

竹抽出物が鶏に及ぼす影響

泉川康弘・大西美弥・合谷祥一¹⁾・橋口峰雄¹⁾・松尾達博¹⁾・川村理¹⁾・山内高圓¹⁾

Effect of chickens which utilized an extract bamboo exerts.

Yasuhiro IZUMIKAWA, Miya ONISHI, Shoichi GOHTANI, Mineo HASHIGUTI,
Tatsuhiko MATSUO, Osamu KAWAMURA, Koh-en YAMAUCHI

要 約

竹抽出物を飲水に3及び5%重量代替添加し、その産卵・産肉性及び卵質・肉質等に及ぼす影響について調査し、以下の結果を得た。

1. 生存率については、採卵鶏では各区とも100%であった。肉用鶏では3週齢までは3%区が良く、5%区が低くなった。体重は採卵鶏では3%区が増加傾向が大きかった。肉用鶏では3週齢までは添加区が有意に大きかったが、それ以降は差がなくなった。
2. 飼料利用性については、採卵鶏では飼料摂取量が5%区で有意に少なくなり、これに関連して産卵率も有意に低くなった。飼料要求率は添加濃度が高くなるにつれ、高くなる傾向にあった。肉用鶏では飼料摂取量が3週齢までは添加区で多く、それ以降は少ない傾向にあった。摂取量に見合う増体が期待できなかったことから要求率は添加区が高い傾向にあった。
3. 産卵・卵質については、5%区の産卵率の有意な低下が認められた。卵質や脂肪酸組成では各区に有意な差は認められなかったが、卵重において5%区が低い傾向にあった。
産肉・肉質については、正肉歩留率、部位別重量、腹腔内脂肪率では差は認められず、肉質において5%区で圧搾肉汁率の有意な低下、脂肪融点の有意な上昇が認められた。
4. 血液検査については、採卵鶏で血中IgG濃度が3%区が有意に高く、5%区が有意に低かった。
その他の項目については、採卵鶏、肉用鶏とも差は認められなかった。
5. 腸内細菌検査については、採卵鶏、肉用鶏とも大腸菌群の減少傾向が認められた。
6. 腸管組織学的検査については、採卵鶏、肉用鶏とも絨毛高、細胞面積に有意な差は認められなかった。
7. 臭気検査について、採卵鶏ではアンモニア濃度が添加区で有意に高くなった。肉用鶏ではアンモニア、硫化水素で5%区が、メチルメルカプタンでは3%区が有意に高くなった。
8. 食味官能検査では、鶏卵・鶏肉とも有意な差は認められなかった。

結 言

かつて県内の竹林は適正に管理され、生活用具、農具、建材などの材料としての竹材や食用となるタケノコの生産など様々な用途に利用されてきた。しかし、中国からの安価なタケノコや竹材の輸入、プラスチック製品など代替品の普及により県内の竹林の利用は減少し、しかも竹林整備の担い手の減少・高齢化などにより、次第に放置されてきた。やがて放置竹林が増加、拡大し、里山や自然環境を脅かしている。

県内の竹林は1986年時点で2,173haであったのが、2000年には3,978haとわずか15年間で1.8倍にまで拡大し、全県的に隣接する森林や農地に侵入・拡大しつつある。

1) 国立大学法人香川大学農学部

竹抽出物が鶏に及ぼす影響

そうした中、竹炭や竹酢液の生産はもとより、竹材利用の新たな取り組みが行われている。全国的には竹の畜産利用を目的として保存方法、サイレージ化の検討、飼料への添加による家畜への影響について調査・報告されている^{1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8)}。

今回、県内企業が孟宗竹を粉碎・パウダー化したものを水熱処理し、竹成分のヘミセルロースから加水分解によりキシロオリゴ糖を含む糖液(以下、竹抽出物)を抽出・分離した。このキシロオリゴ糖をはじめとするオリゴ糖には腸内乳酸菌の栄養となり、腸内乳酸菌の働きが活発になり、腸内環境が改善されることが分っている^{9) 10)}。

そこでこの竹抽出物の添加給与が鶏の発育や鶏卵・鶏肉に及ぼす影響を明らかにするため安全性試験と給与試験を実施した。

1. [安全性試験]

本試験を実施する前に、竹抽出物の安全性及び添加濃度を検討するため、安全性試験を実施した。

材料及び方法

1) 供試資材

供試資材は県内企業にて生産された竹抽出物(表 1)を譲受、試験に供した。

表 1 竹抽出物の主要成分組成 (%)

全糖	ブドウ糖	キシロオリゴ糖	マンノース	アラビノース	ガラクトース	ギ酸	酢酸
19.5	1.33	8.86	3.74	1.52	1.15	0.15	0.68

原物(水分 65%)



2) 試験期間

試験期間は平成 23 年 8 月 24 日から 8 月 30 日までの 7 日間とした。

3) 供試鶏

8 日齢の卵用讃岐コーチン雄ひな 54 羽を供した。

4) 試験設定及び方法

安全性試験は、「飼料の安全性評価基準及び評価手続きの制定について」(平成 20 年 5 月 27 日付け畜産第 1690-10 号農林水産省消費・安全局長通知)の鶏ひなの成長試験に準じて実施した。

供試資材の投与は 7 日間とし、試験区は、水道水に 3% (以下 3%区)、5%重量で添加した区(以下 5%区) と水道水のみ投与の対照区に区分し、各区 6 羽ずつ 3 反復を設定した(写真)。

給与基礎飼料として、CP23%、ME3, 100kcal の市販の無薬のプロイラー肥育前期用飼料を用いた。

5) 調査項目

生存率、体重、飼料摂取量、一般症状について調査した。また、飲水量を参考データとした。

6) 統計処理

データの解析には統計ソフト(StatView for windows, ver. 5.0:SAS Institute Inc.)を用い、Student の t 検定により有意差検定を実施した。



(試験風景)

成績

①生存率及び一般症状

いずれの区も生存率 100%で、一般症状も異常所見は認められなかった。

②体重及び飼料摂取量

体重及び飼料摂取量を表 1, 2 に示した。いずれの項目も各区間に有意な差は認められなかった。

表 1 体重

区 分	開始前	終了後
対照区	76.67±5.66	124.56±8.32
3%区	76.77±4.67	123.56±8.21
5%区	76.67±5.21	123.00±7.43

