

## 食品のリスクを考えるワークショップ ～知ってる？放射性物質～



平成24年2月  
内閣府食品安全委員会事務局

1

- ・食品安全委員会が昨年10月にとりまとめた放射性物質に係る食品健康影響評価の結果についてお話しさせていただきます。
- ・食品健康影響評価は、リスク評価とも言います。
- ・リスク評価は、食品安全委員会が自ら研究施設で科学実験をやって評価を進めていくものではありません。
- ・今回の放射性物質のリスク評価では、13名の専門委員と放射線防護の専門家といった科学者が国内外の科学論文に目を通して、科学論文の信頼性、すなわち研究の方法が適切かどうかをあわせて判断しながら、参考にし得るデータをもとに評価を行ったものです。

# 放射線、放射性物質について

# 放射線とは

物質を通過する**高速の粒子、高いエネルギーの電磁波**

## ガンマ( $\gamma$ )線／エックス(X)線

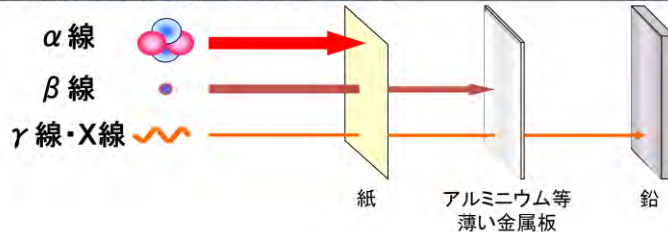
- ガンマ線はエックス線と同様の電磁波  
物質を透過する力がアルファ線やベータ線に比べて強い

## ベータ( $\beta$ )線

- 電子の流れ  
薄いアルミニウム板で遮ることができる

## アルファ( $\alpha$ )線

- ヘリウムと同じ原子核の流れ  
薄い紙1枚程度で遮ることができる



3

・代表的な放射線として知られるアルファ線、ベータ線、ガンマ線はいずれも不安定な原子核を持つ放射性物質から発生します。

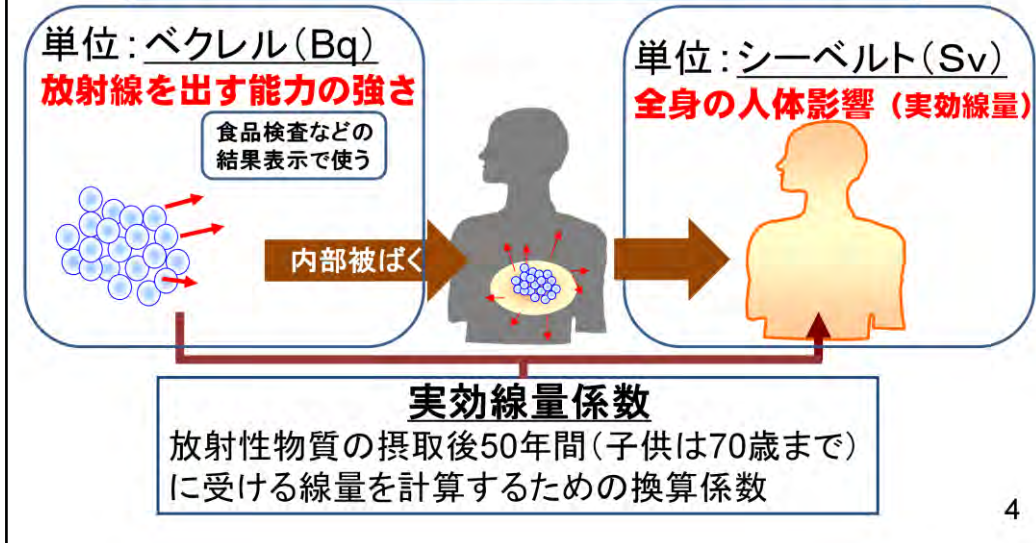
・アルファ線はヘリウム原子核の流れ、ベータ線は電子の流れで粒子線といわれ、ガンマ線、エックス線は電磁波といった違いがあります。

