TADOKU JUNIOR 科学のおとぎの国 ★★★★☆ ながい 1529語

A Drop of Water on Its Travels (3)

旅する水のしずく（3）

Arabella B. Buckley（1878年の本） 原文そのまま 朗読：Patricia Oakley

人の声の朗読
を聞く・Web版

どんなおはなし？ 布の下につゆがおりないのはなぜ？ ひょうと雪のちがい、塩や砂糖の結しょう、じしゃくのたとえを使って、雪が六角形の星になるわけを考えます。



But try the experiment, some night when a heavy dew is expected, of spreading a thin piece of muslin over some part of the grass, supporting it at the four corners with pieces of stick so that it forms an awning. Though there may be plenty of dew on the grass all round, yet under this awning you will find scarcely any. The reason of this is that the muslin checks the heat-waves as they rise from the grass, and so the grass-blades are not chilled enough to draw together the water-drops on their surface. If you walk out early in the summer mornings and look at the fine cobwebs flung across the hedges, you will see plenty of drops on the cobwebs themselves sparkling like diamonds; but underneath on the leaves there will be none, for even the delicate cobweb has been strong enough to shut in the heat-waves and keep the leaves warm.

Again, if you walk off the grass on to the gravel path, you find no dew there. Why is this? Because the stones of the gravel can draw up heat from the earth below as fast as they give it out, and so they are never cold enough to chill the air which touches them. On a cloudy night also you will often find little or no dew even on the grass. The reason of this is that the clouds give back heat to the earth, and so the grass does not become chilled enough to draw the water-drops together on its surface. But after a hot, dry day, when the plants are thirsty and there is little hope of rain to refresh them, then they are able in the evening to draw the little drops from the air and drink them in before the rising sun comes again to carry them away.

But our rain-drop undergoes other changes more strange than these. Till now we have been imagining it to travel only where the temperature is moderate enough for it to remain in a liquid state as water. But suppose that when it is drawn up into the air it meets with such a cold blast as to bring it to the freezing point. If it falls into this blast when it is already a drop, then it will freeze into a hailstone, and often on a hot summer's day we may have a severe hailstorm, because the rain-drops have crossed a bitterly cold wind as they were falling, and have been frozen into round drops of ice.

But if the water-vapour reaches the freezing air while it is still an invisible gas, and before it has been drawn into a drop, then its history is very different. The ordinary force of cohesion has then no power over the particles to make them into watery globes, but its place is taken by the fairy process of "crystallization," and they are formed into beautiful white flakes, to fall in a snow-shower. I want you to picture this process to yourselves, for if once you can take an interest in the wonderful power of nature to build up crystals, you will be astonished how often you will meet with instances of it, and what pleasure it will add to your life.

The particles of nearly all substances, when left free and not hurried, can build themselves into crystal forms. If you melt salt in water and then let all the water evaporate slowly, you will get salt-crystals; — beautiful cubes of transparent salt

all built on the same pattern. The same is true of sugar; and if you will look at the spikes of an ordinary stick of sugar-candy, such as I have here, you will see the kind of crystals which sugar forms. You may even pick out such shapes as these from the common crystallized brown sugar in the sugar basin, or see them with a magnifying glass on a lump of white sugar.

But it is not only easily melted substances such as sugar and salt which form crystals. The beautiful stalactite grottos are all made of crystals of lime. Diamonds are crystals of carbon, made inside the earth. Rock-crystals, which you know probably under the name of Irish diamonds, are crystallized quartz; and so, with slightly different colourings, are agates, opals, jasper, onyx, cairngorms, and many other precious stones. Iron, copper, gold, and sulphur, when melted and cooled slowly build themselves into crystals, each of their own peculiar form, and we see that there is here a wonderful order, such as we should never have dreamt of, if we had not proved it. If you possess a microscope you may watch the growth of crystals yourself by melting some common powdered nitre in a little water till you find that no more will melt in it. Then put a few drops of this water on a warm glass slide and place it under the microscope. As the drops dry you will see the long transparent needles of nitre forming on the glass, and notice how regularly these crystals grow, not by taking food inside like living beings, but by adding particle to particle on the outside evenly and regularly.

