

鶏回虫 *Ascaridia galli* 感染鶏の作出に関する研究

— 感染条件の検討と作出鶏の応用 —

齋藤康秀

鶏回虫 *Ascaridia galli* 感染鶏の作出に関する研究

— 感染条件の検討と作出鶏の応用 —

齋藤康秀

目次

1 緒論	1
2 材料と方法	4
2.1 [材料]	4
2.1.1 寄生虫	4
A. 鶏回虫 <i>Ascaridia galli</i>	4
B. コクシジウム	4
2.1.2 動物	4
A. 鶏	4
B. 土壤動物	5
2.1.3 鶏および土壤動物の飼料または餌料	5
A. 鶏用飼料	5
a. 市販配合飼料	6
b. 穀物性飼料 (基礎飼料)	6
c. 脱脂飼料	6
d. 魚粉、脱脂粉乳	7
e. カルシウム、ナトリウム、カリウ ムおよびメチオニン	7
f. 雛への給餌水	7
B. 土壤動物用餌料	7
2.1.4 免疫抑制剤	7
2.1.5 駆虫薬	7
2.2 [方法]	7
2.2.1 虫卵の培養および投与	7
A. 幼虫形成卵	8

B. 幼虫形成卵の投与	8
a. 雛への虫卵の投与	8
b. 土壌動物への虫卵の投与	8
2.2.2 寄生虫体および虫卵の回収	9
A. 雛からの虫体の回収	9
B. 土壌動物からの虫体の回収	9
C. 土壌動物の糞からの虫卵および虫体の 回収	10
2.2.3 虫体の形態観察および計測	10
2.2.4 雛の体温測定	10
2.2.5 土壌動物の飼育および組織学的検査法	10
A. 飼育法	10
B. 土壌動物の組織学的検査法	11
2.2.6 駆虫薬の投与	11
2.2.7 駆虫率の算定	11
2.2.8 免疫抑制剤の投与	11
2.2.9 統計学的検定	11
3 成績	12
3.1 感染要因	13
3.1.1 宿主側の要因	13
A. 日齢	13
B. 給与飼料	13
a. 飼料の量	14
b. 飼料の質	14
c. 基礎飼料の粉末化	15
d. 基礎飼料の給与期間と虫体回収率	15

e.	異なる日齢の雛における基礎飼 料—配合飼料転換給与 の効果	16
f.	害虫発生穀物飼料の給与	17
g.	飼料原料と虫体回収率	17
h.	市販配合飼料中の脂溶性成分、魚 粉および脱脂粉乳の鶏 回虫寄生におよぼす影響	18
i.	飼料中の脂溶性以外の成分の鶏回 虫寄生におよぼす影響	18
j.	カルシウムおよびメチオニンの添 加と虫体回収率	20
C.	飼育環境	21
a.	感染雛の飼育季節および鶏の体 温と虫体回収率	22
b.	鶏の飼育温度と虫体回収率	23
c.	1 当たりの明暗時間の割合と虫体 回収率	24
D.	免疫（獲得）	24
a.	免疫抑制剤の投与	24
3.1.2	寄生虫側要因	25
A.	虫卵の培養および保存期間	25
B.	虫卵の投与方法および投与虫卵数	26
a.	1 回投与	26
b.	少数虫卵連続投与と虫体回収率	27
3.2	生態学的要因	27
A.	集積または移動宿主の検討	28

B.	シマミミズと鶏回虫との関係	29
a.	シマミミズからの鶏回虫幼虫の 回収	29
b.	鶏回虫幼虫のシマミミズ体内で の発育	30
c.	シマミミズより排泄された鶏回虫 幼虫の外界での生存期間	31
d.	シマミミズ体内の鶏回虫幼虫の 雛への感染性	31
C.	ヤスデと鶏回虫との関係	32
a.	ヤスデ体内の寄生部位および生 存期間	32
b.	オビヤスデ体内での鶏回虫の発育	32
c.	ヤスデ体内の鶏回虫幼虫の雛への 感染性	33
d.	鶏のヤスデ嗜好性	35
e.	ヤスデを介しての鶏回虫幼虫の取 り込み	36
f.	養鶏場に棲息するヤスデの鶏回虫 幼虫感染状況	36
D.	コクシジウムの存在	37
3.3	終宿主における鶏回虫の発育	38
A.	投与虫卵の孵化率	38
B.	鶏体内発育幼虫の排泄	38
C.	鶏より排泄された幼虫の外界での生存 期間および雛への感染性	40

	D. 投与幼虫形成卵数と投与 10 および 11	
	日目の寄生虫体数	41
3.4	基礎飼料—配合飼料転換給与法によって作出した鶏回虫感染雛の利用	42
	A. 寄生部位	42
	B. 虫卵排泄数の日内変動	43
	C. パテント・ピリオドにおける虫体および虫卵の排泄	44
	D. 各発育段階の虫体に対するパーベンダゾルの効果	44
4	考察	45
4.1	使用線虫種の同定	45
4.2	本線虫の感染に関与する因子	45
4.2.1	宿主に由来する要因	46
	A. 虫卵投与時宿主日齢と虫体回収率	46
	B. 給与飼料の量および質と虫体回収率	47
	a. 給与飼料の量	47
	b. 給与飼料の質	47
	c. 基礎飼料の効果	48
	d. ポスト・ハーベスト	50
	e. 飼料中の脂溶性成分	50
	f. 給与飼料の脂溶性以外の成分と虫体回収率	51
	g. カルシウムおよびメチオニン添加の効果	52
	C. 感染雛の飼育環境	54

a.	感染の季節および鶏の体温と虫 体回収率	54
b.	感染雛の飼育温度と虫体回収率	55
D.	免疫抑制剤の投与と虫体回収率	57
4.2.2	寄生虫に由来する要因	58
A.	外界での幼虫形成卵の発育に要する期 間および保存期間	58
B.	市販配合飼料給与宿主体内での発育	59
C.	幼虫形成卵の少数連続投与と虫体回収率	63
4.3	生態学的要因	64
A.	伝播における集積・移動宿主の検討	64
a.	シマミミズ	64
b.	ヤスデ類	66
B.	コクシジウムとの共存と虫体回収率	68
4.4	基礎飼料—配合飼料転換給与雛における鶏回虫 の生態	69
A.	幼若虫および成熟虫の寄生部位	69
B.	虫卵排泄数の日内変動	69
C.	排泄虫卵数および自然排虫	70
D.	各発育段階の鶏回虫幼虫に対するパー ベンダゾールの効果	70
5	要約	72
5.1	要約	72
5.2	ABSTRACT	78
6	謝辞	87

7	参考文献	88
8	添付表	99
9	添付図および写真の説明	157
10	添付図および写真	160

1 緒論

鶏回虫 *Ascaridia galli* (Schrank, 1788) Freeborn, 1923 は虫体が比較的大形で鶏の剖検時に容易にみいだされ、またよく自然排出されるために古くから知られている寄生虫の一つである。しかしながら、近年宿主である鶏の飼育形態の変化および飼養管理の改善によって本線虫の感染が成立しにくくなっていることおよびピペラジンを始めとするパーベンダゾール、レバミゾール、イベルメクチンおよびミルベマイシンなど有効な駆虫剤の開発およびそれらの適切な使用によって本線虫が検出される機会が激減している。すなわち、ブロイラーでは8週程度の短期間で育成・出荷されるため本線虫の発育に十分な期間がなく、また鶏群がオールイン・オールアウト方式で入・出荷されるため感染源となる動物が出来にくくなっている。一方、採卵鶏ではバタリーによる飼育が主となり、鶏は糞便で汚染されたものとは接触しにくい状態で飼育され、本線虫の感染期虫卵を摂取する機会がほとんどない。しかしながら、バタリー飼育の一部のものや種鶏のように平飼いされるものでは、依然として本線虫の寄生が多く見られる場合がある。

本線虫については多くの研究がなされ、Mozgovoi⁵⁹⁾ および Soulsby⁷⁴⁾ によって総説が書かれている。しかしながら、それらの研究のほとんどは本線虫に起因する鶏回虫症の臨床面すなわち、宿主側からのアプローチであり、虫体側の生物学的研究は少ない。一方、本線虫は取り扱うのに適当な大きさであり、また宿主が最も一般的な家禽の鶏であることよりその入手および飼育が容易であり、鳥類に寄生する線虫の実験モデルとして好適なものの一つである。このような目的に本線虫を用いるためには自由に感染動物を作成することが必要である。

しかしながら、直接発育をする本線虫の感染期虫卵すなわち幼虫形成卵を宿主である鶏の雛に投与しても投与虫卵数に応じた成熟虫体が得られないこともまた経験的に知られている。このことについて Northam and Rocha⁶²⁾ は実験的に本線虫の幼虫形成卵を雛に投与した場合の投与虫卵数と寄生成熟虫体数との関係は負の二項分布に従うと述べている。このことは、一定数の本線虫の幼虫形成卵を投与した場合、ある宿主には多数の成熟虫体が寄生するのに、ほとんどの宿主では全く寄生が見られないことを意味している。しかしながら、その当否および理由については、十分な検討がなされていない。一方、本線虫の濃厚感染地帯では70%以上もの雛が感染を受け、しかも一羽の宿主に多数の寄生虫体を見ることも稀ではない⁹⁰⁾。その理由の1つとして角田⁸⁶⁾は自然界での本線虫の感染には、従来知られている直接発育以上に、ミミズを介しての伝播が重要であるとしている。このミミズを介しての本線虫の伝播については複数の研究者によって報告されている^{13,29,30)}が、研究者によって肯定的な立場と否定的な立場とがあり、再検討を要する問題である。しかしながら、本線虫の伝播に対する他の土壌動物および昆虫の働きについて検討した報告は、バッタ (grass hopper) に関するもの⁵⁴⁾しか見られず、この昆虫に摂取された鶏回虫の幼虫形成卵はその体内で孵化し、孵化した幼虫は6日以内に排泄されるという。また、Artamomova¹²⁾, Cannon¹⁷⁾, Ackert および Ackert 一派^{3,4,7,27,31,67)}によると本線虫の寄生はコクシジウムとの混合感染、ビタミン A および B 類、脱脂粉乳および蛋白質の適正給与などの給与飼料の質にも影響されるとしている。

本研究では本線虫を実験的に感染させたときに、その寄生に影響をおぼすとされている^{59,74)}、あるいは考えられるいくつか

の因子についての再検討、またミミズを含めた土壌動物や昆虫の本線虫伝播に果たす役割およびこれらを介した場合の感染について検討し、本線虫感染鶏の作出法の確立を目指した。

2 材料と方法

2.1 [材料]

2.1.1 寄生虫

A. 鶏回虫 *Ascaridia galli*

東京都畜産試験場浅川支場に飼育されている鶏群の糞便より飽和食塩液を用いた浮遊法によって回収した鶏回虫卵と思われる線虫卵を 25℃ の 1% ホルマリン液中で幼虫形成卵にまで培養した。鶏回虫卵と鶏盲腸虫卵は類似し、虫卵での区別は困難であり回収した線虫卵はこの両種が混合したものであることが推定された。そこで、混在が予想される鶏回虫と鶏盲腸虫とを分離するため、これを用いて感染実験を行った。すなわち、この幼虫形成卵を寄生虫感染のない 12 日齢の 25 羽の鶏雛に 1 羽当たり 250 個投与した。幼虫形成卵の投与 35 日後に雛を殺処分してその小腸より得た 8 匹の鶏回虫雌虫を 25℃ の 1% ホルマリン液中に 20 日間静置してその子宮内の受精卵を幼虫形成卵まで発育させ、この幼虫形成卵を以後の実験および継代の出発感染材料とした。なお、実験感染によって回収した虫体および虫卵の形態を詳細に検討し (表 1,2; 図 1-1,2,3; 写真 1-1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11)、使用線虫種を同定した。

B. コクシジウム

農林水産省家畜衛生試験場より分与を受け、当教室で継代維持している *Eimeria necatrix*, *E.hagani* および *E.maxima* を用いた。

2.1.2 動物

A. 鶏

孵化直後の白色レグホン系の雄雛（市販品種名：Dekalb）を孵化業者から購入し、実験まで、隔離された飼育室内の金網製ケージで寄生虫の感染がないように注意して飼育した。幼虫形成卵および土壌動物より得た幼線虫の投与には原則として12日齢の雛を用いたが実験目的によってはこれ以外の日齢の雛も使用した。

B. 土壌動物

ヤスデ類（アカヤスデ *Nedyopus* sp.、オビヤスデ *Epanerchodus* sp.、フジヤスデ *Anaulaciulus pinetorum*、ツムギヤスデ *Japanosoma* sp.、マクラギヤスデ *Niponia* sp. およびタマヤスデ *Hyeoglomeris* sp.）、ミミスズ類（シマミミスズ *Eisenia foetida*、ヒトツモンミミスズ *Pheretima hilgendorfi* およびフツウミミスズ *Pheretima communissima*）、等脚類（オカダンゴムシ *Armadillidium vulgare*、ホソワラジムシ *Metoponorthus pruinosus* およびヒメハマトビムシ *Orchestia* sp.）、腹足類（オナジマイマイ *Bradybaena similaris*、ナミキセル *Stereophaedusa japonica* およびコハクガイ *Zonitoides* sp.）および昆虫（クロゴキブリ *Periplaneta fuliginosa*、ゴムシダマシ *Tenebrio* sp. およびオナガササキリ *Conocephalus gladius*）を用いた。これらの各動物は大学構内、横浜市内の林および相模原市内の2カ所の養鶏場で採取した。なお、養鶏場以外のこれら各動物の採取地としては周囲に鶏が飼育されていない場所を選んだ。実験に用いた各土壌動物の同定はシマミミスズについては、国立科学博物館の今島実博士に依頼した。また、他のものについては文献^{11,18,34,56,58,72,76,87,88,89,92}を参考にした。

2.1.3 鶏および土壌動物の飼料または餌料

A. 鶏用飼料

a. 市販配合飼料

日本配合飼料社製、実験用飼料鶏幼雛用（以下：市販配合飼料）を用いた。なお、本飼料の形状は粉末である。

b. 穀物性飼料（基礎飼料）

動物性原料を全く含まない穀物のみより成る飼料を自家配合した（以後：基礎飼料）。基礎飼料としてほとんどの場合、殻のついていない粃米（しいな米、または青米）：アワ：ヒエを重量比で 2:1:1 の割合に混合したものをを用いたが、一部の実験では粃米と小鳥用飼料のムキエサ〔アワ：ヒエ：シード（植物の種子であるが種属不明）の混合物〕を 1:1 または、粃米とコメヌカを 4:1 の割合で混合したものをを用いた。そのほか、給与飼料の質が鶏回虫の寄生におよぼす影響を検討する試験では、黄色トウモロコシ、ダイズ粕、アルファルファ・ミール、魚粉および脱脂粉乳を用いた。これらのうち雛が摂取困難な大きさの物については米粒大に細破した。また、一部の実験では基礎飼料は 30 メッシュの金網を通るように粉碎器を用いて粉末化して用いた。

c. 脱脂飼料

脱脂飼料は次のようにして作製した。500g の配合飼料に純度 99.9% 以上のエチルアルコールを 10 倍量加え、1 日に 30 分間、1 分間に 30 回の割合で攪拌しながら 7 日間処理し、濾紙で濾過した。残渣に同様の操作を再度繰り返した。再度の処理で得られた残渣からアルコールが滴下しなくなった後、1ℓ のエチルアルコールを注ぎ、さらに濾過洗滌したものを 24 時間放置してアルコールを蒸散させた。このアルコール処理物にエチルエーテルを 5 倍量加え、5 日間アルコール処理の場合と同様に毎日攪拌処理し、これを濾紙で濾し、14 日間風乾して残余

のエーテルを蒸散させた。なお、脱脂操作は文献⁷³⁾を参考にした。

d. 魚粉、脱脂粉乳

小口油肥株式会社製北洋産ホワイト・フィッシュ・ミールおよび明治乳業製脱脂粉乳を用いた。

e. カルシウム、ナトリウム、カリウムおよびメチオニン

粉末状の和光純薬工業株式会社製Ⅰ級または特級の CaCO_3 、 NaCl および KCl をそれぞれカルシウム、ナトリウムおよびカリウム源として用いた。

f. 鶏への給餌水

それぞれの飼料および飲水を別容器に入れ鶏に自由摂取させた。ただし、一部の実験では給餌量を制限した。

B. 土壌動物用餌料

使用した土壌動物のほとんどの食物が腐蝕した植物質であったので、原則として飼育には水道水を加えたラットの固形飼料を好氣的に腐熟させ、これを水道水で臭気が無くなるまで濾紙で濾過洗滌したものをを用いた。

2.1.4 免疫抑制剤

アザチオプリンおよびプレドニゾロンを用いた。

2.1.5 駆虫薬

三共株式会社製デパラシン（有効成分：parbendazole）を用いた。

2.2 [方法]

2.2.1 幼虫形成卵およびその投与

A. 幼虫形成卵

実験室内で継代維持している鶏回虫の幼虫形成卵を投与した雛の糞便内に排泄された虫卵を飽和食塩液を用いた浮遊法によって回収したものおよび雛の剖検によって得られた成熟雌虫体をそれぞれ 25 °C の 1% ホルマリン液中に 20 日間以上静置し、幼虫を形成させた虫卵を用いた。なお、虫体ごと培養した場合には、培養終了後に虫体を水道水を入れたシャーレに入れ、その体壁を切開して幼虫形成卵を含む子宮の部位を取り出した。この取り出した幼虫形成卵を含む子宮を 100 メッシュの金網上で水道水を加えながら破碎することによって子宮壁の除去および虫卵の分離を行った。また、実験には原則として幼虫形成後 2 ヶ月以内の虫卵を使用した。

B. 幼虫形成卵の投与

a. 雛への虫卵の投与

冷却固化した厚さが約 2.5mm の 2.5% 寒天板を雛の口に合う大きさ、すなわち 5x3x2.5(h)mm 程度に切りだし、その上に幼虫形成卵の懸濁液を滴下してこの中の卵を計数した。虫卵の投与は投与数を厳密にするため原則としてこのようにして計数した必要数を寒天片ごと雛に投与した。なお、可能な限り必要数を 1 寒天片上に乗せるようにした。ただし、一部の実験では虫卵を懸濁した水道水の単位容量中の虫卵を計数し、必要量の懸濁液を駒込ピペットで雛のソ嚢内に投与した。

b. 土壌動物への虫卵の投与

餌料 1g に原則として 500 個の幼虫形成卵を混合し、各種土壌動物に摂食させた。しかしながら、一部のミミズでは、Tromba⁸³⁾ の文献を参考にして、ミミズの口器の大きさにあわせて先端部

を加熱して径を直径 0.5mm 程度になるように引き延ばしたプラスチック製デスポーサブル注射筒を用いて幼虫形成卵をその食道内に強制的に投与した。また、ササキリでは、細切したキャベツ片に虫卵を混合し、これを強制的に摂取させた。

2.2.2 寄生虫体および虫卵の回収

A. 雞からの虫体の回収

幼若虫の場合には、感染鶏をエーテルで葉殺後、十二指腸起始部から総排泄孔直前（1cm 上部）までの消化管をバット内に取り出し、虫体を傷つけないように腸壁を歯科用ピンセットで縦に切開した後、腸内容を腸粘膜とともに採材した。この材料を虫体の大きさに応じた大きさの目の篩を用いて濾し、残渣中の虫体を実体顕微鏡下で検索した。幼若虫の寄生部位を確認する場合には取り出した消化管を実体顕微鏡下で縦に切開しながら虫体を検索した。また、成熟虫体の場合には腸壁を縦に切開し、肉眼で虫体を確認し、回収した。このようにして回収した虫体は、後の観察が容易になるように、できるだけ伸展した状態で固定するため 90~95 °C に熱した 5% ホルマリン液中に投入した^{41,42,43}。

B. 土壤動物からの虫体の回収

それぞれの動物は未孵化の虫卵を排泄させるため幼虫形成卵摂取後、原則として 2 日間清浄な飼育箱で飼育した。その後、動物をエチルアルコールで麻酔し、これを実体顕微鏡下で解剖し、消化管とそれ以外の部位に区分して幼若虫を検索した。幼若虫が見られた場合にはこれを毛細管ピペットまたは柄付き針で回収した。また、一部の土壤動物では実体顕微鏡下で解剖後これを 38 °C に加温した人工消化液（100ml の蒸留水にペプ

シン 1g を加え、さらに塩酸 1ml を加えて pH を 1.0-1.5 に調製) 100ml 中に 40-50 分間入れて消化させた。消化終了後、10~15 倍量の水道水を加えることによって人工消化液の作用を停止させ、これを 30 分間以上静置して、その沈渣中の幼虫を検索した。なお、消化を促進する目的で人工消化液中に直径 1-2mm のガラス球を 10-15 個入れ、5 分毎に容器を強く振盪した。回収した幼若虫は原則として 5% 熱ホルマリン液で固定した。

C. 土壤動物の糞からの虫卵および虫体の回収

幼虫形成卵を投与した後、動物を湿らせた濾紙を敷いた清浄な飼育箱に移し、48 時間後までの全糞便を採取して虫卵および幼虫を検索した。

2.2.3 虫体の形態観察および計測

幼虫形成卵より遊出させた虫体および土壤動物と鶏より得た虫体を、アッペの描写器を用いて描写し、その図より大きさを算定した。また、固定した虫体はラクトフェノール液で透徹後光学顕微鏡で観察した。また走査型電子顕微鏡での観察には、常法に従って処理したものをを用いた。なお、一部のものについては、未固定の新鮮材料を観察した^{35,41,42,43,77}。

2.2.4 雛の体温測定

デジタル温度計 (Takara Digimulti D 611) の感応部を雛の総排泄孔より 25mm 挿入し、表示温度が安定してから 1 分後に測定した。

2.2.5 土壤動物の飼育および組織学的検査法

A. 飼育法

動物の大きさに合ったプラスチック容器内に、十分に吸水させた後軽く握って過剰な水分を排除したピートモスを容器の

高さの約半分まで入れ、これに動物を放飼した。餌料は土壤動物用餌料(前述)を給与した。なお、採糞を目的とした場合には、プラスチック容器内に湿らせた濾紙を敷きそこで飼育した。シマミミズの飼育には Dunn²⁵⁾ および石井⁴⁰⁾の方法を参考にした。

B. 土壤動物の組織学的検査法

シマミミズ虫体と、オビヤスデの消化管を 10% のホルマリン液で固定した後、所定の術式にしたがってパラフィン包埋、薄切後、ヘマトキシリン・エオジン染色して組織中の幼若虫を観察した⁷⁷⁾。

2.2.6 駆虫薬の投与

澱粉末で希釈した必要量をゼラチン・カプセル内に封じ、雞のソ嚢内に投与した。

2.2.7 駆虫率の算定

無投薬対照群および各投薬群の平均回収虫体数より算定した。

2.2.8 免疫抑制剤の投与

プレドニゾロンでは 5mg / 羽 / 日の皮下注射、アザチオプリンでは 10mg / 羽 / 日の皮下注射または市販配合飼料に 1000 または 2000ppm の割合に混合しものを給与した。

2.2.9 統計学的検定

得られた観測値の分散を検定し、等分散の場合には Student-*t* test, Duncan の multiple range test, 等分散でない場合には Cochran-cox test または Mann-Whitney U test を目的に応じて用いた。また、最小 2 乗法による回帰式への当てはめおよび相関係数を計算することによって検定した。なお、この目的には日本電気製パー

ソナルコンピュータ PC-98XA model 2 を使用した。用いた計算プログラムは日本電気製ベーシック N88-日本語 BASIC(86)(MS-DOS 版) で自作した^{39,46,60,81)}。

3 成績

3.1 感染要因

寄生虫の感染および宿主体内での発育に影響する因子として宿主、寄生虫および生態学的因子に由来するものが考えられる。そこで、これまでに本線虫の寄生に関与することが報告されている因子および考えられる因子について検討した。

3.1.1 宿主側の要因

雛の日齢、給与飼料の量および質、実験雛の飼育環境および免疫抑制剤の効果について実験した。

A. 日齢

感染に用いる雛の日齢によって成熟虫体の回収率に差があるか否かを検討した。すなわち、餌付け前の初生雛、14日および70日齢の雛、各10羽のソ囊内に1羽当たり幼虫形成卵200個を投与し、市販配合飼料を給与して30日間飼育した後、虫体を回収した。その結果、回収された虫体数は各齢群を通じて1羽当たり0~3匹であった。また、平均虫体回収率は初生、14日および70日齢の各群でそれぞれ1.33% ± 0.42, 0.50% ± 0.34 および 0.33% ± 0.21 で各群間に統計学的な有意差はみられなかった。このように、市販配合飼料を給与した雛での虫体回収率は日齢の如何にかかわらず低率でかつ差が見られなかった(表3)。

B. 給与飼料

雛の発育に必要で十分な栄養分が含有されている市販配合飼料を給与した雛、および数種の穀物だけからなる低栄養基礎飼料を給与した雛での給与飼料の量および質と鶏回虫寄生との関係について実験を行った。

a. 飼料の量

実験群を市販配合飼料自由採食1群、制限給餌群4群（自由採餌群の前日摂取量の80%、60%、50%および30%量を給与する群）および間歇給餌1群（自由採食と絶食とを1日毎に繰り返す）の計6群とし、虫卵投与後21日目の各群間の平均虫体回収率について検討した。本実験では1群、3~4羽の雛を用い1羽あたり98~154個の幼虫形成卵を投与した。

平均虫体回収率が最も高かったのは自由採食群の4.97%で制限給餌群では、いずれもこれより低率であった。しかしながら、各群間に統計学的な有意差は見られなかった。このように市販配合飼料の給与では給餌量を自由摂取群の30%にまで減少させても虫体の回収率に変化は見られなかった（表4）。

b. 飼料の質

飼料の質を変え、雛を低栄養状態とした場合の鶏回虫感染状況を知る目的で実験を行った。

飼料としては、粃米（青米）、アワ、ヒエを重量比で2:1:1の割合で混合した基礎飼料を用いた。基礎飼料のみを給与した12日齢の雛8羽に、1羽当たり118~180個の幼虫形成卵を投与し、虫卵投与後32日目に虫体を回収した。なお、市販配合飼料を給与した群を対照とした。

基礎飼料給与群では全ての実験雛から虫体が回収され、回収虫体数は投与虫卵数の32.45~74.83%、平均45.84%±5.37であった。一方、市販配合飼料のみを給与した対照の4羽には、1羽当たり126~166個の幼虫形成卵を投与したが虫卵投与後32日目に回収された虫体はなかった。このように基礎飼料のみを給与した雛では、その全てに虫体の寄生がみられ、しかも雛毎の寄生数の変動が少ないことが明らかとなった。しかしな

がら、実験期間中の雛の平均増体量（実験期間中の総増体量／1群の羽数）は、市販配合飼料給与群では1羽当たり349.4gであったのに対し、基礎飼料給与群ではわずかに26.8gであった（表5）。

c. 基礎飼料の粉末化

上述の実験で基礎飼料を給与することによって鶏回虫の寄生が高率になることが明らかになった。しかしながら、この飼料のみの給与でも本線虫が成熟するまでの期間すなわち、虫卵の投与から30日間雛を維持することはそれほど困難ではないが、雛の発育がほぼ停止するという難点があった。

幼雛用飼料は通常消化吸收を促進するため粉末化されたものが使用されている。そこで鶏回虫の寄生率を低下させずしかも増体を改善するため、市販幼雛用飼料と同様に粉末化した基礎飼料を給与して実験を行った。すなわち、基礎飼料をそのままの状態に給与した群と、これを粉碎し、30メッシュの篩を通過させたものを給与した群における虫体回収率とを比較した。なお、市販配合飼料の給与群を対照とした。

微粉状の基礎飼料を給与した群では、実験雛4羽全てが虫卵投与後23日～25日に斃死し、その時点における平均虫体回収率は18.74%で、粒状の基礎飼料を給与した場合（42.13%）の半分以下であった。また、対照とした市販配合飼料給与群では0.33%であった（表6）。

d. 基礎飼料の給与期間と虫体回収率

基礎飼料の粉末化によって感染雛の増体を得ることはできなかったため基礎飼料の給与期間を短縮し、それ以外の期間は市販配合飼料を給与することによって、寄生率を低下させずに増

体を増やす目的で実験を行った。市販配合飼料給与雛での虫体回収率は虫卵投与後 13 および 14 日目に激減するので、この時期を基準にして基礎飼料の給与期間を設定した。設定した基礎飼料の給与期間は虫卵投与後 12 日～15 日, 12 日～17 日, 8 日～15 日, 1 日～15 日, 1 日～7 日と 16 日～31 日, および 1 日～31 日の 6 通りで、これ以外の期間は市販配合飼料を給与した。また、全期間市販配合飼料のみを給与した雛を対照とし、幼虫形成卵投与 33～35 日後に虫体を回収した。

虫卵の投与から 15 日目まで基礎飼料を給与した群の平均虫体回収率は 35.90% で、全期間基礎飼料を給与した群の平均虫体回収率 15.35% より高かった。これ以外の群では 12 日～17 日に基礎飼料を給与したものの平均虫体回収率が 4.05% であった以外は全期間市販配合飼料を給与した対照群の平均回収率 0.28% と同様に低率であった。本実験の結果、基礎飼料を虫卵投与から 15 日目まで給与し、それ以後は市販配合飼料を給与（基礎飼料一配合飼料転換給与）すると、実験期間中の 1 羽当たりの平均増体量は、全期間基礎飼料を給与した場合の 27.0g に比べ 84.4g に増加し、本線虫の寄生率を低下させずに雛の発育停滞を軽減できた（表 7,8 : 写真 2-1,2,3,4,5,6）。

e. 異なる日齢の雛における基礎飼料一配合飼料転換給与の効果

虫卵投与時に 12,28,56 日齢の雛を 1 群 5 ないし 6 羽用い、基礎飼料一配合飼料転換給与した場合の虫卵投与後 32～35 日目の回収虫体数について冬期に無加温の動物舎で実験した。なお、それぞれの齢の雛で全実験期間市販配合飼料を給与した群を対照とした。

転換給与した場合の平均虫体回収率は、12,28,56 日齢の雛で

はそれぞれ 56.41% ± 10.91, 9.88% ± 3.33 および 2.18% ± 1.07 であった。一方、対照群の平均虫体回収率はそれぞれ 7.21% ± 2.65, 0% および 0% でより齢の進んだ雛においても基礎飼料—配合飼料転換給与の効果が見られた(表 9)。

f. 害虫発生穀物飼料の給与

夏期管理が不十分な穀物にはコクゾウムシ等の昆虫が発生し易い。このような穀物は、昆虫によってその組成の転換および濃縮が起きていることが考えられる。このことは、種子貯蔵倉庫に棲息するネズミ類にとり、昆虫が重要なミネラル源であるとの報告⁹¹⁾によっても窺える。そこで、100g に平均 230 匹のコクゾウムシ *Sitophilus* sp. (写真 3-1) が発生した基礎飼料を給与した群の虫体回収率について実験を行い、昆虫によって植物性飼料が動物質に変換した場合、および成分の濃縮が起こった場合の効果について検討した。なお、昆虫が発生していない基礎飼料および市販配合飼料給与群を対照とした。

清浄な基礎飼料、昆虫発生基礎飼料および市販配合飼料をそれぞれ給与した群の平均虫体回収率は 24.50% ± 1.47、5.78% ± 1.04 および 0.14% ± 0.13 であった。このように昆虫が発生した基礎飼料を給与した群の平均虫体回収率は清浄な基礎飼料給与群のそれに対して有意に低下した(表 10)。

g. 飼料原料と虫体回収率

市販配合飼料を給与した群では安定した鶏回虫の感染が得られなかったが、穀物だけから成る基礎飼料の給与群では安定した感染が確保できた。また、昆虫の発生した飼料を用いた場合は、清浄なものを給与した場合に比べて虫体回収率が有意に低下した。これらのことから、市販配合飼料中のどの原料が本線

虫の寄生を阻害しているのかを知るための実験を行った。

脂溶性成分を除去した市販配合飼料あるいは脱脂粉乳、黄色トウモロコシ、粃米、米糠、ダイズ粕、アルファルファミールおよび魚粉を単独に、または組み合わせて給与した群での虫体回収率を観察した。また、各飼料中の各分量を日本標準飼料成分表⁶⁴⁾に従って計算し、各分量と寄生虫体数との関係について検討した。

h. 市販配合飼料中の脂溶性成分、魚粉および脱脂粉乳の鶏回虫寄生におよぼす影響

1羽当たり脱脂した市販配合飼料を日量 1g, 3g または 5g 添加した群の虫体回収率について実験した。なお、非脱脂市販配合飼料を 1g, 2g, 3g または 5g、および魚粉または脱脂粉乳をそれぞれ 1g, 5g 添加した群、および市販配合飼料または基礎飼料給与群を対照とした。

虫体回収率は非脱脂または脱脂市販配合飼料の 1g 添加ではそれぞれ 15.65% および 26.77% であったが、3g 添加群ではそれぞれ 11.24% および 9.20% に低下した。さらに、5g の添加群では虫体回収率はそれぞれ 0.84% および 1.53% であり、脱脂、非脱脂にかかわらず市販配合飼料自由摂取群の 1.72% より低かった。このように市販配合飼料添加群では脱脂、非脱脂にかかわらず添加量に反比例して虫体回収率が低下した。また、脱脂粉乳および魚粉をそれぞれ 1g および 5g 添加した群での平均虫体回収率は、それぞれ 4.51%, 0.87% および 5.53%, 0.64% でこれらでも添加量に反比例して虫体回収率が低下した (表 11)。

i. 飼料中の脂溶性以外の成分の鶏回虫寄生におよぼす影響

給与飼料として次の9通りの混合比(重量比)のものを調製した。

(1) 黄色トウモロコシ 100%、(2) 黄色トウモロコシ 80% + ダイズ粕 20%、(3) 黄色トウモロコシ 80% + アルファルファミール 20%、(4) 黄色トウモロコシ 80% + 魚粉 20%、(5) 黄色トウモロコシ 80% + ダイズ粕 10% + アフアルファミール 10%、(6) 黄色トウモロコシ 69% + ダイズ粕 22% + アルファルファミール 4% + 魚粉 5%、(7) 粃米 45% + ムキエサ 50% + 魚粉 5%、(8) 粃米 50% + ムキエサ 50%、(9) 粃米 80% + コメヌカ 20%。加えて(10)市販配合飼料を対照とした。なお、黄色トウモロコシは米粒大に砕いたものを使用した。これらの各飼料を給与した各群5羽または6羽の12日齢の雛に、1羽当たり103~290個の幼虫形成卵を投与した。また、種類不明な雑穀を含有する鑑賞小鳥用のムキエサを混合した群(7,8)および群(10)を除いた残りの7群については日本標準飼料成分表⁶⁴⁾を参考にして飼料中の一般成分、アミノ酸、ビタミンおよび無機質の各含有量を計算した(表12.-1,2,3,4,5)。市販配合飼料(群(10))の各成分量は、製造元である日本配合飼料(株)のパンフレット⁶¹⁾を参考とした。

平均虫体回収率は、粃米とムキエサを組み合わせた群(8)および黄色トウモロコシのみを給与した群(1)で高く、それぞれ32.20%および31.71%であり、次いで粃米とコメヌカとを組み合わせた飼料を給与した群(9)が23.95%であった。一方、魚粉を20%添加した群(4)および5%添加した2群[群(6,7)]の平均回収率はそれぞれ0.35%および6.83%,8.20%で、魚粉を添加することによって虫体回収率が急激に低下した(表13-1,2)。

各群を平均虫体回収率の降順に並べると群(4)および群(10)

ではそれぞれ 0.35% および 0.36% と著しく低く、これらと次ぎに低率であった群 (6) の 6.83% との間には約 20 倍の差が認められた。群 (6) と、群 (4) および群 (10) との間に著しい含有量の相異が見られた成分はメチオニン、カルシウム、リン、カリウム、ナトリウムおよびアエンであった。また、各群を平均虫体回収率の降順に並べた場合、平均虫体回収率との間に相関が見られたのはカルシウム、メチオニン、チロシン、トレオニン、セリン、トリプトファンおよびバリンの含有量でそれらの相関係数は $r=-0.7$ 以下であった。しかしながら、各群飼料のそれぞれの含有量は必ずしも平均虫体回収率の降順になっておらず逆転する場合が見られ、チロシン、トレオニン、セリン、トリプトファンおよびバリンで特に著しかった。一方、この逆転が小さかったのはカルシウムとメチオニンであった (図 2-1,2)。

j. カルシウムおよびメチオニンの添加と虫体回収率

上の実験から飼料中に含有されるカルシウムおよびメチオニン量が鶏回虫の寄生に関与している疑いが強く持たれた。また、生体内では無機元素相互間には数多くの重要な関係が存在していることが知られている^{71,75)}。そこで、無機質として飼料中に比較的多く含まれるナトリウム、カリウム、カルシウムおよびリンを単独または組み合わせて添加した飼料、およびメチオニンを添加した基礎飼料を給与した群について実験を行った。なお、カルシウム、ナトリウムおよびカリウム源としてそれぞれ炭酸カルシウム (CaCO_3)、塩化ナトリウム (NaCl) および塩化カリウム (KCl) またはリン酸 2 カリウム (K_2PHO_4) を使用し、これらの成分の添加量は雞の必要量とし、日本飼養標準 (家禽)⁶³⁾より求めた。

対照とした基礎飼料一配合飼料転換給与群および市販配合飼料給与群の平均虫体回収率がそれぞれ 37.73% および 1.41% であったのに対して、それぞれを単独で添加した場合の炭酸カルシウム添加群では 13.20% と基礎一配合飼料転換給与群の約 1/3 の低い値を示した。しかしながらメチオニン、塩化ナトリウムまたは塩化カリウムの添加群では、それぞれの平均虫体回収率が 29.48% , 33.65% および 28.94% であり、基礎飼料一配合飼料転換給与群に対して平均虫体回収率の有意な低下は見られなかった (表 14-1)。また、各無機質を組み合わせで添加した実験では、対照とした基礎飼料一配合飼料転換給与および配合飼料を給与した群の平均虫体回収率が、それぞれ 62.13% および 3.73% であったのに対して、基礎飼料に炭酸カルシウムと塩化カリウム、または炭酸カルシウムと塩化ナトリウムの 2 化合物を組み合わせで添加した群の平均虫体回収率はそれぞれ 8.78% および 12.71% で、炭酸カルシウム単独添加群より低率であった。しかしながら炭酸カルシウムとリン酸 2 カリウムおよび塩化ナトリウムまたは塩化カリウムの 3 化合物を添加した群の平均虫体回収率はそれぞれ 33.36% および 19.88% で、炭酸カルシウム単独および炭酸カルシウムと他の 1 化合物を添加した群の平均虫体回収率より高率であった。このように、カルシウムが本線虫の寄生を抑制する作用は他の無機化合物をさらに一つ添加することによって増強されたが、3 化合物の添加では効果が見られなかった (表 14-2)。

C. 飼育環境

板垣 (1927) は感染の季節によって雛体内での本線虫の発育に相異があることを報告している。そこで飼育環境として感染雛飼育の季節、飼育温度および日照時間について実験した。

a. 感染雛の飼育季節および鶏の体温と虫体回収率

冬（2月10日）、春（4月15日）、夏（7月21日）および秋（10月12日）に、市販配合飼料を給与した雛10羽ずつを用い幼虫形成卵を1羽あたり130～210個投与した。これらの感染雛を無加温の自然光下で32日間飼育した場合の投与虫卵数と回収虫体数との関係について実験を行った。

各季節群の平均虫体回収率は冬期に他の季節より高い傾向があったが各群間に統計学的な有意差は見られず、感染雛の飼育季節による虫体回収率の差は見られなかった（表15）。

上述の実験で、冬期に平均回収率が高い傾向が見られたことは、鶏回虫の感染に雛の体温変動が関係しているのではないかと推定し、次の実験を行った。すなわち冬期および夏期に市販配合飼料を給与したそれぞれ20羽の雛に幼虫形成卵を投与して、虫卵投与から虫体回収までの32日間の雛の体温を測定した。

虫体回収後、虫体回収率の高い雛（冬期では回収率が20.6～26.8%の4羽、夏期では24.1～26.7%の3羽）と回収率が低い雛（冬期では0～2.4%の6羽、夏期では寄生の見られなかった6羽）についてそれぞれの平均虫体回収率と、虫卵投与から15日目までの日平均積算体温および実験期間32日間の平均体温との関係について検討した。

夏期の雛の方が日平均積算体温で1.62～3.66℃高かった。また、各群間の日平均積算体温は冬の平均虫体回収率が高いものと夏の平均虫体回収率が低いもの、冬の平均虫体回収率が低いものと夏の平均虫体回収率が高いもの、および冬の平均虫体回収率が低いものと夏の平均虫体回収率が低いものとの間に統計的な有意差が見られ、虫卵投与から15日目までの日平均積算

