

# 1. 第12回マリンバイオテクノロジー学会大会の印象



大会会長

逢坂 哲彌（早稲田大学理工学術院）

早稲田大学西早稲田キャンパスにて、平成21年5月30、31日の2日間にわたって第12回マリンバイオテクノロジー学会大会を開催致しました。この西早稲田キャンパスは、理工系3学部が活動しているキャンパスですが、地下鉄副都心線が構内に直接乗り入れるようになって初めての学会開催かと思われまます。参加された皆様には、交通の便のよさを味わっていただけたかもしれません。今回の大会は、早大理工系に新設された生命医科学科の教授として教鞭をとることとなった竹山春子教授の活躍により開催に至りました。早大・スーパーCOEであるASMeW（Consolidated Research Institute for Advanced Science and Medical Care, Waseda Univ.）プロジェクトで竹山教授が活躍され、このプロジェクトの事務局長の私が本分野に参入協力したのがきっかけとなり、今回の大会会長を引き受けることになりました。

2日間の本大会への参加者は、300人近くに上り、活気のある大会となったと実感しています。本大会では、早稲田大学グローバルCOEプログラム「実践的的化学知」教育拠点とEUIJ（EU Institute in Japan at Waseda University）から共催をいただき、基調講演を公開とさせていただきました。また、マリンバイオテクノロジー研究に学生が自由に接する機会を設けるため、早稲田大学および東京海洋大学学生に対して、シンポジウムに限定して無料参加を実施いたしました。

本大会は、基調講演、受賞講演、5つのシンポジウム、9つの一般講演セッション、ポスターセッション、ランチョンセミナー、企業展示で構成いたしました。シンポジウムでは30、一般講演では65、ポスターでは55の総計150演題発表がありました。シンポジウムは特に好評で、席が足りないところもあり、嬉しい悲鳴を上げましたことを報告させていただきます。

早稲田大学は、マリンバイオテクノロジー学会とは今まではあまり縁が無かったように思いますが、東京女子医科大学とのレギュラトリサイエンスでの共同大学院の設立、東京農工大学との健康医療での共同大学院設立と、早稲田大学におけるバイオメディカル系への発展が進んでいる中、今回本学でこの大会を開催する機会に恵まれ、この分野と新しく関わりができましたことは、我々のこの流れを加速し、よりお互いの共栄が図れるチャンスができたと感じております。

最後に、今後のマリンバイオ分野の発展を本学の関連分野の発展とともに祈願する次第です。

## 第 12 回マリンバイオテクノロジー学会大会を振り返って

大会実行委員長

竹山 春子（早稲田大学先進理工学部）

マリンバイオテクノロジー学会大会が東京で開催されるのは今回で4回目です。早稲田大学は、今まで本学会との縁は薄かったように思われますが、今回を機会に本学会が身近なものになることを期待しています。

本大会では、学会理事会、大会実行委員の先生方、シンポジウムをオーガナイズしていただいた先生方にはお忙しいなか、いろいろご協力をいただき大変感謝しております。また、協賛、企業展示、広告掲載、ランチョンセミナーという形で多くの企業の方々からご協力いただいたおかげで、本大会が充実したものになりました。

2 日間の本大会への参加者は、300 人近くに上り、活気のある大会にすることができたと思っております。本大会では、早稲田大学グローバル COE プログラム「実践的的化学知」教育拠点と EUIJ 早稲田から共催をいただいたこともあり、基調講演を公開とさせていただきます。また、マリンバイオテクノロジー研究に学生が接する機会を設けるために本大学の学生にはシンポジウムに限定した無料参加を実施いたしました。また、東京海洋大学の青木先生にもご協力をいただき、同様に学生の参画をお願いいたしました。今後、多くの学生にこの分野の研究に興味を持ってもらうための活動として、大会開催地近隣の大学の学生には、シンポジウムへの無料参加を実施するというもお考えいただければと思います。

本大会は、基調講演、受賞講演、5つのシンポジウム、9つの一般講演セッション、ポスターセッション、ランチョンセミナー、企業展示で構成することができました。シンポジウムでは 30 演題、一般講演では 65 演題、55 のポスター発表がありました。ポスターセッションで学生ポスター賞を受賞された方々が顔を輝かせて喜ぶ姿が目に焼き付いています。

最後に、大会運営を精力的に進めてくれた事務局メンバーにも感謝致します。

## 2. 学会賞受賞講演の印象

マリンバイオテクノロジー学会会長

白岩 善博（筑波大学大学院生命環境科学研究科）

2008 年マリンバイオテクノロジー学会賞（論文賞、岡見賞）は、規定に基づき学会賞選考委員会によって厳正に選考され、理事会において承認されたそれぞれ 1 件ずつの論文および技術に対して授賞された。

【論文賞】は、学会誌 Marine Biotechnology (Springer, New York) に掲載された 2007 年 (Vol. 10, No. 1-6) の論文の中から、マリンバイオテクノロジー学会員が著者となっている論文を対象に選

考された。その結果、麻布大学佐俣哲郎教授グループが中心となり国立衛生研究所、国立がんセンター、東邦大学医学部、麻布大学の共同研究成果としてまとめられた論文「Isolation and Characterization of the N-linked Oligosaccharides in Nacrein from *Pinctata fucata* (著者：高倉大輔、高倉美智子、石川文雄、佐俣哲郎)」が選考された。学会総会において授賞式が挙げられたのち、筆頭著者である高倉大輔博士（国立衛生研究所）による受賞講演「アコヤガイ真珠層中の nacrein における N-結合型オリゴ糖鎖の分離とその構造解析」が行われた。高倉大輔博士は、麻布大学環境保健学部、同大学院を修了後、現在、国立医薬品食品研究所に流動研究員として勤務し、「病疾患関連糖たんぱく質の同定とその特性解析」に取り組んでいる新進気鋭の研究者である。

