

新規鉄粉の揮発性有機塩素化合物分解特性

南陽研究所 環境化学グループ

清水 要樹
長井 康行
榊 孝

1. はじめに

2003年施行された「土壤汚染対策法」¹⁾により、土壌・地下水中に含まれる揮発性有機塩素化合物(以下、VOCと略す)等の浄化対策が土地所有者等に対し義務づけられた。この法律制定により、VOC等の浄化対策が急速に進められている。浄化の手段として、鉄粉の還元力を利用した脱塩素分解法²⁾があるが、従来の鉄粉では高濃度汚染での分解浄化が困難、また浄化期間がきわめて長いという課題があり、高活性な鉄粉の開発が求められている。

当社で開発した新規鉄粉(商標: MA-FN200)は、高濃度に汚染された土壌・地下水の分解浄化に対しても短期間に処理できるものである。

本報では、MA-FN200のVOCに対する分解特性³⁾、分解に及ぼす温度及び薬剤添加量の影響、さらに、掘削型、原位置型による実汚染土壌での処理実績等を紹介する。

2. MA-FN200によるVOCの分解機構

MA-FN200によるVOCの分解機構を図1に示す。MA-FN200は鉄を主体とする粉体であり、粉体内部にアノード(陽極)とカソード(陰極)からなる大きな局部電池(乾電池のようなもの)を形成する。その電池作用により、アノード部では(1)式のように電子を放出し、カソード部においては(2)式のように電子を授受して脱塩素分解反応を起こす。

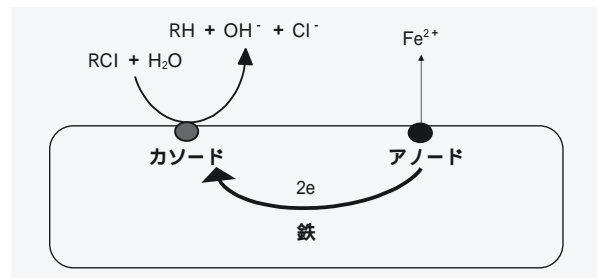
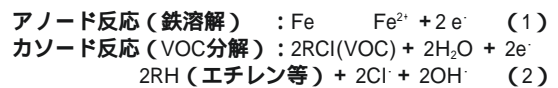


図1 MA-FN200によるVOC分解機構の概略図

3. MA-FN200の物性

MA-FN200の物性値を表1に示す。MA-FN200は0.3%未満のNiを含む。粉体粒径は従来の鉄粉と同様であるが、性能向上を目的に特殊加工を施している。この第2成分の添加と加工方法の違いにより従来の鉄粉に比べて格段に優れたVOC分解性能を有する。

4. MA-FN200のVOC分解性能

[1] VOC含有水溶液中での分解性能

(1) 各種VOC含有水溶液

土壤汚染対策法の規制対象になっているVOCの中で、難分解性と言われているテトラクロロエチレン

表1 新規鉄粉(MA-FN200)と比較鉄粉(X剤)の物性値比較

	化学成分 [wt%]	比表面積 [m ² /g]	粉体粒径 [mesh]
新規鉄粉 (MA-FN200)	Fe-0.3%未満Ni	0.5	<100
比較鉄粉 (X剤)	Fe>99.2	1.2	<100

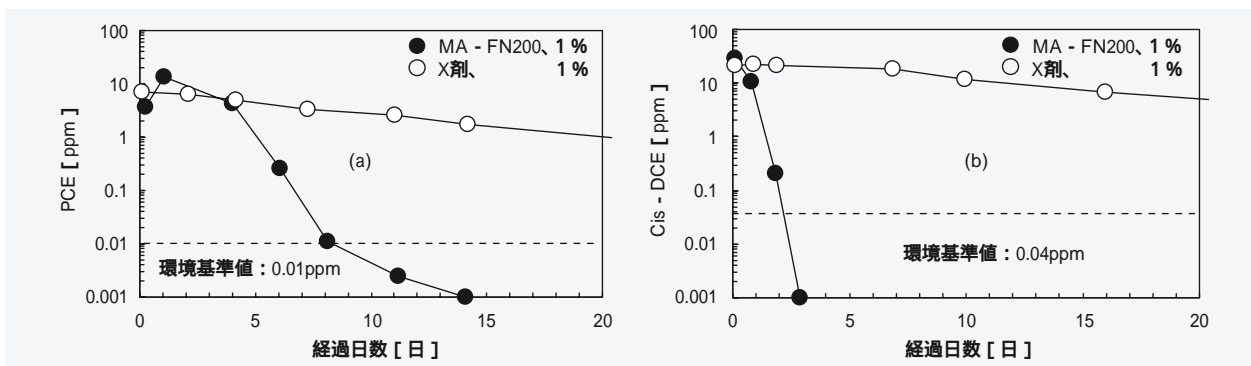


図2 各VOC含有水溶液中での分解性能

(a) PCE水溶液の分解挙動

(b) Cis-DCE水溶液の分解挙動

(PCE)、シス-1,2-ジクロロエチレン(Cis-DCE)含有水溶液中での分解性能を図2に示す。処理条件としては、各分解剤1%添加、反応温度20である。図2より各VOC含有水溶液中においてMA-FN200添加では比較鉄粉(X剤)と比較し短期間に分解している。

