

海洋性食品副産物の微量給与が肉用鶏の発育に与える影響について 2

金谷健史*、森尚之***、疇地勅和****

Small amount of fermented oceanic by-product addition in diet effects on meat type chicken performance 2

Takeshi KANETANI, Hisashi MORI, Tokikazu AZECHI

要 約

海洋性食品副産物を肉用鶏用飼料に微量添加し給与したところ、機能性を有すると考えられた「漬け物床ワカメ=乳酸発酵ワカメ」について、乳酸発酵処理の有無が機能性の付与にどの程度有効であるかについて検討を行った。試験資材には発酵ワカメに加え、岡山県において廃棄量の多い色落ち海苔についても同様に検討した。肉用鶏(ブロイラー: チャンキー)飼料に 1%添加し給与したところ、前報でみられた効果は再現されなかったものの、ワカメでは発酵処理により腹腔内脂肪の蓄積や脂質代謝に作用する可能性が示唆された。

色落ち海苔については一定の傾向はみられなかったが乳酸菌による発酵処理は海藻の機能性付与に有効であると考えられたが、効果には季節の影響が大きく関与すると考えられた。

キーワード: 発酵ワカメ、発酵色落ち海苔、ブロイラー、機能性

緒 言

著者らは前試験¹⁾において、だし殻昆布や漬け物床ワカメなど海洋性食品副産物が肉用若鶏の飼料効率を改善し、ムネ肉の保水性を向上させる可能性があることを報告した。その際、試験に用いた副産物については一部を乳酸発酵させるなど、保存性や消化性を向上させる処理を行っていたため、試験区の効果が本来海藻が含有する成分に由来するものか、乳酸発酵させた処理に由来するものか、について明らかにできなかった。

そこで本試験では、前報において免疫抵抗性の付与に作用すると示唆された「漬け物床ワカメ」について、発酵前後の資材を鶏に給与することで、乳酸発酵処理が海洋性食品副産物の家畜飼料化について有効であるか検証することを目的とした。また今回は、ワカメや昆布が分類される褐藻類のみでなく、主に紅藻類をから構成され、当県においても廃棄量の多い「色落ち海苔」についても同条件で、家畜飼料としての価値を検討することとした。試験は夏期(6/28-8/16)と秋期(10/9-11/27)の2回実施し再現性を確認することとした。

方 法

1 試験資材

【ワカメ】

漬け物床として使用する前の粉末ワカメ「若みどり(理研ビタミン)」

【発酵ワカメ(漬け物床ワカメ)】

粉末ワカメに *Lactobacillus casei* を加え乳酸発酵させたものを乾燥。発酵後の生菌数は 1.8×10^8 CFU/g(乾燥前資材、夏調整)、 7.6×10^7 CFU/g(乾燥前資材、秋調整)。

【色落ち海苔】

岡山県産色落ち海苔。

【発酵色落ち海苔】

岡山県産色落ち海苔を *Lactobacillus casei* を加え乳酸発酵させたものを乾燥。発酵後の生菌数は 9.9×10^7 CFU/g(夏調整)、 1.2×10^7 CFU/g(秋調整)。

2 給与試験

(1) 試験区分

ブロイラー後期飼料(CP19.00%ME3, 250cal/g)を基礎飼料とし、下記試験区に沿って飼料を調整した。

① 対照区[C] 基礎飼料

② ワカメ区[U] 基礎飼料

+ワカメ粉末1%添加

- ③発酵ワカメ区[FU] 基礎飼料
+乳酸発酵ワカメ粉末1%添加
- ④色落ち海苔区[P] 基礎飼料
+粉碎色落ち海苔1%添加
- ⑤発酵色落ち海苔区[FP] 基礎飼料
+乳酸発酵色落ち海苔粉末1%添加

(2) 供試鶏

初生雛より導入したブロイラー(チャンキー)を4週齢までブロイラー前期飼料(CP23.00%ME3, 150cal/g)で飼育し、4週齢体重により5試験区に区分けを行いたい。4週齢から7週齢まで試験飼料を3週間連続給与した(図1)。なお、飲水は自由飲水とした。試験日程及び試験条件は図1、表1のとおりである。

