

「食品残渣を利用した鶏卵の生産、ブランド化」

神奈川県立相原高等学校 畜産科学科 3年 彦坂 笙子

1. 研究動機

神奈川県立相原高校に入学後、農業クラブ養鶏班で活動を行っていく中で、小学校をはじめとする地域の食品残渣処理、畜産経営での飼料価格の高騰などの問題を目の当たりにした。そこで、双方の問題を少しでも改善すべく食品残渣を活用した鶏卵生産の研究をスタートした。

一方で、さらに低コストで美味しく安心できる鶏卵を地域に提供し、地域に根ざした鶏卵生産を実現すべく、それらの鶏卵のブランド化に向けた活動を行った。

2. 研究目的

身近なところから排出されている食品残渣である給食残飯を用いて、環境に優しく低コストで美味しい鶏卵を生産し、地域に還元する。また、食品残渣の飼料化方法を確認し、地域のブランド化をはかる。

3. 研究計画

	研究・実践内容
平成19年度	・食品残渣（主に給食残飯）の飼料化 ・「相っこ卵」の生産
平成20年度	・地域への販売、小学校給食への提供などの普及活動
平成21年度	・豆腐粕による「相っこ卵」の卵質改善 ・「相っこ」ブランドの商標登録 ・「相っこプリン」商品化 ・地域への販売、普及活動

以上のような研究計画をプロジェクトチーム全員で手分けをして取り組み、研究リーダーとして全ての研究活動に携わった。

4. 研究内容

【給食残飯の飼料化】

食品残渣の飼料化を考えた際、最初に高温乾燥法による飼料が望ましいと考えた。高温乾燥法は機械による高温での乾燥により、加工中の腐敗が起らず、残飯内の大腸菌も死滅させることが出来、衛生的な飼料を短時間で加工することが可能である。しかし一方で莫大な設備費や光熱費がかかり高コストとなってしまうため、学校の小規模な養鶏への導入は不可能であった。



高温乾燥用機械

そこで私たちは、神奈川県畜産技術センターで行われている食品残渣の乳酸発酵による飼料化に着目した。この方法は食品残渣を専用の樽に密封し乳酸発酵させる、簡易的で低コストな飼料化方法だ。これを参考に、私たちにも出来る飼料化方法として、ビニルハウスでの自然乾燥とドラム缶を用いた嫌気性発酵を組み合わせ、**自然乾燥発酵法を考案した。**

自然乾燥発酵法

1) ハウスでの自然乾燥

小学校や給食センターからいただいた給食残渣を種類別にハウス内で自然乾燥させる。夏場は2日間、冬場では3日間ほど天日乾燥し、水分含量を30%以下程度まで落とす。また、パンくずは乾燥させる前に一度、粉碎する。

2) 粉碎

乾燥させた残渣を鶏が消化しやすいように、粉碎機を用いて細かく粉碎する。パンくずは2度目の粉碎を行う。

3) 配合

給食残飯は栄養価のバラツキが大きいため、配合はできるだけ残渣の種類ごとに成分を考えて配合し、よく混合する。また、酵促進資材を添加し、ドラム缶内での嫌気性発酵を促進させる。

4) ドラム缶への詰め込み、密封

混合した残飯をドラム缶内に入れていき、踏圧しながら空気を抜き、いっぱいになったら蓋をして密封する。密封したドラム缶は夏場は1~2週間、冬場は2~3週間程度嫌気発酵させる。完成した発酵残渣はドラム缶内で1ヶ月以上保存可能で、嫌気発酵により鶏の嗜好性も良好となる。

給食残渣を飼料化するにあたり一番問題となったのが栄養価の問題であった。給食残飯の中でも最も廃棄量が多くエネルギー価の高いパンくず、タンパク質源として鰹節などのだしがら、カルシウム源としてのカキ殻を主原料として、日本飼養標準の成分値を目標に飼料計算しながら配合比率を考えた。

<採卵鶏の飼養標準>

	ME (kcal/kg)	粗タンパク質 (%)	カルシウム (%)	リン (%)
産卵鶏	2,800	15	3.4	0.65

そして、最も飼養標準に近い栄養価を得られる配合比率として、飼料成分表、食品成分表から**パン83%、だしがら10%、カキ殻7%**の配合比率を決定した。そしてこの配合比率で自然乾燥・発酵させた発酵残渣の成分分析を行った。

