

# 電気探査技術の活用による廃棄物最終処分場の調査手法

○辻 祥代、三村春雄（神奈川県環境科学センター）

現在、神奈川県内には多くの廃棄物最終処分場が存在しており、維持管理状態の確認調査、周辺環境を汚染しない状態かどうかの確認調査等、様々な種類の調査が実施されている。本研究では、地下資源探査等に利用されている『電気探査技術』を廃棄物最終処分場に適用し、廃棄物最終処分場の新たな調査手法として活用できるかどうかの検討を行った。

## 1 はじめに

神奈川県内には、21年度末時点で51か所の廃棄物最終処分場が設置されており、周辺環境を汚染しない状態になるまで長期にわたって維持管理がなされている。廃棄物最終処分場では、維持管理状態の確認調査、周辺環境を汚染しない状態であることの確認調査等、様々な種類の調査が実施されており、地下状況の把握をしたい場合には、埋立箇所を直接掘削する調査等が実施されることがある。しかしながら、このような地下状況を変更する調査方法は、非常に高コストな上、酸素の供給によりガスや汚水が発生するなど生活環境に支障が出るおそれもあるため、廃棄物最終処分場の調査には非破壊検査の適用が望まれている。

## 2 目的

従来、地下資源探査等に利用されてきた電気探査技術が非破壊検査として地下状況を調査できることに着目し、廃棄物最終処分場の地下状況を把握する手法の検討を行う。

## 3 電気探査技術について

### 3.1 電気探査の原理

本研究で検討を実施した電気探査は、比抵抗探査と呼ばれる方法である。

比抵抗探査とは、地盤に直流電流を流して電気応答を測定することにより、地下の比抵抗（電気の流れやすさ）の分布を求めるものである。地層や岩石の比抵抗は、構成する鉱物等によって異なるため、測定した比抵抗の値の分布状態から地下構造を推定することが可能となる。

実際の測定では、直線状に一定間隔で多数の電極を設置し、任意の1対の電極（電流電極）に直流電流を流して電場を形成し、別の1対の電極（電位電極）間の電位差を測定する。電極の組み合わせを順に変えて、複数位置でのデータを取得し、流した電流と測定された電位差の値から比抵抗値を求め、その比抵抗値の分布状況から、比抵抗断面図を作成する（図1）。

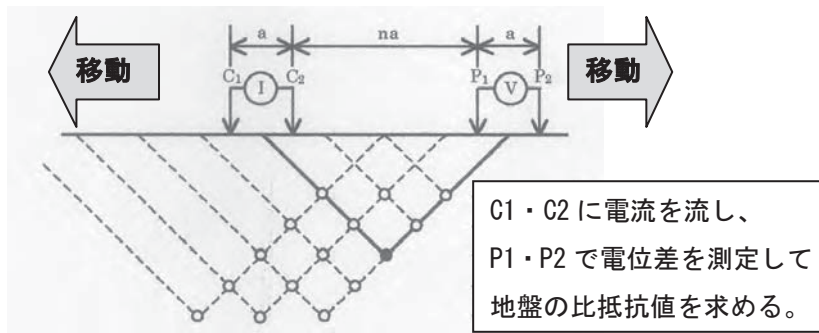


図1 比抵抗探査の原理

### 3.2 電気探査で示される埋立廃棄物の特徴

廃棄物最終処分場に埋立てられる廃棄物には様々な種類があるが、ばいじんは排ガス処理用の消石灰等の塩類が多量に含まれているため電気が通りやすい性質、反してがれきやガラス等に関しては電気が通りにくい性質と、埋立廃棄物によって個別の電気的性質を持っている。この電気的性質の違いにより、電気探査を用いることで地下状況が推測できるものと考えられる。

## 4 調査方法

### 4.1 埋立物の位置把握について

測定された電気探査データが実際の地下状況を正確に示しているかどうかの確認は、掘削してみないと分からない場合が多いが、県営の廃棄物最終処分場『かながわ環境整備センター』では埋立物データが詳細に記録されているため、この処分場において電極間隔1m、電極数24本の調査測線で電気探査を実施し、埋立物データとの照合を行うことで電気探査の精度確認を行った(図2 測線A及びB)。

また、埋立物由来成分と電気探査測定データに関係性があるかどうかを検討するため、電気探査調査を実施した場所(図2 地区C)の埋立試料を一部掘削し、採取した埋立試料と水とを重量体積比10%の割合で混合したのち、6時間振とうを行った。そして、水に溶出した埋立物由来の成分(カルシウム等)の分析を行い、電気探査測定データとの比較を行った。

