

放射線ガン死のリスク係数と日本の汚染

今中哲二
小出裕章

一九八六年九月にエントロピー学会のシンポジウムに呼ばれて、日本の放射能汚染がどのくらいだったのかという話をしました。その後、国の原子力安全委員会からも報告書が出たりしてまして、今日はそれらも含めて、もう一度日本の汚染について報告します。ここで言う汚染とは、日本の空から降ってきた放射能をさしています。したがって、それ以外の汚染、つまり、ヨーロッパからの輸入食品となって日本に入ってきている放射能についてはここでは触れません。

●報告書によって異なる数値

まず、汚染の話に入る前に、八六年のシンポジウムのおりにも質問のあったことです。放射線によるガン死者の数を見積る際にリスク係数という数字を使っているが、言っている人によってそ

の大きさがえらく違っているのはどうということなのかという話です。

川野眞治氏もふれていますが、われわれの見積りでは、チェルノブイリ事故によりソ連・ヨーロッパで約八〇万人のガン死者が発生します。それはセシウム¹³⁷と¹³⁴を合わせた影響ですが、それだけでも約八〇万件のガン死が生じることになります。一方、ソ連をはじめ、I A E A やアメリカなどからも報告書が出ており、そのなかでもガン死の見積りが示されていますが、その数はせいぜい数千から数万人にとどまっています。

そうした数字に比べ、われわれの八〇万人というのが出てくると、一体どうやって見積りをしているのだろうかと思われるのは当然でしょう。われわれが汚染の評価をする際に用いているデータというのは、ソ連やI A E A が出している報告書を使っていま

表1 放射線ガン死リスク係数の評価者による違い

評価者(年)	リスク係数(百万人・レム当りのガン死数)	もとなっているデータ
国際放射線防護委員会(1977)	約100件	国連委員会に同じ
国連放射線影響科学委員会(1977)	約100件	広島・長崎と医療被曝
米国科学アカデミー(1980)	10~500件	広島・長崎
ゴフマン博士(1981)	約4000件	広島・長崎と医療被曝
マンクロー博士ら(1977)	約6000件	ハンフォード核施設労働者
今中(1986)	600~2000件	国連委員会の評価を修正

す。したがって、基本的に同じ汚染データに基づいています。

ところが、最後に出てくるガン死の数が大幅に違っている。これは一体どういうことなのかということです。その理由を示したものが表1です。この表は、放射線に被曝したときのガンで死んでしまう危険度を示しています。具体的には、百万人・レム当りのガン死数で表わされています。人・レムとは、集団がうけた線量、つまり集団被曝線量を表わす単位で、一〇〇万人が一・レムずつ浴びたら、一〇〇万人・レムということになります。そのときに、被曝した人々のうち何人ぐらいがガンで亡くなるだろうかという数字、つまり放射線ガン死のリスク係数とわれわれが呼んでいるものをこの表は示しています。

一番上に一〇〇という数字があります

が、これはいわゆる国際放射線防護委員会(ICRP)が出している値です。百万人・レムの集団被曝で一〇〇件のガン死ということになっています。ICRPとは、えらい学者さんたちの集まっている団体で、その勧告が各国の放射線防護の基準として採用されていますが、最近原子力推進寄りの勧告がめだつています。

