

# 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

## III. *Eimeria maxima* 感染および *E. necatrix* 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50年5月2日 受領)

### 緒 言

著者らは野外における鶏コクシジウム症の症状の実態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。

前々報(及川・川口, 1975 a)では我国における陽性率の最も高い *Eimeria acervulina* と、病原性の強い *E. tenella* のそれぞれの単一種感染の場合について報告した。前報(及川・川口, 1975 b)では野外例の多い両種の混合感染の場合について報告した。

今回は我国の野外での感染率(Oikawa *et al.*, 1974)が24%を占める *E. maxima* と11%の *E. necatrix* の両種について、前2報と同様の検討を行つたので報告する。

### 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、10日令のものを各群8羽ずつ用いた。飼料は奈良県忠岡飼料 KK 製の薬剤無添加チェ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 *Eimeria maxima* と *E. necatrix* を用いた。いずれも農林省家畜衛生試験場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った。

両種とも3種類の感染様式を設定した。すなわち、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日間反復的に感染(反復感染)、および飼

料添加連続5日間感染(連続感染)であつた。それぞれの感染様式に3—4段階の感染数を組合せて両種それぞれ10群を設定した(Table 1)。それに無感染対照群を1群設けた。

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、摂取された飼料の量ならびにオオシスト数を算出した。

観察は初感染後14日まで行つた。臨床症状は糞便の性状を主とし、*E. maxima* 感染による粘液便、*E. necatrix* 感染による粘血便の状態をしらべた。また、斃死数を記録し、死亡率を算出した。飼料摂取量は、飲水量群別に、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の比率で、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. maxima* 感染における粘液便の排泄の強さは感染総数に並行する傾向にあり、感染様式による影響は著しくなかつた。また、感染総数が $5 \times 10^5$ 個/羽以下では致死例はなかつた(Table 2)。

*E. necatrix* 感染における粘血便の排泄の強さおよび致死作用は感染総数に並行するが、感染様式の影響も認められ、1回感染の影響は反復および連続感染より強く現われた(Table 2)。

体重曲線に与える影響は両種の感染の場合ともに感染数によつて支配される傾向が強かつた(Fig. 1)。

感染後の臨床別に飼料摂取量ならびに飲水量と増体重

Table 1 Design for the experimental infection with  
*Eimeria maxima* and *E. necatrix* in chickens

	Mode of infection	Group No.	Number of oocysts inoculated (/chick/day)	Repetition	Total number of oocysts infected (/chick/ days)
<i>E. maxima</i> infection	Oral single infection	M- 1	$4 \times 10^8$	1	$4 \times 10^8$
		2	$2 \times 10^4$	1	$2 \times 10^4$
		3	$1 \times 10^5$	1	$1 \times 10^5$
		4	$5 \times 10^5$	1	$5 \times 10^5$
	Oral repeated infection	5	$4 \times 10^8$	5	$2 \times 10^4$
		6	$2 \times 10^4$	5	$1 \times 10^5$
		7	$1 \times 10^5$	5	$5 \times 10^5$
	Feed added successive infection	8	$4 \times 10^8$	5	$1.8 \times 10^{4a)}$
		9	$2 \times 10^4$	5	$0.9 \times 10^{5a)}$
		10	$1 \times 10^5$	5	$4.1 \times 10^{5a)}$
<i>E. necatrix</i> infection	Oral single infection	N- 1	$4 \times 10^2$	1	$4 \times 10^2$
		2	$2 \times 10^3$	1	$2 \times 10^3$
		3	$1 \times 10^4$	1	$1 \times 10^4$
		4	$5 \times 10^4$	1	$5 \times 10^4$
	Oral repeated infection	5	$4 \times 10^2$	5	$2 \times 10^3$
		6	$2 \times 10^3$	5	$1 \times 10^4$
		7	$1 \times 10^4$	5	$5 \times 10^4$
	Feed added successive infection	8	$4 \times 10^2$	5	$2 \times 10^3$
		9	$2 \times 10^3$	5	$1 \times 10^4$
		10	$1 \times 10^4$	5	$5 \times 10^4$

Remarks. a) : Total number of oocysts infected was calculated from food intake.