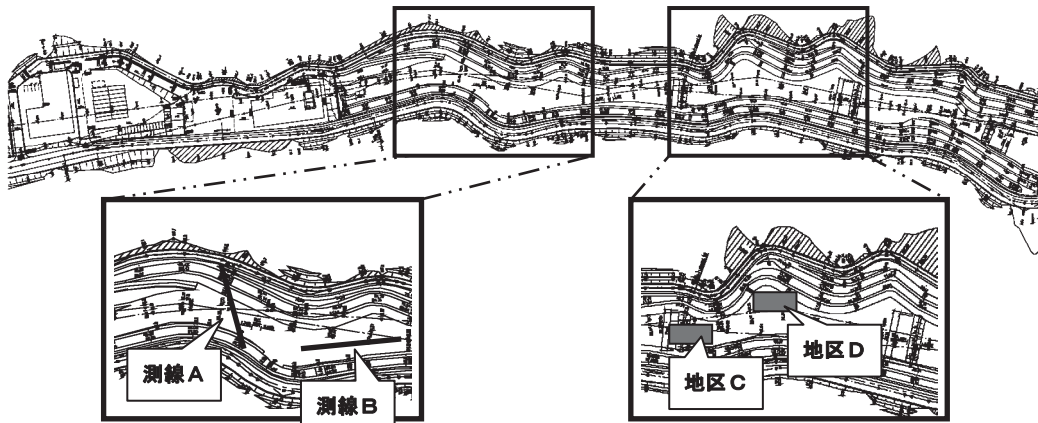


図2 かながわ環境整備センター俯瞰図及び調査地点

## 4.2 埋立区域境界線の把握について

廃棄物最終処分場の調査を実施するにあたり、埋立区域境界線を把握することは非常に重要であるが、処分場によっては埋立区域境界線が不明確となっている場合がある。廃棄物の種類によっては周辺土壌との比抵抗値に差が無く、電気探査を用いても埋立区域境界線の把握は難しい場合もあることが想定されるが、雨水等が浸透し地下の埋立物の比抵抗値が変化し、埋立区域境界線が把握できる可能性があることから、散水や降雨による比抵抗値変化前後に電気探査を行うことで埋立区域境界線の把握ができるかどうかを検討した（図2 地区D）。

また、室内実験として、縦30cm、横90cm、高さ50cmの亚克力製の実験槽に、左半分にはプラスチック類、右半分には土壌を高さ40cmまで充填し、その上部を5cmの土壌で覆った模擬的な最終処分場を作成した（図3）。調査測線は電極間隔10cm、電極数8本とし（図4）、水1L（降水量4mm相当）の散水前後に電気探査を行うことで境界線の把握ができるかどうかを検討した。

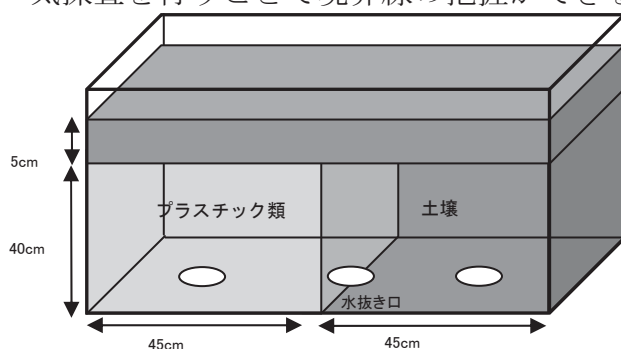


図3 実験装置の概略図

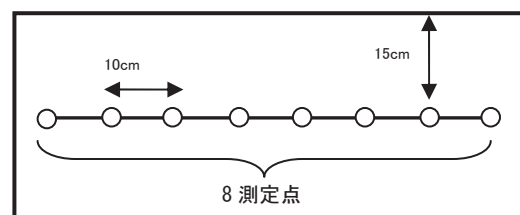


図4 測線配置（実験装置上面）

## 5 結果

### 5.1 埋立物の位置把握調査結果について

測線A及びBの電気探査データと、かながわ環境整備センターに記録されている埋立物データの照合を行ったところ、上部の燃えがら・ばいじんの影響を受けていると想定される箇所も見受けられたものの、全体として燃えがら・ばいじん類については低比抵抗値（1～10Ωm）、がれき・ガラス類に関しては高比抵抗値を（50Ωm～）示し、おおよその位置が判別できた（図5及び6）。

