

Ancylostoma kusimaense Nagayosi, 1955 の形態 ならびに生活史に関する研究

吉田 幸雄 近藤力王至 岡田 清吾
岡本 憲司 栗本 浩 織田 清
嶋田 義治

(京都府立医科大学医動物学教室)

(昭和49年6月17日 受領)

1955年、永吉は宮崎県産の狸を多数検査し、その小腸から2種の鉤虫を採集し、共に新種であるとして *Ancylostoma kusimaense* (狸アンキロストーマ) および *Necator miyazakiensis* (狸ネカトル) と命名記載した。このうち後者についてはその後、新門 (1959) がその感染幼虫の形態について記述を行なったが、それを除いては全く研究が行なわれておらず、われわれも検討を行なっていないので将来の問題として残し、本論文では専ら前者について述べることにする。なお、狸アンキロストーマという和名についても一考を要するので、本文中では *A. kusimaense* を用いることにした。

さて、上記の永吉 (1955) の記載より以前に、Yamaguti (1935) は京都産の狸から鉤虫を見出し、*Ancylostoma braziliense* と同定記載しており、これをもとにして Systema Helminthum (Yamaguti, 1961) においては、永吉の *A. kusimaense* を *A. braziliense* の synonym として取扱っている。また、野田 (1951) も兵庫県産の狸から得た鉤虫を *A. braziliense* と同定し、学会に報告した。このような背景のもとにわれわれの研究が行なわれた。すなわち、1957年に吉田は、岡野が京都市の野犬255頭から採集した多数の鉤虫をくわしく検査しているうちに、1頭の野犬から、2対の歯牙をもち、かつ交接囊の形態が *A. duodenale* と異なる小形の鉤虫雄1隻、雌1隻を見出し、精査の結果、それらを *A. kusimaense* と同定し、2対の歯をもつ他の鉤虫と比較しながらこの鉤虫の形態を記述し、本種が独立種であることを示した (Yoshida, 1965)。さらに同論文において吉田は *A. braziliense* と *A. ceylanicum* がそれぞれ独立種であるという Biocca (1951) の説を、新しい鑑別点を示して支持した。

一方、われわれは京都府下の狸を集め、小腸を検査してみると、*A. kusimaense* が高率にこれに寄生しているのを認めた。また、Yamaguti (1935) の記載した京都の狸から得たという *A. braziliense* の図、とくに交接囊の肋条の配列をみると *A. braziliense* ではなく、*A. ceylanicum* か *A. kusimaense* のどちらかと思われる。また野田 (1951) が兵庫県産の狸から得て *A. braziliense* と同定したものについては、同氏の好意によりその標本を得て検査したところ *A. kusimaense* と考えられた。このような所見から *A. kusimaense* は宮崎県のみならず、わが国にかなり広範囲に分布し、主として狸に寄生している鉤虫と思われる。著者らの経験から *A. kusimaense* に最も近似した種は *A. ceylanicum* と考えられる。以上のような見地から、この際 *A. kusimaense* についてもつとくわしい研究が必要であると考え、成虫、感染幼虫の形態はもとより、本虫を仔犬に感染させ、その生活史についても検討を加えることにした。

材料ならびに方法

本研究において *A. kusimaense* の成虫の形態観察に供した材料は次の通りである。1. 本虫の模式産地である宮崎県南部産の狸に自然感染していた成虫。これは永吉康祐博士の好意により送付されたものである。2. 野田亮二博士の好意により送付された兵庫県産の狸に自然感染していた成虫。3. 京都府下で捕獲された野犬に自然感染していた成虫。4. 京都府北部産の狸に自然感染していた成虫。5. 上記4を origin として実験室内で仔犬に感染させ、継代保存している系統の成虫。

感染幼虫は必要に応じ、上記5にのべた *A. kusimaense* 感染仔犬の便を濾紙培養して得た。しかし比較形

態学的研究に際しては、念のため上記の他に、宮崎県産狸に自然感染していた *A. kusimaense* の雌虫体の子宮内卵を培養して感染幼虫を得た。

A. kusimaense の宿主体内発育に関する研究は、経口感染にあつては、感染幼虫 200 隻をゲラチンカプセルに入れて生後 2 ないし 3 カ月の仔犬に嚥下させ、一方経皮感染においては、やはり 200 隻の感染幼虫を数滴の水と共に仔犬の鼠蹊部皮膚上に約 1 時間置いて侵入させた。そして仔犬はその後、経口感染においては 12 時間から 52 日、経皮感染においては 12 時間から 40 日の間の種々なる時期に屠殺剖検し、ほとんどすべての臓器を検査して虫体の回収を行なつた。消化管内の虫体の回収方法は、消化管を開いて内容を温湯でよく洗い、かつ手指で粘膜面をよくこすつて粘膜上の虫体を遊離させ採集した。この際、小腸は 8 等分して検査した。また、食道、気管の腔内の虫体の採集も上記の如くした。一方、肺、肝、心、脾、腎、横隔膜、食道壁、気管壁、筋、消化管壁、経皮感染にあつては、この他に幼虫侵入部の皮膚、などはベールマン装置にかけて虫体を採集した。採集した虫体は加温して虫体をまつすぐに殺し、各部位を計測したのち 10% formalin 液内に貯蔵した。

成 績

I. 成虫の形態

A. 一般的形態

生きている *A. kusimaense* の虫体は半透明淡紅黄色、死亡した虫体は白色を呈し、鉤虫の中では小形の部類に属する。体表は角皮で被われ、角皮には多数の横紋理 (transverse striation, 図 15, 28) がある。体長は表 1 に示す如く、狸に自然感染している虫体は仔犬に実験的に感染させて得た虫体よりも小さい。すなわち、宮崎県産狸より見出された虫体の体長は、雄 7.82 mm (10 隻の平均、以下同じ)、雌 9.12 mm、体幅は雄 0.28 mm、雌 0.33 mm であり、京都府産狸より見出された虫体の体長は、雄 8.13 mm、雌 9.75 mm、体幅は雄 0.28 mm、雌 0.34 mm であつた。これに比し、仔犬に本鉤虫の感染幼虫を経口的に与え、52 日および 60 日後にその小腸から採集した虫体の体長は、雄 9.75 mm、雌 12.53 mm、体幅は雄 0.37 mm、雌 0.46 mm と大形であつた。この理由はよくわからないが、このような現象は *A. ceylanicum* および *A. braziliense* においても経験している。すなわち、これらの鉤虫を実験的に仔犬に感染させ、約 1 カ月後に虫体を採集し計測してみると、自然感

染の諸報告にみられる虫体よりかなり大きい (Yoshida, 1971 a)。さて *A. kusimaense* の雄虫において、貯精囊 (seminal vesicle) は頭端から 3.1 mm (自然感染群) ないし 3.8 mm (実験感染群) の距離にその前端があり、囊の長さは 0.8 mm (自然感染群) ないし 0.9 mm (実験感染群) で、囊の幅は、それぞれ 0.15 mm ないし 0.2 mm であつた。交接刺 (spicule) は細長く、左右ほぼ同長で、先端は針状を呈し (図 13)、副刺 (gubernaculum) は図 12 の如き形態で黄褐色を呈していた。それぞれの計測値は表 1 に示す通りである。一方雌虫における各部の計測値は表 1 に示した通りであるが、雌虫尾端には、平均 22 μ の長さの棘 (mucron) を有していた (図 14)。

