

肥料の来た道帰る道

5. 産業革命と肥料革命

京 都 大 学

名誉教授 高 橋 英 一

周知のように18世紀の後半イギリスで産業革命がおこった。これにはいろいろな原因があげられようが、その一つに深刻な土地不足があったことはみのがせない。工業化社会到来以前のイギリスでは、食糧はもとより生活に必要な原料のほとんどは土地から生み出されていた。たとえば主要な衣料原料は国内の牧場で飼育された羊の毛であったし、家庭やいろいろな製造業用の燃料のほとんどは薪炭であり、家屋、船舶、農機具等にも多くの木材が使われた。また当時ガラスや石けんの製造にカリ塩が使用されたが、これは植物の灰から抽出した（カリのことを potash =ポットの灰という所以である。さらにいろいろな作業や輸送に多数の馬が用いられていたが、それを養うためにも広大な土地が必要であり、照明用の獣脂もまた最終的には土地に依存するものであった。

産業革命は土地不足による制約からの解放を求めておこった。そのためにいろいろな代替資源が登場したが、その中で特筆すべきは石炭が木材のかわりに用いられるようになったことである。イギリスは fire stone（もえる石）即ち石炭の豊富な国であった。しかし石炭は燃やすと悪臭を発することもあってあまり利用されていなかった。鉄鉱石から鉄を製するのに大量の燃料が必要であるが、これには森林から切り出した薪から製した木炭が用いられ、それはカリの製造とともに森林を枯渇させつつあった。

17世紀には木炭のかわりに石炭を使って鉄鉱石を溶解する試みが多くなされたが、いずれも成功しなかった。それは石炭に含まれている不純物とくにイオウ分が鉄と反応するためであった。しかし1709年イギリスの Coalbrookdale の Darby 1世は、石炭を燻して(coke して)これらの不純物を除いたコークスを用いる熔鉱炉で、はじめて良質の鉄を得ることに成功した。このコークス製鉄

法の発明によって製鉄業は木炭依存から解放されることができた（山本 通 18世紀はじめのイングランドの製鉄業，産業革命のアルケオロジーによる）。しかし一方それは石炭に対する需要を大幅に高めることになった。石炭ははじめは露天掘りされていたが、次第に地下の深い炭層より採炭せねばならなくなった。この場合大量に吹き出してくる地下水を汲み出す必要があり、そのため石炭を使った蒸気ポンプが発明された。

この蒸気ポンプはやがて蒸気機関車を生むことになった。1800年ごろイギリスには135万頭の馬がおり、その中の100万頭以上が旅客や貨物の輸送に用いられていたといわれるが、これが地中から掘り出された石炭で動く蒸気機関車によって代行されれば、土地不足の悩みの解消に非常に役立つことになる。何故なら一頭の馬を養うのに4エーカーの土地が要る（人間なら8人を養える）から、100万頭では400万エーカーになり、これを穀物生産にまわせば800万の人間を養うことができ、馬も農業用に戻すことが可能だからである。

イギリスの産業革命のいま一つの顔であるランカシャーの綿織物工業の発展は、原料代替の特殊な例である。かつて耕地の牧場への転換は「羊が農民を食いつくした」としてトマス・モアによって非難されたが、綿もまた羊毛と同じく土地を介して生産されるものである。しかしこの綿はイギリスの土地でなく、インドやアメリカの土地を利用するものであった（気温の関係でイギリスでは綿は育たない）。そのため食糧生産をおびやかすことなしに、新しい衣料の生産拡大が可能であった。もっとも植民地支配や奴隷問題をひきおこすことになったが。

土地不足を補ういま一つの手段は、土地の生産性を一だんと引き上げることである。そのためにはより多くの肥料の投入が必要であるが、それま

での厩肥を主体とする有機質肥料には限界があった。何故ならそれらも土地で生産されたものであったからである。しかしここに従来にはない新しいタイプの肥料が登場した。そしてそれらは産業革命がもたらしたものであった。

イギリス中部にシェフィールドという町がある。ここは古くから刃物製造で有名であったが、18世紀にはイギリスの刃物生産の大部分を占めるまでに発展した。刃物には柄が必要であるが、これに家畜の骨や角が大量に使われた（日本ならさしづめ木や竹を使うところだがそこは牧畜国と非牧畜国のちがいである）。その結果骨の削りくずが工場のまわりにうず高く積まれることになった。注意深い観察者の一人が、骨くずの山のまわりではほかにくらべて雑草がよく繁っていることに気づいた。試みに骨くずをもって帰って自分の畑にまいたところ作物がよくできた。このニュースはすぐ近隣につたわり、シェフィールド周辺のやせた（おそらくリン酸分に乏しい）土地を耕やしていた農民達は、争ってこの骨くずをもってゆくようになった。

刃物工場主は、はじめのうちは骨くずの山が片づくのを喜んでいたが、やがてこれが貴重な肥料であることを悟ると、骨くず一荷ごとに代金をとるようになった。骨くずの需要が高まるにつれて、農民たちは骨の供給をほかから仰がねばならなくなり、屠殺場から出る骨がひっぱりだこになったといわれる（市場泰男訳 サトクリフ エピソード科学史Ⅲによる）。ヨークシャー地方では骨を砕く機械を発明して骨粉を大々的に施用し、収益をあげた地主の話はいくつもあり、骨粉肥料の普及のさまを物語っている。この骨粉肥料は19世紀になって過リン酸石灰即ち最初の人造肥料に進化するのであるが、その生みの親は刃物工場から出る廃物であった。

産業革命のもたらしたいま一つの肥料は硫酸である。硫酸といってももちろん合成硫酸ではなく、コークス製造の副産物であった。石炭を乾溜するとコークスのほかに、ガス、タール、ガス液が生じるが、これらの副産物の用途が開発された。石炭ガスについてはこれを照明や燃料に利用する試みが18世紀末からはじまったが、1792年イ

ギリス人の W. Murdoch が自宅の照明に用いてから、石炭ガスの製造事業がおこった。ガス燈は工場の夜間労働のために使用され、ついでロンドンなどの大都市の街燈としてひろがっていった。一方照明以外に、石炭ガスは都市ガスという新しい燃料を供給するようになった。石炭タールは複雑な高分子の有機化合物の混合物であるが、これを原料とする有機化学薬品工業が発展した。残るガス液は石炭ガスを冷却したときに凝縮する水溶液で、1.5～3%のアンモニアを含んでいる（これは石炭のもとである植物体中の窒素に由来している）。この利用方法として、ガス液中のアンモニアを硫酸によって硫酸として捕集し、肥料にすることが考案された。今日副生硫酸と呼ばれているものであるが、これはイギリスやドイツではいち早く利用された。あとで述べる1843年にはじまる Rothamsted の長期圃場試験にも、この硫酸は使われている。

ここにあげた骨粉と副生硫酸の2つは、工業化社会へ移行する過程で生れた肥料で、いままでのような農業の内部で生じた廃物の利用とは異質のものである。そしてこれを契機として、工業は農業への肥料の供給に積極的な役割を演ずるようになるのである。

一口メモ

副生硫酸のはじまり

そもそもの動機はイギリスの製鉄工業が銑鉄のコストを引下げるために、コークス炉に発生するアンモニアを硫酸の形で回収したのにはじまる。日本ではかなりおくれで1907年（明治40年）に八幡製鉄所が副生硫酸の製造を開始した。都市ガス工業での副生硫酸の製造は、東京ガスが1901年（明治34年）、大阪ガスが1905年（明治38年）にはじめている。（日本硫酸工業史による）