

有明海のノリ養殖を推進した川村嘉応博士

高知大学名誉教授 大野正夫



筆者は2000年に、外国からの知人が糸状体の発見者 Drew 女史の記念碑を見たいとの相談を受けて、当時小浅商事に勤務していた前田正智氏の案内で記念碑を訪れた。その後、彼の車で、前面の有明海に広がる支柱張りの有明海ノリ漁場を視察した。今まで、多くの浮き流し養殖網をみてきたので、広大な支柱張りノリ養殖場に感動した(図1)。

川村嘉応博士



図1 有明海の支柱張りノリ養殖場(大野撮影)

私自身は高知に在住しているのでノリ養殖研究の機会は逸していたが、大学の授業としても重要な課題であり情報は集めており『海苔タイムス』は必読の情報源であった。川村嘉応氏は常連の報告者で、丁寧な病気の記事を拝読していた。また、学会やシンポジウムでお会いしていた。

佐賀大学の特任教授になられてからは、外国からの博士課程の留学生達も指導しており、海外のノリの生育について話し合うようになった。今回、交友録として、有明海のノリ養殖技術や病気対策の過程について、川村嘉応博士の研究活動から紹介したい。彼から提供された資料(写真・図などを含む)から記述する。

川村嘉応博士は、1955年2月、福岡県久留米市にお生まれになった。1980年に長崎大学

水産学部を卒業し、大学院修士課程を修了された。修士論文は「アオサ・アマノリ類の核分裂の日変化と生長」である。1980年4月から佐賀県有明水産試験場に勤務し名称は変わったが、2015年に佐賀県有明水産振興センター所長で退職された。その後、佐賀大学で特任教授として教育と研究に携わられた。ノリ一筋の人生を送られていると言える。

有明海は、広い干潟を生かした支柱張り養殖が行われ、1980年代までには日本のノリ生産の最大の生産地域となっていた。その後、佐賀県は、瀬戸内海、特に兵庫県の浮き流し養殖と生産量を競うようになった。

水産試験場に勤務前後の有明海のノリ養殖の状況

彼が、佐賀県に入庁した1980年までは、乾海苔の単価が最高額を示していた時代で、平均単価20円くらいの値がついていた（図2の中央付近）。

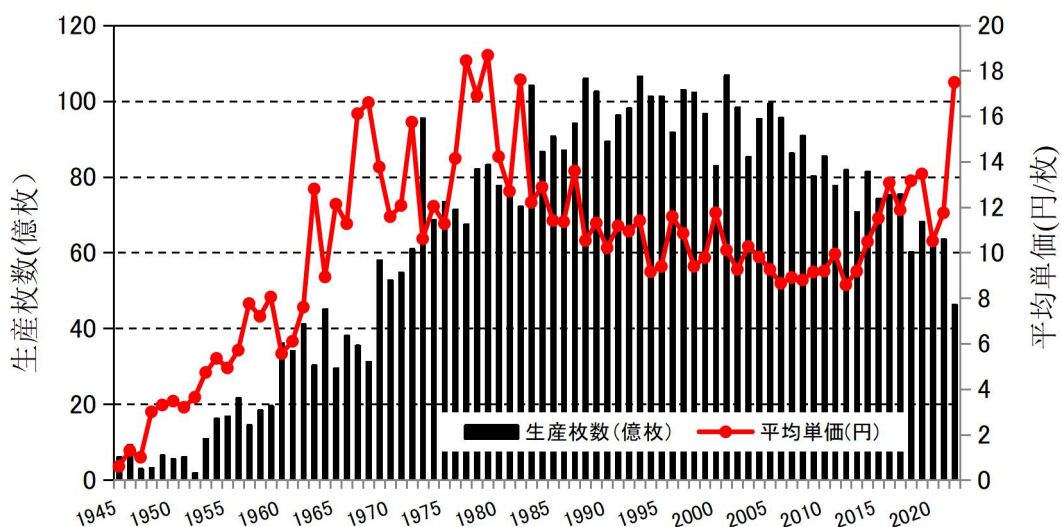


図2 全国の海苔生産枚数と平均単価の変動（1945～2022年度）

一方、彼が入庁した翌年からスミノリ病が発生して海苔生産が不安定になり、生産金額も低迷し始めていた。それでも有明海は、海苔の生育に影響する環境の好条件に恵まれ、美味しい海苔が生産される漁場として評価は高いものがあつた（図3）。

