

# ごみ埋立地の地下を探る —廃棄物最終処分場への電気探査技術の応用—

調査研究部 辻 祥代

私たちの生活の中で出たごみは、焼却などの処理をされた後、最終的にごみの埋立地、つまり廃棄物最終処分場にたどり着くこととなります。ごみ埋立地は神奈川県内にも多数存在し、環境への影響が懸念されています。

本研究は、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応用し、その地下状況を把握しようとするものです。

## 1 はじめに

神奈川県内には、現在もごみを埋め立てている廃棄物最終処分場、埋立が終了して管理のみをしている廃棄物最終処分場があり、その2つを合わせると平成20年度末で54か所の廃棄物最終処分場が存在します。廃棄物最終処分場ではごみを焼却した後に出る焼却灰等を埋め立てていますが、埋立物に含まれる有害な物質が周辺の環境を汚染することが懸念されるため、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」において、廃棄物最終処分場は周辺環境を汚染しない状態、つまり自然に還った状態になるまで管理するよう規定されています。

しかし、埋め立てたごみが周辺環境を汚染しない状態になったかどうかを調査する場合、その調査方法として直接掘削する方法などが実施されていますが、非常に高コストな上に埋め立てたごみが自然に還ることを阻害するケースもあるため、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ます。

本研究では、そうした非破壊検査のうち、地下資源探査等に利用されている電気探査技術を活用し、廃棄物最終処分場の地下の状態を把握する手法を確立するために基礎的な検討を行いました。

## 2 目的

主に焼却灰を埋め立てた廃棄物最終処分場の地下状況を把握するため、従来、地下資源探査等に利用されてきた電気探査技術の適用性を検討し、廃棄物最終処分場の地下状況を把握する手法の確立を目指します。

## 3 廃棄物最終処分場と電気探査技術

環境を汚濁・汚染する可能性を持つ埋立物は、長期間に亘って雨水等で埋立物自体が洗い流されることにより自然に還っていきませんが、現在の法律ではその状態を確認する指標として、浸出水の水質・発生ガス・温度等が規定されています。

しかし、実際の廃棄物最終処分場では、埋立物が均一でないため雨水が均等

に浸透せず、水の通りやすい部分（水みち）を作り、以降はその水みちを通るようになるため、水みちの周辺の廃棄物だけが自然状態に還っていくと考えられます。この結果、廃棄物最終処分場内では自然状態に還る過程が進んだ部分と遅れた部分が混在していると考えられており、この部分的な進行を考慮していない現在の指標だけでは、実際に廃棄物最終処分場全体が周辺環境を汚染しない状態になったかどうかを十分に把握できないのではないかと懸念されています。このような地下の廃棄物層の不均一性、及び現在どの程度まで自然状態に還る過程が進行しているかといった実際の廃棄物層の状況を把握するための方法として、地質ごとに電気の通りやすさが異なることを利用して地下の状態を調べる電気探査技術が注目されています。

#### 4 電気探査の原理と特徴

今回実施した電気探査は、比抵抗探査と呼ばれる方法です。

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す。地層や岩石の比抵抗は、構成する鉱物の種類や地層の粒子間に満たされた水のイオン濃度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できます。

比抵抗探査の測定では、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（パルス電流）を流して電場を形成し、別の1対の電極（電位電極）間の電位差を測定します。任意電極・対の電極の組み合わせを順に変えていくことで、複数位置での電位差を測定し、流した電流と測定された電位差の値から、比抵抗値を求めます。その比抵抗値の測定結果から、コンピュータ処理により比抵抗断面図を作成します。

