

廃棄物不法投棄現場のBTXと有機物の オンサイト処理に関する研究 —掘削廃棄物の攪拌混合および微生物好気分解 の組合せによる処理特性の検討—

坪 史弥¹・古市 徹²・石井 一英³・谷川 昇⁴

¹非会員 北海道大学 大学院工学研究科 (〒060-8628 札幌市北区北 13 条西 8 丁目)

E-mail: tsubo@kanri-er.eng.hokudai.ac.jp

²会員 北海道大学大学院工学研究科教授 (〒060-8628 札幌市北区北 13 条西 8 丁目)

E-mail: t-furu@eng.hokudai.ac.jp

³会員 北海道大学大学院工学研究科助教 (〒060-8628 札幌市北区北 13 条西 8 丁目)

E-mail: k-ishii@eng.hokudai.ac.jp

⁴非会員 北海道大学大学院工学研究科准教授 (〒060-8628 札幌市北区北 13 条西 8 丁目)

E-mail: tanikawa@eng.hokudai.ac.jp

本研究では不法投棄現場において、ベンゼン、トルエン、キシレン（以下、BTX）で汚染された有機物含有量が高い廃棄物中のBTX及び有機汚濁物質の削減を目的とした掘削廃棄物のオンサイト処理手法を、微生物分解手法を主軸として構築した。微生物分解手法は、低コストだが時間がかかるというデメリットがある。そこで本研究では微生物分解前処理として、掘削廃棄物のa)攪拌混合処理とb)生石灰添加+攪拌混合処理の2つに着目し、それらのBTX除去効果と後段の微生物分解特性について実験的検討を行った。その結果、有機物含有量の高い廃棄物の場合は、固相から液相への物質輸送速度が律速になるため、生石灰添加による揮発促進効果は小さく、少量の生石灰添加が微生物分解阻害になることを明らかにした。

Key Words : *illegal dumping sites, on-site treatment, volatilization and biodegradation, BTX and organic pollutants*

1. はじめに

不法投棄や不適正処分による土壌・地下水汚染は大きな社会問題であり、特に大規模不法投棄現場ではその影響が大きいことから早期修復が求められている。大規模不法投棄現場では、揮発性有機化合物（以下、VOC）によって特別管理産業廃棄物（以下、特管物）の判定基準を超えて高濃度に汚染された廃棄物が埋立てられ周辺環境に影響を与えているケースや、また多様な廃棄物が混合状態で埋立てられているため生活環境保全上の問題となる有機汚濁物質の長期的な流出も問題になるケースが多い¹⁾。

修復方法としては、豊島、青森・岩手県境事案のような①全量撤去と熱処理の場合と、②能代や敦賀事案のように遮水壁等により封じ込め、汚水処理を長期間行う場合があり、さらに桑名事案のように原位置処理を行う場合もある¹⁾。前者は、修復コストが膨大になるだけでは

なく、特管物の受入施設の確保や搬出・輸送時の漏洩リスクといった問題がある。一方、後者の場合は、全量撤去するよりも初期コストは低いが、長期的な水処理コストや表面キャッピングのメンテナンス等が必要である。またこの場合、少なくとも廃棄物は特管物の判定基準以下、そして浸出水も排水基準以下となるまで管理を継続する必要がある。

これまで著者等は、テトラクロロエチレン(PCE)やトリクロロエチレン(TCE)、ベンゼン、トルエン、キシレン(以下、BTX)のVOCを廃棄物を掘削せずに原位置で処理する方法として、バイオレメディエーション手法の検討を行ってきた^{2,3)}。PCEとTCEは嫌気状態で脱塩素反応により、BTXは好気状態で酸化反応により処理できることが分かっている。しかしながら、原位置処理では、埋立てられた廃棄物の不均質性等により、汚染廃棄物を偏り無く浄化することが困難とも言われている⁴⁾。そこで本研究では、原位置処理ではなく掘削した廃棄物中の

VOCや有機汚濁物質の低減を目的としたオンサイト処理技術をバイオレメディエーションを主軸として構築することとした。処理対象とするVOCは、本研究で用いた試料を採取した現場で問題となっているBTXとした。

