

トピックス

臭化メチルとオゾン層について

農林水産省横浜植物防疫所 ^{たて}桶 ^や谷 ^{あき}昭 ^お夫

平成4年11月23日から25日にかけて、オゾン層保護のための「オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書第4回締約国会議」が、デンマークの首都コペンハーゲンで開催された。

締約国会議に先立ち、11月16日から21日にかけて非公式会議、第8回作業部会、準備会合、専門家会議が開催され、締約国会議成功のため、調整が続けられた。

1. 今次締約国会議には、国連環境計画 (UNEP) は既存規制物質のCFCs, Halons, 四塩化炭素, メチルクロロホルムの全廃を前倒しとする調整及び新たに代替フロン、代替ハロンと臭化メチルを規制対象物質とする改正を提案した。この中で、臭化メチルに関して議定書での合意、決議及び決定された事項は次のとおりである。

(1) プロトコル (議定書) での合意事項

- ① 臭化メチルを規制対象物質とする。
- ② 基準年を1991年とする。
- ③ 1991年レベルで生産・消費量を1995年から凍結する。

ただし、植物検疫及び輸出積み出し前処理を除外する。(消費量は次の計算による。消費量=生産量+輸入量-輸出品量)

④ オゾン破壊係数 (ODP) は新たな知見が出れば改正することを条件として、議定書付属書Eに0.7と記載する。

(2) 決議事項

- ① 臭化メチルの放出を減らし、その回収、再利用に向けあらゆる努力を払う。
- ② UNEPの科学評価委員会及び技術・経済委員会でさらに検討を加える。
- ③ 1995年の第7回締約国会議において削減目標及び全廃時期を検討する。
- ④ ただし、発展途上国は対象外とする。
- ⑤ 削減目標は例えば2000年までに25%減とすることが考えられる。

決議はプロトコルではなく法的拘束力のない精神的なものであるが、UNEPは、この決議を臭化メチルをオゾン層破壊物質としてさらに規制しなければならないと

するシグナルとして受けとめてほしいと説明し、これが採択された。

(3) 決定事項

① Scientific Assessment Panel 及び Technology and Economic Assessment Panel は遅くとも1994年11月30日までに次の事項を調査し、その結果を作業部会に報告する。

○大気中の臭化メチルの量、人工の臭化メチルの放出量、ODP

○大気への放出をコントロールする方法

○代替方法、そのコストと効果、代替法を採用した場合の費用の増加の程度、技術的・経済的利用度、代替法のオゾン層保護効果

② 作業部会はこれについて検討し、1995年の第7回締約国会議に勧告する。

2. フロン、ハロン、四塩化炭素、メチルクロロホルムと同様、臭化メチルは成層圏のオゾン層を破壊するといわれている。すなわち臭化メチルが大気中に放出されると成層圏に到達し、そこで太陽からの強い紫外線を受けて分解される。その時、臭化メチルに含まれている臭素を放出する。その臭素が地球を取り巻いているオゾンと反応し、オゾン層に穴をあける。そうするとこれまでオゾン層によって遮られて地球に達することの無かった、太陽からの強い紫外線が直接地表に達することになる。この強い紫外線により、地表の植物に悪影響を与えたり、人間の免疫システムに影響を与えたりあるいは皮膚癌を発生させたりすることとなる。

3. オゾン破壊に対する臭化メチルの役割について、1992年6月2～3日にワシントンD.C.で開催された臭化メチル科学評価委員会及び同年6月16～18日にワシントンD.C.で開催された技術的・経済的評価委員会で議論された。臭化メチルとオゾン層とのかわりについて、モントリオール議定書締約国にかわって、UNEPがこれら委員会にとりまとめを要請し、委員会はこれを受け、現在の知見をとりとまとめた。その報告は Methyl bromide: Its atmospheric science, technology and economics (UNEP June, 1992) にとりまとめられている。その概要は次のとおりである。

(1) 臭化メチルが大気圏に放出されると、これが分

解して、臭素が発生する。

(2) 大気中の臭化メチルの量が南半球と北半球において地上及び上空で測定された。その結果から推定すると、対流圏における臭化メチルは 9~13 pptv (1 pptv=1/10¹²) と観測され、全体の量にすると、15~22 万トンに相当する。