佐賀県をはじめ有明海に面する4県では、有明海という狭い海域（1,700km²）で養殖が行われているため、4県で一斉に採苗するなど多くの共通の対策を必要としていた。これを集団管理体制と称し、なかでも佐賀県は湾奥部の狭い海域で養殖を行っているため、最も厳しく施行している。それは、病気が発生すると短時間で蔓延し大被害になるという事象から派生した施策である。従って、佐賀県の試験研究の対象としては、病害対策あるいは環境変化の把握などが主たる調査研究の内容になった。

ノリの主な病気には壺状菌病、スミノリ病、アカグサレ病があり、これに関する試験研

究が多く行われてきた。また、ノリ研究は県の予算としては少額で、農林水産省水産庁の補助事業として、主として国の予算で行われた時代であった。彼はこのような状況の中で病害対策を中心とした研究生活を送ったと言えるかもしれない。

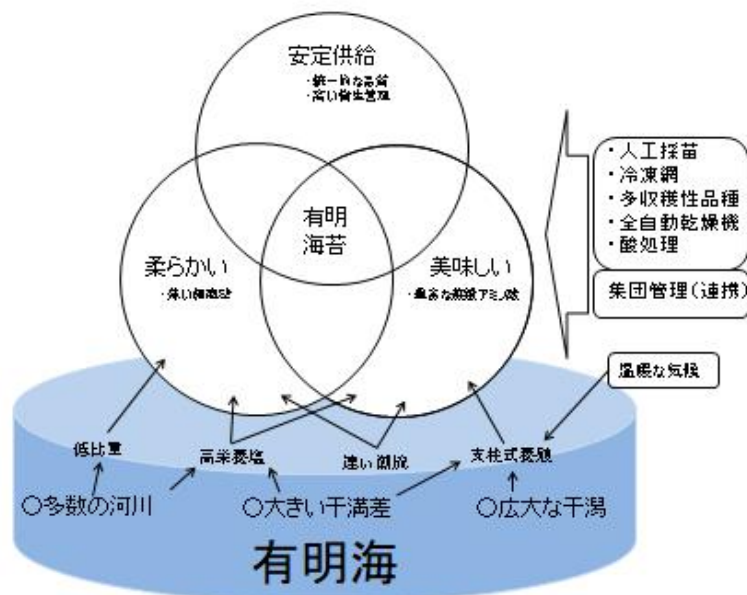


図3 有明海における乾海苔の優位性に関する相関図(川村、2017)

1. ノリの病害研究

◎壺状菌病

ノリ養殖において、壺状菌病はほぼ毎年発生する。その原因菌は人間でいうところの悪性腫瘍（ガン）のようなもので、殺菌することができない。彼が佐賀県有明水産センター（1992年に水産試験場から改名；この頃各県でも水産試験場から福岡県水産海洋技術センター、熊本県水産研究センター、長崎県総合水産試験場と名称が変更された）に配属になって最初の仕事は壺状菌の殺傷薬剤の探索で、多くの農薬、たとえばベノミル剤、キノキサリン系剤などを使って生死判定試験を行った。しかし有効な殺傷薬剤は確認できず、改めて壺状菌の防除が困難であることを認識した。1978～1980年度の3年間、生理・生態に関しても研究が行われ、壺状菌病対策としての基礎的知見が得られ、実際の海苔養殖の病害対策指導として活かされている。「指定調査研究総合助成事業報告書（1978～1980）」およびノリ壺状菌の生理・生態に関する研究(中尾ら、1980；中尾ら、1983)として報告された。

1983年にキャリー・マリスがPCR法（DNAポリメラーゼを用いた連鎖的に増幅する核酸合成法）を発明した。それをノリ養殖における壺状菌の発生予測に使えないかと、甲南大学の本多大輔先生および大学院生の関本論さんと発生予測技術を開発するための共同研究を行い、壺状菌病の発生予測をするためのPCR検査法を開発し（横尾ら、2005）、これ

