

ISSN 0388-9335

山口獣医学雑誌

第 52 号

2025年12月

山口県獣医学会

THE YAMAGUCHI JOURNAL OF VETERINARY MEDICINE

No. 52

December 2025

THE
YAMAGUCHI VETERINARY MEDICAL ASSOCIATION

山 口 県 獣 医 学 会

編 集 委 員 会

馬場 健司 野村 恭晴 下田 宙
谷 健二 度会 雅久* 柳澤 郁成

(ABC順：*編集委員長)

寄 稿 者 へ

山口獣医学雑誌は、山口県獣医学会の機関誌として、毎年1回発行される。雑誌は、獣医学と関連領域のすべての問題について、原著、総説、短報、記録および資料、等々を掲載する。

原稿は、正確に書かれた日本文、英文のいずれでも受理するが、この場合、日本文原稿には英文要約を、英文原稿には日本文要約を添付すること。

原稿は、郵便番号 754-0073 山口県山口市小郡本町2丁目12番8号、山口県獣医師会館内、山口県獣医学会事務局あてに送付すること。

THE YAMAGUCHI VETERINARY MEDICAL ASSOCIATION

EDITORIAL COMMITTEE

Kenji BABA Yasuharu NOMURA Hiroshi SHIMODA
Kenji TANI Masahisa WATARAI* Fuminori YANAGISAWA

(in alphabetical order: *Editor in chief)

The Yamaguchi Journal of Veterinary Medicine is published annually by the Yamaguchi Veterinary Medical Association. The Journal provides original articles, reviews, notes, reports, and materials, which deal with all aspects of veterinary medicine and related fields. *The Yamaguchi Journal of Veterinary Medicine* assumes no responsibility for statements made by authors or other contributors.

NOTES TO CONTRIBUTORS

Manuscripts written in Japanese or English are accepted. The manuscripts in Japanese should be accompanied by summaries in English. All the manuscripts should be sent to the Editorial Office : *The Yamaguchi Journal of Veterinary Medicine*, The Yamaguchi Veterinary Medical Association, 2-12-8, Ogorihonmachi, Yamaguchi - shi, Yamaguchi - ken 754 - 0073, Japan

山口獣医学雑誌 第52号 2025年

The Yamaguchi Journal of Veterinary Medicine No.52 December 2025

目 次

総 説

食卓のクドア

—市販海産魚で出遭う粘液胞子虫 (*Kudoa* / *Unicapsula* spp.) —

佐藤 宏…………… 1～42

症 例

舌癌が自然発生したウサギの1例

原口友也……………43～48

猫の慢性リンパ球性白血病の1例

有吉陽向……………49～54

切除困難な腰下リンパ節転移を伴う肛門嚢腺癌に対し放射線治療を行った犬の1症例

上野宥那……………55～60

切除困難な胸腺腫に対し放射線治療を行った犬の2例

上野宥那……………61～66

The table of contents in English may be found on the back cover.

総 説

食卓のクドア
— 市販海産魚で出遭う粘液胞子虫 (*Kudoa* / *Unicapsula* spp.) —

佐藤 宏

[2025年12月15日受付・2025年12月24日受理]

REVIEW

Myxosporean infections in marine fish: A review of *Kudoa* and *Unicapsula*
(Cnidaria: Myxozoa: Multivalvulida) in Japan

Hiroshi Sato, D.V.M., Ph.D

Laboratory of Parasitology, Joint Faculty of Veterinary Medicine,
Yamaguchi University, 1677-1 Yoshida, Yamaguchi 753-8515, Japan

要 約

クドア食中毒の存在を私たちが知ったのは2011年と最近である。生鮮ヒラメ喫食と関連して食後数時間で下痢や嘔吐など一過性の消化器症状が生じる。その原因が粘液胞子虫の *Kudoa septempunctata* である。粘液胞子虫は寄生性刺胞動物（ミクソゾア）として種分化を遂げ、体構造は至って簡単である。宿主となる魚類で見られる粘液胞子は、複数の殻片が組み合わされて形づくられ、その殻片数と同数の極嚢（接着のための極管が畳まれて収納される）と宿主組織侵入性をもつ胞子原形質を容れる。殻片/極嚢数が2つの双殻目に分類される種が圧倒的に多いが、3つ以上の多殻目に分類される *Kudoa* 属および *Unicapsula* 属には、私たちの食生活と関係し食中毒の原因となる種や、水産業の現場で海産魚の死後筋肉融解現象（ジェリーフレッシュ）を起こす種、あるいは、筋肉部での白点散発などを引き起こし、鮮魚の市場価値に影響する種も多数知られている。毎日の食卓に並ぶ魚はさまざまな試練を超えて成長し、私たちの食生活に彩りを与えてくれている。公衆衛生的な安全性の議論からは離れ、毎日の食生活で親しまれる海産魚をとおした、私たちと多殻目粘液胞子虫（*Kudoa* 属/*Unicapsula* 属）との接点やその商品としての流通に至るまでの背景的問題について紹介したい。

キーワード：海産魚，ミクソゾア，多殻目粘液胞子虫，クドア食中毒，死後筋肉融解現象，異物混入

Summary

In 2011, a new illness known as *Kudoa* food poisoning was identified. Gastrointestinal symptoms, such as transient diarrhea and vomiting lasting a few days, may appear within hours of consuming fresh olive flounder infected with *Kudoa septempunctata* (Cnidaria: Myxozoa: Multivalvulida: Kudoidae). Myxozoan species evolved from a cnidarian ancestor, and have specialized as parasites with very basic

山口大学共同獣医学部病態制御学講座寄生虫学研究室

〒753-8515 山口市吉田1677-1

TEL: 083-933-5940 (代表)

FAX: 083-933-5820

E-mail: sato7dp4@yamaguchi-u.ac.jp

body structures. Myxospores in host fish are composed of several shell valves (SVs) and a corresponding number of polar capsules (PCs), and a sporoplasm that can invade the host tissue. The polar tubes used for host adhesion are folded inside the PCs. Most species belong to the order Bivalvulida, which have two SVs and two PCs. Members of the genera *Unicapsula* and *Kudoa*, which are classified in the order Multivalvulida, have three or more SVs/PCs, respectively. Together, these genera comprise fewer than 180 species; however, they are frequently found in commercially important marine fish that are widely consumed. Consumption of fresh fish with active myxospores more than the established threshold for *K. septempunctata* or other species may result in food poisoning. Postmortem myoliquefaction, often known as “jellied flesh” or “soft flesh,” is caused by *K. thyrssites* or other species via postmortem activation of proteolytic enzymes. This can lead to significant economic losses for fishing-related industries, including aquaculture. Additionally, some *Kudoa* infections cause white spots on the affected fish tissues, which reduce their commercial value. This review presents and discusses available information about several myxosporean infections involving members of the genera *Kudoa* and *Unicapsula* in fish hosts. The compilation and analysis of the insights gained from these studies increases our understanding of these delectable fish as products derived from natural resources or aquaculture.

Key words: Fish, Myxozoa, Multivalvulida, *Kudoa* food poisoning, Postmortem myoliquefaction (jellied flesh), Food contamination

1. はじめに

粘液胞子虫あるいはクドアという生物について、どれだけの人が知っていただろうか。養殖業や鮮魚流通業分野で魚病に関心をもつ方々以外で知る人は限られていたに違いない。2011年6月17日に厚生労働省医薬食品局食品安全部長名で発出された「食安発0617第3号通知」⁹¹⁾には、生鮮ヒラメ中の病因物質としてクドア属粘液胞子虫の *Kudoa septempunctata* と馬刺し中の病因物質として住肉胞子虫の *Sarcocystis fayeri* (現在, *Sarcocystis bertrami* の異名とされている¹⁷¹⁾) の名が記されていた。このように2011年に厚生労働省により食中毒の病因物質として指定され、2013年からは食中毒統計資料の病因物質「寄生虫」でクドアとして統計が採られることとなった。寄生虫学の分野から公衆衛生に係わる身にとっても、大きな認識の転換が必要であった。「日和見感染症 (Opportunistic infection)」や「幼虫移行症 (Larva migrans)」という疾病概念が寄生虫学に導入された際にも体験されたであろう「常識 (先入観)」の転換が必要な一大事であった。カナダ沖の太平洋産シロガネダラで重度のクドア (*Kudoa thyrssites* および *Kudoa paniformis*) 寄生が問題となった際にも、「刺身として生鮮魚をよく食べる日本人でもそのことによる健康被害を訴えることはなく、公衆衛生学的な意義はない」とわざわざ公的報告書に記されている¹³⁰⁾。これが寄生虫学分野の専門家がもつ一般的な見解であった。生鮮ヒラメ喫食による有症事例の病因物質としてのク

ドアの特定は、微生物学/食中毒分野の専門家が専ら担ったことで達成できた所以である^{83, 88, 133, 134, 136, 161, 186)}。韓国産輸入ヒラメから種記載された *K. septempunctata* が、下痢や嘔吐などを発症した患者の原因物質とされたことで、当初、韓国からは冷静さを失った反論が学術論文として相次いで公表された^{3, 4, 25, 74, 98)}。漸次、韓国においても「クドア食中毒」という新たな疾病概念に順応が起こり^{66, 86, 89, 163)}、生産現場でのクドア感染監視と対策が実施されている。

粘液胞子虫はヒドロ、クラゲ、イソギンチャク、サンゴで知られる刺胞動物門 (Cnidaria) に分類される内部寄生性の生物で¹³⁸⁾、エンドクニドゾア亜門 (Endocnidozoa) の下のミクソゾア綱 (Myxozoa) に分類されている^{19, 65, 85)}。同亜門には、ミクソゾア綱とともにポリポジウム綱 (Polypodiozoa) が配置されるが、後者にはチョウザメの卵細胞に幼生が寄生する *Polypodium hydriforme* 1種のみが知られている^{45, 132)}。「胞子虫」という原虫を思わせる名称に名残を残すように、1990年頃まではミクソゾアは原生生物として扱われてきた。皮肉にも、1899年には多細胞性であり後生動物 (Metazoa) と主張する学者¹⁶⁰⁾や、胞子に見られる極嚢が刺胞動物に見られる刺胞とよく似ていることなどから、粘液胞子虫は極端に退化した刺胞動物であると主張する学者¹⁷⁸⁾もいた。これらの学説の正当性の証明は分子系統解析が行われて確定するまでに長い年月が必要であった¹³⁸⁾。

粘液胞子虫は2種 (*Buddenbrockia plumatellae*; *Tetracapsuloides bryosalmonae*) が分類される柔胞子虫亜綱 (Malacospora) とその他の3044種ほどが分類される粘液胞子虫亜綱 (Myxospora) に大別され¹⁸³⁾, 後者は更に双殻目 (Bivalvulida) と多殻目 (Multivalvulida) に分けられる. 魚類の各種臓器に寄生する粘液胞子虫の胞子は複数の殻片 (shell valve) により囲まれ, 内部には極囊 (polar capsule) と二核の胞子原形質 (sporoplasm) を容れている (図1). 殻片数が2つであれば双

殻目であり, 3つ以上であれば多殻目である^{46, 110)}. なお, 極囊数は殻片数と同数である. 双殻目粘液胞子虫は世界中で活発に種記載が行われており, 既知が2800種を超えると推測されるが, 今後も種数が大きく増えることが見込まれている. 双殻目は60余属に分けられ^{46, 110)}, 100種以上が分類される属として *Myxobolus* (>978種), *Henneguya* (>311種), *Myxidium* (>232種), *Ceratomyxa* (>230種), *Chloromyxum* (>140種), *Thelohanellus* (>108種) などが知られ, こ

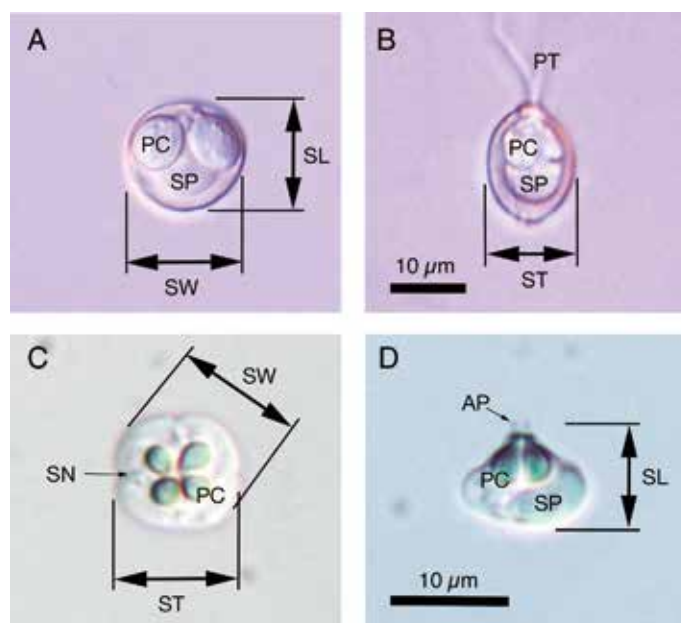


図1. 双殻目 (A 正面, B 側面) と多殻目 (C 上面, D 側面) の胞子計測点. 本稿では, 胞子幅 (SW) と胞子長 (SL) の2点だけを胞子サイズの目安として示した. 本稿では示していないが, 胞子厚 (ST) もよく用いられる計測点である. また, 本稿では極囊 (PC) の計測点については省略した.

(A, B) 双殻目の胞子は, 2つの極囊 (PC) と2核の胞子原形質 (SP) を容れている. 極囊には極管 (PT) が螺旋状に置まれて収納され, 宿主接着時に弾出される. (C, D) 多殻目クドアの胞子は, 4つ以上の極囊 (PC) と2核の胞子原形質 (SP) を容れている. 極囊それぞれに対応するかたちで殻片が配置され, 殻片は縫合線で結ばれている. *Kudoa iwatai* の胞子では, 上面像では縫合線ノッチ (SN) が見られ, 側面像では胞子上端には頂上突起 (AP) が見られる.

双殻目 (A, B) の胞子は, 山口市内のドンコの体側筋から種記載された *Myxobolus marumotoi*¹⁰¹⁾ である. 多殻目 (C, D) の胞子は, 瀬戸内海産コチの体側筋から分離した *Kudoa iwatai*⁷⁸⁾ である.

これらの属に分類される種で双殻目の7割以上を占めている^{35-39, 41-43, 58, 143, 204)}. 上述のように, 粘液胞子虫では通常, 殻片数と極囊数が一致し, それぞれの殻片に応じて1つの極囊が位置するが, *Chloromyxum* 属では1つの殻片当たり2つの極囊が見られるのが特徴である^{39, 110)}. また, 2つの殻片に囲まれた胞子に, 1つだけの極囊をもつ *Thelohanellus* 属も知られている^{110, 204)}. 多殻目は3つの極囊をもつ *Unicapsula* 属と *Trilospora* 属など, 4つ以上の極囊をもつ *Kudoa* 属から構成される^{40, 46, 110)}. 2011年に本誌にまとめた総説で

は *Kudoa* 属63種, *Unicapsula* 属8種としている¹⁴⁹⁾. 2016年に他誌でまとめた論文では *Kudoa* 属108種, *Unicapsula* 属13種としている¹⁵¹⁾. 現在, *Kudoa* 属は150種程度, *Unicapsula* 属は16種程度と推測される. 多殻目でも世界各地から新種記載が活発に行われ, 種としての妥当性の確認も難しくなっており, 明確に答えられる研究者はおそらく居ない.

今回, 「クドア」というテーマでの総説のご提案をいただいた. 前にまとめた総説¹⁴⁹⁻¹⁵¹⁾ では寄生虫種を主軸においた解説を行ったことから, 今

回は宿主である魚に焦点を当て、海産魚のクドア症の研究状況を紹介することを考えた。クドア食中毒を巡る話題については分かり易く秀逸な総説が既に公表されているので^{88, 135, 161, 190-192)}、本稿では大きくは取り上げない。そのうえで、クドア食中毒の発症には一定数の活性のあるクドア孢子が必要である^{161, 186, 192)}。疫学調査から、食中毒を引き起こす最少孢子摂取数は喫食する筋肉1g当たり 7.2×10^7 個と見積もられている¹⁸⁶⁾。クドア食中毒の年間発生件数の7割は8月～11月に見られるが、ヒラメでの感染率および感染密度との正の相関関係は確認されていない¹³⁴⁾。季節性が見られる理由はさておき、寄生虫症では、自然環境に置かれた宿主集団の大部分は寄生がないか、あるいは寄生数は少数であり、重度の寄生がみられる宿主数は集団全体のごく一部である¹⁷⁶⁾。そこで、寄生数を縦軸に、それぞれに該当する宿主の数を横軸に置くと「過分散」的な散布図となる(図2)。 *Kudoa septempunctata* を初記載した論文

でも、標準体長約50cm、約2kgの60尾のヒラメ (*Paralichthys olivaceus*) を調べ、粘液胞子虫を見出した検体はかろうじて1尾であった¹¹⁴⁾。粘液胞子虫の生活環は二宿主性で、魚類と環形動物が生活環の維持には必要である^{44, 113, 184, 196)}。これら交互宿主 (alternative hosts)、あるいは終宿主 (環形動物)¹³⁹⁾ と中間宿主 (魚類) の自然環境での生息/活動域のオーバーラップは流動的で重度の感染が起こる機会は少ないが、一次的あるいは二次的な人為的環境は両者の関係をより緊密にし、一旦、感染因子の環境汚染が起こると、より多くの個体が、より重度に感染する機会を作る可能性がある。本稿で論じるクドア症は海産魚での寄生を紹介するものであり、「クドア食中毒原因」との関係性は論じていないことにご留意いただきたい。顕著なクドア寄生があったとしても、「クドア食中毒」は十分に冷凍された魚では発生しないし、加熱調理する魚でも発生しない。クドア寄生があっても、利用法が工夫されることで食

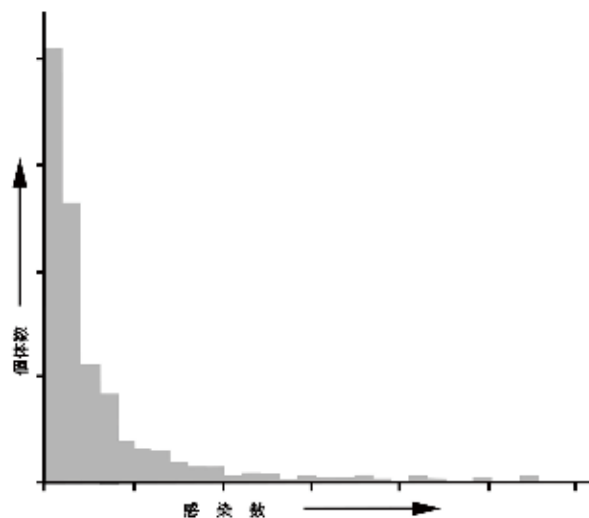


図2. 自然環境にある宿主集団における寄生虫の感染数と宿主数との関係。集団のなかの大部分では寄生がないか、あるいは寄生数は少数であり、重度の寄生がみられる個体はごく一部である。

資源として有効利用されている。海洋から漁獲する食資源のクドア症は避け難い実際であり、現実として私たちは折り合いをつけて毎日の食卓を楽しんでいる。しかし、通常の消費行動から外れた場合は、問題が起こる余地がある。そのような観点から、本稿をご笑覧いただければ幸いである。

2. ヒラメ

1980年代から国内でのヒラメ養殖は本格化し、1985年に1,000トンを超え、1997年には8,583トンへとピークを迎えた¹⁶⁹⁾。韓国では1990年頃からヒラメ養殖が本格化し、1997年には日本国

内生産量の3倍の26,274トンへと急速に発展し、2009年には55,000トン前後までに伸びた。2000年代半ば頃からは国内流通する養殖ヒラメの約半分が韓国からの輸入である¹⁶⁹⁾。なお、養殖ヒラメに対して1.5倍の天然ヒラメが国内で流通している。このような生産競争の厳しい状況の中で、クドア食中毒の風評被害で国内消費量が低下し、国内のヒラメ養殖業を取り巻く状況は厳しい^{169, 190, 192)}。養殖ヒラメの生産現場ではクドア感染予防のために飼育用水の砂濾過処理や紫外線照射が行われ、感染の有無が検査されて、活性のあるクドア寄生魚が市場に出荷されないように配慮され

ている^{77, 124)}。クドアの孢子数としては、筋肉1g当たり 1.0×10^6 個を超えると食品衛生法第6条違反となる⁹²⁾。また、日本近海産天然ヒラメでの感染監視、韓国からの輸入魚についても検疫体制の整備が図られている^{93, 94)}。

養殖ヒラメではさまざまな感染因子が生産性と市場価値を脅かしている。ここでは、クドアに限り、日本と韓国の養殖ヒラメで寄生報告のある9種を紹介したい。なお、それぞれの種を代表させる孢子の計測値は¹⁰⁹⁾、孢子幅 (spore width; SW) と孢子長 (spore length; SL) の2つの計測値で示す (図1)。計測値は一定数の孢子の観察による「最小値 - 最大値 (平均)」として表している。また、筋細胞間に線維細胞に包まれてプラズモディウム (孢子産生母細胞) が局在するシスト (cyst) では「長径×短径」で、筋細胞内シュードシスト

(pseudocyst) と呼ぶ空隙にプラズモディウムが局在する場合には、その長さとおおよその大きさを示した。肉眼でクドアの寄生を確認できることもあるので、目安としていただきたい。

2.1 *Kudoa septempunctata* (体側筋寄生)

Kudoa septempunctata は2010年に種記載され¹¹⁴⁾、その後、クドア食中毒の原因となったヒラメの刺身や寿司から高率に検出されている。上述したように、市場に出るヒラメの多くは感染が監視されているので、健康被害を起こす寄生ヒラメはごく稀である。本種の極囊数は6-7で、極囊には大小のばらつきがあり、このことで殻片サイズにも大小のばらつきが生じる。すなわち、孢子の上面像できれいな放射対象性をもつわけではない (図3)。孢子幅は11.1-13.1 (11.8) μm 、側面像は平たい巾着形で7.9-8.9

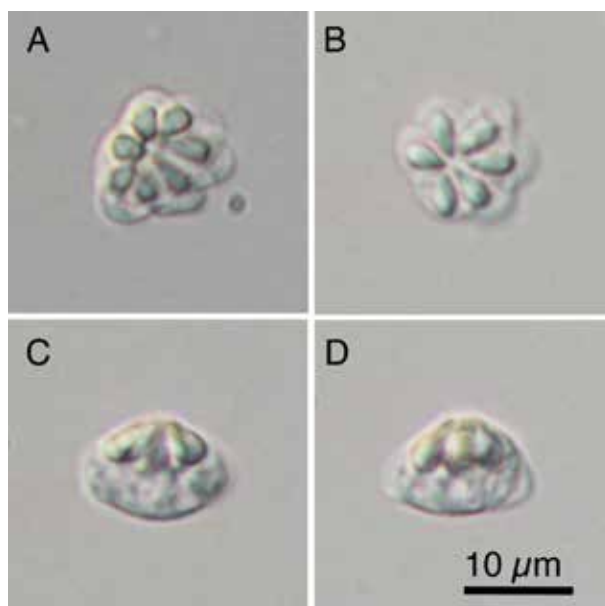


図3. 天然魚ウマツラハギ (*Thamnaconus modestus*) の体側筋に寄生する *Kudoa septempunctata* の孢子. (A, B) 上面像, (C, D) 側面像. 瀬戸内海産ウマツラハギから分離された孢子では5-8極囊 (7極囊をもつ孢子が73%) が見られ、日本海産ウマツラハギから分離された孢子では5-6極囊 (6極囊が72%) であった⁸⁰⁾.

(8.5) μm である¹¹⁴⁾。本種はヒラメ (カレイ目ヒラメ科) に加え、フグ目カワハギ科のウマツラハギ (*Thamnaconus modestus*) やフグ科のクサフグ (*Takifugu alboplumbeus*)、スズキ目キス科のシロギス (*Sillago japonica*) で寄生が確認され^{80, 157)}、3目4科の海産魚が宿主として記録されている。フグ目魚類が本来の自然宿主であり、保虫宿主として養殖魚に大きな影響を与えている可能性がある¹⁵⁷⁾、すなわち、陸上養殖に際しては沿岸沖合いからの取水が必要となる。取水した天然水に浮游する放線孢子 (終宿主である環形動物から放出

される) が、高い感染感受性をもつ宿主ヒラメを飼養する養殖槽に混入して問題が生じることが推測される。

2.2 *Kudoa yasunagai* (脳寄生)

Kudoa yasunagai と *K. paralichthys* が脳寄生クドアとして報告されている^{24, 182)}。前者は6-8個の極囊をもつ孢子で特徴づけられ、後者は4極囊をもち上面像で亜四角形の孢子で特徴づけられる。*Kudoa yamanagai* は、当初、韓国からの種苗を用いた養殖スズキ (*Lateolabrax japonicus*)、イシダイ (*Oplegnathus fasciatus*)、ブリ (*Seriola*

quiqueradiata)の脳に見つかり、寄生魚は旋回遊泳や鰾(うきぶくろ)の膨満などの異常を呈して斃死したと記録されている¹⁸⁸⁾。この材料を検討した Hsieh & Chen⁶⁷⁾は、胞子が7個の胞子殻と極囊をもつことから、新科 *Septemcapsulidae*、新属 *Septemcapsula* を提唱し、新種 *Septemcapsula yasunagai* として種記載した。その後、分子系統学的解析によって *Kudoa* 属に再分類された¹⁸²⁾。

上述の3種およびヒラメに加え、マダイ (*Pagrus major*)、トラフグ (*Takifugu rubripes*)、クロマグロ (*Thunnus orientalis*) などの養殖魚、および豪州大堡礁 (Great Barrier Reef) や日本近海の各種天然魚8種など、6目15科の海産魚から寄生が報告されている^{13, 15, 21, 22, 31, 146, 155, 156, 203)} (表1)。Sakai et al.¹⁴⁶⁾は沖縄県宮古島近海のテングハギ (*Naso unicornis*) の脳から7-8極

表1. 脳寄生が報告されたクドア (*Kudoa* spp.) とその宿主

種名	極囊(殻片)数	宿主種名(学名)	(和名)	分類群	参考文献		
A. 極囊(殻片)数 ≥5							
<i>Kudoa yasunagai</i> (syn. <i>Septemcapsula yasunagai</i>)	5-7	* <i>Lateolabrax japonicus</i>	スズキ	スズキ目スズキ科	31, 67, 188		
		* <i>Oplegnathus fasciatus</i>	イシダイ	スズキ目イシダイ科	67, 188		
<i>Kudoa chaetodoni</i>	7-8	* <i>Paralichthys olivaceus</i>	ヒラメ	カレイ目ヒラメ科	182, 194		
		* <i>Pagrus major</i>	マダイ	スズキ目タイ科	31		
		* <i>Seriola quiqueradiata</i>	ブリ	アジ目アジ科	31, 67, 155, 188		
		* <i>Takifugu rubripes</i>	トラフグ	フグ目フグ科	31		
		* <i>Thunnus orientalis</i>	クロマグロ	スズキ目サバ科	203		
		<i>Argyrosomus japonicus</i>	オオニベ	スズキ目ニベ科	146		
		<i>Calotomus japonicus</i>	ブダイ	スズキ目ブダイ科	146, 156		
		<i>Liza vaigiensis</i>	オニボラ	ボラ目ボラ科	120		
		<i>Lutjanus ehrenbergii</i>	ミナミフエフキダイ	スズキ目フエダイ科	120		
		<i>Plotosus lineatus</i> (syn. <i>Plotosus anguillaridis</i>)	ミナミゴンズイ	ナマズ目ゴンズイ科	21		
		<i>Scolopsis monogramma</i>	ヒトスジタマガシラ	スズキ目イトヨリダイ科	13		
		<i>Siganus virgatus</i>	ヒメアイゴ	スズキ目アイゴ科	22		
		<i>Sillago ciliata</i>	サンドシラゴ	スズキ目キス科	13, 15		
		<i>Kudoa lethrini</i>	6-7	<i>Chaetodon unimaculatus</i>	イッテンチョウチョウウオ	スズキ目チョウチョウウオ科	13
<i>Casio cunning</i>	—			ニザダイ目フエダイ科	120		
<i>Lutjanus carponotatus</i>	—			スズキ目フエダイ科	120		
<i>Gymnocranius audleyi</i>	メイチダイ類			ニザダイ目フエフキダイ科	15		
<i>Kudoa neurophila</i> (syn. <i>Pentacapsula neurophila</i>)	5	<i>Lethrinus harak</i>	マトフエフキ	タイ目フエフキダイ科	15		
		<i>Lutjanus ehrenbergii</i>	ミナミフエフキダイ	スズキ目フエダイ科	120		
		<i>Lutjanus fulviflamma</i>	ニセクロホシフエダイ	スズキ目フエダイ科	120		
		<i>Latris lineata</i>	—	スズキ目タカノハダイ科	57		
		* <i>Seriola lalandi</i>	ヒラマサ	アジ目アジ科	13		
		<i>Lutjanus lemniscatus</i>	フジイロフエダイ	スズキ目フエダイ科	120		
		<i>Kudoa lemnicati</i>	クロマグロ	スズキ目サバ科	119		
		<i>Kudoa prunusi</i>	ブダイ	スズキ目ブダイ科	70		
		<i>Kudoa miyakoensis</i>	7-8	<i>Naso unicornis</i>	テングハギ	スズキ目ニザダイ科	146
		B. 極囊(殻片)数 =4					
<i>Kudoa paralichthys</i>	4	* <i>Paralichthys olivaceus</i>	ヒラメ	カレイ目ヒラメ科	24		
<i>Kudoa cerebrolis</i>	4	<i>Morone saxatilis</i>	ストライプトバス	スズキ目モロネ科	141		
<i>Kudoa tetraspora</i>	4	<i>Mugil cephalus</i>	ボラ	ボラ目ボラ科	129		

* 養殖魚での寄生確認。

囊をもつ *Kudoa miyakoensis* を種記載している(図4)。*Kudoa yasunagai* の胞子は上面像で6-7極囊、あるいは時に5極囊をもち放射状で、胞子幅10.5-12.3(11.5) μm 、側面像は饅頭形で胞子長6.6-8.4(7.5) μm である。一方、*K. miyakoensis* の胞子は上面像で7-8極囊をもち放射状で、胞子幅12.8-15.6(14.5) μm で、側面像はピラミッド形で胞子長8.2-11.3(9.8) μm である。その外に、表1に示すように、豪州大堡礁から *Kudoa chaetodoni* (7-8極囊)^{13, 120)}、*Kudoa lemnicati* (7-8極囊)¹²⁰⁾、*Kudoa lethrini* (6-7極囊)¹⁵⁾、*Kudoa neurophila* (syn. *Pentacapsula neurophila*) (5極囊)⁵⁷⁾ が報告されている。また、日本の養殖クロマグロ

の脳から *Kudoa prunusi* (5-6極囊) も種記載された¹¹⁹⁾。5つ以上の極囊数をもつ胞子で特徴づけられる脳寄生のクドアでは、極囊数の種内変異がしばしば見られ^{13, 15, 70, 146)}、胞子形態のみによる種鑑別は非常に難しい。18S リボソーム RNA 遺伝子(18S rDNA)や28S rDNAに加えて、ミトコンドリア DNA (*cox1*, *rns-rnl*) 塩基配列の本格的な確認がないと種の断定は行えない。*Kudoa yasunagai* は海産魚6目15科15種に寄生が確認されている(表1)。研究が進むことで、他種を含めた脳寄生クドア全般として宿主特異性が低いことも明らかになる可能性が高い。慎重な種同定が求められる。

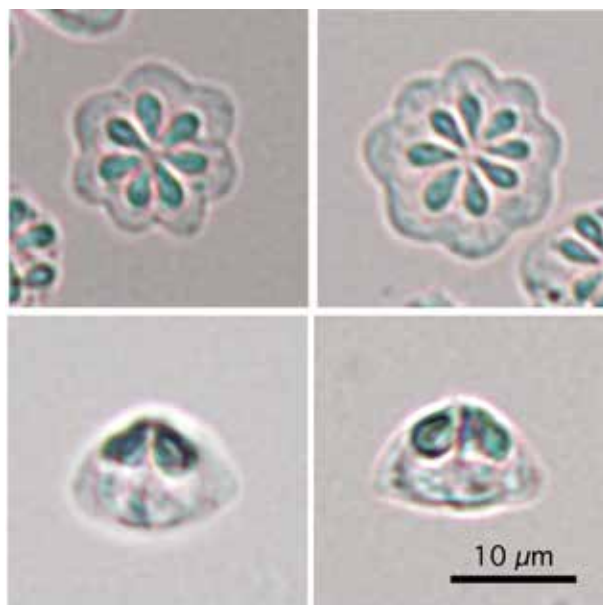


図 4. 沖縄県宮古島近海のテングハギ (*Naso unicornis*) の脳から分離された *Kudoa miyakoensis* の孢子 (上段: 上面像, 下段: 側面像)¹⁴⁶⁾. *Kudoa miyakoensis* の孢子は 7 もしくは 8 極囊をもつが, プラズモディウムによりどちらが優勢かは異なっている.

2.3 *Kudoa paralichthys* (脳寄生)

K. paralichthys は韓国産養殖ヒラメの脳組織スタンプ標本に検出された 4 極囊の孢子を基に種記載された²⁴⁾. 孢子は上面像で亜四角形, 側面像は類楕円形で, 孢子幅 7.4–8.9 (8.2) μm , 孢子長 4.5–6.0 (5.2) μm とされるが, 形態学的な種記載にとどまり²⁴⁾, 分子系統学的な解析は未だ実施されていない. 4 極囊をもつ脳寄生種としては, 他に, モロネ科海産魚から *Kudoa cerebralis*, ポラ科海産魚から *K. tetraspora* が種記載されている^{129, 141)} (表 1).

2.4 その他のクドア

ヒラメの囲心腔および心壁に *K. shiomitsuui* が, 体側筋からは *K. lateolabracis*, *K. igami*, *K. thyrsites*, *K. ogawai* が検出されている^{55, 154, 194)}. *Kudoa ogawai* は日本近海 (東シナ海) 産のメダイ (*Hyperoglyphe japonica*) から記載された種で¹⁹⁷⁾, 体側筋に長径 1–2 mm の長楕円のシストを作って寄生する. 孢子は亜四角形であるが, 縫合部の絞りが顕著で, 4 つの花弁が広がったヤマブキソウの花を見るようである. 側面像はニンニク玉形で, 上面に 4 本の指状突起が特徴的である¹⁹⁷⁾. 孢子幅 12.0–14.2 (13.3) μm , 孢子長 8.3–9.7 (9.0) μm である. 上述のとおり, 韓国済州島の養殖ヒラメの体側筋からも報告がある¹⁵⁴⁾. *Kudoa lateolabracis* および *K. thyrsites* はヒラメをはじめ多種多様な魚類で死後筋肉融解現象を引き起こす問題の大きい種である^{55, 194)}. チリ沖の太平洋に生息するフンボルトヒラメ (*Paralichthys adspersus*)

でも *K. thyrsites* 寄生が報告されている¹⁷⁾. この節で述べたクドアについては他の項で詳細を述べる.

