

## 論壇

### 新種ワムシの命名で考えたこと

萩原 篤志

長崎大学 大学院水産・環境科学総合研究科 研究科長・教授

国際「ワムシ」シンポジウムという小さな研究集会が3年ごとに開催されている。ワムシは輪形動物門の生物の総称で、約2000種が知られ、多くが淡水に生息している。今年9月、チェコの南ボヘミア大学で第14回の集会が開かれた。その最終日のセッションでは、長年にわたって分類研究が行われてきたシオミズボワムシが12種以上から成る複合種であることを10名の分類学者が連名で発表した。そして今回、そのうち5種が新種として報告され、種小名がそれぞれ提案された。私はあまり物事に動じない性格だと思っていたが、その中の1種に *hagiwarai* という学名を付けたいという提案がなされ、会場から万雷の拍手が起こったときには、すっかり気が動転してしまった。生物分類は門外漢で、自分の名前が種小名になるとは考えたこともなかったが、実際に名前が付いてみると正直なところ大変嬉しい。しかし、そのような幸運に恵まれたのは運だけではなく、実は先人達の研究活動に負うところが大きかった。これについて述べてみたい。

国際「ワムシ」シンポジウムでは、世界中の輪虫類の研究者が一堂に会して、1週間寝食を共にし、情報やアイデアを日夜にわたって交換する。大学院生を含めても100名程度の小さな集会である。また、そのような小さな分野だからこそ、少ない研究者でできるだけ多くの成果を上げられるよう、活発な共同研究を行い、連携体制の整備をしっかりと整えている。最近の国内のアカデミアを取り巻く環境には、「研究者間や大学間の競争を促進して世界最高水準の研究成果の創出を目指す」といった表現が溢れているが、競争ではなく、協調によって互いに高いレベルを目指し、国境を越えて若手を育て、大きなことを成し遂げようとする研究の世界がここにはある。

ワムシは漢字では輪虫、英語では *rotifer* と書く。体を回転させながら泳ぐのでその名前が付いた。地球上に広く分布している生き物だが、大きさが数十ミクロンから1ミリ程度なので、人目につくことはほとんどない。我々の研究仲間は *rotifer family* と自称し、相手が大物研究者であってもファーストネームで呼び合い、文字通り家族的な付き合いを行っている。私は、ポスドクを終えて長崎大に助手として赴任したばかりの頃に開催された、第5回集会から毎回参加している。思い返せば27年間にわたって、自分の研究の方向性を左右して

きた集会である。全ての研究者が集まるのは3年に一回だが、共同研究を実施している研究者間での往来はさらに活発である。多くの研究者が長崎大学に滞在したし、私もあちこちを訪問した。スペインやドイツの研究室に滞在したときには、すぐにヨーロッパ内で噂が広まり、イタリアやノルウェーの研究者から、どうしてこちらに寄らないのだと真剣に怒られたりもした。

私の専門の水産学には、餌料生物学という分野がある。海や湖沼に生息する動物が何を食べて生活しているかは、陸上の動物と違って直接観察することが難しい場合も多いので、それ自体が研究の対象になる。また、魚介類の幼生期には、人工的な配合飼料での飼育が困難で、生きているプランクトンを給餌しないと飼育できない種類が多い。淡水に生息する魚よりも、海に生息する魚にその傾向が強く、どのようなメニューで生きている餌を与えたら良いのかが研究の対象になってきた。私も、前述のワムシの他、ミジンコやカイアシ類、仔魚期の魚を含めた動物プランクトンを対象として、それらの生物機能についての基礎的な研究と、水産の餌料生物学の分野のほか、環境毒性評価等の応用分野の研究を行ってきた。

天然で仔魚が摂餌の対象とするのは、甲殻類プランクトンや二枚貝の幼生などである。これらは高密度での培養が難しく、周年にわたり安定的に供給できないから、栽培漁業で目標とするような万単位以上で稚魚を育てようとする目的には使えない。今から60年前、三重県立大学(現三重大学)の伊藤隆先生が、シオミズツボワムシという汽水性のワムシ類を生まれたばかりの仔魚期の海産魚が活発に摂餌し、餌料として機能することを世界で最初に見出した。その後の国内各所での研究で、本種が環境の変化に強く、雌単独の単性生殖を行うので、高密度で量産培養できることが明らかになった。その経緯にも興味深い話は多いが、他で紹介しているのでここでは触れないでおく(文献1)。伊藤先生によるワムシの発見以後、一機関あたり10万尾以上の稚魚を生産することが可能になった。第二次大戦後日本が急速に経済発展し、技術面では欧米から「コピー」ばかりで独創性がないと批判された時代にあって、人為下でのワムシ培養とこれを用いた海産魚の仔魚量産技術の開発は、日本が世界に先駆けて成功し、欧米やアジアに広めてきた技術である。そして、それまで成魚だけを対象にしてきた魚の栄養学の研究分野が仔魚にも拡大し、ワムシをマイクロカプセルとみなして多様な化学組成のワムシを作出し、仔魚への作用を明らかにした。例えばDHAやEPAが海産魚の必須脂肪酸であるという大きな発見がなされたのも40年ほど前のことである。この分野では、東京水産大学(現、東京海洋大)、鹿児島大、高知大、九州大を中心に活発な研究が行われた。外国で餌料生物学

