

5. アニサキス症 (1)生物学

影 井 昇

(1) はじめに

Beaver (1952, 1969) が内臓幼虫移行症 (visceral larva migrans) の概念での寄生虫病を報告した後, わが国でも幼虫移行症に関する研究がなされる中, 1964年初めてその範疇に入る寄生虫病としてアニサキス症 (Anisakiasis) の存在が報告され (大島, 1964), これを機にその他のアニサキス科線虫類 (Anisakid nematoda: *Pseudoterranova*, *Contracaecum* 並びに *Hysterothylacium* 属線虫など) 幼虫による幼虫移行症が発見・報告されてきた (Schauma and Müller, 1967; Suzuki *et al.*, 1972; Kagei *et al.*, 1978b; Im *et al.*, 1989; Yagi *et al.*, 1996)。しかし, それら線虫による症例数は *Anisakis* 属線虫幼虫による感染者程は多くはなく, 日本におけるそれら線虫類の研究もそれ程まとまった報告はなされていないので, 本項ではアニサキス症の原因虫である *Anisakis* 属線虫を中心にわが国におけるその生物学的研究の歴史的評価を論じ, 必要に応じてその他のアニサキス科線虫あるいはアニサキス科線虫幼虫について触れたいと考える。

Anisakis 並びにアニサキス症に関しては Oshima (1972) による総説のほか以下の総説乃至は解説書等がある (西村, 1977; Smith and Wootten, 1978; Oshima, 1983, 1987; Oshima and Kliks, 1987; 影井, 1989a, b, c, 1991; Ishikura and Namiki, 1989; Ishikura and Kikuchi, 1990; Nagasawa, 1993)。

(2) アニサキス科線虫類の分類と形態に関する研究

①アニサキス科線虫類の直接的分類と形態の研究

アニサキス科線虫類の分類に関しては Rudolphi (1808) の報告に始まり, Dujardin (1845), Diesing (1851), Creplin (1851), van Beneden (1870), Cobbold (1876), Krabbe (1878), von Linstow (1888), Cobb (1888), Stiless and Hassal (1899), Railliet and Henry (1912, 1915) などの研究報告を経て1920年 Baylis の報告に至り, その基盤がほぼ整ったと考えられる。その後, Baylis and Dautney (1926), Johnson and Mawson (1942, 1945), Margolis and Pike (1955), Hartwich (1957), Yamaguti (1961) などによる若干の修正が加えられながら現在 Hartwich (1974) によって以下のように分類されており, その主たる形態もそれぞれ以下のように報告されている (影井, 1969)。

Nematoda Rudolphi, 1808

Ascaridida

Ascaridoidea Railliet et Henry, 1915

Anisakidae (Railliet and Henry, 1915) Railliet and Henry, 1915 (アニサキス科)

Anisakinae Railliet and Henry, 1912 (アニサキ亜科)

Anisakis Dujardin, 1845*Pseudoterranova* Mosgovoi, 1950*Contracaecum* Railliet and Henry, 1912

Raphidascarinae Hartwich, 1954

Raphidascaris Railliet and Henry, 1915*Hysterothylacium* Ward and Magath, 1916*Anisakis* Dujardin, 1845Synonyms; *Stomachus* Goeze in Zeder, 1800*Ascaris* Rudolphi, 1809*Filocapsularia* Deslonchampus, 1824*Pesitracheilus* Diesing, 1851*Conocephalus* Diesing, 1860

属の特徴は単一な小歯状突起 (dentigerous ridges) を3つの口唇にそれぞれ備えている。間唇 (interlabia) はない。口から筋性の食道に続いて腺性の胃部 (ventriculus) があり、この胃部並びにそれに続く腸管には何等の附属物 [胃盲囊 (ventricular appendix) 並びに腸盲囊 (intestinal caecum)] はない。この胃部は細長く時にS字状に曲がっているものと、正方形に近いものがあり、これにより2つの亜属に分けられる (*Anisakis* 及び *Skrjabinisakis* 亜属)。本属には1つの細胞からなる極めて大きな排泄細胞 (renette cell) があり、その前端が両亜腹唇間の基部に開き、体側に沿って後走するが途中幅を増大し、やがて細くなり、体半ばで認められなくなる。renette 細胞内には排泄孔から後方に細い管腔が走り、その管腔にそって細長い大きな1個の核が見られる。陰門は体の中央または体の1/3~1/2の所に開く。雄の交接刺は通常不等である。

現在 *Anisakis* 属線虫は表1に示すように18種類が報告されているが、それらの中には記載が余りにも貧弱で、種の決定が不可能であったり、ただ一度の報告にとどまるものなどが多い。Lyster (1940) によると *A. kükenhali*, *A. dussumieri* は *A. simplex* の synonym とされ、*A. kogians* はその最初の報告者である Johnston and Mawson (1943) 自身が *A. simplex* の synonym であると訂正している。その他 Dollfus (1948) 及び van Thiel (1966) によっても検討が加えられている。

影井ら (1967) はわが国近海産哺乳類の *Anisakis* 属線虫について調査を行ない、わが国近海には *Anisakis* 属線虫は 3 種類 (*A. simplex*, *A. typica* 及び *A. physeteris*) しか見出されないことを認め、その他の報告種の存在については疑問視した。その後、Davey (1971) も確実に種の同定を行なえるものは上記 3 種類のみで、その他原記載を見ることが出来ないなどの資料の不十分なことなどにより、その種としての決定が出来ず保留した 4 種類 (*A. dussumieri*, *A. insignis*, *A. schupakovi*, *A. alexandri*) 以外は全て synonym として報告している。

影井 (1969) はその確実な 3 種類の *Anisakis* 属線虫の分類の keys を示した。

a) *Anisakis simplex* (Rudolphi, 1809, det. Krabbe, 1878) Baylis, 1920

何人かの研究者によって報告された成虫の計測値は表 2 に示したが、ややずんぐり形で頭部は

表 1 現在報告されている *Anisakis* 属の種類

* <i>A. (Anisakis) dussumierii</i> (Beneden, 1870)
** <i>A. (A.) alexandri</i> Hsu and Hoeppli, 1933
* <i>A. (A.) catodontis</i> Baylis, 1929
* <i>A. (A.) diomedea</i> (Linstow, 1888)
* <i>A. (A.) kukenthalli</i> (Cobb, 1889)
** <i>A. (A.) insignis</i> (Diesing, 1851)
** <i>A. (A.) invanizkii</i> Mosgoboy, 1949
** <i>A. (A.) patagonica</i> (Linstow, 1880)
<i>A. (A.) rosmari</i> (Baylis, 1916)
<i>A. (A.) similis</i> (Baird, 1853)
<i>A. (A.) simplex</i> (Rudolphi, 1809)
** <i>A. (A.) tridentata</i> Kreis, 1938
<i>A. (A.) typica</i> (Diesing, 1860)
<i>A. (Skjabiniasis) skjabini</i> Mosgovoy, 1949
<i>A. (S.) physeteris</i> Baylis, 1923
** <i>A. (S.) schupakovi</i> Mosgovoy, 1951
* <i>A. (?) cogians</i> Johnston and Mawson, 1939
** <i>A. (?) tursionis</i> Vrusz, 1946

* : 明らかに synonym と考えられるもの

** : だだ 1 回の報告にとどまり synonym と考えられるもの

表 2 *Anisakis* 属 3 種の成虫の主要形態の比較

種類	体長 (mm)	体幅 (mm)	胃部 (mm)	肛門後乳頭数	左右交接刺の長さ (mm) または比	頭端から陰門まで	報告者
<i>A. simplex</i>	♂ 37-130	0.9-2.5	S 字状、縦に長い	6-8 対	左右とも 1.68	—	Stiles and Hassall (1899)
	♀ 79-200	2.2-2.75					
	♂ 60-120	1.2-2.5	1.6-3.5	6 対	左:2.4-3.7 右:1.6-2.6	1/2.06-	Yamaguti (1942)
	♀ 95-140	2.3-3.5	長方形	7 対 (内 1 対は重複乳頭)	1:1.5	1/2.5 60%	影井ら (1967)
<i>A. typica</i>	♂ 31-70	1.0-1.5	S 字状	9-11 対	左:3 右:0.96	ほぼ中央	Stiles and Hassall (1899)
	♀ 37-90	1.5-2.0	1.25x0.25	10 対	1:2.9	40%	影井ら (1967)
	90	—	長方形				
<i>A. physeteris</i>	♂ 100-145	3-4	0.8-1.5	6 対	左右等長, 0.33-0.5		Yamaguti (1942)
	♀ 130-200	3.5-5.0				1/4-1/5, 5	
	♂ 70-90	3.0	縦横ほぼ等しい	4 対	左:0.4		Baylis (1923)
	♀ 80-112	4.0-4.5	1.0x1.1	6 対 (内 1 対は重複乳頭)	短く、殆ど等長	2/9 30%	影井ら (1967)
100	—	ほぼ正方形					

細く、尾部へ向けて幾分太くなる。体はやや黄色を帯びた白色。頭部直径は0.27-0.35mm (雄), 0.35-0.53mm (雌) (Yamaguti, 1942)。間唇はない。亜腹唇 (subventral lip) より背唇 (dorsal lip) が大きく、先端は小歯状突起をもった2葉になっている。菊池 (1974) の走査電子顕微鏡 (SEM) 像によると歯は太くて短く、歯数は背唇に71個、亜腹唇に68個、全部で207個を有すると報告している。背唇には左右両端に1個ずつの洋梨子状の重複乳頭 (double papillae) が隆起している。亜腹唇にはそれぞれ1個の重複乳頭と背側寄りに1個の小単乳頭が存在する (影井, 1969)。丸い頸部乳頭があり、体角皮には幅30 μ m程の横紋輪 (cuticular cross striation) が見られる。食道は2つの部分よりなり、前部は筋性、後方部の胃は腺性で固定標本では一般にS字状を示すが、生鮮標本では真っすぐであり、胃部後方は斜めになって腸に接続する。腸は細長い円柱状の細胞で構成され、体後方に伸び肛門に終わる。尾部には狭い尾翼が存在する。

排泄孔 (excretory pore) は2つの亜腹唇間に開孔し、体片側にのみ存在する排泄器 (excretory system) は腹側にあつて体後方に向かって走るが、胃の中央辺りより幅を増し、梯形をなして体後半では再び狭くなる。排泄孔は排泄管となって体後方に向かって走行するが、その管腔に添うようにして細長い大きな1個の核が見られる。この排泄器はアニサキス亜科線虫に特有のもので、特にレネット細胞 (renette cell) の名前が付けられている。雄虫は後端で腹側に巻く。尾の長さは約0.4mmで鈍円に終わる。総排泄孔 (cloaca) 後縁に3列の小歯状突起がある。肛門後乳頭は7対 (1対は重複乳頭。6-8対との報告もある)、内4対は尾端近くにある。尾部には側翼が見られる (影井, 1969)。交接刺は常に不等で、サーベル様に曲がっている。右交接刺は短く1.25-2.35mm、左交接刺はやや長く1.75-3.75mm。その比は1:1.6 (1:2.0以上は例外)。

雌虫の尾は0.3-0.43mmと短い。陰門は体中央よりやや後方 (60%) にあり、膻は長く、子宮は2つに分かれる。卵はほぼ球形で直径52 μ m。卵殻は1.5-2.8 μ mの厚さを有し、産卵時4細胞に分かれている。

b) *Anisakis typica* (Diesing, 1860)

A. simplex に似ているが、一般にやや細形で体長が短い。頭部口唇前縁にある小歯状突起は前者に比べて切れ込みが深い。歯数は背唇で72個、亜腹唇で70個、総歯数212個観察されると菊池 (1974) は報告している。胃は *A. simplex* との差異を見出し得ない。*A. simplex* とは交接刺が極めて不等である点で鑑別される。右交接刺は0.7-1.5mm、左交接刺は2.20-3.90mm、その比は1:3 (1:2.58-1:4.25) である。肛門後乳頭 (postcloacal papillae) も10対あり、全て単一乳頭で長い (影井, 1969)。

陰門は体の中央より前、約40%の位置にある。終宿主における寄生固体数は前者に比べてはるかに少ない。

c) *Anisakis physeteris* Baylis, 1923

前2種類からは容易に区別出来る。

大形種で色は前2種類に比べて褐色を帯びている。口唇は側面観で前2種類より小さく、上部

からの形態は三角形を呈し、また口唇の dentigerous ridges は小形で、配列にも前2種類と著明な差異が見られる。歯数は背唇94個、亜腹唇90個、総歯数は278個前後見られる(菊池, 1974)。胃は短く、腸との接続部は平坦である。角皮に見られる横紋輪は前2種類に比べてはるかに細かい。雄虫の尾部は細長く尖り、尾翼は狭い。交接刺は長さ0.4mm以下と小さい。左右の交接刺の長さの差は極めて僅かで、その比は1:1.12。肛門後乳頭は6対(内1対は重複乳頭)(影井, 1969)。陰門は体の1/3に開孔する(約30%)。

