

被覆資材による土壌くん蒸用臭化メチルの大気放出量削減技術の開発

化学環境部有機化学物質研究グループ農薬動態評価ユニット 小原 裕三

はじめに

臭化メチルは1950年に農薬登録され、土壌伝染性病原菌、土壌線虫、土壌害虫や雑草などの防除に有効な土壌くん蒸剤として広く使用されてきた。特に、ピーマン、トマト、メロンなどに代表されるわが国の園芸農業は、臭化メチルを用いることで連作障害を回避し、集約的生産体系を今日まで維持してきたといえる。しかし、モントリオール議定書締約国会議において臭化メチルはオゾン層破壊物質として規制され、段階的削減の後、2005年に全廃されることが決定された。

臭化メチルの代替技術として、代替薬剤による化学的防除、太陽熱、熱水や蒸気による物理的防除および、輪作や病害虫抵抗性品種の導入による耕種的防除などの開発が鋭意進められている。しかし、防除効果、環境への影響、経済性などから、臭化メチルに完全に代替することは困難な状況である。そのため、臭化メチルの大気への放出量を最小限にする技術的・経済的に可能な方策が適用を条件に、臭化メチルの不可欠用途として規制除外となる余地が残されている。

これまで、わが国における臭化メチルの一般的な土壌くん蒸方法による大気への放出量の測定および放出量削減技術の開発を目的に研究を進めてきた。その中で、新たな機能性を有した被覆資材の検討や、処理した臭化メチルを被覆期間中にその場で光触媒を活用して分解する資材を開発することによって、大気への放出量を大幅に削減することを可能とした。

臭化メチルによる土壌くん蒸方法

欧米諸国では、専門業者が大型のくん蒸機械を用いて臭化メチルを土壌注入し、土壌くん蒸を行なうのに対して、日本では栽培農家自身が土壌くん蒸処理を行っている。すなわち、開缶具を取り付けた臭化メチルの小缶(500g入り)を1m²当たり15~30gの処理量となるように畑地表面に配置し、ポリエチレン(農ポリ)やポリ塩化ビニル(農ビ)製の被覆フィルム(幅4~6m, 厚さ0.05mm)で畑土壌表面全体を被覆し、開缶具を被覆フィルムの上から押しつけることで臭化メチルを放出させる。くん蒸被覆期間は通常夏季3~7日, 冬季7~10日を目安とし、被覆資材の撤去, ガス抜き後, 播種や定植作業を行っている。

従来法による臭化メチルの大気への放出

臭化メチルの農耕地から大気中への放出速度は、クローズドチャンバー法とガスクロマトグラフを用いて測定した。従来用いられているポリエチレンやポリ塩化ビニルを用いた場合、臭化メチルに対するガス透過性が高いため、臭化メチルは被覆期間中も被覆資材を通して比較的速やかに大気へ放出した。被覆期間中、大気への放出速度は0.01~0.5g/m²/hrの範囲で観測され、放出速度の日内変動は10倍以上に達した(図1)。臭化メチルの放出速度は多くの要因によって支配されるが、この測定時には気温と日射に大きく影響され、フィルムの温度が10度上昇すれば放出速度は約2倍大きくなっていた。

各種の遮光資材による放出削減効果

従来の被覆資材を用いた場合でも遮光などによ

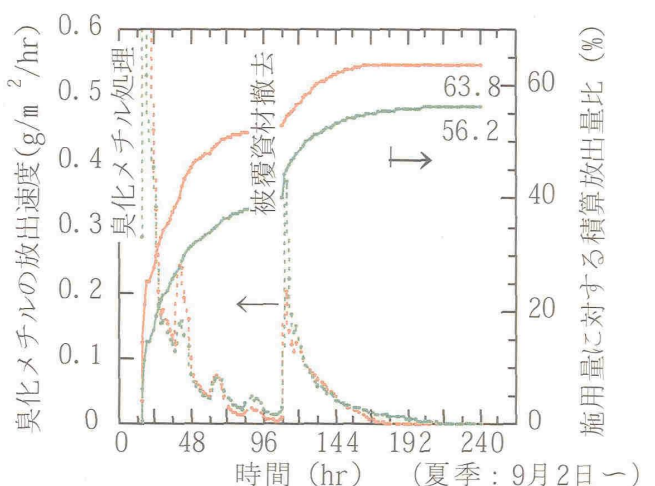


図1 従来のポリエチレン被覆資材(0.05mm厚)とさらに遮光資材(Tyvek®, DuPont)を組み合わせた土壌くん蒸からの臭化メチルの放出速度と積算放出量の推移

.....ポリエチレン(0.05mm厚)