Can we form any idea why the crystals build themselves up so systematically? Dr. Tyndall says we can, and I hope by the help of these small bar magnets to show you how he explains it. These little pieces of steel, which I hope you can see lying on this white cardboard, have been rubbed along a magnet until they have become magnets themselves, and I can attract and lift up a needle with any one of them. But if I try to lift one bar with another, I can only do it by bringing certain ends together. I have tied a piece of red cotton (c, Fig. 21) round one end of each of the magnets, and if I bring two red ends together they will not cling together but roll apart. If, on the contrary, I put a red end against an end where

there is not cotton, then the two bars cling together. This is because every magnet has two poles or points which are exactly opposite in character, and to distinguish them one is called the positive pole and the other the negative pole. Now when I bring two red ends, that is, two positive poles together, they drive each other away. See! the magnet I am not holding runs away from the other. But if I bring a red end and a black end, that is, a positive and a negative end together, then they are attracted and cling. I will make a triangle (A, Fig. 21) in which a black end and a red end always come together, and you see the triangle holds together. But now if I take off the lower bar and turn it (B, Fig. 21) so that two red ends and two black ends come together, then this bar actually rolls back from the others down the cardboard. If I were to break these bars into a thousand pieces, each piece would still have two poles, and if they were scattered about near each other in such a way that they were quite free to move, they would arrange themselves always so two different poles came together.

Now picture to yourselves that all the particles of those substances which form crystals have poles like our magnets, then you can imagine that when the heat which held them apart is withdrawn and the particles come very near together, they will arrange themselves according to the attraction of their poles and so build up regular and beautiful patterns.

So, if we could travel up to the clouds where this fairy power of crystallization is at work, we should find the particles of water-vapour in a freezing atmosphere being built up into minute solid crystals of snow. If you go out after a snow-shower and search carefully, you will see that the snow-flakes are not mere lumps of frozen water, but beautiful six-pointed crystal stars, so white and pure that when we want to speak of anything being spotlessly white, you say that it is "white as snow." Some of these crystals are simply flat slabs with six sides, others are stars with six rods or spikes springing from the centre, others with six spikes each formed like a delicate fern. No less than a thousand different forms of delicate crystals have been found among snowflakes, but though there is such a

great variety, yet they are all built on the six-sided and six-pointed plan, and are all rendered dazzlingly white by the reflection of the light from the faces of the crystals and the tiny air-bubbles built up within them. This, you see, is why, when the snow melts, you have only a little dirty water in your hand; the crystals are gone and there are no more air-bubbles held prisoners to act as looking-glasses to the light. Hoar-frost is also made up of tiny water-crystals, and is nothing more than frozen dew hanging on the blades of grass and from the trees.

でも、たくさんつゆがおりそうな夜に、こんな実験をしてみてください。うすいモスリンの布を草の一部の上に広げ、四すみを棒でささえて、日よけのような屋根にするのです。まわりの草にはつゆがたくさんおりていても、この屋根の下にはほとんど見つからないでしょう。そのわけは、モスリンが草から上っていく熱の波をさえぎるので、草の葉が表面に水のしずくを集めるほど冷えないからです。夏の朝早く外に出て、生けがきにかかった細いクモの巣を見ると、クモの巣そのものにはダイヤモンドのようにきらめくしずくがたくさんついているのに、その下の葉には一つもついていないでしょう。かよわいクモの巣でさえ、熱の波をとじこめて葉をあたたかく保つだけの力があったのです。

また、草地からじゃり道に出ると、そこにはつゆがありません。これはなぜでしょう。じゃりの石は、熱を出すのと同じ速さで下の地面から熱をすい上げられるので、ふれた空気を冷やすほど冷たくはならないからです。くもった夜にも、草の上でさえつゆがほとんど、あるいはまったく見られないことがよくあります。そのわけは、雲が熱を地面に返すので、草が表面に水のしずくを集めるほど冷えないからです。でも、暑くかわいた一日のあと、植物がのどをかわかせていて、雨でうるおうのぞみもあまりないときには、夕方に空気から小さなしずくを引き出し、朝日がまたそれを運び去りに来る前に飲みこむことができるのです。