Pseudoterranova Mosgovoi, 1950

Synonym: *Phocanema* Myers, 1959

本虫の属名についてはわが国でアニサキス症の研究が始められた当初は小山ら(1969)が報告しているように *Terranova* 属に属すると考えられてきた。しかし、文献的には *Terranova* 属線虫の報告以前に Myers (1959) によって *Phocanema* 属が提唱されており、一方、Mosgovoi (1950) によっても *Pseudoterranova* 属が挙げられ、わが国の研究者も本虫の属名を決めかねていたが、1982年 Gibson and Colin が海産哺乳動物から見出だされる *Terranova* 様の線虫は *Pseudoterranova* 属に置き、*Phocanema* は本属の synonym、海産哺乳動物以外の板鰓類やワニやヘビに寄生するものは *Terranova* 属に属すると報告してから、わが国で人体感染をもたらす海産魚由来の幼虫はほぼ *Pseudoterranova* 属線虫に属することに見解が落ち着いている。

形態的には間唇はなく、2つの亜腹唇間に排泄孔が開き、*Anisakis* 属線虫同様の renette 細胞が見られる。長い胃を有し、その胃に沿い腸から頭部に向けて腸盲囊(intestinal caecum)が突出しているのが本属の特徴である。

Type species: *P. kogiae* (Johnston and Mawson)

a) *Pseudoterranova decipiens* (Krabbe, 1878) Gibson and Colin, 1982

体長32-47mm, 体幅0.10-0.14mm, 間唇はなく、排泄孔は亜腹唇間に開く。筋性の食道に続く胃は長さ1.0-1.4mm, 腸盲囊は0.7-1.3mmの長さで腸より胃に沿って頭部に向かって突出し、胃筋性の食道との接合部のやや手前で盲囊に終わる。雌の陰門は20-28mm(42-48%)の所に開く。雄の尾端には側翼(caudal alae)があり、肛門後乳頭は6対、内1対は重複乳頭である。2本の交接刺は不等。

Contracaecum Raillet and Henry, 1912

Synonym; *Kathaleena* Leiper and Atkinson, 1914

Amphicaecum Walton, 1927

Cerascaris Cobb, 1929

Thynnascaris Dollfus, 1933

Iheringascaris Pereira, 1935

口唇には小歯状突起はない。間唇があり、大抵は非常に良く発達している。排泄孔は亜腹唇間

に開く。食道後部には胃があり、胃には胃盲囊 (ventricular appendix) が体後方に向けて突出している。また腸盲囊 (intestinal caecum) も存在する。腸盲囊が存在することによって後述の *Hysterothylacium* 属線虫と混同されている報告が多い。雄虫の尾部には顕著な翼 (alae) はない。交接刺の長さは等しい。副交接刺 (gubernaculum) は見られない。雌虫の陰門は体の前部にある。卵生。魚食性の哺乳動物や鳥類、更に魚類の腸に寄生する。

Type species : *C. spiculigerum* (Rudolphi, 1809) Railliet and Henry, 1912

カワウ (Yamaguti, 1941) やウミウ (Kamegai *et al.*, 1957, 1959) などの鳥類に寄生し、体長は雄29-40mm, 雌45-51mm で、体幅は雄0.75-0.95mm, 雌1.0-1.4mm を計測する (Yamaguti, 1941)。間唇があり、胃は球形に近い形をなし、腸盲囊 (長さ雄2.3-3.3mm, 雌2.7-4.4mm) は胃盲囊 (雄0.9-1.3mm, 雌1.0-1.5mm) の倍の長さを有する。

雄の2本の交接刺は長く、ほぼ等長である (7.2-9.1mm)。肛門後乳頭は7対あり、雌の陰門は体の1:1.3-2.2の位置に開孔する。

a) *C. osculatum* (Rudolphi, 1802) Baylis, 1920

Yamaguti (1951) がオットセイ (*Callorhinchus ursinus*) より見出し *C. callotariae* と命名・報告したものは *C. osculatum* の synonym とされている (Margolis, 1956)。主として鰭脚類に寄生し、恐らくオキアミ (*Euphausia pacifica*) を経て (Shimazu and Oshima, 1972) 海産魚 (カタクチイワシ、マダラ、サクラマス、キュウリウオ、スケトウダラ等; 幼虫は *C. sp. type B* として小山ら, 1969は報告) から感染する。体長は雄34-47mm, 雌44-53mm, 最大体幅は雄1.01-1.34mm, 雌1.39-1.80mm とずんぐり形。排泄孔は腹部間唇の後方に密接して存する。口唇には小歯状突起を欠く。体角皮には横紋輪がある (Fagerholm, 1989)。食道は丸い形をした腺性の胃 (長さ雄0.36mm, 雌0.35mm) に連がり、胃からは長さ1.00-2.03mm (雄), 1.18-1.67mm (雌) の胃盲囊が下方に向けて突出し、胃に連がる腸からは食道に沿って上方に長さ2.68-3.96mm (雄), 3.14-3.75mm (雌) の腸盲囊が見られる。

雄の尾部は円錐形をなし、肛門後乳頭は7 (1対は重複乳頭) + 4対を数える。交接刺はほぼ等長で7.3-11.4mm を計測する。雌の尾も円錐形で、先は尖る。陰門は頭部より31%の所に開孔する。虫卵はほぼ球形で、径63-85 μ m を計測する。

Hysterothylacium Ward and Magath, 1917

本属はしばしば *Contracaecum* 属と間違われ、わが国でも最初は *Contracaecum* 属として扱われた (小山ら, 1969)。*Contracaecum* 属は鳥類や哺乳類に寄生し、形態的には排泄孔が亜腹唇間に開いているが、本属は魚類などに寄生し、排泄孔は神経輪近くに開くことで異なるとして Dollfus (1933) は新属 *Thynnascaris* を提唱したが、この属はその後 Dollfus (1935) 自身が *Contracaecum* 属の亜属 (subgenus) に置いた。しかし、実際には排泄孔の位置や形などは *Contracaecum* 属とは異なるため Hartwich (1957) は *Thynnascaris* 属を再び独立させ、*Contracaecum* 属は Rhabdiascarinae 亜科に置いた。所が *Thynnascaris* 属の特徴は Ward and

Magath (1917) によって既に報告されている *Hysterothylacium* 属の形態と全く同じであることが解ったが、それまで誰にも取り上げられていなかった。そこでそのタイプ種その他を Dear-dorff and Overstreet (1981) が再検討して *Thynnascaris* 属は *Hysterothylacium* の synonym とした。

属の特徴は3つの口唇がほぼ等しく、それぞれの口唇は長さより幅が大きく、口唇には小歯状突起はない。間唇はあったり無かったり。筋性の食道に続く胃はほぼ球形で胃盲嚢が尾部に向けて突出し、腸からは頭部に向けて腸盲嚢が突出している。排泄孔は神経輪近くに開く。雄の尾部にある2本の交接刺はお互いに似ており、等長である。雌の陰門は体中央よりやや前方までの間に開く。

海産、汽水産、淡水産魚類に寄生する。

Type species: *H. brachyurum* Ward and Magath, 1917

a) *H. aduncum* (Rudolphi, 1802)

虫体は中等度の大きさをなし (雄17.3-50.7mm×0.33-0.68 mm; 雌27.9-65.0mm×0.54-1.50 mm)、体表には細かな横紋輪と縦縞がある。3つの口唇は同じ大きさをなし、幅広い間唇がある。走査電子顕微鏡では口唇基部を取り巻いて刺状の縁取り (posterior head border) が見られる (Søleim, 1974)。食道に続く胃はほぼ球形をなし、胃盲嚢 (雄9.71-1.06mm, 雌0.64-1.33 mm) と腸盲嚢 (雄0.82-0.93mm, 雌0.98-1.90mm) の長さはほぼ等しい。腸管は暗褐色を呈する。排泄孔は神経輪の丁度後方に開く。雄虫の尾部には5対の肛門後乳頭が見られる。光学顕微鏡では尾端は発育不全の刺によっておおわれるとされているが、走査電子顕微鏡像では鈍いガラス状の瘤の塊である事が Søleim (1974) によって報告されている。陰門は体の前端より33-38% (10.65-19.04mm) に位置する。虫卵は直径54-60 μ m のほぼ球形をなす (Moravec *et al.*, 1985; Moravec and Nagasawa, 1985)。硬骨魚 [ソウハチ (かれい科), カジカジカ (かじか科)] の腸及び胃に寄生する (Moravec and Nagasawa, 1985)。

②アニサキス科線虫類の間接的分類学的研究

アニサキス科線虫類の分類学的研究には、以上のような形態学を主体にした研究報告が主になされてきたが、Gibson (1983) によると、それらの研究において「異なったグループを分けるための独特の特徴を見付ける事は容易ではない。そして多くの場合、それぞれの特徴の組み合わせを用いなければならない」と言われている。回虫類についても種や属での形態学的な分類にはまだ不満足な所がある。それはそれら回虫類が内部寄生虫であるため、これらの虫体の形態にしばしば類似現象が起こることによっている (Paggi *et al.*, 1985)。そのような中、分子生物学的技法の開発がなされ、それらの技術が生物の鑑別に対して有用で、分類学的研究に対する新しいアプローチとなることが明らかにされた。

寄生虫の分類においても、分子生物学的手法を用いて、それら虫体の中に表現型の変異があるかないか、また種を分類したり、幼虫と成虫の関係を明らかにするためには大変卓越した方法であることが次第に解ってきた。何故ならこれらは非常に密接な関係にある寄生虫の間のゲノム

DNA 配列の中の微細な差を見ることが出来るからである。*Anisakis* 類の分類にも同様の手法がわが国におけるアニサキス科線虫類研究の中後半頃から用いられてきた。

Suzuki and Ishida (1979) は *Anisakis* 属の2つの型 (Type I 及び II) の幼虫並びに2種の成虫 (*A. simplex* 及び *A. physeteris*) の間の分類上の関係を決めるために、これらの虫体から抽出精製した固有のヘモグロビンについて電気泳動をおこなった所、I型幼虫と *A. simplex* 幼虫と *A. physeteris* の間に部分的に一致したパターンが見られ、また Ampholine を用いて等電点分画を行なうと I型幼虫と *A. simplex* では pH 6.2に、II型幼虫と *A. physeteris* では pH5.4にピークを見、円偏光2色性スペクトルで酸化ヘモグロビンの可視部でのピークが I型幼虫及び *A. simplex* では0を越さないのに対し、II型幼虫及び *A. physeteris* では低い陽性値を示して小差を認めた事から I型幼虫と *A. simplex*、II型幼虫と *A. physeteris* の間には可成り緊密な関連があると報告している。また Agatsuma (1981) も澱粉ゲルを用いた酵素電気泳動法によって所謂 *Anisakis* の I型と II型幼虫が、他のホスフォグルコミューターゼの対立形質によって容易に分けられること、従ってこれら2型が異なった種に属することを確認している。

電気泳動を用いた分類はその後わが国以外でも研究が行なわれており、Orechia 等の研究グループによって22の遺伝子酵素系の分析によって *A. simplex* と I型幼虫並びに *A. physeteris* と II型幼虫とが一致すること (Orechia *et al.*, 1986) や Nascetti *et al.* (1983) によって一時的に *A. simplex* A並びに Bと分類された幼成虫体が遺伝的に2つの種に分かれる事から前者を *A. pegreffii* と独立させ、後者を *A. simplex* とすることを提案している (Nascetti *et al.*, 1986)。Sugane *et al.* (1989, 1992a,b), Matsuura *et al.* (1992) は *Anisakis* I型幼虫及び II型幼虫、並びにそれと関連性のある *Contracaecum* 幼虫と genomic DNA における ribosomal DNA (rDNA) の切断型を比較し、対応関係を切断型多型 (restriction fragment length polymorphisms=RFLPs) で解析を行なった結果、タラ並びにサバ由来の *Anisakis* I型幼虫の rDNA 切断型は全く同じあり (F-index=1), I型と II型幼虫間並びに I型と *Contracaecum* 幼虫の間のF-index はそれぞれ0.4773, 0.3023であったとして、*Anisakis* I型と II型幼虫は全く別種の線虫の幼虫であると報告している。そして、更に *Anisakis* I型幼虫と *A. simplex* 並びに II型幼虫と *A. physeteris* を材料に CsCl 平衡密度勾配遠心により抽出した genomic DNA を6種の制限酵素で消化し Southern blot を行なった結果、各幼成虫の組み合わせの rDNA 切断型は殆ど同じであったと報告している。

(3) *Anisakis* 属線虫の生活史と生態に関する研究

Anisakis simplex の生活史は影井 (1969, 1979, 1983a,b) や Oshima (1972) が図示したように海産哺乳動物を終宿主として、その胃内 (スジイルカではその殆どが第1胃寄生であった: 影井ら, 1967; 但し、最近ミンククジラを調査した荒木潤によると第1胃よりむしろ第2胃に成虫の多数寄生を見たとの私信を得ている) に寄生している。雌成虫が産出した虫卵は糞便と共に海

