

## 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

### II. *Eimeria acervulina* と *E. tenella* の混合感染

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9月27日 受領)

#### 緒 言

著者らは野外における鶏コクシジウム症の発病の実態を解折する手がかりを得るため、実験室内の条件下で、感染様式と感染量を種々に変えて組合せた場合に、発病の程度ならびにオオシスト産生のパターンがいかに変わるかを検討した。

前報(及川ら, 1975)では *Eimeria acervulina* 感染と *E. tenella* 感染のそれぞれの単一種感染の場合について検討した。その結果は、経口1回感染、経口反覆感染、飼料添加連続感染の3種類の感染様式を設定し、これに3段階の感染数を組合せると、症状の強さは両種の場合ともに、初期の或る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をうけ、感染総数が等しければ感染様式による影響は著しくなく、また、オオシスト排出のパターンは感染様式および感染数とはほとんど無関係に一定の傾向を示した。

野外における鶏のコクシジウム感染の状況を見ると、実際には *E. acervulina* と *E. tenella* の混合感染が比較的多く、感染例の25%を占める事実(Oikawa *et al.*, 1974)にかんがみ、今回は両種の混合感染の場合について検討したので報告する。

#### 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 系鶏(日生研由来)で、8日齢のものを各群8羽ずつ用いた。飼料は奈良県忠岡飼料 KK 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。

病原体は *E. 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)より分与をうけたもので、薬剤の処理をうけず、当所で継代されたものであつた。

以上の実験条件は前報(及川ら, 1975)と全く同一であつた。

感染様式は強制的経口1回感染(1回感染と略称する)、強制的経口1日1回感染を4~5日反覆感染(反覆感染)、および飼料添加による連続4~5日間感染(連続感染)の3種類とし、これに1回または1日当りの投与オオシスト数を、*E. acervulina* では $5 \times 10^3$ 個および $5 \times 10^4$ 個の2種と *E. tenella* では $8 \times 10^2$ 個、 $3.2 \times 10^3$ 個および $1.3 \times 10^4$ 個の3種とをそれぞれ組合せて合計6種の感染数とした。したがつて感染群の数は18群であつた(Table I)。これらの感染数は前報における単一種感染の成績との比較のため同一数を用いた。さらに、単一種感染対照群として、*E. acervulina*  $5 \times 10^4$ 個1回感染と、*E. tenella*  $1.3 \times 10^4$ 個1回感染の2群と、無感染対照群を1群設けた。

飼料添加による連続感染の場合には、投与予定数のオオシストを1日で食い尽す既知量の飼料(Paired feed)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、オオシスト数ならびに飼料の量を算出した。

