

粉末活性炭と前塩素処理の併用によるヨウ素の除去に関する調査について

1 はじめに

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴い、福島第一原子力発電所で原子力災害が発生し、放射性物質が放出され、関東地域の水道水でも乳児暫定摂取制限値 100Bq/kg を超える放射性ヨウ素が検出された。しかし、放射性ヨウ素対策としての最適な浄水処理条件に関する知見はほとんどない状況であったため、三郷浄水場ではジャーテストによるヨウ素の除去実験を行い、最適な浄水処理条件の検討を試みた。

2 実験方法

三郷浄水場原水を用い、ヨウ化カリウム (KI) またはヨウ素酸カリウム (KIO_3) を約 1ppm 添加した原水を調整してジャーテストを行った。ヨウ化物イオン及びヨウ素酸イオンの定量は、ジャーテスト後にろ過したものをサンプルとし、イオンクロマトグラフを用いて行った。

3 実験結果のまとめ

3.1 ヨウ化物イオンとヨウ素酸イオンの粉末活性炭での除去性

ヨウ化物イオン (I^-) 及びヨウ素酸イオン (IO_3^-) は粉末活性炭のみではほとんど除去できず、40mg/L 注入でも除去率はともに 6%程度であった (図 1)。粉末活性炭のみを注入した凝集沈でん処理では I^- や IO_3^- は十分に除去することはできないことが分かった。

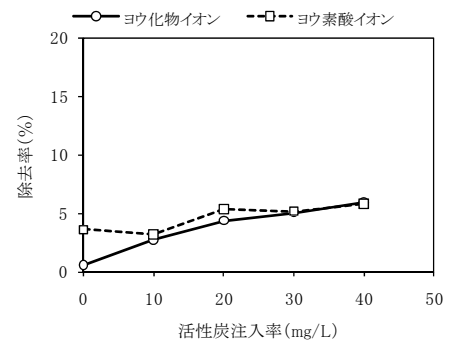


図 1 粉末活性炭のみでの除去率

3.2 粉末活性炭・前塩素併用処理によるヨウ化物イオンの除去

粉末活性炭のみでは I^- や IO_3^- は十分に除去できないことから、前塩素処理との併用における除去率について調査した。図 2 から、前次亜 (次亜：次亜塩素酸ナトリウム) を注入した場合には I^- は IO_3^- に変化することが分かった。一方で、図 3 から IO_3^- はほとんど変化しないことが分かった。

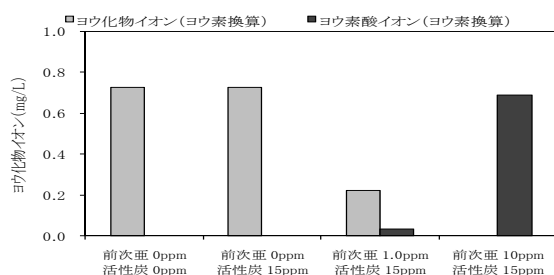


図 2 粉末活性炭・前塩素処理によるヨウ化物イオン

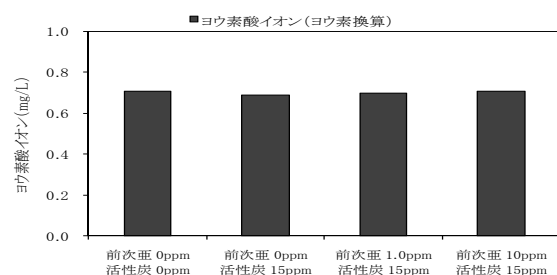


図 3 粉末活性炭・前塩素処理によるヨウ素酸イオン

しかし、図 2 では、次亜を 1.0mg/L 注入した場の I^- の減少量に対して IO_3^- の増加量が少なかった。そこで、前次亜の注入率をより細かく変化させてジャーテストを実施した。また、国立保健医療科学院のレビューでは、前次亜処理によって I^- が次亜ヨウ素酸 (HOI) や次亜ヨウ素酸イオン (IO^-) となることが述べられている。このため、ジャーテスト終了後の上澄水をろ過した後、次亜を 5mg/L 添加した後に I^- と IO_3^- を測定した。この過剰の次亜の添加により、 I^- 、 HOI 及び IO^-

はすべて IO_3^- まで酸化され、 IO_3^- としてイオンクロマトグラフで定量が可能になる。

実験の結果、 I^- は過剰の塩素（前塩素注入率で 2mg/L 以上）が存在するとほぼすべて IO_3^- になり、粉末活性炭ではあまり除去できなかったが、前塩素を 0.5 または 1.0mg/L 添加した場合には、ヨウ素は一定割合（ $20\sim 30\%$ 程度）が除去できた（図 4）。

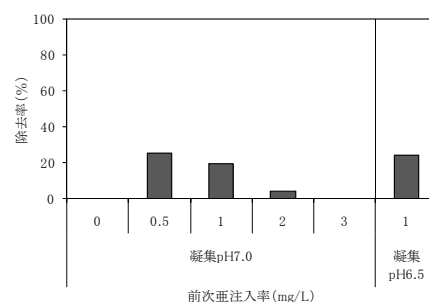


図 4 前次亜注入率とヨウ素除去率との関係

3.3 粉末活性炭・前弱塩素併用処理における活性炭注入率とヨウ化物イオン除去率の関係

これまでの結果を踏まえて、実際の浄水処理での注入率の指標とするため、活性炭注入率の影響について実験を行った。実験の結果、 I^- に対して粉末活性炭・前弱塩素（注入率 0.5mg/L ）併用処理を行うと粉末活性炭注入率 15mg/L で約 30% 、 30mg/L で約 50% の除去が可能となることがわかった（図 5）。