(3) 調査方法

4週齢から7週齢まで生体重および飼料摂取量を測定した。7週齢において翼下から採血の後、と鳥・解体し産肉量を調査した。その際、ムネ肉

(浅胸筋)を採取し肉質分析に供した。採取した血液は血清を分離し、代謝産物および免疫指標としてIgA抗体量を測定した。

(4) 分析

ムネ肉における保水性、加熱損失、剪断力価を佐野ら²⁾の方法により分析した。血清中における代謝産物はグルコース、トリグリセリド、総コレステロール、HDLコレステロール(HDL-C)、をテストワコーにより、TBARSを蛍光法により、IgA抗体量をChicken IgA ELISA Quantitation Kit(E30-103;BETHYL)により測定した。

(5) 統計処理

対照区[C]と試験区間との間においてANOVA Tukeyを実施。ワカメ[U]と発酵ワカメ[FU]、色落ち海苔[P]と発酵色落ち海苔[FP]と、同じ海藻で発酵処理の有無においてstudent t-testを実施した。

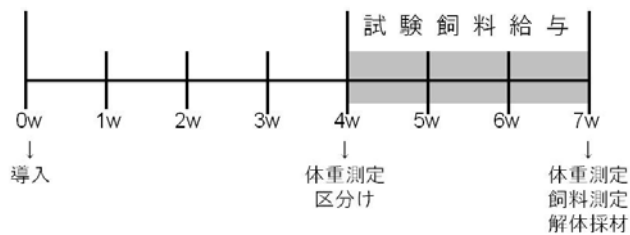


図1 試験日程

表1 試験条件

試験期間	6/28-8/16(夏期)	10/9-11/27(秋期)
試験羽数	20羽/試験区	12羽/試験区
鶏舎構造	解放鶏舎	解放鶏舎
飼養面積	2.6羽/m ²	10.0羽/m ²

結果および考察

1 発酵前後の海藻成分について

海藻および乳酸発酵させた海藻の栄養成分を表2に示した。内田によれば、海藻を乳酸発酵させることにより糖質の分解と脱炭酸が起こり、タンパク質含量が増加する場合があるとしている³⁾が、今回の発酵処理においては、ワカメ、色落ち海苔ともに粗タンパク質含量が低下しており、本発酵条件での高タンパク化は観察されなかった。また、粗脂肪についてはワカメにおいて減少、色落ち海苔については数値上では増加しているものの含有量が少ないため測定誤差の範囲と推察された。これら粗タンパク量、粗脂肪量の減少は乳酸菌による発酵過程で消費されたものと考えられる。一方で、発酵処理による粗灰分の上昇がみられるが、

これは海藻の乳酸発酵の際の必須要素である塩化ナトリウム(灰分99.9%)の添加に由来していると考えられる。乳酸発酵時の加塩量から、発酵後の海藻を飼料に1%添加した場合の塩化ナトリウム濃度を試算すると、発酵ワカメで0.18%上昇、発酵色落ち海苔で0.28%上昇することになる。鶏においては飼料中の塩分濃度が7,000~10,000ppm(0.7~1.0%)となると、雛の発育障害や産卵低下など中毒症状が現れるとされているが(日本飼養標準・家禽2004年版)、本試験の添加水準では問題のない範囲と考えられた。

2 発育および飼料要求率への影響

試験期間中における生体重の推移を図2および図3に、生産成績を表3および表4に示した。発育については、夏期試験の5週齢データが欠損し

たことにより二次の近似曲線を記入したが、夏期・秋期ともに試験区間で差はみられなかった。しかしながら、夏期試験の7週齢生体重が全体的に低くなっており、暑熱の影響があるとともに、飼養面積が広すぎたことが要因と考えられた。秋期試験では外気温の変化に加えて、飼養面積を制限したことにより生体重は回復している。