らは特許技術にもなり公開された。また関本さんらによって、壺状菌は *Olpidiopsis porphyrae* sp. nov.として命名された。この研究の成果は *Mycological Research* (Sekimoto et al. 2007) に掲載された。

◎スミノリ病の研究

スミノリ病は1985年度を最後に小康状態となったが、1990年度に再びノリ養殖へ大被害を与えたため、本格的な研究が行われることになった。スミノリ病とは、葉体を淡水に浸漬すると原形質が吐出し、表面が艶のない海苔になる病気である。乾製品スミノリの発生原因については、環境の悪化、生理障害、細菌などの諸説があり、十分な検討が行われていなかった。彼は細菌が原因ではないかという仮設のもとに研究を進め、コッホの3原則に基づいた検証により、細菌説にたどり着いた。分離した菌からの抽出物質は浸透圧調整能を阻害していることまでは明らかにしたが、その物質がなんであるかはいまだ不明のままである(川村・三根、2009)。スミノリ病は酸処理剤の導入により発生が抑えられ、佐賀県では2002年を最後に大きな被害はなくなっている。しかし、今でもスミノリ(クモリ・別等級)となる海苔は発生しており、細菌が原因でないスミノリの解明が待たれている。これら発生原因から酸処理による対策までの一連のスミノリ病に関する研究は、1994年に愛媛・高知・香川連合大学院に博士論文(養殖ノリのスミノリ病に関する研究)として提出された。主査は高知大学の楠田理一教授、副査は同大学の犬野正夫・谷口順彦両教授の査読があり受理された。スミノリ病の解決に向けた一連の仕事により、彼は1995年佐賀県知事賞を受賞している。

◎病害対策としての酸処理導入のための試験研究

酸処理技術は千葉県の平野要助氏によりアオノリ対策用として開発され(1979年)、その後全国に波及していき、佐賀県が全国で最後の導入となった(1993年)。酸処理技術(図4、5)の導入に関しては各県で試験研究が行われ、最終的には、全国の海苔養殖技術・研究者により「のり酸処理試験研究の成果(1995)」としてまとめられた。この間、彼は酸の生物に与える影響やノリの生理に与える影響など養殖で実際に使うための基礎データを試験して取得、さらには使用基準を設定し導入のための「酸処理の手引き」などを作った。酸処理技術は、ノリ養殖の歴史からみると、Drew氏の生活史の解明(1949年)、人工採苗の普及(1960年)、網の冷凍保存技術の開発(1966年)、多収穫性品種の開発(1965年)、浮流し養殖の開発(1970年)、全自動乾燥機の普及(1978年)などに続く



図4 酸処理風景(佐賀県)



図5 システム船による酸処理風景(熊本)

産業上重要な技術となっている。

◎アカグサレ病

アカグサレ病は、全国各地の殆どの漁場で毎年発生し、数年に一度大被害となる病気で、ノリ養殖にとっては被害をなくしたい重大な疾病である。本病の生理・生態的な基礎研究は長崎大学の藤田雄二先生により行われていた。しかし、夏の間をどこでどのような形で生活しているのかという生活史の解明にまでは至っていなかったため、1996年頃から夏場のアカグサレ病菌の種の分布状況を探る研究をはじめた。この研究では大阪府立大学(現在、大阪公立大学)の東條元昭先生と共同研究を行い、夏場は卵(越夏)胞子という形態となって泥の中で生活していることを明らかにした。この研究については Plant Disease (Kawamura et al. 2005) に掲載された。これによってアカグサレ病菌は漁期前から発芽し海水中を浮遊しておりサイズが大きくなったノリ葉体に感染するということが明らかになった。他に卵胞子を PCR 法で探索する方法(横尾ら、2000)、卵胞子の発芽特性(川原ら、2001)、酸処理による防除法(秋月ら、2007; 秋月ら、2009) およびアカグサレ病の各地菌株の形態・生長比較と遺伝的差異(横尾・川村、2013)を報告した。