水中に排出される。排出虫卵は4細胞期であるが、海水中で卵分割が起こり、幼虫を形成した後、I期の幼虫被鞘を付けたままII期の幼虫に発育し、脱皮鞘をつけた形で海水中に遊出する。そのような第II期幼虫は海産甲殻類に捕食され、その血体腔で脱鞘、更に脱皮して第III期幼虫に発育する。これらの海産甲殻類は食物連鎖によって小型魚類から大型魚類に食べられると、III期幼虫の形で魚体腔内に遊離し、一部は臓器や筋肉内に被囊する。従って、魚類は二次宿主 (paratenic host) として終宿主への感染に役立つ。

① *Anisakis* 類の終宿主

Anisakis 類の成虫は影井ら (1967) が文献学的に考察した所では、殆どの鯨類、鰭脚類に見出されており、鯨類においては *A. simplex* を主体に寄生が見られており、*A. typica* はイルカ類に若干、*A. physeteris* はコイワシクジラ、マッコウクジラ、コマッコウ、アカボウクジラからのみ報告されており、その成虫の宿主特異性が見られる。鰭脚類においては例外的にトド及びアシカから *A. simplex*、セイウチ及びワモンアザラシから *A. rosmari*、トドから *A. tridentata* が報告されているとはいえ、*A. similis* がその主要な寄生種であると影井ら (1967) は判断したが、*A. rosmali* も *A. tridentata*、*A. similis* も全て *A. simplex* の synonym であると考えられるならば、海産哺乳動物における主要 *Anisakis* 種は *A. simplex* 及び *A. typica*、*A. physeteris* の三種とされる。また海鳥類からの *Anisakis* 類の報告も見られるが、その多くは幼虫形態で終宿主としての重要性はそれ程ないとは考えられるが、アホウドリからの影井・久木 (1988) の報告に見られる *Anisakis* 幼虫は *Skrjabinisakis* 亜属の胃を有するが *A. physeteris* とは異なっており、更なる検討を要するであろう。

日本近海での終宿主の調査報告は影井ら (1967)、山下ら (1967)、町田ら (1969a,b, 1971)、荒木ら (1996) などがあり、イルカ類では *A. simplex* の寄生が多く、マッコウクジラでは *A. physeteris*、アザラシやオットセイでは *A. simplex* 幼虫も見られるが *Pseudoterranova decipiens* の感染率並びに感染数が高く、宿主特異性があるものと考えられた。*Anisakis* 属線虫の感染は宿主特異性の他に地域別感染率の差も考えられ、南氷洋近くで捕獲したイワシクジラ (95頭)、ナガスクジラ (73頭)、ピグミーシロナガスクジラ (2頭) からは全く虫体を見出していない (影井・呉羽, 1970)。

三陸沖、ロベン、コマンダー、プリピロフ島のオットセイの胃を調査した町田 (1969a,b, 1971) は *A. simplex* の成虫の寄生数は幼虫のそれと比較して極めて少なく、幼虫が腸殊に大腸の糞便内にも見られることから、食物の魚やイカと共に感染して一時的に胃に留まるものもあるが、成虫にまで発育出来ずに排出されてしまうことが考えられることを報告している。その点 *P. decipiens* は寄生数は少なかったが73.2%は成虫で、北洋域から三陸沖への回遊を始める頃は多くの寄生が見られるが、時間の経過と共に検出されなくなるのは三陸沖での感染の機会が薄れるためであることを説いている。

② *Anisakis* の虫卵並びにその発育、中間宿主 (オキアミ) への感染実験

a) 虫卵の発育

Anisakis simplex の子宮内卵子は大きさ $50.7 \times 53.0 \mu\text{m}$ (20個平均) のほぼ球形をなし、回虫卵に特有な蛋白膜はあまり明瞭ではない。しかし、卵殻の厚さは *A. typica* に比べて *A. simplex* の方が厚い (小林ら, 1966)。ハナジロカマイルカ (*Lagenorhynchus albirostris*) の子宮から採集した *A. simplex* の虫卵はやや小型で $46.0\text{--}48.5 \times 44.5\text{--}47.0 \mu\text{m}$ とされている (Bratney and Clark, 1992)。産卵後糞便と共に海水中に排出される時は既に数回の卵分割が行なわれているものと推定され、それ以後は一定の条件下では急速な発育を遂げ、卵殻内で仔虫にまで発育し、第1回の脱皮を行なう。この場合の発育には海水の温度が大きな要因となることが観察されている (小林ら, 1966, 1968)。この発育に及ぼす水温の影響はその他のアニサキス科線虫の虫卵でも観察されている。*Anisakis* 属線虫卵では僅かに小林ら (1966, 1968) 及び van Banning (1971), Hatsushika (1979), Bratney and Clark (1992) の発育実験の報告が見られる。

スジイルカ (*Stenella careuleoalba*) の第1胃から採集した stout 型 (*A. simplex*) 並びに slender 型 (*A. typica*) の成虫から採集した子宮内卵子 (桑実期) を人工海水並びに生食水、0.5%ホルマリン加寒天培地で 37°C で培養した所、全ての培地で1日目若干の細胞分裂を見た後、2日以降は発育を停止した。所が培養温度を 27°C にした場合は培養1日後に1部が仔虫期に達し、4日後 *A. typica* 卵では人工海水と生食水では仔虫が遊出し、特に人工海水では強い運動性を見ている。しかし、*A. simplex* 卵では6日迄の観察では仔虫遊出を見ていない。

以上の実験から虫卵の発育が水温に影響されることが考えられるので、小林ら (1966, 1968) は *A. typica* 並びに *A. simplex* の虫卵の温度別発育状況を観察した所、*A. typica* では低温 ($3\text{--}8^\circ\text{C}$) では発育しないが、 17°C から 27°C になるに従って発育が早くなることが解ったが *A. simplex* では低温 (3°C) でも日時を要すれば発育、そして遊出することを見ており、両種の地理的分布の違いのあることが伺われる。同様に低温 (1.9°C) での発育のあることは Bratney and Clark (1992) もその後報告している。

培養による虫卵の孵化率は温度に関係なく30-60%で、孵化後幼虫は 1.9°C ではかろうじて運動するが、 24.3°C では活発に運動するのが観察されると Bratney and Clark (1992) は報告しており、その生存率は 24.3°C で3-8日間、 8.6°C では75-105日、 $4\text{--}10^\circ\text{C}$ が最も生存率が長く (60-100日)、高温では生存が短くなったとしている。

一方、Hatsushika (1979) はマッコウクジラ (*Physeter catodon*) から採集した *Anisakis physeteris* の子宮内虫卵 (直径 $50 \mu\text{m}$, 1細胞期) を人工海水並びに水道水、生理食塩水中で培養 (共に 27°C) した結果、これまた培養液にかかわらず12時間後に変化が始まり、24時間で2細胞期になり、4-5日で仔虫期になってゆっくりと運動するのを観察している。そして6日後に幼虫が孵化したが、水道水ではすぐに死亡し、生理食塩水でも半時間後には死亡したと報告している。ただ人工海水中では孵化後3週間生き続けたことを報告している。

虫卵内で発育を完了した幼虫は第1期幼虫の脱皮殻を有したままII期幼虫が卵殻内から遊出し、海水中で盛んに運動するのが見られる。このように虫卵から第II期幼虫が水中に遊出する現象は

その他のアニサキス亜科線虫でも観察されており、陸上動物に見られる回虫類と系統発生上、また分類学上の差異として興味がある。このII期幼虫は頭部が幅広く、尾部に近づくに連れて細くなり、虫体内部における各器官の発達は殆ど観察出来ないが、頭部には特徴的な穿歯 (boring tooth) が既に見られる。

虫卵より遊離した *A. simplex* の第II期幼虫は体長262.2-342.6 μ m (平均286.1 μ m)、体幅12.3-15.3 μ m (平均13.7 μ m) (被鞘を含まず、計測数20隻、影井, 1969) [van Banning (1971) によると被鞘長355 μ m、固有虫体長230 μ m。Smith (1971) によると被鞘長0.33-0.37mm、固有虫体長0.22-0.29mm、と報告] で、海水中の生存期間は13-18 $^{\circ}$ Cで3-4週間、5-7 $^{\circ}$ Cで6-7週間と報告されている (van Banning, 1971)。

A. physeteris の虫卵より孵化した幼虫は円筒形をなし、大きさは体長0.18-0.24mm、体幅(被鞘を含めて) 0.02mm を計測し (Hatsushika, 1979)、*A. simplex* に比べてややずんぐり形をしていることが解る。

b) 中間宿主の存否に関する研究

Anisakis 幼虫による人体感染の問題が提起された当時は *Anisakis* 属線虫類の生活環には多分2つの中間宿主が存在するものと考えられ (Berland, 1961; van Thiel, 1966)、その第1中間宿主は海産の甲殻類、第2中間宿主はそれを食べて生活している魚類であるというのが定説であった。この第1並びに第2中間宿主の存在に関する根拠については虫卵より孵化遊離した第II期幼虫体の大きさに比べて、次に述べる魚類より見出だされる第III期幼虫が最小のものでも体長16mm 以下のものは見出だされておらず、その間の発育には何等かの中間宿主的なものを必要とすると考えられたからである。

この第1中間宿主の存否に関しては2つの研究方法が行なわれた。その第1は海産の各種甲殻類などに虫卵から孵化した free-living の第II期幼虫を経口的に感染せしめ、感染が成立するか否かを見る解決方法である (大島ら, 1969; 影井, 1969)。この研究は既に Oshima (1972) により紹介されており、それによると幼虫は明らかにオキアミ体内に取り込まれ、感染後1週間でその殆どが脱鞘することを認めている。ただこの場合、宿主となるオキアミ自身の飼育が極めて困難で、1週間以上のオキアミ体内での発育の観察は出来なかったが、オキアミが中間宿主となる可能性は証明された。

同様な *A. simplex* Bの孵化幼虫のコペポーダへの感染実験は Bratney and Clark (1992) も行なっており、接触5日後のコペポーダ (*Tisbe* sp.) の血体腔から5隻の幼虫を見出し、それらが全て脱鞘しているのを認めたが、発育の有無は観察出来なかったとしている。著者らの報告同様、感染コペポーダは10日間は生きていたが、15日には全て死滅したことを報告している。

第2の中間宿主の存否を解明する方法としては、海産の各種甲殻類及びその他の生物から *Anisakis* 幼虫の有無を検出する調査研究で、この研究に関しては既に Poljansky (1955)、Uspenskaya (1963)、van Banning (1971)、Smith (1971) の報告が行なわれており、日本近海では大島ら (1969)、大島 (1969)、Shimazu and Oshima (1972)、Kagei (1970)、影井

(1974a), Kagei *et al.* (1978a, 1985), Shimazu (1982) による研究が行なわれた。その結果、オキアミ体内で *Anisakis* 幼虫は血体腔 (haemocoel) に寄生し、生きている時は線虫特有の運動を血体腔内で自由に行ない、被嚢はしていないことが解明された (大島ら, 1969)。

③ *Anisakis* の中間宿主と寄生状況

中間宿主と見られる海産の浮遊性甲殻類についての調査結果の報告には大島ら (1969), Shimazu and Oshima (1972), 影井 (1974, 1979), Shiraki *et al.* (1976), Kagei *et al.* (1978a), Shimazu (1982) などがあり、それらによれば *A. simplex* 幼虫感染は *Thysanoessa* 属のアオキアミ類 (*T. raschii*, *T. longipes*, *T. inermis*, *T. longicaudata*) に最も多く見られ、文献的には他のオキアミ類 (*Euphausia pacifica*, *E. vallentini*, *E. nana*, *Meganyctiphaens nervegica*) やワレカラの一種 (*Caprella septentrionalis*), ヤクモガニの一種 (*Hyas araneus*) からも僅かに見出されている。しかも、これら *Anisakis* 幼虫の感染を地域的に見た場合、北洋産のものに多くの感染が認められる。この北洋域でオキアミ類に *Anisakis* 幼虫の感染が高いことについて影井 (1974a) は海産浮遊甲殻類が北洋域で多量に棲息するという事 (Russell and Yonge, 1969) と考え合わせて生物地理学上並びに本症流行の問題に関しても重要であるとしている。ただ南半球、特にその生産量が極めて高い南氷洋産の *E. superba* には *Anisakis* 幼虫が全く見られなかった事は (影井, 1974a, 1979; Kagei *et al.*, 1978a), それを補食して生活をしている南氷洋産鯨類 (イワシクジラ, ナガスクジラ, ピグミーシロナガスクジラ) にも *Anisakis* の寄生が全く見られなかった事 (影井・呉羽, 1970) と極めて関連性があるとしている。

