

作物の耐酸性と

NH₄-N・NO₃-Nに対する嗜好性

北海道大学農学部
農芸化学科助教

但 野 利 秋

酸性土壌で作物が生育する場合、その生育は作物種によって異なる。これは、酸性土壌に対する耐性、すなわち耐酸性が種によって異なることによる。

酸性土壌で作物生育が障害をうける原因としては、(1)低pH自体、(2)低pHによって土壌固相から可溶化するAl、Mnなどの害作用、(3)有効態Pの不足、(4)Ca、Mg、Kなどの塩基の不足、(5)B、Zn、Moなどの微量元素の不足、(6)微生物の種類や活性の異常などが、これまでに挙げられている。

NH₄-NとNO₃-Nに対する作物の生育反応も種によって異なっており、NH₄-Nが窒素源の場合に生育が良好な作物を好アンモニア性作物、NO₃-Nが窒素源の場合に生育が良好な作物を好硝酸性作物と呼んでいる。

酸性土壌における作物の生育は、一般にNO₃-Nを窒素源とした場合に比べて、NH₄-Nを窒素源とした場合には劣るといわれる。しかし、作物の耐酸性と両形態窒素に対する嗜好性との関係は十分に理解されていない。

そこで、本稿では両者の関係を検討して、耐酸性に種間差がある原因のひとつに、NH₄-N・NO₃-Nに対する作物の嗜好性も関与しているかどうかを考察し、さらに酸性土壌における作物生育阻害要因として、NH₄-Nをどのようにとらえたらよいか考えてみたい。

1. 作物の耐酸性とNH₄-N・NO₃-Nに対する嗜好性との関係

培養液のN濃度を1mMとしてNH₄-N区とNO₃-N区を設け、それぞれにpH6.0と4.0の2区を組み合わせて、これに耐酸性が弱いビート、トマト、キュウリ、レタス、中程度のハクサイ、タバコ、ダイズ、トウモロコシ、強いイネの苗を移植し、自動pH調節装置で培養液のpHを常時調節しつつ、18日間培養した実験の結果を第1表に示した。

培養液のpHが6.0である場合、NH₄-N区の生育はNO₃-N区と比較して、ビート、キュウリ、ハクサイ、タバコで劣り、トマト、ダイズ、トウモロコシでは差がなく、レタス、イネではやや良好である。

なお、6mMという高N濃度で比較した場合には、トマト、ダイズでもNH₄-N区で劣る(農業と科学、1977)

第1表 pH6.0および4.0における1mM NH₄-Nと、NO₃-Nに対する各種作物の生育反応 (pH6.0・NO₃-Nの生育量に対する指数)

| 作物種 | pH 4.0 | | |
|--------|------------------------------|--------------------|--------------------|
| | pH 6.0 NH ₄ -N | NO ₃ -N | NH ₄ -N |
| ビート | 61 | 32 | 17 (53) |
| トマト | 93 | 70 | 28 (40) |
| キュウリ | 55 | 71 | 42 (59) |
| レタス | 127 | 72 | 50 (69) |
| ハクサイ | 60 | 88 | 33 (38) |
| ダイズ | 80 | 95 | 59 (62) |
| タバコ | 43 | 105 | 9 (9) |
| トウモロコシ | 97 | 117 | 88 (75) |
| イネ | 123 | 97 | 119 (123) |

()内の数値はpH4.0・NO₃-N区に対する指数

が、1mMという低濃度では、NH₄-Nによる生育障害が軽減され、NH₄-Nを窒素源とした場合でも、NO₃-Nに匹敵する生育をするようになる。1mMというN濃度は、圃場条件で普通に認められる濃度である。

一方、pHが4.0である場合には、NO₃-N区の生育はpH6.0のNO₃-N区と比較して、ビートで特に劣り、トマト、キュウリ、レタスでもやや劣り、それ以外の作物では差がなく、NH₄-N区の生育は同じpHのNO₃-N区と比較して、イネを除きすべての作物で劣る。また、NO₃-N区に対するNH₄-N区での生育低下の程度は、ほとんど

