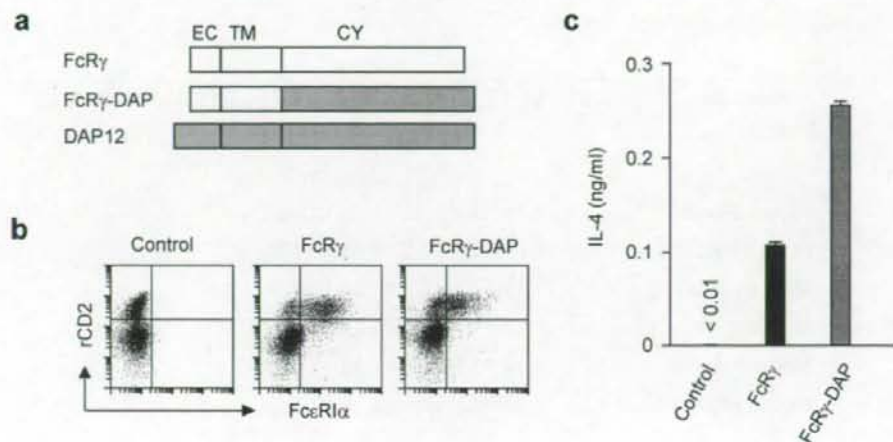


Supplementary figure 8. MAPK activation induced by IL-3 in the absence of FcR γ . Whole cell lysates were prepared from wild-type and FcR γ -deficient (KO) basophil-enriched BM cells (38.1% and 32.0% pure, respectively) stimulated for 10 min as in **Fig.3b**, and subjected to immunoblot analysis with antibodies against the native and phosphorylated forms of the MAPK p38, Erk and Jnk. Representative of two independent experiments.



Supplementary figure 9. The cytoplasmic portion of DAP12 could replace that of FcR γ . **(a)** Schematic representation of the structure of a chimeric molecule comprising of the extracellular (EC) and transmembrane (TM) portions of FcR γ fused with the cytoplasmic (CY) portion of DAP12 (FcR γ -DAP). **(b)** Surface Fc ϵ RI α expression on FcR γ -deficient BM-derived basophils transduced with the vectors for wild-type FcR γ or FcR γ -DAP. Shown are the data for c-kit⁻ cells. **(c)** IL-3-induced IL-4 production by 'starved' FcR γ -deficient BM-derived basophils expressing none (Control), wild-type FcR γ or FcR γ -DAP. In the absence of IL-3 stimulation, IL-4 production was undetectable (< 0.01 ng/ml). Data represent the means and s.d. of duplicate cultures. Note that FcR γ -DAP was more potent in transducing IL-3 signals for IL-4 production **(c)**, despite its apparent inefficiency in transporting Fc ϵ RI to the surface **(b)**, compared with wild-type FcR γ , potentially suggesting that FcR γ and DAP12 cytoplasmic portions might not be functionally identical. Repeated twice with similar results.

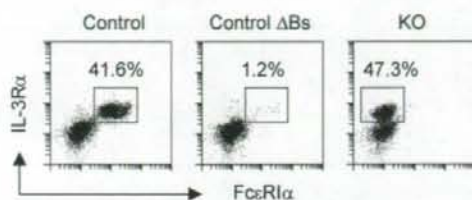
a

Mouse FcR γ	¹ LGEPQ <u>LCYILD</u> AVLFLYGI ¹¹ VL ²¹ TLLY ³¹ CRLKIQV
--------------------	---

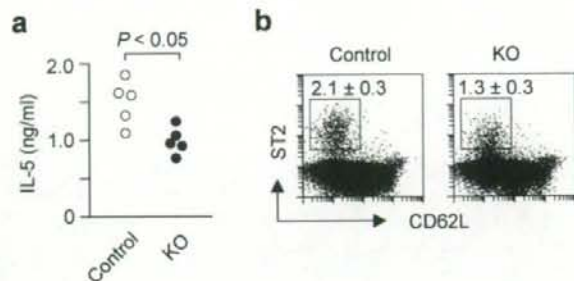
b

Human Fc α RI	LIRMAVAGLVLVALLAILV
Human NKp46	LLRGLVFLVLVALVMFIL
Mouse OSCAR	LIRLGLAGMVLICLGIIVT
Mouse gpVI	LVRICLGATIIIIILLGLLA
Mouse PIR-A6	LIRMGMAVVVFIVLSILAT
Mouse NKRP1A	LVRVLVSMGILT ¹ VVLLILG
Mouse Fc γ RIII	AFSLVMCLLFAVDTGLYFYV
Mouse Fc γ RI	VWFHILFYLSVGMFSLNTVLYV
Mouse Fc α RI α	LIFPLLVAAILFAVDTGLLL
Mouse β c	VMPTLWIVLILVFLIIL ¹ TLLLLIL
Mouse β_{IL-3}	VMPTLWIVLILVFLI <u>E</u> TLLLL <u>L</u>

Supplementary figure 10. Primary structure of FcR γ and various FcR γ -associated receptors. (a) Amino acid sequence of the extracellular and potential TM portions of FcR γ is shown in the single letter format. TM sequence is underlined, and amino acid positions in the mature protein are given. (b) Amino acid sequences of the potential TM portions of various FcR γ -associated receptors. The canonical arginine residues are boxed, and the two amino acids in β_{IL-3} different from those in β c underlined. These sequences were taken from the UniProt database (<http://www.pir.uniprot.org>).



Supplementary figure 11. BM cell preparations used for supplementing the cultures of FcRγ-deficient OT-II TCR transgenic spleen cells. Basophil-enriched BM cells were prepared from control or *Fcer1g*^{-/-} (KO) mice as in **Fig.2a**. Basophils (DX5⁺) were additionally depleted from the control cell preparation (Control ΔBs). In 'Control' and 'Control ΔBs' basophil preparations, CD11c^{high} cells (DCs) were less than 0.5% and 1%, respectively (not shown). Shown are the surface staining profiles for IL-3Rα and FcεRIα. The numbers are for the percentages of cells within the gates that represent basophils. Repeated at least three times with similar results.



Supplementary figure 12. Observations suggesting impaired T_H2 development *in vivo* in $Fc\epsilon R1\gamma^{-/-}$ mice. Serum IL-5 levels (**a**) and the expression of ST2 and CD62L on $CD4^+$ T cells in mesenteric lymph nodes (**b**) in control or $Fc\epsilon R1\gamma^{-/-}$ (KO) mice at 10 day after infection with *T. spiralis*. In **a**, each symbol represents an individual animal ($n = 5$ for each genotype). Cumulative data of two independent infections. $P < 0.05$. Dot plots in **b** are representative of three animals of each genotype. Numbers shown are the means and s.d. of values in these animals that differ significantly between control and $Fc\epsilon R1\gamma^{-/-}$ mice ($P < 0.05$).

Supplementary Methods.

