

アニサキス科線虫の生物学 と人体感染の予防*

浦 和 茂 彦

はじめに

アニサキス症は、海産魚介類を中間宿主とする線虫類アニサキス科 (Anisakidae) に属する幼虫の人体感染によって引き起こされる疾病である。本症の発見は比較的最近のことであり、1960年オランダの Van Thielらが *Anisakis* 幼虫の寄生した海産魚介類を生食することによって人体に感染することを証明したのが最初である。その後、日本でも多くの研究が行われ、本症は北日本を中心として全国各地に存在し、多くの海産魚介類が感染源となることが明らかになった。

人体に感染し問題となる主なアニサキス科線虫は、*Anisakis simplex* (= *Anisakis* Type I) および *Pseudoterranova decipiens* (= *Terranova decipiens*) の2種である。日本産サケ科魚類ではカラフトマス *Oncorhynchus gorbuscha*, サケ *O. keta*, サクラマス *O. masou*, ニジマス *Salmo gairdneri* およびアメマス *Salvelinus leucomaenis* が *A. simplex* の宿主として報告されている (Nagasawa et al., 1987)。このうち、サクラマスにおける *A. simplex* の感染状況については多くの調査があり、高い寄生率を示すことが知られている (小林ら 1966; 大鶴 1968 など)。一方、その他のサケ・マス類、特にわが国のサケ科魚類中最も資源量の豊富なサケにおけるアニサキス科線虫の寄生状況はほとんど知られていなかったため、日本沿岸に来遊したサケ親魚について他の寄生虫類も含めて調査を行った。

*Urawa, S. 1986. The parasites of salmonid fishes-II. The biology of anisakid nematodes and the prevention of their human infections. Fish and Eggs No.156: 52-70. (English summary is presented on page 70.)

表1 北海道千歳川系サケ (chum salmon) 親魚の寄生虫相

種	名 (寄 生 部 位)
Myxosporea	
	<i>Chloromyxum salvelini</i> (gall bladder)
	<i>Chloromyxum wardi</i> (gall bladder)
	<i>Myxobolus arcticus</i> (brain, spinal cord)
Trematoda	
	<i>Brachyphallus crenatus</i> (intestine, stomach)
	<i>Lecithaster gibbosus</i> (intestine, pyloric caeca)
	<i>Tubulovesicula lindbergi</i> (intestine, stomach)
Cestoidea	
	<i>Eubothrium crassum</i> (intestine, pyloric caeca)
	<i>Nybelinia surmenicola</i> plerocercoid (body cavity, musculature)
	<i>Phyllobothrium caudatum</i> plerocercoid (intestine, pyloric caeca)
Nematoda	
	<i>Anisakis simplex</i> larva (body cavity, musculature)
	<i>Contracaecum osculatum</i> (body cavity)
	<i>Hysterothylacium aduncum</i> larva (intestine, stomach)
	<i>Philonema oncorhynchi</i> (body cavity)
	<i>Pseudoterranova decipiens</i> larva (musculature)
Acanthocephala	
	<i>Bolbosoma caeniforme</i> juvenile (intestine)
	<i>Echinorhynchus gadi</i> (intestine)
	<i>Rhadinorhynchus trachuri</i> (intestine)
Copepoda	
	<i>Lepeophtheirus salmonis</i> (skin)

1982年に千歳川とその沿岸に産卵回帰したサケ親魚の寄生虫相を表1に示したが、サケ筋肉中には *A. simplex* が高率に感染しているほか、日本産サケ科魚類からはこれまで報告のない *P. decipiens* の筋肉寄生も確認された。

北海道では『るいべ』と称して一旦冷凍したサケ・マス類の刺身を食べる伝統的習慣があり、これがアニサキス類や広節裂頭条虫 *Diphyllobothrium latum* の人体感染を防ぐ役割を果たしてきたと思われる。しかし、近年サケ

漁獲量が増加すると共に、流通機構や保蔵技術が発達し、水揚げされたサケは生のまま遠隔地に輸送され消費される機会が多くなっている。伝統的食文化の変化も手伝い、サケ・マス類の生食によってアニサキス科線虫に感染する危険も増しており、人体感染予防のため、本症に関する的確な知識を必要とする時期にあるように思われる。そこで、現在までに知られている、アニサキス科線虫の分類と形態、生活史およびサケ・マス類における寄生状況と人体感染の予防方法について紹介する。

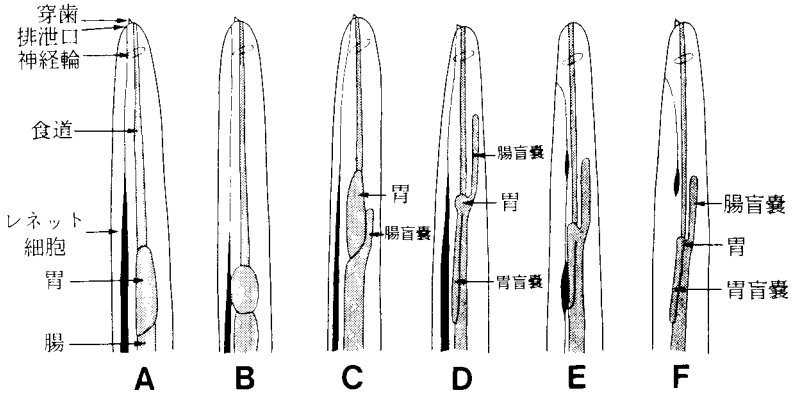


図1 アニサキス科幼線虫前端部の形態
 A, *Anisakis simplex*; B, *Anisakis* sp. (Type II); C, *Pseudoterranova decipiens*; D, *Contracaecum osculatum*; E, F, *Hysterothylacium aduncum*
 (小山 (1974) より改写)

