

## 独立栄養細菌を用いる高塩分を含む 下・排水の高度新処理システムの構成

Development of an advanced new treatment system for high-salt sewage and  
wastewater using independent nutrient bacteria

主任研究員名：尾崎 博明

分担研究員名：藤長 愛一郎、藤川 陽子、高浪 龍平、谷口 省吾  
橋口 亜由未

### 1. 研究の背景と目的

鉄鋼排水には、コークス製造工程から排出される（安水）、焼結炉排水、高炉排水、熱延直接冷却水など多種の排水があり、中でも安水は難分解性有機物を含む COD 成分、フェノール、アンモニアなど多様な成分を含み処理が難しい。安水の実処理においては通常、コークスフィルターにより油分を除去した後、希釈しながら活性汚泥処理が行われるが、排水中には微生物分解しにくい COD 成分が多く含まれることから、後段で凝集沈殿処理が行われる。製鉄所での安水の排水量が多くかつ高濃度であることから、活性汚泥法での処理時間が長くばっ気動力が過大であるとともに汚泥生成量もかなり多い。したがって、より生成汚泥量が少なくかつ省エネルギーの処理方法の開発が強く求められている。

本研究では、安水自体がチオ硫酸塩等の硫酸塩など硫化物を多く含み、また処理にあたっては硫酸塩を多く含む海水希釈が行われていることを利用して、硫酸塩還元・硫黄脱窒法を利用する安水中の有機物と窒素の同時除去を試みる。

### 2. 研究成果

コークス炉ガス液（安水）について UASB（上向流嫌気性ろ床法）と好気生物処理法を組み合わせた処理について検討した。基礎的検討としてまず模擬排水を用いて実験を行ったところ、好気処理後には TOC が約 95%、フェノールが約ほぼ 100%除去できた。また、海水希釈の実安水の UASB 処理では TOC（希釈後濃度約 320mg/L）除去率は約 40%に達した。フェノール（希釈後濃度約 200mg/L）除去率は 75%、シアン（希釈後濃度約 7.3mg/L）除去率は 23.5%であった。また、アンモニア濃度は安水中の有機体窒素の加水分解により上昇する傾向にあった。さらに、好気性生物膜処理における TOC 除去率は 70%強、アンモニア性窒素の除去率は約 80%で亜硝酸性窒素および硝酸性窒素は検出されず、生物膜による有機物と窒素化合物の同時除去が起こっていると考えられた。また、フェノールとシアンはほぼ 100%が除去された。

### 3. 研究の詳細

#### 3-1 硫酸塩還元・硫黄脱窒法

硫酸塩還元・硫黄脱窒法は、水中の硫酸塩還元などの硫黄サイクルと独立栄養細菌による脱窒・硝化を組み合わせた方法であり、元来、日本で多くの研究がなされてきた。香港では、トイレフラッシュに一部海水を使っていることから下水中に硫酸塩が多く含まれ、同法を応用し SANI プロセス (The Sulfate Reduction Autotrophic Denitrification and Nitrification Integrated Process) を開発し、炭素と窒素の生物学的処理法として実規模相当の下水処理を行っている。

SANI プロセスは図 1 に示すように硫酸塩還元型の UASB (上向流嫌気性ろ床) と無酸素槽、好気槽から構成される。硫酸塩還元型の UASB (以下、SRUSB) では排水中の硫酸塩が還元されるとともに有機物が除去される。アンモニアは後段の硝化槽で硝化され、無酸素層に返送された硝酸が窒素に還元 (脱窒) される。

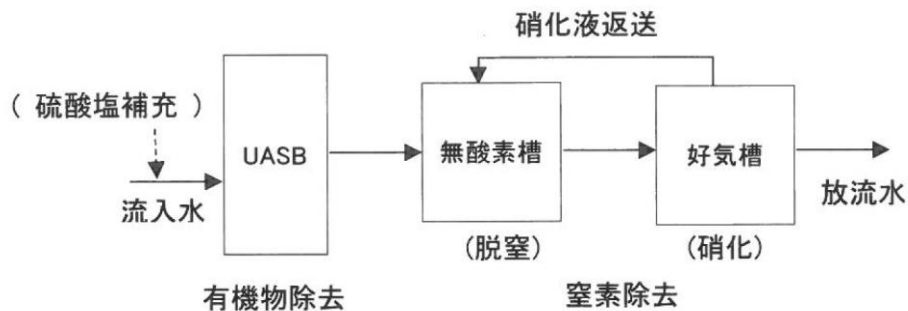


図 1 硫酸塩サイクルと独立栄養細菌による排水処理

同法では図 2 に示すように、嫌気槽で硫酸塩還元細菌 (従属栄養細菌、*Desulfovibrio vulgaris* 属など  $H_2$  と  $SO_4^{2-}$  のみで増殖しうる混合栄養性の菌も存在) により有機物が分解されるとともに、硫酸塩 ( $SO_4^{2-}$ ) が硫化物 ( $S^{2-}$ ) に還元される。一方、無酸素槽では後段の好気槽から循環された硝酸が、独立栄養脱窒菌によりあるいは残余の有機物を用いて共生する従属栄養細菌により窒素ガスに還元される。好気槽ではアンモニアが独立栄養のアンモニア酸化菌もしくはアンモニア酸化古細菌および亜硝酸酸化菌により硝酸イオンに酸化されるとともに、硫化物は硫酸塩に酸化され、残余の有機物は好気性従属栄養細菌により酸化される。

