

# Ⅰ. 総括研究報告

研究代表者 小川 和夫

公益財団法人 目黒寄生虫館

平成 30 年度厚生労働行政推進調査事業  
(厚生労働科学特別研究事業)  
総括研究報告書

カツオの生食を原因とするアニサキス食中毒の発生要因の調査と  
予防策の確立のための研究

研究代表者 小川 和夫 (公益財団法人 目黒寄生虫館 館長)

**研究要旨** アニサキス食中毒のうち、カツオが原因食品として疑われる事例については、平成 29 年までは食中毒統計で年間に最高 10 件であったの対し、平成 30 年は 7 月末の段階で既に 60 件の事例数が報告された。このような状況を踏まえ、平成 30 年のカツオを原因とするアニサキス食中毒が多発した原因を解明するため、海況やカツオの回遊に関する資料を集め、関係者に聞き取りを行い、カツオにおけるアニサキスの寄生状況を調査した。また、東京都と福島県でカツオの生食に起因することが疑われる食中毒患者から得たアニサキスの同定を行った。以上の調査から、下記の成果を得た。

「1. カツオの内臓除去の違いによるアニサキスの寄生調査と予防策の確立に向けた研究 (鈴木 淳)」では、2018 年 8 月～11 月に漁獲されたカツオ 90 尾を対象に、漁獲直後、水揚げ後、流通後の 3 段階 (各 30 尾) に分けてカツオの内臓除去の時期を変え、アニサキスのカツオ筋肉部への侵入状況を調査した。その結果、97.8% (88/90 尾) のカツオからアニサキス計 678 虫体 (内 *Anisakis simplex sensu stricto* (As): 554 虫体) が検出され、漁獲直後、水揚げ後、流通後のいずれの段階においても一部のカツオの腹側筋肉部から計 47 虫体の As が検出された。漁獲直後に内臓除去したカツオからも腹側筋肉部より As が検出されたこと、筋肉中のアニサキスの組織切片像にカツオによる反応性所見が観察されたことからカツオの生存時に As が筋肉部へ移行していたことが明らかとなった。また、2018 年 5 月に千葉県東沖などで漁獲されたカツオ 10 尾を対象にアニサキス寄生調査を実施し、9 尾からアニサキス計 132 虫体 (内 As: 109 虫体) が検出された。一方、都内でも食中毒が疑われたヒト由来アニサキスの検査依頼 82 事例 (106 検体) 中 23 事例 (31 検体) でカツオを喫食しており、31 検体すべてが As と同定された。都内および千葉県内の飲食店営業と魚介類販売業、宮崎県宮崎市の魚介類販売業におけるカツオの冷凍の有無等に関するアンケート調査の結果、飲食店営業の 75% 以上が冷蔵カツオを取り扱っていた。冷凍したカツオを提供・販売することが困難な場合には、カツオの腹側筋肉を除去し、背側筋肉のみを生食用として用いることで、カツオを原因としたアニサキス食中毒の多くが防止可能であると考えられた。

「2. カツオにおけるアニサキスの寄生状況調査：漁獲地ごとの種組成と寄生部位 (小川和夫)」では、日本近海産カツオにおけるアニサキス類の寄生状況を把握するため、寄生す

るアニサキス類の種組成と種ごとの寄生部位を調査した。2018年5月～11月に東日本の太平洋側、西日本の日本海側および南西諸島で漁獲されたカツオを調査対象とした。一部の検体は冷凍カツオを使用した。内臓および筋肉中より虫体を摘出し、実体顕微鏡下での形態観察、および遺伝子解析（リアルタイムPCRまたは*cox2*遺伝子領域の塩基配列決定）により種を同定した。カツオから検出されたアニサキス類は4種で、*A. simplex sensu stricto* (As) と *A. pegreffii* (Ap) が大半を占め、ほかには *A. berlandi* (Ab) と *A. physeteris* (Aph) は少数であった。太平洋側のカツオでは全個体の内臓にアニサキスが検出された。種構成はAsが優占で、次いでAbとAphが認められ、Apは1虫体のみ検出された。また、40尾中8尾の筋肉でアニサキス寄生がみられ、種は全てAsであった。一方、日本海側のカツオでも全個体の内臓からアニサキスが検出されたが、それらは全てApであった。筋肉への寄生は観察されなかった。南西諸島産のカツオで半数の個体の内臓からアニサキスが検出され、Aphが最も多く、ほかにAsが検出された。筋肉への寄生は認められなかった。今回の調査で、アニサキス寄生が筋肉に認められたのは太平洋側のカツオのみで、種はAsのみであった。組織学的観察では、筋肉内のアニサキスは宿主組織に被包されており、筋肉への虫体の移動がカツオの生存時に起きたことは明らかであった。現在の生鮮カツオの低温での流通形態を考慮すると、漁獲から消費されるまでに内臓から筋肉へ移動する可能性も極めて考え難い。2018年春にカツオの生食に起因するアニサキス食中毒が多発した原因は、アニサキスの筋肉寄生が例年より多かったためと推測される。

「3. カツオの漁獲および資源に関する聞き取り調査によるアニサキス症発生原因の推定（鈴木 淳）」では、2018年4月、5月に報告例の多かったカツオの生食によるアニサキス食中毒の原因調査のため、カツオの回遊経路や水揚げ地におけるカツオの漁獲水域や漁獲後の温度管理、水揚げ後のカツオの流通状況についての聞き取り調査を行った。いわゆる初カツオは、例年、4月に小笠原諸島周辺海域や伊豆諸島周辺海域で漁獲され、大きさは2 kg 前後の痩せ型の魚体であるが、2018年の初カツオは、伊豆諸島三宅島周辺で大量に漁獲され、脂ののりが良くオキアミを大量に捕食していたことが聞き取り調査により明らかとなった。これは2017年9月以降の黒潮の大蛇行により例年より海水温が高い状態が継続し、カツオの一部が日本近海でアニサキスの中間宿主や待機宿主であるオキアミやカタクチイワシを長期間捕食したためではないかと推察された。また、漁獲から水揚げ、水揚げから販売までの流通における魚の温度管理は適切に低温維持されていると考えられた。

