

【調査報告】

最終処分場で発生した火災の 熱赤外リモートセンシングによる簡易探査手法事例

Simple inquiry technique case by thermal-infrared-ray remote sensing of a fire
that occurs in a final disposal site

八村智明*, 大野博之**, 宮原哲也*, 西隆行***, 岸川栄二*

Tomoaki HACHIMURA, Hiroyuki OHNO, Tetsuya MIYAHARA, Takayuki NISHI
and Eiji KISHIKAWA

【要約】最終処分場において発生した火災について、リモートセンシング技術の一つである熱赤外画像装置を用いて、埋立地表面の温度分布を計測を行った。この結果をもとに、その後の消火対策を的確に講じ、消火までの経過を確認することができた事例を紹介する。また、これらの結果によりリモートセンシングによる計測方法がその迅速性、安全性、経済性においても有効であることが分かった。

キーワード：最終処分場、火災、リモートセンシング、探査手法、熱赤外

1. はじめに

平成16年2月に火災が発生したA最終処分場は、昭和35年より埋立を開始した一般廃棄物最終処分場であり、火災発生時には既に埋立を終了していた。なお、火災の原因は、現在においても不明である。

最終処分場における火災については、最終処分場のもつ特殊性、つまり、さまざまな廃棄物が埋め立てられた不均質な状況から鎮火までに数年を要する¹⁾こともあり、消火対策の困難さをあらわしている。

しかし、今回の調査においてリモートセンシング技術の一つである熱赤外画像装置等を用いて熱源の位置を迅速に計測し、その後の消火対策を的確に講じることができた。

このような最終処分場の火災においてリモートセンシング技術が有効であったので、この事例を紹介する。

2. 熱赤外リモートセンシング技術を用いた簡易探査手法事例

火災が発生した処分場の概要は2.1および図1のとおりであり、火災発生当時は埋立終了後、約1年を経過していた。

この火災により発生したガスにより、周辺では一時的に大気環境基準を上回るなどの影響が認められた。

2.1 調査対象最終処分場の概要

埋立開始年 : 昭和35年
埋立終了年 : 平成15年3月
埋立面積 : 18,000 m² (測量結果より)
全体容量 : 149,459 m³
残余容量 : 4,782 m³
廃棄物の種類 : 不燃ごみ等

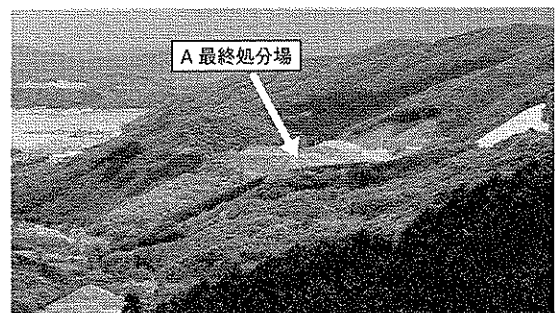


図1 処分場遠景 (平成16年4月撮影)

* (財)日本環境衛生センター西日本支局環境工学部
Dept. of Environmental Engineering, West Branch, JESC
** 長崎大学工学部社会開発工学科
Dept. of Civil Engineering, Faculty of Engineering,
Nagasaki University
*** (財)日本環境衛生センター西日本支局環境科学部
Dept. of Environmental Science, West Branch, JESC

2.2 使用機材

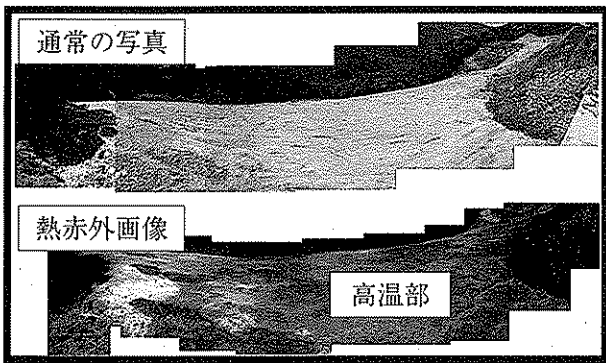
今回の調査において埋立地表面の温度計測に使用した機材は以下のとおりである。

- 1) 熱赤外面像装置 (CPA7000: チノー)
- 2) 地温測定用アルコール温度計 (0℃~200℃)
- 3) 近距離測定用非接触温度計 (佐藤計量器)
- 4) ガス検知器 (理研計器)

