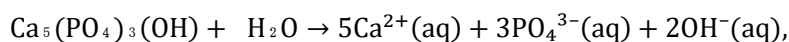


魚滓を用いた飛灰中の鉛の安定化における液固比および反応時間の検討

九州大学工学部
九州大学大学院工学研究院学生会員 野道武志
Amirhomayoun Saffarzadeh, Mitali Nag
フェロー会員 島岡隆行

1. はじめに

現在、我が国では年間 4,317 万 t の一般廃棄物が排出され、そのうち約 80%にあたる 3,294 万 t が焼却され年間 305 万 t の焼却残渣が排出されている¹⁾。焼却残渣である飛灰は特別管理一般廃棄物に指定されており、清掃工場から搬出する際に重金属を安定化させることが義務付けられている。現在飛灰はセメント固化、キレート処理、焼成、溶融固化等の処理が行われ、その大部分が埋立処分されている。しかし、既存の処理方法では、高コスト、埋立体積が大きくなりすぎるなど様々な問題点がある。また、我が国では年間 730 万 t の魚介類が供給されており、毎年多くの魚滓が発生し、再利用または廃棄物として処分されている²⁾。魚骨の主成分であるヒドロキシアパタイト($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$)は、鉛などの重金属と反応し、難溶性のリン酸塩を形成することが知られている³⁾。



カルシウムと鉛のイオン交換によって鉛ヒドロキシアパタイトを形成する。飛灰中鉛の安定化に魚骨の主成分であるヒドロキシアパタイトが有用であることは示されている⁴⁾⁵⁾が、埋立判定基準を下回るほどの効果は得られていなかった。本研究では、魚滓由来のヒドロキシアパタイトを用いた飛灰中の鉛の安定化のさらなる向上を図ることを目的に、安定化処理における液固比及び反応時間が及ぼす影響を検討した。

2. 試料

F 市 S 清掃工場で 2017 年に採取された飛灰を試料として用いた。乳鉢と乳棒を用いて飛灰を粉碎し、XRD 分析を行って元素組成を把握した。また、溶出試験を行った。XRD 分析と溶出試験の結果を図 1 及び表 1 に示す。

製品として販売されている魚骨チップ ApatiteIITM (以下 APII 魚骨材とする)から作成した魚骨材及び I 市と F 市の鮮魚店で廃棄された魚滓から作成した魚骨材 (以下 NFB 魚骨材とする)を使用した。

魚滓を 10 分間煮沸した後、肉等を取り除き骨のみにした。骨のみをさらに 10 分間煮沸し、油分を取り除いた。その後室温で 48 時間乾燥させ NFB 魚骨材を作成した。APII 及び NFB は 1mm 程度に粉碎した。

3. 実験方法

(1)実験方法

ポリエチレン容器中で飛灰 20 g と魚骨材 10g を混合し、L/S が 1.0 もしくは 1.5 になるまで水を注入して混ぜ合わせ、6、12 及び 24 時間と反応時間を変えて静置した。以下、この行程で静置した時間を静置時間とする。

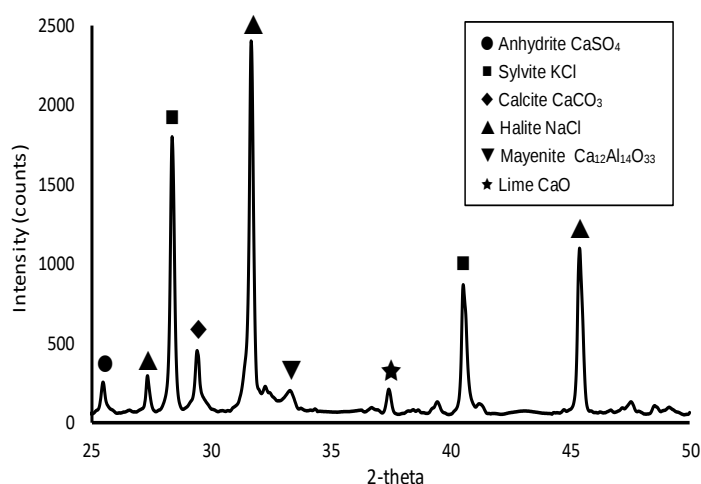


図 1 飛灰の XRD 分析結果

表 1 飛灰の溶出試験結果

元素	Cd	Cr	Cu	Pb	Zn	Mg
濃度(mg/L)	<0.1	0.2	0.2	48.5	1.7	0.6

(2)測定方法

試料を入れたポリエチレン容器に L/S が 10 になるまで水を注入して密閉し、振とう機を用いて 200rpm で 6 時間振とうした。遠心分離機を用いて固液分離した後、0.1 μ m の濾紙を用いて濾過し、これを浸出水とした。浸出水を酸分解し、1%硝酸で 100 倍希釈した後、ICP 発光分析で浸出水中の Pb 濃度を測定した。

