

“適度”の放射線の効用と“過度”の危険 ラドン温泉の効用やナノ技術への応用



原子力安全基盤機構 (JNES) 安全情報部長 水町 渉

フランスには良い放射線と悪い放射線がある？

フランスの原子力規制局(DGSNR)のラコステ総局長と会ったとき、彼が先日、アメリカで講演をした時のユーモアが話題となり爆笑した。彼は、その講演で放射線について、「フランスには3種類の放射線がある。第1にフランスに自然放射線は存在しない。第2に病院で癌などの治療に使う放射線は良い放射線である。第3に原子力発電所から出る放射線は悪い放射線である」と、フランス人一流の反語的なユーモアを紹介した。

もちろん、これはすべて間違いである。「世界超一流のフランス人でさえ放射線に関する知識はこの程度のもの」ということを言いたかったのである。NRCコミッショナーのMcGaffigan氏も「アメリカ人も全く同じ。おそらく放射線に対する全世界の認識レベルはこんなものだろう」とコメントしていた。

それでは日本人はどうか。例えば「真夏に海水浴で身体を黒く焼いておけば冬に風邪をひきにくい」といった言い伝えがあり、放射線という認識がないままに「太陽の恵み」として享受している。また癌の放射線治療や最近のCTスキャンなどは、「良い治療」、「良い検査」として何の疑いもなく受け入れている。一方、原子力発電所の放射線はどうか。新聞が小さな漏洩問題を大きく取り上げるのは、原子力発電所から出る放射線は悪いという認識が潜在的にあるためだろう。日本にもラコステさんのいう3種

類の放射線があるのである。そこで、今回は興味のある放射線の意外な利用方法を紹介しよう。

三朝やバーデンのラドン温泉の効用

世界一のウラン含有量のラジウム温泉として有名な鳥取県の三朝(みささ)温泉は、実際の疫病への効用とともに、心の安らぎをもたらす野天風呂であり、日本人の自慢でもある。

私はドイツのバーデンにある有名なラドン温泉を訪ねたことがあるが、大変清潔で、男女とも水着姿で立って入浴するのが興味深かった。日本の温泉でもよくみかけられるが、壁から勢いよく温泉水が出ていてマッサージ効果もあり、森林浴とあいまって全身リラックスできた。世界中から集まってくる人々は、日本人のように1泊で終わるのではなく、1週間単位で滞在し、優雅に過ごしていた。その他、オーストリアのバドガシュタイン、アメリカのボウルダーなどのラドン温泉やラドン洞窟でも、各国から病気の治癒を目的とした人々でいつも賑わっている。

日本では三朝温泉をはじめとして山梨県の増富温泉、秋田県の玉川温泉などがラドン温泉としてよく知られ、「癌をはじめ、どのような難病にも効果がある奇跡の温泉」として名を売っている。

では、なぜラドン温泉やラドン洞窟が、いろいろな難病に効果があるといわれているのか、現在の医学ではまだはっきりとは分かってはいないが、その

効果があることは歴史が証明している。

三朝温泉に関しては、古元嘉昭・岡山大学名誉教授や山岡聖典・岡山大学助教授らが、鳥取県の三朝温泉に近い池田鉱泉水でウサギにラドンを吸入させる実験を行っている。その結果、インシュリン(糖分代謝)、メチオニンエンケファリン(鎮痛効果)、ベータエンドルフィン(爽快感)、アドレナリン(積極行動)など、健康を維持・持続するために大切なホルモンの分泌の増加が確認され、科学的にも証明されたのである。

もちろん、このような実験がなくても、日本人は温泉好きであり、その効用を肌で感じている。外国の友人は、日本のテレビで朝っぱらから女性も裸で野天風呂に入っているシーンを見て、全くの異文化を感じると言っているほどである。

放射線の利用

国内総生産の3.2%、16兆円の規模

放射線の利用は、上記のラドン温泉とか癌の治療などがすぐに頭に浮かび、そのほかにはあまりピンとこないが、実際は国内総生産GDP(Gross Domestic Product)約500兆円の3.2%、16兆円もの規模があり、これからもますます増大すると予想されている。

その内訳は以下の通りである。

(1)工業利用	7.3兆円
(2)医療・医学利用	1.2兆円
(3)農業利用等	0.3兆円
(4)エネルギー利用(売電+設備関連費)	7.3兆円
合計	16兆円

花や芝生への利用

フリルのついたチューリップ

花の日持ちを良くするために、花の表面につく細菌の殺菌に放射線が照射されている。最近、世界各国から花の輸入が盛んになっているが、この

放射線の照射技術が普及されたことによって可能になったのである。

私もオランダからは、花の先が尖ったものや、フリルのついた花を持つチューリップを買ってきて育て楽しんでいるが、これも放射線照射によって完成したのである。日本も負けていない。「花の女王」と呼ばれるバラにガンマ線を照射して新しい色のバラを作り、そのガンマ・フィールドのある大宮の地名を取って「ミス大宮」と名付けて町起こしをしている。