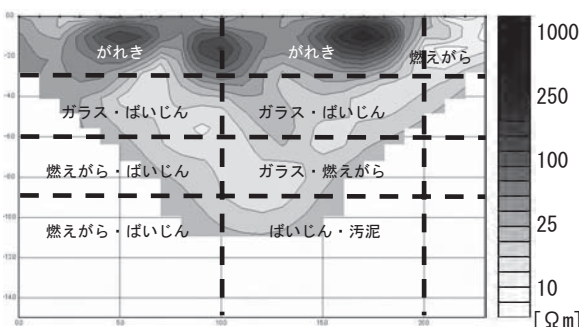


図5 側線Aの比抵抗断面図

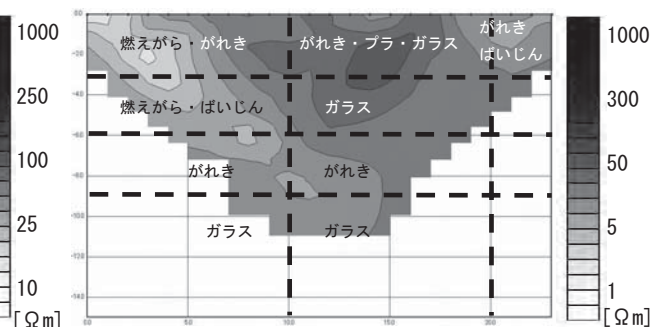


図6 側線Bの比抵抗断面図

また、地区Cにおいて電気探査で調査した比抵抗値と、埋立試料からの溶出成分の濃度の比較を行ったところ、両者には強い相関 ( $R^2=0.5684\sim0.7406$ ) があった (図7)。この結果は、埋立物由来の塩類濃度が高い箇所は電気が流れやすく比抵抗値が低くなる状況を適切に測定していることを表しており、電気探査によって作成された比抵抗断面図は、廃棄物最終処分場の地下内部状況を適切に示していることが分かった。

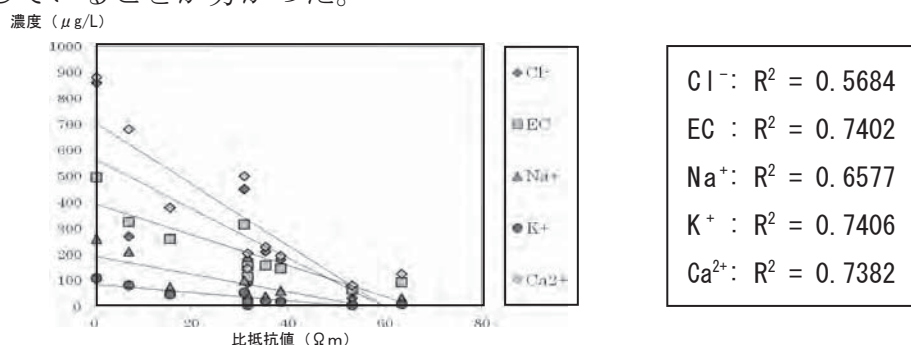


図7 比抵抗値と溶出成分濃度との関係

## 5.2 境界線の把握調査結果について

地区Dにおいて約1,000L (降雨量4mm相当) の散水前後、また20mmの降雨後に電気探査を実施し、前後の比抵抗断面図を比較したが、大きな差は見られなかった。しかし、作成した実験槽にて散水前後の電気探査を実施したところ、比抵抗断面図は大きく変化し、土壌とプラスチックの境界線がはっきり分かる状態となった (図8)。この違いは、水が地下に浸透していく速さや水量等の諸条件により地区Dの地下には十分な水分が行き届いていないことから生じたものと考えられる。そのため、同一箇所について条件が変わったことを確認しながら測定を続けることで、埋立区域境界線が把握できる可能性があることが示唆された。

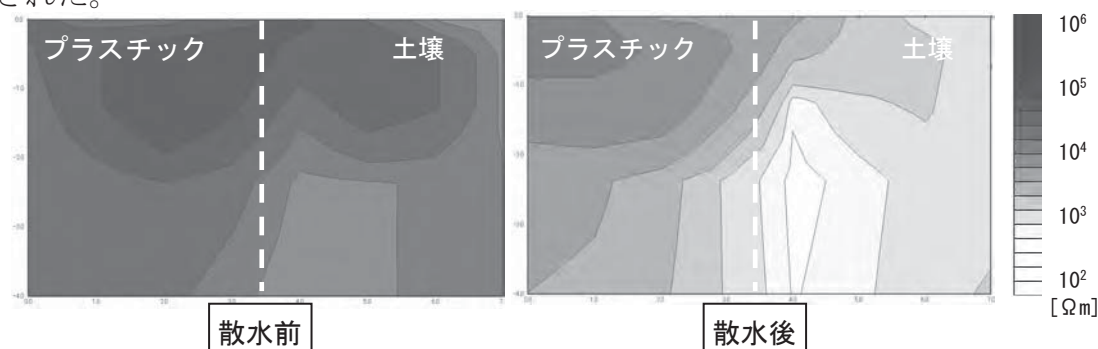


図8 散水による比抵抗断面図の変化

## 6 おわりに

最終処分場に電気探査技術を適用することで、埋立物の位置の把握、埋立区域境界線の把握が非破壊で行えることを確認した。今後も電気探査データを蓄積するとともに、電気探査技術と他の調査方法等と併用することで、電気探査技術を用いた新たな最終処分場の調査方法の提言が可能になると考えられる。