

麻酔薬と地球環境汚染

森田 茂穂・後藤 隆久



森田 茂穂 / もりた・しげほ

1948年群馬県生まれ。74年東京大学医学部卒業。マサチューセッツ総合病院麻酔科レジデント、フェロー、東京大学医学部附属病院救急部、麻酔科学教室などを経て、86年帝京大学医学部附属市原病院麻酔科教授。ハーバード大学、ワシントン大学、ペイラー大学客員教授、新潟大学、富山医科薬科大学、日本大学非常勤講師。専攻は麻酔科学。

はじめに

去年京都で開かれた地球温暖化防止国際会議で、日本は、二酸化炭素等の地球温暖化ガスの人為的排出量を1990年のレベルより6%削減することを要求された。ヨーロッパ諸国が環境保全にこれまで払ってきた努力、これからさらに目指している目標に比べると、この数字は決して突出したものではないが、わが国にとっては、今のままではきわめてきびしいものと言えよう。

麻酔科医が大気中に毎日放出する余剰ガスも大気汚染ガスである。省エネ、環境保護というと自動車や工業、家庭生活ばかり注目されがちであるが、その陰で麻酔も、医療行為という美名に覆われてはいるが、環境破壊の原因になっている。では、余剰麻酔ガスはどんな影響を環境に与えるのだろうか。

1. 麻酔はガスでかけるのが主流

全身麻酔は、エーテル麻酔が今から150年ほど前、Bostonのマサチューセッツ総合病院で初めて公開された時から、麻酔ガスを患者さんに吸わせてかけるのが主流である。現在では、エーテルは引火性が強く、電気メスの火花で火事になってしまうのでもはや用いられず、亜酸化窒素（笑気；N₂O）にハロゲン化炭化水素であるイソフルランやセボフルランなどの揮発性麻酔薬を加えている。麻酔は大量消費を美德とするアメリカで発達したために、現在でも、これらのガスを高流量で、いわば患者さんの口元で吹き流して吸ってもらうのが普通である。実際には、亜酸化窒素と酸素を一分間にそれぞれ4L、2Lずつ流すことが多い。しかし、このうち実際に患者さんの体に取り込まれるのは、亜酸化窒素が50-100ml/分、酸素が200ml/分程度にすぎない。残りのガス、例えば亜酸化窒素なら毎分3.9Lは、大気中へと捨てられている。同時に、これに混ぜられているセボフルランやイソフルランなどの麻酔薬も大気中に捨てられている。

2. 亜酸化窒素は地球温暖化ガスである

地球温暖化といえば二酸化炭素が有名だが、亜酸化窒素も地球温暖化に約6%寄与しており、地球温暖化に関する主な原因ガスの一つである。（図1）

亜酸化窒素は、大気中濃度は低いものの一分子あたり二酸化炭素の230倍の温室効果greenhouse effectを有している。さらに二酸化炭素と決定的に異なり、大気中での寿命が150年と他の温暖化ガスと比べても圧倒的に長い。従って、私たちが今排出している亜酸化窒素は22世紀半ばまで大気中にとどまり、地球を温め続けることになる。

3. 麻酔余剰ガスは亜酸化窒素の人為的排出源としてどの程度重要か

亜酸化窒素は、天然の大気にも存在する。その濃度は、産業革命以前の数千年にわたって一定であったことが、南極の古い氷に含まれる気泡中の空気を調べたりすることで、明らかにされている。しかし最近、石油燃焼等の人為的発生により、大気中の濃度が加速度的に上昇してきた。（図2）

日本の場合、人為的亜酸化窒素排出の総量は、1993年の推定で約54,200トンであり、一方、麻酔用に用いられた亜酸化窒素は、1994年の薬事工業生産動態統計によると約1,315トンと、人為的排出量全体の約2.5%を占めている。この2.5%という数字は、一見とるに足らなく見えるが、実際は決してそうではない。なぜなら、

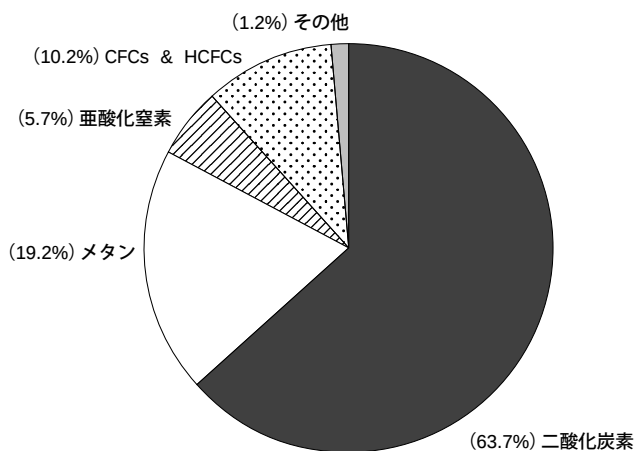


図1：産業革命以降人為的に排出された温室効果ガスによる地球温暖化への寄与度（1992年現在）



後藤 隆久 / ごとう・たかひさ

1962年兵庫県生まれ。87年東京大学医学部卒業。マサチューセッツ総合病院麻酔科レジデント、集中治療医学フェローを経て、95年帝京大学医学部附属市原病院麻酔科講師。専攻は麻酔科学。