.....ポリエチレン(0.05mm厚)+遮光資材

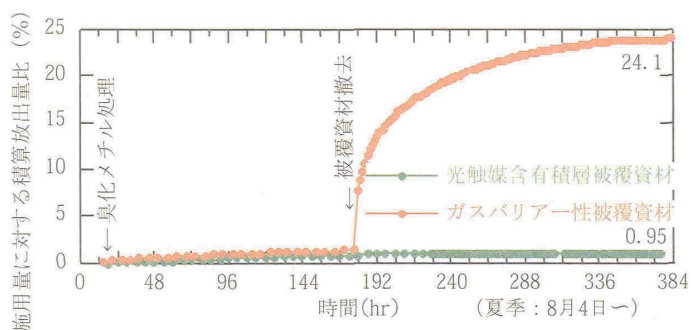


図2 ガスバリアー性被覆資材 (Orgalloy® elf atochem) と光触媒含有被覆資材を用いた土壌くん蒸からの臭化メチル積算放出量

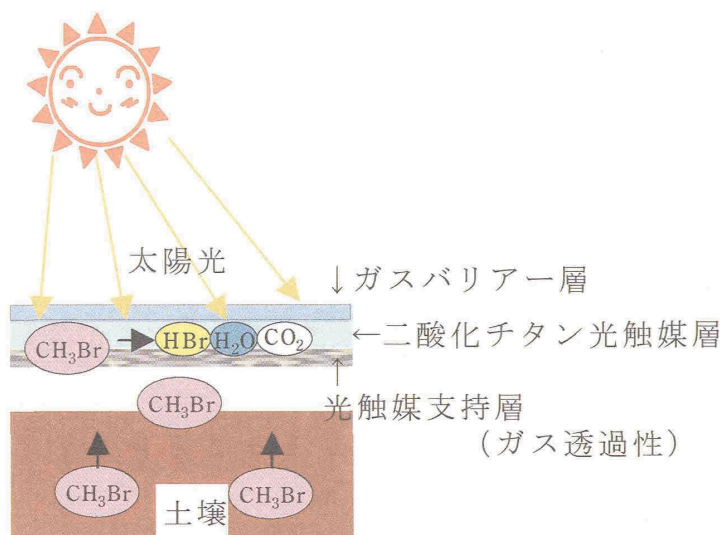


図3 光触媒含有積層被覆資材による臭化メチルの大気放出量削減技術

光触媒積層シートの開発

くん蒸被覆期間中に臭化メチルをその場で分解する能力を有した被覆資材を新たに開発することで、被覆中に臭化メチルをその場で分解し、さらなる放出量削減を図った。この被覆資材は、上部よりガスバリアー層 (EVOH)、二酸化チタン光触媒層 (石原産業: ST-01: 3g/m²)、下部支持層 (高密度ポリエチレン繊維製不織シート) よりなる積層シートで加熱圧着により一体化した (図3)。この二酸化チタン光触媒積層シートを用いることで、大気への積算放出量を、1%以下に削減できた。

これらの新規被覆資材を用いた臭化メチルの大気への放出量削減技術は、これまで農家が行ってきた土壌くん蒸処理作業を変更する必要がなく、新たな作業機械類を要しない。また、試作した光触媒積層シートは、繰り返しの利用が可能である。

まとめ

臭化メチルの大気放出量は、上記の各種被覆資材を用いることで削減できることを明らかにした。特に、土壌くん蒸用臭化メチルの代替として考えられているクロルピクリンや1,3-ジクロロプロペンなどの中には臭化メチルに比べて毒性が高いものもあり、使用量が増加した場合には人や環境への影響が懸念される。今回開発した技術がこれらの薬剤にも十分適用できるものと考えている。

2003年1月

って初期の大きな放出が抑制できれば、臭化メチルの土壌中への拡散浸透と分解が促進され、放出が削減される可能性も予想できる。種々の遮光資材を検討した結果、高密度ポリエチレン繊維製不織シートがフィルム温度の上昇を抑制して、大気への放出量を63.8%から56.2% (夏季) に削減することを確認した (図1)。これはポリエチレン極細繊維により太陽光を100%近く反射したことによる。

ガスバリアー性フィルムによる放出削減効果

さらに、臭化メチルに対してバリアー性の優れた被覆資材を用いることによって、大気への放出量を一層削減することが期待できる。ポリアミドもしくはEVOH (エチレン-ビニルアルコール共重合体) をバリアー層に用いたフィルムが有効と考えられ、ポリアミドフィルムを用いて大気への放出削減効果の評価を行った。その結果、被覆くん蒸期間 (7日間) の処理量に対する大気への放出割合はフィルムを通して1.4%であり、大幅な放出量の削減となった。しかし、被覆資材の撤去に伴い、施用量の約24%が大気に放出した (図2)。