



化学遺産の第2回認定 4

認定化学遺産 第010号

日本の板ガラス工業の発祥

田島慶三 Keizo TAJIMA

日本での板ガラスの工業化は50年近い失敗の連続の末、ようやく1909年に旭硝子(株)が尾崎で手吹き円筒法によって成功した。続いて1914年には当時の超先端技術であったラバース式機械吹き円筒法による工業化にも成功し、産業として定着した。今回、同社に保管されている板ガラス中間製品であるガラス円筒及び手吹き法に使用された吹棹が、化学遺産として認定されたので紹介する。

古い歴史を持つガラス工業

板ガラスは、建築のみならず、鏡にも、自動車にも、最近では大型平面テレビにも使われている。ガラスは、板以外にも食器、びん、繊維、光ファイバー、レンズ、電球、理化学・医療機器に広く使われているが、板ガラス工業は、生産量、生産金額、付加価値額において、ガラス工業の中核的な位置を占めている。

日本の板ガラス工業は、欧米に大きく遅れて始まったが、現在では世界の3大ガラス会社のうち2社を日本勢が占めるまでに至っている。その歴史の始まりを示す資料が、今回認定の化学遺産である。

ガラスは紀元前1500年にメソポタミアで食器として使われ始め、古代エジプトにも広まった。ローマ時代の紀元100年には窓ガラスとして板ガラスも作られるようになった。当初の板ガラス製造法は、平板上に溶融したガラスを流す鋳込み法と金属パイプの先に溶融ガラスを付け、口で吹いて、ガラスチューブを作り、あとで平らに切り開く円筒法であった。4世紀に回転遠心力を利用し、板表面が他に接触することがないために輝きのある表面を作ることができるクラウン法が開発された。当初作られた板ガラスは、スタンドグラ

たじま・けいぞう

日本化学会フェロー・日本化学会化学遺産委員会委員

〔経歴〕1972年東京大学工学部合成化学科卒業、74年東京大学大学院工学系研究科修士課程修了。同年通商産業省入省。87年化学会社に転職。2008年定年退職。〔趣味〕ラグビー観戦、山歩き。



スに見られるような、小さな板ガラスを枠組で組み合わせて大きな平面を作る程度のものであった。しかし、その後19世紀まで3つの製造技術は競合しながら発展し、大型化してきた。17世紀後半のベルサイユ宮殿・鏡の間、19世紀半ばのロンドン万国博覧会クリスタル・パレス（水晶宮）など、近代には大型板ガラスの大量利用も始まった。

失敗の連続は体力の差か？

日本では西洋技術の導入（機械設備の輸入、技術者の来日）によって、幕末に鹿児島などでガラス製のビン、食器の試験的生産が始まり、明治に入ると興業社・工部省品川硝子製作所（レンガ造り建屋が明治村に保存されている）などで本格化した。

しかし板ガラスの生産は、明治早々から民営や官営事業として何度も試みられたが、いずれも失敗した。



図1 連続蓄熱式タンク炉前の台上のガラス円筒吹き作業¹⁾
台の横にあるガラス円筒を振るための溝、手前には縦に開く前の円筒が並んでいるの見える。



図2 手吹き円筒と吹棒（化学遺産）
旭硝子(株)関西工場蔵



図3 手吹き円筒と吹棒（化学遺産）
旭硝子(株)京浜工場蔵



当時、西欧で行われていた大型手吹き円筒法は、手吹きによって作られるガラスチューブを何度も加熱しながら、さらに吹きつつ、振り回して伸ばし、直径30 cm、長さ2 m程度の円筒を作るものであった¹⁾。背の高さより長いので、熔融炉の脇に高い台と溝があり、ここで作業を行った（図1）。このため日本人には肺活量も足りず、また熱く重いガラス円筒を一人で持つ力も不足するので無理であると言われた。

そのような中で、三菱の創始者岩崎弥太郎の弟・弥之助の次男である岩崎俊弥は、1907年に旭硝子(株)を設立し、板ガラスの工業化に挑んだ。ベルギーの手吹き円筒法技術を導入して尾崎に工場を設立し、1909年に日本で初めて板ガラスの工業生産に成功した。幕末に西洋ガラス技術が紹介されて以来、ほぼ50年にわたる苦闘を乗り越えた末の成功であった。しかしその後輸入品との競争が続いたために赤字の苦しい経営が続いた。

先端技術の導入

3000年以上の歴史を持つガラス工業は、19世紀後半に大きな転換期を迎えた。1つはガラスの主要3原料（ケイ砂、ソーダ、ライム）のうち、高品質の炭酸ソーダ(Na_2CO_3)を生産できるアンモニアソーダ法をベルギーのソルベーが開発したことである。すでに炭

