

\*\*\*\*\*  
\*  
\*  
\*  
\*  
\*  
\*\*\*\*\*

# 高知大学学位授与記録

本学は、次の者に博士（学術）の学位を授与したので、学位規則（昭和28年文部省令第9号）第8条の規定に基づき、その論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨を公表する。

## 目 次

| 学位記番号    | 氏名    | 学位論文の題目   | ページ |
|----------|-------|---|-----|
| 甲総黒博第41号 | 桐原 聡太 | ハゼとテッポウエビの条件的相利共生に関する生態学的研究                                 | 1   |
| 甲総黒博第42号 | 塩崎 祐斗 | <i>Sestrostoma</i> 属カニ類における共生に伴う形態と行動の適応進化                  | 4   |
| 乙総黒博第12号 | 藤原 俊司 | 北太平洋の米国200海里内におけるギンダラ ( <i>Anoplopomafimbria</i> )の資源生物学的研究 | 7   |
| 乙総黒博第13号 | 山本 幸生 | 中山間地域における土地所有権の空洞化の実態—地籍情報のGIS解析からのアプローチ—                   | 11  |

|         |   |
|---------|---|
| ふりがな    | キハラ ヲタ  |
| 氏名（本籍）  | 桐原 聡太（熊本県）  |
| 学位の種類   | 博士（学術）  |
| 学位記番号   | 甲総黒博第41号  |
| 学位授与の要件 | 学位規則第4条第1項該当  |
| 学位授与年月日 | 令和3年3月23日   |
| 学位論文題目  | ハゼとテッポウエビの条件的相利共生に関する生態学的研究   |
| 発表誌名    | <p>(1) Kirihara, S., Henmi, Y. and Itani, G. (2020) Behavioral observation of a facultatively symbiotic goby at a shrimp burrow entrance. <i>La mer</i>, 58: 115-123.</p> <p>(2) Kirihara, S., Itani, G., Nunobe, J., Nomoto, A., Aldea, K. Q., Murakami, R., Sakta, H. and Henmi, Y. (2020) Burrow morphology of an alpheid shrimp at muddy tidal flats in western Japan. <i>Kuroshio Science</i>, 14: 99-102.</p> |
|         | <p style="text-align: center;">審査委員 主査 教授 伊谷 行<br/>副査 教授 原田 哲夫<br/>副査 准教授 三浦 収</p>  |

#### 論文の内容の要旨

ハゼ類とテッポウエビ類の間に発達する相利共生は、中学生の理科の教科書でも紹介されるほどの典型的な種間関係の事例として知られる。テッポウエビ類が構築した巣穴をハゼ類がすみかとして利用する代わりに、ハゼ類は外敵の接近をテッポウエビ類に知らせる行動を示すとされる。過去の研究では、ハゼ類が不在であるとテッポウエビ類は巣穴外活動を行うことができず、またハゼ類はテッポウエビ類の巣穴から離れると捕食されてしまう、という、お互いに共生相手を必要とする絶対相利共生の関係にあると考えられてきた。このような緊密な相互依存関係を研究することは、海洋環境における種間関係の進化を考えるうえで、特に重要である。このハゼ類とテッポウエビ類の関係には、世界で5種だけ、相互に依存していない条件的共生の関係が知られている。条件的共生は絶対相利共生に至る進化の途中経過であると期待して、大西洋の2種のハゼ類で研究が行われてきた。一方、条件的共生は必ずしも進化の途上ではなく、むしろ進化の袋小路の状態にあると考える説もあり、より多数の研究事例が必要とされている。本研究では、日本に分布するツマグロスジハゼとテッポウエビの条件的共生の行動学的側面を詳細に記述することによって、上述の問いに迫る結果を得たものである。論文は、研究の背景と目的を示した第1章と総合考察を行った第5章をのぞき、異なる視点から研究された3つに分けられる。第2章ではテッポウエビ類の巣穴構造の一例を示し、共生の舞台となる巣穴内部について考察した。第3章ではツマグロスジハゼの行動を詳細に記述し、ハゼ類が共生による利益を得ていることを示した。第4章ではテッポウエビの行動を詳細に記述し、テッポウエビもツマグロスジハゼが巣穴近くにいるときには利益を得ていることを示した。以下に、各章の発見の詳細を述べる。

第2章では、相利共生を行うハゼ類とは共生しないマングローブテッポウエビの巣穴構造を明らかにした。極めて複雑で階層構造が認められ、本種が地下の堆積物から栄養を摂取することが示唆された。こ

の推論は、本種が干潟表面での活動をあまり行わないこと、相利共生を行うハゼ類とは共生しないことも合致した。なお、マングローブテッポウエビには、タビラクチという別種のハゼ類が共生していることが知られているが、このハゼ類の巣穴外活動についても、ほとんど知られておらず、巣穴構造がエビとハゼの共生関係にも影響を与えることが示唆された。この内容は以下の参考論文となった。

Sota Kirihara, Gyo Itani, Jun-ichi Nunobe, Akihito Nomoto, Kristian Q. Aldea, Runa Murakami, Hiroshi Sakata, and Yumi Henmi (2021) Burrow morphology of an alpheid shrimp at muddy tidal flats in western Japan. *Kuroshio Science*, 14: 99-102.

