

犬・猫蛔虫卵の伝搬における クロゴキブリの役割

高橋純子 宇賀昭二 松村武男

(平成2年12月21日掲載決定)

要 約

犬・猫蛔虫は仔イヌとの接触の機会が多い小児やペットの飼育者に多く見られるとされてきた。しかし最近の研究では、イヌやネコとの接触の機会を持たない高年齢層にも多発していることが指摘されている。著者らは、クロゴキブリが犬・猫蛔虫症の伝搬にかかわっているのではないかとの仮説に基づいて以下の実験を行った。クロゴキブリに摂食された犬蛔虫の虫卵は、その約5%が、摂食後2日間にわたり糞便中に排泄された。これら虫卵の形態は、その約75%が顕顕および顕顕による観察で正常と判断された。回収された虫卵の一部はマウスに経口感染させたところ、抗体価の有意の上昇が認められ、虫卵の感染性が証明された。

クロゴキブリは自由にエサと水を与えて飼育しておいた場合でも、イヌやネコの糞便を好んで食べた。1匹のゴキブリの成虫が1日に食べる糞便量の平均は、エサと水を充分に与えて飼育していたもので13.2mg、糞便を与える前48時間を絶食させておいたもので18.0mgであった。これらの値は、犬蛔虫や猫蛔虫のEPGを考慮すると、 $3.8-4.8 \times 10^3$ 個の虫卵がクロゴキブリに取り込まれることを意味する。

以上の結果より、クロゴキブリが犬蛔虫や猫蛔虫の虫卵の伝搬にかかわっている可能性が強く示唆された。

Key words : *Toxocara canis*, cockroach, *Periplaneta fuliginosa*, paratenic host, toxocariasis

緒 言

犬蛔虫 (*Toxocara canis*) は、イヌに最も普通に見られる線虫である。本虫は、その宿主 (イヌ) に対する直接的な病害以外にも、その幼虫がヒトに感染しておこす、いわゆる人畜共通寄生虫症の原因寄生虫となることが知られている。事実、この線虫がヒトに感染し、いろいろな障害を与えた例が多数報告されている (Griczman *et al.*, 1987; 近藤, 1989)。

本症に関する最初の報告は、Wilder (1950) によるものである。彼は網膜膠腫と診断・摘出された46個の眼球を精査し、その内の24個から幼線虫の断端を認め報告していた。その後Beaver *et al.* (1952) は持続性好酸球増多と肝の肉芽腫病巣を示す小児の肝生検標本中に同様の幼虫を確認し、内臓幼虫移行症という新しい疾患概念を提唱した。わが国における本症の最初の報告は吉岡 (1966) によるものであり、現在までに42例が知られて

いる (近藤, 1989)。近藤 (1989) によれば我が国における成人の0.7-6.1%が本虫に対する抗体を保有していると報告されている。Uga *et al.* (1990) は、臨床的に本症を疑われたヒトの39.3%が抗体陽性であったと報告しており、人畜共通寄生虫症における本虫の果たす役割の重要性が指摘されている。

本症の感染は、外界で発育した犬蛔虫の幼虫包蔵卵を経口的に取り込むことによって生じる。従って本症感染とイヌ飼育とを関連づけて考察した報告が多くみられるが (Schantz, 1989)、過去における報告では必ずしもこれらの因果関係が明らかにされているわけではない。Uga *et al.* (1989) は、公園の砂場を調査し、その42%から犬蛔虫卵を検出したことを報告すると共に、小児における本症の感染がこれら砂遊びと関係しているのではないかと推察している。しかし、抗体調査の結果 (近藤, 1989; Uga *et al.*, 1990) では、成人における抗体価と小児におけるそれとの間に有意差が認められず、成人における感染源の解明はいまだにされていない。

ゴキブリが原生動物や病原ウイルスなどの伝搬の役割を果たすことが知られている。例えば、赤痢アメーバ

(*Entamoeba histolytica*) のシストや2, 3の蠕虫の虫卵もゴキブリの体内で生存性を失うことなく糞便中に排出されるとされている (Guthrie and Tindall, 1968; Chinchilla and Ruiz, 1976)。

そこで著者らはこのゴキブリに着目し、これらが成人の犬蛔虫症発現に何らかのかかわりを有しているのではないかという仮説の基に、ゴキブリによる犬蛔虫卵伝搬の可能性を検討した。

