

# 産官学連携による生活排水の影響に関する社会実験の成果

一般財団法人九州環境管理協会 環境部 藤井 暁彦  
同 技術部 右田 義臣, 北里 美保  
シャボン玉石けん(株)研究開発部 川原貴佳, 完山陽秀, 吉田光希  
山口大学大学院創成科学研究科 教授 今井 剛

## 要 旨

宗像市にある地島において、3 か月という長期にわたり、生活で使用する洗浄剤を全て「無添加石けん」に置き換えるという産官学連携の社会実験を実施した。現地での実証試験や研究室での屋内実験をとおして、無添加石けんが、汚水の処理効率の向上や、処理の役割を担う細菌叢の多様化などへの効果があると推察された。また、このような環境保全にかかる取り組みが、住民や社会の意識向上につながっていくものと考えられた。

## 1. はじめに

本実証実験の始まりは、2021年2月にシャボン玉石けん株式会社のご担当が当協会に来られ、「当社の商品である無添加石けんが環境にやさしいことを実証したい」との想いを伝えられた時である。その時点では、宗像市との連携・協力の下、本土（神湊港）から渡船で15分ほどの距離にある「地島」（写真1）で実証実験が計画されており、住民が日常で主に使用している合成洗浄剤を、シャボン玉石けんが提供する無添加石けんに切り替えることによる環境及び下水処理への効果を科学的に検証したいとのことであった。このような要望を聴き、下水処理の専門家である山口大学の今井教授に協力を要請、快諾いただいて、産官学の連携、すなわち、シャボン玉石けん・宗像市・山口大学・九環協の4者によるプロジェクトが発足することとなった。

シャボン玉石けんの「無添加石けん」について、同社HPの情報を紹介すると、「化学物質や合成添加物を一切含まない無添加の石けんを製造・販売」、「昔ながらの釜炊き製法・ケン化法で作っており、そのため油脂に含まれている天然の保湿成分（グリセリン）が残る」、「生分解性に優れ、環境にもやさしい洗浄剤」とされており、人にも、環境にもやさしい石けんと言える。

プロジェクトの計画・企画段階において、地島の汚水処理施設における現地での実証試験と、大学の研究室における室内実験を組み合わせ、効果を検証すること

を決めた。特に、現地の実証試験は、島全体で主に使用されている洗浄剤を合成洗剤から無添加石けんへと切り替え、その効果を下水処理施設の水質や菌類叢の変化から検証するという前例のない取り組みであった。準備期間に半年をかけ、現地の実証試験を2021年9月から11月の3か月とした。試験開始前の8月23日に地島住民への説明会を行い、同時に現地での実証試験、大学での室内実験を開始した。

本実証試験は、社会的な関心も高く、実験前から実験中、実験後と様々なメディアからの取材を受けた。「無添加石けんが環境にやさしい」という企業・商品イメージからの取材もあったと思われるが、島の住民をあげての、3か月という長い期間での社会実験というインパクトもあったと感じている。

本報告は、このような前例のない、社会的な関心の高い実証実験を行ったことに関して、その実験結果を紹介するとともに、社会的な影響について考察を述べるものである。

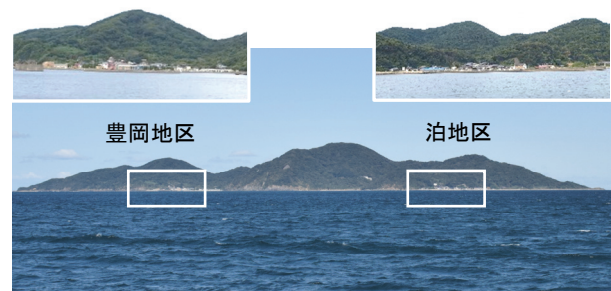


写真1 渡船から望む地島

## 2. 地島・下水処理施設の諸元

地島には、泊地区、豊岡地区の 2 つの集落がある(写真 1 参照)。宗像市統計書(令和 2 年版)によると、泊地区の世帯数・人口は 30 世帯・61 人、豊岡地区は 32 世帯・77 人である。島の産業は漁業で、島で採れる「地島天然わかめ」は、潮の流れの速い場所で育った上質のわかめとされ、宗像大社を通じて皇室に毎年献上されている(宗像市 HP)。

