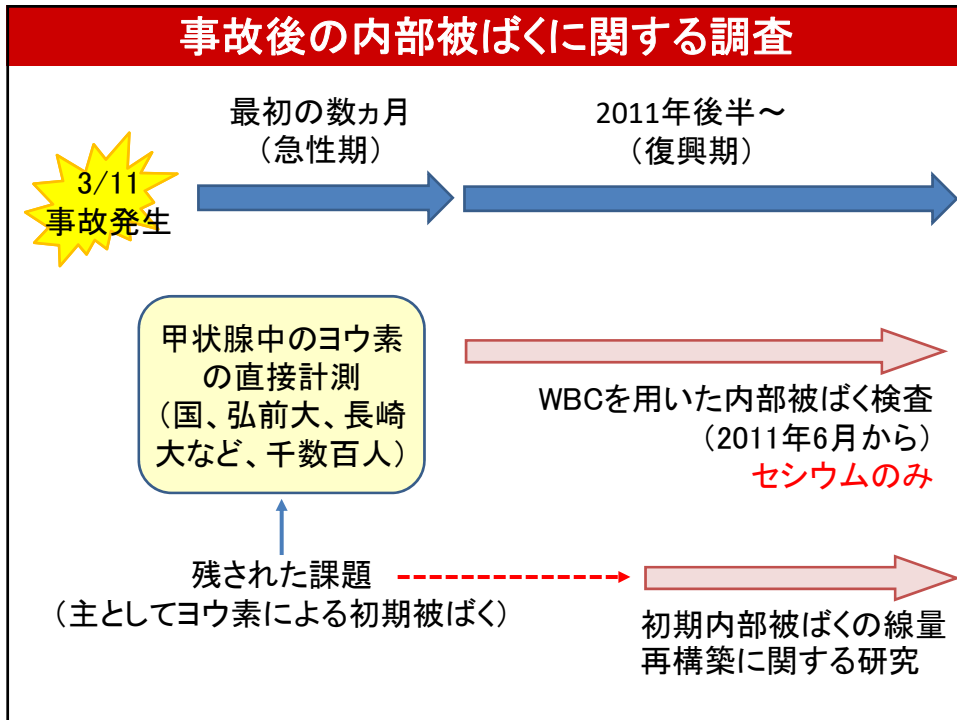
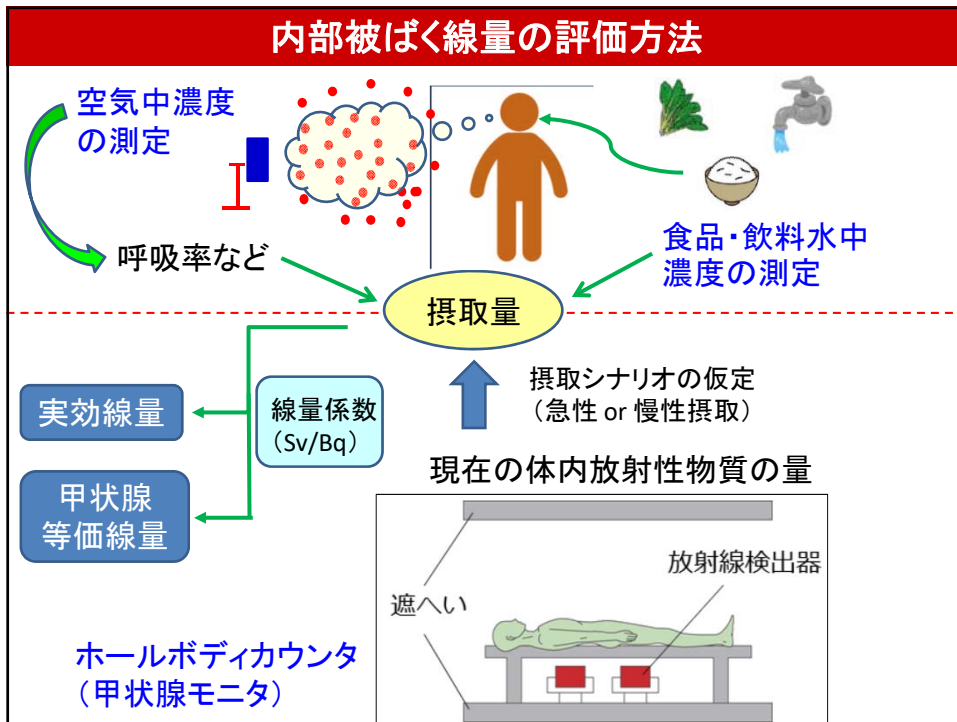