体温 630 °C を中心に平均虫体回収率が高く、それより高くてもまた低くても平均虫体回収率が低かった。また、平均体温は夏期の雛が冬期の雛より 0.11~0.25 °C 高かったが、虫体回収率と平均体温との間には特定の関係を見い出せなかった(表 16)。

b. 鶏の飼育温度と虫体回収率

冬期の感染では虫体回収率が高い傾向があることの原因をさらに検証するため環境温度と鶏回虫感染との関係を市販配合飼料給与雛および基礎一配合飼料転換給与雛を用いて検討した。

市販配合飼料給与群では飼育温度を 12 日齢雛の好適飼育温度の 25 °C 耐え得る最高および最低温度をそれぞれ 32 および 7 °C とし、各温度で 1 群 5 羽の群飼育および 1 羽ずつ個別飼育した 5 羽で、虫体回収率と飼育温度との関係について検討した。

個別飼育群での 32 °C, 25 °C および 7 °C での平均虫体回収率は、それぞれ 0.05% ± 0.4, 0.57% ± 0.2 および 27.02% ± 6.3 であった。25 °C と 32 °C では飼育群間に統計学的な有意差は見られなかったが 7 °C 飼育群と 25 °C および 32 °C 飼育群の虫体回収率には統計学的な有意差が見られた。一方、群飼育群では 25 および 7 °C 飼育の平均虫体回収率はそれぞれ 1.86% ± 1.2 および 30.32% ± 8.3 であった。しかしながら、32 °C の群飼育では飼育温度が高すぎたため 5 羽中 4 羽が斃死し、十分なデータが得られなかった。このように、25 °C および 7 °C それぞれの群飼育群と個別飼育群との間には平均虫体回収率に有意差は見られなかったが、異なる温度の飼育群間では有意差が見られた。すなわち 7 °C で飼育した感染雛の虫体回収率は群および個別飼育群とも他の温度のものに比べ有意に高かった(表 17)。また、基礎飼料一配合飼料転換給与群では、上述の試験成績を参考にして、32 °C では個別飼育、それ以外は群飼育した。そ

の結果、7℃では群飼育としたにもかかわらず体温の保持が出来ずに虫卵投与7日目までに実験に用いた8羽全てが斃死した。平均虫体回収率は25℃では22.69%であったが、32℃では7.51%にまで低下し、両温度間の平均虫体回収率には統計学的な有意差が見られた(表18)。

c. 1日当たりの明暗時間の割合と虫体回収率

冬期に平均虫体回収率が高い傾向にある原因の一つとして季節による1日当たりの明暗時間の割合の相異の影響について実験した。

1日当たりの明時間を12,15時間、自然状態(実験期間中の1日当たりの明時間10時間30分~11時間15分)および常明とした。各群に10羽の雛を使用し、1羽当たり幼虫形成卵133~202個を投与した。これらの実験雛には市販配合飼料を給与し、虫卵投与後32日目に剖検して虫体を回収した。

平均虫体回収率は冬期の自然状態とした群が5.90%と最も高かった。しかしながら、各群間の虫体回収率には統計学的な有意差は見られなかった(表19)。

D. 免疫(獲得)

a. 免疫抑制剤の投与

ある種の免疫抑制剤の投与が寄生虫感染に影響することが知られている。免疫抑制剤プレドニゾロンは5mg/羽/日の皮下注射、アザチオプリンは10mg/羽/日の皮下注射または市販配合飼料に1000または2000ppmの割合に混合して給与した。薬剤処理雛各群5羽に1羽あたり163~205個の幼虫形成卵を投与し、32日後に虫体を回収した。なお、免疫抑制剤を投与せず、市販配合飼料を給与した雛を対照とした。

虫体が回収されたのは、各群とも1ないし2羽であった。回収虫体数は5匹のものが1羽あった他は、0, 1または2匹で免疫抑制剤の投与によって回収虫体率は改善されなかった(表20)。

3.1.2 寄生虫側要因

虫卵の培養法および保存期間、虫卵の投与方法および投与数、虫卵の孵化率、雛体内の幼虫の動向について実験した。

A. 虫卵の培養および保存期間

感染雛の糞便より回収した虫卵を16日間、25℃で培養して幼虫形成卵とし、これを冷蔵庫内(4℃)および遮光した状態の室温(5月~11月:環境温度12.5℃~33.6℃)で保存した。保存開始後7, 30, 60, 90, 120および180日目の虫卵を、それぞれ12日齢の雛10羽に投与し、虫卵の排出を確認した後に虫体を回収した。なお、本実験に使用した虫卵の正常発育および孵化幼虫の活性を確認するため、冷蔵庫保存虫卵では保存開始7, 120および180日目に投与し、10日目に虫体を回収する群を併せて設けた。また、これら全ての実験群には基礎飼料一市販配合飼料転換給与をした。

冷蔵庫保存7日目の幼虫形成卵を投与し、投与後10日目に回収した群の平均虫体回収率は42.33%で使用した幼虫形成卵は、卵内幼虫の形成を完了していたと判断された。7および30日間室温保存した虫卵投与群の平均虫体回収率はそれぞれ16.33%および16.44%で、30日間の室温保存では虫体回収率の低下は見られなかった。また、4℃の冷蔵庫に7日間保存した虫卵を投与した群の虫体回収率は15.19%であった。一方、90日間以上保存したものでは、冷蔵庫群と室温保存群間の虫体回収率に

有意差が見られ、冷蔵庫内に保存したもののの方が虫体回収率が高かった。プリパテント・ピリオドは虫卵の保存期間に比例して延長する傾向が見られ、特に室温に保存したもので著しかった(表 21)。

B. 虫卵の投与方法および投与虫卵数

a. 1 回投与

鶏回虫が直接発育をすることは Ackert^{1,2)}や、板垣⁴⁴⁾の研究によってすでに明かにされているが、実験的に本線虫の幼虫形成卵を雛に投与しても投与虫卵数に応じた寄生虫体数が得られないこともまた知られている。このことを確認するために寒天片上で正確に計数した 10 個から 1500 個の幼虫形成卵を 12 日齢の雛 200 羽に投与し、市販配合飼料を給与した場合の投与虫卵数と寄生虫体数との関係について検討した。

全体として見た場合、投与幼虫形成卵数と虫卵投与後 32~35 日目に回収した寄生虫体数との相関係数は $r=-0.03$ で両者間に相関は見られなかった。また、投与虫卵数に応じた群別すなわち、投与虫卵数が 1 羽当り 10~50 個 (25 羽), 51~100 個 (25 羽), 101~150 個 (30 羽), 151~200 個 (30 羽), 201~250 個 (30 羽), 251~300 個 (25 羽) および 301~1500 個 (35 羽) の 7 群における投与虫卵数と回収虫体数との相関係数 r はそれぞれ 0.29, -0.16, -0.12, -0.12, -0.13, -0.15 および -0.75 で投与虫卵数が 301~1500 個の群で弱い負の相関が見られた以外は、投与虫卵数と回収虫体数との間に相関は見られなかった。また、全実験雛での平均虫体回収率は $3.75\% \pm 0.83$ であったが、投与虫卵数が 101 個以上の雛では、虫体寄生の見られないものが 40% 以上におよび、これに回収虫体数が 1 のものを加えると 55.6% となり、実験雛の半数を越えていた(表 22, 図 2-3)。このよう

に市販配合飼料を給与した雞では、投与虫卵数と回収虫体数との間に相関が見られず、また寄生が見られた雞の回収虫体数も少ないことが明かとなった。

一方、基礎飼料給与雞に、1羽当たり104から416個の虫卵を投与した51羽からの成熟虫体回収数は17~171匹で、平均回収率は31.90%であった。しかしながら、投与虫卵数と回収虫体率との相関係数は $r=0.043$ で、この場合にも投与虫卵数と虫体回収率との間に相関は見られなかった(表23, 図2-4)。

b. 少数虫卵連続投与と虫体回収率

実験的には操作が簡便なことから1回に大量の幼虫形成卵を雞に投与することが多く行われている。しかしながら自然状態ではこのようなことは起こり難く、むしろ雞は少数の虫卵を連続して摂取するものと考えられる。そこでそのような条件で虫卵を摂取させた場合について市販配合飼料給与雞を用いて実験した。

1回当たりの投与虫卵数を5~40個とし、1日1回、12日間にわたって計175~213個の虫卵を投与した5羽の雞では、最終投与後32日目に全ての雞から虫体が回収され、その平均虫体回収率は $13.10\% \pm 3.76$ であった。一方、1羽当たり183~283個の虫卵を1回に投与した対照の7羽の雞での平均虫体回収率は $2.12\% \pm 0.83$ で両者間に統計学的な有意差がみられた(表24)。

3.2 生態学的要因

寄生虫を人工的に感染させる際に感染成立に影響を与えるものの一つとして生態学的因子、すなわち移動・集積宿主の存在が考えられる。鶏回虫の幼虫が土壌動物や昆虫体内に集積さ

れ、それを鶏が好んで捕食するならば幼虫形成卵を直接摂取する場合より一度に鶏に取り込まれる寄生虫数が増加するとともに侵入する機会が増加する。さらにこの捕食された幼虫がこれらの土壤動物や昆虫内で孵化・発育し感染力が増大するならば鶏回虫の感染にとってより好都合といえる。現在までに、ミミズ類およびバッタ (grass hopper) に摂取された鶏回虫の幼虫形成卵がそれらの体内で孵化することが報告されている。しかしながら、鶏回虫の感染に対するミミズ類の役割は、報告者によって結果が相反している。そこで鶏回虫の伝播に対するミミズ類を含めた各種の土壤動物および昆虫の作用について検討した。

A. 集積または移動宿主の検討

入手できた土壤動物および昆虫計 18 種に鶏回虫の幼虫形成卵を 3 日間自由に摂取させ、摂取開始後 2 日目の糞便内に排泄される虫卵または幼虫の検索、および自由摂取終了後 1 および 3 日目に各土壤動物の消化管および体組織から幼虫の回収を試みた。なお、本実験では各種土壤動物を 5 匹ずつ使用し、餌料 1g に幼虫形成卵を 500 個の割合で混合して給与した (写真 3-2,3)。なお、一部のミミズでは排泄された虫卵および幼虫の回収を容易にするために石井⁴⁴⁾の方法を参考にして、3% 寒天を 1cm の厚さに敷きつめた容器内で飼育した。また、採取した土壤動物や昆虫の体表に付着あるいは消化管内に取り込まれた自由生活線虫を排除または減数するためこれらの動物を 1 ないし 2 日毎に清浄な飼育容器に移し換えて 4 から 7 日間飼育した後に実験に用いた。

糞便検査では陸産貝類およびヤスデ類を除くと、回収幼虫数はオナガササキリで 10.6 匹と少なかったが、それ以外の動物

では平均 20.2 匹以上が検出された。ただし、陸産貝のナミギセル、コハクガイおよびオナジマイマイでは、糞便中から検出された平均幼虫数はそれぞれ 3.2 匹、2.2 匹および 1.2 匹と少なく、これらは塗抹標本作成中に虫卵から游出した可能性が強かった。一方、消化管および体組織内の幼虫は虫卵の自由摂取終了1日後にはオナガササキリおよびヤスデ類から、また3日後にはヤスデ類からのみ回収された。このように、鶏回虫の幼虫形成卵は陸産貝以外の土壌動物または昆虫に摂取されると、糞便または消化管内虫卵の 54.1% 以上が孵化していたが、陸産貝類では孵化するものは極て少数であると判断された。また、ヤスデ類以外では孵化した幼虫は 24 時間後までにほとんどのものが体外に排泄されたが、ヤスデ類では長期にわたって体内に幼虫を保持していた(表 25、写真 3-5)。

このように、鶏回虫はミミズ類の体内で孵化するが幼虫は約 24 時間後には排泄されてしまうことが明かになった。しかしながら、ミミズと鶏回虫との関係についての見解がこれまでの報告者によって異なり、本線虫の伝播に有利に作用するとの報告があるので、さらに実験を行った。

B. シマミミズと鶏回虫との関係

a. シマミミズからの鶏回虫幼虫の回収

1g 中に 400 個の割合に鶏回虫の幼虫形成卵を含む餌を 8 日間にわたってシマミミズに自由摂取させた。

摂取開始から連続 4 日間および摂取期間終了時、摂取終了後 1 日、2 日、5 日および 7 日目にそれぞれ 5 匹のミミズから幼虫を回収した。虫卵摂取期間中のミミズからの平均幼虫回収数は、摂取開始 1,2,3,4 および摂取終了時にそれぞれ 22.6, 36.2, 78.2, 94.2 および 78.9 匹で、4 日目までは経過日数に比例して

増加したが、摂取終了時にはむしろ減少していた。また、摂取終了1日後には23.0匹、5日後には検査した5匹の内の1個体から1匹のみ回収されたが、7日後には回収されなかった。また、幼虫形成卵を摂取させたシマミミズを組織学的に検索したが小腸壁、体腔内および臓器組織内に侵入している所見は得られなかった(表26、写真3-4)。このように、鶏回虫の幼虫形成卵はミミズ体内でそのほとんどが孵化するが、孵化した幼虫は集積されることなく、比較的短期間内にミミズ体外に排泄された。

b. 鶏回虫幼虫のシマミミズ体内での発育

上述の実験で排泄された幼虫がミミズ体内である程度発育して鶏に対する感染性を増大させたり、外界で長期間にわたって生存する力を獲得しているならば、ミミズの存在は鶏回虫の感染発育にとって生物学的な意義を有するといえる。そこでミミズ体内での鶏回虫の発育の有無、排泄された幼虫の外界での生存期間および鶏への感染性の有無について実験を行った。

1g中に400個の幼虫形成卵を含む餌を摂取させたシマミミズより虫卵摂取開始後1日、2日、5日および8日目および摂取終了後2日および5日目に虫体を回収して計測した。各時点での計測幼虫数は、虫卵摂取期間中は各回25匹、摂取終了後は幼虫が排泄されるため回収虫体数が急激に減少したので2日および5日目にそれぞれ15匹および5匹とした。

平均虫体長および平均体幅はそれぞれ $296.31\mu\text{m}$ ~ $347.12\mu\text{m}$ および $15.84\mu\text{m}$ ~ $16.69\mu\text{m}$ の範囲にあった。各回収日の虫体間に体長・体幅のいずれにおいても統計学的な有意差は見られず、したがってミミズ体内で幼虫は発育しないと判断された(表27)。

c. シマミミズより排泄された鶏回虫幼虫の外界での生存期間
虫卵を摂取させたミミズの糞便より回収した運動性のある幼虫 50 匹を室温下に汲み置いた水道水中に入れ、連日観察することによって外界での生存期間を観察した。なお、観察時に水道水を交換した。

シマミミズから排泄された幼虫は水道水中では、24 時間および 48 時間後にそれぞれ 48 匹および 6 匹が生存していたが、72 時間後には生存しているものはなく、外界では比較的短期間で死ぬものと判断された (表 28)。

d. シマミミズ体内の鶏回虫幼虫の雞への感染性

以上の実験から鶏回虫はシマミミズ体内で孵化するが孵化した幼虫は発育することなく速かにミミズ体外に排泄され、死滅することが明らかとなった。このことから、シマミミズは結果的にむしろ鶏回虫卵を殺滅する効果があるといえる。しかし、ミミズ体内で孵化した幼虫が雞に対して幼虫形成卵より強い感染性を有するならば鶏回虫の伝播にシマミミズが有利に働いているともいえる。そこでシマミミズ体内の鶏回虫幼虫を雞に投与してその感染性について実験した。

鶏回虫の幼虫形成卵を 5 日間自由摂取させたシマミミズより回収した幼虫を基礎飼料—配合飼料転換給与群および市販配合飼料給与群各 5 羽の、12 日齡の雞に 1 羽当たり 100 匹投与し、40 日目に剖検して虫体を回収した。対照として 1 羽あたり幼虫形成卵 100 個を投与した 12 日齡の雞を上と同様の条件で飼育し、40 日目に虫体を回収した。

シマミミズから得た幼虫を投与した市販配合飼料給与群では 5 羽中 2 羽のみから虫体が回収され、回収虫体数はそれぞれ 2 匹および 3 匹で、虫卵投与群との間に差異は見られなかった。

また、基礎飼料—配合飼料転換給与群でも幼虫形成卵給与群との間に差異は見られず、シマミミズ体内から回収された幼虫の感染性は幼虫形成卵と変わらないと判断された（表 29）。

C. ヤスデと鶏回虫との関係

a. ヤスデ体内の寄生部位および生存期間

ヤスデ類に鶏回虫の幼虫形成卵を自由摂取させた場合、摂取終了後 3 日目の平均回収幼虫数は 32.8 匹で、終了 1 日目の平均 33.6 匹とほぼ同数であった。このことは、ヤスデはシマミミズとは異なり、その体内に長期にわたって鶏回虫の幼虫を保持する可能性を示した。そこで、オビヤスデに 1g 当り 200 個の幼虫形成卵を含む餌料を 6 日間自由摂取させ、その 3 日、8 日および 139 日目にヤスデの消化管腔・消化管壁および体腔から幼虫を回収した。

3 日目に消化管壁より 24 匹、体腔から 2 匹、また 8 日および 139 日目に消化管壁と体腔からそれぞれ 35 匹および 31 匹の幼虫が回収された。これらの幼虫のほとんどは消化管壁の体腔側に形成された宿主由来の嚢状物内にみられた。なお、ヤスデは鶏回虫投与後 139 日目までに脱皮して成体になった。このように鶏回虫の幼虫は、ヤスデ体内に長期間存在していた（表 30）。

さらにヤスデ内の鶏回虫幼虫の寄生部位を検討するため虫卵摂取後 11 日目にツムギヤスデ 6 匹およびオビヤスデ 5 匹の、体節ごとの寄生幼虫を計数した。

ツムギヤスデでは体中央部に寄生数が多い傾向があったが、末端部を除く体全体に一様に寄生していた。また、ツムギヤスデでは嚢状物の形成は見られなかった。一方、オビヤスデで

は、第 11, 第 12 および第 13 体節の後腸起始部の囊状物内へのみ幼虫の寄生が見られた (表 31、図 3-1, 写真 4-1,2,3,4)。

b. オビヤステ体内での鶏回虫の発育

このように鶏回虫の幼虫はヤステ体内に長期間生存することが明らかになった。そこでさらに幼虫のヤステ体内での発育について観察した。

1g 当たり鶏回虫卵 400 個を含む餌料をオビヤステに 4 日間自由摂取させ、その後 3 日、7 日、12 日、18 日、25 日、33 日および 35 日目に幼虫を回収し、回収時点ごとに任意の 25 匹の幼虫について体長および体幅を計測した。

幼虫卵摂取後 3, 18 および 35 日目の幼虫の体長 x 体幅の平均値はそれぞれ $313.8\mu\text{m} \times 13.6\mu\text{m}$, $285.5\mu\text{m} \times 23.4\mu\text{m}$ および $279.6\mu\text{m} \times 22.06\mu\text{m}$ で、経時的に体長の減少と体幅の増加がみられたが、18 日目以後は体長および体幅に変化は少なかった (表 32, 図 3-2,3, 写真 4-5,6,7,8)。

c. ヤステ体内の鶏回虫幼虫の雛への感染性

ヤステ体内に鶏回虫の幼虫が集積し長期間存在することが明らかとなったが、この幼虫が雛への感染性を有していなければ鶏回虫伝播にとってのヤステ意義は否定される。そこで、ヤステ体内の幼虫の雛への感染性を検討した。

虫卵を摂取させてから 20 日目のオビヤステから回収した幼虫を、市販配合飼料および基礎飼料を給与したそれぞれ 1 羽の雛に 100 匹ずつ投与し、投与後 11 日目に虫体を回収した。なお、同様の条件で幼虫形成卵を投与したものを対照とした。

市販配合飼料または基礎飼料を給与した雛からそれぞれ 42 匹および 40 匹の虫体が回収された。一方、幼虫形成卵投与を

投与し、市販配合飼料または基礎飼料を給与した雛からはそれぞれ 38 匹および 33 匹の虫体が回収された。各群での幼虫の大きさは、基礎飼料を給与しヤスデ由来の幼虫を投与した雛から回収された虫体が最も大きく、平均体長は 6.7mm であった。また、市販配合飼料を給与した雛では、幼虫を投与した虫体の方が幼虫形成卵を投与したものより平均体長が 1mm 以上も大きかった。このようにヤスデから回収した幼虫は雛に対して感染性があり、しかも市販配合飼料給与雛に投与した場合の、11 日目の虫体は幼虫形成卵投与のものより大きかった（表 33）。

ヤスデより回収した幼虫を投与した場合のプリバテント・ピリオドと、投与後 40 日目の虫体回収率を知るため、上記と同様の条件でヤスデから回収した幼虫を、市販配合飼料給与群および基礎飼料—市販配合飼料転換給与群各群 5 羽の 12 日齢の雛に 1 羽当たり 100 匹投与しをした。なお、対照として同様の飼料給与条件で幼虫形成卵をそれぞれ 100 個投与した 2 群をおいた。

基礎飼料—配合飼料転換給与群では全ての雛から成熟虫体が回収され、ヤスデ由来幼虫および幼虫形成卵を投与した場合の平均虫体回収率はそれぞれ 32.2% および 26.0% であった。一方、市販配合飼料給与群ではヤスデ由来の幼虫を投与した場合には全ての雛から虫体が回収されたが幼虫形成卵の投与の場合には 2 羽の雛からのみ虫体が回収され、それらの平均虫体回収率はそれぞれ 6.0% および 0.8% であった。プリバテント・ピリオドは、幼虫を投与した市販配合飼料給与群の雛の中に 25 日を示すものがあり、幼虫投与群の方が短い傾向がみられたが、有意差は認められなかった（表 34）。以上の結果から鶏回虫はヤスデを介して雛に感染すると市販配合飼料給与

群でも回収率が高くなり基礎飼料—配合飼料転換給与群の 1/5 程度の回収率に達し、しかも雞个体間の回収虫体数の変動が小さくなった。

d. 鶏のヤスデ嗜好性

ヤスデが鶏回虫の感染に生態学的に有利な条件を提供することが明かとなったが、鶏がヤスデを忌避するならばヤスデ介在に寄生虫学的な意味がない。そこで鶏のヤスデ嗜好性について実験を行った。

45x60x35(h)cm のプラスチック製容器の底に洗浄した川砂を厚さ 3cm に敷き、その上にヤスデの隠れ場所として枯葉 5 枚を置いた。この中にオビヤスデ 30 匹を放飼し、12 日齢の雞 2 羽を 24 時間同居させ、同居終了後に雞の消化管および砂中からヤスデを回収した。なお、市販配合飼料 15g を砂上に撒き、その 5cm 上部に給水器を設置した。なお、実験を同一条件で 5 回繰り返した。

砂の中より回収されたヤスデの数はそれぞれ 3, 2, 0, 3 および 0 匹で、放飼したヤスデのほとんどが捕食されたものと思われた。しかし、雞の消化管からの総回収数は 22 匹と少なく推定総捕食数 142 の 15.5% にすぎなかった(表 35)。このように少なくとも狭い容器内での同居実験では雞はヤスデを捕食することが明らかになった。

次に、より自然に近い状態を想定して大学構内のヤスデの棲息する植え込みに 10 羽の雞を 2 時間放飼し、ソ囊内容物を検査してヤスデの捕食状況を観察した。このような雞のソ囊内よりアリ類、双翅類の幼虫、ワラジムシ、ダンゴムシ、陸産貝類、ヤスデが検出された(写真 5)。このように放飼した雞もヤスデを捕食することが明らかとなった。

e. ヤスデを介しての鶏回虫幼虫の取り込み

ヤスデを介した場合と、幼虫形成卵を直接散布した場合における鶏回虫の取り込み状況を比較するための実験を行った。

81x52x21(h)cm の容器に 3cm の厚さに敷いた砂上に虫卵 5000 個を混入した 10g の市販配合飼料を散布し、さらにその上に清浄な飼料 90g を散布した。ここに 12 日齢の雛 10 羽を 24 時間放飼して虫卵を摂取させた。一方、予備検査によって 1 匹あたり平均 15 匹の鶏回虫の幼虫が寄生していることが判明しているオビヤスデ 100 匹を、90g の市販配合飼料を散布した同様の容器の砂中に放飼し、これと同日齢の雛 10 羽とを 24 時間同居させた。なお、虫卵または鶏回虫寄生ヤスデを自由摂取させた後、実験雛には市販配合飼料を給与し、11 日目に虫体を回収した。

虫卵直接散布群の 1 羽当たりの平均回収虫体数は 35.1 匹で、回収率は散布した 1 羽当たりの幼虫形成卵数の 7.02% であった。一方、ヤスデを介した場合の平均虫体回収数は 76.2 匹で、ヤスデ体内に存在していた幼虫の平均 50.80% が回収された (表 36)。

f. 養鶏場に棲息するヤスデの鶏回虫幼虫感染状況

実験的にはヤスデを介して鶏回虫が鶏に取り込まれることが明らかとなったが、養鶏場で採取したヤスデを雛に投与することによって野外実態を調査した。

ヤスデの採集地は神奈川県下の採卵鶏の 2 養鶏場である。そのうちの 1 養鶏場の糞便からは寄生虫卵は検出されなかったが、他の養鶏場の糞便からは鶏盲腸虫または鶏回虫の虫卵と同定されるものが検出され、その EPG 値は 100 以下であった。この 2 養鶏場で採取したアカヤスデ類を養鶏場別にそれぞれ

12日齢の4羽の雛に1羽当たり50匹ずつ投与した。実験雛にはヤスデの投与から15日目までは基礎飼料、以後は市販配合飼料を給与し、30日後に虫体を回収した。

糞便検査で虫卵が陰性であった養鶏場で採取したヤスデを投与した雛からは虫体が検出されなかった。一方、虫卵が陽性であった養鶏場から採集したヤスデを投与した4羽から盲腸虫計49匹および鶏回虫3匹が回収された(表37)。

D. コクシジウムの存在

鶏の寄生虫として最も普通に見られ、しかも鶏回虫と寄生部位を同じくするコクシジウムが混合感染した場合、鶏回虫の寄生にどのように影響するかについて実験を行った。使用したコクシジウムは、*Eimeria hagani*, *E. maxima* および *E. necatrix* である。これらのコクシジウムのオーシストを1羽当たり *E. necatrix* では 10^4 個、それ以外では 10^5 個を幼虫形成卵投与後-10日、-5日、0日、4日および7日目に投与し、虫卵投与後11日、21日および31日目に剖検して投与虫卵数と回収虫体数との関係を検討した。なお、雛は、虫卵投与前にオーシストを投与した群ではオーシスト投与時に、それ以外の群では虫卵投与時に12日齢となったものを1群当たり2ないし3羽使用した。なお、飼料は市販配合飼料を用いた。

虫卵のみを投与した対照群の平均虫体回収率は1.99%であった。一方、虫体の回収が虫卵投与後21日目以降の場合、コクシジウムとの混合感染群で平均虫体回収率が最も高かったのは *E. hagani* のオーシストと同時に虫卵を投与したもので、その回収率は2.00%であったが、対照との間に統計学的な有意差は見られなかった(表38)。

3.3 終宿主における鶏回虫の発育

A. 投与虫卵の孵化率

虫卵投与後 5 日目に小腸より回収される幼虫数は、投与虫卵数の平均 59.62% ± 1.42 であったので、残りの 41% 弱の投与虫卵の運命を解析するための実験を行った。

3羽の雞にそれぞれ正確に計数した幼虫形成卵 100 個と、マーカ―として径 0.5mm のガラス球および木炭末をそれぞれ 0.5g ずつ投与し、投与直後より経時的に全糞を採取してその中に含まれる虫卵を検索した。なお、投与のために調製した寒天片上の虫卵懸濁液には総数 32 個の未発育卵が含まれていた。

虫卵投与後 5～16 時間および 16～24 時間に排泄された糞便に未発育卵 19 個および幼虫形成卵 7 個が検出された。検出された幼虫形成卵 7 個のうち 5 個は 35℃ に加温すると卵内幼虫に運動が認められ、その生存が確認された。このことより、投与した生存幼虫形成卵のあるものは孵化せずに排泄されることが判明した (表 39)。なお、幼虫形成卵投与後 1 日～4 日目にも虫体の回収を試みたが、体長が 300～500μm と微細なため完全には回収出来ず、この間の虫体の排泄については十分に説明することはできなかった。

B. 鶏体内発育幼虫の排泄

市販配合飼料給与雞に幼虫形成卵を 1 回投与した場合には、ほとんどの幼虫が発育中に排出または死滅することが示唆されたのでこれを検証するため市販配合飼料を給与した 12 日齡の雞に幼虫形成卵を投与し、投与後 5 日目ごとに虫体を回収することによって、虫体回収率の消長を観察した。

平均虫体回収率は虫卵投与後 10 日目には 57.31% ± 5.20 で

あったが、15日目には6.17%±2.28、20日目には3.59%±1.27に急減した(表40)。そこで投与した幼虫形成卵の平均57.31%が幼虫として回収された10日目から、これが6.17%に低下した15日目までの間の変化についてさらに詳細に観察した。すなわち、同様の雛で虫卵投与後10日から15日目まで連日、虫体の回収を試みた。その結果、13日目の平均虫体回収率は51.91%であったが、14および15日目にはそれぞれ12.35%および6.50%に低下し、13日目から15日目にかけて小腸内寄生虫体が急激に消失することが判明した(表41)。

この回収率の急激な低下の原因が消化管内で幼虫が死滅吸収されるためか、それとも糞便と共に体外に排除されるためかを確かめるため、同様の条件で実験を行い、虫卵投与後11日から18日までの糞便から幼虫の回収を試みた。

虫卵投与後14日目の糞便に虫卵投与11日目の寄生数の49.22%に当る虫体が体外に排泄された。また、実験期間中すなわち虫卵投与後11~18日の8日間に、実験開始時、すなわち虫卵投与後11日目に寄生していた虫体の88.28%が体外に排泄された(表42)。

一方、基礎飼料一配合飼料給与群では、虫卵投与後11日~18日の間に排泄される幼虫数は実験開始時の虫卵投与後11日目の寄生虫体数の63.68%で、市販配合飼料給与群の88.28%に比べて低率であった(表43)。なお、この場合の実験開始時、すなわち感染11日目の寄生虫体数は実験期間中の排泄虫体数および残存虫体数から算定した。また、これらの実験では排泄された虫体の乾燥および腐敗を防止するため糞便が1%のホルマリン液中に落下するように雛を飼育したので排泄時の幼虫の生死は明らかにできなかった。

C. 鶏より排泄された幼虫の外界での生存期間および雛への感染性

幼虫形成卵投与後 13 および 14 日目に排泄された幼虫の生死を明かにするための実験を設定した。

1羽当たり幼虫形成卵 200~300 個を投与した 10羽の雛の糞便を虫卵投与後 13日および 14日目に 2時間毎に採取し、直ちに 30℃に温めた水道水に溶解させることによって排泄された虫体の活性を保持した。この糞便溶解液を 100メッシュのフルイで濾し、残渣中の幼虫を検索した。

回収された 466 匹の幼虫のうち 39.70% は形態的に正常で、34.12% のものには運動性が見られた。このことからかなりの割合の幼虫が生きた状態で排糞と共に排泄されることが判明した(表 44)。

さらに、この虫卵投与後 14 および 15 日目に排泄された幼虫の外界での生存期間について実験した。すなわち、回収した幼虫のうち生存していたものを汲み置いた水道水中に投入するか、または幼虫を含む糞便を水で湿らせた濾紙上に置き、遮光した状態で室温(20~27℃)に放置した。その結果、水道水中では 24 時間後に 29.28% の幼虫が生存していたが、48 時間後には生存しているものは観察されなかった。また、濾紙上では、24 時間後に生存しているものはなかった。このことより排泄された幼虫は速やかに死滅するものと判断された(表 45)。

このように虫卵投与後 14 および 15 日目に排泄された幼虫には、水道水中で 24 時間生存しているものがみられたので、この幼虫が雛に対して感染性があるか否かを実験した。すなわち、虫卵投与後 14 日目に排泄された幼虫を上記の方法で回収

し、運動性がある 100 幼虫を 12 日齢の雛のソ嚢内に駒込ピペットで投与し、5 日後に虫体の回収を試みた。本実験では 4 羽の雛を使用した。回収された虫体はなかった。このことより虫卵投与後 14 および 15 日目に排泄された幼虫は少なくとも経口的には感染力がないものと判断された。なお、対照として鶏の腸管に寄生する幼虫の雛への感染性を知るため、虫卵投与後 12 日目の 7 羽の雛の小腸より回収した幼虫をそれぞれ 3 羽の雛に 1 羽当たり 100 匹経口的投与するか、外科的に十二指腸に注入・移植した。また、虫卵投与後 12 日目の感染雛の小腸を十二指腸から盲腸付着部まで縦に切開し、これを雛 3 羽に対して 1 羽当たり 1 羽または半羽分の幼虫を含む小腸を強制的に経口投与し、7 日後に虫体を回収した。その結果、9 羽の雛のうち 4 羽から 1 ないし 2 匹の虫体が回収され、虫卵投与後 12 日目の小腸内に寄生する幼虫は少数ではあったが、他の雛への感染力を有していた（表 46）。

D. 投与幼虫形成卵数と投与 10 および 11 日目の寄生虫体数

幼虫形成卵投与後 13~15 日に寄生虫体のほとんどが排泄されてしまうことが明らかになったが、この現象が起こる以前の寄生虫体数と投与虫卵数との関係について検討した。

市販配合飼料を給与した 64 羽の雛に 1 羽当たり 102 から 1200 個の幼虫形成卵を投与し、投与後 10 日、11 日および 12 日目に虫体を回収して虫体回収率を算定した。

最小および最大虫体回収率はそれぞれ 8.48% および 59.73% で平均 44.02% ± 1.74 であった。投与虫卵数と回収虫体数の散布図を図 4 に示した。また、投与虫卵数と虫体回収率との相関係数は $r=0.90$ で、強い正の相関が見られた。回収虫体数 y と投与幼虫形成卵数 x との間には最小自乗法によって $y =$

$48.9372 + 0.1141x + 0.0002x^2$ の回帰式が算定された。本実験の成績および回帰式から計算される理論的な回収虫体数を表 47 に示した。

3.4 基礎飼料—配合飼料転換給与法によって作出した鶏回虫感染雛の利用

今回、虫卵の投与から 15 日目まで基礎飼料、それ以後は市販の配合飼料を給与することによって確実に鶏回虫寄生雛が作出できた。このような実験感染雛を使用して駆虫剤などの実験をする場合、虫卵および虫体排泄までの期間、糞便検査の適時および虫体の寄生部位をあらかじめ確認しておく必要がある。そこで作出した鶏回虫寄生雛での鶏回虫の寄生部位、糞便検査のための採糞の適時を知るための虫卵排泄数の日内変動の有無およびパテント・ピリオド中の虫体および虫卵の排泄状況について観察した。

A. 寄生部位

幼若虫体および成熟虫体に分けて観察した。寄生部位の観察には、感染雛の十二指腸起始部から総排泄口上部 1cm までの消化管を 5 等分し、前方より第 1、第 2、第 3、第 4 および第 5 部として、各部に寄生する虫体を計数した。なお、盲腸も検査の対象とした。

幼若虫の場合は、虫体が発育して肉眼で容易に検出ができるようになる虫卵投与後 10 日、11 日または 12 日目に、17 羽の感染雛について観察した。幼若虫は十二指腸起始部以下の部位に検出された。中央の第 3 部に最も多い全寄生虫体数の 45.94% がみられ、第 4 および第 5 部にはそれぞれ 24.63% および 2.46% が寄生し、消化管下部にも寄生が認められた。

成熟虫の場合には、15羽の雛を用い、虫卵投与後35日～40日目に観察した結果、幼若虫の場合と同様に十二指腸部以下の部位に虫体が認められたが、第2部に最も多い64.68%の虫体が寄生し、第3および第4部にはそれぞれ29.85%および2.32%が寄生していたが、第5部には全く見られなかった(表48)。なお、盲腸からは幼若虫および成熟虫とも検出されなかった。

B. 虫卵排泄数の日内変動

春期(4月)自然光下(明5:01～18:17)で、個体別に感染雛の全糞を3時間毎に24時間にわたって採取し、各採取時刻毎の排糞量および排泄虫卵数を測定した。なお、雛を1日当たりの排泄虫卵数(EPD)によって 5×10^4 以下、 $5 \times 10^4 \sim 10^5$ および 10^5 以上の3群に分類し、この3群および全羽について排泄虫卵数の日内変動を解析した。

3時間ごとの排糞量には、どの群でもまた全体としてみても午後5時および午前5時をそれぞれ最高および最低とする日内変動が見られた。一方、全羽についてみた排泄虫卵数は排糞量とその増減が類似していた。しかしながら、群別にみると3時間当たりの総排泄虫卵数(EP3H)が最低となる時刻は全群とも午前5時であったが、最高になる時刻は群毎に異なり、EPD値が小、中および大の群でそれぞれ8:00時、11:00時および17:00時であった。また、EPG値の日内変化もEP3H値の場合と同様の傾向であったが、EPD値が $5 \times 10^4 \sim 10^5$ の群のEPG値は午前8:00時に最大となり、EP3H値の場合とは異なっていた。このように日内の排卵状況は1日当たりの総排泄虫卵数の多少によって異なっていた(表49, 図5-1,2)。

C. パテント・ピリオドにおける虫体および虫卵の排泄

排虫の開始は寄生数が多くなるほど遅延していた。すなわち、5日ごと排泄虫体数でみた場合、最大数の虫体排泄がみられるのは寄生虫体数により異なり寄生虫体数が6匹未満のもの、12匹のものおよび51匹または56匹のものでそれぞれ虫卵投与から36~40日、46~50日および51~55日後であった(表50-1,2)。また、パテント・ピリオドにおける寄生虫体1匹当たりの総排泄虫卵数は、51匹が寄生した多数寄生例および4匹または6匹寄生の少数寄生例よりも、12匹が寄生した中程度の寄生例のほうが多かった。4匹,6匹,12匹および51匹寄生した例での虫卵排泄状況を表51-1,2,3および図5-3に示した。

D. 各発育段階の虫体に対するパーベンダゾールの効果

基礎飼料一配合飼料転換給与により作出した鶏回虫感染雛を用いた試験例として各発育段階の虫体に対する駆虫薬の駆虫効果について実験した。幼虫形成卵投与後5,8,11,15,18,23および32日目に広域駆虫薬パーベンダゾール50mg/kgを1回投与し、投薬後4日間の排泄虫体数および虫卵投与後35または36日目の回収虫体数を調べた。

駆虫率は5,23および32日目の投薬群では100%,15および18日目の投薬群ではそれぞれ51.5%および63.0%,8および11日目の投薬群ではそれぞれ92.6%および98.7%であった。なお、駆虫率の算定法は種々考えられるが、ここでは、殺処分時の無投薬対照群の総回収虫体数と各群の総回収虫体数とから算定した。このように今回の感染雛作出法を応用することによって各発育段階の虫体に対する本剤の駆虫効果を明確にすることができた(表52)。

4 考察

4.1 使用線虫種の同定

動物を用いて実験をする場合、使用動物種を明確にしておくことが必要不可欠である。鶏 *Gallus gallus* の小腸に寄生する中形の線虫としては、*Ascaridia* 属の *A. brasiliensis* (Magalhaes, 1892), *A. compressa* (Schneider, 1866), *A. galli* (Schrank, 1788: Freeborn, 1923), *A. styphlocerca* (Stossich, 1904) および *A. sp.* (Kreis, 1938) が知られている⁵⁹⁾。そこでそれらの記載と今回の虫体の形態とを比較して、その異同を検討した。

食道の形態では、*A. sp.* との間に相違がみられた。すなわち、今回の虫体では食道下部が膨大していたが、*A. sp.* では直線的で、かつ下部の膨大がみられないという。また、雄虫尾部の形態では *A. brasiliensis* および *A. styphlocerca* との間に相違がみられた。すなわち、今回の雄虫体の尾翼は前肛吸盤より上部に始まり、また尾部乳頭数が10対であったが、*A. brasiliensis* には尾翼が記録されていないことおよび *A. styphlocerca* では尾翼が肛門より後にみられ、かつ乳頭数が8ないし9対で、しかも肛門より後部に対にならない乳頭が見られるとされている。さらに、口部の形態では、*A. compressa* および *A. styphlocerca* との間に相違がみられた。すなわち、唇に小歯状隆起がみられる *A. compressa* および小歯が見られない *A. styphlocerca* とは異なり、今回の虫体では唇の縁に散在する小歯がみられた。このように今回の虫体は、*A. brasiliensis*, *A. compressa*, *A. styphlocerca* および *A. sp.* とは形態が異なっていた。一方、*A. galli* の記載と今回の虫体の特徴は一致した。

