

水稻生産への植物栄養・肥料学の寄与

誌名	農業技術
ISSN	03888479
著者	村山, 登
巻/号	39巻10号
掲載ページ	p. 442-448
発行年月	1984年10月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



水稻生産への植物栄養・肥料学の寄与

村 山 登

はじめに

十余年継続しているわが国の米の減反政策も、4年つづきの不作と備蓄米の不足から、韓国からの緊急輸入問題でゆれ動いている。しかし、産米の過剰基調は変わらず、減反政策が一転して増産を指向するには至っていない。だが減反政策下の外米輸入という事態に直面して、わが国の水稻作ひいては農業のあり方全体が問い直されていることは疑いのないところである。

わが国の水稻作は、弥生時代以来今日まで、国民に主食を提供する農業の基幹として発達してきた。それはそれぞれの時代の為政者によって手厚く保護されてきたが、また生産農民と技術研究者とのたゆまぬ努力によって進歩発展してきたものである。その努力の結果は、有史以来の単収の増加によって跡づけられるが、1970年代以来の産米の過剰傾向は、単収向上への意欲を抑制するものであった。1980年以後の不作も、異常な気象条件によるところが大きいとしても、関係者一般の意欲減退に基づくところもまた少なくないであろう。

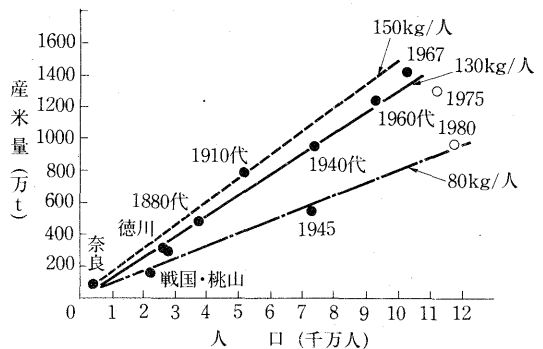
1970年代の初めまでは、農業の学問と技術とにたざざる者は、水稻をはじめとしてすべての作物について単収の向上を基本的目標としてきた。筆者の所属する日本土壤肥料学会が、1968年、創立40周年を記念して行ったシンポジウムは、“土壤肥料の立場からみた水稻収量停滞性とその打破”であって、当時単収の向上が、私どもの直面する最大の課題であったことを物語っている。それから16年、この間におけるわが国農業事情の急変は正に画期的なものがあつた。水稻単収の向上は全く忘れ去られた状況に置かれてきた。ここ数年来の不作と外米の緊急輸入問題は、こうした水稻作への軽視に対する警鐘と考えられるが、農学に関与する者にとって作物単収の向上は、時代と政策を問わず不断に追求すべき基本的目標でなければならない。

著者はかつて、日本土壤肥料学会40周年記念大会において、“わが国における植物栄養研究の現状と将来の展望”について、さらに日本農学会の記念出版物「日本農学50年史」においては“土壤肥料学の50年”を顧りみる機会に恵まれた。今回また日本土壤肥料学会のシンポジウム“食糧生産と土壤肥料”（昭和59年4月4日）において、食糧生産への植物栄養・肥料学の寄与を検討する

場を与えられた。以下は当日の講演要旨に若干の加筆修正を行ったものである。

わが国における人口の増加と産米量

わが国有史以来の水稻反収の変遷については、農学界の先達安藤広太郎、盛永俊太郎両先生の有名な研究がある。それによれば、わが国水稻単収の最初の信頼すべき値は、約1200年前の奈良朝末期から平安初期にかけての101kg/10aであったと推定されている。その後1200余年を経て今日の500kg/10aに近い平均単収が実現しているわけであるが、約100年前の明治10年代には200kg/10a以下であったことから、明治以降の近代農学の貢献と稲作技術の革新が如何に大きかったかがうかがわれる



第1図 日本の人口と産米量との関係
(安藤・盛永の報告より)

