

着している。

筑波市の気象研究所で事故直後の大気中の浮遊塵を捕集した研究から、2013年8月に足立光司氏はセシウムを含む不溶性の球状微粒子の存在について報告(K. Adachi, et al.; Scientific Reports Volume: 3, 2554; 2013. 8. 30.)している。それによると、走査型電子顕微鏡に装着されたエネルギー分散型X線分析装置による分析で、Csの明瞭なピークが認められ、鉄や亜鉛も含まれていた。

2011年3月15日の採取試料には、 $0.5\mu\text{m}$ 以上の粒子が大気1 m^3 あたり平均4100万個含有されており、1回目のブルームに含まれる放射性物質の大部分が球形で、メルトダウンによって核分裂生成物と燃料の一部が蒸発・気化し、早い段階から凝縮した形態となっており、セシウムを含む微粒子は直径 $2.6\mu\text{m}$ で、 $\text{Cs}^{137}/\text{Ca}^{44}$ が 6.58Bq であった。まさにセシウムホットパーティクルとも言えるものである。なお、この“Cs Particle”を水に漬けた後で回収し、表面形状を観察したが、変化はなく、不溶性(難溶性)と判断された。

この微粒子の問題は2014年12月21日(日曜日)23時30分からのNHK Eテレ「サイエンスZERO」で『謎の放射性粒子を追え!』と題して取り上げられた。

科学的に考えれば、少しも“謎”ではないが、気体の放射線量を測定することから出発しているICRPの理論では“謎”だっただけである。図1にイメージングプレートで証明されたセシウムを含んだ微粒子を示す。これは南相馬市の某小学校前に2013年7月26日から10日間設置したハイポリウムダストサンブラー(地上1m)のフィルターを市会議員から送ってもらってイメージングプレートに重ねて画像化したものである。事故後2年以上経過しても空気中にはCsを含んだ微粒子が浮遊しており、呼吸により体内に取り込まれているのである。

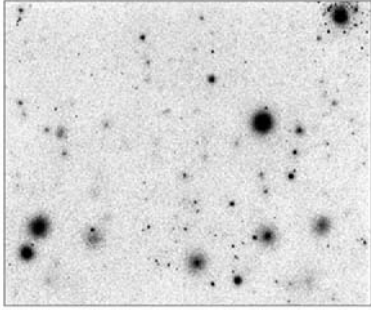


図1 セシウム(Cs)を含んだ微粒子

さて、こうした超微粒子が呼吸や食事で体内に取り込まれた場合はどうなるのであろうか。この問題

は微粒子のサイズによって体内動態は全く異なる。人体の細胞の直径は $6\mu\text{m} \sim 25\mu\text{m}$ であるが、ナノメートル(nm)のサイズ★の微粒子では、体内動態は大きく異なる。

【★ $1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$ 】

図2に粒子のサイズによる体内動態を示す。花粉などの微粒子は気道粘膜の絨毛運動で鼻腔内に排出される。呼吸で取り込まれ鼻粘膜に蓄積して傷つけられ、鼻の粒子が排出され鼻粘膜に蓄積して傷つけられ、鼻血の原因ともなる。 500nm 以上でなければ骨髄障害が起らず、出血傾向が出ないので、鼻血は出ないと主張するICRP信奉者には考えられないことなのである。放射線障害で出血傾向が出れば、鼻血や消化管出血などの致命的な事態も想定しなければならず、鼻血どころではないのである。

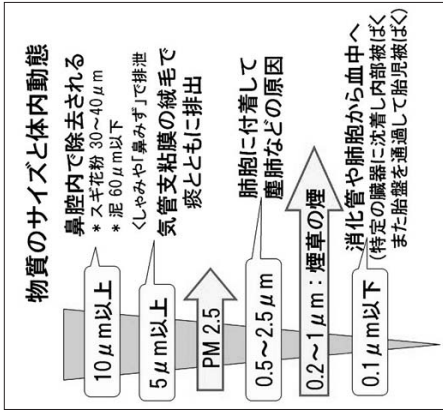


図2 物質のサイズと体内動態

大気汚染のPM2.5が問題となるのは、この程度のサイズから肺胞にまで達するためである。 100nm 以下では細胞膜や血管壁を通る。血管内に入れば全身を循環し、肺臓の血液循環を通して胎児も被ばくすることとなる。核種によっては臓器親和性があり、その臓器に集積されるため電離密度も高くなり影響は強くなる。Srであれば2価アルカリ土類金属のCaと同族体であるため骨に蓄積する。骨組織への取り込みは造骨活性に依存するので、成長期の子ども骨に取り込まれ蓄積し、 β 線を放出し続けるのである。こうした臓器へ侵入する経路や滞在時間や集積・蓄積により影響は異なるのである。

この状態を考えれば、チェルノブイリ事故後のような以外の慢性疾患の増加は医学的には説明ができる。いわゆる『長寿命放射性元素体内取り込み症候群』として考えることができる。

