

[別紙 2]

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 須 甲 武 志

2003年の土壤汚染対策法施行により、土壤汚染への社会的関心がこれまで以上に高まっている。これらの中で、最も身近に起こりうる土壤汚染の1つにガソリンスタンドからの漏洩などに起因する油汚染があり、この油汚染土壤の浄化手法として、近年、バイオベンティングが注目されている。バイオベンティング技術は、汚染された土壤に空気もしくは酸素を送り込み、そこに棲息する微生物を活性化させて汚染物質の分解を促し、分解後に発生した二酸化炭素や汚染物質の揮発成分を土壤から取り出す技術である。しかし、バイオベンティングに関する基礎研究はまだ少なく、汚染土壤の浄化過程には未解明の部分が少なくない。本研究は、油で汚染された土壤にバイオベンティング処理を施した場合の、揮発性有害物質の分解および移動特性を明らかにする目的で実施された。

第1章では、日本およびアメリカにおける土壤汚染問題の歴史的経緯、バイオベンティング技術が生み出された背景、バイオベンティングに関する既往の研究、土壤中のガスの移流・揮発・微生物の関与などに関する既往の基礎研究を総括し、本研究の目的と意義を明らかにした。

第2章では、本研究全体に共通する実験試料と実験環境条件について述べ、油汚染に遭遇する可能性の高い立川ローム土壤を試料として用いたこと、混合物質である軽油や燈油に代えて、安全で扱い易いドデカン $C_{12}H_{26}$ を汚染モデル物質として採用したこと、全ての実験を温度 $30^{\circ}C$ 、湿度 50% に制御した実験室内で実施したこと、などを述べた。

第3章では、単純な閉鎖系の中で、汚染物質であるドデカンが微生物分解によってどのように分解されていくかを、50日間のバッチ試験で調べ、経過時間の影響、汚染物質であるドデカン濃度の影響、与える酸素濃度の影響などを明らかにした。その結果、①微生物によるドデカン除去率は、50日間でおおむね 55% であること、②その間に土壤微生物総数が約2倍に増殖すること、③ドデカン分解により発生するはずの CO_2 は予測値を下回るが、これはドデカンに含まれる C のかなりの部分が増殖した微生物の生体炭素量に転化されたためであること、④酸素濃度が高いと、当然、微生物分解は激しいが、酸素濃度がかなり低くて嫌気的な条件に至ってもなお若干のドデカンは分解されること、などがわかった。

第4章では、バイオベンティングを適用した場合、通気による揮発の促進が現れるかどうかを確認するための実験とその結果を述べた。汚染物質が揮発した場合、揮発物質は無害化されずに系外へ排出される危険があるので、揮発を極力抑える必要があるが、通気は、微生物分解を促す半面、揮発を促す懸念がある。実験の結果、通気をしても、通気をしないで濃度拡散により系外にガス状で排出されるドデカン量を大きく上回る排出量は出ない

ことがわかった。すなわち、通気は微生物分解には寄与するが、揮発をそれほど促進しないことが解明された。

第 5 章では、バイオベンティングをモデル化したカラム実験を実施し、ドデカンで汚染された立川ローム土壤に、毎分 20ml の通気を下から上に向かって行い、50 日間のカラム内ドデカン量と微生物数の変化を測定した。その結果、①通気 0 日目から 10 日目までは微生物の全体数が微減するので、微生物分解の寄与が小さく、揮発によるドデカン除去の寄与が相対的に大きいこと、②通気 10 日目から 30 日目までは微生物数が急激の増加し、ドデカン除去に対する微生物分解の寄与が大きいこと、③30 日目から 50 日目まではドデカン総量が減少するため、ドデカン除去そのものが低いレベルに止まること、が明らかとなった。さらに、土壤含水比が高いとき、ドデカンの微生物分解は盛んに行われるが、揮発は起こりにくく、含水比が高い方がバイオベンティング効果が現れ易いことを示唆した。

第 6 章では、バイオベンティングにおけるドデカン除去過程を、微生物分解、揮発、通気、土壤水分量と関連付けた総合的考察を行った。特に、第 3 章で行ったバッチ試験結果を通気試験においても適用可能であるという仮定を設け、微生物分解にシムコンスらの 1 次反応モデルを用いた所、ドデカン除去総量を微生物分解量と揮発量に分離することに成功し、第 5 章で解明した定性的な特性を定量的に検証することができた。

第 7 章では結論を述べた。

以上要するに、本論文はバイオベンティング処理における土壤中の揮発性有害物質移動について、ドデカンモデル物質とする室内実験によってその特性を明らかにし、微生物の 1 次反応モデルを用いて定量的解析に成功したものであり、学術応用上寄与するところが大きい。よって、審査員一同は本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。