

水質浄化濾剤と濾剤原料中の元素組成

齊藤勝美、栗本康司¹、世良耕一郎²

秋田県健康環境センター

010-0874 秋田県秋田市千秋久保田町 6-6

現所属：エヌエス環境(株)中央技術研究所

020-0122 岩手県盛岡市みたけ 4-3-33

¹秋田県立大学木材高度加工研究所

016-0876 秋田県能代市海詠坂 11-1

²岩手医科大学サイクロトロンセンター

020-0173 岩手県岩手郡滝沢村字留が森 348-58

1 はじめに

集約的な流域下水処理施設と比較して、散在する農村地域を対象とした農村集落排水では、地域環境にマッチした自然共生型で、しかも省エネルギー、省力型の処理が求められている。また、富栄養化対策として、合併浄化槽による有機物除去にとどまらず、閉鎖系水域や小規模河川への窒素・リン流出の低減がより一層求められている。こうしたことから、自然共生型の水浄化システムを可能とする窒素・リン吸収の粗～細孔隙の階層構造を持つ水質浄化濾剤を開発し、その水質浄化能力とともに、水質浄化濾剤が肥料分を含む土壌改良材としての可能性についても検討している。ここでは、水質浄化濾剤の土壌改良剤としての安全性を確認するために行った水質浄化濾剤と濾剤の主体成分であるゼオライトの元素組成分析および水質浄化濾剤の溶出液分析の結果を報告する。

2 材料および方法

2.1 水質浄化濾剤

水質浄化濾剤はゼオライト（63%）、消石灰（25%）、木炭（12%）の混合物を 550℃により 4 時間焼結したもので、形状は球状、一粒の大きさは直径約 10 mm、重さは 1 g となっている。濾剤の内部構造は SEM で観察すると襞状で、表面積が大きく物質を吸収しやすい構造になっている。また、ゼオライト特有のポーラスホールが無数存在していると考えられる。Fig. 1 に濾剤の外観を、Fig. 2 には濾剤内部の SEM イメージを示した。



Fig. 1 Outside of water treatment medium.

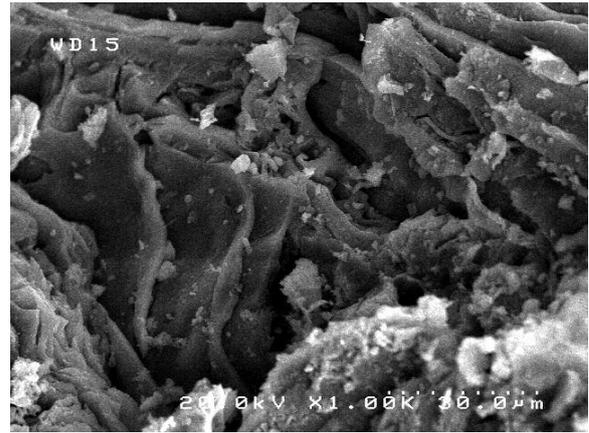


Fig. 2 SEM image of water treatment medium.

2.2 ゼオライト

ゼオライトは Fig. 3 に示す 10 地点から採取されたものを分析対象とした。なお、水質浄化濾剤に用いられているゼオライトは No.8 で採取されたものである。

