

水産学第二講座・魚病学研究室

## 1. 大島泰雄教授時代 (1954~1968 / 昭和29~43)

### 1. 1 人事

石川 昌教授の後任として昭和29年4月1日付けで附属水産実験所より大島泰雄助教授が教授として着任した。助教授には昭和32年4月1日付けで広島大学水畜産学部より江草周三が着任した。昭和29年4月1日付けで小山治行、また、昭和29年8月1日付けで平野禮次郎が助手に採用された。昭和33年4月に小山助手が広島大学水畜産学部へ転任した後、同年4月1日付けで田中二良が助手に採用された。田中助手が東海区水産研究所へ転任した後、昭和38年4月1日付けで二村義八郎が助手に採用された。昭和38年3月1日付けで平野助手が水産実験所へ転任した後、同年3月1日付けで笠原正五郎助手が水産実験所より転任してきた。昭和41年3月に笠原助手が広島大学水畜産学部へ転出した後、同年4月1日付けで乾 靖夫が助手に採用された。昭和41年11月に水産庁淡水区水産研究所より千葉健治が講師として着任した。昭和42年3月に乾助手が水産庁淡水区水産研究所へ転任した後、同年4月1日付けで若林久嗣が助手に採用された。

大島教授は、昭和39年11月から昭和40年11月まで東京大学評議員を務めた。引き続き、昭和40年11月から昭和42年11月まで農学部長を務めた。農学部長就任は水産学教授としては初めてのことであった。昭和43年4月1日付けで定年により退官し、名誉教授の称号を付与された。

### 1. 2 研究の動向

#### ①大島教授の指導による研究

大島教授は、附属水産実験所助教授時代に引き続き、クロダイその他の魚類、イセエビその他の甲殻類の生態と生活史に関する研究、アジ藻場の生態とその稚魚の繁殖保護に果たす役割に関する研究、人工魚礁の機能に関する研究、およびドジョウの種苗生産研究などの水産動物学、水産増殖学の分野の研究を指導した。さらに、魚礁の漁獲効果、投石、施肥、耕耘などの海藻生産効果など沿岸浅海における増殖技術とその生産効果の見積もり方法に関する研究を主要課題とした。

大島教授の指導を受けた卒論生に、昭和30年卒の千葉健治（修士課程進学）、昭和31年卒の尾崎弘信、昭和33年卒の中村晃次、昭和34年卒の石川雄介と二村義八郎（いずれも修士課程進学）、昭和35年卒の佐伯靖彦と山辺 晃（修士課程進学）、昭和36年卒の沖山宗雄（マダコ稚仔の飼育；ギンイソイワシ孵化仔魚の飼育）、島 一雄（魚礁の効果）、昭和40年卒の山成喬彦と山室茂樹と若林久嗣（コイの体温測定）（修士課程進学）、昭和41年卒の石岡清英と海老沢志朗（水産物の流通）と吉島重鐵（ウナギの肝臓肥大）、昭和42年卒の佐藤俊之、昭和43年卒の森（小川）義久（養殖ゴカイの環境要求）、野澤卓爾（低濃度の溶存酸素量がテナガエビの酸素消費量ならびに脱皮に与える影響）がいる。

修士課程に入学した学生として、昭和28年に田中二良（博士課程進学）、昭和29年に石渡

直典（博士課程進学）と野中 忠、昭和33年に富士 亮（博士課程進学）と勝谷邦夫、昭和36年にインドネシアの留学生Soemarno、昭和37年に台湾の留学生 廖 一久（博士課程進学）がいる。

田中二良は昭和30年に「タコの増殖に関する基礎研究 特に外房におけるマダコ資源の性状について」で、昭和29年卒（修士・博士課程進学）の石田力三は昭和31年に「鮎の産卵場に関する研究」で、石渡直典は昭和31年に「魚の摂餌量 特に飽食量について」で、野中 忠は昭和31年に「イセエビの増殖に関する基礎的研究」で、千葉健治は「アサリを主とする海産二枚貝の採水・摂餌に及ぼす濁りの影響」で、富士 亮は昭和34年に「バフンウニの標識と資源の生態に関する研究」で、勝谷邦夫は昭和35年に「東京湾養殖漁場のアサリの殻型について」で、石川雄介は昭和36年に「クルマエビ養殖池における底質条件とくに養殖池暗渠排水法の効果について」で、二村義八朗は昭和36年に「ブライン・シュリンプの採卵に関する研究」で、山辺 晃は昭和37年に「赤ウニ幼生の飼育」で、Soemarunoは昭和38年に「スジエビモドキ *Palaemon (Leander) serrifer Stimpson* の生物学的研究—特にその幼生の成長に影響を及ぼす環境要因」で、廖 一久は昭和39年に「クルマエビの餌料に対する嗜好性について」で、それぞれ修士の学位を取得した。

田中二良は昭和34年に「タコの増殖に関する基礎研究」で、石田力三は昭和35年に「アユの産卵場の構造とその産卵習性に関する研究」で、石渡直典は昭和38年に「魚の摂餌量に関する研究」で、富士 亮は昭和38年に「バフンウニ資源の漁業管理と増殖に関する基礎研究」で、廖 一久は昭和43年に「クルマエビの摂餌に関する研究」で博士の学位を取得した。また、論文博士として、昭和36年に韓国からの研究員の崔 相が「ナマコ増殖に関する基礎研究」で、昭和37年に笠原正五郎（昭和26年卒）が「寄生性橈脚類、イカリムシ *Lernaea cyprinacea* LINNAEUS の生態と養魚池におけるその被害防除に関する研究」で、昭和40年に野村 稔が「ニジマス的人工採卵に関する基礎研究」、佐野徳夫が「養殖魚類の血液に関する研究」で、昭和43年に茂野邦彦が「クルマエビの養殖技術に関する諸問題」、千葉健治が「流水養鯉に関する研究」、阪口清次が「アコヤガイに寄生する吸虫の生活史」、で、それぞれ博士の学位を取得した。

## ②江草助教授の指導による研究

江草助教授は水産学第二講座に転任するまでに水中溶存ガスと魚介類の関係について多くの研究を行い昭和30年に「魚のガス病に関する研究」で学位（主査：松江教授）を取得した。転任後は主に細菌、真菌、寄生虫など寄生生物による魚介類の疾病の研究に取り組んだ。

先ず、昭和30年頃から静岡などの養殖ウナギに早春に大きな被害を与えたワタカブリ病の研究を行った。ミズカビ科の真菌が体表各所に寄生することを特徴とするが、分離された真菌株を接種しても疾病が殆ど再現されないことや、抗真菌剤を用いても殆ど死亡率が低下しないことから致死性をもつ一次疾病の存在を疑って種々の検討を行った。その結果、細菌 *Aeromonas liquefaciens* (→ *A. hydrophila*) 感染症（鰭赤病）が一次疾病であることが明

らかとなり、*A. liquefaciens*とその近縁菌について分類、病原性、血清型、薬剤耐性などの検討を行った。

江草周三助教授が指導した学生に、昭和37年卒の加藤千尋（ウナギにミズカビが付着繁茂する条件）、昭和38年卒の清水（西川）朋子（修士、博士課程進学）、昭和41年卒の室賀清邦（アユの細菌病）（修士課程進学）、昭和42年の反町 稔（養殖ウナギの腸内細菌）（修士課程進学）がいる。修士課程入学生として、昭和35年入学の高田継男、昭和36年入学の木本直也、昭和38年の乾 靖夫と広瀬（木村）一美、昭和39年の岡 英夫、昭和41年入学の台湾の郭 光雄（博士課程進学）がいる。

高田継男は昭和37年に「ウナギのワタカブリ症の発生因に関する知見」で、木本直也は昭和38年に「隠水場を与えた場合のアマゴの行動と酸素消費量について」で、清水朋子は昭和40年に「*Aeromonas*菌の血清型及び菌型とウナギ*Aeromonas*病の免疫との関係について」で、乾 靖夫は昭和40年に「ウナギの飢餓代謝に関する基礎的研究」で、広瀬一美は昭和40年に「ドジョウの腸呼吸の頻度について」で、岡 英夫は昭和41年に「溜池養鯉における細菌性疾病と環境条件の関係」で、若林久嗣は修士課程進学後に江草助教授の下で細菌病の研究を行い昭和42年に「ドジョウのカラムナリス病とその病原菌に関する研究」で、室賀清邦は昭和43年に「浜名湖産稚アユの細菌性疾病およびその病原菌 *Vibrio anguillarum*に関する研究」で、郭 光雄は昭和43年に「Biochemical characteristics of the motile aeromonads isolated from fishes, with special reference to their pathogenicity」で、それぞれ修士の学位を取得した。

清水朋子は昭和43年に「*Aeromonas liquefaciens*の産生する毒素の分離と性状に関する研究」で博士の学位を取得した。

## 2. 江草周三教授時代（1968～1980 / 昭和43～55）

### 2. 1 人事

大島教授の後任として昭和43年4月1日付けで江草助教授が教授に昇任した。助教授には昭和43年9月1日付けで水産実験所より平野禮次郎助教授が転任した。二村助手が昭和43年4月1日付けで水産実験所に転任した後、同年7月1日付けで富士 亮が助手に採用された。昭和45年4月30日に富士助手が宮内庁東宮御所に転任した後、同年5月1日付けで室賀清邦が助手に採用された。昭和46年12月に室賀助手が広島大学水畜産学部に転任した後、翌年4月1日付けで日野明徳が助手に採用された。昭和49年1月1日付けで平野助教授が水産海洋学講座の担任教授に昇任、転任した。平野助教授の後任として昭和50年4月1日付けで若林助手が助教授に昇任した。日野助手が昭和49年1月1日付けで水産海洋学講座に転任した後、昭和50年6月1日付けで小川和夫が助手に採用された。

江草教授は昭和55年4月1日付けで定年により退官し、名誉教授の称号を付与された。

### 2. 2 研究の動向

### ①江草教授の指導による研究

江草教授は、昭和40年代の水産養殖の著しい発展とともに次々に発生するいろいろな魚介類の疾病の研究に取り組むとともに昭和41年に発足した日本魚病研究談話会（後の日本魚病学会）の代表幹事として全国的な研究体制作り尽力した。

#### 細菌病

昭和42年から静岡県からの委託研究の一環として養殖ウナギの病害に関する調査研究を主に榛原吉田養鰻組合養鰻研究室の協力を得て実施した。この調査のなかで、従来、前記*A. liquefaciens*とともに鱸赤病の原因菌として知られていたが分類学的論議のあった*Paracolobactrum anguillimortiferum*が*Edwardsiella tarda*であること、同菌感染症が*A. liquefaciens*感染症とは解剖学的にも組織学的にも異なる病理学的特徴をもつことが明らかになった。また、昭和46年、静岡県など東海地方や徳島県の養殖ウナギの皮膚に多数の出血点を生じ高い死亡率をとまなう新しい疾病が発生し注目された。重症魚の血中に著しい量の桿菌が観察され、血液その他の臓器から分離される細菌の諸性状を検討した結果、*Pseudomonas* 属の新種と判断されたことから*P. anguilliseptica*と命名、報告した。

