

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（第6回）議事録

1. 日時 平成23年6月30日（木） 16：00～18：21
2. 場所 食品安全委員会中会議室
3. 議事
 - (1) 放射性物質の食品健康影響評価について
 - (2) その他
4. 出席者
 - (専門委員)
圓藤専門委員、手島専門委員、遠山専門委員、花岡専門委員、村田専門委員、
山添専門委員、吉田専門委員、吉永専門委員、鰐淵専門委員
 - (食品安全委員会委員)
小泉委員長、熊谷委員、長尾委員、廣瀬委員、畑江委員、野村委員、村田委員
 - (専門参考人)
佐々木専門参考人、滝澤専門参考人、寺尾専門参考人
 - (事務局)
栗本事務局長、中島事務局次長、坂本評価課長、前田評価調整官、林評価課課長補佐、
右京評価専門官、西村総務課長、本郷情報・緊急時対応課長、原嶋勧告広報課長、
新本リスクコミュニケーション官
5. 配布資料
 - 資料1 モニタリングによる核種の検出状況
 - 資料2 ヨウ素とりまとめ（案）
 - 資料3 セシウムとりまとめ（案）
 - 資料4 ストロンチウムとりまとめ（案）
 - 資料5 低線量に関する主な知見の整理（案）
 - 資料6 妊産婦（胎児）・小児に対する放射線影響に関する主な知見の整理（案）
 - 参考1 放射性物質の食品健康影響評価の進め方（たたき台）
 - 参考2 放射性物質の評価とりまとめの骨子
 - 参考3 放射性物質の食品健康影響評価の基本的考え方
 - 参考4 放射性物質に関する緊急とりまとめ

6. 議事内容

●山添座長 それでは、定刻になりましたので、ただいまから第 6 回放射性物質の食品健康影響評価に関するワーキングを開催いたします。

本日は御多忙中にもかかわらず御出席いただき、ありがとうございます。

本日は 9 名の専門委員、3 名の専門参考人の先生方にお集まりいただいております。なお、川村専門委員、佐藤専門委員、津金専門委員、林専門委員におかれましては御都合により欠席と伺っております。また、食品安全委員会からも委員の先生方に御出席をいただいております。ありがとうございます。

それでは、事務局のほうから配布資料の確認をお願いいたします。

●前田評価調整官 それでは、本日席上に配布してございます資料の確認をお願いいたします。

議事次第、座席表、本ワーキンググループの名簿、
資料 1 といたしまして「モニタリングによる核種の検出状況」、
資料 2 としまして「ヨウ素とりまとめ（案）」、
資料 3 としまして「セシウムとりまとめ（案）」、
資料 4 としまして「ストロンチウムとりまとめ（案）」、
資料 5 としまして「低線量に関する主な知見の整理（案）」、
資料 6 としまして「妊産婦（胎児）・小児に対する放射線影響に関する主な知見の整理（案）」。

そして参考 1 といたしまして、「放射性物質の食品健康影響評価の進め方（たたき台）」、

参考 2 が「放射性物質の評価とりまとめの骨子」、

参考 3 が「放射性物質の食品健康影響評価の基本的考え方」、

参考 4 が「放射性物質に関する緊急とりまとめ」の以上でございます。資料の過不足等がございましたら、随時、事務局までお申し出いただければと思います。

なお、傍聴の方に申し上げますが、専門委員、専門参考人のお手元にあるものにつきましては、著作権の関係と大部になりますこと等から、傍聴の方にはお配りしていないものがございます。調査審議中に引用されたもので公表のものにつきましては、ワーキンググループ終了後、事務局で閲覧できるようにしてございますので、傍聴者の方で必要とされる場合は、この会議終了後に事務局までお申し出いただければと思います。

以上でございます。

●山添座長 それでは、議事に移りたいと思います。本日は、まず核種の検出の状況についての報告を受けまして、3 つの核種、ヨウ素、セシウム、ストロンチウムに関する審議をまず行いまして、その後低線量影響、妊産婦・小児への影響について議論をしていきたいというふうに考えております。事務局のほうから説明についてお願いいたします。

●坂本評価課長 それでは、資料 1 をお願いいたします。モニタリングによる核種の検出状況という資料でございます。

この資料を 1 枚めくっていただきますと、食品中の放射性物質の検査の概要についてという表がございます。かなり細かい表で恐縮でございますが、こちらに規制値を超過した件数等がございます、8 都県において超過した品目が認められているという状況でございます。

下の方の総計でございますが、5,688 件の検査が行われまして、規制値を超過した件数は合計として 388 件、ヨウ素につきましては 133 件、セシウムについては 328 件という状況でございます。

1 枚めくっていただきまして、2 ページをお願いいたします。こちらは水産物のストロンチウムの測定結果ということでございまして、ページの真ん中辺に結果がございますが、 ^{90}Sr についてはこちらにございます魚に関して測定したところ、検出下限値は 0.02 とか 0.04 とかでございますが、その検出下限値において不検出であったという情報があったということでございます。

さらにその次の 3 ページをお願いいたします。こちらは食品ではございません、土壌の関係でございますが、ストロンチウムがセシウムやヨウ素とともに測られている情報がございます。1 の土壌のモニタリング結果につきましてはご覧のとおりでございますが、比較的 ^{90}Sr のセシウムに対する比が高いということであると、下から三つ目などは比較的高くて、こちらは ^{137}Cs に対する比を計算すると 0.147%ということになるかと思いますが、0.1%少々といったレベルでしかストロンチウムは検出されていないということになります。

その下の 2. の環境試料の方につきましても、 ^{137}Cs の比で計算いたしますと、0.01～0.05%程度ということになるかということでございます。セシウムと比較してストロンチウムの値が比較的低いという状況でございます。

めくっていただきまして 4 ページでございます。こちらは原子力発電所のサブドレンということで、施設内での集水とか管理された地下水を集めているところの水ということになるかと思いますが、ストロンチウムが測定されております。こちらについて左側の値は比較的セシウムに対しては低い値になるかと思いますが、右の方の 2 号機ですと、 ^{90}Sr の ^{137}Cs の比を計算すると 20%を超えるぐらい、22.5%という値になるかと思えます。

次に 5 ページでございますが、こちらにも原子力発電所の周辺ということですが、海水の核種の分析結果ということでございまして、ストロンチウムの情報が公表されておりました。こちらについてはセシウムとの比で見ますと、一番左のところでは ^{90}Sr が 9.4%、真ん中ですと ^{137}Cs に対しては 26.8%、一番右ですと 11.06%ということになるかと思われます。ストロンチウムに関してはこういう情報がございました。

β 線核種につきましては、 α 線についてもそうでございますが、こういう公表情報につ

いては今後とも情報収集してまいりたいと考えているところでございます。

資料 1 についての説明は以上でございます。

●山添座長 どうもありがとうございました。

ただいまの資料 1 について説明をいただいた件について何か御質問、御意見ございませんでしょうか。鰐渕先生。

●鰐渕専門委員 1 ページ目の食品中の放射線の検査の概要についてということについてお伺いしたいのですけれども、これはこれまでに測定した累積というふうに理解してよろしいのでしょうか。

●坂本評価課長 はい、こちらで集計しておりますので、そういうことでございます。

●山添座長 遠山先生、どうぞ。

●遠山専門委員 α 線核種のことについて確認ですが、第 2 回のワーキンググループのときに、東北大学の岩崎教授がこの場で御説明になって、そのときに僕がたしか質問したのですが、政府機関の Web Site に α 線核種に関しては測定をしているデータが公表されているというお話でした。それを探したけれども、なかなか見つからないのですが、いかがでしょうか。つまり、測定されているのか、測定されていなくて検出されていないのかというそこだけはやはり明らかにするべきだろうと思うのですが。

●坂本評価課長 先生に問い合わせまして、先生が御指摘のホームページがたしか文部科学省のホームページだったということを確認して、そちらの情報について資料化できるものについては今後ともこちらのほうに御報告させていただこうと考えております。

●山添座長 遠山先生、よろしいですか。

●遠山専門委員 いえ、よくわからないのですが、Web Sit に公開されているという事実があるのかないのかなのですけれどもね。

●坂本評価課長 測定されていたものについてはこれまでもう資料化しておりますので、我々が見ていたホームページと基本的に同じホームページのことをおっしゃっていたということを確認しました。 α 線については、前回公表されているデータについては御報告をさせていただいておりますので、それ以上のものは手に入っていないということでございます。

●遠山専門委員 前回の α 線核種のワーキンググループは欠席したので、もしそのとき御説明があったのだとすれば申しわけないのですが。

●坂本評価課長 すみません。4 月 26 日付でプルトニウムについての文部科学省の土壤試料中の分析結果というのがありましたので、そちらについて前回御報告をさせていただいております。

●山添座長 滝澤先生、どうぞ。

●滝澤専門参考人 関連しまして、 α 放射体の環境試料中からの検出につきましては、例えば再処理施設周辺環境の放射線監視を青森県の研究施設で分析しておりますが、沼ですね、その沼の湖底土にはプルトニウムやアメリシウム、そういったものがウランを含めて現

在でも検出されております。ごく微量であります。これはかつての核実験の影響がまだ残存しているということだと思います。

●山添座長 ありがとうございます。

遠山先生、後で前回の議事録を見ていただいて、もしそれで何か不足であれば、また質問していただければと思います。どうぞ。

●遠山専門委員 ですから、もし α 線核種がほとんど無視できる量であるとすれば、そちらのほうのリスク評価というのはある意味ではイクスポージャーがないわけですから、余り行う必要がないということになりますよね。ですから、そういう意味も含めてきちんと明確にするべきだろうという、そういう趣旨です。

●山添座長 どうもありがとうございます。どなたかほかに御質問ございますでしょうか。

もしなければ、それでは個別の核種の議論のほうに入りたいと思います。まず、今日は放射性ヨウ素から審議を行いたいと思います。資料の説明をお願いいたします。

●前田評価調整官 資料 2 に沿いまして説明させていただきます。 β 核種担当の専門委員、専門参考人の先生方から数多くの御意見をいただきまして、内容が充実されたものになってございます。主に加筆いただいた部分につきまして説明をさせていただきます。

まず、3 ページ目の一番下の(4)のヒトへの曝露経路と曝露量のところでございますが、①の医療による被ばくが4 ページ目に記載されてございます。そして、この5 行目から6 行目にかけて、 ^{131}I の被ばく後の自己免疫性の甲状腺機能亢進症の症例では、1.5～3.2 GBqの経口治療を受けたという事例が示されてございます。

それから、幾つか事例ございますけれども、かなり高い事例といたしましては、この22 行目から記載されてございますけれども、スウェーデンの後ろ向きコホート実験では、25 行目ですけれども、中毒性結節性甲状腺腫では700 MBqの平均投与放射線量というものが示されているという事例が示されてございます。

②のマーシャル諸島のブラボー核実験でございます。こちらにつきましても3 つの島で測定をしているところでございますが、31 行目からございますが、Rongelap 島で3.3～20 Gyというふうな線量が総吸収線量として示されてございます。

それから、③のHanford 核施設、これは米国ワシントン州南東部にある核実験施設でございますが、38 行目にございますが、3,190 人の推定線量としまして174 mGyというふうな線量の曝露の報告がされてございます。

5 ページでございますが、ネバダ核実験場、NTS というふうに略してございますが。この中でユタ群、ネバダ群、アリゾナ群でのデータなどが示されてございます。一番高いところでは平均甲状腺線量推定値がユタ群で130 mGyということでございます。

それからあとは、8 行目からの大規模疫学調査についてでございますが、こちらにつきましても累積の線量ですが、子宮内で4.3 cGy、0～1 年の場合、その次の12.6 cGy、これが1～4 年というふうなデータが一番高いデータということで、大規模疫学調査、NTS

から放出された被ばく線量として推定がされているところがございます。

それから、⑤のチェルノブイリ原子力発電所事故でベラルーシの 20 万人の住民の調査でございますが。こちらについてもデータが示されてございまして、26 行目からでございますが、甲状腺癌と診断された 531 例について、80%が 0.1~0.3 Gy という、29 行目でございます、そういった線量を受けておられたというふうなデータがございます。

