

## 肥料の来た道帰る道

### 7. 工業化社会の幕あけと鉱物肥料の登場 (続)

京 都 大 学

名 誉 教 授 高 橋 英 一

リン酸含量の高い鉱物としては、さきにあげたグアノから窒素分が溶脱しリン酸分が基盤中の石灰分と結合して残留したリン酸質グアノ、爬虫類や哺乳類の排泄物が遺体とともに化石になった糞化石 (coprolite) があるが、量的に最も多いのは堆積リン鉱石 (sedimentary phosphorite) あるいは海成リン鉱石 (marine phosphorite) と呼ばれるものである。これらは何らかの生物の作用が働いてできたものである。生物には食物からリン酸分を濃縮する作用があり、これは遺体の分解によって放出され、環境中に石灰、鉄、アルミニウムなどがあるとこれらと結合して沈澱堆積する。とくに脊椎動物 (鮫、鯨、海牛など) は体の中で微量のフッ素を含んだ固いリン酸カルシウム即ちアパタイトをつくり骨や歯などの成分にするのでその寄与は大きい。このように海底で堆積化石化したリン酸塩が地殻の変動で隆起し、地層中に埋没して存在していたものが、19世紀の後半になって各地で発見され、採掘利用されるようになった。すなわち1873年にはアフリカ北西海岸のチュニスで、1888年にはアメリカのフロリダ、1893年にはアルゼリア、1912年のモロッコと相次いで鉱床が発見された。

リン鉱石にはいま一つ、マグマに起源をもつ火成リン鉱石がある。これはリン灰石 (igneous apatite) とも呼ばれ、火成岩形成末期にできるアパタイト結晶である。アパタイト結晶の中にはいろいろな元素がとりこまれるが、その中でフッ素は結晶の安定性を高める作用があるので風化に耐えて残りやすい。これは動物の歯についてもみとめられ腐蝕に対する抵抗性に寄与しているが (その応用としてフッ素入り歯みがきがある)、リン灰石を粉砕して肥料にする上で難点となる (そのため熱処理や酸処理して脱フッ素が行なわれる)。リン灰石の大鉱床は1880年ごろロシアのバレンツ

海に面したコラ (Kola) 半島で発見されたが、その後ブラジルやアフリカにも産出することがわかった。

リン鉱石の採掘利用は1840年ごろからはじまったと思われるが (糞化石の発見。ただしそれ以前から骨粉やリン酸質グアノがリン酸肥料として使われていた)、記録にある最初は1847年イギリスのサフォーク州で採掘された500トンである。その後、あとで述べる過リン酸石灰製造工業の発展とともに、採掘量は第3表にみられるように加速度的に増加し、1974年には1億トンを越え、今世紀末には3億トンに達するのではないかと推定されている (Hignett Fertiliser Manual IFDC による)。

第3表 リン鉱石とカリ鉱石の採掘量の変化

年	リン 鉱 石	カリ 鉱 石
1847	500 トン	トン
1850	5,000	
1853	10,000	
1861		採掘開始
1864		110,000
1865	100,000	
1885	1,000,000	
1900		3,000,000
1928	10,000,000	
1974	100,000,000	
1978		44,000,000

(Hignett. Fertilizer Manual IFDCによる)

産業革命は土地不足が工業原料の供給を制約したことから生じ、これから脱却するためにいろいろな代替資材が登場したが、従来の有機物にかわる新しい肥料として登場したのは地下から発見された肥料鉱物資源であった。これはまずヨーロッパでひろまったが、19世紀後半には開国した日本にも伝わった。作物の養分が鉱物界から供給されるようになったことの意義は大きい。それはその

第4表 世界、イングランド・ウェールズ、日本の人口および年増加率の変化

年	世界 <sup>1)</sup>		イングランド <sup>2)</sup> ウェールズ		日 本 <sup>1)</sup>	
	億人	年増加率 %	万人	年増加率 %	万人	年増加率 %
1570					1800	
1650	5.1	0.33			3100	0.35
1721						
1747						
1750	7.1	0.50	600	0.65		
1800	9.1					0.08
1801		0.43	890			
1850	11.3	0.69		1.34		
1851						
1872				1790		
1900	15.9			1.12		1.04
1911			3610		4670	

1) 籾穂ほか 日本の未来人口 による  
 2) 米川伸一、原剛訳 ラングトン・モリス編 イギリス産業革命地図 による

後の加速度的な人口増加を可能にした。第4表にみられるように、いち早く産業革命をむかえたイギリスの人口増加率は他に比べて明らかに高い。別の記録によると1789年から1815年（フランス革命からナポレオンの没落まで）の26年間のフランスの人口増加率は9パーセントであるのに対しイギリスのそれは23パーセントと2.5倍であった（山崎耕一訳 ルネ・セディヨ著 フランス革命の代償 による）。

このようなイギリスの人口増をもたらした原因はいろいろあろうが、その一つに鉱物肥料があったことは19世紀後半の統計の上に現われたN、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O消費量の著しい伸びが示している（第5表）。これに対し日本は江戸時代後半の人口はほぼ横ばいであったが、明治に入って人口増加率は急増している。ここにも西洋から新しくとり入れた化学肥料の影響が感じられるのである。

肥料鉱物資源の登場は食糧生産や人口問題に光明をもたらしたが、新しい問題もかかえていた。それは有機物肥料とことなり分布が局在していること、また有限であり再生産が不可能でやがては枯渇する運命にあることであった。

第5表 イギリスにおける N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O 消費量の変化 (1000トン)

年	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1847	?	0.2	—
1874	34	90	3
1913	29	180	23

(Cooke, Fertilizer and Societyによる)

一口メモ

アパタイトの語源

アパタイト=apatite はギリシャ語の apát(e) +ite に由来している。apát は trickery, deceit すなわちあざむくを意味している。ite は鉱石を示す語尾である。その色や形がエメラルドなどにまちがわれることが多かったからだといわれる。

リン鉱石からウランをとる話

海成リン鉱石にはいろいろな不純物が含まれているが、その中で注目すべきはウランである。これはアパタイトが海水中の微量のウラン (8 ppb) を長年月をかけてとりこんだもので（アパタイトのCaと4価のUの同形置換によるといわれる）、その含量は50~200ppmにのぼり、海水の1万倍以上の濃縮が行なわれている。リン鉱石の埋蔵量は750~1500億トンと推定されるので、その中のウランは数百万トンに上る計算になる。これはOECDが1976年に発表した世界のウラン資源の推定量200万トンを上まわる。リン鉱石からウランの回収はアメリカその他で試みられているが、経済的に採算がとれるかどうかはウランの市況如何にかかっている（小田部広男氏 リン鉱石と天然放射性物質 より抄録）。