

B-12 高温接触酸化法における A 重油分解能力の検討

東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻 ○馮 欣
 東京大学大学院工学系研究科附属水環境制御研究センター 栗栖太
 同上 矢木修身

1. はじめに

石油類による土壤汚染は、タンカーの座礁・衝突などによる石油流出事故や、各種製造業及び運輸業などの活動による石油類の漏洩など、数多く存在している。日本国内における石油類汚染土壤は、これまで産業廃棄物として焼却処理されるのが一般的であったが、処理費用が高い上に、大量の汚染土壤に対しては処理が困難である。また、石油類が入った廃水も現在物理的な処理が一般的である。バイオレメディエーションは広範囲の汚染地に適用でき、低コスト、かつ二次汚染がないため、これから日本国内でも多く応用されると思われる。

また、高温接触酸化法とは、高濃度有機性廃水を適切な担体に吸収させ、担体間隙に空気を送り込み、好熱性細菌により、有機物を二酸化炭素と水まで分解する処理するシステムである。本処理法では、気相から直接、もしくは薄い液相膜を介して基質に酸素を供給するため、高濃度有機物に対する好気処理が可能になる。また、基質摂取速度と自己分解速度が大きい好熱性細菌を利用するため、高効率の有機物分解と低い汚泥発生量が達成できる¹⁾。さらに、微生物による有機物の酸化分解が非常に活発なので、大量の熱が放出される。十分な分解が起れば、発生する分解熱により、反応槽温度を一定のレベルまで維持できる。廃水の有機物濃度が発熱に十分でない場合、高熱量の有機物源を加えて運転する方法も検討されている²⁾。

本研究では、高温接触酸化法が石油汚染土壤・廃水の浄化に応用できるかを調べるため、A 重油を用いた分解実験を行った。A 重油のみの分解を調べる実験のほか、補助熱源として食用油を添加する実験も行い、添加する食用油が重油分解に及ぼす影響も調べた。ただし、補助熱源を加えた系を含め、今回の実験装置は小規模で、熱損失を抑えることが難しいため、反応槽を加温して高温状態を保った。

2. 実験方法

実験装置は、図 1 の通りである。リアクターには 500ml の広口瓶を用い、担体として木片 75g を添加し、ウォーターバスに入れて 60℃ に保温し続けた。また温度モニターよりリアクター内温度の確認を行った。リアクターへの送気は、ソーダライムを充填した吸気管により空気中の二酸化炭素を除去してから行い、また流量計を用い、エアポンプからの送気流量を 55ml/min にコントロールした。リアクターへの送気を均一にするため、底部 4ヶ所より空気を供給し、上部一ヶ所から排気した。リアクター内には、栄養塩として炭素ベースで添加した有機物量の 10 分の 1 に当たる量の酵母エキスと、細菌源のコンポスト 1g と、含水率 50% を保つための水を加えた。リアクターは二つを設けた。その違いは、一つが A 重油 1.5g のみを添加した重油分解実験、もう一つが食用油 3 日毎に 2g を添加した補助熱源が重油分解に対する影響を見る実験である。排気側には水酸化ナトリウム水溶液のトラップを設け、トラップ溶液中の無機炭素含有量を TOC 計 (TOC500、島津製作所) で測定することにより二酸化炭素発生量を求めた。なお、空気中の二酸化炭素が溶け込まないように、手動で無機炭素濃度を測定した。既往の研究より、担体含水率が 50% 付近の時に有機物分解率が高いことがわかっている¹⁾。したがって、本研究では 3 日に 1 回木片サンプルを約 1g 採取し、含水率を測定してから、含水率が 50% になるように、水を補充した。木片の残存油分量は、木片 1g を広口瓶より採取し、油分抽出溶媒 S316 (クロロトリフルオロエチレンの二量体 堀場製作所) で抽出したのち、油分濃度計 (OCMA-350 堀場製作所) を用い、赤外吸光法により測定した。さらに、油分中の A 重油の分

