HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	アメリカにおける硫酸工業の成立 : アメリカ化学工業史研究(1)
Author(s)	水野, 五郎
Citation	北海道大學　經濟學研究, 21(1), 223-245
Issue Date	1971-03
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/31221
Type	departmental bulletin paper
File Information	21(1)_P223-245.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

アメリカにおける硫酸工業の成立

—アメリカ化学工業史研究 (1)—

水　野　五　郎

目　　次

まえがき
Ⅰ　産業革命と化学工業
Ⅱ　アメリカにおける硫酸工業の成立
むすび

まえがき

この小稿は筆者が現在意図しているアメリカ化学工業の経済史的および技術史的研究のための予備的作業のひとつとして，南北戦争以前のアメリカ化学工業の発展を硫酸工業を中心に概観しようとするものである。

一般に理解されているところによれば，化学工業とは生産過程の主要部分に化学反応を利用する工業の一部門であるとされている。もっとも現実には化学工業の範囲はきわめて不明確であって，場合によってはかなり便宜的な取扱いがなされている。たとえば金属精錬のように，上述の規定にてらせばあきらかに化学工業のうちに入れられて然るべき部門でありながら，化学工業に先行して独立の産業部門として成立していたが故に，通常，別個の部門として取扱われるものもあれば，また合成繊維ように化学的工程と物理的工程とがともに生産過程の主要部門として同一部門内に結合されているものもある。このような範囲の不明確さはひとまずおくとしても化学工業の生産過

程に適用される化学反応の種類はきわめて多種多様であり，しかも技術の進歩にともなって絶えずあらたな種類の反応が利用されるようになる。したがって，化学工業は化学反応を生産過程に利用するという点では共通の本質をもち，ひとつの産業部門として一括され得るにしても，さらにその内部には，適用される化学反応の種類，あるいはそれと密接な関連をもつ製品の種類，および需要分野，さらには主要原料の種類等によって，さまざまな仕方で分類可能な諸部門を含み，しかもその内部の部門構成は化学工業の発展にしたがって絶えず変化してゆく。

このような多様かつ複雑な内容をもつ産業部門を考察の対象とする場合，たとえ特定の一国に限定したとしても，無差別にその広汎な諸部門のそれぞれに，一様な仕方でたち入ることは，それらの諸部門の単なる年代記的叙述に終り，全体として発展の基本的方向を見失う危険をともなうであろう。勿論，化学工業史の究極的な目標としては，化学工業を構成するすべての部門について，そのおのおのの発展を追究しつつ，同時に諸部門相互間の内面的諸関連の綿密な分析を通じて，全体をつらぬく発展の基本的方向とその特質を明確に把握し得るような立体的叙述をめざすべきであろうが，しかし本稿のように研究の出発にあたって，アメリカ化学工業の初期の発展のいわば素描をおこなうことを目的とする場合には，あらかじめ発展の基本的方向をよりよく見通し得るような特定の部門に限定して，それを中心に考察をすすめる方がより目的にかなうのではないかと考えられる。

本稿においてアメリカ化学工業の発展の概観を意図しながら特定の一部門を中心に考察しようとするのはこのように理由にもとづくものである。しかし，それだけでは実は何故に硫酸工業という部門をとくに選ぶのかという点はあきらかにはならないであろう。硫酸は化学工業製品のうちでももっとも基礎的な，そしてまたもっとも大量的に生産される化学薬品のひとつであり，その生産高はしばしば一国の化学工業の発展の尺度であるといわれる。このことはそれなりに意味があるのであるが，しかし硫酸工業の成立以来，現代に至るまで一貫してそれが化学工業の発展を正確に示す尺度であるとはいえ

ないであろう。現代の化学工業にあっては硫酸工業はすでに化学工業のもっとも発展的な面を代表する部門とはいい難いからである。すなわち，硫酸工業が化学工業のもっとも発展的な面を代表していたのは化学工業の発達史の特定の一段階においてであった。近代化学工業は，まずイギリスにおいて産業革命にともなう綿工業の急速な発展により創出された繊維の化学的処理工程のための化学製品に対する尨大な需要に対応して出現した。このようにして成立したイギリス化学工業はのちにみるように鉛室法硫酸を起点として，それと密接な関連をもつルブラン法ソーダ，晒粉の三部門がその基幹部門をなしていた。そしてこのようなイギリス化学工業が19世紀の70年代ないし80年代までに世界市場を支配し，やがてこのイギリスの地位は新興の合成染料工業を基礎として急速に発展しつつあったドイツ化学工業によってとってかわられるのである。したがって硫酸工業を中心に考察することにより，一国の化学工業の発展の基本的方向をもっともよく把握し得るのは，この近代化学工業の発展の第一段階においてである。

アメリカはここで対象とする時期には，いうまでもなく化学工業の分野でも後進国であって，その成立および発展は先進国からの技術の導入移植によりおしすすめられてきた。したがって，この部門を中心に考察することにより，アメリカの化学工業が近代化学工業の発展の第一段階をどのような仕方で経過したか。またその際にアメリカの特殊諸条件の作用が先進国とどのような点でことなった発展をもたらしたかをあきらかにすることが可能となるであろう。

なお，ここでひとことつけくわえれば，鉛室法硫酸工業をもって近代化学工業の起点とする見解が現在ではほぼ通説をなしているが(1)，何をもって近代的にするかは実はあまり明確ではないようである。鉛室法硫酸の出現（1746年）当時には硫酸の化学的組成(2)そのものも未だあきらかにされておらず，いわんや鉛室内部の反応機構(3)についてはまったく解明されていなかった。したがってそこでは中世以来おこなわれていた経験的方法から質的に飛躍したあらたな原理の適用はまったくみとめられない。また装置そのものも従来

ガラス製，または土器製であった反応容器を鉛製にかえただけで，物理的加工部門におけるマニュファクチュアから工場工業への発展に際しての道具にかわる機械に対比されるような変化もみとめられない。したがって鉛室法出現の意義はそこに従来とは質的にことなる新しい技術の発展があったという点にではなく，むしろ，土器またはガラス製の反応容器にかえて，鉛室を採用することにより従来の装置の材質による制約を打破して，その内容積を飛躍的に増大することにより，産業革命にともなう綿工業を中心する工業諸部門からの化学製品の大量の需要に対応することを可能にした点にあるといえよう。そしてそれが近代化学工業の起点といわれるのもこのような点にもとづくと考えるのが至当であろう。

〔註〕

(1) たとえば，渡辺徳二編　現代日本産業発達史　XIII　化学工業　p. 6

(2) 硫酸の化学的組成は1777年にラボアジェにより確認された。J. R. Partington, A Short History of Chemistry, p. 130.

