

2007 年度第 11 回サルジニアシンポジウムの報告

国立環境研究所 循環型社会・廃棄物研究センター
資源化・処理処分技術研究室 朝倉 宏

1. 参加学会名称

廃棄物管理と埋立に関する国際会議

(英語の名称) : Sardinia 2007, Eleventh International Waste Management and Landfill Symposium

2. 開催場所及び開催期間

イタリア, サルジニア島, カリアリ, 2007 年 10/1 (月) ~10/5 (金)

3. 学会概要

当該国際会議は, 1987 年に発足し, 2 年ごとにサルジニア島で開催されている。

発足時は参加者が 500 名程度であったが, 年々増加し, 第 7 回 (1999) には参加者が 1000 名を超えた。運営側は, 学術レベルおよびサービスの維持のために, 参加者を 1000 名程度に抑える方針である。

参加者の出身国は, 1987 年は 20 弱であったが, 今回の第 11 回目 (2007 年) には, 70 カ国を超えた。日本人参加者は 50 名であり, 3 番目に人数が多い参加国となった。

投稿論文数は, 1987 年は 50 件程度であったが, 2007 年には 800 件強 (受理数は 7 割程度の 600 件弱) であった。

4. シンポジウム構成

シンポジウムは大きく 3 つのセッションに分かれている。General Sessions, Specialized Sessions および Workshop である。発足当時は, 主に埋立技術に関するセッションで構成されていたが, 廃棄物学の扱う範囲がより上流側に拡大していったため, 現在は中間処理, リサイクル, 収集および計画などのセッションが用意されている (表 1)。5 日間の開催期間中, 8 つの会場に別れており, 発表数は飽和に近い。

General Sessions は, これから目指すべき廃棄物処理・管理方策を扱った内容を選定し, 20 分の説明の後, 各国間の整合性をとるための議論を行う。トピックスは, 廃棄物管理戦略・LCA などである。Specialized Sessions は, 特に限定された範囲の専門的な技術レポートの発表を