◎色落ちと栄養塩添加技術

ノリに対する施肥の歴史は古い。明治時代に施肥試験を行った岡村は窒素の必要性と河川水の有効性を記載している(1909年)。その後も施肥については全国で行われ、有明海でも試験研究が行われ、実施もされてきた。佐賀県では、1990年代に入る頃から秋芽網期の色落ちが顕著になり、その色落ち対策として従来の葉面散布法や河川投入法、表層浮動法などの施肥技術ではない、漁場海面散布法による施肥が1998年から始まった。この時から施肥ではなく栄養塩添加と呼ぶようになった。添加する栄養塩(施肥材)は当初硫酸であったが、のちに硝酸へと替わり、彼は効果的な添加量の計算、規則など、普及上の実施基準作りに参画した。これらの経緯、方法については、佐賀県有明海で実施されている栄養塩添加の現状(川村ら、2011)に資料としてまとめて報告された。

2. 優良品種の開発

ノリ養殖で使用される、新品種はいつの時代でも漁業者から希求されてきた。入庁以来、実際の試験漁場において毎年陸上で数品種の種をつけた網を張り込み養殖のための管理作業を行って、ノリの持つ高品質性、高生長性、低塩分耐性をもった新品種の開発試験を業務として長年行った。以上から得られた結果は、1996年に高生長性である新品種「新佐賀1号」の作出、また1999年に低塩分耐性株の選抜へとつながった。一方、高生長性株の選抜の結果、この頃になると採苗から摘採まで30日間で達成できるようになっていた(図6)。

このノリ養殖における試験漁場の管理を毎日行った経験が、のちに普及業務としてノリ養殖情報を作成するのに大いに役立つことになり、1995年から2006年まで主筆としてか

かわった。ちなみにノリ養殖情報は有明海4県がノリ養殖漁期間中、多い県では週に2回定期的に年間30報ほど発行するので、広く漁業者等に読まれ、これがセンターの主たるルーチン業務となっている。

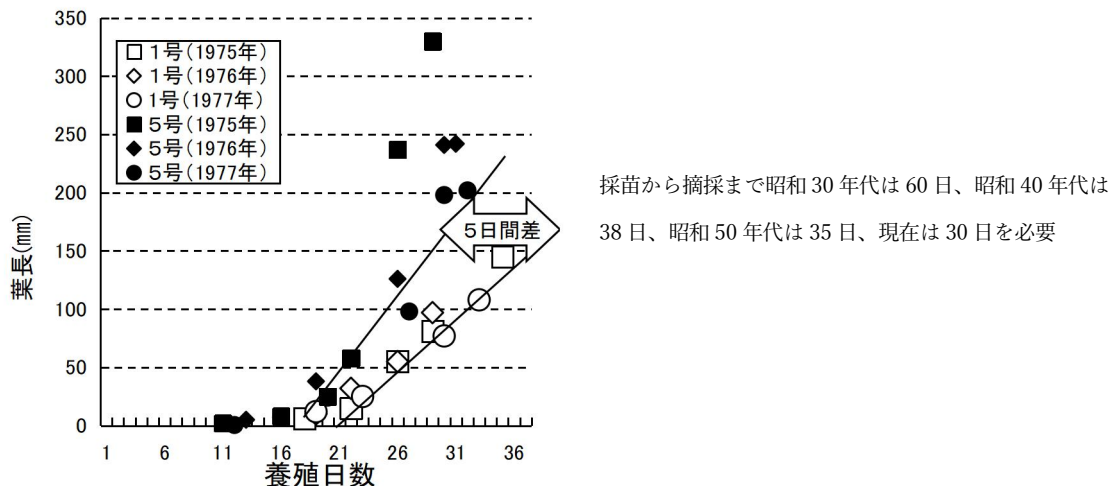


図6 採苗から摘採までの養殖日数の比較 (川村、2017 一部改変)

この漁場管理と並行して試験漁場で養殖ノリを育てながら、養殖ノリの生長を約1か月間追跡するということを3年間続け、ノリが環境とくに塩分に強く影響を受けていることを明らかにできた (川村ら、1991)。

また、漁業者への養殖指導の過程で、糸状体が穿孔しているカキ殻に付着している珪藻を食べるコペポダを発見し、その有効利用を図るための試験を行って、水産学会誌 (三根ら、2005) に報告した。この種は、2005年に上田拓史と長井秀文の両氏によってソウジソコミジンコ *Amphiascus kawamurai* という新種として記載され (H. Ueda and H. Nagai、2005)、今も実際のカキ殻培養場で使用されている。