(3) 鉛室内の反応機構とくに窒素酸化物の役割については Clément と Désormes によって1806年にほぼその基本的な機構が解明された。F. S. Taylor, A History of Industrial Chemistry, p. 188.

I　産業革命と化学工業

周知のように産業革命は綿工業を中心として機械制生産の成立をもたらした。綿工業の生産諸工程には漂白，染色，洗浄などの化学的工程がふくまれ，漂白剤，染料，媒染剤，洗剤のような補助材料がもちいられる。この目的には，従来はおおむね各種の天然物質がもちいられてきた。綿工業における機械制生産の成立と発展は当然その生産量の飛躍的増大となり，それらの化学的諸工程に使用される各種の補助材料の使用量のいちじるしい増加となってあらわれる。そして従来利用されてきた天然物質にかわるより効果的かつ低廉な化学製品の供給がもとめられるようになる。

世界で最初に産業革命を経過したイギリスでは，まず18世紀中葉に繊維の

漂白工程への硫酸の利用がはじまり，それに対応して1746年に John Roebuck の考案した鉛室法硫酸工業が急速に普及した。この方法は鉛の薄板を鋲打ちにより接合してつくったいわゆる鉛室の中に硫黄を硝石とともに燃焼させ，生成する三酸化硫黄を鉛室の床面に張った水に吸収させて稀薄な硫酸を得て，これを濃縮して製品とする方法であったが，その原理そのものは中世以来，手工業的におこなわれていた方法となんら変るものではなく(1)，また反応機構とくに硝石から発生する窒素酸化物の三酸化硫黄の生成にかかわる役割についての科学的な解明がなされないまま経験的に実施されたものあって，その意味からすれば，これに化学技術の発展の上で大きな意義を与えることはできない。鉛室法の出現の意義はむしろ，それが従来の土器製またはガラス製の装置の制約を打破して，装置の内容積を飛躍的に増大することを可能にし大量生産とそれにもとづく原価の大幅な引下げ(2)を通じて，産業革命の進展にともない急速に拡大しつつあった硫酸の需要に対応することを可能にした点にあった。

繊維製品の漂白工程は，これに続いて塩素の利用によりさらに改良された。塩素は1774年にスエーデンの化学者 C. W. Scheele によって発見され，その漂白作用は1786年にフランスの化学者 C. L. Berthollet らにより確認された(3)。この発見はただちに工業的に応用され，1787年には早くもスコットランドで漂白工程への塩素の利用が試みられた。当初は塩素を気体のままもちいたが，その取扱いの不便さを除去するために多くの試みがなされたのち1797年に塩素を消石灰に吸収させいわゆる晒粉とする方法がスコットランドの C. Tennantにより考案され工業化された。塩素および晒粉の漂白工程への適用は，硫酸の利用とともに，この工程を大幅に短縮することを可能にした。従来の方法では数カ月を要した綿製品や亜麻製品の漂白工程は1週間以内に完了するようになったといわれる(4)。当時の塩素の製造法は二酸化マンガン(軟マンガン鉱として天然に存在)の存在下に，食塩に硫酸を作用させる方法であったから，硫酸はこの漂白法についても密接なかかわりをもった。

繊維製品の漂白や洗浄にいまひとつ不可欠なものは，ソーダまたはカリな

どの通称でよばれるアルカリ性物質である。この目的のためには従来から木灰またはその浸出液を結晶させたもの（(potash, 炭酸カリウムが主成分）海藻灰（kelp, 炭酸ナトリウムが主成分），ある種の海辺植物の灰（barilla, 炭酸ナトリウムが主成分）などが主としてもちいられてきた。綿工業の発展は当然これからの使用量を急増させ，さらに産業革命にともなう都市の生活様式の変化を通じて，ソーダやカリを原料とする石鹸やガラス工業の発展を促進した。その結果，従来の供給源はこの急激な需要の増大に対応し得ず，これにかわるより大量的な製造法の出現が要求されるようになった。18世紀の後半にはこのための多くの試みがなされたが，フランスの N. Leblanc により工業的に実施可能な方法が開発され，1791年に最初にフランスで工業化された。このいわゆるルブラン法は食塩を硫酸で処理して硫酸ナトリウムとし，これを木炭（のちには石炭）および石灰石とともに煆焼して得られる炭酸ナトリウムと硫化カルシウムの混合物から炭酸ナトリウムを水で浸出し製品とする方法であった(5)。この製品が炭酸ソーダまたは単にソーダと通常よばれているものである。ルブラン法はまもなくイギリスに導入されたが，当初は原料塩に対する高率の課税がその発展の障害となり，従来使用されていた海藻灰などを駆逐するまで至らなかったが，1825年にこれが撤廃され，それ以後急速な発展を示し，植物性アルカリを完全に駆逐した(6)。なお当初は硫化カルシウムとの混合物のまま販売されていたようであるが，1830年ころまでには浸出液を濃縮結晶化させたものを煆焼した白色粉末状のソーダ灰とそれをさらに水に溶解して再結晶させた結晶ソーダの二種の製品に標準化された(7)。また1850年以降には浸出液を消石灰で苛性化して得られる苛性ソーダも大量に生産されるようになった。

