

【報告・活動紹介】

バイオマス産業都市・佐賀市の取り組みについて

環境カウンセラー

加藤 まさみ

江戸川大学社会学部准教授

吉永 明弘

1. はじめに

佐賀市では既存の二つの施設（ごみ処理施設と下水処理施設）を核とする「バイオマス産業都市・さが～藻類によるまちづくり～」を展開している。本報告では、筆者らの施設見学（加藤は2017年10月31日、吉永は同年11月24日）に基づいて、同市の持続可能な都市構築に向けた先進的な取り組みを紹介する。当日は佐賀市役所の山口徳雄氏に丁寧なご案内をいただいた。本稿は、その際のご説明と、いただいた資料に多くを負っている。

農林水産省のホームページによると、バイオマス産業都市とは、「地域に存在するバイオマスを原料に、収集・運搬、製造、利用までの経済性が確保された一貫システムを構築し、地域のバイオマスを活用した産業創出と地域循環型のエネルギーの強化により地域の特色を活かしたバイオマス産業を軸とした環境にやさしく災害に強いまち、むらづくりを目指す地域」である¹。2013年度（平成25年度）から2017年度（平成29年度）までの5年間で、全国の61地域（79市町村）がバイオマス産業都市に選定されている²。「まち、むらづくり」とあるように、バイオマスの豊富な〈地方〉の市町村、とりわけ北海道からの

¹ 農林水産省のホームページ http://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/b_sangyo_toshi/b_sangyo_toshi.html（2018年1月2日閲覧）。

² 見学時にいただいた資料「バイオマス産業都市さが～藻類によるまちづくり～」(佐賀市)に基づく。平成29年度の選定地域については、農林水産省のホームページも参照。<http://www.maff.go.jp/j/press/shokusan/bioi/attach/pdf/171003-1.pdf>(2018年1月6日閲覧)。

選定が多い。そうした中、九州地方で初めて選定されたのが佐賀市なのである。

佐賀市の取り組みの画期的な点は、日々排出されて処理を必要とする「ごみ」と「下水」を「バイオマス」として扱い、住民から迷惑施設や NIMBY (not in my backyard、私の裏庭ではやめてくれ) 施設と受け止められてきた既存の施設を市民に親しまれる循環型社会を象徴する施設 (地域のエネルギーセンター) へと変貌させたことである。またそこには、既存の施設を転換することにより、新しい施設をつくらずに済むという利点もある。

本報告では、佐賀市が「バイオマス産業都市・さが」として優れた取り組みを行うようになった理由を、市町村合併、立地条件、地元の人材という三つの点から説明する。次に、「バイオマス産業都市・さが」の二つの核となる施設を紹介し、そこから派生している産業について、そして他地域の自治体および市民が佐賀市の取り組みから何を学べるのかを検討する。

2. 佐賀市の概要

市町村合併による再スタート

周知のように、佐賀市は佐賀県の県庁所在地であるが、二度の合併 (平成 17 年と 19 年) により、周辺の 8 つの市町村の面積と人口が加わったことで、新しい都市として再スタートをきるようになった。合併前の佐賀市の面積は 103km²、人口は 16.6 万人だったが、合併後の面積は 431km²、人口は 24 万人を数える。市の面積は約 4 倍になり、人口も約 1.5 倍になったのである³。

市長の秀島敏行氏は、第 1 回目の大合併 (2005 年、平成 17 年) の時に選出されて、2017 年 10 月に無投票で四選をはたした。秀島氏は佐賀市出身で、熊本大学を卒業した後、昭和 41 年に佐賀市役所に採用され、民生部 (保険、環境) 消防長、水道局長、佐賀シルバー人材センター常務理事兼事務局長を経て現職となった。秀島市長は、「市民の「一体感」を大事にしながら、佐賀市が住みやすい町に、そして市民の皆様が幸福感を感じられる、また実感されるよう

³ 「佐賀県の人口推移」<http://demography.blog.fc2.com/blog-entry-878.html> (2018 年 1 月 23 日閲覧)。

写真1 佐賀平野



写真2 佐賀市東よか干潟



な町」を目指す」と述べており、合併前の8市町村の良好な関係づくりを念頭に環境重視の政策をとっている⁴。

この市町村合併は、山口氏によると、とりわけ清掃工場の位置づけに影響を与えたという。それまで佐賀市の市境に位置していた清掃工場が、合併により市の中心部近くに位置することになったのである。このことは清掃工場がエネルギー施設へと変貌した背景要因の一つとなっている。

立地条件

現在の佐賀市は、南北に長く北部は背振山地、南部は干潟・潟と呼ばれる有明海に面している。中央部にある佐賀平野（写真1）には嘉瀬川が流れている。東南部には筑後川河口部があり、対岸には福岡県柳川市などがある⁵。