著者らは、軟体動物の貝殻形成において石灰化に深くかかわると考えられているタンパク質の糖鎖修飾に関する研究を真珠母貝であるアコヤガイを用いて行ったものである。まず種々のレクチンを用いて4種の糖タンパク質を得、そのうちのひとつである55kD成分が nacrein あることをプロテオミクスの手法により証明し、当該タンパク質が有する糖鎖の分析を行った。その結果、当該糖鎖は非還元末端側に硫酸基とシアル酸が付加した混成型構造を有することを明らかにした。この構造は当該糖タンパク質によるカルシウムイオンの集積を示唆するものであり、貝殻形成機構の一端を明らかにした意義は大きい。本論文は、このような糖鎖修飾の研究がバイオミネラリゼーション機構の解明に大きく貢献することを示したものである。これらの成果は、バイオミネラルの形成に関する生物の機能を解明し、さらにそれを強化して利用する bio-inspired technology の発展の基礎的知見として関連科学や技術開発に大きく貢献するものであり高に評価されるものである。

【岡見賞】は、マリンバイオテクノロジーの発展に寄与した技術に対して授与される技術賞である。今回は、「海洋微生物に由来するクラゲ分解酵素の利用に関する技術」（長沼毅博士、広島大学大学院生物圏科学研究科准教授）が選考され、同課題による受賞講演が行われた。授賞対象技術は、ミズクラゲの濃密群衆の発生により引き起こされる、甚大な漁業被害や臨海産業施設の取水口を閉鎖による発電所の出力低下や深刻な工業被害をもたらす問題を解決するためのものである。同博士らは、広島県の砂浜からクラゲ分解菌を分離、培養することに成功した。当該分解菌の作用により、クラゲジュース（クラゲをオートクレーブして液状にしたもので、タンパク質等を含む）は透明な液体へと変化させることに成功した。さらに、当クラゲ分解菌、クラゲ分解酵素、クラゲ分解産物が環境に放出されても毒性がないことを確認した。現在、クラゲ処理装置の実証試験を実施していることが紹介された。折しも、エチゼンクラゲの大発生により大きな漁業被害が出ていることがマスコミでも大きく取り上げられています。海洋環境から得た微生物を利用して海洋汚染や漁業・工業被害を防止する技術開発は、まさにマリンバイオテクノロジーの進歩が社会生活の改善に寄与することを証明するものであり、さらなる発展が期待される。

### 3. 基調講演の印象

マリンバイオテクノロジー学会会長

白岩 善博（筑波大学大学院生命環境科学研究科）

「RNA 工学をとりいれたマリンバイオで更なる海の幸を」と題して、岡見吉郎先生（環境バイオ工学研究所所長）による基調講演が行われた。岡見先生は、カナマイシン、ブレオマイシンなど発見に従事され、さらに多数の新抗生物質を発見／発明されとことで著名である。フルブライト研究員として米国のノーベル賞学者ワックスマン教授の研究室での研究の後、微生物化学研究所を創設され、北海道大学教授で微生物工学講座を創設された。また、マリンバイオテクノロジー学会の第2代会長であり、長年、マリンバイオテクノロジーおよび当学会の発展に多大なご貢献を頂きたいわば本学会の恩人のお一人でもある。当学会の「岡見賞」は、先生の多大なご業績を記念するために設けられたものであり、岡見先生のご寄付により副賞が授与されている。

今年の岡見賞を受賞された長沼毅博士（広島大学）は、その受賞講演の中で、「JAMSTEC において深海微生物研究を立ち上げられたのは岡見先生である」ことを紹介され、「長年深海微生物研究に携わってきた自分が岡見賞を受賞できたことは何よりも大きな喜びであり、誇りでもある」と述べている。また、本基調講演の座長は、「天然物有機化学・有機合成化学 / 糖質を用いる多様な天然生理活性物質の全合成」で第99回日本学士院賞（平成21年度）を受賞された早稲田大学教授（ASMeW 副機構長）の竜田邦明先生が努められた。

岡見先生は御講演の中で、まず、現在のマリンバイオの現状について要約され、その上で、最新科学における重要な研究技術であるリボゾーム RNA 工学、抗体タンパク質等の立体構造解析技術の発展を紹介された。そして、アプタマー工学（分子の形状に合わせてそれにフィットして分子の立体構造と表面認識を行う技術）をマリンバイオテクノロジーに導入し、利用することによって、新たなマリンバイオ科学・技術の発展を期すことを強く提唱された。特に、RNA アプタマー工学の応用により、抗体を生体で作るより短時間で工業的に獲得できる可能性を強調された。それにより海洋における養殖、栽培、飼育環境での病害ウイルスの防除や海洋特性エネルギーを利用したエコファームを開発することにより、「環境被害が少なく持続性のある新しい国際海洋交易の創出を期待しうる」と結ばれた。

岡見先生の飽くなき探求心とその先見性に強く心打たれるとともに、引き続きマリンバイオテクノロジーの発展のためのご提言を続けていただくことを、マリンバイオテクノロジー学会を代表して節にお願い申し上げる次第である。

岡見先生の講演に引き続き、ドイツボン大学のJ. Piel博士による”Uncultivated bacterial symbionts: new opportunities for marine drug development”と題する講演があった。海綿を始めとする海洋底棲無脊椎動物からは多くの生理活性天然物が見出されており、この中には抗ガン剤などのリードとなる強力な活性を持つものも少なくない。これらの化合物の多くは共生微生物により生産されていると推定できるが、こうした微生物の単離培養に成功した例は限られており、

共生環境のみで増殖可能と思われる。本講演では演者が進めているメタゲノムによるアプローチ、すなわち微生物を単離することなく海綿共生社会全体からDNAライブラリーを取り出し、この中から該天然物の生合成に関わる酵素遺伝子を探索する手法が紹介された。この遺伝子配列の解析により、生産微生物の同定、ひいてはこの単離培養による有用天然物の供給に繋がることが期待される。

## 4. シンポジウムの印象

### (1) 微細藻 — 生理、生態から大量培養まで —

相澤 克則（クリーンアース環境研究所）

シンポジウムは、東京薬科大の都筑幹夫教授による講演で始まった。演者らの研究を中心に、微細藻における多糖の種類、構造、細胞内局在性の多様性が紹介された。今後は、こうした多様性を、藻類の進化における共生過程と関連づけた研究が必要との展望であった。こうした研究は、今後の多彩な応用にもつながるであろう。多糖は、食料や化粧品基材の他に、バイオエタノールやプラスチックの原料にもなるからである。

