

1. 燃料としての木材 (18)

202401015

燃焼灰の六価クロム汚染

1) **燃焼灰の六価クロム規制**：木材には微量の無機元素が存在する。その中には環境や健康に害を及ぼす重金属も含まれる。これらは燃焼・灰化によって凝縮されて燃焼灰中の濃度は環境基準に照らして有害なレベルに達することもある。重金属の中にはクロム Cr も含まれる。通常三価 (Cr^{3+}) と六価 (Cr^{6+}) で存在し多くは三価である。Cr の毒性は三価よりも六価の方がはるかに強く、強酸性で発がん性がある。可溶性の六価クロム化合物は雨水等の浸透によって拡散、土壌や地下水を汚染して人間を含む生体に吸収される可能性がある。そのため廃棄掃法では、燃焼灰の六価クロム溶出試験で環境基準値 1.5mg/L を超えるものを特別管理産業廃棄物に規定し、通常の廃棄物よりも厳しい遮断型最終処分することとなっている。

2) **六価クロム汚染の原因**：2005 年、岩手県で木質ペレットストーブの燃焼灰から環境基準値を超える六価クロムの溶出が確認された。わが国初めてのことで、木質バイオマス燃料の環境評価を悪くする事例となるため、その原因について①原料樹木由来、②燃料製造工程由来（製造機械と木質との接触）および③燃焼機由来の 3 点から慎重に検討された。その結果①、②の寄与は少なく③に大きく由来し、ボイラの耐熱部材に使用されたステンレスに含まれる Cr の高温腐食によることが明らかにされた¹⁾。具体的には高温と燃焼灰のアルカリ性が関係して、ステンレス表面に密度高く集積した酸化クロムの腐食層が形成され、それが剥落して燃焼灰に混入するのが六価クロム汚染の原因と特定された¹⁾。

3) **六価クロム汚染抑制対策**：以下の対策が講じられている。詳しくは群馬県中之条町での対策（文献 2）を参考にされたい。

【ボイラの改善】 a) ステンレス製部品をスチール製に変更（耐熱性を犠牲）²⁾。 b) ステンレス製部品表面にセラミック皮膜を成形（耐久性に乏しく一時しのぎ）^{1, 2)}。なお、欧州では六価クロムは容易に三価に還元されるためあまり問題視されていない。そのため欧州製ボイラには耐熱材としてステンレスを使用したものがよく見られる。

【運転条件の変更】 一時燃焼温度を下げて六価クロムの高温腐食を抑制する。あまり効果は認められず、不完全燃焼になりやすいリスクがある（遠野市で実施）。

【還元剤の使用】 六価クロムを三価クロムに還元して無害化する方法。 a) 市販の六価クロム還元剤の使用。 b) 還元剤として、燃焼灰と等量の 5% 果糖水（砂糖水）を混入する方法²⁾。かなり効果が期待できる。

【森林土壌への混合】 森林土や腐葉土に混合して微生物の作用で六価クロム濃度を低減する方法³⁾。土壌の六価クロム溶出量基準 0.05mg/L をクリアできる。

1) 園田哲也ほか（2006）岩手県工業技術センター研究報告、No13,

2) https://www.town.nakanojo.gunma.jp/uploaded/life/7429_12724_misc.pdf

3) 梅田久雄ほか（2012）宮城県林業技術総合センター成果報告書、第 21 号、40-44