

カボック粕と綿実粕の卵黄硬化におよぼす影響

名倉清一*・斉藤季彦*・永田信一*

Feeding Effects to Yolk Viscosity by Kapok Cake and Cottonseed

Seiichi NAGURA, Suehiko SAITO and Shinichi NAGATA

(要 旨)

カボック油、綿実油の精製油および原油を用い、飼料100g中200mg、400mg、600mgを添加し、生産性への影響と異常卵の生成について試験した。生産性への影響：カボック油、綿実油とも精製油を用いた場合、産卵率その他に変化はみられなかった。しかし、原油を用いた場合カボック油では400mg区、600mg区に綿実油では600mg区に産卵の低下がみられ投与3~4週の期間では対照区と比較して有意の差であった。卵重、体重、飼料摂取量などには差異は認められなかった。

異常卵の生成

1. カボック油、綿実油とも精製油を用いた場合変化はみられなかった。
2. カボック油の原油を添加した場合、①卵黄係数と卵黄硬度は殆んど同じ経過を示し投与2~3日から粘稠度の高い卵黄となり6~8日で卵黄が薄で持ち上るものが出はじめ16日以降は殆んど卵黄が薄で持ち上る硬度を示した。投与中止後は2~4日は投与期間と殆んど同じであるが、以後低下し正常卵になるのに16日要した。②異常卵をゆで卵にする時卵黄は明らかにスポンジ状となった。③卵黄色はやや赤味をおび卵黄表面の色が均一でないものが多く、卵白色は淡いピンク色を示し、投与日数の経過によりその濃度はわずかに濃くなった。投与中止後は4日目頃から退色し12日頃には正常卵白になった。④卵黄膜の水分透過率は対照区に比し添加区は明らかに高かった。
3. 綿実油の原油を添加した場合、200mg添加は対照区と殆んど変わらず、400mg添加では投与15日以上経過してわずかに硬い卵黄がみられた。600mg添加では卵黄係数、卵黄硬度とも高い値を示したが、カボック原油200mg添加より低い値であった。投与中止後は11日で正常卵黄となり卵黄色、卵白色は変化はみられなかった。
4. サンプルの Halphen 反応を定量した結果、精製油の綿実油は2.5mg/g、カボック油は7.2mg/g、原油の綿実油29.7mg/g、カボック油355.0mg/gであった。この数値から給与飼料中のH価を計算すると精製綿実油、カボック油は0.005mg/g~0.0432mg/gで、異常卵は認められず、原油を添加した綿実油400mg区は0.1188mg/gで投与15日以上経過してから、わずかに卵黄の硬化したものがみられ600mg区は0.178mg/gで投与4日目から軽度の卵黄硬化がみられた。カボック原油では0.71mg/g~2.13mg/gで高度の卵黄硬化と卵白のピンク色がみられた。
5. 以上の成績からカボック粕、綿実粕を飼料中に配合する場合は、そのHalphen反応を定量し飼料中に0.10mg/g以下になるよう配合設計する必要がある。

まえがき

卵黄が異常に硬化し、調理や生食する場合卵黄と卵白が混りにくく、また、煮沸すると卵黄がスポンジ状になる異常卵の発生が都内でみられ問題となった。

このような異常卵生成の原因として考えられるものに給与飼料中に配合されるカボック粕、綿実粕などの油脂中に溶存するシクロプロペノイド化合物、ゴシポールなどが関与しているものと推察される。そこで、これらの成分を含有するカボック油、綿実油を飼料に添加し異常卵の生成について検討しカボック粕、綿実粕の適正配合割合を求めるため本試験を実施した。

試験方法

供試材料

カボック油A、精製油(丸全製油株式会社製造)

綿実油A、精製油(丸全製油株式会社製造)

カボック油B、原油(日清製油株式会社製造)

綿実油B、原油(日清製油株式会社製造)

の4種類を用いた。

供試鶏・試験区分

供試鶏は白色レグホーン種雌を用い各区10羽宛とした。飼料は表1に示す配合飼料を供用した。

表1 供試飼料配合割合

品名	割合	品名	割合
とうもろこし	50.00%	微量ミネラル	0.05
マイロ	17.00	ビタミンADE剤	0.05
麦	5.00	ビタミンB群	0.05
脱脂米糖	4.50	塩化コリン (50%)	0.15
大豆粕	6.50	計	100
魚粕	7.00	成分	分析結果
アルファルファ ミール	3.00	C P	16.82
炭酸カルシウム	5.20	T D N	68.9
リン酸三石灰	1.10	Ca	3.15
食塩	0.40	P	0.73

試験区分は表2に示すとおりで、それぞれの油脂を飼料100g中に200mg, 400mg, 600mgを添加した。

実験Iは、カボック油A、綿実油A、即ち、精製油について昭和50年1月に実施した。投与期間は2週間とし、その間の卵はすべて採取し偶数日の産卵は冷蔵庫保存(5~10°C)、奇数日の産卵は常温保存とした。カボック

表2 試験区分

区分	飼料100g中 添加量	供試 羽数	投与 期間	投与中止後 試験料採 取期間	鶏卵保存 方法	保存期間	試験料 採取時 期
実験I 対照区 カボック油A " 400mg " 600mg 綿実油A " 400mg " 600mg	—	10	2W	2W	各区とも	2-3 W	50.1.18 ~ 50.2.14
	200mg	10	2	-	奇数日産卵を常温保存、	2-3	
	400mg	10	2	-	偶数日産卵を冷蔵	2-3	
	600mg	10	2	2	庫保存と	2-3	
	200mg	10	2	2	した。	2-3	
	400mg	10	2	2		2-3	
実験II 対照区 カボック油B " 400mg " 600mg	—	10	4	3	実験I	冷蔵庫3-4 常温2-3	51.2.15 ~ 51.4.3
	200mg	10	4	3	に同じ	同上	
	400mg	10	4	3		同上	
実験III 対照区 綿実油B " 400mg " 600mg	—	10	4	3	実験I	同上	52.1.7 ~ 52.2.24
	200mg	10	4	3	に同じ	同上	
	400mg	10	4	3		同上	