観察は初感染後14日までとした。臨床症状は糞便の変状を主とし、*E. acervulina* 感染による粘液便、*E.*

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

Mode of infection	Group No.	<i>E. acervulina</i>			<i>E. tenella</i>			Grand total No. of oocysts infected (/chick /5 days)
		No. of oocysts inoculated (/chick /day)	Repetition	Total No. of oocysts infected (/chick /5 days)	No. of oocysts inoculated (/chick /day)	Repetition	Total No. of oocysts infected (/chick /4days)	
Oral single infection	1	$5 \times 10^3$	1	$5 \times 10^3$	$8 \times 10^2$	1	$8 \times 10^2$	$5.8 \times 10^3$
	2	$5 \times 10^4$	1	$5 \times 10^4$	$8 \times 10^2$	1	$8 \times 10^2$	$5.08 \times 10^4$
	3	$5 \times 10^3$	1	$5 \times 10^3$	$3.2 \times 10^3$	1	$3.2 \times 10^3$	$8.2 \times 10^3$
	4	$5 \times 10^4$	1	$5 \times 10^4$	$3.2 \times 10^3$	1	$3.2 \times 10^3$	$5.32 \times 10^4$
	5	$5 \times 10^3$	1	$5 \times 10^3$	$1.3 \times 10^4$	1	$1.3 \times 10^4$	$1.8 \times 10^4$
	6	$5 \times 10^4$	1	$5 \times 10^4$	$1.3 \times 10^4$	1	$1.3 \times 10^4$	$6.3 \times 10^4$
Oral repeated infection	7	$5 \times 10^3$	5	$2.5 \times 10^4$	$8 \times 10^2$	4	$3.2 \times 10^3$	$2.82 \times 10^4$
	8	$5 \times 10^4$	5	$2.5 \times 10^5$	$8 \times 10^2$	4	$3.2 \times 10^3$	$2.58 \times 10^5$
	9	$5 \times 10^3$	5	$2.5 \times 10^4$	$3.2 \times 10^3$	4	$1.3 \times 10^4$	$3.8 \times 10^4$
	10	$5 \times 10^4$	5	$2.5 \times 10^5$	$3.2 \times 10^3$	4	$1.3 \times 10^4$	$2.6 \times 10^5$
	11	$5 \times 10^3$	5	$2.5 \times 10^4$	$1.3 \times 10^4$	4	$5 \times 10^4$	$7.5 \times 10^4$
	12	$5 \times 10^4$	5	$2.5 \times 10^5$	$1.3 \times 10^4$	4	$5 \times 10^4$	$3.0 \times 10^5$
Feed added successive infection	13	$5 \times 10^3$	5	$2.2 \times 10^4$	$8 \times 10^2$	4	$3.2 \times 10^3$	$2.5 \times 10^4$
	14	$5 \times 10^4$	5	$2.2 \times 10^5$	$8 \times 10^2$	4	$3.2 \times 10^3$	$2.23 \times 10^5$
	15	$5 \times 10^3$	5	$2.3 \times 10^4$	$3.2 \times 10^3$	4	$1.3 \times 10^4$	$3.6 \times 10^4$
	16	$5 \times 10^4$	5	$2.2 \times 10^5$	$3.2 \times 10^3$	4	$1.3 \times 10^4$	$2.33 \times 10^5$
	17	$5 \times 10^3$	5	$2.2 \times 10^4$	$1.3 \times 10^4$	4	$5 \times 10^4$	$7.2 \times 10^4$
	18	$5 \times 10^4$	5	$2.2 \times 10^5$	$1.3 \times 10^4$	4	$5 \times 10^4$	$2.7 \times 10^5$

*tenella* 感染による血便の状況をしらべた。また、斃死数を記録し、死亡率を算出した。飼料摂取量は群別に、体重は個体別に、それぞれ2日毎に測定した。飼料要求率 (Feed conversion ratio) は飼料摂取量と増体重から計算により求めた。糞中のオオシストを検索し、Patent period の期間中は糞1g中のオオシスト数(OPG)を毎日測定した。

### 成 績

*E. acervulina* 感染の症状である粘液便の排泄および *E. tenella* 感染の症状である血便の排泄は各感染様式ともに感染数の増加と並行する傾向にあった。これらの症状および死亡率の感染様式による差は著しくなく、すなわち、同一感染数を1回感染させた場合でも、その数を反覆または連続感染させた場合でも大差は認められなかった (Table, 2)。

また、死亡率に関与するものは主に *E. tenella* の感染であるが、その感染数を一定として、*E. acervulina* の感染数を増した場合についてみると粘液便の排泄が強められるばかりでなく、血便の排泄も強まり、死亡率も高くなる傾向があった (Table 2)。これは混合感染によ

り、臨床症状および死亡率が相乗的に高められることを示唆する。

初感染後14日までの体重の変化は Fig. 1 に示す。各感染様式ともに感染数に並行して体重増加の抑制が認められた (感染総数の影響)。反覆または連続感染の各群では、1回感染に比し体重増加が著しく抑制される傾向であった。これを同じ期間における増体重について比較すると、同一感染数 (1回又は1日当りの) の1回感染よりは反覆または連続感染の影響が顕著であった (感染総数と感染様式の影響)。さらに、増体重を各感染様式で比較すると、初期の感染総数を同一として、これを1回で感染させた場合よりは、これを何回かに分けて反覆感染させた場合、または小数に分けて連続的に感染させた場合の方が増体重の抑制が強く現われた (感染様式の影響) (Table 3)。

