

農林水産省委託事業

魚病情報資料

令和3年3月

公益社団法人日本水産資源保護協会

魚病情報資料

令和3年3月

本冊子は、魚病診断の際に寄生虫病ならびに真菌病を取り上げ、病原体の基本情報として分類、分布、特徴的な症状等の情報を掲載しました。特に、診断方法は病原体の形態観察時の要点や簡易診断手法の他、分子生物学的診断法による診断が主とされている病気については PCR プライマーの配列も記載しました。

ハダムシ症やエラムシ症といった総称で呼ばれる寄生虫症については、個々の宿主ごとに頁を分けず、一つの単元としてまとめて紹介しました。

なお、本冊子に掲載した病気に関して重要と思われる情報や、本冊子で紹介されていない疾病についても、重要と判断した論文や資料を選定した関係論文集を巻末に付しました。より深く情報を得るための糸口として御活用ください。

編集：公益社団法人日本水産資源保護協会 事業部

ウイルス病

アユの異型細胞性鰓病 (ACGD)

養殖アユに突然の大量死をもたらすウイルス病で、業界では「ボケ病」とも呼ばれる。

【病原体】

Plecoglossus altivelis poxvirus (PaPV)

ポックスウイルス科

コルドポックス亜科

未分類

二本鎖 DNA

エンベロープを持つ

200 ~ 300nm の卵形粒子

【地理的分布と宿主範囲】

東日本から西日本の養殖アユで発生が知られている。発病はアユでしか報告されていないが、河口周辺の海域で採取されたイワシ稚魚からもウイルスが検出されており、天然水域ではアユ以外にも感染が起こると推測される。遡上前の河口域で生活する稚アユや湖産稚アユでウイルスが検出されるものの、天然アユで特段の大量死亡が起こらないことから、これらのアユは成長とともに免疫を獲得すると推測される。多くの発生事例が人工生産種苗を用いた養殖に限られるはこのためと思われる。

【特徴的症状】

魚は餌食いが悪くなり、池の壁面に寄って、他の個体の後ろに回るような行動を起こす。また、鰓蓋を開けて遊泳する。死亡魚では、体色は黒化し、黄変した縞模様(トラ模様)になる場合もある。鰓は腫脹し、充血や出血で赤黒く見えることがある。内部所見では、肝臓がうっ血して赤黒く見える。病理組織では、二次鰓弁の上皮細胞が増生して二次鰓弁が癒合し、鰓は棍棒化を呈する。二次鰓弁の間には細胞質に好塩基性の封入体を持つ大型の異型細胞が多数見られる。この異型細胞中にウイルス粒子が観察される。

【診断法】

細菌性鰓病との鑑別が必要であるが、上記の鰓の外観所見が合致すること、診断・治療マニュアル(2011)に示されるように、病魚の鰓のスタンプ標本にディフクイック染色を施し、大型の細胞を確認する。または、鰓の抽出 DNA を試料とした PCR を行う。従来、マニュアルに示された BOKE30 プライマーが用いられてきたが、Koyama ら(2020)の PCR も用いられている。細胞でのウイルス分離は成功していない。

【防除法・治療法】

早期に発見し、治療を開始することが肝心で、本病が疑われた段階で直ちに給餌を止め、本病と診断されしだい治療を開始する。感染による鰓の呼吸機能不全で酸欠になりやすいので、魚の酸素消費量を減らすため、水車の向きを変えるなど池の水流を弱める。0.5 ~ 0.9% の塩水浴を 12 時間程度、あるいは 1.2 ~ 1.3% の塩水浴を 2 ~ 4 時間程度行う。この間、溶存酸素濃度の低下やアンモニア体窒素の上昇などの水質悪化に注意する。水質が保たれるならば、25 ~ 28℃程度に水温を保つと感染の広がりを抑え、群として早い回復が期待でき、

PCR : Koyama ら (2020):

A16L-1F 5' -GCCATTATAACTGGAATACTGGGTA-3'

A16L-1R 5' -TAGCGTTAGTTCAGCTACTGGATTT-3'

【防除法・治療法】

また、細菌性冷水病との混合感染が疑われる場合には、28～30℃にすることも有効である。養殖場内の感染源はまだ分かっていないが、感染耐過魚が最も疑われる。これらの魚との接触を断つため、飼育水や使用器具・器材などを分けるなど基本的な対策により防除効果が期待できる。

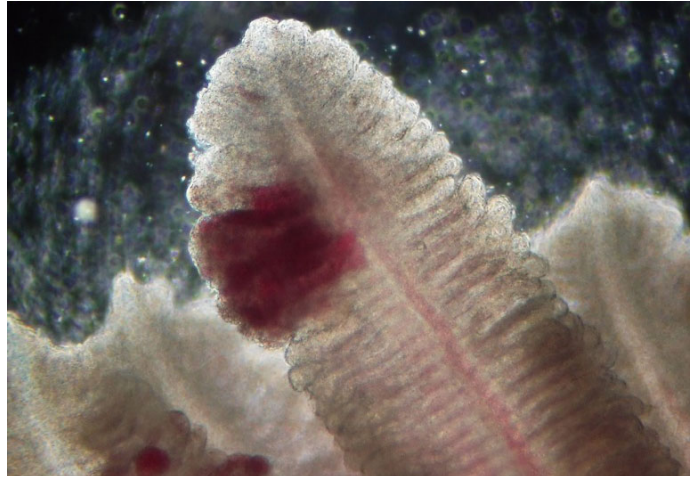
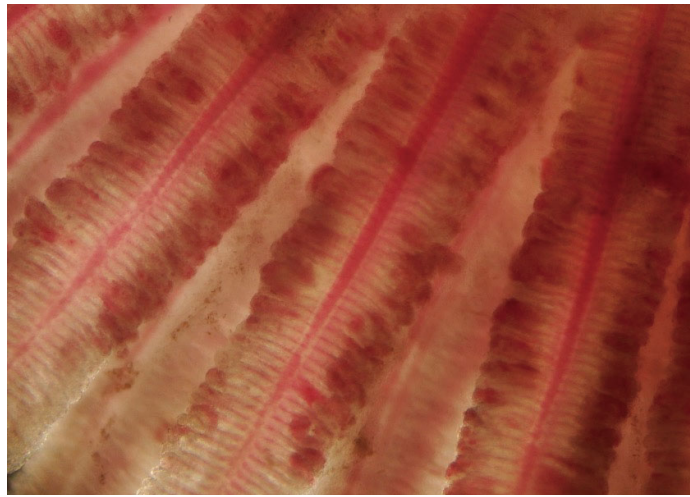
【参考文献】

- 日本水産資源保護協会 (2011): アユの異型細胞性鰓病 (Atypical Cellular Gill Disease : ACGD) 診断・治療マニュアル. 魚類防疫技術書シリーズ XXVII, p23.
- Koyama T., D. Komatsu, T. Uchino, Y. Midorikawa, G. Kato, T. Ishikawa, T. Nishimura, K. Takeda, H. Fukuda, S. Wada and M. Sano (2020): Development of new PCR and quantitative PCR protocols for the detection of *Plecoglossus altivelis* poxvirus-like virus in atypical cellular gill disease of ayu. *Fish Pathol.*, 55, 84-87.
- Nakayama, H., E. Uno, T. Ashizawa and S. Miwa (2016): PCR Detection of *Plecoglossus altivelis* poxvirus-like virus (PaPV) in wild ayu. *Fish Pathol.*, 51, 121-124.
- Wada, S., O. Kurata, K. Hatai, H. Ishii, K. Kasuya and Y. Watanabe (2008): Proliferative branchitis associated with pathognomonic, atypical gill epithelial cells in cultured ayu *Plecoglossus altivelis*. *Fish Pathol.*, 43, 89-91.
- Wada, S., H. Atami, O. Kurata, K. Hatai, K. Kasuya, Y. Watanabe and H. Fukuda (2011): Histopathology of gill lesions of ayu *Plecoglossus altivelis* clinically diagnosed with 'Boke' disease. *Fish Pathol.*, 46, 59-61.

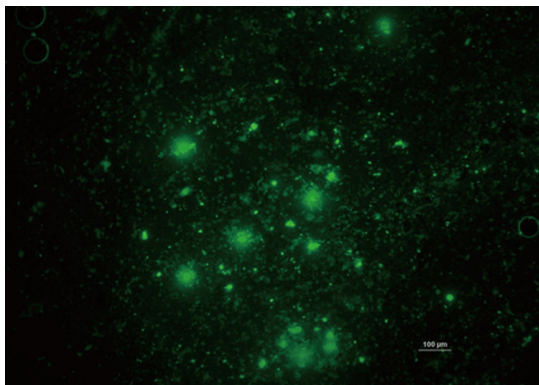


外観症状 体色は黒化し、黄変した縞模様（トラ模様）になる場合もある。鰓は腫脹し、充血や出血で赤黒く見える。(写真提供：栃木県水産試験場)

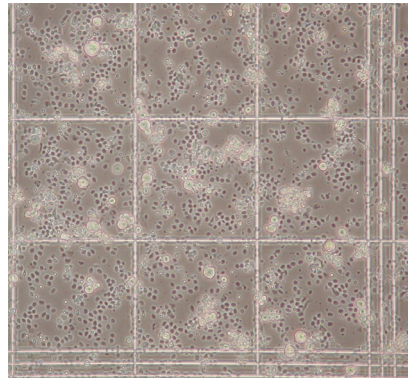




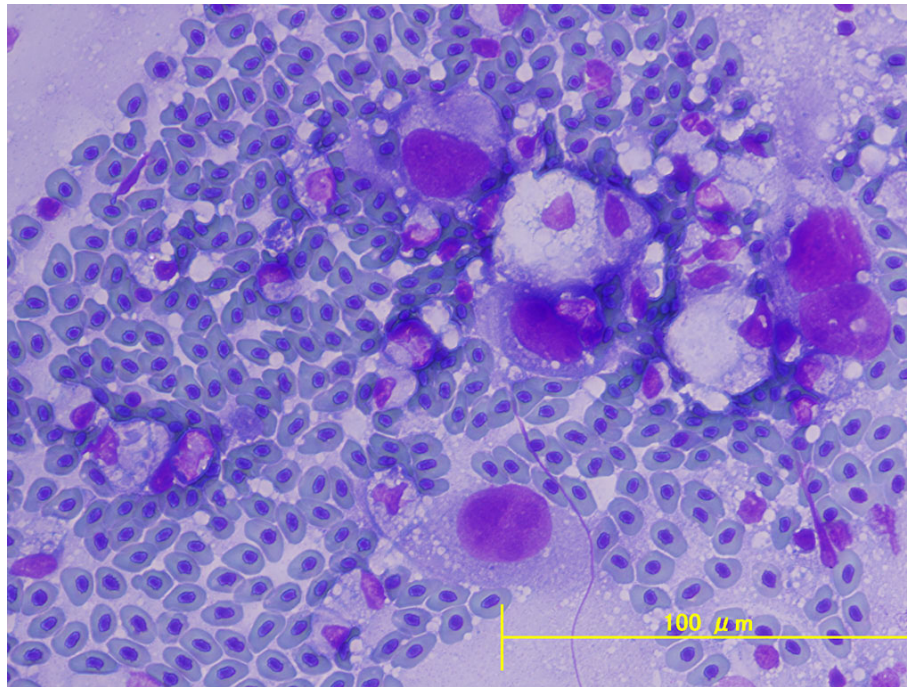
外観症状 アユ病魚鰓 鰓の腫脹，二次鰓弁の癒合がみられる。二次鰓弁に強い充血や出血が起こるものもある。(写真提供：栃木県水産試験場)



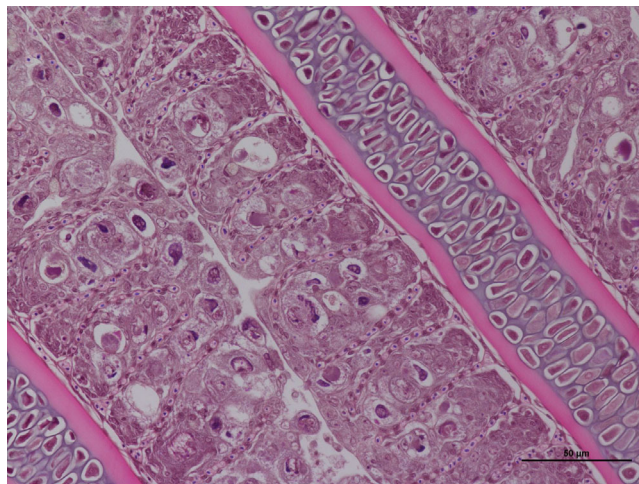
鰓の塗抹標本観察 鰓の塗抹標本に抗 PaPV ペプチド抗血清を用いた間接蛍光抗体染色を施すと，大型の細胞含め多数の陽性細胞が検出される。(写真提供：佐野元彦博士)



鰓の大型細胞 鰓の細胞を分離すると，歪な核を持つ大型の細胞が多数認められる。ただし，健常アユでも塩類細胞など大型の細胞が少数認められる。(写真提供：佐野元彦博士)



鰓の塗抹標本観察 鰓の塗抹標本をディフクイックで染色すると、細胞質が薄青色で核が赤紫色に染色される極めて大型の細胞が観察される。(写真提供：和田新平博士)



病理組織 病魚鰓 鰓は二次鰓弁の上皮細胞が増生して二次鰓弁が癒合し、棍棒化を呈する。二次鰓弁の間には細胞質に好塩基性の封入体を持つ大型の異型細胞が多数見られる。(写真提供：佐野元彦博士)

ウイルス性コイ浮腫症 (コイのウイルス性眠り病)

ポックスウイルスの感染症で、当歳魚のマゴイやニシキゴイの鰓に感染し、鰓の機能不全から低浸透圧により浮腫症状を呈する。また、同じウイルスによってニシキゴイにおいて当歳の秋以降の低水温期に眠り症状を引き起こす。

【病原体】

Carp edema virus (CEV)
ポックスウイルス科
未分類
二本鎖 DNA
エンベロープを持つ
333-400nm × 400-413nm の卵形粒子

【地理的分布と宿主範囲】

1970年代から日本において発生が知られる。ヨーロッパ諸国、米国、ブラジル、インドや中国など海外での発生報告があり、ニシキゴイの流通のある多くの国・地域でウイルスが検出されると推察される。本病に罹患する魚種は、コイ（マゴイおよびニシキゴイなど）に限られる。「浮腫症 (CEVD)」は当歳魚で発生し、「眠り病 (koi sleeping disease: KSD)」は当歳の秋以降から成魚まで罹患する。両病は同じウイルス (CEV) による異なる病態と考えられているが、マゴイから検出されるウイルスとニシキゴイから分離されるウイルスでは、遺伝子型が異なることが知られる。

【特徴的症狀】

原因ウイルスは、コイの鰓および体表に感染し、他の臓器には感染しない。二次鰓弁上皮細胞の球形・肥大化、その後の細胞増生を伴う鰓の棍棒化が特徴である。両病の最終的な症状は異なるが、鰓における主要な病変は同様である。鰓と体表での感染によって浸透圧調整が不調となり、鰓の棍棒化による呼吸困難と合わせて、浮腫症状や眠り症状を引き起こし、死に至らしめる。「浮腫症」では、体全体のむくみを主徴とし、急速に病徴が進み、大量死を引き起こす。「眠り病」では、元気を消失し、やがて水面や底面に横臥したり、水平バランスを崩すなどの異常遊泳がみられる。体表は粘液過多で、鰓の若干の褪色と腫脹、目の落ちくぼみなどがみられる。体表の出血がみられることもある。治療せずに放置すれば、5日~10日程度で死亡する。

【診断法】

病魚の診断には、鰓の抽出 DNA を試料とした PCR が用いられる。従来、親松ら (1997) の PCR 法が用いられてきたが、ヨーロッパで検出されるマゴイ由来のウイルスでは結果が安定しないことから、同じ遺伝子を標的とした次の改良法が用いられている。細胞でのウイルス分離は成功していない。

PCR : Matras ら (2017): nested-PCR も記載されている

【防除法・治療法】

本病に対し承認されているワクチンはないが、0.6%の塩水浴を1~2週間程度継続することにより病徴が回復する。この時、20~25℃に加温すると回復が早い。感染耐過魚はウイルスキャリアーとなり、輸送や水温変化などのストレスによりウイルスが活性化し、感染源となるので注意が必要である。感染耐過魚以外にも他の魚種がベクターとなるとの報告もある。路地の稚魚池で発生する「浮腫症」は、池を塩素などで消毒し、池干しすることは発生防止に重要である。越冬ハウス池などで発生する「眠り病」では、感染耐過した魚との接触と水を介した水平感染を断つことが基本で、飼育水や使用器具・器材などを分けるとともに、受精卵のヨード剤での消毒も有効と考えられる。従って、KHV への基本的な防疫対策で本病への防除効果も期待できる。

PCR : Matras ら (2017): nested-PCR も記載されている
CEV forB : 5' -ATGGAGTATCCAAAGTACTTAG-3'
CEV revJ : 5' -CTCTTCACTATTGTGACTTTG-3'

【参考文献】

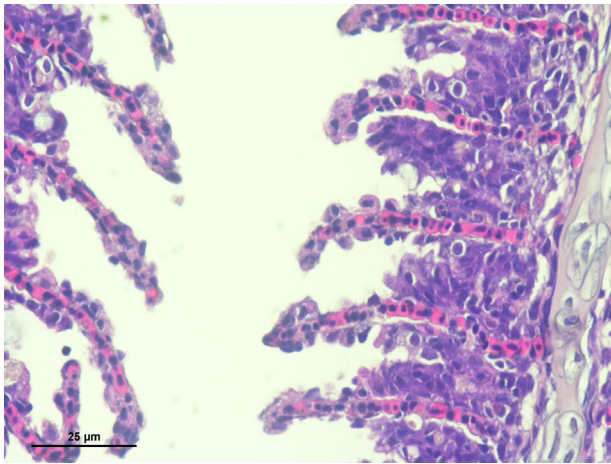
- 親松 剛, 的山央人, 山本健也, 福田穎穂 (1997): PCR 法によるコイ浮腫症ウイルス検出の試み. 水産増殖, 45, 247-251.
- Matras M., E. Borzym, D. Stone, K. Way, M. Stachnik, J. Maj-Paluch, M. Palusińska, M. Reichert (2017): Carp edema virus in Polish aquaculture-evidence of significant sequence divergence and a new lineage in common carp *Cyprinus carpio* (L.), *J. Fish. Dis.* 40, 319-325.
- Miyazaki T., T. Isshiki and H. Katsuyuki (2005): Histopathological and electron microscopy studies on sleepy disease of koi *Cyprinus carpio* koi in Japan, *Dis. Aquat. Organ.* 65, 197-207,
- Ono S, A. Nagai and N. Sugai (1986) A histopathological study on juvenile colorcarp, *Cyprinus carpio*, showing edema. *Fish Pathol.*, 21, 167 – 175.
- Way K., O. Haenen, D. Stone, M. Adamek, S.M. Bergmann et al. (2017): Emergence of carp edema virus (CEV) and its significance to European common carp and koi *Cyprinus carpio*, *Dis. Aquat. Organ.*, 126, 155-166.
-
-



「眠り病」の遊泳状態 水面や底面に元気なく横臥したり、水平バランスを崩すなどの異常遊泳がみられる。眠ったように横臥していても、驚くと一時的に泳ぎますが、その後また横臥する。(写真提供: 佐野元彦博士)



外観症状 感染病魚 体表は粘液過多で、鰓の若干の褪色と腫脹、目の落ちくぼみなどがみられる。体表の出血がみられることもある。(写真提供：佐野元彦博士)



病理組織 病魚鰓 二次鰓弁の上皮が球形・肥大化し、二次鰓弁表面が粗くに見える。二次鰓弁の細胞が増生し、病徴が進むと二次鰓弁は癒合して棍棒化を呈する。(写真提供：佐野元彦博士)

キンギョのヘルペスウイルス性造血器壊死症

養殖されるキンギョやギベリオブナに高い伝染性と致死性を示すウイルス病である。

【病原体】

Cyprinid herpesvirus 2 (= Goldfish hematopoietic necrosis virus [GFHNV])

アロヘルペスウイルス科

シプリニウイルス属

二本鎖 DNA

エンベロープを持つ

直径約 115 nm の正二十面体ヌcleoカプシドを有する

直径 170 ~ 220 nm の球形粒子

【地理的分布と宿主範囲】

本症は 1992 年に愛知県で発生して以来、急速に発生域を広げ、現在では日本の主要なキンギョ産地に広がっている。輸入されるキンギョからもウイルスが頻度高く検出されることから、世界の多くのキンギョ生産地に感染が広がっているものと考えられる。キンギョ、ギベリオブナ、ヨーロッパブナで自然感染が報告される。実験的にはギンブナも感受性を示すが、コイやほかの魚種が死亡することはない。キンギョでは、品種や魚齢に関係なく死亡率は高く、90% 以上に及ぶこともある。中国では養殖ギベリオブナで大きな被害を出している。

【特徴的症狀】

異常が見られるまでに、鰭や体表に白斑が見られることが多い。感染魚は急に摂餌不良、不活発となり、鰓蓋をときどき激しく動かすなど行動が見られる。死亡魚では、鰓の著しい褪色が特徴であるが、その他外観的な特徴は特になく、腹水貯留による腹部膨満が認められることがある。病理組織では、腎臓や脾臓の広範な壊死が特徴で、脾臓の腺房細胞や腸管粘膜固有層の壊死も観察される。

【診断法】

病魚の腎臓塗抹標本の抗 CyHV-2 モノクローナル抗体 3D3 を用いた間接蛍光抗体法による染色で診断が可能である。腎臓や脾臓の抽出 DNA を試料とした PCR も用いられる。キンギョ由来の RyuF-2 細胞や GFF 細胞で分離可能であるが、ウイルス増殖支持能が低いため、継代培養は難しい。ウイルス増殖温度は 15 ~ 30℃、至適温度は 20 ~ 25℃である。

【防除法・治療法】

本病に対し承認されているワクチンはない。12℃以下の低温および 33℃以上の高温ではウイルス増殖が認められないため、水温調節により病気の発生・蔓延を防ぐことができる。特に感染魚を 33-34℃で 3 日間以上の昇温処理は有効で、感染耐過魚では免疫が獲得されるが、ウイルスキャリアになるため、再活性化して感染源になることがあるので注意が必要である。近年、遺伝的に強い耐病系統が作出されている。産卵期には体腔液にウイルスが検出されるため、受精卵のヨード消毒は欠かせない。感染耐過魚からの隔離や器材の消毒・使い分けなど一般的なウイルス病対策を徹底する。また、競場のプールで感染が起こることから、魚をビニール袋に入れるなどの感染対策も重要である。

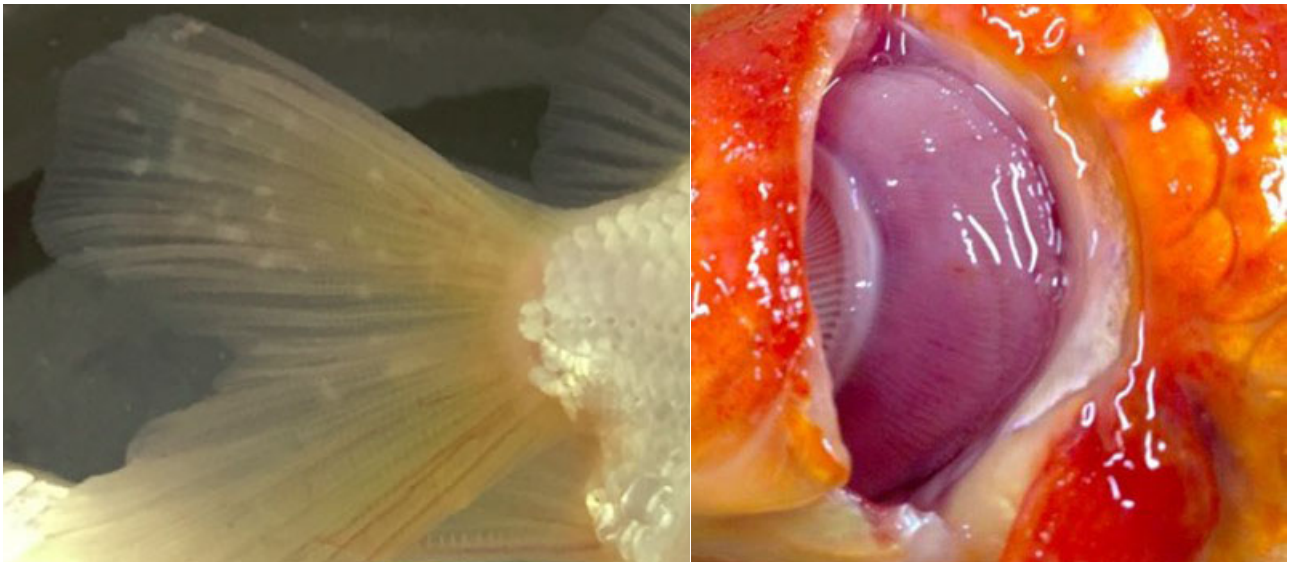
PCR : Waltzek ら (2009)

CyHV2HelF: 5-GGACTTGCGAAGAGTTTGATTTCTAC-3

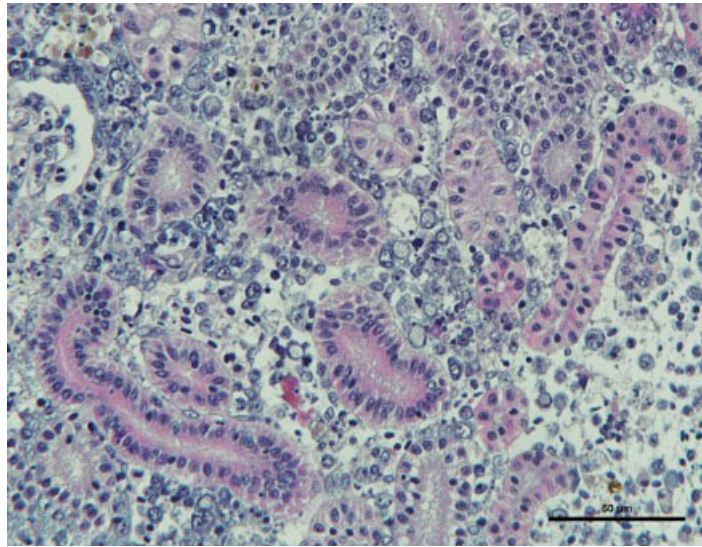
CyHV2HelR: 5-CCATAGTCACCATCGTCTCATC-3

【参考文献】

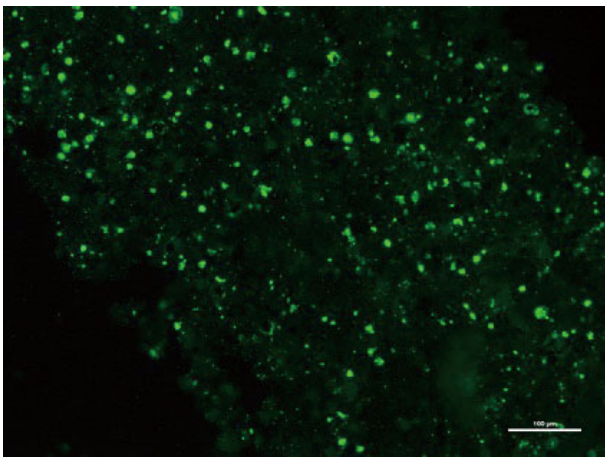
- 新版 魚病学概論 (2020) 小川和夫, 飯田貴次 編, 恒星社厚生閣, p192.
- 田中深貴男 (2005a): キンギョのヘルペスウイルス性造血器壊死症の昇温治療について. 埼玉県農林総合研究センター研究報告書, 5, 37-43.
- 田中深貴男 (2005b): ヘルペスウイルス性造血器壊死症を生残したキンギョ産出仔の耐病性について. 埼玉県農林総合研究センター研究報告書, 5, 88-90.
- 田中 深貴男, 大力 圭太郎, 中島 真結理, 加藤 豪司, 坂本 崇, 佐野 元彦 (2018): キンギョにおけるヘルペスウイルス性造血器壊死症に対する耐病性の遺伝. 魚病研究, 53, 117-123.
- Jung S.J. and T. Miyazaki (1995) Herpesviral haematopoietic necrosis of goldfish, *Carassius auratus* (L.). J. Fish Dis., 18, 211-220.
- Nanjo A., T. Shibata, M. Saito, K. Yoshii, M. Tanaka, T. Nakanishi, H. Fukuda, T. Sakamoto, G. Kato, and M. Sano (2017): Susceptibility of isogenic ginbuna *Carassius auratus langsdorfii* Temminck et Schlegel to cyprinid herpesvirus-2 (CyHV-2) as a model species. J. Fish Dis., 40, 157-168.
- Waltzek T.B., T. Kurobe, A.E. Goodwin, R.P. Hedrick (2009): Development of a polymerase chain reaction assay to detect cyprinid herpesvirus 2 in goldfish. J. Aquat. Anim. Health, 21, 60-67.
-
-



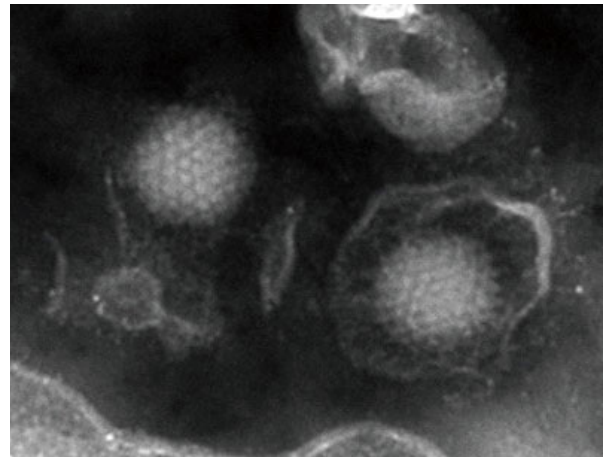
外観症状 鱗に白斑がみられる。死亡魚は特徴的な外観所見は無いが、鰓の褪色が認められる。(写真提供：佐野元彦博士)



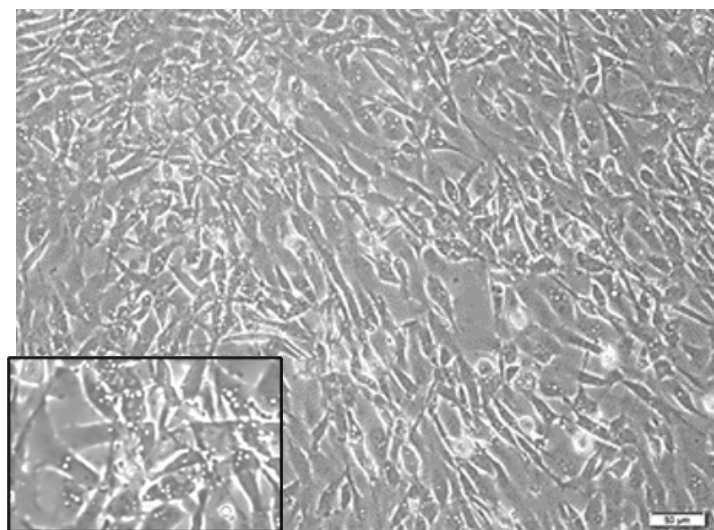
病理組織 腎臓の造血組織や脾臓に著しい壊死がみられる。(写真提供：佐野元彦博士)



腎臓塗抹標本の間接蛍光抗体法 多数の陽性細胞が検出される。(写真提供：佐野元彦博士)



病原体の写真 正二十面体のヌcleoカプシドをエンベロープが取囲んだ球形粒子。(写真提供：佐野元彦博士)



RyuF-2 細胞における CPE 細胞質の空胞形成や細胞が融合した多核細胞の形成がみとめられる。(写真提供：佐野元彦博士)

伝染性造血器壊死症 (IHN)

サケ科魚類に高い伝染性および致死性を示す疾病であり、日本のサケ科魚類養殖に最も被害を及ぼしているウイルス病である。OIE リスト疾病 (2021 年 1 月現在)。

【病原体】

Infectious hematopoietic necrosis virus (IHNV)

(Type species: Salmonid novirhabdovirus)

ラブドウイルス科

ノビラブドウイルス属

マイナス鎖の一本鎖 RNA

エンベロープを持つ

長さ 160-180nm 直径 80-90nm の砲弾型

【地理的分布と宿主範囲】

北米太平洋側を起源とし、日本をはじめ韓国や中国など東アジア地域、ヨーロッパ諸国、ロシアで発生がみられるが、南半球では発生報告はない。サケ科魚類に感染し、ニジマスでの被害が大きい。淡水と海水の両飼育期間で発生する。天然の河川遡上魚で本ウイルスの保菌がみられる。

【特徴的症状】

水温 8-15℃程度において、3g 程度までの稚魚では大量死が起りやすいが、成長に従って死亡率は減少する。近年では若魚でも死亡がみられ、成魚での発病も知られる。稚魚での典型的な外観症状として、体色黒化、眼球突出、腹水貯留による腹部膨満、鰓の褪色、V 字状の筋肉内出血などが挙げられる。急性に死亡すると症状に乏しい。内部所見では腎臓や肝臓の貧血がみられ、内臓の点状出血がみられる場合もある。病理組織では腎臓の造血組織と脾臓の壊死が顕著で、そのほか、肝臓、膵臓腺房細胞や腸管固有層の壊死が観察される。

【診断法】

病魚の腎臓などを材料に EPC 細胞、FHM 細胞や CHSE-214 細胞を用いてウイルス分離を行う (培養は

15℃)。球形化した細胞がスポット状に出現する CPE がみられる。分離ウイルスは中和試験、感染細胞の間接蛍光抗体法や RT-PCR で IHN ウイルスであることを確認する。病魚の迅速診断では、腎臓などの抽出 RNA を試料とした RT-PCR が用いられる。

【防除法・治療法】

日本で本病に対し承認されているワクチンはないが、カナダでは DNA ワクチンが使用されている。21℃程度に加温することにより死亡を軽減することができる。本病の感染は感染病魚や感染耐過親魚などを感染源とした IHN ウイルスの水平感染・経卵感染であり、本病が存在する施設の産卵親魚ではウイルスが保菌されているため、受精卵のポビドンヨードによる消毒は欠かさずに行い、ふ化施設に搬入する。その後、湧水や地下水あるいは UV 照射などで不活化処理したウイルスフリー水を用いて飼育することにより本病の発生を防止できる。IHN ウイルスは近年大型魚に対しても強い致死性を持つ株があり、また、魚の系統によっても毒力が変わることが知られる。そのため、他地域からの魚の導入は、保有する魚に対してより毒力の強いウイルスの持ち込みとなる恐れがあり、特に注意が必要である。

RT-PCR: Yoshinaka ら (1997) One-step RT-PCR が可能

Primer 1 : 5' -TCATGCAGAGACGGTCCAT-3'

Primer 2 : 5' -TGGTTGAACAGTCCCACCAT-3'

【参考文献】

「魚類防疫への挑戦」編集委員会 (2000): 成功・失敗事例集 魚類防疫への挑戦 (サケ・マス編). 緑書房, 187 p.

西澤豊彦, 吉水 守 (2016): 伝染性造血器壊死症. 魚病研究, 52, 1-5.

福田穎穂, 室賀清邦 (2004): サケ科魚類の伝染性造血器壊死症. 「魚介類の感染症・寄生虫病」(江草周三監修), 恒星社厚生閣, pp.38-44.

Bootland L. M. and J. C. Leong (2011): Infectious hematopoietic necrosis virus. "Fish Diseases and Disorders, Vol. 3: Viral, Bacterial and Fungal infections, 2nd Edition" (ed. by P.T.K. Woo and D.W. Bruno). CAB international, pp.66 - 109.

Yoshinaka T., M. Yoshimizu, T. Sawabe and Y. Ezura (1997): Detection and identification of infectious hematopoietic necrosis virus (IHNV) by reverse transcription (RT)-polymerase chain reaction (PCR). Fish. Sci., 63, 592-595.



ニジマス稚魚 体側にV字出血がみられる。(写真提供：栃木県水産試験場)



上:内部症状 ニジマス病魚 体色黒化と眼球突出, 鰓と肝臓の褪色がみられる。

右:外部症状 眼球突出

(写真提供：佐野元彦博士)



ニジマス成魚の病魚

上：腹壁の点状出血

右：筋肉と内臓の点状出血

(写真提供：栃木県水産試験場)



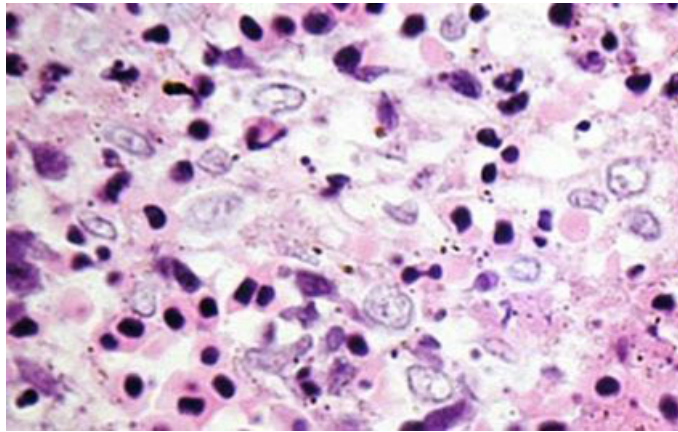
サクラマス成魚の病魚

上：鰓・内臓貧血+筋肉内点状出血

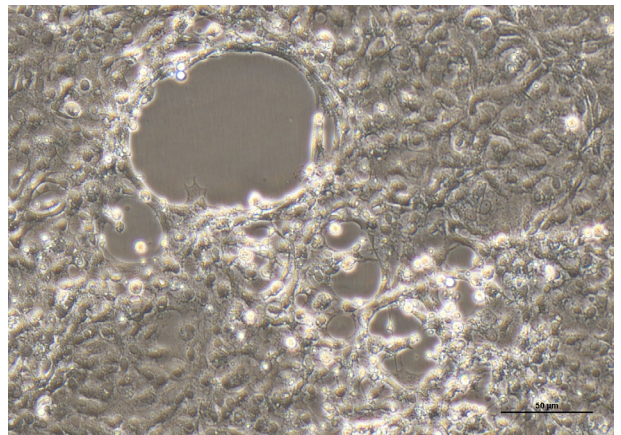
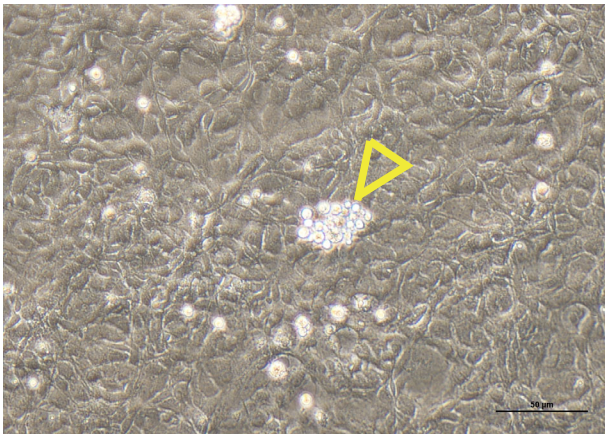
右：筋肉内点状出血

(写真提供：栃木県水産試験場)





病理組織 ニジマス病魚の脾臓 核膜過染、核濃縮や核崩壊を伴う壊死がみられる。(写真提供：佐野元彦博士)



EPC 細胞における CPE 初期には球形細胞がスポット状（ブドウの房状）に出現し（左：矢頭）、その後、そこを中心として細胞単層に拡がる（右）。(写真提供：佐野元彦博士)

伝染性膵臓壊死症 (IPN)

魚病の中で初めて原因ウイルスが培養細胞によって分離・培養されたウイルス病として知られる。日本においては60年代後半から70年代にはサケ・マス養殖で不明病として猛威を振るったが、90年代ごろから病勢は弱くなっている。

【病原体】

Infectious pancreatic necrosis virus (IPNV)

ビルナウイルス科

アクアビルナウイルス属

二本鎖二分節 RNA

エンベロープを持たない

直径約 60nm の二十面体

*アクアビルナウイルス属のウイルスは類似し、その内、サケ科魚類に感染症を起こすものを IPN ウイルスとしている。

【地理的分布と宿主範囲】

米国、カナダ、ヨーロッパ諸国およびチリに分布し、サケ科魚類に共通する病気である。日本では1964年頃からニジマス稚魚に発生し全国的に十数年間被害を及ぼしたが、その後はウイルスの毒力低下と宿主の抗病性増強が相まって静化に向かい、現在ではウイルスは分離されるが大きな産業的被害はみられていない。ノルウェーでは、タイセイヨウサケの海水馴致時に IPN が発生することがあり、依然として問題となっている。

【特徴的症狀】

主として1g以下、8週齢までの稚魚が発病する。病魚は、旋回遊泳し、肛門に糞様のものを引く。体色黒化および腹水貯留による腹部膨満を呈する。12～13℃では感染後3～5日で発症し、累積死亡率は50～100%となる。病理組織では膵臓の腺房細胞およびランゲルハンス氏島細胞の壊死・破壊が特徴的である。肝臓の部分壊死、粘膜剥離性胃腸炎などもみられる。

【診断法】

卵黄を除いた稚魚全体あるいは内臓を材料に BF-2 細胞、CHSE-214 細胞や RTG-2 細胞を用いてウイルス分離を行う (IPN ウイルスは 20℃でも培養できるが、他の感染症も疑う病魚検査としては 15℃)。核濃縮とフィラメント状 (糸くず様) 変化を特徴とする CPE を形成する。分離ウイルスは中和試験、感染細胞の間接蛍光抗体法や RT-PCR で IPN ウイルスであることを確認する。病魚の迅速診断では、内臓などの抽出 RNA を試料とした RT-PCR が用いられる。

【防除法・治療法】

日本では病勢が弱いため、ワクチン等の予防の必要はない状況となっている。ノルウェーやチリではタイセイヨウサケの海水順化時期における発病予防のため、不活化ワクチンやサブユニットワクチンが使用されている。受精卵のポビドンヨードによる消毒で効果がなかった事例があり、この原因としてウイルスの卵内侵入が報告さ

(one step) RT-PCR: Suzuki ら (1997)

アクアビルナウイルス全般の検出が可能: nested-PCR も記載されている

P1: 5' - AGAGATCACTGACTTCACAAGTGAC-3'

P2: 5' - TGTGCACCACAGGAAAGATGACTC-3'

れているが、追試ができておらず、卵表面に固着しているとも考えられている。しかし、受精卵のヨード消毒は欠かさずに行い、ふ化施設に搬入する。現在、日本では

病勢が弱い、ウイルス自体は存在しており、サケ・マス類の海水養殖の進展に伴って再び問題になるかもしれない、本病を忘れてはならない。

【参考文献】

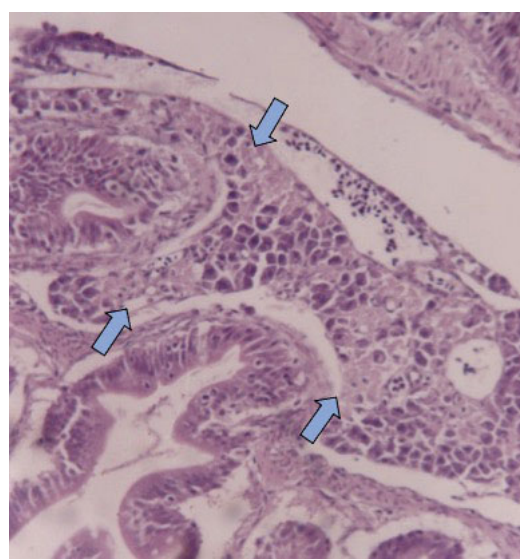
佐野元彦, 岡本信明 (2017): 伝染性膵臓壊死症. 魚病研究, 52, 177-180.

福田穎穂, 室賀清邦 (2004): サケ科魚類の伝染性膵臓壊死症. 「魚介類の感染症・寄生虫病」(江草周三監修), 恒星社厚生閣 pp.44-48.

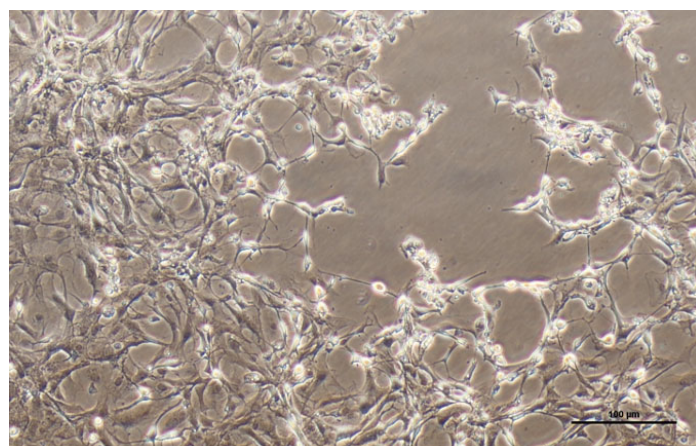
Suzuki S., N. Hosono and R. Kusuda (1997): Detection of aquatic birnavirus gene from marine fish using a combination of reverse transcription- and nested PCR. J. Mar. Biotechnol., 5, 205-209.



