

水酸化物の生成による微粒子の除去に関する研究

Possibility of removal of fine particles from an enclosed water area by hydroxide precipitation with increasing pH of solution

湊 太郎*・佐藤 義夫**・高橋 理恵***・福江 正治***

Taro MINATO, Yoshio SATO, Rie TAKAHASHI and Masaharu FUKUE

要旨: 本研究では、水酸化物凝集沈殿法の原理を応用して、粒径 $5\mu\text{m}$ 以下の微粒子を除去することが可能か否か、実際の湖沼において実験を行い検討した。本研究では、製鋼スラグをアルカリ剤として使用した。その結果、装置に導入した湖水の pH を 10 前後まで上昇させれば、粒径 $2\mu\text{m}$ の微粒子を効率良く除去できることが判明した。この微粒子の実験期間中の装置内における除去率は、60%以上であり、SS の除去率は 80%以上であった。また、この微粒子が植物プランクトンなど有機物質から構成されていれば、COD の値も低減させられることがわかった。実験期間中の低減率は、22.1~58.3%であった。

キーワード: 製鋼スラグ, 水酸化物, ろ過, SS, COD

1. まえがき

閉鎖性水域は、古くから水運や沿岸漁業の場として広く利用され、沿岸域の産業や生活と密接な関係を持っている。その一方で、地形的に水が滞り易く、後背地に様々な汚濁負荷源を有することから、陸域の影響を強く受け深刻な水質汚濁を生じている。この水質汚濁は、閉鎖性水域の生態系に著しい変化をもたらすため、国際的にも重要な問題となっている。一度損なわれた生態系を回復させるには、多くの時間と費用を要する。

これまで、我が国では、6 次わたる水質総量規制などが実施され、閉鎖性水域の水質改善が図られてきた。これにより、下水道の普及率の向上、工場や事業場の汚水処理、処理水の再利用などが進められ、発生負荷量が著しく削減された。しか

しながら、閉鎖性水域における環境基準の達成状況をみると、特に COD において際立った改善の傾向が認められず、発生負荷量の削減効果が水質改善に結びついていないのが現状である。これは、過去に閉鎖性水域に排出された有機物や栄養塩類が、系外に排出されず系内において循環しているためであると考えられる。東京湾に関する研究によれば、東京湾の水質汚濁は、流入負荷による一次汚染型から内部生産による二次汚染型へと変化していることが確認されている¹⁾。

閉鎖性水域の水質および底質には、懸濁粒子や沈降粒子が強く関係している。懸濁粒子や沈降粒子は、植物プランクトンや土粒子などであり、これらの表面には重金属などの有害物質が吸着され、それらを堆積物に運ぶ役割を果たしている。

* 正会員 青木マリーン(株), ** 会員 東海大学海洋学部, *** 非会員 東海大学海洋学部

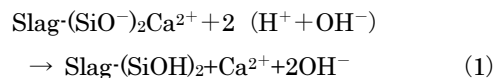
植物プランクトンは、水中の栄養塩類を利用して増殖する。これらの一部は、より高位の栄養段階の生物によって利用されるが、その大部分は利用されずに微生物分解を受ける。これにより、体内に取り込んでいた栄養塩類が水中に回帰し、分解に際して水中の酸素を消費する。分解される植物プランクトンの量が多ければ、消費される酸素量も多くなる。つまり、植物プランクトンなど有機態の粒子は、栄養塩類に関する二次汚染源となっており、底層水の貧酸素化の主な原因となっている。この植物プランクトンは、最近の栄養塩類の組成変化や光強度の影響などを受けて小型化が進んでおり、より高位の栄養段階における利用率の低下が懸念される。したがって、閉鎖性水域の水質や底質を改善するためには、このような未利用の粒子を効率良く水中から回収する必要がある。

これまで、ろ過方法による粒子の回収方法を検討してきた^{2)~4)}。その結果、珪砂と高炉水砕スラグおよび繊維ろ材の組合せによって、装置内に導入した海水から、48~90%のSSが除去され、それに伴いCODが18~36%低減されることがわかった。しかしながら、5 μ m以下の粒径の粒子が効率良く回収されておらず、このような微粒子の多い水域では、回収率が極端に低い結果となっていた。そこで本研究では、このような微粒子を効率良く回収する方法として、pHの上昇に伴って水酸化物を生成させ、これを凝集剤として利用することを考えた。ここでは、佐鳴湖において実施した現場実験の結果を基にして、水酸化物の生成による微粒子の除去の可能性について検討を行った。

2. 水酸化物の生成による物質除去

本研究では、水酸化物凝集沈殿法を応用することを考えた。これは、処理水にアルカリ剤を添加し、水中に不溶性の金属の水酸化物を生成させ、これを凝集沈殿させて回収する方法である⁵⁾。重