次は国連の放射線影響科学委員会(UNSCEAR)の値です。UNSCEAR

のメンバーはICRPと基本的にいっしょなので、そのリスク係数も同じものだと私は思っています。

それから、アメリカ科学アカデミーのBEIR委員会の値です。この委員会ではいろいろなモデルを考えてリスク係数に幅を持たせています。

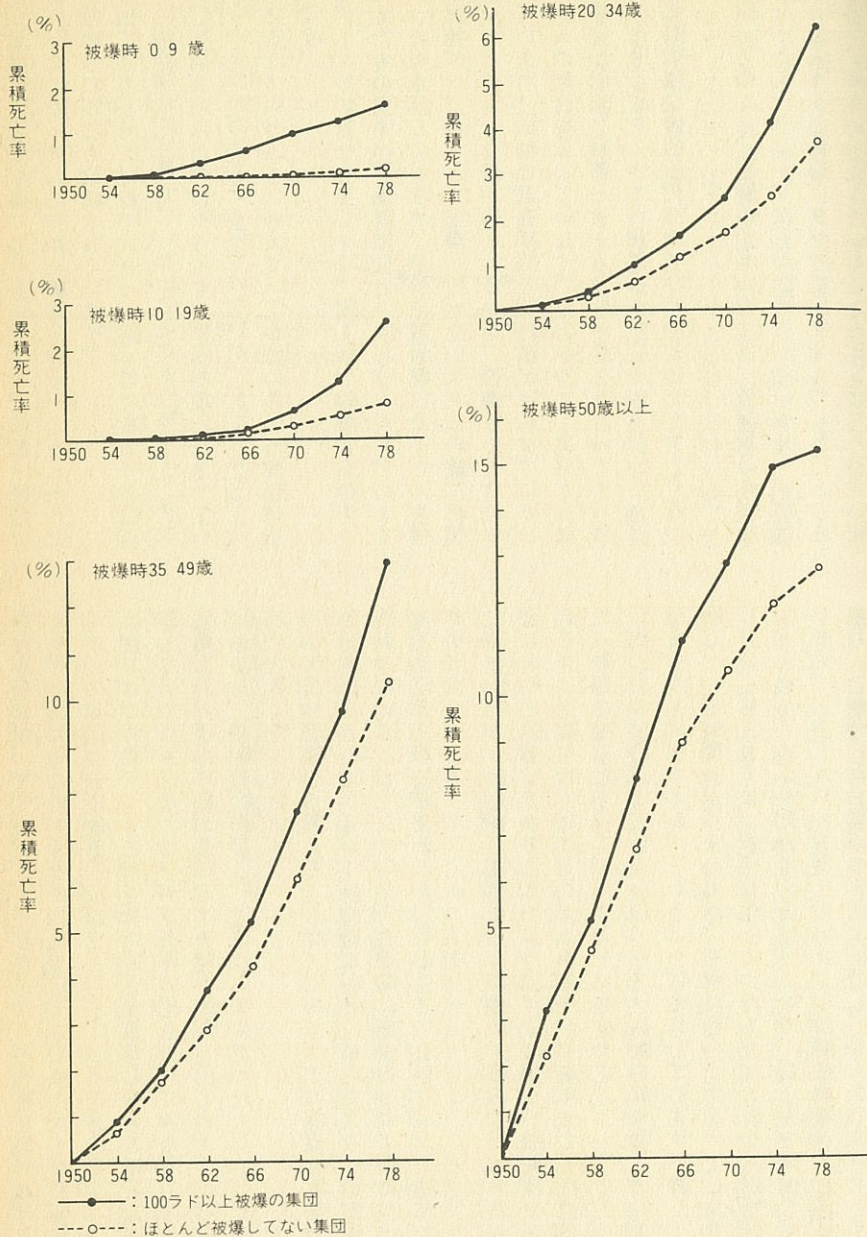
次に、ゴフマン博士のリスク係数を用いると、百万人・レム当り約四〇〇〇件ですから、ICRPの四〇倍ということになります。つまり、集団線量の評価が同じであっても、リスク係数にICRPを使うか、ゴフマン博士を使うかでガン死の数が四〇倍も違ってくるようになります。ICRPもゴフマン博士もリスク係数を求めるために使っているデータはどちらも同じようなものですが、ゴフマン博士は、リスク係数の値を導くのに独自の方法を用いています。

それから、マンクロー博士の値ですが、これはハンフォードというアメリカの核施設労働者の追跡データから得られています。最後に私の見積りの六〇〇〜二〇〇〇という値がありますが、これはUNSCEAR報告の一〇〇という値の問題点を、私のほうでいろいろ修正して出したものです。

●リスク係数が異なる理由

どうして、こんなに何十倍もちがってくるのかも少し説明しておきます。マンクロー博士は別として、いずれのリスク係数の見積りも、その根拠となっているのは、広島・長崎の被爆生存者の追跡調査データです。同じデータをもとにしていても、そこか

図1 広島・長崎被爆生存者におけるガンによる累積死亡率
(被爆時年齢別、白血病は除いてある)