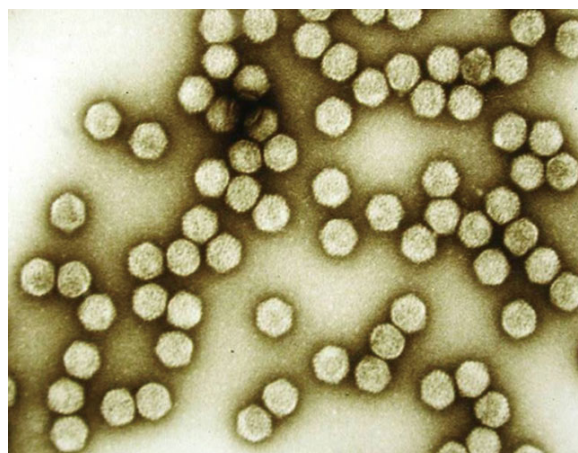
外観症状 ニジマス病魚 体色黒化と腹部膨満がみられる。



病理組織 ニジマス病魚 膵臓の腺房細胞に核濃縮を伴う壊死がみられる。



BF-2 細胞における CPE 細胞核の部分が球形で全体にフィラメント状の変性する。



病原体の写真 直径約 60nm の正二十面体の粒子

コイヘルペスウイルス病 (KHVD)

食用ゴイ・ニシキゴイを含めコイに高い伝染性と致死性を示すウイルス病である。日本の特定疾病に指定され、蔓延防止措置が図られている。OIE のリスト疾病でもあり、ニシキゴイの輸出では清浄性が求められる。

【病原体】

Koi herpesvirus (KHV) (= cyprinid herpesvirus 3)

アロヘルペスウイルス科

シプリニウイルス属

二本鎖 DNA

エンベロープを持つ

直径約 100 nm の正二十面体ヌクレオカプシドを有する

直径 170 ~ 230 nm の球形粒子

【地理的分布と宿主範囲】

英国で保存されていた 1996 年の病魚からのウイルス検出例が最も古い記録となるが、1998 年にイスラエルで大量死が発生し、ヨーロッパ等へ出荷されたコイで発病が頻発し、大きな問題となった。その後、本病はニシキゴイ等の輸出を通じて多くの国・地域に拡がり、日本、中国、韓国などの東アジア、東南アジア、中東、ヨーロッパ諸国、北米、南アフリカなどから本病あるいはウイルス検出が報告されている。KHV がキンギョなどに感染するとの報告はあるものの、本病に罹患する魚種は、コイ(マゴイおよびニシキゴイなど)およびコイ×キンギョの交配品種に限られる。

【特徴的症狀】

本病は持続的養殖生産確保法の特定疾病に指定され、診断のガイドラインが定められている。診断はこれに従って、鰓等から抽出 DNA を試料として PCR や LAMP 法でウイルスを検出する。定量 PCR(Gilad ら, 2004) は特異性と感度がよい。細胞のウイルス増殖支持能が低いいため、分離・培養できない場合もあるが、KF-1 細胞や CCB 細胞などに細胞質内空胞と多核巨細胞(合胞体)の形成を伴う CPE を示す。ウイルス増殖温度は 15 ~ 28℃, 至適温度は 23-25℃である。

【診断法】

幼魚から成魚まで感染し、死亡率は 80 ~ 90% と非常に高い。水温 18 ~ 25℃ で発病し、12℃ 以下あるいは 30℃ 以上では発病しない。目立った外観症状は少なく、食欲低下、緩慢遊泳や過剰な粘液分泌物を伴う表皮の白斑形成と剥離、鰓の褪色や鰓腐れ、眼球落ちくぼみなどがみられる。病理組織では、壊死を伴う上皮の増生による鰓の棍棒化や肝臓、脾臓および腎臓の壊死が観察される。

【防除法・治療法】

日本ではワクチンは実用化されていないが、イスラエルなどで生ワクチン使用されている。12℃ 以下の低温および 30℃ 以上の高温では KHV の増殖が認められないため、水温調節により病気の発生・蔓延を防ぐことができる。特に感染魚を 30℃ 以上にする昇温治療は有効で、感染耐過魚では免疫が獲得されるが、ウイルスキャリアになるため、再活性化して感染源になることがあるので注意が必要である。天然水域でも本病が確認され、一度本病が発生した河川ではそれ以降の死亡は無いが、コイは持続感染となっていると考えられ、この河川水を使ったコイの飼育は危険である。本病は、特定疾病であり、蔓延防止措置、移動制限、焼却などの対象となっている。防疫対策としては、発病歴のない養魚場の種苗の導入、ウイルスフリー給水の使用、器材の消毒など一般的なウイルス病対策を徹底する必要がある。

【参考文献】

湯浅 啓 (2016): コイヘルペスウイルス病. 魚病研究, 51, 99-102.

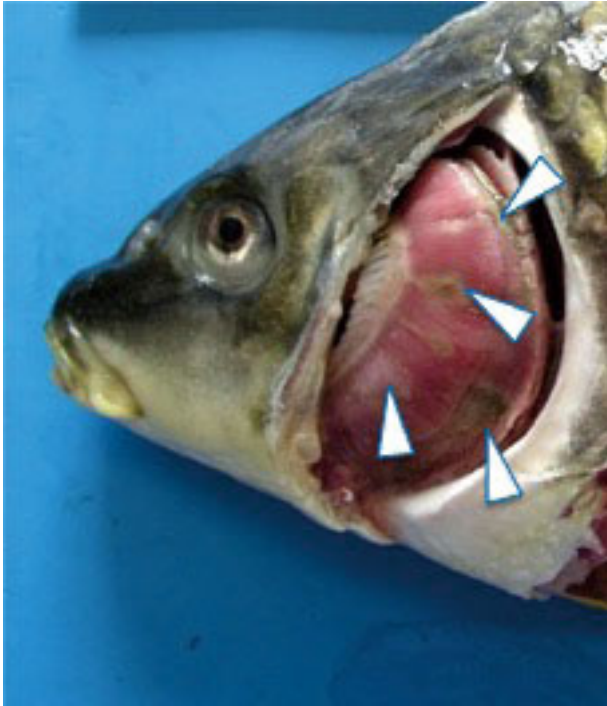
新版 魚病学概論 (2020) 小川和夫, 飯田貴次 編, 恒星社厚生閣, p192.

Gilad O., S. Yun, F.J. Zagmutt-Vergara, C.M. Leutenegger, H. Bercovier and R.P. Hedrick (2004). Concentrations of a koi herpesvirus (KHV) in tissues of experimentally infected *Cyprinus carpio* koi as assessed by real-time TaqMan PCR. *Dis. Aquat. Organ.*, 60, 179-187.

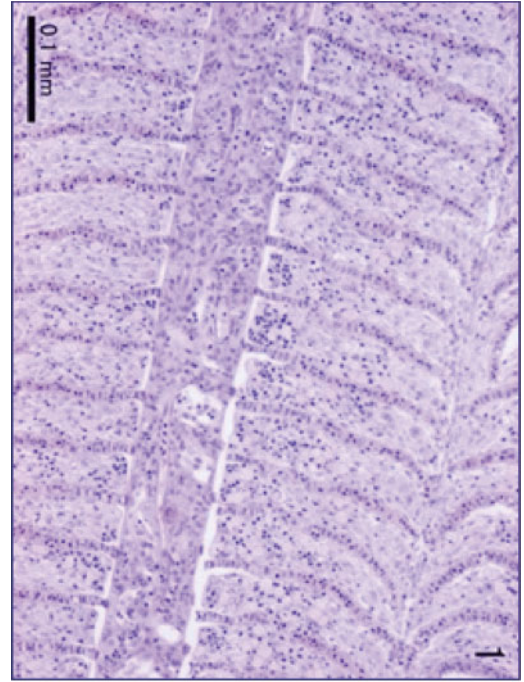
Way K. and P. Dixon (2017): Koi herpesvirus disease. "Fish viruses and bacteria Pathobiology and Protection", (ed. by P.T.K. Woo and R. C. Cipriano). CAB international, pp.115 - 127.



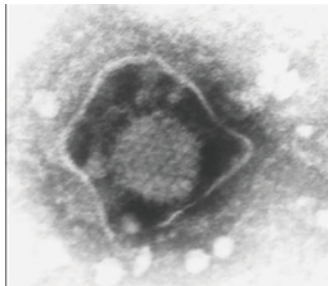
外観症状 特徴的な外観所見は無いが、鰭の欠損や眼球陥没、パッチ状の体表の粘液過多などがみられることがある。(写真提供：佐野元彦博士)



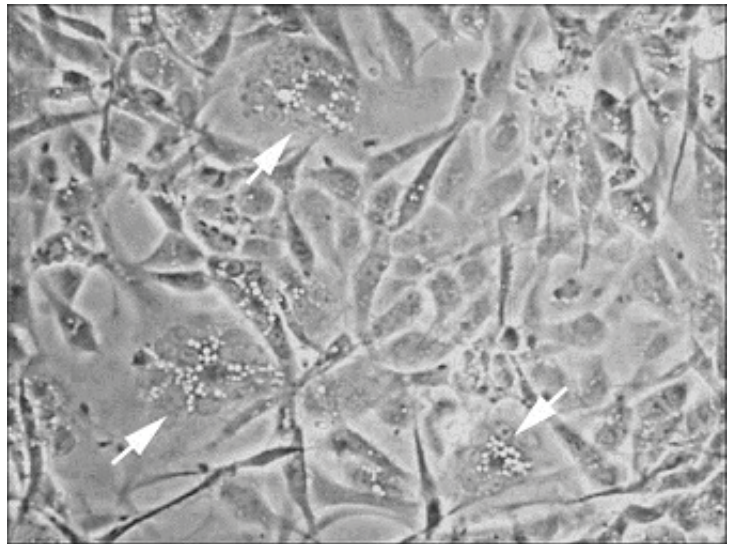
内部所見 鰓の腫脹と部分壊死（矢頭）、眼球の陥没がみられる（写真提供：佐野元彦博士）



病理組織 鰓の細胞増生によるこん棒化、上皮細胞の壊死がみられる（写真提供：三輪 理博士）



病原体の写真 正二十面体のヌクレオカプシドをエンベロープが取囲んだ球形粒子（写真提供：福田穎穂博士）



CCB 細胞における CPE 細胞質の空胞形成や細胞が融合した多核細胞（合胞体：矢印）の形成がみとめられる。（写真提供：佐野元彦博士）

リンホシスチス病 (LCD)

古くから世界中の種々の海産魚と淡水魚で知られるウイルス病で、体表に腫瘍様の大型の感染細胞集塊を形成するのが特徴である。

【病原体】

Lymphocystis disease virus (LCDV)

イリドウイルス科

リンホシスチウイルス属

二本鎖 DNA

ヌクレオカプシドに脂質内膜を持つ

エンベロープはない

直径 250-300nm の二十面体粒子

【地理的分布と宿主範囲】

世界中の種々の天然および養殖など飼育環境下の海産魚と淡水魚で発生が知られる。一般に致死性が低い疾病であるが、日本の養殖では、特にヒラメにおいて体表の腫瘍様物の形成により摂餌不良による痩せや死亡などの直接被害に加え、醜悪な外観による商品価値の消失など経済的な被害が大きいことがある。

【特徴的症狀】

ヒラメでは春から初夏にかけて発生し、高水温期に終息する。外観症状は、東部、躯幹、尾部、鰭などの体表にリンホシスチス細胞と呼ばれる感染細胞集塊の形成である。口唇部に形成されると摂餌不良となる。体表の細胞集塊は黒色や乳白色などを呈した腫瘍様に見え、外観が悪く、商品価値を失う。細胞塊は厚い弾力性のある膜を持つ球状体で、ウイルスに感染し 200 ~ 500 μ m に肥大した感染細胞からなる。病理組織では、リンホシスチス細胞には、巨大化した核と細胞膜周辺に棒状または球形をした封入体形成が観察される。

【診断法】

外観症状から容易に診断できる。PCR や間接蛍光抗体法などによるウイルス検出も行うことができる。ヒラメ病魚からは HINAE 細胞などによりウイルスが分離できる。

【防除法・治療法】

本病に対し承認されているワクチンはない。本病の死亡率は高くないので、自然治癒を待つ。本病は病魚との接触や水で媒介されることから、給水の UV 等による殺菌や病魚の除去が重要で、基本的な防除対策が有効である。選抜育種された本病に対する抵抗性系統ヒラメが市販されている。

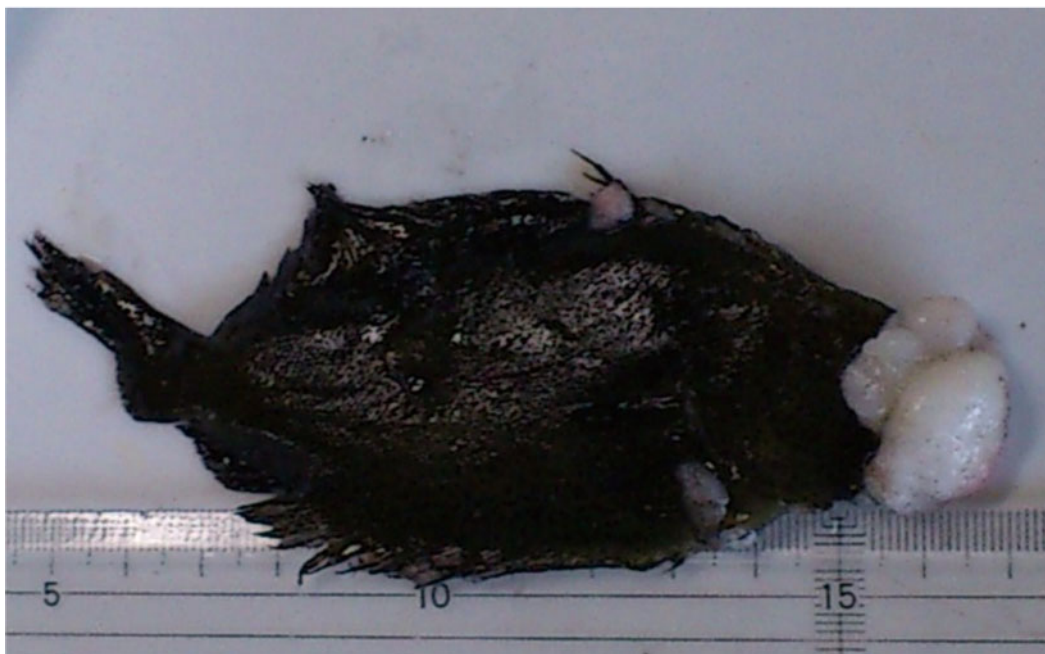
PCR : Kitamura ら (2006):

LCDVs-F 5' -YTGGTTCAGTAAATTACCRG-3'

LCDVs-R 5' -GTAATCCATACTTGACRTC-3'

【参考文献】

- 吉水 守 (2004): リンホシスチス病. 「魚介類の感染症・寄生虫病」(江草周三監修), 恒星社厚生閣, pp.79-81.
- Iwamoto R., O. Hasegawa, S. LaPatra and M. Yoshimizu (2002): Isolation and characterization of the Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) lymphocystis disease virus. *J. Aquatic Anim. Health*, 14, 114-123.
- Kitamura SI, SJ Jung and MJ Oh (2006): Differentiation of lymphocystis disease virus genotype by multiplex PCR. *J. Microbiol*, 44, 248-253.
- Fuji K., K. Kobayashi, O. Hasegawa, M.R.M. Coimbra, T. Sakamoto and N. Okamoto (2006): Identification of a single major genetic locus controlling the resistance to lymphocystis disease in Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Aquaculture*, 254, 203-210.
-
-



外観症状 ヒラメ病魚 体表に大きな腫瘍様の細胞集塊がみられる。写真のように口唇部にリンホシスチス細胞が形成されると、摂餌不良となり、痩せて体色黒化などの体調不良の症状を示す。(写真提供：佐野元彦博士)

II 細菌病

細菌性鰓病 (Bacterial Gill Disease : BGD)

本疾病はアメリカ合衆国のニジマス及びカワマス養殖で発生したことが 1926 年に初めて報告された。原因菌として疑われた病魚鰓表面に繁茂する長桿菌による感染実験は長らく成功していなかったが、1978 年、我が国においてニジマスとヤマメから分離された菌株を用いて初めて感染実験による病原性が確認され、ついでこの病原細菌の命名が行われた。

【病原体】

Flavobacterium branchiophilum Wakabayashi et al. 1989 emend. Bernardet et al. 1996

バクテロイデス門 Bacteroidetes

フラボバクテリア綱 Flavobacteriia

フラボバクテリア目 Flavobacteriales

フラボバクテリア科 Flavobacteriaceae

フラボバクテリア属 Flavobacterium

【地理的分布と宿主範囲】

現在、アメリカ合衆国、カナダ、日本、韓国、ハンガリー、インド、オランダで発生が報告されており、地理的分布は世界的なものであると考えられる。

宿主は、ニジマス、カワマス、レイクトラウト、スブレイク (雄のカワマスと雌のレイクトラウトの交雑種)、マスノスケ、ヤマメ、ベニザケ、タイセイヨウサケ、ブラウントラウトといったサケ科魚類が中心であるが、我が国では養殖アユが罹患することもよく知られている。その他、ヨーロッパオオナマズ、複数のコイ科魚類等にも感染するとの報告もある。

【特徴的症状】

病魚には遊泳緩慢、食欲不振、注排水部への蛸集、外部刺激への反応鈍化といった行動異常が見られる。治療せずに放置すると、死亡率はその後急速に増加する。鰓組織の表面には多数の原因菌が繁殖し、鰓薄板上皮が増

生・癒合して、いわゆる棍棒化といった症状を呈する。そのほかに、鰓のうっ血、腫脹、貧血、点状出血も認められる。このような鰓の病変が重篤な場合には、鰓蓋が開いたまま遊泳する個体も見られる。これらの症状は、アユにおいてはアユの異型細胞性鰓病 (ボケ病) の症状と似ており、注意が必要である。

【診断法】

上記の特徴的異常行動を観察し、切り取った鰓組織のウェットマウントによる顕微鏡観察で多数の長桿菌の存在と鰓薄板上皮の増生・癒合を確認することで推定診断が可能である。サイトファーガ寒天培地等の低栄養培地で原因菌の分離も可能であるが、培養には 18℃で 5 日前後を要するため迅速な診断には適していない。迅速診断法として、原因菌の 16S リボゾーム RNA 遺伝子を標的としたプライマーによる PCR 法も開発されている。

プライマー名	配列 (5'-3')	増幅産物サイズ	参考文献
BRA1	ACTTCTICGAGTAGAAG	約 1000 bp	Toyama et al., 1997
1500R	GGTTACCTTGTTACGACTT		

【防除法・治療法】

環境的ストレスが発病の引き金になるので、過密飼育を避けることが重要である。治療方法としては早期の塩水浴が有効であることが知られている。塩水浴の方法として、3～5%の高濃度食塩水に1～2分浸漬、または、0.7～1.2%の低濃度食塩水に1～2時間浸漬などが知られているが、アユ養殖等では後者の低濃度食塩水を用いた方法がとられることが多い。

【参考文献】

江草，若林，室賀（編）（2004）：魚介類の感染症・寄生虫病，恒星社厚生閣

青木（編）（2013）：魚介類の微生物感染症の治療と予防，恒星社厚生閣

Whitman, W. B.（編）（2015）: Bergey's Manual of Systematics of Archaea and Bacteria. published by John Wiley & Sons, Inc. in association with Bergey's Manual Trust

Austin, B. and D. A. Austin (2016): Bacterial Fish Pathogens Disease of Farmed and Wild Fish, 6th edition, Springer

小川，飯田（編）（2020）：新版 魚病学概論，恒星社厚生閣

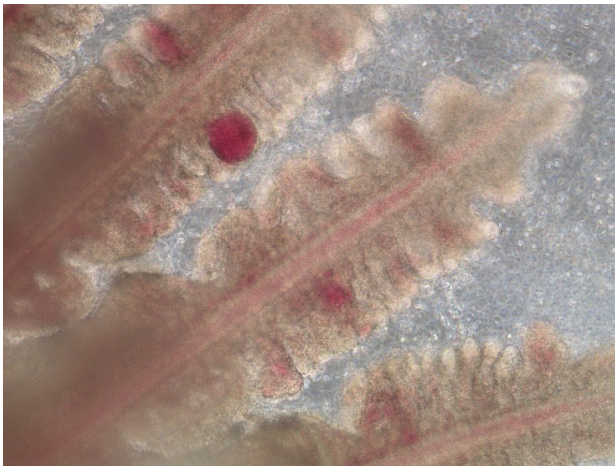
USFWS and AFS-FHS (2020): FHS blue book: suggested procedures for the detection and identification of certain finfish and shellfish pathogens, American Fisheries Society



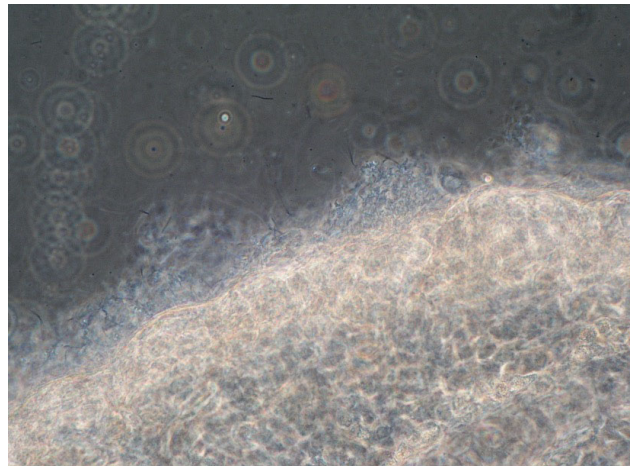
アユ BGD 病魚 (写真提供：城泰彦博士)



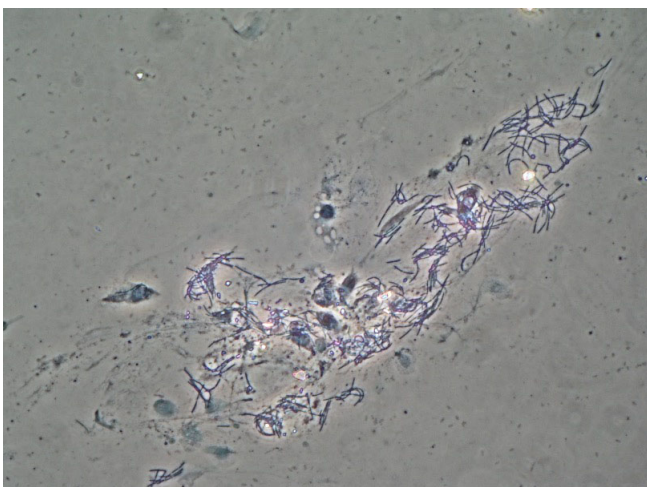
アユ BGD 病魚鰓：多数の動脈瘤が散見される。(写真提供：城泰彦博士)



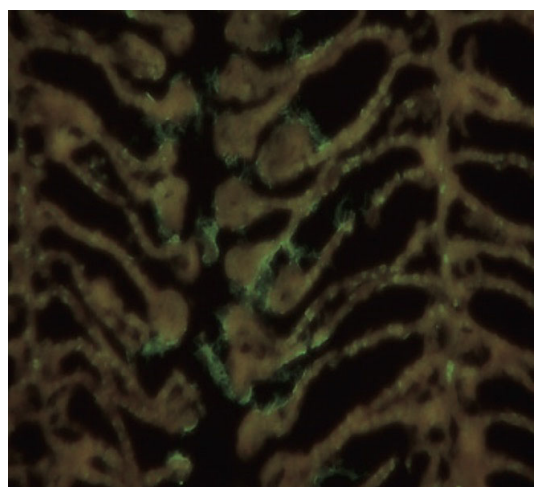
アユ BGD 病魚鰓：鰓薄板の癒合による一部棍棒化、動脈瘤も散見される (写真提供：栃木県水産試験場)



ニジマス BGD 病魚鰓：ウェットマウント観察すると棍棒化した鰓弁表面に糸状の BGD 原因菌コロニーが観察される。(写真提供：栃木県水産試験場)



ニジマス BGD 病魚鰓のスタンプ標本：ディフクイック染色すると糸状の BGD 原因菌が容易に観察できる。(写真提供：栃木県水産試験場)



アユ BGD 病魚鰓組織像：免疫蛍光染色すると二次鰓弁の表面に無数の BGD 原因菌の付着が見える (写真提供：栃木県水産試験場)

細菌性冷水病

本疾病はアメリカ合衆国ウェストバージニア州の養殖ニジマス稚魚で 1941 年に発生したことが 1946 年に初めて報告された。1948 年に原因菌の分離培養と感染実験の成功が報告され、原因菌は *Cytophaga psychrophila* と命名された。その後、分類学的位置の変遷によるいくつかの改名を経て、現在の学名となっている。

【病原体】

Flavobacterium psychrophilum (Bernardet and Grimont 1989) Bernardet et al. 1996

バクテロイデス門 Bacteroidetes

フラボバクテリア綱 Flavobacteriia

フラボバクテリア目 Flavobacteriales

フラボバクテリア科 Flavobacteriaceae

フラボバクテリア属 *Flavobacterium*

【地理的分布と宿主範囲】

1940 年代から北米のサケ科魚類の病気として知られていたが、1984 年以降ヨーロッパ諸国でも発生が知られるようになり、現在では、日本や韓国といった東アジア、オーストラリア、チリ、ペルーといった南半球でも発生が知られている。わが国では 1987 年に養殖アユで、1990 年にギンザケ稚魚で本疾病の発生が確認された。宿主範囲は広く、アユ、ニジマス以外にも、他の多くのサケ科魚類、ウナギ、コイ、オイカワ、ウグイ、ドジョウなどから原因菌が分離される。

【特徴的症狀】

尾柄部に現れるびらんや潰瘍などの病変が特徴とされるが、魚種やサイズによって症状は様々である。アユの場合、外観は鰓や内臓諸器官の退色、体側のびらん、顎の欠損、患部への二次感染による水カビの付着などの症状を示す。ニジマス稚魚の場合、体色の黒化、鰓の退色、眼球の突出、内臓諸器官の貧血など、一見して IHN との区別が困難な場合がある。ニジマス成魚では鰓や内臓

諸器官の貧血を示すことが多い。また、近年は IHN や EIBS 等、他疾病との混合感染の例が増加している。

【診断法】

典型的な症状を示す場合には、飼育水温などから推定診断可能であるが、ニジマス稚魚では IHN との判別が困難な例も多い。原因菌の分離には培地にトブラマイシンを添加した選択培地が考案されている。血清型の異なる *F. psychrophilum* 株でも共通抗原を持つため、抗血清による分離菌の凝集反応や蛍光抗体法による同定が可能である。また PCR を用いた診断も普及している。

プライマー名	配列 (5'-3')	増幅産物 サイズ	参考文献
fpPPIC1F	GTACCATGATACAGTCAGGTTTTTATACCA	346 bp	Yoshiura et al., 2006
fpPPIC1R	GCGTTTTTAAATCCAACCTCTTGCTTCG		

【防除法・治療法】

アユではフロルフェニコールとスルフィソゾールが、ニジマスではスルフィソゾールが認可された水産用医薬品の中で有効とされるが、耐性菌の出現も知られている。アユ養殖では原因菌の発育温度域を超える 25℃以上の加温飼育による治療が試みられているが、治療後に再発する例が見られる。アユでは天然河川での発生も知られるが、放流アユ種苗の放流前保菌検査やオトリアユの使い回しをなくしたり、釣具の使用毎の消毒するなどの対応で、河川に原因菌を持ち込まない努力が必要である。

【参考文献】

江草，若林，室賀（編）（2004）：魚介類の感染症・寄生虫病，恒星社厚生閣

Starliper, C. E. (2011): Bacterial coldwater disease of fishes caused by *Flavobacterium psychrophilum*. J. Advanced Research (2), 97-108

青木（編）（2013）：魚介類の微生物感染症の治療と予防，恒星社厚生閣

小川，飯田（編）（2020）：新版 魚病学概論，恒星社厚生閣



冷水病に罹患した養殖アユの若魚 体側のびらん（写真提供：城泰彦博士）



冷水病に罹患した養殖アユの若魚 下顎に患部がみられる（写真提供：城泰彦博士）



河川での冷水病の発生状況 川底に横たわる死亡魚（写真提供：泉庄太郎博士）



河川で採捕された冷水病に罹患したアユ 典型的な冷水病の症状を呈している（写真提供：泉庄太郎博士）

運動性エロモナス症

運動性を持つ *Aeromonas* 属細菌を運動性エロモナスと総称し、これらの菌群が運動性エロモナス症の原因菌となりうる。*Aeromonas* 属のタイプ種である *Aeromonas hydrophila* を運動性エロモナス症の代表的な原因菌種として取り扱うことも多い。なお、せつそう病や非定形 *Aeromonas salmonicida* 感染症の原因菌である *Aeromonas salmonicida* は通常非運動性であり、この疾病の原因菌とはならない。

【病原体】

Aeromonas hydrophila (Chester 1901) Stanier 1943; *Aeromonas caviae* (ex Eddy, 1962) Popoff, 1984; *Aeromonas veronii* Hickman-Brenner et al., 1988; *Aeromonas sobria* Popoff and Veron, 1981 など

プロテオバクテリア門 Proteobacteria

ガンマプロテオバクテリア綱 Gammaproteobacteria

エロモナス目 Aeromonadales

エロモナス科 Aeromonadaceae

エロモナス属 *Aeromonas*

【地理的分布と宿主範囲】

世界中の淡水および汽水域で発生する。宿主範囲は極めて広く、ほとんどの魚類と多くの水生無脊椎動物が宿主に含まれる。

【特徴的症候】

症状は魚種や病気の進行度合いによって多岐にわたり、その違いによって「鱗赤病」、「赤斑病」、「立鱗病（松かさ病）」等の別名で呼ばれることもある。ウナギでの感染巣は主に腸管内で、ここで増殖した病原菌が産出する毒素が全身に巡って様々な肉眼的病変が現れる。外部症状としては、臀鰭、胸鰭とその基部、腹側皮膚、肛門にうっ血による発赤が見られ、進行すると腹部内出血による出血斑が見られる。このように各鰭やその基部の発赤症状が顕著な場合、「鱗赤病」の病名も使われる。内部症状としては、肝臓のうっ血、腎臓の腫脹、腸炎が特

徴的である。コイやドジョウでは、皮下に出血斑が見られることが多く、「赤斑病」とも呼ばれる。体表の赤斑のみならず立鱗や眼球突出、腹水貯留や腸炎による腸の赤変を伴う場合も多い。キンギョやコイで鱗嚢水腫による立鱗なども知られ、その特徴的な外観症状によって「立鱗病（松かさ病）」と呼ばれることもある。

【診断法】

本病は、魚種ごとの特徴的な症状によって推定診断可能である。正確な診断には原因菌を分離培養し、生化学的性状検査 PCR などの分子生物学的検査が必要になる。原因菌は普通寒天培地やトリプトソーヤ寒天培地によく発育するが、選択培地としてリムラー・ショット (Rimler-Shotts, RM) 培地も利用できる。また、PCR 診断のためのプライマーもあるが、*Aeromonas* 属細菌種間の交差反応があるものも報告されている。

病原細菌	プライマー名	配列 (5'-3')	増幅産物サイズ	参考文献
<i>Aeromonas hydrophila</i>	Aero1a	CCAAGGGGTCTGTGGCGACA	209 bp	Pollard et al., 1990
	Aero1b	TTTCACCGGTAACAGGATTG		
<i>Aeromonas sobria</i>	Forward	TAAAGGAAATAATGACGGCG	249 bp	Aoyagi et al., 2009
	Reverse	GGCTGTAGGTATCGGTTTTTCG		
<i>Aeromonas caviae</i>	AER8	CTGCTGGCTGTGACGTTACTCGCAG	260 bp	Khan and Cerniglia, 1997
	AER9	TTCGCCACCGGTATTCTCCAGATC		

【防除法・治療法】

腸管に感染巣が形成されることが多いので、抗菌剤の経口投与が有効であるが、薬剤耐性菌の出現も多く知られる。原因菌は水中常在性で環境ストレスの増加によって発病に至ると考えられるので、病魚や死亡魚を速やかに排除する、水質悪化や水温の急激な変化を抑えるといった魚類伝染病における一般的な対策も重要である。

【参考文献】

江草（1967）：運動性エロモナス菌について，魚病研究，2（1） p 36-49

江草，若林，室賀（2004）：魚介類の感染症・寄生虫病，恒星社厚生閣

青木（2013）：魚介類の微生物感染症の治療と予防，恒星社厚生閣

Austin, B. and D. A. Austin, (2016): Bacterial Fish Pathogens Disease of Farmed and Wild Fish, 6th edition, Springer

USFWS and AFS-FHS (U.S. Fish and Wildlife Service and American Fisheries Society-Fish Health Section). (2020): FHS blue book: suggested procedures for the detection and identification of certain finfish and shellfish pathogens

Whitman, W. B. (ed.) (2015): Bergey's Manual of Systematics of Archaea and Bacteria. published by John Wiley & Sons, Inc. in association with Bergey's Manual Trust



エロモナス症のキンギョ：腹水貯留と立鱗症状を呈する（写真提供：泉庄太郎博士）



ウナギ「鰭赤病」の病魚：上 胸鰭の発赤 下 臀鰭の発赤（写真提供：城泰彦博士）



エロモナス病のアユ：上尾柄後端部の皮下出血を呈する。
下腹鰭や尾柄部腹側が糜爛し出血している。
(写真提供：城泰彦博士)

Aeromonas salmonicida による疾病

(せっそう病、非定型 *A. salmonicida* による感染症)

Aeromonas salmonicida による疾病は古くからサケ科魚で発生するせっそう病として知られている。サケ科魚以外にもキンギョ、フナ、コイやウナギなどの淡水魚での発生、さらに海産魚での発生も報告されている。

【病原体】

Aeromonas salmonicida

グラム陰性、通性嫌気性短桿菌。通常の培養では運動性はないが、30～37℃培養で極毛を発現する。チトクロームオキシダーゼおよびカタラーゼ陽性。発育可能温度は6～34℃、発育可能塩分濃度は0～3%（塩分が全くの0%では発育しない）。せっそう病魚から分離され水溶性褐色色素を産生する *A. salmonicida* を定型とし、それ以外の *A. salmonicida* を非定型としている。

【地理的分布と宿主範囲】

全世界に広く分布している。本疾病はサケ科魚類での発生が主であるが、他の淡水魚や海産魚でも発生し、宿主範囲は広い。

【特徴的症狀】

せっそう病では躯幹に生じる膨隆患部が特徴的であるが、この症状はせっそう病の4つの病型（急性型、亜急性型、慢性型、潜伏型）の亜急性型以外の病型では認められないことが多い。

コイ科魚での *A. salmonicida* 感染症は「穴あき病」、「新穴あき病」と呼ばれ、病名が示すように体表に潰瘍が形成される。内臓に異常は認められない。

ウナギの *A. salmonicida* 感染症は「頭部潰瘍病」と呼ばれ、吻・下顎を含む頭部での発赤、膨隆、潰瘍が特徴的である。内臓での顕著な病変は認められない。

海産魚での *A. salmonicida* 感染症では体表一部の出血・糜爛、内臓諸器官の出血・退色・腫大などが認められるが、症状だけでは他の疾病との区別は難しい。

【診断法】

コイ科魚の「穴あき病」・「新穴あき病」、ウナギの「頭部潰瘍病」では外部症状が特徴的であることから、外観から診断しても間違いは少ない。

本原因菌は通常のトリプトソーヤ寒天培地やハートインヒュージョン寒天培地などの分離培地で分離可能で20～25℃で培養するが、新穴あき病の場合には血液寒天培地が優れ、18℃、1週間前後の培養が必要とされる。クマシーブリリアントブルー0.01%含有トリプトソーヤ寒天培地で紺青色のコロニーを作る。

組織標本、塗抹標本、分離菌を用いた血清学的検査で診断可能であるが、分離菌は強い自己凝集性を示すことが多く、分離菌を用いた検査では間接血球凝集反応や蛍光抗体法などの工夫が必要である。

PCR法による診断が可能である。

PCR法	プライマー名	配列 (5'-3')	増幅産物 サイズ	備考	参考文献
PCR-1	PAAS1	CGTTGGATATGGCTCTTCCT	423bp		Moobey et al. 1995
	PAAS2	CTCAAAACGGCTGCGTACCA			
PCR-2	PAAS4	AGGTAAGTCTATTAGGTTCCG	278bp	PAAS1 および PAAS2 の内側に設計されたプライマー、nested-PCR として行う	
	PAAS5	GTTACACTTTTTCTCCCGC			

【防除法・治療法】

海外ではせつそう病ワクチンが市販されているが、日本では認められていない。

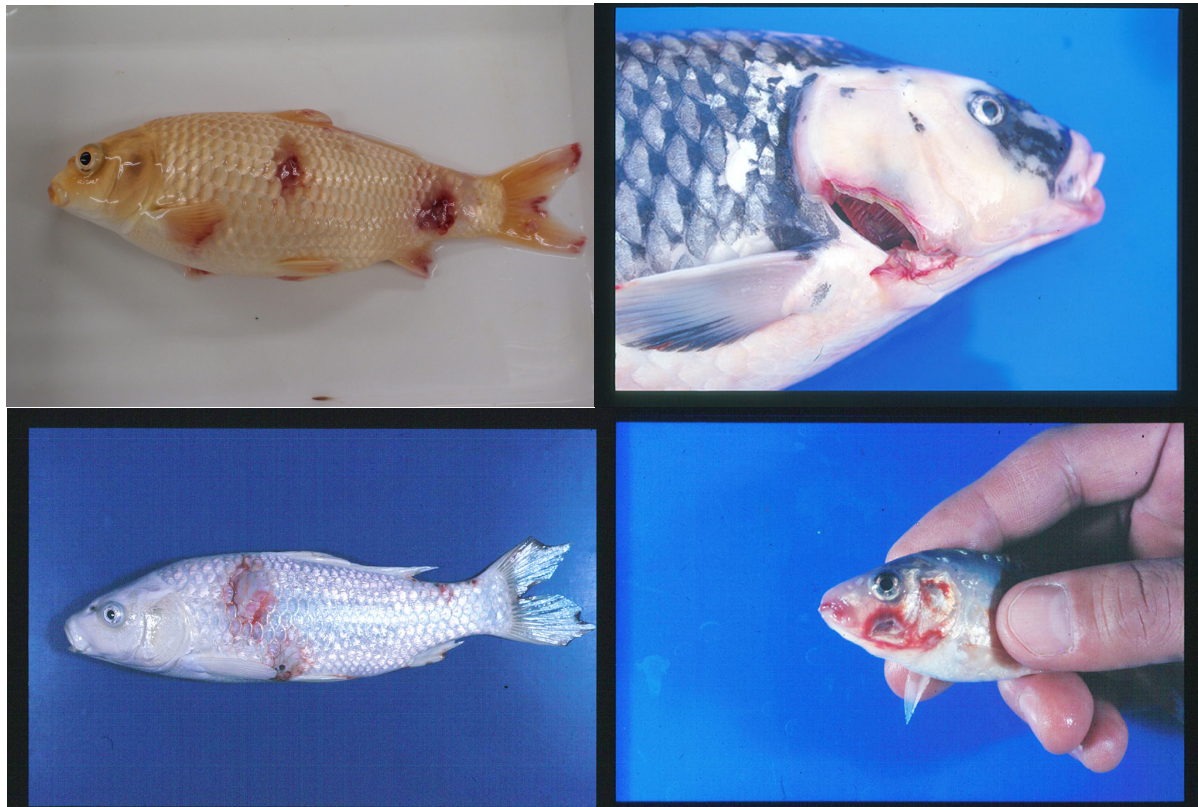
せつそう病では早期に発見し適切に投薬することで治療可能であり、承認された水産用医薬品がある。穴あき病ではテトラサイクリン、オキシリン酸の投与が有効であるが、新穴あき病では効果が認められず、エンロフロキサシン、フロルフェニコールが有効とされている。

穴あき病、頭部潰瘍病、海産魚の *A. salmonicida* 感染症では飼育水の適切な昇温で治療可能であるが、新穴あき病では無効である。

【参考文献】

山本 淳 (2017) : せつそう病 (非定型を含む)、魚病研究、52、126-130.

Mooney, J., E. Powell, C. Clabby and R. Powell (1995): Detection of *Aeromonas salmonicida* in wild Atlantic salmon using a specific DNA probe test. Diseases of Aquatic Organisms, 21, 131-135.



「新穴あき病」に罹患したニシキゴイ: 体側や鰓蓋に潰瘍症状を呈する (写真提供: 新潟県内水面水産試験場)



「頭部潰瘍病」のウナギ：見た目の不気味さから「お岩病」と言われる。
(写真提供：城泰彦博士)



非定形 *Aeromonas salmonicida* に罹患したクロソイ：体表にびらんがみられる
(写真提供：福田穰博士)

Edwardsiella tarda による感染症

(エドワジエラ症、パラコロ病)

ニホンウナギの病原体として古くから知られ、その後、多くの魚種で病気が発生している。最近では、ニホンウナギ以外にヒラメ、マダイでの被害が大きい。歴史的な経緯からニホンウナギのエドワジエラ症だけはパラコロ病と呼称される。なお、魚類由来の *E. tarda* は、*E. tarda* とは別種と報告され、*E. piscicida* と *E. anguillarum* の新しい種名が提案されている。

【病原体】

Edwardsiella tarda

グラム陰性、腸内細菌科に属する通性嫌気性短桿菌、周毛による運動性（ただし、ヒラメ以外の海産魚からの分離菌は運動性を示さない）。硫化水素およびインドール産生、白糖を分解しない。発育可能温度は 15 ~ 42℃（至適温度：約 31℃）、発育塩分濃度は 0 ~ 4%（至適塩分：0.5 ~ 1.0%）。

【地理的分布と宿主範囲】

全世界に分布し、淡水魚・海産魚を問わず、多くの魚種でエドワジエラ症の発生が報告されている。

【特徴的症状】

ニホンウナギ病魚では肛門の拡大突出、その周囲の発赤腫脹、あるいは前腹部の著しい発赤腫脹、病状が進んだ場合には腹壁に孔が開いているものも見られる。腎臓または肝臓が腫大し、膿瘍や潰瘍が多数形成され、開口部から特徴的な強い悪臭を放つ膿汁が流れ出ていることがある。

ヒラメ病魚では腹部の膨満、肛門の拡張発赤、脱腸が見られる。口吻部の発赤・膿瘍、眼球突出が見られる場合もある。開腹すると出血性の多量の腹水、肝臓・腎臓の肥大・膿瘍・出血が認められる。

マダイ病魚では頭部や体表での膿瘍・潰瘍の形成、脾臓・腎臓・肝臓での結節様小白斑の形成が認められる。

【診断法】

ニホンウナギ病魚、ヒラメ病魚およびマダイ病魚ともに症状が特徴的であることから、外観・解剖所見から診断しても間違いは少ない。

本原因菌は通常のトリプトソーヤ寒天培地やハートインヒュージョン寒天培地などの通常分離培地で分離可能で、25℃、48 ~ 72 時間培養で直径 1mm 前後の灰白色で、円形の、光沢はあるが透明感のないコロニーを形成する。SS 寒天培地、DHL 寒天培地、XLD 寒天培地の選択培地では中心部が黒色で周辺部が透明な比較的小さなコロニーを作る。

組織標本、塗抹標本、分離菌を用いた血清学的検査で診断可能であるが、必ず病原性を有する菌株を抗原として作製された抗血清を使用する必要がある。

PCR 法による診断が可能である。

【防除法・治療法】

過密を避け、過食に注意し、飼育水の交換率を上げるとともに池掃除などにより水質を含めた飼育環境に気を付け、飼育魚にストレスを掛けないように気を付けることが大事である。病気を蔓延させないためにも死亡魚や発病魚は速やかに除去することが重要である。

ヒラメに対する多糖アジュバンド添加不活化注射ワクチンが承認されている。2 週間間隔で 2 回注射する。本病の治療に対して、うなぎ目及びマダイが含まれるすずき目の魚類に対しては承認された水産用医薬品はあるが、ヒラメが含まれるかれい目魚類に対しては承認された薬剤はない。

PCR 法	プライマー名	配列 (5'-3')	増幅産物 サイズ	備考	参考文献
PCR-1	ED tT-F	TTCCGCAACCATGATCAAAG	268bp	ニホンウナギ、 ヒラメ	Sakai <i>etal.</i> 2009
	ED tT-F	AGGGCATATATCCACTCACTG			
PCR-2	ED tA-F	GAACAGCGCCTCTGTCTG	230bp	マダイ	
	ED tA-F	AATTGCTCTATACGCACGC			

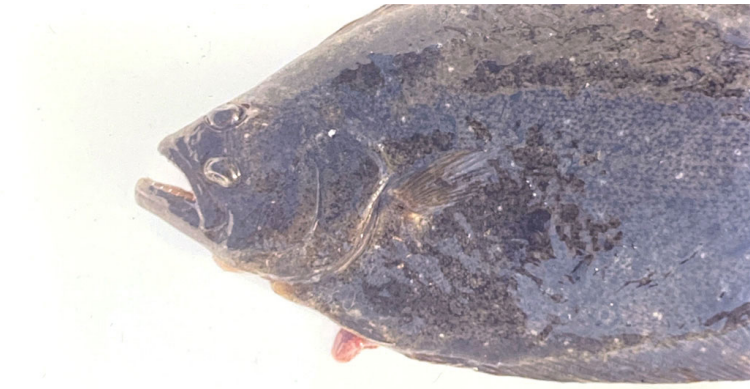
【参考文献】

飯田貴次・坂井貴光・高野倫一 (2016) : エドワジエラ症、魚病研究、51、87-91.

Sakai,T., K. Yuasa, M. Sano and T. Iida (2009): Identification of *Edwardsiella ictaluri* and *E. tarda* by species-specific polymerase chain reaction targeted to the upstream region of the fimbrial gene. *Journal of Aquatic Animal Health*, 21, 124-132.



