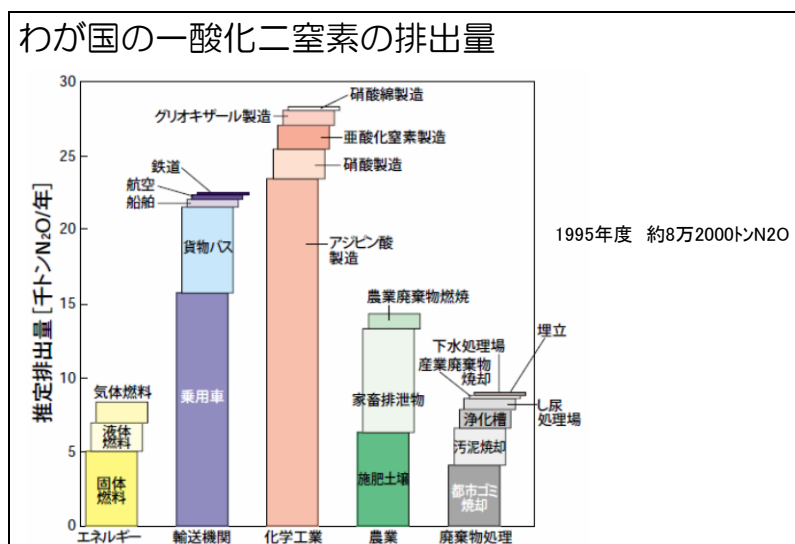


## 汚泥焼却における一酸化二窒素の発生と制御

清水 洽

CO<sub>2</sub> に対して 3 1 0 倍の温室効果のある N<sub>2</sub>O ガスは技術的に分解可能であり、N<sub>2</sub>O 削減は地球温暖化防止に大きく貢献できる。廃棄物の中の有機炭素は化石燃料由来の炭素でないため、焼却処理により発生する CO<sub>2</sub> は大気中の CO<sub>2</sub> を増加させないとの理由で、カウントされない。そのため 2008 年度の温室効果ガス総発生量 1 2 億 8, 2 0 0 万トンの中で廃棄物分野の占める割合は 1.6% と低い、それぞれの分野で目標を達成することが重要である。図-1 に地球環境産業技術研究機構の調査レポートから引用した「わが国の一酸化二窒素の排出量」を示す。

図-1

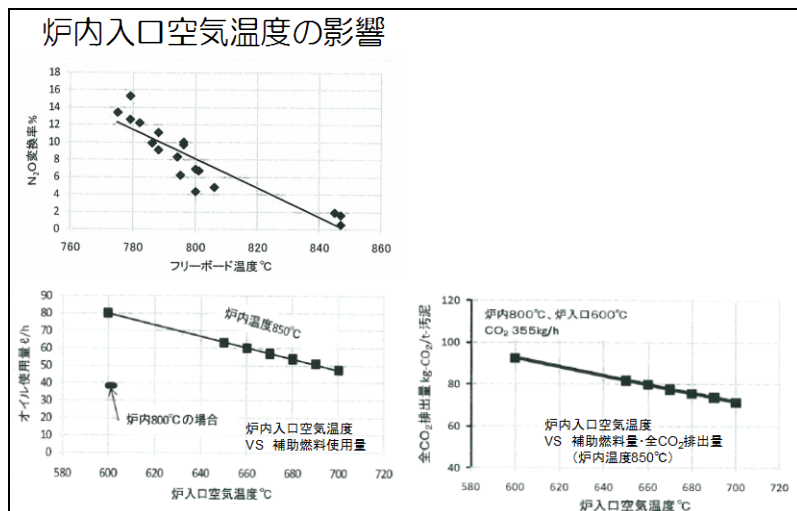


下水汚泥には一般ゴミに対して約 5 倍の窒素が含まれているため、N<sub>2</sub>O ガス排出係数は一般ゴミ 5 0 g - N<sub>2</sub>O/トンに対し下水汚泥は 9 0 0 g - N<sub>2</sub>O/トンと大きく、下水汚泥焼却時に発生する N<sub>2</sub>O が問題視されている。一方、下水汚泥は処分場の用地不足から、下水汚泥は焼却処理が主流となり、下水道の整備とともに処理汚泥量の増大により、N<sub>2</sub>O の発生量は増加してきている。

