



Working Paper

コロンビア・マグダレナ大学での新たな養殖プロジェクト創出と学生派遣による JICA 大学間連携ボランティアプログラムの役割について

早坂 央希¹⁾・永田 兼大¹⁾・垣内 美由紀²⁾・宮本 真規子³⁾・石崎 宗周²⁾・小谷 知也²⁾

- 1) 鹿児島大学大学院水産学研究科
- 2) 鹿児島大学水産学部
- 3) マグダレナ大学工学部

論文受付 2017 年 4 月 13 日 掲載決定 2017 年 6 月 12 日

要旨

鹿児島大学は、JICAとの連携協定の下、コロンビアの大学との協力ボランティア事業を展開してきている。本報告では、コロンビア北部マグダレナ県にあるマグダレナ大学水産学科で行ってきた海産魚養殖技術開発・改良事業について紹介する。この大学間ボランティア事業は、2015年のJICAと鹿児島大学との連携にかかわる覚書締結をきっかけに始まり、2016年2月以降、これまでに3回の派遣が行われた。現地にて取り組んだ活動内容は、海産魚介類の種苗生産と海産カニ親個体養成の基礎技術を確立することである。その結果、種苗生産に必要な不可欠なワムシを汽水湖(シエナガ・グランデ)から単離し、培養するまでに至った。また、抱卵したカニを汽水湖(シエナガ・グランデ)から採集し幼生を孵化させることに成功した。

キーワード：コロンビア、サンタマルタ、JICA 大学間連携ボランティア、養殖、ワムシ

.....

1. はじめに

2015年に独立行政法人国際協力機構（以下 JICA）と国立大学法人鹿児島大学が JICA ボランティア事業に関する覚書を交わしたことでコロンビアとセントルシアを派遣先とする鹿児島大学・JICA 連携ボランティア派遣事業（以下、派遣事業）は始まった。この覚書のもとに行われる支援は、水産振興が目的とされた。コロンビアでは、サンタマルタ市にあるマグダレナ大学水産学科における養殖技術の開発と改良がテーマとして設定された。

この派遣事業では第一フェーズとして2016年から2018年の3年間の活動期間が設定され、派遣の時期は春と夏の2回が予定された。2017年3月までに派遣は3

回実施された。そこで、本報告では、2016年から2017年までに3回行われたコロンビア・マグダレナ大への派遣事業における活動結果を報告する。

2. 第1回派遣

第1回派遣は、2016年の2月から3月にかけて実施された(表1)。派遣先であるコロンビア共和国(Republic of Colombia)は、南米大陸の北部に位置しており首都のボゴタは標高2640 mの高地にある¹⁾。JICA ボランティアの活動地域はコロンビア共和国北部のマグダレナ県サンタマルタにあるマグダレナ大学である (図1)。サンタマルタはコロンビア北部に位置し、カリブ海に面している町である。サンタマルタ周辺には大きな河川

表1 派遣事業概要

	第1回派遣事業	第2回派遣事業	第3回派遣事業
活動期間	2016年2月16日から3月29日	2016年8月29日から9月30日	2017年2月23日から3月23日
参加した学生	学部生2人(2016年時点)	学部生2人(2016年時点)	大学院生1人(2017年時点)
活動内容	具体的な活動計画の作成	ワムシの培養	ワムシの培養とカニの親魚養成



図1 コロンビア国内の地図

活動地域であるサンタマルタは、コロンビア北部にある(国土地理院の電子地形図をトレースしたものを掲載)。

はなく、比較的大きな汽水湖があるだけで、自然条件としては、淡水魚養殖を行うには不向きである。一方、サンタマルタは、カリブ海に面しており、海水利用は容易である。加えて、海産魚の供給量の増加は、食料安全供給の面からも雇用創出の側面からも高い可能性を秘めていると考えられた。