続いて、国立環境研の河地正伸先生から、ディーゼル原料の炭化水素を生産できる *Botryococcus* に関する講演があった。彼らのチームは、淡水性 *Botryococcus* の収集、単離、培養、油脂の抽出までを小・中規模で試行し、これらの統合化も試みている。封鎖培養では、大型化とコストに難があり、屋外の開放培養では、低コスト化が可能だが異生物の混在、増殖性が課題との話があった。これらは常に、微細藻の大量培養における課題である。

次に、(独) 海洋研究開発機構の丸山正先生から、海洋生物における共生に学ぶ、新工学の提案があった。まず、サンゴの細胞内やシャコ貝の共生器官、海牛などに共生する各種微細藻の共生現象が紹介された。さらに、深海に生育するシロウリ貝を例にとり、二種以上の生物が一つのシステムを構成することで、新機能を獲得する「共生」の方法を積極的に活用すれば、共生工学というものを創造できるかもしれないとの展望が示された。

その後、マイクロアルジェコーポレーション（株）の竹中裕行先生により、微細藻の中・大規模培養や藻体回収の比較説明があり、*Dunaliella*, *Haematococcus* などから生産できる原料の販売価格、髪菜 (*Nostoc* sp.) の抗ウイルス活性などの紹介があった。また、レースウェイ培養槽を例にし、生産コストの8割が人件費との試算が示され、工業上のみならず商業上の課題についても指摘がなされた。

最後に、相澤は、微細藻によるCO<sub>2</sub>削減の可能性を議論した。微細藻の育成法などを列挙したうえで、微細藻の人工培養にて排出される温室効果ガスの量を推算した。特に、培養機器に関連し排出されるCO<sub>2</sub>の他に、培地に必要な栄養素の供給過程（製造、輸送）においてすら、温室効果ガス（CO<sub>2</sub>やN<sub>2</sub>O）が大量に発生する事を明示した。CO<sub>2</sub>削減の効果は、温室効果の抑制面か

ら、更に評価されるべきであろう。

昨今の注目度を反映してか、学会初日の本シンポジウムと同時刻の一般講演においても、微細藻に関する講演が進行していた。

## (2) 最先端技術を駆使した養殖産業の未来 ～日本の食糧危機を救えるか？～

矢澤 一良（東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科）

学会初日の5月30日（土）15：00～17：30、7名の講師により行われた。

シンポジウムは、マグロやウナギの完全養殖の最先端の技術と現状を議論しようとするものである。現在日本人の食生活に絶対不可欠な食材であるマグロの完全養殖の現状と、神秘であったウナギの生態がかなり明らかになって来ており、陸上での完全養殖も間近になってきている現状を多くの関係者の方に知って欲しいと思い企画されたものであった。

50名ほどの聴講者が参集し活発な意見交換も行われた。最初の「マグロの資源（中央水産研究所・張成年氏）」では、単なる漁獲量という数字のみでは真の資源の実態と日本の食糧危機への対策が出ず、今後のさらなるマグロ資源研究が重要である事を明らかにした。2番目の「マグロの完全養殖（近畿大学・家戸敬太郎氏）」と3番目の「マグロの企業養殖の現状と展望（榎マルハニチロ水産・伊藤暁氏）」の演題において、マグロ完全養殖技術の最先端の状況が発表された。近畿大学では研究開発が盛んに行われ、衝突死防止ノウハウなどを基に、天然資源に依存しないクロマグロ養殖を目指している。企業サイドから企業養殖の現状の報告があった。国内産養殖マグロの需要と急激な生産量増加に対応し、安くて美味しいマグロが食卓に上る日も間近と言えそうである。4番目の「生殖細胞移植技術を用いた魚類の代理親魚養殖：サバからマグロは生まれるか？（東京海洋大学・吉崎悟朗氏）」は最も注目を浴びた内容となった。アイデア・技術内容と安全性に関する質問が集中した。「仮腹」技術に基づく研究であり、淡水魚での成功例から近々マグロの完全養殖の技術完成とその実用に向かうものと期待される。5番目の「循環式陸上養殖システムの最近の進歩（東京海洋大学・竹内俊郎氏）」では、食糧自給率の低下や世界レベルでの水産資源の枯渇などの統計データから、循環式陸上養殖システムや閉鎖生態系循環式養殖システムの開発と実用性の確立が必要である事を力説された。6番目の「ウナギの完全養殖技術の構想（水研センター養殖研・田中秀樹氏）」ではウナギの完全養殖技術の現状が発表された。種苗価格や供給量の変動は、日本人の食生活と産業界には悪影響を及ぼすことは明白であるが、現状の技術では完全養殖の完成には至っていないが、大量生産とコスト低下の飛躍的技術開発を必要としている状況と言える。現在は、平成23年まで農林水産技術会議の委託プロジェクトを実施中で今後の発展をするものである。最後に「マグロ・ウナギの健康機能性」においては、「安くて美味しい魚」が「健康維持や予防医学に貢献する」事を概説した筆者の講演にて本シンポジウムを終了した。

