

1. 燃料としての木材 (12)

木質燃料の燃焼に最適な空気量は？

燃料の燃焼は酸化反応であるために空気（酸素）の供給が不可欠である。ただし空気供給量が少なすぎると不完全燃焼となり、多すぎると燃焼温度の低下と排ガスによる熱損失の増加につながるため、空気量を適度に調節して効率の高い燃焼を行うことが好ましい。

1 kgの木質バイオマスの完全燃焼に必要な理論空気量 A_0 は、空気中の酸素濃度（21%）とバイオマスの元素組成とから $A_0 = 4.83 \text{ m}^3 \text{ N/kg}$ (木材) と計算できる。しかし実際に燃料を完全燃焼するためには、 A_0 よりは過剰の空気を必要とする。 A_0 に対する実際に燃焼に供給する空気量 A の比率を空気比 $\lambda = A/A_0$ とよび、過剰の空気量 $\Delta A = A - A_0$ となる。

燃焼に最適の空気比は燃料と燃焼空気の混合の難易で決まり、混合の容易なガス燃料では 1.05~1.1 程度、液体燃料では 1.1~1.2 程度で、空気との混合が難しい固体燃料ではそれ以上となる。

図表 1.16 は、木質バイオマス燃焼での空気比と排ガス中の酸素濃度などの関係を示したもので、空気比が大きくなると排ガス中の酸素濃度が増え、排ガス量が過剰空気分だけ増大する。例えば、空気比を 1.0 から 2.0 に増大すると排ガス量は約 2 倍となり、常温の過剰空気の加熱による熱損失や過剰排ガスによる外部への熱放出の増加など、燃焼効率を低下する原因となる。したがって空気比は低いほど良いが、固体燃料の場合は低すぎると不完全燃焼の原因となるため適切に調整する必要がある。

図表 1.16 から分かるように空気比は排ガス中の酸素濃度から算出できる。最新のバイオマスボイラでは酸素濃度を計測できるラムダ (λ) センサー (O_2 センサー) が排ガスダクト中に設置されており、排ガス中の酸素濃度から所定の空気比を維持するように調節している。その場合の排ガス中の酸素濃度は 5~6%程度といわれている。

図表 1.16 木質バイオマス燃焼における空気比と排ガス酸素濃度との関係

空気比 $\lambda = A/A_0$	排ガス中 酸素濃度	排ガス中 酸素量	燃焼 空気量	燃焼空気 中酸素量	過剰 空気量	乾き 排ガス量
	%	$\text{m}^3 \text{ N/kg}$				
1.0	0.0	0	4.83	1.01	0	4.76
1.1	1.9	0.1	5.31	1.12	0.50	5.26
1.2	3.5	0.2	5.80	1.22	0.99	5.75
1.3	4.8	0.3	6.28	1.32	1.47	6.23
1.4	6.0	0.4	6.76	1.42	1.95	6.71
1.5	6.9	0.5	7.25	1.52	2.44	7.20
1.6	7.8	0.6	7.73	1.62	2.92	7.68
1.7	8.6	0.7	8.21	1.72	3.40	8.16
1.8	9.3	0.8	8.69	1.83	3.88	8.64
1.9	9.9	0.9	9.18	1.93	4.37	9.13
2.0	10.4	1.0	9.66	2.03	4.85	9.61

ただし、 $A_0 = 4.83 \text{ m}^3 \text{ N/kg-f}$ および $G_0 = 4.76 \text{ m}^3 \text{ N/kg-f}$ として計算。