4.2 本線虫の感染に関する因子

4.2.1 宿主に由来する要因

A. 虫卵投与時宿主日齢と虫体回収率

鶏回虫に対する年齢抵抗性について、Ackert, Porter and Beach⁶⁾は、年齢の異なる鶏に1羽当たり50ないし300個の鶏回虫の幼虫形成卵を投与し、3週間後に回収した虫体の大きさが宿主の加齢に従って小さくなること、および回収される虫体数が減少することより、その存在を証明している。また、Tongson and McCraw^{79,80)}は、鶏の年齢と鶏回虫感染との関係を知るために行った実験で、より年齢の進んだ雛から回収した幼虫は、孵化直後の雛からのものに比べて発育がほとんどみられないことから、鶏には本線虫に対して年齢抵抗があると結論している。一方、Akhmedova¹⁰⁾は、統計学的に宿主の年齢と鶏回虫の寄生数を検討した結果、成鶏より2カ月齢の雛の方が寄生虫体数が多いことより年齢抵抗があるとしている。この年齢抵抗性を引き起こす原因の一つとして Ackert, Edgar and Frick⁵⁾は宿主動物の加齢に伴って増加する Goblet cell の存在を挙げている。今回、市販配合飼料を給与した初生、14日および70日齢の雛を用いて日齢の相異による本線虫感染の難易を観察した結果、初生雛群の平均虫体回収率(1.30%)は他群のものに比べ高かったが、虫体の回収されない雛が70%(7/10)に達し、初生雛はより年齢の進んだものに比べ感染が特別に容易に成立するわけではなかった。このように年齢抵抗が最も弱いと考えられる初生雛を使用しても市販の配合飼料を給与した場合には虫体回収率が低く、また感染の見られないものが半数以上に達したことより、この飼料の給与は年齢抵抗の検出には適当ではないと結論された。一方、基礎飼料一配合飼料転換給与した場合には、感染に使用した雛の日齢に反比例して回収虫体率が減少し年齢抵抗が

明瞭であった。

B. 給与飼料の量および質と虫体回収率

a. 給与飼料の量

飼料の摂取量と虫体回収率との関係についての報告はないようであるが、市販配合飼料の給与量を自由摂取量の30%にまで制限した雞を用いて感染実験をしても虫体回収率の改善は見られず、制限給餌の効果は見られなかった。このことより、鶏回虫の寄生に影響をするものは単純な栄養素の量の問題ではなく、飼料の各栄養素間のアンバランスまたはある特殊な成分の量ではないかと推定された。

b. 給与飼料の質

給与飼料の質が本線虫の感染に影響することが数名の研究者によって報告されている。すなわち、本線虫寄生におよぼすビタミン類の影響について、ビタミンA欠乏^{7, 22, 53, 65)}およびビタミンB群の欠乏⁴⁾が本線虫の寄生を容易にし、葉酸の添加は寄生を抑制⁶⁹⁾するが、ビタミンDは本線虫の寄生に関与しない⁸⁾という。また、蛋白質では蛋白源としてミート・ミールまたはピーナツ・ミールを単独で給与したものよりミート・ミールと脱脂粉乳を組み合わせて給与した場合³⁾、蛋白質含有量が多い飼料を給与した場合^{67, 68)}蛋白源として純植物性のもののみを給与した場合よりこれに aureomycin とビタミンB₁₂ を添加したものを給与した場合³¹⁾に虫体回収率または虫体数が少ないとしている。また、緑餌を毎日2オンス給与することによって鶏回虫の感染が予防できるという報告⁶⁵⁾もある。これらのことは飼料中のビタミン類および蛋白質の量および質などが鶏回虫の感染に影響することを示唆している。

c. 基礎飼料の効果

蛋白源として純植物性のものを給与すると高い鶏回虫の虫体回収率が得られることが Hansen, Norris and Ackert³¹⁾ および Dubinsky, Lestan and Rybos²⁴⁾によって報告されている。また、本線虫の寄生が多かったとされる昭和 10 年発行の養鶏の手引書⁴⁷⁾によると、昔時、給与飼料として小米や粟を単独で使用し、これに緑葉類を加えた程度のものが使用されていたと記述されている。そこで今回の実験では給与飼料を粃米、アワおよびヒエを重量比で 2:1:1 に混合した穀物のみよりなる基礎飼料とし、これを虫卵の投与から 32 日後の虫体の回収まで給与した 12 日齢の雛を用いて感染実験を実施した。その結果、対照とした市販配合飼料給与群では実験に用いた 4 羽全てから虫体が回収されなかったが、基礎飼料給与群では 8 羽全てから虫体が回収され、その平均虫体回収率は 45.8% と高く、かつ雛ごとの変動が小さかった。この基礎飼料のみの給与でも鶏回虫が成熟するまでに必要とする期間すなわち 32 日間感染雛を維持することはそれほど困難ではなかったが、実験期間中の 1 羽当たりの平均増体量は対照とした市販配合飼料給与雛の平均増体量 349.4g の約 1/13 の 26.8g にすぎず、この面での改善が必要と考えられた。

上記実験では基礎飼料を粒状のまま給与したが、通常幼雛への給与飼料は消化吸收を促進するために粉末である。そこで基礎飼料を粉末化することによって、養分の吸収を改善して雛のより多くの増体を期待した。しかしながら、粉末化した基礎飼料の給与では虫卵投与後 23~25 日目に実験雛 4 羽全てが斃死し、感染雛の維持が困難であった。また、斃死時の虫体回収率が対照とした粒状の基礎飼料給与群より劣ったことより基礎

飼料の粉末化は不適當と判断された。粉末化した基礎飼料の給与では感染雞の維持が困難であることおよび虫体回収率が低い理由は定かではないが、より高い虫体回収率を得ることおよび感染雞の増体を改善する目的から逸脱するためこれ以上の追及はしなかった。さらに感染雞の増体を改善するため、基礎飼料の給与期間について検討した。

基礎飼料の給与期間が短縮できれば実験雞の維持がより容易となり、またより多くの増体も期待される。そこで市販の配合飼料と基礎飼料の給与期間を種々に組み合わせた場合の虫体回収率を観察した。その結果、基礎飼料を虫卵の投与から15日目まで給与した群では全実験期間基礎飼料を給与した群より虫体回収率が高いことが判明した。また、この基礎飼料給与期間の短縮によって平均増体量が27.0gから84.4gに増加し、増体効果がみられた。このように鶏回虫の幼虫形成卵を投与した雞に、基礎飼料を虫卵の投与から15日間給与すれば高い成熟虫の寄生率が安定して得られることが明らかとなった。次にこの基礎飼料—配合飼料轉換給与がより日齡の進んだ雞に対しても効果があるか否かを検討した。

対照とした配合飼料のみを給与した雞では、28および56日齡群からは虫体が回収されなかった。一方、基礎飼料—配合飼料轉換給与では56日齡群の全羽から虫体が回収され、本給与法の効果は日齡の進んだ雞でも見られた。しかしながら、基礎飼料—配合飼料轉換給与でも使用雞の日齡の増加とともに虫体回収率が急激に低下し、配合飼料の給与では検出されなかった年齢抵抗性が明らかとなった。このことより、基礎飼料—配合飼料轉換給与により人工感染雞を作出する場合、より日齡の若い雞を使用する必要があることを示しているが、実用上は雞の

大きさおよび特別な加温の必要が無くなる 2 週齢の雛を使用するのが便利である。また、本実験では 12 日齢の配合飼料給与群の平均虫体回収率が 7.21% と高かったが、これは冬期無加温で実験を行ったため、幼雛には寒冷ストレスがより強く作用したためと推定された。

d. ポスト・ハーベスト

市販配合飼料給与雛で虫体回収率の低い原因の一つとして構成原料の穀物に使用されるポスト・ハーベストの作用が考えられる。しかしながら、市販配合飼料の主要原料の一つである黄色トウモロコシのみを給与した群 (1) での虫体回収率が 31.72% であったことより、市販配合飼料の構成原料に使用されたポスト・ハーベストは、本線虫の寄生に強い作用をおよぼしてはいないと判断された。

e. 飼料中の脂溶性成分

飼料中のビタミン A を含む脂溶性成分の効果を検討するため、基礎飼料に脱脂または未脱脂の市販配合飼料を添加したものを給与した群と基礎飼料給与群を用いて投与虫卵数と回収虫体数との関係について実験を行った。なお、魚粉または脱脂粉乳を添加給与群、基礎飼料給与群および市販配合飼料給与群を対照とした。その結果、虫体回収率は脱脂および未脱脂の市販配合飼料、脱脂粉乳および魚粉の各 5g 添加群と基礎飼料給与群との間に統計学的に有意差が見られ、これら全ての添加群で虫体回収率が有意に低下した。なお、対照とした市販配合飼料給与群の虫卵投与から 16 日目までの 1 羽 1 日当りの平均採食量は 20.98g でその 5g は約 25% に相当した。これらのうち、脱脂粉乳添加の効果は Ackert and Beach³⁾ の成績と一致していた。また、脱脂、未脱脂を問わず市販配合飼料の 5g の添

加給与で寄生率が低下したことより、ビタミンAを含む脂溶性成分の欠乏が本線虫の寄生を促進することはないと判断され、これまでの報告とは異なっていた。なお、低ビタミンA飼料を摂取している雌鶏に由来する卵から孵化した雛にビタミンAの含まれない飼料を給与すると、第1週の最後には欠乏症状が発現するが、高レベルのビタミンAが含有または添加されている飼料を給与されている雌鶏に由来する雛は、たとえビタミンA欠除飼料を給与しても6~7週齢になるまでは欠乏症状を発現しないといわれる⁷¹⁾。現在、種鶏に給与されている飼料は充分量のビタミンAが添加されていると考えられ、今回の実験に用いた12~27日齢時の基礎飼料給与期間中にビタミンAが著しく欠乏するとは考えにくい。このこともビタミンAが鶏回虫の寄生に強い影響をおよぼしておらず、むしろ飼料中の脂溶性成分以外のものが鶏回虫の寄生に強く関与していることを示唆している。

f. 給与飼料の脂溶性以外の成分と虫体回収率

飼料の構成原料を多くした場合、またアルファルファ・ミールおよび魚粉を混合した場合に虫体回収率が低下した。この結果は、Ackert and Beach³⁾の、蛋白源として脱脂粉乳とミート・ミールをそれぞれ1.22%添加給与した群ではミート・ミールまたは、ピーナッツ・ミールの1.22%単独添加群よりも寄生数が少なかった成績と類似していた。また、アルファルファ・ミールの特徴は、ほとんどの植物性飼料原料に比べカルシウム含有量が1.43%と多いことであり、鶏回虫の感染と飼料中のカルシウム量との間に一定の関係があることを暗示していた。さらに、保存が悪くコクゾウムシが100gに平均230匹発生した粃米を原料とした基礎飼料給与群と、昆虫発生のない基礎飼

料給与群の平均虫体回収率はそれぞれ 5.78% および 24.50% で両者間に統計学的に有意差 ($p < 0.05$) が見られた。昆虫は、鉍物質に富んでおり^{28,68)}、また、ハツカネズミにとって昆虫が鉍物質源として特に重要であることが報告されている⁹¹⁾。すなわち、雞は粃米に発生した昆虫を摂取することによって効率的に鉍物質を摂取し、その結果、鶏回虫の寄生数が減少したものと推定された。

アルファルファ・ミールおよび昆虫発生飼料の給与群で寄生虫体数が減少したことは、無機質を添加した飼料を給与することによって本線虫の寄生数が減少する可能性を示していた。また、飼料の各成分の含有量と回収虫体数との関係では、カルシウムおよびメチオニン量と回収虫体数との間に負の相関がみられ、虫体回収数と飼料中のこれらの含有量との間には関係があることを示唆している。

g. カルシウムおよびメチオニン添加の効果

メチオニン給与群と無添加飼料給与群の平均虫体回収率には差が見られなかった。一方、無機質では平均虫体回収率は CaCO_3 を添加した群にのみ対照群との間に強い有意差が見られ ($p < 0.001$)、炭酸カルシウムの給与が鶏回虫の寄生を減少させることが判明した。 CaCO_3 と他の無機質を組み合わせることで給与したものである、 NaCl または KCl をさらに添加した場合に虫体回収率の低下が著しかったが、この両者をともに添加したものである虫体回収率の低下が少なかった。この理由は明らかではないが飼料中の Cl^- 量が必要以上に増加した可能性も考えられる。また、 CaCO_3 と共に NaCl と K_2PHO_4 を添加した群での虫体回収率がカルシウム単独添加の場合と同程度であったことより、 Na^+ と K^+ を組み合わせた効果はないものと推定された。飼

料中の鉍物質が鶏回虫の寄生におよぼす影響について Gaafar and Ackert²⁷⁾が報告しており、低リンおよび低カルシウム飼料の給与は正常の飼料を給与した雛より寄生虫体数が少なく、また虫体も小さいが、マグネシウムの場合は鶏回虫の寄生になんら関与しないという。また、Deo and Srivastava²²⁾はカルシウム欠乏飼料給与雛では寄生虫体数が有意に多いことを報告している。このように給与飼料中のカルシウム量の本線虫寄生におよぼす作用については報告者によって結果が異なっている。しかしながら、Gaafar and Ackert²⁷⁾が低カルシウム飼料としたものは黄色トウモロコシ、オーツ麦、ソイビーンオイル・ミール、ブルード・ミール、小麦、リバー・ミールおよびコーングルテン・ミールをそれぞれ 5, 8, 6, 2, 20, 8 および 5 の重量比で混合したもので、この他にビタミン類が添加されている。また、正常飼料としたものは、これにさらに CaCO_3 が添加されている。このように彼等が低カルシウム飼料として使用した飼料には、 CaCO_3 は添加されていないが、その飼料中のカルシウム量を、日本標準飼料成分表 (1987 年版)⁶⁴⁾に従って、また表中に記載されていない成分については類似のものに読み換えて計算してみると 0.80% 含有されていたことになる。日本飼養標準：家禽⁶³⁾によると雛のカルシウム要求量は 0.8% とされており、今回の計算では彼等の給与飼料が特に低カルシウム飼料とは言いがたく、このような試験の飼料としては不適當と判断された。したがって、彼等の低カルシウム飼料が鶏回虫の寄生を減少させるとした判断は誤まっている可能性がある。

このように給与飼料中のカルシウム量が鶏回虫の寄生に強く関係することを指摘できたが、基礎飼料に必要量のカルシウムを添加したのみでは配合飼料の給与または基礎飼料に魚粉

を 20% 添加した場合ほどには虫体回収率が低下しなかった。この差は、カルシウムとそれ以外の成分、例えば粗蛋白質含量などとの組み合わせによる複合的な効果によるものと考えられた。

伊藤⁴⁷⁾は一般的な育雛飼料配合例としてトウモロコシ、フスマ、胴鯨、コウリャンおよび生飴粕をそれぞれ 30, 20, 5, 30 および 15 の重量比で混合したものを挙げている。日本標準飼料成分表⁶⁴⁾に記載されていない胴鯨および生飴粕をそれぞれフィッシュミール (cp60%) および糖蜜に読み変え、この飼料中のカルシウム量を計算すると 0.42% となり、幼雛のカルシウム要求量 0.8%⁶³⁾ の約半分にすぎない。また、0.42% のカルシウム量は今回の実験群のうち平均虫体回収率が 6.83% ± 1.44 であった群 6 のカルシウム含量 0.40% に近似し (表 35-5)、伊藤の育雛飼料は現在用いられている配合飼料よりカルシウムの含有量からは、はるかに鶏回虫が感染し易い飼料であったといえる。往年、鶏回虫の寄生が多かった理由の一つにはこのような成分構成の飼料の使用があったことが考えられる。

C. 感染雛の飼育環境

a. 感染の季節および雛の体温と虫体回収率

虫体回収率は他の季節に比べ冬期 (2 月) の感染で高い傾向であったが、季節間の統計学的な有意差は検出されなかった。また、Dubinsky, Leatan and Rybos²³⁾ は、本線虫の回収率には季節による有意差は見られないが寄生虫体が冬に多く春および夏に少ない傾向があることを報告している。この原因の一つとして鶏は恒温動物ではあるが冬期体温が微妙に変化するのではないかと推定し、感染雛の体温と虫体回収率との関係につ

いて実験した結果、冬期の平均体温は夏期のものより 0.18°C 低かった。しかしながら、平均体温と虫体回収率との間には特定の関係が見いだされなかった。一方、虫卵の投与から 15 日目までの日平均積算体温が約 630°C の雛に寄生が多く、 632.2°C とこれより高くてもまた 628.5°C と低くても虫体回収率が低かった。変温動物では異なる発育相あるいは段階を経過するのに必要な日平均積算温度が種によってある範囲内にあることが知られている²⁶⁾。このことは、恒温動物である鶏に寄生する変温動物である鶏回虫でも発育のある段階を経過するには一定の熱量を必要とする可能性があることを意味している。鶏回虫の生活史の一段階として組織内侵入期があり、その期間は投与虫卵数によって決まる³⁷⁾とされている。この期間が日平均積算体温によっても影響されるとすると、日平均積算体温が低い場合には組織内の発育に、より長い期間を必要とすることを意味しており、これにより強度な宿主の反応を引き起こし幼虫排泄の原因となるものと推定された。一方、日平均積算体温が高い場合にも寄生が少なかったが、高い体温の持続は鶏回虫の発育に阻害的に作用するのではないかと推定された。このことは、環境温度の虫体回収率におよぼす影響を観察した実験で、虫体回収率が改善されるはずの基礎飼料給与雛でも高温 (32°C) 下の飼育では虫体回収率が有意に低下したことによっても裏付けられた。

b. 感染雛の飼育温度と虫体回収率

初生雛の体温調節能力は極めて弱く、初生時の環境温度を $31\sim 33^{\circ}\text{C}$ とし、3 日目頃から 1 週間に $2.5\sim 3.0^{\circ}\text{C}$ ずつ下げ、5 週齢で 20°C とするのが望ましいとされている⁷⁸⁾。これより、感染に用いた 12 日齢の雛の飼育温度は 25°C 程度が必要とされ

ることが計算される。市販配合飼料を給与した群で $25^{\circ}\text{C} \pm 1$ を中心に高温ストレス ($32^{\circ}\text{C} \pm 1$) および低温ストレス ($7^{\circ}\text{C} \pm 3$) の3段階の温度でそれぞれ複数羽を1ケージに収容した場合と1羽ごと飼育した場合について検討した。

高温下での群飼育群は環境温度が高過ぎたのが原因で実験終了までに5羽中4羽が斃死し、データが得られなかった。 7°C での飼育では、単独飼育雛でも隙間風が入らなければこの温度に耐え斃死することはなかったが、群飼育のものでは尻突きの悪癖の被害を受けたものが37.5% (3/8)の雛にみられた。 32°C 単独飼育群および 25°C の群および単独飼育群では、虫体回収率に変化は見られなかった。しかしながら、 7°C の飼育では、群および単独飼育群とも平均虫体回収率がそれぞれ27.0および30.3%に増加し、市販配合飼料給与でも感染雛を低温環境下で飼育することによって虫体回収率が改善された。一方、基礎飼料一配合飼料転換給与群の低温下での飼育では実験雛10羽全てが虫卵投与から7日以内に斃死し、データが得られなかった。また、 25°C では投与虫卵数の平均22.7%が成熟虫体として回収されたが、 32°C では平均虫体回収率が投与虫卵数の7.5%にまで低下し、しかも実験雛5羽のうち1羽からは虫体が回収されず、高温下で飼育した場合には基礎飼料一配合飼料転換給与群でも虫体の回収率が有意に低下した。このように寒冷ストレスが本線虫の寄生を容易に、また高温ストレスが本線虫の寄生を抑制することが判明した。しかしながら、感染の季節が虫体回収率におよぼす影響を自然温度下で検討した実験では、冬期(2月)に環境温度が $2.3\sim 13.0^{\circ}\text{C}$ であったのにもかかわらず平均虫体回収率は3.38%と低かった。すなわち、この実験では1群10羽での群飼育であったため雛が密集し、互いに

保温され、寒冷の影響が少なかったのが原因ではないかと推定された。このように寒冷ストレスを付与した感染雛での鶏回虫の感染率は変動が大きく、また厳密な温度管理および低温に耐えるための充分量の給餌を必要とし、これらを怠った場合には実験雛全羽が容易に斃死した。

D. 免疫抑制剤の投与と虫体回収率

Johnson, Hansen and Nassar⁴⁹⁾は免疫抑制剤のうち cortisone, cortisol, 9- α -fluorohydrocortisone, 2-methyl-9- α -fluorohydrocortisone, prednisone, prednisolone, 6-mercaptopurine, 2,6-dia-minopurine, 6-thioguanine, 5-bromodeoxyuridine, 5-fluorouracil, methotrexate, chlorambucil, actinomycin D は鶏回虫感染を容易にしたが類似の薬理作用を持つ他の薬剤では効果のなかったことを報告している。今回、彼等が効果があるとした prednisolone および効果がないとした azathioprine を経皮または経口投与した雛を用いた感染実験では、各群とも、使用した5羽の内1ないし2羽から1~5匹の虫体が回収されたのみで無処置のものと変わらなかった。これらのことより、免疫抑制剤の投与によって必ずしも鶏回虫の感染がより容易になるものではないと判断された。

以上の宿主側要因からみた諸実験の結果から、鶏回虫を12日齢の白レグ系の雄雛に感染させ、より多数の成熟虫を安定して得るためには次のような条件を満たせばよいと考えられる。1. 飼育温度を7°C \pm 3にして寒冷ストレスを与える。2. 穀物だけからなる飼料を虫卵の投与から15日目まで給与する。しかしながらこれら条件を与えた場合、次のような不利な点がある。寒冷ストレス下での飼育は雛への負担が大きく尻突きの悪癖が出やすく、温度管理を厳重にしないと斃死する個体が多く実験群が全滅しやすい。また、冬の一時期以外は環境温度を下げる

必要がある。穀物のみからなる飼料を給与した場合には実験期間中の雞の増体量が少なく、かつ投与虫卵数が1羽当たり250個を超過すると、虫体成熟時すなわち虫卵投与後25日以降に虫体による腸閉塞によって斃死する個体がでるので投与虫卵数に注意する必要がある。これらの事を考慮に入れ、鶏回虫の成熟虫体が多数寄生した雞を最も容易にかつ安定して得るには12日齡の雞を用い、虫卵の投与から15日まで穀物のみよりなる飼料を給与し、それ以後抗蠕虫薬未添加の市販配合飼料を給与すればよい。この際、投与虫卵数を正確にするため寒天片上の幼虫形成卵を計数し、寒天片ごと投与することが望ましい。飼育温度は、通常の動物飼育室の温度すなわち20~25℃でよい。なお、Daraski²¹⁾は、鶏の品種では体重の軽い種の方が体重の重い種より、また雄の方が雌より感染し易いとしているので、鶏回虫の人工感染には採卵鶏(白レグ系)の雄雞を用いるのが適当である。また、高温下での飼育は、全ての場合に本線虫の寄生に不利に作用する。

4.2.2 寄生虫に由来する要因

A. 外界での幼虫形成卵の發育に要する期間および保存期間
鶏回虫が感染するには、排泄された虫卵が宿主体外で一定の發育をし、卵内に幼虫を形成することが必要である^{2,44,59)}。外界での虫卵の發育条件として重要なものは温度、湿度および培養期間である。Ackert (1931)²⁾は深さ3mmの蒸留水中で虫卵が幼虫を形成するのに30および33℃ではそれぞれ16日および10日を必要とするとしている。また板垣⁴⁴⁾は、7月(気温:18.5~30.5℃)に行った観察で、5%以下の濃度のホルマリン水中では10日間で卵内に幼虫が形成されるが、最も感染力が強いのは幼虫形成後10日前後であるとしている。今回、25℃で

16日間培養した虫卵およびこれを室温に30日間放置したのち雞に投与した場合の平均虫体回収率がそれぞれ16.44%および15.19%であったことより、25℃16日間の培養で幼虫形成を完了したものと判断した。この成績は、Ackert²⁾および板垣⁴⁾とほぼ一致していた。

鶏回虫の幼虫形成卵は好適な条件下では約2カ年生存するが、戸外での生存は普通6~10カ月間とされている⁸⁾。また、Matta⁵⁾は、6カ月間自然温度下に置いた幼虫形成卵は投与虫卵数の2%以下しか孵化しないとしている。このように本線虫の幼虫形成卵は、自然温度下では比較的すみやかに活性が低下することが知られている。虫卵の保存期間と感染との関係を観察した今回の実験では、90日以上保存した場合に室温下のものと4℃とのもの間に統計学的に有意差($P < 0.01$)が見られ、室温で90日以上保存したものは4℃で同期間保存したものに比べ活性が著しく低下することが判明し、これまでの成績と同様であった。また、4℃および室温のいずれで保存しても保存期間が長くなるとプリパテント・ピリオドが延長する傾向があり、特に室温保存の場合に著しかった。これは、虫卵内幼虫の活性が保存によって次第に低下したためと推定された。4℃で保存すると180日目まではほとんどの場合、著しい虫体回収率の低下は見られなかった。しかしながら、4℃で180日間保存したものの虫卵投与後10日目の平均回収率が1.02%であった場合があり、虫卵を4℃で保存した場合でも5カ月程度で継代することが望ましいことが判明した。

B. 市販配合飼料給与宿主体内での発育

鶏回虫の鶏への感染は幼虫を形成した虫卵、すなわち幼虫形成卵を鶏が経口的に摂取することによって成立する^{1,2,44,59)}とさ

れている。Ackert²⁾は、小腸上部で孵化した幼虫はその後 10 日間は十二指腸後半部の絨毛間に寄生し 10 日目以降絨毛間や粘膜内により深く侵入してリベルキューン腺を破壊し出血を起こさせるが、18 日目には消化管腔内に再度遊出し、その状態で成熟するまで発育するとしている。また、板垣⁴⁾は経口的に雞の体内に取り込まれた本線虫の幼虫形成卵は、筋胃の機械的な作用によって孵化し、消化管以外の諸臓器に移行することなく発育し、中間宿主は必要ないと結論している。しかしながら、このように直接発育することが知られている本線虫の幼虫形成卵を実験的に投与しても寄生する虫体数には雞ごとに大きな変動があり、一定しないことも古くから知られている⁸⁾。すなわち実験的に投与した幼虫形成卵数と寄生虫体数との関係は負の 2 項分布に一致⁶⁾し、また同一齡の鶏群を同一条件下で飼育した場合の本線虫の寄生虫体数も、負の 2 項分布に一致⁵⁾することが報告されている。これらのことは、雞に一定数の幼虫形成卵を投与しても、また自然状態で雞に虫卵を自由に摂取させた場合でも、得られる寄生虫体数は雞個体によって変動が大きく、特定の雞に寄生が集中することを示している。しかしながら、これらの実験雞および育雞には配合飼料が給与されている。

今回の実験でも市販配合飼料を給与した 12 日齡の雞 200 羽に本線虫の幼虫形成卵を投与した場合、投与虫卵数と成熟虫体の回収率との相関係数は $r=-0.03$ となり、両者間に相関は見られなかった。また、1 羽当たりの最大寄生数は 38 匹であったが平均虫体回収率は 3.75% と低く、しかも 75 羽の雞が無寄生、また 1 匹寄生のものが 25 羽におよび、無寄生のものおよび単数寄生のものが半数を占め、寄生虫体数は雞ごとに大きく

変動した。一方、基礎飼料—配合飼料転換給与群 51 羽では、成熟虫体の見られない雛はなく、その平均回収率は 31.90% であった。しかしながら、給与虫卵数と虫体回収率との相関係数は $r=0.043$ で、市販配合飼料給与雛の場合と同様、両者間に相関は見られなかった。すなわち、実験雛 1 羽当たりの給与虫卵数が 104~416 個の場合には給与虫卵数に関わらず寄生数が雛 1 羽当たり 54.3 匹に収束した。虫卵給与後の雛体内の寄生虫体数の変動について、Curca, Purcherea and Caprarin²⁰⁾は、100 日齢の雛で幼虫形成卵給与後 13 日目には多数の幼若虫が腸管腔に見られたがその後減少したことを報告し、また Birova Volosinivicova¹⁵⁾ は、虫卵給与後 10~14 日目に回収虫体数が最大に達したが、13~15 日目には急減したと述べており、共に幼虫形成卵給与約 2 週後に急激に寄生虫体数が減少すると結論している。しかしながら、発育途中で消失した虫体の運命については触れていない。この現象を再検討する目的で行った実験では、幼虫形成卵給与後 5 日毎の虫体回収率をみたが、虫体回収率は給与 10 日目には 57.3% と高率であったが、15 日目には 6.5% に減少しこれまでの報告と同様であった。この回収虫体数減少の原因は糞便からの虫体回収実験の結果より虫体が雛体外へ排泄されるためであることが判明した。雛より排泄された幼若虫の多くは生存しており、排泄後 24 時間目でもその 29% が生存していたが雛への感染性は見られなかった。一方、虫卵給与後 12 日目に消化管内から回収した幼若虫はわずかではあるが経口給与により感染が成立した。これらのことは、体外に排泄された幼若虫はたとえ感染力があったとしても重要な感染源とはなり得ないことを示している。

給与した虫卵の孵化率を知るために行った実験で生存幼虫形

成卵でも孵化せずに排泄されるものが少数みられた。成鶏では普通の配合飼料を給与すると 2.5 時間後に排泄され始め、3～4 時間で全量の 80%、7 時間で全部が排泄されるという⁷⁸⁾。また雌の場合には摂取された飼料は 150 分後に総排泄孔に達し、全てが排泄されるのは 16～26 時間後であるという^{19,36)}。このように摂取した飼料の排泄は雌の方が遅く、本実験では虫卵が摂取後 8～24 時間にかけて排泄されたこと、またマーカ―とした木炭末およびガラス球が 24 時間後に採取した糞便からも検出されたことより、摂取された飼料の雌体内での滞留時間は正常で、虫卵も十分な消化作用を受けたと判断された。これらのことより、一部の虫卵が孵化せずに排泄されたは理由は、雌体内に滞留する時間が短かく、化学的および機械的な消化作用を十分に受けられなかったためではないと判断された。

虫卵投与後 1～4 日目の虫体は微小で完全に回収されなかったため、この間の排虫の状況を明らかにできなかった。しかしながら、市販配合飼料給与雌での、虫卵の孵化率および 5 日目の虫体回収率がそれぞれ 97.7% および 59.6% であったことより、孵化した幼虫の約 40% がこの間に排泄されたものと推定された。一方、虫卵投与 5 日目および 10 日目の平均虫体回収率がそれぞれ 59.6% および 57.8% であったことより、この間の排虫はほとんどないと推定された。一方、基礎飼料—配合飼料転換給与群では虫卵投与後 11～18 日目の間に糞便内へ排泄される幼虫数は投与虫卵数の平均 45.0% で、市販配合飼料給与群でのこの期間の平均排虫率 42.7% と統計学的に有意差 (*t*-test) が見られなかった。しかし虫卵投与後 19 日目の虫体回収率はそれぞれ 25.7% および 5.7% で両者間に統計学的に有意差 ($P < 0.001$, *t*-test) が見られた。このことは、市販配合飼料給

与群では虫卵投与後 10 日目までの排虫数が基礎飼料—配合飼料転換給与群より多いことを示しており、孵化がうまく行かなかったものおよび寄生に適さない虫体がより早期に排泄されてしまうためと推定された。

このように投与した虫卵のほとんどは孵化するが、孵化した幼虫は投与後 1~4 日目および 13~15 日目に多数が排泄されることが判明した。この排虫が起こる原因は時期により異なり、1~4 日目の排虫は卵内幼虫の活性が不十分なために、また 13~15 日の場合は、感染後 10~17 日の幼若虫が体前半部を粘膜内に穿入させて寄生している²⁾ ことから判断して宿主の反応によって起こるのではないかと思われた。

このように市販配合飼料給与雛でも虫卵投与後 10 および 11 日目における虫体回収率と投与虫卵数との間には強い正の相関が見られ、その相関係数は $r=0.90$ であり、負の 2 項分布をする成熟虫体の場合^{55,62)} とは異なっていた。投与虫卵数に対する虫卵投与後 11 日目の回収虫体数を最小自乗法によって 2 次式に当てはめると $y = 48.9 + 0.1x + 0.0002x^2$ となり、この時期に幼虫数を計数することによって摂取または投与した虫卵数を推定することが可能である。

C. 幼虫形成卵の少数連続投与と虫体回収率

Ikeme³⁸⁾ は 14 日齢の雛に 10 または 1000 個の幼虫形成卵を 6 週間にわたって連日投与した場合、1000 個投与群では虫体は回収されなかったが、10 個投与群からは成熟虫体が回収されたことを報告している。自然状態では雛は一度に多数の虫卵を摂取するのではなく、少数の虫卵を連続して摂取するものと考えられる。これらのことより、少数の幼虫形成卵を連続して投与することによって本線虫の宿主体内での発育がより容易に

なることが推定されたので、少数の虫卵を連続投与した場合について検討した。すなわち、5~40個の幼虫形成卵を12日間にわたって合計175~213個投与した雛5羽の最終投与から32日目の平均虫体回収率は13.10%であった。一方、183~283個の幼虫形成卵を1回に投与した雛7羽の、虫卵投与から32~35日後の平均虫体回収率は2.12%で、両者間には統計学的(COHRAN-COX TEST)な有意差($P < 0.05$)が見られ、少数連続投与によって感染が容易になることが判明した。

4.3 生態学的要因

A. 伝播における集積・移動宿主の検討

a. シマミミズ

鶏回虫は中間宿主を必要とせず、直接発育する^{2,44)}が、実験的に幼虫形成卵を投与しても容易には感染しないこともまた知られている⁸⁶⁾。濃感染地帯での本線虫蔓延の理由の一つとして角田⁸⁶⁾は本線虫の伝播にミミズが関与することを示唆している。また、昆虫および節足動物などの小動物に摂取された本線虫の幼虫形成卵がその体内で孵化することは数種のミミズやバッタなどで知られている。Jacobら⁴⁸⁾は、バッタに摂取された幼虫形成卵はバッタの消化管内で孵化し、6日間は消化管内に生存し鶏への感染性を持っているとしている。また、ミミズのこの作用については、相反する結果も報告されている。すなわち、シマミミズに摂取された幼虫形成卵は孵化はするが48時間以内に排泄されるとしたAugustine and Lund¹³⁾の報告およびシマミミズ体内で孵化した幼虫は組織内に侵入し、そこで発育をするとしたGurchenko^{29,30)}のなど報告である。このようにGurchenkoの報告以外は、バッタおよびミミズ類の体内で孵化した幼虫は短期間内に排泄または活性を失ってしまい、これらの小動物が集

積または移動宿主にはなり得ないことを示している。今回の、18種の土壤動物または昆虫に鶏回虫の幼虫形成卵を摂取させた実験の結果、陸産貝類では孵化したものはきわめて少数であったが、全ての土壤動物の消化管内で鶏回虫の幼虫形成卵が孵化した。しかしながら、オナガササキリおよびヤスデ類を除いて24時間後にはこれらの体内から鶏回虫の幼虫は回収されなかった。また、3日後には幼虫はヤスデ類の体内からは回収されたが、オナガササキリの体内からは回収されなかった。このことは、ヤスデ類の体内でのみ鶏回虫の幼虫が長期間にわたって生存する可能性を示唆した。

シマミミズと鶏回虫の関係をさらに詳細に観察したところ、シマミミズ体内でほとんどの幼虫形成卵が孵化したが、未発育の遊離幼虫は5日目までしか回収されなかった。しかし、ミミズ体外に排泄された幼虫が外界で長期間生存し、強い感染力を保持するならばミミズは鶏回虫の伝播に有効であるといえる。今回の実験ではミミズより排泄された鶏回虫幼若虫は汲み置いた水道水中では、3日間で全てが死滅し、外界での生存期間は短いことが判明した。また、Hansen, Terhaar and Turner³²⁾は幼虫形成卵の卵殻を取り去ったて得た幼虫および人工的に孵化させた幼虫をそれぞれ雞に投与すると、虫卵投与の場合に比べて回収虫体数が少ないことを報告している。そこで、シマミミズより排泄された幼虫と幼虫形成卵の感染力を比較したところ回収虫体率はミミズから排泄された幼虫を投与した場合と幼虫形成卵を投与した場合とでは差が認められず、ミミズより回収した幼虫は人工孵化幼虫とは異なり感染力の低下はなかった。

以上の結果は、Augustine and Lund¹³⁾の報告を支持するものであった。すなわち、シマミミズはその体内で孵化した鶏回虫の

幼虫を短期間で排泄し、しかもこの幼虫は外界では短期間で死滅するので、シマミミズは鶏回虫の伝播には有効に作用せず、むしろ結果的に鶏回虫の幼虫形成卵の生存期間を短縮させる作用、すなわち環境浄化作用があると考えられた。

b. ヤスデ類

オビヤスデの消化管内で孵化した鶏回虫の幼虫は、消化管壁を穿孔して体腔に侵入した後、後腸起始部に宿主に由来する嚢状物に覆われて寄生することが判明した。この被嚢状態の幼虫を水道水中に取り出すとほとんどの幼虫が数分以内に運動を再開し嚢内から脱出した。このことは体腔から回収された5匹は回収作業中に嚢内から脱出したものであることを暗示していた。

ヤスデ体内の鶏回虫幼虫の分布をヤスデの5体節毎に観察するとオビヤスデでは寄生は11~15体節すなわちヤスデの後腸起始部に集中していた。一方、ツムギヤスデでは体最後部を除いて寄生が見られたが、オビヤスデで見られたような明瞭な被嚢化は見られなかった。

このような被嚢幼虫を基礎飼料および市販配合飼料を給与した雞に投与し、11日目に回収することによって感染性および幼若虫の発育を検討したところ、虫体長は基礎飼料給与群に投与したものが最も大きく、他群との間に統計学的な有意差が見られ、ヤスデ由来の幼虫は少なくとも投与11日までは幼虫形成卵を投与したものより雞体内での発育が速やかであることが判明した。この場合、市販配合飼料給与群から回収したものが最も小さく、基礎飼料の有効性がヤスデ由来の幼虫の場合にも観察された。また、同様にして投与した40日後に回収した成虫体の発育率は、市販配合飼料給与群でも基礎飼料一配合飼料

轉換給与群でもヤスデを介することによって改善された。しかしながら、プリパテント・ピリオドは幼虫形成卵投与群とヤスデ由来幼虫投与群との間に差は見られなかった。このことはヤスデ体内では鶏回虫の幼虫は発育しないという観察結果と一致していた。このように、給与飼料のいかんに関わらずヤスデを介することによって平均虫体回収率が改善され、ヤスデは鶏回虫の伝播に有効に作用していると判断された。

中間宿主または移動宿主を捕食することによって寄生虫が次の宿主に伝播する場合、少なくとも次の宿主となる動物が中間宿主または移動宿主となる動物を忌避しないことが必要である。すなわちこのような場合に、それぞれの宿主は生態学的な食物連鎖上にあるといえる。鶏が昆虫や土壌動物の多くを忌避しないことは、ミミズ類、アリ類、ゴキブリ類および糞食性甲虫やゴキブリ、バッタ、ササキリ、ワラジムシ類が鶏に寄生する条虫類または胃虫類の中間宿主になること⁴⁸⁾および鶏の祖先と考えられているセキショクヤケイなどのヤケイ類の食物として種子、穀類および昆虫が共通して挙げられている⁵⁹⁾ことより推定される。雞のヤスデに対する嗜好性を実験した結果、雞はヤスデを忌避せず、捕食した。

このように実験的にヤスデ類が鶏回虫の集積・移動宿主になり得ることを明らかにできた。さらに養鶏場で採取したヤスデを雞に投与することによって野外でもヤスデを介して鶏回虫の伝播が行われていることが判明した。渡辺⁹⁰⁾は他の家畜に比べ雞ではバタリーやケージ飼育されたものでも鶏回虫をはじめとする内部寄生虫が多く、その原因として幼虫形成卵が外界の諸感作に対して抵抗性が強いことを挙げている。今回、ヤスデ類が鶏回虫および鶏盲腸虫の集積・移動宿主となること

