

このところ朝晩めっきり気温が低くなり、暖かいものをありがたいと思う季節になりました。暖かいものと言えば思い浮かぶのがウールです。今日は「ウールを着るとなぜ暖かいのか」をできるだけ科学的に説明しようと思います。

まずウールとは何を指すのでしょうか？ウールとは下表に示すように、狭義には羊毛、広義にはその他の動物の毛を含む獣毛からなる繊維を指します。

ウールと呼ばれているもの

羊毛
メリノ種 ラム(子羊) より柔らかい シェットランド ツイードに使われる
獣毛
アンゴラ(アンゴラウサギ) カシミヤ(カシミヤヤギ) モヘア(アンゴラヤギ) キャメル(フタコブラクダ) アルパカ(アルパカ) ヤク(ウシ科)

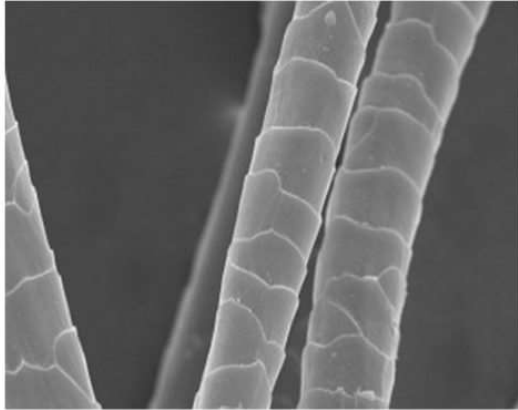
<https://momonanblog.com/wool/>

それではウールを着ると暖かいのはなぜか考えるために、その構造を見ていくことにしましょう。

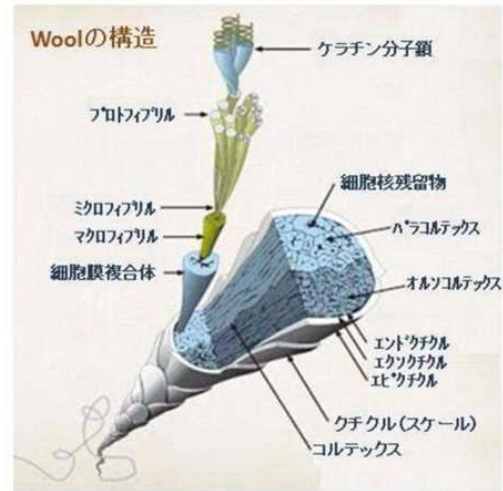
下の図の左がウールの外観、右が断面構造です。この構造にウールの秘密があるようです。左の外観は、人間の髪の毛によく似ています。表面はクチクル(キューティクル)と呼ばれるうろこ状のスケールで覆われています。人間の髪の毛と異なるのはその太さで、髪の毛が70-80ミクロン(1ミクロンは100万分の1メートル)であるのに対し、羊毛は20ミクロン程度です。この繊維の太さは衣類としてはとても重要な性質で、細いほどしなやかで肌触りがよいとされています。この20ミクロンという太さですが、塗装における上塗り塗料の厚さより少し薄い程度であり、なんとなく親しみを感じます。

ウールの内部には、マイクロフィブリル(非常に細かい繊維状物の意味)というらせん状の分子鎖がぎっしりと詰まっており、隣の分子鎖とシステイン結合で強くつながるため、繊維全体に縮れをもたらしています。この縮れこそがウールの暖かきの秘密の1番目です。この縮れのおかげで、ウールは60%もの空気を抱き込むことができ、優れた断熱効果を発揮します。よく知られているように空気は最も優れた断熱材料であり、断熱材はいかにその材料の中に多くの空気を抱え込めるかで性能が決まっています。ウールは第一に優秀な断熱材なのです。

ウール繊維の外観と構造



<https://senken.co.jp/posts/wool-abc2>



繊維径 15～50ミクロン、ミクロフィブリル径 7～17nm

<https://www.eonet.ne.jp/~hss50111/content07.html>

一方で、表皮を覆うスケールは疎水性（水となじまない性質）で水を通しません、湿気（水蒸気）はスケールとスケールの間から出入りできます。内部にある先ほどのマイクロフィブリルは、親水性（水になじみやすい性質）であり入り込んだ水蒸気を水として保持することができます。これが第2の秘密です。水蒸気が水になるときは、大きな熱量を放出します。ウールは繊維の中で最も多く水分を保持することができますので、水蒸気を水としたためることで熱量を放出します。ウールは、第二には優れた吸湿（発熱）材なのです。

繊維の吸湿率 (%)

繊維名	比重	吸湿率%	繊維名	比重	吸湿率%
コットン	1.53	7～11	ナイロン	1.14	3.5～5
麻	1.48	6～8	アクリル	1.14	1.2～2
ウール	1.30	16	ポリエステル	1.38	0.4～0.5
シルク	1.34	11	ポリウレタン	1.15	0.4～1.3
レーヨン	1.50	12～14	ビニロン	1.28	4.5～5
アセテート	1.32	6～7	ポリプロピレン	0.91	0

