

本シリーズの最終コラム(その7)として、今回は「1ミリシーベルト(mSv)の生物学的意味」を探ってみましょう。

ゆりちゃん: 下先生は、「1mSvの生物学的意味」についてどのように説明しているのですか?

タクさん: 下先生の著「空気と水と放射線」の32p「⑦1mSvの生物学的意味」を見ると、次のような文章が目に入ってきます。「生物学的な影響は総線量で説明されます。」その後で、「放射線の生物影響には、①しきい値(しきい線量)があつてその値以上で発症する影響(血液中のリンパ球の変化、眼の病気である白内障等)、及び②しきい線量のないがんや遺伝性疾患、の2種類があります」と説明しています。そして、「100mSv以下の『低線量放射線(当然1mSvが含まれます)』による発がんリスクは、とても小さくて、他の原因による発がんリスクに隠されてしまうため、人の疫学調査<sup>i</sup>では、『発がんの原因が放射線にあると確定することができません』と所見を述べています。

ゆりちゃん: 1mSvは、100mSvに比べたらかなり低い線量だと思うけれど、それでも悪い影響があるの?

タクさん: 難しい質問ですね。専門家の立場から、放射線防護に関する勧告を行う国際放射線防護委員会(ICRP)は、「放射線防護と管理の視点に立って、100mSv以下の低線量放射線でも、『悪い影響は線量に比例して生じる』と仮定し、それなりの影響がある」と見なしています。下先生は、「ICRPは、安全側に立って物事を決めようという立場(影響がないと考えるのではなく、影響があると考えて物事を処理する立場)に立っているからです」と所見を述べています。そして、「生物影響研究者の中には、数10mSvほどのところにしきい値があると考える学者も多くいます。またプラスの効果(ホルミシス効果<sup>ii</sup>)があると考える学者もいます。これらの考えはいずれもデータに基づいてはいますが、現時点では、関係者の間で合意されるに至っていません」と説明しています。

ゆりちゃん: 1年間に受ける線量が1mSvと少ないといっても、同じ量を被ばくし続けたとすると、100年生きれば生涯の総線量は100mSvになるよね。それでも「放射線の影響は心配ない」と言うの?

タクさん: 最近、放射線の影響については、「短時間に受ける線量が小さい(この中には1年間に受ける線量が1mSvも含む)と、総線量が大きくなっても発がんリスクは上がらない」ことがわかってきました。これまでがんは単純に、「組織幹細胞<sup>iii</sup>(以下『幹細胞』という)の集団(以下『プール』という)に障害が蓄積することで生じる」と考えられてきました。しかし、DEN-CHU-KEN TOPICS<sup>iv</sup>では、「(放射線損傷した幹細胞の数を調べてみたら)低線量率『0.003Gy/時間(≒3mSv/時間)』の被ばくでは、非照射との有意な差が認められないことが明らかになりました」と述べています。この事実は、「放射線で傷ついた少数の幹細胞が、周囲の正常な多数の幹細胞の攻撃(幹細胞競合と呼ばれている)を受けて、プールから追い出され、放射線影響の発現が抑制される」可能性を示唆しています。どうやら放射線の生物影響を考える上で大事な要素は、「総線量」ではなくて「線量率」のようですね。

<sup>i</sup>ヒト集団を対象とし、疾患の分布、増減などを調査する方法

<sup>ii</sup>多量であれば毒性を示す物質や作用源が、少量のときには生体を刺激して生理学的に有益な効果を生じることを意味する。

<sup>iii</sup>組織内にごくわずかに存在し、生涯にわたって体を維持する役割の機能細胞(さまざまな組織や臓器に分化した細胞)を作る源の細胞

<sup>iv</sup>DEN-CHU-KEN TOPICS VOL.26(2018年10月)