放射線影響研究所データより作成

ら導かれてくる値が四〇倍も違っているわけです。広島・長崎では、被爆後五年たった一九五〇年から被爆生存者一〇万人余りの追跡調査が始められ現在も継続されています。

そこから出てくるリスク係数の大きさが違ってくる第一の原因は、いまだに追跡調査が完結していないことにあります。つまり、被爆から四〇年以上たった今になっても、影響が現われきっていない、これからまだまだ出てくるのではないか、ということなのです。そのところをどういうふうにかえていくかといういろいろ問題が出てくるわけです。

具体的なデータをお見せしましょう。図1は、被爆者追跡データからまとめたものですが、追跡期間とともにガン死がどのように増えていったかを示しています。原爆の放射線にたくさん被爆した人々（実線）と、ほとんど被爆していない人々（点線）の間で、ガン死亡率にどのような差が出てくるかを、被爆したときの年齢別に示しています。横軸は調査期間で、縦軸がそれまでにガンで亡くなった人の割合を示しています。したがって、実線と点線との差を、原爆放射線の影響と考えることができるわけです。これは一九七八年までのデータで、被爆から三〇年以上たっていますから、被爆時に五〇歳以上だった人はすでにほとんど亡くなっています。

この図を眺めてゆくと、追跡の始めの頃には、放射線の影響は被爆時に年とった人のグループにしか認められていません。被爆時に年少だった人々への影響はまだでていませんでした。ところが、追跡が進み、年少だった人々がもともとガンになりやすい年

齢にさしかかってくると、そうした人々への影響が現われはじめます。それでもこのデータの限りでは、いちばん大きな影響を示している年齢は被爆時五〇歳以上と見ることもできます。

図2は、今のデータをもとにたくさん被爆した人とほとんど被爆していない人との間で、ガン死亡率の比をとって見たものです。被爆したときの年齢の違いによる差が歴然と出ています。この比でみると、放射線の影響は、被爆時に年少だった人において圧倒的に大きくなっています。

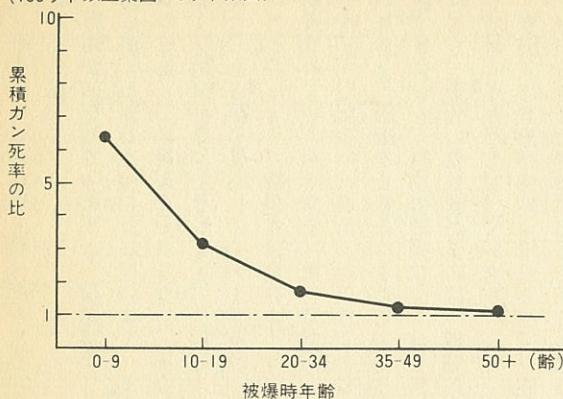
この二つの図から言えることは、このデータの時点でも放射線の影響は出きっていない、被爆時に年とっていた人々への影響は終わっているかもしれないが、被爆時に年少だった人々については、これから影響が現われ始めるところでしかない、ということです。

われわれが、放射線の影響として問題にするのは、もちろん生涯にわたる影響ですから、このようなデータから、放射線ガン死のリスク係数を導くには、なんらかのモデルを考えて、生涯にわたる影響を推定していくこととなります。

先の四〇倍の違いというのは、リスク係数を導く際にどのようなモデルを採用するか、ということに由来しています。詳しく説明している時間はありませんが、簡単に言いますと、ICRPやUNSCEARでは、被爆時年少だった人々にこれから影響がほとんど出てくるかも知れないということを、ほとんど考慮していません。一方、ゴフマン博士の方は、年少時被爆者への影響を重視し、被爆時年齢の違いを詳細に検討してリスク係数を求めています。

図2 被爆時年齢別にみた累積ガン死率の比
(1950-78)

(100ラド以上集団 0ラド集団)



ます。その後のデータを見ても、ゴフマン博士の考えの方が妥当であることが明らかになりつつあります。

次に、最近新聞などでよく出てくる話ですが、原爆線量の見直し問題と、それに関連するデータについて話しておきたいと思います。これまで述べてきたリスク係数の問題点は、言ってみれば、原爆線量再評価問題以前の問題なわけです。つまり、原爆線量の問題がなくとも、ICRPなどはリスク係数が大幅に小さめになるように考えてきたことをまず了解しておいていただ

