

II - 562

生物脱リン法余剰汚泥 焼却灰からのリン溶出と対策

中央大学理工学部 ○松尾 吉高（正） 鄭 薏（正）
内野 清志 竹村 文

1. はじめに

リン除去技術は、除去されたリンが汚泥処分地から自然水系に流出しないことが保障されてはじめて富栄養化対策技術として有効になる。わが国では、生物脱リン法（嫌気好気活性汚泥法）がリン除去技術の主流になっている。一方、汚泥処理には直切脱水-焼却処理法を用いている処理場が少なくないが、生物脱リン法から排出される焼却灰からのリン溶出についての研究は少ない。本研究では、室内の生物脱リン法実験施設から排出された余剰汚泥の焼却灰からのリン溶出特性とリン溶出抑制方法を検討した。

2. 実験方法

余剰汚泥源 試料とした余剰汚泥は合成下水を流入水とする室内規模の生物脱リン法実験施設から得たもので、そのリン含有率は 7 P/MLSS %程度であった。供試焼却灰は、この余剰汚泥を湯煎乾燥した後に、670℃、2時間の条件で電気炉により灰化し、その灰を乳鉢で粉末化したものである。

溶出実験法 複数の 50mL バイアルに脱イオン水40 mL と所望の濃度（通常、1 mg/mL）になるような量の焼却灰粉末を加えて恒温水槽内で振盪培養した。定時間ごとに、バイアル全体の液を通過径 0.1μ の MF でろ過し、そのろ過液の O-P（正リン酸 P）濃度と溶出 T-P（全リン）の濃度を測定した。

リン測定法 O-P はモリブデン青法で測定し、T-P 測定のための加水分解には、K₂S₂O₈ 消化法を利用した。

3. 実験結果

(1) 溶出特性

溶出水温は溶出に大きく影響した。図-1 に示すように水温が高いほど溶出速度は大きく、50℃以上の温度では実験期間（約 2週間）のうちに灰に含まれていたリンのほとんど全てが溶出された。低温においても溶出量は、実験終了時まで漸増の傾向を示し、全てが溶出される可能性が示唆された。50℃以下の常温域においては、溶出リンの大部分が非正リン酸性リンの形態であった。焼却灰には有機性リンの存在は考えられず、この非正リン酸性リンはポリリン酸リンであったと推定される。85℃の場合には、この非正リン酸性リンの急速な正リン酸化が観察された。

通常の溶出試験では灰濃度を 1 mg/mL としで実験を行ったが、溶出に及ぼす灰濃度の影響を調べてみた。図-2 に示れるように、灰濃度が高いほど溶出リンの絶対量は多くなるが、灰単位重量当りに換算したリン溶出は遅くなる傾向を示した。

溶出速度は、溶液側リン濃度にも影響されると考えられる。

原子吸光法（使用機器：Hitachi Z-8000）により、リンとともに溶出する陽イオンを調べたところ、図-3

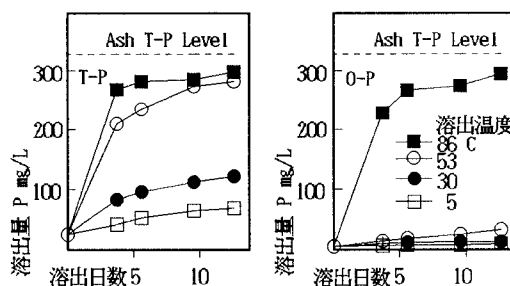


図-1 水温による溶出挙動の相違

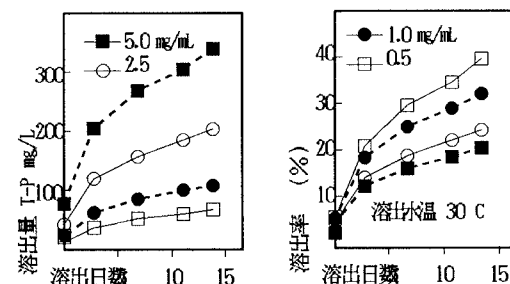


図-2 溶出に及ぼす灰濃度の相違

に示されるように、 Mg^{2+} と K^+ がリンとともに溶出した。しかし、モル関係比は $\Delta Mg/\Delta P=0.094$ 、 $\Delta K/\Delta P=0.018$ と小さかった。

