電解オゾン水によるパンジーの生育促進効果

誌名	大阪府立食とみどりの総合技術センター研究報告 = Bulletin of Agricultural, Food and Environmental Sciences Research Center of Osaka Prefecture
ISSN	13484397
著者名	磯部,武志 草刈,眞一 岡田,清嗣 岡田,和久
発行元	大阪府立食とみどりの総合技術センター
巻/号	43号
掲載ページ	p. 1-4
発行年月	2007年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat

大阪食とみどり技セ研報　43：1～4 (2007)
Bull. Agr. Food Env. Res. Ctr. Osaka 43: 1～4 (2007)

電解オゾン水によるパンジーの生育促進効果

磯部武志・草刈眞一・岡田清嗣・岡田和久*

Effect of Electronized Ozone Water on Germination and Growing of Ornament Flower Pansy

Takeshi Isobe , Shin-ichi Kusakari , Kiyotsugu Okada and Kazuhisa Okada*

Summary

Effect of electronized ozone water on germination and growing of pansy were investigated. It was promoted the pansy seed germination by ozone water, and suitable concentration was 0.2～5ppm. Pansy seed germination was inhibited with 10ppm ozone water. When 10ppm ozone water was sprinkled on the pansy seedling, growth of hypocotyle was inhibited. But effect on growth promotion, such as early flowering was observed. It was thought that the inhibited hypocotyle growth was due to the ozone, and the effect of the growth promotion was due to high concentration oxygen by self-decomposition of ozone.

Ⅰ．はじめに

オゾンは高い殺菌活性があり，水に溶解させることで殺菌力のあるオゾン水として利用できる[5]．オゾン水は通常，オゾンガスを水に溶解して生成するが，水を白金電極等で電気分解することでも生成でき，気泡としてのオゾンを含まない高濃度オゾン水を調整できる．オゾンは常温中で容易に酸素に分解することが知られており[8]，オゾンを溶解したオゾン水は，経時的にオゾン濃度が減少し高濃度の酸素を含んだ水に変化する．植物の生育には，酸素の重要性が知られており[9]，殺菌活性と高濃度の酸素を含むオゾン水には，発芽と発芽後の植物の生育に影響を及ぼすことが考えられる．

パンジーは，発芽および生育が夏期の高温時になることから，種子の発芽，特に発芽揃いが悪くなるため，その後の生育も不揃いになりやすく，夏場の発芽，生育を調節する技術が求められてきた．これまでに，発芽環境を制御する発芽室の導入[1]，冷温貯蔵による発芽勢向上技術[2]，酸素濃度制御による発芽促進処理[6]，地下水を利用した育苗技術[10]など，さまざまな対策技術が検討されている．

筆者らは，高い酸化分解作用と殺菌力，溶存酸素を保持できるオゾン水を園芸分野へ利用することを検討してきた．今回，パンジーの栽培にオゾン水を施用したところ，種子発芽時から出荷時までの各期間で高い生育促進効果が得られたことから，本稿では，電解オゾン水によるパンジーの生育促進効果について報告する．

なお，本研究は2003～2005年度，先端技術を活用した農林水産研究高度化事業「オゾン水による植物の病害防除，生育促進と生産物の安全処理技術」により行った．

Ⅱ．材料および方法

1．オゾン水の生成

オゾン水は，電解型オゾン水製造装置（株式会社神戸製鋼所製D-OZONE ACE150）を用いて調整した．この装置は，塩化ナトリウムで軟水化した水道水を白金電極で電気分解し，10ppmのオゾン水を毎分10ℓ生成できる．

2．オゾン水のオゾン濃度および溶存酸素濃度の変化

供試したオゾン水のオゾン濃度の変化は，ACE150付属の紫外線オゾン濃度測定装置によりモニタリングするとともに，発色定量法（インディゴ法）によるオゾン濃

＊株式会社神鋼エンジニアリング＆メンテナンス(*Shinko Engineering &Maintenance Co.,Ltd.*)

度測定装置（HACH社製DR/2000）により測定した．また，オゾン水中の溶存酸素濃度の変化は，ＤＯメーター（HORIBA製OM-51）を用いて経時的に測定した．

3．オゾン水添加による種子発芽促進効果の検討

オゾン水を用いてパンジー（品種；「イオナホワイトファッション」）を発芽させた場合の発芽促進効果について検討した．種子を，ろ紙（Whatman No.1）を敷いた直径9cmのシャーレに20粒は種し，所定濃度のオゾン水（0，0.1，0.2，0.5，1，2，5，10ppm）を10mℓ添加し，20℃の暗黒条件下で発芽を調査した．発芽は，各濃度ごとに経時的に調査し，発芽率を算出した．