との関係を図示すると Fig. 2 に示すごとくである。両種ともに初感染後 5・6 日に著しい変動がみられ、感染総数による影響の著しいことを示した。そして初感染後 14 日まではほぼ対照群と同程度までに回復した。

初感染後 14 日間における生残ヒナの飼料摂取量と増体重および飼料要求率を Table 3 に示す。*E. maxima* 感染では各群ともに増体重は飼料摂取量に並行し、感染数の影響が著しかった。飼料要求率は各群ともに対照群に対し約 10% 前後高めであつたが、群間に差はみられなかつた。

他方、*E. necatrix* 感染では増体重は飼料摂取量に平行せず、その不均衡は飼料要求率の変化となつて示された。飼料要求率の増加は感染数の多少に並行した。

*E. maxima* の  $4 \times 10^8$  感染で軽い症状がみられ増体重が軽度に抑制されたことから、症状を現わさない感染数はこれ以下であるが、斃死させ得る感染数は  $5 \times 10^5$  個以上を必要とする。したがつて無症状と致死との感染

数の比が 100 倍を超えることが推測される。これに対して、*E. necatrix* の  $2 \times 10^3$  個感染ではほとんど無症状であるが、その 5 倍の感染例では斃死例がみられ、25 倍の感染では全例斃死した (Table 1, 2)。このことから発病から致死までに要する感染オオシスト数の範囲は *E. maxima* で広く、*E. necatrix* で狭いことが示された。

*E. maxima* の OPG 値の推移は感染様式、感染数間に著しい差はみられず、ほぼ一定のパターンを示した。初感染後 6 日よりオオシストの排泄が認められ、以後 OPG 値は急速に減少したが、10・11 日に再び高くなり以後減少するという二峰性を示した (Fig. 3)。

*E. necatrix* では初感染後 7 日よりオオシストの排泄が認められたが OPG 値に一定の傾向は認められず、Patent period も連続感染では 1 回または反覆感染に比し数日延長される傾向であつた (Fig. 3)。

Table 2 Mucous feces (M-1~10) and bloody feces (N-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	10	11	12	13	14	
M-1	-	-	±	+	+	-	-	-	-	-	-	0/8
2	-	±	++	++	++	±	-	-	-	-	-	0/8
3	-	±	++	+++	+++	+	-	-	-	-	-	0/8
4	-	±	+++	+++	++	+	-	-	-	-	-	0/8
5	-	-	±	++	+	-	-	-	-	-	-	0/8
6	-	±	+	+++	+++	+	-	-	-	-	-	0/8
7	-	+	++	+++	+++	++	±	-	-	-	-	0/8
8	-	-	-	++	+	-	-	-	-	-	-	0/8
9	-	-	+	+++	+++	+	-	-	-	-	-	0/8
10	-	±	+	+++	+++	++	±	-	-	-	-	0/8
N-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0/8
2	-	-	-	±	-	-	-	-	-	-	-	0/7 <sup>a)</sup>
3	-	-	+	++ (1)	+++ (1)	++	-	-	-	-	-	2/8 (25%)
4	-	-	+	+++	+++ (4)	++ (1)	(1)	-	-	-	-	6/8 (75%)
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0/8
6	-	-	-	±	+	+	-	-	-	-	-	0/8
7	-	-	±	+++	+++ (6)	++ (2)	-	-	-	-	-	8/8(100%)
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0/8
9	-	-	-	-	±	+	+	±	-	-	-	0/8
10	-	-	-	++	+++ (2)	+++ (2)	++ (4)	-	-	-	-	8/8(100%)

Remarks. M-1~10 and N-1~10: See Table 1.

a) : One chick died of an accident.

