シンポジウム2 原因不明下痢症と寄生虫—これまでの研究成果と今後の課題 —

● Symposium 2 Myxosporean Parasite as a Causative Agent of Foodborne Gastroenteritis Outbreaks with Unknown Etiology
—An Overview of Research Achievements and Perspectives

粘液胞子虫と養殖現場における対策

Control of Myxosporean Diseases at Fish Farms

横山 博[†]

(東京大学大学院農学生命科学研究科)

Hiroshi YOKOYAMA[†]

(Graduate School of Agricultural and Life Sciences Aquatic Bioscience of
The University of Tokyo, 1-1-1 Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8657)

1. はじめに

近年、ヒラメの筋肉に寄生する粘液胞子虫の1種、*Kudoa septempunctata*による食中毒が増加している¹⁾。ヒラメを摂食後、数時間で一過性の下痢や嘔吐が起こる。しかし、軽症で回復は速く予後は良好であることから、*K. septempunctata*が人体に感染して長期間とどまることはない、つまり体外に排出すれば速やかに治ると考えられている。とはいえ、発症している間は下痢や嘔吐が何回も繰り返され相当な苦痛を伴うことから、無視できない食中毒である。発生地域別に見ると、以前は瀬戸内海沿岸が多かったが³⁾、現在では北海道から九州まで全国的に見られる。月別の発生状況については、8月から増加して9月と10月に多く冬場には減少するという明らかな傾向がある⁵⁾。この季節性の原因は不明であるが、ヒラメ全体の流通量とは無関係に見えることから、*K. septempunctata*の発育・増殖における季節性によるものか、養殖ヒラメの生産サイクルに関係していることが推測される。また、ホテルや旅館の宴席で集団発生することが多いのも特徴である。このような場所では、調理場にいわゆるイケスを設置してヒラメを活魚でストックしておき、さばいてすぐに刺身として提供されるため、鮮度は非常によいはずである。しかし、逆に魚が新鮮であるほど毒性が強いように見える。つまり、この食中毒は従来の細菌性のものとは性質が異なり、食材の保管や調理における衛生管理の不備が原因ではないといえる。

流通・消費段階での対策として、 $-15^{\circ}\text{C} \sim -20^{\circ}\text{C} \cdot 4$ 時間以上の冷凍、または $75^{\circ}\text{C} \cdot 5$ 分以上の加熱をすることとされている。しかし、このような処理は刺身食材としてのヒラメの商品価値を著しく損ねてしまう。上記以外の温度条件で冷凍、冷蔵、加熱する試験、あるいは

CAS冷凍などの新技術を用いた処理も検討する価値はあるが、現時点ではヒラメの品質を落とすことなく*K. septempunctata*を無毒化する方法は開発されていない。

以上のことから、この食中毒の原因は飲食店や販売者の過失によるものではなく、食材そのものにあるといえる。そのため、生産者側でクリーンな魚を作るのが最善の策であり、それを抜きにして根本的な問題解決には至らない。そこで現在、養殖ヒラメにおける寄生の実態調査を行い、養殖現場で取り組むべき対策について検討している。

2. クドア属粘液胞子虫

まず、粘液胞子虫とはどんな寄生虫かということについて概説したい。粘液胞子虫類はミクソゾア門という生物群に属し、世界中で2,000種以上報告されており、そのほとんどが魚類の寄生虫である⁷⁾。ミクソゾアは以前は原虫類に分類されていたが、近年の分子系統学的解析により、クラゲやイソギンチャクなどの刺胞動物に近縁であることが定説になってきている¹⁰⁾。形態学的には、内部にコイル状の極糸を持つ極嚢という構造を有する胞子を形成するのが特徴である(図1)。胞子は、極嚢と胞子原形質を包含する胞子殻からなる多細胞体である。胞子の大きさは約 $10\mu\text{m}$ で、極嚢や胞子殻の数、胞子の形態、測定値などにより種の分類がなされる。生物学的特徴として特筆すべきは、魚類と環形動物を交互に宿主とする生活環である^{7,10)}(図2)。魚体内で産生された粘液胞子虫の胞子が体外に放出されると、環形動物(淡水種ではイトミミズなどの貧毛類、海産種ではゴカイなどの多毛類)に経口的に取り込まれる。その腸管内で極糸の弾出にともない胞子殻が開いて、胞子原形質が腸管上皮から侵入する。その後、環形動物の体内で放線胞子虫という形態の異なるステージに変態する。放線胞子虫の胞子は3本の突起を持ち、水中に放出されて浮遊している間に魚と接触すると、経皮的に感染して粘液胞子虫のス