B. 口腔

口腔の大きさは表 1 に示す通り、やはり自然感染群のものより実験感染群の方がやや大きい。また図 1 から図 5 に示す如く、口腔の辺縁背側 (図の下方) には U 字形の切れ込み (incision) があり、その左右の辺縁には *A. braziliense* にみられるような小結節はない (Yoshida, 1971 a)。

腹歯 (ventral teeth) の形態は本種のもつとも大きな特徴である。すなわち、口腔の腹側 (図の上方) に 1 対の内腹歯 (inner ventral teeth) と 1 対の外腹歯 (outer ventral teeth) とがあり、外腹歯の方が大であるが、この内・外腹歯の水平値における面積を比べてみると、すでに Yoshida (1965) が指摘したように、内腹歯面積を 1 とすると外腹歯面積は、*A. duodenale* では 1.3~1.7 (平均 1.44)、*A. kusimaense* では 2.0~3.1 (平均 2.5)、*A. ceylanicum* では 3.8~8.6 (平均 5.8)、*A. braziliense* では 10.1~12.4 (平均 10.8) で、*A. kusimaense* の内腹歯は *A. ceylanicum* (図 24)、*A. braziliense* (図 25) のそれに比較して著しく大きく、むしろ *A. duodenale* に近い。しかし *A. kusimaense* の内・外腹歯はその形態においても特徴ある輪郭を示す。すなわち、内腹歯は単純な三角形ではなく、図 1~5 および 26 にみられるように歯の中央部が膨隆しているものが多く、かつ *A. duodenale* にみられるような副歯 (accessory toothlet) を有するものはない。また外腹歯も単純な三角形ではなく、*A. duodenale* のそれより縦に長く、かつ *A. duodenale* のそれが内方を指向しているのに対し下方を指向し、かつ歯の基底近くの内側において膨隆し、特異な犬歯状の輪郭を示している。このように本種と *A. duodenale* は歯牙の形態も異なるが、交接囊の肋条の形態その他で根本的に異なっている。図 1 は仔犬に感

Table 1 Measurements of adult worms of *Ancylostoma kusimaense* from some sources of collections.

		Natural infections in badgers in Miya- zaki Prefecture	Natural infections in badgers in Kyoto Prefecture	Experimental infec- tions in puppies
Male				
Body	length (mm)	7.82±0.20	8.13±0.37	9.75±0.38
	width (mm)	0.28±0.01	0.28±0.03	0.37±0.03
Buccal capsule	length (μ)	89±8.75	126±14.53	138±6.28
Esophagus	length (mm)	0.78±0.02	0.77±0.04	0.86±0.04
Spicule	length (mm)	0.84±0.004	0.86±0.06	0.90±0.06
Gubernaculum	length (μ)	84±0.71	66±4.24	70±14.08
	width (μ)	10±0.44	12±1.16	12±2.55
Female				
Body	length (mm)	9.12±0.55	9.75±0.46	12.53±0.97
	width (mm)	0.33±0.02	0.34±0.02	0.46±0.06
Buccal capsule	length (μ)	100±6.60	162±6.33	176±13.03
Esophagus	length (mm)	0.86±0.05	0.87±0.06	1.00±0.06
Esophagus to vulva	(mm)	5.36±0.27	5.87±0.30	7.05±0.48
Vulva to anus	(mm)	2.59±0.15	2.63±0.15	4.06±0.46
Anus to caudal end	(mm)	0.18±0.01	0.21±0.01	0.28±0.01

Measurements are averages with standard deviations based on 10 worms of each sex.

染後60日を経過した *A. kusimaense*, 図2は京都府産りに自然感染していたもの, 図3は兵庫県産りに自然感染していたもの(野田亮二博士寄贈), 図4は京都府産野犬に自然感染していたもの, 図5は宮崎県産りに自然感染していたもの(永吉康祐博士寄贈)の口腔とくに歯牙を示したものである。

次に本種の口腔における特徴の1つとして永吉(1955)が記載した外側大牙の根部の丘状歯様物は, 歯齦部を形成する内骨格の一部が透見されたものと考えられ, 他の鉤虫にも存在するが本鉤虫においてはよく発達している。しかし, それが口囊表面に突出するものでないことは図26の走査電子顕微鏡所見からも明らかである。また図には示されていないが, 光学顕微鏡で口腔を横から観察すると, 口腔基底の腹面に1対の三角形の亜腹歯(subventral teeth または lancet と称される)があるが, これは他の *Ancylostoma* にも存在する。

C. 交接囊

A. kusimaense の交接囊は他の鉤虫のそれと本質的には同じで, 左右の側葉(lateral lobe)と1つの背葉(dorsal lobe)とからなり, 肋条(ray)によつてささえられている。肋条の形態ならびに配列は鉤虫の種の鑑別に重要なポイントである。*A. kusimaense* の肋条は図6(仔犬に感染後60日の虫体), 7(京都府産り自然感染虫体),

8(兵庫県産り自然感染虫体), 9(京都府産野犬自然感染虫体), 10(宮崎県産り自然感染虫体)に示される如く, 腹方(図の右)から腹肋(ventral ray, これはventro-ventral ray と latero-ventral ray の2条が合したものの), 外側肋(externo-lateral ray), 中側肋(medio-lateral ray), 後側肋(postero-lateral ray), 外背肋(externo-dorsal ray), および背肋(dorsal ray)の順に配列しているが, 本種の特徴は永吉(1955)もその原記載で強調しているように, 中側肋は外側肋とは大きく離反し, 後側肋とは相接している点である。著者の経験した範囲内では *A. ceylanicum* および *A. malayanum* がこのような形態を示し, *A. duodenale*, *A. braziliense*, *A. caninum*, および *A. tubaeforme* は3本の側肋が互に離反している。

A. kusimaense の背肋は図11に示す如く, 先端近くで大きく2分し, 各々はさらに2分し, その内側のものはさらに浅く2分している。背肋の分枝状態を鉤虫の分類に役立てようとした報告もあるが, 著者の見解では, それは困難な場合の方が多い。

D. 体表の横紋理

鉤虫の成虫の体表には多数の横紋理が輪状に規則正しく配列している。Yoshida (1971 a)によれば, この横紋理の間隔には種によつて大小があり, *A. ceylanicum*

では7.7~9.8 μ , *A. braziliense* では4.5~5.4 μ であり, これは虫体の前・中・後部でほとんど変化はなく, また formalin, alcohol 両固定で違いを生ぜず, さらに雌雄共にほぼ同じであり, 上記両種の新しい鑑別点として提示された。

A. kusimaense と, これに形態上最も近いと考えられる *A. ceylanicum* について, この横紋理を比較した。*A. kusimaense* の横紋理の間隔を実験感染26日後の雌虫体で計測してみると9.5~12.7 μ (平均10.6 μ)で *A. ceylanicum* のそれに比しやや大であった。また横紋理を走査電子顕微鏡で観察すると, その形態が異なるようであった。すなわち, *A. ceylanicum* の横紋理(図27)は中央に主溝があり, その両側に副溝が存在し, 溝の線は不規則であるが, *A. kusimaense* のそれ(図28)は幅の広い1本の直線状の主溝のみからなっており, 両者の間に間隔のみならず形態上の差異がみられた。走査電子顕微鏡による観察は, それぞれの種について材料をかえて2度行なったが, 共に上述のような所見を得た。

