

ゼオライトによる空気浄化

見城敏子・登石健三

1. 緒 論

今日、色々な公害が氾濫しているが、文化財の保存、展観等の研究に直接にたずさわっている我々にとって重要な公害は環境汚染特に空気汚染であろう。

すでに我々は新造コンクリート構造物内の空気がコンクリート構成々分のアルカリ性粒子によって汚染されることを発見し、この汚染空気とその構造物内に置かれた絵画、絹製品等を著しく、変質劣化させることを知り、汚染度（偏苛度）の測定法を確立した。この空気偏苛度測定は現在新しい展観場の適否を決定する最も重要な手段の一つとして採用されている。

しかし都市における自動車排気ガスおよび工場排出ガスによる大気汚染は監督官庁の規制にもかかわらず、依然として著しく、このような汚染大気は室内にも当然侵入しており、特に湿度の大きい大都市での文化財の展観に際しては、この大気汚染物質による影響を無視することは出来ない。

従来、文化財の展観の際には陳列ケース内に活性炭を入れておくことにより、ケース内空気が含んでいる諸種のガスを吸着することが実行され、実際に効果をあげている。

一方文化財の保存、展観において周囲空気の相対湿度が極めて重要であるが、この相対湿度を温度変化に無関係に一定に保つため我々は或程度含湿したゼオライトを利用している。

この吸着剤は天然ゼオライトの一種を特殊な方法で処理したものであり、表-1, 2 に示すような化学組成および物理的性質をもっている。

表-1

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Alkali	Loss
75.2%	14.1%	1.4%	0.3%	2.5%	0.2%	6.3%

表-2

ペレット比重	1.03~1.08
見掛密度	800~850 g/l
真比重	2.4~2.5
比熱	0.2 kal/kg/c

X線解析から、その構造は複雑なアルミノケイ酸イオンの3次骨格からなり、あたかも無数の空室を持った大きなアパートのようなものと考えることができ、この空室には多量の水分を入室（吸着）させる能力がある。このような特殊なアパート構造をもつゼオライトはまた種々の

ガスに対しても吸着能力を示すであろう。

そこで、今回我々はゼオライトがその湿度調節機能と同時にガス吸着性を示すか否かを見るため、相対湿度 (R. H.) 60%の空气中で湿度平衡に達したゼオライト（通常文化財保存用に調湿したもの）を用い、温度 $25 \pm 0.3^\circ\text{C}$ の密閉器内で種々のガス吸着量を測定し、その結果について検討した。

2-1 実験法

図-1-1の装置で各ガスボンベからのガスを流動パラフィン上のガス溜に1気圧になるように補集し、このガスの一定量を、R.H. 60%に調湿したゼオライト所定量を加え密栓した2lフラスコ内に、ゴム栓を通して注入し(図-1-2)、適当なガス濃度を得る。

さらに稀薄なガス濃度を必要とする場合は図-1-2のフラスコから一定量の濃度のガスを

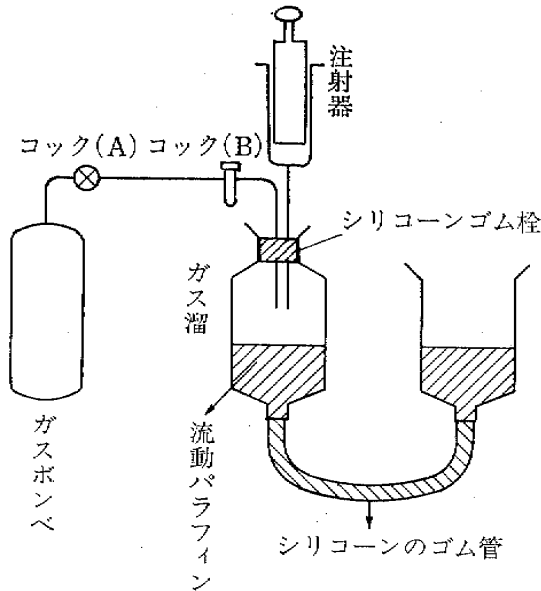


図-1-1

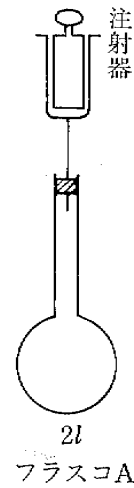


図-1-2

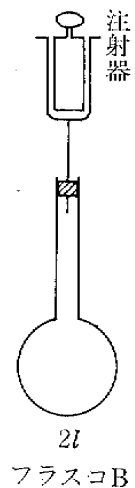


図-1-3

注射器でとり、これを第二の2lフラスコ(所定量のゼオライトを含み、RH 60%に調湿してある)にゴム栓を通して注入する。

以上のようにして得た、所定量のゼオライトおよび所定濃度のガスを含む密栓フラスコ多数を用意し、これらを所定時間放置した後、その100 mlをとり、ガス濃度を検知管で測定する。