佐賀市の東よか干潟（写真2）は、熊本県荒尾市の荒尾干潟、佐賀県鹿島市肥前鹿島干潟とともに、有明海の三干潟としてラムサール条約湿地に登録されており、ムツゴロウやクロヅラヘラサギの生息地になっている。2017年11月11日には「アジア湿地シンポジウム（AWS）2017」が佐賀市で開催された⁶。東よか干潟は、地域の人びとの漁場、環境学習と保全活動の場であるとともに、

⁴ 佐賀市ホームページ「市長の部屋」にある「佐賀市長からのメッセージ」<https://www.city.saga.lg.jp/main/14405.html>（2018年1月6日閲覧）。

⁵ 「水の恵みを未来へと 石井樋と佐賀の水」国土交通省吸収地方整備局 武雄河川事務所（平成19年3月）。

市の観光資源でもある。例えば、干潟と堤防の間は塩生植物「シチメンソウ」が群生しており、毎年11月上旬には「シチメンソウまつり」を開催している⁷。

山口氏によると、有明海は干満の高低差が6mと大きく、満潮時は河川の奥まで海水が上がる。海面が6mほど下がる干満の差が一番激しい干潮時には、海底に取り残された魚を歩いて拾い集められるものの、急激な満ち潮では思わぬところまで潮に流されるという変化に富んだ環境である。

南部一帯の平野は、自然のデルタ地帯を人びとが干拓することで広がっていった。古くは1523年(天文22年)に記録が存在するが、人為的な陸地化が始まった時期は定かではない。1600年に海岸堤防が築かれ、江戸時代(寛永年間～寛文年間1625年～1665年)には、藩主の命により有明海からの海潮浸入を防ぐ目的で大規模な潮受堤防(松土居)が築かれた。藩政以降の本格的干拓は松土居堤防の外側で行われ、舩頭名(組合長の名)のついた2～3haの小規模な干拓がうろこ状になされた。明治時代になると次第に大型化し、1871年(明治4年)、1887年(明治20年)に授産社搦(がらみ)、1926年(大正15年)には大授搦が陸地化された。陸地化の規模は次第に拡大し、1962年(昭和37年)に現在の海岸線に至っている(写真3)。

堤防の内側の干拓地の海拔は干潟よりも低く、佐賀平野一帯でも高低差は少なく湧水がないことから背振山地に源流を持つ嘉瀬川水系から水を引きクリークを張り巡らすとともに洪水を緩和する仕組みも必要とされてきた。佐賀平野の治水・利水の基礎を築いたのは江戸時代の佐賀藩家老、成富兵庫茂安(1560～1634)である。石井樋(いしいび)をはじめとする成富兵庫の遺功が今も各地に残されている⁸。

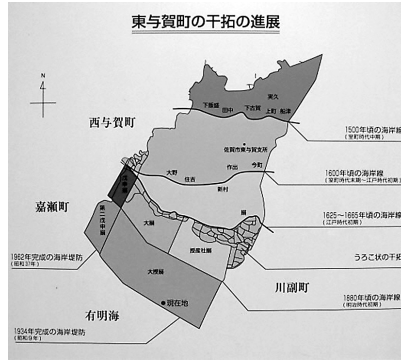
このように、佐賀の人々は北部の山地、南部の干潟に挟まれたデルタ地帯を「河川の治水・利水」、「堤防作りと干潟の干拓」という二つの異なる水対策に創

⁶ 「ラムサール条約湿地 東よか干潟 一つなごう、未来へ」佐賀市環境部環境政策課、および「有明3ひがた ラムサール市民だより」第3号(平成29年9月発行)。

⁷ 「第24回シチメンソウまつり」案内チラシ(平成29年)。

⁸ 「水の恵みを未来へと 石井樋と佐賀の水」国土交通省吸収地方整備局 武雄河川事務所(平成19年3月)。

写真3 東与賀町の干拓の進展（東よか干潟のお知らせ看板）



意工夫をもって尽力してきたといえる。このような人々と水土とのかかわりや農業・漁業の歴史が、佐賀市がバイオマス産業都市を目指した背景要因の一つとなっている。

進取の気質と地元のアイデアマン

江戸時代には外様大名だった佐賀藩（鍋島家）は、明治維新时期には近代国家建設にあたってさまざまな分野で先進的な取り組みを行っている。佐賀市川副町早津江には世界遺産・三重津海軍所跡がある（写真4）⁹。当地出身の佐野常民¹⁰が佐賀藩海軍創設および三重津海軍所の整備にかかわり、1865年（慶応元年）には国産初の実用的蒸気船「凌風丸」を完成させている¹¹。佐野の他にも、佐賀藩は、藩主の鍋島直正、大隈重信、副島種臣、島義勇、大木喬任、江藤新平といった明治時代に大きな功績を残した人材を輩出している¹²。

