TADOKU JUNIOR　科学のおとぎの国　★★★★☆ ながい　1582語

The Aerial Ocean in Which We Live (3)

わたしたちがすむ空気の海（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？　なぜ空気におしつぶされないの？　さかさまのコップとU字管の実験から、空気の重さを量る気圧計のひみつ、そして風の正体にせまります。



Have you ever tried to pick limpets off a rock? If so, you know how tight they cling. the limpet clings to the rock just in the same way as this leather does to the stone; the little animal exhausts the air inside it's shell, and then it is pressed against the rock by the whole weight of the air above.

Perhaps you will wonder how it is that if we have a weight of 15 lbs. pressing on every square inch of our bodies, it does not crush us. And, indeed, it amounts on the whole to a weight of about 15 tons upon the body of a grown man. It would crush us if it were not that there are gases and fluids inside our bodies which press outwards and balance the weight so that we do not feel it at all.

This is why Mr. Glaisher's veins swelled and he grew giddy in thin air. The gases and fluids inside his body were pressing outwards as much as when he was below, but the air outside did not press so heavily, and so all the natural condition of his body was disturbed.

I hope we now realize how heavily the air presses down upon our earth, but it is equally necessary to understand how, being elastic, it also presses upwards; and we can prove this by a simple experiment. I fill this tumbler with water, and keeping a piece of card firmly pressed against it, I turn the whole upside- down. When I now take my hand away you would naturally expect the card to fall, and the water to be spilt. But no! the card remains as if glued to the tumbler, kept there entirely by the air pressing upwards against it. (The engraver has drawn the tumbler only half full of water. The experiment will succeed quite as well in this way if the tumbler be turned over quickly, so that part of the air escapes between the tumbler and the card, and therefore the space above the water is occupied by air less dense than that outside.)

And now we are almost prepared to understand how we can weigh the invisible air. One more experiment first. I have here what is called a U tube, because it is shaped like a large U. I pour some water in it till it is about half full, and you will notice that the water stands at the same height in both arms of the tube, because the air presses on both surfaces alike. Putting my thumb on one end I tilt the tube carefully, so as to make the water run up to the end of one arm, and then turn it back again. But the water does not now return to its even position, it remains up in the arm on which my thumb rests. Why is this? Because my thumb keeps back the air from pressing at that end, and the whole weight of the atmosphere rests on the water at the other end. And so we learn that not only has the atmosphere real weight, but we can see the effects of this weight by making it balance a column of water or any other liquid. In the case of the wetted leather we felt the weight of the air, here we see its effects.

Now when we wish to see the weight of the air we consult a barometer, which works really just in the same way as the water in this tube. An ordinary upright barometer is simply a straight tube of glass filled with mercury or quicksilver, and turned upside-down in a small cup of mercury. The tube is a little more than 30 inches long, and though it is quite full of mercury before it is turned up, yet directly it stands in the cup the mercury falls, till there is a height of about 30 inches between the surface of the mercury in the cup, and that of the mercury in the tube. As it falls it leaves an empty space above the mercury which is called a vacuum, because it has no air in it. Now, the mercury is under the same conditions as the water was in the U tube, there is no pressure upon it at the top of the tube, while there is a pressure of 15 lbs. upon it in the bowl, and therefore it remains held up in the tube.

But why will it not remain more than 30 inches high in the tube? You must remember it is only kept up in the tube at all by the air which presses on the mercury in the cup. And that column of mercury now balances the pressure of the air outside, and presses down on the mercury in the cup at its mouth just as much as the air does on the rest. So this cup and tube act exactly like a pair of scales. The air outside is the thing to be weighed at one end as it presses on the mercury, the column answers to the leaden weight at the other end which tells you how heavy the air is. Now if the bore of this tube is made an inch square, then the 30 inches of mercury in it weigh exactly 15 lbs, and so we know that the weight of the air is 15 lbs. upon every square inch, but if the bore of the tube is only half a square inch, and therefore the 30 inches of mercury only weigh 7 1/2 lbs. instead of 15 lbs., the pressure of the atmosphere will also be halved, because it will only act upon half a square inch of surface, and for this reason it will make no difference to the height of the mercury whether the tube be broad or narrow.