<https://www.eonet.ne.jp/~hss50111/content07.html>

繊維の熱伝導率

種類	熱伝導率 [W/m·K]
羊毛	0.37
ナイロン	0.38
絹	0.44
綿	0.54
レーヨン	0.58
麻	0.63
空気	0.0241

<https://ameblo.jp/uni-con/entry-10350353429.html>

左の表に様々な繊維の吸湿率を示しますが、いかにウールの 16%という数字が他の繊維に比べて大きいかわかると思います。右の表では熱伝導率を示していますが、ここでもウール(羊毛) 他の繊維よりも断熱性が高いことがわかります。

それに加えて、ウールは放湿性が高いのです。一見吸湿性が高いことと矛盾するようですが、ウールは吸水が進むとスケールが開き、一定以上の水分を放出するようになります。内部の水分量は過度には多くならないのです。さらに、難燃性も高く、極めて優れた衣服素材

としての性質を兼ね備えているのです。

以上がウールを着るとなぜ暖かいのかについてのたまか説明です。できるだけ科学的にと思いましたが、データの不足かもしれないとの自戒をこめてタイトルをつけさせてもらいました。

書き忘れましたが、ウールを着て首がチクチクするというのは、30 ミクロン以上の太い繊維が一定以上混ざっている場合が多いとのことでした。ウールの繊維は細いほどしなやかで着心地がよいそうです。最後に羊毛（羊）の種類とその特徴についての一覧表を示して終わりとします。夢のまた夢ですが、ウールの構造をヒントに断熱性と吸湿性を両立するような塗料ができればなどと妄想しつつ。

羊毛の種類と特徴	
羊(羊毛)の種類	特徴
メリノ	メリノと呼ばれる羊種から採れる羊毛のことでウールの代表格。最高級クラスの品種として有名で値段も高い。オーストラリア産のメリノウールはメリノの中でも最高峰と称される。数あるウールの中でも繊維が細く繊細な肌さわりのためにも関わらず、耐久性にも優れておりまさに万能の羊毛。
ロムニー	ロムニーは、イギリス ケント州のロムニー原産とする羊種からとれる。そのほとんどはケント州ロムニーではなく、ニュージーランドで飼育されている。（ニュージーランドで飼育されている羊の約45%がこの品種）毛足も長い上に太くて丈夫な毛質が特徴で、主に高級なカーペットなどに使用されることが多い。
ブラックフェイス	ブラックフェイスとは、その名の通り顔の黒い（black face）羊種から取れるウール。ロムニー同様、毛足が長く太いため主に高級なカーペット、ブランケット、スコッチツイードなどに使用されている。
コリデール	コリデールとは、リンコルトンと呼ばれる羊種にメリノを交配させることで生まれたウールの1つ。リンコルトンとメリノ両品種の良いところ取りをしたウールで、メリノウールよりは若干ながら毛が太いものの、柔らかく優しい肌さわりが特徴的。一般的な手芸店などで売られている毛糸は、このコリデールを使っている場合がほとんど。
クープウォース	クープウォースとは、1968年に初めて純血種として認められた羊種から取れるウールのこと。他の羊と比べて成熟がとても早い上に、ふんわりとした質の高いウールが採れることから繊維業界でも重宝されている。現在、ニュージーランドで飼育されている羊の20%はこの品種であると言われていた。
ベレンデール	ベレンデールは、ニュージーランドのマッシー農家大学に勤めていたジョン・ベレン教授によって開発された羊種。荒れた丘陵地でも生きていくことができるほど屈強である。毛質は弾力性に富んでおり、コリデール同様、手芸用の糸としても多く流通している。
ドライスデール	ドライスデールとは、農家大学に勤めるドライ博士によって開発された羊種から取れるウール。ロムニーの中でも、毛足が長く質の良い羊を選びすぐって交配し続けることで誕生した。カーペット専用のウールであるため、ニットウェアなどに使われることはない。
サフォーク	イギリスサフォーク州を原産とする羊種から取れるウール。繊維自体に弾力があり空気をたっぷりと含んでくれるため、保温性が高いのが大きな特徴。本来は食用の羊であるが、毛足の長さ、太さ、弾力などバランスも良くニットウェアなどにも使用されている。日本国内でもこのサフォーク種の羊の飼育数は多い。

<https://teclli.jp/wool-types-and-features/>

本項の作成にあたり、多くのサイトを参考にさせていただきましたが、とりわけ以下のサイトからはかなり引用をさせていただいております。感謝申し上げます。

染料と染色に関する総合技術サイト COLORFUL WORLD

<https://www.eonet.ne.jp/~hss50111/content07.html>