解状況を確認するために、GC/FID による分析も行った。木片 1g を採取し、ヘキサン抽出したのち、HP-1 (Agilent 社) カラムを用い、分析した。

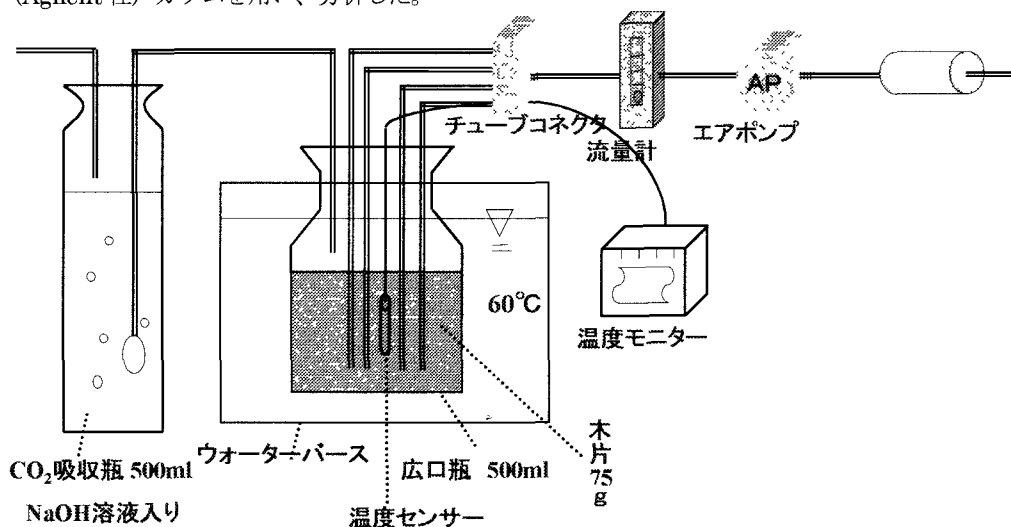


図1 実験装置図

3、結果と考察

3、1 重油のみの場合

A 重油 1.5g を実験開始時に添加し、15 日間実験を行った。実験 15 日間で発生した二酸化炭素量を 3 日毎に測定した (図 2)。添加した A 重油量に対する二酸化炭素発生量の比を炭素ベースでとったものを分解率をとし、図 3 に示した。分解率は時間経つにつれ、徐々に上がり、実験終了時に A 重油の 44% が二酸化炭素まで分解された。さらに、油分濃度計により測定した木片の残存油分量をもとに、A 重油の除去率を算出して、図 3 に合わせて示した。除去率と分解率の差は主に A 重油の揮発分だと思われ、この差は 3 日目以降ほぼ一定である。したがって、A 重油中の揮発しやすい成分が 3 日目まででほぼ揮発し、残った成分が徐々に分解されていったのではないかと考えられる。

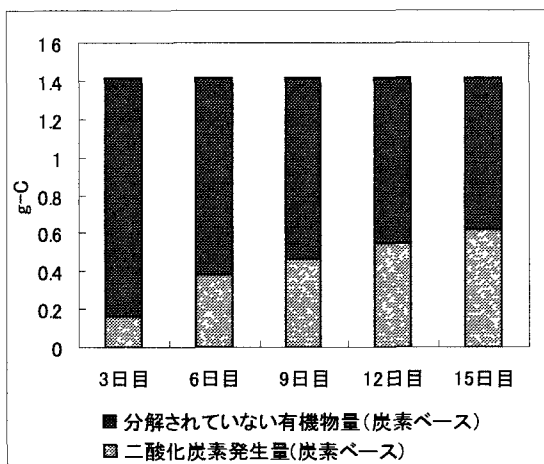


図2 二酸化炭素発生量

ただし、木片からの油分抽出率にはばらつきが大きかったため、除去率については大まかな目安として捉えざるを得ない。本研究では、二酸化炭素まで完全に分解された油分は除去量の約半分であったが、熱と送気による揮発と合わせ、油分の除去プロセスとして十分な能力を示した。石油汚染土壌の浄化法として、熱蒸気による抽出法があるが、本プロセスのような植種、含水率調整を行うことで、微生物活性による分解が十分に起こりうることを示された。

