

## VII-203

## オゾン酸化処理による汚濁水域堆積泥の浄化

(株)日水コン

正員 ○大住 英俊

広島大学地域共同研究センター 正員 今岡 務

**1. はじめに** 内湾のような閉鎖性の強い水域においては、各種排水の流入や藻類生産の増加にともない底泥の有機汚濁が生じ、水圏生態系にも深刻な影響を与えられていることが知られている。したがって、このような汚濁水域において正常な生態系を回復するには、底質の浄化が重要な要件となすといえ、その手法として、浚渫や覆砂などによる底質改善効果が各地で試みられている。わが国では浚渫泥の処分地を確保することは困難になりつつあり、また、清浄な覆土材の入手も容易ではなくなっている。そこで、本研究ではエア－ばっ気とともに酸化力の強いオゾン酸化処理に注目し、実水域の堆積泥を試料とした室内実験により、浄化効果ならびに底質改善効果について検討を行うことを目的とした。加えて、オゾン酸化処理によって生成される余水の処理、および覆土材としての処理泥の再利用についても検討を加えることとした。

**2. 実験方法** **2.1 堆積泥の酸化処理実験** 堆積泥の酸化処理実験は、アクリル性カラムを用いて行った。試料は、蒸留水あるいは海水を用いて、SS濃度が20,000mg/lの懸濁液に調整した。実験は、この懸濁液を実験カラムに入れ、カラム底部まで降ろしたポーラス・ストーンによりばっ気して、攪拌、流動させることにより実施した。オゾン発生量は、1,000mg/hrであり、オゾン化ガスの流量は9.7l/minであった。また、エア－ばっ気処理もエア－ポンプ（送気量：9.7l/min）を用いて同様な方法で行った。ばっ気開始後、1,3,6,12,24 および 36 時間後にカラム底部のサンプリング口から懸濁液試料を引き抜き、処理泥と余水に固液分離しそれぞれ分析に供した。

**2.2 余水の生分解実験** 300ml 三角フラスコを用い、それぞれ供試試料を 200ml 入れ、それに植種液を 20ml 加え、20℃の恒温室の暗所内で、静置することにより 28 日間継続して行った。採水は7日おきに行ないT O C濃度の測定に供した。対照として供試試料を添加しない系、すなわち植種液のみの系も並行して実施した。

**2.3 栄養塩の溶出実験** 酸化処理による底質改善効果の一つとして、栄養塩類の溶出に対する低減効果に着目し、処理泥と未処理泥からの窒素・リン溶出量の測定実験を行った。実験には、1,000ml のガラス製容器を用い、これに、40ml の泥試料を入れ、その上に海水を静かに注ぎ、全量を1,000mlとして、20℃の恒温室内に静置した。実験は、35 日間実施し、5 日毎に上層水を採取して、窒素・リン濃度を測定した。窒素・リンの溶出速度は、この濃度変化をもとに算定した。また、処理泥を未処理泥の上に覆土（キャッピング）した場合についても、同様な方法で実験を実施し、覆土材としての処理泥の利用可能性の検討を図った。

**3. 実験結果** **3.1 物質収支による炭素と窒素の消長に関する検討** 図2は、36 時間ばっ気後の実験結果をもとに求めた炭素の収支を、初期存在量との比較で表したものである。エア－ばっ気の場合は、5～17%の減少であったのに対し、オゾンばっ気の場合は、約50%の炭素が懸濁液から消失したという結果となった。この消失に関しては、堆積泥中の有機物がオゾンにより二酸化炭素にまで分解され、大気中に放散したものと考えられた。また、オゾンによるこの有機物の分解に対する塩分の影響はとくに認められなかった。

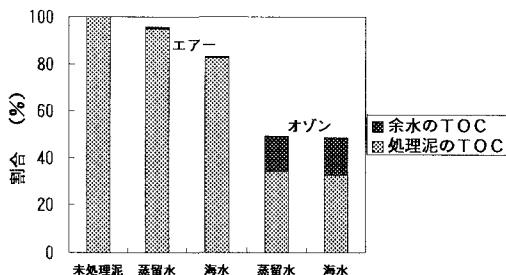


図1 36 時間経過後の炭素の収支

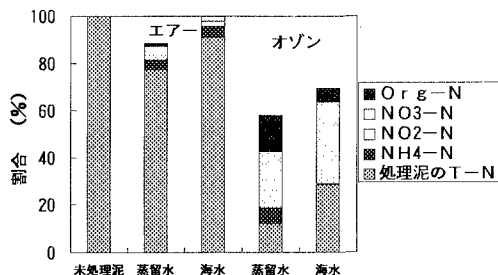


図2 36 時間経過後の窒素の収支

図2は、同様に窒素の収支についてまとめたものである。エア－ばっ気によつては、堆積泥中の窒素の10%前後のわずかな部分が無機化され、余水への溶出に留まった。それに対して、オゾンばっ気の場合は窒素化合物の類

