

最近の作物栄養関連分野の研究動向について

京都大学農学部

高橋 英一

作物栄養の三本の柱である炭素栄養（光合成）、窒素栄養、ミネラル栄養のうち、土にもっとも関係の深いミネラル栄養周辺の研究の動向について、つぎの3点をとりあげ紹介したいと思います。

1 Genetic Aspects of plant nutrition

最近これに類した表題を冠した総説、国際シンポジウム、その講演を編集した単行本の刊行が海外で盛んであります。植物栄養の遺伝学的側面というといかめしく聞えますが、内容はむづかしいものでもかたくるしいものでもなく、わが国でも若干印刷になっている植物の栄養特性や比較栄養の延長線上のものであります。

わが国の場合とことなるところは、一つには研究対象の広さ、多様さがあります。わが国では、ごく少数の major crop に研究が集中されていますが、海外では数多くの minor crop や一つの作物から作出されたいろいろな品種や、近縁の野生種についても盛んに研究が行なわれています。

もう一つのちがいは耕地というもののえの対処の仕方です。わが国では水田はもちろん畑地も、外国にくらべればよく手が増えられ、農業というよりも園芸に近く*、肥料もたっぷりやられた上での作物栽培あるいは栄養生理の研究が行なわれがちであります。これに対して外国では、酸性土壌、石灰質土壌、塩類土壌、有機質土壌などの問題土壌で農業を行なわねばならないとき、これを人為的に改良するよりも（わが国のように改良が容易でないこともあります）、それに適した作物をえらび、また品種を育成する努力が行なわれる傾向が強いようであります。

そのため、いろいろな植物のミネラルの吸収や、体内での利用処理の仕方の特徴についての研究が盛んであります。たとえば可吸態リン酸や鉄が少ない場合植物は如何にしてこれを吸収利用するか、逆にアルミニウム、マンガン、ナトリウムなどが過剰にあるとき如何にして吸収を抑制しあるいは体内で処理しているか、乾燥地の植物は如何にして水不足に耐えているか（吸水能力および水分保持能力はどうなっているか）などについて研究が行なわれ、一部は実際の農業にも利用されつつあります。

このような場合野生植物の研究はたいへん有用です。何故なら野生植物には、水不足、養分不足、塩分や有害イオン過剰の土壌にも適応できる仕組みをもったものが多く、それらの中から、作物と交配可能なものを見つけてくれば、そのような形質を作物に導入することが期待できるからであります。最近ブームの遺伝子工学が実際の役に立つためには、まず植物の栄養生理の遺伝的側面 (genetic aspects of plant nutrition) が明らかになっていなければなりません。この種の研究が盛んである理由の一つはここにあります。

もう一つは人間的要素であります。この種の研究に従事している研究者は、“whole plant scientist”, “cell biologist”, “plant biochemist”, “soil scientist”, “geneticist”, “plant breeder”と多様を極めています。彼らはグループをつくって、一つのテーマを多角的に改めることになれています。たとえば土壌学者、植物生理学者、家畜栄養学者、医学（たとえば衛生学）者などが一つのチームをつくり、比較的短期間に役に立つ結果を生み出すことが巧みであります。わが国でも学際的研究の重要性が強調されていますが、その割にスムーズに機能していないように思われるのは、学問のタテ割り性が強すぎるためではないでしょうか。

いま一つの最近のわが国の傾向に、作物に対する感覚が非常にせまくなっていることがあげられます。昔使われた“百姓”という言葉は百種もの作物をつくる人というところからきているそうですが、最近の“企業的農民”は昔の百姓とことなり、採算性の高いごくわずかの種類の作物しか作らなくなりました。

また主要作物の品種の数も非常に少なくなってきました。これはわが国だけでなく、米国など商業性の強い農業（いわゆる agribusiness）を行なっているところに共通した傾向であります。国民の食生活の安定のためには、できるだけ多種多様な植物を作物として栽培利用することが望ましいのはいうまでもありません。ヒエ、アワなどのように以前は作物であったものが今は雑草のようにみられているものも少くありません。遺伝資源の重要性が強調されている一方で、現在作物として取扱われて