飼料要求率については一定の傾向がみられず、夏期ではFU区で、秋期ではP区で低下したものの、他の試験区はC区とほぼ同等であった。前試験¹⁾において観察された海藻を添加することによる飼料要求率の改善作用は本試験では確認できなかった。

表2 海洋副産物および副産物配合飼料の栄養成分

【副産物】	ワカメ	発酵ワカメ	色落ち海苔	発酵色落ち海苔
水分%	4.12	10.63	10.91	10.10
粗タンパク質%	24.62	15.34	20.14	14.51
可溶性無窒素%	34.76	34.57	55.74	28.62
粗繊維%	4.30	0.62	5.13	2.02
粗脂肪%	5.26	2.32	0.20	0.28
粗灰分%	26.94	36.52	7.88	44.47
GE Mcal/kg	3.59	2.59	3.78	2.17

【飼料】	C区飼料 (基礎飼料)	U区飼料	FU区飼料	P区飼料	FP区飼料
水分%	13.02	12.33	12.31	11.96	12.03
粗タンパク質%	13.45	18.76	18.71	18.56	19.17
可溶性無窒素%	57.71	52.46	53.10	53.19	52.78
粗繊維%	(2.94)	(2.95)	(2.92)	(2.96)	(2.93)
粗脂肪%	8.03	8.53	8.14	8.66	8.20
粗灰分%	4.85	4.97	4.82	4.67	4.89
GE Mcal/kg	4.14	4.26	4.25	4.30	4.27

(粗繊維は計算値)

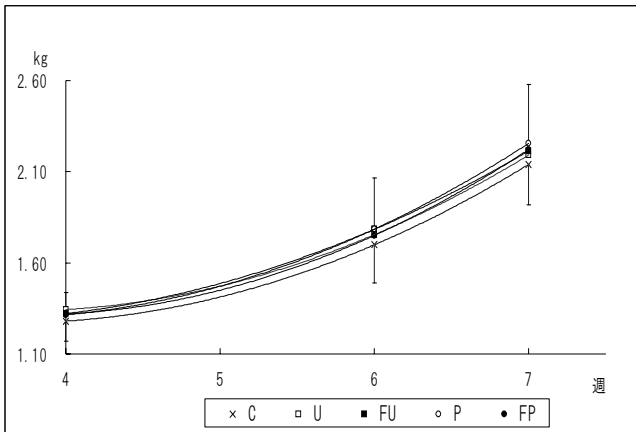


図2 生体重の推移(夏)

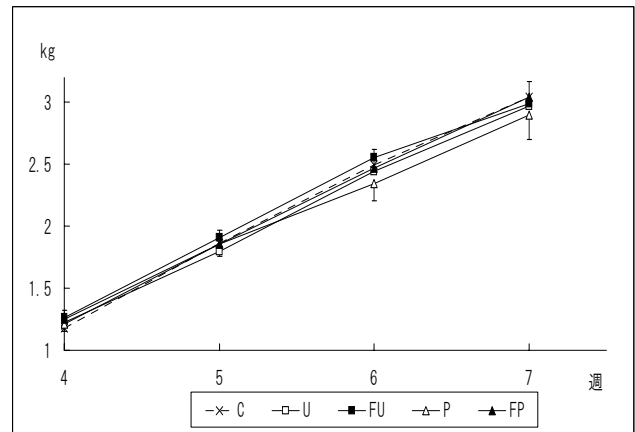


図3 生体重の推移(秋)

表3 生産成績(夏)

項目\試験区 n=20	C区	U区	FU区	P区	FP区
生体重kg/羽	2.14 ± 0.22	2.19 ± 0.19	2.21 ± 0.32	2.26 ± 0.32	2.22 ± 0.25
飼料摂取量kg/羽	4.09	4.22	4.26	4.40	4.23
飼料要求率	1.91	1.92	2.02	1.95	1.90

表4 生産成績(秋)