PCR primers for quantitative RT-PCR. PCR primers used for quantitative RT-PCR were as follows:

β -actin (Applied Biosystem), sense: 5'-GCTTCTTTGCAGCTCCTTCGT-3', antisense: 5'-AGCGCAGCGATATCGTCAT-3',

IL-4 (Takara Bio), sense: 5'-TCTCGAATGTACCAGGAGCCATATC-3', antisense: 5'-AGCACCTTGGAAGCCCTACAGA-3

Plasmid construction for FcR γ -DAP12 fusion protein. The extracellular and transmembrane portions of FcR γ , corresponding to amino acid position 1-26, and the cytoplasmic portion of DAP12, corresponding to amino acid position 47-93, were separately cloned by RT-PCR. These cDNAs were sequentially cloned into pMX-IRES-rCD2.

Derivation and 'starvation' of BM-derived basophils. Whole BM cells (2.5×10^7) were cultured in 10 ml of 10% fetal calf serum-containing RPMI1640 medium (Nissui, Japan) supplemented with recombinant murine IL-3 (5 ng/ml) for 13 days with medium changed every 3 days. Recombinant murine IL-3 was produced by a cell line transfected with murine IL-3 expression vector and partially purified. BM-derived basophils were enriched by depleting mast (c-kit⁺) cells using IMag beads, washed extensively, seeded at 2×10^6 /ml and 'starved' for 12 to 18 hours. 'Starved' BM-derived basophils were used for stimulation with IL-3.

Introduction of shRNA expression vectors. Wild-type BM cells cultured for only 4 days in IL-3 were infected with the retrovirus for pSINsi-mu6 vector for targeting Syk (Syk-shRNA) or control vector (see **METHODS**) for 2 days. Infected cells were then selected for successfully transduced cells by culturing with G418 (Roche Applied Science, 0.5 mg/ml) in the presence of IL-3 for 6 days, starved and stimulated with IL-3 or ionomycin for 24 hours for IL-4 production.

Examination of the effects of FcR γ deficiency in CD4⁺ T cells, APCs and basophils on T_H2 generation *in vitro*. In the experiments depicted in Fig. 7b, 1×10^6 CD4⁺ T cells purified from spleen by IMag beads (regularly >90% pure) prepared from OT-II TCR tg wild-type or *Fcer1g*^{-/-} mice were stimulated with 0.5 μ M chicken ovalbumin peptide in the presence of 2.5×10^5 splenic APCs purified by removing TCR β ⁺, B220⁺,

NKG2D⁺ and TER119⁺ cells from spleen cells from C57BL/6 mice. In other experiments (**Fig. 7c**), CD4⁺ T cells purified similarly from wild-type OT-II TCR-tg mice were stimulated as above in the presence of 2.5×10^5 splenic APCs prepared from control or *Fcer1g*^{-/-} mice. For supplementing exogenous basophils (**Fig. 7d**), BM basophils enriched from wild-type or *Fcer1g*^{-/-} mice (see legends for **Fig. 7** and **Supplementary Fig. 11** for the purities) were added to the cultures of FcR γ -deficient OT-II TCR-tg spleen cells (1×10^6) prepared by removing B, NK and erythroid cells. Recombinant mouse IL-4 (25 ng/ml; R&D systems) was also included as a positive control.

Chagas 病に対する臨床医の対応と、 日系人、非日系人との意識の差

慶應義塾大学医学部 熱帯医学・寄生虫学
三浦左千夫・竹内 勤

Key Words : Chagas 病, 日系人, 非日系人, 突然死, サシガメ

はじめに

1990年、わが国においては在留外国人に対する入国管理法の改正により、南米からの多くの日系人家族が、一時的出稼ぎ労働から定住化型に生活基盤を変えてきた。このような事情のため、日常の健康管理面では南米からの在留外国人の一般医家受診も増えているにも関わらず、南米特有の風土病であるChagas病に関心を持つ臨床医は少ない。

日本ではすでにChagas病慢性期心筋症によると思われる急死例が3例ある。そのうち2例は明かに本人と家族がChagas病を認識しており、母国で治療を受けていたにもかかわらず、訪日後、適切な臨床対応が受けられずに急死（突然死）に至った。一方臨床医が診察時に本人からの申告によりChagas病を疑った例では、循環器のケアを受けることができていた。患者の本疾患に対する認識の程度にも日系人と非日系人とで差がある事が想定できたので、わが国におけるChagas病の調査を企図した。

症例検討および結果

症例1：本邦初のChagas病の報告である。1979年、移民1世62歳が墓参目的で一時帰国した直後に心臓発作で緊急入院、死亡した。家族は彼がChagas病であった事を認識していなかった。本人の認識および治療の有無は不明¹⁾。

症例2：母国ブラジルで1988年急性Chagas病と診断治療を受けたブラジル人。その後1991年就労目的で来日1992年急死した。本人と家族はChagas病を認識していた²⁾。

症例3：1985年頃よりブラジルで頻りに輸血を受け、母国の医療機関で*Trypanosoma cruzi* (*T. cruzi*)の感染を指摘されたものの、未治療で来日した日系3世27歳男性。来日2年目に心不全で緊急入院した。本人と家族の申告を受けた主治医より検査依頼があり、その結果*T. cruzi*抗体陽性、PCR法にて*T. cruzi*-DNA産物が検出され、虫血症を強く示唆された³⁾。

症例4：2007年には、日系人と結婚後来日したブラジル人男性の突然死例がある。本症例は1984年

The Response of the Clinician to Chagas' Disease in Japan and a Difference in the Consciousness with a Japanese Descent and Non-Japanese Ancestry

Sachio Miura Tsutomu Takeuchi

Department of Tropical Medicine and Parasitology School of Medicine, Keio University, Tokyo, Japan

論文請求先：三浦左千夫 〒160-8582 東京都新宿区信濃町35 慶應義塾大学医学部 熱帯医学・寄生虫学

表1 シャーガス病検査と治療の有無

発症・検査 年次	出身地	日系・非日系	年齢	性別	母国での病 歴	Chagas病の 認知	Chagas病の 治療の有無	日本在住歴
1976	Dorado-M SP-Br	Jap	62	M	あり	なし	不明	→帰国後
1992	Ribeirão Preto-SP-Br	JBr	41	M	あり	あり	あり	1991-
1993	Turvo-AP- PA-Br	Br	50	F	なし	なし	なし	1991-
1995	Santa Cruz do Rio Preto- SP-Br	JBr	57	M	なし	なし	なし	1990-
1998	Libertador- Savi-Bol	JBo	45	M	あり	あり	なし	1995-
1997	Barbacena- PR-Br	JBr	50	F	あり	あり	ペースメー カー	1995-
2000	CHUJUBA, SC-Bol	Jap	82	F	なし	なし	なし	→帰国後
2002	Campos Gramo-MS- Br	JBr	27	M	あり	あり	なし	2001-
2005	Passo-Qu- Br	Br	49	F	あり	あり	なし	1992-
2006	Cafelandia- SP-Br	JBr	62	F	なし	なし	なし	1993-
2007	Juba-SP-Br	Br	48	M	あり	あり	あり	2004-
2007	Santa Cruz -SC-Bol	Bol	50	M	あり	あり	なし	2005-