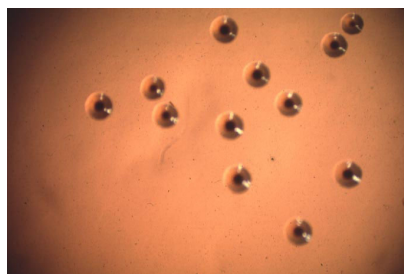
パラコロ病で死亡したニホンウナギ：肛門の拡大突出、発赤腫脹がみられる。
(写真提供：城泰彦博士)



エドワジエラ症のヒラメ：上 脱腸を呈する
下 腹部の膨満症状を呈する病魚
(写真提供：城泰彦博士)



エドワジエラ症のマダイ：頭部に潰瘍症状がみられる
(写真提供：愛媛県水産研究センター)



SS 寒天培地で発育したコロニー (写真提供：飯田貴次博士)

III 寄生虫病

1. 原虫類

アミルウーディニウム症

多くの海水魚類の鰓、体表、鰭に寄生し、肉眼的に微小な白点状の虫体が認められる。古くから知られ、水族館など陸上飼育施設での被害が大きい。海面養殖場でも発生する。

【病原体】

Amyloodinium ocellatum (Brown, 1934) Brown and Hovasse, 1946

デンブンベンモウチュウ

渦鞭毛動物門 Dinozoa

渦鞭毛藻綱 Dinophyceae

ペリディニウム目 Peridinales

ウーディニウム科 Oodiniaceae

デンブンベンモウチュウ属 *Amyloodinium*

【地理的分布と宿主範囲】

世界中の温暖な海水に広く分布する。宿主特異性が低く、観賞魚では多くの魚種で発生する。養殖魚では欧米のヘダイやターボットで被害が発生している。国内でも養殖トラフグ稚魚に大量死をもたらした例が知られている。汽水域から50%以上の広い塩濃度域で寄生が確認されている。

【特徴的症状】

鰓や体表、鰭に白色や薄黄色のコショウをまぶした様な微小な点として虫体が認められる。罹病魚は、鰓蓋運動が頻繁になり、体を擦りつけるといった行動がみられる。重篤化すると食欲が低下し、鼻上げ等の酸欠症状を呈した後、水底で動かなくなり死亡する。発症してから数日で死亡する場合もあるため、行動の変化をいち早く捉えることが重要である。栄養体（トロホント）は長さ150 μm以下で、洋梨型もしくは卵形の虫体下部にある仮根の先端を鰓や体表組織に挿入し、栄養を吸収する。鰓に多く寄生し、組織造成や炎症、壊死を引き起こすため、魚は酸欠により死亡する。成熟したトロホントは魚体から脱落し、水底でシスト（トモント）となり、内部で分裂増殖する。一つのシストから最高256個の鞭毛を持った仔虫（Dinospore）が産生され、水中を泳いで魚に寄生する。至適温度は23-27℃で、12日以内に生活史が完了する。仔虫は15日程度活力を維持し、17℃未満では感染が起らなかったという報告がある。

【診断法】

鰓や鰭の顕微鏡観察で栄養体を確認する。同様に体表面を粘液ごと掻き取ってウエットマウント標本作製し、光学顕微鏡で観察を行う。栄養体は非運動性で、特徴的なでん粉顆粒を体内に多数持つため、ルゴール液等ヨウ素で濃染される。また、PCRにより魚体や水中から様々な発育ステージの検出も可能である（プライマー：AO18SF1, 5'-GAC CTT GCC CGA GAG GG -3' / AO18SR1, 5'-GAA AGT GTG GTG AAT CTT AAC -3'）（Levy et al., 2007）。LAMP法も開発されている（Picón-Camacho et al., 2013）。

【防除法・治療法】

仔虫やシストを持ち込まないのが重要である。飛沫でも伝播するため、汚染水槽や道具は速やかに消毒し、感染魚は隔離する。本病に対し承認されている水産用医薬品はないが、25ppmの過酸化水素浴30分で死亡が減少した例や、複数回の淡水浴で病気の拡大を防いだとの報告もある。銅イオンも有効である。いずれの場合も、早期対策が重要であり、魚体から離れた虫体が再度感染するので、複数回の治療が必要である。水流等を利用した仔虫やシストの速やかな排除や飼育場所を頻繁に変える等により、生活環を絶つ事で被害の拡大を防げる。

【参考文献】

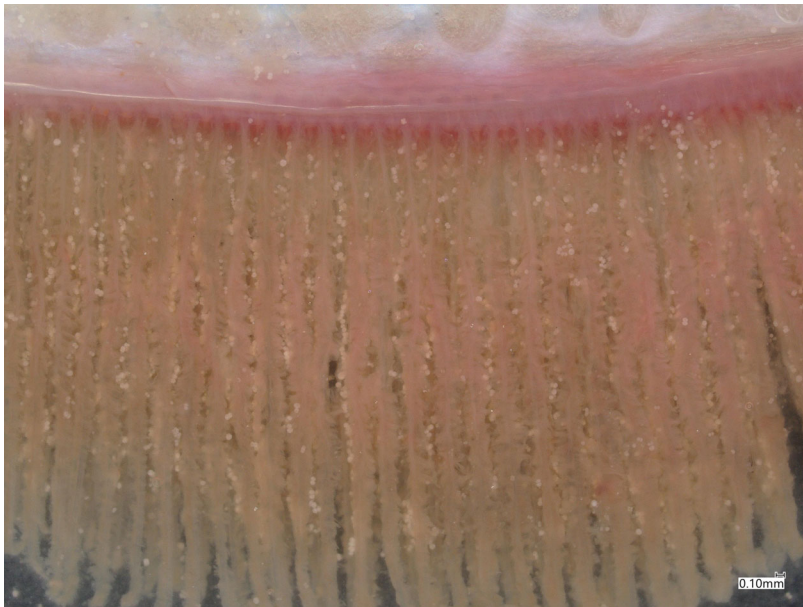
Picón-Camacho, S. M., Thompson, W. P., Blaylock, R. B., & Lotz, J. M. (2013) Development of a rapid assay to detect the dinoflagellate *Amyloodinium ocellatum* using loop-mediated isothermal amplification (LAMP). *Veterinary Parasitology*, 196: 265-271

Francis-Floyd, R. and M. R. Floyd (2011) : *Amyloodinium ocellatum*, an important parasite of cultured marine fish.1-11, Southern Regional Aquaculture Center Publication, No 4705 .

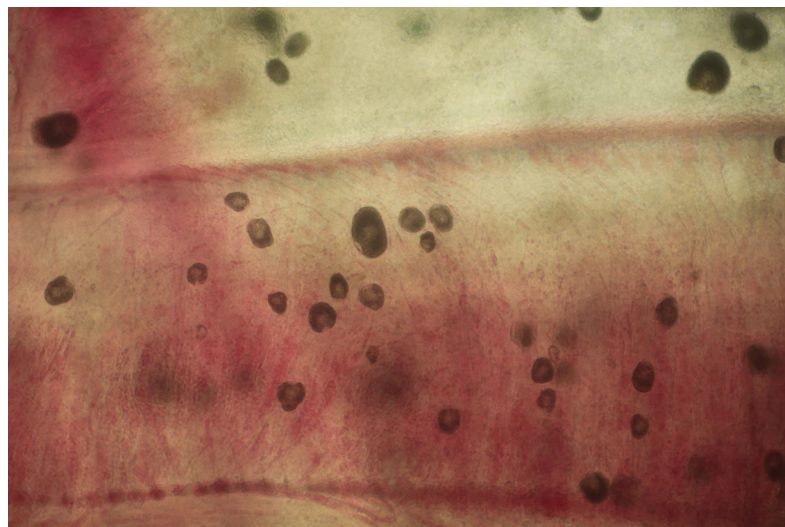
Noga, E. J., (2012), *Amyloodinium ocellatum*. 19-29, Fish Parasites Pathobiology and Protection (Edited by P. T. K. Woo & K. Buchmann), CAB International.

小川和夫 (2004) : 原虫病, 292-293, 魚介類の感染症・寄生虫病 (若林久嗣・室賀清邦編), 恒星社厚生閣

Levy, M. G., M. F. Poore, A. Colorni, E. J. Noga, M. W. Vandersea and R. W. Litaker, (2007) : A highly specific PCR assay for detecting the fish ectoparasite *Amyloodinium ocellatum*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 73(3), 219-216.



クエの鰓にみられた *Amyloodinium ocellatum* (写真提供：近畿大学水産研究所)



イサキ鰓弁上の *Amyloodinium ocellatum* の栄養体(写真提供：長崎県総合水産試験場)

白点病 (*Cryptocaryon irritans* による海産白点病)

多くの海産魚類の鰓、体表、鱗に寄生し、肉眼的に白い点として認められる。寄生様式や生活環、罹病魚の症状は淡水白点病と類似しているが、病原体は異なる。

【病原体】

Cryptocaryon irritans Brown, 1951 シオミズハクテンチュウ

繊毛虫門 Ciliophora

前口綱 Prostomatea

シオミズケムシ目 Prorodontida

海産白点虫科 Cryptocaryonidae

シオミズハクテンチュウ属 *Cryptocaryon* Brown, 1951

【地理的分布と宿主範囲】

世界中に分布しており、宿主特異性も低い。アクアリウムや水族館では最も一般的な寄生虫病である。国内の養殖では特にマダイでの被害が多いが、様々な魚種で発生する。遺伝子が異なり発育速度等の生物学的な違いがある複数株の存在が示唆されている。

【特徴的症状】

外観症状は淡水白点病と類似しており、宿主の体表、鱗、鰓に小白点として虫体が認められる。罹病魚は、体を物に擦りつけるといった行動がみられる。重篤になると遊泳が不活発になり、水底で動かなくなり死亡する。

虫体（トロホント）は表皮下に寄生するため、厳密には内部寄生虫である。繊毛により回転運動しながら宿主細胞を摂食する。成熟したトロホントは魚体を離れ、プロトモントを経て水底でシスト化してトモントとなる。トモントは水底に沈み水槽の底や底泥中で発達するが、低酸素や低水温環境下でも長期間生存できる。やがて一つのトモントから数百程度の仔虫（セロント）が遊出し、魚に寄生する。仔虫の寿命は一日程度と短く、感染力も遊出後6時間以降は急激に低下する。トモントの魚体からの離脱やセロントの遊出には日周リズムがあることが示されている。至適水温は23-30℃で、生活環が1サイクル完結するには1-2週間程度かかるが、株や環境条件によって大きく異なる。海面養殖場では海底に酸素が供給されてトモントが活性化する水温低下期や台風通過後に多く発生する。

【防除法・治療法】

白点を確認される体表面を粘液ごと掻き取るか、鰓や鱗のウェットマウントを光学顕微鏡で観察する。虫体は円形や水滴型で、繊毛でゆっくりと回転運動をしている。体内に特徴的な4連楕円形の核を持つ。

*標本作製法：スタンプ標本のギムザ染色標本

【診断法】

マダイの白点病に対しては塩化リゾチーム製剤が認可されている。生け簀養殖であれば、潮通しの良い場所に移動し、再感染を防ぐ。水槽飼育であれば、魚を清浄な水槽に3日間毎に移動することを3回程度繰り返すことで、生活史を分断し、再感染を防ぐ事ができる。銅イオンやオゾン、紫外線による仔虫の殺虫効果も報告されている。低塩分による防除効果も報告されているが、株間によって塩分耐性が大きく異なるため、一概に有効とはいえない。

【参考文献】

Yanong, R. P. E. (2012) : *Cryptocaryon irritans* Infections (Marine White Spot Disease) in Fish. <http://edis.ifas.ufl.edu/fa164> <http://edis.ifas.ufl.edu/fa164>

Dickerson, H. W. and D. L. Dawe (1995) : *Ichthyophthirius multifiliis* and *Cryptocaryon irritans* (Phylum Ciliophora). 181-227, Fish diseases and disorders. Volume 1: protozoan and metazoan infections (Edited by P. T. K. Woo), CABI Publishing.

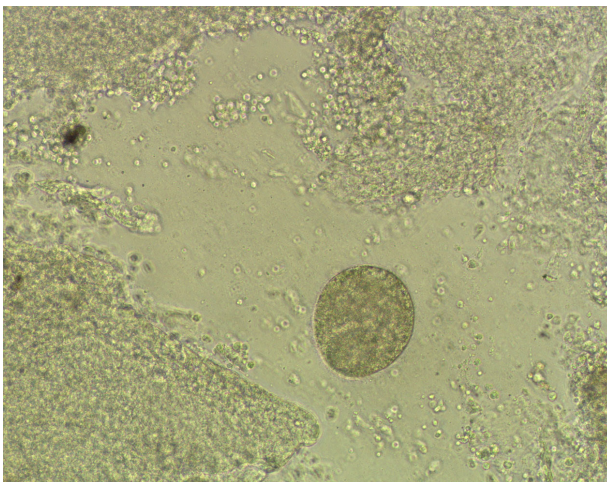
小川和夫 (2004) : 原虫病, 285-337, 魚介類の感染症・寄生虫病 (若林久嗣・室賀清邦編), 恒星社厚生閣.



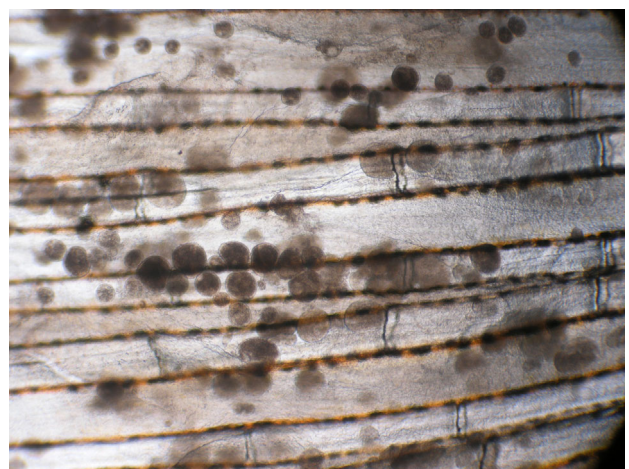
Cryptocaryon irritans の重篤寄生を受けたマダイ。体中に白点が観察される (写真提供: 近畿大学水産研究所)



白点病により死亡したマダイ。体表全体がスレている (写真提供: 近畿大学水産研究所)



C. irritans のトロホント。繊毛でゆっくり回転運動する (写真提供: 近畿大学水産研究所)



カンパチの鱗に寄生した *C. irritans* のトロホント (写真提供: 近畿大学水産研究所)



水槽底面にみられた大量の *Cryptocaryon irritans* のトモント。白い点は全て白点虫のシスト（写真提供：近畿大学水産研究所）



Cryptocaryon irritans のトモント。内部に発達中のセロントが見える（写真提供：近畿大学水産研究所）

スクーチカ症

スクーチカ繊毛虫類の条件性寄生による疾病で、病原体が体表や体内で増殖するため、時に多くの被害を出す。一度蔓延すると自然に終息するまで死亡が続く厄介な疾病である。原因寄生虫は複数種存在し、同定がなされていない種も多い。

【病原体】

Miamiensis avidus (syn. *Philasterides dicentrarchi*)

マイアミスクーチカセンモウチュウ

Pseudocohnilembus spp.

Tetrahymena spp.

Uronema spp. 他

繊毛虫門 Ciliophora

貧膜口綱 Oligohymenophorea

アンキスツルム目 Scuticociliatida

【地理的分布と宿主範囲】

世界中から様々なスクーチカ類による疾病が報告されている。ヒラメやターボット等、異体類の陸上養殖では *Miamiensis avidus* や *Uronema marinum* による被害が多い。オーストラリアの養殖ミナミマグロでは一時期 *Uronema nigricans* による脳炎で死亡被害が発生した。生け簀養殖のハタ類では *M. avidus* や *U. marinum* が問題となっている。養殖魚以外ではグッピーの *Tetrahymena* spp. 寄生やタツノオトシゴ類の *M. avidus* 寄生の他、ロブスター等甲殻類での寄生も知られている。

【特徴的症状】

寄生部位によって症状は様々であるが、ヒラメでは体色の黒化や白化、口周辺や鰭基部の発赤、体表の潰瘍等が見られる。体内に侵入した場合は目立った外観症状が出ない場合も多いが、脳や神経寄生では異常行動や眼球突出、内臓寄生では腹水の貯留等が見られる。

スクーチカ繊毛虫は条件寄生性で、宿主がいない環境でも増殖するため、排泄物や残餌など有機物が多い水槽で増えやすい。環境の変化等により宿主の免疫が低下した場合に流行する事が多い。一旦発生すると分裂増殖により短期間で増殖するため、感染が広がって多くの被害を出す。魚に寄生した場合は組織を摂食しながら体表や体内で増殖する。体内への侵入経路については様々な説があるが、体表や鰭の傷、鼻腔等が考えられる。15 – 25℃で特に増えやすく、広塩性で低塩分下でも増殖する。

【診断法】

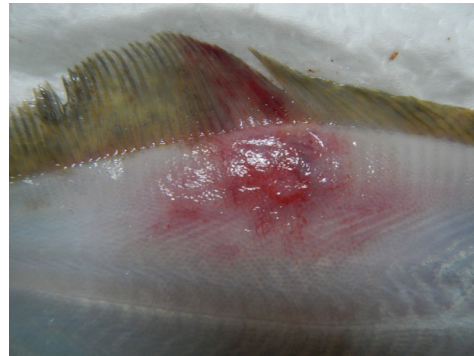
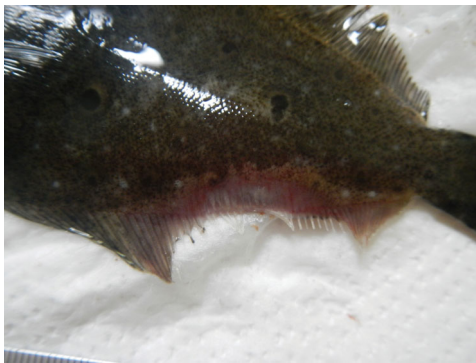
体表の潰瘍部位、鰭、脳、腹水のウエットマント標本を作製し、光学顕微鏡で観察する。スクーチカ症であれば、当該部位には 20-50 μ m 程の涙形もしくは洋梨型で繊毛により活発に運動する虫体が数多くみられる。スクーチカ繊毛虫類は形態が類似している場合が多く、しばしば同定が困難であるが、鍍銀染色による形態観察や SSU rDNA、ITS、cox1 領域の遺伝子解析により種の特定が可能である。

【防除法・治療法】

本虫に対して承認されている薬剤は無く、体内に寄生した場合の駆除は困難である。体表に寄生した場合にはフォルマリン浴 (100 – 400ppm、1 時間) や過酸化水素浴 (150 – 300ppm 1~1.5 時間) が有効との報告があるが、養殖魚では認められていない。ワクチン開発がなされているが、効果のある種や株が限定されるため、市販化にはいたっていない。現実的な予防対策として、本虫の餌となる死体や汚物を水槽内に貯めない、換水率を上げ、飼育密度を適切に保つ等の飼育環境の改善が挙げられる。実験的には低塩分環境では本虫によるヒラメの死亡が増加した例があり、塩分の低下が疾病流行のきっかけになる可能性もある。宿主免疫の低下により寄生が起ると考えられることから、急激な環境変化等のストレスがあった際には上記予防策を徹底することで被害を防げる可能性が高まる。発生初期には換水率を上げ、摂餌を控え、水槽に砂を敷くと被害を軽減できる。様々な免疫賦活剤や免疫増強剤が試されており、場合によっては効果が認められるが、未だ決定的なものはない。

【参考文献】

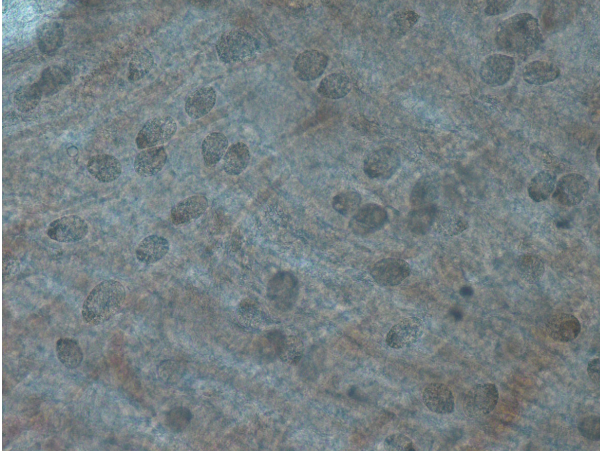
- Jung S. and P. T. K. Woo (2012): *Miamiensis avidus* and related species in Fish Parasites. 73-91. Pathobiology and Protection (Edited by P. T. K. Woo & K. Buchmann), CAB International.
- 水野芳嗣 (2005) 最近のヒラメのスクーチカ症対策. 養殖, 2005. 1, 32-35.
- 小川和夫 (2004), 原虫病, 292-293, 魚介類の感染症・寄生虫病 (若林久嗣・室賀清邦編), 恒星社厚生閣.
- Harikrishnan R., C. Balasundaram and M. S. Heo (2010) : Scuticociliatosis and its recent prophylactic measures in aquaculture with special reference to South Korea Taxonomy, diversity and diagnosis of scuticociliatosis : Part I Control strategies of scuticociliatosis: Part II. *Fish and Shellfish Immunology* 29(1), 15-31.
-



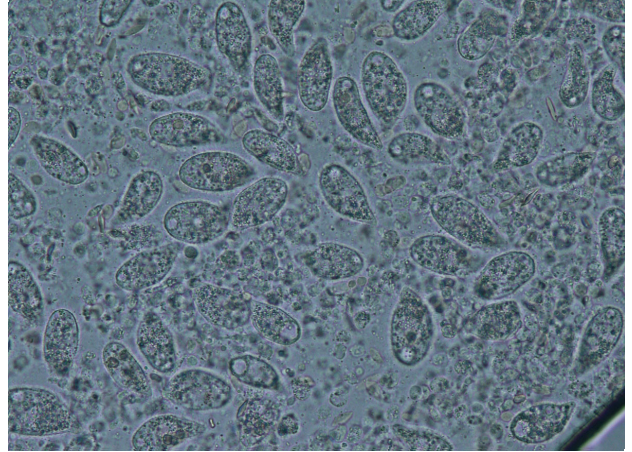
ヒラメのスクーチカ症の諸症状 (写真提供：近畿大学水産研究所)



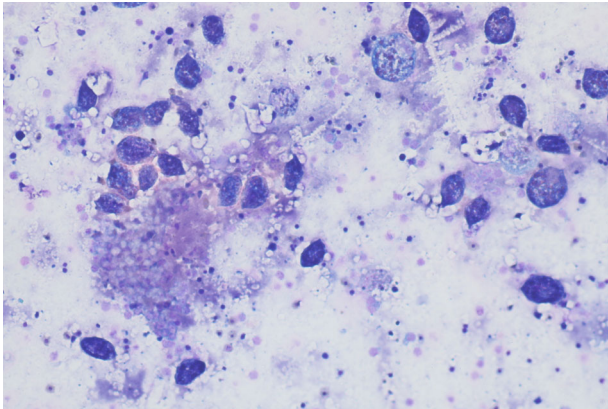
体内にスクーチカが寄生したヒラメでは眼球突出 (左) や脳の発赤 (右) が観察される (写真提供：近畿大学水産研究所)



ヒラメの脳に見られたスクーチカ繊毛虫。
(写真提供：近畿大学水産研究所)



Miamiensis avidus と思われるスクーチカ繊毛虫。涙形をした虫体は活発に運動する。(写真提供：近畿大学水産研究所)



メイタガレイの脳に寄生するスクーチカ原虫の Diff-Quik 染色像 (写真提供：長崎県総合水産試験場)

2. 微孢子虫類

アユのグルゲア症

腹腔内にシストが形成され、重篤感染の場合は腹部膨満を呈する。死亡率は高くないが、商品価値を失わせるため、問題となる。

【病原体】

Glugea plecoglossi Takahashi et Egusa, 1977 アユグルゲアビホウシチュウ

微孢子虫門 Microsporidia

微孢子虫綱 Microsporea

微孢子虫目 Microsporida

グルゲア科 Glugeidae

グルゲアビホウシチュウ属 *Glugea* Thélohan, 1891

【地理的分布と宿主範囲】

1964年に鹿児島県の養殖アユで見つかった以来、西日本各地の養殖アユや天然アユで見られている。琵琶湖産アユ種苗を用いて養殖すると発生することから琵琶湖に感染源があると考えられていたが、他の河川産稚アユや海産稚アユでも見ついている。その後、人工種苗でも発生事例がある。実験的にはニジマスにも感染しうるが、ニジマス養殖場で発生した例はない。

【特徴的症狀】

内臓表面に大きさ3~4 mmの白色球形シストが多数みられる。重症魚では腹腔内に多数のシストが充満し、腹部が膨満する。シストは皮下や鱗にも見られることがある。また腹水の貯留や痩せ症を呈する場合もあるが、死に至ることはまれである。

【診断法】

腹腔内のシストをつぶしてウェットマウントで検鏡し、胞子を確認する。胞子は長楕円形で、長さは5.8 (5.1~6.2) μ m、幅は2.1 (2.0~2.5) μ mである。

【防除法・治療法】

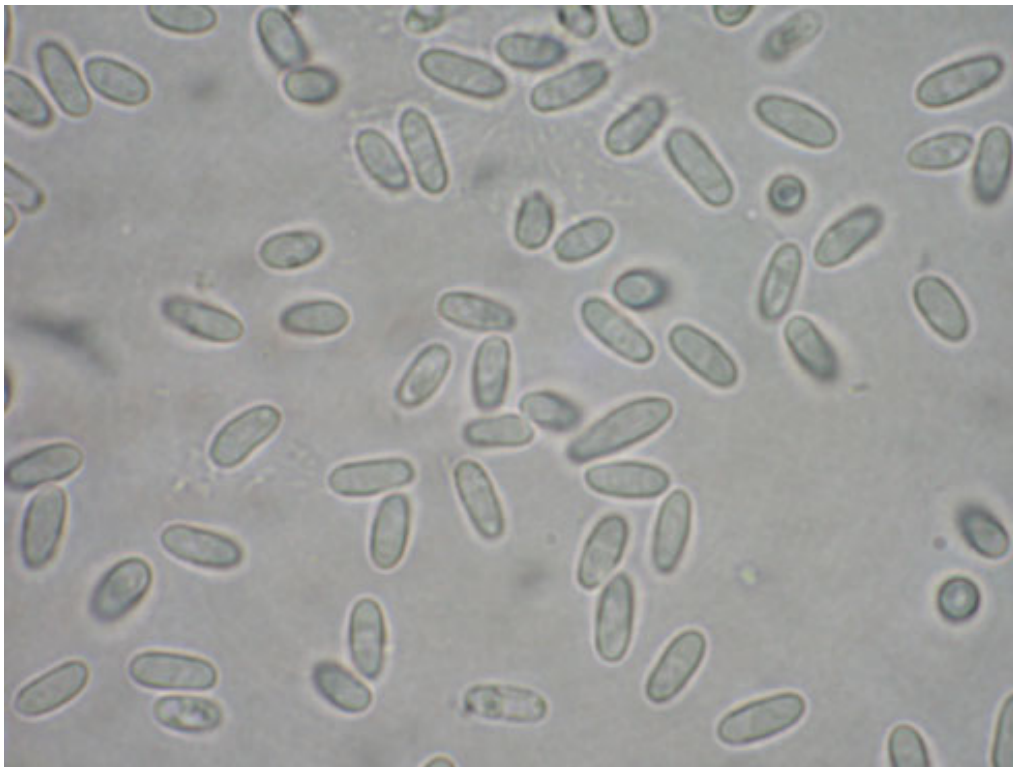
飼育用水を紫外線消毒することで感染防除できる。また、天然種苗導入後の発症前までに、28~29℃の高温飼育を5日間、7日の間を置いて2回実施することで発症を予防できる。ただし、高温飼育時には他の病気の発生に注意する必要がある。人工種苗アユの場合は、感染源が親魚にあると考えられるので、採卵・採精時にシストの有無を注意深く検査して、感染親魚を除去することが推奨される。

【参考文献】

- 小川和夫 (2004): 原虫病、285-337、魚介類の感染症・寄生虫病 (若林久嗣・室賀清邦編)、恒星社厚生閣。
Takahashi, S. and K. Ogawa (1997): Efficacy of elevated water temperature treatment of ayu infected with the microsporidian *Glugea plecoglossi*. *Fish Pathology*, 32, 193-198.
良永知義・横山 博 (2012): 原虫病、92-101、改訂・魚病学概論 (小川和夫・室賀清邦編)、恒星社厚生閣。



多数のグルゲアシストが腹腔内にみられるアユ (写真提供: 横山博 博士)



Glugea plecoglossi の孢子 (写真提供: 横山博 博士)

ウナギのべこ病

体側筋肉に寄生した微胞子虫がタンパク分解酵素を分泌して周辺組織を融解することにより、外観的に体表がへこんで凹凸を呈する。死亡率は高くないが、商品価値を低下させる。露地池養殖の時代には問題となったが、ハウス式加温養殖の普及とともに減少している。

【病原体】

Heterosporis anguillarum (Hoshina, 1951) (syn. *Pleistophora anguillarum*)
ウナギイケイビホウシチュウ

微胞子虫門 Microsporidia

微胞子虫綱 Microsporea

微胞子虫目 Microsporida

プレイストフォラ科 Pleistophoridae

イケイビホウシチュウ属 *Heterosporis* Schubert, 1969

【地理的分布と宿主範囲】

日本と台湾で発生が確認されている。宿主はニホンウナギのみで、他種のウナギでは知られていない。

【特徴的症狀】

外観的に体表面がへこんで不規則な凹凸を呈する。解剖して体側筋肉を観察すると、患部がクリーム色に白濁している。

【診断法】

筋肉患部を採取してウェットマウントで検鏡し、胞子を確認する。胞子は大小2型あるのが特徴で、大胞子は長さ 6.7 ~ 9.0 μm 、幅 3.3 ~ 5.3 μm 、小胞子は長さ 2.8 ~ 5.0 μm 、幅 2.0 ~ 2.9 μm である。

【防除法・治療法】

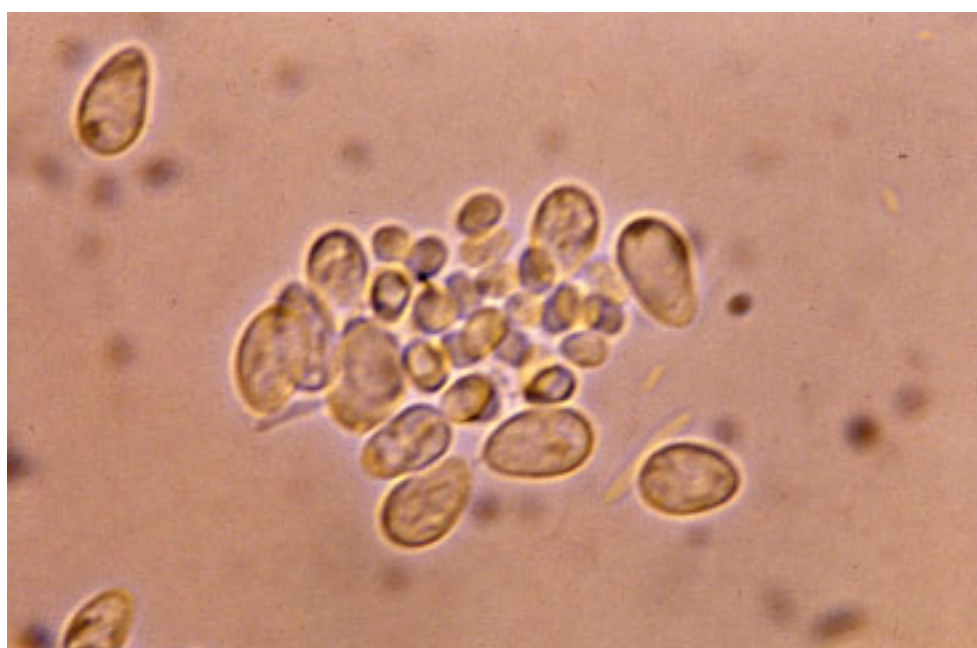
感染は経口または経皮的に起こることから、病魚を速やかに取り除くことや、共食いを防ぐため分養を徹底することが感染拡大の防止に有効である。なお寄生虫の発育は水温に影響され、20°C ~ 30°C では高水温ほど発育が早まり、25°C では感染後 30 日で胞子が形成される。一方、15°C 以下の低水温では発病しない。

【参考文献】

小川和夫 (2004): 原虫病、285-337、魚介類の感染症・寄生虫病 (若林久嗣・室賀清邦編)、恒星社厚生閣。



体表がへこんで不規則な凹凸を示したウナギ（写真提供：岡 英夫氏）



Heterosporis anguillarum の孢子。大小2型の孢子が観察される。（写真提供：岡 英夫氏）

海産魚のべこ病

体側筋肉中に形成されたシストが出荷時まで残存すると商品価値を低下させる。近年、特にブリ類で重篤感染が発生しており、稚魚では死亡する場合もある。病名はシスト形成後の一時期にみられる体表の凹凸に由来する。

【病原体】

Microsporidium seriolae Egusa, 1982 ブリキンニクビホウシチュウ

Microsporidium sp. RSB Egusa, Hatai and Fujimaki, 1988 マダイビホウシチュウ

Microsporidium sp. PBT Zhang, Meng, Yokoyama, Miyahara, Takami and Ogawa, 2010
マグロビホウシチュウ

微孢子虫門 Microsporidia

微孢子虫綱 Microsporea

微孢子虫目 Microsporida

微孢子虫科 *Microsporida incertae sedis*

ミクロスポリジウム属 *Microsporidium* Balbiani, 1884

【地理的分布と宿主範囲】

主に日本で知られており、養殖魚ではブリ類のブリ筋肉微孢子虫 *Microsporidium seriolae* 他、マダイ、クロマグロ、ホシガレイなどでも類似の寄生が報告されている。またサンマやマアジ等の天然魚からも見つかっている。魚種によって原因種が異なるのかなど、詳細な分類や宿主範囲は不明である。

【特徴的症狀】

体側筋肉中に数 mm ～数 cm 程のシストを形成する。シストは乳白色で内部に無数の胞子を内包する。魚体表面に凹凸や変色部位を呈するが、外観症状はやがて消失する。筋肉中で古くなったシストは縮小して最終的に黒色の筋状になる。稚魚期にのみ罹患する。重篤寄生の場合には成長阻害や死亡を誘発し、成長後も残存シストが魚肉中の異物として問題となる。軽度感染では病害性は低く、成長に伴って自然治癒する。

生活環は不明であるが、魚から魚へは感染せず、なんらかの中間宿主が介在すると考えられる。感染は周年起きるが、漁場や年によって発生状況は異なる。

【診断法】

シストのウェットマウントや感染筋肉のスタンプ標本を光学顕微鏡観察し、微孢子虫の胞子を確認する。胞子は 3 - 4 μ m と微小で、シスト内に無数に観察される。胞子壁にキチン質を有するため、Uvitex 2B 等キチンと結合する蛍光染色で微孢子虫であることが確認できる。ブリ類と他魚種では胞子の形態が異なる。Nested PCR (Bell et al., 1999) のほか、感度の高いリアルタイム PCR や LAMP による検出法 (Mekata et al., 2021) も開発されている。いずれも様々な海産魚に寄生する *Microsporidium* を検出する。

【防除法・治療法】

外観症状からある程度罹病魚を選別できるが、体表に症状が現れていない個体は排除されない。ワクチンは無く、予防策としては感染が起りやすい時期や場所を避けて魚を導入するといった方法が現実的である。陸上飼育施設では砂濾過が有効との報告もある一方、飼育水の UV 処理では寄生が防げなかったとの報告もある。感染初期にアルベンダゾールやフェバンテルなどベンゾイミダゾール系薬剤を経口投与すると、微孢子虫の増殖を抑えて発症を防ぐことができるとの報告があるが、形成されたシストを消失させる効果はない。なお、早い場合は感染から 1 週間以内にシストが形成される。

【参考文献】

横山博 (2017) ベコ病, 魚病研究, 52, 181-185.

Mekata et al.: Development of real-time PCR and loop-mediated isothermal amplification (LAMP) assays for detection of *Microsporidium seriolae*. Fish Pathology

Yanagi, S., J. Satoh, T. Mekata, T. Sakai, H. Kawakami, S. Shirakashi, S. Hamano, K. Fukudome, K. Wada, M. Yamasaki, N. Itou, T. Nishioka and K. Mori: Search for the therapeutic agent for the beko disease of *Seriola* spp. caused by *Microsporidium seriolae* (Microspora). Fish Pathol.,

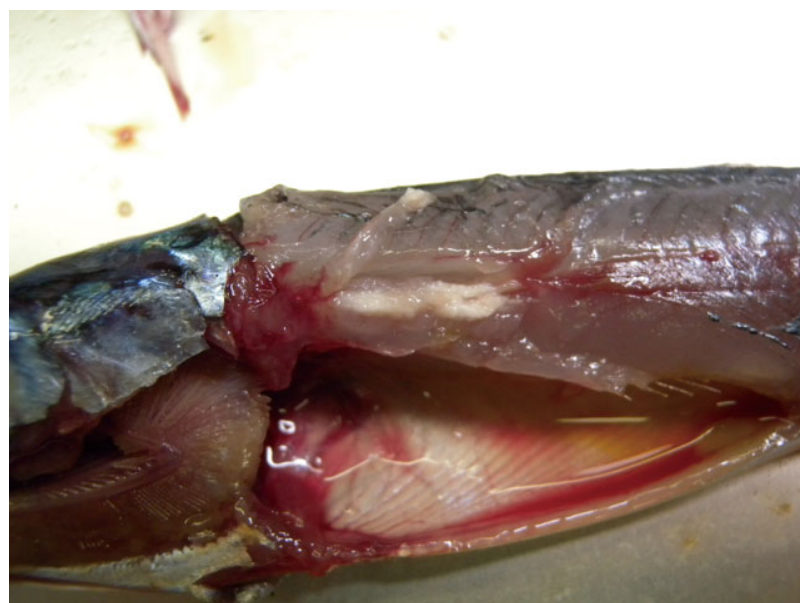
Kawakami et al., Therapeutic effect of febantel against Beko disease in *Seriola* spp. Fish Pathol.

柳宗悦・佐藤純・今岡慶明・川上秀昌・原川翔伍・米加田徹・中易千早 5・森広一郎 (2021 ?) ブリ類におけるベコ病の初期感染動態と発生予測

Bell, A. S., H. Yokoyama, T. Aoki, M. Takahashi and K. Maruyama (1999) : Single and nested polymerase chain reaction assays for the detection of *Microsporidium seriolae* (Microspora), the causative agent of 'Beko' disease in yellowtail *Seriola quinqueradiata*. *Disease of Aquatic Organisms*, 37, 127-134.



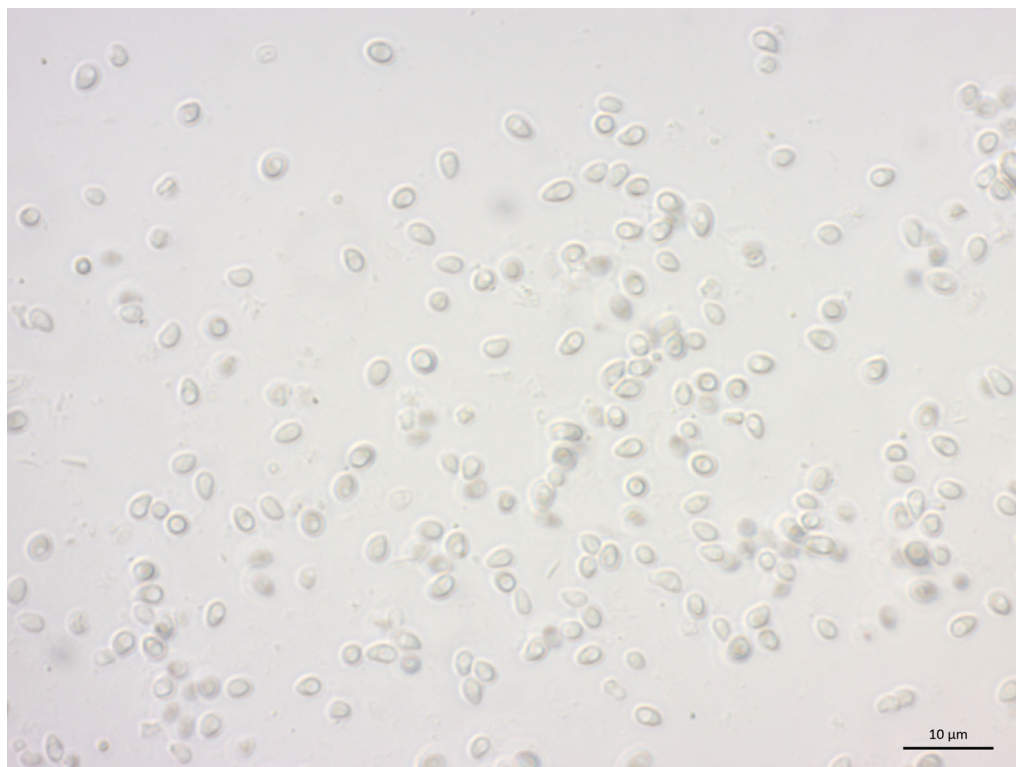
ベコ病のマダイに見られた *Microsporidium* sp.RSB のシスト (写真提供：近畿大学水産研究所)



クロマグロ稚魚に見られた *Microsporidium* sp. PBT のシスト。(写真提供：近畿大学水産研究所)



Microsporidium seriolae の重篤感染を受けたブリ稚魚。(写真提供：近畿大学水産研究所)



Microsporidium seriolae の孢子。(写真提供：近畿大学水産研究所)

3. 粘液孢子虫類

コイ稚魚の鰓ミクソボルス症

養殖コイでは古くから知られている疾病で、鰓に白色球形のシストが形成される。稚魚の鰓に大型のシストができると、夏場には呼吸障害により死亡することもある

【病原体】

Myxobolus koi Kudo, 1919 コイシズクムシ

ミクソゾア門 Myxozoa

粘液胞子虫綱 Myxosporea

双殻目 Bivalvulida

ミクソボルス科 Myxobolidae

ミクソボルス属 (シズクムシ属) *Myxobolus* Butschli, 1882

【地理的分布と宿主範囲】

日本、東南アジア、アメリカ、ヨーロッパに分布している。宿主はコイのみである。

【特徴的症狀】

鰓に径数 mm に達する大型シストが 1 個または数個みられる。粘液分泌、出血、鰓弁の部分的欠損などが起こる。重篤感染魚では鰓蓋が押し上げられたように見えるため、「頬腫れ」と呼ばれる。「鼻上げ」や緩慢遊泳を呈して死亡することもある。なお、鰓弁上に 1 mm 以下の小白点状の小型シストが共存して見られることが多い。これは *M. koi* 以外に、*M. toyamai* など別の種類である場合もあるが、これらは宿主にほとんど病害性がない。

【診断法】

シストを採取してウェットマウントで検鏡し、胞子の形態を観察する。胞子は流滴型で、長さ 12 ~ 15 μ m、幅 5 ~ 9 μ m、厚さ 5 ~ 8 μ m である。2 個の極嚢は同形同大で、長さは 5.9 ~ 7.4 μ m、幅 1.6 ~ 2.7 μ m である。

【防除法・治療法】

駆虫薬などの治療法は開発されていない。8 月頃に胞子が成熟した後、9 月以降にシストが崩壊して自然治癒する。対症療法として、夏場の高水温期に酸素を十分供給し、給餌量や収容密度に注意することで酸欠による死亡を抑えるしかない。

【参考文献】

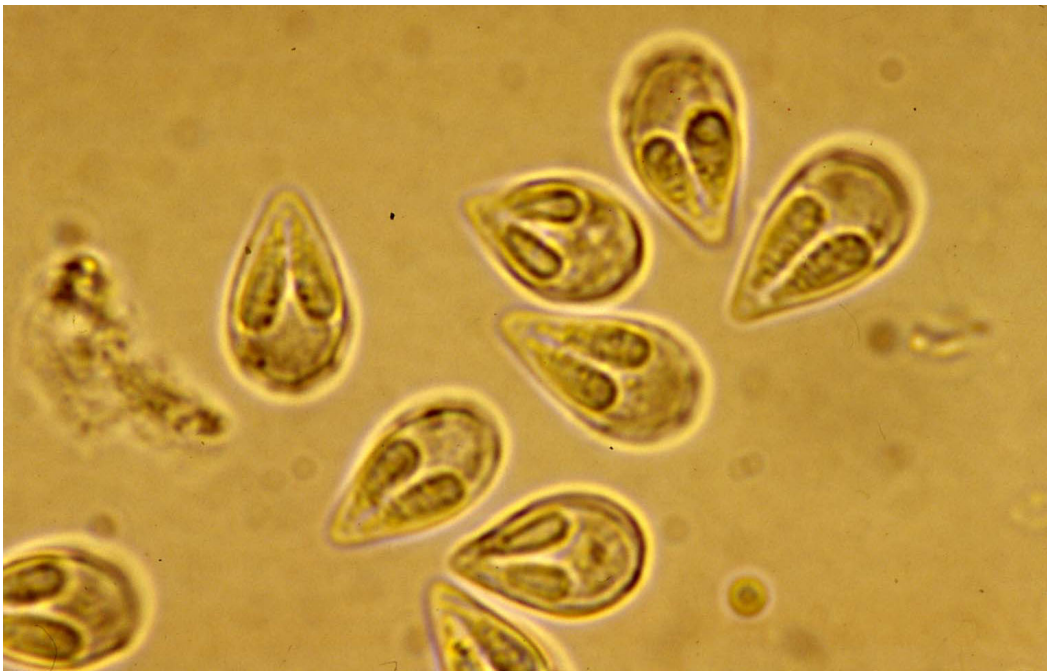
横山 博 (2004) : 粘液胞子虫病、339-351、魚介類の感染症・寄生虫病 (若林久嗣・室賀清邦編)、恒星社厚生閣。

Yokoyama, H., D. Inoue, A. Kumamaru and H. Wakabayashi (1997): *Myxobolus koi* (Myxozoa: Myxosporea) forms large- and small-type 'cysts' in the gills of common carp. *Fish Pathology*, 32, 211-217.

横山博 (2006) 「鰓ミクソボルス症」、104、「魚病図鑑」(畑井喜司雄・小川和夫編)、緑書房



鰓に大型のシストが形成されたコイ稚魚 (写真提供: 横山博 博士)



Myxobolus koi の孢子 (写真提供: 横山博 博士)

コイの筋肉ミクソボルス症

1980年代半ばに突如出現した疾病で、筋肉に米粒大のシストが形成される。1歳魚では外観的にわからないので、出荷先で見つかり異物として問題になる。0歳魚では重篤感染を受け、出血性貧血を呈して慢性的に死亡することもある。

【病原体】

Myxobolus artus Akhmerov, 1960 ダエンシズクムシ

ミクソゾア門 Myxozoa

粘液孢子虫綱 Myxosporea

双殻目 Bivalvulida

ミクソボルス科 Myxobolidae

ミクソボルス属 (シズクムシ属) *Myxobolus* Butschli, 1882

【地理的分布と宿主範囲】

日本、インドネシア、ロシアに分布している。宿主はコイのみである。

【特徴的症狀】

体側筋肉内に長さ数 mm の米粒状の白色シストが形成される。1歳魚では数個程度であるが、0歳魚では外観的に体表が凹凸を呈するほど重篤に感染することがある。その場合は、胞子の体外排出にともない出血性貧血を呈し、鰓の貧血や腎臓の肥大がみられる。

【診断法】

シストを採取してウェットマウントで検鏡し、胞子の形態を観察する。胞子は上下に押しつぶしたような楕円形で、長さ 7.6～9.5 μm 、幅 10.0～12.7 μm 、厚さ 5.7～6.3 μm である。2個の極嚢は同形同大で、長さ 4～5 μm 、幅 3～4 μm である。

【防除法・治療法】

駆虫薬などの治療法は開発されていない。夏から秋にかけてシストが形成され、その後シスト崩壊に伴い、胞子が排出されて徐々に治癒するが、完全にシストが消失するまではかなりの長期間かかる。外観的に寄生が判別できるほどの重篤感染魚は、早めに処分した方がよい。

【参考文献】

Ogawa, K., K. P. Delgahapitiya, T. Furuta and H. Wakabayashi (1992): Histopathological studies on the host response to *Myxobolus artus* Akhmerov, 1960 (Myxozoa: Myxobolidae) infection in the skeletal muscle of carp, *Cyprinus carpio* L. *Journal of Fish Biology*, 41, 363-371.

横山 博 (2004): 粘液孢子虫病、339-351、魚介類の感染症・寄生虫病 (若林久嗣・室賀清邦編)、恒星社厚生閣。

Yokoyama, H., T. Danjo, K. Ogawa, T. Arima and H. Wakabayashi (1996): Hemorrhagic anemia of carp associated with spore discharge of *Myxobolus artus*. *Fish Pathology*, 31, 19-23.