表 2 飼料摂取量

区 分	g/羽・6日間
対照区	99.13±9.16
3%区	92.30±8.98
5%区	84.77±4.91

③飲水量

飲水量を表 3 に示した。添加区が対照区に比べ有意に少なかった ($p < 0.01, 0.05$)。

表 3 飲水量

区 分	g/羽・6日間
対照区	147.13±1.74 aA
3%区	136.23±3.85 B
5%区	136.87±0.80 b

異符号間に有意差あり ab : $p < 0.01$, AB : $p < 0.05$

考察

今回の安全性試験において、竹抽出物 3 及び 5%添加による安全性に問題はなかった。

2. [給与試験 (本試験)]

安全性試験に基づき本試験を実施した。

材料及び方法

試験 1. 採卵鶏への竹抽出物給与試験

1) 試験期間

試験期間は平成 23 年 8 月 7 日から平成 23 年 11 月 8 日までの 60 日間とした。

2) 供試鶏及び飼養管理

供試鶏は 421 日齢の卵用讃岐コーチン種鶏 72 羽 (8 羽/区×3 区×3 反復) を用い、単飼ケージで飼養した。鶏舎は開放鶏舎を使用し、不断給餌で、点灯時間は 15 時間とした。衛生管理は当場の通常プログラムに従い管理した。

3) 試験設定

香川畜試報告、47 (2012)、38-53

竹抽出物が鶏に及ぼす影響

竹抽出物添加区 2 区(試験区)と無添加区(対照区)とした。試験区は安全性試験の結果を踏まえ、水道水に 3%(以下 3%区)及び 5%(以下 5%区)重量を混合糖液で代替した区とし、対照区は水道水のみを投与した。基礎飼料として市販種鶏用配合飼料(CP16%, ME2, 800Kcal/kg)を給与した。

4) 調査項目及び方法

①飼養検査

生存率、産卵率、平均卵重、飼料摂取量、飼料要求率を 1 週間隔で調査した。体重は、試験開始時と終了時に全羽数を測定した。

②卵質検査

試験開始 0, 2, 4, 8 週目に各区から 10 個抽出し、卵形係数、卵殻強度、卵殻厚、卵黄色、ハウユニットを測定した。測定には卵殻強度計(富士平)、卵殻厚計(富士平)、Egg マルチテスター(EMT-5000 全農)を使用した。また、各区から 5 個抽出し、脂肪酸組成を測定した。測定にはメチルエステル化による処理後、ガスクロマトグラフ(島津製作所 GC-2014AFSC)により分析した。

③血液検査

試験終了時に各区 5 羽から採血し、血清中の免疫グロブリン濃度(IgG)濃度を測定した。測定にはニワトリ IgG プレート(株メタボリックエコシステム研究所)を使用した。また、香川大学にて 0, 4, 8 週目に各区 3 羽から採血し、TP は Biuret 法、AST、ALT、LDH、CPK は JSCC 標準化対応法、T-Cho、UA、GLU は酵素法により測定した。

④腸内細菌検査

試験終了時に各区 4 羽から結直腸を採材し、香川大学にて腸内糞便中の大腸菌群(BGLB 培地法)及びカンピロバクター属菌(Bolton 培地で増菌後、Butzler 培地にて分離培養)数を最確数法で測定した。

⑤腸管の組織学的検査

試験終了時に各区 4 羽から結直腸を採材し、香川大学にて顕微鏡用サンプルを制作し、光学顕微鏡による十二指腸絨毛の高さ、細胞面積の測定、走査型電子顕微鏡による十二指腸吸収上皮細胞を観察した。

⑥臭気検査

試験終了時に各区より採取した鶏糞 200g を 50 のフレックスサンプラーに無臭空気とともに封入後、直ちに恒温乾燥器に入れ 30°C に維持し、24 時間後のアンモニア、硫化水素及びメチルメルカプタン濃度を北川式ガス検知管で 3 反復測定した。

5) 統計処理

データの解析には統計ソフト(StatView for windows. ver. 5.0: SAS Institute Inc.)を用い、Student の t 検定及び分散分析により有意差検定を実施した。

試験 2. 肉用鶏への竹抽出物給与試験

1) 試験期間

試験期間は平成 23 年 12 月 21 日から平成 24 年 1 月 31 日までの 49 日間とした。

2) 供試鶏及び飼養管理

供試鶏は平成 23 年 12 月 21 日え付ブロイラー(チャンキー種)♂を用い、1 区画(3.3 m²)に 30 羽にて収容した。衛生管理及び日常飼養管理は当場のプログラムに従った。

3) 試験設定

竹抽出物添加区 2 区(試験区)と無添加区(対照区)とした。試験区は安全性試験の結果を踏まえ、水道水に 3%(以下 3%区)及び 5%(以下 5%区)重量を混合糖液で代替した区とし、対照区は水道水のみを投与した。基礎飼料として市販ブロイラー用配合飼料(前期用: CP22%, ME3, 100Kcal/kg、後期・

竹抽出物が鶏に及ぼす影響

仕上用：CP18%，ME3，200Kcal/kg）を給与した。

4) 調査項目及び方法

①発育検査

育成率、体重、飼料摂取量及び飼料要求率を1週間隔で調査した。

②と体成績

試験終了時に各区より3羽を用いて、正肉歩留率及び腹腔内脂肪率を調査した。

③血液検査

試験終了時に各区5羽から採血し、血清中の免疫グロブリン濃度(IgG)濃度を測定した。測定にはニワトリIgGプレート(株メタボリックエコシステム研究所)を使用した。また、香川大学にて3, 5, 7週目に各区3羽から採血し、TPはBiuret法、AST、ALT、LDH、CPKはJSCC標準化対応法、T-Cho、UA、GLUは酵素法により測定した。

④腸内細菌検査

試験終了時に各区6羽から結直腸を採材し、香川大学にて腸内糞便中の大腸菌群(BGLB培地法)及びカンピロバクター属菌(Bolton培地で増菌後、Butzler培地にて分離培養)数を最確数法で測定した。

⑤腸管の組織学的検査

試験終了時に各区5羽から結直腸を採材し、香川大学にて顕微鏡用サンプルを制作し、光学顕微鏡による十二指腸絨毛の高さ、細胞面積の測定、走査型電子顕微鏡による十二指腸吸収上皮細胞を観察した。

⑥肉質検査

各区より3羽の浅胸筋(胸肉)を用いて肉色、加熱損失、圧搾肉汁率、破断応力を3反復測定した。肉色は、色彩色差計(MINOLTA CR-300)を、破断応力は、レオメーター(山電 RE-3305)を使用した。脂肪酸組成は腹腔内脂肪を用いてメチルエステル化による処理後、ガスクロマトグラフ(島津製作所 GC-2014AFSC)により分析した。アミノ酸組成は浅胸筋(胸肉)を用いて(財)日本食品分析センターにてアミノ酸自動分析法及び高速液体クロマトグラフ法により測定した。

