

電解法を用いた都市ごみ焼却灰中の有害物質分解効果

九州大学大学院 学○小林陽介 九州大学大学院 F 落合英俊
九州大学大学院 正 大嶺聖 九州大学大学院 学 岩永信太郎

1. はじめに

近年、廃棄物の最終処分量は減少傾向にあるものの、最終処分場の残余年数は少なく、新規施設数も減少しており厳しい状況にある。廃棄物の管理型最終処分場では、降雨等によって発生する浸出液の分析を義務付けられているが、その分析項目の中でも、難分解性有機物(COD 成分)の長期にわたる溶出が処分場の廃止を遅らせる 1 つの原因となっている。これまでの研究では、COD 成分の分解を目的とし、「電解法」を適用してその分解効果の検討を行ってきた。その結果、電解法は COD 成分の分解には大きな効果を発揮することが明らかとなった。しかしながら、これまでは COD 成分が比較的低濃度であったため、今回は、高濃度の COD 成分を含む浸出水に対する効果を検討し、さらに、廃棄物中に含まれる有害物質の 1 つでもある窒素成分の測定も同時に行い、その挙動を実験的に明らかにする。

2. 電解法の原理

電解法は、水の電気分解による酸素の発生を抑制して、陽極表面で汚濁物質を分解する方法(直接分解法)と触媒の酸化・還元により強い酸化力を持つイオンを生成し、液本体中で汚濁物質を分解する方法(間接分解法)がある。直接分解では有機物質は陽極表面で分解され、間接分解では、図-1 に示すように水中の塩素イオンが陽極で酸化され、遊離塩素が生成される。生成された遊離塩素は、水中で分解して次亜塩素酸(HClO)が生成され、

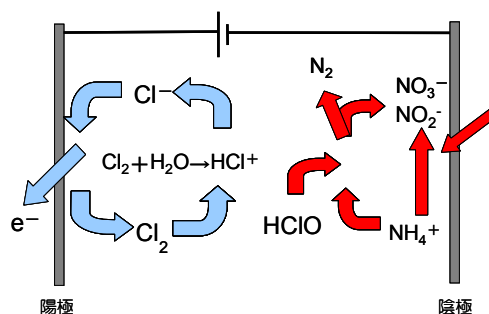


図-1 電解法の原理

次亜塩素酸の酸化力を利用して窒素の除去、難分解性有機物の分解ができる。遊離塩素で酸化力の大きい次亜塩素酸は、弱酸性域で最も存在比率が大きいため、弱酸性であることが望ましい。また、酸素の発生を抑制して塩素の酸化を進めるため、酸素過電圧が高く耐久性の高い電極材料が用いられることが多い。

3. 電解法による窒素成分分解効果

3.1 焼却灰浸出水電解：実験(1)

実験内容 F市で採取した焼却灰と有機質土壌改良材のコンポスト 1:1 で混合したものを固液比 2:3 で 1 時間振とうさせた 750g の水溶液を使用した。図-2 に電解装置を示す。電極板には、陽極に DSE(寸法安定電極)、陰極には炭素板を 10×10cm で使用し、電極間隔は 3cm とした。定電流 1.5A で 24 時間電解し、電解中は常時マグネチックスターラで攪拌した。COD(化学的酸素要求量)、NH₄-N(アンモニア性窒素)、NO₂-N(亜硝酸性窒素)、NO₃-N(硝酸性窒素)、pH、ORP、残留塩素濃度の測定を一定時間おきに行った。

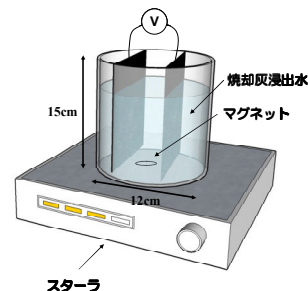


図-2 焼却灰浸出水電解装置

実験結果 図-3 に、COD、残留塩素濃度の経時変化を示す。これより、高濃度の COD 成分を含む焼却灰浸出水に対しても、その効果は発揮できることが分かる。残留塩素は、焼却灰中に多量に含まれる塩素の影響で、電解時間とともに値が上昇する。

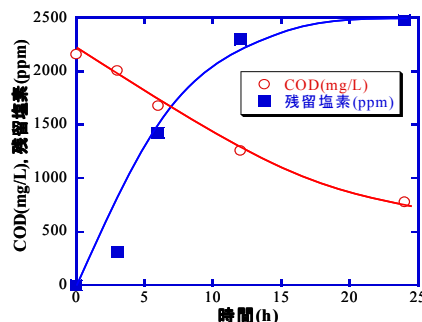


図-3 焼却灰浸出水の COD、
残留塩素経時変化

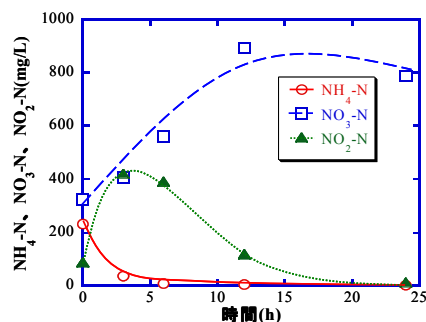


図-4 焼却灰浸出水の窒素成分
経時変化

を示す。アンモニア性窒素は、短時間での減少が確認されたが、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素に関しては、増加の挙動も見られた。図-1にも示したように、 HClO によりアンモニア性窒素が酸化分解されたため、亜硝酸性窒素は一時的に増加したと考えられる。さらに、経過時間とともに電解槽内で亜硝酸性窒素が酸化されることにより減少し、硝酸性窒素が増加したと思われる。