表 1 セッションのタイムテーブル

Day	IFWW Training Center									
Monday morning	OPENING SESSION									
	General Sessions					Specialized Sessions and Workshops				
Monday afternoon	A1: Waste management policies A2: Waste management strategies	B1: Landfill process monitoring in landfill sites B2: Sustainable Landfilling	C1: Integrated Waste Management C2: Landfill and advanced treatment in developing countries C3: Landfill monitoring	D1: Management of conventional and solid refuse D2: Waste long term performance of waste forms	E1: Hydraulic aspects in Landfill E2: Landfill modeling	F1: Decision making in waste management F2: GIS and waste zoning	G1: Health effects of waste management G2: Management of brown sites	H1: Biological production H2: Controlled methods in landfill construction		
Tuesday morning	A3: Issues of regulation and legislation A4: Impact of ECU regulation	B3: Landfill biomass B4: Mechanical biological pre-treatment in developing countries	C4: Landfill and advanced treatment in developing countries C5: Food and packaging recycling in developing countries C6: Food and packaging recycling in developing countries	D3: Construction, demolition and reuse D4: Special waste	E3: Combined gas treatment in waste management E4: Co-Agents of biomass and energy	F3: LFG related activities F4: LFG related activities	G3: Modeling of landfill biodegradation G4: Modeling of landfill biodegradation	H3: Biohermester concept H4: IFWW Workshop: Management of substrate residues		
Tuesday afternoon	A5: Waste characterization A6: Waste reduction	B5: Waste stabilization B6: Biogas	C7: Policy, strategy and best cases in developing countries C8: Sustainability and legislation in developing countries	D5: Water quantity and management D6: Biomass in a resource	E5: Mechanical biological pre-treatment in high-moisture waste E6: Properties and applications of pre-treated waste	F5: Process in Landfill bioreactors F6: LFG related activities	G5: IFWW Workshop: Landfill bioreactors and biodegradation G6: IFWW Workshop: Long-term monitoring and risk	H5: Treatment and disposal of bio-based products H6: Education and training in waste management		
Wednesday morning	A7: Composting in an integrated waste management system A8: Composting in developing countries	B7: Landfill cover B8: Landfill cover	C9: The role of vegetation in waste management in developing countries C10: The role of vegetation in waste management in developing countries C11: Site and waste management in developing countries	D7: Reusing waste collection management D8: The role of vegetation in waste management in developing countries	E7: Landfill behavior in high-moisture waste E8: Landfill cover	F7: LFG related activities F8: LFG related activities	G7: IFWW Workshop: Final energy quality G8: Use of the waste management	H7: Mining waste H8: Using waste in construction and energy		
Wednesday afternoon	A9: Waste recycling in developing countries A10: Waste recycling in developing countries	B9: Landfill treatment B10: Landfill treatment	C12: Biological treatment in developing countries C13: Toxic and hazardous waste in developing countries	D9: Assessment and mitigation in waste management D10: Landfill design in high-moisture waste	E9: Landfill design in high-moisture waste E10: Behavior of natural biogas	F9: Biological waste treatment F10: Landfill operation	G9: Hazardous waste G10: Hazardous waste	H9: IFWW Workshop: Hazardous waste and natural biogas H10: Control of water balance in energy		
Thursday morning	A11: Biological treatment in developing countries A12: Innovation and application in developing countries	B11: Landfill gas management B12: Landfill gas management	C14: Co-mixtures in developing countries C15: Landfill gas management in developing countries	D11: Biodegradation of organic waste D12: Biodegradation of organic waste	E11: Landfill design in high-moisture waste E12: Behavior of natural biogas	F11: Performance of waste management in landfill F12: Landfill operation and maintenance	G11: Greenhouse gas G12: Greenhouse gas	H11: Closing products in hazardous waste H12: Hazardous waste		
Thursday afternoon	A13: Management of hazardous waste A14: Integrated management of hazardous waste	B13: Landfill off-site B14: Landfill in site	C16: Landfill in site C17: Landfill in site	D13: Biological treatment in developing countries D14: Composting	E13: Landfill treatment in high-moisture waste E14: Innovation and application in developing countries	F13: Landfill operation and maintenance F14: Landfill operation and maintenance	G13: Landfill design in high-moisture waste G14: Landfill operation and maintenance	H13: Environmental protection in hazardous waste H14: Environmental protection in hazardous waste		
Friday morning	A15: LCA in waste management A16: Public participation and acceptance	B15: CDM - Project design B16: LCA in waste management	C18: Landfill gas management in developing countries C19: Landfill gas management in developing countries	D15: Carbon control in waste management D16: Quality and application of organic waste	E15: Co-mixtures in waste management and application in the environment E16: Coproducts in waste management	F15: Integrated assessment and management of waste management in developing countries F16: IFWW Workshop: Landfill operation	G15: Emission of greenhouse gas G16: Emission of greenhouse gas	H15: Public participation and acceptance H16: Public participation and acceptance		
Friday afternoon	CLOSING SESSION AND GALA DINNER									

行う。トピックスは、プラスチックリサイクル・焼却灰などである。Workshopは、ある程度完成され、系統だった内容について、短時間の話題提供を行い、会場内の深い議論によって、これから行うべき作業の確認を行う。トピックスは、生物分解モデリング・地下水汚染などである。

5. 参加学会全体の発表概要

(1) General Sessions (図1)

「規制と法律のインパクト」では、①イタリアの環境法・予防原則および汚染地の改善、②容器包装法の欠点、③家電リサイクル法施行後5年間の経緯と現状、についての発表があった。③について紹介する。当該研究によるリサイクル法の評価は、施行された法が有効に機能したかどうかを調査し、これから導かれる問題についての評価枠組を適用することによって実施された。発表者は、リサイクル法自体は問題なく実行されており、この成果は不当な評価を受けてはならないことを強調した。ターゲットは4家電であり、処理される全家電の約半分をカバーしている。消費者による不法投棄は懸念されるレベルまでは増大しなかった。しかし、費用対効果は法の施行の前と同じ水準にとどまっていた。消費者による発生廃棄物の減量化は期待に反して少なかった。メーカー側は、リサイクルを容易にする手法として、製品デザインを変更することを進めていた。