第3章では、高知県浦ノ内湾の干潟における野外の定量的な行動観察を行い、ツマグロスジハゼがテッポウエビの巣穴を隠れ家として利用すること、巣穴入口のすぐ前の位置以外にも、離れた場所まで活動範囲があることを示した。絶対相利共生を行うハゼ類では、野外行動のほとんどは巣穴入口のすぐ前の位置で行うことが知られている。これまで、スジハゼ類が条件的共生を行うことは定性的な観察により知られていたが、あらためて、ツマグロスジハゼの行動パターンが、大西洋で研究された条件的共生種と類似していることを示した。また、この研究は、満潮時と干潮時に行い、干潮時においても干潟のタイドプールでハゼが活動すること、満潮時とは異なるパターンを示すことを明らかにした。この内容は以下の参考論文となった。

Sota Kirihara, Yumi Henmi and Gyo Itani (2020) Behavioral observation of a facultatively symbiotic goby at a shrimp burrow entrance. *La mer*, 58: 115-123.

第4章では、3章で行った行動観察をテッポウエビについて解析を行い、ツマグロスジハゼが巣穴近くにいるときには、テッポウエビの野外活動が活発になることから、テッポウエビにとっても利益があることを示した。しかし、テッポウエビは単独でも野外活動を行うことができること、ツマグロスジハゼが共生している場合でも、ハゼが巣穴近くにいる時間が限られることから、テッポウエビが受け取る総合的な利益は、共生の有無で有意な違いは認められなかった。このことは、テッポウエビにとっても、この共生関係が条件的な相利共生であることを示している。

第5章の総合考察では、本研究から得られた知見と、過去の膨大な研究例との比較を行った。ツマグロスジハゼとテッポウエビに関しては、干潟に生息するため、大型魚類による捕食の危険性が少なく、また餌も豊富に分布していることから、これ以上緊密な関係に進化する選択圧は高くない。しかし、選択圧の異なる環境下において、条件的共生から絶対相利共生に進化する可能性については否定されなかった。一方、ツマグロスジハゼは *Acentrogobius*-lineage に属しているが、このグループから絶対相利共生は進化しておらず、系統に由来する何らかの形態や行動が、絶対相利共生の進化を抑制している可能性も考えられた。この場合、条件的共生は進化の袋小路であるとも考えられる。

以上、ハゼ類とテッポウエビ類の共生関係について、新たな対象種を用いて重要な知見を提供した桐原氏の提出論文は博士論文として申し分ない。とくに、条件的共生に関わる利益を、ハゼ類とテッポウエビ類の双方の観点から詳細に論じた桐原氏の研究成果は、海洋環境における共生関係の進化生物学に重要な足跡を残したと言える。また、ハゼ類とテッポウエビ類については、とくに熱帯域で広く分布が認められ、サンゴ礁海岸におけるバイオマスも極めて高いことが知られている。このことから、ハゼ類とテッポウエビ類の種間関係は黒潮圏域の水産業を支える生態系においても重要であると考えられる。本研究のような行動観察は、今後の資源量調査、生態系における機能など、さまざまな研究発展の基礎となると期待される。

### 論文審査の結果の要旨

令和3年1月27日に公開審査会が開催され、学位論文提出者によって、MS-Teams を用いたオンラインにより研究内容が発表された。質疑応答を含めた約1時間で、本学位論文の内容が説明され、質問やコメントに対し、学位論文提出者から相応の回答がなされた。

同日、最終試験をMS-Teams を用いてオンライン実施した。この試験では、「黒潮圏総合科学専攻学位論文審査等に関する実施要領」にしたがって、専門性や学術性に関する口頭諮問を実施した。桐原氏はいずれの質問に対しても、的確に回答し、学位に値する専攻学術の能力を有していることが認められた。