本 号 の 内 容

§ 構造改善と技術力で
厳しい難局を打開……………(1)
チッソ旭肥料株式会社 酒井良彦
代表取締役副社長

§ 作物の耐酸性とNH₄-N・NO₃-Nに
対する嗜好性……………(2)
北海道大学農学部 但野利秋
農芸化学科・助教

§ ロング施肥による
みのるポット苗の育苗……………(5)
秋田県農業試験場施肥改善科長 小野 允

§ 戦後の社会経済の变ぼうに伴う
農業事情の激変と今後の土壌肥料問題……………(7)
全農技術顧問 黒川 計

の作物でpH4.0で、pH6.0より大きい。

各作物の耐酸性とpH6.0における適応窒素形態との間には特に統一的な関係がなく(第2表)、耐酸性が弱い作物の中にはpH6.0における適応窒素形態がNO₃-Nで第2表 各作物の耐酸性、pH6.0における適応窒素形態、pH4.0におけるNO₃-Nと比較したNH₄-N区での生育低下の程度

| 作物種 | 耐酸性 | pH 6.0における適応窒素形態* | pH 4.0におけるNH ₄ -N区での生育低下の程度 |
|--------|-----|--|--|
| ビート | 弱 | NO ₃ -N | 中 |
| トマト | 弱 | NO ₃ -N, NH ₄ NO ₃ -N | 大 |
| キュウリ | 弱 | NO ₃ -N | 中 |
| レタス | 弱 | NH ₄ -N | 中 |
| ハクサイ | 中 | NO ₃ -N, NH ₄ NO ₃ -N | 大 |
| ダイズ | 中 | NO ₃ -N, NH ₄ NO ₃ -N | 中 |
| タバコ | 中 | NO ₃ -N | 大 |
| トウモロコシ | 中 | NH ₄ NO ₃ -N | 中 |
| イネ | 強 | NH ₄ -N, NH ₄ NO ₃ -N | ナシ |

※ 6 mMのN濃度で実施した実験の結果を併せて判定した。

あるもの、NH₄-Nであるもの、NO₃-NとNH₄NO₃-Nであるものすべてが含まれており、耐酸性が中程度のものの中にも、適応窒素形態がNO₃-Nであるものと、NO₃-N、NH₄NO₃-Nであるものが含まれている。

また、耐酸性とpH4.0でN₂O-N区と比較したNH₄-N区での生育低下の程度との間にも一定の関係が認められない。

したがって、作物の耐酸性の強弱とNH₄-N・NO₃-Nに対する嗜好性との間には、あまり密接な関係がないと考えることが出来る。

2. 酸性土壌における作物生育阻害要因としてのNH₄-Nの評価

上に考察したように、作物の耐酸性の強弱と[NH₄-N・NO₃-Nに対する嗜好性との間にはあまり密接な関係が認められない。しかし、トマト、レタス、ハクサイ、タバコなどの作物では、NH₄-Nを窒素源とした場合の生育が低pH条件で特に不良になる(第1表)。

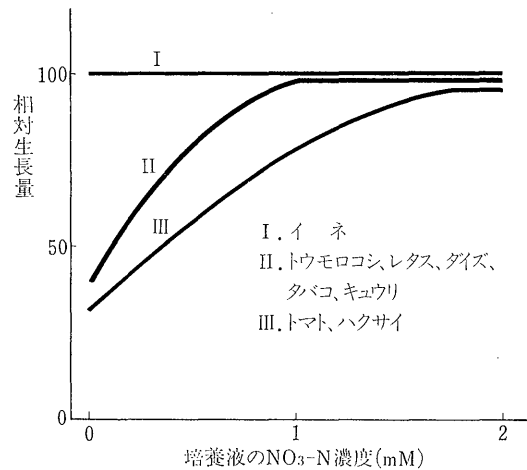
したがって、酸性土壌でこれらの作物に対してNH₄-Nを多量に施与した場合には、NH₄-Nが生育阻害要因になる可能性がある。

いいかえると、これまでに報告されている作物の耐酸性の強弱と、NH₄-N・NO₃-Nに対する嗜好性との間にあまり密接な関係がないということが、NH₄-Nは酸性土壌における作物生育阻害要因になることが、全くないということの意味するわけではない。

次に、議論はやや複雑になるが、実際の土壌条件を考えて、1 mMのNH₄-Nに0~2 mMのNO₃-Nを共存さ

せたpH4.0の培養液で実施した実験の結果を紹介する(第1図)。

各作物の生育は、イネではNO₃-N濃度と無関係に正常であり、他の作物ではNH₄-N単独区で劣り、その第1図 pH4.0の1 mM NH₄-N 共存培養液におけるNO₃-Nに対する生育反応



(相対生長量 : 1mM NH₄-N + 2mM NO₃-N区 = 100)

ちトウモロコシ、レタス、ダイズ、ビート、タバコ、キュウリでは1 mM NO₃-Nの共存で正常となり、トマト、ハクサイでは2 mM NO₃-Nの共存で正常となる。

イネ以外の作物の生育が、NH₄-N単独区で劣る原因としては、窒素吸収量が少ないことと、吸収したNH₄-Nを同化する能力が小さいために、体内にNH₄-Nが集積して、アンモニア障害がもたらされることの2つをあげることが出来る。

