

口吻に結露

足元がじめじめした薄暗い杉林の中を歩いていると、直ぐ前方でモンキアゲハが吸水しているのを見つけました。ここは、昨年もイカリモンガが吸水していた同じ場所です。

タテハ類は驚くと一瞬のうちにどこかに消えてしまいますが、カラスアゲハやモンキアゲハは驚くと一瞬翅をバタつかせ逃げようとしてその存在を知らせてくれます。

吸水しているモンキアゲハのお尻から水滴が垂れる様子を撮影しようとしたのですがこれには失敗。ところが、撮影時には気がつきませんでした。帰って撮った写真をよく見てみると口吻が結露しています。口吻が結露した蝶など今まで一度も見たことがないだけにびっくりしました。

結露する理由は口吻の温度よりも、飲む水の温度の方がかなり低いためと思われます。それにしても、珍しい光景です。



写真1. モンキアゲハの吸水(中池見湿原:2005.7.15:午前11時頃)

口吻が結露している部分を拡大したのが写真3.です。口吻の付け根から口吻の先端まで見事に結露しています。その理由は後から考えるとして、まず、「飽和水蒸気量」と「露点」について知識を得ておきましょう。



写真 2. 口吻(くち)



写真 3. 口吻の結露の様子

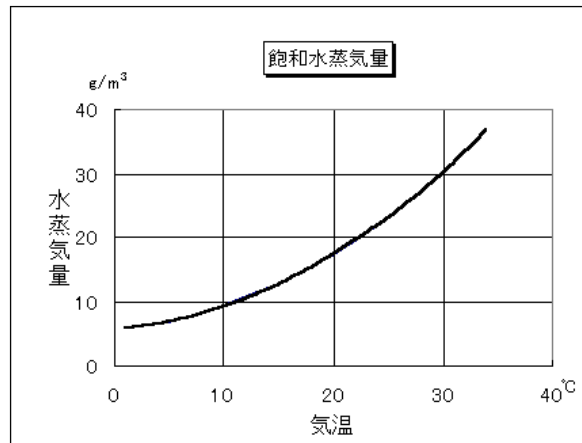
雨の日は、洗濯物の乾きが悪いのは皆さんも経験がありますね。洗濯物を干すと乾くのは、洗濯物の中に含まれている水分が蒸発して空気に吸収されるからです。

空気にはどのくらい水分を吸収できるかというのが決まっています。通常「飽和水蒸気量」で表わされます。「湿度」というのは、「飽和水蒸気量」に対してどのくらい現在の空気中に水分が含まれているかを示しています。たとえば、湿度が 60%であれば、あと 40%の水分を吸収することができ、逆に湿度が 40%であれば、あと 60%の水分を吸収できるというわけです。

このように書くと、洗濯物が乾くには、気温よりも湿度のほうが大事なように聞こえるかも知れませんが、一概にそうともいえません。というのも、「飽和水蒸気量」は気温によって変化するからです。

普通、空気中に含まれる水蒸気の量は「その空気 1m^3 中に含まれている水蒸気の質量 (g: グラム)」で表わされます。空気はいくらでも水蒸気を含むことができるわけではなく、気温によって限度があるのです。気温 ($^{\circ}\text{C}$) と飽和水蒸気量 (g/m^3 : 1m^3 に何グラムの水分を含むか) との関係を表と図で示しておきましょう。