3. プリ

3.1 *Kudoa amamiensis*

ブリ (*Seriola quinqueradiata*) は出世魚で, 体長 60 cm までを関西ではハマチ, 関東ではイナダと呼び, 体長 60–80 cm のものを関西ではメジロ, 関東ではワラサ, 80 cm 以上をブリと呼ぶ. ここでは一括して生物名のブリとして扱う. プリは北海道から九州の沿岸に生息し, さまざまなかたちで調理される, 日本を代表する美味しい魚である. 1975 年 7 月からの沖縄国際海洋博覧会でも, 統一テーマ「海—その望ましい未来」の下で, 海に浮かぶ未来都市アクアポリスとともに, プリ 2.5 万匹が泳ぐ海洋牧場が話題となった. 沖縄海洋博は 1972 年 5 月の沖縄返還記念事業として計画され, 沖縄県国頭郡本部町で開催された. 人類と海の共生, すなわち海洋資源の持続的生産性に焦点を当てる国際イベントに多くの国民は心躍らせた. この本部湾でのブリ養殖は, 新たなクドア *Kudoa amamiensis* によって市場価値をもたないブリの畜養に終わった³²⁾. 江草・中島³²⁾ は次のように書いている:「主要可食部である軀幹筋全体に, 白色類球形の栄養体が異物として夥しく出現するため, 見る者をして醜悪感を催させとうてい食用に供せなくなるのである」. プリが自然分布しない奄美・沖縄水域での養殖で本症が

発生した。1970年～1973年に取り組まれた奄美大島でのブリ養殖では、湾内に設置された生簀の位置により寄生率が異なり、岸に近い場合はほぼ100%、湾口付近ではほとんど感染がみられなかったとされている。7月からの開催に合わせ沖縄海洋博の海洋牧場に2月～6月に本州から搬入されたブリの一歳魚(22,000尾)と二歳魚(3,000尾)において、同年9月下旬には*Kudoa amamiensis*の寄生、すなわちアマミクドア症が確認されている。*Kudoa amamiensis*のプラズモディウムは線維性被膜に包まれ(シストと呼ぶ)、最終的に米粒大(3.2–4.6 mm × 2.2–2.6 mm)になった^{32, 33)}。重度の寄生がみられたにもかかわらず、採餌や遊泳にはまったく影響がなく、肥満度も極めて良好であったと記録されている。保虫宿主(Reservoir host)として当たりをつけたスズメダイ科7属20種2,251尾を調べ、スズメダイ(*Chromis notatus*)、アマミスズメダイ(*C. chrysurus*)、オヤビッチャ(*Abudefduf vaigiensis*)、ロクセスズメダイ(*A. sexfasciatus*)、ルリスズメダイ(*Chrysiptera assimilis*)、計3属5種127尾に*K. amamiensis*のプラズモディウムが確認されたが、その数は1尾につき1個ないし数個で、その大きさも長径2 mmを超えるものはなかった^{32, 33)}。江草・中島³²⁾の論文には学会での質疑応答も収録されている。アマミクドア症のブリを試食した人に下痢などの異常はなく、魚類という変温動物を宿主とするクドアが哺乳類に問題をは起こすとは考えられないと言及されている。実際にはどうであろうか、伝聞の情報であるので真偽は不明である。4つの極囊をもつ*K. amamiensis*の胞子は上面像で垂四角形、その上面辺縁部の4つの殻片には微小な棘突起が複数みられ、側面像は楕円形である。胞子幅は5.0–6.0 μm、胞子長4.5–5.0 μmで、かなり小形の胞子である。海洋牧場の*K. amamiensis*寄生ブリは、研究観察用にごく一部を残し、博覧会閉会后すみやかに山中に埋却処分された³²⁾。

養殖ブリで重度のアマミクドア症が沖縄海洋博に際して設けられた海洋牧場で見られたが、この海洋博開催地の本部湾こそが*K. amamiensis*の高度浸淫地であると四半世紀経って杉山ら¹⁶²⁾によって明らかにされた。沖縄本島周辺の沿岸各地に生簀を設置し、試験的なブリ養殖を試みた結果、本部湾に設置した生簀では非常に高い寄生率と寄生密度が得られ、他の海域では感染がみられないか、ごく少数のブリで寄生が確認されたに過ぎなかった¹⁶²⁾。なお、本部湾でのカンパチ(*Seriola dumerili*)飼養試験でもアマミクドア症が確認されているが、感染感受性はブリに比べ1/10程度

で明らかに低いと推測されている¹⁶²⁾。本部湾という1～2 km四方の海に、*K. amamiensis*、ひいてはクドアが分類される多殻目粘液胞子虫の生活環を知る大きなチャンスがある。しかしながら、世界の粘液胞子虫研究の最前線でいくつもの淡水性粘液胞子虫の生活環を解明してきた専門家が10年近く地道な調査を繰り返しても、交互宿主あるいは終宿主といえる海棲生物は確認できていない¹⁸⁹⁾。海外では、豪州大堡礁のハタンボ類(*Pempheris ypsilychnus*)に*K. amamiensis*の寄生が確認されている¹⁸¹⁾。

3.2 *Kudoa pericardialis*

四国、九州、本州で養殖されているブリの囲心腔に浮遊するプラズモディウムの正体として*Kudoa pericardialis*が1978年に種記載されている¹²⁷⁾。プラズモディウムは0.03–2.70 mm × 0.024–1.20 mmの類円形で、なかには4極囊の胞子が詰まっている。その上面像は垂四角形で、側面像では楕円形であり、胞子幅6.0–7.0 μm、胞子長4.5–5.0 μmとかなり小形である。この種記載以降、再分離されておらず、より詳しい形態観察と分子生物学的な特徴づけが待たれている。後述するように、ブリ以外の他の海産魚には*Kudoa shiomitsui*寄生が知られ、同じく囲心腔や心壁表面に寄生している。

4. マグロ

4.1 *Kudoa neothunni*, *Kudoa hexapunctata*

死後筋肉融解、すなわちジェリーフレッシュを起こしたインドネシア北東部のバンダ海産キハダマグロ(*Thunnus albacares*)から*Hexacapsula neothunni*が1953年に種記載された⁷⁾。6つの極囊が胞子に見られたことから、Arai & Matsumoto⁷⁾により新たに*Hexapunctata*属(hexa-; 6つの極囊をもつ粘液胞子虫)が創設されたのである。本属は、Whipps et al.¹⁸²⁾により*Pentacapsula*(penta-; 5つの極囊をもつ粘液胞子虫)、*Septemcapsula*属(septem-; 7つの極囊をもつ粘液胞子虫)とともに*Kudoa*属(4つ以上の極囊をもつ粘液胞子虫)に再分類され、現在の学名は*Kudoa neothunni*である。それぞれに1つの極囊を容れる6つの三角錐形の殻片が組み合わせられ、放射対称性のある星形のきれいな胞子をArai & Matsumoto⁷⁾は正確に線描している。胞子幅9.1–13.0(11.0) μm、側面像はピラミッド形で胞子長5.3–7.3(6.2) μmである。ジョリーフレッシュを起こすとプラズモディウムの観察は困難である。Arai & Matsumoto⁷⁾も観察できなかったと記している。キハダマグロとクロマグロ(*Thunnus orientalis*)から得られた*K. neothunni*の一連のrDNA塩基配列

は Li et al.¹⁰²⁾ によって初めて報告された。キハダマグロ分離株とクロマグロ分離株の 18S rDNA の塩基配列同一性は 99.9%，5.8S rDNA では 100%，28S rDNA では 99.0%であったが，ITS 1 領域では 62.4%，ITS 2 領域では 66.9%と低かった。

両者の違いは同一種の 2 遺伝型として当初考えられたが¹⁰²⁾，Yokoyama et al.¹⁹⁸⁾ はキハダマグロ分離株とクロマグロ分離株を詳細に比較検討し，クロマグロ分離株を独立種であると結論づけ，*Kudoa hexapunctata* として新種記載した。胞子の形態においても，星形を作る殻片辺縁の尖りが *K. hexapunctata* では丸味を帯びること，側面像ではピラミッド形ではなく栗形であることなどが示されるとともに，低真空走査型電子顕微鏡観察により胞子殻全体が透けて，殻片それぞれに収まる極囊が鮮やかに提示されている¹⁹⁸⁾。*Kudoa hexapunctata* は国内流通するクロマグロ，さまざまな産地のキハダマグロ，コシナガマグロ (*Thunnus tonggol*) にも寄生し，*K. neothunni* はキハダマグロとコシナガマグロでの寄生が確認されている^{82, 198)}。キハダマグロあるいはクロマグロに寄生する *K. neothunni* および *K. hexapunctata* は 6 つの極囊をもつ胞子であるが，コシナガマグロに寄生する *K. neothunni* は 7 つの極囊をもつ胞子が優勢である⁸²⁾ (図 5)。これら宿主や極

囊数に違いのある分離株であっても，18S rDNA や 28S rDNA，ミトコンドリア DNA (*cox1* および *rns-rnl*) 塩基配列において，*K. neothunni* あるいは *K. hexapunctata* としてクレードを作っている^{82, 145, 146, 198)}。Yokoyama et al.¹⁹⁸⁾ によって再記載された *K. neothunni* の胞子計測値は，胞子幅 10.7–12.9 (11.7) μm ，胞子長 6.3–7.5 (7.0) μm ，一方の *K. hexapunctata* は胞子幅 8.9–11.4 (10.3) μm ，胞子長 6.7–7.9 (7.3) μm である。クロマグロの幼魚であるメジマグロ (3 歳以下で，体長が 100 cm あるいは体重が 20 kg 程度以下) 寄生の *K. hexapunctata* およびキハダマグロ寄生の *K. neothunni* の生鮮食品喫食により，下痢や嘔吐が主徴となる有症事例の発生が多く報告されている^{84, 87, 131, 164–166, 168)}。生鮮マグロの喫食者のうちの 50～100 名以上が発症する大規模な集団発生事例となるのは，利用された感染食材のサイズに起因する。下痢や嘔吐などの発症に必要な胞子数は，*K. septempunctata* に比べて数倍～10 倍ほど多くを必要とすると見込まれている¹⁶⁴⁾。

4.2 *Kudoa thunni*

筋線維のシュードシスト内にプラズモディウムが局在する *K. neothunni* および *K. hexapunctata* に対して，*K. thunni* は線維性被膜に包まれたプラズモディウム，すなわちシストが筋線維間に

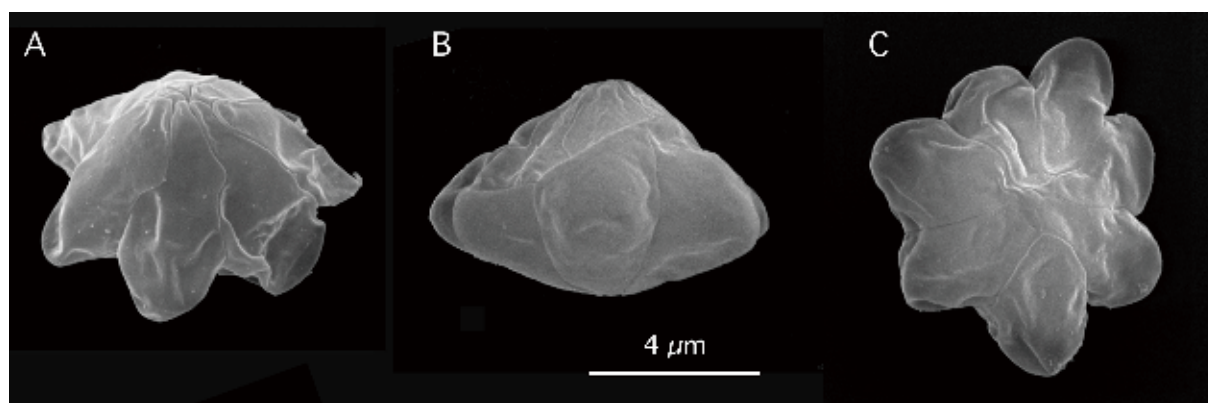


図 5. 九州沖東シナ海産のコシナガマグロに寄生する *K. neothunni* 胞子の走査電子顕微鏡像 (A: 斜め上方像, B: 側面像, C: 底面像)。キハダマグロに寄生する *K. neothunni* は 6 つの極囊をもつ胞子が見られるが，コシナガマグロから分離する *K. neothunni* では 7 つの極囊をもつ胞子が優勢である⁸²⁾。

局在する¹¹⁵⁾。本種は，山口市内のスーパーで市販されていた解凍ビンナガマグロ (*Thunnus alalunga*) の刺身パックから発見され種記載された¹¹⁵⁾。類円形～楕円の白色シストは 1.3–2.0 (1.5) mm × 1.1–1.4 (1.2) mm である (図 6)。胞子の上面像は垂四角形で，側面像は楕円形，胞子幅 9.2–9.9 (9.5) μm ，胞子長 6.4–6.6 (6.5) μm で，頂

上突起は明らかではない。アジの筋肉にシストを作って寄生する *K. trachuri* の胞子よりは大きいが，スズキなどの筋肉にシストを作って寄生する *K. iwatai* と比べるとやや小さい¹¹⁵⁾。本種の 18S rDNA (GenBank accession no. AB553300) および 28S rDNA (no. AB553306) と塩基配列同一性の高い配列として，西大西洋のノースキャロライナ沖で

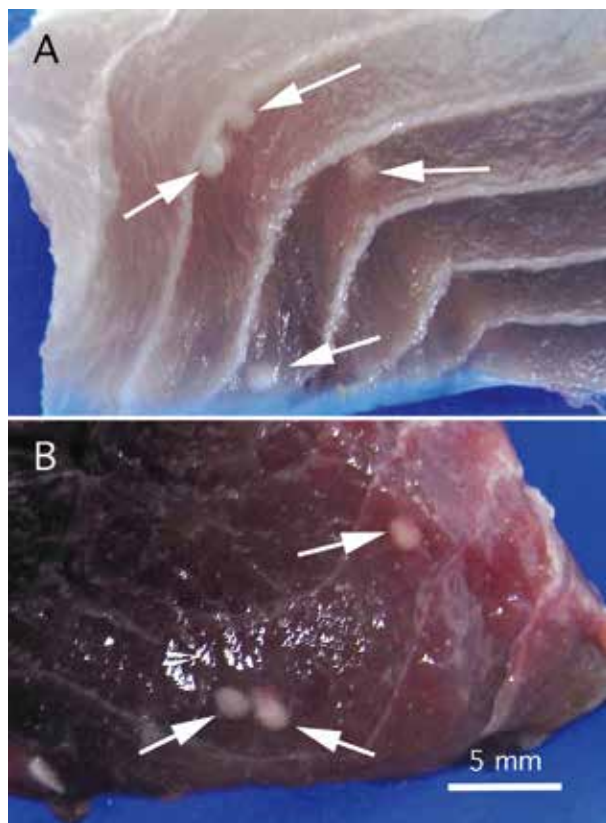


図 6. ビンナガマグロ 115) (A) およびキハダマグロ 82) (B) の筋肉に見られた *Kudoa thunni* の白色シスト (矢印).

水揚げされたキハダマグロからの “*Kudoa crumena*” (no. AF378347), あるいは豪州タスマニア島沖の南太平洋で水揚げされたミナミマグロ (*Thunnus maccoy*) からの “*Kudoa crumena*” (no. FJ417057) がある. *Kudoa crumena* はフロリダ沖の西大西洋産タイセイヨウサワラ (*Scomberomorus maculatus*) の体側筋にシスト (1.1–2.6 (1.9) mm × 0.8–1.7 (1.2) mm) を作って寄生するクドアで, 上面像は垂四角形で孢子幅 9.3–10.4 (9.9) μm , 側面像は巾着形で孢子長 6.8–8.2 (7.5) μm である⁷³⁾. 宿主が同じスズキ目サバ亜目サバ科であるが, マグロ族マグロ属 (*Thunnus*) とサワラ族サワラ属 (*Scomberomorus*) であり, *K. crumena* 以外では両属で同一種の共有が報告されたことはない. *K. thunni* と *K. crumena* では孢子側面像も大きく異なることから異種と考えられるが, 塩基配列登録に当たっての形態学的確認が行われたかどうか判然としない. 現時点での “*Kudoa crumena*” の登録 18S rDNA および 28S rDNA 塩基配列の正当性を検証するために, フロリダ沖の西大西洋 (模式産地) 産のタイセイヨウサワラ (模式宿主) から分離した *Kudoa crumena* 標本について rDNA 塩基配列が確認されることが必要である. 本種 *K. thunni* はアラスカ産ビンナガマグロからの種記載以降, 東南アジア～豪州近海の

インド太平洋産キハダマグロ, カリブ海産のタイセイヨウマグロ (*Thunnus atlanticus*) での寄生も報告されている^{11, 56, 63, 82)}.

5. スズキ

5.1 *Kudoa iwatai*

南九州の養殖場のイシガキダイ (*Oplegnathus punctatus*) およびマダイの体側筋に白色～乳白色で卵円形のシスト (長径 0.5–1.5 mm) を作って寄生していた種で, 1983 年に *Kudoa iwatai* として種記載された³⁴⁾. 1970 年代に奄美大島や沖縄で養殖されたブリの筋肉に *K. amamiensis* が白色シストを多発させ大問題となったこともあり, 宮崎県や鹿児島で生産された養殖魚の体側筋に同様の白色粒状物が確認されたことで, *K. amamiensis* の分布拡大が当初強く危惧されたという³⁴⁾. 孢子は上面像が垂四角形で 4 つの極囊をもち, 側面像は巾着形で, 頂上端近くで切断されたように平面となり, そこから指状の突起が伸びる (図 1 D). この突起には長く伸びた涙滴状の極囊の先端が入る. 孢子幅は 9.8–10.6 (10.1) μm , 孢子長は 6.7–7.9 (7.3) μm である. 本種はその後, 国内のクロダイ (*Acanthopagrus schlegelii*), ブリ, サワラ (*Scomberomorus nipponius*), スズキ, ヘダイ (*Rhabdosargus sarba*),

マゴチ (*Platycephalus* sp.) などでの寄生が記録されている^{1, 31, 78, 115, 122, 162, 165, 191}。

Diamant et al.²⁹ は、地中海で養殖されるヨーロッパヘダイ (*Sparus aurata*), ヨーロッパスズキ (*Dicentrarchus labrax*), ボラや同海域の10種以上の天然海産魚における *K. iwatai* の寄生を報告し、また18S rDNA塩基配列を日本産マダイ由来株、地中海産ヨーロッパヘダイ由来株、およびアイゴ科 *Siganus rivulatus* 由来株と比較し、それらの間で1560 bp長で3つの塩基置換を確認している。国内で分離される *K. iwatai* の塩基配列はすべて前述の日本産マダイ由来株と完全に一致している^{78, 115}。地中海産各種魚類での *K. iwatai* の寄生部位は、体側筋、頭蓋腔内、神経束、口唇やその周囲、眼窩組織、腸間膜および体腔壁、鰓（うきぶくろ）、腸管筋層、心臓や心嚢、腎臓、卵巣など全身臓器・組織に及ぶ²⁹。日本近海産魚からは主として体側筋からの確認であるが、眼窩組織から確認されたことはある¹¹⁵。東京都の食中毒様有症患者のなかには、*K. iwatai* 寄生のある生鮮ヘダイの喫食が原因と疑われる事例もあり¹⁶⁵、また、桃山・天社¹²²は周防灘で漁獲されたコイチ (*Nibea albiflora*) の体側筋に形成された白色シストから4殻片4極囊の *Kudoa* sp. を記録するとともに、その生鮮魚肉を喫食した3名が食中毒様症状を発症し、一方、加熱した魚肉を喫食した1名は無事であったことを記録している。この寄生種も *K. iwatai* と考えられる⁷⁸。

最近、韓国や中国の養殖イシダイ (*Oplegnathus fasciatus*) や養殖フウセイ (*Larimichthys crocea*) で *K. iwatai* 寄生が報告されている^{75, 100}。中国で養殖魚として重要なフウセイ（スズキ目ニベ科）での重

度の *K. iwatai* 寄生では、体側筋だけでなく、頭蓋軟骨、鰓（えら）、体腔漿膜面などに長径1～3 mmの乳白色卵円形のシストが多発する¹⁰⁰。この寄生パターンは地中海の海産魚で報告されている全身性寄生であり、日本で報告される体側筋が主体となる寄生とは異なる。18S rDNA, 28S rDNA, ミトコンドリア DNA の *cox1* および *rnl* の塩基配列解析では、*K. iwatai* の地中海分離株よりも日本分離株との近縁性がより高いことが確認されている。なお、フウセイは日本から東南アジアにかけて東シナ海～南シナ海で豊富な資源量を誇っていたが、1970年代半ばに急速に資源量が減衰し、現在では絶滅が危惧されている。そのような状況のなかで、2000年以降、中国ではフウセイの養殖が積極的に取り込まれ、現在では需要の多くを養殖魚が担っている^{100, 174, 187}。しかし、養殖現場では、グラム陽性弱抗酸性の放線菌 *Nocardia seriolae* によるノカルジア症や他の細菌・ウイルス感染症がブリやカンパチなどの養殖現場と同様に問題となっており、寄生虫症としても魚類寄生性繊毛虫 *Cryptocaryon irritans* による海産白点病、単生類 *Neobenedenia girellae* によるハダムシ病、*K. iwatai* による全身性クドア症などが問題となっている^{100, 174, 187}。

5.2 *Kudoa thyrssites* (syn. *kudoa histolytica*, *Kudoa cruciformum*, *Neochloromyxum cruciformum*)

前述したキハダマグロでの *Kudoa neothunii* によるジェリーフレッシュの報告⁷に次いで、Matsumoto¹¹⁶はメカジキでの *K. musculoliquefaciens* によるジェリーフレッシュとともに、茨城沖の太平洋で漁獲されたスズキ (*Lateolabrax japonicus*) 2尾でのジェリーフレッシュの原因究明に取り組んだ。上面像が十字形で4つの極囊を備えた胞子で（図7）、まる

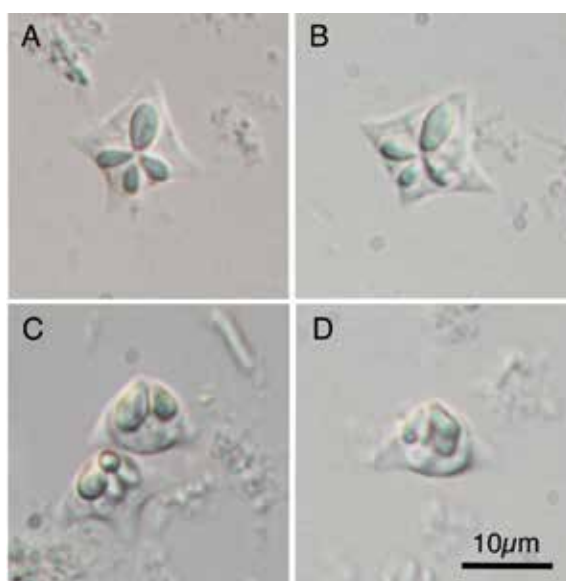


図7. 瀬戸内海産天然ウマヅラハギ (*Thamnaconus modestus*) の体側筋に寄生する *Kudoa thyrssites* の胞子⁸⁰。(A, B) 上面像, (C, D) 側面像。

で、4つの三角錐を1点で十字形に組み合わせたユニークな孢子形態が大きく注目された。このことから、新属新種として *Neochloromyxum cruciformum* と命名された¹¹⁶⁾。孢子がもつ4つの極囊のうちの1つが他の3つよりも有為に大きいことも特徴である。*Chloromyxum* 属は現在でも双殻目で存続しているが、2つの殻片で作られる孢子に4つの極囊が備わっている。実は、Matsumoto¹¹⁶⁾ は、メカジキから分離した4極囊の孢子をもつ種を *Chloromyxum* 属に分類し、スズキから分離した4極囊で特異な形状の孢子をもつ種を *Neochloromyxum* 属に分類したように、一貫して、殻片と殻片が結合する縫合線の本数を本来の半分として観察している。現在では両種とも *Kudoa* 属に組み入れられているが、その再分類の経緯には不明な点が残ると指摘されている³¹⁾。第三者が見て構造的に当然にそこに縫合線が存在するだろうと勝手に推測できない⁷⁶⁾。種記載

に用いられた模式標本がないので、科学的根拠のある属移行は不可能に思える。便宜的に「*Kudoa cruciformum*」と扱っているのが実情である。さて、Matsumoto¹¹⁶⁾ によると、筋肉融解のなかった部分に残る筋線維内のプラズモディウムは10 mm 長、0.2–0.3 mm 幅で、その中に含まれる上面像十字形の孢子は孢子幅 15.4–16.6 (16.0) μm 、側面像はピラミッド形で 7.1–8.1 (7.0) μm 長である。これらの孢子形態の特徴と死後筋肉融解現象の原因となった事実などを考慮すると、本種は *K. thyrssites* である可能性が高い^{151, 194)}。最終的な確定のためには、茨城沖での追加材料の収集と rDNA 塩基配列解析が徹底して実施されることが求められるが、やはりこのアプローチでも状況証拠の集積になる可能性が残る。また、最近、*K. thyrssites* の孢子サイズに類似した十字形の粘液孢子をもつ *K. parathyrssites* や *K. aburakarei* も報告されてきており^{80, 105)} (表2)、独立種“*K.*

表2. 上面像で十字形の粘液孢子をもつクドア (*Kudoa* spp.) *

種名	模式宿主(学名)	(和名)	(分類群)	孢子幅**	参考文献
A. <i>K. thyrssites</i>-type					
<i>K. thyrssites</i> (Gilchrist, 1923)	<i>Thyrssites atun</i>	ミナミクロタチ	スズキ目 クロタチカマス科	14.0–19.0 (16.6)	49, 179, 194
<i>K. mirabilis</i> Naidenova et Gaevskaya, 1991	<i>Trichiurus lepturus</i> (syn. <i>Trichiurus haumela</i>)	タチウオ	スズキ目タチウオ科	12.3–16.0 (13.6)	50, 125
<i>K. minithyrssites</i> Whipps et al., 2003	<i>Pempheris ypsilychnus</i>	—	スズキ目ハタンボ科	7.8–9.9 (8.7)	181
<i>K. lateolabraxis</i> Yokoyama et al., 2004	<i>Lateolabrax maculatus</i> (syn. <i>Lateolabrax</i> sp.)	タイリクスズキ	スズキ目スズキ科	9.9–12.9 (11.5)	194
<i>K. gunterae</i> Burger et Adlard, 2010	<i>Abudefduf sexfasciatus</i>	ロクセンズズメダイ	スズキ目ズズメダイ科	9.3–10.5 (10.0)	12
<i>K. whippsi</i> Burger et Adlard, 2010	<i>Abudefduf bengalensis</i>	テンジクスズメダイ	スズキ目ズズメダイ科	9.1–10.7 (10.0)	12, 81
<i>K. cheilodipteri</i> Heiniger et al., 2013	<i>Cheilodipterus quinquelineatus</i>	ヤライイシモチ	スズキ目テンジクダイ科	8.3–11.7 (10.1)	61
<i>K. parathyrssites</i> Kasai et al., 2016	<i>Thamnaconus modestus</i>	ウマツラハギ	フグ目カワハギ科	14.0–16.8 (15.2)	80
<i>K. akihitoi</i> Kasai et al., 2017	<i>Acanthogobius hasta</i>	ハゼクチ	スズキ目ハゼ科	9.1–12.5 (10.6)	81
<i>K. aburakarei</i> Li et al., 2021	<i>Atheresthes stomias</i>	アラスカアブラガレイ	カレイ目カレイ科	13.2–18.3 (16.1)	105
<i>K. encrasicoli</i> Iglesias et al., 2022	<i>Engraulis encrasicolus</i>	—	ニシン目カタクチイワシ科	9.5–13.4 (11.3)	68
B. <i>K. megacapsula</i>-type					
<i>K. decaptera</i> Xie et Chen, 1988	<i>Decapterus maruadsi</i>	マルアジ	スズキ目アジ科	30.6–50.7 (41.1)	185
<i>K. megacapsula</i> Yokoyama et Itoh, 2005	<i>Sphyaena pinguis</i>	アカカマス	スズキ目カマス科	30.3–44.7 (40.0)	193
<i>K. guangdongensis</i> Li et al., 2020	<i>Konosirus punctatus</i>	コノシロ	ニシン目ニシン科	23.0–46.6 (33.6)	105

* すべて4つの極囊(殻片)をもつ孢子が特徴で、4つの極囊のうちの1つが特に大きい。

** 原記載時の最小値–最大値(平均値)。

cruciformum”の正当性が証明される余地がある。

5.3 *Kudoa lateolabraxis*

国内の海産魚養殖において、海外からさまざまな魚種の養殖用稚魚が輸入されている¹⁷⁰⁾。中国から稚魚を輸入したタイリクスズキ (*Lateolabrax maculatus*) の養殖現場で、ジェリーフレッシュが発生した事例が報告されている¹⁹⁴⁾。4つの極囊をもつ上面像が十字形の孢子形態は *K. thyrssites* と類似するが、その計測値は大きく異なり、*K. lateolabraxis* として種記載された¹⁹⁴⁾。孢子幅は 9.9–12.9 (11.5) μm 、孢子長は 5.4–6.9 (6.4)

μm と明らかに小さい。当時、*K. thyrssites* の孢子と類似するものの、計測値が有意に小さい種として Whipps et al.¹⁸¹⁾ によって種記載された *K. minithyrssites* (孢子幅 7.8–9.9 (8.7) μm 、孢子長 4.3–5.4 (4.7) μm) があつたが、その種の孢子よりは大きい。孢子形態による類種鑑別は、18S rDNA 塩基配列解析によりそれぞれが独立種であることが確認された¹⁹⁴⁾。その後今日まで、*K. thyrssites* 孢子に類似した上面像で十字形の孢子をもつ種が次々と種記載されている(表2)。ここでも、孢子形態の確認に加えて、18S rDNA および

28S rDNA 塩基配列解析がクドアの類種鑑別には欠かせない技術となっている^{12, 61, 68, 80, 81, 105, 193}。

6. アジ

6.1 *Kudoa trachuri*

体側筋に1~2 mmの白色シストが見られた場合、マグロ類であれば*K. thunni*、マダイやクロダイ、スズキなどであれば*K. iwatai*が考えられるが、アジ類には固有の*K. trachuri*の寄生がある¹¹⁵。乳白色のシストは1.5-1.6 mm × 0.6-1.1 mm程度で(図8)、胞子の上面像は垂四角形、

側面像は丸いおにぎり形で底面も丸い。胞子幅は7.0-8.5 (7.9) μm 、胞子長は5.5-6.9 (6.1) μm とやや小形である¹¹⁴。この種記載は日本近海(東シナ海)産のマアジ(*Trachurus japonicus*)での検出に基づいて行われ、その後の10年間ほどマアジからの検出に限られた^{1, 78, 115}。2020年代に入り、南シナ海産のクサヤモロ(*Decapterus macarellus*)、モロ(*D. macrosoma*)、マルアジ(*D. maruadsii*)、あるいは日本近海の太平洋産のアカアジ(*D. akaadsii*)、ムロアジ(*D. muroadsii*)、オアカムロ(*D. tabi*)、シマアジ(*Pseudocaranx dentex*)などアジ

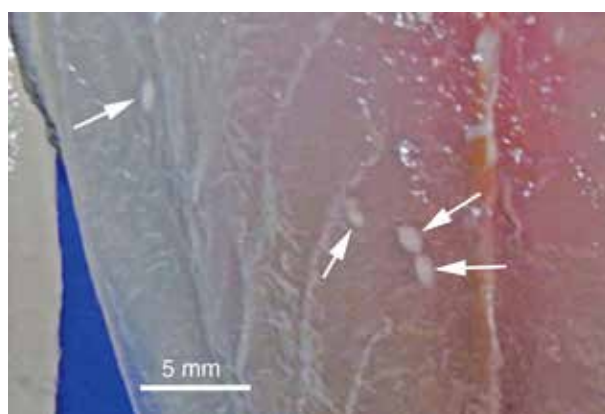


図8. 九州沖東シナ海産のマアジ(*Trachurus japonicus*)に寄生する*Kudoa trachuri*の白色シスト(矢印)¹¹⁵。

科魚類に広く寄生が見られることが明らかになっている^{71, 106, 108}。

Rodríguez-Ponce et al.¹⁴⁴は、アフリカ大陸の北西沿岸に近い大西洋上にあるカナリア諸島(スペイン)近海で11科20種227尾の海産魚を調べ、タイ目タイ科ペスゴ(*Pagellus acarne*; 45尾のうち86.7%が陽性)、ニシキダイ(*Pagellus erythrinus*; 43尾のうち46.5%が陽性)、メジナモドキ(*Spondyllosoma cantharus*; 31尾のうち19.4%が陽性)、ヒラダイ(*Sarpa salpa*; 49尾のうち28.6%が陽性)およびスズキ目ハタ科(*Serranus cabrilla*; 18尾のうち27.8%が陽性)の体側筋に白色~乳白色で卵円形のシストの多発を見出した。シストの大きさは魚種により異なり、ペスゴでは1.3-3.0 mm × 1.1-1.4 mmと大きく、ヒラダイでは0.3-0.6 mm × 0.3-0.6 mmと小さい。胞子の形態は上面像のみの比較になるが、*K. trachuri*の胞子に酷似し、計測値も6.0-9.7 (7.8) μm 幅と重なる。18S rDNA塩基配列の同一性は99.25% (1715/1728)ながら、両種の間には6箇所の塩基挿入・欠失部位もあり、最も近い近縁種ではあるが、明確に異種と考えられる。分子系統樹では、見かけ上はあ

たかも同一種であるかのように両種はクレードを作る^{71, 144}。一見類似する2種であるので、ここで紹介した。

6.2 *Kudoa longichorda*, *Kudoa javaensis*, *Kudoa parvibulbosa*

アジ類の体側筋にシストを形成して寄生するクドアに加え、筋線維内のシュードシストにプラズモディウムが局在するクドアも知られている。*Kudoa longichorda*は高知県沖太平洋(フィリピン海)のオアカムロ(*Decapterus tabi*)の体側筋に細長いシュードシスト(0.7-2.4 (1.6) mm長, 0.03-0.10 (0.05) mm幅)を作り高率に寄生している⁷¹。感染密度も個体によって違うものの、筋肉1 g当たり最大78本のプラズモディウムが記録された。胞子は4つの殻片をもっているが、そのうちの1つもしくは2つが他よりも大きく、上面像は放射対象性を欠き、側面像は栗状である。胞子幅6.0-6.8 (6.4) μm 、胞子長4.3-5.5 (4.9) μm と小形の胞子である⁷¹。本種はその後、南シナ海のモロ(*Decapterus macrosoma*)からも記録されている¹⁰⁶。インド太平洋の熱帯地方を中心に生息するクロボシヒラアジ(*Alepes djedaba*)

の体側筋からは *Kudoa javaensis* が知られている。クロボシヒラアジの消費が多いインドネシアから種記載され²⁰¹⁾、次いで南シナ海のクロボシヒラアジからも記録されている¹⁰⁶⁾。孢子形態は *K. longichorda* とよく似ており、上面像では放射対象性を欠く。孢子幅 6.2–7.9 (7.3) μm 、孢子長は 5.1–7.2 (6.2) μm で、*K. longichorda* の孢子よりやや大きい。クロボシヒラアジの分布域は広がり、九州でも漁獲が増えているが、クドア寄生の有無は確認されていない。

豪州大堡礁産のアジ科魚類にシュードシストを作り寄生する種として、ホシカイワリ (*Carangoides fulvoguttatus*) やロウニンアジ (*Caranx ignobilis*) にそれぞれ寄生が検出されている *Kudoa quadricornis* と *Kudoa paraquadricornis* が知られている^{12, 180)}。両種はよく似た4極囊の孢子形態をもつ。すなわち、筆柿をひっくり返し、底面のヘタ

(蒂)が4つの殻片それぞれに三角形に突出する孢子形態をもつ。*Kudoa quadricornis* では孢子体幅 5.9–8.7 (7.1) μm 、孢子長 7.8–10.0 (9.0) μm であり、*K. paraquadricornis* では孢子体幅 7.3–8.2 (7.8) μm 、孢子長は 7.6–8.5 (8.0) μm である。ヘタのように見える殻片底部の突出部を含めた *K. paraquadricornis* の孢子幅は 12.2–13.4 (12.9) μm となる。孢子形態が酷似する *K. quadricornis* と *K. paraquadricornis* の 18S rDNA の同一性は 99.9%、28S rDNA は 96.4% であり、用いる遺伝子領域により種鑑別における精度は異なる¹²⁾。これら2種と *K. javaensis* は近縁で、rDNA に基づく分子系統樹において常にクレードを作って集合している¹⁰⁶⁾。なお、*K. quadricornis* や *K. paraquadricornis* の特異な孢子形態と類似した殻片底部の突出部をもつ孢子が、有明海のハゼクチ (*Acanthogobius hasta*) の体側筋寄生の *Kudoa empressmichikoe* で知られている⁸¹⁾ (図9)。こ

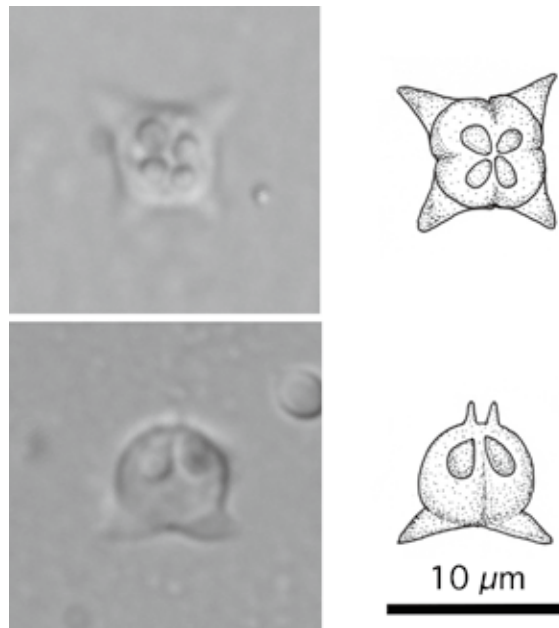


図9. 有明海産ハゼクチ (*Acanthogobius hasta*) の体側筋寄生の *Kudoa empressmichikoe* の特異な孢子 (上段: 上面像, 下段: 側面像)⁸¹⁾。同じように孢子下部の殻片底部が突出する孢子は、豪州大堡礁のアジ科魚類に寄生する *K. quadricornis* や *K. paraquadricornis* でも知られている^{12, 180)}。

のハゼ科寄生の *K. empressmichikoe* は、表2に示した十字形の粘液孢子が特徴となる種と系統発生的な近縁性が高いことから、孢子形態については収斂と理解できる。同様に、魚のエイの形を想像させる、4極囊の孢子を構成する4つの殻片のうちの1つが長く伸びる特異な孢子形態をもつ *Kudoa rayformis* と *Kudoa iidae* も孢子形態において収斂関係にある^{105, 153)}。前者はパナマ沿岸の太平洋で漁獲されたタイハイヨウサ

ワラ (*Scomberomorus sierra*) の体側筋にシュードシストを形成して寄生し¹⁵³⁾、後者は西アフリカ沖の大西洋で漁獲されたツバメコノシロ科の *Pentanemus quinquarius* (Royal threadfin) の体側筋に寄生していた¹⁰⁵⁾。*Kudoa rayformis* と *K. iidae* は孢子形態こそ類似するが、分子系統学的類縁性は極めて低い。孢子形態の収斂について、参考までに紹介した。

南シナ海産オニアジ (*Megalaspis cordyla*) の体

側筋にシュードシストを形成して寄生する *K. parvibulbosa* も *K. javaensis* に似た上面像をもつ小形の孢子であるが、側面像はタマネギの小玉を見るかのように丸い¹⁰⁶⁾。孢子幅 6.3–7.2 (6.9) μm 、孢子長 4.6–6.4 (5.7) μm である。

さて、大西洋分布のアジ科魚類のニシマアジ (*Trachurus trachurus*)、アオマアジ (*T. picturatus*)、クネネマアジ (*T. trecae*)、チチュウカイマアジ (*T. mediterraneus ponticus*)、ケーブマアジ (*T. capensis*) では、*Kudoa nova* の白色で長楕円のシスト (最大で長径 7 mm) が体側筋にみられている^{14, 16, 27, 31, 123, 142)}。孢子の上面像は *K. trachuri* と同じ垂四角形で孢子幅 8.5–9.8 μm 、側面像は底面が平らな饅頭形で、孢子長は 5.3–6.5 μm である。マルハゼ (*Neogobius melanostomus*) から収集された孢子では、孢子幅が 6.8–8.0 (7.2) μm 、孢子長が 4.5–5.5 (5.0) μm と記されている¹⁴²⁾。本種はアジ目 (アジ科)、スズキ目 (ハゼ科、オオスズキ科、サバ科)、タイ目 (タイ科) のさまざまな海産魚 20 余種の体側筋から記録されているが^{14, 123)}、孢子形態の類似性に依拠した”*K. nova*”としての種同定ではないかと疑念がもたれる。GenBank に登録されている *K. nova* の塩基配列は、18S rDNA 1 本だけであり、また、アゾフ海のハゼであるラウンドゴビー (*Neogobius melanostomus*) から得たものである¹⁴²⁾。大西洋産アジ類にシストあるいはシュードシストを作つて寄生する種について、地道な分子系統学的な解析が望まれる。太平洋産アジ類からは、シュードシスト内にプラズモディウムが局在する *K. quadricornis*、*K. paraquadricornis*、*K. javaensis*、*K. longichorda*、*K. parvibulbosa*、そして下述の *K. hirsuta* と様々なクドアの寄生が明らかになっており、比較生物地理学的な見地からも今後の研究進展に大きな期待がもたれる。

