

空気比低下と排ガス温度の関係

質問

ボイラの燃焼についてお聞きします。空気比を下げると、排ガス温度はどうなりますか。例えば、1.6 から 1.2 へ下げた場合について。

回答

ボイラの燃焼において、空気比を 1.6 から 1.2 へ下げた場合、**一般的に排ガス温度は低下**します。

一見すると「余計な空気が減るなら、燃焼温度（火炎温度）が上がって排ガスも熱くなるのでは？」と思われがちですが、ボイラのシステム全体で見ると逆の動きをします。その理由を整理して解説します。

排ガス温度が下がる 3 つの主な理由

1. ガス流速の低下と伝熱時間の増加

空気比を下げると、ボイラ内を流れるガスの総量が減ります。その結果、ガスが伝熱面（水管など）を通過するスピードが遅くなり、熱を水に伝える時間が長く取れるようになります。これにより、より多くの熱が吸収され、最終的に外へ出るガスの温度は下がります。

2. 火炎温度の上昇による放射伝熱の促進

空気比を下げると、余計な窒素などによる冷却効果が薄れるため、燃焼室内の火炎温度自体は上昇します。ボイラ内の熱吸収は「放射伝熱」が支配的ですが、放射熱量は温度の 4 乗に比例するため、吸収される熱量が劇的に増えます。

$$Q = \sigma \epsilon A (T_1^4 - T_2^4)$$

この段階で効率よく熱が奪われるため、出口温度は抑制されます。

3. 熱容量（ガス重量）の減少

空気比 1.6 から 1.2 への変更は、持ち去られる熱を運ぶ「媒体（ガス）」そのものが減ることを意味します。

メリットと注意点

空気比を適切に下げるとは、省エネにおいて非常に効果的です。

項目	空気比 1.6	空気比 1.2	影響
排ガス損失	多い	少ない	ボイラ効率が向上
排ガス温度	高い	低い	熱回収がより進んだ状態
CO（一酸化炭素）	ほぼ出ない	発生リスク増	燃焼管理が重要になる
NOx（窒素酸化物）	低め（希釈）	高くなる傾向	燃焼温度上昇による影響

【注意点】

空気比を下げすぎると「不完全燃焼」を起こし、一酸化炭素（CO）や煤（すす）が発生

します。これにより伝熱面が汚れると、逆に熱吸収が悪くなって排ガス温度が急上昇するケースもあります。1.2 付近は非常に効率が良いですが、バーナーの性能に合わせた限界を見極める必要があります。