ガンマ線照射により1年中おいしいジャガイモ

放射線を農作物に照射すると、発芽を防止したり、食品に付着した虫や菌を殺すことができるので、流通や食品の安全に役立っている。具体的には発芽防止のためにガンマ線をジャガイモに照射する許可がなされており、北海道で施設が稼働している。ジャガイモは収穫後そのままかなりの時間保存できるが、発芽が進むと食べられなくなる。発芽を防止するためにガンマ線を照射している。ガンマ線を照射しても、ジャガイモに放射能は残らず、栄養価値も変わらないので、安全なジャガイモが1年中食べられるのである。

放射線を照射した食品の安全性については、国連機関で平均10キログレイ(kGy)までは、どのような食品にも毒性を示す障害はなく、栄養価値にも問題ないことが証明されている。北海道では0.15キログレイ以下の照射がされている。放射線を食品に当てると放射能を持つのではないかと心配する人が多いが、そのような心配は無用である。

冬も緑のサッカー、ゴルフ場のグリーン

日本のゴルフ場やサッカー場の芝生にはコウライシバが植えられていることが多い。夏の暑さには強いが、冬の寒さに弱く、地上部が枯れてしまうのできれいなグリーンでなくなってしまう。また芝目が強いため、パットで泣かされる人も多い。しかし、この芝にガンマ線を照射することで、寒さに強く、冬でも緑を保つ芝ができたのである。これはサッカー場だけでなく、公園など、さまざま

まなところで活躍している。

縄文杉の年代調査

化石や遺跡、さらには古美術品の年代調査には、放射線が欠かせない。地球上には宇宙線と呼ばれる高エネルギーの放射線が降り注いでおり、その放射線が空気中に含まれている窒素の原子核に衝突すると、



炭素14で年代測定された屋久島の縄文杉

ある一定の割合で炭素14という放射性同位元素ができる。これは化学的には普通の炭素と同じであり、生きている植物は炭酸ガスを取り入れる時に一定の割合で炭素14が入ってくる。ところが動植物が死ぬと、新陳代謝が止まり、あらたに炭素14が入ってこなくなる。したがって、この炭素14の割合を調べることにより、生物が死後、何年経っているかを正確に知ることができる。世界遺産に指定された屋久島の有名な縄文杉の年代も、この炭素14の割合を調べることにより判定された。

ナノ技術などへの利用

ナノ・テクノロジーの超LSIの製造

最近、ICの集積度が高くなり、超LSIではミクロン単位の切削技術からナノ・メートル(10⁻⁹)の世界に入っている。現在、盛んに持てはやされている、いわゆるナノ・テクノロジーである。

一例として、メモリ素子(DRAM/22.4mm×9.5mm)の場合、最小線幅350ナノメートル(毛髪の約1/300)で、容量が64メガ・ビット(文字数に換算して約400万文字分、新聞紙面換算で約600頁に相当する)のものが実現しているが、さらなるメモリ素子の大容量化などが求められている。

ミクロンのオーダーまでの切削技術は、従来の

ウェット方式といわれる方法でよかったが、ナノの世界になるとその精度は出せない。また切削後の水洗や廃液処理の問題も出てきた。そこで放射線を使ったプラズマ・エッチングなどによる、ドライ・エッチング方式が登場したのである。プラズマ・エッチングとは、加速された電子がガス分子と衝突して発生する、正イオン、電子、中性粒子で構成されるプラズマ内に基板をおき、正イオンや中性粒子を用いて基盤を加工する方法である。

自動車のETCやラジアル・タイヤ

最近、ETCを車に付けたところ、混んでいる高速道路の出入口が思った以上に簡単に通過でき、友人にも勧めているが、この技術も放射線によるナノ・テクノロジーでできた超LSIのお陰である。

またポリエチレンなどの高分子に放射線を照射すると、その分子同士が互いに結合して網目状の高分子になり、耐熱性や機械強度が向上する。放射線を照射して製造した耐熱性電線は、テレビやコンピューター、自動車などの、温度が高くなる部分の電子回路の配線に広く利用されている。またラジアル・タイヤのゴムの最終工程で、ゴムをあらかじめ電子線で結合させておくと、タイヤの形状保持が可能となり、最近の自動車の高速走行性能が向上している。

東京アクアラインの完成にも

一般のトンネル工事では両端から掘っていくが、それが最後にはドッキングしなければならない。その位置確認に通常はカーナビと同様に衛星やレーザーを利用している。しかし、東京アクアラインの場合、電波は海底数十mには届かない。そこで、その対策として放射線を用いた測定技術が利用された。ボーリング・ロッドの先端にコバルト60線源を取り付けてガンマ線を発射し、反対側に設置した検出器で常に位置を確認しながら掘っていく、最後は1cmの精度でドッキングしたそうである。まさに海面下のドラマであり、称賛に値する技術である。

その他、透過力の高いガンマ線を用いると、鉄

管の中を流れる液体の密度などを測定できる。また高温高压や危険物を内蔵するタンクで、測定器を内部に設置できない場合でも、内部の液体や粉の高さを外部から連続的に測定できる。例えば、コバルト60のようなガンマ線を出すラジオアイソトープの線源をタンクの外部に設置し、反対側にガンマ線の測定器を置けば、タンクの内部のレベル計として利用できる。