* “土づくり”という言葉に端的にあらわれています。

いないから、そのような植物の栄養生理を研究しても農業の意味はうすいという風潮があるとすれば、それは改めるべきであると思います。

2 Chemical Ecology:

戦後の生物学の研究は生化学と生態学の両極にわかれてめざましい発展をしてきましたが、1970年ごろから両者の境界領域を指向する研究が盛んになり、化学生態学 (Chemical ecology あるいは ecological biochemistry) と称すべき学際的領域が拓かれつつあります。すでにこの名を冠した数多くのシンポジウムが催され、いくつかの成書も出版されています。

この新しい学問のユニークさは、生態学と生化学がそれぞれペター・ハーフをみつめて結婚したところにあります。たとえばこれまで植物化学者は植物体から独特の化学的性質と構造をもった化合物を沢山発見してきましたが、植物が何のためにこのような化合物をつくるのか分からないものが数多くありました。しかし生態学者と共同研究することによって、それらは受粉のために昆虫を誘引する物質であったり、あるいは害虫を忌避するために役立っていたり、他の植物の侵入から自分の縄張りをまもるアレロパシイ効果をもったものであったり、他方その物質を吸収した昆虫に生殖能力を附与するはたらきがあるなど興味深いことがわかってきました。こうして化学者は自分の発見した物質の生態的な意義を知ることができ、また生態学者は自分の発見した現象の化学的メカニズムを理解することが可能になりました。

化学生態学の内容としてはつぎのようなものがあります。〔I〕環境に対する植物の生化学的適応の問題：これは大別して、気候に対する生化学的適応と土壌対す

る生化学的適応があります。〔II〕植物と動物の相互作用：これには受粉の生化学、植物毒素の動物への影響、ホルモンを介しての植物・動物の相互作用、昆虫の食草選択、ヒト・家畜・野生動物の食物選択などがあります。〔III〕動物間の相互作用：昆虫の性フェロモン、道しるべフェロモン、警報フェロモン、哺乳動物のフェロモン、防御物質。〔IV〕高等植物間の相互作用：アレロパシイ。〔V〕高等植物と下等植物 (微生物) の相互作用：ファイトアレキシンとファイトトキシン

これらの中で〔I〕は作物の選択や品種改良など農業の基本的戦略の基礎として、また〔IV〕〔V〕は忌地や連作障害の問題解決の鍵を提供するものとして有用であります。元来施肥農業は土壌学、肥料学、植物栄養学を基盤として、作物の生育と化学的にコントロールしようとするもので、それ自身が化学生態学のよい対象であります。化学生態学の発展は施肥農業に新しい地平を拓く上に今後有用な知見を提供してくれるものと期待されま

3 微量元素の生物学—微量元素と健康—

1840年にリービヒが無機栄養説を発表したのが契機となって、実際に植物を水と少数の無機塩のみで育てようという試みが各地でおこりました。そして1860年代には早くも水耕栽培技術の一応の完成をみましたが、これは植物の必須元素の探究を容易にし、水耕栽培の精度が高まったこともあって、今世紀前半には、微量必須元素が相ついで発見されました。これに対して有機栄養を営むヒトや家畜については、アミノ酸、タンパク質、脂質、ビタミンなどの有機化合物を中心とした栄養学が発達し、微量元素の研究は植物の場合ほど盛んではありま

創 立 15 周 年 記 念 特 集 号 目 次

§ 創立15周年を迎えて.....(1)

チッソ旭肥料㈱ 三戸二郎
代表取締役社長

§ 最近の作物栄養関連分野の

研究動向について.....(2)

京都大学農学部 高橋英一

§ 硝酸態窒素と

アンモニニア態窒素と作物の生育.....(5)

広島大学生物生産学部 尾形昭逸

§ 土壌肥料研究の

筑波での新しい展開方向.....(6)

農林水産省 徳永美治
農業研究センター

§ これからの天候と農作物.....(10)

気象庁産業気象課長 村上律雄

§ 緑化樹木の

植栽管理の技術的思考.....(13)

社団法人日本造園建設業協会 藤田昇
参与 (前全農・元東京都)

§ いえば角が立つけれど.....(15)

～農事随想抄～

全農・肥料農薬部 岡本信行
肥料技術普及課長

せんでした。実際動物の食餌から微量元素をとりのぞくことは植物とちがって大変むつかしく、それが微量元素研究のネックになっていました。

ところが今世紀後半になって、実験動物用の食餌の精製技術と隔離飼育器の改良が進んだため、微量元素欠乏症の発現が比較的容易になり、あいついで微量必須元素が発見され、現在では表に示したようにその数は植物の2倍以上という活況を呈しています。また実際面においても、微量元素に起因する疾病が明らかにされ、ヒトや家畜における微量元素の意義に対する関心は最近とみに高まってきました。主な例をあげると次ぎのようになります。