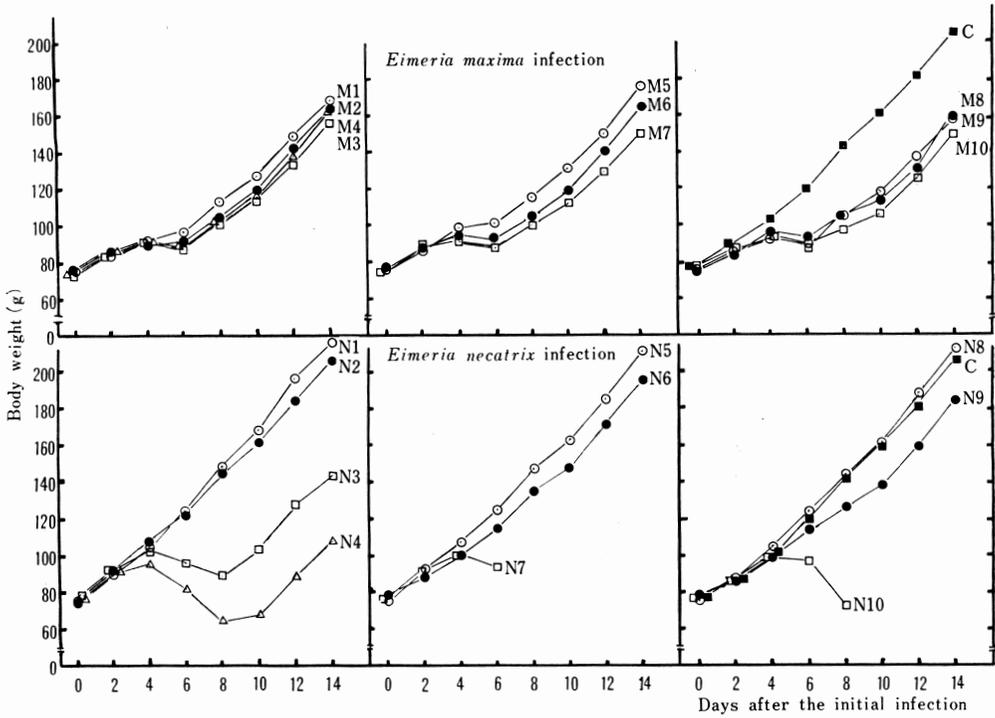
### 考 察

*E. maxima* 感染における感染オオシスト数と発病の程度との関係についてはいくつかの報告がある。5×10<sup>5</sup> 個感染により30%が斃死し、体重増加は著しく抑制されるが、1×10<sup>5</sup> 個では著しい影響は認められないとするもの (Brackett and Bliznik, 1950), 6週令のヒナに5×10<sup>5</sup> 個感染させると下痢や体重抑制が認められるが、斃死例はないとするもの (Long, 1959), 1×10<sup>5</sup> 個感染では斃死例はないが感染5・6日後に摂取量と飲水量がそれぞれ無感染対照の40%および20%程度に低下するもの (Reid and Pitois, 1965), 5×10<sup>4</sup> 個感染で増体重の著しい抑制が認められるとするもの (Stephens *et al*, 1967) 等である。

しかし、これらの報告はすべて1回感染の成績である

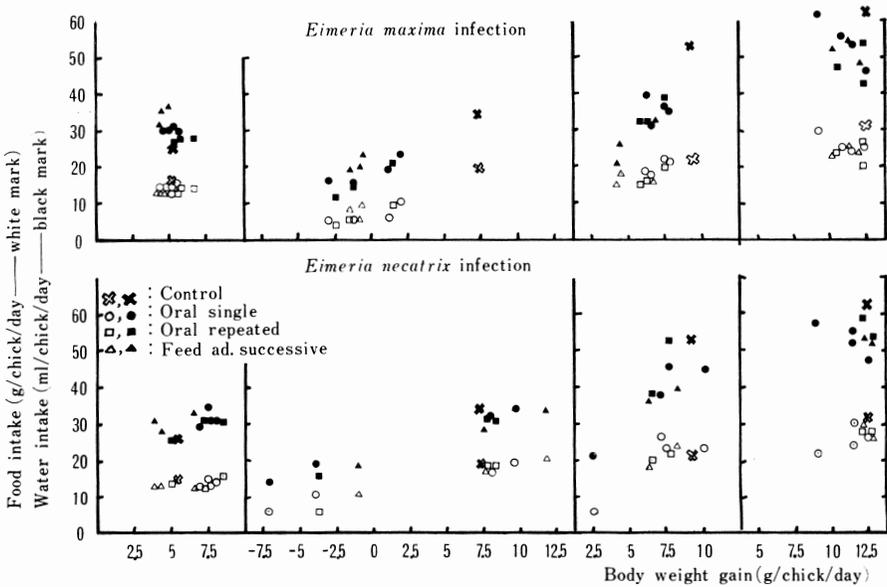
から、感染様式ならびに感染数と症状との関係について十分な情報を与えない。そこで、著者らは前々報 (及川・川口, 1975 a) と同様の実験計画のもとに検討を加えた。

