

電気探査技術の活用による廃棄物最終処分場の安定度判定

調査研究部 ○福井 博、坂本広美、高橋通正

最終処分場に埋め立てられる焼却灰には、焼却場で排ガス処理に使用された消石灰等の塩類が多量に含まれています。これらの塩類は降雨により処分場内から洗い出され、長い年月をかけて安定化が進行します。本研究は、塩類が電気を通しやすいことに着目し、電気探査技術を最終処分場に応用し、最終処分場の安定化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、廃棄物の埋立が終了し、長期間経過しているものの、廃止手続きが未了で跡地利用されていない最終処分場が数多くみられます（平成19年2月現在、産業廃棄物最終処分場21か所）。これまでの調査により、閉鎖後10年以上経過した最終処分場において、大雨時に浸出水の水質が変化する場合があります。廃棄物の安定化は一様には進行していないと推測されました。最終処分場の廃棄物層内は不均一であり、実際に廃棄物層の安定化を確認する方法としては、高コストなボーリングあるいは掘削調査などの破壊検査があります。しかし、この方法では、せっかく進んだ安定化を乱してしまうケースもあるため、非破壊検査の適用が望まれています。そこで本研究では、非破壊検査のうち、応用範囲が広いといわれている電気探査技術を活用し、最終処分場の安定化状況を確認するための基礎的研究を行っています。

2 目的

焼却灰を埋め立てた最終処分場の安定化を把握するため、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、最終処分場の安定化を把握する手法の確率を目指します。

3 方法

3.1 調査対象最終処分場

平成19年4月から埋立を開始した、かながわ環境整備センターを調査対象処分場としました。当処分場では、燃えがら、ばいじん、石膏ボード等を埋め立てており、県内で唯一、埋立物の種類と埋立位置、埋立時期が明らかで、調査結果の解析を正確に行うことができます。

3.2 最終処分場の安定化指標

最終処分場の最終的な安定化とは、「廃棄物を掘り起こして大気や雨にさらしても環境に影響を与えるような変化が何も起こらない状態」と定義されています（田中2002）。最終処分場に焼却灰を埋めた場合、焼却灰に多量に含まれる塩類が安定化の指標となり、最終的な安定化に至るには、塩類が流出し終わるまで、長い年月が必要と考えられます。従来、安定化の進行状況をみる指標としては、焼却灰に含まれる

塩類が水に溶け出すことから、浸出水の塩化物イオンや電気伝導率が用いられてきました。最終処分場に降った雨は、廃棄物層の隙間を通り、廃棄物の塩類等を洗い流し、浸出水となりますが、雨水が廃棄物層内の水の通りやすい部分（水みち）を通り、その周辺だけ安定化が進むことが考えられます。そのため、最終処分場内には安定化が進んだ部分と遅れた部分があると思われます。最近、このような地下の廃棄物の状況を地表から非破壊で調べる方法として、地下の電気の通りやすさを調べる電気探査が注目されています。

3. 3 電気探査でみる焼却灰

焼却灰には、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が多量に含まれています。焼却灰を埋め立てた場合、これらの塩類は、埋立直後には多量に残っていますが、降雨により溶け出されて洗い流されます。電気探査は地下の電気の通りやすさを調べるものです。電気の通りやすさは、焼却灰に塩類が多く残っている場所では電気が通りやすく、塩類が洗い流された場所では電気が通りにくくなります。そこで、電気探査を活用し、不均一な廃棄物層の安定化の状況を把握することを試みました。

3. 4 電気探査の原理と特徴

今回、検討を行った電気探査は比抵抗探査と呼ばれる方法です。

1) 比抵抗法の原理

比抵抗法は、大地に直流電流を流し、その結果生じた電位差によって地下の比抵抗構造を推定する方法です。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左右されるため、比抵抗分布をもとに地下構造を推定することができます。比抵抗法は、地表の測線に沿って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、別の1対の電極（電位電極）間で電位差を測定します。さらに電位電極と電流電極の組み合わせを変えて、地下の比抵抗分布を求めることができます。地中に流した電流を I 、測定される電位差を V とすると、大地の比抵抗 ρ は、 $\rho = K \cdot V / I$ で表すことができます。ここで、 K は電極配置によってきまる係数です。比抵抗法は測線上を一定間隔で数多く測定して得た地層の比抵抗をもとに、地下の状態を解析し可視化することができます。

2) 比抵抗探査の特徴

適用範囲、深度	各種廃棄物，深度数 m～20 m 程度
測定物性値	比抵抗（ $\Omega \cdot m$ ）
測定結果の図	比抵抗分布断面図
測定面の状況	直線の測線を確保するための除草、伐採が必要。斜面可。
操作性	電極、コード、バッテリー、測定器等、機材が多い。小雨でも可。
測定時間	30m 程度の測線 1 本の測定に 2 時間前後かかる。

<p>廃棄物調査への適用性</p>	<p>比抵抗探査で得られる比抵抗分布断面図は地下の比抵抗分布を示し、電解質に富む焼却灰等は低比抵抗を、プラスチック類、アスベスト、トリクレン等の溶剤は高比抵抗を示す。地山は通常高比抵抗であるが、粘土では低比抵抗となる。埋立敷地境界の特定は、地山と廃棄物との比抵抗の差が大きく、コントラストが強い場合に有効である。また、焼却灰を埋め立てた最終処分場では、浸出水に電解質が多く含まれ、低比抵抗を示すため、浸出水が下に漏れた場合、確認されやすい。比抵抗探査は廃棄物層調査における無駄堀ボーリング防止に不可欠となっている。</p>
-------------------	---