太字: 死亡例, Jap=移民1世, JBr=日系ブラジル人, Br=ブラジル人, JBo=日系ポ
リビア人, Bo=ポリビア人, Br=Brazil, Bol=Bolivia



図 1

にChagas病と診断され、Benznidazoleによる治療を受けており、来日後心臓の具合が悪く、Chagas病である旨をわが国の医療機関に訴えたが、理解されず、処置を受けないまま職場にて倒れ、死亡。

以上4例はいずれもPCR法または、病理組織標本内に*T. cruzi*虫体を認めるとともに、症例1以外は、本人あるいは家族がChagas病の感染を認識していたものである。

症例5: 49歳ブラジル人女性。母国にはChagas病が多い現状と、身内にChagas病と診断された者がいたこと等で感染リスクを考慮し、母国にて*T. cruzi*抗体検査を受けていた。その陽性結果を持参し来日した。動悸、息切れ、不整脈を主訴に自ら

Chagas病感染を申告し、日本の医療機関を受診した。慢性Chagas病の心機能不全が重症化する以前に循環器経過観察が速やかに行われ、すでに4年継続している(自験例)。

南米でChagas病対策が最も遅れているポリビアからの出稼ぎ者も確実に増加している。非日系ポリビア人の例では母国の生活環境、および家族にChagas病既往歴を持つ者がいたことなどから、在日中、主治医に自己申告、僧帽弁異常で外科的処置を受け、経過観察を続けている(自験例)。一方、ポリビア移民1世、ブラジル移民日系2世においては、Chagas病感染をまったく認知していない例が少なくない⁴⁾。

以上の結果を含めて最近の当研究室でのChagas病の診断例をまとめ表1に示した。定住化労働者層に一致し、検査依頼者の年齢分布も40~60歳が殆であった。特に移民1世はChagas病の認識に欠けていると思われた。全体的には母国で検査診断を受けたが治療を受けていない者が多かった。日系移住者*T. cruzi*抗体陽性者の居住歴は、ブラジル北パラナ州、サンパウロ州およびポリビアOKINAWA移住地であり、感染リスクの高いサシガメの棲息地域と一致する。非日系ブラジル人*T. cruzi*抗体陽性者の多くのブラジル国内居住歴はChagas病流行地と一致している(図1)。

表2 1998年Parana州Londrina公立輸血センターにおける献血者の *T. cruzi* 抗体陽性率

年齢	男性		女性	
	陽性数	%	陽性数	%
18~20	1	0.5	0	0
21~30	10	4.5	5	5.4
31~40	52	23.7	25	22.5
41~50	105	47.9	32	48.8
51~60	51	23.3	28	25.2
陽性総数	219	100	111	100

献血可能年齢18-60歳、日系献血者は0.9%

Eneida Maria L.T.-1999より改編

考 察

症例4に関しては家族からの申告によると、母国でChagas病と診断され、Benznidazoleでの治療後、虫血症の陰転を確認しての来日であった。解剖時の試料による免疫学的検査、組織PCRの結果とも合わせ、慢性Chagas病による突然死（心不全）が示唆されている。本例はChagas病を媒介するサンガメの生息地域で生まれ、来日直前まで40年以上にわたり感染リスクの高いサンパウロ北西部Jalesでの居住歴があった。そこはLins, Marilia, Cafelandiaなど日系移住者が多い地域と近接している。したがって初診時には、疫学的情報として患者の出生地および居住歴の記録は重要かつ必要である。

南米へ移住した日本人の多くはその当時、Chagas病主媒介昆虫のサンガメ (*Panstrongylus megistus*, *Triatoma infestans*, *Triatoma tribimaculatus*) を家屋内でよく見かけていたにもかかわらず、本疾患との関係を知らず、その感染を認識しない者がほとんどであった。症例1ではMachado Guerreiro補体結合反応検査の結果陽性と告知されていたが、本疾患との関連が理解されていなかったと思われる。日系人一般の認識は「非日系人にはChagas病と診断された者はいないが、自分たちが感染しているはずがない」というもので、感染リスクを否定する者が少なくない。しかし、今でこそ安定した暮らしを得た者もいるが、移住当時には、現地の労働者として苦労を重ねた者が多かった。寄生虫の感染は貧困、知識不足

がゆえに起こるもので、したがって非日系人に比べれば、より衛生的な環境で暮らしていたのだという自負がある。それゆえに寄生虫感染に対して否定的なのであろうか。しかし、非日系人は風土病としてのChagas病感染のリスクを強く認識していたことが聞き取りにより判明した。

慢性Chagas病を示唆された者の出身地調査では、ブラジル、ボリビアでの居住地を地図上に重ねると、その地域がサンガメの生息地域であったことはすでに報告している⁴⁾。

PCR法で *T. cruzi*-DNA が検出され、虫血症を強く示唆する例もあり、中には血液培養で *T. cruzi* 虫体を証明した例もある^{21,22)}。表1に示したように、母国での検査診断にも関わらず未だ虫血症を示す例は、未治療か治療が不完全なための再燃と考えられる。

母国で感染を知りながらも未治療で来日就労している者の多くは、慢性Chagas病特有の、病期病型が定まらないIndeterminate stage²³⁾ であると考えられる。彼らが医療機関を受診し、一刻も早く医療ケアを受けられることを望むとともに、わが国の一般医家も、南米出身者に関してはChagas病の鑑別診断を選択肢に加えるべきである。

Chagas病流行地から労働目的での移住が、世界的な医療問題となりつつある現在、本疾患の対応については医療従事者側にも何が必要かを再認識する時期が来ており、同時に虫血症が疑われる症例にはBenznidazoleなどによる治療を試みる必要が迫られている^{24,25)}。しかし本剤に関して国内ストックは皆無であり、副作用もあることなどから、現在の在日経過観察患者は誰もBenznidazoleの服用は行っていない。

Eneida Maria²⁶⁾より改変した表2に示すごとく、日系移住者が多いパラナ州ロンドリーナ市立血液銀行での献血者の *T. cruzi* 抗体陽性者中、日系人の割合(0.9%)から類推すれば、わが国での定住化ブラジル人40~60歳代の *T. cruzi* 抗体陽性者はさらに増加するはずである。

T. cruzi 抗体陽性者におけるPCR検査においては、慢性感染者の多くに虫血症を示唆する報告もある^{21,22,27)}。未だ根治薬のないChagas病にどのよう

に対処するのには、今後、より有効な治療薬の開発を待たねばならぬが、現状では虫血症を示す患者には Benznidazole の投薬を試みることで、献血・輸血による 2 次感染の防止に繋がると考える。

