

Title	「思い」が切り開く伝統的地域特産物の可能性：スイゼンジノリの事例
Sub Title	The possibilities opened up by "emotional ties" for traditional regional specialties : the case of Suizenjinori
Author	駒形, 哲哉(Komagata, Tetsuya)
Publisher	慶應義塾経済学会
Publication year	2022
Jtitle	三田学会雑誌 (Mita journal of economics). Vol.115, No.3 (2022. 10) ,p.297 (85)- 315 (103)
JaLC DOI	10.14991/001.20221001-0085
Abstract	
Notes	研究ノート
Genre	Journal Article
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00234610-20221001-0085

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

研究ノート

「思い」が切り開く伝統的地域特産物の可能性 ——スイゼンジノリの事例——

駒形哲哉*

1. はじめに

地域固有の自然条件を背景とする伝統的地域特産物は、経済的プレゼンスが必ずしも大きくなくとも、地域の象徴的存在としての意義をもつ。伝統的地域特産物の存続には、時として経済合理性を超えた、地元で縁をもつ人々の「思い」が作用することがある。ここでいう「思い」とは、一つには「これを守らなければ」という自然発生的意思である。また、「これで何かできないか」という自然発

生的意思も「思い」の一つであり、これらが合わさった時伝統的地域特産物に新たな可能性が生まれることがありうる。

熊本、福岡には「スイゼンジノリ」という日本固有種藍藻の一種が、これらの地域に限って自生し、歴史的に高級食材として消費されてきた。名前の由来は熊本の地名にあり、「スイゼンジノリ発祥の地」の碑が熊本にある（福岡では「川茸」と呼ばれる）。スイゼンジノリは熊本では誰もが知る象徴的な存在であり、「ひご野菜」の一つに指定されている。

2006 年にスイゼンジノリから、ヒアルロン

本稿作成にあたり、丹誠堂の丹生慶次郎前代表、丹生幸人現代表、同夫人悦子様、丹生幸宏副代表より多大なお力添えを賜りました。調査報告の取りまとめが大幅に遅れ、ご協力くださった皆様にご迷惑をおかけしたにもかかわらず、取りまとめの報告をお待ちくださり、さらに丹生幸人代表は、追加情報についても快くご提供くださりました。丹誠堂の関係者の皆様には衷心より御礼申し上げます。また、合資会社川茸元祖遠藤金川堂の遠藤淳当主には、急なお問い合わせにもかかわらず、快くお答えいただきました。深謝申し上げます。本稿投稿にあたっては、植田浩史氏（慶應義塾大学）、三嶋恒平氏（同）、田中幹大氏（同）、本誌匿名コメンテーターより貴重なコメントをいただいたことに謝意を表します。

本稿は平成 31 年度慶應義塾学事振興資金（研究科枠）によって行われた聴き取り調査の成果が含まれている。

* 慶應義塾大学経済学部

酸の5～10倍の保水力をもつ「サクラン」という物質が抽出されると、その性質から化粧品原料として、抗炎症効果から医薬品の原料として、また金属を吸着する性質からレアメタル回収のためのイオン吸着剤として注目されるようになった。近年ではサクランはさらに繊維製品にも応用されている。

スイゼンジノリからサクランを発見したのは熊本出身の研究者であった。その所属機関との産学連携として熊本に設立された事業体は、サクランの事業化を手掛けると共に、スイゼンジノリの養殖に挑み、さらに地元企業を含む外部との連携を強化し、人工培養技術の確立も模索してきた。

スイゼンジノリの自生はほぼ観察されず、現在の養殖地は福岡県朝倉市と熊本県上益城郡の2地域に限られている。うち、これまで産出規模が大きかった福岡では自然環境の変化により採取量が激減している。一方、熊本では過去、大雨、震災などにより何度か絶滅の危機にさらされてきたが、2015年に産学連携事業体が参入するまでは、長年にわたり試行錯誤を重ねてノウハウを蓄積してきた零細な生業的事業体が、スイゼンジノリの命脈を辛うじてつないできたという状況である。このため、スイゼンジノリの供給制約と工業用途の需要拡大との間でギャップが開いている。

スイゼンジノリの増殖条件は実験室では明らかにされ、ようやく人工培養技術が確立されたとの報道もある。しかし、自然的条件下での量産はなお実現に至っていない。実地で完全養殖（人工水槽による養殖）が行われているのは、熊本においてであるが、上記の零細

な生業的事業体は、養殖の命脈をつなぎノウハウを蓄積してきたうえに、後発の産学連携事業体に養殖ノウハウを提供したこともあった。この零細事業体の経済的合理性を超えた「思い」がなければ、スイゼンジノリの人工的養殖発展の可能性自体が閉ざされたかもしれない。

スイゼンジノリをめぐる「思い」に立脚した事業については、福岡でも同様に展開されている。ただ、サクランの発見と事業化、その原料となるスイゼンジノリの人工養殖の取り組みについては、熊本を地縁とする試みが多いようである。そこで本稿では、スイゼンジノリの工業的利用や養殖生産をめぐる、熊本に縁をもつ主体による、単なる経済合理性を超えた「思い」が果たした役割に注目する。そのうえで、①伝統的地域特産物が、その地域に縁をもつ人々の「思い」によって絶滅を回避したばかりか、グローバルな商品へと展開しうる道が開けたこと、②自然的条件と経験に依拠してきた伝統的地域特産物の特性それ自体がグローバルな商品への展開を制約してきたこと、③スイゼンジノリの増産には、科学と資本力に依拠する産学連携による展開と、主に自身の経験の蓄積に依拠する展開の二つの可能性があり、上記制約が産学連携の科学の力で克服される可能性が現実のものになりつつあるものの、後者にもなお可能性があることを指摘する。

スイゼンジノリの養殖については、サクラン発見以前から、その「思い」で試行錯誤を重ね完全養殖に成功している生業的事業体が、いかにして事業を継続してきたのかについて、

2019年に実施した聴き取り調査を基礎としつつ、その後得た情報を加えて報告する。

2. スイゼンジノリの歴史と産出量の推移

2.1. スイゼンジノリの歴史

日本固有の藍藻の一種であるスイゼンジノリは1763年に、現在の福岡県朝倉市の川（黄金川）で発見され、「川茸」と命名された。江戸時代には、細川藩（熊本藩）および秋月藩（福岡県朝倉市）において高級郷土料理の食材として、また江戸幕府への献上品として珍重されたという。熊本の水前寺成趣園の池でも発見されたことから、スイゼンジノリと呼ばれるようになった。1872年にオランダの植物学者スリンガーにより生物学的に分類され、「聖なる」という意味を冠した *Phyloderma sacrum* Suringar という学名として発表された⁽¹⁾。後年1924年12月9日には、上江津湖の一部が「スイゼンジノリ発生の地」として史跡名勝天然記念物に指定された。

熊本でのスイゼンジノリの養殖の歴史は定かではないが、戦前において「小森田」という方が養殖を行っていたことがわかっている⁽²⁾。

スイゼンジノリの生育・養殖には、多量の良質な地下水と適度な日照が必要とされる。多量の良質な地下水が必要なのは、生育を阻害する珪藻類・緑藻類の大量発生を防ぐため

ある。また、地下水の中でも、阿蘇噴火時にできた地層を通ったそれが必要と考えられている。現養殖地は、いずれも阿蘇火砕流堆積物の間にある砥川溶岩の層を通った地下水を利用しているものと推定される⁽³⁾。