[†] 連絡先

*1 ☎113-8657 東京都文京区弥生1-1-1

図1. 粘液胞子虫胞子の模式図
A: 双殻目粘液胞子虫. 左が正面観, 右が側面観. B: 多殻目粘液胞子虫. 4極囊(左)と6極囊(右)の胞子を示す.

図2. 粘液胞子虫類の生活環 (Yokoyama *et al.* (2012) を改図)
A: 粘液胞子虫胞子が極糸弾出して孢子原形質が環形動物に感染, B: 有性生殖過程, C: 胞子形成過程, D: 放線胞子虫胞子の水中への放出, E: 極糸弾出して孢子原形質が魚類に感染, F: 分裂・増殖過程, G: 胞子形成過程

表1. ヒラメに寄生するクドア属粘液胞子虫

種名	極囊数	寄生部位	宿主魚種	症状	地理的分布
<i>K. septempunctata</i>	5~7	筋肉	ヒラメのみ	無症状	日本, 韓国
<i>K. thyrsites</i>	4	筋肉	ヒラメ, シイラ, スケトウダラ, キンメダイ, タイセイヨウサケなど	融解	日本, 北米, 南米, 欧州, オーストラリア, 南アフリカ
<i>K. lateolabracis</i>	4	筋肉	ヒラメ, タイリクスズキ	融解	日本
<i>K. paralichthys</i>	4	脳	ヒラメのみ	未記載	韓国
<i>K. yasunagai</i>	6~7	脳	ヒラメ, トラフグ, クロマグロ, プリなど	シスト	日本, オーストラリア, フィリピン
<i>K. shiomitsui</i>	4	心臓	ヒラメ, トラフグ, クロマグロなど	シスト	日本

テージが始まる。このように粘液胞子虫は魚類と環形動物を交互に宿主とし、魚から魚への水平感染は一般に起こらないため、養殖場の水槽内や飲食店のイケース内で粘液胞子虫が増えることはないと考えてよい。また、粘液胞子虫は生きた魚の体内でしか増殖できないので、死んだ魚を放置したからといって増えるということはない。

クドア属は粘液胞子虫綱の多殻目に属し、4~7個の極囊を持ち放射相称の胞子を形成する。世界中で80種以上、日本国内では16種が知られており、そのほとんどすべてが海産魚に寄生する⁸⁾。寄生部位は魚類の体側筋肉が多いが、心臓や脳に寄生する種類もある。宿主特異性はクドアの種類によって異なり、単一魚種にしか寄生しないものもあれば、多数の魚種に寄生するものもある。一般に魚に対する病害性は、脳寄生クドアを除いて低い。しかし、筋肉寄生クドアは商品価値を落とすという意味で水産的に問題とされている。筋肉寄生クドアの肉眼的症状としては、径1~2mmの米粒状のシストを形成するタイプと、ジェリーミートを呈するタイプの2

型が知られている⁸⁾。前者の例はプリの奄美クドア症原因種である*K. amamiensis*、後者の例では各種海産魚に寄生する*K. thyrsites*が有名である。奄美クドア症は、1975年に沖縄で開催された海洋博覧会において、本土から持ち込まれたプリがすべて罹病したことで問題になった。奄美・沖縄海域に限定された風土病と考えられ、それ以降、この地域ではプリ類の養殖は不適とされて現在に至っている。なぜこの地域でしか発生しないのかは今もって不明であるが、この海域に固有の環形動物が生活環に関与するためと推測されている。ジェリーミートについては、日本では昔からマグロ類でよく知られていたが(種類は*Kudoa neothunni*)、世界的には*K. thyrsites*の研究が進んでおり、特に北米で海面養殖されるタイセイヨウサケで産業的被害が大きい。魚が生きているうちは融解しないが、死後1~2日以内に寄生虫由来のプロテアーゼにより筋肉組織が溶け始めるといわれている。