食品から摂取するカリウム(K)は、体内ではK

イオンとして存在しているが、原発事故で放出された放射性物質の微粒子サイズは大きい。このため、筋肉などで細胞膜のKチャンネルを阻害し、細胞内外のKのバランスを崩し、心伝導系の異常をきたし、最悪の場合は若者でも突然死につながる。

さらに次の問題は、内部被ばくの影響を評価する場合、ICRPの考え方は、線量が同じであれば、外部被ばくも内部被ばくも人体影響は同等と考え「取り決められていることである。ここでは空間的線量分布は全く考慮されていない。

このため内部被ばくの実効線量の計算では、放射性物質の近傍の眼窩した局所の細胞にいくらか当たっているかを計算するのではなく、全身化換算するとして超極少化した数値となる。目葉を全身投与量としていたようなものである。眼葉は眼に注ぎますが、投与量も副作用もある。それを口から投与して、投与量が少ないから影響はありませんとされているようなものである。

図3は舌癌に対する ^{137}Cs 針の組織内照射例である。 ^{137}Cs は 0.4% は30年の半減期でまず β 線崩壊し、 ^{137}Ba となり、その後2.5分で γ 崩壊して安定な ^{137}Ba となる。このため尿測定などで γ 線1Bq検出されれば体内では実際には β 線1Bqと γ 線1Bqの合計2Bq被ばくしているのである。

^{137}Cs 針は ^{137}Cs の粉末を白金イリジウムで被覆し針状にしたもので、この被覆により β 線を遮蔽し、 γ 線だけを放射している。 2cm 程度の腫瘍の周囲に7本の ^{137}Cs 針を刺入し照射した。抜針10日後の粘膜は照射後の粘膜炎が強度となり白苔が出現している。刺入部位の周囲にしか反応は出ておらず、透過性の高い γ 線治療でも線量の周囲にしか被ばく影響は出ていない。

この症例は ^{137}Cs 針線源から 5mm 外側の範囲に $60\text{Gy}/5$ 日間照射し舌癌に照射している。内部被ばくの計算は被ばくしている部位や細胞集団の線量で評価すべきなのである。全く被ばくしていない全身の細胞まで含めて全身化換算する内部被ばくの計算では局所の人体影響は解明できない。このようなICRPの計算方法では内部被ばくの線量は本当に当たっている細胞集団の数万分の一〜数十万分の一の線量となる。

内部被ばくの線量を全身化換算して、なおかつインチキナ実効線量(Sv)に換算することが如何に無

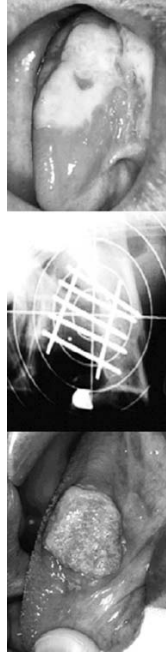


図3 舌癌に対する ^{137}Cs 針による組織内照射例 (治療前写真、刺入時X線写真、抜針10日後の粘膜反応)

理なのかを知るべきである。

原発事故後の外部被ばくでは全身が均一に被ばくすると考え、内部被ばくは取り込まれた放射性物質の細胞だけが被ばくしてはならない。α線では体内での飛程は $40\mu\text{m}$ ほどであり、β線であれば $0.5 \sim$ 数ミリ程度であり、またその周囲の細胞にだけ全エネルギーを放出するので逆に影響は大きいのである。

誌面の制約もあり、3点に絞ってICRPの理論的な問題点を指摘したが、それ以外にも、ICRPの理論では最近の放射線生物学の知見を十分に採用していない。

また、①エネルギーの問題(数eV~KeV~MeV)、②LET(Linear Energy Transfer、線エネルギー付与)の問題、③細胞周期と放射線感受性の問題(G2・M期の細胞が影響大)、なども検討すべきである。こうした基本的な問題を抱えて、生体影響を正確に反映するものではない実効線量だけで議論され、対策が立てられている

遺伝子解析もできる時代となっているが、内部被ばくを過小評価し、研究は「しない・させない・隠蔽する」という姿勢で、「放射線 皆で当たれば怖くない」という楽観政策を行っているのが現状なのである。

さらに原発は稼働するだけで膨大なトリチウム(^3H)を出す。HはDNAに取り込まれる。DNAの二重螺旋を結合させている4つの塩基間に働くのは水素結合力なのである。このため原発立地地域の住民の健康被害はこれが原因の一つなのである。

原発の問題は、単に人体影響ばかりでなく、『戦争では国破れて山河あり』だが、『原発事故では山河なし』なのである。『コスト・ベネフィット』を根拠にした原発稼働の理由も、使用済み燃料棒の処理や廃炉費まで含めると破綻している。科学的にも医学的にも放射線の健康被害については経済的利害を超えて真実を解明するという独立性を持って進められるべきであろう。真実のデータを基に社会全体としてどのように使うかは次の問題なのである。全国にばら撒かれた原子力発電所にミサイル一発撃ち込まれれば簡単に負ける国なのに、戦争ができる国にしようとする見識の無さと相通じるものである。国民はICRPの催眠術から覚醒するべきであろう。(7)