香港では実験室規模、パイロットプラント試験などにより多くの検討を重ねた結果、500 日間の運転で

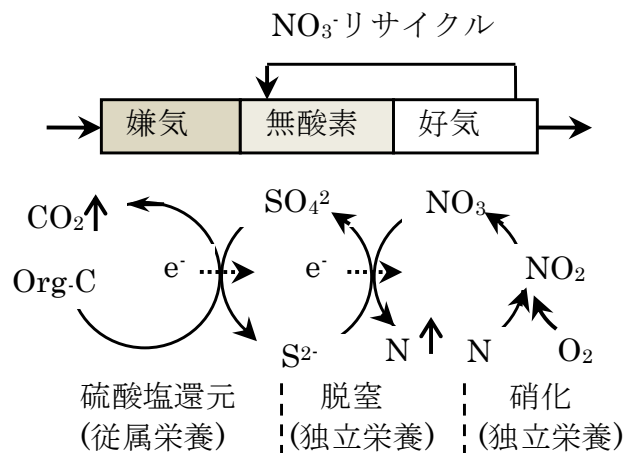


図 2 SANI プロセスにおける下水処理への硫黄サイクルの組み入れ

95%のCODと74%の窒素が除去されることがわかった。その後、既存下水処理場を改修し、1,000m<sup>3</sup>/日、下水処理全体の滞留時間を11時間として運転している。(現在、処理成績は更に向上しているとみられる。)

実処理の結果として、同法の生成汚泥量は標準活性汚泥法の約1/10程度であることが示されている。

同法が適用可能と目されている排水には、安水、糖蜜発酵液、パルプ・紙製造排水、石油精製排水、水産加工排水など数多くあるが、実用化は今後の課題となっている。安水への適用は条件が整い可能であると考えられるが、下水と比較するまでもなく、安水には無機性、有機性の有害物質が含まれ同法にとっては検討すべき未知の事項が多い。

### 3-2 実験方法

#### 3-2-1 模擬排水を用いた基礎実験

UASB(Upflow Anaerobic Sludge Bed)法と好気性生物膜法装置で装置を構成し、模擬排水を用いる処理実験を行った。UASB反応槽には直径5cm長さ70cmのカラムを用いた。汚泥は下水処理場の消化槽から採取した消化汚泥を用いた。カラム内の汚泥層の高さは約30cmである。HRTは約3時間となるように原水をチューブポンプで送液した。UASB処理水は超純水で10倍希釈し多孔プラスチック製担体を入れた好気性生物膜装置に導入した。実験は53日間継続した。原水はグルコース、イースト抽出物等からなる人工下水であり、TOC濃度は1200~1800mg/Lである。さらに、実験開始後37日目からはフェノールを100mg/Lになるように混合した。

#### 3-2-2 実安水を用いた処理

純水と人工海水で5倍希釈した実安水(後述)を2-1で示したUASB装置に通水した。また、後段の好気性生物膜装置で同様の処理実験を行った。実安水の水質性状は、TOC約1800mg/L、フェノール1000~2000mg/L、約シアン100mg/L、アンモニア性窒素約400mg/Lである。

### 3-3 実験結果

#### 3-3-1 模擬排水を用いた基礎実験

UASB処理と好気性生物膜処理を合わせたTOC除去率は、実験開始直後の除去率は68.9%から時間経過とともに上昇し10日後には除去率が90%以上となり概ね90%を維持した。処理法ごとのフェノール除去率(平均値)を図3に示す。UASB法による除去率は50~80%、さらに好気性生物膜法を組み合わせることで78.6%に上昇した。

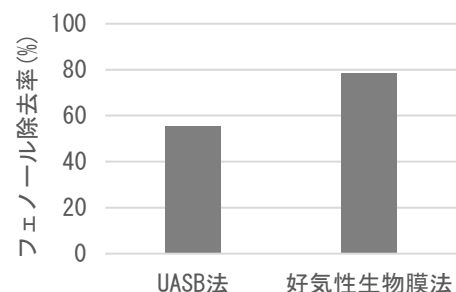


図3 フェノール除去率

### 3-3-2 実安水を用いた処理

製鉄所から入手した実安水を人工海水で希釈した原水を用いて同様の処理試験を行った。研究期間に限りがあり、実安水で約 10 日間の馴養後、5 倍希釈した実安水の処理を行った。硫酸還元菌の活性化をはかるため実験開始後 24 時間経過後にチオ硫酸ナトリウムを添加した。