金属類の除去技術として広く用いられており、高効率で維持管理も比較的容易な方法である。一般的には、アルカリ剤としてNaOHやCa(OH)₂などが使用される。本研究では、これに代わるものとして、鉄鋼生産に伴い発生する副産物の有効利用の観点から、製鋼スラグを使用することにした。製鋼スラグが高アルカリ水に触れると、錯状結晶が解かれて含有しているカルシウムが溶出する。このとき、次式のような反応により、周囲の海水のpH値が上昇する。溶出したカルシウムは、炭酸塩などとして沈殿する。



このようにしてpH値が上昇すると、それに伴って、水中に溶存している金属イオンが、水酸化物を生成し沈殿する。例えば、河川水や海水中には、Mgが比較的豊富に含まれている⁶⁾。本研究において対象とした佐鳴湖では、湖水の塩分が4~6 psu程度であり、Mgが0.15~0.22 g/L含まれている⁷⁾。また、Feも3~6 μ g/L含まれている。これらMgとFeの溶解度積を用いて水酸化物が生成するpHを求めると、それぞれpH>9.5およびpH>10.4である⁷⁾。したがって、処理する湖水のpHを10~11まで上昇させれば、MgやFeの水酸化物が生成すると考えられる。Mgの水酸化物であるMg(OH)₂は、ゼロ点電荷が一般的にpH 12.0前後であり^{8)~10)}、それより低いpHの範囲では表面が正に帯電していると考えられる。一方、土粒子の表面や有機物あるいは微生物の表面などは、アルカリ側において概ね負に帯電している^{12),13)}。そのため、pH 10前後の条件下であれば、5 μ m以下の粒子は、無機物や有機物を問わず、生成される金属の水酸化物などによって凝集され、粒径の大きな粒子群（凝集体）が形成されると思われる。本研究では、このようにして形成される凝集物を、繊維ろ材を使つてろ過し水中から除去

することにした。これにより、 $5\mu\text{m}$ 以下の微粒子が、効率良く除去されるものと考えられる。

3. 試料および実験方法

3.1 測定項目と実験方法

3.1.1 測定項目

本研究では、実験装置の通過前後に水試料を採取し、SS, COD, pHを測定した。SSは重量法、CODは過マンガン酸カリウム酸性法、pHはTSメーター(WATER QUALITY CHECKER U-10)により測定した。さらに、本研究では、湖水中の懸濁粒子の粒径と個数を測定するため、バックマンコールターカウンター(Multisizer 3)を用いた。コールターの原理は、細孔電気抵抗法と呼ばれ、電解質溶液中の細孔に一定の電流を流し、その系の電気抵抗を測定する。電解質溶液中に粒子を均一に懸濁させ、陰圧により細孔を粒子が通過する。粒子が細孔を通過すると、粒子体積分の電解質溶液が置換される。この置換された電解質溶液の体積によって、細孔の電気抵抗が増加する。一定電流を供給することにより、電気抵抗の変化が電圧パルスの変化として測定される。このコールターカウンターにより、 $0.4\sim 1,200\mu\text{m}$ の粒径範囲の粒子の個数、粒子体積、粒度分布などが測定できる。

3.1.2 実験方法

本研究で用いた実験装置の概要を図1に示す。直径 0.1m で高さ 1.20m の塩化ビニル製パイプを2本使用した。そのうち、最初に湖水が通過するパイプには、湖水のpHを上昇させるために、粒径 2mm の製鋼スラグを2段に分けて各々 $1,350\text{g}$ 充填した。2本目のパイプには、直径 0.1m の円形状の繊維ろ材を40個充填した。これら2本のパイプは、それぞれパイプの下部から上部に向かって水が流れるように接続した。これらのパイプ

表1 鉄鋼スラグの化学組成(含有率:%)

	製鋼スラグ	水砕スラグ
CaO	45.8	41.7
SiO ₂	11.0	33.8
Al ₂ O ₃	1.9	13.4
T-Fe	17.4	0.4
MnO	5.3	0.3

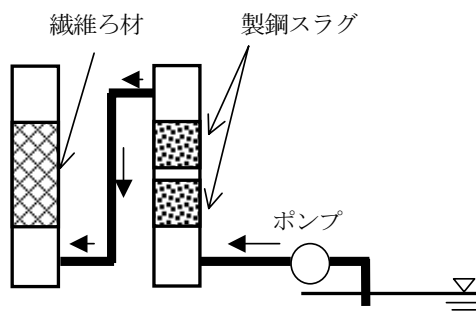


図1 実験装置の概要

に、ポンプを用いて $2.13\times 10^{-3}\text{m/s}$ の流速で湖水を加えた。

3.2 実験位置

本研究では、静岡県西部に位置する汽水湖である佐鳴湖で実験を行った(図2参照)。佐鳴湖の全長は 2.3km 、平均幅が 0.6km 、平均水深は 2m であり、全体的に浅い船底形を呈している⁷⁾。佐鳴湖には、新川、段子川、御前谷排水路の3つの水路が流入しており、南西岸から流出する新川放水路と旧新川によって浜名湖に接続している。そのため、太平洋に繋がる浜名湖の潮汐周期に伴って、海水が遡上する⁷⁾。