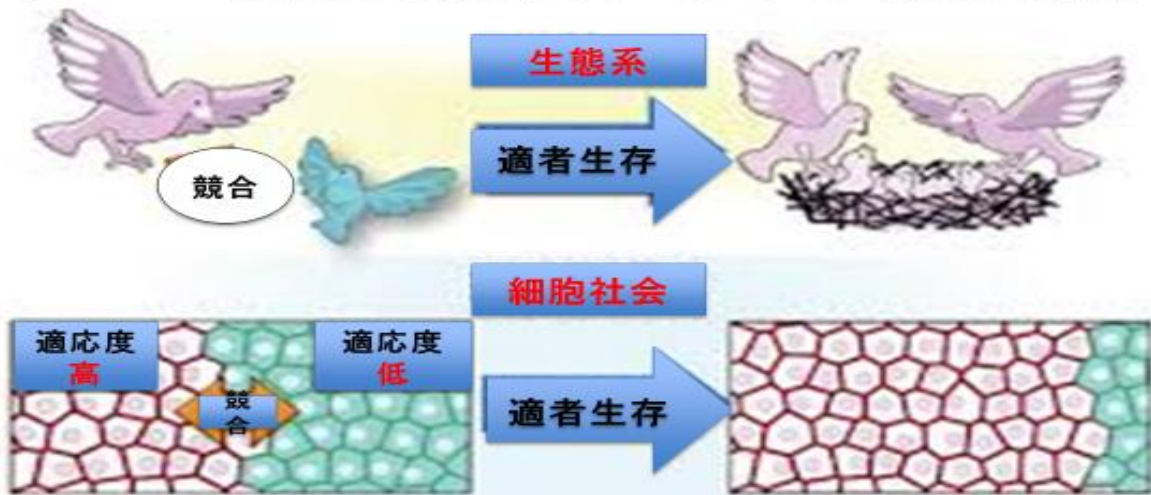
ゆりちゃん：ところで、細胞競合って、「幹細胞競合」以外にもあるのですか？

タクさん：これまでは、「幹細胞競合」の話をしてきましたが、細胞競合にはこれ以外に、上皮細胞のようにさまざまな組織や臓器に分化を終えた細胞（機能細胞）同士でも起こるのです。図1を見て下さい。

ゆりちゃんは、地球上の生物が、互いに競合しながら「適者生存<sup>v</sup>の原理」に従って、現在の安定した生態系を構築してきた事実を知っていますか？驚くことにこのような競合が、生体を構成する機能細胞同士でも起こっていたのです。この細胞競合が発見されたのは、今から約45年前の1975年、MorataとRipollによるショウジョウバエを使った研究でした<sup>vi</sup>。近年、このような細胞競合がショウジョウバエだけではなく、哺乳類を含む多細胞生物でも起こる一般的な現象であり、そのメカニズムが明らかになるにつれて臨床応用、特にがん制御における細胞競合の重要性が認識されてきました。

これまで、放射線影響研究の分野では「生命の進化の過程で構築された4つの『生体防御システム』、すなわち、①放射線が、細胞内の水分子と反応して生じる『活性酸素<sup>vii</sup>』を除去する仕組み、②放射線で傷ついた遺伝子を修復する仕組み、③傷ついて修復できない細胞が自殺する『アポトーシス』と呼ばれる仕組み、④がん化した細胞を排除する『免疫システム』、が有効に働き、低線量放射線（100ミリシーベルト以下）であれば悪い影響を抑えることができる」と考えられてきました。ところが、細胞競合には、「人が放射線を受けて、『変異細胞が発生した超初期の段階』でこれを感知し、これを排除してがんの発症を予防する可能性」のあることがわかってきました。すなわち、これまでの4つの生体防御システムに加えて「細胞競合」が、重要な働きをしていることが分かってきたのです。驚きましたね。細胞競合には未だ未解明の部分がありますが、今後更に研究が進めば、「低線量率放射線の影響には『しきい値』がある」ことを、科学的に証明できるかもわかりませんね。  
(原産協会：人材育成部)

## 図1. 生態系と細胞社会における「競合」現象



(参考：北海道大額遺伝子病制御研究所TOPICSより)

<sup>v</sup> 生存競争で環境に最も適したものだけが生き残って子孫を残しうること。ダーウィンが「種の起源」で自然選択よりの確な語であると述べた。

<sup>v</sup> Morataら「Minutes: mutants of drosophila autonomously affecting cell division rate」

<sup>vii</sup> 大気中に含まれる酸素分子がより反応性の高い化合物に変化したものの総称である。活性酸素は、細胞伝達物質や免疫機能として働く一方で、過剰な産生は細胞を傷害し、がん、心血管疾患ならびに生活習慣病など様々な疾患をもたらす要因となる。