UASB 処理において当初は硫酸塩が低下しなかったが徐々に低下し、TOC（稀釈後濃度約 320mg/L）の除去率は徐々に上昇し約 40%に達した。また UASB 処理においてフェノール（稀釈後濃度約 200mg/L）は 75%が、シアン（稀釈後濃度約 7.3mg/L）は 23.5%が除去された。アンモニア濃度は原水濃度より上昇する傾向にあり、安水中の有機体窒素のアンモニア性窒素への加水分解により上昇したものと考えられた。

好気性生物膜処理における TOC 除去率は 70%強であった。また、アンモニアの除去率は約 80%で、亜硝酸性窒素および硝酸性窒素は検出されず、生物膜による有機物と窒素化合物の同時除去が起こっていると考えられた。またフェノールとシアンはほぼ 100%が除去された。例として UASB 処理と好気性生物膜処理におけるフェノール除去率の経時変化を図 4 と図 5 に示す。

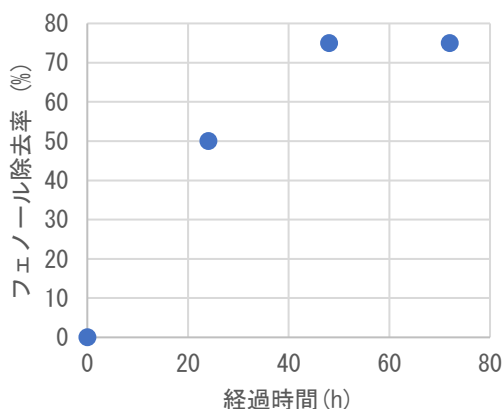


図 4 フェノール除去率の経時変化

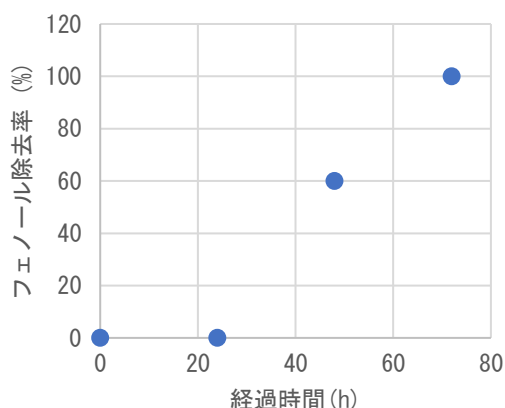


図 5 フェノール除去率の経時変化  
(好気処理)

## 4. まとめと今後の課題

鉄鋼製造におけるコークス製造工程から排出される廃安水の新しい処理法の開発を最終目的として、UASB 法（硫酸還元）－好気（生物膜法）による処理を試みた。

安水は多様な成分を含む排水であるため、まず前段階として模擬排水を用いた検討を行った。UASB 法と好気性生物膜法を合わせた TOC 除去率は、実験開始直後の除去率は 68.9%から時間経過とともに上昇し 10 日後には除去率が 90%以上となり概ね 90%を維持した。フェノール除去率は、UASB 法により 50～80%、さらに好気性生物膜法を組み合わせることで 95.5%に上昇した。

さらに製鉄所から入手した実安水を海水で希釈した原水を用いて同様の処理を行った。研究期間に限りがある中で微生物馴養期間を十分に取れなかったため途中からはチオ硫

酸ナトリウムを添加して硫酸還元菌の活性化をはかった。UASB 処理において当初は硫酸塩が低下しなかったが徐々に低下し、TOC（稀釈後濃度 320mg/L）除去率も徐々に上昇し除去率 40%に達した。またフェノール（稀釈後濃度約 200mg/L）は 75%が、シアン（稀釈後濃度約 6.5mg/L）は 60%強が除去された。窒素化合物については有機体窒素のアンモニア性窒素への加水分解によりアンモニア濃度は原水濃度より上昇する傾向にあった。さらに、UASB 処理の好気性生物膜処理における TOC 除去率は 70%強であった。アンモニア性窒素の除去率は約 80%で、亜硝酸性窒素および硝酸性窒素は検出されず、生物膜による有機物と窒素化合物の同時除去が起こっていると考えられた。フェノールとシアンはほぼ 100%が除去された。

硫酸塩還元による実排水の処理については従来ほとんど例がなく、本研究も適用の初期段階だが、実排水を実際に処理し、可能性は十分にあると考えられた。

# 難分解性有機物と高塩分を含む排水の高度処理システムの構成

尾崎 博明（元工学部都市創造工学科）

排水の微生物処理では、省エネルギーかつ生成汚泥量が少ない処理法の開発が強く求められている。最近では、「硫酸塩還元・硫黄脱窒」現象を利用して有機物と窒素化合物の同時除去を行うプロセスが実用化されている。

本研究では、製鉄所のコークス製造工程から排出されるコークス炉ガス液（安水）を対象に、硫酸塩還元・硫黄脱窒法を利用する「UASB 槽と好気性生物膜法装置」による新処理方式について検討した。安水は、難分解性有機物を等の COD 成分、フェノール、アンモニアなど多様な成分を含み処理が難しい排水である。

