

平成23年度エコフィード緊急増産対策事業
未利用資源給与実証試験報告書
(食品残さエコフィード)

平成24年 3月

兵庫県地域未利用資源飼料化協議会

1 背景・目的

配合飼料原料であるトウモロコシ等の穀物の価格が高騰していることを原因に配合飼料価格は上昇している。飼料原料の多くを輸入に依存している我が国の畜産経営は極めて厳しい状況に置かれている。このような中で、国内粗飼料自給率の強化を図るほか、食品残さ等の未利用資源の飼料化を一層促進し、飼料自給率の向上を図ることが急務となっている。

そこで、本試験では、県内において未利用資源（食品残さ等）を使って生産されるエコフィードを採卵鶏に配合飼料の代替飼料として給与試験を実施し、エコフィードの有効利用法及び飼料化の実用性について検討することを目的とした。

2 試験内容

- (1) 試験期間 2011年9月1日～2012年2月28日（181日間）
- (2) 試験場所 小野市 宮本養鶏場
- (3) 供試鶏 採卵鶏（ボリスブラウン、2011年5月20日孵化、試験開始時230日齢）
300羽
- (4) 供試資材 食品残さエコフィード（野菜くず、納豆、日配、煮豆、コロッケ、ハンバーグ、惣菜、弁当等）、供給元：**金澤産業？**
- (5) 試験区分
- | | |
|------|-------------------|
| 10%区 | エコフィードを配合飼料に10%添加 |
| 20%区 | エコフィードを配合飼料に20%添加 |
| 対照区 | 配合飼料を給与 |
- (6) 飼育方法 開放鶏舎、単飼ケージ、制限給餌、自由飲水、点灯管理
- (7) 調査項目 嗜好性、健康状態、体重（各区10羽）、疾病発生状況
産卵性：産卵率及び卵重（毎日）
卵質：卵殻強度、ハウユニット、卵黄色：ロシュヨークカラーファン値、1：淡い～15：濃い（各区10個、2ヶ月毎）
鶏卵成分：栄養成分、脂肪酸組成、遊離アミノ酸含量
日本認証サービス株式会社に委託
飼料成分：栄養成分等
十勝農協連飼料分析センターに委託
血液性状：総蛋白質、アルブミン、総コレステロール、血液尿酸窒、グルコース、トランスアミナーゼ、無機リン（各区10羽、2ヶ月毎）
経済性：卵代と飼料費の差額
- (8) 統計処理 SAS GLM procedure

3 試験結果

(1) 飼料成分

飼料成分の分析結果を表1及び2に示した。8月の分析ではエコフィードは粗蛋白質は一般的な配合飼料よりも多く、エネルギーは同等であったが、12月ではエネルギーが高い値を示した。9月の分析では、試験区の粗蛋白質及びエネルギーは対照区の配合飼料と同等であったが、カルシウムは配合飼料よりもやや低い傾向であった。