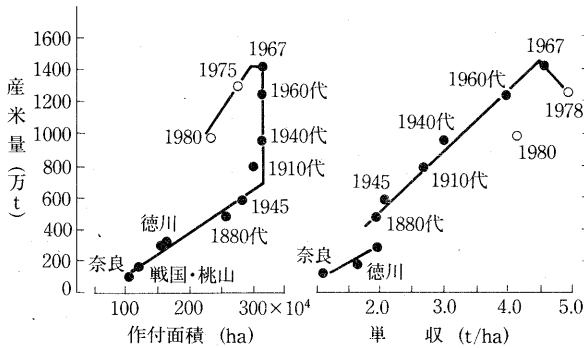
のである。

ところで、この報告には、単収だけでなくそれぞれの時代の水田面積と当時の人口も推定されている。したがって、わが国における人口の増加と産米量との関係がうかがうことができる。これを示したのが第1図である。最近の数字は国勢調査及び作物統計から拾った。これによれば、有史以来1960年代までは人口と産米量との間に高い直線相関のあることが認められる。この直線はほぼ130kg/人・年の線に相当する。

一国における主食糧は、できるだけ自給することが望ましいのはいうまでもないが、島国であり、鎖国政策もとってきたわが国では、古来その増大する人口を国内における稲作農業によって支え、また人口増大の圧力が稲作の発展を刺激してきたものと考えられる。

もちろん詳細にみれば、時代によってこの直線の上下に外れる場合がある。古い時代の推定値は、水田面積、人口ともに誤差が大きいと考えられ、より正確な両者の対応はなお今後の研究にまたなければならないが、徳川時代がこの線を下まわり、1910年代が上まわるなどは、それぞれの時代的特質を反映しているものと思われる。

130kg/人・年の産米量は今日ではけっして小さい値ではなく、むしろ米過剰の指標であるが、戦前は150kg/人・年の米が必要といわれていた。したがって130kg/人・年の産米額で推移してきたことは、わが国の米の生産量は人口に対して常に若干不足傾向にあり、産米量の限界が人口を制限してきたといえよう。鎖国政策をとった徳川時代などはその典型と考えられる。第2図は作付面積及び単収と産米量の関係を示すが、明治以降の産米



第2図 作付面積及び単収と全産米量関係(安藤・盛永の報告より)

量の飛躍的増大は、単収の顕著な増大に依存しており、水田面積の寄与は僅少である。しかし、単収増による産米量の増大も、人口の爆発的増加によって両者の相関はほとんど変わらないことは第1図でみたとおりである。大正、昭和を通じて、稲作はたえず増収が求められてきたのである。

第1図で1945年の点は、著しい例外を示している。これは敗戦時の大凶作年であり、その当時全国民が深刻な食糧危機に見舞われたことはなお記憶に新しいところである。この年の産米量は80kg/人・年であって、平年の6割強にすぎなかった。

有史以来130kg/人・年の線をたどってきた人口と産米量の関係は、1970年代に入って様相を一変する。減反政策による産米量の人為的抑制が始まったからである。1967年の大豊作を転機として、わが国の米作は、はじめて自給自足時代に入ったといわれるが、第2図に示すように、単収の顕著な向上はあったが、自給自足の達成は総産米量の増大よりも人口当り消費量の低下に主因がある。1962年には118.3kg/人・年であった主食としての

消費量は、現在では80kg/人・年を割っているのである。こうして現在の減反政策は総産米量1,100万t程度を目標に行われている。

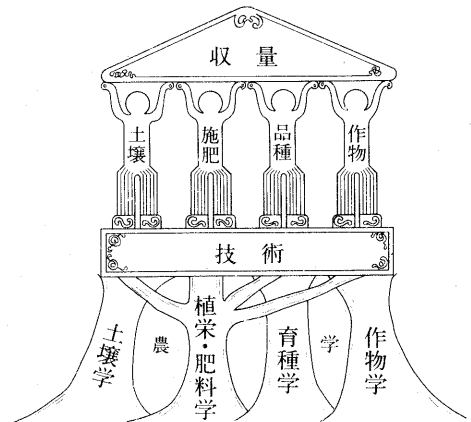
しかし1980年以後の産米量は、単収の低下によって目標に達せず、これまでの過剰米をも消費しつくして今日の事態を招いている。ここ数年来の不作は、もっぱら異常気象が主因とみられているが、4年にも及ぶ不作は、明らかにわが国水稲作が新たな停滞段階に入ったことを示している。このような事態にもかかわらず、現在巷には食料品が溢れ、国民の間に米不足の切実感はいすい。しかし1980年の人口当り産米額があつた1945年の敗戦時と同じであることを思えば、今日の飽食時代がいつまでも続くとして安心しているわけにはいくまい。