クドア属粘液胞子虫で生活環が解明された種類は、世

図3. ヒラメの筋肉に寄生するクダア属粘液胞子虫

A-C: *Kudoa septempunctata*の生鮮胞子 (AとB) とメチレンブルー染色胞子 (C), D: *Kudoa thyrssites*の生鮮胞子, E: *Kudoa lateolabracis*の生鮮胞子.

界的にも皆無である。しかし、魚体から摘出したクダアの胞子を未感染魚に接種しても感染が成立しないことや、奄美クダア症のように風土病的性質を持つ種類が多いことから、他の一般的な粘液胞子虫と同様、環形動物が介在すると推測されている。

ヒラメに寄生するクダア属粘液胞子虫については、筋肉にシストを形成するタイプは報告されていないが、ジェリーミートを起こす *K. thyrssites* と *K. lateolabracis* の寄生が知られている。その他、脳寄生の *K. yasunagai* と *K. paralichthys*、心臓寄生の *K. shiomitsui* がある (表1)。これら3種はいずれも寄生部位に特異性があるため筋肉クダア症とは無関係と考えてよいが、*K. yasunagai* は *K. septempunctata* と形態的に非常によく似ているので、場合によっては注意が必要かもしれない。

今回、食中毒の原因とされた *K. septempunctata* は、極囊の数が5~7個である点で、ジェリーミートを起こす *K. thyrssites* および *K. lateolabracis* とは明確に区別できる (図3)。しかし、それよりも重要な違いは、シストも形成しなければジェリーミートにもならないので寄生していることが肉眼的にわからないことである。そのため、調理の過程で見逃され、最終的に気づかずに食べてしまうことが問題といえる。

3. *K. septempunctata* の診断法

(1) 検鏡法: 厚生労働省のマニュアルによる胞子数を定量的に計測する方法と、水産庁のマニュアルによる塗抹標本作製して定性的に判定する方法がある。前者

は、ヒラメの肉片をつぶして200 μm と100 μm のメッシュでろ過した後、遠心分離して胞子懸濁液を作製し、血球計算盤で胞子数を測ることで肉1 g当たりの胞子密度を測定する方法である。後者は、ヒラメの筋肉にメス等で切り込みを入れて綿棒で組織片を採取し、スライドガラスに塗抹後、レフレル・メチレンブルー液で染色し、顕微鏡観察により胞子の有無を判定する方法である (図3C)。クダアの魚体内分布はほぼ均一であると考えられているため、調べる部位はどこでもよいのである。ただ、水産庁の方法において傷口を目立たなくさせたい場合は鰓蓋内側の筋肉、魚を締めるために延髄を切断した場合は切開部の筋肉、活魚として出すため魚を殺したくない場合は尾柄部の筋肉から取ることが提案されている (尾柄部の検査後、どれくらいの期間、魚が生残できるかについては未検討)。

上記二つの方法のうち、厚労省による方法のほうが定量的に評価できるが、手間がかかることが難点である。養殖現場で多数の検体をモニタリングするという目的においては、水産庁による方法のほうが実用的であろう。今までの経験上、前者と後者による診断の精度はあまり変わらないようであり、検出限界は 10^4 胞子/gレベルだと考えられる。

(2) PCR法: これも厚労省によるリアルタイムPCR法と、水産庁が推奨する東京大学による通常のPCR法⁹⁾がある。前者は定量性があり多数の検体を迅速に処理できるのがメリットであるが、保存性の高い18S rDNAを標的としているため特異性が低く、ヒラメの筋肉に混合