実安水処理に先立って、グルコース、イースト抽出物等からなる模擬排水（TOC 濃度：1200～1800mg/L、実験後半にフェノールを 100mg/L 添加）を用いる基礎実験を行った。実験は UASB 槽（直径 5cm 長さ、70cm のカラム）に消化汚泥を高さは約 30cm になるように入れ、HRT が約 3 時間となるように原水をチューブポンプで送液した。その処理水を 10 倍希釈し、多孔プラスチック製担体を入れた好気性生物膜装置に導入した。UASB 法と好気性生物膜法を合わせた実験（53 日間継続）での TOC 除去率は、実験開始直後の除去率（68.9%）が時間経過とともに上昇し 10 日後には 90%以上となり概ね 90%を維持した。UASB 法によるフェノール除去率（平均値）は 50～80%、さらに好気性生物膜法を組み合わせることで 78.6%に上昇した。これらの結果から、同法による安水処理は一定程度可能であると考えられた。

製鉄所から入手した実安水の水質性状は、TOC 約 1800mg/L、フェノール 1000～2000mg/L、シアン 100mg/L、アンモニア性窒素約 400mg/L、であり、いずれも高濃度であった。同安水を人工海水により 5 倍希釈して、硫酸還元菌の活性化をはかるためチオ硫酸ナトリウムを添加し、上記装置により処理実験を行った。

UASB 処理において当初は硫酸塩が低下しなかったが徐々に低下し、TOC（希釈後濃度約 320mg/L）の除去率は徐々に上昇し約 40%に達した。また UASB 処理においてフェノール（希釈後濃度約 200mg/L）は 75%が、シアン（希釈後濃度約 7.3mg/L）は 23.5%が除去された。アンモニア濃度は原水濃度より上昇する傾向にあり、安水中の有機体窒素のアンモニア性窒素への加水分解により上昇したものと考えられた。

好気性生物膜処理における TOC 除去率は 70%強であった。また、アンモニアの除去率は約 80%で、亜硝酸性窒素および硝酸性窒素は検出されず、生物膜による有機物と窒素化合物の同時除去が起こっていると考えられた。またフェノールとシアンはほぼ 100%が除去された。

安水は種々の難分解性有機物を含み、通常の活性汚泥法では処理しにくく汚泥発生量も多い。硫酸塩還元による実安水の処理については従来ほとんど例がなく、本研究も適用の初期段階だが、実排水を実際に処理した実験結果より可能性は十分にあると考えられた。

# 実安水を対象とした UASB 法における有機物の除去について

藤長 愛一郎（工学部都市創造工学科）

## 1. 研究の概要と方法

実験装置は「UASB-好気性生物膜を用いた安水処理実験装置の構築」で示した UASB 処理実験装置を用い、本研究では USAB 処理を行った。HRT などの実験条件については、同様である。水質分析用の試料の採取は、24 時間ごとに行った。実験期間については、72 時間である。原水槽には安水を純水で 2.5 倍に希釈し、希釈した安水を人工海水（ライブシーソルト：有限会社デルフィス社製）で 2 倍に希釈して実験に供した。表 1 に実験に用いた安水の成分を示す。pH は 7.1 から 8.9 であ

表 1 海水で希釈した安水の成分

	濃度(mg/L)
TOC	約 300
フェノール	約 200
シアン	約 7.3
アンモニア性窒素	約 60
硝酸性窒素	定量下限値未満
亜硝酸性窒素	定量下限値未満
硫酸イオン	1400

る。安水は有機物およびアンモニア性窒素濃度が高いため、処理が可能な濃度まで希釈する必要がある。製鉄所の排水処理では、海水によって処理が可能な濃度まで希釈している。海水による希釈は排水処理に関わる微生物の活性を阻害する可能性がある。しかし、本研究では、海水に含まれる硫酸塩を用いて硫酸塩還元により効率的に有機物を除去できる可能性があるため、海水で希釈することとした。また、硫酸塩還元による有機物除去を目指し、硫酸塩還元菌の活性化のために 24 時間経過後にチオ硫酸ナトリウムを 2g 添加した。

## 2. 研究結果および考察

図 1 に UASB 法による TOC 除去率を示す。除去率は 24 時間後では 20.4%であるが、48 時間では 39.6%まで上昇した。しかし、72 時間後では 36.1%となり、これ以上の除去率の上昇はしないと予想される。TOC が約 1800mg/L である模擬排水と比較すると、TOC の除去率に大きな差が見られなかった。模擬排水 TOC として測定される成分は、グルコース等の比較的分解が容易な成分で構成されているのに対して、安水中の有機物は難分解性の有機物が多いと予想されるため、除去が困難であったと考えられる。また、低負荷の本実験で用いた UASB 槽は、模擬排水で実験を行った UASB 槽と同様で、汚泥の馴養がある程度進んでいると考えられるが、実安水処理においてはさらなる馴養が必要であると考えられる。