きたいわけです。原爆線量の見直し問題とは、それに続いて出てきている問題です。新聞などでは、線量見直しの結果、七七%リスクが大きくなった、などと報道されたりしていますが、そうだとすれば、先ほどの四〇倍のさらに一・七七倍、つまり七〇倍程度も、ICRPはリスクを小さめに考えてきたということになります。

新しい原爆放射線量の推定値をもとに広島・長崎データを解析したレポートを読むと、百万人・レム当り六〇〇〜一二〇〇件というリスク係数が示されています。細かい議論はさておき、私なりに解釈してみると、そのレポートは、百万人・レム当り一九〇〇件というリスク係数を示唆しています。これは、ICRPなどの一九倍の大きさです。リスク係数が大きくなってきた理由は、被爆線量推定値が変わったということよりも、むしろ、追跡年数が長くなるにつれて、若年時被爆者への影響が大きくなりつつあることにあります。ICRPのリスク係数が小さめであることは、もはや覆い隠せなくなっていると言えるでしょう。

●被爆の追跡調査の意義

前置きがずいぶん長くなってしまいましたが、汚染の話に入る前にもうひとつ述べておきたいことがあります。それは、私が今述べてきたようなこと、被爆者の追跡調査なんてことは、もう止めたかどうかという問題提起についてです。つまり、被爆者にガンが多いなどと言ったりすると、被爆者差別を助長してしまうし、被爆者のみなさんはそれでなくともひどいめにあつてきたのだから

ら、かわいそうだし、これ以上調べたりするのは止めようじゃないか、という意見です。

実際、新聞などを見ていると、「被爆者にガン死が多発」といった見出しが、ときどき出たりしています。そして、記事の中身を読んでみると、これがよく分からない、実際私にもよく理解できないような記事があつたりします。一般の人にとっては、内容は関係なく、ともかく見出しのイメージだけが残つてしまうということになるでしょう。被爆者差別のようなものは、そんなところから助長されていくのかなあ、という気がしています。

それではどうしたらいいのか、ということになります。結論から言いますと、調査を止めるべきだという考えに、私は今のところ同意できません。差別の助長につながる側面はあるかも知れないけれども、差別に立ち向かうには、被爆の影響をきちんと明らかにしておくべきだと思っています。

仮に、差別される被爆者の立場になつて、差別にどう対応していけばよいかを考えた場合、事実を明らかにしておくことは、それがどんなにシンドイ作業であつたとしても不可欠なのではないかと感じています。差別の問題を一般的に語る資格が私たちにあるとは思っていませんが、差別する側にしろ、される側にしろ、事実をふまえて考えることが、差別をこえてゆく力につながつて行くのではないかと思っています。かわいそうだから、という発想では、差別を越えていくことはできないと思つています。

私なり、われわれなりが被爆生存者の追跡調査に関心をもつて

あります。いかがわしいと言えはいいかげんわいですが、もちろん、科学的興味があればなんでも明らかにしてよいなんてことを、思っているわけではありません。

原子力開発の問題点を明らかにしていくうえで、ガン死リスクの問題は、非常に重要だと考えています。いまさら申し上げるまでもないことですが、原子力開発においては、あまりにもいい加減な話やインチキまがいのことがまかりとおつています。放射線リスクの問題もわかりで、原子力で飯を食っているわれわれとしては、そのへんのことをきちんとやりたい、明らかにすべきことは、きちんとみんなの前に明らかにしていくのがわれわれの仕事ではないかと思っています。

●内部被曝線量見積りで一〇倍の開き

とりとめのない前置きになりましたが、汚染の話に入りたいと思います。八六年のシンポジウムでも、チェルノブイリから日本に飛んできた放射能の影響について、お話ししました。一年間分の被曝線量を、われわれの見積りと、科学技術庁や福井県の見積りと比較してみたわけです。すると、かなり食い違っていました。