3.2 電解水循環：実験(2)

実験内容 図-5に示す装置を用いて、電解槽中で生成される電解水を常時循環させることによる焼却灰の浄化効果の検討を行った。実験には直径 100mm、高さ 130mm のアクリル円筒を使用し、電解槽には実験(1)と同じものを用いた。カラム内には、焼却灰：コンポスト=5：1で混合した場合と、焼却灰のみの場合で 1000g 充填し、電解槽における、電極板、電極間隔、電流、測定項目は実験(1)と同じとした。循環量 1.5L、6.0L/h で連続循環させた。

実験結果 図-6に、COD、残留塩素の経時変化を示す。COD 濃度は、80h までは増加し、その後は減少傾向にある。COD 濃度の増減には、電解水を循環させたことが大きな要因となっていると考えられる。前半の濃度増加は、電解水を循環させたことで、 HClO の作用により、カラムに充填している焼却灰中 COD 成分の溶出促進がなされ、後半の濃度減少は、時間の経過とともに、電解槽での分解量が溶出量より上回ったためだと考えられる。図-7に示した結果は、低濃度の COD 成分を含む焼却灰を、今回と同様に 1.5A 定電流で循環実験を行った結果であるが、低濃度の場合では、COD 成分の溶出と分解が効率良く行われ、浸出水の COD 濃度低下に大きな効果を発揮した。COD 濃度が高い場合には、分解効率を高める方法を検討する必要がある。図-8に窒素成分の経時変化を示す。これは、実験(1)における図-4と同様の結果が得られた。アンモニア性窒素は短時間で分解され、酸化により亜硝酸性窒素、硝酸性窒素が増加したと考えられる。アンモニア性窒素の酸化作用によって発生した硝酸性窒素は、活性汚泥法で用いられているように、嫌気条件下では脱窒が促進されることが考えられる。

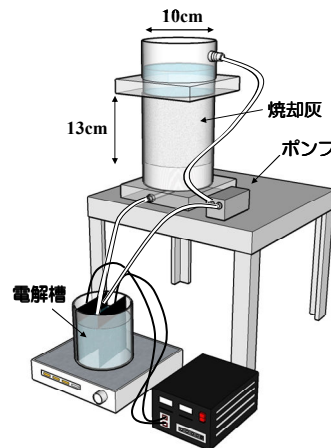


図-5 電解水循環装置

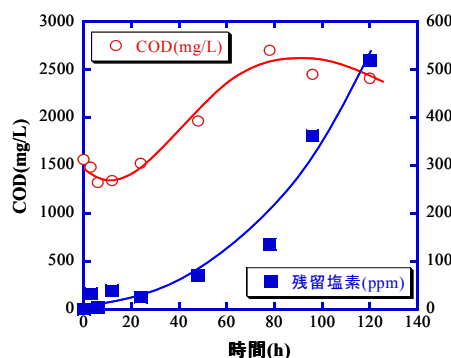


図-6 電解水循環による COD、残留塩素の経時変化（コンポスト有）

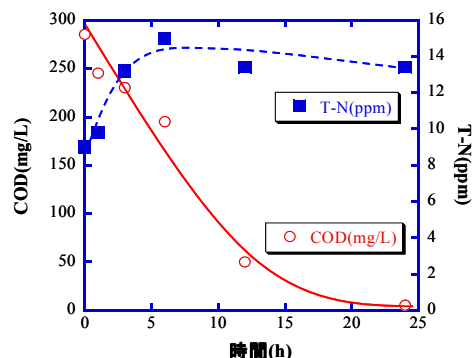


図-7 電解水循環による COD、T-N の経時変化（コンポスト無）

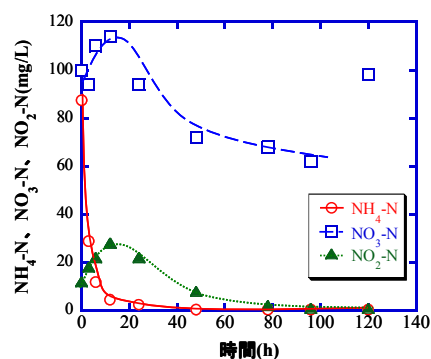


図-8 電解水循環による窒素成分の経時変化（コンポスト有）

4. まとめ

浸出水を電解した場合は、COD が高濃度の浸出水に対しても、電解法により経過時間とともに分解できる。窒素成分に関しては、酸化作用により、アンモニア性窒素→亜硝酸性窒素→硝酸性窒素へと次第に分解が進むことが示された。電解水を循環させた場合は、焼却灰中の COD 成分の溶出促進がなされ、高濃度の場合でも、時間を要するが焼却灰中の COD 成分は分解できることが示された。窒素成分に関しても、浸出水電解の場合と同様の結果が得られ、硝酸性窒素までは酸化による分解が可能である。

[参考文献]

- ・ 田中信壽、松藤敏彦、角田芳忠、東条安匡. 「廃棄物工学の基礎知識」 技報堂出版 2003.7.30
- ・ 黒田正和ら. 「環境浄化技術」 2006.8 Vol.5 N0.8 pp.1-5