2.3 熱赤外面像装置を用いた最終処分場火災における簡易探査

火災発生直後の最終処分場での熱赤外面像装置による計測結果は図2のとおりである。

この結果からは地表面全体に熱があり、特に左側が高温になっている状況がうかがえた。



注：画面表示は黒→青→紫→橙の順で高い温度を示す
 図2 火災発生直後の埋立地表面温度計測結果

2.4 火災対策

熱赤外面像装置による埋立地表面の計測結果を基に火災に対する対策を講じるところとした。

火災への対応策についてまとめると図3および4のようになり、まず、火災の発生による煙の発生抑制や散水した水の集水を行うことを目的とした①「緊急対策」を施し、白煙発生の減少後、ボーリング調査等により埋立地内部の熱源について調査を行う。熱源の確認後は、火災の早期消火を目的とした注水(図4のように周辺環境への影響の低減化に配慮した浸透水の再利用を実施)を実施し、その後、注水による周辺環境への影響を極力抑えるために、覆土による窒息消火に切り替える②「暫定対策」を施し、最終的には処分場閉鎖に向けた③「恒久対策」へと処分場における火災の状況に合わせて順次対策を講じていく計画を立案した。

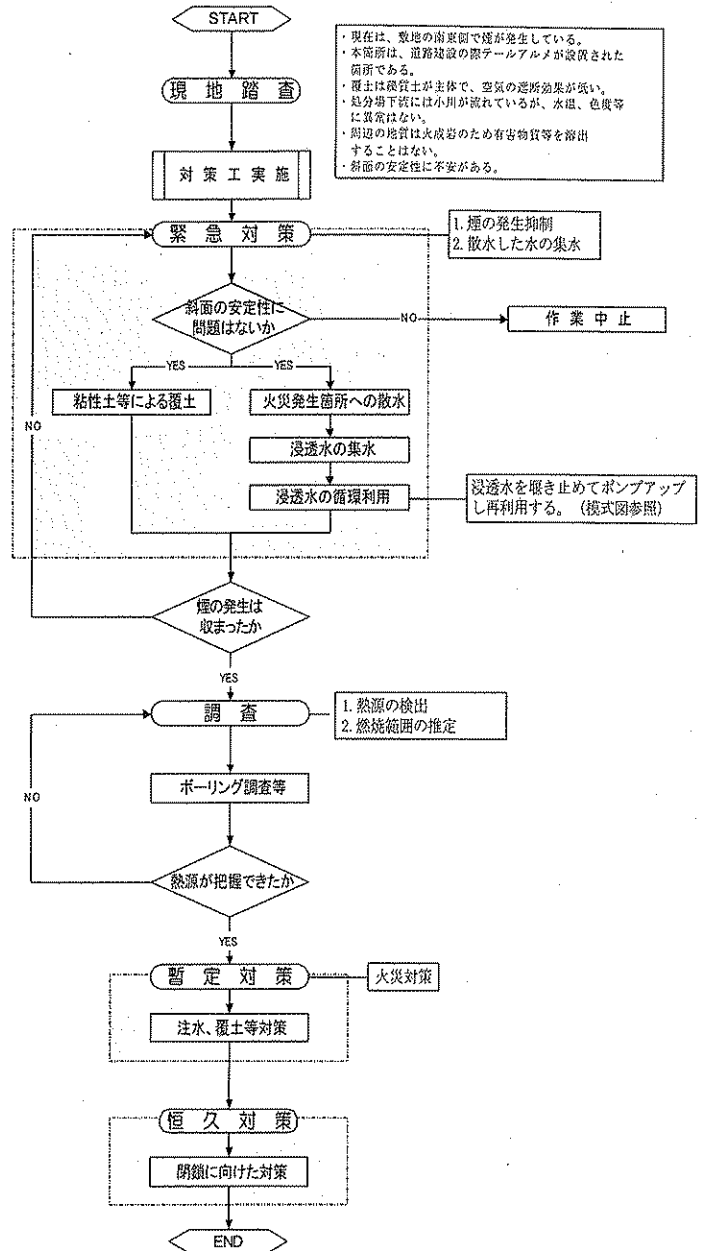


図3 火災対策フロー

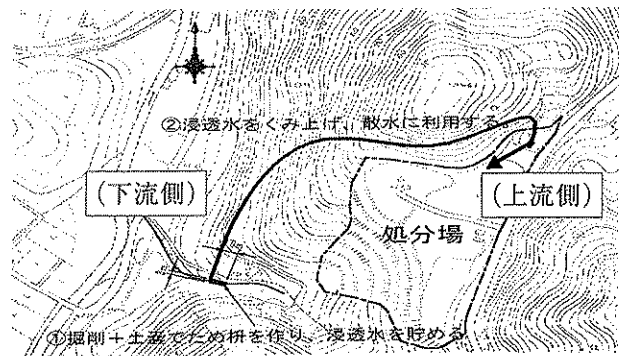


図4 最終処分場浸透水再利用計画