掘削した廃棄物のバイオレメディエーションによるBTXの分解や有機汚濁物質の低減のためには、廃棄物をパイル上に堆積し定期的に繰り返す、あるいは強制的に空気を注入することにより好気的条件を維持する必要がある。しかし、多くの不法投棄現場では、そのためのスペースに制約があるため、少しでも処理時間を短縮したいというニーズが多い。そこで本研究では、好気的バイオレメディエーションの前処理として、まず掘削廃棄物の攪拌処理の効果を確認することにした。すなわち、攪拌混合によってBTXの揮発を促すことで、後段の好気的バイオレメディエーション処理を促進できるかどうかを確認することとした。

一方、VOC汚染土壌の処理として、ホットソイル工法のように生石灰（以下、CaO）を添加して、水和反応熱により揮発促進させる技術がよく知られている⁷⁾。汚染廃棄物においても攪拌処理と併用することで更なるVOC揮発促進が期待されるが、土壌に比べて有機物含有量が多い廃棄物においても、CaO添加の効果があるのか、また、CaO添加に伴うpH上昇により後段のバイオレメディエーションへの影響があるのかどうか、未だ確かめられていない。

以上より本研究の目的を次のように設定した。

- 1) 揮発による廃棄物中の BTX 低減化という観点から、汚染廃棄物の(a)攪拌混合、および(b)CaO を添加した攪拌混合の効果を確認する。
- 2) 廃棄物中の残存 BTX 及び有機汚濁物質の処理の観点から、上記(a)及び(b)で前処理された廃棄物の微生物分解性を評価する。
- 3) 掘削廃棄物を対象とした、BTX と有機汚濁物質低減化のための、オンサイト処理方法の提案を行う。

2 揮発によるBTXの低減化機構

揮発によるBTX低減化機構について、BTXで汚染された廃棄物の一つのモデルとして図-1を用いて説明を試みる⁸⁻¹⁰⁾。BTXは、初期状態では固相、液相、気相にそれぞれ分配されて存在する。蒸発理論によれば、式(1)¹¹⁾に示すように攪拌等により気相中のBTXの蒸気圧の低下に伴い、BTXは液相から気相へ移動し、さらに、式(2)に示すように液相中のBTX濃度減少に伴い、固相から液相へ

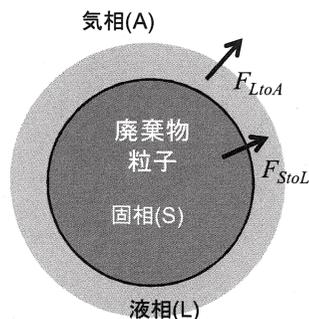


図-1 BTXの揮発モデル

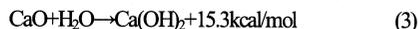
BTXは移動する。このように継続的な攪拌によって、気相中のBTXが新鮮な空気と交換することによって、継続的にBTXが揮発され、結果廃棄物中のBTX濃度が低下する。

$$F_{LtoA} = k_L a_L (P_0 - P(t)) \quad (1)$$

$$F_{StoL} = -k_s a_s (C_L - C_S) \quad (2)$$

ここで、 F_{LtoA} ：液相から気相への揮発フラックス、 F_{StoL} ：固相から液相への物質移動フラックス、 P_0 ：BTXの飽和蒸気圧 (kPa)、 $P(t)$ ：気相中のBTXの蒸気圧（液-気表面の近傍）、 C_L ：液相中のBTX濃度、 C_S ：固相中のBTX濃度、 a_L ：液-気相間の有効表面積、 a_s ：固-液間の有効表面積、 k_L 、 k_s 物質輸送係数であり、有効表面積と物質輸送係数の積は、総括物質輸送係数と呼ばれている。総括物質輸送係数は、攪拌の仕方や強度、温度などの影響を受ける、いわば実験定数として扱われている。一般的には $F_{LtoA} \gg F_{StoL}$ と言われている¹⁰⁾。