3. バイオテクノロジー時代の研究

1978年に西ドイツでジャガイモとトマトを細胞融合してポマトが作られた。これに影響されたのか、ノリ関連県では1986年からバイオテクノロジーの冠の付いた研究が、国の直轄事業として開始された。それはプロトプラスト(裸の細胞)の分離技術の開発、それを用いた種苗化さらには細胞融合法を用いた新品種開発研究にまで及んだ。バイオテクノロジー関連の研究は足掛け15年近く行われ、「地域バイオテクノロジー研究開発促進事業報告書」などとして報告された (1986~2001)。この成果はプロトプラストを使った品種開発の一助とはなったものの、ノリ養殖産業に直接に貢献できるほど有効な技術展開に結びつくことはなかったように思われた。この時、彼は時流に乗るのではなく、漁業者に役に立つ試験研究の重要性を痛感したように記憶していると述べている。

4. その他の試験研究および本の執筆

定年までの35年間のうち30年間、幸運なことに有明海に面するセンターでの試験研究と普及業務は、主にノリに関するものであった。そのほかには、珪藻赤潮発生状況調査、ノリ養殖のための海洋観測やムツゴロウ増殖試験にも若干の時間を割きながら有明海全般に関する試験研究に携わっていた。

外国への出張については、1992年7月にムツゴロウの増殖に関ったこともあって台湾にムツゴロウ養殖の視察およびアゲマキ探索に行った。1998年2月には、佐賀県のマイプラン事業でアメリカへ出張し、ラスベガスで開催された世界藻類学会で「日本のノリ養殖」について口頭発表するとともに、世界中のノリ研究者や北海道水試の金子孝さんとも知己を得た。さらにアメリカの東部のノリ養殖漁場を視察した。

有明海やノリ養殖に関する書籍の出版に際しては、共著者として以下のような本を分担執筆した。

海苔の生物学（能登谷編 2000）

水産増養殖システム3（森編 2005）

豊饒の海編・有明海の現状と課題（大嶋編 2012）

蘇の有明海—再生への道程（楠田編 2012）

ノリの科学（二羽編著 2020）

退職後の2017年には、彼の試験研究の内容を中心に普及レベルの知見を取り纏めた新・海苔ブック(単著3部作) (図7)を海苔産業情報センターから出版している。



図7 出版物の一例「新・海苔ブック

5. 諫早湾干拓問題

有明海の開発事業として、今までに海岸堤防、筑後大堰、熊本新港、諫早湾干拓などが行われてきた。これらは、有明海の生物（ノリ養殖を含む）に多大なる影響を及ぼしてきた。また、彼に対しても、人間の開発(環境破壊)や環境問題を考えるときの指標・視座として、大学時代から現在まで多大なる影響を及ぼしてきた。

有明海の最後の開発事業であろう、諫早湾干拓事業は、1997年に干拓潮受け堤防潮止め工事（ギロチン）が行われ2008年に完了した（図8）。2000年末にリゾソレニア・インブリカータによる色落ち被害が発生して、諫早問題として2001年の年明けから連日世間を騒がせた。当時、研究室長だった彼は、その対応に追われ、研究どころでなく全国的な話題となり連日マスコミに取り上げられることになった。そして、有明海再生のためと称した、巨額の研究・事業費が現在まで投入されるとともに、開

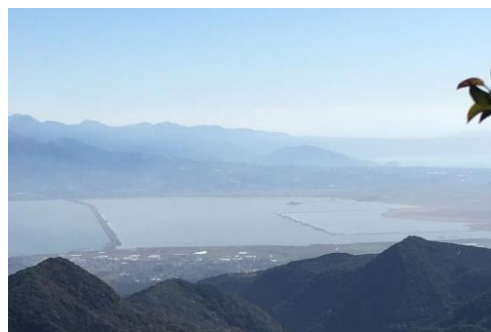


図8 諫早湾干拓全景

門調査をめぐって多くの裁判が行われてきた。最終的に 2022 年 3 月に福岡高裁が差し戻し控訴審判決で「非開門」の判断をしたが、これからも、その開門調査をめぐり農業者と水産業者との対立は続いていくと思われる。