2.5 火災対策の効果

2.5.1 緊急対策後の埋立地表面温度

火災直後の熱赤外線画像装置による埋立地表面温度計測結果をもとに講じた火災対策の効果は図5のとおりであり、緊急対策前の埋立地全体が高温となっている状況は認められず、埋立地中央部に帯状に高温部が認められる程度であった。

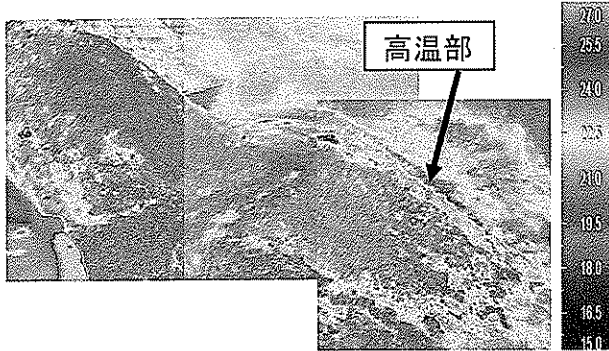


図5 緊急対策後の埋立地表面温度計測結果

2.5.2 時間帯の違いによる計測結果について

熱赤外線画像装置による計測を時間帯を変えて計測した結果は図6のとおりであり、計測の結果、日中は太陽の輻射熱の影響を大きく受けるので、外気温の最も低くなる時間帯（早朝）に計測を実施することが有効であることが分かった。

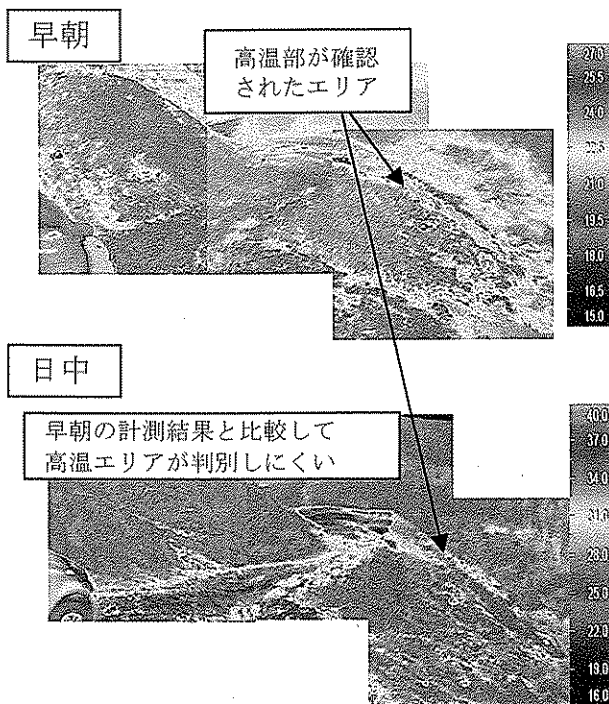


図6 計測時間帯の違いによる計測結果

2.5.3 緊急対策後の埋立地内温度

緊急対策後の熱赤外線画像装置による計測結果によって、埋立地表面の高温域の低下が認められたことから、火災対策計画に準じて、白煙発生量の減少後、ボーリング調査等（調査地点は図7参照）により埋立地内部の状況について調査を行った。

調査結果は、表1のとおりであり、緊急対策によって地表面の温度は低下傾向であるが、依然として埋立地内からは最高78.6℃の高温のガスが噴出しており、また、硫化水素などの有害ガスも検知された。