項目\試験区 n=12	C区	U区	FU区	P区	FP区
生体重kg/羽	3.04 ± 0.23	2.97 ± 0.15	2.99 ± 0.11	2.90 ± 0.20	3.04 ± 0.13
飼料摂取量kg/羽	3.96	3.70	3.62	3.93	3.68
飼料要求率	1.75	1.69	1.64	1.86	1.68

*飼料摂取量・飼料要求率は試験期間中(4-7週齢)

3 産肉性への影響

と鳥・解体を行った際の解体成績を表5および表6に示した。絶食後体重、ト体重については試験区間で有意差はないもの、P区、FP区で平均値が高くなった。正肉重量については、夏期では差はみられないものの、秋期ではC区、FP区の重量がP区と比較して有意に増加した(P<0.05)。加えて、P区とFP区との間にも有意な差を認めたことから、色落ち海苔については発酵処理により正肉量を増加させる可能性が考えられた。腹腔内脂肪量については、夏期のU区とFU区との間に有意な差が認められ、ワカメの発酵処理により腹腔内脂肪量が増える可能性が考えられたが、一方で、秋期ではU区よりもFU区で脂肪の蓄積量が減少しており、夏期と秋期で逆の結果となった。また、秋期の腹腔内脂肪量については、P区とFP区との間にも差が認められ、色落ち海苔の発酵処理により脂肪の蓄積量が増える可能性が考えられ

表5 解体成績(夏)

項目\試験区 n=10	C区	U区	FU区	P区	FP区
絶食後体重g	2244 ± 161	2267 ± 151	2210 ± 716	2311 ± 163	2376 ± 129
と体重g	2114 ± 148	2137 ± 133	2236 ± 212	2166 ± 138	2228 ± 109
正肉重量g	873 ± 74	867 ± 86	933 ± 102	883 ± 56	886 ± 59
腹腔内脂肪g	50.5 ± 13.4	45.9 ± 8.5	*57.7 ± 13.1	51.0 ± 13.1	51.0 ± 6.5

正肉重量:ムネ肉、モモ肉、ささみ重量の和

*:発酵の有無による有意差有りp<0.05

表6 解体成績(秋)

項目\試験区 n=6	C区	U区	FU区	P区	FP区
絶食後体重g	2742 ± 69	2707 ± 75	2672 ± 53	2783 ± 419	2768 ± 81
正肉重量g	1296 ± 46a	1285 ± 53	1257 ± 36	1219 ± 32b	*1329 ± 34a
腹腔内脂肪g	70.9 ± 12.4a	63.5 ± 15.5ac	*48.0 ± 6.8bc	39.0 ± 8.6b	*58.2 ± 9.3

正肉重量:ムネ肉、モモ肉、ささみ重量の和

abcd:異符号間に有意差有りp<0.05

*:発酵の有無による有意差有りp<0.05

表7 肉質成績(夏)

項目\試験区 n=5	C区	U区	FU区	P区	FP区
冷蔵保水性(7日後)損失%	1.72 ± 0.27	1.72 ± 0.39	1.64 ± 0.18a	2.40 ± 0.65b	2.04 ± 0.20
遠心保水性 損失%	36.9 ± 2.1	39.9 ± 3.8	37.4 ± 3.8	40.6 ± 2.0	36.2 ± 4.0
加熱損失 損失%	18.9 ± 1.3	18.4 ± 1.5	17.6 ± 2.2	17.8 ± 0.9	18.4 ± 1.0
剪断力価 kg/cm	1.9 ± 0.8	1.7 ± 0.4	1.5 ± 0.2	1.4 ± 0.3	1.7 ± 0.1

ab:異符号間に有意差有りp<0.05

表8 肉質成績(秋)

項目\試験区 n=6	C区	U区	FU区	P区	FP区
冷蔵保水性(7日後)損失%	1.72 ± 0.27	1.72 ± 0.39	1.64 ± 0.18a	2.40 ± 0.65b	2.04 ± 0.20
遠心保水性 損失%	36.9 ± 2.1	39.9 ± 3.8	37.4 ± 3.8	40.6 ± 2.0	36.2 ± 4.0
加熱損失 損失%	18.9 ± 1.3	18.4 ± 1.5	17.6 ± 2.2	17.8 ± 0.9	18.4 ± 1.0
剪断力価 kg/cm	1.9 ± 0.8	1.7 ± 0.4	1.5 ± 0.2	1.4 ± 0.3	1.7 ± 0.1

