4が耕作不能)で、風の関係で放射線  
の汚染を最も受けは今の福島原発30km圏程度で大部分避難せず、土地の牛乳を含む農作物を消費し  
(外に売れない)そのまま居住した住民の出来事です。Chernobyl事後直後は大気中土からの<sup>131</sup>Iの外部  
被爆と内部被爆の影響もあったようです。

- 1) 特に事故時5歳未満で甲状腺癌が増加する。
  - 2) 放射性甲状腺癌に多い乳頭癌で転移を伴いやすい。
  - 3) 事故後4年から増加し概ね10-20倍に増加した。
  - 4) 甲状腺癌の増加と土地の<sup>131</sup>I汚染は関係がある(下図)。
  - 5) 通常小児甲状腺癌の男女比は、1/2.5が、1/1.5と男子の比率が増加する。
- 高率に自己免疫性甲状腺炎の増加が見られる。

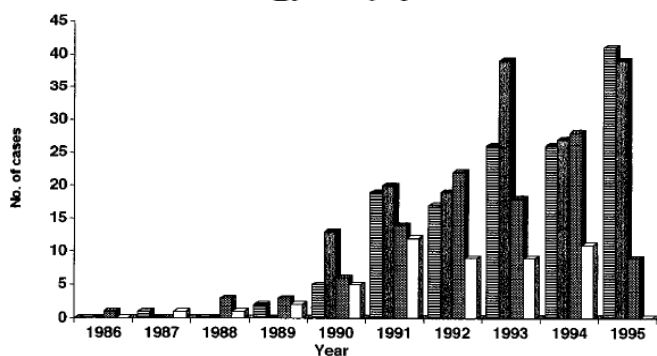


黒枠は小児期に甲状腺癌を診断  
白枠は思春期以降に甲状腺癌を診断  
297名(472名中)は事故時5歳未満  
<math>< 1</math>は7名の胎児被爆を含む  
横軸は事故時の年齢  
低年齢ほど癌が多いことがわかる。



土地の<sup>131</sup>I汚染と甲状腺癌  
の関係: Chernobylに近い  
Gomelで患者数の62%を占める。  
Belarusの土壤汚染が一番最悪であった。  
福島の土地汚染との比較は次ページ

被爆時年齢と甲状腺癌  
発症年(横軸) 低年齢ほど影響が後まで残る



- 0-2 yr; ,
- 3-5
- 6-8
- 9-11

## 日本の状況との比較

1. 土地の汚染: 発表された4月13日の放射線汚染PDF(文部科学省)によると原発地域約20-55km圏内の土壌131Iは、最高33000KBq-最低35KBqに相当(#)。上図のBelarusの土壌汚染と比較すると、上図の最高濃度地域はなく、18500 < が1地域5500 < が4地域、370 < が15地域、185 < が3地域、それ以下3地域。距離だけでなく水素爆発時の風の影響を受けているようです。Belarusではこの地域にヒトが大分避難せず居住し(特にGomelでは10万人以上首都ミンスクに移住、現在は国土に耕作不能地あり)、小児の甲状腺癌が10-20倍程度に増加しました。日本でも、放射線濃度の高い避難勧告が出されている区域が含まれます。

2. Belarusは内陸地域でヨードが不十分地域です。被爆後のヨード投与は遅れて6日目に行われました。ヨード不足のない日本と比し放射性ヨードが甲状腺に取り込まれやすいと思われれます。文献によると甲状腺癌はヨード不足地域で2-3倍になるとされる。

3. Belarusの子供たちは、土地の牧草を食べた乳牛のミルクから週一月の単位でI131の甲状腺内部被爆を受けました。日本での乳牛の放射線I131の10000倍以上のI131が含まれていたと考えられます。また日本では牛乳の放射線を調べ、必要により加工用にすればよいと思われれます(飼料に土地の牧草を使わなければ検査は不要、多くの場合半減期から捨てる必要はない)。

4. Chernobyl原発事故後放射線飛散収束のため投入された鉛中毒も混入しているようです。

# 文部科学省の土壌放射線量の単位は、Bq/kg(原則5cmの深さまで採取)、J Clin Endocrinol Metab 82:3563,1997の単位は、kBq/m<sup>2</sup>、土の比重等を考慮し、文部科学省の値に50倍しKBq/m<sup>2</sup>の値としました。文部科学省値は複数の日に測定されその最高値を用いてあります。