表1 飼料成分

項 目	単 位	8月10日		9月1日				12月2日			
		エコフィード		10%配合		20%配合		配合飼料		エコフィード	
		原物中	乾物中	原物中	乾物中	原物中	乾物中	原物中	乾物中	原物中	乾物中
水分	%	11.7		12.5		12.5		13.0		11.8	
乾物	%	88.3		87.5		87.5		87.0			
TDN	%	69.1	78.2	68.6	78.4	68.6	78.4	66.6	76.6	88.2	91.3
ME(換算値)	Mcal/Kg	2.86	3.24	2.84	3.25	2.84	3.25	2.76	3.17	3.65	3.78
NEI	Mcal/Kg	1.60	1.81	1.59	1.82	1.60	1.83	1.54	1.77	1.98	2.24
NEm	Mcal/Kg	1.71	1.94	1.70	1.95	1.71	1.95	1.65	1.90	2.04	2.31
NEg	Mcal/Kg	1.14	1.30	1.14	1.30	1.14	1.30	1.09	1.26	1.42	1.61
粗蛋白質(CP)	%	18.7	21.1	16.5	18.8	16.8	19.2	16.2	18.6	18.4	20.9
有効蛋白質	CP中%	16.0	18.1	15.9	18.1	15.9	18.2	15.8	18.1	16.3	18.5
ADF	CP中%	7.1	8.0	5.8	6.7	4.7	5.4	4.2	4.8	6.3	7.2
NDF	CP中%	20.3	23.0	11.5	13.2	11.5	13.2	9.7	11.2	13.8	15.7
デンプン	CP中%	11.0	12.5	40.9	46.8	30.2	34.5	41.0	47.1	10.1	11.4
NFC(非繊維性炭水化物)	%	46.9	53.1	46.5	53.1	46.7	53.4	46.4	53.3	47.9	54.3
粗脂肪(EE)	%	4.7	5.3	4.7	5.4	4.9	5.6	4.4	5.1	11.2	12.7
灰分	%	5.9	6.7	10.9	12.5	11.0	12.6	12.4	14.3	6.9	7.8
ADL(酸性デタージェントリグニン)	%	2.3	2.6	0.8	1.0	0.9	1.0	1.1	1.2	2.0	2.3
NDICP	%	8.2	9.3	2.6	3.0	3.4	3.8	2.2	2.5	10.0	11.4
OCC(細胞内容物)	%	73.4	83.0	70.8	81.0	64.0	73.2	65.6	75.4	72.8	82.5
OCW(総セシイ)	%	9.1	10.3	5.7	6.5	12.5	14.3	9.0	10.4	8.6	9.7
カルシウム(Ca)	%	0.73	0.82	3.51	4.01	3.58	4.09	4.08	4.69	1.43	1.62
リン(P)	%	0.42	0.47	0.50	0.57	0.49	0.56	0.52	0.60	0.62	0.70
マグネシウム(Mg)	%	0.12	0.14	0.20	0.23	0.19	0.21	0.21	0.25	0.11	0.12
カリウム(K)	%	0.70	0.80	0.68	0.77	0.72	0.82	0.58	0.76	0.74	0.84
K/(Ca+Mg)	当量比		0.39		0.09		0.09		0.07		0.24
ナトリウム(Na)	%	0.78	0.88	0.20	0.23	0.25	0.29			0.72	0.81
イオウ(S)	%									0.13	0.15
塩素(Cl)	%									1.03	1.17
銅(Cu)	ppm	4.88	5.53	7.09	8.11	6.46	7.38			5.64	6.39
鉄(Fe)	ppm	92.21	104.4	108	123.4	101.7	116.3			91.59	103.8
マンガン(Mn)	ppm	21.35	24.17	89.15	101.9	75.63	86.46			20.77	23.55
セレン(Se)	ppm									0.583	0.661
亜鉛(Zn)	ppm	29.94	33.90	63.28	72.34	59.79	68.35			25.67	29.10
コバルト(Co)	ppm									0.15	0.17

表2 エコフィード(12月2日)のアミノ酸組成

項目	単位	原物中	乾物中	CP中
アルギニン	%	0.57	0.65	3.10
グリシン	%	0.91	1.04	4.96
ヒスチジン	%	0.29	0.33	1.58
イソロイシン	%	0.65	0.73	3.50
ロイシン	%	1.26	1.43	6.80
リジン	%	0.57	0.65	3.09
メチオニン	%	0.24	0.27	1.28
フェニルアラニン	%	0.68	0.77	3.67
チロシン	%	0.09	0.11	0.50
バリン	%	5.41	6.14	29.36
セリン	%	0.81	0.92	4.41
アラニン	%	0.86	0.97	4.66
アスパラギン酸	%	1.19	1.34	5.43
グルタミン酸	%	2.51	2.85	13.64
プロリン	%	1.10	1.24	5.95
トレオニン	%	0.66	0.74	3.56

(2) 嗜好性、健康状態、疾病発生状況及び体重

各区とも飼料の嗜好性に問題はなく、健康状態は良好で、疾病の発生はなかった。各区の平均体重を表3に示した。1回目の測定では各区間に有意差はなかったが、2回目では両試験区が対照区に対して有意に小さかった。

(3) 産卵性

各区の月別及び合計の産卵率を表4、卵重を表5及び日産卵量を表6にそれぞれ示した。すべての項目において終始、対照区が試験区よりも高い傾向にあり、12月以降は毎月において有意差が見られ、合計では対照区、10%区、20%区の順に高く、各区間に有意差が見られた。