### (3)水圏生物を利用したバイオエネルギー生産の現状と展望

岡田 茂（東京大学大学院農学生命科学研究科）

最近、微細藻類による代替燃料生産が注目を浴びている中、昨年度の大会でのシンポジウムに引き続き、今大会でも微細藻類関連の企画が複数あったため、本シンポジウムは微細藻類のみならず、大型藻類および水生動物由来のバイオエネルギー生産、あるいは燃料油の新規抽出技術等に関する話題も含めた多角的な企画とした。まず、東京海洋大学の中村宏氏は、水圏生物を利用したバイオマスエネルギー生産に関する技術的、社会的動向につき概説された。過去に国内外において意外と多くの関連技術の集積、特許の取得があったにも関わらず、当時の研究開発が企業主導で行われた歴史的経緯からか、情報が十分に伝わっていないため、バイオマスエネルギーの研究・開発を推進する際には、過去の情報を確認しつつ行うことが肝要とのことであった。また、昨今の自然環境への配慮を重視する社会的風潮から、たとえ経済収支は合わなくても、CO<sub>2</sub> 収支およびエネルギー収支が合うのであれば、バイオマスエネルギー生産は「事業」として成立し得るとの考えを示された。(株)電源開発の松本光史氏は、海洋微生物カルチャーコレクションの中から、オイル成分を乾燥重量の約60%も蓄積するユニークな珪藻を紹介された。本藻株は非常に増殖速度が速く、またオイル生産の誘導に窒素欠乏培養等をする必要がないため、燃料源として非常に有望であると考えられた。また、海水面を利用した閉鎖系培養を可能にする、ユニークなバイオリクター用素材についても言及された。東京大学の横山伸也氏は、液状炭化水素を大量に蓄積することで有名な *Botryococcus braunii* という微細藻につき、培養後の藻体に直接水熱処理を施すことで、従来前処理として必要とされていた乾燥をすることなく、効率的に炭化水素を抽出できる技術を示された。エネルギー源となる生物そのものに関する知見の集積の他に、こうした **downstream** の技術開発もバイオエネルギー生産の実現化には必要であることを実感させられた。(株)東京ガスの松井徹氏は、現時点では数少ない実証レベルでの水圏生物由来のバイオエネルギー生産の成功例として、海藻からのメタン生産について講演された。近年日本各地の内湾部で大量発生し、「やっかいもの」扱いされている緑藻アオサから、効率的なメタン発酵を行うことで「一石二鳥」的なエネルギー生産が可能となった。これに関連し、水圏生物故の水分の多さによる回収・運搬の難しさや、季節変動による原料供給の不安定さ等、解決すべき点についても紹介された。(株)信田缶詰の難波秀博氏は、水産食品加工場からの廃棄物の削減という観点からバイオエネルギー生産について講演された。加工場から排出される魚由来の廃棄物から、効率良くメタンを生産するために開発された技術の紹介があった。水産物の宿命とも言える資源変動に伴う、加工原材料の魚種交代をも念頭においた研究開発が必要とのことであった。

バイオエネルギー生産に関する昨今の注目度の高さからか、大きな会場であったが客席の埋まりも良く、出席者からの質疑も活発であり、実りのあるシンポジウムであったと考える。

## (4) 藻類・微細藻由来の生理活性色素

泉田 仁(日本水産株式会社)

微細藻由来のアスタキサンチンは、健康食品などに幅広く利用されつつある。また、クロロフィル、フコキサンチンなどの藻類・微細藻由来の色素が注目されている。本シンポジウムでは、以下の5件の講演が行われた。

京都大学宮下英明先生は、クロロフィル(Chl)およびバクテリオクロロフィル(BChl)の吸収スペクトル、構造、その基本的役割などについての概要を解説した。次に、クロロフィルの生理活性について紹介した。例えば、抗炎症作用、消臭作用、発ガン物質との複合体形成、尿中トリメチルアミン低減効果などがあることを丁寧に紹介した。最後に、ジビニルクロロフィル(DVChl)、クロロフィル d(Chld)発見の経緯、今後の新しいクロロフィル類色素の発見について述べた。

キリンホールディングスの三沢先生は、アスタキサンチンの生合成遺伝子について解説した。アスタキサンチンを生合成するための7種の鍵遺伝子をナタネに導入したところ7遺伝子は安定に保存され、非組換え体の19~30倍の総カロテノイドを蓄積することを示した。さらなる効率よい発現と生産性アップに期待したいと思った。

京都大学の菅原先生は藻類・微細藻類に特有なカロテノイドの生理活性について解説した。フコキサンチン、シフォナキサンチン、ペリジニンなどには強いアポトーシス誘導作用がある。特にシフォナキサンチンは、アレン構造を有しておらず、その活性部位がなんなのかについて興味を持った。また、フコキサンチンの血管新生作用についても紹介した。今後の応用が期待される。

オリザ油化株式会社の単先生は、フコキサンチンのメラニン抑制作用について報告した。オリザ油化は、昆布からフコキサンチンを抽出し、すでに商品化している。

北海道大学の宮下先生は、フコキサンチンの抗癌活性、抗肥満活性、抗糖尿活性などの生理活性について解説した。特に、抗肥満活性に関しては、そのメカニズムについても詳細に検討しており、またフコキサンチンの抗肥満効果の活性部位が水酸基を有するアレン構造にあることも明らかにしている。フコキサンチンは有望な生理活性色素であると感じ、非常に期待される素材と思った。

今回のシンポジウムは、藻類・微細藻類の有している色素が、単に「色」としてだけでなく、いろいろな生理活性があることを改めて気づかせてくれ、大変興味深い内容であった。また、藻類・微細藻類は色素以外にも多くの物質が生理活性ソースとして期待されており、さらに研究が進んでいくだろうと思った。

## (5) 魚介類免疫研究とその未来像

近藤 秀裕 (東京海洋大学ゲノム科学講座)

本シンポジウムは、大会2日目の午後のセッションにて行われた。合計8題の発表があり、前



半 5 題は魚類の自然免疫および獲得免疫に関する近年の研究について、後半 3 題は近年研究の進展が著しい無脊椎動物の免疫系について発表がなされた。「免疫」というキーワードのもと、非常に多くの研究対象生物について、幅広い研究分野の報告があり、同時間帯に行われていた他のセッションよりも長いシンポジウムであったにもかかわらず、活発な議論もあり充実した内容であった。

ポストゲノム時代に入り、いくつかの魚種でゲノム配列が決定したことや、数多くの魚種を対象として **expressed sequence tag** 解析が行われたことにより、魚類も哺乳類のものと同じような免疫系の分子をもつことが明らかとなってきた。とくに獲得免疫系に関わる細胞の機能については、近年魚類においても細胞表面マーカー分子の同定がなされたことにより研究が著しい進展した。このような獲得免疫系の細胞の機能のうち、とくに細胞障害性 T リンパ球と呼ばれる細胞群の機能について日本大学の中西先生より講演いただいた。また、魚類は哺乳類のものと同様の免疫系に関わる分子をもつものの、四肢動物と魚類との分岐のあとに生じた染色体の倍加により哺乳類のもの比べて各分子ファミリーの遺伝子数が多い場合がある。さらに、増えた遺伝子がそれぞれ異なる機能を持つ場合もある。このような事例として、魚類の補体分子群、サイトカイン分子群、および Toll 様受容体に関する最近の研究の進展について、九州大学の中尾先生、宮崎大学の酒井先生ならびに東京海洋大学の青木先生にそれぞれご講演いただいた。また、魚類は哺乳類とは異なり免疫グロブリン A、E および G といった遺伝子をもたないことから、いわゆるクラススイッチと呼ばれる免疫グロブリン重鎖遺伝子の再編成がおこらない点で特徴的である。魚類の免疫グロブリン遺伝子の発現調節機構について Gyeonsang 大学の引間先生よりご講演いただいた。