公開審査会とあわせて、学位論文提出者の学識は博士（学術）として研究を遂行していくうえで備わっているものと認め、審査委員全員で合格と判定した。

|         |  |
|---------|--|
| ふりがな    | シオザキ ユト  |
| 氏名（本籍）  | 塩崎 祐斗（和歌山県）  |
| 学位の種類   | 博士（学術）   |
| 学位記番号   | 甲総黒博第42号   |
| 学位授与の要件 | 学位規則第4条第1項該当   |
| 学位授与年月日 | 令和3年3月23日  |
| 学位論文題目  | <i>Sestrostoma</i> 属カニ類における共生に伴う形態と行動の適応進化   |
| 発表誌名    | (1) Siozaki, Y. and Itani, G. (2020) Behavioural strategy of the ectosymbiotic crab ( <i>Sestrostoma</i> sp.) during ecdysis of the crab and its upogebiid shrimp host. <i>Journal of the marine biological Association of the United Kingdom</i> , 100: 753-758 |
|         | 審査委員 主査 教授 伊谷 行<br>副査 教授 原田 哲夫<br>副査 准教授 三浦 収  |

#### 論文の内容の要旨

カニ類は、腹部が退縮して歩脚が発達した十脚目の甲殻類である。基質と密接に関わる生活により、堆積物食や捕食を行う底生生物として海洋生態系の重要な構成者となっている。ここで、基質の一つとして他の生物の身体を利用するカニ類も多く、つまり、共生性のカニ類が多様化している。共生とは、2種の生物が共に暮らす現象であり、利害関係で区分すると、相利共生、片利共生、そして寄生関係をも含む。カニ類では二枚貝の殻の中に住むカクレガニ科のカニ類による寄生関係の研究が多く行われてきた。また、サンゴガニ類と造礁サンゴの間の相利共生の研究も豊富である。一方、片利共生は、宿主に害も益もないものとして、寄生や相利共生ほど研究が行われていない。そこで、学位論文提出者である塩崎氏は、海洋環境における片利共生のうち、甲殻類の巣穴を利用するカニ類の生態を解明することを目的に研究を行った。世界的に、他の生物の巣穴を利用するカニ類はカクレガニ科のカニ類であることが多いが、日本で甲殻類の巣穴を利用するカニ類は、モクズガニ科の *Sestrostoma* 属である。他の地域とは異なる系統のカニ類が共生者となっており、日本では、宿主の甲殻類の体に付着して暮らす未記載種のカニ類（シタゴコロガニ）が進化していることが特徴的である。本研究では、巣穴内に暮らす宿主の体表を利用するシタゴコロガニに、どのような行動的適応、形態的適応が進化したのかを明らかにしたものである。

論文は、研究の背景と目的を示した第1章と総合考察を行った第5章をのぞき、異なる視点から研究された3つに分けられる。第2章ではシタゴコロガニの脱皮行動を観察し、その行動の適応的価値を論じた。第3章ではシタゴコロガニの交尾行動と交尾に至る前のメスを誘惑する行動を明らかにした。さらに、野外採集により個体群特性を明らかにし、観察された繁殖行動を裏付ける結果が得られた。第4章ではシタゴコロガニを含む *Sestrostoma* 属の4種のカニ類で形態比較を行い、シタゴコロガニによる形態適応を明らかにした。以下に、各章における発見について述べる。

一般に、カニ類は脱皮時には体が柔らかく、捕食される危険が高まるため、安全な場所で脱皮を行うとされている。第2章では、体表共生者であるシタゴコロガニが、自身が脱皮する際にどのような行動を採るのかを、粘り強い水槽観察により明らかにした。その結果、普段、このカニが利用している宿主のアナ

ジャコ類の腹部にぶら下がったまま脱皮を行うことができることが明らかになった。アナジャコ類の腹部は、自身の鉗脚が届かず、シタゴコロガニにとって最も安全な場所であり、脱皮を行う場所としても適していると考えられた。この発見により、脱皮殻が腹部に付着し続けるメカニズムや、他の生物に付着する甲殻類の行動など、新たな研究発展の可能性を示すことができた。本章の内容は、以下の参考論文となった。

Yuto Shiozaki and Gyo Itani (2020) Behavioural strategy of the ectosymbiotic crab (*Sestrostoma* sp.) during ecdysis of the crab and its upogebiid shrimp host. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 100: 753-758.

