

PCBの鶏卵への移行および産卵、ふ化におよぼす影響(第1報)

斉藤季彦*・合田之久*・名倉清一*・永田信一*・渡辺 彬**・小林秋男**
宮下光男**

Transfer of Polychlorinated Biphenyls (PCB) into Eggs and its Effect on Egg Production and Hatchability (I)

Suehiko SAITO, Yukihiisa GODA, Seiichi NAGURA, Shinichi NAGATA, Akira WATANABE, Akio KOBAYASHI and Mitsuo MIYASHITA

(要 旨)

この試験は、PCBの鶏体内での動きを知ることを目的に、給与飼料中に0、10、20ppmのPCBを添加して産卵鶏に6週間給与し、この間の鶏卵への移行、給与中止後6週末までの鶏卵からの消失、また、この間の産卵、ふ化成績などについて試験を実施した。その結果の要約は下記のとおりである。1. PCBの鶏卵への移行は、給与飼料中のPCB濃度と給与期間に比例して増加した。この関係は、 y を鶏卵中のPCB濃度(ppm)、 t を給与期間(週)として示すと次式のとおりである。 $(6 \leq t \leq 11)$ 10ppm区は、 $y = 2.2802 + 3.03761nt$ 20ppm区は、 $y = 4.5875 + 5.59981nt$ 2. PCB給与中止後の鶏卵からの消失過程は給与中止後1週末まで(前期)の急速な減少とその後(後期)の緩慢な減少を示す2期に区分でき、この関係は2種類の指数曲線をあてはめることにより説明でき、10、20ppm区に共通の回復係数を用い、 y を鶏卵中のPCB濃度(ppm)、 t を給与中止後の期間(週)として示すと次式のとおりとなる。10ppm区は、 $y = 2.503e^{-2.573 \cdot t} + 5.343e^{-0.129 \cdot t}$ 20ppm区は、 $y = 5.218e^{-2.573 \cdot t} + 10.238e^{-0.129 \cdot t}$ 3. 飼料中に含まれるPCB濃度が10および20ppm程度ならば、鶏の生存には異常はなく、生存率は各区とも100%であった。また、産卵率、卵重、飼料要求率、体重などについては各区の間に大差はなかったが繰り返し追試により結論をえたい。4. ふ化率については、PCB給与中止6週後の次の1週間にPCBを再給与し、7日目と8日目の種卵を用いてふ化試験を実施した結果、受精卵に対するふ化率は、0ppm区が68.6%であったのに対し、10ppm区は42.3% 20ppm区は23.3%と高濃度に添加した区ほど中止、死ごもり卵が多く、その差は各区の間で有意であり、ふ化に対するPCBの悪影響を認めた。

ま え が き

1968年(昭和43年)西日本一帯で、ブロイラーの大量へい死、産卵鶏の産卵率低下など一連の事故が発生した。この原因は、給与した米糠油副産物¹⁾に含まれていたPCBに起因することが明らかとなった。また、この事故と時を同じくして北九州を中心とした西日本でカネミ油

症事件が発生し大きな社会問題となり、これを契機に環境汚染および生態系、食品などに関する汚染が調査された。^{4,5)}

また、科学技術庁主催による特別研究では、国内産の食品182検体中165検体(90.6%)と非常に高い率でPCBが検出されたが、その濃度はいずれも低く、平均値で鶏卵は0.02ppm、鶏肉は0.03ppm、牛乳は0.004ppm、豚肉は

* 東京都畜産試験場浅川分場 八王子市東浅川546-1

** 東京都畜産試験場経営部 青梅市新町715

0.05ppmであり、魚介類では0.5ppm、で最高5ppmまで検出されたと報告している。⁶⁾

我が国では、これらの調査結果や米国におけるPCB規制基準⁷⁾を参考として1972年(昭和47年)8月に厚生省⁸⁾から主要食品に関し、また、飼料に関しては農林省からPCBの許容暫定規準が示されたが、これによると、鶏卵全量中0.2ppm以下(米肉:0.5ppm)、肉類全量中0.5ppm以下(米肉:鳥肉の脂肪中5.0ppm)、飼料については、配合飼料で0.5ppm以下(米肉も同じ)、荒粕を含む魚粉5.0ppm以下(米肉:フィッシュミール等5.0ppm)などとなっている。

