

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19510083
 研究課題名（和文） 低コストかつ持続可能な最終処分場の総合浄化システムの開発
 研究課題名（英文） Development of low cost and sustainable total purifying system of a sanitary landfill
 研究代表者
 小林 史尚（KOBAYASHI FUMIHISA）
 金沢大学・自然システム学系・准教授
 研究者番号：60293370

研究成果の概要：

最終処分場の問題は、世界各地で生じている。ファイトレメディエーションは、低コスト・持続可能で広範囲の浄化が可能であることから欧米諸国で実用化の段階（フィールドテスト段階）に入っているが、我が国では研究の領域を出ていないのが現状である。銅ゴケを用いた廃水処理法は、これらの生物種が重金属の耐性や吸収力があるとの生物学的知見は出されているものの、水処理に用いられた例はほとんどなかった。そこで、本研究では、最終処分場土壌を重金属蓄積植物によって浄化・修復するとともに浸出水を、銅ゴケを用いて処理し、土壌と浸出水の処理後の廃棄物（いずれも植物体）を植物性バイオマスの資源化プロセスの応用することによって、植物を用いた最終処分場の低コスト・持続可能なリデュース（廃棄物発生抑制）型総合浄化システムの開発を試みた。

重金属蓄積植物を用いた最終処分場の土壌浄化・修復に関しては、ヘビノネゴザを用いて行い、2320 mg/kg-soil の銅と 220 mg/kg-soil の鉄を含む土壌をそれぞれ 413 mg/kg-soil と 10.6 mg/kg-soil まで浄化・修復できることを明らかにした。さらに、銅ゴケを用いた浸出水の処理では、397 mg/L COD、26.5 mg/L 亜鉛を含む浸出水を処理し、それぞれ 154 mg/L と 2.3 mg/L まで処理することを明らかにした。リデュース型処理法としての処理後の植物体の資源化としては、水蒸気爆砕を用いた前処理を施すことによって、亜鉛の 50 % を回収でき、植物体 100 g から 550 mL のメタンガス（バイオガス）あるいは 1.6 g のエタノール（バイオエタノール）を生産できることがわかった。以上のことから、本研究で考案した植物を用いた最終処分場の低コスト・持続可能なリデュース（廃棄物発生抑制）型総合浄化システムは、実現可能であることがわかった。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2008 年度	1,500,000	450,000	1,950,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：環境学領域

科研費の分科・細目：環境学・環境技術・環境材料

キーワード：環境修復技術，総合浄化システム，最終処分場，生物処理，バイオマス資源化，リデュース，コケ，バイオガス

1. 研究開始当初の背景

最終処分場の問題は、世界各地で生じている。ファイトレメディエーションは、低コスト・持続可能で広範囲の浄化が可能であることから欧米諸国で実用化の段階（フィールドテスト段階）に入っているが、我が国では研究の領域を出ていないのが現状である。銅ゴケを用いた廃水処理法は、これらの生物種が重金属の耐性や吸収力があるとの生物学的知見は出されているものの、水処理に用いられた例はほとんどなかった。

2. 研究の目的

本研究では、最終処分場土壌を重金属蓄積植物によって浄化・修復するとともに浸出水を、銅ゴケを用いて処理し、土壌と浸出水の処理後の廃棄物（いずれも植物体）を植物性バイオマスの資源化プロセスの応用することによって、植物を用いた最終処分場の低コスト・持続可能なリデュース（廃棄物発生抑制）型総合浄化システムの開発を試みた。

3. 研究の方法

実際の最終処分場としては石川県金沢市の戸室最終処分場の土壌サンプルと浸出水サンプルを用いておこなった。重金属蓄積植物を用いた最終処分場の土壌浄化・修復に関しては、重金属蓄積植物であるヘビノネゴザ (*Athyrium yokoscense*) を用いて行った。浸出水処理には、銅ゴケであるホンモンジゴケ (*Physcomitrella patens*) を用いた。リデュース型処理を目的としたバイオマス資源化には、水蒸気爆砕法を用い、メタンガス生産には金沢市城北水質管理センターの消化汚泥を用いた。エタノール生産には酵母 (*Sachharomyces cerevisia*) と糖化酵素を用いて行った。