反覆または連続感染の影響は飼料摂取量と増体重の比率、すなわち飼料要求率において顕著に認められた (Table 3)。

以上の成績から両種の混合感染においては宿主の症状におよぼす感染様式の影響は臨床症状 (糞便の性状) ならびに死亡率に対しては認められなかったが、増体重に

Table 2 Mucous feces (E.a.) and bloody dropping (E.t.), and number of death in mixed infection with *E. acervulina* and *E. tenella*

Group No.		Days after the initial infection								Number of death	
		2	3	4	5	6	7	8	9		10
1	M	—	—	—	+	—	—	—	—	—	0/8
	B	—	—	—	—	+	+	—	—	—	
2	M	—	—	++	++	+(1)	—	—	—	—	1/8 (13%)
	B	—	—	—	+	++	+	—	—	—	
3	M	—	—	—	+	—	—	—	—	—	0/8
	B	—	—	—	++	++	+	—	—	—	
4	M	—	—	++	+++ (1)	++ (1)	±	—	—	—	2/8 (25%)
	B	—	—	—	++	++	+	—	—	—	
5	M	—	—	±	+(5)	±	—	—	—	—	5/8 (63%)
	B	—	—	+	+++	++	+	—	—	—	
6	M	—	±	++	+++ (4)	++	±	—	—	—	4/8 (50%)
	B	—	—	+	+++	++	±	—	—	—	
7	M	—	—	+	+	±	—	—	—	—	0/8
	B	—	—	—	+	+	+	—	—	—	
8	M	—	+	+++	+++	++	±	— (1)	—	—	1/8 (13%)
	B	—	—	—	+	++	+	+	—	—	
9	M	—	—	+	++ (1)	±	+	—	—	—	1/8 (13%)
	B	—	—	—	+++	++	++	—	—	—	
10	M	—	+	+++	+++	++ (2)	+	±	—	—	2/8 (25%)
	B	—	—	—	+++	+++	++	±	—	—	
11	M	—	—	+	++ (1)	+(6)	(1)	—	—	—	8/8 (100%)
	B	—	—	+	+++	+++	—	—	—	—	
12	M	—	+	+++	+++ (4)	++ (1)	++	+	—	—	5/8 (63%)
	B	—	—	+	+++	+++	++	+	—	—	
13	M	—	—	—	+	+	—	—	—	—	0/8
	B	—	—	—	+	+	+	+	—	—	
14	M	—	—	+	++	++	+	±	—	—	0/8
	B	—	—	—	+	++	+++	++	+	—	
15	M	—	—	—	+	+	±	—	—	—	0/8
	B	—	—	—	+	++	+++	+	—	—	
16	M	—	—	+	+++	++	++	±	—	—	0/8
	B	—	—	—	+	++	+++	+	—	—	
17	M	—	—	++	+(1)	+(2)	++	+	—	—	3/8 (38%)
	B	—	—	—	+++	+++	+++	++	+	—	
18	M	—	—	+	+++ (1)	++ (3)	+(2)	±	—	—	6/8 (75%)
	B	—	—	—	+++	+++	+++	+	—	—	

Remarks. Group No. 1~18: See Table 1.

M: Mucous feces, B: Bloody discharge, ( ): No of dath.