油A区は投与中止後の産卵は都合により採取保存しなかったが、綿実油A区は投与中止後2週間の産卵も採取保存した。保存方法は投与期間と同様で保存期間は2~3週間としその後取出して測定に供した。

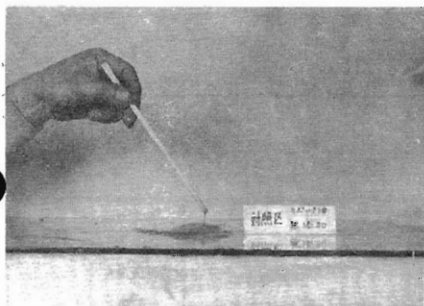
実験Ⅱは、カボック油B、即ち、原油について昭和51年2月に実施した。実験Ⅲは綿実油B、即ち、原油について昭和52年1月に実施した。実験Ⅱ、実験Ⅲとも投与期間4週間、投与中止後3週間について、産卵したすべての卵について実験Ⅰと同様の冷蔵庫と常温に保存した。保存期間は冷蔵庫で3~4週間、常温は2~3週間とした。

卵質測定項目

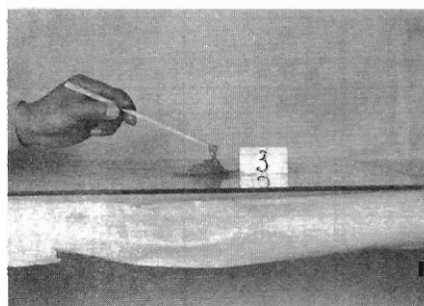
卵黄係数：割卵して卵黄高と卵黄巾を測定し卵黄係数を個体ごとに算出した。

$$\text{卵黄係数} = \frac{\text{卵黄の高さ}}{\text{卵黄の直径}}$$

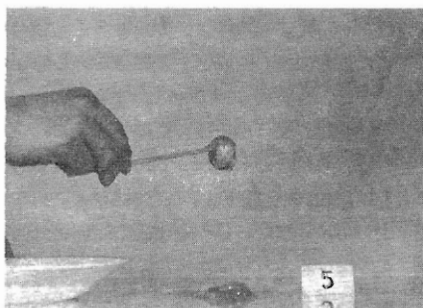
卵黄硬度：ガラス板上に割卵した卵黄に棒を突きさし持ち上げた時の卵黄の形、粘度を観察して測定した。硬度のスコアは写真Ⅰに示すように対照区の粘度を1とし写真Ⅱのように卵黄は持ち上らないが、突きさした棒に卵黄が粘り付く状態のものを3とし、写真Ⅲに示すように卵黄に突き差した棒で卵黄が容易に持ち上るものを5とした。1と3の中間のものを2、3と5の中間のものを4として所謂硬度の基準とした。



写真Ⅰ 硬度1の卵黄



写真Ⅱ 硬度3の卵黄



写真Ⅲ 硬度5の卵黄

卵黄膜の水の透過率：実験Ⅱの1部の卵について割卵して卵黄高、卵黄巾を測定したのち卵黄、卵白を分離し卵黄表面の水分をろ紙ですい取り卵黄重量を測り、ビーカーに入れて一定量の水を加えて一定時間放置しその後卵黄を取り出して重量を測定し、下式により算出し卵黄膜の水分透過率とした。

$$\text{卵黄膜の水分透過率} = \frac{\text{水浸後の卵黄重量} - \text{水浸前の卵黄重量}}{\text{水浸前の卵黄重量}} \times 100$$

卵黄スポンジ化の確認：茹で卵とし、卵黄をとり出しスポンジ化について確認した。

卵黄色：ロッッシュ社の卵黄色調表によって測定した。

卵白色：西洋皿の内面の白色のものに割卵し卵白の色について2人以上の観察により判定した。正常卵白を0、ごくわずかでもピンク色を呈するものを1、明らかにピンク色と判別出来るものを3、その中間のものを2とした。

飼養管理

試験鶏は単飼ケージに収容し、飼料は区ごとに給与した。試験開始前10日間と、投与期間、投与中止後の採取期間について秤量した。体重は試験開始10日前、投与開始時、投与終了時と試験終了時に測定した。産卵は個体ごとに毎日記録し、重量は区ごとに毎日秤量した。

その他の飼養管理は当場の慣行によって行った。

試験結果および考察

1. 飼養試験成績

産卵率：産卵率は表3に示すとおりで、実験Ⅰでは試験開始前の10日間、投与期間、投与中止後とも70%以上の産卵率を示し各区の間に有意差は認められなかった。

実験Ⅱでは、試験開始前10日間の平均は各区とも70%以上の産卵率を示したが、カボック油B 600mg区は投与1~2週で72%、投与3~4週では66%と低下した。投与3~4週の産卵率は統計処理の結果5%水準で有意の差が認められた。カボック油B 400mg区では有意の差は認められなかったが、投与3~4週の産卵率は68%と低下した。カボック油200mg区では投与期間も殆んど変化

はみられなかった。400mg区、600mg区とも投与を中止することにより回復し対照区と差異は認められなかった。

実験Ⅲでは、綿実油B 200mg区、400mg区とも試験開始前、投与期間、投与中止後の産卵率は70%以上で対照区と差異はみられなかったが、600mg区では投与3～4週の産卵率は58%と低下し、統計処理の結果5%水準で有意差が認められた。投与中止後の産卵率は回復し、対照区との差は認められなかった。

卵重：卵重は表4に示すとおりで、実験Ⅲの綿実油B 600mg区の投与期間の3～4週の卵重が投与1～2週、

投与中止後の卵重よりわずかに低い値を示したが、統計処理の結果は有意差を認められなかった。実験Ⅰ、実験Ⅱ、および実験Ⅲの上記の区以外のはすべて試験開始前と同程度か、わずかに増加がみられた。

