

## 大気汚染と文化財



江本義理

わが国に遺存する絵画、彫刻、工芸品、考古資料などの各種文化財を保存する場合大きな障害となるのは、わが国が南北に細長く連なった島国であるために、高温多湿の時期があることや、自然のきびしい環境があることである。さらに近代の飛躍的な産業の発達や、都市の発展によって必然的に発生したとはいえ、われわれの住んでいる都会の上空は汚染因子が充満しており、しかも年々それらの汚染は増大し、地域的にも拡大してきている。それらが直接、間接になんらかの形で人体に害をあたえ、植物を枯らし、建物や器物をおかしあるいは金属などを腐蝕させて大きな社会問題になっている。そしてこれらの問題は、公衆衛生面や都市の環境整備の重要課題として、企業側でも行政当局でも、もりあがる世論を背景に大気汚染対策という大仕事と積極的にとりくんでいる。すなわち、原因、実態から影響、防除方法まで、きわめて複雑広範囲にわたって各分野の研究が進められているが、大気汚染の問題は文化財保存の立場からみてもゆゆしい問題であり、早急にその影響の実態を調査し、その防除法についても調査研究すべき段階にきているのである。

さて、有形文化財を材質的にみると、非常に広範囲の材料が使われている。金属を例にとってみても、金、銀、銅、鉄、錫、鉛から、それらの合金、または金張りや鍍金、鍍銀のメッキの類などまである。それらは古来の技法の採鉱、冶金による材料を使っているので、成分からみても不純物が多く製作技法も現代と異なって多種多様であるため、形状、大きさも多岐にわたっている。そしてどれも千年以上とか、数百年とかの年月を経たものであるから、多かれ少なかれ老化、劣化現象の進んだぜい弱なものであり、極端な場合は手で持てないようなものもある。したがって今日の大量生産

による工業製品の部品のように、こわれたらとりかえ、さびたら塗りかえればよいというようなものではない。文化財に対する管理、保存処置は、一つ一つその材質、機械的強度、環境によって慎重に検討しなければならない。

## 2—————文化財と保存環境

文化財がおかれている環境は、つぎの三つに大別することができる。

### (1) 屋外露出のもの

神社や寺院の建造物、青銅像などは、なんの保護もされておらず、日夜汚染空気にさらされているのでもっとも被害を受けやすく、なかには建造物の装飾金具類に変色をおこしているところもある。また屋根はあっても四方が開放されている鐘楼のなかの梵鐘は、雨水に洗われていないとはいえ、屋外露出のものと同様な状態なので、被害をこおむっているものもある。

### (2) 社寺などの屋内に置かれているもの

屋内とはいえ、開放的なお堂のような建物にあっては、さらに厨子や唐櫃とかケースのなかに収納しなければじんあいや汚染ガスの被害を軽減することはできない。

### (3) 博物館、美術館、収蔵庫内に展観、格納されているもの

近年おもな神社や寺院では、国宝・重要文化財等に指定されたものを収納する収蔵庫を建てるようになり、博物館などでも管理が比較的ゆきとどくようになった。また、空気調和をおこなう美術館博物館もふえつつあるが、汚染ガス防除装置を備えた施設はまだかぞえるほどしかない。

したがって、いずれも自然環境の要素である気候風土に左右されているのが現状である。たとえば高温多湿な地方とか冬期乾燥する地方とかによっ

て、汚染の型や程度は異なるが、概して文化財は樹木のうっそうと茂った湿度の高い所に多く存在している。

## 3—————汚染因子の作用と腐蝕

海岸地方に建てられた社寺に使用された中世の釘と、内陸部の同種の建造物の同時代の釘とを比較してみると、海岸地方で使われていた釘は腐蝕がひどく、折れたり、やせ細ったり、ボロボロになっているのに対して、内陸で使われていた釘は腐蝕もあまりなく再度使用できるものすらあった。都市の大気中には燃料の燃焼にともなって発生する亜硫酸ガス、無水硫酸の作用がある。またばい煙としての炭素その他のじんあいは器物を汚損し金属表面に付着して腐蝕を加速するし、自動車の排気、河川の汚濁による影響もみのがせない。工場地帯では燃料によるガスやじんあいのほか、とくに化学工場から排出する酸性ガスによる腐蝕の加速があり、都市におけるよりもさらに金属の腐蝕がはげしい。大気の清浄な田園地帯、山岳地帯では大気の湿度が大きく、露点に達する機会が多いため腐蝕のおこりやすいところもある。

