

廃棄物層の性状変化を非破壊で捉える手法の開発

香村一夫 原 雄 Bulent Inanc⁽¹⁾ 井上雄三⁽¹⁾ 小野雄策⁽²⁾

(⁽¹⁾ 国立環境研究所 ⁽²⁾ 埼玉県環境科学国際センター)

1 はじめに

近年ボーリング掘削等により廃棄物層内部のごみの状態を把握しようという試みがなされている。廃棄物層の安定化を論じるときに、埋め立てごみの状態を実際に観察し、採取試料に対して必要な分析や試験を行うといった観点は重要な一面をなす。しかし、廃棄物層内は非常に不均質であり、ボーリングコアがその掘削地点を中心として如何なる範囲の埋立物質を反映しているかは不明である。その点では従来から廃棄物層安定化の指標と考えられている浸出水の水質や発生ガスの量や質といった項目は、それらが通過してきた埋立廃棄物の性状や変化に少なからず影響を受けたものといえる。しかし、廃棄物層内部の透水性や透気性は一様とは言い難く¹⁾、これを補足するようなものとして、廃棄物層断面全体の性状変化を同一基準で判断する手法の開発を考えてきた。さらに焼却灰などが多い廃棄物層は浸透水中へ廃棄物から溶け出すイオンが多いことから、層中の保有水の性状などが層の示す比抵抗といった指標に強く反映されている²⁾。即ち、ある断面に対する比抵抗分布の時系列的追跡は、廃棄物層の性状変化を知る一手段となりうる。

そこで国立環境研究所ほか実施した廃棄物層安定化促進実験サイトを利用し、同一測線で定期的に比抵抗探査を行い、解析断面上にあらわれる比抵抗の変化を追跡するとともに、保有水質の時系列的変化を観測した。これらの結果から、廃棄物層の性状変化が比抵抗断面にどのように反映されるのかを検討した。

2 廃棄物安定化促進サイト実験の概略

実験サイトは、埼玉県環境整備センターの一部に設けられた。本サイトは、実験目的により、3つのセルに区分された。各セルの形状はほぼ同一で、底部がおよそ7.5m×7.5m、上部がおよそ17m×17m、

下に凸な四角錐台であり、深さは約3mである。各セルの底面および側面には遮水シートが設置され、その上位におもに焼却灰および廃自動車や廃家電のシュレッダーダストが埋め立てられた。そして安定化促進の度合いを検討する目的から3つのセルには以下のような工夫がなされた。即ち、埋立物中へ空気と保有水を循環するセル(以後、'セルA'と呼ぶ)、保有水のみを循環するセル('セルB')、埋め立てた状態で放置するセル('セルC')である。セルAにおける通気は昼間の8時間に限って行われ、その通気量は960m³/dayであった。また、セルAおよびBにおいては、セル内の保有水を地表に設置した集水タンクへと揚水しその水を再びセル内へ注入しており、その循環水量は3,600L/dayであった。なお、降水等によりセル内の水量が多くなった時点で保有水のセル外への排水も行った。また、これらのセル中には埋立廃棄物層内の水分、温度をモニタリングするためのセンサーが配置された。実験は2003年2月よりほぼ1年間継続された。

3 比抵抗モニタリング有効性の検討方法

本サイトにおける実験の主目的は、廃棄物層内を好気性にする事によるバイオスタビライゼーションの早期実現の検討³⁾であったが、そのほか水溶性イオンの洗い出し効果も期待できた。そこで比抵抗探査の実施時には、各セルの揚水(観測)井において保有水の水位および採水した試料の電気伝導度、pH、酸化還元電位、水温を現場にて測定した。また、実験室において採水試料の各種イオン濃度を分析した。

比抵抗探査は、前述の3つのセルに測線を配置し、その測線に沿って、2003年5月、8月、12月に実施した。電極配置はダイポール・ダイポール法を用い、測定は電極間隔1m、電極隔離係数1~5で行った。そして、見かけ比抵抗断面図を求めるとともに、