が判明したがヤスデ類は鶏舎の壁面やケージを登って侵入し、これを雛が捕食することによって、ケージ内の宿主が寄生虫に感染する機会が増える可能性が指摘される。

B. コクシジウムとの共存と虫体回収率

コクシジウムとの混合感染が鶏回虫の寄生を増加させるとの報告は Artamonova¹²⁾および Cannon¹⁷⁾によってなされている。Artamonovas は *E.praecox* との混合感染は、鶏回虫の生存率を改善し、その発育および性成熟を促進するとしている。また、Cannon は、雛 1羽あたり 100 個の幼虫形成卵を投与後 4 および 7 日目にそれぞれ *E.maxima* および *E.acervulina* のオーシストを 5000 および 50000 個投与し、オーシスト無投与雛と比較し、オーシスト投与群のほうが虫体の寄生数が多いと述べている。しかしながら、報告された数値を用いて統計学的に検定 (*t*-test) すると虫体の平均虫体回収率はオーシスト投与群と無投与群との間で有意差が見られず、オーシストの投与によって寄生虫体数が増加したとはいえない結果が得られた。

今回の実験ではコクシジウムの感染時期を変えて幼虫形成卵を投与したが、コクシジウム無感染群とオーシスト投与各群との間の平均虫体回収率に有意差が見られず、この両者間には角田⁸⁵⁾が鶏盲腸虫と *Eimeria tenella* との間に認めたような一定の関係が認められなかった。すなわち、少なくともコクシジウムとの混合感染が鶏回虫の寄生を促進するとの結果は得られなかった。

寄生虫および生態学的要因から実施した実験から、鶏回虫の人工感染雛を得るには、幼虫形成後 90 日以内の虫卵を用い少数卵の連続投与またはヤスデを介しての感染を行えば良いことが判明した。しかしながら、少数卵の連続投与は使用羽数が増

加するのに従い作業量が著しく増大し、また感染時期が長期にわたるため発育の揃った虫体を得ることは困難であった。一方、実験室内で移動・集積宿主であるヤスデ類を飼育管理することは作業量が多く回避できるならばより便利である。

4.4 基礎飼料—配合飼料転換給与雞における鶏回虫の生態

A. 幼若虫および成熟虫の寄生部位

虫卵投与後 10,11 および 12 日目の幼若虫は、十二指腸起始部から肛門上 1cm までに寄生し、その分布はこの部位を 5 等分したうちの第 3 部に全寄生数の 46%、小腸起始部からほぼメッケル憩室部までの第 1,2 および 3 部に全寄生虫体数の 2/3、残りがメッケル憩室以降であった。この成績はほとんどの幼若虫が十二指腸からメッケル憩室間に寄生⁷⁹⁾ するとした成績と一致したが、胆管開口部より数センチ下方に集まって見られた²⁾ という報告とは異なっていた。一方、成熟虫は小腸の上部を好寄生部位⁹⁰⁾ とするとされているが消化管内の分布を詳細に観察した報告はみられない。今回の観察では、第 1 部からは寄生数が少なくてもが回収される場合多かったが、第 2 および第 3 部に 95% のものが寄生し、第 4 部には極めて少数が見られたにすぎなかった。

今回の成績は、幼若虫を回収する場合には十二指腸～肛門までの小腸全域を検査する必要があるが、成熟虫の場合には十二指腸起始部からメッケル憩室までの小腸を検査対象とすればよいことを示している。

B. 虫卵排泄数の日内変動

寄生虫卵の排泄に日内変動があることはビルハルツ住血吸虫³⁶⁾ やネズミ盲腸蟯虫⁹⁾ で知られている。今回の鶏回虫の場合で

も虫卵の1日の排泄状況は採糞時刻によって変動が見られ、しかも1日当たりの総排泄虫卵数 (EPD) によって異なっていた。すなわち、排泄虫卵数が最低になる時刻は、総排泄虫卵数にかかわらず午前5時であったが、最大になる時刻は総排泄虫卵数が多いほど遅延した。このことは、虫卵検査のための採糞には適時があることを示しており、寄生数が少ない場合には午前8時に採糞することが望ましい。

C. 排泄虫卵数および自然排虫

自然排虫の完了および寄生虫体1匹、1日当たりの排泄虫卵数が最も多くなる時期は、ともに寄生虫体数が少ないほど早期に起こり、寄生虫数が6匹未満の少数寄生では虫卵排泄開始後20日以内で全ての虫体が排虫された。これは Tangson and McCraw⁷⁹⁾ の投与虫卵数すなわち寄生虫体数が多いほど発育の遅延するものが多いという報告と同様の結果で、寄生虫体数が多いほど虫体の発育が遅延することが原因と考えられた。

寄生虫体数と排卵数との関係について Train and Hansen⁸²⁾ は、寄生雌虫数と排卵数との間には正の比例関係があり、寄生虫体数が多いと排泄される虫卵数も多いことを報告している。今回の実験でも寄生虫体数と総排泄虫卵数との相関係数は $r=0.704$ で正の相関が見られた。しかしながら寄生虫体1匹、1日当たりの最高排泄虫卵数は50匹以上が寄生した多数寄生例および12匹が寄生した中程度の寄生例ではそれぞれ平均21279.5および67243.0で、寄生数が中程度のものの方が3倍以上多かった。また、実験期間中の総排泄虫卵数と寄生虫体数との関係を2次式に当てはめると $y = 4.78 + 0.21x - 0.0031x^2$ となり寄生虫体数が35匹前後の場合に排泄虫卵数が最大になり、これ以上の虫体が寄生した場合には密集効果によって産卵を含めた寄生虫

の活性が抑制されるものと推定された。したがって、寄生虫体数が35匹を越えるような多数寄生の場合には排泄虫卵数から寄生虫体数を厳密に推定することは困難である。

D. 各発育段階の鶏回虫幼虫に対するパーベンダゾールの効果
パーベンダゾールは、Kates, Cologazier and Enzie⁵¹⁾のシチメンチョウの回虫や斉藤・板垣⁷⁰⁾のドバトの回虫の駆虫例に見られるようにその幼若虫に対しては効果が十分ではない。しかし、寄生虫の発育に伴う駆虫薬の効果の差異は自然寄生例を対象とした駆虫試験では明確に知ることが出来ない。そこで今回の基礎飼料—配合飼料転換給与によって作出した実験感染雞を用い発育段階の異なる鶏回虫に対するパーベンダゾールの駆虫効果について検討した。その結果、駆虫率は虫卵投与後15および18日に投薬したものでそれぞれ51.5%および63.0%と低かった以外は92.6%以上の駆虫率が得られ特定の発育段階のものに対してパーベンダゾールの効果が十分でないことが明らかとなった。鶏回虫が宿主内で第3回目の脱皮をするのは粘膜内で、その時期はBirova-Volosinovicova¹⁶⁾, Khouri and Pande⁵²⁾およびKatara⁵⁰⁾によればそれぞれ幼虫形成卵投与後約17日目, 14~19日目および15~19日で、この時期はパーベンダゾールの効果が十分ではない時期とよく一致する。脱皮中の幼若虫に対しては駆虫薬の効果が十分に発揮されにくいことはピペラジンでも同様に知られており、Bikoryukov¹⁴⁾はピペラジン645mg/kgを投与した場合、1.5時間以内にほとんどの発育段階の鶏回虫は麻痺し、排泄されてしまうが脱皮中のものは影響を受けないとしている。

5.1 要約

鶏回虫 *Ascaridia galli* については多くの研究がなされ、その成果は Mozgovoi(1953)⁵⁹⁾ および Soulsby(1965)⁷⁴⁾ によって総括されている。しかしながら、それらの研究のほとんどは本線虫に起因する疾病の臨床面すなわち宿主側からのものである。本線虫は虫体の大きさが実験に適当で、しかも宿主が鶏で入手および飼育が容易であることより、鳥類に寄生する線虫の実験モデルとして好適なものの一つである。鶏回虫をこの目的に用いるためには感染鶏を自由に作出できることが最低限必要であるが、本線虫の感染鶏を確実に作出する方法は確立されていない。すなわち、直接発育をする本線虫の幼虫形成卵を鶏に投与しても投与虫卵数に応じた成熟虫体が得られない。

本研究では、現在までに本線虫の寄生に影響すると報告され、また考えられる因子について、これを宿主側、寄生虫側および生態学的要因に分けて検討し、簡便かつ確実な鶏回虫感染鶏作出法を確立することを目的とした。さらにその方法によって作出した感染鶏における鶏回虫の生態についても検討した。

感染に影響をおよぼす各因子の検討と人工感染雛の作出

鶏回虫の寄生に影響をおよぼす因子のうち、宿主に起因するものとしては日齢、給与飼料の量および質、感染の時期、飼育温度および免疫状態を、寄生虫に起因するものとしては虫卵の培養および保存期間、虫卵の投与方法および投与数およびコクシジウムとの同時感染について検討した。一方、生態学的要因としては、土壤動物または昆虫の移動・集積宿主としての役割について検討した。なお、土壤動物または昆虫としては、ヤスデ類（オビヤスデ *Epanerchodus* sp.、フジヤスデ *Anaulaciulus pinetorum*、ツムギヤスデ *Japanosoma* sp.、マクラギヤスデ *Niponia* sp.、アカ

ヤスデ *Nedyopus* sp. およびタマヤスデ *Hyeoglomeris* sp.), ミミズ類 (フツウミミズ *Pheretima communissima*、シマミミズ *Eisenia foetida*、フトミミズ *Pheretima hilgendorfi*)、等脚類 (オカダンゴムシ *Armadillidium vulgare*、ホソワラジムシ *Metoponorthus pruinosus* およびヒメハマトビムシ *Orchestia* sp.)、腹足類 (オナジマイマイ *Bradybaena similaris*、ナミギセル *Stereophaedusa japonica* およびコハクガイ *Zonitoides* sp.) および昆虫 (クロゴキブリ *Periplaneta fuliginosa*、ゴムシダマシ *Tenebrio* sp. およびオナガササキリ *Conocephalus gladius*) の計 18 種を用いた。

市販配合飼料を給与した雛の場合、幼虫形成卵投与後 12 および 15 日目の平均虫体回収率がそれぞれ 56.6% および 6.5% で、この間に寄生虫体の多くのが糞便と共に排泄された。虫卵を投与し、その 11 および 12 日後の虫体回収率と投与虫卵数との相関係数は $r=0.90$ で両者間には強い正の相関がみられた。しかしながら、成熟虫体数と投与幼虫形成卵数との間には相関は見られず、しかも無寄生および単数寄生のものが半数を占めていた。虫卵投与後 12~15 日の間に排泄された虫体の 40% は形態学的に正常で、34% には運動性が見られたが、24 時間以内に全てが死滅した。なお、このものは経口投与では雛への感染性が見られなかった。これらのことより市販配合飼料給与雛に鶏回虫の幼虫形成卵を 1 回に投与したのでは寄生虫体数の揃った感染鶏を安定かつ確実に作出することは困難であった。

宿主側の要因としたもののうち鶏回虫感染との関係が否定されたものは感染の時期、免疫抑制剤の効果およびビタミン A を含む飼料中の脂溶性成分であった。一方、加齢、高い飼育温度、脱脂粉乳、魚粉、カルシウムなどの添加および市販配合飼

料の給与は寄生を抑制した。しかしながら、低い飼育温度および飼料として穀物のみの給与は寄生を促進した。なお、12日齢の雛を用いる場合には、幼虫形成卵の投与から15日間の穀物性飼料の給与で効果があった。

一方、寄生虫側の要因としたもののうちコクシジウムの同時感染は本線虫の寄生を促進しなかった。また、幼虫形成卵を6カ月以上室温に保存することと多数虫卵を1回に投与することは寄生を抑制する働きがあった。一方、少数卵の連続投与は寄生を促進した。

鶏回虫の移動・集積宿主として検討した18種の土壤動物または昆虫のうち陸産貝類以外では摂取した鶏回虫の幼虫形成卵のほとんどがその消化管内で孵化したが、ヤスデ類以外では遊離幼虫は短期間内に体外に排泄された。なお、陸産貝類では孵化した鶏回虫幼虫形成卵は極めて少数であった。一方、その可能性が報告されている本線虫伝播にはたすシマミミズの役割については否定された。すなわちシマミミズに摂取された鶏回虫の幼虫形成卵はその消化管内で孵化するが、幼虫は発育することなく5日目までに体外に排泄され、ミミズ体内に長期間保持されなかった。このミミズ体外に排泄された幼虫の感染力は虫卵内幼虫と同じであるが、排泄された幼虫は2日以内に全てが死滅した。このようにシマミミズには鶏回虫の移動・集積宿主の役目はなく、ヤスデ類以外の土壤動物と同様、むしろ結果的に本種線虫卵を殺滅する作用すなわち環境浄化作用がみられた。

ヤスデ類に摂取された鶏回虫の幼虫形成卵はその消化管内で孵化し、幼若虫は腸管壁を穿孔した後、後腸起始部の体腔側に形成された宿主由来の嚢状物に包まれ、長期にわたって生

存していた。ヤスデ体内のこれら幼虫は大きさに変化が見られたが、脱皮は見られなかった。このようにヤスデ類が鶏回虫の集積・移動宿主となることが明らかになった。また、本線虫はヤスデを通過することによって宿主への感染力が増大した。さらに、野外で採取したヤスデを雛に投与したところ鶏回虫および鶏盲腸虫の成熟虫体が得られた。このことより実際に野外でもヤスデを介してこれらの線虫の感染が起っていることが確認された。

ヤスデ類が鶏回虫の集積め移動宿主となることが明らかになったが、実験的に寄生虫が感染した動物を作出する場合、中間宿主または移動・集積宿主となる動物を飼育管理することは作業量が多くなる不利がある。したがって、実験室内で本線虫の感染鶏を作出するには、可能ならばこれらの宿主を利用しない方が有利である。すなわち、本線虫の寄生を促進するものとして穀物のみから成る飼料の効果が確認されたので、実験室内で本線虫の感染鶏を作出するには12日齢の雛に幼虫形成後4カ月以内の虫卵を投与し、雛には虫卵の投与から15日目までは基礎飼料（粃米、アワおよびヒエを重量比で2:1:1の割合で混合した穀物のみよりなる飼料）を、以後は抗蠕虫薬の添加されていない市販の配合飼料を給与する方法（基礎飼料一配合飼料転換給与）を利用すればよいことが判明した。なお、1羽当たり100～400個の鶏回虫幼虫形成卵を投与した場合、この飼育法を利用すれば投与虫卵数の10～74%、平均32%が成熟虫に発育するため、これに起因する腸閉塞が起こり斃死することがある。したがって虫卵投与数を厳密に守る必要がある。

基礎飼料一配合飼料転換給与によって作出した感染鶏における鶏回虫の性質

寄生部位、排卵数および虫体の排泄

人工感染させた鶏回虫の性状として、幼若虫および成熟虫の寄生部位、排卵数の日内変動、パテント・ピリオド期間中の虫卵および虫体の排泄について観察した。

鶏の十二指腸～肛門上1cmまでの消化管を5等分して寄生部位について観察した場合、虫卵投与10～12日目の幼若虫は盲腸を除く消化管全域から回収された。虫体の腸管内の分布は中央部が最も多く46%のものが回収され、最下部には極めて少数が見られたのみであった。また、成熟虫も同様の傾向であったが最下部からは回収されなかった。

排卵数の日内変動では排卵数が最低になるのは、寄生虫体数に関係なく午前5時であったが、最大になるのは寄生虫体数が多いほど遅延した。また、パテント・ピリオドにおける寄生虫体1匹当たりの総排卵数は寄生虫体数によって異なり、少数および多数の虫体が寄生した場合より、中等度の12匹が寄生した場合の方が多かった。しかしながら、排虫時期は寄生虫体数が多いほど遅延した。

各発育段階の虫体に対するパーベンダゾールの駆虫効果

作出した人工感染鶏を使用した応用実験の一例として各発育段階の鶏回虫に対する広域駆虫薬パーベンダゾールの効果を観察した。

虫卵投与後15および18日目の投薬では51.5%および63.0%しか駆虫されなかった。この時期が幼虫の脱皮時に相当することより、脱皮中の虫体に対しては本剤の効果が充分ではないことが判明した。なお、これ以外の時期の投薬では93～100%の高い駆虫効果が得られ、パーベンダゾールの効果は虫体の齢によって異なることが明らかになった。自然感染または一定し

た感染が得られない従来の方法で感染した鶏では検出が困難である異なる発育段階の虫体に対する抗蠕虫薬の作用の差異を明確にできたことは、今回開発した作出法による人工感染鶏が抗蠕虫薬の効果判定にきわめて有用であることを示している。

5.2 ABSTRACT

Studies on the artificial infection of chicken with the large roundworm, *Ascaridia galli*, with special reference to the factors influencing the infection

The large round worm of chicken, *Ascaridia galli*, is one nematode species favorable for an experimental model of bird-nematode system, because chickens, as a host of this nematode, are easily available and reared and the ascarid is large enough to be easily manipulated with naked eye. It is necessary to obtain easily and reliably artificially infected birds with the ascarid to establish the experimental model system.

Many reports have been published on this nematode and were reviewed by Mozgovoï(1953)⁵⁹⁾ and Soulsby(1965)⁷⁴⁾, but, most of them were made on the treatment and prevention of the infection. The chicken ascarid has a simple and direct life cycle and some factors have been pointed out to influence the infectivity and development of this nematode in the host. In many experimental infections no correlation has been recognized between the num-

ber of mature worms parasitic in chickens and that of the number of embryonated eggs inoculated to them, and more than a half of the chickens that experimentally inoculated with embryonated eggs harbor no adult worm in the digestive tract. The method to obtain the chickens that harbor many adult ascarid worms by experimental inoculation with embryonated eggs has not been established.

This study was conducted to determine the factors that had been pointed to influence the infectivity of ascarids to chickens, which can be divided into three groups concerning to host, parasite and ecological aspect. This study was also made to explain the ecological aspects of the ascarid such as the distribution of larval and adult ascarid worms in the digestive tract of chickens, the biological rhythm of egg output, and the discharge of eggs and worms during patent period with the artificially infected chickens. And also examined the efficacy of parbendazole against the different developmental stages of the nematode in artificially infected chickens with the ascarid by the new feeding method devised in the present study.

The possible host factors that seem to affect the infectivity of the nematode to host were host age, quality and quantity

of food, time of inoculation, environmental temperature in poultry house and immunological status of chickens. On the other hand, the possible parasite factors were the incubation and preservation period of eggs, inoculation method and the number of eggs inoculated to chickens and the additional development of larvae in other than the final host. Furthermore, the coexistence of coccidian infection and the transmission of the nematode by soil invertebrates were also supposed to be ecological factors. The role as the vector and/or accumulate host of the nematode was examined on the following 18 species of soil animals: 3 species of earthworms (*Eisenia foetida*, *Pheretima communissima* and *Pheretima hilgendorfi*), 6 millipedes (*Epanerchodus* sp., *Anaulaciulus pinetorum*, *Japanosoma* sp., *Hyeoglomeris* sp., *Nedyopus* sp., *Niponia* sp.), 3 isopodes (*Armadillidium vulgare*, *Metoponorthus pruinosis*, *Orchestia* sp.), 3 land snails (*Bradybaena similaris*, *Stereophaedusa japonica*, *Zonitoides* sp.) and 3 insects (*Periplaneta fuliginosa*, *Trnebrio* sp. *Conocephalus gladius*).

Results

Host factors

The inoculation times of eggs to the host, administration of immunosuppressive drugs and supplement of enough amount of vitamin A to ration had no effect on the infectivity nor the development of the nematode, while the age of chickens, the high room temperature of poultry house, the feeding on basal ration supplemented with skim milk, fish meal, commercial ration and calcium, and on well balanced ration inhibited the development of the nematode in chickens. On the other hand, low room temperature and basal cereal ration composed of only several kinds of cereals promoted the development of the nematode in chickens. The basal ration prevented the expelling of the worms from host birds when chickens were continuously fed on it from the time of inoculation of embryonated ascarid eggs to 15 days later.

Parasite factors

Preservation of embryonated eggs for more than 6 months at room temperature and a single inoculation of more than 50 embryonated eggs inhibited the establishment of the infection in chickens, while a serial inoculation of small numbers of embryonated eggs promoted the infectivity of the nematode. In the experiments with chickens fed commercial ration, the recovery rates of larvae from the intestine were 56.6 and 6.5% on days 12 and 15

respectively, after inoculation of eggs, and the chickens discharged many larvae in the feces during this period. When the larvae passed in the feces, their 40% were normal in morphology and 34% were still alive. Alive larvae in the feces were not infective to chickens when orally inoculated to them. But, all the larvae discharged in the feces died within 24 hours.

There existed a significant correlation between the number of embryonated eggs inoculated and that of larvae recovered from the intestine on days 11 and 12 after inoculation (coefficient of correlation; $r=0.90$), whereas in the case of adult worms no correlation existed between the number of embryonated eggs inoculated and that of worms recovered. Nearly half the chickens inoculated with eggs had no adult worm. This shows that a few chickens can be infected with adult ascarids by a single inoculation of embryonated eggs when fed with commercial ration.

Ecological factors

Coccidian oocysts inoculated with embryonated eggs were not promoted in infectivity. Soil invertebrate animals as the transmitter of the ascarid were fed with embryonated eggs. The hatchability of the eggs was very low in three species of land snails. Ascarid larvae hatched in the digestive tract of soil animals were

expelled from soil animals within a few days after inoculation except for 7 species of millipedes. The earthworm, *E.foetida*, did not act as a vector nor accumulate host of *A.galli*. Embryonated eggs of *A.galli* hatched in the digestive tract of millipedes and the larvae penetrated the intestinal wall then located in the anterior most part of hindgut. And millipedes harbored these larvae for a long period of time. A species of millipede, *Epanechodus* sp., had *A.galli* larvae 135 days after ingestion of embryonated eggs. The larvae in millipedes changed in body size but ecdysis was not observed until day 135 after ingestion of eggs. The larvae recovered from millipedes were more infective to chickens than embryonated eggs.

Millipedes collected in poultry farms in Kanagawa Prefecture were infected with larvae of *A.galli* and *H.gallinae*. When such millipedes infected with larvae of *A.galli* and/or *H.gallinae* were fed to chickens, both species of larvae developed into adult worms. This result shows that millipedes act as a vector and/or accumulative host of *A.galli* and *H.gallinae* in the field, but it is painstaking to maintain millipedes as an accumulative host in the laboratory. Since chicken ascarids can develop without vector nor accumulative hosts such as millipedes, it is more convenient in the

laboratory to produce chickens parasitized with adult ascarids by oral inoculation of embryonated eggs than by feeding accumulative hosts of infective larvae. In the present study chickens were successfully infected with adults ascarids by oral inoculation of embryonated eggs on day at 12 of age and were fed with basal ration until day 15 after inoculation with worm eggs and after that with commercial ration without any anthelmintic drugs. This method of feeding of ascarid inoculated chickens is called as "the convert feeding method with basal-commercial ration". In chickens raised by this method of feeding, 10 to 74% of eggs inoculated developed into adult worms.

Biology of ascarid worms in chickens infected by the convert feeding method with basal-commercial ration

1. Distribution of larvae and adults in the digestive tract of the host

From days 10 to 12 after inoculation of worm eggs, larvae were found in the intestine from the anterior most of duodenum to the anus except the cecum. Larvae were most frequently found in the middle parts when the intestine was divided into 5 parts of equal length. Only a few larvae were recovered from the posterior

most part of intestine. The same tendency as found in the case of larva was observed in the case of adult worm, but they were never recovered from the posterior most part of intestine.

2. Circadian rhythm in egg output

The minimum number of eggs was passed in the feces at 8 am. in all the cases, however, the time when the maximum number of eggs was observed differed depending on the number of worms parasitic in chickens, and the greater so as the number of worms parasitic in chickens, the more was delayed the time of maximum egg.

3. Eggs and worms discharged from the chicken during the patent period

The total number of eggs per worm discharged during the patent period differed depending on the number of worms parasitic in chickens. The number of eggs discharged from the moderately infected birds were greater than those from the slightly or severely infected ones. The number of worms expelled from the chickens also differed according to the worm burden. The greater was the number of worms parasitic in chickens, the more was delayed the time when worms are expelled.

4. Efficacy of parabendazole, an anthelmintic drug, against the

different developmental stages of ascarids in chickens

Only 51.5% and 63.0% of worms were removed from the infected birds to which the drug was given on days 15 and 18 after inoculation of eggs, respectively, while 92.0% to 100% of worms were removed when the drug was administered on other days. This shows that the drug was not sufficiently effective to larvae at ecdysis because ecdysis occurs on days 15 to 18 after oral inoculation of embryonated eggs to chickens 12 days old. It was made clear by using chickens raised by the method of convert feeding of basal-commercial ration that the efficacy of parbendazole was different against the different stages of ascarids, and that, in general, anthelmintic drugs are different in efficacy against different stages of parasite.

6 謝辞

本研究を遂行するに当り、終始丁寧な御指導と御校閲をしていただいた麻布大獣医学部寄生虫学教室 板垣博教授に心より謝意を表します。また、本研究のきっかけを示唆していただいた元農林水産省家畜衛生試験場 角田 清博士、終始暖かい御助言、御教示をしていただいた麻布大学獣医学部寄生虫学教室 茅根士郎助教授および御助力していただいた教室員諸兄に深謝いたします。

参考文献

- [1] Ackert, J.E. 1923
On the habitat of *Ascaridia perspicillum* (Rud.).
J.Parasitol. Urbana 10:101-103
- [2] Ackert, J.E. 1931
The morphology and life history of the fowl nematoda *Ascaridia lineata* (Schneider).
Parasitology 13:360-379
- [3] Ackert, J.E. and Beach, T.D. 1933
Resistance of chickens to the nematoda *Ascaridia lineata* affected by dietary supplements.
Trans.Am.Microsc.Soc. 52:51-58
- [4] Ackert, J.E. and Nolf, L.O. 1931
Resistance of chicken to parasitism affected by vitamin B.
Am.J.Hyg. 13:337-344
- [5] Ackert, J.E., Edgar, S.A. and Frick, L.P. 1939
Goblet cells and age resistance of animals to parasitism.
Trans.Am.Microsc.Soc. 58:81-89
- [6] Ackert, J.E., Porter, D.A. and Beach, T.D. 1935
Age resistance of chickens to nematode *Ascaridia lineata* (Schneider).
J.Parasitol. 21:205-213
- [7] Ackert, J.E., McIlvaine, M.F. and Crawford, N.Z. 1931
Resistance of chickens parasitism to affected by vitamin A.
Am.J.Hyg. 13 320-336
- [8] Ackert, J.E. and Spindler, L.A. 1929
Vitamin D and resistance of chickens to parasitism.
Am.J.Hyg. 9 292-307
- [9] 安達二郎、福井正信、赤池勇、板垣博 1971
ネズミ盲腸蟯虫の生活史について。

- [10] Akhmedova, S.H.I. 1979
The effect of age and intensity of infection on the morphological and biological characteristics of *Ascaridia galli*.
Uchenye Zapiski Azerbaidzhanskogo Universiteta, Biologicheski Nauki No.1:29-31
- [11] 青木淳一 1973
土壤動物 一分類・生態・環境との関係を中心に
北隆館, 東京, 814pp
- [12] Artamonova, S.V. 1969
Concomitant infections with *Ascaridia*, *Capillaria* and *Eimeria praecox* in the chicken.
Veterinaria, Moscow No.8:48-49
- [13] Augustine, P.C. and Lund, E.E. 1974
The fate of eggs and larvae of *Ascaridia galli* in earthworm.
Avian Dis. 18:394-398
- [14] Bikoryukov, A.A. 1969
Action of piperazine on larval and young *Ascaridia* in the gut of chicks.
Sbornik Trudov. Vsesoyuznyi Nauchnoissledovatel'skii Institut Po Boleznyam Ptits No 3:209-221
- [15] Birova-Volosinovicova, V. 1973
Experimental ascaridiasis. I. The course of the early postinvasion development stage of *Ascaridia galli* after different dose-rate of infective eggs.
Biologia Bratislava, B, (Zookogia 2) 28:395-401
- [16] Birova-Volosinovicova, V. 1974
Experimental ascaridiasis. IV. Various aspects of ascarid behavior within the organophenotes following experimental infection of chickens.
Folia Parasitologica 21: 319-328

- [17] Cannon,L.R.G. 1966
Concurrent *Ascaridia galli* and *Eimeria* spp. infections in fowls.
Aust.Vet.J. 42:250-251
- [18] Clarke,K.U. (北村實彬、高藤晃雄 訳)
節足動物の生物学
培風館, 東京, 246pp
- [19] Crompton,D.W.T. and Nesheim,M.C. 1976
Host-parasite relationships in the alimentary tract of domestic
bird.
Adv.Parasitol. 14:95-194
- [20] Curca,D., Purcherea,A. and Caprarin,A. 1974
Stress during experimental *Ascaridia galli* infection in chickens.
Lucrari Stiintifice Institutul Agronomic "N,Balcescu", C 17:34-38
- [21] Daraski,J. 1962
Some factors influencing the infectiveness and fertility of *Ascaridia
galli* in chickens.
Acta Parasitol.Pol. 10:411-418
- [22] Deo,P.G. and Srivastava,H.D. 1962
Studies on the effects of chickens to *Ascaridia galli* (Schrank) Free-
born.
Ind.J.Vet.Sci.A.Husb. 32:54-59
- [23] Dubinsky,P., Leatan,P. and Rybos,M. 1973
The effect of a full-value diet upon experimental *Ascaridia galli*
infections.
Biologia (Bratislava) 28:403-409
- [24] Dubinsky,P., Lestan,P. and Rybos,M. 1976
The effect of cereal diet on the course of experimental ascaridiasis
in chickens.
Polnohospodarstvo 22:1099-1106
- [25] Dunn,D.R. 1955
The culture of earthworm and their infection with *Metastrongylus*

species.

Br.Vet.J. 111 97-101

- [26] エヌ・ペー・ノウモフ 1968
動物生態学 (上) - 個体生態学 -
山岸宏 訳, テライス, 東京, 303pp
- [27] Gaafar, S.M. and Ackert, J.E. 1953
Studies on mineral deficient diet as factors in resistance of fowls
to parasitism.
Exp. Parasitol. 2:185-208
- [28] Golley, F.B. 1965
Adaptation. In: Principles in Mammalogy
(Davis, D.E. and Golley, F.B. ed.), 38-109, Van Nostrand Reinhold,
New York.
- [29] Gruchenko, R.N. 1970
The longevity of *Ascaridia galli* larvae in earthworms.
Byulleten' Vesoyuznogo Instituta Gel'mintologii im. Skryabina
(1970) No. 4: 33-34 (Cited from Helminthol. Abstr., 43: 142 No.
677)
- [30] Gurchenko, R.N. 1970
Development of *Ascaridia galli* in earthworm.
Veterinariya Mosk. 47:72-73 (Cited from; Helminth. Abstr. 40,327,
No. 2939)
- [31] Hansen, M.F., Norris, M.G. and Ackert, J.E. 1953
The influence of all plant protein diet supplemented with aure-
omycine and vitamin B₁₂ on the resistance of chicken to *Ascaridia*
galli (Schrank).
Poult.Sci. 32 612-617
- [32] Hansen, M.F., Terhaar, C.J. and Turner, D.S. 1956
Importance of the egg shell of *Ascaridia galli* to the infectivity of
its larva.
J.Parasitol. 24:122-126

- [33] Hawking, F. 1971
Circadian rhythms in monkey, dogs and other animals.
J. Interdiscipl. Cycle Res. 2:153-156
- [34] 林長閑 1980
甲虫の観察と飼育. グリーンブックス 3
ニューサイエンス社, 東京, 71pp
- [35] Hayat, M.A. 1979
医学・生物学のための走査電子顕微鏡入門. 鈴木昭男, 永谷隆 訳
丸善, 東京, 314pp
- [36] Henry, K.M., Macdonald, A.J. and Magee, H.E. 1933
Observations on the functions of the alimentary canal in fowls.
J. Exp. Biol. 153-171
- [37] Herd, R.P. and McNaught, D.J. 1975
Arrested development and the histotropic phase of *Ascaridia galli*
in the chicken.
Int. J. Parasitol. 5:401-406
- [38] Ikeme, M.M. 1970
Retarded metamorphosis in larvae of *Ascaridia galli* following re-
peated challenge of poultry with infective eggs.
Vet. Rec. 725-726
- [39] 石井進 1975
生物統計学入門.
培風館, 東京, 290pp
- [40] 石井俊雄 1959
Larva migrans に関する研究 (3) 犬回虫のミミズ体内にお
ける孵化について
寄生虫学誌 8:659-663
- [41] 石井俊雄、板垣博、上野計、大林正士編 1981
3. 蠕虫の形態観察、家畜寄生虫学実習・実験 pp56-84
文永堂、東京

- [42] 板垣博 1973
8. 寄生虫検査材料の採取固定保存法. 家畜の臨床検査、pp
371-373
高橋貢, 板垣博 編, 医歯薬出版, 東京
- [43] 板垣博 1979
寄生虫検査材料の採取および処理. 獣医臨床寄生虫学
獣医臨床寄生虫学編集委員会編, PP 729-739, 文永堂,
東京
- [44] 板垣四郎 1927
鶏の腸寄生虫 *Heterakis perspicillum* 生活史の研究
日本畜産学会会報 165-225
- [45] 板垣四郎, 板垣博 1965
家畜寄生虫学
金原出版, 東京, 371pp
- [46] 伊藤正志、岸野洋、伊藤幸雄 1985
パソコンでできるデータの解析予測法 統計処理の手法
がよくわかる本
技術評論社, 東京, 234pp, 付録 44
- [47] 伊藤車吉 1938
[収益本位] 養鶏大成
養賢堂, 東京, 464pp
- [48] Jacob, P.D., Peter, C.T., Varghese, C.G., Georgekutty, P.T. and Peter, C.T. 1970
A preliminary study on the role of grass-hoppers (*Oedaleus abruptus* and *Spathosternum parasiniferum*) in the transmission of *Ascaridia galli* (Schrank, 1788) Freeborn, 1923 in poultry.
Kerala J. Vet. Sci. 1:65-70 (Cited from Helminthol. Abstr. 40,48, No. 4267)
- [49] Johnson, J.R., Hansen, M.F. and Nassar, R.F. 1974
Ascaridia galli: effects of immunosuppressive drugs or bursectomy in chickens.

- [50] Katara,R.P. 1971
Observation on the development of *Ascaridia galli*(Schrank, 1788)
Freeborn, 1923 with special references of various developing
stages.
Orissa Veterinary J. 6:107-114
- [51] Kates,K.C., Cologlazier,M.L. and Emzie,F.D. 1969
Comparative efficacy of levo-tetramisole, parbendazole and piper-
azine citrate against some common helminths of turkeys.
Trans.Am.Microsc.Soc. 88:142-148
- [52] Khouri,S.R. and Pande, B.P. 1970
Observation to tissue-phase of *Ascaridia galli* in laboratory raised
chicks.
Ind.J.Anim.Sci. 40:61-72
- [53] Klimes,B. and Gazo,M. 1962
Vazjemny vzťah medzi vitamínen A a askaridiozoa drubeze.
Sb.Vys.Sk.Zemed.Brne, Rada B. 10:69-77
- [54] 黒田長久, 森岡弘之 監修 1987
世界の動物 分類と飼育 (10) [キジ目]
どうぶつ社, 東京, 197pp
- [55] Mamerzhanov,S.I. 1980
Analysis of the statistical distribution of numbers of *Ascaridia* in
chicken.
Byulleten Vesoyuznogo Instituta Gel'mintologii im. K.I.
Skryabina 25: 32-35
- [56] 益本仁雄 1981
フン虫の採集と観察. グリーンブックス 5
ニューサイエンス社 東京, 96pp
- [57] Matta,S.C. 1980
Some further observations on the biology and epizootiology of
Ascaridia galli (Schrank, 1788) Freeborn, 1923.

- [58] 湊宏 1977
陸産貝類の観察と研究. グリーンブックス 69
ニューサイエンス社, 東京, 85pp
- [59] Mozgovoi, A.A. 1953
Ascaridata of Animals and Man and the Diseases Caused by Them
(Translated by Raveh, M. 1968)
Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, 390 pp
- [60] 日本電気株式会社 1985
NEC パーソナルコンピュータ PC-98 シリーズ software li-
brary N88-日本語 BASIC(86)(MS-DOS) XA リファレンスマ
ニュアル. 324pp
- [61] 日本配合飼料株式会社
家畜・家禽試験用標準飼料 (SD). 19pp (パンフレット)
- [62] Northam, J.I. and Rocha, U.F. 1958
On the statistical analysis of worm counts in chickens.
Exp.Parasitol. 7: 428-438
- [63] 農林水産省農林水産技術会議事務局編 1984
日本飼養標準, 家禽 (1984年版)
中央畜産会, 東京, 59pp
- [64] 農林水産省農林水産技術会議事務局編 1988
日本標準飼料成分表 (1987年版)
中央畜産会, 東京, 229pp
- [65] Pande, P.G. and Krishnamury, D. 1959
Inter-relationship between hypovitaminosis A and *Ascaridia galli*
infestation in poultry.
Poult.Sci. 38:13-25
- [66] Reddy Krishna, P., Venkatarathanam, A., Thyagaraju, K., Govin-
dappa, S., and Reddanna, P. 1984

Studies on the effects of infection of *Ascaridia galli* (Schrank, 1788) Freeborn, 1923 in chicken relation to the nutrition of the host.

Ind.Vet.J. 61:644-648

[67] Riedel,B.B. and Ackert,J.E. 1950

The resistance of chickens to Ascarids as affected by protein supplements of soybean oil meal and skim milk.

Poult.Sci. 29:437-443

[68] Robbins,C.T. 1983

Wildlife feeding and nutrition.

Academic Press, New York, 343pp

[69] Sadun,E.H., Keith,C.K., Pankey,M.J. and Totter,J.R. 1950

The influence of dietary pteroylgluamic acid and of APA liver extract on the survival and growth of the nematode *Ascaridia galli* in chicken fed purified and natural diets.

Am.J.Hyg. 51:274-291

[70] 斎藤康秀, 板垣博 1985

ドバトの消化管内寄生線虫に対するパーベンダゾールの効果

日獣会誌 38:158-161

[71] Scott,M.L., Nesheim,M.C. and Young,R.J. 1983

家禽栄養学. 田先威和夫 訳

養賢堂, 東京, 574pp

[72] 篠原圭三郎 1981

多足類の採集と観察. グリーンブックス 1 2

ニューサイエンス社, 東京, 109pp

[73] 植物化学研究会編 1964

植物化学実験書

廣川書店, 東京, 219pp

[74] Soulsby,E.J.L. 1965

Textbook of Veterinary Clinical Parasitology. Vol. I. Helminth.

Blackwell Sci.Publ., Oxford, 1120pp

- [75] 須藤宏 1969
VI. 無機質の化学と栄養. 鶏の栄養と生理, 78-101
鶏友社, 東京
- [76] 田村浩志 1982
土壤動物の観察と調査. グリーンブックス 82
ニューサイエンス社, 東京, 90pp
- [77] 田中克巳、浜清 1973
顕微鏡標本の作り方
裳華房, 東京, 282pp
- [78] 田先威和夫、山田行雄、森田琢磨、田中克英 編著 1982
新編：養鶏ハンドブック
養賢堂, 東京, 679pp
- [79] Tongson, M.S. and McCraw, B.M. 1966
Host age and dose size as factors in the worm population structure
of *Ascaridia galli* in chickens.
Philip. J. Vet. Med. 5:1-30
- [80] Tongson, M.S. and McCraw, B.W. 1967
Experimental ascaridiasis. Influence of chicken age and infective
egg dose on structure of *Ascaridia galli* populations.
Exp. Parasitol. 21:160-172
- [81] 鳥居敏雄、高橋暁正、土肥一郎 1971
医学、生物学のための推計学 (増訂版)
東京大学出版会, 東京, 370pp
- [82] Train, C.T. and Hansen, M.F. 1968
Statistical estimation of worm burden (*Ascaridia galli*) in chickens.
Exp. Parasitol. 23:11-21
- [83] Tromba, F.G. 1959
A technique for oral infection of earthworms.
Proc. Helminthol. Soc. Wash. 26:65-66

- [84] 角田清 1960
鶏コクシジウム *Eimeria tenella* と盲腸内寄生虫との拮抗作用.
農林省家畜衛生試験場研究報告 39:81-97
- [85] 角田清 1971
鶏の回虫症、家畜寄生虫病診療学. 板垣四郎 監修,
322-326
文永堂, 東京
- [86] 角田清 1979
V. 家禽の寄生虫 3. 線虫類 (1) 鶏回虫. 獣医臨床寄生虫学
獣医臨床寄生虫学編集委員会編, 546-548, 文永堂, 東京
- [87] 内海富士夫、内田亨、江原昭三、三好保徳、篠原圭三郎 1966
動物系統分類学 7, (中B) 節足動物, (2b) 海蜘蛛類, 触角動物 多足類.
中山書店, 東京, 141pp
- [88] 渡辺弘之 1973
生態と観察シリーズ, 土壌動物の生態と観察
築地書館, 東京, 146pp
- [89] 渡辺弘之 1978
土壌動物の世界
東海大学出版会, 東京, 170pp
- [90] 渡辺昇蔵 1968
回虫・条虫. 鶏病図説, 273-280
日本畜産振興会, 東京
- [91] Yabe, T. 1985
Insects as a food source of Japanese house mouse (*Mus molossinus*)
in a seed warehouse.
Jpn. J. Sanit. Zool. 36:79-81
- [92] 山口英二 1970
ミミズの話 —よみもの動物記—
北隆館, 東京, 194pp

表 1.