2016年の第1回目の派遣時から第3回目派遣時まで、マグダレナ大学養殖技術開発研究(GRUPO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNÓLOGICO EN ACUICULTURA 以下GIDTA 研究室)のAdriana Rodriguez Forero 博士が現地のカウンターパートとなっている。この研究室では、2008年に創設された比較的新しい研究室である。研究対象は、海産種ではナマコ、ウニを用いて種苗生産についての実験を行っていた。ナマコやウニなど海産生物を用いて実験を行う際に使用する海水は、5トン水槽3つ分を70ドルで購入している。サンタマルタの土地は、乾燥していることや近くに大きな河川がないなどの理由より淡水は貴重であり、あまり使用できない。したがって、淡水種は日本で観賞

魚として飼育される小型淡水魚を用いて実験を行っていた。実験設備は整っており、使用できそうな水槽や機器は多く見られたが、現状では使われていない実験器具も多かった。養殖対象となる淡水・海水魚の実験は行われていなかった。今回の研究協力では、養殖対象種となる可能性がある海産魚の親魚養成技術の改良と人工種苗生産技術の開発が大きな目標となった。

まず、養殖対象魚種の候補としてスヌーク(英名: Common snook, *Centropomus undecimalis*)とコヒノア(地方名: Cojinoa 英名: Blue-runner, *Caranx crysos*)の名前がマグダレナ大学の方から挙がった。サンタマルタでは、スヌークやコヒノアが良く食べられていることが大きな理由であると後の聞き取り調査で判明した。しかし、スヌークは性転換を行う雌性先熟の魚種であり²⁾、親魚養成が複雑になることが予想された。また、コヒノアはギンガメアジの仲間養殖情報は皆無であった。そこで、日本で養殖技術が確立している異体類を親魚の候補として提案した。この提案は、一度飼育が容易な魚を使用し海水魚飼育に慣れてもらう事が目的であった。異体類であるヒラメ *Paralichthys olivaceus* はドコサヘキサエン酸の栄養強化のみで種苗生産が可能であり⁶⁾、親魚の飼育も容易であることが理由の一つである。そこで、異体類の市場調査を行ったが、現地での需要がないことが分かり、第1回派遣期間中では養殖対象種を決定するまでには至らなかった。

次に、魚介類種苗生産を行う体制作りを行った。一般的に種苗生産を行う際に初期生物餌料として海産ツボワムシ類(以下ワムシ)を用いる³⁾。マダイなどの海産魚の種苗生産を行う際に、仔稚魚を健全に育成するためにワムシに高度不飽和脂肪を添加し栄養強化を行う必要がある⁴⁾。高度不飽和脂肪酸であるエイコサペンタエン酸(EPA)とドコサヘキサエン酸(DHA)が欠乏すると仔魚に奇形や大量斃死がおこる事が知られている⁵⁾。マグダレナ大の研究室では、微細藻類(真正眼点藻類 *Nannochloropsis oculata*、ハプト藻類 *Isochrysis galbana* とプラシノ藻類 *Tetraselmis tetraathele*.)の小規模培養は行っていたが、ワムシの培養は行っていなかった。そのため、ワムシを天然域から採集・単離し培養

表2 水温および塩分濃度の異なる環境下でのワムシ個体の増殖
マルチウェルを使用して1穴につき1個体から増殖

水温 (°C)	20	20	28	28	28
塩分 (psu)	30	38	20	30	38
開始時個体数 / 穴	1	1	1	1	1
終了時個体数 / 穴	0.50 ± 0.55	0.17 ± 0.41	1.83 ± 0.75	0.50 ± 0.55	0.33 ± 0.82

平均 ± 標準偏差 (n = 6)

を行うこと目的とし、サンタマルタ周辺でワムシが生息している水域を探索した。大学から車で約30分のところにLa Ciénaga Grande de Santa Marta (以下シエナガ・グランデ)という名前の汽水湖がある(図1)。このシエナガ・グランデはAIDAによると湖面が45,000 haの広さで、コロンビア最大のラグーンである (<http://www.aida-americas.org/es/nuestro-trabajo/proteccion-marina/conservando-la-cienaga-grande-de-santa-marta>)。マグダレナ大の学生の話では、夏と冬で塩分変化が大きいとのことである。ワムシは天然域では汽水域に生息していることが知られているため³⁾、汽水湖であるシエナガ・グランデにてワムシを採集するための採水、研究室でワムシを探索したが、この時はワムシの生息を確認する事が出来なかった。