一方、無脊椎動物は獲得免疫系をもたないことから、これまで免疫研究の対象としては扱われてきていなかった。しかしながら近年、線虫やショウジョウバエといったモデル生物において自然免疫系の重要性が示唆されるようになってきた。海産無脊椎動物のなかでも、クルマエビ類は産業上重要な生物種であること、RNA 阻害を用いた遺伝子ノックダウンが容易であることなどから近年研究が進んでいる。クルマエビの免疫に関する最近の研究成果について、東京海洋大学の廣野先生にご講演いただいた。クルマエビ類の場合と同様にカキも世界的な消費量が多く、近年多数の研究成果が報告されてきている。最近、カキにおいて同定された新奇のパターン認識受容体について、東北大学の伊藤先生にご報告いただき、生体防御に関わるパターン認識受容体が寄生虫の感染門戸となるユニークな例について東京大学の田角先生にご紹介いただいた。

## 5. 一般講演の印象

### (1) セッション 1 天然物化学・未利用資源

小林 正美（筑波大学・応用理工学類・物質工学系）

本セッションは 1 日目の受賞講演の後に行われた。受賞講演が少しのびたため、開始時刻が遅

れた。受賞講演と一般講演の間に、10分ほどのブレイクを挟んだほうがよいかもしれない。

本セッションでは10題の講演があった。筑波大・京大グループは、アカリオクロリスにおけるクロロフィル *d* の生合成経路解明の一助として、酵素パパイニンによるクロロフィル *a* → *d* 変換および、それに伴う水溶性クロロフィルの生成について講演した(2題)。実験室では非常に困難な反応を、汎用な酵素がいとも簡単に実現してしまうことに、自然の偉大さを感じた。山口大の発表は、養殖スサビノリの色合いに関する発表で、摘む時期によって海苔の品質・色合いが大きく異なることに驚かされた。スーパーなどで購入する時に役立ちそうである。東大の発表(2題)は、ある渦鞭毛藻が生産するポリエーテルおよびポリエンポリオールに関するもので、その構造解析と生物活性に言及した。陸棲生物の二次代謝には見られない、不思議な化学構造に目を奪われた。横浜市立大・麻布大グループは、ムラサキガイなどの海産無脊椎動物由来レクチンの糖鎖に関する研究報告を行い、フロンタルアフィニティクロマトグラフィー技術により、海産レクチンの糖鎖結合パターンの分類と、特異性に応じたレクチンの利用が可能であることを示した。東京海洋大・沖縄県衛生環境研は、ハブクラゲの刺胞や触手に、蛋白質毒素以外に、ステロイドなどの種々の生理活性物質が存在することを講演した。これらの詳細な構造とその作用についての今後の研究が興味深い。東京海洋大・山野美容芸術短大のグループは、優れた生理活性が期待される DNA 結合型リゾホスファチジルセリン(DHA-LPS)を、イカ由来のリン脂質から効率よく合成する方法を検討し、約7%の収率に達したことを報告した。今後の更なる効率の向上と安全性の確立が待たれる。静岡県立大は、海洋由来の微生物が産出する新規な DPPH ラジカル捕捉物質の研究を行い、6種の構造を同定し、そのうちの2種が新規化合物であることを明らかにした。この微生物が何故このように多種のラジカル捕捉物質を生合成しているのか、今後の進展が楽しみである。このセッション最後の講演は韓国の大学グループの発表で、CM-chitin の合成とその生理活性であった。発表は流暢な日本語で分かり易かったが、講演時間が倍近くかかってしまったのが惜まれる。

## (2) セッション2 環境・環境適応

宮下 英明(京都大学大学院人間・環境学研究科)

環境・環境応答のセッションでは、マリンバイオテクノロジー学会の研究発表にふさわしく、多岐にわたる分野から4題の発表が行われた。まず、中央水研・山下らによって、マグロ類におけるヤケ肉発現のメカニズムについて、ストレス試験によって得たヤケ肉の生化学分析から、ヤケ肉の原因には、高水温条件の他に、栄養状態、生理状態、ストレス条件などが関与する可能性について指摘された。2題目には、高知大・深見らによって、サンゴの白化原因の1つとして、サンゴの共生藻に殺滅効果をもつ細菌による白化誘導の可能性が指摘された。3題目には、岡山大学・高橋らによって緑藻クラミドモナスが変動する光環境下で光化学系 I の光捕集系の構造を変化させ、光合成電子伝達効率を最適化していることが提案された。さらに、4題目には、東京薬

科大・高塚らによって円石藻 *Pleurochrysis haptonemofera* の脱灰細胞を様々な無機塩濃度下で培養した際の、再石化過程にみられる遺伝子発現挙動について報告された。本大会における環境・環境適応セッションは、生物にみられる様々な応答現象を、生化学、生理学、分子遺伝学、微生物学レベルでそれぞれ検討した興味深いセッションであったとともに、会場からも活発な質問が行われ、また、討議が行われた。

### (3) セッション3 エネルギー（特別講演を含む）

竹山 春子（早稲田大学先進理工学部）

バイオマスからの燃料の生産は現在非常に注目を集めている。バイオマス資源をどこに求めるか。日本は食料と競合しない廃棄物を利用する方針で研究が精力的に進められているが、陸上のバイオマスを利用したものがほとんどであった。そんな中で最近、海洋バイオマスも注目され始めている。そこで本セッションでは、海洋バイオマスからの燃料生産に関するトピックスを中心に5件発表をしていただいた。特別講演としては神戸大学の近藤先生から「バイオマスからの燃料・化学品生産-水生バイオマスへの期待-」という演題でお話しいただいた。近藤先生は木材バイオマスからのエタノール生産の大型研究を産官学連携で精力的に進められている。バイオリファイナリーの観点からのバイオ燃料生産の概念ともう一つの大きな可能性を秘める水性バイオマスに関してもお話しいただいた。微細藻類を用いた事業を展開しているヤマハ発動機の佐藤様からは、微細藻類の培養とそこからの有用物質生産事業に関する話を、海洋シアノバクテリアによる水素生産に関しては櫻井先生（神奈川大、早稲田大）から、海洋微細藻類からのバイオディーゼル生産について杉山様（東京農工大）、微細藻類からのオイル生産の可能性について岡村先生（早稲田大学）からそれぞれご発表いただいた。微細藻類からの発表が中心であった。海洋バイオマスからの燃料生産はまだ日本では研究段階であるが、今後の発展が期待された。会場は満席となる状態であったことから、この分野における興味が高いことがうかがわれた。