II. 感染幼虫の形態

A. kusimaense の感染幼虫の形態は他の *Ancylostoma* 属のものと同様である。問題は本鉤虫が感染幼

虫のレベルで他の鉤虫と鑑別可能かどうかという点である。本鉤虫の感染幼虫の特徴は新門(1959)によれば, 被鞘に著明な横紋理を有する点と, 固有尾端が細長く伸長し, 肛門から固有尾端までの距離が平均106.9 μ と他の鉤虫に比べ著しく長く, 一方固有尾端から被鞘尾端までの距離が19.9 μ と非常に短い点である(表2)。しかしながら著者らが再び宮崎県産りに寄生している雌虫体および京都産りの系統の雌虫体からの虫卵を培養し検査した結果では, *A. kusimaense* の感染幼虫の形態は新門のそれと一致する点と一致しない点とがある。すなわち一致する点としては, 被鞘の横紋理がたしかに著明な点である(図17)。一致しない点としては表2に示した如く肛門から固有尾端までの距離で, 著者らの計測では80.7 \pm 4.6 μ (京都 strain)および75.5 \pm 3.0 μ (宮崎 strain)であつて, この値は *A. ceylanicum*, *A. duodenale*, *A. caninum* などと差があるとはいえない。また固有尾端から被鞘尾端までの距離も46.8 \pm 3.1 μ (京都 strain), および48.5 \pm 9.2 μ (宮崎 strain)であつて, 新門の測定値19.9 μ とは異なり, むしろ上記3鉤虫の値と差異がない。何故このような測定値上の差が生じたか, よくわからないが, さらに今後, 他の研究者によつて計測され

Table 2 Measurements of infective larvae of *A. kusimaense* comparing with those of *A. duodenale*, *A. caninum*, *A. braziliense*, *A. ceylanicum* and *A. kusimaense* of Shinkado (1959).

Distance measured	<i>A. duodenale</i>	<i>A. caninum</i>	<i>A. braziliense</i>	<i>A. ceylanicum</i>	<i>A. kusimaense</i>		
	Yoshida (1971)	Shinkado (1959)	Yoshida (1971)	Yoshida (1971)	Shinkado (1959)	Present investigation Kyoto strain	Miyazaki strain
Length of sheath	762.9 \pm 23.5	654.4	683.1 \pm 17.3	758.3 \pm 15.3	703.6	704.8 \pm 14.5	718.1 \pm 9.2
Length of larva	719.3 \pm 23.1	613.6	662.1 \pm 17.0	712.1 \pm 15.0	661.1	654.1 \pm 14.9	666.7 \pm 9.0
Maximum width of sheath	26.4 \pm 0.8	26.4	25.5 \pm 1.1	27.8 \pm 1.0	25.4	25.5 \pm 1.6	24.2 \pm 0.6
Maximum width of larva	22.9 \pm 0.4	22.1	21.5 \pm 0.7	22.6 \pm 0.5	21.8	21.0 \pm 1.5	20.6 \pm 0.7
Cephalic end of larva from cephalic end of sheath		3.3			1.1	3.8 \pm 1.1	2.9 \pm 1.5
Length of esophagus	177.9 \pm 4.6	149.2	161.8 \pm 3.7	168.9 \pm 4.4	162.4	164.8 \pm 4.0	167.8 \pm 6.7
Length \times width of genital primordium	11.6 \times 5.8	15.9 \times 8.3	11.6 \times 4.8	12.3 \times 5.3	16.6 \times 7.8	13.0 \times 6.4	11.5 \times 6.8
Genital primordium from esophagus	237.6 \pm 14.9	211.7	232.1 \pm 11.1	249.0 \pm 12.8	244.5	211.8 \pm 12.6	232.4 \pm 9.2
from anus	206.8 \pm 11.2	170.27	188.0 \pm 10.2	197.6 \pm 9.3	173.5	181.8 \pm 10.3	179.5 \pm 5.4
Caudal end of larva from anus	85.5 \pm 3.1	82.2	69.3 \pm 1.9	84.3 \pm 2.7	106.9	80.7 \pm 4.6	75.5 \pm 3.0
from tip of sheath	43.6 \pm 4.4	36.8	20.9 \pm 2.2	46.2 \pm 5.4	19.9	46.8 \pm 3.1	48.5 \pm 9.2

Measurements are indicated in micron with standard deviations.

ることが望まれる。

感染幼虫の頭部は図16に示すごとく、被鞘の前端は丸味をおび、虫体の前端はやや平坦となつている。咽頭の槍形構造は不著明で、他の *Ancylostoma* 属のものに似ている。また、生殖原器 (genital primordium) が腸管の中央より後方に位置している点も他の *Ancylostoma* 属のものに類似している。

被鞘に明瞭な横紋理を有するのは、著者の経験では *N. americanus*, *A. ceylanicum* (Yoshida, 1971 b), そしてこの *A. kusimaense* である。*N. americanus* は *Necator* 属に属し、横紋理は *A. kusimaense* に似るが、その他の点は大いに異なるので鑑別に苦慮することはないが、*A. kusimaense* に最もよく似ているのは *A. ceylanicum* と考えられる。*A. ceylanicum* の方がやや体長が大である点を除いては、感染幼虫のレベルでの鑑別は非常に困難であるといわざるを得ない。

III. 虫卵の形態

A. kusimaense の虫卵は図18に示す如く、宿主の新鮮な糞便内に見出されるものは4分裂を示すものがほとんどである。虫卵の大きさは長径 64.6μ 、短径 38.8μ (40個の平均) で、他種鉤虫と虫卵の形態で区別することは困難である。ただし *A. malayanum* の虫卵は大形で、かつ細胞分裂が進んでいるので区別できる (吉田, 未発表)。

IV. 宿主体内移行と発育

著者らは予備実験において、この *A. kusimaense* の感染幼虫を生後2~3カ月の仔犬に経口的に与えると、よく感染し、多くの幼虫が成虫にまで発育し、その後も数カ月にわたって排卵をつづけることを認め、仔犬は本鉤虫にとって極めて好適な宿主であることを知った。そこで、このような仔犬を用い、これに本鉤虫の感染幼虫を経口および経皮的に接種し、幼虫の宿主体内移行経路をたしかめ、また成長発育の過程を追ひ、本鉤虫の宿主体内における生活史の全貌を明らかにし、さらに本鉤虫にもつとも類似していると思われる *A. ceylanicum* との差異を追究した。

A. 経口感染

生後2~3カ月の仔犬 (体重1.5~3 kg) 20頭を用意し、各々に *A. kusimaense* の感染幼虫200隻をゲラチンカプセルに入れて嚥下させた。その後、表3に示す如く12時間後から52日後までの種々の時期に仔犬を屠殺し、ほとんどすべての臓器を検査して虫体の回収を行なつた。

感染幼虫投与後12時間で剖検した例では、胃および小腸の壁からベールマン装置で遊出してきた第3期初期幼虫が29隻、小腸の下部の腔内に存在していた未侵入と思われる幼虫が6隻であつた。24時間後では、見出された幼虫はすべて胃および小腸の壁内に侵入しているものであつた。2日後、すなわち48時間を経過すると、既に多数の幼虫が第3回の脱皮を終えて、第4期初期の幼虫となつていた。それらは胃および小腸腔内に54隻も見出された。しかし、この時点で胃・小腸の壁内にも若干の第3期ならびに第4期幼虫が認められた。3日後の所見もほぼ同様で、小腸腔内ではすでに多数の第4期幼虫が発育を開始しており (図19, 20)、一方小腸壁からもかなり多数の第4期幼虫と第3期幼虫とが検出された。