分類と形態

日本産サケ科魚類にみられるアニサキス科線虫は、*Anisakis simplex* (Rudolphi, 1809) Dujardin, 1845, *Contracaecum osculatum* (Rudolphi, 1802) Baylis, 1920, *Hysterothylacium aduncum* (Rudolphi, 1802) Deardorff and Overstreet, 1981, *Pseudoterranova decipiens* (Krabbe, 1878) Gibson and Colin, 1982, *Raphidascaris biwakoensis* Fujita, 1928 の5属5種であるが、このうちニジマスに寄生した *R. biwakoensis* のみが淡水種である(Nagasawa et al., 1987)。

アニサキス科線虫に関する分類は大変混乱していたが、最近ようやく整理されつつある。Shiraki (1974) は魚介類の *Anisakis* 幼虫を4 typeに分

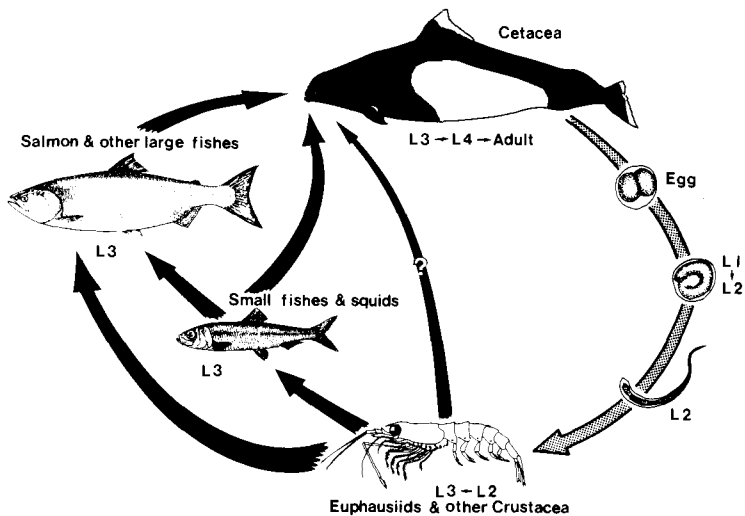


図2 北太平洋における *Anisakis simplex* の生活史模式図
 L1, 第1期幼虫; L2, 第2期幼虫; L3, 第3期幼虫; L4, 第4期幼虫;
 Adult, 成虫

けたが、Type I は *A. simplex* であることが培養などにより確かめられている (Pippy and Van Banning, 1975; Beverley-Burton et al., 1977; Oshima et al., 1982)。 *Pseudoterranova* は以前 *Terranova* あるいは *Phocanema* とされていたが、現在はこの属名が使用されている。 *Contracaecum osculatum*, *Hysterothylacium aduncum* とそれらの近縁種については大幅にシノニム (同種異名) 関係が整理されている (Nagasawa et al., 1987)。

アニサキス科幼線虫の形態を図1に示したが、主に消化器系と排泄系の構造を基に分類される。 *A. simplex* は体長が28.4(19-36)mmであり、近縁種の *Anisakis* sp. (Type II) よりも体長に比して胃部が長く、尾部が短い。 *Pseudoterranova decipiens* は体長24.2(11-37)mmで、 *Anisakis* と異なり腸盲嚢を備える (小山 1974)。

生活史

Anisakis simplex の一生は5つの発育段階に分かれ、4回脱皮を繰り返して成虫となるが、その生活史の中には真正中間宿主としての甲殻類、延長中間宿主の魚類および終宿主として海産ほ乳類が含まれている (図2)。

表2 *Anisakis* 幼虫の甲殻類からの記録

場 所	宿 主	検査数	被寄生個体数 (寄生率%)	文 献
バレンツ海	<i>Caprella septentrionalis</i>	855	1(0.117)	Uspenskaya* (1963)
	<i>Hyas araneus</i>	990	1(0.101)	
	<i>Thysanoessa raschii</i>	?	1	
北大西洋と 北海北部	<i>Thysanoessa inermis</i>	2730	18(0.659)	Smith (1971)
	<i>Thysanoessa longicaudata</i>	950	3(0.316)	
	<i>Meganyctiphanes norvegicus</i>	3178	1(0.031)	
	<i>Thysanoessa inermis</i>	11956	?(0-4.0)	Smith (1983a)
	<i>Thysanoessa longicaudata</i>	2218	?(0-1.0)	
	<i>Thysanoessa raschii</i>	6587	?(0-1.3)	
	<i>Nyctiphanes couchii</i>	3067	2?(0.065?)	
ブリストル湾	<i>Thysanoessa raschii</i>	121	3(2.479)	大島ら(1969) 及び Shimazu & Oshima (1972)
北太平洋西部	<i>Thysanoessa longipes</i>	438	3(0.685)	Shimazu & Oshima (1972)
	<i>Euphausia pacifica</i>	54000	1(0.002)	
黄 海 東 部	<i>Euphausia pacifica</i>	28219	2(0.099)	影井(1974a)
日 本 海	<i>Pandalus borealis</i>	5046	5(0.099)	Shiraki et al.(1976)
サ ロ マ 湖	<i>Pandalus kessleri</i>	724	2(0.276)	

