

放射線による遺伝子障害

高木 信夫

この話は ①遺伝子、②放射線、③低線量被曝の3部に分けてお話し致しました。ここにその要約を示します。

遺伝子とは

DNAはA、T、G、Cという4文字からなるアルファベットを使って遺伝情報を伝える。この4文字列から連続した3文字を選んで一つの単語が作られる。これらの単語は特定のアミノ酸か情報読み取りの開始と停止のいずれかを意味する。DNAの3文字単語で綴られた文章に従って20種類のアミノ酸のいずれかが次々に連結され、必要な時に必要量のタンパク質が形成されて生命現象が進行する。我々の細胞が持つ長大なDNAは互いに相補的な2本の単鎖が対をなして二重鎖を形成するのが特徴である。一方の鎖のA、T、G、Cに対して他方の鎖ではT、A、C、Gが各々対応する。この関係を利用して細胞分裂毎にDNAは正確に複製され娘細胞に伝えられ我々の体を構成する細胞は皆同じDNAを持ち、遺伝的に同等となる。

何らかの原因で3文字からなる単語に変化が生じた場合には、タンパク質に間違ったアミノ酸が入ってしまったり、途中でタンパク質の形成が停止してしまい本来の機能が発揮出来なくなったりすることがある。突然変異と呼ばれる現象で、生殖細胞で起きた場合には先天異常の原因になったり、体細胞で起きると細胞死やがん化の原因となることがある。

放射線とは

ここで扱うのは照射した物質に電離を起こす事が出来る高いエネルギーの流れ、 γ 線、 β 線、 α 線などの電離放射線である。放射性物質などから放射され、透過力が高く物体を突き抜けその中の原子や分子が持っている電子を吹き飛ばし電離・励起をもたらす。 γ 線は金属板をも透過し、遮蔽には10cmの鉛板が必要である。 β 線は空気中をある程度飛ぶが1cmのプラスチックで遮蔽出来る。 α 線の透過力は弱く1枚の紙でも遮蔽出来る。電離放射線は重要な生体分子を傷つける。高レベルの被曝では生体分子に多量の分子切断が起きてそれぞれの機能が低下し、脱毛、下痢、出血、紫斑などの急性症状が出る。より低レベルの被曝では遺伝子DNAを損傷・切断するが、ほとんどの傷は相補性を利用して速やかに修復される。しかし、DNA二重鎖切断は交換型染色体異常や突然変異を引き起こすことが多く癌を始めとした様々な病気の危険性を高める。

低線量被曝

日常生活で我々が経験する恐れがあるのは低線量被曝である。マウスの生殖細胞では

被曝線量に比例して突然変異が起きると報告され、原爆被爆者のリンパ球に維持されている染色体異常にも同じ傾向があるとされている。つまり、放射線は微量でも影響があるという事になるが、マウスにおける放射線誘発癌や胎生致死には閾値があり、低線量の放射線は無害と主張されている。2.4 ミリシーベルト／年程度の自然放射能の存在もこの主張を支持する様に思われる。

しかし、バンダジェフスキーによるとチェルノブイリ事故の影響を受けたベラルーシ共和国における 2008 年度の死因の第一は心臓病の 52.7%(日本では 15.9%)で、しかもこのような患者の心筋には他の原因で亡くなった患者よりもセシウム 137 の蓄積が多かったと云う。また子供のセシウム 137 の蓄積量と心電図異常頻度が密接に関連しているとも報告され、内部被曝の深刻さが理解され始めている。外部被曝では γ 線が主役を演じるが、内部被曝ではほとんど外部被曝の恐れは無い α 線と β 線の影響が大きいとされる。 γ 線は少数の分子を切断してエネルギーを保持したまま体外に飛び出してしまうので分子切断は組織内に一様且つ疎らに分布する事になり傷の修復も期待出来る。

一方、 α 線が一本飛び出すと個体中で 40 μ F N1m 飛ぶ間に約 10 万個の分子切断を行い、同様に β 線の場合は 1cm ほど飛ぶ間に 2 万 5 千個の分子切断を行うと云う。これらの場合には分子切断が局所的に集中するので修復が間に合わなかったり、間違いを生じたりして人体に大きなダメージを与え、晩発性障害を引き起こす可能性が高くなる。

長い間広島・長崎の被爆者を治療して来た肥田舜太郎医師が発見した「原爆ぶらぶら病」と同じ症状が大気中核実験により被曝した米軍兵士とチェルノブイリ原発事故被爆者の間にもあり、各々「慢性疲労症候群」と「放射能 疲れ」と呼ばれているという事である。一般検診では異常は発見されないが、疲れやすく、だるく、根気が無く、病気にかかりやすく、かかると重症化しやすく、わずかなストレスで症状が悪化する等の傾向は内部被曝が原因である可能性が高いとされる。

更に、培養細胞を α 線で照射すると、直接照射された細胞だけでなく、周りの細胞にも影響が及ぶバイスタンダー効果、ごく低線量の γ 線によって細胞膜などが破壊され細胞死を招くペトカウ効果の存在も知られている。このように、放射線特に低線量被曝の影響には分からないことが極めて多い。これでは放射能・放射線を正しく恐れよと云われても当惑するほか無い。

参考書

1. 近藤 宗平「人は放射線になぜ弱いのか」講談社、1998 年
2. 肥田 舜太郎「内部被曝」扶桑社、2012 年
3. 谷ヶ崎 克馬・盛田敏也「内部被曝」岩波書店、2012 年
4. ユーリ・I・バンダジェフスキー (久保田護訳)「放射性セシウムが人体に与える医学的・生物学的影響 チェルノブイリ原発事故被曝の病理データ」、合同出版、2011 年

(2013 年 6 月 23 日 世話人宛て送信・受理)