

●特集 植物に対する代謝栄養——その2

ダイズのウレイド代謝における新知見

名古屋大学農学部教授

谷田沢 道彦

すでに15年以上もまえになるが、尿素がようやく大規模生産され、肥料としての使用が普及しはじめた頃のことである。いぜんから、微量栄養元素を葉面散布すると効果のあることは、よく知られていたが、多量栄養元素でも葉面吸収が有効に行なわれることが、はじめて一般に知られるようになり、とくに尿素を葉面施肥することが、実用上価値あるものとして多数の試験研究が行われていた。

ところで尿素は、多くの微生物や、一部高等植物にあるウレアーゼによって容易に加水分解をうけ、アンモニアと炭酸になる。従って、土壤に施用された尿素は、土壤中の微生物ウレアーゼで分解し、アンモニア、あるいはそれがさらに、微生物により酸化された硝酸態として作物によく吸収利用される。

しかし、尿素が葉面散布されたばあい、一部は葉面に附着する微生物により分解することはあるが、微生物分解をうけず植物中にそのまま入った尿素的の行方については、いろいろと議論があり、研究も多く行われていた。

というのは、植物葉では一般にウレアーゼ活性がきわめて弱く、ほとんど認められないし、また、尿素による誘導生成もみられなかったからであった。

その後、一部植物葉で、ウレアーゼが誘導生成することが認められたが、なお尿素がウレアーゼ分解を経ることなく、植物に利用されることを示唆する実験事実も、相当に多いのである。

当時、すなわち約15年もまえ、このようなウレアーゼを欠く植物による尿素的の利用の仕方につき、私は、たとえばウレイドの生成を考えてはということを考えていた。

私の記憶に間違いがなければ、現在、チッソ旭肥料K.K.の研究所長潮田博士(当時農林省蚕糸試験場)も、そのとき同じような考えをもってお

られ、何かのときに言い出されて、意を強くしたことがある。

ウレイドのうち、植物中に、もっとも広くみられるものはアラントインである。編集部から依頼をうけた題目は「大豆体内の各種窒素化合物の変化〜とくにアラントインの挙動」ということだが、ダイズにおけるアラントインの集積、代謝の問題は、西ヶ原農業技術研究所の串崎光男氏が、北海道農業試験場在勤中、同農業試験場の石塚潤爾氏とともにはじめられ、さらに石塚氏によって、ひきつがれ発展してきた課題であり、本稿のまえに、同様の題目で、石塚氏が直々執筆されることになっているので、いまさら私があとを追って書くこともないのである。ただ、私としては、まえにも述べたように、尿素的の利用ということでウレイドに縁をもち、その後、組織培養においてアラントイン、アラントイン酸の産生に関係し、現在また国際生物学事業計画の窒素固定研究の関係で、再びアラントインを取り扱うこととなり、これにひきつづき、アラントインの先駆物と考えられる尿酸の分解についても研究をはじめたので、そこに得られた結果の一斑を述べることにすれば、石塚氏の報告の欠を補うということにはなると思うので、あえて筆をとった次第である。現在これらの研究は山本幸男氏の協同により、前者については大学院学生松本哲男君が、後者については大学院学生田島茂行君が実験を担当している。

尿素栄養ダイズにおける

アラントインの著しい集積

石塚氏らによればダイズにおけるアラントインの生成は、根粒着生と密接な関係がある。われわれもそのような関係をみるため、対照として根粒非着生品種をも栽培することにした。根粒非着生品種は、当然ながら、共生窒素固定を行わないの

で、化合態窒素を与えねばならない。

そうすれば根粒着生品種にも同じ化合態窒素を与える試験区をも設けたほうがよい。

ところで一般に、根粒着生品種に化合態窒素を与えると、根粒は着生しにくくなる。

この根粒着生に対する阻害のつよさは、化合態窒素の形態により著しい差異があり、われわれの研究室で吉田重方氏が得た結果によれば、阻害のつよさは、亜硝酸態>硝酸態>アンモニア態>尿素態の順である。

そこでわれわれは、ダイズの水耕培養に、硝酸態あるいは尿素態を用い、根粒着生品種 A62-1 および根粒非着生品種 A62-2 を栽培して、生育時期別、各器官におけるアラントイン態窒素、アミノ態窒素など各種窒素量を測定して、アラントイン生成にかんする栄養生理の研究に入ろうと考えた。

発芽後8週間まで水耕し、毎週試料をとって分析したところ、予期しないきわめて興味ある結果が得られたのである。すなわち、尿素の施用により、葉のアラントイン含量が急激に増加した。

この増加は根粒非着生品種において特に著しく、水耕5週間(令6週間)の幼植物葉(初葉)にあっては、尿素栄養(50 ppm)は、硝酸栄養(50 ppm, 200 ppm)にくらべ約20倍のアラントインを集積させた。

根粒着生品種では、これよりやや低い値が得られているが、それでも10倍程度はあるが。上記関係は、非着生品種の子葉、第一本葉、莖、着生品種の第一本葉、莖においても観察された。

アラントインは加水分解し、アラントイン酸を経て尿素とグリオキシル酸となるが、その逆行も不可能ではないと考えられる。従って、切断根に尿素を与えた実験を行ったが、これを認めるまでには到らなかった、石塚氏らも、また同様の結果を得ている。

このように、かって Mothes らが述べているところの説：すなわち尿酸の分解経路を、殆んど唯一のものとするということを否定するには、現在のところ積極的証拠を持ち合わせないが、またこれを直ちに肯定して、ほかに顧みないとするには、種々な現象は、あまりにも魅力的であるといえる。