*Smith and Wootten (1978) より引用

終宿主の胃に寄生する成虫より生み出された直径約50 μ mほどの虫卵は宿主のふんと共に海水中に排出される。海水中で胚発生が進み、卵殻内で第1期幼虫は脱皮して被鞘性第2期幼虫となり孵化する。孵化した第2期幼虫は体長が0.2~0.3mm程度であり(Oshima, 1972)、水温5~7℃の海水中では6~7週間生存可能であるが(Van Banning, 1971)、その間にオキアミ類など甲殻類に捕食されると、脱鞘し消化管を貫通して血体腔に移動し(大島ら 1969)、体長が約4~6mmになると脱皮して第3期幼虫となる(Smith, 1983b)。第3期幼虫は发育を続け、体長が12mm前後になると魚介類への感染能を得る(嶋津 1974)。寄生を受けた甲殻類が魚類に捕食されると、幼虫は魚類に感染するが、そこで幼虫は脱皮せずに第3期の状態で留まる。食

物連鎖を通じて感染魚が他の魚に捕食されると、第3期幼虫は捕食魚に移行し再感染しうるが、虫体に形態的变化はない (Smith, 1974)。これらの感染魚が終宿主に捕食されると幼虫は宿主の胃に寄生し、2回脱皮し成長して成虫となり産卵して生活史が完結する。

Anisakis の真正中間宿主として端脚目 (*Caprella*)、十脚目 (*Hyas*, *Pandalus*) およびオキアミ目 (*Euphausia*, *Meganycetiphanes*, *Nyctiphanes*, *Thysanoessa*) に属する12種類の甲殻類が報告されているが (表2)、寄生率はいずれも低く、宿主1個体より2虫体以上見られることはない。これらの甲殻類以外に橈脚類などの微小甲殻類が運搬宿主として存在する可能性もあるが (Smith, 1983b)、証明はされていない。また、*A. simplex* の感染した甲殻類を終宿主が捕食すれば、感染が成立し生活環が完結することも考えられるが、これも実験的には証明されていない。*A. simplex* の終宿主としては、歯鯨類17種、髭鯨類6種、鰭脚類11種が知られているが (Davey, 1971)、イルカ類が最も好適な宿主であり、日本近海ではスジイルカ *Stenella coeruleoalba* が重要な終宿主と考えられている (影井ら 1967; 影井 1969)。*Pseudoterranova decipiens* の生活史も *A. simplex* と類似するが、主な終宿主は鰭脚類であり、北太平洋ではオットセイ *Callorhinus ursinus*、ラッコ *Enhydra lutris*、アゴヒゲアザラシ *Erignathus barbatus*、アシカ *Eumetopias jubatus*、ゴマフアザラシ *Phoca vitulina*、*Pusa hispida* が宿主として報告されている (Margolis and Dailey, 1972)。

サケ科魚類への感染

Anisakis simplex 幼虫は日本産の魚類164種とスルメイカ *Todarodes pacificus* より記録されているが (影井 1974b)、日本のみならず全世界に分布しており、例えば、オーストラリアおよびその近辺では40魚種 (Beumer et al., 1983)、カナダ沿岸では54魚種より *Anisakis* 幼虫が報告されている (Margolis and Arthur, 1979)。Dailey et al. (1980) もカリフォルニア沿岸産の68魚種を調べ、42種の海産魚に *Anisakis* 幼虫の寄生を確認しており、さらに Love and Moser (1983) は北太平洋を中心として123魚種を宿主として記録している。これらの報告の中には、既に述べたサクラマス、カラフトマス、サケ、アメマスのほか、ギンザケ *Oncorhynchus kisutch*、ベニザケ *O. nerka*、マスノスケ *O. tshawytscha*、大西洋サケ *Salmo salar*、

表3 各種魚介類における *Anisakis simplex* の寄生状況

魚 種	検査尾数	寄生率(%)	平均寄生数*	筋肉寄生数**	
マサバ	1332	95	8.3	2.1	大 鶴 (1968)
カツオ	10	100	8.2	0	
スケトウダラ	73	100	43.5	0.7	
ニシン	12	83	6.4	0.6	
ホッケ	3	67	1.5	0	
サンマ	21	14	2.0	0	
マアジ	86	13	1.9	0.1	
ヒラメ	10	20	1.0	0	
ヤナギガレイ	36	19	4.3	0	
カナガシラ	3	67	1.0	0	
タチウオ	6	17	1.0	0	
スルメイカ	148	16	1.9	0	
サケ	27	7	1.0	0	
サクラマス	22	95	2.5	0	
サケ(千歳川1982年)	77	97	13.2	13.2	浦 和 (未発表)
サケ(千歳川1986年)	43	100	14.3	14.3	
サケ(知内川1986年)	37	97	9.9	9.9	
サクラマス(千歳川1986年)	46	72	2.7	1.9	
サクラマス(雄武沖1986年)	30	63	2.1	0.8	

*総寄生数/被寄生魚数

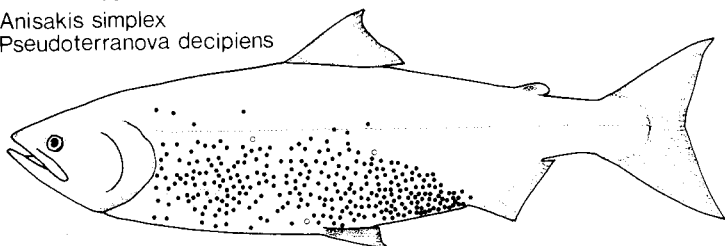
**筋肉における総寄生数/被寄生魚数

Salvelinus alpinus, カワマス *S. fontinalis*, オシヨロコマ *S. malma* などのサケ科魚類が宿主として含まれている。