福島原発事故による内部被ばくの概要

石川徹夫(福島県立医科大学)

本日の内容

1. はじめに
2. 復興期における内部被ばく線量
3. 初期における内部被ばく線量(ヨウ素)
4. 初期における内部被ばく線量(セシウム)
5. まとめ



本日の内容

1. はじめに
2. 復興期における内部被ばく線量
3. 初期における内部被ばく線量(ヨウ素)
4. 初期における内部被ばく線量(セシウム)
5. まとめ

WBC測定の開始

放射線医学総合研究所(千葉県) (Kim et al Health Phys. 2016)

- 2011年6月27日～(1か月程度)
- 主に避難区域の住民を対象(N=174人)
- セシウムの体内半減期(約3か月)を考慮すると、事故直後に摂取したセシウムがまだ体内に残留している

日本原子力研究開発機構(茨城県) (Momose et al NIRS-N-252 2012)

- 2011年7月11日より測定開始
- 2012年1月31日までに合計9,927人を測定(うち18歳以上3,128人)
避難区域を中心に11の市町村からの住民
- 預託実効線量の中央値
0.025mSv(18歳以上、n=3,128)
0.02mSv(13-17歳, n=1,565)

ホールボディカウンタによる内部被ばく検査

その後(2011年10月～)、福島県内に配備されたWBCで住民の測定が行われてきた(合計60台以上、立位型(真ん中の写真)が主流)



ホールボディカウンタ測定の結果

ホールボディカウンタ測定の結果(福島県HPより、30年8月末現在)
平成23年6月～平成30年8月 検査人数 334,821人(現在も継続)

預託実効線量

1mSv未満 334,795人

1mSv 14人、2mSv 10人、3mSv 2人 → 全て2011年度に測定した方

ほとんどの方が1 mSv以下

- ◆ 1 mSvごとの表示のため、このように表記されているが、最近では実際にセシウムが検出される割合はごく小さい。
- ◆ 典型的な測定条件での検出限界: 200 Bq程度
- ◆ 検出されない → 線量は数十 μ Sv以下

福島県が集計対象としている以外の機関でも測定が行われている。

陰膳調査(コープふくしまの例)



2011年度・・・100家庭
2012年度(上期・下期)・・・200家庭
2013年度(上期・下期)・・・200家庭
2014年度～2017年度・・・100家庭

調査にご協力いただいた、ほぼ全てのご家庭で福島県産の食材(水道水含)もご使用されていました。食品店で購入された食材、自家栽培の食材などさまざまです。

コープふくしまのHPより

コープふくしまの陰膳調査

- 2013年度までの各年度では、いずれも検出した家庭がありましたが、検出割合、放射性セシウムの値は、年度を追うごとに減少していました。
- 2014年度以降、2017年度までの3年間で、1キログラムあたり1ベクレル以上のセシウムが検出された家庭はありません。
- 7年間で延べ900家庭を調査した結果からは、下限値(1Bq/kg)以上の放射性セシウムを含む食事を継続して取り続けている可能性は極めて低いと想定されます。

コープふくしまのHPより

内部被ばく線量—復興期

ホールボディカウンタによる内部被ばく検査

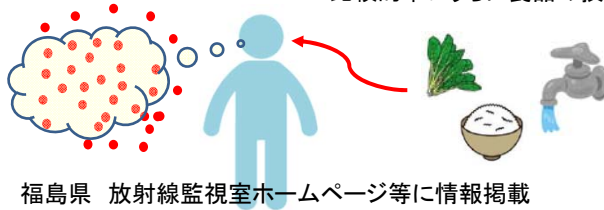


累計で30万人以上を検査して
ほとんどが1mSv未満(福島県発表)

初期の避難区域住民
でも1mSv未満

1mSv以上は26名(2011年度に検出)