そのほか、養殖ウナギのカラムナリス病とその原因菌である*Chondrococcus columnaris*（→*Flavobacterium columnare*）、サケ科魚類の細菌性鰓病とその原因菌である*Flavobacterium sp.*（→*F. branchiophilum*）、海水域および淡水域のアユのビブリオ病とその原因菌である*V. anguillarum*、養殖ブリなどの連鎖球菌症、海産魚の滑走細菌症とその原因菌である*Flexibacter sp.*（→*Tenacibaculum maritimum*）などについて疫学的、病理学的ならびに細菌学的検討を加え、多くの新知見を報告した。また、昭和44年の冬に越冬中の養殖ウナギに発生しその後数年にわたり大被害を与えた「鰓腎炎」について生理学的、細菌学的、ウイルス学的な調査研究を行った。

江草教授の指導のもと、細菌病を研究した卒論生に、昭和45年卒の小林憲雄（ウナギのカラムナリス菌の血清学的分類）、昭和46年卒の林 幸恵、昭和47年卒の狩野勇二郎、昭和48年卒の天野高行、昭和49年卒の野村一郎（魚病菌のDNA調製と測定）と赤木美治（養鰻池における細菌叢の年間変動）、昭和50年卒の石井孝夫（罹病スポンからの分離菌の同定および接種実験）、岡本純一郎、金井欣也（修士・博士課程進学）、小関良二、昭和51年卒の豊田 宏、昭和52年に斎藤 亮（浸漬法による魚類の免疫反応）（修士課程進学）、山下 潤、渡部裕人（ハマチの連鎖球菌経口ワクチン）、昭和53年卒の飯田貴次（連鎖球菌経口ワクチン）（修士課程進学）、江口洋介（養殖ウナギの病原菌の発育におよぼす温度の影響）、昭和54年卒の柏酒庸夫、森山潔稔（サケ科魚類の細菌性鰓病）、昭和55年卒の岩藤俊幸（修士課程進学）、山本 淳（クロソイから分離された病原細菌）（修士課程進学）がいる。

修士課程に入学した学生には、昭和43年に青木 宙（博士課程進学）、昭和46年に宮崎照雄、昭和51年に獣医学科卒の染野修一、昭和52年に疋田宗生、昭和54年に長村吉晃がいる。また、博士課程に入学した台湾からの留学生の徐 大全がいる。

昭和42年修士課程進学の反町 稔は昭和44年に「ウナギの腸内好気性細菌に関する研究」

で、青木 宙は昭和45年に「淡水魚から分離された*Aeromonas liquefaciens* の薬剤感受性と耐性に関する研究」で、宮崎照雄は昭和48年に「養殖ウナギの細菌性疾病に関する組織病理学的研究」で、小川和夫は昭和49年に「穴あき病魚から分離されたある種の粘液細菌について」で、金井欣也は昭和52年に「養殖ウナギの腸内細菌叢に関する研究」で、染野修一は昭和53年に「魚類の細菌に対する防御反応に関する研究」で、疋田宗生は昭和53年に「養殖タイ類から分離された病原性滑走細菌に関する研究」で、斎藤 亮は昭和54年に「ニホンウナギの細菌感染に対する防御免疫に関する基礎的研究」で、飯田貴次は昭和55年に「ハマチ連鎖球菌ワクチンに関する研究」で、それぞれ修士の学位を取得した。

郭 光雄は昭和46年に「魚類病原菌*Aeromonas liquefaciens*の生態及び病原性に関する研究」で、青木 宙は昭和48年に「水産養殖における薬剤耐性菌の研究」で、金井欣也は昭和55年に「運動性エロモナス菌の産生する毒性物質に関する研究」で、徐 大全が昭和55年に「運動性エロモナス菌の血清学的性状に関する研究」でそれぞれ博士の学位を取得した。また、論文博士では、若林久嗣が昭和50年に「養殖ウナギにおける細菌性流行病に関する研究」で、室賀清邦が昭和51年に「*Vibrio anguillarum* およびその感染症に関する研究」で、宮崎照雄が昭和54年に「魚類の細菌感染症の病理組織学的研究」で、原 武史が昭和54年に「サケ科魚のせっそう病の防除に関する研究」でそれぞれ学位を取得した。

#### 真菌病

昭和46年大分県下の養殖アユに躯幹筋肉に一種の真菌が寄生する新しい疾病が発生し、その後各地の養殖場でもみられるようになった真菌性肉芽症について、その真菌を分離・培養し、接種実験によって疾病を再現し、ミズカビ科の新種*Aphanomyces piscicida* (= *A. invadans*) によることを明らかにした。また、養殖場のクルマエビの鰓が黒変する死亡率の高い「鰓黒病」の原因を調べ、それは不完全菌類*Fusarium solani* の鰓小葉内寄生であり、黒変は宿主の防御反応によって菌糸の周囲に沈着する黒色色素によることを明らかにした。修士課程の途中から第二講座に編入学した福代康夫は昭和49年に「クルマエビ*Penaeus japonicus* BATEの鰓病病原菌BG-*Fusarium*に関する研究」で修士の学位を取得した。

そのほか、鰓寄生真菌*Branchiomyces* sp.を初めてウナギで見出し、またヨーロッパのウナギのみで知られていた真菌の*Dermocystidium anguillae* をヨーロッパから種苗ウナギを移植した養殖池で見出した。また、海産甲殻類幼生に寄生し致死因となる3新種*Lagenidium scyllae*, *Haliphthoros philippiensis* および*Atkinsiella kamaneensis* を記載した。台湾からの留学生 卞 伯仲は昭和50年に修士課程に入学し、博士課程に進学した後、昭和55年に「海産甲殻類幼生の寄生性真菌に関する研究」で博士の学位を取得した。また、論文博士として、畑井喜司雄が昭和54年に「淡水魚の水カビ病の病因真菌に関する研究」で学位を取得した。

#### 寄生虫病

寄生虫病に関しても様々な研究が行われた。キンギョの腎臓に寄生して腎腫大を引き起こす粘液胞子虫*Mitraspora cyprini* (= *Hoferellus carassii*) を研究したバングラデシュの留学生 A. T. A. Ahmedが昭和47年に「Studies on kidney enlargement disease of goldfish and

*Mitraspora cyprini* Fujita (Protozoa, Myxosporidia) as the causative agent (キンギョの腎腫大症とその原因体の粘液胞子虫*Mitraspora cyprini* Fujitaに関する研究)」で学位を取得した。イラクの留学生Noori S. Slaimanは主としてキンギョに外部寄生する繊毛虫トリコジナ類を研究し、昭和53年(1978年)に「魚類寄生Urceolariidae科繊毛虫に関する研究」で学位を取得した。志村 茂は修士課程ではサザエに寄生する吸虫を、博士課程に進学すると、サケ科魚の体表に寄生する甲殻類チョウモドキを研究し、昭和54年(1979年)に学位論文「寄生性甲殻類のチョウモドキの生態に関する研究」を書いた。また、中島健次は製薬会社に勤務するかたわら、ブリの腹腔に寄生する幼条虫を研究対象とし、分類から生活環に至る総合的な研究を行い、昭和48年(1973年)に「海産四吻条虫類 *Callotetrarhynchus nipponica*に関する研究」で論文博士となった。滋賀県水産試験場の高橋 誓はアユ内臓にシストを形成する微胞子虫について、分類から対策に及ぶ研究を行い、昭和54年(1979年)に「アユのグルギア症に関する研究」で論文博士となった。小川和夫は昭和55年(1980年)に博士学位論文「魚類寄生単生類の形態・分類並びに発達に関する研究」を書いて、養殖魚類に外部寄生する単生類12属46種を記載した。

長澤和也は修士課程から博士課程まで、主としてサケ科魚類の腸管に寄生する鉤頭虫を生態学的側面から研究し、昭和56年に「Ecological analyses of the factors contributing to the infections of freshwater fishes with acanthocephalans of the Echinorhynchidae (淡水魚に寄生するエキノリンクス科鉤頭虫類の感染要因の生態学的解析)」で学位を取得した(主査:若林教授)。廣瀬一美は大島教授のもとで修士の学位を取得後、日本大学に奉職し、ウナギやヨーロッパウナギの鰻に寄生する線虫アングリコラ *Anguillicola crassus* (= *Anguillicoloides crassus*)がシクロプス類を中間宿主にすることを見出した。昭和56年に「ウナギの鰻寄生線虫 *Anguillicola crassa* の生活史に関する研究」で学位を取得した(主査:若林教授)。

宮川宗記(昭和55年修士修了)は、ウナギのべこ病原因微胞子虫プリストホラ *Pleistophora anguillarum* (= *Heterosporis anguillarum*)を研究し、「養殖ウナギのプリストホラ症に関する研究」で修士の学位を得た。滝田 智(昭和52年卒)、市田健一(昭和53年卒)および曾根隆一(昭和55年卒)は、広島県水産試験場との共同研究により、助手に採用された小川和夫とともに、養殖マダイ、クロダイの寄生虫相を研究した。昭和55年卒業の清水(川上)郁子はキンギョに寄生する胎生の単生類ギロダクチルス *Gyrodactylus kobayashii*を材料にして、増殖様式を研究した。

その他

乾 靖夫が1974年に「ウナギの糖新生に関する研究」で、二村義八郎が1974年に「*Artemia*の大量培養に関する基礎的研究、その摂餌量と成長との関係」で、William T. Yasutakeが1979年に「Histopathology of selected diseases of salmonids (サケ科魚類の選抜した疾病の病理組織学的研究)」で、台湾の留学生、李明仁は昭和50年に修士課程に入学し、博士課程に進学した後、昭和55年(1980年)に「魚類の粘液細胞とRodlet細胞に関する研究」で、

また、小金沢昭光が1977年に「マガキの種苗生産に関する生態学的研究」で博士の学位を取得した。

## ②平野助教授の指導による研究

水産学第二講座における平野禮次郎助教授の研究は、水産増殖および水産養殖に関するものであったが、水質学、プランクトン学、付着生物生態学などの海洋学分野の基礎科学に根差した展開を特徴としていた。また、水産学第二講座助手（昭和29～38年）および付属水産実験所助教授（昭和38～43年）の時代に、付属水産実験所における海産魚人工種苗生産の研究を、培養・飼育した原生動物およびフジツボ幼生を生物餌料に用いて世界初の成功に導き、またその技術に年々改良を加えた実績から、当時まだ黎明期にあった人工種苗生産の基礎研究にも精力的に取り組むこととなった。助教授として水産学第二講座に着任した昭和43年からは、大学院博士課程1年の新（申）正久、修士課程1年の大槻 忠の研究指導を担当し、新（申）正久に当時まだ不可能であった海産魚の精液凍結保存研究、大槻 忠に海域底泥中の腐植酸研究を与えたが、前者は今日の発生工学研究に欠かせない技術となり、後者は沿岸資源の増殖と森林の関係という新たな課題のなかで論じられるなど、のちの水産学を先取りするものであった。