昭和30年代までは、湖岸が砂礫質で透明度も高く、フナやヤマトシジミが息息するほど良好な環境を保持していた。しかし、その後の工場進出や住宅地の拡大に伴い、水質が悪化し、毎年のように全国ワースト5位の湖沼に挙げられるように

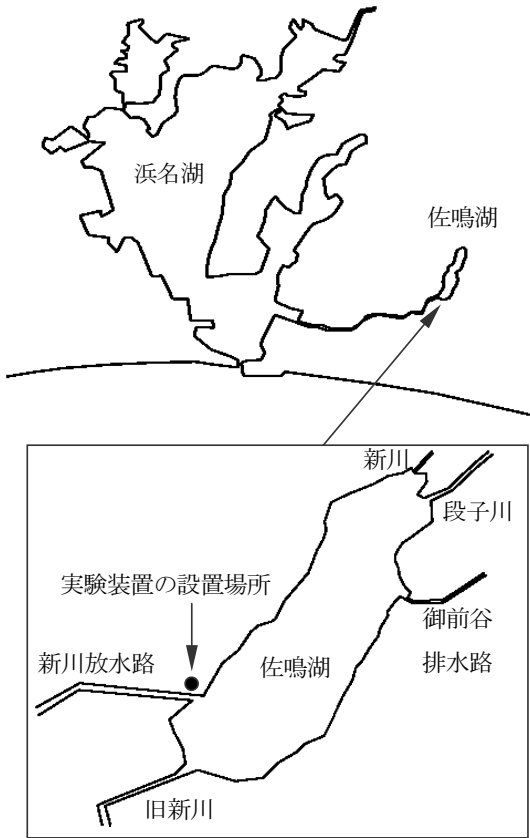


図2 実験装置の設置場所

なった。現在、湖水の水質改善の方法が検討されている。

本研究では、佐鳴湖から浜名湖に湖水が排出される新川放水路に実験装置を設置した。この位置で、2008年8月20日に実験を行った。

4. 結果および考察

4.1 pH

図3にpHの経時変化を示す。この図から明らかのように、ろ過前の原水のpHは、8.0~9.0の範囲を示し、ろ過水のpHは、それより高い10.0~10.5の範囲を示す。これにより、製鋼スラグ層を通過した後、処理水のpHが上昇することが確

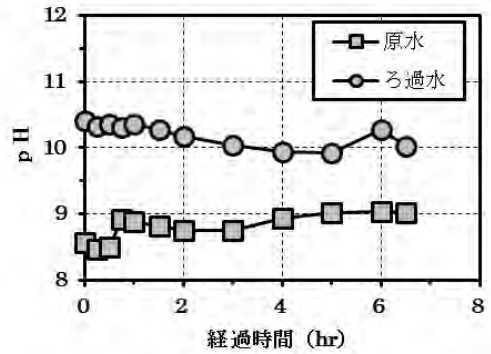


図3 pHの経時変化

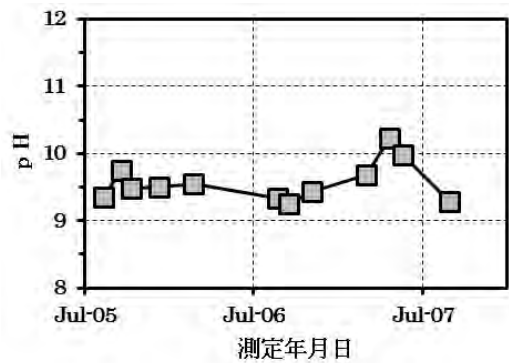


図4 pHの経年変化(2005~2007年)

認された。

先に述べたように、製鋼スラグが高アルカリ水に触れると、錯状結晶が解かれて含有しているカルシウムが溶出する。このとき、(1)式のような反応により、周囲の湖水のpH値が上昇する。

ここで、佐鳴湖におけるpHの経年変化(2005~2007年)を図4に示す。この図をみると、佐鳴湖の湖水のpHは、9.0~10.0の範囲を示すことがわかる。これは、植物プランクトンによる光合成の影響であると考えられる。一方、有機物の分解が促進される夏季には、溶存酸素が消費され、酸性物質が生成するため、pHが8.0以下まで減少する。したがって、図3において原水がpH 8.0~9.0の範囲を示したのは、夏季における有機物