(4) 卵質

各区の卵殻強度を表7、ハウユニットを表8及び卵黄色を表9にそれぞれ示した。卵殻強度及びハウユニットはすべての測定において各区間に有意差は認められなかった。卵黄色は11月及び1月の測定では10%区及び対照区が20%区に対して有意に高かったが、3月の測定では各区間に有意差は認められなかった。

(4) 鶏卵成分

各区の鶏卵における栄養成分を表10に示した。水分及びたんぱく質は月齢が進むにつれ

減少する傾向にあり、脂質及びエネルギーは増加する傾向にあった。また、試験区の脂質及びエネルギーが対照区よりも大きい傾向にあった。同じく脂肪酸組成を表 11 に示した。飽和脂肪酸は月齢が進むにつれ減少する傾向にあり、不飽和脂肪酸は増加する傾向にあった。同じく遊離アミノ酸含量を表 12 に示した。総遊離アミノ酸含量は試験区では月齢が進むにつれ増加する傾向であったが、対照区では減少する傾向であった。アンセリン含量は試験区が対照区よりも少ない傾向であった。

(5) 血液性状

各区の血液性状（総蛋白質、アルブミン、総コレステロール、血液尿酸窒素、グルコース、トランスアミナーゼ及び無機リン量）を表 13～19 に示した。幾つかの測定で有意差が見られたが、各項目とも全体的には大きな差はなかった。

(6) 経済性

卵代を収入、飼料費を支出とした収支を表 20 に示した。試験期間中の平均卵価（JA 全農たまご大阪 M 基準）は 174.5 円/kg であった。平均飼料摂取量は 1 羽当たり 115g であった。飼料単価はエコフィードは 25 円/kg であり、配合飼料は 60 円/kg であった。卵代は日産卵量が大きかった対照区、10%区、20%区の順に多かったが、飼料費は逆の順であった。卵代を収入、飼料費を支出とした 1 羽当たりの利益では、20%区、10%、対照区の順に多かった。



宮本養鶏場の全景



エコフィード

表3 平均体重(kg)

測定日	10%区	20%区	対照区
2012.1.10	1.94	1.97	2.06
2012.3.5	1.78 ^b	1.91 ^b	2.09 ^a

^{a,b}: 異符号間に有意差あり(p<0.05)

表4 産卵率 (%)

年月	10%区	20%区	対照区
2011.9	85.1 ^{ab}	80.0 ^b	88.7 ^a
2011.10	94.7 ^a	90.1 ^b	95.4 ^a
2011.11	92.4	92.5	93.7
2011.12	90.2 ^b	89.2 ^b	92.2 ^a
2012.1	90.0 ^b	88.4 ^c	91.3 ^a
2012.2	88.9 ^b	87.9 ^b	91.2 ^a
計	90.4 ^b	88.2 ^c	92.1 ^a

^{a,b,c}: 異符号間に有意差あり(p<0.05)

表5 卵重 (g)

年月	10%区	20%区	対照区
2011.9	54.6 ^b	55.1 ^{ab}	55.7 ^a
2011.10	60.8 ^{ab}	60.5 ^b	61.0 ^a
2011.11	63.1 ^b	63.4 ^{ab}	63.9 ^a
2011.12	63.3 ^b	62.9 ^c	65.3 ^a
2012.1	64.4 ^b	63.3 ^c	65.1 ^a
2012.2	65.0 ^b	64.1 ^c	65.1 ^a
計	58.6 ^b	57.9 ^c	60.0 ^a

^{a,b,c}: 異符号間に有意差あり(p<0.05)

表6 日産卵量 (g)

年月	10%区	20%区	対照区
2011.9	46.5 ^b	44.0 ^b	49.7 ^a
2011.10	57.6 ^a	54.4 ^b	58.2 ^a
2011.11	58.3	58.6	59.9
2011.12	57.1 ^b	56.1 ^c	60.2 ^a
2012.1	57.9 ^b	55.9 ^c	59.4 ^a
2012.2	57.8 ^b	56.4 ^c	59.4 ^a
計	56.2 ^b	54.6 ^c	58.1 ^a