<成分分析結果>

水分 (%)	粗タンパク質 (%)	粗灰分 (%)	カルシウム (%)
9.59	15.97	7.59	7.40

* 水分：サンプリング7つの平均値。

* 粗タンパク質：サンプリング8つ、実験数2回の平均値。

* 粗灰分・カルシウム：サンプリング4つ、実験数2回の平均値



自然乾燥



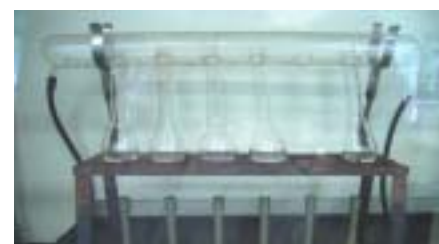
粉碎



配合



密封・発酵



粗たんぱく質の定量(加熱分解)

粗灰分は少ない結果となったが、粗タンパク質、カルシウムは**飼養標準の値を満たす**結果となった。また、**水分含量も10%以下**の値となり、カビの発生、腐敗が起こりにくいといえる。これらの結果から、**パン83%、だしがら10%、カキ殻7%**配合の発酵残渣は飼養標準をほぼ満たし、通常成鶏用配合飼料と同等の栄養価があるといえる。また、水分含量が抑えられ、保存性も優れていることが分かった。

【発酵残渣の採卵鶏への給与試験、卵質検査と市販配合飼料への配合比率の決定】

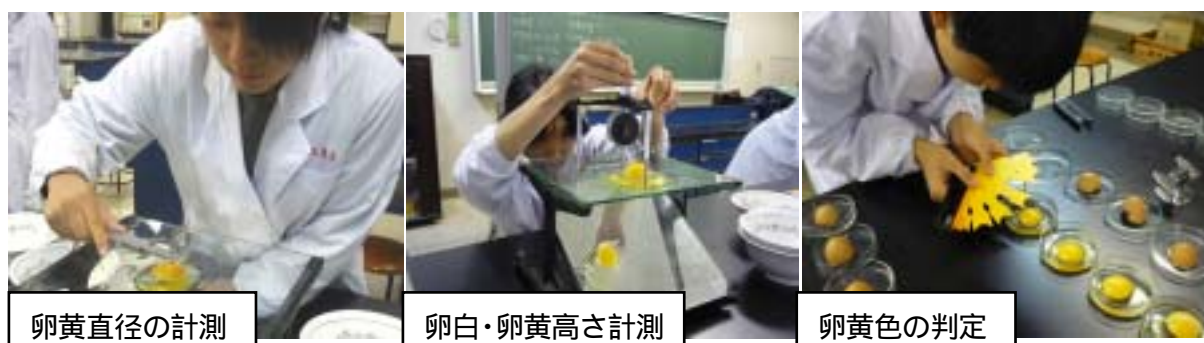
発酵残渣の開発に成功した後、それらの採卵鶏への給与試験、及び給与し生産された鶏卵の卵質検査を行った。給与試験、卵質検査は 配合飼料100%給与区、発酵残渣25%給与区、発酵残渣50%給与区、発酵残渣100%給与区の4区画で行い、発酵残渣の市販の鶏用配合飼料への配合比率を決定した。

< 発酵残渣の採卵鶏への給与試験、卵質検査結果 >

	配合飼料 100%区	発酵残渣 25%区	発酵残渣 50%区	発酵残渣 100%区
産卵率(%)	95.4	94.2	95.9	61.2
産卵日量(g)	60.9	56.4	63.0	33.1
卵重(g)	65.1	62.2	63.4	61.7
卵殻色(12段階)	8.3	8.0	7.3	9.0
卵殻厚(mm)	0.455	0.441	0.454	0.440
卵黄色(12段階)	11.3	9.7	8.3	8.3
卵黄係数	0.50	0.49	0.51	0.48

* 産卵率・産卵日量：給与期間125日の平均値。

* 卵重以下：各区サンプリング3つ、検査数2回の平均値。



以上の結果から、発酵残渣の給与量は全体の50%までなら、産卵成績、産卵日量ともに配合飼料100%の場合とほとんどかわりなく、鶏卵生産に影響はないことがわかった。一方、発酵残渣の給与を行ったすべての区において卵質の低下がみられるものの、販売規格を十分に満たす値であった。

次に、生産した鶏卵の販売や地域への提供に向けて、発酵残渣50%給与により生産した鶏卵の衛生細菌検査を行った。

- 培地の種類と対象 -

- ・普通寒天培地 : 一般細菌
- ・デゾキシコレート培地 : サルモネラ
- ・マンニット食塩培地 : ブドウ球菌
- ・DHL 寒天培地 : 大腸菌、赤痢菌

(右図)



