

## たじみん昼話 38

### 涼しい科学の話をしてしよう！

最近暑い日々が続く、こんなときは氷の話題が一番と考え、今回は、滝が凍る現象を考えよう。

ご存知の通り、流れる川は凍りにくい。アニメや映画の世界、マジックなら突然凍ることもあるが、現実世界ではめったに起こらない。これは、水の比熱が大きいため冷えにくいことと、川の水は周囲との熱交換が頻繁に行われるため、冷やされても簡単に零度以下にはならないからだ。

ところが、川は凍らなくても滝が凍ることは多くみられる現象である。これは不思議である。なぜ凍るのか。そもそもどこから凍るのだろうか。

この現象を解くキーワードは、液体のまま「 $-1.2^{\circ}\text{C}$ 」になることがある「過冷却現象」だ。

そもそも水が氷になるのは、元気の良い水分子が、その元気の素である運動エネルギーを奪われてしまうことにある(化学基礎の時間で履修済み)。このエネルギーは熱エネルギーとして存在しているので、温度を下げれば動きが鈍って凍っていくのである。しかし、ゆっくり凍らせると、零度を下回っても液体のままの時がある。これが過冷却状態だ。この「本来氷なのに、液体?」の過冷却状態は、本来の状態ではないので、とても不安定な状況にある。即ち、水としては、きっかけ(振動のようなきっかけとか)があれば直ちに凍ってしまいたい(水の思い?)、という状態なのだ。

冬の川から滝への流れを考えてみよう。冬によく晴れた風の弱い夜、放射冷却によって地表が冷え、滝つぼ付近の空気が急速に冷却される。さらに滝の水は、既知のとおり、水しぶきとなって飛び散っている。この状況がさらに水の温度を下げることになり、過冷却状態を作り出すのである。つまり滝は落下距離が長ければ長いほど滞空時間が長くなり、しぶきは細くなる。これが表面的にも時間的にも強力に冷やす好条件となり、結果として水は過冷却状態になっていくのである。そして、この過冷却状態の細かい微小のしぶき(水)は、滝の岩肌にぶつかった衝撃(きっかけ)で、瞬間に凍るのである(マジックだ)。ここまでの説明で、「滝はなぜ凍る。どこから凍る」の答えは想像できるであろう。

滝は基本的に「下から氷結が始まる」ということである。

流れの両側や滝の裏側の岩肌でどんどん氷が成長し凍ることもある。これは器の水が外側から凍っていくのに似ている。だから、滝の周りだけが凍り、真ん中は水が流れ落ちるといふ、不思議な現象も起きるのである。

※似たような、でも、少し違う現象は、インスタントコーヒーやフリーズドライ食品の製造過程にもある。