

鶏コクシジウム症における感染様式と発病の 程度ならびにオオシスト産生との関係

I. *Eimeria acervulina* 感染および *E. tenella* 感染

及 川 弘 川 口 陽 資

塩野義製薬株式会社油日ラボラトリーズ

(昭和49年8月14日 受領)

緒 言

鶏コクシジウムの野外における感染様式と症状発現の程度との関係を考えるとき、一時に多数のオオシストの感染をうけて発病する場合もあり、あるいは少数づつ断続的ないし連続的に感染をうけて発病する場合もあると考えられる。しかし、その実態については明らかでない点が多い。

著者らは、これを解析する手がかりを得るため、実験室内の条件下で、感染様式と感染数を種々に組合せて変えた場合に、発症の程度ならびにオオシスト産生数が如何に変るかを検討した。今回は *Eimeria acervulina* と *E. tenella* のそれぞれの単一種感染の場合について比較したので報告する。

材料および方法

動物は当所で繁殖育成したコクシジウムフリーの白色レグホン LM 系(日生研由来)8日令のものを各群8羽ずつ用いた。この種類のヒナのコクシジウムに対する感受性についてはすでに報告した Forsgate (Oikawa, et al., 1971) Dekalb (及川ら1972)と著差はみられなかった。

飼料は奈良県忠岡飼料製の薬剤無添加チックフードを与えた。

動物飼育室は温度 $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、湿度 40~60%に空調し、動物は群毎にバッテリーケージに収容した。各ケージには40Wの電球を1個宛つけた。

病原体は *Eimeria acervulina* と *E. tenella* を用いた。いずれも農林省家畜衛生試験場(角田博士)より分与を受けたもので、薬剤の処理をうけず、当所において継代されたものであった。

両種ともに3種類の感染様式に3~4段階の感染数を組合せて10群とし、それぞれ A-1~10、T-1~10とした。感染様式は強制的経口1回感染(1回感染と略称)、強制的経口1日1回感染を5日(Aの場合)または4日(Tの場合)反覆感染(反覆感染)、および、飼料添加連続5日(A)または4日間(T)感染(連続感染)の3種類とした。それに無感染対照の1群を設けた(Table 1)。

飼料添加による感染の場合には、既知数のオオシストを1日で食い尽す既知量の飼料に添加し、既知量の水を加えてよく練り、1日中湿気が保たれるようにした。残餌量がある場合には計算により摂取されたオオシスト数を算出した。

観察期間は初感染後14日までとした。臨床症状は糞便の性状を中心に観察し、*E. acervulina* 感染における粘液便、*E. tenella* 感染における血便の状況をしらべた。また斃死数を記録した。飼料摂取量、飲水量は群別に、体重は個体別に、2日毎に測定した。Patent period 期間中は糞便1g中のオオシスト数(OPG)を毎日測定した。

成 績

E. acervulina 感染における粘液便の排泄、*E. tenella* 感染における血便の排泄は、ともに感染オオシスト数の増加に並行して強くなり、同一感染数の1回感染よりは、その感染数を反覆または連続感染すれば、より強く長期化する傾向にあつた。これらの臨床症状を初期の一定期間内の感染総数で比較すると、同一数のオオシストを1回で感染させた場合は、これを少数に分けて反覆または連続感染させた場合より強く現われた。これはとくに、*E. tenella* 感染において顕著で、1回感染(T-4)では半数以上の斃死がみられても、反覆(T-7)また

Table 1 Design for the experimental infection with
Eimeria acervulina and *E. tenella* in chickens

	Mode of infection	Group No.	Number of oocysts inoculated (/chick/day)	Repetition	Total number of oocysts infected (/chick/5 or 4 days)
<i>E. acervulina</i> infection	Oral single infection	A-1	5×10^3	1	5×10^3
		2	5×10^4	1	5×10^4
		3	5×10^5	1	5×10^5
		4	5×10^6	1	5×10^6
	Oral repeated infection	5	5×10^3	5	2.5×10^4
		6	5×10^4	5	2.5×10^5
		7	5×10^5	5	2.5×10^6
	Feed added successive infection	8	5×10^3	5	2.5×10^4
		9	5×10^4	5	2.5×10^5
		10	5×10^5	5	2.5×10^6
<i>E. tenella</i> infection	Oral single infection	T-1	8×10^2	1	8×10^2
		2	3.2×10^3	1	3.2×10^3
		3	1.3×10^4	1	1.3×10^4
		4	5×10^4	1	5×10^4
	Oral repeated infection	5	8×10^2	4	3.2×10^3
		6	3.2×10^3	4	1.3×10^4
		7	1.3×10^4	4	5×10^4
	Feed added successive infection	8	8×10^2	4	3.2×10^3
		9	3.2×10^3	4	$1.2 \times 10^4^*$
		10	1.3×10^4	4	$4.8 \times 10^4^*$

Remarks. * Total number of oocysts infected was calculated from food intake.