鶏回虫 *Ascaridia galli* 雄虫の計測値*(mm)

	Ackert, 1931		著者	
体長	51-76	(63)**	55.0-75.0	(69.85)
体幅(中央)	0.49-1.21	(0.93)	0.519-1.18	(0.86)
食道長	2.3-7.2	(3.5)	2.30-7.50	(4.90)
神経環(頭端より)	0.3-1.46	(0.67)	0.31-1.52	(0.89)
前肛吸盤				
横径	0.16-0.28	(0.23)	0.15-0.26	(0.22)
縦径	0.16-0.26	(0.23)	0.14-0.25	(0.19)
交接刺長***	1-2.4	(1.94)	1.06-2.35	(1.93)

* Ackert(1931)の成績と比較するために幼虫形成卵投与後 50日目に回収した虫体のうち体長が55mm以上の25虫体について計測した。

** ()内平均値

*** 交接刺は等長であった。

表 2.

鶏回虫 *A.galli* 雌虫の計測値*(mm)

	Ackert, 1931	著者
虫体長	72-116 (88)**	82-121 (102)
虫体幅	0.9-1.8 (1.3) (陰門部)	0.9-1.3 (1.03) (中央部)
食道長	2.1-5.1 (3.9)	3.3-5.3 (4.3)
食道幅 (末端部)	0.36-1.57 -	0.49-1.42 (0.87)
神経環 (頭端より)	0.25-1.5 (0.75)	0.62-1.43 (0.99)
肛門 (末端より)	1.31-1.88 (1.56)	0.88-1.71 (1.22)
陰門 (頭端より)	31-54 (46)	38-59 (45)
虫卵の大きさ (μm)	73-88x45-50 (76x49)	74.2-82.3x44.6-52.1 (77.8x48.1)

* Ackert (1931)との比較のため幼虫形成卵投与後50日目に回収した虫体を使用した。

** ()内平均値

表 3.
1羽当たり虫卵200個投与群のの雛の
日齢と回収虫体数との関係

日齢	回収虫体数	
	範囲	平均
初生（餌付前）	0-3	1.33 ± 0.42
14日	0-2	0.50 ± 0.34
70日	0-1	0.33 ± 0.21

各日齢につき10羽の雛を使用
市販配合飼料給与
虫卵投与後 30日目に虫体回収

表 4.

市販配合飼料の給与制限と虫体回収率

給餌量	投与 虫卵数	虫体 回収数	虫体 回収率	回収日 (虫卵投与後)
自由摂餌	125	50	40.00	11
	111	52	46.80	
	135	77	57.70	
			(48.17±5.16)	
	102	6	5.88	21
	101	3	2.97	
99	6	6.06		
		(4.97±1.00)		
自由摂餌量 の 80%	154	4	2.60	21
	109	5	4.59	
	99	0	0.00	
		(2.40±1.33)		
自由摂餌量 の 60%	107	0	0.00	21
	140	1	0.71	
	124	1	0.81	
		(0.5±0.25)		
自由摂餌量 の 50%	115	5	4.35	21
	121	3	2.48	
	106	2	1.89	
		(2.91±0.74)		
自由摂餌量 の 30%	103	2	1.94	21
	117	0	0.00	
	127	0	0.00	
		(0.65±0.65)		
自由摂餌と 絶食の隔日 の繰り返し	115	0	0.00	21
	98	2	2.04	
	124	3	2.42	
		(1.49±0.75)		

自由摂餌群の前日の採食量の80,60,50,および30%量
 自由採食量は、17.3g~33.2g/bird/day
 (なお、30%量は、5.8g/bird~10g/bird)
 ()内は平均値±標準誤差

表 5.

基礎飼料給与雛における虫体回収率

雛番号	給与飼料	投与 虫卵数	回収 虫体数	回収率 (%)	平均増体量 (g)
1	基礎飼料*	151	77	50.99	
2		139	34	24.46	
3		132	72	54.55	
4		180	72	40.00	
5		151	66	43.71	
6		147	110	74.83	
7		118	54	45.76	
8		151	49	32.45	
				(45.84 ± 5.37)	(26.82 ± 14.23)
9	市販 配合飼料	159	0	0.00	
10		132	0	0.00	
11		166	0	0.00	
12		126	0	0.00	
				(0.00)	(349.43 ± 35.90)

* 穀物のみにより構成： しいな米：アワおよびヒエを重量比で2:1:1の割合で
混合
() 内：平均値 ± 標準誤差

表 6.

基礎飼料の形状と虫体回収率

雛番号	飼料の形状	投与 虫卵数	回収 虫体数	回収率 (%)
1	粒状	267	171	64.04
2	基礎飼料	167	112	67.07
3		257	64	24.90
4		216	27	12.50
				(42.13 ± 13.77)
5	微粉状 *	111	49**	44.14
6	基礎飼料	112	13**	11.61
7		192	15**	7.81
8		149	17**	11.41
				(18.74 ± 8.51)
9	微粉状	123	0	0.00
10	市販配合飼料	152	2	1.32
11		193	0	0.00
12		188	0	0.00
				(0.33 ± 0.33)

* 粉碎機で微粉化し30メッシュを通過

** 虫卵投与後23～25日に全羽斃死、虫体回収は斃死時。

基礎飼料 しいな米：アワ：ヒエを 2:1:1の重量比混合

表 7.

基礎飼料の給与時期と虫体回収率

雛番号	市販配合飼料 飼料の給与時期 (虫卵投与後日数)	穀物飼料 の給与時期	投与 虫卵数	回収 虫体数	回収率 (%)
1	1~11, 18~31	12~17	123	9	7.32
2			142	7	4.93
3			141	2	1.42
4			118	3	2.54
					(4.05 ± 1.31)
5	1~11, 16~31	12~15	130	1	0.77
6			124	3	2.42
7			121	3	2.48
8			189	1	0.53
					(1.55 ± 0.52)
9	16~31	1~15	288	126	43.75
10			138	59	42.75
11			195	60	30.77
12			262	69	26.34
					(35.90 ± 4.34)
13	1~7, 16~31	8~15	207	0	0.00
14			186	0	0.00
15			175	4	2.29
16			141	1	0.71
					(1.25 ± 0.95)
17	8~15	1~7, 16~31	228	2	0.88
18			274	8	2.92
19			198	2	1.01
20			176	1	0.57
					(1.35 ± 0.53)
21	1~31	—	169	0	0.00
22			134	0	0.00
23			328	1	0.30
24			250	2	0.80
					(0.28 ± 0.19)
25	—	1~31	212	21	9.91
26			175	35	20.00
27			208	31	14.90
28			229	38	16.59
					(15.35 ± 2.10)
29*	1~11	—	180	101	56.11
30*			217	55	25.35
					(40.73)

* 幼虫形成卵投与後11日目に虫体回収、他は32日目に回収
給与時期の 1は幼虫形成卵投与日を示す。
() 内：平均値±標準誤差

表 8.

基礎飼料の給与時期と鶏の増体量

給与飼料の種類 給与時期（虫卵 投与後日数）	幼虫形成卵投与 の有無	平均増体量* (g)	平均虫体回収率**
市販配合飼料（全期間）	有り	353.6 ± 7.15	0.32 ± 0.36
市販配合飼料（全期間）	なし	409.6 ± 20.47	/
基礎飼料（全期間）	有り	27.0 ± 1.95	35.68 ± 3.26
基礎飼料（全期間）	なし	34.4 ± 2.20	/
基礎飼料 1-15：市販配合飼料	16-32 有り	84.4 ± 13.74	32.63 ± 2.53
基礎飼料 1-15：市販配合飼料	16-32 なし	92.4 ± 15.14	/

* 増体量は、幼虫形成卵投与時より虫体回収剖検時までの増体量

** 幼虫形成卵投与後32日目に虫体回収
各群5羽の雛を使用

表 9.

異なる日齢の雛に対する基礎飼料-配合飼料転換給与の効果

雛の 日齢	給与飼料	投与虫卵数 (範囲)	回収虫体数 (範囲)	平均虫体回収率 (±標準誤差)
12	転換	124~162	34~136	56.41±10.97
	配合	146~299	2~28	7.21±2.65
28	転換	124~188	1~33	9.88±3.33
	配合	144~208	0	0
56	転換	125~202	1~12	2.18±1.07
	配合	162~223	0	0

各群5ないし6羽の雛を使用

虫卵投与 12月9日、動物舎は無加温

転換； 基礎飼料-配合飼料転換給与：配合； 配合飼料

表 10.

昆虫発生基礎飼料給与における虫体回収率

雛 番号	給与 飼料	投与 虫卵数	回収 虫体数	回収 虫体率(%)
1	昆虫発生*	125	7	5.60
2	基礎飼料	163	15	9.20
3		172	8	4.65
4		184	12	6.52
5		205	6	2.93
				(5.78 ± 1.04)**
6	冷所保存	109	26	23.85
7	基礎飼料	123	35	28.46
8		156	32	20.51
9		169	38	22.49
10		206	56	27.18
				(24.50 ± 1.47)
11	市販配合	125	0	0.00
12		136	0	0.00
13		145	1	0.69
14		176	0	0.00
15		208	0	0.00
				(0.14 ± 0.13)
16	***	135	54	40.00
17	***	188	69	36.70
				(38.35)

* 構成成分である青米100gに平均230匹のコクゾウムシが発生したもの

** () 内は平均±標準誤差

*** 虫卵投与後11日目に虫体回収、他は32~35日目に回収

表 11.
基礎飼料に脱脂、非脱脂配合飼料、脱脂粉乳または魚粉を添加した場合の虫体回収率

雛羽数	添加物の種類 およびその量	投与虫卵数	回収		回収率 平均(%)
			虫体数	範囲(%)	
	非脱脂 配合飼料添加				
4	1g/day/bird	101~165	0~ 78	0.00-47.27	15.65±8.50
4	2g/day/bird	129~192	0~ 40	0.00-31.00	11.56±6.82
4	3g/day/bird	146~185	1~ 41	0.68-25.79	11.24±5.54
4	5g/day/bird	196~298	0~ 4	0.00- 1.90	0.84±0.41
	脱脂 配合飼料添加				
6	1g/day/bird	103~198	7~ 59	6.80-37.11	26.77±4.83
6	3g/day/bird	161~192	2~ 35	1.09-18.23	9.20±2.55
5	5g/day/bird	116~205	0~ 6	0.00- 2.66	1.53±0.64
	脱脂粉乳				
	1g/day/bird	142~182	2~ 26	1.28-13.33	4.51±0.48
	5g/day/bird	117~202	0~ 3	0.00- 2.54	0.87±0.67
	魚粉				
5	1g/day/bird	175~245	2~ 30	0.94-17.14	5.53±2.98
	5g/day/bird	116~234	0~ 4	0.00- 1.99	0.64±0.41
10	基礎飼料摂取*	103~267	18~171	10.16-64.04	30.05±6.39
10	配合飼料摂取*	104~193	0~ 18	0.00-11.76	1.72±1.34
4	配合飼料摂取**	146~211	64~ 88	38.17-51.20	43.66±2.75

配合飼料自由摂取群以外の各鳥には、基礎飼料を自由採食させ、脱脂または非脱脂配合飼料を容器を別にして給与した。

* それぞれを自由摂取させ、対照とした。

** 子虫形成卵投与後11日目に回収、他は32日目に回収
子虫形成卵投与~16日目までの配合飼料自由採食群の
1羽当りの平均配合飼料摂取量は20.98±0.55gであった。

表 12.-1

飼料中の各成分量と虫体回収率

群	給与飼料の組成	含有量 (%)	乾物量 (g)	回収率 (%)	粗蛋白	粗脂肪	可溶無窒物	粗繊維	粗灰分
1.	トウモロコシ	100	86.50	31.71	7.61	3.37	61.16	1.64	1.04
9.	ソイマイ(ケンマイ) コメヌカ	80 20	68.96 17.60	23.95	8.05	1.91	57.55	1.98	2.51
5.	トウモロコシ タ'イス'カス アルファルファミール	80 10 10	69.20 8.83 9.07	13.72	11.60	3.02	54.96	4.01	2.28
2.	トウモロコシ タ'イス'カス	80 20	68.96 17.66	11.55	14.23	2.93	54.12	2.30	1.87
3.	トウモロコシ アルファルファミール	80 20	69.20 18.14	8.27	8.97	3.12	55.80	5.72	2.68
6.	トウモロコシ タ'イス'カス アルファルファミール ギ'ョフソ	69 22 4 5	59.69 19.43 3.63 4.64	6.83	17.73	2.95	49.35	3.11	3.17
4.	トウモロコシ ギ'ョフソ	80 20	69.20 18.56	0.35	18.23	3.83	49.07	1.35	4.60
10.	ハイゴウ	100		0.36	20.00	3.40		3.40	5.50

各成分値は飼料 100g中の含有量(gまたはmg)
虫体回収率の降順に群を並べ変えた。

表 12.-2

飼料中のアミノ酸量と虫体回収率

群	アルギニン	グリシン	ヒスチジン	イロ ロニン	ロニン	リジン	メチオニン	シスチン
1.	0.35	0.29	0.21	0.27	0.92	0.21	0.13	0.15
9	0.61	0.37	0.21	0.31	0.31	0.31	0.19	0.16
5.	0.64	0.47	0.29	0.45	1.12	0.48	0.17	0.19
2.	0.88	0.58	0.38	0.58	1.33	0.68	0.20	0.24
3.	0.41	0.36	0.21	0.23	0.75	0.18	0.11	0.14
6.	1.12	0.81	0.46	0.73	1.55	0.95	0.29	0.27
4.	1.06	1.06	0.46	0.73	1.62	1.04	0.47	0.23
8.	1.41	0.82	0.50	0.80	1.68	1.03	0.41	0.34

各成分値は飼料 100g中の含有量(g)

表 12.-3
飼料中のアミノ酸量と虫体回収率

群	フェニル アラニン	チロシン	トリオニン	トリプトファン	バリン	セリン
1.	0.36	0.28	0.26	0.09	0.37	0.34
9	0.40	0.30	0.27	0.11	0.47	0.37
5.	0.55	0.39	0.41	0.15	0.55	0.52
2	0.69	0.49	0.51	0.18	0.66	0.66
3.	0.41	0.30	0.31	0.11	0.43	0.38
6.	0.84	0.61	0.67	0.23	0.84	0.82
4.	0.78	0.65	0.73	0.21	0.90	0.83
8.	0.82	0.71	0.69	0.18	0.94	0.83

各成分値は飼料 100g中の含有量(g)

表 12.-4

飼料中のビタミン量と虫体回収率

群	ビ'タ'ミン E	チ'ア'ミン	リ'ボ'フラ'ビ'ン	パ'ン'ト'テ'ン 酸	ナイ'ア'シ'ン	ピ'リ'ド' キ'シ'ン	ビ'オ'チ'ン	葉'酸	コ'リ'ン
1.	2.21	0.41	0.11	0.50	2.30	0.72	0.01	0.02	53.98
9.	1.16	0.65	0.11	3.03	8.95	-	0.08	-	24.25
5.	3.05	0.38	0.24	0.84	2.50	0.72	0.01	0.07	85.14
2.	1.83	0.37	0.15	0.69	2.26	0.74	0.01	0.09	97.49
3.	4.27	0.39	0.33	0.99	2.73	0.70	0.01	0.06	72.79
6.	2.14	0.36	0.24	0.82	2.35	0.71	0.01	0.10	147.87
4.	1.95	0.36	0.27	0.58	2.25	0.65	0.01	0.02	233.06
8.	3.57	0.56	1.44	2.16		1.09	26 μ g	145 μ g	117.00

各成分値は飼料 100g中の含有量(mg、IU、ICUまたは μ g)
 ビタミンA、DおよびKは、日本標準飼料成分表に含有量が
 記載されていない場合が多く算出不可であった。

表 12.-5

飼料中の無機質量と虫体回収率

群	Ca	P	Mg	K	Na	Fe	Cu	Zn	Mn
1.	0.03	0.27	0.10	0.33	0.03	8.65	0.25	1.99	0.52
9.	0.03	0.64	0.23	0.48	0.08	8.66	0.34	2.01	5.09
5.	0.17	0.30	0.14	0.52	0.05	13.22	0.47	2.81	1.09
2.	0.08	0.34	0.15	0.67	0.03	10.45	0.56	2.70	1.28
3.	0.26	0.27	0.14	0.72	0.06	15.99	0.37	1.62	0.91
6.	0.40	0.48	0.17	0.81	0.07	12.60	0.64	2.94	1.45
4.	1.11	0.82	0.14	0.37	0.17	10.63	0.32	4.54	0.58
8.	1.03	0.83	0.15	0.76	0.25	27.00	0.87	7.23	6.06

各成分値は飼料 100g中の含有量(mg、または g)

表 13.-1
飼料の組成と虫体回収率 (その-1)

群*	飼料の成分	組成 (%)	投与幼虫 形成卵数	回収虫体数	回収率 (%) (平均±SE*)
1.	トウモロコシ	100	270	76	28.15
			202	62	30.69
			223	128	57.46
			252	10	3.97
			222	85	38.29
					(31.71±8.63)
2.	トウモロコシ タ'イズ'カス	80 20	226	50	22.12
			277	6	2.64
			281	7	2.49
			261	37	14.18
			233	38	16.31
					(11.55±3.89)
3.	トウモロコシ アルファルファミール	80 20	226	26	11.50
			247	12	4.86
			241	21	8.71
			254	11	4.33
			259	31	11.97
					(8.27±1.60)
4.	トウモロコシ キ'ョフソ	80 20	224	0	0.00
			216	1	0.46
			230	3	1.30
			203	0	0.00
			269	0	0.00
					(0.35±0.25)
5.	トウモロコシ タ'イズ'カス アルファルファミール	80 10 10	244	33	13.52
			282	43	15.25
			268	38	14.18
			206	4	1.94
			215	51	23.72
					(13.72±3.47)

* SE : 標準誤差

表 13.-2
飼料の組成と虫体回収率 (その-2)

群	飼料の成分	組成 (%)	投与幼虫 形成卵数	回収虫体数	回収率 (%) (平均±SE) *
6.	トウモロコシ タ'イス'カス アルファフルファミール キ'ヨフン	69 22 4 5	227	20	8.81
			238	14	5.88
			238	25	10.50
			289	20	6.92
			245	5	2.04
					(6.83±1.44)
7.	シイナマイ ムキエサ キ'ヨフン	45 50 5	278	15	5.40
			236	7	2.97
			231	55	23.81
			246	20	8.13
			290	2	0.69
					(8.20±4.09)
8.	シイナマイ ムキエサ**	50 50	211	60	28.44
			255	112	43.92
			240	7	2.92
			267	64	23.97
			238	147	61.76
					(32.20±9.88)
9.	シイナマイ コマカ	80 20	106	22	20.76
			103	22	21.36
			246	25	10.16
			114	37	32.46
			199	54	27.14
			151	48	31.79
					(23.95±3.42)
10.	ハイコ'ウ	100	212	1	0.47
			271	0	0.00
			220	2	0.91
			234	0	0.00
			249	1	0.40
					(0.36±0.17)

* SE:標準誤差

** ムキエサ:小鳥用市販飼料(ア,ヒ,シドを混合したもの、分量は不明)

表 14.-1

基礎飼料への無機質の添加と虫体回収率 (その-1)

雛番号	添加無機質の 種類および量	投与 虫卵数	回収 虫体数	虫体回収率 (%)
1	NaCl 0.25%	285	77	27.02
2		170	67	39.41
3		152	34	22.30
4		181	83	45.86
5		190	64	33.68
				(33.65±4.21)
6	CaCO ₃ 2.50%	267	31	11.62
7		160	29	18.13
8		164	12	7.32
9		176	24	13.79
10		199	30	15.08
				(13.19±1.81)
11	KCl 0.3%	163	25	15.33
12		175	64	36.57
13		168	29	17.26
14		182	80	43.58
15		190	60	31.58
				(28.94±5.53)
16	メチオニン 0.3%	304	33	15.33
17		189	62	36.57
18		173	69	39.88
19		186	82	44.09
20		177	35	19.77
				(29.48±6.22)
16	無添加	153	77	47.71
17	基礎飼料給与	160	55	34.37
18		160	46	28.75
19		336	179	53.27
20		175	43	24.57
				(37.73±5.51)
21	無添加	269	0	0.00
22	市販配合飼料給与	184	0	0.00
23		189	7	3.70
24		178	5	2.80
25		176	1	0.57
				(1.41±0.77)

雛番号 16~25を対照とした。

表 14.-2

基礎飼料への無機質の添加と虫体回収率 (その-2)

雛番号	添加無機質の 種類および量	投与 虫卵数	回収 虫体数	回収率 (%)
1	CaCO ₃ 2.5%*	143	0	0.00**
2	+	143	33	23.10**
3	KCl 0.3%	173	2	1.16
4		152	16	10.53
5		132	12	9.09
				(8.78±4.14)
6	CaCO ₃ 2.5%	153	18	11.76
7	+	174	5	2.87
8	NaCl 0.4%	166	27	16.27
9		124	39	31.45
10		168	2	1.19
				(12.71±5.45)
11	CaCO ₃ 2.5%	124	33	26.61
12	+	173	115	66.47
13	KCl 0.3%	163	59	36.20
14	+	179	11	6.15
15	NaCl 0.4%	172	54	31.40
				(33.36±9.73)
16	CaCO ₃ 2.5%	164	2	1.22
17	+	168	20	11.90
18	K ₂ PHO ₄ 4.06%	152	31	20.39
19	+	175	133	56.39
20	NaCl 0.4%	158	15	9.49
				(19.88±9.63)
21	CaCO ₃ 2.5%	143	22	15.38
22		152	24	15.79
23		163	26	15.95
24		172	32	18.60
25		182	27	14.75
				(16.10±1.47)
26	無添加	169	94	59.49
27	基礎飼料給与	142	89	62.68
28		127	99	77.95
29		126	64	50.79
30		154	92	59.74
				(62.13±4.43)
31	無添加	156	28	17.95
32	市販配合飼料給与	174	0	0.00
33		115	0	0.00
34		176	0	0.00
35		145	1	0.69
				(3.73±3.56)

* 尻つつきの悪癖により5羽中2羽斃死。

** 虫卵投与25日目に回収、その他は32日目に回収。

雛番号21~35を対照とした。

表 15.

感染の季節が虫体回収率におよぼす影響

感染日	1日当たりの 明時間の割合	気温		平均回収率
		最低	最高	
10, Feb.	明10:30~11:15*	2.3	13.0	5.90±3.50
15, Apr.	明13:05~13:39	7.2	23.0	1.13±0.13
21, Jul.	明13:47~14:13	19.5	33.0	1.33±0.23
12, Oct.	明10:43~11:24	2.3	12.0	3.11±0.11

* 虫卵投与から15日目までの明時間の変化。

表 16.

感染鶏の体温と虫体回収率

季節	群	寄生の程度	幼虫形成卵投与 後15日目までの 平均積算体温	平均体温
冬 8, Jan.	1.	多 平均回収率 24.84% (n=4)*	629.36 ± 0.72	41.96 ± 0.26
	2.	少 平均回収率 1.60% (n=6)	628.54 ± 0.48	41.90 ± 0.62
夏 18, Aug.	3.	多 平均回収率 26.73% (n=3)	630.98 ± 0.50	42.07 ± 0.52
	4.	少 平均回収率 0.00% (n=6)	632.20 ± 0.42	42.15 ± 0.43

平均体温間は群間に有意差がない。

積算体温では、1x4(p<0.01)、2x3(p<0.01)および2x4(p<0.001)との間に有意差が見られた。

給与飼料：市販配合飼料

* n=検査鶏数

表 17.

感染鶏の飼育温度と寄生との関係

雛番号	飼育温度* 飼育形態	投与 虫卵数	回収 虫体数	回収率	
1	32±1℃	264	0	0.00	
2	個別飼育	227	0	0.00	
3		265	0	0.00	
4		199	4	2.01	
5		208	1	0.48	
				(0.05±0.39)**	
6	25±2℃	208	1	0.48	
7	群飼育	437	12	2.75	
8		437	3	0.69	
9		525	38	7.24	
10		525	1	0.19	
11		327	1	0.31	
12		327	0	0.00	
				(1.86±1.15)	
13		25±2℃	280	1	0.36
14	個別飼育	280	3	1.07	
15		300	3	1.00	
16		300	1	0.33	
17		476	0	0.00	
18		476	3	0.63	
				(0.57±0.17)	
19		7±3℃	164	12	7.32
20		群飼育	211	38	18.01
21	110		39	35.45	
22	129		95	73.64	
23	274		40	14.60	
24	97		53	54.64	
25	231		70	30.30	
26	175		15	8.57	
				(30.32±8.34)	
27	7±3℃		193	28	14.51
28	個別飼育		184	23	12.50
29		217	121	55.76	
30		139	18	12.95	
31		301	41	13.62	
32		97	29	29.90	
33		93	23	24.73	
34		92	48	52.17	
				(27.02±6.29)	

* 市販配合飼料を給与。

** ()内は平均値±標準誤差

なお、32℃での群飼育は環境温度が高すぎ、実験期間中に5羽中4羽が斃死したので除外した。

表 18. 基礎飼料給与鶏にける飼育温度と虫体回収率

雛番号	給与飼料	飼育温度	投与虫卵数	回収虫体数	回収率
1	32 ± 1°C*		154	44	28.57
2	個別飼育		292	6	2.05
3		183	0	0.00	
4		172	1	0.58	
5		205	13	6.34	
					(7.51 ± 53.8)
11	25 ± 1°C		258	27	12.98
12	群飼育		181	32	17.68
13		130	55	42.31	
14		132	53	40.15	
15		183	23	12.57	
16		150	28	18.67	
17		221	32	14.48	
					(22.69 ± 5.00)
18	7 ± 3°C		131**	斃死	
19	群飼育		142	斃死	
20		135	斃死		
21		147	斃死		
22		159	斃死		
23		198	斃死		
24		188	斃死		

* 環境温度が高すぎるので群飼育では実施しなかった。

** 雛番号18～24、虫卵投与後7日目までに全羽斃死。

表 19.
1日当たりの明暗時間の割合と虫体回収率

1日当たりの明時間	平均虫体回収率
12*	3.40 ± 1.91
15*	2.03 ± 0.36
24*	2.22 ± 1.01
10:30~11:15**	5.90 ± 3.50

* 鶏の頭上50cmに20wの蛍光灯を設置

** 自然光下に放置

1群10羽を使用し、各群を1ケージに収容した。

また、全群に市販配合飼料を給与した。

群間の平均虫体回収率には統計的有意差は見られなかった。

表 20.

免疫抑制剤の投与と虫体の回収数

雛番号	投与 虫卵数	処理* の種類	回収虫体数	群合計
1	172	アザチオプリン	0	
2	175	10mg/雛/日	0	
3	183	皮下注入	0	
4	192		1	
5	200		0	1
6	167	アザチオプリン	0	
7	172	1000ppm添加飼料	0	
8	186	給与	0	
9	192		1	
10	201		5	6
11	163	アザチオプリン	0	
12	172	2000ppm添加飼料	0	
13	184	給与	0	
14	196		0	
15	205		0	0
16	164	プレゾニドロン	1	
17	166	5mg/雛/日	0	
18	172	皮下注入	0	
19	185		2	
20	205		0	3
21	163	無処置対照	1	
22	167		0	
23	172		0	
24	201		2	
25	205		0	3

* 各処理を幼虫形成卵投与前日から投与後14日目まで実施した。また、アザチオプリンを市販配合飼料にそれぞれの量添加した。各処理終了後虫体の回収までおよび無処置対照には市販配合飼料を給与した。

表 21.

幼虫形成卵の保存期間と虫体回収率

保存条件	保存期間 (日)	虫体回収時期 (投与後日数)	平均回収率(%) (±標準誤差)	Prepatent period (日)
冷蔵庫 (4°C)	7	40	15.19 ± 0.61	27,28
	30	40	13.73 ± 0.75	27,28,29
	60	40	10.28 ± 1.11	28,29
	90	40	10.55 ± 0.97	28,29
	120	40	10.73 ± 1.39	29,30
	180	40	9.81 ± 1.20	29,30
	7	10	42.33 ± 5.59	
	120	10	36.26 ± 5.66	
	180	10	1.02 ± 0.28	
	室温* (5月~11月) 温度 12.5~33.6°C	7	40	16.33 ± 0.66
30		40	16.44 ± 4.55	27,28
60		40	9.94 ± 0.96	29,30
90		40	4.48 ± 1.28	28,29,30
120		40	5.13 ± 1.76	29,31,34,37
180		40	3.73 ± 1.61	32,33,35,37

* 虫卵は4月16日に糞便より回収し、5月2日に培養を終了した。
 感染雛は基礎-配合飼料転換給与によって飼育した。
 各群10羽の雛を使用

表 22.

幼虫形成卵の投与虫卵数と回収虫体数との関係

投与虫卵数	使用羽数	平均回収率	虫体陰性の羽数 (%)	寄生数1未満の羽数	最大寄生率 (%)	最大寄生数	相関係数 (r)
10~50	40	19.36±2.70	6(15.0)	11	76.92	20	0.29
51~100	25	4.94±1.21	6(24.0)	8	25.49	13	-0.16
101~150	30	1.72±0.38	12(40.0)	16	5.88	9	-0.12
151~200	30	1.94±0.52	15(50.0)	17	7.65	16	-0.12
201~250	25	0.92±0.69	12(48.0)	15	4.65	14	-0.13
251~300	25	2.20±0.75	11(44.0)	12	14.13	38	-0.15
301~1500	25	0.68±0.28	13(52.0)	15	4.98	32	-0.75
10~1500	200	3.75±0.83	75(37.5)	100	76.92	38	-0.03

注：給与飼料は市販配合飼料
幼虫形成卵投与32日目に虫体を回収。

表 23.

基礎飼料給与群における投与虫卵数と回収虫体数との関係

投与幼虫 形成卵数		回収虫体数		回収率		相関係数 (r)
範囲	平均	範囲	平均	範囲	平均	
104-416	184.49 ± 7.56	17-171	54.29 ± 4.55	9.88-74.83	31.90 ± 2.55	0.043

なお、虫卵投与後32～37日に虫体を回収した51羽での成績。

表 24.

幼虫形成卵少数連続投与実験における虫体回収率

雛 番号	投与日												合計	回収 虫体数	回収率 (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	40*	6	11	7	6	24	5	19	16	27	30	22	213	31	14.55
2	11	9	25	6	13	10	6	24	10	17	35	9	175	47	26.86
3	36	11	15	9	24	15	6	16	18	12	24	13	199	10	5.03
4	19	16	9	7	13	22	15	15	18	8	22	13	177	16	9.04
5	20	27	15	7	10	32	9	8	10	17	22	33	210	21	10.00
(13.10 ± 3.76)															
対照 (1回投与)															
6	210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	210	0	0.00
7	283	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	283	0	0.00
8	266	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	266	14	5.26
9	199	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	199	6	3.02
10	231	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	231	10	4.33
11	266	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	266	6	2.26
12	183	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	183	0	0.00
(2.12 ± 0.83)															
13	359	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	359	81	22.56
14	256	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	256	112	43.75
15	253	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	253	59	23.32
16	201	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	201	107	53.23
(35.72 ± 7.63)															

* 投与虫卵数

雛番号 1-5 虫卵投与終了後32日目に虫体回収

6-12 虫卵投与後32~35日目に虫体回収

13-16 虫卵投与後11日目に虫体回収

() 内：平均値 ± 標準誤差

表 25.

幼虫形成卵の土壤動物および昆虫への投与試験

虫卵投与 動物種	糞便中排泄			消化管および体組織内 の幼若虫数	
	幼虫 形成卵数	幼若虫数 生	死	接触終了後 1日後	3日後
オカダンゴムシ	39.0	61.6	93.8	0	NE
ヒメハマトビムシ	32.4	63.2	8.0	0	NE
ワラジムシ	32.2	49.0	20.0	0	NE
フツウミミズ	0.2	17.0	3.2	0	NE
フトミミズ	2.2	22.1	5.6	0	NE
シマミミズ	2.8	17.8	3.6	0	NE
ナミギセル	17.0	2.0	1.2	0	NE
コハクガイ	29.0	2.2	0.0	0	NE
オナジマイマイ	33.6	1.2	0.0	0	NE
ゴミムシダマシ (幼虫) *	2.0	17.2	3.8	0	NE
クロゴキブリ	9.6	23.6	3.2	0	NE
オナガササキリ	9.0	10.0	0.6	2.6	0.0
フジヤスデ	0.0	0.2	3.8	42.6	38.0
ツムギヤスデ	0.4	0.0	1.6	42.2	39.4
タマヤスデ	0.0	0.4	2.2	27.6	30.2
オビヤスデ	0.2	0.0	3.2	39.0	36.4
アカヤスデ	1.0	0.0	3.8	25.0	32.0
マクラギヤスデ	1.2	0.0	3.6	25.2	20.5

NE:検査せず

糞便の検査は、3日間の幼虫形成卵を含む飼料の自由摂取開始後 2日目に実施。

各動物種について、5匹の動物を使用し、数字は5匹の平均値。

幼虫形成卵500個/gの餌を給与した。

* ミルワームとして市販されているもの。

表 26.

シマミミズからの鶏回虫幼若虫の回収

回収時期*	回収数	平均	標準誤差
自由摂餌開始後			
1日	7, 11, 13, 24, 58	22.60	9.29
2日	0, 23, 32, 54, 72	36.20	12.45
3日	3, 54, 83, 89, 162	78.20	25.89
4日	2, 81, 82, 143, 163	94.20	28.23
7日	5, 62, 73, 126, 133	79.80	23.37
自由摂餌終了後			
0日	7, 32, 41, 74, 267	84.20	46.94
1日	0, 12, 22, 38, 43	23.00	7.99
2日	0, 1, 6, 15, 24	9.20	4.55
5日	0, 0, 0, 0, 1	0.20	
7日後	0, 0, 0, 0, 0	0.00	

* 1g中に幼虫形成卵400個を含む飼料を8日間自由摂餌させた。
回収数の項、各数字は1ミミズ当りの回収数

表 27.
シマミミズから回収した鶏回虫幼若虫の大きさ (μm)

回収時期	検査数	体長			体幅		
		範囲	平均	標準誤差	範囲	平均	標準誤差
自由摂餌*							
開始後							
1日	25	309.38-360.25	347.12	1.86	15.13-17.88	16.69	0.18
2日	25	309.38-345.13	322.73	1.61	13.06-17.88	15.84	0.19
5日	25	302.50-333.50	320.47	1.51	14.03-22.55	16.42	0.30
8日	25	288.75-338.25	306.76	2.44	13.75-19.25	15.88	0.23
虫卵摂取							
終了後							
2日	15	266.75-319.00	296.31	5.68	15.13-17.88	16.33	0.41
5日	5	291.50-338.25	315.88	4.37	13.75-22.00	16.31	0.64

1g中に幼虫形成卵400個を含む飼料の自由摂取

表 28.
 ミミズより回収した幼若虫の
 汲み置き水道水中での生存期間

経過日数	鶏回虫	
	生虫	死虫
1	48	2
2	6	44
3	0	50
7	0	50

各々50匹の幼虫を使用

表 29.

シマミミズ由来鶏回虫幼若虫の鶏体内での発育

感染材料	給与飼料 (給与期間)	Prepatent period (日)	虫体 回収数	平均虫体回収率 (±標準誤差)
自由摂餌 開始後				
5日目の 幼若虫	市販配合飼料	27, 29*	3, 2, 0, 0, 0	1.00 ± 0.63
	1~15穀物性飼料			
	16~市販配合飼料	26, 27, 27, 27, 28	16, 25, 32, 34, 35	28.40 ± 3.56
幼虫 形成卵	市販配合飼料	27**	3, 1, 0, 0, 0	0.80 ± 0.58
	1~15穀物性飼料			
	16~市販配合飼料	26, 27, 27, 27, 28	23, 24, 25, 26, 32	26.00 ± 1.58

各群12日齢の5羽の雛を使用。
各雛に幼若虫100匹または幼虫形成卵100個を投与。
虫体の回収は投与後40日目に実施した。

* 2羽のみ虫卵排泄。

** 1羽のみ虫卵排泄。

表 30.

オビヤスデからの幼若虫の回収数およびその寄生部位

回収時期 (接触後日数)	検体数	回収 虫体数	回収部位および数		
			消化管壁内 (外壁を含む)	体腔内	消化管内
3	3	24	22	2	0
8	5	35	33	2	0
139	5	31	30	1	0

幼虫形成卵を200個/gの割合で含む餌をそれぞれ50のヤスデに2日間自由摂餌させた。

表 31.

オビヤスデおよびツムギヤスデにおける鶏回虫幼若虫の寄生部位

ヤスデ の種類	ヤスデ 番号	体節（頭部より）						計
		1-5*	6-10	11-15	16-20	21-25	26-	
ツムギ ヤスデ	1	2	4	18	1	0	0	25
	2	0	13	7	15	11	0	46
	3	1	10	12	30	0	0	53
	4	0	0	8	11	4	0	23
	5	0	0	0	8	1	0	9
	6	0	0	1	9	2	0	12
	計	3(1.8)	27(16.1)	46(27.4)	74(44.0)	18(10.7)	0(0.0)	168(100.0)**
オビ ヤスデ	7	0	0	7	0	/	/	7
	8	0	0	74	0	/	/	74
	9	0	0	61	0	/	/	61
	10	0	0	61	0	/	/	61
	11	0	0	69	0	/	/	69
		計	0(0.0)	0(0.0)	72(100.0)	0(0.0)	/	/

* 第1～第5体節

** ()内は百分比(%)

表 32.

オビヤスデより回収した鶏回虫の幼若虫の大きさ(μm)

回収の時期 (自由摂餌後)	検査 数	体長			体幅		
		範囲	平均	SE*	範囲	平均	SE
3日	25	287.00-341.00	313.78	3.12	13.75-17.50	13.59	0.24
7日	25	283.20-352.00	313.98	2.03	15.81-20.63	18.43	0.29
12日	25	280.00-321.00	296.89	3.81	17.88-20.63	19.53	0.67
18日	25	266.95-319.00	285.45	1.60	19.80-26.30	23.42	0.44
25日	25	272.25-308.00	287.38	2.97	19.25-22.00	22.34	0.36
33日	25	259.44-306.36	278.30	3.83	19.32-23.18	22.48	0.36
35日	25	261.32-308.30	279.60	2.06	19.40-23.32	22.06	0.86
卵内幼虫	50	286.00-339.63	312.29	1.64	13.75-17.85	15.68	0.15

1g中に幼虫形成卵400個を含む餌を自由摂餌。
卵内幼虫は圧迫法によって遊離させたもの。

* 標準誤差

表 33.

オビヤスデ由来鶏回虫幼若虫の鶏に投与後11日目の大きさ(mm)

幼若虫の由来	給与飼料	虫体の長さ		回収数 (匹)
		範 囲	平均±標準誤差	
ヤスデ感染後 20日目に回収 した幼若虫	市販配合飼料	3.30~5.72	4.48±0.17	42
	穀物性飼料	4.95~8.56	6.70±0.25	40
幼虫形成卵	市販配合飼料	2.46~3.63	3.22±0.11	38
	穀物性飼料	4.46~6.37	4.91±0.13	33

各群30虫体を計測

各群1羽の雛を使用

1羽に幼若虫100匹または幼虫形成卵を100個に投与

表 34.

オピヤステ由来鶏回虫幼若虫の鶏での発育

感染材料	給与飼料 (給与期間)	Prepatent period (日)	回収数	平均回収率 (±標準誤差)
ヤステ感染後 20日目 幼若虫	1. 市販配合飼料 2. 基礎飼料 (1日~15日) 市販配合飼料 (16日以降)	25,26,26,26,27	3, 4, 6, 8, 9	6.00±1.14
		26,26,26,27,27	26,28,31,32,44	32.20±3.14
幼虫形成卵	3. 市販配合飼料 4. 基礎飼料 (1日~15日) 市販配合飼料 (16日以降)	27 (1羽のみ)	3, 1, 0, 0, 0	0.80±0.58
		26,27,27,27,28	23,24,25,26,32	26.00±1.58

各群12日齢の5羽の雛を使用。
各雛に幼若虫100匹または幼虫形成卵100個を投与。
虫体の回収は投与後40日目に実施した。

表 35.