昭和44年、卒論生として都築 浩、日野明德、三上恒正を迎え、都築は養魚環境に出現する植物プランクトン相をテーマとし、日野は種苗生産初期餌料としての利用が提唱されたばかりのシオミズツボワムシについて培養確立に向けた生活史研究を、三上は止水式養魚最大の課題であった「水変わり現象の予測」を目的とした植物プランクトンの活性評価法を研究テーマとした。日野および三上は翌年大学院に進学し、修士課程修了後に日野は昭和47年4月1日付けで助手に採用され、三上は製薬会社に就職の後に新潟大学に入学し、卒業後は医師としてもっぱら僻地医療に取り組んだ。

昭和45年には卒論生として吉村 純、清野通康、伊藤浩一を迎え、吉村は淡水魚の初期餌料として配合飼料よりも優れるミジンコ (*Daphnia pulex*) の耐久卵形成機構に関する研究を、清野は、口径の小ささと脆弱さから種苗生産が最も困難とされたシロギスの初期飼育を、伊藤はウナギに対するアンモニアの急性毒性の組織学的検討をテーマにした。清野は大学院に進み、のちに（財）電力中央研究所に就職した

昭和46年には宮崎信光、小川和夫、坂口勇を卒論生に迎え、宮崎はバフンウニを用いて、当時成功例の無かったウニ類精液の凍結保存に関する基礎研究を課題とした。小川は、種苗生産用生物餌料としての利用の観点からシオダマリミジンコの生物特性を研究し、大学院進学後は江草教授の指導のもと水産動物の寄生虫研究に従事、昭和50年6月1日付けで水産学第二講座助手に採用された。坂口は、付着汚損生物として我が国沿岸に急激に分布を拡大し始めていたカンザシゴカイ類移入種の生態研究に取り組み、大学院を経て電力中央研究所に就職した。

昭和47年3月には、申 正久（新 正久）が「魚類精液の凍結保存に関する研究」（主査：江

草教授)で学位を取得し、その後も大学院研究生として研究を継続した。

昭和48年には、木下秀明、黒倉 壽が卒論生となり、それぞれ、カンザシゴカイ類移入種の生態研究、海産魚類精液の凍結保存研究に就いた。昭和49年1月、平野助教授の水産海洋学講座教授への昇任に伴い、日野明德助手は同講座に移籍した。また水産学第二講座において平野助教授の指導の下にあった申 正久(研究生)、大槻 忠(博士課程3年)、清野通康(博士課程1年)、坂口 勇(修士課程2年)、木下秀明(卒論生)が同じく水産海洋学講座に移り、黒倉 壽は、同年3月卒業後に水産海洋学講座修士課程へ進学した。なお大槻は、同年3月に水産海洋学講座において「浅海底質中の腐植酸に関する研究」(主査:平野教授)で学位を取得した。

このほかに平野助教授の在籍した期間には、昭和45年に研究生として大韓民国より釜山水産大学准教授 金 容億が入学し、クロダイを中心に仔魚発達過程の解剖学的記載を行った。また、外国人研究員としてフランス国マルセイユの海洋研究所よりGuary氏およびMaggy女史が来日、主として附属水産実験所を利用して我が国の養魚および人工種苗生産技術の状況について学んだ。

#### ③若林助教授の指導による研究

前記の江草教授の指導による研究、主として細菌病の研究、を補佐した。

### 3. 若林教授時代(1982~2001 / 昭和57~平成13)

#### 3. 1 人事

江草教授の後任として昭和57年10月1日付けで若林助教授が教授に昇任した。助教授には同年12月16日付けで水産海洋学講座より日野助手が昇任、転任した。同年12月1日付けで飯田貴次が助手に採用された。平成4年7月1日付けで日野助教授が附属水産実験所教授に昇任、転出した後、平成5年7月16日付けで小川助手が助教授に昇任した。平成5年10月31日付けで飯田助手が宮崎大学農学部へ転任した後、平成6年8月1日付けで横山 博が助手に採用された。若林教授は平成13年3月31日付けで定年により退官し、名誉教授の称号を付与された。

#### 3. 2 研究の動向

##### ①若林教授の指導による研究

助教授時代に引き続き、生産現場に発生する魚病、とくに細菌感染症の原因を究明するとともに、病原体の検出法の開発、疫学的調査、病原因子や感染条件の解析を行った。また、魚類の感染防御機構、とくに非特異的防御機能を研究した。

細菌病ほか

滑走細菌類の *Chondrococcus columnaris* (→*Flexibacter columnaris* →*Flavobacterium columnare*) は米国で種々の淡水魚をおかすカラムナリス病の原因として知られていたが、これを昭和41年にドジョウの病魚から日本ではじめて分離し、その後、ウナギなどいろいろな魚のカラムナリス病とその原因菌について研究した。海産魚類にもカラムナリス病によ



く似た疾病のあることは知られていたが、昭和52年に広島県水産試験場でタイ類稚魚から分離された病原菌が原因であり、一種の海洋性滑走細菌によることを明らかにし、性状試験等を積み重ね、昭和61年に *Flexibacter maritimus* と命名する提案を行った（現在名 *Tenacibaculum maritimum*）。米国のサケ科魚類孵化場で古くから知られていた細菌性鰓病（BGD）はその原因菌が特定されていなかったが、昭和53年に群馬県水産試験場の孵化場でヤマメ稚魚から分離した *Flavobacterium* sp. によって鰓病を再現できることを明らかにし、昭和55年にオレゴン州立大学のFryer 教授との共同研究で同州の孵化場の病魚からも同じ細菌を分離し、感染実験によりBGDが再現できることを確認した。さらに調査・実験を続け、昭和64年にBGDの原因細菌として新種 *Flavobacterium branchiophilum* を記載した。細菌性冷水病（BCWD）は北米のサケ科魚類に知られていたが、原因菌 *Cytophaga psychrophila*（→ *Flavobacterium psychrophilum*）を輸入ギンザケ卵のふ化仔魚および琵琶湖産アユ種苗から分離・同定し、日本におけるBCWDの流行を確認した。その後全国の河川アユに流行が続いたため、調査研究を続け、原因菌に特異性をもつPCRプライマーの開発、血清型や遺伝子型の解析などを行った。

そのほか、ウナギの頭部潰瘍病およびコイの新穴あき病がそれぞれ新しい型の非定形 *Aeromonas salmonicida* によること、アユの細菌性出血性腹水症が新種 *Pseudomonas plecoglossicida* によることを明らかにした。また、*Aeromonas hydrophila*、*Edwardsiella tarda*、*F. columnare*、*F. branchiophilum*、*F. psychrophilum* などの病原因子や感染条件を研究した。

若林教授の下で細菌病を研究した卒論生に、昭和56年卒の早稲田愛生、昭和57年卒の富家崇弘（ヤマメより分離された病原細菌）、乙竹 充（アユの細菌性鰓病原因菌の性状）（修士課程進学）、山本哲也（冷水性魚類に見られるビブリオ病の発生機構）、昭和58年に川口周一郎、村上省一（*Flexibacter marinus*の血清学的性状）、昭和59年に宍戸（旧姓 小舘）彩子（水カビ病）、中越一統（ウナギの頭部疾病）、屋葺利也、前田昌之（サケ科魚類の細菌性鰓病菌）、昭和62年卒の前田 一、昭和63年の飯村 元（ウナギにおける *Edwardsiella tarda* の腸管感染）、小田良和（*Edwardsiella tarda*の病原性因子）、小久保 互（修士課程進学）、平成2年に田中光平、濱崎恒二（魚類病原性連鎖球菌の分類）、平成3年に須藤和彦、多喜雅人（*Aeromonas hydrophila*のエラストアーゼ遺伝子）、平成5年に遠山峰司（修士課程進学）、泉 庄太郎（修士、博士課程進学）、平成6年に長井正和、平成7年に西森栄太（修士課程進学）、平成12年に矢野 修がいる。

修士課程に入学した学生には、昭和56年に韓国からの留学生 朴 守一（博士課程進学）、昭和60年に韓国の留学生 許 康俊（博士課程進学）、平成8年にインドネシアの留学生 Sukenda（博士課程進学）、平成9年に加来佳子がいる。また、博士課程に入学した学生には、昭和59年に酒井正博（昭和60年北里大学助手に就職し中退）、昭和61年にバングラデッシュからの留学生Md. Bazlur Rashid Chowdhury、平成5年にバングラデッシュからの留学生Md. Naim Uddin、平成7年に山田義行、平成8年にインドネシアの留学生Triyantoがいる。

昭和55年卒の岩藤俊幸は昭和57年に「細菌性鰓病におけるサケ科魚類の斃死と溶存酸素

との関係」で、同年卒の山本 淳は昭和57年に「ニホンウナギの腸内フローラに関する研究特に水温低下の影響について」で、朴は昭和58年に「養鰻池に分布する *Edwardsiella tarda* の血清型と病原性に関する研究」で、乙竹は昭和59年に「細菌性鰓病の原因菌 *Flavobacterium sp.* の産生する菌体表面物質に関する研究」で、許は昭和62年に「細菌性鰓病の原因菌 *Flavobacterium sp.* の血清学的性状並びに蛍光抗体法による検出」で、小久保は平成3年に「*Edwardsiella tarda* の病原因子」で、遠山は平成7年に「16S rDNAを標的としたPCRによる *Flavobacterium-Cytophaga complex* に属する魚病細菌の同定」で、泉は平成8年に「PCR法を用いた冷水病原菌 (*Cytophaga psychrophila*) の検出法の確立」で、桐生は平成8年に「ニジマスにおける水中懸濁粒子の体表からの取り込みに関する研究」で、西森は平成9年に「アユの細菌性出血性腹水症の原因菌 *Pseudomonas sp.* の性状に関する研究」で、Sukendaは平成10年に「アユのシュードモナス・アユシダ感染症に関する研究」で、加来は平成10年に「穴あき病様疾病のコイから分離された *Aeromonas salmonicida* に関する研究」で、それぞれ修士の学位を取得した。

昭和54年に博士課程に進学した疋田は昭和57年に「*Flexibacter columnaris* の産生する魚毒性物質に関する研究」で、朴は昭和61年に「養鰻池に分布する *Edwardsiella tarda* と、その病原性に関する研究」で、Chowdhury.は平成元年に「魚類における *Flexibacter columnaris* 感染に関する研究」で、許は平成2年に「淡水魚の細菌性鰓病の原因菌 *Flavobacterium branchiophila* に関する研究」で、Uddinは平成8年に「魚類病原細菌の発育とプロテアーゼ産生に対する温度の影響」で、泉は平成11年に「冷水病原菌 *Flavobacterium psychrophilum* の検出と型別に関する研究」で、山田は平成11年に「 $\gamma$ プロテオバクテリアに属する主要魚類病原細菌のスーパーオキシドジスムターゼ遺伝子の解析」で、Triyantoは平成11年に「カラムナリス病原菌 *Flavobacterium columnare* の分子遺伝学的な解析、同定および検出」で、それぞれ博士の学位を取得した。また、論文博士として、中井敏博が昭和61年に「ウナギの赤点病の原因菌 *Pseudomonas anguilliseptica* に関する研究」で、反町 稔が昭和62年に「ウナギのウイルス感染症に関する疫学的研究」で、酒井正博が平成3年に「サケ科魚類の細菌性腎臓病(BKD)の防疫に関する研究」で、それぞれ学位を取得した。

## 感染防御機構

下等脊椎動物である魚類は免疫機能を有するが、貪食細胞などによる非特異的な感染防御の役割が大きいことから、感染の最も初期に働く好中球の特性について一連の研究を行い、炎症時のグリコーゲン代謝、貪食・殺菌時の活性酸素生産系、これに対する病原細菌のエスケープ機序などを研究し、基本的に哺乳類の好中球のそれと異なることを明らかにした。また、魚類に感染する微生物のほとんどは水を介して体表から侵入すると考えられる一方、体表を覆う粘膜には種々の感染防御機能の存在が知られていることから、外見的に無傷に見える魚の表面にも軽微・微小な創傷が存在し、それが病原体の主要な侵入門戸であることを、生体染色や蛍光ラベリング微粒子や緑色蛍光蛋白 (GFP) 遺伝子を組み込んだP.