体重：実験Ⅰの各区は試験開始時よりわずかに増加の傾向で推移した。実験Ⅱ、実験Ⅲの各区は多少の増減はみられたが、試験開始時の体重と同程度に推移した。

飼料摂取量：実験Ⅰ、Ⅱ、Ⅲの各区とも試験開始前、投与期間、投与中止後にあまり差異はなく、供試品投与による摂取量への影響は認められなかった。

表3 産 卵 後

区 分	試験開始前	投 与 期 間		投与中止後	
	10日間平均	1～2週平均		1～2週平均	
対 照 区	76	75		72	
実 験 Ⅰ	カボック油A 200mg区	76	73		-
	” 400mg区	75	73		-
	” 600mg区	77	79		-
	綿実油A 200mg区	76	73		72
	” 400mg区	76	76		75
	” 600mg区	75	71		75
区 分	試験開始前	投 与 期 間		投与中止後	
	10日間平均	1～2週平均	3～4週平均	1～3週平均	
対 照 区	75	77	77	78	
実 験 Ⅱ	カボック油B 200mg区	73	76	73	77
	” 400mg区	73	72	68	78
	” 600mg区	76	72	66*	75
対 照 区	75	77	79	73	
実 験 Ⅲ	綿実油B 200mg区	75	76	76	76
	” 400mg区	73	74	71	72
	” 600mg区	74	75	58*	73

註：*は5%水準有意

表4 卵 重

区 分	試験開始前	投 与 期 間		投与中止後	
	10日間平均	1～2週平均		1～3週平均	
対 照 区	53	53		54	
実 験 Ⅰ	カボック油A 200mg区	56	58		-
	” 400mg区	55	57		-
	” 600mg区	53	55		-
	綿実油A 200mg区	54	55		55
	” 400mg区	54	56		57
	” 600mg区	55	57		57
区 分	試験開始前	投 与 期 間		投与中止後	
	10日間平均	1～2週平均	3～4週平均	1～3週平均	
対 照 区	55	56	56	57	
実 験 Ⅱ	カボック油B 200mg区	58	59	60	60
	” 400mg区	57	56	57	59
	” 600mg区	55	56	57	58
対 照 区	60	60	60	61	
実 験 Ⅲ	綿実油B 200mg区	63	63	64	65
	” 400mg区	67	67	68	68
	” 600mg区	62	63	61	64

表 5 体 重

区 分		試験開始 10日前	投 与 開始時	投 与 中止時	試 験 終了時
実 験 Ⅰ	対 照 区	1,590 ^g	1,610 ^g	1,660 ^g	1,660 ^g
	カボック油A200mg区	1,660	1,670	1,860	-
	" 400mg区	1,660	1,670	1,840	-
	" 600mg区	1,630	1,650	1,750	-
	綿実油 A200mg区	1,630	1,670	1,760	1,720
	" 400mg区	1,600	1,640	1,700	1,710
実 験 Ⅱ	" 600mg区	1,520	1,550	1,630	1,580
	対 照 区	1,660	1,660	1,690	1,650
	カボック油B200mg区	1,760	1,750	1,750	1,790
実 験 Ⅲ	" 400mg区	1,740	1,720	1,780	1,750
	" 600mg区	1,650	1,600	1,650	1,630
	対 照 区	1,900	1,910	1,960	1,880
	綿実油 B 200mg区	1,770	1,760	1,800	1,730
	" 400mg区	1,770	1,800	1,800	1,780
" 600mg区	1,760	1,750	1,780	1,740	

2. 卵質測定結果について

(1) 実験Ⅰ(カボック油A, 綿実油A)について

実験Ⅰの卵黄の測定結果は表7, 表8に示すとおりで、カボック油A, 綿実油Aの200, 400, 600mg添加区の冷蔵庫保存, 常温保存とも対照区と比較して卵黄係数, 卵黄硬度, 卵黄色調などに殆んど変化は認められなかった。

(2) 実験Ⅱ(カボック油)について

実験Ⅱの卵黄の測定結果は表9, 表10, 図1および図2に示すとおりである。

ア. 卵黄係数

卵黄係数はカボック油B添加飼料を投与して, 3日目の産卵から上昇しはじめた。即ち, ガラス板上に割卵した卵黄の直径に対する高さの比が高くなり対照区およびカボック油B添加飼料投与前の0.53前後から0.57前後となり, いわゆる盛り上りの良い卵黄となった。そして400mg, 600mg添加区は投与6日目から0.65~0.70程度に上昇し以後多少の変化はあったが同程度を維持した。200mg区は0.65以上の卵黄係数を示すには10日間を要しその後も600mg, 400mg区よりは低い傾向にあった。

表 6 飼料摂取量

区 分		試験開始前	投 与 期 間		投与中止後
		10日間平均	1~2週平均		1~2週平均
実 験 Ⅰ	対 照 区	106	104		104
	カボック油A 200 mg 区	104	104		-
	" 400 mg 区	105	100		-
	" 600 mg 区	104	106		-
	綿実油 A 200 mg 区	104	105		107
	" 400 mg 区	106	108		104
" 600 mg 区	104	107		104	
区 分		試験開始前	投 与 期 間		投与中止後
		10日間平均	1~2週平均	3~4週平均	1~3週平均
実 験 Ⅱ	対 照 区	105	104	105	103
	カボック油B 200 mg 区	104	106	108	106
	" 400 mg 区	100	104	104	107
	" 600 mg 区	106	102	103	107
実 験 Ⅲ	対 照 区	107	106	112	109
	綿実油 B 200 mg 区	110	111	108	107
	" 400 mg 区	110	109	113	113
	" 600 mg 区	106	104	109	109