当面の減反政策の基調は変わらないとしても、ここ数年来の不作の真因を追求し、近年の停滞傾向を打破する途を探ることは、われわれに課せられた本来の使命であろう。

考察の方法

以上のような人口増と産米量の関係からみたわが国稲作の発展の歴史と現状を背景として、与えられた課題“水稲生産への植物栄養・肥料学の寄与”について考察を進めるが、最初に考察の方法についてふれておきたい。

食料生産における学問の貢献度を具体的に評価することは一般的に難しい。生産は技術水準によって規制され、学問の成果は必ずしも生産に直結しないからである。しかし学問が技術に反映し、生産に強く影響することもまた事実である。農学を志す者が食料生産への寄与を基本的使命と考えてきたのも、学問を通じて生産に寄与できると考えているからにはほかならない。生



第3図 水稲収量に対する技術と学問の相互関係

産と技術と学問の三者の間には密接な相互依存の関係があり、技術が生産を支え、学問が技術の基盤になっていると考えられる。もちろん生産の現状が学問・技術に影響を及ぼすことも当然である。

上記の関係を水稲生産について具体的に考えると、第3図のようなモデルが考えられる。川田信一郎氏は水稲収量は基本的に、土壌改良整備の柱、施肥の柱、品種選択の柱、作物管理の柱の四つの柱で支えられ、この四者の均衡のとれた発展によって初めて安定した収量水準の上昇が実現するとしている。第3図の上半部はそれと同じことを意味しているが、この四つの柱はいわば稲作技術における基幹的な個別専門技術である。しかし、それぞれの個別技術の一時的な突出では安定した収量水準の向上は困難で、四者が相互に密接な調和を保って個別技術が総合技術として体系化されなければ、安定した収量水準の向上はないことを示唆している。

こうした稲作技術の基盤となっているのが農学であり、専門分化した農の諸学であるが、分化した諸学が稲作を支える個別技術とそれぞれ密接に対応していることは当然である。例えば土壌と肥料の柱は、もともと土壌肥料として一本の柱として扱われていたが、学問技術の発展とともに、土壌の改良整備の柱と施肥の柱の二本立てに発展し、対応する学的基盤も土壌肥科学から土壌学と植物栄養・肥科学に分化してきた。しかしこの両者が今日でも密接な関係を持ち、土壌学、植物栄養・肥科学は、ともに土壌の柱、施肥の柱の重要な基盤となっていることには変わりがない。

このような学問と技術の相互関係は、今日ますます複雑化し錯綜したものとなっている。昔は土壌肥料の柱は土壌肥科学といわば1:1で対応し、他分野の学問・技術とはほとんど無関係でありえたが、現代における施肥の柱は、たんに植物栄養・肥科学あるいは土壌学だけを基盤として成立しているわけではない。それが品種選択、作物管理の柱と密接不可分に体系化されているように、育種学、作物学、防疫学等の関与がなくては成立しえない段階にある。同様に植物栄養・肥科学も今日ではたんに土壌と肥料の柱だけではなく、他の品種選択、作物管理の柱にも密接に関連し、それぞれに貢献していると考えられる。第3図の下端部分はこれを模式的に示したものである。

生産と学問の関係を以上のように考えるならば、水稲

生産への植物栄養・肥科学の寄与を論ずる場合二つの方法が考えられる。一つは植物栄養・肥科学の側から、その学問的な発展過程をたどりながら、それぞれの時期における成果が当時の稲作技術にどのように反映したかを論ずることであり、他の一つは、稲作発展の歴史的過程の中でそれを支えてきた四つの技術的柱の発展を追いながら、植物栄養・肥科学との関連を考察する方法である。学問の発達からすれば前者が普通の論法であろうが、このような立場からの植物栄養学、あるいは土壌肥料学の食料生産への寄与については、既にはじめでふれた二つの機会に論じた。

本稿では、後者の立場、すなわち水稲の生産技術の進歩からみた植物栄養・肥科学の寄与を主眼に、とくに施肥技術の発展過程を中心として考察を進めることとした。

施肥技術の三段階

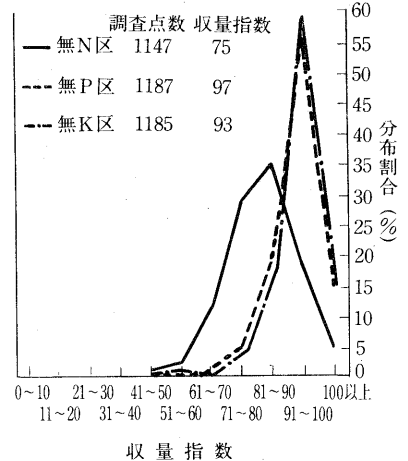
稲作における施肥技術の発展過程は大きく三つの段階に区別することができる。第1表はこれを示している。