### (4) セッション4 魚介類（特別講演を含む）

近藤 秀裕（東京海洋大学ゲノム科学講座）

本セッションでは、特別講演2題を含む10題の発表があった。一般講演では、魚類を対象とした研究成果が6題、エチゼンクラゲを対象としたものが1題、クルマエビを対象としたものが1題発表された。研究対象生物種が多様であるのみならず、その研究内容も、遺伝子配列情報を利用した系統解析の応用から稚子魚や成魚のストレス応答や成体防御に関する研究、さらにはクルマエビにみられた新規のゲノムの構造に関する話題まで幅広いものであった。

一方、特別講演では、浅川秀一先生（東大院農・慶応大）ならびに清水信義先生（慶應大・長浜バイオ大学）に、それぞれ「水圏生物のゲノム解析と今後の展望」ならびに「魚介類バイオテ

クノロジー研究とその未来像」の題目でご講演いただいた。浅川先生には、これまで先生が携わってきたヒトゲノムならびにメダカゲノム解析について、その手法に関する概要と、今後の水圏生物ゲノム研究の方向性についてお話いただいた。清水先生には、今後魚介類バイオテクノロジーを発展させていくために、ゲノム配列情報を利用し、「ゲノミクス」「トランスクリプトミクス」「プロテオミクス」といったいわゆるオミックス研究を網羅的に展開していくことの重要性についてお話をいただいた。残念ながら、今回の一般講演では、このようなオミックス的な研究成果は少なかったように感じられたが、今後魚介類バイオテクノロジーをさらに発展させるためにも、今回の特別講演は非常に有意義なものであった。

## (5) セッション5 微生物

丸山 正 (独立行政法人海洋研究開発機構)

微生物の一般講演では9題の講演が行われた。

初めに中央水産研究所の斎藤により、深海性で共生細菌を有するシンカイヒバリガイには新奇な不飽和脂肪酸の存在が報告された。これらは共生細菌に由来すると考えられるが、深海では多くの共生二枚貝や無脊椎動物が生息することから、今後も脂肪酸の分析からは新しいものが見出される可能性が感じられた。また、東京海洋大の関口らにより日本海溝という深い海からも生分解性プラスチックの分解細菌の存在が報告された。生分解性プラスチックの利用が進むなかで、深海でも分解菌が生育していることが示されたことは、今後の生分解性プラスチックの利用の上でも意義が深いように思われた。東京海洋大の春成らは、あまり調べられていない海洋性の放線菌で抗炎症作用が期待されるヒアルロニダーゼ阻害物質(HI)を探索し、底生生物には放線菌が多く見出され、その中の約12%からHI活性を見出していた。今後海洋放線菌の探索が重要になると思われる。(株)ティーエスアイの桜庭らは海洋性糸状菌のチロシナーゼ阻害物質の生産条件を検討し、植物由来ペプチドを窒素源に用いると、生産性が向上することを報告した。実際に食品分野で利用するための基礎になると思われた。JAMSTECの秦田らは、深海微生物からラムダカラギナーゼなど、複数の新奇で面白い酵素が沢山見出されたことを報告し、深海微生物から新奇酵素が見出される可能性が高いことを示した。このようなアプローチはまだ少ないことから、今後発展が望まれる。

テクノスルガラボの西島らは、深海カイメンにも硫黄酸化細菌が共生している可能性を報告した。深海カイメンはあまりまだ研究されていないことから、その倍テクノロジーも含めた研究が望まれる。JAMSTECの吉田らは深海二枚貝のシマイシロウリガイの共生細菌のゲノム情報に基づいて、硫黄酸化の代謝系を推定し、その遺伝子発現から、どの代謝系が動いているかを推定し報告した。その結果、幾つかの硫黄酸化系が考えられるが、それらは皆発現し、動いているとのことであった。今後、ゲノム情報に基づくこのような研究はゲノム研究の進展と相俟って多くなると思われる。続いてJAMSTECの本郷らは、やはりシマイシロウリガイの共生細菌が共生して

いる鰓組織で特異的に発現しているタンパク質を同定し、それが炭酸脱水酵素であることを報告した。共生における二酸化炭素固定で重要な役割をしていると思われ、今後共生機構におけるこのようなタンパク質の機能が明らかになると予感された。最後に、中央水研の松島らは海洋細菌で海藻分解活性のある *Pseudoalteromonas atlantica* において、アルギン酸リアーゼ遺伝子 (alyA) の破壊株を作製し、alyA 遺伝子の重要性を調べたが、興味深いことに、この遺伝子を破壊してもアルギン酸の資化は起こることから、この酵素以外にアルギン酸資化に必要な別の遺伝子があることが判明した。

今回は9題のうち、5題が深海に関係していたことが特徴的であった。また、内容的には、遺伝子破壊による代謝（アルギン酸資化）の影響から、共生系における脂肪酸分析、有用酵素の探索から共生機構の解析まで、大変広い分野に広がっていた。それぞれ面白い内容を含んでおり、今後は、シンポジウムなどで、深海微生物からのバイオテクノロジーの可能性や、共生など、さらに海洋微生物の利用などというようなテーマでシンポジウムなども考えられると思われた。