6.3 *Kudoa hirsuta*

南シナ海産のマアジ、モロ、マルアジなどのアジ科魚類の体側筋から *Kudoa hirsuta* が検出されている¹⁰⁶⁾。筋線維内のプラズモディウムは 0.55 mm–1.84 μm 長でシュードシスト内にある。孢子の上面像は垂四角形で、孢子幅は 8.9–10.9 (10.0) μm 、側面像は栗形、孢子長は 6.9–8.0 (7.4) μm である。本種の孢子では、それぞれの殻片の側方底部から糸状の突起 (側毛) が伸びている。その長さは 4.0–6.2 (4.9) μm で、それまでに知られていた南米沿岸太平洋産のマサバ寄生の *Kudoa caudata* や地中海フランス領産のハゼ類 (*Pomatoschistus minutus*, *P. microps*) 寄生の *Kudoa camarguensis* の側毛に比べると明らかに長

い^{95, 106, 140)}。ちなみに、最近になり、より長い側毛をもつ孢子が特徴となるクドアが種記載された¹⁰⁸⁾。南シナ海産のユメカサゴ (*Helicolenus hilgendorfi*) やウツカリカサゴ (*Sebastes tertius*) の体側筋にシュードシストを作つて寄生する *Kudoa pilosa* で、上面像が垂四角形、側面像が楕円形の孢子は、孢子幅 10.0–12.0 (11.1) μm 、孢子長 7.0–8.2 (7.6) μm に対して、側毛長は 8.5–13.0 (10.3) μm である¹⁰⁸⁾。

6.4 卵細胞寄生クドア

大西洋産のニシマアジ (*Trichurus trachurus*) から卵細胞寄生性のクドアとして *Kudoa azevedoi* が種記載されている¹¹¹⁾。孢子は 4 つの極嚢をもち、上面像で垂四角形、孢子幅は 4.0–5.2 (4.5) μm 、孢子長は 3.0–4.2 (3.5) μm とクドアの中で最小サイズである。この孢子は卵細胞内に入ったプラズモディウムによって多数形成される。感染のない卵細胞の平均直径は 275 \pm 34 μm (平均値 \pm 標準偏差) に対して、感染した卵細胞は 488 \pm 52 μm と倍近くに肥大する。なお、卵細胞に寄生するクドアとして、カリブ海のブルーヘッド (*Thalassoma bifasciatum*) をはじめとしたスズキ目ベラ科やブダイ科の 7 種に寄生する *Kudoa ovivora* が知られている¹⁶⁷⁾。クドア寄生がある卵細胞は孵化しない。2015 年になって、インド太平洋の熱帯地方 (紅海～豪州北部沿岸～沖縄) に生息するサバ科のグルクマ (*Rastrelliger kanagurta*) で、卵細胞に寄生する *Kudoa saudiensis* が種記載されている¹¹²⁾。プラズモディウムが寄生した卵細胞は白く変色し肥大する。孢子は上面像で垂四角形、側面像では類円形で、孢子幅は 4.3–5.4 (4.7) μm 、孢子長は 2.4–3.6 (3.1) μm と極めて小形である。卵細胞寄生性をもつ既知のクドア 3 種は地理的に離れた海域で発見され、宿主となる魚類の系統学的位置も離れているが、rDNA 塩基配列に基づく分子系統樹で 1 つのクレード内に収まる¹¹²⁾。東アジア～豪州のクドア研究者は体側筋でのクドア寄生に興味を集中させ過ぎてきたかもしれない。卵巣あるいは卵細胞でのクドア寄生がこの海域でまったく記録されてこなかったのは、自然分布の反映というより、社会や研究者の興味の対象となっていなかったからかもしれない¹⁵³⁾。

7. サバ

7.1 *Kudoa scomberi*

食用海産魚の筋肉に 1～2 mm の白色シストを作る種として、*K. amamiensis*、*K. thunni*、*K. iwatai*、*K. trachuri* などを既に紹介してきたが、

九州沖の東シナ海産マサバ (*Scomber japonicus*) から同様に *K. scomberi* が種記載されている¹⁰²⁾。白色シストは微小な長楕円形で $0.30\text{--}0.75$ (0.49) μm \times $0.20\text{--}0.40$ (0.26) μm 、胞子は上面像で亜四角形、側面像では楕円形で、胞子幅 $8.2\text{--}10.5$ (9.2) μm 、胞子長は $6.1\text{--}6.8$ (6.4) μm である¹⁰²⁾。マサバは太平洋の亜熱帯～温帯の沿岸近くに広く分布しており、ペルー沖南東太平洋産のマサバから *Kudoa caudata* が記録されている⁹⁵⁾。胞子は上面像で亜四角形、側面像はヘルメット形で、胞子幅は $8.0\text{--}8.6$ μm 、胞子長は $5.3\text{--}6.7$ μm である。本種はアジ科魚類寄生の *Kudoa hirsuta* やカサゴ類寄生の *K. pilosa* の胞子と同じように、4つの殻片から1本ずつの側毛が伸びている。その長さは正確には分からないが、胞子の線描をみる限り³¹⁾、胞子幅の半分程度、およそ $4.0\text{--}4.3$ μm であると推測される。

7.2 *Kudoa thyrssites*

北大西洋の両岸（北西アフリカ～地中海以北、ノルウェーおよびアイスランド以南、あるいはノースカロライナ州以北、ラブラドル半島以南）に分布するタイセイヨウサバ (*Scomber*

scombrus; 通名ノルウェーサバ) では *K. thyrssites* 寄生による死後筋肉融解現象（ジェリーフレッシュ）が大きな問題となっている。ノルウェー海のフェロー島のサバ処理施設に2017～2018年に持ち込まれた近海産の594尾の4.1%に *K. thyrssites* の寄生が確認されている⁶⁴⁾。以前からタイセイヨウサバのジェリーフレッシュの原因として憶測されてきた *K. thyrssites* 感染について、その感染状況やジェリーフレッシュの発生状況が最近では活発に報告されている^{50, 51, 99, 158)}。ジェリーフレッシュは水揚げ後6～48時間に顕在化するが、クドアが産生する蛋白分解酵素 (L-cathepsin) が活性型となって宿主の筋肉を融解することに因る^{48, 50, 99, 159)}。凍結保存した場合には筋肉融解は停止するが、加工や調理に当たった際の解凍により再開する。

同様の *K. thyrssites* 寄生とジェリーフレッシュの発生は、太平洋沿岸で水揚げされるマサバでも十分に問題となる。自験例であるが、中国広東省湛江市の生鮮市場で購入した南シナ海産マサバ7尾のうち1尾が外観で腹部の張りが緩い印象があった（図10）。実際にこの1尾では *K. thyrssites*



図10. 中国広東省湛江市の市場で購入したマサバ (*Scomber japonicus*)。上段のマサバは健康体、下段のマサバはソフトフレッシュ（死後筋肉融解現象）の状態にあり、腹部（*）が緩んでいる。脆くなった体側筋からは *Kudoa thyrssites* が検出された。自験例。

の寄生があり、また、筋肉が柔らかく変化して検査により組織構築が容易に壊れた。これまでに同様のジェリーフレッシュのマサバをベトナムの首都ハノイのスーパーで見かけていたことが記憶として蘇ってきた。「Japan サバ」と品札が立つ枠の中で、氷が融け、商品とも言い難いかたちでサバが融けていた。あまりにも醜悪な光景であり、検査のための購入を忘れて立ち去った。生鮮魚あるいは調理魚として購入するマサバ、缶詰やその他の加工商品として国内でもしばしば利用されているタイセイヨウサバ（ノルウェーサバ）での *K. thyrstites* 感染とジェリーフレッシュの発症は、時に食味にかかわる違和感の原因となっている可能性がある。

8. ホッケ

8.1 *Kudoa pleurogrammi*

山口市内において特価で売り出されていたアラスカ沖太平洋産キタノホッケ (*Pleurogrammus monopterygius*; シマホッケとも呼ばれる) 一夜干し6尾パックの冷凍品 (190 円) から検出され、*Kudoa pleurogrammi* として種記載された⁷⁹⁾。パック内の6尾すべてで筋線維内にクドアのプラズモディウムが多数確認され、追加購入した同一品でも同様であった。解凍した一夜干しはソフトフレッシュ (死後筋肉融解現象) を呈していたことから、顕微鏡検査を実施し発見された。青森市と札幌市の市場に並ぶ生鮮ホッケ (*Pleurogrammus azonus*) を複数の店舗から購入して計12尾を調べ、そのうちの7尾に同様の寄生が見られた。寄生数は少なく、1尾当たり7-40個のプラズモディウムを検出したのみであった⁷⁹⁾。筋線維内のシュードシストに局在するプラズモディウムは1.15-3.85 (2.22) mm 長、0.11-0.26 (0.22) mm 幅で、胞子の上面像は垂四角形、側面像は楕円形で、胞子幅 8.2-9.1 (8.6) μm 、胞子長 5.6-6.8 (6.3) μm である⁷⁹⁾。胞子形態は一見、北部大西洋の養殖魚にジェリーフレッシュを引き起こし問題となっている *Kudoa islandica* とよく似ている⁹⁶⁾。rDNA 塩基配列の同一性は必ずしも高くないが (18S rDNA で約 94%, 28S rDNA で約 87%), これら2種は分子系統樹において常に1つのクレードを構成し類縁性は高い^{79, 108)}。

8.2 シスト形成クドア

日本海の北部、北海道の対岸に位置する極東の沿海地方で水揚げされたホッケの体側筋から、シストを作る *Kudoa azoni* が種記載されている⁸⁾。検出率は低く、74尾のうちの3尾の体側筋に見られ、シストは2.5-5.0 mm 長、0.5-1.2 mm 幅の

紡錘形を呈していたと記述されている。胞子幅 6.2-7.2 μm 、胞子長は 5.0-6.0 μm と計測値も記されているが、記述には不明な点も多い。ホッケと同じカサゴ目アイナメ科で、同じ海域に生息するスジアイナメ (*Hexagrammos octogrammus*) についても調べ、6尾中2尾の体側筋から *K. azoni* のシストが検出されている⁸⁾。なお、同海域からは、スズキ目メバル科のアカガヤ (*Sebastes minor*) の体側筋でもシストを作って寄生する *K. sebestea* が種記載されている⁸⁾。これら2種は改めて精査し、形態の特徴づけと分子系統学的な解析が行われる必要がある。

9. サワラ (サゴシ)

9.1 *Kudoa konishiae*

焼き魚や西京焼き、竜田揚げなどで知られるサワラ (*Scomberomorus niphonius*) は、成長に応じて呼び名が変わる出世魚で、体長 40-50 cm のものをサゴシ、60 cm 以上のものをサワラとして市販している。体重では 1 kg ぐらいが境界となっている。日本海~東シナ海に分布する群と日本の太平洋沿岸~瀬戸内海に分布する系群があり、前者は黄海を、後者は瀬戸内海を産卵場として6月頃に産卵を行う。産卵前の秋季~早春が旬となっている。戸嶋ら⁹⁰⁾によると、1980年代まで東シナ海と瀬戸内海で大きな漁獲があったものの、1990年代にはいずれでも漁獲が激減したそうである。そして、2000年代に入り、日本海での漁獲が顕著に増加しているという。サワラは身が柔らかいことから一般に調理品として食するが、地域によっては鮮度のよいものが刺身で食されている。サワラ加熱調理品を喫食後に顔の紅潮、頭痛、吐き気、蕁麻疹などが生じるヒスタミン食中毒とともに、サワラには *K. iwatai* や *K. konishiae* などのクドア寄生が知られている。前者 *K. iwatai* は筋線維間にシストを形成し、白色 1 mm 前後の白点として肉眼での確認が可能である。もう一方の *K. konishiae* は筋線維内にプラズモディウムが局在してシュードシストを形成する種であることから、目視による寄生確認は困難である¹⁴⁵⁾。更に、そのシュードシストは短い紡錘形で、最大でも 0.53 mm 長 \times 0.13 mm 幅と小形である¹⁴⁵⁾。シュードシスト内の胞子は、上面像では六角形のように放射状で、側面像では正三角形で、胞子幅は 8.1-9.7 (平均 9.0) μm 、胞子長は 7.1-7.9 (7.5) μm で、同じ大きさの6つの涙滴形の極囊をもっている¹⁴⁵⁾。Sakai et al.¹⁴⁵⁾ は2016年秋に山口県沖の日本海で水揚げされたサワラ (体長からはサゴシ) 2尾と鹿児島県沖の太平洋で水揚げされた6

尾を調べ、それぞれの海域から1尾ずつの寄生個体を得て形態学的観察と分子生物学的解析を加えたが、この株間に差はなかったとしている。なお、本種の種小名は、クドア食中毒の原因究明を率いた小西良子部長（当時、国立医薬品食品衛生研究所衛生微生物部）に献名されている¹⁴⁵⁾。

Kudoa konishiae は最近になって中国南部の広東省湛江市沖の太平洋で2022年6月に水揚げされたサワラ5尾中2尾からも検出されている¹⁰⁸⁾。日本で種記載された*K. konishiae*と同様に、中国株でもプラズモディウムは小さな紡錘形で、最大でも0.52 mm長×0.07 mm幅であった。また、18S rDNA (1699 bp) および28S rDNA (743 bp) 塩基配列、加えてミトコンドリアDNAである*cox1* (437 bp) および*rns-lrs* (1367 bp) 塩基配列も同一であり、宿主の産卵海域（黄海と瀬戸内

海）の違いはあっても寄生するクドアに種内変異はないようである。

9.2 その他のクドア

サワラの近縁種ヨコシマサワラ (*Scomberomorus commerson*) はインド太平洋の熱帯・亜熱帯海域に広く生息する重要な食用魚であり、サワラよりも大型で2 m程度である。国内でも南日本沿岸で水揚げがあるが、その数は限られ、国内では多くが輸入され業務用食材として流通している。豪州大堡礁に生息するヨコシマサワラの筋肉からは13個の極囊をもつ*Kudoa permulticapsula*が種記載されている¹⁸⁰⁾。そのプラズモディウムはシュードシストを形成して筋線維内に局在し、上面像で放射状の孢子は、孢子幅8.4–9.9 (9.2) μm 、孢子長4.7–6.6 (6.0) μm とクドア孢子として平均的な大きさで、側面像は長楕円形である（図11）。ま

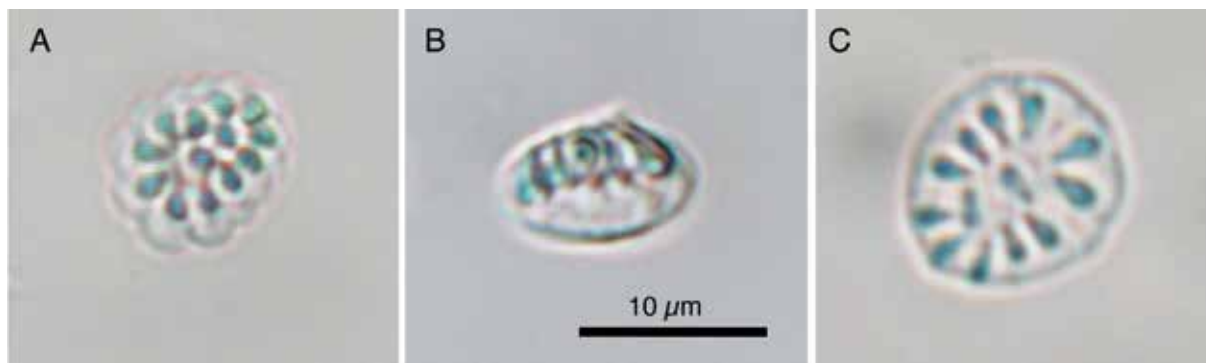


図11. 豪州大堡礁のヨコシマサワラ (*Scomberomorus commerson*) の筋肉からは13個の極囊をもつ*Kudoa permulticapsula*が2003年に種記載されている¹⁸⁰⁾。写真は、中国広東省湛江市沖の南シナ海で漁獲されたヨコシマサワラ若魚から分離された孢子である。左から、上面像 (A)、側面像 (B)、強く圧扁して極囊を展開させた上面像 (C)。

た、Adlard et al.²⁾ は同所のヨコシマサワラの筋線維内プラズモディウムから、放射状に並ぶ6つの極囊により星形の上面像をもつ孢子を検出し、*Kudoa scomberomori*を種記載した。孢子幅は6.8–8.2 (7.6) μm 、孢子長は5.0–6.2 (5.4) μm で側面像はピラミッド形である。本種は2018年にベトナム沖のインド太平洋海域で水揚げされたタイワンサワラ (*Scomberomorus guttatus*) から報告されている²³⁾。孢子幅は7.3–7.6 (7.4) μm 、孢子長は6.5–6.8 (6.7) μm で、18S rDNA塩基配列もよく一致している。2022年6月に中国広東省湛江市で市販されていたヨコシマサワラ若魚（標準体長約21 cm）8尾のうちの3尾の体側筋に0.78–1.94 (1.34) mm長×0.032–0.059 (0.044) mm幅のプラズモディウムが多数観察された（図12）。分離された孢子は*K. scomberomori*あるいは*K. konishiae*と同じ6つの極囊をもつ星形

であり（図13）、孢子幅は8.2–9.4 (8.7) μm 、孢子長は5.9–7.1 (6.5) μm で、孢子の計測値は*K. scomberomori*と*K. konishiae*の中間を示すものの、18S rDNAおよび28S rDNA塩基配列の違いに基づいて独立種*Kudoa neoscomberomori*として種記載された¹⁰⁸⁾。現在のところ、ここで記したクドア4種はインド太平洋の熱帯～温帯に分布するサバ目サバ科サワラ属3種からのみ記録されている。限られた宿主での種分化が進んだ経緯に大きな興味もたれる。

10. メカジキ

10.1 *Kudoa muscuroliquefaciens*

1953年の夏、三陸沖の太平洋で漁獲され気仙沼港に荷揚げされたメカジキ (*Xiphias gladius*) にジェリーフレッシュが見られた。5～7日前に水揚げされ冷蔵されたメカジキの外観に異常はな

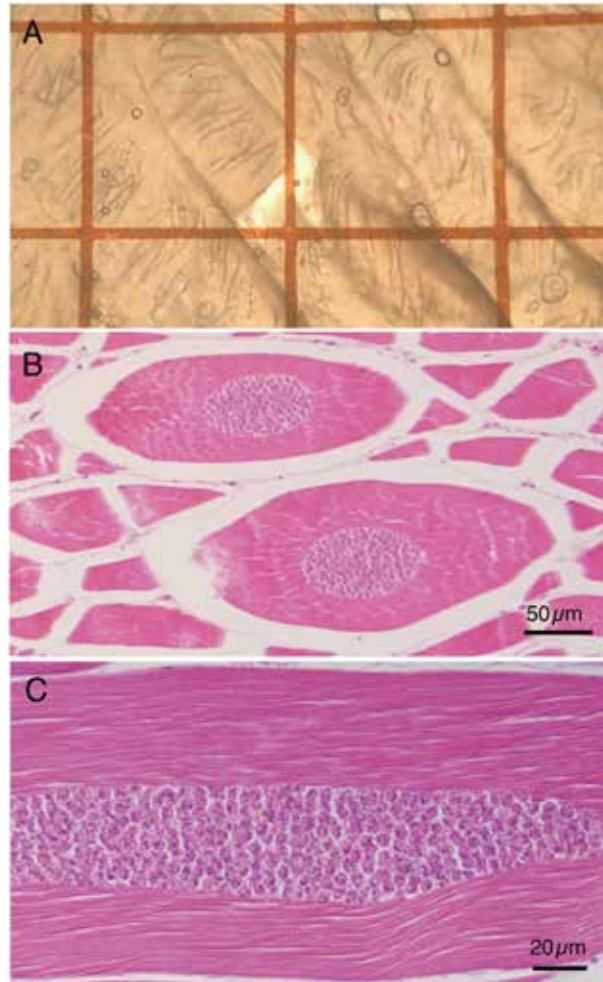


図 12. 中国広東省湛江市で市販されていたヨコシマサワラ若魚の体側筋での *Kudoa neoscomberomori* の重度寄生例¹⁰⁸⁾. (A) ガラス板に挟んだ寄生筋肉片ではプラズモディウムが黒い筋に見える (グリッドの間隔は 5 mm), (B) 寄生筋組織の斜断組織像 (筋線維の中央にプラズモディウムが局在), (C) 寄生筋組織の縦断像 (筋線維中央に局在するプラズモディウムには多数の胞子が形成されている).

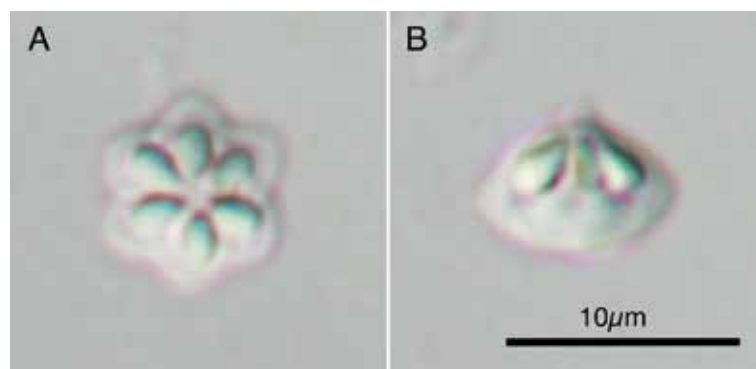


図 13. 中国広東省湛江市で市販されていたヨコシマサワラ若魚の体側筋から分離され種記載された *Kudoa neoscomberomori* 胞子¹⁰⁸⁾. (A) 上面像, (B) 側面像.

かったが、触ると弾力性がなく、頭部を除くまさに全身が死後筋肉融解現象にあった。この原因として特定されたのが *Kudoa musculoliquefaciens* である¹¹⁶⁾。本種は筋線維にシュードシストを形成して寄生している。その胞子は4つの極囊をもち、上面像が球形～垂四角形で、側面像は楕円形である。胞子幅は7.4–9.9 (8.4) μm 、胞子長は5.3–7.3 (6.2) μm として Matsumoto¹¹⁶⁾ は種記載した。それから60年以上経ち、Kasai et al.⁷⁹⁾ は模式地 (Type locality) である三陸沖で漁獲されたメカジキ5尾、インド洋で漁獲されたメカジキ3尾を調べ、それぞれからの1尾にクドア寄生を検出した。また、高知県沖で漁獲されたバショウカジキ (*Istiophorus platypterus*) 2尾分のうち1尾の体側筋にも同様のクドア寄生を確認した。寄生密度はいずれの感染例でも高くなかった。メカジキの筋線維内のプラズモディウムは0.37–1.12 (0.77) mm 長、バショウカジキでは0.79–2.16 (1.35) mm 長で、*K. musculoliquefaciens* の特徴的な胞子がプラズモディウムに詰まっていた (図14)。三陸沖で漁獲されたメカジキ由来株で

は胞子幅は8.0–8.8 (8.4) μm 、胞子長は5.5–6.7 (6.1) μm で、Matsumoto¹¹⁶⁾ が記した計測値とよく一致している。これら3つの分離株について rDNA 塩基配列を比較すると基本的に同一であった⁷⁹⁾。豪州の東海岸近海で水揚げされるメカジキでも87.1%の高い寄生率が確認され、また、ジェリーフレッシュの問題も最近増えていると報告されている¹¹⁾。*Kudoa musculoliquefaciens* は18S rDNA あるいは28S rDNA に基づく分子系統樹上で、軟骨魚 (サメ類やエイ類) に寄生が知られる *Kudoa hemiscyllii* や *K. carcharhini* と常にクレードを構成し、分子遺伝学的な近縁性がある^{72, 79, 108)}。胞子形態においてもかなり類似性が高いが、*K. hemiscyllii* の胞子幅は9.0–11.3 (10.2) μm 、胞子長は9.0–10.4 (9.8) μm で、*K. musculoliquefaciens* に比べやや大きい^{54, 72)}。最近、日本近海産のマンボウ類から *K. musculoliquefaciens* の軽度寄生が確認されている。この記録の概要については別項を設けて紹介する。

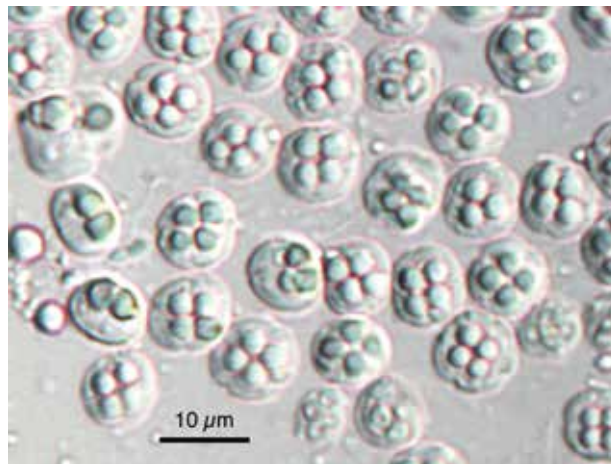


図14. 三陸沖太平洋で漁獲されたメカジキ (*Xiphias gladius*) の体側筋から分離された *Kudoa musculoliquefaciens* 胞子⁷⁹⁾。本種は筋線維にシュードシストを形成し、ジェリーフレッシュを引き起こした事例を契機に1954年に種記載された¹¹⁶⁾。

11. フグ

11.1 *Kudoa septempunctata*

クサフグ (*Takifugu alboplumbeus*) が、同じくフグ目のウマヅラハギ (*Thamnaconus modestus*) とともに、ヒラメでの寄生がクドア食中毒の原因として問題化した *K. septempunctata* の保虫宿主となっている可能性がある^{80, 157)}。この件についてはヒラメの項で紹介した。養殖ヒラメでの *K. septempunctata* 感染が確認され、浸淫地となっている海域におけるクサフグでの感染率は60–90%

に達していたが、寄生密度は必ずしも高くはないと報告されている¹⁵⁷⁾。この点は、沖縄海洋博でのブリ養殖で問題となった *K. amamiensis* 寄生の場合も、保虫宿主とされるスズメダイ科魚類での寄生密度は明らかに低かったとする記録と一致する^{32, 33)}。ちなみに、クサフグは各種臓器にふぐ毒 (テトロドトキシン) をもち食用利用は勧められていない。

11.2 *Kudoa shiomitsui*

トラフグ (*Takifugu rubripes*) の囲心腔に浮游も

しくは心膜に癒着するクドアのシストを検出した江草・塩満³⁴⁾は、*Kudoa shiomitsui*として種記載した。シストは白色～乳白色で、0.3 mm × 0.6 mm から 1.3 mm × 3.0 mm, 1尾当たり数個から最大で約200個が回収されている³⁴⁾。胞子は上面像が垂四角形で、4つの極嚢はバナナ形にやや曲がっている。走査電子顕微鏡で胞子を観察すると、4つの殻片の上面部が側上方に膨れている。胞子幅は8.6–9.8 (9.4) μm, 胞子長は5.6–6.8 (6.2) μmである。上述したように、ブリの囲心腔寄生の*K. pericardialis*は、胞子幅6.0–7.0 μm, 胞子長4.5–5.0 μmと小形である。*Kudoa shiomitsui*はその後、カンパチ (*Seriola dumerili*), テンジクダイ (*Apogon lineatus*), ヒラメ, クロマグロ, カワハギ (*Stephanolepis cirrifer*) (図15), ウス

バハギ (*Aluterus monoceros*) などで記録されている^{10, 80, 191, 203)}。

囲心腔寄生のクドアとして、メキシコ湾のエボシダイ (*Nomeus gronovii*) やクロカイワリ (*Caranx crysos*), オキスズキ (*Pomatomus saltatrix*) など、スズキ目7科の天然魚の囲心腔に寄生する*Kudoa hypoepicardialis*が種記載されている¹⁰⁾。胞子形態は*K. shiomitsui*に類似し、また計測値も、胞子幅が8.4–9.3 (9.0) μm, 胞子長は5.6–7.4 (6.4) μmでほぼ同じである。しかし、両種の間には18S rDNA塩基配列で4.5%の違いがあり、近縁の独立種とされている。また、豪州大堡礁の天然魚であるイトヒキテンジクダイ (*Zoramia leptacanthus*) とウスモモテンジクダイ (*Zoramia viridiventer*) の囲心腔からは、白色卵円形のプ

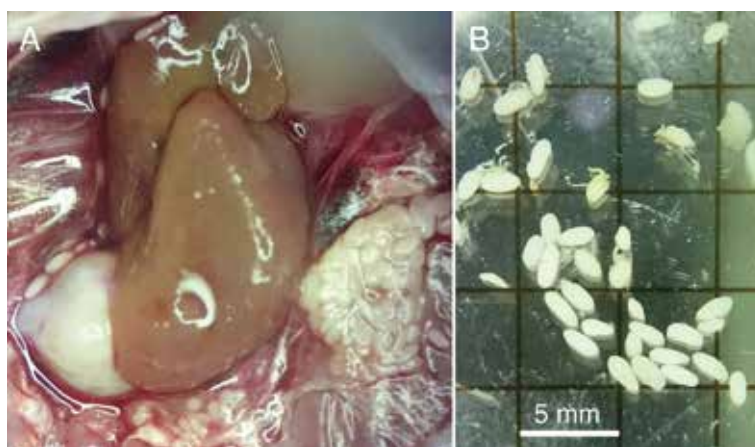


図15. 島根県沖日本海で漁獲されたカワハギ (*Stephanolepis cirrifer*) の心臓周囲組織および心嚢腔に見出された*Kudoa shiomitsui*のたくさんのシスト (A) と、生理食塩水に移したシスト (B)⁸⁰⁾。

ラズモディウム (0.25–0.49 mm × 0.20–0.37 mm) を作る*Kudoa leptacanthae*が種記載されている⁶⁰⁾。1尾当たりのプラズモディウム数は最高650個にも及んだという。胞子は*K. shiomitsui*の胞子形態と類似し、また計測値も、胞子幅が7.2–9.6 (8.3) μm, 胞子長は4.7–7.2 (6.0) μmでほぼ同じである。分子遺伝学的にも*K. shiomitsui*と最も近縁で、18S rDNA塩基配列では99.6%の同一性であるが、28S rDNA塩基配列では95%以下である。これら囲心腔寄生クドアは近縁性が高く、分子系統樹においてクレードを構成する。

12. ブダイ

12.1 瀬戸内海: *Kudoa yasunagai*, *Kudoa lateolabracis*, *Kudoa thalassomi*, *Kudoa igami*

ブダイ (*Calotomus japonicus*) は本州中部以南の沿岸岩礁域や珊瑚礁域に生息し、雌から雄に性

転換する魚である。雄を中心にハーレムを作るが、この雄は最強の雌が性転換して務めている。雌から雄に転換する際には大きく見かけも変わる。さて、ブダイは身の磯臭さが抜ける冬季が美味とされている。ブダイでのクドア感染について研究したShirakashi et al.¹⁵⁶⁾は、脳寄生の*K. yasunagai*とともに、体側筋にシュードシストを作って寄生する3種を報告している。スズキの項で上述した*K. lateolabracis*の新宿主記録、日本近海からは初めての*Kudoa thalassomi*の確認、そして新種*Kudoa igami*の種記載が行われた¹⁵⁶⁾。宿主のブダイは地方名でイガミとも呼ばれていることが種小名 (*igami*) の由来である。歯を剥き出して威嚇するような顔貌に地方名は由来する。さて、これらクドアの筋肉寄生は肉眼的には認識できないが、顕微鏡下での検査で*K. lateolabracis*は41.5% (17/41), *K. thalassomi*は2.4% (1/41), *K. igami*は

29.3% (12/41) で検出された。なお、*K. yasunagai* の寄生は 94.1% (16/17) にも達した。十字形で 4 極囊の胞子をもつ *K. lateolabracis* を除いた 3 種は、いずれも 6 つ以上の極囊をもつ胞子が特徴となる。*K. thalassomi* は 6 つもしくは 7 つの極囊をもち上面像が放射状の胞子が特徴的で、豪州大堡礁のオトメベラ (*Thalassoma lunare*) やミカドチョウチョウウオ (*Chaetodon baronessa*) など 18 種の体側筋で確認されている^{2, 14)}。胞子幅 9.5–11.8 (10.7) μm 、胞子長は 6.2–7.1 (6.7) μm で側面像はピラミッド形である²⁾。*K. igami* は 5 つもしくは 6 つの極囊をもつ胞子が特徴的で、それら異なる胞子の比率は 1 : 4 で極囊数 6 つが優勢である。胞子幅は 9.2–10.8 (9.9) μm 、胞子長は 6.2–7.3 (6.5) μm で側面像は楕円形である。

12.2 宮古島近海 : *Kudoa yasunagai*, *Kudoa thalassomi*, *Kudoa igami*

Shirakashi et al.¹⁵⁶⁾ によりブダイから検出されたクドア 4 種のうち 3 種は、沖縄県の宮古島近海の天然魚でも検出された¹⁴⁶⁾。*Kudoa yasunagai* は宮古島近海のブダイ 3 尾のうち 1 尾から検出され、*K. thalassomi* はテングハギ (*Naso unicornis*) 38 尾中 2 尾から検出された。*Kudoa igami* は、タイワンブダイ (*Calotomus carolinus*) 3 尾すべてから、ツユベラ (*Coris gaimard*) 10 尾のうちの 3 尾から、シロタスキベラ (*Hologymnosus doliatus*) 4 尾のうち 3 尾の体側筋に寄生が確認された。タイワンブダイでの *K. igami* のプラズモディウム寄生は肉眼でも見ることができる (図 16)。更に興味深いことに、Shirakashi et al.¹⁵⁶⁾ が種の名記載で

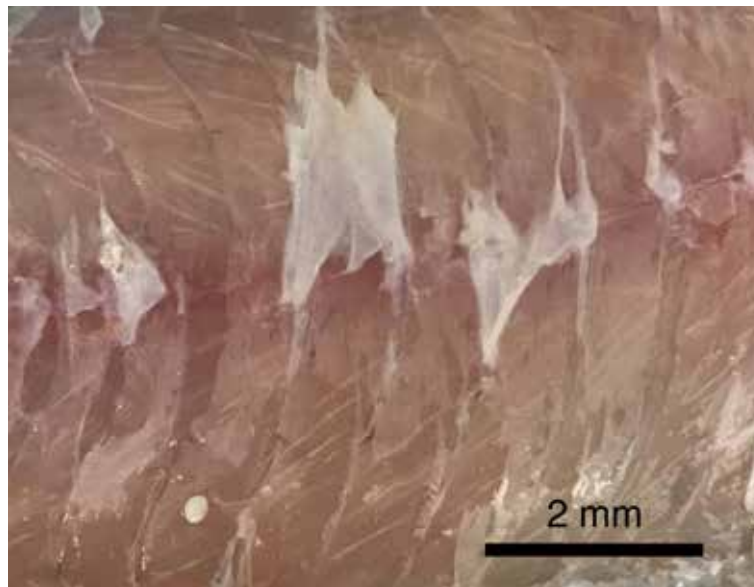


図 16. 沖縄県宮古島近海産のタイワンブダイ (*Calotomus carolinus*) の体側筋に白い筋として見られたのは、筋線維内に局在する *Kudoa igami* のプラズモディウムであった¹⁴⁶⁾。

極囊数は胞子当たり 5 ~ 6 (6 極囊が 8 割で優勢) としていた *K. igami* であるが、宮古島近海に分布する *K. igami* の極囊数は胞子当たり 7 ~ 9 (8 極囊が 5 ~ 8 割で優勢) であり、顕著な極囊数の変異がみられている¹⁴⁶⁾。このような極囊数の変異がある分離株であっても、18S rDNA および 28S rDNA 塩基配列、あるいはミトコンドリア DNA (*cox1* および *rnl*) の塩基配列は 100% 同一であった。かつて、クドアの分類において、極囊数に応じて、*Kudoa* 属に加え、*Pentacapsula* 属、*Hexacapsula* 属、*Septemcapsula* 属が提唱された。13 極囊の *K. permulticapsula* の発見に際し、この極囊数に応じた分類体系の是非が rDNA 塩基配

列に基づいて分子系統学的に検討され、すべてを *Kudoa* 属に編入するとともに、胞子の極囊数は 4 もしくはそれ以上と定義が修正された¹⁸²⁾。遺伝子解析が徐々に研究現場の常用手技となり、顕微鏡観察の限界を超えた客観的な解析データの収集が可能となったことで、種鑑別における混乱と困難が回避される状況にある。

12.3 高知県沖太平洋 (フィリピン海) : *Kudoa prunusi*, *Kudoa lateolabracis*

高知県沖の太平洋で水揚げされたブダイを 2019 年の 1 月と 2 月に各 4 尾、計 8 尾を検査したところ、すべての個体の頭蓋腔に *K. prunusi* 寄生が確認され、また、体側筋からは *K.*

laterolabracis の寄生が確認された⁷⁰⁾。脳寄生の *K. prunusi* については、養殖クロマグロから分離され種記載されたこと¹¹⁹⁾、孢子当たり5–6極囊ながら、その多く(80%)は5極囊であることは前述したとおりである。新たにブダイの脳から検出された *K. prunusi* のプラズモディウムは0.22–1.93 (0.73) mm × 0.21–1.65 (0.64) mm の類球形で(図17)、孢子は5–6極囊であったが、6極囊の

孢子が優勢で75%を占めていた⁷⁰⁾。和歌山県沿岸、あるいは宮古島近海産のブダイの脳からは、極囊数5–7の孢子をもつ *K. yasunagai* の寄生が既に報告されていることから^{146, 156)}、18S rDNA および28S rDNA、加えてミトコンドリア DNA (*cox1*) 塩基配列も慎重に確認され、*K. prunusi* と確定された⁷⁰⁾。ここでも他の脳寄生のクドアと同様に、*K. prunusi* においても孢子当たりの極囊



図17. 高知県沖太平洋で漁獲されたブダイ (*Calotomus japonicus*) の頭蓋腔に見出された *Kudoa prunusi* のプラズモディウム (矢印)⁷⁰⁾。

数の明らかな変異が見られた。合わせて、ブダイから分離された *K. lateolabracis* を用いて、当該種のミトコンドリア DNA (*rns-rnl*) 塩基配列が初めて確認された⁷⁰⁾。5極囊以上の孢子をもつクドアのうち、ミトコンドリア DNA の *cox1* では9種、*rns-rnl* では7種について塩基配列が集積されているが⁷⁰⁾、今後さらにデータの集積が図られ、種内集団解析への応用に発展することを期待したい。