泊地区、豊岡地区のそれぞれに漁業集落排水施設が設置、運用されている。処理能力は、それぞれ 240 人分、300 人分である。処理方式は、接触曝気方式で、施設に流入した汚水(下水)は、流量調整槽・2 室の曝気槽・沈殿槽・消毒放流槽を経て、海域へと処理水が放流される仕組みである(写真 2)。



写真 2 処理施設内のパノラマ写真(泊地区)  
(写真左から流量調整槽・中程の右に曝気槽と沈殿槽、  
右奥に消毒放流槽が位置する)

## 3. 実証実験の結果

### 3.1 現地での実証試験

#### (1) 実証試験の概要

実証試験では、処理水(放流水)の水質と曝気槽の細菌叢の経時変化を調べることにした。放流水は、消毒放流槽からくみ上げ、合成洗剤の成分の代表として LAS(直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩; 合成洗剤に使われる代表的な界面活性剤)、処理効率を評価するための BOD(生物化学的酸素要求量; 水の汚染、有機物の多さを表す指標のひとつ)を分析した。加えて、処理前の原水を流量調整槽から採水して、LAS、BOD を分析し、放流水濃度との比較により処理効率を求めた。細菌叢の試料として、曝気槽で攪拌している汚泥をくみ取り、汚泥の細菌叢を分析した。この分析方法の詳細については、現在、投稿中の論文に詳し

いため、ここでは控えさせていただきます。

調査回は、実証試験を開始前の 8 月に 1 回、9 月から 11 月の試験中は開始から 1 週間後、2 週間後、以降は 2 週間間隔で合計 7 回、終了後は 12 月から 2 月に各月 1 回の計 3 回とした。

#### (2) 水質の変化

放流水に含まれる LAS は、実験を始めると低下し、9 月から 11 月の実験中は低い濃度を維持、実験後の 12 月に急増した(図 1)。実験中に LAS が検出されたことは、住民の聴き取りから「洗髪では指どおりもあって従来品のシャンプーを使用した」との話もあり、生活の全てを無添加石けんに切り替えられなかったためと考えられる。しかしながら、実験中をとおして LAS は低く、また、8 割以上の住民から「無添加石けんのみを使った」との報告もあり、実験中の下水処理に対する合成洗剤の影響は小さかったと考えられる。

BOD の処理効率を下式により計算すると、実験前後の値(泊・豊岡地区の 8 データの平均値)は 93%、実験中の値(同・14 データの平均値)は 96%となり、実験中にやや高い値を示した。

$$\text{処理効率}(\%) = (1 - \text{処理水 BOD} / \text{原水 BOD}) \times 100$$

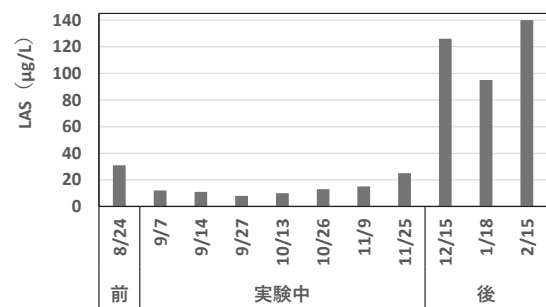


図 1 放流水の LAS の経時変化(2 地区の平均値)

#### (3) 菌類叢の変化

汚泥の細菌叢の分析とは、汚泥に含まれる多種の細菌の DNA を PCR 反応で複製・増幅して、電気泳動にかけ、分離されるバンドの濃さや多さから、定性的に細菌叢の変化を読み取ったものである。