3、2 重油と食用油の場合

A 重油 1.5g に加え、食用油を 3 日毎に 2g 添加した場合の二酸化炭素発生量と油分の除去率を合わせて図 4 に示した。この場合、リアクター内に添加した有機物量および油分量に食用油が占める割合が大きいので、この実験結果からは食用油の分解と除去が確認できたと言える。そこで、A 重油の除去を確認するために、

木片をヘキサン抽出し、GC/FID で分析した。実験 15 日後主な A 重油の検出ピーク面積の和は、実験開始時と比べ、85%以上減少していた。このことより、食用油を添加した場合でも A 重油は除去されていたことが明らかになった。ただし、ヘキサン抽出のみで測定した場合に明確なピークとして分離できるのは重油中の飽和画分のみである。3. 1 の重油のみの分解ケースも含め、重油中の各画分における分解率の違いについては、今後検討する必要がある。

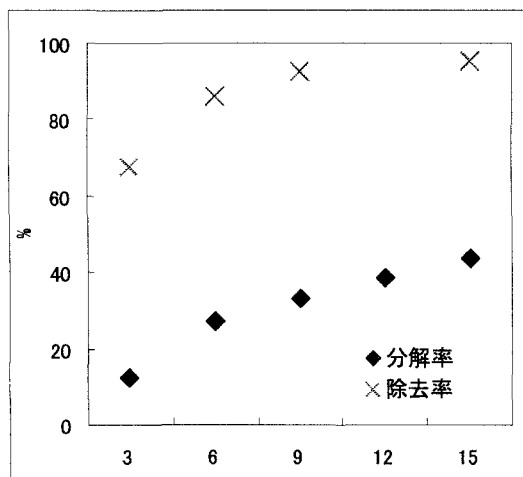


図3 A 重油のみの場合の分解率と除去率

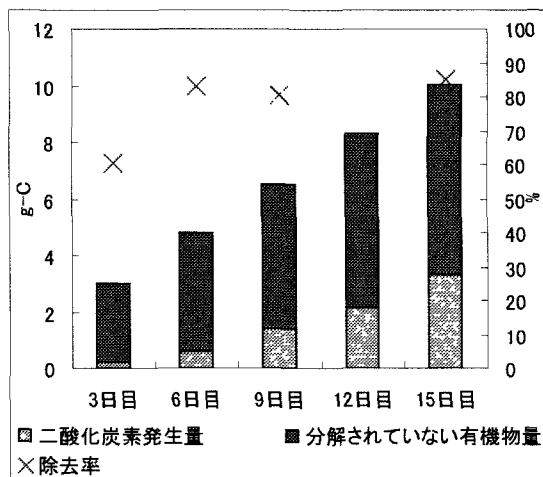


図4 A 重油と食用油の場合の CO₂ 発生量と除去率

4. 結論

今回の研究では、高温接触酸化法により、A 重油の 44%が分解され、90%以上が除去された。物理的な揮散除去と微生物分解を合わせたこの浄化法は、石油汚染地への応用が期待できる。

参考文献

- 1) 栗栖太・味埜俊・松尾友矩「高温接触酸化処理法の下水余剰污泥処理への適用に関する研究」
環境工学研究論文集 Vol.33 pp39-46 1996
- 2) 李瓊雨・多田千佳・西村修・山田一裕・須藤隆一「高温好気発酵法による豚舎廃棄物の処理特性」
水環境学会誌 第21巻第12号 pp862-868 1998