それから、その次に大きく加筆をいただいた部分でございますけれども、少しめくっていただきまして、10 ページ目でございます。こちらは体内動態の分布ですとか代謝についてのところでございます。10 ページの 5 行目~6 行目について加筆いただいたところでございますが。妊娠中は母体の血液中の甲状腺ホルモンの増加と甲状腺によるヨウ素取込みが増加することが示されているというふうなエビデンスがございます。

そして③のところでございますけれども、この 29 行目でございますが、「しかし」以降ですが、 T_4 及び T_3 生産のかなりの量が一部ヨウ化物のアベイラビリティに依存する。ヨウ化物量が少ないことが結果的により低い T_4/T_3 合成比をもたらすというふうなエビデンスをつけ加えていただいているところがございます。

それから、次に 13 ページの一番下の②の遺伝毒性についてでございます。こちらも 14 ページの 1 行目~19 行目まで加筆いただいたところがございますが。ポジティブというか遺伝毒性ありというふうな所見といたしましては、この 14 行目からですが、ヨウ素酸ナトリウムは放射線増感活性を持っており、細菌において γ 線誘発単鎖 DNA 切断数を増加させることが示されているということが動物実験で示されているものでございます。

1 行目~10 行目で幾つかの動物での実験がございますが、変異原性を示さなかったという事例が多く報告、もしくは復帰突然変異を減少させるというふうな事例が報告されているところがございます。

そして次に加筆いただいた部分といたしまして、15 ページの一番下の 33 行目からのネバダ州核実験。こちらですが、先ほどのネバダ州の核実験施設から離れて居住する非曝露コホートと近郊居住のコホートにおいて甲状腺結節の有病率に差がないというのが 36 行目に記載してございます。

それから、38 行目でございますが、放射線量は非腫瘍性結節との間には相関がなかったが、甲状腺腫瘍形成との間には相関があったという報告がされているところがございます。

それから、16 ページの Gilbert らの報告でございますが、こちらにつきましては 50 年代のネバダ州核実験につきまして、2 行目でございますが、1973 年~2004 年まで 8 地区のデータから検討をしているということで、1 歳までの累積線量では、過剰相対リスク、ERR/Gy が 1.8 ということでございます。

そして、Iowa を除いた場合が 7 行目で記載されてございますが、1 歳までの累積 ERR1~4 歳、5~14 歳、いずれも有意に上昇したということですが、この研究の限界についての言及がされているところがございます。

そしてその次でございますが、18 ページでございます。こちらの 28 行目以降の 1954 年のビキニ島核実験、そのデータについてでございますが。ここでは、31 行目からの Rongelap 島の甲状腺等価線量が 1.5~40 Gy というのですが、33 行目でございますとおり、10 年後~35 年後までに人口の 22%が甲状腺結節の手術を受け、16 例が甲状腺癌になったということでございます。

それから、その後のマーシャル諸島のデータでございますが、37 行目でございますが、甲状腺等価線量は 124 mGy ということでございまして、38 行目でございますが、白血病、甲状腺癌、胃癌、大腸癌などの増加が見られたというふうなエビデンスが示されているところでございます。

そして、19 ページの一番上でございますが、がんの 1 万 600 例発生あった例に対しまして、放射線被ばくによって 170 例が過剰に発生するもの、それまでのがん罹患及び BEIR VII モデルにより推計されているという表現があるところでございます。

それから、次にチェルノブイリの事故について加筆いただいた分につきましては、19 ページの 34 行目以降でございますが。2004 年の Davis らのデータなどが紹介されているところでございます。ここでは、過剰相対リスクが示されているところでございますが、35 行目からのベラルーシとロシアの住民ベースの症例対照研究では、ERR/Gy が 4.5、そして 37 行目からのベラルーシとウクライナのエコロジカル研究では、ERR/Gy が 18.9 などがあると。

また、子宮内で被ばくした子どもの、次の 20 ページですが、20 年後の断面研究では、周辺地域 1,494 人、それ以外 1,088 人を対象に行われて、有意ではないが甲状腺癌リスク上昇が見られたという報告はございます。

それから、20 ページの Hanford 核施設のデータにつきましても加筆いただいたところが 36 行目からでございます。こちらにつきましては、1944 年~57 年までの核燃料施設から放出された核降下物に曝露した周辺住民に対しての SMR、標準化死亡比の比較が行われてございます。そして、全がん及び個別のがんと関連は認められなかった。

21 ページの一番上でございますが、全がんの相対リスク、Relative risk は 0.95 と低い。肺癌が 0.84、甲状腺癌が 0.84、乳癌が 0.99、白血病が 0.95、小児白血病が 1.06 というふうな Relative risk が示されてございます。

そしてまた、ポリネシアの実験が 10 行目からでございます。こちらにつきましては 14 行目でございますけれども、15 歳未満の甲状腺等価線量は 1.8 mGy 程度ということで、16 行目の後半ですが、1 mGy 群に比べ 20~39 mGy 群でリスクが 5.7、そして経口 P 値が 0.04、微小がんとサイズ不明がんを除くと 11.6 とより強い関連が見られたという報告がございまして。

そして、消化管への影響でも、甲状腺癌を切除した場合は唾液腺炎などを含む全身作用の観察があるというふうな報告がされているところでございます。

そして、次にいろいろと加筆いただいた部分といたしましては、25 ページでござい

す。こちらの 4 行目からでございます。甲状腺癌治療のために妊娠中に高線量の ^{131}I を母体が曝露した後に先天性の甲状腺機能の低下症が生じたという臨床症例の報告がございます。そして、これらの症例の曝露量ですが、11~77 mCi、すなわち 0.4~2.8 GBq の範囲であったということでございます。そして、妊娠約 12 週以降に母体が除去線量の ^{131}I を投与されると、胎児及び新生児の甲状腺に対する影響が予想される。そして、妊娠の 2~10 年前に甲状腺癌の切除治療で ^{131}I を投与された患者 70 人から生まれた乳幼児、小児についての研究では、甲状腺疾患は見つからなかったということなどが示されているところでございます。

それから、その後で加筆をいただいた部分につきましては、32 ページでございます。こちら 32 ページはずっとこれは発がん性の記述が 28 ページからかなり続いているところでございますが、32 ページの医療被ばくを含む外部被ばくのコホート研究などが今回データとして出されているところでございます。3 行目でございますとおり、15 歳未満で外部被ばくをした子どものプール解析の結果、ERR/Gy が 7.7 ですとか、絶対リスクの EAR10000PY/Gy が 4.4 とか、1 Gy での AR が 88%、そういったデータが示されているところでございまして、被ばく線量が 0.10 Gy から甲状腺癌リスクとの相関が直線的に見られたということと、被ばく当時の年齢が低いほどリスクは高く、20 歳以降では明らかなリスクは認められないということでございます。

そして、男性と女性について、低線量被ばくによるがんリスクモデルを提案がされているところでございます。

それから、アメリカとイギリスの診療所の甲状腺機能亢進症患者 3 万 5,000 人の被ばくレベルにつきまして、がん死亡をエンドポイントとしたコホート研究が示されているところでございますが、 ^{131}I 治療は全がん死亡に有意に関連しなかったということですが、甲状腺癌の死亡は SMR3.94 と、ただ対象者に潜在する甲状腺疾患によるリスク上昇と考えられるというふうな考察がされているところでございます。

それから、Franklyn などの報告によりまして、308 MBq を受けた 7,400 人程度の被ばく分のがん死亡・がん罹患を追跡したところ、全がんの標準化罹患比、SIR が 0.83、SMR が 0.90 と。ただ、小腸と甲状腺については数倍であったということでございます。

それから、2010 年の Bhatti の研究でございますが、小児がん患者の 1 万 2,000 人のコホート研究、こちらについては 27 行目でございますが、20 Gy での RR が 14.6 ということでした。2011 年の Gonzalez の研究でございますが、この 64 万人のコホート研究でございますが、12 年間中央値で追跡してございますけれども、33 行目でございますが、眼及び眼窩でのがんが 1.08 という RR、精巣癌では 1.43 ということが示されているところでございます。

それから、次に加筆いただいた部分が 35 ページでございます。35 ページの 10 行目の Dickman の研究でございますが、スウェーデンの 1952 年~69 年の期間の ^{131}I 投与を受けた方のデータでございますけれども、14 行目以降でございますが、甲状腺癌の疑い以

外で受診した 2 万 4,000 人、推定線量 0.94 Gy では 36 人の甲状腺癌が発生したが、SIR は 0.91 ということでございました。診断目的の ^{131}I 投与による被ばく量と甲状腺癌の発症 SIR の間に因果関係は認められなかったということでございます。

それから、その後でございますけれども、加筆いただいた部分が 38 ページでございます。こちらは 37 ページの下半分からずっとチェルノブイリの関係の文献でございますけれども、38 ページの 4 行目からでございますが、甲状腺癌有病率の増加傾向は放射性ヨウ素に関連する甲状腺癌リスクの大きさと同様、疫学研究で得られた知見を複雑にしているということでございます。それには、外部曝露の寄与、ベースラインとなる事故に付随して行われた徹底的な甲状腺癌のスクリーニング、そしてヨウ素欠乏の潜在影響及び集団中の甲状腺腫の風土病という要因などが指摘されているというのが 2001 年の論文で記載してございます。

それから、加筆いただいた部分でございますが、40 ページでございます。これが一番下の 27 行目以降でございますが、18 歳以下のウクライナとベラルーシの 2 つのコホート研究の結果です。まず、ベラルーシにつきましては 1 万 1,970 人をコホート研究していますが、線量が 34 行目でございますが、平均 0.56 Gy ということでございます。そして、3 年目までに甲状腺癌が 87 例、そして ERR/Gy が 37 行目でございますが、5 Gy 未満が 2.15、1 Gy 未満が 4.92 というデータが示されてございますが。被ばく時の年齢が低いほどリスクは高かったということでございます。

41 ページの上半分でございますが、2008 年の Zablotska の研究でございますが、エンドポイントを甲状腺の濾胞性腺腫としていますが、ERR が 2.07 と推定されてございます。

ウクライナの研究でございますけれども、こちらは 1 万 3,000 人を追跡しているものでございますが、6 行目でございますが、リスク要因はミルクを主とする ^{131}I による内部被ばくということが示されてございます。そして、被ばく量の分布は、8 行目でございますが、0~5 Gy ということでございます。そして、甲状腺癌の罹患を追跡したところ、ERR が 1.91、過剰絶対リスク EAR が 2.21 ということでございます。

そして、13 行目からでございますが、98 年~2000 年に行われた最初のスクリーニングの結果は、甲状腺癌、ERR 5.25 ということで、すなわち甲状腺癌の過剰発生リスクは以前よりは小さいものの、20 年後も続いていることを示しているというふうな考察がされているところでございます。

それから、遺伝毒性についてでございますが、42 ページでございます。こちらもほぼすべて書き下ろしに近い形で執筆をいただいたものでございます。遺伝毒性について主な所見ですけれども、まず 1 つが、5 行目でございますけれども、 ^{131}I 切除治療を受けた患者とか妊娠中の同様の治療を受けた母親から生まれた子どもでは、末梢血において染色体異常が見出されているということでございます。被ばく線量は 0.6~7.4 GBq ということでございます。

それからあと、12 行目にも染色体転座の頻度が有意に高かった事例、それからあと 15

行目には小核頻度が有意に高かった事例。それからあとは、19 行目にございますけれども、異常細胞及び二動原体染色体の頻度の割合は少ないものの、統計学的に有意な増加を示した事例。それからあとは、22 行目からは、BNMN という二核細胞の頻度が 23 行目にありますが、¹³¹I 被ばく後に増加して、被ばく後 7 日でピークに達したというふうな事例などが示されているところをございますし。28 行目は、小核の頻度の増加も観察されたということですか。チェルノブイリ事故のベラルーシにおいては転座頻度が比較されておりまして、そして最高値は Gomel 地域であったというふうな結果が示されているところをございます。