第3章では、水槽観察により、シタゴコロガニの交尾行動が、やはり、アナジャコ類の腹部の定位置で行われることを明らかにし、交尾の直前に stridulation と称する、カニの眼下線と鉗脚の腕節をこすり合わせる行動をオスが行うことも明らかにした。眼下線の形態は、*Sestrostoma* 属の分類形質として重要視されていることから、分類形質である形態と行動学的意義を結びつける、極めて重大な発見であると言える。また、シタゴコロガニの野外採集により、メスのサイズが大型化する性的二型を有し、性比もメスに偏ることを明らかにした。この特性は、二枚貝の殻に寄生するカニ類と同様であり、シタゴコロガニの寄生的生態が個体群特性に影響を与えているものと考えられた。

第4章では、シタゴコロガニを含む *Sestrostoma* 属のカニ類4種を形態計測により比較したものである。本属には、干潟のアナジャコ類の巣穴に共生し、宿主の体には付着しない巣穴共生性のトリウミアカイソモドキ、転石地に生息するアナジャコ類の巣穴共生者であるヒメアカイソモドキ、砂質干潟のユムシの巣穴に共生するオオヒメアカイソガニが属している。形態計測の結果、シタゴコロガニが他のカニ類と異なる形態は、背甲の厚さと、歩脚の幅（厚さ）に認められた。背甲の厚さは、エネルギーの貯蔵や繁殖成功（卵数）に関連づけられる。巣穴共生者は宿主の排除行動から逃れるために背甲を薄くさせているが、シタゴコロガニは宿主の腹部につかまることで、排除される危険がない。そのため、背甲を厚くすることができると考えられた。シタゴコロガニの歩脚の厚さは歩脚の筋肉量と関係し、宿主につかまりぶらさがることに適応的であると考えられた。

第5章の総合考察では、*Sestrostoma* 属のカニ類のなかで、巣穴共生と体表共生の共生生態の違いが、形態と行動の適応に結びついたことを、他のカニ類や甲殻類における事例を引用して、考察を行った。今後は、巣穴共生者における繁殖行動の知見が必要であるという課題も提供することができた。

以上、黒潮圏に広く分布し、汽水域の優占種となるアナジャコ類の巣穴を利用するシタゴコロガニについて、未知の共生生態を明らかにした塩崎氏の提出論文は博士論文として申し分ない。とくに、水槽観察による適応的行動の解明、野外における定量採集と形態計測による多面的なアプローチで、世界的にも唯一無二であるシタゴコロガニの生態を明らかにしたことが高く評価できる。研究に用いたシタゴコロガニとオオヒメアカイソガニは環境省の海洋生物レッドリストにより絶滅危惧種に指定されており、本研究結果はその保全策の検討にも役立つものと考えられる。さらに、本研究結果は、黒潮圏の干潟域にも未知の共生関係が広がっていることを予感させ、今後、各国の干潟域での共生性カニ類の研究を刺激するものと期待される。

### 論文審査の結果の要旨

令和3年1月27日に公開審査会が開催され、学位論文提出者によって、MS-Teams を用いたオンラインにより研究内容が発表された。質疑応答を含めた約1時間で、本学位論文の内容が説明され、質問やコメントに対し、学位論文提出者から相応の回答がなされた。

同日、最終試験をMS-Teams を用いてオンライン実施した。この試験では、「黒潮圏総合科学専攻学位論文審査等に関する実施要領」にしたがって、専門性や学術性に関する口頭諮問を実施した。塩崎氏はいずれの質問に対しても、的確に回答し、学位に値する専攻学術の能力を有していることが認められた。

公開審査会とあわせて、学位論文提出者の学識は博士（学術）として研究を遂行していくうえで備わっているものと認め、審査委員全員で合格と判定した。

|         |   |
|---------|---|
| ふりがな    | フジワラ シュンジ   |
| 氏名（本籍）  | 藤原 俊司（神奈川県）   |
| 学位の種類   | 博士（学術）  |
| 学位記番号   | 乙総黒博第12号  |
| 学位授与の要件 | 学位規則第4条第1項該当  |
| 学位授与年月日 | 令和3年2月8日  |
| 学位論文題目  | 北太平洋の米国 200 海里内におけるギンダラ ( <i>Anoplopoma fimbria</i> ) の資源生物学的研究   |
| 発表誌名    | <p>(1) Fjiwara, S. &amp; D.G. Hankin, 1988. Aging discrepancy related to asymmetrical otolith growth for sablefish <i>Anoplopoma fimbria</i> in northern California. <i>Nippon Suisan Gakkai</i>, 54(1):27-31.</p> <p>(2) Fujiwara, S. &amp; D.G. Hankin. 1988. Sex ratio, Spawning period, and size and age maturity of sablefish <i>Anoplopoma fimbria</i> off northern California. <i>Nippon Suisan Gakkai</i>, 54(8):1333-1338</p> <p>(3) Fujiwara, S. &amp; I. Kinoshita. 2020. Preliminary analysis of sablefish (<i>Anoplopoma fimbria</i>) otolith measurements from northern Pacific in 1984. <i>La mer</i> 58:35-38</p> |
|         | 審査委員 主査 教授 木下 泉<br>副査 教授 伊谷 行<br>副査 教授 久保田 賢  |