(2) 添加量依存性

図3は、20、トリクロロエチレン(TCE:10ppm)含有水溶液中における分解性能に及ぼす各分解剤添加量の影響である。MA-FN200では1%添加でも1週間以内に環境基準値以下まで分解している。一方、比較鉄粉(X剤)では1%添加で1ヶ月以上、10%添加でも約1週間の分解時間がかかる。このことからMA-FN200はX剤に対し約10倍の分解能を有すると判断される。

(3) 温度依存性

図4にTCE含有水溶液中における分解性能に及ぼす

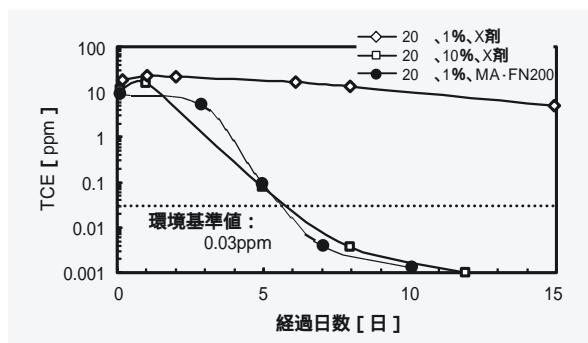


図3 TCE含有水溶液中における分解性能に及ぼす添加量の影響

温度の影響を示す。(a)より、MA-FN200では10の低温においても短期間に分解できる。従って、冬期においても分解が可能と言える。(b)はMA-FN200と比較鉄粉(X剤)の反応速度定数をアレニウスプロットしたものである。MA-FN200の活性化エネルギーは63KJ/M、X剤は25KJ/Mであり、MA-

