

抜けだし、症例把握を拡大し、2011年に19歳以上であった県民の甲状腺がん症例の把握や甲状腺がん以外の悪性疾患や、非がん疾患の症例把握とそのためのシステム構築に力を入れるべきである。甲状腺がんに関しては、特に南のほうに隣接する各県もまた、精密な症例把握をできるだけ早く始めるべきである。

現在の甲状腺がんの発見状況は、WHOによる15年リスクの予測(2013)<sup>4</sup>を、すでに事故後4年目にして上回っていると思われ、WHOなどの推定被ばく線量(2012)<sup>5</sup>が見直される必要がある。WHOの線量評価は「実態とかけ離れて高い」として、日本政府のロビー活動により引き下げられて発表された経緯も明らかになっており(朝日新聞2014)<sup>6</sup>、この経緯は、まだほとんどその詳細が明らかになっていない。そしてこの引き下げ問題は、白血病などの他の放射線関連疾患の予測においても非常に重要である。現在までの甲状腺がんの発生はヨウ素131曝露の影響がかなりの部分を占めていると思われる一方、米国疾病管理予防センター(CDC)が示した最小潜伏期間(Howard 2013)<sup>7</sup>を3年近く過ぎた白血病に関しては、ほとんど症例把握が行われていない。引き続き、福島県内の空間線量率の高い地域においては、妊婦や若年者を優先させた、避難を含む一層の放射線防護対策が望まれる。年齢別の政策が議論されることがまったくないまま、現在促進されている高い空間線量の地域への帰還政策は、当分延期されるべきである。

#### 文献

1—Lentner C.: 95% Confidence limits for  $\lambda$ . In; Geigy scientific tables. volume 2. Introduction to statistics, Statistical tables, Mathematical formulae. Chiba-Geigy Ltd. Basle, 1982, p. 152.

2—津田敏秀: 『『偽陽性』をめぐる甲状腺がん議論の整理』, 科学2014; 84(12): 1254-1262.

3—Malko M. V.: 19. Chernobyl radiation-induced thyroid cancers in Belarus. Recent research activities about the Chernobyl NPP. T Imanaka edited, Accident in Belarus, Ukraine and Russia 2002, pp. 240-55. Available at: <http://www.rri.kyoto-u.ac.jp/NSRG/reports/kr79/kr79pdf/kr79.pdf> (Accessed March 29, 2015).

4—World Health Organization(WHO 2013): Health risk assessment from the nuclear accident after the 2011 Great East Japan

Earthquake and Tsunami based on a preliminary dose estimation. WHO Press, Geneva, 2013.

5—World Health Organization(WHO 2012): Preliminary dose estimation from the nuclear accident after the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami. WHO Press(2012)

6—朝日新聞(大岩ゆり記者署名記事): [Part2]修正を迫られた福島被曝報告. デジタル版 The Asahi Shimbun GLOBE. 2014年12月7日版.

7—Howard J.: Minimum Latency & Types or Categories of Cancer. Replaces Administrator's White Paper on Minimum Latency & Types of Cancer. Centers for Disease Control and Prevention, 2013 May.