第1回派遣では、具体的な研究の進展は見られなかったが、現地のこれまでの研究内容や実験設備の状況および今後の研究課題に関する情報の収集がなされた。加えて、派遣された2名の学生は、この事業で初めてコロンビアを訪れたものであり、また、マグダレナ大学の学生も日本がどこにあるかを知らない状況であったことを鑑みれば、個人的レベルでの友好関係の形成や文化的側面での相互理解が深まったことは、第1回派遣として十分な意味があったと思われる。派遣学生は現地の公用語であるスペイン語のレベルは低かったが、そこを切り口にスペイン語を教えてもらい相互理解を深めることに有効であったと考えられる。研究室では英語を話す事でお互い良い学習の機会であったと研究室の指導教員であるForero博士からコメントを頂いた。

3. 第2回派遣

第2回派遣は2016年8月に行われた(表1)。第2回派遣の目的としては、次年度以降に海産魚の種苗生産を行うのに必要な生物餌料であるワムシの、小規模な設備での維持培養を開始することであった。そこで、現地に生息するワムシの発見と単離、単離したワムシの

飼育場の決定と飼育マニュアルの作成を試みた。マグダレナ大学の学生がモンテリア (Montería, Córdoba, Colombia) で採取した水を分与してもらい、ワムシの発見を試みた。そして、この水からワムシを見つけ出すことが出来た。天然水中には、バクテリアや微生物が生息しており、これらの生物はワムシの増殖に影響を与えることがあることから、ワムシを1個体ずつに分離して、各個体から増やす単離という作業を行った。その後、培養を維持するために最適な環境条件を調べる実験を行った。

3-1 実験手法

単離したワムシを用いて水温と塩分濃度が異なる試験区を設定し、どの試験区で増殖が見られるかを調べた。最初は、実験室内で設定した水温20°C、塩分38 psuでの培養実験を行った。しかし、この条件では増殖が見られなかったため、水温を20°Cと28°Cの2段階、塩分を20、30、38 psuの3段階とし、これらを組み合わせで実験を行った。

3-2 実験結果

水温28°C、塩分20 psuでの増殖が観察された(表2)。その後、同条件での繰り返し培養実験を行ったが、結果として、モンテリアで採水した水から分離されたワムシは水温28°C、塩分20 psuが調べた範囲内では増殖に最適条件であることが判明した。その後も単離したワムシは増え続けたので、種培養という維持方法に規模を拡大し、ワムシの種株を作った。種培養下でも順調にワムシは増殖した。

第2回派遣で行った培養方法と今後のワムシ培養の重要性については、マグダレナ大での養殖に関連した授業で発表して、現地の教員および学生の理解に努めた。また、管理方法のマニュアルを作成することで、派遣員の帰国後も活動を継続できるように努めた(図2)。この回の派遣で現地の研究室にある設備でワムシの維持培養に成功したことにより、次回以降の派遣でワム

(1)Setting water tank

At the beginning we set water tank. We use sea water which salinity is 20‰ to bleeding water. Rearing water using a clean water and fresh water through the filtration device. We adjust to be 20‰. It is better to put a weak airtation.



(2)Rotifer housing

Once you have the adjustment of sea water. The good strain in the seed culture use and put in a water tank. In this process, you take 1ml of water seed culture and record the occurrence situation of rotifer populations and egg holdings individual.