「4. カツオの消費地（福島県）における聞き取り調査（小川和夫）」では、カツオが推定原因食品であるアニサキス症の年間事件数の1/4以上が報告された福島県において、スーパーマーケットと食品加工会社を対象に、カツオの販売・取り扱い状況および実施したアニサキス症対策について聞き取り調査を行った。その結果、各施設が様々な対策をとっていた一方、その方法は統一されていないことが明らかとなった。今後、適切な処理方法を検討したうえでガイドラインを作成し、それを広く普及していくことがアニサキス症予防に重要と

考えられる。

「5. 福島県におけるカツオの生食を原因とするアニサキス食中毒：発生状況調査と原因種の同定（杉山 広）」では、福島県で2018年に多発したカツオの生食を原因とするアニサキス食中毒は、いわゆる初カツオの時期（4～6月）を中心に全県で発生したが、食中毒事例から検出された虫体は *Anisakis simplex sensu stricto* (As) および *Anisakis pegreffii* (Ap) と同定され、前者は本研究班でもカツオの腹側筋肉から検出していることから、本食中毒の重要な原因虫種の一つになると考えられた。

「6. 宮城県気仙沼港に水揚げされたカツオからのアニサキス虫体の検出と種同定（杉山 広）」では、東京の市場で販売されていた気仙沼産のカツオを購入し、アニサキス虫体の検出と虫種の同定を実施して、人体寄生種が筋肉から検出されるのかを検索した。宮城県気仙沼港に水揚げされたカツオ10尾を検索し、総ての個体からアニサキス虫体を検出した（合計70虫体、1尾平均は7虫体）。ただし内臓からの検出が主で、筋肉（腹側筋肉）は1尾から1虫体の *Anisakis simplex sensu stricto* (As) 検出に留まった。

「7. 魚介類販売店における生食用カツオの販売に先立つ処理方法の調査（杉山 広）」では、東京、名古屋、大阪にあるデパートの海産魚販売店（合計16店舗）で生食用カツオの販売状況を調査した（2018年10～11月）。6店舗では生食用カツオの取扱いを中止し、8店舗では冷凍後のカツオを生食用に販売するなど、アニサキス食中毒の発生予防対策が採用されていた。しかしながら、本研究班の報告でも明らかのように、アニサキス虫体が検出されたのは、カツオの腹側筋肉だけであった。したがって、背側筋肉は従来通りに生食用として販売し、腹側筋肉は冷凍後に生食用として販売することで、消費者がカツオの生食を楽しむことに大きな問題はないと考えられた。

「8. 「アニサキス形態同定に関する手順書」の作成（杉山 広）」では、検査におけるアニサキスの形態同定に必要な情報について検討した。患者から摘出された虫体、あるいは魚介類や食品残品等から検出された虫体が、アニサキスであるとの同定に関しては、検査のための公定法が見当たらない。また画像を示しながら、形態同定の要点を簡便に記述した資料も乏しい。そこで「アニサキス形態同定に関する手順書」を作成した。

#### 研究組織

研究代表者	小川 和夫	公益財団法人	目黒寄生虫館
研究分担者	鈴木 淳	東京都健康安全研究センター	
	杉山 広	国立感染症研究所	寄生動物部
研究協力者	巖城 隆	公益財団法人	目黒寄生虫館
	脇 司	公益財団法人	目黒寄生虫館
	高野 剛史	公益財団法人	目黒寄生虫館

村田	理恵	東京都健康安全研究センター
神門	幸大	東京都健康安全研究センター
小林	甲斐	東京都健康安全研究センター
田崎	穂波	千葉県衛生研究所
清藤	秀理	国際水産資源研究所
島先	陽輔	高知県黒潮町役場
門馬	直太	福島県保健福祉部食品生活衛生課
菅野	奈美	福島県衛生研究所
塚田	敬子	福島県衛生研究所
橋本	正行	福島県県北保健福祉事務所
齊藤	浩二	郡山市保健所
鈴木	博	いわき市保健所
森嶋	康之	国立感染症研究所寄生動物部
賀川	千里	国立感染症研究所寄生動物部
山中	祐二	日本食品検査首都圏事業所

## A. 研究の目的

アニサキス食中毒事例数を食中毒統計に紐解くと、平成 13 年の 88 件から平成 29 年には 230 件と漸増する傾向にあった。主たる理由は、平成 12 年 12 月にアニサキス食中毒が発生した場合には、地域保健所に届け出ることが義務付けられたためと思われる。そのなかでカツオが原因食品として疑われるアニサキス食中毒事例は少なく、平成 29 年までは最も多い年でも 10 件にとどまっていた。したがって、これまでにアニサキス食中毒の原因となる魚として、カツオは重点的に調査されることはなかった。しかし、平成 30 年の 4 月～5 月のいわゆる初カツオの時期に、カツオの生食が原因と疑われるアニサキス食中毒事例が急増し、7 月末の段階で 60 件に達した。これに対し、これまでアニサキス食中毒の主たる原因であったサバ類やサンマによる食中毒患者数には特段の変化は見られなかった。このよう状況を踏まえ、カツオの生食に起因するアニサキス食中毒事例が急増した原因を解明する必要が生じた。そのため、カツオの分布、回遊経路や漁獲量・漁獲水域、漁獲されたカツオの流通の実態調査をするとともに、平成 30 年に漁獲されたカツオにおけるアニサキスの種組成や寄生状況を調査することによって、カツオの生食に起因するアニサキス食中毒事例が急増した原因を解明すること、および予防策を検討し、関係者に注意喚起等を行うことを目的とした。