4．オゾン水浸漬処理による種子発芽への影響

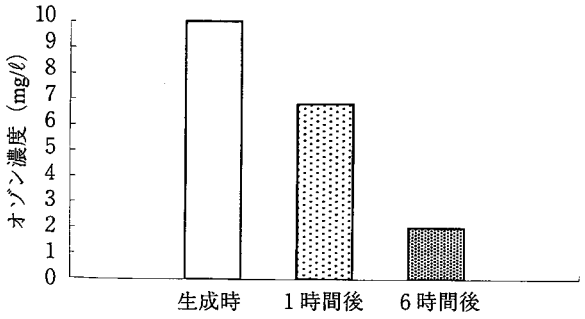
パンジー（品種；「イオナホワイトファッション」）をオゾン水で所定の時間処理した場合の発芽への影響を検討した．種子20粒を，1ppmおよび10ppmのオゾン水100mℓ中に所定の時間（1秒，10秒，1分，10分，30分，60分）浸漬処理し，ろ紙を敷いたシャーレ中には種，蒸留水10mℓを添加して20℃暗黒条件下で発芽率を調査した．

5．育苗期におけるオゾン水かん水処理と生育への影響調査

パンジー（品種；「イオナホワイトファッション」）を2004年8月13日，406セルトレイには種し，25℃16時間日長（1,500lx 16.65μmol/m²/s¹）のインキュベータ内で育苗した．は種直後と，毎週2回かん水として10ppmオゾン水を洗浄ビンを用いて上部より，底部からしみ出るまで充分に吸水した．発芽が揃った9月1日にガラス室に搬出した．ガラス室に搬出後は，毎日1回かん水として1ppmおよび10ppmオゾン水を散布した．移植適期になった同年9月17日に草丈，株径，葉数，下胚軸長，成苗率を調査した．

6．生育期におけるオゾン水かん水処理と生育への影響調査

前述の苗を9月17日に9cmポリポットに定植し，オゾン水をかん水し，慣行栽培と生育を比較した．用土，施肥は慣行とし，オゾン水処理区は1ppmおよび10ppmのオゾン水を，慣行区は井戸水を，それぞれ毎日1回ジョウロで上部かん水した．調査は，第1花が開花した時点で行い，草丈，株径，花柄長，花径，平均開花日，到花日数を調査した．また，目視による病害の発生状況調査を実施した．



第1図　オゾン水中のオゾン濃度の変化

Ⅲ．結　果

1．オゾン水のオゾン濃度および溶存酸素濃度の変化

オゾン水中のオゾン濃度を分析したところ，1時間経過しても，オゾン濃度は比較的高濃度を維持していた（第1図）．オゾン水生成装置には電解型の他，ガス溶解式があるが，ガス溶解式で生成したオゾン水中のオゾンの半減期は15～20分程度であるのに対し，電解型では1時間でも30％減と比較的長い時間，高濃度を維持することが明らかとなった．

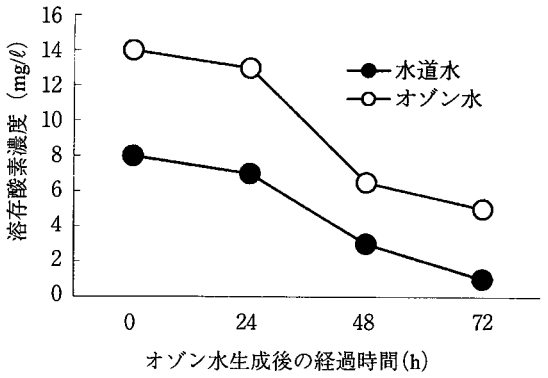
溶存酸素について比較したところ，水道水では，出水口で8mg/ℓであったものが，72時間後には1mg/ℓに低下するが，オゾン水は調整直後14mg/ℓであるが，72時間後も5mg/ℓと高い濃度を示し，長時間経過しても高い溶存酸素濃度を保持した（第2図）．

2．オゾン水添加による種子発芽促進効果の検討

いずれの濃度でもは種後4日目より発芽し始めた．平均発芽日数は，2ppm区で対照区よりも0.5日程度有意に早まった．0.2～5ppmの範囲で発芽揃いが良好であったが，10ppm区では発芽遅延が見られた（第3図，第1表）．