treatment	No egg	1 egg	2 egg	3 egg	total	avrage
Count1						
Count2						
Count3						

Rotifer recording sheet



Counting rotifer and put in a water tank

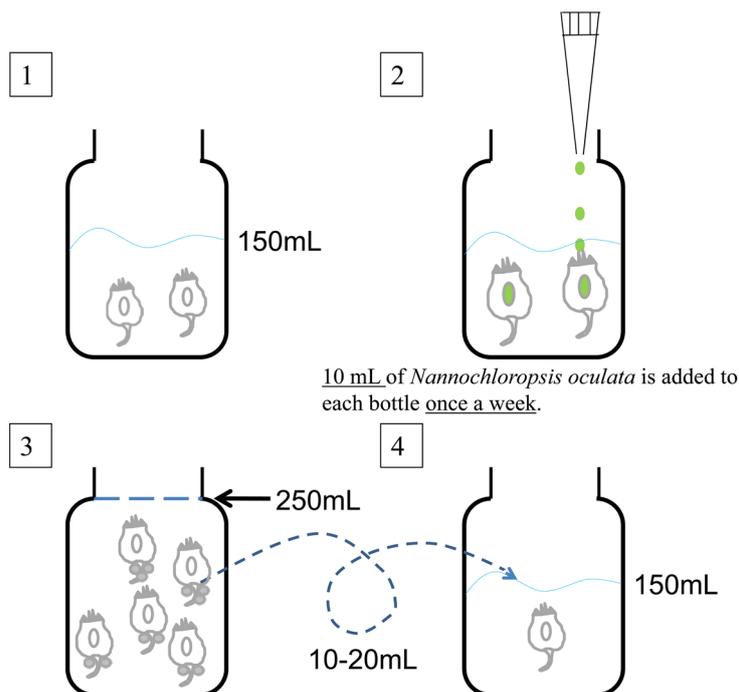
図2 ワムシ培養マニュアル(第2回派遣事業時作成)

シを大規模で培養する方法を確立することができれば、海産魚の種苗生産を行うことができると判断した。将来の海産魚類種苗生産計画のことを考えれば、この回の活動で得たワムシ培養における水温と塩分の最適条件の発見は大きな成果であると言える。

第2回派遣の活動期間も30日間と短期間の活動であった。活動の主な成果として、モンテリアに生息するワムシの増殖に適した環境条件を明らかにできたことと、

現地にある設備だけで小規模でのワムシの維持培養に成功したことである。現地の学生向けに管理方法のマニュアルを残したため、これに基づけば今後も継続してワムシを維持できると考えられた。また、ワムシを安定的に管理する方法を派遣研究室に伝えることができた。今後、拡大培養できるまでワムシの種培養の株を維持すれば、来年度以降の種苗生産実現の可能性が飛躍的に高まると考えられた。第2回派遣の成果を活かして

Stock culture of Rotifer



Each stock culture should be maintained for a while.

The maintenance method is following,

- 1) Each culture is stored in a approximately 250 mL of bottle or jar.
- 2) 10 mL of *Nannochloropsis oculata* is added to each bottle once a week.
- 3) When a bottle is full with a culture, a portion of culture, approximately 10-20 mL, is removed to a new bottle.
- 4) Cultures should be placed in the appropriate condition (Room temperature: 25°C, medium salinity: 20 psu)

図3 A4一枚にまとめた簡易ワムシ培養マニュアル(第3回派遣事業時作成)

海産魚の仔魚を飼育するには、大量培養によって高密度でワムシを供給できる設備を整えることが必要不可欠であると考えられた。

4. 第3回派遣

派遣時期は2017年2月23日から3月23日までと短い期間であった(表1)。前回に引き続き初期餌料生物培養の確立を目的として、事前にGIDTA研究室と連絡を取り今後の活動予定を立てた。今回の活動は、1)ワムシの拡大培養、2)植物プランクトンの大型培養、3)養殖対象種選定の3つを行う予定であった。

ワムシについては、マグダレナ大学GIDTA研究室で維持する予定であった第2回派遣で採集したワムシを用いる予定であった。しかし、現地での培養が維持出来ておらず全滅していたので、再度ワムシを天然域

から採取・単離することから始めた。一方で、第2回派遣時の培養を維持できなかった原因を次の様考えた。作成したワムシ培養マニュアルが英語で細かく書かれていた。マグダレナ大学の学生は、あまり英語が得意ではなく英語論文などを避けているように感じた。したがって、ワムシ培養マニュアルも同様に途中で読まれなくなってしまった可能性がある。また、使用目的もないまま、漠然とワムシ培養を行っていたために、積極的な技術習得やシステム改良に取り組むことが出来なかったことが考えられる。した目標の為に培養を行っていたことも考えられる。そこで、第3回派遣では、A4一枚の紙に簡易的な培養方法を図示した(図3)。また、培養したワムシからDNAを抽出し分析することで種の同定を試みた。さらに、ガザミの仲間(英名:Blue Crab)の抱卵個体飼育を行った。ガザミから稚ガニを得て、その餌となるワムシを培養することをゴールと



