TADOKU JUNIOR　科学のおとぎの国　★★★★☆ ながい　1515語

A Drop of Water on Its Travels (1)

旅する水のしずく（1）

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？　指先のひとしずくの水は、どこから来て、どこへ行くの？　やかんの実験から、太陽と空気が水を見えないすがたで空へ運び、雲をつくるしくみを追います。



We are going to spend an hour to-day in following a drop of water on its travels. If I dip my finger in this basin of water and lift it up again, I bring with it a small glistening drop out of the body of water below, and hold it before you. Tell me, have you any idea where this drop has been? what changes it has undergone, and what work it has been doing during all the long ages that water has lain on the face of the earth? It is a drop now, but it was not so before I lifted it out of the basin; then it was part of a sheet of water, and will be so again if I let it fall. Again, if I were to put this basin on the stove till all the water had boiled away, where would my drop be then? Where would it go? What forms will it take before it reappears in the rain-cloud, the river, or the sparkling dew?

These are questions we are going to try to answer to-day; and first, before we can in the least understand how water travels, we must call to mind what we have learnt about the sunbeams and the air. We must have clearly pictured in our imagination those countless sun-waves which are for ever crossing space, and especially those larger and slower undulations, the dark heat- waves; for it is these, you will remember, which force the air- atoms apart and make the air light, and it is also these which are most busy in sending water on its travels. But not these alone. The sun-waves might shake the water-drops as much as they liked and turn them into invisible vapour, but they could not carry them over the earth if it were not for the winds and currents of that aerial ocean which bears the vapour on its bosom, and wafts it to different regions of the world.

Let us try to understand how these two invisible workers, the sun-waves and the air, deal with the drops of water. I have here a kettle (Fig. 18, p. 76) boiling over a spirit-lamp, and I want you to follow minutely what is going on in it. First, in the flame of the lamp, atoms of the spirit drawn up from below are clashing with the oxygen-atoms in the air. This, as you know, causes heat-waves and light-waves to move rapidly all round the lamp. The light-waves cannot pass through the kettle, but the heat-waves can, and as they enter the water inside they agitate it violently. Quicker, and still more quickly, the particles of water near the bottom of the kettle move to and fro and are shaken apart; and as they become light they rise through the colder water letting another layer come down to be heated in its turn. The motion grows more and more violent, making the water hotter and hotter, till at last the particles of which it is composed fly asunder, and escape as invisible vapour. If this kettle were transparent you would not see any steam above the water, because it is in the form of an invisible gas. But as the steam comes out of the mouth of the kettle you see a cloud. Why is this? Because the vapour is chilled by coming out into the cold air, and its particles are drawn together again into tiny, tiny drops of water, to which Dr. Tyndall has given the suggestive name of water-dust. If you hold a plate over the steam you can catch

these tiny drops, though they will run into one another almost as you are catching them.

The clouds you see floating in the sky are made of exactly the same kind of water-dust as the cloud from the kettle, and I wish to show you that this is also really the same as the invisible steam within the kettle. I will do so by an experiment suggested by Dr. Tyndall. Here is another spirit-lamp, which I will hold under the cloud of steam - see! the cloud disappears! As soon as the water-dust is heated the heat-waves scatter it again into invisible particles, which float away into the room. Even without the spirit-lamp, you can convince yourself that water-vapour may be invisible; for close to the mouth of the kettle you will see a short blank space before the cloud begins. In this space there must be steam, but it is still so hot that you cannot see it; and this proves that heat-waves can so shake water apart as to carry it away invisibly right before your eyes.

Now, although we never see any water travelling from our earth up into the skies, we know that it goes there, for it comes down again in rain, and so it must go up invisibly. But where does the heat come from which makes this water invisible? Not from below, as in the case of the kettle, but from above, pouring down from the sun. Wherever the sun-waves touch the rivers, ponds, lakes, seas, or fields of ice and snow upon our earth, they carry off invisible water-vapour. They dart down through the top layers of the water, and shake the water-particles forcibly apart; and in this case the drops fly asunder more easily and before they are so hot, because they are not kept down by a great weight of water above, as in the kettle, but find plenty of room to spread themselves out in the gaps between the air-atoms of the atmosphere.