たとえば、多くが栄養学の研究分野である。また、鹿児島大学の金沢昭夫先生は、生物餌料の一部に置き換わる物としていち早く微粒子配合飼料の開発研究に取り組み、その後世界中の多くの研究を導く源流を築いた。

同じ頃、生産現場の技術者達は、ワムシには0.3mm くらいの比較的大型のものと、0.2mm くらいの小型のものがいて、魚の口の大きさによって、これらのワムシを使い分けると良いことに気がついた。それぞれL型ワムシ、S型ワムシと呼ばれていたが(図1)、これらの大きさと形の違いが、種の違いによるものであるとする説や、季節的な形態輪廻であるという説が飛び交い、年に2回開催される日本水産学会などでも活発な論議が行われた。1980年代の後半になって、長崎大の平山和次先生らがワムシの形態の数理的解析とアイソザイム分析、染色体の核型分析を行い、L型ワムシとS型ワムシは遺伝的に大きく異なることを明らかにした。



図1 シオミズツボワムシの形態変異(左から、L型、S型、SS型ワムシ).  
Scale=100 $\mu$ m

私は院生の頃、東京大学農学部の平野礼次郎先生や日野明德先生の御指導の下にワムシの休眠現象を対象とした研究を行い、学位取得後はアメリカでポストドク生活を送っていたが、その後助手として、前述の長崎大の平山研究室に加わり、新たに熱帯産のSS型ワムシと呼ばれる超小型のグループも遺伝的に異なることを明らかにした(図1)。また、ワムシの株間で、至適な培養環境が異なり、悪環境に対する耐性も違っていること、仔魚にとっての捕食しやすさと関係するワムシの行動(ワムシは泳いだり物に付着したりする)も株の間で多様であることなどを明らかにした。このような成果を挙げて、私たちは水産学として、十分な基礎知見を与えたと思っていたし、国内の水産学会や水産関係の

機関の講演会などを通じて、大学や水産増養殖の現場の研究者にも満足していただいたと思う。しかし、国際ワムシ学会で出会った研究者たちの念頭には水産学はなく、彼らの専門は陸水学や水界生態学、進化生物学、分類学等々であった。水産学で明らかになったワムシの特性を知った彼らの反応は、ワムシが進化や種分化の研究モデルとして絶好の対象であるというものであった。私たちは多くのワムシ株をクローンで確立し、培養株を保有していたので、あちこちから共同研究のオファーが殺到した。研究の終わりだと思っていたことが、実はその後の長い研究の始まりだったのである。

アメリカのジョージア工科大の **Terry Snell** 先生とは、ワムシの生殖的隔離について徹底的に研究した。学生の頃に学んだ **Ernst Mayer** の生物学的種概念の世界に浸った。ワムシの一生は 7-10 日で、個体レベルでの培養技法も確立していたので、飼育実験が順調に実施できる。そこで、株間の遺伝的な違いがどのようなものか、雄と雌の交尾行動の進行度や、交尾を完了した場合には受精の有無、受精卵が形成された場合には孵化の有無について、同株間、異株間で詳細に検討した。さらに、ワムシの性フェロモンは **29kDa** の糖タンパクで雌ワムシの繊毛部（ワムシは繊毛運動で遊泳と摂餌を行う）に分布していること、雄は繊毛部にリセプターをもっており、雌の繊毛部に接触して相手を認識すると交尾を開始することがすることが分かったので、これを応用したアッセイへと展開した。例えば、雌の性フェロモンを雄が認識できるかどうかを株間で比較したり、あるワムシ株から作出した性フェロモンの抗体を、他のワムシ株の雌の繊毛冠（性フェロモン）に反応させて結合度を求めたりして、生殖隔離の度合いを実際の生物の生活史の中で、生きた状態で確認した。その結果、従来シオミズツボワムシと呼ばれてきた種類には、前述の **L**、**S**、**SS** という形態から区別される 3 種のみならず、遺伝的にさらに多くの種類から構成されているらしいことが分かってきた。**Snell** 氏との共同研究はその後も続き、スペイン・バレンシア大学生態学研究所教授の **Manuel Serra** 氏や、米国・ウッズホール海洋研究所（米国）研究員の **David Mark Welch** 氏らを巻き込んで、塩基配列をもとにした分子系統学的な分類研究に繋がった。また、韓国の成均館大学教授の **Jae-Seong Lee** 氏らからは、いろいろなワムシ種の全ゲノム解析を共同で行おうとのオファーを受け、これにも取り組んでいる。前述の新種の報告が行われたのは、これらの研究の一つの集大成である。

