

揮発性有機化合物 (VOCs) および塩化ビニル・1,4-ジオキサンに対する化学的分解法の適用性に関する研究



Study of the Applicability of Chemical Decomposition Methods to Volatile Organic Compounds (VOCs) including Vinyl Chloride and 1,4-dioxane

秦 浩司 Hiroshi HATA *1

研究の目的

土壤汚染対策法では、11種類の揮発性有機化合物 (VOCs) が「第一種特定有害物質」として指定されている (2014年10月現在)。これらの物質は有機化合物であり、分解による無害化が可能である。特に化学的分解法としては、過酸化水素を用いたフェントン反応による酸化分解 (フェントン法)、過硫酸を用いた酸化分解 (過硫酸法) および鉄粉を用いた還元的脱塩素分解 (鉄粉法) が実用化されている。本報告では、VOCs各種に対する化学的分解法の適用性を確認することを目的に、土壤汚染対策法の第一種特定有害物質 (1,3-ジクロロプロペンを除く10種類) のほか、2009年に地下水環境基準項目として追加され、土壤汚染対策法の特定有害物質への追加も検討されている、塩化ビニルモノマーと1,4-ジオキサンを加えた12種類を選定し、基礎的実験を行った。

研究の概要

蒸留水に各物質の試薬を個別に添加して所定の濃度に調整し、フェントン試薬、過硫酸および鉄粉剤による分解試験を実施した。分解試験の初期濃度は、塩化ビニルモノマーは1 mg/lとし、その他11種の物質については10 mg/lとした。フェントン法では過酸化水素を0.5%と1%濃度で添加し、対象物質の分解率は、96時間 (4日) 後のブランク試料との濃度比から計算した。過硫酸法では過硫酸ナトリウムを1%添加、鉄粉法では市販の浄化用鉄粉剤2種 (A, B) を5%添加し、いずれも14日後の分解率を計算した。

結論

揮発性有機化合物各種および塩化ビニル・1,4-ジオキサンに対する、フェントン法、過硫酸法および鉄粉法による分解率について、本報告で得られたデータと過去報告値を以下表にまとめた。テトラクロロエチレン (PCE) などのクロロエチレン類は、どの分解法でも90%以上の分解率が認められ、また、フェントン法と過硫酸法によるベンゼン (Bz) の分解率は99%以上であった。一方、1,1,1-トリクロロエタンなどのクロロエタン類は分解法により分解率が大きく異なり、ジクロロメタン (DCM) は過酸化水素1%のフェントン法での分解率85%が最大であった。塩化ビニル (VC) は、フェントン法と鉄粉法で分解率90%以上、過硫酸法で分解率89%であったが、1,4-ジオキサン (14Diox) は、フェントン法と過硫酸法での分解率は90%以下であった。

表 各物質に対する化学分解法の分解特性まとめ

方法	初期濃度 (mg/l)	試薬添加濃度	試験期間 (日)	対象物質と各試験での分解率 (%)												文献	
				11DCE	cis12 DCE	TCE	PCE	Bz	12EDC	111TCA	112TCA	DCM	CTC	VC	14Diox		
フェントン	10 (VCは1)	0.5%	4	84	93	87	67	99	68	27	67	68	94	76	63	本報告	
	100	0.03~1%	16	94	>99	>99	98	>99	98	56	80	85	94	94	89		
	5	0.5%	1					>99			66						大石ほか(2007) ¹⁾
	10	0.1%							50	40			<10				大澤・杉田(2010) ²⁾ 海老原ほか(2011) ³⁾
過硫酸	鉄触媒法 10 (VCは1)	1%	14	>99	>99	>99	>99	>99	47	13	7	35	41	89	84	本報告	
	鉄触媒法 100	1~4%	16					>99	<10	<10							大石ほか(2007) ¹⁾
	銀触媒法 10	0.7%						>99	<10	<10			>99				海老原ほか(2011) ³⁾
	触媒なし 10	0.1%	3					>99	>99								目黒ほか(2004) ⁴⁾
	触媒なし 2	0.1%	5~20	>95	>95	>95	>95										星野ほか(2009) ⁵⁾
	アルカリ活性法 22.4	2.5%	1										>99				
	アルカリ活性法 33~52	2.6%	7					>99									大澤ほか(2010) ⁶⁾
アルカリ活性法 1	0.5%	15												>99	榎本ほか(2010) ⁷⁾		
鉄粉	鉄粉剤A 10	5%	14	99	>99	>99	98	-	63	>99	94	65	>99	88	-	本報告	
	鉄粉剤B (VCは1)	5%	14	>99	>99	>99	>99	-	60	>99	>99	70	>99	98	-		

*1 先端技術研究部