

食品健康影響評価のためのリスクプロファイル

～ アニサキス ～ (案)

第1章～第3章抜粋版

食品安全委員会
微生物・ウイルス専門調査会
202〇年〇月

目 次

	頁
概要	i
1. はじめに.....	2
2. 対象とする病原体（寄生虫）・食品の組合せ.....	2
3. 対象病原体（寄生虫）の関連情報.....	3
(1) 分類	3
(2) 種の同定	4
①形態観察による分類.....	4
②分子生物学的な解析による分類.....	4
(3) 形態・大きさ	4
(4) 生活環	4
(5) 運動性	6
(6) 不活化効果	6
①冷凍条件.....	6
②加熱条件.....	7
③pH・塩分濃度等に対する抵抗性.....	7
④その他.....	9
(7) 検出・同定方法	9
①検出方法.....	9
②同定法.....	10
③その他.....	10
参照一覧.....	11

概要
(最終段階で概要を記載予定)

1

1. はじめに

アニサキスは、2013年に食中毒の個別統計項目として集計されて以降、徐々に報告数も増加し、ここ数年では食中毒件数で上位を占める病因物質となっている。アニサキスは、第26回企画等専門調査会（平成31年（2019年）2月4日開催）（参照1-1）において審議を行い、平成30年度の食品安全委員会が自ら行う食品健康影響評価¹の案件候補として選定され、その後に開催された第730回食品安全委員会（平成30年（2018年）2月12日）（参照1-2）において審議した結果、「評価に必要な知見が不足していると考えられること等に留意しつつ、微生物・ウイルス専門調査会にて案件を審議し今後の対応を検討すること」とされた。

これを受けて、第78回微生物・ウイルス専門調査会（平成31年3月4日開催）（参照1-3）において、審議の結果、アニサキスの知見をしっかりと集める方向で進め、知見等を収集した上で、リスクプロファイルの作成を進めることとなった。

食品安全委員会では、リスクプロファイルの作成に向けて知見を収集するために、令和元～3年度（2019～2021年度）には、食品健康影響評価技術研究「アニサキス汚染実態調査及びリスク低減策の評価に関する研究」（参照1-4）を実施し、令和4～5年度（2022～2023年度）の予定として、「アニサキス食中毒リスク評価に関する調査研究」（参照1-5）を実施している。

2. 対象とする病原体（寄生虫）・食品の組合せ

アニサキスはアニサキス科に属する線虫の総称であり（参照 2-1）アニサキス症は、アニサキス科の幼虫が人体内で胃や腸などに穿入し、胃腸炎などの症状を引き起こす幼虫移行症である（参照 2-2）。その他、アニサキス幼虫が胃壁等に刺入しない場合でも、アニサキスが抗原となり、じんま疹やアナフィラキシー等のアレルギー症状を示す場合がある（参照 2-3）。

本リスクプロファイルにおいては、アニサキスはアニサキス科の幼虫を指し、日本国内の食中毒統計²の集計対象となるような、人の健康に悪影響を及ぼしアニサキス症の原因となるアニサキスを対象とする。

国内のアニサキス症の原因となる主な寄生虫として、2種のアニサキス属の幼虫³（*Anisakis simplex*⁴、*Anisakis physeteris*）及びシュードテラノーバ属の幼虫（*Pseudoterranova decipiens*）の計3種が知られている⁵（参照 2-4）。

¹ 食品安全基本法第23条第1項第2号に基づき食品安全委員会が自ら評価を行う食品健康影響を指す。

² アニサキスは1999年の食品衛生法の改正により食中毒起因物質に指定された寄生虫であり、2013年からは食中毒事件票の病因物質・種別欄にアニサキスやクドア等の寄生虫に関する項目が独立したことにより、アニサキスを原因とする食中毒（アニサキス食中毒）が食中毒統計で個別に集計されるようになった。

³ アニサキスは4つの幼虫のステージ（第1期幼虫（L1）～第4期幼虫（L4））があることが知られている。第3期幼虫（third-stage-larvae; L3）のステージのアニサキスが寄生した魚介類を人が生食した場合には、L3が人の体内で胃や腸に穿入することにより、アニサキス症と呼ばれる激しい胃腸炎の原因となる。

⁴ *Anisakis simplex* は、*Anisakis simplex sensu stricto*、*Anisakis pegreffii*、*Anisakis berlandi* の3種の同胞種があるとされている。アニサキス症の患者から検出された虫体は、多くが *Anisakis simplex sensu stricto* であるとの報告がある。

⁵ なお、厚生労働省の平成24年12月28日付け通知「食品衛生法施行規則の一部改正について」（食安第1228第7号）（参照 2-5）において、食品衛生法施行規則75条の二中の「様式第十四号（食中毒事件票）」の「病因物質の種別」欄の「21 アニサキス」は、「アニサキス科及

1 なお、魚介類には、アニサキス属及びシュードテラノーバ属以外にコントラシーカ
 2 ム属など多くの種類のアニサキス科の線虫も寄生するが、ヒトへの感染に関しては、
 3 *A. simplex*が感染の大部分を占め、残りの多くは *P. decipiens*によるとされている。
 4 *Contraecum* 属の人への感染症例も少数ではあるが報告されている（参照 2-1、2-
 5 6）ものの、極めて稀にしか人には感染せず、食中毒の病因物質からは除外されてい
 6 る。（参照.2-7）