⑦臭気検査

試験終了時に各区より採取した鶏糞200gを50lのフレックスサンプラーに無臭空気とともに封入後、直ちに恒温乾燥器に入れ30°Cに維持し、24時間後のアンモニア、硫化水素及びメチルメルカプタン濃度を北川式ガス検知管で3反復測定した。

5) 統計処理

データの解析には統計ソフト(StatView for windows.ver.5.0:SAS Institute Inc.)を用い、Studentのt検定及び分散分析により有意差検定を実施した。

成 績

試験1. 採卵鶏への竹抽出物給与試験

1) 生存率

各区とも期間を通して100%で差は認められなかった。

2) 体重

体重を表1に示した。各区間に有意な差は認められなかったが、3%区で増加傾向が大きく、5%区では小さい傾向にあった。

竹抽出物が鶏に及ぼす影響

表1 平均体重の推移

単位：g

区 分	開始時	終了時	差
対照区	2250.8±202.9	2,359.2±195.6	108.4
3%区	2,252.1±204.0	2,384.6±183.1	132.5
5%区	2266.7±221.6	2,340.4±200.4	73.7

3) 産卵成績及び飼料要求率

産卵成績及び飼料要求率を表2に示した。産卵率は5%区が他の区に比べ有意に低かった(p<0.01)。飼料摂取量では5%区が他の区に比べ有意に低かった(p<0.05)。飼料要求率では各区分に有意な差は認められなかったが、対照区に比べ添加濃度に比例して、高くなる傾向にあった。

表2 産卵成績及び飼料要求率

区 分	産卵率 (%)	平均卵重 (g/個)	飼料摂取量 (g/羽・日)	飼料要求率
対照区	84.59±3.27a	54.55±2.01	109.14±6.20A	2.36
3%区	83.00±2.18a	54.30±3.72	110.14±4.03A	2.45
5%区	76.92±5.29b	53.66±3.92	105.03±11.42B	2.55

異符号間に有意差あり ab : p<0.01, AB : p<0.05

4) 飲水量

期間中の平均飲水量を表3に示した。対照区に比べ増加する傾向にあり、特に3%区が多かった。

表3 平均飲水量(期間中) 単位：g/羽・日

区 分	飲水量
対照区	194.2
3%区	213.0
5%区	199.0

5) 卵質検査成績

試験終了時の卵質検査成績を表4に示した。各項目に有意差は認められなかったが、卵重は5%区が低い傾向にあった。

表4 卵質検査成績

区 分	卵重 (g)	卵殻強度 (kg/c m ²)	卵殻厚 (×10 μ)	HU	卵黄色
対照区	55.2±1.4	2.8±0.4	36.3±2.2	85.4±6.9	8.4±0.5
3%区	55.2±3.2	2.7±0.3	35.4±1.6	85.8±5.3	8.2±0.4
5%区	52.5±4.3	2.9±0.5	34.3±3.0	86.3±6.3	8.4±0.5

6) 鶏卵の脂肪酸組成

試験終了時の鶏卵の脂肪酸組成を表5に示した。各項目に有意な差は認められなかった。

竹抽出物が鶏に及ぼす影響

表5 鶏卵の脂肪酸組成

単位：%

区分	パルミチン酸	パルミトリン酸	ステアリン酸	オレイン酸	リノール酸
対照区	26.3±1.0	2.7±0.5	7.9±0.7	51.0±1.5	11.6±1.4
3%区	25.5±1.5	2.5±0.6	8.0±0.1	50.5±1.3	12.9±1.0
5%区	25.8±0.9	2.6±0.4	8.1±0.2	50.7±1.2	12.2±0.9

7) 血液検査成績

試験終了時の血中 IgG 濃度を表 6 に示した。血中 IgG 濃度において、各区間に有意差が認められ、5%区が最も低く、3%区が最も高い数値となった (P<0.01、P<0.05)。

表6 血中 IgG 濃度

区分	IgG(mg/ml)
対照区	9.70±0.12aA
3%区	12.83±1.94aB
5%区	7.45±0.94b

期間中の血清生化学検査結果を表 7 に示した。各項目において添加量の違いによる有意な差は認められなかったが、給与期間で UA 及び GLU において試験開始時(0 週)と比べ有意な差が認められた (p<0.01, 0.05)。

表7 血清生化学検査結果

		0%			3%			5%			ANOVA		
		0週	4週	8週	0週	4週	8週	0週	4週	8週	期間	添加量	期間×添加量
TP	g/dL	5.67±0.45	5.30±0.36	5.77±0.40	5.27±0.35	5.57±0.21	5.63±0.21	5.87±0.40	5.33±0.35	5.43±0.12	ns	ns	ns
T-Cho	mg/dL	139±2	162±54	157±32	132±16	146±27	180±67	215±62	177±59	166±19	ns	ns	ns
AST	IU/L	252±93	216±37	195±3	214±20	206±26	223±31	227±28	196±37	255±34	ns	ns	ns
ALT	IU/L	2.27±1.16	2.33±1.53	2.67±0.58	2.00±1.00	3.00±0.00	2.33±0.58	3.33±0.58	3.00±0.00	3.00±0.00	ns	ns	ns
ALP	IU/L	885±264	880±452	809±142	705±160	813±274	703±303	750±395	800±383	828±335	ns	ns	ns
LDH	IU/L	2808±317	1766±272	2046±881	1770±1037	2329±409	1671±119	2505±1559	2623±574	1780±1022	ns	ns	ns
CPK	IU/L	3024±1063	2703±912	2505±859	2127±1264	3270±1262	2269±255	2342±797	2435±279	1890±1102	ns	ns	ns
UA	mg/dL	3.77±0.60	6.20±1.15**	5.63±0.96*	4.50±0.20	6.50±1.05*	6.30±0.92*	4.63±0.81	4.60±0.87	5.70±1.65	p<0.01	ns	ns
GLU	mg/dL	136±21	145±7	170±5*	125±24	158±25*	154±8	116±27	161±13**	167±14**	p<0.01	ns	ns

データを平均値±標準偏差で示す。

*p<0.05, **p<0.01 vs. 0週(二元分散分析とFisher PLSD法による)