・放射線は種類によって、物質との相互作用が異なり、物質を透過する能力が違います。

・ガンマ線は透過能力が強く、薄いアルミニウム版を通り抜けますが、アルファ線は薄い紙一枚でも止まってしまいます。

## 放射能と人体影響の単位

- 「放射能の強さ」の単位は「ベクレル」
- 「人体影響レベル」の単位は「シーベルト」
- ベクレルとシーベルトをつなぐ「実効線量係数」



4

- ・放射能とは、放射線を出す能力のことで、その単位はベクレルです。
- ・放射線による人体への影響を表す単位としては、シーベルトが使われます。
- ・放射線を出す能力を持つ物質、放射性物質を食品とともに体の中に取り込むと内部被ばくを受けます。
- ・この時の人体への影響については、実効線量係数により全身への影響を表す実効線量、シーベルトで示されます。
- ・内部被ばくでは、体の中に入った放射性物質は一定期間体の中にとどまりますので、実効線量係数を使って、放射性物質を摂取してから50年間、子供さんの場合では70歳までにわたる被ばく線量として計算します。

## 内部被ばくと外部被ばく

- ・内部被ばくも外部被ばくも、人体影響は同じ単位の「シーベルト」
- ・内部被ばくでは、体内での存在状況に応じた放射性物質からの被ばくが続くことを考慮して線量が計算される

### 内部被ばく (食品摂取・吸入)



被ばく線量の単位:シーベルト  
=放射能の強さ(ベクレル)×実効線量係数

摂取後50年間(子供は70歳まで)  
に受ける積算の線量(預託線量)

### 外部被ばく



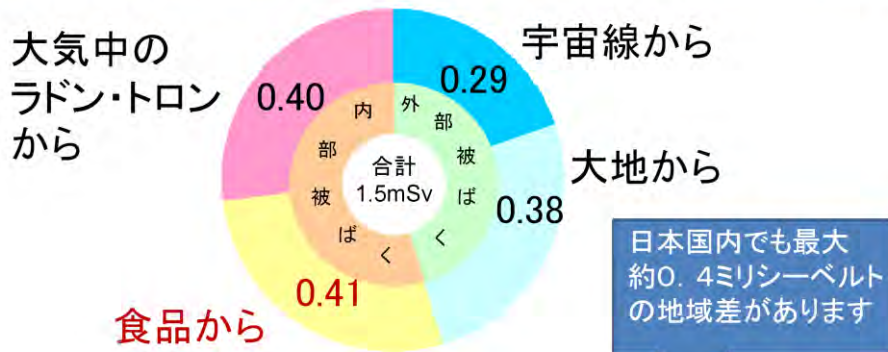
被ばく線量:シーベルト  
=線量率(mSv/時)×被ばくした時間(時)

5

- ・被ばくには、体の外から放射線を受ける外部被ばくと、放射性物質を含む食品を食べたり、空気中の放射性物質を吸い込むことにより体の中に取り込んだ放射性物質から出る放射線を受ける内部被ばくがあります。
- ・外部被ばくの場合は、線量率というその瞬間の放射線の強さに被ばくした時間を掛けることで、外部被ばくによる被ばく線量をシーベルトの単位で得ることができます。
- ・内部被ばくの場合は、ベクレルの数字に実効線量係数を掛けることで、体の中に取り込んだ放射性物質をから受ける放射線を摂取後50年間、子供は70歳までに受ける線量としてシーベルトの単位で得ることができます。
- ・ある放射性物質を食物として摂取した場合、それがどの臓器に滞留し、各臓器がどの程度の線量を受けるか、各臓器の発がんに係る放射線感受性はどの程度か検討された上で実効線量係数が設定されており、内部被ばくについても外部被ばくと同じ単位のシーベルトで人体への影響が評価されるのです。