But now suppose the atmosphere grows lighter, as it does when it has much damp in it. The barometer will show this at once, because there will be less weight on

the mercury in the cup, therefore it will not keep the mercury pushed so high up in the tube. In other words, the mercury in the tube will fall.

Let us suppose that one day the air is so much lighter that it presses down only with a weight of 14 1/2 lbs. to the square inch instead of 15 lbs. Then the mercury would fall to 29 inches, because each inch is equal to the weight of half a pound. Now, when the air is damp and very full of water-vapour it is much lighter, and so when the barometer falls we expect rain. Sometimes, however, other causes make the air light, and then, although the barometer is low, no rain comes,

Again, if the air becomes heavier the mercury is pushed up above 30 to 31 inches, and in this way we are able to weigh the invisible air-ocean all over the world, and tell when it grows lighter or heavier. This then, is the secret of the barometer. We cannot speak of the thermometer today, but I should like to warn you in passing that it has nothing to do with the weight of the air, but only with heat, and acts in quite a different way.

And now we have been so long hunting out, testing and weighing our aerial ocean, that scarcely any time is left us to speak of its movements or the pleasant breezes which it makes for us in our country walks. Did you ever try to run races on a very windy day? Ah! then you feel the air strongly enough; how it beats against your face and chest, and blows down your throat so as to take your breath away; and what hard work it is to struggle against it! Stop for a moment and rest, and ask yourself, what is the wind? Why does it blow sometimes one way and sometimes another, and sometimes not at all?

Wind is nothing more than air moving across the surface of the earth, which as it passes along bends the tops of the trees, beats against the houses, pushes the ships along by their sails, turns the windmill, carries off the smoke from cities, whistles through the keyhole, and moans as it rushes down the valley. What makes the air restless? why should it not lie still all round the earth?

It is restless because, as you will remember, its atoms are kept pressed together near the earth by the weight of the air above, and they take every opportunity, when they can find more room, to spread out violently and rush into the vacant space, and this rush we call a wind.

Imagine a great number of active schoolboys all crowded into a room till they can scarcely move their arms and legs for the crush, and then suppose all at once a large door is opened. Will they not all come tumbling out pell-mell, one over the other, into the hall beyond, so that if you stood in their way you would most likely be knocked down? Well, just this happens to the air- atoms; when they find a space before them into which they can rush, they come on helter-skelter, with such force that you have great difficulty in standing against them, and catch hold of something to support you for fear you should be blown down.

岩にくっついたカサガイを、とろうとしたことはありますか。もしあれば、どんなにかたくくっついているか知っているでしょう。カサガイは、このぬれた皮が石にくっつくのとまったく同じやり方で岩にくっついています。この小さな生き物は、からの中の空気をおし出し、そうすると、上にある空気全体の重さで岩におしつけられるのです。

1平方インチ（約6.5平方センチメートル）ごとに15ポンド（約7キログラム）もの重さが体じゅうにかかっているのなら、どうしてわたしたちはおしつぶされないのだろう、とふしぎに思うかもしれませんね。じっさい、おとなの体全体では、およそ15トンもの重さになります。もし体の中に、外へむかっておし返す気体や液体がなかったら、わたしたちはおしつぶされてしまうでしょう。体の中の気体や液体が空気の重さとつり合っているので、まったく重さを感じないのです。

グレーシャーさんの血管がふくれあがり、うすい空気の中でめまいがしたのは、このためです。体の中の気体や液体は、地上にいたときと同じだけ外へおしていたのに、外の空気はそれほど強くおさなかったので、体のふだんの調子がすっかりくるってしまったのです。