8) 腸内細菌検査成績

試験終了時の大腸菌群及びカンピロバクター属菌について図 1~2 に示した。全体的に検体毎の菌数にばらつきが大きかった。また、カンピロバクター属菌は検体数が多く同時に処理することができなかつたため、一度-80℃で凍結後、解凍し測定を行った。このため、カンピロバクター属菌がダメージを受け、全体的に菌数は少ない傾向にあった。また、対照(未添加)区からはカンピロバクター属菌は検出されなかつた。この結果を基に平均値とばらつきが大きかつたため中央値との比較を行った。大腸菌群はばらつきが多く、各区間に有意な差は認められなかつたが、添加により腸内容物中の 1g 当たりの大腸菌群数は大きく減少した。また、中央値で見た場合は容量依存性も確認された。

一方、カンピロバクター属菌の場合は、検出された菌数が少なく、対照区からは検出されなかつたので、一定の傾向を見出すことはできなかつた。

図1 採卵鶏の大腸菌群（平均値）の比較

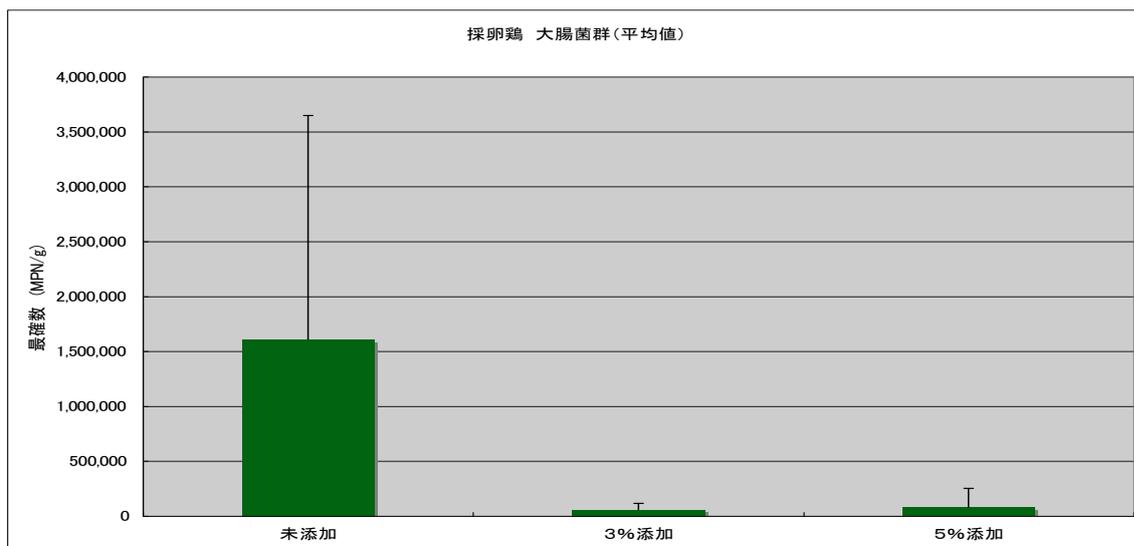
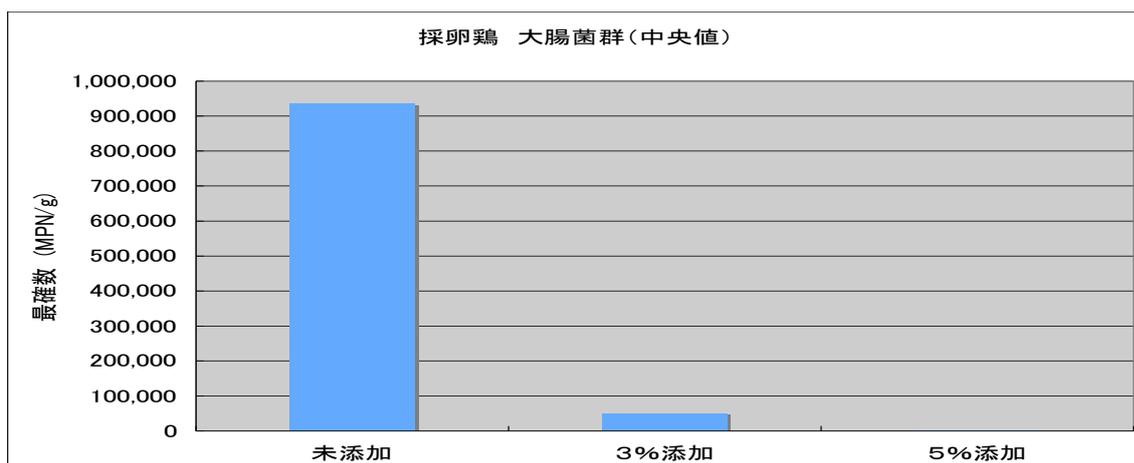


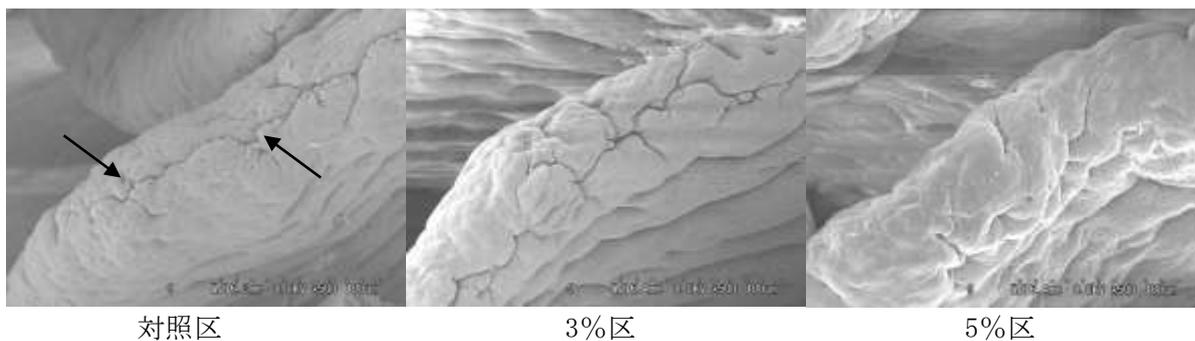
図2 採卵鶏の大腸菌群（中央値）の比較



9) 腸管の組織学的検査成績

終了時の十二指腸管の組織学的検査成績について図3に示した。絨毛高及び細胞面積は各区間に有意な差は認められなかった。走査型電子顕微鏡による十二指腸絨毛頂部表面に分布する吸収上皮細胞は、対照区で隆起した細胞であった(矢印)が、3%区でその隆起の程度が減少し、5%区では平坦な上皮細胞へと変化していた。