汚染の影響調査は以上のような地形的、地理的要素のほかに、気象条件がくわわり複雑となると、とくに工業地帯に隣接するような都市汚染となると、汚染源が数多くあり、さらにそれぞれの社寺、博物館の局地的な気象条件や、環境による相異があって、広範囲かつ長期間の調査を必要とする。屋外露出の文化財で腐蝕が一番目につくものは、鉄や銅の灯籠、銅瓦、銅像などである。鉄製のものは表面がザラザラになり、鉄サビの粉が落ちて、銘文や模様がぼやけてしまったものもあるので、屋外の鉄製の文化財は屋内に格納すべきであると考えている。また、社寺の屋根や教会のドームに

使われている銅瓦は、緑色のさびでおおわれ、落ち着いた風情を楽しませてくれるが、あの緑色のさびは、昔は塩基性炭酸銅<孔雀石>といわれていた。ところが、現在各地のさびを検討してみるとそのほとんどが塩基性硫酸銅<水胆礬>で、塩基性炭酸銅はごく稀にしかなく、たまに少量まじっている程度である。銅瓦のさびは、銅の素地の上に赤い酸化第一銅の層があり、その上を塩基性硫酸銅がおおっている。このような構成をもつ緑青色のきれいなさびができるまでには40~50年くらいかかるが、その間酸化第一銅や塩基性の少ない硫酸銅などの混合物を経て、組成や色調などの変化は種々な過程をとると考えられている。さいわい銅および銅合金、とくに古来の青銅製品はそれ自体耐候性、耐蝕性をもっているので、鉄のようにボロボロになるようなことはまずない。緑青色のさびが出現するまでの期間は、近年の汚染で無水硫酸、硫酸ミストなどで促進され短縮していると考えられる。その洗札を銅像などが受けて、さびが流れたような見苦しい状態になり、異常なさびではないかとの声も聞かれた。ともかく、台座の部分で、その流れた状態にみえるところのさびを採取してX線回折分析をした結果、塩基性硫酸塩、酸化銅や塩基性塩のさびそのものは、安定なもので防蝕性の皮膜として効果があり、あまり心配すべきものではないと考えられるが、今後も注意して検討をくわえるつもりである。しかし硫黄化合物のなかでも硫化水素による腐蝕はかなり浸食性がある、硫化による変色をおこすので、とくに注意が必要である。

ガス因子のほか、生物因子もみのがすことはできない。わが国では湿度が高くなる条件が多いので大気中に浮遊しているカビ類や細菌類はばいじん微粒子とともに落下し、色素を沈着、固定してシミをつくったり、劣化をおこさせる。

また人いきれでむっとするような展覧会場では、

温・湿度の上昇とじんあいや炭酸ガスなど、わざわざ微生物の繁殖の最適条件をつくっているようなものである。フランスのラスコーの洞窟の壁画も、上述のような状況のためクロレラが繁殖しはじめたので閉鎖したと聞いた。さらに金属以外の石灰岩、大理石の建築物の材料も、酸性ガスによって亜硫酸ガスが炭酸塩を反応して可溶性の硫酸塩にかかわることにより、劣化のおこることが知られている。

同様に絵画に関しても、ばい煙やじんあいは画面を汚すばかりでなく、カビの温床となるし、銅や鉛系の顔料<鉛白、鉛丹、緑青など>は硫化水素のごとき硫黄化合物で硫化され、黒変する。他の酸性ガスによる退色も認められる。羊毛や皮も、亜硫酸ガスによりたんぱく質が分解され腐蝕し、紙や織物も劣化がおこなわれる。

#### 4. ————— 大気汚染による被害例

##### 1・岡山県西大寺市

昭和35年、西大寺市観音院の銅鐘<朝鮮鐘、重要文化財>は、硫化のため全体が黒く変色した。観音院は吉井川に面して建てられているが、その上流200~300mのところには製紙工場と板紙工場があった。この板紙工場から出るパルプの廃液の処理であるが、吉井川の本流には流さず堤防の内側の川に流していた。しかし、この川は水深2mくらいで、潮の干満だけの流れだった。そこで廃液がよどんで醗酵し、たんぱく質が分解して硫化水素が発生した。このため鐘は周囲の天人浮彫の彫りの深いところだけ緑青を残して、内側も全体が紫がかった黒に変色してしまった。昭和39年にその後の状況を調査したが、工場に沈澱池を設けそこからの廃水を吉井川の本流に流すようになったので、川の汚れもそれほどひどくなく、空気の