は連続(T-10)感染では斃死はみられなかつた(Table 2)。

初感染後14日間における飼料摂取量の変化(Fig. 1)、飲水量の変化(Fig. 2)に並行して体重が変化する(Fig. 3)傾向がみられた。そこで、これらの関係を臨床症状の区分別に図示すると Fig. 4 の如くであつた。発病の極期(初感染後5および6日)と回復期(9および10日)では飼料摂取量および飲水量は各群間で著しい変動がみられ、その変動に相関して体重が変動する傾向がみられた。その傾向はとくに *E. acervulina* 感染の場合に著しかつた。

E. acervulina 感染が体重に及ぼす影響は各感染様式において感染オオシスト数の増加に並行して強く現われた。そして Fig. 3 および Table 3 にみる如く、A-2、A-5 および A-8 が、A-3、A-6 および A-9 が、そして A-4、A-7 および A-10 がそれぞれ類似の傾向を示したことは発症の程度が感染したオオシスト総数によつて影

響される傾向が強く、感染様式による影響の著しくないことを示した。

E. tenella 感染が体重に及ぼす影響の現われ方は、*E. acervulina* 感染の場合とやや異り、同一感染総数で見ると、1回、反覆、連続の順で遅れて現われる傾向(Fig. 3)がみられた。初感染後14日間の増体重をみると、初期の4日間の感染総数によつて著しい影響をうけるが、感染総数が同じなら感染様式間には著差が認められない(Table 3)。この点に関しては *E. acervulina* 感染の場合と同じであつた。

E. acervulina 感染による増体重に及ぼす影響は、Table 3 に示される如く、感染オオシスト総数が同等ないし5倍程度で *E. tenella* 感染に匹敵する程に強く現われ、しかも Fig. 3 に示される成長曲線の傾向からみると、その影響は *E. tenella* 感染より長期間持続することが推測される。したがつて、体重に及ぼす影響だけ

Table 2 Mucous feces (A-1~10) and bloody dropping (T-1~10), and number of death in chicken coccidiosis

Group No.	Days after the initial infection											Number of death
	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14	
A- 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0/8
2	-	+	+	±	-	-	-	-	-	-	-	0/8
3	-	++	++	+	+	±	-	-	-	-	-	0/8
4	+	+++	+++	++	+	+	±	±	±	±	-	1/8 (13%)
5	-	-	±	±	±	-	-	-	-	-	-	0/8
6	-	+	+	+	+	±	±	-	-	-	-	0/8
7	-	++	+++	+	+	+	+	±	±	±	-	0/8
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0/8
9	-	±	+	±	±	±	±	±	-	-	-	0/8
10	-	±	++	++	+	+	+	+	±	±	-	0/8
T- 1	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	0/8
2	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	0/8
3	-	-	++	+++	+	-	-	-	-	-	-	0/8
4	-	+	+++ (1)	+++ (4)	++	+	-	-	-	-	-	5/8 (63%)
5	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	0/8
6	-	-	+	++	++	+	+	-	-	-	-	0/8
7	-	-	++	+++	+++	++	+	-	-	-	-	0/8
8	-	-	-	+	+	++	+	-	-	-	-	0/8
9	-	-	-	+	++	+++	+	-	-	-	-	0/8
10	-	-	+	+++	+++	+++	++	+	-	-	-	0/8

Remarks. A-1~10 and T-1~10: See Table 1.

に限つてみれば *E. acervulina* は *E. tenella* とほぼ同程度の強い影響力を有するものと判断される。

OPG 値の推移を Fig. 5 に示す。 *E. acervulina* 感染において、経口 1 回感染では感染数の増加に伴いオオシストの排泄期間が長くなる傾向がみられた。しかし、OPG 値の最高値に変化はなく、OPG 値推移の全体的な傾向としては、感染様式ならびに感染オオシスト数に影響されることなくほぼ一定の傾向を示すと結論される。