著な無機化が認められ、さらに海水を用いた場合で30.5%、蒸留水を用いた場合では42.0%の窒素が、それぞれ懸濁液から除去されたことを示す結果となった。この窒素の除去については、オゾン酸化の結果生じたアンモニア性窒素が大気中に揮散したためと考えられた。また、余水に残存する窒素の量は、海水を用いた場合で41.1%、蒸留水では45.8%に相当すると算定された。したがって、この余水を正常な水域に排出する場合には、窒素除去のための高度処理が必要となる可能性がある。

**3.2 余水の生分解性** 36時間のオゾンおよびエアータンクによって得られた余水に、植種液を添加した後のTOC濃度の経時変化を図3に示す。この結果よりそれぞれの条件における分解率は、39.3～55.1%と算出された。堆積泥の酸化処理によって生成された溶存性有機物質は、生分解性のものであることが明確になった。すなわち、この余水中の有機物は難分解性のものではなく、生物分解可能な溶存性有機物であるといえ、生物処理などにより除去可能であることを示すといえる。

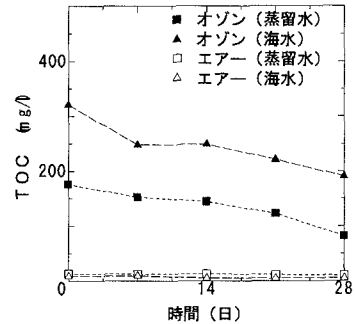


図3 TOCの経時変化

**3.3 処理泥からの窒素・リンの溶出** 溶出実験の結果、未処理泥ならびに処理泥からの窒素の溶出速度は、図4に示されるように評価された。未処理泥からの窒素の溶出速度は125.4mg/m<sup>2</sup>/日となったが、これは広島湾において採取された堆積泥による33.1～41.6mg/m<sup>2</sup>/日よりかなり高い値であった。一方、オゾンばっ気処理泥では33.6mg/m<sup>2</sup>/日と、ほぼ広島湾堆積泥と等しい溶出速度にまで低下した。

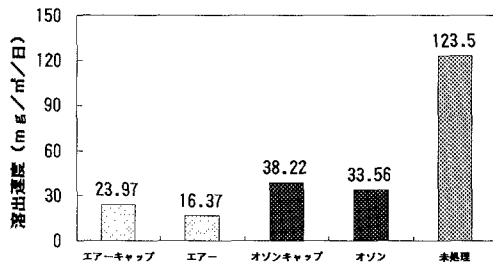


図4 窒素の溶出速度

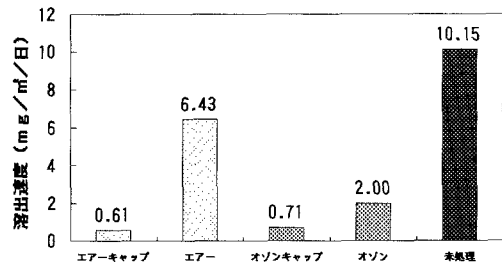


図5 リンの溶出速度

リン溶出速度の算定結果を、図5にまとめた。エアータンク処理泥のリン溶出速度は6.4mg/m<sup>2</sup>/日であり、顕著な溶出抑制効果は認められなかったが、オゾンばっ気処理泥では2.0mg/m<sup>2</sup>/日の低い溶出速度となり、明らかな低減効果が見られた。

また、未処理泥に対する処理泥のキャッピング効果は、窒素・リンいずれの溶出にも見られた。しかしながら、エアータンク処理泥のリン溶出に関して、処理泥からの溶出が未処理泥に近い値で認められているにもかかわらず、それを覆土材として用いた場合には溶出が極めて低下しており、両者の傾向が一致しないなど、多少実験結果に問題点もあるため、覆土材として処理泥の利用を図るには、長期的な溶出試験など補足的な実験が多少必要であるように考えられる。

**4. まとめ** オゾン酸化処理では初期含有量の約50%の有機性炭素が二酸化炭素までに分解され、大気中に放散したものと推定された。さらに、15%は溶解性の炭素化合物となり、余水に移行したと算定された。

しかし、この溶解性の有機炭素は生分解性試験により39.3～55.1%の分解率を示し、堆積泥のオゾン酸化処理によって生成される余水は本質的生分解性があると判断され、微生物によって処理可能であることが示された。

窒素の収支から、堆積泥中の窒素化合物は、オゾンばっ気によって顕著に無機化され、海水の場合では30.5%、また蒸留水の場合では42.0%がそれぞれ除去された。オゾン酸化により生成されたアンモニア性窒素の大気中への揮散が、その主要な除去過程と考えられた。

覆土材として処理泥を用いた場合、窒素・リンいずれの溶出に対しても顕著な低減効果があることが確認された。未処理泥と比較すると、窒素の溶出においてはおよそ3分の1、リンの溶出においては5～14分の1であった。