＜特集：JCO 臨界事故を体験して＞

2. 3名の作業者の線量算定を中心に

下 道 國^{*1}

2. In the Relation to Dose Estimation of 3 Patients

Michikuni SHIMO^{*1}

9月30日(木)午前10時30分頃、東海村のJCO ウラン燃料加工工場で臨界事故が発生した。被曝事故であることは初期の段階では必ずしも明確には伝わっていなかったが、放射線医学総合研究所(放医研)治療・診断部長に第1報が入ってそれほど時間の経たない昼休みには被曝であることが明かとなった。そして、1時30分のNHKニュースで臨界事故であるらしいことがわかった。放医研では、第3次放射線治療機関として被曝した作業員を受入れ治療を施すために、所長と研究総務官をそれぞれ本部長ならびに副本部長とする事故対策本部が関係者を糾合して設置された。対応内容はいうまでもなく治療であり、また治療に資するための被曝作業員の線量算定である。

治療に関しては、別に紹介されているので、以下では、線量算定にかかわった(現時点で、まだ線量算定作業は継続している)「線量推定班」の1メンバーとして、感想を交えながら、その折々の状況や数値などに対する線量推定班員などによる推定や判断、事故直後の対応などについて述べる。

同日の午後3時25分には、千葉市土気の消防基地経由で患者が放医研に搬送されてきた。

搬送のヘリコプターや救急車に汚染がないことを確認する一方、直ちに患者の放射能汚染検査が行われた。その直後、O氏の口の回りに付着して残っていた「嘔吐物」を採取してゲルマニウム検出器で測定した。この

時点では、どのような波高分布が得られるか想像する余裕もなかったが、様子見の短時間の測定から ^{24}Na からの γ 線のみが顕著に見られ、それ以外は見られないことが確認された。この時刻が午後4時半頃である。この時の印象として、極めてシンプルな波高分布であったこと、そしてウランの存在を示すピークのないことであった。これから、体の放射化が主で放射性物質の吸入はないか、あっても極めて少ないのではないかと推定されるに至った。ウランの存在については、内部被曝による線量推定の担当者が厳重に注意していたのである。これを見て、直ちに計測担当者による精密測定に回され、逐次3台のゲルマニウム検出器で測定されることとなった。

引き続き、携行されてきた作業服や下着類、携帯電話、時計、コインなどの所持品の測定が行われた。携帯電話の測定では幾つかの核種が検出されたが、除染しても落ちないことから放射化によるものであると判定された。このほかに、バイオアッセイや血液検査用の試料の採取が行われて測定の準備に入るなど、逐次、放医研ができる様々な線量推定のための態勢がとられた。

精密な計測からもウランの存在を示すシグナルはなかった。また、下着や毛髪の実験でも、 ^{91}Sr と ^{140}Ba 、 ^{140}La からと推定されるシグナル以外には目立つピークはなかった。ウランが吸入されている場合を想定して、体外への排泄を促すキレート剤について、所内の専門家が既に中国と連絡をとるなど準備をしていたが、幸いにもこれを用いずにすむこととなった。この最終判断は、午後8時頃だった。この時点で、内部被曝は考慮しないでよいこと、被曝は外部被曝が主で、それも中性子による被曝が8~9割であるとみていた。体内の ^{23}Na が中性子の

^{*1} 放射線医学総合研究所内部被ばく・防護研究部；千葉市稲毛区穴川 4-9-1 (〒263-8555)
National Institute of Radiological Sciences ; 4-9-1, Anagawa, Inage-ku, Chiba 263-8555, Japan.

放射化によって生じた ^{24}Na による被曝は、外部被曝に比べて、問題にならないぐらい少ない（後に1/1,000以下）と推定された。また、この時点での線量値は医学上の所見からの推定であって、物理計測結果からはまだ推定できていない。まだまだ、状況が正確に掴めているような状態ではなかったから、とにかく、どのような核種が存在するのかを見極めるのが先決と考えていた。

ゲルマニウム検出器のデータからは、 ^{91}Sr と ^{140}Ba 等の存在が明らかであったが、これは核分裂生成物の希ガスに由来する核種であると推定された。その根拠は、先に述べたウランや固体元素の核分裂生成核種が見いだされなかったためである。つまり、気体状の物質しか出なかった、したがって、核分裂生成物である ^{91}Kr と ^{140}Xe に由来する核種であることが、線量推定班によって間もなく確認された。この時、なぜヨウ素が検出されていないのかと不思議であったが、それは生成量と半減期および測定時期・時間のためにそのようなのであり、後日のデータからは確認された。この頃には、臨界によって多量の物質が飛び散ったのではなく、揮発性物質だけが室内に出たらしいと推定されるに至った。最初は、臨界を起こした物質が固体であると何の疑いもなく思っていたのが、夕刻には液状物質であることがわかった。臨界が持続しているというのも全くの驚きであったが、液体が容器から溢れていないのであれば、一度熱により膨張した液体が収縮して再び臨界状態を形成したのであるということと、嘔吐物に気体成分由来の核種しか見つからなかったことは矛盾しないと線量推定班では考えた。このことは、放医研の対策本部では認識されたが、本庁まで上がったか、あるいは上がっていたとしてどの様に認識されていたか判らない。