*plecoglossicida* などを利用して明らかにした。

若林教授の下で感染防御機構を研究した卒論生に、昭和60年に石原剛彦（魚類血清の殺菌作用）、杉本紀昭（コイ末梢血好中球の化学発光 ウナギとの比較）、平成元年に泉山真史（ウナギ免疫グロブリンの精製）、平成2年に田中光平、米倉裕之（ウナギ免疫グロブリンを用いた酵素抗体法の確立）がいる。

修士課程に入学した学生には、平成2年にタイの留学生Kamolchai Trogwanicham、平成6年に桐生郁也(博士課程進学)がいる。また、博士課程に入学した学生に韓国からの留学生 朴性祐がいる。

昭和54年に修士課程に入学した長村吉晃（博士課程進学）は昭和56年に「魚類のPAS陽性顆粒球に関する研究」で、Trogwanichamは平成4年に「ウナギのワクチンに関する研究—酵素抗体法（ELISA）による抗体の検出」で、それぞれ修士の学位を取得した。長村は昭和59年に「ウナギの好中球に関する研究」で、朴は平成3年に「ニホンウナギの頭腎好中球に関する研究」で、桐生は平成11年に「魚体表面における水中懸濁微粒子の取り込みと排除に関する研究」で、Sukendaは平成13年に「アユの*Pseudomonas plecoglossicida*感染症に関する研究」でそれぞれ博士の学位を取得した。また、論文博士として、飯田貴次が平成4年に「ウナギの非特異的生体防御機能に対する*Edwardsiella tarda*のエスケープ機序に関する研究」で、乙竹 充が平成4年に「浸漬投与された抗原の魚体内動態に関する研究」で、山本 淳が平成7年に「人為三倍体ニジマスの耐病性に関する研究」で、それぞれ学位を取得した。

## ②日野助教授の指導による研究

### ワムシ類の生活史コントロールと保存および大量培養

東大水産実験所が、1960年に世界初の海産魚種苗生産に成功して以後、今日我が国が世界に冠たる種苗生産大国となったのは、のちに、後生動物中最小のプランクトン（体長0.1～0.3 mm）であるワムシ類を初期餌料として利用し始めたからである。日野は、ワムシ類が世代交代を行うという特性を利用して、単性生殖による爆発的な増殖を大量培養に、また両性生殖によって作られる受精卵（耐久卵）の休眠性を卵保存に利用する研究を第二講座卒論生であった昭和44年から続けており、その後シオミズツボワムシ（いわゆるL型ワムシ）の両性生殖を誘導する主要要因を明らかにしていた。昭和57年12月、日野が水産海洋学講座から助教授として着任した際に、同講座で日野の指導を受けていた修士2年萩原篤志および卒論生吉川昌之がともに第二講座へ移籍し、萩原はL型ワムシおよび近縁種*Brachionus rotundiformis*（いわゆるS型ワムシ）の両性生殖発現から雄の出現、交尾、卵形成に至る機構に関する研究、吉川は、集約的培養が困難とされていた淡水ワムシについて適種の探索と培養方法の開発を続けることとなった。萩原は、昭和61年3月に博士課程を修了して「シオミズツボワムシ*Brachionus plicatilis* O. F. Müllerの受精卵に関する生態学的研究」で学位を授与され、ハワイ州 Oceanic Institute 研究員に採用、2年後に長崎大学に転任したが、この

間多くの生物学的成果をもとに、ワムシ個体群に耐久卵形成を効率的に誘導する方法を考案、耐久卵の大量生産と長期保存技術を完成させた。吉川は、昭和59年修士課程1年終了時に静岡県水産試験場に採用されたが、それまでの成果として、海水と異なり成分比が一義的に定まらない淡水に関して、ツボワムシ *Brachionus calyciflorus* および原生動物の大量培養に好適な無機成分濃度と構成比を明らかにした。

低温下でワムシ生体を短期保存する研究も行われた。ワムシ培養が不安定で毎日の収穫量変動が大きかった当時は、数日であっても活性と餌料価値を保ったまま保存できれば仔魚への給餌確保に有効と考えられたためであり、昭和59年卒論生 根本慶一および平成2年卒論生 須藤和彦が担当した。塩分・水温の条件次第で、L型ワムシは1週間の保存が可能となったが、高温性であるS型ワムシは低温下での保存は困難だった。

#### ワムシ培養における微生物生態系の機能

この研究は、日野が第二講座助手であった昭和48年前後に、江草教授から「ワムシのような微小な動物プランクトンは、微生物生態系と密接な関係にあるのでは」という示唆を受けたことが発端であり、水産海洋学講座を経て第二講座へ戻った日野が改めて研究に取り組んだものである。昭和61年、于 建平が博士課程（水産海洋学講座）に入学し、長崎大学修士課程在籍時に平山和次教授（昭和30年水産学科卒業）研究室で予備的に行っていた「ワムシの必須ビタミンB12の水中細菌による産生・供給」を発展させる研究に就き、直接の指導を日野が担当することとなった。于は、ワムシ培養が好調なときに出現する水中細菌株の多くが十分なB12産生性を持っていること、またB12を含まない酵母を餌料に用いるワムシ培養では、細菌相の早期の確立が培養の成否を決定することを明らかにし、さらに培養不調の原因菌として *Vibrio alginolyticus* に属する1株を単離するなど、ワムシ培養の好不調が細菌相と密接な関係にあることを証明した。于は平成元年に「**Studies on the stable culture of the rotifer *Brachionus plicatilis***（シオミズツボワムシの安定培養に関する研究）」で学位を取得、母国の青島海洋大学に赴任した。

宇城正和は昭和61年に博士課程に入学し、ワムシの排泄する有機物が細菌・鞭毛虫を増殖させ、それがワムシに摂餌されるというエネルギーリサイクル現象のメカニズムを解明し定量化するとともに、この機能によって、大量培養では餌料効率が2倍程度に上昇していることを証明し、平成2年に「シオミズツボワムシ *Brachionus plicatilis* O. F. Müllerの大量培養における微小生物の機能について」で学位を取得した。

#### ワムシの連続培養開発

培養槽の一方から培養液を連続的に注入し、他方から同じ流速で培養液をワムシごと抜き取る連続培養は、収穫の手間が不要であることは言うまでもなく、一種の流水式飼育であるため槽内の環境や微生物相が一定かつ良好に保たれ、また個体群が対数増殖期に維持されるため活性および栄養価の高いワムシが生産できるものである。しかし2分裂で増殖す

る単細胞生物では実績があるものの、産卵・孵化・成長・成熟・産卵というプロセスで増殖するワムシへの展開には、リアルタイムでの増殖率制御や餌料密度維持に様々な困難があり、実験的にはともかく、我が国の種苗生産現場が求める大量の安定生産には応えられない状況であった。

連続培養の開発は、「有害微生物のコンタミネーションを防ぐ閉鎖系の自動培養で、1 m<sup>3</sup>の培養槽から1日に10億のワムシが流れ出す」を目標にスタートし、昭和61年に卒論生となった前田 一がその可能性と問題点を明らかに、また同62年卒論生 増田智行は2リットル規模のモデル装置を完成させた。当時採用した培養原理・タービドスタット方式は、(社)マリノフォーラム21および(社)日本栽培漁業協会との共同でコンピューター制御の1 m<sup>3</sup>サイズ自動装置にまで発展したが、ワムシ密度のリアルタイム制御が困難なため安定生産できる期間が2週間程度と短かった。昭和63年に卒論生となった青木 茂は修士課程に進み、培養の原理をケモスタット方式に変更することを提案し、これにより安定生産の持続期間が1ヶ月以上と飛躍的に改善されることとなった。青木の研究は、この安定性に優れたケモスタット方式の特性を活かし、<sup>15</sup>Nをトレーサーに用いたワムシの物質収支研究にも発展したが、これは水産分野で安定同位体をトレーサーとした研究の草分けの一つである。青木は平成3年に博士課程に進学、ハワイ **Oceanic Institute** 留学を経て、平成6年水産実験所助手に採用され、平成13年4月に生圏システム学専攻助手に配置換えとなった。新たに開発された1 m<sup>3</sup>ケモスタット式連続培養装置は、自動培養・自動収穫による圧倒的な人件費節減と省エネルギー、有害微生物の混入防除などを特徴としているが、初期投資が必要なことが普及を阻んでいた。しかし、ケモスタット式連続培養の原理を既存の10~20トンレベルのコンクリート水槽に展開する「粗放連続培養」が日本栽培漁業協会(現 水産総合研究センター)で考案され、少ない労働で高品質のワムシが長期間生産できることから、平成20年には我が国の種苗生産機関の約50%が採用するまでに普及した。このほか連続培養装置開発の過程では、昭和63年度卒論生の西川 賢による「3種塩類による簡易人工海水開発」も行われ、成果は海水の入手が困難な内陸部でのワムシ生産に活用されている。

#### 魚類生産機能からみた水田の多面的機能評価

我が国の減反政策に対抗して、水田を単なる稲作の場ではなく多面的な機能を評価すべきとの観点から、昭和50年代末には農学分野で新たな学際的研究が展開されつつあった。この研究は、科学研究費補助金・環境科学特別研究の分担課題として、かつて水田には普通にみられたドジョウの生産構造を、昭和58年度卒論生 屋葺利也、同60年度卒論生 並木宏道が中心になって研究したものである。稲藁、藻類、底生微小動物など水田内有機物の転換経路・効率を調べた結果、稲藁はデトライタス化して細菌、原生動物の増殖を支え、それらが直接に、またはイトミミズ等に転換してドジョウ仔稚魚、成魚の生産を支えることを明らかにした。また、稲刈り後の切り株がドジョウの餌になるという「俗説」は、消化効率の測定によって否定された。

