

- トップコラム／山梨大学医学部第三内科 助教 志村 浩己
- 原子力発電・放射線とその影響／
〔シリーズ3〕東電福島第1発電所事故の経過と環境影響
- 報告書の重要項目と要点／〔その2〕実効・等価線量
- お願い／年度末により報告書等をお急ぎのお客様へ
- ご案内／クイクセルWebサービス

ト
ッ
プ
コ
ラ
ム
123



志村 浩己

なぜ内科医が放射能除去研究を？

私は山梨大学医学部で内分泌代謝疾患の診療と研究を行っている内科医です。本来このような場に寄稿させて頂く資格はないはずですが、なぜか放射能除去研究に参加することになり、報道にも取り上げられることになりました。全く門外漢ともいえる私をこの研究につないでくれたのは、人と人のつながりでした。

私は、甲状腺疾患や糖尿病の患者さんの診療と学生教育に携わる傍ら、甲状腺疾患の基礎研究を行ってきました。読者の皆様はご存じのことと思いますが、甲状腺はヨウ素を取り込み、これを原料として甲状腺ホルモンを合成しております。この機能を利用し、放射性ヨウ素によるバセドウ病や甲状腺癌の治療が広く行われております。甲状腺癌では悪性度が高くなるに従い、ヨウ素取り込み能が失われ、放射性ヨウ素による治療効果が得られなくなります。私はこのヨウ素取り込み能を甲状腺癌細胞において回復させる分化誘導法を開発することを目的として研究を行っておりました。少なくとも今年の3月までは。

3月11日に東日本大震災が発災し、当大学も停電などの影響を受けましたが、幸いにも重大な障害はありませんでした。その1週間後から東北への医療支援を行う事が決まり、医師・看護師派遣が始まりました。私も参加を希望し、家族や教授にもその希望を伝えていたところ、大学時代の同期の友人、東邦大学医学部薬理学講座教授の杉山篤先生がひょっこり大学に現れました。聞くところ、新種藻類を利用した放射能除染の研究に参加してくれる人を捜しているとのこと、また、私が放射性ヨウ素

を使った研究を行っていることを知っており、友人の誼みからきっと受けてくれるだろうと予想して来たとのことでした。また、その藻類は杉山先生の友人である北里研究所の伊藤勝彦先生の友人が関与する企業が所有するものであり、奇跡的な人と人のつながりから自分の所までたどり着いた話でした。友人からの依頼を断ることもできず、これも何かの運命と考え、東北行きを中止し実験の準備に取りかかりました。幸いRI研究施設と当第三内科教授である小林哲郎先生の全面的な協力もいただくことができ、4月には研究の準備を整えることができました。

そのようないきさつで、藻類とは全く関係がない医学・薬学の研究者と企業からなる研究グループが立ち上がり、手探りで微細藻類の研究が始まりました。その結果、運良く新種微細藻類(バイノス)が放射性ヨウ素・ストロンチウム・セシウムを同時に大量に取り込む事が明らかになりました。特に放射性ストロンチウムの吸着効率は目を見張るものがあり、その効果に十分期待が持てるものでした。さらに、その藻類は驚くべきことに福島隣の茨城県で発見されたもので、海水淡水問わず生存し、比較的高温の環境にも耐えられる非常にタフな藻類でもありました。現在、私どもの研究成果は、実際の環境除染や原子力発電所の汚染水処理に向けた具体的な検討につながってきております。

一方、甲状腺研究の方面でお世話になっている諸先輩方とのつながりから、福島県の子供を対象とした甲状腺検診事業にも学外委員として参加させて頂くことになりました。最近では放射能除染のみならず、甲状腺検診にて福島に訪問させて頂く機会も増えてきております。今回の震災で見直されたことは、人と人の絆と言われておりますが、現在私が震災前には全く想像もつかなかった方面にて活動させて頂いておりますのは、その人と人の絆が導いてくれたものであり、その大切さを非常に実感している今日この頃です。

しむら ひろき(山梨大学医学部第三内科 助教)

プロフィール●1961年山梨県生まれ、山梨県で育つ。1986年山梨医科大学(山梨大学医学部の前身)医学部を卒業。在学中前出の杉山先生と臨床実習等で同じグループに属し共に学業に励む(?)。1986年から1990年まで山梨医科大学大学院に在学し、女屋敏正教授の指導のもと甲状腺研究に従事し、医学博士取得。1991年より三年間、米国NIH(NIDDK)に留学し、甲状腺の研究(Ⅰα)を満喫。1994年より山梨医科大学第三内科医員となり、内分泌代謝の臨床と研究に従事。2002年より現職。趣味は仕事にかこつけた車のドライブと車内や研究室で密かに楽しむ音楽。