横山博 (2006) 「筋肉ミクソボルス症」、105、「魚病図鑑」(畑井喜司雄・小川和夫編)、緑書房



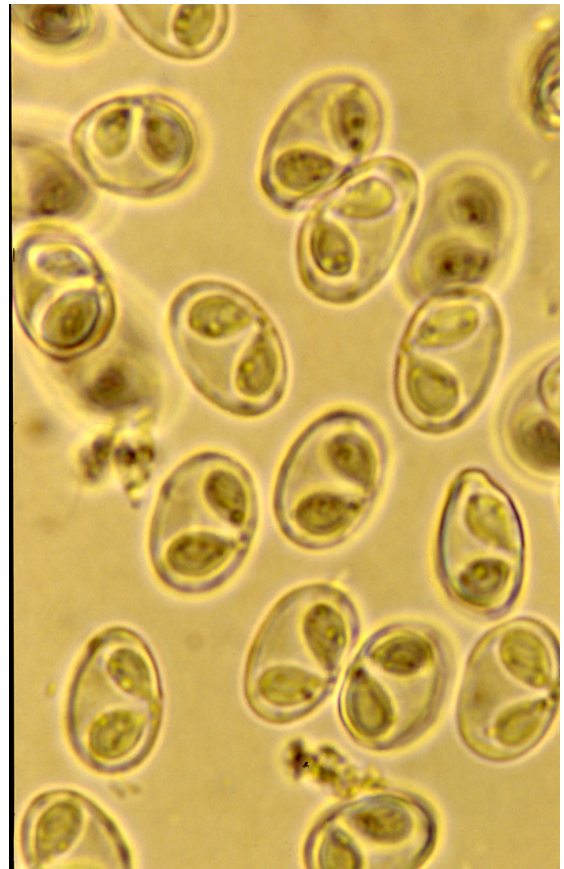
米粒状のシストが形成されたコイ1歳魚の
体側筋肉 (写真提供: 横山博 博士)



重篤な寄生を受けたコイ0歳魚 (写真提供: 横山博 博士)



重篤寄生コイ0歳魚の剖検。鰓の貧血と腎臓の肥大が特徴的。
(写真提供: 横山博 博士)



Myxobolus artus の孢子 (写真提供: 横山博 博士)

粘液胞子虫性旋回病

世界的には最も有名で研究が進んでいるサケ科魚類の粘液胞子虫病であるが、日本には存在していない。交互宿主となるイトミミズの体内で放線胞子虫に変態するという二宿主性生活環が解明された最初の粘液胞子虫である。

【病原体】

Myxobolus cerebralis (Hofer, 1903)

ミクソゾア門 Myxozoa

粘液胞子虫綱 Myxosporea

双殻目 Bivalvulida

ミクソボルス科 Myxobolidae

ミクソボルス属 (シズクムシ属) *Myxobolus* Butschli, 1882

【地理的分布と宿主範囲】

ヨーロッパ、北米、中南米、ニュージーランド、南アフリカなど世界中に分布しているが、日本では知られていない。しかし、交互宿主となるイトミミズ (*Tubifex tubifex*) は日本にも生息しているので、いったん侵入したら定着してしまう危険性がある。また、以前は発生が孵化場や養殖場に限られていたが、現在では米国中西部の河川に広がって天然ニジマスの資源量にも影響を与えている。

多くのサケ科魚類が宿主となるが、感受性の強さはニジマス、ベニザケ、カワマス、マスノスケの順で、ブラウトラウトとギンザケは感受性が低いとされている。

【特徴的症状】

病名のとおり、自らの尾を追いかけるような旋回遊泳をするのが特徴的である。その他、頭骨の変形や脊椎の湾曲、尾部の黒化が見られる。

【診断法】

主要な寄生部位である頭部の軟骨組織をペプシンやトリプシンで酵素処理して消化し、胞子を顕微鏡で観察する。胞子は卵形で、長さ 7.4 ~ 9.7 μ m、幅 7.0 ~ 10.0 μ m、厚さ 6.2 ~ 7.4 μ m である。その他、寄生虫の 18S rRNA 遺伝子を標的とした種特異的 PCR 法、さらに感度を高めた nested PCR 法やリアルタイム PCR 法も開発されている。

【防除法・治療法】

サケマス孵化場ではコンクリート池を使用するなど、飼育環境中からイトミミズを排除することが重要である。また水中に漂う放線胞子を除去するため、飼育用水の砂ろ過や紫外線照射も有効である。

Myxobolus cerebralis 検出用 Nested-PCR 法のプライマー

PCR 法	プライマー名	配列 5' - 3'	増幅産物 サイズ	参考文献
1st PCR	Tr 5-16	GCA TTG GTT TAC GCT GAT GTA GCG A	1300 bp	Andree et al. (1998)
	Tr 3-16	GAA TCG CCG AAA CAA TCA TCG AGC TA		
2nd PCR	Tr 5-17	GCC CTA TTA ACT AGT TGG TAG TAT AGA AGC	415 bp	
	Tr 3-17	GGC ACA CTA CTC CAA CAC TGA ATT TG		

【参考文献】

Andree, K. B., E. MacConnell and R. P. Hedrick (1998): A nested polymerase chain reaction for the detection of genomic DNA of *Myxobolus cerebralis* in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 34, 145-154.

Bartholomew, J. L. and J. C. Wilson (2002): Whirling disease: Reviews and current topics, *American Fisheries Society Symposium* 29, Bethesda, 247 p.

横山 博 (2004) : 粘液孢子虫病、339-351、魚介類の感染症・寄生虫病 (若林久嗣・室賀清邦編)、恒星社厚生閣.



Myxobolus cerebralis の孢子 (写真提供: Dr. Stephen Atkinson: Oregon State University)

旋回病に罹患して脊椎湾曲を呈したニジマス
(写真提供: Dr. Stephen Atkinson: Oregon State University)

セラトノヴァ症 (=セラトミクサ症)

サケ科魚類の内臓組織に感染し、腹水貯留により腹部膨満を呈する。北米西海岸でのみ発生する風土病で、日本には存在しない。以前はセラトミクサ症と呼ばれていたが、最近、学名が *Ceratomyxa shasta* から *Ceratonova shasta* に変わったことに伴い、病名も変更する必要がある。

【病原体】

Ceratonova shasta (Noble, 1950) (= *Ceratomyxa shasta*)

ミクソゾア門 *Myxozoa*

粘液胞子虫綱 *Myxosporea*

双殻目 *Bivalvulida*

セラトミクサ科 *Ceratomyxidae*

セラトノヴァ属 *Ceratonova* Atkinson, Foott et Bartholomew, 2014

【地理的分布と宿主範囲】

米国のカリフォルニア州、オレゴン州、ワシントン州、アラスカ州、カナダのブリティッシュ・コロンビア州など、北米西海岸の限定された水系にのみ見られる風土病である。多くのサケ科魚類を宿主とするが、ニジマス、マスノスケ、サケ、カットスロートトラウトは感受性が高く、ベニザケ、ギンザケ、ブラウントラクト、カワマスは低いとされる。また、同一魚種でも系群によって感受性が異なることが知られている。

【特徴的症状】

外観的には、腹水貯留による腹部膨満や眼球突出を呈する。剖検すると、腸管の出血や壊死が観察される。

【診断法】

内臓患部のウェットマウントの検鏡により、胞子の形態を観察する。胞子は弓形で、長さ6～8 μ m、厚さ14～17 μ mである。寄生虫の18S rRNA 遺伝子を標的にした nested PCR 法やリアルタイム PCR 法が開発されている。

【防除法・治療法】

交互宿主となる淡水産多毛類の1種 (*Manayunkia speciosa*) の分布域を避けることが重要である。孵化場においては、飼育用水の紫外線処理やオゾン処理が有効である。また耐病性系群の選抜育種が試みられている。

Ceratonova shasta 検出用 Nested-PCR 法のプライマー

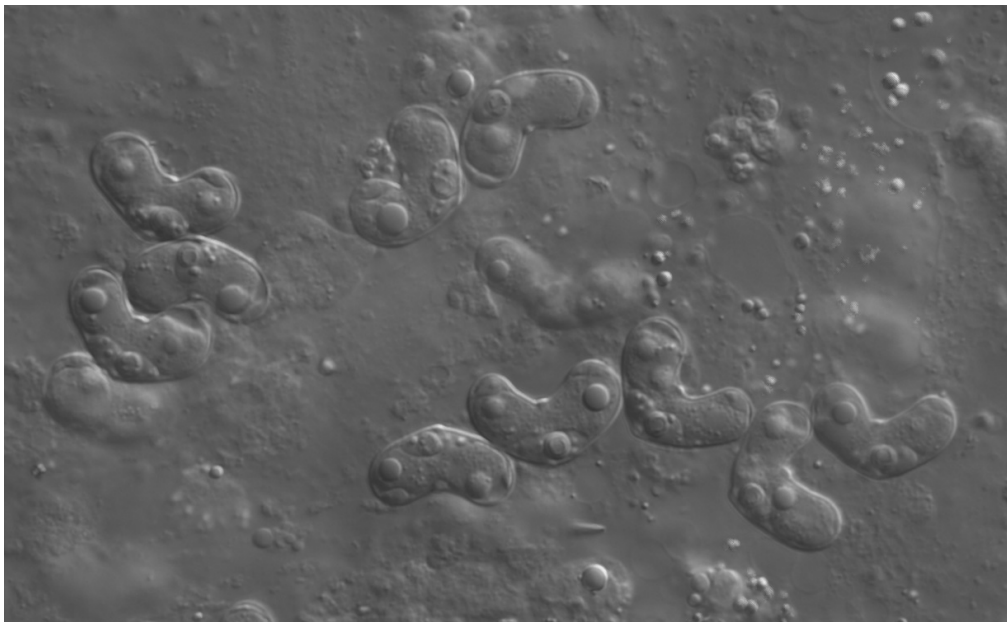
プライマー名	配列 5' - 3'	増幅産物 サイズ	参考文献
Cs 1	GGG CCT TAA AAC CCA GTA G	638 bp	Palenzuela et al. (1999)
Cs 3	CCG TTT CAG GTT AGT TAC TTG		

【参考文献】

- Hallett, S. L. and J. L. Bartholomew (2006): Application of a real-time PCR assay to detect and quantify the myxozoan parasite *Ceratomyxa shasta* in river water samples. *Diseases of Aquatic Organisms*, 71, 109-118.
- Palenzuela, O., G. Trobridge and J. L. Bartholomew (1999): Development of a polymerase chain reaction diagnostic assay for *Ceratomyxa shasta*, a myxosporean parasite of salmonid fish. *Diseases of Aquatic Organisms*, 36, 45-51.
- 横山 博 (2004): 粘液胞子虫病、339-351、魚介類の感染症・寄生虫病 (若林久嗣・室賀清邦編)、恒星社厚生閣。



セラトノヴァ症に罹患して腹部膨満を呈したニジマスの稚魚
(写真提供：Dr. Stephen Atkinson: Oregon State University)



Ceratonova shasta の孢子 (写真提供：Dr. Stephen Atkinson: Oregon State University)

海産魚のやせ病

トラフグ他多くの海産魚でみられる疾病である。腸管に粘液胞子虫が寄生することで、罹病魚は急激にやせて死亡する。魚から魚へと水平感染するため、一度発生すると大きな被害を起こす事もある。

【病原体】

Enteromyxum leei (Diamant, et al., 1994) (syn. *Myxidium leei*) ハチノジホウシムシ
Sphaerospora fugu (Tun et al., 2000) (syn. *Leptotheca fugu*) フグタマホウシムシ

ミクソゾア門 Myxozoa

粘液胞子虫綱 Myxosporea

双殻目 Bivalvulida

【地理的分布と宿主範囲】

Enteromyxum leei は日本以外でも地中海、紅海からも報告があり、広域に分布している。宿主特異性は低く、国内ではトラフグ、マダイ、ヒラメ、イシガキダイ、ヤイトハタ等、様々な養殖魚で発生している他、海外でもヨーロッパヘダイ等の養殖場で被害が出ている。水族館等でも発生し、これまで50種ほどの魚への寄生が報告されている。*Sphaerospora fugu* については日本のトラフグやカワハギから報告されている。

【特徴的症狀】

魚の腸管上皮に寄生し、増殖発育するため、腸管組織が剥離し、魚は脱水症状により急激に痩せると考えられる。罹病魚は目が落ち窪み頭骨が浮き出るほど痩せて死亡する。腸管内には液体が溜り、腸壁が薄くなる。崩壊した組織や細菌により胆管閉塞がおこり、緑肝を呈する例も報告されている。罹病魚は成長が阻害され、特に稚魚では100%の死亡率を示す場合もある。

いずれの種も生活環は不明であるが、*E. leei* については腸管から排出された発育途中の栄養体が別の魚に経口的に取り込まれて感染するため、魚から魚へと伝播するのが特徴的である。しかし、これは高密度で魚が存在する飼育環境下の伝播であり、通常的生活環では他の粘液胞子虫同様、無脊椎動物宿主が介在すると考えられる。*E. leei* は20-25℃の水温で多く発生し、15℃以下もしくは27℃以上では発育が抑制されるため、飼育水の加温や冷却によって被害を軽減できる可能性もある。一方、*S. fugu* は魚から魚へは伝播せず、なんらかの無脊椎交互宿主から放出された放線胞子により魚に寄生すると考

えられる。

【診断法】

解剖もしくは肛門から綿棒を挿入して腸粘膜を採取し、光学顕微鏡観察およびPCR検査を行う。検鏡ではスタンプレ本を作製し、Diff-Quick染色もしくはメイグリュンワルド・ギムザ染色で栄養体を確認する。*E. leei* の栄養体は10-20 μm程度の円形で内部に複数の核が見える。本虫については胞子がほとんど見られない。*S. fugu* については豆粒型で極嚢を2つ持つ胞子を確認する。

トラフグではこれら2種の他、病害性がほとんど無いとされる近縁種の *Enteromyxum fugu* (syn. *Myxidium fugu*) の寄生もあり、混合感染している場合もある。これら3種を識別するPCR系が開発されており、*E. leei* には EL-F 5'-GGA TAT TGT CAG AGT ATG TT-3' / EL-R 5'-AGA AGC CAA CGT ATA TGA TTTA-3' を用い、*S. fugu* には LF-F 5'-ATC TTG AAT AAA AGC CACC-3' / LF-R 5'-TGA ACG AAT CGA TCT ATGC-3' を用いる (Yanagida et al., 2005)。また、*E. leei* と *S. fugu* を検出するLAMP法も開発されている (堅田・奥山, 2017)

【防除法・治療法】

実験的には抗コクシジウム薬のトルトラズリルやサリノマイシン等、いくつかの薬剤である程度の有効性が示されているが、承認されているものはない。陸上施設の場合、一旦水槽内で発生すると急速に伝播するので、感染魚を持ち込まない事が重要である。用具の消毒や感染魚の速やかな排除は基本である。感染耐過魚は免疫を

獲得するとの報告もある。低水温や低塩分環境下では寄生が抑制されるとの報告があるが、完全な防除には至らない。

やせ病原因粘液胞子虫検出プライマー

対象種	プライマー名	配列 5' - 3'	増幅産物 サイズ	参考文献
<i>Enteromyxum leei</i>	EL-F	GGA TAT TGT CAG AGT ATG TT	433 bp	Yanagida et al., 2005
	EL-R	AGA AGC CAA CGT ATA TGA TTA		
<i>Sphaerospora fugu</i>	LF-F	ATC TTG AAT AAA AGC CACC	631 bp	
	LF-R	TGA ACG AAT CGA TCT ATGC		

【参考文献】

柳田 哲矢 (2017) 粘液胞子虫性やせ病, 魚病研究, 52, 63-67.

堅田 昌英・奥山 芳生 (2017) 粘液胞子虫性やせ病原因虫の検出に用いる LAMP 法の開発, 魚病研究, 52, 104-107

Sitjà-Bobadilla A. and O. Palenzuela (2012) : *Enteromyxum* Species. 163-176., in *Fish Parasites Pathobiology and Protection* (Edited by P. T. K. Woo & K. Buchmann).

横山 博 (2012) : 粘液胞子虫病, 102-107, 改訂・魚病学概論 (小川和夫・室賀清邦 編), 恒星社厚生閣.

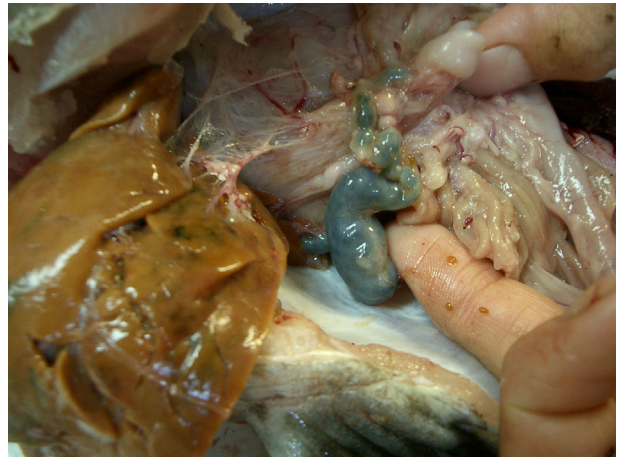
Yanagida, T., M. A. Freeman, Y. Nomura, I. Takami, Y. Sugihara, H. Yokoyama and K. Ogawa (2005) : Development of a PCR-based method for the detection of enteric myxozoans causing the emaciation disease of cultured tiger puffer. *Fish Pathology*, 40, 23-28.



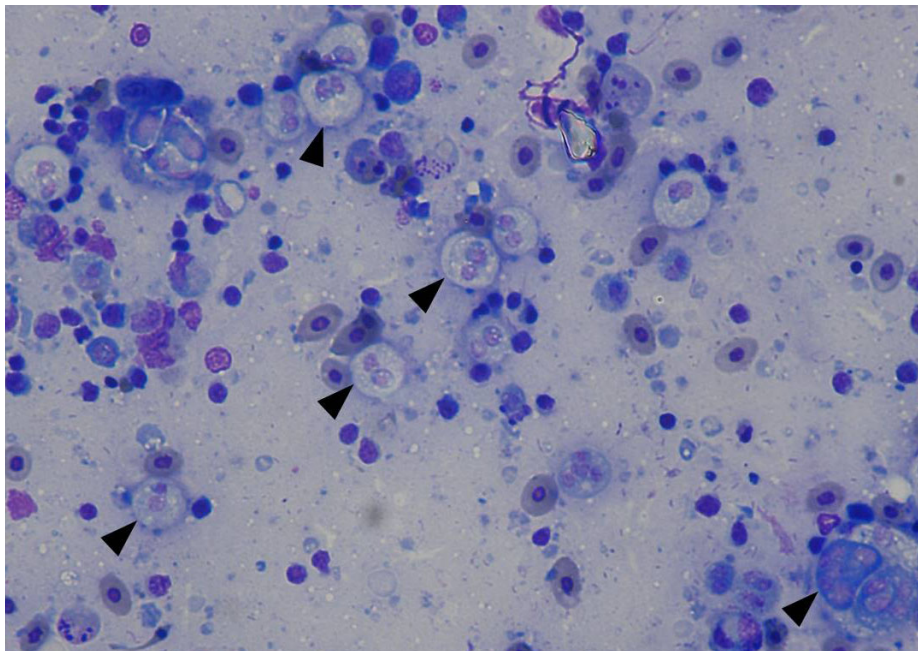
やせ症状を呈したトラフグの稚魚。眼窩が落ち窪み頭骨が突出している。(写真提供：近畿大学水産研究所)



罹病したトラフグ稚魚。数日で急激にやせる。(写真提供：近畿大学水産研究所)



ヤセ病のクエに見られた緑肝症状（左）と胆管閉塞（右）（写真提供：近畿大学水産研究所）



トラフグの腸管スタンプ標本（Diff-Quik 染色）で観察された *Enteromyxum leei* の栄養体（矢印）（写真提供：近畿大学水産研究所）



心臓クドア症

囲心腔や心臓表面に白色のシストとして寄生が認められる。トラフグ他複数の海産魚から報告があるが、一般的に病害性は低いとされる。

【病原体】

Kudoa shiomitsui Egusa et Shiomitsu, 1983 シンゾウクドア

ミクソゾア門 Myxozoa

粘液胞子虫綱 Myxosporea

多殻目 Multivalvulida

クドア科 Kudoidea

クドア属 *Kudoa* Meglitsch, 1947

【地理的分布と宿主範囲】

これまで日本のトラフグ、ヒラメ、クロマグロ、カンパチから見つかっており、宿主特異性は低いと考えられる。また、紅海のヨーロッパマダイから報告された *Kudoa pagrusi* が同種である可能性も示唆されており、広域に分布している可能性もある。*K. shiomitsui* 以外にも心臓寄生のクドア属粘液胞子虫は数種知られているが、日本での分布状況については知見が少ない。

【特徴的症状】

心臓の内外壁や囲心腔に数 mm の白色球状もしくは楕円のシストが見られる。シストは心臓表面にゆるく付着しているが、遊離しているものもある。重篤寄生の場合には心臓全体が覆われている場合もある。古くなったシストは黄色に変色し、硬化する。目立った病害性は認められないが、心臓に寄生する近縁のクドア種では心臓に病変が認められた例もあることから、重篤寄生では何らかの影響がある可能性もある。

本虫の生活環は不明であるが、無脊椎動物の交互宿主が介在している可能性が高い。

【診断法】

シストをつぶして光学顕微鏡観察で胞子を確認する。胞子は 8-10 μ m 程度で 4 つの極嚢を有する。極嚢は洋梨型で全て同大である。ブリの囲心腔からは同じく 4 つの極嚢を持つ *K. pericardialis* がみついているが、こちらは胞子の大きさが 6-7 μ m と小さい事で区別できる。また、オーストラリア他、国外の天然魚からは同様に心臓寄生で形態が似ているクドアがこれまで 4 種記載されているが、形態での区別は困難で、同定には 18S rDNA 領域の遺伝子解析を用いる。

【防除法・治療法】

防除法は確立されていない。

【参考文献】

江草周三,・塩満捷夫 (1983) : 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について. *魚病研究*, 18, 163-171.

横山 博 (2006) : 心臓クドア症, 226, *新魚病図鑑* (畑井喜司雄・小川和夫 監修), 緑書房.

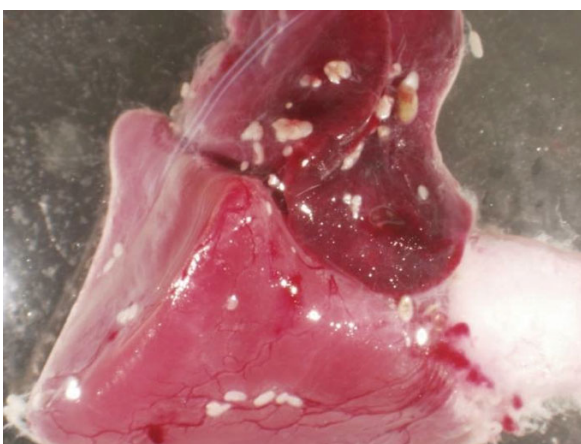
Hetiniger, H. and R. D. Adlard (2012) : Host specificity and local infection dynamics of *Kudoa leptacanthae* n. sp. (Multivalvulida: Kudoidae) from the pericardial cavity of two *Zoramia* spp. (Perciformes: Apogonidae) at Lizard Island lagoon, Queensland, Australia. *Parasitology International*, 61(4), 697-706.



カンパチの心臓クドア症。心臓周辺に白いシストが見られる。(写真提供：宮崎県水産試験場)



K. shiomitsui の孢子 (写真提供：東京大学魚病学研究室)



クロマグロの心臓にみられた *Kudoa shiomitsui* のシスト。(写真提供：近畿大学水産研究所)



囲心腔にみられた *K. shiomitsui* のシスト。(写真提供：近畿大学水産研究所)

奄美クドア症

1975年の沖縄海洋博覧会でブリに大量寄生し、大きな問題となった。筋肉中に白色のシストを形成するため魚の商品価値を低下させるが、宿主への大きな影響は認められない。地域特異性が高く、珊瑚礁周辺で多くみられる。

【病原体】

Kudoa amamiensis Egusa et Nakajima, 1978 アマミクドア

ミクソゾア門 Myxozoa

粘液胞子虫綱 Myxosporidia

多殻目 Multivalvulida

クドア科 Kudoidae

クドア属 *Kudoa* Meglitsch, 1947

【地理的分布と宿主範囲】

国内では奄美大島、沖縄でのみ知られているが、近隣の湾でも寄生状況が大きく異なる場合があり、地域特異性が高い。国外ではオーストラリアのグレートバリアリーフからも見つかっている。ブリで特に寄生が多く、カンパチでも見られる。天然魚ではギンガメアジ、ハタアンボ、スズメダイ類の珊瑚礁に生息する魚から報告があり、寄生強度も比較的低いことから、これらが本来の宿主であると考えられる。

【特徴的症狀】

体側筋肉中に1 mm程度の白色球形シストを形成する。古くなったシストは黄色を呈する。シスト内には無数の胞子が認められる。筋肉融解は起らず、目立った宿主反応は認められないが、シスト周辺に線維芽細胞浸潤が見られる。魚への大きな病害性は認められない。本虫の生活環は不明である。

【診断法】

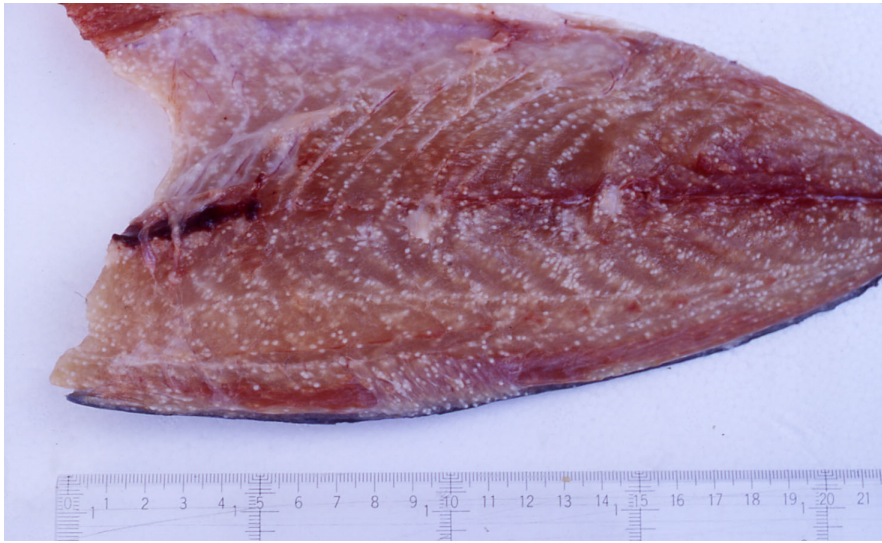
シストをつぶして光学顕微鏡観察で胞子を確認する。胞子は5-6 μ m程度で4つの同大の極嚢を有する。同じくブリ他多くの魚の筋肉中にシストを形成する*K. iwatai*は胞子が10 μ m程度と大きい多め、区別できる。感度の高いPCRによる検出法も開発されている(Yokoyama et al., 2000)。

【防除法・治療法】

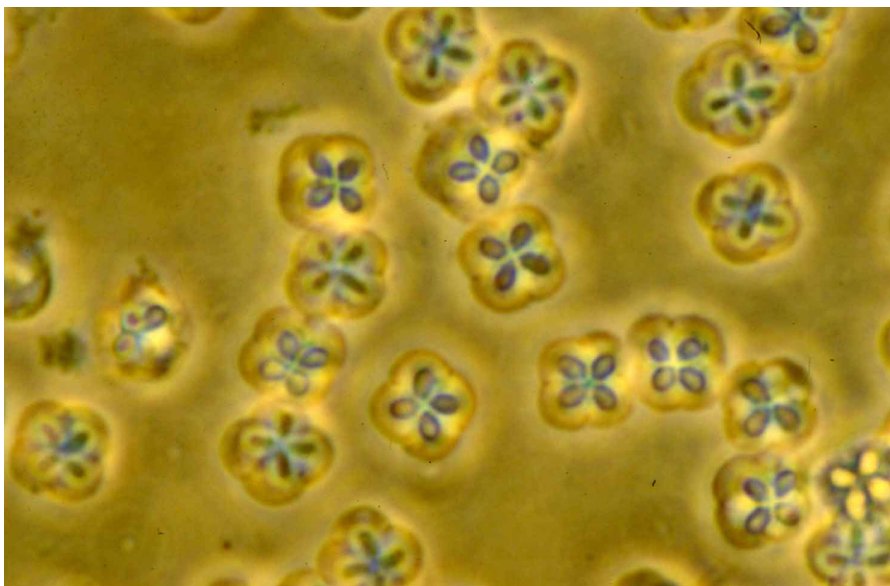
陸上飼育では用水のUV処理が有効である。寄生後の駆除法は無いため、寄生が起らない海域に魚を導入する予防対策しかない。

【参考文献】

- Yokoyama H., D. Inoue, A. Sugiyama and H. Wakabayashi (2000) : Polymerase chain reaction and indirect fluorescent antibody technique for the detection of *Kudoa amamiensis* (Multivalvulida: Myxozoa) in yellowtail *Seriola quinqueradiata*. *Fish Pathology*, 35(3), 157-162.
- Burger M. A. A., A. C. Barnes and R. D. Adlard (2008) : Wildlife as reservoirs for parasites infecting commercial species: host specificity and a redescription of *Kudoa amamiensis* from teleost fish in Australia. *Journal of Fish Diseases*, 31(1), 835-844.
- 杉山昭博・横山 博・小川和夫 (1999) : 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, 39-43.



奄美クドア症を呈したブリの体側筋肉（写真提供：東京大学魚病学研究室）



Kudoa amamiensis の孢子（写真提供：東京大学魚病学研究室）

マダイの心臓へネガヤ症

90年代半ば頃からマダイで見られ始めた疾病で、罹病魚は心臓が肥大し、貧血症状を呈して死亡する。当初はタイリクスズキの心臓へネガヤと同種で、中国からの移入種かと考えられたが、後に別種であることがわかった。

【病原体】

Henneguya pagri Yokoyama et al., 2005 マダイウチワムシ

ミクソゾア門 Myxozoa

粘液孢子虫綱 Myxosporea

双殻目 Bivalvulida

ミクソボルス科 Myxobolidae

へネガヤ属（ウチワムシ属） *Henneguya* Thélohan, 1892

【地理的分布と宿主範囲】

西日本の養殖マダイでみられる。主に0歳魚で多く発生するが、1歳でも起こり、2歳魚からも希に報告がある。通常、水温の高い夏から秋にかけて流行するが、冬期でも見られている。現在まで他魚種からの報告はない。

【特徴的症状】

動脈球や心臓の著しい肥大と炎症、および囲心腔内の多量の出血が特徴である。囲心腔内に血液が充満するため、鰓蓋が押されて半開きとなり、鰓と内蔵は著しく褪色し、貧血症状を呈する。動脈球組織で形成された孢子が血流に流されて鰓弁内に蓄積するため、血管閉塞を起こし、鰓弁の棍棒化や上皮剥離を引き起こす。心臓でも組織破壊等著しい病変がみられる。罹病魚は貧血のため遊泳が緩慢となり、餌食いが悪くなる。二次的に体表のスレ等もみられるが、遊泳力が低下し生け簀網と擦れるためだと思われる。通常水温の低下とともに自然と終息するようである。

本虫の生活環は不明であるが、無脊椎動物交互宿主が介在していると考えられる。

【診断法】

鰓弁をつぶしてウェットマウント標本を作成し、光学顕微鏡観察で孢子を確認する。孢子は楕円形をしておりへネガヤ属に特徴的な2本の長い尾端突起を持つ。尾端突起の先端からはさらに糸状の構造物が延びている。孢子体（頭の部分）は約10 μ mで2つの極嚢を持つ。タイリクスズキのへネガヤ *H. lateolabracis* に比べ尾端突起が短く、糸状の構造物がある事で区別できる。スメア標本をチール・ネルゼン染色（抗酸菌染色）すると赤く染まった孢子が確認できる。

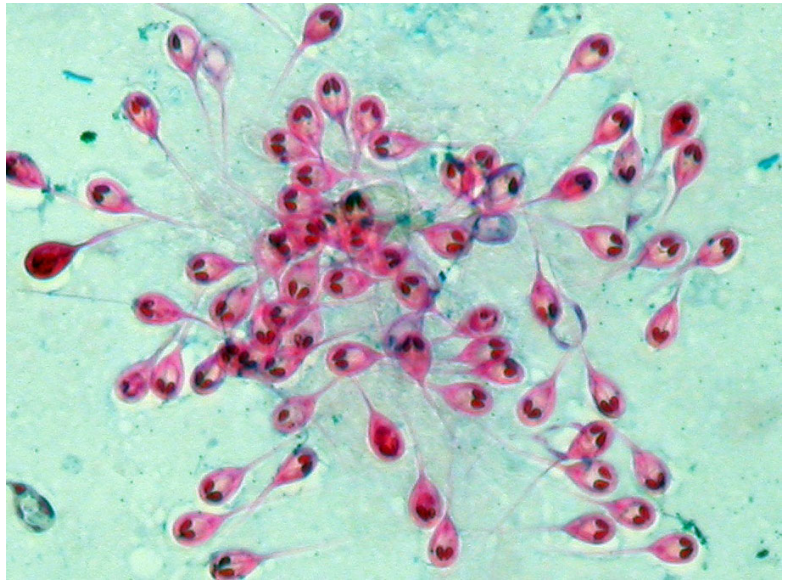
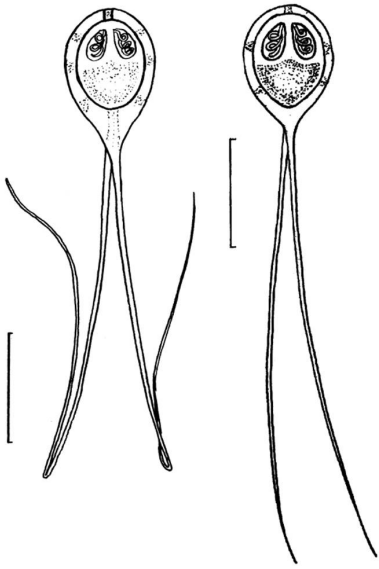
【防除法・治療法】

現在までに有効な防除対策は確立されていない。

【参考文献】

Yokoyama, H., Itoh N. & Tanaka S. (2005) *Henneguya pagri* n. sp. (Myxozoa: Myxosporidia) causing cardiac henneguyosis in red sea bream, *Pagrus major* (Temminck & Schlegel). *Journal of Fish Diseases*, 28, 479-487.

水野芳嗣 (2010) 魚病 Outlook: マダイの心臓ヘネガヤ症発生状況. 養殖 47(3) 36-39.



マダイの *Henneguya pagri* (左) とタイリクスズキの *H. lateolabracis*。尾端突起の長さや糸状構造の有無で区別される。スケールバー 10 μ m。
Yokoyama et al., 2003, 2005 より抜粋

マダイの心臓ヘネガヤ症原因粘液胞子虫（チールネルゼン染色像）（写真提供：長崎県総合水産試験場）



マダイ罹患魚。鰓の貧血と囲心腔内の出血が見られる。
（写真提供：東京大学魚病学研究室）

ヒラメのクドアセブテンpunkタータ感染

ヒラメの筋肉に寄生する粘液胞子虫で、感染魚の生食による食中毒事例が発生したため、大きな社会問題となった。粘液胞子虫が人体に害を及ぼす事が本虫により初めて明らかとなり、現在様々な研究がなされている。

【病原体】

Kudoa septempunctata Matsukane et al., 2010 ナナホシクドア

ミクソゾア門 Myxozoa

粘液胞子虫綱 Myxosporidia

多殻目 Multivalvulida

クドア科 Kudoidae

クドア属 *Kudoa* Meglitsch, 1947

【地理的分布と宿主範囲】

韓国産養殖ヒラメから発見され、その後国内の養殖ヒラメでも見つかった。特定の種苗生産施設で寄生が発生しているようであるが、天然ヒラメからも見つかっており、国内での分布状況の詳細は不明である。現在までヒラメ以外の魚種からは確認されていない。

【特徴的症狀】

肉眼的に無症状なため、寄生が分からず生で感染ヒラメを食べて、食中毒を発症する。患者は下痢、嘔吐するが、一過性で自然治癒する。本虫はヒラメの体側筋細胞中に寄生し、胞子の集合体である偽シストを形成する。重篤寄生の場合、筋肉 1g 中に 10^9 個以上と多数の胞子が存在するが、魚への目立った影響は認められず、筋肉融解（ジェリーミート）も起きない。 10^7 個以上の胞子を摂取した場合食中毒を発症するとされており筋肉組織 1g 当たり 1.0×10^7 個以上の胞子がある場合は食品衛生法違反として取り扱われる。

現在まで本虫の生活環は明らかとなっていないが、魚から魚へは伝播せず、環形動物等何らかの無脊椎動物交互宿主が介在すると考えられる。

【診断法】

筋肉組織のウェットマウント標本を作製し、光学顕微鏡観察で胞子を確認する。メチレンブルー染色すると胞子が濃染され、観察が容易になる。ヒラメの身を薄く切り、ガラス板で圧平して実体顕微鏡で透過光観察すると、白い筋状の偽シストがみられる。胞子は $10 \mu\text{m}$ 程度で 6-7 個の極嚢を有する。ヒラメの脳に寄生する *K. yasunagai* と形態的に類似しているため、筋サンプルを採取する際は脳、延髄や脊髄が混じらないよう注意する。また複数の PCR 検出系も開発されており (Grabner et al., 2012)、水産庁の定める検査手法として指定されているほか、定量 PCR 系も開発されている (Iijima et al., 2013)

【防除法・治療法】

寄生後の駆除法は無いため、予防が重要である。陸上飼育では用水の砂濾過や UV 処理により寄生が防げるとの報告がある。種苗を導入する際には、PCR による検査を実施し、寄生が無い事を確認する。定期的な検査を実施し、養殖施設内で寄生が起きていない事を確認し、万が一寄生が見られた場合には速やかに処分し、他所や市場に出回らないようにする。死体から出た胞子を交互宿主が取り込むことで生活環が完結し、感染が広がる事が予想されるため、感染魚の処分の際には環境中に流出しないよう注意する。

クドア・セプテンpunkタータ検出プライマー

標的的部位	プライマー名	配列 5'-3'	増幅産物 サイズ	参考文献
18SrDNA	Ksept18S-436	AGA AAT ACC GGA GTG GAC CGT AAA ATG	333 bp	Grabner et al., 2012
	Ksept18S-768	GTT CCA TGC TAT AAC ATT CAA GCG TTC G		
28SrDNA	KSf	GTG TGT GAT CAG ACT TGA TAT	356 bp	
	KSr	AAG CCA AAA CTG CTG GCC ATT T		

【参考文献】

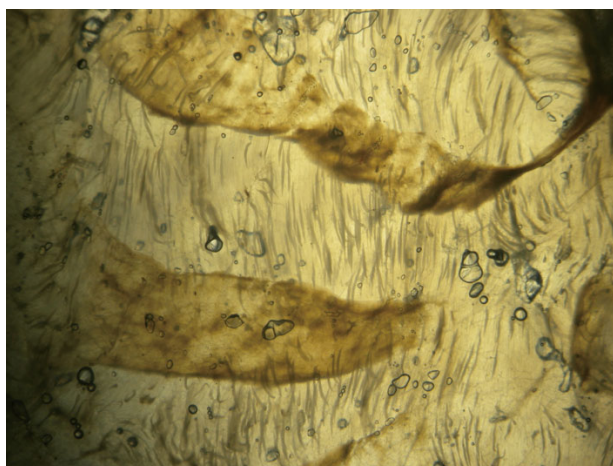
横山 博 (2011) : 食品衛生 ヒラメのクドアによる食中毒について . アクアネット ,14(8) ,50-53.

Grabner D. S., H. Yokoyama, S. Shirakashi and R. Kinami (2012) : Diagnostic PCR assays to detect and differentiate *Kudoa septempunctata*, *K. thyrsites* and *K. lateolabracis* (Myxozoa, Multivalvulida) in muscle tissue of olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Aquaculture*, 338-341, 36-40.

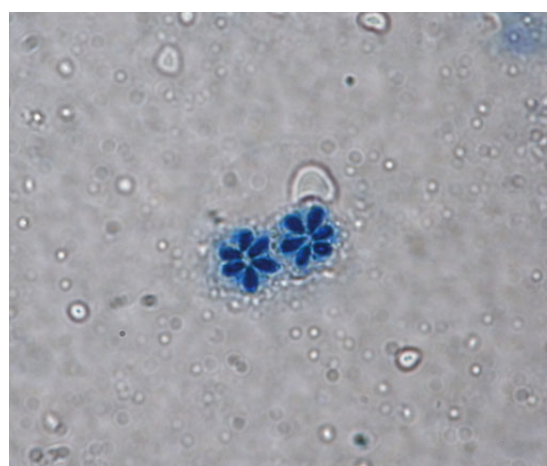
Iijima Y., Nakanishi N., Furusawa H. & Ohnishi T. (2012) : Inter-laboratory validation and applications of quantitative real-time PCR for the detection of *Kudoa septempunctata* in olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Japanese Journal of Infectious Diseases*, 65(5), 436-439.

Kawai T., T. Sekizuka, Y. Yahata, M. Kuroda, Y. Kumeda, Y. Iijima, Y. Kamata, Sugita-Konishi Y. and T. Ohnishi (2012) : Identification of *Kudoa septempunctata* as the causative agent of novel food poisoning outbreaks in Japan by consumption of *Paralichthys olivaceus* in raw fish. *Clinical Infectious Diseases*, 54, 1046-1052.

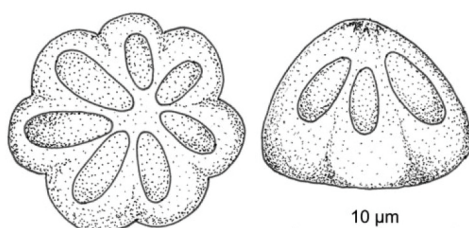
ヒラメに寄生した *Kudoa septempunctata* の検査方法について (2012 年 5 月) , 水産庁栽培養殖課 , <http://www.jfa.maff.go.jp/test/saibai/pdf/kudoa2.pdf>



ガラス板で圧平したヒラメの筋肉を透過光で観察すると、数mm-1cm程の筋状の偽シストが観察される。(写真提供：近畿大学水産研究所)



メチレンブルー染色を施した *Kudoa septempunctata* の孢子。(写真提供：近畿大学水産研究所)



Kudoa septempunctata の記載図。Matsukane et al., 2010 より抜粋

粘液胞子虫性側湾症

ブリの骨曲りとして古くから知られている疾病で、主に1歳魚に多くみられる。脊椎がS字に側湾し醜悪な外見を呈するため、商品価値がなくなる。以前は汚染物質による奇形と疑われていたが、寄生虫による感染症である。

【病原体】

Myxobolus acanthogobii Hoshina, 1952 (syn. *Myxobolus buri*) マハゼシズクムシ

ミクソゾア門 Myxozoa

粘液胞子虫綱 Myxosporidia

双殻目 Bivalvulida

ミクソボルス科 Myxobolidae

ミクソボルス属 (シズクムシ属) *Myxobolus* Bütschli, 1882

【地理的分布と宿主範囲】

1960年代から西日本を中心に主に養殖ブリ1～2歳魚で発生している。養殖マサバでもみられるが、脊椎湾曲の状態が異なる。本虫は天然魚のマハゼ、ホウボウ、キタマクラ、ムツ等からも見つかっており、宿主特異性は低いと考えられる。

【特徴的症狀】

ブリでは脊椎が背側から見てS字に湾曲するのが特徴である。マサバでは背腹に湾曲し、魚種によって変形の状態や症状の有無が異なる。魚が死亡することは稀であるが、遊泳が困難なため成長が阻害され商品価値が著しく低下する。本虫は脳内の様々な部位に寄生し、白色のシストを形成するが、特に第4脳室に寄生すると側湾症を引き起こす。

本虫の生活環は不明であるが、魚から魚へは伝播せず、環形動物等、何らかの無脊椎動物宿主を介して魚へと寄生すると考えられる。

【診断法】

脳の実態顕微鏡観察で白色球状シストを確認する。多数のシストが集塊を形成している場合もある。シスト、もしくは脳および延髄のウェットマウント標本を光学顕微鏡で観察し、胞子を確認する。胞子は10 μm程度の楕円形で、内部に2つの極嚢を持つ。

PCR法やNested PCR法による検出法も開発されている。

【防除法・治療法】

他の粘液胞子虫同様、薬剤による駆除方法はない。何らかの中間宿主を介して感染が起こればと思われるため、生簀設置場所を変えるなどして、被害を軽減することが現実的な対策である。

Myxobolus acanthogobii 検出用プライマー

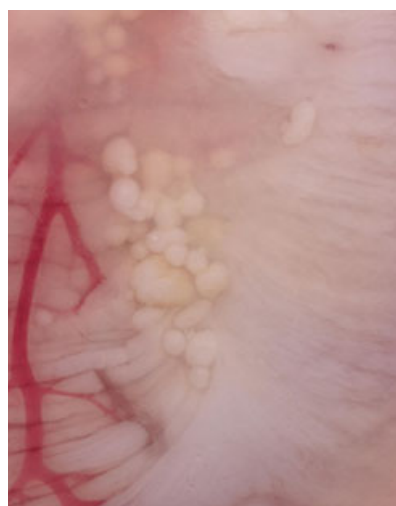
プライマー名	配列 5'-3'	増幅産物サイズ	参考文献
Ma-fwd1	TAC AAC ACG CTG CGC TGT AG	727 bp	Miyajima et al., 2005
Ma-rev	CCA CAC AGA CTC CAC TGCA		

【参考文献】

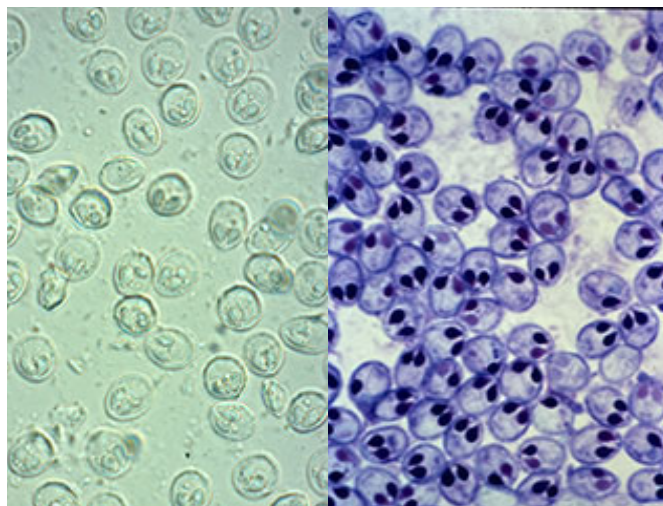
- 横山 博 (2004) : 粘液胞子虫病, 339-351, 魚介類の感染症・寄生虫病 (若林久嗣・室賀清邦編), 恒星社厚生閣.
- Miyajima, S., H. Yokoyama, Y. Fukuda, K. Okamoto and K. Ogawa (2005) : A PCR method to detect *Myxobolus acanthogobii* (Myxozoa: Myxosporea), the causative agent of skeletal deformities of marine fishes. *Fish Pathology*, 40, 197-199
- Yokoyama, H., M. A. Freeman, N. Itoh and Y. Fukuda (2005) : Spinal curvature of cultured Japanese mackerel *Scomber japonicus* associated with a brain myxosporean, *Myxobolus acanthogobii*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 66, 1-7.