対しては顕著に認められることが示された。

Prepatent period は *E. acervulina* では感染様式および感染数に関係なく単一種感染の場合と同様、初感染後4日であつたが、*E. tenella* ではどの群も初感染後6日であつて、単一種感染の場合より1日早かつた。これは混合感染による影響と推測される。

*E. acervulina* の OPG 値は感染様式、感染総数に関係なく、初感染5日後に最高を示し、以後漸次低下し、1回感染では14日までにオオシスト陰性となつたが、反覆または連続感染では Patent period はやや延長される傾向にあつた (Fig. 2)。このオオシスト排泄のパタ

ーンは単一種感染の場合と全く同様で、混合感染による影響は認められなかつた。

*E. tenella* の OPG 値は感染様式および感染総数に関係なく、初感染6日後に最高値を示し、以後漸減し、14日後までにオオシストはほぼ陰性となつた (Fig. 2)。したがつて、OPG 値および patent period に関しては単一種感染の場合と全く同様で、混合感染の影響は認められなかつた。

なお、本実験の混合感染に対する対照として設けた *E. acervulina* と *E. tenella* それぞれの経口1回感染の各群の成績は、前報 (及川ら, 1975) の成績をほぼ再

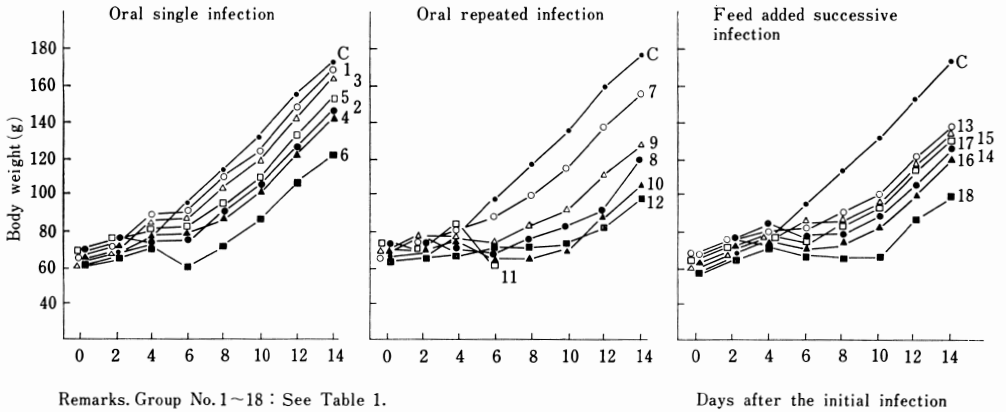


Fig. 1 Changes of body weight in chickens infected with *E. acervulina* and *E. tenella*

Table 3 Total food intake and body weight gain in survivors during a period of 14 days of mixed infection with *E. acervulina* and *E. tenella*

Group No.	Total food intake (g/chick/14 days)	Body weight gains (g/chick/14 days)	Feed conversion ratio
1	274 (101%)	102±17 (91%) <sup>1)</sup>	2.69 (111%)
2	232 (86)	82±13 (73)	2.80 (116)
3	256 (95)	100±18 (89)	2.56 (106)
4	224 (83)	79±24 (71)	2.85 (118)
5	234 (87)	84±34 (75)	2.72 (112)
6	212 (79)	63±14 (56)**	3.50 (145)
7	246 (91)	88±15 (79)	2.78 (115)
8	172 (64)	66±28 (59)**	3.36 (139)
9	184 (68)	60±19 (54)**	3.09 (128)
10	152 (56)	39±14 (35)**	4.36 (180)
11	—	—	—
12	154 (57)	28±23 (25)**	4.97 (205)
13	212 (89)	72± 5 (64)**	2.95 (122)
14	188 (70)	61±21 (54)**	3.07 (127)
15	218 (81)	73±10 (65)**	3.00 (124)
16	190 (70)	55±19 (49)**	3.48 (144)
17	208 (77)	67±17 (60)**	3.11 (129)
18	152 (56)	35±16 (31)**	4.41 (182)
Control	270(100)	112±13(100)	2.42 (100)

Remarks. Group No. 1~18 : See Table 1.

a): Mean±standard deviation (%to the uninfected control). \*: P<0.05, \*\*: P<0.01