放牧されている家畜には土や草のミネラルのアンバランスの影響がやすい。たとえば米国で家畜に被害をもたらした筋肉白化症はセレン欠乏によることが明らかにされましたが、セレン欠乏は家畜だけでなくヒトにも存在することが最近見出されました。中国北東部から西南部へかけて発生する克山病 (Keshan disease) がそれです。

また米国では黒砂糖にかわって精製白糖が多量に消費されるようになってクロムの摂取量が低下し、それが糖尿病増加の一因となっているのではないかとされていますが、わが国でも精製した材料を用いた食品をとるようになるにつれて、クロムその他の微量必須元素の摂取量が低下の傾向があらわれているようであります。

さらに最近いろいろな人工栄養法が患者の治療に用いられるようになり、とくに高カロリー輸液法が長足の進歩をとげたため、今まで助からなかった患者が静脈注射だけで生きつづける機会が多くなりましたが、この療法が患者に亜鉛や銅などの微量元素の欠乏をひきおこす結果になりました。それはわが国の製剤の純度が高いために、ちょうど今世紀になって水耕液の純度が高まり微量必須元素の発見をうながしたのと同じような状況を生じたのでした。そのため高カロリー輸液には、亜鉛、銅、クロムなどの微量必須元素が浮加されるようになりました。

一方、家畜やヒトにおける微量元素過剰障害も明るみにでてきました。家畜のモリブデン中毒(下痢症)、セレン中毒(アルカリ病、暈倒病)は以前から知られていましたが、最近はいタイ病を発現するカドミウムの蓄積障害が記憶に新しく、そのほか脳・肝・腎・角膜などに銅が沈着しておこるウィルソン病、脳にアルミニウムが蓄積して老年痴呆類似の神経疾患をひきおこすアルツハイマー病など、難病や老人病に微量金属がからんでいることが明らかにされてきています。このような体内における微量金属の蓄積の影響は、社会の高齢化が進む

につれて、重要な問題になってくると思われまます。

以上の例からもわかるように最近ではヒトや家畜の微量元素問題に関心が高まってきております。われわれの体の中の元素は結局は土に由来していますが、土とわれわれの間には植物が介在し、植物はわれわれに土の中の元素を伝達する役目をこなしています。しかし植物とわれわれでは元素に対する反応にちがいがあがあるため、植物はわれわれにとって必要なだけの微量元素を土から吸収してくれなかったり、逆にわれわれに有害なレベルまで集積したりするので、ときどき健康上のトラブルをひきおこすわけでありまます。

農業はよい食物素材を提供しなければなりません、その中には作物の含有している微量元素がヒトや家畜の健康にとって過剰であったり不足したりしていないかという問題も含まれており、それは今後重要性を増す可能性があります。そのときには土壌学や作物栄養学の新しい出番がまわってくるでしょう。

終りにここでとりあげた3つの問題に関する参考書をあげておきます。

- 1 に関して: Genetic Aspects of plant nutrition, M. R. Saric, B. C. Loughman 編, 496 pp, Martinus Nijhoff (1983)
- 2 に関して: ハルボーン 化学生態学, 高橋英一, 深海浩訳, 303 pp, 文永堂 (1981)
- 3 に関して: (特集) からだと元素 Clinician 31巻 5・6 合併号 (通巻331号) エーザイ株式会社 (1984)

表 植物の必須元素と動物の必須元素

	植 物	動 物
多量元素	C. H. O N. P. K Ca. Mg. S	C. H. O N. P. K Ca. Mg. S Na. Cl
微量元素(発見年代)	Fe 19世紀 Mn 1922 B 1923 Zn 1926 Cu 1931 Mo 1939 *Cl 1954	Fe 17世紀 Se 1957 I 1580 Cr 1959 Cu 1928 *Sn 1970 Mn 1931 *V 1971 Zn 1934 F 1972 Co 1935 *Si 1972 *Mo 1953 *Ni 1973 *Al 1974 *Pb 1974 *As 1977 *Cd 1978

* は自然条件下で欠乏症状が明らかになっていないもの