(3) 臭化メチルの発生源は人為的なものと海洋に由来するものとに分けられる。

(4) 人為的な発生源としては植え付け前の土壤消毒、植物検疫のための殺虫処理及び博物館、図書館など建造物のくん蒸消毒がある。

(5) 化学反応の媒体として使用される量を除いた臭化メチルの販売は統計によると、1984 年は 42,000 トン、1990 年は 62,900 トンであり、年平均増加率は約 6% である。使用量のうち 90% は北半球で使用されている。

(6) 1990 年の世界における使用を分野別にみると、土壤消毒には 51,300 トン、検疫処理用には 8,400 トン、建造物のくん蒸消毒用には 3,200 トンである。土壤消毒のうち 80% はヨーロッパ及び北米で使用されている。

(7) ここで問題となるのは、各使用場面における臭化メチルの使用と大気への放出の関係である。

(8) 土壤くん蒸において、注入が浅く、被覆期間が短いと臭化メチルの大気中への放出は多く、また逆に注入が深い場合はその放出は少ないという観察結果がある。現在の最も一般的な処理方法は、深さ 15~25 cm の注入で 2 日間の被覆であるが、この処理条件における放出率は 45~53% といわれている。

(9) 検疫くん蒸及び建造物くん蒸での放出率は約 80% と推定されている。

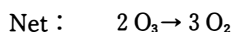
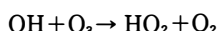
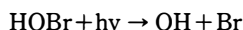
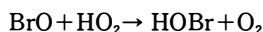
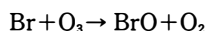
(10) 人為的な臭化メチルの放出も成層圏のオゾン層に影響を与える。化学的中間物の製造に使用されるものを除く、生産量の約半分の臭化メチルが大気中に放出されると推定されている。1990 年にはくん蒸処理後の約 3 万トンが大気へ放出されている。これは海洋面からの放出を含む総放出量の 25±10% に相当すると計算されている。

(11) 臭化メチルの大気中の存在量は南半球より北半球のほうが 1.30±0.15 倍の多いことが報告されている。これは発生源が南半球より北半球に多いことを示している。

(12) 臭化メチルの大気中の総量については、不明確な点が相当残っている。それは、①大気中の臭化メチルの絶対量、②海洋面からの自然の発生量、③土壤くん蒸による大気中への放出量、④大洋海面及び地表面での吸着除去量があげられる。

(13) 人為的な放出量は総放出量の 25±10% と推定されているが、地表面あるいは大洋海面での臭化メチルの吸着除去のファクターが加味されていない。これが有意に大きければ大気中の臭化メチルの量はもっと少なくなるであろう。他方、農業面での使用がもっと大きくその大気中への放出がもっと大きければ、大気中の臭化メチルの量はもっと多くなるであろう。

(14) 成層圏に到達した臭化メチルは分解し、オゾンへの反応体である Br 及び BrO (遊離臭素) と、非反応体の HBr に変化する。つい最近の測定により BrO+HO₂ の反応もオゾンに影響を与えていることが明らかになった。次の反応式が考えられる。



上記の反応式から、臭素化合物がオゾン層へ到達するとこれが分解して臭素となり、さらに変化して、BrO になる。BrO は遊離臭素として、反応性に富み、オゾンと反応して、これを O₂ に変化させると考えられている。他方、Br との反応で HBr も発生するが、この HBr はオゾンと反応することは少ないと考えられている。臭化メチルがオゾン層に与える影響はその絶対量及びそれに由来する BrO の量の如何によっている。

(15) BrO は世界各地で検出されている。Toohey et al. (1990) は地上 15 km と 20 km との間の成層圏で BrO 量を測定している。それによると、地上 15 km の高さでは 2 pptv で最少であり、20 km の高さの近辺では 10 pptv 観測されている。BrO の観測値はモデルから計算された BrO の推定値とよく一致しており、15~20 pptv の全臭素化合物 (臭化メチル、11~13 pptv; ハロン、4~7 pptv) に相当している。他方 HBr について、Traub et al. (1992) は 1988, 1989, 及び 1990 年の気球観測から地上 32 km の高さで HBr を 4 pptv 検出している。

