



# HOKKAIDO UNIVERSITY

|                     |                                                                                                                     |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title               | 産業廃棄物の有効利用に向けた廃棄養殖ノリからの高品質寒天の抽出と応用に関する研究 [論文内容及び審査の要旨]                                                              |
| Author(s)           | 流石, 啓司                                                                                                              |
| Degree Grantor      | 北海道大学                                                                                                               |
| Degree Name         | 博士(水産科学)                                                                                                            |
| Dissertation Number | 甲第13304号                                                                                                            |
| Issue Date          | 2018-09-25                                                                                                          |
| Doc URL             | <a href="https://hdl.handle.net/2115/71930">https://hdl.handle.net/2115/71930</a>                                   |
| Rights(URL)         | <a href="https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/">https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/</a> |
| Type                | doctoral thesis                                                                                                     |
| File Information    | Keiji_Sasuga_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（水産科学）

氏名：流 石 啓 司

審査委員

主査 教授 佐伯 宏樹

副査 教授 安井 肇

副査 教授 尾島 孝男

副査 准教授 三上 浩司

## 学 位 論 文 題 目

産業廃棄物の有効利用に向けた廃棄養殖ノリからの高品質寒天の抽出と応用に関する研究

ノリの養殖では春先の色落ちによる品質低下が問題となっており、多くの場合、色落ちノリは廃棄されている。このような廃棄ノリは産業廃棄物として処理されるが、その対応が地域産業に対する経済的負担となっており、廃棄ノリの有効活用はノリ養殖・利用産業における重要課題といえる。本研究では、このような廃棄ノリに注目し、そこから高品質な寒天を抽出する方法を確立し、その有効利用に資することを目的とした。

ノリの多糖類はポルフィランと呼ばれ、寒天の前駆体となる。しかし、通常抽出されたものはゲル化しない。ノリのポルフィランをゲル化させるためにはアルカリ処理が必要ながことが知られている。そこで、色落ち前（以下、通常品質）のスサビノリと色落ちスサビノリを、濃度の異なる NaOH 溶液に浸して 80℃で 2 時間加熱処理し、水洗後、130℃で 1 時間処理して寒天を抽出した。このようにして得た両寒天の物理的性質（破断応力、破断歪率、融点、凝固点）および化学的性質（分子量、硫酸基量、3,6-AG 量）は類似していた。例えば、通常品質および色落ちスサビノリを 4%および 6%の NaOH 溶液で処理すると、市販の培地用寒天と同等の物性を持つ寒天が得られ、さらに、8%および 10%の NaOH 溶液で処理することで市販のアガロースと同等の高強度・高弾力性のゲルを形成する寒天が抽出可能であった。このようにスサビノリからは用途に応じた物性の寒天が調製可能であり、この特性はテングサでは見られないものであった。

通常品質および色落ちスサビノリからの寒天収率は大きく異なっていた。例えば、通常品質の板ノリでは 10.5～16.8%であったのに対し、色落ちの板ノリでは 16.8～19.7%であり、色落ちノリからの寒天収率の方が高かった。工業的にはより高い寒天収率が得られる材料が求められるため、色落ちスサビノリの方が通常品質のスサビノリよりも寒天原料として適していることが示された。

次にスサビノリ寒天の、細菌培養や電気泳動における有用性を検証した。はじめに、スサビノリ寒天の微生物培養能を、4種類の微生物（大腸菌、黄色ブドウ球菌、枯草菌、緑膿菌）を使ってテングサ寒天と比較した。その結果、色落ちの乾燥ノリ、色落ちの板ノリ、通常品質の乾燥ノリ、および通常品質の板ノリから得られた寒天は、いずれもテングサから得られた寒天と同等の発育能を示した。また、産業的に重要な酵素であるプロテアーゼを検出するスクリーニングを想定して、スサビノリ寒天における枯草菌プロテアーゼ阻害活性の有無を検証した。その結果、色落ちの乾燥ノリ、色落ちの板ノリ、通常の乾燥ノリおよび、通常の板ノリから得られた寒天は、いずれもテングサから得られた寒天と同等のハローを形成し、酵素活性阻害は確認されなかった。さらに、スサビノリ寒天の電気泳動における有効性を検証したところ、色落ちスサビノリ寒天と通常品質スサビノリ寒天は、未精製であるにも関わらず、核酸電気泳動においてアガロースと同等かそれ以上の DNA 分離能を示した。通常、アガロースを製造するには寒天を高度に精製する必要があるため、手間やコストがかかり高価となる。しかし、スサビノリ寒天は硫酸基含量が非常に低く、未精製でもアガロースに匹敵する性能を有したので、低コストで電気泳動用寒天が製造ができると期待される。これらのことから色落ちスサビノリ寒天は、通常スサビノリ寒天と同様に、培地用寒天や電気泳動用への利用における応用面でも有用性があることが示された。これらの知見は、産業廃棄物である色落ちノリの有効利用に関して、一つの方向性を提示するものである。

最後に、板ノリの製造時に排出されるノリ屑について、寒天原料としての有効性を検証した。特に収穫時期により寒天の収率や品質に差があるかどうかに着目して解析を行った。その結果、冬から春先に収穫されたノリ屑から、細菌培養に適した寒天が得られた。しかし、寒天収率は収穫時期で大きく変化し、冬よりも春先に得られたスサビノリの方が寒天収率は高くなる傾向にあった。一般に、ノリの色落ちには春先に起きる。そのため、この結果は、色落ちノリから高収率で寒天が得られたことを支持している。すなわち、回収されたノリ屑も含めて色落ちノリは、高品質な寒天の製造原料となりうることが示された。

以上の研究は、産業廃棄物である廃棄ノリが、医薬や生物学研究に必須な寒天の原料として有効活用できること、その場合、特に色落ちの板ノリやノリ屑は寒天収率が高いことから、非常に優れた原料であることを示しており、寒天製造業界で緊急に求められているテングサの代替原料確保に対する有益な情報としても評価できる。そして、廃棄養殖ノリが安価で高品質な寒天を生命科学分野に提供できることを実証し、さらに広範囲な分野への有効利用の可能性を提示したことは、科学的手法によって未利用・廃棄水産資源を高度に利用しうる好例であり、その学術的価値は高い。よって審査員一同は、申請者が博士（水産科学）の学位を授与される資格があるものと判断した。