- 使用器具類 -

各種培地、三角フラスコ、シャーレ、白金耳、駒込ピペット、ビーカー、アルミ箔、ガスバーナー、電子天秤、滅菌機、培養機、クリーンベンチ

- 検査方法 -

- 1) 各種粉末培地の必要量を電子天秤で測り、それぞれ三角フラスコに入れる
- 2) メスシリンダーで必要量の蒸留水を測り、三角フラスコに入れ培地を溶かし、三角フラスコの口をアルミ箔で密封する
- 3) 白金耳、駒込ピペットをアルミ箔で包み、培地が入った三角フラスコ、ビーカーとともに滅菌機により滅菌する。
- 4) クリーンベンチ内で駒込ピペットを用いて培地をシャーレに流し入れる
- 5) ビーカー内で卵を割り、ガスバーナーで火焰滅菌した白金耳により培地に卵を塗布する (右図)
- 6) 培養機に入れ、37℃で約3日間培養させる
- 7) 培養したシャーレを取り出しコロニーを観察、記録



卵液の塗布

培地名 (対象となる菌)	結果
普通寒天培地 (一般細菌)	陰性
デゾキシコレート培地 (サルモネラ)	陰性
マンニット食塩培地 (ブドウ球菌)	陰性
DHL 寒天培地 (大腸菌、赤痢菌)	陰性

以上の様に、全ての培地においてコロニーの検出は見られず、陰性であった。この結果から、**発酵残渣を50%与えて生産した鶏卵の卵内は清浄**であり、食用として問題がないことが確認できた。

このようにして、発酵残渣を一定割合給与することで生産した**本校独自の鶏卵を「相っこ卵」**とネーミングし、生産を開始した。



「相っこ卵」

【「相っこ卵」の生産コスト】

発酵残渣は、残渣を運ぶ際の運賃や飼料化するための労賃を含めないと、生産コストは発酵促進資材のコストのみとなる。発酵促進資材はドラム缶1缶(100kg)分で米ぬか75kg(4250円)の他、もみ殻25kg(稲作農家から無料で頂く)、もとだね(前回の発酵促進資材の残り)、糖蜜少々から成る。よって発酵促進資材1kg当りの価格は42.5円となる。発酵残渣1缶(80kg)あたり発酵残渣を500g配合するので、**発酵残渣1kg当りの価格は0.26円**である。一方、鶏用配合飼料100%の場合の1kg当り飼料価格は50.0円である。よって、鶏用配合飼料に50%発酵残渣を配合した場合、**10kg当り25.13円で、飼料コストが約半分に削減**できることが分かる。これにより、ひな代等その他のコストを含め、**鶏卵生産コストを33%削減**することができた。

さらに、飼料のもとである食品残渣の廃棄処理費は通常10kg当り360円かかる。小学校や地域から出る食品残渣を活用することで、乾物換算(残渣の水分含量を80%、乾燥後10~20%になったと仮定)すると、10kg当り約180円程度、**食品残渣の廃棄処理費用を節減**できる。また、食品残渣の焼却処分によるCO2排出等、**環境負荷も軽減**されると考える。

【豆腐粕の利用による卵質の改善】

これまでの発酵残渣は、たんぱく質源として小学校から出される給食の「だしがら」のみを利用してきた。だしがらは給食の献立により回収量にバラつきがある他、魚特有の臭みを持ち、鶏卵の生臭さの原因となっていた。そこで、**地域の豆腐店から大量に排出される豆腐粕**を飼料化し新たな発酵残渣のタンパク質源として活用し、**発酵残渣及び鶏卵の品質改善**を行った。

豆腐粕(おから)とは、豆腐を製造する過程で大豆から豆乳を搾った後の残り粕のことである。成分的には乾物中1kg当り、粗たんぱく質約26%、粗脂肪約13%、粗繊維約15%、TDN約33%と非常に栄養価に優れている。通常は水分を約75~80%含んだ状態で流通されているが、品質の劣化が早く日持ちがしないため、家畜の飼料として一部を活用したり脱水して保存性を高めて供給されるほかは、ほとんどが廃棄処分される現状にある。



だしがら



豆腐粕

豆腐粕を飼料化するにあたり、一番問題となるのは水分含量の多さであった。80%もの水分は豆腐粕の保存性及び、栄養価を低下させる。そこで、まずは豆腐粕を乾燥した状態に加工することにした。しかし、パンの場合に行った、ビニルハウス内での自然乾燥では乾燥中にカビが発生し、かつ腐敗が始まってしまった。どうにかしてうまく乾燥させることはできないかと考え、**ダブルドラムドライヤ**という機械を用いた**高温乾燥・粉末法**を行うことにした。