図3 走査型電子顕微鏡による十二指腸吸収上皮細胞の状態



対照区

3%区

5%区

竹抽出物が鶏に及ぼす影響

10) 臭気検査成績

試験終了時の臭気成分濃度を表7に示した。アンモニアが対照区に比べ添加区が有意に高かった ($p < 0.05$)。

表7 臭気成分濃度 単位：ppm

区 分	アンモニア	硫化水素	メチルメルカプタン
対照区	265±15A	150<	42.5±2.5
3%区	355±5B	150<	39.0±1.0
5%区	345±5B	150<	40.0±0.0

異符号間に有意差あり AB : $p < 0.05$

11) 食味官能検査成績

試験終了時の食味官能検査成績を表8に示した。卵かけご飯では、各項目において3%区が良い評価であった。ゆで卵では、各区とも同程度の評価であった。

表8 食味官能検査成績

①卵かけご飯 単位：%

区 分	香り	味	総合評価
対照区	16	4	11
3%区	20	44	41
5%区	12	33	26

②ゆで卵 単位：%

区 分	香り	味	総合評価
対照区	31	27	32
3%区	17	37	29
5%区	21	23	29

試験2. 肉用鶏への竹抽出物給与試験

1) 生存率

生存率を表1及び2に示した。0~3週齢では、5%区で他の区よりも低かった。3~7週齢では、全ての区で寒さによる死亡・淘汰鶏がみられた。中でも3%区が低かった。

表1 生存率(0~3週齢)

区 分	供試羽数	死亡羽数	生存羽数	生存率	死亡原因
対照区	94	5	89	94.7	発育不良、虚弱
3%区	94	2	92	97.9	発育不良、虚弱
5%区	94	11	83	88.3	発育不良、虚弱

表2 生存率(3~7週齢) 各区30羽×3反復

区 分	供試羽数	死亡・淘汰羽数	生存羽数	生存率	死亡原因
対照区	81	12	69	85.2	淘汰：発育不良、脚弱 死亡：寒さによる虚弱死
3%区	84	21	63	75.0	淘汰：発育不良、脚弱 死亡：寒さによる虚弱死
5%区	78	11	67	85.9	淘汰：発育不良、脚弱 死亡：寒さによる虚弱死

竹抽出物が鶏に及ぼす影響

2) 体重

体重の推移を表3及び4に示した。0～3週齢では、対照区に比べ添加区が有意に大きかった ($p < 0.01, 0.05$)。3～7週齢では、3週齢時に5%区が大きかった ($p < 0.05$) が、その後は差がなくなった。

表3 平均体重の推移(0～3週齢)

単位：g

区分	0週齢	1週齢	2週齢	3週齢
対照区	36.5±2.2a	132.1±26.1a	405.2±58.5A	832.8±84.3A
3%区	38.7±2.8b	161.7±15.8b	419.3±31.8B	838.4±66.9
5%区	38.1±2.8	153.8±23.3c	419.4±54.1	860.7±89.2B

異符号間に有意差あり ab : $p < 0.01$, AB : $p < 0.05$

表4 平均体重の推移(3～7週齢)

単位：g

区分	3週齢	5週齢	7週齢
対照区	831.4±84.1A	1,731.1±196.4	3,053.0±346.1
3%区	838.1±67.2A	1,721.5±157.3	3,041.0±314.6
5%区	859.5±89.7B	1,733.2±229.5	2,980.2±392.5

異符号間に有意差あり AB : $p < 0.05$

3) 飼料利用性

飼料利用性を表5及び6に示した。飼料摂取量については0～3週齢で添加区が対照区に比べ、多い傾向にあった。また、3～7週齢では添加区が対照区に比べ、少ない傾向にあった。

飼料要求率については0～3週齢で添加区が対照区に比べ、増体重の割りに摂取量が多かったため、要求率が高い傾向にあった。また、3～7週齢では5%区が他の区に比べ、要求率が高い傾向にあった。

表5 増体重・飼料利用性(0～3週齢)

区分	平均体重(g/羽)		増体重(g/羽)	飼料摂取量(g/羽)	飼料要求率
	0週齢	3週齢			
対照区	36.5±2.2a	832.8±84.3A	794.9	920.4	1.16
3%区	38.7±2.8bc	838.4±66.9	799.4	952.1	1.19
5%区	38.1±2.8c	860.7±89.2B	821.5	967.7	1.18

異符号間に有意差あり ab : $p < 0.01$, AB : $p < 0.05$

表6 増体重・飼料利用性(3～7週齢)

区分	平均体重(g/羽)		増体重(g/羽)	飼料摂取量(g/羽)	飼料要求率
	3週齢	7週齢			
対照区	831.4±84.1A	3,053.0±346.1	2,221.6	4,490.0	2.02
3%区	838.1±67.2A	3,041.0±314.6	2,203.0	4,446.6	2.02
5%区	859.5±89.7B	2,980.2±392.5	2,120.6	4,465.6	2.11

異符号間に有意差あり AB : $p < 0.05$

4) 飲水量

期間中の飲水量を表7に示した。4週齢までは添加区が多い傾向にあったが、5週齢以降は差はなくなり、5%区においてはむしろ減少する傾向にあった。

竹抽出物が鶏に及ぼす影響

表7 飲水量の推移(1~7週齢)

単位：g/羽・日

区 分	1週齢	2週齢	3週齢	4~7週齢
対照区	28.7	91.8	153.4	236.2
3%区	33.0	99.0	152.5	241.2
5%区	33.3	103.4	154.5	226.7

5) と体成績

と体成績を表8に示した。と体重は各区に有意な差は認められず、部位別に見ても差は認められなかったが、正肉歩留率は添加区が良い傾向にあった。

表8 と体成績

区 分	と体重 (g)	部位別重量(g)				正 肉 歩留率 (%)	腹腔内脂 肪率 (%)
		もも	むね	ささみ	腹腔内脂 肪		
対照区	2,833±107	531±31	559±59	112±14	44±15	42.4	1.5
3%区	2,860±125	531±30	600±86	118±17	37±9	43.7	1.3
5%区	2,877±56	554±39	601±60	125±16	44±15	44.5	1.5

6) 肉質検査成績

肉質検査成績を表9~12に示した。加熱損失では各区に有意な差はなく、圧搾肉汁率では5%区が有意に低くなった(p<0.01)。破断応力については有意な差は認められなかった。

