

【研究報告】

農業におけるオゾンの利用(3)

ーオゾン水による農業資材の殺菌と水耕栽培への利用ー

草刈眞一

日本医療オゾン研究会会報, Vol.6, No.2, 8-10. (1999)

第7表 カワレガイイオンの種子に対する次亜塩素酸ナトリウムおよびオゾン水処理と発芽率

処 理	処理時間	発芽率 (%)	草丈 (mm)
次亜塩素酸ナトリウム0.5%	15分	85.5	56
	0.05	15	87.0
	0.005	15	96.5
オゾン水	0.5%	15	98.0
	3.0	15	97.0
無処理		98.5	77

次亜塩素酸ナトリウムの処理後、蒸留水で1回洗浄し播種した。

農業におけるオゾンの利用 (3)

—オゾン水による農業資材の殺菌と水耕栽培への利用—

大阪府立農林技術センター 環境部 草刈眞一

1. 一般資材

育苗用のトレイやポット、支柱など繰り返し使用する農業用の資材は消毒が必要となる。特に、水耕栽培等では圃場衛生の管理上、栽培槽やタンク、パイプライン等の消毒が重要である。農業資材の消毒については、塩素剤、ホルマリン、有機殺菌剤（ベンチアゾール剤など）が利用されているが、多くは次亜塩素酸カルシウム剤やホルマリンによる殺菌が行われる。これらの殺菌資材による殺菌では、処理後の薬液除去のための洗浄が必要で、洗浄が不十分になると残留した薬剤により発芽傷害や生育の遅延が生じる。また、種子殺菌剤同様、薬剤処理後の薬液の廃棄が問題で、現場では薬害や廃棄の心配のない安全な消毒法が望まれている。オゾン水による殺菌は塩素と同等以上の効果が期待でき、自己分解が早いことから他の薬剤にある薬害や廃液処理の問題が解決される利点がある。

代表的な農業資材である塩化ビニル製のパイプ、ビニルフィルム（塩化ビニル、酢酸ビニル）、発泡スチロール（M式ミカ栽培用パネル）についてオゾン水の殺菌効果について検討した。塩化ビニル製パイプ、ビニルフィルム、発泡スチロールを、1~5ppmのオゾン水で洗浄したところ表面の微生物は、3~5ppm水で15秒~30秒で検出されなくなった（第8表）。また、代表的な病原菌である *Fusarium oxysporum* の小型分生子懸濁液を噴霧し、乾燥後オゾン水で処理した場合についても、1ppmで5分後、5ppmでは30秒後に病原菌が検出できなくなった（第9表）。以上の結果は、オゾン水が農業資材の消毒に使用されるケミクロンG等の塩素剤と同様に利用できることを示している。

2. 水耕栽培へのオゾンの利用

水耕栽培では作物の病害防除だけでなく大腸菌等の微生物についても注意が必要であるため資材、施設の消毒が重要で¹⁷⁾、特に、カワレガイイオンのような栽培法では衛生管理は、HCCPの考えに基づいて衛生基準が検討されている¹⁸⁾。水耕栽培での資材の消毒には塩素剤やホルマリンが使用されるが、消毒後の洗浄と廃液の処理が問題となる。特に、ケミクロンG（次亜塩素酸カルシウム剤）は溶解に時間を要し、パイプライン等へ溶解しなかった薬剤が残ると作物定植後思わぬ障害が発生する。特に、水耕栽培ではリン酸アンモニウムを用いているため、残留塩素によりクロラミンを生じ、これが根部障害の原因となる。カワレガイイオン等でも、大腸菌の混入から塩素製剤による消毒が義務づけられているが¹⁸⁾、発泡スチロール、ウレタンマット等にわずかに塩素が残留していると生育が遅くなり、生産量が低下する。この点、オゾン水による消毒では、残留オゾンによる生育障害はなく、また、廃液による水質汚染もないという利点がある。

1) オゾン水によるウレタンマットの殺菌

第8表 オゾン水による農業資材の殺菌効果

資材名	オゾン水濃度	処理時間（秒）後の微生物数				
		0	15	30	60	120
塩化ビニル製パイプ	1 ppm	2.35×10^3	5.50×10^2	>100	—	—
	3	1.26	—	—	—	—
	5	4.33	—	—	—	—
ビニルフィルム	1	2.21×10^3	2.33×10^2			
	3	1.05	—	—	—	—
	5	3.16	—	—	—	—
発泡スチロール	1	3.51×10^3	1.52×10^3	>100	—	—
	3	1.02	2.14×10^2	—	—	—
	5	1.15	—	—	—	—

それぞれの表面25cm²を殺菌した綿棒でふき取り、10mlの殺菌水に懸濁し、微生物を分離した。

第9表 ビニルフィルムに噴霧接種した*Fusarium oxysporum*小型分生子に対するオゾン水の殺菌効果

オゾン水濃度	処理時間				
	0	15	30	1分	5分
0 ppm	+	+	+	+	+
1	+	+	+	+	—
3	+	+	+	—	—
5	+	+	—	—	—