私は 1988 年に長崎大学に赴任した。大都市の大学ではなく、海で囲まれ、日本屈指の水産県である長崎の大学で職を得たことは、海や養殖の現場でフィー

ルド研究を志す立場として、大変な幸運だったと思っている。その後、長崎での教育や研究活動でも学内や地元の多くの方々の協力を得たり引き立てていただいたりしたことも大きな力になった。

最近、管理業務にも就くようになり、2013年から大学本部の副学長として2年間、研究推進担当と国際交流担当の任にあたった。今年4月からは、所属研究科の部局長を勤めている。これらの活動の中で、学内教職員を対象とした研究推進や国際化の提言作りにも携わり、国際共同研究や国際共著論文の重要性、学生や若手研究者の国際交流の推進の重要性を教職員に対して強調した。その一方、論文の質や量、国際化の数値だけで教員や機関の評価を行おうとする方向性に違和感を感じていた。優れた研究活動の背後には、高い資質を持った研究者を集め、自由で豊かな発想をもつ研究者を育てる土壌があることが重要で、そこに大学の本質があると思うからである。

私は、15年ほど前から日本技術者教育認定機構（JABEE）関連の業務に就いたことも有り、大学の質保障や評価に関わる業務にも長年の経験がある。しかし、それらは大学サイドによる *documentation* を元にした一面からの評価に過ぎず、大学の活動全体を数値や指標値だけで網羅することは不可能である。その背後にある、大学人や学生達の生身の人間の心の繋がりとその活動の長い年月にわたる積み重ね、社会との関わり合いこそが本来の大学組織を形成している。それを側面で切り取ってデータ化したものを我々は評価しているに過ぎない。大学や教員の活動を発表論文の質や量、国際化の状況等を数値化することで、一面からの評価はできても、それが全てではない。評価の結果がネガティブなものであったとしても、鼓舞激励に繋げることが重要である。

近年では、他国に比して日本の大学の研究力や国際競争力の低下が目立ち、その主な原因として法人化に伴う運営費交付金の削減が挙げられている。残念なことに、その影響は、我々の中規模地方大学の教育研究の現場では特に深刻で、最近の我々の教育や研究を取り巻く環境は、暗雲だけが次々にやってくるような状況で、晴れ間に青空がのぞくことが少なくなった。これまでの水産学の進歩を振り返れば、地方国立大学の教員として活動した多くの先人達の研究活動や、人材育成の面で果たしてきた役割は極めて大であり、国民も生活の中でその恩恵に大きく預かってきた。安全で美味しい魚をいつでも食べることができるとをあたりまえのこととして捉えるのか、それを可能にした先人達への敬意を念頭にもつのか、両者の考え方の間には大きな隔たりがあろう。これは水産学だけでなく、おそらく農学全体においても事情は同じではないだろうか。国立大学の活動や在り方について、欠点を並べて、過去の大学を否定するので

はなく、社会に貢献してきた多くの事実を高く評価しようとする歴史観や、先人の活動に尊敬と感謝する念を、まず政策決定者たちが率先して持つべきであろう。ところが現実には逆の方向に進んでいるようである。

話が元に戻るが、新種のワムシに私の名前を付けてくれたのは、外国の進化生態学者たちが、日本の水産学への敬意をこめて行ってくれたことである。日本の水産学の先人達がワムシを対象とした日夜を分かたぬ飼育研究を通じて、その生活史を解明し、人為的な生活史コントロールを可能にし、稚魚の量産実現へと導いた。それらの研究成果が、進化生態学を専門とする世界の研究者たちに感銘を与え、さらに深化した研究へと繋がったからである。文化も習慣も研究分野も違う外国の研究者たちが、日本の栽培漁業の技術開発に取り組んできた先人達に、敬意を払うことを忘れなかった。このことに心の底から感謝したいと思う。そして、そのことを知って、国内諸大学の先輩方や、各県の水産試験場、国の水産総合研究センターの先人達も大変お喜びであった。暗雲の隙間から久しぶりに青空が見えた。一方、現在の日本のアカデミアや地方国立大学の置かれた状況をもたらした大元の考え方には、本来日本人の美德であったはずの先人への敬意や感謝が欠けているような気がしてならないのである。

文献1 萩原篤志 (2014) 5章 仔魚の餌料生物としての動物プランクトン. 増補改訂版 養殖の餌と水—陰の主役たち, 杉田治男 編, 恒星社厚生閣, 東京, 75-117.