2本の蒸気加熱された回転ロールにより、水分の多い処理物を薄膜状にし、加熱・蒸発・乾燥を数十秒で行う。短時間処理のため熱影響は少ない。また、ランニングコストが他の加熱乾燥機械よりも安く抑えられる。

今までの発酵残渣と乾燥粉末にした豆腐粕の配合比率を決めるため、日本飼養標準、飼料成分表を用いた飼料計算を行った。

	水分 (%)	粗たんぱく質 (%)	カルシウム (%)	ME (kcal/kg)
発酵残渣	9.59	15.97	7.40	2547
豆腐粕(乾燥)	9.57	22.97	0.50	2710
発酵残渣+豆腐粕(乾燥)の配合				
発 95+豆 5	9.59	16.32	7.06	2555
発 90+豆 10	9.59	16.67	6.71	2563
発 85+豆 15	9.59	17.02	6.37	2571
発 80+20	9.59	17.37	6.02	2580
発 75+豆 25	9.59	17.72	5.68	2588
発 70+豆 30	9.58	18.07	5.33	2596
発 65+豆 35	9.58	18.42	4.99	2604
発 60+豆 40	9.58	18.77	4.64	2612
発 55+豆 45	9.58	19.12	4.30	2620
発 50+豆 50	9.58	19.47	3.95	2629

以上のような結果になり、豆腐粕の割合が増えると、粗たんぱく質及びMEの値が上がるのが分かった。また、豆腐粕の割合が増えると、発酵残渣に含まれるだしがらの量が減り、生臭さの移行は少なくなると思われる。しかし、豆腐粕を乾燥粉末化したものは体積当たりの重量が軽く、飼料の実用性、生産性を考えると**10%配合**が望ましいと思われる。

そして、実際に豆腐粕を10%配合した新たな発酵残渣の給与を行ったところ、それまで問題となっていた生臭さが消え「相っこ卵」の卵質改善に成功した。今後はこれらの豆腐粕配合飼料の詳細な成分分析を行っていく予定である。

【「相っこ卵」地域へ還元】

近隣小学校からの給食残渣やパン屋さんからのパンくずなどを中心に、地域の未利用資源から生産した「相っこ卵」を地域販売や学校給食食材をとおり地域に還元する活動にも力を注いだ。

- 定期販売 -

毎週木曜日 約200パックの卵を地域の方々に販売。

- 地域イベントでの販売 -

- ・本校文化祭（相陵祭） 11月（平成19、20年度）
- ・神奈川県産業教育フェア 11月（平成19、20年度）
- ・相模原市農業まつり 11月（平成19、20年度）
- ・県央環境フェスタ 1月（平成20年度）
- ・橋本七夕まつり 8月（平成21年度）

以上のような地域イベントに参加し、より多くの方々に「相っこ卵」を販売し、パネル展示、チラシ配布などをおし、活動紹介やPR活動を行った。

- 地本小学校の給食食材として提供 -

給食残飯をいただいている橋本小学校には、給食がある月には1～2回「相っこ卵」を無償で提供し、給食食材として利用していただいている。平成19年6月～平成21年7月までの間、23回給食に登場し、子供たちからも好評である。



定期販売の様子



「相っこ卵」納入



給食の様子（相っこ卵使用）

【「相っこ」商標登録】

これまで地域から出る食品残渣を飼料化し鶏卵を生産、地域に還元し、活動をPRしてきた。今後もさらに多くの人に私たちの活動やエコフィードについて知っていただくべく、「相っこ」ブランドのトレードマークを考案し、**商標登録の申請**を行った。また、商標登録により、「相っこ」ブランドである「相っこ卵」に対する**消費者の安心・安全であるという信頼**が確かなものとなるのではないかと考えている。

商標登録の申請にあたり、「相っこ」ブランドのトレードマーク（右図）を考案した。

そして、以下のような手順で特許庁への申請を行った。
出願書類の作成。



神奈川県立相原高等学校
農業クラブ相っこプロジェクト

郵便にて出願。

電子化手数料を支払う。

出願した書類は無事に受理され、現在、特許庁での審査を受けている段階である。

【「相っこプリン」商品化】

「相っこ卵」を卵という形だけではなく、加工品という形で地域に提供することで、さらに幅広く地域の方々に喜んでいただき、私たちの活動や「相っこ」ブランドを知っていただけるのではないかという思いから、**鶏卵の加工品の商品化**を考えた。相模原市相模湖町の(株)オギノパンさんのご協力によりプリンのレシピを提供していただき、それらを参考に「相っこ卵」を原材料に使った「**相っこプリン**」の商品化に着手した。