原子力発電・放射線とその影響

〔シリーズ3〕 東電福島第1発電所事故の経過と環境影響



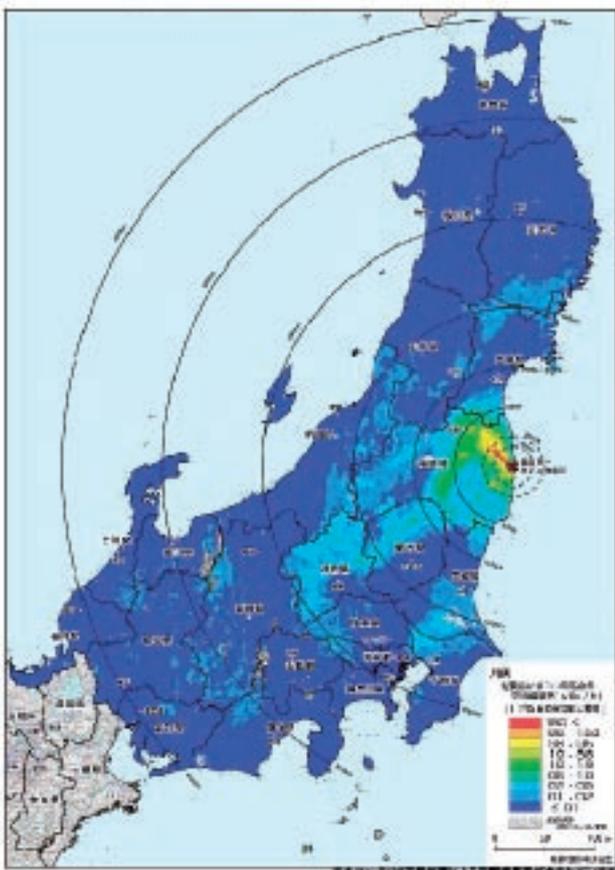
(独)放射線医学総合研究所 緊急被ばく医療研究センター長 杉浦 紳之

1. 事故の経過

平成23年3月11日午後2時46分、M9.0という観測史上最大の東北地方太平洋沖地震が発生した。運転中であった1-3号機は、震度6強の揺れにより緊急自動停止した(4-6号機は定期点検のため停止中)。発電所内の受電設備の故障、受電鉄塔の倒壊により外部から電源が供給できなくなったが、非常用ディーゼル発電機が起動した。15mもの大津波(第1波は午後3時27分)が発電所を襲い、地下にあった非常用電源は水没、燃料のオイルタンクが流出、冷却用ポンプも損壊した。このため、すべての交流電源を失い非常用バッテリーで電源供給を行ったものの長時間は持たず、非常用炉心冷却装置(ECCS)をはじめ原子炉内の燃料への継続的な注水冷却機能を失うこととなった。

崩壊熱を冷却する手段を失い、冷却水の水位は蒸発により低下し、燃料棒が露出し炉心溶融が始まった。一方、冷却水の蒸発により压力容器、格納容器の圧力が高まり、燃料被覆管のジルカロイの化学反応により水素も充満することとなった。ベント(格納容器の圧力を下げるための弁を解放しての空気抜き)も行われたが、1号機の原子炉建屋が3月12日午後3時36分、3号機が3月14日午前11時1分に爆発し、3月15日には2号機、4号機においても火

第4次航空機モニタリングの測定結果を反映した東日本全域の地表面から1m高さの空間線量率



災が発生することとなり、各事象に合わせてモニタリングデータはピークを示し(3月15日午前9時:正門付近において最大値11.9mSv/時)、環境中に大量の放射性物質が放出された。

2. 環境影響

環境中に放射性物質がどのくらい放出されたかについては、各地の空間線量率の上昇などが報告されたものの、初期には点の情報でしかなく、文部科学省をはじめとして環境放射線モニタリングが系統的に始められ、次第に線から面の情報として得られるようになった。