論文の内容の要旨

北太平洋における水産的重要種であるギンダラ (*Anoplopoma fimbria*) は、米国西海岸の加州からオレゴン、ワシントン州を経てアラスカ湾、アリューシャン列島、ベーリング海の広い水域の表層から 1000 m 以深まで分布する。本研究は、本種の適切な資源管理の基礎となる資源評価のために、系群、年齢、成長、成熟などの基礎的な生物学的情報をまとめ、次の 7 章からなっている。

1. アラスカ湾、アリューシャン列島、ベーリング海の耳石の 2 つの年齢査定法による年齢の比較

アラスカ水域のギンダラの 2 つ年齢査定法による年齢比較を行った。1982-1985 年に実施された日米共同底はえ縄調査で収集されたアラスカ水域のギンダラ 14666 尾（雌 8374 尾、雄 6292 尾）の耳石（扁平石）を使い、耳石表面と横断面における 2 つの年齢査定法で、年齢を査定した。最大表面年齢は 19 歳、最大横断面年齢は 56 歳であった。これまで横断面年齢査定法の有効性が検証されてきた。本研究では、2 方法による査定結果を比較し、表面年齢の限界を調べた。横断面年齢は、若齢魚を除き、表面年齢より大きく査定された。表面年齢と横断面年齢との差は、6 歳までは ±1 歳の範囲で非常に小さく、6 歳以下の積算年齢組成割合は雌雄とも 50% を越える。このことから、表面年齢査定法は、生活史全体の年齢査定には使うことができないが、成長の早い若齢魚に対しては有効な査定法で、年齢査定の簡便性もあり、より多くの個体の年齢データの収集が可能となる。

## 2. 3 水域の耳石の 2 つの年齢査定法による査定年齢差と耳石成長

アラスカ水域の本種耳石の 2 つの査定年齢の差を、表面年齢査定部位となる耳石半径と横断面年齢査定部位となる耳石厚の計測値を用いて、査定年齢差が生じる要因を検討した。第 1 章で検討したとおり、アラスカ水域で採集されたギンダラの耳石表面と耳石横断面の年輪を観察した結果、6 歳を越える頃から、耳石横断面年齢の増加にともない年齢差は大きくなった。体長の増加に比例して、耳石半径は成長する。体成長の鈍化に伴い、耳石半径の成長も鈍化する。耳石半径方向への成長の鈍化により、耳石表面縁辺部の年輪の判読が著しく難しくなる。一方平均耳石厚は、体成長が鈍化しても関係なく厚さを増し、横断面年齢を増加させる。このように、耳石表面での査定は、体成長の減少に伴い、難しくなる一方、耳石横断面は、体成長に関係なく成長し、年輪の判読を可能とする。2 つの年齢査定法の査定年齢の差が生じる要因は、年齢査定部位である耳石半径方向と耳石厚方向との成長の違いに起因すると結論できる。本研究では、直接的な年齢の検証(Validation) はできなかったが、ギンダラのような長寿命の魚種については耳石横断面の観察が推奨される。

## 3. 北カリフォルニアの査定年齢差への深度・成熟の影響 (参考論文①)

1984 年に北カリフォルニア (以下、加州) 水域で操業する底曳トロール船に乗船し、本種の耳石を収集した。魚探で魚群を探索し、漁獲された本種から採集した 721 尾 (雌 305 尾, 雄 416 尾) の耳石を用いて、これまで同様に、表面年齢査定法と横断面年齢査定法により年齢を査定した。アラスカ水域と同様に北加州水域でも、耳石成長の違いによって査定年齢に差が生じることが明らかになった。北加州水域の査定結果に、深度 (3 水深 (m) 層/Zone 1:  $\leq 300$ , Zone 2: 301-600, Zone 3: 601-1100 m) と成魚・未成魚と耳石計測値の情報を併せて、査定年齢の差の要因をさらに検討した。水深が深くなるにつれて、成魚の占める割合が多くなった。Zone 1 では、未成魚が多く、体成長に伴い、耳石半径方向への成長は著しく、耳石比 (耳石半径/耳石厚) は増加し、査定年齢の差はほとんど生じなかった。Zones 2-3 の水深層では、成魚の割合が増え、年齢と共に体成長が鈍化し、耳石半径の成長も徐々に鈍化した。一方、耳石厚は、体成長に関係なく増加し、その結果として、耳石比が減少した。深度が深くなると成魚の割合が多くなり体成長の鈍化に伴い、耳石半径への成長が遅くなる一方で、耳石厚は厚くなり、深度に伴い査定年齢の差がより大きくなっていったと考えられる。