E. pacifica は原則的に南ベーリング海, オホーツクの南海, 日本海を含む北太平洋に広く分布する寒冷域の種類である (Mauchlin and Fisher, 1964)。本種はしばしば三陸や常磐の海の表面近くに多数集まる。そしてマサバ (*Scomber japonicus*) (Nishimura, 1959; Sato *et al.*, 1968) やスケトウダラ (*Theragra chalcogramma*) (Iizuka *et al.*, 1954; Maeda *et al.*, 1983) のような *Anisakis* 幼虫が多数寄生している魚類への伝播に重要な役割を演じている。

また, *E. nana* は東シナ海, 特に大陸棚の中に生息する優占種であり (Nemoto *et al.*, 1970), このような海域に生息する魚類には *Anisakis* 幼虫の高い感染が見られている (坂口・片峰, 1971)。 *E. nana* がここでの重要な中間宿主として役立っていると考えられる。一方, 日本近海では多数のオキアミ類が知られており, 例えば相模湾からは9属36種 (Hirata *et al.*, 1970), 東シナ海及びその近海からは8属35種 (Nemoto *et al.*, 1970) が報告されており, その他の種類のオキアミ類も調査する必要があると考えられる。

更に, *Anisakis* 幼虫はオキアミ以外に端脚類 (Uspenskaya, 1963) や十脚類のホッコクアカエビ (*Pandalus borealis*) やホッコクアカエビ (*P. kessleri*) からの報告も見られる (Shiraki *et al.*, 1976)。このホッコクアカエビは北洋の200-600m の深海に棲息し, そこには多くのタラヤスケソウダラが棲息しており, そのタラヤスケソウダラの胃にはこれらのエビが見出され, *Anisakis* 幼虫も多数寄生していると Shiraki *et al.* (1976) は報告している。

Anisakis 幼虫はオキアミの血体腔に遊離した状態で寄生していることは前述した (大島ら,

1969; Smith, 1971)。

オキアミ体腔内の *Anisakis* 幼虫は体長2.70-32.66mm (大島ら, 1969; Kagei, 1974a; Shimazu, 1982; Smith, 1971), 体幅0.21-0.48mm, 形態学的には体前端腹側に穿歯を有し, その僅か後方の腹側に排泄管の開口部がある。角皮は一重で薄く細かい横紋 (striation) を持つ。食道は筋性の食道と腺性の胃 (0.14-1.74mm) があり, 胃は腸と斜めになって繋がっている。腸及び胃部からの付属物は共に見られない。腸は幅広い。生殖器は発達していない。尾部は長さ0.05-0.14mm を有し, 尾端は丸みを帯び, その先端に尾突起 (mucron) が見られる。

大島ら (1969) によるとオキアミ寄生の幼虫とベニザケ寄生の *A. simplex* 幼虫とを体長を横軸にその他の計測値を縦軸にとって比較するとお互いに重なりあうか, その線上に連続し, その形態も次項の④に述べる魚類からの *A. simplex* のIII期幼虫と殆ど同じであることから *A. simplex* のIII期幼虫と考えられるとされた。従って研究の初期に考えられていたオキアミ類を第1中間宿主, 魚類を第2中間宿主とすることは間違いで, 海産甲殻類は確かに中間宿主であるが, 魚介類は二次宿主 (paratenic host) とすべきであると訂正された (影井, 1974)。

④ *Anisakis* の二次宿主と幼虫の形態並びに感染状況

a) アニサキス科線虫類幼虫の形態

Anisakis 属線虫の二次宿主と考えられる魚介類は直接人体への感染にも関係があるため, 多くの研究者に興味を持たれ, その調査報告も可成り多く見られる。しかし, このような魚類からの第III期幼虫は, その成虫が18種類も報告されているにもかかわらず, 僅かに Berland (1961) によってI型及びII型幼虫とされた2種類のみにとどまっており, これは小山ら (1969) 並びにその後の研究でも変わっていないが (Shiraki, 1974 は *Anisakis* のIII期幼虫に5 types あることを報告しているが, その後それらについて触れた報告は見ない), これらはそれぞれI型が *A. simplex* or *A. typica*, II型が *A. physeteris* の幼虫と考えられている (影井, 1969)。しかし *A. simplex* と *A. typica* のIII期幼虫での鑑別点に関する結論は現在に至るも行なわれていないが, 量的な面では明らかに *A. simplex* が多い。

わが国の二次宿主におけるアニサキス科線虫類の分類形態学についての基本的な研究は先ず小山ら (1969) によって行なわれ, その後, 患者の病理組織切片に見られる虫体断端での鑑別の必要性から, その断端での形態学の研究 (大島ら, 1964), 更に内視鏡検査により虫体全体がそのまま摘出される様になってからは, その電子顕微鏡での体表構造の研究が行なわれ, 報告され (Val'ter *et al.*, 1982; Weerasooriya *et al.*, 1986; Fukuda *et al.*, 1988), それらの研究によって人体に感染する幼虫の分類形態がほぼ確立されたと考えられる。本項では人体感染のあるものを主体に述べるが, それらと関係のあるものについても若干触れたい。

Anisakis simplex III期幼虫は体長18.18-33.76mm, 体幅0.40-0.61mm で, その頭端に穿歯を有し, その穿歯近くの腹面に排泄孔が開いている。筋肉性の食道 (1.91-2.64mm) に続いて腺性の長い胃 (0.95-1.56mm) を有し, その胃と腸の移行部は斜めに接続している。尾端 (尾長0.07-0.13mm) は鈍円に終わり, その先端には尾突起が見られる (小山ら, 1969; 加藤ら,

1992)。体表には $5.45 \pm 0.125 \mu\text{m}$ の横紋輪があり、この幅は体幅と相関することが Fukuda *et al.* (1988) によって報告されており、脱皮してIV期幼虫になるとこの横紋輪は幅広く、切れ込みも深く、鋸歯状を呈する (Weerasooriya *et al.*, 1986)。

Anisakis physeteris III期幼虫は体長24.5-32.9mm, 体幅は *A. simplex* よりやや太く0.50-0.69mm。頭端には *A. simplex* 同様穿歯があり、その穿歯近くの腹面に排泄孔が開いている。筋性の食道 (2.15-2.67mm) に続いて腺性の短い胃 (0.58-0.75mm) を有し、その胃と腸の接合部は水平である。尾部は次第に先細りし、全体としては円錐形を示し、尾突起はない。長さ0.18-0.32mm を計測する (小山ら, 1969)。

Pseudoterranova decipiens III期幼虫は前2種に比べてやや大きく体長11.0-37.2mm, 体幅0.30-0.95mm。頭部には穿歯が見られ、その近くに排泄孔が開く。筋性の食道 (1.04-2.40mm) に続いて腺性の胃 (0.60-1.10mm) があり、その腺性の胃にそって腸から上部に向けて突出する胃よりやや短い腸盲囊 (0.27-1.01mm) が見られる。尾はやや鈍円に終わり、先端には約 $7 \mu\text{m}$ の尾突起が見られる (小山ら, 1969)。走査電子顕微鏡 (SEM) での観察では神経輪の位置で体表に幅8-16 μm の細かい横紋輪が見られ、体側には溝が見られる (Val'ter *et al.*, 1982)。尾突起近くの角皮には多くの穴が見られる (Val'ter *et al.*, 1982)。

以上三種は、しばしば人体感染が見られ、しかも病理組織切片での鑑別が必要になる場合があるが、その鑑別は必ずしも容易ではない。体幅の大きさの差, cross-striation の幅の差, 切断部位により観察される *Pseudoterranova* 幼虫における intestinal caecum 像などで僅かに鑑別が可能である (影井, 1991)。

Contraecaecum osculatum III期幼虫は小山ら (1969) により *Contraecaecum* Type-B として報告されていたもので、体長4.18-9.70mm, 体幅0.11-0.19mm, 頭部に穿歯を有し、その近くに排泄孔が開孔する。SEM では頭部頂点の角皮下で3つの口唇が盛り上がり観察される (Val'ter *et al.*, 1982)。体前方の体表には幅16-19 μm , 中央部には幅25-27 μm の極めて顕著な横紋輪が見られ、各横紋輪の縁は不等な形をしている (Val'ter *et al.*, 1982)。筋肉性の食道 (0.50-0.57mm) に続いて短い腺性の胃 (0.03-0.07mm) があり、やや長めの腸盲囊 (0.33-0.47mm) と胃盲囊 (0.41-0.53mm) を有するが胃盲囊の方がやや長い。尾端は円錐形に終わり、突起や刺等の付属物は見られない。尾長は0.09-0.12mm を計測する (小山ら, 1969; Moravec *et al.*, 1985; 加藤ら, 1992)。

Hysterothylacium aduncum III期幼虫は小山ら (1969) により *Contraecaecum* Type-C として報告されたもので、体長3.45-19.64mm, 体幅0.10-0.36mm, 筋性の食道 (0.56-3.43mm) に続いて腺性の胃 (0.04-0.10mm) があり、胃盲囊 (0.30-0.87mm) と腸盲囊 (0.32-1.13mm) を有する。SEM で頭部頂点の角皮下に明らかに3つの口唇が盛り上がり観察される (Val'ter *et al.*, 1982)。排泄孔は神経輪近くに開孔している。尾長は0.09-0.29mm を計測し、SEM では年輪状の紋理が見られ、その先端には1本の刺を有しているが、その角皮下に見られる期幼虫の尾端には多数の棘が観察された (小山ら, 1969; Moravec and Nagasawa, 1985, 1986; Mora-

vec *et al.*, 1985; 加藤ら, 1992)。

Hysterothylacium fabri III期幼虫の体長は5.21-12.12mm, 体幅0.11-0.25mm, 食道(0.59-1.34mm)に続き短い胃(0.05-0.09mm)があり, 胃及び腸よりそれぞれ胃盲囊(0.50-0.75mm)と腸盲囊(0.07-0.12mm)が突出しており, 腸盲囊が極めて短い点が特徴的である。尾長は0.11-0.17mmで, その先端には1個の瘤状の突起が見られた。排泄孔は神経輪近くに開孔している(小山ら, 1969; 加藤ら, 1992)。

b) アニサキス科線虫幼虫の魚介類における感染状況

(a) *Anisakis* 幼虫

(i) 魚種別感染状況

Anisakis 属線虫幼虫が感染している魚介類について Kagei (1970), Oshima (1972), 影井 (1974b) などによると *Anisakis simplex* 幼虫はわが国近海産の軟骨魚類5科5種, 硬骨魚類82科193種, 頭足類のスルメイカの計199種から報告され, その後の追加報告(福田ら, 1982; 畑田, 1970; 林ら, 1988; 宮本, 1988; 坂口・片峰, 1971)や輸入魚(Kagei and Watanuki, 1975; Kagei *et al.*, 1977; 新妻ら, 1955; Sun *et al.*, 1991; 孫ら, 1992)や海外での報告をも含めると魚・軟体動物の200種をはるかに上回る種類の魚介類が二次宿主になると考えられる。小杉(1972)によるとマアジやマサバでは腸間膜に多く寄生しており(それぞれ72.0%, 46.8%), マアジでの筋肉内からは見出されておらず, マサバでは15.4%が筋肉から見出されている[西村(1977)はマサバ筋肉内から28.6%の幼虫が見出されると報告]。スルメイカではその90.4%が胃部外壁で, 外套膜からは5.5%が見出されたに過ぎないと報告している。興味あることには長野県千曲川産のウグイ(*Tribolodon hakonensis*)から *Anisakis simplex* 幼虫が見出されていることである(市原, 1973)。この淡水魚での本虫感染の源としてはウグイが水棲昆虫以外に動物の死骸を食することから, 人為的に捨てられた海産魚の内臓等を食べて感染した事が考えられる。

ところが *A. physeteris* 幼虫は僅かにアカマンボウ, クロシビカマスなどから発見されていて大部分は温帯性の魚類(硬骨魚22科35種, 頭足類3科3種)から報告されており, このことは終宿主の生息圏と関連して興味がある。しかもアカマンボウを除く他の魚類における寄生数は非常に少なく, マサバでの筋膜には1.1%, スルメイカでは外套膜に29.4%が見出されたことを小杉(1972)は報告している。従って終宿主への感染, もしくはヒトアニサキス症(僅かに Kagei *et al.*, 1978b; Asato *et al.*, 1991の人体感染例があるに過ぎない。日本以外での *A. physeteris* の人体感染例はイタリアの Cleavel *et al.*, 1993 並びに韓国の Im *et al.*, 1995の報告があるに過ぎない)の起因体としては *A. simplex* 幼虫のほうが重要性を有しているものと考えられる。

(ii) 地域別感染状況

このような重要性を有する *Anisakis simplex* 幼虫の分布状況を多くの調査結果をもとに検討するとその感染はほぼ北日本海域を中心として分布する魚類, あるいはそのような海域に季節的に北上してくる魚類やスルメイカに多いことが解る。この傾向については既に Oshima (1972)

