

凍結保存の問題点

山崎 信行*

地球の温暖化の影響で、夏場の気温は異常なまでに高くなり、体温あるいはそれ以上の気温を経験することが次第に多くなっている。今年の夏も例外ではなく、猛暑日が続く、毎日のように新聞やテレビで熱中症対策が報じられた事は記憶に新しい。このような暑い日に仕事を終えて帰宅してすぐに飲む“冷たい”ビールのうまさは格別である。もし、この世に冷蔵庫が存在しなければ“冷たい”ビールの代わりに“生暖かい”ビールが待っており、改めて冷蔵庫の有難さを知ることになる。冷蔵庫や冷凍庫は現代文明社会においては必需品とさえなっている。また、冷蔵庫や冷凍庫による低温貯蔵は人類が太古の時代から追い求めてきた食物の長期保存の夢をかなえただけでなく、医薬品や生体関連試料の長期保存を可能にして人類の幸せのために計り知れない貢献をした。なかでも、冷凍技術の進歩は目覚しく、最近では家庭用の冷蔵庫で急速冷凍機能を備えたものも多く、そのために、つい、“凍らせておけば安心”と思いがちになる。しかし、冷凍保存にも思わぬ落とし穴がある。ここでは、冷凍保存の問題点について考えてみたい。

冷凍保存は 0°C 以上の低温保存とは異なり、試料中に含まれる凍結可能な水分はほとんど氷の状態で存在しているため、凍結状態における保存法とも言える。本来、冷凍保存の主な目的は、保存中における試料の質的变化を最小限に抑えることにある。通常の化学反応における反応速度は温度が低くなるにつれて小さくなり、 0°C 以下の低温凍結下では反応はほとんど進行しないと考えられる。ところが、ある種の反応は凍結状態でも異常な速さで進行する。筆者がかつて扱ったN-ホルミルキヌレニンの脱ホルミル化反応も凍結状態で起こる反応のひとつであり、凍結した希酸溶液中におけるこの反応は -7.5°C で最も速く進行し、この温度における速度定数は溶液状態で 40°C に加温した時の速度定数に相当する。このように、低温凍結下で進行する反応は温度依存的であり、最適温度より高温領域では 0°C に近くなるほど遅く、また、最適温度より低温領域では温度が低下するにつれて遅くなり、ディープフリーザの温度領域である -80°C ではほとんど進行しない。凍結状態において反応が促進される要因はいくつか挙げられるが、この反応の場合には、氷結晶中にある液晶領域への反応物質の“濃縮効果”によって説明できる。低温凍結下においても進行する反応があることを考えると、酵素反応を停止する際に、反応液を凍結してそのまま凍結保存してから分析することがあるが、この場合、凍結保存中に起こっている変化を見落とすようなことがあると、とんでもない過ちを招くことになる。

冷凍保存でもう一つ問題になるのは、タンパク質の変性である。タンパク質溶液を凍結したまま保存することがあるが、この保存法には、試料溶液の凍結—融解という過程が含まれる。冷凍保存の目的からすると、凍結—融解という操作を経ても、タンパク質になんら変化が見られないのが理想であるが、タンパク質によっては期待に反して、凍結保存がむしろ変性を促進し、凍結試料を融解してみると、もはや活性は消失し、変性タンパクの沈殿と慙愧の念だけが残ることがある。このようなタンパク質には、凍結変性に関連する共通した構造が存在することも考えられるが、今のところこれに答えるだけの十分な情報は得られていない。今後、この点に関するより詳細な情報が蓄積されることを期待する。

地球の温暖化が進む中であって、低温保存という手段は食品や医薬などさまざまな分野で今後ますます重要になると考えられる。「水は何度凍らせても飲めるけれど、ビールは一度凍らせたなら飲めなくなるよ」。かつて、ビール会社に勤務していた友人が漏らしたこの一言がなぜか懐かしく思えてならない。たまには、冷凍庫の中で何が起きているのかということを考えてみることも必要ではなからうか。

*九州女子大学・九州女子短期大学学長、九州大学名誉教授、元本会理事