第1表 施肥技術の三段階

段階区分	時代区分	基本目標	肥料の主体	具体的技術
1	明治～昭和初期	養分の欠乏・不足の解消	自給肥料, 販売有機質肥料	地力培養, 基肥
2	昭和初期～戦後	窒素肥料の効率増進	速効性化学肥料, 三要素単肥	全層施肥, 穂肥
3	昭和30年以降	太陽エネルギーの利用効率向上	必要な単肥, 改良資材, 高度化成肥料	後期重点施肥

第一段階は養分の欠乏あるいは不足が問題の段階で、土壌のもつ養分供給力、一般的にいうと土壌の肥沃度が問題となる。稲は地力でつくるといっており、稲作は土壌を基盤とし肥料はその補助的手段と考えられ、技術も学問も土壌肥料として一括されていた段階である。わが国でい

えば、近代科学の導入の始まった明治から大正を経て昭和の初年ごろまでがこの段階に相当する。土壌肥料技術はもっぱら土壌の肥沃度要因を解明し、地力培



第4図 全国三要素天然供給力分布図(水田)

養を基礎として不足する養分を施肥することが基本的技術であった。肥料の主体は堆肥、山野草・緑肥、下肥などの自給肥料をベースとして、販売肥料としては大豆粕が主体を占めた時代である。

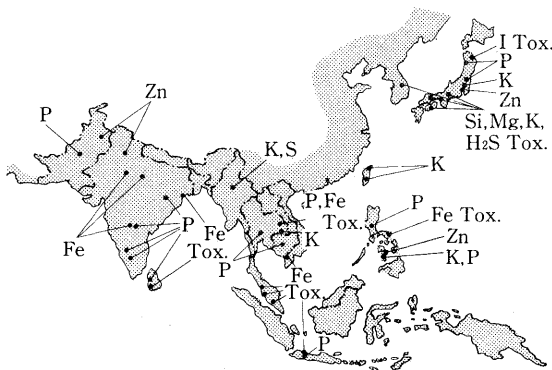
明治初年来日した O.ケルネルは、駒場の火山灰土壌で試験をして、水田にリン酸の不足することを指摘したが、その後の全国的な結果によって、わが国の一般沖積水田でもっとも不足する養分は窒素であることが明らかとなった。それは皮肉にも、ケルネルらによって導入された近代土壤肥科学が、三要素試験、適量試験などによって土壌の肥沃度を明らかにすることを教えた結果であった。

第4図は、1920年以來の全国的な施肥標準調査の結果であるが、この成績を中心に、今日まで累積された無数の肥料試験成績は、わが国耕地の肥沃度、養分の天然供給力を明らかにして、施肥技術の基礎を確立した。とくに水田については、畑地に比して全般に肥沃であること、窒素にもっとも不足し、リン酸、カリの供給力は高いこと、などの一般的特性を明らかにするとともに、土壌によってそれぞれの特性の異なることを示した。

このような水田土壌の特質の解明は、水田管理における地力の維持培養の重要性を教え、また大豆粕を主体とする窒素質肥料施用の意義を明らかにした。

この時代では、植物栄養・肥料学はまだ土壤肥科学から独立するに至らず、むしろ現場の成果に触発されて分化発展する気運が醸成されていた時代といえよう。

窒素を主体とした水稲施肥技術の発展は、昭和初年以來の速効性化学肥料の優占を背景として第二段階に入る



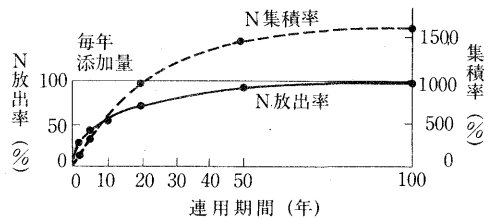
P=Phosphorus deficiency K=Potassium deficiency
 Fe=Iron deficiency Si=Silicon deficiency
 Mg=Magnesium deficiency Zn=Zinc deficiency
 S=Sulfur deficiency Fe tox.=Iron toxicity
 I tox.=Iodine toxicity H₂S tox.=Hydrogen sulfide toxicity

第5図 アジアにおける水稲の栄養障害 (田中・吉田)