なお、我が国におけるPCBの製造は、1954年(昭和29年)に鐘淵化学、1969年(昭和44年)に三菱モンサントの二社が着手し、1972年(昭和47年)4月に後者、6月には前者も製造を中止した。また、その使用も特定の用途を除いて禁止された。

しかし、PCBはその性質が化学的に極めて安定で分解され難く、多くの研究者による努力にもかかわらず、その分解、無毒化の決定的方法はいまだになく、今後も長期間にわたって自然界に存在し、畜産物中には飼料(主として魚粉)をとおしてのむを得ない汚染が予想される。

現在までPCBの生体内での蓄積や排泄に関する研究¹⁰⁻¹²⁾は多いが、鶏に関する報告はSCOTTらの体内残留と鶏肉への移行および産卵、ふ化におよぼす影響に関する報告、BRITTONとHUSTON¹⁴⁾、BRIGGSとHARRIS¹⁵⁾の産卵およびふ化への影響に関する報告などを知るにすぎない。

そこで、筆者らは10ppmおよび20ppmのPCBを産卵鶏用飼料に添加し、鶏卵への移行および給与を中止した後の鶏卵からの消失および産卵、ふ化への影響について試験したので報告する。

表1 供試飼料配合割合および組成

品 名	配合割合 (%)
とうもろこし	50.00
マ イ ロ	17.00
ふ す ま	5.00
脱 脂 米 糠	4.50
魚 粉	7.00
大 豆 粕	6.50
アルファルファミール	3.00
炭 酸 カ ル シ ウ ム	5.20
第 二 磷 酸 カ ル シ ウ ム	1.10
食 塩	0.40
ビ タ ミ ン A ・ D 剤 ¹⁾	0.05
ビ タ ミ ン B 群 剤 ²⁾	0.05
微 量 ミ ネ ラ ル 剤 ³⁾	0.05
塩 化 コ リ ン	0.15
計	100.00
C P : 16.00	Ca : 2.86 %
TDN : 66.00	P : 0.76

* PCB給与期間中は上記飼料に、10および20ppmのPCBを添加した。

- 1) ビタミンA 10000 IU/g, ビタミンD₃ 2000 IU/g
- 2) ビタミンB₁(塩酸塩)1g/kg, ビタミンB₂5g/kg, ビタミンB₆(塩酸塩)0.5g/kg, パントテン酸カルシウム3.26g/kg, ナイアシン3g/kg, 葉酸0.1g/kg, 塩化コリン60g/kg
- 3) マンガン200g/kg, 鉄30g/kg, 銅0.3g/kg, コバルト0.1g/kg, 亜鉛50g/kg

表2 試験区分および試料採取時期

項 目 区 分	羽 数 (羽)	PCB 添 加 濃 度 (ppm)	PCB 給 与 前 日	分 析 用 鶏 卵 採 取 時 期													
				P C B 給 与 期 間				P C B 給 与 中 止 後									
				1 W	2 W	4 W	6 W	1/7 W	3/7 W	3/7 W	5/7 W	1 W	2 W	3 W	4 W	5 W	6 W
0ppm区	25	0	○	○												○	
10ppm区	25	10	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
20ppm区	25	20	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

* 1. 供試したPCBは鐘淵化学工業株式会社製ポリクロロールビフェニール・ペンタ(KC-500)

2. 供試鶏は W・L×R・I・R の雌

試験材料および方法

試験に使用した PCB は、鐘淵化学工業株式会社製の Polychlorinated biphenyls (以下 PCB と略称する) で、塩素含有量 54% の異性体混合物で、化学式は $C_{12}H_6Cl_5$ である。

供試飼料の配合割合および組成は表 1 に示すとおりで、無添加区の全期間および PCB 添加区の試験開始前と添加飼料給与中止後 6 週間はすべてこの飼料を給与した。PCB 添加飼料の給与期間中は、PCB を表 1 の飼料に 10 および 20 ppm になるよう添加し給与した。

PCB の添加は、アセトンに溶解した PCB を飼料の一部に散布、攪拌、混合してアセトンを蒸発させ、これを通常実施している手配合法により 10 および 20 ppm になるように混合した。PCB 添加後のこれら飼料中の PCB 分析値は、10 ppm 添加飼料で 8.80 ppm、20 ppm 添加飼料では 18.00 ppm、また、無添加飼料は 0.018 ppm であった。