感染している可能性のある *K. thyrsites* と *K. lateolabracis* も陽性と判定してしまう。そのため、厚労省の診断マニュアルにおいても検鏡検査と併用して確認することを求めている。後者はそれら2種と識別する目的で28S rDNAを標的としたプライマーを設計しているので、特異性が高い。実際には、水産の現場でリアルタイムPCRの機器が整備されているところはまだ多くない現状や、生産段階で食中毒の原因種とそうでない種を早い段階で明確に分ける必要があることを考慮すると、養殖現場では東京大学による通常のPCR法のほうが現実的だと考えられる。しかし、最近では18S rDNAを標的とした *K. septempunctata* 特異的なリアルタイムPCR法も開発されてきており、今後は機器設置の状況や検査の目的により使い分けがなされていくかもしれない。なお、東京大学による通常のPCR法の検出感度は、およそ 10^2 孢子/g レベルだと考えられている。PCR法は検鏡法に比べて100倍感度が高く、孢子だけでなくすべての発育ステージを検出できる点で技術的には優れている。しかし、養殖現場においては、設備・試薬等にコストがかかりPCR操作に手間と時間もかかることから、出荷時の検査には検鏡法が推奨されている。

4. 養殖現場での対策

一般に魚類のクドア症に対する治療薬やワクチンは開発されていないので、当面は養殖期間中に複数回検査を実施して感染魚群を排除していくしかない。検査法は、前述の検鏡法とPCR法を組み合わせ、以下の3段階でチェックしていく体制が提案され、実際に行われている⁸⁾。

(1) 種苗導入時：ヒラメ種苗60尾をサンプリングして、内臓が混入しないように魚体の後半部を切り出した後、10尾ずつプールし6検体としてDNA抽出する。*K. septempunctata* を特異的に検出する東京大学による通常のPCR法を用いて調べ、6検体のうち1検体でも陽性反応が出たら、その魚群は導入しない。6検体すべて陰性の魚群のみ導入し、養殖を開始する。なお、この時点ではクドアはまだ孢子形成していないと考えられるので、検鏡法は有効でない。

(2) 養殖期間中：不定期にPCRまたは検鏡法により検査する。PCR法のほうが検出感度が高いため検鏡法より早期に診断できると考えられる。なお、養殖期間中の頻繁な検査は必須ではないものの、他の原因で死魚が出た場合などにはクドア検査も同時に行っておいたほうがよい。

(3) 出荷前：検鏡法により孢子の有無を調べ、1尾でも陽性が出たら、その魚群は生鮮魚・活魚としての出荷を自粛する。すべて陰性と判定された魚群には検査証明書をつけて出荷する。なお、水産庁の指針によれば、この時点の検査に必要な検体数は30尾とされている。これは、ヒラメ魚群中のクドア寄生率を10%と仮定し

た場合、クドア陰性を信頼限界95%で証明するために算出された統計学的な値であり、OIE (国際獣疫事務局) 水生動物衛生規約でも推奨されている検体数である。しかし、実際には食中毒を起こすほど重度に感染した魚群は、寄生強度(1尾当たりの孢子密度)も寄生率も非常に高いので、ほとんどの場合は十数尾の検査でも見つかるようである。つまり、30尾調べれば安全性は非常に高くなり、検査証明書にも「水産庁の指針に従って調べた」旨を記載できることから、証明書としての価値が高まる。そのため、極力、この指針に従って検査することが望まれる。

ただし、これは養殖期間中に魚群を混ぜないことが前提である。魚の養殖においては、同じ水槽、同じ給餌法で飼育していても魚体サイズにばらつきが生じてくるので、選別をしてサイズをそろえるという作業はごく一般的に行われる。しかし、いったん異なる魚群が混ざってしまったら、感染群と非感染群の混合比率にもよるが、寄生率は非常に低くなって、ごく少数の魚が重度に感染しているという状況が生まれてしまう。そのような魚群から感染魚を見つけ出すことは、極めて難しい。そこで、異なる来歴の種苗や異なる飼育法の魚群は混ぜないように、養殖業者に指導している。