## B. 研究方法

研究方法は以下のとおりである。

- (1) カツオにおけるアニサキスの寄生状況の調査：1) 漁獲されたカツオを漁獲直後、水揚

げ時、流通時の3段階に区分し、各段階30尾、計90尾の内臓、腹側筋肉、背側筋肉におけるアニサキスについて、形態と遺伝子解析による種同定、種ごとの寄生状況の調査を行った。形態では、既報の方法により、アニサキス症に関わる検査依頼検体およびカツオから抽出されたアニサキス第3期幼虫の頭部の穿歯、胃および尾部の突起等を実体顕微鏡下で確認し、アニサキスI型～IV型幼虫に分類した。遺伝子解析では、形態学的にアニサキスI型幼虫に分類された虫体からDNA抽出後、核リボソームDNAのITS1領域を対象とするPCR増幅、増幅産物の遺伝子配列の解読を実施して、原因種を分子同定、またはAs、Apおよび*Anisakis berlandi* (Ab)の3種の鑑別が可能なアニサキスのrDNA ITS1領域とrDNA ITS2領域に設計したプライマーおよびTaqMan MGBプローブによるmultiplex real-time PCR法により虫種同定を行った。また、で遺伝子増幅の認められない検体、またはハイブリッドの検体については、既報の18S rDNA ITS領域またはミトコンドリア*cox2*遺伝子を標的としたコンベンショナルPCRおよびシーケンス解析により虫種同定を行った。これにより、カツオ生体におけるアニサキスの種ごとの寄生部位を明らかにするとともに、漁獲から消費地に至る間のアニサキスの動向（内臓から筋肉への移動の有無等）を明らかにした。2）前項を補足する目的で、太平洋側、日本海側、南西諸島で漁獲されたカツオ計60尾（都健安研25、目黒寄生虫館25、感染研10）について、同様の方法でアニサキス寄生状況を調べた。

（2）漁獲から販売までの実態調査：1）カツオの漁獲海域、時期、漁獲から消費地への輸送までの時間・温度管理等について、例年との違いも含め、関係事業者（宮城県気仙沼市、千葉県勝浦市、高知県、宮崎県）からのヒアリングを行い、アニサキス食中毒増加の要因を検討した。2）カツオの生態（回遊場所等）及び生育環境の変化について、国際水産資源研究所（静岡市）でヒアリングを行い、アニサキス食中毒増加の要因を検討した。3）魚介類販売店、飲食店等（東京都、千葉県、福島県）に衛生管理等についてアンケートやヒアリングを行い、発生要因、予防対策等を検討した。

#### 倫理面への配慮

研究期間中もカツオは漁獲され、生食用として販売されていたため、研究で得られた情報の取扱いに留意し、風評被害等の影響が出ないように配慮した。

### C. 研究成果

研究成果は以下のとおりである。

「1. カツオの内臓除去の違いによるアニサキスの寄生調査と予防策の確立に向けた研究（鈴木 淳）」では、1）カツオにおけるアニサキスの寄生状況を、漁獲直後、水揚げ時、流通時の3段階に分けて、各段階で30尾を検査した結果、いずれの段階においても内臓と筋肉からアニサキスが検出された。内臓のほうが筋肉よりも寄生数が多い傾向にあった。90尾中14尾の腹側筋肉よりカツオ1尾あたり最高で20虫体が検出された。一方、背側筋肉からはアニサキスは見つからなかった。形態と遺伝子による解析の結果、内臓の虫体は

*Anisakis simplex sensu stricto* (As), *Anisakis pegreffii* (Ap), *Anisakis physeteris* (Aph), *Anisakis berlandi* (Ab), *Anisakis typica* (At)の5種，腹側筋肉の虫体はAsのみであった。これによって，Asは漁獲直後からカツオの筋肉内に寄生していることが明らかとなった。2) 追加の25尾についても，As, Ap, Aph, Ab, Atの5種が検出され，筋肉寄生は腹側のみで，太平洋側のカツオ10尾中2尾，南西諸島のカツオ10尾中1尾からAsが検出された。3) 2018年9月以降に東京都351，千葉県194，宮崎県47の飲食店業者を対象に行ったアンケート調査では，東京都と千葉県の70%を超える業者が冷蔵カツオのみを販売していた。アニサキス対策として，目視による確認，早めの内臓除去，まな板等の洗浄が一般的に行われていたが，腹部筋肉除去(すなわち，腹身を販売しない)によって対応する業者も目立った(東京都では過半数，千葉県と宮崎県では70%以上)。また，方法に科学的根拠はないが，三枚等におろした後，冷蔵庫内で冷却すると筋肉中からアニサキスが出てくるという「冷やし込み」と呼ばれる検出をかなりの事業者(魚介類販売業，飲食店営業)(24%~43%)が行っていた。

