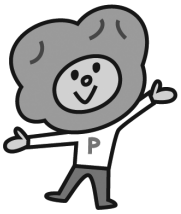
原子力産業新聞（2014年1月30日付・2面）

原子力ワンポイント

広く利用されている放射線 22



多くの人は「放射線はがんのもとになる悪玉」と思っていますが、生命維持に必要な酸素も遺伝子（DNA）を傷つけるという事実があります。日常生活で生じるDNA損傷の本当の主役は、「酸素と自然放射線」のどちらでしょうか。

ゆりちゃん　酸素と放射線が、遺伝子（DNA）を傷つける仕組みは同じなのですか。

タクさん　酸素が、エネルギーを生産する体内の工場（ミトコンドリア）で消費されると、反応性の高い物質（活性酸素）がつくられます。この活性酸素がDNAと反応してDNAに傷をつけるのです。一方、放射線の場合は、①DNAに衝突して直接的に傷をつける、②体内に存在する水と反応して活性酸素をつくり、間接的に傷をつける、という二通りの方法をとります。館野之男博士は著書「放射線と健康」の中で、「放射線（X線やガンマ線）がDNAに衝突して直接的に傷をつける割合は、全体の五%くらい」と述べていますが、実は、放射線の場合も酸素と同様、DNAの大部分の傷は「活性酸素」によってつくられるのです。

DNA損傷の主役は放射線よりも酸素

ゆりちゃん　それでは、どうして、放射線ばかり怖がられるのですか。

タクさん　DNAは、ちょうど梯子（はしご）のように、「遺伝子の情報をになう物質（塩基）を真ん中にして二本の鎖で支える」構造をしています。DNAの傷は三種類に分けられます。それらは、①鎖が二本ともほぼ同じところで切れる場合（二本鎖切断）、②鎖が一本だけ切れる場合（一本鎖切断）、③塩基だけが傷つく場合（塩基損傷）――です。一本鎖切断と塩基損傷はほぼ百%修復されることがわかっています。これに較べて二本鎖切断は治しにくく、がん発症の主な原因と考えられています。酸素がつくる二本鎖切断の割合は「一千万個の傷のうち一個程度」なのに、放射線がつくる割合は「百個の傷のうち二個程度」と多いのです。このことから、従来、体内に取り込まれた酸素が作るDNAの傷は「修復可能」だが、放射線がつくる傷は「修復不能」という常識ができあがっていたのです。

ゆりちゃん　日常生活で酸素と自然放射線のどちらがDNA損傷の主役ですか。

タクさん　米国のマイロン・ポリコーブ博士は「がん発症までには生体防御の四つの砦（前回の原子力ワンポイント）」があることを考慮して、「呼吸する酸素と自然放射線が、一日当たり、一個の細胞当たり、何個の傷をDNAにつけるか」、理論的に計算しました。その結果を表1に示します。驚くことに、自然放射線がつくる二本鎖切断の数は、酸素がつくる傷の約千分の一しかないのです。つまり日常生活で、修復不能なDNAの傷をつくっている主役は、放射線ではなく、「人が呼吸して体内に取り入れる酸素」だったのです。

表1. 酸素と自然放射線のどちらがDNA損傷の主役か

損傷の種類 ＼ 作用源	DNA損傷（総数）（個／細胞／日）	DNA損傷（2本鎖切断）（個／細胞／日）
酸素（細胞呼吸）	1,000,000	0.1
自然放射線（1mSv／年 ≒2.5μSv／日）	0.005	0.0001

館野之男著「放射線と健康」より作成

（原産協会・人材育成部）