4. 結果及び考察

魚骨材を添加した飛灰の浸出水中の Pb 濃度を図 2 に示す。用いた魚骨材の種類と、静置時間の組み合わせによって、ケース名を設定した。NFB は魚滓から作成した魚骨材を添加した試料、APII は ApatiteII™ から作成した魚骨材を添加した試料を表す。また、NFB もしくは APII の後に静置時間を示す。魚骨材を添加したすべてのケースで、浸出水中の Pb 濃度は添加無し飛灰の浸出水 Pb 濃度 48.5mg/L から大きく低下していた。APII 魚骨材を添加した飛灰では 20.2mg/L～32.7mg/L、NFB 魚骨材を添加した飛灰では 10.8mg/L～15.5mg/L となり、NFB 魚骨材を添加した飛灰の方が浸出水中の Pb 濃度は低かった。このことからどちらの魚骨材も飛灰中の Pb の安定化に有効だが、NFB 魚骨材の方がより効果的であった。最も浸出水 Pb 濃度が低かったのは L/S1.5、NFB 魚骨材添加、静置時間 6 時間のケースであった。NFB 魚骨材添加飛灰では、L/S や静置時間を変化させても、浸出水中の Pb 濃度に大きな違いは見られなかった。一方で、APII 魚骨材を添加した飛灰では、L/S が高い方が Pb の安定化に有効で、静置時間は 12 時間が最も効果が高く、24 時間、6 時間の順で浸出水中の Pb 濃度が低かった。このことから、L/S や静置時間も Pb の安定化に影響を与えている可能性があると考えられる。最も効果の高かったケースでは、浸出水中の Pb 濃度が 78%減少したが、埋立判定基準である 0.3mg/L は達成できておらず、さらなる安定化促進方法の検討を進める必要がある。

5. まとめ

魚滓から作成した魚骨材が飛灰中に存在する Pb の安定化に有効であることが示された。また、静置時間や L/S、使用する魚骨材の種類が Pb の安定化に影響を与える可能性があることが明らかとなった。しかし、埋立判定基準 0.3mg/L は達成できておらず、さらなる安定化促進方法の検討を進める必要がある。

[謝辞]

本研究は JSPS 科研費 JP18K11697 (Stabilization of hazardous heavy metals in municipal solid waste incineration (MSWI) fly ash using natural fishbone hydroxyapatite (HAP): A novel approach to the treatment of waste material、研究代表者：サファルザデ アミルホマユン) の助成を受けたものである。記して謝意を表す。

[参考文献]

- 1) 環境省(2018), 日本の廃棄物処理 平成 28 年度版.
- 2) 水産庁(2017),平成 29 年度水産白書.
- 3) Q. Y. Ma, S. J. Traina and T. J. Logan, In Situ Lead Immobilization by Apatite, Environ. Sci. Technol., 1993, Vol. 27, No. 9, pp. 1803-1810.
- 4) Yue Mu, Amirhomayoun Saffarzadeh, Takayuki Shimaoka (2018a), Utilization of waste natural fishbone for heavy metal stabilization in municipal solid waste incineration fly ash, Journal of Cleaner Production 172 (2018) pp. 3111-3118.
- 5) Yue Mu, Amirhomayoun Saffarzadeh, Takayuki Shimaoka (2018b), Influence of ignition of waste fishbone on enhancing heavy metal stabilization in municipal solid waste incineration (MSWI) fly ash, Journal of Cleaner Production 189 (2018) pp. 396-405.

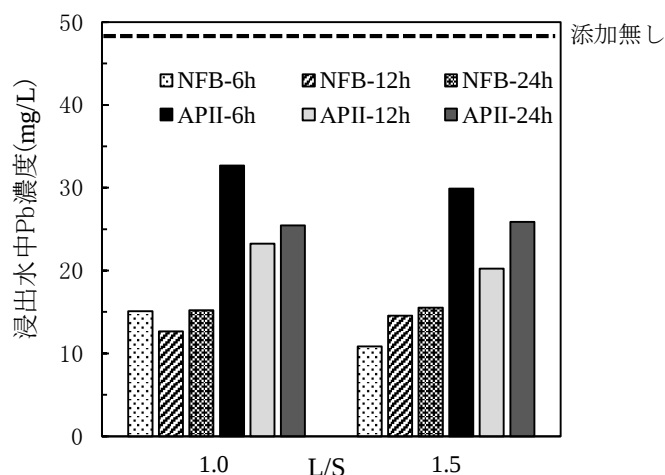


図2 魚骨材添加飛灰の浸出水中Pb濃度