空気がどれほど重く地面をおしているか、もうわかったと思います。でも、空気はだん力があるので、上むきにもおしている、ということを知るのも同じように大切です。これはかんたんな実験でたしかめられます。このコップに水をいっぱいに入れ、1まいの厚紙をしっかりおしあてたまま、全体を上下さかさまにします。さて、手をはなしたら、当然、厚紙が落ちて水がこぼれると思うでしょう。ところが、そうはなりません！　厚紙はまるでのりでつけたようにコップにくっついたままです。下から上へおす空気の力だけで、そこにささえられているのです。（さし絵をほった人は、コップに水を半分しか入れていない絵をかいてしまいました。でも、コップをすばやくひっくり返せば、このやり方でもまったく同じようにうまくいきます。コップと厚紙のあいだから空気が少しにげるので、水の上のすき間には、外よりうすい空気が入っていることになるからです。）

さあ、目に見えない空気の重さをどうやって量るのか、もう少しでわかるところまで来ました。その前に、もう一つ実験をしましょう。ここに、大きなUの字の形をしているので「U字管」とよばれるものがあります。半分くらいまで水を入れると、管の両方のうでで、水が同じ高さになっているのがわかるでしょう。空気が両方の水面を同じようにおしているからです。一方のはしを親指でふさいで、管をそっとかたむけ、水を片方のうでのはしまで流しこんでから、また元にもどします。ところが、水はもう元の同じ高さにはもどりません。親指でふさいでいるほうのうでに、上がったままになっています。これはなぜでしょう。親指が、そのはしでは空気がおさないようにさえぎっていて、大気の重さがぜんぶ、反対のはしの水にかかっているからです。こうしてわたしたちは、大気にほんとうに重さがあるだけでなく、その重さを水やほかの液体の柱とつり合わせることで、重さのはたらきを目で見られることを学びます。ぬらした皮のときは空気の重さを手で感じましたが、ここではそのはたらきを目で見ているのです。

さて、空気の重さを見たいときには、気圧計（バロメーター）を調べます。気圧計は、じつはこの管の水とまったく同じしくみで動いています。ふつうの立てて使う気圧計は、水銀をいっぱいに入れたまっすぐなガラス管を、水銀の入った小さな入れ物の中にさかさまに立てただけのものです。管の長さは30インチ（約76

センチメートル）より少し長く、立てる前は水銀でいっぱいなのに、入れ物の中に立てたとたん水銀は下がり、入れ物の水銀の面と管の中の水銀の面との高さの差が約30インチになったところで止まります。水銀が下がると、その上に何もないすき間ができます。そこには空気がないので「真空」とよばれます。さて、水銀は、U字管の水と同じじょうたいにあります。管の上のほうでは水銀をおすものが何もないのに、入れ物の中では1平方インチあたり15ポンドの力でおされているので、水銀は管の中におし上げられたままになるのです。

では、なぜ水銀は管の中で30インチより高くは上がらないのでしょう。水銀が管の中にとどまっていられるのは、入れ物の水銀をおしている空気のおかげだけだ、ということを思い出してください。そして管の中の水銀の柱は、外の空気がおす力とつり合っていて、管の口のところで入れ物の水銀を、ほかの部分を空気がおすのとちょうど同じだけおしているのです。ですから、この入れ物と管は、まるで天びんのようなはたらきをします。一方のはしでは、水銀をおす外の空気が量られる物で、水銀の柱は反対側のなまりのおもりにあたり、空気がどれほど重いかを教えてくれます。もしこの管の穴の大きさを1平方インチにすれば、中の30インチの水銀はちょうど15ポンドの重さになるので、空気の重さは1平方インチごとに15ポンドだとわかります。でも、管の穴が半平方インチしかなければ、30インチの水銀は15ポンドではなく7ポンド半しかありません。そのときは大気がおす力も半分になります。半平方インチの面にしかはたらかないからです。そのため、管が太くても細くても、水銀の高さはまったく変わりません。

でも今度は、大気が軽くなったとしましょう。しめり気をたくさんふくむと、大気はそうなります。気圧計はすぐにそれを知らせます。入れ物の水銀にかかる重さが少なくなるので、管の中の水銀をそれほど高くおし上げておけなくなるからです。つまり、管の中の水銀が下がるのです。