5. ヒラメ養殖場での実態調査

昨年度、実際に食中毒を起こした養殖ヒラメの群(1~2歳)について、2011年2月からほぼ毎月1回10尾ずつ定期的にサンプリングして、上述の検鏡法(孢子密度の測定と塗抹標本中の観察)および通常のPCR法により寄生状況を調べた。その結果、寄生率は検鏡法で50%前後であったが、PCR法では最大100%に達した。孢子密度は $10^4 \sim 10^6$ 孢子/g のレベルであった。ヒラメの有眼側と無眼側における、背側、腹側、中央部の筋肉、および鰓蓋内側と尾柄部の筋肉中の孢子密度は、個体によってばらつきがあったものの、全体として顕著な偏りは見られなかった。食中毒を起こす孢子摂取量の閾値は孢子の絶対数にして 10^7 個のレベルだと見積もられているので⁶⁾、刺身一切れを10g弱とすれば、2~3切れ食べただけでも発症する可能性があることが示された。また、寄生率においても寄生強度においても、季節的な増減は見られなかった。これは *K. septempunctata* の発育・増殖が1年以内に完了してプラトーに達していることを示唆すると同時に、2年以内に治癒する可能性はないことを示す。

6. 今後の検討課題

(1) 寄生強度の基準値の設定

現時点で出荷前検査の判断基準は、検鏡法(自治体によってはPCRも併用)で *K. septempunctata* がいるかないかという結果のみに基づいているが、それでは食中毒にならないレベルの軽度感染魚も陽性として排除して

しまっている可能性がある。そのため、今後は定量的なリスク解析を行って、流通・販売する際の寄生強度（孢子密度）について基準値を設定する必要がある。クドアが人体内で増殖することは考えられず、またこの食中毒には用量依存性があることから²⁾、線引きの根拠となるのは食中毒を起こす最小孢子摂取量になるであろう。前述した「 10^7 個の孢子数」というのは、2010年10月に発生した一つの事例のみから導き出された統計的数値であるが、その時点では人の年齢や体質によっても感受性が異なる可能性があるため基準値を設けるのは時期尚早との意見があった。しかしその後、2011年度も数多くのヒラメによる食中毒事例が発生し、以前に増して詳細なデータが集まってきているはずである。この際、「暫定的」でも構わないので、早急に基準値を設定することが強く望まれる。例えば、もし前述のとおり孢子数にして 10^7 個をラインとするなら、一人当たりのヒラメ摂取量にもよるが、少し多めに見積もって100 g/人とする、寄生強度の基準値は 10^5 孢子/gになる。検鏡法とPCR法の検出限界はそれぞれ 10^4 と 10^2 孢子/gであるから、食中毒を起こすほど重度に寄生した魚を仕分ければよいという目的なら、検鏡法でも十分でありPCRは必ずしも必要でないことになる。すなわち、現場での診断法に科学的根拠が与えられる。

(2) トレーサビリティーの確保

畜産と違って水産では「全頭検査」は不可能であるため、抜き取り検査にならざるをえないが、養殖期間中に種苗や飼育法の履歴が異なるロット（魚群）を混ぜないことが重要であることは前に述べたとおりである。ただ、現在は養殖業者への指導が徹底されており、生産過程におけるロット管理はかなり厳しく行われているという。それに対して、出荷後の流通過程におけるトレーサビリティーの欠如が問題となっている。出荷時のロットはヒラメの尾数にして1,000尾以上の単位と考えられるが、それがロット単位で動いていくわけではないので、少しずつ小分けされてスーパーマーケットなどに卸されていく。その間に出荷時のロットが他のロット、最悪のケースではクドア検査証明書が付けられていないロットと混ざってしまうと、出荷時に検査をする意味がなくなってしまう。水産の場合、畜産のように小売店に並んでいる商品のバーコードから生産履歴を追跡するシステムを構築することはまだ難しいかもしれない。しかし、少なくとも出荷時のロットは混ざらないようなレベルでのトレーサビリティーは確保しなければならないし、流通業界にはそのように意識改革をしてもらうことが望まれる。