謝 辞：本研究の一部は 2007 年度文部科学研究費基盤研究 (C)：定住ラテンアメリカ人の Chagas 病疫学調査と輸血感染予防対策 (代表 三浦左千夫) により実施した。

文 献

- 1) 堀尾 豊, 他 (1979) : 慢性 Chagas 病の 1 例検例. 日内会誌, 68, 10, 87-92.
- 2) 西村明備, 他 (1994) : Chagas 病による心筋症の 1 例検例. *Clinical Parasitology*, 5, 38-41.
- 3) 岡本萌子, 他 (2004) : Bernard - Solier 症候群を合併したシャーガス病の 1 例. 第 8 回滋賀国際医療研究会.
- 4) 三浦左千夫, 他 (2006) : 在日ラテンアメリカ人の Chagas 病検査について. *Clinical Parasitology*, 17, 122-124.
- 5) Castro A. M. *et al.* (2002) : Blood culture and polymerase chain reaction for the diagnosis of the chronic phase of human infection with *Trypanosoma cruzi*. *Parasitology Research*, 88, 894-900.
- 6) 三浦左千夫, 他 (2007) : 在日日系ブラジル人慢性 Chagas 病 (虫血症) について. *Clinical Parasitology*, 18, 80-82.
- 7) Jose, R. C. (2007) : Chagas' disease : What is known and what is needed - A background article. *Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro*, 102 (Suppl-1), 113-122.
- 8) Juaquin, G. *et al.* (2008) : Diagnóstico, manejo y tratamiento de la cardiopatía chagásica crónica en área donde la infección por *Trypanosoma cruzi* no es endémica. *Enferm. Infecc Microbiol Clin*, 26, 99-106.
- 9) Olga, S. *et al.* (2008) : Serological evaluation of specific - antibody level in patients treated for Chronic Chagas' disease. *Clin Vaccine Immunol*, 15, 297-302.
- 10) Eneida, M. L. (1999) : Soroprevalência de anticorpos anti *Trypanosoma cruzi* em doadores de Sangue em Londrina, Parana. Brasil. Monografia ao Centro de Ciências Biológicas da U. N. V Estadual de Londrina de Parana.

6. イヌ回虫症

赤尾 信明*

イヌ回虫症は人畜共通感染症として重要な寄生虫症である。小児のみならず、近年は成人の感染例が増加している。感染源も多様化し、虫卵で汚染された砂場や感染犬の被毛に付着した虫卵以外に、ニワトリやウシなどの生獣肉、肝臓の生食による感染例が多くなってきている。イヌ回虫症は多彩な病態を呈し、ネフローゼ症候群や関節リウマチ様関節炎、血球貪食症候群等とも合併し、診断が困難な症例もみられる。幼虫を病理組織学的に検出した例は少ないが、幼虫排泄物抗原を用いた抗体検査によって診断が確定することも多い。アルベンダゾールによる治療が推奨されているが、眼型イヌ回虫症では効果のないことが多く、新たな治療薬の開発が望まれる。

Key Words : イヌ回虫 / トキソカラ症 / 感染源 / 病態

I はじめに

イヌ回虫症とは、イヌ科の動物を終宿主とする回虫の幼虫がヒトに感染したときに起こる病気で、ヒトの体内で成熟したり増殖したりすることはない。成虫は子イヌの消化管の中に寄生しており、子イヌが成長するにつれて消化管から自然に排虫されてしまう。それゆえ感染源としてはイヌ回虫に感染している子イヌが重要である。免疫能の正常な成犬にイヌ回虫が感染しても体内で成熟することなく、全身の組織内で肉芽腫を形成して、幼虫はこの中で「冬眠」状態のまま長期間生きている。そして幼虫は母イヌの妊娠を契機として肉芽腫から脱出して子宮内の胎児に侵入し、出産と同時に肺臓に移行して発育を始める。母イヌから子イヌへの感染には乳汁を介した感染も知られているが、母子イヌ間の感染は経胎盤感染が主導であると考えられている。

ヒトがイヌ回虫幼虫包蔵卵を誤って経口的摂取すると、消化管内で虫卵は孵化し、幼虫は粘膜か

ら組織内に侵入して血流に乗り、門脈を經由して肝臓に至る。その後、肺臓から全身の臓器に移行し、さまざまな病害を及ぼす。このように寄生虫の幼虫がヒトに侵入して起きる病気を幼虫移行症といい、ヒトを終宿主としない多くの動物由来寄生虫でも同様な病態が起きる。しかしイヌ回虫症はペット由来の寄生虫感染症の中でも、もっともよく知られたもののひとつであり、国内からも多くの症例が報告されている。本稿では、イヌ回虫症の最近の話題について解説する。

II 感染源としての子イヌ

イヌ回虫は子イヌの小腸に寄生しており、成犬になるにつれて自然に排虫されていく。2007年度に我々が行った栃木県動物愛護センターに搬入された3カ月齢の子イヌ43頭の糞犬検査では、29頭(67%)からイヌ回虫卵が検出されており、子イヌの糞便がイヌ回虫症の感染源として重要である傾向に変化はない。一方、内田ら(1995年)の調査では感染犬の被毛には虫卵が高率に付着し

Toxocariasis

*東京医科歯科大学大学院国際環境寄生虫病学 准教授 Nobuaki Akao

ており、これが感染源になる可能性に言及している¹⁾。アイルランドと英国での調査でも、検査した60頭のイヌのうち15頭の被毛から71個の虫卵が検出され、その内の3頭は幼虫包蔵卵にまで発育していたという²⁾。また獣医師や動物看護師を対象とした血清疫学調査でも、これらの職業のヒトたちはイヌ回虫に対する抗体保有率が有意に高いことが報告されている^{3) 4)}。

III イヌ回虫症の臨床像

イヌ回虫症はその寄生部位から、内臓型、眼型、神経型、潜在型の4型に分類されてきた⁵⁾。内臓型イヌ回虫症は、肝腫大と発熱、好酸球増多を特徴とし、眼型は、ぶどう膜炎や眼底の腫瘍性病変をとともうが、末梢血中の好酸球増多をとともうことは少ない。また肝腫大や発熱も通常みられず、飛蚊症や視力低下、視野異常を自覚して発見される例が多い。まれに全眼球炎を起こし失明に至ることもある。またイヌ回虫幼虫は中枢神経系に移行して長期間寄生することができることと、ヒトの疫学調査でイヌ回虫特異抗体の陽性率と、てんかんあるいは神経症の既往を持つグループとの間に正の相関関係がみられるという報告があることから、神経型トキソカラ症が区別されている。潜在型トキソカラ症は内臓型トキソカラ症と比べて肝腫大や好酸球増多は顕著ではないが、腹痛や喘息、食欲不振といった不定愁訴を訴える患者の抗体検査で、特異抗体が正常人よりも有意に上昇しているものをいう。潜在型は感染幼虫数が少なく慢性に経過した場合にみられ、アレルギー疾患を併発しやすいといわれている⁵⁾。このような典型例以外にも、ネフローゼ症候群や関節リウマチ様関節炎、血球貪食症候群と合併した非典型例も報告されている^{6) 7)}。