13. カマス

中国から輸入されたアカカマス (*Sphyrna pinguis*) にジェリーフレッシュが見られた原因を究明するなかで *Kudoa megacapsula* が種記載された¹⁹³⁾。上面像で十字形の孢子は *K. thyrsites* の孢子に類しているが、*K. megacapsula* の孢子サイズは2倍程度大きく、また、1つの極囊が特に大きく、残りの3つが顕著に退縮している(図18)。カモメが翼を伸ばして飛翔する姿を思わせる孢子は、翼の端から端、あるいは頭尾長に相当する胞

子幅が30.3–44.7 (40.0) μm 、孢子長は9.3–15.4 (13.4) μm である。また、大きな極囊は11.7–14.2 (12.7) μm 長で4.9–6.8 (5.8) μm 幅、退縮した3つの極囊は1.5–4.4 (2.8) μm × 1.0–1.5 (1.2) μm である。分子系統学的には、*K. thyrsites*、*K. minithyrsites*、*K. lateolabracis* など上面像で十字形の孢子をもつクドアと近縁性が高く、rDNA に基づく分子系統樹ではこれらの種は1つのクレードに集まる。次いで、本種 *K. megacapsula* は、韓国から輸入した種苗を用いた養殖ブリ (*Seriola quinqueradiata*) 筋肉に多発した2–3 mm 長の黒い筋、すなわち変性・壊死したクドアのプラズモディウムに対するメラノサイトの集簇巣と関連して検出された¹⁹⁵⁾。これら2事例は、東シナ海の大陸沿岸と深く関連性をもつことから、輸入クドア症と考えられた¹⁹⁵⁾。2022年になり、広東省湛江市沖の南シナ海産イトヨリダイ (*Nemipterus virgatus*) から実際に *K. megacapsula* が検出された¹⁰⁷⁾。筋線維のシュードシスト内のプラズモディウムは0.7–2.0 (1.4) mm 長、0.15–0.18

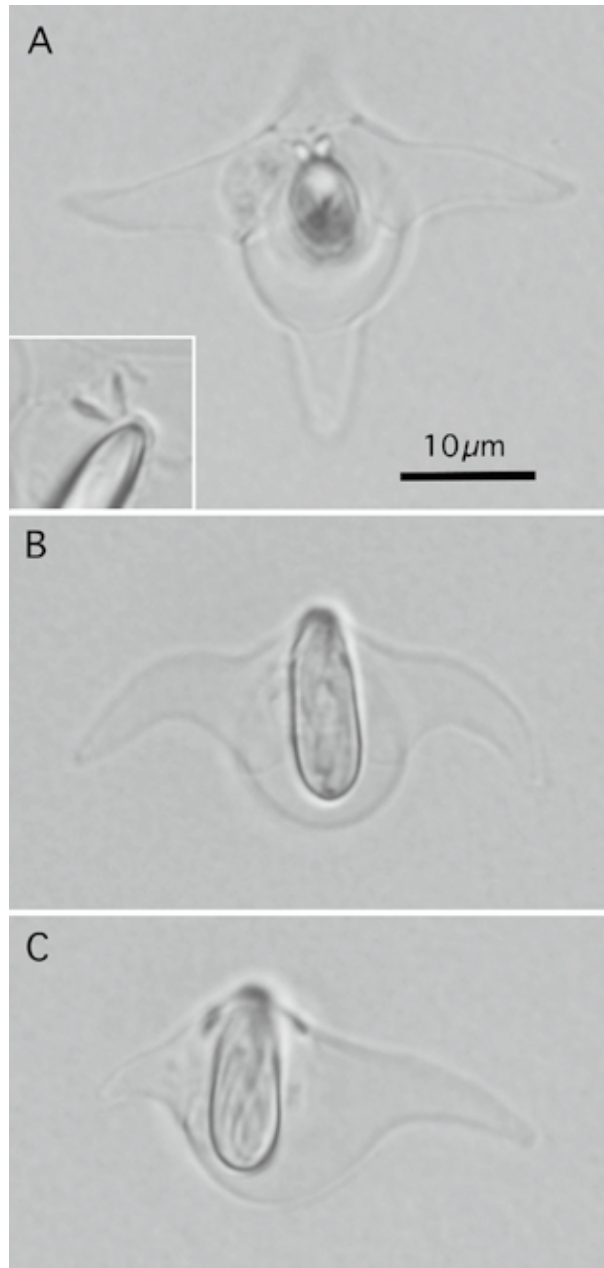


図 18. 広東省湛江市沖の南シナ海産イトヨリダイ (*Nemipterus virgatus*) の体側筋から分離された *Kudoa megacapsula* の孢子¹⁰⁷⁾。(A) 孢子上面像。孢子中央に4つの極囊が見られるが、うち1つが巨大で、残りの3つの極囊は退縮している(挿入写真は退縮した極囊2つを示す)、(B, C) 孢子の側面像。巨大な極囊の中には折り畳まれた極管が見られる。

(0.16) mm 幅であった。また、最近になってヒレコダイ (*Evynnis cardinalis*) やイゴダカホドリ (*Lepidotrigla alata*) から検出されており、南シナ海～東シナ海、そして日本海にかけて大陸沿岸のさまざまな海産魚での寄生状況が明らかになりつつある。現在までに中国で寄生が確認された魚類3種には死後筋肉融解現象を示唆する所見はない。

江戸前寿司においてコハダとして知られるコノシロ (*Konosirus punctatus*) の体側筋からも

K. megacapsula に類似した大型の十字形孢子が検出され、最終的に *Kudoa guangdongensis* として2020年に種記載された¹⁰⁵⁾。生鮮市場で購入した8尾中5尾の体側筋に見られ、筋線維シェードシスト内のプラズモディウムは0.5–2 mmであった。孢子幅は23.0–46.6 (33.6) μm 、孢子長は13.8–17.1 (15.3) μm 、大きな極囊は10.0–12.1 (11.0) μm 長で4.8–6.3 (5.6) μm 幅、退縮した2つの極囊は0.8–1.7 (1.2) μm \times 0.6–1.0 (0.8) μm である。18S rDNA 塩基配列では *K. thyrsites*, *K.*

minithyrsites や *K. megacapsula* など十字形胞子をもつ種との近縁性が高く、同一性は99%に近く、28S rDNAでも同様の傾向をもつが、塩基配列の同一性はそれほど高くない¹⁰⁵⁾。大型の十字形の胞子をもつ第3の種として、Xie & Chen¹⁸⁵⁾が新属新種として記載した“*Tetraspina decapterus*”の存在も重要である。現在では*Kudoa*属に移されて¹¹⁰⁾、*Kudoa decaptera*として扱われる。中国南端の海南島に近いトンキン湾(南シナ海)産のマルアジ(*Decapterus maruadsi*)の体側筋から検出され、胞子幅は30.6–50.7 (41.1) μm 、大きな1つの極囊は10.7–13.2 (12.3) μm 長、5.1–7.9 (6.0) μm 幅、小さな3つの極囊は5.3–7.9 (7.1) μm 長、2.6–3 (3.1) μm 幅である¹⁸⁵⁾。本種は*K. megacapsula*や*K. guangdongensis*と明らかに異なり、胞子の小さな3つの極囊の退縮が弱く、一定の大きさを保持している。巨大な胞子が特徴となる3種の系統発生を明らかにするためにも、*K. decaptera*の再発見とrDNA塩基配列の解析が待たれる。

14. ボラ

ボラ(*Mugil cephalus*)は世界の熱帯～温帯に広く分布し、刺し網や定置網などの沿岸漁法で漁獲されている。雌の卵巣を塩漬けにして乾燥させたカラスミがよく知られている。場所により臭いが問題となるが、臭みのないものは美味と言われている。さて、95年前、台湾南部の水産試験場で飼養されていたボラの体側筋に約2mm径のシストを形成するクドアが見出され、藤田⁴⁷⁾によって*Kudoa bora*と命名された。胞子は上面像で円形、胞子幅は11–12 μm 、胞子長は8.0–8.5 μm 、4つの極囊と極片があり、殻片間の縫合線は明瞭で、胞子の上端には発達した指状突起がある。極囊は長く伸びた洋梨状で、その上端は指状突起に続いている。この胞子形態は*K. iwatai*と類似している。さらに、台湾南部の養殖場のアカネフエダイ(*Lutjanus erythropterus*)の脳を含めた全身臓器にシスト形成し寄生する*Kudoa lutjanus*の胞子¹⁷⁵⁾、あるいは東シナ海に面した福建省廈門(アモイ)湾で採集されたキス科モトギス(*Sillago sihama*)の胆嚢壁シストから分離された*K. petala*の胞子²⁰⁵⁾にも酷似している。これら4種の胞子形態の比較検討および分子系統学的解析が待望されていたが¹¹⁵⁾、2020年になってLi et al.¹⁰⁴⁾により4種の相互関係が明らかにされた。広東省湛江市の生鮮市場で入手したナンヨウボラ(*Osteomugil perusii*)からの*K. bora*、キチヌ(*Acanthopagrus latus*)からの*K. lutjanus*、モ

トギスからの*K. petala*、これら3種のシストが揃ったことで、国内および地中海で分離されてきた*K. iwatai*との関係を探ることが可能となった^{29, 78, 104, 115)}。これら胞子形態が酷似する4種は明らかに独立種であること、*K. petala*を除く3種、すなわち*K. iwatai*、*K. lutjanus*、*K. bora*は系統進化学的に非常に近縁で、分子系統樹上ではいつでも1つのクレードに集まることが示された¹⁰⁴⁾。韓国や中国の養殖場で育つイシダイやフウセイで*K. iwatai*による全身感染が問題となっていることは前述したところだが^{75, 100)}、台湾の養殖場で育てるアカフエダイやイサキ(*Parapristipoma trilineatum*)では*K. lutjanus*による全身感染が問題となっている^{20, 175)}。かつて奄美大島や沖縄で養殖されたブリ体側筋で見られたような*K. amamiensis*シストの頻発が、*K. iwatai*や*K. lutjanus*により脳を含めた全身臓器に及んで多発することから、その生産に大きな支障が出るとともに、育った養殖魚には商業的価値が見込めない^{20, 75, 100, 175)}。大きな問題である。さて、ボラ類に寄生する*K. bora*については、天然魚として漁獲されることからこのような話題はない。ナンヨウボラの体側筋にはシスト形成する*K. bora*に加えて、筋線維のシュードシスト内にプラズモディウムが局在する*K. fujitai*の寄生がある¹⁰⁴⁾。上面像では垂四角形で、上面の角に相当する部分が小さくせり上がるように見える。胞子幅は5.4–6.5 (6.2) μm 、側面像は楕円形で胞子長は4.3–5.0 (4.6) μm と極めて小さい¹⁰⁴⁾。

15. ニホンイトヨリ

ニホンイトヨリ(*Nemipterus japonicus*)は、国内では食べたくても食べられない。1791年に種記載された学名に「日本」と入っているが、日本での初発見は2020年1月13日、種子島近海の水深10mから採集された1尾である¹²⁸⁾。当初の種記載に用いられた標本は、インドネシア・ジャワ島近海で漁獲された標本の可能性が高いと推測されている。本種はインド洋～西太平洋の熱帯・亜熱帯海域に分布する。インド洋のニホンイトヨリの体側筋から*Unicapsula pyramidata*が初記載されたのは1970年である¹²⁶⁾。後ほど、エンガワ(オヒョウ、アブラカレイ)の項で紹介するように、*Unicapsula*属を新たに創設し、*Unicapsula muscularis*を種記載した1924年の報告²⁸⁾以降、長い間、本属に分類される種の発見は途絶えていた。半世紀近く経った1970年に、Naidenova & Zaika¹²⁶⁾によって、*U. galeata*(当初は新属新種*Pileispora galeata*と命名)と*U. pyramidata*(当初

は新属新種 *Parapileispora pyramidata* と命名) が追加され, *Unicapsula* 属 (粘液胞子に3つの殻片と3つの極嚢をもつ) に新種の記載が続く契機ともなった. *U. pyramidata* は特異な形態をもつこ

とから種同定が比較的容易である. 三角おにぎり形で, 頂上の殻片がつくる角は丸い. 側方に位置する殻片の角から糸状の突起が後方に伸びている (図19). 胞子長は5.5–6.4 (5.9) μm , 胞子幅

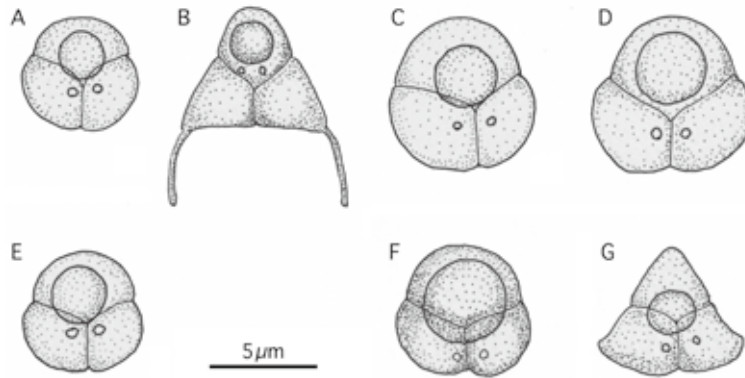


図19. 多殻目 *Unicapsula* 属粘液胞子虫の線描¹⁰³⁾. (A) *U. andersenae*, (B) *U. pyramidata*, (C) *U. galeata*, (D) *U. muscularis*, (E) *U. pflugfelderii*, (F) *U. motomurai*, (G) *U. trigona*.

は5.6–9.6 (7.4) μm , 後方に伸びる尾状突起の長さは7.2–7.4 μm である. なお, 筋線維内のプラズモディウムは1.3–4.9 (2.9) mm長, 0.08–0.18 (0.13) mm幅で, 両端は鋭く尖っている²⁰¹⁾. *U. pyramidata* は豪州大堡礁, インドネシア・ジャワ島近海, ベトナムや中国南部の南シナ海沿岸のイトヨリダイ科イトヨリダイ属のニホンイトヨリやモモイトヨリ (*Nemipterus furcosus*), ヨコシマタマガシラ属のヒトスジタマガシラ (*Scolopsis monogramma*) から寄生が確認されている^{103, 107, 121, 172, 201)}. イトヨリダイ科は世界で5属67種ほどが知られ, 日本には4属22種が分布しているとされる. 特異な胞子形態をもつ *U. pyramidata* が熱帯・亜熱帯でのみで生活環を維持してイトヨリダイ科に寄生しているのか, 温帯海域でも同様に生活環が成り立っているのか, 今後の研究に興味をもたられる.

16. 白身魚フライ

白身魚フライとして加工される主な魚はタラ目で, 北太平洋産のマダラ (*Gadus macrocephalus*), スケトウダラ (*Gadus chalcogrammus*) や南太平洋産のホキ (*Macruronus novaezelandiae*), 世界各地で漁獲されるメルルーサ (*Merluccius spp.*), あるいは南アジア～東南アジア原産のナマズ目パンガシウス (*Pangasius spp./Pangasianodon spp.*) などである.

シロガネダラ (*Merluccius productus*; North Pacific hake) は北東太平洋のカナダ・バンクー

バー島から合衆国カリフォルニア湾北部に分布し, 北米の海洋漁業を代表する漁獲を誇っている²⁶⁾. その魚肉は漁獲後すぐに劣化することが知られ, その原因は *Kudoa paniformis* および *K. thyrssites* の2種による死後筋肉融解現象である⁷⁶⁾. Kabata & Whitaker⁷⁶⁾ はバンクーバー南西沖で1980年9月の一回の漁獲で採取された322尾のシロガネダラ検体での感染率は89.5% (32.2%に *K. thyrssites*, 38.8%に *K. paniformis*, 18.3%に両種が感染) であったと報告している. また, カナダ・ブリティッシュコロンビア州の太平洋沿岸 (ジョージア海峡) で100尾のシロガネダラを検査し, その99%に *K. thyrssites* のみが検出されたとしている. これらのクドア感染のインパクトを語るのが, ジェリーフレッシュ食品として悪評を浴びた”Pacific hake”のイメージを避けるために, 合衆国の市場では1979年以降, “Pacific whiting”と呼ばれていることである¹³⁰⁾. また, Meng & Li-Chan¹¹⁸⁾ も2004年10月–2005年6月にジョージア海峡で収集した検体の90%以上に前述2種の寄生があり, *K. thyrssites* では筋肉1g当たり $\sim 10^6$ 胞子, *K. paniformis* では筋肉1g当たり $>10^8$ 胞子を数える寄生密度であったと報告している. Tsuyuki et al.¹⁷³⁾ は, 前述の2種のクドアが産生する酵素のタンパク質分解活性について, 35–40°C (pH 3.8) と55–60°C (pH 6.7) の2つの最適温度を指摘している. *K. paniformis* では両方の条件で活性化する酵素を産生でき, *K. thyrssites* は前者の条件で活性化する酵素を産生

するとした。Funk et al.⁴⁸⁾は *K. thyrsites* による死後筋肉融解現象を担う酵素が L-cathepsin であることを証明するとともに、死後の嫌気性解糖により乳酸が生成され、pH が 6.0 まで低下すると L-cathepsin 前駆体が活性型に転換すること、活性型に転換した L-cathepsin は pH (pH 4.5 ~ 8.8) に関係なく蛋白消化を進めることを明らかにした。L-cathepsin 前駆体から活性型への移行は 4 °C でも進むとされている⁴⁸⁾。このような死後筋肉融解現象の機序が分かる 20 年以上前である。Nelson et al.¹³⁰⁾ はジェリーフレッシュとして商品価値を失わないため、シロガネダラは漁獲後に急速な冷蔵を行うとともに、調理時間中の筋肉融解を避けるために切り身としての市販を避け、パン粉をまぶした揚げ物商品として加工を進めておくことで、その市場価値の保持を図るなど工夫が必要であると記している。*K. paniformis* の孢子は上面像では垂四角形、側面像では饅頭形で、孢子幅は 6.0-7.0 (平均 6.6) μm 、孢子長は 4.5-6.0 (5.0) μm とやや小形で、同じ大きさの 4 つの極囊をもっている⁷⁶⁾。一方、*K. thyrsites* は前述したように上面像で十字形の特徴的な孢子をもち、4 つの極囊のうち 1 つが他の 3 つに比べて大きいことが特徴となる。孢子幅は 12.0-16.7 μm と大きく、側面像はピラミッド形で、孢子長は 8.5-9.0 μm である⁸⁰⁾。

南アフリカ沿岸沖で漁獲されるケープヘイク (*Merluccius capensis*)、ノルウェー沿岸部など北大西洋産タイセイヨウマダラ (*Gadus morhua*) やプタスダラ (*Micromesistius poutassou*)、タイセイヨウサケ (*Salmo salar*; 国内での通名としてアトランティックサーモン)、北太平洋産のスケトウダラ (*Gadus chalcogrammus*) でも *K. thyrsite* 寄生および死後筋肉融解現象が問題となっている^{18, 53, 62)}。ノルウェー近海産のタイセイヨウマダラにおけるジェリーフレッシュの発生率はロットにより異なり、3.0% (1/33)~7.7% (6/78) であった⁵³⁾。ここでは白身魚フライを念頭において大型魚を例示しているが、小型魚で問題が生じていないわけではない。国内に輸入されるサーディン缶詰などに利用されているニシイワシ (*Sardina pilchardus*; ヨーロッパマイワシとも呼ぶ) でもジェリーフレッシュが 5.4% (17/500) で起こっていることが報告されている⁵²⁾。スペイン北部沖の大西洋で漁獲され、死後筋肉融解現象の判定は漁獲後 48 時間に実施した結果である

さて、*K. thyrsites* は複数の隠蔽種 (cryptic species) から構成される複合種 (complex species) の可能性が繰り返し論じられている^{18, 68, 179, 193)}。

現段階では以下の 4 つの遺伝子系統として扱われている：1) 東部大西洋型、2) 東部太平洋型、3) 豪州型、4) 日本-南アフリカ型。概ね、地理的隔離を思わせる 4 系統であるが、「日本-アフリカ型」となっているのは、南アフリカから輸入されジェリーフレッシュを呈したキンメダイ (*Beryx splendens*) から分離した *K. thyrsites* の 18S rDNA (1556 bp) が、南アフリカ沖の大西洋で従来得られていた *K. thyrsites* の当該遺伝子に比して 0.74% の塩基置換が見られ、一方、日本近海産のヒラメから得られた *K. thyrsites* の当該遺伝子とは 0.20% の塩基置換にとどまったことによる¹⁹³⁾。

17. キャビア代替品

キャビアはチョウザメ類の卵巣をほぐしたものを指し、高級品である。チョウザメ類の養殖による生産に加え、イミテーションキャビアも流通している。その代表がランプフィッシュキャビアである。北部大西洋の寒冷な海に分布するカサゴ目ダンゴウオ科のランプサッカー (*Cycloterus lumpus*) は当該科の最大種で、その卵が塩漬けされ利用されている。魚肉も乾燥され、あるいは燻製され美味であることから、アジア向けの輸出品となっている。Kristmundsson & Freeman⁹⁶⁾ は、アイスランド近海産のランプサッカーや魚肉利用のための養殖魚として有用性が見込まれるスズキ目オオカミウオ科の大西洋ナマズ類 (*Anarthichas minor*, *Anarthichas lupus*) の体側筋に寄生する *Kudoa islandica* を 2014 年に種記載している。細長い紡錘形のプラズモディウム (最大 11 mm × 1.4 mm) が筋線維内にシュードシストを形成し、死後筋肉融解現象を引き起こしていることが報告された。ジェリーフレッシュとして破棄される魚肉の原因が 2014 年になって解明されたことになる。冷凍することで筋肉融解は停止するが、解凍後には再び進行する。イミテーションキャビアの品質への直接的な影響はないが、ジェリーミートがみられる魚肉の加工品においては品質劣化が避けられない。発見されたアイスランド「島」に因み名付けられた *K. islandica* は、上面像が垂四角形で側面像はニンニクの玉形、孢子幅は 6.5-9.5 μm 、孢子長は 4.1-6.8 μm とやや小形である⁹⁶⁾。なお、孢子サイズには宿主による二型性があり、孢子幅で代表させると、6.5-8.6 μm の系統 (*C. lumpus* 由来) と 8.6-9.5 μm (*A. lupus* あるいは *A. minor* 由来) の系統に分けられるが、rDNA 塩基配列は同一である⁹⁶⁾。

18. エンガワ (カラスガレイ, アブラガレイ, オヒョウ)

18.1 *Uncapsula muscularis*

エンガワはヒラメの背鰭(せびれ)や尻鰭(しりびれ)の付け根にある筋肉で、コリコリと美味しい。かつては知る人ぞ知る希少品であったが、現在では一般的に食べられる寿司ネタである。安く食べられるエンガワは、オホーツク海や北洋(北米や北欧)から冷凍で輸入されたカラスガレイ(*Reinhardtius hippoglossoides*)、アブラカレイ(*Atheresthes evermanni*)、オヒョウ(タイハイヨウオヒョウ *Hippoglossus stenolepis*; タイセイヨウオヒョウ *Hippoglossus hippoglossus*)が使われている。いずれも大型のカレイであるが、殊にオヒョウは非常に大型で、雄で180 cm、雌で250 cmにも達し、40歳を超えるほど長寿命である⁵⁹⁾。Davis²⁸⁾は合衆国商務省水産局の1923年米国漁業長官報告書付録VIIIとして「新規粘液胞子虫、虫がうねるオヒョウの原因(A new myxosporidian parasite, the cause of “wormy” halibut)」と題した論文を公表した。太平洋沿岸で大規模に行われているオヒョウ漁では、漁獲した魚のかなりで肉質異常がみられ廃棄による経済的損失が大きいこと、異常には2種あり、大部分はジェリーフレッシュ(死後筋肉融解現象)であり、他方は弾力性のある筋肉ながら多数の白く長い虫がうねる筋肉組織になっていると記述している。この論文が、後者、オヒョウの筋肉に潜む虫として*Uncapsula muscularis*を同定し、粘液胞子虫に新たな分類群*Uncapsula*属を創設することとなった²⁸⁾。*Kudoa*属は4つ以上の極囊(それと同数の殻片)をもつ粘液胞子虫であり、*Uncapsula*属は3つの極囊(それと同数の殻片)をもち、うち2つは痕跡的で、残る1つが機能性をもつ大型の極囊である(図19)。線対称性をもつ小形の胞子をもつ、2–6 mmの白い線虫のように見えたのは粘液胞子が詰まったプラズモディウムで、寄生された筋線維は0.6–0.8 mm幅に膨らむ(未感染筋線維は0.2–0.4 mm幅)。1つの筋線維に6つ、時にはそれ以上のプラズモディウムが見られると詳細に記している。

Davis²⁸⁾が種記載した*U. muscularis*は属の模式種でもあり、重要な種として成書には記されるものの、その後の情報は長い間絶えていた。原記載から90年以上経った2017年2月13日に、山口市内で購入されたアラスカ沖ベーリング海産のアブラカレイ(*Atheresthes stomias*)の切り身から再発見されて、詳細が明らかになった¹⁰³⁾。購入時期をずらし、別個体と考えられる機会に購入し

ても確実に*U. muscularis*とクドアの2種の寄生が確認された。また、エンガワとして通信販売で購入した冷凍商品(アブラカレイ)でも同様であった。Davis²⁸⁾が1924年に報告した状況が実は身近にあったことになる。*U. muscularis*のプラズモディウムは2.71–9.94 (6.65) mm、クドアのプラズモディウムは5.25–13.78 (7.87) mmで、筋線維内にシュードシストを形成して寄生している。*U. muscularis*の胞子は3つの殻片から構成されるが、大きな極囊を容れた殻片を中心に、2つの退縮した極囊を容れる2つの殻片が「H₂Oの分子モデル」のように結合するので、線対称性のある胞子となっている(図19)。胞子長は5.8–7.6 (6.5) μm、胞子幅は6.3–7.8 (7.1) μmである¹⁰³⁾。*Uncapsula*属の模式種でありながら遺伝子情報を欠いていたが、2020年に至ってrDNA情報が確認された意義は大きい¹⁰³⁾。

*U. muscuralis*の再解析とともに、広東省湛江市沖の南シナ海からのスズキ目4科7種、ニシン目ニシン科とカタクチイワシ科の3種、カレイ目ウシノシタ科の1種、西アフリカ沖の南東部大西洋で水揚げされ冷凍品として湛江市で市販されていたスズキ目ヒメジ科とツバメコノシロ科から各1種、高知県沖の太平洋から得られたイトヨリダイ(*Nemipterus virgatus*)、計14魚種に寄生が見られた*Uncapsula* spp.についても種同定が進められた¹⁰³⁾。最終的に、ベーリング海産アブラカレイからの*U. muscularis*²⁸⁾に加え、南シナ海産6種から*U. andersenae*¹²¹⁾、南シナ海産2種から*U. pyramidata*¹²⁶⁾、南シナ海産4種から*U. galeata*¹²⁶⁾、大西洋産2種から*U. pflugfelderi*⁵⁾と新種*U. motomurai*、高知沖太平洋産イトヨリダイから新種*U. trigona*が分離され(図19)、その胞子形態とrDNA塩基配列が整理された¹⁰³⁾。Tomochi et al.¹⁷²⁾によって瀬戸内海のマハゼ(*Acanthogobius flavimanus*)から種記載された*U. setoensis*、豪州南東部ブリスベン沖100 km以内の海域で漁獲されたヒラマサ(*Seriola lalandi*)や国内養殖カンパチから分離された*U. seriolae*^{69, 98, 120, 171)}、Al-Jufaili et al.⁶⁾により大西洋のアイゴ科*Siganus canaliculatus*から種記載された*U. fatimae*などを加えると、*Uncapsula*属10種の分子系統学的関係が明らかになった^{5, 69, 103, 121, 172, 201)}。*Uncapsula*属には2001年以前に胞子形態のみで種記載された以下の5種が残っている: 大西洋産ツバメコノシロ科*Polydactylus quadrifilis*の食道壁から分離された*U. marquesi*³⁰⁾、インド洋産オキイワシ(*Chirocentrus dorab*)の体側筋から分離された*U. chirocentrusi*¹⁴⁷⁾、インド洋産ニベ類*Nibe*

coibor の腎臓実質から分離された *U. maxima*¹⁴⁸⁾, オホーツク海のムネグラ (*Albatrossia pectoralis*) の体側筋と膀胱からそれぞれ分離された *U. pacifica* と *U. schulmani*⁹⁾. その後, 広東省湛江市沖の南シナ海産マルアジ (*Decapterus maruadsi*) から *U. aequilobata* が種記載され⁶⁹⁾, 現在, *Unicapsula* 属には16種が分類されている. 日本近海で確認されている *Unicapsula* 種は限られ, 今後の研究が必要であるが, 養殖カンパチで *U. seriolae* 寄生が高頻度にみられること, 寄生魚の刺身喫食による有症苦情が問題化していることから本格的な研究が待ち望まれる¹³⁷⁾. 天然魚であるヒラマサ, ヤイトハタ (*Epinephelus malabaricus*) やホソヒラアジ (*Selaroides leptolepis*) なども *U. seriolae* の宿主となることが報告されていることから^{1, 69, 98, 199)}, 本種の浸淫海域についても把握が望まれる.

18.2 *Kudoa aburakarei*

Davis²⁸⁾ がオヒョウの死後筋肉融解の原因とし

たクドアは上面像で十字形の粘液胞子をもつことから *K. thyrsites* と考えられてきた¹²³⁾. 北東太平洋海域では, 白身魚フライの項で紹介したようにシロガネダラをはじめ, さまざまな魚種にジェリーフレッシュを引き起こす原因として *K. paniformis* と *K. thyrsites* がよく知られており, 前者 *K. paniformis* は4極囊をもつ歪四角形の上面像をもち, 胞子幅 6.00–7.00 μm , 胞子長 4.5–6.0 μm である⁷⁶⁾. *K. thyrsites* は胞子幅 13.2–18.3 μm の大型の十字形胞子をもち, アブラカレイから分離されたクドア胞子と一致する. しかしながら, 縫合線部体厚や胞子長が小さく, 極囊の大小比も小さい, また, 2種間の 18S rDNA および 28S rDNA 塩基配列の同一性はそれぞれ 98% および 90% 以下であることから, アブラカレイ由来種は独立種 *Kudoa aburakarei* として種記載された¹⁰⁵⁾ (図 20).

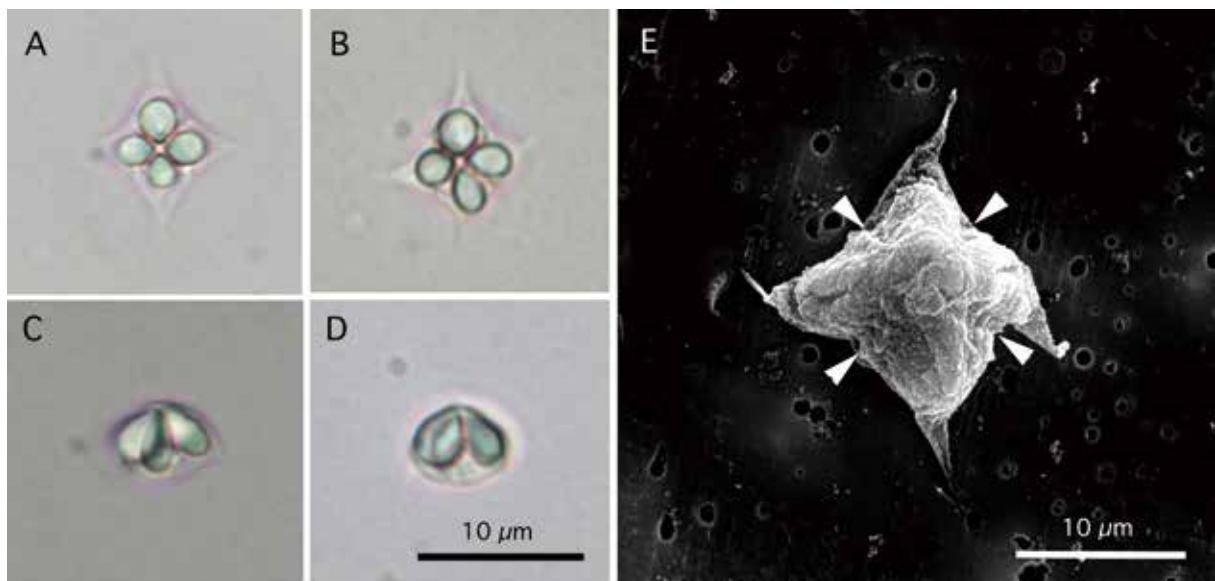


図 20. ベーリング海産アブラカレイの体側筋にシュードシストを作って寄生する *Kudoa aburakarei* の胞子¹⁰⁵⁾. (A, B) 上面像, (C, D) 側面像, (E) 走査電子顕微鏡による上面像.

19. マンボウ

「マンボウ」の名は皆がよく知っているが, 専門家も含めて大きな魚であるという漠とした理解でしかなかったようである. 最近になって, 分類が明らかになったという¹⁵²⁾. いわゆるマンボウは, フグ目マンボウ科に属する海水魚で3属から構成される. *Mola* 属にはマンボウ (*Mola mola*), ウシマンボウ (*Mola alexandrine*), カクレマンボウ (*Mola tecta*) が区別され, *Masturus* 属には舵鰭が特徴的なヤリマンボウ (*Masturus lanceolatus*), *Ranzania* 属には小型のクサビフグ

(*Ranzania laevis*) が分類された²⁰⁰⁾. 世界で最も重い硬骨魚は千葉県鴨川市沖で1996年に捕獲されたウシマンボウ (2.72 m, 2300 kg) とされている¹⁵²⁾.