気温(°C)	飽和水蒸気量 (g/m ³)
5	6.8
10	9.4
15	12.8
20	17.3
25	23.1
30	30.4



図からも判るように、気温が高くなるほど、空気は水蒸気を多く含むことができます。すなわち、気温が高いほど、飽和水蒸気量は大きくなります。

先ほどの洗濯物を乾かすときには、周囲の空気がより多くの水分を吸収できるほうが、より乾きやすくなるというわけです。

具体的にやってみましょう。

・気温 20°Cで、湿度 30%の日

・気温 30度で、湿度 60%の日

の「どちらが洗濯物を乾かすのに向いているでしょうか」という問題を考えてみましょう。

どのように考えればよいかというと、「現在の空気があとどの位水分を含むことができるか」を考えればよいわけです。

まず、気温 20°Cで、湿度 30%の場合はどうでしょうか。

飽和水蒸気量は表の 20°Cをみると 17.3 g/m³、湿度が 30%ですから、あと 70%の水分を吸収することができます。

飽和水蒸気量 × 70% = 17.3 × 0.7 = 12.1 すなわち、残りは、およそ 12.1g/m³ の水分を吸収できるということになります。

では、気温 30°Cで、湿度 60%の場合はどうでしょうか。

飽和水蒸気量は表より 30.4g/m³、湿度が 60%ですから、あと 40%の水分を含むことができます。

飽和水蒸気量 × 40% = 30.4 × 0.4 = 12.2 すなわち、残りは、およそ 12.2g/m³ の水分を吸収できるということになります。

さて両者を比べるとほとんど吸収できる水分の量に差がありません。すなわち、この

場合は洗濯物の乾きにはあまり差はないということになります。

少し異なる例を挙げてみましょう。

・気温が 10°C、湿度 30%の日 の場合はどうでしょうか。

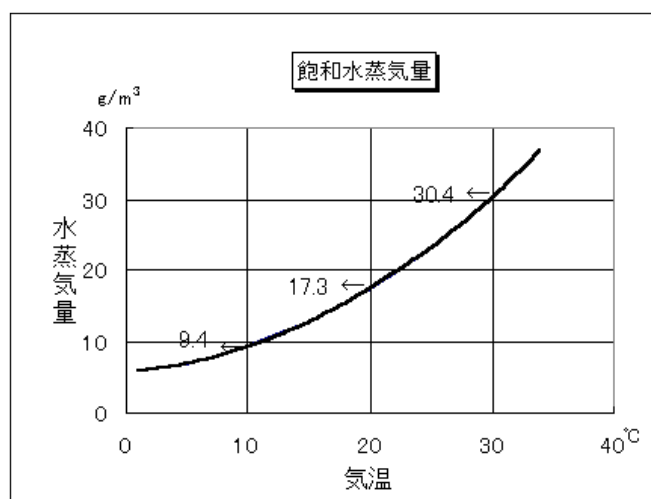
今度は、飽和水蒸気量は表より 9.4g/m³、湿度は 30%ですからあと 70%の水分を含むことができます。

$$\text{飽和水蒸気量} \times 70\% = 9.4 \times 0.7 = 6.6\text{g/m}^3$$

この場合は、気温 30°Cで、湿度 60%の場合に比べ、12.2g から 6.6g と水分を吸収する量が少なくなります。つまり、この場合は湿度がやや高くても、気温の高いほうが洗濯物は乾きやすいということが判ります。なお、風のある日は、風が洗濯物の周りの空気を他へ追いやって洗濯物の乾燥を速めるなどの影響も考慮しなければなりません。

最初に述べたモンキアゲハの口吻の結露状態を説明するには飽和水蒸気量の他に、「露点」について説明しなければなりません。といっても、中身は簡単です。すなわち、これ以上水蒸気を含めない状態(水蒸気が飽和状態)になった時の空気の温度を「露点」といいます。

これだけ準備して、モンキアゲハの口吻の結露について考えてみましょう。下の図は、結露の仕組みを図で示したものです。下の文章と比べながらご覧ください。



結露の仕組み

わかり易いように外気の気温が 30°C、湿度を 58%(水蒸気含有量が 17.3 g/m³) と仮定します。気温をどんどん下げて 20°Cまだ下げていくと、飽和水蒸気量は露点

に達し、これ以上水蒸気を含むことができません。

温度をさらに下げていくと、水蒸気の一部が水になり始めます。さらに、10°Cまで下げると、空気は 9.4 g/m^3 しか水蒸気を含むことができません。したがって、 17.3 g/m^3 のうち、水になってしまうのは

$$17.3 - 9.4 = 7.9 \text{ g/m}^3$$

となります。

これを、モンキアゲハにあてはめてみましょう。

気温 30°C、湿度 58% (わかり易いように 17.3 g/m^3 の水蒸気を含む場合を考えます) の場所にモンキアゲハがやってきて吸水を始めたとします。勿論、吸水場所は杉林の中で風はまったくありません。したがって、口吻の周りの温度は口吻内の温度と同じと考えます。また、飲んでいる水は山から湧き出てくる冷たい水で水温は 10°C 前後とします。

水温が 20°C (飽和水蒸気量は 17.3 g/m^3) までは口吻に水滴は出てきませんが、20°C を過ぎたあたりから口吻の周りの空気を含みきれなくなった水蒸気が口吻の表面で水 (水滴) になり始めます。10°C のなると、 7.9 g/m^3 が水滴になってしまい、写真のように驚くような結果になるというわけです。

自然界で、蝶のこのような光景に出くわすと、「自然は理科の実験の宝庫だなあ」とつくづく感心してしまいます。

2006.10.22