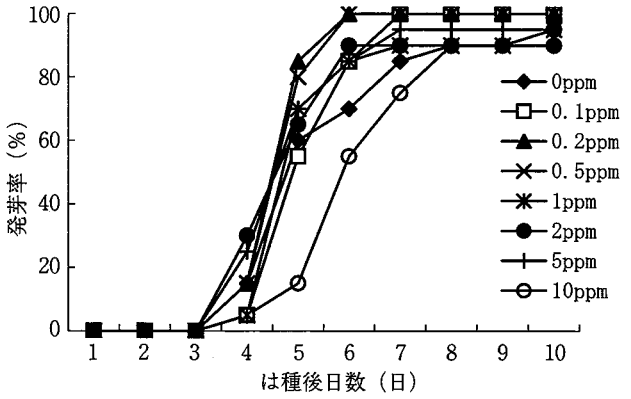
3．オゾン水浸漬処理による種子発芽への影響

1ppmと10ppmオゾン水を用い，処理時間と発芽率の関係を調査したところ，1ppmのオゾン水に30分以上浸漬することにより，僅かではあるが，発芽促進作用が認められた（第2表）．しかし，10ppm区では，発芽遅延が見られた（第3表）．



第2図　10ppmオゾン水中の溶存酸素の変化[z]

[z]供試水を18ℓポリバケツに10ℓ入れ，溶存酸素計を投入し計測した



第3図　オゾン水中のオゾン濃度がパンジーの発芽に及ぼす影響

第1表　オゾン水濃度がパンジーの発芽に及ぼす影響

オゾン濃度(ppm)	発芽率(%)[z]	平均発芽日(日)[y]
0	90	5.4 a
0.1	100	5.6 a
0.2	100	5.0 b
0.5	100	5.1 b
1	90	5.1ab
2	90	4.9 b
5	95	5.1 b
10	90	6.3 c

z は種後10日目までの発芽率
y 異なる文字間には5％レベルで有意差有り
（Tukey's test による）

4．育苗期におけるオゾン水かん水処理と生育への影響調査

セル苗育苗にオゾン水をかん水し，その生育を調査したところ，1ppm区では草丈，株径とも慣行区より大きくなり，下胚軸長は慣行区より短くなり，徒長防止効果が認められた（第4表）．また，10ppm区では，草丈については対照区と差を認めなかったが，下胚軸長は短くなった．オゾン水を散布することで，下胚軸伸長抑制による顕著な徒長抑制効果が認められた．最終的に移植可能な苗の数を成苗率として第4表に示したが，成苗率では，オゾン水処理による差は見られなかった．

5．生育期におけるオゾン水かん水処理と生育への影響調査

セル苗を鉢上げ後，開花までの状況を調査した結果を第5表に示したが，オゾン水散布により，平均開花日が7日程度早まった．草丈，株径についてみると，1ppm区では対照区に比べわずかに大きくなったが，有意な差は認められなかった．一方，10ppm区では有意に小型化し，伸長抑制作用が確認できた．花柄長，花径についてはいずれの区においても差が認められなかった．パンジーでは空気伝染性病害の発生がしばしば問題となるが，

第2表　1ppmオゾン水処理時間がパンジーの発芽に及ぼす影響

処理時間	発芽率(%)[z]	平均発芽日(日)[y]
対照	95	5.7 a
1秒	100	5.7 a
10秒	95	5.5 a
1分	95	5.6 a
10分	98	5.5 a
30分	95	5.3 b
60分	100	5.4 b

z は種後10日目までの発芽率
y 異なる文字間には5％レベルで有意差有り
（Tukey's test による）

第3表　10ppmオゾン水処理時間がパンジーの発芽に及ぼす影響

処理時間	発芽率(%)[z]	平均発芽日(日)[y]
対照	100	5.6 a
1秒	100	5.9 b
10秒	100	5.9 b
1分	95	6.1 c
10分	90	6.3 c
30分	95	5.9 b
60分	90	6.2 bc

z は種後10日目までの発芽率
y 異なる文字間には5％レベルで有意差有り
（Tukey's test による）

第4表　パンジーセル育苗期のオゾン水処理が苗の生育に及ぼす影響

	草丈 (mm)	株径 (mm)	本葉数 (枚)	下胚軸長 (mm)	成苗率 (%)
対照区	21.3	18.0	3.1	11.4	88
1ppm処理区	22.3*	20.9*	3.1	10.4*	92
10ppm処理区	20.1	18.0	3.0	10.2*	88

＊ t検定の結果，対照区に対し1％水準で有意

第5表　育苗時のオゾン水処理がパンジーの生育，開花に及ぼす影響

	平均開花日	到花日数 (日)	草丈 (mm)	株径 (mm)	花柄長 (mm)	花径 (mm)
対照区	11月24日	103	132	150	119	70
1ppm処理区	11月16日	95*	158	158	125	70
10ppm処理区	11月17日	96*	119*	139*	105	68