材料および方法

ゴキブリ：

本実験に用いたクロゴキブリ (*Periplaneta fuliginosa*) は、神東塗料株式会社において継代飼育され、当研究室に恵与された成虫である。実験に際しては、あらかじめ少なくとも1週間室温 $25 \pm 3^\circ\text{C}$ 、湿度70–75%および16時間照明・8時間暗黒の条件下で、オリエンタル酵母社製の飼料と水を十分に与えて飼育し、環境に順応したものをを用いた。実験には雌雄の成虫を用いたが、性差は特に考慮しなかった。

犬蛔虫幼虫包蔵卵：

本実験に用いた犬蛔虫の幼虫包蔵卵は、雌成虫の子宮内から回収した虫卵を、 27°C で約2週間培養して得られたものである。この時点での虫卵には未成熟卵や発育不良卵が多数混在しているが、実験にはこれらの虫卵のなかから1.05–1.10の比重を有するものが用いられた。この様にして得られた虫卵は、その95%以上が幼虫包蔵卵であり、あらかじめ行った予備実験の結果、マウスに対する感染性が証明されている。培養2週間目以降の幼虫包蔵卵に関しては、蒸留水に1%の割にホルマリンを含んだ液に懸濁し、 20°C に保存した。実験では少なくとも幼虫包蔵卵に発育後2ヵ月以内のものをを用いた。

虫卵の感染：

感染実験には、あらかじめ48時間絶食させておいた10匹のクロゴキブリを用いた。感染に際してはあらかじめ実体顕微鏡下で数えた虫卵を約 $50 \mu\text{l}$ の水に懸濁し、8–15mgの飼料と混合した。これら飼料は直径20mm、高さ15mmのガラス製のカップに入れて、クロゴキブリに与えた。翌朝カップ内に残った虫卵を数え、最初に与えた数との差を投与虫卵数とした。この様にして与えたクロゴキブリ1匹当りの虫卵数は76–170個 (平均100個)であった。感染後は24時間毎に排泄される糞便、吐物をあつめてそのなかの虫卵数を検査した。

抗体価測定：

糞便中に排泄された虫卵の感染性を調べるためにクロゴキブリから回収した虫卵をICR系マウスに感染させ、

その抗体価の変動を間接蛍光抗体法 (IFA) によって検査した。方法は近藤ら (1984) の方法に準じた。すなわち、犬蛔虫幼虫包蔵卵を顕微鏡用の包埋剤で包埋し、顕微鏡用のマイクロームで薄切したものを抗原として用い、コンジュゲートはカッセル社製の抗マウスIgGを50倍に希釈して用いた。抗体価の測定はそれぞれの個体につき感染の前日と3週間目に行った。

虫卵の形態観察：

クロゴキブリに投与後2–5日目に排泄された虫卵については走査型電子顕微鏡による形態観察を行った。方法はクロゴキブリの糞便から浮遊法によって回収した虫卵をグルタルアルデヒド (2.5%) とオスミウム酸 (2.0%) にて二重固定後、常法にしたがった脱水を行った。これらサンプルは臨界点乾燥、金蒸着後走査型電子顕微鏡 (JEOL T-330A) にてその表面構造を観察した。

その他：

エサと水を十分に与えて飼育しているもの、あるいは48時間絶食させておいたクロゴキブリに、イヌやネコの糞便を与え、摂食重量を測定した。方法は、10匹のクロゴキブリに相当量の糞便を与え、24時間後に減じた重量を10で除したものを1匹当りの摂取重量とする方法である。この際同じ重量の糞便を別に用意しておき自然乾燥による重量減少分は別に考慮した。またこれら犬・猫蛔虫卵陽性のイヌやネコの糞便はそのEPGを常法に従って調べた。

結果

クロゴキブリに虫卵を摂食させた後の、虫卵の糞便への排出状況はTable 1 に示したごとくである。摂食された虫卵はそのほとんどが1日目に便中に現れ、2日目には回収された虫卵のわずか7.4%が認められたのみであった。3日目以降虫卵の便中への排出は認められなかった。投与虫卵数に対する回収虫卵数の割合は0–25% (平均4.9%) であった。4,000個以上もの多数の虫卵を感染させた3匹のクロゴキブリの場合にも、いずれも3日目以降の排出は認められなかった (データは示していない)。これら虫卵を摂食させたクロゴキブリは、摂食後5–10日目に解剖し、直接顕微鏡下で、あるいは人工消化液を用いた消化法によって、その体内の幼虫のうち、顕微鏡観察において形態的に正常と判断され、かつ卵内の幼虫に運動性の認められたものの割合は75.8%であった。