著者らはすでに、*A. duodenale*, *A. ceylanicum*, *A. braziliense* などで、感染幼虫は経口投与後、胃・小腸の腔内で脱鞘し、第3期幼虫となり、主として小腸上部の粘膜内に侵入し、ほぼ粘膜筋板にまで達して2~3日そこに止まり、第3期の発育をとげ、原始口嚢を有する第4期幼虫となつて小腸腔内に現われるということを述べてきた。この *A. kusimaense* も、感染初期の消化管内での行動をみると、上述の3鉤虫と同じく、感染幼虫は脱鞘のち、小腸あるいは胃の粘膜内に侵入し、早いものは2日後には第4期幼虫となつて粘膜から小腸腔内へ現われてくるようである。

その後小腸腔内において第4期幼虫は、その原始口嚢で腸絨毛に吸着し、盛に摂食して発育し、6日後には多くのものが第4回目の脱皮を終えて第5期、すなわち成虫の体制をとるに至る。これらは未熟成虫である。未熟成虫は、その後盛に吸血し、感染幼虫投与後13日には宿主の糞便内にはじめて虫卵を検出するようになる。

仔犬体内で *A. kusimaense* の感染が成立し、成虫にまで発育する率は表3の13日以後に示した如く36% (72隻) ないし82.5% (165隻) で、平均54.3% (108.6隻) であつた。仔犬は *A. kusimaense* の好適な宿主であるといふことができる。

B. 経皮感染

生後2~3カ月の仔犬17頭を用意し、各々に対し、200隻の感染幼虫を鼠蹊部皮膚上に数滴の水と共に約1時間置き、幼虫を侵入させた。1時間後において、侵入せず皮膚上に残存している幼虫を数えてみると、表4に示す如く、8~67隻で、残存率の平均値は14.7%であつた。

仔犬皮膚上に置かれた感染幼虫は被鞘を脱して皮内に侵入するのであるが、この幼虫接種12時間後に剖検した

Table 3 Migration and development of *A. kusimaense* larvae in puppies after oral inoculation¹⁾.

Days after inoculation	Sex of host	Number ²⁾ and developmental stage ³⁾ of worms recovered from															Total
		Tissue of alimentary canal						Cavity of alimentary canal									
		Sto-mach	Small intestine					Sto-mach	Small intestine								
I	II		III	IV	V~VIII	I	II		III	IV	V	VI	VII	VIII			
1/2	M	1	2	5	10	11	0	0	0	0	0	1	2	2	1	0	35
1	M	5	16	8	6	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44
2	M	2	2	2	0	0	0	2	27	5	5	6	7	1	1	0	60
3	F	2	5,19	2,2	1	0	0	2	1,21	1,4	3	2	0	1	0	0	66
4	F	0	13	0	0	0	0	1	2,87	18	9	6	2	0	0	0	138
5	F	0	0	0	0	0	0	0	18	12	13	16	25	17	5	0	106
6	F	0	0	0	0	0	0	0	12,3	3,1	3	21,14	11,7	15,6	2	9	107
7	M	0	0	0	0	0	0	0	2	16	14	16	14	32	8	6	108
9	M	0	0	0	0	0	0	0	0	1	58	57	44	7	2	0	169
10	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	13	61	35	1	1	118
11	F	0	0	0	0	0	0	0	1	29	49	51	24	11	2	0	167
13	F	0	0	0	0	0	0	0	0	1	74	81	7	0	0	0	163
15	M	0	0	0	0	0	0	0	0	4	35	40	1	0	1	0	81
18	F	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13	39	42	3	2	1	102
21	F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	107	14	2	0	0	127
24	M	0	0	0	0	0	0	0	1	3	25	73	56	4	1	2	165
28	F	0	0	0	0	0	0	0	2	5	14	66	6	0	0	0	93
33	F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	57	7	0	0	0	72
40	M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	38	38	7	2	2	92
52	F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	20	36	11	3	0	82

1) Each puppy was given 200 infective larvae in a gelatin capsule. 2) Examination of the liver, lungs, trachea, heart, esophagus, diaphragm, kidney, spleen, muscle and large intestine gave negative results. 3) Arabic figures show the number of third-stage larvae, italics fourth-stage larvae, bold arabic immature adults, and gothic mature adults.

例では、表4に示す如く多くの幼虫が皮膚内に存在していたが、1隻がすでに肺に移行しているのが認められた。24時間後の所見では、皮膚内にまだかなり多数存在しているが(図21)、移行の早いものは肺および気管に達しているのが認められた(図22)。2日後では、やはり皮膚、肺、気管から幼虫が検出されたが、それと同時に移行の早いものは小腸に達し、その壁内から見出された。3日後の所見では、なお少数の幼虫が皮膚に残存していたが、すでに小腸に達したものがかなりあり、その一部は小腸壁内に、一部は小腸腔内に存在し、そのうち1隻は第4期幼虫となっていた。これらの時期は幼虫の回収が困難であった。4日後では、なお少数の幼虫が小腸壁から見出されたが、多くのものは小腸腔内で第4期の発育を開始していた(図23)。5日後では発育の早いものは

第5期に達していた。その後、時間の経過とともに小腸腔内の第4期幼虫は脱皮して第5期となり、9日以後は第5期末熟成虫のみで占められるようになった。宿主糞便内にはじめて虫卵を認めるのは経口感染と同じく、感染幼虫接種13日後からであった。

経皮感染においては経口感染におけるより成虫にまで発育する率が少ない。すなわち、13日から40日までの回収成虫数を平均してみると28.9隻で、これは投与幼虫数の14.4%、推定侵入幼虫数の16.6%にあたる。経口感染の54.3%に比して低い。しかし、*A. kusimaense*は仔犬に対し、経口的にも経皮的にも感染し、成虫にまで発育することが明らかとなった。

C. *A. kusimaense* と *A. ceylanicum* との発育上の差異

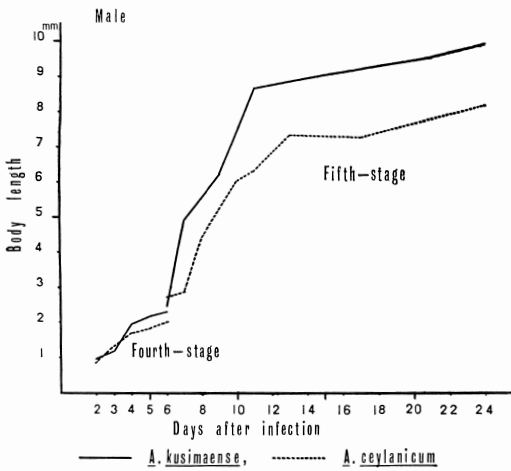


Figure 30 Comparison of body length of male worms between *A. kusimaense* and *A. ceylanicum* in their course of development.

29および30は両種鉤虫の雌雄について、感染幼虫経口投与後2日から24日の間の各時期に回収した第4期幼虫、第5期末熟成虫および成虫の体長の増加の状態を示したものである。第4期および第5期のごく初期においては両種ほぼ同長であるが、発育が進むにつれ *A. kusimaense* の方が急激な体長の増加を示すことがわかる。そして完熟虫体も *A. kusimaense* の方が大である。これらの所見は両種の差異の1つということができる。

V. 京都府産狸における *A. kusimaense* の寄生状況

1970年の1月から3月の間に京都府の北部、熊野郡で7頭の狸を入手し、その腸管を検査したところ、7頭全部に *A. kusimaense* の寄生を認めた。その寄生状況は表5に示す如くである。従つて現在のところ、宮崎県、

Table 5 Occurrence of *Ancylostoma kusimaense* in badgers collected in northern part of Kyoto Prefecture.