また、NO₃-N濃度の上昇による生育の改善は、NO₃-N吸収の増加とNH₄-N吸収の抑制によるアンモニア障害の軽減・阻止に起因する。

このような機構はともあれ、pH4.0という低pH条件で1 mMの濃度のNH₄-Nが溶存する培地でも、NO₃-Nが1~2 mMの濃度で共存する場合には、NH₄-N単独培地でみられる生育障害が改善され、正常な生育がもたらされることは、実際の農業においても重要な意味を持つ。

すなわち、このことは、酸性土壌においても、ある程度硝酸化成が進行すれば、NH₄-Nが作物生育阻害要因にはなりえないことを意味する。いいかえると、酸性土壌においても、NH₄-Nを施与した場合に、NH₄-Nによる生育障害が問題になるのは、土壌の硝酸化成作用によってNO₃-N濃度が上昇するまでの生育初期に限定されその期間は土壌の硝酸化成作用の強さによって決定されると考えられるのである。

3. おわりに

わが国では、農家一戸当りの経営面積が小さいために、多肥によって単位面積当り収量の増加をはかっており、特に窒素質肥料の多施は作物の増収に対して大きな役割を果たして来ている。しかし、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 質肥料の多施は $\text{NO}_3\text{-N}$ と比較して、土壌の酸性化を強く促進するという側面があることを忘れてはならない。

一般にpHが5.5以上の土壌では、酸性障害は問題にならないといわれているが、そのような土壌でも、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 質肥料を連年多施した場合には、[比較的短期間で]pH

が5.0~5.5以下となる。土壌のpHが5.0~5.5以下になると、土壌のAlが有効化してAl耐性が弱い作物の生育を阻害する。

一方で、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 質肥料の多施は必然的に土壌溶液の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度を上昇させ、特に低pH条件下では作物の初期生育を強く制限する。したがって、pH5.5以下の低pH土壌はもちろんのこと、pH5.5以上の土壌でも、 $\text{NH}_4\text{-N}$ を多量施与する場合には、土壌のpH管理に充分留意する必要がある。

第3期 水田減反地域別目標 (11月9日 ha.)

政府は去る58年11月2日、59年度から61年までの3年間にわたる第3期水田利用対策につき協議の結果、現下の在庫状況を応えて積み増し(年間10万~50万トン)をはかり、目標面積は60万haとし、この他に他用途利用米の生産(年間約30万トン)を行うことを決定したが、引続き11月9日に各都道府県別(沖縄県を除く)割当量を別掲のように決定した。

| | 第3期 目標 | 58年度 目標面積 | | 第3期 目標 | 58年度 目標面積 |
|-----|-----------|--------------|-----|-----------|--------------|
| 北海道 | 116,640 | 116,940 | 滋賀 | 7,540 | 7,650 |
| 青森 | 18,970 | 19,820 | 京都 | 4,720 | 4,760 |
| 岩手 | 17,220 | 15,980 | 大阪 | 3,970 | 4,040 |
| 宮城 | 13,770 | 12,290 | 兵庫 | 17,540 | 17,750 |
| 秋田 | 18,720 | 18,980 | 奈良 | 5,600 | 5,670 |
| 山形 | 13,360 | 13,570 | 和歌山 | 3,690 | 3,730 |
| 福島 | 17,920 | 16,490 | 鳥取 | 6,380 | 6,530 |
| 茨城 | 20,030 | 20,260 | 島根 | 5,750 | 5,860 |
| 栃木 | 22,800 | 23,010 | 岡山 | 12,970 | 13,090 |
| 群馬 | 8,230 | 8,310 | 広島 | 10,820 | 10,880 |
| 埼玉 | 12,930 | 13,050 | 山口 | 8,710 | 8,800 |
| 千葉 | 13,940 | 14,160 | 徳島 | 6,000 | 6,080 |
| 東京 | 420 | 425 | 香川 | 6,400 | 6,440 |
| 神奈川 | 2,090 | 2,105 | 愛媛 | 6,500 | 6,540 |
| 山梨 | 3,320 | 3,350 | 高知 | 9,270 | 9,430 |
| 長野 | 15,320 | 15,470 | 福岡 | 17,740 | 17,970 |
| 静岡 | 8,910 | 9,000 | 佐賀 | 9,180 | 9,280 |
| 新潟 | 20,920 | 21,150 | 長崎 | 5,290 | 5,330 |
| 富山 | 10,290 | 10,610 | 熊本 | 17,830 | 17,990 |
| 石川 | 6,090 | 6,210 | 大分 | 8,770 | 8,830 |
| 福井 | 5,550 | 6,210 | 宮崎 | 11,730 | 11,890 |
| 岐阜 | 10,610 | 10,710 | 鹿児島 | 13,060 | 13,190 |
| 愛知 | 13,040 | 13,140 | 小計 | 83,600 | 84,400 |
| 三重 | 9,550 | 9,650 | 全国計 | 600,000 | 600,000 |