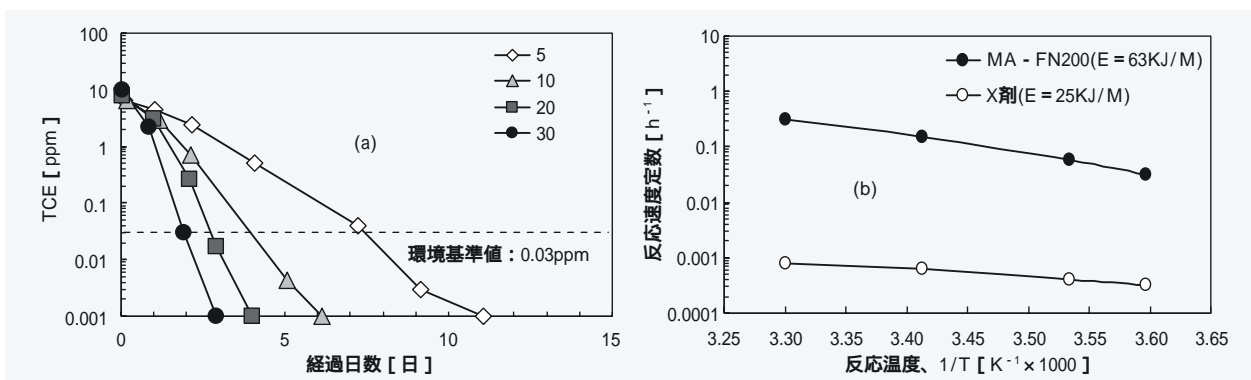


図4 TCE含有水溶液中における分解性能に及ぼす温度の影響

(a) 5~30、TCE含有水溶液中での分解性能

(b) 反応速度定数のアレニウスプロット

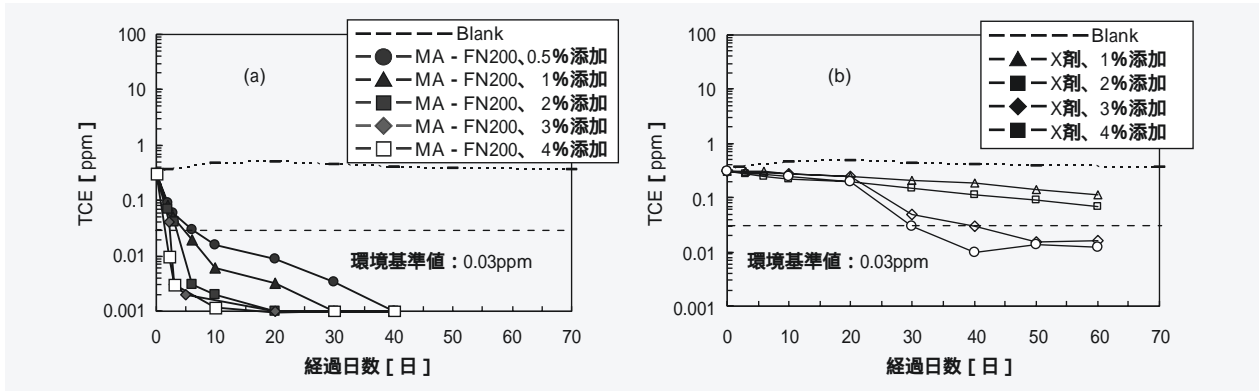


図5 A社実汚染サイトでの掘削型浄化処理例
 (a) MA - FN200のTCE分解性能
 (b) 比較鉄粉(X剤)のTCE分解性能

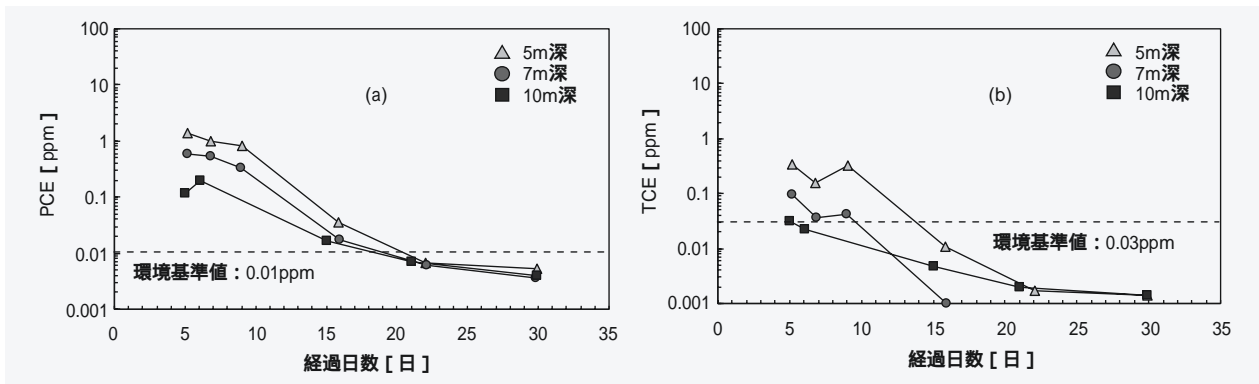


図6 B社実汚染サイトでの原位置型浄化処理例
 (a) PCE分解挙動
 (b) TCE分解挙動

FN200は2倍以上の活性化エネルギーを有し、両者の分解機構は基本的に異なる。

[2] 実汚染土壌での分解処理例

(1) A社実汚染サイトでの掘削型浄化処理例

掘削汚染土壌にそれぞれMA - FN200と比較鉄粉(X剤)を添加し、振動型混合機で処理した際の分解性能を図5に示す。(a)はMA - FN200の添加量を変化させた場合のTCE分解挙動である。僅か0.5%添加でも1週間以内に環境基準値以下まで分解している。一方、(b)は比較鉄粉(X剤)の添加量を変化させた場合の分解挙動である。4%添加しても1ヶ月以上の浄化期間が必要であることから、MA - FN200は10倍以上の分解能を有すると言える。

(2) B社実汚染サイトでの原位置型浄化処理例

原位置型浄化処理として、MA - FN200を重ね合わ

せて注入・混合するフルフラップ方式で処理した際の分解性能を図6に示す。(a)は深度5m、7m、10m位置でのPCE分解挙動を示したものであり、(b)は同位置でのTCE分解挙動である。PCE、TCE共に、順調に分解が進行しており、約1ヶ月以内で環境基準をクリアできる。

5. おわりに

本報で紹介した新規鉄粉MA - FN200は、土壌・地下水を汚染しているVOCの分解性能に優れるものである。従来の鉄粉を利用した土壌汚染浄化に比べ、使用量が最大で1/10に低減できるほか、10の低温下でも浄化能力を維持するなど寒冷地や冬期の施工も容易にできる。

また、原位置浄化や掘削など土壌汚染処理の様々な工法に使用できるほか、地下水汚染の浄化では浄化壁

としても使用できる等、幅広い用途に適用可能である。

今後、MA - FN200が多方面で利用され、環境負荷低減に貢献できることを期待している。

参考文献

1) 環境省HP

<http://www.env.go.jp/water/dojo/law.html>

2) 環境庁水質保全局編、**土壌・地下水汚染に係る調査・対策指針運用基準**、123 (1999)

3) 清水要樹、中本義行、長井康行、**第9回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会**、6 (2003)