「産業廃棄物処分場」では、①有害廃棄物の貯留設備－持続可能な基準に見合った設置と計画－、②ベントナイト混合土を用いた産業廃棄物処分場のトップカバーの性能、③鉱石廃棄物の挙動、についての発表があった。③について紹介する。ドイツでは2005年6月以来、低有機物含有廃棄物だけが非危険性廃棄物処分場に埋め立てられる。したがって、有機物含有量の高い廃棄物は前処置される必要がある。この規制のため、この処分場は鉱物状の廃棄物（建設廃棄物など）が埋め立てられる。発表者は、鉱物状の廃棄物の物性、多環芳香族の溶出挙動および鉱物状の廃棄物を他の廃棄物と混合した際の挙動の差などを報告した。欧州の建設廃棄物と日本のそれとの決定的な違いは、欧州は木質をほとんど含まないことがわかった。したがって、日本の建設廃棄物の安定型処分場への埋立基準である有機物含有量5%の数値を欧州に適用して考察することは早計であることが分かった。

「産業廃棄物処分場」では、①有害廃棄物の貯留設備－持続可能な基準に見合った設置と計画－、②ベントナイト混合土を用いた産業廃棄物処分場のトップカバーの性能、③鉱石廃棄物の挙動、についての発表があった。③について紹介する。ドイツでは2005年6月以来、低有機物含有廃棄物だけが非危険性廃棄物処分場に埋め立てられる。したがって、有機物含有量の高い廃棄物は前処置される必要がある。この規制のため、この処分場は鉱物状の廃棄物（建設廃棄物など）が埋め立てられる。発表者は、鉱物状の廃棄物の物性、多環芳香族の溶出挙動および鉱物状の廃棄物を他の廃棄物と混合した際の挙動の差などを報告した。欧州の建設廃棄物と日本のそれとの決定的な違いは、欧州は木質をほとんど含まないことがわかった。したがって、日本の建設廃棄物の安定型処分場への埋立基準である有機物含有量5%の数値を欧州に適用して考察することは早計であることが分かった。

(2) Specialized Sessions

「大型シミュレータによる埋立地の挙動解析」では、①粒度の良い埋立柱材を用いたときの循環流れにおけるトレーサー実験、②コーヒーパルプの可溶性成分、③浸出水循環による汚染成分の削減、についての発表があった。①について紹介する。トレーサーの条件として、反応しないこと、充填物に吸着されないことなどが挙げられた。また、単純通水にくらべ、循環通水におけるトレーサー実験は解析がしやすいことが実験結果とともに紹介された。また、トレーサーの候補として、リチウム、臭素および重水素水を挙げていた。



図1 会場での議論の様子

(3) Workshop

「溶出試験法」では、①埋立条件下での多種類の廃棄物の溶出特性、②単種廃棄物埋立のためのヨーロッパでの法律が規定する廃棄物の特徴づけのための溶出試験、③日本における多段溶出試験と標定に関する研究、についての発表があった。この後、EU および日本の溶出試験方法の課題と国際的な基準のすり合わせについての議論がなされた。

6. 参加者の発表内容と質疑応答の感想

(1) 発表内容

自身の発表である「透水性が産業廃棄物埋立層の安定化に及ぼす効果 (Effect of hydraulic conductivity on stabilization of landfill layer of industrial solid waste)」についての説明と議論を行った。