雛のヤスデ捕食実験

試験 番号	砂中より回収 したヤスデ数 (推定摂取数) *	雛の消化管より 回収したヤスデ数
1	3(27)	1, 2**
2	2(28)	1, 5
3	0(30)	2, 5
4	3(27)	0, 2
5	0(30)	0, 4

* 砂中に30匹のヤスデを放飼した

** 個体ごとの回収数

雛を試験環境にならすため実験開始24時間前に容器に収容

表 36.

ヤスデを介した雛の鶏回虫の取り込み

雛番号	回収 虫体数	虫体回収率 (理論値) *	雛番号	回収 虫体数	虫体回収率 (理論値) **
幼虫形成卵の取り込み			オビヤスデを介した取り込み		
1	4	0.8	11	72	48.0
2	17	3.4	12	114	76.0
3	18	3.6	13	115	76.7
4	23	4.6	14	34	22.7
5	46	9.2	15	126	84.0
6	201	40.2	16	124	82.7
7	0	0.0	17	46	30.7
8	32	6.4	18	52	34.7
9	7	1.4	19	32	21.3
10	3	0.6	20	47	31.3
平均	35.1	7.02 ± 3.80	平均	76.2	50.80 ± 8.26

* 幼虫形成卵5000個と雛10羽 (500eggs/ヒナ) を接触。

** 1匹当たり15幼若虫が寄生しているヤスデ100匹と雛10羽 (150larva/ヒナ) を接触。
虫体の回収は、捕食期間 (24時間) または投与後11日目に実施。

強制経口投与雛での投与虫卵数と回収虫体数 (対照)

雛番号	投与幼虫 形成卵数	回収虫体数	回収率
21	126	48	38.1
22	153	62	40.5
23	132	55	41.7
24	146	76	52.1
25	168	82	48.8
平均	145.0	64.6	44.23 ± 2.65

虫体の回収は投与後11日目に実施。

表 37.
 野外で採取したヤスデ（アカヤスデ類*）の寄生虫保有状況

雛番号	採集地	投与ヤスデ数	回収寄生虫種	回収数
1	A 養鶏場**	50	H.gallinae	23
2		50	H.gallinae	12
3		50	H.gallinae	8
			A.galli	1
4		50	H.gallinae	6
			A.galli	2
5	B 養鶏場***	50	なし	
6		50	なし	
7		50	なし	
8		50	なし	

* ヤスデの分類は幼齢のものが多数含まれていたため充分ではない

** A 養鶏場では鶏の糞便検査で、A.galliまたは H.gallinaeの虫卵を EPG値で100以下検出

*** B養鶏場の糞便検査では寄生虫卵は不検出

表 38.

コクシジウムの混合感染が虫体回収率におよぼす影響

雛番号	コクシジウム種	コクシジウム*の感染時期	回収日**	投与虫卵数	回収虫体数	回収率	平均回収率
1	E.hagani	0***	11	154	104	67.53	
2			11	185	114	61.62	64.58
3			31	186	4	2.15	
4			31	162	3	1.85	2.00
5	E.hagani	4	11	220	143	65.00	
6			11	219	138	63.01	64.01
7			31	220	0	0.00	
8			31	209	0	0.00	0.00
9	E.hagani		31	268	0	0.00	
10		7	31	240	0	0.00	0.00
11	E.maxima		21	176	9	5.11	
12		-10	21	181	1	0.55	
13			21	151	2	1.32	2.33
14	E.maxima	0	21	172	14	8.13	
15			21	244	12	4.91	
16			21	235	0	0.00	4.35
17			31	212	0	0.00	
18			31	236	1	0.42	
19			31	124	0	0.00	0.14
20	E.necatrix	-5	21	363	0	0.00	
21			21	214	0	0.00	
22			21	208	0	0.00	0.00
23	E.necatrix	0	21	209	0	0.00	
24			21	257	0	0.00	0.00
25	なし		11	197	78	39.59	
26			11	199	89	44.72	42.16
27			31	166	6	3.61	
28			31	270	1	0.37	1.99

雛には市販配合飼料を給与した。

* , ** 虫卵投与後日数

*** 幼虫形成卵とコクシジウムのオーシストを同時に投与

表 39.

経口投与された幼虫形成卵の糞便内排泄状況

投与後時間 (h)	検出			
	ガラス球	木炭末	虫卵	
			発育停止卵	幼虫形成卵
			1, 2, 3*	1, 2, 3*
4~7	+	-	-	-
7~8	+	+	-	-
8~16	+	+	6, 2, 3	2, 1, 1
16~24	+	+	2, 2, 4	0, 2, 1
24~36	+	-	-	-
計			19	7

各雛には幼虫形成卵100個を投与。

なお、投与した幼虫形成卵に混合していた発育停止卵は、番号 1,2および3の雛でそれぞれ 13,15,12個の計40個であった。

虫卵と同時に径 0.5mmのガラス球および木炭末をそれぞれ 0.5g投与し、観察の目安とした。

* 雛番号

表 40.
市販配合飼料給与鶏群での幼虫形成卵投与後5日目ごとの虫体回収率

回収日 (投与後 日数)	投与 虫卵数	回収 虫体数	回収率 (%)
5	136	78	57.35
5	180	112	62.22
5	167	99	59.28
			(59.62 ± 1.42)*
10	162	76	46.91
10	126	79	62.70
10	146	91	52.33
			(57.31 ± 5.20)
15	127	7	5.51
15	173	18	10.41
15	155	4	2.58
			(6.17 ± 2.28)
20	127	3	2.36
20	163	10	6.13
20	132	3	2.27
			(3.59 ± 1.27)
25	131	0	0.00
25	160	5	3.13
25	149	5	3.36
			(2.16 ± 1.08)

* ()内は、各平均値 ± 標準誤差

表 41.
市販配合飼料給与鶏での幼虫形成卵投与後10~15日目の虫体回収率

回収日 (投与後 日数)	投与 虫卵数	回収 虫体数	回収率 (%)
10	243	174	71.60
10	164	104	61.59
10	156	57	36.54
10	136	78	57.35
	111	52	46.85
			(54.79±6.10)*
11	219	78	35.62
11	199	95	47.74
11	100	64	64.00
11	100	64	64.00
			(52.84±6.90)
12	241	118	48.96
12	241	155	64.32
			(56.64)
13	257	143	55.64
13	188	91	48.40
13	116	55	47.41
13	123	84	68.29
13	118	47	39.83
			(51.91±4.80)
14	254	31	12.20
14	248	35	12.50
			(12.35)
15	112	22	19.64
15	210	9	4.29
15	190	6	3.16
15	115	2	1.74
15	108	6	5.56
15	108	5	4.63
			(6.50±2.68)

* () 内は平均値±標準誤差

表 42.
市販配合飼料給与鶏での幼虫形成卵投与後11～18日目の糞便からの幼若虫の回収数

雛 番号	検査日（虫卵投与後日数）								小腸からの 回収虫体数 （19日目）	総回収 虫体数	
	11	12	13	14	15	16	17	18			小計
1	4	1	14	2	11	2	0	0	34	8	42
2	0	1	3	19	12	0	1	0	37	8	45
3	3	7	1	26	6	0	0	6	49	2	51
4	0	0	0	24	15	19	0	0	58	2	60
5	0	15	2	43	3	0	0	0	63	9	72
6	0	0	1	12	2	0	0	0	15	5	20
計	7	24	21	126	49	21	1	6	256	34	290
(%)*	2.73	9.38	8.20	49.22	19.14	8.20	0.39	2.34	100.00		

* (糞便内幼虫数/糞便内より回収した総虫体数) x100
1羽あたり幼虫形成卵100個を各雛に投与した。

表 43.

虫卵投与後11～18日目における基礎-配合飼料給与群の糞便内からの幼若虫回収数

雛 番号	検査日：幼虫形成卵投与後日数								小計	小腸からの 回収虫体数 (19日目)	総回収 虫体数
	11	12	13	14	15	16	17	18			
1	0	0	0	14	15	1	9	18	57	22	79
2	0	15	2	16	3	0	0	27	63	25	88
3	0	1	3	2	9	0	0	0	15	30	45
計	0	16	5	32	27	1	9	45	135	77	212
(%)*	0	11.85	3.71	23.70	20.00	0.74	6.67	33.33	100.00		

* (糞便内幼虫数/糞便内より回収した総虫体数) x100
1羽あたり幼虫形成卵100個を各雛に投与した。

表 44.
幼虫形成卵投与後13日および14日目に糞便内に排泄された幼虫の生死

回収日 (虫卵投与後)	回収総幼虫数	形態的に正常な幼虫 (%)	運動性のあるもの (%)
13	283	83(29.33)	76(26.86)
14	183	102(55.74)	83(45.36)
計	466	185(39.70)	159(34.12)

表 45. 幼虫形成卵投与後14日目に糞便内に排泄された幼虫の生存期間

経過時間 (h)	実験番号					
	1*	2*	3*	小計(%)	4**	5***
0	76/76	83/83	104/104	263/263(100.00)	82/142	82/112
24	62/76	0/83	15/104	77/263(29.28)	0/183	0/172
48	0/76	—	0/104	0/180(0.00)	—	—

* 水道水中、同一検体より回収した幼虫を観察。

** シャーレ内の湿らせた濾紙上に幼虫を含む糞便を置いた。

*** 乾燥した濾紙上に幼虫を含む糞便を置いた。

— 未検査

4および5は、それぞれ3羽の雛の糞便を混合して用いた。

なお、本実験は室温下で6月に実施し、表中の分数は生存している数/観察数。

表 46.

鶏回虫12日齢幼若虫の移植試験

雛番号	移植方法	移植幼若虫の由来	移植幼若虫数	寄生虫体数***
1	経口投与	回収幼若虫*	100	0
2			100	1
3			100	0
4	経口投与	腸組織内 ** 幼若虫	164	2
5			82	0
6			82	1
7	外科的に 十二指腸に注入	回収幼若虫*	100	2
8			100	0
9			100	0

* 感染鶏からの幼若虫の回収は可能なかぎり40℃に保温して行った。

** 組織内幼虫は、幼虫形成卵を投与した幼若虫の寄生している雛の小腸を縦切開した後、これを新たな雛に強制投与した。従って、投与数は対照とした雛の寄生数から算定した推定値。

*** 移植後 7日目に虫体を回収した。

表 47. 投与した幼虫形成卵数と11および12日目の回収虫体数との関係

投与虫卵数の範囲	使用羽数	平均回収率	最小寄生率	最大寄生率	最小寄生数	最大寄生数	相関係数 (r)
102~1200	64	44.02±1.74	8.48	59.73	19	518	0.90

回帰式は、 $y=48.9372+0.1141x_1+0.0002x_2$
 ただし、 y = 回収虫体数： x = 投与幼虫形成卵数

虫体の回収は、幼虫形成卵投与後10日または11日目。

なお、本回帰式で計算される理論的な回収虫体数は下記の通りである。

投与虫卵数	回収虫体数
x = 100	y = 62.638
x = 150	y = 71.205
x = 200	y = 80.918
x = 250	y = 91.775
x = 300	y = 103.777
x = 350	y = 116.924
x = 400	y = 131.216
x = 450	y = 146.652
x = 500	y = 163.233
x = 550	y = 180.960
x = 600	y = 199.831
x = 700	y = 241.008
x = 800	y = 286.764
x = 900	y = 337.099
x = 1000	y = 392.014

表 48.

基礎 - 配合飼料給与群での虫体の腸管内分布

1) 幼虫形成卵投与後10,11および12日目の幼若虫の分布

部位	雛番号																	累計	(%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
1	0	3	2	0	0	132	0	0	1	7	1	0	7	0	0	34	5	192	10.97
2	1	9	118	2	0	28	0	1	7	17	10	0	17	4	0	30	36	280	16.00
3	70	66	14	105	79	3	25	54	55	34	51	40	34	80	82	0	12	804	45.94
4	20	23	12	53	25	2	31	23	110	25	12	26	25	5	29	0	10	431	24.63
5	0	1	2	19	2	1	1	0	1	4	7	0	4	0	0	0	1	43	2.46
計	90	92	148	179	106	166	57	78	174	89	81	66	89	89	121	64	64	1750	100.00

基礎飼料給与

2) 幼虫形成卵投与後35~40日目の成熟虫の分布

部位	雛番号															累計	(%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	4	1	2	0	4	1	2	1	0	1	1	0	0	1	1	19	3.15
2	18	15	52	6	6	17	28	18	56	4	8	26	23	59	54	390	64.68
3	0	46	12	1	8	3	0	0	51	0	0	0	1	48	10	180	29.85
4	0	9	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	2	0	14	2.32
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
計	22	71	66	7	18	21	30	19	110	5	9	26	24	110	65	603	99.65

虫卵投与から15日目まで基礎飼料、以後虫体回収まで市販配合飼料を給与した。

表 49. EPD値別に群分けした場合の排泄虫卵数および排糞量(g)の日内変動

EPD値別 群	採材時刻	排泄虫卵数 平均 EP3H	SE	3時間当りの 平均排糞量	SE	EPG	
5X104以下	午後	2	9640.00	3564.82	11.10	1.45	343.23
		5	6870.00	2330.45	11.40	1.89	301.32
		8	2540.00	744.54	6.38	1.78	199.06
		11	2003.75	799.32	4.15	0.83	241.42
	午前	2	1122.50	631.26	3.75	0.46	149.67
		5	941.25	410.27	3.38	0.59	139.24
		8	13192.50	3123.59	6.98	0.95	945.02
		11	9118.75	2640.49	9.10	1.13	501.03
5X104~105	午後	2	18091.20	2958.19	9.18	1.64	1970.72
		5	13865.00	6339.53	10.00	1.85	1386.50
		8	5395.00	1916.95	8.40	2.06	642.26
		11	3017.50	1723.60	4.58	1.08	658.84
	午前	2	2378.75	1544.39	4.28	0.98	555.78
		5	2155.00	691.04	3.38	0.79	637.57
		8	19145.00	2698.40	7.30	1.03	2622.60
		11	21431.20	1814.23	8.63	1.53	2483.34
105以上	午後	2	45549.30	9123.26	7.11	1.09	6406.37
		5	50429.30	7595.56	16.06	1.38	3140.06
		8	22292.10	4110.27	8.49	1.01	2625.69
		11	13743.60	2162.45	6.27	0.46	2191.96
	午前	2	10557.90	2773.38	6.63	0.66	1592.44
		5	7879.29	2482.10	5.87	0.86	1342.30
		8	16830.00	2918.55	6.60	0.62	2550.00
		11	29509.30	4215.55	6.13	0.69	4813.91
上記3群の平均	午後	2	28651.00	6033.25	8.73	0.84	3281.90
		5	29063.00	6569.74	13.20	1.14	2201.74
		8	12519.00	3109.31	7.90	0.83	1584.68
		11	7752.67	1842.41	5.25	0.46	1476.70
	午前	2	5860.67	1756.35	5.23	0.53	1120.59
		5	6680.67	2543.20	4.54	0.56	1471.51
		8	16477.30	1723.21	6.89	0.44	2391.48
		11	20584.30	3273.56	7.59	0.66	2712.03

SE : 標準誤差

表 50.-1

虫卵排泄開始後の寄生虫体数別排虫状況

寄生 虫体 数	虫卵排泄開始後日数																														計	
	4	6	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	34							
2						1				1	(0)*																					2
4			2				1	1			(0)																					4
6		1	1	3	1						(0)																					6
6						2	1			1	1	1																				6
12	1									1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1									(0)	12	
12						1		2		2	1		1	2	1	1	1													(0)	12	
51										4		2	2	7	7	1	4	8	4	4	1	3							(4)	47		
56												1	7	1	1	3	6	9	10	8	2	6							(2)	54		

* () 内は剖検時の残存虫体数

表 50.-2

寄生虫体数別 5日間毎の排虫状況

投与26日目 実験開始時 寄生虫体数*	使用 羽数	全寄生 虫体数	排虫数						
			幼虫形成卵投与後日数						
			27-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60
少数寄生 (2,4,6,6)	4	18	0	3	11	2	2	-	-
中程度に寄生 (12,12)	2	24	0	1	1	5	11	6	-
多数寄生 (51,56)	2	107	0	0	0	4	28	57	12**

* 排虫数と実験終了時残存虫体より計算。

** 61日目剖検、残存虫体6匹回収。

また、他の群では剖検時に回収された虫体はなかった。

排虫数は、各群の合計匹数。

() 内は寄生虫体数

表 51.-1
虫卵排泄期間中の寄生虫体数別、寄生虫体 1 匹当りの排泄虫卵数の推移。(その1.)

検査開始時 寄生虫体数	経過日数									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	2490	7560	7380	2840	12120	6120	21200	11270	7220	5455
4	4282	3940	2090	2275	9180	2520	6640	6765	525	1010
6	1136	1980	7190	2110	7250	6550	6425	8115	3020	39840
6	13628	11400	14528	20450	37500	15052	30140	31860	18980	19040
12	2606	1160	39435	23747	40680	17105	34154	41122	40050	37802
12	13720	15117	13200	15509	23053	26604	23146	15540	65950	27859
51	2565	1072	11258	5210	8931	13590	20059	14988	17945	18634
56	1052	476	3796	3203	8531	6190	7835	8871	7960	7516

表 51.-2
虫卵排泄期間中の寄生虫体数別、寄生虫体 1 匹当りの排泄虫卵数の推移。(その2.)

検査開始時 寄生虫体数	経過日数									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2	10700	0	18870	4360	0	0	剖検			
4	3200	0	0	0	0	0	剖検			
6	0	0	0	0	0	0	剖検			
6	18613	44866	44866	25600	7013	0	0	3735	0	0
12	41103	55780	68536	51854	49872	63822	50705	481410	43609	43235
12	22109	23563	39690	20554	14385	0	12617	44000	22158	8920
51	20492	14426	26098	23221	23898	26930	22519	16335	8083	19377
56	14525	9103	11569	10907	11813	11450	16461	12558	8542	12959

表 51.-3
虫卵排泄期間中の寄生虫体数別、寄生虫体 1 匹当りの排泄虫卵数の推移。(その3.)

検査開始時 寄生虫体数	経過日数									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
6	剖検									
12	21458	29277	22044	10588	7170	40760	1258	1634	0	0
12	7500	12155	0	0	0	0	0	0	0	0
51	24942	6466	4594	2229	1589	4238	1515	2457	0	0
56	12654	8438	12026	11129	9846	11225	7376	7723	4018	4320

幼虫形成卵投与後27日目、検査開始
検査開始時寄生虫体数は実験期間中の排虫数および剖検時残存虫体数より計算。

表 52.
基礎 - 配合飼料給与鶏での未成熟虫および成熟虫に対するParbendazoleの効果

投薬時期 (幼虫形成卵 投与後日数)	投薬時* 回収 虫体数 (2羽)	投薬後 4日間の 総排虫数 (5羽)	殺処分時回収虫体数									
			雛 番 号						総数	平均	駆虫率	
			1	2	3	4	5	6				
5	Ne.**	Ne.**	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	100.0
8	178.0	485	1	4	3	2	1	0	0	11	2.4	92.6
11	186.0	742	0	0	1	1	0	0	0	2	0.4	98.7
15	141.5	326	23	21	8	16	4	0	0	72	14.4	51.5
18	116.0	257	10	10	12	12	11	0	0	55	11.0	63.0
23	114.0	207	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	100.0
32	60.0	254	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	100.0
無投薬対照			21	26	25	35	29	42	178	29.7		

* 対照とした 2羽の雛より虫体を回収した。

** 実施せず

虫卵の投与から15日目まで基礎飼料、以後実験終了まで市販配合飼料を給与した。なお、虫卵投与時12日齢の雛を無投薬対照区 6羽、他の各群ではそれぞれ 5羽用い、100虫卵/雛の割合で虫卵を投与した。また、全羽とも虫卵投与35および36日目に殺処分して虫体を回収した。なお、駆虫率は無投薬対照群の殺処分時平均回収虫体数と各群の回収虫体数とより求めた。

添付図および写真の説明

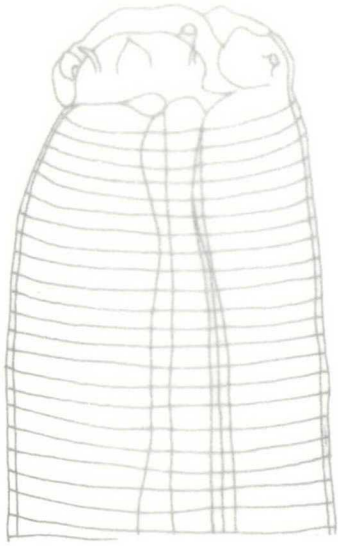
添付図

- 1- 1. 鶏回虫雄虫尾部（腹面）
- 1- 2. 鶏回虫雄虫尾部（側面）
- 1- 3. 鶏回虫頭部
- 2- 1. 飼料中のカルシウム量と回収虫体数
- 2- 2. 飼料中のメチオニン量と回収虫体数
- 2- 3. 市販配合飼料給与鶏での投与幼虫形成卵数と回収成熟虫体数
- 2- 4. 基礎一配合飼料給与鶏での投与幼虫形成卵数と回収成熟虫体数
- 3- 1. オビヤスデ体内の鶏回虫寄生状態
- 3- 2. オビヤスデより回収した鶏回虫の幼虫
- 3- 3. オビヤスデ体内の鶏回虫幼虫の体長および体幅
- 4 市販配合飼料給与鶏での投与幼虫形成卵数と投与後 10,11 および 12 日目の回収幼虫数
- 5- 1. 虫卵排泄数の日内変動（EPG）
- 5- 2. 虫卵排泄数の日内変動（EP3H）
- 5- 3. プリパテント・ピリオッド中の EPD/W の推移

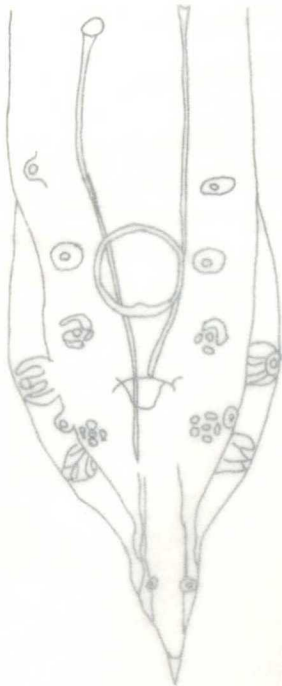
添付写真

- 1- 1. 鶏回虫成熟虫体（上 雌虫、下 雄虫：下部メモリの単位は mm）
- 1- 2. 鶏回虫の頭部
- 1- 3. 鶏回虫の口部（走査電子顕微鏡像）
- 1- 4. 鶏回虫雄虫尾部（側面）
- 1- 5. 鶏回虫雄虫尾部（腹面）
- 1- 6. 鶏回虫雄虫尾部（走査電子顕微鏡像）
- 1- 7. 鶏回虫雄虫尾部（腹面・拡大図）
- 1- 8. 鶏回虫雄虫尾部（走査電子顕微鏡像）
- 1- 9. 鶏回虫雌虫総排泄口部（側面）
- 1-10. 鶏回虫虫卵（幼虫未形成卵）
- 1-11. 鶏回虫虫卵（幼虫形成卵）
- 2- 1. 市販配合飼料給与感染鶏（感染 35 日目）
- 2- 2. 基礎飼料配合飼料転換給与感染鶏（感染 35 日目）
- 2- 3. 穀物性飼料給与感染鶏（感染 35 日後） 2- 4. 2-1,2 および 3 の雛を比較するため同居（なお、雛は同日齢）
- 2- 5. 2-1,2 および 3 の雛の取り出した腸管
- 2- 6. 基礎飼料一配合飼料転換給与鶏での寄生状況。なお、左および右側の腸管はそれぞれ市販配合飼料給与および基礎飼料給与雛のもの

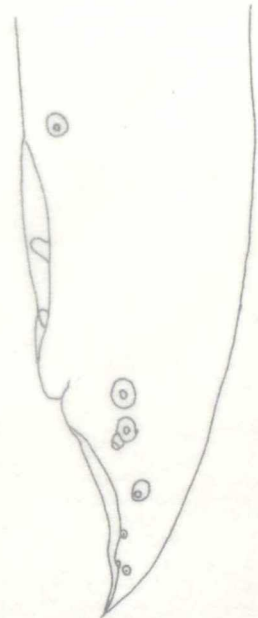
- 3-1. シイナ米に発生したコクヌストモドキ
- 3-2. 幼虫形成卵のミミズへの投与状況
- 3-3. 幼虫形成卵のヤスデへの投与状況
- 3-4. オビヤスデ幼齢虫（液浸標本）
- 3-5. ミミズ腸管内腔の幼若虫（組織標本）
- 4-1. オビヤスデ体内の寄生状況
- 4-2. オビヤスデ体内の寄生状況（拡大）
- 4-3. オビヤスデ体内の寄生状況（組織標本; H&E 染色）
- 4-4. オビヤスデ体内の寄生状況（組織標本、拡大; H&E 染色）
- 4-5. オビヤスデから取り出した被囊幼虫および被囊から脱出した幼虫
- 4-6. オビヤスデから取り出した被囊から脱出した幼虫
- 4-7. オビヤスデから取り出した被囊から脱出した幼虫（固定標本）
- 4-8. 孵化直後の幼虫
- 5 構内に放した雛のソ囊から回収した土壤動物



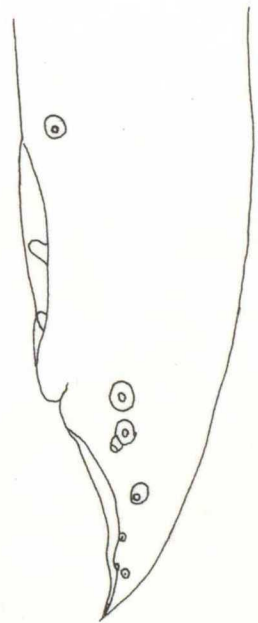
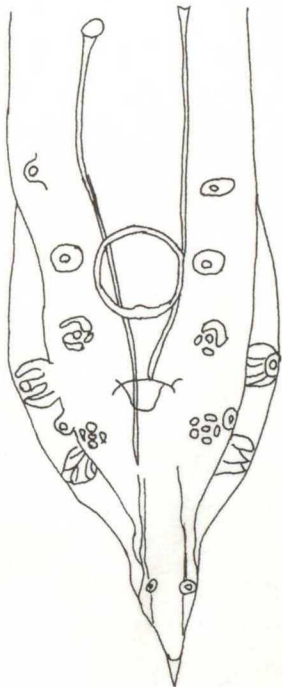
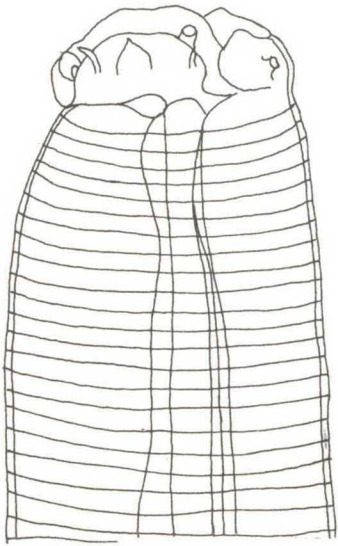
1- 3. 鷄回虫頭部



1- 1. 鷄回虫雄虫尾部 (腹面)

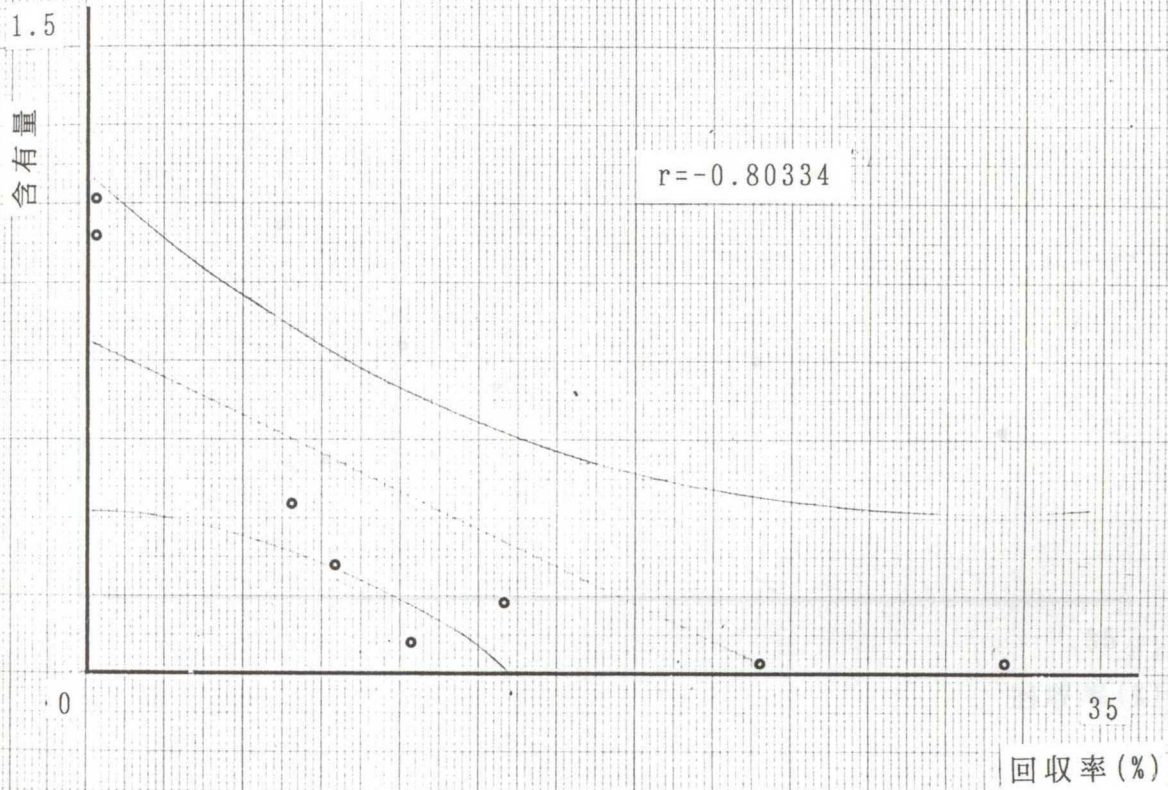


1- 2. 鷄回虫雄虫尾部 (側面)



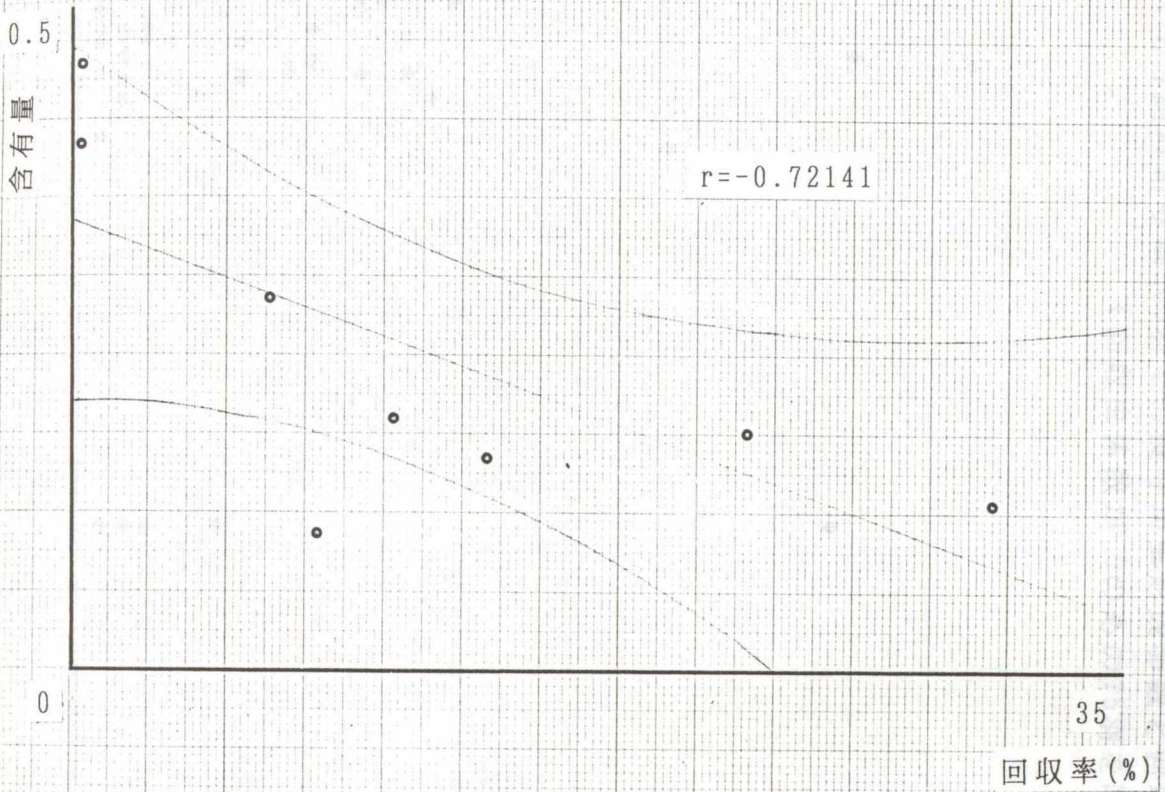
2- 1.

カルシウム含有量と平均虫体回収率

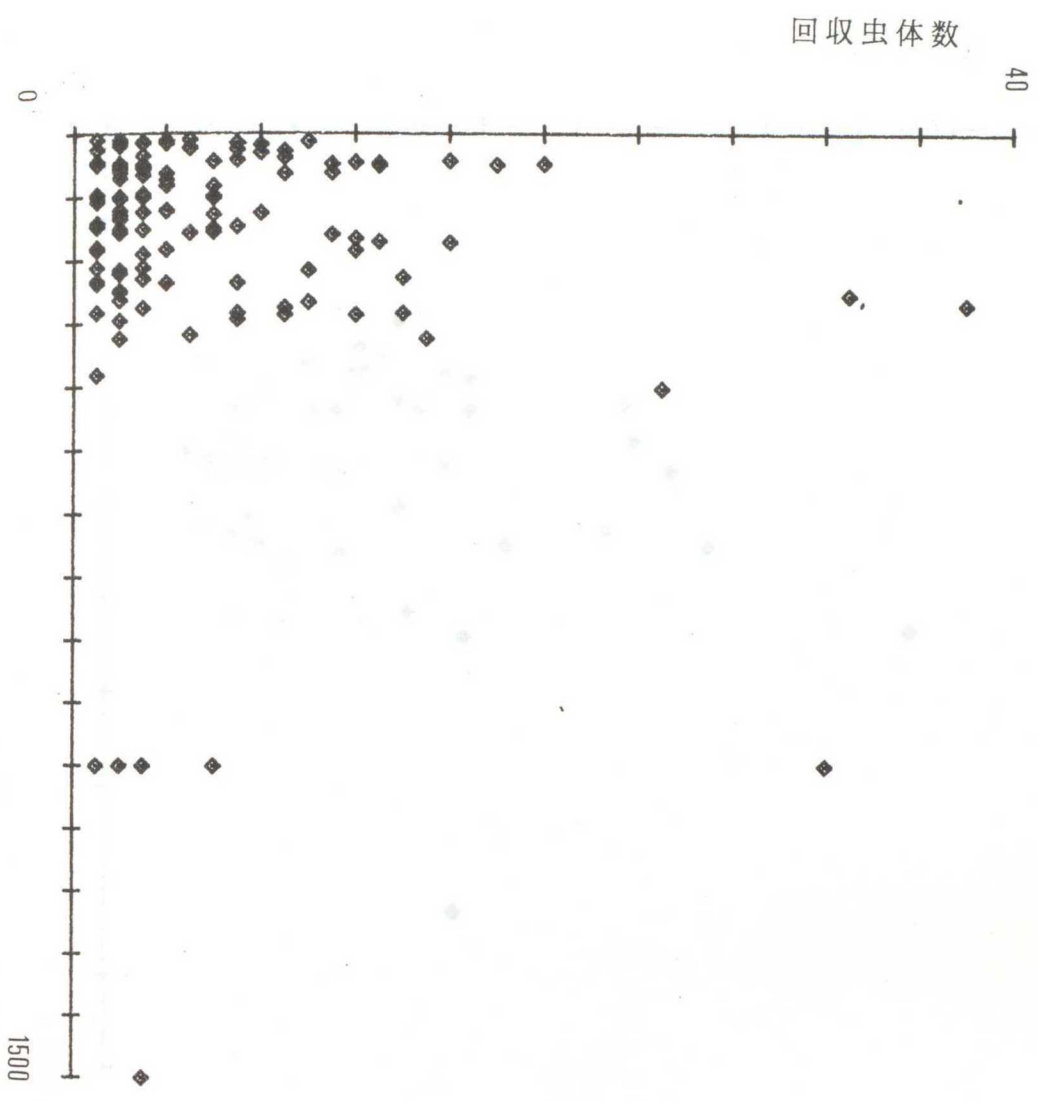


2-2.

