

## 論文内容の要旨

氏名 谷川 大輔

東南アジア地域に特有のアグロインダストリーであるパーム油産業と天然ゴム産業は、過去 10 年間でその生産量が 1.5~2 倍に増加しており、同地域において主要な産業となっている。また、パーム油は再生可能エネルギーとして、天然ゴムは化石燃料由来の合成ゴムの代替品としても注目が集まっている。しかしながら、その生産過程において、高い有機物や窒素を含む廃水が大量に排出されており、現状の廃水処理システムからは大量の温室効果ガスが大気中に排出されていると共に、悪臭や地下水汚染、排水基準の未達成による水質汚濁等の環境問題が発生している。そこで、本研究では、パーム油、天然ゴムの両産業において、現状の廃水処理システムの性能評価および温室効果ガス排出量の評価を行い、各廃水に対して適切な処理システムを提案する為に、提案システムによる実証試験を、パーム油産業ではマレーシア、天然ゴム産業ではタイにおいて実施した。その後、現状のシステムと提案システムの性能比較、提案システムの導入効果を評価し、各産業に対して適切な廃水処理システムを決定することを目的とした。

現地の廃水処理システムは、パーム油、天然ゴム両産業共に、開放型の嫌気性処理システムを主体としており、50 日以上長い水学的滞留時間 (Hydraulic Retention Time: HRT) を要していたが、廃水中の有機物の除去率は 95%以上と良好であった。しかしながら、天然ゴム産業では特に窒素成分についての排水基準が達成されておらず、適切な処理システムの開発が求められた。一方、パームオイル工場廃液 (Palm Oil Mill Effluent: POME) については、最終処理水をプランテーション内の液肥として利用していた。

廃水処理システムから排出される温室効果ガス量は、POME 処理システムからは  $0.351 \text{ t-CO}_2/\text{m}_3\text{-POME}$ 、天然ゴム製造工場廃水処理システムからは、 $0.072\text{-}0.192 \text{ t-CO}_2/\text{m}_3\text{-wastewater (WW)}$  であった。POME は、その高い有機物濃度から、排出される温室効果ガスの主体はメタンであった。一方、天然ゴム製造工場廃水は、COD/N 比が 10-30 と低く、開放型の嫌気性処理システムであることから、亜酸化窒素が排出され易い状況になっており、排出された温室効果ガスの 65%が亜酸化窒素であった。また、両廃水共に、本研究で測定した温室効果ガス排出量は、既報の値や IPCC が定める排出係数よりも高い値となった。

各廃水に対する適切な処理システムとして、高濃度の有機物、固形分および脂質を含む POME に対しては嫌気性バッフル反応器 (Anaerobic Baffled Reactor: ABR) を、硫酸塩と窒素濃度が高く、排水基準の達成が必須である天然ゴム製造工場廃水に対しては、2 槽式上向流嫌気性汚泥床 (Up-flow Anaerobic Sludge Blanket: UASB) リアクターと下降流懸垂型スポンジ (Down-flow Hanging Sponge: DHS) リアクターを組み合わせたシステムを提案し、マレーシアとタイにおいて実証試験を実施した。ABR による POME 処理では、POME を直接処理する場合と、現地の酸生成ラグーンと組み合わせて処理を行う場合の 2 つのケースを想定し実験を実施したところ、現地の酸生成ラグーンと組み合わせて処理を行うことで、ABR による POME の直接処理の 1.8 倍、現地のラグーンシステムや嫌気性消化槽と比

較して5倍以上の高速処理が可能となり、COD除去率も90%以上と良好であった。2槽式UASB-DHSによる天然ゴム製造工場廃水の処理では、最も高濃度の濃縮ラテックス

(Concentrated Latex: CL) 廃水に対しては、1槽目のUASBで硫酸塩還元による有機物除去を行い、2槽目のUASBの流入部で他の廃水と混合して処理を行うことにより、2槽目のUASBにおける硫化水素の阻害を防ぎ、良好なメタン生成が可能となった。一方、最終処理水質に関しては、現地のシステムよりも高かったものの、窒素の項目に関しては排水基準が達成出来ておらず、窒素除去能の向上が必要であった。

提案システムを導入することにより、現状のシステムと比較して、88.8-99.9%の温室効果ガス排出量が削減可能であることが確認された。これらの削減量をCDM事業の展開により排出取引を行い、かつ回収したメタンを利用することで、システム導入に掛かる費用を回収可能であり、工場内における消費電力量等も大幅に削減可能となると共に、良好な処理水質を得られることが確認された。従って、本研究結果が、今後途上国の持続可能な発展および地球温暖化の防止を行う上で、有用な知見になることが期待された。