温暖化ガス削減が容易でないからである。現状では、各国が数%のオーダーで削減目標を設定し、あるいはそれぞれの思惑を交錯させながら牽制を掛け合っている。というのも、温暖化ガスが産業や経済、人間活動と密接に結びついているからである。例えば、地球温暖化の主原因ガスの二酸化炭素や亜酸化窒素はいずれも石油燃焼が主な発生源であり、この削減は産業や経済の沈滞に即つながりかねない。亜酸化窒素はまた、農業（窒素肥料使用）からも発生するが、この抑制は食糧の減産につながり、増加する一方の世界人口を考えると極めて困難である。地球温暖化は、人口問題にも直結している。このようななかで、麻酔用の亜酸化窒素は、後述するように低流量麻酔を行うだけで、患者さんに何の不利益も及ぼすことなく大幅に削減できる。たとえ2.5%といっても、真剣に考える価値のある問題であろう。

4. 揮発性吸入麻酔薬は一種のフロンガスである

亜酸化窒素と組み合わせて用いられる、イソフルランやセボフルランなど揮発性吸入麻酔薬は、化学構造が、冷蔵庫の冷却ガスやスプレーのガスなどに用いられたフロンガスと共通している。フロ

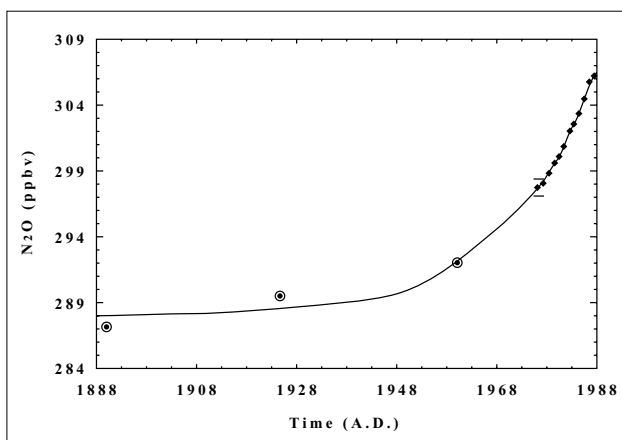


図2：過去100年間の亜酸化窒素の大気中濃度の推移。Khalil MAK, Rasmussen RA; N nitrous oxide: trends and global mass balance over the last 3000 years. Ann Glaciol 1988; 10: 73-79より。

ンガスは大気圏の上層部にあるオゾン層を破壊して地表への紫外線の到達量を増やすうえ、強力な地球温暖化ガスでもあるので、国際規約によりその生産が中止、あるいは規制されている。揮発性吸入麻酔薬も、環境に同様の影響を及ぼす可能性があり、その使用は最小限に留めるべきであろう。しかし、幸いなことに、これらの麻酔ガスは大気中の寿命が2-6年であり、フロンガスの65-110年と比べはるかに短い。さらに、揮発性吸入麻酔薬の中では現在日本で最もよく用いられているセボフルランに限っては、その化学構造に塩素や臭素原子を含まないので、オゾン層に対する影響はごくわずかであろうとも言われている。

5. 明日の世代のためにできることは？

ガス麻酔薬のこのような現状を踏まえて、明日の地球を汚さないようにするには、私たちは何をすべきだろうか。

まず、ガスを全く用いない麻酔をするという方法が考えられる。しかし、現在の静脈麻酔薬は、ガス麻酔薬に比べ麻酔深度の調節性という意味でまだまだ及ばない面がある。

では、ガスの使用量を減らして、低流量麻酔を行うのはどうだろうか。これは、現在のようにモニターが進んだ時代では、極めて容易と言える。医療にかかわる全員が環境への危機感を高めれば、短期間に達成可能ではないだろうか。（欧米では、主に経済的理由により、低流量麻酔が主流になりつつある。）三番目に、環境に影響しないガス麻酔薬を用いる方法がある。例えば、亜酸化窒素より強い麻酔作用をもつキセノンは、大気中に天然に存在するものを精製して用いるので、麻酔後大気中に放出されても、汚染にはならない。キセノン麻酔の研究は、まだ端緒についたばかりであるが、今後の発展が期待される。

6. 終わりに

立つ鳥後を濁さずというが、20世紀の終わりが近づいている現在、次世紀に温暖化ガスという置きみやげを残したくないというのは、私たちに共通の願いであろう。医療に携わる私たちも、今日の前の患者さんを癒すために次世代を犠牲にするのではなく、来世紀も視野にいたれた行動が今求められているのではないだろうか。