表9 実験Ⅱ,Ⅲの冷蔵庫保存の卵黄測定結果

区分	卵黄測定項目	投 与 期 間										投 与 中 止 後							
		1日	3日	5日	7日	9日	11日	15日	17日	19日	27日	1日	3日	5日	9日	11日	15日	21日	
対 照 区	係数	0.52	0.50	0.54	0.49	0.50	0.49	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	色	7.0	7.3	7.0	7.4	7.0	7.3	7.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	硬度	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
カボック油B 200ppm区	係数	0.51	0.56	0.56	0.58	0.57	0.60	0.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	色	7.8	7.7	7.5	7.8	8.0	8.0	7.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	硬度	1	1.7	2	2	3.3	3.7	3.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
カボック油B 400ppm区	係数	0.53	0.58	0.58	0.60	0.60	0.60	0.61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	色	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.7	7.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	硬度	1	2	2	3	4	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
カボック油B 600ppm区	係数	0.49	0.57	0.59	0.61	0.61	0.61	0.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	色	7.3	7.7	7.8	7.4	7.3	7.5	7.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	硬度	1	2	3	3.5	4.7	4.5	4.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
対 照 区	係数	0.48	0.47	0.48	0.49	0.48	0.48	0.49	0.49	0.49	0.48	0.48	0.49	0.49	0.48	0.48	0.48	0.49	
	色	6.9	7.0	6.9	7.0	7.1	6.7	7.0	7.0	7.0	7.4	7.3	7.3	7.3	7.0	7.3	7.1	7.3	
	硬度	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
綿 実 油 B 200ppm区	係数	0.48	0.49	0.51	0.52	0.52	0.50	0.51	0.52	0.52	0.53	0.53	0.54	0.50	0.48	0.47	0.48	0.48	
	色	7.1	6.9	7.3	7.2	7.0	7.1	6.9	7.4	7.1	7.1	7.3	7.2	7.3	7.3	7.1	7.2	7.1	
	硬度	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
綿 実 油 B 400ppm区	係数	0.49	0.50	0.49	0.52	0.55	0.56	0.55	0.55	0.56	0.54	0.51	0.53	0.53	0.48	0.49	0.49	0.49	
	色	7.4	7.2	7.8	7.1	6.7	7.3	7.4	7.3	7.2	7.3	7.3	7.5	7.3	7.2	7.2	7.3	7.1	
	硬度	1	1	1	1	1	1	1	1	1.1	1.2	1	1	1	1	1	1	1	
綿 実 油 B 600ppm区	係数	0.47	0.53	0.56	0.56	0.55	0.57	0.59	0.58	0.59	0.59	0.56	0.57	0.56	0.53	0.49	0.49	0.49	
	色	7.0	7.3	7.4	7.0	7.2	7.4	7.2	7.2	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.4	7.1	7.1	7.2	
	硬度	1	1	1.3	1.5	1.5	1.6	1.7	1.8	1.8	1.8	1.4	1.3	1.2	1.1	1	1	1	

註：投与期間14日，20日，28日，投与中止後8日，18日，20日の卵は煮沸卵として測定に供した。

表10 実験Ⅱ,Ⅲの常温保存の卵黄測定結果

区分	卵黄測定項目	投 与 期 間										投 与 中 止 後							
		2日	4日	6日	8日	10日	12日	16日	18日	22日	26日	2日	4日	6日	10日	12日	14日	16日	
対 照 区	係数	0.53	0.54	0.56	0.55	0.54	0.54	0.53	0.52	0.53	0.56	0.54	0.53	0.52	0.54	0.53	0.53	0.54	
	色	7.0	7.3	7.3	7.3	7.3	7.0	7.0	7.5	7.3	7.2	7.7	7.5	7.5	7.3	7.5	7.3	7.2	
	硬度	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
カボック油B 200ppm区	係数	0.55	0.60	0.61	0.63	0.65	0.67	0.67	0.65	0.67	0.67	0.66	0.62	0.61	0.59	0.53	0.53	0.53	
	色	7.8	7.8	7.8	7.5	7.8	7.0	7.7	7.2	7.7	7.2	7.7	7.5	7.5	7.7	7.5	7.2	7.5	
	硬度	1	2	2	3.6	4.0	3.8	4.7	4.7	4.5	4.7	4.5	4.0	2.5	2	1.3	1.3	1	
カボック油B 400ppm区	係数	0.55	0.60	0.68	0.68	0.68	0.67	0.70	0.69	0.69	0.68	0.65	0.64	0.61	0.59	0.54	0.52	0.52	
	色	8.0	7.8	8.0	7.0	7.8	7.8	7.5	7.5	7.5	7.5	7.8	7.8	7.5	7.5	7.7	7.2	7.5	
	硬度	1	2	2.7	4	4	4	5	5	5	4.8	4.5	4.7	3.0	2	1.3	1.3	1	
カボック油B 600ppm区	係数	0.53	0.62	0.70	0.70	0.68	0.69	0.69	0.69	0.70	0.69	0.68	0.64	0.62	0.60	0.54	0.53	0.53	
	色	7.5	7.8	7.8	7.0	7.3	7.3	7.8	8.0	7.3	7.8	8.0	8.0	8.0	7.7	7.7	7.5	7.2	
	硬度	1.75	2.75	4.33	4.75	4.60	4.60	5	5	5	5	5	5	5	3	2	1.7	1.7	
対 照 区	係数	0.51	0.50	0.49	0.51	0.49	0.51	0.50	0.49	0.51	0.49	0.51	0.51	0.50	0.51	0.50	0.51	0.51	
	色	7.4	7.2	7.4	7.3	6.5	6.7	6.5	6.9	6.7	7.1	7.2	7.4	7.4	7.4	7.3	7.3	7.3	
	硬度	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
綿 実 油 B 200ppm区	係数	0.52	0.53	0.54	0.54	0.53	0.52	0.54	0.52	0.52	0.54	0.53	0.51	0.51	0.51	0.50	0.51	0.51	
	色	7.1	6.9	7.3	7.3	6.9	6.9	6.8	7.0	6.9	7.3	7.0	7.1	7.2	7.2	7.3	7.2	7.3	
	硬度	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
綿 実 油 B 400ppm区	係数	0.53	0.56	0.56	0.57	0.56	0.55	0.56	0.56	0.57	0.55	0.55	0.53	0.52	0.53	0.53	0.53	0.52	
	色	6.8	7.2	6.8	7.1	6.8	7.0	7.0	7.1	7.0	7.4	7.0	7.1	7.3	7.3	7.3	7.2	7.3	
	硬度	1	1	1	1	1	1	1.1	1	1.2	1	1	1	1	1	1	1	1	
綿 実 油 B 600ppm区	係数	0.53	0.54	0.56	0.58	0.58	0.59	0.58	0.58	0.59	0.59	0.58	0.56	0.53	0.53	0.51	0.53	0.50	
	色	7.1	7.3	7.4	7.1	7.1	7.5	6.9	7.3	7.1	7.5	7.1	7.0	7.5	7.2	7.2	7.1	7.4	
	硬度	1	1.6	1.6	1.8	1.5	1.8	1.5	1.5	1.7	1.6	1.6	1.3	1.1	1.1	1	1	1	

