

工業技術院大阪工業技術試験所

山中 裕

### ガラスの化学的性質

化学的性質というのあいまいな表現で、何のことを指すのかと問われると返事に窮する。化学的な反応を伴うというだけなら、電気化学、物理化学などの関連する今までの性質をも包括してしまうからである。おそらく、原子自体の移動あるいは組み換えが起こり、それに着目している場合に限定されているのだろう。そういうイメージはさておき、今回の化学的性質の取り上げ方として、ガラスの製造に関するもの、ガラスの加工に関するもの、ガラスの性能に関するものという分け方をしてみたい。

### ガラスの作製

工業的な溶融法によるガラスの製造では、主原料だけでなく、溶解促進剤、清澄剤などの溶融助剤が使用される。バッチが溶解する過程はガラス化反応と呼ばれ、複雑な化学反応のかたまりである。揮発、耐火物の浸食などの現象も化学的性質として重要である。

溶融状態のガラスだけでなく、CVDやゾルゲル法によるガラス作製の過程も、化学反応の集まりである。酸素分圧の影響などは、気相合成法だけに限らず、溶融法にも重要である。これらの特殊な作製法は、バルクよりも薄膜に対して効果的な場合が多い。

### ガラスの加工

分相や結晶化は、化学結合の仕方がより安定な方向へ組み換えられた結果である。幅広い用途に用いられる多孔質ガラスは分相を利用しており、結晶化ガラスは、快削性の付与、化学切削用、あるいは装飾用などとして数多くの種類がある。ガラスが非平衡状態にあることを直接利用するもの

として興味深いものである。

化学的なガラスの加工として、イオン交換、化学研磨、脱アルカリ処理などがある。イオン交換法とは、異種のアルカリなどのイオンを含む溶融塩、溶液、ペーストとガラスを接触させ、拡散によって組成を変化させる方法である。化学強化、屈折率分布、ステイニングなどに用いられる。化学的腐食と機械的研磨を併用した研磨方法は化学研磨と呼ばれるが、通常の研磨においても、多かれ少なかれメカノケミカル反応が起こっていると思われる。

### ガラスの化学的な性能

一般に化学的性質といわれている性質は化学的耐久性を指す場合が多く、その中でも耐水性が最も普通に用いられている。これらは強度などのデータと同様にばらつきが大きい。それだけ複雑な因子が絡み合っているといえる。ガラス組成、特に表面の組成だけでなく、ガラス表面のミクロな形状、応力分布などの物理的状態までが影響を及ぼす。これらに加えて、浸出液のpH、温度、組成、流れなどの試験条件が多数存在する。

化学的耐久性は、熱力学的な安定性と速度論的な安定性とに分けて考えることができる。ガラスはもともと平衡状態にはないので、厳密な意味での熱力学的安定性を論じるのは不適当かもしれないが、化学的耐久性の組成依存性などは類推が可能である。特に、相手となる液側での熱力学的安定性から駆動力の大小について考察することができる。速度論的な耐久性は、表面にどのような変質層が形成されるかにも依存する。

化学的耐久性と密接な関連を持つものに生体親和性がある。しかし、生体中で積極的な関わりを持つ生体活性については、耐久性とは別の視点か

ら生体システムの一部として捉える必要がある。耐放射線性も感光性を見方を変えた性質であり、これらもガラスの性能に関する化学的性質の一つとして分類できなくもない。

### ガラスの構造化学

物理化学的性質までねじ込んでしまえば、構造についても、化学結合に基づくものであることを理由にして触れておく必要がある。X線、中性子線、電子線などの回折法、種々の分光法、あるいは計算機シミュレーションなどの方法が、ガラスの構造解析に使用されている。ガラスの近距離の構造秩序はかなり高く保たれていることが知られているし、アモルファス半導体では超格子も作製されている。今後、構造まで念頭においたガラスの設計も進められていくだろう。図として、教科書でよく用いられている二次元の構造模型を示そうとも思ったが、あえて載せないことにする。頭の中で自由にシミュレーションしてほしい。

### ニューガラスへのプロローグにかえて

性質の名前の列挙に終始した駄文も最後となり、およそニューガラスとは無関係なまま終了することになった。もちろんニューガラスも広い意味でのガラスに属するので、ガラスの全般的な特徴を理解しておくのは重要なことである。しかし、ガラスの考え方の殻にとじこもってはいは、結局はニューガラスに到達しない。『今までの経験からはガラスとして考えられない』ようなことも、柔軟に考えていくことが必要である。既成概念にとらわれないことの重要さは、最近の超電導の分野の例を待つまでもない。そのためには、ガラスに携わってきた人の飛躍のみならず、フレッシュな感覚を持った人、別の分野での異なった視点を持つ

た人の参加が良い刺激となる。副題を“初めてガラスに携わる人と共に”としたのは、そういう人への期待を込めたつもりである。基礎的な物性の見直しを含めて、新しいガラス体系の確立をめざす時期にきている。

〔完〕