それから次に 43 ページをございます。国際機関の評価としては、IARC がグループ 1 ということでございまして、7 行目にございます。発電所事故や核実験によるフォーアウトへの小児期の曝露により起こる甲状腺癌について十分な証拠があるというふうな評価がされてございます。

最後が 44 ページ目をございます。専門委員からのコメントということでございまして、チェルノブイリの事故に関連する研究では、被ばく時年齢が低いグループで ERR は高い、がんリスクが高い。居住地域による差が見られた。濾胞性甲状腺腫や甲状腺腫、甲状腺肥大があると高いことが示唆される。男女差は女性で高いが有意ではないということですか。

7 行目からですが、I-131 曝露は多くが汚染されたミルク経由であるということと、あと低線量から甲状腺癌リスクとの用量反応関係は見られて、事故当時年齢が低いほど後のリスクは上がっている。最新のデータでは有意にリスク上昇する最低被ばく量が甲状腺等価線量で 0.2 Gy~0.49 Gy 程度であったということで、全体で 1 Gy 当たり約 2 倍の過剰リスクが見られたということをございます。

そして、このチェルノブイリ周辺地域で甲状腺癌リスクが高いのは、もともと栄養的にヨウ素欠乏であるからではないかということも言われておりますが、疫学的には定かではないということをございます。

それから、17 行目からのございます。この甲状腺癌の確立された危険因子は放射線被ばくのみということですが、小児期の被ばくは感受性が高く、乳頭癌との関連が大きいということをございます。それから、TSH の増加は甲状腺癌の危険因子であるということ。それから、ヨードは摂取過剰で乳頭癌の欠乏で濾胞癌の危険因子となるということが報告されてございます。

それからあとは、先ほどの IARC の評価や ATSDR の毒性評価の疫学研究のデータですとか、その後のより定量的な疫学研究からは、放射線ヨウ素と甲状腺癌リスクとの関係は成人前の小児を対象とした多くの研究において線量反応関係が示されている。そして、1 Sv 当たりの過剰相対リスクは 2 倍以上、そして 100 mSv を超えるレベルの線量においては統計学的に有意ですが、100 mSv 以下の線量においては一部の例外を除いて統計学的有意にはなっていないということをございます。

そして 32 行目からですが、評価すべき過剰相対リスクの大きさに対する調査対象数の

少なさ、そして被ばく線量推定における不確実性、そして非致死的な甲状腺癌のスクリーニングに基づく診断という研究デザイン、そういった限界などを考慮しますと、あるレベル以下の線量におきまして、過剰相対リスクは他の要因によるリスクの増加と比較しても十分に小さいであろうと言及することはできても、ゼロを上回らないと判断することについては、慎重な態度が必要であると。したがって、発がんリスクを上げない安全な甲状腺等価線量を推定するには、現状において科学的根拠がそろっているとは言えない、というふうなコメントをいただいたところでございます。

少し長くなりましたが、以上でございます。

●山添座長 どうも説明ありがとうございます。

それでは、ただいまの説明を踏まえまして、議論に入りたいと思います。本日はこのヨウ素について担当いただきました手島、吉田、津金、林、祖父尼先生のコメントを中心に議論をして、食品健康影響評価のまとめる方向にもっていければというふうに考えております。

先ほどの説明につきまして、まず御質問、御意見ございますでしょうか。佐々木先生。

●佐々木専門参考人 甲状腺等価線量というのがあちこち出てくるのですけれども、これはどういう線量ですか。Gy であらわしているところと Sv であらわしているところがある。ほとんどが Gy で、最後のところが Sv。等価線量というのはどういう線量を言っているのかわかりません。

●前田評価調整官 等価線量は、甲状腺の組織にかかる線量で、それに組織線量計数を掛けて実効線量を算定するという、よく使われている等価線量の意味だと理解いたしてございます。

●佐々木専門参考人 Gy というのは吸収線量の単位であります。それから、等価線量というのは実効線量とは違いまして、放射線の種類によって線量荷重係数というのを Gy に掛けて、放射線の種類を足し算したものが等価線量の Sv。実効線量の Sv はそれに今度は組織の荷重係数を全部掛けて足し算するというので、同じ Sv なのですからごくわかりにくいのですけれども。

少なくとも Gy であらわすときに、数値は同じになるかもしれないのですけれども、等価線量というのか、吸収線量と言うべきなのか、名前としてはですね。そんなふうに思いました。

●山添座長 はい、記述の正確性と表現について佐々木先生からコメントいただきましたので、そこは確かに Gy といっている吸収線量と、等価線量をきちっと書き分けていきたいと思います。実際まとめるのは非常に短い時間でまとめていただいていますので、今回については、資料としてはできるだけものを取り上げて、中身についてはこれからきちっとまとめましょうという方向になっておりますので、そういう御指摘をいただければ中身はきちっとできるものと思います。どうもありがとうございます。

そのほか、先生方のほうで今の説明につきましてどなたかございますでしょうか。

今もお話に出てきたのですけれども、甲状腺の場合、甲状腺の等価線量として最終的にこの安全性というのを見たほうがいいのか、それともほかの核種との兼ね合いで共通した値として Sv として評価をしていったほうがいいのかということがあるかと思えます。甲状腺の場合には、ここでも記載をされていますように、体内に入った場合、ほとんどと言っていいぐらいのものが甲状腺に集積するということがございます。そういうことも考慮した上で、どういう形でまとめるのかということについても先生方に御意見をいただければというふうに思っております。

今回まとめをいただきました各先生方のほうから追加のコメントがあればいただければと思いますが。手島先生。

●手島専門委員 追加といたしますか、ヨウ素の場合はやはり甲状腺に集積するという性質があるということ。それから、半減期が短いということもありますので、他のβ核種とは分けた形で甲状腺等価線量という形で評価するのがよろしいかと思えます。

●山添座長 今、手島先生のほうからは、等価線量という考え方でどうかという御意見をいただきました。

吉田先生、いかがですか。

●吉田専門委員 随分見やすい資料になってきたなというのが私の実感です。

●山添座長 あと、このヨウ素については津金先生、林先生、祖父尼先生にコメント頂いておりますが、今日は、あいにく御欠席ということなので、ほかの先生方。圓藤先生。

●圓藤専門委員 非常によくまとめていただいて感謝しております。ところで、最後の専門委員からのコメントの位置づけがよくわからないので、これをもとに最後のまとめをつくっていくことになるのですか。

●山添座長 はい、これはある意味ではたたき台といたしますか。

●圓藤専門委員 43 ページまでの。

●山添座長 最後のまとめにどうしても必要な箇所、これですべてかどうかということはまだわからないのですけれども、とにかく記述をしていただいております。それに追加あるいは考え方について先生のほうからもコメントいただければと思います。

●圓藤専門委員 43 ページまでの記述を少し評価していただいて、最後こういう形でまとめていただくというプロセスなのかなと思ったのですが。

●山添座長 はい、そうです。先生のおっしゃるとおりでして、あくまでも専門委員からのコメントというのはそのためのたたき台で、漏らさないようにできるだけ気がついた点をコメントしていただいているというところでございます。

したがいまして、中の記述で用語等、先ほども等価線量の話がございましたが、ほかのところでも私も幾つか気がついたところがありますが、日本語としての修文についてはまだチェックができていないところがいろいろなページのところに出てくるかと思えます。先生方のほうでお気づきになられた点等については御指摘をいただくということで、よろしくお願い申し上げます。

遠山先生。

●遠山専門委員 いろいろと大変な作業なのでできるだけ事務を簡素化したいという気持ちは一方であるのですが、いずれにしましても報告書を作成する以上はそれなりのものをつくらなくちゃいけないということがあると思いますから、そういう観点から意見を申し上げます。

1 つは、前から言っているように、これを日本語の部分を英文化することはないかもしれませんが、したときに ATSDR のものにまたもとに戻ってもしようがないので、1 つのまとめ方としては、確かに今の状態だと各エンドポイントごとに整理をしているために、それぞれの疫学調査に関して、例えばネバダだったりマーシャルだったり、それから Hartford だったりというのがあるわけですが、そこでの疫学調査の具体的な対象、方法から繰り返し繰り返し同じことがかなりの分量で出てくるので、ですからむしろそうではなくて、各疫学データをもとにしてそこで得られているエンドポイントごとに整理をして、かつ余りに極端に高線量のものというのはとりあえず余り必要ないような気がしますので、少し整理をするというのがいいのではないかというふうに思います。それが 1 点目です。

2 点目、よろしいですか。

●山添座長 はい、お願いします。

●遠山専門委員 2 点目は例えば 16 ページの、少しこれ細かくなるのですが、9 行目～10 行目ですが、例えば「定量的な評価にデータを用いるには不相当としている」と書いてあるのですが、これだと、だれが不相当としているのかというのがあいまいなので、そういうところはやはり最終的に文章にするときには我々なのか、それとも別の人なのか、別の機関なのかというのがはっきりわかるようにしたほうがいいというふうに思います。

それから、とりあえず 3 つ目なのですがよろしいでしょうか。

●山添座長 はい。

●遠山専門委員 3 つ目、それは後の資料を見ていたら資料 6 のほうに妊婦（胎児）・小児に対する放射線影響に関する主な知見の整理（案）というのが出てきているので、このときに発言したほうがいいのかなど思ったのですが、少し低線量でどういった、つまり現実のリスク評価に必要なぐらいの低線量でどういう影響に着目してまとめなくちゃいけないのかという観点で整理をするような仕方があってもいいのではないかなというふうに思いました。

それからあとは 4 つ目なのですが、これで最後です。手島委員の御意見では、例えばヨウ素に関してはこれこれ、Sv なら Sv でということでもって基準を決めればいいというふうにおっしゃったというふうに理解してよろしいですか。

●山添座長 はい。

●遠山専門委員 それだと、今度それぞれの核種に関してもし仮にセシウムだったら何 mSv というようなことになると、実際にはヒトは今回この放射線核種に関して別々に曝露するのではなくて、明らかに複合的に曝露するということが 1 つ。それから、

放射線ヨウ素の場合、発生源から持続的に、大分、今は減ってはきているようなのですが、持続的に出てなければいいのですが、やはり多少なりとも出ていると。あるいは地表に残っているものはかなり物理的半減期で減ってはくるのですが、継続的に曝露することにもなるので、やはり全体としては総合的に、いろいろ曝露を実際に受けている核種からの相対としての線量で食品安全の基準というをつくるほうが現実的であり、この委員会のミッションとしては適切じゃないのかなというのが僕の意見です。

以上です。

●山添座長 ありがとうございます。

前回からも遠山先生から御指摘いただいていますように、高線量のものについては本当にここでの記述が必要なのかどうかということがございました。今回は基本的には関連する記述をともかくここに入れ込んで、後で落とすものは落としてもいいということで、漏らさないようにということをもまず念頭をお願いをしていますので、後からこれはもう除きましょうというのであれば、先生方の御意見を聞いて、その部分は除くということにしてもいいのではないかとこのように思っております。

あと、低線量の問題については後でも議論がございしますが、確かに実際の曝露の形態を考えますとそちらのほうが重要ですし、それから遠山先生から先ほど御指摘ありましたように、ヨウ素だけ取り上げていいのかということも実際には出てまいります。ただ、出ているデータを見て曝露される形態も毎回同じではなくて、そのごとに放射線の核種も違った比率で曝露を恐らくされる、距離においても違っているというようなことがあるでしょうから、その両方を見ながら、どちらか、あるいは併記として考えるか、それは低線量との曝露との関係で後でもう一度先生方に見ていただいて判断もする必要があるかなというふうには思いますが。

圓藤先生、どうぞ。

●圓藤専門委員 遠山先生のおっしゃった評価の段階で合わせるのか、個別の核種に分けるのかという点が1点ございます。もう1つ、曝露の段階でこの人たちがヨウ素の曝露だけではないのではないのか、ほかの核種も同時に被ばくしている可能性があるとするならば、それらもできたら併記していただければと。すなわち、主としてヨウ素に被ばくしているのであって、ほかの核種に被ばくしていないのであればシンプルでいいのですけれども、そうでない可能性はないのかということで、原著を見ておいていただいたほうがいいのではないかなと思っております。