外部被曝線量、つまり放射能が地面に落つこちで、その放射能から直接被曝する分ですが、それについてはどういうわけか科学技術庁の見積りのほうが大きかったのですが、内部被曝、つまり放射能を体内に取り込んで被曝する分ですが、こちらのほうは、科学技術庁の見積りはかなり小さかった。とくに、セシウム137などによる内部被曝全身線量では、われわれの値に比べ一〇分の一か

表2 チェルノブイリからの放射能による1年間分の被曝線量の見積り——科技厅・福井県等による評価との比較

(単位:ミリレム)

	外部被曝	内 部 被 曝					
		全 身 線 量			甲 状 腺 線 量		
		大人	幼児	乳児	大人	幼児	乳児
科技厅・安全委	0.35 (1.3)	0.032 (0.009)	0.05 (0.011)	0.04 (0.014)	3.6 (2.1)	9 (5.5)	8.6 (5.3)
福井県	0.16	0.11	—	—	7.7 (11.4)	20.3 (32.3)	19.7 (35.0)
今中	0.3	0.1	0.2 (0.3)	0.6 (1.3)	15	40	46
荻野晃也ら (お茶のみ)	—	0.048	—	—	—	—	—

—は評価なし。()内は1986年の評価。

その後、今年(一九八七年)の五月に、原子力安全委員会から、チェルノブイリ事故の調査報告書が発表され、その中でも日本に飛んできた放射能による影響が評価されています。先の科学技術庁の評価とは少し値が違ってきましたが、内部被曝線量は相変わらず、私のほうの見積りより小さく、疑問は残ったままです。

ら数一〇分の一の値を科学技術庁は出していました。こういった被曝線量の推定といった作業には、それなりの不確定さというものがありませんし、データや評価方法が異なれば、見積りがある程度違っていたとしても止むを得ない面もあります。しかし、八六年の見積りについては、私は、基本的に科学技術庁が発表したデータを使っていますし、評価方法も彼らに準じた方法を採用しています。それなのに、一〇倍以上も違ってくるというのは、無視できないわけです。もちろん、私のほうが間違っているかもしれないわけですが。

そこで、科学技術庁や安全委員会の評価を担当された学者の方と同じ研究会に出席する機会がありましたので、具体的な評価方法についてお聞きしようと思ったのですが、どういうわけか急にお帰りになったりしてお聞きできませんでした。それから、安全委員会への公開質問状に対しても、具体的な答えは返ってきません。それで、仕方ないので、われわれなりに、国の具体的な見積り方法を推測して議論することにします。

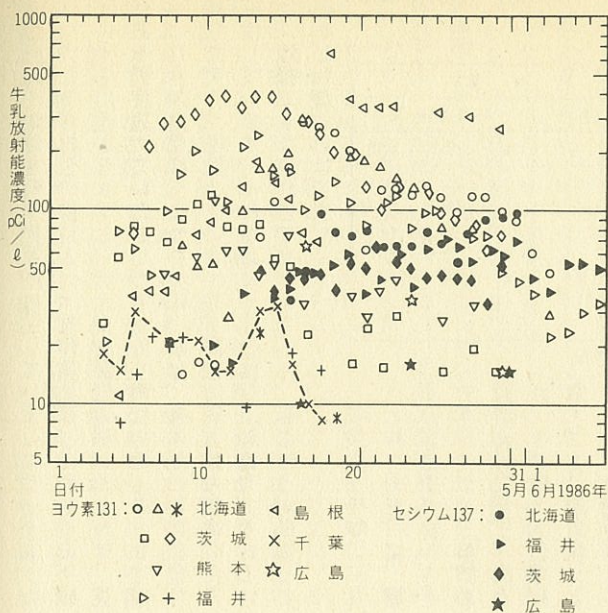
また、われわれの見積りについても、評価方法を若干改めたほうがよいところや、その後のデータを踏まえて修正したほうがよいところがありました。

お互いの評価を比較してみたのが表2です。カッコの中は、昨年の値です。全身線量と甲状腺線量とを比較していますが、少し細かいことを言っておきますと、国のほうの評価の全身線量というのは、実は実効線量当量といまして、必ずしも全身線量ではありませんが、ここでは全身線量に相当するものと思ってください。

