

よくある質問と回答

FAQ 8.1 | 水蒸気は気候変動にどのように重要なのか？

自然の温室効果の最大の寄与因子である水蒸気は、地球の気候に不可欠な役割を担っている。しかし、大気中の水蒸気量をコントロールするのは主に気温であり、排出量ではない。このため、科学者は水蒸気を気候変動に対する強制力というより、むしろフィードバック因子とみなしている。かんがいや発電所の冷却を通じた人為起源の水蒸気の排出は、地球の気候には無視できるほどの影響しか与えない。

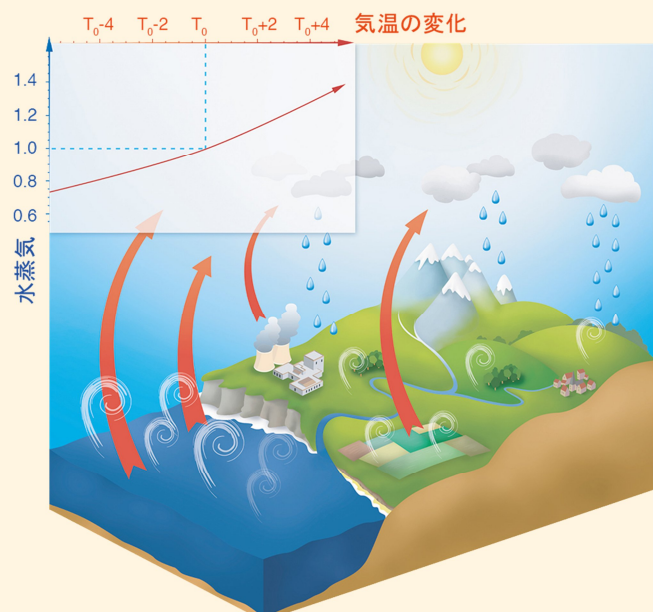
水蒸気は地球の大気中の第一の温室効果ガスである。自然の温室効果への水蒸気の寄与を二酸化炭素(CO₂)のそれと比較すると、計算方法によって異なるがおよそ2倍から3倍に相当すると考えることができる。人為的な活動から大気中へ排出される水蒸気は、かんがいをういた作物からの蒸発の増加によるものがほとんどだが、発電所の冷却によるものや、わずかながら化石燃料の燃焼によるものもある。であれば、なぜ気候変動への強制力としてこれほど二酸化炭素に注目し、水蒸気には目を向けないか疑問に思うかも知れない。

水蒸気は、ある根本的な部分で二酸化炭素とは異なる挙動をとる。水蒸気は凝結し、降水となることができるのだ。高湿度の空気が冷えると、水蒸気の一部が凝結し、水滴や氷晶になって降下する。水蒸気の大気中での典型的な滞留時間は10日である。人為起源の放出源から大気中に入る水蒸気のフラックスは、「自然な」蒸発によるフラックスよりもかなり少ない。したがって、全体の濃度に与える影響は微々たるもので、長期的な温室効果に大きく寄与することはない。対流圏(一般的に高度10 km以下)の水蒸気が放射強制力に寄与する人為起源のガスとみなされないのは、主にこうした理由からである。

人為起源の排出は、成層圏(大気圏の一部で高度約10 km以上)の水蒸気には大きな影響を与える。人間活動によって濃度が増加したメタン(CH₄)は、酸化することで新たな水蒸気の源となる。このことは、成層圏において観測される変化を一部説明する。この成層圏における水の変化は放射に影響を与えるため、1つの強制力とみなされ、評価することができる。成層圏の水の濃度は、過去数十年に大きく変動している。この変動の全体像についてはよく理解されており、おそらく強制力というよりも自然変動に追加されるフィードバック過程の色合いのほうが強いだろう。成層圏水蒸気の温暖化への寄与は、強制力及びフィードバックともにメタンや二酸化炭素よりもはるかに小さい。

大気中の水蒸気の最大量は気温によってコントロールされている。極域では、地表から成層圏までにわたる標準的な気柱には、1平方メートル当たり数キログラムの水蒸気しか含まないが、熱帯域になると同様の空気柱が70 kgも水蒸気を含んでいることもある。気温が1度上がるごとに、大気が保持できる水蒸気は約7%増加する(FAQ 8.1 図1 左上の挿入グラフを参照)。この濃度の増加は温室効果を増幅させ、よってさらなる温暖化をもたらす。水蒸気フィードバックと呼ばれるこの過程は、よく理解されており定量化されている。気候変動の推定に用いる全てのモデルでこのフィードバックは起きており、その強さは観測結果と整合している。大気中での水蒸気の増加が観測されているが、この変化は(大気温度の上昇による)気候フィードバックとして認識されており、人為起源の排出による放射強制力と解釈すべきではない。

現在、水蒸気は地球の大気で最大の温室効果をもたらしている。しかし、二酸化炭素を主とする他の温室効果ガスは、大気中に水蒸気が存在し続けるために必要である。実際、こうした他のガスが大気から取り除かれれば、水蒸気の低下を誘発
(次ページに続く)



FAQ 8.1 図1 | 水循環及びその温室効果との相互作用の模式図。左上の挿入グラフは、気温の上昇に伴って増加する空気中に含み得る水蒸気の相対量(1℃当たり約7%)を示す。白の渦巻きは蒸発を表し、水収支が合うように降水で相殺される。赤の矢印は外向き赤外放射を表す。赤外放射は水蒸気や他のガスによって部分的に吸収される。この過程は温室効果の構成要素の一つである。成層圏の過程はこの図には示されていない。

FAQ 8.1(続き)

するほどに気温は低下し、温室効果は下降の一途を辿ってついには地球を凍結状態に陥らせることになる。つまり、水蒸気以外の温室効果ガスは、現在の大気中の水蒸気の水準を維持するのに必要な温度構造をもたらしているのである。したがって、二酸化炭素は気候に取り付けられた主要な人為的調節つまみであり、水蒸気は2~3種類の一般的要因によって生じた何らかの一次的な強制力を増幅する強力かつ素早いフィードバックである。水蒸気は重要な一次的な強制力ではないが、気候変動の根幹に関わる因子である。