また、式(3)に示すCaO添加による水和反応に伴う系内の温度上昇により、第一義的には P_0 が増加して揮発が促進されると考えられる。副次的に、温度上昇による物質輸送係数の増加による浄化促進効果も考えられる。



3 実験方法

(1) 実験試料

A県不法投棄現場において実際に掘削されている廃棄物を試料として用いた。採取された掘削廃棄物の組成は、汚泥、焼却灰を主体とし、その他少量の堆肥様物、パーク、細礫を含んでいた。対象とする実験試料はBTXで汚染されていたが、ベンゼンは低濃度だったので、実験室

表-1 対象実験試料の性状

	含有量(mg)	溶出量(mg/L)
ベンゼン	7.2~19.4	0.008~0.046
トルエン	548.5~586.2	0.23~0.848
キシレン	203.7~215.2	0.043~0.099
TOC	-	257.3~295.3
pH	7.60~7.73	
含水率(%)	38.6	
熱灼減量(%)	16.7	

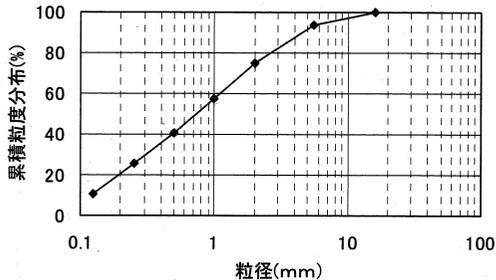


図-2 実験試料の粒度分布

にてベンゼンをスパイクし、試料を調整した。

表-1に実験試料の性状として、初期BTXの含有量、及び溶出試験(環告13号に準拠)による溶出量、溶出液のpH、試料の含水率、熱灼減量を示した。また、実験試料の粒度分布を図-2に示した。比較的、粒径が広い範囲にわたって分布していた。

(2) 実験方法

a) 攪拌混合によるBTX揮発試験

1.5~2.0 kgの実験試料に、所定量のCaO (0 wt% (無添加), 0.5 wt%, 1 wt%, 5 wt%) を添加し、図-3に示すミキサー(イギリス・ケンウッド社製のケンミックスメタリック KM-800)で攪拌混合した(132 rpm)。攪拌時間は、直径3mm以下に破砕した粒子状のCaOが目視で見えなくなり、また攪拌と同時に測定した温度変化によって発熱が収束する時間を目安に90分間とした。攪拌終了後、廃棄物サンプルをアルミバット上に薄く敷きならし(厚さ1~2cm)、蓋をして24時間静置した(24時間静置は、生石灰添加後の養生のためにA県不法投棄現場では行われている)。

攪拌実験中は、先に述べたように定期的に試料の温度変化を計測し、また攪拌実験開始時、攪拌中、攪拌後、静置中、および静置後の試料について、溶出試験と含有量試験(メタノール抽出)を行いBTX濃度及び含有量を測定し、含水率も測定した。なお、実験室内の温度は、23°C(±2°C)であり、湿度は約33%であった。



図-3 攪拌実験で用いたミキサーと攪拌子の形状

b) 微生物分解試験

BTX及び有機汚濁物質の微生物好気分解性をバッチ試験にて検討した。本研究では、有機汚濁物質の指標として、溶出液中の全有機物炭素(以下、TOC)濃度を用いることにした。上記攪拌混合・静置後の試料のうち、約500gを容量5Lのバイアル瓶に封入し、シリコン栓で密閉した。好気状態を維持するために、定期的に酸素濃度を測定し、酸素濃度が低下した際には純酸素を注入した。BTXと有機物の分解過程を確認するために定期的にBTX気相濃度とCO₂濃度を測定し、試験終了時には含有量試験(BTX)、溶出試験(BTX, TOC)を行い、BTXおよびTOCの分解量を求めた。

c) 分析方法

BTXの分析にはGC-MS/MS(サーモクエスト社製GCQ Plus, TRACE GC 2000)あるいは、FIDガスクロマトグラフィー(島津製作所製, GC-14B)を用い、さらに一般大気成分(O₂, CO₂)測定にはTCDガスクロマトグラフィー(島津製作所製GC-8A)を用いた。測定条件等は以下の通りである。