⁹ 「三重津海軍所跡」は2013年に国の史跡に指定され、2015年には、世界文化遺産に登録された「明治日本の産業革命遺産 製鉄・製鋼、造船、石炭産業」の構成資産になっている。「世界文化遺産 三重津海軍所跡」佐賀市企画庁西部三重津世界遺産課。

¹⁰ 佐野常民（文政5年～明治35年、1822～1902年）は、佐賀藩の近代化に貢献し、のちに日本赤十字社を創設し、明治政府では農省務大臣などを務めるなど多方面に活躍した人物である。

¹¹ 「佐野常民記念館・三重津海軍所跡」観覧案内、佐賀市。

写真4 世界遺産 三重津海軍所跡



佐賀市は、新しいものを積極的に取り入れる進取の気質をもった人材を輩出してきた歴史を受け継いでいる。佐賀市が先端的な循環型システムを導入してきた理由の一つは、市役所内の地元出身の担当者がふるさとの事業にかかわってきたことにあると考えられる。

見学では現市長とともに佐賀市のごみ・下水処理施設のシステムを構築した担当者の一人山口氏にいろいろとお話をうかがった。秀島市長の方針を支えたのは前田純二氏（佐賀市上下水道局、当時・佐賀市環境部環境政策調整監）の尽力によるところが大きかったという。また山口氏自身も、市のプロジェクトを支えた一人であった¹³。山口氏の出身地、川副町大詫間（筑後川河口の島）では、地下水がないことから積極的に雨水の貯留・利用を行い、汚水は浄化槽を設置して処理水は田畑で利用している。山口氏は佐賀市の気候風土に即した資源循環型ライフスタイル（パーマカルチャー）を実践している。佐賀市のごみと下水の処理システムは秀島市長、前田氏、山口氏をはじめとする地域性を体得した人びとの知識と経験の中から生まれたと考えられる。さらに、このような知見は市役所の次の世代にも受け継がれているようだ。山口氏は市役所に

¹² 彼らは「佐賀の七賢人」と呼ばれる。これに副島種臣の兄であり、彼らに大きな影響を与えた枝吉新陽を加えて「佐賀の八賢人」とすることもある。

¹³ また、山口氏は、高畑勲監督の映像作品『柳川堀割物語』でも知られる、柳川市職員の高松伝氏の薫陶を受けたという。佐賀市の取り組みの背後にはこのような人材のネットワークがある。

籍を置きつつ漁業者・農業者との勉強会や他市町村の施設建設計画にも関わっている。

佐賀市の絶妙なアイデアとして、佐賀市の清掃工場と下水浄化センター見学の窓口を「佐賀市観光協会」にしている点がある¹⁴。迷惑施設と受け止められてきた二つの施設は行政の創意工夫と市民の理解により資源循環を推進する施設となっただけでなく、市の主要な観光資源としても位置づけられているのだ。佐賀市環境部（バイオマス産業都市推進課 創エネ戦略室）の田中克弥氏によると、見学者数は清掃工場と下水浄化センターを合わせると年間2000人以上にのぼるといふ。特に下水浄化センターには海外（東南アジアなど）からの視察も多いという。

以上見てきた、市町村合併による再スタート、立地条件、地元の人材という三つが、佐賀市が「バイオマス産業都市」になった背景要因といえる。

3. 「バイオマス産業都市・さが」の核となる二つの施設

ここからがいよいよ本題となる。佐賀市は「バイオマス産業都市・さが～藻類によるまちづくり～」(平成26年11月選定)の将来像を、「廃棄物であったものがエネルギーや資源として価値を生み出しながら循環するまち」、「環境の保全と経済的な発展が両立するまち」としており、基本的な方針を、「既存のごみ処理施設と下水処理施設を二つの核施設として活用する」、「バイオマス収集と施設整備のコストを削減し、実効性と継続性のあるプロジェクトを実施する」、「市が仲介役を果たして企業間の連携を実現する」としている。このうち最後の「企業間連携」については、事業者からの排出物の中には、別の事業者にとっては資源になりうるものがあるので、その融通・仲介を市が行うというのがその中身である。以下では、バイオマス産業都市の中核であるごみ処理施設と下水処理施設について詳しく紹介したい。

¹⁴ 佐賀市観光協会のHPから、「バイオマスツアーさが」の申し込みができる。清掃工場と下水浄化センターの視察プログラムが掲載されている。<https://www.sagabai.com/biomass/main/59.html> (2018年1月20日閲覧)。

(1) ごみ処理施設 (佐賀市清掃工場、リサイクルセンター、エコプラザ)