## 内湾底生動物群集の貧酸素水塊からの生き残り戦略

閉鎖性内湾では、夏期の貧酸素水塊の卓越によって底生動物が死滅するものの、秋期以後の貧酸素状態の解消によって再び、かつ急速におびただしい数が観察されるようになる種類もある。この研究では、高次動物の餌料になるほか、堆積物の摂餌によって低次の物質循環・浄化に寄与すると考えられる浜名湖のイトゴカイについて、生き残り と急速な個体群回復の機構を、水産実験所での調査と飼育実験により昭和62年度卒論生 藤田雅彦が中心となって明らかにした。湖全域の調査から、盛夏には水深数センチメートルの湖岸部にのみわずかな成虫が生存していたこと、飼育実験から、浮遊幼生は緑藻など不適な餌料環境では1週間以上も浮遊生活を続けるが、珪藻を給餌すると瞬時に着底し変態、底生生活に入ることが明らかになった。これらから、夏期には渚付近に生き残った成虫から生まれた幼生が好適な餌料がない限り浮遊し続けることで分布を拡大し、珪藻のブルームに出会えば着底すること、その場合底層の環境が好転していれば、成長が速く世代時間が短いという特性を利用して個体群サイズを復元することなどが推測できた。

## 施肥養魚地における物質循環機構

施肥養魚は養魚の歴史的かつ基本的な形態であり、生活排水・家畜飼育廃棄物等を栄養源として、とくに東南アジアでは、産業的にまた家庭での消費向けに広く行われている。しかし、最近になるまで水中の生態系に関する科学的な知見はほとんど無く、安定生産や効率化を阻むものとなっていた。昭和61年にビルマ（のちにミャンマー）から博士課程国費留学生として入学した **Zaw Win Myint** は、水産実験所の屋外水槽を利用して、同実験所千葉健二教授の実質的な指導のもと施肥養魚の生産構造研究に取り組んだ。窒素がヤゴ（トンボ類の幼虫）およびユスリカ幼虫に転換したのち、羽化によって水槽から逸散する、また鳥による飼育魚の食害など困難は多かったが、平成2年に博士課程を修了、「**Fundamental studies related to techniques of fertilizer based fish culture**（施肥養殖技術に関する基礎的研究）」で学位を取得して母国のヤンゴン大学に赴任した。

### ③小川助教授の指導による研究

小川は魚類寄生単生類の分類学で学位取得後、養殖魚類の寄生虫病対策へと研究を広げ、その基礎となる寄生虫の生物学、生態学研究を行った。対象とする寄生虫も単生類から吸虫、線虫、甲殻類、粘液胞子虫、微胞子虫さらに貝類の原虫まで、幅広い分類群を扱った。

## 単生類

良永知義（昭和56年卒）は、川上の研究に続いてキンギョに寄生する別種のギロダクチルス *Gyrodactylus longoacuminatus* を材料にして、増殖様式を研究した。渡慶次睦範（昭和56年卒）はクロダイの鰭や皮膚に寄生する単生類の *Anoplodiscus spari* の生態学的研究を行った。

1960年代にブリの網生簀養殖が始まって以来、被害の大きい寄生虫としてハダムシ *Benedenia seriola*がよく知られている。1990年代に入ると、中国から養殖用にカンパチ種苗が大量に輸入されるようになった。それに伴って新しいハダムシが日本に持ち込まれて問題となった。平成4年（1992年）に博士課程に入学したフィリピンの留学生Melba Bondad Reantasoはこのハダムシの形態を記載し、*Neobenedenia girellae*と同定した。この寄生虫は、カンパチだけでなく、ヒラメやトラフグといった多くの海産養殖魚にも寄生することを明らかにした。また、中央水産研究所の良永知義研究員や鹿児島県水産試験場の協力によって、ヒラメ等に実験的に寄生させ、虫体の成長や成熟を記載した。Reantasoはまた、ハタ類、ヒラメ、カサゴ等、多くの海産魚に寄生する小型のハダムシ*Benedenia epinepheli*も記載した。平成6年卒業の長倉竜宏は*N. girellae*の病害性研究の一環として、孵化幼生の感染力評価のための実験を行った。長倉は修士課程に進学すると、*B. seriola*と*N. girellae*の孵化幼生を用いて、数種の魚の体表粘液に対する着定活性を調べ、粘液中のレクチンが着定を誘導することを明らかにした。

トラフグの養殖用人工種苗が普及し始めた1980年代以降、トラフグの養殖生産は飛躍的に伸びた。一方、単生類のヘテロボツリウムの寄生が大きな問題となった。小川は1991年にこの寄生虫が新種*Heterobothrium okamotoi*であることを明らかにした。また、長崎県水産試験場と共同して、トラフグへの寄生様式、養殖トラフグにおける寄生の季節性、感染実験による虫体の発育や成熟、およびトラフグに対する病害性を研究した。中塚周哉（平成8年卒）は孵化幼生の特異な行動様式を記載し、大西一昭（平成10年卒）は孵化幼生に対する化学薬品の効果を調べた。中塚は大学院に進学したが、修士課程を1年間で中退し、水産庁に入省した。平成9年に修士課程に入学した千ヶ崎 学は孵化幼生を蛍光色素CFSEで生体染色する方法を導入し、寄生直後の幼生の正確な計数や初期寄生部位の特定を可能にした。その結果、孵化幼生は直接鰓弁に着定するだけでなく、一部は体表に付着することを初めて明らかにした。寄生を受けたトラフグは不完全ながら免疫を獲得する。中国の研究員 王 桂堂（平成7-9年滞在；現、中国水生生物学研究所教授）はELISA法を用いてトラフグが虫体に対する抗体を産生することを証明した。外部寄生性の単生類に対しては、宿主の魚が抗体を産生するのはきわめて例外的であるが、これはヘテロボツリウムがトラフグ組織内に体の一部を埋没寄生させるためと考えられる。平成9年に博士課程に入学した中根基行は熊本県水産研究センターとの共同研究によって、虫体抗原を接種したトラフグが免疫を獲得することを実験的に確かめた。

1990年代半ば以来、天然ヒラメの鰓やその周辺に従来未知の大型の単生類の寄生が見られるようになった。小川はこの寄生虫が、ネオヘテロボツリウム属の新種、*Neoheterobothrium hirame*であるとして、命名、記載した。同時に、貧血を呈した天然ヒラメが多くみつかるとなり、一部の水域では漁獲量の減少が顕著になった。平成11年に博士課程に入学したインドネシアの留学生 Hilal Ansharyは*N. hirame*の寄生様式について、平成12年に修士課程に進学した堤 信幸は、ヒラメに*N. hirame*を実験的に寄生させ、異なる水

温における成長の違いや宿主の免疫反応を研究した。

寄生虫とその宿主が共進化する現象が知られている。平成8年に博士課程に入学した岩下誠は、ウナギやハゼの仲間の鰓弁に寄生するシュードダクチロギルス属の単生虫にこの現象を見出した。日本を含むアジア、オセアニア、ヨーロッパ、アメリカの6種のウナギから7種、アジアとオセアニアのハゼ類から2種の*Pseudodactylogyrus*を採集し、形態を記載して分類した。それらのうち、ウナギ寄生の4種、ハゼ類寄生の2種、さらにネンブツダイ寄生のシュードダクチロギロイデス*Pseudodactylogyroides apogonis*を加えて、遺伝子解析を行った。その結果、海産魚寄生のシュードダクチロギロイデスからハゼ類のシュードダクチロギルスが派生し、その祖先形がウナギ類に宿主転換し、さらにウナギの種分化に合わせて、寄生虫も種分化を遂げたことを示唆した。なお、この研究は平成10年から2年間、日本学術振興会特別研究員として在籍したオーストラリアのCraig Haywardと共同で実施したものである。

以上の単生類研究では、Reantasoが平成7年（1995年）に「**Studies on benedeniine (Monogenea: Capsalidae) parasitic infection among marine fishes of Japan**（日本の海産魚におけるベネデニア亜科単生類の感染症に関する研究）」で、中根が平成12年に「養殖トラフグのヘテロボツリウム症における宿主の免疫反応に関する研究」で、岩下が平成12年に「魚類寄生シュードダクチロギルス亜科単生虫の種分化に関する研究」で学位を取得した。

#### 粘液胞子虫類

1980年代に、北米産ニジマスに旋回病を引き起こす粘液胞子虫のミクソボルス(*Myxobolus cerebralis*)の生活環に環形動物(貧毛類)が関わるということが明らかになった。これを受けて、横山 博(昭和61年卒)、大野和憲(昭和62年卒)、茶木賢二(昭和63年卒)、古田岳志(平成元年卒)がコイやキンギョに寄生するミクソボルスを材料として、生活環に関する基礎研究を行った。横山は卒業後、一時民間企業に就職していたが、昭和63年に修士課程に入学して、生活環研究に取り組んだ。閉鎖的な池で飼育されていたキンギョに粘液胞子虫感染が認められたことから、池内で成立している生活環の究明が試み、底泥内に生息する貧毛類エラミミズから、魚への感染期である放線胞子虫を発見した(国内初報告)。また、この放線胞子虫がキンギョに侵入し、体内で新種のミクソボルス(*M. cultus*)に変態することも明らかにした。その後も横山は貧毛類から放線胞子虫を多く発見し、魚への感染力を保持したままで放線胞子虫を集める方法を考案した。この方法を用いて放線胞子虫の魚への侵入機構など、生物学的研究を進めた。この採集法は国際的にも放線胞子虫採集の基本的な方法として認められている。

昭和63年に修士課程に入学し、博士課程に進学した在日スリランカ人のKanthi Delgahapitiyaは、*Myxobolus artus*の寄生したコイの体側筋における病理変化を組織学的に検討し、一部はシスト壁の形成が不完全なため発育途中でシストが崩壊する過程を記載した。古田は平成元年に修士課程に進学し、*M. artus*のシスト崩壊にともなうコイの免疫反応



を研究した。一般に粘液胞子虫の胞子に対して抗体は産生されないが、*M. artus*感染では、發育途中でシストが崩壊した場合、抗原性のある増員生殖期の寄生体が宿主の免疫系に曝されるために抗体が産生されることを明らかにした。*M. artus*の寄生を受けたコイでは、胞子形成終了後に胞子を貪食したマクロファージが腎臓や肝臓実質組織に集簇してマクロファージセンターを形成するが、一部は鰓を通して体外に出る。平成7年卒の檀上智則は、重篤寄生を受けたコイでは、鰓から大量のマクロファージの漏出による出血で、宿主が重度の貧血に陥ることを明らかにした。