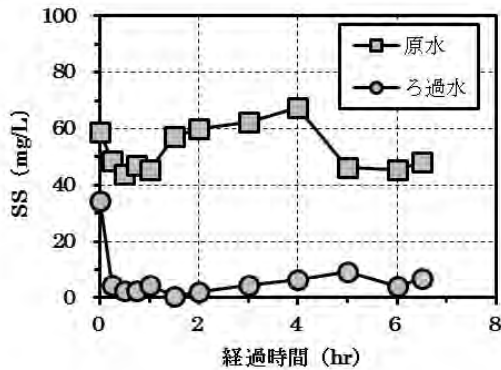


図5 SSの経時変化

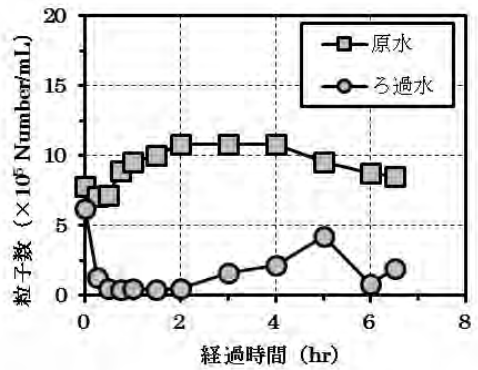


図7 粒径2μmの粒子数の経時変化

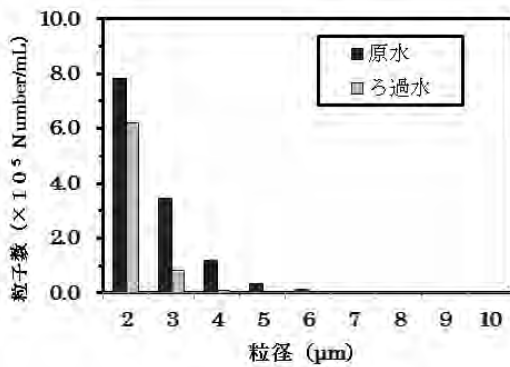


図6 実験開始時における粒径毎の粒子数

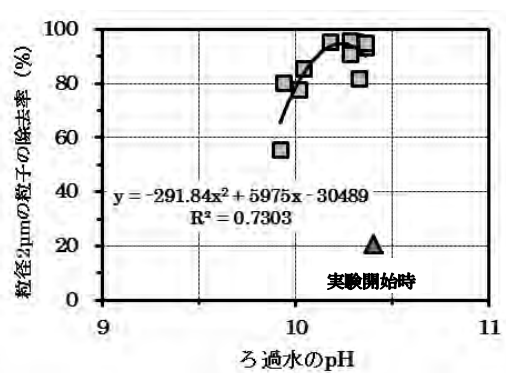


図8 ろ過水のpHと粒径2μmの粒子の除去率の関係

の分解とそれに伴う溶存酸素の消費によるものと思われる。

4.2 SS

図5にSSの経時変化を示す。この図から、ろ過前の原水は、SSが40~60 mg/Lと非常に高い値を示すが、ろ過水のSSは、実験開始直後を除いて、10 mg/L以下の値で推移していることがわかる。SSの除去率は、実験初期を除き、80%以上であった。

図6に実験の開始時における湖水の粒度組成を示す。図中には、比較のために、原水とろ過水の両方を示してある。この図から、湖水中では、粒径2~5 μmの粒子数が非常に多く、全体の90%

以上を占めていることがわかる。特に、2 μmの粒子が大部分を占めていた。そこで、図7に、粒径2 μmの粒子数の経時変化を示す。この図から明らかなように、SSの経時変化と同様、原水の粒子数に比べて、ろ過水の粒子数が著しく減少している。また、それぞれの粒子数の変化の傾向は、SSの傾向にほぼ一致した。粒径2 μmの粒子の除去率は、実験初期を除いて、60%以上であった。

図8にろ過水のpH値と粒径2 μmの粒子の除去率の関係を示す。この図を見ると、実験開始時を除いて、ろ過水のpHが10以上に増加するのに伴い粒径2 μmの粒子の除去率が增大することがわかる。これは、pHの増加によって水中に水酸化物が生成され、それが吸着剤として作用し、

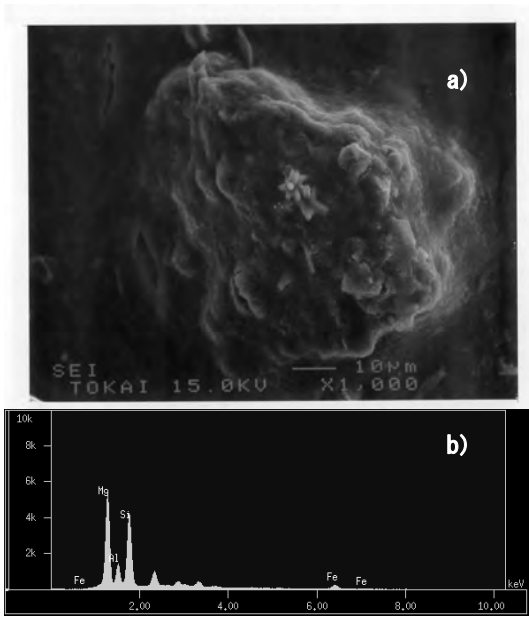


図9 捕捉した粒子の電子顕微鏡写真 (a) および EDS 分析結果 (b)