●山添座長 はい。これまでのいろいろな各施設等での曝露のところでの問題ですね、そのところでどういう核種で曝露されているのかというインフォメーションを一緒につけたほうが後での判断を間違わないだろうという圓藤先生の御意見だと思います。

後で残ってこれを記載するという場合については、その点を踏まえて考えてみるということにしたいと思います。

吉田先生。

●吉田専門委員 実際、どの線量でというときの評価の際は、いろいろな疫学調査のデータをできれば見やすい表のようなものにしていただいていたと思うので、もしそれが配布できる時点になりましたら、なるべく早く皆さんにというように思います。かなりの膨大な量なので、あっち見てこっち見てということで見逃しがあってもいけないので。

●山添座長 そうですね、配布できるような形にまとめられれば、一気に過大なことをお願いできないということもありまして、まとめる段階で必要なものについてそれを見直すということも必要かと思います。

そのほか、先生方のほうでございませうでしょうか。滝澤先生。

●滝澤専門参考人 先ほどのヨウ素と他の核種を相対的に取り上げるかどうかということですが、農産物の食品を介しての内部被ばくにつきましては、例えば人種の違い、食生活によって移行係数が違ってきます。したがって、体内核種の蓄積量も核種、ストロンチウム、セシウムやヨウ素で違ってきます。特に牛乳を多く飲む子どもと、牛乳を飲むよりも野菜や御飯をとる場合を、一様にまとめて評価するということは非常に困難だろうと思います。したがって、それぞれの核種の体内蓄積量を評価するということが重要ではないかと思います。

ヨウ素については先ほど手島先生が言われたとおりに、甲状腺に選択的に蓄積するということがわかっていますし、子どもであるということもわかっていますから、甲状腺等価線量としてとりまとめていただくというのがベターだと思います。

●山添座長 今、滝澤先生のほうから、やはり評価の対象というかリスクの集団を考えると、等価線量という考え方でまとめるのがよいという御意見をいただきました。最終的にはまたこれをまとめる段階でその両方の案をどううまく取り入れるかということが必要かと思います。

そのほかにも御意見がなければ、後で先生方にもう一度見ていただきまして、これの修正等を後でお送りいただくということにしたいと思います。

遠山先生。

●遠山専門委員 (4) のヒトへの曝露経路と曝露量

●山添座長 先生、何ページでしょうかね。

●遠山専門委員 例えば、ヨウ素でしたら 3 ページ。ヒトへの曝露経路と曝露量となっていて、実際に医療による被ばくと事故の事例ですね。やはりこれ日常的に事故というか事故は事故なのですが、例えば今回の福島原発のようなそういったところから出てきていることを含めて、日常的にどの程度曝露するかということに関して、食品からどのぐらい摂取するかということに関して、例えば、この食品安全委員会でもカドミウムのリスク評価をしたときは、モンテカルロ法という方法を使って実際に日本人の集団がどのぐらい米に含まれているカドミウムに曝露したときに、現実的には人口集団の 97%とか 99%ぐらいのヒトが、どのぐらいまでのカドミウムに曝露するかというエスティメーションしているわけですよ。

それと同じような意味で、 ^{131}I をはじめとしてほかのものも含めて食品中に入っているものからどの程度、現実に曝露し得るのかということ、例えばですが、これはもう御議論いただければいいのですが、例えば、厚生労働省で行っている国民栄養健康調査では、小さな子どもから大人まで各年齢階級・男女ごとに、かなり、特定の食品、飲料水以外の特定の食品に関しては具体的に食品の摂取量についてのデータを Website でも公開しているわけですから、実際にどのぐらい曝露し得るものなのかということ、リスク評価の観点からしてみると、少なくとも行政機関の食品安全委員会としての報告書としては現実の要請に合うような評価になるのではないかなというふうにも思うのですが。いかがでしょうか。

●山添座長 遠山先生から実際の食品との中に割り振った形で出せばいいという御意見だったのですが、カドミの場合は実際に含有率とかがきちっとした既存のデータがはっきりしているわけですね。ただ、今回の場合には例えばヨウ素についてもどの程度の曝露が個々の食品についてあるという基礎データがなかなかない。そうすると、あくまでもどのぐらいで、どのぐらいという大ざっぱな仮定を置かなきゃいけないことになると、結局食品に割り振ったとしても現実には余り使えないものになる可能性もある。そこら辺のところ、その割り振った場合に非常に何かメリットがはっきりすればそういう形も考えてもいいのではないかなとは思いますが。そこら辺のところ、現時点で可能なかどうかですね、そのところが難しいかなと。

現在のところやられているのは、Bq 数といってその数値から何らかの暫定的なトータルとしての根拠、数字をつくって、その数字で評価をしていく以外にはなかなか現時点としては難しいのかなという気もしないではないのですけれども。

●遠山専門委員 ここはワーキンググループなので先生方がいろいろ御意見を言っていたいて、ある種のブレインストーミングですから、御議論いただければいいと思いますが。

●山添座長 そうですね。食品とかからの摂取というのは、例えばお茶 1 つとっても、実際には経口で入るときと、製品のとときとで何%入のかというその評価もきちっとした形である必要があると思うのですね。そういうところが現時点でできるかどうかということになるかと思うのですね。

村田先生。

●村田委員 質問になるのですけれども、比較的物理的に安定な核種は確かに量はわかるので計算できるのだと思うのですけれども、ヨウ素みたいにどんどん動いているもの場合には、その見積りというのはどこの段階でやるかで全然違ってくるような気がするのですけれども、その辺はいかがなのでしょう。そういうようにもし見積もるのであればどういうふうに見積もるのが妥当なのかなと、そういう意味ですけれども。

●遠山専門委員 例えば持続的に一定程度入ってくるという前提、何か一定の仮定を置かなくちゃだめですね、当然。一定の例えば今日配れたモニタリングによる核種の検出状況が出ていますが、その数値のところ、一定のものを使ったときに。

●村田委員 そうすると、言ってみれば平時の放射性ヨウ素の濃度がわかっているということで、それをもとに計算するというそういう感じになるわけですね。

●遠山専門委員 何が平時で何が非常時かというのは状況で変わってきますし、いわゆる平時であればほとんどこれはもう検出限界以下が平時でしょうから。

●村田委員 そういうことで、どういうふうに計算するのかなど。そのところが、高いときだけ足せばものすごい数になるでしょうし、今言ったように検出限界以下全部でしたら当然ゼロになってしまうので、それがどれぐらい、その後どういうふうにどう使っていくのだろうという、そういう意味です。

●遠山専門委員 足すともものすごい数になるとおっしゃったのですが、それもかなり感覚的な話で、実際にはそうでもないかもしれないですよ。

●山添座長 多分遠山先生おっしゃるのは、ある種のモデルを置いて、一般生活の中で曝露されるシチュエーションでどういう形になるのかということだろうと思いますので。本当はそういうことができればより現実的なリスクは評価できるのだと思うのです。方法としては、ただ、それをできるだけ資料が今、再構成するモデルをつくるための資料が現時点であるかどうかということになると思います。これについてはまたどういう形があるか皆さんにアイデアをいただいて、それができるかどうかということもまた後で議論したいと思います。

もし追加の御意見がなければ、今回このとりまとめの案について皆さん先生方のほうで読んでいただきまして、修正をしていただきたいと思います。基本的な考え方としては、この中で基本的なデータはもうあるので、この中のデータからとりまとめに移行したいと考えております。どうしてもこの中でデータが必要だと思われる、不可欠のものについては追加をするということもやぶさかではありませんけれども、そういう目で見えていただきまして、この中身からのまとめていただく方向でもう一度チェックをお願いしたいと思います。

それでは、次にセシウムのほうに移りたいと思います。よろしく申し上げます。

●林評価課課長補佐 それでは、資料 3、セシウムとりまとめ（案）に沿って御説明申し上げます。資料 3 は、βの担当の先生方に丁寧に御検討いただいたものをまとめたものでございます。本日は、前回の資料から追記したところについて主に御説明申し上げたいと思います。

まず、2 ページでございますけれども、8 行目、(3) 自然界での分布・移動でございます。21 行目から放射性セシウムに関しての記載でございますけれども、 ^{137}Cs のような放射性核種及び他の放射性同位体は、大気圏内核実験、原子力発電所の事故、核兵器施設での事故の結果として環境中に放出されてきた。原子力発電所の通常運転中にも少量の ^{137}Cs 及び ^{134}Cs が大気浮遊塵や排水中に放出されるということでございます。

また、29 行目でございますけれども、セシウムの土壌中での移動度は非常に低い。一般にセシウムは通常およそ 40cm 以深には移動せず、土壌表層 20cm 以内にたまっている

ということでございます。

続きまして、3 ページの体内動態でございますけれども、こちらにつきましては前回から字句等の修正を行っただけで内容の変更はございませんので、本日の説明は省略させていただきます。

続きまして 6 ページ 8 行目でございますけれども、(6) の実験動物でございます。こちらにつきましては、かなり追加の知見がございますので、それにつきまして御説明申し上げます。まず、14 行目からでございます、経口曝露による実験、①造血機能・免疫機能への影響でございます。マウスに 20 kBq/L の ^{137}Cs を含む飲料水を 2 週間投与した試験では、雌雄を交配して生まれた児マウスに親と同じく 20 kBq/L を含む飲料水を最長 20 週間にわたって投与したという試験でございますけれども。その平均的曝露量が 1 日当たり 76.5 kBq/匹というものでございましたけれども、この試験におきましては造血系でいかなる影響も観察されなかった。あと、免疫反応を調べてみても有意な機能的変化はなかったということでございます。

続きまして、その下の知見、28 行目からの小腸の構造と機能への影響でございます。こちらラットに ^{137}Cs を 6,500 Bq/L の用量で 3 ヶ月以上飲水投与させたものでございますけれども、小腸上皮の構造や上皮細胞への生理機能への異常及び炎症反応は観察されなかったというものでございます。

また、その下の中枢神経系への影響についても追加をさせていただいております。ラットに ^{137}Cs を飲水投与した、その放射エネルギーといたしましては、ラット 1 匹当たり 288 Bq 及び 460 Bq であったということでございます。行動試験を行ったところ、曝露による影響が観察され、その影響に性差が認められたというものでございます。

7 ページにも同様に中枢神経系の影響を検討した試験の記載がございます。5 行目でございますけれども、ラットに ^{137}Cs を含む水を自由摂取させた試験におきましては、12 行目でございますけれども、 ^{137}Cs 曝露により、軽微で一過性の中枢神経系への影響が観察されたというものでございました。

続きまして、17 行目からの脂質代謝への影響でございますけれども、ラットに 9 ヶ月間 ^{137}Cs を含む水を、これは 150 Bq/ラット/日を与えたという試験でございますけれども。この試験においては、コレステロール代謝への影響は観察されていないというものでございます。

その下のビーグル犬の試験でございますけれども、こちらの試験につきましては前回の資料のほうに記載をさせていただいているところがございますけれども、若干構成を変えているところはございますが、内容に変更はございませんので、説明は省略させていただきます。

同様に、8 ページの上の生殖への影響につきましても、記載の整備をさせていただいているだけでございますので、説明は省略させていただきます。

13 行目の遺伝毒性につきましては、すべて追加をさせていただいている試験ござい

ます。大変長くなっておりますので、要点を説明させていただきますと、21 行目でございますけれども、セシウム放射性同位体の *in vivo* 試験成績について報告があるということでございます。29 行目におきましては、ラットから胎児の血液細胞で小核頻度の有意な増加が認められたというものでございました。

37 行目でございますけれども、セシウムの放射性同位体は *in vitro* 試験でも遺伝毒性があることが示されておまして、次のページ、9 ページでございますけれども、3 行目、ヒトの精子での染色体異常と小核の誘発が報告されている、というところでございます。

以上が動物実験でございます。

続きまして、ヒトへの影響でございますが、9 ページの 8 行目～34 行目につきましては前回の資料にも記載させていただいている試験でございますので、説明は省略させていただきたいと思っております。