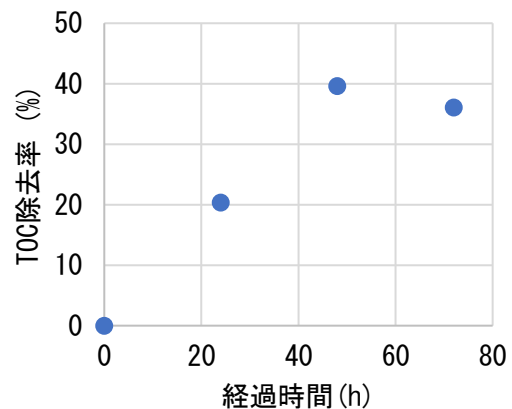


図 1 UASB 法による TOC の除去率  
(海水で希釈した実安水)

# 実安水の UASB 処理-好気性生物膜処理における フェノールおよびアンモニア性窒素の除去について

高浪 龍平 (デザイン工学部環境理工学科)

## 1. 研究の概要と方法

「高負荷条件における実安水の UASB 処理-好気性生物膜処理について」と同様の実験装置と条件で実験を行った。本研究ではフェノールの除去と好気性微生物膜法におけるアンモニア性窒素の除去について述べる。フェノールの測定は 4-アミノアンチピリン吸光法により測定を行った。アンモニア性窒素の測定には HACH 社製試薬チューブ (TNT832:HACH 社製) (サリチル酸法) を用いて発色させ分光光度計 (DR3900:HACH 社製) で測定を行った。

## 2. 研究結果および考察

### (1) フェノールの除去率

図 1 に高負荷条件での UASB 法によるフェノールの除去率を示す。除去率は 33%程度で大きな変化が見られなかった。模擬排水のフェノール平均除去率が 51.6%であり除去率が低くなっているが、原水中のフェノール濃度が 1000mg/L 程度で極めて高濃度であり分解には更に長時間の通水が必要であると考えられる。

図 2 に高負荷条件での UASB 処理水の好気性生物膜法におけるフェノール除去率を示す。好気性生物膜処理ではフェノールの除去率は高く 72 時間後には 100%に達した。

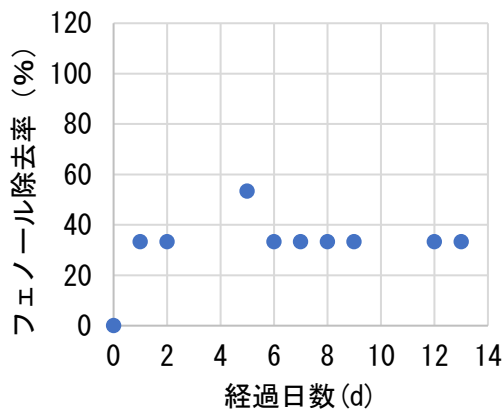


図 1 UASB 法によるフェノールの除去率  
(高負荷・実安水)

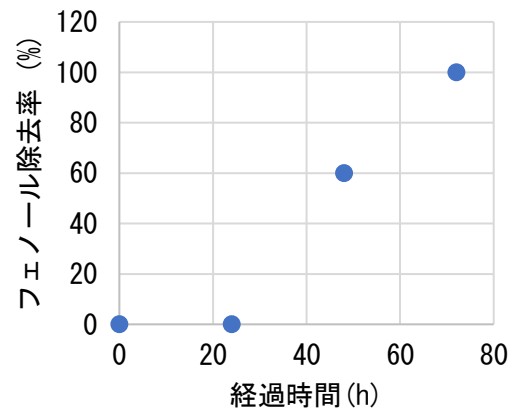


図 2 好気性生物膜法によるフェノールの除去率  
(高負荷・実安水)

### (2) 好気性微生物膜法におけるアンモニア性窒素の除去率

図 3 に高負荷条件での UASB 法におけるアンモニア性窒素の濃度変化を示す。初期濃度は 202mg/L であり、13 日後のアンモニア性窒素濃度は 264mg/L に上昇した。別途、行った低負荷条件の実験結果と同様に有機態窒素が分解されアンモニア性窒素が生成した



と考えられる。図 4 に高負荷条件での UASB 処理水の好気性生物膜法におけるアンモニア性窒素の除去率を示す。好気性生物膜処理では除去率が上昇し 72 時間後では 79.8%の除去率となった。

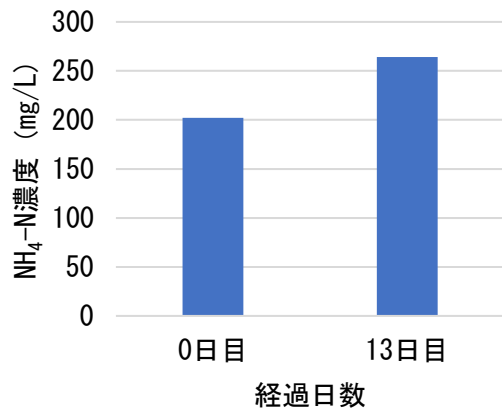


図 3 UASB 法によるアンモニア性窒素の濃度変化  
(高負荷・実安水)