粒径 $2\mu\text{m}$ の粒子が効率良く除去された結果であると考えられる。先に述べたように、溶解度積から求められる $\text{Mg}(\text{OH})_2$ が生成される pH は 9.5 以上であり、そのゼロ点電荷は、一般的に pH12.0 前後である^{9)~11)}。そのため、本実験におけるろ過水の pH の範囲 (10.0~10.5) では、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ が生成し、その表面は正に帯電しているものと考えられる。一方、この pH の範囲では、土粒子や多くの有機物の表面は負に帯電しており、正に帯電した $\text{Mg}(\text{OH})_2$ などの金属水酸化物によって凝集されると思われる。

本研究では、ろ材によって捕捉された粒子を採取して、EPMA による形態観察などを行った。その結果の一例を図9および図10に示す。それぞれの電子顕微鏡写真を見ると、小さな粒子が集合してより大きな粒子を形成していることがわかる。エネルギー分散型 X 線分光 (EDS) 分析の結果を見ると、粘土粒子等に加えて、Mg や Fe の存在が検出されている。これらは、pH の上昇に伴って

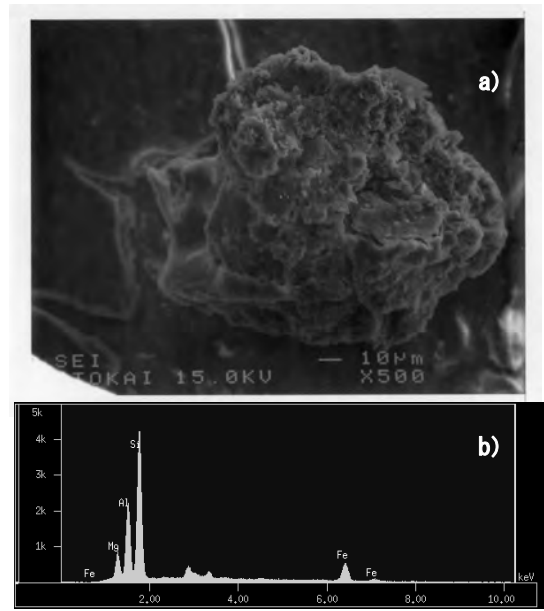


図10 捕捉した粒子の電子顕微鏡写真 (a) および EDS 分析結果 (b)

形成された水酸化物であると考えられる。

これらのことから、製鋼スラグを用いて処理水の pH を 10 前後まで上昇させれば、金属の水酸化物が生成され、それらが吸着剤として作用し、粒径が $2\mu\text{m}$ の微粒子を効率良く除去できることがわかった。

4.3 COD

図11にCODの経時変化を示す。この図から明らかのように、原水のCODは、 15.0mg/L 前後であるが、ろ過水のCODは、 $5.0\sim 10.0\text{mg/L}$ の範囲まで減少した。実験期間中のCOD除去率は、22~58%であり平均して44%であった。

図12に、2005年~2007年の間に佐鳴湖で採取した湖水に関するSSとCODの関係を示す。この図から、SSの値が増加するのに伴って、CODの値が増大することがわかる。このSSとCODの間には、良好な直線関係が認められ、相関係数は $r = 0.6513$ であった。ここで、図13にSSと

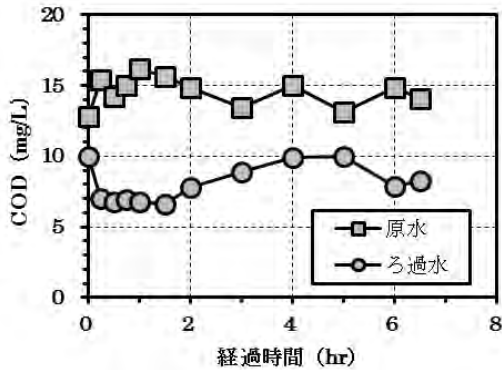


図 11 COD の経時変化

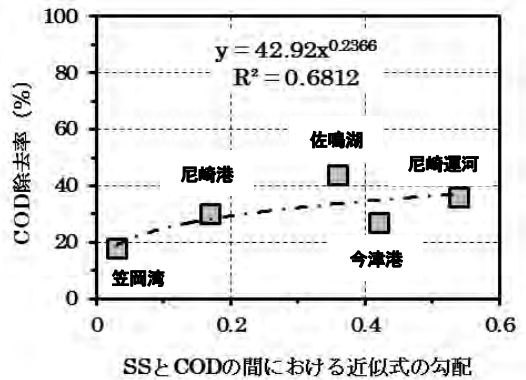


図 13 SS と COD の間における近似式の勾配と COD 除去率の関係

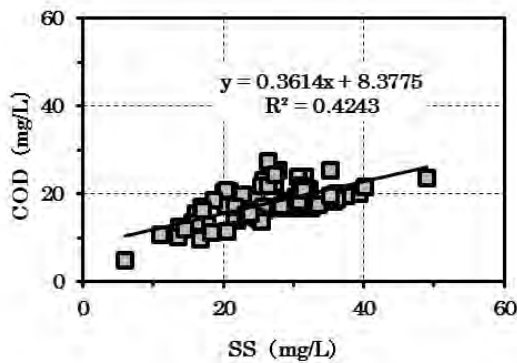


図 12 SS と COD の関係 (2005~2007 年)