佐賀市ごみ処理施設 (佐賀市高木瀬町) の概要

ごみ処理施設は2003年(平成15年)に稼動が開始し、2005年(平成17年)と2007年(平成19年)の市町村合併を経て、2012年(平成24年)に周辺地域とのごみ処理施設の統合が合意され、2014年(平成26年)に施設統合が実現した。この施設統合の目的は、旧町村の処理施設を廃止して一箇所で処理する量を増やすことにより、施設運営に係る経費削減と焼却によって得られるエネルギー量を増やすとともに、合併後の各地域の市民の融合を図ることであった¹⁵。

現在、佐賀市清掃工場は1日約230tのごみを処理し、生み出された電気(再生可能エネルギー)を市内の公共施設に供給している。佐賀市は、それまで焼却処分すべき負担と考えられていた廃棄物を、エネルギー資源として捉えるようになってきている。

佐賀市のごみ処理に関する方針は、「循環型社会の実現」、「地球環境・自然豊かな住みやすい環境を次世代へ」つなぐというものであり、そのために、次の5つの徹底を掲げている。①排出抑制(徹底した分別)、②再利用、③リサイクル、④熱回収(処理のプロセスで生じる熱を回収しエネルギーとする)、⑤適切な処理(公害を抑制するために最終的に残った廃棄物の適切な処理を行う)¹⁶。

ごみ処理施設は、同一敷地内にある佐賀市清掃工場・佐賀市リサイクル工場・佐賀市エコプラザ・エコロジカルポンドからなる。具体的な取り組みとして、(1)環境教育の拠点としての機能を備える、(2)公害の発生を抑制する、(3)ごみ処理の過程で発生する熱・水力・ガス・灰の有効利用をはかる、の三つがあげられている。以下、項目ごとに見ていこう。

¹⁵ 「佐賀市清掃工場発電電力の地産地消の取り組み」 <https://www.city.saga.lg.jp/main/39695.html> (2018年1月7日閲覧)。

¹⁶ 「佐賀市清掃工場」佐賀市(平成28年1月)。

環境教育の拠点としての機能を備える

佐賀市では、環境教育の拠点としてリサイクル工場内にエコプラザを併設し、廃棄物の発生抑制・リサイクル・資源化の紹介をしている。市内外の施設見学希望者は、このエコプラザを見学することになる。施設入り口には、佐賀市全域の多様な水辺環境を再現して水生動植物を展示している。館内には環境教育の展示コーナーと「藻類によるまちづくり」の展示コーナーがあり、佐賀市の「バイオマス産業都市・さが」の構想を説明している¹⁷。

公害の発生を抑制する

公害の発生を抑制するには、市民による、そしてリサイクル工場における手作業での徹底した分別と、資源再利用の促進による廃棄物の減量が必要になる。

それだけでなく、佐賀市ではごみの焼却処理の過程でも公害対策の徹底が図られている。例えば清掃工場のダイオキシン類対策として、排出濃度を 0.1ng-TEQ/m³N 以下に制御するために、以下のことを実施している。850℃以上の高温を保ち完全燃焼を行う。排ガスを高温域に 2 秒以上滞留させて完全燃焼を行う。二次空気を送風し良好なガス混合を確保する。一次空気と二次空気の最適な空気量を確保する。バグフィルタ入り口温度を低く保ちダイオキシン類を捕集する。

さらに、飛灰対策としては、飛灰をバグフィルタで集塵し、灰固化して最終埋め立て処分すること、ばいじん（煤塵）対策としては、バグフィルタによる除去、塩化水素（HCl）と硫黄酸化物（SO_x）の対策としては、バグフィルタ入口に噴霧した消石灰により中和し除去すること、窒素酸化物（NO_x）対策としては、焼却炉の燃焼制御および炉内尿素水噴霧により発生を抑えることが必要になる¹⁸。

¹⁷ 施設紹介パンフレット「佐賀市エコプラザ」佐賀市。

¹⁸ 「佐賀市清掃工場」佐賀市（平成 28 年 1 月）。

表1 電力の地産地消 (平成29年度予定)

清掃工場で生み出される電力量：約 3200 万 kWh/年
清掃工場から売却する電力量：約 1800 万 kWh/年
公共施設で利用する電力量：約 1400 万 kWh/年
供給施設 110 ケ所 小中学校 49 ケ所 (51 校)
公民館等低圧施設 33 ケ所
図書館・本庁舎等高压施設 28 ケ所

【出典】「佐賀市清掃工場発電電力の地産地消の取り組み」

<https://www.city.saga.lg.jp/main/39695.html> (2018年1月7日)