「2. カツオにおけるアニサキスの寄生状況調査：漁獲地ごとの種組成と寄生部位(小川和夫)」では，1) 太平洋側および日本海側で漁獲されたカツオについて，全ての魚の内臓からアニサキスが検出されたが，1尾あたりの数は1~53と，大きな変異が見られた。筋肉については，太平洋側では40尾中8尾(注：そのうち30尾中4尾は「1. カツオの内臓除去の違いによるアニサキスの寄生調査と予防策の確立に向けた研究(鈴木 淳)」のカツオのデータと重複)の腹側筋肉からアニサキスが検出されたが，日本海側のカツオでは筋肉寄生は見られなかった。南西諸島については，内臓のみ10尾中5尾から検出されたが，寄生率は低く，寄生数も最大3虫体と少なかった。内臓寄生はAs, Ap, Ab, Aphの4種で，太平洋側ではAsが優占で，日本海側では全てAp，南西諸島産ではAphが優占と漁獲域によって種組成が異なった。2) アニサキスは腹腔内の内臓表面にとぐろを巻くか，やや伸びた形で薄膜内に被囊した状態で付着しており，一部はいくらか臓器に埋没して寄生していた。最も多く検出されたのは消化管(胃・幽門垂・腸)の表面で，特に幽門垂表面に多くみられ，次いで多かったのは腸表面であった。寄生部位を種ごとにみても，Asだけが筋肉から検出された。As, AbおよびAphについては，幽門垂表面から検出される割合が最も多かったが，Apに関しては腸表面，特に腸の末端部，肛門の近くで多数検出された。3) 筋肉内の虫体は，3枚おろしの段階で見つかることはまれで，ほとんどの場合，筋肉組織を薄く伸展してキャンドリングで観察した際に確認された。いずれの場合も虫体はとぐろを巻いていた。組織標本の顕微鏡観察においては，内臓表面の虫体も筋肉組織内の虫体も宿主組織に被包されていたが，被包による影響は見られなかった。

「3. カツオの漁獲および資源に関する聞き取り調査によるアニサキス症発生原因の推定(鈴木 淳)」では，1) 国内のカツオ一本釣り漁業は，例年2月から11月にかけて行われる。通常，2月，3月に漁獲されるトカラ・南西諸島周辺海域，小笠原諸島南海域，ミクロネシア北海域で漁獲されるカツオは，大きさが6kg~8kgの個体が多く，4月以降に本州沖まで接近することなく赤道付近へ南下または同海域に留まる個体と考えられる。一方，いわ

ゆる初カツオは、例年4月に小笠原周辺海域、5月に伊豆諸島海域で漁獲されるカツオで、大きさが1.5kg～3kgの個体が主体で、夏場にかけて三陸沖まで北上していく。高知県漁業組合からの情報提供で、2016年から2018年の初カツオ（4月、5月水揚げのカツオ）の漁獲量に大きな変化は認められなかったが、2018年4月のカツオの漁場が前年までとは異なっていたとの話があった。また、2017年までの初カツオは、沖縄周辺（トカラ・南西諸島）海域や小笠原周辺海域が漁場となるが、2018年では三宅島周辺に大きな漁場が形成されており、同海域で漁獲されたカツオが全国に流通していた。また、三宅島周辺海域で大きな漁場が形成されたのは、初めてのことであったとの情報提供を受けた。これらの漁場に関する情報は宮崎県宮崎市、千葉県勝浦市でも同様の話を聞いた。2）漁獲から水揚げまでのカツオの温度管理については、通常、ブラウン液による間接冷却により、船内魚槽温度は0.5℃に設定されている。2018年に関しては、漁獲水域と水揚港が近接していたため、魚槽温度が一時6℃近くまで上昇した可能性があるものの、ほぼ4℃以下で保存されていると報告された。3）国際水産資源研究所での聞き取り調査によれば、日本近海で漁獲されるカツオは、黒潮沿いに北上する経路、伊豆・小笠原列島沿い経路、伊豆列島東側の太平洋上を広く北上する東沖ルートなどが考えられていること、日本に北上したカツオは、海水温の低下とともに南下していくが、日本近海で漁獲される初カツオの尾叉長が40～60cm（1～2歳）であることから、翌年に同じ個体が再北上はしないと考えられているとの情報提供があった。

「4. カツオの消費地（福島県）における聞き取り調査（小川和夫）」では、1）聞き取り調査を実施した6施設全てで、生カツオの取り扱いがあった。また全施設が冷凍すると品質が落ちるとの認識で、いずれの施設もカツオを丸のまま仕入れ、柵や刺身に加工していたが、一部冷凍の柵を仕入れて販売している場合もあった。2）スーパーマーケットで行われている主要なアニサキス症対策として、目的・手法の異なる3点が認められた： 内臓から筋肉へのアニサキス移行を防ぐため、仕入れ後直ちに加工する、アニサキスを目視で確認・除去する、アニサキスを物理的に殺傷する。いずれも、カツオの喫食によるアニサキス症が盛んに報告されるようになって以降に実施、あるいは特に気にかけているようである。については、対象とした4店舗で「鮮度が落ちるとアニサキスが内臓から筋肉へ移行する」との認識であった。残る1店舗では、担当者が実地調査を行っており、「流通前からアニサキスは筋肉に寄生している」と認識していた。については、加工時に注意深く観察する以外に、2店舗では紫外線ブラックライトによる確認を行っていた。他方3店舗では、ブラックライトで検出可能なのは表面に付着するアニサキスのみであり、導入の予定はないとする回答であった。また、アニサキスを検出する目的で、長時間冷蔵する「冷やし込み」を実施しているのは2店舗であった。これらとは別に、1店舗では暗室内で可視光により身を透過し、アニサキスの有無を検査していた。では、3店舗で身に飾り包丁を入れる、あるいは白髪ねぎを作る際に用いる「ネギカッター」で身に切れ目を入れるといった対応が聞かれた。ただし、カツオは身が軟らかくこの処理が難しいため、うち2店舗では現在は実施していない