熊本では1953年に発生した水害により、生息地が火山灰に覆われ絶滅したと思われた。1966年に行われた熊本市教育委員会の調査により自生が確認されたが、教育委員会による自生確認以前に、後述のように、現在まで続く養殖事業者の前身の土産物屋が少量扱い、養殖に着手しており、また少なくとも上益城の嘉島エリアでは1958年時点で自生が確認されているようである⁽⁴⁾。

2.2. スイゼンジノリの産出量の推移

福岡では、かつては久留米においてもスイゼンジノリは産出されていたが、現在では朝倉の黄金川のみで採取され、2社による「半養殖」がなされている。うち1社はスイゼンジノリの乾燥技術を確立し、江戸時代には秋月藩より独占権を与えられていた老舗である。熊本のほうはすでに自生は確認されておらず、現在は実質的に完全人工養殖型の事業者2社のみが生産しているとみられる。

産出量としては、1970年代以降、近年に至るまで、福岡の黄金川を利用してきた2社のシェアが高いといえる。ただし、福岡では1978年

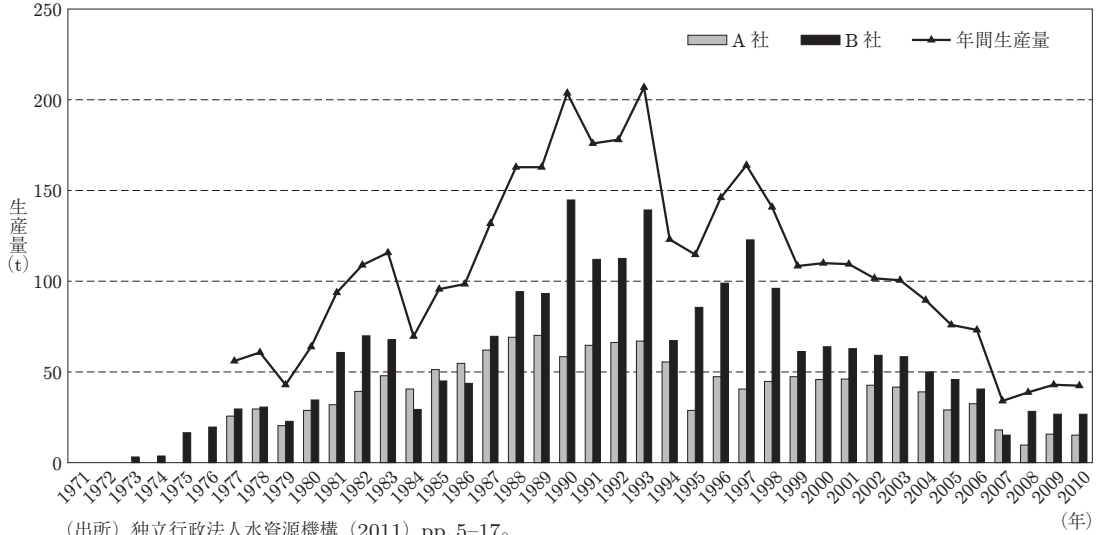
(1) 1953年に岡田喜一氏が水田に生えるハマミドロの同属として学名を *Aphanothece sacrum* (Sur.) OKADA と改めた（サクラン研究会編（2017）pp.9-10）。

(2) 長年にわたり人工養殖を行ってきた丹誠堂前代表の丹生慶次郎氏提供の資料による。

(3) サクラン研究会編（2017）p.28。

(4) 丹生慶次郎氏によれば、住民が水路の水で洗濯するのに邪魔なので、その他の藻類と共に捨てられていたという（2019年7月23日聴き取り）。

図1 スイゼンジノリ生産量経年変化



に黄金川上流に寺内ダムが完成してから黄金川の水量が減少し始め、スイゼンジノリの収量への影響が懸念された。養殖業者が自身で地下水汲み上げポンプを設置して対応してきたが、1990年代初頭をピークに黄金川での収量は減少傾向にあり(図1)、ピーク時に200tに達した産出量は、近年では2社合わせて年間5~10t⁽⁵⁾まで減少している。加えて2016年に小石原川ダムが着工され、2021年10月、本格運用が開始されたことで、黄金川の水量・水質への影響がさらに懸念されている。なお、1997年には、スイゼンジノリの野生株が環境省により絶滅危惧種(危険度が高いIA類)に指定されている。

もう一つの産出地域熊本では、2016年4月に熊本地震が発生し、完全養殖を行っていた、当時唯一の養殖場に甚大な被害がもたらされ

た。伝統的特産物を絶やしてはならないという、事業者の「思い」から復興の取り組みがなされ、2018年によやく震災以前の産出量を回復している(後述)。

福岡と熊本の半養殖・完全養殖を合わせたスイゼンジノリの生産量は、目下、多く見積もっても8~13t前後ではないかと推察される。

3. サクランの発見と事業化

3.1. サクランの発見とその機能

スイゼンジノリの用途は伝統的に食用であったが、2006年にスイゼンジノリから「サクラン」と呼ばれる物質が発見されると、スイゼンジノリは工業原料として俄かに注目されるようになった。

生産量減少に悩む朝倉の養殖業者が全国の

(5) 「スイゼンジノリ収穫最盛期、北部豪雨乗り越え」『産経新聞』2021年5月24日(福岡版)
(<https://www.sankei.com/region/news/210524/rgn2105240003-n2.html>)。

研究者に向けてスイゼンジノリの存在を知らせるメールを送った先に、北陸先端科学技術大学院大学の金子達雄研究室が含まれていた。同研究室研究員で熊本出身の岡島麻衣子氏が、スイゼンジノリは郷里の伝統的特産物でもあったことから、これを生分解性プラスチックの原料に使えないか試行錯誤していたなかで、2006年に偶然発見することとなった。⁽⁶⁾研究背景としては、藻類などの植物体に含まれる分子を用いて得られるバイオマス材料はその中にCO₂を長期間固定でき、持続的低炭素社会の構築に有効であるということがあった。発見された新しい物質はスイゼンジノリの学名「sacrum」から「サクラン」と命名された。

このサクランの抽出工程は以下のとおりである。まずスイゼンジノリの色素を水とアルコールにより除去する（脱色）。次に、水酸化ナトリウム水溶液によりサクランを抽出する（抽出）。さらに、抽出したサクランをアルコールに流し込みサクランを取り出す（析出）。最後に乾燥させ繊維状にする（乾燥）。⁽⁷⁾なお、スイゼンジノリ1kgから抽出されるサクランは10g程度であるという。⁽⁸⁾

サクランの特性は、第1に、ヒアルロン酸の5～10倍（純水で5倍、塩水で10倍）の吸水力を持ち、自重の6000倍の純水を吸収する点にある。この特性は、保湿機能をもたせ