Date of collection	Number of <i>A. kusimaense</i>	
	Male	Female
Jan. 25, 1970	0	1
Feb. 12, 1970	2	1
Feb. 16, 1970	1	1
Feb. 19, 1970	5	10
Feb. 19, 1970	7	19
Feb. 27, 1970	0	1
Mar. 25, 1970	16	17

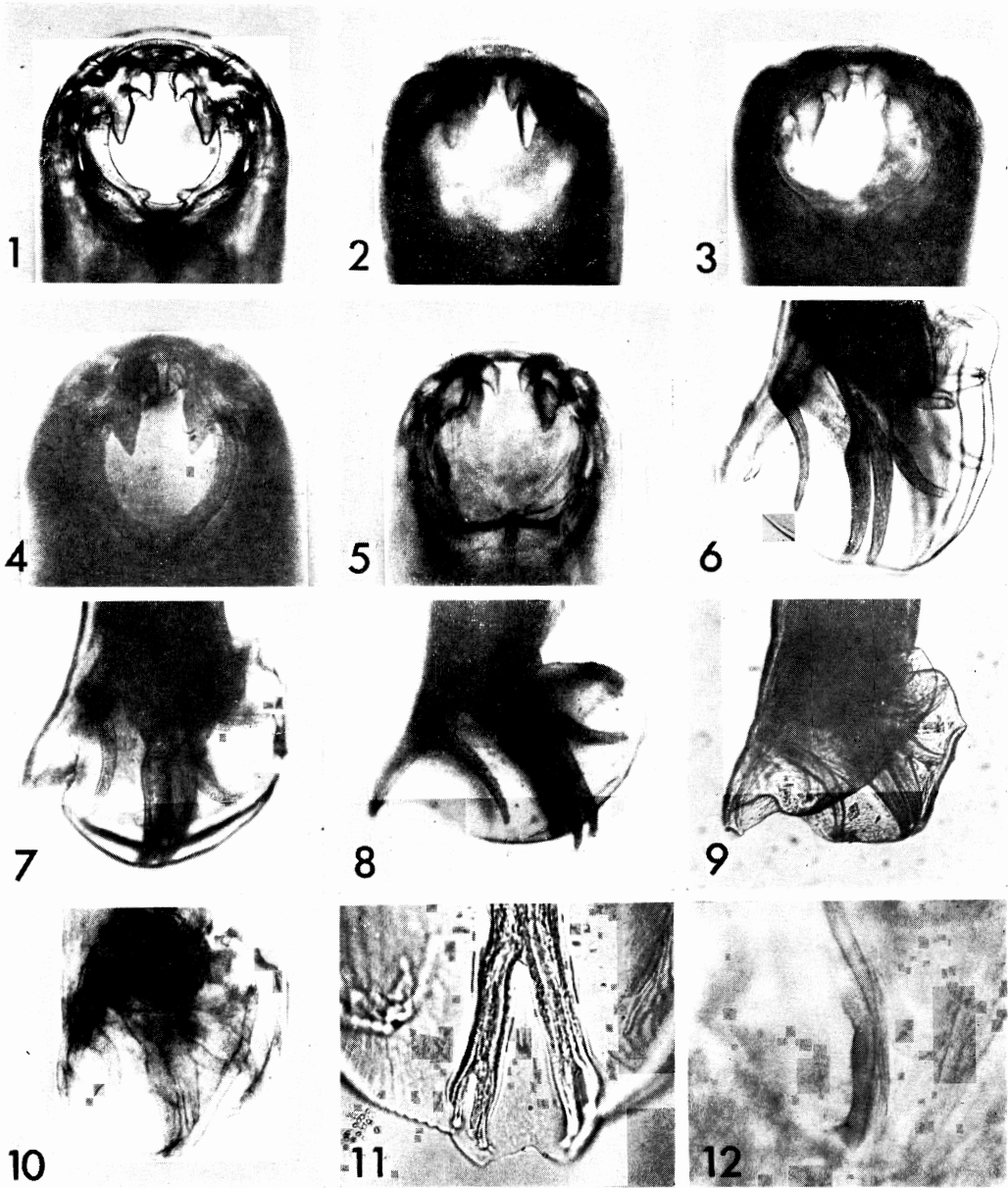
兵庫県および京都府の狸に本鉤虫の自然感染が認められたことになる。

考 察

現在までに世界で記載報告された *Ancylostoma* 属の鉤虫種は表6に示す如き26種である。その1から23までの種は Yamaguti (1961) の Systema Helminthum にリストアップされている。また、Rep (1963) のリストには Yamaguti があげたものの他に *A. perniciosum* (24)があり、Yamaguti のリストにある *A. kusimaense* (5)と *A. gilsoni* (23)を欠いている。Yorke and Maplestone(1926)には、1, 2, 3, 6, 9, 15, 20, 21, 22および23の10種が記載されている。*A. taxideae*(25) (Kalkan and Hansen, 1966)と *A. sidhensis*(26) (Khanum, 1967) とは Yamaguti および Rep のリスト以後に新種の記載がなされたものである。

Table 6 A list of *Ancylostoma* species reported in the world up to the present.

1. <i>A. duodenale</i> (Dubini, 1843)
2. <i>A. malayanum</i> (Alessandrini, 1905)
3. <i>A. braziliense</i> (de Faria, 1910)
4. <i>A. ceylanicum</i> (Looss, 1911)
5. <i>A. kusimaense</i> Nagayosi, 1955
6. <i>A. caninum</i> (Ercolani, 1859)
7. <i>A. tubaeforme</i> (Zeder, 1800)
8. <i>A. buckleyi</i> Le Roux et Biocca, 1957
9. <i>A. pluridentatum</i> (Alessandrini, 1905)
10. <i>A. martinagliai</i> Mönnig, 1931
11. <i>A. paraduodenale</i> Biocca, 1951
12. <i>A. longespiculatum</i> (Mönnig, 1938)
13. <i>A. galagoi</i> Berghe, 1936
14. <i>A. mephitis</i> Micheletti, 1929
15. <i>A. coneptati</i> (Solonet, 1911)
16. <i>A. hescheleri</i> Mönnig, 1938
17. <i>A. iperodontatum</i> Le Roux et Biocca, 1957
18. <i>A. bidens</i> (Molin, 1861)
19. <i>A. japonicum</i> Fukuoka et Katsurada, 1926
20. <i>A. minimum</i> (Linstow, 1906)
21. <i>A. mycetis</i> Yorke et Maplestone, 1926
22. <i>A. mucronatum</i> (Molin, 1861)
23. <i>A. gilsoni</i> Gedoelst, 1917
24. <i>A. perniciosum</i> (Linstow, 1879)
25. <i>A. taxideae</i> Kalkan et Hansen, 1966
26. <i>A. sidhensis</i> Khanum, 1967



Figs. 1-5 Mouth part of adult worm of *A. kusimaense* (200 \times) : 1. Experimental infection in puppy, 60 days. 2. Natural infection in badger in Kyoto Prefecture. 3. Natural infection in badger in Hyogo Prefecture. 4. Natural infection in dog in Kyoto Prefecture. 5. Natural infection in badger in Miyazaki Prefecture.

Figs. 6-10 Copulatory bursa of male *A. kusimaense* (90 \times) : 6. Experimental infection in puppy, 60 days. 7. Natural infection in badger in Kyoto Prefecture. 8. Natural infection in badger in Hyogo Prefecture. 9. Natural infection in dog in Kyoto Prefecture. 10. Natural infection in badger in Miyazaki Prefecture.

Fig. 11 Dorsal ray of *A. kusimaense* (470 \times).