註：カボック油区の投与期間の13日および17日以降の産卵と，綿実油区の投与期間の21日，23日，投与中止後の7日，13日，17日の卵は煮沸卵として測定や卵黄透過率の測定に供した。

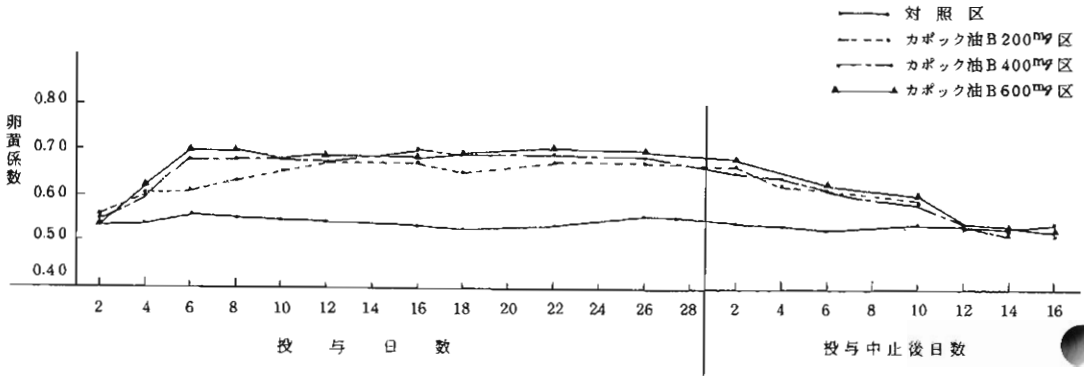


図1 実験Ⅱのカポック油B投与の卵黄係数の推移

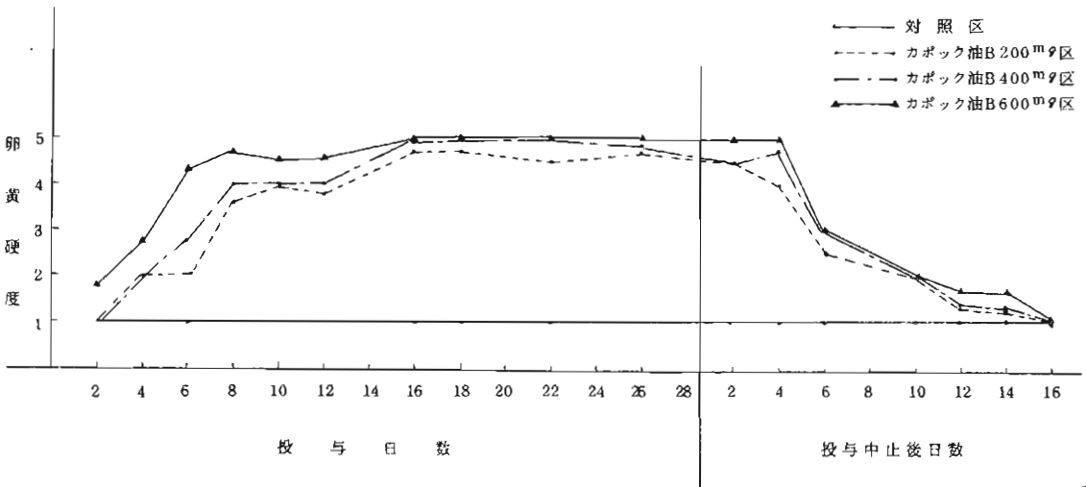


図2 実験Ⅱのカポック油B投与の卵黄硬度の推移

投与中止後は2日目の産卵までは投与期間と同程度を示し、4日目からやや低下しはじめ12日頃から対照区と同程度を示すようになった。

イ. 卵黄硬度

卵黄硬度の推移は卵黄係数と同じ経過を示した。投与開始後2日目の産卵から600mg区では卵黄がややく固くなり粘稠度の高いものが観察され、3日目の産卵から200mg区、400mg区からも観察されるようになり、その硬度は上昇し600mg区では6日目の産卵から棒で卵黄をもち上げることの出来る硬度5が観察され16日以降は殆どのもので硬度5であった。400mg区は硬度5が観察されたのは8日目からで、16日以降は硬度5を示すものが殆んどであった。200mg区は400mg区と同じ経過をたどったが400mg区よりやや低い傾向にあった。

投与中止後は200mg区は2日まで、400mg区600mg区は4日まで投与期間と同程度の硬度を示し以降低下したが、対照区と変わらない粘稠度をすべての卵が示すには投与中止後16日を要した。