われわれの値が一九八六年の値と違う理由は、体の中に取り込んだセシウムの体外への排出速度、生物学的半減期と呼んでいるのですが、それが大人より子供のほうが速い、というのを考慮したためです。また、牛乳中のセシウム濃度についても、その後のデータを加えて若干変更しています。

国の評価では、外部被曝線量は三分の一になっていて、われわれの見積りと同じくらいになりました。内部被曝については少し大きくなっていますが、われわれの見積りと比較すると、全身線

図3 事故直後の牛乳中放射能の濃度



量はまだ三分の一から一〇分の一ぐらいです。
内部被曝の評価方法は、国、福井県、私とも基本的に同じやり方です。食品積み上げ方式といったら分かりやすいと思いますが、代表的な食品、つまり牛乳、ホウレン草、それに空気や水も入りますが、それらが汚染物を一日当たりどれくらい摂取するかをモデルを使って考えるやり方です。われわれのモデルは若干変更していますが、どんな摂取モデルでやるべきかは、国から一応の指針

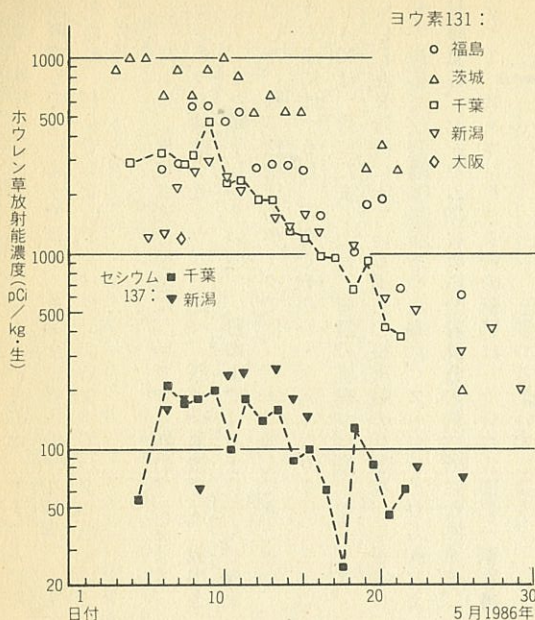
が出ています。

一方、荻野見也氏の評価は、お茶だけについての見積りです。値をみますと、お茶だけで国の全身線量(大人)より大きくなってしまうというふしぎなことになってしまっています。これは、積み上げ方式の中にお茶が入っていないためで、国の基準が尻抜けになっている、つまり現実をキッチンと反映していないことを示しています。われわれの評価も、国の方式にならっていますから、お茶は入れていません。

●低いデータを採用した科学技術庁報告

われわれの評価と国の評価とは同じになるはずなんです、ただかなり違ってきます。図3のいろいろなデータをながめてみると、どうやらその理由がわかります。これは、チェルノブイリ事故後一カ月間の牛乳について、科学技術庁が発表しているデータに、われわれのほうで測ったものを加えてまとめたものです。八六年のシンポジウムでも言いましたが、こうしたデータをもとに日本全体の汚染を評価する場合は、平均的な値で考えるのが常識的なやり方でしょう。ところが、科学技術庁の評価は、どうやらこの中で一番低い、千葉県のデータ(点線)を採用しているようです。また、図4はホウレン草のデータですが、こちらも科学技術庁は千葉県のデータを採用しているようです。また、セシウム137については、ホウレン草については考慮されているようですが、牛乳については無視されているようです。牛乳のデータをみていただくと明らかなように、牛乳中のセシウムは、一カ月たつ

図4 事故直後のホウレン草中放射能濃度



てもかなりの濃度で残っています。実際、われわれの測定では、現在もチェルノブイリからのセシウムが検出されています。子供の場合、牛乳中のセシウム137の影響が最も大きいのですが、それを無視しているのなら、いい加減な評価と言われても仕方ないでしょう。

国の評価でどのようにデータを扱ったか、推測で話をしてきましたが、表3は秋野氏が手に入れた資料で、安全委員会の評価の各種別の内訳です。内部被曝についてはヨウ素131が一番大きくなっています。この表の単位はミリレムで、実効線量当量というも