*E. maxima* の5×10<sup>5</sup> 個以下の感染では斃死例はなく、4×10<sup>3</sup> 個以上の感染により異常便の排泄と増体重の抑制が認められた。症状の強さは感染様式による影響よりも、初期の5日間の感染総数による影響が著しかった。これは *E. acervulina* 感染および *E. tenella* 感染で認められたと同様の結果であった。また、ただ単に飼料摂取量の変化に注目する (Siegmann, 1960; Reid and Pitois, 1965) だけでなく、飼料要求率をしらべると、感染各群は無感染対照群に比し約12%高い (Table 3) ことは感染により腸管からの栄養素の吸収能が低下することを推測させるものである。



Remarks. M-1~10 and N-1~10 : See Table 1.

Fig. 1 Changes of body weight in chicken coccidiosis



Days after infection	1 and 2	5 and 6	9 and 10	13 and 14
Symptom phase	No symptom	Severe symptomatic period	Recovering period	No symptom

Fig. 2 Relationship between food and water intake and body weight gain in chicken coccidiosis

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

Group No.	Total food intake (g/chick/14 days)	Body weight gains (g/chick/14 days)	Food conversion ratio
M- 1	255( 85%)	93±23a) ( 72%)*	2.7(117%)
2	227( 76)	89±21( 70)**	2.6(113)
3	218( 73)	82±33( 64)**	2.6(113)
4	224( 75)	88±10( 68)**	2.5(109)
5	248( 83)	101±26( 78)	2.5(109)
6	215( 72)	89±24( 69)**	2.5(109)
7	203( 68)	75±35( 59)**	2.4(104)
8	215( 72)	82±23( 64)**	2.7(117)
9	226( 76)	83±22( 64)**	2.6(113)
10	193( 65)	73±21( 56)**	2.7(117)
N- 1	306(102)	141±21(110)	2.2( 96)
2	288( 96)	131±11(102)	2.2( 96)
3	223( 75)	77±23( 60)**	2.9(126)
4	163( 55)	34 ( 26)**	4.8(209)
5	290( 97)	135±23(105)	2.1( 92)
6	280( 94)	117±20( 91)	2.4(104)
7	—	—	—
8	320(101)	138±26(107)	2.2( 96)
9	260( 87)	107±20( 83)	2.4(104)
10	—	—	—
Control	299(100)	129±22(100)	2.3(100)

Remarks. M- 1 ~ 10, and N- 1 ~ 10 : See Table 1.

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

a) : Mean ± standard deviation

*E. necatrix* 感染は粘血便の排泄とともに斃死例の多いことから急性ないし亜急性コクシジウム症として恐れられている。実験的にも3週令ヒナに $2.5 \times 10^4$ 個感染させると87%が斃死し、4週令のヒナに $1.8 \times 10^4$ ,  $3.7 \times 10^4$ ,  $7.3 \times 10^4$ ,  $1.5 \times 10^5$ 個を感染させるとそれぞれ8, 75, 85, 61%斃死することが報告され (Brackett and Bliznick, 1950), また、 $2 \times 10^4$ 個感染で70%,  $6 \times 10^4$ 個感染で100%斃死するという報告 (Hein, 1971), さらに、 $1 \times 10^5$ 個感染で25%斃死するが生残ヒナの飼料摂取量と飲水量は感染後6・7日に対照群の20%まで低下する (Reid and Pitois, 1965) とされる。