肉色においても有意な差は認められなかったが、脂肪融点では5%区が他の区に比べ、有意に高くなった(p<0.01)。

脂肪酸組成については、リノール酸で3%区が対照区に比べ、有意に低くなった(p<0.05)が、それ以外では差は認められなかった。

アミノ酸組成については、グリシンで3と5%間に有意な差があったが(p<0.01)が、それ以外では差は認められなかった。

表9 加熱損失、圧搾肉汁率、破断応力

区 分	加熱損失(%)	圧搾肉汁率(%)	破断応力(N/m ²)E×10 ⁷
対照区	21.0±2.0	44.4±1.9a	4.2±1.9
3%添加区	21.1±1.8	43.1±2.1	4.3±1.0
5%添加区	21.2±2.7	42.8±1.1b	5.7±2.9

異符号間に有意差あり ab : p<0.01

表10 肉色(L, a, b 値)、脂肪融点

区 分	L 値	a 値	b 値	脂肪融点(°C)
対照区	50.8±2.6	3.2±1.0	2.9±1.6	19.7±1.0ab
3%添加区	50.1±4.0	3.0±0.9	3.1±1.5	20.0±0.7a
5%添加区	52.9±5.5	2.8±1.4	2.0±1.8	26.1±0.8c

異符号間に有意差あり ab : p<0.01

竹抽出物が鶏に及ぼす影響

表 11 脂肪酸組成 (%)

項目	対照区	3%添加区	5%添加区
ミスチン酸	0.5±0.0	0.5±0.0	0.6±0.0
パルミチン酸	21.5±0.6	21.8±0.6	21.5±1.0
パルミトレイン酸	3.1±0.7	3.3±0.7	3.1±0.7
ステアリン酸	6.3±0.7	6.5±1.2	6.5±0.8
オレイン酸	48.2±0.8	48.8±1.1	48.1±1.4
リノール酸	19.1±0.8A	17.9±0.8B	18.9±1.9
リノレン酸	1.2±0.1	1.1±0.1	1.2±0.2

異符号間に有意差あり AB : p<0.05

表 12 アミノ酸組成 (g/100g)

項目	対照区	3%添加区	5%添加区
アルギニン	1.47±0.05	1.46±0.02	1.36±0.07
リジン	1.99±0.07	1.99±0.05	1.86±0.11
ヒスチジン	1.26±0.07	1.29±0.04	1.15±0.13
フェニルアラニン	0.89±0.03	0.89±0.01	0.83±0.04
チロシン	0.79±0.02	0.79±0.02	0.73±0.04
ロイシン	1.79±0.06	1.80±0.04	1.67±0.09
イソロイシン	1.03±0.04	1.03±0.02	0.94±0.06
メチオニン	0.63±0.02	0.64±0.01	0.58±0.03
バリン	1.10±0.05	1.09±0.02	1.01±0.08
アラニン	1.32±0.04	1.31±0.02	1.22±0.06
グリシン	1.04±0.04	1.00±0.00a	0.97±0.01b
プロリン	0.82±0.02	0.81±0.01	0.77±0.03
グルタミン酸	3.36±0.08	3.37±0.07	3.16±0.16
セリン	0.89±0.02	0.90±0.02	0.85±0.04
スレオニン	1.02±0.02	1.01±0.02	0.95±0.05
アスパラギン酸	2.12±0.07	2.12±0.04	1.99±0.11
トリプトファン	0.28±0.01	0.28±0.01	0.26±0.02
シスチン	0.26±0.01	0.26±0.00	0.24±0.01

異符号間に有意差あり ab : p<0.01

7) 血液検査成績

試験終了時の血中 IgG 濃度を表 13 に示した。各区間に有意な差は認められなかった。

表 13 血中 IgG 濃度

区分	IgG (mg/ml)
対照区	4.46±0.70
3%添加区	4.88±0.91
5%添加区	4.35±0.93

期間中の血清生化学検査結果を表 14 に示した。各項目において添加量の違いによる有意な差は

竹抽出物が鶏に及ぼす影響

認められなかったが、給与期間で T-Cho、UA 及び GLU において試験開始時(0 週)と比べ有意な差が認められた ($p < 0.01$)。

表14 ブロイラーの血清生化学試験結果

		0%			3%			5%			ANOVA		
		3週	5週	7週	3週	5週	7週	3週	5週	7週	期間	添加量	期間x添加量
TP	g/dL	3.43±0.06	3.43±0.31	3.43±0.31	3.37±0.25	3.40±0.10	3.58±0.06	3.63±0.25	3.63±0.15	3.87±0.32	ns	ns	ns
T-Cho	mg/dL	156±27	129±12*	138±22	177±8	140±8**	132±6**	195±17	131±15**	153±8**	p<0.01	ns	ns
AST	IU/L	216±6	193±19	234±45	241±12	216±39	231±57	235±21	226±59	253±34	ns	ns	ns
ALT	IU/L	3.33±0.58	3.00±0.00	2.67±0.58	3.33±0.58	3.00±0.00	3.33±0.58	4.00±1.00	3.00±1.00	3.33±0.58	ns	ns	ns
ALP	IU/L	10277±2800	15816±8641	12225±9044	11234±7603	17744±4985	9942±2774	6943±1510	6454±1841	7575±2338	ns	ns	ns
LDH	IU/L	3100±134	1988±624	1944±137	2751±832	2750±944	2855±736	3195±1220	2188±663	2148±573	ns	ns	ns
CPK	IU/L	5287±694	4455±1467	11180±4232	4417±706	7434±4624	12581±10852	3698±913	10357±10481	11390±2497	p<0.05	ns	ns
UA	mg/dL	11.1±4.92	5.07±1.10*	5.07±1.27*	13.2±3.78	5.00±1.15**	5.70±0.63**	9.17±5.76	4.693±0.59	4.50±0.56	p<0.01	ns	ns
GLU	mg/dL	21±13	67±13**	85±4**	46±30	67±14	58±28	21±8	75±13**	74±10**	p<0.01	ns	ns

データを平均値±標準偏差で示す。

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ vs. 3週(二元分散分析とFisher PLSD法による)

8) 腸内細菌検査成績

試験終了時の肉用鶏(ブロイラー)の大腸菌群及びカンピロバクター属菌について図1~2に示した。肉用鶏の場合もほぼ採卵鶏の場合と同様にばらつきが大きく、各区間に有意な差は認められなかったが、添加区では平均値でも中央値でも腸内容物中の1g当たり的大腸菌群数は大きく減少した。また、中央値で見た場合はやや容量依存性も確認された。