現したので、その記載を省略する。

考 察

鶏コクシジウムの病原性に関する綜説は多数ある (Davies *et al.*, 1963; Hammond *et al.*, 1973; Kheysin, 1972; Levine, 1967; Pellérdy, 1965). *E.tenella* では感染したおオシストの数と出血の程度あるいは

死亡率との関係に注目がはらわれ (Gardiner, 1955; Horton-Smith, 1973; Jankiewicz *et al.*, 1934; Joyner *et al.*, 1960; Swales, 1944; Waletzky *et al.*, 1949) 体重の変化についての報告は比較的少ない (Oikawa *et al.*, 1971). *E. acervulina* については感染したおオシスト数と体重の変化との関係に注目した報告が多い (Hein, 1968; Long, 1968; Michael *et al.*, 1971;

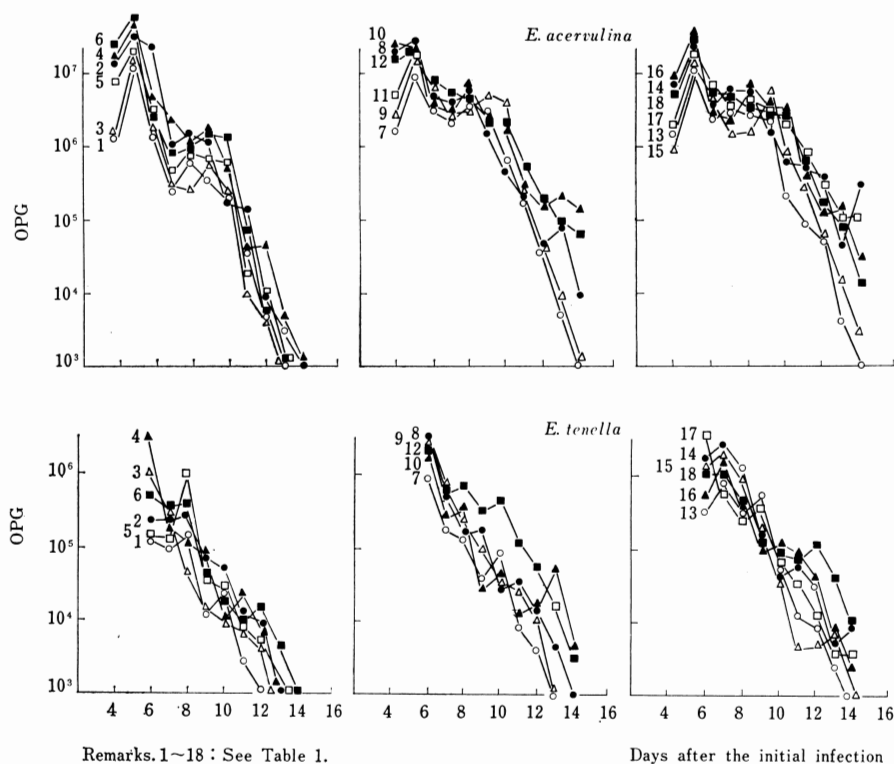


Fig. 2 Changes of OPG during a patent period in mixed infection with *E. acervulina* and *E. tenella*

Morehouse *et al.*, 1958 ; Preston-Mafham, *et al.*, 1970 ; Reid *et al.*, 1970). また飼料摂取量や飲水量の変化について報告したのものもある (Reid *et al.*, 1965). しかしこれらの研究の多くは単一種を経口的に1回感染させた実験についての報告である。

野外においては、いくつかの種が反覆的あるいは連続的に感染する機会が多く、自然感染例では *E. acervulina* と *E. tenella* の混合感染がコクシジウム感染例の25%を占める (Oikawa *et al.*, 1974) 事実を考慮すると、これらの報告は野外での実態を解析するには十分な資料を提供し得ないと考えられる。

