

塩化鉄(III)を用いた土壌洗浄法によるカドミウム汚染の修復 第 3 報 -オンサイト土壌洗浄法の WET 試験による生態影響評価-

○永井孝志¹, 堀尾剛¹, 横山淳史¹, 神谷隆², 高野博幸², 牧野知之¹

(¹農業環境技術研究所, ²太平洋セメント)

【はじめに】

カドミウム汚染農用地土壌のオンサイト土壌洗浄技術については、農産物中のカドミウムによる健康リスクを減らすことができる技術であるが、その洗浄排水は処理を経た後河川に放流されるため、河川生態系に影響を与えるというリスクトレードオフが存在する可能性がある。このため、本研究では洗浄排水の生態影響試験を行った。排水の総合的な影響を調べるため、排水を用いて直接水生生物への毒性試験を行う WET (Whole Effluent Toxicity) 試験を適用した。

【方法】

長野県白馬村 (2008 年 10 月) と新潟県五泉市 (2009 年 11 月) にて土壌洗浄試験を行い、洗浄排水処理液を用いて、指標水生生物を用いた室内急性毒性試験に基づき影響評価を行った。水試料はガラス繊維ろ紙 (Whatman GF/F) にて濾過した後に試験に供与した。指標生物としては緑藻 (*Pseudokirchneriella subcapitata*)、オオミジンコ (*Daphnia magna*)、コガタシマトビケラ (*Cheumatopsyche brevilineata*)、メダカ (*Oryzias latipes*) を用いた。毒性実験の方法としては、緑藻、オオミジンコ、メダカについては OECD ガイドライン (201, 202, 203) に準拠、トビケラについては農環研が策定したマニュアル¹⁾に従った。排水と同時に、洗浄に用いる用水と排水の放流先河川水を採取し、同様に毒性試験を行った。また、排水中の無機物濃度の分析として、陽イオン濃度は ICP 質量分析にて、陰イオン濃度はイオンクロマトグラフィーにて分析を行った。

【結果と考察】

緑藻を用いた藻類成長阻害試験 (曝露期間: 72 時間、エンドポイント: 増殖速度、判定方法: 増殖速度がコントロール試験 (放流先河川水) の半分以下になると影響あり) では、白馬での洗浄排水の原液では影響が見られるが、二倍に希釈すると影響は見られなくなった (図 1)。五泉での洗浄排水の原液では影響は見られなかった (図 1)。

オオミジンコとトビケラを用いた急性毒性試験 (曝露期間: 48 時間、エンドポイント: オオミジンコ 遊泳阻害, 生死 (心拍の有無); コガタシマトビケラ 伸身開脚反応阻害, 生死 (腹部の運動の有無)、判定方法: 影響個体が半数以上で影響あり) では、ミジンコについて白馬の洗浄排水原液では影響が見られたが、二倍に希釈すると影響は見られなくなった (表 1)。五泉での洗浄排水の原液では影響は見られなかった (表 1)。

メダカを使った急性毒性試験 (曝露時間: 96h、エンドポイント: 生死、判定方法: 死亡個体が半数以上で影響あり) では、白馬と五泉の洗浄排水共に成魚と仔魚の両方で影響なしと判定された (表 1)。

Restoration of cadmium contamination by soil washing with iron(III) chloride (Part 3)

-Ecological effect assessment of on-site soil washing technique using WET test-

Takashi Nagai¹, Takeshi Horio¹, Atsushi Yokoyama¹, Takashi Kamiya², Hiroyuki Takano², Tomoyuki Makino¹ (¹NIAES, Tel 029-838-8302, e-mail nagait@affrc.go.jp, ²Taiheiyo Cement)

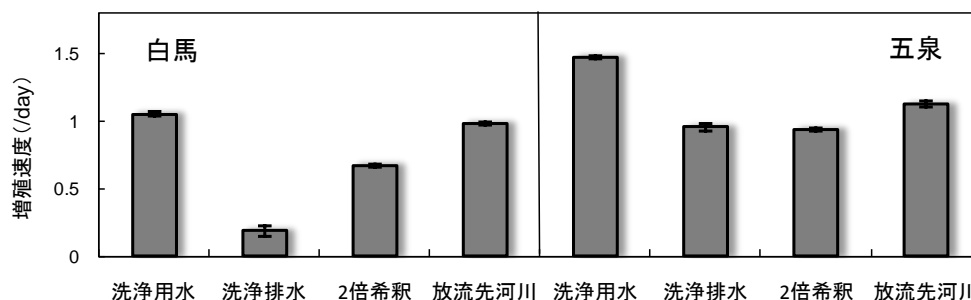


図 1. 藻類成長阻害試験の結果 (3 連の反復実験の平均値と標準偏差を示す)。2 倍希釈は洗浄排水を放流先河川水で 2 倍に希釈したもの。

表 1. オオミジンコ、トビケラ、メダカの急性毒性試験結果。

試験区	オオミジンコ		コガタシマトビケラ		メダカ成魚	メダカ仔魚
	遊泳阻害率 (%)	死亡率 (%)	伸身開脚反応阻害率 (%)	死亡率 (%)	死亡率 (%)	死亡率 (%)
白馬	洗浄用水	0	0	0	0	0
	洗浄排水	100	0	20	0	27
	2倍希釈	0	0	0	0	0
	放流先河川水	0	0	0	0	0
五泉	洗浄用水	0	0	0	0	0
	洗浄排水	25	10	10	10	18
	2倍希釈	0	0	0	0	0
	放流先河川水	0	0	0	0	0

水中の無機イオンの分析結果と各物質の毒性の文献調査より、白馬の洗浄排水の藻類とミジンコに対する影響の原因について、塩化カルシウムと亜鉛、アルミニウムの影響が考えられた (表 2)。五泉の洗浄排水は白馬のサンプルと比較して、塩化カルシウムと亜鉛、アルミニウムいずれも濃度が低く、白馬の洗浄排水よりも毒性が低い事と一致していた。

表 2. 試験水中の無機イオン濃度と、文献から得られた各物質の藻類、ミジンコ、魚類に対する毒性 (Ca と Cl の毒性は塩化カルシウムの毒性として表示)。

	白馬		五泉		水生生物に対する毒性(文献値)		
	洗浄用水	洗浄排水	洗浄用水	洗浄排水	藻類EC ₅₀	ミジンコEC ₅₀	魚類LC ₅₀
Ca ppm	13	1320	5	701	3130	52-3005	8350-10650
Cl ppm	2	2330	7	1610			
Zn ppb	2	79	8	4	15-117	32-1220	93-9950
Al ppb	31	789	6	156	460-570	22000-28200	7400-24700

【結論】

洗浄処理排水が放流先の河川水で二倍以上に希釈されていれば、今回調査した指標水生生物に対しての影響は小さいと評価された。放流先河川水での希釈率はこれより十分大きいため、生態系へのリスクは懸念レベルにないと考えられた。

【参考文献】

- 横山ほか (2008) コガタシマトビケラ 1 齢幼虫を用いた農薬の急性毒性試験法マニュアル <http://www.niaes.affrc.go.jp/techdoc/caddisfly/index.html#manual1>