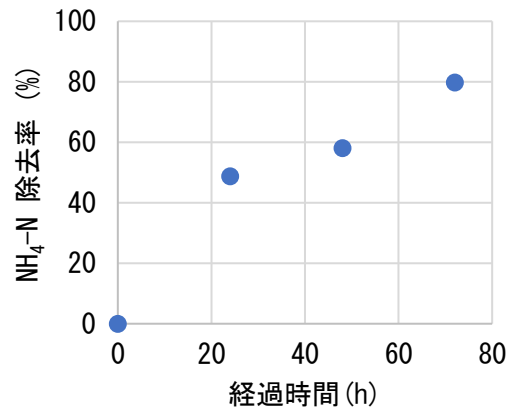


図 4 好気性生物膜法による  
アンモニア性窒素の除去率  
(高負荷・実安水)

# 採取した安水の成分分析

谷口 省吾（工学部都市創造工学科）

## 1. 研究の概要と方法

### (1) 実験方法

実験に用いた実安水は製鉄所の廃水処理場から採取した。有機物は TOC で測定を行った。測定では超臨界式の TOC 計 (Sievers InnovOx: SUEZ 社製) を用いた。フェノールの測定は 4-アミノアンチピリン吸光法により測定を行った。

アンモニア性窒素の測定には HACH 社製試薬チューブ (TNT832: HACH 社製) (サリチル酸法) を用いて発色させ分光光度計 (DR3900: HACH 社製) で測定を行った。シアンについても HACH 社製の専用試薬 (ピリジン-ピラゾロン法) で発色させ同じ分光光度計で測定した。

元素分析は ICP-MS (7700x: アジレント・テクノロジー株式会社製) を用いた。元素分析では孔径 0.2 $\mu$ m のフィルター (Omnipore Membrane Filters: Merck Millipore) でろ過し、硝酸で pH を約 2 に調整した溶液を測定した。

## 2. 研究結果および考察

表 1 に安水の成分を示す。TOC は 1800mg/L であり有機物濃度が高い。本研究の対象物質であるフェノールは 1000~2000mg/L、シアンが約 100mg/L である。アンモニア性窒素が約 400mg/L であった。硝酸性窒素、亜硝酸性窒素は検出されなかった。表 2 に ICP-MS を用いて測定した安水中に含まれる主な金属を示す。安水は製鉄時に排出されるため比較的高い濃度で Fe が含まれている。その他の金属で高濃度であったのは Na, Cr, Mn であった。

表 1 安水の成分

	濃度(mg/L)
TOC	約 1800
フェノール	1000~2000
シアン	約 100
アンモニア性窒素	約 400
硝酸性窒素	N.D
亜硝酸性窒素	N.D

表 2 安水中の金属

元素	濃度
Na	64mg/L
Cr	4.8 $\mu$ g/L
Mn	520 $\mu$ g/L
Fe	270mg/L
Cu	2.3 $\mu$ g/L
Zn	11 $\mu$ g/L
As	6.2 $\mu$ g/L

# 高負荷条件における実安水の UASB 処理-好気性生物膜処理について

藤川 陽子 (京都大学)

## 1. 研究の概要と方法

製鉄所内の排水処理施設（活性汚泥法）と同様に海水で 2 倍希釈した高負荷での実験を試みた。高負荷であるため 1 回の UASB 処理では十分な除去率が得られないと考えられることから循環式により実験を行った。

循環式の UASB 法の概略図を図 1 に示す。

原水槽には海水で 2 倍希釈した安水を入れた。チューブポンプで原水を送液し UASB 槽に導入した。高負荷条件における UASB 法の実験期間は 13 日間である。また、UASB 処理水は模擬排水の実験と同様に好気性生物膜処理を行い UASB 法-好気性生物膜法として実験を行った。好気性生物膜処理では UASB 処理水を原水の 10 倍希釈になるように混合した。好気性生物膜処理の実験期間は 72 時間である。

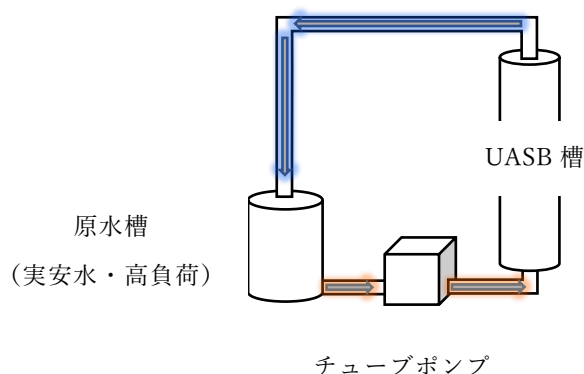


図 1 循環式 UASB 法の概略図

## 2. 研究結果および考察

図 2 に高負荷条件での UASB 法における TOC 除去率を示す。TOC 除去率は 20~30% 程度で推移しており平均除去率は 24.7% となった。図 3 に高負荷条件での UASB 処理水の好気性生物膜法における TOC 除去率を示す。好気性生物膜法では除去率が上昇し 24 時間後では、62.4% となり 72 時間後では 72.8% に達した。UASB 法と比較して高い除去率を示すのは、試料の希釈により負荷が低いことと UASB 処理により安水中の難分解性有機物がいくらかは分解され低分子化されるなどして好気性微生物による分解を容易にしていると考えられる。