側弯症を呈したブリ。(写真提供：近畿大学水産研究所)



脳室内に形成されたシスト
(写真提供：近畿大学水産研究所)



Myxobolus acanthogobii の粘液胞子。左：生鮮胞子、右、ギムザ染色した胞子 (写真提供：近畿大学水産研究所、城泰彦博士)

4. 単生虫類

ハダムシ症

海水魚類の体表に寄生するカプサラ科の単生類を一般的にハダムシと呼ぶ。古くから知られており、海面養殖の慢性的疾病となっているが、ハタ類などの陸上飼育施設でも被害がある。二次感染なども引き起こすため、万病の元ともいえる。

【病原体】

<i>Benedenia seriolae</i> (Yamaguti, 1934)	ブリハダムシ
<i>B. epinepheli</i> (Yamaguti, 1937)	マハダハダムシ
<i>B. hoshinai</i> Ogawa, 1984	
<i>B. sekii</i> (Yamaguti, 1937)	マダイハダムシ
<i>Neobenedenia girellae</i> (Hargis, 1955)	シンハダムシ

扁形動物門 Platyhelminthes

単生綱 Monogenea

単後吸盤目 Monopisthocotylea

カプサラ科 Capsalidae

ハダムシ属 *Benedenia* Diesing, 1858

シンハダムシ属 *Neobenedenia* Yamaguti, 1963

【地理的分布と宿主範囲】

現在までにハダムシは 200 種程知られており、広く世界中に分布しているが、日本の養殖場では主に上記の 5 種が問題となる。種によって宿主特異性が異なる。ブリ類に特異的に寄生するブリハダムシ *Benedenia seriolae* は日本で古くから知られており、オセアニアや中南米でも見られるが、最近の研究で複合種であることがわかった。90 年代に中国産カンパチ種苗とともに日本に侵入したシンハダムシ *Neobenedenia girellae* は世界中に分布しており、ブリ類以外にもヒラメ、トラフグ、マダイ、ハタ類等様々な魚種に寄生する。*B. epinepheli* はハタ類の他、ヒラメ、トラフグ等複数魚種に寄生するが、*B. hoshinai* はイシダイとイシガキダイ、*B. sekii* は主にマダイに特異的に寄生する。養殖場以外でもアクアリウムや水族館でも発生し、被害を出す。養殖の多様化に伴い、新しい種による被害もでており、最近でもスジアラ養殖で問題となる *B. akajin* が記載された。

【特徴的症狀】

外観症狀として、体表や鰭にスレ、び爛、出血が認められる。種によって寄生が集中する部位は異なるが、例えば *N. girellae* は頭部に多く、失明を引き起こし、*B. hoshinai* は魚体の後部、特に背鰭の基部に多く、鰭を激しく損傷する。いずれの場合も、寄生を受けた魚は体を頻繁に生け簀網や物に擦りつけるため、傷が悪化する。

傷口が細菌やウイルスの侵入門戸となるため、二次感染による被害も大きい。寄生が重篤になると摂餌しなくなり、衰弱して死亡する。

ハダムシの生活環は単純で、体表上で産卵された虫卵からふ化した仔虫が別の魚に寄生する。虫卵はフィラメントと呼ばれる糸状の構造物を持っており、生け簀網に絡まりやすいため、生け簀内で爆発的に増殖する。ふ化幼生は宿主に寄生しないと長くとも数日以内に死亡する。*B. seriolae* と *N. girellae* の幼生は正の走行性を持つことが確認されている。至適水温は種によって異なるが、*N. girellae* では寄生してから次世代が出現するまで 30℃で約 10 日である。

【診断法】

体表上の虫体を確認する。生きている虫体は透明で肉眼での観察は困難であるが、魚体を淡水に浸けると数分で白濁し見やすくなる。白濁した虫は死亡し、やがて魚体から離れるため、虫の計数を行う際には、脱落させた虫を集めて数える。

種の同定は顕微鏡で形態を観察して行う。固着盤や体全体の形や大きさ、生殖器周辺の突起の有無等で区別できるが、ある程度の慣れは必要である。カンパチでしばしば混合寄生する *B. seriolae* と *N. girellae* は前吸盤の間が凸状 (*B. seriolae*) もしくは凹状 (*N. girellae*) である

ことで簡便に識別できる。両種を区別する PCR-RFLP 法も開発されている (Kobayashi et al., 2018) 標本は AFA (70%アルコール 20 : ホルマリン 1 : 酢酸 1) で圧平固定後、カーミンもしくは鉄ヘマトキシリンで染色する。

【防除法・治療法】

淡水浴が最も安価でどの種のハダムシにも使用できる駆虫法であるが、魚の粘液が落ちるため、駆虫後の再寄生が起りやすいとの報告がある。過酸化水素製剤による薬浴が *B. seriola* と *N. girellae* に対して認められているが、*N. girellae* は比較的耐性が高く、長時間の処理が必要となる。いずれの駆虫法も魚へのストレスが大きく、特に高水温期の薬浴では大量死が起る事もあり、注意が必要

である。低濃度長時間の薬浴では比較的魚体への影響が少ない。*B. seriola* についてはプラジクアンテル製剤の経口投与も認可されているが、魚の嗜好性が低く、有効量の投与が難しい。寄生を軽減する対策としては、虫卵が付着した網の頻繁な交換が有効である。虫卵は乾燥に弱いため、直射日光下に置けば比較的短時間に死滅する。また、ふ化幼生の光に対する走行性を利用して、生け簀を遮光することで *N. girellae* の寄生が軽減されたとの報告もある。最近では *B. seriola* に耐性のあるブリの育種に向けた研究も進んでいる。虫卵を食うエビや魚による生物防除法も提案されている。その他、免疫賦活剤、植物由来成分による寄生軽減効果が報告されているが、効果は限定的である。

【参考文献】

Kobayashi, K., G. L. G. Khin, S. Shirakashi, Y. Mukai, Y. Sugihara, S. Yanagi, I. Hirono, and H. Kondo. (2018) Distinction of the skin flukes *Benedenia seriola* and *Neobenedenia girellae* infecting *Seriola* spp. by PCR-RFLP assay. *Fish Pathology*, 53: 124-127.

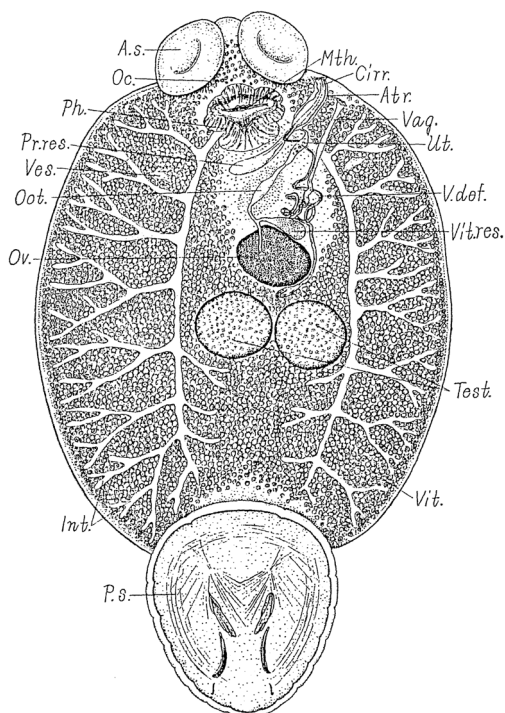
小川和夫・白樫 正 (2017) ハダムシ症、魚病研究 52 : 186-190.

平澤徳高 (2016) ブリ属魚類のハダムシ症. 獣医寄生虫学会誌, 15:100-110.

Whittington I. D. (2012) : *Benedenia seriola* and *Neobenedenia* species. 225-244. *Fish Parasites Pathobiology and Protection* (Edited by P. T. K. Woo & K. Buchmann).

小川和夫 (2004) : 単生虫病, 353-380. 魚介類の感染症・寄生虫病 (若林久嗣・室賀清邦編), 恒星社厚生閣.

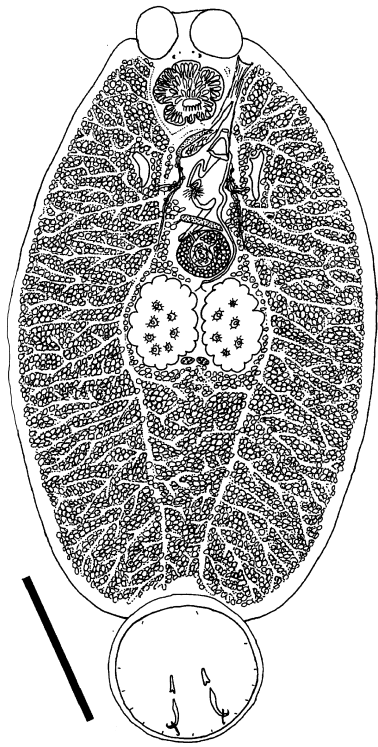
平澤徳高 (2009) : 生物的特徴を利用した対策が期待されるハダムシ、エラムシ, 養殖 46(11), 35-38.



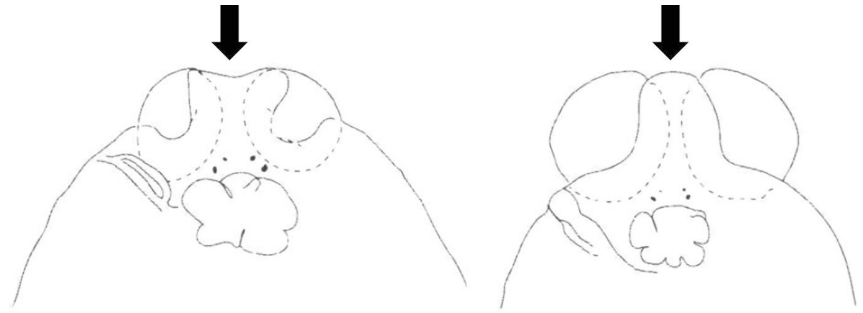
Benedenia seriola の記載図。
Yamaguti, 1934 より抜粋



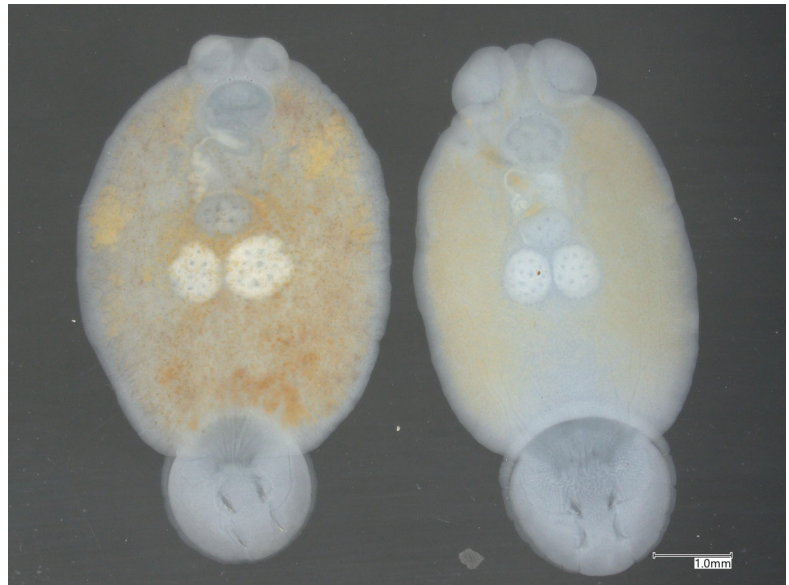
ブリの体表上の *B. seriola*。(写真提供：近畿大学水産研究所)



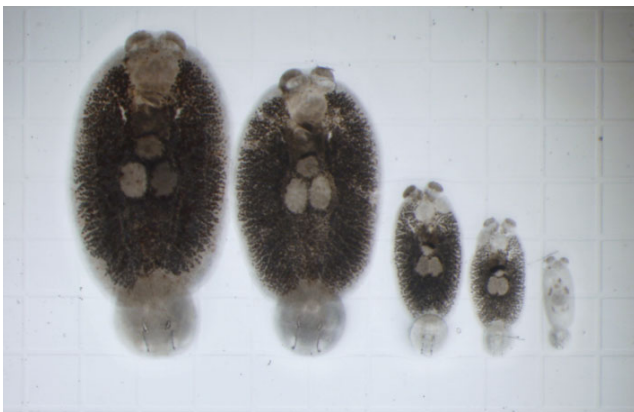
Neobenedenia girellae の記載図。
Bar= 0.5mm
Ogawa *et al.*, 1995 より抜粋



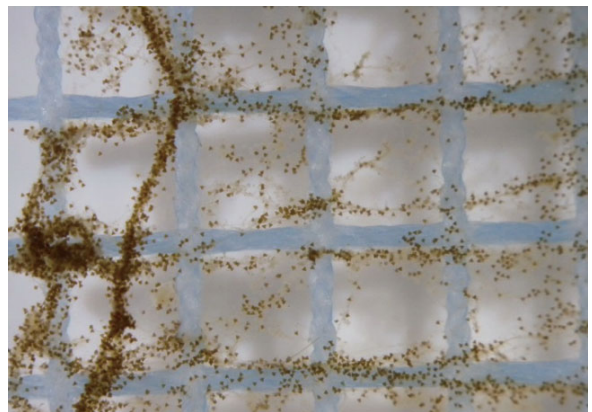
Benedenia seriola と *Neobenedenia girellae* の簡易鑑別ポイント
前吸盤間（矢印）が凹状なのは *N. girellae*。凸状なのは *B. seriola*。
Kinami *et al.*, 2005 より抜粋。



Neobenedenia girellae(左) と *Benedenia seriola*(右)。後部の固着盤と前吸盤間の形状が異なる。(写真提供：近畿大学水産研究所)



異なる発育段階の *Neobenedenia girellae*。グリッドは約 0.5mm。(写真提供：近畿大学水産研究所)



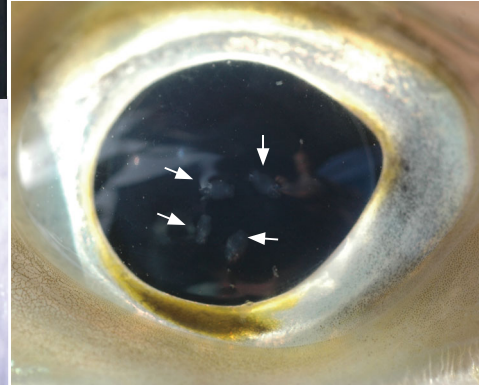
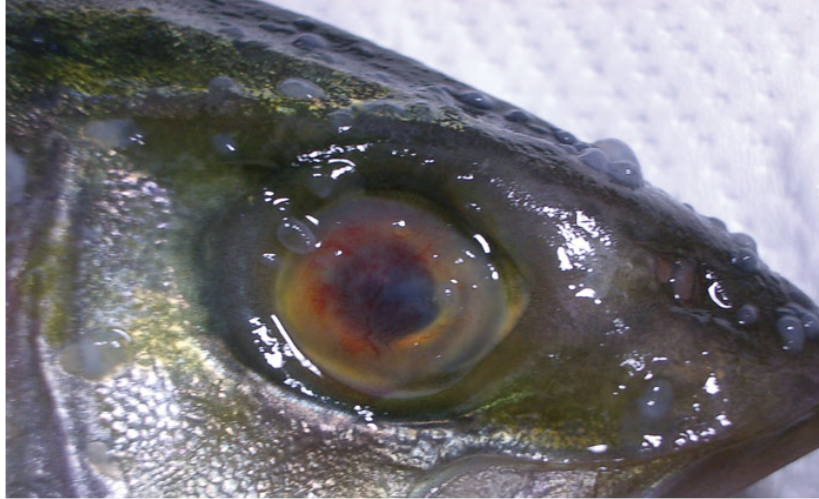
網地に絡まった *Neobenedenia girellae* の虫卵。(写真提供：近畿大学水産研究所)



淡水浴で白濁した *Benedenia seriolae*。やがて脱落する。(写真提供：近畿大学水産研究所)

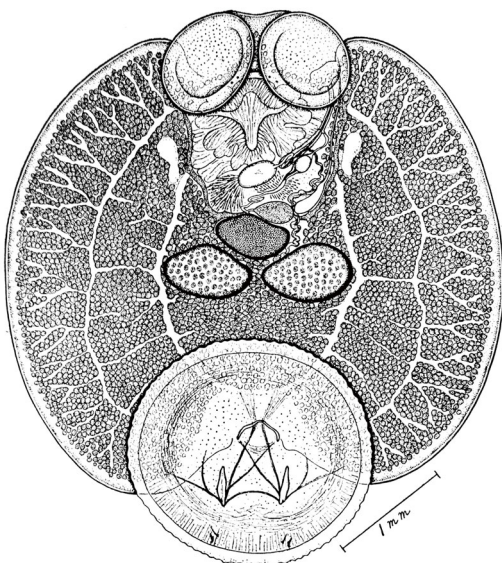


カンパチの眼球に寄生した *Benedenia seriolae* (写真提供：近畿大学水産研究所)



眼球上に寄生する *N. girrellae* (矢印)
(写真：(社) 日本水産資源保護協会)

N. girrellae の寄生による体表のスレ（上）と、失明した眼球（下）
(写真提供：近畿大学水産研究所)



Benedenia sekii の記載図。Yamaguti, 1937 より抜粋



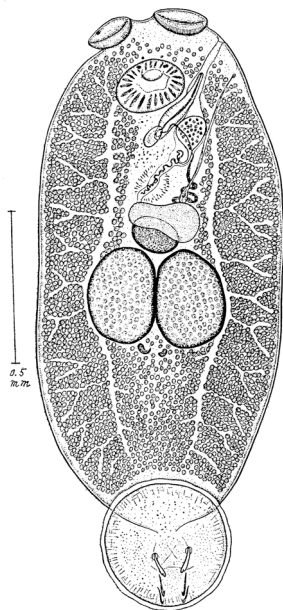
マダイに寄生していた *B. sekii* の生鮮個体。宿主色素によって体が赤く見えることが特徴である。(写真提供：近畿大学水産研究所)



B. sekii の寄生を受けたマダイ。体表が糜爛している。
(写真提供：京都府農林水産技術センター海洋センター)



B. sekii の寄生患部。体表に発赤がみられる。
(写真提供：京都府農林水産技術センター海洋センター)



Benedenia epinepheli の記載図
Yamaguti, 1939 より抜粋



B. epinepheli の寄生を受けたクエ。
(写真提供：近畿大学水産研究所)

エラムシ症 1 (ビバギナ、ヘテラキシネ、ゼウクサプタ、マイクロコチレ)

元々はブリに寄生する *Heteraxine heterocerca* をエラムシと称していたが、現在では鰓に寄生する多後吸盤目の単生類の総称として用いられる。魚種によって寄生する種が異なり、種類も多い。ここでは養殖場で一般的にみられる代表的な 4 種について述べる。

【病原体】

<i>Bivagina tai</i> (Yamaguti, 1938)	マダイソウチツムシ
<i>Heteraxine heterocerca</i> Yamaguti, 1938	ブリエラムシ
<i>Zeuxapta japonica</i> Yamaguti, 1961	ニホンフセイチュウ
<i>Microcotyle sebastis</i> Goto, 1894	クロソイコガタツカミムシ

扁形動物門 Platyhelminthes

単生綱 Monogenea

多後吸盤目 Polyopisthocotylea

ソウチツムシ属 *Bivagina* Yamaguti, 1963

エラムシ属 *Heteraxine* Yamaguti, 1938

フセイチュウ属 *Zeuxapta* Unnithan, 1957

コガタツカミムシ属 *Microcotyle* van Beneden and Hesse, 1863

【地理的分布と宿主範囲】

宿主特異性が高く、ビバギナ *Bivagina tai* はマダイに特異的に寄生し、主に 0 歳魚で冬季に多く発生する。ヘテラキシネ *Heteraxine heterocerca* は養殖ブリで一般的に見られるが、カンパチやヒラマサにも寄生し、地中海でも報告されている。ゼウクサプタ *Zeuxapta japonica* (*Z. seriolae*) は主に養殖カンパチで見られるが、ブリやヒラマサにも寄生し、オーストラリアの養殖ヒラマサでも問題となっている。マイクロコチレ *Microcotyle sebastis* はクロソイに寄生し、主に韓国の養殖場で問題となっている。近縁種の *M. sebastisci* は養殖カサゴから見つかっている。いずれのエラムシも天然魚でもみられる。

【特徴的症状】

鰓上の虫体を確認する。虫は数 mm 程度で摂取した血液成分により茶褐色をしているため、大型のものは肉眼でも識別可能である。種の同定は形態、特に把握器の形状と配列を見て行うが、ある程度の専門知識を要する。魚種によって寄生する種が決まっているので、宿主が分かればおよその同定は可能である。

標本は AFA(アルコール・酢酸・ホルマリンの混合液)で固定した圧平標本を酢酸カーミンもしくは鉄ヘマトキシリンで染色して作成する。

【診断法】

寄生による死亡は少なく、特徴的な外観症状も無い。エラムシは鰓から吸血するため、重篤寄生を受けた魚は貧血症状を呈する場合がある。慢性的な寄生では摂餌や肥満度の低下、成長不良が見られる。虫体は把握器で鰓弁を掴んで寄生しているが、寄生部位に目立った損傷は見られない (*Z. japonicus*)。

生活環は単純で、虫卵からふ化した仔虫が別の魚に寄生することで完結する。虫卵にはフィラメントと呼ばれる糸状の構造物があり、生け簀網に絡まりやすく、生け簀内で増殖しやすい。至適水温や発生時期は種によって異なるが、*H. heterocerca* は 20 - 26℃で多く見られるのに対し、*B. tai* は水温が低い冬期に寄生が集中する。

【防除法・治療法】

B. tai には過酸化水素製剤による薬浴が認められている。過酸化水素による薬浴やプラジクアンテルおよびフェバンテルの経口投与も有効である。また、濃塩水浴(6 - 9%食塩添加海水で数分)も有効であるが、魚体へのダメージが大きいため注意が必要である。生け簀網の掃除や交換による虫卵除去もある程度の効果がある。

【参考文献】

小川和夫 (2004) : 単生虫病, 353-380. 魚介類の感染症・寄生虫病 (若林久嗣・室賀清邦編), 恒
星社厚生閣.

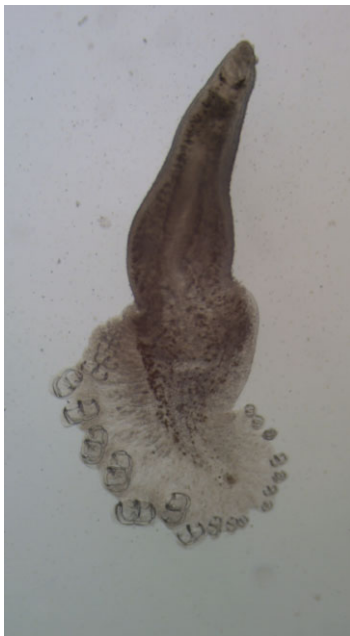
平澤徳高 (2009) : 生物的特徴を利用した対策が期待されるハダムシ、エラムシ, 養殖 46(11),
35-38.



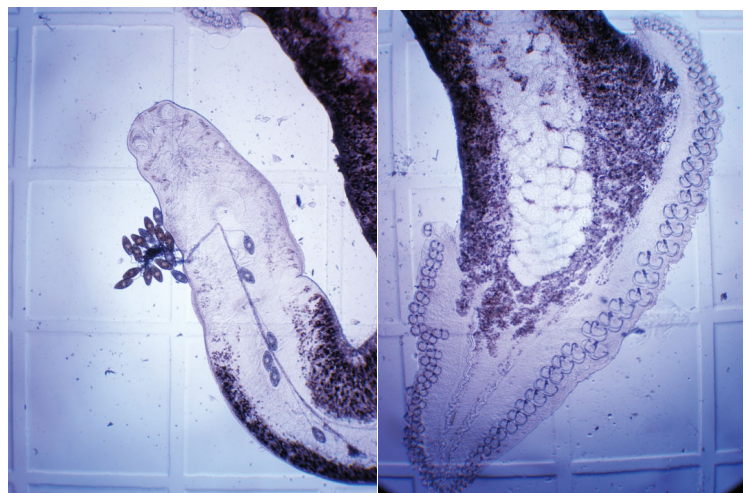
カンパチの鰓弁に寄生する *Zeuxapta japonica*。(写真:
(社) 日本水産資源保護協会)



カンパチの鰓弁に寄生する *Z. japonica*。体後部の把握器に
より、二次鰓弁を把握して固着する。(写真:(社) 日本水
産資源保護協会)



Z. japonica の幼若虫体。把握
器の数が成虫よりも少ない。(写
真提供: 近畿大学水産研究所)



Z. japonica の成虫。左: 体前部 フィラメントのついた虫
卵を産する。右: 体口部 多数の把握器が整列する。左右
非対称である。(写真提供: 近畿大学水産研究所)



Bivagina tai の大量寄生により貧血症状を呈したマダイ。鰓と肝臓が退色している。(写真提供：長崎県総合水産試験場)



B. tai が大量寄生しているマダイの鰓。(写真提供：近畿大学水産研究所)

エラムシ症 2 (ヘテロボツリウム、ネオヘテロボツリウム)

ディクリドフォラ科のエラムシは成熟虫が鰓以外の鰓腔壁や口腔壁に寄生するのが特徴である、体の一部を宿主に埋没させて、体を伸長させて鰓から吸血する。比較的大型のエラムシであり、肉眼でも観察できる。

【病原体】

Heterobothrium okamotoi Ogawa, 1991 トラフグサカテムシ
Neoheterobothrium hirame Ogawa, 1999 ヒラメシンサカテムシ

扁形動物門 Platyhelminthes

単生綱 Monogenea

単後吸盤目 Polyopisthocotylea

ディクリドフォラ科 Diclidophoridae Fuhrmann, 1928

サカテムシ属 *Heterobothrium* Cerfontaine, 1985

シンサカテムシ属 *Neoheterobothrium* Price, 1943

【地理的分布と宿主範囲】

宿主特異性が高く、ヘテロボツリウム: *Heterobothrium okamotoi* は西日本を中心に養殖トラフグに多く発生する。天然トラフグでも報告例はあるが数は少ない。また、中国の養殖トラフグでもみられる。ネオヘテロボツリウム: *Neoheterobothrium hirame* はヒラメに寄生し、90年代から発生した天然ヒラメの貧血症の原因として問題となった。日本沿岸全域に分布しており、日本や韓国の養殖ヒラメでも見られる。その後の調査で、北米のサザンフラウンダー: *Paralichthys lethostigma* から同種の虫が発見され、元来は北米の異体類に寄生していたものが、ヒラメを新しい宿主としてアジアに広まったと考えられている。

【特徴的症状】

重篤寄生を受けた魚は貧血症状を呈し、鰓や内臓が著しく褪色する。特に成熟虫の吸血による貧血がひどく、魚はふらふらと不活発に泳ぎ、摂餌が低下する。成熟虫は数 cm に達する大型の虫で、体の後端部を宿主組織に埋没させている。*H. okamotoi* はフグの鰓腔内に、*N. hirame* はヒラメの口腔内に寄生する虫体が肉眼でも観察できる。寄生数が多い場合には1カ所に体を埋没させ、房状になっており、寄生部位には強い炎症反応がみられる。

生活環は単純で、虫卵からふ化した仔虫(オンコミラシジウム)がまず体表等に着定し、その後鰓弁上で発達しながら、最終寄生部位へと移動する。*H. okamotoi* の虫卵はフィラメントにより数珠つなぎになっており、長

いものでは数 m にも達するため、生け簀網に絡まりやすい。一方 *N. hirame* 虫卵は楕円体で両端に突起を持っており、砂地等に刺さり易い構造になっている。両種ともふ化幼生は眼点を持たず、自然界では水底を泳ぎ回って砂に潜っている宿主に寄生すると考えられる。ふ化、発育の最適水温は 25℃前後で、10℃以下では抑制される。

【診断法】

鰓腔壁 (*H. okamotoi*) や口腔内の主に咽頭部 (*N. hirame*) に寄生する成熟虫を確認する。虫体は摂取した血液成分により茶褐色をしているが、著しい貧血を呈した宿主では白色で見えにくい場合もある。両種ともに成熟虫は固着盤に4対の把握器を持っているが、*H. okamotoi* は固着盤の縁にそって把握器が並んでいるのに対し、*N. hirame* は辺縁部が枝分かれして、それぞれの先端に把握器がある。鰓の実体顕微鏡観察では未成熟虫が見られ、発育段階によって把握器の数が増える。標本は AFA (70%アルコール 20:ホルマリン 1:酢酸 1) で固定した圧平標本を酢酸カーミンもしくは鉄ヘマトキシリンで染色して作成する。

【防除法・治療法】

H. okamotoi に対しては過酸化水素による薬浴とフェバンテルを有効成分とする経口駆虫薬が承認されている。薬浴は未成熟虫の駆除には有効であるが、成熟虫に対する効果は低い。虫卵が生け簀網に絡まるため、頻繁

な網交換による虫卵除去も有効であるが、全ての生け簀網を一度に交換しなければ効果が低い。*N. hirame* に対して承認されている水産医薬品は無いが、濃塩水浴による駆除が可能である。未成熟虫は5 - 6%塩水浴60分で駆除できるが、成熟虫は8 - 10%塩水で5 - 10分の処理が必要である。濃塩水浴は魚に対するストレスも

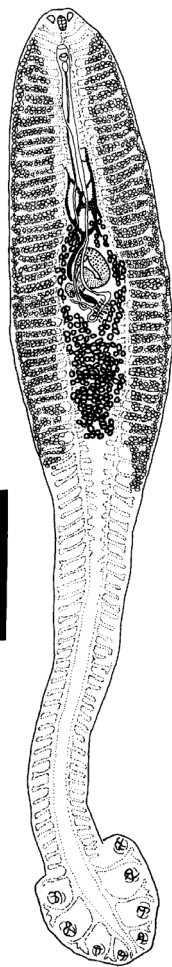
大きく、特に高水温時は処理後に死亡する事も多いため、注意が必要である。*N. hirame* の成虫は魚の口を開けてピンセット等で物理的に取り除く事も可能である。陸上水槽では排水口に絡まった虫卵の除去 (*H. okamotoi*) や水の流れを作り、虫卵やふ化幼生を速やかに排除する事で再寄生を軽減できる。

【参考文献】

Ogawa K. (2012) : *Heterobothrium okamotoi* and *Neoheterobothrium hirame*. 225-244. Fish Parasites Pathobiology and Protection (Edited by P. T. K. Woo & K. Buchmann).

小川和夫 (2004) : 単生虫病, 353-380. 魚介類の感染症・寄生虫病 (若林久嗣・室賀清邦編), 恒星社厚生閣.

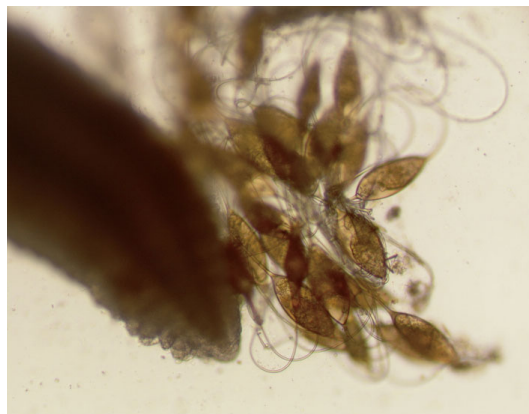
Ogawa, K. (2002) : Impacts of diclidophorid monogenean infections on fisheries in Japan. *International Journal of Parasitology*, 32: 373-380.



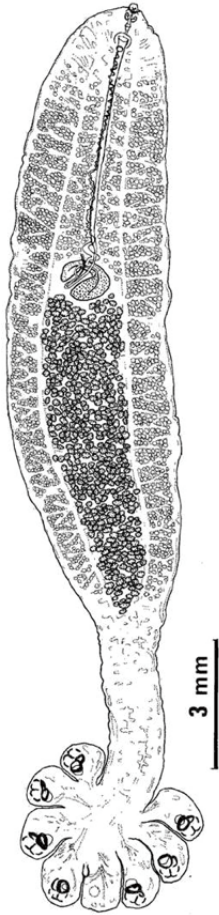
Heterobothrium okamotoi 成虫の記載図。Bar=2mm。Ogawa 1999より転載



トラフグの鰓腔壁に寄生する *H. okamotoi* の成虫。吸血により鰓が白くなる貧血症状を呈している。(写真提供：近畿大学水産研究所)



H. okamotoi の虫卵。フィラメントにより卵同士がつながっている (写真提供：近畿大学水産研究所)



Neoheterobothrium hirame 成虫の
記載図。Ogawa 1999 より転載



ヒラメ稚魚の口腔内に寄生する *N. hirame* の成熟虫。(写真提供：近畿大学水産研究所)



N. hirame の寄生により著しい貧血症状を呈したヒラメ稚魚。(写真提供：近畿大学水産研究所)



ヒラメ稚魚の鰓に寄生する *N. hirame* の未成熟虫。(写真提供：近畿大学水産研究所)

5. 吸虫類

吸虫性旋回病

脳に吸虫のメタセルカリア幼虫が寄生するため、魚が水面付近で旋回する異常遊泳を引き起こす。寄生した魚を、終宿主である海鳥に捕食されやすくするための寄生虫の操作によるものと考えられる。発生海域が限られる風土病的な疾病である。

【病原体】

Galactosomum sp. of Kamegai, Yasunaga, Ogawa and Yasumoto, 1982

ナガサキウミネコキュウチュウ

扁形動物門 Platyhelminthes

吸虫綱 Trematoda

斜睾吸虫目 Plagiorchiida

異形吸虫科 Heterophyidae

ガラクトソマム属 *Galactosomum* Looss, 1899

(ミズドリキュウチュウ属)

【地理的分布と宿主範囲】

Galactosomum 属の吸虫は世界中から 30 種類以上記載されている。日本で海産魚の旋回症を引き起こす *Galactosomum* 属吸虫については種の同定はされていない。これまで、養殖魚ではイシダイ、ブリ、トラフグ、天然魚ではカタクチイワシやキビナゴ等、複数の魚種で見つかり、宿主特異性は低いと考えられるが、これらが全て同一種かどうかは不明である。地域性が高いことが特徴で、長崎県や香川県で報告があるが、発生海域から数 km 離れると見られなくなるとの知見もある。

【特徴的症状】

罹病魚は水面を旋回する異常行動を示すことが特徴である。外観には特に異常がなく、旋回遊泳も限られた時間帯や水温にのみ見られるとの報告もある。主に稚魚で発症することが多いが、これらは全て終宿主であるウミネコ等の海鳥が発症した魚を捕食する確率を高めるための、寄生虫の適応戦略だと考えられる。

脳の間脳に球状のメタセルカリア幼虫が見られる。通常メタセルカリアは 1 個で、多くても 2 個程度である。寄生部位周辺の神経を圧迫したり変性させたりするため、異常行動が起きると考えられるが詳細な機構は分かっていない。

詳細な生活環は不明だが、第 1 中間宿主は巻き貝、第 2 中間宿主は魚類、終宿主は海鳥だと考えられる。寄生した魚を食べた海鳥の消化管で成熟し、糞と共に排出された虫卵からふ化したミラシジウム幼虫が巻き貝に寄生する。巻き貝の体内で発育増殖し、セルカリア幼虫となって水中に遊出し、魚に寄生する。

【診断法】

脳をスライドガラスで押し潰し、実体顕微鏡もしくは光学顕微鏡で透過光により検鏡を行い、メタセルカリアを観察する。メタセルカリアは球状で 1mm 弱と比較的大きいため容易に見つかる。間脳に寄生している場合が多く、通常寄生は 1 個体のみである。標本作製時はメタセルカリアの膜を針などで破り、脱囊させた虫体を AFA (70% アルコール 20 : ホルマリン 1 : 酢酸 1) で圧平固定後カーミンもしくは鉄ヘマトキシリンで染色する。

【防除法・治療法】

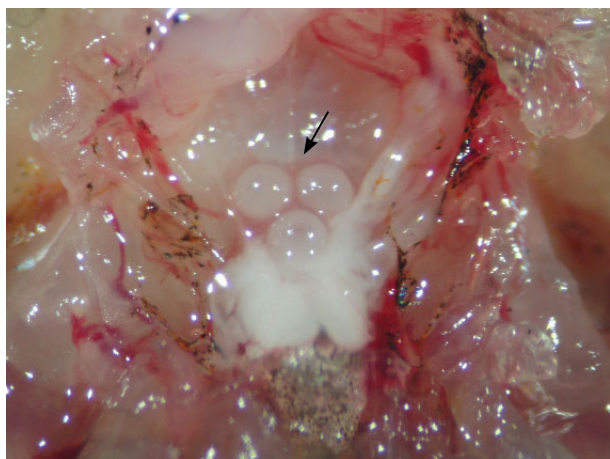
本症に承認された水産医薬品はないが、プラジクアンテル製剤の経口投与は有効である知見がある。

中間宿主の分布により寄生状況が異なると考えられるため、生け簀の設置場所を変える事で被害を軽減できる可能性がある。

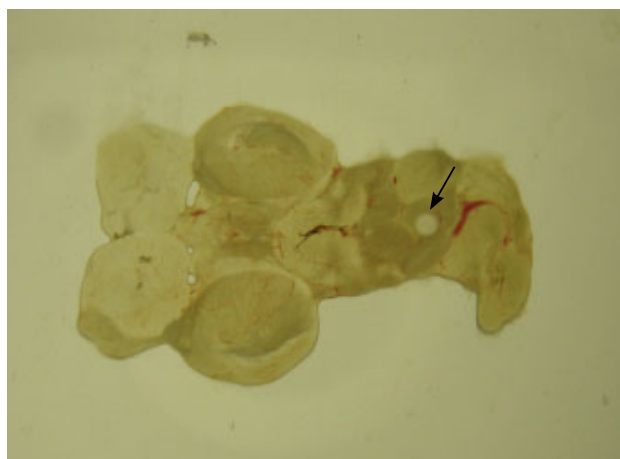
【参考文献】

木村正雄・延東 真 (1979) : カタクチイワシおよび養殖ハマチの旋回起因メタセルカリアについて . 魚病研究 , 13, 211-213

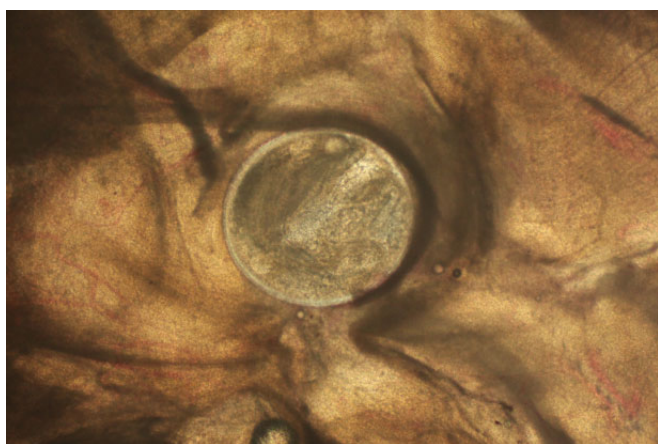
安永統男・小川七朗・平井榮一・畑井喜司雄・安元 進・山本博敬 (1981): 海産魚のガラクトソマム症について 主として原因虫の種類と生活環の検討 . 長崎県水産試験場研報 , 7, 65-76.



サビハゼの脳に寄生するメタセルカリア (矢印)。
(写真提供：京都府農林水産技術センター・海洋センター)



マダイの脳を圧平し、実体顕微鏡下でメタセルカリア (矢印) の有無を観察する。(写真提供：長崎県総合水産試験場)



マダイの脳のマタセルカリア (写真提供：長崎県総合水産試験場)



脱囊させたメタセルカリア
(写真提供：長崎県総合水産試験場)

住血吸虫症

血管内に寄生する吸虫類を住血吸虫（血管内吸虫）と呼ぶ。血管内で産卵するため、虫卵が毛細血管に詰まって血行障害を引き起こす。複数魚種で知られているが、未同定種も多い。近年ではマグロ養殖で大きな問題となっている。

【病原体】

<i>Cardicola orientalis</i> Ogawa et al., 2010	クロマグロジュウケツキュウチュウ	】 マグロ類
<i>C. opisthorchis</i> Ogawa et al., 2011	ホソナガマグロジュウケツキュウチュウ	
<i>Paradeontacylix grandispinus</i> Ogawa et Egusa, 1986	オオトゲカンパチジュウケツキュウチュウ	】 カンパチ
<i>P. kampachi</i> Ogawa et Egusa, 1986	カンパチジュウケツキュウチュウ	
<i>Psettarium</i> sp. TPC of Ogawa, Nagano, Akai, Sugita and Hall, 2007	シナフグジュウケツキュウチュウ	】 トラフグ
<i>Psettarium</i> sp. TPJ of Ogawa, Nagano, Akai, Sugita and Hall, 2007	ニホンフグジュウケツキュウチュウ	

扁形動物門 Platyhelminthes

吸虫綱 Trematoda

有襃吸虫目 Strigeidida

魚類住血吸虫科 Aporocotylidae

【地理的分布と宿主範囲】

海産魚類の住血吸虫は世界中に広く分布しており、比較的宿主特異性が高い。国内の養殖魚ではマグロに寄生するカルジコラ属：*Cardicola*（マグロジュウケツキュウチュウ属）、ブリ類に寄生するパラデオンタシリックス属：*Paradeontacylix*（ブリジュウケツキュウチュウ属）、トラフグ類に寄生するプセッタリウム属：*Psettarium*（フグジュウケツキュウチュウ属）の吸虫が知られている。養殖および天然クロマグロからは *Cardicola orientalis* と *C. opisthorchis* が見つかり、前者はオーストラリアの畜養ミナミマグロ、後者は大西洋クロマグロからも報告されている。また、近縁の *C. forsteri* はミナミマグロ、太平洋マグロで見つかり、*Paradeontacylix* spp. も2種が国内の養殖カンパチから見つかり、地中海のカンパチ養殖でも死亡を引き起こし問題となっている。日本や中国のトラフグ属からは複数の *Psettarium* 属吸虫が見つかり、

【特徴的症状】

Paradeontacylix spp. については主にカンパチ0歳魚で被害が多く、主に冬から春にかけて発生する。通常は目立った症状はないが、重篤寄生の場合、摂餌後などで酸素消費が多くなると、窒息して口を開けたまま死亡する。

Cardicola spp. も同様にクロマグロ0歳魚で被害が大きく、養殖場に種苗を導入した後の秋から冬に多く発生

する。1歳魚以降では散発的に見られるものの、死亡はほとんどない。死因は酸欠と考えられるが、カンパチのような症状は示さず、外観的には死亡の際網に擦れてできたと思われる擦り傷が見られる程度である。カンパチ、クロマグロいずれの場合も鰓弁内に多数の虫卵が詰まっており、血行障害を起こした結果、酸欠になるとと思われる。心筋内に虫卵が見られることもある。成虫は心臓や入鰓動脈に寄生しているが、種によって寄生部位は異なる。

Psettarium 属吸虫は内臓、特に腸管周囲の血管に寄生し、虫卵により内臓の毛細血管が閉塞する。目立った外観症状はないが、重症魚では遊泳が緩慢になったり、腹を上にしたりと、異常な遊泳行動を示す。罹病魚は内臓の血管や鰓に虫卵が認められる。

海産住血吸虫類の生活環は多くの種で不明であったが、2014年に *C. opisthorchis* が Terebellid 科のフサゴカイの一種を中間宿主にすることが明らかとなった。また、最近 *C. orientalis* についても中間宿主と幼生発見されている。この他に2種の海産魚住血吸虫がフサゴカイ類を中間宿主とすることがわかっており、他種でもフサゴカイ類が関与している可能性が高い。虫卵からふ化したミラシジウム幼生がフサゴカイに寄生し、体内でスポロシストに発達後、セルカリア幼生となって遊出し、魚に寄生することで生活史が完結する。

【診断法】

鰓内の虫卵を光学顕微鏡で確認する。鰓弁5－10本をスライドガラスに並べ、円形ないしは楕円形 (*C. orientalis*, *Paradeontacylix* spp.) や、三日月型 (*C. opisthorchis*) の虫卵を確認する。心臓を実体顕微鏡下で解剖すると虫体が見つかる場合もあるが (*C. opisthorchis*, *P. kampachi*)、鰓や他部位の血管内に寄生している場合では虫体の発見は困難である (*C. orientalis*, *P. kampachi*, *P. grandispinus*)。 *Psettarium* 属吸虫は内臓、特に腸管周辺の血管を開くと虫体や虫卵がみられる。

Cardicola spp. は PCR (Shirakashi *et al.*, 2012) および定量 PCR (Polinski *et al.*, 2013) 系が開発されている。

標本は AFA (70%アルコール 20：ホルマリン 1：酢酸 1) で圧平固定後カーミンもしくは鉄ヘマトキシリンで染色する。

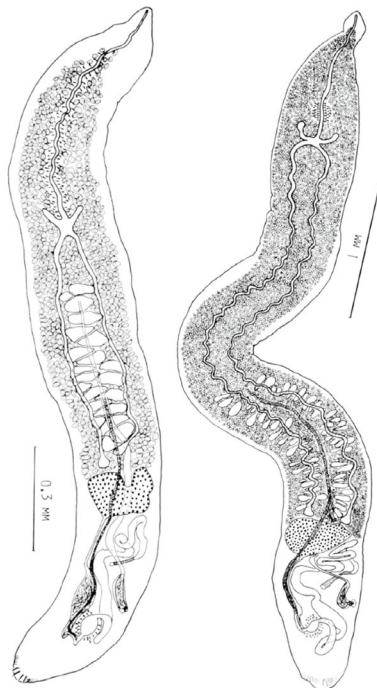
【防除法・治療法】

本症に承認された水産医薬品はないが、プラジクアンテル製剤の経口投与は有効である。

中間宿主の分布により寄生状況が異なると考えられるため、生け簀の設置場所を変える事で被害を軽減できる可能性がある。

【参考文献】

- 小川和夫 (2004) : 大型寄生虫病, 381 - 406, 魚介類の感染症・寄生虫病 (若林久嗣・室賀清邦編), 恒星社厚生閣.
- Polinski M. P., H. D. Belworthy, B. F. Nowak and A. Bridle (2013) : SYBR, TaqMan, or both: highly sensitive, non-invasive detection of *Cardicola* blood fluke species in Southern Bluefin Tuna (*Thunnus maccoyii*). *Molecular and Biochemical Parasitology*, 191, 7-15.
- Shirakashi S., Y. Kishimoto, R. Kinami, H. Katano, K. Ishimaru and O. Murata (2011) : Morphology and distribution of blood fluke eggs and associated pathology in the gills of cultured Pacific bluefin tuna, *Thunnus orientalis*. *Parasitology International*, 61, 242-249.
- Ogawa K., T. Nagano, N. Akai, A. Sugita and K. A. Hall (2007) : Blood fluke infection of cultured tiger puffer *Takifugu rubripes* from China to Japan. *Fish Pathology*, 42(2), 91-99.
- Sugihara Y., T. Yamada, A. Tamaki, R. Yamanishi and K. Kanai, (2014) : Larval stages of the bluefin tuna blood fluke *Cardicola opisthorchis* (Trematoda: Aporocotylidae) found from *Terebella* sp. (Polychaeta: Terebellidae). *Parasitol. Int.*, 63, 295-299.
- 谷 和樹・白樫 正・石丸克也・本領智記・内田紘臣・小川和夫 (2015) : クロマグロ養殖生簀周辺のフサゴカイに寄生していた住血吸虫 (予報) . 平成 27 年度日本魚病学会春季大会 講演要旨
-
-



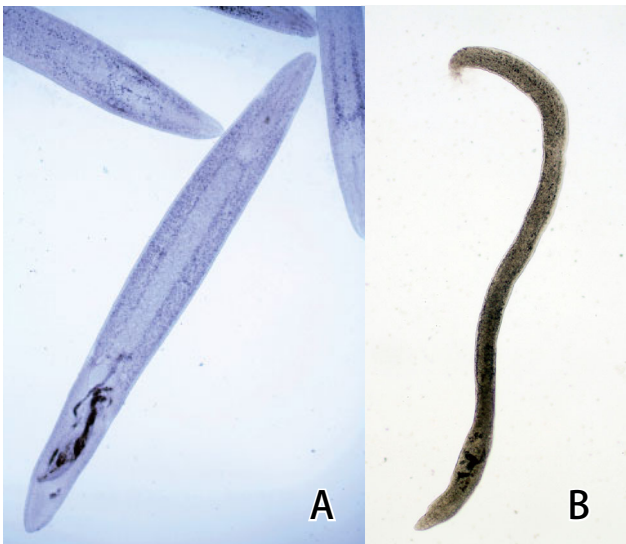
Paradeontacylix grandispinus *Paradeontacylix kampachi*



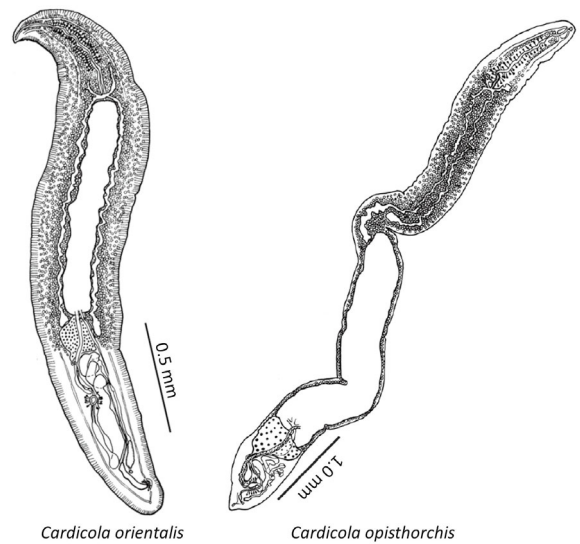
カンパチに寄生していたオオトゲカンパチジュウケツキュウチュウ (*Paradeontacylix grandispinus* 成虫。
(写真提供：近畿大学水産研究所)

日本のカンパチで見られる *Paradeontacylix* 属の住血吸虫 2 種。
左：オオトゲカンパチジュウケツキュウチュウ
右：カンパチジュウケツキュウチュウ
Ogawa & Egusa, 1986 より抜粋

ブリ類の稚魚の鰓にみられた住血吸虫卵。
(写真提供：近畿大学水産研究所)



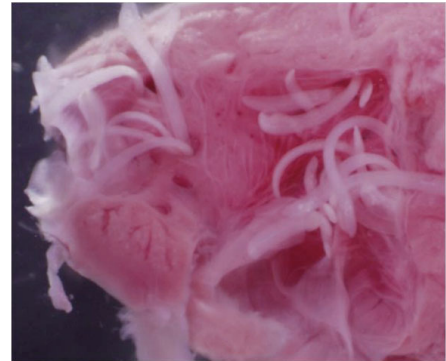
クロマグロの住血吸虫 2 種の生鮮個体標本像
(A) *Cardicola orientalis*: マグロジュウケツキュウチュウ,
(B) *C. opisthorchis*: ホソナガマグロジュウケツキュウチュウ。
(写真提供：長崎県総合水産試験場)



クロマグロに見られる *Cardicola* 属住血吸虫 2 種の記載図。(左) *Cardicola orientalis* (右) *C. opisthorchis*。Ogawa et al., 2010, 2011 より抜粋



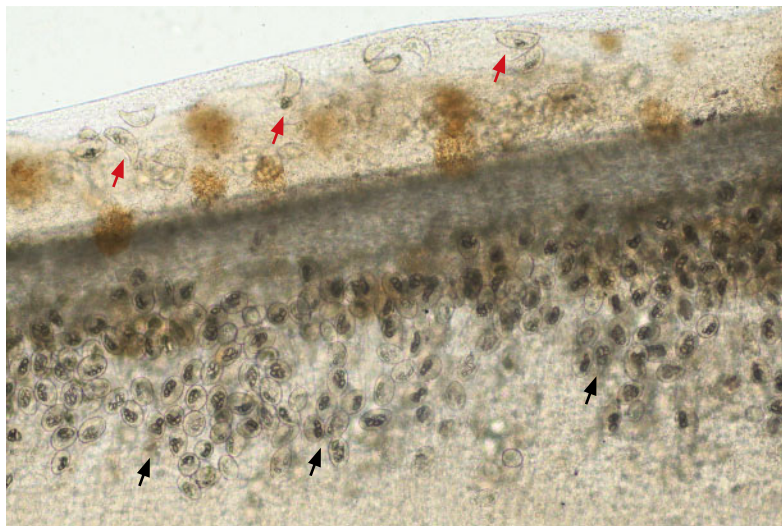
クロマグロ稚魚の鰓にみられた楕円形の *Cardicola orientalis* 卵 (A) と三日月型の *C. opisthorchis* 卵 (B)。 *C. orientalis* 卵は二次鰓弁内に見られるのに対し、 *C. opisthorchis* 卵は鰓弁の軟骨に沿った入鰓動脈に見られる。
(写真提供：近畿大学水産研究所)



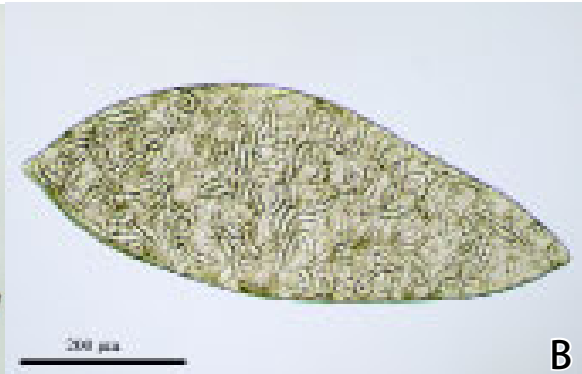
クロマグロの心臓に見られた *C. opisthorchis* の成虫。(写真提供：近畿大学水産研究所)



クロマグロ稚魚の心筋中に見られた住血吸虫の虫卵。(写真提供：近畿大学水産研究所)



Cardicola orientalis と *C. opisthorchis* の混合感染の例。両種の虫卵 (黒矢印 : *C. orientalis*, 赤矢印 : *C. opisthorchis*) が同時に観察される。
(写真提供：長崎県総合水産試験場)



Cardicola opisthorchis の生活史の諸ステージ
A: *C. opisthorchis* の幼生に寄生されたフサゴカイの一種 *Terebella* sp.。
B: *C. opisthorchis* のスポロシスト。内部に発達したセルカリアを含む。
C: *C. opisthorchis* のセルカリア。長い尾を持つ。
(Sugihara *et al.*, 2014 より引用)



6. 線虫類

養殖魚のアニサキス感染症

アニサキスは主に天然魚に寄生し、人に急性胃腸炎やアレルギーを引き起こす。養殖魚でも希に見られ、2005年には中国で中間育成され、日本に輸入されたカンパチとイサキに高率で寄生が認められたため、大きな問題となった。

【病原体】

Anisakis spp.