5 代謝産物、免疫への影響

解体時に採材した血清により測定した血中代謝産物の濃度を表9および表10に、IgA濃度を図4および図5に示した。

トリグリセリドについては、夏期でU区よりもFU区が有意に低下した(P<0.05)が、秋期においても同様の傾向がみられた。また、秋期の総コレステロール、HDL-コレステロールにおいてもFU区がU区と比較して、またC区をはじめとした他の試験区よりも有意に低下しており(P<0.05)、発酵処理したワカメにおいては、脂質代謝へ作用する可能性が考えられた。村田らによると⁴⁾⁵⁾ラット飼料に本試験と同じワカメ粉末を添加し給与すると、1%以上の飼料添加で肝臓中トリグリセリド濃度が低下し、2%以上の飼料添加で血清中の

濃度が低下することを報告している。また、添加量に比例して肝臓の脂肪酸β酸化系の酵素が活性化することも確認している。本試験においてはワカメ、発酵ワカメの添加量は1%であったが、夏期、秋期ともにFU区において血清中トリグリセリド濃度が低下しており、発酵処理を行うことでラットで2%から観察された血清中トリグリセリド濃度の低下が、1%水準でも再現されると考えられた。これには発酵処理によるワカメの単細胞化と機能性成分の遊離が促進された可能性が考えられる。

なお、血清中IgA濃度については、前報と異なり夏期、秋期ともに試験区間で有意な差はみられなかった。

表8 肉質成績(秋)

項目\試験区 n=6	C区	U区	FU区	P区	FP区
遠心保水性 損失%	27.4 ± 2.8	23.0 ± 7.7	23.2 ± 3.1	21.6 ± 4.3	25.4 ± 2.5
加熱損失 損失%	16.9 ± 2.8	17.1 ± 3.4	16.3 ± 4.3	15.5 ± 1.5	*18.3 ± 2.2
剪断力価 kg/cm	2.9 ± 0.4	2.3 ± 0.7	2.2 ± 0.7	2.2 ± 0.7	2.1 ± 0.5

*:発酵の有無による有意差有りp<0.05

表9 血中代謝産物(夏)

分析項目\試験区 n=5	C区	U区	FU区	P区	FP区
グルコース mg/dl	243 ± 13	225 ± 10	222 ± 7	233 ± 20	222 ± 16
トリグリセリド mg/dl	99 ± 17	101 ± 15	* 76 ± 15	102 ± 16	89 ± 20
総コレステロール mg/dl	113 ± 22	96 ± 10	92 ± 14	89 ± 13	117 ± 54
HDLコレステロール mg/dl	93.4 ± 11.5	78.6 ± 6.7	78.0 ± 6.6	76.4 ± 13.4	84.8 ± 10.0
TBARS nmol/ml	1.00 ± 0.27	0.93 ± 0.18	0.97 ± 0.23	0.95 ± 0.16	0.97 ± 0.29

*:発酵の有無による有意差有りp<0.05

表10 血中代謝産物(秋)

項目\試験区 n=6	C区	U区	FU区	P区	FP区
グルコース mg/dl	243 ± 26	238 ± 15	221 ± 24	226 ± 13	225 ± 12
トリグリセリド mg/dl	127 ± 24a	100 ± 30	* 48 ± 19b	110 ± 59a	113 ± 23a
総コレステロール mg/dl	116 ± 11a	115 ± 19a	* 80 ± 5b	101 ± 10	128 ± 35a
HDLコレステロール mg/dl	80.5 ± 10.9a	80.4 ± 9.3a	*59.4 ± 5.5b	74.1 ± 6.6a	81.1 ± 4.8a
TBARS nmol/ml	2.02 ± 0.44	2.57 ± 0.47	2.74 ± 0.64a	1.99 ± 0.28	1.81 ± 0.47b