# もともとある自然放射線から受ける線量

1人あたりの年間線量(日本人平均)は、約1.5ミリシーベルト



出典:放射線医学総合研究所 2007

- 自然放射線の量は地質により異なるため、地域差がある
- 食品にはカリウム40などが含まれている

6

- ・低線量の疫学データを解釈する上で、難しくする要因の1つが自然界からの放射線の影響です。
- ・地球には、宇宙からの放射線が降り注いで、大気中の酸素、窒素の原子とぶつかることで、二次放射線が発生し、これを私たちは年間0.29ミリシーベルト浴びています。
- ・大地からは、大地に含まれるウラン、トリウム、カリウム40などの自然の放射性同位元素から出るガンマ線を浴びています。
- ・大地から空気中に放出されたラドン、トロンは、呼吸器から体内に入り内部被ばくとして放射線を受けています。
- ・食品からも放射線の影響を年平均で0.41ミリシーベルト受けています。
- ・自然放射線量は、地質によって違うため地域差があり、県別に比較した場合、最大と最小では、約0.4ミリシーベルトの差があります。
- ・自然放射線量は、日本平均で年間1.5ミリシーベルトといわれ、これを80年足すと120になってしまいます。
- ・今回の放射性物質の評価では、自然放射線として受けている線量とほぼ同じ人工放射線からの線量を受けたときの影響について明確にするのは困難なことでした。
- ・自然放射線による被ばくのレベルは、喫煙や色々な化学物質の影響を受けていく中で、様々な要因から生じるガンの発症率との間で大きな違いはなく、たくさんのリスクの中の1つに埋もれてしまう可能性が出てくるレベルだということです。

## 通常の食品に含まれる放射性物質 (カリウム40)

食品名	放射能	食品名	放射能
干し昆布	2,000Bq/kg	魚	100Bq/kg
干し椎茸	700Bq/kg	牛乳	50Bq/kg
お茶	600Bq/kg	米	30Bq/kg
ドライミルク	200Bq/kg	食パン	30Bq/kg
生わかめ	200Bq/kg	ワイン	30Bq/kg
ほうれん草	200Bq/kg	ビール	10Bq/kg
牛肉	100Bq/kg	清酒	1Bq/kg

(ATOMICA(財)高度情報科学技術研究機構から転載(出典:(独)放射線医学総合研究所資料))

※カリウムは、ナトリウムの排泄を促し血圧の上昇を制御するなど、健康を保つのに必要なミネラル  
 カリウムは自然界に存在し、動植物にとって必要な元素であり、その0.012%程度が放射性物質であるカリウム40

7

・これは食品に含まれる天然の放射性物質であるカリウム40の含有量をまとめた表です。

・カリウムは、ナトリウムの排泄を促し血圧の上昇を制御するなど、健康を保つのに必要なミネラルです。

・カリウムは自然界に存在する動植物にとって必要な元素であり、そのうち0.012%、つまり約1万分の1の割合で放射性物質のカリウム40が含まれています。

・この表の数字は、1kgあたりの放射能の強さで示していますので、乾燥食品は、数字が大きくなります。

・また、放射線を出さないカリウムの中にカリウム40が約1万分の1の割合で含まれるので、カリウムを多く含む食品はカリウム40の含有量も多くなることが考えられます。

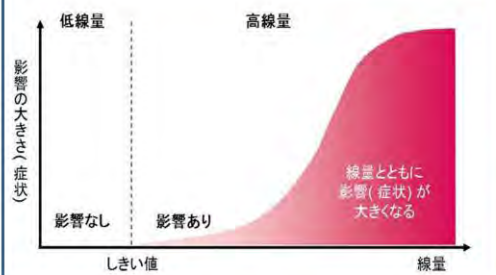
# 放射線による健康影響の種類

## ■ 確定的影響

- 比較的高い放射線量で出る影響
- 高線量による脱毛、不妊など

急性被ばくによる永久不妊のしきい値は  
男性3500mSv、女性2500mSv

出典：国際放射線防護委員会 (ICRP)  
「妊娠と医療放射線 (Publication 84)」



## ■ 確率的影響

- 発症の確率が線量とともに増える  
とされる影響
- がん(白血病含む)  
(遺伝的影響については、ヒトの調査では見られて  
いません)