のなっています。実効線量当量とは、各臓器の被曝線量に、(重みの)係数(加重係数)をかけて、全身の線量に換算したものと考えてください。ヨウ素131については、先の表(表2)の甲状腺線量三・六ミリレムに、加重係数の〇・〇三を掛けると、実効線量当量の〇・一〇八ミリレムが得られます。ヨウ素を除いた内部被曝は〇・〇三ミリレムになります。昨年の科学技術庁の値は〇・〇〇九ミリレムでしたから、四倍近く大きくなっています。そこで、国のほうでは、昨年の評価の問題点を改めてきちんとデータの見直しをしたのかと思ったわけですが、そうではなさそうです。注目されるのは、ルテニウム106の寄与が大きいことです。これは原子力研究所のグループが、呼吸による被曝について詳細な報告を出していますが、実効線量当量で考えた場合、肺に沈着したルテニウム106による被曝が大きくなります。どうやら、吸入についてだけ原研グループの報告を参考にして変更されたというのが、安全委報告の値のようです。

その結果、興味深い、と言ったら失礼かも知れませんが、つじつまの合わないことが出てきました。それは、セシウム137とセシウム134の比率です。世界中どここの国でもそうですが、一年間分の被曝線量を考えると、セシウム137とセシウム134の寄与はだいたい同じくらいになります。もちろん、われわれの評価でもそうです。ところがこの表の内訳をみると、セシウム134の線量はセシウム137の一〇分の一以下になっています。どうしてこんなことになったのかを考えてみると、多分、吸入についてだけ、原子力研究所のデータを参考にしてセシウム134を入れたのではないかと想像

表3 安全委員会による実効
線量当量の核種別内訳
(大人の場合)——荻野
晃也氏からの資料より
(単位: ミリレム)

核 種	内部被曝	外部被曝
ヨウ素131	0.108	0.05
セシウム137	0.010	0.12
セシウム134	0.001未満	0.12
テルミニウム103	0.001	0.03
テルミニウム106	0.020	0.01
その他	—	0.02
合 計	0.14	0.35

できます。昨年の〇・〇〇九ミリレムというのは、セシウム137だけしか考慮してないようですが、その上に吸入の分だけ両方とも加えたため、とんでもないアンバランスになってしまったというわけです。

次に、ストロンチウム90の影響について少し触れておきます。ストロンチウム90は、セシウムと比べ、原子炉事故では、放出されにくく、また降下しやすいので、日本まではあまり飛んできませんでした。科学技術庁のデータでは、日本に飛んできた量は、セシウム137に比べると、平均でその一・六%になります。ストロンチウム90は、骨にたまるため、骨髄の被曝が問題になります。

UNSCEAR報告に出ている過去の核実験の評価などを参考にすると、同じだけの降下量があった場合、ストロンチウム90による骨髄線量は、セシウム137による全身線量の約六倍になります。したがって、ストロンチウム90の影響は、セシウム137の一割程度