Can you imagine these water-particles, just above any pond or lake, rising up and getting entangled among the air-atoms? They are very light, much lighter than the atmosphere; and so, when a great many of them are spread about in the air which lies just over the pond, they make it much lighter than the layer of air

above, and so help it to rise, while the heavier layer of air comes down ready to take up more vapour.

In this way the sun-waves and the air carry off water everyday, and all day long, from the top of lakes, rivers, pools, springs, and seas, and even from the surface of ice and snow. Without any fuss or noise or sign of any kind, the water of our earth is being drawn up invisibly into the sky.

It has been calculated that in the Indian Ocean three-quarters of an inch of water is carried off from the surface of the sea in one day and night; so that as much as 22 feet, or a depth of water about twice the height of an ordinary room, is silently and invisibly lifted up from the whole surface of the ocean in one year. It is true this is one of the hottest parts of the earth, where the sun-waves are most active; but even in our own country many feet of water are drawn up in the summer-time.

What, then, becomes of all this water? Let us follow it as it struggles upwards to the sky. We see it in our imagination first carrying layer after layer of air up with it from the sea till it rises far above our heads and above the highest mountains. But now, call to mind what happens to the air as it recedes from the earth. Do you not remember that the air-atoms are always trying to fly apart, and are only kept pressed together by the weight of air above them? Well, so this water-laden air rises up, its particles, no longer so much pressed together, begin to separate, and as all work requires an expenditure of heat, the air becomes colder, and then you know at once what must happen to the invisible vapour, — it will form into tiny water-drops, like the steam from the kettle. And so, as the air rises and becomes colder, the vapour gathers into the visible masses, and we can see it hanging in the sky, and call it clouds. When these clouds are highest they are about ten miles from the earth, but when they are made of heavy drops and hang low down, they sometimes come within a mile of the ground.

Look up at the clouds as you go home, and think that the water of which they are made has all been drawn up invisibly through the air. Not, however, necessarily here in London, for we have already seen that air travels as wind all over the world, rushing in to fill spaces made by rising air wherever they occur, and so these clouds may be made of vapour collected in the Mediterranean, or in the Gulf of Mexico off the coast of America, or even, if the wind is from the north, of chilly particles gathered from the surface of Greenland ice and snow, and brought here by the moving currents of air. Only, of one thing we may be sure, that they come from the water of our earth.

今日は1時間かけて、ひとしずくの水の旅をたどってみましょう。この入れ物の水に指をひたして持ち上げると、下の水の中から、小さくきらきら光るしずくを一つ連れてきて、みなさんの前に見せることができます。教えてください。このしずくがどこにいたか、わかりますか。水が地球の表面にたたえられてきた長い長い年月のあいだに、どんな変化をし、どんな仕事をしてきたのでしょう。今はしずくですが、わたしが入れ物から持ち上げる前はそうではありませんでした。そのときは広がる水の一部でしたし、落とせば、またそうなります。また、もしこの入れ物をストーブにのせて、水がすっかりふっとうしてなくなるまでおいたら、わたしのしずくはどこにあることになるでしょう。どこへ行くのでしょう。雨雲や川や、きらめくつゆの中にまたすがたを見せるまでに、どんな形をとるのでしょう。

これが、今日答えようとする問題です。まず、水がどのように旅をするのかを少しでも理解するには、日光と空気について学んだことを思い出さなければなりません。いつも宇宙をわたりつづけている数えきれない太陽の波、とくに、もっと大きくゆっくりしたうねりである、目に見えない熱の波を、はっきり思いうかべてください。覚えているでしょうが、空気の原子をおし広げて空気を軽くするのは、この熱の波です。そして、水を旅に送り出すのにいちばんいそがしくはたらくのも、この熱の波なのです。でも、熱の波だけではありません。太陽の波は、水のしずくを好きなだけゆさぶって、目に見えない水じょう気に変えることはできます。でも、もし空気の海の風や流れがなかったら、それを地球じゅうに運ぶことはできません。空気の海は、水じょう気を胸にだいて、世界のいろいろな所へ運んでいくのです。