一方、カンピロバクター属菌の場合は、検出された菌数が少なく、3%区からは検出されなかった。平均値で見ると対照区に比べ5%区が低下しているが、中央値で見ると5%区が高い数値であるなど、添加による一定の傾向を見いだすことはできなかった。

図1 肉用鶏の大腸菌群(平均値)の比較

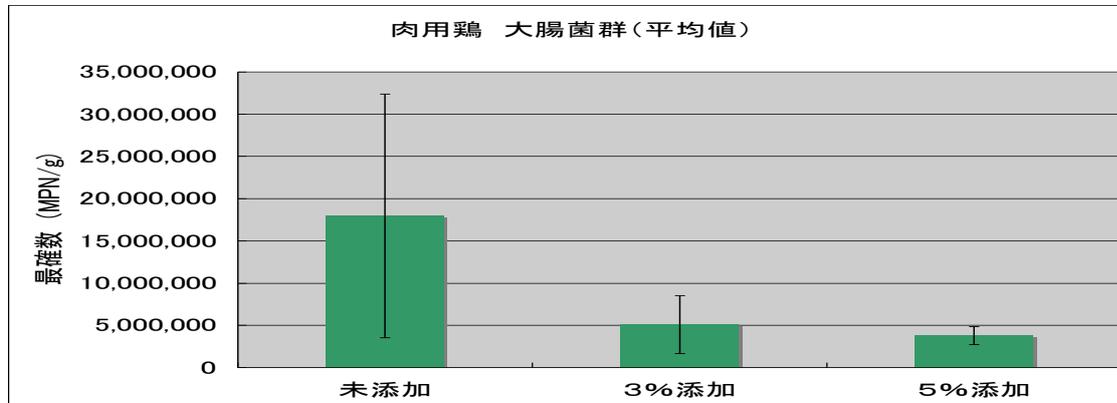
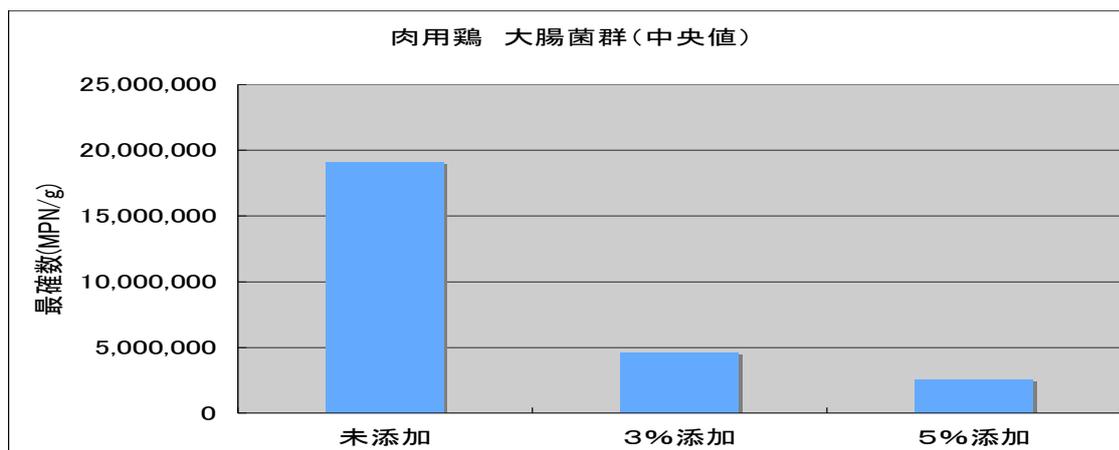


図2 肉用鶏の大腸菌群（中央値）の比較



9) 腸管の組織学的検査成績

終了時の肉用鶏(ブロイラー)の十二指腸管の組織学的検査成績について、絨毛高及び細胞面積は各区間に有意な差は認められなかった。また、組織学的にも差はみられなかった。

10) 臭気検査成績

試験終了時の臭気成分濃度を表15に示した。いずれの項目も各区間に有意な差があり、アンモニア、硫化水素では5%区がメチルメルカプタンでは3%区が有意に高かった($p < 0.01$)。

表15 臭気成分濃度

単位: ppm

区分	アンモニア	硫化水素	メチルメルカプタン
対照区	4.7±0.5a	5.0±0.0a	4.7±0.5a
3%区	2.3±0.5b	31.0±5.4b	12.3±2.1b
5%区	24.0±2.9c	95.7±4.9c	1.7±0.5c

異符号間に有意差あり ab: $p < 0.01$

11) 食味官能検査成績

試験終了時の食味官能検査成績を表16に示した。歯ごたえを除き、香り、味、総合評価で対照区が良かった。

表16 食味官能検査成績

(%)

区分	香り	味	歯ごたえ	総合評価
対照区	25	47	25	57
3%区	6	0	19	0
5%区	6	27	38	21

考 察

試験1. 採卵鶏への竹抽出物給与試験

竹抽出物を水道水に3及び5%添加し、60日間、採卵鶏に飲水給与した場合の生産性等に及ぼす影響について調査した結果、各区とも期間を通して生存率は100%であった。

飼料利用性について飼料摂取量で5%区が他の区に比べ有意に少なくなり、これに関連して産卵率も有意に低くなった。飼料要求率についても対照区に比べ、添加濃度が高くなるにつれ要求率も高くなる傾向にあった。添加による生産性の低下が示唆された。

飲水量は対照区に比べ増加する傾向にあったが、飼料摂取量との関連性は確認できなかった。

卵質検査や脂肪酸組成では各区間に有意な差は認められなかったが、卵重は5%区が低い傾向にあったことは前述の飼料摂取量の減少に関連した結果であると思われた。

竹抽出物が鶏に及ぼす影響

血中 I g G 濃度では各区間に有意な差が認められ、5%区で最も低く、3%区が最も高い数値となった。ストレスや外部からの細菌、ウイルス等の感作に反応することが知られており、5%区は添加によるストレスによる免疫機能の低下が示唆された。伊藤ら^{1 1)} は乳酸菌及びオリゴ糖添加により、抗体産生能や遅延型過敏反応の結果から免疫増強作用がみられた報告しており、今回の試験では3%区で同様の作用が認められた。5%区では逆に作用の低下が認められた。

