

〈特集：施設園芸の問題点〉

ガス障害とその対策

三重大学農学部

橘 昌 司

施設園芸では冬期密閉されるため、施設内で有害ガスが発生すると室内に蓄積して、容易に、作物に被害を与えるような濃度に達する。施設内で発生する有害ガスには、施したチッ素肥料に由来するアンモニアガスおよび亜硝酸ガス、ビニールフィルムやホースなどの塩ビ製品に含まれる可塑剤の揮散、暖房燃料の排ガス中の一酸化炭素や亜硫酸ガスなどで、このうち施設園芸では、アンモニアガスや亜硝酸ガスによる障害がもっとも大きく、かつ一般的なもので、これらについて述べよう。

1. アンモニアガス・亜硝酸ガス障害の実態

1960年ごろから高知県下で原因不明の障害が発生し、問題となった。この障害の特徴は、ある朝突然、ハウス全体に障害が一斉に発生するというものであった。

高知農研の橘田氏らの精力的な調査研究により、本障害は土壌から揮散した亜硝酸ガスによる障害であることが判明し、施肥によるガス障害として、従来から知られていたアンモニアガス障害と、亜硝酸ガス障害とが認識されるようになった。

アンモニアガス障害は、トンネル栽培などで尿素有一時に多用した場合に、アンモニアガスが発生して作物が被害をうけることがあるが、局所的であり大発生をした例はあまりない。

一方、亜硝酸ガス障害は、前述の高知の例をはじめとして、大阪や千葉などのハウスで広く発生して、作物に大きな被害を与えた。

亜硝酸ガス障害はアンモニアガス障害と同様、新葉にはほとんど発生せず、中位葉にとくに被害が著しいのであるが、障害の徴候はアンモニアガス障害の場合には葉縁から次第に壊死を起し黒褐色になって枯れ上るが、亜硝酸ガス障害の場合はたいいてい葉肉部がまず水浸状となって、その後その部分は腿色して、白色の斑点となる。亜硝酸ガスはアンモニアガスよりも毒性が強く、2～3ppmでも被害がでることがあるが、10～20ppmになると大抵の場合被害を与える。

アンモニアガスや亜硝酸ガスは、以上のように、葉に対して可視症状を呈するのみでなく、開花中の作物がこれらのガスに接触すると、落花が著しく促進される。

人工培地における花粉の発芽が、これらのガスにより著しく抑えられることから、落花の促進は受精障害によ

るものであろう。

また可視障害は発生していなくても、これらのガスはごく低濃度で、生育を全体に抑制することが知られている。筆者らの実験でも、低濃度の亜硝酸ガスが光合成を減退させることを認めている。

ところで、アンモニアや亜硝酸のガスに作物が触れると、どうしてこのような障害がでるのであろうか。残念ながらこの原因については、今のところ分っていない。これらのガスは炭酸ガスなどと一緒に、主として葉の気孔から葉の細胞にとりこまれる。細胞内に入ったこれらのガスは、酵素の働きにより無害なアミノ酸や蛋白質にかえられるが、細胞内に入ってくるガスの量が多いと細胞内にこれらのイオンが蓄積して被害を与えるものであろう。事実、亜硝酸ガスの被害の出ている作物の葉を分析してみると、亜硝酸イオンが著しく集積しており、その集積量と被害度との関係は深い。

さて、高知や大阪で発生した亜硝酸ガス障害はいずれも曇雨天が長く続いた異常天候のときに多かった。これは曇雨天のときにはハウスは通常密閉されているためにガスがハウス内に蓄積したことと、光条件が悪かったことに関係している。

作物は亜硝酸ガスを吸収しても充分な日照をうけていると、被害が非常に小さい(表1)。この光の効果は、光をガス処理の前や

表1 亜硝酸ガス障害の発生と光の関係

作物	ガス接触時の光条件		
	高	中	低
インゲン	10.3	29.9	68.8
トマト	0	2.2	72.2

※ ガス濃度は 9～12 ppm

※ 表中の数字は被害度(%)

酸などに解毒されるが、この酵素の働きは光に関係し光が強いと働きもよい。このため光が充分にあると、亜硝酸ガス障害はでにくいわけである。

2. 土壌からのアンモニアガス・亜硝酸ガスの揮散

前に、これらのガスは施与したチッ素肥料に由来すると書いたが、それではどのようにして、これらのガスができるかということについて述べよう。

土壌に施された尿素や、油粕などの有機質肥料は土壌中に棲息するアンモニア化成菌により分解されて無機化

され、アンモニアが生成する。

このアンモニアは、畑状態では硝化菌により酸化されて、速かに硝酸の形にかわる。硝化菌には2種がある。その一つはアンモニアを亜硝酸にかえる亜硝酸菌であり他の一つは亜硝酸を硝酸に酸化する硝酸菌である。