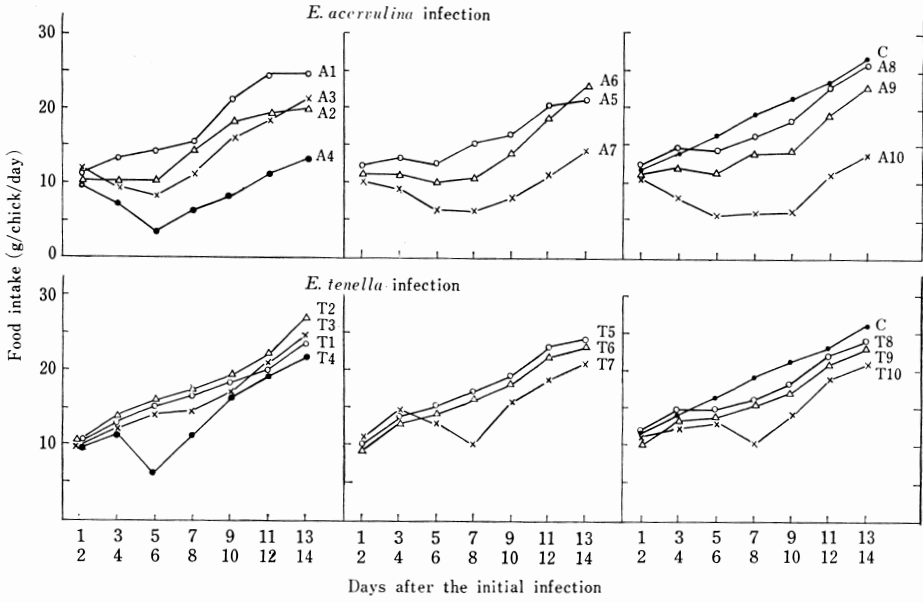
E. tenella 感染の場合には、OPG 値の推移は感染様式ならびに感染数に関係なく、全く一定の傾向を示した。このことは血便の排泄期間が感染数の増加あるいは反覆ないし連続感染によつて延長される傾向とは並行しなかつた。

考 察

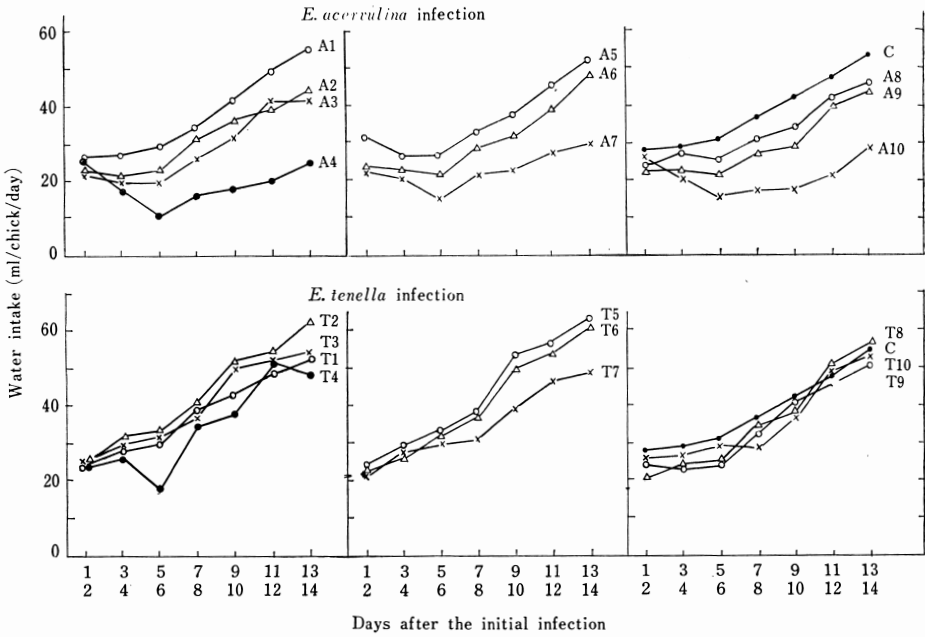
鶏コクシジウムの病原性が種によつて異なる (Davies *et*

al., 1963; Lund and Farr, 1965; Pellérdy, 1965; 角田, 1968) ことは勿論、その発症の程度が感染数によつても異なることは単一種の強制的 1 回感染の場合について多数の報告 (Hein, 1968; Long, 1968; Morehouse and McGuire, 1958; Oikawa *et al.*, 1971; 及川ら, 1972; Preston-Mafham and Sykes, 1970; Reid and Pitois, 1965) があるが、反覆または連続感染の場合 (Michael and Hodges, 1971; Morehouse and McGuire, 1958) については少く、多種混合感染の場合については殆どない。