＊ t検定の結果，対照区に対し1％水準で有意

今回の試験においては，オゾン水をかん水した区では病害の発生は全く認められなかった．

Ⅳ．考　察

ニンジン種子を0.1～0.5ppmオゾンガスに24時間曝露すると発芽率が向上するとされ，その理由にオゾンによ

る刺激と酸素の供給が挙げられている[7]．また，酸素濃度を高めたり，溶存酸素の高い水を散布することでパンジーなどの発芽揃いが飛躍的に向上するという報告もある[6]．酸素を供給すると発芽促進効果が見られる植物が多いことは，中村らの報告により明らかであるが[9]，オゾン水はオゾンを供与するほか，オゾンが分解消失しても高い溶存酸素を含む水となる．今回，オゾン水処理により，パンジーの発芽が僅かではあるが促進されたことから，オゾンによる種子への刺激とともに，高濃度の溶存酸素による効果が考えられる．オゾン水の発芽への影響について，パンジーの数品種で調べたが，特に品種間差は見られなかった．また，今回は20℃と発芽に最適な温度条件下での試験であったが，さらに高温など発芽不良環境下におけるオゾン水処理の効果の検討も必要である．

次に，発芽後のセル苗，および鉢上げ後の苗にオゾン水を散布した結果，1 ppmオゾン水で草丈や株径が増加し，生育促進効果が確認されたが，下胚軸の伸長は抑制された．10ppmでは生育促進効果はなく，下胚軸の伸長抑制のみ観察された．オゾン水に含まれるオゾンは，酸化力が強く，殺菌効果を有することから，高濃度であれば植物の生育に対して抑制的に作用すると考えられるが，オゾンが酸素に分解することで，植物の生育に対して促進的に作用するという二面性を持つと考えられる．したがって，10ppmオゾン水がパンジーにとって可視的な害は出ないまでも阻害的であったのは，阻害が促進を上回る結果と考えられ，1 ppmのオゾン水は促進効果が上回るためと考えられた．この結果は，高レベル（高濃度・長時間）処理は阻害を起こすが，適正条件下の低レベル処理では，発芽や初期生育が向上するとした松尾らの報告と一致する．花壇苗生産では徒長防止技術として植調剤を利用することが多いが，オゾン水により苗の徒長防止が可能となれば，環境に優しい技術となり得る．

以上，オゾン水の効果として，徒長防止や生育促進が期待できることが明らかとなったが，さらに灰色カビなどの病害の発生も抑制できること[3]から，オゾン水の散布は，花き類の育苗に多面的な効果が期待される．なお，オゾン水の最適濃度や散布方法は，植物によって反応が異なること，オゾン水中のオゾンは土壌中の有機物等に接触すると急激に減衰すること，散布ノズルの形状によりオゾン濃度が変化すること[4]などから，個々の対応が必要であり，現場への普及のためには，各種植物に応じた適切な濃度や散布方法を検討する必要がある．

V．摘　要

オゾン水がパンジーの発芽，生育に及ぼす影響について調査した．0.2～5ppmの範囲で発芽促進効果が見られ，発芽揃いが向上したが，平均発芽日で約0.5日程度であった．また，10ppmでは処理時間が長くなると発芽抑制が見られた．セル育苗時にオゾン水を散布した結果，下胚軸の伸長抑制効果が観察された．育苗期間中の散布においても同様の効果が得られたが，さらに開花が早まるなど生育促進効果も観察された．オゾン水による徒長抑制効果は，オゾンによる抑制作用によるものであり，比較的低濃度での生育促進効果はオゾンが酸素に変化することによる酸素の効果であると推察された．

Ⅵ．引用文献

1）池田幸弘（1995）．発芽（環境反応）．農業技術体系花卉編３．農産漁村文化協会．東京．57－67.

2）磯部武志・大江正温（1992）．花き苗プラグの育成における播種後の冷温貯蔵が発芽に及ぼす影響．大阪農技セ研報28：29－34.

3）磯部武志・草刈眞一（2002）．オゾン水による花卉類子苗の生育促進および灰色かび病防除効果．日本防菌防黴学会29回年次大会講演要旨．83.

4）Kazuhiro Fujiwara and Takuya Fujii（2004）．Effects of ozonated water spray droplet size and distance on the dissolved ozone concentration at the spray target. Ozone Science and Engineering．26：511－516.

5）草刈眞一（1998）．農産種子及び農業資材のオゾン水による殺菌効果．防菌防黴誌26（12）：733－740.

6）前田茂一・荒井滋・仲照史・長村智司・角川由加（2004）．酸素濃度制御によるパンジー種子の発芽促進処理．近畿中国四国農研4：27－31.

7）松尾昌樹・布施緑・飯窪栄子（1993）．オゾン曝露がニンジン種子の発芽と初期生育に及ぼす影響．生物環境調節31(4)：217－221.

8）松尾昌樹（1999）．農業分野におけるオゾンの効果とその評価．防菌防黴誌27(2)：123－129.

9）中村俊一郎（1985）．農林種子学総論．養賢堂．東京．63－82.

10）末留　昇（2000）．地下水を利用した秋出荷パンジーの育苗技術．京都農研研報21：9－18.