## 不明点今後

1. 131I(放射性ヨード)は半減期が8日なので今後の飛散が少なければ速やかに減弱、半減期30年のセシウム137の土壌汚染により今後の福島原発居住制限が決まりますが、Chernobyl事故ではセシウム137汚染による健康被害は明確ではありません(下記3-6)。広島・長崎の原始爆弾では、白血病・その他の癌の増加がみられました。原爆では少量の放射線量でも影響がある結果で、ChernobylまたはアメリカのThree mile島の原発事故後の影響とは異なる様です。
2. 4月15日の朝日新聞に、飯舘村の畜産農家の方が、稲作を行い、稲収穫後、藁を牛の飼料として育てている、最高の農業畜産、と書かれていました。131I汚染については、6月たてば半減期8日なので、おおよそ10000分の1に減少、米をその半年後に消費すればさらにその10000分の1に減少し食用に問題ないと思われれます。セシウム137による影響がどうでしょうか(米藁に対する蓄積)。11件の飯舘村の畜産農家が牛の飼育をあきらめるとその後報道されました。
3. Chernobyl後乳児白血病が1.4倍になった報告があります(Int J Environ Res Public Health. 2009 Dec;6(12):3105-14.)。
4. セシウム137汚染は長期的には腎臓膀胱癌に関係する可能性があります(1.5倍Oncol Rep. 2004 Apr;11(4):881-6 ; Virchows Arch. 2001 Feb;438(2):146-53。ただ、腎臓尿路系は排泄路で増加があったとしても他の汚染物質による可能性もあります。
5. SwedenでChernobyl後癌の増加と報告されています。
6. 多くのChernobyl後の癌と健康障害の増加報告は関心が高くなり検診率の上昇によるとする報告もあります(この場合が多い)。
7. Chernobyl事故後の以上のように小児の甲状腺癌の増加を除き健康被害は明らかではありません。むしろ健康被害に神経質になったことによる弊害が報告されています。翻って日本では、基準を年間20mSvとし強制退去になるようです。またこの基準は健康障害が起きる証拠はないレベルです。自己決定権に任せる部分はないでしょうか。
8. 転居にともなう、断絶による被害は重大で、精神的なケア対策が必要です。

## 参考資料文献

長崎大学の山下俊一教授(内分泌科医)日本在住の外国人プレスで講演。  
<http://www.videonews.com/press-club/0804/001775.php>

小児の甲状腺癌と<sup>131</sup>I(ヨード)は、  
J ClinEndocrinol Metab 82: 3563,1997、  
J ClinEndocrinol Metab 96: 385–393, 2011

福島原発周辺放射線量  
文部科学省4月13日公表PDF

Chernobyl後の癌の増加と放射線の関係はPubmed(世界最大の医学論文database)検索をしましたが、明確な論文は小児の甲状腺癌増加に限られているようです。これは、下記の講演会での講演で確認されました。

Christodouleas JP, Glatstein E et al: Short-Term and Long-Term Health Risks of Nuclear-Power-Plant Accidents. April 20, 2011 (10.1056/NEJMra1103676 online first)

朝日新聞報道

WHO report: Health effects of the Chelnobyl accident: an overview: 2006

千葉大学いのはな同窓会講演,Nuclear Accidents: Chernobyl and Fukushima by Robert Peter Gale, MD, Ph.D, 2011.5.28

2011.4.18  
2011.4.23RV  
2011.5.2 RV  
2011.5.5 RV  
2011.5.29 RV

今回は、水、母乳の適否について聞かれたことからまとめました。水の購入だけでなく、母乳中止、外遊びの禁止、千葉が危険と転地した方もいるようです(いずれも不要)。以前、甲状腺機能亢進症の放射線治療について調べたことが背景にあります。

実効線量(Sv)で表示しましたが、今回の<sup>131</sup>Iと<sup>137</sup>Csは吸収線量(Gy)と同一の値を示します。原発事故の放射線の影響は、命に影響のある大量被爆を除き、主として小児の甲状腺に限られる点は間違いのない事実です。避ける方法は、<sup>131</sup>Iに高濃度に汚染された食事を避けることです。日本の対策ではほぼ完全に避けることが可能と思われます。

土壤汚染と避難基準に関しては過去の基準(Chernobyl事故)と日本の基準がかみ合わない点がある様です。(事実関係に矛盾が生じています、このため再度改正しました)2006年の時点でChelnobyl事故後、土壤の汚染レベルで、<sup>137</sup>Csで37kb/m<sup>2</sup>以上の地域に500万人、555kb/m<sup>2</sup>以上の地域に27万人居住していたようです。文部科学省の土壤汚染資料から判断すると、福島県の多くの地域は37kbに達しないようですが、浪江・飯館村は超高濃度汚染地域があります。

本日の新聞で福島県の淡水魚の基準超えで禁漁との話がでておりましたが、心配無用自己責任の分野で、不要な対策がなされるかも知れません。