表3には日本産魚介類における *A. simplex* 幼虫の寄生状況を示したが、マサバ *Scomber japonicus*, カツオ *Katsuwonus pelamis*, スケトウダラ *Theragra chalcogramma* のほか、北海道産サケに多数の寄生が確認されている。*A. simplex* は、大部分の魚介類では内臓部分に多いが、サケ科魚類では内臓よりも筋肉中に高率寄生しており、特にサケでは筋肉中の寄生数が高率で非常に多い。魚種によって寄生部位に差があり、サケ科魚

Chum salmon

- *Anisakis simplex*
- *Pseudoterranova decipiens*



Masu salmon

- *Anisakis simplex*
- *Diphyllobothrium latum*

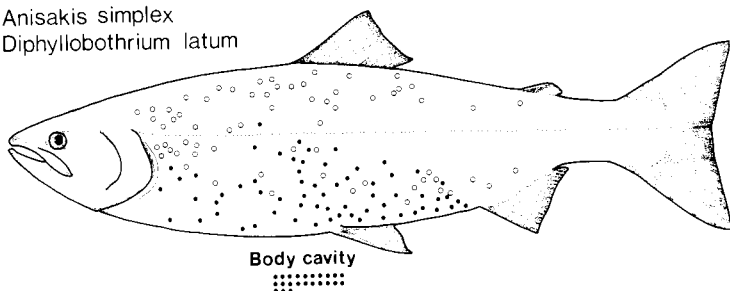


図3 千歳川に産卵回帰したサケ (chum salmon) とサクラマス (masu salmon) における *Anisakis simplex*, *Pseudoterranova decipiens* および *Diphyllobothrium latum* の寄生部位

表4 *Anisakis simplex* のサケ年齢別寄生状況

	2年魚	3年魚	4年魚	5年魚
千歳川	4/4, 14.3±9.2*	27/27, 14.9±17.2	9/9, 12.3±5.5	3/3, 15.7±4.7
知内川	—	—	28/29, 9.4±7.4	8/8, 11.8±15.8

*被寄生尾数/検査尾数, 平均寄生数 (総寄生数/被寄生尾数) ±標準偏差

類で筋肉寄生の割合が高い原因は不明だが, 筋肉内寄生数だけでみると, サケは人体感染の機会が最も多いことになる。

千歳川産のサケとサクラマスにおける *A. simplex*, *Pseudoterranova decipiens* および *Diphyllobothrium latum* の寄生部位を図3に示したが,

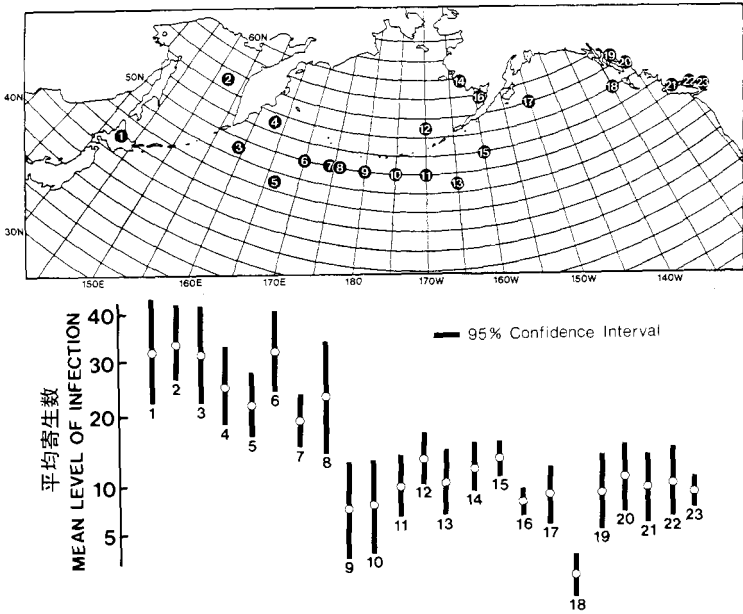


図4 北太平洋産のサケ (chum salmon) 4年魚における *Anisakis* の平均寄生数

D. latum は宿主の筋肉全体に寄生するのに対し、*A. simplex* の寄生は大部分が腹部筋肉に集中するのが特徴であり、同様の現象は北太平洋産サケでも観察されている (Novotny and Uzmann, 1960; Stern et al., 1961)。幼虫が腹部筋肉に寄生するのは侵入経路となる消化管を含めた内臓に近いと考えられている (Smith and Wootten, 1975)。一方、*P. decipiens* の寄生部位もサケでは腹部筋肉であるが、他魚種では筋肉全体に分布することが報告されている (Templeman et al., 1957)。

魚類に寄生したアニサキス第3期幼虫の寿命は非常に長く、そのため海洋生活期間の長い高齢魚ほど虫体が蓄積されて寄生数の増加することがニシンなど多数の魚種で知られている (Bishop and Margolis, 1955; 影井 1969; Wootten and Waddell, 1977; Wootten, 1978; McGladdery and Burt, 1985; McGladdery, 1986)。ところが、千歳川および道南の知内川へ同一時期に産卵帰したサケにおける *A. simplex* の寄生数には、海洋生活期間の長さによる差がみられず、平均寄生数は各年齢群ともほぼ一定している (表4)。これは、これらのサケが北太平洋を回遊中のある時期に、特定の場所で *A.*

simplex の感染を受けるためと推定される。

北太平洋漁業国際委員会の調査の一環として、*Anisakis* を生物標識として利用し、サケの大陸起源を明らかにする試みがなされた (Uzmann, 1956, 1957; Uzmann and Lander, 1958)。Uzmann (1957) のデータを基に作成したのが図 4 であるが、*Anisakis* (たぶん *A. simplex*) の平均寄生数は 180 度以西で採捕されたサケでは劇的に増加することがわかる。ベニザケでも西経 171 度より西側で採捕された魚に *Anisakis* の寄生数が多いことが知られ (Margolis, 1957, 1963), さらにアメリカ側よりもアジア側のイルカ類でアニサキス科線虫の寄生率が高いことが報告されており (Skrjabin, 1958. Oshima (1972) より間接引用), 北太平洋では西側の海域が *A. simplex* の濃厚な感染地域になっていると考えられる。