図4 シエナガ・グランデの海との接続口
投網を投げる漁業者が数名いた。



図5 シエナガ・グランデにおけるワムシ
採集風景
木々が生い茂り流れが緩やかであった。

設定することで、ワムシを培養するモチベーションの向上を試みた。

ワムシの採集はマグダレナ県にあるシエナガ・グランデ (Ciénaga・grande) という汽水湖で行った。この汽水湖は、海との接続口が非常に狭い (図4)。汽水湖の周りでは、漁業者とその家族が多く生活している。生活水準はサンタマルタ市街地と較べると低く感じた。この汽水湖周辺では、ティラピアやターボン *Megalops atlanticus* の畜養が行われており、ガザミの仲間やスヌーク、タイあるいはフエダイに形状がよく似た現地名モハラ (Mojara) と呼ばれる魚介類が漁獲されている。今回はワムシを採取するために大学とつながりのある漁業者にボートを出してもらい海側の6~7地点でワムシの採集を試みた (図5)。研究室にて、ワムシを30個体単離することができた (図6)。マグダレナ大学にて、単離したワムシを使い培養を行い、培養した一部のワムシから遺伝子を抽出し、将来の種同定に備えた。



図6 ワムシの単離作業風景

植物プランクトンについてはGIDTA研究室が、真正眼点藻類 *N. oculata*、ハプト藻類 *I. galbana* とプラシノ藻類 *T. tetrathele* を維持・培養していた。しかし、細胞数を計数し植え継ぐなどはしておらずプランクトン培養水の色で培養状態を把握していた。渡航期間中に、植物プランクトンの細胞数の計数方法や植え継ぎ培養方法を伝える事が出来なかったため、鹿児島大学水産学部種苗生産研究室で使用している植物プランクトン培養マニュアル (英語版) をGIDTA研究室に配布した。

養殖魚選定について、第1回派遣時と同様にスヌー

クやギンガメアジの仲間 (Cojinoa) が候補に上がった。しかし、先に述べた理由に加え、サンタマルタでは第3回派遣時の2-3月は魚類の産卵期ではなく、8-9月頃の雨季の始まりが魚類の産卵期となる事をこの時に知った。そこで、第1回派遣時にシエナガ・グランデで目にしたガザミの仲間に着目した。このガザミの仲間はサンタマルタの魚市場で一パック40,000ペソ (約1,500円) という高値で売られている (図7)。EL Tiempo という新聞によると2015年3月時点で月間世帯収入は1.924.933 pesos (約7万円弱) で月間個人収入



図7 サンタマルタ市街地の市場で売られるガザミの仲間 Blue Crab *Callinectes sapidus* のすり身

は906.452 pesos (約3万円弱)であり (<http://m.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-15429799>)、これらの収入と比較するとこのカニが高価であることが判明した。このため、サンタマルタの魚市場で売られていたカニがレストランで富裕層や観光客などといった幅広い層に食べられていると考えられる。実際に著者らは、サンタマルタの海辺のレストランでこのカニがメニューに入っていることを確認した。また、このガザミの仲間 (*Callinectes sapidus*) はシエナガ・グランデに生息し地元の人々も食べている。さらに、このカニの産卵期は2-3月であった。そこで、今回はこのガザミの仲間をターゲットとした。

親ガニの採集は、シエナガ・グランデで採集を2回行った。1回目に採集したカニは一見抱卵しているように

見えたが、後にフクロムシという寄生虫の仲間が寄生しているだけであった (図8)。2回目の採集では抱卵したカニを採集することができた。滞在中に産卵を確認することができなかったが、著者が帰国した2週間後に無事産卵したという知らせを受けた。今後は、培養したワムシを用いてこのカニの種苗生産実験が行われることを期待している。

今回の活動は、3回目の派遣であり GIDTA 研究室の指導教員や学生との間の信頼関係が向上したと感じた。特にワムシを題材に共同研究を行うに至ったことが、研究室のモチベーションの向上や信頼関係の向上に繋がったと感じた。今回の活動は養殖を行う上での初期段階の一步目を踏むことができた。