比較的早いうちに食品の摂取制限がなされた



大気浮遊塵の
測定

食品、飲料水モニタリング
陰膳調査

セシウムによる内部被ばくは非常に低いレベルであることがわかっている

本日の内容

1. はじめに
2. 復興期における内部被ばく線量
3. 初期における内部被ばく線量(ヨウ素)
4. 初期における内部被ばく線量(セシウム)
5. まとめ

初期の甲状腺内部被ばく線量再構築の難しさ

理由1: 人を直接計測できたデータが少ない

(1) 甲状腺を直接計測できた集団

(線量評価の信頼性: 高)

小児甲状腺スクリーニング: 1,080人

浪江からの避難者(弘前大学): 62人 など

(2) 事故から比較的早い時期に体内のセシウムを計測できた集団

(線量評価の信頼性: 中)

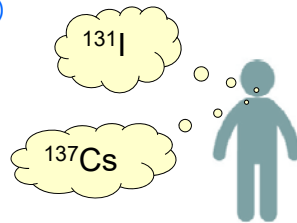
□ 放医研: 174人

(2011年6月)

□ JAEA: 数千人

(2011年7月~)

など



^{131}I の吸入摂取量を推定
⇒ 甲状腺内部被ばく線量評価 ← 事故直後に吸入した割合 (I:Cs) を仮定 ← Cs体内量 (^{131}I は既に消失)

甲状腺内部被ばく線量再構築の難しさ

理由2: 県内における環境測定データも極めて少ない

事故直後の福島県内での空气中ヨウ素濃度の実測データは極めて少ない



- シミュレーションの妥当性確認が難しい
(シミュレーションモデルにより値が大きく異なる場合がある)

(線量評価の信頼性: 低)

- シミュレーションでは経口摂取による線量は評価できない
- 初期の食品中、飲料水中濃度の測定データも多くはない

甲状腺内部被ばく線量の評価値の違い(浪江)

(1) 甲状腺を直接計測できた集団(線量評価の信頼性:高)
浪江(一部、南相馬市含む)からの避難者 62人(弘前大学)
中央値:3.5mSv(成人, n=54)、4.2mSv(子供, n=8)

(2) 事故から比較的早い時期に体内のセシウムを計測できた集団
(線量評価の信頼性:中)
浪江町住民(弘前大学) 中央値:0.5mSv(80%が子供, n=2,393)
浪江からの避難者(放医研) 中央値:3.5mSv(成人, n=60)

(3) そのほかの集団(線量評価の信頼性:低)
大気拡散シミュレーション(吸入摂取量の推定)
食品モニタリングデータからの推定(経口摂取量の推定)
UNSCEARによる平均値:34-35mSv(成人、外部被ばくを含む)



約30mSv(成人、内部被ばくのみ)

(1)、(2)に比べて一桁違う

1歳児の甲状腺被ばく線量推計値の比較

市町村	UNSCEAR (平均値, 外部被ばく含む)	放医研 (90パーセンタイル, 吸入内部被ばくのみ)
飯舘:	56	30(甲状腺の直接測定)
双葉:	15 - 19	30
浪江:	81 - 83	20
川俣(山木屋):	65	10(甲状腺の直接測定)
南相馬:	47	20
葛尾:	73	20
広野:	34	20
楡葉:	69 - 82	10
大熊:	36	20
富岡:	47	10
いわき:	52	30(甲状腺の直接測定)
福島県その他:	33 - 52	<10

放医研のほうが90パーセンタイルの値であるにも関わらず、値が小さい

福島事故に関するUNSCEAR報告書

- UNSCEAR 2013年報告書は、2012年9月末までに発表された論文に基づいてまとめられた。報告書自体の中でも「線量は過大評価の傾向がある」と述べられている。
- その後、2015年、2016年、2017年にそれを補完するUNSCEAR報告書(白書)が出版されたが、2013年報告書の線量推計は変わっていない。
- 来年いっぱいぐらいに発行された論文がレビューされて、福島事故の新たな報告書が刊行されるものと思われる。