マンボウ類は北半球の太平洋および大西洋に分布し, 日本でも太平洋側でよく水揚げされている. マンボウ類の筋肉や腸管は食品として水揚げ港周辺での消費に加え, 通信販売で購入し消費することも可能である. 筋肉, 腸管ともに歯応えがあり美味とされている. さて, マンボウに限らず, 検体となる魚種の同定は難しい. 感染症研究にあた

り、宿主となる魚種の正確な把握が求められる。私たちの研究室では、魚種特定のために *cox-1* 遺伝子塩基配列の確認^{177, 202)} を活用してきた。その一例をここで紹介しておきたい。

2023年1月中旬、高知県室戸沖の北西部太平洋（フィリピン海）で水揚げされたマンボウ類の魚肉と腸管が詰め合わせになった冷凍パック（1kg）を通信販売で購入した。同じ個体の魚肉が揃わないように、水揚げ日の異なる個体となるように依頼した。入手した3つの検体の魚種特定を試みたところ、これらはマンボウ類3種、すなわちマンボウ、ウシマンボウ、ヤリマンボウであった（図21）。3検体すべての筋肉の筋線維にはシュードシストに収まるプラズモディウムが検出された。プラズモディウムには4つの殻片と極囊を持つ類球形の胞子が確認され、その特徴的な胞子形態と rDNA 塩基配列から *K. musculoliquefaciens* と同定された。*K. musculoliquefaciens* は本稿のメカジキの項で紹介したクドアである。分子系統学

的に軟骨魚類（サメやエイなど）の体側筋から報告のある *Kudoa hemiscylli* や *Kudoa carcharhini*⁵⁴⁾ と極めて近縁で、類球形の胞子形態も酷似しているが、*K. musculoliquefaciens* の胞子サイズは微妙に小さい（胞子幅：9.0–11.8 μm に対して 8.0–9.4 μm ）。*Kudoa musculoliquefaciens* は、アジ目メカジキ科魚類で死後筋肉融解現象を起こすことが知られるが^{11, 79, 116)}、フグ目マンボウ科魚類にも寄生することが明らかになった。特定の魚種での寄生、あるいは特異な寄生様態（死後筋肉融解現象を含む）を指標としてクドアの種の理解が進んできたが、宿主と寄生虫の共進化を念頭にした種の同定は難しくなっている。また、胞子形態においても収斂があり、胞子形態の類似性だけでは種の同定は心許ない。また、DNA 情報を欠いた既知種も多く残っている。クドアをはじめとした多殻目粘液胞子虫だけでなく、ミクソゾア全体としても未だ多くの課題が残り、理解への私たちの挑戦は緒についたばかりとも言えそうだ。

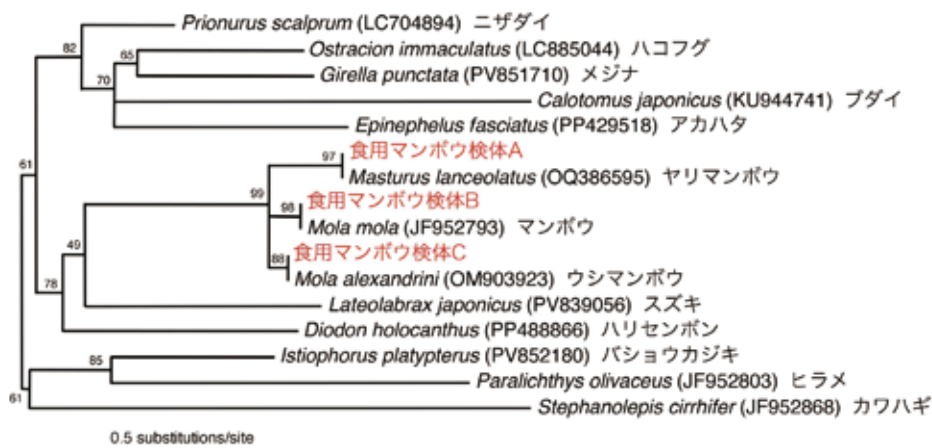


図 21. 海産魚の *cox1* 塩基配列に基づく分子系統樹。Cox1 パーコーディング法による検体魚種の特定例。検体 A = ヤリマンボウ (*Masturus lanceolatus*)、検体 B = マンボウ (*Mola mola*)、検体 C = ウシマンボウ (*Mola alexandrini*)。

20. おわりに

本稿の最後にマンボウを取って据えた。あんなにも大きくて、皆が親しみをもつ魚であっても、その種の理解は難しく、ごく最近になって解明されたことに驚かされる。ごく小さなクドアの種についても同様である。日常的に店頭に並ぶお馴染みの魚であっても、そこに潜むクドアについては、つい最近まで「種」としての認定もない、名もないシミのような存在であった。そのままでもよかったのかもしれない。食品にごく普通にみられるものについて、「感染」や「寄生」と形容される存在を指摘することは風評を呼ぶ余地がある。ヒラメに潜む *Kudoa septempunctata* によるクドア食中毒の認知により、公衆衛生獣医師にクドアの種鑑別が必要となった。また、異物として魚の切り身にみられるクドアへの説明機会も増えたかもしれない。マグロの切り身にみられる白点、アジの切り身にみられる白点、冷凍シマホッケの一夜干しが柔らかい理由、すべて名もなきものの存在に因るものであった。いまでは、*K. thunni* のシスト、*K. trachuri* のシスト、*K. pleurogrami* による死後筋肉融解現象と説明できる。既に種名のあったクドアにつ

いても、自然環境の変化により、あるいは新たな産業の立ち上げや流通の変化により、いままでとは違った場面でその存在を知ることになるかもしれない。*Kudoa thyrssites*による大西洋産サバのジェリーフレッシュを扱う論文が増えているのは、単に研究の場での流行であるのか、現場でその影響が増しているのか、判然としない。

クドアは正式には“*Kudoa* Meglitsch, 1947 (Cnidaria: Myxozoa: Myxosporea: Multivalvulida)”に属する種である。「クドア」と呼びやすい属名である理由は、東京大学で博士号を取得後に渡米し、粘液胞子虫や微胞子虫研究に多大な功績を残したイリノイ大学動物学教授 Richard Rokusaburo Kudo (1886–1967)に因んで名付けられたことにある¹¹⁷⁾。1999年にクドアについて書かれた総説では、クドアに分類される種は44種であった¹²³⁾。2014年には95種⁴⁰⁾、2016年には108種¹⁵¹⁾と増え、本稿の最初に書いたように、現在、*Kudoa*属は150種程度、*Unicapsula*属は16種程度と推測される。世界各地から新種記載が活発に行われている状況から、今後も種数は確実に増えていくことが推測される。メカジキとマンボウに寄生する*K. musculoliquefaciens*でみたように、分類学的に遠い宿主で同一クドア種の寄生が確認されることも増えた。従来の特異性において、大きな手がかりを見出していた「宿主特異性」にも依拠できなくなっている。クドアの生活環についても、依然として、環形動物と推測される交互宿主（減数分裂がみられる生活期に相当するので「終宿主」とも呼べる）の手がかりを欠いたままである。40年前、双殻目*Myxobolus cerebralis*での粘液胞子虫初となる生活環解明は研究者のみならず社会に与えた光明は大きかった^{113,184)}。多殻目粘液胞子虫の生活環が明らかになった暁には、どのような風景が広がるだろうか。これからの研究に大いに期待したい。

謝 辞

(社)山口県獣医師会の中村滋会長をはじめ皆様に深く感謝いたします。歴史ある「山口獣医学雑誌」に執筆の機会をいただくとともに、その大部を割いて社会実装という現代の流行からは縁遠い話題について掲載の機会をいただきました。執筆に当たりご助言をいただいた県獣医師会酒井理常務理事にも改めて御礼申し上げます。さて、偶然から始まった一連の研究に感慨をもたざるを得ません。2008年5月に獣医学部生和田慎太郎氏が研究室に飛び込んで来ました。腹痛を抱えた彼によって持ち込まれたスズキの刺身片(*K. iwatai*)がきっかけとなって、研究室の学部生の卒論テーマとしてクドアについて取り組むことになりました。松金勇樹、友知久幸、笠井亨浩、坂井晴哉、関谷麻里子(敬称略)らが海産魚のクドア研究を推進しました。研究手法は彼らが開拓しました。天然魚からの寄生虫の検出はまさに「遭遇」です。知られていない存在を見つける達人たちを得て、思わぬ研究成果を積み上げることができました。そして、東洋水産財団、東和食品研究振興財団、平和中島財団の研究助成にも厚く感謝いたします。これらの研究助成があればこそ、徹底した分子解析を併用した研究となりました。広東省湛江市にある広東海洋大学の李迎春博士にも感謝いたします。山口大学大学院連合獣医学研究科でクドア研究を始め、当初は寄生虫に遭遇できない院生でしたが、徐々に目利きに成長し、現在でも共同研究が継続できています。かつて、世界の珍しい魚でさえも中国の市場には集まる、絶好の魚類研究の場と言われていたそうです。鹿児島大学博物館本村浩之教授の言葉です。広東省湛江市の市場で入手した正体不明の冷凍魚についてツバメコノシロ科の*Pentanemus quinquarius* (Royal threadfin)と本村教授に同定していただきました。アフリカ西岸沖の大西洋に分布しています。本村教授は、9属約40種を分類するツバメコノシロ科(Polynemidae)のまさに専門家で、きれいな線描と写真がふんだんに掲載された成書「Threadfins of the World (Family Polynemidae)」(FAO Species Catalogue for Fishery Purposes No. 3, 2004年発刊)の著者でした。本村教授に宿主を同定いただいたこともあり、その魚から検出した種を*Unicapsula motomurai*と名付けています。山口大学農学部植物病理学研究室の田中秀平教授には、クドア研究の当初から走査電子顕微鏡(SEM)観察で大いにお世話になりました。旧式機器ながら、田中先生の絶妙な手技に助けられ、最高のSEM写真がたくさん得られました。田中先生には、ニザダイ(*Prionurus scalprum*)体側筋寄生の*Kudoa tanakai*、コイの鰓寄生の*Myxobolus tanakai*に献名しましたが、時間を惜しまないご協力がなくては一連の研究もありませんでした。改めて厚く御礼申し上げます。

参考文献

1. 阿部仁一郎・前原智史・檜野雅弥・大山み乃り：鮮魚に見いだされた寄生虫の形態学的観察とシーケンス解析による同定. 大阪市環科研報, 73: 29-37. 1. 2011.
2. Adlard, R. D., Bryant, M. S., Whipps, C. M. and Kent, M. L.: Multivalvulid myxozoans from eastern Australia: three new species of *Kudoa* from scombrid and labrid fishes of the Great Barrier Reef, Queensland, Australia. J. Parasitol., 91 (5): 1138-1142. 2005.
3. Ahn, M., Woo, H., Kang, B., Jang, Y. and Shin, T.: Effect of oral administration of *Kudoa septempunctata* genotype ST3 in adult BALB/c mice. Parasite, 22: 35. 2015.
4. Ahn, M., Ko, H. J., Kim, J., Jang, Y. and Shin, T.: Evaluation of the inflammatory response to *Kudoa septempunctata* genotype ST3 isolated from olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) in Caco-2 cells. Parasite, 25: 12. 2018.
5. Alama-Bermejo, G., Cuadrado, M., Raga, J. A. and Holzer, A. S.: Morphological and molecular redescription of the myxozoan *Unicapsula pflugfelderi* Schubert, Sprague & Reinboth 1975 from two teleost hosts in the Mediterranean. A review of the genus *Unicapsula* Davis 1924. J. Fish Dis., 32 (4): 335-350. 2009.
6. Al-Jufaili, S. H., Freeman, M. A., Machkevskiy, V. K., Al-Nabhani, A. and Palm, H. W.: Morphological, ultrastructural, and molecular description of *Unicapsula fatimae* n. sp. (Myxosporea: Trilosporidae) of whitespotted rabbitfish (*Siganus canaliculatus*) in Omani waters. Parasitol. Res., 115 (3): 1173-1184. 2016.
7. Arai, Y. and Matsumoto, K.: On a new sporozoan, *Hexacapsula neothunni* gen. et sp. nov. from the muscle of yellowfin tuna, *Neothunnus macropterus*. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish., 18 (7): 293-298. 1953.
8. Aseeva, N. L.: New species of Myxosporea from genus *Kudoa* (Myxosporea, Multivalvulida) found in muscles of some fishes of the Sea of Japan. Vestn. Zool., 38 (2): 75-77. 2004.
9. Aseeva, N. L. and Krasin, V. K.: On new records of the family Trilosporidae (Myxosporida: Multivalvulida) from fishes of Pacific Ocean. Parazitologiya, 35 (4): 353-356. (in Russian with English summary) 2001.
10. Blaylock, R. B., Bullard, S. A. and Whipps, C. M.: *Kudoa hypoepicardialis* n. sp. (Myxozoa: Kudoidae) and associated lesions from the heart of seven perciform fishes in the northern Gulf of Mexico. J. Parasitol., 90 (3): 584-593. 2004.
11. Bolin, J. A., Cummins, S. F., Mitu, S. A., Schoeman, D. S., Evans, K. J. and Scales, K. L.: First report of *Kudoa thunni* and *Kudoa musculoliquefaciens* affecting the quality of commercially harvested yellowfin tuna and broadbill swordfish in Eastern Australia. Parasitol. Res., 120 (7): 2493-2503. 2021.
12. Burger, M. A. and Adlard, R. D.: Four new species of *Kudoa* Meglitsch, 1947 (Myxosporea: Multivalvulida) from Australia with recommendations for species descriptions in the Kudoidae. Parasitology, 137 (5): 793-814. 2010.
13. Burger, M. A. and Adlard, R. D.: Phenotypic variation in a significant spore character in *Kudoa* (Myxosporea: Multivalvulida) species infecting brain tissue. Parasitology, 137 (12): 1759-1772. 2010.
14. Burger, M. A. and Adlard, R. D.: Low host specificity in the Kudoidae (Myxosporea: Multivalvulida) including seventeen new host records for *Kudoa thalassomi*. Folia Parasitol., 58 (1): 1-16. 2011.
15. Burger, M. A., Cribb, T. H. and Adlard, R. D.: Patterns of relatedness in the Kudoidae with descriptions of *Kudoa chaetodoni* n. sp. and *K. lethrini* n. sp. (Myxosporea: Multivalvulida). Parasitology, 134 (5): 669-681. 2007.
16. Campbell, N.: The myxosporean parasitofauna of the Atlantic horse mackerel, *Trachurus trachurus* (L.) in the North-East Atlantic Ocean and Mediterranean Sea. Acta Parasitol., 50 (2): 97-101. 2005.
17. Castro, R. R. and Burgos, R.: *Kudoa thyrssites* (Myxozoa, Multivalvulida) causing "milky condition" in the musculature of *Paralichthys adspersus* (Neopterygii, Pleuronectiformes, Paralichthyidae) from Chile. Mem. Inst. Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 91: 163-164. 1996.
18. Cavaleiro, B., Serrao, J., Nogueira, S., Ribeiro, L., Hermida, M., Cruz, C., Lisnerova, M., Fiala, I. and Saraiva, A.: Survey of *Kudoa* spp. (Myxozoa, Cnidaria) in fishes from the Madeira Archipelago and the Portuguese mainland coast: detection of *Kudoa thyrssites* in new hosts *Scomber colias* and *Micromesistius poutassou*. Folia Parasitol., 68: 2021.003. 2021.

19. Chang, E. S., Neuhof, M., Rubinstein, N. D., Diamant, A., Philippe, H., Huchon, D. and Cartwright, P.: Genomic insights into the evolutionary origin of Myxozoa within Cnidaria. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 112 (48): 14912–14917. 2015.
20. Cheng, L. W., Lee, H. C., Yan, W. X., Tseng, Y. H., Huang, W. R., Wang, P. C. and Chen, S. C.: First report of a *Kudoa lutjanus* outbreak in farmed chicken grunts *Parapristipoma trilineatum*. *J. Aquat. Anim. Health*, 36 (1): 70–83. 2024.
21. Cheung, P. J. and Nigrelli, R. F.: *Coccomyxa* (Myxosporea: Bivalvulida) and *Septemcapsula* (Myxosporea: Multivalvulida) infections, the possible cause of death of coral catfish *Plotosus anguillaris* in captivity. *J. Aquat. Anim. Health.*, 2 (2): 112–118. 1990.
22. Chinh, N. N. and Shirakashi, S.: The first record of *Kudoa yasunagai* (Hsieh & Chen, 1984) (Myxosporea: Multivalvulida) parasitizing the brain of barhead spinefoot *Siganus virgatus* (Valenciennes) from Vietnam. *Acad. J. Biol.*, 46 (1): 87–97. 2024.
23. Chinh, N. N., Ngo, H. D., Duc, N. H., Linh, N. T. and Doanh, P. N. 2018: [Morphological and molecular characteristics of *Kudoa scomberomori* (Myxosporea: Kudoidae) firstly found from the muscles of infopacific king mackerel *Scomberomorus guttatus* in Quang Binh Province, Vietnam.] *Tap chi Sinh hoc [Acad. J. Biol.]*, 40: 1–6. (In Vietnamese with English summary) 2018.
24. Cho, J. B. and Kim, K. H.: Light- and electron-microscope description of *Kudoa paralichthys* n. sp. (Myxozoa, Myxosporea) from the brain of cultured olive flounder *Paralichthys olivaceus* in Korea. *Dis. Aquat. Organ.*, 55 (1): 59–63. 2003.
25. Chung, Y. B. and Bae, J. M.: Is there evidence that *Kudoa septempunctata* can cause an outbreak of acute food poisoning? *Epidemiol. Health.*, 39: e2017004. 2017.
26. Cohen, D. M., Inada, T., Iwamoto, T. and Scialabba, N.: FAO Species Catalogue. Vol. 10. Gadiform fishes of the world (Order Gadiformes). An annotated and illustrated catalogue of cods, hakes, grenadiers and other gadiform fishes known to date. FAO Fisheries Synopsis No. 125, Vol. 10, 442 pp. FAO, Rome, Italy. 1990.
27. Cruz, C., Vaz, A. and Saraiva, A.: Occurrence of *Kudoa* sp. (Myxozoa) in *Trachurus trachurus* L. (osteichthyes) in Portugal. *Parasite*, 10 (2): 165–167. 2003.
28. Davis, H. S.: A new myxosporidian parasite, the cause of "wormy" halibut. Appendix VIII to the Report of United States Commission on Fisheries 1923. Doc. 957: 1–5. 1924.
29. Diamant, A., Ucko, M., Paperna, I., Colorni, A. and Lipshitz, A.: *Kudoa iwatai* (Myxosporea: Multivalvulida) in wild and cultured fish in the Red Sea: Redescription and molecular phylogeny. *J. Parasitol.*, 91 (5): 1175–1189. 2005.
30. Diebakate, C., Fall, M., Faye, N. and Togebaye, B. S.: *Unicapsula marquesi* n. sp. (Myxosporea, Multivalvulida) parasite des branchies de *Polydactylus quadrifilis* (Cuvier, 1829) (Poisson, Polynemidae) des côtes sénégalaises (Afrique de l' Ouest). *Parasite*, 6 (3): 231–235. 1999.
31. 江草周三：多殻目粘液胞子虫とくにクドア類について。魚病研究, 21 (4): 261–274. 1986.
32. 江草周三・中島健次：ブリのアマミクドア症。魚病研究, 13 (1) : 1–7. 1978.
33. Egusa, S. and Nakajima, K.: *Kudoa amamiensis* n. sp. (Myxosporea: Multivalvulida) found in cultured yellowtails and wild damselfishes from Amami-Oshima and Okinawa, Japan. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 46 (10) : 1193–1198. 1980.
34. 江草周三・塩満捷夫：マダイとイシガキダイの体側筋寄生クドアおよびトラフグの囲心腔と心臓寄生クドア。魚病研究, 18 (3): 163–171. 1983.
35. Eiras, J. C.: Synopsis of the species of the genus *Henneguya* Thélohan, 1892 (Myxozoa: Myxosporea: Myxobolidae). *Syst. Parasitol.*, 52 (1): 43–54. 2002.
36. Eiras, J. C., Synopsis of the species of *Ceratomyxa* Thélohan, 1892 (Myxozoa: Myxosporea: Ceratomyxidae). *Syst. Parasitol.*, 65 (1): 49–71. 2006.
37. Eiras, J. C., Molnár, K. and Lu, Y. S.: Synopsis of the species of *Myxobolus* Bütschli, 1882 (Myxozoa: Myxosporea: Myxobolidae). *Syst. Parasitol.*, 61: 1–46. 2005.
38. Eiras, J. C., Saraiva, A., Cruz, C. F., Santos, M. J. and Fiala, I.: Synopsis of the species of *Myxidium* Bütschli, 1882 (Myxozoa: Myxosporea: Bivalvulida). *Syst. Parasitol.*, 80 (2): 81–116. 2011.

39. Eiras, J. C., Lu, Y. S., Gibson, D. I., Fiala, I., Saraiva, A., Cruz, C. and Santos, M. J.: Synopsis of the species of *Chloromyxum* Mingazinni, 1890 (Myxozoa: Myxosporea: Chloromyxidae). Syst. Parasitol., 83 (3): 203–225. 2012.
40. Eiras, J. C., Saraiva, A. and Cruz, C.: Synopsis of the species of *Kudoa* Meglitsch, 1947 (Myxozoa: Myxosporea: Multivalvulida). Syst. Parasitol., 87 (2): 153–180. 2014.
41. Eiras, J. C., Zhang, J. and Molnár, K.: Synopsis of the species of *Myxobolus* Bütschli, 1882 (Myxozoa: Myxosporea, Myxobolidae) described between 2005 and 2013. Syst. Parasitol., 88 (1): 11–36. 2014.
42. Eiras, J. C., Cruz, C. and Saraiva, A.: Synopsis of the species of *Ceratomyxa* Thélohan, 1892 (Cnidaria, Myxosporea, Ceratomyxidae) described between 2007 and 2017. Syst. Parasitol., 95 (5): 427–446. 2018.
43. Eiras, J. C., Cruz, C. F., Saraiva, A. and Adriano, E. A.: Synopsis of the species of *Myxobolus* (Cnidaria, Myxozoa, Myxosporea) described between 2014 and 2020. Folia Parasitol., 68: 2021.012. 2021.
44. Eszterbauer, E., Atkinson, S., Diamant, A., Morris, D., El-Matbouli, M. and Hartikainen, H.: Myxozoan life cycles: practical approaches and insights. In: Okamura, B., Gruhl, A. and Bartholomew, J. L. (eds), Myxozoan evolution, ecology and development. Springer International Publishing, Switzerland, pp. 175–198. 2015.
45. Evans, N. M., Lindner, A., Raikova, E. V., Collins, A. G. and Cartwright, P.: Phylogenetic placement of the enigmatic parasite, *Polypodium hydriforme*, within the Phylum Cnidaria. BMC Evol. Biol., 8: 139. 2008. [Erratum in: BMC Evol. Biol. 9: 165. 2009.]
46. Fiala, I., Bartošová-Sojková, P. and Whipps, C. M.: Classification and phylogenetics of Myxozoa. In: Okamura, B., Gruhl, A. and Bartholomew, J. L. (Eds.), Myxozoan Evolution, Ecology and Development. Springer International Publishing, Cham, Germany, pp. 85–110. 2015.
47. 藤田経信: 台湾産ボラの肉片に寄生する膠胞子虫. 動物学誌, 42: 45–48. 1930.
48. Funk, V. A., Olafson, R. W., Raap, M., Smith, D., Aitken, L., Haddow, J. D., Wang, D., Dawson-Coates, J. A., Burke, R. D. and Miller, K. M.: Identification, characterization and deduced amino acid sequence of the dominant protease from *Kudoa paniformis* and *K. thyrssites*: a unique cytoplasmic cysteine protease. Comp. Biochem. Physiol. B Biochem. Mol. Biol., 149 (3): 477–489. 2008.
49. Gilchrist, J. D. F.: A protozoal parasite (*Chloromyxum thyrssites*, sp. n.) of the Cape Sea-fish, the "snoek" (*Thyrssites atun*, Euphr.). Trans. R. Soc. S. Afr., 11 (1): 263–273. 1923.
50. Giuliatti, L., Karlsbakk, E., Cipriani, P., Bao, M., Storesund, J., Marathe, N. P. and Levsen, A.: Long-term investigation of the 'soft flesh' condition in Northeast Atlantic mackerel induced by the myxosporean parasite *Kudoa thyrssites* (Cnidaria, Myxozoa): temporal trends and new molecular epidemiological observations. Fish. Res., 248: 106221. 2022.
51. Giuliatti, L., Nedberg, H. J., Karlsbakk, E., Marathe, N. P., Storesund, J. E., Mæhle, S., Fiksdal, I. U., Ghebretnsae, D. B. and Levsen, A.: Distribution of *Kudoa thyrssites* (Cnidaria, Myxozoa) myoliquefactive stages in Northeast Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) inferred from qPCR and histology. Parasitol. Res., 121(8): 2325–2336. 2022.
52. Giuliatti, L., Hernandez-Milian, G., Cipriani, P., Bao, M., Tung, H.-S., Hernández, C. and Levsen, A.: Occurrence of 'soft flesh' condition induced by *Kudoa thyrssites* parasite in the Iberian European sardine stock. Parasitol. Res., 123: 412. 2024.
53. Giuliatti, L., Levsen, A., Bao, M., Karlsbakk, E., Storesund, J. E., Tung, H. S. and Cipriani, P.: First report of 'soft flesh' induced by the parasite *Kudoa thyrssites* (Myxosporea) in commercial codfish from Norway. J. Fish Dis., 48 (4): e14067. 2025.
54. Gleeson, R. J., Bennett, M. B. and Adlard, R. D.: First taxonomic description of multivalvulidan myxosporean parasites from elasmobranchs: *Kudoa hemiscylli* n.sp. and *Kudoa carcharhini* n.sp. (Myxosporea: Multivalvulidae). Parasitology, 137 (13): 1885–1898. 2010.
55. Grabner, D. S., Yokoyama, H., Shirakashi, S. and Kinami, R.: Diagnostic PCR assays to detect and differentiate *Kudoa septempunctata*, *K. thyrssites* and *K. lateolabracis* (Myxozoa, Multivalvulida) in muscle tissue of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). Aquaculture, 338–341: 36–40. 2012.
56. Griffin, M., Quiniou, S., Ware, C., Bogdanovic, L. and Soto, E.: *Kudoa thunni* from blackfin tuna (*Thunnus*

- atlanticus*) harvested off the island of St. Kitts, West Indies. J. Parasitol., 100 (1): 110–116. 2014.
57. Gossel, G. W., Dykova, I., Handler, J. and Munday, B. L.: *Pentacapsula neurophila* sp. n. (Multivalvulida) from the central nervous system of striped trumpeter, *Latris lineata* (Forster). J. Fish Dis., 26 (6): 315–320. 2003.
 58. Gunter, N. and Adlard, R.: The demise of *Leptotheca* Thélohan, 1895 (Myxozoa: Myxosporae: Ceratomyxidae) and assignment of its species to *Ceratomyxa* Thélohan, 1892 (Myxosporae: Ceratomyxidae), *Ellipsomyxa* Køie, 2003 (Myxosporae: Ceratomyxidae), *Myxobolus* Bütschli, 1882 and *Sphaerospora* Thélohan, 1892 (Myxosporae: Sphaerosporidae). Syst. Parasitol., 75 (2): 81–104. 2010.
 59. Haug, R. and Tjemsland, J.: Changes in size- and age-distributions and age at sexual maturity in Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus*, caught in North Norwegian waters. Fish. Res., 4 (2): 145–155. 1986.
 60. Heiniger, H. and Adlard, R. D.: Host specificity and local infection dynamics of *Kudoa leptacanthae* n. sp. (Multivalvulida: Kudoidae) from the pericardial cavity of two *Zoramia* spp. (Perciformes: Apogonidae) at Lizard Island Lagoon, Queensland, Australia. Parasitol. Int., 61 (4): 697–706. 2012.
 61. Heiniger, H., Cribb, T. H. and Adlard, R. D.: Intra-specific variation of *Kudoa* spp. (Myxosporae: Multivalvulida) from apogonid fishes (Perciformes), including the description of two new species, *K. cheilodipteri* n. sp. and *K. cookii* n. sp., from Australian waters. Syst. Parasitol., 84 (3): 193–215. 2013.
 62. Henning, S., Hoffman, L. C. and Manley, M.: A review of *Kudoa*-induced myoliquefaction of marine fish species in South Africa and other countries. S. Afr. J. Sci., 109 (11/12): 1–5. 2013.
 63. Hoai, T. D., Ninh, D. T., Giang, N. T. H., Senapin, S. and Dong, H. T.: Detection and characterization of *Kudoa thunni* from uncooked yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in Southeast Asia. Parasitol. Int., 87: 102536. 2022.
 64. Højgaard, D. P., Homrum, E. and Salter, I.: Prevalence of *Kudoa thyrsites* (Myxozoa, Multivalvulida) in Atlantic mackerel, *Scomber scombrus* L., in the vicinity of the Faroe Islands. Front. Mar. Sci., 9: 818507. 2022.
 65. Holzer, A. S., Bartošová-Sojtková, P., Born-Torrijos, A., Lövy, A., Hartigan, A. and Fiala, I.: The joint evolution of the Myxozoa and their alternate hosts: A cnidarian recipe for success and vast biodiversity. Mol. Ecol., 27 (7): 1651–1666. 2018.
 66. Hong, S. H., Kwon, J. Y., Lee, S. O., Lee, H. I., Hong, S. J. and Ju J. W.: *Kudoa septempunctata* spores cause acute gastroenteric symptoms in mouse and musk shrew models as evidenced in vitro in human colon cells. Pathogens, 12 (5): 739. 2023.
 67. Hsieh, S. E. and Chen, L.: *Septemcapsula yasunagai* gen. et sp. nov., representative of a new family of the class Myxosporae. Acta Zootaxon. Sin., 9: 225–227. 1984.
 68. Iglesias, R., Rangel, L. F., Fernández-Vázquez, F., Santos, M. J. and García-Estévez, J. M.: Morphometric and molecular characterization of *Kudoa encrasicoli* n. sp. (Myxozoa: Myxosporae) from the European anchovy, *Engraulis encrasicolus* (L.) (Clupeiformes: Engraulidae). Syst. Parasitol., 99 (5): 621–636. 2022.
 69. Inoue, K., Li, Y.-C., Ghosh, S., Yunus, M., Zhang, J.-Y. and Sato H.: Identification of a new species, *Unicapsula aequilobata* sp. n., and *Unicapsula seriola* (Myxozoa: Myxosporae: Multivalvulida) in carangid fish from the South China Sea. Parasitol. Res., 120 (7): 2379–2389. 2021.
 70. Inoue, K., Kasai, A., Rosyadi, I. and Sato H.: Occurrence of *Kudoa prunusi* and *K. lateolabracis* (Myxozoa: Myxosporae: Multivalvulida) in Philippine-Sea Japanese parrotfish (*Calotomus japonicus*). Parasitol. Res., 121 (2): 601–612. 2022.
 71. Inoue, K., Kasai, A., Argamjav, B. and Sato, H.: Four carangid fish species as new host records for *Kudoa trachuri* (Myxozoa: Myxosporae: Multivalvulida), and description of a new species, *Kudoa longichorda* sp. n., forming pseudocysts in the muscle of *Decapterus tabl*. Folia Parasitol., 69: 017. 2022.
 72. Inoue, K., Kasai, A., Li, Y.-C., Zhang, J.-Y. and Sato, H.: *Kudoa tanakai* n. sp. (Myxozoa: Myxosporae: Multivalvulida), a new kudoid species with spheroid myxospores from the scalpel sawtail (Actinopterygii: *Prionurus scalparum*) from western Japan. Syst. Parasitol., 101 (2): 13. 2024.
 73. Iversen, E. S. and van Meter, N. N.: A new myxosporidian (Sporozoa) infecting the Spanish mackerel. Bull. Mar. Sci., 17 (2): 268–273. 1967.

74. Jang, Y., Ahn, M., Bang, H. and Kang, B.: Effects of *Kudoa septempunctata* genotype ST3 isolate from Korea on ddY suckling mice. *Parasite*, 23: 18. 2016.
75. Jeon, C. H., Do, J. W., Nam, U. H., Kim, W. S. and Kim, J. H.: Development of PCR method for detecting *Kudoa iwatai* (Myxozoa: Multivalvulida) from rock bream *Oplegnathus fasciatus*. *Parasitol. Res.*, 116 (2): 789–796. 2017.
76. Kabata, Z. and Whitaker, D. J.: Two species of *Kudoa* (Myxosporea: Multivalvulida) parasitic in the flesh of *Merluccius productus* (Ayres, 1855) (Pisces: Teleostei) in the Canadian Pacific. *Can. J. Zool.*, 59 (11): 2085–2091. 1981.
77. 甲斐桑梓・西岡豊弘・木本圭輔・福田 譲: ヒラメ養殖におけるナナホシクドア *Kudoa septempunctata* 検査キットの実用性. 大分県農林水研七研報 (水産), 7: 7–10. 2019.
78. Kasai, A., Li, Y.-C., Setsuda, A., Mafie, E. and Sato, H.: 2015: Genetic characterization of *Kudoa iwatai* and *Kudoa trachuri* in commercial marine fish (*Platycephalus* sp. and *Trachurus japonicus*) for human consumption. *Jpn. J. Vet. Parasitol.*, 14 : 22–30. 2015.
79. Kasai, A., Li, Y.-C., Mafie, E. and Sato, H.: Morphological and molecular genetic characterization of two *Kudoa* spp., *K. musculoliquefaciens*, and *K. pleurogrammi* n. sp. (Myxosporea: Multivalvulida), causing myoliquefaction of commercial marine fish. *Parasitol. Res.*, 115 (5): 1883–1892. 2016.
80. Kasai, A., Li, Y.-C., Mafie, E. and Sato, H.: New host records of monacanthid fish for three *Kudoa* spp. (*K. septempunctata*, *K. thyrsites*, and *K. shiomitsui*) prevalent in the olive flounder (*Paralichthys olivaceus*), with the description of *K. parathyrsites* n. sp. from a black scraper (*Thamnaconus modestus*). *Parasitol. Res.*, 115 (7): 2741–2755. 2016.
81. Kasai, A., Setsuda, A. and Sato, H.: Morphological and genetic characterization of *Kudoa whippsi* (Myxosporea: Multivalvulida) from *Cheilodactylus zonatus* in the western Pacific Ocean off Japan, and two new *Kudoa* spp. (*K. akihitoi* n. sp. and *K. empressmichikoe* n. sp.) from *Acanthogobius hasta* in the Sea of Ariake, Japan. *Parasitol. Res.*, 116 (2): 647–659. 2017.
82. Kasai, A., Tsuduki, H., Jimenez, L. A., Li, Y.-C., Tanaka, S. and Sato, H.: Incidence of three *Kudoa* spp., *K. neothonni*, *K. hexapunctata*, and *K. thunni* (Myxosporea: Multivalvulida), in *Thunnus* tunas distributed in the western Pacific Ocean. *Parasitol. Res.*, 116 (4): 1137–1150. 2017.
83. Kawai, T., Sekizuka, T., Yahata, Y., Kuroda, M., Kumeda, Y., Iijima, Y., Kamata, Y., Sugita-Konishi, Y. and Ohnishi, T.: Identification of *Kudoa septempunctata* as the causative agent of novel food poisoning outbreaks in Japan by consumption of *Paralichthys olivaceus* in raw fish. *Clin. Inf. Dis.*, 54: 1046–1052. 2012.
84. 川瀬雅雄・吉岡丹・細谷美佳子・紫竹美和子: *Kudoa hexapunctata* 寄生メジマグロが原因と疑われる有症事例と患者便検査に関する検討. 日食微生物会誌, 32(1): 48–53. 2015.
85. Kayal, E., Bentlage, B., Sabrina Pankey, M., Ohdera, A. H., Medina, M., Plachetzki, D. C., Collins, A. G. and Ryan, J. F.: Phylogenomics provides a robust topology of the major cnidarian lineages and insights on the origins of key organismal traits. *BMC Evol. Biol.*, 18: 68. 2018.
86. Kim, J. J., Ryu, S. and Lee, H.: Foodborne illness outbreaks in Gyeonggi province, Korea, following seafood consumption potentially caused by *Kudoa septempunctata* between 2015 and 2016. *Osong Public Health Res. Perspect.*, 9 (2): 66–72. 2018.
87. 北橋智子・鈴木信一・東尾裕江・篠田亮子・大木旬子・三枝真奈美・都竹豊茂: *Kudoa hexapunctata* が原因と疑われた有症事例について. 千葉県環境保健研年報 24: 48–52. 2017.
88. 小西良子: 新しい寄生虫 *Kudoa septempunctata* による食中毒. 日水学誌, 78 (4): 828–831. 2012.
89. Koo, H.-S., Park, J.-Y., Sung, G.-H., Park, E.-H., Ku, P.-T. and Lee, M.-O.: A study on *Kudoa septempunctata* infection from sashimi and sushi of olive flounder *Paralichthys olivaceus* in Busan, South Korea. *Fish. Aquat. Sci.*, 24: 277–283. 2021.
90. 戸嶋孝・熊木豊・井上太郎: 京都府沿岸における近年のサワラ漁獲動向. 京都府海洋七研報, 33 : 1–6. 2011.
91. 厚生労働省: 平成 23 年 6 月 17 日付け厚生労働省医薬食品局食品安全全部長通知. 食安発 0617 第 3 号. 生食用生鮮食品による病因物質不明有症事例への対応について. 2011.
92. 厚生労働省: 平成 24 年 6 月 7 日付け厚生労働省医薬食品局食品安全全部長通知. 食安発 0607 第 7 号.

- クドアを原因とする食中毒の発生予防について. 2012.
93. 厚生労働省：令和元年 5 月 30 日付け厚生労働省医薬・生活衛生局食品監視安全課長通知. 薬生食監発 0530 第 1 号. クドアに係る監視指導について. 2019.
94. 厚生労働省：令和元年 5 月 30 日付け厚生労働省医薬・生活衛生局食品監視安全課輸入食品安全対策室長通知. 薬生食輸発 0530 第 1 号. 「平成 31 年輸入食品等モニタリング計画」の実施について（韓国産輸入食品等に係る衛生対策の確保）. 2019.
95. Kovaleva, A. A. and Gaevskaya, A. V.: [First data on fish myxosporidia of the southeastern Pacific open waters.] Vestn. Zool., 17: 6–11. (In Russian.) 1983.
96. Kristmundsson, A. and Freeman, M. A.: Negative effects of *Kudoa islandica* n. sp. (Myxosporidia: Kudoidea) on aquaculture and wild fisheries in Iceland. Int. J. Parasitol. Parasites Wildl., 3 (2): 135–146. 2014.
97. Lee, S. U.: Analysis of *Kudoa septempunctata* as a cause of foodborne illness and its associated differential diagnosis. Epidemiol. Health., 39: e2017014. 2017.
98. Lester, R. J. G.: *Unicapsula seriolae* n. sp. (Myxosporidia, Multivalvulida) from Australian yellowtail kingfish *Seriola lalandi*. J. Protozool., 29 (4): 584–587. 1982.
99. Levsen, A., Jørgensen, A. and Mo, T. A.: Occurrence of postmortem myoliquefactive kudoosis in Atlantic mackerel, *Scomber scombrus* L., from the North Sea. J. Fish Dis., 31(8): 601–611. 2008.
100. Li, X.-B., He, J., Ma, R.-R., Sun, F.-Y., Wu, W.-X., Luo, H.-M., Bai, L.-H. and Qian, D.: Morphological characterization and molecular phylogenetic analysis of *Kudoa iwatai* from large yellow croaker (*Larimichthys crocea*) as a new host in China. Animals, 12 (9): 1145. 2022.
101. Li, Y.-C. and Sato, H.: Two novel myxosporidian species (Myxosporidia: Bivalvulida), *Myxobolus marumotoi* n. sp. and *Cardimyxobolus japonensis* n. sp., from the dark sleeper, *Odontobutis obscura*, in Japan. Parasitol. Res., 113(4): 1371–1381. 2014.
102. Li, Y.-C., Sato, H., Tanaka, S., Ohnishi, T., Kamata, Y. and Sugita-Konishi, Y.: Characterization of the ribosomal RNA gene of *Kudoa neothunni* (Myxosporidia: Multivalvulida) in tunas (*Thunnus* spp.) and *Kudoa scomberi* n. sp. in a chub mackerel (*Scomber japonicus*). Parasitol. Res., 112 (5): 1991–2003. 2013.
103. Li, Y.-C., Tamemasa, S., Zhang, J.-Y. and Sato, H.: Phylogenetic characterisation of seven *Unicapsula* spp. (Myxozoa: Myxosporidia: Multivalvulida) from commercial fish in southern China and Japan. Parasitology, 147 (4): 448–464. 2020.
104. Li, Y.-C., Inoue, K., Zhang, J.-Y. and Sato, H.: Phylogenetic relationships of three *Kudoa* spp. with morphologically similar myxospores (*K. iwatai*, *K. lutjanus*, and *K. bora*), with the redescription of *K. uncinata* and *K. petala* and description of a new species (*K. fujitai* n. sp.) in fishes in the South China Sea. Parasitol. Res., 119 (4): 1221–1236. 2020.
105. Li, Y.-C., Inoue, K., Tanaka, S., Zhang, J.-Y. and Sato, H.: Identification of four new *Kudoa* spp. (Myxozoa: Myxosporidia: Multivalvulida) in commercial fishes collected from South China Sea, Atlantic Ocean, and Bering Sea by integrated taxonomic approach. Parasitol. Res. 119 (7): 2113–2128. 2020.
106. Li, Y.-C., Inoue, K., Zhang, J.-Y. and Sato, H.: Descriptions of three new species and new host or distribution records of five species of the genus *Kudoa* (Myxozoa: Myxosporidia: Multivalvulida) in commercial fishes collected from South China Sea. Acta Parasitol., 67 (2): 976–996. 2022.
107. Li Y.-C., Inoue K., Zhang J.-Y. and Sato H.: New records of three commercial fish hosts for two *Unicapsula* spp. and *Kudoa megacapsula* (Myxozoa: Myxosporidia: Multivalvulida). Parasitol. Res. 121 (11): 3133–3145. 2022.
108. Li, Y.-C., Inoue, K., Zhang, J.-Y. and Sato, H.: Description of three new species of *Kudoa* Meglitsch, 1947 (Myxozoa: Multivalvulida) in commercial marine fishes from southern China, and new host records. Folia Parasitol., 71: 18. 2024.
109. Lom, J. and Arthur, J. R.: A guideline for the preparation of species descriptions in Myxosporidia. J. Fish Dis., 12 (2): 151–156. 1989.
110. Lom, J. and Dyková, I.: Myxozoan genera: definition and notes on taxonomy, life-cycle terminology and pathogenic species. Folia Parasitol. 53: 1–36. 2006.
111. Mansour, L., Thabet, A., Chourabi, K., Harrath, A.H., Gtar, M., Al Omar, S.Y. and Ben Hassine, O.