このような従来からの分類をふまえ、ここでは最近のイヌ回虫症の臨床所見に注目して解説を試みる。

IV 診断

確定診断には組織内から幼虫を直接検出するか、その断端を病理組織学的に証明することが必要である。しかし国内でこれまで、幼虫が確実に検出された症例は表1に示すように3例で、虫体の断片様の物体がみつかりこれを幼虫と判断した疑診例は2例ある。

一方、臨床所見や血液検査にくわえて、血清や眼内液中の抗体検査結果に基づいて診断され医学中央雑誌に収載されたイヌ回虫症例は、表2に示すように過去12年間だけで129例にのぼっている。この中には、血清学的にブタ回虫幼虫による感染が疑われた症例が15例含まれている。

抗体検査には抗原特異性の高いイヌ回虫幼虫排泄物 (*Toxocara canis* larval excretory-secretory antigen: TES) を用いて、ELISA法や寒天ゲル内二重拡散法、あるいは迅速診断キットなどが行われているが、悪性腫瘍の患者の中にはこの抗原と交叉反応を示すものもあり注意が必要である⁸⁾。

V 食品媒介感染症としてのイヌ回虫症

1980年8月に発熱と体重減少を主訴とした57歳の男性が福岡県内の病院を受診した。患者は6月末に同僚3名とともに自宅で飼育していた鶏の肝臓を生食し、直後から、下痢、腹痛、嘔吐が出現したが、これらの食中毒症状は数日で軽快したため放置していたところ、主訴が出現したので来院したという。血液検査の結果、末梢血中の好酸球数が58%を上昇しており、総免疫グロブリン(Ig)E量も正常の10倍以上に増加していた。TES抗原に対する血清中の抗体が強陽性反応を示したことから、イヌ回虫幼虫による内臓型幼虫移行症と診断された¹⁰⁾。

ニワトリあるいはウシの肝臓を生食後に同じような経過を辿った2症例が、同じグループによって報告された。いずれも男性で、全身倦怠を主訴

TES (*Toxocara canis* larval excretory-secretory antigen; イヌ回虫幼虫排泄物)

Ig (免疫グロブリン)

表1 イヌ回虫幼虫あるいは幼虫様組織が確認された症例

	患者	雑誌名	臨床診断	病変部位	幼虫確認	報告者
確診例	8歳女児	臨床眼科	左眼の網膜膠腫	網膜肉芽腫	摘出眼球 幼虫断端	吉岡 (1966年)
	成人女性	Lancet	好酸球性肺炎	皮疹	皮膚生検 幼虫断端	Aragane, et al (1999年)
	成人女性	私信		頸髄	頸髄生検 幼虫断端	大津市民病院 (2008年)
疑診例	成人女性	臨床眼科	ぶどう膜炎	硝子体*	硝子体手術 摘出標本	伊集院ら (1999年)
	成人女性	臨床寄生虫誌	ぶどう膜炎	硝子体*	硝子体手術 摘出標本	赤尾ら (2004年)

*硝子体液中のイヌ回虫幼虫排泄物抗原に対する抗体陽性

表2 過去12年間のイヌ回虫症症例数と抗体検査依頼数

発表年	症例数*	内ブタ回虫幼虫が原因とされた症例	抗体検査依頼数**
2008	4	0	18
2007	5	0	24
2006	17	1	32
2005	11	0	39
2004	13	0	25
2003	25	3	35
2002	9	1	52
2001	6	2	70
2000	10	3	56
1999	10	0	61
1998	9	2	81
1997	10	3	36
合計	129	15	529

*医学中央雑誌収録の論文に記載された症例数

**東京医科歯科大学に抗体検査依頼のあった症例数

に来院し、検査の結果、好酸球増多と血清中のTESに対する抗体が上昇していた。その後もニワトリ、牛、シャモの肝臓の生食後に、全身倦怠、発熱、咳嗽など多彩な症状を呈した症例が相次いで報告されている。これらの症例はイヌ回虫症が獣肉や肝臓の生食によって感染する「食品媒介寄生虫症」であることを明確に示している。1999年に食品衛生法が一部改正され、食中毒原因物質として「クリプトスポリジウム、サイクロスポラ、アニサキス等」の寄生虫種が追加されたことによ



図1 イヌ回虫感染3日目のマウス肺臓
両肺野に多数の出血斑を認める。

り、獣肉などが感染源であると特定されたイヌ回虫症については食品衛生法上の食中毒事案として保健所に届け出る必要があると思われる。

VI 肺炎症状を初発とするイヌ回虫症

マウスを用いた実験では、イヌ回虫幼虫は肝臓から血流に乗って肺臓に至り出血性の肺炎を起こす(図1)。このような重度な出血性肺炎も一過性に経過し、3週間後には完全に消失する。

ヒトのイヌ回虫症でも同じような肺炎症状が惹

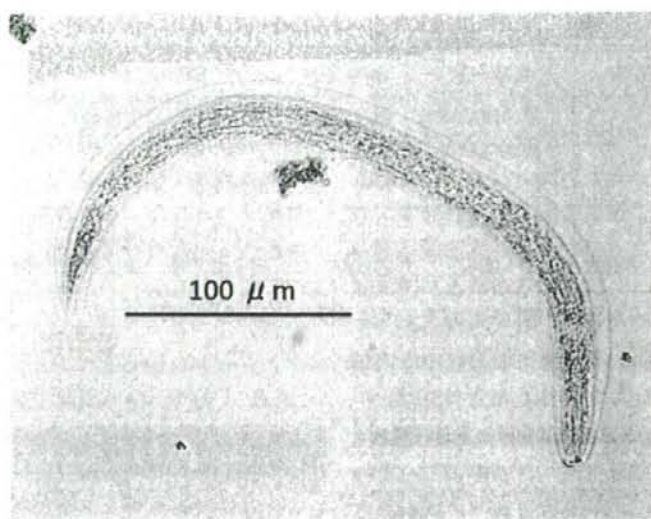


図2 イヌ回虫幼虫

自宅の庭で飼育していたニワトリの肝臓を生食して発症した親子例 (75歳と45歳)で、患者が生食した残りの凍結保存されていたニワトリの肝臓から回収されたイヌ回虫幼虫。

起される。Morimatsuら(2006年)が報告した症例は、自宅で飼育していたニワトリの生肝臓を75歳と45歳の親子で喫食し、3週間後に、発熱、倦怠感、頭痛、呼吸困難を訴えた。両名とも肺野には小結節陰影が多発し、時間経過とともにこれらの肺炎病巣は移動していった¹¹⁾。気管支洗浄液(BAL)中には多数の好酸球がみられ、血清のみならず気管支洗浄液中にもTES抗原に対する抗体が証明された。イヌ回虫幼虫による好酸球性肺炎が疑われる症例では、BAL中の抗体検査が診断に有用であることが示唆された症例である。またこの親子例では、冷凍保存されていたニワトリの肝臓からイヌ回虫幼虫が多数検出されている(図2)。