供試鶏は、昭和 48 年 5 月 18 日餌付けの白色レグホーン種 × ロードアイランド・レッド種の雌で、餌付け時から當場慣行の方法で飼養し、186 日齢時に 1 区 25 羽ずつの 3 区にわけ、ひな段 2 段式の単飼ケージに収容し、飼料の給与は区ごとに行ない、10 日間予備飼育したのち、投与期間 6 週間、投与中止後 6 週間の飼養試験を実施し、この期間中の各区毎の生存率、産卵率、平均卵重、1 日 1 羽当り飼料摂取量、飼料要求率、増体量を測定し産卵におよぼす影響について検討し、ふ化については給与中止後 7 週目の 1 週間に PCB を再投与して 7 日目と 8 日目に産卵した各区の卵を用いてふ化試験を実施した。

PCB 分析用鶏卵の採取は表 2 に示したとおりで、当日産卵したすべての卵を試料として採取し、採取した卵は各区ごとに割卵し、卵黄と卵白を十分混合したのち、そのうちの 100 g を分析用試料として供用した。

PCB の分析方法は、日本電子株式会社製 JGC-1100 型 (^{63}Ni) ガスクロマト装置を用い、アルカリ分解法により実施した。

分析条件としては、直径 0.03 cm、長さ 200 cm のガラスカラム、担体はガス・クローム Q (80~100 メッシュ)、固定液相は 2% OV-17、カラムの温度は 250 °C、キャリアーガスは超高純度の N ガスを用い、流速は毎秒 55 ml とした。

試験結果および考察

鶏卵中の PCB の分析結果は、図 1 に示すとおりで、0 ppm 区は試験期間全期を通じて 0.01~0.016 ppm と一定した濃度を示したが、10 ppm 区では給与 1 週末で 2.05 ppm、2 週末で 4.64 ppm、20 ppm 区では給与 1 週末で 3.95 ppm、2 週末で 10.09 ppm を検出した。

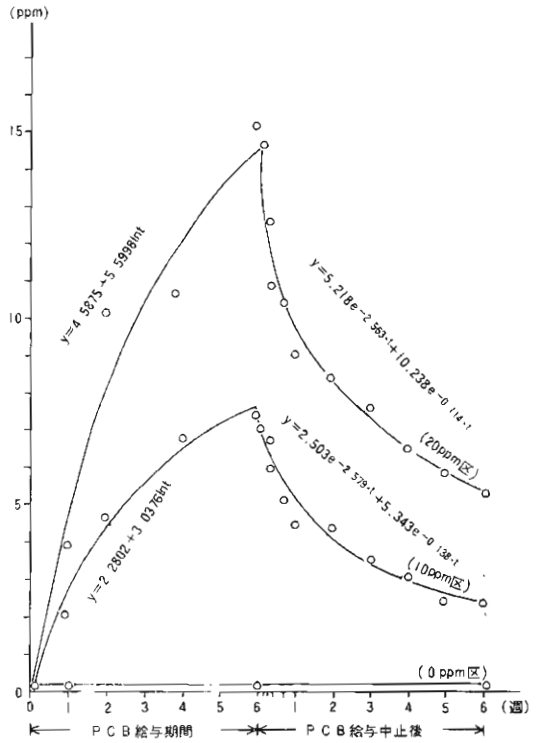


図 1 鶏卵中の PCB 含量の推移

この傾向を給与週令との関連からみると、両区とも給与週令の増加にしたがって卵中の PCB 濃度も上昇し、給与最終の 6 週末まで上昇が続いた。そして、給与 6 週末で、10 ppm 区は 7.37 ppm、20 ppm 区は 15.21 ppm を検出した。この両者の濃度比は給与期間中ほぼ 1 : 2 であり、これは、給与飼料中の濃度比と一致している。また、この卵中の PCB 濃度は、PCB の給与を中止する 6 週末まではほぼ指数曲線的に上昇し、成長曲線の一部と仮定することができ、卵中への移行を y 、給与週令を t とすると (1) 式が適用できる。

$$y = a + b \cdot t \dots\dots\dots (1)$$

この式に、本試験のデータをもとに、10 および 20 ppm 区の卵中への PCB 移行の過程をあてはめると (2) 式と (3) 式がそれぞれ導かれる。(6 ≤ t ≤ 1)