4. 研究成果

重金属蓄積植物を用いた最終処分場の土壌浄化・修復に関しては、ヘビノネゴザを用いて行い、2320 mg/kg-soil の銅と 220 mg/kg-soil の鉄を含む土壌をそれぞれ 413 mg/kg-soil と 10.6 mg/kg-soil まで浄化・修復できることを

明らかにした。さらに、銅ゴケを用いた浸出水の処理では、397 mg/L COD、26.5 mg/L 亜鉛を含む浸出水を処理し、それぞれ 154 mg/L と 2.3 mg/L まで処理することを明らかにした。リデュース型処理法としての処理後の植物体の資源化としては、水蒸気爆砕を用いた前処理を施すことによって、亜鉛の 50% を回収でき、植物体 100 g から 550 mL のメタンガス（バイオガス）あるいは 1.6 g のエタノール（バイオエタノール）を生産できることがわかった。以上のことから、本研究で考案した植物を用いた最終処分場の低コスト・持続可能なリデュース（廃棄物発生抑制）型総合浄化システムは、実現可能であることがわかった。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 13 件）

(1) T.Maki, S.Susuki, F.Kobayashi (他 9 名, 3 番目), Phylogenetic diversity and vertical distribution of a halobacterial community in the atmosphere of an Asian dust (KOSA) arrival region, Suzu City, Journal of Ecotechnology Research, in press, 査読有

(2) Y. Iwasaka, G. Shi, M. Yamada, F.Kobayashi (他 6 名, 4 番目), Mixture of Kosa (Asian Dust) and bioaerosols detected in the atmosphere over the Kosa particles source regions with Balloon-borne measurements: Possibility of long-range transport, Air Quality, Atmosphere and Health, DOI 10.1007/s11869-009-0031-5, 2009, 査読有

(3) M.Kakikawa, F.Kobayashi (他 8 名, 2 番目), Dustborne microorganisms in the atmosphere over Asian dust source region, Dunhuang, Air Quality, Atmosphere and Health, Vol. 1, 195-202 2009, 査読有

(4) T.Maki, S.Susuki, F.Kobayashi (他 10 名, 3 番目), Phylogenetic diversity and vertical distribution of a halobacterial community in the atmosphere of an Asian dust (KOSA) source region, Dunhuang City, Air Quality, Atmosphere and Health, Vol. 1, 81-89, 2008, 査読有

- (5) Y.Nakamura, F.Kobayashi, M.Daidai, A.Kurozumi, Purification of seawater contaminated with undegradable aromatic ring compounds using ozonolysis followed by titanium dioxide treatment, *Marine Pollution Bulletin*, Vol.57, No.1-5, 53-58, 2008, 査読有
- (6) T.Maki, S.Susuki, F.Kobayashi, M.Kakikawa (他7名, 3番目), Ecophysiological analysis of halobacteria in bioaerosol, *Journal of Ecotechnology Research*, Vol.13, No.4, 309-313, 2008, 査読有
- (7) 鈴木信雄, 小林史尚, 又多政博 (他3名, 2番目), 能登半島沿岸の海水中のトリブチルスズ濃度測定と海洋細菌によるトリブチルスズの浄化の試み, *日本海域研究*, 第39号, 49-53, 2008, 査読有
- (8) N.-P.Hua, F.Kobayashi, Y.Iwasaka, G.-Y. Shi, T.Naganuma, Detailed identification of desert-originated bacteria carried by Asian dust storms to Japan, *Aerobiologia*, Vol.23, No.4, 291-298, 2007, 査読有
- (9) A.Kurosumi, F.Kobayashi, Y.Nakamura, Development of new extraction method of natural antioxidants from bamboo grass transaction of the Materials, Research Society of Japan, Vol.32, No.4, 1139-1142, 2007, 査読有
- (10) A.Kurosumi, C.Sasaki, K.Kumada, F.Kobayashi, G.Mtui, Y.Nakamura, Novel extraction method of antioxidant compounds from *Sasa Palmata* (Bean) Nakai using steam explosion, *Process Biochemistry*, Vol.42, No.10, 1449-1453, 2007, 査読有
- (11) 小林史尚, 柿川真紀子 (他4名), 黄砂発生源におけるバイオエアロゾル拡散に関する研究, *エアロゾル研究*, 第22巻, 第3号, 218-227, 2007, 査読有
- (12) M.Daidai, F.Kobayashi, M.Godliving, Y.Nakamura, Degradation of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) by Ozonation and TiO₂/UV treatment, *Journal of Chemical Engineering of Japan*, Vol.40, No.4, 378-384, 2007, 査読有
- (13) F.Kobayashi, M.Daidai, N.Suzuki, Y.Nakamura, Degradation of phenol in seawater using novel microorganism isolated from the intestine of *Aplysia kurodai*, *International Biodeterioration and Biodegradation*, Vol.59, No.3, 252-254, 2007, 査読有