電気泳動の画像によると、実験前の 8 月 24 日から次第にバンドの数が増える傾向が伺える(図 2)。これは細

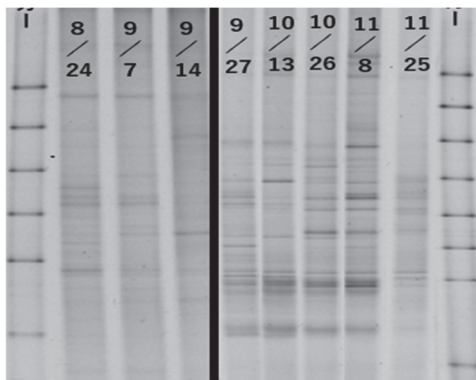


図 2 実験前(8/24), 実験中(9/7~11/25)の細菌 DNA を電気泳動した画像(豊岡地区の例)

菌類の種類が増えたためと考えられる。また、実験期間の後半にはバンドの色が濃くなる傾向がある。これは特定の種の細菌の量が多くなったためと考えられる。このように、定性的な分析ではあるものの、主に無添加石けんを使用していた時期の汚泥では、細菌類の種類が多様になり、特定の細菌類の量も増えた、すなわち菌叢が豊かになったと考えられる。

### 3.2 研究室での室内実験

#### (1) 室内実験の概要

室内実験では、「回分活性汚泥法; 下水処理の工程・方法を模した操作を繰り返す方法」により、準備した3つの実験系について、有機物の処理効率(CODの除去率)を確かめることとした。

実験系は、①石けん系、②合成洗剤系(以下、LAS系という)、③洗浄剤を入れない系(以下、ブランク系という)の3つである。写真3に示すとおり、3つの実験系を準備した。それぞれ5L汚泥に対して、毎日、基質(人工下水)を投与し、石けん系、LAS系にはそれぞれ洗



写真3 回分活性汚泥法の実験の状況(左からブランク系,石けん系,LAS系)

浄剤の成分を加えた。基質の濃度は投与後に COD で 100mg/L となるようにした。石けん・LAS の濃度は、市販品が推奨する濃度(0.0025%)となるように調整した。

この実験系に対して、「5 時間曝気・1 時間曝気無し」の 1 日・4 サイクルを繰り返し、毎日、全量の 5L に対して上澄み 4L を抜き取り、その COD を測定した。

#### (2) COD 除去率と微生物活性

毎日抜き取った上澄み水を静置すると、余剰汚泥(有機物を分解している微生物のフロック)が沈殿する。15 日分の余剰汚泥を集めた結果を写真4に示す。石けん系・ブランク系の余剰汚泥の量は概ね等しく、LAS系で明らかに少なかった。LAS系では微生物の活性が低いため、汚泥の増殖が少ないと考えられた。

CODの除去率を図3に示す。平均除去率は、石けん系が91.3%、LAS系が65.9%、ブランク系が92.7%である。実験期間を通してLAS系の除去率は明らかに低く、石けん系はブランク系と同程度で推移した。このように、室内実験における下水処理を模した方法において、石けん・LASの有機物処理への影響を確かめたところ、石けんによる影響は認められず、LASは微生物の活性を抑制し、有機物の分解を減殺していると考えられた。

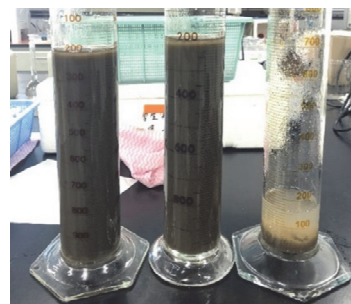


写真4 上澄み水を沈殿させた余剰汚泥の量(15日分)(左から石けん系,ブランク系,LAS系)