この二つの目に見えないはたらき手、太陽の波と空気が、水のしずくをどうあつかうのか、考えてみましょう。ここにやかんがあります（図18、76ページ）。アルコールランプでわかしています。この中で何が起こっているか、くわしく見てください。まず、ランプのほのおの中では、下からすい上げられたアルコールの原子が、空気中の酸素の原子とぶつかり合っています。知ってのとおり、これによって熱の波と光の波が生まれ、ランプのまわりにすばやく広がります。光の波はやかんを通りぬけられませんが、熱の波は通りぬけられます。そして中の水に入ると、水をはげしくゆさぶります。やかんの底近くの水のつぶは、速く、もっと速く行ったり来たりして、ゆさぶられてはなれていきます。そして軽くなると冷たい水の中を上っていき、かわりに別の層が下りてきて、今度はそれがあたためられます。動きはどんどんはげしくなり、水はどんどん熱くなって、ついには水をつくっているつぶがばらばらに飛びはなれ、目に見えない水じょう気になってにげていきます。もしこのやかんがすきとおっていたら、水の上にじょう気は見えないでしょう。目に見えない気体になっているからです。ところが、じょう気がやかんの口から出てくると、雲が見えます。これはなぜでしょう。じょう気が外の冷たい空気に出て冷やされ、そのつぶがまた集まって、とても小さな水のつぶになるからです。ティンダル博士は、これに「水のちり」という、うまい名前をつけました。じょう気の上にお皿をかざすと、この小さなつぶをつかまえることができます。もっとも、つかまえているそばから、つぶどうしがくっついて流れてしまいますが。

空にうかんでいる雲は、やかんから出る雲とまったく同じ種類の「水のちり」でできています。そして、これがじつは、やかんの中の目に見えないじょう気とも同じものだということを、お見せしたいと思います。ティンダル博士が考えた実験でやってみましょう。ここにもう一つアルコールランプがあります。これをじょう気の雲の下にかざしてみます――ほら！　雲が消えました！水のちりがあたためられると、すぐに熱の

波がそれを目に見えないつぶにまた散らしてしまい、つぶは部屋の中へただよっていくのです。アルコールランプがなくても、水じょう気が目に見えないことはたしかめられます。やかんの口のすぐ近くを見ると、雲が始まる前に、何も見えない短いすき間があるでしょう。このすき間にもじょう気があるはずですが、まだとても熱いので見えないのです。このことから、熱の波が水をゆさぶってばらばらにし、目の前で見えないまま運び去ってしまえることがわかります。

さて、地球から空へ水が上っていくのを見たことはありませんが、水がそこへ行っていることはわかっています。雨になってまた下りてくるのですから、見えないすがたで上っていっているにちがいないのです。でも、この水を見えなくする熱は、どこから来るのでしょう。やかんのように下からではなく、上から、太陽からふりそそいでくるのです。地球の川や池、湖や海、氷や雪の原に太陽の波がふれると、どこでも、目に見えない水じょう気を運び去ります。太陽の波は水の表面近くの層にさっと入りこみ、水のつぶを力強くゆさぶってはなします。この場合は、やかんのときほど熱くならないうちに、つぶがもっとかんたんに飛びはなれます。やかんのように上の大量の水の重さでおさえつけられていないうえ、大気の空気の原子のあいだのすき間に、広がる場所がたっぷりあるからです。

池や湖のすぐ上で、水のつぶが上っていって、空気の原子のあいだにからまっていくようすを想像できますか。水のつぶはとても軽く、大気よりもずっと軽いのです。そのため、池のすぐ上の空気にたくさん広がると、その空気は上の層の空気よりもずっと軽くなって上りやすくなり、重いほうの空気の層が下りてきて、またじょう気を受け取ります。