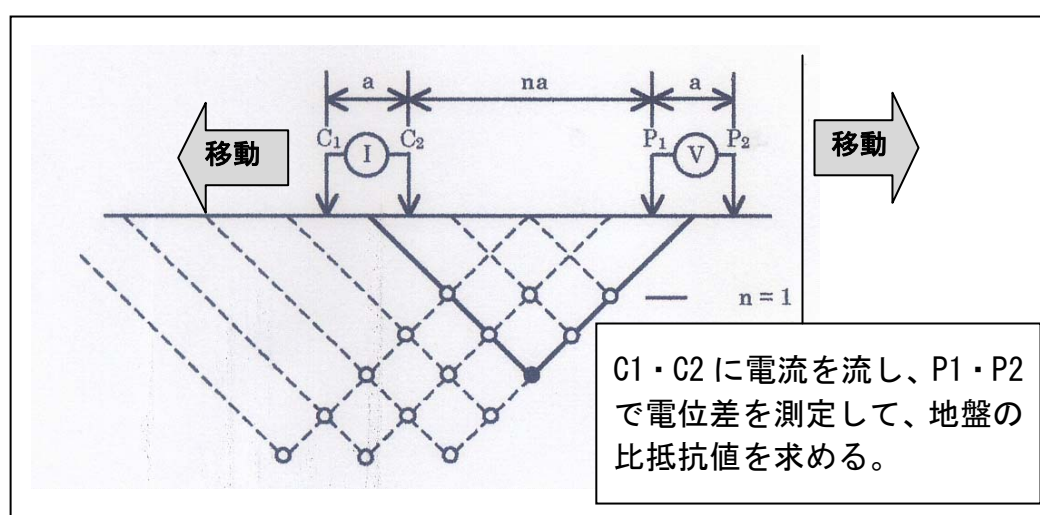


図1 比抵抗探査の原理

## 5 電気探査におけるばいじん

ばいじんとは、ごみの焼却に伴い発生するすすや燃えかすの固体粒子状物質のことで、ごみの焼却灰等とともに廃棄物最終処分場に埋め立てられます。ばいじんには、焼却場で排ガス処理のために噴霧された消石灰等の塩類（カルシウム塩等）が多量に含まれています。これらの塩類は、埋立直後には多量にばいじんに残っていますが、降雨により浸出水中に溶け出すことで流出し、徐々にばいじんは自然状態に還っていきます。塩類は電気が通りやすい性質を持っているため、同じばいじんが埋め立てられている場所でも、塩類が多く残っている場所では電気が流れやすく、塩類が洗い流された場所では電気が流れにくくなります。電気が流れにくくなるにつれ、比抵抗値は高くなっていきますので、自然状態に還るにつれ比抵抗値は高くなっていくことが想定されます。今回の実施した調査ではこの性質を利用し、自然状態に還っていく過程を室内実験により電気探査で確認しました。

## 6 実験

### 6.1 実験方法

廃棄物最終処分場に見立てた実験槽に、ばいじん及び土壌を充填しました。1日に1回、降雨に見立てて一定量（1日につき40L）散水排水することを10日間続け、併せて電気探査を実施し比抵抗値を測定する室内実験を実施しました。また、散水をした後に実験槽から出てくる浸出水（排水）を採取し、実際の浸出水中の塩類濃度等を測定することにより、流出した塩類濃度等と電気探査で得られた比抵抗値の関係を確認しました。

### 6.2 実験装置

縦30cm、横90cm、高さ50cmの亚克力製の箱の底部に3つの水抜き口を付けた実験槽に、高さ35cmの土壌を敷き詰め、その上に5cmのばいじんを充填し、さらに土壌を5cm敷き詰めた実験装置を作成しました（図2）。また、電気探査の測線を実験槽の中心に配置し、電極数は8本、電極間隔を10cmとしました（図3）。