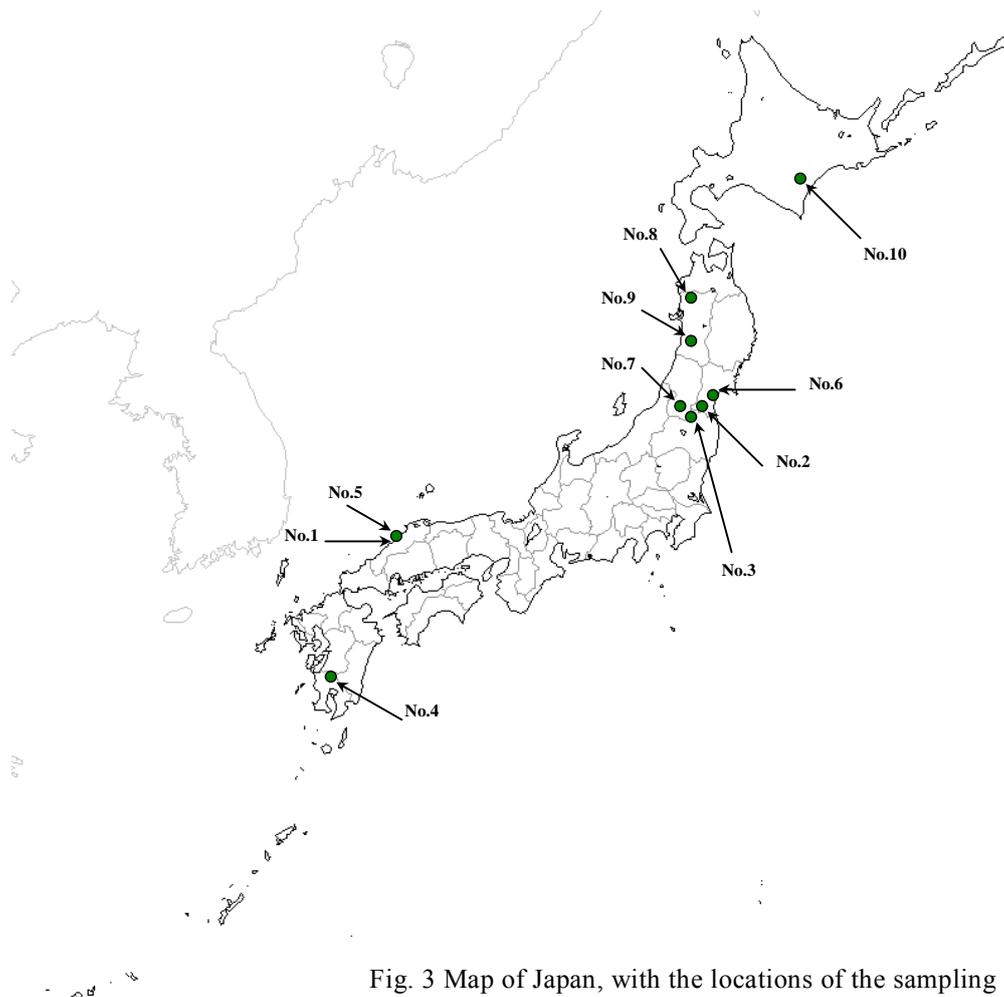


Fig. 3 Map of Japan, with the locations of the sampling sites.

2.3 試料の前処理と分析方法

水質浄化濾剤とゼオライトの元素組成のための分析試料は、これらを磁器製乳鉢で砕き、約 100 mg を精秤し、メノー乳鉢により粒径 5 μm 程度に擦り潰しをしたのち、内部標準元素として Pd-Carbon 粉末 (Pd 5%、和光純薬工業製) 約 20 mg を精秤して加え、均一に混合して調製した。PIXE 分析の照射用試料は、クリンベンチ内でターゲットフレームに貼り付けたバックリングフィルム上に、調製試料を約 100 μg 乗せ、アルコールで 10% に希釈したコロジオン液一滴をその上から滴下し、重なり合った粒子を広げ分散させて固定したものとした。

水質浄化濾剤の溶出液は、溶出試験の定法 (昭和 48 年環境庁告示第 13 号「産廃告示」) により作成した。PIXE 分析の照射用試料は、溶出液 1 mL に In (1000 mg/g) を 10 μL 添加し、これをターゲットフレームに貼り付けたバックリングフィルム上に 20 μL 滴下し、自然乾燥させたものとした。

PIXE 分析は、(社)日本アイソトープ協会仁科記念サイクロトロンセンター (NMCC) で行った。スモールサイズのサイクロトロンからの 2.9 MeV のプロトンビーム (6 mm ϕ) を真空チャンバー内で照射試料に照射し、これにより発生した特性 X 線を低エネルギー用と高エネルギー用の 2 台のシリコンリチウム半導体検出器で同時に測定してスペクトルを得た。スペクトルから検出元素のピーク面積を解析するには、Sera *et al.*¹⁾ が開発した解析プログラム SAPIX を用いた。ピーク面積から定量値を求める方法として、水質浄化濾剤とゼオライト試料は Sera *et al.*²⁾ が開発した Pd を内部標準とする粉末内部標準法、水質浄化濾剤の溶出液は In (1000 mg/g) を内部標準元素とした方法³⁾ を用いた。

3 分析結果と考察

PIXE 法による元素分析の結果、Table 1 に示すとおり水質浄化濾剤は Na、Mg、Al、Si、S、K、Ca、Fe などの元素から成り、Si と Ca が主要な元素であった。重金属の Hg と Pb は検出されたが、土壤汚染法の基準 (Hg 15 mg/kg 以下、Pb 150 mg/kg 以下) を超える含有量は認められなかった。水質浄化濾剤の溶出液は、Hg の溶出は認められず、Pb は土壤汚染法における溶出量の基準値 (Hg 0.0005 mg/L 以下、Pb 0.01 mg/L 以下) を超えるものではなかった。

Table 2 に示すゼオライトの元素組成をみると、採取地点つまりゼオライトを産出する鉱山によって主体元素である Na、Al、Si、K、Ca、Fe の存在量に違いがある。重金属の Hg と Pb は鉱山による違いはあるものの、ゼオライトにこれらが微量ながら含有していると考えられる。したがって、水質浄化濾剤に含有する Hg と Pb はゼオライトに起因すると推察される。