ウ. 卵黄のスポンジ化

卵黄の異常をみるために投与14日、20日、28日、投与中止後8日、18日、20日の卵について、茹卵とし卵黄を調べると投与期間の14日、20日、28日のものすべてと投与中止8日のものとは明らかにスポンジ状を形成し異常卵黄であることが確認され、投与中止18日、20日のものは正常であった。

エ. 卵黄色

卵黄の色は卵黄色調表により測定した。その成績は表9および表10に示したとおりであるが、投与開始3日目

頃の産卵から卵黄色調表では充分表現出来ないが、卵黄本来の黄色でなく、若干赤味をおびた色調を示した。なお、個体によっては卵黄の表面の色が均一でなくまだらものがみられた。
オ・卵白色

卵白の色の変化は表 11 に示したとおりである。常温保存では投与開始後 3～5 日目に産卵したのから卵白にピンク色があらわれ、その後投与日数の経過により濃度はわずかに濃くなった。ピンク色は卵黄の周囲の内水様卵白が比較的明らかであった。

表 11 実験Ⅱのカボック油 B 投与における卵白色の変化

保存方法	区 分	投 与 期 間										投 与 中 止 後						
		2日	4日	6日	8日	10日	12日	16日	18日	22日	26日	2日	4日	6日	10日	12日	14日	18日
冷蔵庫保存	対 照 区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	200mg区	0	0	0	0	0.5	1	2	2	2	2	2	1	1	0	0	0	0
	400mg区	0	0	0	0	0.5	0.5	2	2	2	2	2	1.3	1	0.3	0	0	0
	600mg区	0	0	0	0.5	1	1	2	2	2	2	2	1.7	1	0.7	0	0	0
保存方法	区 分	投 与 期 間										投 与 中 止 後						
		2日	3日	5日	7日	9日	11日	13日	15日	-	-	-	-	-	-	-	-	-
常温保存	対 照 区	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	200mg区	0	0	0.7	0.7	1.3	1.3	1.0	1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	400mg区	0	0	1.3	1.3	1.5	1.3	1.3	1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	600mg区	0	0.3	1.3	1.3	1.5	1.3	1.5	1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-

冷蔵庫保存では投与開始 8～10 日目頃の産卵からピンク色が現れ、その後若干濃くなり 3～4 週で平均 2 程度で推移した。投与中止後は 4 日目頃から退色が明らかとなり、12 日以降は正常卵白と区別出来なくなった。添加量による差は明らかでなかったが、添加量の多い区が投与開始後わずかに早くピンク色があらわれ、投与中止後の消失もおくれる傾向にあった。

カ・卵黄膜の水分透過率

投与開始後 13 日, 17 日, 19 日, 27 日に産卵した卵を 2～3 週間冷蔵庫保存したのものについて、割卵して卵黄係数と卵黄の水分透過率について測定した。13 日目の成績を表 12 に示した。

卵黄係数は対照区平均 0.54, 200mg 区 0.68, 400mg 区 0.72, 600mg 区 0.71 で、カボック油 B の添加区の卵黄係数は高い。この卵黄係数からみても卵黄硬度は 4～5 に該当するものと思われる。

卵黄膜の水分透過率は対照区の 1.98 に対し、200mg 区では 4.55, 400mg 区では 5.83, 600mg 区では 7.50 とカボック油 B の添加区は高く、水浸前の卵黄より水浸後の卵黄重量は増加している。

このことは、卵黄膜をとおして水分が卵黄内に浸入したのと思われる。カボック油 B の添加は卵黄膜の物理的性状を変化させ、卵黄膜の透過性を増すものと思われる。卵白のピンク色が内水様卵白部に比較的明らかに観察されたことも卵黄膜の透過性と関係があると思われる。

(3) 実験Ⅲ (綿実油 B) について

実験Ⅲは綿実油 B 添加による卵黄の変化について試験した。その結果は表 9, 表 10, 図 3 および図 4 に示すとおりである。

綿実油 B 200mg 区においては投与期間に卵黄係数が対照区よりわずかに高い傾向を示したが、卵黄硬度は対照区と比較して変らなかつた。

400mg 区では、卵黄係数は対照区よりやゝ高い値を示した。卵黄硬度は投与開始後 15 日以上経過してからわずかに対照区より硬い卵黄のものがみられた。

600mg 区では、卵黄係数は 400mg 区よりやゝ高い値を示したが、投与期間の最終週の 4 週でも平均 0.60 以下でカボック油 B 投与の場合は 0.60 以上を示したのに比較してやゝ低い値であった。卵黄硬度は投与開始後 4～5 日頃から対照区よりやゝ硬い卵黄を示したが、その硬度は 2 以上は示さず平均 1.3～1.8 で推移した。投与中止後すべての卵が対照区と同様の正常卵黄を示すには 11 日を要した。

卵黄色、卵白色については実験Ⅱのカボック油 B 添加の場合のような変化はみられなかつた。

3. カボック油および綿実油の H 値について

本試験に用いた供試品は、実験Ⅰのカボック油 A, 綿実油 A は精製油でその処理過程に蒸煮や蒸留、温水投入などの熱処理が加えられたものを供試品として用いた関係か卵黄硬化など異常卵の発生はみられなかつた。