追加した知見でございますけれども、36 行目からのプルトニウム製造工場からの放射性物質が Techa 川に流れ出たという知見でございます。この知見につきましては、次の 10 ページでございますけれども、7 行目でございます。固形がんでは胃組織の線量が参照されており、最高 0.47 Gy、平均 0.04 Gy、中央値 0.01 Gy と推定されている。そのうち内部被ばくが 55%を占めている。また、赤色骨髄線量、最高 2 Gy、平均 0.3 Gy、中央値 0.2 Gy と推定しているというものでございますけれども。この Techa 川のコホートの 50 年の追跡により、11 行目でございますけれども、固形がんの胃線量による ERR/Gy が 1.0、女性の乳癌の ERR/Gy が 4.99、14 行目でございますが、RBM 線量による白血病の ERR/Gy を 4.9 と推定しているという報告でございました。

続きまして、21 行目でございますけれども、こちらはチェルノブイリ原発事故 2 日後の大雨によるスウェーデン 8 州の放射性降下物、曝露と発がんの増加との関連を推定する研究でございます。31 行目でございますけれども、放射性セシウムによるマーテンヘンゼル罹患率比を検討したというものでございました。

33 行目からでございますけれども、100 nGy/hr ごとの ERR は 0.042 であったという報告でございました。

続きまして、遺伝毒性でございますけれども、37 行目でございますが、T リンパ球における点突然変異頻度上昇が観察されたという事例や、11 ページの 5 行目でございますけれども、チェルノブイリ事故の放射性降下物による影響を見たものにおきましては、末梢血リンパ球を調べたところ、染色体異常頻度のわずかな上昇が観察されたというような報告がございました。

続きまして、20 行目からでございますけれども、放射性セシウムと膀胱癌との関連について、チェルノブイリ原発事故で ¹³⁷C に汚染された地域の住民を対象とした報告がございましたので記載をさせていただいております。汚染地域の患者に上皮異形成及び上皮内癌を伴う特異的な慢性増殖性膀胱炎（チェルノブイリ膀胱炎）が認められたというものでございまして、汚染地域におきましては、34 行目でございますけれども、有意な高値

を示していたという知見でございます。

以上がヒトへの影響についての知見で追加させていただいたものでございます。

最後、12 ページでございますけれども、専門委員からのコメントということでまとめたものでございます。経口曝露による動物実験及び疫学研究が極めて少なく、吸収率、経口曝露に伴う生体影響についてはほとんど解明されていない。チェルノブイリ原発事故によるセシウムの放射性降下物により、全がんリスクのわずかな上昇が観察されたという報告がございますけれども、線量推定における不確実性や個人レベルの曝露や交絡要因を把握していないという限界があるものとする。

11 行目でございますけれども、放射線への外部及び内部被ばくに伴う白血病をはじめとするさまざまな人体影響については、放射性セシウムを含む放射線による影響として別途検討する必要があるというコメントがございました。

説明は以上でございます。

●山添座長 どうもありがとうございました。今説明をいただきましたセシウムにつきまして、先生方の御意見をいただきたいと思っております。なお、これにつきましては遠山先生、鰐淵先生、津金先生、林先生、祖父尼先生がこれのまとめに協力をいただいております。

それでは、先生方のほうで御意見どなたかございますでしょうか。鰐淵先生。

●鰐淵専門委員 私自身最後の放射性セシウムと膀胱癌のところを少し書かせていただいたのですが、この調査の限界なのですけれども、実際に曝露されている量が疫学データとしてないというのが一番の問題点なのですけれども。実際に膀胱癌がふえている地域での土壌での放射性セシウムの量及びその人たちの検診で尿中の放射性セシウムが測定されているのですけれども、そういう地域では放射性セシウムの尿中の濃度が非常に高かった。それと膀胱癌の率が高くなっていったというデータがあるので。実際現在曝露されている福島の人たちの、これは提案なのですけれども、尿中のセシウムの濃度を含めたデータというのは今後とっていけないものなのかということも 1 つ提案させていただけたらなというふうに思っております。

●山添座長 鰐淵先生がこのチェルノブイリの事例のときのデータと今回を含めたセシウムのリスクを評価するのに、尿中のデータがあればより具体的な精度の少し高い評価が可能になるのだがという御意見をいただきました。

これについては、食品という範囲を越えるのですけれども、実際には食品としてほとんどのセシウムはとっているだろう、今後はとっていこうということになりますので、こういう意見があったということですね、そういうことをどこかで見たり、測っていただければ一番いいわけですね。一応、鰐淵先生からそういう御意見があったということでここに記述をさせていただきます。

そのほか、先生方のほうでございませんか。遠山先生。

●遠山専門委員 ヒトの疫学を対象にしたところの記述なのですが、10 ページ目の 17 行目～19 行目、いずれも低線量であっても、原爆コホートに見られたのと同等のリスクが

観察され、低線量の LNT モデルの妥当性を裏付けているというかなり明確なステートメントがここでされていますね。それが 1 つ。

それからあと、それに関連するところでは、その原爆コホートに関して、このセシウムの部分で具体的に記載をしていないので、それは先ほどのヨウ素も ATSDR は原爆コホートのことについてほとんど何も書かかれていない。やはり我々としては可能な限りデータを入手できるものであるならば入れて原爆コホートのことについても書いたほうがいいだろうというのが、1 つ追加です。

ここでもし原爆コホートで見られたのと同等のリスクというふうに書いてあるのですが、どなたか委員の方が書いた文章だとすれば、このところは明確にしておいたほうがいいだろうというふうに思います。具体的にどういう結果かというのを書いたほうがいいだろうと思います。

今言った文章とニュアンスが違うのですが、11 ページの 3 行目～4 行目、ヒトにおいて遺伝毒性があらわれ始める特定の放射線線量レベルを突き止めたという報告は見つからなかったと。必ずしもお互いに矛盾することではないのですが、読むと少しニュアンスが違うかなというふうな気がするので、この辺は最終的にとりまとめるときに少し整理をして論理的に全体の文章として整合性がとれる形にしたほうがいいかなというふうに思います。

以上です。

●山添座長 ありがとうございます。多分 11 ページの 3 行目のところは、いわゆる線量とその相関性に関して明確なことを示すデータは見つからなかったとかそういうふうな表現に変える必要があるかと思います。

滝澤先生。

●滝澤専門参考人 2 ページの 24 行目ですけれども、原子力発電所の通常運転中にはセシウムやストロンチウム、これらは大気中あるいは排水中には放出されません。それで、マイルドな事故のときのために原子力発電所周辺では耐えず環境監視が行われていますから、そのように修正していただきたいと思います。

●山添座長 時としてそういう事故の際には放出されることがあるとかいうような文章に。

●滝澤専門参考人 ええ、通常では考えられません。

●山添座長 ありがとうございます。

そのほか、先生方のほうでセシウムに関する記述についていかがでしょうか。

先ほど遠山先生から御指摘のありました低線量にかけた広島原爆の差異のところは、そのことがセシウムをある程度特定できる記述なのかどうかという点が一番ここで示すべきか、あるいは後で出てきます低線量全体のところで原爆の話はどうしても重要になるので、そこに入れるべきなのか、それも含めて少し記述をチェックしていただければと思います。

遠山先生。

●遠山専門委員 それに関して逆に言うと、ここに書いてあるチェルノブイリとか Hartford とかそれぞれセシウムとか ^{131}I に分けて書いてあるのですが、本当に逆に分けてそこまで言えるのか、 ^{131}I だと甲状腺にたまるから甲状腺癌の発生原因としては ^{131}I であるというその前提はいいと思うのです。 ^{137}Cs も当然一定程度曝露しているわけで、その複合効果というか別の影響も当然あるでしょうし、その逆も、 ^{137}Cs の曝露に対する ^{131}I その他の核種の影響もあるかもしれないので。そうすると、疫学データでこういうふうに分けること自体がそもそも若干無理があるのは否めないで、それは原爆の場合と同じことですね。

●山添座長 現実には単独の被ばくということはありません。ただ、何らかの形で核種として測定されたものの影響を評価をしなきゃいけないことも逆にありますので、このところで見られた影響というものをそれぞれヨウ素、あるいはセシウムの影響として主にそれによって起きたものと判断していいのかどうかということを我々が判断しなきゃいけないということになるかと思います。

滝澤先生。

●滝澤専門参考人 そのことに関連しまして。それぞれの放射性核種は、組織、臓器、器官に対する親和性というか、いわゆるクリティカルオーガンがあります。究極は健康影響の評価とは標的臓器にどれぐらい沈着しているかということですから、個別に見るべきであって、放射性ヨウ素は甲状腺と、それからストロンチウムは骨と、それらを一緒にというのではなくて、区別していかないとまとまらないと思います。

●山添座長 滝澤先生がおっしゃるのはもっともだと思いますし、また遠山先生のおっしゃる点も、実際に起きているのは複数のいろいろな核種が出てきて起きているので、そのところで主な原因が何であるかをきちっと我々が判断した上で答えを出しなさいというふうなことでおっしゃっているのだらうと思っています。その点については先生方の中でそんなに大きな違いはないというふうに思っております。

このセシウムに関しまして、ほかに先生方のほうで御意見ございますか。鱈渕先生。

●鱈渕専門委員 セシウムに関しては、吸収率が結構高いと、経口摂取された場合には糞便中に出るよりは尿中に出ているほうが多いということ。非常に土壌中での半減期が長いということで、ミルクとか野菜とかいろいろなものを介して土壌中のセシウムを野菜が吸収したとか、そういうものを通してヒトに慢性的に曝露している可能性が高い。そういう意味でかなり時間がたっても尿中にセシウムが排出されているというところがあると思います。

今回膀胱癌というのがあったということは、慢性的に膀胱に尿を介して曝露されているということで、滝澤先生おっしゃるように、ターゲットオーガンというのはそれなりにそれぞれあるというふうな考え方は正しいと僕自身は思います。

●山添座長 確かにセシウムの場合には体内に入った場合には、比較的筋肉等で血中よりも高くなりますけれども、最終的に比較的短い間に尿中から出ていってしまう。ただ、食

物とかからいろいろなもので、カリウムと同じなので、植物成分等も吸収して、チェルノブイリでも 1 年後に一番曝露が高かったということが実際にありますので、そういう意味で膀胱というのは標的としてそれなりにうなずけるところもあるかと思えます。そういう目で見えていただいて、曝露という標的を我々どういう形で見つけ出してそれをきちっと記述するというのも大事なかなと思います。

もし先生方のほうでほかに御意見がなければ、このとりまとめの案をもう一度見ていただきまして、これも期限までに先生方のほうで修正をお願いできればと思います。次のストロンチウムのほうに移っていきたいと思います。よろしくお願ひします。

●右京評価専門官 それでは、資料 4、ストロンチウムとりまとめ（案）に基づいて御説明させていただきます。こちらストロンチウムにつきましても担当の先生方で記載の整備または知見の追記等していただいております。大きく知見を追記している部分について御説明させていただきます。

まず、1 ページの 18 行目、③放射性崩壊、それから 33 行目の (2) 用途、次の 2 ページでございますけれども、3 行目の (3) 自然界での分布・移動、こちらにつきましては事務局のほうで追記をしております。この自然界での分布・移動につきまして、13 行目ですけれども、空気中の主な化学種は酸化ストロンチウムである。次に 15 行目からですけれども、地表水及び地下水ではストロンチウムは主に水和イオンとして存在する。ストロンチウムはほかの無機あるいは有機物とイオン性錯体をつくる。ストロンチウムの水中での移動度は比較的高いが、不溶性錯体の生成あるいは土壌への吸着により、水中での移動度は減少するというような記載がございました。

次に、少しページのほうは飛びますけれども、19 ページをごらんください。こちらの 7 行目からの③遺伝毒性、こちらは前には記載していなかったところですが、遺伝毒性について記載をしていただいております。9 行目からにありますように、ストロンチウム放射性同位体は、電離放射線を放出し、その電離放射線の有効範囲内では DNA を損傷することが知られているというふうに記載があります。

具体的には、22 行目からのストロンチウム放射性同位体による *in vivo* 試験で、23 行目にありますように、ミニブタでは白血球において染色体の切断が認められ、白血病にもなっていた。次に 27 行目にありますが、マウスでは皮膚で不定期 DNA 合成が認められたというような報告がございました。