Fig.1には摂食後1日目の糞便から回収された虫卵のうち正常 (a) と判断されたものと、何らかのダメージを受けていた (b) と判定されたものを示した。顕微鏡

Table 1 Appearance of *Toxocara canis* eggs in the feces of *Periplaneta fuliginosa*

Cockroach No.	No. of eggs ingested	No. of eggs recovered (day)				Recovery (%)
		1	2	3~6	Total	
1	103	4	0	0	4	3.9
2	76	0	0	0	0	0.0
3	57	2	0	0	2	3.5
4	88	22	0	0	22	25.0
5	90	0	0	0	0	0.0
6	122	15	0	0	15	12.3
7	112	1	1	0	2	1.8
8	132	0	0	0	0	0.0
9	170	6	0	0	6	3.5
10	156	0	3	0	3	1.9
Total	1106 (%)	50 (92.6)	4 (7.4)	0 (0.0)	54 (100.0)	(4.9)

* After being starved for 48hrs, 10 cockroaches were ingested with feed containing eggs.

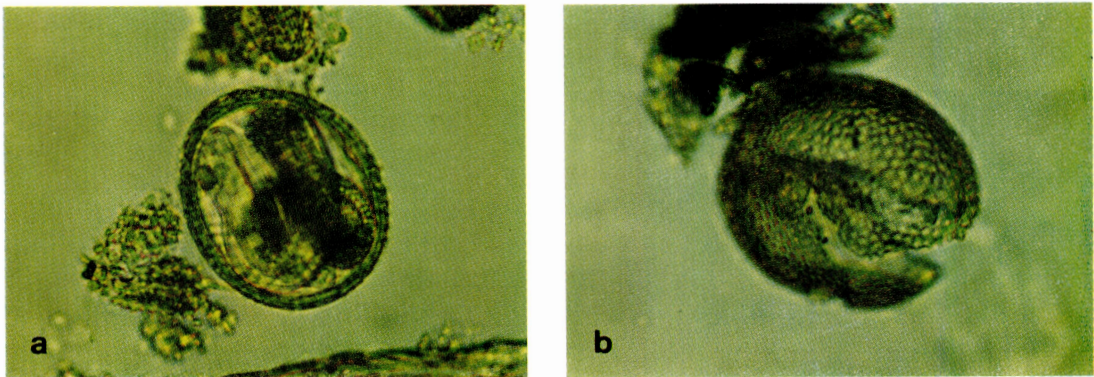


Fig. 1 Eggs excreted in the feces of *P. fuliginosa*, judged to be morphologically normal (a) and abnormal (b).

において正常と判断された虫卵を走査型電子顕微鏡を用いて観察したが、表面の蛋白膜もその形態的特徴をよく保っており、特記すべき形態的な変化は認められなかった (Fig. 2)。

これら虫卵のマウスに対する感染性をIFA法により調べた結果を、Fig. 3と4に示した。非感染対照マウス (○) のIFA値は $>1:4$ 、約5,000個の虫卵を感染させた陽性対照マウス (●) のそれは $1:128$ 倍であった。これに対して感染実験に用いた5頭のマウスのうちの4頭は感染後明らかな抗体価の上昇が認められ、これら虫卵の感染性が証明された。Fig. 4はIFAにおいて陽性と判断された例である。反応は卵殻の表面と幼虫のクチクラ層に強く認められた。

エサと水を充分に与えて飼育しているクロゴキブリのグループ (5匹) と、実験前の48時間を絶食させたグルー

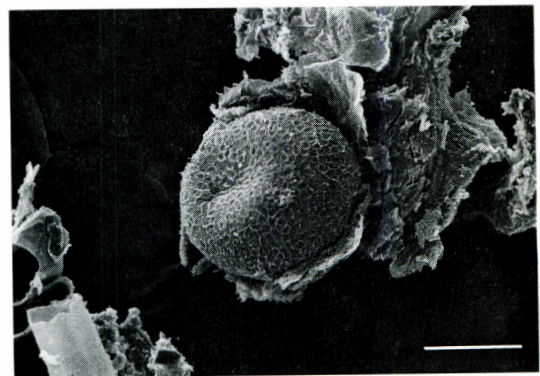


Fig. 2 Scanning electron microscopic observation of the egg recovered from *P. fuliginosa*. (Bar = 25 μ m)