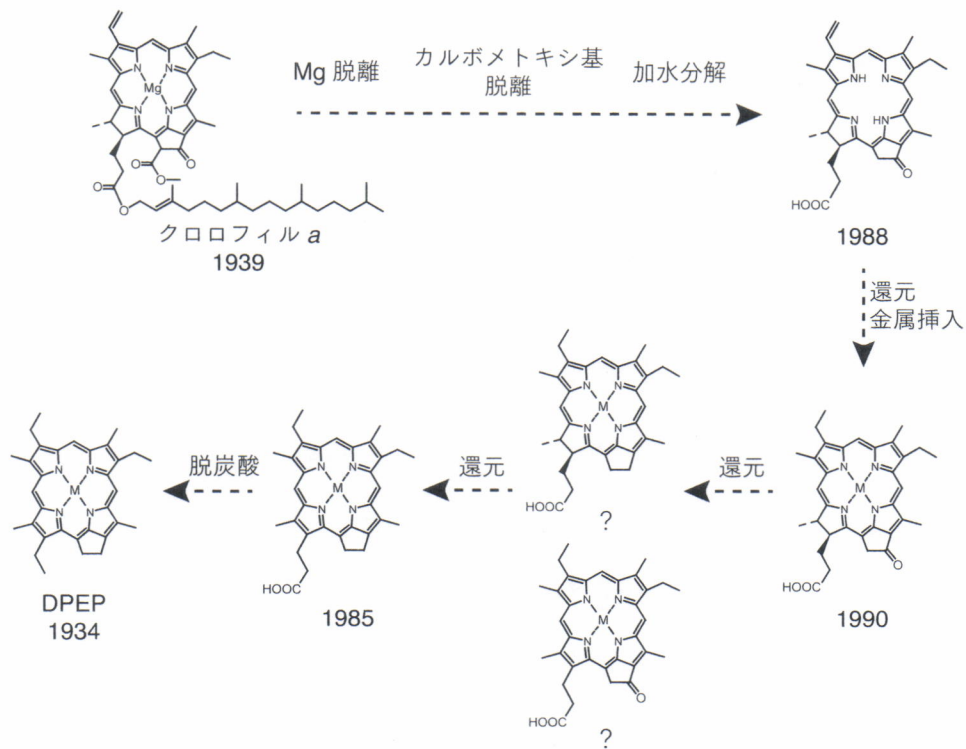
#### コラム 分子で地球を読む No.18

### 華々しさの陰で

大河内直彦 おおこうち なおひこ  
海洋研究開発機構

どんな分野にも、長年解けない謎があるものだ。太古の堆積岩に含まれる赤い色素化合物もその1つだ。この色素化合物がテトラピロール構造をしていることは、1930年代にすでに明らかにされていた<sup>1</sup>。今から80年以上も前のことである。テトラピロールとは、4つのピロールが炭素を介して環状につながった分子の総称である。多数の二重結合が共役しているため、ベンゼンのように、多数の $\pi$ 電子がこの平面分子の両面を天使の輪のごとく取り囲んでいる。おかげで化学的にきわめて安定であると同時に、その吸収波長は可視光の領域にまで及び、それゆえ私たちの目には色をもつ物質として映る。さらに、堆積岩に含まれているテトラピロールの多くは5つめの環も備えている。DPEP<sup>2</sup>と呼ばれるこの化合物の構造は、誰が見てもクロロフィルにそっくりだ(図)。クロロフィルとはもちろん、光合成において光を集めるアンテナ色素である。つまり、クロロフィルが長い時間をかけて堆積物中で変質したものがこのポルフィリンであろうというわけだ。ちなみに、クロロフィルの代表であるクロロフィルaの構造が正確に決定されたのは、実はこの赤い色素よりも後の1939年のことである<sup>3</sup>。

しかし、堆積物中に含まれるこの赤い色素は、



図一クロロフィル *a* からポルフィリン(DPEP)への道のりの一例  
 個々の中間体が初めて記載された年代も示した。

本当にクロロフィル *a* を起源とするのだろうか？  
 クロロフィル *a* から DPEP に至るには、理論上 8  
 つの反応を必要とする。ふつうの化学なら、実験  
 室で個々のステップを再現実験してみるところだ  
 が、悠久の時間を費やして進む化学反応を実験室  
 で再現することは容易ではない。しかも、堆積物  
 はさまざまな鉱物粒子によって成り立っている。  
 とてつもなく多様かつ多数の粒子の集合体である  
 堆積物の中では、さまざまな触媒作用が働くはず  
 である。かつてヴォルフガング・パウリが「神は  
 固体をお創りになったが、表面は悪魔の仕業だ」  
 と述べたように、固体表面では物理化学の常識で  
 は予測しがたいさまざまな反応が起こりうる<sup>4</sup>。  
 金属表面で窒素ガスと水素を反応させてアンモニ  
 アを合成するという単純な反応といえども、フリ  
 ッツ・ハーバーが 20 世紀初頭に初めて成功して  
 から理論的にきちんと説明されるまで、70 年あ  
 まりの歳月を費やした<sup>5</sup>。単純な物質同士の反応  
 ですらこんな調子だから、複雑な有機化合物にな  
 ると言わずもがなだ。多種多様な表面だらけの堆  
 積物の中はきっと、予測不能な反応のオンパレー

ドに違いない。たとえ悪魔の世界にどっぷり浸か  
 ったとしても、堆積物の中でクロロフィル *a* の分  
 解する過程をきちんと理解できる保証はどこにも  
 ない。実際、実験室で再現を試みた研究は例外な  
 く袋小路に迷い込んでいってしまった。

悪魔がうようよする世界を目の当たりにして、  
 研究者たちは別の手段を講じることにした。つま  
 り、さまざまな時代の堆積物を分析して、その中  
 に含まれている中間生成物と思しきものを片っ端  
 から記載していくのである。状況証拠を積み上げ  
 ていく地道な作業である。海底や湖底に長年にわ  
 たって降り積もってきた堆積物中に含まれるクロ  
 ロフィルを抽出すると、クロロフィルに似た構造  
 をもついくつもの化合物が同時に抽出される。そ  
 れらの構造を詳しく解析して、そこで起きつつあ  
 る反応を類推するのである。このようにして、ポ  
 ルフィリンへ至る道筋が一步ずつ埋まっていった。