平成8年卒の井上大輔はコイの鰓ミクソボルス症においてシストが大小2型あることに着目し、形態学と蛍光抗体法を用いて、いずれも*Myxobolus koi*によるものであることを示した。井上は修士課程に進学後、沖縄県と奄美地方でブリ類を飼育すると発生する奄美クドア症について、横山とともに沖縄県水産試験場と共同研究を行った。沖縄本島周辺の9地点でブリまたはカンパチの飼育実験を行い、原因寄生虫の*Kudoa amamiensis*の寄生が起こるかどうかが確認した。その結果、従来、高い発生率が知られている本部水域以外では、ほとんど、あるいはまったく寄生は起こらなかった。生活環には、交互宿主として環形動物等の無脊椎動物の関与が想定されているが、サンゴ礁域の本部に多く生息することが示唆された。井上は*K. amamiensis*を特異的に検出するPCR法を開発し、多くの無脊椎動物を採集して交互宿主の探索を行った。奄美クドアの研究は獅子目晃一(平成13年卒)に引き継がれたが、結局、生活環を解明するには至らなかった。

平成9年に博士課程に入学したミャンマーの留学生Tin Tunは、そのころから問題になった養殖トラフグのやせ病の研究を行い、粘液胞子虫の*Myxidium* sp. TP (のちに*Enteromyxum leei*)と新種*Leptotheca fugu*が腸管上皮に寄生することが原因であることを明らかにし、これら粘液胞子虫の上皮組織中の発達過程を詳細に記載した。

以上の粘液胞子虫類に関する研究では、横山 博が平成5年に「魚類寄生粘液胞子虫類の生活環に関する研究」で、Delgahapitiyaが平成6年に「粘液胞子虫*Myxobolus artus*に対するコイの宿主反応および微胞子虫*Heterosporis anguillarum*に対するウナギの宿主反応の比較研究」で、Tin Tunが平成13年に「Myxosporean and hyperparasitic microsporean infections in the intestine of cultured tiger puffer (養殖トラフグの腸管における粘液胞子虫および超寄生微胞子虫の感染)」で、それぞれ学位を取得した。

#### 微胞子虫類

前出のDelgahapitiyaは養殖ウナギのべこ病について組織学的手法で研究し、宿主の体側筋細胞内に寄生したヘテロスポリス *Heterosporis anguillarum*の發育および胞子形成後にシスト崩壊に伴って起こるマクロファージによる胞子の貪食を記載した。さらに、周辺組織にマクロファージセンターが形成され、胞子を貪食したマクロファージの一部は皮膚を通して体外に出ることも明らかにした。江草教授の指導で学位を取得した滋賀県水産試験場の高橋 誓との共同で、平成8年に修士課程に入学し、博士課程を修了した韓国の留学生の金

正鎬はアユのグルゲア症を研究した。アユはグルゲア *Glugea plecoglossi* に感染する際に胞子に対し抗体を産生したが、抗体は感染防御には働かないことを明らかにした。アユの頭腎マクロファージを用い、胞子を貪食させたところ、過酸化水素が多量に産生されたことから、グルゲアが感染のために宿主側の貪食反応を利用している可能性を指摘した。また、マクロファージは胞子表面の糖タンパクを認識してレスピラトリバーストを引き起こすことを示唆した。表面の糖タンパクの認識をブロックした胞子では、感染力が著しく低下することが明らかとなった。これらの研究成果によって、金は平成12年に「**Studies on host responses of ayu, *Plecoglossus altivelis*, against a microsporidian parasite, *Glugea plecoglossi*** (微孢子虫 *Glugea plecoglossi* に対するアユの宿主反応に関する研究)」で学位を取得した。

吸虫・線虫類など

魚類の吸虫病の多くは、魚類が中間宿主としてメタセルカリア幼生の寄生を受ける場合である。魚類に吸虫の成虫が寄生して害を及ぼすことはまれであるが、住血吸虫症はその例外として知られている。これまでは淡水魚でのみ死亡事例が報告されていた。カンパチ養殖に国産種苗が使われていた1980年代に、高知県で0歳の養殖カンパチが大量死する事例があった。小川は高知県水産試験場との共同研究で、心臓や鰓の血管内に寄生する住血吸虫（当初は、血管内吸虫という呼称を使っていた）が死亡の原因であることを明らかにし、パラデオントシリックス属の2種を新種 *Paradeontacylix grandispinus* と *P. kampachi* と命名し、記載した。これら住血吸虫の生活環には無脊椎動物が中間宿主として関与するが、特定されていない。無感染魚を定期的に感染水域で飼育することによって、住血吸虫の侵入は9月に始まり、感染の盛期は冬であることを明らかにした。日本獣医畜産大学との共同研究で、病理組織学的には入鰓動脈への虫卵集積による血管閉塞が主たる死因であることを示した。その後、中国産のカンパチ種苗が養殖に使われるようになったが、この輸入種苗にも寄生が認められ、輸入後に国内で大量死する例も出ている。

昭和59年-60年に外国人研究員として在籍した台湾のChu-Fang Lo（現、台湾大学教授）は、アユの体側筋内に被囊する吸虫クリノストム *Clinostomum complanatum* のメタセルカリア幼生が高水温時に魚体内でみずから脱囊する現象を見出した。これまで台湾で行ってきた研究成果とともに学位論文としてまとめ、昭和60年に「**Studies on *Clinostomum complanatum* (Rudolphi, 1814) infection of cultured fish in Taiwan**（台湾の養殖魚における *Clinostomum complanatum* (Rudolphi, 1814) 感染に関する研究）」で学位を取得した。

線虫に関する研究においては、良永知義は修士課程では、おもに浜名湖産マハゼの体腔内に寄生する線虫ヒステロシラシウム *Hysterothylacium haze* の研究をした。修士修了後、日本栽培漁業協会に就職したが、翌年には博士課程に復学した。博士課程では、海産魚の消化管に寄生する近縁種の *Hysterothylacium aduncum* にも研究を広げた。特に、*H. haze* は中間宿主を取らずにマハゼのみで生活環が完結することを明らかにした。良永はこれらの研究をまとめ、昭和62年に「魚類寄生線虫 *Hysterothylacium* 属の生活史に関する研究」で学位を取得した。

人体寄生虫でもある線虫のアニサキス *Anisakis simplex* について、平成11年に修士課程に入学した林 菜穂子は、科学博物館との共同研究で、北太平洋とオホーツク海における魚やオキアミの幼虫寄生状況から、終宿主であるミンククジラにおける寄生状況を推定した。

宇野信也（昭和60年修士修了）は大学院に進学後は愛知県水産試験場の協力を得て、養殖ウナギに寄生するミドリビルの生態学的研究を行った。また、平成2年年卒の原 一史、平成3年年卒の宮野尚樹、平成6年年卒の根本拓哉は海産白点虫の寄生動態に関する基礎的研究を行った。

#### 魚類の寄生虫相に関する研究

出口達也（昭和57年卒）は浜名湖をはじめとして、全国各地のマハゼの寄生虫相を調べ、地域的な特性を比較した。昭和58年卒の宇野信也と平成12年卒業の古家一洋平は魚の可食部に異物として存在する寄生虫の同定を行った。魚の可食部に異物として存在する寄生虫は商品価値を落とすことで問題となるため、おもな食用魚の可食部に存在する寄生虫のリストを作成した。

#### 貝類の原虫病

貝類の原虫感染症として、マガキの異常卵塊（のちに、卵巣肥大症と呼称）の研究に着手した。今中園美（平成9年卒）は養殖研究所の協力を得て、三重県の養殖および天然マガキを定期的に採材して、寄生率は夏に高く、冬に低下するなど、病気の季節性を記載した。1990年代後半から、岡山県の養殖マガキに罹病貝がみられるようになった。修士課程に進学した今中と伊藤直樹（平成11年卒）は岡山県水産試験場と共同研究を行った。今中は成熟、放卵後のマガキの活性が低下した時期に病貝が多く発生することから、宿主の生理と病気発生との因果関係を示唆した。伊藤は原因原虫のマガキ卵内で孢子形成までの発育を透過型電子顕微鏡を用いて記載した。卵細胞内では寄生体細胞は入れ子状に発達した。すなわち、最外の一次細胞内に、二次細胞、さらにその中に三次細胞、さらに四次細胞まで形成した。孢子そのものは三次細胞と考えられた。その結果、形態学的に韓国で報告されていたマルテイリオイデス *Marteilioides chungmuensis* と同種であると結論づけた。また、原因原虫は卵細胞内に侵入後は卵細胞の成熟に同調して発育して孢子に至ること、放卵後は卵内で7日間は生存していることを明らかにした。

#### 4. 小川和夫教授時代（2001～ / 平成13～）

##### 4. 1 人事

若林教授の後任として平成13年6月1日付けで小川助教授が教授に昇任した。助教授には平成14年6月1日付けで良永知義が独立行政法人水産総合研究センター養殖研究所から転任した。平成19年4月1日より、助教授と助手の呼称が変更され、それぞれ、准教授と助教となった（良永准教授、横山助教）。

## 4. 2 研究の動向

### ①小川教授の指導による研究

助教授時代に引き続き、養殖魚介類の寄生虫病を主な研究テーマとした。特に、単生類、粘液胞子虫類、微胞子虫類による疾病の記載を行った。養殖トラフグの鰓や鰓腔壁に寄生する単生類ヘテロボツリウム (*Heterobothrium okamotoi*)に関しては、養殖網に虫卵が絡まることから、養殖場での被害が大きく、トラフグ養殖の大きな障害になっていたため、特に重点的に研究が行われた。また、天然魚介類の疾病にも研究領域を拡大した。特に、1990年代半ばから出現した単生類の新種ネオヘテロボツリウム (*Neoheterobothrium hirame*)が、天然ヒラメ寄生することによって、一部海域でヒラメ資源の減少に関わっていることを明らかにした。また、日本には貝類の病気の専門家がいなかったこと、貝類には重要な原虫病が多いことから、助教授時代から手掛けていた養殖マガキの原虫病に加え、天然アサリの原虫病も扱った。

### 魚類寄生虫

#### (1) 単生類

トラフグのヘテロボツリウム症研究では、博士課程から入学した宇田川彰久(平成14年博士修了)は中塚周哉(平成8年卒)が行った孵化幼生の行動に関する研究をさらに進め、孵化幼生が体前部を重力方向に配向させることで下方に移動する特性があることなど、行動特性の詳細を明らかにし、養殖場での幼生の分散を推定した。安崎正芳(平成13年卒)は修士修了までの3年間で、蛍光生体染色した孵化幼生を寄生させ、体表に着生した幼生の一部が鰓に移動することを証明した。おそらくは体表から脱落した虫体が経口的に鰓に再寄生したと思われる。安崎はまた、蛍光ビーズをトラフグの血管内に注入することによって、寄生虫の吸血量の推定を行ったが、単生類でこのような試みは初めてのことであった。山端菜穂子(平成14年卒)は修士修了までの3年間で、ヘテロボツリウムの産卵生態を研究した。特に、個体飼育したトラフグにヘテロボツリウムを寄生させ、産卵数の日変化を明らかにした。大橋 雄(平成16年卒)は修士課程でトラフグ、クサフグ、ヒラメなどを使って感染初期の宿主特異性を研究した。孵化幼生はトラフグに対して宿主選択性が高いことが実験的に示したが、宿主特異性には、着定時と着定後に別々の要因が関与することを示した。オマーンの留学生Sarah Hamoud Al-Jufaili(平成20年修士修了)は、修士課程において天然フグ類(トラフグ属のヒガンフグ、ショウサイフグ、コモンフグ)に寄生するヘテロボツリウム属の未記載の3種、本邦未報告の1種を含む5種を採集し、形態を記載した。また、これら5種の形態的特徴と鰓における寄生生態との関連性を研究した。さらにITS2領域の塩基配列から、これら5種の系統関係を示した。