Fig. 12 Spicule and gubernaculum of *A. kusimaense* (340 \times).

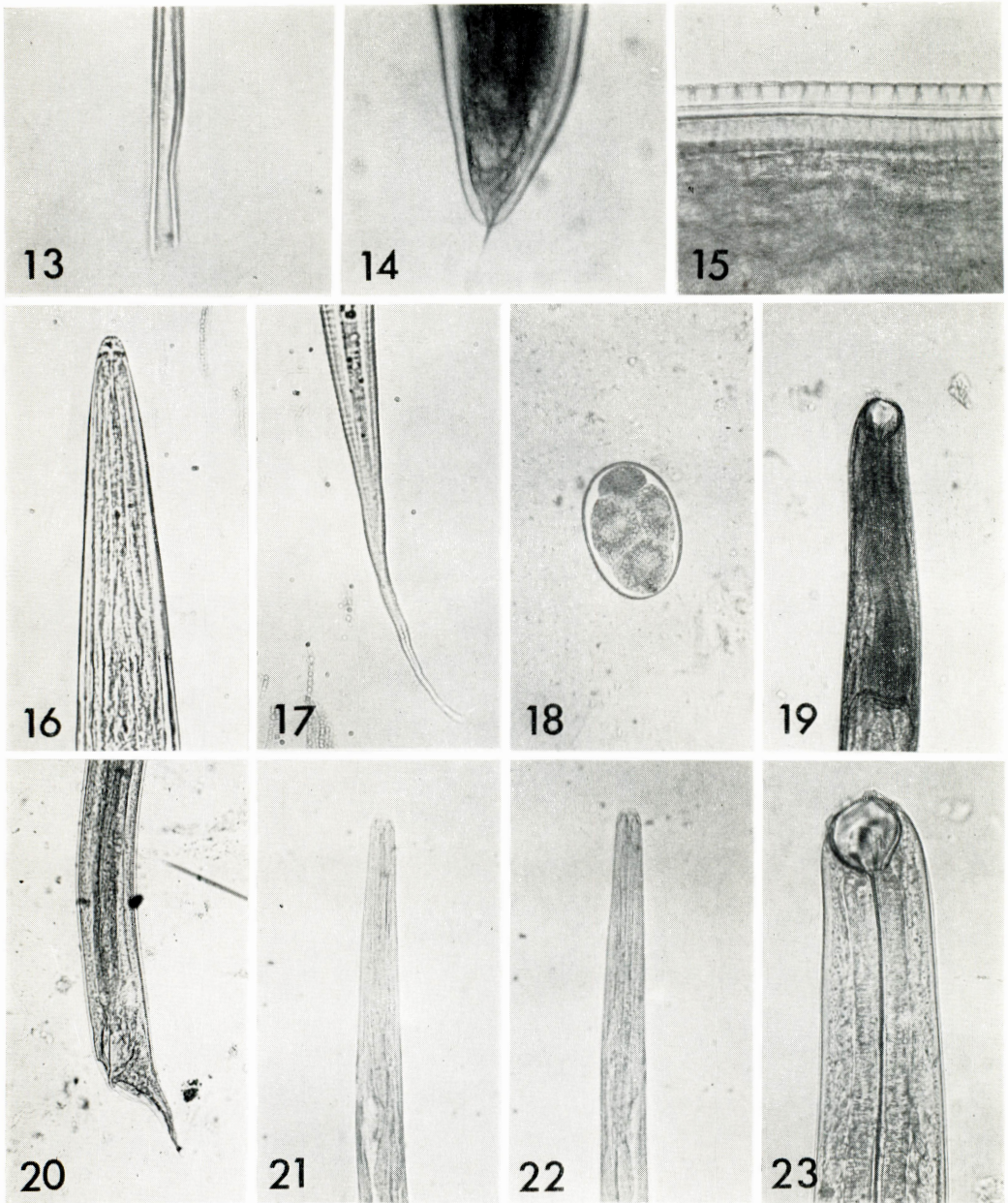


Fig. 13 Fine point of spicule of *A. kusimaense* (400 \times).

Fig. 14 Tail end of female *A. kusimaense* (200 \times).

Fig. 15 Transverse striations on the cuticle of *A. kusimaense* adult worm (270 \times).

Figs. 16-17 Infective-stage larva of *A. kusimaense* (640 \times) : 16. Head. 17. Tail.

Fig. 18 Ova of *A. kusimaense* (300 \times).

Figs. 19-20 Fourth-stage larva of *A. kusimaense*, 3 days after oral larval inoculation (200 \times) : 19. Head. 20. Tail part of male.

Figs. 21-22 Third-stage larva of *A. kusimaense*, 24 hours after cutaneous larval inoculation (300 \times) : 21. Larva collected from the skin. 22. Larva from the lungs.

Fig. 23 Fourth-stage larva of *A. kusimaense*, 4 days after cutaneous larval inoculation (300 \times).

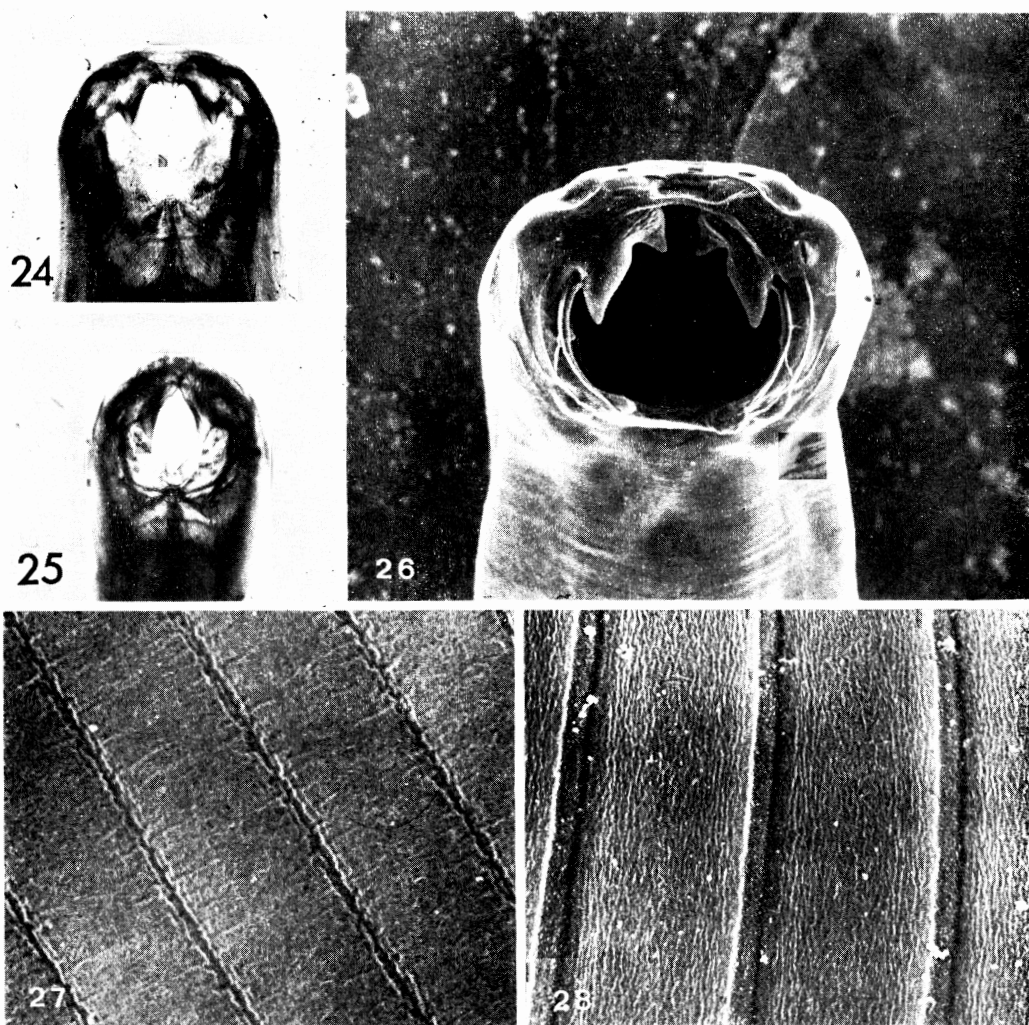


Fig. 24 Mouth part of *A. ceylanicum* (200×).