繊維工業の重要な一工程である染色工程も多くの種類の化学製品を必要とする。染料そのものは19世紀後半の合成染料の出現まではなお植物性または動物性の天然染料がその大部分を占めたが，これらの天然染料の加工処理や媒染剤，染色助剤として金属塩類その他各種の化学薬品がもちいられていた。したがって綿工業の発展は当然これらの使用量のいちじるしい増加をも

たらし，その製造部門の発展を促進した。このような綿工業の発展に促進された化学工業の発展は同時に，大量生産と技術改良によるその製品の価格低下を通じて，繊維処理以外，さまざまな工業諸部門，たとえば製紙，ガラス，石鹸，金属加工などにおける化学製品の適用範囲を拡大し，その使用量を増加させた。

このようにイギリス化学工業は綿工業を中心とするイギリスの産業資本の確立に対応して，およそ1830年ころから急速な発展を示した。1820年ころのイギリスは約3,000トンの硫酸，数百トンのソーダを年々生産していたにすぎないといわれるが，1852年には，主要な27企業についての統計で，ソーダ灰，72,200トン，結晶ソーダ，61,000トン，晒粉，13,000トンが生産され，労働者数は6,326名であり，この間の約30年間の急速な発展がうかがわれる(9)。化学製品の輸出もおよそこのころから急速に増加し，1847年のソーダ輸出量は16,500トンであったが，1855年には53,200トンとなり，国内生産高の四分の一ないし三分の一が輸出されていたといわれている。さらに1878年にはソーダ灰，結晶ソーダ，苛性ソーダの生産高合計は約48万トン，晒粉約10万トンであり，輸出はアルカリが約28万トン，晒粉が5万300トンであった。そのうちアルカリ12万トン，晒粉2万6,000トンがアメリカ向けであった(10)。当時のドイツのアルカリ生産高は約4万トン。フランスのそれは約10万トンであったから(11)，このイギリスの化学工業の圧倒的な優位がしられるのであろう。

このようにしてイギリス化学工業は，世界で最初に産業革命を経過していわゆる世界の工場として発展をつづける自国の綿工業が創出した広大な国内市場を完全に支配しただけでなく，化学工業の分野においての世界の工場として後進資本主義国の化学工業に対してきわめて優越した地位をもつに至った。そしてこの地位は19世紀末，新興の合成染料工業を基盤として急速に成長したドイツによって奪われるまで続いたのである。

ところでこのようなイギリス化学工業の発展に際して，その基幹部門をなしたのは上述の鉛室法硫酸，ルブラン法ソーダ，晒粉の三部門であった。こ

のことは単に，この三部門が多くの化学工業の諸部門のうちで，きわだって大きな生産高をもっていたという意味だけではない。硫酸を中心として，これにもっとも密接な関連をもって，ソーダおよび晒粉の二部門が技術的にはもとより，資本的にも結合され，それをとりまいて，各種の化学製品部門が位置するという形で，化学工業全体が編成されていたのである。さきに述べたようにルブラン法ソーダも晒粉もともに硫酸と食塩を主原料とする。原料の自給と共通原料からの製品の多様化は副産物の合理的利用とあいまって，大量生産による原料コストの引下げや市場条件の変化に対するより弾力的な対応可能性という点から，化学工業資本にとって望ましいとされるから，当然この三部門は同一資本によって結合される必然性をもっている。とくに19世紀後半にはルブラン法で副生する塩化水素から晒粉製造用の塩素をつくるようになったから，この三部門の関連はさらに密接になった(12)。

このような鉛室法硫酸，ルブラン法ソーダ，晒粉の三部門を中核とするイギリス化学工業が，およそ1870年代まで世界市場を支配し，かかる条件下にフランス，ドイツ，アメリカなどの諸国における化学工業の成立，発展が進行したのである。

〔註〕

(1) 鉛室法以前の硫酸製造法は土器またはガラス製の釣鐘状容器の下で硫黄を燃焼させ，容器の内面に凝結する硫酸をその一端から捕集する方法であった。17世紀に硫黄に硝石を加えることにより収量を増加する方法が発見された。さらに1736年にイギリスの医師 Joshua Ward は従来の釣鐘状容器にかえてより容積の大きいフラスコ状のガラス容器をもちいた。

これとは別に緑礬（硫酸第一鉄）を強熱してその一部を三酸化硫黄とし，これを水に吸収させて硫酸とする方法もおこなわれたが，この製品は前述の方法で得られたものとは別の物質であると考えられていた。なおこの後者による硫酸製造法は鉛室法では得られない発煙硫酸を得ることが可能であったため，19世紀末に接触法硫酸が出現するまで，南ドイツ地方で生産されていた。

L. F. Haber, The Chemical Industry during Nineteenth Century, pp. 1～2, Taylor, op. cit. pp. 97～99.

(2) 釣鐘状容器による硫酸は1オンス当り1シリング6ペンスないし2シリング6ペンスで販売されたが，Ward の方法によると1封度当り同一の価格となり，

さらに Roebuck の鉛室法では18世紀末ごろ1封度当り3¾ペンスないし4ペンスになった。Haber, op. cit. pp. 3～4.

(3) Partington, op, p. 155, p. 185.
(4) Haber, op, cit. pp. 8～9.
(5) ibid. pp. 5～8.
(6) ibid. p. 11.
(7) Taylor, op. cit. P. 184.
(8) Haber, op. cit. p. 253.
(9) ibid. p. 10, p. 18.
(10) ibid. p. 14.
(11) ibid p. 110, p. 123.
(12) ibid. pp.97～98, Taylor, op. cit. pp. 413～414.