- K.: *Kudoa azevedoi* n. sp. (Myxozoa, Multivalvulida) from the oocytes of the Atlantic horse mackerel *Trachurus trachurus* (Perciformes, Carangidae) in Tunisian coasts. Parasitol. Res., 112 (4): 1737–1747. 2013.
112. Mansour, L., Harrath, A. H., Abdel-Baki, A. A., Al-Quraishy, S. and Al Omar, S. Y.: *Kudoa saudiensis* sp. n. (Myxosporidia: Multivalvulida) infecting oocytes of the Indian mackerel *Rastrelliger kanagurta* (Perciformes: Scombridae). Folia Parasitol. (Praha), 62: 2015.010. 2015.
113. Markiw, M. E. and Wolf, K.: *Myxosoma cerebralis* (Myxozoa: Myxosporidia) etiologic agent of salmonid whirling disease requires tubificid worm (Annelida: Oligochaeta) in its life cycle. J. Protozool., 30 (3): 561–564. 1983.
114. Matsukane, Y., Sato, H., Tanaka, S., Kamata, Y., Sugita-Konishi, Y.: *Kudoa septempunctata* n. sp. (Myxosporidia: Multivalvulida) from an aquacultured olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) imported from Korea. Parasitol. Res., 107 (4): 865–872. 2010.
115. Matsukane, Y., Sato, H., Tanaka, S., Kamata, Y., and Sugita-Konishi, Y.: *Kudoa iwatai* and two novel *Kudoa* spp., *K. trachuri* n. sp. and *K. thunni* n. sp. (Myxosporidia: Multivalvulida), from daily consumed marine fish in western Japan. Parasitol. Res., 108 (4): 913–926. 2011.
116. Matsumoto, K.: On the two new Myxosporidia *Chloromyxum musculoliquefaciens* sp. nov. and *Neochloromyxum cruciformum* gen. et sp. nov., from the jellied muscle of swordfish, *Xiphias gladius* Linne, and common Japanese sea-bass, *Lateolabrax japonicus* (Temminck et Schlegel). Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish., 20 (6): 469–478. 1954.
117. Meglitsch, P. A.: Studies on Myxosporidia from the Beaufort region. II. Observations on *Kudoa clupeiidae* (Hahn), gen. nov. J. Parasitol. 33 (3): 271–277. 1947.
118. Meng, G. T. and Li-Chan, E. C.: Polymerase chain reaction assay for the detection of *Kudoa paniformis* and *Kudoa thyrsites* in Pacific hake (*Merluccius productus*). J. Agric. Food Chem., 55 (9): 3298–3303. 2007.
119. Meng, F., Yokoyama, H., Shirakashi, S., Grabner, D., Ogawa, K., Ishimaru, K., Sawada, Y. and Murata, O.: *Kudoa prunusi* n. sp. (Myxozoa: Multivalvulida) from the brain of Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis* (Temminck & Schlegel, 1844) cultured in Japan. Parasitol. Int. 60 (1): 90–96. 2011.
120. Miller, T. L. and Adlard, R. D.: Brain infecting kudoids of Australia's coral reefs, including a description of *Kudoa lemniscati* n. sp. (Myxosporidia: Kudoidae) from *Lutjanus lemniscatus* (Perciformes: Lutjanidae) off Ningaloo Reef, Western Australia. Parasitol. Int., 61 (2): 333–342. 2012.
121. Miller, T. L. and Adlard, R. D.: *Unicapsula* species (Myxosporidia: Trilosporidae) of Australian marine fishes, including the description of *Unicapsula andersenae* n. sp. in five teleost families off Queensland, Australia. Parasitol. Res. 112 (8): 2945–2957. 2013.
122. 桃山和夫・天社こずえ：山口県沿岸域および湖沼河川で採集された異様な外観を呈する天然魚介類の寄生虫およびその他の異常。Bull. Yamaguchi Pref. Fish. Res. Ctr., 4: 143–161. 2006.
123. Moran, J. D. W., Whitaker, D. J. and Kent, M. L.: A review of the myxosporidian genus *Kudoa* Meglitsch, 1947, and its impact on the international aquaculture industry and commercial fisheries. Aquaculture, 172 (1–2): 163–196. 1999.
124. 森広一郎：国内ヒラメ養殖現場のクドア対策の現状。日食微生物誌, 34 (2): 77–80. 2017.
125. Naidenova, N. N. and Gaevskaja, A. V.: [*Kudoa mirabilis* sp. n. (Mixosporidia, Multivalvulea) from Ribbonfish of the Indian Ocean.] Zool. Z., 70 (5): 131–133. (in Russian with English summary). 1991.
126. Naidenova, N. N. and Zaika, V. E.: Three new genera of myxosporidian parasites of fish from the Indian Ocean. Zool. Z., 49: 451–454. (in Russian with English summary). 1970.
127. Nakajima, K. and Egusa, S.: *Kudoa pericardialis* n. sp. (Myxosporidia: Chloromyxidae) from cultured yellowtail, *Seriola quinqueradiata* Temminck et Schlegel. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish., 44 (2): 117–120. 1978.
128. 中村潤平・本村浩之：ニホンイトヨリ *Nemipterus japonicus* の日本からの初めての確かな記録。魚病誌, 68 (2): 81–85. 2021.
129. Narasimhamurti, C. C. and Kalavati, C.: *Kudoa tetraspora* n. sp. (Myxosporidia: Protozoa) parasitic in the brain tissue of *Mugil cephalus*. Proc. Indian Acad. Sci. 88B: 85–89. 1979.
130. Nelson, R. W., Barnett, J. J. and Kudo, J.: Preservation and processing characteristics of Pacific whiting,

- Merluccius productus*. Mar. Fish. Rev., 47 (2): 61–74. 1985.
131. 野田万希子・山口智博・酢谷奈津・門倉由紀子・奥田智子・小山由美子・水野卓也・後藤黄太郎・小林香夫：食中毒・有症苦情事例のヒラメ及びマグロ検体から検出されたクドア属粘液胞子虫の形態学的特徴と遺伝子配列による種同定．岐阜県保環研報 24: 1–7. 2016.
 132. Novosolov, M., Yahalomi, D., Chang, E.S., Fiala, I., Cartwright, P. and Huchon, D.: The phylogenetic position of the enigmatic, *Polypodium hydriforme* (Cnidaria, Polypodiozoa): insights from mitochondrial genomes. Genome Biol. Evol., 14 (8): evac112. 2022.
 133. Ohnishi, T., Kikuchi, Y., Furusawa, H., Kamata, Y. and Sugita-Konishi, Y.: *Kudoa septempunctata* invasion increases the permeability of human intestinal epithelial monolayer. Foodborne Pathog. Dis., 10 (2): 137–142. 2013.
 134. 大西貴弘・古沢博子・佐古 浩・乙竹 充・福田 穰・吉成知也・山崎朗子・鎌田洋一・小西良子：クドア食中毒および *Kudoa septempunctata* の季節による特徴．日食微生物誌, 30 (2): 125–131. 2013.
 135. 大西貴弘・都丸亜希子・吉成知也・鎌田洋一・小西良子：生鮮魚介類の生食に関連した有症苦情事例残品に含まれる粘液胞子虫の検出．日食微生物誌, 33 (3): 150–154. 2016.
 136. Ohnishi, T., Fujiwara, M., Tomaru, A., Yoshinari, T. and Sugita-Konishi, Y.: Survivability of *Kudoa septempunctata* in human intestinal conditions. Parasitol. Res., 115 (6): 2519–2522. 2016.
 137. 大西貴弘・小原徹也・新井沙倉・吉成知也・小西良子：カンパチの生食に伴う有症苦情事例残品中の *Unicapsula seriolae* 寄生量の定量的解析の検討．食品衛生誌 59: 24–29. 2018.
 138. Okamura, B., Gruhl, A. and Bartholomew, J. L.: Myxozoan Evolution, Ecology and Development. Springer International Publishing, Cham, Germany. 2015.
 139. Okamura, B., Hartigan, A., Naldoni, J.: Extensive uncharted biodiversity: the parasite dimension. Integr. Comp. Biol., 58: 1132–1145. 2018.
 140. Pampoulie, C., Marques, A., Rosocchi, E., Crivelli, A. J. and Bouchereau, J.-L.: A new myxosporean parasite, *Kudoa camarguensis* n. sp., recorded on two goby species (Teleostei: Pisces) in the Rhône Delta (Mediterranean Sea, France). J. Euk. Microbiol., 46 (3): 304–310. 1999.
 141. Paperna, I. and Zwerner, D. E.: *Kudoa cerebrealis* sp. n. (Myxosporidea, Chloromyxidae) from the striped bass, *Morone saxatilis* (Walbaum). J. Protozool., 21 (1): 15–19. 1974.
 142. Pascual, S., Abollo, E., Yurakhno, V. and Gaevskaya, A.: Molecular characterization of *Kudoa nova* (Myxosporidea: Multivalvulida) infecting the round goby *Neogobius melanostomus* from the Sea of Azov. Mar. Ecol. J., 11 (1): 66–73. 2012.
 143. Rangel, L. F., Santos, M. J. and Rocha, S.: Synopsis of the species of *Henneguya* Thélohan, 1892 (Cnidaria: Myxosporidea: Myxobolidae) described since 2012. Syst. Parasitol., 100 (3): 291–305. 2023.
 144. Rodríguez-Ponce, E., Betancor, E., Steinhagen, D., Ramírez, A. S., Ventura, M. R., de Felipe, M. C. and Pestano, J.: *Kudoa* sp. (Myxozoa, Multivalvulida): first report in five commercial fish species from the Canary Islands-FAO 34 (Macaronesia-Spain). Parasitol. Res., 118 (9): 2567–2574. 2019.
 145. Sakai, H., Kato, E., Sakaguchi, S., Setsuda, A. and Sato, H.: Morphological and molecular genetic characterization of *Kudoa konishiae* n. sp. (Myxosporidea Multivalvulida) in the muscle of Japanese Spanish mackerel (*Scomberomorus niphonius*). Parasitol. Res., 117 (3): 893–904. 2018.
 146. Sakai, H., Kawai, T., Zhang, J. and Sato, H.: New host records of three *Kudoa* spp. (*K. yasunagai*, *K. thalassomi*, and *K. igami*) with notable variation in the number of shell valves and polar capsules in spores. Parasitol. Res., 118 (1): 143–157. 2019.
 147. Sarkar, N. K.: A species of *Unicapsula* Davis, 1924 (Myxozoa) infecting a fish of the southern coast of India. Int. J. Acad. Ichthyol. (Modinagar), 5: 187–189. 1984.
 148. Sarkar, N. K.: Some new Myxosporidia (Myxozoa: Myxosporidea) of the genera *Myxobolus* Butschli, 1882, *Unicapsula* Davis, 1924, *Kudoa* Meglitsch, 1947, *Ortholinea* Shulman, 1962 and *Neoparvicapsula* Gaevskaya, Kovaleva and Shulman, 1982. Proc. Zool. Soc. Calcutta, 52: 38–48. 1999.
 149. 佐藤 宏：食中毒の新たな寄生虫病原体として注目される粘液胞子虫の生物学．山口獣医誌, 38: 1–26. 2011.
 150. 佐藤 宏：粘液胞子虫類の種鑑別・分類体系が直面する課題．日獣医寄生虫誌, 12 (2): 105–116.

- 2013.
151. 佐藤 宏・笠井亨浩：日本ならびにその近海で記録されたクドア属粘液胞子虫 (1930～2016). 日獣医寄生虫誌, 15 (2): 111–138. 2016.
 152. Sawai, E., Yamanoue, Y., Nyegaard, M. and Sakai, Y.: Redescription of the bump-head sunfish *Mola alexandrini* (Ranzani 1839), senior synonym of *Mola ramsayi* (Giglioli 1883), with designation of a neotype for *Mola mola* (Linnaeus 1758) (Tetraodontiformes: Molidae). Ichthyol. Res. 65 (1): 142–160 (2018).
 153. Shin, S. P., Shirakashi, S., Hamano, S., Kato, K., Lasso, L. T. and Yokoyama, H.: Phylogenetic study of the genus *Kudoa* (Myxozoa: Multivalvulida) with a description of *Kudoa rayformis* sp. nov. from the trunk muscle of Pacific sierra *Scomberomorus sierra*. Mol. Phylogenet. Evol., 98: 337–345. 2016.
 154. Shin, S. P., Jin, C. N., Sohn, H. C. and Lee, J.: *Kudoa ogawai* (Myxosporea: Kudoidea) infection in cultured olive flounder *Paralichthys olivaceus*. Korean J. Parasitol., 57 (4): 439–444. 2019.
 155. Shirakashi, S., Morita, A., Ishimaru, K. and Miyashita, S.: Infection dynamics of *Kudoa yasunagai* (Myxozoa: Multivalvulida) infecting brain of cultured yellowtail *Seriola quinqueradiata* in Japan. Dis. Aquat. Organ., 101(2):123–130. 2012.
 156. Shirakashi, S., Yamane, K., Ishitani, H., Yanagida, T. and Yokoyama, H.: First report of *Kudoa* species in the somatic muscle of the Japanese parrotfish *Calotomus japonicus* (Scaridae) and a description of *Kudoa igami*, n. sp. (Myxozoa: Multivalvulida). Parasitol. Res., 113 (7): 2515–2524. 2014.
 157. Shirakashi, S., Shin, S. P., Mekata, T. and Kiryu, I.: Infections of *Kudoa septempunctata* (Myxozoa: Multivalvulida) in wild grass puffer *Takifugu alboplumbeus* and Japanese whiting *Sillago japonica*. Fish Pathol, 56 (3): 140–148. 2021.
 158. Soares, S. M. C., Black, J., Bradley, D. C., Fordyce, M. J. and McIntosh, R. E: Identification of *Kudoa thyr sites* in Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) displaying post-mortem myoliquefaction: A case study in Scotland. Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol., 43 (3): 93–101. 2023.
 159. St-Hilaire, S., Hill, M., Kent, M. L., Whitaker, D. J. and Ribble, C.: A comparative study of muscle texture and intensity of *Kudoa thyr sites* infection in farm-reared Atlantic salmon *Salmo salar* on the Pacific coast of Canada. Dis. Aquat. Org., 31: 221–225. 1997.
 160. Štolc, A.: Actinomyxidies, nouveau groupe de Mesozoaires parent des Myxosporidies. Bull. Int. l'Acad. Sci. Bohème, 12: 1–12. 1899.
 161. Sugita-Konishi, Y., Sato, H. and Ohnishi, T. : Novel foodborne disease associated with consumption of raw fish, olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). Food Safety 2 (4): 141–150. 2014.
 162. 杉山昭博・横山 博・小川和夫：沖縄県内における奄美クドア症の疫学的調査. 魚病研究, 34 (1): 39–43. 1999.
 163. Sung, G. H., Park, I. J., Koo, H. S., Park, E. H. and Lee, M. O.: Molecular detection and genotype analysis of *Kudoa septempunctata* from food poisoning outbreaks in Korea. Parasites Hosts Dis. 61 (1): 15–23. 2023.
 164. 鈴木 淳：都内の粘液胞子虫がかかわる有症事例と魚介類の感染実態調査. 日食微生物会誌, 34 (2): 84–88. 2017.
 165. 鈴木 淳・村田理恵・貞升健志・甲斐明美：東京都内で発生したクドアが原因と考えられる下痢症について. IASR, 33: 153–155. 2012.
 166. Suzuki, J., Murata, R., Sadamasu, K. and Kai, A.: Detection rate of diarrhoea-causing *Kudoa hexapunctata* in Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis* from Japanese waters. Int. J. Food Microbiol., 194: 1–6. 2015.
 167. Swearer, S. E. and Robertson, D. R.: Life history, pathology, and description of *Kudoa ovivora* n. sp. (Myxozoa, Myxosporea): an ovarian parasite of Caribbean labroid fishes. J. Parasitol., 85 (2): 337–353. 1999.
 168. 田崎穂波・竹村明浩・堀田千恵美・追立のり子・西嶋陽奈・福井聡子・松本真侑・吉森和宏・小川知子・鈴木 淳：*Kudoa neothunni* の感染したキハダマグロが原因食品と疑われた有症事例. 千葉県衛研年報, 67: 51–54. 2018.
 169. 田嶋 猛：国内のヒラメ養殖の現状と今後の展開. 養殖ビジネス 2016年3月号. 2016.
 170. 谷口順彦：海面養殖種苗導入のリスク管理—タイリクスズキ. 日水産会誌, 73: 1125–1128. 2007.
 171. Toda, J., Miyasaka, J., Osako, H., Murata, K., Yunus, M., Amalia, R., Soe, B. K. and Sato, H.: Molecular

- diversity of *cox1* and LSU rDNA sequences of *Sarcocystis bertrami* (syn. *S. fayeri*) (Apicomplexa: Eucoccidiorida: Sarcocystidae) in horses. *Parasitol. Int.*, 110: 103144. 2026
172. Tomochi, H., Li, Y.-C., Tran, B. T., Yanagida, T. and Sato H.: Three *Unicapsula* species (Myxosporaea: Trilosporidae) of Asian marine fishes, including the description of *Unicapsula setoensis* n. sp. in the yellowfin goby (*Acanthogobius flavimanus*) from the Inland Sea of Japan. *Parasitol. Res.*, 113 (10): 3807–3816. 2014.
173. Tsuyuki, H., Williscroft, S. N., Kabata, Z. and Whitaker, D. J.: The relationship between acid and neutral protease activities and the incidence of soft cooked texture in the muscle tissue of Pacific hake (*Merluccius productus*) infected with *Kudoa paniformis* and/or *K. thyrsites*, held for varying times under different pre-freezing chilled storage conditions. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.*, No. 1130, 39 pp. 1982.
174. Wang, G., Yuan, S. and Jin, S.: Nocardiosis in large yellow croaker, *Larimichthys crocea* (Richardson). *J. Fish Dis.*, 28 (6): 339–345. 2010.
175. Wang, P. C., Huang, J. P., Tsai, M. A., Cheng, S. Y., Tsai, S. S., Chen, S. D., Chen, S. P., Chiu, S. H., Liaw, L. L., Chang, L. T. and Chen, S. C.: Systemic infection of *Kudoa lutjanus* n. sp. (Myxozoa: Myxosporaea) in red snapper *Lutjanus erythropterus* from Taiwan. *Dis. Aquat. Organ.*, 67 (1-2): 115–124. 2005.
176. Warburton, E. M. and Vonhof, M. J.: From individual heterogeneity to population-level overdispersion: quantifying the relative roles of host exposure and parasite establishment in driving aggregated helminth distributions. *Int. J. Parasitol.* 48(3-4): 309–318. 2018.
177. Ward, R. D., Zemlak, T. S., Innes, B. H., Last, P. R. and Hebert, D. N.: DNA barcoding Australia's fish species. *Phil. Trans. R. Soc. Lond., B, Biol. Sci.*, 360 (1462): 1847–1857. 2005.
178. Weill, R. L.: L'interprétation des Cnidosporidies et la valeur taxonomique de leur cnidome. Leur cycle comparé à la phase larvaire des Narcomeduses Cuninides. *Travaux de la Station Zoologique de Wimereaux*, 13: 727–744. 1938.
179. Whipps, C. M. and Kent, M. L.: Phylogeography of the cosmopolitan marine parasite *Kudoa thyrsites* (Myxozoa: Myxosporaea). *J. Eukaryot. Microbiol.*, 53 (5): 364–373. 2006.
180. Whipps, C. M., Adlard, R. D., Bryant, M. S., Kent, M. L.: Two unusual myxozoans, *Kudoa quadricornis* n. sp. (Multivalvulida) from the muscle of goldspotted trevally (*Carangoides fulvoguttatus*) and *Kudoa permulticapsula* n. sp. (Multivalvulida) from the muscle of Spanish mackerel (*Scomberomorus commerson*) from the Great Barrier Reef, Australia. *J. Parasitol.* 89 (1): 168–173. 2003.
181. Whipps, C. M., Adlard, R. D., Bryant, M. S., Lester, R. J. G., Findlay, V., Kent, M. L.: First report of three *Kudoa* species from eastern Australis: *Kudoa thyrsites* from mahi mahi (*Coryphaena hippurus*), *Kudoa amamiensis* and *Kudoa minithyrsites* n. sp. from sweeper (*Pempheris ypsilychnus*). *J. Eukaryot. Microbiol.*, 50 (3): 215–219. 2003.
182. Whipps, C. M., Grossl, G., Adlard, R. D., Yokoyama, H., Bryant, M. S., Munday, B. L. and Kent, M. L.: Phylogeny of the Multivalvulidae (Myxozoa: Myxosporaea) based on comparative ribosomal DNA sequence analysis. *J. Parasitol.*, 90 (3): 618–622. 2004.
183. Whipps, C. W., Atkinson, S. D. and Hoeksema, B. W.: World List of Myxozoa. Accessed at <https://www.marinespecies.org/myxozoa> on 2025-12-01. [Doi:10.14284/756] 2025.
184. Wolf, K. and Markiw, M. E.: Biology contravenes taxonomy in the myxozoa: new discoveries show alternation of invertebrate and vertebrate hosts. *Science*, 225 (4669): 1449–1452. 1984.
185. Xie, X. R. and Chen, Q. L.: A new genus and species of family Tetracapsulidae from marine fishes in South China Sea (Myxosporaea: Multivalvulida). *Oceanol. Limnol. Sin.*, 19: 431–434. (in Chinese with English summary) 1988.
186. Yahata, Y., Sugita-Konishi, Y., Ohnishi, T., Toyokawa, T., Nakamura, N., Taniguchi, K. and N. Okabe, N.: *Kudoa septempunctata*-induced gastroenteritis in humans after flounder consumption in Japan: a case-controlled study. *Jpn. J. Infect. Dis.*, 68: 119–123. 2015.
187. Yang, X., Qi, P., Tao, Z., Zhang, Q., Wang, Y., Zhu, D., Yan, X., Fu, P., Guo, B.: Identification of a new fish trypanosome from the large yellow croaker (*Larimichthys crocea*) and description of its impact on host pathology, blood biochemical parameters and immune responses. *Parasite*, 32: 1. 2025.

188. 安永統男・畑井喜司雄・小川七朗・安元 進：養殖スズキおよび養殖イシダイの脳内に見出された粘液胞子虫. 魚病研究, 16: 51-54. 1981.
189. 横山 博：ジギルとハイドー華麗な変身を繰り返す寄生虫. In: フィールドの寄生虫学. 水族寄生虫学の最前線, 長澤和也編, 東海大学出版会, 神奈川県, pp. 157-170. 2004.
190. 横山 博：魚介類の生食による寄生虫症. 日食衛生会誌, 30 (2): 100-103. 2013.
191. 横山 博：クドア症. 魚病研究, 51 (4): 163-168. 2016.
192. 横山 博：クドア食中毒. 魚病研究, 58 (1): 1-7. 2023.
193. Yokoyama, H. and N. Itoh, N.: Two multivalvulid myxozoans causing postmortem myoliquefaction: *Kudoa megacapsula* n. sp. from red barracuda (*Sphyræna pinguis*) and *Kudoa thyrsites* from splendid alfonso (*Beryx splendens*). J. Parasitol., 91: 1132-1137. 2005.
194. Yokoyama, H., Whipps, C. M., Kent, M. L., Mizuno, K. and Kawakami, H.: *Kudoa thyrsites* from Japanese flounder and *Kudoa lateolabracis* n. sp. from Chinese sea bass: causative myxozoans of postmortem myoliquefaction. Fish Pathol., 39: 79-85. 2004.
195. Yokoyama, H., Yanagida, T. and Takemaru, I.: The first record of *Kudoa megacapsula* (Myxozoa: Multivalvulida) from farmed yellowtail *Seriola quinqueradiata* originating from wild seedlings in South Korea. Fish Pathol., 41: 159-163. 2006.
196. Yokoyama, H., Grabner, D. and Shirakashi, S.: Transmission biology of the Myxozoa. In: Carvalho, E. D., David, G. S. and Silva, R. J. (eds.), Health and environment in aquaculture. InTech Europe, Croatia, pp 1-42. 2012.
197. Yokoyama, H., Yanagida, T. and Shirakashi, S.: *Kudoa ogawai* n. sp. (Myxozoa: Multivalvulida) from the trunk muscle of Pacific barrelfish *Hyperoglyphe japonica* (Teleostei: Centrolophidae) in Japan. Parasitology. Res., 110 (6): 2247-2254. 2012.
198. Yokoyama, H., Suzuki, J. and Shirakashi, S.: *Kudoa hexapunctata* n. sp. (Myxozoa: Multivalvulida) from the somatic muscle of Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis* and re-description of *K. neothunni* in yellowfin tuna *T. albacares*. Parasitol. Int. 63 (4): 571-579. 2014.
199. Yokoyama, H., Abe, N., Maehara, T. and Suzuki, J.: First record of *Unicapsula seriola* (Myxozoa: Multivalvulida) from the muscle of Malabar grouper *Epinephelus malabaricus* in Japan. Parasitol. Int., 63 (3): 561-566. 2014.
200. Yoshita, Y., Yamanoue, Y., Sagara, K., Gushima, K., Kuniyoshi, H., Umino, T., Sakai, Y., Hashimoto, H. and Gushima, H.: Phylogenetic relationship of two *Mola* sunfishes (Tetraodontiformes: Molidae) occurring around the coast of Japan, with notes on their geographical distribution and morphological characteristics. Ichthyol. Res., 56 (3): 232-244. 2009.
201. Yunus, M., Yustinasari, L. R., Natalia, D., Ghosh, S., Sakuma, K., Inoue, K. and Sato, H.: First report of three multivalvulid species (Cnidaria: Myxozoa: Myxosporea) in commercial fishes from Java Sea, Indonesia, with records of *Unicapsula pyramidata* and two new *Kudoa* spp. Parasitol. Res., 120 (3): 861-876. 2021.
202. Zhang, J. B. and Hanner, R.: DNA barcoding is a useful tool for the identification of marine fishes from Japan. Biochem. Syst. Ecol., 39: 31-42. 2011.
203. Zhang, J. Y., Meng, F., Yokoyama, H., Miyahara, J., Takami, I. and Ogawa, K.: Myxosporean and microsporidian infections in cultured Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis* in Japan. Fish. Sci., 76 (6): 981-990. 2010.
204. Zhang, J. Y., Gu, Z. M., Kalavati, C., Eiras, J. C., Liu, Y., Guo, Q. Y. and Molnár, K.: Synopsis of the species of *Thelohanelus* Kudo, 1933 (Myxozoa: Myxosporea: Bivalvulida). Syst. Parasitol., 86 (3): 235-256. 2013.
205. Zhou, Y. and Zhao, Y.-J.: [Description of three new species of *Kudoa* (Myxosporea, Multivalvulida, Kudoia) parasitic in marine fishes from the East China Sea.] Acta Hydrobiol. Sinica, 32 (Suppl.): 51-56. (In Chinese with English summary.) 2008.

症 例

「舌癌が自然発生したウサギの1例」

原口友也*, 伊藤嵩人, 西堀瑞穂, 壹岐 茜, 板本朗代, 沖汐 恵, 新田直正

[2025年11月12日受付・2025年12月3日受理]

CLINICAL CASE

「Spontaneous tongue carcinoma in a rabbit.」

Tomoya HARAGUCHI*, Takato ITO, Mizuho NISHIBORI, Akane IKI, Tokiyo ITAMOTO, Megumi OKISHIO and Naomasa NITTA¹⁾

Fammy Animal Medical Center

要 約

6歳7カ月齢の未避妊雌、雑種のウサギが食欲不振、口臭、流涎を主訴に来院した。口腔内チェックで舌の潰瘍および出血を認めた。軽度の臼歯不正咬合を認めたが、臼歯と舌潰瘍部との接点は認められなかった。全身麻酔下で舌潰瘍部の生検とレーザー照射による止血処置を実施した。病理組織検査で、舌は上皮系悪性腫瘍と診断された。腫瘍は、その増殖形態より扁平上皮癌が最も疑われた。施術後は食欲増進剤、抗生剤、非ステロイド性消炎鎮痛剤の使用により一時的に食欲が改善したが、その後、再度舌からの出血・排膿が認められ第19病日に斃死した。ウサギの舌潰瘍は一般的に認められる所見であるが、その原因のほとんどは臼歯不正咬合に関連している。本症例より、稀ではあるがウサギにおいても犬猫と同様に舌癌が発生し潰瘍を形成することがあるため、一般的に見られる歯牙疾患との鑑別が重要となると考えられた。

キーワード：ウサギ、舌癌、自然発生

ABSTRACT

A 6-year-7-month-old female mixed breed rabbit presented with anorexia, salivation, and halitosis. Further inspection revealed tongue bleeding and ulcerations; therefore, a tongue biopsy was performed under anesthesia. Histopathological examination resulted in a diagnosis of tongue carcinoma (likely squamous cell carcinoma). Symptomatic therapy was administered after the biopsy. However, the rabbit failed to recover sufficiently and died 10 days after the biopsy. Spontaneous tongue carcinoma is rare in rabbits, and malignant tumor is extremely similar to symptoms of dental disease. Thus, when dental disease is suspected in a rabbit, tongue carcinoma should be considered.

Key words : Rabbit, Spontaneous, Tongue carcinoma

1) ファミー動物医療センター

連絡責任者：原口友也 ファミー動物医療センター

〒747-0053 防府市開出本町12番9号

Tel: 0835-22-4711

Fax: 0835-22-5494

E-mail: tomoya.haraguchi@gmail.com

はじめに

舌に発生する上皮系悪性腫瘍は犬猫において一般的に認められる疾患であり、その多くは扁平上皮癌 (SCC) である^{1, 4, 5)}。犬猫における舌 SCC は、局所浸潤性が強く、所属リンパ節への転移は一般的であり、進行すると採食障害や呼吸障害を呈するため、予後が悪いことが知られている^{1, 4, 5)}。舌 SCC の治療法の第一選択は外科的切除であるが、腫瘍の性質上、外科的切除が困難であることが多い^{1, 4, 5)}。そのため、治療法として放射線療法や白金系抗癌剤を用いた化学療法が選択されることが多い。しかし、放射線療法や化学療法は外科的切除と比較して効果的な治療法として確立されていない^{1, 4, 5)}。いっぽう、ウサギの舌 SCC は動物実験モデルにおける報告はあるが²⁾、自然発生例の報告は少なく、その治療法や予後に関する情報も少ない³⁾。今回、我々は食欲廃絶、口臭、流涎を主訴に来院した症例において舌潰瘍を認め生検をおこなったところ、SCC が疑われた症例と遭遇したため、その概要を報告する。

症例

6 歳 7 カ月齢、体重 1.23kg、未避妊雌の雑種のウサギが 3 週間前からの食欲不振、口臭、流涎を主訴に来院した。来院時、症例の口周りは被毛に唾液と血液が付着して固まっており、疼痛のためか、口周囲を触ることを明らかに嫌がっていた (図 1)

一般身体検査において、軽度の脱水と消瘦が認

められた。血液検査においては、軽度の貧血が認められた (表 1)。胸腹部の単純 X 線検査において明らかな異常は認められなかった (図 2)。口腔内検査において、舌の先端に糜爛が認められた。また左下顎臼歯に軽度の不正咬合が認められ、この部位にも潰瘍が認められた。長期の食欲不振から全身状態の悪化が認められたため、麻酔下での精査を前提として対症療法を開始した。

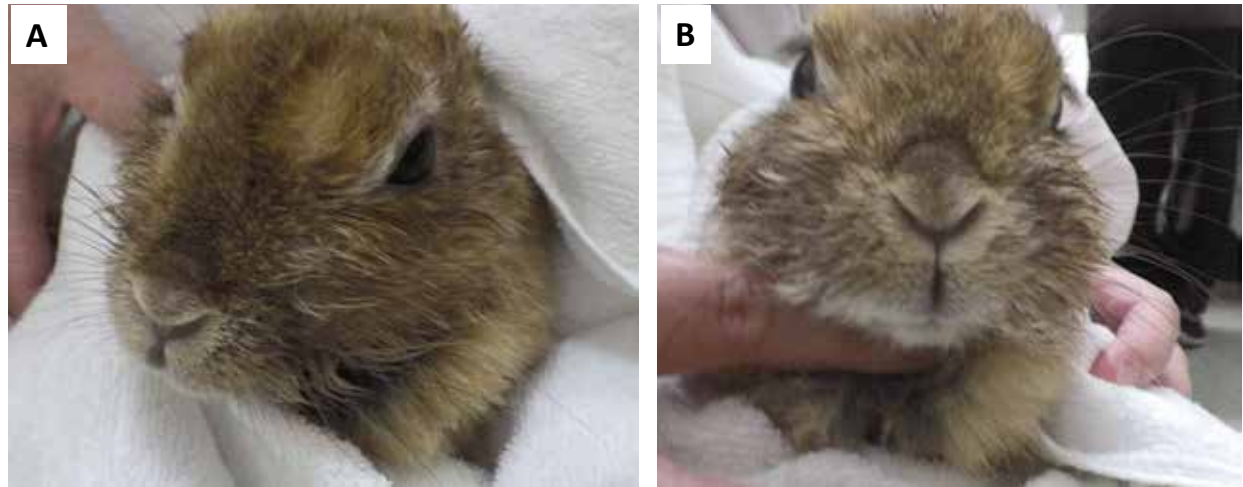


図 1. 初診時外観

A. 側面像

B. 正面像

出血と流涎で顔面の被毛が束になり固まっている

表 1. 血液検査

血液検査					
PCV	35	%	ALT	15	U/L
TP	5.6	g/dL	ALP	<50	U/L
BUN	20.1	mg/dL	Glu	156	mg/dL
CRE	0.98	mg/dL	TG	56	mg/dL

表 1. 血液検査では軽度の貧血が認められた。

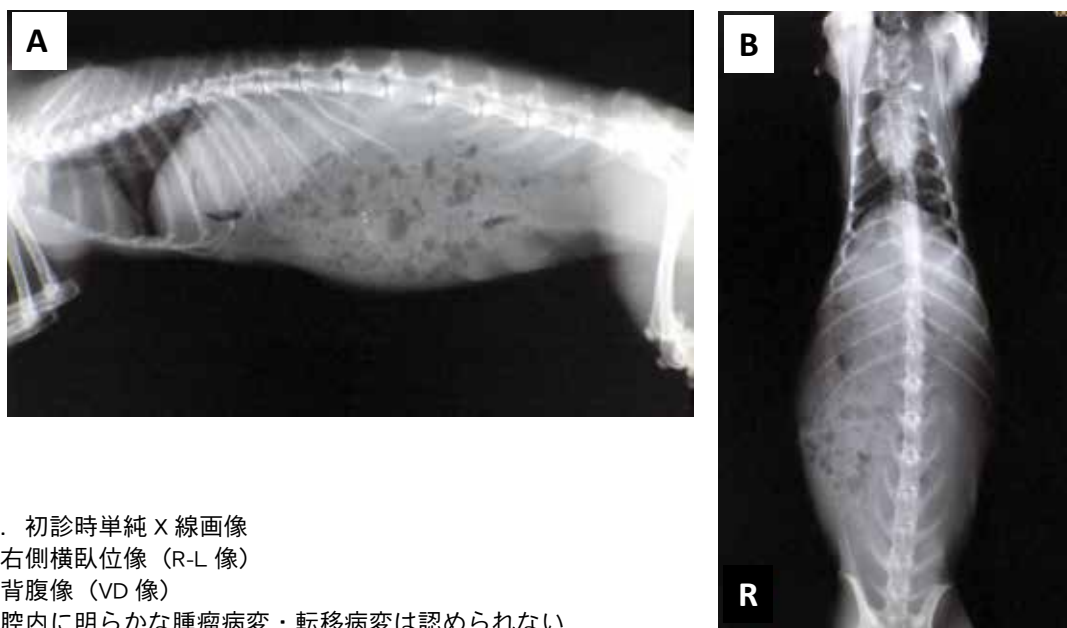


図 2. 初診時単純 X 線画像

A. 右側横臥位像 (R-L 像)

B. 背腹像 (VD 像)

胸腹腔内に明らかな腫瘍病変・転移病変は認められない

治療と経過

初期治療として症例の安定化を目的とし、酢酸リンゲル 30mL, 皮下点滴 (ソルアセト F, テルモ株式会社, 東京) とメロキシカム 0.2mg/kg, 皮下投与 (メタカム注 0.5% 注射液, ベーリンガーインゲルハイムアニマルヘルスジャパン株式会社, 東京), メトクロプラミド 1 mg/kg, 皮下投与 (プリンペラン注射液 10mg, 日医工株式会社, 富山), エンロフロキサシン 10mg/kg, 皮下投与 (犬・猫用バイトリル 2.5% 注射液, エランコジャパン株式会社, 東京), を用いた内科療法を開始した. 通院治療を希望されたため, メロキシカム 0.2mg/kg, 1 日 1 回 (メタカム 0.05% 経口懸濁液猫用, ベーリンガーインゲルハイムアニマルヘルスジャパン株式会社, 東京), エンロフロキサシン 10mg/kg, 1 日 2 回 (バイトリル 2.5% HV 液, エランコジャパン株式会社, 東京), メトクロプラミド 1mg/kg, 1 日 2 回 (プリンペランシロップ 0.1%, 日医工株式会社, 富山), シプロヘプタジン塩酸塩 1ml/kg, 1 日 2 回 (ペリアクチンシロップ 0.04%, 日医工株式会社, 富山) を処方した. 治療開始後も臨床症状の改善は乏しく, 第 9 病日に口腔内精査と歯科処置を目的とした鎮静下処置を実施した.

鎮静は, グリコピロレート 0.02mg/kg 皮下投与 (Robinul 200 μ g, aspen AUSTRALIA, 豪州) と,

ミダゾラム 0.5mg/kg, 筋肉内投与 (ドルミカム注射液 10mg, 丸石製薬株式会社, 大阪) の前投与を行なったのちに, ケタミン塩酸塩 10mg/kg, 筋肉内投与 (ケタラール筋注用 500mg, 第一三共プロファーマ株式会社, 東京) で導入した. 鎮静後はイソフルラン (イソフルラン吸入麻酔液 [VTRS], マイラン EPD 合同会社, 東京) で維持し, 口腔内処置を行なった. 処置後は, フルマゼニル 0.05mg/kg, 筋肉内投与でミダゾラムの拮抗を行なった. 術中は, 酢酸リンゲルを用いて 5 ml/kg/h で静脈点滴を行なった.