○GC-MS/MS

カラム:AQUATIC(内径0.25mm,長さ60m,膜厚1.0μm),試料気化部温度:200°C,昇温設定:40°C(2min)→8°C/min to 220°C→220°C(5min),キャリア:超高純度Heガス,キャリア流量:1.2mL/min,スプリット流量:50mL/min,測定モード:SIM,イオン源温度:200°C,

○FIDガスクロマトグラフィー

カラム:Rtx-624内径0.53mm,長さ60m,膜厚3.0μm,試料気化部温度:200°C,昇温設定:50°C(2min)→10°C/min to 90°C→4°C/min to 130°C→10°C/min to 240°C→240°C(13min),キャリアガス:ヘリウムガス,キャリア流量1.1mL/min

○TCDガスクロマトグラフィー

カラム:WG100-KA928 外径6mm,長さ1.8m,注入口温度:70°C,検出器温度:70°C,カラム温度:50°C, TCD電流値:100mA

4 実験結果と考察

(1) 攪拌混合およびCaO添加による BTX除去量

a) 実験結果

図-4に、CaO無添加および添加攪拌混合時の試料温度の経時変化を示す。CaOを5 wt%添加した場合は、発熱作用により、攪拌混合開始から5～10分で、試料温度は最高の38℃まで上昇し、その後は徐々に下降した。そして攪拌混合開始から90分経過時では、温度は室温とほぼ同じ25℃になった。一方、CaOを0.5 wt%、1 wt%添加した場合は、それぞれ最高27℃、25℃までしか上昇しなかった。

図-5に攪拌混合による揮発試験終了時(90分攪拌+24時間静置後)のベンゼン残存率を示す。なお、CaO添加0wt%と5wt%のみ2回の実験の最大値、最小値及び平均値を示している。先の図-4のより、CaOを5 wt%添加した条件は、試料の温度上昇に伴い、他の条件よりもベンゼンの揮発が促進されるため残存率は低くなると思われたが、CaO添加量の増加に伴いベンゼンの残存率は低くなるわけでは無かった。また、トルエン、キシレンについてもベンゼンと同様の傾向がみられた。

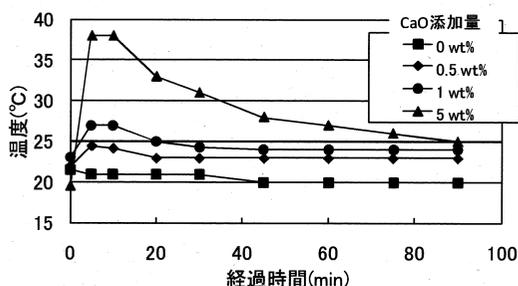


図-4 攪拌時の試料温度の経時変化

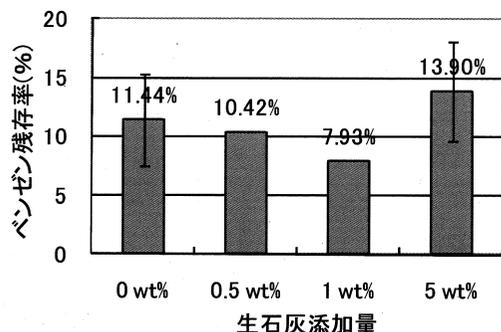


図-5 攪拌実験終了時のベンゼン残存率

b) 考察

VOCで汚染された土壌のCaO添加による浄化は、添加量増大とともにVOC除去量も増加すると言われているが、図-5に示すように、今回の廃棄物試料を用いた攪拌混合試験の方法では、添加量5wt%までの範囲ではCaO添加量の違いによるBTXの揮発効果の顕著な違いは確認できなかった。この理由を考察するために、攪拌混合時および静置におけるBTX除去量の経時変化を測定した。