とのことであった。3) 上述の ~ 以外にも、店舗によってさまざまな対策がとられていた。例えば、柵での販売自粛(アニサキスが多いと考えられる)腹身を全て加熱用とする、eラーニングを用い従業員に基礎知識を浸透させるなどが挙げられる。また2店舗では、内臓にアニサキスが多数みられると筋肉にも寄生しているリスクが高いと考え、加工の際に内臓表面を目視で確認し、その寄生状況により生食用とするか加熱用とするかを定める、あるいは破棄する場合があったようである。

「5. 福島県におけるカツオの生食を原因とするアニサキス食中毒:発生状況調査と原因種の同定(杉山 広)」では、1)福島県から報告されたアニサキス食中毒の年別の発生状況については、2013年から16年の4年間、3件以下の少数に留まったが、2017年には11件、2018年には58件を数えた。またカツオを原因食品とする事件数は、2017年は5件(アニサキス食中毒全体の46%)、2018年は33件(同57%)であった。2)2018年の月別の発生状況を見ると、33件のカツオ生食アニサキス食中毒のうち、24件(73%)が、4月から6月の「いわゆる」初カツオの時期に発生したことが分かった。また「いわゆる」戻カツオの時期(10月と11月)には、カツオ生食によるアニサキス食中毒は、届出がなかったことも明らかとなった。3)2018年の地域別の発生状況では、事件数は地域により異なったが、カツオを原因とする食中毒の割合は各地域間でおおむね一致し(50~62%)、2018年には福島県全域でカツオ生食によるアニサキス食中毒が発生したものと考えられた。4)2018年に医療機関で患者から摘出され、保健所等においてアルコールあるいはホルマリン固定の状態で見守られていた虫体は、9件に由来する合計15虫体であった。この15虫体のうち、多くが虫体の一部分あるいは大部分を破損しており、形態に基づくタイプ分類は少数について実施できたに過ぎなかった。しかし形態観察できた虫体は、いずれも長方形の胃を有し、*Anisakis* type Iの特徴を示した。次に常法に則した遺伝子同定を試みた。その結果、Apが10虫体、Asが4虫体、hybrid genotypeが1虫体との結果を得た。事例の発生時期と虫種同定の結果を比較すると、7月9日以前に発生した事例由来の虫体はAp(6件・10虫体)、7月16日以降に発生した事例由来の虫体はAs(3件・4虫体、これにhybrid genotypeが1虫体加わる)となった。5)カツオ生食によるアニサキス食中毒に関与した魚介類販売施設(19施設)と関与のない施設(50施設)に立入り(計69施設、2018年4月~8月)、仕入、処理、販売等に関して実態調査し、食中毒発生(予防)との関連を推察させるような要因の抽出に努めた。

「6. 宮城県気仙沼港に水揚げされたカツオからのアニサキス虫体の検出と種同定(杉山 広)」では、1)気仙沼産の10尾のカツオは、全尾ともアニサキス虫体陽性であった。筋肉寄生も1尾に認めた。この10尾から合計70虫体が検出されたが、1尾から検出された1虫体(腹側筋肉から検出)を除き、総て内臓からの検出であった。参照データになるが、勝浦産の6尾のカツオも、全尾ともアニサキス虫体陽性であった。筋肉寄生も2尾に認めた(腹側筋肉)。この6尾から合計42虫体の虫体が検出されたが、2尾から検出された4虫体(いずれも腹側筋肉から検出)を除き、総て内臓からの検出であった。2)検出された虫体を形

態分類と分子同定した結果、気仙沼産の1尾のカツオから検出された筋肉由来の虫体はAsであった。同じく気仙沼産のカツオから検出された69虫体の内臓由来の虫体は、52虫体がAs、2虫体がAt、15虫体はAphであった。勝浦産の2尾の筋肉由来の虫体4虫体は総てAs、38虫体の内臓由来の虫体は25虫体がAs、13虫体はAphであった。

「7. 魚介類販売店における生食用カツオの販売に先立つ処理方法の調査(杉山 広)」では、日本の3大都市(東京、大阪、名古屋)にあるデパートの海産魚販売店では、6店舗で生食用カツオの取扱いを中止し(1店舗ではアニサキス食中毒の発生を予防するためと明言)、8店舗で冷凍後のカツオだけを生食用に販売していた(1店舗では食味より、アニサキス食中毒という健康被害の発生を予防することが優先されるとの発言を確認)。これらの店舗のうち数箇所では、いずれも行政指導を受けたからでなく、自主的な判断に基づく対応であるとの発言を得た。ただし東京のデパートにある海産魚販売店の1店舗では、従来通りに冷蔵で生食用カツオを販売していた。この店舗では、カツオの生食によるアニサキス食中毒に関して、情報を共有していないことが確認された。

「8. 「アニサキス形態同定に関する手順書」の作成(杉山 広)」では、「アニサキス形態同定に関する手順書」を添付した。なお患者由来虫体の同定にも使用が可能なことを、実際に確認している。

## D. 考察

「1. カツオの内臓除去の違いによるアニサキスの寄生調査と予防策の確立に向けた研究(鈴木 淳)」では、内臓除去の時期にかかわらず、Asがカツオの筋肉に移行していることが判明した。また、筋肉に移行したアニサキスの組織切片から宿主側の組織反応により形成された被包状態のアニサキス像が確認できた。これらのことから、Asはカツオの生存時に筋肉に移行していることが明らかとなった。東京都が実施した2012年~2016年の宮城県産、千葉県産および東京都産のカツオ26尾を対象としたアニサキスの寄生調査と2018年8月~11月および2018年5月のAs相対寄生数と比較すると1/4~1/7の寄生数であったことから、2018年のカツオには、例年よりAsが多数寄生していたと考えられた。2018年に都健安研に検査依頼のあったカツオを原因としたアニサキス食中毒における虫体は、すべてAsであった。したがって、カツオにおけるアニサキスの寄生状況をモニタリングし、Asの寄生数が多い場合には、注意喚起を行っていく必要があると考えられた。