5. 今後の課題と展望

3回の派遣を通して、海産魚介類の種苗生産を行うという目標を達成するためにワムシを中心に研究協力を行ってきた。ワムシは海産魚介類種苗生産の現場で必要不可欠な餌料生物であり、現在ワムシに代替できる配合飼料などは存在しない。したがって、ワムシの培養なしには海産魚介類の養殖は不可能である。ワムシには代表的な培養方法が2つあり、バッチ培養と連続培養がある。バッチ培養は止水で培養を行い植え継ぐ方法であり設備を必要としない。一方、連続培養は海水を注入して流動的に培養する方法であり手間はかからないがポンプや冷蔵庫など初期設備が必要である。どちらが現地に即しているか、養殖の重要性や現地の技術レベルを含め検討する必要がある。

また、今後の問題点として、ワムシの餌となる微細藻類の培養に関する、設備の拡充や技術改良が求めら



図8 Blue Crab *Callinectes sapidus* のメス
左は抱卵個体で右はフクロムシ *Rhizocephalan barnacle* の一種に寄生された個体。

れる。ワムシの餌となる微細藻類は、一般的に20℃から25℃で培養される。しかし、サンタマルタの気温が30℃を超える事がよくある為、ワムシの餌として屋外で大量培養を行う際には工夫が必要である。また、日本では、企業が微細藻類(クロレラ)や栄養強化剤の販売を行っている。しかし、餌料メーカーに問い合わせたところ、これらの商品をコロンビアに送る事は難しいとの回答を得た。従って現地で微細藻類を培養する必要がある。場所についても問題があり、微細藻類とワムシを大量培養する際に必要となる大量の海水の入手の確保が課題としてあげられる。この件に関しても、地形や養殖場所、市場との関係など含めた戦略の策定が必要と思われる。

CONtexo ganaderoによると2014年度のコロンビアでのタンパク質摂取は、牛31.1%、鳥47.5%、豚11.6%で魚は9.8%となっている。しかし、コロンビア国内の2006年度のタンパク質摂取と比較すると消費の割合は年々増加している事がわかる (<http://www.contextoganadero.com/economia/panorama-del-consumo-de-carnes-en-colombia-en-la-ultima-decada>)。今後さらに魚介類の需要が高まる上で、魚介類の販売方法や消費の仕方にも工夫の余地はあると感じた。シエナガ・グランデにおける魚介類の販売風景やサンタマルタの魚市場販売風景(図9)を見ると漁獲された魚をただ並べるだけであり、氷が使われておらず、鮮度維持は難しい印象を受けた。

2016年にサンタマルタのレストラン等19店舗にてどのような魚種が使われているか、またどのような料理方法で調理されているかを調べた。なお、この聞き取り調査では、常に扱っている種については分けられていない。この結果、サンタマルタのレストラン等で用いられる魚介類上位5種類はエビ類、ギンガメアジ類、ティラピア、フエダイ類、サワラ類であった。また、これらの料理方法の割合を比較したところ素揚げ、グリル焼き、煮込みの3種類が主であり、素揚げが半数以上となった(図10)。ただし、筆者らが、サンタマルタのレストランで魚介類のメニューを探索したところ、揚げ物のメニューがほとんどであり、特に観光客向けのビーチ沿いのレストランでは、魚類のメニューは丸揚げのみであった。これらのことから、今後養殖を行う上で生産された魚介類をどのように販売・消費するかが、将来的な課題となると感じた。サンタマルタでの魚類の消費が低い理由としては、サンタマルタでは昼食が一日の中で一番主となる食事であり、学生や働いている人にとって調理に時間がかかる魚介類は避けら