^{a,b,c}: 異符号間に有意差あり(p<0.05)

表7 卵殻強度(kg)

年月	10%区	20%区	対照区
2011.9	—	—	3.78
2011.11	3.64	3.55	3.63
2012.1	3.48	3.57	3.69
2012.3	3.24	3.53	3.17

表8 ハウユニット

年月	10%区	20%区	対照区
2011.9	—	—	92.1
2011.11	82.1	75.6	79.0
2012.1	89.4	84.8	88.4
2012.3	84.0	87.5	83.6

表9 卵黄色(ヨークカラーファン値:1~15)

年月	10%区	20%区	対照区
2011.9	—	—	13.5
2011.11	13.0 ^a	12.6 ^b	13.3 ^a
2012.1	11.1 ^a	10.0 ^b	11.8 ^a
2012.3	13.7	13.3	13.5

^{a,b}: 異符号間に有意差あり(p<0.05)



試験鶏の飼育の様子

表10 鶏卵の栄養成分

項目	単位	10%区				20%区				対照区		
		9月	11月	1月	3月	9月	11月	1月	3月	9月	1月	3月
水分	g/100g	77.1	75.9	75.4	75.6	77.0	76.5	75.6	75.0	77.3	75.7	76.2
たんぱく質	g/100g	12.9	12.9	12.6	12.3	13.2	12.6	12.8	12.6	12.9	12.9	12.0
脂質	g/100g	9.5	10.3	11.5	11.3	9.1	9.8	11.2	11.6	9.1	10.6	10.9
灰分	g/100g	0.8	0.8	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	1.0	0.8	0.9	0.9
エネルギー	Kcal/100g	137	145	154	151	135	140	152	155	134	147	146

表11 鶏卵の脂肪酸組成

項目	単位	10%区				20%区				対照区		
		9月	11月	1月	3月	9月	11月	1月	3月	9月	1月	3月
飽和脂肪酸	%	32.2	31.4	30.4	30.7	32.3	30.9	30.7	30.8	33.5	31.0	31.6
不飽和脂肪酸	%	65.6	67.3	68.3	67.9	65.3	67.6	68.4	68.0	64.5	68.0	67.3
一価不飽和脂肪酸 (オレイン酸)	%	49.6	49.4	49.6	47.7	48.7	50.8	50.1	49.7	50.3	50.4	49.8
多価不飽和脂肪酸 (ω6脂肪酸)	%	16.0	17.9	18.7	20.2	16.6	16.8	18.2	18.3	14.2	17.6	17.5
(ω3脂肪酸)	%	2.0	2.4	2.4	2.1	2.1	2.1	2.8	2.1	1.8	1.9	1.7

表12 鶏卵の遊離アミノ酸含量

項目	単位	10%区			20%区			対照区	
		9月	11月	1月	9月	11月	1月	9月	1月
うまみ・酸味系 (グルタミン)	mg/100g	56.0	70.4	76.8	58.4	67.4	78.6	69.2	71.7
甘み・微甘み系	mg/100g	35.8	47.0	55.6	37.2	45.6	57.0	44.2	52.6
風味・苦味系	mg/100g	20.6	22.6	23.4	18.5	21.8	24.1	25.7	21.7
特定機能性	mg/100g	42.6	56.4	58.6	43.3	57.6	63.4	54.7	54.3
遊離アミノ酸総計	mg/100g	1.6	1.6		1.2	1.6		1.9	
アンセリン(ペプチド)	mg/100g	120.8	151.1	158.8	121.4	148.3	166.0	151.5	147.7
		1.7			1.7			2.3	



鶏卵のサンプリング



体重測定

表13 総蛋白質(TP)量

年月	10%区	20%区	対照区
2011.9	5.38	4.88	5.21
2011.11	7.03	7.70	6.53
2012.1	7.90	7.55	7.41
2012.3	5.20	5.70	5.40

表14 アルブミン(ALB)量

年月	10%区	20%区	対照区
2011.9	1.64	1.55	1.66
2011.11	2.01	1.99	1.95
2012.1	1.99	1.95	2.01
2012.3	2.00	2.30	2.20