次に、20 ページをご覧ください。27 行目の d のストロンチウム放射性同位体の *in vitro* の試験でございます。29 行目から、新鮮なヒト血液からのリンパ球が 0.2~5.0 Gy の線量で照射すると染色体異常の頻度が上昇した。また、33 行目から、単回照射したリンパ球におけるコメットアッセイでは、0.2 Gy という低線量で DNA の損傷が認められたというような報告がございました。

次に、21 ページの 2 行目からですけれども、後段の部分で、その小核出現頻度、ヒトリンパ球において放射線の 0.3~3.0 Gy の線量を照射したときに、その線量に関連した小

核の出現が増加したというような報告がございます。

次に、23 ページ、ヒトへの影響の 13 行目からの g. 発がん性でございます。こちらの 34 行目から、Techa 川においてのコホート調査について幾つかの知見からまとめて記載していただいております。こちらのほうは先ほどのセシウムへの影響の Techa 川のコホートと同じ知見に基づいているのですけれども、24 ページの 2 行目からですけれども、汚染された水や牛乳を使うことによって、 ^{137}Cs や ^{90}Sr などの放射性核種の内部被ばくが広がったと。それによって健康調査が 1950 年代から始まった。

こちらの Techa 川のコホートは、計約 3 万人を対象にしたコホートでございますけれども、7 行目の後段からですけれども、その被ばく線量の推定には外部被ばくと内部被ばくを合わせた Techa River Dosimetry System、TRDS が採用されています。ただ、この TRDS については分析されている 2000 年バージョンについては現在見直しがされているというような記載もございます。

10 行目の後段ですけれども、固形がんでは胃組織の線量が参照され、最高で 0.47 Gy、平均が 0.04 Gy、中央値が 0.01 Gy と推定されます。12 行目の後段ですけれども、赤色骨髄、RBM の線量は最高で 2 Gy、平均 0.3 Gy、中央値 0.2 Gy と推定されております。

21 行目からですけれども、この Techa 川のコホートの約 50 年の追跡から、Krestinina ら 2007 の報告では、固形がんの胃線量による ERR/Gy が 1.0、次の 23 行目からの Ostroumova ら 2008 の報告では、乳癌の ERR/Gy が 4.99、24 行目の Krestinina ら 2010 の報告では、RBM 線量による白血病の ERR/Gy が 4.9 と推定されております。

28 行目からですけれども、いずれも低線量であっても原爆コホートで見られたのと同様のリスクが観察され、低線量の LNT モデルの妥当性を裏付けている。Techa River コホートからの今後の研究結果が注目されると記載をいただいております。

次に、32 行目からの②遺伝毒性でありますけれども、36 行目から、ストロンチウムの放射性同位体による遺伝毒性、ヒトでの報告としまして、25 ページの 3 行目の後段ですけれども、同じく Techa 川のコホートから被ばく群では非被ばく群に比べて転座の頻度が有意に上昇していたというような報告がございます。

次に、25 行目からの (8) 国際機関等の評価でございますけれども、IARC2001 では、ストロンチウムについてはグループ 1、ヒトに対して発がん性がある物質とされております。

ストロンチウムの説明は以上でございます。

●山添座長 どうもありがとうございました。ストロンチウムのとりまとめ案につきまして、先生方の御意見をお願いいたします。圓藤先生。

●圓藤専門委員 先ほどの議論になるのですが、例えば 24 ページの 3 行目で、セシウムとストロンチウムの両方の曝露なのですよね。だから、どちらの影響であるかというのはわからなくて、両方合わさってこういう影響が出ているというのを明確に書かれたほうがいいのではないかと。それが先ほどのセシウムのところでも、同じ 10 ページにこの論文を

使っていますので、セシウムによるのかストロンチウムによるのか、そんなことは現時点ではわからないので、両方の影響としてこう出ているということを明確に書くほうが親切ではないかと思います。

●山添座長 そうですね、後でこれだけを見ると単独の影響というふうにもとられかねないので、実際の曝露の際にはそれがわかる旨の記述を何か工夫をして入れるということが必要かもしれません。

そのほか、先生方のほうで御意見ございますか。よろしいですか。遠山先生、どうぞ。

●遠山専門委員 これはもう決まったことだから蒸し返しちゃだめだという話だったら別にもういいのですが、今の圓藤先生のお話にも関係してくるのですが。要はとりまとめるときに、個々の核種ごとに個別に独立した評価案にしないで、全体として 1 冊の評価案にして、第 1 章が例えば α 核種でもいいですが、第 2 章がセシウム、第 3 章ストロンチウムとか、第 4 章はヨウ素 131 とか、にしておけば、今の圓藤先生おっしゃったようなそういう重複の部分も、それぞれ別のところを参照というふうな形で済ませることもできる、と僕は思ったのです。やはりどうしても個別につくったほうがいいのだと、もとの案のとおりというのであれば、それなりにつくるしかないかなとは思いますが。

ただ、そのときに問題になるのは、また後で議論になるのでしょうかけれども、相対としてどれだけ健康リスク評価の数値をどういうふうに決めるのかというときに、個々の別々の評価案にどうやってそれを健康リスクのある種の基準値を書き込むかというところでまた同じ問題が起きると思います。ですから、今ここじゃなくてもいいですが、とにかくどこかでその議論はしたほうがいいだろうと思います。

●山添座長 先生のおっしゃることは、今日は β 核種をやっていますけれども、 α 核種とのすり合わせということもありまして、最終的には最初するときにも議論がありましたように、それを Sv の単位で、評価をしていくときに最終的にどういう形にするかということも含めて、まとめの形がどうなるかということもあります。ただ、個々の核種についての影響をきちっと記述しておくということで、ここでは、個別に書いているというふうを考えていますので、どうなるかは後で皆さんで相談しましょう。

●右京評価専門官 座長、すみません。よろしいですか。

●山添座長 どうぞ。

●右京評価専門官 今のストロンチウムの説明で、最後のページの専門委員からのコメントのところを御説明忘れたのですけれども。その中で、こちらの Techa River のコホートは、26 ページの 3 行目のところなのですけれども、主に ^{90}Sr の内部被ばくと外部被ばくのコホート研究というように書かれています。この固形がん及び白血病との間に用量反応的なリスクの増加が示されている。ただ、被ばく線量の評価における不確実性やがん把握におけるバイアスなどの可能性は払拭できないが、最近の Techa コホート研究からは低線量の被ばくにおいてもリスクの増加が示唆されているというようなコメントをいただいております。

失礼いたしました。

●山添座長 専門委員からのコメントがあった分についての記述の説明がありました。確かにここに ^{90}Sr の内部被ばくと外部被ばくのコホートと書いてあるのですが、 ^{90}Sr と Cs に曝露されている中で、特にストロンチウムは高いグループを選んでいるという意味だろうと思います。その点は、圓藤先生、遠山先生のおっしゃるとおりだと思いますので、後で議論したいと思います。

そうしましたら、これにつきましても先生方お気づきの点がありましたら、期限までにお送りいただければというふうに思います。

それでは、次に低線量影響、妊産婦・小児の影響についての審議を行いたいと思いますので、資料の説明をお願いいたします。

●坂本評価課長 それでは、資料 5 をまずお願いいたします。低線量に関する主な知見の整理(案)となっているものでございます。

低線量に関する知見につきまして、幾つか抜き出してつくった資料でございまして、最初は 1 といたしまして自然界からの高曝露ということでもあります。

(1) はインドの高バックグラウンド放射線地域の報告でございまして。こちらについては 3 行目にありますように、放射能レベルの中央値は 4 mGy/y 以上でありということ、70 mGy/y を示す区域もあったというところを対象とした報告ということ、

それで、コホート研究ということで約 7 万人の方を平均 10.5 年間追跡したということで、半ば以降のところでございますが、被ばくによるがんリスクの超過は認められなかったということ、そして下から 4 行目のところからでございますが、「低線量が原因で統計学的検出力が適切でない可能性があるとはいえ」ということで、以前報告した中国のがん死亡率研究と併せて見ると、低線量におけるリスクの推定値が現在信じられているより相当大きいことはありそうもないことが示唆されている、というコメントがあった論文でございまして。

(2) は中国の地域の報告でございます。こちらは 2 行目の右側から 3 行目にかけてありますように、年平均は実効線量で 6.4 mSv、内部被ばくも含むという低レベルの放射線被ばくということでございます。それに関連した発がんリスクの推定ということで、その次の行にありますように、がん死亡率の増加は観察されなかったということでもあります。

次のページに移りますが、幾つか検定をされておりますが、その検定で統計学的に有意な放射線量と発がんリスクの関連は示さなかったということが報告されております。

(3) も中国の地域における報告でございます。継続的な低線量被ばく後の甲状腺結節について、生涯にわたって高バックグラウンド放射線地域に居住する女性の方を対象として、通常レベルの放射線に曝露された比較対象の人と調べたという報告でありました。甲状腺に対する累積線量はそれぞれ 140 mGy と 50 mGy という推定がなされております。

そして、下の方になりますと、これらのデータは生涯を通じた継続的な低レベル放射線被ばくが甲状腺がんリスクをかなり上昇させることはありそうにないことを示唆している

ということ。しかし、このような被ばくは染色体損傷を引き起こすであろうというコメントがありました。そして、生涯を通じた甲状腺への過剰な 90 mGy の曝露は臨床的に検出できる甲状腺癌のリスクの増加に関連しないと結論づけたというコメントがあったということでございます。

2 として医療曝露の関係について整理しております。(1) では 3 ページの方でございますが、3 ページの 2 行目のところから結論的なことが書いてございます。子宮内の胎児が 10 mGy の放射線線量を受けると小児がんのリスクは結果として増加することが結論付けられたという論文であります。このレベルの被ばくにおける過度の絶対リスク係数は 1 Gy 当たり 6%であるが、このリスク係数の正確な値には不確実性が残るというコメントがあります。

(2) は ^{131}I を用いた治療に関するスウェーデンでの甲状腺機能亢進症の患者さんを対象とした研究でございます。平均 15 年間追跡して、最終的な標準化死亡比は 1.09 であったということでもあります。

(3) は、こちらも甲状腺機能亢進症で ^{131}I の治療を受けた患者さん、平均として 11.1 mSv、506 MBq ということですが、それについてのがん罹患率について調査したということでもあります。4 行目の右側から 5 行目にかけては、標準化罹患率比について 1.06 という情報がありました。

次のページになりますけれども、白血病にいかなる増加も見られなかったということ、時間とともに徐々にもたらされた照射線量は短時間で受けた同じ総線量よりも発がん性が低いという見解にさらなる支持を加えているというコメントがありました。胃癌では放射線による過剰発生の可能性があったということです。

(4) は甲状腺疾患疑いで診断線量の ^{131}I を投与された患者さんを対象とした調査の報告です。甲状腺癌の発生率が一般集団で期待される発生率と比較してわずかに上昇していることが報告されましたが、これは診断を受けるきっかけとなった基礎疾患によるものであり、 ^{131}I によるものではなかったということが書かれていて、この研究の目的は診断線量の ^{131}I を投与された同じコホート集団を用いて全がんリスクを解析するということでもあります。下の方になります。追跡期間 10 年以内においてリスクと ^{131}I 線量との関連は有意ではなかったということでもあります。

(5) の論文は、甲状腺機能亢進患者における、特にヨウ素 131 治療後のがん死亡率の評価というものです。この項目の半ばぐらいのところにありますように、甲状腺機能亢進症またはヨウ素 131 治療のどちらもがん全体の死亡率は有意な増加を示さなかったということで、このページの最後のところにありますように、全体として、ヨウ素 131 は甲状腺機能亢進症に対する安全な治療法のようなコメントがあったという論文です。

5 ページからの職業曝露で、比較的低い線量がわかっている情報について記載してあります。平均線量が、5 行目のところにありますように、集団の放射線量は 76.54 manSv であり、平均線量は 18.4 mSv ということです。それで、前立腺癌の有意な過剰発症が観