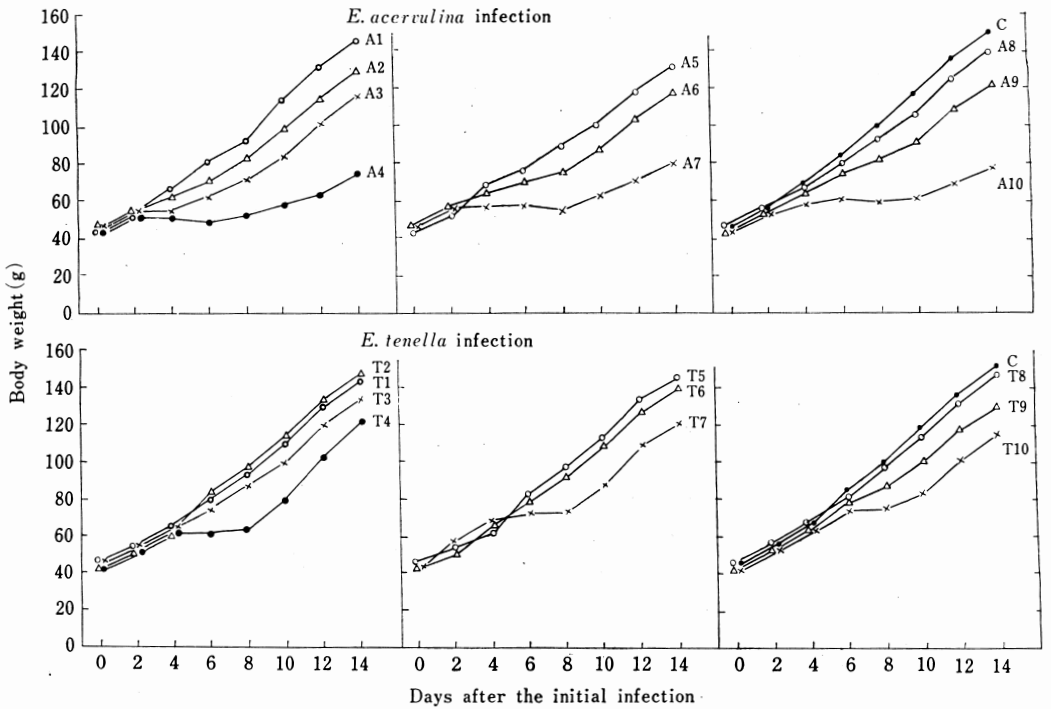
他方、野外におけるコクシジウム感染の状態をみると、一度に多数のオオシストに感染して発症する場合も、少数のオオシストに反覆ないし連続的に感染して発症する場合もあると考えられる。したがつて、われわれが通常実験室内で行う強制的経口 1 回感染という条件下で得られた成績からは、野外における感染様式ないし感染量と症状との関係を解析するには十分な情報が得られ



Remarks. A-1~10 and T-1~10 : See Table 1.
 Fig. 1 Changes of food intake in chickens infected with coccidia



Remarks. A-1~10 and T-1~10 : See Table 1.
 Fig. 2 Changes of water intake in chickens infected with coccidia



Remarks. A-1~10 and T-1~10: See Table 1.

Fig. 3 Changes of body weight in chickens infected with coccidia

ないと考えられる。そこで、できるだけ野外で起るであろうと考えられる感染様式と感染数に近い条件を設定して実験を試みなければならない。

野外での条件を再現させるのに最も近い方法はオオシストを床敷に撒布するか、Floor pen 法で行うのがよいが、そのような方法では感染数を正確に把握することはできないので、本実験では感染数を明らかにできる方法をとつた。

コクシジウムは現在我国のプロイラーにおいて最も分布度の高い *E. acervulina* と病原性が最も強いとされる *E. tenella* をとりあげた。従来、鶏コクシジウムでは *E. tenella* および *E. necatrix* による血便の排泄と斃死が最も注目を惹き、急性コクシジウム症として恐れられてきた (Davies *et al.*, 1963; Lund and Farr, 1965; Pellérdy 1965)。そして抗コクシジウム剤の開発もこれらを主目標とする傾向にあつた。しかし最近では抗コクシジウム剤の効果により、*E. tenella* 感染の症状は急速に減少し、他方 *E. acervulina* 等による慢性コクシジウム症の被害が注目されてきた。著者らも1973年3月と6月の2回にわたつて、我国のプロイラーにお

けるコクシジウム感染の実態を調査したところ、*E. acervulina* の感染が圧倒的に多く、*E. maxima* も多かつたが、*E. tenella* は少く、したがつて *E. acervulina* に対してもつと注目すべきであることを強調した (Oikawa *et al.*, 1974)。