4 まとめ

水質浄化濾剤の元素組成と水質浄化濾剤の溶出試験による溶出液の元素分析結果から、水質浄化濾剤は土壤改良剤としての安全性が確認され、その使用により土壌および地下水環境への負荷を引き起こさないものとする。

Table 1 Elemental content in the filter media and the eluate of filter media *¹

Element	Mean ± SD	
	Filter media (mg/kg)	Eluate of filter media (mg/L)
Na	2860 ± 487	33.6 ± 10.4
Mg	1050 ± 315	ND
Al	11400 ± 2190	ND
Si	83100 ± 11400	36.3 ± 3.1
S	1210 ± 508	5.89 ± 0.84
Cl	383 ± 1	ND
K	8430 ± 616	3.58 ± 0.43
Ca	127000 ± 12000	ND
Ti	402 ± 23	ND
Cr	12.9 ± 2.2	ND
Mn	473 ± 27	ND
Fe	6110 ± 350	ND
Co	33.0 ± 4.1	ND
Ni	136 ± 16	ND
Cu	14.1 ± 4.5	0.01 ± 0.00
Zn	110 ± 1	0.01 ± 0.00
Br	7.2 ± 0.6	ND
Rb	40.0 ± 9.1	ND
Sr	188 ± 7	ND
Hg	3.5 ± 0.3	ND
Pb	19.1 ± 6.3	0.01 ± 0.01

*¹: Mean and SD of five measurements.

Table 2 Elemental content (mg/kg) in zeolite *¹

Element	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10
Na	4570	736	3640	6660	10500	4690	10000	2340	1140	2030
Mg	1170	ND	ND	ND	949	ND	ND	758	2060	1560
Al	16000	30800	26400	32800	45600	35200	33800	29100	18000	34600
Si	151000	189000	201000	236000	270000	256000	267000	242000	122000	165000
S	321	363	628	730	655	495	1180	471	497	ND
Cl	1220	422	ND	569	1100	559	ND	915	739	842
K	6450	12700	8960	11700	9170	10800	26100	25900	4910	5860
Ca	4620	10900	13800	19600	9830	12000	9090	9320	6750	14300
Ti	678	922	690	2130	1080	879	685	712	1200	1780
Cr	ND	15.2								
Mn	57.0	141	58.7	701	82.9	84.4	131	107	159	153
Fe	4460	13300	12700	14800	6530	5890	9040	6810	14900	19200
Cu	1.97	8.66	10.4	ND	15.4	9.34	7.26	ND	8.93	7.68
Zn	72.7	60.2	72.3	85.30	105	89.1	103	48.9	70.3	102
Br	4.64	ND	ND	ND	ND	ND	8.30	6.37	ND	ND
Rb	40.3	103	89.1	117	63.4	51.7	114	125	137	104
Sr	94.8	153	183	192	241	66.3	56.2	120	176	149
Hg	ND	ND	15.8	ND	ND	ND	ND	15.0	ND	ND
Pb	11.1	ND	ND	45.7	ND	ND	60.7	ND	ND	ND

*¹: Average of five measurements.

参考文献

- 1) K. Sera, T. Yanagisawa, H. Tsunoda, S. Hutatukawa, Y. Saitoh, S. Suzuki and H. Orihara “Bio-PIXE at Takizawa Facility (Bio-PIXE with a Baby Cyclotron)” *International Journal of PIXE*, **2**, 325-330 (1992).
- 2) K. Sera, S. Futatsugawa and D. Ishiyama “Application of a Powdered Internal Standard method Combined with Correction for Self Absorption of X-ray to Geological, Environmental and Biological” *International Journal of PIXE*, **9**, 63-81(1999).
- 3) S. Futatsugawa, S. Hatakeyama, S. Saitou and K. Sera “Present Status of NMCC and Sample Preparation Method for Bio-samples” *International Journal of PIXE*, **3**, 319-328 (1993).

Elemental composition in water treatment medium and zeolite

Katsumi Saitoh¹, Yasuji Kurimoto² and Koichiro Sera³

¹Akita Prefectural Research Center for Public Health and Environment

6-6 Sensyu-Kubota, Akita 010-0874, Japan

Present affiliation: Center Laboratory of Technology, NS Environmental Science Consultant Corporation

4-3-33 Mitake, Morioka 020-0122, Japan

²Institute of Wood Technology, Akita Prefectural University

11-1 Kaieisaka, Noshiro 016-0876, Japan

³Cyclotron Research Center, Iwate Medical University

348-58 Tomegamori, Takizawa 020-0173, Japan

Abstract

To confirm the use possibility (safety) as the soil conditioner of the water treatment medium, this and zeolite (major ingredient) elemental compositions were analyzed by PIXE method. As a result, safety as the soil conditioner was confirmed. Therefore, it is thought that the water treatment medium can be used as a soil conditioner.