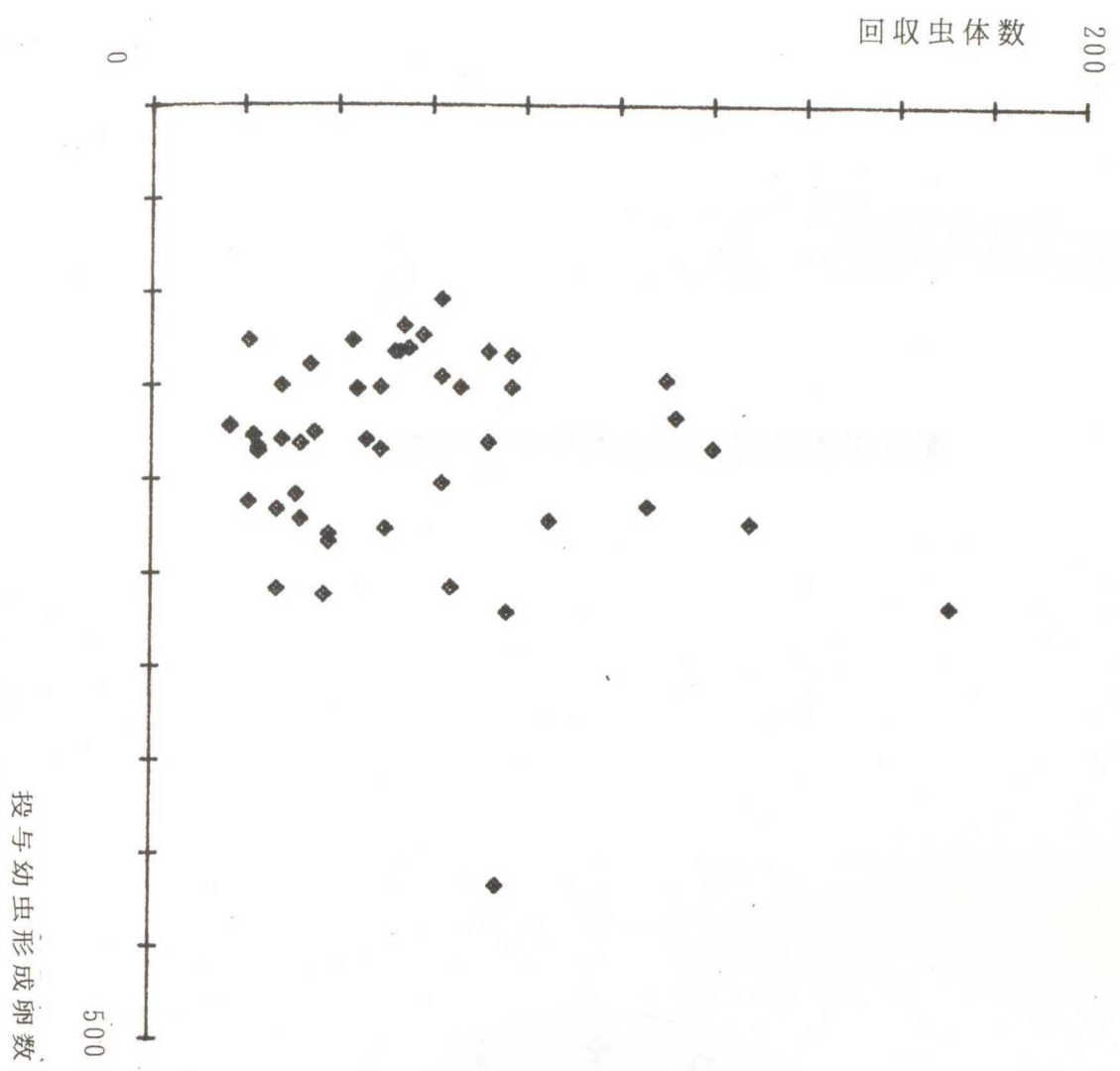
メチオニン含有量と平均虫体回収率



市販配合飼料給与鶏200羽での投与幼虫形成卵数と回収成熟虫体数
(回収虫体数が0のもの75羽を除く125羽分)



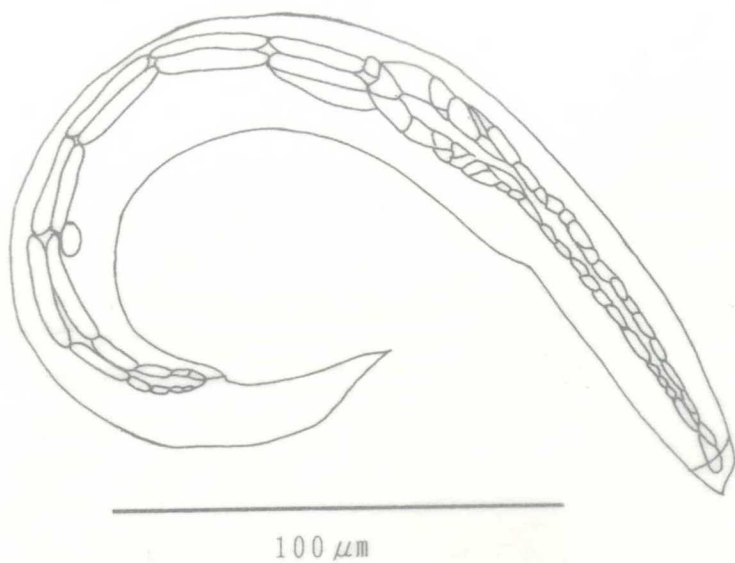
基礎飼料給与鶏での投与幼虫形成卵数と回収成熟虫体数



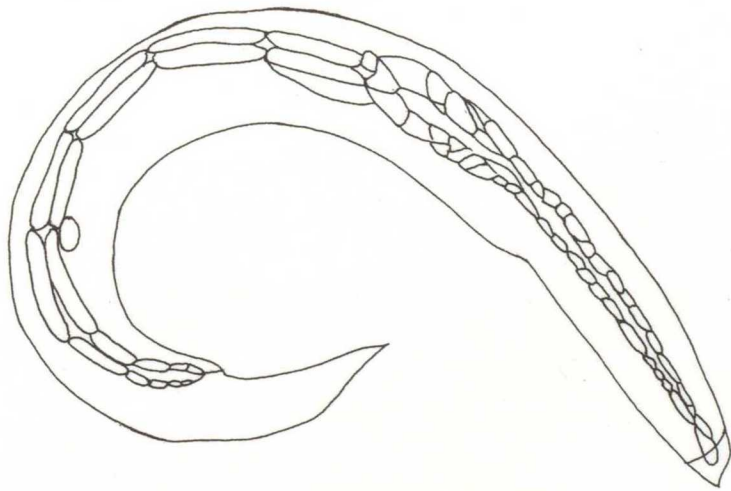
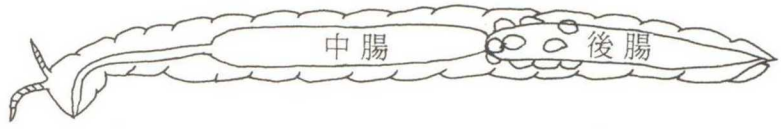
2. オピヤスデより回収した鶏回虫の幼虫



3- 1. オビヤスデ体内の鶏回虫寄生状態



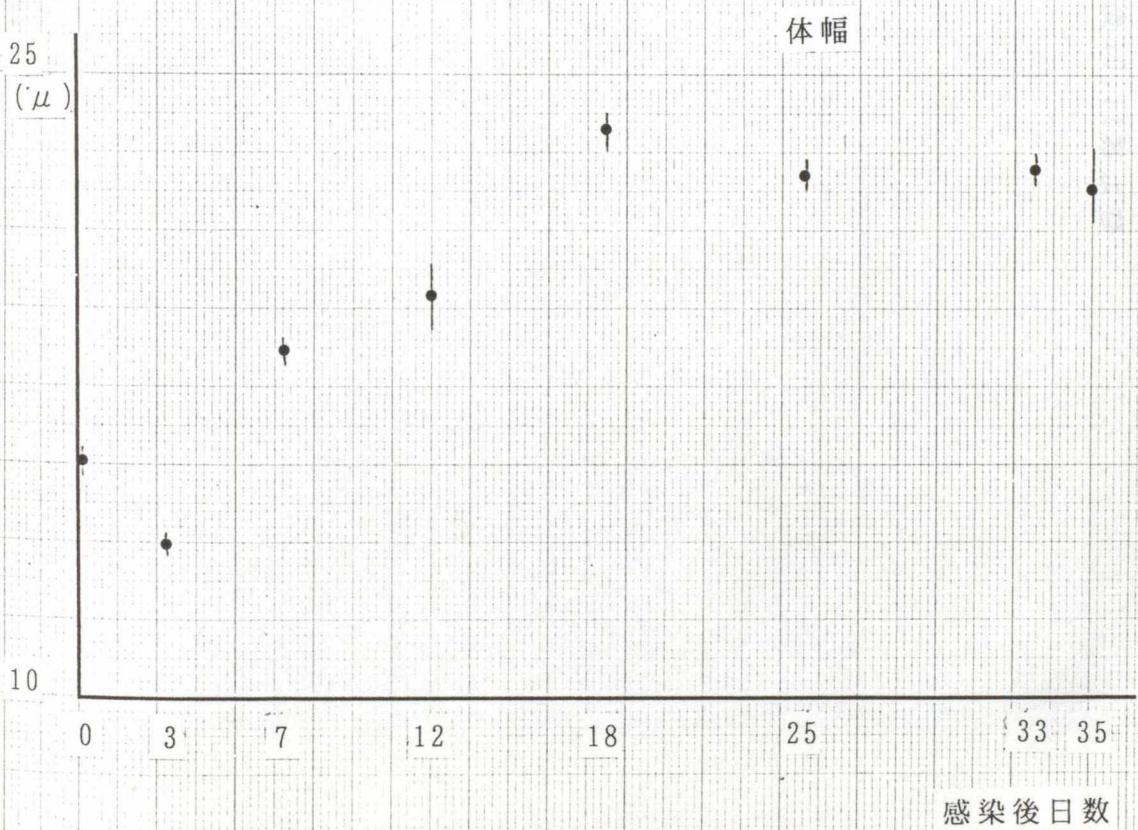
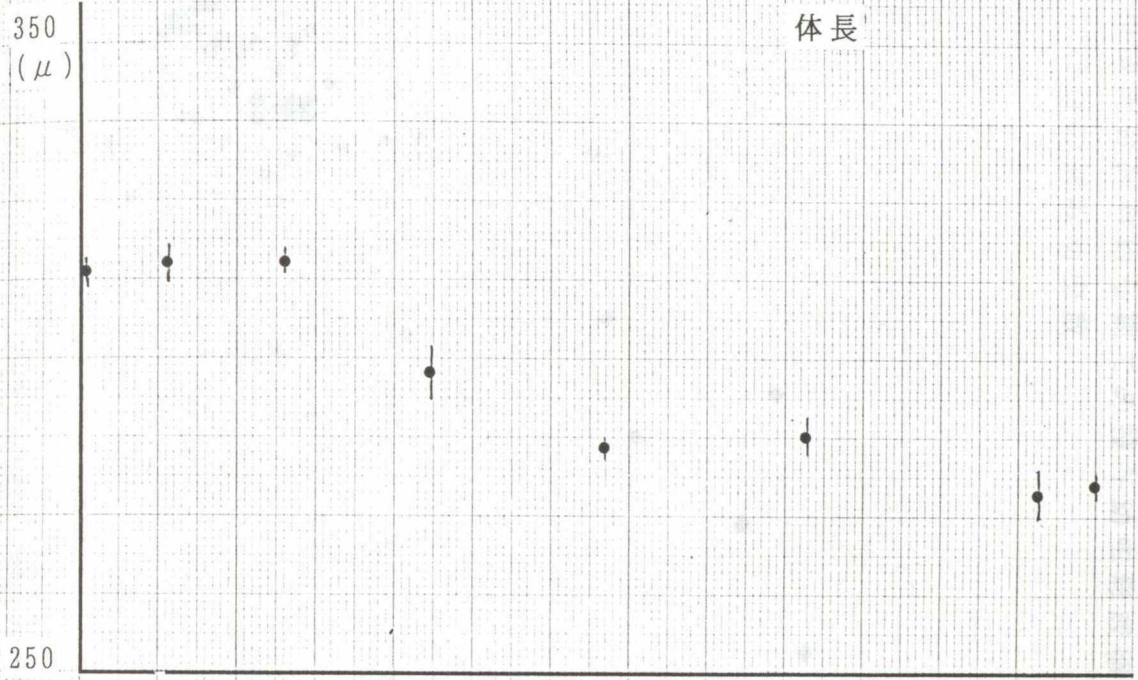
3- 2. オビヤスデより回収した鶏回虫の幼虫



100 μm

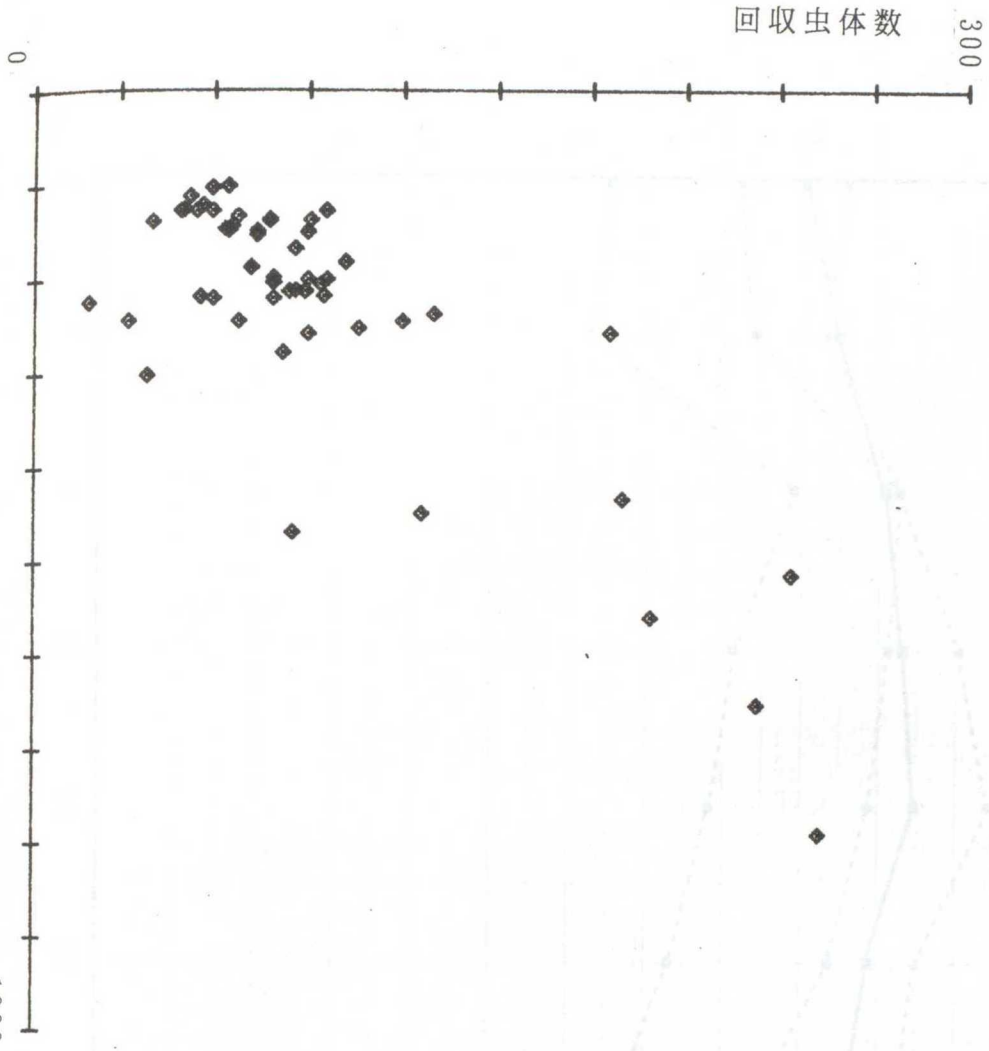
3-3.

オビヤスデから回収した *A.galli* 幼虫の体長および体幅 (μm)



感染後日数

市販配合飼料給与鶏での投与幼虫形成卵数と投与後10, 11および12日目の回収幼虫数



5-1.

EPD値別 排泄虫卵数の日内変動 (EPG)

(log)

○ 5×10^4 以下, ● $5 \times 10^4 \sim 10^5$, ▼ 10^5 以上, ■ 平均

E
P
G

4

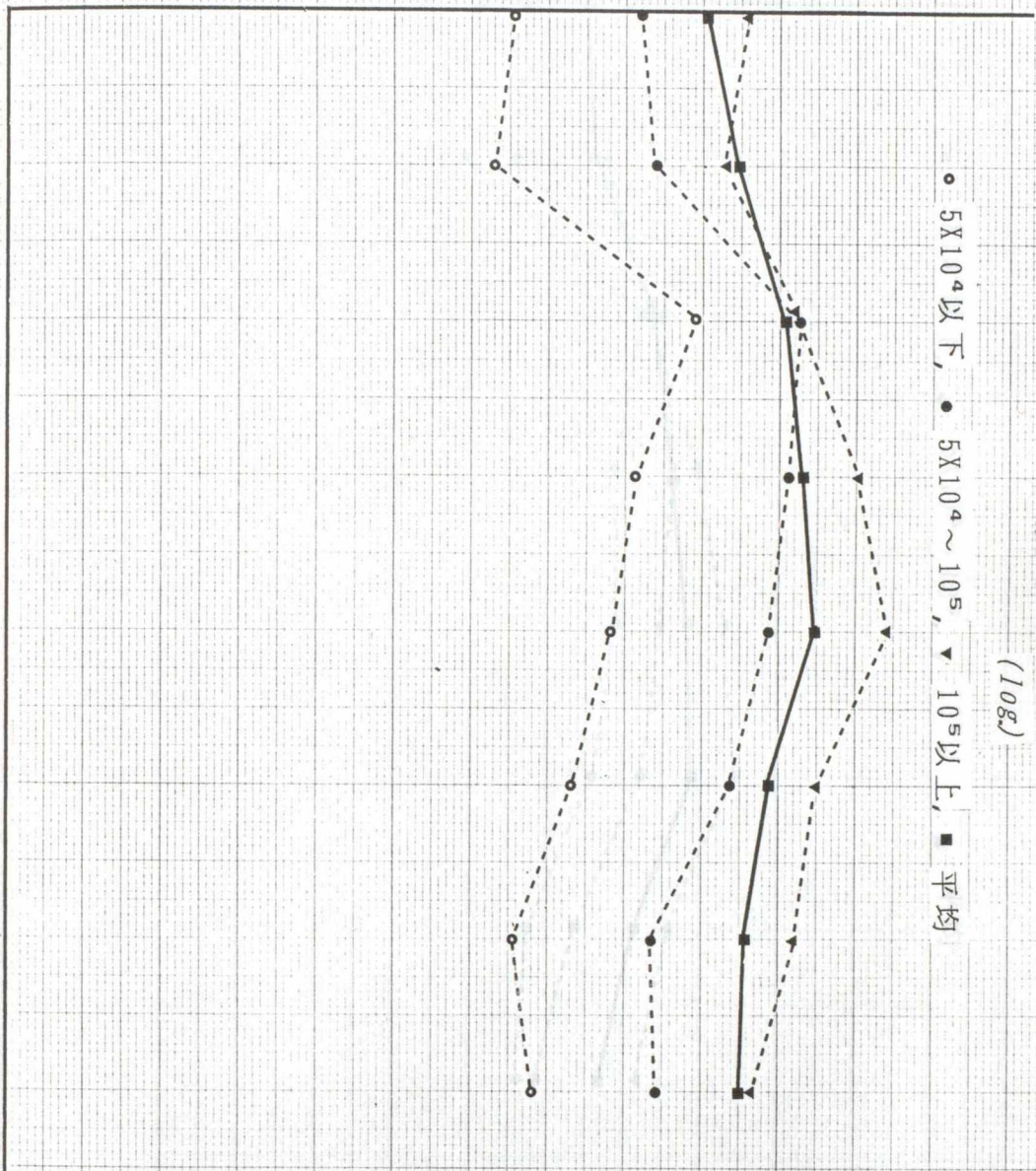
3

2

1

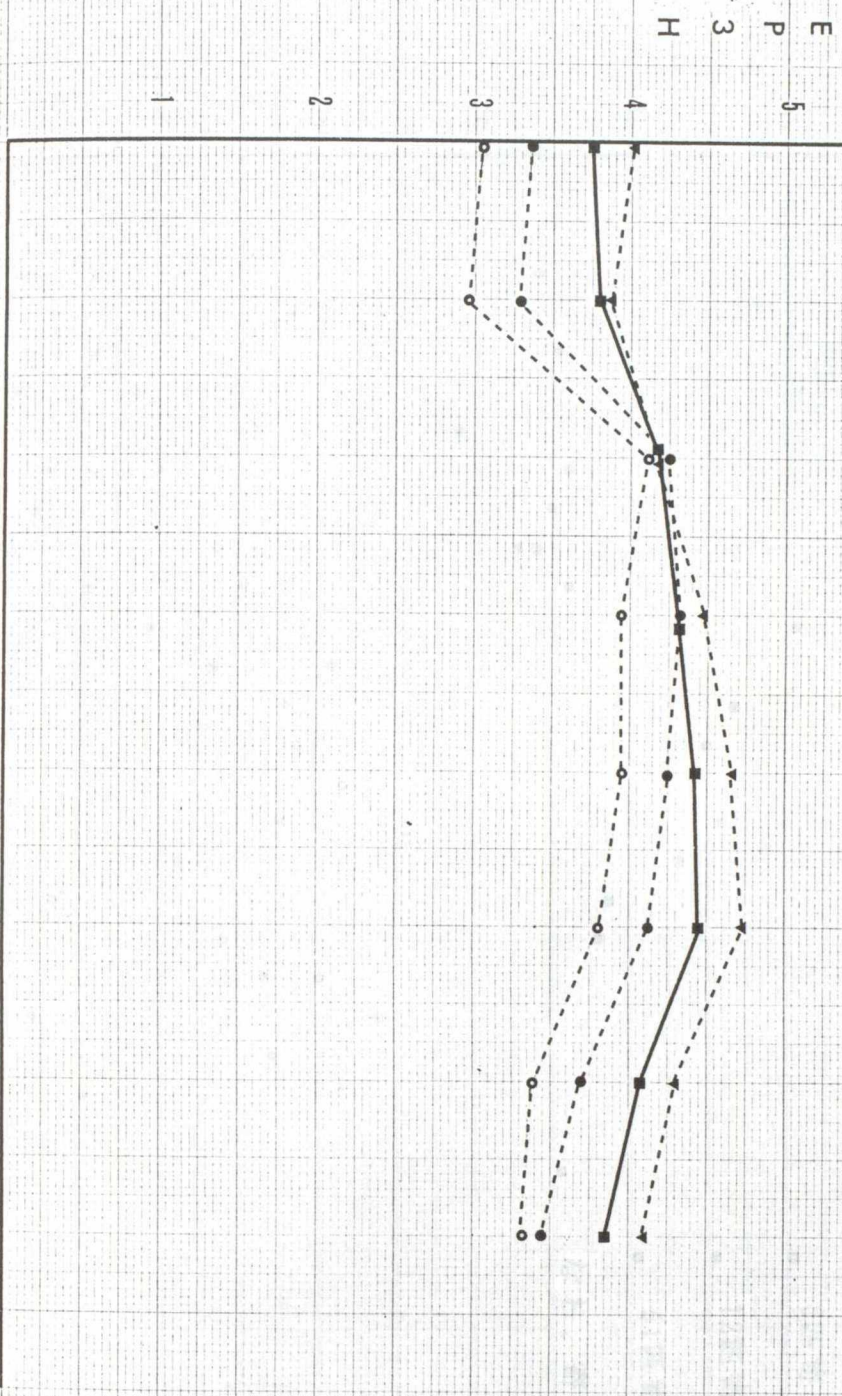
2 5 8 11 14 17 20 23

時刻



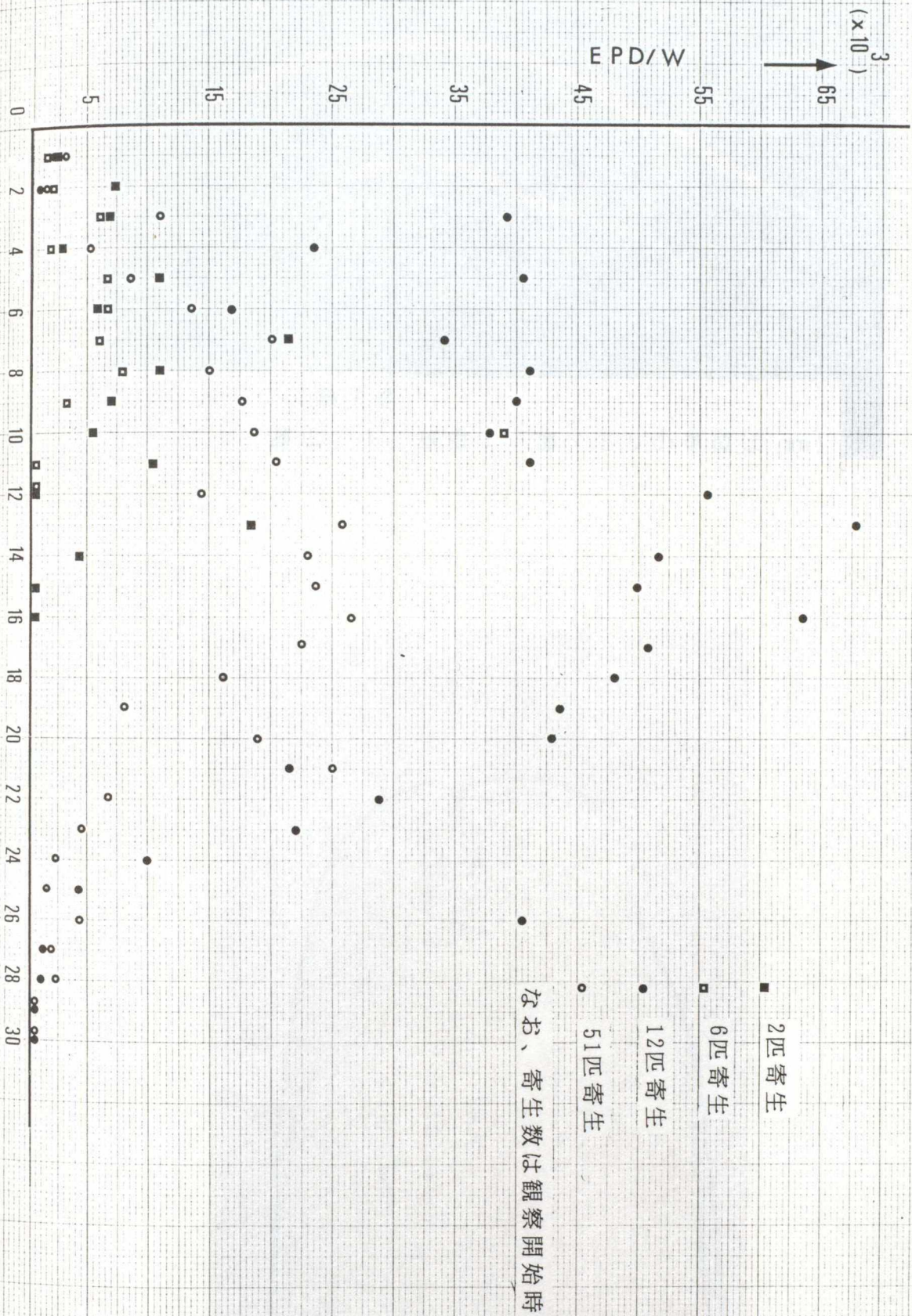
5-2.
EPD値別 排泄虫卵数の日内変動 (EP3H)
(10g)

○ 5X10⁴以下, ● 5X10⁴ ~ 10⁵, ▼ 10⁵以上, ■ 平均

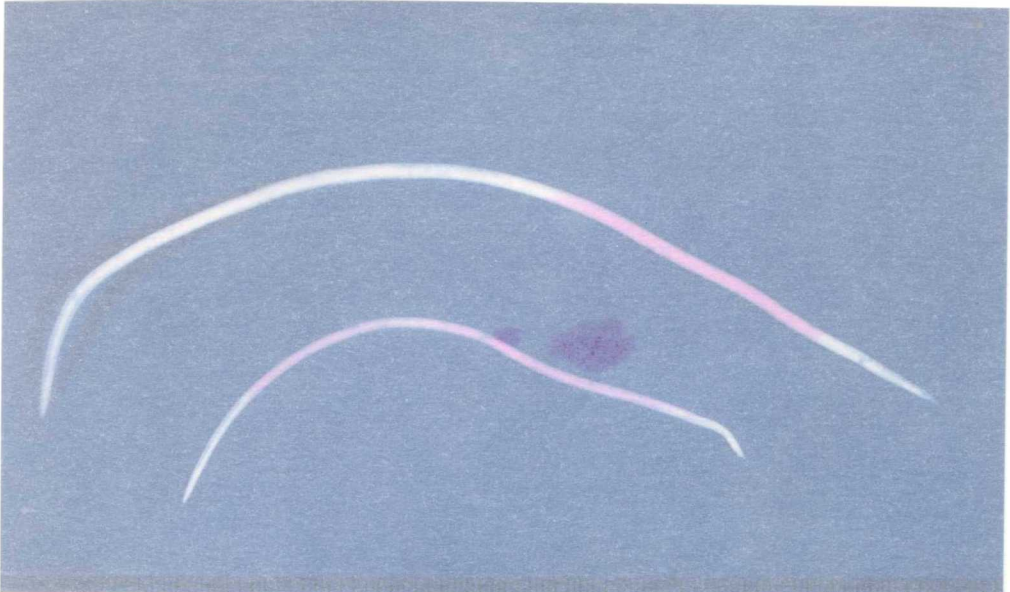


時刻
→ 23

5-3. パテント・ピリオド期間中の寄生虫体 1匹当りの排卵数 (EPD/W) の推移

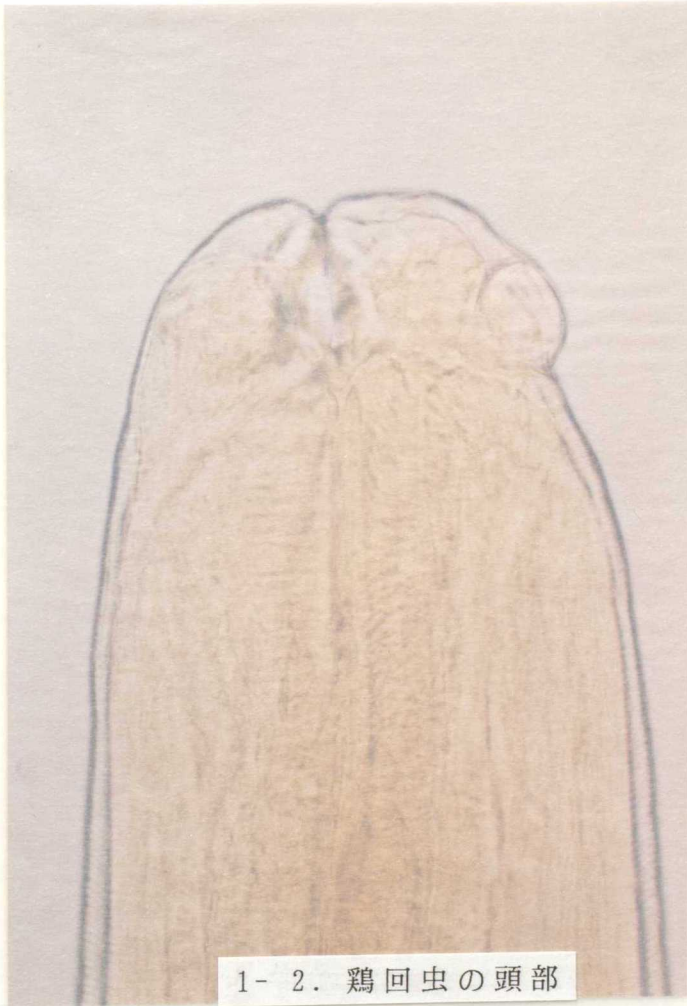


虫卵排泄開始後日数

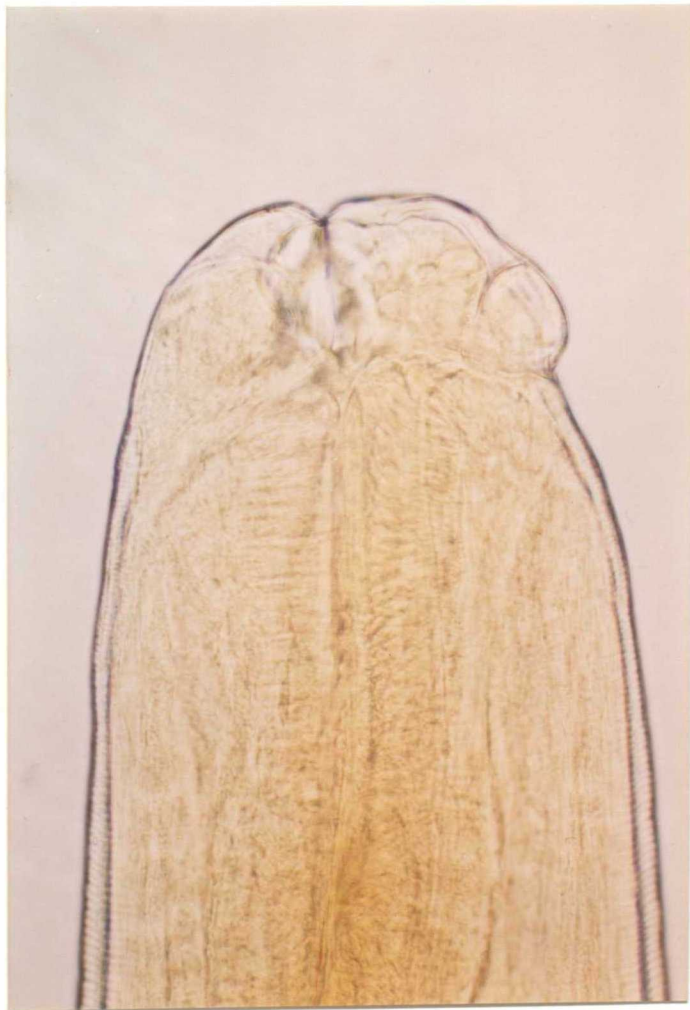
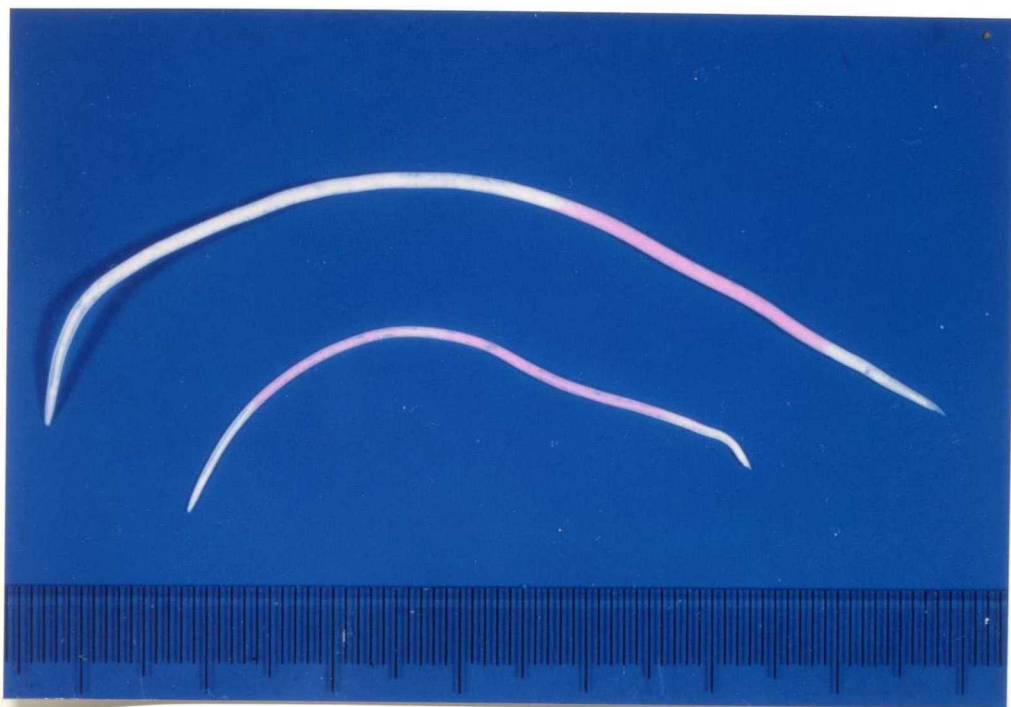


1- 1. 鶏回虫成熟虫体

(上 雌虫、下 雄虫：下部メモリの単位は mm)

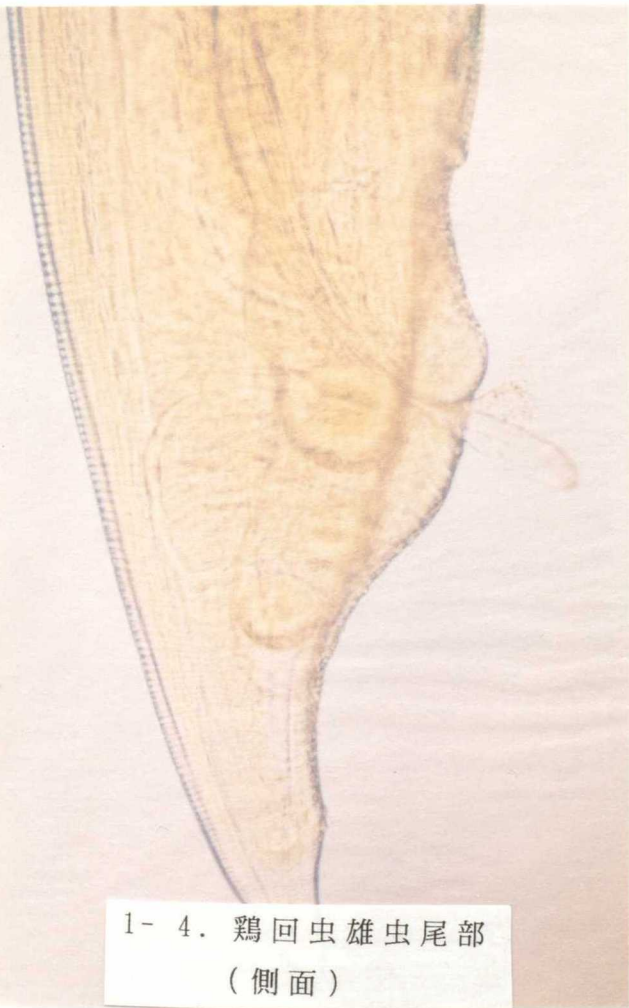


1- 2. 鶏回虫の頭部

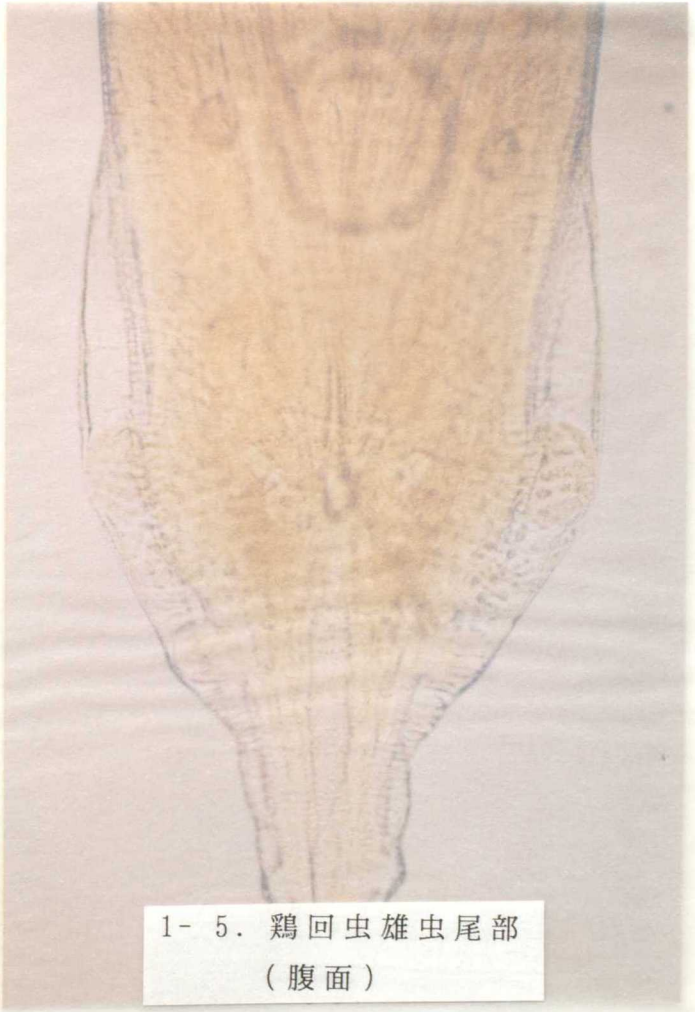




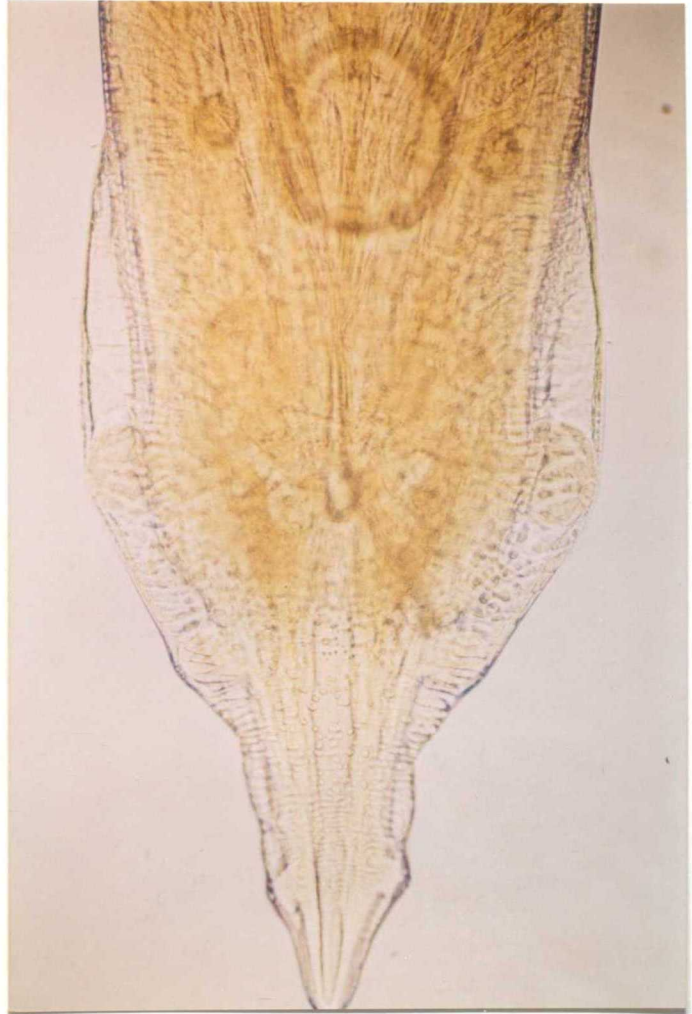
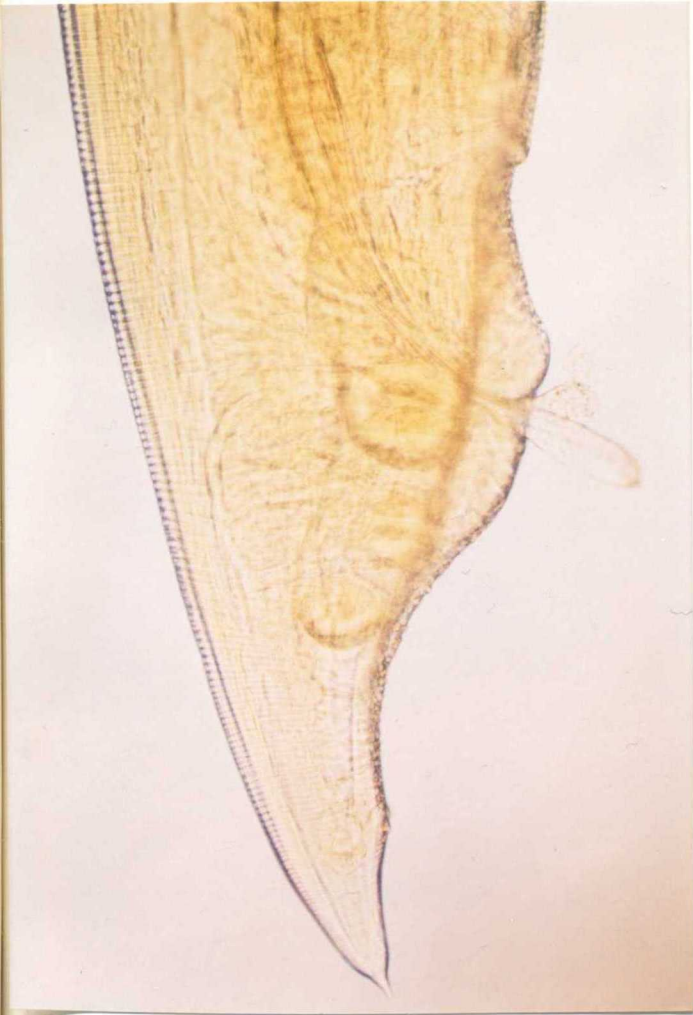
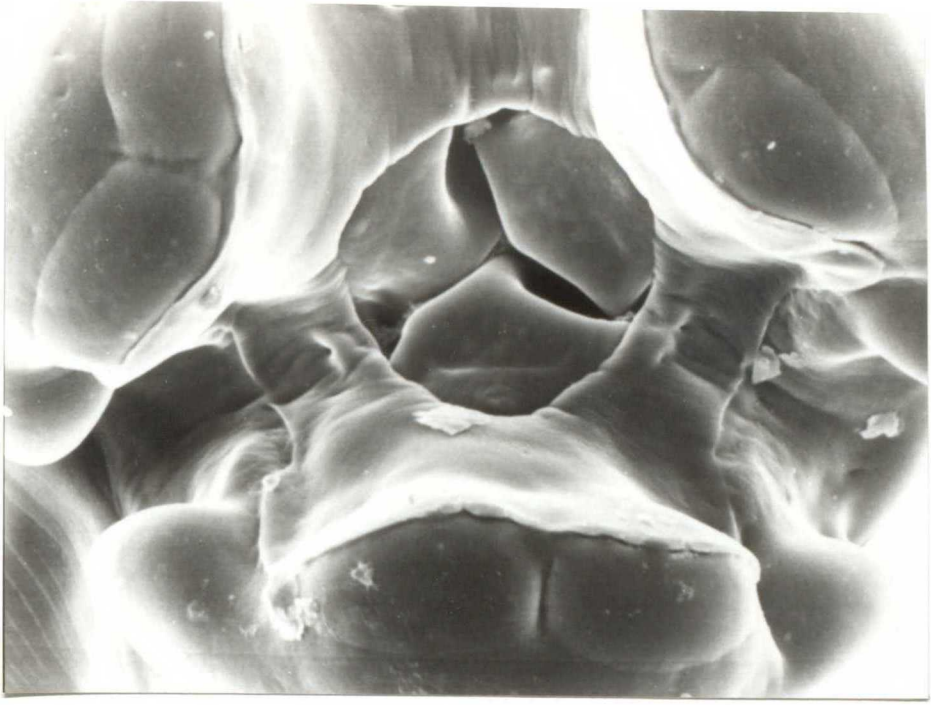
1- 3. 鶏回虫の口部
(走査電子顕微鏡像)