写真 1



抽出されたサクラン（筆者撮影）

た化粧品や医薬品に応用されている。サクラン集合体が肌の上で網目バリヤを張ることで皮膚内部から蒸散される水分を吸着し薄い水の皮膜層を形成することから、保湿、高粘性、抗炎症効果があり、すでにこれらに応用されている。特性の第2は、サクランが負の電荷を帯びていることで、レアメタルが正の電荷を帯びていることから、工場排水などに投入すれば、レアメタル回収が可能になるという機能も期待される。⁽⁹⁾さらに北陸先端科学技術大学院大学金子研究室では、2017年にサクランをレーヨンに練り込み、しっとり感を出した繊維を開発、この新繊維はグリーンサイエンス・マテリアル社（以下GSM社）と大阪の繊維企業との共同により製品化されている。⁽¹⁰⁾

(6) 岡島・金子(2019) p. 363, 「『サクラン』の発見について」ネイチャー生活倶楽部 (<https://www.nature-life-club.co.jp/sacran/kenkyu.php>) 参照。

(7) グリーンサイエンス・マテリアル社ウェブサイト (<https://www.gsmi.co.jp/sacram>)。

(8) 丹誠堂現代表丹生幸人氏のご教示による。

(9) 株式会社オジックテクノロジーズウェブサイト (<https://www.ogic.ne.jp/sacran.html>)。

(10) 「レーヨンの抱水性 28%向上——北陸先端大など、新繊維を開発」『日刊工業新聞』2017年7月12日 (<https://www.nikkan.co.jp/articles/view/00435471>)。

3.2. サクラン事業化への動き

サクランを発見した岡島氏はこれを大手企業に売り込んだものの、原料のスイゼンジノリの供給に課題があり、事業化に乗り出すところはなかった。そこで岡島氏の実弟で、ソニーに勤務していた金子慎一郎氏に声がかかり、金子氏を代表として2007年4月、資本金2500万円⁽¹¹⁾で上記GSM社が設立された。同社は、同年10月に、サクラン発見の場となった北陸先端科学技術大学院大学との間で共同研究契約を締結している。そして2008年1月に、サクランの物質・製法特許を取得（特許第4066443号）、同年3月には、サクランの用途特許を申請している⁽¹²⁾（特願2008-6670）。

GSM社は翌2009年4月、(財)熊本県起業化支援センターの出資により資本を2億5000万円へ増強した。そして翌2010年2月、自らサクランを用いた化粧品を企画・開発・販売する「アクアサクラム」社を設立している。同年10月には養殖業者、大学・研究機関・支援機構との連携により「農商工等連携」認定を受けている。さらに2015年3月には、スイゼンジノリの自社養殖場を建設した（敷地

面積約1400m²、床面積約570m²、年間目標生産量3t、年間売り上げ目標2000万円）。代表の金子氏は自社養殖場を建設するにあたり、熊本で完全養殖の経験を蓄積してきた事業者（丹誠堂＝後述）の養殖場に弟子入りして指導を受けている。翌2016年8月には、補助金によりスイゼンジノリのテスト培養を開始している⁽¹³⁾。なお、2016年段階では従業員数は4名であった⁽¹⁴⁾。

GSM社は、2021年3月にはDIC社（旧・大日本インキ化学工業）との資本提携を発表し、資本金を5億5400万円に拡大した。DIC社側の目的は、①食用藍藻類のスピルリナ事業で培った大量培養技術や機能成分の抽出技術をGSM社と共有し、同じ藍藻類であるスイゼンジノリの人工培養技術の確立を目指すこと、②DICグループの欧米地域を統括する米Sun Chemical Corporationと連携し、スイゼンジノリやサクラン販売をグローバル展開すること——にあるという⁽¹⁵⁾。そして2022年8月には、屋内環境下でのスイゼンジノリの培養条件が見出され量産技術の確立に成功したことが、DIC社より発表されている⁽¹⁶⁾。

(11) 「スイゼンジノリから抽出『サクラン』で化粧品開発（前）～グリーンサイエンスマテリアル（株）・金子慎一郎氏」NETIBNEWS, 2013年11月25日 (https://www.data-max.co.jp/2013/11/25/post_16455_dm1545_1.html)。

(12) GSM社ウェブサイト。

(13) 同上。

(14) 「第4回熊本県チャレンジ企業セミナー（主催：熊本県）」（2016年3月11日開催）の開催情報による (<http://www.independents.jp/article/item001291?back=list2>)。

(15) 「国内グリーンバイオベンチャー企業と資本業務提携契約を締結——藻類培養ビジネスを強化し、ヘルスケアやパーソナルケア分野の事業を拡大——」 (https://www.dic-global.com/ja/news/2021/r_and_d/20210324175508.html)。

(16) 「DIC、世界初、藍藻類スイゼンジノリの屋内での大量培養技術の確立に成功」PRTIMES, 2022年8月4日 (<https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000058.000056781.html>)。

4. スイゼンジノリ生産者とサクラン研究 開発機関・企業との関係

4.1. スイゼンジノリの生産者

DIC社とGSM社によるスイゼンジノリ人工培養技術開発の取り組みに先行して、スイゼンジノリ、サクランについては北陸先端科学技術大学院大学のほか、九州東海大学、熊本大学、崇城大学、金沢大学、高知県立大学、福井県立大学などの大学・研究機関の研究者が研究を行ってきた。これらの大学・研究機関の研究者によって「スイゼンジノリ・サクラン研究会」が組織され10年以上にわたり成果発表の場もたれている。

化粧品、医薬品の原料としてサクランの需要は急拡大しているようで、サクランの用途も広がってきている。他方、その原料であるスイゼンジノリの主産地であった黄金川での収量が、サクランの発見以後も減少している。屋外での完全養殖についても、研究者による研究やGSM社による産学連携事業の展開にもかかわらず、またスイゼンジノリの培養方法についての特許も公開されているにもかかわらず⁽¹⁷⁾、自然条件下での完全養殖による増産はなお不確実な状況にある。

スイゼンジノリの養殖業者については2.2ですすでにふれているが、以下にあらためて紹

介する。

GSM社の養殖業参入以前からスイゼンジノリの養殖を行ってきたのは、福岡朝倉の黄金川に養殖場を構える老舗「合資会社川茸元祖 遠藤金川堂」と「有限会社喜泉堂」(1981年設立、資本金300万円、従業員数4人=2019⁽¹⁸⁾年)、そして熊本上益城の嘉島で養殖場を営む「丹誠堂」の3社である。

福岡朝倉の2社は黄金川の水量の減少で地下水汲み上げによる養殖に移行しているが、元来は黄金川の水に依拠した「半養殖」というべき形態である。遠藤金川堂は、初代が1763年に現在の黄金川でスイゼンジノリを発見し、二代目が1788年に乾燥苔の製法を確立した。同社は秋月藩献上御用品としてスイゼンジノリを納めた寛政5年(1793年)を創業の年としている⁽¹⁹⁾。だが、収量の減少により、経営が悪化、2013年には地下水汲み上げポンプの電気代が賄えなくなりポンプ稼働停止寸前に至り、従業員9人を一旦全員解雇しなければならない事態に陥っている⁽²⁰⁾。喜泉堂は1981年に創業した業者である。後で詳述する熊本の丹誠堂は1958年創業で法人の形態をとっておらず、家族3人で営まれている。これに2015年に養殖を開始したGSM社を加えた4社が2019年段階で運営されていた養殖業者である。