表15 総コレステロール(TCHO)量

年月	10%区	20%区	対照区
2011.9	72	68	72
2011.11	103	126	89
2012.1	120	120	114
2012.3	92 ^b	136 ^a	101 ^{ab}

^{a,b}:異符号間に有意差あり(p<0.05)

表16 血液尿酸窒素(BUN)量

年月	10%区	20%区	対照区
2011.9	1.41 ^a	1.32 ^b	1.35
2011.11	1.57	1.47	1.45
2012.1	1.71	1.76	1.52
2012.3	1.50	1.50	1.40

^{a,b}:異符号間に有意差あり(p<0.05)

表17 グルコース(GLU)量

年月	10%区	20%区	対照区
2011.9	225	235	228
2011.11	248	219	250
2012.1	251	254	248
2012.3	250	256	252

表18 トランスアミナーゼ(GOT)量

年月	10%区	20%区	対照区
2011.9	133 ^c	158 ^b	179 ^a
2011.11	148	130	136
2012.1	165	173	175
2012.3	154	210	179

^{a,b}:異符号間に有意差あり(p<0.05)

表19 無機リン(iP)量

年月	10%区	20%区	対照区
2011.9	3.0	2.9	2.8
2011.11	3.5	5.2	3.4
2012.1	3.9	4.5	4.1
2012.3	3.4	3.8	3.6

表20 1羽当たり収支 (円)

項目	10%区	20%区	対照区
卵代①	1,775	1,725	1,835
飼料費②	1,176	1,103	1,249
利益①-②	599	621	586



採 血

4 考察

エコフィードの成分分析の結果、1回目の8月では粗蛋白は一般的な配合飼料よりも多く、エネルギーは同等であり、カルシウム以外の成分も配合飼料と大きく異なることはなかった。今回の試験ではエコフィードは 20%以内の配合であったため、これを利用して作成した試験用飼料においても各成分とも配合飼料と遜色のない値を示し、採卵鶏飼料として問題はないと考えられた。しかしながら、12月では粗蛋白においては8月のものと同様の値であったが、TDNと粗脂肪はかなり高い値を示した。このTNDを代謝エネルギー（ME）に換算すると、3.65Kcal/kgとなる。これは、高エネルギーを要するブロイラー用飼料よりも大幅に高い値である。このような資材は低割合の配合では採卵鶏の生産性に大きく影響を及ぼさないが、高割合で配合する場合は注意が必要である。このように、エコフィードは成分のばらつきがある可能性があり、ロット毎に成分分析を行うかメーカーから分析結果を入手してから使用することも考える必要があると思われる。

試験用飼料は嗜好性に問題はなく、試験区の健康状態は良好であったことから、エコフィードは健康面では鶏に悪影響を及ぼさないと考えられた。2回目（試験終了後）の体重測定では、試験区が対照区よりも体重が少なくなっており、当時使用したエコフィードの成分にばらつきがあった可能性があると考えられた。

産卵性においては、すべての形質において試験区が対照区よりも劣り、産卵率において20%区と対照区の差は約4%と大きかった。10%区よりも20%区がより劣っていることから、この原因はエコフィードの給与によることは明らかである。1回目の飼料分析においてエコフィードは特に問題はないと思われたが、試験区の産卵成績は試験開始当初から低下した。幾つか原因はあるが、中でも蛋白質のアミノ酸組成のバランスが悪かったことが考えられる。アミノ酸の中にはスレオニン、イソロイシン等欠乏することにより飼料効率に悪影響を及ぼすものがあることが知られており⁷⁾、今回使用したエコフィードに極端に不足したアミノ酸があったことで試験区の産卵性が良好でなかった可能性がある。これに対し

て村野ら^{5,6)}は、採卵鶏飼料に 7.5~20%のエコフィードを添加試験を行い、添加割合は産卵性には影響を及ぼさなかったとしている。これらの報告においては、使用したエコフィードの粗蛋白が 22%以上のものを使用している。飼料の蛋白含量が多いということはアミノ酸も多く含まれるため、不足するアミノ酸が減少する可能性が大きい。これらのことから、エコフィードの給与において産卵性を維持するためには高蛋白のエコフィードの利用が望ましいと考えられた。