またガンマ線、ベータ線だけでなく、中性子を利用すれば水素を多く含む物質の量を正確に測定できる。これは、中性子が水素の原子核によって散乱や吸収を受け、もとの強さが減少したり、速度が遅くなる現象を利用している。ダムや高速道路のような大規模な土木工事の現場で、盛土の締め固め度合いの測定に、この技術が利用されている。

新しい癌治療などへの利用

最も身近な放射線利用は医療の分野であろう。

最近のCTスキャン

レントゲンの原理は簡単である。骨のような密度の高い部分では放射線(X線)の透過率が低く、フィルム上では白く写るのに対し、皮膚や筋肉のような密度の低い部分は黒く写ることを利用して、身体の内側の様子を画像化するのである。最近、X線画像を電子処理して立体画像として観察できるX線CTスキャン(Computerized Tomography: 断層像撮影法)が広く普及し、癌や脳などの診断に威力を発揮している。X線CTスキャンは、X線の透過率が、物質内部の元素の原子番号や密度によって異なることを利用して、あらゆる角度からX線を透過することにより、それらの透過率をコンピューター処理して像を描いているのである。

癌細胞のみの治療

癌治療に放射線を利用して癌細胞を破壊して治すことはよく知られているが、最近、もっと進んだ研究が行われている。すなわち、重粒子と呼ばれるアルファ粒子よりも重い炭素、ネオン、シ

リコン、アルゴンなどの原子核を用いた重粒子線照射治療の技術も実用化の研究が進んでいる。重粒子線は、その性質から、生体中の一定深さのところで停止し、細胞にエネルギーを与えて粒子自体のエネルギーを失って、正常な組織に影響を与えることなく、ほとんどのエネルギーが癌細胞を死滅させることに使われる。従来のガンマ線照射治療で難しかった深部の癌や、放射線に耐性の強い癌に威力を発揮できる。

院内感染の低減

透過性の高い放射線は、今まで不可能であった注射針のような細い部分も気にすることなく、確実に滅菌することができる。また包装後に照射することが可能なので、院内感染につながる滅菌漏れを防止できることなどから、大病院では広く普及されている。

カバの赤い汗の効用

最近の新聞で大きく報道されたが、橋本貴美子・京都薬科大助教授(天然物化学)と上野動物園(東京)が共同で、「血の汗」ともいわれるカバの赤い汗に、紫外線や細菌から身を守る色素が含まれていることを解明し、5月27日付英科学誌ネイチャーに発表した。カバの汗についてはさまざまな解釈があったが、その成分を分離し、働きを特定したのは世界で初めての快挙である。

カバの汗は粘着質で強アルカリ性であるが、汗をかいた直後は無色透明だが、数分で酸化して赤く変わり、水分が蒸発すると数時間で茶色に変化する。

橋本助教授らは、上野動物園で雄の「ジロー」と雌の「サツキ」の実物の汗を採取し、水に溶かして分子の大きさによって色素を分離し、還元処理などで、赤、オレンジ2色の色素を安定した状態で取り出すことに成功した。

この色素を分析したところ、なんと地上に届く紫外線の波長領域で高い吸収率を示すことを実証した。また、カバによく似た皮膚を持つカエルに取り

付く細菌や、傷を化膿(かのう)させる細菌に加えると、高い殺菌効果も確認されたという。

自然界には人間が考える以上にいろいろな特徴のある成分があり、これはまさに新しい放射線の遮蔽体である。今後の研究により新たな日焼け止めクリームをはじめ、さまざまな分野で応用されていくものと考えられる。

正当に怖がることは難しい 寺田寅彦の名言

以上、放射線の効用について書いたが、何事も「過ぎたるは及ばざる如し」である。ビールが大変おいしい季節になってきたが、このビールといえども新入生の歓迎コンパなどで、一気飲みで死ぬ事故が毎年のように起きている。放射線も大量に浴びると死を招くので、放射線従事者には国際的な許容限度が定められているのは当然である。

物理学者でかつ随筆家である寺田寅彦の言葉に

「ものを怖がらな過ぎたり、怖がりすぎたりするのはやさしいが、正当に怖がることはなかなか難しい」という言葉があるが、一般に放射線が必要以上に怖がられているのは、「放射線は見えないし、浴びると癌になり恐ろしい。」などと思われていることが主な理由だろう。

冒頭のラコステさんの良い放射能と悪い放射能ではないが、われわれ原子力に携わっている専門家も、もっと放射線の効用を日本および世界の人々に広めていく必要があるだろう。

タイム誌が全世界の人を対象に投票を実施している「20世紀を代表する人」でアインシュタインが選ばれたが、原子力は20世紀に生まれた最高の技術の一つであり、その応用範囲は広く、人類に貢献している。最近では原子力技術者が自信を失っている。この羅針盤で言い続けている結言で締めくくる。

「自信を取り戻そう日本の原子力 2004年を原子力復興の元年に」である。



炭素 14 で年代測定された
屋久島の縄文杉