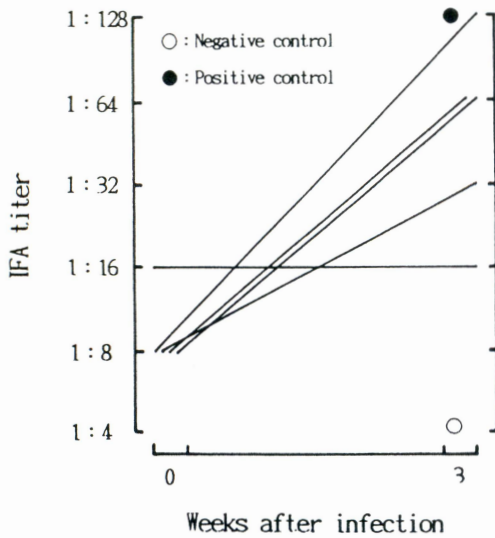


Fig. 3 Results of IFA test for antibody to *T. canis* eggs. The eggs were recovered from feces of *P. fuliginosa* and infected to mice.

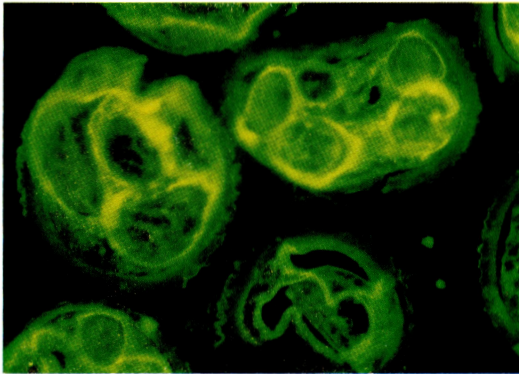


Fig. 4 IFA-positive example. Specific reactions were observed on the surface of larvae.

ブ (5匹) のイヌの糞便の1匹当たり1日の摂食量の平均は前者で13.2mg, 後者で18.0mgであった。ネコの糞便を用いた場合もほぼ同様の摂食量 (それぞれ13.8mg, 25.7mg) であった。一方, あらかじめ行った予備実験の結果, 犬蛔虫の寄生を受けた5頭 (寄生虫数3-17隻) の幼若犬の平均EPGは $2,095 \times 10^2$ 個, 猫蛔虫 (*Toxocara cati*) の寄生を受けた成猫のそれは3,500個であった。これらの結果に基づき算出したクロゴキブリ1匹当たりの摂取虫卵数は充分にエサを与えたクロゴキブリの場合, $48.3-27.6 \times 10^2$ 個, 絶食させた場合は $90.0-37.7 \times 10^2$ 個であった (Table 2)。

Table 2 Intake of dog and cat feces by *Periplaneta fuliginosa*

Cockroach group*	Feces (mg)		Estimated no. of eggs intake**
	Dog	Cat	
1	13.2	13.8	$48.3-27.6 \times 10^2$
2	18.0	25.7	$90.0-37.7 \times 10^2$

* Five *P. fuliginosa* were used in each group. *P. fuliginosa* in group 1 were given chow and water *ad lib.* and in group 2 were starved for 48 hrs prior to the experiment.

** Estimations were made with the mean EPG of 5 puppies ($3,095 \times 10^2$) and of adult cat (3,500).

考 察

ゴキブリが寄生虫の伝搬に何らかの役割をはたしているのではないかという考えに基づいた報告がされている (Wallace, 1972; Chinchilla and Ruiz, 1976; Smith and Frenkel, 1978). Wallace (1972) は, マデラゴキブリ (*Leucophaea maderae*) とワモンゴキブリ (*Periplaneta americana*) にトキソプラズマ (*Toxoplasma gondii*) のオーシストを含むネコの糞便を摂食させたところ, 摂食後9-10日間にわたりゴキブリ糞便中にオーシストが出現したと報告している。著者らの実験では, クロゴキブリからの犬蛔虫卵の排泄は最長2日間認められるのみであり, Wallace (1972) がトキソプラズマで観察した様な長期にわたる排泄は認められなかった。Smith and Frenkel (1978) は2種のゴキブリに4種の異なる原虫を摂取したところ, それらの糞便への排泄はそれぞれの組合せにより異なっていたことを報告している。クロゴキブリの糞便中に認められた犬蛔虫の虫卵の75.8%は, 顕微鏡あるいは電顕観察において正常であると考えられた。さらにこれら虫卵はマウスに対する感染実験によってその感染性が維持されていることが証明された。