のであるが、三要素以外の特定養分の欠乏ないし不足の解明による土壤肥料技術の進歩は、戦後も大きな足跡を残している。老朽化水田、秋落稲の土壌学的あるいは栄養生理的研究は、水稲に対するケイ酸の役割を明らかにし、ケイ酸質肥料が公定され、広く使用されるに至っている。とくに多肥条件下におけるケイ酸の役割の解明は植物栄養・肥料学の進歩に負うところが大きかったといえよう。

微量元素には鈍感とされてきた水稲も、老朽化水田・秋落生理の研究に端を発し、鉄の不足、マンガンの過剰等が注目された。さらに広く東南アジア各地の栄養障害、生理病の検討を通じて、鉄過剰、亜鉛欠乏、ヨウ素過剰などの養分の過不足による生産力の欠陥が明らかにされた。第5図は吉田昌一氏によってまとめられた東南アジアの稲作地帯における栄養障害の分布図である。亜鉛欠乏の解明は東南アジアの水稲生産力向上に重要な貢献をし、ヨウ素過剰症の究明は火山灰水田における開田赤枯病を克服するなど、植物栄養・肥料学の分化発展は、戦後においても施肥技術の第一段階に新たな側面を開拓した。

水田地力については、近年における化学肥料主体の施肥技術によって、その低下が危惧されているが、最近の有機物の分解集積に関する研究は、水田における有機物連用の効果を数量的に解析することに成功した(第6図)。地力増強についても 今後は計画的な対応が可能となっていくであろう。



第6図 完熟堆肥連用時の窒素の放出と集積 (志賀, 1982)

施肥技術の第二段階は、養分の欠乏あるいは不足は基本的に解消され、肥料とくに窒素肥料の効率が問題になる段階である。これには、硫酸のような速効性の化学肥料が多量に供給されて自給肥料のウエイトが相対的に低下していく昭和中期からの時代が対応する。この段階では施肥量の増大によっても収量はそれほど上昇せず、いわゆる収穫漸減の傾向が問題となる。技術的には施肥の位置や時期が重要な課題となり、全層施肥や穂肥技術が開発されて、今日にいたるまでの速効性窒素肥料施用法の基本が確立された。

施肥技術発展の第二段階において、水田土壌化学の体

系的確立や養分の生育時期別必要性あるいは部分生産能率の解明など、土壌学あるいは植物栄養・肥料学の寄与が大きかったことは周知のところである。水田土壌化学による脱窒現象の究明によって、従来の植代施肥における窒素利用率の低さが解明された。全層施肥は脱窒防止による利用率向上技術として開発され、その後の下層施肥、深層施肥、側条施肥など一連の施肥位置に関する技術の基本となった。水稻の栄養に関する上記の諸研究は、穂肥技術に理論的根拠を提供するとともに、窒素の利用率向上にも大きく貢献した。

全層施肥+穂肥の速効性窒素肥料の施用技術は、元来多肥条件下における施肥効率の増進を目標に開発されたものであるが、たまたま太平洋戦争前後の肥料不足時代に遭遇して、実際にはもっぱら少肥多収の技術として戦時下の水稻生産力維持に貢献した。

以上のような過程を経て、土壌肥料として一体化していた技術は、土壌改良整備の柱と施肥の柱との二本立となり、土壌肥料学もまた土壌学と植物栄養・肥料学とに分化発展するに至った。

施肥技術の第三段階は、戦後になって肥料生産が回復し、三要素のみならず多種多様の養分が、潤沢に安く供給されるようになった時代に対応する。尿素や塩安、溶成リン肥、ケイ酸質肥料、緩効性化学肥料などの新肥料の登場、単肥から複合肥料、低度化成から高度化成肥料の開発などは肥料化学そのものの成果であるが、無硫酸根肥料などは老朽化水田における硫酸還元、発生した硫化水素による養分吸収阻害機構の研究などの成果に負うところが大きい。こうした時代を迎えて、養分の欠乏や不足に由来する低位生産田は、その原因さえ明らかになれば技術的対応はきわめて容易となった。また複合肥料の普及によって三要素のバランスのとれた施肥も一般化した。しかし肥料とくに窒素の過剰施肥傾向はますます顕著となり、過繁茂による収量停滞が最大の課題となった。施肥技術もたんなる施肥の位置や時期の工夫だけでは対応しきれず、問題は太陽エネルギーの利用率の向上にあるとされた。