このようにして、太陽の波と空気は、毎日、一日じゅう、湖や川、水たまりや泉や海の表面から、そして氷や雪の表面からさえ、水を運び去っています。さわぎも音もなく、何の合図もなしに、地球の水は目に見えないまま空へとすい上げられているのです。

計算によると、インド洋では、一昼夜で海面から4分の3インチの水が運び去られます。つまり1年間では、海全体の表面から22フィート、ふつうの部屋の高さのおよそ2倍もの深さの水が、静かに、目に見えないまま持ち上げられていることになります。たしかに、ここは地球でいちばん暑い所の一つで、太陽の波がもっとも活発にはたらいています。でも、わたしたちの国でも、夏のあいだには何フィートもの水がすい上げられるのです。

では、このたくさんの水はどうなるのでしょう。空へむかってがんばって上っていく水を、追いかけてみましょう。想像の中で、まず水が海から何層もの空気をいっしょに連れて上っていき、わたしたちの頭のはるか上、いちばん高い山よりもさらに上へ上っていくのが見えます。でも、ここで思い出してください。空気は地面からはなれるとどうなるでしょう。空気の原子はいつもはなれようとしていて、上にある空気の重さでおしつけられているだけだったことを覚えていませんか。そう、ですから水をふくんだこの空気が上っていくと、そのつぶはもうそれほどおしつけられないので、はなれはじめます。どんな仕事にも熱が使われるので、空気は冷たくなります。すると、目に見えない水じょう気がどうなるか、すぐにわかるでしょう――やかんのじょう気と同じように、小さな水のつぶになるのです。こうして、空気が上って冷たくなると、水じょう気は目に見えるかたまりに集まり、空にうかんでいるのが見えるようになります。それを、わたしたちは雲とよぶのです。雲は、いちばん高いときには地面から10マイル（約16キロメートル）ほどの所にありますが、重いつぶでできていて低くたれこめているときは、地面から1マイル以内まで下りてくることもあります。

帰り道に雲を見上げて、雲をつくっている水は、みな目に見えないまま空気の中をすい上げられてきたのだ、と考えてみてください。でも、それがかならずしもここロンドンで、というわけではありません。空気が風になって世界じゅうを旅し、上っていく空気がつくったすき間があればどこへでもなだれこんでうめることは、もう見てきました。ですから、これらの雲は、地中海や、アメリカの海岸に近いメキシコ湾で集められた水じょう気でできているかもしれません。風が北からふいているなら、グリーンランドの氷や雪の表面から集められた冷たいつぶが、動く空気の流れに乗ってここまで運ばれてきたものかもしれないのです。ただ一つだけたしかなのは、雲は地球の水から来ている、ということです。

たんご と クイズ　旅する水のしずく（1）

drop しずく	**vapour** 水じょう気	**kettle** やかん
steam じょう気	**cloud** 雲	**water-dust** 水のちり（小さな水のつぶ）
plate お皿		

Q1 やかんの口のすぐ近くに、何も見えないすき間があるのはなぜ？

① じょう気がまだ熱くて見えないから　② やかんがじょう気を止めているから

③ そこには何もないから

Q2 ティンダル博士が、小さな水のつぶにつけた名前は？

① 水の花　② 水のちり　③ 水の星

Q3 海や池の水を空へ運ぶ熱は、どこから来る？

① 地面の下　② 月　③ 太陽

こたえ

Q1 ①　すき間にもじょう気はありますが、まだとても熱いので見えません。冷えて小さな水のつぶになると、雲のように見えるのです。

Q2 ②　じょう気が冷えてできる、とても小さな水のつぶを、ティンダル博士は「水のちり」とよびました。

Q3 ③　やかんは下から熱しますが、海や池の水は、上から太陽がふりそそぐ熱で、目に見えないまま空へ運ばれます。

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。