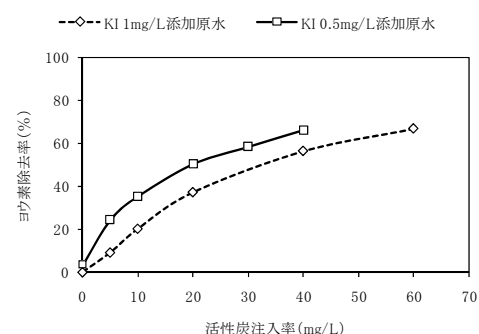


図 5 前次亜 0.5mg/L 注入時のヨウ化物イオン除去率と活性炭注入率との関係

3.4 粉末活性炭・前弱塩素併用処理における放射性ヨウ素の除去率

三郷浄水場の原水に放射性ヨウ素を含んだ雨水を混合して粉末活性炭・前弱塩素併用処理（前塩素注入率を 0.5mg/L ）によるジャーテストを行い、放射性ヨウ素を測定して除去率を求めた。図 6 より放射性ヨウ素の除去率は粉末活性炭注入率が 30mg/L で 50% 程度であり、おおむね図 5 での除去率と同程度であった。

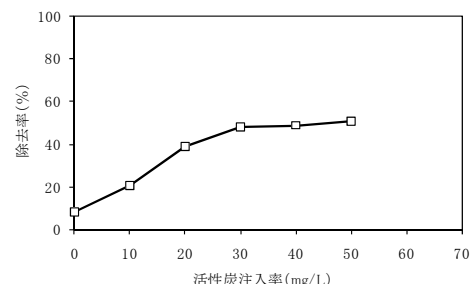


図 6 放射性ヨウ素除去率と活性炭注入率との関係

3.5 粉末活性炭・前弱塩素併用処理におけるヨウ素の除去経路

ジャーテストの実験結果と国立保健医療科学院のレビューから推定した粉末活性炭によるヨウ素の吸着経路を図 7 に示す。粉末活性炭・前弱塩素併用処理によって I^- が粉末活性炭に除去される経路は、次亜ヨウ素酸 (HIO) または次亜ヨウ素酸イオン (IO^-) が有機物と反応した有機体ヨウ素を経由していると推定された（図中①→③→⑤の経路）。

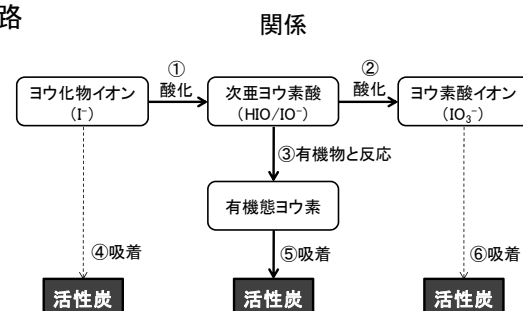


図 7 ヨウ素の酸化反応経路と活性炭吸着経路

4 まとめ

今回の実験結果をまとめると以下の通りである。

- ・ヨウ化物イオン (I^-) 及びヨウ素酸イオン (IO_3^-) は粉末活性炭のみではほとんど除去できない。
- ・ヨウ化物イオン (I^-) は過剰の塩素（前塩素注入率で 2mg/L 以上）が存在すればほぼすべてヨウ素酸イオンになり、粉末活性炭ではあまり除去できなかった。
- ・ヨウ化物イオン (I^-) に対して粉末活性炭・前弱塩素（注入率 $0.5\sim 1.0\text{mg/L}$ ）併用処理を行うと粉末活性炭注入率 15mg/L で約 30% 、 30mg/L で約 50% の除去が可能となった。

降雨時における水源河川の全β放射能測定結果

単位: Bq/L

採水日	利根川		武蔵水路	荒川			降水量 (前橋) (mm/日)	渡良瀬川	思川	渡良瀬川	江戸川			降水量 (藤岡) (mm/日)
	大正橋	刀水橋	利根大堰	久下橋	原馬室橋 (御成橋)	西野橋 (上江橋)		藤岡大橋	乙女大橋	三国橋	関宿橋	野田橋	流山橋	
H23.3.22		9.2	4.3	4.9	4.8		11 (3/21) 8 (3/22)			5.6	3.7			13 (3/21) 10 (3/22)
H23.3.24								1.8		0.8	2.2	2.5		
H23.3.25				0.3	3.6									1 (3/26)
H23.3.31		0.9	0.9	0.6	1.3			2.3		0.9	0.4	0.4		9 (3/30)
H23.4.9	0.3	ND	ND	ND	ND	ND		ND	ND	ND	ND	ND	0.5	1 (4/9)
H23.4.10	ND	ND	ND	ND	0.3	ND		0.3	0.3	ND	0.8	ND	ND	
H23.4.12	ND	ND	0.3	ND	ND	ND		0.3	ND	ND	ND	ND	ND	2 (4/11)
H23.4.16								0.3	ND	ND	ND	0.3	ND	
H23.4.19	0.5	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	22 (4/19)	0.3	0.5	ND	ND	ND	0.4	20 (4/19)
H23.4.23	ND	0.2	ND	ND	ND	ND	3 (4/23)	0.3	ND	ND	ND	ND	0.3	1 (4/21) 1 (4/22) 1 (4/23)

1 Bq/L以上はセルがオレンジ色

利根川・荒川 臨時採水地点