Fig. 25 Mouth part of *A. braziliense* (189×).

Fig. 26 Mouth part of *A. kusimaense*, scanning electron micrograph (300×).

Figs. 27-28 Scanning electron micrographs of transverse striations on the cuticle of adult worm (3000×): 27. *A. ceylanicum*. 28. *A. kusimaense*.

この26種のうち著者が実際に標本を検査して独立種との確信を得たものは1から7までの7種である。この7種の中で、Rep (1963) は *A. malayanum* (2) を *A. duodenale* (1) の synonym としているが、これは明らかな間違いである。また Rep は *A. ceylanicum* (4) を *A. braziliense* (3) の synonym と主張して多くの論文を発表してきたが、1968年にそれまでの説を撤回し、別種説に変った (Rep, 1968)。また Yamaguti (1961) は *A. kusimaense* を *A. braziliense* の synonym とした

が、本論文で指摘した如く、両者は異なる。現在わが国には *A. ceylanicum* は鹿児島県および沖縄県に分布することが著者らの最近の調査で明らかとなってきたが、*A. braziliense* の存在する確実な証拠はない (横川・謝, 1961; 吉田・岡本, 1972; 岡本他, 1973)。

次に、8-11, 13, 16, 17, 25, 26の9種は、著者は実際の標本を見ていないので確定的なことはいえないが、文献上で判断する限り、明らかな形態的特徴を有していたり、あるいは精細な記載があるところから一応独立種

と考えられる。また *A. longespiculatum* (12) (Noda, 1952) は *A. tubaeforme* (7) の synonym であることが一般に認められているが、その他の14, 15, 18~24の9種は原記載が非常に不十分であつたり、その後の確認が全くなかつたりで、独立種かどうか疑わしく、今後の検討にまたねばならない。就中19はネカトール属の1新種として報告(福岡・桂田, 1926)されているので *Ancylostoma* 属のものではないようである。

さて本論文は *A. kusimaense* の独立性について述べたものであるが、上記25種の *Ancylostoma* と可能な限り比較してみることにする。すなわち、2対の腹歯をもつものをあげてみると、1, 2, 3, 4, 9, 11, 13, 14, 18, 21, 23, 24および26の13種である。主な差異のみをあげると、*A. kusimaense* と *A. duodenale* (1) とは交接囊の肋条の形態で、*A. malayanum* (2) とは雌虫尾端の形態で、*A. brazilense* (3) とは肋条および腹歯の形態で、*A. ceylanicum* (4) とは本論文で指摘した如く、腹歯および横紋理の形態で、それぞれ異なる。上記の虫種については著者が実際の標本を検査してその結論に達した。

次に文献上から、*A. pluridentatum* (9) は口腔の背縁に2対の突起 (notch) があり、*A. paraduodenale* (11) とは肋条の配列が異なり、*A. galagoi* (13) は Katanga のキツネザル (*Galago crassicaudatus*) から、たつた2隻の雄を得て新種の記載がなされたもので、内腹歯の内側に *A. duodenale* よりも著明な副歯をもっているのが特徴ということなので *A. kusimaense* とは異なる。*A. mephitis* (14) はアフリカのスカンク (*Mephitis zorilla*) から得られたものであるが大形の鉤虫 (雌体長15~18 mm, 雄体長12~15 mm) であるので *A. kusimaense* とは異なる。*A. perniciosum* (24) はハンブルグおよびアムステルダム動物園のネコおよびトラから得られたものであるが、交接刺の長さは1700~1920 μ と *A. kusimaense* の約2倍ある。*A. bidens* (18) はブラジルのハナグマの1種 *Nasua varica* およびアライグマの1種 *Procyon cancrivorus* から見出され、2対の腹歯をもつこと以外精細は不明で、その後の研究も全くない。*A. mycetes* (21) は Cujaba のサル の1種 *Mycetes coraya* から見出されたもので、1隻の雌だけによつて記載が行なわれ、その後の研究もなく独立性は不明確である。*A. gilsoni* (23) は、アフリカおよびインドネシアのリスの1種 *Sciurus prevosti* から見出されたもので Biocca (1951) によれば、これは *A. ceylanicum* と形態的差異はないというので *A. kusimaense* とは異なる。

A. sidhensis (26) は *A. kusimaense* の記載以後に新種として発表されたもので、内腹歯が *A. kusimaense* より大きいと述べている。

要するに、十分な記載がなされ、あるいは記載以後、他の研究者によつて検討が行なわれ、独立種であることが一般に認められている鉤虫の中で *A. kusimaense* に最も近い鉤虫は何かという *A. ceylanicum* ということができる。そこで本論文では特に *A. ceylanicum* との差異を重点的に追究し、両種は形態的にも生理・生態的にも異なることを示した。

次に *A. kusimaense* の和名について、永吉 (1955) は狸アンキロストーマとしているが、日本寄生虫学会和名統一委員会の従来方式に従うと、ズビニ鉤虫、犬鉤虫、アメリカ鉤虫……というようになっていたので、本種の和名はその学名を生かし、串間鉤虫とする方が他の鉤虫の和名とそろつてよいのではないかと考える。原記載者である永吉康祐博士も同意しているので、この和名を提唱したい。

結 論

Ancylostoma kusimaense Nagayosi, 1955 の成虫ならびに感染幼虫の形態の再検討を行ない、かつ生活史を明らかにし、本種が独立種であることを確認した。また、本種に串間鉤虫という和名を提唱した。

本研究の実施に際し、標本の提供、調査への援助その他種々の便宜を与えられた宮崎県串間市串間病院長、永吉康祐博士に感謝する。また兵庫産理に寄生する鉤虫の標本を提供された大阪府立大学農学部獣医学科、野田亮二教授に感謝する。

文 献

- 1) Biocca, E. (1951) : On *Ancylostoma brazilense* (de Faria, 1910) and its morphological differentiation from *A. ceylanicum* (Looss, 1911). J. Helminth., 25, 1-10.
- 2) 福岡 章・桂田富士郎 (1926) : ネカトール属の1新種。日病理会誌, 15, 557-558(会)。
- 3) Kalkan, A. and Hansen, M. F. (1966) : *Ancylostoma taxideae* sp. n. from the American badger, *Taxidea taxus taxus*. J. Parasit., 291-294.
- 4) Khanum, Z. (1967) : A new nematode parasite *Ancylostoma sidhensis* (Ancylostomidae: Strongyloidea) from intestine of the common striped squirrel, *Funambulus pennanti argentescens* Wroughton, from lower Si-