線形動物門 Nematoda

双腺綱 Secernentea

回虫目 Ascaridida

アニサキス科 Anisakidae

アニサキス属 *Anisakis* Dujardin, 1845

【地理的分布と宿主範囲】

アニサキス *Anisakis* 属の線虫は世界中に広く分布している。10種類程が記載されているが分類は混乱しており、近年分子生物学を用いた再分類が進んでいる。様々な海産魚や頭足類に寄生し、日本だけで150種以上の魚で寄生が報告されている。日本における人体のアニサキス症の原因は主に *Anisakis simplex*、*A. physeteris* および近縁のシュードテラノバ *Pseudoterranova decipiens* の3種の幼虫によるものであるが、他種が原因となる場合もある。2005年に中国産カンパチ種苗で見られたアニサキスは *A. pegreffi* で、日本沿岸では主に日本海側に分布している。一方太平洋側には *A. simplex sensu stricto* が多く、海域によって優占種が異なる。これは終宿主であるミンククジラ (*A. simplex*) やバンドウイルカ (*A. pegreffi*) の分布に関係するものと考えられる。

【特徴的症狀】

外観的な症状は無く、魚への病害性は低いと考えられる。2006 - 2007年にスコットランドに遡上してきたタイセイヨウサケで肛門周辺の発赤膨張、出血や炎症がみられ Red Vent Syndrome と呼ばれた。これは *A. simplex* の大量寄生によるものであることが判明したが、このような強い病害性を示すのは希な例である。天然魚では寄生数が多いと肥満度が低い傾向がみられる、との報告もあるが、逆に寄生が多い個体ほど餌を食べているため、肥満度が高いとの調査結果もあり、魚への影響ははっきりしない。

生活環は複雑で、イルカ、クジラ、アザラシといった海獣類が終宿主である。虫卵やII期幼虫を摂取したオキアミを食べた魚でIII期幼虫となり、これらを捕食した魚やイカでもIII期幼虫のまま寄生を続ける。これらIII期幼虫を持つ魚は待機宿主と呼ばれる。養殖魚で見られるアニサキスは主に天然種苗由来か、冷凍していない生餌に由来する。2005年に問題となった養殖カンパチのアニサキスは中国の育成場で生の餌を与えたためと思われる。

アニサキス幼虫が寄生している魚やイカを人が生食すると、虫が胃壁等に潜りこみ、急性胃腸炎を引き起こす。また、アニサキスによるアレルギーも知られており、この場合は食材を加熱、冷凍しても発症する。

【診断法】

解剖して内臓や筋肉に寄生している虫体を確認する。虫体は1-2cmで肝臓や腸の周辺などに丸くなって寄生しており、肉眼でも容易に見つけられる。種によっては魚が死亡すると内臓から筋肉へ移行する。同定は穿孔歯の有無や食道の形状等で行うが、形態による詳細な分類は困難である。そのため、分子生物学的手法を用いた分類方が多く開発されている (Umehara *et al.*, 2006; Kuhn *et al.*, 2013)

標本作製は虫体を熱した70%エタノールに投入し、伸長固定し、そのまま保存する。観察時にはグリセリンもしくはラクトフェノールで透徹する。

【防除法・治療法】

寄生後の駆虫は困難であるため、予防対策しかない。餌とともに幼虫を取り込むため、生餌を与える場合は一旦冷凍し、幼虫を殺す。一旦寄生すると長く留まるため、

天然種苗を導入する際にはロットの一部を検査して、寄生が無い事を確認する。

【参考文献】

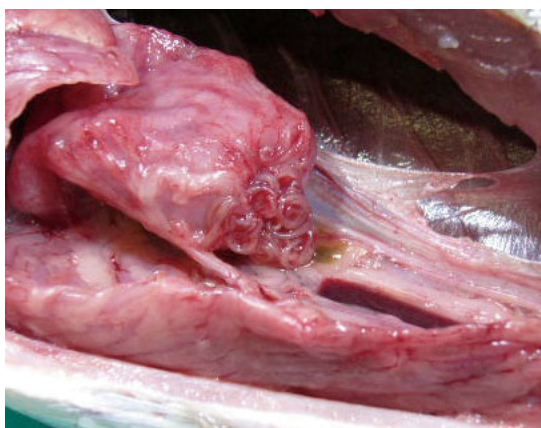
Levsen A. and B. Berland (2012) : *Anisakis* species. 298-309. Fish Parasites Pathobiology and Protection (Edited by P. T. K. Woo & K. Buchmann), CAB International.

Kuhn T., Hailer F., Palm H. W., and Klimpel S. (2013) : Global assessment of molecularly identified *Anisakis* Dujardin, 1845 (Nematoda: Anisakidae) in their teleost intermediate hosts. *Folia Parasitologica*. 60(2), 123-34.

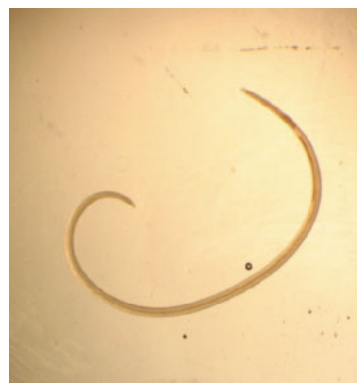
Umehara A., Y. Kawakami, T. Matsui, J. Araki and A. Uchida (2006) : Molecular identification of *Anisakis simplex* sensu stricto and *Anisakis pegreffii* (Nematoda : Anisakidae) from fish and cetacean in Japanese waters. *Parasitology International*, 55, 267-271.

Yoshinaga T., R. Kinami, K. A. Hall, and K. Ogawa (2006) : A preliminary study on the infection of anisakid larvae in juvenile greater amberjack *Seriola dumerili* imported from China to Japan as mariculture seedlings. *Fish Pathology*. 41, 123-126.

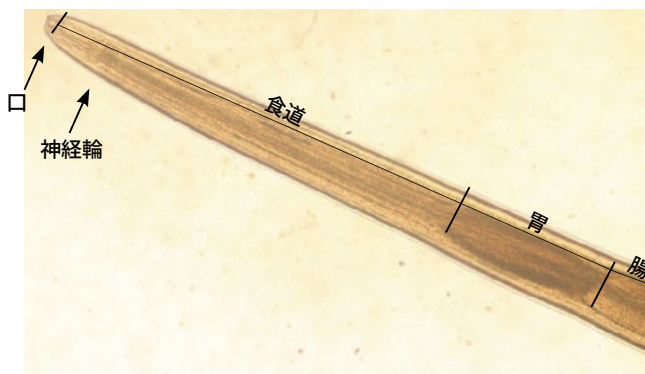
鈴木 淳, 村田 理恵 (2011): わが国におけるアニサキス症とアニサキス属幼線虫 東京健安研七年报 62, 13-24



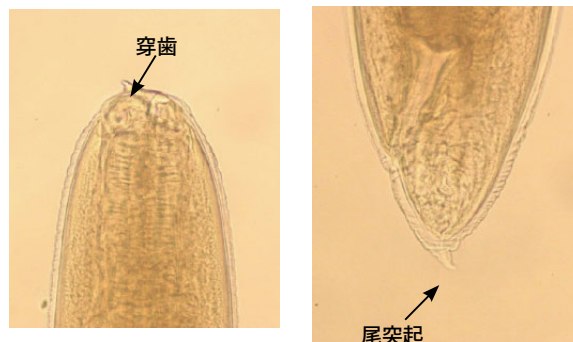
カンパチの内臓表面に寄生する *Anisakis pegreffii* の第3期幼虫。(写真提供：愛媛県農林水産研究所水産研究センター)



Anisakis pegreffii 第3期幼虫全体像。(写真提供：東京大学大学院 良永知義 博士)



Anisakis pegreffii 第3期幼虫体前半部。(写真提供：東京大学大学院 良永知義 博士)



Anisakis pegreffii 第3期幼虫の前端部と後端部。前端には穿歯を、後端には尾突起を有する。(写真提供：東京大学大学院 良永知義 博士)

ブリ紐線虫（ブリ筋肉線虫・ブリ皮膚線虫・ブリ糸状虫）

春先の大型天然ブリの筋肉中にみられる、50cmにも達する大型の寄生虫である。ブリ糸状虫またはブリ皮膚線虫とも呼ばれ、魚肉中の異物として問題になる。養殖ブリでも稀にみられる。

【病原体】

Philometroides seriolae (Ishii, 1931) ブリヒモセンチュウ（ブリ紐線虫）

線形動物門 Nematoda

双腺綱 Secernentea

旋尾線虫目 Spirurida

フィロメトラ科 Philometridae

フィロメトラ属 *Philometroides* Yamaguti, 1935

（ヒモセンチュウ属）

【地理的分布と宿主範囲】

主に春先に産卵後から夏にかけて天然ブリで見られる。養殖ブリでも見られるが、稀である。フィロメトラ科の線虫は様々な海産魚から報告があるが、宿主特異性が高く、近年その分類についても見直されている。

【特徴的症狀】

筋肉中に数十 cm にも達する虫体が折りたたまれて、とぐろを巻いたような状態で寄生する。周囲の筋肉内には炎症組織層の形成がみられる。みられるのはすべて雌で、雄は小型と考えらえるが、これまで見つかっていない。体色は成熟状態によって赤から薄茶色と変わる。胎生で体内に多数の仔虫を有し、春から夏に皮膚を突き破り魚体から脱出し、仔虫を水中に放出する。この時期には魚が体表から出た虫体を引きずっている場合もある。本虫の生活環は不明であるが、他のフィロメトラ科線虫ではカイアシ類の中間宿主が判明している種もある。

【診断法】

筋肉に折りたたまれて寄生している虫体を確認する。伸ばすと 40cm 以上にもなり、虫体は赤、薄茶、乳白色等である。形態による分類は困難であるが、ITS2 領域の遺伝子解析を用いた同定も可能である。標本作成は 70%エタノールに入れて固定する。

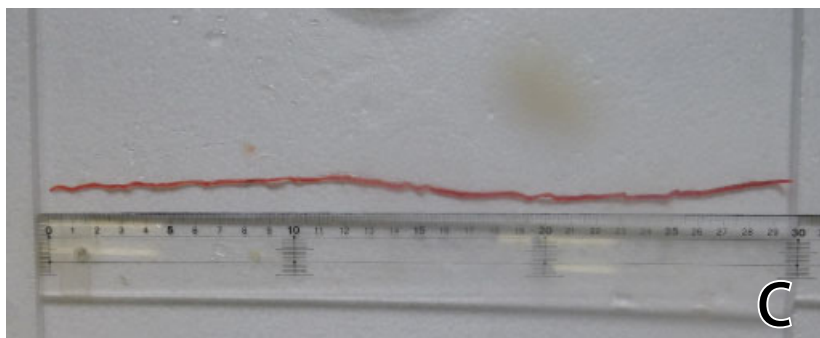
【防除法・治療法】

本虫に対する防除法は知られてない。

【参考文献】

小川和夫 (2004) : 線虫病, 390-392, 魚介類の感染症・寄生虫病 (若林久嗣・室賀清邦編), 恒星社厚生閣.
中島健次・江草周三・中島東夫 (1970) : ブリに寄生する線虫 *Philometroides seriolae* の魚体脱出現象について. 魚病研究, 4, 83-86.

Moravec, F. and I. Buron (2013) : A synthesis of our current knowledge of philometrid nematodes, a group of increasingly important fish parasites. *Folia Parasitologica* 60, 81-101.



ブリの筋肉内に寄生する *Philometroides seriolae*。

A. 筋肉内に折りたたまれた状態で寄生している。

B. 摘出した虫体。

C. 写真の個体は約 30cm。(写真提供: 石川県水産総合センター)

7. 鈎頭虫類

クビナガ鉤頭虫症

魚齢や季節を問わず、養殖マダイで一般的に見られる寄生虫である。腸管に寄生し、重篤な場合は成長阻害や脱腸を引き起こすが、通常はそれほど強い病害性は見られない。

【病原体】

Longicollum pagrosomi Yamaguti, 1935 クビナガコウトウチュウ（頸長鉤頭虫）

鉤頭動物門 Acanthocephala

古鉤頭虫綱 Palaeacanthocephala

エキノリンクス目 Echinorhynchida

ポンフォリンクス科 Pomphorhynchidae

ロンギコラム属 *Longicollum* Yamaguti, 1935

(クビナガコウトウチュウ属)

【地理的分布と宿主範囲】

養殖魚では主にマダイで見られるが、トラフグでも報告がある。これまで日本や韓国その他、地中海のニシマアジからも見つかっている。マダイ以外では成熟しないとの報告もある。周年見られ、地域によってはほぼ全ての養殖マダイに寄生している。

【特徴的症状】

外観的には目立った症状は無いが、重篤寄生の場合、肛門周辺の膨張、発赤や出血、時に脱腸がみられる。寄生が多い場合、摂餌が低下し、魚は衰弱する。重篤寄生による死亡も希にみられる。直腸壁に吻部と頸部を穿入させており、寄生部位には肉芽腫形成や激しい炎症反応、組織の壊死等が見られる。吻部は腸壁を突き抜けて、腹腔内に出ている。

生け簀網に生息しているワレカラ等の端脚類を中間宿主としているため、生け簀内で生活環が完結し増殖しやすい。

【診断法】

解剖し、直腸の虫体を観察する。虫体は1cm程で、オレンジや黄色、黒褐色をしており、雌雄異体である。寄生が多い場合、直腸が凹凸状に膨満しており、外部からでも異常が分かる。腸管を内部を調べると、容易に虫体が観察できる。標本作製はAFA（70%アルコール20：ホルマリン1：酢酸1）で圧平固定後、カーミン染色するが、固定時に虫体の後部から押していき、吻部が突出した状態で固定する。

【防除法・治療法】

本虫に対する駆除法は知られてないが、生け簀網を頻りに掃除や交換して中間宿主である端脚類を除去することで、寄生の拡大を防げる。

【参考文献】

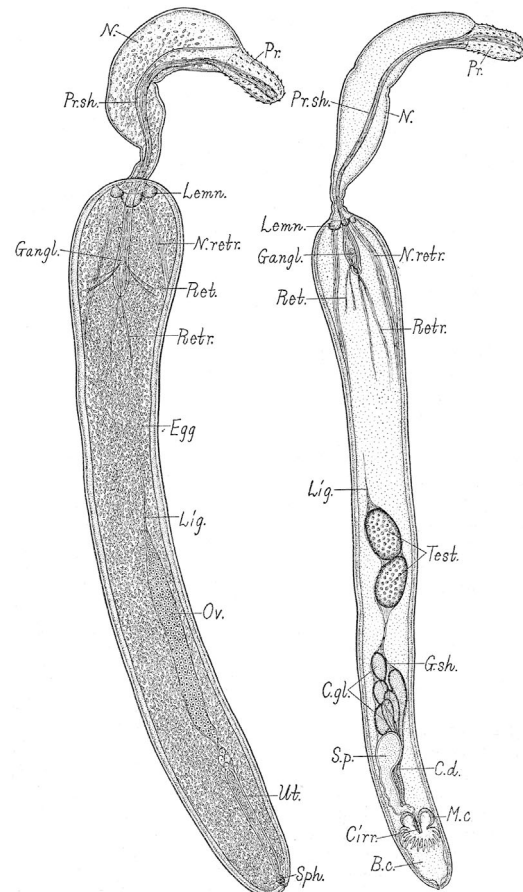
- 小川和夫 (2004): 鉤頭虫病, 393-394, 魚介類の感染症・寄生虫病 (若林久嗣・室賀清邦編), 恒星社厚生閣
- Yasumoto S. & Nagasawa K. (1996) : Possible life cycle of *Longicollum pagrosomi* and acanthocephalan parasite of cultured red sea bream. *Fish Pathology*, 31, 235-236.
- Kim, S. R., J. S. Lee, J. H. Kim, M. J. Oh, C. S. Kim, M. A. Park and J. J. Park (2011) : Fine structure of *Longicollum pagrosomi* (Acanthocephala: Pomphorhynchidae) and intestinal histopathology of the red sea bream, *Pagrus major*, infected with acanthocephalans. *Parasitology Research*, 109, 175-184.



Longicollum pagrosomi の寄生を受けたマダイ。大量寄生により腸管が膨張している。(写真提供：近畿大学水産研究所)



マダイの直腸から採取した *L. pagrosomi*。(写真提供：近畿大学水産研究所)



L. pagrosomi の記載図。

腸管壁に吻部と頸部を埋没させて寄生する。極めて長い頸部を持つことが特徴である。消化器官は持たない。

左：雌成虫。成虫の体内は卵が充満する。

右：雄成虫。体部の中央に2個の精巣を持つ。

Yamaguti, 1935 より抜粋

8. 寄生性甲殼類

カリグス症

寄生性コペポダの一種で、一般的にウオジラミとも呼ばれる。種類が多く、様々な魚の体表、鰭、口腔内、鰓などに寄生する。養殖場で一般的にみられる寄生虫の一つで、時に養殖魚の斃死を招き問題となる。

【病原体】

Caligus spp.

節足動物門 Arthropoda

甲殻亜門綱 Crustacea

顎脚綱 Maxillopoda

カイアシ亜綱 Copepoda

シフォノストム目（管口目）Siphonostomatoida

ウオジラミ科（カリグス科）Caligidae

ウオジラミ属 *Caligus* Müller, 1785

【地理的分布と宿主範囲】

カリグス属は世界中で見られ、およそ 300 種が記載されている。うち、日本では 30 種以上が報告されている。同じウオジラミ科の近縁にはサケジラミ *Lepeophtheirus salmonis* を含むレペオフトイルス属等がある。シュードカリグス属 *Pseudocaligus* は近年分類が見直され、*Caligus* に統合された。それに伴い、養殖フグの体表にみられるシュードカリグス・フグ *Pseudocaligus fugu* は *Caligus fugu* となった。同名異種で天然フグの鰓から見つかっている *C. fugu* も存在するが、こちらは別名になる等、最近分類が整理されつつある。カリグス類は宿主特性が高い種が多く、宿主の魚由来の和名を持つものが多いが、複数魚種に寄生する種もある（長澤ら 2010 を参照）。日本の養殖魚で問題となる種ではマダイの体表に寄生し、外来種と考えられるゴウシュウウオジラミ *C. sclerotinosus*、ブリの口腔内や鰓に寄生するブリウオジラミ *C. spinosus*、シマアジの体表に寄生する *C. longipedis* 等がある。

【特徴的症状】

体表、鰭、口腔内、鰓等に寄生している虫が見える。魚の組織を摂食するため、重篤寄生では体表のスレやび爛、鰓の炎症等がみられる。多数が寄生した魚は摂餌が低下し、体色の悪化、異常遊泳や成長阻害がみられる。

養殖場で大発生した場合には大量死引き起こすこともある。

中間宿主を持たず、卵から孵化した自由生活性のノープリウス幼生が感染ステージのコペポディドへと変態し、魚に寄生後カリムス幼生を経て魚体上で成虫となる。発育ステージによって 9 期に分けられ、それぞれ形態が異なる。雌雄異体で、成熟した雌は 2 本の尻尾のような卵嚢を有する。同じく魚の体表に寄生するハダムシとは異なり、成虫は魚から離れて泳ぎ、別の魚へ寄生することもできる。カリムス幼生と成虫が異なる宿主に寄生する種もある。マダイ寄生の *C. sclerotinosus* では光刺激により、成虫が魚体間を移動する事が実験的に示されている。

【診断法】

虫体を観察する。通常成虫は 5mm 程度で、肉眼で見つけられる。体表以外にも、鰓や口腔内に寄生しているものもあるので、これらの部位も調べる必要がある。種の同定には詳細な形態観察が必要で、慣れと専門的知識が必要であるが、寄生している魚の種類と寄生部位からある程度の推測はできる。

標本を作製する際には、虫体を壊さないよう採取し、70%エタノールで固定する。観察時には乳酸カククトフェノールで透徹する。

【防除法・治療法】

トラフグの *Caligus fugu* (旧名 *Pseudocaligus fugu*) に対しては過酸化水素製剤による薬浴が認められている。淡水浴でも一時虫が魚体から離れるが、再度寄生する機会が多い。海外ではサケジラミに対して有機リン化合物による薬浴やアベルメクチンの経口投与による駆除効果が報告されている。また、最近ではダンゴウオやベラなど

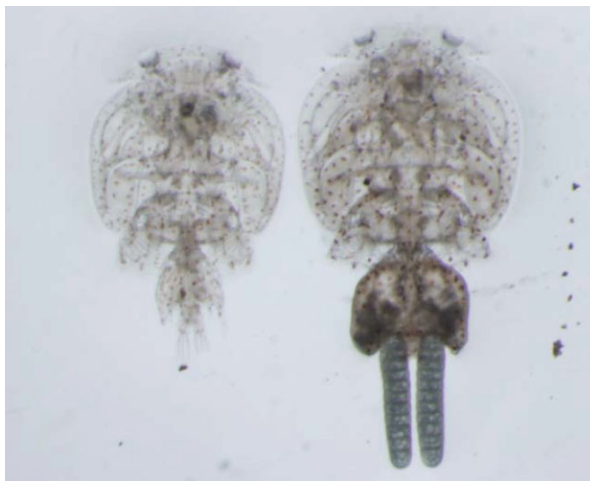
のクリーナーフィッシュを用いた生物防除も実用的に用いられている。潮通しの良い場所に生け簀を配置することや、近隣の生け簀からの伝播しないよう、一定の距離を開ける等の方法で被害の拡大を防ぐ。ハダムシやエラムシと異なり、虫卵は生け簀網に絡まる事はないので、網交換は対策にはならない。

【参考文献】

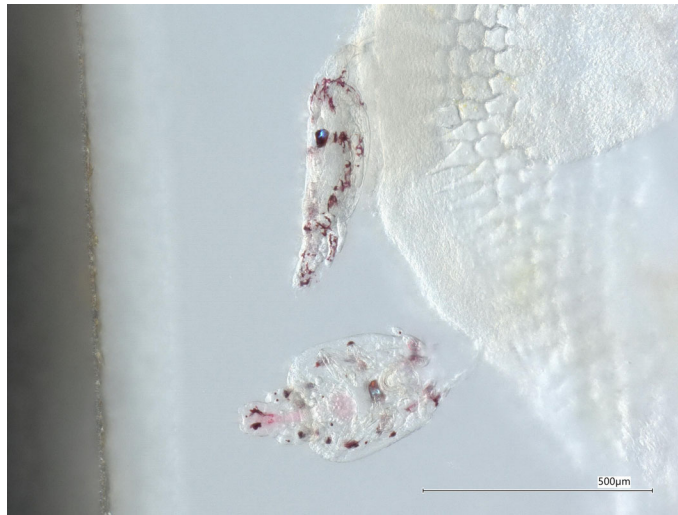
- 小川和夫 (2004) : 甲殻虫病, 395-406, 魚介類の感染症・寄生虫病 (若林久嗣・室賀清邦編), 恒星社厚生閣.
Burka, J. F., M. D. Fast and C. W. Revie(2012) : *Lepeophtheirus salmonis* and *Caligus rogercresseyi*. 73-91, Fish Parasites Pathobiology and Protection (Edited by P. T. K. Woo & K. Buchmann), CAB International.
長澤和也・上野大介・D. Tang (2010) : 日本産魚類に寄生するウオジラミ属カイアシ類の目録 (1927 - 2010年), 日本生物地理学会会報, 65, 103-122.
-



マダイの体表に寄生する *Caligus sclerotinosus*
(写真提供：近畿大学水産研究所)



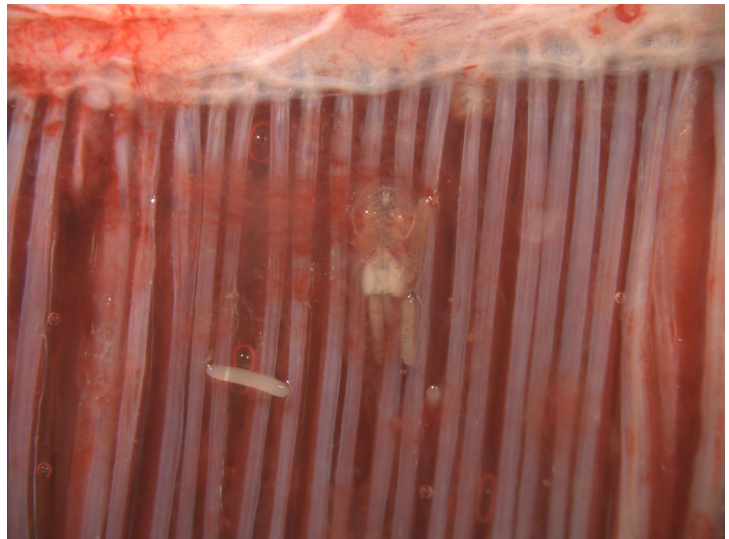
Caligus sclerotinosus 左：雄成虫、右：雌成虫
(写真提供：近畿大学水産研究所)



前額糸をマダイの鱗に固着させている *Caligus sclerotinosus* (写真提供：近畿大学水産研究所)



Caligus spinosus 左：雄成虫、右：雌成虫
(写真提供：鹿児島県水産技術開発センター)



ブリの鰓に寄生する *Caligus spinosus*
(写真提供：近畿大学水産研究所)

9. 貝類の寄生性原虫類

ボナミア症

本症はカキ類の血球内に *Bonamia* 属原虫が寄生することで発生する疾病である。中でも *B. ostreae* と *B. exitiosa* は宿主に極めて高い死亡を引き起こすことがあり、国際獣疫事務局 OIE の特定疾病に指定されている。

【病原体】

Bonamia ostreae Pichot *et al.* 1980

B. exitiosa Hine *et al.* 2001

B. roughleyi (Farley *et al.*) Cochenne-Laureau *et al.* 2003.

B. perspora Carnegie *et al.* 2006

ケルコゾア門 Cercozoa

アセトスポリア綱 Ascetosporea

ハプロスポリディア目 Haplosporidia

ハプロスポリディア科 Haplosporididae

ボナミア属 *Bonamia*

【地理的分布と宿主範囲】

B. ostreae はヨーロッパのスペインからデンマークに至る大西洋岸とイタリアのアドリア海、北米では西部(カナダ・ブリティッシュコロンビア州、アメリカ・カリフォルニア州及びワシントン州)と東部(アメリカ・メーン州)に分布する。いずれもヨーロッパヒラガキ *Ostrea edulis* を宿主とした感染である。ヨーロッパでの本疾病に依る被害は深刻で、死亡率が 100% に達した例もあるが、対してアメリカ西部では感染率、感染強度が共に低い。

B. exitiosa はニュージーランド南島のニュージーランドガキ *Tiostrea chilensis* (= *Ostrea lutaria*) 養殖に大きな被害をもたらすことが知られており、その他にもオーストラリアの *O. angasi* に寄生する。また、北半球にも分布しており、スペインやイタリア、フランス、イギリスのヨーロッパヒラガキ *O. edulis*、チュニジアの *O. stentina* より報告例がある。

B. roughleyi はオーストラリアのニューサウスウェールズ州にてシドニーイワガキ *Saccostrea glomerata* に感染する。*B. roughleyi* によって冬季に発生する大量死は Australian Winter Disease と呼ばれ、死亡率が 70% に達した事例もある。

B. perspora は 2006 年にアメリカ大西洋岸ノースカロライナ州でイタボガキの一種 *Ostreola* (= *Ostrea*) *equestris* より報告されているが感染率は低く、今のところ病害性は不明である。

その他、未同定の *Bonamia* 属原虫が *Ostrea* 属のカキ類から多く報告されているが、スミノエガキやマガキを含む *Crassostrea* 属からも *Bonamia* 属原虫の感染は報告されている。但し、それらへの病害性は不明である。生活環は不明であるが、カキからカキへ直接感染することが知られている。

【特徴的症狀】

B. roughleyi に感染した個体では生殖腺や鰓などに重篤な潰瘍／膿瘍が形成されたり、閉殻筋の収縮が起こることがあるとされている。その他の種では外観症状は観察されないことが多く、せいぜい、*B. ostreae* 感染個体で稀に黄白色の潰瘍が鰓や外套膜に形成される程度である。

【診断法】

組織切片を作製して血球内の寄生虫の有無を観察することも行われる。しかし、血球を多く含む心臓や鰓などの tissue imprint を作成し、Hemacolor などの血液用染色試薬で染色し、血球内の *Bonamia* 属原虫を観察する手法が最も信頼度が高いとされる。なお、虫体は直径 2-5 μm 程度と小さいため、1000 \times の倍率で観察する必要がある。

Bonamia 属原虫検出のための PCR プライマー

対象種	プライマー名	配列 (5'-3')	増幅産物のサイズ	文献
<i>B. perspora</i>	OeBon-154F	CAA AAC CCC CGG CCA CGT TC	319bp	Carnegie R.B. <i>et al.</i> , 2006
	OeBon-472R	CAT TCC GAA TAG GCA ACC AAT C		
Bonamia 属原虫ユニバーサルプライマー 1	Bo	CAT TTA ATT GGT CGG GCC GC	300 bp	Cochenec N. <i>et al.</i> , 2000
	Boas	CTG ATC GTC TTC GAT CCC CC		
Bonamia 属原虫ユニバーサルプライマー 2	Bonamia CF	CGG GGG CAT AAT TCA GGA AC	760bp	Carnegie R.B. <i>et al.</i> , 2000
	Bonamia CR	CCA TCT GCT GGA GAC ACA G		

ユニバーサルプライマーにより陽性が確認され、種判別が必要な場合には、制限酵素を用いた PCR-RFLP 法もしくは PCR 産物のシーケンスが必要である。

【防除法・治療法】

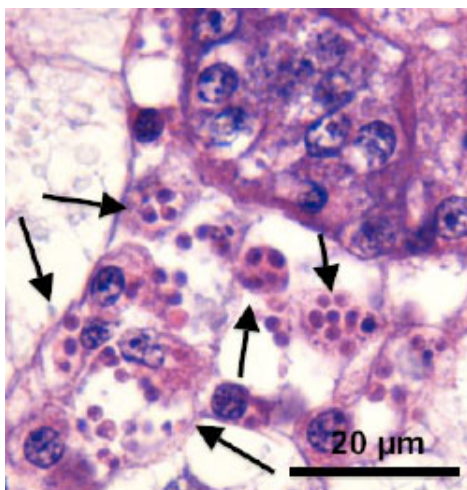
本疾病に対する有効な治療法、防除法はない。

【参考文献】

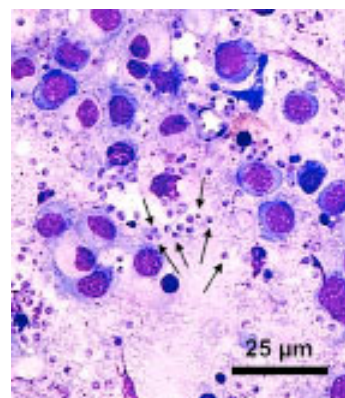
Carnegie, R. B., B. J. Barber, S.C. Culloty, A. J. Figueras and D. L. Distel (2000) : Development of a PCR assay for detection of the oyster pathogen *Bonamia ostreae* and support for its inclusion in the Haplosporidia. *Diseases of Aquatic Organisms*, 42, 199-206.

Cochenec, N., T. Renault, P. Boudry, B. Chollet and A. Gerard (1998) : Bonamia-like parasite found in the Suminoe oyster *Crassostrea rivularis* reared in France. *Diseases of Aquatic Organisms*, 34, 193-197.

Lynch, S. A., M. F. Mulcahy and S. C. Culloty (2008) : Efficiency of diagnostic techniques for the parasite, *Bonamia ostreae*, in the flat oyster, *Ostrea edulis*. *Aquaculture*, 281, 17-21



B. ostreae に感染したヨーロッパヒラガキの組織切片。矢印で示した細胞は、顆粒様の寄生虫を含む宿主の血球。(写真提供 : Dr. Isabelle Arzul : Ifremer)



B. ostreae に感染したヨーロッパヒラガキの心臓の tissue imprint を作成し、hemacolor で染色したもの。矢印で示した細胞は、宿主の血球が破裂し細胞外に出た *B. ostreae* の細胞。(写真提供 : Dr. Isabelle Arzul : Ifremer)

マルテイリア症

本症は二枚貝の消化管上皮細胞内に原生動物寄生虫が感染する疾病である。*Marteilia refringens* による Aber 症はヨーロッパヒラガキ *Ostrea edulis* とイガイ *Mytilus* spp. 養殖に大きな被害を及ぼし OIE の特定疾病に指定されている。また、*M. sydneyi* による QX 症はシドニーイワガキ *S. echinata* 養殖に大きな損失を及ぼす。

【病原体】

Marteilia refringens Grizel et al. 1974

M. sydneyi Perkins & Wolf, 1976

M. lengehi Comps, 1976

M. christensenii Comps, 1985

M. cochillia Carrasco et al. 2013

ケルコゾア門 Cercozoa

パラミキシダ綱 Paramyxida

目未定 *Incertae sedis*

科未定 *Incertae sedis*

マルテイリア属 *Marteilia*

【地理的分布と宿主範囲】

M. refringens はイギリス南部からポルトガルに至るヨーロッパ大西洋岸、北部アドリア海を含む地中海、ペルシャ湾及びギリシャ北部のテルマイコス湾に分布する。主な宿主はヨーロッパヒラガキ *O. edulis*、ヨーロッパイガイ *M. edulis* 及びムラサキイガイ *M. galloprovincialis* であるが、ガリアハマグリ *Chamelea gallina* やマラガカミソリガイ *Solen marginatus* からの報告もある。

M. sydneyi はオーストラリア・ニューサウスウェールズ州のシドニーイワガキ *S. glomerata* より報告されているが、ニセマガキ *S. echinata* にも感染すると考えられている。

M. lengehi はペルシャ湾のオハグロガキモドキ *S. cullata* より、*M. christensenii* はサギガイモドキ科の *Scrobicularia piperata* より記載されているが情報は少ない。近年、スペインの地中海岸 Ebro Delta のヨーロッパザル *Cerastoderma edule* から *M. cochillia* が新たに記載された。

その他にも多くの未同定種が見つかっており、日本ではアサリ *Ruditapes philippinarum* の消化管内から二種類の寄生が見つかった。

生活環は不明な部分が多いが、貝から貝への感染は成立しないことから中間宿主の存在が想定されていた。そして、近年、*M. refringens* はヨーロッパヒラガキから排

出された後、中間宿主であるカイアシ類プランクトン *Paracartia granii* に寄生することが明らかにされた。

【特徴的症状】

感染個体は生理状態が悪化するために、Condition index (全重量に占める軟体室重量の割合) の低下や消化管の褪色 (緑色から褐色への変色) が見られ、また、いわゆる『水ガキ化』が起こる。しかしこれらの症状は他の感染症時にも出現するため、本症に特徴的な症状とは言えない。

【診断法】

Marteilia 属原虫は細胞内細胞を幾重にも形成した特徴的な形態を持つ。そこで、本症の診断は消化組織内に虫体を観察することでなされる。重篤感染個体では中腸腺のウェットマウントを作成することで虫体を観察することもあるが、中腸腺のスタンプ標本作製しギムザ染色、Hemacolor または Diff-Quik などで染色するほうが一般的である。また、組織切片を作成すれば、幼若ステージは胃や腸管の上皮細胞内に、孢子嚢ステージは消化細管や消化盲嚢の上皮細胞内に観察することができる。

M. refringens 検出用には様々な PCR プローブが開発されているが、その他の種についての PCR プローブは今のところ開発されていない。

Marteilia 属原虫検出のための PCR プライマー

対象種	プライマー名	配列 (5'-3')	増幅産物のサイズ	文献
<i>M. refringens</i>	Pr4	CCG CAC ACG TTC TTC ACT CC	412 bp	Le Roux F. <i>et al.</i> , 2001
	Pr5	CTC GCG AGT TTC GAC AGA CG		
<i>M. sydneyi</i>	LEG1	CGA TCT GTG TAG TCG GAT TCC GA	195 bp	Kleeman S. N. and Adlard R. D., 2000
	PRO2	TCA AGG GAC ATC CAA CGG TC		

【防除法・治療法】

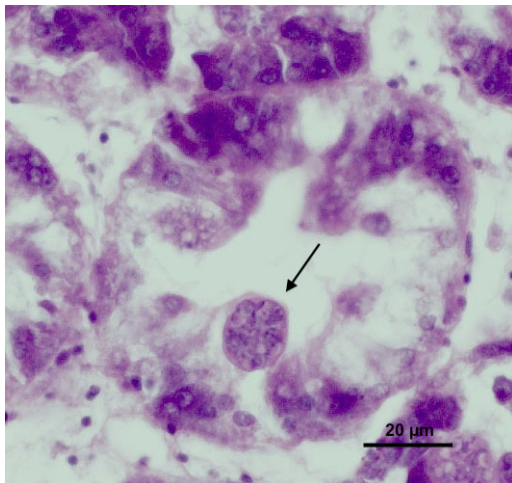
本疾病に対する有効な治療法、防除法はない。

【参考文献】

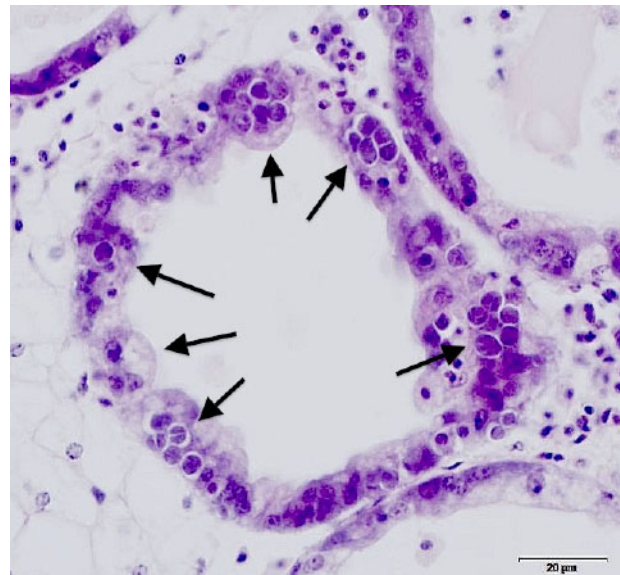
Boyer S., B. Chollet, D. Bonnet, I. Arzul. (2013) : New evidence for the involvement of *Paracartia grani* (Copepoda, Calanoida) in the life cycle of *Marteilia refringens* (Paramyxia). *Int. J. Parasitol.*, 43, 1089-1099.

Itoh N., K. Momoyama, K. Ogawa (2005) : First report of three protozoan parasites (a haplosporidian, *Marteilia* sp. and *Marteilioides* sp.) from the Manila clam, *Venerupis (=Ruditapes) philippinarum* in Japan. *Journal of Invertebrate Pathology*, 88, 201-206.

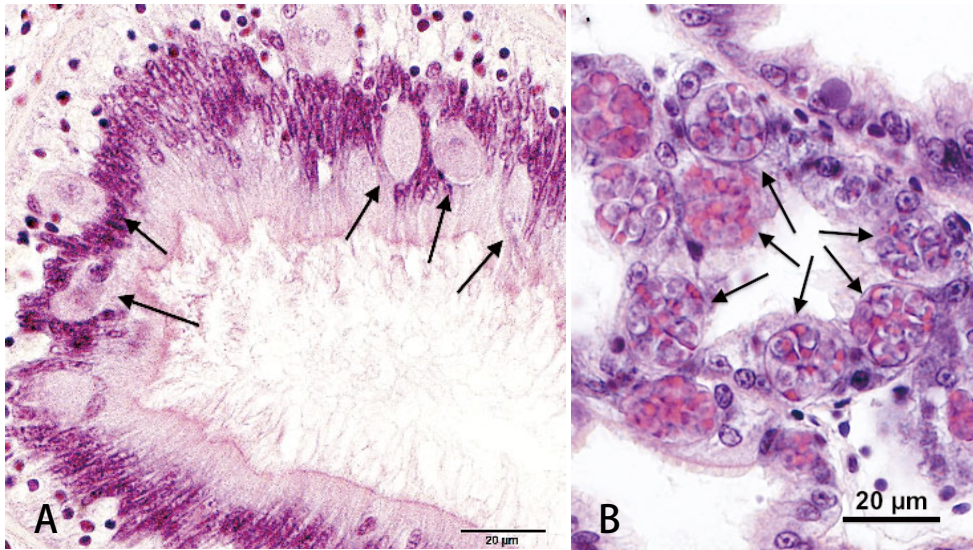
Kleeman S. N., F. Le Roux, F., Berthe, R. D. Adlard (2002) : Specificity of PCR and in situ hybridization assays designed for detection of *Marteilia sydneyi* and *M. refringens*. *Parasitology*, 125, 131-141.