開口時に舌左側に下顎臼歯と接する部位があり潰瘍が認められたため, マイクロエンジンにて臼歯の切掘を行なった. 臼歯と接触の無い部位の舌においても出血・潰瘍が認められたため, 舌の一部を潰瘍境界部が含まれるようにメッツエンバウム剪刀にて切除し病理組織検査に提出した. 生検部位および舌からの出血部はレーザーにて止血を行なった. 舌は全体的に硬結しており, 棍棒様の外観を呈していた (図 3).

病理組織学的検査で, 舌組織は上皮性悪性腫瘍と診断され扁平上皮癌 (SCC) が最も疑われた (図 4).

その後も対症療法を継続したが, 臨床症状の改善は認められず症例は第 19 病日に斃死した.

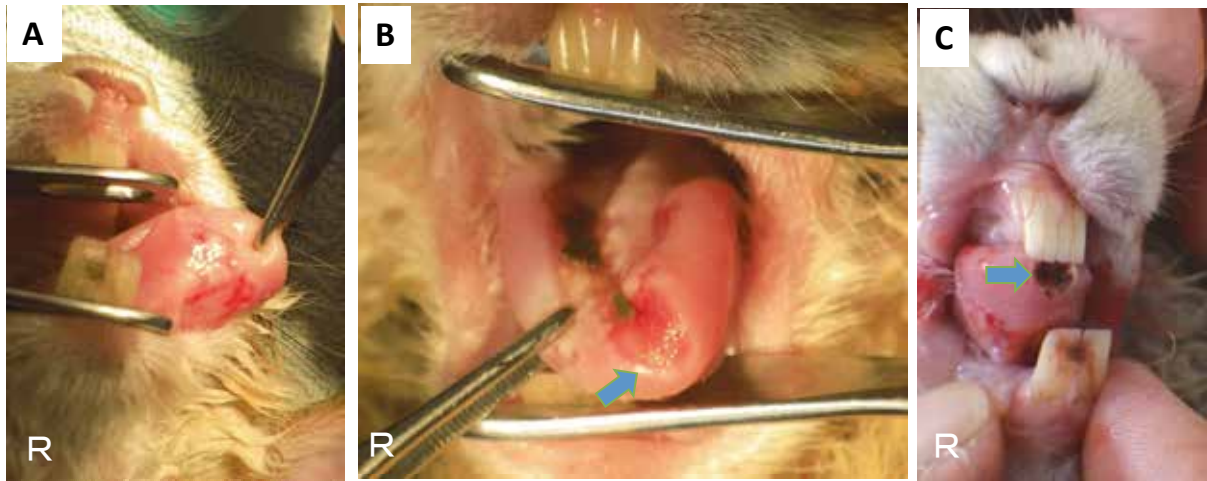


図3. 口腔内所見

- A. 舌裏の潰瘍
- B. 舌表面の潰瘍（矢印：生検部位）
- C. 舌尖端からの生検（矢印：生検部位；止血後）

臼歯と接触が無い部位にも多数の潰瘍と出血が見られた

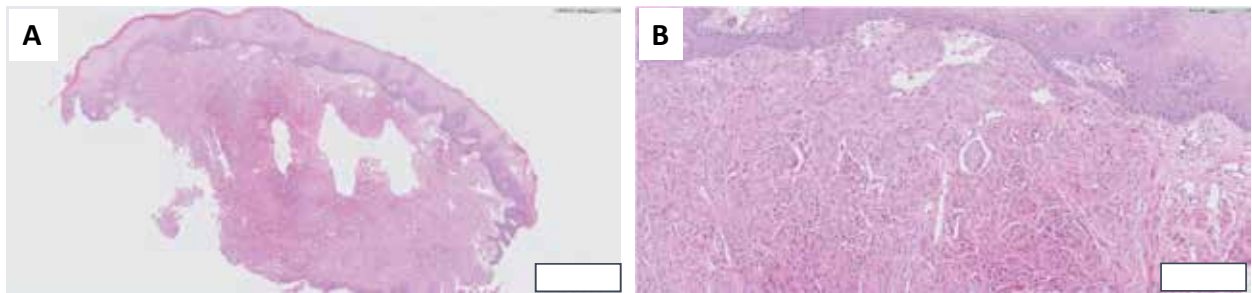


図4. 病理組織検査所見

- A. 弱拡大像
- B. 強拡大像

腫瘍細胞の増殖形態より扁平上皮癌が最も疑われた。

考 察

ウサギの歯牙疾患は臨床の場において頻繁に遭遇する疾患である^{6,7,9)}。中でも最も多いのが切歯もしくは臼歯の不正咬合による過長症である。臨床症状としては、食欲不振、流涎や歯軋りなどが多くの症例で認められる。

ウサギの歯は常生歯であり生涯伸び続けるが、通常は自ら食餌により歯を摩耗・咬耗させて長さを調節している。しかし、何だかの理由によりこの調整が困難になった際に不正咬合が発症する⁶⁾。

不正咬合が発症する原因として先天性および後天性の要因が挙げられる。先天性の要因としては、常染色体潜性による下顎過長症など遺伝性疾患が挙げられ、ダッチ種やロップイヤー種に好発すると報告されている⁹⁾。後天性の要因としては、切歯の不正咬合ではゲージを嚙む・顔面を強打するといった外傷性が主たる要因と考えられているが、他にも感染や加齢などが原因となることが報告されている⁹⁾。いっぽうで、臼歯の不正咬合はいくつかの要因が複合して生じると考えられている。ロップイヤー種よりも立ち耳のウサギの方が罹患しやすく、雌よりも雄で発生率が高いことが報告されており⁷⁾、これらは不正咬合の発症の一因であると考えられるが、最も重要なのは食餌の内容であると考えられている^{6,7,9)}。

臼歯の咬耗には適切な咀嚼運動が重要である。ペレットは主に顎の上下運動で碎かれるため、臼歯の咬耗にはあまり有用でないことが示唆されている⁷⁾。これに対して、乾草の咀嚼は水平方向の運動になるため、乾草の採食は臼歯不正咬合の予防として有用であると考えられている。臼歯の不完全な咬耗と臼歯の

彎曲により、臼歯咬合面の端に棘（スパイク）が形成され、これが頬粘膜や舌からの出血、潰瘍の原因となる⁷⁾。

このように、ウサギが流涎や食欲不振を呈し、舌に潰瘍を認めた際には最も疑われる疾患は臼歯の不正咬合である。しかし、舌腫瘍においても同様の症状が認められるため、このような症例に遭遇した際には発生は稀であるが腫瘍性疾患も鑑別に加える必要があると考えられた。

三輪らの報告では、ウサギに自然発生した口腔内腫瘍 18 例のうち、舌下の SCC が 1 例あり、緩和治療が施されたが 2.5 ヶ月という短期間で死亡している³⁾。この論文では他に、上顎歯肉の SCC が 1 例、下顎歯肉の SCC が 1 例報告されているが、それぞれ生存期間が 4 ヶ月間、3 ヶ月間と短期間で死亡している³⁾。本報告よりウサギにおいても犬猫同様に口腔内に発生する SCC は予後が悪いことが推測された^{1, 4, 5)}。このように、歯牙疾患と SCC では予後が大きく異なる可能性があるため、これらの鑑別は適切なインフォームドコンセントを行う上でも非常に重要であると考えられた。

腫瘍性疾患に対する主たる治療法は、外科療法（手術）・放射線療法・化学療法である。ウサギの舌腫瘍に対して外科療法を行なった報告はない。口腔内腫瘍に対して放射線治療を行なった報告³⁾はあるが、実施できる施設が限られている。ウサギに対して化学療法を行なった報告⁸⁾もあるが、リンパ腫に対するものがほとんどであり、舌腫瘍に対する治療プロトコルは確立されていない。

犬猫の舌 SCC に対して第一選択は外科療法であり化学療法単独もしくは放射線療法併用での生存期間の延長は期待できないが、ドキシソルピシン、ビンブラスチン、シクロホスファミドを用いた報告がある^{1, 4, 5)}。犬猫とは異なりウサギに対して使用可能な抗がん剤の情報は少ないが、担癌症例に対してドキシソルピシン、ビンブラスチン、シクロホスファミドを用いて治療を行なった報告⁸⁾があるため、これらの薬剤を用いた化学療法の実施は選択肢の 1 つであったと考えられた。また、犬猫の SCC はシクロオキシゲナーゼ 2（COX 2）発現性腫瘍として認識されており、COX 2 阻害剤を用いた治療の有用性が示唆されている^{1, 5)}。本症例においても選択的 COX 2 阻害剤であるメロキシカムを治療に用いたが、非ステロイド性消炎鎮痛剤（NSAIDs）である COX 2 阻害剤はウサギに対しても比較的安全性が高い薬剤であるため、ウサギ SCC に対する治療薬として使用しやすい薬剤であると考えられた。

本報告は 1 例報告であり、発見時にすでに病態が進行していた為、積極的な治療が行えずに短期間で亡くなってしまったが、今後は早期発見・早期診断に努め症例数を増やし、データを蓄積することが重要であると考えられた。

参考文献

1. 藤田道郎 監訳 (2005): 犬と猫の腫瘍学 - 治療へのアプローチと予後判定 -, pp:140. インターズー, 東京
2. 松浦正彦 (1996): ウサギ VX2 舌癌モデルにおける頸部リンパ節転移ならびにリンパ節の細胞反応. 日本口腔外科学会誌. Vol41. No1, pp:29-41.
3. Miwa. Y., Nakata. M., Takimoto. H., Chambers. J. K., Uchida. K. (2021) : Spontaneous oral tumor in 18 rabbits (2005-2015). J Small Anim Pract. Feb;62(2): pp156-160.
4. Ogilvie G. K. and Moore A.S. (2001): 消化器系の腫瘍. 猫の腫瘍, 桃井康行他訳, pp257-261. インターズー社, 東京.
5. Ogilvie G. K. and Moore A.S. (2006): 消化管の腫瘍. 犬の腫瘍, 桃井康行他訳, pp404-408. インターズー社, 東京.
6. Quesenberry K. E., Carpenter J. W. (2012) : 小型哺乳類の歯科学. ウサギ・フェレット・齧歯類の内科と外科, 田向健一監訳, pp:480-482. インターズー社, 東京.
7. Redrobe S. (2002): 外科手術と歯牙疾患. ウサギの内科と外科マニュアル, 斉藤久美子訳, pp119-135. 学窓社, 東京.
8. Robertson J. A., Guzman D. SM., Willcox J. L., Keel K., Vernau W. (2022): Clinical and pathological findings of rabbits with lymphoma: 16 cases (1996-2019). J Am Vet Med Assoc. Mar 8;260(9), pp:1-10.
9. 霍野晋吉 (2001): ウサギの疾患. エキゾチックアニマルの診療指針, vol.2 疾病と検査, pp36-39. インターズー社, 東京.

症 例

猫の慢性リンパ球性白血病の1例

有吉陽向, 矢田大輝, 酒井耕平, 金指湧真, 福江美智子, 湯浅優, 山田浩之, 白永純子,
白永伸行

[2025年12月8日受付・2026年2月17日受理]

CLINICAL CASE

A Case of B-cell Chronic Lymphocytic Leukemia in a Cat

Hinata Ariyoshi, Hiroaki Yata, Kohei Sakai, Yuma Kanazashi, Michiko Fukue, Yu Yuasa, Hiroyuki Yamada,
Junko Shiranaga, Nobuyuki Shiranaga

Shiranaga Animal Hospital 2-12-18 Sakuragi, Shunan, Yamaguchi 745-0806, Japan

要 旨

元気食欲低下を主訴に10歳、去勢雄の猫が来院した。血液検査にて重度の非再生性貧血を認め、血液塗抹では白血球の大半を小型リンパ球が占めていた。輸血を行ったのち骨髄検査を実施したところ、骨髄におけるB細胞由来小型リンパ球のクローン性増殖を認め、慢性リンパ球性白血病（CLL）と診断した。治療としてプレドニゾロンとクロラムブシルを投与し、貧血および一般状態は改善した。第52病日の骨髄検査で寛解を認めた。薬用量を漸減したところ、第168病日に非再生性貧血が再発し、骨髄検査にてCLLの再燃と判断した。治療を継続したが、第207病日に死亡した。猫におけるB細胞型CLLの報告はまれであるが、本症例は従来の化学療法が奏効する可能性を示した。

キーワード：猫, 慢性リンパ球性白血病（CLL）, B細胞型

ABSTRACT

A 10-year-old neutered mixed-breed male cat presented with decreased appetite and activity. Blood tests revealed severe non-regenerative anemia, and a blood smear showed that the majority of the leukocytes comprised small lymphocytes. Blood transfusion was administered followed by bone marrow examination. Bone marrow cytology indicated clonal proliferation of small B-cell lymphocytes, leading to a diagnosis of chronic lymphocytic leukemia. Treatment with prednisolone (2mg/kg SID) and chlorambucil (2mg/head QOD) resulted in improvement of anemia and the patient's overall clinical condition. Bone marrow cytology on day 52 confirmed remission, and the medication doses were subsequently tapered. However, non-regenerative anemia recurred on day 168, and bone marrow cytology indicated relapse. Although treatment with prednisolone and chlorambucil was continued, the cat died on day 207. Reports of B-cell chronic lymphocytic leukemia in cats are rare, but the present case suggests that conventional chemotherapy may be effective.

Key words : Cat, Chronic lymphocytic leukemia (CLL), B-cell type

はじめに

猫の慢性リンパ球性白血病（CLL）は、骨髄や末梢血における成熟リンパ球のクローン性増殖を特徴とするまれな疾患である¹⁾。細胞型については、猫では T 細胞型の報告が大半を占め、B 細胞型はまれとされる¹⁾。中高齢で発症し、体重減少や活動性低下など軽度で非特異的な症状を呈するが、無症状で偶発的に発見される例も多い⁵⁾。経過は一般に緩慢であり、化学療法が奏効することが多い一方、治療を必要としない例も存在する⁵⁾。しかし、報告数が少なく、診断基準や治療プロトコルは確立していない。今回われわれは、重度の非再生性貧血を呈した 10 歳齢の猫に対し骨髄検査を実施し、B 細胞型 CLL と診断し治療を行ったため、その概要を報告する。

症例

症例は 10 歳、去勢雄の雑種猫、ワクチン接種歴はなし。他院にて貧血を指摘され、精査のため当院に紹介来院した。来院時、食欲および活動性が低下していた。血液検査では重度の非再生性貧血、軽度の血小板減少が認められた。白血球数の異常は見られなかったが、血液塗抹を観察すると、小型リンパ球が白血球の大半を占めており、好中球数の減少を認め、白血球数は血球計算機のエラーであると判断した（図 1）。FIV および FeLV の抗原検査は陰性であった。画像検査では明らかな異常は認められなかった。50ml の新鮮血輸血を行い全身状態を安定させた後に骨髄穿刺を実施した。骨髄は過形成であり、有核細胞の 80% 以上を小型リンパ球が占めており、骨髄本来の造血細胞は低形成であった（図 2）。リンパ球クローナリティ検査は IgH 陽性、TCR 陰性となり、B 細胞のクローン性増殖が示唆された。これらの結果から B 細胞型の CLL と診断した。治療はプレドニゾロン 2 mg/kg SID、クロラムブシル 2 mg/頭 QOD を投与した。治療開始後数日で元気食欲

が徐々に改善しはじめた。貧血についても第 6 病日に再生像が見られ、第 14 病日の CBC では再生像が旺盛となり、第 52 病日には貧血が改善し、血液塗抹上も異常はみられなかった（図 3）。そこで当日に治療効果の確認のため、再び骨髄穿刺を行った。骨髄像ではリンパ球の割合が 20% 以下となり、造血細胞の異常は認められず（図 4）、治療が奏効していると判断した。その後本症例は投薬が難しいため、飼い主の希望により薬用量の減量を行った。クロラムブシルは維持のまま、まずはプレドニゾロンは 0.5 mg/kg QOD まで漸減、貧血や症状はなく良好な経過をたどっていた。しかし第 168 病日、元気食欲が低下して来院。血液検査にて非再生性貧血が認められ、血液塗抹では初診時と同様の像が見られた。薬用量を元に戻し再導入を図ったが、貧血は進行した。第 185 病日、2 回目の輸血を行ったのち骨髄検査を実施したところ、CLL の再燃を認めた。積極的治療を提案したが飼い主は承諾せず、第 218 病日に自宅にて死亡した。

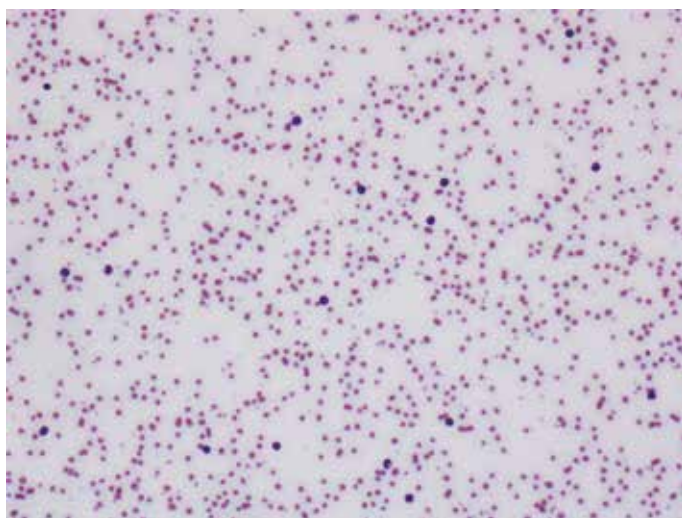


図 1 第 1 病日の血液塗抹

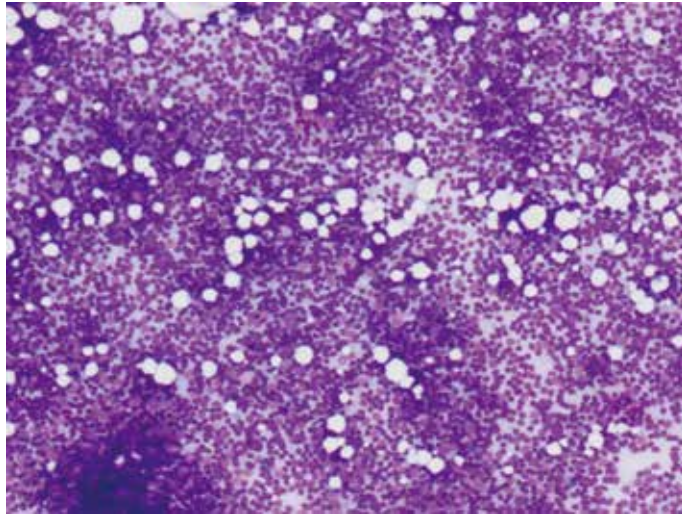


図2 第1病日の骨髓塗抹

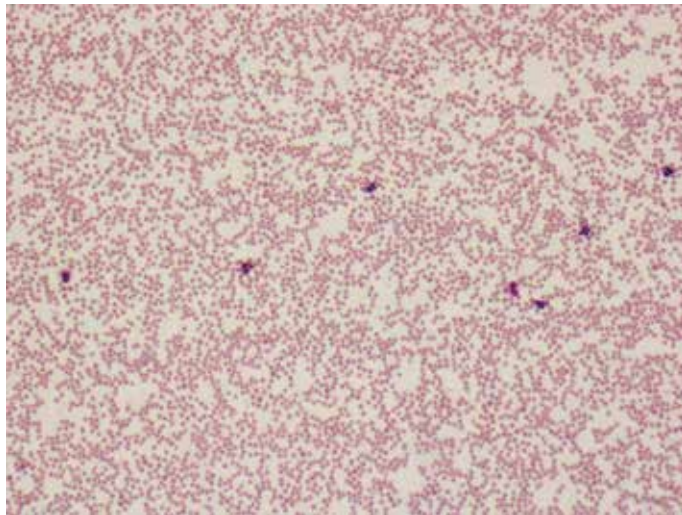


図3 第52病日の血液塗抹

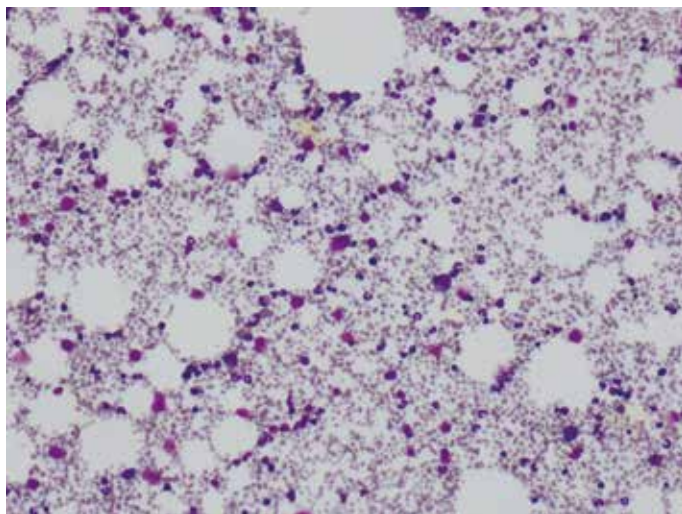


図4 第52病日の骨髓塗抹

表1 CBCの推移

		初診時	14病日	52病日
RBC	10 ⁶ /μl	72	259	912
PCV	%	6	16	36
Hb	g/dl	1.9	4.8	11.7
RETIC	10 ³ /μl	0.9	215	21.9
Plat	/μl	140000	224000	292000
WBC	/μl	6890	5320	11040
Neu	/μl	4840	3690	7880
Lym	/μl	1930	1400	2100
Mon	/μl	110	200	280
Eos	/μl	0	20	70

考 察

猫のCLLについての従来報告と今回の症例ではいくつかの点で相違を示した。CLLは病状が軽微で推移する症例も多いことから、明らかな臨床症状のほかに重度のリンパ球増多、循環血球減少、臓器腫大等がみられる場合に治療開始が推奨される⁴⁾。本症例では初診時から食欲不振および重度の貧血が認められ、早急な治療開始が必要な状況であった。3系統の血球減少に関しては、腫瘍細胞の増殖による骨髓癆が考えられる。骨髓癆による貧血は非造血細胞が骨髓を置換することによるものであり、原因疾患の治療により改善が見込まれる。

猫のCLLは症例数が少ないことから、治療プロトコルは定まっていなかったが、過去の報告では、クロラムブシルおよびプレドニゾロン、ドキシソルピシンで治療したもの、あるいはCHOP療法などが行われ、治療の全体的な奏効率は88%であり、その期間の中央値は6.1か月とされている¹⁾。しかし治療プロトコルが統一されておらず、具体的な薬用量や期間は不明である。また治療法による予後の比較はされていない。本症例は薬用量の漸減後に再発したことから、初期量の投与継続によって寛解期間を延長できた可能性がある。しかし、飼い主の意思及び症例の性格から長期的治療継続は困難であったため、QOLの維持を優先した治療選択となった。

CLLの多くは末梢血の白血化によって診断される¹⁾。本症例では総白血球数は増加していないが、腫瘍細胞の出現がみられる亜白血型のCLLであり、非典型的な例であるといえる。過去の猫での報告は末梢リンパ球数の顕著な増加がみられる症例を研究対象としているため、今回のような、骨髓でのみ腫瘍細胞が増殖する非白血化や、白血球数の増加はなく、少数の腫瘍細胞が出現する亜白血化を呈する症例は猫では検討されていない。犬では末梢血に腫瘍細胞が出現していない非白血型CLLの1例報告があるが、極めてまれとされている³⁾。したがってCLLは末梢リンパ球数が増えていない症例でも完全に除外せず、末梢血および骨髓の細胞形態、クローナリティ検査やフローサイトメトリー等を合わせて評価することが重要であると考えられた。

本症例はB細胞型であるが、報告では猫のCLL症例18例中17例がCD4陽性T細胞、一例のみがB細胞型であった¹⁾。猫において細胞型間の病態や予後の違いについては比較されていない。犬のCLLの報告ではT細胞型に比べB細胞型で有意に生存率が短いとされている⁵⁾。その他に、犬ではボクサー犬であることやKi67陽性細胞割合が高いことが予後不良因子とされているが、猫では検討されていない²⁾。

今回は発生率の低い猫のCLLの中でも非典型的な例であった。犬や人では非典型的な型は予後不良因子となりえる²⁾。本症例は経過を追う中で様々な要因により治療の継続が困難となったが、一時的ながら寛解を認めたことから、猫では従来治療法が奏効する可能性を示した。現在猫のCLLについての情報は限られており、診断や治療は人や犬での情報に準じている。今後さらに症例を重ね、検討していく必要があると考えられた。

参考文献

1. Campbell, M.W., Hess, P.R., Williams, L.E. Chronic lymphocytic leukemia in the cat: 18 cases (2000–2010). *Veterinary and Comparative Oncology* 11(4): 256–264. 2013.
2. Comazzi, S., Gelain, M.E., Martini, V., Riondato, F., Miniscalco, B., Marconato, L., Stefanello, D., Mortarino, M., Immunophenotype Predicts Survival Time in Dogs with Chronic Lymphocytic Leukemia. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 25(1): 100–106. 2011.
3. Museux, K., Turinelli, V., Rosenberg, D., Piñeiro, I.R. Chronic lymphopenia and neutropenia in a dog with large granular lymphocytic leukemia. *Veterinary Clinical Pathology* 48(4): 721–724. 2019.
4. Rout, E.D., Labadie, J.D., Yoshimoto, J.A., Avery, P.R., Curran, K.M. Clinical outcome and prognostic factors in dogs with B-cell chronic lymphocytic leukemia: A retrospective study. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 35(4): 1918–1928. 2021.
5. Workman, H.C., Vernau, W. Chronic lymphocytic leukemia in dogs and cats: the veterinary perspective. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 33(6): 1379–1399. 2003.

症 例

切除困難な腰下リンパ節転移を伴う 肛門嚢腺癌に対し放射線治療を行った犬の1症例

上野宥那¹⁾, 堀切園裕^{2) 3)}, 根本有希²⁾, 井芹俊恵^{2) 4)}, 中市統三²⁾, 圓尾拓也¹⁾

[2025年7月18日受付・2025年7月31日受理]

Clinical Case

Radiotherapy for unresectable sublumber lymph node metastasis of anal sac adenocarcinoma in a dog

Hirona Ueno¹⁾, Hiro Horikirizono^{2) 3)}, Yuki Nemoto²⁾, Toshie Iseri^{2) 4)}, Munekazu Nakaichi²⁾,
Takuya Maruo¹⁾

1) *Laboratory of Veterinary Radiology, Azabu University*

2) *Department of Veterinary Radiology, Joint Faculty of Veterinary Medicine, Yamaguchi University*

3) *Joint Department of Veterinary Medicine, Faculty of Applied Biological Sciences, Gifu University*

4) *Animal Medical Emergency Center, Cooperative Department of Veterinary Medicine, Tokyo University of Agriculture and Technology*

要 約

肛門嚢腺癌の切除困難な腰下リンパ節群への転移巣を伴う9歳齢、雌のラブラドル・レトリバーに対する治療として、腫大したリンパ節群への放射線治療を実施した。肛門嚢腺癌の原発巣を外科的に切除した後に、著しく腫大した腰下リンパ節群へ、強度変調放射線治療によって総線量38Gyを10回に分割して照射した。その結果、治療終了時点で行ったX線CT検査ではリンパ節の縮小が認められ、また遠隔転移巣は確認されなかった。また膀胱や直腸などの骨盤腔臓器に関連した副作用は、一過性の下痢以外は認められなかった。その後、リンパ節は徐々に縮小を続け、良好な状態は維持されており、現在のところ治療開始から1262日以上生存を続けている。以上のことから、犬の肛門嚢腺癌における切除困難な腰下リンパ節群に対する放射線照射は、有効な治療法である可能性が示唆され、今後検討を重ねる価値があると考えられた。

キーワード：肛門嚢腺癌，犬，放射線治療

Abstract

A 9-year-old female Labrador retriever with anal sac adenocarcinoma and unresectable metastasis to the sublumber lymph nodes was treated with radiation therapy to the enlarged lymph nodes. After surgical resection of the primary lesion of anal sac adenocarcinoma, the markedly enlarged sublumber lymph nodes were irradiated with a total dose of 38 Gy in 10 fractions by intensity-modulated radiation therapy. A computed tomography performed at the end of treatment showed a reduction in the lymph nodes, and no distant metastases were found. Furthermore, no

1) 麻布大学獣医学部獣医放射線学研究室

2) 山口大学共同獣医学部獣医学科

3) 岐阜大学応用生物科学部共同獣医学科

4) 東京農工大学共同獣医学科小金井動物救急医療センター

side effects related to the pelvic organs, such as the bladder and rectum, were observed, except for transient diarrhea. The lymph nodes continued to shrink gradually thereafter, and the patient remained in good condition, surviving for more than 1262 days since the start of treatment at the time of this writing. These results suggest that radiation therapy to unresectable sublumbar lymph nodes in dogs with anal sac adenocarcinoma may be an effective treatment, and further investigation appears warranted.

Key words : anal sac adenocarcinoma, dog, radiation therapy

はじめに

犬の肛門嚢アポクリン腺癌（anal sac adenocarcinoma：ASAC）は、肛門周囲に存在する分泌腺に由来する代表的な悪性腫瘍である。肛門周囲の原発巣に対する治療法としては、一般的に外科手術による摘出が考慮され、原発巣の大きさにもよるが、外科手術によって処置することは十分可能なことが多い[1, 2, 6]。しかし ASAC においては、腹腔内の腰下リンパ節群への局所転移が高率に発生することが知られている[1, 4, 10]。初期の転移巣は外科手術による摘出が考慮されることもあるが、転移巣の進行はしばしば潜在的であり、切除不能なほど進行した腰下リンパ節群への転移巣を伴う ASAC の症例に遭遇することも、臨床的には少なくない。近年では、このようなリンパ節転移病変に対して放射線治療を応用した報告が散見されるようになった[5, 9, 11]。今回我々は、このような腰下リンパ節群への転移巣を伴った ASAC の症例に対して、原発巣に対する外科切除と腰下リンパ節群への放射線治療を併用した治療を行い、良好な成績が得られたので、その概要を報告する。

症例

症例は 9 歳 9 ヶ月齢のメスのラブラドル・レトリバーであり、食欲不振を主訴として来院した。血液一般・生化学検査では高 Ca 血症（測定可能範囲外；16.0mg/dl 以上）が認められたが、それ以外の異常所見は認められなかった。次の

で腹部 X 線検査では腫脹した腰下リンパ節と思われる腫瘍病変が認められ (Fig.1), さらに X 線 CT 検査では、腰下リンパ節群に含まれる左右の内側腸骨リンパ節、および仙骨リンパ節が大きく腫脹していることが確認された (Fig.2)。各リンパ節の X 線 CT 画像上における短軸の最大径は、

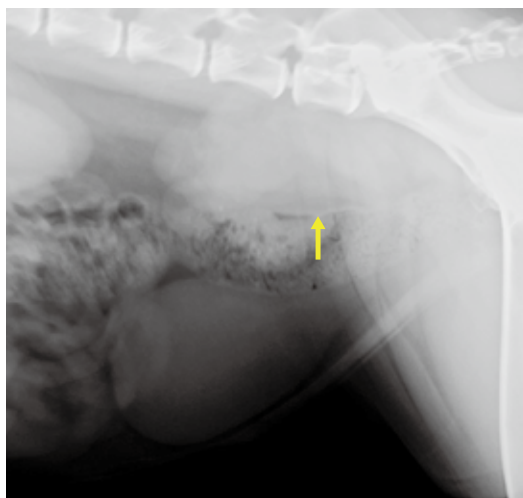


Fig.1 初診時の腹部 X 線所見（側方像）

腰下リンパ節群に一致する部位に腫瘍陰影を認める（矢印）。

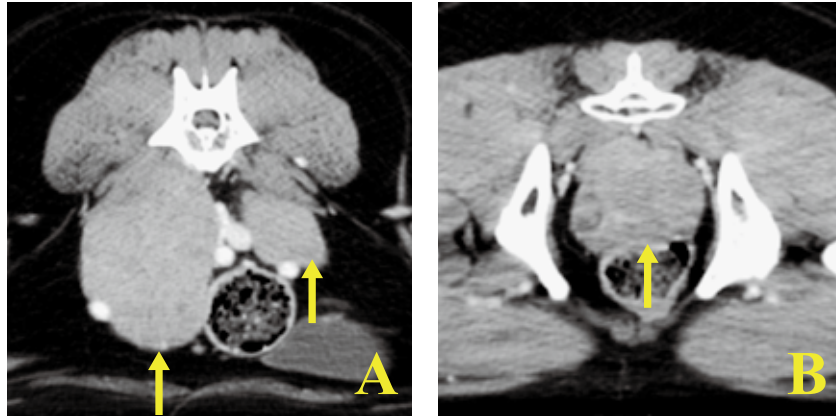


Fig.2 初診時の腹部 X 線 CT 所見

A : 左右腸骨下リンパ節が著しく腫脹している (矢印).

B : 仙骨リンパ節が著しく腫脹している (矢印).