発熱、咳嗽を主訴とし、好酸球増多と総IgEの上昇がみられ、獣肉の生食歴がある患者については、胸部CT検査の結果、境界不鮮明で、ハローをともなった小結節が短期間で消退をくり返す場合は、イヌ回虫症も念頭に抗体検査を実施すべきである¹²⁾。

VII 皮疹を起こすイヌ回虫症

ヒトに幼虫移行症を起こす顎口虫や旋尾線虫幼虫は、幼虫が皮下に出現して爬行疹を起こす。このように、ある種の寄生虫症で虫体が直接の原因となって皮膚病変を起こすことが知られている。一方、アニサキス抗原に感作されたヒトでは、次にアニサキス幼虫が感染すると全身の蕁麻疹様皮疹をとまうことがある。イヌ回虫症でもしばしば皮疹のみられることが報告されているが、その機序は幼虫が皮膚に移行して起きる直接的な結果ではなく、感染にとまう免疫応答によるものと考えられてきた¹³⁾¹⁴⁾。しかしAragane(1991年)は、ウシ肝臓の生食歴のある患者で皮膚に生じた痒疹の生検標本中に、好酸球性膿瘍の中心にイヌ回虫幼虫を発見し、この幼虫が皮下織に移行して皮膚炎が生じることを報告した¹⁵⁾。イヌ回虫幼虫による慢性蕁麻疹の発症機序についてはまだ不明な点が多く残されており、今後さらに詳しい検討

が必要である。

VIII 小児イヌ回虫症と成人イヌ回虫症

イヌ回虫症は、感染源となる子イヌに触れる機会が多く、かつ手洗いの不十分なことが多い小児の感染症であると考えられてきた。また多くの砂場の砂からイヌ回虫あるいはネコ回虫卵が検出されることから、戸外で遊ぶ機会の多い子どもの病気であるとみなされてきた。Barriga (1988年) は、内臓型イヌ回虫症の好発平均年齢は9.5歳で、成人での発症は18%であったとしている¹⁶⁾。眼型についても、Wilder (1950年) が46例の小児の摘出眼球のうち26眼からイヌ回虫の幼虫断端をみつけて以来、半世紀以上に渡って眼型イヌ回虫症も小児に多い疾患であると思われていた。しかしYoshidaら(1999年)は、38例の眼型イヌ回虫症のうち34例(89%)が20歳以上の成人であったと報告している¹⁷⁾。過去12年間に、我々の研究室にイヌ回虫症が疑われて抗体検査の依頼があった529例のうち、性別と年齢の記載のあった444例について集計してみると、12歳以下の児童は47例と10.6%を占めるに過ぎなかった。眼型イヌ回虫症の134例だけを見ても、12歳以下の患者は男女ともに7例で、全症例に占める割合は10.4%であった。このように最近のイヌ回虫症は、かつて言われていたような小児の感染症ではなく、獣肉の喫食や虫卵で汚染された土壌に触れる機会のあるどんな年齢層にも発症する可能性のある疾患であると考えなければならない。

IX 髄膜炎・脊髄炎型イヌ回虫症

イヌ回虫幼虫は中枢神経系にも移行するが、ヒトを対象とした症例対照研究では、イヌ回虫抗体陽性者で神経症状を呈する例はそれほど多くはない。しかし中には、髄膜炎や脊髄炎などの重篤な症状を起こす例も知られている。太田ら(1994年)は、前頭部痛と発熱、けいれんを主訴に受診した21歳の女性例を報告している。患者は長年にわたってイヌと密接な接触歴があり、検査の結果、髄液中にTESに対する抗体が証明された¹⁸⁾。

また吉良ら(2006年)は、四肢のしびれや感覚低下を主訴とし、脊髄MRIで病巣が描出される6症例を報告し、寄生性脊髄炎あるいはアトピー性脊髄炎という新しい疾患概念を提唱している¹⁹⁾。脊髄炎型イヌ回虫症は九州地方に多くみられ、ブタ回虫成虫抗原を使った抗体検査でも陽性反応を示すことから、ブタ回虫幼虫移行症として報告されている例も多い。最近、しびれなどの神経症状を呈し、滋賀県下の病院で手術された患者の頭髄からイヌ回虫幼虫断端が病理組織学的に確認され(私信)、被圧迫性脊髄症の鑑別診断として脊髄炎型イヌ回虫症は重要な疾患であると考えられる。

X イヌ回虫以外の動物由来回虫による感染症

イヌ回虫以外にもヒトへの感染が報告されている動物由来回虫には表3に示すものがある。またヒトへの感染は確認されていないが、感染する可能性があるものには、クマ回虫、タヌキ回虫がある。

このうちアライグマ回虫の感染は致死的な経過を辿る。また網膜内に侵入すると慢性片眼性亜急性神経網脈炎を起こし、失明に至る。国内の野生アライグマでの感染はまだ報告はないが、動物園で飼育されているアライグマに感染がみつかっており、今後とも監視を強化していく必要がある。アライグマ回虫幼虫はヒトを含む非固有宿主内で発育し、感染後4週目では3~4倍に成長する。このように大きく成長した幼虫による機械的な中枢神経系の破壊と、排泄物に対する炎症反応が病変をより重篤なものにしている可能性が考えられている(表3)。

ネコ回虫の成虫はイヌ回虫とはその頭部の頸翼の大きさから簡単に区別することができる。そのためヒトがネコ回虫成虫を吐出あるいは排泄したという報告はいくつかある。国内でも5歳男児が3隻の虫体を吐出した例が報告されている。そのためネコ回虫はヒトの体内である程度発育が可能ではないかと推測する報告もある。しかしこれまでヒトがイヌ回虫成虫を吐出したという報告はいくつかあるが、いずれも間違った観察に基づくも

表3 イヌ回虫以外の動物由来回虫類とその病変

		ヒトでの病変
ヒト感染例あり	ネコ回虫	イヌ回虫症に類似。まれに成虫が寄生
	ブタ回虫	イヌ回虫症に類似
	アライグマ回虫	致死的脳炎、瀰漫性片眼性亜急性神経網膜炎
	コウモリ回虫	肝炎類似疾患
	小兔唇回虫	頭頸部の皮下膿瘍
		動物モデルでの病変
ヒト感染例なし	クマ回虫	アライグマ回虫症に類似
	タヌキ回虫	肝炎類似疾患、幼虫は肝臓に限局

のであろうとされている。

一方、ヒトに感染する時期の幼虫を形態学的に区別することはそれほど容易ではない。ましてや免疫学的にイヌ回虫症とネコ回虫症を鑑別することは両者の幼虫由来 TES の抗原性がきわめて類似しているため困難である。そのため、これまで成虫抗原を用いてネコ回虫による感染であると報告されているいくつかの症例については、今後見直す必要があるかもしれない。