図9 サンタマルタにある魚市場の風景
淡水魚も海水魚も雑多に売られている。

れている可能性がある。また、研究室の学生に、1) 夕食を誰と食べるか、2) 夕食の種類、3) 夕食にかかる時間の3つについて質問をした。学生からは、“マグダレナ大学周辺の学生は下宿生が多く学生同士や友人と夕食を食べる事が多い。夕食はピザやアレパといったファストフードか簡易的な夕食をとり、ご飯や肉は昼に食べる事が多い。したがって、夕食にかかる時間も短くたとえ料理を行っても10~20分ほどである”との回答を得た。つまり、調理時間のかかる魚は、自宅での夕食に好まれないのではないかと考えた。また、魚種によっては生ゴミとなる非可食部の処理も問題となる。気温が高いことにより鮮度劣化が早いので、見た目や臭いが悪く非可食部の処理も容易ではない。以上の状況から、自宅での魚食は避けられる傾向にあると考えた。

今回飼育を行ったガザミの仲間は、日本を始めアジア諸国で食べられており主に蒸す・茹でるといった方法で料理される。アメリカでは、ほぐした身を缶詰で販売している。このような既存の料理方法や保存性の高い缶詰を参考にコロンビアでの活動に取り入れていければ将来養殖が実際に動き出した際に養殖生産物がコロンビア国内で一般的になるまで時間はかからないであろう。

将来的には、ガザミの仲間の種苗生産技術を確立し大学で生産した種苗を配布することでできれば、このような目標の土台となりその後、様々な目標を達成できるのではないと思う。その為にも今後、実験を重ね養殖技術確立に向け支援していく必要がある。

なお、2017年現在もこの鹿児島大学水産学部におけるJICAボランティア事業は継続しており活動中である。

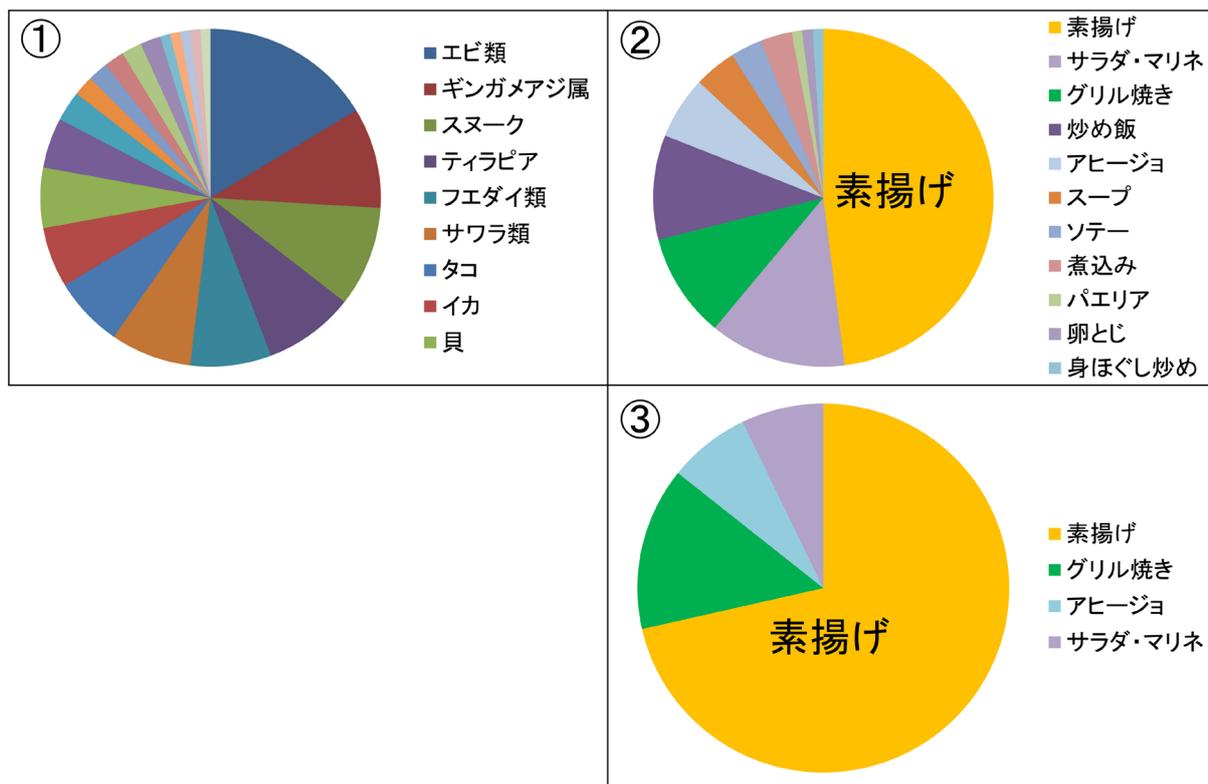


図10 ① サンタマルタのホテルやレストランで扱っている魚介類の種類割合。(店舗数n=19)
 ② 各魚種の料理方法の割合。
 ③ ①のうちの取り扱い上位5魚種の料理方法の割合。