下水汚泥焼却処理は汚泥に含まれる窒素の問題で大きく推移してきた。1960 年代では多段炉でのシアンとアンモニア臭気の問題があった。1970 年代は高分子凝集剤の使用により開発された流動焼却炉での NO<sub>x</sub> の問題が起こった。これは流動炉上部のフリーボードに二次空気を入れる 2 段燃焼方式により解決したが、この当時は人間にとっては無害である N<sub>2</sub>O ガスは問題にされていなかった。1980~90 年では煤塵量の規制やダイオキシンによる排ガス設備の変更等が起こったが、2000 年代に入り地球温室ガス排出として N<sub>2</sub>O が取り

上げられ、N<sub>2</sub>O を分解するため、燃焼温度の高温化(850℃以上)が大きなテーマとなった。

図-2



新設炉においては設計当初から燃焼温度の高温化で計画できるが、既設炉では燃焼温度は 820～830℃が限度で、高温燃焼するには熱回収設備の大幅な改善が必要となる。また図-2の炉内入口空気温度の影響に示すように、フリーボード温度が上がれば N<sub>2</sub>O 変換率は下がり N<sub>2</sub>O の発生量は削減できる。しかし炉出口温度を 850℃に保つために炉内入口空気温度を上げる必要があり、炉内でオイルの使用量が増加する。オイル量を増やすことは N<sub>2</sub>O ガス削減効果の方が大きいですが、地球温暖化ガス削減に逆行することにもなる。

図-3

## 最近のN<sub>2</sub>Oガス削減研究

- ①. 多層燃焼でのN<sub>2</sub>Oガス研究
- ②. 循環型多層燃焼炉の開発
- ③. 自燃運転を活用した汚泥焼却
- ④. 触媒を用いたN<sub>2</sub>O排出量削減
- ⑤. 高圧燃焼によるN<sub>2</sub>Oガス削減

いま各機関で N<sub>2</sub>O ガス削減研究は、図-3 に示す項目で実施されている。まず①が既設

流動焼却炉での多層燃焼方である。NO<sub>x</sub>削減のテーマでこの方法は実施していたが、当時はN<sub>2</sub>Oのガス測定はしていなかった。そこで今回の研究は、流動焼却炉フリーボードゾーンを多層に分けて2次燃焼空気を入れることを再度検討し、トータルの燃焼空気量を減らし、炉出口温度を高くする研究である。

②は同じ多層燃焼法であるが、これを循環式流動焼却炉で実施した研究である。従来の流動炉では下部から吹き込む流動空気速度を0.8~0.9m/secにしているのに対し、循環式流動焼却炉では5~6m/secまでに高くして、流動砂と汚泥とを混合状態にして炉から運び出しサイクロンで焼却灰と流動砂とを分離する燃焼方式である。この焼却灰の入った排ガス経路に2次燃焼室を設け、2次燃焼空気を多層で入れ、室出口ガス温度を850℃以上にする研究である。

③が流動焼却炉で自燃を促進する研究である。自燃の基本は汚泥の含水率を下げ、汚泥カロリーを高くすることであるが、一方で汚泥焼却炉の運転制御し易い順番は、オイル制御、空気量制御、汚泥量制御の順で汚泥の質の制御は難しい。それが自燃の制御の難しいところである。結論的には低含水率でカロリーの高い汚泥焼却における風量制御による自燃である。

④が触媒を用いたN<sub>2</sub>Oの削減対策である。触媒として鉄系ゼオライトを用い反応温度450℃程度でN<sub>2</sub>Oを分解する研究である。触媒の耐久性等の問題がある。

⑤が過給式流動炉システムである。常温空気を850℃間で加熱すると空気の容積が3倍ほどになる。これを同じ容積にするには3倍の圧力を掛ければよい。この原理で加圧下(0.3Mpa)で汚泥焼却を行うのがこの方法である。加圧することにより炉をコンパクトに出来、反応効率を上げ燃焼温度を高くしてN<sub>2</sub>Oを削減するが、焼却炉をプラス圧で運転する危険を持っている。

いずれにしても下水汚泥のN<sub>2</sub>O削減は燃焼温度を上げることにより、京都議定書25%削減目標の達成は可能であるが、下水処理場トータルとして温室効果ガス削減を考えると水処理での発生汚泥量を減らす運転が、汚泥脱水・焼却処理での電気使用量や薬品量の削減に大きく貢献すると考える。