

流動パラフィンを用いたトリクロロエチレンの液相抽出分離

日本大学大学院 学生員 加藤 努
○日本大学理工学部 正 員 松島 眸

1. はじめに

本研究は、有機塩素系溶剤で高濃度汚染された地下帯水層より汲み上げた**重非水液(DNAPL)**からトリクロロエチレン(以下、TCEとする)を抽出・分離することを想定した**DNAPL**の処理技術に関するものである。研究の主目的はTCEの抽出・分離剤として流動パラフィン(Liquid Parafin: 以下、LPとする)を応用利用する可能性を検討することである。即ち、本研究の基本概念は、油脂であるLPが油脂であるTCE等揮発性有機塩素系溶剤を脂溶化して抽出・分離することであり、かつLPがTCE等の揮発性を可及的に抑制しうる特性を応用するものである。ここでは、TCEの液相での抽出・分離に関する基礎試験の結果を報告する。

2. 有機塩素系溶剤の揮発性試験

5種類の代表的な有機塩素系溶剤の揮発性に関する基本的性質を把握するための試験を行った。ここでは、まず、有機塩素系溶剤として、トリクロロエチレン(TCE)、ジクロロエタン(DCE)、テトラクロロエチレン(PCE)、クロロホルム(TCM)そして1,1,1-トリクロロエタン(MC)の5種類を選択した。脱イソ水1ℓを容量1ℓのビーカーに準備し、各成分を含有する個別の溶液についてその全有機炭素(TOC)濃度が計算上50 mg-TOC/ℓ程度となるように各成分を注加した液を調製した。しかる後、各溶液を30rpm程度で緩速撹拌し、以後、溶液中に残存するTOCの経時濃度変化を定量し、各溶液のTOCの減少傾向から各成分の揮発傾向を比較した。試験時の水温は15~18℃前後であった。各有機溶剤はその比重が水よりも大きいので容器底面部に集積している。そのため、TOCの定量分析結果は水に溶解した成分の濃度を示している。この試験結果は水面からの揮発特性を示している。

水に対する有機塩素系溶剤の溶解度は各成分によって差異が生じている。また水に含有される各成分の揮発性は撹拌強度や水温等の影響を強く受けるようである。各調製溶液の初期TOC濃度分析の結果は、DCEとTCMは水に対する溶解度が他のものより比較的高く、一方、PCEは水には極めて難溶性であることが示された。経過時間に対応した残存TOC濃度の分析結果から上記の物質の液相から気相への揮発による消失速度は、水温等の影響を受けるようであるが、試験時の水温では、有機塩素系溶剤の平均的なTOC成分の消失速度は0.8~1.7 mg-TOC/ℓ/h前後であった。また、試験開始直後でのTCE最大消失速度は、5.4 mg-TOC/ℓ/h程度であり、5溶剤の中では中間的な値であった。また、静置した場合では、目視によれば、脱イソ水1ℓあたり1mlの割合で添加したいずれの溶剤も静置後5~7日経過後には消失した。

3. トリクロロエチレンの液相抽出分離試験

3. 1 試験装置と試験方法

一連の試験は、液相に存在するTCEを直接的にLPに抽出せしめる液相抽出試験と、排水中に存在するTCEを曝気により強制的に揮発させた排ガスをLPに抽出せしめる揮発性有機塩素系ガスのガス相抽出試験とを行うこととした。本報告では前者の液相抽出試験について述べる。

本技術の基本原理はLPが油脂であり、前述したように、TCEが脂溶性であることを応用するものである。LPは、化学的にも生物学的にも比較的安定で、常温で不揮発性かつ水に不溶性であることも本研究での応用利点である。試験は以下の手順で行った。まず、容積250及び500 mlのメシリンガーに脱イソ水と適当量のTCE原液を入れ(これを汲み上げた重非水液と想定)、更にこの液面にLPを注加した。その後、マグネティックスターにより撹拌した。撹拌開始時点から経時的に、重非水液の水面に浮上しているLP層の容積変化を測定した。このときの試験条件を表-1に示す。また、試験装置の概略は図-1のようである。表-1の試験条件下における、LPによるTCE最大比抽出量(LP単位重量当たりのTCE抽出量)は、LPの比重0.868とTCEの比重1.46を考慮すれば、計算上では0.421 g-TCE/g-LPとなる。