酸ソーダの合成は、18世紀末にフランスのルブランによって開発され、安価で大量のアルカリ供給法として、それまでの木灰^{きばい}に取って代わっていた。しかしアンモニアソーダ法は、製造工程もルブラン法に比べて簡単で、コスト面でも優れていたのでルブラン法を没落させた。

もう1つは平炉製鋼炉の開発で有名なシーメンス兄弟が、この技術をガラス工業にも応用し、連続蓄熱式タンク炉を開発したことである。

明治初め以来、板ガラスの工業化の試みが成功しなかったのに、明治末に旭硝子(株)が成功した要因の1つとして、燃料が節約でき、しかも安定した品質の熔融ガラスを連続して得られる新型タンク炉を導入したことは注目されよう。

これに加えて、板ガラス工業では、20世紀早々に機械化というさらに大きな転換が起こった。アメリカのガラス工であったラバースは、熔融したガラス表面にフランジ型金属円板を密着させながら空気を吹き込んで直径1 m、長さ約10 mものガラス円筒を引き上げる機械吹き円筒法を開発した。この技術は改良を続けながらも1905年頃にはほぼ完成し、1910年にはイギリスに、そして早くも1914年には旭硝子(株)に導入された。

旭硝子(株)が苦しい経営が続くにもかかわらず、よ



図4 機械吹き円筒 (化学遺産)
(旭硝子(株)研修センター所蔵)

うやく消化できたばかりの手吹き円筒法技術に代わって、果敢に当時の超先端技術を導入して北九州・戸畑の工場の建設に着手した直後に、欧州で第1次世界大戦が勃発し、板ガラスの輸入が途絶した。これによって創業以来赤字続きであった旭硝子(株)の業績は急速に改善し、苦境を脱することができた。旭硝子(株)は、続いて1917年に戸畑でアンモニアソーダ法工場を建設し、板ガラス原料である炭酸ソーダの自給化にも成功した。

ラバーズ式によって始まった板ガラス工業機械化の波は、その後急速に発展し、1800年以上にわたる板ガラス工業の歴史を大きく変えた。1910年代には円筒でなく、板ガラスを熔融ガラスから直接に引き上げるフルコール法、コルバーン法が開発され、さらに1950年代には現在世界の主流となっているフロート法が開発された。

日本の板ガラス工業は、歴史の長いガラス工業の転換期に幸いにも参入でき、その後、機械式新製法を

次々に導入して、世界のトップグループに上っていった。

戦災・震災を生き抜いた化学遺産

今回、旭硝子(株)関西工場(尼崎)(図2)と京浜工場(鶴見)(図3)にある手吹き法ガラス円筒と吹棹、また研修センター(鶴見)にあるラバーズ式機械吹きガラス円筒(図4)が化学遺産として認定された。

関西工場はもちろん、京浜工場の手吹き法ガラス円筒も、尼崎で生産された板ガラスの中間製品で、関西工場にあるものは、円筒の吹棹側が切り取られ、先端側約1mが残っており、京浜工場にあるものは、円筒の先端が切り取られ、吹棹の付いていた部分を含めて約2mが残っている。両方を合わせると、手吹き法で作られた元の円筒の姿がよくわかる。これらの手吹き円筒は1909年～1920年の間に生産されたと推定される(国立科学博物館調査による)。

一方、機械吹きガラス円筒は戸畑の工場で作られた中間製品で約2mの高さで残っている。手吹き法に比べて薄く繊細な感じがする。これは1927年～1933年の間に生産されたと推定される(国立科学博物館調査による)。

旭硝子(株)京浜工場は、尼崎、戸畑に次いで、旭硝子(株)の第3番目の板ガラス工場として、1916年にラバーズ式機械吹き法で設立された。しかし1923年の関東大震災で壊滅し再建された歴史を持つ。旭硝子(株)関西工場は1997年の阪神・淡路大震災で神戸では横倒しになった高速道路が工場の目の前を走っている。幸いにも尼崎ではそのような事態にならなかったが、震災によりフロート法による板ガラス生産が一時操業中止になった。今回の東日本大震災後では、旭硝子(株)鹿島工場が大きな被害を受け、約1ヵ月強に及ぶ操業休止に陥ったが、いずれの化学遺産についても、幸い被害はまぬがれた。

このような歴史を思うと、今回、化学遺産の調査に当たって見せていただいた大型の板ガラス中間製品が、戦災や震災を乗り越えて100年近く生き残ってきたことは奇跡であり、深く感銘を覚えざるをえない。

1) Asahi Glass Company 1907-2007, 旭硝子(株), 2008.