でも、わたしたちの雨つぶは、これよりもっとふしぎな変化をします。これまでは、雨つぶが、液体の水のままでいられるくらいのおだやかな温度の所だけを旅すると考えてきました。でも、空気の中へすい上げられたとき、こおる温度まで冷やすほどの冷たい風に出会ったとしましょう。もう雨つぶになってからこの風の中に落ちれば、こおってひょうになります。暑い夏の日に、はげしいひょうがふることがよくあるのは、雨つぶが落ちてくるとちゅうでひどく冷たい風を横切り、丸い氷のつぶにこおってしまったからです。

でも、水じょう気が、まだ目に見えない気体のうちに、つまりしずくになる前にこおるような空気にとどいたら、その後の歴史はまったくちがったものになります。そのときは、いつものぎょう集力には、つぶを丸い水の玉にする力がなく、かわりにようせいのはたらき「結しょう化（つぶが決まった形に規則正しくならぶこと）」がそのつぶを美しい白いかけらに変え、雪となってふってくるのです。このはたらきを、ぜひ思いえがいてみてください。自然が結しょうを組み立てるふしぎな力にいったん興味をもてば、その例にどれほどよく出会うかにおどろき、それが毎日をどれほど楽しくしてくれるかがわかるでしょう。

ほとんどどんな物質のつぶも、自由にされ、急がされなければ、自分で結しょうの形に組み上がることができます。塩を水にとかして、水をゆっくり蒸発させると、塩の結しょうができます。――すきとおった塩の美しい立方体で、どれも同じ形に組み立てられています。砂糖も同じです。ここにあるような、ふつうの氷ざとうの棒のとげとげを見れば、砂糖がどんな結しょうをつくるかがわかるでしょう。砂糖入れの中のふつうの結しょうした茶色い砂糖からも、こうした形をつまみ出せますし、白い角砂糖を虫めがねで見ても見つけられます。

でも、結しょうをつくるのは、砂糖や塩のようにとけやすい物質だけではありません。美しいしょうにゅう石のどうくつは、みな石灰の結しょうでできています。ダイヤモンドは、地球の中でつくられた炭素の結しょうです。水しょうは、「アイルランドのダイヤモンド」という名前で知っているかもしれませんが、結しょうした石英です。少しずつちがう色がついたメノウ、オパール、ジャスパー、オニキス、ケアンゴームな

ど、たくさんの宝石も同じく石英なのです。鉄、銅、金、いおうは、とかしてからゆっくり冷やすと、それぞれ自分だけの形の結しょうに組み上がります。ここには、たしかめてみなければ夢にも思わなかったような、すばらしい規則正しさがあるのです。けんび鏡を持っていれば、ふつうの粉のしょうせきを少しの水にとかし、もうそれ以上とけなくなるまでとかせば、結しょうが育つのを自分で見ることができます。それから、この水を数しずく、あたたかいガラスのスライドにのせて、けんび鏡の下におきます。しずくがかわいていくにつれて、すきとおった長い針のようなしょうせきの結しょうがガラスの上にできていくのが見え、結しょうがなんと規則正しく育つかに気づくでしょう。生き物のように中に食べ物を取りこんで育つのではなく、外側につぶを一つ、また一つと、むらなく規則正しくつけ足して育つのです。

結しょうがなぜこんなにきちんと組み上がるのか、何か考えられるでしょうか。ティンダル博士はできると言っています。この小さな棒じしゃくを使って、博士がどう説明しているかをお見せしたいと思います。この白い厚紙の上にある小さな鋼の棒は、見えるでしょうか。じしゃくにこすりつけて、それ自身がじしゃくになったもので、どれを使っても針を引きつけて持ち上げられます。でも、じしゃくでほかのじしゃくを持ち上げようとすると、ある決まったはしどうしを近づけたときしかできません。赤い木綿糸（c、図21）を、それぞれのじしゃくの片方のはしに結んでおきました。赤いはしどうしを近づけると、くっつかずに、ころがってはなれてしまいます。反対に、赤いはしを、糸のついていないはしに近づけると、二本の棒はくっつきます。これは、どのじしゃくにも、性質がちょうど反対の二つの「極（きょく）」があるからです。二つを区別するために、一方を正の極、もう一方を負の極とよびます。さて、赤いはしどうし、つまり正の極どうしを近づけると、たがいにおしのけ合います。ほら！　持っていないほうのじしゃくが、もう一方からにげていきます。でも、赤いはしと黒いはし、つまり正のはしと負のはしを近づけると、引きつけ合ってくっつきます。今度は三角形をつくってみます（図21のA）。黒いはしと赤いはしがいつも出会うようにすると、ほら、三角形はくずれずにまとまっています。でも、下の棒をはずして、向きを変え（図21のB）、赤いはしどうし、黒いはしどうしが出会うようにすると、この棒はほかの棒からはなれて、厚紙の上をころがっていってしまいます。この棒を千こにくだいても、どのかけらにもやはり二つの極があります。そして、自由に動けるようにして近くにばらまいておけば、かけらはいつも、ちがう極どうしが出会うようにならぶでしょう。