- nd. Pakistan J. Sci., 19, 105-108.
- 5) 永吉康祐(1955) : 狸に寄生する2種の新鉤虫 *Ancylostoma kusimaense* n. sp. Nagayoshi, 1955, *Necator miyazakiensis* n. sp. Nagayosi, 1955について. 東京医事新誌, 72, 349-353.
 - 6) 野田亮二(1951) : ブラジル鉤虫 *Ancylostoma braziliense* de Faria, 1910の狸に於ける1寄生例に就いて. 日寄会近畿抄録, 5, 29(会).
 - 7) Noda, R. (1952) : On a cat hookworm, *Ancylostoma longespiculatum* Mönning, 1938. Bull. Naniwa Univ., Series B Agric. and Natural Sci., 2, 11-18.
 - 8) 岡本憲司・吉田幸雄・松尾喜久男・近藤力王至・松野喜六・有菌直樹・清水泉太(1973) : 宮崎県, 愛媛県および高知県の野犬に寄生する鉤虫の種類について. 寄生虫誌, 22, 203-208.
 - 9) Rep, B. H. (1963) : Ancylostomidae. Elsevier Publishing Co., Amsterdam, 99 pp.
 - 10) Rep, B. H., Vetter, J. C. M. and Eijsker, M. (1968) : Cross breeding experiments in *Ancylostoma braziliense* de Faria, 1910 and *A. ceylanicum* Looss, 1911. Trop. geogr. Med., 20, 367-378.
 - 11) 新門 宰(1959) : 人鉤虫被囊仔虫と鑑別を要する獣類鉤虫, 特に狸鉤虫仔虫の形態学的研究. 鹿児島医誌, 32, 219-227.
 - 12) Yamaguti, S. (1935) : Studies on the helminth fauna of Japan. Part 13. Mammalian nematodes. Jap. J. Zool., 6, 433-457.
 - 13) Yamaguti, S. (1961) : Systema Helminthum. Vol. III. The nematodes of vertebrates. Interscience Publishers Inc., New York, 1261 pp.
 - 14) 横川宗雄・謝 献臣(1961) : 台湾・沖縄及び日本におけるブラジル鉤虫 *Ancylostoma braziliense* の人体寄生例の再検討. 寄生虫誌, 10, 329-335.
 - 15) York, W. and Maplestone, P. A. (1926) : The nematode parasites of vertebrates. Hafner Publishing Co., New York, 536 pp.
 - 16) Yoshida, Y. (1965) : *Ancylostoma kusimaense* from a dog in Japan and comparative morphology of related ancylostomes. J. Parasit. 51, 631-635.
 - 17) Yoshida, Y. (1971 a) : Comparative studies on *Ancylostoma braziliense* and *Ancylostoma ceylanicum*. I. The adult stage. J. Parasit., 57, 983-989.
 - 18) Yoshida, Y. (1971 b) : Comparative studies on *Ancylostoma braziliense* and *Ancylostoma ceylanicum*. II. The infective larval stage. J. Parasit., 57, 990-992.
 - 19) 吉田幸雄・岡本憲司(1972) : 鹿児島県の野犬に寄生している鉤虫とくにセイロン鉤虫について. 寄生虫誌, 21, 328-332.
 - 20) Yoshida, Y., Kondo, K., Kurimoto, H., Fukutome, S. and Shirasaka, S. (1974) : Comparative studies on *Ancylostoma braziliense* and *Ancylostoma ceylanicum*. III. Life history in the definitive host. J. Parasit. 60, 636-641.

Abstract

MORPHOLOGY AND LIFE HISTORY OF ANCYLOSTOMA *KUSIMAENSE* NAGAYOSI, 1955

YUKIO YOSHIDA, KAORU KONDO, SEIGO OKADA, KENJI OKAMOTO,
HIROSHI KURIMOTO, KIYOSHI ODA AND YOSHIHARU SHIMADA

(Department of Medical Zoology, Kyoto Prefectural University of Medicine, Kyoto, Japan)

In 1955, Nagayosi described a new ancylostome collected from the small intestine of badgers in Miyazaki Prefecture, Kyushu, Japan, and named it *Ancylostoma kusimaense*. After that, Yoshida (1965) found this ancylostome in a stray dog in Kyoto, and he described its adult morphology comparing with the related ancylostomes. In Systema Helminthum, however, Yamaguti (1961) treated *A. kusimaense* as a synonym of *A. braziliense*. His conclusion seems to come from his former study that he identified an ancylostome collected from badgers in Kyoto Prefecture as *A. braziliense* (Yamaguti, 1935). However, his description and illustration,

especially the arrangement of lateral rays of copulatory bursa, is not consist with that of *A. braziliense* but *A. kusimaense* or *A. ceylanicum* according to the present knowledge after Biocca (1951). The present authors recently examined 7 badgers captured in Kyoto Prefecture for hookworm, and found *A. kusimaense* in all of them (Table 5). Noda, in 1951, also reported *A. braziliense* in badgers in Hyogo Prefecture. The present authors examined his specimens which were kindly sent to us from Professor Noda, and reached the conclusion that those were not *A. braziliense* but *A. kusimaense*. Although *A. ceylanicum* was found in man (Ohama, 1941; Yokogawa and Hsieh, 1961) and in dog (Yoshida and Okamoto, 1972) in the southern islands belong to Kagoshima and Okinawa Prefecture, no evidence was known on the distribution of *A. braziliense* in Japan.

The present paper indicates not only the morphology of adult worms and infectives-stage larvae of *A. kusimaense* but also the feature of development of this hookworm in the host.

1. Morphology of adult worm. The mouth part and copulatory bursa of several sources of collections of *A. kusimaense* are shown in Figures 1-10 and 26. The most characteristic of this species is the shape of ventral teeth, that is, the comparative size of inner ventral teeth with outer ventral teeth is smaller than that of *A. duodenale*, and is larger than that of *A. ceylanicum* (Fig. 24) and *A. braziliense* (Fig. 25). The contours of the inner and outer ventral teeth are also different from those of other ancylostomes. The copulatory bursa is not different in shape from that of *A. ceylanicum*. As shown in Figures 6-10, the externo-lateral ray is widely separated from the other two lateral rays whose points lie close together. A new differential point of *A. kusimaense* from *A. ceylanicum* was found on the surface structure of the adult worm by the scanning electron microscopy. The distance between the transverse striations of *A. ceylanicum* is 7.7-9.8 μ (Yoshida, 1971a), whereas that of *A. kusimaense* is 9.5-12.7 μ . Furthermore, the feature of the striation is different between the two species, that is, the striation of *A. ceylanicum* is irregular and narrow, whereas that of *A. kusimaense* is straight and wide (Figs. 27 and 28).

2. Morphology of infective-stage larva. The infective-stage larva of *A. kusimaense* has prominent transverse striations on the sheath as Shinkado (1959) already pointed out. This point and measurements (Table 2) indicate that the infective-stage larva of *A. kusimaense* is hardly distinguishable from that of *A. ceylanicum* except the body-length of the former species is somewhat shorter than the later.

3. Development of worms in the host. 200 infective-stage larvae were orally given to each of 20 puppies which were 2-3 months of age, and also cutaneously given to 17 puppies. As shown in Table 3 and 4, puppy is highly susceptible to *A. kusimaense* especially in case of oral infection. The ova was first found in the host feces 13 days after larval inoculation both in oral and cutaneous infections. This premature period of *A. kusimaense* was one day shorter than that of *A. ceylanicum*. Furthermore, the body-length of developing worms both in females and males was always longer in *A. kusimaense* than in *A. ceylanicum* as shown in Figures 29 and 30.

The differences of *A. kusimaense* from other 25 species of ancylostomes (Table 6) were discussed, and this ancylostome was considered to be a distinct species with confidence.