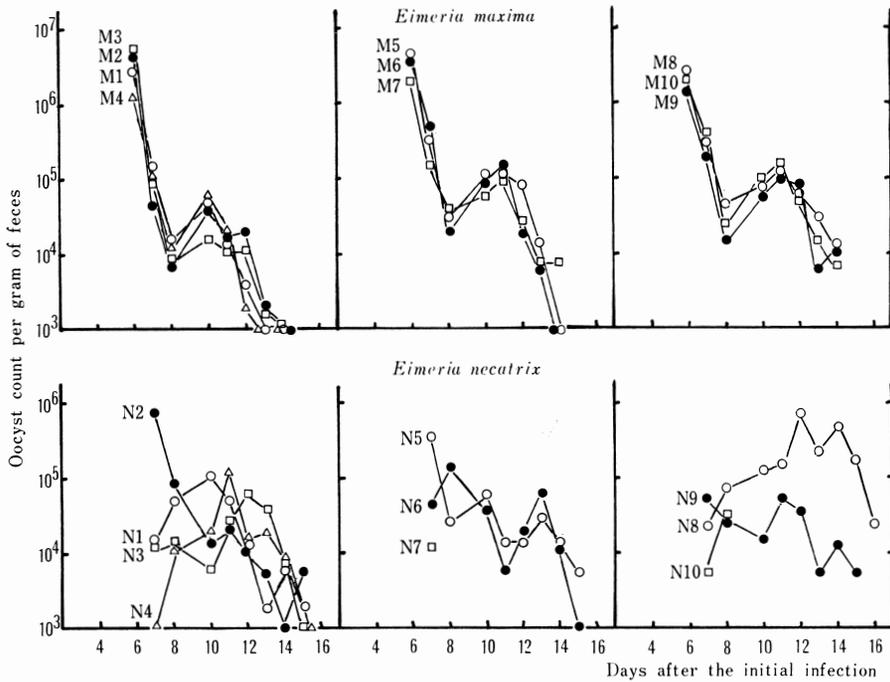
*E. necatrix* 感染の研究でも1回感染の場合が多い。

反覆感染の例としては $5 \times 10^3$ 個を4回反覆的に感染した場合の飼料摂取量および増体重抑制の影響は $2 \times 10^4$ 個1回感染より幾分軽度であるとされる (Michael

and Hodges, 1972)。著者らの成績でも、同一感染数を1回で感染させた場合の方が、これを5日に分けて反覆的あるいは連続的に感染させた場合より臨床症状、増体重抑制ともに強く現われている (Table 2および3)。これは *E. necatrix* 感染においては、*E. acervulina*, *E. tenella* (及川・川口, 1975 a) および *E. maxima* (Table 3) に比べて感染様式の影響が比較的強く現われている。

*E. necatrix* は小腸の上部から下部にかけて寄生し、強い出血などの病変を呈することから、腸管からの栄養素などの吸収能に対する影響について注目される。本実験で飼料要求率が感染数に並行して高くなること (Table 3) からその点が推測される。

次に、オオシストの産生パターンは *E. maxima* では *E. acervulina* および *E. tenella* (及川・川口,



Remarks. M-1~10 and N-1~10: See Table 1.

Fig. 3 Changes of number of oocysts per gram of feces (OPG) during a patent period of chicken coccidiosis

1975 a)と同様に感染様式ならびに感染数にほとんど関係なく一定の傾向を示し、群集効果が認められた。*E. maxima*のPatent periodは数日間 (Levine, 1967; Long, 1959)とされているが本実験では8—10日であり、またOPG値が二峰性であった。Rose (1971)の報告でもオオシスト産生総数に二峰性を示すものがいくつかあり、Patent periodも8日以上で本実験と同様の成績であった。*E. maxima*のOPG値が二峰性であることは*E. acervulina*および*E. tenella*と異なる点である。