測定データに対し二次元のインバージョン解析を行い、測線ごとの比抵抗断面を求めた。

4 結果

4・1 保有水の水質の時系列的変化

各セルにおける保有水の電気伝導度、pH および主要イオン濃度 (Na^+ , K^+ , Cl^- , HCO_3^- , CO_3^{2-}) の変化を検討した。全てのセルで電気伝導度は2003年5月が最も高く、セルAが1.63S/m、セルBが1.84S/m、セルCが2.99 S/mであった。その後セルBとセルCでは漸減し、12月にはそれぞれ0.37S/m、0.54S/mを示した。セルAの保有水では8月に0.67S/m、12月に0.73S/mと8月以降の変化は小さい。つぎに主要イオンの濃度変化をみると、セルAでは8月にイオン濃度が最小を示し、セルBとセルCでは HCO_3^- イオンを除いて各イオン濃度は漸減する。保有水のpHは、セルAでは実験期間を通じて7.4~8.2を示した。セルBおよびセルCにおける保有水のpHは5月と8月には10~11を示したが、12月には8~9に減少した。保有水の水温についてみると、セルAでは5月と8月には35℃近くを示し、12月でも24.5℃を示した。セルBとセルCの保有水温は5月と8月には22~23℃、12月には19℃前後を示しており、変化が小さい。

4・2 各測線における比抵抗断面図の時系列的変化

2003年5月、8月、12月に実施した各測線の比抵抗断面図をみると、5月と8月に得られた断面図における比抵抗値の変化は小さい。しかし、12月における各セルの断面図は前二者との相異が顕著である。そこで2003年5月と12月における、セルの中央部を横切る測線に沿う比抵抗断面図の特徴についてセルごとに詳述する。なお、比抵抗は廃棄物層内の水飽和率の影響を強く受けることから、探査実施時における揚水（観測）井の保有水位は検討に際してつねに考慮されている。

5月測定時のセルAの当該断面では、保有水面より上方で2.5~40Ωm、下方で0.4~2.5Ωmを示す。12月測定時の断面では、保有水面より上方で4~60Ωm、下方で2.5~4Ωmを示しており、5月時点より若干高比抵抗側にシフトした断面となっている。セルBにおける5月測定時の当該断面では保有水面より上方で10~40Ωm、下方で1~10Ωmを示す。

12月測定時のものは全体として高比抵抗側にシフトした断面となっており、保有水面より上方でおよそ25~60Ωm、下方で10~25Ωmを示す。5月測定時のセルCにおける当該断面では、保有水面より上方で15~60Ωm、下方で1~15Ωmを示す。12月測定時の断面では、保有水面より上方で25~100Ωm、下方で6~25Ωmを示しており、5月時点より高比抵抗側にシフトした断面となっている。

5. 議論

本試みは、廃棄物層の比抵抗の時系列的な変化の追跡が、廃棄物層の性状変化を捉える一指標となりうるかを検討するための実証研究の一つであった。3つのセルにおける保有水の水質変化をみると、埋立廃棄物から保有水中へと水溶性イオンが溶け出し、層内の洗い出しが行われていることが判る。また、各セルの比抵抗断面においても、比抵抗の分布が時間経過に伴い相対的に高い値へとシフトしており、保有水の水質変化と相関する。

この結果は下記のような場に応用できよう。廃棄物層内に水を透し難いゾーンが広く分布する場合などでは、今日一般に行われている水処理施設に集水された原水の水質変化をベースとする安定化指標は、層内の性状変化を代表したものと云い難くなる。そこでこのようなサイトでは、難透水ゾーンを横断するような比抵抗探査の測線を設定し、定期的にその断面の比抵抗分布を追跡する。この結果より難透水ゾーンの性状変化も知ることが可能となり、安定化判断の一助となる。

文献

- 1) 香村一夫, 山崎康廣: 廃棄物層の安定化問題に関わる場の把握の重要性。廃棄物学会論文誌, 第15巻, 第1号, 11-18 (2004)。
- 2) 香村一夫, 海老原昇, 原雄: 一般廃棄物最終処分場における浸出水中のイオン濃度と廃棄物層の比抵抗について。廃棄物学会論文誌, 第14巻, 第3号, 123-132 (2003)。
- 3) Inanc Bulent, et.al: 焼却灰・シュレッダーダスト混合埋立における早期安定化に関する実証的研究, 第25回全国都市清掃研究・事例発表会講演論文集 (2004)。