によって説明がなされている。

Anisakis 幼虫の感染を左右するものはこのような地域的な要因に加えて魚類やイカ類の食性にもよっている。即ちスケソウダラ、サクラマス、マダラ等の雑食性の魚類では、その感染率も寄生数も多いが、甲殻類を主に食べているニシンではその感染量は少なくなっている。また植物性のプランクトンのみを食べているマイワシでは *Anisakis* 幼虫の感染は全く見られず [マイワシとは異なるカタクチイワシの生食により2~4月の短時日のうちに62名ものアニサキス症感染者を見た千葉県でのカタクチイワシの調査を行なった加藤ら (1992) はカタクチイワシにおける *Anisakis* 幼虫の感染は水揚げのない夏場を除き年間ほぼ3~11%の割合で発見され、人への感染が2~4月に多発したのはその時期にカタクチイワシを生食する習慣があることに起因するものであると報告し、更にその流通機構の発達に伴ってこのカタクチイワシが他県に送られ、それらによる *Anisakis* 幼虫感染者が見られるに至った事例を記野ら (1993) が報告している]、動物性のプランクトンのみを食べているサンマに僅かな感染が見られ、魚食性のマアジ、マサバ、スルメイカでは感染率、感染量共に高くなっている。

(iii) 年度別・月別感染状況

1968年から1971年までの4年間相模湾魚類3種 (マアジ、マサバ、スルメイカ) について調査した小杉 (1972) の報告によると4年間で、マアジ4.03% (56/1,388)、マサバ43.85% (481/1,097)、スルメイカ17.9% (205/1,145) の感染率を示したが、共に各年度の感染率には差異があったと報告している。また月別ではマアジは冬期 (11~1月) には殆ど感染がなく、6月と9月に2つの感染の山が見られた。マサバでも5月と9月に感染の山が見られたが、スルメイカでは1月にのみ感染の山が見られたことを報告している。

石川県産のサバを1年間にわたって調べた及川・谷 (1984) は8月末は20%と低値であった以外は70-100%の高値を示す事を報告している。

1981年に九州からのマサバの移入によって初めてアニサキス症患者の発生を見た後、年々増加傾向にある沖縄でのアニサキス症を論じた安里 (1990) はその感染源となったマサバの年次別移入量も増加していること、月別に見た患者数と移入サバ量は平行して夏場に少なく冬期 (11月~2月) に両者とも多く、相関していることを見出し報告している。

Takao (1990) は九州近海で捕獲したイワシは季節によって感染率が異なる事を報告している。

(iv) 魚体長 (年齢) 別感染状況

食性と感染量の問題を更に詳細に検討するために、魚類の年齢別感染状況を体長に置き換えて解析すると相模湾のマサバについて4年間、週1度の割合いで *Anisakis* 類の感染状況の調査を行なった小杉 (1972) の報告では、*Anisakis* 幼虫 (*A. physeteris* 幼虫も含む) 保有率は魚体長 (年齢) の増大する程高くなり、その寄生虫体数も多くなる傾向を示している。この魚体長の伸びに伴って感染率・感染量共に上昇していく傾向は山田 (1971)、Takao (1990: イワシの調査) も報告しており、山田 (1971) によると感染量 (平均値) と筋肉内幼虫数 (平均値) は体長

が短い間は $Y=0.26X$ の線上にあるが、魚体長が38cm以上になると筋肉内幼虫数は増加すると報告している。この魚体長の伸長と感染率増加の傾向は既に Bishop and Margolis (1955) がニシンで同様の傾向のあることを述べている。更に動物性プランクトンのみを食べているサンマでは生後4年目のもので初めて幼虫の感染が見られており、マアジでは生後2年目に食性がプランクトン食から魚食性へ変わった途端に幼虫の感染が見られるようになり [小杉 (1972) の報告では極めて僅かだが1才魚でも感染を見ている]、雑食性のタラやサクラマスでは年令増加に伴い急速な感染量の増加を示している。このことは *Anisakis* の生活環の二次宿主では動物性のプランクトンを食べている所謂第一次捕食者で先ず感染が起こり、そのような感染魚を食べる魚食性あるいは雑食性の第二次捕食者が次に感染して感染量が急激に増加することを示している。この第二次捕食者の存在についての実験的裏付けは小林ら (未発表) によって、全く寄生虫感染の見られないニジマスにスケソウダラから採集した *Anisakis simplex* III期幼虫を経口的に投与した場合、そのニジマスの内臓表面などに幼虫が発育する事無く被覆することによって証明されている。同様の実験はその後 Santamarina *et al.* (1994) によっても行なわれている。

また魚体内III期幼虫は魚類の死滅後臓器表面から筋肉内に移行する現象があり、この移行現象は人体内への感染成立の上では重要なことである。例えば Vik (1966) は北海産のサバで捕獲直後には筋肉内に *Anisakis* 幼虫が認められないのに3~4日後には全虫体の10~13.6%が筋肉内に移行したと述べている。また Smith and Wooten (1975) も同様の移行現象を観察して、内臓を除去しない場合の魚肉への幼虫移行の恐れを指摘している。

尚、近年における経済発展と輸入食品の増加に伴って種々の魚類が輸入されており、それらに *Anisakis* 幼虫が寄生している場合には問題が生ずる。新妻ら (1995) は輸入生鮮鮭類の調査を行ない、輸入の養殖鮭からは全く *Anisakis* 幼虫は見出されなかったが、アメリカ並びにカナダ産の天然鮭からは可成り高率、高濃度の *Anisakis* 幼虫が見られたことが報告されている。

(b) *Pseudoterranova decipiens* 幼虫

本虫第III期幼虫は主として北方系の魚類から報告されており、高率・高濃度の感染はマダラにおいて見られる (Shiraki, 1974)。わが国での本幼虫についての系統だった生物学的な研究は殆ど行なわれていない。

(c) *Contracaecum osculatatum* 幼虫

本虫第III期幼虫は前種同様、北方系の魚類 [サクラマス (影井, 1970)、キュウリウオ (Shiraki, 1974: 北海道0.4%, 0.004隻)、スケトウダラ (小山ら, 1969; 菊池ら, 1970: 釧路, 小樽; Shiraki, 1974: 本州19.0%, 0.55隻; 北海道52.8%, 12.7隻)、マダラ (菊池ら, 1970: 釧路, 小樽; Shiraki, 1984: 北海道35.0%, 2.8隻)、ニシン (Shiraki, 1974: 本州7.1%, 0.07隻)、アカガレイ (Shiraki, 1974: 本州7.1%, 0.07隻)、カタクチイワシ (加藤ら, 1992: 千葉県)] に感染が見られるが、中でもマダラ、スケトウダラにおいて高率、高濃度感染が見られる (Shiraki, 1974)。本虫はマアジでは100%が幽門垂、マサバでも幽門垂からの報告が多かったが (71.4%)、筋肉からの報告は見られない (小杉, 1972)。

(d) *Hysterothylacium aduncum* 幼虫

北海道産のソウハチ (腸, 腹膜), オキタナゴ (腸), ヤナギノマイ, *Anisogammarus kygi* (Moravec and Nagasawa, 1986: 8.5%) から報告されている。

⑤終宿主体内での *Anisakis* 幼虫の発育

終宿主体内における *Anisakis* 幼虫の発育状況を見ることは現在その鑑別不能な *A. simplex* 及び *A. typica* の幼虫形態での鑑別の解明には重要なことであり, その解明の一方法として寄生虫未感染の海産哺乳動物での感染実験があるが, 現段階では行なうことは困難であり, また行なわれていない。

第二の方法としては魚類から採集した幼虫を培養して成虫を得, その形態学的観察, 特にその2本の交接刺の計測比から幼虫と成虫との関連を明らかにすることが考えられる。*Anisakis* I型幼虫は培養により *A. simplex* になることが証明されている (van Banning, 1971; Pippy and van Banning, 1975; Grabda, 1976; Carvajal *et al.*, 1981; Oshima *et al.*, 1982; Hurst, 1984)。但し, Oshima *et al.* (1982) がI型幼虫と同時に行なった *Anisakis* II型幼虫の培養実験では培養途中で虫体が死滅し, 成虫は得られていない。

また, 魚類及びイルカ類より見出される幼虫, 幼若虫及び成虫体の計測値と形態からそれらに連続性及び類似性があるか否かをみて, その異同を追求する方法も行なわれ, 魚類からの *Anisakis* I型幼虫と終宿主における *A. simplex* とには連続性のあることが報告されている (影井, 1969)。一方, II型幼虫と *A. physeteris* においても計測値の上に連続性があり, 形態上の類似性も認められている。

III期幼虫は魚類と共に摂食後終宿主内で直ちに脱皮するものようで, イルカの胃内にはI型III期幼虫とほぼ等しい体長・体幅を有する虫体で穿歯及び尾端の尾突起が消失したものが多く見出される。このような脱皮幼虫 (IV期) は口唇がはっきり現われ, 体表をおおう角皮には30 μ m幅で顕著な紋理が見られ, 虫体内では生殖器の形成が見られ始める。しかし, 雌の陰門はまだ外部に開口することなく, また雄の尾部の乳頭も交接刺も認められない。終宿主内での第2回目の脱皮は体長40mm前後で行なわれ, 雌では陰門が外部に開き, 雄の尾部における乳頭と一対の交接刺が明瞭に観察出来るようになり, その形態から明かに種の同定出来る。

A. physeteris で第2回目の脱皮によって種の特徴が見られるのは50mm以上の虫体においてである。

虫体が性的成熟するまでの期間は感染実験が行なわれていないので不明であるが, van Banning (1971) による *in vitro* 培養 (34 $^{\circ}$ C) によると, 培養後4日に第一回目の脱皮が見られ (IV期), 26-98日目に生殖器の発育が見られ, その後約7日目で成熟したと報告されているので (雄3.5-7.0cm; 雌4.5-15.0cm) 可成り成長速度は早いものと考えられる。

A. typica についてはほとんど研究が無い。

(4) *Anisakis* 幼虫の感染予防に関与する幼虫の抵抗性に関する研究

Anisakis 幼虫感染の予防の第一は *Anisakis* 幼虫がその地方のどの様な魚類の筋肉内に最も多く寄生していて人体への感染の危険性を抱いているかを熟知し、それらの魚肉は生食を避けるか、あるいは以下の幾つかの幼虫の抵抗性を認識して対処することである。

①高温・低温抵抗性

高温・低温抵抗性に関しては van Thiel (1960) のオランダでの本症についての初めての報告でも報じられているが、その後、わが国でも行なわれて同様の結果が得られている (川田, 1968)。即ち、川田 (1968) によると高温での幼虫死滅までの時間は45℃ 69.1分、50℃ 8秒、60℃ 1秒、70℃は瞬間で死滅し、そのラット組織穿入能力は40℃ 2時間の接触では3.3%が侵入し、50℃ 30秒、55℃ 9秒、60℃ 1秒の接触では全て穿入能力を失っていることが山田 (1971) によって報告されてる。

一方、低温での幼虫死滅には2℃ 5日、-10℃ 6時間 (蒸留水)、1日 (生理食塩水)、-15℃ 5時間 (蒸留水)、1日 (生理食塩水)、-20℃ 3時間 (蒸留水)、4時間 (生理食塩水) を要し (川田, 1968)、組織穿入能力は-20℃では14時間で失うが、-2℃、-8℃では96時間後も能力を有していたことが報告されてる (山田, 1971)。

村田ら (1987) も低温抵抗性について検討し、-3～4℃では14日処理しても活動性を失わず、-20℃に凍結保存した場合に24時間で活動性が麻痺状態となり、48時間後に全虫体の運動性が停止するので、殺虫効果は-20℃以下24時間以上を必要とすると述べている。

高温・低温処理した *Anisakis* 幼虫の組織侵入を検討した橋口・武井 (1975) は処理後の幼虫をダイコクネズミに経口投与し、-5～39℃の温度範囲では感染能力を保持している事を報告している。1982年から沖縄でのアニサキス症発生の原因が内地から移入されるサバであると考えた安里 (1985) はサバを-18℃で保存し、その生存率を調べた結果、6時間では100%生存していたが、7時間後からは急激に生存率が低下したと報告している。しかし、魚を積み重ねた状態で冷凍した場合は24%の幼虫は生存しており、27時間以降に初めて全ての幼虫が死滅したと報告している。

②各種物質に対する抵抗性

オランダの研究者 (Ruitenbergh, 1970) によって塩蔵、マリネード、燻製、放射線照射による実験は既に報告されているが、わが国では長年にわたる刺身、寿司などの生食習慣があり、その摂食時に用いられる調味料や香辛料の類い、あるいは嗜好品が *Anisakis* 幼虫の胃や腸壁への侵入を阻止したり、弱めたりするのではないかと考えられ、わが国独自に研究されてきた (山田, 1971; 川田, 1968; 村田ら, 1987, 1988a,b, 1989)。

a) 調味料

本多ら (1971) はまず、室温、37℃、4℃の条件で生理食塩水、蒸留水、水道水中に入れた *Anisakis* 幼虫は37℃では3～5日で死亡するが、室温並びに4℃では20日以上生存することを