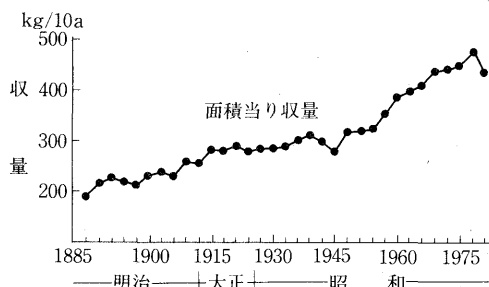
この段階を迎えて、水稻の生育過程の栄養生理的研究あるいは養分吸収機構等の栄養的研究は、作物学における光合成・乾物生産理論などの生理生態的研究と密接な関連を持ちながら、収量限界の向上に貢献することとなった。この段階の施肥技術が到達した体系は、今日一般に後期重点施肥法と称されている。それらは個々には各種の条件に応じて細部の技法を異にするが、共通した特徴として、施肥によって水稻生育を人為的にコントロールし、生育後期の栄養を良好に保つことによって安定し

た多収をあげることを目標としている。

それは技術としては、施肥の位置や時期を追求する点において第二段階の延長線上にあるが、たんに施肥効率を追求するのではなく、受光態勢に優れ、もみ数生産能率が高く、生育後期まで光合成・乾物生産能の高い水稻群落の形成を指向している。しかもそれは老朽化水田や湿田の改良をはじめとする低位生産田の改良整備、耐肥耐病性品種の選択、健苗、早植え、水管理、病虫害の徹底的防除など施肥技術の他の諸技術と密接不可分に結びついて総合化されている点に大きな特徴がある。その学問的基盤はもちろん植物栄養・肥料学にあるが、土壌学とは当然緊密な関係にあり、新しい特徴として前述のように作物学との協力、相互依存関係を強化したことが指摘される。また一般に、稲作を支える諸技術の総合化とともに、これらを支える農の諸学の間にも相互協力・依存性が高まり、植物栄養・肥料学的研究はたんに施肥技術にだけでなく、他の諸技術にも大きく寄与してきている。例えば国際稲研究所におけるIR系統品種の創出過程における栄養生理的研究の貢献はよく知られたところであり、また秋落ちはもちろん冷害や過繁茂の克服過程において、さらに多収穫栽培において、植物栄養・肥料学はそれぞれに貢献してきているのである。

水稻単収の推移と施肥技術

わが国の水稻単収は、有史以来上昇と停滞をくり返しながら今日に至ったと考えられるが、明治以降の過程は第7図のとおりである。それは先に指摘したように、収穫漸減法則の克服過程とみることができ、施肥技術の第一段階にあった1910年代の上昇には大豆粕による窒素の効果が大きかったと考えられる。しかし施肥の第二段階では化学肥料の増投にもかかわらず収量は停滞気味に推移し、戦中戦後の混乱期を経て、1955年以降の施肥の第三段階では単収の飛躍的上昇が認められる。この過程を施肥量と施肥効率との関係から解析すると次のよう



第7図 明治以降の単位面積当り収量の変化

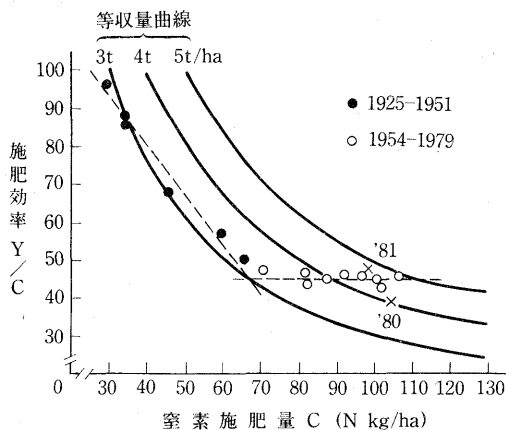
注) 各点は全国平均単収の3カ年ごとの平均値

になる。

水稲収量 (Y) を施肥技術の関係からみれば、施肥量 (C) と施肥効率 (Y/C) の積として表される。

$$Y = C \times Y/C$$

施肥量を増加して施肥効率が上昇すれば、収量は著しく増大することになるが、実際はこの両因子は矛盾した関係にあって、施肥量を増加すれば一般に施肥効率は低下して実際の収量はなかなか増大しない。いたずらに施肥量を増加すれば、病虫害や倒伏が激化して施肥効率は極端に低下し収量はかえって減少する。如何にして施肥効率を下げないで施肥量を増加するか、あるいは施肥量が同一の条件で如何にして施肥効率を上げるか、が施肥技術の直接の目標となる。前述のように、施肥技術の第二段階に入って、肥料の施用量は増大したが、収量は停滞し、施肥効率の低下が問題となった。戦後の第三段階では、施肥量の著しい増加とともに、収量もまた上昇した。この間の関係を解析したのが第8図である。