同日午後7時4分から約50分にわたり第1回目の記者会見が、所長、総務官ら6名により行われた。所長から概要の説明があった後、記者との質疑応答があったが、この時点で、スメア試料の結果から内部被曝は考慮しなくてよいことと、線量値はリンパ球の減少具合から勘案して8 Svを超えると推定される、と説明された。

翌10月1日（金）朝7時30分には緊急医療情報（第2報）がメディアに流されたが、この時もまだ物理的測定データからの線量推定はできていなかった。

同日の夜の記者会見では、衣類、鼻スメア、嘔吐物の計測から人体の放射化により ^{24}Na 、 ^{80}Br 、 ^{82}Br 、 ^{42}K の存在が確認されたこと、 ^{140}Ba と ^{91}Sr の確認により希ガス（ ^{140}Xe 、 ^{91}Kr ）の放出を間接的に確認したこと、ヨウ素とウランは検出されていないこと、周辺への線量寄与は中性子、ガンマ線、希ガスであり、患者の被曝源は

中性子とガンマ線が主体であるとの見解が示された。

ここで、マスコミで報道された線量暫定推定値について述べておく。前述してきたように、線量推定班では多くの試料について測定をしていて、血液中の ^{24}Na のデータは第1級の資料であることは間違いないものの、線量推定を確実にするにはデータが不足していた。つまり、 ^{24}Na のデータについていえば、中性子のスペクトルや作業者と臨界点との位置関係、あるいは中性子とガンマ線の割合などである。一方で、より効果ある治療をする上から、多少精度が悪くても一刻でも早く線量を出すことが求められていた。測定された血液サンプル1 ml当りの ^{24}Na の壊変量 [Bq/ml] と、1997年6月17日にロシア共和国のサロフ (Sarov) で起こった臨界事故について、IAEAが行った被曝線量算定の際に使用された換算係数 (260-290 Bq/ml が約14 Gy に相当) を参考にして算出された。サロフと今回の事故は臨界状況、中性子エネルギースペクトル、中性子とガンマ線の割合などの違いが当然考えられたが、他の資料なども考慮した上でこの算定がされた。その時点ででき得る手法だったといえる。さらに、生物学的等価線量の算定に当っては、放医研で行ってきたマウスの生物実験 (Be (d,n) B 反応による14 MeV 中性子に対する腸管死) の知見や中性子治療などを参考にRBEとして1.7を乗じて、ガンマ線による影響と等価値として [GyE] が算出された。この値が、18.4、10.4、2.53である。マスコミでは、グレイエクイバレント [GyE: Gy equivalent to gamma ray] の意味が分らないために、数値はシーベルト [Sv] に類似した単位と述べたのが報道されたのである。なお、18.4は一部では17（修正前の数値）と報道された。今回の様な瞬時被曝のケースでは、中性子のRBEに20を使うことやシーベルトの単位を使うことは適切であることに注意する必要がある。

なお、その後、ホールボディカウンタのデータや染色体、リンパ球の測定その他のデータなどから線量が再算定され、事故後2週間を過ぎる頃には3名の作業者の線量は、10-20、6-10、0.7-5.5 GyE と公表された。

現在、さらに中性子フルエンスと核分裂数の算定や現場調査、あるいは模擬実験を計画する等により正確な算定作業が行われつつある。一部は中間報告として間もなく放医研から報告される予定であるが、最終報告はもう少し先になると思われる。

事故発生から2週間ほどにおける線量推定班の対応を中心に述べた。この間、特に初期では、外部からの情報はメディアによるニュースだけであったため、このことがわれわれをいらつかせた。場所が東海村であることか

ら、原研や核燃料サイクル開発機構の専門家が直ちに協力・応援体制に入っているであろうと推定された（事実そうであった）にもかかわらず、そこからの情報が本庁経由でも入ってこないこともあった。

メディアでは10月1日の朝のニュースまで「放射能汚染」と報道していた。われわれは自らの推定により、大気中への放射能汚染というよりは固定源による放射線被曝が主であると認識していたが、専門家によるダストの測定データが上がってくれば、そのところがより明確になるはずであり、政府対策本部ではそれを早急に確認して欲しかったわけである。その確認がなされたのか、夜間の降雨によつて的確なデータ分析ができずらか

ったのか、あるいはまたそれどころではなかったのか、子細はわからない。しかし、少なくとも、対策本部からコメントはなかったようだ。それはともかく、大気の放射能汚染による被曝と固定源による放射線の被曝は、似て非なるもので、対応の仕方が異なることはいうまでもない。

今回の事故と一連の対応から深く考えさせられかつ反省させられたのは、自身の立場と意識を含めて、わが国には保物屋がいるのかという存在感に関する点とその役割であった。今後の若い諸氏の発憤と活躍に期待したい。