DNAが損傷しても生体防御機構により、ほとんど発がんまで至らない

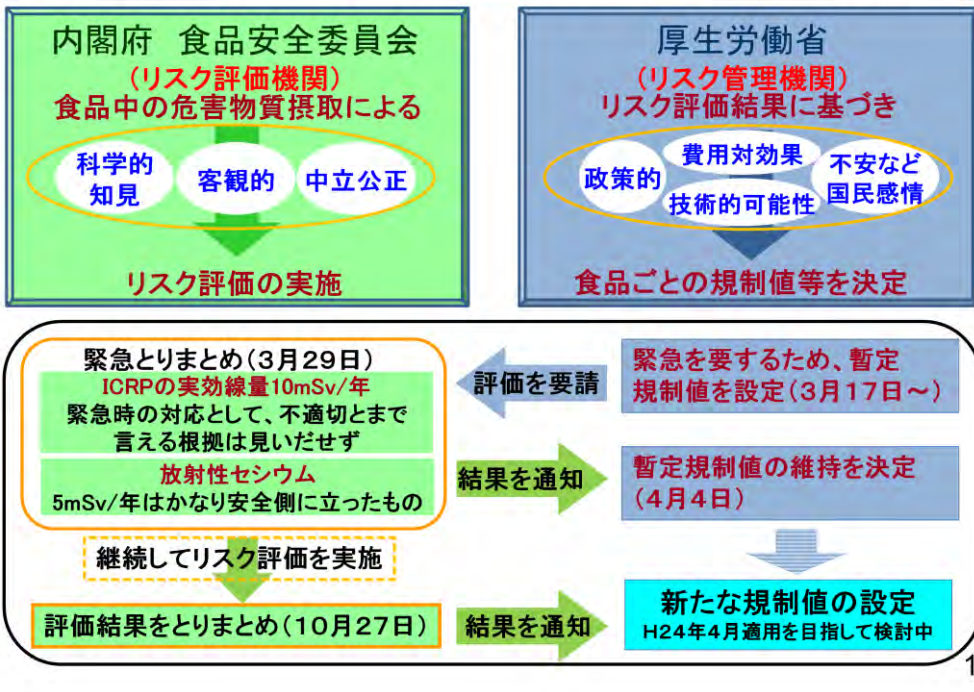


8

- ・放射線による健康への影響は、確定的影響と確率的影響に分けられます。
- ・確定的影響は、比較的高い放射線量を受けた時に現れるもので、一度に大量の放射線を受けたため正常細胞の回復力が追いつかず、臓器、組織の障害が起きるものです。
- ・例として、脱毛や不妊などがあり、健康影響が現れ始める放射線量、これを「いき値」とか「しきい値」と言いますが、確定的影響のしきい値は症状ごとにわかっています。
- ・確率的影響は、放射線量が高くなるにつれ、症状の現れる確率が増えると考えられている健康影響です。
- ・具体的には、がんと遺伝的影響がありますが、遺伝的影響についてはヒトの調査では確認されたことはありません。
- ・体を構成する細胞の中には、遺伝子の本体であるDNAという体の設計図が収められており、これを放射線が損傷することをきっかけにがんが生じます。
- ・しかし、人間の体はうまくできていて、DNAが損傷しても、それを直す仕組みや、突然変異が起こってしまった細胞、がん細胞を除去する機能があり、簡単にがんになるわけではありません。
- ・DNAの修復に失敗した細胞が積み重なった場合に最終的にガンになるため、がんの発生が明らかになるまでには、長い期間が必要になるということです。