通常の条件下では硝酸菌の活動が旺盛なため、土壌中にアンモニアや亜硝酸が高濃度に蓄積することはない。

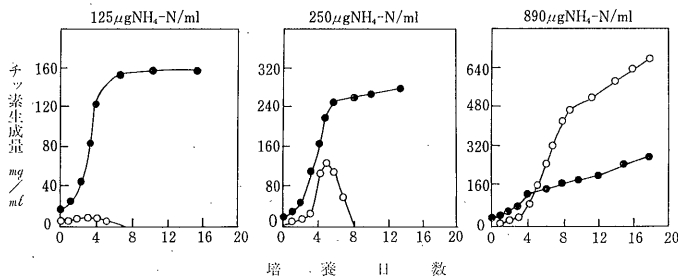
アンモニアガスは、比較的分解のしやすい有機質肥料が多量に施されたとき発生する。すなわち、これらの肥料が分解されて土壌中に多量のアンモニアが生成すると、土壌のpHは上昇するが、アンモニアは、アルカリ性下では不安定なのでガス化する。アンモニアガスの発生は集積したアンモニアが硝化菌により硝化されて硝酸となり、土壌のpHが下ってくるため、施肥後1カ月もすると一応危険期を過ぎる。

亜硝酸ガスの発生も、チッ素質肥料(有機質およびアンモニア性肥料)の極端な多施が原因で起る。

すなわち、多量に与えられた硫酸が、硝化菌によって硝酸にかわると、土壌のpHが5かそれ以下に下る。pH5附近では、亜硝酸菌は硝酸菌よりも活動力が大きいことが知られている。またアンモニアや塩類濃度が高くなると、これらの菌の活動はにぶってくるが、硝酸菌は亜硝酸菌よりも抵抗性が小さい(図1)。

図1 土壌への硫酸添加量が硝化作用に及ぼす影響

(土壌還元法による。pH 7.7, ○—○ 亜硫酸, ●—● 硝酸)



注 硫酸添加量が増えると、亜硝酸→硝酸の硝化過程が進まず、亜硝酸が蓄積する。

これらのため、亜硝酸菌と硝酸菌の連けい作用が乱され、土壌中に亜硝酸が蓄積する。このとき土壌pHが低いと亜硝酸はガス化する。

要するに、亜硝酸ガス発生条件は、土壌pHの低下(5またはそれ以下)とアンモニアの存在の2つでありその原因は結局チッ素肥料の過剰施与にある。

以上の関係を模式的に示したのが図2である。

3. ガス障害の防止

ハウスで、亜硝酸ガスが発生しているかどうかは、ビニールについての露滴のpHを測るか、露滴にとけこんだ亜硝酸をGR試薬により半定量することにより、簡易に

知ることができる。もしガスが発生しており、障害の心配がある場合は、速かに対策を講じなければならない。

対症療法的な障害防止策としては、換気をできるだけはかることはもちろんであるが、亜硝酸菌の活動を停止して、土壌中に亜硝酸を集積させないような方法をとるのが、もっとも有効である。硝化抑制剤として市販されているAM、Nサーブは亜硝酸ガス発生防止剤としての効果が大きいことが知られているが、Nサーブは水に不溶であるという難点をもつ。

それで、AMを10アールあたり200~400g土壌によく混和したあと、充分灌水する方法がとられる。このとき土壌pHが低いと、AMが分解されて効果を失うので、中和資材を投与してpHを6程度に高めておくといよい。

しかしながら、これらのガス障害を防止するうえで基本的に大切なことは、いうまでもなく、適切な肥料を合理的に施すことである。すなわち、チッ素肥料の過剰施与が根本的な原因であるから、過剰にならないよう合理的な施肥設計を立てなければならない。

有機質肥料は塩類濃度障害の点からは有利であるが、有害ガスが発生しやすいのでやはり多施はさけるべきであろう。また条施のように局所施用は部分的に高濃度になり、ガス発生が起りやすいので全層施肥が望ましい。

ガスの発生は砂質の土壌に多いが、これは、土壌の緩衝能が小さく、pHが変りやすいからである。従って堆肥などを投与して、土壌の物理性の改善をはかることが大切である。

以上みてきたように、有害ガスの発生は土壌環境の劣悪化に対して、土壌をすみかとする硝化菌の活動の劣化と、そのアンバランスによってもたらされるもので、直接的には施肥法のまずさが原因ではあるが、土壌系全体の状態がそれに関係しているのであるから、全体としての土作りこそが、抜本的な障害対策であることを銘記すべきである。

図2 亜硝酸ガス発生条件