Ⅱ　アメリカにおける硫酸工業の成立

独立戦争によりアメリカは，政治的にはイギリスの支配から離脱したものの，経済的にはなお後進農業国であり，工業製品については農業と未分化の自給的な家内工業を別とすれば，その大部分をイギリスからの輸入に依存する状態であった。化学製品についてみると，当時，アメリカで生産されていたといわれるのは，粗製炭酸カリウム，天然樹脂類，木タール，ピッチ，タンニン，硝石などであって，しかも，その製造法はきわめて原始的であり，多くは農業または林業と結合した形でおこなわれていた。これ以外の化学製品たとえば明礬，顔料類，医薬などは，ほぼ全面的に輸入に依存していた(1)。したがって，さきに述べたような意味における近代化学工業は当時のアメリカにはまったく存在しなかった。しかしながら，農産物の輸出，工業製品の輸入という外国貿易関係を通じて，商品経済が次第に浸透し，商人資本による貨幣財産の集積と他方における直接生産者からの生産手段の分離過程が，さまざまな経済政策により促進されつつ進行し，資本制生産の前提諸条件が形成された。そして，このような事情のもとで，先進国イギリスからもまず機械制綿工業が導入された。綿工業における発展は，他の工業諸部門での近代

的生産の導入を促進し，ほぼ19世紀中葉にはアメリカにおける産業資本の確立が達成された。アメリカ化学工業の成立もこのような過程のうちに開始された。

1830年ころの推定によると，アメリカでは化学工業の事業所数は約30，その資本額は1,158,000ドル，年生産額は100万ドル以上といわれ，生産品目には硫酸，硝酸，塩酸などの無機酸，明礬，緑礬などの媒染剤。各種の顔料類があげられていた(2)。当時最大の化学製品消費部門と考えられる綿工業は1831年の紡錘数120万錘。綿花消費量7,780万封度から，1860年にはそれぞれ520万錘，4億2,270万封度と急速な成長をとげたが，化学工業もそれに対応して1860年には事業所数84，資本額3,276,800ドル，労働者数1,529名，生産額4,705,741ドルとかなりの増加を示している(3)。第1表(4)は1860年のアメリカの全工業中に占める主要工業部門および化学関連部門の相対的比重をみるために，生産額で上位8位までの諸部門と化学工業および主要な化学製品の消費部門と考えられる7部門を選んで比較したものである。これによると化学工業のアメリカの工業全体に占める比重はさきほど大きいものとはいえない。イギリスその他の先進諸国の化学工業との比較は適当な統計が得られないので困難であるが，さきに引用した1852年のイギリス化学工業の主要企業についての数字のうち，直接に比較可能な労働者数をとって対照してみると，1852年のイギリスのそれが6,326名であるのに対して，1860年のアメリカ化学工業の全全労働者数は1,529名で約四分の一である。しかもこのイギリスについての数字は前述のように主要な企業に限られているから，両者の規模の相違は，この数字が示す以上のものと考えてよいであろう。また直接の比較を示すものではないが，1861年のアメリカの化学製品の輸入額のうち，ソーダ灰は1,156,191ドル，晒粉は246,048ドルと(5)，この二品目のみの輸入額が1860年のアメリカ化学工業の全生産額の三分の一弱に相当し，しかものちにふれるようにこの二品目はこのころまでほとんどアメリカでは生産されていなかった。

以上のことから少くとも次のようにいってよいであろう。すなわち，アメ

第1表　主要工業および化学関連部門の規模（1860年）

部門	事業所数	労働者数	生産額	資本額	1事業所平均 労働者数	1事業所平均 生産額	1事業所平均 資本額
		人	千ドル	千ドル	人	千ドル	千ドル
化学工業	84	1,529	4,706	3,277	18	56	39
製粉業	13,868	27,682	248,580	84,585	2	18	6
綿工業	1,091	122,028	115,682	98,585	103	106	90
製材業	20,165	75,595	104,928	76.643	4	5	4
鉄工業	2,193	64,902	94,045	72,383	30	43	35
製靴業	13,669	123,026	91,889	23,358	9	7	19
男子服製造業	4,014	114,800	80,831	27,246	29	20	7
製革業	5,188	26,246	75,699	39,026	5	15	7
羊毛工業	1,263	43,738	65,596	34,093	34	52	25
製紙業	555	10,911	21,217	14,053	20	38	25
石鹸，ろうそく製造業	614	3,247	18,465	6,347	5	30	10
ガラス製造業	112	10,016	8,775	6,134	89	78	55
鉛白製造業	36	994	5,380	2,453	28	149	68
漂白染色業	102	3,203	3,968	2,321	31	39	23
医薬品製造業	173	1,056	3,466	1,977	6	20	11
ペイント製造業	45	563	2,575	1,615	13	57	36
その他の部門とも合計	140,433	1,311,246	1,885,862	1,009,855	9	13	7

リカ化学工業は19世紀中葉まで一応の成立をみたものの，その規模はなおきわめて矮小であり，しかもソーダおよび晒粉のような重要な化学製品については国内市場をなお輸入品によって支配されている状態であった。

このような当時のアメリカ化学工業の中心をなしたのは鉛室法硫酸であった。W.Haynes によればフィラデルフィアの John Harrison が1793年に鉛室法硫酸の製造を開始したのがアメリカに導入された最初の事例である(6)。これ以後1860年ころまでの硫酸製造企業を Haynes の記述から拾い出して列挙すると第2表のようになる(7)。この表には Haynes の記述のなかでやや疑しいものは省いており，すべての事例を網羅したものとはいい難い