図-6にCaOを5 wt%添加した場合と無添加の場合の、ベンゼン残存率の経時変化を示す。5 wt%添加時では、攪拌開始直後の10分～約30分までの間、0 wt%添加時よりも若干多くベンゼンが除去されていた。これは図-4に示すように、攪拌直後の温度上昇に起因するものと考えられる。5wt%添加時の最大温度38℃および0wt%添加時の温度21℃(室温)におけるベンゼン飽和蒸気圧(P_0)はそれぞれ22.45 kPa (38℃)、10.53 kPa (21℃)であるから¹²⁾、2章でも述べたように、気相のVOC蒸気圧($P(t)$)が同等(攪拌条件が同じ)であれば、VOCの揮発速度は P_0 の増加に伴い増加すると考えられるので、温度の上昇が攪拌直後の除去率の差を説明する一つの要因とはなりうる。しかしながら、飽和蒸気圧の差を考慮しても攪拌直後の除去率の差は小さく、むしろ攪拌を継続するとCaO添加の効果、つまり温度上昇の効果は小さくなる。さらに、図-7のようにCaO添加後の発熱反応終了後のほぼ室温条件における静置条件下においては、CaO添加の有無によるベンゼン除去率の違いはほとんど生じなかった。

すなわち、図-1に示したように、攪拌初期には、液相から気相への揮発フラックス($F_{L \rightarrow G}$)が卓越するので、CaO添加による温度上昇が飽和蒸気圧の差が大きくなるため揮発が促進され、CaO添加の効果が一時的に現れるものの、基本的には固相から液相への物質移動フラックス($F_{S \rightarrow L}$)が律速になるので、CaO添加による効果は予想よりも小さくなると推測される。

また、一般土壌と廃棄物の違いは、主に有機物含有量であると推察できる。本研究で用いた試料の熱灼減量は、16.7%であり、通常の土壌(数%オーダー)よりもかなり高いレベルにある。VOCなどの疎水性化合物が、土壌粒子等に収着する量は、有機物含有量に比例する¹²⁾と言われており、脱着速度に関しても、有機物含有量が何らかの影響を与えられられる。

以上の結果より、今回用いた廃棄物試料及び攪拌混合・静置実験、および5wt%のCaO量添加の範囲では、VOC揮発による除去に対しては、CaO添加による揮発促進効果は小さく、むしろ固相から液相への物質移動速度を考慮し、攪拌を長く継続し、新鮮な空気との接触時間を長くとることの方が、有効であることが示された。なお、短時間(10分程度)での揮発促進を期待するのであれば、CaO添加の効果は認められる。

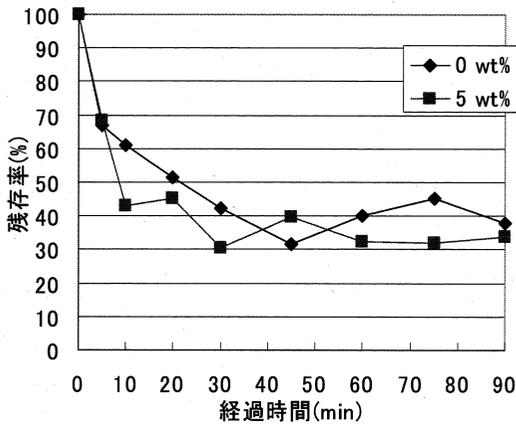


図-6 CaO添加攪拌時のベンゼン残存率経時変化

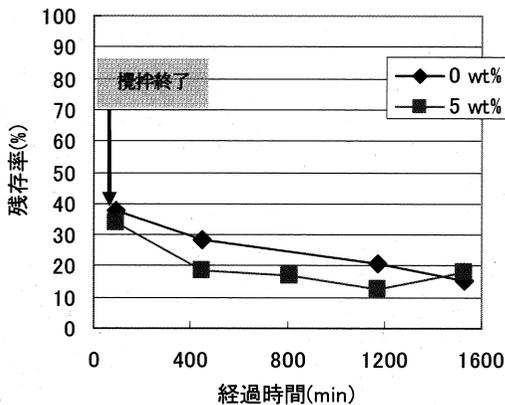


図-7 静置時のベンゼン残存率経時変化

(2) 前処理サンプルの微生物分解性

a) CaO添加による微生物活動の阻害

CaO添加による微生物分解阻害の影響を見るために、図-8にCaO添加量と溶出液のpHの関係を示す。CaO無添加時のpHは7.6程度なのに対して、CaO5wt%添加時には、pHは12以上になる。一般的な微生物のpH至適範囲は、5～9の中性領域であることを考慮すると、CaO添加0.5wt%でも微生物活動阻害を起こす可能性がある。