この様な野外における感染様式と病原性の関係を検討するには、実験モデルとしては野外における条件にできるだけ近い条件を実験室内で設定する必要のあることは当然である。

前報 (及川ら, 1975) では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* について、それぞれの単一種の経口1回感染、経口反覆感染、飼料添加連続感染 (三種の感染様式) を試みたところ、両種の場合ともに、症状の

強さはその感染様式の差よりは、初期のある期間内において感染されたオオシストの総数によつて著しい影響を受けることが明らかにされた。したがつて、どのような感染様式であっても、感染総数が症状の強さを支配することが示された。

本報告では、両コクシジウムを混合感染させた場合について、感染様式および感染数を単一種の場合と同じ条件で組合せて、しかし、感染数はその低用量を用いて実験を行った。

その結果、単一種感染と混合感染の間では、感染様式および感染数と症状の強さとの関係にかなりの相違が認められた。

第1に、混合感染の場合には、単一種感染の場合からは推測できないほどに強い、すなわち、「相乗的」な影響が宿主に加えられたことであつた。たとえば、単一種感染ではそれぞれ軽い症状を示すにすぎない感染数、*E. acervulina* の  $5 \times 10^4$  個/羽と *E. tenella* の  $8 \times 10^2$  個/羽を混合して1回感染させただけで出血は著しく、死亡例がみられる強い症状が現われた。この場合の致死作用は強い出血をもたらす *E. tenella* が主であり、

*E. acervulina* は極端に多数の感染がなければ致死作用を現わさない (Davies *et al.*, 1963; Levine, 1967; Pellérdy, 1965) のであるから、混合感染では *E. tenella* の出血および致死作用は *E. acervulina* の少数の感染によつて著しく増強されたものと考えられる。

第2は、単一種感染では感染様式による影響よりはある期間内における感染総数が症状を支配する傾向にあつたが、混合感染においては、感染様式の影響が、臨床症状と死亡率を指標とする急性症状と増体重抑制を指標とする慢性症状に著しい相違がみられ、後者に対しより強い影響が認められた。

したがつて、混合感染においては、宿主の増体重に与える影響は三種の要因、すなわち、(a) 二種のコクシジウムの同時感染の影響、(b) 感染様式とくに反覆あるいは連続感染の影響、(c) 感染総数の影響、が複雑に関与していることを示すものである。

これらのことから、混合感染における病原性の指標としては、臨床症状、死亡率および増体重の抑制が同時に重視されるべきであり、とくに経済動物としての鶏では飼料要求率の増大 (Table 3) にも注目しなければならない。

混合感染におけるオオシスト排泄のパターンでは、*E. tenella* の Patent period が1日短縮された以外は、*E. tenella* の DPG 値および Patent period、*E. acervulina* の Prepatent period OPG および Patent period いずれも単一種感染の場合 (小笠ら, 1970; 及川ら, 1975) と全く同一で、混合感染の影響は認められなかつた。このことは、混合感染におけるオオシスト排泄のパターンが、単一種感染の場合と同様に、感染様式および感染数の影響を受けずにほぼ一定であり、したがつて症状の強さとの関連性も認められなかつた。

このことは、オオシスト産生における Crowding effect は同種内の感染様式と感染数に対して認められるが *E. tenella* と *E. acervulina* 間には認められないことを示す。これは、両種が鶏腸管内の感染部位を異にするためと考えられる。

以上の成績は、できるだけ野外における感染様式に近い状態を実験室内で試みた実験で得られたものであるが、これでも野外の実態とはかなりかけ離れたものと推測される。

抗コクシジウム剤の検定において、通常の人工感染を行う Battery test に対し、自然感染に近い状態を再現させる目的から、Floor-pen 法 (Brewer *et al.*, 1970 ;

Gard *et al.*, 1970 ; Johnson *et al.*, 1970) が報告されたが、この方法では感染様式は一定せず、摂取されるオオシストの数が不明なので本実験の目的には適切ではない。