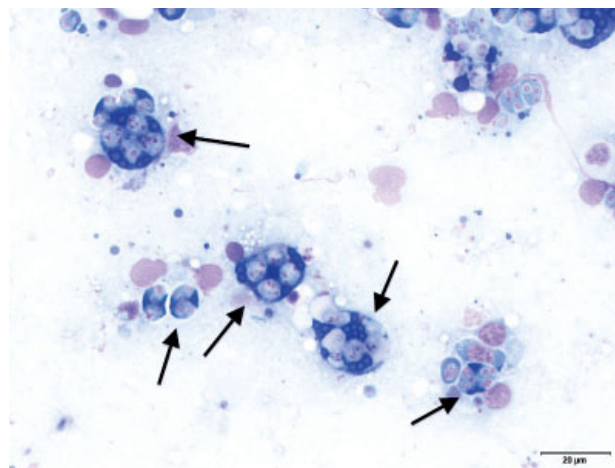
消化盲嚢に *M. refringens* (矢印) が寄生したヨーロッパヒラガキの組織切片。(写真提供：東北大学大学院 伊藤直樹博士)



消化盲嚢に *M. sydneyi* (矢印) が寄生したヨーロッパヒラガキの組織切片。(写真提供：東北大学大学院 伊藤直樹博士)



アサリの中腸腺に寄生する *Marteilia* sp. (矢印)。初期ステージは胃や腸管の上皮細胞に見られ (A)、発育ステージは消化盲囊の上皮細胞に観察される (B)。(写真提供：東北大学大学院 伊藤直樹博士)



Marteilia sp. が寄生したアサリ消化盲囊の tissue imprint を Diff-Quik 染色したもの。一次細胞は破裂して消失し、胞子を含む二次細胞 (矢印) が観察される。(写真提供：東北大学大学院 伊藤直樹博士)

マガキの卵巣肥大症

原虫の感染を受けたマガキは放卵後も卵巣を局所的に形成し続け、異様な外観を呈する病気である。その外観より『異常卵塊』、『卵持ち』とも呼ばれる。本症による死亡はそれほど高くないが、感染個体は商品価値を失うため経済的損失をもたらす疾病である。

【病原体】

Marteilia chungmuensis (Comps *et al.*, 1986) Feist *et al.* 2009

ケルコゾア門 Cercozoa

パラミキシダ綱 Paramyxida

目未定 *Incertae sedis*

科未定 *Incertae sedis*

マルテイリア属 *Marteilia* Grizel *et al.*, 1974

※近年、病原体 *Marteilioides chungmuensis* は *Marteilia* 属に転属され、学名は *Marteilia chungmuensis* と変わった。

【地理的分布と宿主範囲】

本虫はマガキ：*Crassostrea gigas* を宿主とし、韓国および西日本に分布する。マガキの他にスミノエガキ：*C. ariakensis*、イワガキ：*C. nippona* に感染するが、これらの種で卵巣肥大は報告されていない。日本と韓国のアサリの卵細胞内にも類似の寄生虫感染が報告されているが、分子生物学的解析により別種と考えられる。オーストラリア北部のカキ：*Saccostrea echinata* の卵細胞内にも類似の寄生虫が報告されているが、本種との異同は不明である。

【特徴的症状】

マガキは夏期の産卵期を終えると通常、卵巣は縮退して消失する。しかし、本寄生虫の感染を受けた個体では夏期以降も卵細胞形成を伴う卵巣の発達が冬期まで継続する。発達し続けた卵巣が膨隆状となるため、感染個体は特徴的な外観を呈する。

本虫はカキからカキへの感染が成立しないことが知られており、交代宿主の存在が示唆されている。

【診断法】

産卵期を過ぎても卵巣が残存していたり、肉眼にて膨隆が認められた個体は感染が疑われる。確定診断には軟体部のウェットマウント標本を作製し光学顕微鏡で観察し、卵細胞内の寄生虫感染を確認する。

本虫の DNA を検出する nested-PCR 法も開発されている。

【防除法・治療法】

本虫は感染を媒介する交代宿主の存在が示唆されており、感染個体を除去しても疾病を根絶することは困難と考えられる。本症に対する有効な治療法・防除法はないために、養殖場へ感染域からのカキ類持ち込みを行わないようにすることが最も重要である。

Marteilia chungmuensis 検出用 Nested-PCR 法のプライマー

PCR 法	プライマー名	配列 (5'-3')	増幅産物 サイズ	参考文献
1st PCR	OPF-2	CCG CGT TTA CAC CTG TGA CC	672 bp	Itoh N. <i>et al.</i> , 2003
	OPR-2	GAC CTT CCG ATT ATC CGC CC		
2nd PCR	OPF-3	GGC TGA ATA CCT CTG CC	447 bp	
	OPR-3	CCT CTT GAC GAC GAC AC		

【参考文献】

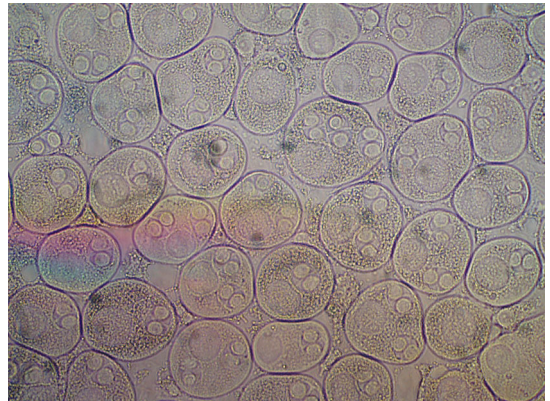
伊藤直樹 (2003) : 魚病 NOW 『マガキの卵巣肥大症』 . 緑書房、月刊養殖 502 号 41.

伊藤直樹 (2005) : 新魚病図鑑 『マガキの卵巣肥大症』 . 緑書房

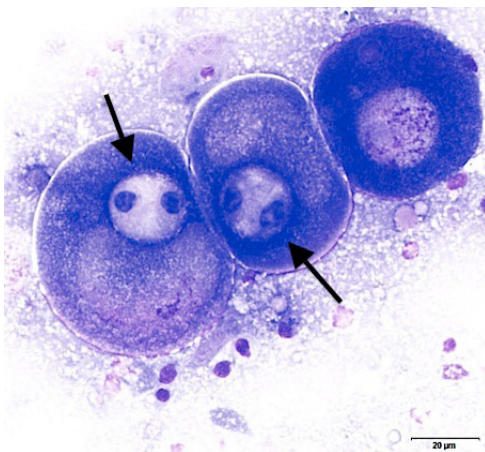
Itoh N., T. Oda, T. Yoshinaga, and K. Ogawa (2003) : DNA probes for detection of *Marteilioides chungmuensis* from the ovary of Pacific oyster *Crassostrea gigas*. *Fish Pathology*, 38, 163-169.



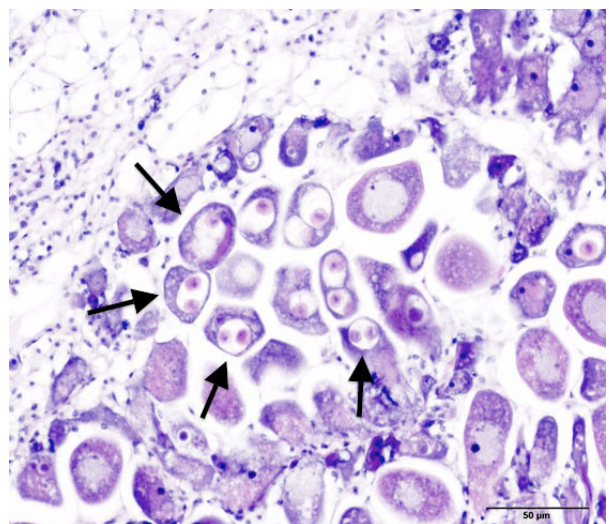
卵巣肥大症に感染したマガキ。軟体部に観察される膨隆組織が肥大した卵巣。(写真提供：東北大学大学院 伊藤直樹博士)



卵巣肥大症患部のウエットマウント観察像。(写真提供：京都府農林水産技術センター海洋センター)



膨隆状卵巣のスタンプ標本 (Diff-Quik 染色)。卵細胞内に観察されるのが病原寄生虫 *Marteilia chungmuensis* (矢印)。(写真提供：東北大学大学院 伊藤直樹博士)



膨隆状卵巣の組織切片写真 (ヘマトキシリン・エオシン染色)。寄生虫 *M. chungmuensis* を (矢印) 含む卵細胞が多く観察される。(写真提供：東北大学大学院 伊藤直樹博士)

マイクロサイトス症

本症に罹病したマガキでは、外套膜や閉殻筋などに膿瘍が出現するため商品価値を失う他、30%以上の死亡が発生することもある。通常二歳以上の個体群が罹患し、10℃以下の低水温を3-4ヶ月経験した後の春に発症する。本症は初めて発生した地域名から Denman Island Disease (デンマン島症) と呼ばれる。

【病原体】

Mikrocytos mackini Farley et al., 1988

分類群不明

【地理的分布と宿主範囲】

カナダ西海岸ブリティッシュコロンビア州から米国ワシントン州、カリフォルニア州に至る北米大陸の西海岸から報告されている。主な宿主はマガキ (*Crassostrea gigas*) であるが、バージニアガキ (*C. virginica*) やシカメガキ (*C. sikamea*)、ヨーロッパヒラガキ (*Ostrea edulis*)、オリンピアガキ (*Ostrea lurida*) にも感染することが知られている。また、未同定の近縁種 *Mikrocytos* sp. がカナダの大西洋岸のヨーロッパヒラガキや、中国のマガキからも検出されているが、これらの病害性は不明である。

【特徴的症狀】

直径 5 mm 以内の黄緑色を呈する膿瘍が外套膜や唇弁などの体表面、閉殻筋に出現することがある。膿瘍は突出したり瀰漫するなど様々な様相を呈する。外套膜に膿瘍が形成される場合、貝殻の接触していた部分に褐色の跡が残ることがある。感染組織を用いたマガキへの実験感染は成立することが知られており、交代宿主を介さない生活環をもつと想定されている。

【診断法】

組織切片を作成して虫体を確認する。一般に膿瘍部分の中心よりも、その周囲の結合組織細胞 (Leydig cell) に虫体がよく観察される。虫体は直径 2-3 μm ほどの大きさなので、400-1000 倍での観察が必要である。ギムザ染色を施した組織スタンプ標本でも虫体を確認することは可能である。ただし、虫体が観察できるのは春から初夏までで、それ以外の時期は潜伏感染であり検出できないことが多い。

PCR 法による検出は下記のプライマーセットを用いるが、近縁の *Mikrocytos* sp. に対しても反応性を示すことが分かってきた。そこで、両種を見分ける real-time PCR 系も現在開発されている。

【防除法・治療法】

有効な治療法・防除法はないが、2歳以上の個体で発症することから2年以内に収穫・出荷することで被害を避けられると考えられる。また、春から初夏にかけて発症するため、この時期を避けて収穫することも対策になりうる。

【参考文献】

Carnegie, R. B., G. R. Meyer, J. Blackbourn, N. Cochenec-Laureau, F. C. J. Berthe, and S. M. Bower (2003) : Molecular detection of the oyster parasite *Mikrocytos mackini* and a preliminary phylogenetic analysis. *Dis. Aquat. Org.* 54, 219-227.

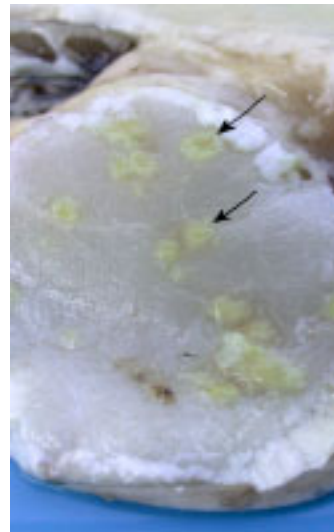
Mikrocytos mackini 検出用 PCR 法のプライマー

プライマー名	配列 (5'-3')	増幅産物 サイズ	参考文献
MIKROCYTOS-F	AGA TGG TTA ATG AGC CTC C	546 bp	Carnegie, R. B. <i>et al.</i> , 2003
MIKROCYTOS-R	GCG AGG TGC CAC AAG GC		

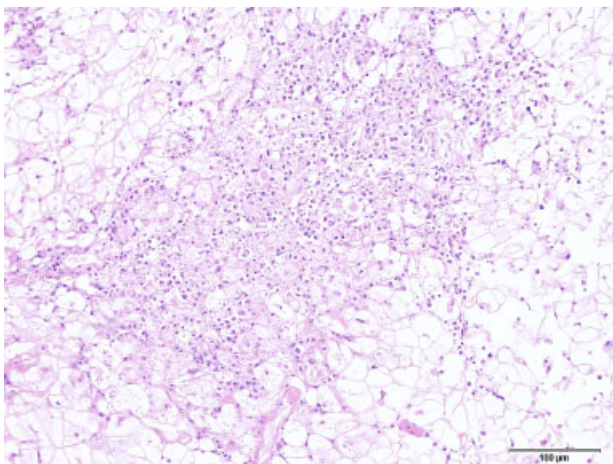
※このプライマーセットによる PCR は、近縁の *Mikrocytos* sp. に対しても反応性を示すことが分かってきた。そこで、両種を見分ける real-time PCR 系が現在開発されている。



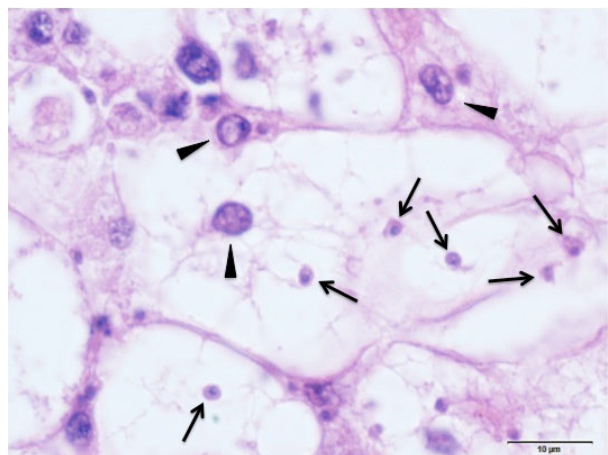
Mikrocytos mackini 感染により外套膜に黄緑色の膿瘍 (矢印) が形成されたマガキ。(写真提供: Gary Meyer : Pacific Biological Station)



M. mackini 感染により閉殻筋に形成された黄緑色の膿瘍 (矢印)。(写真提供: Gary Meyer : Pacific Biological Station)



M. mackini 感染による結合組織の炎症部位。正常組織に見られる網目状構造が失われ、多くの血球が浸潤している。(写真提供: 東北大学大学院 伊藤直樹博士)



結合組織の細胞 (Leydig cell) 内に認められる *M. mackini* の虫体 (矢印)。宿主細胞の核 (矢頭) と比較して大きさが明確に異なる。(写真提供: 東北大学大学院 伊藤直樹博士)

ハプロスポリジウム症

北米原産のバージニアガキ *Crassostrea virginica* に発生し死亡を引き起こす原虫性疾患である。原因寄生虫は *Haplosporidium nelsoni* と *H. costale* の二種があり、前者によるものは MSX (Multinucleated Sphere X) 病、後者によるものは SSO (Sea Side Organism) 病として知られる。

【病原体】

Haplosporidium nelsoni (Haskin *et al.*) Sprague 1978

H. costale Wood & Andrews, 1962

ケルコゾア門 Cercozoa

アセトスポリア綱 Ascetosporia

ハプロスポリディア目

ハプロスポリディア科

ハプロスポリディウム属 *Haplosporidium*

【地理的分布と宿主範囲】

H. nelsoni はカナダ Nova Scotia からアメリカ Florida へ至る北米大陸東部のバージニアガキ *C. virginica* より報告されているが、大量死の報告はアメリカ国内に限られている。本虫は日本を含む東アジア、ヨーロッパ、アメリカ東海岸のマガキ *C. gigas* にも寄生しているが、バージニアガキよりも寄生率は大幅に低く大量死も報告されていない。近年の研究では、もともと *H. nelsoni* はマガキに寄生していたが、日本産マガキ種苗が世界各地に移入された際に、*H. nelsoni* も拡散し、現在、アメリカのバージニアガキに被害を及ぼしていると考えられている。

H. costale は北米大陸東海岸のバージニアガキからのみ報告されている。死亡を引き起こすとされてきたが *H. nelsoni* との混合感染も多く、*H. costale* のみの正確な病原性は分かっていない。

なお、両種とも実験感染や培養ができていないため生活環は不明である。しかし、今のところカキからカキへの感染は成立しないことから、中間宿主が存在する可能性がある。

【特徴的症狀】

重篤に感染したバージニアガキは生理状態の悪化による消化管の褪色や成長不良、水ガキ化といった様態を示すこともあるが、本症に典型的な症状ではない。また、急性感染では症状を示すことなく死亡することもあり、死亡率が 95-100% に達した例もある。マガキに対する病原性は報告されていない。

【診断法】

H. nelsoni、*H. costale* 共に病理組織切片を作成し、多核の変型体 (plasmodium) または孢子 (spore) を確認する。稀に抗酸菌染色法で染色される *H. nelsoni* 孢子もあるが稀であり、診断には HE 染色を用いることが一般的である。

両種とも検出用 PCR 法が開発されている。

【防除法・治療法】

有効な防除法、治療法は今のところ見つかっていない。疫学的に、低塩分 (15ppt 以下) では本症の発生が低下することが分かっており、対策に繋がる可能性もある。

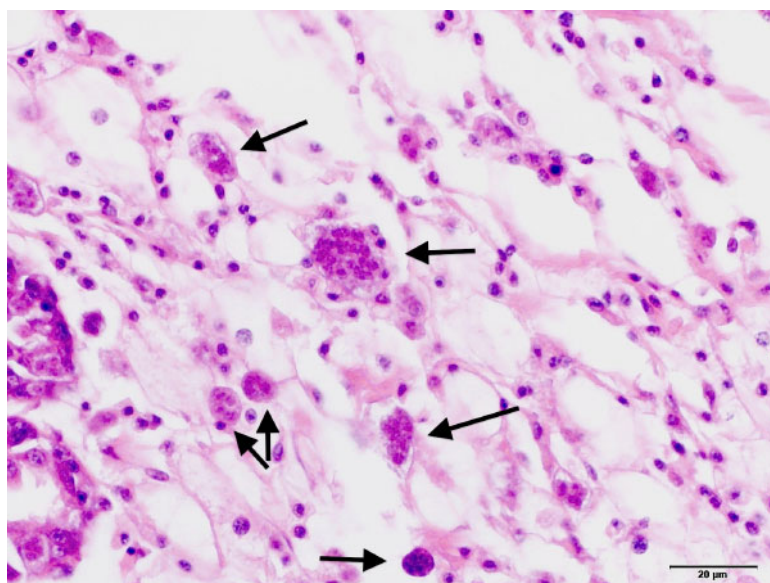
Haplosporidium 属原虫検出のための PCR プライマー

対象種	プライマー名	配列 (5'-3')	増幅産物 サイズ	参考文献
<i>H. nelsoni</i>	MSX-A'	CGA CTT TGG CAT TAG GTT TCA GAC C	573 bp	Renault T., <i>et al.</i> , 2000
	MSX-B	ATG TGT TGG TGA CGC TAA CCG		
<i>H. costale</i> 1	SSO1358F	TAC TGC TAG CGC TTG TTC GCA AGA T	150 bp	KO Y.-T., <i>et al.</i> , 1995
	SSO1507R	TCG GGT CGG CCC GCT GAC TGG GT		
<i>H. costale</i> 2	SSO-A	CAC GAC TTT GGC AGT TAG TTT TG	557 bp	Stokes N. A. and Buresson E. M., 2001
	SSO-B	CGA ACA AGC GCT AGC AGT ACA T		

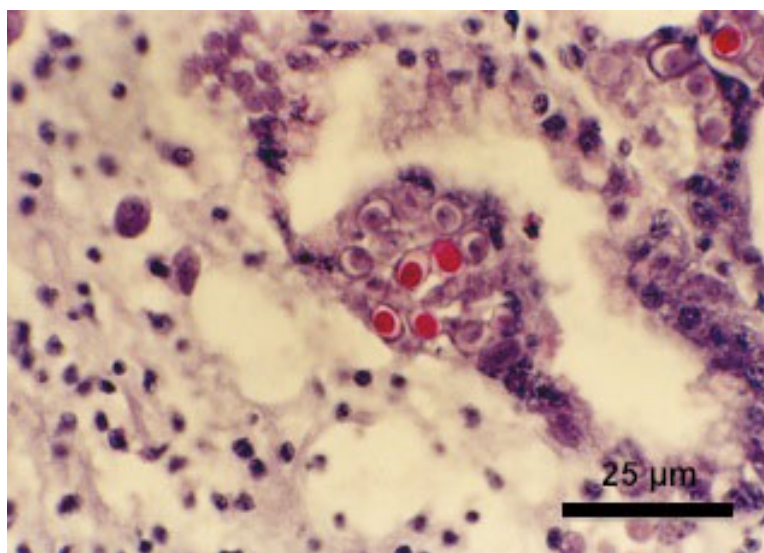
【参考文献】

Kamaishi, T. and T. Yoshinaga. (2002) : Detection of *Haplosporidium nelsoni* in Pacific oyster *Crassostrea gigas* in Japan. *Fish Pathology* 37: 193-195.

Stokes N.A. and E.M. Bureson (2001) : Differential diagnosis of mixed *Haplosporidium costale* and *Haplosporidium nelsoni* infections in the eastern oyster, *Crassostrea virginica*, using DNA probes. *J. Shellfish Res.*, 20, 207-213.



バージニアガキの結合組織に寄生する *H. nelsoni* の細胞内細胞を含む plasmodium (矢印)。(写真提供：東北大学大学院 伊藤直樹博士)



H. nelsoni の胞子は抗酸菌染色で陽性を示し赤く染色されるが、染色されない陰性の胞子も見られる。(写真提供：東北大学大学院 伊藤直樹博士)

パーキンサス症

本症の原因寄生虫として7種類が知られており、バージニアガキの *Perkinsus marinus*、アサリの *P. olseni* はその重要性から国際獣疫事務局 OIE の特定疾病に指定されている。なお、ホタテガイに大量死を引き起こす *P. qugwadi* も同属であるが、これについては別稿に記す。

【病原体】

Perkinsus marinus (Mackin et al.) Levine 1978

P. olseni (Syn. *P. atlanticus*) Lester and Davis 1981

P. honshuensis Dungan and Reece, 2006

P. mediterraneus Casas et al, 2004

P. chesapeakei (Syn. *P. andrewsi*) McLaughlin et al., 2000

P. beihaiensis Moss et al., 2008

P. qugwadi Blackbourn et al., 1998

ディノゾア (渦鞭毛動物) 門 Dinozoa

綱未定 *Incertae sedis*

目未定 *Incertae sedis*

パーキンシデ科 Perkinsidae

パーキンサス属 *Perkinsus*

* この分類体系は Adl et al., 2005 J Eukaryot Microbiol 52, 399-451 による

【地理的分布と宿主範囲】

バージニアガキに大きな被害を及ぼす *P. marinus* は、アメリカ合衆国メイン州以南の東海岸と、ユカタン半島に至るメキシコ湾の広い海域で報告されている。*P. olseni* は南半球 (ニュージーランド、オーストラリア)、ヨーロッパ (スペイン、フランス)、東アジア (日本、韓国、中国) のアサリ類を始めとする 20 種類の二枚貝種から報告されている。また、オーストラリアでは腹足類であるアワビ類からも報告されている。*P. honshuensis* は日本のアサリから報告されており、*P. mediterraneus* は地中海を中心としたヨーロッパ南部のヨーロッパヒラガキ (*Ostrea edulis*) より、*P. chesapeakei* はアメリカ東海岸のオオノガイ (*Mya arenaria*) とアゲマキガイモドキ (*Tagelus plebeius*)、*P. beihaiensis* は中国のスミノエガキとホンコンガキ (*C. hongkongensis*) から報告されている。最近の研究ではどの種も宿主特異性は低いと考えられており、上述の種以外からの報告例も多い。

【特徴的症狀】

Perkinsus 属原虫の重篤感染個体では、しばしば痩せ

や消化部位の褪色、開殻などが認められる。また鰓の基部などに結節等がみられることもある。通常、死亡は水温の高い時期に認められる。

本虫は zoospore と呼ばれる鞭毛で運動するステージが体表や消化管から貝類に感染し、宿主体内で zoospore は鞭毛を失い trophozoite へ発育する。やがて trophozoite は tomont ステージになると内部に trophozoite を形成しはじめ、形成された trophozoite は放出され、やがて自身も tomont になる。これを繰り返すことにより宿主体内で増殖が繰り返される。宿主が死亡すると、trophozoite は急激にサイズが大きくなり hypnospore へと発達、宿主組織の崩壊によって宿主体外へ放出された hypnospore は内部に zoospore を形成することで生活環が完結する。しかし、trophozoite も宿主への感染力をもつため、必ずしも上述の生活環に従うとは限らないようである。

【診断法】

生存している宿主体内での主なステージは trophozoite と tomont であり、組織切片でこれらのステージを観察することで診断を行う。trophozoite は内

部に空胞を含んだリングセル、またはシグネットセルと呼ばれる形態をし、tomont は内部に小型の trophozoite を多く含んだ形態である。

また、本虫は *in vitro* 培養による診断が広く行われている。使用する培地 RFTM : Ray's Fluid Thioglycolate Medium は、液状チオグリコレート培地 (FTG 培地) 14.6 g、NaCl 10g を 485 ml の蒸留水に溶解したものを 9.5 mL ずつ分注した後に滅菌し、使用前に培地 1 mL あたり 500 unit のペニシリン G と 500 unit のデヒドロストレプトマイシンを加える。また、培地 9.5 mL あたり 50 µL のマイコスタチン (ナイスタチン) を加える

こともある。診断には切り出した鰓や外套膜、消化管を RFTM に加え、22-25℃、遮光条件で 5-7 日間程度培養し、組織片にルゴール液を添加する。RFTM での培養により *Perkinsus* の trophozoite はルゴール液で青紫色を呈する大型の hypnospore へと成長するため、顕微鏡下で青紫色を呈す。

Perkinsus 検出のための PCR 法は、*P. marinus* 特異 PCR 法、*P. olseni* 特異 PCR 法のほか、*Perkinsus* 属のユニバーサルプライマーによる PCR 法があるが、種の同定には増幅産物のシークエンス、または制限酵素処理 (RFLP 法) を行う必要がある。

Perkinsus 原虫検出 PCR 法のためのプライマー

対象寄生種	プライマー名	配列 (5'-3')	増幅産物 サイズ	参考文献
<i>P. marinus</i>	PmarITS-70F	CTT TTG YTW GAG WGT TGC GAG ATG	509 bp	Audemard C. <i>et al.</i> , 2004
	PmarITS600R	CGA GTT TGC GAG TAC CTC KAG AG		
<i>P. olseni</i>	PolsITS-140F	GAC CGC CTT AAC GGG CCG TGT T	ca. 450 bp	Moss J. A. <i>et al.</i> , 2006
	PolsITS-600R	GGR CTT GCG AGC ATC CAA AG		
<i>Perkinsus</i> 属共通	ITS85	CCG CTT TGT TTG GAT CCC	703 bp	Audemard C. <i>et al.</i> , 2004
	ITS750	ACA TCA GGC CTT CTA ATG ATG		

※ *Perkinsus* 属原虫を検出するための PCR 法は種々の変法が報告されているため、ここには一例を挙げるに留めた。

【防除法・治療法】

本病に有効な防除法、治療法は開発されていないため、養殖海域へ病原体の持ち込みを行わないことが重要である。

【参考文献】

良永知義 (2005) 新魚病図鑑『パーキンサス症』. 緑書房

Takahashi, M., T. Yoshinaga, T. Waki, J. Shimokawa, and K. Ogawa (2009) : Development of a PCR-RFLP method for differentiation of *Perkinsus olseni* and *P. honshuensis* in the Manila clam *Ruditapes philippinarum*. *Fish Pathology*, 44, 185-188.

浜口昌巳・佐々木美穂・薄 浩則 (2002) : 日本国内におけるアサリ *Ruditapes philippinarum* の *Perkinsus* 原虫の感染状況. 日本ベントス学会誌, 57, 168-176.

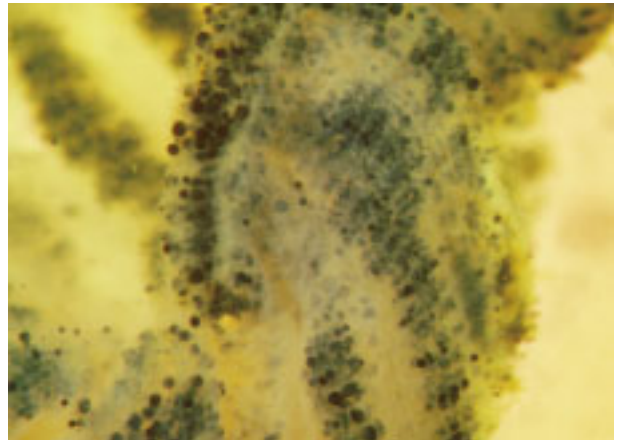
前野幸男, 良永知義, 中島員洋 (1999) : アサリにみられた *Perkinsus* 属の寄生体. *魚病研究* 34, 127-131.

良永知義 (2004) : 貝類の原虫病, 「魚介類の感染症・寄生虫病」(若林久嗣・室賀清邦編), 320-329, 恒星社厚生閣, 東京.

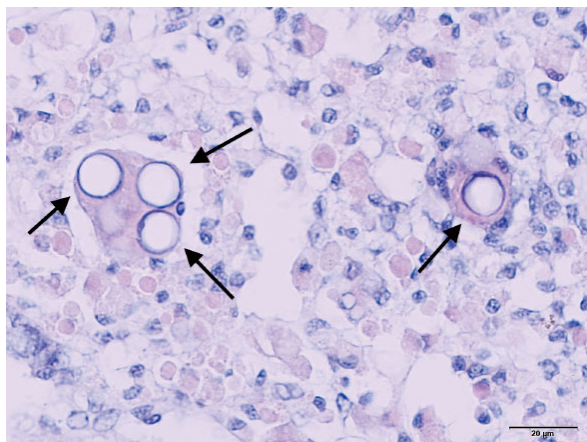
中津川俊雄 (2007) : アサリパーキンサスの PCR 検査手法の改良について. 京都府立海洋センター研究報告 29, 17-21.



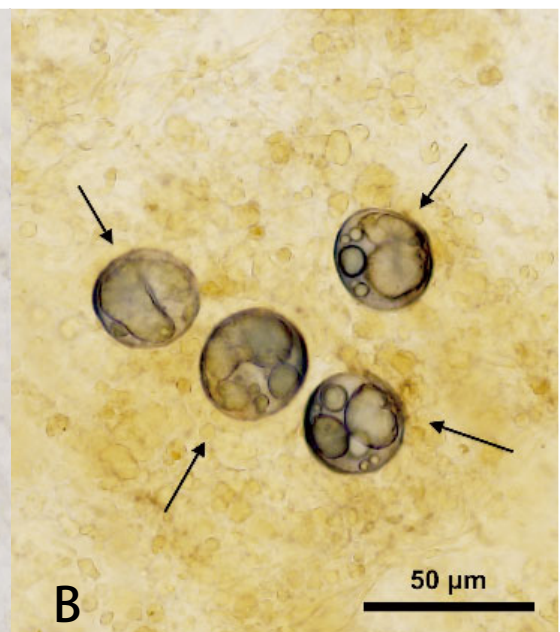
Perkinsus olseni に感染したアサリ。(写真提供：広島県立総合技術研究所水産海洋技術センター)



RFTM 培地で培養したアサリの鰓。ルゴール液で染色すると hypnospore が青紫色に染色される。(写真提供：京都府農林水産技術センター海洋センター)



アサリの結合組織に寄生する *P. olseni* の trophozoite。エオシン好染の細胞外マトリックスに囲まれた空胞状の細胞 (矢印) として見える。(写真提供：東北大学大学院 伊藤直樹博士)



RFTM 培地で培養した *P. olseni* の hypnospore(A) は、ルゴール液で青紫色を呈するため視認しやすい(B)。(写真提供：東北大学大学院 伊藤直樹博士)

ホタテガイのパーキンサス・クグワディ感染症

日本よりホタテガイを移入したカナダ西海岸ブリティッシュコロンビア州で発生している寄生虫であり、成貝よりも幼貝に対して高い死亡を引き起こす。日本国内での報告はまだ無いが、侵入した際には大きな被害が予想されるため警戒が必要である。

【病原体】

Perkinsus qugwadi Blackbourn *et al.*, 1998

ディノゾア（渦鞭毛動物）門 Dinozoa

綱未定 *Incertae sedis*

目未定 *Incertae sedis*

パーキンシデ科 Perkinsidae

パーキンサス属 *Perkinsus*

*分類体系は Adl *et al.*, 2005 J Eukaryot Microbiol 52, 399-451 による

【地理的分布と宿主範囲】

本虫はカナダ西海岸ブリティッシュコロンビア州バンクーバー島に分布するが、他の地域での分布は研究事例がなく不明。ホタテガイを日本からカナダへ移入した際に本虫は認められなかったこと、また、日本国内で未報告であることからバンクーバー島の在来二枚貝に元々生息しており、ホタテガイに宿主転換したと考えられている。近年の研究で、感染海域のイガイやベッコウガキ、カナダアサリから本虫のDNAが検出されており、これらの種が感染海域での本来の宿主である可能性がある。

【特徴的症狀】

本虫の感染部位で血球浸潤（炎症）が起こることが多い。重篤感染個体では激しい血球浸潤となり、生殖腺であれば白濁、中腸腺では黄白色の膿瘍として肉眼的に認められることもある。ただし、血球浸潤は異物に対する非特異的な生体防御反応であるため、本虫の感染と関係なく起こることもあるため、確定診断には組織切片を作成し虫体を確認することが必要である。

本種は生活環が明らかにされている *Perkinsus* 種に属している。しかしながら、zoospore が生きている宿主内で形成されるなど他の *Perkinsus* 種では見られない特徴があるため、生活環は不明とされる。

【診断法】

組織切片を作成し、空胞を含む trophozoite、内部に trophozoite を含む tomont、zoospore を含む prezoosporangium などの虫体を確認する。なお、閉殻筋や腎臓には感染が少ない傾向があるため、鰓や外套膜、中腸腺、生殖腺といった組織を観察に供することが望ましい。

また、PCR 法による診断法も確立されており、高感度だがやや特異性の低い PqugF9 / PqguR9b) による PCR-1 法と、感度はやや劣るが特異性の高い PqguF7TC / PQ3R による PCR-2 法の二通りが提唱されている。

なお、他の *Perkinsus* 種と異なり本種は RFTM 培地内で hypnospore に成長しないため、培養による診断法は確立されていない。

【防除法・治療法】

ホタテガイと近縁のアラスカホタテガイ (= ホンホタテガイ : *Patinopecten caurinus*) の交雑種は本虫感染に対して耐性を示すため、感染海域では人工種苗生産した交雑種を用いて養殖を営んでいる。ただし、アラスカホタテガイは日本国内には分布せず、また日本では天然からの漁獲や養殖生産量が多いため、交雑種作製による対策は現実的でない。その他、本症に対する有効な治療法・防除法はないため、養殖場への貝類持ち込みを行わないようにすることが最も重要である。

Perkinsus qugwadi 検出用プライマー

PCR 法	プライマー名	配列 (5'-3')	増幅産物 サイズ	参考文献
PCR-1	PqugF9	TCC CGC TTG ATA ACT AAC TCG	143 bp	Itoh N. <i>et al.</i> , 2013
	PqguR9b	GTG CTG AAG GAG TAC TGT GC		
PCR-2	PqguF7TC	CCA CTC TGG TAG TCT TGT CTT C	281 bp	
	PQ3R	AGA ATG GCG ACG CTG ATG AA		

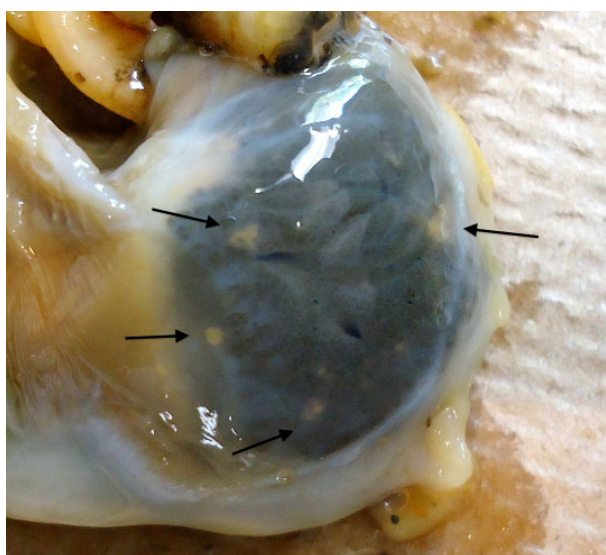
【参考文献】

Bower, S.M., J. Blackbourn and G.R. Meyer (1998) : Distribution, prevalence, and pathogenicity of the protozoan *Perkinsus qugwadi* in Japanese scallops, *Patinopecten yessoensis*, cultured in British Columbia, Canada. *Canadian Journal of Zoology* 76, 954-959.

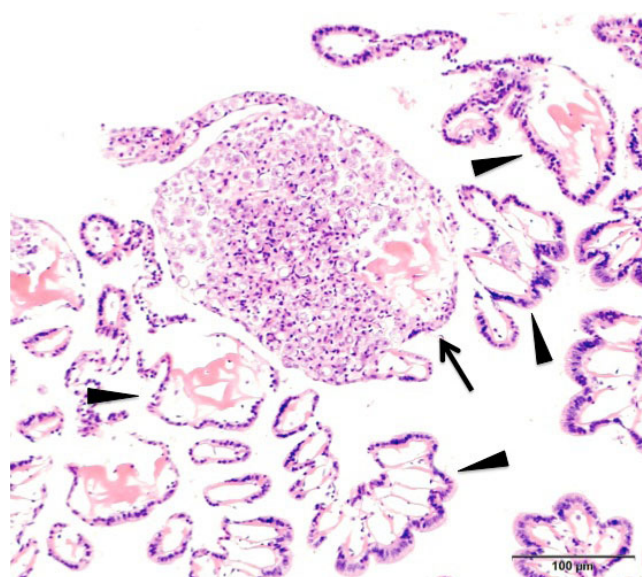
伊藤直樹 (2013) : ホタテガイのパーキンサス症, 月刊養殖ビジネス 12月号, 緑書房.

Itoh N., G. R. Meyer, A. Tabata, L. Geoff, C. L. Abbott, and S. C. Johnson (2013) : Rediscovery of the Yesso scallop pathogen *Perkinsus qugwadi* in Canada, and development of PCR tests. *Diseases of Aquatic Organisms* 104, 83-91.

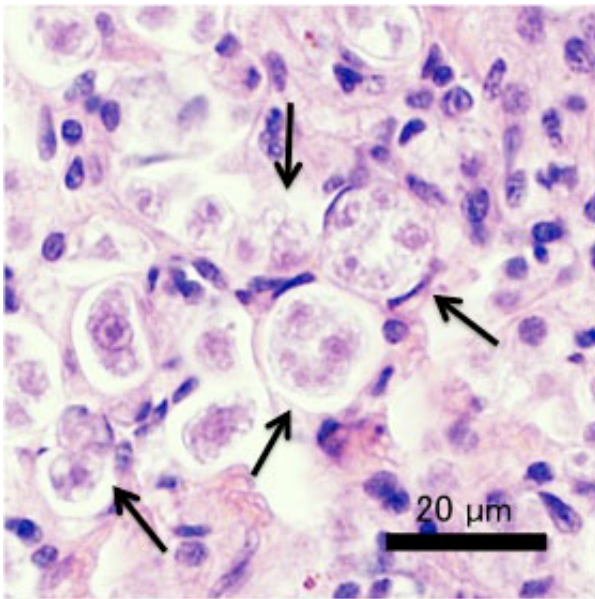
良永知義 (2005) : パーキンサス症, 新魚病図鑑 pp. 279, 緑書房.



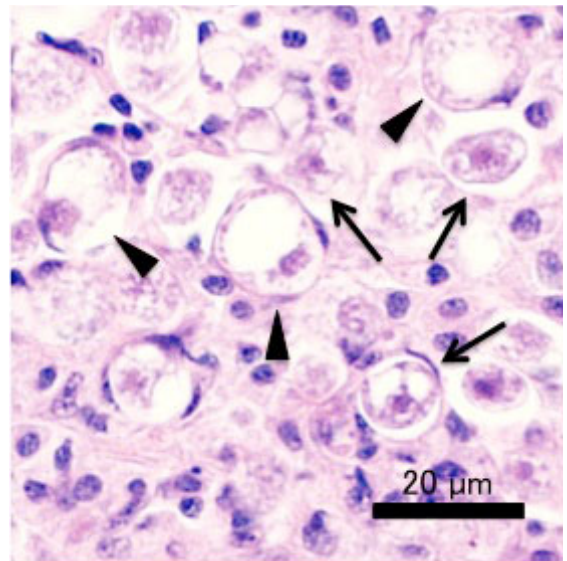
Perkinsus qugwadi 感染が疑われた個体。中腸腺に現れた血球浸潤による白色の膿瘍 (矢印) が見られる。(写真提供: 東北大学大学院 伊藤直樹博士)



感染ホタテガイの鰓の組織切片像。 *P. qugwadi* が感染した鰓弁 (矢印) は、正常な鰓弁 (矢頭) に比較して肥大化している。鰓弁内の細胞の多くは *P. qugwadi* の虫体と、それに対して浸潤した宿主の血球である。(写真提供: 東北大学大学院 伊藤直樹博士)



P. qugwadi が感染した結合組織。tomont の内部に形成された複数の未熟な trophozoite ステージが観察される(矢印)。周囲には多くの血球が浸潤している。(写真提供：東北大学大学院 伊藤直樹博士)



P. qugwadi が感染した結合組織。*Perkinsus* 属に特徴的なリングセル(矢頭)と trophozoite ステージ(矢印)が観察される。周囲の細胞は浸潤した血球。(写真提供：東北大学大学院 伊藤直樹博士)

IV 真菌病

ミズカビ病

サケ科魚類を主とする冷水性淡水魚の体表および鰓に寄生し、患部には綿毛状の菌糸体が繁殖する。

【病原体】

Saprolegnia parasitica

卵菌門 Oomycota

ツユカビ綱 Peronosporae

ミズカビ目 Saprolegniales

ミズカビ科 Saprolegniaceae

ミズカビ属 *Saprolegnia*

*分類資料: Dictionary of Fungi, 10th Edition

【地理的分布と宿主範囲】

全国の淡水養殖環境で認められる。本菌は低水温を好むことから、約 20℃以下の湧水を利用した飼育環境下や冬季に水温が低下する飼育環境下で発生する。

主な宿主として、サケ科魚類、アユ、コイ、ウナギが知られている。

【特徴的症狀】

鰓および体表（特に頭部および尾部）に綿毛状の菌糸体が寄生する。重篤な寄生の場合、真皮が露出している場合がある。感染した菌糸は筋肉内に伸長し、時には血管内や内臓で繁殖することもある。

【診断法】

低水温で飼育された魚の鰓または体表に綿毛状に菌糸体が繁殖し、菌糸体の顕微鏡観察により、菌糸が太く（幅約 10 μ m 以上）、菌糸内に隔壁が認められない場合、ミズカビ病である可能性が高い。確定診断には、感染患部から原因菌を分離培養し、形態観察を行う必要がある。

培地には GY 寒天培地を使用する。培地上で繁殖した菌糸体を滅菌水（水道水や井戸水など）に接種し、約一晩培養（培養温度は病魚の飼育温度）すると無性生殖器官が形成される。原因菌である *Saprolegnia* 属菌は、菌糸の先端に形成される遊走子嚢（無性生殖器官）から遊走子を一齐に遊出させる。卵菌類における種の同定には通常、有性生殖器官の観察を行う。有性生殖器官は麻の実培養により誘導する。*S. parasitica* は一般的に有性生殖器官を形成しない。形成する場合は、棍棒状の造卵器（有性生殖器官）が観察される。有性生殖器官が観察されない場合、遊走子の発芽様式による簡易同定法がある。*S. parasitica* は主に間接発芽により菌糸を伸長させる。

【防除法・治療法】

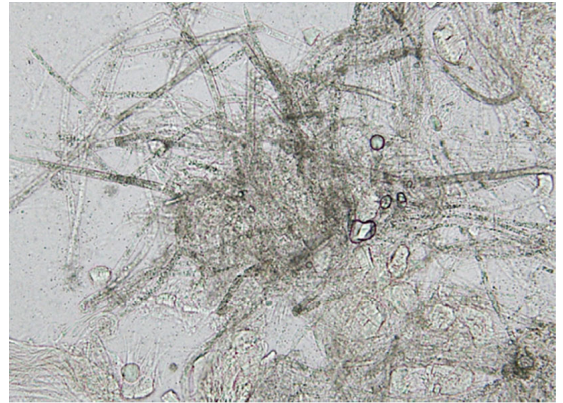
本病に有効な治療法および対策はない。

【参考文献】

畑井喜司雄 (2004): 真菌病 .pp. 263-284. 魚介類の感染症・寄生虫病 (若林久嗣・室賀清邦編). 恒星社厚生閣.
Bruno, D. W., P. V. West and G. W. Beakes (2011) : *Saprolegnia* and other oomycetes. 669-720. Fish diseases and disorders. Vol. 3: Viral, bacterial and fungal infections, 2nd edition. CAB international, Oxford.