第2表　　1860年以前の硫酸工場

社名また経営者名	硫酸製造開始年次	工場所在地	備考
John Harrison	1793年	フィラデルフィア	1917年 du Pont に合併
John Hunt	1812	Salem (マサチューセッツ州)	
Samuel Witherills, Sr. & Jr.	1812	フィラデルフィア	
N. Y. Chemical Manufacturing Co.	1823	ニューヨーク	1844年以降事業縮小1850年閉鎖
Farr & Kunzi	1825	フィラデルフィア	
Luther Dana	1826	Waltham (マサチューセッツ州)	
Charles Lennig	1829	フィラデルフィア	1920年 Rohm & Haas に合併
Maryland Chemical Works	1829	バルチモア	
Baltimore Chemical Manufactory	1829	バルチモア	
Davison, Kettlewell & Co.	1832	バルチモア	
Martin Kalbfleisch	1835	Bridgeport (コネチカット州)	1899年 General Chemical に統合
Eugene Ramiro Grasselli	1839	シンシナティ	1928年 du Pont に合併
Hudson River Dye Wood Works	1843	Shadyside (ニュージャージィ州)	1899年 General Chemical に統合
Marsh & Harwood	1845	シンシナティ	
Talbot Dye Works	1849	Bellerica (マサチューセッツ州)	
Robert B. Eaton	1853	Woburn (マサチューセッツ州)	1863年 Merrimac に合併
Meyer,Landis & Co.	1853	サンフランシスコ	
Merrimac Manufacturing Co.	1853(?)	Lowell (マサチューセッツ州)	1929年 Monsanto に合併
Alexander Cochran	1859	Malden (マサチューセッツ州)	1917年 Merrimac に合併

が，アメリカへの鉛室法硫酸の導入の概況はこれから知り得るであろう。これらの地域的分布をみると，中部大西洋岸諸州およびニューイングランドに

集中している。当時は，硫酸はもっぱら藤巻きのガラス容器詰（いわゆるcarboy）で販売されていたから，その長距離輸送はきわめて困難であった。したがって硫酸工場はおおむね消費地に近接して位置するのが通例であり，この地域的分布の状況は繊維工業を中心とする化学製品の大量消費部門の分布に照応するものであろう。

このころのアメリカ化学工業の最大の中心地はフィラデルフィアで，1857年に少くとも10工場が存在し，その資本額は合計250万ドル，年生産量は硫酸5,600トン，明礬2,700トン，塩酸2,000トン，緑礬2,000トン，硝酸1,100トンに達し，そのための原料の年消費量は硫黄2,160トン，硝石360トン，食塩1,350トンであったといわれている(8)。フィラデルフィアについでニューヨークが大きな地位を占めた。なお1853年のサンフランシスコのMeyer, Landis & Co.は太平洋岸での最初の硫酸工場であるが，これはゴールドラッシュにともなうこの地域での金精錬用の需要に主として対応するものであった。

ところで，このような硫酸製造企業がどのような経過でこの分野に進出したが，その規模や生産数量，製品の流通経路などの実態については不明な点が多いが，断片的な史料から知られる限りを整理してみると以下のようになる。

まず企業形態は個人企業またはパートナーシップが大部分を占めていた。この点は同じように先進国イギリスからの技術を導入して出発しながら，未発達な資本蓄積の下で一挙に高い生産力水準の実現のために株式会社形態が最初から採用された綿工業とは対照的である。その理由はおそらくのちにも再びふれるように，硫酸はその化学的性質の故に，船舶の積荷としてきわめて危険なため，とくに高い運賃が課せられたが，このことがイギリスから輸入される硫酸との競争をかなり遮断するよう作用したと思われる。その結果アメリカの製造業者にとっては，相対的に低い技術水準や小さな生産規模をもってしてもなお対抗が可能であったためと考えられる。

このような硫酸製造業者たちがどのような経過でこの分野に進出を図った

のか，あるいはまたその投じた資金はどのようにして調達されたのかについては不明の点が多いのであるが，それまで化学薬品，医薬，天然染料などを取扱っていた商人が次第にそれらの商品の製造を試みるようになり，そのひとつとして硫酸製造に進出した事例が比較的多いようである。元来，当時の薬剤商の取扱う範囲はきわめてひろく，本来の医薬のほか工業用薬品類，染料，塗料，顔料，酒類，文房具その他きわめて種々雑多な商品を取引きしていた。硫酸は古くから医薬，製薬用，貴金属分析用などに用いられていたから，その数量は不明であるが，輸入品の硫酸の販売はおそらく以前から彼らによってなされていたと考えられる。彼らは当然にその需給関係や市況について熟知し得る立場にあったし，その製造技術についても知識を得る機会は多かったであろう。このような商人がその商業活動を通じて蓄積した資金のあらたな投資対象として生産部面への進出をはかったものと考えられる。その場合，19世紀初頭の対英紛争にともなう輸入杜絶，工業製品の価格高騰は大きな誘因になったと想像される。このタイプに属するものとしては前掲第2表のうち，John Harrison, John Hunt, Samuel Wetherills, Farr & Kunzi, Robert Eaton らがあげられる。

Harrison はフィラデルフィアの富裕な商人の息子で同地の薬剤商のもとで徒弟として勤めたのち，化学を学ぶため2年間ヨーロッパに渡り，1792年に帰国後 Samuel Betton とパートナーシップを設立し，フィラデルフィアで薬剤および化学製品の卸しおよび小売りを開業したが，1793年に小規模な鉛室を設けて硫酸製造を開始した。当時の生産量は年産約20トンていどの小規模なもので，その用途は医薬用（外科用医薬かあるいは製薬用と推測される）であり，1ポンド当り 40 セントで販売されたといわれる。1801年に Betton とのパートナーシップを解散し以後 Harrison はもっぱら化学薬品類の製造をおこない，1807年には大規模な鉛室を建設した。この鉛室は幅および高さが18フィート，長さ50フィートで当時のイギリスの水準からみてもかなりな規模のものであり，これより硫酸の年産能力は約 230 トンとなり，1封度当り15セントで販売された。当時イギリスでの硫酸価格は1封度当り

8セントに相当したといわれるが，輸送費を考慮に入れれば，この価格で充分に輸入品と対抗することができたと考えられる。なお1814年には硫酸の濃縮用に白金製の濃縮器が設置されたが，これはイギリスでこの装置が普及した年代に約10年遅れただけであった[9]。さらに Harrison は製造品目の範囲を鉛白などの顔料や明礬，緑礬などの媒染剤に拡大し，1917年にdu Pont に合併されるまでアメリカの主要な化学企業のひとつとして存続した。