7. 有明漁協との連携

地方における公的な試験研究が何の目的なのかということを見ると、漁協や漁業者との連携のことも記しておかねばならない。

1992 年頃からのバブル崩壊により乾海苔の単価が下落はじめて大量生産時代をむかえる。生産現場である漁協においても、省力化を推進するために 1995 年から完全協業が始まり、共同乾燥方式へと形態を変えながら現在(2022 年)、協業・共同乾燥施設(図 9)は、136 施設にまで増加し行使者数 692 のう



図 9 協業・共同乾燥施設全景

ち 64% が共同施設での乾海苔製造を行っている。一方では漁連が生き残っていくために漁協合併(2007 年 4 月)が行われた。その後も支所の統合は進み 2023 年現在 15 支所となっている。有明水産センターは漁連時代も含めて数 10 年に渡り有明漁協との関係を密接に取りながら、集団管理を徹底指導し海苔生産の向上に貢献してきたと考えられる。

2022 年度秋芽網期において有明海全域の栄養塩低下によって海苔生産は不作となり、有明海における海苔の生産量は、表 1 のように全国の 49% を占めるまでに減少した。佐賀県でも 19 年連続全国一位の地位を兵庫県に奪われてしまった。加えて 2022 年度の全国の生産枚数が 46 億枚台にまで減少したことは、今後の海苔業界にとって色々な問題を提起しているように思われる。

表 1 有明海に面する 4 県の生産状況(2023 年 3 月末、現在)

年度	福岡		佐賀		熊本		長崎		全国	全国に占める有明海の割合(%)
	枚数(百万枚)	全国に占める割合(%)	枚数(百万枚)	全国に占める割合(%)	枚数(百万枚)	全国に占める割合(%)	枚数(百万枚)	全国に占める割合(%)	枚数(百万枚)	
2007	1,579	18.3	2,145	24.9	1,306	15.1	2.4	0	8,628	58.3
2016	1,330	17.6	1,728	22.9	959	12.7	9.1	0.1	7,538	53.3
2022	634	13.7	908	19.6	714	15.4	1.8	0	4,635	48.7

年度	福岡		佐賀		熊本		長崎		全国	全国に占める有明海の割合(%)
	金額(百万円)	全国に占める割合(%)	金額(百万円)	全国に占める割合(%)	金額(百万円)	全国に占める割合(%)	金額(百万円)	全国に占める割合(%)	金額(百万円)	
2007	14,369	18.7	23,003	30	11,358	14.8	192	0.3	76,792	63.8
2016	18,376	18.7	24,942	25.3	13,366	13.6	112	0.1	98,526	57.7
2022	10,493	12.9	16,791	20.7	13,185	16.3	21.8	0	81,072	49.9

8. 県庁での行政勤め

1988、1989年度、彼は県庁の水産振興課に転勤となり、有明海のカキ礁除去事業の実施担当者になった。この事業は有明海の環境悪化の元凶の一つとも揶揄されており、彼自身、仕事とはいえ疑問を呈せなかったのかと悔やまれると述べている。現在、カキ礁の復活に向けた活動が行われているのがせめてもの幸いである。他には唐津湾のクルマエビ養殖場の設計と実施、内水面事業などの行政的な仕事を行った。行政に移って予算の流れや県議会への対応など県庁マンとしての基礎的ノウハウを学ぶことになった。

2度目は、50歳を過ぎた2006年度から有明海再生課において3年間、有明海再生のための行政的な仕事を行った。NPO法人有明海再生機構との対話、大学との調整、シンポジウム等の開催など裏方の仕事とともに、農林水産省の有明海対策事業の推進に伴う事務の仕事を勤め、タイラギ・アゲマキの復活を目指した事業に関与することとなった。