察されたということですが、その下にありますように、これは偶然の結果の可能性があるということで、放射線量あるいは被ばく年月とがんリスクの間には関係が見られなかったというコメントのあるものです。

チェルノブイリ原子力発電所事故の関係で低線量被ばくと思われるものについては、(1)で、このページのこの項目の真ん中辺のところにありますが、最初の2年間の平均実効線量が全国で410 μSv と、これはかなり低い値かと思いますが、そういうものであって、最高線量の第5群で970 μSv で、この調査では1989～92年の過剰相対リスクはゼロと有意な相違は認められなかったという報告であります。

次のページ、6ページでございます。(2)としてチェルノブイリ事故後の小児白血病の増加について調べた報告でございます。3行目の終わりから4行目にかけてでございますが、胎児の累積吸収線量は従来法で評価して、曝露時期及び非曝露時期をあわせた平均線量ということで、こちらにある数字が示されております。この辺は曝露時期と非曝露時期を併せた平均線量で見ているところをどう考えるか等の課題あるように感じている論文ではございますが、下の方では被ばくがピークであったとされた期間の1986年7月1日～87年12月31日生まれでは、統計学的に有意な過剰リスクがあったという報告であります。

(3)はチェルノブイリの作業員の方たちの研究でございます。6行目ぐらいのところにありますように、安定型染色体異常の定量化ということで検討がされたということで、その4行ぐらい下のところからは、全体としてチェルノブイリ除染作業員にFISHを用いたこれまでの研究で報告されているものよりも低い転座頻度を観察したということでもあります。染色体異常については、いろいろ検討されていますが、いかなるカテゴリとの間にも相関がなかったということ、そういうコメントのあるものでございました。

次のページですが、平均線量約100 Gyの男性集団で予想される影響レベルを推定するため、6人の方の血液について、低LET放射線を曝露したということで、この結果を用いて推定すると、平均全身線量100～110 Gyでは被ばくしていない対象群と比較して40～65%以上の染色体転座の平均頻度上昇が彼らのリンパ球で観察されるだろうという推定がなされております。25万個以上の分裂中期を調べたけれども、調べた範囲においては染色体異常に関しての増加は検出されていないということでもあります。

これに関して、除染作業員に記録された線量は平均骨髄線量を恐らく実質的に過剰推定しているようであるという結論がございました。推定線量に関してのそういうコメントがあったという論文になります。

(4)はウクライナで最も放射能汚染されている地域の論文ということで、チェルノブイリ事故時0～5歳であった方を対象として、放射線誘発急性白血病リスクを推定するための症例対照研究ということでございます。白血病のリスクは10～313.3 mGy、かなり幅広い群ということになりますが、その放射線被ばく線量の被験者で有意に上昇したという報告でございます。

(5) はチェルノブイリ事故以降小児白血病が増加していることは立証されていないということをコメントされている論文でございまして、次のページでございしますが、3行目の右の方になりますけれども、チェルノブイリ事故により電離放射線に子宮内被ばくした小児において、白血病の発生率は非被ばく小児の 2.6 倍ということ、それから、放射線フールアウト高汚染地域在住の母親から生まれた小児は、小児白血病リスクがより高かったということ。そして、どの被験者群においても妊娠以前の放射線被ばくが白血病リスクに影響を与えることは実証されなかったというコメントがあるものでございます。

5 として、その他のがん関係の研究でございまして、小児の父親における放射線被ばくと小児がんとの関連についての調査ということでございしますが、特定の種類のいずれのがんも統計学的に有意でなかったということがあるということ、放射線核種に被ばくした可能性のある父親において、全小児がんの相対リスクは 2.87 と統計学的に有意であったということですが、この値にはかなり不確実性があるというコメントがあったものでございます。

続いて、資料 6 でございます。こちらは妊産婦（胎児）・小児に対する放射線影響に関する主な知見の整理（案）というものでございます。こちらにつきましては、リスク管理関係の資料も含めまして、この表題に関係する知見について抜き出しをしております。特に線量についての記載があるようなところを中心に御説明いたします。

1 ページでは、真ん中辺の 1.の胎内被ばくの一般に関するものの医療上の X 線照射に関する研究で、中国の医療機関において X 線の出生前照射を受けた者 1,026 人、こちらについては推定線量が 12~43 mGy という数字があったもので、照射グループと対照グループとの間には身体的発達の測定においては、有意差はなかったという情報がございまして。

チェルノブイリ事故に関しては、ベラルーシにおいて子宮内で 8~21 mSv の線量を被ばくした子どもたちに出産時の欠陥と汚染地域での居住の関係は見られなかったということです。

2.の胎児の致死的影響に関するものというところでは、動物実験に関しては 1 ページの下の方にあるように、100 mGy を下回る線量では致死的影響は非常に稀であろうということが ICRP の文書に記載されております。

次のページにいきますと、三つ目の○のところでは、胚や胎児の死に関する閾値は、低 LET 放射線の被ばくに関しては 50 mGy より小さいことはないというコメントがあります。

3.として奇形に関するものでは、二つ目の○のところにありますように、ICRP からの引用でございしますが、奇形の誘発に関しては 100 mGy 前後に真の閾値が存在すると判断されるというものがございました。

それから、2 ページの一番下の○のところでは、器官形成期の中で、一般的に早期あるいは主要な誘導期に奇形を発生させる閾値 50~100 mGy は、主要器官形成期の閾値 150

～250 mGy より低いように見えるというものが NCRP のレポートの中にあります。

3 ページでございますが、米国産科婦人科学会では、奇形は 50 mGy 未満では見られないとされています。

4.として、中枢神経系への影響に関するものとして、まず、ヒトの関係でございますが、二つ目の○として、真の閾値が存在しないとしても、この関係については 100 mGy を下回る子宮内線量後の IQ のいかなる影響も実地的意義はないであろうというものが ICRP にございます。

それから、その下の○でございますが、原爆被ばく者のデータでは、受胎 8～15 週における被ばくでは、1 Sv 当たり約 30 IQ の低下を招くということと、1 Sv の線量では約 40%に重度精神遅滞を招くというものがございました。

それから、その二つ下のところでは、最初の行の右の「しかし」というところから、しかし、500 mGy 以下の線量と推定された者には発生率の上昇は見られなかったということでございます。こちらの出典は UNSCEAR1993 です。

その下のところは、WHO からのものがございますが、重度の精神発達障害の閾値は約 300 mGy というものがございます。

そして、3 ページの下から二つ目は小頭の関係でございます。3 ページの一番下のところでは、排卵後 0～15 週に 1 次-2 次モデルを当てはめると、直線的な線量反応関係が示唆されたというものが UNSCEAR にございました。

4 ページの二つ目の○のところでございますが、発作ということで、ここで言う発作は広くてんかんとかけいれんとか臨床記録されているものすべてを含むということですが。その発生が 100 mGy 以上の線量を受けた者の間で高かったということです。

その次の○では、発作の閾値の中心値は 110～150 mGy の間であり、非誘発性の発作に対する閾値はもっと低く推定されている、40～80 mGy ということであり、最後のところでは、閾値に関して説得力のある証拠はないというものが UNSCEAR にございました。

その次はチェルノブイリ事故後の出世児、多くとも数十 mGy の被ばくと推定される方に関することでございますが、大脳形成の決定期間に照射を受けた者のうち 14.5%に軽度の精神運動障害を伴う髄鞘形成における遅延が見られたということが、こちらも UNSCEAR にございました。

この二つ下のところでは、チェルノブイリ事故後の出世児に関して、調査対象グループの中に、小頭症、ダウン症候群、あるいは重度の中枢神経系障害は認められなかったと記載されております。

4 ページの下の方の動物実験に関する知見に関しては、最初の○のところでございますが、100 mGy 程度の低線量で動物実験では脳梁に変化が見られるということ、中性子線を使って 10 mGy 程度の低線量で脳重量に重大な影響を及ぼすことが示されているということですが。

発達中の脳に対する影響を検出し得る閾値線量は、特に大脳皮質形成期中の高エネルギー

一付与粒子に対する急性被ばくでは 35 mSv 以下の線量であるかもしれないということが UNSCEAR にございました。

それから、5 ページの最初の○では、モルモットが妊娠 21 日目に 75 mGy 被ばくしたときには統計上有意な胎児の脳重量の減少があったという情報がございます。

その次には、動物の脳に損傷を与える最低の線量について、一般的に 100 mGy かそれよりわずかに高いと考えられるが、マウスの皮質の内層の錐体細胞層の小型と中型の錐体細胞の配列のような微妙な変化は 25 mGy ぐらいの線量でも観察されるということ、配列の誤りは 50 mGy で明確に認識できるというものが UNSCEAR にございました。

生殖機能への影響に関するものとして、最初のところですが、精巣の一時的不妊については、分割線量でも 100 mGy～2 Gy で起こるということ、これは WHO の記載でございます。

遺伝的影響・染色体異常に関するものについては、6 ページですが、最初のところにはチェルノブイリとの関係がございました。線量の情報は特になのですが、バックグラウンドリスクが 7.5%あるところに放射線による増分が作業員の方で 0.03%、それから距離で 30 km 圏内からの避難者で 0.01%との情報がございました。こういった潜在的影響のレベルはこれまでに統計学的に検出可能であった数値よりもはるかに低いとされております。

次の染色体異常に関しては、チェルノブイリ事故の作業員である父親から被ばく前後に妊娠した子どもたちの突然変異の頻度については、統計学的な有意差はないということが WHO に記載されておりました。

一つ飛んだところでは、胎児期の損傷に関して、細胞遺伝学的作用は 50～250 mGy の範囲で直線的に増加するというものが NCRP のレポートの中にありました。

その下では、3 mGy～300 mGy の 8 段階の線量で、急性被ばくしたヒトリンパ球における染色体異常の頻度の定量ということが行われて、20 mGy 以上で線形の線量反応関係が見られたということです。20 mGy 以下ではデータが線形モデルを示すか、閾値モデルを示すかという区別はできなかったという情報がございました。

ダウン症に関しては、最初の○では、ダウン症の症例数の増加が報告されていたということですが、「しかし」というところで 3 行目の右の方ですが、すべての研究は症例数が少なく、後に疑問視されたということが UNSCEAR にございます。

それから、小児固形がんに関しましては 7 ページにございますが、8 ページをお願いいたします。8 ページの上の方でございますが、医療上の X 線照射に関する研究では、出生前の X 線と小児がんに関して行われた疫学調査の解析ということで、約 10 mGy の胎児線量で相対リスクが 1.4、自然発生リスクを超える 40%の増加という値で一致しているということ。小児がんの自然発生は非常に低い、約 0.2～0.3%で、子宮内被ばく後における個人レベルの小児がんの確率は極めて小さいだろう、約 0.3～0.4%ということ。

それからその次の○では、子宮内被ばくを 0～15 歳までのがんリスクに関する最近の絶対リスク推定値は、10 mGy 当たり 0.06%というものが ICRP にございました。

その次のところでは、受胎産物として胎児・胎盤等の吸収線量、バックグランドを超えた分と、子どもががんにならない確率は以下のとおりとして、0 では 99.7%、1.0 では 99.7%、5 mGy で 99.7%、10 mGy で 99.6%、50 mGy で 99.4%ということで、上記は丸められた数値で、控えめに求められているというコメントがついているものが ICRP の方にございました。

原爆被ばく者に関する研究については、広島、長崎の研究になりますが、成人発症の固形がんの発症リスクが線量と相関して 200 mSv 以上で高まるというものがございます。

8 ページの最後の○のところでは、小児がんのオックスフォード調査というものと、日本の原爆の胎内被ばく者から得られたリスクの整合性は、胎児への 10 mSv オーダーの急性の線量が小児がんリスクを認識できる程度増加させることを暗示しているということ。しかし、リスク推定値における不確実性は、これらの疫学データからこのような低線量のリスクを結論づけるのを困難にしているというコメントがあったものでございます。

次の 9 ページの 8.の甲状腺癌に関するものところでは、ページの半ばから下のところで、医療上の放射線照射に関する研究で、幼児期に低線量の胸部の放射線治療を受けたコホートに関して、1 Gy 当たりの過剰相対リスクは 3.2 という報告がございました。