成書によれば、*E. acervulina* および *E. tenella* の病原性はそれぞれ、3+および5+ (Davies *et al.*, 1963)、2+および4+ (Lund and Farr, 1965) “variable” および “Severe” (Int. Ency. Vet. Med. 1966) そして1+および4+ (角田, 1968) とされ、明らかに後者の方が強いと表現されている。これは主に臨床症状および斃死を主として比較したものと考えられる。しかし、これまでの *E. acervulina* の病原性を検討した報告では体重の変化を指標とする場合 (Hein, 1968; Long, 1968; Michael and Hodges, 1971; Morehouse and McGuire, 1958) が多く、感染オオシスト数を増したり反覆感染されるとかなり強い症状を現わすことも報告されている。著者らも体重曲線の変化に注目して実験を重ねたところ、*E. acervulina* の病原性は *E. tenella* のそれに匹敵するのではないかと推測される成績を得た

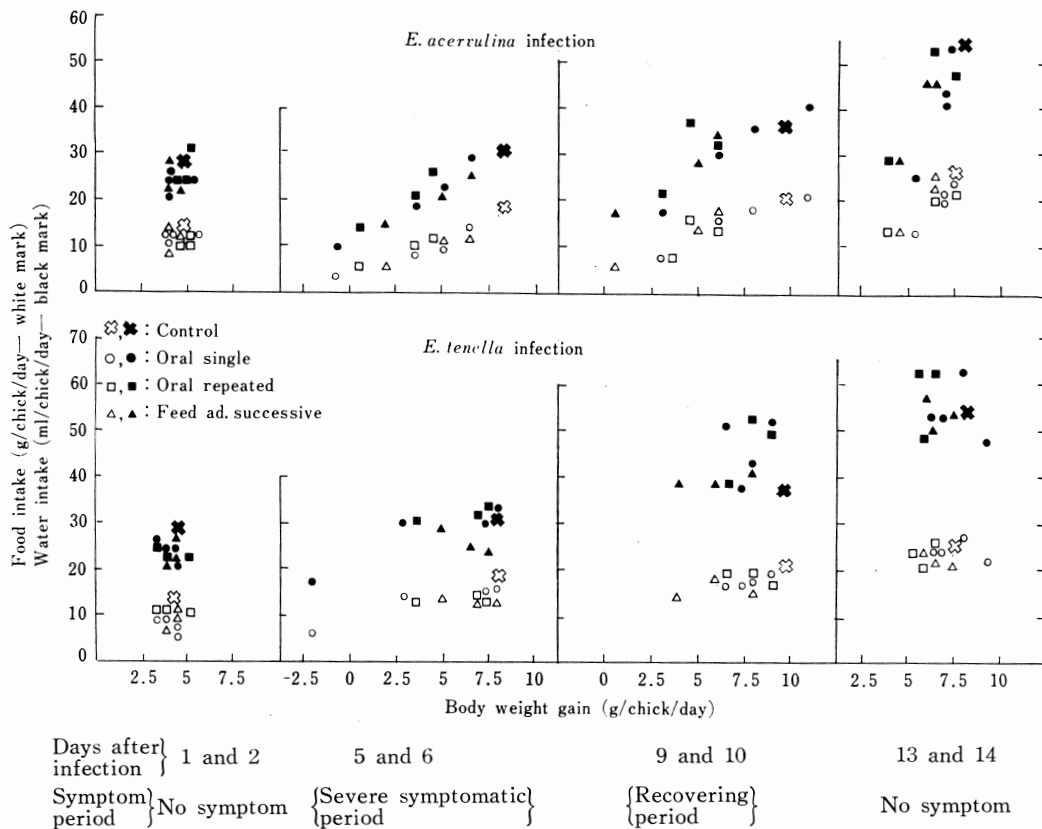


Fig. 4 Relationship between food and water intake and body weight gain in coccidiosis

(Oikawa *et al.*, 1971; 及川ら, 1972; および未発表データ).

