TOPICS

地球の温暖化評価と代替化合物の選択

1. はじめに

オゾン層の破壊原因であるフロン（ここではCFC：クロロフルオロカーボンを指す）はモントリオール議定書により先進国では生産が中止された．これに替わる化合物の特性としてオゾン層を破壊しにくいだけでなく，温室効果も低いことが不可欠である．

地球温暖化防止京都会議では，2010年頃までに温暖化の主原因である二酸化炭素や温暖化効果の大きいガスとしてペルフルオロカーボン（PFC），SF6，ヒドロフルオロカーボン（HFC）等合計６種類のガスについて規制されている．この中にはフロンの代替物も含まれている．この規制はそれらの温暖化効果を６種のガスの総和として減らすものであることから，基準である炭酸ガス温暖化効果への他のガスの温暖化効果換算が必要となる．地球温暖化防止京都会議ではこの化合物間の温暖化効果の比較を温暖化係数（GWP：Global Warming Potential）の100年間の積分値で比較している．

一方，われわれはフロンの代替物の開発に取り組んできており，温暖化効果等の評価方法について研究をしてきた．また，2001年4月からの物質工学工業技術研究所の独立行政法人化では産業技術総合研究所内に研究センターを設立し研究を続けている．また，財団法人地球環境産業技術研究機構（RITE）等との共同研究で新規代替物の開発を継続している．

ここではこれらの研究開発での温暖化評価について触れてみる．

2. 化合物の温暖化比較

GWPは式で書くと次のように表される．

$$GWP(X,ITH)=\frac{AGWP(X,ITH)}{AGWP(CO_2,ITH)}$$

大気中寿命の差による大気濃度変化と赤外吸収量等により大気モデルで計算される．これは炭酸ガスを基準値：１として他のガスがどれくらいの温暖化があるかという指標である．しかし，式から分かるように何年間の積算期間で算出するかで，GWPの値は異なる．気候変動に関する政府間パネル（IPCC：Intergovernmental Panel on Climate Change）では20年値，100年値，500年値を掲載している．しかし，地球温暖化防止京都会議で100年値を使用することが決められているので，GWPとは100年値のことを指すと誤解しているケースが見受けられる．100年値は100年の短期評価には向いているが，100年以降については全く無視することになり，大気寿命が長く温暖化効果が大きい化合物に過小評価することになる．また，逆に大気寿命が短い化合物は過大評価されている．表１に大気寿命とGWP値の例を示す．表から分かるように５万年の大気寿命のものと約15年の化合物のGWP100年値は４～５倍しか違わないことになる．GWP100年値は短期の評価としては意味があるが，持続可能社会構築の評価法ではないことは明白である．

表 1 大気寿命とGWP（IPCC 1994）

	大気寿命 y	GWP ITH＝20	100	500	1 000	∞
HFC-134a	14.7	3 300	1 300	420	～250	?
CF4	50 000	4 100	6 300	9 800	～11 600	?

GWP値は算出が大気寿命測定，赤外吸収測定，大気モデル計算等からなり，それぞれにかなりの誤差がある．特に大気寿命測定ではOHラジカルとの反応速度の測定を行うが，反応速度が遅い場合には大きな測定誤差があることがあり注意を要する．また，GWP値は一定ではなくIPCCでも報告年度により上下が激しい．デリケートな温暖化比較を代替物間でする場合には，GWPを使用する限りおおよそですべきことである．

3. 持続可能社会構築のために

温暖化効果の化合物間の比較を明確にし，最終目標である持続可能な社会構築のために長期間での評価が必要となってきている．以下に私の考えている持続可能社会構築に向けた評価について説明する．

ガス状化合物は赤外吸収があり大気中に放出されると温暖化効果がある．しかし，これらのガスは大気中などで分解する．つまり，この放出量と分解量が釣り合ったところが大気中濃度が変化しないでその化合物を使用していける基準ではないだろうか．もちろん，回収・破壊により放出量は減らせることができるが，使用すればある程度は放出されることを覚悟していくことも必要である．

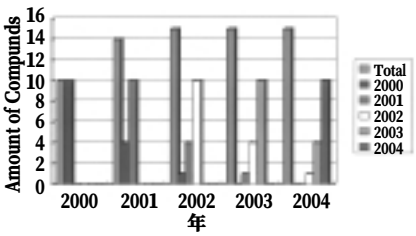

図 1 持続可能社会に対応した温暖化評価

図１に２年ぐらいの大気寿命で，３年間で大気中から消失すると仮定した化合物の場合，その量を１年目に10，２年目に４，３年目に１，４年以降は０と仮定し，棒グラフで表す．毎年10の量を放出すると図１から分かるように３年目以降大気中の量は15で一定となる．つまり毎年10使用しても３年以降は大気中の量は変化しない，つまり持続可能社会に対応していることになるわけである．この考え方では化合物の温暖化はGWP値の無限大の期間での積分値に一致することになる．温暖化の基準の二酸化炭素の大気中での挙動は長期にわたっては未解明な部分が多いが，少なくても100年ではなく分かる範囲で長い積分期間を積算評価することが重要となる．

この評価では大気寿命の短い（数年以内）HFC等の化合物のGWPは現在の100年値よりもはるかに小さくなる．また，大気寿命の長い化合物は現在よりも少し大きくなると予測される．それは基準の炭酸ガスの寿命が長く，数百年以降なかなか大気中で減少しないことが今のカーボンサイクルモデルから示されているからである．

（原稿受付 2001年4月2日）

〔関屋 章 産業技術総合研究所〕