また、オギノパン製造工場にて**製造実習**を行わせていただき、実際に「相っこプリン」ができるまでを体験させていただいた。

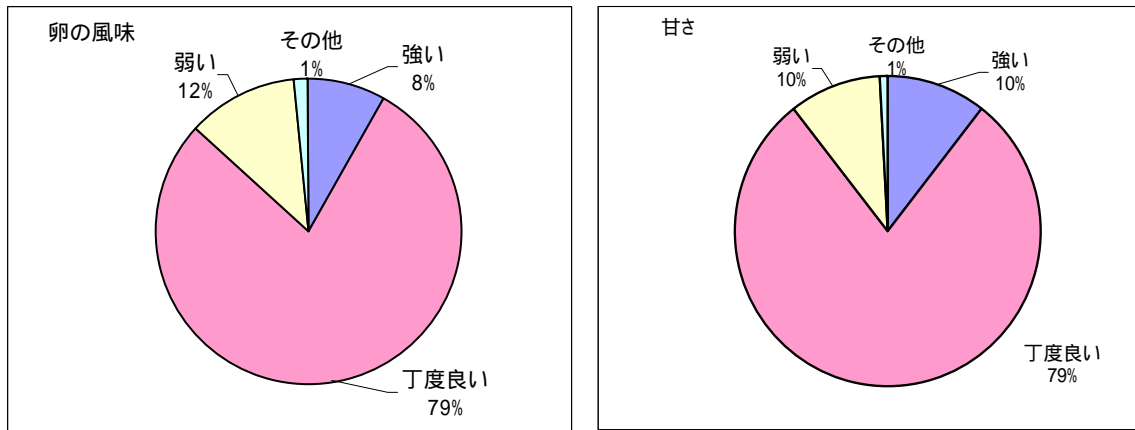


その後、平成21年5月15日(金)・18日(月)の2日間で「**相っこプリン**」の**試食会**を行った。当日は多くの方が来てくださり外に長い列ができるほどであった。15日には本校生徒の他にも一般の方々にもご協力いただき、小さな子供から高齢の方まで幅広い年齢層の意見を集めることができた。2日間で合計134人の方々に試食していただき、アンケートを集めることができた。



<アンケート結果>

「卵の風味」、「甘さ」ともに「丁度良い」が約8割を占め、よい評価を得られた。



また、以下のようなオリジナルのラベルも作成した。



そして、平成21年5月28日(木)の放課後16時30分から本校畜産科学棟加工室にて相っこ卵の販売とともに「相っこプリン」110個を販売した。販売後1時間足らずで完売し、地域の方からは「もっと販売する数を増やして欲しい」などの嬉しいお言葉をいただいた。今後は月1回の地域での定期販売を目指すほか、地元のスーパーやデパートでの販売のお話をいただくなど、販路を拡大していく予定である。一方でそれらに向けた生産ラインの確立、さらなる食味改善など研究を進めている。



5.結果・まとめ

地域から排出される食品残渣の飼料化により、低コストな鶏卵生産を実現し、一方で残渣処理による地域環境への負担をも減少させることが出来た。また、それらの鶏卵を地域に還元することで、安心でお手頃な食材を地域に提供するとともに、循環型地域社会への関心も高めることができた。

それらに加え、「相っこ卵」をはじめとする鶏卵製品の商品化、地域ブランド化を行うことで、より多くの方々に低コストで安心、美味しい地域の鶏卵として喜んでいただくことが出来た。このようにして、目標であった地域に根ざした鶏卵生産めざし第一歩を踏み出すことができた。

6.今後の課題

今後もいっそうの鶏卵生産拡大、卵質改善、新たな鶏卵製品の開発などを目指し、研究に取り組んでいく予定である。

そのためには、まず第一に発酵残渣の調製方法の改善が課題である。現在の自然乾燥・発酵法は労力と時間がかかり、かつ小規模でしか行えない。加工コストを抑えつつ、かつ効率的な食品残渣の飼料化について検討していきたい。

卵質の面では発酵残渣の給与により若干の低下がみられる卵黄色を、ゆずの搾り粕、桑茶粕等地域の未利用資源を活用することで改善し、卵質向上をすすめたい。また、そのことにより地域のブランド色をあげ、高付加価値で地域に喜ばれる卵を生産していきたい。

新たな鶏卵製品の開発に関しては、「相っこプリン」に加え、「相っこカステラ」など「相っこ卵」の食味や食感を生かした製品開発と商品化、販売・普及活動を進めていく予定である。