次に、図-9に微生物分解実験中の微生物活動の指標としてのバイアル気相中のCO₂濃度の経時変化を示す。なお、攪拌混合のみの場合と比較するために、攪拌せずに微生物分解実験を行った結果も示した（攪拌無しと記載）。また、CaO添加5wt%時は、CO₂の発生は見られなかったので記していない。アルカリ領域では、CO₂は水に溶存することを考慮すると、CaO0.5wt%添加時と

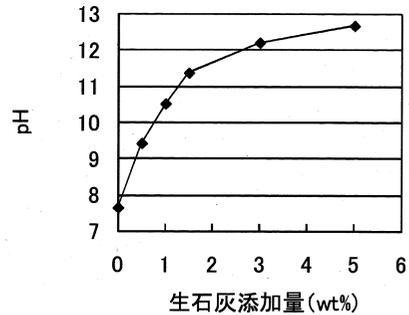


図-8 CaO添加量と溶出液のpHの関係

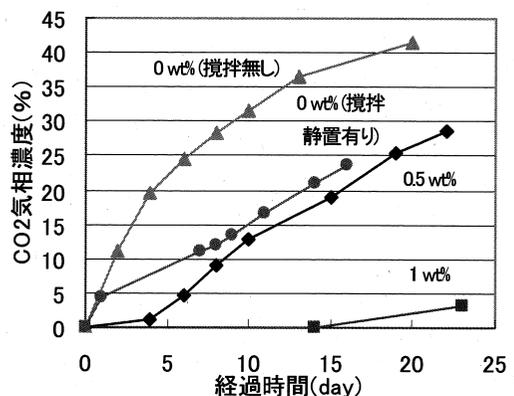


図-9 CaO添加による微生物活動の比較

1.0wt%添加時のCO₂発生が遅れは、実験開始時は高pHのため微生物増殖速度が遅く、結果的にCO₂の発生は少ない、あるいは、発生しても試料中の水相に溶存してしまうため気相中の濃度は低いということが理由と考えられる。そして、時間が経過し、溶存したCO₂により液相の中和が進み、微生物活動が徐々に活発になりCO₂発生速度が上昇したと考えられた。そのようにして、CaO0.5wt%では、試験開始から10日後にようやく無添加時と同等のCO₂発生速度になったと推測される。すなわち、CaOを0.5wt%添加した時でさえも、pHによる微生物分解への影響はあるものと考えられることができる。一方、CaO無添加で攪拌静置したものは、本来上記のようなpH阻害がないはずだが、無添加攪拌無しのものとは比べるとCO₂発生は少なかった。これは図示していないが、気相中の酸素の濃度が予測よりも早く減衰してしまい酸素の供給が不十分だったため、本来起こるべく好気性微生物の活動が、やや遅れてしまったことが原因であると考えている。酸素濃度の制御が十分であれば、攪拌無しの条件とほぼ同等レベルの微生物活動であると考えられる。

b) BTX及びTOCの除去効果

次に、図-10および図-11に、ベンゼンの含有量の変化および溶出液中のTOC濃度の変化をそれぞれ示す。

CaO5wt%添加では、前項に示すように高pHによってほとんど微生物活動が起らないため、他の条件とくらべて分解速度は遅くなっている。特に図-11に示す5 wt%の溶出液中のTOC濃度が試験開始時よりも高いことについては、実験期間中のTOC成分の溶出速度が分解速度よりも大きかったためと思われる。一方、CaO添加量が1.0%以下の場合では、若干値がばらつくものの、概してCaO無添加時の方が、微生物分解速度が大きい傾向にあった。

