

1. 計測目的

高濃度の六価クロムが発生する条件下で木質バイオマスボイラを稼働した際の、煙突からの六価クロムの排出と周辺環境に及ぼす六価クロムの大気汚染の程度を調べた。

2. 測定方法等

1) 排気ガスのばい煙測定

①測定法：大気汚染法では、六価クロムのばい煙測定は規定されていない。そのため高濃度六価クロムが発生する状態でボイラを稼働し、煙突からばい煙ダストを約1時間収集して「排ガス中の金属分析方法」および「産業廃棄物の溶出試験法」に則して六価クロム濃度を計測した。

②測定日時および場所：

2022年10月17日 10:32－11:57「中之条町役場のボイラ」

2022年10月19日 10:07－11:23「四万清流の湯のボイラ室」

2022年10月21日 11:00－12:04「六合支所のボイラ室」

2) 有害大気汚染物質（クロムおよびその化合物）調査

測定法：環境省の「有害大気汚染物質測定法マニュアル」により行った。すなわちボイラを設置した中之条町役場、四万清流の湯および六合支所それぞれの、ボイラ周辺の5カ所（写真1～3参照）に大気補捕集用エアースンプラを設置した。高濃度の六価クロムが発生する状態でボイラを稼働し、大気中の浮遊粉じんを24時間吸引捕集した。捕集した粉じんからクロムおよびその化合物の濃度を測定した。



写真1. 中之条町役場大気汚染測定箇所図



写真2. 四万清流の湯大気汚染測定箇所図



写真3. 六合支所大気汚染測定箇所図

3. 結果

3.1 排気ガスのばい煙に含まれる六価クロムの濃度

表1に測定結果を示す。いずれのボイラのばい煙からも 0.005 mg/m^3 以下の六価クロムが確認された。

表1. 排気ガス中の六価クロム濃度

ボイラ/機種	測定日	測定時刻	六価クロム濃度 $\text{mg/m}^3\text{N}$
中之条町役場 Powerfire	2022年10月17日	10:32~11:57	<0.005
四万清流の湯 Multifire	2022年10月19日	10:07~11:23	<0.005
六合支所 Powerfire	2022年10月21日	11:00~12:04	<0.005

3.2 有害大気汚染物質(クロムおよびその化合物) 調査の結果

表2は各測点でのクロムおよびその化合物の濃度測定結果である。この測定方法では三価あるいは六価の区別ができないため、それらをまとめてクロムおよびその化合物として評価している。

表2. ボイラ設置場所周辺でのクロムおよびその化合物濃度測定結果 単位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$

ボイラ/機種	計測場所					平均
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	
中之条町役場 Powerfire	0.0007	0.0012	0.0010	0.0007	0.0010	0.0009
四万清流の湯 Multifire	0.0006	0.0007	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006
六合支所 Powerfire	0.0026	0.0011	0.0020	0.0007	0.0007	0.0014

測定濃度は、各測点の値は $0.0006\sim 0.0026\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲におあり、ボイラ設置場所間では六合支所で $0.002\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える値がみとめられた以外は、全て $0.001\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下であった。平均値は $0.0006\sim 0.0014\mu\text{g}/\text{m}^3$ の狭い範囲にある。

ボイラ設置場所の No1 測点で、異常に高い濃度も観察されていない。

しかし残念なことに、環境省の有害大気汚染物測定規定には、クロムおよびその化合物に対する基準値も指定値も定められていないため、表2の結果のみで環境リスクの大きさを判定することはできない。

4. 結果に対する検討と評価

1) 排ガスからの六価クロム排出に関して

先ずクロムの特性を考える。その融点は 1907°C 、沸点は 2671°C であり、高温下においても安定した不揮発性の重金属である。そのためバイオマスボイラの一次燃焼炉の燃焼温度は $500\sim 700^\circ\text{C}$ 、二次燃焼時の温度は $700\sim 1400^\circ\text{C}$ であることを考慮すると、クロムがボイラ内で溶融あるいはガス化して大気に放出される可能性はいたって低い。

しかし今回の調査では $0.005\text{mg}/\text{m}^3$ 以下の六価クロムが確認された。微粒子の状態で飛灰に付着したものが、飛灰回収を逃れて大気中に放出されたものと考えられる。

一方、ばい煙測定において、六価クロムは測定対象外で、安全を保障する基準値も設けられていない。そのため比較データも見つけることができない。

結局この値 $0.005\text{mg}/\text{m}^3$ が高いのか低いのかの判断は困難である。

2) バイオマスボイラ周辺の「クロムおよびその化合物」による大気汚染に関して

有害大気汚染物質は、大気中に放出され低濃度であっても継続的に摂取される場合には、人の健康を損なう恐れのある物質で、環境省では「有害大気汚染物質に該当する可能性のある物質」として 248 物資、優先取組物質として 23 物質を選定している。クロムお