10 ppm 区は

$$y = 2.2802 + 3.0376 \ln t \dots\dots\dots (2)$$

20 ppm 区は

$$y = 4.5875 + 5.5998 \ln t \dots\dots\dots (3)$$

また、PCB の給与を中止したあとの卵中への移行濃度は、給与中止後 1 週間まで (以下前期という) の急激な減少期とその後試験終了の 6 週末まで (以下後期とい

う)の緩慢な減少期の2期に分け考えることができる。
すなわち、10ppm区と20ppm区のPCB給与最終の6週末の卵中PCB濃度はそれぞれ7.37ppmと15.21ppmであったが、給与中止1週末ではそれぞれ4.64ppmと9.00ppmに減少し、両区とも給与中止時の濃度のほぼ60%に相当する濃度に減少した。

その後の減少速度は緩やかとなり、3週末で10ppm区は3.44ppm、20ppm区は7.50ppmと給与中止時のほぼ半分の濃度になり、6週末ではそれぞれ2.39ppmと5.18ppmとなり、給与中止時のほぼ30%に相当する濃度が検出された。この減少速度からみて、このあとに相当長期間にわたって、ある程度の量のPCBが検出されるものと推測される。

PCBの給与中止後の各測定日における10ppm区、20ppm区のPCB検出濃度比は、給与期間中のそれと同様でほぼ1:2の割合で推移しており、この減少の過程は指数曲線的であり(4)式で説明される。

$$y = A_1 e^{-b_1 t} + A_2 e^{-b_2 t} \dots\dots\dots (4)$$

ただし、yは卵中のPCB濃度、A₁、A₂はそれぞれ図2に示す区画1、区画2における給与中止直後のPCB濃度、b₁は前期、b₂は後期におけるPCB消失速度の係数、tは給与中止後の経過期間(週)、eは自然対数の底で2.718である。

本試験のデータを上記の式にあてはめると、10ppm区、20ppm区のPCB消失過程は、それぞれ(5)式(6)式によってあらわすことが出来る。

10ppm区は、

$$y = 2.503 e^{-2.579 \cdot t} + 5.343 e^{-0.138 \cdot t} \dots\dots\dots (5)$$

20ppm区は、

$$y = 5.218 e^{-2.563 \cdot t} + 10.238 e^{-0.114 \cdot t} \dots\dots\dots (6)$$

これらの回帰効果の分散分析の結果は表3に示したとおりで、10ppm区、20ppm区の前期、後期とも回帰は1%水準で有意であった。また、常数項A、回帰係数bについても検定したが、その結果も両区、両期間ともに1%水準で有意であった。

また、共分散分析により、(5)、(6)式に共通の回帰係数を求めると表4に示すとおりで、前期は-2.573、後期は-0.129となり、検定の結果は両者ともに1%水準で有意となり、共通の回帰係数として十分使用でき、これを使うと(5)、(6)式はそれぞれ(5')、(6')式となる。

10ppm区(5)式は、

$$y = 2.503 e^{-2.573 \cdot t} + 5.343 e^{-0.129 \cdot t} \dots\dots\dots (5')$$

20ppm区(6)式は、

$$y = 5.218 e^{-2.573 \cdot t} + 10.238 e^{-0.129 \cdot t} \dots\dots\dots (6')$$

これからみて、後期の消失速度は、前期の約1/20の速度となっている。

このように、PCB濃度の消失過程が2段階になることは、FRIESら¹⁰⁾が乳牛にPCBを給与したのち、無添加の飼料に切り替えて、牛乳中に出るPCBの変化をみたものの結果とよく似た経過を示している。すなわち、1日に200mgのPCBを9頭の乳牛に60日間給与したのち、その給与を中止し、その後搾乳した牛乳の乳脂肪中のPCB濃度を測定した結果、給与中止後15日間までの急速な減少期とそれ以降の緩慢な減少期の2段階の減少過程をとることを報告し、その関係を(7)式をもって説明している。

$$c = 30.6 e^{-0.32 \cdot t} + 32.3 e^{-0.010 \cdot t} \dots\dots\dots (7)$$

この場合、後期の減少速度は、前期の約1/32となっており、本試験での鶏卵の場合の約1/20であったのと比べ、後期の減少は一層ゆるやかな経過をとっている。

また、吉田¹⁷⁾がおこなった抗生物質の鶏卵中の動きに関する試験ではオキシテトラサイクリン系の抗生物質について、その消失過程を(4)式に示したと同様の2種類の指数曲線をもって説明しており、本試験でのPCBの生体内での動きは、これと同様であることを示している。なお、このように卵中のPCB濃度の消失過程が2段階になることは、図2に示すような抗生物質の消失における2区画モデルをあてはめて説明することができる。