本実験の成績は少なくとも2種以上のコクシジウムを混合して、反覆あるいは連続的に感染させた場合の症状とオオシスト産生について、さらに詳細な検討が加えられる必要性を示唆する。そして、従来圧倒的に多かつた単一種感染の実験から脱却して、実験室内において野外での実態により近い条件の再現を試みた点で意義があると考えられる。

## 結 語

鶏コクシジウム *E. acervulina* と *E. tenella* の混合感染における、感染様式 (経口1回、経口反覆、飼料添加連続) 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。

同一感染数を1回だけ感染させた場合でも、これを数日にわたり反覆または連続的に感染させた場合でも、臨床症状および死亡率に著しい差を認めず、したがつて、反覆または連続感染の影響は認められなかつた。しかし、増体重の抑制に対してはその影響が認められ、反覆または連続感染では1回感染に比べて強く現われた。

初期のある一定期間内における感染総数を同一として、これを1回で感染させた場合よりは、これを数回 (日) に分けて反覆感染あるいは連続的に感染させた場合の方が増体重抑制の影響は強く現われた。

両コクシジウムの混合感染における症状の強さは単一種感染で現われる症状の強さの和より強く現われる傾向にあり、すなわち相乗的な影響が認められた。そして、混合感染における感染様式ならびに感染数と症状の強さとの関係は単一種感染のそれとはかなり異なるものであつた。とくに、増体重の抑制に対しては混合感染と反覆または連続感染とが相乗的に影響する傾向がみられた。

混合感染におけるオオシスト排泄のパターン (Prepatent period、OPG 値の推移、Patent period) は感染様式および感染数に影響されず、ほぼ一定の傾向を示した。

混合感染における *E. tenella* の Prepatent period は6日となり、単一種感染のそれより1日早く、混合感染の影響が認められた。しかし、OPG 値と Patent period は単一種感染の場合とほとんど同様であつた。