状態もよくなっていた。そして梵鐘自体にも、新しく緑色のさびがつきはじめていた。これによって、環境が好転すればさびも再生することがわかり、まことに喜ばしいことであった。

## 2・東京都浅草

西大寺市のような例は、東京の隅田川にもみられる。とくに昭和33年夏には、沿岸の浅草寺付近の金属問屋の地金類が硫化して黒くさびる状態がおこり、大騒ぎとなった。これは、上流の工場廃水や下水道の汚水が川に流入し、汚水中の種々雑多な細菌が汚水のなかの炭水化物、たんぱく質、脂肪などを分解して、硫化水素を発生させたり、硫酸塩還元菌が硫酸イオンを還元して、硫化水素を生成するためである。このような状態は、多かれ少なかれ毎年おこっている。37年8月浅草寺を調査した際も、硫化水素のにおいが感じられたし、本堂の建築装飾の金具は被害を受けて黒く変色し黒い汚点がついていた。また両国回向院のぬれ仏も、硫化物とみられる変色の被害をうけている。がいして東京をはじめ大都市の河川は汚れていて、台風が来襲したときは一時的に洗い去られてよくなるが、またすぐ汚れてしまう。したがって大都市の屋外露出の文化財は、夏は硫化水素、冬はばい煙の亜硫酸ガスにねらわれているといえよう。

## 3・京都市

京都市の南部および南西部に工場地帯があるが、汚染度の高いところもあるので、西本願寺、教王護国寺、また東山地区の清水寺、京都国立博物館宇治市平等院などに試片をおいて調査している。その他の社寺でも梵鐘、雨樋、扉金具、建築装飾金具、襖絵などについては、変色、変質の有無を調査している。

目下のところ、平等院を除いては被害はまだ見受

けられない。平等院の銅鐘<平安時代、国宝>は昭和35年3月の調査時には、変色か否か判別できぬ程度であったが、39年12月の調査やその後の調査において、撞座から下の部分に帯状の変色が認められた。さらに鳳凰堂の外面の扉金具に変色や軽度の腐蝕が認められただけでなく、内面の扉金具にも一部変色の認められるものがあった。板絵の顔料には、まだ変色が認められなかったのは、さいわいであったが、試験片による汚染度調査によると、硫化と考えられる結果も出ている。そこで、鳳凰堂中堂扉板絵、屋根の青銅製鳳凰を完成した収蔵庫に格納するため、板絵の模写、模造、鳳凰の模造などの対策が着々と進められてきている。

## 4・滋賀県彦根市

千代神社<古沢町所在>は、背後に隣接したセメント工場の排出するセメント粉じんの降下により本殿<寛永15年建立、重要文化財>の彩色の剝落木部の腐朽、檜皮葺のモルタル層化などの被害を受けた。境内の樹木の葉はその表面をモルタル状の灰膜におおわれていて、そのひどさに驚かされたものである。さらに同工場ではキルン2基が増設されて、月産10万トンと一躍生産量が5倍になり、降灰被害の程度や範囲が拡大することは必至とみられるに至ったので、昭和40年度には社殿を同市外馬場町に移築し、神社を移転した。さらに市の中心部の彦根城にも被害がおよぶのではないかと懸念されている。

また同市多賀町所在の多賀神社<書院の庭園が名勝として指定されている>、胡宮神社<社務所の庭園が指定>も、前記とは別のセメント工場の降灰により、指定地域内の樹木および風致を害されている。

以上のように、大気汚染が文化財にあたえる影響は、汚染源が近くにある特殊な環境を除いては、

通常出ていないようである。

しかし、燃料が重油にきりかえられてから大気中の亜硫酸ガスは増加しているのである。新産業都市・臨海工業地帯が各地に新設されると、都市全体が日本全体が汚染されるような状態がこしばらくつづくことになるのであろうか。とするならば、それぞれの文化財の保存施設が自衛の手段をとらなければならない段階にすでにきているようにも考えられるのである。