## 4. 北加州の性比、産卵期、成熟体長・成熟年齢の検討 (参考論文②)

北加州水域で 1984 年 1 - 8 月の間、水深 83 から 1033 m で操業したトロール漁船で得られた本種の体長、性別、成熟度の情報を収集し、データを解析し、本種の性比・産卵期・成熟体長 (尾又長 FL) と横断面年齢について検討した。年齢情報は、前章で査定した横断面年齢を使った。産卵魚が 1 月末から 3 月にかけて出現した。2 月初めにピークが現れるので、1 月下旬から 3 月にかけて産卵期とした。未成魚の性比は 1:1 であった。成魚の性比は、期間を通じ、雄に偏っていた。月別に成魚の割合をみると、2 - 3 月の産卵期に限り性比が雌に偏り、その他の月では雄に偏っていた。このことは、本種の産卵行動に何らかの関係があるのではないかと考えられる。Logistic モデルを使い 50%成熟体長、成熟年齢を推定した。雌・雄でそれぞれ 53.5・49.6 cm FL, 5.0・4.5 歳であった。カナダおよびアラスカ水域の研究報告によると、50%成熟体長は 60 cm FL 以上であった。カナダおよびアラスカ水域の 50%成熟体長は、北加州の成熟体長に比べて大きい。

## 5. 4 水域における成長

1984 年におけるアラスカ湾・アリューシャン列島・ベーリング海、そして北加州の四水域の本種の横断

面年齢に対応する尾又長に、von Bertalanffy 成長曲線を雌雄別に当てはめ、最尤法で3つのパラメーター ( $L_{\infty} \cdot K \cdot t_0$ ) を推定した。4水域において、パラメーターの1つである最大体長  $L_{\infty}$  は、雌は雄に比べ大きかった。アラスカ湾では、雌 81.1, 雄 69.5 cm FL と推定された。前3水域の  $L_{\infty}$  は、加州 (雌 67.4, 雄 60.4 cm FL) より大きく推定され、高緯度ほど  $L_{\infty}$  は大きいという傾向がみられた。

#### 6. 4水域の耳石比の比較による系統群判別の可能性 (参考論文③)

1984年での4水域の本種の耳石比 (耳石半径/耳石厚) と横断面年齢の関係を比較した。耳石比は、年齢に伴い、直線的に減少した。4水域の横断面年齢と耳石比の関係を回帰直線に当てはめ、共分散分析により4つの回帰直線を比較した結果、3水域と北加州の間でのみ統計学的有意差が生じた。

#### 7. 総合考察 (参考論文①~③)

本研究では、ギンダラの表面年齢と横断面年齢の差をキーワードとして、表面年齢の限界を定め、耳石計測値を用いて年齢差の要因について検討をした。6歳までの若齢魚に対して表面年齢と横断面年齢の差がなかった。表面年齢査定法は簡便であるの、表面年齢査定法は若齢魚に対しては有効である。6歳以後、査定年齢に差が大きくなる要因は、体長に依存する耳石半径の成長と年齢に依存する耳石厚の成長の違いによることを示した。耳石成長の違いにより生じる査定年齢の差は、アラスカ水域と北加州水域の広い海域に共通していた。

申請者は、以上の調査・研究を1981-1988年の間、米国加州立ハンボルト校天然資源学部修士課程、さらに東京大学農学系博士課程において弛まなく続けた。東大大学院中退後、JICA または OFCF のエキスパートとして、黒潮流域圏・外縁の様々な発展途上国において、それまで培ってきた資源評価の手法に加えて、特に音響機器などの探知機を使用して、水産有用種の資源評価を行ってきた。よって、科学的業務を遂行するための国際的な知識と技能を十分有しており、博士 (学術) 号を持するに相応しいと判断される。

#### <参考論文>

① Fujiwara, S. & D.G. Hankin. 1988. Aging discrepancy related to asymmetrical otolith growth for sablefish *Anaplopoma fimbria* in northern California. *Nippon Suisan Gakkai*, 54(1): 27-31.

② Fujiwara, S. & D.G. Hankin. 1988. Sex ratio, Spawning period, and size and age maturity of sablefish *Anaplopoma fimbria* off northern California. *Nippon Suisan Gakkai*, 54(8): 1333-1338.

③ Fujiwara, S. & I. Kinoshita. 2020. Preliminary analysis of sablefish (*Anaplopoma fimbria*) otolith measurements from northern Pacific in 1984. *La mer*, 58(1/2): 35-38.

