

〈連作に伴う施設野菜の問題と、その対策〉……その2

ガ ス 障 害 と、 そ の 対 策

三重大学農学部
助 教 授

橘 昌 司

施設園芸において問題になる有害ガスには種々のものがあるが、そのうち土壤管理に関係するのは、アンモニア (NH_3) ガスと亜硝酸 (NO_2) ガスである。1960年ごろにビニールハウス栽培の果菜類において、 NO_2 ガスによる障害が発生して大きな被害をもたらしたが、その後 NO_2 ガスの発生要因、作物被害の条件などに関して研究が進められ、大きな被害はほとんどみられなくなった。しかし一部の地域においては、今日においても、土壤から NH_3 ガスや NO_2 ガスの揮散が検知され、それらのガスによると思われる障害もなお散見される。

1. 土壤からのガスの揮散

NH_3 、 NO_2 などのガスの揮散は、土壤にアンモニウムイオン (NH_4^+)、亜硝酸イオン (NO_2^-) の蓄積が前提となって起る。

土壤中では種々のチッ素の形態変化が起っているが、畑状態では有機態から NH_4^+ 、 NO_2^- 、 NO_3^- へと変化する酸化過程が主要な過程である。

この過程は微生物的な過程で、有機態 $\rightarrow \text{NH}_4^+$ には多くの細菌が、 $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_2^-$ には亜硝酸菌が、また $\text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$ には硝酸菌がそれぞれ関与しており、これらの細菌の活動のバランスがとれている時のみ、この過程はスムーズに進行し、細菌の連けいが乱れると、 NH_4^+ や NO_2^- などの途中の産物が蓄積する。 NH_4^+ が蓄積するのは硝化作用が抑えられる場合で、たとえば、施肥量の多いことがその1つである。施肥量が多く、土壤溶液の塩類濃度が高まると、それによって硝化菌の活動が抑えられる。その結果、土壤に蓄積する NH_4^+ もまた、高濃度では硝化作用を阻害する。

また、硝化作用の進行には酸素が必要であるため、土壤がち密で、土壤空気が少なくかつその交換速度が遅いと、硝化が進まずに NH_4^+ が蓄積する。

地温の影響も大きく、地温が低い場合にも、チッ素の無機化は比較的よく進行するが、硝化作用が抑制されるために NH_4^+ が蓄積する。蒸気や化学薬剤による土壤消毒も、硝化菌を死滅させるために NH_4^+ が蓄積する。

一方、 NO_2^- の蓄積は、亜硝酸菌と硝酸菌の連けい作用の乱れによって起るのであるが、これは結局、土壤条件が悪化したときに、その悪条件に対する2種の細菌の感受性のちがいによって生じる。

これらの細菌の活動に対して、最適 pH というものがあるが、硝酸菌のそれは比較的狭く、pH 7 以上、あるいは pH 5.5 以下になると亜硝酸菌よりも活動が劣り、その結果 NO_2^- が蓄積する。また前述の高塩類あるいは高 NH_4^+ は、いずれも硝酸菌の活動をより強く抑制するために、 NH_4^+ の蓄積とともに NO_2^- が蓄積する。しかしこれらの点に関しては、不明の点も多い。

以上のようにして、土壤中に蓄積した NH_4^+ や NO_2^- は、それ自体、経根的に吸収されて作物に害を与えるがガス化すると、葉によって吸収されて障害を起す。 NH_4^+ は、土壤反応がアルカリに傾いたときに、また NO_2^- は、酸性下においてガス化するので、かりに NO_2^- が土壤中に蓄積しても、pH 6 以上の土壤では NO_2 ガスの発生は著しく少ない。

これらの有害ガス発生の限界施肥量は、肥料の種類と土壤の種類によって異なる。この点に関する中野氏の実験の一部を図1に示した。

油粕などの有機質肥料は、いわゆる塩積の点からは好ましいが、ガス化(とくに NO_2 ガス)が起りやすいので、やはり多肥は禁物である。緩効性肥料は極端に多肥しても、ガス化量はそれほど増えないという特徴がある。

次に土壤については、砂質土壤ほど、含水量が少ないので、土壤溶液濃度が高まりやすいのと、微生物活動が弱く、緩衝能も小さいなどの理由で、より少ない施肥量でガスの発生が起るのは当然である。黒ボク土壤ではガス化は著しく少ない。

2. 作物による障害の発現

作物の側からガス障害をみる場合に、第一に問題になることは、それらのガスの障害発現濃度であるが、これは後述するように、作物の種類やそのおかれた条件によって異なるので、一概にいうことはできないが、大ざっぱには、両ガスとも 5~10ppm 以上になると、危険であるといえよう。