XI イヌ回虫症の治療

単に血清抗体が陽性でほかに症状がない場合には治療の必要はない。好酸球数の異常高値や活動性の感染が疑われる場合は治療の対象となる。治療には、アルベンダゾール 10～15mg/kg/日、分2～3を4～8週間経口投与する。しかし肝機能障害が高い頻度で出現するので、投薬期間中は注意深い観察が必要である。内臓型のみならず脊椎型イヌ回虫症でも良好な反応が期待できる。

眼型イヌ回虫症におけるアルベンダゾールの治療成績については一定していない。眼トキソカラ症の新しい動物モデルであるスナネズミを用いた我々の検討でも、眼内に出現した幼虫に対してアルベンダゾールは何ら効果を示さなかった。しかしステロイドの眼注は炎症を抑制した(未発表)。そのためヒトでは駆虫薬はステロイドとともに投薬する。また病変の拡大を阻止するために光凝固や冷凍凝固術を考慮する。ぶどう膜炎が遷延した

場合には硝子体手術が必要である。この際、硝子体液を採取し抗体の有無を検査することは、眼型イヌ回虫症の診断に重要である。中枢神経系や眼内に移行した幼虫に対する新たな駆虫薬の開発が望まれる。

XII おわりに

イヌ回虫症は先進国や開発途上国を問わず、世界中に広く分布する感染症であり、我々の身近に暮らすペットから感染する寄生虫症としても重要である。ヒトへの感染を未然に防ぐためには、子イヌの時期における駆虫の徹底と、砂場遊びのあとの手洗い励行、さらには生獣肉の喫食習慣を中止することによって感染を予防することができる。

文 献

- 1) 内田明彦, 川上泰: 犬・猫回虫の新しい感染ルート. 第54回日本寄生虫学会東日本支部大会, 東京 p.434, 1995
- 2) Wolfe A, Wright IP: Human toxocariasis and direct contact with dogs. *Vet Rec* 152:419-422, 2003
- 3) Deutz A, Fuchs K, Auer H, et al: *Toxocara* infestations in Austria: a study on the risk of infection of farmers, slaughterhouse staff, hunters and veterinarians. *Parasitol Res* 97:390-394, 2005

- 4) Glickman LT, Gypess RH : *Toxocara* infection in animal hospital employees. *Am J Public Health* 67 : 1193-1195, 1977
- 5) Taylor MR, Keane CT, O'Connor P, et al : The expanded spectrum of toxocaral disease. *Lancet* 1 : 692-695, 1988
- 6) Ahn T, Houki N, Ohkura Y, et al : Serologically diagnosed toxocariasis with hemophagocytic syndrome in a patient with primary biliary cirrhosis. *Internal Medicine* 45 : 31-32, 2006
- 7) 吉川正英, 王寺幸輝, 石坂重昭ほか : イヌ回虫幼虫 Es 抗原に高い抗体価を示したネフローゼ症候群再燃例. *Clinical Parasitology* 15 : 47-49, 2005
- 8) 吉川正英, 石坂重昭, 大森佐和子ほか : 慢性関節リウマチ (Ra) 類似の臨床経過中に下腿浮腫, 好酸球増多, 低蛋白血症が出現しイヌ回虫幼虫 Es 抗原に対して高い抗体価を示した 1 例. *Clinical Parasitology* 14 : 74-76, 2004
- 9) 利岡あゆみ, 川口剛, 中村ふくみほか : 胃悪性リンパ腫で見られた抗寄生虫抗体陽性反応について. *Clinical Parasitology* 16 : 114-116, 2006
- 10) 酒井健二, 岡島泰一郎, 大内和弘 : 鶏肝の生食により発症したと考えられる内臓幼虫移行症の 1 例. *内科* 51 : 963-967, 1983
- 11) Morimatsu Y, Akao N, Akiyoshi H, et al : Case Reports : A familial case of visceral larva migrans after ingestion of raw chicken livers : The specific antibody in bronchoalveolar lavage fluid. *Am J Trop Med Hyg* 75 : 303-306, 2006
- 12) Yoshikawa M, Ouji Y, Nishiofuku M, et al : Visceral toxocariasis from regular consumption of raw cow liver. *Internal Medicine* 47 : 1289-1290, 2008
- 13) Oteifa NM, Moustafa MA, Elgozamy BM : Toxocariasis as a possible cause of allergic diseases in children. *J Egypt Soc Parasitol* 28 : 365-372, 1998
- 14) Wolfrom E, Chene G, Boisseau H, et al : Chronic urticaria and *Toxocara canis*. *Lancet* 345 : 196, 1995
- 15) Aragane K, Akao N, Matsuyama T, et al : Fever, cough, and nodules on ankles. *Lancet* 354 : 1872, 1999
- 16) Barriga OO : A critical look at the importance, prevalence and control of toxocariasis and the possibilities of immunological control. *Vet Parasitol* 29 : 195-234, 1988
- 17) Yoshida M, Shirao Y, Asai H, et al : A retrospective study of ocular toxocariasis in Japan : correlation with antibody prevalence and ophthalmological findings of patients with uveitis. *J Helminthol* 73 : 357-361, 1999
- 18) 太田秀一, 小宮山純, 城倉健 : 犬廻虫による好酸球性髄膜脳脊髄炎. *臨床神経学* 34 : 1148-1152, 1994
- 19) 吉良潤一 : 寄生虫性脊髄炎. *日本内科学* 95 : 1255-1259, 2006



循環器病略語解説

愛媛大学名誉教授 日和田邦男
 大阪大学大学院加齢医学教授 荻原 俊男 監修
 京都府立医科大学名誉教授 中川 雅夫

B 6 変型判 336頁 定価3,990円 (本体3,800円+税5%)送料実費
 ISBN4-7532-2087-7 C3047



株式会社 医薬ジャーナル社

〒541-0047 大阪市中央区淡路町3丁目1番5号・淡路町ビル21 電話 06(6202)7280(代) FAX 06(6202)5295 (振替番号)
 〒101-0061 東京都千代田区三崎町3丁目3番1号・TKビル 電話 03(3265)7681(代) FAX 03(3265)8369 00910-1-33353

医師からみたズーノーシス

～飼い主・動物医療従事者の感染予防のために～



第8回 動物由来回虫症 (Zoonotic roundworm disease)



医師からみた動物由来回虫症

赤尾信明*, 太田伸生

講師 * Nobuaki Akao 東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科国際環境寄生虫病学分野 (東京都文京区湯島 1-5-45 〒113-8519)