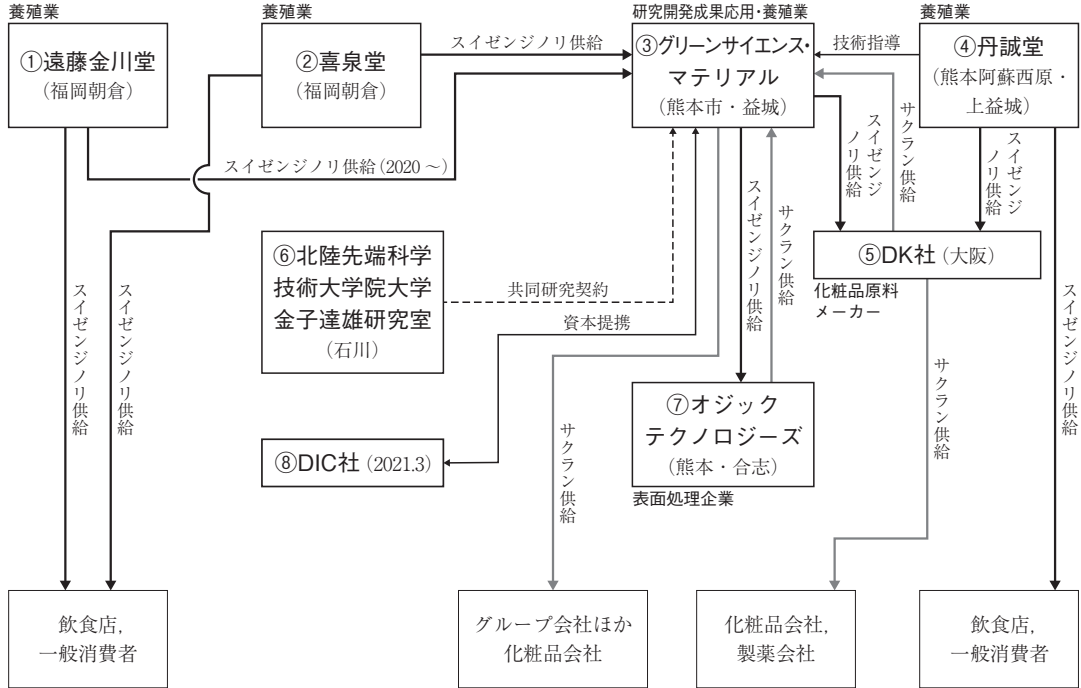
(17) たとえば「公開特許公報(A)_スイゼンジノリの高効率培養方法」(2015年公開)生命科学関連特許情報 (https://dbsearch.biosciencedbc.jp/Patent/page/ipdl2_JPP_an_2013269135.html)。

(18) Musubu ([https://app.musubu.in/companies/14422bd0-7ba1-4d56-bf84-4dcae3601e10?tab\\$=\\$info](https://app.musubu.in/companies/14422bd0-7ba1-4d56-bf84-4dcae3601e10?tab$=$info)), BITMAPS (<https://biz-maps.com/item/O2lgqLQyYn>) による。

(19) 同社ウェブサイト (<https://kawatake-endo.com/history.htm>)。

(20) 「朝倉スイゼンジノリ 寛政5年創業、老舗養殖17代目の訴えは届くか(前)」NETIBNEWS, 2013年10月1日 (https://www.data-max.co.jp/2013/10/01/17_100714_dm1545_1.html)。

図2 スイゼンジノリ生産者とサクラン製造、需要者との関係



(注) 2019年段階の情報を基本として作成し、その後得られた情報を加えているが、なお変化している可能性がある。
(出所) 聴き取り、関連情報により筆者作成。

4.2. スイゼンジノリの生産者とサクラン製造・需要者との関係

スイゼンジノリの生産者とサクラン製造・需要者との関係を示したのが、図2である。スイゼンジノリの養殖生産者のうち、喜泉堂は従来の食品用途での供給に加え、サクラン抽出の原料としての供給を行っており、2019年段階では喜泉堂のスイゼンジノリ供給がサクラン抽出原料の中心となっていたものと推察される。老舗の遠藤金川堂は従来の伝統的な食品用途の市場を主な対象としてきたが、2020年頃よりサクラン抽出原料としてのスイ

ゼンジノリ供給を開始している⁽²¹⁾。

当初、GSM社は、喜泉堂からスイゼンジノリを調達し、「くまもとテクノ産業財団」から紹介された大阪のDK社との連携でサクランの抽出・製造技術を確認し、DK社との間で製造・販売のライセンス契約を結んでサクランを化粧品メーカーなどに供給していた。これら3社を中心に、北陸先端科学技術大学院大学などの大学・研究機関、熊本商工会議所などを含む連携が2010年には中小企業基盤整備機構の連携事業に選定されている⁽²²⁾。

その後、GSM社はサクラン抽出のパート

(21) 合資会社川茸元祖遠藤金川堂第17代当主遠藤淳氏のご教示による(2021年9月14日)。

(22) J-NET21 (https://j-net21.smrj.go.jp/expand/chiikik_search/pdf/noshoko/kyushu/pdf/greensciencematerial.pdf)。

ナーを、経営者が水前寺地区出身であった地元企業のオジックテクノロジーズ（以下オジック社）にシフトしていったようで、熊本市の補助金を利用して同社にサクラン抽出テストプラントを建設し、後者との連携を強化している。さらに2016年の熊本地震後、両社はスイゼンジノリの人工培養プロジェクトを開始、オジック社はGSM社に出資して役員も送り込んだ。GSM社の代表者は既述のように丹誠堂からノウハウを教わり、自身で養殖場を運営している。その水槽の規模は丹誠堂とほぼ同等であるが、養殖生産量は明らかではない。スイゼンジノリの人工培養については、DIC社との資本提携の翌年にDIC社より「技術確立」が上記のように公表されたが、サクランの抽出に関しては既存の養殖業者からの購入が中心であるとみられる。

丹誠堂は当初飲食店向けに出荷してきたが、熊本地震からの復興後からDK社向け供給を本格化させている。GSM社がオジック社との関係を深めることへの対応として、DK社は丹誠堂からの調達を拡大しようとしている。2019年段階では調達量はなお必要量の5分の1程度にとどまる。

既述のように、2019年段階では、サクラン原料としてのスイゼンジノリの供給は喜泉堂が多くを担い、サクラン抽出はオジック社とDK社が主に担っていたとみられる。ただしその後、供給不足から、遠藤金川堂に対しても原料供給の役割が求められるようになったと推察される。

スイゼンジノリの生産からサクラン調達、供給に至る連関を一見すると、GSM社がそ

の中心にあるかのようにみえる。しかし、スイゼンジノリの自然条件下での人工養殖技術を確立している主体は、上記産学連携のネットワークの外に位置している。その主体とは丹誠堂である。丹誠堂の前代表者丹生慶次郎氏は、サクラン発見の遙か以前から完全人工養殖を手掛け、スイゼンジノリの命脈を保ってきたうえに、GSM社の養殖参入にあたり、同社の代表者にノウハウを伝授している。