ごみ処理過程で発生する熱・水力・灰・ガスを有効利用する

佐賀市清掃工場の特徴は、ごみ焼却処理の過程で発生する熱・水力・ガス・灰を資源として有効利用していることにある。

第一に、焼却熱回収により一般家庭 9000 軒分の電力の地産地消を実現している。具体的には、ごみ処理工場の焼却熱を利用した高压蒸気で蒸気タービンを回して 4500kw を発電している。電力は、場内施設での利用、事業者への売電、温水プールなど近隣公共施設での利用がなされている。電力の地産地消のメリットは、再生可能エネルギーを利用することによる二酸化炭素 (CO₂) の排出削減と、市民のごみ分別等に関する環境教育の動機づけにある。さらには新電力との契約によりコストを削減できる点もある¹⁹。

第二に、タービン発電機器等の冷却のための冷却塔から流れ落ちる冷却水の有効落差を利用し、水車発電機を回し発電している。つくられた電力は小中学校で利用されている²⁰。

第三に、効率の悪い施設を廃止している。佐賀市は、国の方針に基づき、焼却灰の埋め立て処理場延命を目的として灰溶融炉を設置したものの、13年目に電気エネルギーを熱源とする膨大なランニングコストを見直して灰溶融設備を廃止している。2016年(平成28年)からは灰溶融設備廃止により生じた余剰エネルギーを市役所等の公共施設で利用している²¹。また市は清掃工場で発生

¹⁹ 「佐賀市清掃工場」佐賀市 (平成28年1月)。

²⁰ 「佐賀市清掃工場 冷却水小水力発電設備」佐賀市。

する焼却灰をこれまではコストをかけて処理していたが、それをセメント原料として資源化し、民間セメント工場に搬出している。ごみ焼却において最終的に資源化できない飛灰（焼却廃ガス中のすす、煤塵）は灰固化し埋め立て処理している²²。

第四に、二酸化炭素を回収し、利活用している。これが佐賀市の取り組みの最も画期的な点である。二酸化炭素は、地球温暖化の原因として発生抑制を求められている一方で、炭酸飲料、ドライアイスの原料として主に韓国から輸入されている。したがって国内で二酸化炭素を循環利用するのは一石二鳥の方策といえる。

佐賀市が、清掃工場で焼却時に発生する排ガスから二酸化炭素を分離回収し、資源化事業を始めたのは2013年（平成25年）のことである。二酸化炭素の分離回収は、アミン系吸収液の温度高低差によってガス内の二酸化炭素が吸着・分離する特性を応用しており、分離された二酸化炭素は需要量調整用のタンクに貯留している（写真5）。

写真5 佐賀市清掃工場の二酸化炭素分離回収設備



回収された二酸化炭素は、植物の光合成を促進する特性を生かしてバイオマス資源として利活用されており、実際に、2016年（平成28年）10月からは、清掃工場西側の2haで操業を開始した株式会社アルビータの藻類培養施設へ二酸化炭素の供給を開始したところである。

近年、藻類は幅広い用途がある資源と見なされている。すでにサプリメント、食品、化粧品などに用いられており、将来的には繊維、資料、医薬品、ジェット燃料にも利用されることが見込まれている。佐賀市は藻類関連産業を持続可能な産業へと成長させるために、佐賀大学、筑

²¹ 「バイオマス産業都市さが 清掃工場編」佐賀市。

²² 「佐賀市清掃工場」佐賀市（平成28年1月）。

表2 二酸化炭素の回収活用事業のあゆみ

<p>平成25年、清掃工場由来の二酸化炭素の活用施設建設。 東芝、九州電力、荏原製作所と共同研究を開始。 平成26年、(株)ユグレナと共同開発契約締結。 および(株)アルビータとバイオマス資源利活用契約締結。 平成28年8月、二酸化炭素分離回収施設稼動。 平成28年8月、佐賀大学、筑波大学との藻類培養に関する共同開発研究協定を締結 平成28年10月、(株)アルビータ、清掃工場の西側に藻類培養施設を開所。 平成29年7月10日「さが藻類バイオマス協議会(SABC)」発足。</p>

出典) 見学資料「バイオマス産業都市さが ～藻類によるまちづくり～」佐賀市

波大学と連携して研究開発に取り組み始めている。2017年(平成29年)7月10日には、企業間のマッチングや研究開発のフィードバックなどを円滑に進めるために「さが藻類バイオマス協議会(SABC)」が発足した。行政(佐賀県、佐賀市など)、大学(佐賀大学、筑波大学)、金融機関(佐賀銀行、佐賀信用金庫)、企業(ユグレナ、アルビータなど)が参加する一大組織である。藻類関連産業は大規模産業に発展する可能性を秘めている。さらには佐賀市のバイオマス産業都市構想と唐津市のコスメティック構想との連携を始めるなど、佐賀市の計画は野心的としか言いようがない²³。