病魚の外観症状 白色部は体表に感染している菌糸体。
(写真提供：日本獣医生命科学大学)



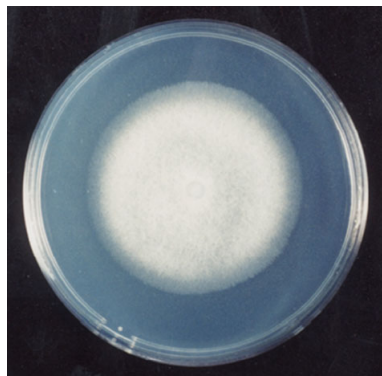
体表患部の顕微鏡観察像
(写真提供：日本獣医生命科学大学)



Saprolegnia parasitica の遊走子嚢および発芽様式

- A: 遊走子嚢
- B: 遊走子嚢先端から遊走子が遊出する
- C: 間接発芽

(写真提供：日本獣医生命科学大学)



GY 寒天培地上における原因菌コロニー
(写真提供：日本獣医生命科学大学)

サケ科魚類稚魚の内臓真菌症

サケ科魚類稚魚の腹腔内に多数の菌糸が繁殖し、通常、それらは体外に伸長しない。

【病原体】

Saprolegnia diclina

卵菌門 Oomycota

ツユカビ綱 Peronosporae

ミズカビ目 Saprolegniales

ミズカビ科 Saprolegniaceae

ミズカビ属 *Saprolegnia*

*分類資料: Dictionary of Fungi, 10th Edition

【地理的分布と宿主範囲】

全国のサケ科魚類養殖場で認められる。
宿主は餌付後1～2週齢の0.15～0.3g程度のサケ科魚類稚魚である。

【特徴的症状】

腹部膨満を示す。内臓は多数の菌糸に覆われている。本症は、胃内で餌が滞留する障害を持つ稚魚で発症し、餌と共に摂取された休眠胞子が胃内で発芽し、発芽した菌糸が胃壁を貫通して腹腔内で繁殖する。従って、原因菌の病原性というよりは、宿主の消化器異常が発症の素地となる。それゆえ、水中に多数存在する非病原性の *S. diclina* が本症原因菌として分離される。

【診断法】

サケ科稚魚の腹腔内に多数の菌糸が繁殖し、菌糸体の顕微鏡観察により、菌糸が太く（幅約10 μm以上）、

菌糸内に隔壁が認められない場合、内臓真菌症であると判断できる。原因菌を同定するには、感染患部から原因菌を分離培養し、形態観察を行う必要がある。培地にはGY寒天培地を使用する。培地上で繁殖した菌糸体を滅菌水（水道水や井戸水など）に接種し、約一晩培養（培養温度は病魚の飼育温度）すると無性生殖器官が形成される。原因菌である *Saprolegnia* 属菌は、菌糸の先端に形成される遊走子嚢（無性生殖器官）から遊走子を一齐に遊出させる。卵菌類における種の同定には通常、有性生殖器官の観察を行う。有性生殖器官は麻の実培養により誘導する。*S. diclina* は球形の造卵器（有性生殖器官）を形成し、卵胞子の内部構造は中心位で、造精枝の起源はディクリナス型である。

【防除法・治療法】

本病に有効な治療法および対策はない。

【参考文献】

畑井喜司雄 (2004): 真菌病, pp. 263-284. 魚介類の感染症・寄生虫病 (若林久嗣・室賀清邦編). 恒星社厚生閣.



病魚の外観像 (写真提供：日本獣医生命科学大学)



S. diclina の有性生殖器官 (写真提供：日本獣医生命科学大学)

アユ仔魚の内臓真菌症

種苗生産中のアユ仔魚に発生する。病魚は腹部が白濁する。被害は大きく、累積死亡率が3割を超える場合がある。

【病原体】

Pythium flevoense

卵菌門 Oomycota
ツユカビ綱 Peronosporae
ツユカビ目 Peronosporales
フハイカビ科 Pythiaceae
フハイカビ属 *Pythium*

* 分類資料: Dictionary of Fungi, 10th Edition

Phoma sp.

子囊菌門 Ascomycota
クロイボタケ綱 Dothideomycetes
プレオスポラ目 Pleosporales
プレオスポラ科[#] Pleosporaceae
ホーマ属 *Phoma*

* 分類資料: Dictionary of Fungi, 10th Edition

[#] 分類資料: Atlas of Clinical Fungi, Ver 3.1

【地理的分布と宿主範囲】

アユの種苗生産場で発生する。
本疾病の宿主はアユ仔魚である。

【特徴的症狀】

腹部が白濁する。白濁した患部には多数の菌糸が繁殖している。

【診断法】

患部における菌糸の繁殖を顕微鏡下で観察する。観察される菌糸は比較的細い(幅約 $5 \mu\text{m}$ またはそれ以下)。原因菌を同定するには、感染患部から原因菌を分離培養し、形態観察を行う必要がある。培地にはGY寒天培地を使用する。

【防除法・治療法】

本病に有効な治療法および対策はない。

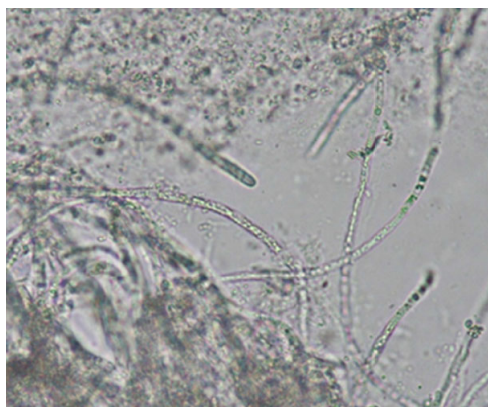
【参考文献】

Miura, M., K. Hatai, M. Tojo, S. Wada, S. Kobayashi and T. Okazaki (2010) : Visceral mycosis in ayu *Plecoglossus altivelis* larvae caused by *Pythium flevoense*. *Fish Pathol.*, 45, 24-30.

Hatai, K., Y. Fujimaki, S. Egusa and Y. Jo (1986) : A visceral mycosis in ayu fry, *Plecoglossus altivelis* Temminck & Schlegel, caused by a species of *Phoma*. *J. Fish Dis.*, 9, 111-116.



病魚の外観像 腹部が白く濁っている。(写真提供：日本獣医生命科学大学)



患部の顕微鏡観察像 比較的細い菌糸が確認される (写真提供：日本獣医生命科学大学)



GY 寒天培地上での *Pythium flevoense* のコロニー (写真提供：日本獣医生命科学大学)



GY 寒天培地上での *Phoma* sp. のコロニーは黒色を呈する。平板上に小型の黒色塊状物（分生子殻）が形成される。(写真提供：日本獣医生命科学大学)

真菌性肉芽腫症

国内では養殖アユに発症する。体表に発赤または潰瘍を呈するが、体外への菌糸体の繁殖は見られない。OIE リスト疾病である。

【病原体】

Aphanomyces invadans (syn. *A. piscicida*)

卵菌門 Oomycota

ツユカビ綱 Peronosporae

ミズカビ目 Saprolegniales

レプトレグニア科 Leptolegniaceae

アフアノマイセス属 *Aphanomyces*

*分類資料: Dictionary of Fungi, 10th Edition

【地理的分布と宿主範囲】

淡水から汽水環境下の魚類で認められる。東南アジアの流行性潰瘍性症候群 (EUS)、北米の潰瘍性真菌症 (UM)、そしてオーストラリアの赤点病 (RSD) は、病名は異なるが、同一の病原体による同一症状を示す疾病である。

本疾病の宿主として、アユ、キンギョ、フナ、ブルーギル、カムルチー、チチブ、ボラなどが知られている。観賞魚であるドワーフグラミーにも本疾病が確認されている。

【特徴的症状】

体表局所の発赤、腫脹、潰瘍（養殖アユでは潰瘍を呈する前に死亡するケースが多い）を特徴とする。体外への菌糸体の繁殖はなく、患部体表に綿毛状の菌糸体は見られない。患部筋肉内には、多数の菌糸体が繁殖し、病理組織学的には、類上皮細胞が菌糸を取り囲み、肉芽腫病変を形成する。アユでは、内臓へ菌糸が侵入する以前に死亡するが、魚種によっては、内臓への菌糸の侵入が認められることがある。

【診断法】

患部筋肉内に多数の菌糸が繁殖し、菌糸体の顕微鏡観察により、菌糸が太く（幅約 $10 \mu\text{m}$ 以上）、菌糸内に隔壁が認められない場合、真菌性肉芽腫症である可能性が高い。肉芽腫形成が起きている場合、生検観察においても菌糸周囲に宿主細胞の集簇が観察される。原因菌を同定するには、寄生患部から原因菌を分離培養し、形態観察を行う必要がある。培地には GY 寒天培地を使用する。培地上で繁殖した菌糸体を滅菌水（水道水や井戸水など）に接種し、約一晩培養（培養温度は病魚の飼育温度）すると無性生殖器官が形成される。原因菌である *Aphanomyces* 属菌は、遊走子嚢（無性生殖器官）内で 1 列に遊走子が形成され、成熟した遊走子は遊走子嚢の先端まで移動後、休眠孢子となり、遊走子嚢先端に多数の休眠孢子によるクラスターを形成する。本疾病の原因菌である *A. invadans* は、通常、有性生殖器官を形成しない。

本原因菌に対する特異プライマーが設計されており、PCR による診断が可能である。

【防除法・治療法】

本病に有効な治療法および対策はない。

真菌性肉芽腫症原因菌検出プライマー

ITS 遺伝子 (OIE マニュアルに掲載)

プライマー名	配列 (5'-3')	増幅産物サイズ
ITS11	GCC GAA GTT CGC AAG AAA C	550 bp
ITS23	CGT ATA GAC ACA AGC ACA CCA	

未同定の発現遺伝子

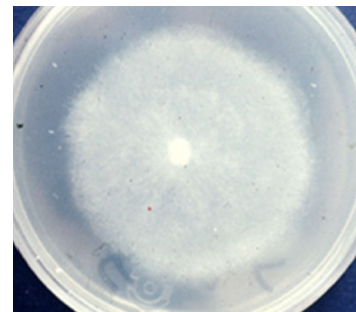
プライマー名	配列 (5'-3')	増幅産物サイズ
1APM 1F	ATC GCT GCA CTC GTC GTG AA	400 bp
1APM 6R	CCA GTT GCA CCA TAA CTT GTG	

【参考文献】

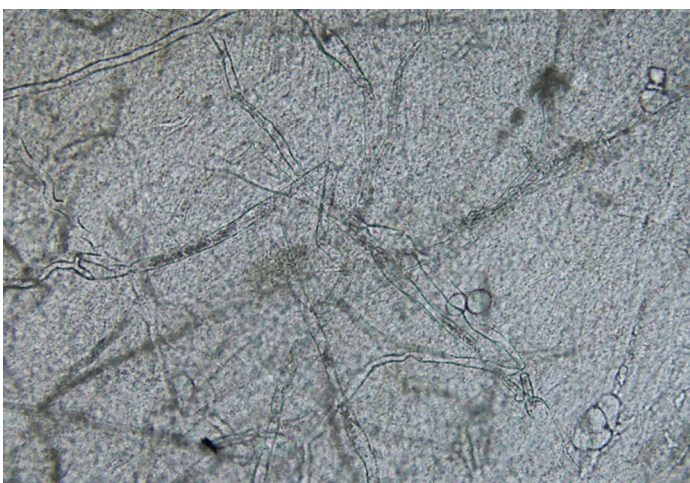
- 畑井喜司雄 (2004) : 真菌病 .pp. 263-284. 魚介類の感染症・寄生虫病 (若林久嗣・室賀清邦編). 恒星社厚生閣.
- OIE (The World Organisation for Animal Health) (2013): Infection with *Aphanomyces invadans* (Epizootic ulcerative syndrome), Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals 2013. World Organization for Animal Health. <http://www.oie.int/international-standard-setting/aquatic-manual/access-online/>.
- Phadee, P., O. Kurata, K. Hatai, I. Hirono and T. Aoki (2004) : Detection and identification of fish-pathogenic *Aphanomyces piscicida* using polymerase chain reaction (PCR) with species-specific primers. *J. Aquat. Anim. Health*, 16, 220-230.
- Phadee, P., O. Kurata and K. Hatai (2004) : A PCR method for the detection of *Aphanomyces piscicida*. *Fish Pathol.*, 39, 25-31.



病魚の外観症状 (写真提供: 日本獣医生命科学大学)



GY 寒天培地上における原因菌コロニー (写真提供: 日本獣医生命科学大学)



患部の顕微鏡観察像 太く、隔壁を持たない菌糸が確認できる。菌糸は分枝している。(写真提供: 日本獣医生命科学大学)



Aphanomyces invadans の遊走子嚢と休眠胞子。遊走子嚢内で成熟した遊走子が遊走子嚢先端に移動し、遊走子嚢先端に多数の休眠胞子によるクラスターを形成する。(写真提供: 日本獣医生命科学大学)

デルモシスチジウム症

魚類の鰓および皮膚に種々の形状をした栄養体を形成する。栄養体内には、球形の胞子が多数観察される。

【病原体】

Dermocystidium spp.

襟鞭毛虫門 Choanozoa

イクチオスポレア綱 Ichthyosporea

目未定 *Incertae sedis*

科未定 *Incertae sedis*

デルモシスチジウム属 *Dermocystidium*

*分類資料: Dictionary of Fungi, 10th Edition

【地理的分布と宿主範囲】

国内では、コイ (*Dermocystidium koi*) およびヨーロッパウナギ (*D. anguillae*) で報告されている。北米では、サケ科魚類の鰓に *D. salmonis* が感染する症例が報告されている。

【特徴的症狀】

D. anguillae によるヨーロッパウナギの感染では、鰓にソーセージ形の栄養体が形成される。*D. koi* によるコイの感染では、眼球および皮膚・筋肉内（鰭基部、体側部、腹部）に栄養体が形成される。

【診断法】

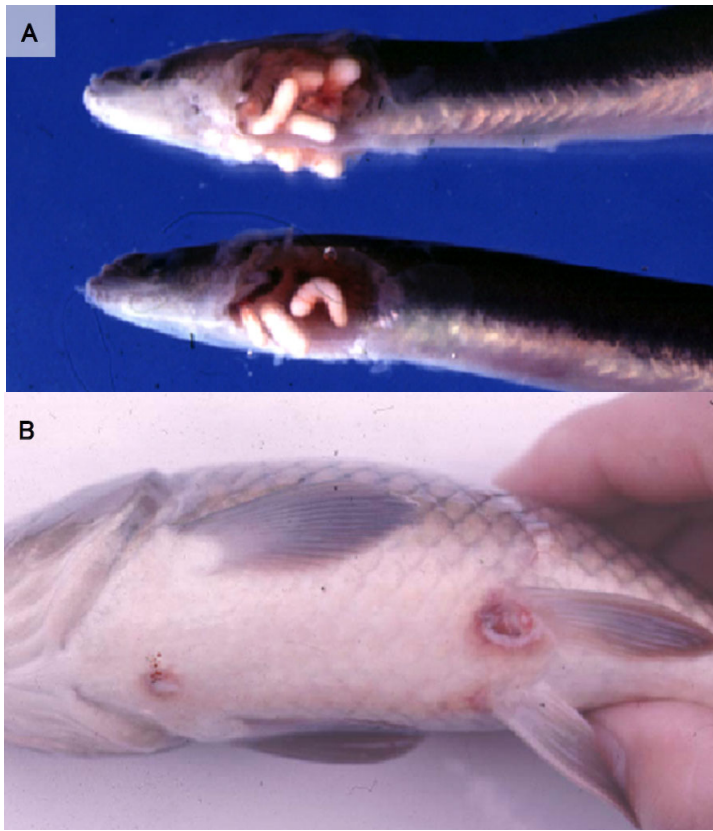
患部に不定形の栄養体 (0.6 ~ 1.5 × 1.6 ~ 41mm) が観察され、栄養体内には多数の球形の胞子 (7.0 ~ 8.8 μm) が存在する。胞子には核と球状封入体が各1個観察される。本菌の培養は困難なことから、患部の栄養体を観察することで診断する。

【防除法・治療法】

ヨーロッパウナギの感染では、昇温 (約 30°C) により、感染した栄養体を崩壊させ、鰓から原因菌を脱落させることができる。

【参考文献】

畑井喜司雄 (2007): 真菌性疾病, 83-90, 魚病学 改訂第二版 (畑井喜司雄、宗宮弘明、渡邊翼 共著), 学窓社.

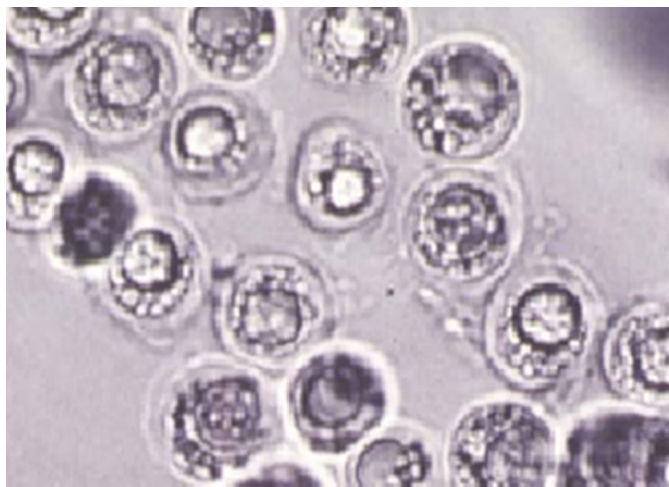


病魚の外観症状

A: ウナギの鰓に栄養体が形成された例

B: コイの体表に栄養体が形成された例

(写真提供: 日本獣医生命科学大学)



栄養体中の孢子 (写真提供: 日本獣医生命科学大学)

ブランキオマイセス症

魚類の鰓にある毛細血管内で菌糸を繁殖させ、鰓ぐさを引き起こす。国内では養殖ウナギでの症例がある。

【病原体】

Branchiomyces spp.

卵菌門 Oomycota

ツユカビ綱 Peronosporae

ミズカビ目 Saprolegniales

科未定 *Incertae sedis*

ブランキオマイセス属 *Branchiomyces*

*分類資料: Dictionary of Fungi, 10th Edition

【地理的分布と宿主範囲】

本症は 20℃以上の富栄養化した淡水環境下で発生する傾向がある。国内ではニホンウナギで報告されている。ヨーロッパではコイ科魚類で、米国ではアメリカナマズやアメリカウナギで発生事例がある。

【特徴的症状】

病魚は鰓ぐさを示す。患部の鰓弁内（毛細血管内）には菌糸が繁殖している。

【診断法】

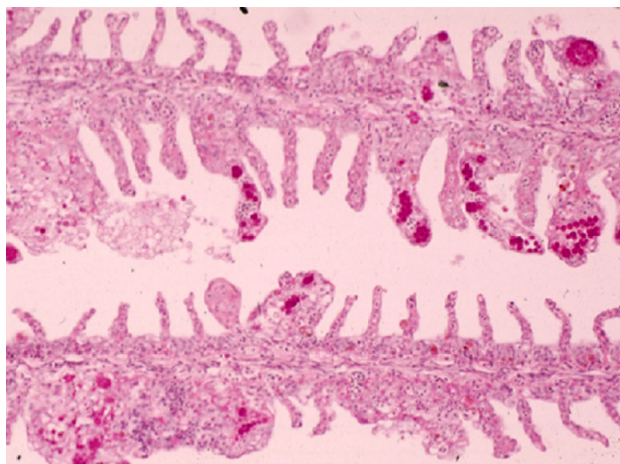
患部菌糸の形態観察を行う。菌糸径は 8～30 μ m、菌糸壁の厚さは約 0.2 μ m である。菌糸内に球形の胞子（約 5 μ m）が観察される。

【防除法・治療法】

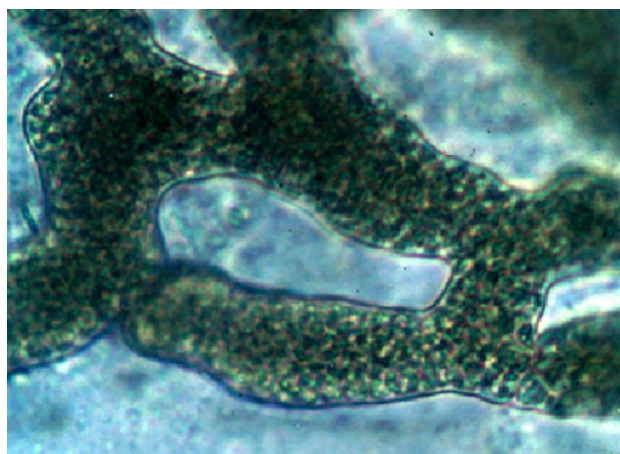
本症発生の一要因である環境水の富栄養化を防ぐために、注水などにより池水を清浄に保つ。

【参考文献】

- Richards, R. H. (1978) : 硬骨魚類の真菌学, 227-239, Fish Pathology (ed. by Roberts, R. J.) (魚病学; 佐野徳夫 訳)、文永堂出版。
- Eli, A., O. F. Briyai, and J. F. N. Abowei (2011) : A review of some fungi infection in African fish saprolegniasis, dermal mycosis; *Branchiomyces* infections, systemic mycosis and *Dermocystidium*. *Asian J. Med. Sci.*, 3, 198-205.
- Khoo, L., A. T. Leard, P. R. Waterstart, S. W. Jack and K. L. Camp (1998) : *Branchiomyces* infection in farm-reared channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque). *J. Fish Dis.*, 21, 423-431.



病魚鰓の病理組織像（PAS 染色）。鰓薄板の癒着、毛細血管内に繁殖した菌糸が観察される。（写真提供：日本獣医生命科学大学）



鰓弁内で繁殖する菌糸(写真提供:日本獣医生命科学大学)

オクロコニス症

黒色真菌である *Ochroconis* 属菌が魚類の筋肉および内臓に感染する。感染を受けた海産稚魚では、背鰭基部に潰瘍を形成することが多い。

【病原体】

Ochroconis spp.

子囊菌門 Ascomycota

綱未定 *Incertae sedis*

目未定 *Incertae sedis*

科未定 *Incertae sedis*

オクロコニス属 *Ochroconis*

*分類資料: Dictionary of Fungi, 10th Edition

【地理的分布と宿主範囲】

Ochroconis 属菌に起因する感染症は、淡水から海水、冷水から温水と、広い養殖環境で認められる。本疾病の宿主として、ギンザケ、ニジマス、ヤマメなどのサケ科魚類の他、マダイ、オニオコゼ、カサゴ、シマアジなどの海産稚魚が知られている。

【特徴的症状】

海産稚魚では、背鰭基部や体側部に潰瘍を形成することが多い。他に腹部膨満の症状を示すことがある。内部所見としては、腎臓の腫大、腎臓における部分的な白斑や結節が観察される。潰瘍部や病変を示している腎臓には多数の菌糸が繁殖している。

【診断法】

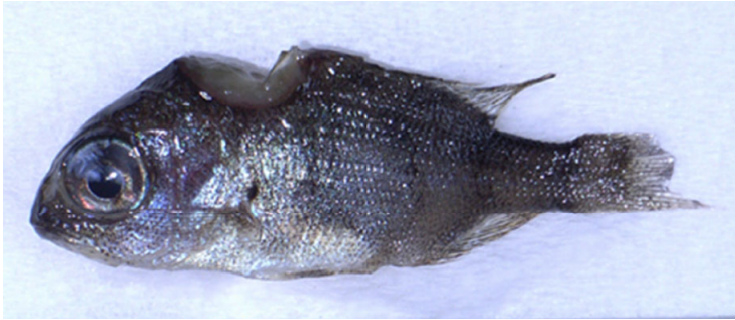
生検によって、患部における菌糸の繁殖を確認する。*Ochroconis* 属菌は黒色真菌に属し、菌糸壁にメラニンを保有する。そのため、菌糸が淡い褐色を呈している。本菌の菌糸は細く（幅約 $10 \mu\text{m}$ 以下）、菌糸内に隔壁を有する。原因菌を同定するには、寄生患部から原因菌を分離培養し、形態観察を行う必要がある。培地には GY 寒天培地（淡水魚）または PYGS 寒天培地（海水魚）を使用する。培養温度は病魚の飼育温度で良い。茶褐色～暗褐色のコロニーを形成するが、発育は遅く、直径数 cm のコロニーを形成するのに数週間を要する場合がある。本菌の同定には、培地上で繁殖した菌糸に形成される分生子（胞子）を観察する。分生子は小型の卵形または円筒形で、1 隔壁 (*O. humicola*) または 3 隔壁 (*O. tshawytschae*) を有する。

【防除法・治療法】

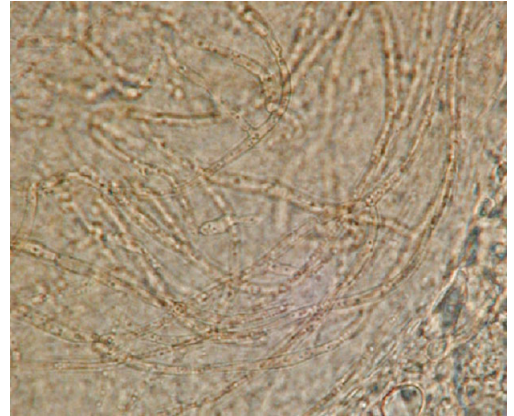
本病に有効な治療法および対策はない。

【参考文献】

- 畑井喜司雄 (2004): 真菌病, pp. 263-284. 魚介類の感染症・寄生虫病 (若林久嗣・室賀清邦編). 恒星社厚生閣.
- Hatai, K. (2012): Diseases of fish and shellfish caused by marine fungi. Biology of marine fungi, 15-52, Progress in molecular and subcellular biology 53, (ed. by C. Raghukumar), Springer.



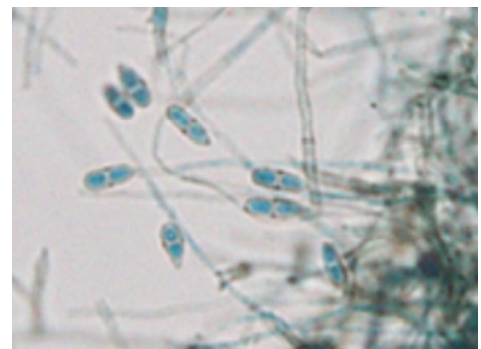
病魚の外観症状 (写真提供：日本獣医生命科学大学)



患部の顕微鏡観察像。細く、隔壁をもつ菌糸が確認できる。菌糸壁にメラニンを保有しているため淡い褐色を呈する。菌糸は分枝している。(写真提供：日本獣医生命科学大学)



PYGS 寒天培地における原因菌のコロニー (写真提供：日本獣医生命科学大学)



Ochroconis humicola の顕微鏡観察像
1 隔壁 2 細胞性の分生子が観察される。
(ラクトフェノールコットンブルー染色)
(写真提供：日本獣医生命科学大学)

スキタリジウム症

黒色真菌である *Scytalidium infestans* が魚類の筋肉および内臓に感染する。体表に潰瘍や臓器の腫大を示すことが多い。

【病原体】

Scytalidium infestans

子囊菌門 Ascomycota

スギンタケ綱 Leotiomycetes

ビョウタケ目 Helotiales

科未定 *Incertae sedis*

スキタリジウム属 *Scytalidium*

*分類資料: Dictionary of Fungi, 10th Edition

【地理的分布と宿主範囲】

海水養殖環境で発生が認められている。本疾病の宿主として、シマアジ、マダイ、トラフグが知られている。

【特徴的症状】

シマアジおよびマダイでは、体表に黒色斑または潰瘍が観察される。シマアジの症例では内臓の異常は観察されていない。トラフグでは、体表の異常は観察されないが、腎臓および脾臓が腫大する。稀に、眼球突出が見られることがある。患部には多数の菌糸が繁殖している。

【診断法】

生検によって、患部における菌糸の繁殖を確認する。*Scytalidium infestans* は黒色真菌に属し、菌糸壁にメラニンを保有する。そのため、菌糸が淡い褐色を呈してい

る。本菌の菌糸は細く（幅約 $10 \mu\text{m}$ 以下）、菌糸内に隔壁を有する。原因菌を同定するには、寄生患部から原因菌を分離培養し、形態観察を行う必要がある。培地には PYGS 寒天培地を使用する。培養温度は病魚の飼育温度で良い。暗緑色のコロニーを形成するが、発育は遅く、直径数 cm のコロニーを形成するのに数週間を要する場合がある。本菌は、分節型の分生子（孢子）を形成し、培地上で発育した菌糸体をかきとり、顕微鏡下で観察すると、菌糸内の隔壁部位で切り離された円筒形に分生子が認められる。

【防除法・治療法】

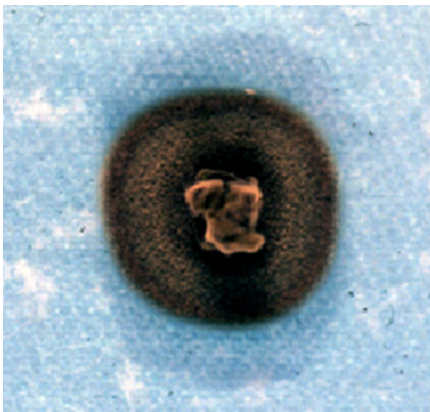
本病に有効な治療法および対策はない。

【参考文献】

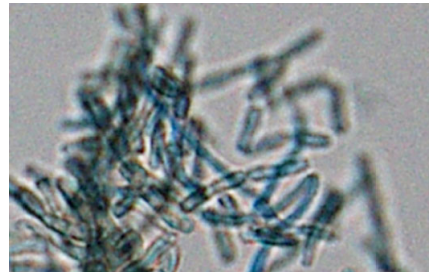
Hatai, K. (2012) : Diseases of fish and shellfish caused by marine fungi. *Biology of marine fungi*, 15-52, Progress in molecular and subcellular biology 53, (ed. by C. Raghukumar), Springer.



病魚の外観症状（写真提供：日本獣医生命科学大学）



PYGS 寒天培地における原因菌のコロニー（写真提供：日本獣医生命科学大学）



Scytalidium infestans の顕微鏡観察像
菌糸内の隔壁部位で切り離された円筒形の分生子が認められる。（写真提供：日本獣医生命科学大学）

ハリフトロス症

甲殻類幼生の体内および甲殻類成体の鰓に感染する。甲殻類以外の水産動物としては、アワビの外殻膜に感染する。甲殻類幼生への感染は被害が大きく、発症後数日のうちに壊滅的となる。

【病原体】

Haliphthoros spp.

卵菌門 Oomycota

ツユカビ綱 Peronosporia 綱

目未定 *Incertae sedis*

科未定 *Incertae sedis*

ハリフトロス属 *Haliphthoros*

*分類資料: Dictionary of Fungi, 10th Edition

【地理的分布と宿主範囲】

国内における甲殻類の種苗生産場で広く発生が認められる。国外では、フィリピン、インドネシアおよびベトナムでの発生報告がある。

本疾病の宿主としては、ガザミ（幼生）、ノコギリガザミ（幼生、卵）、ヨシエビ（幼生）、クルマエビ（幼生、成体）、ブラックタイガー（幼生）、アワビ（成体）などが知られている。

【特徴的症狀】

幼生または卵への感染の場合、体内または卵内に多数の菌糸が繁殖する。幼生の場合、菌糸の繁殖部位が白濁して見えることがある。甲殻類成体への感染の場合、鰓糸内に感染する。感染を受けた鰓は宿主応答により黒化する。アワビへの感染の場合、外殻膜に小突起状または扁平状の膨隆患部が形成される。

【診断法】

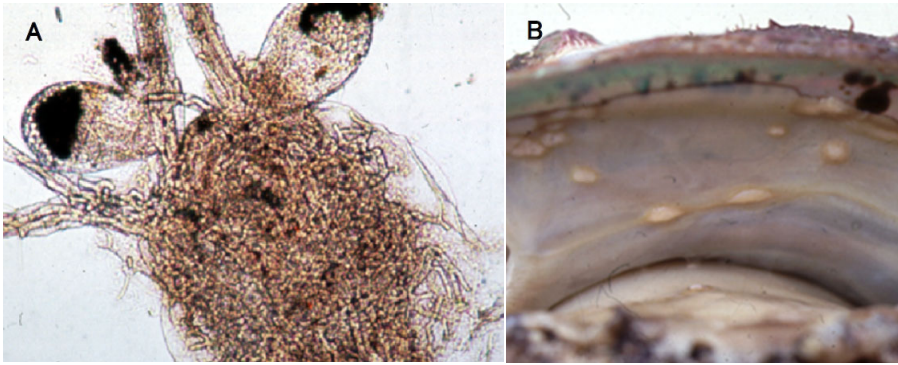
感染幼生体内や、患部である鰓には多数の菌糸が繁殖している。顕微鏡より観察される菌糸は、太く（幅約 $10 \mu\text{m}$ 以上）、菌糸内に隔壁が認められない。原因菌を同定するには、患部から原因菌を分離培養し、形態観察を行う必要がある。培地には PYGS 寒天培地を使用する。培地上で繁殖した菌糸体を滅菌海水（人工海水も可）に接種し、数日間培養（培養温度は感染動物の飼育温度）すると無性生殖器官が形成される。原因菌である *Haliphthoros* 属菌は、菌糸内で原形質が濃縮する変化（フラグメント）を生じる。フラグメントからは放出管が伸び、フラグメント内では遊走子を形成する。遊走子は放出管先端から放出されるが、それまでの間、フラグメント内で活発に遊泳する遊走子が観察できる。水産動物から分離される *Haliphthoros* 属菌は、通常、有性生殖器官を形成しない。ハリフトロス症の原因菌種として、*H. milfordensis* および *H. philippinensis* が知られている。

【防除法・治療法】

本病に有効な治療法および対策はない。

【参考文献】

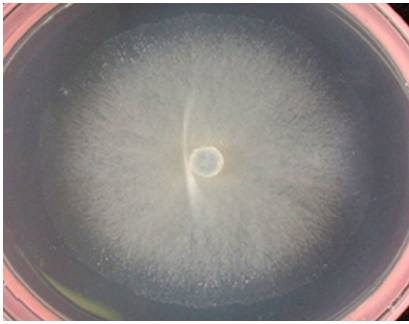
Hatai, K. (2012) : Diseases of fish and shellfish caused by marine fungi. *Biology of marine fungi*, 15-52, *Progress in molecular and subcellular biology* 53, (ed. by C. Raghukumar), Springer.



感染動物の外観症状

A: 甲殻類幼生 B: アワビ

(写真提供: 日本獣医生命科学大学)



PYGS 寒天培地における原因菌のコロニー

(写真提供: 日本獣医生命科学大学)



Haliphthoros milfordensis の顕微鏡観察像。菌糸内で原形質の濃縮 (フラグメント) が観察される。(写真提供: 日本獣医生命科学大学)

フサリウム症

クルマエビの鰓糸内で菌糸を繁殖させ、鰓黒症状を引き起こす。

【病原体】

Fusarium spp.

子囊菌門 Ascomycota

フタマカビ綱 Sordariomycetes

ボタнтаケ目 Hypocreales

ネクトリア科 Nectriaceae

フサリウム属 *Fusarium*

*分類資料: Dictionary of Fungi, 10th Edition

【地理的分布と宿主範囲】

日本以外にも米国やベトナムなど、多くの国で報告されている。

本疾病の宿主として、クルマエビ、ロブスター、ブラックタイガーなどが知られている。

【特徴的症狀】

本菌は鰓糸内に感染する。感染を受けた鰓は宿主応答により黒化する。

【診断法】

黒化している鰓を顕微鏡下で観察し、鰓糸内における菌糸の繁殖を確認する。繁殖した菌糸は鰓外に伸張していることがある。繁殖している菌糸は細く（幅約 10 μ m 以下）、菌糸内に隔壁を有する。本菌は、大きさの異

なる 2 種類の分生子（大分生子：複数の隔壁を有する三日月形、小分生子：無隔壁または 1 隔壁を有する楕円形）を形成し、鰓外に伸張した菌糸がこれらの分生子を形成しているかを確認する。原因菌を同定するには、黒化した鰓から原因菌を分離培養し、形態観察を行う必要がある。培地にはポテトデキストロース寒天培地を使用する。培養温度は病エビの飼育温度で良い。発育は早く、コロニーは茶色～紫色を呈する。フサリウム症の原因菌種として、*F. solani*、*F. oxysporum*、*F. moniliforme*、*F. graminearum* および *F. incarnatum* が報告されている。

【防除法・治療法】

本病に有効な治療法および対策はない。

【参考文献】

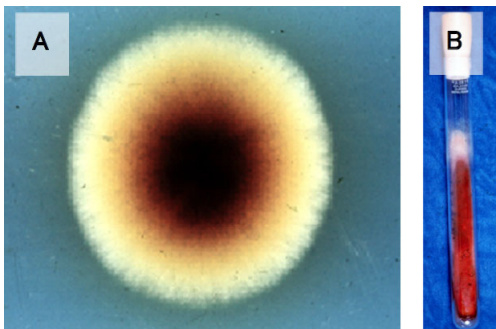
Hatai, K. (2012) : Diseases of fish and shellfish caused by marine fungi. Biology of marine fungi, 15-52, Progress in molecular and subcellular biology 53, (ed. by C. Raghukumar), Springer.



病エビの外観症状 鰓の黒変が顕著である。(写真提供：日本獣医生命科学大学)



鰓患部における顕微鏡観察像。鰓糸内に菌糸が繁殖し、繁殖している菌糸の一部は鰓外へ伸長している。(写真提供：日本獣医生命科学大学)

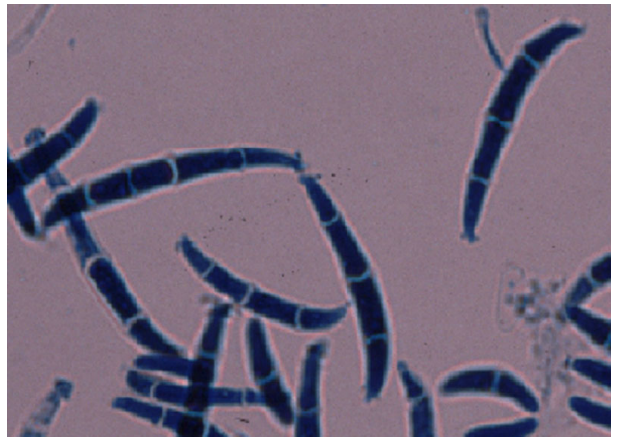


ポテトデキストロース寒天培地上のコロニー

A: *Fusarium solani*

B: *F. graminearum*

(写真提供：日本獣医生命科学大学)



Fusarium 属菌の大分生子 (ラクトフェノールコットンブルー染色)。(写真提供：日本獣医生命科学大学)

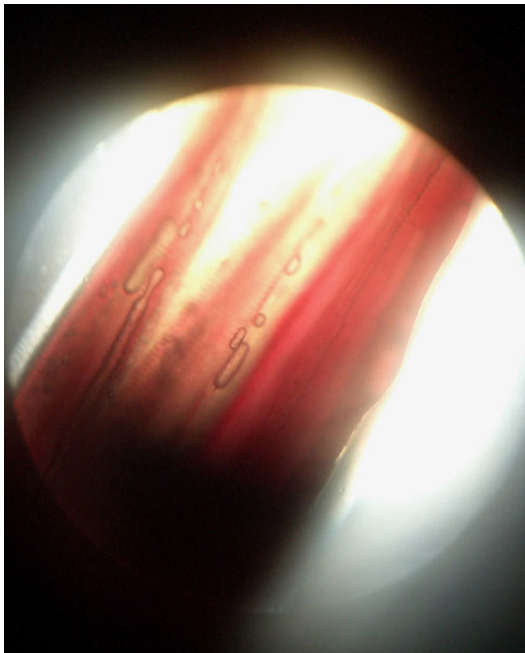
V その他の疾病



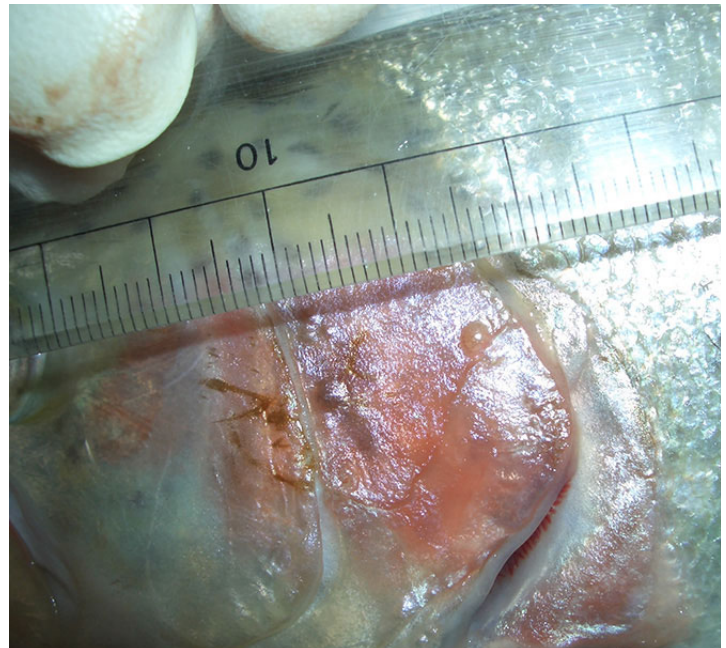
ガス病のニジマス稚魚 (写真提供：城泰彦博士)



ガス病病魚の鱗にみられた気泡 (写真提供：泉庄太郎教授)



ガス病病魚の鰓弁にみられた気泡 (写真提供：泉庄太郎教授)



ガス病病魚の鰓蓋にみられた気泡 (写真提供：泉庄太郎教授)

ガス病（気泡病）

【病因】

飼育水中の溶存窒素または溶存酸素の過飽和が原因である。窒素の過飽和で起きるガス病を窒素ガス病、酸素の過飽和で起きるガス病を酸素ガス病と呼ぶ。窒素ガス病は、水中の窒素飽和度が120～130%に達すると2週間でガス病症状が現れるとされ、半数致死量は120～140%である。酸素ガス病は、水中の酸素飽和度が300%以上になると起こるが、400%以上の高い酸素飽和度に達すると効率で発生するとされる。

【地理的分布と対象魚種】

すべての水圏が本疾病の発生水域となる。溶存窒素の過飽和は地下水の揚水や、高位からのパイプによる導水の際に取水口で空気を同時に吸い込んだり、パイプの継ぎ目などの微細な穴や亀裂から空気を吸い込んだりすることによって起きる。溶存酸素の過飽和は、藻類や水中植物が著しく繁殖した夏季の湖沼や路地池で起きやすい。対象魚種はすべての魚類である。

【特徴的症状】

窒素ガス病では、鰓を通して血液中に取り込まれた窒素が血管内で遊離して気泡となり、その気泡が内部諸器官、鰓その他の血管にガス塞栓を引き起こす。外観的には鱗膜、頭部皮下、眼窩内や鰓血管内に気泡が生じる。病魚は狂奔や水面への浮上といった異常を呈して死亡する。発症から死亡まで急激に進行することも多く、前日まで異常がなかった飼育池が一晩で全滅するようなこともある。

酸素ガス病においても各血管や眼窩内、頭部皮下に小さな泡粒状の気泡を生ずることがあるが、窒素ガス病のようにガス塞栓を起こすことはない。動脈血の酸素分圧の上昇によって鰓換水量が低下することで血液中の二酸化炭素分圧が上昇し、血液のpHが低下する呼吸性アシドーシスによる障害が起きるとされる。

【診断法】

各鱗や皮下に発生した気泡を肉眼的に観察し、鰓血管内の気泡を顕微鏡下で確認することで診断可能である。飼育水の溶存酸素を測定して過飽和であることを確認することも診断の手助けになる。溶存窒素の測定はガスビュレット等の特殊な機材も必要となる。

【防除法・治療法】

窒素ガス病は、用水を十分に曝気し、過剰な窒素ガスを大気放出することで予防できる。酸素ガス病では、飼育水を新しいものと入れ替えたり養殖池を遮光したりすることによって藻類の繁殖を抑えることや、水温を下げて溶存酸素飽和度を低下させることで発症を予防できる。

【参考文献】

- 江草（1959）：溶存窒素過剰に因る魚のガス病について、広島大学水畜産学部紀要 2(2)
江草（1969）：溶存酸素過剰に因る魚のガス病について、魚病研究 4(1)
野村（編）（1982）：新水産学全集 16 淡水養殖技術、恒星社厚生閣、p124
川島・他（編）（1988）：改訂版新水産ハンドブック、講談社サイエンティフィック、p444
日本水産資源保護協会（編）（2005）：水産用水基準（2005年版）、日本水産資源保護協会 p18 - 21
小川、飯田（編）（2020）：新版 魚病学概論、恒星社厚生閣、p129

魚病情報資料

◎ 執筆者 ◎

飯田貴次：岡山理科大学獣医学部獣医学科

Edwardsiella tarda による感染症（エドワジエラ症、パラコロ病）・*Aeromonas salmonicida* による疾病（せっそう病、非定型 *A. salmonicida* による感染症）

泉庄太郎：東海大学海洋学部水産学科生物生産学専攻

運動性エロモナス症・細菌性鰓病・細菌性冷水病・ガス病

伊藤直樹：東京大学大学院農学生命科学研究科水圏生物科学専攻

ボナミア症・マルテリリア症・マガキの卵巣肥大症・マイクロサイトス症・マイクロサイトス症・ハプロスポリジウム症・パーキンサス症・ホタテガイのパーキンサス症

倉田 修：日本獣医生命科学大学獣医学部

ミズカビ病・アユ仔魚の内臓真菌症・真菌性肉芽腫症・デルモシスチジウム症・ブランキオマイセス症・スキタリジウム症・ハリフトロス症・フサリウム症

佐野元彦：東京海洋大学海洋生命科学部海洋生物資源学科

アユの異型細胞性鰓病 (ACGD)・ウイルス性コイ浮腫症 (= コイのウイルス性ねむり病)・キンギョのヘルペスウイルス性造血器壊死症・伝染性造血器壊死症 (IHN)・伝染性臓臓壊死症 (IPN)・コイヘルペスウイルス病 (KHV)・リンホシスチス病 (LCD)

白樫 正：近畿大学水産研究所

アミルウーディニウム症・白点病・スクーチカ症・海産魚のべこ病・海産魚のやせ病・心臓クドア症・奄美クドア症・マダイの心臓ヘネガヤ症・ヒラメのクドアセプトンブクタータ感染・粘液胞子虫性側湾症・ハダムシ症・エラムシ症 1 (ゼウクサプタ、ヘテラキシネ、ミクロコチレ)・エラムシ症 2 (ヘテロボツリウム、ネオヘテロボツリウム症)・吸虫性旋回病・住血吸虫症・クビナガ鉤頭虫症・養殖魚のアニサキス感染症・ブリ筋肉腺虫・カリグス症

横山 博：岡山理科大学獣医学部獣医学科

アユのグルゲア症・ウナギのべこ病・コイ稚魚の鰓ミクソボルス症・コイの筋肉ミクソボルス症・粘液胞子虫性旋回病・セラトノヴァ症 (= セラトミクサ症)

良永知義：東京大学大学院農学生命科学研究科水圏生物科学専攻

養殖魚のアニサキス感染症

◎ 写真提供 ◎

飯田貴次、泉庄太郎、伊藤直樹、岡英夫、倉田 修、佐野元彦、白樫 正、城泰彦、福田穰、三輪理、横山博、良永知義、和田新平、Gary Meyer、Izabelle Arzul、東京大学大学院魚病学研究室、日本獣医生命科学大学魚病学研究室、近畿大学水産研究所、栃木県水産試験場、新潟県内水面水産試験場、石川県水産研究センター、京都府農林水産技術センター海洋センター、広島県立総合技術研究所水産海洋技術センター、愛媛県水産研究センター、長崎県総合水産試験場、鹿児島県水産技術開発センター、公益社団法人日本水産資源保護協会

(敬称略)

注：本書に掲載した文章ならびに写真の権利は執筆者および写真提供者・機関に帰属します。許可なく転載することを固く禁じます。

令和 2 年度農林水産省委託事業

魚病情報資料 令和 3 年 3 月

公益社団法人日本水産資源保護協会

〒 104-0044 東京都中央区明石町 1-1 東和明石ビル 5F

Tel: 03-6680-4277