そこで、各種の感染様式と感染量を組合せて、これが発症の程度に如何なる影響を与えるかについて、兩種の単一感染の場合について比較するため本実験を計画した。観察は初感染後14日までしか行わなかったが、増体重あるいは成長曲線の傾向（影響の強さと期間）からみて、*E. acervulina* 感染は *E. tenella* 感染に匹敵する重大な影響を与えると判断される成績を得た。とりわけ、Table 3 に示される如く、*E. acervulina* 感染により増体重が低い（無感染対照群の約30%）ばかりでなく、飼料要求率が著しく高い（無感染対照群の150%）ことは鶏の産肉量の低下とともに飼料効率の低下をもたらし、経済動物としての価値を著しく損うものと考えられる。

したがって、著者らは *E. acervulina* の病原性については、我国における検出頻度の高さ（Oikawa *et al.*, 1974）、増体重に対する重大な影響力（Table 3）そして高いオオシスト産生能力（Fig. 5; Brackett and Bliz-

ick, 1952）からみて、従来考えられている以上に重視されなければならないと考える。

E. acervulina 感染の場合も、*E. tenella* 感染の場合も、ともにその病原性の強さを体重に対する影響を指標として表わすならば、それは感染様式による影響よりも、初期の一定期間に感染したオオシストの総数によって著しく影響されることが明らかになった。この傾向は兩種が感染部位（消化管の部位および組織学的位置）を異にし、臨床症状および斃死を指標とする病原性を異にするにもかかわらず共通してみられることは注目される。したがって、野外においても、一度に多数のオオシストが感染して発症し、重症となる場合も起り得るし、また少数ずつ断続的ないし連続的に感染して重症となる場合も起り得ることが推測される。そしてその際の症状の強さは或る期間内に感染したオオシストの総数によって支配されるものと推測される。

次に、オオシスト排泄のパターン（Prepatent period, OPG 値および patent period）をみると、*E. tenella* 感

Table 3 Total food intake and body weight gains during a period of 14 days

Group No.	Total food intake (g/chick/14 days)	Body weight gains (g/chick/14 days)	Feed conversion ratio
A- 1	244 (93%)	101±14 ¹⁾ (96%)	2.41 (96%)
2	206 (79)	85±17 (81)*	2.43 (97)
3	192 (73)	71±11 (68)**	2.70 (108)
4	118 (45)	29±10 (28)**	4.03 (161)
5	218 (83)	87±18 (83)	2.52 (101)
6	196 (75)	72± 9 (69)**	2.71 (108)
7	130 (50)	35±18 (33)**	3.74 (150)
8	247 (92)	95±13 (90)	2.61 (104)
9	210 (80)	77±14 (73)**	2.75 (110)
10	122 (47)	33±12 (31)**	3.74 (150)
T- 1	232 (89)	97±14 (92)	2.39 (96)
2	248 (95)	104± 7 (99)	2.39 (96)
3	228 (87)	89±11 (85)	2.55 (102)
4	200 (76)	79± 9 (75)**	2.53 (101)
5	244 (93)	100±12 (95)	2.45 (98)
6	238 (90)	95± 8 (90)	2.50 (100)
7	208 (79)	76±17 (72)**	2.73 (109)
8	241 (92)	101± 7 (96)	2.39 (96)
9	234 (89)	84±12 (80)*	2.78 (111)
10	205 (78)	70±18 (67)**	2.94 (118)
Control	262(100)	105±15 (100)	2.50 (100)

Remarks. A-1~10, and T-1~10: See Table 1.

* and **: Significant difference at 5 and 1% level from control, respectively.

1) Mean ± standard deviation.

染では感染様式および感染数間にはいずれも殆ど差異は認められなかつた。これは小笠原、角田(1970)の報告と一致した。この現象は Crowding effect (群集効果)によると考えられる。しかし、*E. acervulina* 感染の場合には prepatent period と OPG 値の最高値に変化はみられなかつたが、patent period は感染総数によつて影響を受け幾分長くなる傾向がみられた。したがつて、*E. acervulina* における群集効果は *E. tenella* におけるほど顕著ではないと考えられる。

野外における糞便検査で、OPG 値が高い割には鶏の症状の軽い場合をみることがあるが、これは Fig. 5 に示される如く、比較的軽度の感染でも OPG が高くなることによると推測されるが、その他に免疫性の獲得、あるいは抗ユクシジウム剤の使用等も重要な要因と考えられる。