(2) 下水処理施設

「バイオマス産業都市・さが」のもう一つの核となる施設は、佐賀市下水浄化センターであり、旧佐賀市中心部(面積43km²、人口19万人弱)の下水排水量を処理している。佐賀市は下水処理においても「廃棄物であったものがエネルギーや資源として価値を生み出しながら循環するまち」を実現している。下水処理の過程で発生する処理水・消化ガス・汚泥を資源として有効利用している。佐賀市全体では下水処理施設としては大小19施設が分散した形で存在す

²³ 見学資料「バイオマス産業都市さが～藻類によるまちづくり～」佐賀市。および「佐賀市清掃工場二酸化炭素分離回収設備」佐賀市。

表3 佐賀市下水浄化センター（佐賀市西与賀町）の概要

昭和49年施設工事着工	昭和53年11月共用開始
単体事業費 61億6900万円	
敷地 90221m ²	全体計画区域面積 4326.4ha（認可面積 4299.9ha）
計画処理人口 186000人	水洗化人口 159750人
日最大汚水量 81500m ³ /日	現流入水量 515000m ³ /日平均
処理方法 標準活性汚泥法・担体投入活性汚泥法 排除方法 分流式	
消化ガス発生量 6209m ³ /日平均	
消化ガス発電量 3445167kWh/年	電力自給率 40%
対象汚泥投入量 256m ³ /日平均	肥料出荷量 1600t/年

出典) 見学資料「佐賀市下水浄化センター」佐賀市上下水道局 平成29年10月

る。ほかの15地域は15～747世帯用のJARUS型（浄化槽の規模が大きいもの）、3地域は752～2696世帯用のオキシデーションディッチ（酸化溝）法である。また下水設備のない地域では個々の建物に浄化槽が備えられている²⁴。

以下では、下水処理の流れを、(1) 分流式下水道における汚水の流れ、(2) 下水道資源の有効利用、(3) 佐賀市が仲介する大学・企業との連携の三つの観点から説明する。

分流式下水道における汚水の流れ

佐賀市は汚水および雨水をそれぞれ別の管路等で排除する分流式下水道システムを採用している²⁵。下水浄化センターが取り扱うのは市街地（旧佐賀市と隣接する旧大和町、旧諸富町、旧川副町）の下水である²⁶。雨水幹線の整備（市街地の浸水防除）は雨水事業だけではなく河川事業、農業事業とも複雑に絡み合っている。

私有地で排出される汚水は私設排水枝管・汚水ます・排水本管から公共汚水ます、道路下の下水管線とマンホール、ポンプ場を通して浄化センターへ送られている。

²⁴ 見学資料「佐賀市下水浄化センター」佐賀市上下水道局（平成29年10月）。

²⁵ 「佐賀市下水道ビジョン」佐賀市、平成27年策定、9頁。

²⁶ 見学資料「佐賀市下水浄化センター」佐賀市上下水道局（平成29年10月）。

下水道資源の有効利用

佐賀市では、浄化センターに集められた汚水の処理過程で出る①処理水、②消化ガス、③汚泥を、それぞれ資源として利活用している。

第一に、処理水は農業および漁業に利用される。まず処理水は浄化センター脇に設置してあるポンプから農業者が無償で提供されている（農業者は処理水をトラックに積んだタンクにもらい受ける）。この処理水には窒素とリンが含まれているので、農業者は薄液肥として利用でき、実際に大豆畑などに散布しているという。次に、浄化センターは処理水を本庄江川に放流しており、ノリの養殖業者に間接的に影響を与えている。すなわち、窒素を完全に除去した水を流すと、有明海が貧栄養になってしまうので、ノリ養殖を促進するためには、ある程度の窒素が含まれた水を流したほうがよいのである。そのためノリ養殖シーズンには最適な窒素量に調整した処理水を放流しているという²⁷。山口氏の言葉によれば、有明海が目指すべきは「きれいな海」ではなく「豊かな海」なのである。

第二に、消化ガスは発電に用いられる。2011年（平成23年）4月から本格稼働し、施設内で利用する40%の電気量（350万kWh）を現在まで供給している。まず処理場の沈殿池に分離された水分97%の汚泥²⁸に食品副産物・農業集落排水汚泥などを加え、バイオガスの発生量を増やす。次に消化槽で嫌気性微生物発酵（メタンガス発酵）による消化ガス（バイオガス）を利用してマイクロジェネエンジンをを用いて発電を行う（写真6）²⁹。