観察した上で、食酢、醤油、ソースなどの調味料に対する抵抗性を観察した。その結果、それぞれの原液でさえ1日(醤油)、3日(ソース)は生存したことを報告している。醤油：村田ら(1987)は対照としての0.4%生理食塩水では7日間浸漬後も活動性が持続していたのに対し、醤油原液、減塩醤油共に18時間浸漬後には全て活動性を消失したと報告している。しかし、川島・浜島(1966)は実験に使用した25隻全てが死亡したのは27時間後で、やや長かったことを報告している。川田(1968)も2日後には全てが死滅したと報告している。ラット組織への穿入能力は2時間後まで見られたと報告している(山田, 1971)。

ソース：川田(1968)は観察した5隻の虫体は1日後に死滅したことを報告している。ラット組織への穿入能力は2時間後まで見られた(山田, 1971)。

食酢：川島・浜島(1966)は73時間、川田(1968)は35日間の観察で全てが活動性を失ったことを報告しているが、本多ら(1971)、村田ら(1987)は *Anisakis* 幼虫は14日間生存し、本多ら(1971)によると、その5倍液、10倍液では20日以上生存したことを観察している。ただ実験的にラットの組織穿入能力は5時間後まで見られている(山田, 1971)。

酢醤油：酢と醤油の等量混合液で最長5日後までの生存を認めたことが報告されている(川田, 1968)。

b) 香辛料

わさび、紫蘇、生姜に含まれる化学成分のイソシオチアン酸、ペリラルデヒド、ショウガオール、*Anisakis* 幼虫に対する効果が研究されている(川島・浜島, 1966; 早坂ら, 1969; 粕谷ら, 1988; 村田ら, 1987, 1988; Kasuya *et al.*, 1990; Goto *et al.*, 1990)。

粕谷ら(1988)は刺身と共に食される食品13品目(アオジソ、ワサビ、ショウガ、ニンニク、ネギ、パセリ、ダイコン、キャベツ、ホウレンソウ、ミツイシコンブ、トウガラシ、茶、エタノール)の抽出物を用いて *Anisakis* 幼虫への殺虫作用を調べ、アオジソ抽出物とショウガ抽出物に抗 *Anisakis* 幼虫作用を見出した。*Anisakis* に対する作用は主にアオジソでは perillaldehyde、ショウガでは [6]-shogaol で、その作用量は perillaldehyde では125 μ g/ml、[6]-shogaol では62.5 μ g/ml であった。そして perillaldehyde の *Anisakis* 幼虫に対する初期の形態的变化は、ヘモリンフが存在する偽体腔に遊離細胞片を放出する事であり、[6]-shogaol ではクチクラの突起形成であると Goto *et al.* (1990) 並びに後藤ら(1995)は報告している。

村田ら(1987)は「おろししょうが」「おろし本わさび」「おろしにんにく」「おろしたまねぎ」での基礎試験で「おろししょうが」並びに「おろし本わさび」の効果を認めた後、ワサビ成分 allyl 及び phenyl isothiocyanate を指標として *Anisakis* 幼虫の運動抑制効果の判定法を考案し(村田ら, 1988)、香辛料や漢方薬の実用性についての研究を行なっている。

Kasuya *et al.* (1990)はワサビを塩酸、NaHCO₃で分画した perillaldehyde では37 $^{\circ}$ C、125 μ m/ml 量で処理すると、*Anisakis* 幼虫の運動は8時間で90%、16時間で100%が活動が鈍くなり24時間では全て死滅することを報告している。

わさび醤油にして幼虫と接触した場合、ラットへの組織侵入能力は10分後に認められなくなる

が、cyst 状の幼虫では2時間後も組織穿入能力を有していることが報告されている(山田, 1971)。早坂ら(1969)は人胃液中における *Anisakis* 幼虫の殺滅効果は期待出来ないが、家兎での実験ではワサビを少量投与することによって幼虫の胃壁侵入率を高めると報告している。

ねりわさび及び和風ねりからし：最低濃度(0.5g/20ml) 2時間浸漬で全ての *Anisakis* 幼虫が活動を停止したことを村田ら(1987)は報告している。

おろししょうが：最高濃度(2g/20ml)で4日間浸漬により全ての幼虫の運動停止が認められたと村田ら(1987)は報告している。粕谷ら(1989)は乾燥ショウガのエタノール抽出液の gingerol, shogaol を含むフラクションに *Anisakis* 幼虫の殺滅効果が認められ、それを裏付ける純品の gingerol 及び shogaol の最小有効濃度はそれぞれ250 μ m/ml 及び62.5 μ m/ml であったと報告している。

一味唐辛子：村田ら(1987)によると0.5g/20ml 濃度以上14日浸漬で殆ど幼虫の活動が停止されると報告し、わさびとからしと比較してからしの方が活動抑止効果が弱いと報告している。

おろし本わさび：2g/20ml 濃度1時間浸漬により全ての幼虫の活動性が停止されたと村田ら(1987)は報告している。

おろしにんにく及びおろし玉葱：いずれも浸漬4日後でも完全な本虫の活動停止には至らなかった(村田ら, 1987)。

安田ら(1989)は23種の香辛料(ginger, marjoram, garlic, sabvory, sage, mace, anise, celerym cardamom fenugreek, coriander, cumin, citrus, laruel, organ, allspice, fennel, clove, pepper, nutmeg, cinnamon, thyme, turmeric)について *Anisakis* I型幼虫に対する運動抑制効果を調べグローブ、シナモン、クミン、カルダモン、セロリ、ウコンに致死運動抑制効果が見られたことを報告したが、中でもとくに効果の強いウコン(turmeric)についてはインド並びに中国産の6ロットについて運動抑制効果を比較検討した所、品種により異なることが解ったことを報告している。そして、このウコンに含まれる活性分画はテルペノイドの可能性あることを報告している。

c) 嗜好品

日本酒：*Anisakis* 幼虫は日本酒(アルコール濃度17%)中に入れると50分以内に大半が死滅し、人胃液の濃度に比例して殺滅効果が高まることが報告されている(早坂ら, 1969)。14%の日本酒では13日後(室温)まで生存を、39%(Brandy)では140分での死亡を見た例を川田(1968)は報告している。また、家兎での実験で日本酒の投与は幼虫の胃壁侵入率を高めると報告している(早坂ら, 1969)。

d) 香辛料と調味料の組み合わせによる相乗的運動抑制効果

しょうが汁と刺身醤油等量混合液：混合液浸漬後7時間で本虫の活動抑制効果が認められた(村田ら, 1987)。

玉葱汁と刺身醤油等量混合液：8時間経過後に全虫体の運動停止(村田ら, 1987)。

生にんにくと食酢の等量混合液：24時間後に全虫体の運動停止(村田ら, 1987)。

文 献

- 1) Agatsuma, T. (1981): Electrophoretic studies on glucosephosphate isomerase and phosphoglucomutase in two types of *Anisakis* larvae. *International J. Parasitol.*, 12, 35-39.
- 2) 相原良治 (1973): *Anisakis* I型幼虫の形態に関する検討. *大阪市大医誌*, 22, 197-236.
- 3) 荒木潤・町田昌昭・長澤和也 (1996): 北西北太平洋のミンククジラの寄生虫. *寄生虫誌*, 45(増), 62
- 4) 安里龍二 (1985): 海産魚類に寄生するアニサキスの調査. *沖縄公衛会誌*, 16, 1-10.
- 5) 安里龍二 (1990): 沖縄県におけるアニサキス症の発生状況. *沖縄公衛研報*, 24, 53-63.
- 6) Asato, R., Wakuda, M and Sueyoshi, T. (1991): A case of human infection with *Anisakis physeteris* larvae in Okinawa, Japan. *Jpn. J. Parasitol.*, 40, 181-183.
- 7) Beaver, P. C., Synder, C. H., Garrera, G. H., Dent, J. H. and Lafferty, J. W. (1952): Chronic eosinophilia due to visceral larva migrans. Report of three cases. *Pediatrics*, 9, 7-19.
- 8) Beaver, P. C. (1969): The nature of visceral larva migrans. *J. Parasitol.*, 55, 3-12.
- 9) Berland, B. (1961): Nematodes from some Norwegian marine fishes. *Sarsia*, 2, 1-50.
- 10) Bishop, Y. M. and Margolis, L. (1955): A statistical examination of *Anisakis* larvae (Nematoda) herring (*Clupea pallasii*) of the British Columbo coast. *J. Fish Research Bd. Canada*, 12, 571-592.
- 11) Bratney, J. and Clark, K. J. (1992): Effect of temperature on egg hatching and survival of larvae of *Anisakis simplex* B (Nematoda: Ascaridoidea). *Canad. J. Zool.*, 70 274-279.
- 12) Carvajal, J., Barros, C., Santander, G. and Alcalde, C. (1981): In vitro culture of larval anisakid parasites of the Chilean hake *Merluccius gayi*. *J. Parasitol.*, 67, 958-959.
- 13) Cleavel, A., Delgado, B., Sanchez-Acedo, L., Carbonell, E., Castello, J., Ramirez, J., Quilez, J., Gomezlus, R. and Kagei, N. (1993): A live *Anisakis physeteris* larvae found in the abdominal cavity of a woman in Zaragoza, Spain. *Jpn. J. Parasitol.*, 42, 445-448.
- 14) Davey, J. T. (1971): A revision of the genus *Anisakis* Dujardin, 1845 (Nematoda: Ascari-data). *J. Helminthol.*, 45, 51-72.
- 15) Deardorff, T. L. and Overstreet, R. M. (1981): Review of *Hysterothylacium* and *Iheringascaris* (Both previously = *Thynnascaris*) (Nematoda: Anisakidae) from the northern gulf of Mexico. *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 93, 1035-1079.
- 16) Dollfus, R. Ph. (1933): *Thynnascaris legendrei* n.gen., n. sp. de l'estomac du germon, *Germo alalonga* (Gmel.). *Bull. Soc. Zool. France*, 58, 7-13.
- 17) Dollfus, R. Ph. (1935): Sun *Contraecum*, *Thynnascaris* et *Amphicaecum*. *Bull. Soc. Zool. France*, 60, 88-92.
- 18) Fagerholm, H. P. (1989): Intra-specific variability of the morphology in a single population of the seal parasite *Contraecum osculatum* (Rudolphi) (Nematoda, Ascaridea), with a redescription of the species. *Zoologica Scripta*, 18, 33-41.
- 19) 福田富雄・頼宮廉正・安治敏樹・頼 俊雄・何黎星・下野国夫・稲臣成一 (1982): 瀬戸内海産魚類における Anisakidae 幼虫の寄生状態について. *寄生虫誌*, 31, 171-176.
- 20) Fukuda, T., Aji, T. and Tongu, Y. (1988): Surface ultrastructure of larval anisakidae (Nematoda: Ascaridoidea) and its identification by mensuration. *Acta Med. Okayama*, 42, 105-116.
- 21) Gibson, D. I. and Colin, J. A. (1982): The *Terranova* enigma. *Parasitology*, 85, xxxvi-xxxvii.
- 22) Gibson, D. I. (1983): The systematics of ascaridoid nematodes. A current assessment (Systematics Association Special Vol. n. 22). In: *Concepts in Nematode Systematics* (A.