福島県におけるモニタリングデータはモニタリングカーによる走行サーベイの結果などとして公表され始め、文部科学省のホームページでは3月15日20時の浪江町のものが最初で、最大300 μ Sv/h(電離箱)の空間線量率が報告されている。ダストサンプリングについては、3月19日の福島市を始めとして飯館村、川俣町など順次サンプリング箇所が追加されていった。¹³¹I、^{134,137}Csが検出されたが、4月中旬以降はほぼ不検出となり、原子炉からの環境放出がこの頃までにおおた収まったと見ることができる。

はじめて我々が目にした面の情報は、3月23日に原子力安全委員会が公表したSPEEDIの計算結果で、



この情報を基にいわき、川俣、飯館で小児の甲状腺スクリーニング検査が行われた。その後、航空機サーベイによる広域のモニタリング結果もまとめられ、北西方向での30km圏を超える大量の地表への沈着など、環境放出の全容が把握されるに至った。

首都圏においても3月15日の午前中に空間線量率の上昇が見られ、さいたま市で1.2 μ Sv/hを一時的に観測した。その後いったんほぼ平常値に戻ったため、ブルームの通過のみで地表への沈着は少なかった。3月21日には再び0.1 μ Sv/h強への上昇が見られた。降雨もあり、金町浄水場で幼児の飲料水の暫定規制値を超える放射性ヨウ素が検出されたように、首都圏での地表への沈着は3月21日のものの寄与が大きいと考えられる。

*

次回以降3回にわたり、放射線の健康影響ならびに避難、安定ヨウ素剤予防服用、食品の規制値、除染などの防災対策について今回の事故という視点から解説する。

参照 http://radioactivity.mext.go.jp/ja/1910/2011/12/1910_1216.pdf

報告書の重要項目と要点

〔その2〕 実効・等価線量

今号では、外部被ばく線量測定報告書の「実効・等価線量」について説明いたします。

個人線量の評価には等価線量と実効線量の2種類があります。等価線量とは各組織や臓器それぞれの被ばく線量を表し、これら組織ごとの等価線量の合計値として全身の被ばく線量を表したものが実効線量です。但し人体の各組織や臓器は放射線に対する感受性が異なるため、単純合計ではなく、この感受性を考慮し補正した上で合計しています。

実効線量：実効線量は放射線管理のために定められた特別な線量です。放射線は種類やエネルギーにより人体に与える影響が異なりますが、これらの種類やエネルギーごとに線量管理を行うのは困難なため、それぞれに補正係数を定め、どのような放射線に被ばくしても合算できるように取り決めてあります。また、上述の通り、各組織・臓器ごとに感受性の相違を補正する係数も定めています。

このように実効線量は様々な補正係数を使用して算出しており、具体的な計算式は以下の通りです。

$$\text{実効線量} = \text{組織・臓器ごとに計算した線量の総和} \\ (\text{吸収線量} \times \text{放射線加重係数} \times \text{組織加重係数})$$

つまり()内の式から組織・臓器ごとの値を算出し、全ての組織・臓器の値を足して全身の線量にしたものが実効線量です。

表1は放射線の種類ごとの加重係数(人体への影響の相違を補正する係数)を表しています。

表1 放射線加重係数

放射線の種類	エネルギー範囲	放射線加重係数
光子(X・γ線)	全エネルギー	1
電子(β線)	全エネルギー	1
中性子	< 10 keV	5
	10 keV ~ 100 keV	10
	100 keV ~ 2 MeV	20
	2 MeV ~ 20 MeV	10
	20 MeV <	5

(参照：ICRP Publ.60)

表1のように、同じ吸収線量でもX・γ線等の光子に対し、中性子線の一部では人体への影響度が20倍になるものもあります。

表2は組織・臓器ごとの加重係数(臓器ごとの影響の相違を補正する係数)を表しています。

同じ吸収線量でも皮膚や骨表面に比べて、生殖腺に被ばくした場合の影響は約20倍になります。しかし、実際には放射線業務従事者の日々の組織・臓

表2 組織加重係数

組織・臓器	組織加重係数
生殖腺	0.20
赤色骨髄、結腸、肺、胃	0.12
乳房、肝臓、食道、甲状腺、膀胱	0.05
皮膚、骨表面	0.01
残りの組織	0.05

(参照：ICRP Publ.60)

器ごとの値を求めることは現実的ではありません。そのため1cm線量当量という実用量を用います。個人線量計の場合、アクリルで作られた水ファントムと呼ばれる人体組織に近似した模型に個人線量計を貼り付けて、人体表面から1cmの深さにおける被ばく線量と等価な実用量を求め、これを実効線量とすると取り決めました。