7
 8 対象とする食品は、当該アニサキスが寄生した魚介類及び/又は魚介類製品とする。

9
 10 **3. 対象病原体（寄生虫）の関連情報**

11 **（1） 分類**

12 アニサキス科 (*Anisakidae*) の線虫は、2020 年時点において、以下の表○に示
 13 したとおり、① *Anisakis* 属、② *Contraecum* 属、③ *Mawsonascaris* 属、④
 14 *Phocascaris* 属、⑤ *Pseudoterranova* 属、⑥ *Pulchrascaris* 属、⑦ *Terranova* 属、⑧
 15 *Sulcascaris* 属の 8 属、46 種で構成されていると報告されている。（参照 3-1）
 16

17 表○.アニサキス科の属及び種

属	種
<i>Anisakis</i>	<i>Anisakis</i> (<i>A.</i>) <i>berlandi</i> , <i>A. brevispiculata</i> , <i>A. nascettii</i> , <i>A. paggiae</i> , <i>A. pegreffii</i> , <i>A. physeteris</i> , <i>A. simplex s.s.</i> , <i>A. schupakovi</i> , <i>A. typical</i> , <i>A. ziphidarum</i>
<i>Contraecum</i>	<i>Contraecum</i> (<i>C.</i>) <i>australe</i> , <i>C. bancrofti</i> , <i>C. bioccai</i> , <i>C.</i> <i>chubutensis</i> , <i>C. eudypulatae</i> , <i>C. fagerholmi</i> n., <i>C.</i> <i>galeocerdonis</i> , <i>C. gibsoni</i> , <i>C. margolisi</i> , <i>C. mirounga</i> , <i>C.</i> <i>microcephalum</i> , <i>C. multipapillatum</i> , <i>C. ogmorhini</i> , <i>C.</i> <i>osculatum</i> , <i>C. overstreeti</i> , <i>C. pelagicum</i> , <i>C. rudolphii</i> A, B, C, D and E, <i>C. rudolphii</i> D and E, <i>C.</i> <i>pyripapillatum</i> , <i>C. rudolphii</i> F, <i>C. septentrionale</i> , <i>C.</i> <i>variegatum</i>
<i>Mawsonascaris</i>	<i>Mawsonascaris</i> (<i>M.</i>) <i>australis</i> , <i>M. vulvolacinata</i>
<i>Phocascaris</i>	<i>Phocascaris crystophorae</i>
<i>Pseudoterranova</i>	<i>Pseudoterranova</i> (<i>P.</i>) <i>azarazi</i> , <i>P. bulbosa</i> , <i>P. cattani</i> , <i>P.</i> <i>decipiens</i> (Sensu stricto), <i>P. krabbei</i>
<i>Pulchrascaris</i>	<i>Pulchrascaris</i> (<i>P.</i>) <i>australis</i> n. sp. <i>P. chiloscyllii</i>
<i>Terranova</i>	<i>Terranova</i> (<i>T.</i>) <i>caballeroi</i> , <i>T. galeocerdonis</i> , <i>T.</i> <i>pectinolabiata</i>
<i>Sulcascaris</i>	<i>Sulcascaris sulcata</i>

(参照 3-1)より引用、作成。

18
 19 Reproduced from Animals (2020); 10, Ángeles-Hernández JC et al.: Genera and
 20 species of the Anisakidae family and their geographical distribution. © 2020 by
 21 the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. Open access article under the
 22 terms of the Creative Commons (CC-BY-ND 4.0) license.

23 doi: 10.3390/ani10122374

24
 びシュードテラノーバ科の線虫をいう。」と示されている。

1 これら 8 属のアニサキスは、海洋及び水棲の宿主から採集・分離されており、そ
2 れらには鯨類、アザラシ、 ベルーガ（シロイルカ）、イルカ、ホッキョクグマ、サ
3 メ、魚、ウナギ、マンタ、軟体動物、ペンギン、ペリカンなどが含まれている。
4 （参照 3-1）
5

6 (2) 種の同定

7 ①形態観察による分類

8 魚介類に寄生し、検出されるアニサキス第 3 期幼虫 (L3) は、これまでに、主に
9 胃の長さ、頭端の穿歯と呼ばれる突起及び尾端の尾突起の有無等による形態学的特
10 徴から I 型及び II 型幼虫に分類されることが多かったが、III 型及び IV 型も加えた 4
11 種類に分類できるとする報告もある。ただし、I 型幼虫の形態学的な差異はほとん
12 どないとされる。

13 ②分子生物学的な解析による分類

14 近年の分子生物学的な解析により、リボソーム DNA の内部転写領域 (ITS 領域)
15 等の遺伝子解析又はミトコンドリアゲノムの cytochrome c oxidase subunit 2
16 (cox2) 遺伝子をコードする塩基配列の解析による分類が検討され、種同定がなさ
17 れている。アニサキス属線虫として知られている 9 種のうち 6 種 (*Anisakis simplex*
18 *sensu stricto*, *Anisakis pegreffii*, *Anisakis berlandi*, *Anisakis typica*, *Anisakis*
19 *ziphidarum*, *Anisakis nascettii*) のアニサキスの幼虫が I 型幼虫に分類され、II 型
20 は *Anisakis physeteris*、III 型は *Anisakis brevispiculata* 及び IV 型は *Anisakis*
21 *paggiae* に分類されることが多い。なお、ミトコンドリアの全塩基配列に基づく最
22 新の推定の結果を基に作成されたアニサキスの系統樹及び cox2 遺伝子配列に基づ
23 き、アニサキス種間の関係を探した系統樹の報告がある。
24