第8図 経年収量の施肥量・効率関係

注) 3カ年ごとの全国平均値についての相関、戦前は塩入によるデータから、戦後は作物及び肥料の統計値によった。ただし1937~1945はデータがない。

1950年代を境としてであるが、戦前は施肥量の増大とともに施肥効率は直線的に低下している。戦前のこの傾向が、全層施肥や穂肥などの利用率向上を追求する施肥技術の第二段階を形成する契機となったのであるが、まもなく戦争が始まって施肥量は激減し、全層施肥や穂肥の施肥効率上昇による増収効果はこの図上では示されていない。肥料の生産は戦後間もなく回復して1950年前後には戦前の施肥量を上廻るに至ったが、施肥効率はなお低下を続けた。

戦後の収量水準の急上昇は1955年の大豊作を転機として始まった。その後1970年代末までの収量の上昇は、施肥量の増加にもかかわらず施肥効率がほぼ一定に保たれ

てきたことによる。第8図はこのことを明瞭に示している。ここでの施肥技術の主体が後期重点的な施肥法であることは前述した。それが全層施肥+穂肥の流れをくんで、利用率向上の技術であることは明らかであるが、施肥効率は必ずしも上昇していない。しかし施肥量の増加にもかかわらず効率を一定に維持することによって増収に貢献している。

施肥技術が施肥効率の上昇を指向して開発されているにもかかわらず、実際は施肥量を増大しても施肥効率を低下しないで増収する技術に転化しているのである。その理由の一つは戦後の米価に対する肥料代の相対的低下にある。米一俵に対する硫安価格は、1970年代には1930年代のほぼ1/5に低下している。肥料代が安ければ、効率の上昇に苦勞するよりは、効率の下がらない範囲で施肥量を増大できる技術が普及するのは自然である。

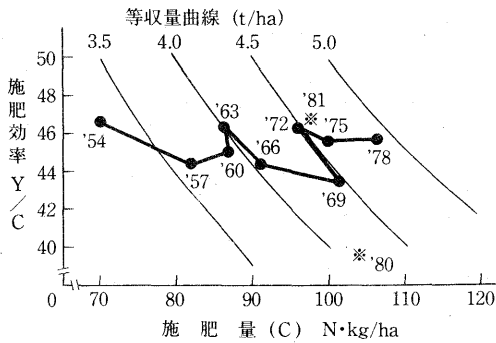
しかし第8図によれば、近年の施肥効率はほぼ一定に保たれているが、戦前に比べればかなり低い値である。地力に依存するところが大きく、無肥料でも相当の収量のある水稲では、施肥量の増大は必然的に効率を低下するが、効率の値が小さいことは、それだけ肥料が無駄に使用されていることであり、経営的にも環境保全の見地からもけっして望ましいことではない。

ところで施肥技術の第三段階における“施肥量の増大にもかかわらず施肥効率が一定に維持されたことによる収量の増大”は、後期重点施肥法という施肥技術だけの成果でないことは前述した。それは土壤の改良整備、品種の選択、作物の管理の諸技術と一体となって体系化されてはじめて安定した収量の上昇という成果を上げているのである。施肥技術の第二段階で、全層施肥+穂肥という技術が開発されたにもかかわらず、第8図の上にその効果が明示されないのは、戦時中という特殊事情もあるが、当時これらの技術が、他の諸技術との間に十分な連携い調和がなかったことも原因と考えられる。たとえば、施肥量は回復したが、低位生産地の改良や耐肥性品種の採用、保温セッチュウ苗代の普及などが不十分であった1940年代末までは、穂肥技術などの普及にもかかわらず施肥効率は上昇していない。

こうした時代を反映して現在の植物栄養・肥料学は、たんに直接的に施肥技術に貢献するだけでなく、他の諸技術への寄与を通じての成果をも、施肥技術の発展の中に見い出しているのである。