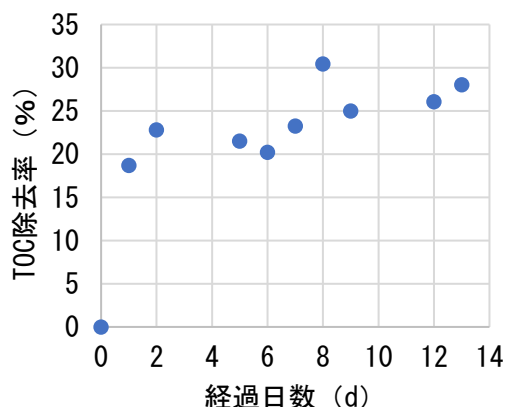


図 2 UASB 法によるフェノールの除去率 (高負荷・実安水)

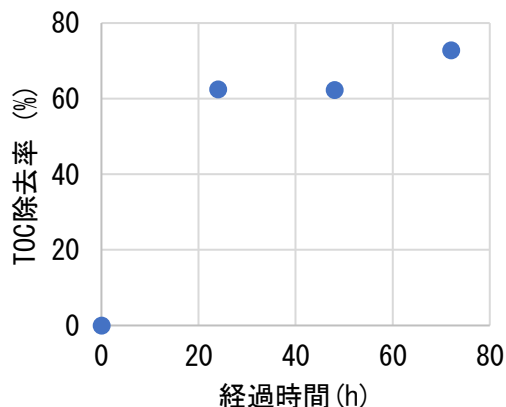


図 3 好気性生物膜法によるフェノールの除去率 (高負荷・実安水)

# UASB-好気性生物膜を用いた安水処理実験装置の構築

橋口 亜由未（島根大学）

## 1. 研究の概要と方法

### (1) 模擬排水

表 1 に模擬排水の組成を示す。組成の決定には SRUSB（Sulfate-Reducing Upflow Sludge Bed：硫酸還元上向流嫌気性汚泥床法）における先行研究<sup>1)</sup>で用いられた模擬排水を参考に溶液の調整を行った。実験開始後 37 日後からは、フェノールを 100mg/L になるように混合した。模擬排水を用いた実験期間は 53 日間である。

表 1 模擬排水の成分（質量は 1L 当たり）

基質	質量 (g)
酢酸アンモニウム	26.10
グルコース	19.57
塩化アンモニウム	18.37
塩化鉄	2.00
リン酸水素二カリウム	1.92
イースト抽出物	0.98
リン酸二水素カリウム	0.72
硫酸マンガン	0.40
塩化コバルト	0.20
ホウ酸	0.20
硫酸亜鉛	0.15
よう化ナトリウム	0.08
硫化銅	0.05

### (2) UASB 法

図 1 に UASB 処理装置の概略図を示す。UASB 処理槽は高さ 70cm 直径 5cm のガラスカラムを使用した。ガラスカラム内の汚泥層の厚さは約 30cm である。HRT が約 3 時間になるようにチューブポンプを用いて送液した。模擬排水は調整後に溶存酸に溶存酸素を取り除くために窒素ガスでパージした。24 時間毎に処理水を採取し水質分析を行った。

### (3) 好気性生物膜法

生物膜を担持する担体にはプラスチック製担体を用いた。微生物膜の形成のために下水処理場から採取した活性汚泥を接種し馴養を行った。担体の直径約 3cm 高さが約 5～10mm の円柱形である。好気性生物膜法では 2L のガラス製容器に UASB 処理水が 10 倍希釈になるように混合して実験を行った。容器内はエアープンプで曝気し、さらに、スターラーで攪拌した。