すなわち、鶏の体内では、PCBの蓄積、排泄に関する機関が2箇所あると考えられ、飼料とともに速度K₀

表3 分散分析表

要因			S	f	MS	F
消失前期 (0日~7日)	10ppm	回帰	0.167	1	0.167	326**
		残差	0.002	4	0.0005	
	20ppm	回帰	0.198	1	0.198	66**
		残差	0.012	4	0.003	
消失後期 (1週~6週)	10ppm	回帰	0.343	1	0.343	199**
		残差	0.007	4	0.0018	
	20ppm	回帰	0.232	1	0.232	116**
		残差	0.008	4	0.002	

F検定 **1%水準で有意

表4 共分散分析表

期別	組	f	Sj(x _x)	Sj(x _y)	Sj(y _y)	b	fe	S _R	S _E	M _S	F
消失前期 (0日~7日まで)	10 ppm	4	0.302	-0.779	2.0076	-2.579	3	-0.0014	0.0102	0.0102	0.25
	20 ppm	4	0.302	-0.775	2.2349	-2.566	3	0.2463			
	組内残差の和						6	0.2449			
	回帰係数の差					be 	1				
	共通の回帰係数	8	0.604	-1.554	4.2425	-2.573	7	0.2347	0.0335	41.29**	
	処理間残差						1		1.3883	1.3883	
	全体	9	0.604	-1.553	5.611	-2.571	8	1.618			
消失後期 (1週~6週まで)	10 ppm	5	17.5	-2.419	0.344	-0.138	4	0.01	0.00397	0.00152	2.612
	20 ppm	4	10	-1.142	0.130	-0.114	3	0.00063			
	組内残差の和						7	0.01063			
	回帰係数の差					be 	1				
	共通の回帰係数	9	27.5	-3.561	0.474	-0.129	8	0.0146	0.00183	810.6**	
	処理間残差						1		1.4834	1.4834	
	全体	10	28.2	-2.632	1.743	-0.093	9	1.498			

F検定 ** 1%水準で有意

表5 産卵成績

区分	項目	羽数 (羽)	生存率 (%)	産卵率 (%)	1個平均 卵重 (g)	1日1羽当 産卵量 (g)	1日1羽当 飼料摂取量 (g)	飼料 要求率	1羽当平均 増体量 (g)
PCB 給与期間	0 ppm区	25	100.0	70.0	53.9	37.7	104.5	2.77	36.0
	10 ppm区	25	100.0	78.5	55.7	43.7	111.9	2.56	48.0
	20 ppm区	25	100.0	63.8	54.2	34.6	110.1	3.18	96.0
	平均	25	100.0	70.8	54.7	38.7	108.8	2.81	60.0
PCB 給与中止後	0 ppm区	25	100.0	73.0	57.5	41.9	121.6	2.90	80.0
	10 ppm区	25	100.0	79.7	58.9	47.0	127.6	2.72	144.0
	20 ppm区	25	100.0	61.0	57.6	35.1	114.2	3.25	96.0
	平均	25	100.0	71.2	58.0	41.3	121.1	2.93	106.7

で体内に摂取されたPCBは、区画1を経てY₁に比例した速度K₁で排出され、これと同時にもう一方で区画1から速度K₂で区画2に移って貯えられる。この貯蔵器官としては脂肪組織がその主たるものと考えられるが、このことは、FRIESら¹⁰⁾の乳牛における体脂肪中のPCB測定結

果からも推測できる。

体内貯蔵器官に蓄積されたPCBは、Y₁とY₂の濃度差に応じて区画1にK₃の速度で逆流しPCBの給与を中止すると、その時点でY₁とY₂は増加せず減少するのみで、この時のK₁がK₃より著しく速い場合は、Y₁は急速