(3) 韓国産ヒラメの検査体制の整備

そもそも *K. septempunctata* は築地市場に活魚で輸入された韓国産ヒラメから記載された寄生虫であるが⁴⁾、実際に韓国産ヒラメが原因で食中毒を起こした事例が多数あるといわれている。韓国産ヒラメの輸入量は国産ヒ

ラメの供給が減る9月前後に増えるので、この食中毒の季節性と相関があるように見えるという指摘もある。そこで現在、韓国の特定養殖場2カ所からの養殖ヒラメについて、輸入通関地の検疫所でモニタリング比率を30%として（通関される10ロットのうち、無作為に3ロットを選んで）検査が行われている。しかし、検査のカテゴリーが「微生物」扱いであるため、検体数は1ロット当たり1尾でよいことになっている。前述のように、水産庁が推奨する検体数が30尾であることと比べると、韓国産ヒラメの輸入時の検査は極めて甘いと言わざるをえない。韓国から輸出される際は、韓国側で特に行政指導があるわけではなく、韓国の民間機関による検査を自主的に実施している業者が少数ある程度である。このような日韓政府機関による対応の遅さは、日本国内でも「基準値」の設定などきちんとした措置が取られていないことに起因する。一方的に韓国にだけ措置を課すわけにはいかないので、食中毒事例が発生してから個別対応していくしかないというのが現状である。しかし、それでは対応が後手に回ってしまい、行政処分される飲食店や食中毒になる消費者の被害はいつまで経っても減ることはない。こうした意味でも、早急に国内で基準作りをすることが望まれる。業界からは、このクドアによる食中毒を「新しい食中毒」としてWHO（世界保健機関）等の国際機関に報告し、WHOによって世界各国に注意喚起してもらうよう働きかけてもよいのではないかとという提案さえある。

(4) 生産現場での感染防除法の開発

ここまでの議論は、感染を受けた魚群が既に存在する中から、いかに検査を精緻に行って感染魚を除去していくかという発想に基づいている。しかし、それではどうしても漏れが生じることは避けられず、根本的な対策にはならない。また、検査により陽性と判定され廃棄処分となった場合の経済的損失をだれが補償するのかという現実的な問題も指摘されている。今後は、種苗生産場あるいは養殖場において、感染源を元から断つことで感染魚を作らない方法を開発していく必要がある。そこで現在、感染が起こる地域や時期を特定するため、感染の実態調査を行っている。感染地域が特定されれば、その地域の種苗生産場では相応の感染防除対策を講じるべきであるし、感染時期が特定されれば、その時期を外した生産計画を立てることで感染を防ぐことができる。

種苗生産場での感染防除策としては、まず給水処理によって放線孢子虫の侵入を防ぐこと、具体的には物理的ろ過やUV照射などが考えられる。一般に海産の放線孢子虫は微小なもの（10 μ m以下）が多く、砂ろ過程度では完全に防除できないかもしれないので、さらに細かいメッシュでろ過することも検討する必要があるであろう。また、感染場所が特定されれば、周辺の沿岸に生息する環形動物を調査して生活環を明らかにする研究を行うべきである。もし解明されれば、その環形動物を除去

するような対策を講じることができる。しかし、天然海域に生息する特定の環形動物を駆逐するのは不可能に近いので、その環形動物の分布域とは異なる場所（あるいは水深）に取水口を移動することなどが検討される程度かもしれない。

養殖場でも感染が起こるとなると、種苗生産場に比べて規模が大きいことから、給水处理などの対策は実用的でない。一般に魚がある一定以上の大きさになると感受性が低下する（抵抗力がつく）という性質があるので、少なくとも食中毒を起こすレベルの重度感染は受けなくなるような魚のサイズを特定する必要がある。完全に感染を防除することはできないかもしれないが、食中毒の被害を軽減するという点においては、意味のある対策になるであろう。