CODの間における近似式の勾配とCOD除去率の関係を示す。なお、図中には、比較のために、他の水域における結果も示してある⁴⁾。この図から明らかなように、SSとCODの近似式の勾配が増加するに伴って、CODの除去率の値が増大する。これは、水中のSSに占める粒子状有機物の割合が大きいほど、ろ過によってCODの値を低減させられることを示している。

佐鳴湖における調査⁷⁾によれば、表面水中の懸濁粒子の大部分は、珪藻類や藍藻類のような植物プランクトンによって占められている。また、懸濁粒子の強熱減量の値は、27~44% (平均34%) であり⁷⁾、有機質粘土 ($L_i=10.7\%$) よりも黒ぼく ($L_i=21.3\%$) や腐植土 ($L_i=66.7\%$) に近い

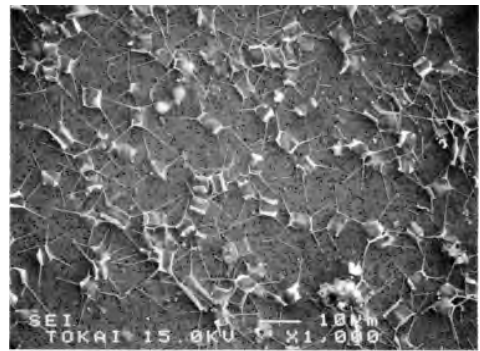


写真 1 懸濁粒子の電子顕微鏡写真 (1)

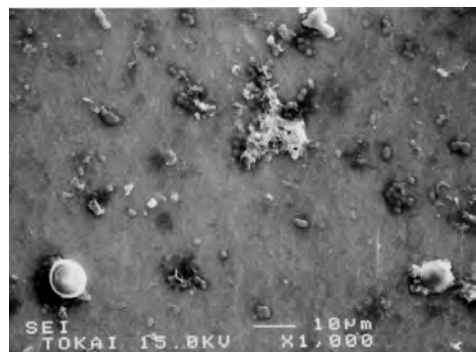


写真 2 懸濁粒子の電子顕微鏡写真 (2)

値である¹⁴⁾。ここで、写真1および写真2に、佐鳴湖の湖水に存在する植物プランクトンの電子

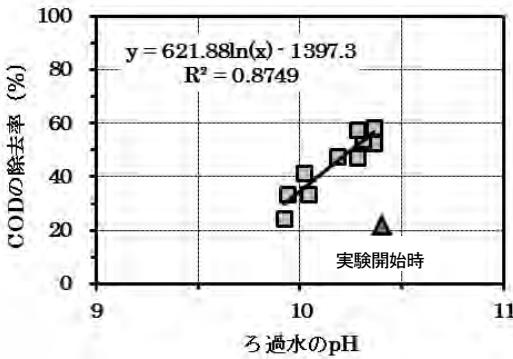


図 14 ろ過水の pH と COD 除去率の関係

顕微鏡写真を示す。これらの写真からも、佐鳴湖の湖水中には、粒径の小さいプランクトンが含まれていることがわかる。

図 14 にろ過水の pH と COD 除去率を示す。この図から、実験開始時を除いて、ろ過水の pH が増加するのに伴って COD の除去率が增大することがわかる。図中のろ過水の pH と COD の除去率の間には、良好な相互関係が認められ、その相関係数は $r = 0.9353$ であった。

これまでに述べてきたように、pH が上昇するのに伴って、水中には凝集剤として作用する水酸化物が生成される。これにより、小さな粒子が凝集され、より大きな粒子を形成する。その結果、ろ過によって、水中の懸濁物質が、より効率良く除去されることになる。懸濁物質の多くが、植物プランクトンなどの粒子状有機物によって構成される場合、懸濁物質の除去率が増加すれば、それは有機物の除去率の増大に繋がる。図 14 の関係は、このような結果を示しているものと思われる。

4.4 重金属

製鋼スラグなどの鉄鋼生産に伴い発生する副産物を使用する場合、pH 上昇に伴って、製鋼スラグに含有される重金属などの処理水中への溶出が危惧される。先に述べたように、湖水の pH が上