ダイズにおけるウリカーゼ

以上のようにアラントインは、尿素を与えたダイズで著しく集積することがみられたが、それにも増して、根粒着生のものに、特徴的とも言えるほど集積する事実がある。

串崎、石塚氏らの試験成績をよくみると、アラントインの著量な出現は、根粒内部の成熟崩壊の時期と一致するように見え、それはバクテロイドの崩壊、核酸の分解の反映ともみえる。

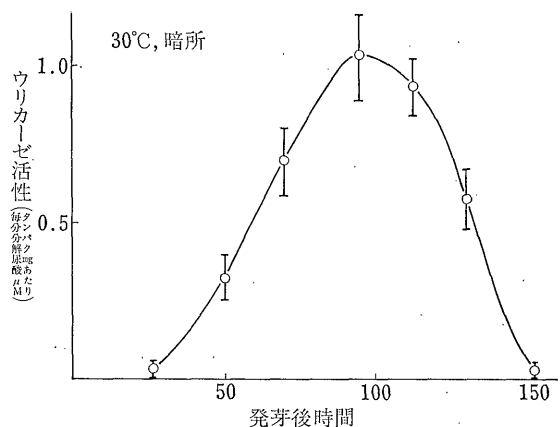
このことは、現在われわれが実体的に確認する手つづきを進めており、いずれ発表することになる。

核酸がアラントインへ分解する過程には、尿酸があり、尿酸ならびにその加水分解酵素ウリカーゼは、かなり古くから研究されている。

尿酸は動物界、とくに鳥類、爬虫類の排泄物中に古くから知られているが、植物界でもすでに1928年、鷲見氏がコウジカビの胞子中に存在することを発見した。

そのご間もなく Fosse 氏らは種々な植物種子中の尿酸量を測定し、種子乾重1 kgあたり30~250 mg 存在すると報告した。実は、この尿酸が存在することは、植物種子中に尿酸を分解し、アラントイン、アラントイン酸とする酵素ウリカーゼの存在が見いだされ、その故に予見され、ついで確認されたという結果によるものである。

すでに初期の研究から、ウリカーゼ活性は、種子の発芽にともない減少し、消滅すると知られているが、われわれがダイズについて調べたところでは、1図に示すように、発芽後次第に活性が第1図 ダイズ(A62-1)の発芽後ウリカーゼ活性の変更



あがり、約90時間後最大となり、以後減少して、約150時間後には、ほとんど認められなくなった。

しかし器官別にみれば、必ずしも全く認められなくなるというわけではなく、発芽後2～3カ月のダイズ(A62-1)で調べたところ、根粒、根、葉においてウリカーゼ活性が認められ、その強さは、根粒がもっとも強く、根はその約20～30%、葉は5～10%程度であった。

根粒にウリカーゼ活性が強いということは、アラントインが根粒において生成することを示唆しているが、このことは、石塚氏が、ダイズの地上部切除後、根からの溢泌液について調査した結果と一致するものである。

根粒非着生品種の根からの溢泌液中、アラントイン濃度が最初ひくく、後に上昇するのは、根の核酸分解が地上部切除後ようやく高まり、核酸合成速度を凌駕することを示している。

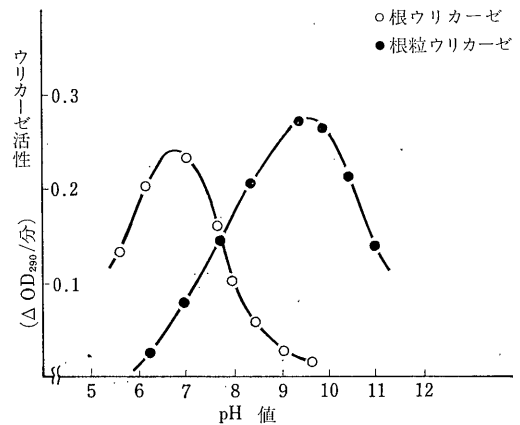
われわれは現在、根のウリカーゼならびに根粒ウリカーゼを精製し、その性質を調査しているが、興味あることに、その両者の至適pHは2図に示すように、かなりずれている。

従って根粒のウリカーゼは、リゾビウムそのものの、あるいはリゾビウム・宿主植物アソシエーションにより生産されたものと考えられ、根粒でのアラントインの産生にも、強い示唆を与えるものであると考えている。

おわりに

以上のように、共生窒素固定が宿主窒素代謝に及ぼす影響は、従来単に窒素を供給するとのみ考えられていたことより、はるかに変化に富み興味

第2図 根ウリカーゼおよび根粒ウリカーゼの至適pHの相異



ぶかい内容のものである。

われわれの共同研究者吉田重方氏が明らかにしたように、ルービナルカロイドの生産に対して根粒着生は著しい効果があり、マメ科飼料作物生産における窒素栄養、窒素施肥は、単に作物収量の問題に止らず、飼料の品質にかかわる問題であることを示している。植物の生長、代謝、延いては作物の生産、品質にたいして、土壤微生物が係りあう問題は、上記の共生関係に止らず、広汎かつ密接なものと考えられ今後、多くの人びとによって研究されねばならない重要課題である。このためには、長期間無菌栽培の技術を併用して研究しなければならないが、幸い東北大学藤原教授、農技研木内課長らにより、この方面の仕事が開発され進展しつつあるので、今後の発展を期待したい。