スイゼンジノリの人工培養技術が確立したとはいえ、自然条件下での人工養殖は増産の一つの方途であることに変わりはなく、丹生慶次郎氏の貢献と現在に至る丹誠堂の模索を抜きにして、サクランの今後の可能性を語ることはできない。黄金川におけるスイゼンジノリの自然的養殖の環境が悪化する傾向にあるだけに、サクランの今後の可能性は、完全人工養殖による生産拡大、人工培養技術の実用化にかかっているが、丹誠堂がもしどこかの段階で事業を諦めていれば、サクランの応用可能性に対する工業資本や商業資本の関心も持続しなかった可能性もあろう。そこで以下に丹生慶次郎氏と丹誠堂によるスイゼンジノリ養殖の取り組みについて紹介する。

5. スイゼンジノリ人工養殖における丹誠堂の役割⁽²³⁾

5.1. 丹誠堂の歩み

5.1.1. 土産物屋としての創業

現在の丹誠堂につながる事業は、1958年に江津湖付近で上記丹生慶次郎氏の父・虎造氏が観光客相手の土産物屋を始め、そこでスイ

ゼンジンノリを扱ったことに始まる。虎造氏はもともと県警（現在の熊本県警）の幹部であったが、当時は政権交代と共に地方官僚も交代するような状況のなかで退職し、親戚と語らって製薬会社（白山製薬＝後の再春館製薬）を立ち上げた。しかし、経営は順調ではなく、これも辞めて土産物屋を始め、その時、スイゼンジンノリの養殖も始めた。しかし雨が降ると水量が増え、せっかくできたノリが流されてしまっていた。虎造氏の子息である慶次郎氏（1935年生まれ）が当時から父の事業を手伝っ

ていた。

5.1.2. 嘉島への移転と養殖の本格化

1960年に現在の水槽がある嘉島に移転してスイゼンジンノリの養殖を行うようになった。熊本中を回り養殖に適した場所を探したものの、なかなか適した場所はなく、地元の人にこの場所を世話してもらったという。熊本では1953年の水害でスイゼンジンノリは絶滅したと言われていたが、嘉島の辺りではなお自生していた。この時から、慶次郎氏が運営の主体になった。父親の土産物屋の手伝いをしていた時から、それだけでは生活できなかったので、慶次郎氏は1996年まで建材会社に勤務し、その傍らでスイゼンジンノリ養殖に従事した。

江津で養殖を始めた時は板を張って水槽を建設していたが、嘉島ではコンクリートブロックで水槽を建設し、また水量をコントロールするために、湧き水の利用から地下水汲み上げへ転換した。水の流れを一定にした後、草むらの下できれいなノリができており、ほかのところのノリが黄色く日焼けしていることに、ある時気付いた。そこで遮光ネットが必要だと考え、まず竹で遮光を試みたが不適當で、次にゴムのシートを試みたところ水が溜まってしまい、これも不適當と判断し、最後

写真 2



丹生慶次郎氏（写真手前、奥は丹誠堂現副代表の丹生幸宏氏、2019年7月23日筆者撮影）

(23) 丹誠堂への聞き取りの場所、面談者は以下のとおりである。以下、丹誠堂に関して断りのない記述は聞き取りにより得られた情報にもとづく。

- ① 2019年3月1日、13:50～16:20、於丹誠堂養殖場（熊本県上益城町嘉島町）、17:00～20:20、於丹誠堂本部（同県阿蘇郡西原村）、丹生幸人代表、幸宏副代表（子息）、悦子氏（幸人氏夫人）
- ② 2019年7月23日、13:50～15:10、於丹誠堂養殖場、丹生慶次郎氏（前代表）、幸人代表、幸宏副代表、悦子氏、TM氏（DK社研究開発部員）
- ③ 2019年7月24日、10:00～11:30 於丹誠堂養殖場、丹生幸人代表、幸宏副代表、悦子氏

写真 3



嘉島移転後の建設中の水槽（丹生慶次郎氏提供）

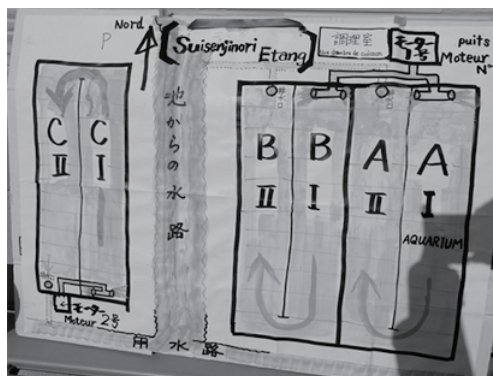
に遮光ネットに行き着いた。慶次郎氏は相談する人もいないなかで、天候変化の影響を来る日も来る日も現場で観察し、経験を蓄積していった。

販路としては、嘉島に養殖場を移して以降、慶次郎氏は地元の料亭に営業をかけ、料亭ルートを開拓していった。当初から収入は度外視しており、「虎造氏がせっかく手掛けたものだし、熊本にスイゼンジノリを残さなければという気持ち」から事業を継続してきたという。慶次郎氏が建材会社を定年で退職した1996年に、水槽を増設して水槽は二つになった（現在のA・B槽）。さらに2006～07年に、さらに水槽を増設し（C槽）、水槽は計三つになった。敷地面積は699m²である。

5.1.3. 「翠玉」の発見

2011年、慶次郎氏は偶然に既存の品種と明らかに異なる鮮やかな株を1粒発見した。珍しかったので、これを商品化しようと考え、ブロックの中に落としておいたところ株が太った。今度はザルに入れ、株を分けて水槽の

写真 4



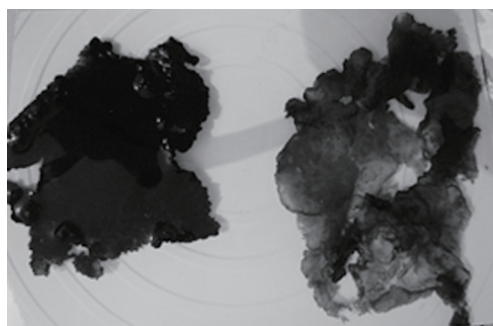
丹誠堂の水槽図面（筆者撮影）

中で増やしていった。これを「翠玉」と名付け、同年7月に商標登録を申請し、翌2012年1月に登録された。まずはC槽のみで「翠玉」を養殖生産することにした。

その後、自社養殖を計画したGSM社代表が慶次郎氏に「弟子入り」してきて、慶次郎氏は惜しみなくノウハウを明かして指導した。⁽²⁴⁾ スイゼンジノリに対する「思い」がここでも作用している。