昨今、報道で流れている「~マイクロシーベルト/h」も実用量で測定された実効線量の値が用いられています。

等価線量：等価線量は吸収線量に放射線加重係数の積で求められる各臓器・組織ごとの人体への影響度を表す量です。前述の通り、放射線業務従事者の全ての組織・臓器を測定するのは現実的ではないため、通常はその代表として人体表面から70μmの深さの線量(70μm線量当量〔H70μm〕)を測定し、皮膚の線量としています。

実効線量・等価線量の測定の値は上記報告書の③実効・等価線量の欄に表示されます。

クイクセルバッジを1個着用している場合、④実効線量の値として⑤H1cmの合計の値を表示し、⑥皮膚の線量の値として⑦H70μmの合計値を表示しています。また、⑧水晶体の欄には、⑤と⑦のいずれか高い方の値を表示しています。

*

次回、4月号では単位について説明いたします。

お願い

カスタマーサービス課より

年度末により報告書等をお急ぎのお客様へ

当社ではお客様よりバッジをご返送いただいてから2週間以内に外部被ばく線量測定報告書をお届けできるよう努めておりますが、年度末で**至急処理が必要な場合**は下記手順にてご依頼ください。

- ①当社まで電話にてご連絡ください。「至急測定」の受付をいたします。
- ②バッジの“返送封筒”または“箱”の表面に

「**至急測定**」と朱書きして、“**速達郵便**”または“**宅配便**”にてご返送ください。

バッジ返送後に電話連絡をいただいてもご希望に添えない場合がございます。まずは電話にてご一報くださいますようお願い申し上げます。

●お問い合わせ _____
 カスタマーサービス課 Tel.029-839-3322

ご案内

クイクセルWebサービス

カスタマーサービス課

クイクセルWebサービスは、お客様ご自身がインターネットでバッジの追加、変更等ができるサービスです。専用ソフトをインストールするだけで、使用することができます。また、サービスは無償で提供しています。(通信料はお客様負担)

〈主な内容〉

- ・バッジの追加、変更、取消など
- ・バッジ登録された方全員の氏名、積算線量の確認
- ・電離放射線健康診断個人票の記入に役立つ、被ばく線量集計表の印刷
- ・外部被ばく線量測定・算定記録表の印刷
- ・外部被ばく積算線量証明書印刷
- ・外部被ばく線量測定報告書(PDFファイル)のダウンロード
- ・当社内でのバッジ測定状況の確認
- ・個人一括登録(CSVファイルのアップロード)

なお、セキュリティ面におきましてはクライアントソフトを利用したSSL-VPN接続を採用しています。ご興味を

お持ちのお客様は当社カスタマーサービス課までご連絡ください。詳しい資料をお送りいたします。

対応OS: Windows2000 SP4/XP/VISTA/7
 推奨ブラウザ: Internet Explorer6.0 SP1以降
 お問い合わせ: カスタマーサービス課

Tel.029-839-3322 Fax.029-836-8441
 E-mail: mail@nagase-landauer.co.jp



編集後記



東日本大震災より1年がたちます。これまで当たり前だと思っていた人と人とのつながり、絆はかけがえのないものだと実感しています。

トップコラムで志村先生がおっしゃったように、絆には人を様々なものに導く力があると思います。ときに、本人の意思とは違った方向に進む事もあるでしょ

う。しかし、そこで得たものは必ずその後の人生の糧になります。

私も、絆の力に導かれて長瀬ランダウアの一員となりました。そして今、こうしてNLだよりの編集後記を書いています。ここで得た経験は、きっと今後の人生をより豊かにしていくと思います。

これまで育ててきた人と人とのつながりを大切に、これからも、一步一步を着実に進んで行きたいです。(岡崎 徹)

長瀬ランダウア(株)ホームページ・Eメール

<http://www.nagase-landauer.co.jp>
 E-mail: mail@nagase-landauer.co.jp

■当社へのお問い合わせ、ご連絡は
 本社 Tel.029-839-3322 Fax.029-836-8441
 大阪 Tel.06-6535-2675 Fax.06-6541-0931

NLだより No.411
 平成24年<3月号>
 毎月1日発行 発行部数: 33,800部

発行 長瀬ランダウア株式会社
 〒300-2686
 茨城県つくば市諏訪C22街区1
 発行人 中井 光正