左側内側腸骨リンパ節で 7.14cm, 右側内側腸骨リンパ節で 8.63cm, 仙骨リンパ節で 5.98cm であった。動物はこれまでに腫瘍性疾患の既往が無かったために, ASAC などを念頭に置き全身を精査したところ, 右側肛門嚢に一致する部位に直径約 1.5cm の腫瘍が確認された。ついで腹腔内腫瘍と肛門周辺の腫瘍病変との組織生検を行った。腹腔内腫瘍に対しては, 超音波エコー下で腫瘍周辺の血管を避けながら, ツルーカット生検 (14 Gauge) を行った。その結果, 両者から腺上皮由来と考えられる腫瘍細胞が確認された。

本症例に対する治療としては, 肛門周囲腫瘍は外科的に切除し, 腫脹した腰下リンパ節群に対し

放射線治療

以上の症例の腸下リンパ節群に対する放射線治療として, 強度変調放射線治療 (Intensity Modulated Radiation Therapy, IMRT) による治療を行った。放射線治療は直線加速器 (Linear accelerator, Elekta Synergy, Canon Medical, 栃木) を使用して実施し, まず計画 CT 検査によって得られた CT 画像を治療計画立案用のソフトウェア (Monaco, Elekta, Canon Medical, 栃木) に読み込み, 画像上で腫瘍組織の輪廓を描出した (Gross Tumor Volume, GTV)。次いで GTV に対して 4mm のマージンを付与した領域を Planning Target Volume (PTV) とし, PTV の 95% の領域が総処方線量 38Gy になることを治療計画の目標とした (6MV)。この総処方線量を 10 回 (週 2 回) に分割して照射した。放射線治療時には, 症例は毎回プロポフォール (to effect iv,

ては切除が困難であると判断し, 放射線治療を計画した。放射線治療に先立って切除された肛門周辺腫瘍の病理組織学的検査では, 類円形から多角形の腫瘍細胞が, 小葉状, 胞巣状, 管状に配列しながら充実性に増殖していることが確認された。腫瘍細胞は好酸性の細胞質を少量から中程度有しており, 核は類円形から楕円形で明瞭な核小体を有していた。これらのことから腫瘍細胞はアポクリン腺上皮由来と考えられ, 本症例は病理組織学的に肛門嚢アポクリン腺癌 (ASAC) と診断された。また, 腫脹した腰下リンパ節群は ASAC の転移病巣である可能性が強く示唆され, 総合的に臨床ステージ 3b であると診断された。

プロポフォール 1%™, ヴィアトリス・ヘルスケア, 東京) による麻酔導入し, 挿管後はセボフルラン (セボフレ™, 丸石製薬, 大阪) による吸入麻酔で維持して行った。

放射線治療の効果判定は, ヒト医学領域における固形がんの治療効果判定のための新ガイドライン (RECIST ガイドライン) 中のリンパ節病変の評価基準にしたがって行った [3]。すなわち, 放射線治療の対象とした各リンパ節の X 線 CT 画像上での短径を測定し, それらの各リンパ節の短径の径和の変化を経時的に観察した。そしてすべてのリンパ節が 1cm 以下に縮小した場合を CR (complete remission), 径和が 30% 以上減少した場合を PR (partial remission), 20% 以上の増大を PD (progressive disease), PR 以下の縮小あるいは PD 以上の増大がない場合を SD (stable diseases) とした。

放射線治療後の経過

放射線治療中は一過性の下痢が認められたが、対症療法のみで改善した。放射線治療の最終治療（10 回目治療）終了時直後に行った X 線 CT 検査では腫脹体積の縮小が認められ、評価対象とした 3 つのリンパ節の短径の径和は治療前の 67% まで縮小し、PR と判定された。また胸腔内や腹腔内へのその他の遠隔転移巣は確認できなかった。その後、経時的に X 線 CT 検査を行ったが、腰下

リンパ節群は縮小を続け、治療終了 4 ヶ月後の X 線 CT 検査では 41% まで (Fig.3), また 10 ヶ月後の検査で 24% まで縮小した。また血中 Ca 濃度もリンパ節の縮小に従って正常化した。臨床症状は治療後に改善し、良好な一般状態へと回復した。現在、放射線治療開始から 1262 日が経過しているが、臨床的には特に問題なく通常の生活を送ることができている。

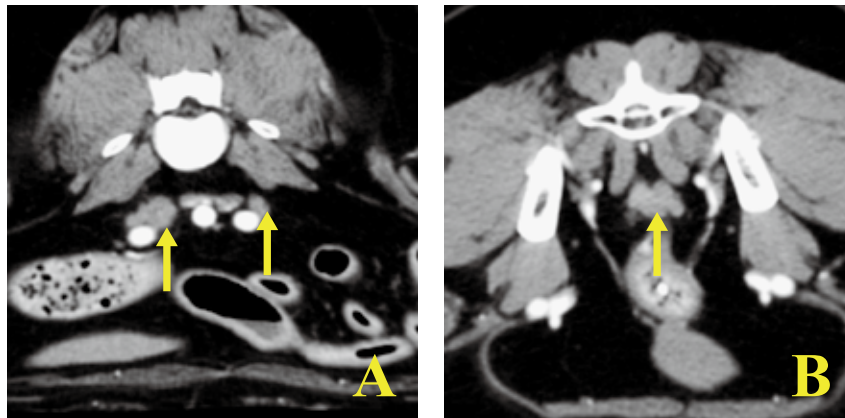


Fig.3 治療終了 4 ヶ月後の腹部 X 線 CT 所見

Fig.2 に比較して、A：左右腸骨下リンパ節，B：仙骨リンパ節が縮小していることが分かる（矢印）。

考 察

犬の ASAC は代表的な悪性腫瘍であると認識されており、特に腰下リンパ節群に対する転移が高率に起こることがよく知られている。ある研究報告では診断時に 79% が遠隔転移を起こしており、72% は局所リンパ節への転移であったと報告している [1]。またリンパ節転移の有無は ASAC 症例の予後にも影響することが知られており、ある報告では、リンパ節転移が存在している例の MST が約 20 ヶ月（600 日）であったのに対して、無かった例では 29.3 ヶ月（879 日）であった [4]。また別の報告では、リンパ節転移に対して処置を行わなかった例の MST は 422 日であったのに対して、リンパ節転移に対して外科的切除を行った例の MST は 529 日であった [10]。以上のことから ASAC におけるリンパ節転移の有無や、それに対する治療の有無は、症例の生存期間に対して大きな影響を与えられられる。

このような症例に対する治療法としては、転移巣に対する外科的切除が考えられる。Hobson らは比較的大型の腸骨リンパ節に対する転移巣を外科的に切除した 5 症例を報告しており、外科手術の有用性を報告している [7]。しかしながら、5 症例の生存期間の中央値は 20.6 ヶ月（618 日）であり、その治療成績は必ずしも良好とは言えない。またこのような外科的切除では、術中の大量出血が重要な合併症になるといった報告も見られる [8]。本症例においても腫大したリンパ節は腹腔内の主要な血管と隣接しており、手術による摘出を困難にしていると考えられた。以上のことからこのような症例に対する外科的手術による治療法は、可能ではあるが危険性を伴い、また臨床的な効果も十分には保障されない可能性が考えられる。

一方、近年、このようなリンパ節転移を伴う ASAC 症例に対して放射線治療を応用した報告が見られるようになった。Faletti らは 5 症例に対して stereotactic radiation therapy (SRT, 8Gy × 3 回/wk) を行った結果、CR と PR が 1 症例ずつ得られたことを報告している [5]。また Martin らは 25 症例に対して stereotactic body radiation therapy (SBRT, 総線量 30 ~ 37.5Gy) による治療を行った結果、CR が 21%、PR が 58% の症例で確認されたことを報告している [9]。今回我々は、ASAC の転移による腫大した腰下リンパ節群

に対して IMRT による総線量 38Gy の放射線治療を実施した結果、従来の報告と同様に良好な治療成績が得られ、腰下リンパ節群の縮小と臨床症状の改善が確認され、現在のところ 1200 日を越えても良好な状態で生存中である。さらに骨盤腔内には膀胱や直腸などの放射線の副作用を十分に検討すべき臓器が含まれているが、今回の症例では、治療中に一過性的下痢が認められたのみであり、直腸や膀胱に対する放射線の重篤な副作用は観察されなかった。

以上のことから、外科的切除が困難な腰下リンパ節群への転移を伴う ASAC に対する治療法として、放射線治療は一手段として考慮すべきであると考えられた。今後は同様の症例を蓄積しながら、その治療効果と骨盤腔内臓器に対する副作用の発現等に注目して検討を継続し、切除不可能な腰下リンパ節群の悪性腫瘍の転移性病変に対する治療の一手段として、放射線治療を確立していく必要があるものと考えられた。

引用文献

1. Bennett, P. F., DeNicola, D. B., Bonney, P., Glickman, N. W. and Knapp, D. W. Canine anal sac adenocarcinomas: clinical presentation and response to therapy. *J Vet Intern Med* 16: 100-104. 2002.
2. Davey, E. L. and Prpich, C. Y. Outcomes of dogs with apocrine gland anal sac adenocarcinoma treated via modified closed anal saccullectomy (2015-2022) . *Vet Surg* 53: 973-979. 2024
3. Eisenhauer, E. A., Therasse, P., Bogaerts, J., Schwartz, L. H., Sargent, D., Ford, R., Dancey, J., Arbuck, S., Gwyther, S., Mooney, M., Rubinstein, L., Shankar, L., Dodd, L., Kaplan, R., Lacombe, D. and Verweij, J. New response evaluation criteria in solid tumours: revised RECIST guideline (version 1.1) . *Eur Cancer* 45: 228-247. 2009.
4. Emms, S. G. Anal sac tumours of the dog and their response to cytoreductive surgery and chemotherapy. *Aust Vet J* 83: 340-343. 2005.
5. Faletti, C. and Van Asselt, N. Stereotactic radiotherapy for advanced canine anal sac adenocarcinoma: an exploratory study. *Vet Radiol Ultrasound* 65: 31-35. 2024.
6. Griffin, M. A., Mayhew, P. D., Culp, W. T. N., Giuffrida, M. A., Telek, S., Singh, A., Oblak, M. and Swanton, E. Short- and long-term outcomes associated with anal saccullectomy in dogs with massive apocrine gland anal sac adenocarcinoma. *J Am Vet Med Assoc* 261: 1-8. 2023.
7. Hobson, H. P., Brown, M. R. and Rogers, K. S. Surgery of metastatic anal sac adenocarcinoma in five dogs. *Vet Surg* 35: 267-270. 2006.
8. Huerta, Y., De Mello Souza, C. H., Selmic, L. E., McGrath, A., Skinner, O. T., Dark, K. V., Traverson, M., Snell, W. L., Maxwell, E. A., Bertran, J. and Hasiuk, M. M. M. Complications associated with iliosacral lymphadenectomy in dogs with metastatic apocrine gland anal sac adenocarcinoma. *Can Vet J* 63: 929-934. 2022.
9. Martin, T. W., Chang, T., Boss, M. K., Janssens, B. and LaRue, S. M. Retrospective Study Evaluating the Outcome and Efficacy of Stereotactic Body Radiation Therapy for the Treatment of Metastatic Abdominal Lymph Nodes in Dogs With Apocrine Gland Anal Sac Adenocarcinoma. *Vet Comp Oncol* 23: 257-266. 2025.
10. Potanas, C. P., Padgett, S. and Gamblin, R. M. Surgical excision of anal sac apocrine gland adenocarcinomas with and without adjunctive chemotherapy in dogs: 42 cases (2005-2011) . *J Am Vet Med Assoc* 246: 877-884. 2015.
11. Swan, M., Morrow, D., Grace, M., Adby, N. and Lurie, D. Pilot study evaluating the feasibility of stereotactic body radiation therapy for canine anal sac adenocarcinomas. *Vet Radiol Ultrasound* 62: 621-629. 2021.

症 例

切除困難な胸腺腫に対し放射線治療を行った犬の2例

上野宥那, 西山優太, 福山泰広, 圓尾拓也

[2025年8月8日受付・2025年9月1日受理]

Clinical Case

Radiation therapy for two dogs with thymoma

Hirona Ueno, Yuta Nishiyama, Yasuhiro Fukuyama, Takuya Maruo

Laboratory of Veterinary Radiology, Azabu University

要 約

犬の胸腺腫は外科切除が第一選択とされるが、腫瘍の大きさや位置により切除が困難な場合もある。本報告では、切除困難と判断された胸腺腫に対して放射線治療を行った2症例を紹介する。症例1は11歳のダックスフンドで胸腺腫と診断され、放射線治療（30Gy/4回/5週間）を実施した。照射後には縮小していたものの、半年後に再発し、再照射を行なったが死亡した。症例2は11歳の秋田犬で、プレドニゾン投与により腫瘍が縮小し、放射線治療（30Gy/4回/4週間）を実施したところ、腫瘍は縮小し3年にわたり腫瘍制御が得られた。両症例ともに放射線治療による腫瘍縮小が認められ、特にプレドニゾンとの併用で麻酔リスクを軽減しながら治療が可能となることが示された。切除困難な胸腺腫における有効な治療選択肢として、放射線治療の有用性が再確認された。

キーワード：胸腺腫, 放射線治療, 犬

Abstract

The first-line treatment for canine thymoma is surgical resection, but this can be difficult depending on the tumor's size and anatomical location. This report describes two cases of thymoma deemed unresectable and managed with radiation therapy. Case 1 was an 11-year-old dachshund diagnosed with thymoma and treated with 30 Gy in four fractions over 5 weeks. The tumor initially shrank but recurred 6 months later, and despite re-irradiation, the dog ultimately died. Case 2 was an 11-year-old Akita in which tumor shrinkage was first achieved with prednisolone, followed by radiation therapy (30 Gy in four fractions over 4 weeks). Significant shrinkage was observed, and tumor control was maintained for 3 years. In both cases, measurable tumor shrinkage was achieved with radiation therapy, and the addition of prednisolone allowed for effective treatment while reducing anesthetic risk. These cases reaffirm the potential value of radiation therapy, particularly in combination with corticosteroids, as an effective treatment option for dogs with unresectable thymoma.

麻布大学獣医学部獣医放射線学研究室

連絡責任者：圓尾拓也

神奈川県相模原市中央区淵野辺1-17-71

電話 042-754-7111 FAX 042-769-2418

Email : maruo@azabu-u.ac.jp

Key words : thymoma, radiation therapy, dog

はじめに

犬の胸腔内腫瘍では、前縦隔に発生する腫瘍が多く、胸腺腫、胸腺癌、ケモデクトーマ、異所性甲状腺癌などが含まれる [1, 3-5]。胸腺腫は中高齢犬に発生する良性腫瘍であるが、腫瘍の増大により呼吸困難を引き起こすことや、重症筋無力症や高カルシウム血症といった腫瘍随伴症候群を呈する場合がある [5]。

治療法としては外科切除が第一選択であり、良好な予後が期待される [9, 12, 17, 22]。報告されている生存期間は 635 ~ 1137 日であり [2, 12, 17]、一方で周術期死亡率は 20 ~ 27% とされる [5]。また、人の胸腺腫の病期分類（正岡-古賀分類）を犬に適用した報告では、皮膜外浸潤を伴う高ステージでは生存期間が短いとされている [5, 12]。外科以外の治療として、プレドニゾロン [21]、化学療法 [17]、放射線治療 [7-8, 11, 13, 17, 19-20] が試みられている。

放射線治療では、3 ~ 23 回の分割照射が実施され、生存期間中央値は 248 日との報告がある [19]。しかし、放射線治療を行う施設は限られており、報告数も少ない [7]。本報告では、切除困難と診断された胸腺腫に対して放射線治療を実施した 2 例について、文献的考察を交えて報告する。

症例 1

11 歳・不妊雌のミニチュア・ダックスフンド (7.0kg)。数ヵ月前より嘔吐が断続的に認められ、1 ヶ月前から食欲低下も加わったため紹介病院を受診した。胸部 CT 検査で前縦隔腫瘍と食道拡張が確認され、細胞診にて胸腺腫が疑われた。プレドニゾロン 0.5mg/kg を 1 日 1 回経口投与したところ症状は改善したが、腫瘍の占拠範囲が広く、外科的切除は困難と判断されたため、放射線治療目的で当院を紹介受診した。治療に先立ち、再増大の可能性や肺炎などの放射線関連毒性、全身麻酔のリスクについて説明・同意を得たうえで放射線治療を実施した。

CT 撮影および放射線治療は、全身麻酔下で実施した。麻酔前投与薬としてアトロピン硫酸塩水和物（田辺三菱製薬製アトロピン硫酸塩注射液）を 0.025mg/kg、皮下注射し、15 分後にプロポフォール（Rapinivet, 武田シェリングブラウアニマルヘルス）6 mg/kg を静脈投与して導入し、咽喉頭反射が低下したところで気管挿管を実施した。維持麻酔にはイソフルラン（Mylan 社製 Isoflurane for Animals）を使用した。放射線治療は、伏臥位で実施するため、バキュームピロー（ESF-19DN, エンジニアリングシステム社, 松本市）を使用して動物の体位を安定させた。

治療計画は CT 装置（Asteion, 東芝メディカル, 東京）を用いた。腫瘍の正確な部位の同定と周囲正常組織との位置関係を把握するため、毎回の照射前に CT 撮影を実施した。撮影後の CT 画像は、三次元治療計画ソフトウェア（XiO, Elekta 社, 東京）に取り込み、放射線治療を計画した。治療計画は、マルチリーフコリメータ（MLC）（アイ

ソセンターで 1 cm 幅）を用い、計画標的体積 (PTV) は腫瘍実体積 (GTV) と一致するよう 5 mm のマージンで設定した。腫瘍は前縦隔部にとどまらず心臓の近傍にまで達していたため、肺の被ばくを低減させる目的で 90 度 - 270 度の対向 2 門で照射計画を立てた。腫瘍体積が照射中に著しく変化した場合には、新たな治療計画を作成して対応した。

放射線照射は、6MV リニアック（Primus, 東芝メディカル, 東芝）を使用した。3D コンフォーマル放射線治療 (3D-CRT) 法で照射を行った。線量プロトコールは、年末年始を含むため、4 週間ではなく 5 週間に総線量 30Gy を 4 回に分けて照射する小分割照射を採用した。この CT 装置は、放射線治療装置と同室にあり、CT 撮影後に寝台を 180 度回転することでリニアック側に向き、動物を寝台から移動させることなく位置の誤差の補正を行うことが可能であった。照射前には毎回 CT 撮影を行い、症例の照射位置の正確性を確認した。治療中は臨床症状と、CT で肺野の撮影を行い、放射線障害の有無を確認した [10]。2 回目以降は初回照射時と比べると腫瘍は著しく縮小したが、3 回目以降の縮小は緩徐となった。放射線治療に起因する肺炎や心膜炎は認められなかった (図 1)。

6 ヶ月後、嘔吐が頻回に認められたため、CT 撮影を行った。胸水貯留を認め、明瞭な前大静脈は確認できなかった (図 2)。このため前縦隔部の腫瘍に対して再照射を実施した (15Gy/ 2 回)。胸水は再照射の初回、2 回目とも 100mL 抜去した。胸水の性状は変性漏出液であり、リンパ球を主体としていた。その後も胸水を抜去していたが、1 ヶ月後に死亡した。

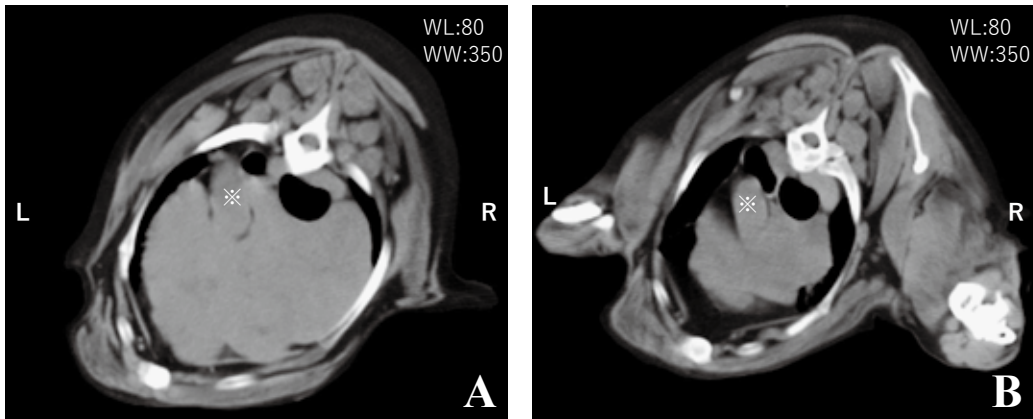


図1 症例1の治療前後のCT像

大動脈弓レベル（※）で治療前（A）と4回の治療終了時（B）を比較すると、腫瘍は縮小し、肺野は拡大していた。

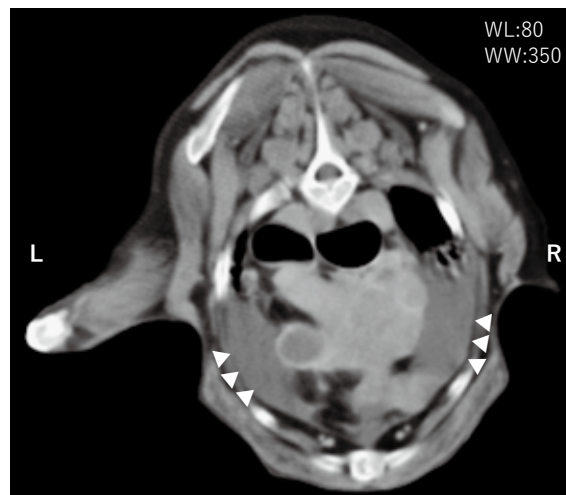


図2 症例1の半年後のCT像

前縦隔部の胸部横断面像。胸腔内の胸水（矢頭）を認め、明瞭な前大静脈は確認できなかった。

症例2

秋田犬、不妊雌、11歳、28.3kg。6ヵ月前に食欲不振で紹介動物病院を受診、前縦隔腫瘍を認め細胞診にて胸腺腫と診断された。胸水貯留があり、プレドニゾロンの経口投与を開始したところ胸水は漸減した。その後、症状は安定していたが、3ヵ月前に高Ca血症のためプレドニゾロンの投与を再開し放射線治療を目的として紹介受診した。紹介時のプレドニゾロンの投与量は0.33mg/kg、1日1回であった。胸部X線画像では、気管を背側に、心臓を尾背側に変位させる前縦隔腫瘍があり（図3）、麻酔リスクが高いと判断し、プレドニゾロンを0.7mg/kgに増量した。1週間後、腫瘍が縮小し肺野が拡大したことを確認し、放射線

治療を実施することとした（図3）。

治療計画のためのCT画像では、腫瘍は心臓の左側まで到達していた（図4）。照射は週1回、合計4回の照射を行った。症例2の治療計画も症例1と同様にCT画像を基に作成し、腫瘍体積（GTV）に5mmのマージンを加えて照射野を設定した。照射法は対向2門を用い、総線量30Gyを照射した。麻酔覚醒は問題なかった。次週以降、1週間毎に残り3回の照射を実施した。最終照射時のCT画像で腫瘍の縮小が確認された（図4）。放射線照射に起因する症状は認められなかった。その1年後、CTを撮影したところ、さらに縮小していた（図5）。その後も再発兆候はなく、3年3ヵ月後、老衰で死亡した。

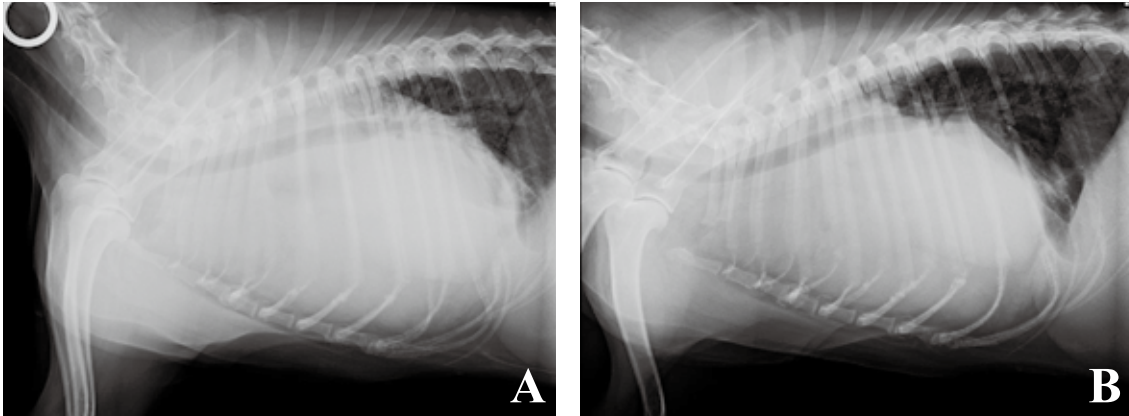


図 3 症例 2 の X 線像

初診時 (A) とプレドニゾン投与 1 週間後 (B) の胸部 X 線側方像。腫瘍は縮小し、肺野は拡大していた。

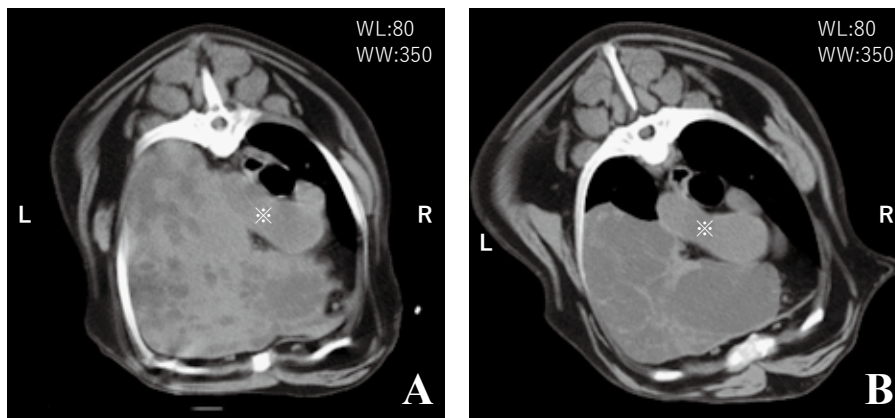


図 4 症例 2 の治療前後の CT 像

大動脈弓レベル (*) で治療前 (A) と 4 回の治療終了時 (B) を比較すると、腫瘍は縮小し、肺野は拡大していた。



図 5 症例 2 の治療終了 1 年後の CT 像

腫瘍はさらに縮小していた。

考 察

腫瘍治療においては、術前に腫瘍の縮小を目的としたネオアジュバント療法が行われることがある [6, 12]. 一般的には化学療法剤が用いられるが、胸腺腫においては化学療法の効果は限定的であり、腫瘍自体よりもリンパ球系細胞に対する効果が主であると考えられている [5]. また、胸腺腫のリンパ球系組織に対してはプレドニゾロンの反応性が報告されており [21], 放射線治療前に投与されることがある. 症例 2 においては、プレドニゾロン増量後に胸部 X 線画像において腫瘍の縮小と肺野の拡大が確認された. これらより、プレドニゾロンの使用により腫瘍縮小が得られたことで、全身麻酔の安全性が向上したと考えられた. したがって、胸腺腫に対しては、ネオアジュバントとしてプレドニゾロンが有効な場合があるため行う価値があることが示された.

胸腺腫の治療としては外科的切除が第一選択とされているが [5, 9, 12, 17, 22], 腫瘍が巨大な場合には、手術体位である仰臥位の保持自体が困難であることがある. また、胸腺腫はリンパ球系組織であるため放射線感受性が高く、急速な縮小効果を得られる場合があり [18, 20], ネオアジュバント療法として放射線治療が選択されることもある [6]. 腫瘍容積が減少することで、胸腔内操作の難易度が低下する可能性がある. しかしながら、人においてはネオアジュバントとしての放射線治療は生存期間の延長に寄与しないとする報告もあり [6], これは原疾患のステージが高いことが要因とされている. 本報告の 2 症例においても、照射後に腫瘍の縮小が確認されており、手術をするとしてもネオアジュバント療法として一定の効果を果たしていたと考えられる.

胸腺腫では前（上）大静脈の外因性圧迫／閉塞により前（上）大静脈症候群を呈し、その結果として胸水を合併し得る. 実際、胸腺腫に前（上）大静脈症候群と同側胸水を伴った症例報告があり、また前（上）大静脈症候群では約 60% に胸水が認められるとされる [4, 15, 16]. 獣医領域でも胸腺腫に伴う前大静脈症候群と乳び胸の同時発生が報告されている [14]. 症例 1 では放射線治療終了から 6 ヶ月後の CT でも明瞭な前大静脈像は認められず、胸水貯留が認められたことから外部からの前大静脈の圧迫があると考えられた. このことから症例 1 では腫瘍の縮小効果が得られた時点で切除可能性を再評価し、適応があれば検討することが妥当と考えられた. 症例 2 では、放射線治療単独により腫瘍縮小と長期的な腫瘍制御が得られ、結果的に老衰まで至った. プレドニゾロンとの併用により臨床症状の安定化も得られており、放射線治療単独でも有効な治療選択肢となり得ることが示唆された. しかしその一方で、切除による予後の延長が期待される症例であれば、縮小効果が得られた時点で手術を検討することも重要であると考えられた.

これらの結果より、胸腺腫においては、浸潤を伴わないが腫瘍が巨大で切除困難な症例において、放射線治療により腫瘍の縮小が得られた場合、縮小後の切除は十分に検討に値する選択肢であると考えられる. また、プレドニゾロンの術前使用や、放射線治療の導入によって、安全性と治療効果の両立を図るアプローチが今後の犬の胸腺腫の標準治療においても重要になると考えられる.

引用文献

- 1) Atwater, S. W., Powers, B. E., Park, R. D., Straw, R. C., Ogilvie, G. K., and Withrow, S. J.: Thymoma in dogs: 23 cases (1980-1991) . *J. American Vet. Med. Assoc.*, 205 (7) :, 1007-1013. 1994
- 2) Carroll, K. A., Mayhew, P. D., Culp, W. T. N., Massari, F., Peláez, M. J., Steffey, M. A., Giuffrida, M., Balsa, I. M., Gibson, E. A., Farrell, M. A., Singh, A., Buote, N., Scharf, V. F., Brissot, H., and Thomson, C.: Thoracoscopic removal of cranial mediastinal masses in dogs is associated with a low conversion rate, excellent survival to discharge, and good long-term outcome. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 262 (10) : 1-8. 2024.
- 3) Day M. J.: Review of thymic pathology in 30 cats and 36 dogs. *J. Small Animal Pract.*, 38 (9) : 393-403. 1997.
- 4) Das, A., Pandit, S., Choudhury, S., Das, S. K., & Basuthakur, S.: Superior vena caval syndrome and ipsilateral pleural effusion: A rare presentation of anterior mediastinal thymoma. *Lung India : official organ of Indian Chest Society*, 31 (4) : 383-386. 2014
- 5) de Mello Souza C. H.: Miscellaneous Tumours: Thymoma. In: Vail D. M., Thamm D. H., and Liptak J. M., editors. *Withrow & MacEwen's Small Animal Clinical Oncology*. 6th ed. St. Louis: Saunders Elsevier, pp.

- 778–780. 2020.
- 6) Falkson, C. B., Vella, E. T., Ellis, P. M., Maziak, D. E., Ung, Y. C., and Yu, E.: Surgical, Radiation, and Systemic Treatments of Patients With Thymic Epithelial Tumors: A Systematic Review. *J. Thoracic Oncol.*, 18 (3) : 299–312. 2023.
 - 7) Goto, S., Murakami, M., Kawabe, M., Iwasaki, R., Heishima, K., Sakai, H., and Mori, T.: Hypofractionated radiation therapy in the treatment of canine thymoma: Retrospective study of eight cases. *Vet. Radiol. Ultrasound*, 58 (5) : 613–620. 2017.
 - 8) Hitt, M. E., Shaw, D. P., Hogan, P. M., Lennon, V. A., and Amann, J. F.: Radiation treatment for thymoma in a dog. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 190 (9) : 1187–1190. 1987.
 - 9) Hylands R.: Veterinary diagnostic imaging. Thymoma. *Can. Vet. J.*, 47 (6) : 593–596. 2006.
 - 10) Ladue, T., Klein, M. K., and Veterinary Radiation Therapy Oncology Group.: Toxicity criteria of the veterinary radiation therapy oncology group. *Vet. Radiol. Ultrasound*, 42 (5) : 475–476. 2001.
 - 11) LaRue, S. M., Gillette, S. M., and Poulson, J. M.: Radiation therapy of thoracic and abdominal tumors. *Seminars Vet. Med. Surg., (small animal)* : 10 (3) : 190–196. 1995
 - 12) Martano, M., Buracco, P., and Morello, E. M.: Canine Epithelial Thymic Tumors: Outcome in 28 Dogs Treated by Surgery. *Animals*, 11 (12) : 3444. 2021.
 - 13) Meleo K. A.: The role of radiotherapy in the treatment of lymphoma and thymoma. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.*, 27 (1) : 115–129. 1997.
 - 14) Peaston AE, Church DB, Allen GS, Haigh S.: Combined chylothorax, chylopericardium, and cranial vena cava syndrome in a dog with thymoma. *J Am Vet Med Assoc.*, 197 (10) :1354–1356. 1990.
 - 15) Rice, T. W., Rodriguez, R. M., Barnette, R., & Light, R. W.: Prevalence and characteristics of pleural effusions in superior vena cava syndrome. *Respirology (Carlton, Vic.)* , 11 (3) : 299–305. 2006.
 - 16) Rice T. W.: Pleural effusions in superior vena cava syndrome: prevalence, characteristics, and proposed pathophysiology. *Current opinion in pulmonary medicine*, 13 (4) : 324–327. 2007.
 - 17) Robat, C. S., Cesario, L., Gaeta, R., Miller, M., Schrempp, D., and Chun, R.: Clinical features, treatment options, and outcome in dogs with thymoma: 116 cases (1999-2010) . *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 243 (10) : 1448–1454. 2013.
 - 18) Rohrer Bley, C., Meier, V., and Schneider, U.: Dosimetric benefit of adaptive radiotherapy in the neoadjuvant management of canine and feline thymoma-An exploratory case series. *Vet. Comp. Oncol.*, 16 (3) : 324–329. 2018.
 - 19) Smith, A. N., Wright, J. C., Brawner, W. R., Jr, LaRue, S. M., Fineman, L., Hogge, G. S., Kitchell, B. E., Hohenhaus, A. E., Burk, R. L., Dhaliwal, R. S., and Duda, L. E.: Radiation therapy in the treatment of canine and feline thymomas: a retrospective study (1985-1999) . *J Am. Anim. Hosp. Assoc.*, 37 (5) : 489–496. 2001.
 - 20) Trageser, E., Martin, T., Hoaglund, E., Leary, D., LaRue, S., and Boss, M. K.: Outcomes of dogs with thymoma treated with intensity modulated stereotactic body radiation therapy or non-modulated hypofractionated radiation therapy. *Vet. Comp. Oncol.*, 20 (2) : 491–501. 2022.
 - 21) Wada, Y., Yamazaki, H., Tanaka, M., Kaneguchi, A., Tanaka, T., Akiyoshi, H., and Noguchi, S.: Radiotherapy-induced tumor lysis syndrome in a dog with thymoma. *J. Vet. Med. Sci.*, 83 (8) : 1290–1294. 2021.
 - 22) Zitz, J. C., Birchard, S. J., Couto, G. C., Samii, V. F., Weisbrode, S. E., and Young, G. S.: Results of excision of thymoma in cats and dogs: 20 cases (1984-2005) . *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 232 (8) : 1186–1192. 2008.

山口獣医学雑誌投稿規程

- 山口獣医学雑誌（以下、「雑誌」という。）に関する原稿の取り扱い、この規程による。
- 原稿は、Microsoft Word等のコンピューターソフトを用いて作成し、原稿（図表等を含む）の電子ファイルを学会事務局へ電子メールの添付書類にて提出する。電子メールで送信できない場合は、プリントアウトした原稿2部（図表等を含む）とそれらのファイルを保存したCD-ROM等を学会事務局あて送付する。
- 原稿は、編集委員会において審査し、原稿の採否及び掲載の順位は、編集委員会が決定する。ただし、編集委員会は、内容に応じて専門家に原稿の審査を依頼することができる。また、審査の過程で著者への修正を求め、再審査を行うことがある。
- 審査の結果、採用と認められた原稿は、雑誌の印刷発刊後においても、原則として著者へ返却しない。
- 審査の結果、不採用と認められた原稿は、原則として、受付3か月以内に返却する。ただし、この場合、不採用の理由を明らかにする義務を負わない。
- 原稿は、原則として、刷り上がり6ページ（1ページ約2,400字）以内とする。制限ページ数を超過した分およびカラー写真については、著者実費負担とすることがある。ただし、編集委員会の依頼による総説論文の原稿は、この限りではない。
- 原稿は、表紙、和文・英文抄録、キーワード、文献、図表の説明等に分けて書く。
 - 電子ファイルのフォーマット：A4版用紙に横書き、1行40字×30行（目安）、明朝体12ポイントで、フッター中央にページ番号を記載する。
 - 表紙：原稿の種類、論文表題、著者名、所属施設ならびにこれらの英訳の順に記載する。下段に連絡著者の連絡先（氏名、住所、電話・FAX番号、電子メールアドレス）を明記する。
 - 和文・英文抄録：抄録は和文、英文ともに刷り上がり1ページ以内とする。和文と英文の要約の後に、原著で5語以内、短報では3語以内のキーワードを記載する。
- 図表並びに写真は、まとめて原稿の最後につけ、論文中にそれらを置く位置を指定する。
- 引用文献は、本文に引用したものに限り、著者名、論文題名、雑誌名、巻（号）、始頁～終頁、西暦年を明記し、原則としてアルファベット順に配列し、番号をつけ、下記の様式で記載する。

例 **雑誌**

和文： 5) 松本正弘・中村一夫：人および動物血液中の日本脳炎ウイルス中和抗体の分布と推移について、熱帯医学, 15 (6) : 272-285. 1975.

英文： 18) Lawrence J. E. and Clark, D. H. : The Lysis of Leptospire by Antiserum. Amer. J. Trop. Med. Hyg., 24 (2) : 250-260. 1975.

単行本

和文： 7) 山村雄一・石坂公成：免疫化学概論, 2版：15-18. 朝倉書店, 東京. 1973.

英文： 15) Smith, H. A., Jones, T. C. and Hunt, R. D. : Veterinary Pathology. 4th ed. Lea & Febiger Pub., Philadelphia. U.S.A. 1972.
- 外国人名、地名などは原語のまま記述し、数字は算用数字、度量衡はメートル法による。
- 印刷の校正は編集委員が行う。ただし、初校は著者も行うものとし、この場合、原則として、内容の訂正は認めない。
- 別刷は、100部まで無償で贈呈する。それ以上の部数については、著者実費負担とする。必要部数については、初校（著者校正）のとき、原稿の右上端に朱書するものとする。
- 掲載論文の著作権及び電子的形態による利用も含めた包括的な著作権は、公益社団法人山口県獣医師会に帰属する。
- この規程の改廃は、編集委員会において決定する。

附 則

- この規程は、平成24年12月13日から施行する。（第3項、第16項、第17項改正）
- この規程は、平成31年3月19日から施行する。（第2項、第6項～第17項改正）
- この規程は、令和4年5月12日から施行する。

山口獣医学雑誌編集内規

第1条 山口獣医学雑誌は、原則として毎年度、定期刊行する。

第2条 編集は家畜衛生、小動物医療、獣医公衆衛生及び関連領域の総説、原著、短報、資料等で会員等の寄稿原稿及び学会の依頼原稿について行う。

ただし、会員外の者が筆頭著者の場合は、投稿料20,000円を徴収する。

第3条 学会長は、学会運営委員の中から編集委員若干名を委嘱し、委員会を設置する。

第4条 学会長は、学会事務局に発刊、配付、寄贈、交換、広告取得等の事務を担当させる。

第5条 委員の任期は2年とする。ただし、再任を妨げない。

第6条 編集委員会

- (1) 委員会は、学会長が必要に応じて招集する。
- (2) 委員長並びに副委員長は、委員の互選による。
- (3) 委員会は、寄稿原稿の採否について審査する。
- (4) 委員会は、発行部数を決定する。

第7条 内規に定めない事項は、編集委員会において決定する。

第8条 内規の改廃については、編集委員会において決定する。

附 則

- 1 この内規は、昭和54年（1979年）10月13日から実施する。
- 2 平成22年11月18日一部改正（第1条、第2条、第8条）
- 3 平成24年12月13日一部改正（第2条、第3条、第6条、第8条）
- 4 平成31年3月19日一部改正（第1条、第8条）

山口県獣医師会関係事業および刊行物

事業概要

獣医学術の振興・普及・獣医療技術の向上、獣医事の適正化、動物愛護精神の高揚を基調として、畜産の振興、公衆衛生の向上並びに動物保健衛生の向上に関する事業を行い、人と動物による健全かつ豊かな生活と公共福祉の増進に寄与する。

学会・講習会・研修会

山口県獣医学会

1962年第1回開催、毎年1回開催、2025年現在、第61回学会を終了。

講習会・研修会

産業動物、小動物、獣医公衆衛生並びに同関係の講習・研修会を県獣医師会主催で開催するほか、中国地区獣医師会連合会、公益社団法人日本獣医師会、農林水産省、厚生労働省等との共催、後援等により年4～5回実施。

刊行物

[定期刊行物]

・山口県獣医師会会報

1961年6月創刊、毎月1回発行、現在（2025年12月）第775号を発刊。機関事業・方針、提言・要望、学会・学術情報・広報・行事開催、一般公開情報、関連統計等を掲載。

・山口獣医学雑誌

1974年1月創刊、毎年1回発行、現在（2025年12月）第52号を発刊。和文、英文の総説、原著、症例報告、短報等、論文を掲載。山口県獣医学会の機関誌として内外の学術誌と交換。

・山口県獣医学会抄録

毎年8月発刊

・研修・講習会テキスト

[不定期刊行物]

・技術マニュアル

・事業実施マニュアル

・創立記念号

30年の歩み、50年の歩み等

山口獣医学雑誌

第52号

2025年12月発行

編集委員長

度会雅久

編集委員

馬場健司

野村恭晴

下田宙

谷健二

柳澤郁成

発行責任者

公益社団法人 山口県獣医師会

会長理事 中村 滋

〒754-0073

山口県山口市小郡本町2丁目12番8号

TEL (083) 972-1174

FAX (083) 972-1554

E-mail yama-vet@abeam.ocn.ne.jp

http://www.yamaguchi-vet.or.jp

印刷所

ココニ印刷

山口県防府市大字台道10522番地

THE YAMAGUCHI JOURNAL OF VETERINARY MEDICINE

No. 52

DECEMBER

2025

CONTENTS

REVIEW

Myxosporean infections in marine fish : A review of Kudoa and Unicapsula
(Cnidaria : Myxozoon : Multivalvulida) in Japan

Hiroshi SATO 1 ~ 42

CLINICAL CASE

Spontaneous tongue carcinoma in a rabbit

Tomoya HARAGUCHI43 ~ 48

A Case of B-cell Chronic Lymphocytic Leukemia in a Cat

Hinata ARIYOSHI49 ~ 54

Radiotherapy for unresectable sublumbar lymph node metastasis of anal sac adenocarcinoma in a dog

Hirona UENO55 ~ 60

Radiation therapy for two dogs with thymoma

Hirona UENO61 ~ 66