第三に、汚泥の堆肥化が行われている。これは佐賀市の浄化センターの中でも特筆すべき事業である。それまでの汚泥処理方法は焼却と外部への処分委託であったが、焼却施設の寿命にともない（写真7）、新しい汚泥処理施設として堆肥化施設がつくられ、2009年（平成21年）10月から稼働している（写真8）。

²⁷ 見学資料「循環型下水道処理の実現」佐賀市下水浄化センター（2017年10月31日）。

²⁸ 下水汚泥とは汚水中の水に溶けない物質が汚水処理の行程で泥状となったもの。「佐賀市上下水道ビジョン」佐賀市、平成27年、14頁。

²⁹ 「バイオマス産業都市さが 下水道編」。

写真6 消化ガスのマイクロジェネレーション発電施設



写真7 廃止された汚泥焼却施設



写真8 佐賀市下水浄化センター 浄化施設 (手前) と汚泥堆肥化施設 (左奥)



肥料製造および事業の管理運營業務は(株)S&K佐賀に依頼している。まず下水汚泥を含水率約83%に脱水して脱水汚泥(ケーキ)にする。次に発酵棟では脱水汚泥はYM菌とアミノ酸を加えられて90度以上の超高温発酵と切り返しを繰り返して45日で完熟堆肥となる。堆肥熟成過程に発生するアンモニアを脱臭棟で取り除く³⁰。

この脱臭棟は、山口氏によると、堆肥施設から出る強いアンモニア臭が近隣住民の迷惑にならないよう、最初から設置されたという。また、センター内の圃場では堆肥を入れて、ダイコン、タマネギ、ナスを育てており、中でもサツ

³⁰ 「YM菌」とは株式会社山有(鹿児島県)の山村正一社長が発見したバチルス属等に属する特許微生物である。「佐賀県下水汚泥堆肥化事業 YM菌による超高温好気性発酵システム」株式会社S&K佐賀。

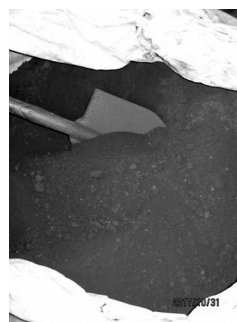
表4 佐賀市の下水道関連施設の受賞一覧

平成 24 年
・国土交通大臣賞 第五回循環のみち下水道賞資源の道部門 佐賀市 「環境宣言都市さが」下水道資源の有効利用
平成 25 年
・下水道広報フラットホーム (第1回 GKP 広報大賞) 報道部門・テレビ報道部門賞 佐賀市上下水道局 下水プロジェクト推進部
・日本水大賞委員会 日本水大賞 未来開拓賞 「地域に密着した資源循環型下水処理の実現」佐賀市上下水道局下水浄化センター
平成 29 年
・環境省 (低炭素杯 2017) 環境大臣賞グランプリ 佐賀市上下水道局 下水プロジェクト推進部

マイモは苗を植えるときから育て、収穫時には近隣の幼稚園から園児たちが芋ほりにやってくる。このような工夫によって、近隣住民に喜ばれる施設を目指したのだと山口氏は言う。

完熟堆肥 (10kgで20円) は、粒子が細かくほとんど無臭である (写真9)。これは浄化センター内の販売所で購入できる。堆肥の利用者は周辺の園芸愛好家から園芸農家、宮古島のマンゴー農園までさまざまであるという。この堆肥によって、アスパラガスは生育が良好になり、イチゴは糖度11.1度から13度に上昇し、米 (夢しずく) は1反当り2~3割収量が

写真9 完熟堆肥



増加したという³¹。
佐賀市では、このような食と下水道の連携を「ビストロ下水道」と表現して食の循環を強調している³²。この下水施設のコンセプトは数多くの賞を受賞した。また、下水処理施設は地方紙・業界紙・テレビ番組などで紹介され、地方紙には市民から下水施設の堆肥作りに好意的な意見が投稿されている。

³¹ 見学資料「循環型下水処理の実現」佐賀市下水浄化センター (2017年10月31日)。

³² 「BISTRO 下水道 in 佐賀 下水道由来の肥料は食のおいしさの源」佐賀市上下水道局下水浄化センター。

佐賀市が仲介する大学・企業との連携

下水浄化センター内では、「藻類によるまちづくり」の一環として、バイオガス中の二酸化炭素分離・回収と微細藻類培養への利用技術を実証するための事業を行っている（写真 10、写真 11）。この実証実験は国土交通省の「下水道革新的技術実証事業 B-DASH プロジェクト」に応募し採択されたもので、10億円の予算がつき、2年間で実証するもので、佐賀市、(株)ユーグレナ、東芝、日本下水道事業団ほか参加する合同事業である（写真 12）³³。また、山口氏によれば、東与賀地域では豊かな自然環境をアピールして特別栽培米（夢しずく）