なお、慶次郎氏は50年の養殖経験を総括し、「翠玉」を養殖する方法について2014年に特許を出願している（公開番号2014-30398）。

写真 5



スイゼンジノリ（左が在来種、右が「翠玉」、丹生幸人氏提供）

(25)
A)。出願文書によれば、慶次郎氏の手法によるスイゼンジノリの過当たり増殖速度は夏場40%、冬場10%とのことである。

5.1.4. 震災被害と養殖復旧

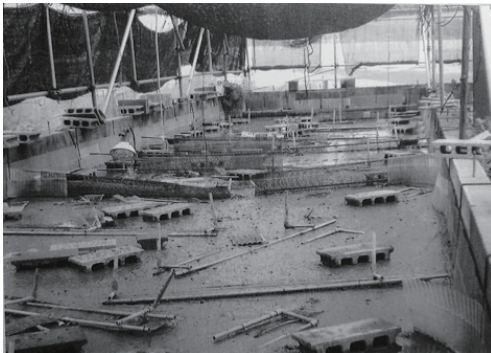
2016年4月、熊本で大規模な地震が発生、丹誠堂の水槽は損壊した。特にA・B槽は壊滅状態となった。慶次郎氏は槽のどこから水が流出しているかがわからず途方に暮れたという。ちょうどその時、震災でそれまで勤務していた会社を離れることになった姪孫の丹生幸宏氏が、たまたま慶次郎氏が取材を受けているところをテレビで見たことがきっかけで、ボランティアで養殖の復旧を手伝うこととなった。地震直後から、慶次郎氏と幸宏氏の二人で溜まっていた赤土を何日もかけて

流し出し、復旧作業を続けた。復旧には時間を要し、収穫が再開されたのは8月になってからであった。⁽²⁶⁾

最初の出荷はノリが生き残っていたC槽からわずか10kgであったという。A・B槽にもノリを入れていたが、水の中の細菌がすべて洗い流されてしまったため、まだノリは増殖しなかった。スイゼンジノリはおおむね4月から9月（または10月）までの間、比較的よく生育する傾向がある。その重要な期間の約3分の2が震災によって影響を受けたのであった。

復旧作業の過程で、慶次郎氏は丹誠堂の養殖事業の承継を決意した。ゆくゆくは復旧作業に関わった幸宏氏が代表を受け継ぐことを展望し、ひとまず慶次郎氏の甥で幸宏氏の父

写真 6



震災直後のA槽（丹生幸宏氏提供）

写真 7



震災直後のC槽の淵（丹生幸宏氏提供）

(24) 「水前寺のりを養殖から産業化へ」事業構想 PROJECT DESIGN ONLINE 2013年10月 (<https://www.projectdesign.jp/201310/pn-kumamoto/000864.php>), 丹誠堂における聴き取りによる(2019年3月1日)。

(25) 日本国特許庁公開特許情報

(<https://patentimages.storage.googleapis.com/ff/46/d5/c1b9932a5deb14/JP2014030398A.pdf>)。

(26) 水槽の復旧に際し、丹誠堂は弘法山遍照院より檀家の義援金を得たが、これは養殖場の再建に非常にありがたかったという。

写真 8



復旧直後の水槽 (丹生幸人氏提供)

親である幸人氏(元教員, 定年で退職)が代表となって2016年11月に事業を受け継いだ。現在は幸人代表夫人の悦子氏を加えた三人で水槽管理と採取、「調理」⁽²⁷⁾, 出荷を行っている。平日朝9時半~10時頃出勤し, 午前中, あるいは昼食を挟んで午後早い時間まで網やブロックについた苔取り, 網やブロックの交換, 落ち葉除去, 「調理」などに従事する。ブロックの交換は, 苔を取るより交換したほうが早い場合に行う。

震災前から工業原料としてのスイゼンジノリ需要は拡大していたが, 丹誠堂は2018年に

震災前の生産水準を回復し, 以後, 工業原料向けの出荷に傾斜していくことになる。復興の過程でC槽からA・B槽に株を分けた経緯から, 意図しないことであったが, A・B槽のスイゼンジノリもほぼ翠玉となり, 丹誠堂の出荷のほぼ全量が緑の鮮やかな翠玉となっている。

丹誠堂の養殖生産に期待するDK社は, 2019年5月半ば~12月に, 社員を常駐させて丹誠堂の水槽の水量, 光量, 温度, 湿度, 苔の量の影響を毎日測定し, 丹誠堂のノウハウの数値化を試みた。⁽²⁸⁾

5.2. 丹誠堂の供給量の推移

サクランが注目されるようになって, 特に2013年頃から化粧品用の需要が拡大しているというが, 既述のように原料となるスイゼンジノリの供給がサクラン応用の制約要因となってきた。

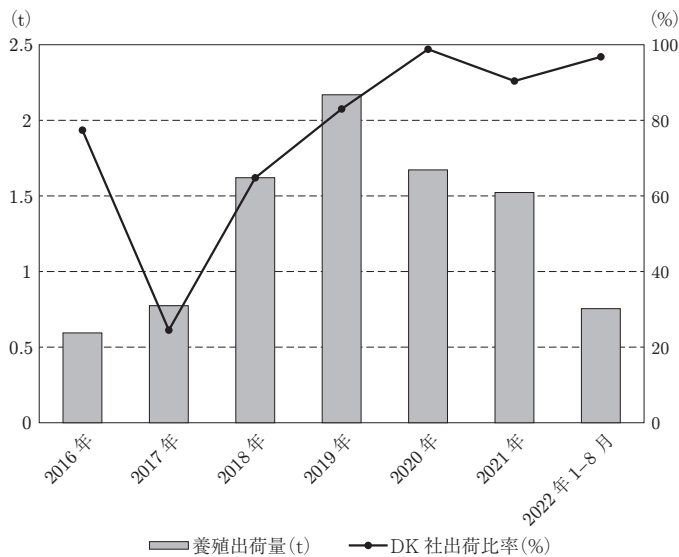
2016年の地震以前, 丹誠堂では年間1.2~1.7tのスイゼンジノリが収穫されていた(2013年約1.2t, 14年約1.7t)。しかし, 地震のあつ

(27) 採取したスイゼンジノリの処理は「調理」と呼ばれ, 処理は敷地内の「調理室」で行われていた。処理の内容とプロセスは以下のとおりである。

- 1) 塩とホウ酸で灰汁抜きをする。所要時間5時間ほど。灰汁抜きのほか混入している虫も除去する。
- 2) 熱湯で洗う。10秒以内(短い時間での作業なので手作業では一度に大量には処理できない)。熱湯に漬けることで色が鮮やかになる。
- 3) さらに虫, 苔をとって冷水に漬ける。冷水に漬けることで色が定着するのだが, ここで湧き水を使う場合は滅菌が必須となる。
- 4) 冷水からあげたノリを絞る。自動車用ジャッキを改造した手作り設備を使う。
- 5) 1kgずつビニール袋に袋詰め。料理用と化粧品用とは, 収穫日, 出荷日とも異なる。同一日に収穫したノリを, よいものは飲食店用, それ以外は化粧品用に分けるようなことはしない。処理が必要なのは基本的に飲食店向けである。料理用は火曜日に収穫, 水曜日に塩, ホウ酸で灰汁抜き, 木曜日に熱湯処理, 虫取り, 金曜日に出荷という流れとなっている。

(28) DK社はその後も社員を熊本に常駐させ, 大学の研究者とも連携して養殖のメカニズムの解明を試みた。

図3 地震後の丹誠堂スイゼンジノリ養殖出荷量とDK社向け出荷比率



(出所) 丹誠堂提供の数値により筆者作成。

た2016年に収穫出荷量は約0.6tに落ち込み、2018年になってようやく地震前の収穫水準を回復している(図3)。スイゼンジノリの生育には気温以外にも様々な要因が関わっているとみられ、養殖出荷量は安定していない。スイゼンジノリの増殖を妨げる苔が過度に繁殖したため、これを除くべく水槽の水を入れ替えたところ、スイゼンジノリの収穫がかえって落ち込んだということもあり、また2022年は夏場にスイゼンジノリの増殖がみられないなど、養殖生産の安定に向けては、なお手探りの状況にある。