天然ヒラメのネオヘテロボツリウム寄生に関しては、インドネシアの留学生 Hilal Anshary(平成14年博士修了)は、新潟県水産試験場と日本海区水産研究所の協力のもと、新潟県で採捕され、保存されていたヒラメ稚魚を調べ、ネオヘテロボツリウムの寄生が1992

年以前には認められなかったことから、1990年代前半に突然天然ヒラメに出現したことを示した。また、天然ヒラメの漁獲量の減少が著しい鳥取県との共同研究で、寄生は7月に始まったこと、寄生強度の上昇に伴い、9月には0歳ヒラメがほとんど採集されなくなったことから、漁獲の減少にネオヘテロボツリウム寄生が深く関与することを示唆した。平成14年に博士課程に入学した白樫 正（平成17年博士修了）は寄生虫による宿主の行動変化に興味を持ち、ネオヘテロボツリウムの寄生がヒラメの行動に与える影響をビデオ撮影装置を用いて研究した。実験は日本栽培協会上浦事業場（当時）で行った。その結果、寄生を受けたヒラメは潜砂性が低下し、異常な遊泳行動を示したことから、大型ヒラメに捕食されやすくなることを実験的に示した。

ハダムシ類に関する研究については、宮本淳子（平成16年卒）と木南竜平（平成17年卒）は、卒論研究において、ブリ類ではベネデニア *Benedenia seriolae* とネオベネデニア *Neobenedenia girellae* が混合寄生していることが多いことから、両種を識別するための形態差を研究した。これによって、宿主に着定直後の虫体でも両種を区別できるようになった。また宮本は、ネオベネデニアが台湾で養殖されていたスギに寄生した例で、虫体の寄生が眼球表面に集中する結果、宿主を失明させる可能性があることを示した。修士課程に進学した木南は、*N. girellae* 孵化幼生の着定行動の仕組みを研究し、着定には宿主由来の糖タンパク質が関与していることを明らかにし、グリシンにより人為的に着定行動を誘導することに成功した。

岩下によるウナギのシュードダクチロギルス研究は、平成14年卒の土井真規子に引き継がれた。彼女は鹿児島県の河川に生息するウナギのシュードダクチロギルス2種 (*P. binj*, *P. anguillae*) について、分布調査を行った。

以上の単生類研究では、宇田川が平成14年に「トラフグに寄生する単生類ヘテロボツリウムの孵化幼生の行動特性と分散・伝播機構に関する研究」で、Ansharyが平成14年に「Studies on the diclidophorid monogenean *Neoheterobothrium hirame* infection of wild Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* in Japanese coastal waters（日本沿岸の天然ヒラメに寄生する単生類 *Neoheterobothrium hirame* に関する研究）」で、堤が平成15年に「天然ヒラメに寄生する単生類 *Neoheterobothrium hirame* の由来と伝播に関する研究」で、白樫が平成17年に「Effects of infection with the monogenean *Neoheterobothrium hirame* on the survival of wild olive flounder *Paralichthys olivaceus*（単生類 *Neoheterobothrium hirame* の寄生が天然ヒラメの生存に及ぼす影響）」で、それぞれ学位を取得した。

## （2）粘液胞子虫

粘液胞子虫研究は横山 博助手（平成19年より、助教）が中心となって進められた。横山は博士論文の研究を発展させ、放線胞子虫が魚の体表粘液との接触刺激により魚体への侵入を始めること、魚の粘液との化学反応が宿主特異性に深く関わっていることなどを実験的に証明した。また、養殖場で新たに発生したタイリクスズキとマダイの心臓へネガヤ症や

海産魚の筋肉クドア症などについて、それぞれの病原体の形態学・分子系統学・病理組織学的解析を行って、新種記載をした。スリランカの留学生Yasoja Liyanageは平成8年に修士課程に入学した。平成14年に博士修了まで、コイの結合組織に寄生するテロハネルス *Thelohanellus hovorkai*による出血性テロハネルス症を研究した。そのなかで、交互宿主のエラミミズから得た放線胞子虫オーランチアクチノミクソンを蛍光染色し、胞子が鰓から侵入し、3週後には粘液胞子を形成した後、シスト崩壊することを明らかにした。胞子が皮膚等から体外に出る際に出血を伴った。また、コイは感染したエラミミズを摂取して重篤寄生を受けること、池の底質を砂地にしてエラミミズに不適な環境に変えたり、エラミミズをドジョウ等に食べさせることによって養殖場での被害を軽減できることを示した。

粘液胞子虫性やせ病については、柳田哲矢（平成13年卒業）がTin Tunの研究を引き継ぐことになった。柳田は卒論において、感染魚の腸管を摂食させる人為感染によって、発症には *Myxidium sp. TP* の寄生が直接関与していること、この寄生体が15°Cでは発育しないなど、発症と水温の関係を示した。修士課程および博士課程においては、分子生物学的手法を取り入れ、 *Myxidium sp. TP* がヨーロッパの養殖魚に感染する *Enteromyxum leei* と同種であること、魚から魚へ直接伝播することを明らかにした。また、腸管粘液のPCR検査で、魚を殺さずに診断する技術を開発した。平成18年に卒論生となった蔭山栄裕は平成21年に修士課程を修了した。その間、 *E. leei* の栄養体を蛍光色素で染色することによって生死判別する技術を開発し、栄養体は海水中で24時間以内に死滅し、12時間経過した場合は感染力を失うことを明らかにした。

ブリの粘液胞子虫性側湾症については、平成14年から16年まで日本学術振興会特別研究員として滞在したMark Freeman（現、マラヤ大学）による遺伝子解析と横山による形態解析によって、病原体の *Myxobolus buri* がマハゼの脳に寄生する *Myxobolus acanthogobii* のシノニムであることが証明され、学名が変えられた。また、養殖マサバで発生した脊椎湾曲症の原因が *M. acanthogobii* であることも示された。宮嶋清司（平成17年卒）は卒論研究で、 *M. acanthogobii* のPCR検出系を開発し、天然魚36種を調べ、これまで記録のなかった2種から陽性反応を得た。宮嶋は、修士課程では武田微胞子虫による感染症を研究した。

平成15年頃より発生している養殖ブリの脳脊髄炎について、横山、柳田（当時、農学特定研究員）、Freemanは、粘液胞子虫 *Myxobolus spirosulcatus* が病魚の脊髄から検出されることを示し、診断に有効なPCR法を開発した。その後、平成19年から21年まで日本学術振興会特別研究員として滞在した章晋勇（現、中国科学院水生生物研究所）と農学共同研究員の孟飛は、横山とともに疫学調査や病理組織学的検討を行い、 *M. spirosulcatus* が本疾病の原因生物であることを示唆した。

宮崎洋平（平成21年卒業）は海産魚の脳内に寄生する *Kudoa yasunagai* のPCR検査法を開発し、5月から10月が魚への侵入期であることを示した。現在、修士課程で研究を続けている。また、横山は長崎県総合水産試験場や近畿大学とともに、養殖クロマグロの脳クドア症について共同研究を進めている。

粘液胞子虫に関する研究では、Liyanageが2002年（平成14）に「Studies on hemorrhagic thelohanellosis of carp caused by a myxosporean parasite *Thelohanellus hovorkai*（粘液胞子虫 *Thelohanellus hovorkai*によるコイの出血性テロハネルス症に関する研究）」で、柳田が平成18年に「養殖トラフグの粘液胞子虫性やせ病の病原生物学的研究」で学位を取得した。

### （3）微胞子虫

韓国の留学生 李 宣姫は平成10年に修士課程に入学し、アユのグルゲア症研究を引き継ぎ、感染メカニズムを研究し、平成16年に博士課程を修了した。感染経路の違いによって、経口では腹腔内に、経皮では皮下にキセノマが形成されたことから、人工種苗アユにみられるグルゲア症は、仔魚が孢子を含んだ水を飲み込むことによって発病したと結論づけた。また、ニジマスがアユと同等の感受性を持つことを明らかにした。平成12年に修士課程に入学した林しのぶは、種苗生産期に発生するアユのグルゲア症をさらに研究し、卵に付着した孢子が感染源であることを証明した。また、発眼卵のポビドンヨード製剤処理が孢子の消毒に有効であることを示して、アユの種苗生産場における対策への道を開いた。

北海道の千歳川のサケ科魚の風土病として知られる武田微胞子虫症について、北海道サケマスふ化場（現、水産総合センターさけますセンター）と共同研究を行った。平成13年に修士課程に入学した藤山 勲は、感染期は水温が14℃を超える7月上旬から9月下旬頃であること、11℃では発症は抑制されるが、昇温により再び発育を開始すること、魚への感染体は40 μm以下のサイズであることを示した。平成14年に卒論生となった善家孝介（平成15年卒業）は修士課程までの3年間で、河川水のろ過とPCR検査によって、感染体の大きさは11～40 μm程度であり、孢子そのものではないこと、流域のプランクトンが感染に関与している可能性が高いこと、感染体は経口的に魚体内へ侵入し、その後シスト形成部位である心臓や筋肉に移行すると推察した。平成17年に修士課程に進学した宮嶋清司は、PCR法を改良し、偽陽性反応のない検出系を確立した。また、ニジマスのほうがヤマメよりも心臓への感染成立の程度が高かったことから、魚種により感受性に差があることを実験的に示した。さらに、これまでの研究を継続し、疫学調査と感染実験を行ったが、生活環の解明には至らなかった。

海産魚の体側筋肉に寄生する微胞子虫は、べこ病を引き起こす。平成20年に卒論生として研究室に加わった綾戸大地は、助教の横山 博とともに、長崎県総合水産試験場との共同研究によって、ブリ類のべこ病の研究を行い、平成22年に修士課程を修了した。綾戸はブリ、カンパチのモジャコにおける感染は、主として中間育成場で起こること、魚への感染時期は5月から8月に限られることを見出した。また、孢子形成後にシストが委縮する結果、感染魚が治癒する過程を記載した。また、鶴岡幸太（平成20年卒）は、ホシガレイの筋肉組織に寄生する *Microsporidium* を分類学的に検討した。

微胞子虫に関する研究では、李 宣姫が平成15年に「アユのグルゲア症原因微胞子虫 *Glugea plecoglossi*の感染メカニズムに関する研究」で学位を取得した。