- Stone, H. M. Platt and L. F. Khal (Eds.). Academic Press, London, pp.321-338.
- 23) Goto, C., Kasuya, S., Koga, K., Ohotomo, H. and Kagei, N. (1990): Lethal efficacy of extract from *Zingiber officinal* (traditional chinese medicine) or [6]-shogaol and [6]-gingerol in *Anisakis* larvae in vitro. Parasitol. Res., 76, 653-656.
- 24) 後藤千壽・粕谷志郎・高橋優三 (1995): シソ (*Perilla frutescens*) とショウガ (*Zingiber officinal*) 成分の抗幼線虫作用について. 岐大医紀要, 43, 498-508.
- 25) Grabda, J. (1976): Studies on the life-cycle and morphogenesis of *Anisakis simplex* (Rudolphi, 1809) (Nematoda: Anisakidae) cultured in vitro. Acta Ichthyologica et Piscateria, 6, 119-141.
- 26) Hartwich, G. (1957): Zur Systematik der Nematoden-superfamilie Ascaridoidea. Zool. Jahrb. Jena, 85, 211-252.
- 27) Hartwich, G. (1974): CIH keys to the nematode parasites of vertebrates. No. 2. Keys to genera of the Ascaridoidea. Edited by R. C. Anderson, A. G. Chabaud and S. Willmott, C. A. B. 15 pp.
- 28) 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. 寄生虫誌, 24, 34-40.
- 29) 畑田太美子 (1970): 瀬戸内海および日本海魚類ならびにイカ類に寄生する Anisakidae 幼線虫の調査. 兵庫県衛研所報, (5), 34-43.
- 30) Hatsushika, R. (1979): An experimental study on development and hatching of the eggs of *Anisakis physeteris* (Nematoda: Ascaridata). Kawasaki Med. J., 5, 1-7.
- 31) 早坂 滉・石倉 肇・水柿 浩・浅石和昭・岩野英明・高木良三 (1969): アニサキス症の予防に関する研究—とくに alcohol, allyl- & phenyl-isothiocyanate および胃液の混合液中におけるアニサキス幼虫の抵抗性について—. 北海道外科誌, 14, 167-171.
- 32) 林 道明・半田淑明・杉枝正明・塩沢寛治・仁科徳啓・中津川修二・久保田裕之 (1988): 静岡県近海の魚類におけるアニサキス亜科幼虫の寄生状況. 静岡県衛生環境センター報告, 31, 49-53.
- 33) 本多忠善・坪内春夫・森下茂俊・太田満男・島田健二 (1971): 名古屋市におけるアニサキスの調査(2). 各種条件下における幼虫の抵抗性について. 日獣師会誌, 25, 409.
- 34) Hurst, R. J. (1979): Life-cycle patterns of marine anisakid nematodes. New Zealand J. Zool., 6, 648.
- 35) 市原醇郎 (1973): 長野県土田産ウグイの *Anisakis* sp. I 型幼虫の寄生例及びその感染経路について. 寄生虫誌, 22(増), 54.
- 36) Im, K. I., Shin, H. J. and Yoag, T. S. (1989): Twenty cases of gastric anisakiasis. Korean J. Parasitol., 27, 323.
- 37) Im, K. I., Shin, H. J., Kim, B. H. and Moon, S. I. (1995): Gastric anisakiasis cases in Cheju-do, Korea. Korean J. Parasitol., 33, 179-186 (in Korean text with English summary)
- 38) Ishikura, H. and Namiki, M. eds. (1989): Gastric anisakiasis in Japan. Epidemiology, diagnosis, treatment. 144 pp. Springer-Verlag Tokyo.
- 39) Ishikura, H. and Kikuchi, K. eds. (1990): Intestinal anisakiasis in Japan. Infected fish, sero-immunological diagnosis, and prevention 265 pp.. Springer-Verlag Tokyo.
- 40) 影井 昇・大島智夫・小林昭夫・熊田三由・小山力・小宮義孝・竹村 陽 (1967): 各種海産哺乳動物に寄生する *Anisakis* 属線虫類の調査. 寄生虫誌, 16, 427-435.
- 41) 影井 昇 (1969): *Anisakis* 属線虫の生活史. 最新医学, 24, 389-400.
- 42) Kagei, N. (1970): List of the larvae of *Anisakis* spp. recorded from marine fishes and squids caught off Japan and its offshore islands. Bull. Inst. Publ. Health, 19, 76-86.
- 43) 影井 昇・呉羽和男 (1970): アニサキス亜科線虫に関する研究 (I), 南氷洋産鯨類における *Anisakis* 属線虫調査成績. 公衆衛生院研究報告, 19, 193-196.

- 44) 影井 昇・坂口祐二・片峰大助・池田幸男 (1970): アニサキス亜科線虫に関する研究 (II), 海産魚類より見出された *Contracaecum* sp. (Type-V of Yamaguti) 幼虫について (附 List and main features of the larvae of *Contracaecum* spp. recorded from marine fishes and squids caught off the Japan and its offshore islands). 公衆衛生院研究報告, 19, 243-251.
- 45) Kagei, N., Yanagawa, I., Nagano, K. and Oishi, K. (1972): A larva of *Terranova* sp. causing acute abdominal syndrome in a woman. Jpn. J. Parasitol., 21, 202-209.
- 46) 影井 昇 (1974a): *Anisakis* 亜科線虫に関する研究 (IV), 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.
- 47) 影井 昇 (1974b): アニサキス亜科線虫幼虫感染魚の一覧, 日本水産学会編, 魚類とアニサキス, 98-107. 恒星社厚生閣, 東京.
- 48) Kagei, N. and Watanuki, T. (1975): On the parasites of fishes from the Antarctic Ocean. 南極資料, (54), 84-93.
- 49) Kagei, N., Tobayama, T. and Nagasaki, Y. (1976): On the helminth of Franciscana, *Pontoporia blainvillie*. Sci. Rep. Whales Res. Inst., 28, 161-166.
- 50) Kagei, N., Asano, K. and Kihata, M. (1977): Parasites of marine fishes imported from New Zealand. I. Parasites of the Barracouta, *Thyrstes atum* (Euphrasen). Bull. Inst. Public Health., 26, 1-13.
- 51) Kagei, N., Asano, K. and Kihata, M. (1978a): On the examination against the parasites of antarctic krill, *Euphausia superba*. Sci. Rep. Whales Res. Inst., (30), 311-313.
- 52) Kagei, N., Sano, M., Takahashi, Y., Tamura, Y. and Sakamoto, M. (1978b): A case of acute abdominal syndrome caused by *Anisakis* Type-II larva. Jpn. J. Parasitol., 27, 427-431.
- 53) 影井 昇 (1979): オキアミと寄生虫 (I) (II), 鯨研通信, (328), 53-62; (329), 63-72.
- 54) 影井 昇 (1983a): 人獣共通寄生虫症としてのアニサキス症およびテラノバ症, 林滋生ら編: 本邦における人獣共通寄生虫症, 245-255, 文永堂.
- 55) 影井 昇 (1983b): アニサキス症. 病理と臨床, 1, 1433-1440.
- 56) Kagei, N. (1985): Krill and their parasites. Bull. Marine Science. 37, 768.
- 57) 影井 昇 (1988): アニサキス症の疫学. Medcal Tribune, 9月1日号, 33-36.
- 58) 影井 昇・久木義一 (1988): ハシボソミズナギドリに見出された *Anisakis* 属線虫幼虫について. 寄生虫誌, 37(増), 21.
- 59) 影井 昇 (1989a): アニサキス症, 感染・炎症・免疫, 19, 184-198.
- 60) 影井 昇 (1989b): 今日の日本の寄生虫症——その特徴と対策, アニサキス症. 最新医学, 44, 781-791.
- 61) 影井 昇 (1989c): 寄生虫病についての最近の話題, 食べ物から感染する寄生虫病, アニサキス症. Medico, 21, 9209-9211.
- 62) 影井 昇・加納芳子・徳重潤一 (1990): 小笠原村父島で初めて見出されたアニサキス症患者とその感染源について. Clinical Parasitol., 1, 92.
- 63) 影井 昇 (1991): 最近話題の風土病的感染症——診断・治療・予防法, 2, アニサキス症. 治療学, 25, 172-176.
- 64) Kasuya, S., Goto, C., Koga, K., Ohtomo, H., Kagei, N. and Honda, G. (1990): Lethal efficacy of leaf extract from *Perilla frutescens* (traditional chinese medicine) or perillaldehyde on *Anisakis* larvae in vitro. Jpn. J. Parasitol., 39, 220-225.
- 65) 粕谷志郎・後藤千春・大友弘士 (1988): アニサキス症の予防法の試み——殺虫効果のある食品のスクリーニング. 感染症誌, 62, 1152-1156.
- 66) 粕谷志郎・後藤千春・古賀香理・大友弘士・影井 昇 (1989): ショーガ成分 gingerrol, shogaol のアニサキス幼虫に対する致死効果. 寄生虫誌, 38(増), 92.
- 67) 加藤桂子・影井昇・林幸夫・安藤由紀男 (1992): アニサキス症の集団発生を見た千葉県鴨川市周

- 辺地域において水揚げされたカタクチイワシの寄生虫学的並びに疫学的調査. 寄生虫誌, 41, 425-430.
- 68) 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——. 大阪医科大誌, 26, 224-244.
- 69) 河合薫子・石倉 浩・平田公一・石倉 肇 (1992): 臨床医に必要なアニサキス亜科線虫の形態学的鑑別点. 日臨外医会誌, 53(増), 184.
- 70) 川島健治郎・浜島房則 (1966): Allyl-および phenyl-isothiocyanate の *Anisakis* 属幼虫に対する殺滅効果の研究. 寄生虫誌, 15, 507-510.
- 71) 菊池 滋・小杉国雄・平林春雄・林 滋生 (1970): 海産魚類より検出した *Contracaecum* 属幼虫 6 種類の形態学的観察. 横浜医学, 21, 421-427.
- 72) 菊池 滋 (1974): 哺乳類および鳥類線虫類の走査電子顕微鏡による形態学的研究 (II), *Anisakis* 「アニサキス」. 獣畜新報, (627), 1183-1188.
- 73) 記野秀人・渡部加奈子・松友琴美・上田美鶴・杉浦真・鈴木洋行・高井哲也・坪井宏仁・佐野基人・藤生好則・影井昇 (1993): 静岡県西部に発生したアニサキス症およびカタクチイワシにおけるアニサキスの感染状況. 寄生虫誌, 42, 308-312.
- 74) 記野秀人・佐野基人・影井 昇 (1993): イワシの生食後に発症した *Anisakis simplex* 第IV期幼虫の寄生例. *Clinical Parasitol.*, 4, 156-158.
- 75) 小林昭夫・小山 力・熊田三由・小宮義孝・大島智夫・影井 昇 (1966): アニサキス虫卵の発育について (予報). 寄生虫誌, 15, 545-546.
- 76) 小林昭夫 (1967): アニサキスの分類と形態. 医学のあゆみ, 61, 247-252.
- 77) 小林昭夫・小山力・熊田三由・大島智夫・影井 昇 (1968): アニサキス卵の発育について (続報). 寄生虫誌, 17, 583.
- 78) 小杉国雄 (1972): 相模湾産魚類における *Anisakis* 類幼虫寄生状況の周年調査成績. 横浜医学, 23, 285-318.
- 79) 小山 力・小林昭夫・熊田三由・小宮義孝・大島智夫・影井 昇・石井俊雄・町田昌昭 (1969): 海産魚類およびスルメイカより見出される *Anisakinae* 幼虫の形態学および分類学的検討. 寄生虫誌, 18, 466-487.
- 80) Lyster, L. L. (1940): Parasites of some Canadian sea mammals. *Canadian J. Res.* 18, 396-409.
- 81) 町田昌昭 (1969a): オットセイの寄生虫と繁殖島との関係. 動物分類誌, (5), 16-17.
- 82) 町田昌昭 (1969b): 三陸沖におけるオットセイの胃寄生虫調査. 寄生虫誌, 18, 575-579.
- 83) 町田昌昭 (1971): 繁殖島におけるオットセイの胃線虫類調査. 寄生虫誌, 20, 371-378.
- 84) Machida, M. (1974): Helminth parasites of the true's porpoise, *Phocoenoides truei* Andrews. *Bull. Natn. Sc. Mus. Tokyo.*, 17, 221-226.
- 85) Maeda, T., Takahashi, T. and Ueno, M. (1983): Behavior in each life period of adult Alaska pollack in the adjacent waters of Funka Bay, Hokkaido. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 49, 577-585.
- 86) Margolis, L. (1956): Pacific helminths and arthropods from Pinnipedia of the Canadian Pacific Coast. *J. Fish Res. Bd. Canada*, 13, 489-505.
- 87) Matsuura, T., Sun, S. and Sugane, K. (1992): The identity of *Anisakis* type II larvae with *Anisakis physeteris* confirmed by restriction fragment length polymorphism analysis of genomic DNA. *J. Helminth.*, 66, 33-37.
- 88) Mattiucci, S., Nascetti, G., Bullini, L., Onecchia, P. and Paggi, L. (1986): Genetic structure of *Anisakis physeteris*, and its differentiation from the *Anisakis simplex* (Ascaridida: Anisakidae). *Parasitology*, 93, 383-387.
- 89) 宮本健司 (1988): 北海道産魚介類に寄生するアニサキス亜科幼虫の調査. 寄生虫誌, 3713-14.

