

## 薪ストーブと薪の燃焼・薪割り

### 1 はじめに

近年、新築家屋を中心に薪ストーブを設置する住宅が多くなりました。中高年以上の方であれば、小中学校等で縦長型の薪ストーブで暖をとった経験のある方も多いことでしょう（但し、途中で薪から石炭に替わったと思いますが）。

寒い朝、当番は焚き付けを持って早く登校し、点火しておかなければならなかったこと、ストーブ近くの子供は顔がほてっているのに、離れた席だと寒かったこと、給食のパンを押しつけて焼いて食べればおいしかったこと等々、今になれば懐かしい思い出だと思います。

現在の薪ストーブは、その当時のものと形が違い、欧米風の洒落たデザインのものが多く、燃焼効率も格段に優れています。室内に煙が漏れることもほとんどありませんし、使用しない時でもインテリアグッズとしての役割を果たします。

外国製では北欧やアメリカのものも多く、価格は数十万円以上します。国産品ではもっと安いものがあります。

### 2 薪の燃焼

薪ストーブに欠かせない薪の燃焼について書いてみましょう。

木材（薪）が燃えると言うことは、一言でいえば簡単ですが、実は複雑な説明を要することなのです。木材が燃える通常の場合は、被酸化性物質（薪）が熱と光を伴って酸化剤（酸素）と化学反応を起こし、他の物質（水、二酸化炭素、灰分、その他）に変化することで、この現象は物質変換の過程でもありエネルギー変換の過程でもあると説明されます。

木材の元素組成は表-1のとおりで、樹種や辺心材の別でそれほど違いはありません。

（表-1）木材の元素組成

元 素	炭素C	水素H	酸素O	灰分他
比率 (%)	48~52	5~7	40~45	0.2~1

主にC、H、Oからなる化合物が酸化されるわけですから、十分なO<sub>2</sub>が供給される燃焼ならば大

部分はCO<sub>2</sub>とH<sub>2</sub>Oに変換されるわけです（不十分だとCOが発生し危険です）。また、窒素N、硫黄Sは僅かしか含まれていないので、化石燃料よりも窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)、硫黄酸化物(SO<sub>x</sub>)が極めて少ないクリーンなエネルギーです。木材が燃える場合は、組成の約半分のCとして固定されていたCO<sub>2</sub>を再び大気中に戻してしまうのですが、森林が健全に維持されていれば、CO<sub>2</sub>の固定、薪の再生産が可能です。今流行りのバイオマスのエネルギー利用の原型です。

着火に至るまでの過程は、木材が常温から加熱されると材中の自由水・結合水が蒸発し、さらに加熱されると木材成分が熱分解され、不燃性ガスや可燃性ガスが発生します。その後、250℃を超えると急速に可燃性ガスが増加し、口火によって材表面に着火することになります。これが引火で、この温度が引火点です。口火無しで更に加熱されると着火の条件が満たされて発火し、発火点(430~500℃)と言われます。着火した木材は空気と熱の供給が十分であれば、炎を発して燃焼します。これを発炎燃焼と言ひ、我々が見るところの火が燃えている状態です。この状態は分解物が生成されて放出されている間持続し、やがて炭素の残りが酸化する燃焼の形態（赤熱燃焼）である「オキ」になり、最後は灰になり、燃焼が終了します。

熱分解は木材の三大化学組成でそれぞれ異なり、表-2のとおりです。

（表-2）化学組成別熱分解温度域

化学組成	セルロース	ヘミセルロース	リグニン
温度(℃)	240~350	200~260	280~500

薪ストーブを使用する上での関心事は、薪の発熱量のことだと思います。

文献によれば、全乾材の1kgあたりの発熱量は樹種による違いは少なく、(kcalをMJに換算して)例えばナラでは19.7MJ/kg、カラマツでは20.6MJ/kgです。広葉樹59種の平均で19.8MJ/kg、針葉樹12種の平均で20.8MJ/kg (Jはジュール、Mはメガで10<sup>6</sup>倍のことで、旧来使われていたカロリー

のほうが馴染み深いと思います。ちなみに、 $1\text{kcal}=4.18605\text{kJ}$ で、 $1\text{MJ}=10^3\text{kJ}$ です。例えば、 $20\text{MJ}$ は1気圧下で $0^\circ\text{C}$ の水 $47.8\text{kg}$ を $100^\circ\text{C}$ に上昇させるのに必要な熱量です。)と針葉樹のほうが若干高いのは意外と思われるかも知れません。その差は木材組織とは関係なく、木材成分による違いとされています。