さて、結しょうをつくる物質のつぶには、みなこのじしゃくのような極がある、と想像してみてください。すると、つぶをはなしておいた熱がなくなり、つぶがとても近づくと、極の引き合う力にしたがってならび、規則正しい美しい模様を組み上げる、ということが思いえがけるでしょう。

ですから、もしこの結しょう化のようせいの力がはたらいている雲の所まで旅をすることができたら、こおるような大気の中で、水じょう気のつぶが組み上げられて、ごく小さな雪のかたい結しょうになっていくのが見られるでしょう。雪がふったあとに外に出て、よく注意して探してみると、雪のひらはただこおった水のかたまりではなく、六つの角をもつ美しい結しょうの星だとわかるでしょう。とても白くてけがれがないので、何かがまっ白なことを言いたいとき、わたしたちは「雪のように白い」と言うのです。この結しょうには、六つの辺をもつただの平たい板もあれば、真ん中から6本の棒やとげがのびた星もあり、6本のとげのそれぞれが、せんさいなシダの葉のような形をしているものもあります。雪のひらの中から、せんさいな結しょうが千種類も見つかっています。でも、こんなにいろいろあっても、どれもみな六つの辺と六つの角の形にしたがって組み立てられています。そしてどれも、結しょうの面と、中にとじこめられた小さな空気の

あわが光を反射するので、まぶしいほど白く見えるのです。ですから、雪がとけると手の中には少しのよごれた水しか残らないのです。結しょうはなくなり、光を映す鏡になる、とじこめられた空気のあわも、もうないのですから。しもも、小さな水の結しょうでできていて、草の葉や木からぶら下がっている、こおったつゆにすぎません。

たんご と クイズ 旅する水のしずく（3）

hailstone ひょう	**crystals** 結しょう	**salt** 塩
Diamonds ダイヤモンド	**microscope** けんび鏡	**magnets** じしゃく
snow-flakes 雪のひら	**Hoar-frost** しも	

Q1 じゃり道につゆがおりないのはなぜ？

① 石が地面から熱をすい上げて冷えないから　② 石がつゆを飲んでしまうから

③ 人がふんでしまうから

Q2 雪のひらの結しょうは、いくつの角をもつ星？

① 四つ　② 八つ　③ 六つ

Q3 赤いはしどうしを近づけたじしゃくは、どうなった？

① くっついた　② はなれてころがった　③ こわれた

こたえ

Q1 ① じゃりの石は、熱を出すのと同じ速さで地面から熱をすい上げるので冷たくならず、ふれた空気を冷やせないのです。

Q2 ③ 雪のひらは、六つの角をもつ美しい結しょうの星です。千種類もの形がありますが、どれも六角の形にしたがっています。

Q3 ② 赤いはしどうし（同じ極どうし）はおしのけ合うので、くっつかずに、ころがってはなれてしまいました。

原田英語の多読ベストジュニア

本物の英語の絵本 1,000話以上を、原文・人の声の朗読・和訳つきで。ゲーム・なぞなぞも。ぜんぶ無料・登録なし。

haradaeigo.com/tadokubestjr/

出典　英文：原文そのまま（1語も書きかえていません）。Project Gutenberg 電子書籍 #5726（Arabella B. Buckley、1878年）。パブリックドメイン。
挿絵：この本には挿絵がないため、場面をイメージして AI（Codex）で描いた絵です。
朗読（Web版）：Patricia Oakley（LibriVox のボランティア。パブリックドメイン）
和訳・クイズ：AIと人が作成。AIは３重チェック。人の目でも順次確認しています。