と言ってよいでしょう。

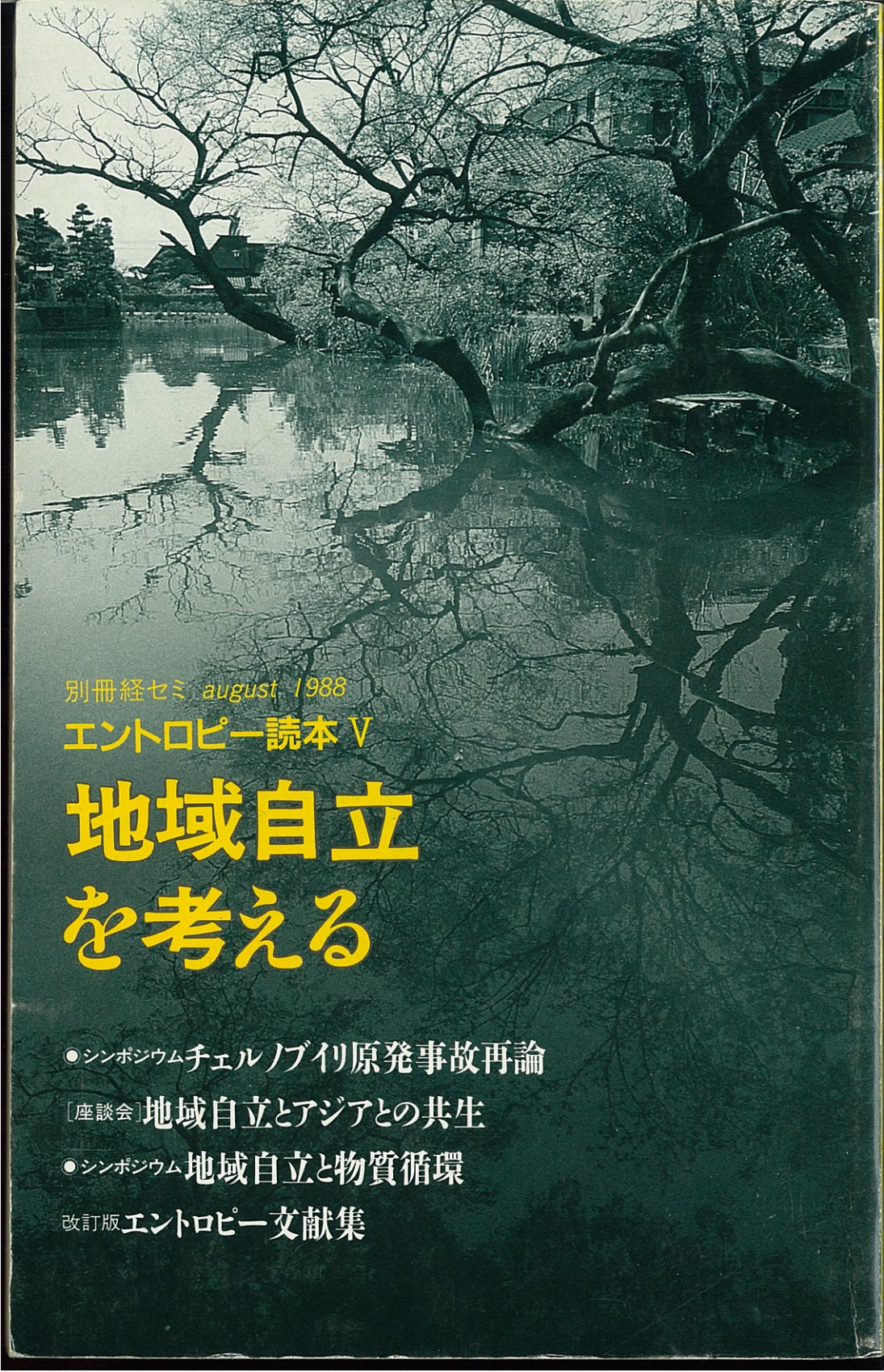
結局、大ざっぱな言い方でまとめると、チェルノブイリ事故によって日本に飛んできた放射能による被曝線量は、われわれの評価では、全身線量で、大人〇・五ミリレム、子供一ミリレムぐらい、また甲状腺線量では大人一〇ミリレム余り、子供五〇ミリレム程度、ということに

なります。ただしわれわれの食品積み上げ方式は小さな値になりますので、実際はその倍ぐらいと見た方がよいかと思えます。これらは、放射能が飛んで来てから一年分の評価です。ヨウ素131は数カ月でなくなっていますから、それによる甲状腺被曝はもうありません。長期的には、半減期の長いセシウム137が問題になります。しかし、食物への移行率も徐々に小さくなったりするため、過去の核実験データなどをもとに考えると、全期間にわたる全身線量は、一年目の三倍ぐらいになるのではないかと見積っています。

ずいぶん舌足らずな報告になりましたが、とにかく国のほうでも被曝影響の評価をきちんとやっていただきたいということを再度言っておきまして、私の報告を終わります。

*原題「日本の汚染とそれにともなう被曝影響の評価」

(いまなか・てつじ／京都大学原子炉実験所)
(こいで・ひろあき／京都大学原子炉実験所)



別冊経セミ august 1988

エントロピー読本 V

地域自立 を考える

●シンポジウムチェルノブイリ原発事故再論

[座談会]地域自立とアジアとの共生

●シンポジウム地域自立と物質循環

改訂版エントロピー文献集