北海道産サケは、6 月から 7 月にかけて日本沿岸を離れ、短期間で 180 度より東側に出現し、未成魚期には主に西経域で生活を送り、最終年の春にベーリング海へ北上した後、カムチャツカ半島東岸及び千島列島に沿って南下し、秋期に北海道沿岸へ産卵回帰すると推定されている (近藤ら 1965; 米盛 1975; Neave et al., 1976)。夏期にカムチャツカ半島南東岸沖合い及び北千島東海域で採捕された成熟魚を含むサケの胃内容物には *Thysanoessa longipes*, *T. inermis*, *T. raschii*, *Euphausia pacifica* など *A. simplex* の中間宿主として知られているオキアミ類が 16% 程度含まれていたことが報告されている (Andrievskaya, 1958)。伊藤 (1964) も同一海域で時期別の食性調査を行い、サケの胃内容物には同じ種類のオキアミ類が出現することを明らかにしている。従って、北海道産サケは海洋生活の最終年にカムチャツカ半島から千島列島付近にかけてを回遊時にオキアミ類を捕食して *A. simplex* の大量寄生を受けると推定され、そうであれば産卵回帰したサケにおける寄生数に年齢差のないのもある程度説明される。

大西洋サケでも地域によって *A. simplex* の寄生頻度に差があり、ヨーロッパ起源の方がアメリカ起源のものより寄生数が多く、両系統群が混獲されるグリーンランド沖では本虫が識別の指標として用いられている (Nyman and Pippy, 1972)。北太平洋でも、Uzmann らの調査のように *A. simplex* の寄生状況を調べることによって、サケ・マス類に関する多くの生物情報を得られることが期待される。ただし、*A. simplex* の生態については不明なことも多く、今後は、イルカ類や、オキアミ類を始めとする甲殻類における

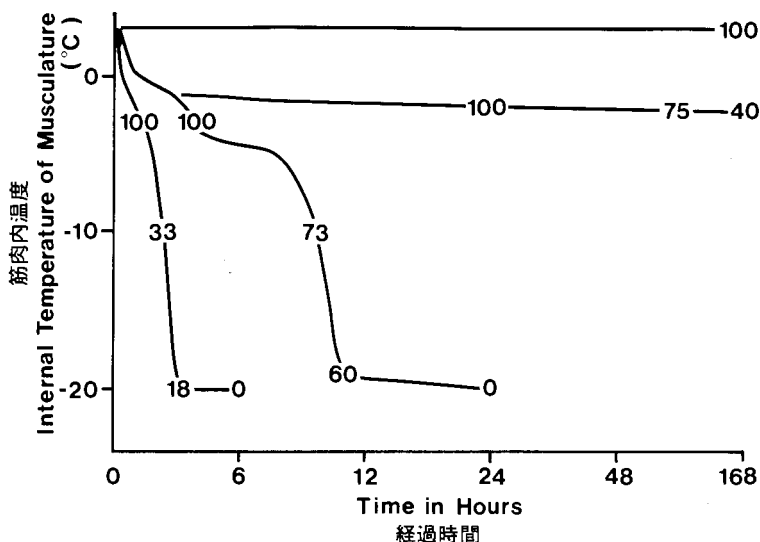


図5 低温保蔵したサケ筋肉中の温度と *Anisakis simplex* の生残率 (survival rate, %) の関係

A. *simplex* の寄生状況を海域別に明らかにするなどの調査も必要とする。

人体への感染

小山ら (1982) が行ったアニサキス症に関するアンケート調査によると、1960～1981年の間に日本全国において経験された総症例数は1424例であり、その内 *Anisakis* 幼虫によるもの1045例 (73.4%)、*Pseudoterranova* 幼虫によるもの160例 (11.2%) で、地域的には北海道が632例 (44.4%) と最も多い。

アニサキス幼虫の人体感染は魚介類を刺身で食べた場合が圧倒的に多いが、酢を加えたものも安心できず、生焼けのものも原因となる (戸塚 1974; 長野 1974)。内臓や筋肉内に被囊した幼虫は直径が約 3 mm に過ぎないので、生食に際して容易に飲み込まれる。アニサキス幼虫は人体内では発育できないので、人に摂取された幼虫の大部分は消化管を素通りして体外に排出されるが、一部は胃や腸管に穿入したり、貫通して腹腔内に侵入する。幼虫は数日間人体内で生存するが、やがて死滅崩壊し宿主組織に吸収される。

アニサキス症の症状は魚肉摂取後 2～10 時間の間に現れる (長野 1974)。

症状はすでに寄生を受けて感作されている（抗体をもった）人でのアレルギー反応が主体となるか（激症型）、感作されていない人での異物反応が主体となるか（緩和型）で異なり、また病巣が胃か腸であるかによってもやや異なる。激症型は侵入した幼虫の出す排泄物など代謝産物や遺残虫体成分が抗原となる消化管局所の即時型過敏反応が主体となり、腹部の不快感に続き急激に腹部の激痛が起これり、悪心、おう吐を伴う場合もある。緩和型ではほとんど自覚症状がない（鈴木・石倉 1974）。