はじめに

ヒトと動物が同じ病原体に感染して何らかの症状を現す時、その病気を人畜共通感染症とよんでいる。この中で、動物由来の回虫がヒトに感染して起こる病気をここでは動物由来回虫症とよぶことにする。動物由来回虫症は犬や猫の回虫 (*Toxocara canis*, *T. cati*) だけでなく、昨今、食害が大きな社会問題となっている野生化したアライグマに寄生するアライグマ回虫 (*Baylisascaris procyonis*) やクマ回虫 (*B. transfuga*) などの野生動物由来回虫類による感染症も含まれる。

動物由来回虫症は、その飼い主だけでなく動物医療従事者にも感染のおそれがある寄生虫症であり、なかには有効な治療法がないものもあるので注意が必要である。

感染源

動物由来回虫類のうち、ヒトへの感染が報告されているものと動物実験でマウスなどへの感染が証明され、ヒトへの感染の可能性のあるものを表1にまとめた。このうち症例数が最も多いのは犬回虫と猫回虫幼虫を原因とするものである。

犬回虫は母犬の体内に潜む幼虫が、妊娠を契機として胎盤を介して子宮内の胎児の肝臓内に侵入し、出産と同時に肺に移行して発育をはじめ。犬回虫ではこのような

経胎盤感染による母子間感染が主導であるが、猫回虫においては、出産後の哺乳行為によって幼虫が母猫から子猫へ移行する経乳汁感染によって感染が成立する。

犬回虫成虫は子犬の小腸に寄生しており、発育するにつれて成虫は自然に排出される。そのため1歳以上の犬に犬回虫の寄生をみることはまれであるが、免疫能の低下した成犬では幼虫包蔵卵の経口摂取で感染が成立し、糞便内に虫卵を排泄する。犬における犬回虫の感染状況については、齋藤らが広島県福山市内の獣医科医院を受診した家庭内飼育子犬を対象に1972年以来実施している。その調査によると、福山市の飼育犬の感染率は37.4% (1972年), 31.0% (1995年), 25.9% (2002年) と漸減傾向にあるという¹⁾。しかし、我々が2007年度に行った栃木県動物愛護センターに搬入された3カ月齢の子犬43頭の糞便検査では29頭(67%)から犬回虫卵が検出された。犬回虫感染子犬は全体的に減少傾向にあるが、飼育環境によってはなお感染率が高いことがあるので注意が必要である。

一方、猫における猫回虫については、やはり福山市内で継続して調査している齋藤らの報告によれば、11.9% (1995年), 9.2% (2002年) と、高い感染率を維持していたという²⁾。猫回虫の感染率は、子犬での犬回虫感染率と比較すると低いが、猫回虫は子猫のみならず成猫にも容易に感染あるいは再感染が成立するので、1度の糞便検査で陰性であっても安心してはならない。

表1 動物由来回虫類のヒトへの感染性とその病変

ヒトへの感染例	種類	固有宿主	ヒトでの病変
あり	犬回虫	イヌ科	肝, 眼などに寄生。多彩な症状
	猫回虫	猫	犬回虫に類似。まれに成虫が寄生
	豚回虫	豚	肝や肺の結節性病変
	アライグマ回虫	アライグマ	致死的脳炎, びまん性片眼性亜急性視神経網膜炎
	コウモリ回虫	オオコウモリ	肝炎類似疾患
	小児回虫	ネコ科	頭頸部の皮下腫瘍
動物モデル (マウス) での病変			
なし	クマ回虫	クマ	アライグマ回虫に類似
	犬小回虫	イヌ科, ネコ科	犬回虫に類似
	タヌキ回虫	タヌキ	肝炎類似疾患, 幼虫は肝臓に限局
	牛回虫	牛	犬回虫に類似
	馬回虫	馬	データなし
	鶏回虫	鶏	データなし

犬・猫回虫卵のヒトへの感染経路については次の3通りが推測されている。(1) 虫卵を含んだ糞便が砂場の砂などを汚染して, 虫卵の付着した砂をヒトが経口的に摂取する。(2) 虫卵が犬や猫の被毛に付着し, 感染源を有した犬や猫に接触したヒトがその被毛を経口的に摂取する。(3) 犬・猫回虫の待機宿主となりうる鶏やシャモ, 牛, 豚などの筋肉あるいは肝臓を生食して感染する。これらの待機宿主への感染は, 虫卵を摂取したミズゴケやゴキブリの捕食を介して起こる。

(1) の感染経路は最もよく知られたもので, 日本国内でも多くの公園の砂場で調査が行われている。Ugaらは兵庫県下の公園の砂場371カ所を調査して, 137カ所(37%)で虫卵の汚染を認めた。そして, 検出された虫卵のほとんどが, その表面構造の特徴から猫回虫卵であったという²⁾。我々も, 最近, 千葉県市川市の砂場から回収された虫卵について種特異的プライマーによるPCR法で検査したところ, 犬回虫卵は全くみつからず, すべて猫回虫卵であることが判明した。

(2) の被毛を介した感染の可能性は, 内田らが犬回虫に感染した犬の被毛をセロハンテープ法で検査した結果, 肛門周囲の被毛のみならず口腔周囲や腹部の被毛にも虫卵が付着していることを見いだしたことから推測された感染経路である³⁾。また, 虫卵は被毛に付着しているだけでなく, シャンプー後の排液中にもみつかっている。2003年に英国とアイルランドで行われた調査でも, 60頭の犬を検査したところ, 15頭の被毛に虫卵を認め, 71個の虫卵

が回収できた。そのうち3個の虫卵内には完全に発育した幼虫がみられ, 20個の虫卵は発育途中の生きた虫卵であったという⁴⁾。これらの報告は, 犬回虫に感染した犬とヒトとの濃厚な接触が感染の機会を高めることを示唆するものである。

上記の2経路による感染では, 排泄直後の糞便に虫卵が含まれていてもそれが感染源となることはない。排泄直後の虫卵は1個の卵細胞からなり, 感染力がない。なぜなら, この虫卵は25~27℃の湿潤な環境下では10日前後の期間を経て幼虫包蔵卵にまで発育したのちヒトへの感染力をもつようになるからである。しかし, この時期の幼虫包蔵卵はまだ感染力は低く, さらに1~3週間経過すると十分な感染力をもつようになり, 低温で湿潤条件下であれば2年以上は感染力を保持している。幼虫包蔵卵は比較的乾燥に強く, 水分のない状態でも数週間は虫卵内で生存しているが, 高温には弱く, 70℃以上の熱水中では瞬時に死滅する。

(3) の感染経路が最近, 増加している。感染源と推測される市販の鶏や牛の筋肉, 肝臓から幼虫を検出することは困難であるが, Tairaらは実験的に幼虫包蔵卵を投与した豚の内臓や筋肉の一部を人工消化法により経時的に検査したところ, 回収される幼虫はほとんどが肺からで, 筋肉や肝臓から回収される幼虫は少なかったと報告した⁵⁾。しかし, 少数とはいえ豚の筋肉や肝臓から幼虫が回収できたことは, 豚がヒトへの感染源になりうることを明確に示している。また, 韓国では1976年にすでに, 家畜の肝臓