食品中の放射性物質に関する  
食品健康影響評価  
(食品安全委員会のリスク評価)

## 放射性物質に関するリスク評価とリスク管理の取組



- ・厚生労働省などのリスク管理機関は、規制値の設定や監視・指導などの管理対策といった、具体的な食品安全確保に関する措置を実施します。
- ・食品安全委員会は、主にリスク管理機関からの評価の要請を受けて、リスク評価を行います。
- ・リスク評価は中立公正な立場で科学的に食品の安全性を調べて、規制する際の科学的な根拠を決定するものです。
- ・リスク管理機関は、食品安全委員会で決定したリスク評価の結果を踏まえて、専門家を交えて審議を行い、国民感情や技術的可能性も勘案して具体的な個別の規制、例えば個別の食品の規制値などについて決定し、指導や取り締まりを行います。
- ・原子力発電所の事故後、リスク管理機関の厚生労働省は、原子力安全委員会の防災指針を援用して3月17日に食品中の放射性物質の暫定基準値を設定して、規制しました。
- ・これは、緊急を要する事態であったため、事後的にリスク評価を受ける必要があるという事で、緊急とりまとめを行い、これを受けて厚生労働省は、当面暫定規制値を維持するという決定をして、現在に至っています。
- ・ただし、放射性物質に関する緊急とりまとめは、短期間の中でまとめたということもあり、引き続き低線量放射線による発がん性などの検討課題を審議して、昨年10月27日に評価結果を厚生労働省に通知しました。
- ・現在、4月から新たな規制値を設定するための検討が厚生労働省で進められています。

## 食品健康影響評価にあたって①

### ■ 国内外の放射線の健康影響に関する文献を検討 (約3300文献)

- UNSCEAR(原子放射線に関する国連科学委員会)等の報告書とその引用文献
- ICRP(国際放射線防護委員会)、WHO(世界保健機関)の公表資料等

### ■ 次の観点から文献を精査

- 被ばく線量の推定が信頼に足るか
- 調査研究手法が適切か、等

### ■ 外部被ばくを含む疫学データの援用

- 食品由来の内部被ばくに限定した疫学データは極めて少なく、外部被ばくを含んだ疫学データも用いて検討

11

・食品健康影響評価にあたっては、約3300の国内外の論文について、13名の専門委員、6名の専門参考人の先生方が重複してチェックを行い、内容の吟味を行いました。

・論文で評価した資料の中には、各国の国際機関、例えばここに書いてありますように国連科学委員会、世界保健機構の公開資料の全てにも目を通し、一般の科学論文についてもできるだけ集めて評価を行いました。

・文献などの資料については、被ばく線量の推定が信頼に足るかどうか、統計処理などの方法が適切かどうかといった観点から精査しました。

・膨大な数のデータを集めました。食品の摂取による放射線の影響を直接的に調べたような、今回の目的に直接該当するものはほとんどありませんでした。

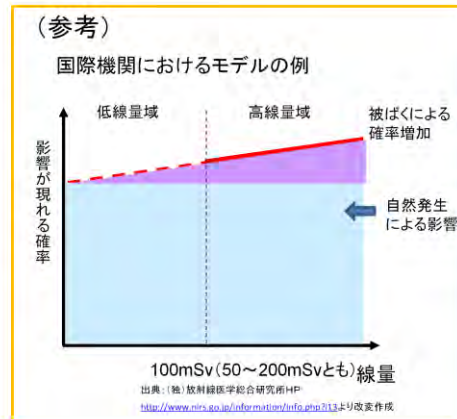
・そこで、食品の摂取だけでなく、内部被ばくにも限定せず、できる限り人体への影響というものを検討しました。