ゴキブリは猫蛔虫の生活史において, ミミズ, ニワトリおよびマウスらとともに待機宿主としての役割を有しているとの報告が見られる (Sprent, 1956)。クロゴキブリの糞便からの虫卵の回収率は最初に与えた虫卵数のわずか4.9%でしかなかった。著者らはこの理由として虫卵がクロゴキブリ体内で孵化して幼虫が体内に移行しているのではないかと考えて詳細な調査を行った。しかし, クロゴキブリ体内から幼虫を見つけることは出来ず, 犬蛔虫の場合は猫蛔虫で報告されている様な待機宿主としての働きはないものと考えた。従って, これらに取り込まれた虫卵のほぼ95%もがどうなったのかは不明である。本研究では明らかにし得なかったが, これら95%の

文 献

虫卵がクロゴキブリによって消化・吸収されてしまったとすれば、クロゴキブリは犬蛔虫卵伝搬の場合において、環境を汚染した虫卵をとり除く働きをしているとも考えられる。

一方、ゴキブリはネコの糞便を小麦粉、砂糖、パンやチーズと一緒に与えられた場合でも、この糞便を好んで食べる傾向があることが報告されている (Chinchilla and Ruiz, 1976)。著者らは1匹当りのクロゴキブリが摂食する糞便量を調べてみた。イヌとネコの便を用いた実験ではその「嗜好性」に特に差はなく、自由に食事させておいたもの、絶食させたものにかかわらずほぼ10-30mgを摂食することが明らかになった。このことはすなわち、50-3,770個もの虫卵を一日で取り込むことを意味しており、たとえ糞便中への排泄率が4.9%であったとしても毎日3-185個もの虫卵を回りにまき散らすこととなる。これらの結果は、クロゴキブリは犬・猫蛔虫症の“伝搬の防止”と“伝搬”という相反する2つの面で関わっていることを示唆している。すなわち、前者の働きとしてその食性により比較的多数の虫卵を摂食するものの、そのほとんどを消失させてしまうことによる“伝搬の防止”であり、後者の働きとしてはその割合は低いものの、感染性を持った虫卵を排泄することによる“伝搬”の可能性である。これらのうち実際にはどちらの役割が中心となっているかは明らかではないが、後述する理由により、むしろ後者が中心となっているのではないかと考えられる。

通常犬・猫蛔虫症は小児に多く見られると報告されてきた。しかし、最近の報告 (近藤, 1989) では、本症は成人にも多数認められるし、眼移行症型の症例が高年齢層に多発する傾向が指摘されている。このことは砂場でのみが主な感染原因となっていないことを示唆するものである。本症感染に関与する因子として、生活環境との関係を指摘した報告 (Worley *et al.*, 1984) がされている。幼稚園児を対象としたこの調査では、白人よりも黒人の園児が、また高等学校を卒業した両親より卒業していない両親を持つ園児の陽性率が高かったという結果が得られている。これらのことが貧富の差による生活環境の違いを意味するものであれば、ゴキブリが何らかの関わりを持っていることが容易に推察される。さらに、辻 (私信による) はハウスダスト中から犬・猫蛔虫の虫卵を検出しているが、これもゴキブリによって虫卵が分散されたためと考えられなくもない。