John Hunt はマサチューセッツ州 Salem で薬剤商を営んでいたが1812年に付近の製造業の需要に応じるため小規模な化学製品の製造所を設け，硫酸，塩酸，硝酸，顔料，明礬などを製造した。1812年の対英戦争による輸入杜絶がおそらくその動機になったと考えられる。戦争中には事業は繁栄し，硫酸と明礬の生産量は週にそれぞれ5,000封度（年産約80トン）に達したといわれるが，戦後の輸入再開により打撃を受け閉鎖されたようである。

Samuel Wetherill 父子は1785年にフィラデルフィアに薬剤商を開き，大規模に染料および顔料類の取引きをおこなっていたが，1804年に鉛白の製造を開始し，さらに1812年ころ硫酸や塩酸その他の化学製品を生産した。しかしこの企業は主として顔料類を主たる製造品目として，硫酸製造の分野ではさきほどの発展は示さなかったようである。

Farr & Kunzi はイギリス人 John Farr とスイス人 Abraham Kunzi とにより1812年にフィラデルフィアに設立されたパートナーシップであるがこの二人はともに薬剤師であり，当初はもっぱら医薬品の製造をおこなっていた。1822年ころから硫酸キニーネを製造しているが，これはアメリカで最初といわれている。おそらくは製薬に必要な原料自給のための思われるが[10]，1825年から硫酸の生産をおこなっており，以後，塩酸，硝酸，瀉利塩，緑礬，明礬，硫酸キニーネ，水銀剤等多くの種類の製品を生産したが，主要な事業分野は医薬品であった。創設者の引退後，企業の名称はしばしば変ったが永くアメリカ製薬業界の有力企業として存続した。

Robert Eaton はボストンの化学薬品の輸入商人であったが，1853年にマ

サチューセッツ州 Woburn で硫酸および染色用の金属塩類の製造を開始した。これはあきらかに同地方の綿工業を主たる対象としたものと考えられる。この企業は1863年に後述の Merriac Manufacturing Co. の化学部門と合併した。

以上のほか，1823年に設立された New York Chemical Manutuacturing Co. の発起人の中心となった John Morrison もこのタイプに属する。Morrison はニューヨークに店舗と小規模な製薬工場をもつ当時有名な薬剤問屋であったが，より大規模な化学製品の製造を意図して同社の設立を計画した。この会社は当時の化学工業では例外的な株式会社形態を採用しただけでなく，資本金も50万ドルであり，この点でも例外的な存在であった。製造品目は硫酸，硝酸，明礬，胆礬などの化学薬品や昇汞，甘汞その他医薬品，染料，ペイントなど広い範囲にわたって計画された。1824年には銀行業務を兼営することとなったが，資本金50万ドルのうち少くとも10万ドルは化学部門にあてることになっていた。最初は旧 Morrison 工場で生産がおこなわれたが，1825年に新工場が建設され，大規模な生産に入った。しかし1830年ころから営業の中心は次第に銀行業務に移り，1844年に会社の認可期限が終了した際に化学部門については更新されず，1850年に清算を完了した。銀行業務はその後 Chemical National Bank として存続した。

次に，染料製造業から硫酸製造へと進んだ事例としてはニュージャージー州 Shadyside の Hudson River Dye Wood Mills とマサチューセッツ州 Bellerica の Talbot Dye Works がある。前者については染料事業そのものの開始時期その他詳細は不明であるが，後者は1840年に創業，その製品たるロッグウッド，インディゴは有名であったといわれている。1853年に化学製品の製造に進出し，硫酸，胆礬，緑礬等，染色業で必要とされる化学薬品のすべてを供給したといわれる。当時の染料はすべて天然染料であったから染料製造とはいっても，のちの合成染料の場合とはことなって，その生産過程は化学的過程ではなく，大部分が粉砕，抽出といった物理的過程であった。したがってこの場合の化学部門への進出はむしろ染料と同一需要分野ある媒

染剤，染色助剤などへの製品の多様化という意味でなされたものと考えられる。

次にやや目をひく事例としては，このようなアメリカにおける硫酸工業の導入にあたって雇傭された外国人技術者が独立してみずから工場をもつに至った例である。前掲の第2表のうち，Kalbfleisch, Grasselli, および Cochran がこれに属する。

Martin Kalbfleisch はオランダ人でフランスで教育を受けたのち，1825年に New York Chemical Manufacturing Co. の工業建設の監督を担当し，完成後は総支配人として工業の操業にあたった。1829年に同社を退職し，最初ニューヨークで顔料の製造をおこなっていたが，1835年にコネチカット州 Bridgeport に移転した際に製造の範囲をひろげて硫酸その他の無機酸，各種の金属塩類の生産を開始した。その後工場は再びブルックリンに移転したが，1860年ころの硫酸の生産能力は週に約135トン，鉛室の規模は長さ270フィート，幅50フィート，労働者数70ないし80名といわれ，おそらくアメリカで最大の化学工場のひとつであったと推測される(11)。

Eugene Ramiro Grasselli は中世以来イタリーで医薬，化学薬品，火薬などの製造業を営んでいた一族の出である。彼の父はストラースブールやマンハイムで化学工場を経営していた。ストラースブールおよびハイデルベルクの大学で化学を学び，その後しばらく父の工場で実地の経験をつんだのち，Grasselli は1837にアメリカに渡り，フィラデルフィアの Farr & [K]nnzi に職を得た。1839年に退職し中西部における工業の将来性に着目してシンシナチに硫酸工場を開いた。当時の鉛室の規模は幅30フィート，長さ165フィートであったといわれる。硫酸のほか明礬，芒硝，のちには塩酸，硝酸，アンモニアなどを生産し，工業用化学薬品の分野で永くアメリカ有数の化学企業として存続したが，のちに1928年に du Pont より買収された。

Alexander Cochran はスコットランド出身で化学技術についての正規の学歴はないが同地の化学工場で実地の経験をつみ，1847年に渡来，1849年にマサチューセッツ州の Talbot Dye Works に招かれ，そこでの硫酸工場の