大学間の研究協力で、この派遣事業のように学生が中心になって活動を進めることは、単に研究協力あるいは国際貢献という範疇に収まらず、派遣先での両者の研究意識の向上が期待でき、実際に我々日本人学生側にも研究意識が芽生えたと感じる。そういう意味で、このJICA支援プログラムはとても意義深いものであると言える。一方で、学生のみでは専門的な知識に限界があり日本国内の指導教員や専門スタッフの支援が必要である。また、現地の研究室指導教員の寛容さが求められるようにも感じ、学生だけではなく大学の研究室間の協力体制が必要であると思われる。この派遣事業では学生だけの派遣であるが、その足がかりとしてはこのJICA支援プログラムの役割は十分果たすことが出来ると感じている。その意義は大きいと考える。

謝 辞

本事業は独立行政法人国際協力機構による大学連携ボランティア制度によって行われました。ここに感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 菊池成純 (1993) Jica 農業専門家, 水文気象土地改良庁 (HIMAT) —コロンビア共和国の自然環境と農業. 熱帯農業 37(1): 53-59.
- 2) Taylor RG, Whittington JA, Grier HJ, Crabtree RE. (2000) Age, growth, maturation, and protandric sex reversal in common snook, *Centropomus undecimalis*, from the east and west coast of South Florida. *Fishery Bulletin* 98: 612-624.
- 3) 萩原篤志 (2014) 仔魚の餌料生物としての動物プランクトン, 魚介類の餌飼料, 増補改訂版養殖の餌と水—影の主役たち. 杉田治男編, 恒星社厚生閣.
- 4) Øie G, Reitan KI, Evjemo JO, Støttrup J, Olsen Y. (2011) Live Feeds. In: Holt GJ (ed.), *Larval Fish Nutrition*. Oxford, Wiley-Blackwell: 307-334.
- 5) 竹内俊郎 (2009) 東京海洋大, 海産魚介類種苗の健全性向上に関する栄養学的研究. 日本水産学会誌 75: 623-635.
- 6) 高橋庸一 (1998) ヒラメの種苗生産マニュアル—「ほつとけ飼育」による飼育方法. 日本栽培漁業協会.

Working Paper

Creation of New Project of Aquaculture in the University of Magdalena, Colombia and the Role of JICA Partnerships with Universities in Volunteer Program by Dispatch of Student in Its Project

**Oki Hayasaka¹⁾, Kenta Nagata¹⁾, Miyuki Kakiuchi²⁾, Makiko Miyamoto³⁾,
Munehika Ishizaki²⁾, Tomonari Kotani²⁾**

1) Graduate School of Fisheries, Kagoshima University

2) Faculty of Fisheries, Kagoshima University

3) Facultad de ingeniería, Universidad del Magdalena

Abstract. In 2015, Kagoshima University and Japan International Cooperation Agency (JICA) had the agreement that volunteer enterprise opportunities were undertaken in the Republic of Colombia. This report summarizes research on aquaculture technological development and improvement conducted at the Magdalena University, North Colombia. Since March 2016, three dispatch projects have been completed. Technical development training included the establishment of foundational larval rearing and brood stock management of marine species. For this, rotifers were collected from the brackish lake Ciénaga Grande. This formed an indispensable component of the research on initiating larval rearing of marine species. The collected rotifers were successfully cultured. For brood stock, the blue crab *Callinectes sapidus* was the species to choose. Berried female blue crabs were caught in from Ciénaga Grande and held until hatching. This paper reports the progress of the volunteer enterprise, as well as recommends points for further improvement and future steps.

Key words: Colombia, Santa Marta, JICA Partnerships with Universities in Volunteer Program, Aquaculture, Rotifer