のブランド化をはかる「シギの恩返し米」プロジェクトを、市が仲介役となって生産者・JA・大学・市・IT企業等で連携して展開しているという。

写真 10 浄化施設（手前）に隣接する藻類培養棟



写真 12 下水道革新的技術実証事業への利用技術実証事業、二酸化炭素分離回収装置



写真 11 藻類培養棟外部に設置されたタンク



³³ 「バイオマス産業都市さが 下水道編」。

4. 佐賀市の取り組みから何が学べるか

では、こうした佐賀市の盛りだくさんの取り組みから、他の地域の人びとは何か学べるのか。ここで、佐賀市の仕組みと東京都23区の仕組みを比較してみよう。

佐賀市は市役所が全市のごみ・廃棄物・リサイクル処理を一括して所管しており、ごみ処理を可視化して具体的な環境教育・資源化・産業に結び付けている。一方、東京都23区では、ごみ処理は一部事務組合が行っている。リサイクル・再利用等に関しては各区各自治会で扱うなど窓口が多数存在しており、ごみ処理の可視化は十分とはいえない。そこから住民の資源循環への意識は高まりにくいと思われる。

下水処理では、佐賀市は分流式下水道システムを採用しており、限られた市街地の下水のみを処理している。雨水は市街地では雨水管路に流入し、河川整備、周辺の自然地・農地に囲まれているので浄化センターの負担にはならない。処理水は農業・漁業・藻類産業に生かされている。処理により発生するガス・汚泥は適切に処理され資源として好循環している。一方、早い時期に下水道を整備した東京都では23区の80%が合流式下水道システムを採用しており、そのほとんどが市街地である。地上は人工被覆されているため大量の雨水が雨水枡から下水道に流入し汚水と合流して水再生センター（下水浄化センター）で処理されたのち河川に放流される。合流式下水道システムでは集中豪雨時に雨量が一定量を超えると、雨水と合流した汚水は未処理のまま河川に放流され、ときに都市型水害となる。合流式下水道システムは結果として、都市型水害と河川・東京湾の汚染の原因になっている。

そもそも東京都23区と佐賀市の地域性は大きく異なるので、佐賀市の仕組みをそのまま採用することには無理があるだろう。しかし、佐賀市の柔軟な発想と創意工夫の取り組みなど、ソフト面では学べる部分が多い。例えば、東京都は、既設の合流式下水道の分流式下水道への転換は困難であるとして、大規模ないわゆるグレイ・インフラ（合流改善や調整池、遊水地、河川の拡幅）の

整備を行なっている。グレイ・インフラは市街地の水害リスクや河川の汚濁を軽減するものの市民生活に潤いを与えるものとは言いがたい。さらにコストのかかるグレイ・インフラの維持管理は次世代の負担にもなりかねない。これからは、雨水の地下浸透の促進と貯留の利活用など、地上の緑化につながるグリーン・インフラの充実を積極的に取り入れることで、既存の下水道システムの負荷を和らげ潤いを高めるまちづくりへと、発想を転換したいものである。

本稿執筆者の一人である加藤が佐賀市の下水浄化センターに注目したのは、自身が（エコトピア社会の研究とともに）生ごみの堆肥化と神田川流域の川づくりに取り組んでいるからである。下水汚泥の堆肥化はアメリカの環境思想家で文筆家E.カレンバックが資源循環型社会の命題として小説『エコトピア』（初版は1975年）³⁴で提示したものの一つである。佐賀市の事例は40数年前には夢物語と捉えられていたエコトピア社会の実現可能性を実証しているのである。

佐賀市に倣ってごみと下水汚泥を資源として捉えれば、巨大消費都市東京はまさに資源の宝庫である。都民の廃棄物から生じた臨海部の埋め立て地を都民のコモンズとして「バイオマス産業都市」の拠点、渡り鳥の飛来する干潟とすることも可能ではないかと考えられるのである。佐賀の取り組みには、わが国の持続可能性を高めるためのヒントがたくさん詰まっている。

謝辞

見学当日に、ご多忙にもかかわらず、ご案内・ご説明をいただいた以下の方々に感謝申し上げます。山口徳雄様（佐賀市循環型社会推進課）、成住さやか様、田中克弥様（佐賀市環境部バイオマス産業都市推進課 創エネ戦略室）、西山功様（佐賀市下水浄化センター）、服部二郎様、荒牧軍治様（さが水ものがたり館）、諸田謙次郎様（佐賀市立佐野常民記念館）、矢ヶ部憲治様・橋原学様（キュウセツ AQUA 佐賀事業所）。

（かとう まさみ、よしなが あきひろ）

³⁴ Callenbach, E. ECOTOPIA 30th Anniversary Edition, Banyan Tree Books, Berkeley, 2004.