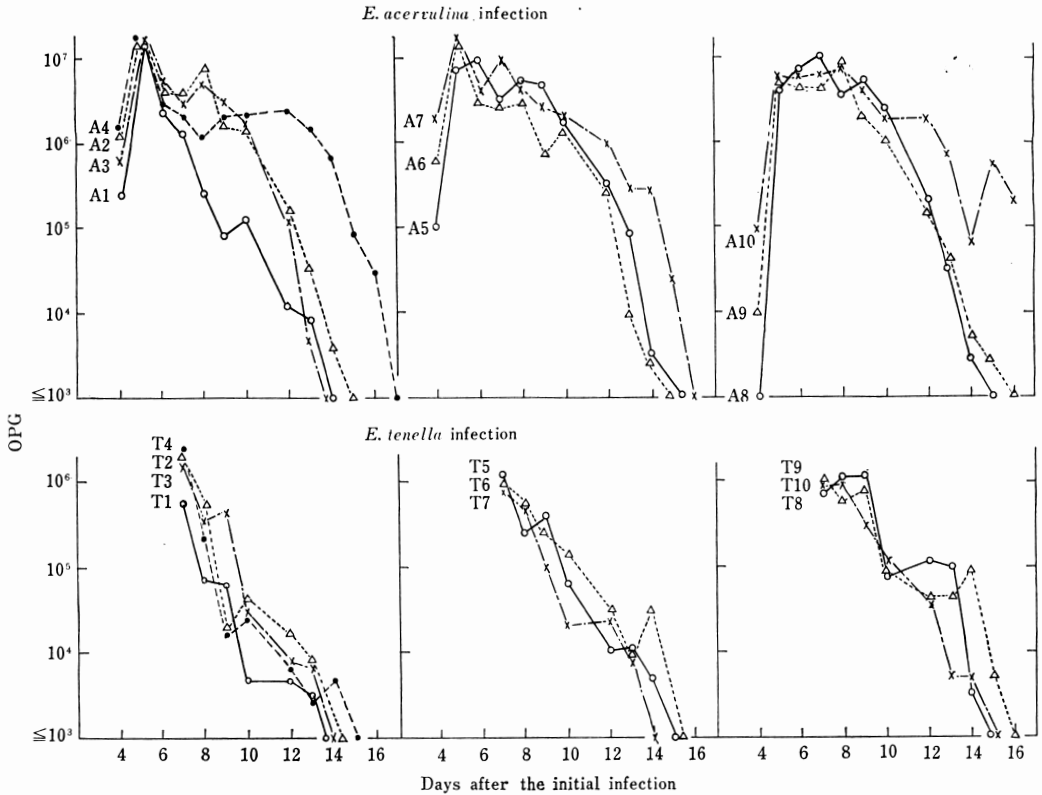
鶏コクシジウム症における体重の変化は、感染様式よ

りも感染総数によつて著しい影響をうけることは興味ある所見であつたが、他方 OPG 値の推移が感染様式にも感染総数にも影響されず、したがつて臨床症状あるいは体重の変化の程度と殆ど関連性が認められなかつたことは注目される。このことは反覆乃至連続感染において後続して感染したオオシストは症状の強さを増し、発症期間を延長させはするが、宿主体内でのオオシストの産生能には関与しないものと考えられる。

結 論

鶏コクシジウム *E. acervulina* および *E. tenella* 感染における感染様式ならびに感染数と症状の程度ならびにオオシスト産生との関係を検討した。

両種ともに臨床症状は感染数に並行して強く現われたが、同一感染数を1回で感染させた場合には、これを少数ずつに分けて反覆または連続的に感染させた場合より



Remarks : A-1~10 and T-1~10 : See Table 1.

Fig. 5 Changes of oocysts per gram of feces (OPG) during a patent period

症状は強く現われる傾向にあった。

しかし、初感染後14日までの増体重に与える影響は、兩種ともに或る一定期間内に感染したオオシストの総数によつて著しく影響される傾向にあり、これを1回で感染させても、数回に分けて感染させても、あるいは少数づつ連続的に感染させても増体重に対する影響に著差はみられなかつた。

コクシジウム感染による体重の変化は飼料摂取量および飲水量の変化にほぼ並行した。

E. acervulina の病原性は、増体重および飼料要求率に与える影響を指標とすれば、*E. tenella* のそれに匹敵する強さを示した。

糞中へのオオシスト排泄のパターンは OPG 値と patent period についてみると、感染様式あるいは感染数間に著差はみられず、また臨床症状あるいは増体重の変化とも関係なく一定の傾向を示した。これは群集効果によると考えられるが、その程度は *E. tenella* では著しく強く、*E. acervulina* では幾分弱い傾向であつた。

このことから、反覆または連続感染で、後続して感染するオオシストは宿主の臨床症状を強めることに関与するが、次代のオオシスト産生の程度には関与しないことが示唆された。