なお、完全養殖を行っている丹誠堂とGSM社では水槽の規模はほぼ同じであるが、丹誠堂によれば、同業社間での情報交換、協力は無いといい、生産量は自社のほうが大きいと認識している。

先代の丹生慶次郎氏の時期の飲食店向け1kg当り出荷価格を100とすると、化粧品向けは

70であったが、事業承継後、飲食店向けは15%値上げされ、化粧品向けはその後10%余り引き上げられた。そして2019年3月出荷分より化粧品向けも飲食店向けと同等に値上げされた。それでも化粧品会社はいくらでもほしいと言っているという。出荷価格について、当初化粧品会社向けのほうが低かったのは、加工不要で出荷が容易であるためで、価格が同じであれば、化粧品向け供給のほうが割がよいということになる。飲食店向けもエリアを広げて拡販しようと思えばできる状況にあるが、丹誠堂としては、古くからの取引先を大事にしつつも、需要拡大の余地が大きく出荷効率の高い化粧品向け供給に傾斜してきている。特に幸人氏による事業承継後は、化粧品向け出荷比率を高め、直近3年間は90%以上が化粧品向け出荷となっている。

5.3. 生産性向上のための取り組み

需要が見込めるなかで、課題はいかにスイゼンジノリを増産するかに尽きる。

水質、水温、日照が養殖のカギであることはおおよそわかっているが、自然条件下で増産する（生産性を上げる）にはどうすればよいか、大学や研究機関で研究されているものの、未だ完全には解明されていない。丹誠堂の経験から、水槽の水面一杯にノリが浮き、水底もノリがびっしりと沈んでいる状態が最も望ましい状態であることはわかっている。しかし、まだそうっておらず、現在の水槽で最大限どれだけ生産可能なかはなお不明であるといい、実際の収穫量もなお変動が大きい。

技術的課題の解決のために研究機関を利用しようにも、大学の研究者は個別の領域での専門的知見を有するものの、課題解決には総合的な取り組みが必要であり、個々の研究成果は自社の課題解決に必ずしも役立たないと丹誠堂では認識している。このため、自力の試行錯誤、模索を続けており、なお頼りになるのは先代慶次郎氏の知見であるという。水槽の環境改善も経験からの模索が続いており、水槽では川の自然な流れ、環境を再現するようにしている。たとえばブロックを斜めに置いたりしている。ポンプでどのような速さで水を流すかも先代以来の経験のなかで蓄積されたノウハウである。セキショウを植えて水を浄化し、ノリがひっかかるようにすること

も試みている。

このように、慶次郎氏の代から丹誠堂では日々の試行錯誤のなかでスイゼンジノリの完全養殖の経験的ノウハウが蓄積されてきており、丹誠堂では、日々の生育状況の観察結果について、独自の基準で評価を行い、手書きノートに記録して経験を積み重ねている。それでもなお生産は安定するに至らず、なお日々の経験を積み重ねての模索が続いている。

5.4. 経営体としてどのようにみるべきか

慶次郎氏は長く勤務の傍らで養殖を営んできたが、事業承継の後も、スイゼンジノリの養殖事業単独で家計を支えるものとはなっていない。丹誠堂は丹生幸人氏を代表者とする個人事業形態をとっており、毎日共に働く夫人と子息には、熊本県の「きまって支給する現金給与額」の3分の1~4分の1ほどが賃金として支払われているとみられる⁽²⁹⁾。幸宏氏は外部での仕事にも従事しており⁽³⁰⁾、丹誠堂は、単体として資本の増殖を図る事業体=企業というよりは、まず家族がこの地に密着して生活することを前提とした、生計を維持する活動の一環としての事業という側面も有している⁽³¹⁾。

そのうえでも採算性はなお重要であるが、水槽管理の電気代（ポンプ稼働のため）などのコストを差し引くと、2017年までは収支は赤字であったが、2018年に地震前の出荷水準を回

(29) このほか若干の賞与相当額が支払われている。

(30) 幸宏氏はノリの養殖事業の空いた時間に所得補填としてサービス労働に従事していたが、2021年に入って就農資格を取得し、ノリの養殖と並行して農地を借りて有機農業を本格的に展開している。

(31) 事業体の性格に関する見方については慶應義塾大学経済学部の植田浩史氏のご教示による。

復すると、年間で数十万円の黒字を達成したという⁽³²⁾。聴き取りが行われた2019年は化粧品会社向け供給価格が引き上げられたこともあり、黒字が見込めるとのことであった。ただ、電気代とその他費用で年間100万円程度かかるということで、現行出荷価格と経営規模の条件では、粗所得は県の世帯勤労所得を下回るとみられる。

聴き取り段階では、丹誠堂は地域で生きる人々の暮らしの一部として営まれ、多角的な手段で家計が成立していた。今後引き続き、家族による生業的経営が維持されるとしても、工業原料としての需要に応えるには、生産性の向上か経営規模の拡大しかない。ノウハウの蓄積を基礎として事業を行う性質上、劇的な生産性向上は見込めず、水槽の増設による面積拡大が必要になる。ただし、現経営者一家は農家ではないので周辺農地を買うことが難しく（現養殖場は地目では「池沼」に属する）、経営規模の外延的拡大は必ずしも容易ではない。

他方、既述のように化粧品などの原料として注目されており、内外の著名化粧品会社や製薬企業がDK社経由で丹誠堂に接触してきている。スイゼンジノリの代替物質の発見やGSM社ほかの開発成功の可能性などは、養殖規模拡大のための資本投下にとって大きなリスクとなりうるものの、2019年の聴き取り時点ですでにDK社の費用負担による、現有用地の範囲でポンプ、水槽の増設計画があった。その後、DK社の投資によって井戸が掘られ

たが、2022年9月時点ではまだ安定的な増産効果はみられず、その原因も十分わかっていないという。丹誠堂は経営的観点から、リスクをとりつつも、上述のように工業原料用途としてのスイゼンジノリの養殖にシフトしてきている。

6. おわりに

熊本、福岡の両地域における伝統的特産品であるスイゼンジノリは、生育環境の変化、被災により絶滅の危機にさらされつつも、これを守ろうとする「思い」をもつ個人による取り組みや地域的取り組みにより命脈を保ってきた。

また、研究課題に対して郷里の特産物を生かせないかとの「思い」で行われた実験から、化粧品や医療用原料に活用しうる「サクラン」が発見された。これにより伝統的地域特産物スイゼンジノリの需要が拡大し、産業として新たな可能性が生まれた。スイゼンジノリの性格は伝統的地域特産の高級珍味から化粧品、医薬品、レアメタル回収、繊維原料など多様な工業製品の原料へと大きく変化しつつあり、グローバル市場を視野に入れたバリューチェーンの中に位置づけられる可能性をもっている。

ただし、スイゼンジノリの産出は、「半自生・半養殖」的産地では減少傾向にある一方、スイゼンジノリ増殖のメカニズムは、複数の大学・研究機関での研究が行われているにもかかわらず