但し、これは全乾状態での試験値であって、我々が通常使用する薪には水分が含まれておりまた、ロスもあるため、これよりかなり低い数値となります。含水率の高低により発熱量が大きく違い、簡単に比較はできません。

また、重量当りではなく材積当りで比較すると通常使用する薪の状態、針葉樹(アカマツが主の場合)では $7.5\sim 7.7\text{kJ}/\text{cm}^3$ 、広葉樹では $12.6\sim 13.8\text{kJ}/\text{cm}^3$ とのデータがあります。

一般に薪はナラ等の広葉樹が良いとされ、針葉樹はあまり好まれません。これは、上述のように含水率にも依りますが、一般に広葉樹の方が材積当り発熱量では優れており、火持ちも良いことと、針葉樹はススが多く出るためだと思われます。無論、贅沢を言わなければ針葉樹でも全くかまいません。間伐材や端材、廃材、庭木の剪定枝等も利用できます。但し、特にカラマツは爆ぜるため、蓋を開けた状態での燃やし方はできませんし、煙突の掃除を少し小まめに行う必要があります。ススは遊離炭素等が付着したものですから、煙道内に厚く付着すれば、火がついた場合、煙突が過熱し危険です。

火持ちが良いと言うことは、長く燃え、かつ消え難いと言うこととなります。燃焼速度は密度と関係があり、例外もありますが概ね高密度の材ほど遅い傾向にあります。ナラのような比較的重厚な材の火持ちが良いのは、この辺が関係しているのでしょうか、その他に材の組織構造等多くの要因があり、一概には言えません。

### 3 薪の割裂

薪として適している条件として、燃え易さとともに割れ易さがあります。太い薪になると割らなければならないのですが、大変な作業です。

薪割りと関連の深い木材の強度に「割裂強さ」という区分があり、「割裂抵抗」とも言われます。

割裂強さは最大荷重を、割裂面の面積ではなく

長さで除して求められ、 $\text{kgf}/\text{cm}$ で表されます。

一般に、針葉樹では板目面割裂よりも柀目面割裂の方が割裂抵抗は大きくなるが、広葉樹ではその逆の場合もあるなど、樹種により傾向が異なると報告されています。特に、放射組織が大きく、かつ数の多い場合ほど柀目材の抵抗は小さくなる傾向が著しいとされています。日本産の広葉樹の例では割裂性(割裂抵抗の逆数、従って大きい程割れ易い)についての試験例があり、表-3に示します。

(表-3) 柀目・板目による割裂性の相違

比較	代表的な樹種の例
板目<柀目	ナラ、ブナ
板目>柀目	カバ、タブ、トチ、(針葉樹)
板目 $\approx$ 柀目	カツラ、イタヤカエデ、シイ

確かにナラやブナは放射組織が発達しており、ナラは柀目でよく割れます。また、実感としては針葉樹でもスギ、ヒノキ等は柀目の方がよく割れる(少なくともきれいに割れる)ような気がするのですが……。

この他、比重と割裂抵抗の関係は重い物ほど抵抗が大きい傾向があります。さらに、含水率との関係では、高いほど割裂抵抗が低下するとの報告がありますが、確かに生材ほど割れ易いことは、実感できることです。節の多い薪や、ツルが巻き付いて螺旋形になった薪などは割るのに大変苦勞します。節と言え、リンゴの木は剪定が繰返されているのでゴツゴツしていて如何にも割れ難そうに見えますが、実際は案外簡単に割れます。ケヤキはなかなかうまく割れません。

真ん中からスパッと一発で割れた時は気分爽快です。運動不足解消の付足し程度にはなります。

### 4 おわりに

薪ストーブで暖をとりながら、薪割りで疲れた体を休め、薪ストーブで沸かした鉄瓶の湯でいれたコーヒーを味わうのは格別です。

また、深々と降る雪が全ての音を消し去る寒い夜、静寂の中に薪ストーブの燃える音のみが辺りを支配します。薪にせずに残しておいたサクラ、ウメ、リンゴ、ナラ等のチップで作った薫製をつまみながら、照明を落とした室内でグラスを傾ければ、赤々とした炎の揺らめきが照らします。一人静かに火を眺めながら、至福の時は過ぎて行きます。(木材部 伊東)