25 (参照 3-2~3-8)
26

27 (3) 形態・大きさ

28 アニサキス成虫の外観は回虫様であり、特有の器官として胃腸管に沿って走る排
29 泄細胞がある。*A. simplex* の雌の成虫は体長 95~140 mm、体幅 2.3~3.5mm、雄
30 の成虫は体長 60~120 mm、体幅 1.2~2.5mm とされる。*A. physeteris* の雌の成虫
31 は体長 130~200 mm、雄の成虫は体長 100~145 mm、*P. decipiens* の成虫は体長
32 32~47 mm、体幅 0.1~0.14 mm とされる。*P. decipiens* は腸盲のうを持つことが
33 特徴であるとされる。また、アニサキス幼虫の断面は双葉状の側線、排泄細胞(レネ
34 ット細胞)、内腔が Y 字状の腸管といった特徴的な形態が見られる。(参照 3-9)

35
36 アニサキス幼虫 (L3) の体長は平均 2~3cm とされる。(参照 3-10、3-11)
37 ヒトへの感染の大部分を占める *A. simplex* 及び *P. decipiens* の L3 の大きさの詳細
38 は以下のとおりである。

39 *A. simplex* : 体長 19.0~36.0mm、体幅 0.26~0.58mm

40 *P. decipiens* : 体長 11.0~37.2mm、体幅 0.30~0.95mm (参照 3-12)

41 (4) 生活環

42
43 アニサキス属線虫は、異なる発達ステージの中で、幅広く多くの水棲動物に感染
44 し、クジラ、シロイルカ (ベルーガ)、アシカ、アザラシなどの海産哺乳動物を終宿
45 主とする。アニサキスには 4 つの幼虫のステージ (L1~L4) があることが知られて

1 いる。

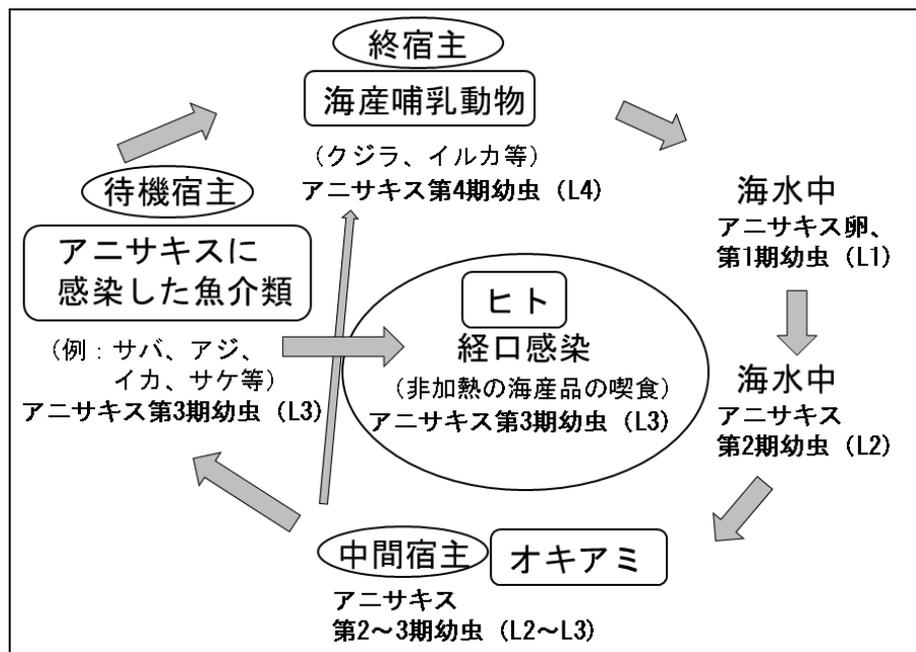
2 L4 には雄雌があり、雌は卵を産み、雌の発育の最後の段階（生後 30 日から 60
3 日と推定される）で産卵量が増加する。アニサキスの虫卵は終宿主の糞便とともに
4 海水中に排出され、排出された虫卵の卵殻内で卵細胞が第 1 期幼虫になり（first-
5 stage-larvae;L1）、第 2 期幼虫(second-stage-larvaeL2)に発育したアニサキスが海
6 中で孵化する。なお、海棲哺乳類の消化管では、孵化が起きない。

7 海中で孵化した L2 は中間宿主とされるオキアミに捕食され、オキアミの体内で
8 脱皮し、L3 へ成長する。L3 が寄生したオキアミが終宿主の海産哺乳動物⁶に摂取
9 されると、終宿主の胃内で L4（成虫）になり、成虫へと成長し、生活環は完結する。
10 終宿主においては、主に消化管にアニサキスが生息する。

11 L3 を保有するオキアミが終宿主ではなく魚介類に摂取されると、魚の体腔や内
12 臓・筋肉内に寄生する。また、このような魚を魚食性の魚がさらに摂取すると、L3
13 もそのまま取り込まれ、魚介類では、L3 からステージを変えることなく、アニサキ
14 スの待機宿主としての役割を果たす。