他方、*E. necatrix*のオオシスト産生のパターンは感染様式間、感染数間で変動が大きく、一定の傾向は認められない。感染数が多いと症状が強く現われ、腸管の運動を抑制するので、メロゾイトが盲腸に進入するのを阻害することになり、ガメートサイトの増殖にとっては不利であると考えられる。

*E. maxima*と*E. necatrix*はともに小腸に寄生して病原性を発揮するが、本実験の成績および文献的検討 (Davies, 1956; Davies *et al.*, 1963; Hammond and Long, 1973; Kheysin, 1972; Levine, 1976; Long, 1959; Pellérdy, 1965; Scholtyssek, 1959 and 1963)

から次の様な相連点があげられる。

- 1) 症状の最も強い時期 (*E. maxima*: ガメートゴニー—*E. necatrix*: シゾゴニー)
- 2) 症状の最も強い時期における組織学的寄生位置 (絨毛粘膜固有層—絨毛基部の固有層)
- 3) 発症から致死例をみるまでの感染オオシスト数の範囲 ( $4 \times 10^3$  以下から  $5 \times 10^5$  以上までで100倍以上— $2 \times 10^3$  から  $5 \times 10^4$  までで25倍)
- 4) 症状の特徴 (体重抑制, *E. acervulina* に類似—粘血便と斃死, *E. tenella* に類似)
- 5) 症状の程度に影響する要因 (感染総数—感染数と感染様式)
- 6) オオシスト産生のパターン (定型的で二峰性, すなわち群集効果を認む—不定型的で腸管の病変度の影響をうける)

## 結 論

鶏コクシジウム *Eimeria maxima* 感染および *E. necatrix* 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の関係を検討した。

両種ともに臨床症状は感染総数に並行して強くなつた

が、感染様式の影響は *E. maxima* で弱く、*E. necatrix* でやや強く現われた。すなわち、後者では同一感染数を1回で感染させた場合の方が、これを少数ずつに分けて反覆のまたは飼料に添加して連続的に感染させた場合より臨床症状および致死作用は強かった。

発病から致死例をみるまでに要する感染オオシスト数の範囲は *E. maxima* では  $4 \times 10^8$  以下から  $5 \times 10^5$  以上まで約100倍以上で広いが、*E. necatrix* は  $2 \times 10^8$  から  $1 \times 10^5$  まで、約5倍で狭かった。

*E. maxima* の初感染後14日間における増体重では感染総数の影響が支配的であつたが、飼料要求率には感染様式、感染数の影響は認められなかつた。他方 *E. necatrix* 感染では増体重および飼料要求率に感染総数のほかに感染様式の影響も認められ、1回感染の場合に強く現われた。

オオシスト産生のパターンは *E. maxima* では感染様式および感染数に関係なくほぼ一定の傾向を示し、群集効果が認められ、OPG 値は二峰性を示した。他方、*E. necatrix* では一定の傾向は認められなかつた。