## 食品健康影響評価にあたって②

国際機関においては、リスク管理のために高線量域で得られたデータを低線量域にあてはめたいいくつかのモデルが示されている

モデルの  
検証は困難

被ばくした人々の  
実際の疫学データ  
に基づいて判断



12

- ・放射性物質は、遺伝毒性発がん物質と考えられることから、国際機関においては、リスク管理のために、仮説を採用し、比較的高線量で得られたデータを低線量域にあてはめたいいくつかのモデルが採用されています。
- ・しかし、仮説には、直線しきい値なし仮説、より大きな影響があるとする仮説、しきい値があるとする仮説などがあり、モデルを検証することは困難でした。
- ・このため、根拠の明確な被ばくした人々の実際の疫学データに基づいて判断することとしました。

# 食品健康影響評価の基礎となった疫学データ

- インドの自然放射線量が高い(累積線量500 mSv強※)地域で発がんリスクの増加がみられなかった報告 (Nair et al. 2009)

## ■ 広島・長崎の被ばく者における疫学データ

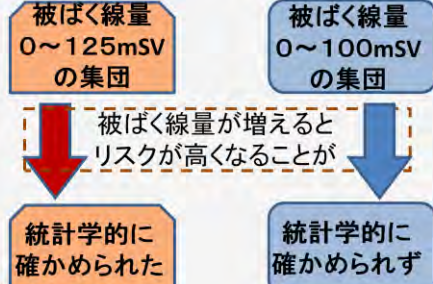
### 白血病による死亡リスク

(Shimizu et al. 1988)



### 固形がんによる死亡リスク

(Preston et al. 2003)



※: 被ばくした放射線がβ線又はγ線だったと仮定して、放射線荷重係数1を乗じた

13

・評価の基礎となったデータは、基本的な研究の設計、被ばくした方との比較をする対照集団、データの統計学的処理、被ばく量の推定がしっかりしているものを採用しました。

・被ばく量の推定は、後になってからインタビュー等によって、被ばく時の状況を確認し、後で測った被ばく量からその当時住んでいるところでの年間の被ばく量を割り出して、積み上げるというような、できるだけ精密に個々の人について曝露量の補正ができていくかどうかを文献の中で見ていきました。

・さらに少なくとも数万人規模以上のデータでないと、自然放射線の影響を明確にできませんので、大規模な人数について長期間しっかり調査したデータとしては、次の3点がありました。

・ひとつは、インドの高線量地域において累積線量が500ミリシーベルト以上で発ガンリスクの増加が見られないという、7万人規模、10年間の期間調査したデータがありました。

・こういった報告は、世界的に高線量を受けているところで、明瞭な差が出ていないというデータがあります。

・さらに広島、長崎のデータで8万6千人の集団を対象に47年間にわたって、固形がんによる死亡のリスクを調査したものでは、被ばく線量が0~125ミリシーベルトの集団では線量反応関係において有意な直線性が認められたが、被ばく線量が0~100ミリシーベルトの群では有意な相関が認められなかったという報告がありました。

・科学的知見の確実性や健康影響が出る可能性のある指標のうち最も厳しいものを重視するという食品分野のリスク分析の考え方に基づいて、広島、長崎の被ばくデータを評価に採用したものです。

## 食品健康影響評価の参考とした 小児、胎児に関する疫学データ

### ■ チェルノブイリ原子力発電所事故に関連した報告

- 5歳未満であった小児に白血病のリスクの増加  
(Noshchenko et al. 2010)
- 被ばく時の年齢が低いほど甲状腺がんの  
リスクが高い (Zablotska et al. 2011)

《ただし、どちらも線量の推定等に不明確な点があった》

### ■ 胎児への影響

- 1 Sv※以上の被ばくにより精神遅滞がみられたが、  
0.5 Sv※以下の線量で健康影響が認められなかった  
(UNSCEAR 1993)