文 献

- 1) Blackett, S. and Bliznick, A. (1952) : The reproductive potential of five species of coccidia of the chicken as demonstrated by oocyst production. *J. Parasit.*, 38, 133-139.
- 2) Davies, S. F. M., Joyner, L. P. and Kendall, S. B. (1963) : *Coccidiosis*, Oliver and Boyd, Edinburgh and London, 86 and 105 pp.
- 3) Hein, H. (1968) : The pathogenic effect of *Eimeria acervulina* in young chicks. *Exp. Parasit.*, 22, 1-11.
- 4) International Encyclopedia of Veterinary Medicine. Vol. II. (1966) : *Coccidiosis of Poultry*. W. Green and Son. 661 pp.
- 5) Long, P. L. (1968) : The pathogenic effects

- of *Eimeria praecox* and *E. acervulina* in the chicken. Parasitol., 58, 691-700.
- 6) Lund, E. E. and Farr, M. M. (1965) : In Beaster, H. E. and Schwarte, L. H. ed., Diseases of Poultry. 5th ed., The Iowa State University Press, Iowa, 1056 pp.
 - 7) Michael, E. and Hodges, R. D. (1971) : The pathogenic effects of *Eimeria acervulina* ; a comparison of single and repeated infection. Vet. Rec., 89, 329-333.
 - 8) Morehouse, N. F. and McGuire, W. C. (1958) : The pathogenicity of *Eimeria acervulina*. Poul. Sci., 37, 665-672.
 - 9) 小笠原冨美・角田 清(1970) : 鶏コクシジウム の感染様式の研究. 日獣誌, 32(学会号), 143.
 - 10) Oikawa, H., Kawaguchi, H. and Tsunoda, K. (1971) : Changes of organ weight and blood component of avian coccidiosis caused by *Eimeria tenella* and *Eimeria acervulina* Jap. J. Vet. Sci., 33, 251-259.
 - 11) 及川 弘・川口陽資・吉田英子・奥沢良子(1972) : ニワトリのコクシジウム症に対する感受性. 日獣誌, 34(学会号), 276.
 - 12) Oikawa, H., Kawaguchi, H., Nakamoto, K. and Tsunoda, K. (1974) : Field surveys of coccidial infection in broilers in Japan— Results obtained in spring and summer in 1973. Jap. J. Vet. Sci., 36, 321-328.
 - 13) Pellérdy, L. (1965) : Coccidia and Coccidiosis. Akadémiai Kiadó, Budapest, 275 pp.
 - 14) Preston-Mafham, R. A. and Sykes, A. H. (1970) : Changes in body weight and intestinal absorption during infections with *Eimeria acervulina* in the chicken. Parasitol., 61, 417-424.
 - 15) Reid, W. M. and Pitois, M. (1965) : The influence of coccidiosis on food and water intake of chickens. Avian Dis., 9, 343-348.
 - 16) 角田 清(1968) : コクシジウム病, 堀内・川村・関編, 鶏病図説, 253頁, 日本畜産振興会, 東京.

Abstract

EFFECT OF MODE OF INFECTION ON MANIFESTATION OF SYMPTOM
AND OOCYST PRODUCTION IN CHICKEN COCCIDIOSIS

I. *EIMERIA ACERVULINA* AND *E. TENELLA*

HIROSHI OIKAWA AND HARUMOTO KAWAGUCHI

(Aburahi Laboratories, Shionogi & Co., Ltd.,
Koka-cho, Shiga Prefecture, 520-34, Japan)

Effect of the mode of infection (single, repeated or successive) on the manifestation of symptom and oocyst production of *Eimeria acervulina* and *E. tenella* in chickens examined in the laboratory condition as a model for field infection with the both coccidia.

Both *Eimeria* caused a severer clinical symptom and a higher mortality in the single heavy infection than in the repeated or successive light infection, when the total number of oocysts infected was adjusted equally in the three types of the mode of infection.

Body weight changed almost in parallel with food intake and water intake during the course of the experiment for 14 days.

The change of body weight, which is represented as an indication of pathogenicity in *E. acervulina* and *E. tenella* infection was mainly affected by the total number of oocysts infected during the initial several days, while it was slightly affected by the mode of infection.

Effect of *E. acervulina* infection on the weight gain of the host was about as severe as that of *E. tenella* infection when the same number of oocysts was given to the host regardless of the mode of infection.

The pattern of oocyst elimination, in view of the change of the number of oocysts per gram of feces (OPG) and duration of the patent period, was almost uniform irrespective of the mode of infection and inoculum size in either species, with a slight change in *E. acervulina*.

It may be suggested that the oocysts administered successively in the repeated or successive infection accelerate the symptom of the host, but do not participate in production of oocysts probably due to regulation by "Crowding effect"