

### 「下水の窒素除去とエネルギー消費及び温室効果ガスの発生」

下水道事業から発生する温室効果ガスは、図-1に示されるように電力消費に起因するものが約半分、その他が下水処理、汚泥処理から発生するメタン、一酸化二窒素起源となっている。この図は日本の下水道事業に係わる平均的な構成を示したものであり、個々の下水道では汚泥焼却の有無でこの構成が異なってくる。汚泥焼却からの一酸化二窒素の発生は随分と大きいため、その対策の取り組みがなされている。従来の焼却温度 800℃を 850℃程度に上げることにより焼却炉からの一酸化二窒素の発生は約 60%減少できる。

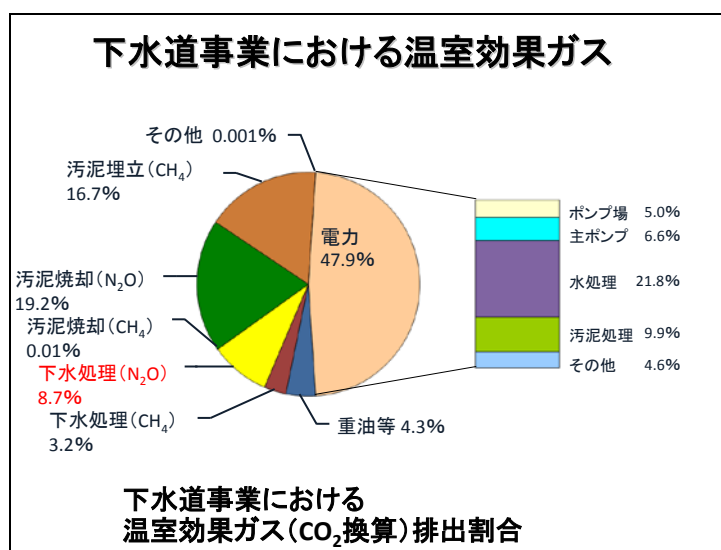


図-1

汚泥焼却の問題の次には水処理からの一酸化二窒素の発生問題がある。水処理からの一酸化二窒素の生成については硝化反応の段階と脱窒反応の段階での生成が考えられており、現状の下水処理場における N<sub>2</sub>O の排出原単位は 160 mgN<sub>2</sub>O/m<sup>3</sup> とされている。これは過去の調査データの平均値として得られた値である。国総研でも水処理からの N<sub>2</sub>O 発生について調査事例を重ねてきている。標準活性汚泥処理では N<sub>2</sub>O は時間的な変動、季節的な変動が大きく、傾向が認められた。また、A-SRT が短い処理場で N<sub>2</sub>O 排出量が多く、処理水の NO<sub>2</sub>-N 濃度が高いと N<sub>2</sub>O 排出量が多い傾向も認められた。調査事例を処理方式別に整理すると図-2のとおりとなる。窒素除去を行う循環式硝化脱窒法などでかなり排出量が低くなっている。

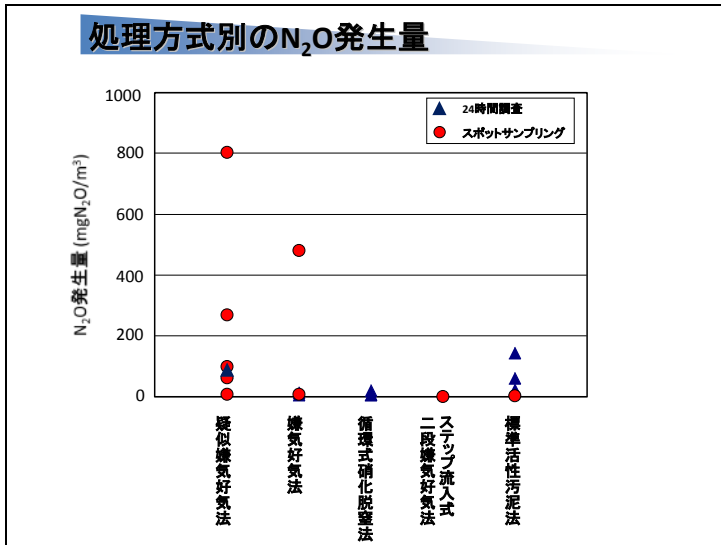


図- 2

窒素除去に係わる電力消費に関して、下水道統計より窒素除去を実施している処理場の単位処理水量当たりのデータを整理し、同様に整理された標準活性汚泥法の値との差を見た。10万 m<sup>3</sup>/d 規模での差異の値は図- 3 に示されるように、循環法で 0.129kWh/m<sup>3</sup>, A2O 法で 0.087kWh/m<sup>3</sup>, ステップ多段法では 0.062kWh/m<sup>3</sup> であった。A2O 法による二酸化炭素換算増加分は 0.031kgCO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> と計算されるが、これは N<sub>2</sub>O100mg/m<sup>3</sup> の二酸化炭素換算値と同じである。即ち N<sub>2</sub>O 発生がかなり低い高度処理が確立されたとするならば、電力消費増に伴う CO<sub>2</sub> 発生が相殺されることとなる。

#### 窒素除去に係る電力消費(10万m<sup>3</sup>/d施設)

処理方式	標準活性汚泥法との差	除去NH <sub>4</sub> -N 1kg 換算*
循環法	0.129 kWh/m <sup>3</sup>	4.29 kWh
嫌気無酸素好気法	0.087 kWh/m <sup>3</sup>	2.90 kWh
ステップ多段法	0.062 kWh/m <sup>3</sup>	2.06 kWh

\*30mg NH<sub>4</sub>-N/L 除去されるとして計算

電力消費の平均CO<sub>2</sub>発生率 0.358kg/kWh として

循環法 1.54 kgCO<sub>2</sub>/除去NH<sub>4</sub>-N kg  
 A2O法 1.04    "  
 ステップ 0.74    "  
 多段法

窒素肥料製造の標準的なCO<sub>2</sub>発生率 2 kg/kg-N

A2O法によるCO<sub>2</sub>増加分 0.031 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>  
 N<sub>2</sub>O 100mg/m<sup>3</sup> のCO<sub>2</sub>換算 0.031 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>

図- 3

このように窒素除去プロセスでは除去アンモニア性窒素 1kg 当たり 4.29~2.06kWh の電

力消費と計算され、二酸化炭素を 1.54~0.74kg 排出する。因みにアンモニア合成の標準的な二酸化炭素排出係数は 2kgCO<sub>2</sub>/kg-N である。合成肥料として窒素 1kg を使用し、これを下水処理場で除去するとすれば、その過程で少なくとも二酸化炭素を 2.7~3.5kg 排出することになる。バイオマスの有効利用あるいは窒素の循環利用という観点から、下水処理でアンモニアの形態で窒素を回収して還元し、アンモニア合成を削減することができれば、効果的に一酸化二窒素などの温室効果ガスの削減を計ることができる。汚泥に移行した窒素についても、嫌気性消化によって積極的にアンモニアとして回収することを考えてみる必要がある。