施設の老朽化による漏水の危険性や水処理コストなどの問題点を解決するために、最終処分場埋立層内の安定化を迅速に進め、管理を短期間で不要にできる最終処分システムを構築する必要がある。現在、高度水処理、被覆型の処分場、また鋼板遮水なども検討されており、周辺環境への汚染の漏えいを防止する技術は高まりつつある。次の段階で本質的に目指すべき方針は、埋立廃棄物の安定化を迅速に進行させ、浸出水や発生ガスが周辺環境を汚染しない程度まで埋立層内を浄化することである。層内の安定化反応を迅速に進行

させるためには、埋立物の品質（入れる物）の選定と、層内の安定化反応を活性化させる埋立工法（入れ物、入れ方）を改善することが有効である。本研究では、この中でも埋立工法に関して覆土の改善に着目し、主要な埋立産業廃棄物埋立層に敷設する覆土の透水係数を変化させることによって層内への酸素と水分の供給を高めたときの安定化傾向を比較評価した。

二つのライシメータ (LM) に、混合廃棄物試料を充填し、異なる透水係数を持つ覆土 (LM1: 透水性, LM2: 難透水性) をその上下に設置した (図 2)。人工降雨を与え、浸出水や発生ガスを測定し、廃棄物層の安定化を観察した。

LM1 では、透水性の覆土を設置することによって、大気が層内にすみやかに進入した。層内ガス中の O_2 濃度は大気中の濃度と等しく (図 3)、また層内温度が上昇した。これは、好気性微生物の活動を示している。LM1 では層内の間隙水中の全有機炭素 (TOC) は、

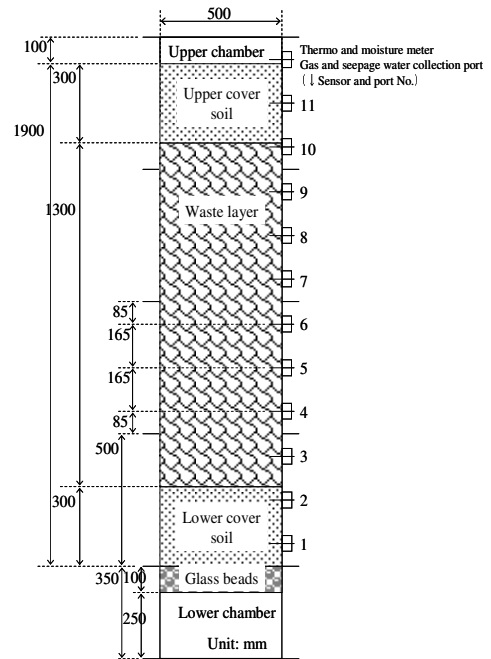


図 2 ライシメータ概要

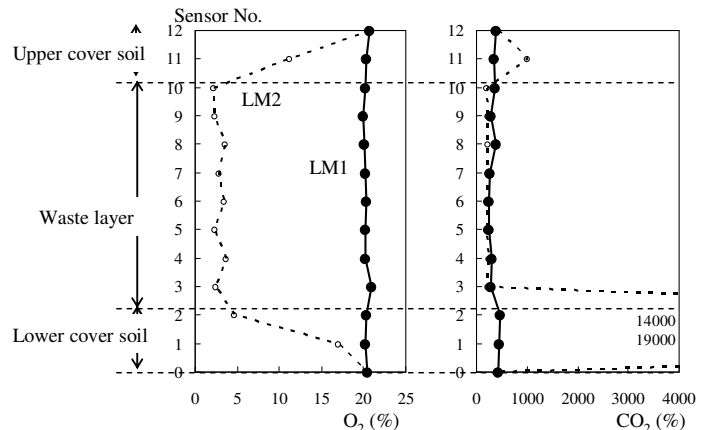


図 3 ライシメータ層内 O_2 および CO_2 ガス濃度

速やかに減少した（図4）。微生物分解と降水による洗い出しによる減少量を比較した結果、好氣的雰囲気であるLM1では、微生物分解によるものが卓越した。これに対して、LM2では分解量よりも廃棄物からの溶出量の方が大きかった（図5）。覆土の透水性が廃棄物層の安定化に及ぼす影響が大きく、透水性の改善によって安定化が促進されることを示唆している。