7. おわりに

2011年4月25日に厚労省で開催された薬事・食品衛生審議会の発表は、ヒラメ養殖業界にとって青天の霹靂であった。それ以降、養殖ヒラメの流通は停滞し単価も下がっている。マスコミ報道があった一時期よりは回復してきたものの、年末年始には食中毒による営業停止のリスクを避けるためヒラメ自体の使用を自粛する業者も増え、消費は減少傾向にあるという。しかし、国内のヒラメ養殖業者の自主的な努力により、種苗導入時から出荷時までの多段階検査が徹底され、国産養殖ヒラメについてはほとんど問題ないレベルにまで安全性は高まっている。

ただし、前述のように流通と輸入の段階にまだ問題が残っている。特に流通については水産業界の構造的な問題といえるが、今回は食中毒という末端にまで影響を及ぼす事態が生じているわけであるから、根本的な改革が必要であろう。例えば、昨今、話題となっている6次産業化は農林漁業者の加工・販売への進出により事業を多角化して付加価値を得ようというものである。もし養殖業者が流通・販売にまでかかわれば、出荷先でロットが混ざるような事態を避けることができ安全性の保障も可能になるため、一考の価値はあるかもしれない。

今後なすべきことは、まず行政が日本国内で安全性の基準を整備すること、そして生産者が研究者と一体に

なって防除対策と検査体制を確立し実施することである。水産業界の古い体質であった「臭いものに蓋をする」とか「何となく忘れ去られるのを待つ」という姿勢は、もはや通用しない時代である。情報はすべて公開し体制をきちんと整備したうえで、ヒラメの「安全宣言」を出してこそ消費者の信頼を回復できるはずである。

文 献

- 1) 小西良子：病因物質不明有症事例—提言までの道のり—, 食品衛生研究, **61**, 7-12 (2011).
- 2) 小西良子, 福田 穰：実験動物を用いたヒラメに寄生するクダア属の嘔吐毒性評価, 平成22年度厚生労働科学研究費補助金「生鮮食品を共通食とする原因不明食中毒に対する食品衛生上の予防対策」総括・分担研究報告書, 21-27 (2011).
- 3) 倉敷市保健所：従来の疫学的手法で解明できない事例のための新たな調査手法の検討, 平成21年度地域保健総合推進事業報告書, 1-41 (2010).
- 4) Matsukane, Y., Sato, H., Tanaka, S., Kamata, Y. and Sugita-Konishi, Y.: *Kudoa septempunctata* n. sp. (Myxosporea: Multivalvulida) from an aquacultured olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) imported from Korea. Parasitol. Res., **107**, 865-872 (2010).
- 5) 大西貴弘：Kudoa septempunctataを原因微生物とする食中毒, 食品衛生研究, **61**, 13-20 (2011).
- 6) 八幡裕一郎, 小西良子, 豊川貴生, 中村奈緒美：ひらめ喫食と発症の疫学調査. 平成22年度厚生労働科学研究費補助金「生鮮食品を共通食とする原因不明食中毒に対する食品衛生上の予防対策」総括・分担研究報告書, 66-77 (2011).
- 7) 横山 博：粘液胞子虫病, 改訂・魚病学概論, 小川和夫・室賀清邦編, p.102-107, 恒星社厚生閣, 東京 (2008).
- 8) 横山 博：ヒラメのクダアによる食中毒について, アクアネット, **14**, 50-53 (2011).
- 9) 横山 博：ヒラメの筋肉に寄生するクダア属粘液胞子虫3種の診断法. 平成22年度厚生労働科学研究費補助金「生鮮食品を共通食とする原因不明食中毒に対する食品衛生上の予防対策」総括・分担研究報告書, 55-59 (2011).
- 10) Yokoyama, H., Grabner, D. and Shirakashi, S.: Transmission biology of the Myxozoa: Aquaculture/Book 2. Yoayurtcuaylu, B. (ed.), in press, InTech, Croatia (2012).