15 人が魚介類を喫食して L3 に感染した場合には、L3 が人体内で胃や腸に穿入する
16 ことでアニサキス症を発症することがあるが、ヒト体内では L4 に成長して成虫に
17 なることはない。

18 アニサキスの生活史について、以下の図 1 に示す。(参照 3-1、3-8、3-13)



20 図 1. アニサキスの生活史

21 ※イラスト等の挿入について現在検討中のため、(仮)図です。

22
23
24
25
6 カリフォルニア湾に面したメキシコのラパスにおいて、カッシュクペリカンから採取したアニサキス (Contracaecum 属) の遺伝学的解析を行った結果において、アニサキスの L3 及び雌の成虫いずれも同定されたことから、当該地域では、カッシュクペリカンは Contracaecum multipapillatum の生活環における終宿主であることが示唆されたとする報告がある。(参照 3-14)

1 (5) 運動性

2 アニサキス属とシュードテラノーバ属の幼虫に対し、運動性に係る短時間の温度
3 の影響を調べた結果では、温度の上昇によりこれらの幼虫の運動性は増加したが、
4 これら 2 属の幼虫の運動性に係る最適な温度は異なり、アニサキス属では最適温度
5 は 22°C 前後、シュードテラノーバ属では 37°C であった。また、6°C 又は 12°C にお
6 いて、異なる濃度の CO₂ や O₂ の短時間ばく露による幼虫の運動性の影響を調べた
7 結果では、CO₂ や O₂ の濃度は、運動性にあまり影響を及ぼさなかった。
8 (参照 3-7)

9
10 *A. pegreffii* は *A. simplex* (sensu strict (s.s.)) よりも筋肉移行しにくいといわれ
11 ていることから、これら 2 種の侵入性について、0.9%NaCl を含む寒天を用いた
12 侵入性 (penetration) 試験を行った結果、*A. simplex* (s.s.) の方が強い侵入性が認
13 められたとする報告がある。また、酸に対する耐性についても調べた結果、*A.*
14 *simplex* (s.s.) 及び *A. pegreffii* の幼虫は強い酸：人工胃液 (pH1.8) にも耐性を示
15 した。(参照 3-15)

16
17 また、脂質濃度を変化させた寒天を用いて *A. simplex* の L3 幼虫の走化性を調
18 べた結果、*A. simplex* の L3 幼虫は脂質濃度の高い方へ移行しやすいことを示した
19 報告がある。(参照 3-16.)

20 その他、アニサキス幼虫の侵入能力を *in vitro* で客観的に判定する手法として、
21 寒天侵入法 (1975 年の大石による手法の改良) を用いて、アニサキス幼虫の侵入
22 能力の有無及び強度の差異について検討した報告がある。表面に深さ 3 mm の穴
23 をあけた 1%濃度の寒天培地の層に 0.5%、1.0%、3.0%及び 5.0%の酢酸液、
24 0.01M の塩酸液並びに人工胃液を入れ、そこへアニサキス L3 幼虫を入れ、37°C
25 で 1 時間、2 時間及び 24 時間後の寒天への侵入数を計数した結果、全ての酸性液
26 に侵入促進作用が見られた。全ての酢酸濃度で 2 時間後の侵入率が高かったが、
27 中でも 3.0%酢酸液では、寒天への平均侵入率が最も高く、実験開始後すぐにも寒
28 天に侵入し始める幼虫が見られる等、極めて高い侵入促進性が認められたとして
29 いる。(参照 3-17)

30
31 さらに、生理食塩水で試薬酢酸濃度を 0、10、16、20、31.5 及び 40%に希釈した
32 水溶液をシャーレに入れ、ここに半透明粘膜炎の袋(シスト)中にあるアニサキス幼虫
33 10 隻を入れて冷蔵庫内 (5±2°C) に保ち、0、1、24、48、72、96、120、168 時間
34 ごとにシストから脱出する幼虫の数と移動の度合いを観察した研究報告では、酢酸
35 濃度が 10%の場合において、アニサキス幼虫のシスト脱出及びシャーレ内で移動が
36 最も著しく、酢酸濃度が 20%の場合において、アニサキス幼虫のシスト脱出数が最
37 も少なかったことが示された。なお、対照の酢酸濃度が 0%の場合では、アニサキ
38 ス幼虫のシスト脱出及びシャーレ内での移動は全体の平均的な程度であったとさ
39 れたが、その理由は不明とされている。(参照 3-18)

40 (6) 不活化効果

41 ①冷凍条件

42 Bier(1976 年)の報告に基づき、ICMSF(1996)では、冷凍条件下におけるアニ
43 サキス (*Anisakis*) 及びシュードテラノーバ (*Pseudoterranova*) の幼虫の最大生
44 残時間例示している。アニサキス (*Anisakis*) は、-17°Cでは 10 時間、シュ
45

1 ドテラノバ (*Pseudoterranova*) は、 -20°C で 16.5 時間生残したとする報告があ
2 る。(参照 3-19)

3
4 Karl (1988 年) の報告によると、ニシンのフィレを -60°C の冷凍庫で 10 分又
5 は 15 分冷凍した場合及び丸のままのニシンを 20 分冷凍した場合には、いずれ
6 にも生残した幼虫は確認されなかった。(参照 3-19)