(2) 溶出を抑制する焼却法

溶出特性を調べる実験と並行して、生物脱リン実施施設（し尿処理施設）から得られた余剰汚泥を焼却し、その焼却灰のリン溶出試験を行ったところ、実験室施設の余剰汚泥のそれに比べ、リン溶出量は少なかった。実施施設汚泥の焼却灰赤褐色をしており、このことから、鉄の存在が焼却灰からのリン溶出に抑制効果を持つと予測し、実験室施設余剰汚泥に塩化第二鉄（ $FeCl_2$ ）を混合後、焼却した灰について、温度85℃で溶出実験を行った。その結果を図-4に示す。あらかじめ十分量の塩化第二鉄を加えた場合の焼却灰からは、溶出水温が高温であるにもかかわらず微量のリンしか溶出なかった。このことは、生物脱リン法余剰汚泥の脱水には、有機高分子凝集剤を利用する脱水法よりも無機凝集剤を利用する脱水方法が焼却灰リン溶出を抑制する上で好ましいことを示唆する。

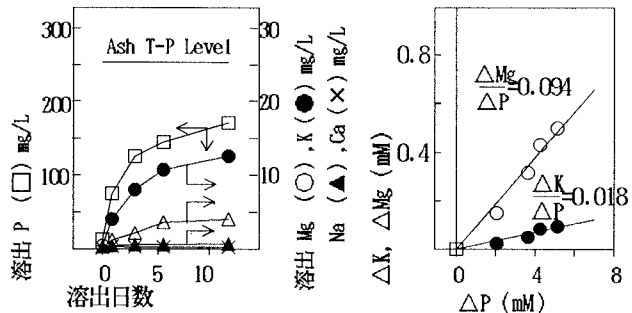


図-3 陽イオン類の溶出

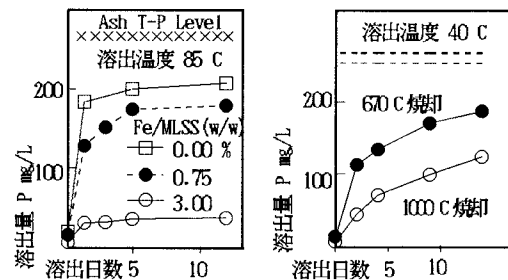


図-4 塩鉄添加の効果

図-5 焼却温度の影響

汚泥溶融のリン溶出抑制効果を知るために、1000℃焼却で得られたガラス化された灰からのリン溶出を調べた。図-5に示すように、そのリン溶出量は、670℃焼却灰のそれより少なかった。しかし、溶融ガラス化法のリン溶出抑制効果は鉄塩添加焼却法ほど大きくないようである。

4. まとめ

実験室の生物脱リン法装置から排出される余剰汚泥を焼却した灰からのリン溶出特性を調べ、あわせて、その溶出抑制法と溶出液の凝集処理を実験的に検討した。その結果、次のような知見を得た。

- (1) 生物脱リン法余剰汚泥焼却灰からはリンが溶出し、その速度は、溶出水温が高いほど、また、焼却灰濃度が小さいほど速かった。
- (2) 焼却灰から溶出されるリンは、常温溶出の場合、大部分がおそらくポリリン酸と考えられる非正リン酸リンであった。高温溶出の場合には、この非正リン酸性リンは急速に正リン酸化した。
- (3) リンとともに溶出した陽イオンは、 Mg^{2+} と K^+ であった。
- (4) 焼却灰からのリン溶出は焼却前に余剰汚泥に多量の鉄塩を加えることにより抑制できた。また、高温焼却によって灰をガラス化しても、溶出が抑制される傾向が観察された。

5. 謝 辞

本研究は、平成6年度中央大学卒業生、島原拓也（現、片平エンジニアリング）、佐藤哲哉（現、日本上下水道設計）の協力を得て行われた。

<参考文献>

- Zheng, H., Matsuo Y., Sato T., and Shimahara, T., (1994) Phosphorus Leaching from Incinerated Excess Sludge of a Biological Phosphorus Removal Process 第49回土木学会年次学術講演集