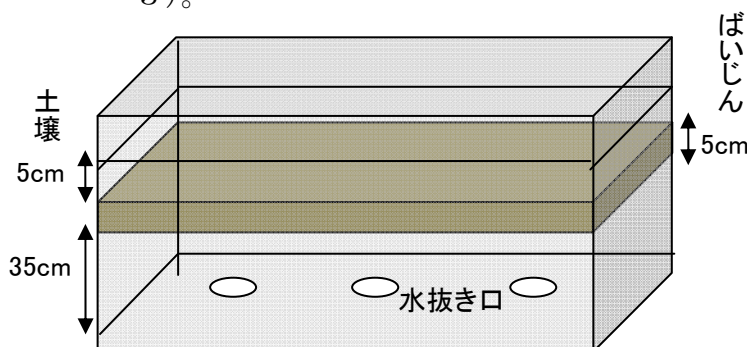


図2 実験装置の概略図

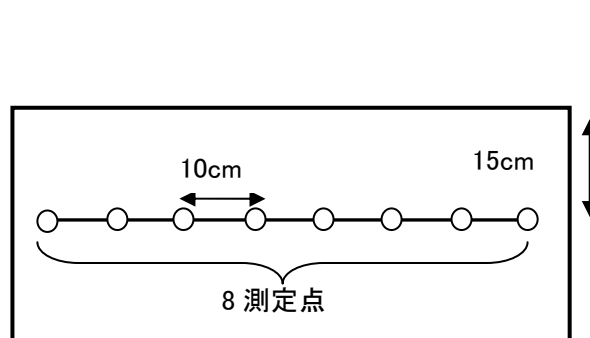


図3 測線配置（実験装置上面）

### 6.3 実験結果

#### 6.3.1 電気探査の結果

電気探査で解析した結果について、その一部を図4に示しました。

ばいじんを埋めたばかりの1日目は全体的に比抵抗が低い値を示していますが、水で塩類が洗い流されるのに伴い、比抵抗が高い値に変化していくことが確認できます。

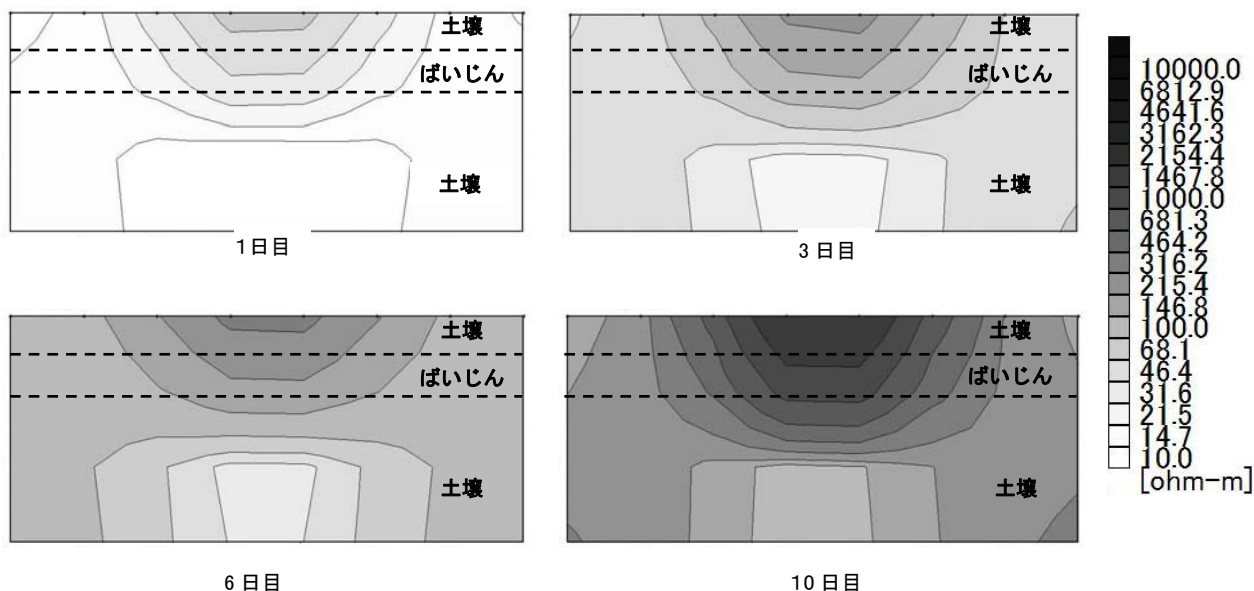


図4 電気探査での解析結果

### 6. 3. 2 浸出水の水質測定結果

浸出水について、ばいじんに由来する電気伝導率、塩化物イオン及び塩類（カルシウム塩等）を測定しました。埋立直後は非常に高濃度ですが、次第に低濃度になっており、徐々にばいじんの成分が流出していることが分かります（図5）。また、比抵抗値と電気伝導率には相関関係があることも分かり（図6）、比抵抗値を測定することでばいじんの成分が流出しているかを確認することも分かりました。

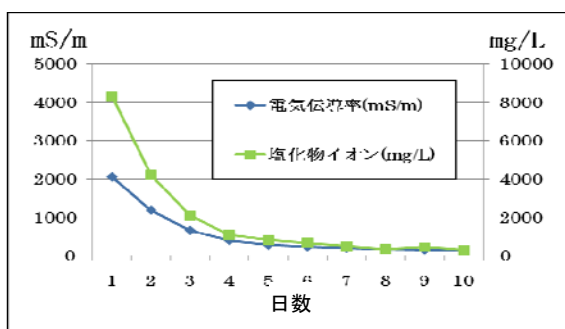


図5 浸出水の水質の測定結果

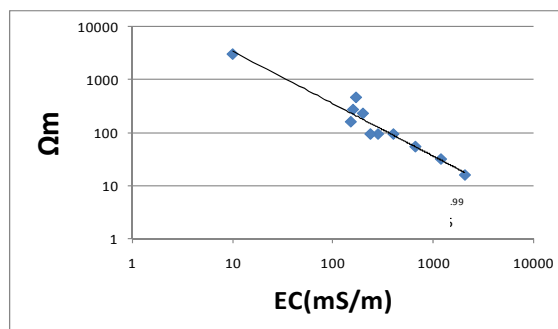


図6 電気伝導率と比抵抗の関係

## 7 おわりに

今回の室内実験により、埋め立てられたばいじんが徐々に自然状態に戻っていく過程が電気探査で確認できました。今後は、実際の現場での適用について更に検討を進めていきたいと考えています。