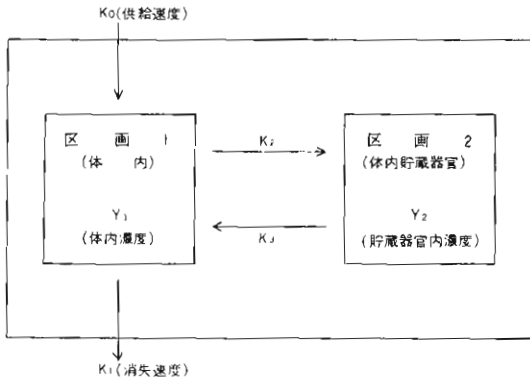


図2 PCBの鶏体内での移動を示すモデル

に減少し、これに応じて区画2に蓄積されていたPCBが給与中止からやや遅れて区画1に逆流しはじめ、 Y_1 がなくなったあとは Y_2 と K_3 の関係のみで減少して行くと考えられる。本試験の場合も K_1 が K_3 の約20倍の速度をもっているため、 K_1 に関与する前期の減少が急速で、 K_3 に関与する後期の減少は緩慢になっている。

なお、PCB給与期間中のPCBの卵中への移行については、SCOTT¹³⁾らの報告では0, 0.5, 1, 10, 20 μg の5区で8週間産卵鶏を飼養し、鶏卵中のPCB含量を調査した結果、0.5および1 μg 区においては0.45 μg 以上には増加せず、10, 20 μg 区においては8週後にそれぞれ3.06と7.04 μg になったとしており、筆者らの試験結果に比べ相当低い値を報告している。

以上の結果から、PCB給与期間中の鶏卵に含まれるPCBの含量は、本試験の範囲内では飼料中の濃度と給与期間に比例して増加し、給与中止後は、前期の急速な

減少と後期の緩慢な減少の2段階にわかれた経過をたどり、この過程は2区画モデルをもって説明できる。

次に、PCBの給与が産卵鶏の産卵におよぼす影響については表5に示したとおりで、生存率は各区ともに100%でこの試験の範囲内では産卵鶏に対して死を招くまでの毒性は見られず、試験終了後にすべての試験供鶏を解剖した結果でも肉眼的にはどの鶏のどの臓器にも異常は見られなかった。このことは、SCOTT¹³⁾がPCBを給与しても、産卵鶏の外観に毒性症状は見られず、死亡率の増加も認めないとした報告と同様であった。

これとは別に、鳥類では主に腎臓に障害が現われるという報告がMcCUNE¹⁸⁾らと、FLICK¹⁹⁾らによってなされているが、これは、ひなに100から800 μg という非常に高い濃度のPCBを給与したときの結果である。また、鳥類に対する毒性は、塩素含有量の多いものほど強く、鳥の種類によっても違い、ボブホワイトウズラが最も敏感であり、鶏、日本ウズラなどでは心臓の水腫性浮腫の発生があるとされた報告もある。

産卵率、卵重、1日1羽当り産卵量、飼料摂取量、飼料要求率、体重などについては、各区の間に大差は認められなかったが、これらについては今後の試験結果とあわせて検討するつもりである。

なお、BRITTONとHUSTON¹⁴⁾は0, 5, 10, 20, 40, 80 μg のPCBを添加した飼料を6週間、次の6週間はすべて無添加飼料を与え、産卵率、卵重、卵殻の厚さ、飼料摂取量に明らかな差がないことを報告しており、SCOTT¹³⁾らは0, 0.5, 1, 10, 20 μg のPCB添加飼料を8週間給与し、10および20 μg 区において対照区に比べて各々10%および13%の産卵率の低下を示したと前者とは異なる結果を報告している。

表6 ふ 化 成 績

区 分	入 卵 数 (個)	受 精 卵 (個)	受 精 率 (%)	中 止 卵			ふ 化 羽 数 (羽)	ふ 化 率 (対受精卵) (%)
				1 中 (個)	2 中 (個)	死 ご む り (個)		
0 μg 区	44	35	79.5	3	2	6	24	68.6
10 μg 区	58	52	89.6	5	16	9	22	42.3*
20 μg 区	49	43	87.8	10	17	6	10	23.3**

入卵月日 昭和49年3月6日
 供試雄鶏 PCB無添加飼料を給与した白色レグホン種の雄鶏
 交 配 法 人工授精
 χ^2 検 定 * 5%水準で有意
 ** 1%水準で有意