※:被ばくした放射線がβ線又はγ線だったと仮定して、放射線荷重係数1を乗じた 14

- ・低線量の放射線が小児、胎児に及ぼす影響はどのようなかという問題があります。
- ・これは皆さんの関心が高いこともあって、ワーキンググループでも精力的に論文にあたりました。
- ・その中でチェルノブイリの原子力発電所の事故で5歳未満であった小児の方を対象として白血病のリスクが増加しているというデータがありました。
- ・また、甲状腺ガンについて、若年者ほど感受性が高いというデータがありました。
- ・これらの報告は、被ばく線量の推定に不明確な点があるデータではありますが、論文になっているということで、1つの情報として評価書の中にも記載してあります。
- ・ただし、線量の数値については出せないと判断しています。
- ・ですから評価書の中では、小児の期間については、甲状腺がん、白血病の感受性が成人より高い可能性があると考えられたと記載して、厚生労働省に伝えています。
- ・それから、お母さんのお腹にいる胎児についても関心が高いと思います。
- ・胎児への影響について広島、長崎の感受性の高い方のデータですが、1シーベルト、つまり1000ミリシーベルトのかなり高い被ばくをした方については知能の発達が遅れる方が出る確率が高くなっていましたが、500ミリシーベルト以下のところでは統計学的に健康影響が認められなかったという報告が、現在のところでは一番規模の大きい精度の高いデータでした。

## 食品健康影響評価の結果の概要

(平成23年10月27日 食品安全委員会)

■ 放射線による影響が見いだされているのは、生涯における追加の累積線量が、おおよそ100 mSv以上(通常の一般生活で受ける放射線量(自然放射線や医療被ばくなど)を除く)

■ そのうち、小児の期間については、感受性が成人より高い可能性(甲状腺がんや白血病)がある

■ 100mSv未満の健康影響について言及することは  
困難と判断



- 曝露量の推定の不正確さ
- 放射線以外の様々な影響と明確に区別できない可能性
- 根拠となる疫学データの対象集団の規模が小さい

15

- ・低線量放射線による食品健康影響の評価結果です。
- ・放射性物質の食品健康影響評価に関するワーキンググループで検討した結果、放射線による影響が見いだされているのは、自然放射線、医療被ばくといった通常の生活で受ける放射線を除いた生涯における追加の累積の実効線量として、おおよそ100ミリシーベルト以上と判断しました。
- ・小児の期間については、甲状腺がんや白血病に関して感受性が成人より高い可能性があることを考慮することが必要という結論に至りました。
- ・100ミリシーベルト未満の低線量における放射線の影響に関して、疫学研究で健康影響がみられたとの報告はありましたが、
- ・被ばく線量の推定が不正確であったこと、
- ・がんは様々な原因による発生しますので、観察された影響が放射線以外の様々な影響と明確に区別できない可能性があったこと、
- ・根拠となる疫学データの対象集団の規模が小さいこと
- ・などから追加の累積線量として、おおよそ100ミリシーベルトより低いところでは、現時点で得られている疫学データによっても、生じる健康影響の程度が個人差のレベルに埋没してしまい、健康影響について言及することはできませんでした。

## 「おおよそ100mSv」とは

- 安全と危険の境界ではなく、食品についてリスク管理機関が適切な管理を行うために考慮すべき値
- これを超えると健康上の影響が出る可能性が高まることが統計的に確認されている値



16

- ・おおよそ100ミリシーベルトの考え方を補足すると、これを超えると健康影響が必ず出るというものではなく、また健康影響が出る出ないという安全と危険の境目ではありません。
- ・この値を超えると健康上の影響が出る可能性が高まることが統計的に確認されている値です。
- ・また、これは食品からの放射性物質の検出状況、日本人の食品摂取の実態等を踏まえて、リスク管理機関が考慮すべき値であり、食品中放射性物質の検査データなどに基づく追加的な実際の被ばく量と比較すべきものです。