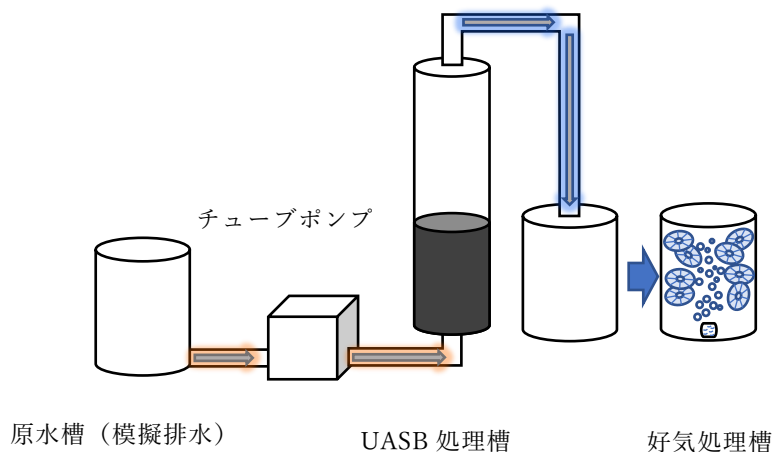


図 1 UASB-生物膜を用いた安水処理実験装置の概略図

## 2. 研究結果および考察

図2にUASB法におけるTOCの除去率を示す。除去率は450時間までは20~30%の間であり低い除去率となった。450時間以降の除去率は最大で40%となった。平均除去率は28.9%である。図3は生物膜法を用いた好気処理法における除去率である。UASB処理水を好気性生物膜法によりに処理した結果TOC除去率については実験開始後の24時間では76%となりその後は除去率が上昇し最大で94%の除去率となった。実験期間中の平均除去率は86.9%となった。UASB法のTOC除去率が低い要因としてはTOC濃度が1800mg/Lであり高負荷であったと考えられる。次に、模擬排水にフェノールを添加した後のUASB法におけるTOC除去率(図4)については、フェノール添加による除去率の大きな低下は見られず平均除去率は26.9%となった。図5の好気性微生物処理においても除去率の大きな変化は見られず平均の除去率は92.6%でありフェノール添加前より除去率が上昇する結果となった。模擬排水を用いた実験ではUASB処理では除去率がやや低い結果となったが、好気性微生物処理を併用することで高い除去率でTOCの除去が可能であった。

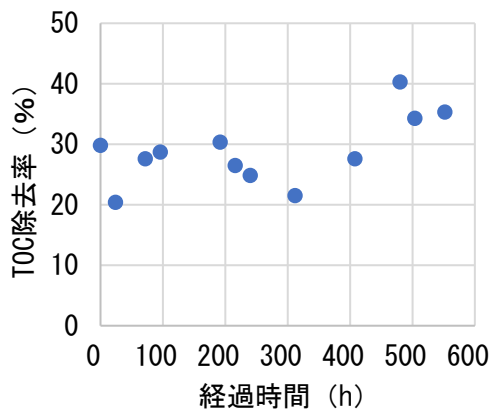


図2 UASB法によるTOCの除去率

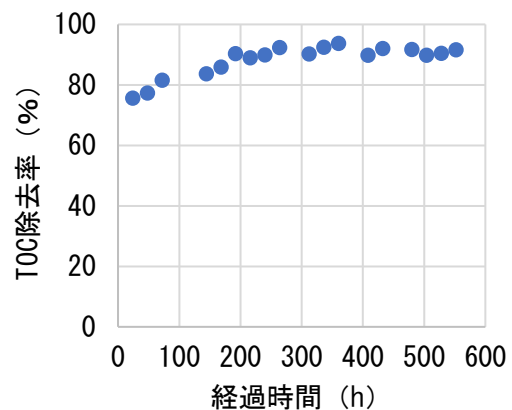


図3 好気性生物膜法によるTOCの除去率

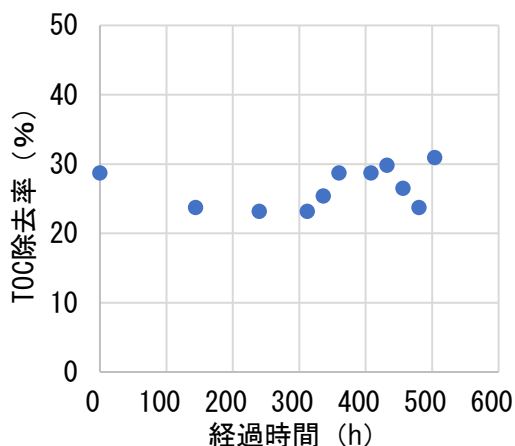


図4 UASB法によるTOCの除去率  
(フェノール添加後)

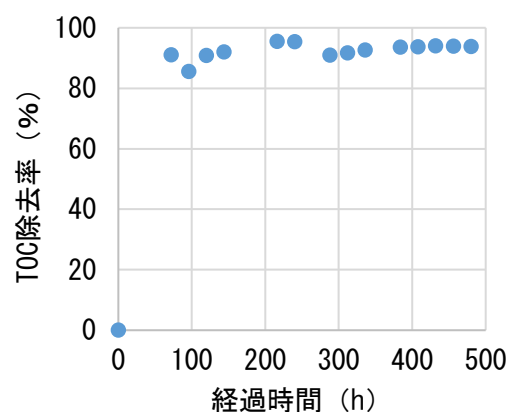


図5 好気性生物膜法によるTOCの除去率  
(フェノール添加後)

### [参考文献]

- 1) T.Hao et al. : Granulation of anaerobic sludge in SRUSB, IWA Publishing, Vol68, No3, p.560, 2013