ab: 異符号間に有意差有りp<0.05
*:発酵の有無による有意差有りp<0.05

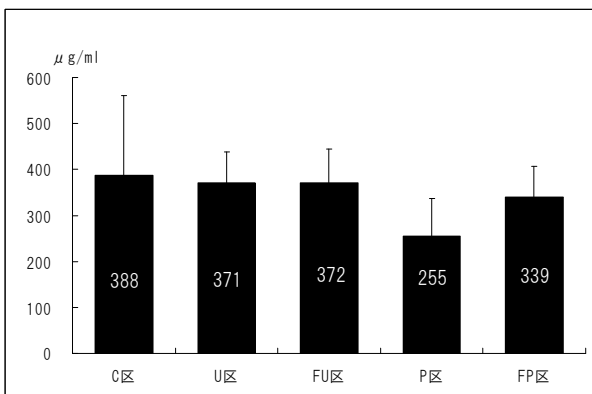


図4 血清中IgA濃度(夏)

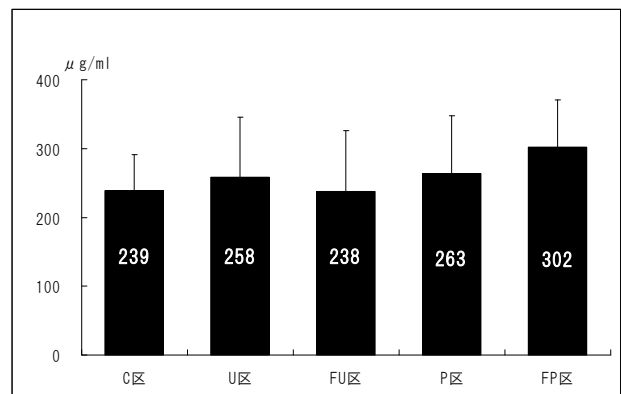


図5 血清中IgA濃度(秋)

前試験¹⁾において、海洋性食品副産物の中でも漬け物床ワカメには、飼料効率や免疫機能を向上させる可能性があることが示されたことから、本試験において再現性の確認を試みたが、期待した効果については再現が得られなかった。

一方で、発酵処理の有無による効果の差については、ワカメを乳酸発酵させることで腹腔内脂肪の蓄積や脂質代謝に作用する可能性が示された。この効果には季節性がみられるものの、海藻の機能性の付与には乳酸発酵処理が有効であると考えられた。また、色落ち海苔については、正肉重量の増加などの効果も期待されたが、同じく季節性がみられ、発酵処理による一定の傾向はみられなかった。このことから、海藻の種類によっては乳酸発酵処理を行っても栄養成分以上の効果が得られない場合があると考えられた。本試験では資材の給与期間を3週間と短期間の設定で実施したが、発酵ワカメが有する機能性についてはブレがみられるため、より長期で給与し効果を検討することが望ましいと考えられた。

引用文献

- 1) 金谷ら(2011);海洋性食品副産物の微量給与が肉用鶏の発育に与える影響について:岡山県農林水産総合センター畜産研究所研究報告1号:23-27
- 2) 佐野ら(2006);バークシャー種における赤肉生産量の向上のための Lysine/ME 比の検討:岡山県総合畜産センター研究報告第16号:23-29
- 3) 内田基晴(2002);海藻の発酵について:Japanese Journal of Lactic Acid Bacteria 3. 2:92-113
- 4) Masakazu Murata et al., (1999):Hepatic Fatty Acid Oxidation Enzyme Activities Are Stimulated in Rats Fed the Brown Seaweed, *Undaria pinnatifida*(Wakame). J. Nutr. 129:146-151
- 5) Masakazu Murata et al., (2002):Dietary Fish Oil and *Undaria pinnatifida*(Wakame) Synergistically Decrease Rat Serum and Liver Triacylglycerol. J. Nutr. 132:742-747