最近における不作と今後の施肥技術

1980年以来の不作は、これまでの増収傾向を一変してわが国の稲作は新しい転機に立たされている。これを第



第9図 近年における窒素施肥量と施肥効率との関係
注) 各点は表示年を起点とする3カ年平均値
1980, 1981は単年度

8図の上でみるならば、1980年の不作は施肥効率の著しい低下によるものであり、1981年のそれは施肥量の低下によっている。戦後の施肥効率は一定に保たれているといっても、詳細にみれば第9図に示すように、年次的に変動している。一般的傾向としては、施肥量の増大による効率の低下と施肥量の維持ないし減少による効率の上昇とをくり返しながら、大局的に多肥多収を実現してきたことがうかがわれる。

それが1980年は、施肥量は前年より抑えながら効率の大幅な低下によって収量が激減しており、翌1981年は施肥量をさらに抑えることによって効率はこれまでの値に回復したが、施肥量の大幅減のために収量水準は低下したことを示している。ここ数年来の不作は天候異常が主因とされており、確かに日照や気温の低下は施肥量を制限しあるいは効率を下げる重要な要因である。しかしここ数年来の不作は、上述のように施肥量と効率の悪循環によって、収量水準が停滞ないし下落傾向にあることをはっきりと示している。前著“収獲漸減法則の克服”で示したように、わが国水稻作における戦前から戦後にかけての収量水準の停滞傾向は、1950年以後の技術革新によって克服されてきたが、今やその上昇傾向は停止し、収量水準は再び停滞段階に入ったことを示している。つまり新たな収獲漸減の局面を迎えたこととみられるのである。これをたんに異常気象のためとして責任を他に転嫁することは許されないであろう。

減反政策以来水稻増収に関する研究は影をひそめ、新たな学問的技術的展開のないまま今日に至っているといっても過言ではない。新しい停滞段階を迎えるのは当然といわなければならない。

こうして施肥技術は新たな段階を迎えることになるわけであるが、それがどのように構築されるかは若い人達の努力に期待するほかはない。近年の施肥技術は、施肥

効率の上昇を意図しながら結果的には施肥量の増大技術に転化している。これは農家経営上、また環境保全上、けっして望ましい姿ではない。困難であっても、施肥量の増大と効率の上昇との両立を実現することによって収量を増大することがもっとも望ましい。地力の維持増大は、この立場からあらためて評価することが重要である。地力の増大は施肥量の抑制を通じて施肥効率の上昇につながるからである。先述したように、有機物による地力の維持増進を定量的に推定しうる成果が上がりつつあり、一方では水稻の養分要求過程と土壌の養分放出過程とを定量的に扱い、両者の整合によるもっとも効率的な施肥計画の実践も試みられている(千葉農試)。これらは植物栄養・肥料学と土壌学の成果に基づいて施肥の量と効率の両立による新たな施肥技術の確立を期待させるものである。

施肥技術の第二・第三段階は他の養分への配慮はもちろんあるにしろ、窒素が焦点であったことは否めない。土壌が窒素的にもっとも不足しており、水稻が窒素の過不足にもっとも敏感であるかぎり、今後とも窒素が主要な対象となることに変わりはないであろう。しかし他の養分との関連を植物栄養・肥料学的立場から一そう究明し、施肥技術の合理化に努めることは重要である。異常気象や不良環境下での対応が望まれる今後にあつては、とくに留意する必要があると思われる。また過剰害が出ないからといって、明確な指針もないままリン酸やカリの多施を続けることはけっして合理的ではない。これからの施肥技術は、単収の絶対的上昇からだけでなく、窒素をはじめとする各種養分の施肥効率の上昇の見地から評価することが重要であろう。とくに、わが国ではこれからの減反基調が続くとするならば、一定の単収をより少ない施肥量で実現するような効率の高い施肥技術の開発が望まれる。

なお、ごく最近、日本土壌肥料学会では昭和58年度学会将来計画委員会報告書を公表した(土肥誌55巻4号 p381, 1984)。この報告における“学会を構成する各専門分野の現状と将来展望”は、今後の施肥技術のあり方についても貴重な示唆を与えている。

(むらやま・のぼる 前東京農工大学教授)

参考文献

- 1) 日本土壌肥料学会編：わが国における土壌肥料学の進歩(1968)日本土壌肥料学会刊
- 2) 日本農学会編：日本農学50年史(1980)養賢堂
- 3) 川田信一郎著：日本作物栽培論(1976)養賢堂
- 4) S. Yoshida: Fundamentals of Rice Crop Science (1981) IRRRI
- 5) 村山登著：収獲漸減法則の克服(1982)養賢堂