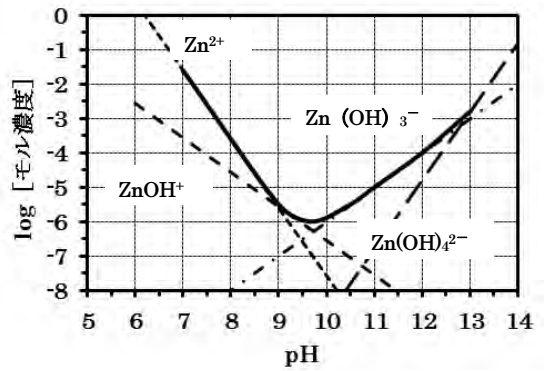


図 15 亜鉛の溶解度曲線

昇すれば、湖水中に溶存している金属が水酸化物を生成し沈殿することが考えられる(図 15 参照)。これら水酸化物は、図 1 に示すように、他の物質と共に繊維ろ材層で捕捉されると思われる。本研究では、原水とろ過水について ICP-AES を用いて亜鉛の濃度を測定した。その結果、ろ過前の湖水では、亜鉛濃度が約 7.6×10^{-7} mol/L であったが、ろ過水の亜鉛濃度は約 0.8×10^{-7} mol/L まで低下していることが確認された。本研究では、製鋼スラグからの亜鉛の溶出量などを測定していないが、処理前後の亜鉛濃度の変化などから、仮に亜鉛などが溶出していたとしても、それらは水酸化物を形成しており、繊維ろ材層によって十分に捕捉することが可能であると思われる。

5. 課題

本研究では、鉄鋼生産に伴い発生する副産物である製鋼スラグを使用して、処理水の pH を上昇させて水酸化物を生成し、これを凝集剤として利用して微粒子を除去することを考えた。この方法により、粒径 $2 \mu\text{m}$ の粒子を効率良く除去できることが明らかとなった。しかしながら、幾つかの解決すべき課題が残された。

まず、製鋼スラグから、重金属などが溶出することが懸念される。国土交通省による「港湾・空

港等整備におけるリサイクル技術指針¹⁵⁾によれば、製鋼スラグから重金属類は溶出しないことが確認されている。ただし、本研究のような高アルカリ条件では、これら重金属類が溶出する可能性も否定できない。しかしながら、先に述べたように、溶出した重金属類は、直ちに水酸化物を形成して沈殿するものと思われ、それらは繊維ろ材によって捕捉することが可能であると思われる。本研究では、製鋼スラグからの重金属類の溶出の有無を確認していないため、今後、他の有害物質を含めて溶出の有無を確認する必要がある。

次に、処理後の水を元の水域に戻す場合、pHの値に十分注意する必要がある。10前後まで上昇させたpHを排水基準に適合する範囲あるいは、自然条件のpHの範囲まで調整した上で、元の水域に戻すことが望ましい。処理水のpHを低減させる1つの方法として、曝気による低減方法が挙げられる¹⁶⁾。既往の研究¹⁶⁾では、pHが高い値を示す海水あるいは湖水を曝気することによって、過剰に含まれるDOを大気中に放出させ、大気中からCO₂を溶解させることによってpHの値を減少させることを考えた¹⁶⁾。実験では、小型真空ポンプ（ULVAC社製DA-30S）の排気（30ℓ/min）を利用した。排気口にシリコンチューブを接続し、その先端を二又に分けそれぞれに直径が30mmのガラスボールフィルターを取り付けた。これにより、pHの高い佐鳴湖の湖水を曝気したところ、pHが9から8以下にまで減少し、その値が長時間にわたって維持されることが確認された¹⁶⁾。このような方法によって、元の水域に処理水に戻す前に、pHの値を低減させることが可能であると思われる。今後、処理水のpHを効率良く低減させる方法として、曝気以外に生態系に悪影響を及ぼさない方法も十分に検討しておかなければならないと思われる。

6. 結論

本研究では、水酸化物凝集沈殿法の原理を応用して、閉鎖性水域に存在する粒径5μm以下の微粒子を除去することが可能かどうか、実際の湖沼において実験を行い、その結果を基にして検討を行った。実験を行う水域として、静岡県西部に位置する水質汚濁の著しい佐鳴湖を選んだ。また、鉄鋼生産に伴い発生する副産物の有効利用の観点から、アルカリ剤として製鋼スラグを使用することにした。その結果、次のようなことが明らかとなった。

- (1) アルカリ剤として製鋼スラグを用いることにより、処理する水のpHを1~2程度上昇させることができる。
- (2) pH値を上昇させて水中に水酸化物を生成させることによって、粒径2μmの微粒子がより大きな凝集体を形成し、その結果として繊維ろ材によって効率良く除去される。
- (3) 粒径2μmの粒子の除去率は、pH>10になると80%以上まで向上する。
- (4) 懸濁粒子が、植物プランクトンなどの有機物から構成されていれば、懸濁物質の除去率の向上に伴ってCODの低減率が向上する。

これらのことから、アルカリ剤として製鋼スラグを用いて処理水のpHを10前後まで上昇させれば、金属の水酸化物が生成され、それらが吸着剤として作用し、粒径2μmの微粒子を効率良く除去できることがわかった。また、それによりCODの値も低減させられることもわかった。

