

人類紀を生きる:窒素編

大河内直彦 おおこうち なおひこ
海洋研究開発機構

「人類紀」、英語では Anthropocene。オゾン・ホール¹の理論的研究でノーベル化学賞を受賞した Paul Crutzen によって 2002 年に書かれた論文¹によって世に広められた用語である。最近、この「人類紀」をさまざまな場で見聞きするようになっている²。そこで、その理由について考えてみたい。

地球の歴史 46 億年を通して地球環境の変化を引き起こしてきたのは、日射の総量と分布の変化であり、隕石の衝突であり、巨大火山の噴火であった。しかし産業革命以降、特にこの 100 年あまりに起きた地球環境の変化は、少なくとも 1000 万種はいると言われる生物のうちわずか 1 種が知恵を絞って、地面に穴を開けて化石燃料を掘り出して燃やしたり、大気中の窒素を生物に利用可能な化学形に変えたり、大地の一部が区切られてその種だけの食糧が生産されたことなどに起因している。見方によっては、これらも所詮「自然の」プロセスなのかもしれない。しかし、それらが過去 46 億年間に一度も登場しなかったこと、従来の地球環境を大きく変えるまで大規模化していること、生物種の絶滅を数多く引き起こしていることなどを勘案すれば、地球は新しい時代、つまり人類紀に突入したと考えることは理に適っている。ただしこういった考えは新しいものではなく、同様の概念は以前からあった。その源流を遡っていけば、20 世紀前半に「生物地球化学」を提唱したロシアの Vladimir Vernadsky にまでたど

り着く³。

一般には、化石燃料の燃焼によって大気中に放出される二酸化炭素とそれともなう地球温暖化問題は、人為的に引き起こされた地球環境問題の筆頭とみなされがちだ。しかし専門家の間では、人類による地球の窒素循環の擾乱もそれに劣らず重大であると見られている。本稿ではこの窒素問題に焦点を当てることにしよう。

耕地において最も重要な養分となる元素は、よく知られているように窒素・リン・カリウムである。そのうち窒素のみが、揮発して大気中に逃げていくことから、19 世紀から窒素肥料は特に重視されてきた。増え続ける人類に安定して食糧を供給するために必須の窒素肥料は、20 世紀初頭に発明され実用化されたハーバー・ボッシュ法に今も大きく依存している。これは、大気中に多量に存在する不活性な窒素ガス(N_2)を水素で還元して工業的にアンモニアを合成するものである。合成されたアンモニアは、尿素などとして耕地に施される。歴史的にみると、ハーバー・ボッシュ法を用いた窒素肥料生産が急増するのは、発明から半世紀後の 1960 年以降のことである(図)。また現在世界で最も人口の多い中国では、1972 年にニクソン大統領が訪中し国交を樹立した際にハーバー・ボッシュ法の工場建設を約束し、それ以降中国の農業生産は急速な発展を遂げた。こうした人工的に固定される窒素は、今年年間 1 億 t を超えるまでになっている(図)。もしこの窒素肥料が世界の総耕地面積 1500 万 km^2 に平均的に撒かれたとすると(もちろんそんなことはないのだが)、その窒素量は 1 km^2 あたり年間 8 t (1 ha あたり 80 kg) にもなる。こういった施肥の効果などにより、地球全体で見ると単位面積あたりで生産される食糧、つまり作物の収穫量は 20 世紀を通して 6 倍になり、