CaO無添加(攪拌有り)がCaO 0.5 wt%添加と比べてTOC分解性が劣った点は、前述した酸素濃度の制御に問題があったと考えている。

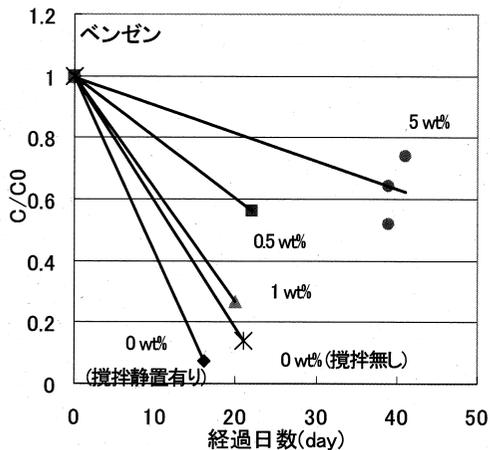


図-10 ベンゼン含有量の変化

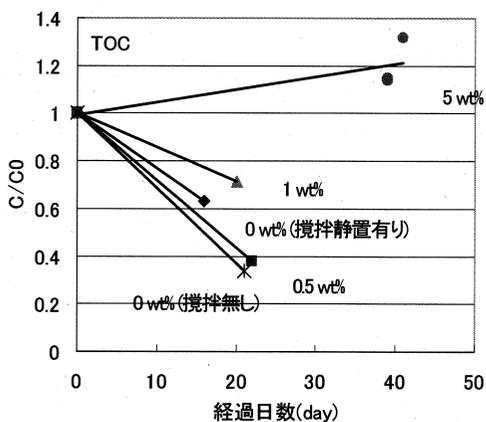


図-11 溶出液中のTOC濃度の変化

(3) BTXと有機汚濁物質低減のための、オンサイト処理方法の提案

以上の実験結果および考察を踏まえ、今回実験対象にした廃棄物試料、及び攪拌条件を前提に有効なオンサイト処理方法を提案したい。まず、今回の試料に対しては、有機物含有量が高く、固相から液相への移動速度(脱着速度)が極めて遅く、その速度が律速過程になっているため、VOCによる汚染土壌の揮発処理によく使われているCaO添加は、効果が小さいことが明らかになった。

さらにCaO添加による高pH条件は、たとえ、添加量が少なくとも微生物分解阻害する可能性があることも分かった。したがって、今回用いたような有機物含有量が高い廃棄物中のBTXと有機汚濁物質を低減するためには、CaO添加コストを考慮すると、CaOを加えずに攪拌混合することでまずBTXを削減し、それから切り返しを行いながら養生した後に、好氣的微生物分解処理にて残存BTX及び有機汚濁物質の低減を図ることが望ましいと言える。

5. 結論

本研究では、掘削廃棄物中のBTXと有機汚濁物質を、効率的に削減する方法として、前処理+バイオレメディエーション手法の開発を目指して、特に前処理部分の検討に力点を置いて検討を行った。これより、以下の知見が得られた。

- 1) BTXで汚染された有機物含有量の高い廃棄物からBTXを揮発除去するにあたっては、従来、有機物含有量が低い土壌からのVOC揮発除去に用いられてきた生石灰添加と短時間攪拌混合による効果は小さいことを明らかにした。
- 2) 生石灰を0.5wt%~1.0wt%とごく少量の割合で混合した条件でさえも、高pHによる後段の微生物分解に影響を及ぼすことを示した。
- 3) 時間とスペースに制約がある場合、微生物分解処理の適用は困難である場合が多いが、本研究により特に特管物の判定基準にあるベンゼンについては、掘削後攪拌混合するのみでも、除去することが可能であり、オンサイト処理の効率化に貢献できることを示した。このような方法で前処理された廃棄物は、中性領域を保つことができるので、後段の微生物分解も良好に進むものと思われる。

