

## 肥料の来た道帰る道

### 8. 肥料工業と農事試験場の誕生

京 都 大 学

名 誉 教 授 ・ 高 橋 英 一

産業革命の初期に、イギリスの先進的な農場主が骨粉肥料を施用して収益をあげたことは前に述べた。ロンドン北北西40kmに位置する Rothamsted の地主であった John Bennet Lawes(1814—1900)も自分の荘園で1836年から38年にかけてこの骨粉をカブに施用してみたが、予期したような効果が得られなかった。それは Rothamsted の土壌がチヨーク(炭酸石灰)質の残屑を含んでおり、骨粉からのリン酸分の溶出が抑えられたためと思われる。化学的知識のあった Lawes は1839年に骨粉を硫酸で処理して作物に施したところ、今度は顕著な効果があった。そこで彼はこの新肥料 (super phosphate of lime 過リン酸石灰)の効果を確認するために荘園内で圃場試験をはじめ、1842年5月には過リン酸石灰製造法の特許を取得し、製造原料の範囲を骨、骨粉、骨灰その他含リン物とした。そしてこれを製造する工場をテムズ川畔の Deptford に建て、1843年7月過リン酸石灰の最初の販売広告を Gardener's Chronicle 誌上に出した。これが人造肥料のはじまりであり、化学肥料工業の幕明けとなったのである。

一方ドイツでは1840年に Liebig がイギリス科学振興協会の求めに応じて「化学の農業および生理学への応用」と題する、後に有名になった論文を発表したが、その中で Liebig は骨粉に希硫酸を加えてかきまぜ、熟成したものを水でうすめて作物に施すと、大きな効果があると述べている。骨粉を酸で処理して成分の有効化をはかることを思いついた人はほかにもいたが、過リン酸石灰を世に出す原動力になったのは、Lawes と Liebig の2人であった。Liebigは動植物起源の有機質肥料の効果は、それが土壌中で分解した結果生じる無機化合物でおきかえられることを説き、根強く残っていた「植物の養分は腐植である」という考えに終止符をうった。骨粉の数倍もの効果をもつ

新肥料への需要をみたすために、ヨーロッパ中の屠殺場から大量の骨が集められたが、すぐにはこれだけでは十分でないことがわかった。Liebig はイギリスが死者の骨、とくに戦場でたおれた兵士の骨を原料に使っていると非難した。しかし幸い19世紀後半になってアメリカその他でリン鉱石の鉱床が発見され、骨にとってかわることができた。

過リン酸石灰の発明は肥料そのものを製造する工業を誕生させたが、産業革命を契機として19世紀のヨーロッパに発達した諸工業からはいろいろな副産物が生れ、その中には独立した肥料商品になったものもいくつかあった。トーマス燐肥もその一つである。

1879年 S.G. Thomas は、中部ヨーロッパや北部スエーデン産のリン酸含量の高い鉄鉱石を利用するため、トーマス転炉を使用する製鋼法を発明した。これは従来の転炉内面の酸性ライニングを石灰を用いた塩基性ライニングにかえ、低ケイ素高リンのトーマス銑(P含量1.6~2.1%)を原料とするもので、酸化したリンをリン酸塩として炉壁に吸収し、銑からリンを除くしくみになっている。その結果リン酸含量の高いスラグが副生する。主成分はシリコカーノタイトで  $P_2O_5$  16~20%を含み、リン酸肥料として有効であることが実証されて以来、ヨーロッパで大量に使用されるようになった。

19世紀には石炭の乾留によってコークス、石炭ガスが製造されるとともに、副生するタールやガス液中の成分に新たな用途が発見され、石炭化学工業が勃興したが、ガス液中のアンモニアを硫酸で硫酸として捕集し、窒素肥料として用いることもひろまった。このようにして鉱物起源の肥料とともに、過リン酸石灰、トーマス燐肥、副生硫酸といった工業製品が登場し、肥料もまた有機物依

