



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Anaerobic treatment of low-strength wastewaters at ambient temperature in upflow anaerobic sludge blanket reactors [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Wasala Mudiyansele Kalawalagedara, Ruchira Thamendrajith Wasala Bandara
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第11138号
Issue Date	2013-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/53898
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Wasala_Bandara_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士(工学) 氏名 WASALA MUDIYANSELAGE
KALAWALAGEDARA RUCHIRA THAMENDRAJITH WASALA BANDARA

審査担当者 主 査 准教授 佐藤 久
副 査 教 授 船水 尚行
副 査 教 授 岡部 聡
副 査 教 授 高橋 正宏

学位論文題名

Anaerobic treatment of low-strength wastewaters at ambient temperature in upflow anaerobic sludge
blanket reactors

(上向流嫌気性汚泥床による低濃度排水の常温嫌気性処理)

廃水の嫌気性処理はメタンガスを主成分とするバイオガスとしてエネルギーを回収できること、曝気のためのエネルギーが不要であること、余剰汚泥発生量が少ないこと、から研究が進められ、実用化されている。一般に嫌気性処理は有機物濃度が高い廃水に適用される。嫌気性処理を担う嫌気性細菌の活性は温度が上がるにつれて高まるので、得られたエネルギーは有機物分解速度を高めるために処理槽を加温するために使われる。近年、消費エネルギーを少なくすることでエネルギー回収効率を高める目的で、処理槽をできるだけ加温せずに運転する研究がなされている。これらの研究では、嫌気性処理の至適温度以下の温度条件で安定した処理を行うために、様々な処理槽の形状および運転方法が検討されている。さらに、都市下水のような、有機物濃度は低いものの、排水量が極めて多い廃水にも嫌気性処理を適用する試みもなされている。このような研究が進めば、現在、嫌気性処理には適さないと考えられている、活性汚泥法に代表される好気性処理で処理されている低濃度有機物廃水の前処理として嫌気性処理を適用することができるようになり、後段の好気性処理への有機物負荷を減らしたり、処理システム全体の汚泥発生量や投入エネルギーを削減できる可能性がある。しかしながら現在のところ、低濃度有機物廃水を無加温で長期的に処理した例は極めて少ない。本論文では、寒冷地である札幌市の実都市下水を 17 ヶ月間にわたり嫌気性処理した。特に季節に応じて変動する水温が処理効率に与える影響を検討した。さらに、処理水中に残存した溶存メタンガス濃度を測定し、溶存メタンガスの除去を試みた。

本論文は 5 章から構成されており、各章の概要は以下のとおりである。

第 1 章では、まず嫌気性反応を担う微生物および嫌気性廃水処理の概要について述べ、続いて低濃度有機物廃水を加温せずに常温で処理することの意義と先行研究について述べた。さらに、本論文の目的と本論文の構成について述べた。

第 2 章では、人工下水を UASB 槽で処理し、水温および流入廃水の有機物濃度が処理効率に及ぼす影響を検討した。水温 35 度の条件において COD 除去率は 92% であり、水温 15 度の条件においても COD 除去率は 88% と依然として高かった。再び反応槽温度を 35 度に戻して COD 除去率が 92% で安定した後、反応槽温度を 35 度に保ったまま有機物濃度を $2/3$ 倍および $1/3$ 倍に低下させた。有機物負荷を一定にするため、流量を $3/2$ 倍、3 倍に増大させた。流量が 3 倍、すなわち水理

学的滞留時間 (hydraulic retention time(HRT)) が 1/3 になっても,COD 除去率はほとんど低下しなかった。水温が低下しても,または HRT が 1/3 になっても COD 除去率が低下しなかった理由として,流入廃水が人工下水であり生物易分解性の有機物が主成分であったこと,有機物負荷に対して十分な量の微生物が反応槽内に存在していたこと,が考えられた。

第 3 章では,下水処理場に UASB 槽を設置し,沈砂池を通過した実都市下水を 17 ヶ月にわたり嫌気性処理した。水温が 30 度に達した 7 月から水温が 20 度以上であった 10 月の間は COD 除去率は 50% から 71% の間を推移した。11 月に入ると,水温が 15 度以下になり始め,COD 除去率は 50% を下回り始めた。3 月の 1 ヶ月間は水温が 10 度以下と最も低い時期であり,COD 除去率は約 10% まで低下した。しかしながら,4 月末には水温が約 15 度上がるにつれて COD 除去率は 60% まで増大した。本章では,グラニュール流出防止策を講じた UASB 槽を用いることにより,無加温でも都市下水を嫌気性処理できること,低水温期には満足な有機物除去効率を得られないことを明らかにした。

第 4 章では,第 2 章および第 3 章において運転した UASB 槽の処理水に溶存メタンガス (dissolved methane gas:D-CH₄) が検出されたことから,脱気膜を用いて D-CH₄ を除去することを試みた。35 度で人工下水を処理する UASB 槽の処理水中には 63mg COD/L の D-CH₄ が存在していた。膜内気圧 20kPa で脱気したところ D-CH₄ 濃度は 15mg COD/L に低下した。反応槽温度を 25 度および 15 度に低下させると処理水中 D-CH₄ 濃度は 81mg COD/L,104 mg COD/L に増大した。脱気後の D-CH₄ 濃度は両条件とも 15mg COD/L であった。本章では,水温が低いほど,また,HRT が短いほど回収できずに排出される溶存メタンガス量が多くなることを明らかにした。脱気膜を用いることにより溶存メタンガスを高効率で回収できることを明らかにした。

第 5 章では上述の結果を総括した。

これを要するに,著者は,都市下水に代表される低濃度有機物廃水にも嫌気性処理が適用可能であること,処理水中に含まれる溶存メタンガスを脱気膜を用いて回収できることを明らかにしており,水処理工学の発展に貢献するところ大なるものがある。よって著者は,北海道大学博士 (工学) の学位を授与される資格があるものと認める。