参考文献

- 1) 古市徹, 西則雄共著: 不法投棄のない循環型社会づくり-不法投棄対策のアーカイブス化-, 環境新聞社, 2009.
- 2) K. Ishii, T. Furuichi, N. Tanikawa, and M. Nagayama: Feasibility Studies on Anaerobic Bioremediation of Illegal Dumping Sites Contaminated by Tetrachloroethylene, Proceedings of the 22nd International Conference on Solid Waste Technology and Management, pp.619-629.2007.
- 3) M. Otsuka, T. Furuichi, K. Ishii, and N. Tanikawa: A Study of Factors Controlling the Rate of Biodegradation of Tetrachloroethylene for the Remediation of Illegal Dumping Sites, Proceedings of the 23rd International Conference on Solid Waste Technology and Management, pp.35-44, 2008.
- 4) H. Ikeda, T. Furuichi, K. Ishii, and N. Tanikawa: Fundamental Study on the Treatment of Waste Contaminated by Multiple Volatile Organic Compounds at Illegal Dumping Sites: Effectiveness of Changing from Anaerobic to Aerobic Processes on Biodegradation, Proceedings of the Fifth Asian-Pacific Landfill Symposium (CD-ROM), 2008.
- 5) Kazuei Ishii, Toru Furuichi, Noboru Tanikawa and Mika Otsuka; Study on Benzene volatilization and biodegradation for the remediation of illegal dumping sites by an air injection method, The Proceedings of the 24th International Conference of Solid Waste Technology and Management, pp.305-312, 2009.
- 6) 巽正志, 西田憲一, 沢西芳円, 吉岡理, 加藤進, 中村研二, 塚田進: 不法投棄現場でのVOC汚染除去対策について, 第19回廃棄物資源循環学会研究発表会, Part 2, 804-805, 2008.
- 7) 例えば, ホットソイル工法ホームページ <http://www.hotsoil.com/>
- 8) Washington J. Braid and Say Kee Ong: Air Sparging Effectiveness: Laboratory characterization of Air-channel Mass Transfer Zone for VOC Volatilization, Journal of Hazardous Materials, B87, pp.241-258, 2001.
- 9) Washington Braid and Say Kee Ong: Modeling of Air Sparging of VOC-contaminated Soil Columns, Journal of Contaminant Hydrology, 41, pp. 385-402, 2000.
- 10) Farhad Nadim, Ali Nadim, George E. Hoag, and Amine M. Hahmani: Desorption rate limitation in the extraction of Organic Molecules from Unsaturated Soils During Soil Venting Operations, Journal of Contaminant Hydrology, 25, pp.21-37, 1997.
- 11) 三浦俊彦, 久保博, 川地武, 日笠山徹巳: 揮発性有機化合物による汚染土の修復に関する研究(その2) -真空蒸発吸引処理の原理とモデル実験, 大林組研究所報, No.62, pp. 109-114, 2001.
- 12) Wiedemeier, T.H., Rifai, H.S., Newell, C.J., and Wilson J.T.: Natural Attenuation of Fuels and Chlorinated Solvents in the Subsurface, John Wiley & Sons, Inc.1999.

STUDY OF ON-SITE TREATMENT OF WASTE CONTAMINATED BY BTX AND ORGANIC POLLUTANTS IN ILLEGAL DUMPING SITES - TREATMENT CHARACTERISTICS BY COMBINATION OF CALCIUM OXIDE ADDITION AND AEROBIC BIODEGRADATION -

Fumiya TSUBO, Toru FURUICHI, Kazuei ISHII and Noboru TANIKAWA

This study developed a cost-effective on-site remediation method in illegal dumping sites, in which benzene, toluene and xylene (BTX) and organic pollutants are removed from the waste materials having high organic carbon content, through biodegradation. However, biodegradation generally takes a long time and requires a large space at the dumping site. This study investigated mixing with and without calcium oxide as a pretreatment that is carried out before biodegradation. We found little effect of calcium oxide addition and short-time mixing on the removal of BTX via volatilization in the case of the waste material which has high organic carbon content, because the mass transfer rate from the solid to liquid phase was a limiting value. Therefore, simple longer-time mixing and keeping static was enough to remove BTX from the contaminated waste sample. Moreover, the addition of calcium oxide increased the pH value of the waste sample used in this study and the high pH inhibited microorganism activity, even if the amount of calcium oxide was only 0.5 to 1.0 wt%.