

3. 木質燃料の発熱量 (6)

濡れた木質燃料は、なぜ自燃できないの？

「何をいまさら」といったテーマです。最新のチップボイラでも可燃限界は水分率 60% 前後でそれより高温のチップは燃やせません。そのあたりを論理的に考えてみましょう。

木材が可燃性を維持するためには、燃焼温度までの昇温に必要なすべての吸収熱量を差し引いてなお余りある熱量が発生する必要があります。この熱量を「有効発熱量 Q_e 」と言い、自燃するためには $Q_e > 0$ の条件を備える必要があります。木材の燃焼に際しての吸熱因子としては、水、排煙および灰に関係するものが挙げられる。ただし木材の灰分は 1% 未満と少なく無視できる。そこで Q_o を無水物の高位発熱量、 M を水分率とすると、

$$Q_e = Q_o(1 - M) - [\text{水に関連する吸熱}] - [\text{排煙に関連する吸熱}] \quad \text{となる。}$$

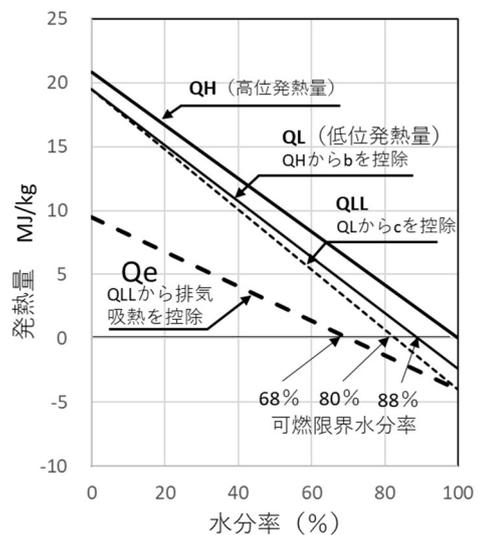
先ず水が関係する吸熱には図表 3.6 に示す 3 種がある。最も大きいのは b) の蒸気潜熱、次いで c) の水蒸気を最低火炎燃焼温度 900°C まで高めるための顕熱、a) は小さい。

図表 3.6 燃焼時に発生する水が関係する吸熱

状態の変化	温度変化	吸収熱
a) 冷水→熱水	20°C→100°C	水の比熱 (4.18MJ/kg°C) × 温度差 (80°C) = -0.33MJ/kg
b) 水→水蒸気	100°C→100°C	水の蒸発潜熱 = -2.44MJ/kg
c) 水蒸気→高温水蒸気	100°C→900°C	水蒸気の平均比熱 (約2J/kg°C) * 温度差 (800°C) = -1.6MJ/kg

他方排煙に関連する吸熱は供給空気を昇温するための熱量に相当する。詳細は省くが理論的計算では 1 kg の木質は 6.2kg の空気を消費して約 6.5kg の排煙を発生する。水蒸気を除く排気ガスの平均的比熱を 1.4kJ/kg°C とすると、常温から最低火炎燃焼温度 900°C までの排煙吸熱量は 1.2MJ/kg ガス となり、木材 1 kg あたりの排煙吸熱量は 7.8MJ と計算できる。実際には理論空気量の 1.3 倍 (空気比) 程度の空気が供給されるため、排煙吸熱量はさらに 3 割程度増大し約 10MJ/kg 木材となる。

図表 3.7 はこれら吸熱量を控除した熱量と水分率との関係を示したもので、燃焼過程での吸熱に排気吸熱の寄与が大きいこと、この試算では自燃できる水分率 (発熱量 = 0) が 68% と燃焼限界の実態 60% に近いことを示している。以上の関係からは、例えば低位発熱量が正の値であっても、その熱量が他の吸熱に補填され、補填後の熱量が正になって初めて自燃可能な状態になると理解できる。【参考文献：佐野 寛：高温学会誌、33,3/8 (2007)】



図表 3.7 有効発熱量の水分率依存性