センターに副所長で戻り、管理職であるセンター長を2年間勤め2015年春に佐賀県を退職した。

9. 学会活動

彼は学会にはほとんど参加しなかったが、下記のような題名でフォーラムやシンポジウムで講演し、ノリ関係者との親交をしてきた(図10)。

1. 「有明海の養殖漁業 -ノリ養殖業を中心に-」 日本学術会議フォーラム共同研究会 (1995年)
2. 「アマノリ研究の現状 選抜育種」 日本水産学会春季大会シンポジウム(1999年)
3. 「有明海佐賀県のノリ養殖」 日本水産学会九州大会シンポジウム (2001年)
4. 「ノリ養殖と沿岸環境」 沿岸環境関連学会ジョイントシンポジウム (2002年)
5. 「有明海湾奥部のノリ生産と環境」 Marine Research Institute シンポジウム (2003年)
6. 「有明海を科学し再生の道をさぐる」 公開シンポジウム (2004年)
7. 「有明海の水産生物 -養殖ノリの生育特性と環境への影響-」 日本水産学会シンポジウム (2011年)
8. 「スサビノリの持続的生産への挑戦」 日本水産学会春季シンポジウム (2014年)
9. 「有明海のノリ養殖の現状」 日本水産学会秋季シンポジウム (2014年)
10. 「有明海の生物とそれを取りまく環境の現況」 市民公開シンポジウム (2022年)



図10 水産学会シンポジウムでのノリ関係者懇親会(2014年3月、北海道函館)

10. 佐賀大学での研究と教育

県庁退職後、佐賀大学における「地域の農水圏生物生産・利用技術等の高度化プロジェクト」に2018年から特任教授として招聘され4年間勤めた。主な目的は農学部で藻類学(ノリ)をはじめとする有明海研究を根付かせることであった。DNA研究のためにノリ糸状体の収集と純系化を行ってDNAレベルでの種判別研究を手伝った(Nagano et al. 2020)。LED光を使ったノリ殻胞子放出管理の研究(川村ら、2022)なども行った。また、共同研究によって、「ラマン光解析による光合成色素の測定」「海藻類の色落ちの改善又は予防方法」に関する特許に繋げることができた。また大学生や留学生の研究指導に関わってきた。

現在は普及活動として夏季講習会の講演や高齢者大学(佐賀県)での講師などを行いながら、佐賀大学において研究(科研費)をしながら産学官連携研究員としても働いている。

勤務経歴

1980年4月	佐賀県有明水産試験場
1988年4月	佐賀県庁水産振興課 沿整事業担当
1990年4月	佐賀県有明水産試験場 特別研究員
1994年2月	愛媛大学(愛媛・高知・香川大学連合大学院)で農学博士取得 論文名「養殖ノリのスミノリ病に関する研究」
1995年2月	佐賀県知事賞 受賞
2000年4月	佐賀県有明水産振興センター(1992年改名) 研究室長
2001年4月	同 専門研究員 ノリ研究室長事務取扱
2003年4月	佐賀大学 農学部 客員教授(1年間)
2006年4月	有佐賀県庁有明海再生課 副課長
2009年4月	佐賀県有明水産振興センター 副所長
2013年4月	佐賀県有明水産振興センター 所長
2015年3月	同 定年退職
2015年4月	同 ノリ養殖技術アドバイザー(非常勤嘱託職員)
2017年11月	佐賀大学 農学部 特任教授(兼務)
2018年3月	佐賀県有明水産振興センター ノリ養殖技術アドバイザー 退職
2018年4月	佐賀大学 農学部 特任教授(専任)
2022年3月	佐賀大学 農学部 退職
2022年4月	同 招聘教授
2023年4月	同 招聘教授および産学官連携研究員

業績

◎研究論文(査読あり) 27報

◎研究論文（査読なし） 49 報

◎著書 11 編（うち 3 編単著）

特許

- ① 2003 年 12 月 9 日 海苔壺状菌病原菌の検出・定量方法 特願：2003-411035
- ② 2004 年 3 月 30 日 海苔酸処理剤 特願：2004-10027
- ③ 2021 年 12 月 13 日 海苔の品質評価方法および海苔の品質評価装置 特開：2021-18587
- ④ 2022 年 10 月 5 日 海藻類の色落ちの改善又は予防方法 特願：2022-160870