エコフィードはカルシウム含量が配合飼料よりも極めて少ないが、卵殻強度は各区間に有意差は無かった。少ない添加量であれば特にカルシウムを添加する必要はないであろう。卵黄色はエコフィードの添加により低下することがあるが、10%程度の添加では問題にならないほどである。卵黄色は添加物などにより色調を改善することは可能であり、エコフィードを多く使用する場合で卵黄色を維持したいときは、色素物質を添加する必要がある。

鶏卵の栄養成分は水分やたんぱく質では各区間の差は少ないが、脂質では試験区が対照区よりも多い傾向にあり、これに伴ってエネルギーも多かった。脂質は試験区において試験当初に比べ多くなっていることから、このことは給与したエコフィードの脂肪分が多かったためであると考えられた。脂肪酸組成は各区間に目立った差は見られなかった。脂肪酸組成は飼料の原料に大きく左右されるが、今回の試験で使用したエコフィードは配合飼料と同様の脂肪酸組成であった可能性がある。これに対し、村野らの試験^{5,6)}においては、エコフィードの配合割合が多いほど風味に好影響を及ぼすとされるオレイン酸などの一価不飽和脂肪酸割合が多く、風味は問題なかったとしており、原料によっては鶏卵の風味を改善することも可能であろう。アミノ酸含量はエコフィードの給与によって顕著に向上した。アミノ酸含量に関しては村野ら⁵⁾はエコフィードの給与による変化はなかったとしており、これにおいても原料によって差が生じるものであると推察された。ペプチドであるアンセリンは含量が多くなると風味に悪影響を及ぼすことが牛肉の研究²⁾において最近わかってきたが、本試験においては、試験区のアンセリン含量が対照区よりも低い傾向にあり、アミノ酸含量の多さとともに消費者に風味の良さをアピールすることが可能である。

血液性状については明確な正常値というものがないが、本試験の分析値を他の報告^{1,3,4)}と比較すると、ほぼこれらの値の範囲を示した。鶏の健康状態も良好であったことから、特に異常値は認められなかったと推察された。

収支では、試験区の産卵性が劣ったため卵代は試験区が少なかったが、エコフィードの単価が 25 円/kg と安かったため、試験区の飼料費が少なくなり、エコフィードの添加割合が多かった 20%区の利益が最も多くなった。村野ら⁶⁾の試算においても同様の傾向が見られており、エコフィードの有効性が現れた。今後、飼料成分を正確に把握し、添加割合を適正に高めることができれば経済性がさらに向上することが期待できる。

エコフィードの飼料添加は産卵性を低下させることがあるが、卵質、風味、鶏体に悪影響は無く、経済性にも優れており、採卵鶏の飼料原料として有効なものであると考えられた。

引用文献

- 1) 伊東 登・森津康喜・市川 舜 (1995) : 成鶉、成鶏およびブロイラーの血液生化学検査値の比較 : 獣医畜産新報, 48, 97-101
- 2) 岩本英治・岡 章生・寺尾大輔・渡代勝之 (2012) : 黒毛和牛去勢牛の枝肉性状および成分分析値と官能評価との関係 : 日畜会 115 回大会講演要旨, 240
- 3) 木村 透・小田原保男・飯田九州男 (1991) : ドライケミストリーシステムによる鶏の血液成分の測定 : 日獣会誌, 44, 796-801
- 4) 三船 和恵・笠原 猛・篠原 啓子・先川香緒里 (1999) 採卵鶏の血液生化学的性状の推移 : 徳島畜試研報, 40, 75-84
- 5) 村野多可子・青木大輔 (2011) : 高タンパク質・高脂質エコフィードの採卵鶏飼料への利用 : 千葉畜セ研報, 8, 35-39
- 6) 村野多可子・青木大輔 (2012) : 高タンパク質・高脂質エコフィードの採卵鶏への代替利用 : 千葉畜セ研報, 9, 9-12
- 7) 田先威和夫・山田行雄・森田琢磨・田中克英 (1988) : 養鶏ハンドブック (株式会社養賢堂), 221-222