存から脱却することが可能になった。

過リン酸石灰の製造をはじめた Lawes はさらに作物の肥培についてくわしく知ろうとして、1843年6月に化学者の Joseph Henry Gilbert (1817~1901) を招き、共同研究をはじめた。これは Lawes の死 (1900年8月) まで続いた世界でもっとも長い共同研究であった (翌年 Gilbert もこの世を去った)。またこの年、現在まで続いている Broadbalk 圃場試験をはじめた。Lawes はこの2つを記念して1843年6月を Rothamsted 試験場のはじまりとした。したがって明年の1993年には、この世界最古の試験場は150周年を迎えることになる。

「Broadbalk」は主要作物の養分要求性を知るために設計された試験の一つで、コムギを同じ土壌で同じ施肥法で栽培をつづけ、長期にわたる施肥法の違いの影響を明らかにしようとするものであった。そのため作物、土、肥料、排水の分析を行なって養分のバランスシートをつくり、与えた肥料がどれだけ作物に吸収され、どれだけ土の中に残り、どれだけが系外に失われるかをしらべた。共通した処理区は無肥料、ミネラルのみ、窒素とミネラル、厩肥のみである。このような試験設計は Liebig との論争に対処するものであった。

Liebig は当初作物にとって実際に補給が必要なのはミネラルであって、生育に必要なだけの窒素は大気中のアンモニアから供給されると主張していた。しかし Broadbalk の試験の結果は、窒素を与えないときのコムギの収量はわずかであり、ミネラル施用の効果も窒素が与えられたときに限りみられることを明らかにした。

このように作物の生育量と養分の吸収量を定量して両者の関係を求め、またこれらに対する肥培管理のちがいの影響を明らかにする「圃場試験」を行なうための試験場は、19世紀末から次第に各国に設けられるようになった。日本では1890年 (明治23年) 東京府下西ヶ原に農務局仮試験場が設けられ、1893年 (明治26年) には西ヶ原を本場に、各地方におかれた6支場からなる農事試験場が発足した。こうして農業はそれまでの全面的な経験依存から脱却し、科学的な施肥農業へと発展していったのである。

## 一口メモ

### Liebig のイギリス非難

Liebig は「化学の農業および生理学への応用」第9版の中で次のように述べている。

ドイツの農業者はジャガイモがなかったら (当時ドイツとフランスは人口の3分の1がジャガイモを主食にしていた)、必要に迫られてイギリスの農業者と同じく、肥料資材としての骨粉に高い評価を与えざるを得なかっただろう。ドイツの農業者はその価値をほとんど理解できなかったので、数百万ツェントネル (1ツェントネルは50kg) もの骨粉の輸出を70年以上も傍観してきたのである。イギリス人にとって骨粉の輸入が必要であったとすれば、ドイツの畑からの骨粉成分の収奪がわれわれにとって不利だと考えるのは当然であろう。この資材がイギリスの畑で穀物とクローバーの収量を高めたとすれば、ドイツの畑の穀物とクローバーの収量はイギリス人が受けとった分だけ低下したにちがいない。(吉田武彦氏の訳による)

Liebig のイギリスに対する非難にははげしいものがあるが、これは彼自身も貢献した発見を Lawes が商業的に発展させて成功を収めたことに対する怨念のせいかも知れない。

### もう一つの世界最古の試験場

フランスの化学者で農学研究のパイオニアでもあった Jean Baptiste Boussingault (1802~1887) は、妻の持参金代わりに Alsace の Bechelbronn の地所で1834年から一連の圃場試験をはじめた。その目的は植物は炭素と窒素をどこから得ているかを明らかにすることであった。彼もまた施用した肥料と収穫した作物を秤量、分析し、いろいろな輪作体系における養分のバランスシートを求めた。彼は輪作の中にマメ科作物があると、窒素の吸収量は施肥量を大幅に超過することをみだし、マメ科作物は大気中の窒素を固定していると考えた。Boussingault の圃場試験は不幸にも1870年の普仏戦争によって行なわれなくなり、世界最古の試験場たる栄誉は Lawes に譲ることになった。