よび三価クロム化合物、六価クロム化合物もこの優先取組物質に含まれている。すでに述べたように「クロムおよびその化合物」の大気汚染に関するしきい値は定められていない。したがって汚染物の濃度が汚染されていないと思われる地域の値と比較することによって、はじめて環境リスクの判断が可能となる。

表3は、群馬県内各地の有害大気汚染物「クロムおよびその化合物」の測定結果をまとめたものである。年度および測定地点によって値は異なるものの、平均値は0.003~0.005 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲に、また最低値は0.0021~0.0038 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ となっている。これらを今回の中之条町での値と比較すると、中之条町の平均値は群馬県の最低値よりも「低くないし同等」で、ボイラ設置場所でボイラ稼働中にもかかわらず、周辺のクロムに関する大気汚染度は可なり低いと判断できる。

表3. 群馬県内のクロムおよびその化合物の濃度測定結果

	測定地 点数	濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
		最低	平均	最高
平成30年度	8	0.0021	0.0044	0.0120
令和元年度	8	0.0023	0.0039	0.0074
令和2年度	8	0.0019	0.0033	0.0047
令和3年度	6	0.0038	0.0047	0.0063

引用：群馬県環境白書より抜粋

注) 測定地点：伊勢崎市立茂呂小学校、沼田小学校、渋川市低区配水池、安中市野殿地区、太田地区中央小学校、前橋市六供天神公園、高崎市市中居公民館、高崎市群馬支所

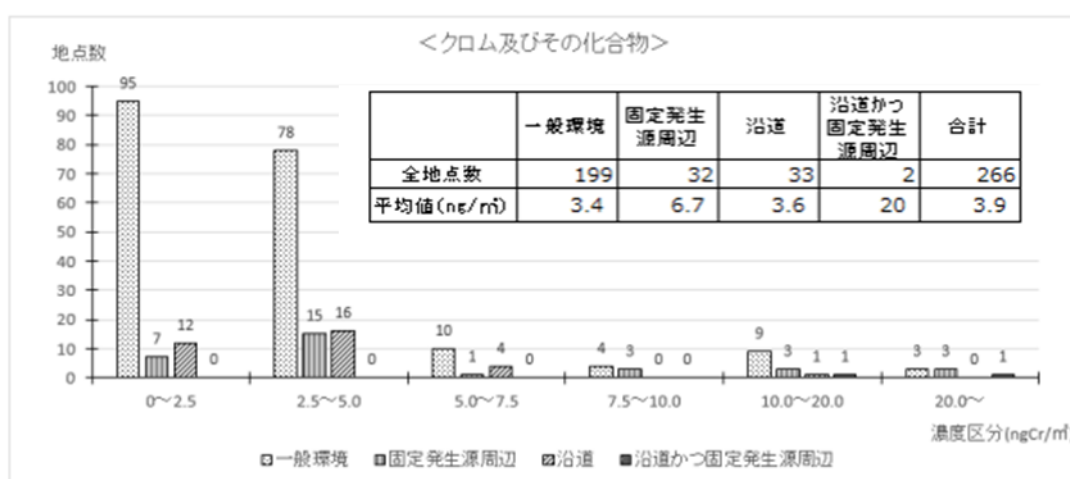


図1. 令和2年度クロムおよびその化合物の大気環境中濃度分布

出所：環境省、有害大気汚染物質モニタリング調査結果報告、令和2年度

さらに環境省が測定した全国の結果（図1）とも比較すると、「一般環境区分」199地点の平均は $3.4\text{ng}/\text{m}^3$ ($=0.0034\text{mg}/\text{m}^3$)、最小 $0.19\text{ng}/\text{m}^3$ ($=0.0019\text{mg}/\text{m}^3$)、最大 $24\text{ng}/\text{m}^3$ ($=0.0240\text{mg}/\text{m}^3$) となっており、これらと比較しても中之条町での値はかなり低いレベルにある。

以上の比較実証からは、ボイラ稼働時でのその周辺大気へのクロムおよびその化合物による汚染度は、群馬県内あるいは全国各地に比べてもかなり低く、健康障害に対する安全性は高いレベルで維持されていたと推察できる。

以上の検討結果をまとめると、以下のようになる。

- 1) 排ガス中に六価クロムが含まれることは確かである。しかしその濃度が高いか低いかは比較できるデータが見られず、この値だけでは判断できない。
- 2) ボイラ稼働中に測定した周辺大気中のクロムおよびその化合物の濃度は、全国および群馬県内の濃度に比べて明らかに低いレベルにあることが判明した。

その結果から、例えボイラ排ガス中に六価クロムが存在しても、周辺地域のクロムおよびその化合物による大気汚染リスクはかなり低いと判断できる。