2018年9月以降の東京都と千葉県の飲食店営業や魚介類販売業を対象としたカツオの取扱いに関するアンケート調査では、70%を超える業者が冷蔵のカツオのみを取り扱っていた。これは生鮮カツオを冷凍処理した場合には、商品価値の低下が避けられないためと考えられた。さらに、現在の近海ものカツオの流通システムでは、冷凍保存には多額の設備投資が必要となることから、アニサキス対策のためにカツオの冷凍流通は現実的ではないと考えられた。アニサキスは低温下(4°C)では、運動性がほとんど失われるが、「冷やし込み」という科学的根拠が明確になっていないアニサキス対策が24%~43%の事業者で実施

されていたが、都内の飲食店営業におけるマニュアル作成や研修が11%以下であった。以上のことから、特に都内の飲食店営業に対するアニサキス食中毒に関する正しい情報の普及啓発が必要であると考えられた。

「2. カツオにおけるアニサキスの寄生状況調査：漁獲地ごとの種組成と寄生部位（小川和夫）」では、東日本の太平洋側（千葉県から岩手県）の40尾、西日本の日本海側（山口県）の5尾、および南西諸島の10尾を調査した。太平洋側および日本海側については、全てのカツオの内臓からアニサキスが検出された。しかしながら、その種構成は大きく異なっており、太平洋側ではAsが優占である一方、日本海側で検出されたのはApのみであった。また、南西諸島産のカツオでは、アニサキスの寄生が見られたのは検体の半数で、寄生率は低く、寄生幼虫数も最大3虫体と明らかに少なかった。検出された種も、太平洋側・日本海側とは異なり、Aphが優勢であった。筋肉からのアニサキスの検出は太平洋側のカツオのみに認められ、日本海側・南西諸島産のカツオの筋肉にはアニサキスは見られなかった（注：前項「カツオの内臓除去の違いによるアニサキスの寄生調査と予防策の確立に向けた研究（鈴木 淳）」では10尾中1尾の筋肉にアニサキスを検出）。このように3つの大きな海域の間では、カツオに寄生するアニサキスの種構成に大きな差異が認められ、回遊ルートの異なる魚群の存在が示唆された。マサバを対象としたアニサキス感染状況調査で（鈴木・村田，2011，東京健安研セ年報，62: 13-24），日本海産（長崎県～新潟県）のマサバのアニサキスの80%以上がApであり、一方、太平洋側（高知県～青森県）のマサバでは80%以上がAsであったという結果が得られている。カツオでも、このようなアニサキスの分布の違いが当てはまると考えられる。太平洋側のカツオについては、漁獲海域と時期の異なる9群を調査したが、これらの海域・時期間のアニサキスの種構成の大きな違いは認められなかった。

寄生部位については、アニサキスは主にカツオの消化管（胃・幽門垂・腸）の表面から検出された。筋肉からの検出数はそれに次いでいた。カツオにおいても、アニサキスが筋肉内から検出される機会は少なくないことが明らかになった。

カツオに寄生したアニサキスの種構成を解析したところ、筋肉に寄生していたのはAsのみであったことと、As、AbおよびAphは幽門垂表面への寄生が最も多い一方、Apは腸表面への寄生が多く見られる、という種による違いが認められた。ヒトのアニサキス症で摘出されるアニサキス幼虫の大部分はI型幼虫であるが、遺伝子解析の結果、その大半はAsで、Apによる人体症例はわずかなことが判明している（有菌，2011，京都府保環研年報，56: 1-5）。今回の調査では、4種のアニサキス類が検出されたが、その中でも、筋肉に寄生するAsがカツオの喫食によるアニサキス症の原因となる可能性が最も高いということが考えられた。

カツオから採集されたアニサキスは、寄生部位を問わず、すべて宿主組織に被包されていた。カツオは漁獲後に船倉内で短時間のうちに死亡すると考えられる。したがって、こうした宿主による生体反応は、カツオの漁獲後には起こりえず、筋肉への虫体の移動はカツオの生存時に起きていたことは明白である。また、内臓表面の被包から脱出している虫体は観察

されなかった。したがって、消費地に運ばれるまでに内臓のアニサキスが筋肉に移動する可能性も考えにくい。

さらに多くのカツオについて調査を継続的に実施することにより、カツオの喫食が原因となるアニサキス症のリスク評価への応用が期待される。

「3. **カツオの漁獲および資源に関する聞き取り調査によるアニサキス症発生原因の推定（鈴木 淳）**」では、1) 2月、3月に漁獲されるトカラ・南西諸島周辺海域、小笠原諸島南海域、ミクロネシア北海域で漁獲される大型のカツオは、4月～5月に多発した食中毒事例とは別の群と考えられる。2) 漁獲から水揚げまでカツオはほぼ4℃以下で保存されていると報告された。アニサキスは4℃以下の温度では、ほとんど運動性を示さない。今回の聞き取り調査の範囲では、カツオの保管温度も低温管理されており、漁獲から水揚げ、水揚げから販売までの流通のいずれかの段階において、コールドチェーンが破綻し、カツオの保管温度の上昇により、アニサキスが内臓表面から筋肉中に移行したとは考えにくい。