謝辞

本研究を行うに当たり、東海大学海洋学部の海洋科学科に在籍される方々には、多くのご協力またはご支援をいただいた。ここに謝意を表します。

引用・参考文献

- 1) 佐々木直美, 多部田 茂, 北澤大輔: 負荷や地形の変化を考慮した東京湾生態系の長期連続シミュレーション, 沿岸域学会誌, Vol.21, No.4, pp.27-38, 2009.
- 2) 湊 太郎, 山崎正一, 福江正治, 佐藤義夫: 海環境修復技術としての海水浄化船, 日本沿岸域学会論文集, No.16, pp.81-92, 2004.
- 3) 湊 太郎, 山崎正一, 佐藤義夫, 福江正治: 海水浄化船による閉鎖性海域の水質改善, 沿岸域学会誌, Vol.18, No.2, pp.25-36, 2005.
- 4) 湊 太郎, 宮内宣宏, 山崎正一, 佐藤義夫, 福江正治: 海水浄化船による閉鎖性海域の水質改善の可能性, 日本海水学会誌, Vol.60, No.3, pp.181-186, 2006.
- 5) (社)日本下水道協会: 事業場排水指導指針, 2002年版, 2002.
- 6) 西村雅吉 編: 海洋化学, 産業図書, 1983.
- 7) 静岡県産業部: 「快適空間『佐鳴湖』の創造」研究報告書, 静岡県戦略課題研究, pp.154-227, 2008.
- 8) Marek Kosmulski : Chemical Properties of Material Surfaces, Surfactant Science Series, Vol.102, Marcel Dekker, 2001.
- 9) Marek Kosmulski : Surface charging and points of zero charge, Surfactant Science Series, Vol.145, CRC press, Taylor & Francis, 2009.
- 10) Oleg S. Pokrovsky and Jacques Schott : Experimental study of bucite dissolution and precipitation in aqueous solutions : Surface speciation and chemical affinity control, *Geochemical et Cosmochimica Acta*, Vol.68, No.1, pp.31-45, 2004.
- 11) Sônia DF Rocha, Marcelo B. Mansur and Virginia ST Ciminelli : Kinetics and mechanistic analysis of caustic magnesia hydration, *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, Vol.79, pp.816-821, 2004.
- 12) 森崎久雄, 服部黎子: 界面と微生物, 学会出版センター, 1986.
- 13) 足立泰久, 岩田進午 編著: 土のコロイド現象, 学会出版センター, 2003.
- 14) 地盤工学会: 土質試験の方法と解説, 2000.
- 15) 国土交通省: 港湾・空港等整備におけるリサイクル技術指針, <http://www.mlit.go.jp/kowan/recycle/>.
- 16) 湊 太郎, 山崎正一, 佐藤義夫, 福江正治: 鉄被膜で覆われた鉄鋼スラグのリン吸着能力に対する pH と海水の影響, 沿岸域学会誌, Vol.20, No.4, pp.11-21, 2008.

著者紹介

湊 太郎 (正会員)

青木マリーン株式会社 建設事業本部 工事部 課長 (兵庫県神戸市東灘区魚崎西町 3-4-3), 昭和 47 年生まれ, 平成 14 年 3 月東海大学大学院博士課程修了, 博士 (工学: 東海大学), 技術士 (建設部門), 日本沿岸域学会ほか会員, e-mail : minato@aokimarine.co.jp

佐藤 義夫 (正会員)

東海大学海洋学部海洋科学科 (静岡県静岡市清水区折戸 3-20-1), 昭和 22 年生まれ, 昭和 45 年東海大学海洋学部海洋科学科卒業, 現在同大学教授, 理学博士 (東海大学), 日本海洋学会, 日本海水学会, 日本地球化学会ほか会員

高橋理恵 (非会員)

東海大学大学院海洋学研究科海洋科学専攻 (静岡県静岡市清水区折戸 3-20-1)

福江 正治 (非会員)

東海大学海洋学部海洋土木工学科 (静岡県静岡市清水区折戸 3-20-1), 昭和 23 年生まれ, 昭和 46 年 3 月東海大学海洋学部海洋工学科卒業, 昭和 52 年 McGill 大学大学院 Ph.

D コース修了, 現在同大学教授, Ph. D, International Society of Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, 土木学会, 地盤工学会, 海底環境研究会ほか会員

Possibility of removal of fine particles from an enclosed water area by hydroxide precipitation with increasing pH of solution

Taro MINATO, Yoshio SATO, Rie TAKAHASHI and Masaharu FUKUE

ABSTRACT : In this study, the possibility of removal of fine particles from water by hydroxide precipitation with increasing pH were investigated for lake or an enclosed sea area. From the field experiment results, it was found that the steel slag could be use as the alkaline agent. The pH value of water through the steel slag layer was increased from 8~9 to 10~10.5. The removal rate of SS increased with increasing pH of solution. Especially, removal rate of SS reached 100 % on the range of pH > 10. That of COD also increased with increasing pH of solution. Therefore, increasing pH of solution, it is possible to remove the fine particles (less than 5 μ m) from lake water or seawater.

KEYWORDS : *steel slag, hydroxide, filtration, SS, COD*