(32) 収支は家計簿のような帳面に記載されており、ほぼ毎月赤字で、会社への代表の貸付が行われていた。

らず、最近までは完全には明らかになっていなかった。産学連携事業者も、現段階では完全養殖には成功していないとみられる。産学連携・工業資本による人工培養技術の確立は公表されたが、本稿脱稿時点ではなお量産は開始されていない。完全養殖のノウハウを確立し、人工培養とは異なる、自然的人工養殖での増産可能性があるのは、現段階では、伝統的地域特産物存続への「思い」から経済合理性を超えて事業を継続してきた事業者・丹誠堂のみといえる。

その丹誠堂の担い手の高齢化により、養殖のノウハウは途絶しかねない状況にあった。そこに襲った熊本地震による被災は、まさに養殖途絶の危機であったが、伝統的地域特産物への「思い」から復興への努力がなされた。そして被災から復興へのタイミングで「思い」をつなぐ事業承継がなされ、存続が可能になった。収量はなお限られているものの、丹誠堂の養殖ノウハウに注目した工業資本が、養殖ノウハウの数値化、経営規模拡大へのサポートを行っている。

丹誠堂の事業は、土地に密着して暮らしていく生活手段の一部であると位置づけられる。しかし、そこではスイゼンジノリの養殖が単なる生計手段として選択されているわけではない。単体事業としては生計を立てるには不十分であっても、伝統的地域特産物の命脈を何とか維持しようという、代を継いだ「思い」がそこには存在している。

スイゼンジノリとサクランの事例は、当該地域に縁をもつ人々の「思い」が、伝統的地域特産物に、それがグローバルな発展を遂げる

新たな可能性をもたらした事例として位置づけられる。絶滅の危機に瀕しながら、地域に縁をもつ人々の「思い」が、伝統的地域特産物の存続を可能にし、その営みの積み重ねのなかで、発展の大きなチャンスが現れた。他方、特定地域の自然条件に依拠し、限られた需要に対応してきた伝統的地域特産物が、工業原料として市場拡大の大きな可能性を迎えた時、自然的条件と経験に依拠してきた特性それ自体によって、発展が制約されることになった。

拡大が見込まれるサクラン需要への対応は、スイゼンジノリ養殖の生産性向上および（ないし）経営規模拡大、あるいは人工培養技術の確立にかかっている。丹誠堂の聴き取り調査後に GSM 社と DIC 社との連携によるスイゼンジノリの人工培養技術が確立したことが発表された。これにより安価な量産が実現した場合、工業原料としてのスイゼンジノリは伝統的地域特産物を「卒業」することになる。そうなった場合も、熊本に縁をもつ様々な主体の「思い」が、DIC 社により人工培養・量産技術が確立されるまで試行錯誤が重ねられ、リスクが取られたことに、少なからず影響を与えたと考えることができる。

他方、丹誠堂の場合、科学的研究に協力することはあっても、研究室での研究成果が丹誠堂の養殖生産に貢献することは、これまで基本的になく、前代表の丹生慶次郎氏が、経済的合理性を超えた「思い」から現場での知見を積み重ね、自身で調べ考えてノウハウを蓄積してきた。丹誠堂の事業は、養殖によるスイゼンジノリの存続に多大な貢献をなし、慶

次郎氏の「思い」は幸人氏・幸宏氏に引き継がれている。その丹誠堂で経験によって蓄積されてきたノウハウと地域の自然条件を基礎に、養殖の生産性向上や経営規模の拡大が実現する可能性もなお残されており、その場合には、伝統的地域特産物の性格を帯びたまま、工業原料として市場を広げていくことが可能になる。

本事例は、伝統的地域特産物であるスイゼンジノリの新たな可能性をめぐって、大学や企業の研究室発の科学技術の応用と、現場での経験の積み重ねとの間で展開される競争という構図から捉えることができるが、この構図からは、スイゼンジノリの増産をめぐる、GSM社をハブとしたオープンイノベーションと、丹誠堂によるクローズドイノベーションとの間での競争という視点も得られ、経営学的な論点も提起され⁽³³⁾うる。同時に、スイゼンジノリの人工培養にDIC社という大資本がGSM社との連携で参入したことは、需要拡大が見込める市場における大企業と中小零細企業との競争という構図としても捉えることができ、丹誠堂が今後いかに事業を展開するかは、中小企業論の視点から注目されうる。本稿はなお進行中の事例を扱ったものであり、今後の帰趨に注目していきたい。

参考・引用文献

有馬英俊・金子達雄 (2018) 「スイゼンジノリ由来多糖体サクランの魅力」 *YAKUGAKU ZASSHI* Vol.138 No.4, The Pharma-

ceutical Society of Japan, pp.487-488
有馬英俊・金子達雄 (2019) 「機能性材料としてのスイゼンジノリ及びサクランの魅力」 *YAKUGAKU ZASSHI* Vol.139 No.3, The Pharmaceutical Society of Japan, pp.349-350

内平倫義・内藤信二・増岡智加子・岡本智伸・安田伸・山下秀次・井越敬司・小野政輝・椛田聖孝 (2013) 「黄金川における、日本固有種ラン藻・スイゼンジノリの増殖と機能性」『東海大学紀要 農学部』第32巻, pp.7-11

岡島麻衣子・Ngatu Roger (2015) 「プロダクトイノベーション スイゼンジノリ由来新規多糖類“サクラン”の材料化と今後の応用」『生物と化学』53巻8号, pp.553-558

岡島麻衣子・金子達雄 (2019) 「らん藻由来巨大多糖の導く工業・医療材料の展望」 *YAKUGAKU ZASSHI* Vol.139 No.3, The Pharmaceutical Society of Japan, pp.363-369

金子達雄・岡島麻衣子・立山誠治 (2014) 「超巨大多糖類サクランの構造物性とバイオミメチックな機能創出」『日本ゴム協会誌』第87巻第4号, pp.146-152

金子達雄・岡島麻衣子 (2021) 「スイゼンジノリ由来超高分子サクランの実用化」『産学官連携ジャーナル』2021年6月15日 (https://www.jst.go.jp/tt/journal/journal_contents/2021/06/2106-05_article.html)

椛田聖孝・岡本智伸・小田原健 (1997) 「淡水産ラン藻、スイゼンジノリ (*Aphanothece sacrum* (Sur.)Okada) の一般成分および培養法に関する研究」『九州東海大学農学部紀要』第16巻, pp.44-53

椛田聖孝・岡本智伸・小田原健・中園孝裕・大住啓一郎・笹田直繁・市川勉・金子好雄・荒牧昭二郎 (2007) 「国指定天然記念物『スイゼンジノリ発生地』の現状およびその保護対策」『九州東海大学農学部紀要』第26巻, pp.1-6

椛田聖孝・金子達雄 (2009) 『新発見「サクラ

(33) この点は慶應義塾大学経済学部の三嶋恒平氏のご教示による。

ン」と伝統のスイゼンジノリ～日本固有
のラン藻が秘めた驚異の保水力・機能性』
ハート出版
サクラン研究会編（2017）『スイゼンジノリと

サクランの魅力』熊日出版
独立行政法人水資源機構（2011）『小石原川ダ
ム建設事業に係るダム下流河川環境検討会
報告書』