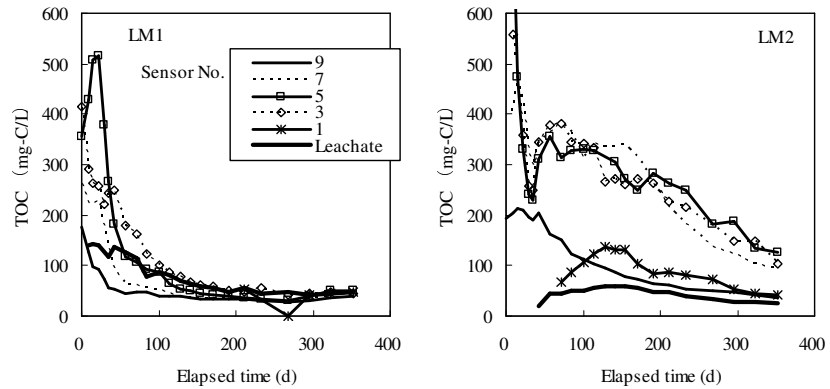


図4 ライシメータ層内水および浸出水のTOCの経時変化

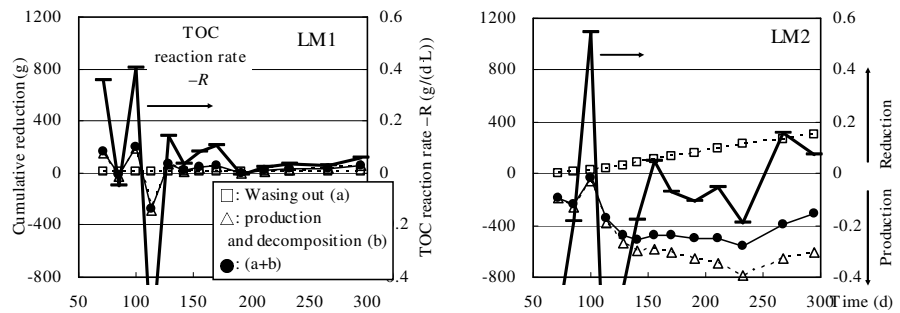


図5 TOC反応速度の経時変化

本研究の必要性を以下に述べる。循環型社会構築への取り組みが進む中、最終処分場および処分場の上流側の施設を含めたシステムがもつべき機能は、(1)処分場からの汚染放出物がコントロール可能、(2)現実的な短期間において管理不要となるような安定化の促進、である。特に本研究では、選定された品質の埋立物に対して、埋立層内透水性を向上させることによって内部への大気導入量を改善し、安定化促進の効果を検証した。大気導入量は、埋立物の透水係数、酸素消費速度および埋立層厚さに大きく影響を受ける。本研究成果をもとに、1層の埋立が完了した後のその上層に廃棄物を埋め立てる前に完了させるべき反応とその程度を、有機物および重金属についてシナリオを作成して数値シミュレーションを作成することによって提案できる。この研究成果によって、安定化促進のための戦略的な埋立手法を構築することができる。また、欧州ではコンポスト化や焼却処理によって埋立廃棄物の有機物含有量が低減されてきており、将来、日本の埋立物に近づく可能性がある。このとき、当該埋立手法を紹介することによって、欧州の埋立技術を先導することが出来る。

(2) 質疑応答

埋立層を難透水性のトップカバーによって封じ込め、雨水を排除することによって、廃棄物の過剰な分解反応の抑制と浸出水発生量を減量化することを方針とした欧州のなかで、覆土の透水性を向上させ、埋立層の好氣的分解と洗い出しを促進し、早期安定化をねらう本手法の紹介は異質である。欧州も埋立物の早期安定化を模索しており、聴衆の興味を引いた。

特に、欧州と日本の埋立方針の違いに関する整合性をどの様にするのかに関する質問を受け、日本（低有機物、多雨、好気性）と欧州（高有機物、少雨、嫌気性）との性質の違いを説明した。