7
8 Codex では、アニサキスなどの線虫類を死滅させる条件として、中心部を一
9 20°C で 24 時間冷凍することを示している。(参照 3-20、3-21)

10
11 寄生虫の存在が確認された皮なしのタラのフィレ (n=40 : 厚さ 1.5~2 cm) 及
12 び丸のままのニシン (n=240 : 体長 26~31 cm) をそれぞれの条件で冷凍して比
13 較し、*A. simplex* 及び *Pseudoterranova* 属を死滅させるのに必要な冷凍時間
14 について評価した報告がある。、タラのフィレにおける *A. simplex* 及び
15 *Pseudoterranova* 属は -15°C より低い温度の全ての冷凍条件で死滅したが、丸
16 のままのニシンについては、シングルコンプレッサーの冷凍庫で -15°C 、 -18°C
17 及び -20°C で 24 時間の冷凍を行った後も、散発的に幼虫の動きが観察され、 $-$
18 20°C で 8 時間冷凍した場合のみ、生きた *A. simplex* が確認されなかった。ダブ
19 ルコンプレッサーの冷凍庫では、 -20°C 、 -25°C 及び -35°C で 24 時間冷凍する
20 場合に、いずれの条件でも生きた *A. simplex* が確認されなかった。冷凍の過程
21 では、冷凍機器の性能及び魚製品の特性の両方を考慮しなければならないことが
22 示唆された。(参照 3-22)

23
24 サバから取り出したアニサキス L3 幼虫の生存に対する凍結の影響について、
25 *in vitro* で試験を行った結果では、L3 幼虫は周囲の培地が凍結後、幼虫自体も直
26 ちに凍結し、幼虫体内でひとたび氷核が形成されることで死滅することが示唆さ
27 れた。(参照 3-23)

28 29 ②加熱条件

30 アニサキスの幼虫は 60°C では数秒で、 70°C 以上では瞬時に死滅するとされ
31 ている。(参照 3-9)

32
33 コーデックスでは、アニサキスなどの線虫類を死滅させるために、製品の中心
34 温度が 60°C で 1 分間加熱するように示している。(参照 3-20)

35
36 魚を中心温度 70°C となるように加熱処理すると幼虫は生残しないとする報
37 告がある。(参照 3-19)

38
39 Bier(1976 年)の報告によると加熱保存におけるアニサキス幼虫の最大生存時
40 間はアニサキス属の場合、 50°C で 10 秒、 60°C で 1 秒とされ、シュードテラノ
41 バ属の場合、 50°C で 10 分、 60°C で 1 分とされている。((参照 3-19)

42 電子レンジ調理の場合は 74°C 以上で少なくとも 15 秒間加熱することが推奨
43 されている。(参照 3-24)

44 45 ③pH・塩分濃度等に対する抵抗性

1 37°Cの人工胃液 (pH 1.8) 中でアニサキス幼虫 (*A. simplex* 及び *A. pegreffii*)
2 の生存率を観察した結果、平均生存時間は 6.1 日であった。*A. pegreffii* の平均
3 生存時間は 4.2 日であった。Kaplan-Meier 生存曲線からは、*A. simplex* の生存
4 率が *A. pegreffii* よりも有意に高いことが示された (ログランク検定で
5 $P=0.001$)。なお、PBS 条件 (対象群) では、7 日後における平均生存率は *A.*
6 *simplex* では $80.0\pm 15.3\%$ 、*A. pegreffii* では $96.7\pm 3.3\%$ であった。(参照 3-25)

7
8 特級試薬の酢酸を生理食塩水で希釈した溶液をシャーレに入れてアニサキス
9 幼虫を浸漬し、酢酸濃度とアニサキス幼虫の死滅時間について調べた結果、酢
10 酸濃度が 10%、1 時間の条件では、アニサキス幼虫に影響は認められず、72 時
11 間経過しても全てが死滅することはなかった。酢酸濃度が 20%になると 2 時
12 間、25%になると、1 時間のうちに全ての幼虫が死滅した。(参照 3-18)

13
14 市販の食酢の酸度は、酢酸濃度換算で 4.2%と規定されていることから、原液、
15 1/2 希釈及び 1/4 希釈液を用いて *Anisakis* I 型幼虫の食酢に対する抵抗性を調
16 べた結果、浸漬 7 日までは、多くの幼虫が活動性を維持していた。また、1,000
17 ml の蒸留水中に塩酸 7 ml 及びペプシン 2 g を含む人工胃液を作成し、そこに
18 *Anisakis* I 型幼虫を浸漬させた結果、浸漬 4 日後まで被験虫体の約半数 (7/15)
19 が活動性を持続していた。なお、同検討において、2~4 時間程度の酢じめ、塩
20 じめ及びしょうゆ漬けでは活動抑効果がないと推定された。(参照 3-26)

21
22 魚のフィレを用いてカルパッチョ (pH 3.94 ± 0.03) 及び白ワインビネガー
23 (pH 3.82 ± 0.24) のマリネを作成した結果、アニサキス L3 幼虫は抵抗性を示し
24 た。蒸留したアルコールから醸造するアルコール酢(未希釈)に浸漬した場合で
25 は、L3 幼虫は 24 時間以内に死滅した。さらに、レモンジュース及びレモンジ
26 ュース+酢酸に浸漬した場合は、約 5 日間生残した。(参照 3-27)