予 防

既に記したように、*Anisakis simplex* 幼虫はサケ・マス類の腹部筋肉に多数寄生しているので、この部分を生食するのが最も危険である。内蔵に寄生した *Anisakis* 幼虫は魚の死後筋肉部へ移動するので（Smith and Wootten, 1975）、なるべく早く調理することも必要である。

魚体より取り出した *Anisakis* 幼虫を様々な温度条件下に置くと、2℃では50日以上生存するが、60℃の湯中では1秒以内に死滅する（川田 1968）。-5℃と-10℃では大部分の虫体が1日以内に死ぬが、一部は数日間生存する。しかし、-17℃では1日以内、-30℃では数分ですべての虫体が死亡する（Gustafson, 1953）。-15℃で2時間以上、65℃で7分以上処理すれば、*A. simplex* の感染能力はなくなるとの報告もある（橋口・武井 1975）。実際に、*A. simplex* の寄生した厚さ約1cmのサケ筋肉を各温度段階に収容し、筋肉内温度と幼虫の生存状況を比較すると、-2℃では7日後でも40%の幼虫が生存するが、筋肉温度が-20℃に達すると、その後12時間以内にすべての幼虫が死滅する（図5）。従って、アニサキス幼虫の感染した可能性のあるサケ・マス類を食べる場合、感染予防として、十分熱を加えるか、刺身として食べる時は、-20℃以下に冷凍した状態で12時間以上置くのが有効であり、この方法で同時に広節裂頭条虫の感染も予防可能である。

要 約

公衆衛生上問題となるアニサキス科線虫の分類と生活史、サケ・マス類における寄生状況、および人体感染の予防方法についてまとめた。日本産サケ科魚類からはアニサキス科線虫が5属5種知られているが、人体に感染し問題となるのは *Anisakis simplex* と *Pseudoterranova decipiens* であり、

この2種はサケ・マス類の筋肉中に寄生する。*A. simplex* は海中でふ化した後、オキアミ類など甲殻類に感染し、その後は食物連鎖を通じてサケ・マス類など魚介類、さらには終宿主であるイルカ類に感染する。北海道に産卵回帰したサケにおける *A. simplex* の寄生数には年齢（海洋生活期間）による差がみられないが、本種は北西太平洋で採捕されたサケに多数寄生していることから、大部分の幼虫は海洋生活最終年の産卵回遊中に北太平洋西部海域で感染すると推定される。アニサキス科線虫の人体感染はおもに魚介類の生食によって起こるが、これを防ぐためには、食べる前に、十分熱を加えるか、 -20°C 以下に冷凍した状態で12時間以上置く必要がある。

謝 辞

貴重な文献や情報を御提供頂いた水産庁遠洋水産研究所の岡崎登志夫博士および北海道立函館水産試験場の長澤和也博士に感謝の意を表す。また、線虫類の同定に御協力頂いた国立科学博物館の町田昌昭博士に深謝する。

引用文献

- Andrievskaya, L.D. 1958. Ditanie tikhookeanskikh lososei v serer-ozapadnoi chasti Tikhoro okeana. Sb. Materialy Po Biologii Morskovo Period Zhizni Dalnevostestochnykh Lososei: 64-75.
(極東産サケ・マスの海洋生活期の生物学に関する資料。小山 讓訳。ソ連北洋漁業関係文献集 26: 110-130.)
- Beumer, J.P., L.D. Ashburner, M.E. Burbury, E. Jette and D. J. Latham. 1983. A checklist of the parasites of fishes from Australia and its adjacent Antarctic territories. Technical Communication No. 48 of the Commonwealth Institute of Parasitology, Commonwealth Agricultural Bureaux. 99p.
- Beverly-Burton, M., O.L. Nyman and J.H.C. Pippy. 1977. The morphology, and some observations on the population genetics of *Anisakis simplex* larvae (Nematoda: Ascaridata) from fishes of the North Atlantic. J. Fish. Res. Board Can. 34: 105-112.
- Bishop, Y.M.M. and L. Margolis. 1955. A statistical examination of *Anisakis* larvae (Nematoda) in herring (*Clupea pallasii*) of the

- British Columbia coast. J. Fish. Res. Board Can. 12: 571-592.
- Dailey, M.D., L.A. Jensen and B.W. Hill. 1980. Larval anisakine round worms of marine fishes from Southern and Central California, with comments on public health significance. Calif. Fish and Game 67: 240-245.
- Davey, J.T. 1971. A revision of the genus *Anisakis* Dujardin, 1845 (Nematoda: Ascaridata). J. Helminthol. 45: 51-72.
- Gustafson, P.V. 1953. The effect of freezing on encysted *Anisakis* larvae. J. Parasit. 39: 585-588.
- 橋口義久・武井次雄. 1975. 温度処理アニサキス幼虫のダイコクネズミに対する感染能力. 寄生虫学雑誌 24: 34-40.
- 伊藤 準. 1964. 海洋生活期におけるサケ・マス類の餌料と摂餌特性について. 北海道区水産研究所研究報告 (29): 85-97.
- 影井 昇. 1969. *Anisakis* 属線虫の生活史. 最新医学 24: 389-400.
- 影井 昇. 1974a. *Anisakis* 亜科線虫に関する研究 (VI) 海産甲殻類における *Anisakis* 幼虫調査成績. 公衆衛生院研究報告 23: 65-71.
- 影井 昇. 1974b. 魚類とアニサキス. アニサキス亜科線虫幼虫感染魚類一覽. 日本水産学会編, 恒星社厚生閣: 98-107.
- 影井 昇・大島智夫・小林昭夫・熊田三由・小山 力・小宮義孝・竹村 暢. 1967. 各種海産哺乳動物に寄生する *Anisakis* 属線虫類の調査. 寄生虫学雑誌 16: 427-435.
- 川田茂宏. 1968. *Anisakis* 症の予防に関する研究 - *Anisakis* 幼虫の抵抗性について. 大阪医科大学雑誌 26: 224-244.
- 小林昭夫・小山 力・熊田三由・小宮義孝・大島智夫・影井 昇・石井俊雄・町田昌昭. 1966. 海産魚類及びイカ類についての *Anisakinae* 幼線虫の感染調査. 寄生虫学雑誌 15: 348-349.
- 近藤平八・平野義見・中山信之・三宅 真. 1965. 標識放流試験 (1958-1961) からみた海洋におけるさけます (genus *Oncorhynchus*) の分布と回遊. 北太平洋漁業国際委員会研究報告 (17): 1-193.
- 小山 力. 1974. 魚類とアニサキス. I. アニサキス亜科幼虫. 1. 形態・分類. 日本水産学会編, 恒星社厚生閣: 9-19.