作物の種類間差については、 NH_3 ガスに対してはトマト、イチゴが弱く、ナス、ピーマン、キュウリは比較的強い。

また NO_2 ガスに対してはナス、キュウリが弱く、イチゴ、メロンは耐性が大きい。

この作物間差は当然のことながら、ガス濃度が低いと

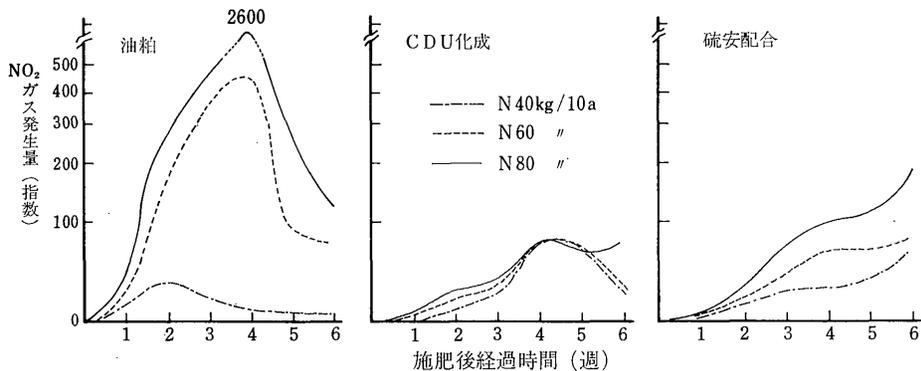


図1 種々の肥料の施肥量と、 NO_2 ガス発生との関係 (砂壤土)

きに顕著にみられるのであって、20~40ppmの高濃度になると、耐性の大きな作物もかなりの被害をうける。

なお、ガス障害の発現には、わずか1~2時間の接触で充分であるが、 NO_2 ガスの場合、2~5ppmの低濃度でも長期間接触すると、いわゆる不可視障害(生育の抑制)がみられる。これには光合成の低下が関係している。

次に障害の発現に、環境要因がどのように影響するかという問題であるが、このことに先立ち、ガス障害発現までの経過を主として NO_2 ガスの場合について述べる。

ハウス気相中の NH_3 、 NO_2 ガスは主として気孔から葉に侵入して、それぞれ NH_4^+ 、 NO_2^- となって細胞内に蓄積し、それが一定量以上に達すると障害が発現する。

NH_4^+ 、 NO_2^- は元来正常な窒素代謝の中間産物であって、これらは有毒であるため、通常は速かに他の形に代謝される。従って NH_3 、 NO_2 ガスに由来する NH_4^+ 、 NO_2^- も同じ代謝系によって代謝され、解毒されるはずである。この代謝には種々の酵素が関与しているが、 NO_2^- の代謝には、亜硝酸還元酵素が関与している。

以上から、 NO_2 ガス障害の発現には、少なくとも、 NO_2 ガスの侵入速度と、体内における亜硝酸還元酵素活性の、2つの面が関係していることが知られる。

そこで、そ菜の NO_2 ガス感受性に影響する要因について調べると、土壌や空気が乾いていると、明らかに障害をうけにくくなる。これはこのような条件下では、気孔の開度が小さいからである。

次に NO_2 ガス障害の発現に対して、光は顕著な影響をおよぼす。すなわち NO_2 ガス接触中か、その前後のいずれかに作物を光にあてると、暗黒下においたものに比べ障害が小さい。そして光は、ある程度まで強い方が効果大きい。光にあたっている作物は、気孔がよく開いているにも拘らず、葉内の NO_2^- は少ない。これは亜

硝酸還元酵素の活性が、光依存性を有するため、光下では本酵素が働いて、 NO_2^- が代謝されることによる。

また本酵素は、その基質である NO_3^- 、 NO_2^- の存在によって生成が誘導される、いわゆる誘導酵素であるため、硝酸態窒素を含まない培地で生育した作物は、 NO_2 ガスに弱い。幼苗の時ほど NO_2 ガスに弱いといわれるのも、1つには、本酵素が誘導酵素であることに関係があると思われる。

また NO_2 ガス障害は早期に発生するが多いが、実験室で調べてみると、確かに早朝に NO_2 ガスに接触させた時に、もっとも被害が大きい。この理由は確かではないが、本酵素活性の日変化が、関係しているのではないかと推定される。

3. 対策

NH_3 、 NO_2 ガスの発生を回避するためには、肥料の種類を選ぶとともに多肥を徹底的に避けるべきである。これとともに、土壌反応には充分注意し、常に5.5~6.5の範囲にあるよう心がけることが大切であると思われる。

有機物の施用は、1つには土壌の緩衝態を高めるという点で、ガス障害回避の効果を有するが、実験的に調べてみると、有機物の施用は pH に関係なく、これらのガスの発生を抑制する。これはおそらく揮散するガスの形態が、 N_2O 、 N_2 のものが多くなったのではないかとと思われる。

次に重要であることは、ガス発生 of 早期検知である。

ガス発生の有無は、ビニールフィルムにつく露滴の pH 測定、あるいは呈色反応により知ることができる。またヒマワリなどの感受性の高い植物を、指標植物として利用することも考えられるが、なお残された問題である。ガスの発生が認められれば、まず土壌 pH を測定し、適当な範囲に矯正する処置をしたうえで、適切な対策を講ずべきであろう。