表12 卵黄の水分透過率

区分	鶏番号	卵重	卵黄			卵黄重量			水分透過率
			卵黄高	卵黄巾	卵黄係数	水浸前	水浸後	差	
対照区	No 187	47.6 ^g	21.5 ^{mm}	36 ^{mm}	0.60	13.60 ^g	14.00 ^g	0.40 ^g	2.9
	" 185	60.7	20.8	40	0.52	16.00	16.50	0.50	3.1
	" 165	61.0	20.9	38	0.55	16.50	16.75	0.25	1.5
	" 186	55.3	21.1	39	0.54	16.30	16.45	0.15	0.9
	" 191	59.4	20.1	40	0.50	16.50	16.75	0.25	1.5
	平均	56.8	20.9	38.6	0.54	15.78	16.09	0.31	1.98
カポック油B 200mg区	No 162	67.5	24.1	36	0.67	17.80	18.60	0.80	4.5
	" 167	63.9	24.0	35	0.69	17.20	18.40	1.20	7.0
	" 188	57.6	24.2	35	0.69	16.10	16.75	0.65	4.0
	" 166	64.7	23.0	36	0.64	16.50	17.30	0.80	4.9
	" 163	60.2	24.3	35	0.69	15.65	16.10	0.45	2.9
	平均	61.5	23.9	35.3	0.68	16.59	17.35	0.76	4.55
カポック油B 400mg区	No 164	55.7	25.0	34	0.74	16.55	17.25	0.70	4.2
	" 179	54.9	25.0	35	0.71	16.15	16.85	0.70	4.3
	" 171	64.3	24.5	36	0.68	16.80	17.75	0.95	5.7
	" 317	51.2	24.9	34	0.73	16.35	17.83	1.48	9.1
	平均	56.5	24.9	34.8	0.72	16.46	17.42	0.96	5.83
カポック油B 600mg区	No 182	55.7	25.0	34	0.74	14.65	15.80	1.15	7.9
	" 179	51.3	24.8	35	0.71	14.75	15.80	1.05	7.1
	" 177	50.7	25.0	36	0.69	14.50	失敗	-	-
	平均	52.6	24.9	35.0	0.71	14.63	15.80	1.10	7.50

註：カポック油B添加飼料投与13日目の鶏卵を3週間冷蔵庫保存のもの

$$\text{水分の透過率} = \frac{\text{水浸後の卵黄重量} - \text{水浸前の卵黄重量}}{\text{水浸前の卵黄重量}} \times 100$$

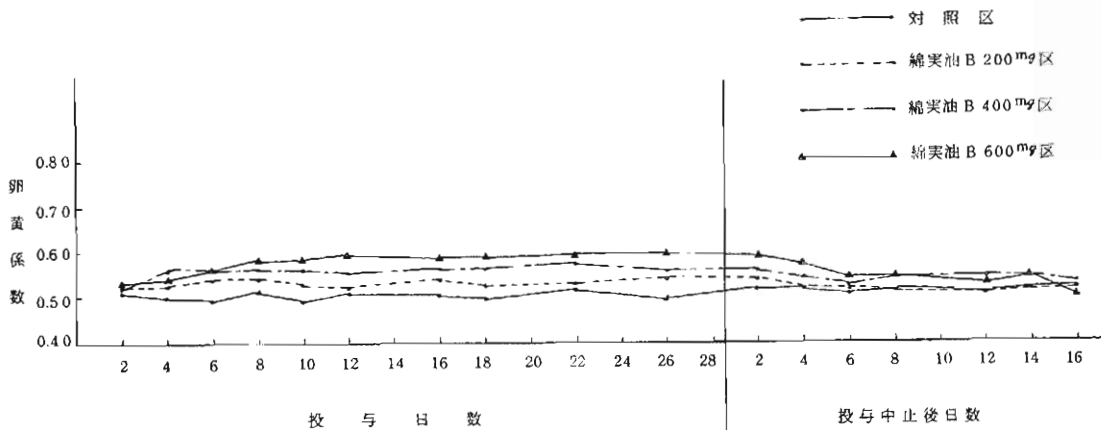


図3 実験Ⅲの綿実油B投与の卵黄係数の推移

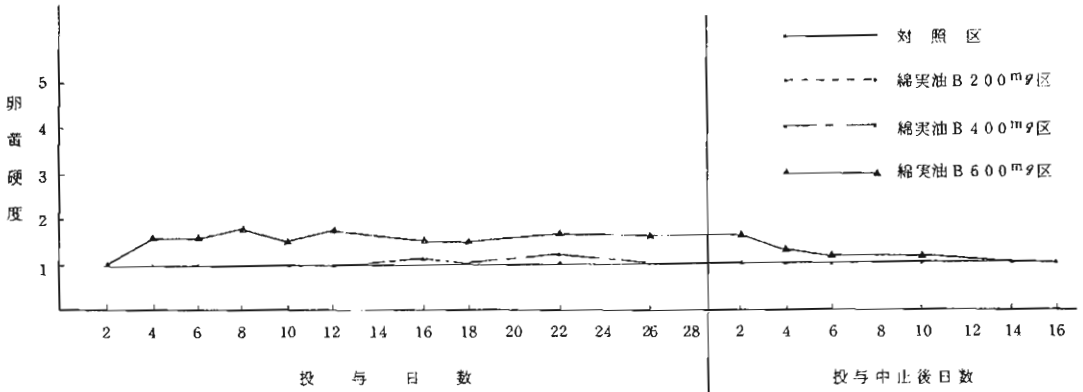


図4 実験Ⅲの綿実油B投与の卵黄硬度の推移

実験Ⅱ，Ⅲに用いたカボック油B，綿実油Bは原油で，種実を蒸煮後圧搾抽出し粕と油を分離したものでカボック粕，綿実粕に含まれる油分と同一と考えられるものである。これを用いた場合，前述のようにカボック区においては200mg添加区でも強度の卵黄硬化（スポンジ卵）がみられ，また，卵白のピンク色もみられた。綿実区においては400mg区においてわずかに卵黄硬化がみられ，600mg区では殆んどが卵黄硬化をしたが，その程度はカボック区に比較すると低く，卵白は異常を認めなかった。このようにサンプルによって異常卵の発生に差異があることは供試品中の異常卵発生物質の含有量に差があるものと考えられる。