文献

- 秋月晃・田端正明・川村嘉応（2007）：酸処理としての乳酸のアカグサレ菌に対する致死効果. 水産増殖, 55(3), 325-330.
- 秋月晃・久野勝利・吉田幸史・川村嘉応・田端正明（2009）：再使用酸処理液のアカグサレ菌に及ぼす影響と再利用. 佐有水研報, 24, 49-55.
- 川原逸朗・横尾一成・荒巻裕・川村嘉応・東條元昭（2001）：ノリ葉体上に形成されたアカグサレ菌卵胞子の発芽特性. 佐有水研報, 20, 19-23.
- 川村嘉応・山下康夫・鬼頭 鈞（1991）：養殖スサビノリの生長と環境条件について. 水産増殖, 39(3), 273-278.
- Y. Kawamura, K. Yokoo and M. Tojo（2005）：Distribution of *Pythium porphyrae*, the causal agent of red rot disease of *Porphyra* spp. in the Ariake Sea, Japan. Plant Disease, 89(10), 1041-1047.
- 川村嘉応・三根崇幸（2009）：スミノリ病の病徴と発生機序. 海洋と生物, 185 ; 621-626, 生物研究社.
- 川村嘉応・久野勝利・横尾一成（2011）：佐賀県海有明海で実施されている栄養塩添加の現状. 佐有水研報, 25, 81-87.
- 川村嘉応（2017）：新・海苔ブック 基礎編. pp.142, 海苔産業情報センター.
- 川村嘉応（2017）：新・海苔ブック 技術編 2. pp.136, 海苔産業情報センター.
- 川村嘉応・折田亮・木村圭・水谷雪乃・小林元太（2022）：光質が異なる LED 照射下におけるスサビノリ殻胞子嚢の成熟と殻胞子放出. 水産増殖, 70(1), 47-54.
- 三根崇幸・川村嘉応・上田拓史（2005）：ソウジソコミジンコ *Amphiascus* sp. (カイアシ亜綱、ソコミジンコ目) によるノリ糸状体培養カキ殻の付着珪藻除去効果. 日水誌, 71(6), 923-927.
- Y. Nagano, K. Kimura, G. Kobayashi and Y. Kawamura（2021）：Genomic diversity 39 *Pyropia* species grown in Japan. Plos One, 16（6）：
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0252207>.
- 中尾義房・山下康夫・小野原隆幸（1980）：ノリ壺状菌の生理・生態に関する研究- I. 佐

- 有水研報, 7, 55-75.
- 中尾義房・島崎大昭・山下康夫・川村嘉応・小野原隆幸 (1983) : ノリ壺状菌の生理・生態に関する研究-II. 佐有水研報, 8, 21-88.
- S. Sekimoto, Y. Yokoo, Y. Kawamura and D. Honda (2008) : Taxonomy, molecular phylogeny, and ultrastructural morphology of *Olpidiopsis porphyrae* sp. nov. (*Oomycetes, straminipiles*), a unicellular obligate endoparasite of *Bangia* and *Porphyra* spp. (*Bangiales, Rhodophyta*). *Mycological Research*, 112, 361-374.
- H. Ueda and H. Nagai (2005) : *Amphiascus kawamurai*, a new harpacticoid copepod (Crustacea: Harpacticoida: Miraciidae) from nori cultivation tanks in Japan, with a redescription of the closely related *A. parvus*. *Species diversity*, 10, 249-258.
- 横尾一成・川村嘉応・東條元昭 (1999) : 滅菌泥中におけるアカグサレ病菌卵胞子の生存. 佐有水研報, 19, 1-7.
- 横尾一成・川村嘉応・川原逸朗・東條元昭・水上譲 (2000) : PCR法によるアカグサレ病菌卵胞子の滅菌泥からの検出. *水産増殖*, 48(4), 679-680.
- 横尾一成・関本訓士・川村嘉応・本多大輔 (2005) : 養殖ノリに被害を与える壺状菌 *Olpidiopsis* sp. (卵菌綱、クロミスタ界) のPCRによる早期検出. *日水誌*, 71(6), 917-922.
- 横尾一成・川村嘉応 (2013) : 各地のアカグサレ菌株の形態・生長比較と遺伝的差異. 佐有水研報, 26, 73-82.