各測定は3回繰返し平均値を取った。測定値のバラツキは5%以内であった。

硫化水素、亜硫酸ガスの場合には途中で残存濃度がほぼ0になったので、さらにガスを追加注入して実験を行なった。ガスに関する実験であるため、実験精度は通常の液体または固体の

表-3-1 硫化水素

吸着時間 hr	初期濃度 PPM	残存濃度 PPM	再添加濃度 PPM	吸着量* ml
0	30			
24		5		0.05
120		0	50	0.06
144		20		0.12
168		16		0.128
192		10		0.148
264		4		0.152
312				0.156

* 吸着量 = $\frac{\text{初期濃度(PPM)} - \text{残存濃度(PPM)}}{10^6} \times 2 \times 10^3 \text{ ml}$

実験より劣るので、結果は定量的よりもむしろ定性的に解釈すべきであるが、以下の実験結果はゼオライトがこれらのガスを実際に吸収することおよびガスの種類によって吸着量が著しく異なることを示している。

表-3-2 硫化水素

吸着時間	初期濃度	残存濃度	吸着量
hr	PPM	PPM	ml
0	60		
6		40	0.04
24		20	0.08
72		15	0.09
96		14	0.09

表-4 亜硫酸ガス

吸着時間	初期濃度	再添加濃度	残存濃度	吸着量
hr	PPM	PPM	PPM	ml
0	270			
24			150	0.24
48			115	0.31
72			60	0.42
96			40	0.46
144			10	0.50
168			0	0.54
192		300		
216			240	0.66
240			210	0.72
312			210	0.72

表-5

ガスの種類	吸着時間	初期濃度	残存濃度	吸着量
	hr	%	%	ml/g
炭酸ガス	0	0.58		
	120		0.50	0.16
アンモニア	0	450		
	160		400	0.5
* ガソリン	0	30		
	94		8	
	190		5	0.25

* 吸着実験は定性的である。

3. 考 察

以上の結果から各ガスの最大吸着量をまとめて示すと表-6のようになる。

表-6 各ガスの最大吸着量

ガスの種類	最大吸着量
亜硫酸ガス	5.54 ml/g
硫化水素	0.78
〃	0.61
アンモニア	0.5
ガソリン	0.25
炭酸ガス	0.16
ホルムアルデヒド	0.65

勿論吸着量は吸着剤の使用量、ガス初期濃度および平衡濃度によって左右されるものであるが本研究の結果はゼオライトが単に湿度調節だけでなく、亜硫酸ガス、硫化水素、アンモニア等のいわゆる大気汚染物質に対してもかなりの吸着能力をもっていることを示している。

実例として美術館の中にある汚染ガスの臭いがプンプンしている小規模の独立ケースを完全に密封し、調湿したゼオライトを放置し、

一週間後に検知管で測定した結果、ほとんどかからなかった。また臭いもほとんどわからなかったのが正常な空気になったと判定した。又建物から放出されているアルカリ分も初期に侵入した濃度よりずっと減少していた。

ゼオライトが吸着しない汚染物質は湿度に影響がない程度に活性炭を使用し、文化財の陳列ケース内に併置することにより、これら汚染源から文化財が受ける劣化をある程度防止できると考える。

Résumé

Toshiko KENJO and Kenzo TOISHI : Purification of the Air with Zeolite

The extent of the air pollution in cities caused by automobile exhaust and industrial waste gas still remains considerably high, in spite of regulations enforced by the competent authorities. Naturally, such polluted air also finds its way into rooms. In big cities, therefore, where the extent of such pollution is especially high, exhibitions of cultural properties cannot be planned without taking into account the effect of those atmospheric pollutants.

So far, whenever cultural properties have been on display, activated carbon has been placed in showcases for the adsorption of various gases contained in the air inside, and this has proved effective.

Besides, of paramount importance in connection with the conservation and exhibition of cultural properties is the relative humidity of the surrounding air. In order to keep the relative humidity constant, irrespective of the change in temperature, the authors have successfully employed zeolite humidified to a certain extent. This adsorbent is made from a kind of natural zeolite, treated by a special method.

The object of the present investigation has been to ascertain whether or not zeolite possesses gas adsorbability in addition to its function as a humidity adjuster. The zeolite which was used for the test had been brought to a humidity equilibrium in the air at R.H. 60%. (That is to say, it had been subjected to the

normal humidity adjustment process for cultural properties conservation purposes.) Measuring the amounts of various gases adsorbed by the zeolite in a hermetically stoppered flask at a temperature of $25 \pm 0.3^\circ\text{C}$, the authors have found that the zeolite is capable of adsorbing various gases such as sulfur dioxide, hydrogen sulfide, ammonia, gasoline, carbon dioxide and formaldehyde.