腸内細菌検査では添加により大腸菌群の減少傾向が認められた。このことは乳酸菌などいわゆる善玉菌が多くなり、腸内が大腸菌やサルモネラ等の食中毒菌の生育しにくい環境になっている可能性が示唆された。竹抽出物に含まれるマンノースには細菌を凝集させ、菌の腸管粘膜への付着を抑制することが知られている。清水^{1 2)} はマンナンオリゴ糖(マンノースを主成分とする多糖体)給与により、盲腸での大腸菌及びサルモネラの検出率が低かったと報告している。

腸管の組織学的検査では絨毛高及び細胞面積とも各区間に有意な差は認められず、絨毛上部の細胞形態も平坦であったことから、添加による腸管の活性化はされていないものと考えられた。

臭気検査ではアンモニアが対照区に比べ添加区が有意に高くなった。また、期間中の糞便も添加濃度が高くなるにつれ、6週経過辺りから軟便になってきたことから、腸内細菌叢に影響を及ぼしたものと考えられた。細菌検査では大腸菌群の減少傾向が認められたが、悪臭物質の低減にはつながらなかった。

食味官能検査では卵かけご飯で添加区が味(コク、うまみ)において高い評価を受けたが、今回調査した卵質検査や脂肪酸組成の成績からは、その関連性は解らなかった。今後、アミノ酸組成についても調査する必要があると考えられた。

試験 2. 肉用鶏への竹抽出物給与試験

竹抽出物を水道水に3及び5%添加し、49日間、ブロイラー(チャンキー種)に飲水給与した場合の生産性等に及ぼす影響について調査した。生存率は3週齢までは5%区で他の区よりも低かった。3%区が最も良好であったことから、添加濃度の差による雛の生存に影響があったものと考えられた。3週以降は防寒対策の不備により全区において死亡、淘汰鶏がみられたため低い生存率となった。増体重は3週齢までは添加区が有意に大きくなった。3週齢以降は各区間の差はなくなった。本池ら^{1 3)} はオリゴ糖含有物を投与した場合、添加量を増加するほど、体重の増加と育成率の向上傾向があると報告している。また、渡邊ら^{1 4)} はオリゴ糖の添加は増体性や飼料効率に効果はなかったと報告するなど、結果は一定でなく、今回の結果は渡邊らの報告と一致するものがあった。

飼料利用率について飼料摂取量が添加区で3週齢までは多く、3週齢以降は少ない傾向にあった。また、飼料要求率については、3週齢までは添加区が高く、3週齢以降は5%区が他の区に比べ高い傾向にあった。このことから添加による生産性の低下が懸念された。

と体・肉質検査では5%区で圧搾肉汁率の有意な低下及び脂肪融点の有意な上昇がみられた。このことは鶏肉のジューシーさや食味の低下を示唆するものであった。今回、脂肪融点の上昇に関連する脂肪酸組成の変化は認められなかった。

腸内細菌検査では採卵鶏と同様、添加により大腸菌群の減少傾向が認められた。このことは乳酸菌などいわゆる善玉菌が多くなり、腸内が大腸菌やサルモネラ等の食中毒菌の生育しにくい環境になっている可能性が示唆された。

腸管の組織学的検査では絨毛高及び細胞面積とも各区間に有意な差は認められなかったことから、添加による腸管の活性化はされていないものと考えられた。

臭気検査ではアンモニア、硫化水素では5%区が、メチルメルカプタンでは3%区が有意に高くなったことから、採卵鶏と同様、添加により腸内細菌叢に影響を及ぼしたものと考えられた。

食味官能検査では特に香り、味において添加区の評価が低かったが、脂肪酸やアミノ酸組成との

関連性は認められなかった。

以上、採卵鶏、肉用鶏への給与結果から竹抽出物添加による効果は期待できなかったが、今後、添加濃度や添加時期の検討等更なる検証が必要であると考えられた。

引用文献

- 1) 岩澤敏幸・松井繁幸・横越英彦・蔡義民・大石誠一(2007)モウソウチク由来の生理活性資材の開発とその応用に関する研究(第1報). 静岡畜技研報, 第1号, 37-43
- 2) 松井繁幸・蔡義民・大石誠一・横越英彦・岩澤敏幸・中村茂和・池谷守司・関哲夫(2009)モウソウチクサイレージの鶏飼料への応用. 静岡畜技研報, 第2号, 27-33
- 3) 岩澤敏幸・大谷利之・池谷守司(2005)鶏による竹資源利用に関する研究(第1報). 静岡中小家試研報, 第16号, 49-53
- 4) 大谷利之・岩澤敏幸(2006)モウソウチクサイレージ調整とその発酵品質. 静岡中小家試研報, 第17号, 53-57
- 5) 大谷利之・和久田高志・関哲夫・岩澤敏幸・池谷守司(2004)畜産分野における竹資源の利活用. Bamboo Journal, 第21号, 72-77
- 6) 中村茂和・松井繁幸・杉山典・黒田博通(2009)竹粉サイレージの給与が肉用鶏及び採卵鶏の排せつ物臭気に及ぼす影響. 静岡畜技研報, 第2号, 43-48
- 7) 大谷利之・杉山典・関哲夫・岩澤敏幸・池谷守司(2005)竹粉サイレージ給与が肉用鶏のふん便臭気に及ぼす影響. 静岡中小家試研報, 第16号, 55-58
- 8) 大谷利之・和久田高志・関哲夫・岩澤敏幸・池谷守司(2005)竹粉サイレージ給与が肉用鶏飼養に及ぼす影響. Bamboo Journal, 第22号, 122-127
- 9) 牧田正義(1993)フラクトオリゴ糖の採卵鶏への応用. 鶏の研究, 第68号
- 10) 紺野耕(1991)産卵鶏およびブロイラーへのイソマルトオリゴ糖の有効利用. 鶏の研究, 第66号, 37-39
- 11) 伊藤裕和・野田賢治・加藤泰之(2005)乳酸菌及びオリゴ糖の飼料添加による名古屋種の免疫増強効果. 日本家禽学会誌, 第42号, 35
- 12) 清水幹夫(1996)マンナンオリゴ糖の特徴と有用性. 養鶏の友, 第412号, 44-48
- 13) 本池麻由美・前田喜功・忠田孝樹・遠藤喜久(1999)腸内有用菌利用によるブロイラーの生産性向上試験. 鳥取中小家畜試研報, 第55号, 27-30
- 14) 渡邊理・藤中邦則・内山健太郎・勝田康夫・大隈一裕(1993)特産鶏の脂肪蓄積に対するガラクトオリゴ糖及び難消化性デキストリン添加の影響. 日本家禽学会誌, 第30号, 35