## 5 ————— 調査および対策

われわれが大気汚染の文化財への影響を懸念して調査を開始したのは、昭和31年頃であった。文化財への影響を調査する目的で汚染度を測定する場合は、近年普及してきた自記記録計を各所に配置することは予算的にも不可能であり、また各地に点在する多くの対象を、現地に行って瞬間値や経時変化を追うことは人手の問題からできない相談である。結局、われわれはテストピースを現地へ送り、曝露後、回収して分析し、積算値を毎月観測する方法を採用している。すなわち汚染度の一応のめやすとして亜硫酸ガス濃度を二酸化鉛法で測定し、また腐蝕生成物を究明する。さらに汚染因子と汚染度の判定をおこなう目的で、銀銅の薄板を曝露し、反射率やX線回折分析によってさびの生成過程を追っている。こうした調査によってそれぞれの地点の特徴をつかみガス濃度の測定と併用して今後の長期間の測定によって進行過程と機構が究明できれば、汚染度の判定も可能である。※現在では、東京<上野、浅草、新宿、都下>、京都、横浜三溪園など7地区で測定、調査を続行している。※

※注 江本義理、門倉武夫：文化財保存環境としての各地の大気汚染度の測定、大気汚染の文化財に及ぼす影響（第5報）保存科学 No. 3（昭42）P 1

## 1・上野公園

上野公園は、南に江東区、東北に荒川から北区、板橋区の工場地帯をひかえて位置している。しかも台地になっているため、風によって運ばれてきた汚染空気は台地にぶつかって、吹上げられているようである。このため、上野公園には国立博物館・美術館など種々の施設があるが、公園とはいえ住宅地帯より汚染は大きく、都心の商業地帯なみの汚染度であって、保存環境としてはあまりよくない状況である。

## 2・横浜三溪園

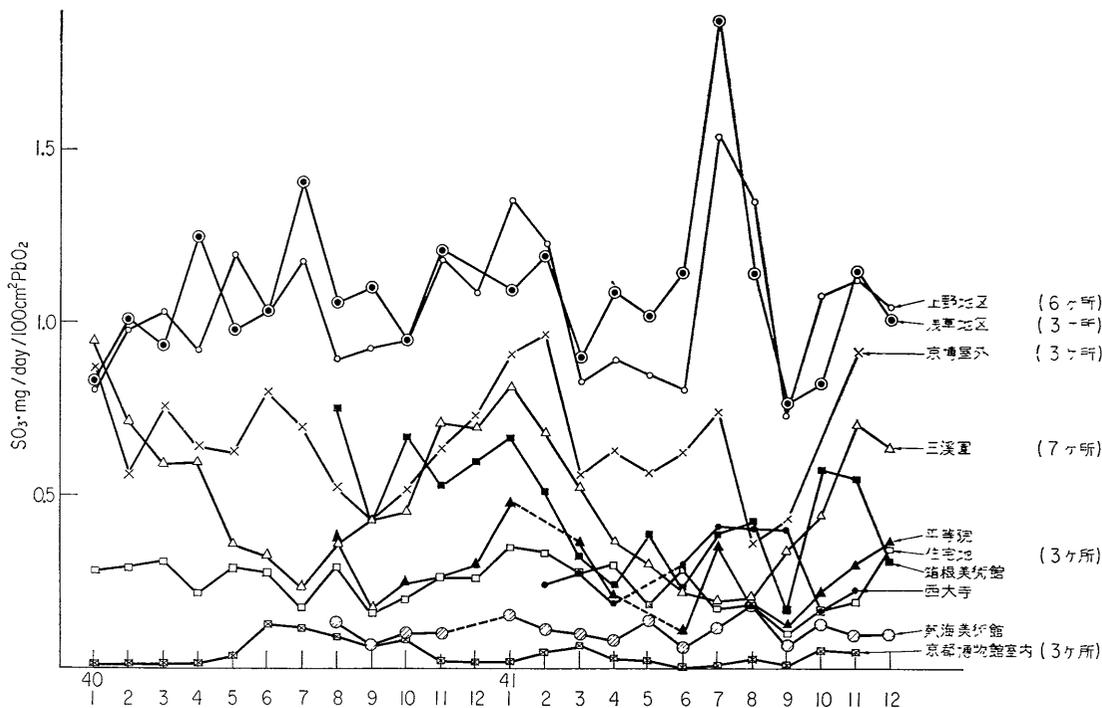
横浜三溪園には、奈良、京都、鎌倉から移築した古建築が、林や池のほとりに古典美をきそっているが、なかでも旧東慶寺仏殿<室町時代>、月華殿<桃山時代>、臨春閣<江戸時代>など7棟は重要文化財に指定されている。一方、横浜港改修計画の一環として、根岸・本牧地区臨海工業地帯が造成され、根岸地区ではすでに、石油精製工場<日本石油>、火力発電所をはじめ各企業が操業をはじめている。また、本牧地区は、石油製品の加工など石油化学コンビナートを中心とした工場群が出現する予定であり、いずれはこれらの工場群に囲まれてしまうことになる。