*E. acervulina* ではオオシスト排泄のパターンは単一

種感染の場合とまったく同様で、混合感染の影響は認められなかつた。

#### 文 献

- 1) Brewer, R. N. and Kowalski, L. M. (1970) : Coccidiosis Evaluation of anticoccidial drugs in floor-pen trials. *Exp. Parasit.*, 28, 64-71.
- 2) Davies, S. F. M., Joyner, L. P. and Kendall, S. B. (1963) : Coccidiosis. Oliver and Boyd. Edinburgh and London, 86pp.
- 3) Gard, D. I. and Tonkinson, L. V. (1970) : Coccidiosis ; Experimental design consideration for evaluating anticoccidial agents in floor-pen and field trials. *Exp. Parasit.*, 28, 72-80.
- 4) Gardiner, J. L. (1955) : The severity of cecal coccidiosis infection in chickens as related to the age of the host and the number of oocyst ingested. *Poult. Sci.*, 34, 415-420.
- 5) Hammond, D. M. (ed) (1973) : The Coccidia. Univ. Park Pr., Baltimore, 253pp.
- 6) Hein, H. (1968) : The pathogenic effects of *Eimeria acervulina* in young chickens. *Exp. Parasit.*, 22, 1-11.
- 7) Horton-Smith, C. (1949) : Some factors influencing the origin and course of epidemics in poultry. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 52, 449-457, cited from Pellérdy (1965).
- 8) Jankiewicz, H. A. and Scofield, R. H. (1934) : The administration of heated oocysts of *Eimeria tenella* as a means of establishing resistance and immunity to cecal coccidiosis. *J. Amer. vet. Med. Ass.*, 84, 507-526, cited from Pellérdy (1965).
- 9) Johnson, J. and Reid, W. M. (1970) : Anticoccidial drugs; Lesion scoring techniques in battery and floor-pen experiment with chickens. *Exp. Parasit.*, 28, 30-36.
- 10) Joyner L. P. and Davies, S. F. M. (1960) : Detection and assessment of sublethal infections of *Eimeria tenella* and *Eimeria necatrix*. *Exp. Parasit.*, 9, 243-249.
- 11) Kehysin, Y. M. (1972) : Life Cycle of Coccidia of Domestic Animals. Univ. Park Pr., Baltimore, 218pp.
- 12) Levine, N. D. (1967) : Protozoan Parasites of Domestic Animals and of Man. Burgess, Minesota, 202pp.
- 13) Long, P. L. (1968) : The pathogenic effects for *Eimeria praecox* and *E. acervulina* in the chicken. *Parasitology*, 58, 691-700.
- 14) 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.
- 15) Morehouse, N. F. and McGuire, W. C. (1958) : The pathogenicity of *Eimeria acervulina*. *Poult. Sci.*, 37, 665-672.
- 16) 小笠原 研美, 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.
- 17) 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.
- 18) 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.
- 19) 及川 弘, 川口 陽資 (1975) : 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. 寄生虫誌, 24, 6-15.
- 20) Pellérdy, L. (1965) : Coccidia and Coccidiosis. *Akadémiai Kiadó, Budapest*, 234pp.
- 21) Preston-Mafham, R. A. and Sykes, A. H. (1970) : Changes in body weight and intestinal absorption during infections with *Eimeria acervulina* in the chicken. *Parasitology*, 61, 417-424.
- 22) Reid W. M. and Pitois, M. (1965) : The influence of coccidiosis on food and water intake of chickens. *Avian Dis.*, 9, 343-348.
- 23) Reid, W. M. and Johnson, J. (1970) : Pathogenicity of *Eimeria acervulina* in light and heavy coccidial infections. *Avian Dis.*, 14, 166-171.
- 24) Swales, W. E. (1944) : On the chemotherapy of cecal coccidiosis (*E. tenella*) of chickens. *Canad. J. Res., D.*, 22, 131-140, cited from Pellérdy (1965).
- 25) Waletzky, E. and Hodges, C. O. (1949) : Factors involved in tests for acquired immunity in *Eimeria tenella* infection of the chicken. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 52, 478-495, cited from Pellérdy (1965).

**Abstract**

EFFECT OF MODE OF INFECTION ON MANIFESTATION OF SYMPTOM  
AND OOCYST PRODUCTION IN CHICKEN COCCIDIOSIS  
II. MIXED INFECTION WITH *EIMERIA ACERVULINA* AND *E. TENELLA*

HIROSHI OIKAWA AND HARUMOTO KAWAGUCHI

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

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

When the same number of oocysts per day was inoculated, the effect of the repeated or successive infection was not found on the severity of clinical symptom and mortality of the host, but found remarkably on the growth retardation of the host.

When the total number of oocysts inoculated during a period of infection (initial 5 days in this study) were adjusted almost same in all kind of the mode of infection, growth retardation caused by the repeated or successive infection with divided small number of oocysts was severer than that of the single infection with large number.

It may be suggested that the mixed infection caused a more synergistic than additive effect of the both coccidia on the host, which was expected from the single species infection of the respective coccidia (reported in the previous paper of this series, Oikawa and Kawaguchi, 1975).

It comes to a conclusion that body weight retardation of the host responds to a combined effect of three sources, (a) synergistic effect of mixed species (b) repeated or successive infection, and (c) total number of oocysts ingested.

The pattern of oocyst discharge, in which the prepatent period, the change of the number of oocysts per gram of feces (OPG) and the patent period were involved, was almost uniform irrespective of the mode of infection and inoculum size of either coccidia.

The prepatent period of *E. tenella* in the mixed infection with *E. acervulina* was 6 days. This was 1 day shorter than that observed in the single species infection. On the other hand, OPG and the patent period were not affected by the coexistence of *E. acervulina*.

The prepatent period, OPG and the patent period of *E. acervulina* in the mixed infection with *E. tenella* were quite similar to those observed in the single species infection.