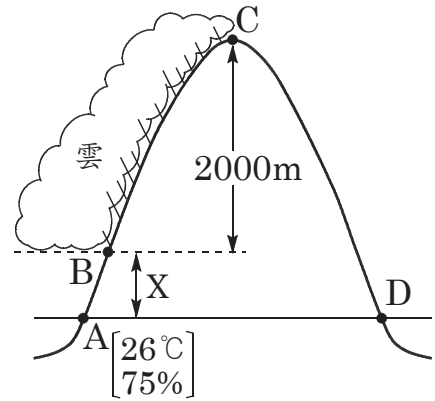


# フェーン現象の計算問題

## 【問題】

右の図のように、ある山のふもとの A 地点(気温  $26^{\circ}\text{C}$ 、湿度  $75\%$ )に湿った空気がぶつかって上昇するとき、標高  $X\text{m}$  の B 地点で雲が生じました。その後、山頂 C をこえると雲は消え、山の反対側にある D 地点に吹き下ろします。これについて、あとの問いに答えなさい。ただし、答えが割り切れない場合には小数第 1 位を四捨五入して整数で答えなさい。



なお、上昇する空気の温度は、雲ができる前は  $100\text{m}$  につき  $1^{\circ}\text{C}$  下がり、雲ができてからは  $100\text{m}$  につき  $0.5^{\circ}\text{C}$  下がります。また、必要なら気温と飽和水蒸気量の関係をもとめた次の表を使いなさい。

気温( $^{\circ}\text{C}$ )	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
飽和水蒸気量( $\text{g}/\text{m}^3$ )	9.4	10.0	10.7	11.3	12.1	12.8	13.6	14.5	15.4	16.3
気温( $^{\circ}\text{C}$ )	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
飽和水蒸気量( $\text{g}/\text{m}^3$ )	17.2	18.3	19.4	20.6	21.8	23.0	24.4	25.8	27.2	28.7
気温( $^{\circ}\text{C}$ )	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
飽和水蒸気量( $\text{g}/\text{m}^3$ )	30.3	32.0	33.7	35.6	37.6	39.6	41.7	43.9	46.2	48.6

- (1) B 地点の湿度は何%ですか。また、B 地点の気温は何 $^{\circ}\text{C}$ ですか。
- (2) B 地点の標高は何  $\text{m}$  ですか。
- (3) 山頂 C の気温は何 $^{\circ}\text{C}$ ですか。
- (4) D 地点の気温は何 $^{\circ}\text{C}$ ですか。また、D 地点の湿度は何%ですか。

(1) 湿度 \_\_\_\_\_ 気温 \_\_\_\_\_ (2) \_\_\_\_\_ (3) \_\_\_\_\_

(4) 気温 \_\_\_\_\_ 湿度 \_\_\_\_\_

【ヒント】今回のフェーン現象の計算問題を理解するには、次の2つの知識が必要です。

- ① 多量の水蒸気を含んだ空気が山の斜面に沿って上昇すると、温度が下がって雲が生じます。雲から雨(寒いときは雪)が降ることによって空気中の水蒸気が減るので、**山をこえて吹き下ろす空気は温度が高くなって乾燥する**というのがフェーン現象です。
- ② 雲は空気中の水蒸気が凝結(液化)して小さな水滴になったものなので、**雲の中では常に湿度が100%である**。

【解説】

- (1) 雲ができるときに空気中の水蒸気は飽和しているので、B地点の湿度は**100%**である。気温が26℃のときの飽和水蒸気量は24.4g/m<sup>3</sup>である。A地点の湿度は75%なので、A地点の空気に含まれる水蒸気量は、 $24.4\text{g/m}^3 \times 0.75 = 18.3\text{g/m}^3$ となる。表より、飽和水蒸気量が18.3g/m<sup>3</sup>のときの気温は21℃なので、B地点の**気温は21℃**である。
- (2) 地点AとBの気温の差は、26℃ - 21℃ = 5℃である。雲ができる前の空気は、100m上昇するごとに1℃ずつ温度が下がるので、温度が5℃下がる時の上昇高度は次のように求める。

$$\begin{array}{ccc} \text{温度変化} & \rightarrow & \text{上昇高度} \\ 1^\circ\text{C} & & 100\text{m} \\ \downarrow \times 5 & & \downarrow \times 5 \\ 5^\circ\text{C} & & \boxed{500\text{m}} \end{array}$$

- (3) 雲ができたあとは、空気が100m上昇するごとに0.5℃ずつ温度が下がるので、高度が2000m上昇したときに下がる温度は、次のように求める。

$$\begin{array}{ccc} \text{上昇高度} & \rightarrow & \text{温度変化} \\ 100\text{m} & & 0.5^\circ\text{C} \\ \downarrow \times 20 & & \downarrow \times 20 \\ 2000\text{m} & & \boxed{10^\circ\text{C}} \end{array}$$

したがって、山頂Cの気温は、21℃ - 10℃ = **11℃**となる。

- (4) 山をこえると雲は消えるので、この空気は100m下降するごとに1℃ずつ温度が上がる。(2)より、この山の標高は、500m + 2000m = 2500mなので、このときに上昇する温度は、次のように求める。

$$\begin{array}{ccc} \text{下降高度} & \rightarrow & \text{温度変化} \\ 100\text{m} & & 1^\circ\text{C} \\ \downarrow \times 25 & & \downarrow \times 25 \\ 2500\text{m} & & \boxed{25^\circ\text{C}} \end{array}$$

したがって、D地点の気温は、11℃ + 25℃ = **36℃**となる。

次に、表から気温が11℃と36℃のときの飽和水蒸気量を読み取ると、10.0g/m<sup>3</sup>と41.7g/m<sup>3</sup>である。したがって、D地点の湿度は、 $\frac{10.0\text{g/m}^3}{41.7\text{g/m}^3} \times 100 = 23.9 \dots (\%)$ となるので、小数第1位四捨五入すると**24%**となる。

【解答】

(1) 湿度… 100% , 気温… 21℃      (2) 500m      (3) 11℃

(4) 気温… 36℃ , 湿度… 24%

( 続 く )

〔参考〕

ところで、今回の計算問題を解くために直接必要な知識ではありませんが、フェーン現象によって山の両側で気温が大きく変わる理由をもう少し深く考えてみましょう。

その秘密は雲です。空気が上昇して雲ができるとき、水蒸気(気体)が水滴(液体)になるときに熱(凝結熱)を放出するので、雲ができないまま上昇するときと比べると、温度の下がり方が半分になります。この問題では、雲の高度は 2000m でしたので、雲の中では気温が 10℃しか下がらないのに、山の反対側では気温が 20℃も上がり、気温差が 10℃にもなりました。もし、この空気の湿度がもっと低ければ露点もずっと低くなるので、雲ができる高度は 500m よりも高くなります。

例えば、右の図のように、雲のできる高度が 1500m だったとしてみましょう。すると、雲の高度は 1000m になるので、雲の中では温度が 5℃下がり、山の反対側では 10℃上がります。つまり、温度差は先ほどの半分の 5℃になってしまいます。わかりましたか？

フェーン現象は、山にぶつかる空気の湿度が高いほど、また空気がぶつかる山が高いほど、雲の高度が高くなって山の両側の温度差が大きくなるのです。こういうしくみを理解しておけば、フェーン現象の計算はとてもわかりやすくなると思います。