この結果をもとに、暫定対策としてまず、高温域に重点的に粘性土を覆土し、その後、確実な窒息消火を実現するために埋立地全面に覆土を実施した。

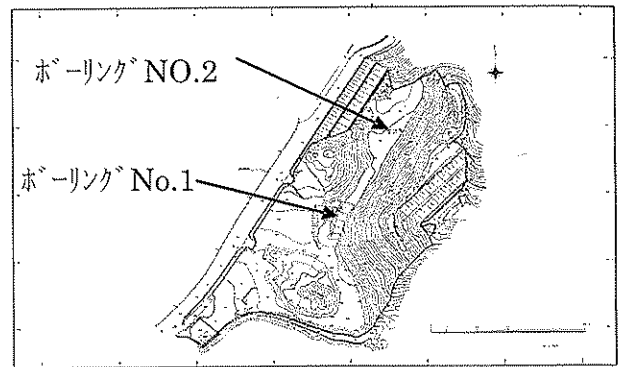


図7 ボーリング調査地点

表1 ボーリング孔調査結果

	孔内温度 (°C)	酸素 (%)
B or-1	34.0 ~ 52.0	15.4 ~ 20.9
B or-2	37.0 ~ 78.6	10.6 ~ 19.4

	メタン (LEL%)	一酸化炭素 (ppm)	硫化水素 (ppm)
B or-1	0.0 ~ 11.0	0.0 ~ 136.0	0
B or-2	4.0 ~ 40.0	2.0 ~ 235 以上	0.0 ~ 8.0

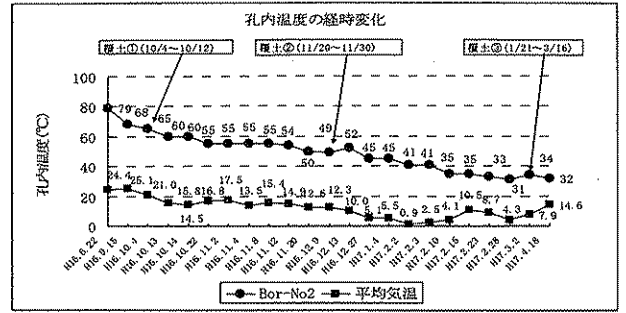
2.5.4 暫定対策後の埋立地内温度及び発生ガスの計測結果

火災対策として数度の覆土を実施した結果、埋立地内から噴出する発生ガスの温度は徐々に低下している。特に平成16年11月の覆土工以降の埋立地内部の温度低下は著しく、現在も低下の傾向が継続しているように見受けられる。

また、周辺の気温と比較すると、概ね気温の低下とともに発生ガス温度も低下する傾向がみられるが、平成17年2月3日から平成17年2月15日にかけて気温は上昇しているにもかかわらず、発生ガス温度は低下している。更に、春期の気温が上昇す

る時期の調査結果（平成17年2月28～4月18日）をみても平均気温が10℃程度上昇したにもかかわらず、ボーリング孔内の温度は1～3℃程度の上昇しか見られなかった。

この現象から判断すると埋立地内で発生した火災は概ね終息しているものと推定される。



平均気温はアメダスデータ（蔵原）を用いた。

図9 孔内温度の経時変化

3. まとめ

最終処分場の火災においてリモートセンシング技術のひとつである熱赤外面像装置による埋立地表面温度の計測は、危険箇所での温度域を迅速に把握でき、その後の的確な火災対策の実施、火災の終息へと導くことができた。

以下のその有効性をまとめる。

①迅速性

温度計による計測は点的な結果となり、広大な処分場ではその設置、計測、撤収にかなりの時間を要するが、熱赤外面像装置は設置・計測までの時間が短く、計測と同時に結果が画像として面的に現されることから計測現場で結果を迅速に把握することができる。但し、観測距離が100mを超えると観測精度が落ちるといわれているので留意する必要がある。

②安全性

火災や有害ガスの発生に対してもある程度の距離において観測ができるため、作業の安全性を確保しながら計測することができる。

③経済性

本調査で使用した熱赤外面像装置による計測と直接計測を行う温度計測機器による計測を費用の面で比較すると、熱赤外面像装置自体は高額であるが、温度計測器による直接測定の場合、埋立地内に多数の計測器を設置していく作業が必要となるなど、解析費を除けば概ね同額程度となる。赤外面像装置は計測結果を面的に画像として現すことができるが、点的に計測する温度計測器の場合、計測結果を面的に現すためにはデータ処理が別途必要となる。また、本調査のように火災現場での計測地点は非常に高温となることから計測機器の保守・管理にも費用がかかる恐れがある。以上のことから、経済性において