- 90) Moravec, F., Nagasawa, K. and Urawa, S. (1985): Some fish nematodes from fresh waters in Hokkaido, Japan. *Folia Parasitol*, 32, 305-316.
- 91) Moravec, F. and Nagasawa, K. (1985): *Ichthyofilarai japonica* sp. n. (Philomenteridae) and some other nematodes from marine fishes from Hokkaido, Japan. *Vest. cs. Spolec. Zool.*, 49, 211-223.
- 92) Moravec, F. and Nagasawa, K. (1986): New records of amphipods as intermediate hosts for salmonid nematode parasites in Japan. *Folia Parasitol.*, 33, 45-49.
- 93) Mosgovoi, A. A. (1950): Ascarids of animals. I. Anisakoidea. *Trudy Gel'mint. Labo. Akad. Nauk SSSR*. 5, 12-22.
- 94) 村田以和夫・宮沢貞雄・國守利・中嶋陽一・渋谷智晃・中西 弘 (1987): 北海道産スケトウダラ *Teragra chalcogramma*, 千葉県産マサバ *Pneumatophorus japonicus* 由来 *Anisakis* I型幼虫の保存温度, 薬味, 調味料および香辛料に対する抵抗性. *東京衛研報*, 38, 13-21.
- 95) 村田以和夫・宮沢貞雄・安田一郎・小田 稔 (1988): 寄生虫に対する漢方薬の有効性に関する研究(第1報), allyl および phenyl iosthiocyanate を指標とする *Anisakis* II型幼虫に対する相対的運動抑制効果の判定法. *東京衛研報*, 39, 15-18.
- 96) 村田以和夫・白鳥憲行・小山利夫・小田 稔・渋谷智晃 (1991): 1985-1990年間に東京中央卸売市場に入荷した魚介類のサニサキス *Anisakis*, 宮崎肺吸虫 *Paragonimus miyazaki*, 剛棘顎口虫 *Gnathostoma hispidum* の水揚げ地および産地別寄生状況. *東京衛研報*, 42, 70-76.
- 97) Myers, B. J. (1959): *Phocanema*, a new genus for the anisakid nematode of seals. *Canad. J. Zool.*, 37, 459-469.
- 98) 長沢次郎 (1970): 生食食品の汚染源の追求について. *食品衛生研究*, 20, 165-168.
- 99) Nagasawa, K. (1993): Review of human pathogenic parasites in the Japanese common squid (*Tadaroedes pacificus*). eds. by Okutani, T., O'Dor, R. K. and Kubodera, T. *Recent Advances in Cephalopod Fisheries Biology*. Tokai University Press. 21, 293-312.
- 100) Nagase, K. (1973): Studies on *Anisakis*. *Acta Sch. Med. Univ. Gifu*, 21, 85-108.
- 101) Nascetti, G., Paggi, L., Orecchia, P., Mattiucci, S. and Bullini, L. (1883): Two sibling species within *Anisakis simplex* (Ascaridida: Anisakinae). *Parasitologia*, 25, 306-307.
- 102) Nascetti, G., Paggi, L., Orecchia, P., Smith, J. W., Mattiucci, S. and Bullini, L. (1986): Electrophoretic studies on the *Anisakis simplex* complex (Ascaridida: Anisakidae) from the Mediterranean and North-east Atlantic. *Int. J. Parasitol.*, 16, 633-640.
- 103) Nemoto, T., Hara, K. and Kamada, K. (1971): Euphausiids in the East China Sea and its adjacent waters. The Kuroshio. *Proc. 2nd CSK Symposium*. Sakon Publ.Co. Ltd., Tokyo. pp. 273-283.
- 104) 新妻 淳・樋口修一・納田紀子・石橋 治・田中敬恭・鈴木敏夫・東島弘明 (1995): 輸入生食生鮮サケ等の寄生虫感染に関する考察について. 平成7年度全国食品衛生監視員研修会研究発表会抄録, 92-95.
- 105) 西村 猛 (1977): 幼虫移行症 (Larva nematodiasis) について——特に *Anisakis* 症を中心として——. *兵庫医大誌*, 5, 237-244.
- 106) 及川陽三郎・谷 莊吉 (1984): 金沢市場におけるサバのアニサキス幼虫寄生状況. *金沢医大誌*, 9, 244-249.
- 107) Orecchia, P., Paggi, L., Mattiucci, S., Smith, J. W., Nascetti, G. and Bullini, L. (1986): Electrophoretic identification of larvae and adults of *Anisakis* (Ascaridida: Anisakidae). *J. Helminthol.*, 60, 331-339.
- 108) 大島智夫 (1964): 移行性幼虫症 Larva migrans. 日本における寄生虫学の研究(4). 目黒寄生虫館.
- 109) 大島智夫・嶋津 武・小山博誉・赤羽啓榮 (1969): オキアミ類に寄生していた *Anisakis* 属幼虫

- について, 寄生虫誌, 18, 241-248.
- 110) 大島智夫 (1969): アニサキスの第一中間宿主に関する研究. 最新医学, 24, 401-405.
- 111) Oshima, T., Shimazu, T., Koyama, H. and Akahane, H. (1969): On the larvae of the genus *Anisakis* (Nematoda: Anisakidae) from the euphausia. Jpn. J. Parasitol., 18, 241-248.
- 112) Oshima, T. (1972): *Anisakis* and anisakiasis in Japan and adjacent area. Progress of Medical Parasitology in Japan. Vol. IV. 301-393. Meguro Parasitol. Museum, Tokyo, Japan.
- 113) Oshima, T. (1979): *In vitro* development of *Anisakis* larvae collected from fishes caught in Kuroshio current and their identification by the adults. In XIV Pacific Science Congress. August 1979, Khabarovsk, USSR, 291.
- 114) Oshima, T., Oya, S. and Wakai, R. (1982): *In vitro* cultivation of *Anisakis* type I and type II larvae collected from fishes caught in Japanese coastal waters and their identification. Jpn. J. Parasitol., 31, 131-134.
- 115) Oshima, T. (1983): Anisakiasis, diphyllbothriasis and creeping diseases in Japan. Proc. S. E. Asian Parasitol. Symposium, Dec.9-12, 1983, 93-102 p.
- 116) Oshima, T. (1987): Anisakiasis—in the sushi bar guilty? Parasitol. Today, 3, 44-48.
- 117) Oshima, T. and Kliks, M. (1987): Effects of marine mammal parasites on human health. Int. J. Parasitol., 17, 415-421.
- 118) Paggi, K., Nascetti, G., Orecchia, P., Mattiucci, S. and Bullini, L. (1985): Biochemical taxonomy of ascaridoid nematodes. Parasitologia, 27, 105-112.
- 119) Pippy, J. H. C. and van Banning, P. (1975): Identification *Anisakis* larva (I) as *Anisakis simplex* (Rudolph, 1809, det. Krabbe, 1878) (Nematoda: Ascardata). J. Fish. Res. Bd. Canada, 32, 29-32.
- 120) Ruitenber, E. J. (1970): Anisakiasis—Pathogenesis, Serodiagnosis and Prevention. pp. 138
- 121) Russell, F. S. and Yonge, M. (1969): Advances in marine biology. Academic Press, 439 pp.
- 122) 坂口祐二・片峰大助 (1971): 東支那海及び南支那海産の魚類に寄生する *Anisakidae* 幼線虫の種類と分布. 熱帯医学, 13, 159-169.
- 123) Santamarina, M. T., Tojo, J. L., Gestido, J. C., Leiro, J. L., Ubeira, F. M. and Sanmartin, M. L. (1994): Experimental infection of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) by *Anisakis simplex* (Nematoda: Anisakidae). Jpn. J. Parasitol., 43, 187-192.
- 124) Sato, Y., Iizuka, K. and Kotaki, K. (1968): Some biological aspects of mackerel, *Pneumatophorus japonicus* (Houttuyn), in the northern sea of Japan. Bull. Tohoku Reg. Res. Fish. Lab. 28, 1-50.
- 125) Schaum, E. and Müller, W. (1967): Die Heterocheilidiasis Eine Infection des Menschen mit Larven von Fisch-Ascariden. Dtzh. Med. Wsch., 92, 1-9.
- 126) Shimazu, T. and Oshima, T. (1972): Some larval nematodes from euphausiid crustaceans "Biological oceanography of the northern north Pacific Ocean" edited by Y. Takenouti *et al.* p. 403-409.
- 127) Shimazu, T. (1982): Some helminth parasites of marine planktonic invertebrates. Nagano-ken Junir College, (37), 11-29.
- 128) 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 Med. Biol., 22, 57-98.
- 129) Shiraki, T., Hasegawa, H., Kemmotsu, M. and Otsuru, M. (1976): Larval anisakid nematodes from the prawns, *Pandulus* spp. Jpn. J. Parasitol., 25, 148-152.
- 130) Smith, J. W. (1971): *Thyssanoessa inermis* and *T. longicaudata* (Euphausiidae) as first inter-

- mediate hosts of *Anisakis* sp. (Nematoda: Ascaridata) in the Northern North sea, to the North Scotland and Faroe. *Nature*, 234, 478-481.
- 131) Smith, J. W. and Wootten, R. (1978): *Anisakis* and Anisakiasis. *Adv. Parasitol.*, 16, 93-163.
- 132) Sϕleim, ϕ. (1974): Scanning electron microscope observations of *Contracaecum aduncum* (Nematoda: Ascaridoidea). *Norw. J. Zool.*, 22, 171-175.
- 133) Sugane, K., Liu, Q. and Matsuura, T. (1989): Restriction fragment length polymorphisms of Anisakinae larvae. *J. Helminthol.*, 63, 269-274.
- 134) Sugane, K., Sun, S. and Matsuura, T. (1992a): Molecular cloning of the cDNA encoding a 42 kDa antigenic polypeptide of *Anisakis simplex* larvae. *J. Helminthol.*, 66, 25-32.
- 135) Sugane, K., Sun, S. and Matsuura, T. (1992b): Radiolabelling of the excretory-secretory and somatic antigens of *Anisakis simplex* larvae. *J. Helminthol.*, 66, 305-309.
- 136) Sun, S. Z., Koyama, T. and Kagei, N. (1991): Anisakidae larvae found in marine fishes and squids from the gulf of Tonking, the east China sea and The Yellow sea. *Jpn. J. Med. Sci. Biol.*, 44, 99-108.
- 137) 孫 世正・小山 力・影井 昇 (1992): 近海魚類昇尖科幼虫形態分類学研究, II, 北部湾部分. *寄生虫学及寄生虫病誌*, 10, 108-112.
- 138) Suzuki, H., Ohnuma, H., Karasawa, Y., Ohbayashi, M., Koyama, T., Kumada, M. and Yokogawa, M. (1972): *Terranova* (Nematoda: Anisakida) infection in man. I. Clinical features of five cases of *Terranova* larva infection. *Jpn. J. Parasitol.*, 21, 252-256.
- 139) Suzuki, T. and Ishida, K. (1979): *Anisakis simplex* and *Anisakis physeteris*: Physicochemical properties of larval and adult hemoglobins. *Exper. Parasitol.*, 48, 225-234.
- 140) Takao, Y. (1990): Survey of anisakidae larvae from marine fish caught in the sea near Kyushu island, Japan. Edited by H. Ishikura and K. Kikuchi: *Intestinal Anisakiasis in Japan. Infected Fish, Sero-immunological Diagnosis, and Prevention*. Springer-Verlag, Tokyo. 61-72.
- 141) Uspenskaya, A. V. (1963): Parasite fauna of benthonic crustaceans of the Barents sea (*Izdalelstro Akademiya Nauk SSSR. Moscow and Leningrad*).
- 142) Val'ter, E. D., Popova, T. I. and Valovaya, M. A. (1982): Scanning electron microscope study of four species of anisakid larvae (Nematoda: Anisakidae). *Helminthologia*, 19, 195-209.
- 143) Van Banning, P. (1971): Some notes on successful rearing of the herring-worm, *Anisakis marina* L. (Nematoda: Heterochelidae). *J. Conseil. Int. Explor.*, 34, 84-88.
- 144) Vik, R. (1966): *Anisakis* larvae in Norwegian food fishes (Abstract). *Proceed. 1st International Congress of Parasitol.*, Sept. 21-26, 1964. I. 518-569.
- 145) Ward, H.B. and Magath, T. B. (1917): Notes on some nematodes from freshwater fishes. *J. Parasitol.*, 3, 57-65.
- 146) Weerasooriya, M.V., Fujino, T., Ishii, Y. and Kagei, N. (1986): The value of external morphology in the identification of larval anisakid nematodes: a scanning electron microscope study. *Z. Parasitenkd.*, 72, 765-778.
- 147) Yagi, K., Nagasawa, K., Ishikura, H., Nakagawa, A., Sato, N., Kikuchi, K. and Ishikura, H. (1996): Female worm *Hysterothylacium aduncum* excreted from human: A case report. *Jpn. J. Parasitol.*, 45, 12-23.
- 148) 山田源二 (1971): *Anisakis* 症の感染予防に関する研究. *大阪市大医誌*, 20, 1-29.
- 149) Yamaguti, S. (1941): Studies on the helminth fauna of Japan. Part 36. Avian nematodes. II. *Jpn. J. Zool.*, 9, 441-480.
- 150) Yaamguti, S. (1942): Studies on the helminth fauna of Japan. Part 41. Mammalian nematodes. III. Published by the author, Kyoto, Japan.

- 151) Yamaguti, S. (1951): Studies on the helminth fauna of Japan. Part 46. Nematodes of marine mammals. Arbeit. Fakultat Okayama. 7. 307-314.
- 152) Yamaguti, S. (1961): Systema Helminthum. III. The Nematodes of Vertebrates. Part I. 679 pp., Part II. 1261 pp. Interscience Publishers.
- 153) 安田一郎・高野伊知郎・浜野朋子・瀬戸隆子・高橋奈穂子・村田以和夫・宮沢貞雄・小田 稔・渋谷智晃 (1989): 寄生虫に対する漢方薬の有効性に関する研究 (第5報), 香辛料の *Anisakis* 型幼虫に対する運動抑制効果, 東京衛研報, 40, 53-57.