### 論文審査の結果の要旨

参考論文では、1・2 篇から 3 篇目にかけて、かなり中断しているが、論文の内容はクラシックではあるが、現在の水産資源学において十分通用すると判断される。

公開審査会において、理解しやすく効果的な口頭発表を実施し、質問・意見にも適切に応答した。最終試験として面接を行い、前の論文審査の結果を加味し、総合的に検討したところ、博士（学術）の学位を取得するに相応しいと判断された。

|         |  |
|---------|--|
| ふりがな    | ヤマト ユキオ  |
| 氏名（本籍）  | 山本 幸生（高知県）   |
| 学位の種類   | 博士（学術）   |
| 学位記番号   | 乙総黒博第13号   |
| 学位授与の要件 | 学位規則第4条第1項該当   |
| 学位授与年月日 | 令和3年2月8日   |
| 学位論文題目  | 中山間地域における土地所有権の空洞化の実態<br>—地籍情報のGIS解析からのアプローチ—  |
| 発表誌名    | <p>(1) 山本幸生, 飯國芳明「中山間地域における土地所有の空洞化と所有情報の構造」農林業問題研究, 50巻1号 pp.88-93、2014年.</p> <p>(2) 山本幸生, 飯國芳明, 松本美香「モンスーン・アジアにおける土地所有権問題の展望」谷口憲治編著『地域資源活用による農村振興：条件不利地域を中心に』農林統計出版, 2014年.</p> <p>(3) 飯國芳明, 山本幸生「中山間地域で先行する土地所有権の空洞化の実態」飯國芳明・程明修・金泰坤・松本充郎編著『土地所有権の空洞化—東アジアからの人口編的展望—』, ナカニシヤ出版、2018年.</p> |
|         | <p style="text-align: center;">審査委員 主査 教授 飯國 芳明<br/>副査 教授 新保 輝幸<br/>副査 教授 久保田 賢</p>  |

### 論文の内容の要旨

#### 1. 本論文の課題

本論文の課題は、所有者不明土地問題に至る一連の問題（土地所有権の空洞化）の実態を、問題が先行して発生している中山間地域で捉え、その解決策を検討することである。ここで、所有者不明土地問題とは、地籍簿に登記されている情報からその土地所有者を特定できないことを指す。また、土地所有権の空洞化とは、土地所有権はあるが、管理も利用もされない状態を指す。土地所有権の空洞化が進展すると問題は所有者不明土地問題という最終形態に遷移する。所有者が不明になる最大の原因は、相続未登記にある。本論文がフィールドとした中山間地域ではこの問題が先行して現れてきた。

この背景には、これまでの農林業者の主たる担い手であった昭和一桁生まれ世代の高齢化と中山間地域における農地・林地の収益性の低下がある。所有者が死亡した際に相続手続きに必要な登記料がその収益を下回り、登記がなされないケースが急増している。結果として、地籍簿には故人が残り、相続人や相続権者が確定できない問題、すなわち、所有者不明土地問題が広い範囲で観察されるようになっている。この状態では次世代の農林業で求められる規模の大きな経営は実現しないばかりか、新しい土地利用も妨げる。

この所有者不明土地問題が中山間地域でどのように発現し、その対策の糸口をどこに見出すべきかが本論文の課題である。

本論文では、この課題を次の3の課題に分けて検討が進めた。

1) 先行研究の検討：土地所有権の空洞化が始まる 1990 年代の初頭から所有者不明土地問題の発現に至るまで、空洞化に関連する議論がどのように展開してきたかを整理する。

2) 土地利用に関わる制度の変遷の整理：土地所有に関連する制度がどのように変遷してきたかを整理し、土地所有権の空洞化に対する法制度の対応と現段階を確認する。

3) フィールド調査による中山間地域の実態の解明と対策の検討：中山間地域の所有者不明土地問題の現局面をフィールド調査によって明らかにし、解決策の検討を行う。

## 2. 分析結果

それぞれの課題に対する主な分析結果は以下の通りである。

課題 1) 先行研究は研究の分析テーマを軸に 4 期に区分した。第 1 期（1990 年～1999 年）の研究では不在所有者（村外所有者）の増加による土地利用問題が多く論考のテーマとされた時期である。第 2 期（2000 年～2008 年）は林業基本法から森林・林業基本法の法改正にみられるように、森林利用の低下により、生態系や国土保全に関する危機感が高まり、これに由来する論考が発表された時期である。第 3 期（2009 年～2015 年）は、土地利用の低下が地域社会の崩壊と関連づけられた議論が高まりをみせて、国土計画論へと深化した。そして、第 4 期（2016 年以降）では所有者不明土地問題が中山間地域に留まらない問題として脚光を浴びた。また、第 4 期では、年間に発表される論文数が 100 を超えて社会的な関心の急速な高まりがみられた。