## 食品からの実際の被ばく線量の推計

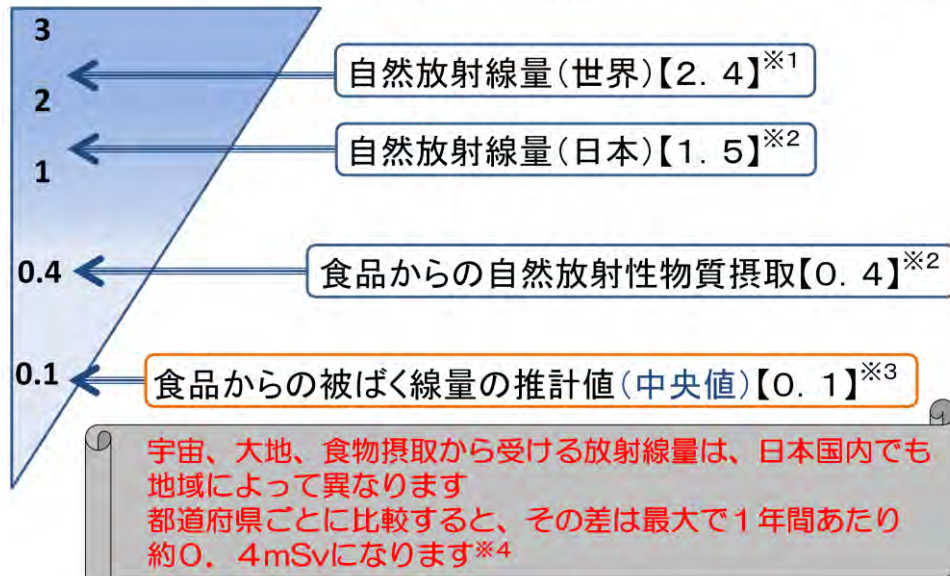
厚生労働省薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会  
放射性物質対策部会作業グループによる検討

- 食品中の放射性物質のモニタリング検査で得られた8月末までのデータ(放射性ヨウ素、放射性セシウム)と食品摂取量のデータを用いて、年齢階層ごとに原発事故発生以降の流通食品由来の年間被ばく線量を推計
- 今回の推計では、追加の被ばく線量が0.1mSv程度(中央値)であり、相当程度小さいものに留まると評価(上位10%値を継続摂取した想定でも、0.2mSv程度)

- ・厚生労働省では、食品からの実際の被ばく線量を推計しています。
- ・推計は、食品中の放射性物質のモニタリング検査で得られた8月末までのデータと国民の平均的な食品摂取量から行っています。
- ・それによると事故が原因の追加の被ばくは、中央値で年間0.1ミリシーベルト程度、放射性物質を多めに摂った上位10%の方でも年間0.2ミリシーベルトになるとの結果でした。

## 自然放射線量と食品からの被ばく線量の推計値

単位：mSv/年（1年あたりのミリシーベルト）



出典：※1UNSCEAR2008、※2放射線医学総合研究所2007、※3厚生労働省薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会、  
※4放射線科学 Vol.32, No4, 1989

18

・厚生労働省が実施した食品由来の被ばく線量の推計結果は、放射性カリウムなどの自然放射性物質の摂取による年間の被ばくが約0.4ミリシーベルト程度あること、さらに日本国内の自然放射線による被ばく線量の地域差が約0.4ミリシーベルトあることを考えると、事故由来の追加の被ばく線量は相当程度小さいものに留まると考えられます。

# 食品安全委員会ホームページ

重要なお知らせとして、放射性物質と食品の安全性に関係した各種情報やQ&Aなどを掲載中

19

- ・食品安全委員会ホームページでは、重要なお知らせとして、放射性物質と食品の安全性に関係した各種情報やQ&Aを掲載しています。
- ・また、毎週金曜日にメールマガジンを発行しています。
- ・トップページの左側にある食品安全e-マガジンのコーナーを見てくださいとメールマガジンの登録ができるようになっています。
- ・メールマガジンではタイムリーな情報を提供していますので、ぜひ登録をお願いします。

ご清聴ありがとうございました