「4. **カツオの消費地（福島県）における聞き取り調査（小川和夫）**」では、1) スーパーマーケットの各店舗が、カツオの喫食によるアニサキス症予防のためにさまざまな対策をとっていることが分かった。一方で、その方法は統一されておらず、各店舗が独自に進めている状況といえる。2) それぞれの対策法がアニサキス症予防にどれほど効果的であるかについて、科学的裏付けはとられておらず、よって有用性は定かではない。例えば「冷やし込み」を行うことで筋肉中のアニサキスが組織外に出てくるとの説がある（みなと新聞 2018年6月22日記事）。同説を定量的に確かめた研究はないが、研究班の観察によれば、アニサキスを生理食塩水とともに冷蔵庫に入れた場合、ほとんど運動性を示さない。他にも、飾り包丁やネギカッターで身に切れ目を入れることによりアニサキスを殺傷できる可能性はあるが、どの程度安全性が上がるのかは不明である。3) 現在実施されているいずれの対策法も、通常の加工と比べ手間と時間がかかるものである。したがって、大量のカツオを扱うとなれば、従業員への負担は非常に大きいと考えられる。今後手法の有用性を科学的に評価し、適切な処理方法のガイドラインを作成、さらにそれを広く普及させることが必要である。

「5. **福島県におけるカツオの生食を原因とするアニサキス食中毒：発生状況調査と原因種の同定（杉山 広）**」では、1) 福島県で2018年に多発したカツオの生食を原因とするアニサキス食中毒は、いわゆる初カツオの時期（4～6月）を中心に県全域で届出を認め、戻りカツオの時期（10～11月）には届出がないことが分かった。本食中毒の発生には、2018年のカツオの漁獲と深い関係があると推察された。本研究班では、この点についても検討したので、本報告書の関連箇所を参照されたい。2) 福島県の協力を得て、県内の医療機関から行政に提供されたアニサキス幼虫（9件・15虫体）について、リボソームDNA・ITS1領域を対象としたPCR産物のシーケンシングを実施して、原因虫種の同定を実施した。その結果、7月16日以降に発生した事例由来の虫体はAsが圧倒的に多かった。本研究班でもカツオの筋肉からAsが検出されており、事例由来の虫種とよく一致する結果であった。一方で、7月9日以前に発生した事例由来の虫体はApであり、食中毒の発生時期により原因

虫種が異なる可能性が示唆された。ただし、この時期（7月9日以前）に福島県で実際に流通していたカツオに関しては、アニサキス虫体の検査を実施していない。Apがカツオの生食の原因するアニサキス食中毒事例に、どの程度の割合で関与したのかは判断できなかった。本研究班の活動が2018年の10月に開始されたことも、カツオの検査を実施できなかった理由の一つであり、この点が今後の課題として残った。3）2018年4月～8月にカツオ生食による食中毒発生に関与した魚介類販売施設（19施設）と関与のない施設（50施設）の実態を比較し、2時間以内の内臓摘出、紫外線ブラックライトや複数の検査員による虫体確認、腹側筋肉の生食禁止などが、アニサキス食中毒の発生に関連する要因と推察させる結果も抽出できた。この点を確認するため、新たな疫学調査の準備を進め、科学的根拠を得る計画を立てていた。しかし戻りカツオの時期（10～11月）に、カツオの生食を原因とするアニサキス食中毒事例は届出がなく、調査は実施できなかった。研究班の活動時期に制限があったからで、この点も今後の課題となる。

「6. 宮城県気仙沼港に水揚げされたカツオからのアニサキス虫体の検出と種同定（杉山 広）」では、1）太平洋側・関東以北の漁港（千葉県勝浦港および宮城県気仙沼港）に水揚げされたカツオ個体を検索し、総ての個体からアニサキス虫体を検出した。ただし内臓からの検出が主で、筋肉からの検出虫体数は少なく、10月の気仙沼産カツオからは、10尾からわずかに1虫体の検出に留まった（全検出虫体の1.4%）。ただ美味と言われる腹側筋肉からの検出であり、この部位の生食には十分な注意が必要で、アニサキス食中毒防止の観点から考えると、加熱後、あるいは冷凍後の喫食が望ましいと考えられた。なお背側期肉はすべて陰性であった。2）内臓からではあるが、AphおよびAtの検出もあった。Aphは深海魚からの検出が特徴的な虫種で、稀に人体感染の報告がある。またAtも人体寄生の学会報告があり、熱帯・亜熱帯の海域に分布する魚介類からしばしば検出される虫体である。これらの虫種に対しても、今後の検索で筋肉からの検出がないか、注意していく必要がある。

「7. 魚介類販売店における生食用カツオの販売に先立つ処理方法の調査（杉山 広）」では、1）日本の3大都市（東京、大阪、名古屋）にあるデパートの海産魚販売店では、カツオの生食を原因とするアニサキス食中毒が増加していることを探知し、生食用カツオの販売中止あるいは冷凍後の販売などの対策を実施していた（調査した16店舗のうち15店舗）。アニサキス食中毒という健康被害の発生を予防する上では、消費者の利益が確保されていたことになる。2）しかしながら冷凍で販売する場合、冷凍設備の設置・稼働には経費が必要で、この経費は商品の価格に上乗せされる。本研究班の報告でも明らかなように、カツオの筋肉からアニサキス虫体が検出されたのは腹側筋肉だけで、背側筋肉からは検出されなかった。この結果を以って、背側筋肉にはアニサキス虫体の寄生がないと言い切れないが、背側筋肉は従来通りに冷蔵で生食用カツオとして販売しても、大きな問題はないと考えられた。一方、腹側筋肉は寄生率・寄生数は少ないものの、アニサキス虫体の検出があったことから、冷凍後に生食用として販売することが勧められた。このような対策を採用すれば、消費者がカツオの生食を楽しむことに、大きな問題はないと考えられた。