- 小山 力・荒木 潤・町田昌昭・唐沢洋一. 1982. アニサキス症に関する最近の問題点. モダンメディア 28: 434-443.
- Love, M.S. and M. Moser. 1983. A checklist of parasites of California, Oregon, and Washington marine and estuarine fishes. NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-777. 576p.
- Margolis, L. 1957. A study of the parasites of sockeye and pink salmon with particular attention to their application in distinguishing between Asiatic and North American stocks of these fish on the high seas - report of results of examinations of 1956 samples. Fish. Res. Board Can. MS Rep. (Biol.) 641. 24p.
- Margolis, L. 1963. Parasites as indicators of the geographical origin of sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka* (Walbaum), occurring in the North Pacific Ocean and adjacent seas. Int. North Pac. Fish. Comm. Bull. 11: 101-156.
- Margolis, L. and J.R. Arthur. 1979. Synopsis of the parasites of fishes of Canada. Bull. Fish. Res. Board Can. 199. 269p.
- Margolis, L. and M.D. Dailey. 1972. Revised annotated list of parasites from sea mammals caught off the west coast of North America. NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-647. 23p.
- McGladdery, S.E. 1986. *Anisakis simplex* (Nematoda: Anisakidae) infection of the musculature and body cavity of Atlantic herring (*Clupea harengus harengus*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43: 1312-1317.
- McGladdery, S.E. and M.D.B. Burt. 1985. Potential of parasites for use as biological indicators of migration, feeding, and spawning behavior of northwestern Atlantic herring (*Clupea harengus*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42: 1957-1968.
- 長野一雄. 1974. 魚類とアニサキス. II. ヒトアニサキス. 5. テラノーバによる急性胃症状. 日本水産学会編, 恒星社厚生閣: 73-85.
- Nagasawa, K., S. Urawa and T. Awakura. 1987. A checklist and bibliography of parasites of salmouids of Japan. Sci. Rep. Hokkaido Salmon Hatchery (41): (In press.)

- Neave, F., T. Yonemori and R.G. Bakkala. 1976. Distribution and origin of chum salmon in offshore waters of the North Pacific Ocean. Int. North Pac. Fish. Comm. Bull. 35: 1-79.
- Novotny, A.J. and J.R. Uzman. 1960. A statistical analysis of the distribution of a larval nematode (*Anisakis* sp.) in the musculature of chum salmon (*Oncorhynchus keta* Walbaum). Exp. Parasitol. 10: 245-262.
- Nyman, O.L. and J.H.C. Pippy. 1972. Differences in Atlantic salmon, *Salmo salar*, from North America and Europe. J. Fish. Res. Board Can. 29: 179-185.
- 大鶴正満. 1968. アニサキス症. モダンメディア 14: 361-370.
- Oshima, T. 1972. *Anisakis* and anisakiasis in Japan and adjacent area, p. 301-393. In K. Morishita, Y. Komiya and H. Matsubayashi (eds.), Progress of Medical Parasitology in Japan, Vol. IV. Meguro Parasitological Museum, Tokyo.
- Oshima, T., S. Oya and R. Wakai. 1982. *In vitro* cultivation of *Anisakis* type I and type II larvae collected from fishes caught in Japanese coastal waters and their identification. Jap. J. Parasitol. 31: 131-134.
- 大島智夫・嶋津 武・小山博誉・赤羽啓栄. 1969. オキアミ類に寄生していた *Anisakis* 属幼虫について. 寄生虫学雑誌 18: 241-248.
- Pippy, J.H.C. and P. Van Banning. 1975. Identification of *Anisakis* larva (I) as *Anisakis simplex* (Rudolphi, 1809, det. Krabbe) (Nematoda: Ascaridata). J. Fish. Res. Board Can. 32: 29-32.
- 嶋津 武. 1974. 魚類とアニサキス. I. アニサキス亜科幼虫. 2. 生態. 日本水産学会編, 恒星社厚生閣: 23-43.
- Shimazu, T. and T. Oshima. 1972. Some larval nematodes from euphausiid crustaceans, p. 403-409. In A.Y. Takenouti et al. (eds.), Biological Oceanography of the Northern North Pacific Ocean dedicated to Shigeru Motoda. Idemitsu Shoten, Tokyo, Japan. 626 p.