[学会発表] (計12件)

- (1) M.Yamada, T.Maki, F.Kobayashi, B.Chen, Diffusion of bioaerosols linked with mineral particles in the boundary layer over a desert area of the northwest China, IGAC, 2008.9.7-12, Annecy(France)
- (2) F.Kobayashi, S.Toda, M.Yamada, Bioaerosols in the convective mixed layer over KOSA region, Dunhuang, IGAC, 2008.9.7-12, Annecy(France)
- (3) M.Yamada, Y.Iwasaka, D.Zhang, T.Miyazawa, F.Kobayashi, M.Kakikawa, Development of a particle counter for bioaerosol measurement, IAS, 2008.8.20-22, Kanazawa(Japan)
- (4) S.Toda, F.Kobayashi, M.Yamada, Isolation, Identification, and Direct sampling of Bioaerosols in the convective mixed layer over KOSA region, Dunhuang, IAS, 2008.8.20-22, Kanazawa(Japan)
- (5) M.Yamada, T.Maki, F.Kobayashi, B.Chen, Mineral particles in the boundary layer over a desert area of the northwest China: Number concentration and mixture state with microorganisms, AOGS, 2008.6.16-20, Busan(Korea)
- (6) M.Maki, S.Susuki, F.Kobayashi, M.Kakikawa, Halotolerant bacterial community survived in atmosphere of Asian dust (KOSA) source region, Dungguang City, International Workshop on Sand/Duststorms and Associate Dustfall, 2008.5.21-24, Urumqi(China)
- (7) M.Kakikawa, F.Kobayashi, T.Maki, Dustborne microorganisms in KOSA source region, Dunhuang, International Workshop on Sand/Duststorms and Associate Dustfall, 2008.5.21-24, Urumqi(China)
- (8) G.-Y. Shi, F.Kobayashi, S.Toda, Direct sampling and identification of bioaerosols in the convective mixed layer over KOSA region, Dunhuang, using the separate culture, International Workshop on Sand/Duststorms and Associate Dustfall, 2008.5.21-24, Urumqi(China)
- (9) T.Maki, S.Susuki, F.Kobayashi, M.Kakikawa, Composition of halophilic bacteria survived in bioaerosol, International Conference on Environmental, Industrial and Applied Microbiology, 2007.11.28-12.1, Seville(Spain)
- (10) F.Kobayashi, M.Daidai, Y.Nakamura, Landfill leachate treatment using ozone oxidation and moss, International Conference on Environmental, Industrial and Applied Microbiology, 2007.11.28-12.1,

Seville(Spain)

(11) N.Suzuki, F.Kobayashi, M.Matada, S.Ito, Effect of tributyltin of the calcium metabolism in teleosts and attempt to biodegrade by marine bacteria, The Japan Society for Comparative Endocrinology, 2007.10.12-13, Nikko (Japan)

(12) F.Kobayashi, M.Kakikawa, M.Yamada, Isolation and identification of bioaerosols in a KOSA source region, Dungenang, AAS, 2007.8.26-29, Kaohsiung (Taiwan)

6. 研究組織

(1)研究代表者

小林 史尚 (KOBAYASHI FUMIHISA)
金沢大学・自然システム学系・准教授
研究者番号：60293370

(2)研究分担者

中村 嘉利 (NAKAMURA YOSHITOSHI)
徳島大学・ソシオテクノサイエンス研究部・教授
研究者番号：20172455