建設および完成後の操業の監督を担当した。1859年に独立してマサチューセッツ州 Malden に工場を開き硫酸および塩酸の生産を開始した。それ以後ニューイングランドの綿工業を主たる市場とする化学薬品の製造を続け，1917年に Merrimac Chemical Co. に合併されるまで存続した。

以上のほか1853年頃に硫酸その他の化学薬品の製造を開始した Merrimac Manufacturing Co. は，綿工業から化学部門へと進出した例として注目される。同社は1822年に資本金60万ドルで Lowell に設立された紡績と織布を統合した綿業会社で，アメリカ綿工業の中核をなすいわゆる「マサチューセッツ型」の代表的な例であるが，漂白および染色工程に使用する化学薬品の自給を目的として1853年ころから硫酸その他の製造を開始した。のちに1863年に Eaton の Woburn Chemical Works を合併するとともに，その化学部門を Merrimac Chemical Co. として分離した。同社はニューイングランド地方の有数の化学企業として存続し，のち1929年に Monsananto Chemical Co. に合併された。

また，1832年にバルチモアに設立された Davison, Kettlewell & Co. は設立当初から牡蠣殻や獣骨を硫酸で処理して肥料を製造することを目的とし，そのための硫酸製造をおこなったもので，のちに19世紀後半，アメリカの最大の硫酸消費部門のひとつとなった過燐酸石灰工業の先駆をなしたものである。

以上アメリカにおける硫酸工業の成立について，その初期の状況を知り得る限りみてきたが，それによればアメリカにおける鉛室法硫酸工業は18世紀末に導入されて以来，綿工業を中心とする近代工業の成立過程のうちにその発展の基盤を見出しつつ，19世紀中葉までには東部諸州を中心としてあるていどの成長をとげた。当時の生産の状態を数量的に示し得る統計は得られないが，硫酸の輸入の一応の状況が知られる1824年以降についてみると，その輸入量[12]はほとんどとるに足らないものであることから，少くとも硫酸に関する限り，国内需製をほぼ完全に自給し得たものといってよいであろう。

しかし，これまでみたところからも知られるように19世紀中葉までのア

メリカ化学工業の生産部門は硫酸のほかは硝酸,塩酸,各種の金属塩，顔料，医薬などの諸部門からなっていた。これらはその製造の過程で直接または間接に硫酸を使用するものが大部分を占めている。また顔料のみはやや性格を異にするが，その他はその用途からみて種類は多様であるが生産量は比較的少なく，手工業的方法で製造されたと考えられる。したがって個々の企業の生産部門，そしてまた化学工業全体の部門編成も，その中心に最も大量的かつ基礎的な生産部門として鉛室法硫酸部門が位置し，これと原料的に直接または間接の関連をもつ上述のような諸部門が配置されるという形態をとった。すなわち，ここには硫酸とともに当時のイギリス化学工業の基幹部門を構成したソーダおよび晒粉部門の存在がみられない。このように当時のアメリカ化学工業がその基幹部門においてイギリスのそれといちじるしくことなった構造をもつものとして成立した原因は次の点にあると考えられる。

一般に近代化学工業成立の前提条件をなすものは，化学製品の大量的消費部門としての機械制綿工業の確立であるといってよいが，後進資本主義国の場合，それがただちに国内における化学工業の成立発展のための充分条件とはなり得ない。すなわちそこでは綿工業自体が先進国イギリスの優勢な綿工業との競争下にあって，相対的に小さな規模のものにならざるを得ず，したがって化学工業に対して相対的に狭隘な国内市場しか創出し得ないが，しかもそれだけではなく，この化学製品の狭隘な国内市場すらもより高い生産力水準をもつイギリス化学工業によって支配される可能性が大きいからである。アメリカ綿工業が一応の成立をとげ本格的な発展期に入るのはおよそ1840年ころとみてよいであろうが，このころにはさきにもみたように，イギリス化学工業はすでに世界市場において圧倒的な優位を占めていた。したがって成立まもないアメリカ化学工業にとってはイギリスの化学製品との競争はその発展にとって大きな重圧であった。この場合当然考えられる保護関税も綿工業をはじめ化学製品の消費部門と利害が相反することになり，おそらくそのためであろうが，実際には効果をもつほど高率なものにはならなかった(13)。したがってアメリカにおいては綿工業の発展にともない当時もっとも

大量的に消費された化学製品なるソーダ灰および晒粉の生産はイギリス製品に圧倒され，ついに工業的規程ではおこなわれるに至らなかった。なおこのほか副次的な原因として考えられるのはアメリカでは当時，木灰から製造される粗製炭酸カリウム（potash）が大量に生産されていたことである。これはただ単に木材を焼いて得た灰を水で浸出，濾過し，その濾液を加熱，濃縮，結晶化して得られるもので，きわめて小規模かつ原始的な方法であり，化学製品というよりむしろ林産物というべきであろうが，開拓地の農家の副業として植民地時代からひろくおこなわれ，国内のガラス工業や石鹸製造業の原料として用いられただけでなくヨーロッパにも輸出された。1831年当時にもなお約1万トン，価格にして約93万ドルが輸出されており，1850年には569箇所の製造場があり，生産額は約140万ドルといわれている(14)。炭酸カリウムはその化学的性質は炭酸ナトリウムと類似しており，用途においてソーダ灰に代替し得る場合が多いから，その豊富な供給源を国内にもっていたアメリカではそれがソーダ工業の成立を遅らせる要因のひとつになったことは否定できない。

ところで，先進国イギリスの化学製品との競争という困難な条件の下で硫酸部門のみがルブラン法ソーダおよび晒粉との関連をもつことなしに成立し得たのは，さきにもふれたように硫酸の化学的性質がその輸送を困難なものにし，それがイギリス製品との競争を遮断するような作用をもったためである。当時硫酸は藤巻きのガラス容器詰で輸送されていたから，破損の危険が多く，しかも破損した場合にはそれ自体の損失にとどまらず，他の積荷や船舶にも大きな損害を与えた。したがって硫酸を輸送する場合には高率の保険料が課せられ，これが硫酸の輸送費をいちじるしく高いものとした(15)。ソーダと晒粉の場合には存在しないこの特殊条件の故に，アメリカの硫酸工業はイギリス製品との競争を直接こうむることなく，ソーダ，晒粉部門との関連を欠いた構成と矮小な規模にとどまりながらなお成立の余地を与えられたのであった。

〔註〕

(1) W. Haynes, American Chemical Industry, A History, vol. I, p. 154.