市当局はこれらの地区の公害防止対策に強力な行政指導をおこなっているが、工場側も協力して公害防止に努力をはらい、特別な配慮で設備を投入したり、積極的に調査をおこなったりしている。しかし、昭和45年頃に予定されている、全工場群の操業が開始されたら、どのようになるのであろうか。一応、三溪園の前面には緑地帯が設けられることになっているが、憂慮にたえない。現在、それ以前の園内各地点のバックグラウンドを測定して、汚染の推移に注目している<図1参照>。

三溪園内の年間の亜硫酸ガス濃度の推移は、7月を最低とし、以後しだいに上昇して1月を最高と



図3 亜硫酸ガスの測定地域別濃度変化



### 3・収蔵庫

汚染度を博物館の屋外と屋内で比較してみると、屋内は屋外の10分の1程度になっている。さらに陳列ケースのなかではずっと小さくなるから、屋内でケースに入れれば、汚染の影響はまず大丈夫であろう。しかしこの場合、陳列品に対する温度変化による湿度の変化を考慮に入れることを忘れてはならない。昼間の会場の雑踏や暖房による温度上昇から、夜間の温度降下による湿度の変化の調節を、ケース内の掛軸や屏風や漆器などの文化財自体がおこなっているということのないように十分注意が必要である。

汚染度が高まっている今日、美術館、博物館では陳列ケース内収蔵庫内を陳列室から切り離れた別系統とし、汚染ガスの除去装置や殺菌装置をつけた、文化財の保存に重点をおいた空気調和をおこなうべきである。

### 4・屋外露出の文化財

屋内におけるものは種々の防御対策もあるが、屋外露出のものに対しては問題がむずかしい。防蝕塗装をほどこすのも一方法ではあるが、文化財や美術品に処置したため変色したり、光沢がでたりしたのではなにもならない。といて、文化財の特殊性から素地調整や洗滌、乾燥を理想におこなうことはむずかしい。そうすると、残存したさびや塩類や、塗膜のピンホール、傷から拡散した腐蝕性ガスによりふくれさびが発生する。またガスや水分を塗膜によって閉じこめるような結果にもなりかねない。汚染ガスを通さないで、しかも美観をそこなわないような、できるだけ薄い合成樹脂被膜をつくるという難問題にぶつかってしまう。現段階ではじんあいや可溶性の塩類を洗い流すため、柔かい刷毛のようなもので、月1回くらいの水洗いをすすめている。

北米東海岸のメガロポリスでは大型都市が出現するごとに、緑地がふえていくといわれるが、地理的条件が異なるとはいえ、日本の現状は考えさせられるものがある。とかく産業開発を旗じるしとして住民の利益に反するような決定がおこなわれることがあるが、地域社会に対する社会的責任を企業側は考慮する心構えが必要であろう。行政当局ももっと近代的な政治感覚をもち、その地域社会の急激な工業化や開発に対応していけるような措置をとるべきであろう。また神社、寺院などの文化財の所有者や管理者側も、観光ブームにまどわされず、積極的な配慮と熱意がなければならぬ。そして観覧者も手軽に見物するというような考えは改めるべきである。自然や文化財は一度破壊してしまうと永遠にかえらない。われわれはそれぞれの立場で協力しあい、祖先ののこした貴重な文化財を大切に保存して、正しい形で後世に伝えることが、われわれ現代人の大きな責務であると考えてる。

<東京国立文化財研究所 保存科学部主任研究官>