## (6) セッション6 バイオミネラリゼーション

長澤 寛道（東京大学大学院農学生命科学研究科）

本セッションの口頭発表は全部で7題であった。取り扱った対象としては、バクテリア1題、円石藻2題、貝殻3題、甲殻類1題であった。阪口（広島県立大）は、ホタテガイの中腸腺から分離した2種類の亜セレン酸還元菌を利用したセレンの処理方法について、基礎から応用の可能性まで検討した。白岩（筑波大）は円石藻 *Emiliania huxleyi* のリン酸塩濃度によるココリス多糖と中性糖の生合成のスイッチングを、猿渡（東大）は *Pleorochrysis carterae* のココリスの結晶学的解析からココリス形成のメカニズムに関する仮説を提出した。高木（近畿大）はアコヤガイの稜柱層特異的ペプチドのリン酸化の解析を行い、西田（麻布大）はアコヤガイの外套膜の初代培養を試み、5ヶ月までの培養に成功した。長澤（東大）は甲殻類の外骨格の基質タンパクのうちの一つがキチンと共有結合している可能性を示した。演題数は7題と少なかったが、多様な生物のバイオミネラリゼーションの現象解明に生化学、分子生物学、生理学、細胞生物学、鉱物結晶学などの観点から多面的な取組みが紹介され、この研究分野の学際性を再認識させられた。バイオミネラリゼーションのセッションが設けられているのはこの学会が唯一と考えられるので、本分野を継続発展させるためにここでの情報交換を大事にしていくことが望まれる。聴衆は30名程度であった。なお、関連のポスター3題の発表もあった。

## (7) セッション7 微細藻

白岩 善博（筑波大学大学院生命環境科学研究科）

本大会における微細藻類関連の研究発表は、シンポジウム5セッション中3、口頭発表8セッ

セッション中 4、ポスター発表 8 分野中 3 において含まれており、合計 43 課題の発表があった。内訳は、口頭発表が 31 課題、シンポジウムが 12 課題であった。本大会における合計の演題は 149 課題（基調講演、受賞講演を除き、シンポジウム 29 課題、一般口頭発表 65 課題、ポスター発表 55 課題）であり、そのうちの約 29%を占めることになる。これらのことは、微細藻類がマリンバイオテクノロジーにおいて重要な研究および技術開発材料としての有用性が高いことにより、多くの研究者が研究対象としていることを示すものである。

微細藻類の口頭発表のセッションでは、カキの稚貝の養殖に有用なハプト藻類 *Pavlova* の餌料としての適用性評価、ペラゴ藻 *Sarcinocrisis* の化粧品材料としての有用性の評価、珪藻 *Chaetoceros* の細菌制御活性検証、珪藻 *Thalassiosira* による  $\beta$ -キチン生成、ハプト植物円石藻 *Emiliania* のセレのプロテインの解析、ハプト植物円石藻 *Emiliania* における新規光合成初期炭素代謝経路の発見、新奇ピングイオ藻 *Pinguiochrysis* の発見、藻類感染性ウイルスプロモーターを用いた珪藻 *Chaetoceros* と *Phaeodactylum* の形質転換系の確立に関する 8 課題の発表があった。いずれの発表もユニークな研究であったが、特に、わずか 8 件の発表課題中に 8 種の微細藻類、しかも全てが真核藻類で二次共生生物であること、さらに培養により増殖や物質生産能をほぼ確立した藻類株であるということは、世界広しといえども本マリンバイオテクノロジー学会大会でしかあり得ない特徴的な成果発表である。この意味で、本学会大会の意義は非常に大きいものと思われ、この研究対象生物と研究内容の多彩さを今後も維持し、本学会ならではの特徴をさらに強調していくべきであろう。

尚、各セッションにおける微細藻類関連課題の分布は以下の通りである。一般発表課題数（口頭発表数/ポスター発表数）：天然物化学 4（4/0）、環境 11（7/4）、微生物 1（0/1）、バイオミネラルリゼーション 5（5/0）、微細藻類 13（8/5）。シンポジウム（微細藻類関連課題数/セッションでの全課題数）：微細藻 5/5、水圏生物を利用したバイオエネルギー生産 2/5、藻類・微細藻類由来の生理活性色素 2/5。

## (8) セッション 8 海藻・付着生物

堀 貫治（広島大学大学院生物圏科学研究科）

海藻関係 3 題（ポスター発表 1 題を含む）と付着生物関係 2 題（ポスター発表 1 題を含む）の発表があった。

海藻関係では、1) 熊本大グループ（発表者：東 佑弥）は紅藻スサビノリの重金属過剰によるストレス応答機構の解析結果を報告した。銅の過剰存在下で起こる培養藻体の退色はフィコビリソームの分解と 1 種類のプロテアーゼ・シャペロン遺伝子 (*C1bB*) の発現増大を伴うことを見だし、退色機構との関連性を推論した。今後の進展を期待したい。2) 北大グループ（発表者：遠藤 博寿）はスサビノリを海洋モデル植物と位置づけ、そのオルガネラ（葉緑体とミトコンドリア）ゲノムの遺伝様式に関する解析結果を報告した。両オルガネラについて、緑色変異株—（紅

色) 野生株間を区別する CAPS マーカーを用いて異形質親株間の交雑体 (糸状体) の遺伝様式を調べ、スサビノリにおけるオルガネラゲノムは母性遺伝によると結論した。藻類分子遺伝学にとって有益な知見である。3) 産技研 (四国) グループ (発表者: 垣田 浩孝) は、アルギン酸ゲルの強度は用いるアルギン酸ナトリウムの粘度に依存するとの応用性の高い結果を報告した。

付着生物関係では、1) NITE・DOB・神戸大グループ (発表者: 紙野 圭) はフジツボ水中接着蛋白質の固相化タグとしての新規利用の可能性を提案した。接着対象 (素材) を異にする2種類の接着蛋白質 (cp20k と 19k) を直列に配置した融合組換え体 (cp20k/19k) の接着能を各種電顕で観察し、19k が基盤に接着し、cp20k が溶液側に露出して金属粒子を接着すると報告した。本結果の応用が期待される。2) 石巻専修大グループ (発表者: 秦 正弘) は付着生物ムラサキインコガイの閉鎖的領域 (港内) での貴重な生態調査結果を報告した。

#### 紅藻スサビノリの重金属過剰に対するストレス応答機構の解析

熊本大グループ (発表者: 東 佑弥)

スサビノリを高濃度の銅存在下で培養すると光合成アンテナ装置フィコビリソームは分解し退色する。分解過程を明らかにするために、各種葉緑体型プロテアーゼ・シャペロン遺伝子の銅に対する発言応答を調べる。

- ・フィコビルン遺伝子の発現が著しく低下
- ・葉緑体ゲノムの4種類のプロテアーゼ・シャペロン遺伝子の発言は変化しない
- ・核ゲノムの葉緑体局在型と推定される7種類プロテアーゼ・シャペロン遺伝子のうち、*ClpB* 遺伝子のみが銅添加により著しい発言増大
- ・*ClpB* 遺伝子は酵母や細菌においては、蛋白質の再生に関与する
- ・スサビノリでは、銅によるフィコビリソーム分解の初期過程では、変性蛋白質の再生のために *ClpB* が活性化される?