27
28 20%のウシ血清を添加した pH2.0 のイーグル培地 (塩酸を用いて培地の pH
29 を調整) を用いた試験では、アニサキス幼虫は比較的長期にわたり生残(8 日間)
30 した。(参照 3-28)

31
32 サバから取り出した同一個体のアニサキス L3 幼虫を用いて 1、5、10、23.3%
33 の食塩水 (塩化ナトリウム溶液) に 24 時間まで浸漬して 1 時間ごとに動きを観
34 察した結果、1%溶液では幼虫の死亡は認められなかったが、5%溶液では、24
35 時間後の生存率は約 40%まで低下し、10%及び 23.3%溶液に浸漬した場合は、
36 2~3 時間後にはピンセットの刺激にも反応しなくなり、浸漬 24 時間後の生存
37 率は 10%以下まで低下した。(参照 3-23)

38
39 チョッカルと呼ばれる塩辛の製造の際には、生の魚介類に 15~20%の食塩を
40 添加するとされているが、実験的にアニサキスの幼虫を 15%食塩水に 7 日間又
41 は 20%食塩水に 6 日間保管した結果、アニサキスの幼虫は不活化されることが
42 示された。(参照 3-29)

43
44 アニサキス L3 幼虫を 35%食塩水に浸漬した場合は 3 日で、10%食塩水に浸
45 漬した場合は 10 日で、アニサキス L3 幼虫は死滅した。なお、魚フィレの乾燥

1 塩漬けの工程では、効果的にアニサキスを死滅させることが示された。(参照 3-
2 27)

3
4 食塩濃度 21%の条件により、乾燥塩漬けの工程を実施した 15 日の時点にお
5 けるアンチョビフィレ中の *Anisakis pegreffii* の幼虫を調べた結果、不活化さ
6 れることが示された。(参照 3-30)

8 ④その他

9 エタノール濃度は 8%以上で、明瞭な運動停止、運動消失を引き起こしたと
10 する報告がある (参照 3-31)

11
12 非常に大きな電力である「パルス電流」を使用した駆虫装置が開発され、試
13 験成果報告がある。現在、実用化に向けた検討が行われている。(参照 3-32、3-
14 33)

15
16 300 MPa の高圧で 5 分間処理する条件では、魚の中に存在していた全てのア
17 ニサキス幼虫についても、また、魚から取り出してプラスチックバックに入れ
18 た幼虫についても、いずれも不活化させるのに十分な効力を発揮した。(参照 3-
19 34)

20
21 人のアニサキス症の治療としてアルベンダゾール (ベンズイミダゾール系の
22 駆除剤であり、ヒトの消化管寄生虫感染症の治療にも使用される。)(参照 3-
23 35) 400mg を 1 日 2 回、6~21 日間経口投与した症例報告がある。(参照 3-
24 36)アニサキス症の治療にアルベンダゾールを使用した例はいくつかあるが、
25 アニサキス症の治療に係るアルベンダゾール単独の効果については、議論があ
26 る。(参照.3-37)

27 (7) 検出・同定方法

28 ①検出方法

29 a. 直接観察

30 海産魚介類の内臓や筋肉の表面に寄生する虫体は肉眼による直接観察で確認
31 でき、ピンセットなどを用いて宿主組織から直接採取する。(参照 3-38)

32 b. ガラス板を用いた圧平法

33
34 組織内に寄生しているため表面からの観察が困難な場合は、組織を 2 枚のガ
35 ラス板に挟んで圧平し、肉眼、または実体顕微鏡下で検査する。(参照 3-38)

36 c. 人工消化液を用いた検出法(消化法)

37
38 人工消化液に浸漬して適温下で組織を消化し、組織内に寄生する虫体を検出
39 する。(参照 3-38)

40 d. キャンドリング法(光透過法)

41
42 組織片をガラス板で圧平するか、あるいはフードプロセッサ等で組織を破
43 砕したのち、それを白色光や紫外線の透過光、あるいは落射光に当てることに
44 より虫体を検出する。(参照 3-38)

1
2 ②同定法

3 a. PCR を用いた同定法

4 *Anisakis simplex* に関係するの 4 つの同胞種を検出する迅速検査法：現在、
5 アニサキス食中毒の主要な原因となる *A. simplex* には、遺伝的に異なる 3 つの
6 同胞種（①*A. simplex sensu stricto*、②*A. pegreffii*、③*A. berlandi*）が知られ
7 ており、さらに④ハイブリッド（交雑種）1 種（Hybrid (*A. simplex*×*A. pegreffii*）
8 を加えた 4 つの同胞種⁷が知られている。これらを形態学的に区別することが
9 困難であるため、同定には、遺伝学的な検査法が使用されていた。しかしなが
10 ら、この検査法は煩雑で、結果が出るまでに 1 日以上時間を要することから、
11 新たにこれら 4 種の同胞種を識別する方法として、PCR（polymerase chain
12 reaction、ポリメラーゼ連鎖反応）法を応用した迅速検査法が示されている。（参
13 照 3-39）

