

フロン類排出抑制による 地球温暖化対策

国立環境研究所
社会環境システム研究センター

花岡 達也



1 フロン類排出を見逃すな！オゾン層破壊と地球温暖化への影響

「フロン」と聞くと“オゾン層破壊の問題”を思い浮かべる人が多いだろう。近年、南極のオゾンホールは回復傾向にあると報告され、「フロン問題は、もう解決されて終わった問題」と思われているかもしれない。しかし、まだ終わってはいない。残念ながら「フロン類が地球温暖化にも悪影響を及ぼしている」ことはあまり知られていない。日本ではオゾン層を破壊するフロンを「特定フロン」、破壊しないフロンを「代替フロン」と呼んでいる。ここでは、これらの「フロン類」に対する地球温暖化対策の必要性とその効果、日本や世界における課題について4回の連載で解説する。

フロン類の誕生：フロン類とは何か？

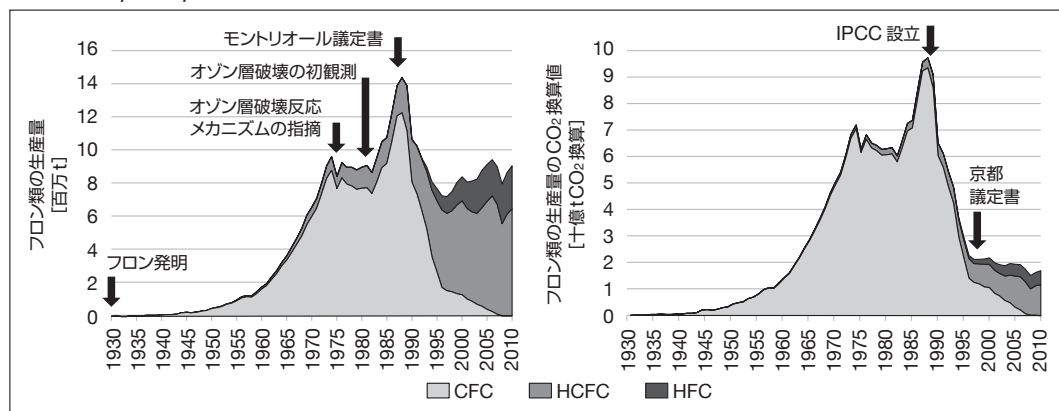
フロン類は自然界に存在しない人工化合物である。揮発性で気化しやすい一方で加圧によって液化もしやすい。また、金属や電子部品などに対して非腐食性であり、無色透明、無臭、不燃性、さらには人体に対して無毒性であるなど、自然界にはない理想的な人工化合物であった。そのため、1930年代から冷蔵庫やエアコンで用いられる冷媒（熱を運ぶ媒体）、スプレー缶のエアゾール、電子部品や精密部品の洗浄剤、家具や内装などに用いる軟質ウレタンフォーム、住宅や冷凍冷蔵庫の断熱材に用いる硬質ウレタンフォームなど、さまざまな用途で用いられてきた。また、人体に無害であることを理由に、これらは環境への影響を考えず大気中に排出されてきた。

オゾン層破壊が起こった理由は？

フロン類には、化学結合に塩素を含むクロロ・フルオロカーボン（CFC）、ハイドロ・クロロ・フルオロカーボン（HCFC）と、塩素が含まれないハイドロ・フルオロカーボン（HFC）がある。1930年代に開発され使用されてきたCFCとHCFCは、化学的に安定して分解されにくいいため、大気中に長期間存在する。そのため対流圏（高度約0～15km）では分解されず大気の循環により成層圏（高度約15～50km）に到達し、南極および北極方向に運ばれる。そこで紫外線によって分解され塩素が遊離する。この塩素が触媒作用（自分自身は反応しないが、他の物質の化学反応を促進する）を起こして極域における成層圏オゾン層を破壊する。これが1974年に初めて指摘されたオゾン層破壊反応メカニズムである。

1980年代になってこのメカニズムが地上観測や衛星観測によって科学的根拠をもって実証されると、1985年に「オゾン層保護に関する国際条約」が採択された。続けて1987年にCFCやHCFCなどのオゾン層を破壊する物質に対する規制を定めた「モントリオール議定書」が採択された。これらの国際合意により、オゾン層破壊物質の生産と消費を段階的に廃止する国際的なスケジュールが定められた。オゾン層保護に関する国際条約のきっかけとなったオゾン層が破壊される大気化学メカニズムの研究が、1995年のノーベル化学賞を受賞し、「フロンはオゾン層を破壊する」という情報が広く一般に知れ渡ったのだ。

●世界のCFC, HCFC, HFCの生産量の推移



注1) フロン類生産量は、AFEAS, UNEP, UNFCCCのデータベースを用いて筆者が作成。

注2) フロン類生産量のCO₂換算値は、IPCC第4次評価報告書における地球温暖化係数の値を用いて作成。

左図はこのような国際的な背景と世界のフロン類生産量の推移を示している。日本ではCFCやHCFCを特定フロンと呼び、国際規制に従って生産・消費を段階的に廃止した。そして、オゾン層を破壊しないHFCを代替フロンと呼び、代替物質として利用していった。

地球温暖化への大きな影響

CFCとHCFCはオゾン層破壊物質であるだけでなく、温室効果ガスでもある。さらに、オゾン層を破壊しないHFCもまた温室効果ガスである。その温暖化能力は、代表的な温室効果ガスである二酸化炭素(CO₂)の温暖化能力と比較して、数百から数万倍と非常に大きい(2019年11月号27頁参照)。つまり、わずかな量のフロン類を大気中に排出しただけで、多くのCO₂を排出したと同じ意味を持つ。

右図に示すように、フロン類生産量のCO₂換算値は1987～1988年頃が最も大きい。世界の化石燃料燃焼によるCO₂排出量と比べて約50%弱に相当し、地球温暖化に大きな影響を与えた。2000年代になってCO₂換算値は減ったものの、それでも化石燃料燃焼によるCO₂排出量と比べて約10%弱に相当する。依然として多くのCO₂換算値に相当するフロン類が生産されてきたことが分かる。

気候変動問題は1970年代頃から注目され始め、1988年に気候変動に関する政府間パネ

ル(IPCC)が設立された。1990年に出版されたIPCC第一次評価報告書ではCFCやHCFCが温室効果ガスとして取り上げられ、オゾン層破壊だけでなく地球温暖化にも注目する必要性が指摘された。

その後、新たな問題としてHFCの生産と消費に伴う排出が先進国で増加傾向にあることが注目され始めた。オゾン層保護のためにCFCやHCFCの生産と消費は削減したが、1990年代からその代替としてHFCの生産と消費が増加したためである(左図)。特に、先進国では家庭用冷蔵庫、ルームエアコン、業務用冷凍空調機器などに用いられる冷媒HFCの消費が増加した。そのため、1997年の気候変動に関する国際連合枠組条約(UNFCCC)の第3回締約国会議で採択された京都議定書によって、先進国においてHFCは排出規制の対象に定められた。

今日では、先進国だけでなく途上国においても、冷媒HFCの排出量の増加が問題となっている。途上国では、京都議定書においてHFCは排出規制の対象に定められなかったため、回収・破壊処理が適切に実施されず、消費されたものが無対策のまま大気中に排出されてきた。そのため、途上国でもフロン類に対する排出削減対策を取る必要がある。次号では、フロン類の排出に対する国内や海外の制度や課題、必要とされる対策について、より詳しく解説していく。📖