1- 4. 鶏回虫雄虫尾部
(側面)



1- 5. 鶏回虫雄虫尾部
(腹面)





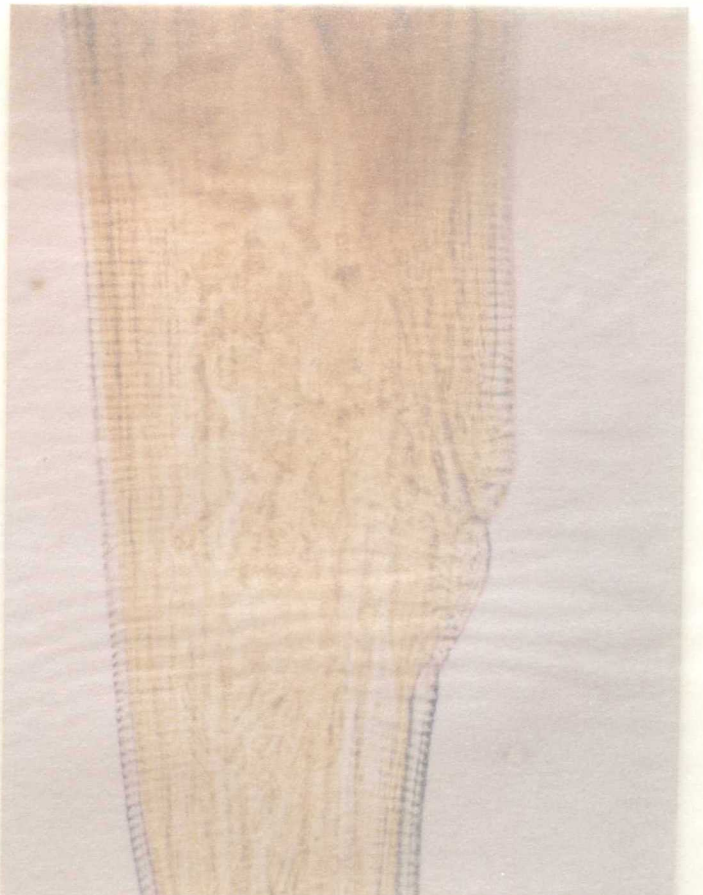
1- 6. 鷄回虫雄虫尾部
(走査電子顕微鏡像)



1- 7. 鷄回虫雄虫尾部
(腹面・拡大図)

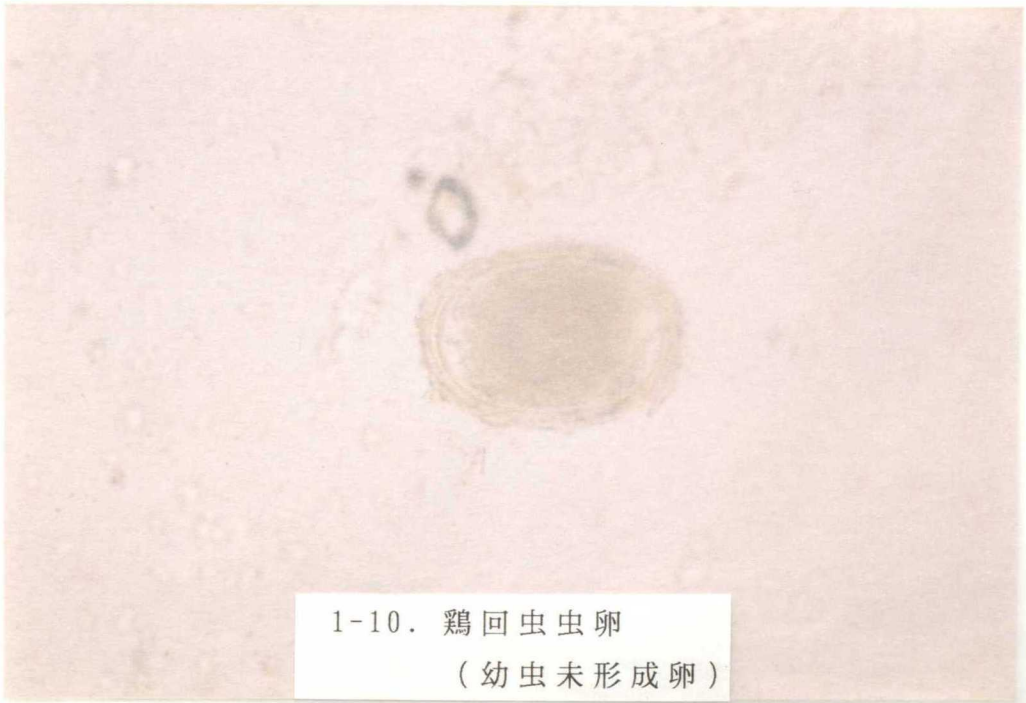


1- 8. 鷄回虫雄虫尾部
(走査電子顕微鏡像)

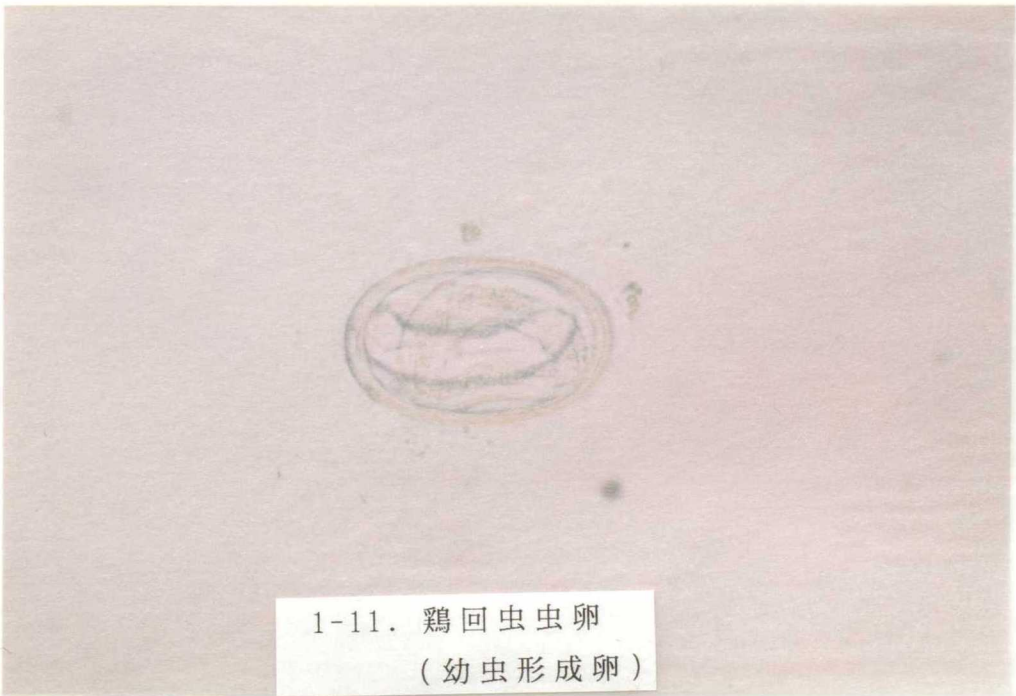


1- 9. 鷄回虫雌虫総排泄口部
(側面)

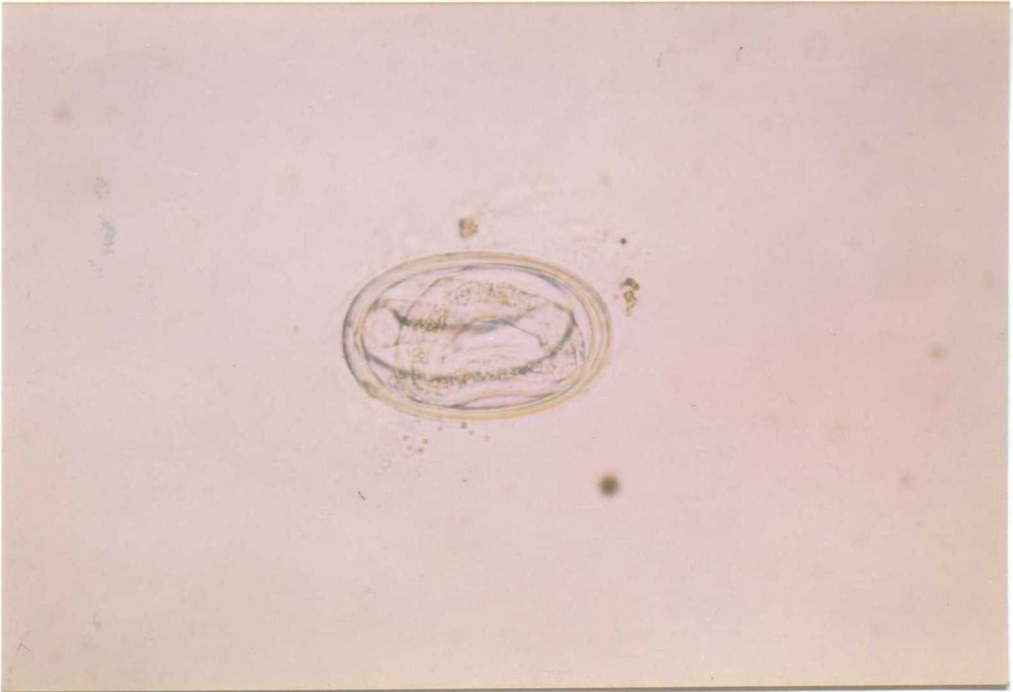
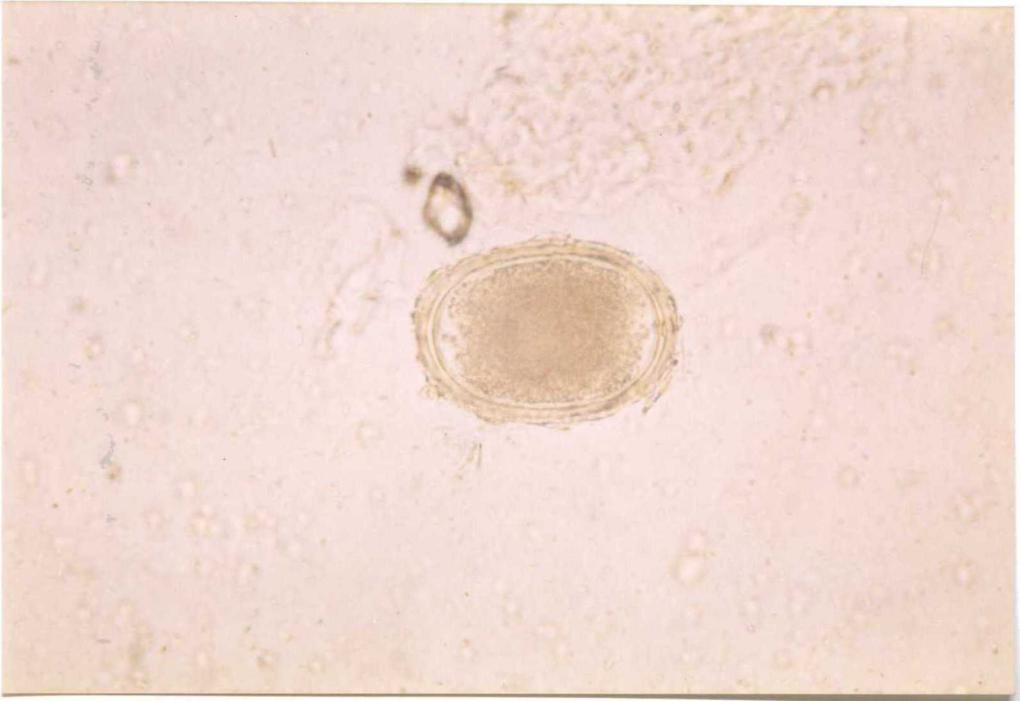




1-10. 鷄回虫虫卵
(幼虫未形成卵)



1-11. 鷄回虫虫卵
(幼虫形成卵)





2- 1. 市販配合飼料給与感染鶏
(感染35日目)



2- 2. 基礎飼料配合飼料轉換給与感染鶏
(感染35日目)

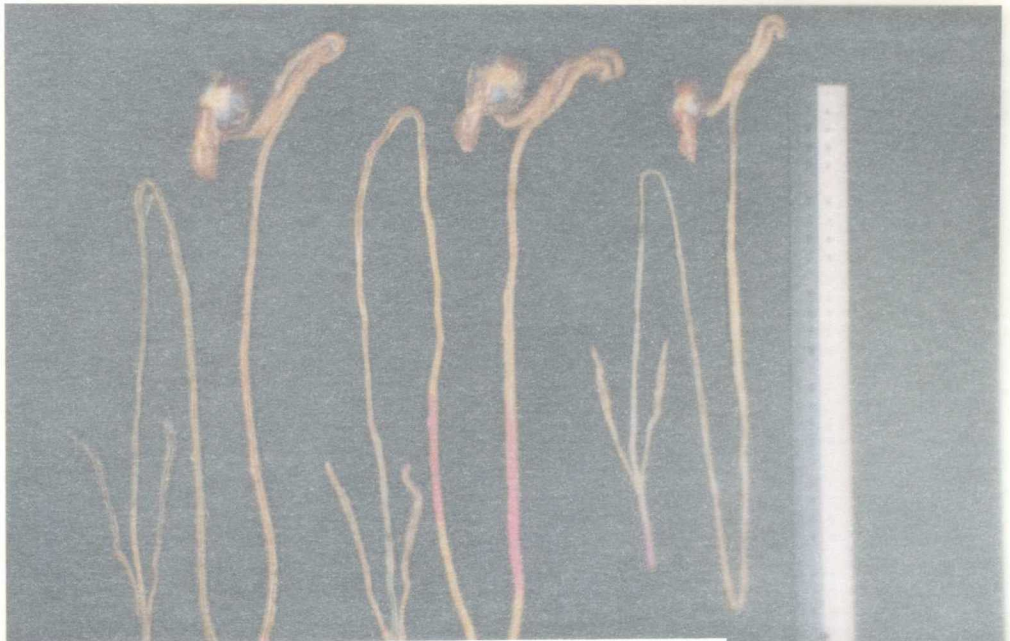


2- 3. 穀物性飼料給与感染鶏
(感染35日後)





2- 4. 2-1,2 および3の雛を比較するため同居
(なお、雛は同日齢)



2- 5. 2-1,2および3の雛の取り出した腸管



2- 6. 基礎飼料 - 配合飼料転換給与鶏での寄生状況

なお、左および右側の腸管はそれぞれ市販配合飼料給与および基礎飼料給与雛のもの

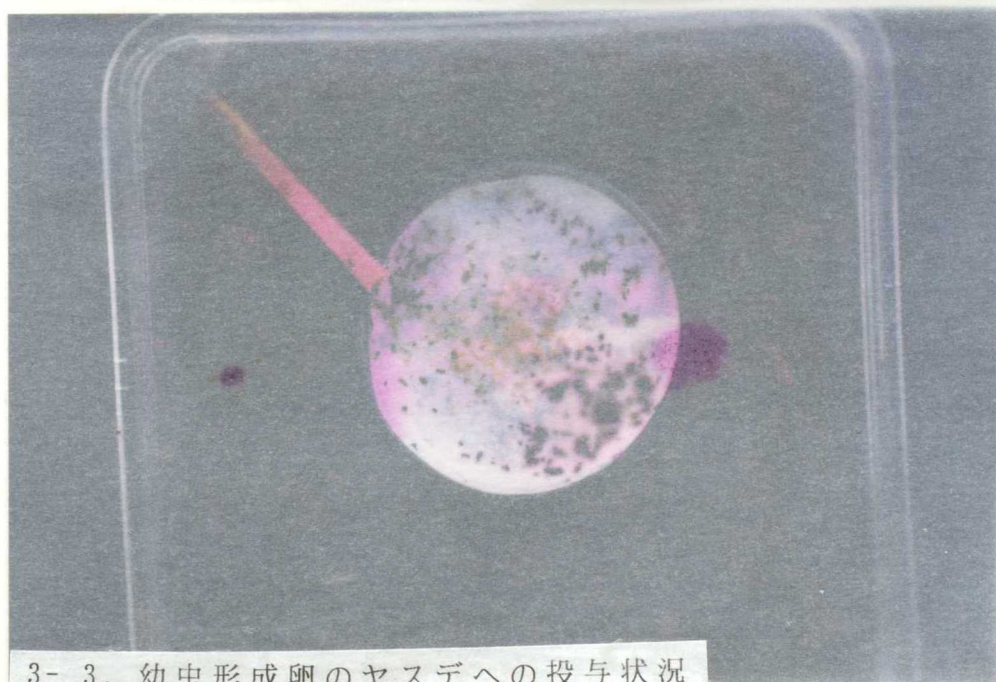




3- 1. シイナ米に発生したコクヌストモドキ



3- 2. 幼虫形成卵のミミズへの投与状況

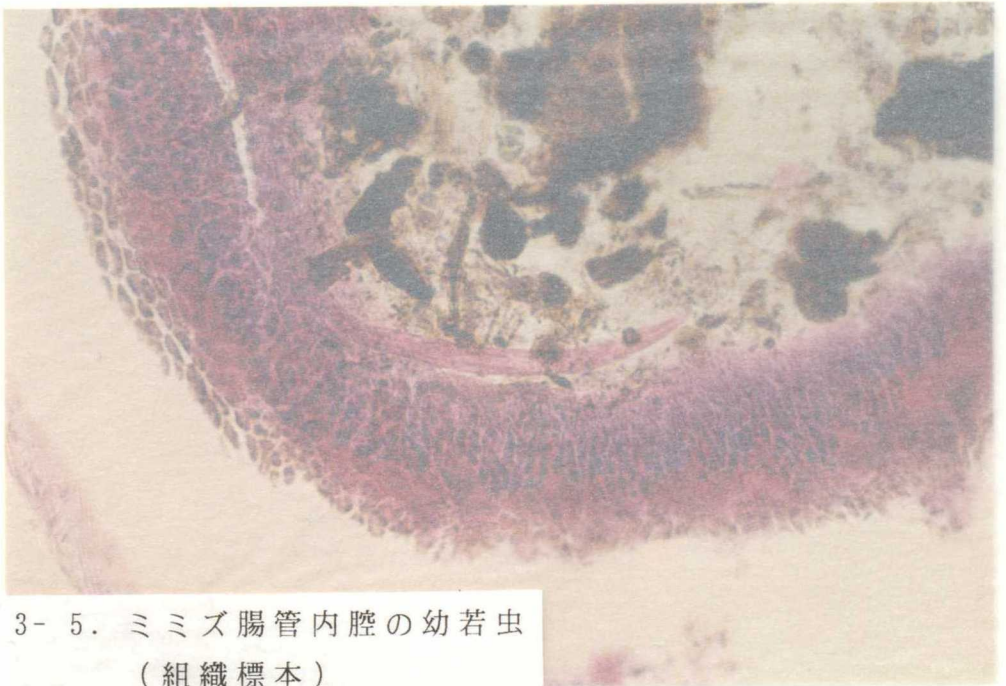


3- 3. 幼虫形成卵のヤスデへの投与状況

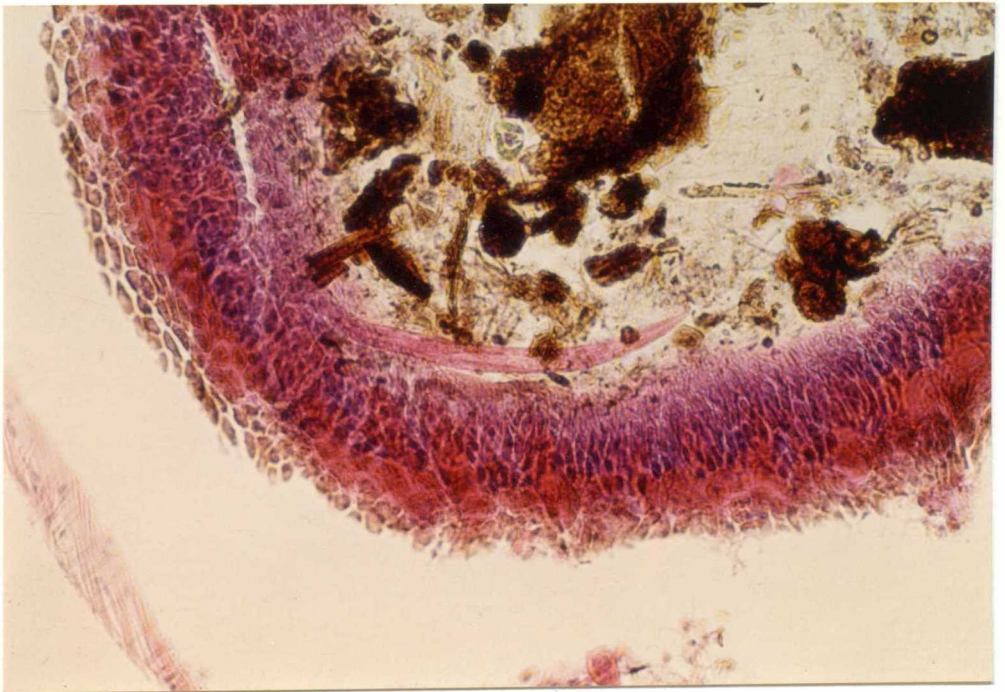


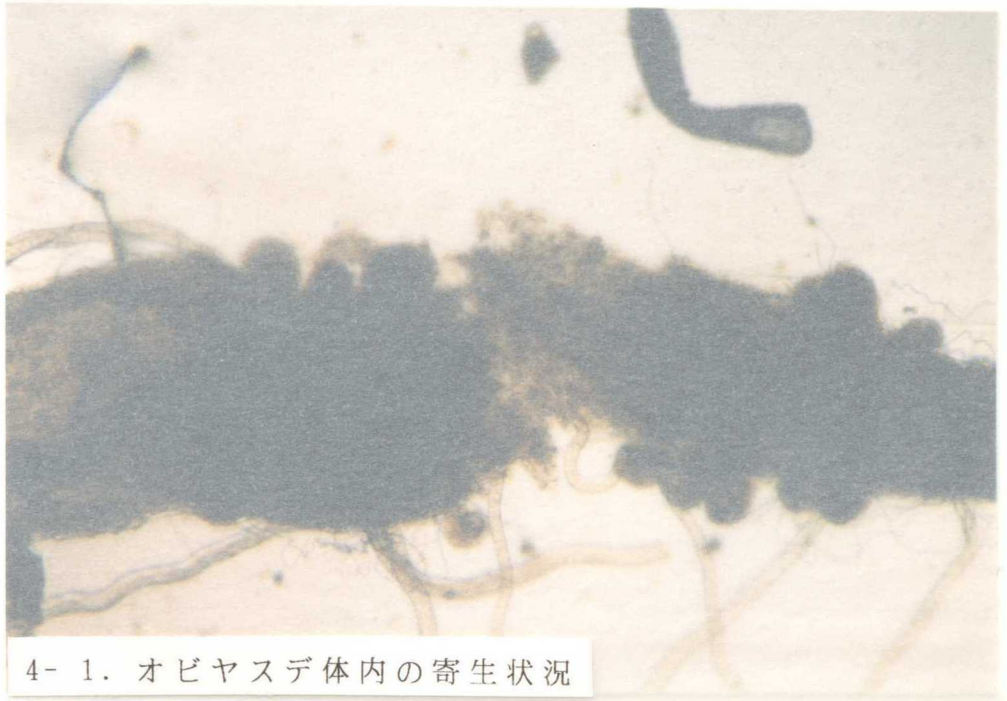


3- 4. オビヤスデ幼 齡 虫
(液 浸 標 本)



3- 5. ミミズ腸管内腔の幼若虫
(組 織 標 本)

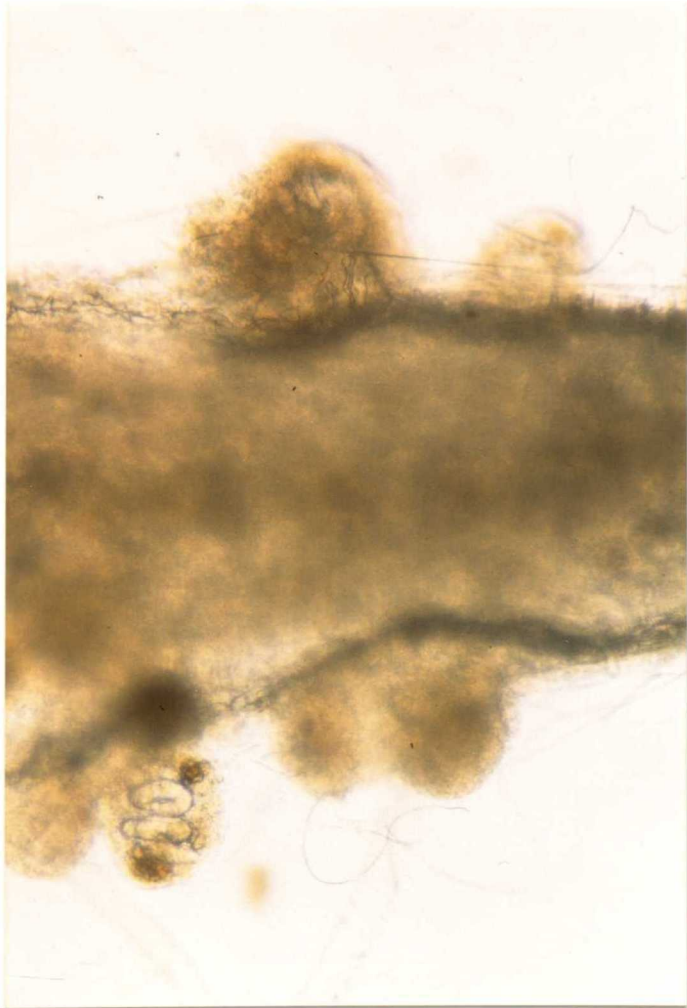


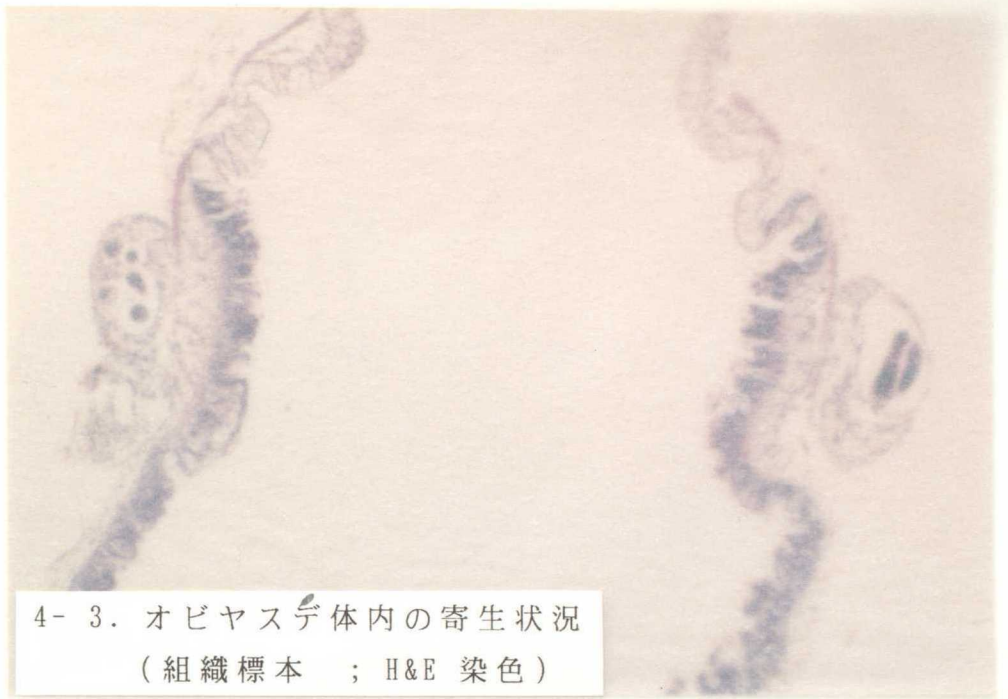


4- 1. オビヤスデ体内の寄生状況



4- 2. オビヤスデ体内の寄生状況
(拡大)





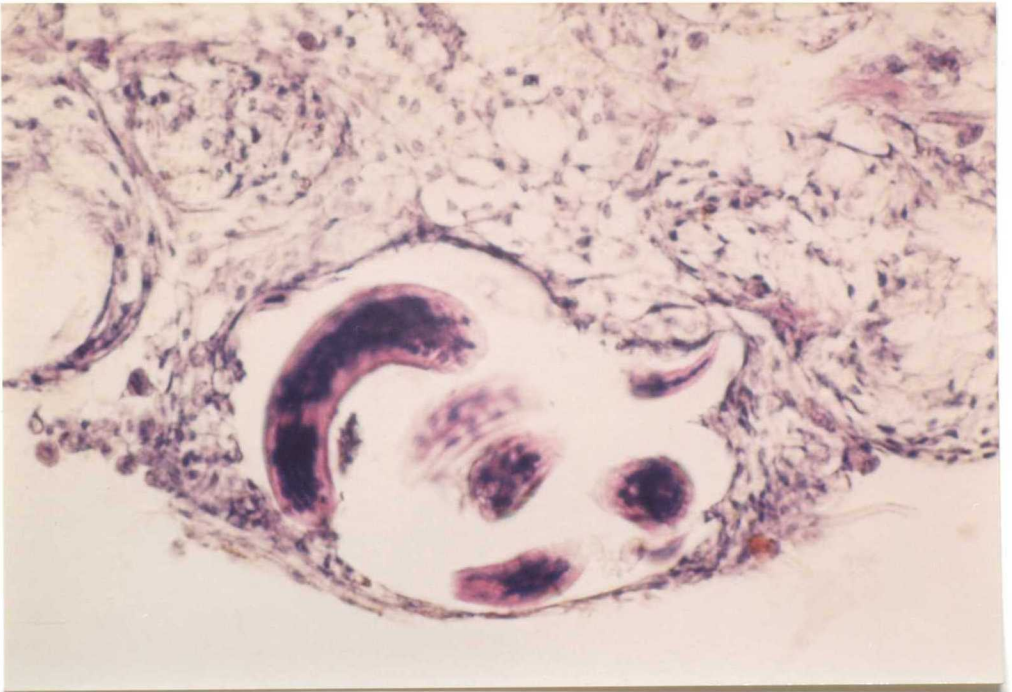
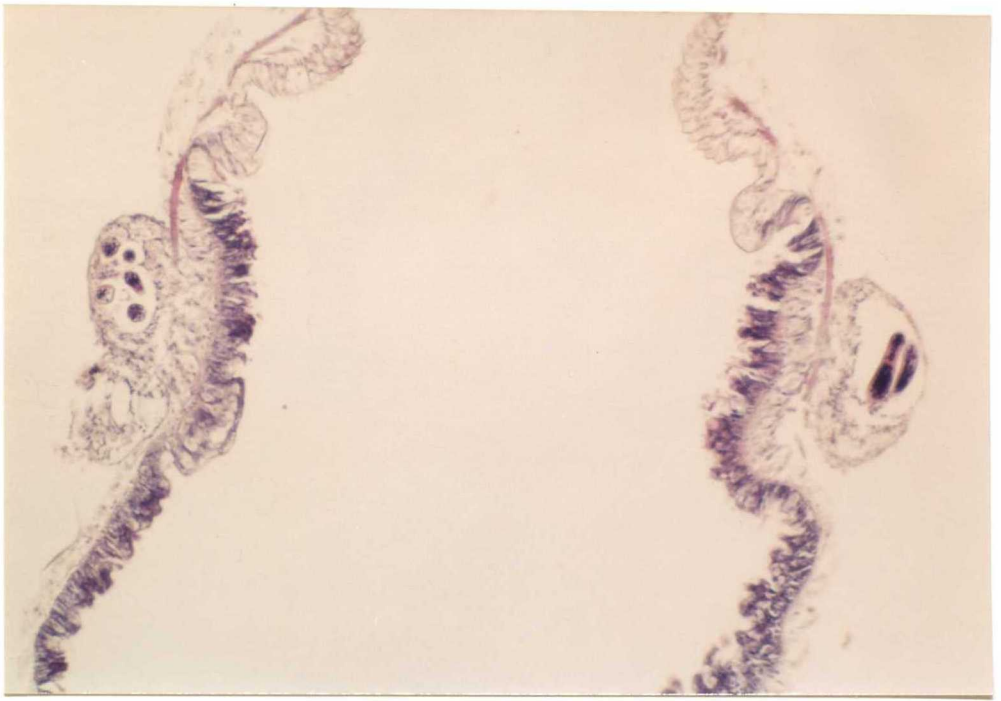
4- 3. オビヤスデ体内の寄生状況
(組織標本 ; H&E 染色)

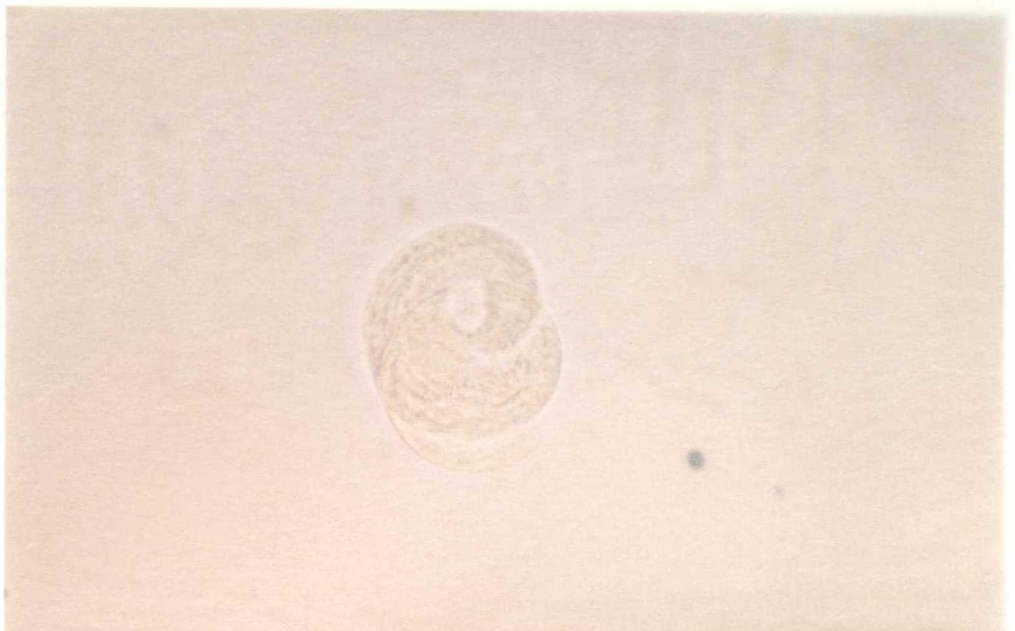


4- 4. オビヤスデ体内の寄生状況
(組織標本、拡大 ; H&E 染色)



4- 5. オビヤスデから取り出した被囊幼虫および被囊から脱出した幼虫





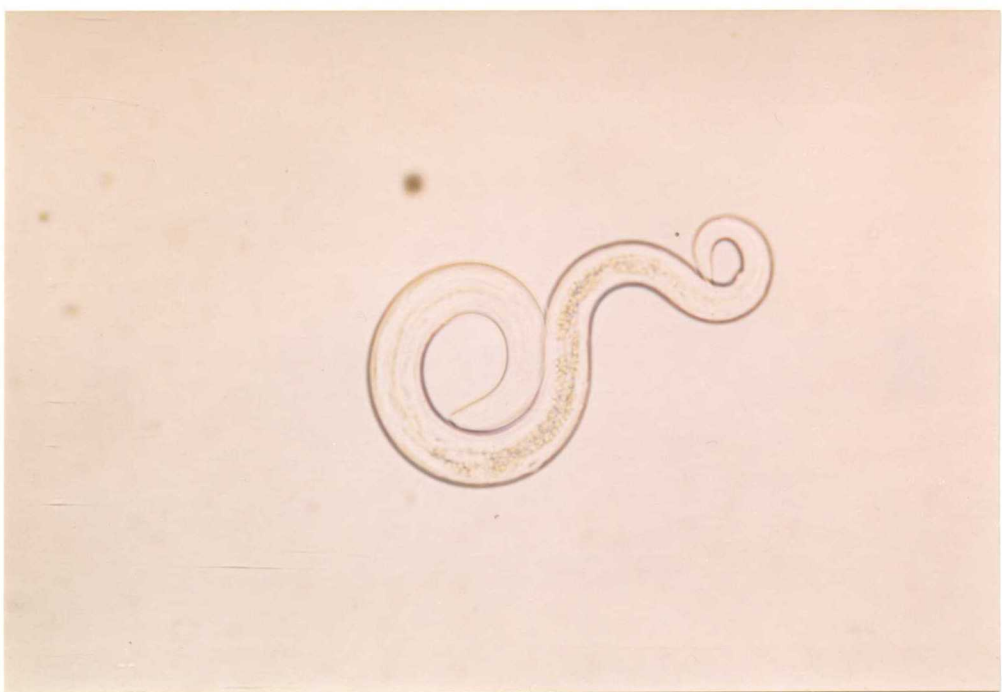
4- 6. オビヤスデから取り出した被囊から脱出した幼虫



4- 7. オビヤスデから取り出した被囊から脱出した幼虫
(固定標本)



4- 8. 孵化直後の幼虫





5 構内に放した雛のソ囊から回収した土壤動物