課題 2) 土地所有権の空洞化に関する制度改正の分析では、課題 1) でみた研究の動向を反映する以下のような制度改正の変遷を明らかにした。1991 年から 2013 年、すなわち、先行研究区分の第 3 期までは、森林法や農地法の改正が相次ぎ、いずれも農林地の利用を妨げる障害を取り去り、利用を促進する点に重きがあった。しかし、課題 1) でいう第 4 期に入ると、2016 年の森林法改正、2018 年の森林経営管理法の導入などにより所有者不明土地問題への対応が本格化し、局面が大きく転換する。そして、2018 年以降は、所有者不明土地の利用の円滑化等に関する特別措置法成立や土地基本法の改正により農林地以外の土地問題を対象とする制度改正にまで及ぶという一連のプロセスが展開した。また、2020 年に改正された土地基本法などでは、土地管理や相続申請の義務化、さらには、これまで目的外使用のできなかった固定資産課税台帳が農林地の利用や地籍調査の際に利用可能となり、それによる地籍簿の改善の余地は増大した。しかし、このことは中山間地域での収益性の低い土地の相続を促すものではないことから、所有者不明土地問題を根本的に解決するものとはなっていない。

課題 3) 中山間地域の実態分析では、所有者不明土地問題が全国的な注目を集める時点（2016 年）以前の中山間地域における土地所有情報の分析を展開した。そこでは、土地所有情報源を①地籍情報、②地域住民のネットワーク情報、③固定資産課税台帳情報の 3 つに区分し、その現状と今後の変化を分析した。調査対象は、中山間地域の高齢化・人口減少が全国に先んじて発生してきた高知県大豊町とし、同町の標準的な A 集落と実質的な住民が 1 名となった B 集落（いわゆる限界集落）を選んだ。それぞれの集落ではまず地籍情報に基づく現状把握と地域住民の情報との比較から地籍情報が実態をどれだけ反映しているかを検討した。A 集落では、5,793 筆の所有者の確認作業を実施した。地籍情報からは、未登記の土地が地目に関わりなく発生し、地籍簿が正しく所有者を捕捉している比率は 42.0% に留まっていることが明らかになった。また、未登記の土地はどこかに集中するのではなく集落全体に散在しており、所有者不明土地問題がこの集落の新たな土地利用を大きく妨げている実態が鮮明になった。

また、A 集落の近隣に位置する B 集落の分析は 2015 年から 2016 年に渡って実施した。1,133 筆の分析からは、地籍情報の所有者捕捉率が 32.0% の水準にあり、3 分の 1 程度しか捕捉できていない実態が明らかになった。また、所有者の世代を、出生以来学齢期（中高）以降も継続して B 集落で過ごした第 1 世代と学齢期に集落外に転出した第 2 世代に分けて、土地所有者の認知状況を比較した。それによれば、第 1

世代では地域内の所有者の認知率は 84.4%であったのに対し、第 2 世代のそれは 45.6%へ低下し、地域住民ネットワークの情報量が世代交代により大幅に劣化する点が明らかになった。

現在、深刻化する所有者不明土地問題を緩和しているのは地域住民ネットワークの情報である。しかし、そのネットワークはすでに述べたように急速に劣化しつつあり、今後問題を解決することは一層難しくなると予想される。したがって、今後は 2016 年以降改正された諸制度の有効な活用とともに、地域住民ネットワーク情報の保全やその情報を森林組合などが継承するなどの対策が重要であり、そのための行政的な支援も急務となっている。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は2016年以降に全国的な問題として注目を集めるようになった所有者不明土地問題を先行して捉え、従来の研究に類例のない形で地域の所有情報の実態を分析した点に大きな特徴がある。また、その結果を踏まえて、地域の視点から解決策を展望する視点も所有者不明土地問題の議論ではユニークであり、学術的に十分な価値を認めることができる。

黒潮圏科学の視点からみると、発表雑誌名(2)、(3)でみるように土地所有権の空洞化のプロセスをモンスーン・アジアの枠組みで位置づけ、そこに共通する問題となりうることを明らかにしている。したがって、この分析は黒潮圏において、いかにして持続的な土地利用を維持するかを示唆するものであり、黒潮圏科学の理念である共生社会の実現を色濃く反映する論考となっている。また、経済学、法学、地理情報学などの学際的なアプローチを採用している点でも黒潮圏科学の理念に適合している。

最終試験は、「黒潮圏総合科学専攻学位論文審査等に関する実施要領」(第22条)に従って、令和3年1月27(水)に実施した。この試験では、研究成果の内容を確認した上で、この研究成果をもとに今後の研究をいかに発展すべきかについての質問が集中的になされた。具体的には、土地者不明土地問題に地域の視点から取り組む場合の課題や解決策に関して多くの質問がなされた。

山本氏はいずれの質問に対しても、経済学を基礎にした学際的な視点からの的確に回答し、提出論文に関連する基礎及び専門科目の学識などを備え、学位授与に能う学力を有していることが認められた。