従来，卵黄硬化や卵白のピンク色については綿実粕を給与することによって生ずることが綿実主産地のアメリカ南部で数多く研究され，綿実に特有な有害色素であるゴシポールに起因するとされて来た。然し，ゴシポールを含有しないカボック粕の給与で異常卵が発生すると言うことは1960年千葉らによって見出されたが，その原因については明らかにされなかった。その後杉橋らによってその原因物質はシクロプロペン環に由来するものであるとされた⁴⁾。そして，異常卵生成に最も関係し，Hal-Phen 反応に陽性な物質はCyclopropene Fatty Acidで，その定量化を行ないH価とした⁵⁾。Cyclopropene Fatty Acidはカボック種実にはほぼ全体に存在し，綿実では胚芽部に含有しており，高温で処理することにより脂肪量と無関係にH価を低下させると異常卵の発生が低下し，給与飼料中のH価が0.15mg/g以上になると卵黄硬化が生ずることを明らかにした。

このようなことから本試験に用いた供試品のHalphen 反応の定量を行った。その結果は表13のとおりである。即ち，精製油のカボック油Aは7.2mg/g，綿実油Aは2.5mg/gであった。また，原油のカボック油Bは355.0mg

/gと，精製油の約50倍の数値を示し，綿実油Bは29.7mg/gで精製油の約12倍であった。カボック油Bは綿実Bの約12倍を示した。

表13 カボック油および綿実油のH価測定結果

サンプル		H 価
カボック油A	精製油（丸全製油）	7.2 ^{mg/g}
綿実油A	精製油（丸全製油）	2.5
カボック油B	原油（日清製油）	355.0
綿実油B	原油（日清製油）	29.7

サンプルのH価から給与飼料のH価を計算すると表14に示すとおりである。杉橋らの試験結果では飼料中のH価が0.15mg/g以上になると異常卵が発生したことからこの表をみれば，カボック油Aでは200mg添加区は0.0144mg/g，400mg区で0.0288mg/g，600mg区で0.0432mg/gとなり，綿実油Aの200mg添加区で0.005mg/g，400mg区で0.010mg/g，600mg/gで0.015mg/gで大巾に0.15mg/gより低い値であり，異常卵は発生しないことになり，本試験の成績からも異常卵は認められなかった。

カボック油Bでは，200mg添加区で0.71mg/g，400mg区で1.42mg/g，600mg区で2.13mg/gと0.15mg/gの4.7倍，9.5倍，14.2倍と高い値であるから当然異常卵の発生をみることになり，本試験でも高度の卵黄硬化と卵白のピンク色の異常がみられた。

綿実油Bでは，200mg添加区で0.0594mg/gで0.15mg/gからみれば低い値で当然異常卵は発生しない値である。本試験ではわずかに卵黄係数の上昇がみられたが，異常

卵の発生はみられなかった。400mg添加区では0.1188mg/gで、0.15mg/gよりわずかに下まるので異常卵は発生しない数値であるが、本試験では卵黄係数の上昇と、投与開始後15日以上経過してから軽度の卵黄硬化がいくつかみられた。600mg添加区では0.1782mg/gで0.15mg/gを上回っており異常卵の発生をみる数値である。本試験でも投与4日目から殆どどの卵に軽度の硬化が継続してみられた。硬化の程度は異常卵としてすぐ気付く程

度のものであった。

以上のように給与飼料中のH価と異常卵の程度について検討すると、飼料中のH価が0.0594mg/gでも卵黄係数の上昇がみられ、0.1188mg/gで15日以上連続給与すると軽度の硬化がみられたことから、安全性を考慮して給与飼料のH価は0.10mg/g以下になるよう配合設計をすることが、卵黄硬化卵や卵白のピンク色卵の発生を防ぐうえから必要である。

表14 サンプルのH価測定結果を基にした供試飼料中のH価

サンプル	飼料100g中添加量	飼料のH価			
カボック油A	200 ^{mg}	$7.2 \times \frac{200}{1000} = 1.44$	$\frac{1.44^{mg}}{100g}$	0.0144 ^{mg/g}	
"	400	$7.2 \times \frac{400}{1000} = 2.88$	$\frac{2.88}{100}$	0.0288	
"	600	$7.2 \times \frac{600}{1000} = 4.32$	$\frac{4.32}{100}$	0.0432	
綿実油A	200	$2.5 \times \frac{200}{1000} = 0.5$	$\frac{0.5}{100}$	0.005	
"	400	$2.5 \times \frac{400}{1000} = 1.0$	$\frac{1.0}{100}$	0.010	
"	600	$2.5 \times \frac{600}{1000} = 1.5$	$\frac{1.5}{100}$	0.015	
カボック油B	200	$35.5 \times \frac{200}{1000} = 7.1$	$\frac{7.1}{100}$	0.071	
"	400	$35.5 \times \frac{400}{1000} = 14.2$	$\frac{14.2}{100}$	0.142	
"	600	$35.5 \times \frac{600}{1000} = 21.3$	$\frac{21.3}{100}$	0.213	
綿実油B	200	$29.7 \times \frac{200}{1000} = 5.94$	$\frac{5.94}{100}$	0.0594	
"	400	$29.7 \times \frac{400}{1000} = 11.88$	$\frac{11.88}{100}$	0.1188	
"	600	$29.7 \times \frac{600}{1000} = 17.82$	$\frac{17.82}{100}$	0.1782	

謝 辞

おわりに、本試験の実施にご指導ご協力頂いた日清製粉KK、中央研究所杉橋室長はじめ職員の方々に深甚な謝意を表す。

引用文献

- 1) 中野清・山田献一・中沢稔・木村正雄：滋賀県種鶏場年報(S33)26, 1948
- 2) 森本宏：畜産の研究, 16, 69, 1962

- 3) 千葉胤孝・石田明・加藤真一：畜産の研究, 14, 467, 1960

- 4) 菅原徳夫・杉橋孝夫：飼研ニュース, 7, 348, 1964

- 5) 本沢清治・杉橋孝夫：飼研ニュース, 7, 363, 1964

- 6) 本沢清治・菅原徳夫・杉橋孝夫：飼研ニュース, 7, 467, 1964

- 7) 菅原徳夫・本沢清治・杉橋孝夫：飼研ニュース, 7, 620, 1964