ある日、空気がずっと軽くなって、1平方インチあたり15ポンドではなく、14ポンド半の重さでしかおさなくなったとしましょう。すると、水銀は29インチまで下がります。水銀1インチ分が半ポンドの重さにあたるからです。さて、空気がしめって水じょう気をたっぷりふくむと、ずっと軽くなります。だから気圧計が下がると、雨になるだろうと考えるのです。けれども、ほかの理由で空気が軽くなることもあり、そのときは気圧計が低くても雨はふりません。

また、空気が重くなると、水銀は30インチより上、31インチまでおし上げられます。こうしてわたしたちは、世界じゅうの目に見えない空気の海の重さを量り、それが軽くなったか重くなったかを知ることができるのです。これが、気圧計のひみつです。温度計のお話は今日はできませんが、ついでに注意しておきたいのは、温度計は空気の重さとは何の関係もなく、熱だけに関係していて、まったくちがうしくみで動くということです。

さて、わたしたちは空気の海をさがし出し、調べ、重さを量るのに長い時間をかけたので、その動きや、野原を散歩するときにふいてくる気持ちのよいそよ風について話す時間は、もうほとんど残っていません。とても風の強い日に、かけっこをしてみたことはありますか。ああ、そんなときは空気をいやというほど感じますね。顔や胸にぶつかり、のどの中までふきこんで息ができなくなるほどです。風にさからって進むのは、なんとたいへんなことでしょう！ちょっと立ち止まって休み、自分に問いかけてみましょう。風とはいったい何だろう、と。風は、なぜあるときはこちらへ、あるときはあちらへふき、まったくふかないときもあるのでしょう。

風とは、地面の上を動いていく空気にすぎません。空気は通りすぎながら、木のこずえを曲げ、家にぶつかり、ほをおして船を進め、風車を回し、町のけむりを運び去り、かぎ穴でピューと鳴り、谷をかけおりながらうなり声をあげるのです。空気はなぜ、じっとしていないのでしょう。どうして地球のまわりで静かにしていないのでしょう。

じっとしていないのは、思い出してほしいのですが、空気の原子は上にある空気の重さで地面の近くにぎゅっとおしつけられていて、もっと広い場所を見つけるたびに、いきおいよく広がって空いた所へなだれこもうとするからです。このなだれこみを、わたしたちは風とよぶのです。

元気な男の子たちがおおぜい、手も足もほとんど動かせないほどぎゅうぎゅうに部屋につめこまれているところを想像してください。そして、とつぜん大きなとびらが開いたとしましょう。みんな、おしあいへしあい、重なり合うようにして、むこうの広間へころがり出てくるのではありませんか。もしあなたがその通り道に立っていたら、きっとつきたおされてしまうでしょう。空気の原子にも、ちょうどこれと同じことが起こります。目の前になだれこめる空間を見つけると、空気の原子はわれ先にとおしよせてきます。そのいきおいがとても強いので、立っているのもたいへんで、ふきたおされないように何かにつかまらなければならないほどです。

たんご と クイズ　わたしたちがすむ空気の海（3）

limpets カサガイ	**tumbler** コップ	**barometer** 気圧計
mercury 水銀	**vacuum** 真空	**thermometer** 温度計
windmill 風車	**wind** 風	

Q1 さかさまのコップの水がこぼれず、厚紙が落ちなかったのはなぜ？

① 空気が下から上へおしているから　② 厚紙がぬれてのりになったから　③ 水がこおったから

Q2 ふつうの気圧計の管に入っている液体は？

① 水　② 油　③ 水銀

Q3 人が空気の重さにおしつぶされないのは、なぜ？

① 空気には重さがないから　② 体の中の気体や液体が外へおし返しているから

③ 人の骨がとてもかたいから

こたえ

Q1　①　厚紙は、下から上へおす空気の力だけでコップにささえられていました。空気は上からだけでなく、上むきにもおすのです。

Q2　③　ふつうの気圧計は、水銀をいっぱいに入れたガラス管を、水銀の入れ物にさかさまに立てたものです。

Q3　②　体の中の気体や液体が外へむかっておし返し、空気の重さとつり合っているので、重さを感じないのです。

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。