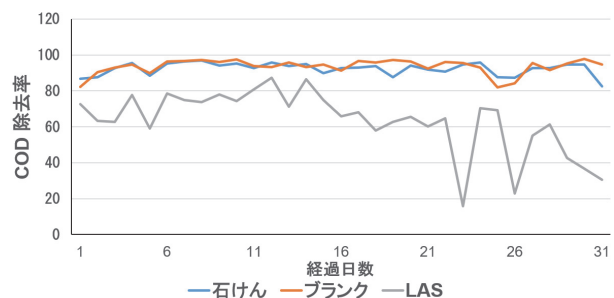


図3 COD 除去率の経日変化



### 3.3 わかめの暴露実験

#### (1) 実験の概要

地島では、天然わかめが特産になっている。島の住民・漁業者に対して、環境や洗浄剤への関心を高めてもらう目的で、わかめの生育・成長に対する石けん・合成洗剤の暴露実験を行った。

使用したわかめは、業者から購入した種糸わかめで、糸に付いた長さ 1cm 程度の若い葉体である。

「3.2 研究室での室内実験」にならい、石けん系、LAS 系、ブランク系の 3 つの系を設け、石けん系・LAS 系では、原水(0.0025%)、1/10 に希釈、1/100 に希釈の 3 つの濃度の実験区を用意した。ブランク系を含め、7 つの試験用水をフラスコに注ぎ、それぞれに 10 枚のわかめ葉体を入れて暴露実験を行った。実験期間は約 3 週間とした。

#### (2) 石けん・合成洗剤の影響

培養 1 日目には、LAS 原水に入れたわかめ葉体が白化した。LAS は界面活性剤の中でも浸透力、洗浄力に優れているとされ、その強い効能で葉体に侵入し色素を分解したと考えられる。



写真 5 わかめ暴露実験の様子

(上:わかめの種糸, 中:わかめの葉体, 下:フラスコを恒温器に入れ, 照明を当てた培養状況)

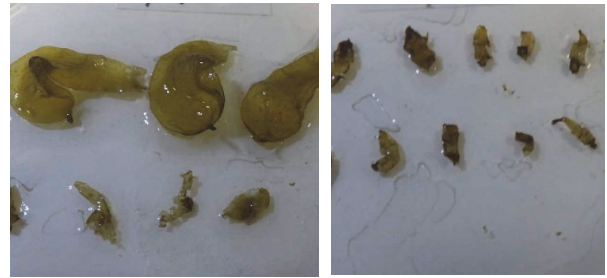


写真 6 石けん・LAS の 1/10 希釈の実験区におけるわかめ葉体の 2 週間後の生育状態(左:石けん, 右:LAS)

石けんと LAS の違いについて、それぞれ 1/10 希釈の実験区での生育を比べると、石けんに暴露したものでは、小さいままの葉体がありながらも成長した葉体がみられた。一方、LAS に暴露したものは、全ての葉体が萎縮していた。なお、LAS も 1/100 に希釈すると、成長した葉体が見られるようになる。このように、短期の暴露実験によると、LAS はわかめの生育を制限・抑制する可能性があり、これに比べて無添加石けんは、わかめの成長に影響を及ぼしにくいと考えられた。

## 4. 社会実験の成果

### 4.1 住民意識の変化

地島の実証試験に参加した住民の方に、試験前・試験後にアンケート調査を行い、それぞれの回で 37 世帯・95 名、34 世帯・93 名から回答をいただいた。

今回の実証試験にあたっては、およそ 8 割の方が石けんのみを使用していた。

試験前後での環境問題への関心に対して、関心の高さを「ある・ややある・あまりない・ない」の 4 段階で問うと、「ある・ややある」の合計は、前後で 90%以上と差はないものの、「ある」と答えた割合は 23%から 42%へと 19 ポイント増加した(図 4 上)。また、関心のある環境問題の内容を「海洋・大気・土壌・生物・温暖化・森林・その他」の中から複数回答で問うと、試験前は海洋が 27 件、温暖化が 19 件で、この 2 つの割合が高かったものが、試験後は海洋が 26 件、温暖化が 20 件と関心の件数が変わらない中で、大気や土壌、生物、森林の件数が増加し、多様な環境問題に対して関心が持たれるようになった傾向が窺えた(図 4 下)。