#### 4) 吸虫・線虫

住血吸虫症研究については、平成5年にプセッタリウム *Psettairum* 属の住血吸虫が内臓血管に大量に寄生することによって若狭湾の大型の蓄養トラフグが死亡する事例があった。その後、平成17年に中国産トラフグが香川県で大量死した。香川県との共同研究で、かつての若狭湾トラフグとは別種のプセッタリウム属吸虫の寄生が原因であることが判明した。平成19年に修士課程に入学した宮本誠也は、国内の主要な養殖トラフグ生産県で同様な寄生虫病がないか、緊急調査したが、すべて陰性であった。宮本はまた、天然フグ類（トラフグ属）についても住血吸虫の寄生を調査し、ヒガンフグ、コモンフグ、クサフグ、マフグに寄生を認めたが、全種のフグの住血吸虫はそれぞれ別種で、トラフグ寄生虫とも異なった。宮本はまた、虫体の確実な検出法や内臓への虫卵の集積状況など、住血吸虫研究に新たな生物学的知見を加えた。近年、クロマグロ養殖が盛んになるにつれ、心臓や鰓血管に住血吸虫が寄生した魚がみられるようになった。産出された虫卵が鰓薄板や入鰓動脈に集積することから、害作用が強いことが示唆される。小川はこれがカルジコラ属の新種 *Cardicola orientalis* であることを報告した。

平成12年冬に宇治川でオイカワを中心とする淡水魚が大量死した。京都府海洋センター等との共同調査によって、原因はパラブケファロプシス属 *Parabucephalopsis* とプロソリンコイデス属 *Prosrhynchoides* 吸虫のメタセルカリア幼生の大量寄生であることは判明した。これらの吸虫の第1中間宿主は、東アジアからの輸入シジミに混入して持ち込まれたカワヒバリガイで、一部が吸虫の寄生を受けていたものと思われる。宇治川に定着したこの外来二枚貝から遊出したセルカリア幼生が、第2中間宿主の淡水魚に侵入し、さらにそれを捕食したビワコオオナマズが終宿主となっていた。

線虫については、フィリピンの留学生 *Karl Marx Quiazon* が平成16年から研究に加わった。修士課程では、魚類の生殖腺に寄生するフィロメトラ *Philometra* 類の分類と生態を研究した。この線虫類の種分類では、雄成虫の形態が重要であるが、数ミリという小型のため、多くの種では未発見であった。*Quiazon* は6種の海産魚からそれぞれ別種の線虫を採集した。それらのうち、マダイとイサキ寄生種はスズキ寄生種と同種とされていたが、雄成虫の形態差から、それぞれ新種 *P. madai*、*P. isaki* として記載した。生態学的には、フィロメトラ属線虫の成熟は宿主の成熟と同調していることを明らかにした。また、天然ブリの筋肉線虫として知られるフィロメトロイデス *Philometroides seriolae* について、ブリを1年以上にわたり飼育した結果から、一部の虫体は筋肉組織内に長期にわたって寄生し続け、体外に脱出する現象はみられなかった。このことから、寄生したブリから虫体は完全には除かれないことを示した。博士課程では、*Quiazon* は研究対象を人体寄生虫でもあるアニサキスに移した。日本沿岸域の魚類の調査の結果、太平洋側では主に *Anisakis simplex sensu stricto*（狭義の *A. simplex*）が、日本海側では主に *Anisakis pegreffii* が寄生していること、両種は遺伝子による判別だけでなく、形態によっても区別可能なことを示した。また、両種をヒラメとニジマスに投与した結果、*A. simplex s.s.* では一部の虫体はいずれの魚の筋肉に寄生したのに対し、*A. pegreffii*



では、どちらの魚にも筋肉寄生がみられなかったなど、アニサキスの種類によって寄生部位が違うことを明らかにした。これらの研究によって、Quiazonは平成21年に「**Studies on philometrid and anisakid nematodes infecting marine fishes in Japanese waters**（日本の海産魚に寄生するフィロメトラ科およびアニサキス科線虫に関する研究）」で学位を取得した。

#### 貝類寄生虫

平成13年に博士課程に進学した伊藤直樹は、原因原虫検出のためのPCR技法を開発した。無感染マガキを岡山県の感染水域に垂下することによって実験感染させ、透過電顕とPCRによって、原因原虫はマガキの鰓、外套膜、唇弁の上皮組織に侵入し、結合組織に移動して、細胞内細胞（一次細胞内に二次細胞）を形成しながら分裂増殖した後、二次細胞が卵巣上皮に移動、さらに卵細胞内に侵入することを明らかにした。平成14年に修士課程に入学したミャンマーの留学生Kay Lwin Tunは、伊藤の研究を引き継ぎ、岡山県で研究を続けた。宮城県から無感染種苗を岡山県の感染水域に垂下して感染させ、毎月採材した。その結果、垂下した翌年の7月から感染が確認され、感染率は夏に上昇したが冬に低下し、その翌年の5月にはマガキの成熟に伴って再上昇した。貝を麻酔して生殖巣を生検し、感染貝だけを選別する手法を考案し、感染貝を飼育したところ、冬には生殖巣は縮退し、感染から回復することを明らかにした。また、雌カキしか罹病しないという特性から、カキ種苗の成長抑制期間を延長して成熟期を遅らせる操作によって雌の比率を低下させ、結果として被害が軽減されることを実験的に証明した。平成16年に博士課程に進学しTunは、無感染マガキを時期を変えて1カ月間垂下飼育実験を行い、冬には寄生率が低下するが、その貝を高水温で飼育したところ高い感染率を示したことから、貝への感染体の侵入は1年中継続していることを明らかにした。また、前述のように感染貝のみを選別飼育したところ、大半が死亡したことから、秋以降の寄生率の低下は、感染貝の死亡によるものと推察した。

マガキの卵巣肥大症の研究によって、伊藤は平成16年に「**Studies on the identification and development of a parasite causing abnormal enlargement of the ovary in the Pacific oyster, *Crassostrea gigas***（マガキの卵巣肥大症原因寄生虫の同定と発育に関する研究）」で、Tunは平成19年に「**Infection dynamics of *Marteilioides chungmuensis*, an ovarian protozoan parasite of Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, and its control of infection by manipulating host maturation**（マガキの卵巣寄生原虫 *Marteilioides chungmuensis* の感染動態と宿主の成熟操作による感染制御）」で学位を取得した。

#### それ以外の寄生虫

平成17年に卒論生として加わった大谷智通は、愛媛県水産試験場の協力を得て、伊予灘海域で漁獲されるマダイの口腔内に寄生する等脚類タイノエの生態を研究し、平成20年に修士の学位を獲得した。タイノエは長期にわたりマダイに寄生し続け、寿命は5年程度に及ぶことを明らかにした点が注目される。

寄生虫で用いられる疫学研究を、平成15年に日本で初めて野生と養殖コイに発生したコイヘルペスウイルス病にも試みた。石田正義（平成19年卒）は霞ヶ浦で発生したコイヘルペスウイルス病について、フィールド調査を行った。病理組織学的に、平成15年当時の感染魚の鰓の病変が平成17-18年の採集魚にはみられなかったことから、これらのコイは感染耐過魚である可能性を示した。

鞭毛虫もしばしば魚病被害を引き起こす。小川は日本栽培漁業協会との共同研究によって、石垣島のスジアラの種苗生産において、未同定のIchthyodinium属鞭毛虫が、卵内に侵入して受精卵や孵化仔魚を殺すことを報告し、飼育水の紫外線照射で感染を防除できることを明らかにした。米田一紀（平成20年卒）は、水槽飼育の海産魚にしばしば大量死を引き起こすことでよく知られるウージニウム*Amyloodinium ocellatum*の研究を始めた。カクレクマノミを実験魚として、感染方法の標準化を目指している（現在、修士課程在学中）。

## ②良永准教授の指導による研究

小川教授が指導した研究のうち、堤信幸が行ったヒラメのネオヘテロボツリウムの研究、大橋雄が行ったヘテロボツリウムの着定単生類、宮本淳子、木南竜平が行ったハダムシ類の研究、林しのぶが行ったアユのグルゲア症の研究、Karl Marx Quiazonが行った線虫類の研究について、中心的に研究を指導した。

良永は、養殖研究所在任中に、ネオヘテロボツリウムの吸血がヒラメに貧血をもたらしていることを証明していた。本研究室に転任後も、ネオヘテロボツリウムに関する研究を継続し、養殖研究所在任中ならびに本研究室転任後に、北米のヒラメ種からネオヘテロボツリウムを採集し、小川教授、平成14年に博士課程に進学した堤 信幸、日本学術振興会の外国人研究員であるKathryn Ann Hallの協力を得て、分類学的検討を行い、日本のヒラメに寄生するネオヘテロボツリウムは、本来、北米東岸に分布するヒラメの一種サザンフラウンダーの寄生虫であり、これが近年極東水域に持ち込まれ、ヒラメに宿主転換したと結論づけた。堤はネオヘテロボツリウムに関する一連の研究「天然ヒラメに寄生する単生類*Neoheterobothrium hirame* の由来と伝播に関する研究」によって、博士の学位を取得した。藤崎 悠（平成18年卒）は、ネオヘテロボツリウムの宿主種による寄生の違いの解析に取り組んだ。

海産魚の白点虫のin vitro培養法の開発に本研究室転任前から取り組んでいた。秋山孝介（平成17年学部卒）が修士課程でこのテーマに取り組み、魚類細胞を用いた培養法を確立した。さらに、西田早予子（平成19年修士卒）が培養系を用いた白点虫の摂餌生態の研究を行い、さらに薬剤のin vitroアッセイ法を確立した。林 賢貞 (Im, Hyun Jung)（平成22年修士卒）がこの研究を引き続き、イオノフォア抗生物質の経口投与が白点虫の防除に有効であることを見出した。

養殖場の環境が寄生虫の動態や分布ならびに発病に及ぼす影響を解析するため、橋本昌樹（平成17年卒）、保科智秀（平成20年卒）は海産白点虫、山本 玄(平成20年卒)はハダム

シ類を材料に、基礎的なデータを蓄積した。野口由貴（平成21年卒）は、これまでの知見をもとに、さらに研究を進めている。また、高岸奈々絵（平成20年卒）は、ヒラメのスクーチカ絨毛虫について低塩分が発病に重要であることを見出し、それまで困難とされていた浸漬攻撃法を開発した。

日本のアサリは1980年代以降資源量が大幅に減少したまま、回復の兆しがない。この資源量の減少の原因究明研究の一環として、渡邊晋士（平成18年修士卒）、アサリに寄生する **Perkinsus** 原虫の病害性を研究し、**Perkinsus** 原虫のアサリへの攻撃法を開発した。脇 司（平成19年卒）、下川 潤（平成20年卒）は、この研究をさらに進め、**Perkinsus** 原虫がアサリ幼貝に致命的影響があることを実験的に証明し、高橋美希（平成21年卒）は、**Perkinsus** 原虫が天然アサリ集団に与える影響の解析を行っている。