こういった研究が始まったのは、今からおよそ  
 半世紀前のことだった。その間、高速液体クロマ  
 トグラフィー、質量分析計、核磁気共鳴装置、X  
 線回折装置などといった、物質の分離や分子構造

決定の技術が長足の進歩を遂げた。さらに、深海底掘削などの海底調査技術にもブレイクスルーが生まれた。おかげで、世界中の海底から採取された条件の異なる堆積物から、多様なポルフィリンが抽出され、クロロフィルとポルフィリンの中間体となる多様な化合物が記載されてきた<sup>6</sup>。科学の進歩にはつねに、技術革新が並走しているのである。

ゆるゆると進んだ研究だったが、30年ほどで、ようやくその成果の全貌が捉えられるようになった。図はその一部を示したものである。依然として埋まらないピースがあるのも事実だが、クロロフィルからDPEPが生成されるというかつての仮説は、こういった研究のおかげで「かなり確からしい事実」にまで格上げされることになった。

そうなると科学は、次なるステップへと歩み始める。例えば、このDPEPの炭素や窒素に含まれる安定同位体組成(<sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C比や<sup>15</sup>N/<sup>14</sup>N比)のわずかな違いを測定して、過去に生息していた藻類の生理・生態についての知見が得られるようになった<sup>7</sup>。それがひいては、地球環境が辿った歴史の重要な証拠として採用されるようになっていく。堅牢な根拠に基づいているものほど、より確かな証拠と見なされるのは当然のことである。そう考えると、堆積物の中にほんのわずかしかな含まれない化合物を見出し、その化学構造を正確に決定するという些末にしか見えない研究が、地球史の理解にとってきわめて重要な礎になっていることがわかる。

ともすると人々の目は、目新しく華々しい科学の先端に奪われがちだ。しかし、科学は常に総体として進歩するものである。先端的应用が進むときは、基礎もほぼ時を前後して進歩するものだし、そうでなければならない。基礎をないがしろにして進む応用研究など、砂上の楼閣を違法増築するようなものである。後でとんでもないしっぺ返しを食らうまでだ。とにかく、地質試料に残されたポルフィリンについては、残されたピースはあとわずかだ。残された証拠を見出すことは、ほとんどの研究者にとって直接的には取るに足らないこ

とに違いない。しかし、土台をしっかりと踏み固め、基礎を確かなものにするこの重要性は、いかなる分野にも共通することである。そしてそれこそが、科学がより高みへと進んでいくために必須のことなのである。

#### 文献と注

- 1—A. Treibs: *Ann. Chem.*, **510**, 42(1934)
- 2—正式名称は「Deoxyphylloerythroetioporphyrin」だが、長すぎるので「DPEP」と呼ばれる。
- 3—H. Fischer & H. Wenderoth: *Ann. Chem.*, **537**, 170(1939)
- 4—松本吉泰: 分子レベルで見た触媒の働き—反応はなぜ速く進むのか, 講談社ブルーバックス(2015)
- 5—G. Ertel: *Catal. Rev. Sci. Eng.*, **21**, 201(1980)
- 6—H. J. Callot & R. Ocampo: in *The Porphyrin Handbook*, vol. 1, Academic Press, pp. 349–398(2000)
- 7—N. Ohkouchi & Y. Takano: in *Treatise Geochem.* 2<sup>nd</sup> ed., vol. 12, Elsevier, pp. 251–289(2014)

## 近年問題視されているネオニコチノイド系殺虫剤の生態影響評価の現状と課題

五箇公一 ごか こういち  
国立環境研究所

近年、ネオニコチノイドと総称される殺虫剤による生態系影響が国内外で注目されている。別名クロロニコチル系殺虫剤と呼ばれるこの系列の殺虫剤はニコチンの化学構造式をもとにデザインされた農薬で、神経の興奮性シナプス後膜に存在するニコチン性アセチルコリン受容体に結合して情報伝達を阻害し、昆虫を麻痺させ、死に至らしめる<sup>1</sup>。

この農薬は浸透移行性という、植物の根から吸収されて、植物体内を移行するという性質を持っており、この性質を利用して、作物の根元に粒剤を施用して植物体に吸わせることによって、その作物を吸汁、もしくは食害する害虫を抑制することができる。特に日本では、水田の箱苗にまいて、ある程度薬剤を吸わせてから田植えするという箱苗施用剤として広く普及してきた。