*E. maxima* と *E. necatrix* はともに鶏の小腸組織に寄生するが、宿主・寄生体関係には著しい相違のみられることを考察した。

## 文 献

- 1) Brackett, S. and Bliznick, A. (1950) : The occurrence and economic importance of coccidiosis in chickens. American Cyanamid Co., Pearl River, N. Y. (cited from Levine, 1967).
- 2) Davies, S. F. M. (1956) : Intestinal coccidiosis caused by *Eimeria necatrix*. Vet. Rec., 68, 853-857.
- 3) Davies, S. F. M., Joyner, L. P. and Kendall, S. B. (1963) : Coccidiosis. Oliver and Boyd, Edinburgh and London, 94 pp.
- 4) Hammond, D. M. (1973) : Life cycles and development of coccidia. In "The Coccidia" ed. by Hammond, D. M. and Long, P. L. Univ. Park Press, Baltimore and Butterworth, London, 46 pp.
- 5) Hein, H. (1971) : Pathogenic effects of *Eimeria necatrix* in young chickens. Exp. Parasit., 30, 321-330.
- 6) Kheysin, Y. M. (1972) : Life Cycle of Coccidia of Domestic Animals. Univ. Park Press, Baltimore, London and Tokyo, 102 pp.
- 7) Levine, N. D. (1967) : Protozoan Parasites of Domestic Animals and of Man. Burgess, Minesota, 204 pp.
- 8) Long, P. L. (1959) : A study of *Eimeria maxima* Tyzzer, 1929, a coccidium of the fowl (*Gallus gallus*). Ann. trop. Med. Parasit., 53, 325-333.
- 9) Long, P. L. (1973) : Pathology and pathogenicity of coccidial infection. In "The Coccidia" ed. by Hammond, D. M. and Long, P. L., Univ. Park Press, Baltimore and Butterworth, London, 253 pp.
- 10) Michael, E. and Hodges, R. D. (1972) : The pathogenic effects of *Eimeria necatrix*; a comparison of single and repeated infection. Vet. Rec., 91, 258-261.
- 11) 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.
- 12) 及川弘, 川口陽資 (1975 a) : 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.
- 13) 及川弘, 川口陽資 (1975 b) : 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. 寄生虫誌, 24, 99-106.
- 14) Pellérdy, L. (1965) : Coccidia and Coccidiosis. Akadémiai Kiadó, Budapest, 264 pp.
- 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) Rose, M. E. (1971) : Immunity to coccidiosis: protective effects of transferred serum in *Eimeria maxima* infection. Parasitology, 62, 11-25.
- 17) Scholtyseck, E. (1959) : Zur Pathologie der *Eimeria maxima* Coccidiose. Zbl. Bakt. Abt. I. Orig., 175, 305-317.
- 18) Scholtyseck, E. (1963) : Untersuchungen über die Kernverhältnisse und das Wachstum bei Coccidiomorphen unter besonderen Berücksichtigung von *Eimeria maxima*. Z. Parasitenk., 22, 428-474.
- 19) Siegmann, O. (1960) : Die Beeinflussung des Futter und Trinkwasserverbrauch wachsender Küken durch Coccidieninfektion. Arch. Geflügelk., 24, 442-450.
- 20) Stephens, J. F., Kowalski, L. M. and Borst, W. J. (1967) : Some physiological effects of coccidiosis caused by *Eimeria maxima* in young chickens. J. Parasit., 53, 176-179.

**Abstract**

EFFECT OF MODE OF INFECTION ON MANIFESTATION OF SYMPTOM  
AND OOCYST PRODUCTION IN CHICKEN COCCIDIOSIS  
III. *EIMERIA MAXIMA* AND *E. NECATRIX*

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) with *Eimeria maxima* or *E. necatrix* on the manifestation of symptom and oocyst production in chicken coccidiosis was examined in the laboratory condition as a model for field infection with the both coccidia.

In *E. maxima* infection, severity of symptom and body weight gain of the host changed in parallel with the total number of oocysts ingested irrespective of the mode of infection. On the other hand *E. necatrix* caused severer clinical symptom, higher mortality and severer retardation of weight in the single infection than in the repeated or successive infection when the equal number of oocysts was given in the three types the mode of infection.

Feed conversion ratio in the groups *E. maxima* infection was about 10% higher than that of the uninfected control, irrespective of the mode of infection and the total number of oocysts infected. The ratio in the groups of *E. necatrix* infection changed accordingly with the total number of oocysts and the mode of infection.

The total number of oocysts which caused a slight symptom and a death ranged wide in *E. maxima* (from  $4 \times 10^3$  to  $5 \times 10^5$ , 100 times of the low dose) and narrow in *E. necatrix* (from  $2 \times 10^3$  to  $1 \times 10^4$ , 5 times the low dose).

The pattern of oocyst production in *E. maxima*, in view of the change of the number per gram of feces (OPG) and duration of the patent period, was almost uniform irrespective of the mode of infection and of the total number of oocysts infected. This result is probably due to "crowding effect". No such an uniformed pattern was observed in *E. necatrix*. OPG value of *E. maxima* showed two peaks during its patent period.

Although the both coccidia were parasitic to the tissue of the small intestine, remarkable difference was observed in their host-parasite relationship.