14
15 ③その他

16 a. 磁気共鳴画像法（MRI）を用いた同定法

17 非侵襲、非破壊の手法である磁気共鳴画像法（MRI）を用いて、大西洋ニシ
18 ン（*Clupea harengus*）の内臓腔内及び魚の筋肉に存在する *Anisakis simplex*
19 s.l. を 3D で検出することができることを示した報告がある。ただし、冷凍魚
20 には使用できず、アニサキス数の計数はできないこと等の課題もあるとされて
21 いる。（参照 3-40）

22
23 b. 近赤外線（NIR）イメージング法

24 近赤外線（NIR）イメージング法により、輪郭から弾性湾曲エネルギーと幾
25 何学的形状パラメータを決定し、生存率の測定に使用した。これは、幼虫を円
26 筒形の膜システムとしてモデル化することに基づいている。曲率、縦筋の収縮、
27 内圧の相互作用により、定常形態データから生存率を算出することができた。
28 狭い波長域で分光符号化された一連の画像から、幼虫の曲率データが決定され
29 た。幼虫が移動する可能性は統計誤差変数に考慮された。生きた幼虫の個体実
30 験、アニサキス幼虫の長期観察、染色法と製品組織からの幼虫の VTD 測定との
31 比較検討により、本法の有効性が確認された。（参照 3-41）

7 これらの同胞種は rDNA（Ribosomal DNA、リボソーム DNA）の内部介在配列 ITS（internal transcribed spacers）領域に 2 か所の SNPs（Single Nucleotide Polymorphism、一塩基多型）を持つため、DNA 塩基配列解析により SNPs を確認し、その比較などの方法で種の同定を行う。迅速検査法では、新たな PCR 法を開発し、特異的な同定法を確立した。

- 1 11(801):1-18
- 2 3-6. Rosa Martínez-Rojas et al.: Molecular identification and epidemiological data
3 of *Anisakis* spp. (Nematoda: Anisakidae) larvae from Southeastern Pacific
4 Ocean off Peru, International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife
5 16 (2021) 138–144
- 6 3-7. Guan A, Van Damme I, Devlieghere F, Gabriël S: Effect of temperature, CO2
7 and O2 on motility and mobility of Anisakidae larvae. Scientific Reports
8 2021;11:4279
- 9 3-8. 鈴木淳、村田理恵：わが国におけるアニサキス症とアニサキス属幼線虫。東京都
10 健康安全研究センター研究年報 2011;62:13–24
- 11 3-9. 上村清 他：寄生虫学テキスト 文光堂 2008年：158-161,165
- 12 3-10. FDA: Bad Bug Book Handbook of foodborne pathogenic microorganisms and
13 natural toxins. *Anisakis simplex* and related worms. Bad Bug Book (Second
14 Edition) 2012年 release
- 15 3-11. 厚生労働省：アニサキスによる食中毒を予防しましょう。厚生労働省公表資料
16 HP
- 17 3-12. 木村哲 他編：Ⅶ人獣共通寄生虫症 1. アニサキス症。人獣共通感染症（改訂
18 版）2011年 医薬ジャーナル社
- 19 3-13. 杉山広：人と動物の共通感染症の最新情報（X V）アニサキス症。日獣会誌
20 2019; 72: 581-586
- 21 3-14. Valles-Vega I, Molina-Fernández D, Benítez R, Hernández-Trujillo S,
22 Adroher FJ: Early development and life cycle of *Contracaecum*
23 *multipapillatum* s.l. from a brown pelican *Pelecanus occidentalis* in the Gulf
24 of California, Mexico. Diseases of Aquatic Organisms 2017; 125: 167-178
- 25 3-15. Arizono N, Yamada M, Tegoshi T, Yoshikawa M: *Anisakis simplex* sensu
26 stricto and *Anisakis pegreffii*: Biological characteristics and pathogenetic
27 potential in human Anisakiasis. FOODBORNE PATHOGENS AND
28 DISEASE 2012; 9(6):517-521
- 29 3-16. Strømnes E: An in vitro study of lipid preference in whaleworm (*Anisakis*
30 *simplex*, Nematoda, Ascaridoidea, Anisakidae) third-stage larvae. Parasitol
31 Res (2014) 113:1113-1118
- 32 3-17. 小島夫美子、上田かさね、藤本秀士：アニサキス幼虫の侵入能力判定法。
33 Clinical Parasitology 2012; 23(1): 62-66
- 34 3-18. 飯田優、岡重美、大黒徹、大石圭一：アニサキス幼虫の活力に及ぼす酢酸および食酢の影響。北海道大学水産学部研究彙報 1987; 38(3): 301-310
- 35 3-19. International Commission on Microbiological Specifications of Foods
36 (ICMSF): 9 Parasites: Anisakidae. Microorganisms in Foods, Springer
37 1996:183-192
- 38 3-20. Codex: Code of practice for fish and fishery products First edition 2009 (#5
39 CAC/RCP 52-2003)
- 40 3-21. Codex: STANDARD FOR SMOKED FISH, SMOKE-FLAVOURED FISH
41 AND SMOKE-DRIED FISH CODEX STAN 311-2013
- 42 3-22. Podolska M, Pawlikowski B, Nadolna-Altyn K, Pawlak J, Komar-szymczak
43 K, Szostakowska B: How effective is freezing at killing *Anisakis simplex*,
44 *Pseudoterranova krabbei*, and *P. decipiens* larvae? An experimental
45 evaluation of time-temperature conditions. Parasitology Research 2019; 118:
46 2139-2147
- 47

