

FAQ 8.2 | 大気質の改善は気候変動に影響があるのか？

そのとおり、影響がある。ただし、どの汚染物質を制限するかによって、気候を寒冷化する場合もあれば温暖化する場合もある。例えば、二酸化硫黄(SO₂)の排出削減は温暖化の促進につながるが、窒素酸化物(NO_x)の排出規制は(対流圏オゾンの削減による)寒冷化と(メタンの寿命とエアロゾル生成への影響による)温暖化の両方の効果を有する。大気汚染は降水パターンにも影響することがある。

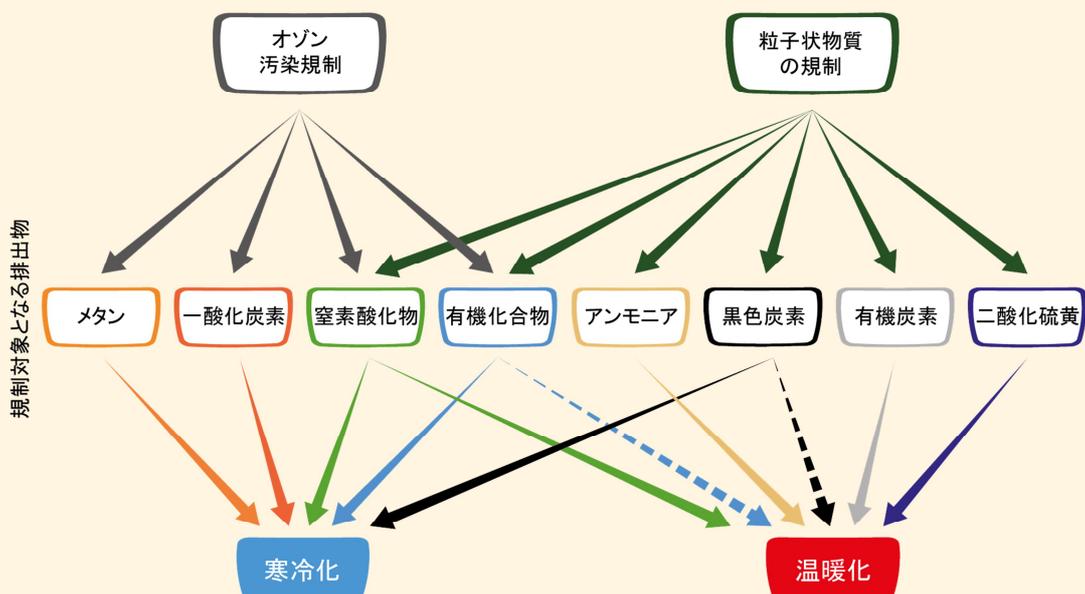
大気質とは、オゾン、一酸化炭素、窒素酸化物、エアロゾル(固体又は液体の粒子状物質)のような浮遊する地上の汚染物質の程度のことである。このような汚染物質への曝露(ばくろ)は呼吸器疾患や心血管疾患を悪化させ、植物や建造物に被害を与える。このため、ほとんどの主要な都市部では浮遊汚染物質の放出を規制しようとしている。

二酸化炭素(CO₂)やその他のよく混合された温室効果ガスとは異なり、対流圏オゾンやエアロゾルは大気中に数日から数週間しか滞留しない。ただし、地球システム内で間接的な相互作用があればその影響は長引き得る。これらの汚染物質は、たいていの場合排出源や生成源の近くで最も影響力があるため、世界で平均すれば効果は小さくても、そうした場所では局所的あるいは地域的な気候変動に影響を及ぼし得る。

大気汚染物質は、その物理的・化学的特性によって、異なった影響を気候に与える。汚染によって生じた温室効果ガスは、主に短波及び長波放射を通じて気候に影響を与えるが、エアロゾルはそれに加え、雲-エアロゾル相互作用を通じて気候に影響を与える。

人為起源のメタン排出を規制して(FAQ 8.2 図1)地表付近のオゾンを低減させる方法は、「ウィン・ウィン」の関係であることが明らかにされてきた。しかし、他のオゾン前駆物質の規制の結果は常にこれほど明快とは限らない。例えば、窒素酸化物排出規制は、対流圏オゾンを減らすことから寒冷化の効果があると期待されるかもしれないが、メタンの寿命やエアロゾル生成に与える影響が全体的な温暖化をもたらす可能性のほうが高い。

衛星観測によって、東アジアにおいて石炭火力発電所から出る二酸化硫黄(光を散乱する硫酸塩エアロゾルの主要な前駆物質)の大気中濃度が最近数十年間上昇していることが明確になった。最新の発電所は、そのような排出を減らすためにスクラバー(有害物質除去装置)を利用している(同時に発生する二酸化炭素排出とそれに伴う長期的な気候の温暖化には対応していないが)。これによって大気質は改善されるが、硫酸塩エアロゾルの寒冷化効果も低減されるために、温暖化は深刻化する。エアロゾルによる寒冷化はエアロゾル-放射相互作用及びエアロゾル-雲相互作用を通じて生じ、工業化以前の時代以降で-0.9 Wm⁻²(全てのエアロゾルの合計、8.3.4.3)と推定され、特に、人為起源の排出が急増した20世紀後半に大きく伸びている。(次ページに続く)



FAQ 8.2 図1 | 汚染物質規制が個々の排出物及び気候に与える影響の概略図。実線^[正誤表参照]は既知の影響、破線は不確実な影響を表す。

FAQ 8.2(続き)

他方、黒色炭素、つまりすすは、大気中で熱を吸収し(人為的な化石燃料及びバイオ燃料起源のもので 0.4 Wm^{-2} の放射強制力をもたらしている)、雪の上に沈着すると雪のアルベド、つまり太陽光を反射する能力を低下させる。したがって黒色炭素の排出削減は寒冷化効果を有するが、黒色炭素の雲との付加的な相互作用については不確かであり、何らかの温暖化効果をもたらす得る。

大気汚染規制では、運輸やエネルギー生産など人為的活動の特定部門を規制対象にすることもある。この場合、対象とされた部門内で規制物質と一緒に排出される物質によって、化学と気候変化が複雑に絡まり合うことになる。例えば、バイオ燃料の燃焼で生じる煙には、オゾン前駆物質に加え放射吸収性粒子と放射散乱性粒子の両方が混合されて含まれており、これに対する複合的な気候への影響を解明することは難しいかもしれない。

このように、地上における大気汚染規制は気候に何らかの結果をもたらすだろう。規制対象の排出物と気候との組み合わせの中には、大気汚染物質が降水パターンに与える影響をはじめ、まだあまり理解されていないものや特定されていないものもあり、そうした結果を完全に定量化することは難しい。また、気候変動の大気質への潜在的効果においても、重要なねじれがある。特に、汚染地域における地上オゾンと気温との間で観測されている相関関係では、気候変動による気温上昇だけで夏季の汚染が悪化しており、いわゆる「気候のペナルティー^{【訳注】}」が生じていることを示唆している。この関係は、特定の目標を達成するためには地上オゾン規制を厳格化する必要があることを示唆している。加えて、大気汚染物質が淀む現象の頻度と持続時間について予測されている変化は、大気質の状態に影響を与えかねない。これらの特徴は地域によってばらつきがあり評価が難しいが、こうした過程の理解、定量化、モデリングが向上すれば大気汚染物質と気候との全体的な相互作用が明確化するだろう。

【訳注】 気候のペナルティー: 気温に対する大気汚染の感度 (Climate Penalty Factor; CPF) として評価されている。(参考: http://www.metsoc.jp/tenki/pdf/2013/2013_07_0019.pdf)