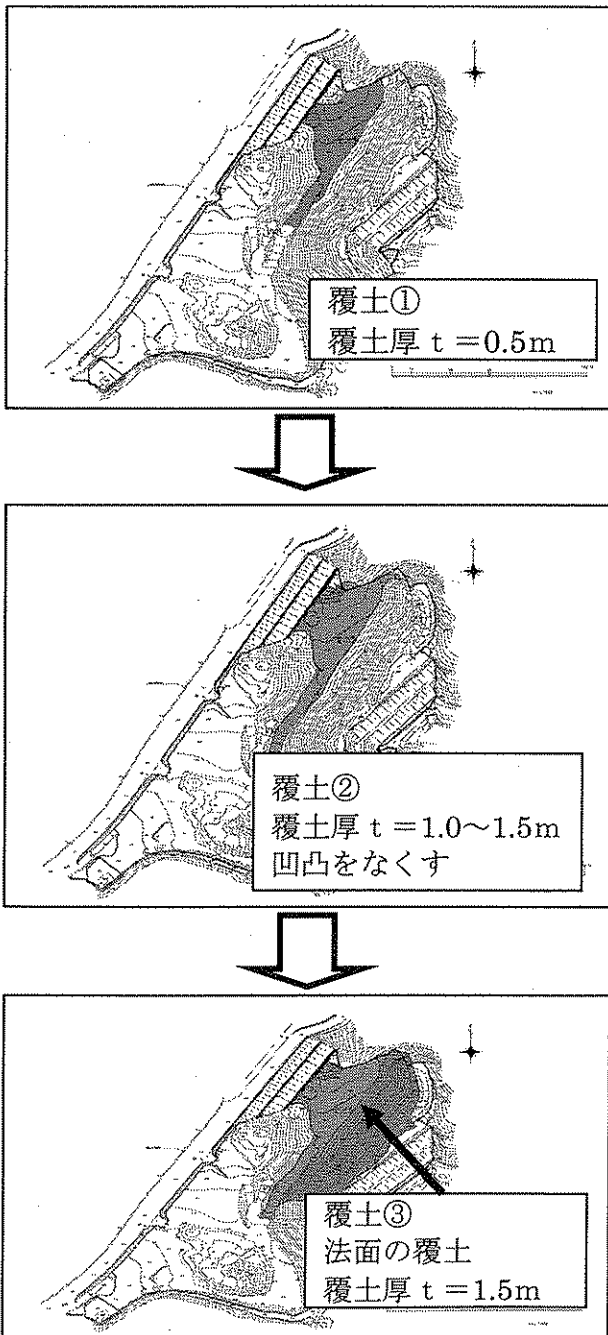


図8 覆土の実施状況

もリモートセンシング技術である熱赤外画像装置による計測は有利であるといえる。

4. 謝辞

本調査の一部は、当センター平成16年度(第15回)研究奨励金制度による助成を受けて実施された。

参考文献

- 1) 大野博之、小宮哲平、中山裕文、島岡隆行、眞鍋和俊、八村智明 (2003) : 廃棄物埋立地表層の広域的な環境地盤工学的特性のモニタリング. 第5回環境地盤工学シンポジウム講演論文集、pp.11-16
- 2) 眞鍋和俊、松山泰治、長野修治、大野博之 (2004) : 産業廃棄物安定型最終処分場の改善と搬入管理手法の提案. 第15回廃棄物学会研究発表会論文集、pp.1258-1260

- 3) 中山ら (2002) : 廃棄物最終処分場管理のためのリモートセンシング技術の適用に関する検討. 第13回廃棄物学会研究発表会講演論文集
- 4) 宮古産廃処分場調査の検討評価等に関する専門委員会 (2003) : 宮古産廃処分場調査の検討評価に関する報告書

Summary

As to a fire that occurred at a final disposal site, we measured the temperature distribution on the surface of the landfill, by using thermal infrared imaging, which is a remote-sensing technology. We show a case in which fire extinguishing measures were taken properly based on the above measurement, which allowed the entire process of fire extinguishing to be observed. These results show that the measurement method by remote sensing is also effective in its promptness, safety, and economic efficiency.