- 1 3-23. 竹内萌、松原久、高橋匡、小坂善信、工藤謙一、渡辺学：アニサキス亜科 L3
2 幼虫の生存に与える凍結の影響。日本冷凍空調学会論文集 2015; 32(2): 199-206
- 3 3-24. Audicana MT et al.: *Anisakis simplex*: from Obscure Infectious Worm to
4 Inducer of Immune Hypersensitivity, CLINICAL MICROBIOLOGY
5 REVIEWS2008:360–379
- 6 3-25. Jeon C-H, Kim J-H: Pathogenic Potential of Two Sibling Species, *Anisakis*
7 *simplex* (s.s.) and *Anisakis pegreffii* (Nematoda: Anisakidae): In Vitro and In
8 Vivo Studies, BioMed Research International Volume 2015
- 9 3-26. 村田以和夫、宮沢貞雄、國守利、中嶋陽一、渋谷智晃、中西弘：北海道産スケ
10 トウダラ *Teragrachalcogramma*, 千葉県産マサパ *Pneumatophorus japonicus*
11 *japonicus* 由来 *Anisakis*1 型幼虫の保存温度, 薬味, 調味料および香辛料に対す
12 る抵抗性。東京衛研年報 Ann.Rep. Tokyo Metr. Res. Lab. P.H.1987; 38:13 -21
- 13 3-27. Šimat V, Trumbić Ž: Viability of *Anisakis* spp. Larvae after direct exposure to
14 different processing media and non-thermal processing in anchovy fillets.
15 Fishes 2019; 4:19 doi:10.3390/fishes4010019
- 16 3-28. Dziekonska-Rynko J, Rokicki J, Jablonowski Z, BiaŁowas K: Influence of the
17 pH of the cultivation medium on survival and development of stage III
18 larvae of *Anisakis simplex*. WIADOMOŚCI PARAZYTOLOGICZNE T 2001;
19 47(3): 317-322
- 20 3-29. Oh S-R, Zhang C-Y, Kim T-I, Hong S-J, Ju I-S, Lee S-H et al. : Inactivation of
21 *Anisakis* larvae in salt-fermented squid and pollock tripe by freezing, salting,
22 and combined treatment with chlorine and ultrasound. Food Control 2014;
23 40: 46-49
- 24 3-30. Anastasio A, Smaldone G, Cacace D, Marrone R, Lo Voi A, Santoro M et al.:
25 Inactivation of *Anisakis pegreffii* larvae in anchovies (*Engraulis*
26 *encrasicolus*) by salting and quality assessment of finished product. Food
27 Control 2016; 64: 115-119
- 28 3-31. 粕谷志郎、後藤千寿、大友弘士：アニサキス症の予防法の試み—殺虫効果のあ
29 る食品のスクリーニング。感染症学雑誌 1988; 62(12): 1152-1156
- 30 3-32. Onitsuka C et al.: Inactivation of *anisakis* larva using pulsed power
31 technology and quality evaluation of horse mackerel meat treated with
32 pulsed power. Fisheries Science 2022; 88: 337-344)
- 33 3-33. Abad V, Alejandre M, Hernández-Fernández E, Javier Raso J, Cebrián G, Álvarez-
34 Lanzarote I: Evaluation of Pulsed Electric Fields (PEF) Parameters in the Inactivation
35 of *Anisakis* Larvae in Saline Solution and Hake Meat. Foods 2023; 12 : 264
- 36 3-34. Brutti A, Rovere P, Cavallero S, D'Amelio S, Danesi P, Arcangeli G:
37 Inactivation of *Anisakis simplex* larvae in raw fish using high hydrostatic
38 pressure treatments. Food Control 2010; 21(3): 331-333
- 39 3-35. 食品安全委員会：動物用医薬品評価書 アルベンダゾール（第2版）2021年4
40 月
- 41 3-36. CDC: Parasites-Anisakiasis. Resources for Health Professionals. 2020年5月
42 20日
- 43 3-37. Chai JY, Jung B-K, Hong S-J: Albendazole and Mebendazole as anti-
44 parasitic and anti-cancer agents: an update. Korean Journal of Parasitology
45 2021; 59(3): 189-225
- 46 3-38. 公益社団法人日本食品衛生協会：3 寄生蠕虫類 2. 各種寄生虫の基本的検査法
47 3. 食品衛生上重要な寄生虫の検査各論 (1)線虫類 ①アニサキス幼虫 食品衛

- 1 生検査指針微生物編 2015 年 : 810-823, 2015
- 2 3-39. 令和元～3年度 食品健康影響評価技術研究 アニサキス汚染実態調査および
- 3 リスク低減策の評価に関する研究 (課題番号 : 1909) (参照 1-4 再掲)
- 4 3-40. Bao M, Strachan NJC, Hastie L, MacKenzie K, Seton HC, Pierce GJ:
- 5 Employing visual inspection and Magnetic Resonance Imaging to investigate
- 6 *Anisakis simplex* s.s.l. infection in herring viscera Food Control 2017 年
- 7 75:40-47)
- 8 3-41. Kroeger M, Karl H, Simmler B, Singer P: Viability Test Device for anisakid
- 9 nematodes, Heliyon 4 (2018))