(2) J. L. Bishop, A History of American Manufactures from 1608～1860, vol. 2, p. 360.

(3) ibid. p. 474.

(4) ibid. pp. 474～476 により作成。

(5) Haynes, op. cit. p. 409, p. 418.

(6) ibid. p. 177. なお，これ以下の敍述の典拠はとくに註記したしたものをぞき，ibid. pp. 175～187. による。

(7) 社名または経営者名は硫酸製造開始当時のものをかかげた。

(8) Haber, op. cit. p. 52.

(9) ibid. p. 4.

(10) Haynes によれば Farr & Kunzi とは別に Powers & Weightmann なる企業が存在し1825年から硫酸製造をおこなったとしているが (Haynes, op. cit. p. 180.) この企業は当時は存在せず1847年に Farr & Kunzi の後継会社として設立されたものであり (ibid, pp. 213～214), あきらかに誤りである。

(11) Bishop, op. cit. pp. 195～196.

(12) 硫酸の輸入量について下記の統計がある。

(Haynes, op. cit. p. 407)

1824年	58,732封度	1,700ドル
1832年	16	313
1841年	548	39
1851年	5,240	149
1861年	11,405	386

ただし1824年，1832年は硫酸銅を含むとされる。1封度当りの価格がいちじるしく変化している点，信頼し難いが輸入量がほとんどとるに足らなかったことだけは推測されよう。

(13) 当時の晒粉，ソーダ灰，結晶ソーダの関税率は以下のとおりである。(Haynes. op.cit. p. 432, p. 433.)

	晒粉	ソーダ灰	結晶ソーダ
1842年	1封度当り1セント	従価 5%	従価 20%
1846年	従価 10%	〃 10%	〃 〃
1857年	〃 4%	〃 4%	〃 15%

(14) Haynes, op. cit. pp. 160～164.

(15) ibid. p. 175.

なおソーダや晒粉についてはイギリスの船舶はアメリカからの輸入穀物の輸送の往路を利用し，事実上バラスト代用とみなされたから運賃ははるかに低廉であったたといわれる。Haber, op. cit. p. 143.

む　す　び

以上述べたところを要約すれば次のようになろう。

綿工業における機械制生産の確立は繊維の化学的処理工程にもちいられる各種の化学製品に対する需要を急激に拡大した。これに対応して従来この目的のために使用されていた天然物質に代替するより低廉かつ大量的な化学薬品の製造法が考案され，工業化された。近代化学工業はかくして世界で最初に産業革命を経過したイギリスにおいてまず成立した。そしてその基幹部門をなしたのは鉛室法硫酸，ルブラン法ソーダ，晒粉の三部門であった。このようにして成立したイギリス化学工業はおよそ1840年ころから1890年ころに至るまで世界の化学工業の中心を占め，いわゆる世界の工場としての自国の綿工業が創出した化学製品に対する巨大な国内市場をもっぱら支配しただけでなく化学製品の世界市場における圧倒的な優位を確保した。

先進国イギリスから機械制生産を導入することによりアメリカに近代的綿工業が出現したことは近代化学工業の成立のため前提条件が一応形成されたことを意味した。そして，19世紀初頭以降，綿工業その他化学製品の大量消費部門の地域的分布とほぼ対応して，中部大西洋沿岸諸州，ニューイングランドに，鉛室法硫酸部門を中核とする化学工業企業が出現しはじめ，19世紀中葉には一応の確立をみた。これらの初期のアメリカ化学工業企業は綿工業の場合とはことなりほとんどすべてが個人企業またはパートナーシップの形態をとっていた。またこれらの初期の化学工業資本家の前身は広義の薬品類の商人であることが多かった。すなわちアメリカにおける商人資本の産業資本への転化の具体的形態のひとつをここにみることができる。さらに外国人技術者がやがて独立して化学工業資本家となった事例も若干みられるが，導入技術によって発足したアメリカ化学工業の成立事情を象徴するものといえよう。

ところで，このようにして成立したアメリカ化学工業は，すでに世界市場に圧倒的な優位にあったイギリス化学工業との競争に直面せざるを得なかっ

た。アメリカ綿工業それ自体がイギリス綿工業との競争の下に相対的に小さな規模しかもち得ず，したがってそれが創出する化学製品に対する市場は狭隘なものにならざるを得なかったが，その狭隘な市場をめぐってアメリカ化学工業は，より高い生産力水準をもつイギリス化学工業との競争を余儀なくされた。したがって当時のアメリカ化学工業はイギリスのそれにくらべてはるかに矮小な規模しかもち得なかっただけではなく，ルブラン法ソーダおよび晒粉両部門を欠き，イギリスとの競争が比較的少かった鉛室法硫酸部門のみを基幹部門とする跛行的編成をもたざるを得なかった。

ところで，このような初期のアメリカ化学工業の実態についてはなお不明な点が多い。以上述べたところも，多くの推測をまじえざるを得なかった。これらの解明については今後の課題としたい。さらに，このようにして成立したアメリカ化学工業が19世紀後半にどのような発達を示したか。ソーダおよび晒粉部門との関連をもたずに成立した鉛室法硫酸工業がその後においてどのような諸部門との関連をもちつつ，どのような発展を示したか。あるいはまた，アメリカにおけるソーダ工業の成立はどのような経過をたどってなしとげられたか。これらの諸問題についてはこれを続稿においてあきらかにしたい。