「8. 「アニサキス形態同定に関する手順書」の作成（杉山 広）」では、1) アニサキスに関しては、検査のための公定法がない。厚労省から通知として発出された「対 EU 輸出水産食品の取扱いについて（2009 年 6 月 4 日）」においては、衛生基準の項で「水産物を出荷する前に寄生虫の目視検査が必要」と記され、検査対象とする寄生虫種にアニサキスが含まれるのは、当然と思われる。しかし検査・同定に関する具体的な記述は極めて乏しい。食品衛生検査指針（微生物編 改訂第 2 版 2018，公益社団法人 日本食品衛生協会・編）でも、アニサキスの検査法は詳しいが、形態同定に関する略図が示されるだけで、画像は提示されていない。これらの点を補完する「アニサキス形態同定に関する手順書」の作成に、今回、取り組むことにした。この手順書が福島県内だけでなく、全国で広く活用されることが希望される。

## E. 結論

1. 今回の調査によって、1) 食中毒の原因となった筋肉への寄生はカツオの漁獲後ではなく、生存時にすでに起こっていたことが明らかになった。漁獲から消費地まで輸送中は、カツオは冷蔵または氷蔵による温度管理が徹底されていて、その間にアニサキスが内臓から筋肉へ移動することはないと考えられた。
2. 本研究では、主たる漁獲対象である太平洋側のカツオ 120 尾中、筋肉（腹側筋肉）から虫体が検出されたのは 22 尾で、最多寄生数は 20 虫体であった。ほとんどの場合、筋肉を薄く伸展してキャンピング法によって発見されているので、販売店で加工時に確実に発見して取り除くことは困難と考えられる。
3. アンケート調査から冷凍カツオは商品価値の低下から取扱事業者が少ないことが明らかとなった。本研究班の報告でも明らかのように、アニサキス虫体が検出されたのは、カツオの腹側筋肉だけである。したがって、背側筋肉は従来通りに生食用として、腹側筋肉は加熱調理用または冷凍処理して販売することで、大きな問題は生じないと考えられる。
4. 2018 年は 11 月で日本近海のカツオ漁はほぼ終了したが、食中毒統計によれば、2018 年 6 月以降は目立った患者数の増加はなかった。アンケートや聞き取り調査の結果を総合すると、アニサキス食中毒事例が急増して以降は、関係者はさまざまな対策をとっていた。初カツオの時期以降、11 月まで漁獲対象になっていたカツオの主群は変わらなかったとすれば、患者数が増加しなかった理由は、6 月以降に関係者が消費者へのカツオの提供の仕方を変化させたことが大きいと考えるのが自然である。一方、その方法は統一されておらず、また有用性の科学的根拠にも乏しいのが現状である。今後、適切な処理方法を検討したうえでガイドラインを作成し、それを広く普及していくことがアニサキス症予防に重要となるであろう。
5. 2018 年 4 月、5 月にカツオの生食によるアニサキス食中毒患者が多かったことは、2018 年の初カツオの時期に 2017 年までよりもアニサキス寄生がかなり多かったことを示唆している。今後も寄生数が増える可能性もあるので、モニタリングを行って寄生状況の情報共

有が必要と考える。

6. 患者から摘出された虫体，あるいは魚介類や食品残品等から検出された虫体が，アニサキスであるとの同定に関しては，検査のための公定法がない。また画像を示しながら，形態同定の要点を簡便に記述した資料も乏しい。そこで「アニサキス形態同定に関する手順書」の作成に取り組んだ。

7. 残された課題として，1) カツオにおけるアニサキス寄生調査はほぼ10月と11月のいわゆる戻りカツオの時期しかできなかった。そのため，初カツオの時期から戻りカツオの時期にかけて，カツオの回遊に伴って，寄生状況がどのように変化していったか，調べることができなかった。2) 初カツオはどの段階でアニサキスに寄生したのだろうか？黒潮の大蛇行が原因と思われる，春先の三宅島周辺のカツオの大規模な蛸集が原因だった可能性は残されたが，検証はできていない。3) 2018年春にアニサキス食中毒患者から検出された虫体は，福島県ではAsおよびApであったのに対し，東京都ではAsのみと，結果が分かれた。しかし，戻りカツオの時期（10～11月）に，カツオの生食を原因とするアニサキス食中毒事例の届出がなく，十分な検証ができなかった。今後は患者から採集された虫体が種レベルまで同定できるように，虫体を廃棄せずに保存を進める必要もあるだろう。

## F. 健康危険情報

なし

## G. 研究発表

学会発表

- 1) 鈴木 淳：アニサキスおよび裂頭条虫の同定とアニサキスによる食中毒，第30回臨床微生物学会，平成31年2月，東京都
- 2) 鈴木 淳，村田理恵，神門幸大，小林甲斐，横山敬子，貞升健志：2018年の都内におけるアニサキス症事例とその推定原因食品，第88回日本寄生虫学会大会，平成31年3月，長崎県
- 3) 村田理恵，鈴木 淳，神門幸大，小林甲斐，横山敬子，貞升健志，高野剛史，脇 司，巖城 隆，小川和夫：カツオの内臓除去の違いによるアニサキスの寄生状況調査，第88回日本寄生虫学会大会，平成31年3月，長崎県
- 4) 杉山 広，門馬直太，菅野奈美，塚田敬子，森嶋康之：福島県で多発したカツオを原因食品とするアニサキス食中毒．第88回日本寄生虫学会大会．平成31年3月，長崎県
- 5) 巖城 隆，高野剛史，脇 司，小川和夫，村田理恵，鈴木 淳，神門幸大，小林甲斐：日本近海産カツオにおけるアニサキス属線虫類の種組成・分布・寄生部位．第88回日本寄生虫学会大会，平成31年3月，長崎県

## H. 知的財産権の出願・登録状況

なし