+ : 検出される、- : 検出されない

第10表に、オゾン水および塩素で殺菌したウレタンマットを用いてカイワレダイコンの生育を調査した結果を示す。次亜塩素酸ナトリウムで殺菌したマットでは、殺菌処理後、水洗しないと次亜塩素酸ナトリウムの残留によって発芽率が極端に悪くなる（発芽率 5.5%）。しかし、井戸水で1回洗浄すると発芽率は無処理区とほぼ同じ程度になる。カイワレダイコン生産農家ではウレタンマットの塩素殺菌後、水洗をすることが必要で、洗浄しない場合、残留塩素で生育が阻害され、出荷までの日数が一日程度、長くなるといわれている。これに比較してオゾン水による消毒では、水洗しなくても発芽率は無処理区とかわらない。

2) 栽培槽の殺菌へのオゾン水の利用

水耕栽培の栽培槽やパイプラインの消毒には、塩素剤やホルマリンが用いられるが、オゾン水によっても栽培槽、タンク、パイプライン、ポンプ等の殺菌が可能である。病原菌を接種して汚染した水耕栽培槽について、ケミクロンG1000倍液とオゾン水（濃度2.5ppm）による殺菌効果を比較したところ、無処理区では、キュウリ根腐病が再発したのに対して、ケミクロンG1000倍殺菌区およびオゾン水殺菌区では根腐病の再発は認められず、オゾン水によっても塩素剤同様に栽培施設全体の殺菌が可能であることが確認された（第11表）。

3) オゾン水による作物栽培 状態での殺菌処理

水耕栽培では作物の栽培期間中に根部病害が発生した場合、農業を培養液に投与することができないことから防除手段がない。そこで、オゾン水を利用して水耕培養液で発生する病害を防除する試みが検討されている^{19,20,21)}。培養液中の病原菌を殺菌するには、培養液タンクにオゾンガスを通気し、殺菌する方法が考えられるが、オゾンガスによって培養液の成分が酸化されることが知られている。特に微量成分として添加されている鉄、マンガンが酸化され沈殿することから栄養障害の発生する可能性が指摘されている²²⁾。

培養液の循環している水耕栽培では、オゾン水を培養液同様に栽培槽に循環することで発病防止が可能である¹⁹⁾。病原菌で汚染した培養液が循環した場合、培養液中の病原菌によって作物の根が汚染されるが、根に付着した病原菌が侵入するには時間を要することから、培養液に接触した根に、短時間内にオゾン水を循環すると表面に付着した病原菌を殺菌することができる。殺菌に必要なオゾン水の濃度は0.3-0.8 ppmの範囲で、処理時間は30-60分間以上必要である。2時間以内にオゾン水を循環すれば、表面に付着した病原菌を殺菌することが可能で、発病を防止できる¹⁹⁾。しかし、オゾン水の循環には装置の開発が必要となり、実用化には至っていない。水耕栽培の病害防除に、現場の農家では、低濃度のオゾン水を培養液に通気して殺菌する試みが行われている。栽培作物への影響はほとんどなく、オゾンガス発生による問題も出ていない。オゾンは培養液量や培養液に含まれる有機物（構造と量）によって消費されるので、オゾン濃度の設定には予備試験が必要であるが、低濃度のオゾンガスを長時間通気することで微生物を殺菌できる可能性がある²¹⁾。この他、オゾン水を作物体へ散布して病害を防除する試みもある。松尾らはオゾン水噴霧によるトマト葉かび病の防除を検討したところ、噴霧によってオゾン水の濃度が減少し散布時にオゾン臭を感じるが、農業散布区に比較して劣るものの、発病の抑制効果が認められるとしている¹⁵⁾。農業を使わない防除対策ということで、オゾン水²³⁾や酸性電解水²⁴⁾による作物病害の防除試験が検討されているが、作物体への直接散布は、農業に比較し散布効率や残効性が劣ること、酸化剤であることから植物に障害を与える可能性があることが問題となる。

おわりに

オゾン水による農業資材および種子、農産物の殺菌は、表面殺菌として用いるならば既存の次亜塩素酸カルシウム剤（ケミクロンG）と同様の効果が期待できる。次亜塩素酸製剤やホルマリン、7-アベンガゾール等の薬剤は、廃液処理の規制が厳しくなると問題となる。オゾン水は分解の早いことがメリットとなる他、植物への障害も少ないことから、これらの薬剤よりも安心して使うことができる。この他、農産物の表面殺菌剤としても有効で生産物の洗浄など幅広い用途が可能であり、農業分野への利用が期待される。特に水耕栽培等では、栽培作物への微生物付着を少なくするための栽培環境の衛生的な管理の改善が要求されており⁶⁾、環境の殺菌剤として植物体に影響の少ないオゾン殺菌が有望になるものと考えられる。

第10表 次亜塩素酸ナトリウムおよびオゾン水によるウレタニンマットの消毒と
カイワダコノの発芽、生育

消毒資材	洗浄回数	発芽率 (%)	生育 (mm)
次亜塩素酸ナトリウム	なし	5.5	4.5
	1回	89.5	78.0
	2回	91.5	78.0
オゾン水(1%) (5%)	なし	92.5	81.0
	なし	90.5	76.5
無処理	なし	91.5	77.0

100粒播種した試験における2区の平均値

第11表 栽培槽消毒によるキュウリ根腐病

処理	方法	処理後の水耕栽培装置での病害発生		
		調査株数	発病株数	発病率
水道水	1回洗浄	60	41	55%
オゾン水	3.6ppm、3時間2回	60	0	0
ケミクロンG	1,000倍18時間浸漬	60	0	0

殺菌剤による処理後、井戸水により洗浄し苗を移植、慣行の栽培を継続し、発病を調査した。