- Shiraki, T. 1974. Larval nematodes of family Anisakidae (Nematoda) in the northern sea of Japan. - as a causative agent of eosinophilic phlegmone or granuloma in the human gastro-intestinal tract. *Acta Medica et Biologica* 22: 57-98.
- Shiraki, T., H. Hasegawa and M. Kenmotsu. 1976. Larval anisakid nematodes from the prawns, *Pandalus* spp. *Jap. J. Parasitol.* 25: 148-152.
- Skrjabin, A.S. 1958. Zoogeographical characteristics of the helminth fauna of marine mammals of the boreo-pacific sub-region. *Fish. Res. Board Can., Translation Series. No. 333.*
- Smith, J.W. 1971. *Thysanoessa inermis* and *T. longicaudata* (Euphausiidae) as first intermediate hosts of *Anisakis* sp. (Nematoda: Ascaridata) in the northern North Sea, to the north of Scotland and at Faroe. *Nature, London* 234: 478.
- Smith, J.W. 1974. Experimental transfer of *Anisakis* sp. larvae (Nematoda: Ascaridida) from one fish host to another. *J. Helminthol.* 48: 229-234.
- Smith, J.W. 1983a. Larval *Anisakis simplex* (Rudolphi, 1809, det. Krabbe, 1878) and larval *Hysterothylacium* sp. (Nematoda: Ascarioidea) in euphausiids (Crustacea: Malacostraca) in the North-East Atlantic and northern North Sea. *J. Helminthol.* 57: 167-177.
- Smith, J.W. 1983b. *Anisakis simplex* (Rudolphi, 1809, det. Krabbe, 1878) (Nematoda: Ascarioidea): Morphology and morphometry of larvae from euphausiids and fish, and a review of the life-history and ecology. *J. Helminthol.* 57: 205-224.
- Smith, J.W. and R. Wootten. 1975. Experimental studies on the migration of *Anisakis* sp. larvae (Nematoda: Ascaridida) into the flesh of herring, *Clupea harengus* L. *Int. J. Parasit.* 5: 133-136.
- Smith, J.W. and R. Wootten. 1978. *Anisakis* and anisakiasis. *Adv. Parasitol.* 16: 93-163.
- Stern, J.A., D. Chakravarti, J.R. Uzmann and M.N. Hesselholt. 1961. Rapid counting of Nematoda in salmon by peptic digestion. *Int*

North Pac. Fish. Comm. Bull. 3: 1-4.

鈴木俊夫・石倉 肇. 1974. 魚類とアニサキス. II. ヒトアニサキス. 4. アニサキス症の発生機序・症状・診断. 日本水産学会編, 恒星社厚生閣: 58-72.

Templeman, W., H.J. Squires and A.M. Fleming. 1957. Nematodes in the fillets of cod and other fishes in Newfoundland and neighbouring areas. J. Fish. Res. Board Can. 14: 831-897.

戸塚守男. 1974. 魚類とアニサキス. II. ヒトアニサキス. 3. 疫学. 日本水産学会編, 恒星社厚生閣: 44-57.

Uspenskaya, A.V. 1963. Parasite fauna of benthic crustaceans from the Barents Sea. Izdatel'stvo Akademiyi Nauk SSSR, Moscow and Leningrad. 127p. (In Russian.)

Uzmann, J.R. 1956. Studies on parasites of chum salmon. Progress Report of Pacific Salmon Investigations, U. S. Fish and Wildlife Service, Seattle, Washington. 4p.

Uzmann, J.R. 1957. Studies on parasites of chum salmon. Progress Report of Pacific Salmon Investigations, U. S. Fish and Wildlife Service, Seattle, Washington. 6p.

Uzmann, J.R. and R.H. Lander. 1958. Studies on parasites of chum salmon. Progress Report of Pacific Salmon Investigations, U. S. Fish and Wildlife Service, Seattle, Washington. 10p.

Van Banning, P. 1971. Some notes on a successful rearing of the herring-worm, *Anisakis marina* L. (Nematoda: Heterocheilidae). Journal du Conseil 34: 84-88.

Wootten, R. 1978. The occurrence of larval anisakid nematodes in small gadoids from Scottish waters. J. mar. biol. Ass. U. K. 58: 347-356.

Wootten, R. and I.F. Waddell. 1977. Studies on the biology of larval nematodes from the musculature of cod and whiting in Scottish waters. J. Cons. int. Explor. Mer 37: 266-273.

米盛 保. 1975. 北海道起源シロザケに対する標識放流から得られた結果の分析についての試み. 北太平洋漁業国際委員会研究報告 32: 123-151.

Abstract

Urawa, S. 1986. The parasites of salmonid fishes - II. The biology of anisakid nematodes and the prevention of their human infections. Fish and Eggs No. 156: 52-70.

The taxonomy, life history and occurrence of *Anisakis simplex* and certain other marine nematodes of the family Anisakidae in salmonid fishes are reviewed, and preventive measures of their human infections are presented. Five species of Anisakidae have been recorded from Japanese salmonid fishes, of which *A. simplex* and *Pseudoterranova decipiens* are important with regard to human infection. *A. simplex* larvae are concentrated in the ventral musculature of Pacific salmon. Although *A. simplex* larvae usually accumulate as fish grow older, there is no significant correlation between intensity of *A. simplex* larvae and age of chum salmon spawners in Hokkaido. This suggests that *A. simplex* infections may occur in returning chum salmon in the western region of the North Pacific on their way to the home river in Hokkaido from the eastern side, since it has been well documented that the infection level of *A. simplex* larvae is much higher in western than in eastern salmon. Fish must be frozen to -20°C and then kept at not higher than this temperature for at least 12 hours before raw consumption.

(Hokkaido Salmon Hatchery, Fisheries Agency. 2-2 Nakanoshima, Toyohiraku, Sapporo, 062 Japan)