TCEを脂溶化したLPの容積増加量はつぎの方法で推定した。LPとその液境界面は特殊な形状でありかつ経

目的に変化した。そのため、その液境界面を写真撮影し、この写真をスキャナで画像データとしてパーソナルコンピュータ - Power Mac Model 8100/80AV (Apple社製 Macintosh) に取り込み、ソフトウェア Adobe Photoshop (Adobe社製) により画像解析を行った。そして、画像データに基づいてLPに抽出されたTCEの容積を推定した。

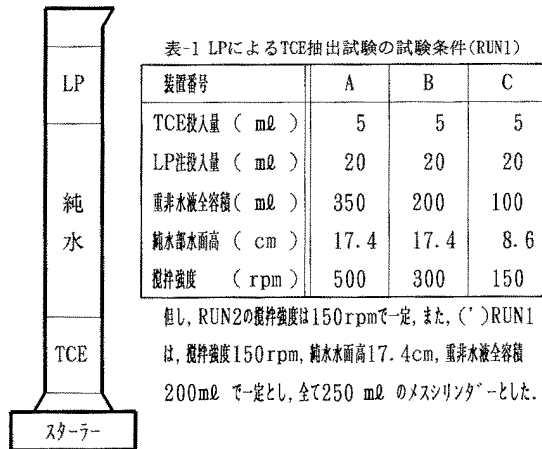


図-1 試験装置概要図

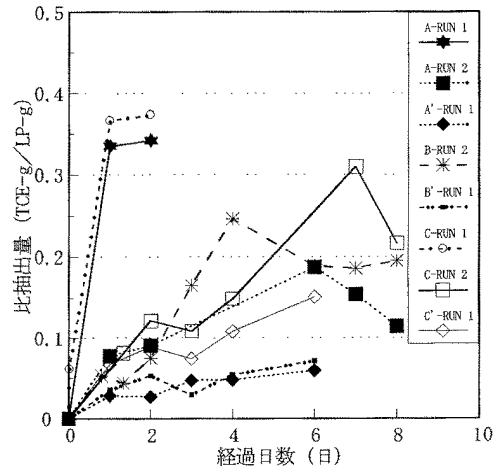


図-2 LPによるTCE比抽出量の経日変化

3. 2 試験結果と考察

図-2にTCE液相抽出・分離試験の結果を示す。LPによるTCEの比抽出量 (LP単位重量あたりのTCE抽出重量) は、攪拌強度や水温・気温等に影響されるようである。例えば、スターラーの攪拌強度が150~300rpmでは、試験期間中での平均的な比抽出速度が0.005~0.05 g-TCE/g-LP/day程度で、このときの抽出率 (添加したTCE重量に対する抽出されたTCE重量の割合) は20~30%であった。また、抽出試験期間中での最大比抽出速度は攪拌強度500rpmにおいて、0.35 g-TCE/g-LP/day程度で、このときのTCE抽出率は約80%にまで達した。ちなみにLPの室温での揮発性は認められなかった。従って、LPの油脂としての性質を応用利用した高濃度TCEの抽出・分離は可能であると考えられる。

攪拌を更に継続すると、TCEを抽出したLPの全容積が時間経過とともに減少する傾向が確認された。その傾向は液温が高いほど顕著で、一度、LPに抽出されたTCEが液温の上昇もしくは攪拌によるLP層液面の乱れ等により気相に揮散したと推察される。この性質は、LPによるTCE抽出・分離処理後において、攪拌または液温等の制御操作によりTCEの再分離並びにLPの再利用の可能性を示すものであると推察される。

4. むすび

流動パラフィンの特性を有効に応用利用する本研究の試験結果から以下の内容が推察される。

1. 流動パラフィンがトリクロロエチレンの抽出・分離と揮発防止に有効に作用する。
2. 使用済みの流動パラフィンは攪拌や液温等の制御によるTCE離脱により再利用が可能である。

以上、流動パラフィンを用いた含トリクロロエチレン排液の抽出処理に関する基礎試験の結果を示した。流動パラフィンの応用利用は、特にDNAPL中に高濃度で含有されるトリクロロエチレンの揮発性を一時的に抑制すると共に排液からトリクロロエチレンを抽出・分離する場合に有効であると推察される。今後において、汚染排ガスに含有されるトリクロロエチレンを流動パラフィンで抽出・分離する処理技術に関しても検討加える必要がある。なお、本試験研究は平成6年度日本大学学術研究助成金によりなされたものであることを付記する。最後に、流動パラフィンの容積変化に関する画像解析に当たり多大なご協力を賜りました卒研究生佐藤 信也君並びに岡部 光男君に深謝致します。