また、ふ化への影響については、種卵は前述の試験をした各区の産卵鶏をそのまま供用し、PCB 給与中止 6 週後の翌週に各々の区に該当する PCB 添加飼料を 1 週間再給与し、この間に 2 回の人工授精を実施（供試した雄は PCB 無添加飼料を給与した白色レグホン種）して、7 日目と 8 日目に産卵したすべての卵を種卵として採取し、3～4 日貯卵後に入卵しふ化した。その成績は表 6 のとおりである。

受精率は 80～90% の間にあり、各区の間に χ^2 検定による統計処理の結果有意差は認められなかった。

受精卵のふ化率は 0 羽区が 68.6% であったのに対して、10 羽区は 42.3%，20 羽区は 23.3% でそれぞれの区の間で 1% 水準で有意差が認められ、高濃度のものはどふ化率は悪く、中止卵の発生が多い結果となった。

この傾向は、BRITTON と HUSTON¹⁴⁾ が 5 羽給与区ではふ化率に悪影響はなかったが、10 羽区では給与 6 週目に有意に低下、20、40 羽区では 2 週目以後に著しく低下、80 羽区では 2 週目以降ふ化率が 0% となり、PCB の給与がふ化率に明らかに悪影響をおよぼしているとした報告、BRIGGS と HARRIS¹⁵⁾ の 20 羽、50 羽で、また、SCOTT¹³⁾ が 10 羽、20 羽で悪影響が出たとの報告と同様の結果が得られ、ふ化に対して PCB が悪影響をおよぼすことを再確認した。

謝 辞

おわりに、本試験の実施にあたりご指導を頂いた農林省畜産試験場飼料資源開発研究室長吉田実博士および東京都肥飼料検査所大西公一所長はじめ職員の方々に深甚なる謝意を表する。

引用文献

- 1) 甲賀清美・渡辺紘・持田芳照・平塚佐久二：日畜会報，41：336，1970
- 2) 甲賀清美・渡辺紘・持田芳照・平塚佐久二：日畜会報，41：439，1970
- 3) 甲賀清美・渡辺紘・持田芳照・平塚佐久二：日畜会報，42：16，1971
- 4) 環境庁企画調整局公害保健課：生物汚染，1：4，

- 1972
- 5) 環境庁企画調整局公害保健課：生物汚染，2：39，1972
- 6) 科学技術庁研究調整局：PCB 様物質による環境汚染の防止に関する研究報告書：80，1972。
- 7) FAD, USA: Federal Register, 37:5705, 1972
- 8) 厚生省：食品中に残留する PCB の規制について，環境衛生局長通達，47 環食第 442 号，1972
- 9) 農林省：PCB による汚染防止対策について，畜産局長通達，47 畜 B 第 2452 号，1972
- 10) FRIES, G. F., G. S. MARROW, Jr. and C. H. GORDON: J. Agr. Food Chem., 21: 117, 1973
- 11) GRANT, D. L., W. E. J. PHILLIPS and D. C. VILLENEUVE: Bull. Environ. Contam. & Toxicol., 6: 102, 1971
- 12) 吉村英敏・大島美奈子：福岡医誌，62：5，1971
- 13) SCOTT, M. L., D. V. VADEHRA, P. A. MULLENHOFF, G. L. RUMSEY and R. W. RICE: Cornell Nutrition Conference for Feed Manufactures Proceedings, p. 56: 1971
- 14) BRITTON, W. M. and T. M. HUSTON: Poultry Sci., 52: 1620, 1973
- 15) BRIGGS, D. M. and J. R. HARRIS: Poultry Sci., 52: 1291, 1973
- 16) 環境庁企画調整局公害保健課：生物汚染，1：53，1972
- 17) 吉田実：家禽会誌，12，1：1，1975
- 18) McCUNE, E. L., J. E. SAVAGE and B. L. Odell: Poultry Sci., 41: 295, 1962
- 19) FLICK, D. F., R. G. ODELL and V. A. CHILDS: Poultry Sci., 44: 1460, 1965
- 20) HEATH, R. G., J. W. SPANN, J. F. KREITZER and C. VANCE: Proceedings of The 15th International Ornithological Congress, 475, 1972