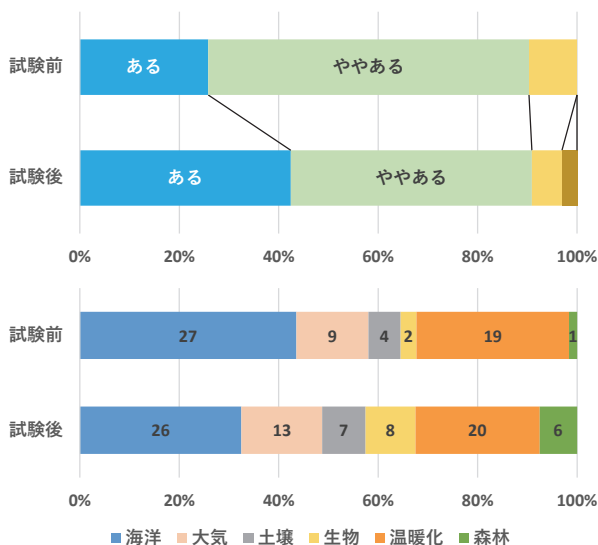


図4 アンケート調査の結果

(上: 環境問題への関心のあり・なし、

下: 関心のある環境問題の内容、数値は回答件数)

環境にやさしい無添加石けんに切り替えるという社会実験への参加をとおして、住民意識として様々な環境問題への関心が高まったと考えられる。また、地島住民に対する本プロジェクトの成果の報告会では、「実験後も愛用している」、「今後も使っていきたい」、「島でも購入できるようにしてもらいたい」などの意見をいただき、環境に対する意識の変化が、日常の行動変容へとつながっていることも確認できた。

#### 4.2 社会への影響

実験開始前の2021年8月から終了後の2022年2月末にかけて、多くのメディアからの取材を受けた。テレビ3件、WEB10件、新聞15件、雑誌・専門誌4件、その他(宗像市報等)2件の合計34件である。

これらの記事では、「島ぐるみの環境実験」という前例のない取り組みへの関心が記されるとともに、本取り組みの趣旨である「無添加の石けんの使用で環境への負荷がどのくらい軽減するか」、「海洋環境の保全につながる成果の期待」との記載もあり、様々な市民・国民の皆さんに対して、日常的な生活を送る上で、環境への意識を高めることの意義を伝えられたと考えられる。



写真7 本プロジェクトが表紙を飾った宗像市市政だより

#### 5. おわりに

本プロジェクトの成果の報告会は、2022年6月24日に地島で開催された。地島での取り組みは、本報告会にて、ひとつの区切りとなるところであるが、本プロジェクトが目指した「環境を意識した生活」、「環境にやさしい製品・商品を選ぶという消費行動」について、引き続き、様々な場面で貢献していくことが重要である。

この度の社会実験の成果をひとつの事例としつつ、今後も、産官学が連携した環境保全の取り組みを継続、発展させていきたいと考えている。

#### 【謝辞】

本プロジェクトを実施するにあたり、宗像市総務部秘書政策課、産業振興部元気な島づくり課の皆様には、住民との調整、報告会の開催にあたり大変お世話になった。また、現地調査にあたっては、処理施設の維持管理を受託されている有限会社玄海環境サービスの木村様に毎回、快いご支援をいただいた。最後に、地島の皆様には、3か月という長期間にわたる実証試験やアンケートへのご協力をいただいた。

これら関係する皆様の協力があった本プロジェクトは成果を得ることができた。ここに記し、感謝の意を申し上げる。