以上の結果より、犬・猫蛔虫症の伝搬にはクロゴキブリがかかわっている可能性が強く示唆された。

謝 辞

本実験に用いたクロゴキブリを恵与していただいた神東塗料株式会社・永田健二博士に深謝いたします。

- 1) Beaver, P. C., Snyder, C. H., Carrenna, G. M., Dent, J. H. and Lafferty, J. W. (1952): Chronic eosinophilia due to visceral larva migrans. Report of three cases. *Pediatrics*, 9, 7-19.
- 2) Chinchilla, M. and Ruiz, A. (1976): Cockroaches as possible transport hosts of *Toxoplasma gondii* in Costa Rica. *J. Parasitol.*, 62, 140-142.
- 3) Glickman, L. T., Magnaval, J. F., Domanski, L. M., Shofer, F. S., Lauria, S. S., Gottstein, B. and Brochier, B. (1987): Visceral larva migrans in French adults. A new disease syndrome? *Am. J. Epidemiol.*, 125, 1019-1034.
- 4) Guthrie, D. M. and Tindall, A. R. (1968): In "The biology of the cockroach", Edward Arnold Ltd., 408pp.
- 5) 近藤力王至・赤尾信明・小西喜彦・吉村裕之(1984): 実験的幼線虫移行症の研究(4) 蛍光抗体法および酵素抗体法による犬蛔虫感染家兎における血清免疫グロブリン, 寄生虫誌, 33, 99-104.
- 6) 近藤力王至 (1989): 犬蛔虫幼虫移行症. 最新医学, 44, 774-780.
- 7) Schantz, P. M. (1989): *Toxocara larva migrans* now. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 41(3) Suppl., 21-34.
- 8) Smith, D. D. and Frenkel, J. K. (1978): Cockroaches as vectors of *Sarcocystis muris* and of other coccidia in the laboratory. *J. Parasitol.*, 64, 315-319.
- 9) Sprent, J. F. A. (1956): The life history and development of *Toxocara cati* (Schrank, 1788) in the domestic cats. *Parasitology*, 46, 54-79.
- 10) Uga, S., Matsumura, T., Aoki, N. and Kataoka, N. (1989): Prevalence of *Toxocara* species eggs in the sandpits of public parks in Hyogo prefecture, Japan. *Jpn. J. Parasitol.*, 38, 280-284.
- 11) Uga, S., Matsumura, T., Fujisawa, K., Okubo, K., Kataoka, N. and Kondo, K. (1990): Incidence of seropositivity to human toxocarasis in Hyogo prefecture, Japan, and its possible role in ophthalmic disease. *Jpn. J. Parasitol.*, 39, 500-502.
- 12) Wallace, D. G. (1972): Experimental transmission of *Toxoplasma gondii* by cockroaches. *J. Infect. Dis.*, 126, 545-547.
- 13) Wilder, H. C. (1950): Nematode endophthalmitis. *Tr. Am. Acad. Ophthal.*, 55, 99-109.
- 14) Worley, G., Green, J. A., Frothingham, T. E., Sturmer, R. A., Walls, K. W., Pakalnis, V. A. and Ellis, G. S. Jr. (1984): *Toxocara canis* infection: clinical and epidemiologic associations with seropositivity in kindergarten children. *J. Infect. Dis.*, 149, 591-597.
- 15) 吉岡久春 (1966): 網膜膠腫と誤診した犬蛔虫幼虫 (*Toxocara canis*) による眼内炎. 臨床眼科, 20, 605-610.

Abstract

COCKROACH AS A POSSIBLE TRANSMITTER OF *TOXOCARA CANIS*

JUNKO TAKAHASHI, SHOJI UGA AND TAKEO MATSUMURA

*Department of Medical Zoology, Kobe University School of Medicine,
Kobe 650, Japan*

Toxocariasis has been thought to be found in children and/or pet owners who frequently contacted with puppies. Recent studies, however, indicated that toxocariasis had occurred in older children and adults who had not contacted with a dog or a cat. Since we considered that cockroach might play a role of a transmitter of toxocariasis in humans, the following experiments were carried out. About 5% of *T. canis* eggs ingested by *P. fuliginosa* were excreted in feces in the following 2 days. The morphological observation by light and electron microscopes revealed that about 75% of these eggs were judged to be normal. When the recovered eggs were orally administered to mice, a significant increase of antibody titers were observed, and the infectivity of these eggs was confirmed. *P. fuliginosa* adapted to the free intake of feeds and water, even preferred to ingest dog and cat fecal samples. The mean amount of feces which *P. fuliginosa* ingested in a day was 13.2mg in the case of free administration with food and water, and that of *P. fuliginosa* starved for 48hrs was 18.0mg. These figures indicated that $3.8-4.8 \times 10^3$ eggs were ingested by a cockroach according to EPG of *T. canis* and *T. cati*. These results suggested that cockroach had the capability of transmitting *T. canis* and *T. cati* eggs to humans.