#### 海産紅藻スサビノリにおけるオルガネラゲノムの遺伝様式

北大グループ (発表者: 遠藤 博寿)

海洋のモデル植物であるスサビノリのオルガネラ (葉緑体・ミトコンドリア) に関する基礎的知見を得ることを目的とし、遺伝様式を分子遺伝学的手法を用いて解明する。

両オルガネラに関して、緑色変異株と野生株の両株間を区別できる CAPS マーカーの作出を行った。葉緑体: 遺伝子 *carA* を *ApaL1* で、ミトコンドリア: *rps11* と *rns* 間のスペーサー領域を *DraI* で消化したとき、多型を確認。

それぞれの形質を有する雌雄親株の交雑後の糸状体で上記マーカーを適用し、交雑体オルガネラの遺伝様式を調べる。

- ・44個の糸状体を解析: 38個のコロニーは母性遺伝
- ・スサビノリにおけるオルガネラゲノムは母性遺伝すると結論づけた。

フジツボ水中接着蛋白質の固相化タグとしての利用

NITE・DOB・神戸大グループ（発表者：紙野 圭）

甲殻類フジツボは二枚貝イガイとは異なる水中接着分子システムを有する。互いに接着対象（素材）が異なる2種類の接着蛋白質を直列に配置した融合組換え蛋白質（cp20k/19k）の接着能を各種電顕（QCM-D, AFM, SEM）を用いて観察した。

19k が基盤に接着し、cp20k は溶液側に露出して金属微粒子を接着する。

海産由来アルギン酸ゲルの物性とその利用

産技研グループ（発表者：垣田 浩孝）

アルギン酸ゲル（2価金属イオン存在下）の強度は、アルギン酸ナトリウム（1価粘ちょう液）の粘度に依存する。

ムラサキインコガイの生息場を考える

石巻専修大グループ（発表者：秦 正弘）

## (9) セッション9 マリンゲノム

岡村 好子（早稲田大学理工学術院大学院先進理工学研究科）

本セッションでは、6件の発表が行われた。このうち、メタゲノムをターゲットとする発表が4件あり、またメタゲノムから微量・希少ターゲットを取得する方法論に関する発表が3件あった。優先的にターゲットにアプローチする手法で解析を容易にすることで、これまで遺伝子分離源として有用と認識されながらもパワースクリーニングを必須とする敷居の高いメタゲノムが、いよいよ身近になってきた感じがした。優占種におけるPCRバイアスを回避し、非優占種をクローズアップするため、フローサイトメーターを用いてサイズ分画する有効性(早稲田大・東京農工大グループ)や、微量ターゲットをマルチコピー化することでPCRバイアスを回避・選択的遺伝子増幅する有効性(早稲田大他)、水平伝播による有用機能遺伝子の授受に着目した共通プライマーの設計の有効性(産総研)などが紹介された。また東京農工大学・早稲田大学のグループによる耐塩性遺伝子の報告では、既知遺伝子と相同性を示しながらも全く別の機能を発揮する例が示され、表現型によるスクリーニングが重要であることも再認識された。さらに、クロマグロの種苗魚ミトコンドリアDループに存在する天然魚にはみられない配列を標識として、栽培漁業をコントロールする実際的な手法について提案がなされた発表(ジェノテックス)もあった。最後に、発光細菌のルシフェラーゼと相互作用する蛍光タンパク質の構造解析し、ルシフェラーゼとのドッキングシミュレーションから発光変調を説明した報告(東京農工大学)がなされ、インフォマティクスパワーの発展も同時に感じたセッションであった。



## 6. ポスター発表の印象

橘 和夫（東京大学理学系研究科）

今大会では 55 件のポスター発表がなされ、過去の資料を調べたわけではないが例年よりも多かったように思える。近年の高性能印刷装置の普及により、光沢紙一枚にカラー印刷しビジュアル効果を狙ったものが目立ったが、筆者の個人的感想では、フォントサイズなどがモノトーン化した結果逆に何を意図した研究で結論が何かは分かりにくくなっている傾向に思える。特に質の高い研究成果の発表に関しては、レイアウトの際でのメリハリの工夫が望まれる。会場は入り口を入った参加登録受け付けのすぐ奥でアクセス容易な場所であったが、2 日目の午後に設定された発表者登壇のセッションでも活発に討論されていたポスターは多かったとは言い難く、見栄えのするポスターが必ずしも一目で分かりやすいとは言えないことを反映しているのではなかろうか。なお、韓国の参加者により数件のポスターが掲示されたが、恐らく帰国便の都合により遅くとも上記セッションの後半にははがされており、筆者に関しては質疑応答の機会がなかった。これらに関連すると思える口頭発表を聞いた限りでは質の高い研究成果に関するものが多かったと思われる、この点に関しては残念であった。

なお、本大会実行委員会が指名した審査員の投票結果が大会終了直前に集計発表され、以下の 5 件がポスター賞を受賞した。最後まで残っていた参加者のみによるイベントであったが、この授賞式は閉会式に相当するものとして盛り上がったように思える。

ポスター賞受賞発表：

- ・ 武本裕樹（東京海洋大）他、海洋環境からのケラチナーゼ生産好熱菌の分離と諸性状
- ・ 田中公（東京農工大）他、海洋細菌 JPCMB0017 株の色素増強変異株の解析
- ・ 大野将人（東京海洋大ヘルスフード科学）他、ヒジキ抽出物の骨粗鬆症予防作用
- ・ 中井亮佑（広島大生物圏）他、深海熱水ナノバクテリアの 454 メタゲノム解析
- ・ 馬場将人（筑波大生命環境）他、緑藻に保存された高 CO<sub>2</sub> 誘導性遺伝子 H43 のプロモーター解析