初期被ばく(ヨウ素)に関して残された課題

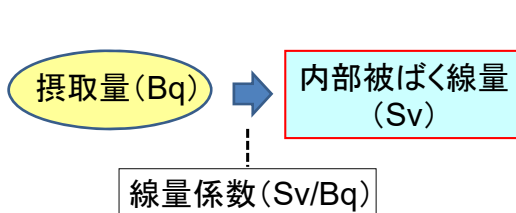
- 大気拡散シミュレーションの精緻化
複数のシミュレーションモデルが存在し、それぞれ結果が異なる
- 甲状腺のヨウ素摂取率
ICRPでは30%、日本人はこれより低い可能性
- 経口摂取からの線量寄与
水道水からの摂取、避難所での食事調査など
- 個人の行動を反映した線量評価
モデルケースではなく実際の避難行動を反映した線量評価
- 短半減期核種(Te-132など)の寄与
初期のプルームでは、短半減期核種の寄与も無視できない

本日の内容

1. はじめに
2. 復興期における内部被ばく線量
3. 初期における内部被ばく線量(ヨウ素)
4. 初期における内部被ばく線量(セシウム)
5. まとめ

不溶性微粒子(通称セシウムボール)に関する問題

環境中から不溶性のセシウムが見つかった



放射性物質の

- 血液中への溶けやすさ
- 体の中に留まっている時間
- 体の中での分布の状況

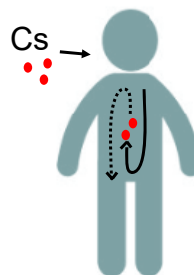
などを考慮して評価した係数

線量係数の導出には様々な係数、モデルが使用されている

従来、セシウムについては

- 血液中へ溶けやすい
- 速やかに全身ほぼ均一に分布
- 体内半減期: 3か月程度 (成人)

として評価された線量係数を使用

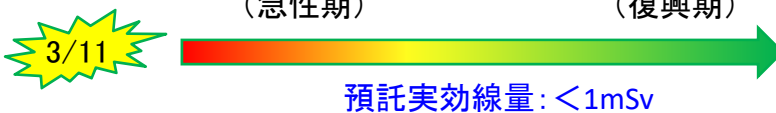


本日の内容

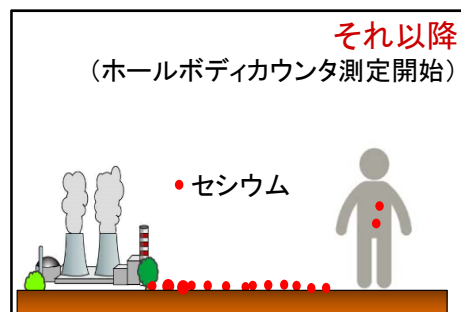
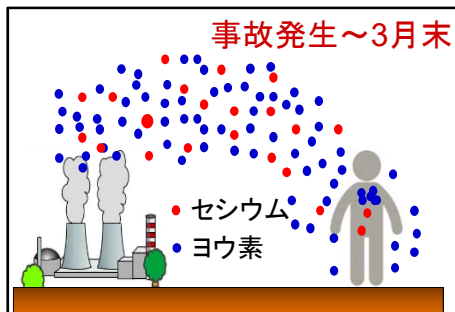
1. はじめに
2. 復興期における内部被ばく線量
3. 初期における内部被ばく線量(ヨウ素)
4. 初期における内部被ばく線量(セシウム)
5. まとめ

まとめ

事故発生 最初の数ヵ月 (急性期) 2011年後半～ (復興期)



甲状腺等価線量: ~数十mSv



残された課題
(ヨウ素による初期内部被ばく)

まとめ

- 事故から数か月後に開始されたWBC測定等からセシウムによる内部被ばくはほとんど1mSv以下であることが報告されている。
- WBC測定、陰膳調査などから、セシウムによる内部被ばくは現在では非常に低いレベルであることがわかっている。
- 事故後初期の内部被ばく(特に甲状腺の内部被ばく)の実態には未解明の部分がある。初期の体外計測データや環境中の放射性物質濃度データの不足を補って、被ばくの全体像を明らかにする研究が続けられている。
- 不溶性セシウムを吸入した際の線量評価法についても、日本保健物理学会・内部被ばく委員会で検討された。