(16) 1980 年から 1990 年にわたり、臭化メチルがオゾン損失にどのように係わっているかを計算した二つのモデルから、1990 年から 2000 年までの 10 年間に臭化メチルがさらに 10 pptv 増加すると、臭素によるオゾン損失はさらに 30% 増加すると推定される。人間の産業活動による臭化メチルはその他の発生源を含む全発生量の約 25% と推定されているので、これは成層圏における臭化メチルの 3 pptv が人間の産業活動に基づくものということができる。オゾンの減少は 4~6% と観測されている

が、二つのモデルの結果からこのオゾン減少の1/10~1/20は人工の臭化メチルによるとされている。もし2000年までに年5~6%の割合で臭化メチルの生産が増加すると、2000年には人工の臭化メチルは5 pptvとなり、オゾン損失の1/6は人工の臭化メチルによることになる。

(17) オゾン保護対策のために科学的指標として、あるハロゲン炭素化合物1 kgが一定期間放出されたとき破壊されるオゾン量を、基準となるCFC-11が1 kg放出されたとき破壊されるオゾン量と比較し、オゾン破壊力を比較することが考えられた。これがオゾン破壊係数(Ozone Depletion Potential)である。ODPを決める要因として、①その物質の大气中での寿命、②臭化メチルから変化するBrOの量、③オゾンを破壊するClOと比べBrOのオゾンの破壊効率(アルファ値)があげられる。

① 臭化メチルの大气中での寿命：大气中のOH及び CH_3CCl_3 と反応できる期間として推定され、現在2.1年といわれている。

② BrOの量：臭化メチルは成層圏ではその寿命は比較的短い分子であるため、BrOの発生はCFC-11からのClOよりずっと早い。

③ アルファ値：最近のモデル及び観測から、アルファ値は30~60であるが、最近のBest estimateとしておよそ40と推定されている。よって、臭素1 pptvは成層圏における塩素の40 pptvに相当する。

以上のことから、臭化メチルのODPは0.7と推定されている。

(18) 臭素が関連するオゾン損失の計算で未解決な事項で最も大きな問題点は、成層圏でのHBrの発生量である。もしHBrの発生量が現在推定されているよりも大きい場合、BrOは少なくなり、したがってODPも小さくなり、オゾン損失も少なくなる。HBrの決定的なデータがなく、BrOの量が相当ばらついていることは、その可能性を否定できない。そして、もし臭化メチルが地表あるいは大洋海面上で大きく収着されてしまうならば、ODPはもっと小さくなるであろう。また、逆にBrO+

HO_2 の反応から発生するHOBrの形成がより早いならば、ODPはさらに大きくなるであろう。

(19) くん蒸処理から発生する臭化メチルは、大气中で約3 pptvである。アルファ値が30~60として、成層圏での塩素の90~180 pptvに相当する。CFCと CCl_4 を3年前倒しで全廃したとき、成層圏の180 pptvの塩素を減ずることになる。したがって、人類の臭化メチルを全廃するとCFC及び CCl_4 を1.5~3年早く全廃したのと同じくらいのオゾン保護効果があるといえる。

4. 米国EPAは1993年1月19日次の事項を内容とする規制案を発表した。

(1) 1994年1月1日以降の臭化メチルの生産及び消費は1991年ベースで凍結する。

(2) この凍結は1999年12月31日までとする。

(3) 2000年1月1日をもって臭化メチルを全廃する。

(4) エッセンシャルユースを認めない。

5. 国連環境計画(UNEP)のモントリオール議定書の技術経済評価委員会はMethyl Bromide Technical Options Committeeを設立し、ここで、臭化メチルの生産を削減あるいは全廃することについて検討させることとした。この委員会は1994年6月までに4~5回開催されることになっており、第1回委員会は1993年3月オランダのハーグで開催されることになっている。

6. 第4回締約国会議では削減は決められなかったものの、第7回締約国会議において削減目標及び全廃時期を検討する決議を採択していることならびに今次米国の動き等から、臭化メチルの将来は相当厳しいものと思われる。

7. 我が国は、規制措置の更なる見直しは十分なる科学的知見と不明確な事項の解明に基づくべしと主張しているが、臭化メチルがオゾン層破壊に全く無関係であるとはいえない以上、先進国の責務として臭化メチルの放出を減らす方策に積極的に取り組むべきと思われる。