3. 5 測定方法

- (1) 調査場所：かながわ環境整備センター最終処分場
- (2) 調査実施日：平成 20 年 9 月 4 日
- (3) 電極配置：Dipole-Dipole 電極配置による比抵抗探査
- (4) 測線長：測線 1 は 28m、測線 2 は 30m (図 1)
- (5) 電極間隔：測線 1、2 とも 1 m
- (6) 通電周期：測線 1、2 とも 2 秒
- (7) 使用機器：応用地質(株)製 McOHM PROFILER-4 (図 2)



図 1 測線 1, 2 の位置



図 2 電気探査測定器と電極

4 測定結果

測線 1 の地下には焼却灰等が底から上へと順次埋め立てられているため、上の部分の焼却灰は底に比べ、降雨による塩類の洗い出しが遅れていると思われます。図 3 の比抵抗断面図が示すように、地下 1～4m 付近には下層に比べ電気の通りやすい部分(低比抵抗)がみられます。この部分の焼却灰は下層に比べ、塩類が十分洗い流されていないと思われます。なお、地表から 1m までの電気が通りにくい(高比抵抗)部分は覆土を示しています。

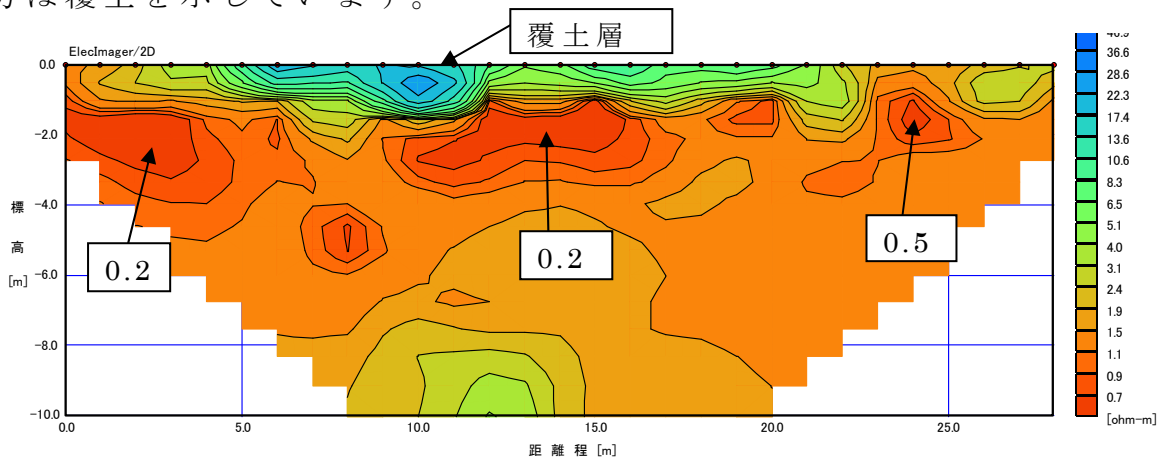


図 3 測線 1 の比抵抗断面図

測線 2 の地下には焼却灰と石膏ボード等があり、最も初期に埋め立てられた部分です。地表面下 0.5～2.5m には高比抵抗の部分があり、石膏ボードが埋められています。焼却灰は測線 1 と比べ、高比抵抗となっており、塩類の洗い出しが進んでいることが考えられます。

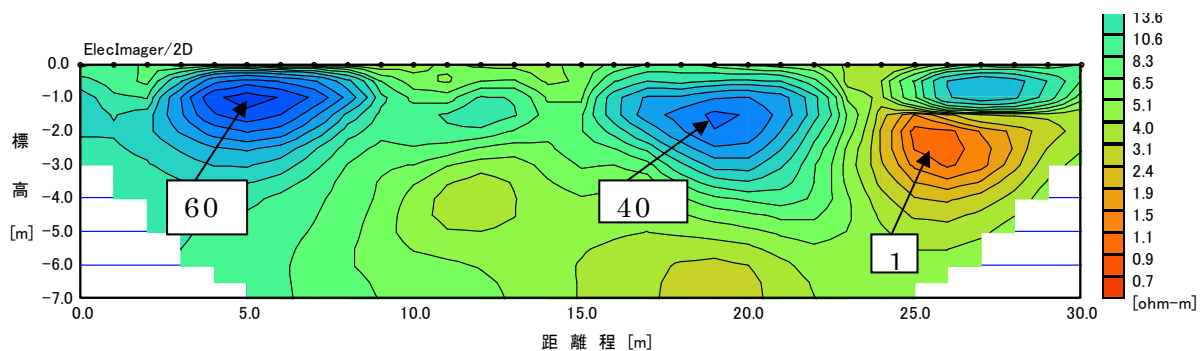


図 4 測線 2 の比抵抗断面図

5 おわりに

今回、焼却灰を埋め立てた最終処分場において電気探査を行い、電気の通りやすさを指標に、焼却灰に含まれる塩類の洗い出しを調べることにより、安定化の状況が把握できることを確認しました。

参考文献

田中信壽：環境安全な廃棄物埋立処分技術、廃棄物学会誌、10、pp.118-127 (1999)