大気圏内核実験に関する研究では、核兵器実験のフォールアウトにさらされて甲状腺に推定 460 mGy を被ばくした小児の予後調査ということで、甲状腺癌の過剰相対リスクは全体として 0.7%/mGy というものがございました。

その次のチェルノブイリ事故に関する研究①、被ばく時年齢による影響のところは、年齢別ということはあるのですが、線量については少しよくわからない情報でございますが、こういうものがあったということでございます。

10 ページの下の方では、線量反応関係等という項目を起こしておりまして、チェルノブイリ事故当時にヨウ素 131 に被ばくして、15 歳未満に甲状腺癌を発症した方の調査では、1.5~2 Gy では直線的な線量反応関係が見られたということ。0.2 Gy 超は線量の増加に伴う統計学的に有意なリスク増加が見られたというものがございます。

11 ページでございます。最初の○のところでは、チェルノブイリ事故後のベラルーシで 15 歳未満の甲状腺癌の方を対象とした研究では、被ばく線量が 300 mGy 未満のグループと 1 Gy 以上のグループと OR、オッズ比が 5.84 という報告がございます。

今のところの二つ下では、チェルノブイリ事故後のベラルーシ、ウクライナの 0~4 歳の子ども甲状腺癌の発症に関して、多くの場合は 300 mGy 未満の被ばく量であって、幾つかの症例は 10 mGy 未満の被ばく量であったと。ただし、この推定、10 mGy の不確かさは因果関係に疑問を残しているということが FDA のコメントにあったということです。

その下では、チェルノブイリにおける用量反応関係について、50 mGy 以上の被ばくで子どもの甲状腺癌のリスクが著しく増加したと FDA は結論したということでございます。

その次の○、11 ページの下から二つ目の○では、ウクライナ、ベラルーシ、ロシアに

において、1971年～86年に生まれた小児の91年～95年にかけてのEAR、過剰絶対リスクでは、線形の線量反応関係があったということで、UNSCEARの記載では70 mGy～1,200 mGyの線量域で直線というコメントがあったものであります。

それから、12ページでございますが、二つ目の○のところでは、WHOのExpert Assessmentでは、発症と線量の関係は明確とは言えないとされており、研究の数が限られている、症例個々の被ばく量が明確ではないといった理由が示されているというものがWHOの記載にございました。

次の白血病に関するものところですが、最初の医療上のX線照射に関する研究のところでは、胎児期に数十mGy被ばくした15歳までの子どもの調査での相対リスクは1.4であったというものがICRPにあったということ。

その一つ飛んだ○のところでは、英国とコネチカット州の調査ですが、X線による胎内被ばく、5～50 mGyと推定した双子では、被ばくなしの双子と比較した相対リスクが2.0と1.6、ただし90%CIが0.4～6.8といったものがあったということです。

その下では、胎齢8～15週で10～20 mGyの胎児の被ばくは、自然発生率と比べて1.5～2倍白血病のリスクを増加させるというものが、米国産科婦人科学会の方にあったということであります。

次のところでは、76年～90年の英国での出生児の検討では、胎児期の放射線診断に伴うX線への曝露で、すべての固形がん、白血病でわずかにリスクが増加することが示唆されたが、偶然の偏りがあることは否定できなかったということであります。

13ページ、原爆被ばく者に関する研究のところでは、子宮内被ばくした原爆被ばく生存者に関しまして、白血病の発生率が恐らく増加している幾つかの証拠があるが、線量の増加に伴う白血病の増加傾向はなく、また小児期に白血病症例が発生していなかったというものがICRPにございます。

白血病については、200 mSv付近に統計的に有意な過剰のある曲線を示しているという報告もございます。

チェルノブイリ事故に関する研究①、小児白血病関係のところでは、最初の○では、チェルノブイリ事故のベラルーシの小児白血病の追跡調査の最新結果では、発症率の増加は認められていないということがあったということ。

ハンガリーにおける事故関連の小児白血病の分析では、統計的に有意な上昇は見られていないということ。

スコットランド、ウェールズでは事故関連の乳幼児白血病が増加しているという示唆がある一方で、ここのデータのより広範な分析では、事故と白血病発症の関連性は認められていないということがあったということ。

その次の○では、ウクライナでございますが、若年者の白血病の症例研究では、個人の線量が測定されて、この研究では事故由来の2 mSv以下の線量を被ばくした症例に比べて、10 mSvかそれ以上の線量を被ばくした症例でリスク上昇が示唆されたというのがあ

ったということでもあります。

そして、13 ページの最後の○では、チェルノブイリのフォールアウトで胎内被ばくしたことと白血病のリスク上昇の間の関連性に付いては、強力なエビデンスも反証もないというものが WHO にございました。

その次の 14 ページのチェルノブイリ事故に関する研究②につきましては、これは低線量の方で御紹介した論文と同じものが三つございます。

そしてその次のところでございますが、チェルノブイリ事故に関する研究③、放射線影響がないとするものところでは、最初の○のところでは、チェルノブイリ事故の被ばく者の中で放射線に関係した白血病のリスクの増加は、事故処理作業員でも汚染地域の住民でも見られていないというものが UNSCEAR にあったということでございます。

15 ページでは、10. 甲状腺疾患（甲状腺がん以外）に関するものをまとめております。線量が高いものが結構多くございますが、最初のところではマーシャル島での大気圏内核実験で 700~1,750 mGy のガンマ線を受けた住民のうち、特に子どもで被ばくした場合、およそ 10 年後に甲状腺障害が発見され始めたというものがございます。

少し飛ばしまして、16 ページをお願いいたします。16 ページは母乳への影響ということでございまして、ICRP のモデルに基づいて移行割合が示されていたものを表としてお示ししております。

そして、17 ページになりますが、スウェーデンの調査では、母親が摂取したセシウム 137 の 15% が授乳で乳児に移行するという情報があったということでございます。

資料 5 と資料 6 の説明は以上でございます

●山添座長 どうもありがとうございました。

今低線量に関するデータについて、二つのデータ、資料 5 と資料 6 を説明をいただきました。これにつきまして先生方のほうから御意見をいただければと思います。

まず、低線量のところの資料 5 について、先生方のほうで見ていただいたところで御意見をいただければと思いますが。

前からインドと中国のところで比較的 low dose にはあるけれども、日本に比べると少し線量を持続的に受けているところのデータが重要であるということの御意見をいただいております。その結果がここに記載をされております。

鰐淵先生。

●鰐淵専門委員 これはいろいろなデータがあると思うのですが、閾値があるというデータとないというデータとそれぞれがある。逆にいうと、子宮内で曝露されたときには比較的 low dose でも有意に増加していると。甲状腺なんかは比較的高くても、高いといっても 100 mSv 以下ですけれども、それぐらいの閾値があるというようなデータ、ですからそれぞれ器官、臓器、あるいは年齢によって閾値が違ってくるというふうなことなのかなというふうに感じました。

●山添座長 データを見ていただくと、今、鰐淵先生にまとめていただいた感じのデータ

が全体としての傾向は出てきているのかなと思いますが。

滝澤先生。

●滝澤専門参考人 非常に貴重な文献整理だと思いますが、低線量ということになりますと、例えば放射線技師は、定時的にしっかりした線量評価ができていまして、特に国際誌のネイチャー等にも出ています。イギリスの研究というのは 20 年から、今、100 年間の成績が出ております。そういう成績で標準化死亡比 SMR を用いて全死亡者あるいはがんの死亡者がどうなっているのかというデータは追加できれば入れていただきたい。

それから、原子力船の造船従業員だとか、それから修理の従業員の、貴重な年月をかけたデータもあります。これは低線量の領域ですから。それから、ネイチャーか、サイエンスのどちらかですが、航空機のパイロットも、例えば宇宙線に曝露されており、従業員数の長い症例から中期、それから短期のそれぞれについての内部被ばく線量と、死亡率 (SMR) との関係が報告されております。そういったものも貴重じゃないかと思うのです。事実それらは国際誌に出ておりますから、ぜひ追加していただければと思います。

●山添座長 今、滝澤先生から御指摘があった職業曝露での比較的長期間に見たデータがあるという御指摘をいただきました。少し、見つかりそうですか、その出所が見つければいいのですが。

●坂本評価課長 確認いたします。滝澤先生に終わった後もう少し詳しくお聞きして、できるだけ文献を収集するようにいたします。

●山添座長 よろしくお願い申し上げます。

圓藤先生。

●圓藤専門委員 低線量による影響というのは非常に交絡因子が効いてきますので、評価に当たっては慎重に一つ一つ議論していかないと難しいと思います。ポジティブに出てるからこうだというふうに決めつけも難しいのではないかと思いますので、今後の審議に委ねたいと思います。

●山添座長 実際に作業されておられた祖父尼先生等も今日は欠席ですので、その先生方の御意見も踏まえて、もう少しこの人たちの集団の栄養状態とかいろいろなものを含めて判断したいと思います。

それでは、低線量に関しての知見は、もしなければこれぐらいにして。妊産婦・小児に対する影響のところについての先生方の御意見をお願いいたします。

特にヒトの知見等で胎内被ばく等のデータが従来余り見つからなかったものを一生懸命探していただきまして、幾つか記載をしていただいております。そのところで、具体的な線量との関係ということが今後安全性の評価のところの数値と比較的にかかわってくるのではないかなと思っています。この辺のところを先生方で見えていただいて、この全体としての評価のときに入れていただければと思います。

遠山先生、どうぞ。

●遠山専門委員 非常によく文献をまとめていただきまして、ありがとうございます。い

ろいろ整理する上で非常に役に立つと思うのですが、今日の議論というよりはこれからの議論になると思いますが、いわゆる安全の基準を決めていくときに、前にも言ったことがあるかもしれませんが、こういう妊産婦・胎児・小児の場合ともう少し中年と、もうあと我々（山添座長と遠山）みたいな部分とを分けて、3段階ぐらいに分けて、そして安全基準をつくるということが僕はあってもいいのだろうというふうには思っているのですよね。放射線だけの場合とは限らないですが。ですから、そういう観点で、例えば今回少し相対的に妊産婦、胎児とそれから成人、どのあたりに線を引くかによりますが、相対的な感受性の違いというものを出すことができれば、そういう形で安全性の基準を決めていくときの評価にも利用できるかなと。そういう少し新しいことを考えながらリスク評価というものも考えていかなきゃいけないのかなと思いつつ、今お話を伺っていました。

●山添座長 先生方の御意見を伺っていますと、やはり一つの核種だけにとどまらないで、全体としての低線量の曝露というものである程度集団を見ながら、それをリスクを評価するということが必要なのではないかなという御意見ではないかなと思っております。

最終的に今日は β 核種ですが、 α 核種を含めた形でどういう形で最終的な数値というか安全性の数値を出すかということにもこの辺のところがかかわってくるということで、ある意味でこの辺のデータを見ながら、ここで集めていただいたデータを見ながら集中的に議論をすることが必要なのではないかなというふうに思います。

今日は、ここで集めていただいた知見を御披露いただいたわけですが、私としてはこの辺のデータを見て、それを議論するためにまた何人かの先生に御協力をいただいて、集中的にドラフトといいますか、議論のための土台の考え方をまとめるという方向が必要なのではないかなというふうにも思います。

そういうことで、できればこの辺の今日の資料については個別に先生方をお願いをすることがあるかもしれませんが、そのときはよろしくお願い申し上げます。

一応今日の議題については、もう時間が20分延長しちゃったのですが、一応スケジュールのところまでできましたが、ほかに特に先生方のほうから御発言ございますでしょうか。よろしいでしょうか。

そういたしますと、議事の1はこれで終了したいと思います。

あと、加筆修正すべき文案についての締め切りですが、一応7月8日、金曜日を期限として事務局に送っていただくようお願い申し上げます。

それから、議題2、その他ですが、今日は何か特にございますでしょうか。

●前田評価調整官 特にございませんが、次回の日程につきましては改めてまた御連絡をさせていただきます。

●山添座長 それでは、本日のワーキングの議事はすべて終了いたしました。

以上をもちまして、第6回の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を閉会いたします。

どうもありがとうございました。