

# 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 1

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 1

Takeshi KANETANI, Hisashi MORI, Tokikazu AZECHI

## 要 約

「だし」を抽出した後の昆布や漬け物床として利用したワカメなど、海洋性食品副産物はビタミンやミネラルなどを豊富に残存させているものの、動物にとっての難消化性成分が多いこと、水分含量が高いことから二次的利用性が低かった。そこで、海藻を乳酸発酵させることにより、保存性を向上させるとともに、組織を単細胞化することで有効な機能性成分の遊離を促進させ、この資材が機能性を有する家畜飼料として利用できるか検討した。

肉用鶏(ブロイラー: チャンキー)の飼料に微量添加し給与したところ、生体重や産肉成績には影響がみられないものの、飼料要求率の向上や肉質における保水性の向上が認められた。海藻の中でも特に発酵ワカメについては、血清中における IgA 濃度を上昇させる効果も観察され、免疫抵抗性の向上も期待された。

これらのことから、飼料への海藻または発酵海藻の給与は肉用鶏の生産性を向上させる可能性があることが示唆された。

キーワード: 海洋食品副産物、ブロイラー、飼料価値

## 緒 言

海洋性の藻類はビタミン A( $\beta$ -カロチン)、ナイアシンをはじめとするビタミン類や、カルシウム、鉄、マグネシウム等のミネラルを多様に、かつ豊富に含んでいるだけでなく、タンパク質や生理活性成分なども含有した栄養価の高い機能的な食品である。これまで海藻を家畜飼料に供用した報告はいくつかあり、「あなあおさ」をブロイラーに給与することにより飼料要求率・育成率が改善したとする報告<sup>1)</sup>、「アスコフィラム・ノドサム」、「アカモク」を肥育豚に給与することにより血中や糞便中の免疫グロブリン量が増加したとする報告<sup>2)3)</sup>、「色落ち海苔」の給与が肥育豚の血漿中脂質過酸化物を低下させたとする報告<sup>4)</sup>などがある。

この様に家畜飼料への海藻添加は機能性の付与が期待されるが、元来海藻は水分含量が高いため保存性が悪く腐敗が進行しやすいこと、動物の消化酵素で分解されない粘質多糖類等の成分が多く消化性が悪いことが欠点として挙げられていた。そこで、これらを改善する手段として、海藻を乳酸菌により発酵させ<sup>5)</sup>腐敗を抑制するとともに、

海藻の組織を単細胞化することで機能性成分の遊離を促進させることで、発酵海藻の家畜飼料としての有効性を検討した。

試験方法は、短期間で発酵海藻の効果を検証しやすい肉用若鶏(ブロイラー: チャンキー)に微量給与し、発育や生産性、代謝に与える効果を調査することとした。

## 方 法

### 1 海洋性食品副産物

食品副産物として排出された次の4資材を試験用に調整した。

#### 【だし殻昆布】

「だし」をとったあとのガラを乾燥したもの。

#### 【乳酸発酵だし殻昆布】

上記だし殻昆布を *Lactobacillus casei* により発酵させ乾燥させたもの。発酵後菌数  $1.9 \times 10^8$ CFU/g。

#### 【乳酸発酵だし殻昆布鰹だし殻】

昆布と鰹節の混合物で「だし」をとったあとのガラを *Lactobacillus casei* により発酵させ乾燥させたもの。発酵後菌数  $1.1 \times 10^8$ CFU/g。

## 【漬け物床ワカメ】

粉末ワカメに *Lactobacillus casei* を加え漬け物床として利用されたものを乾燥。菌数未測定。

## 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、下記試験区に沿い飼料を調整した。

- ①対照区[C] 基礎飼料
- ②コンブ区[L] 基礎飼料  
+だし殻昆布 1%添加
- ③発酵コンブ区[FL] 基礎飼料  
+乳酸発酵だし殻昆布 1%添加
- ④発酵コンブ鰹区[FLK] 基礎飼料  
+乳酸発酵だし殻昆布鰹だし殻 1%添加
- ⑤発酵ワカメ区[FU] 基礎飼料  
+漬け物床ワカメ 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)雌100羽を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、各区20羽に区分けした。4週齢から7週齢まで試験区に沿い試験飼料を3週間連続給餌とした(図1)。なお飲水は自由飲水とした。

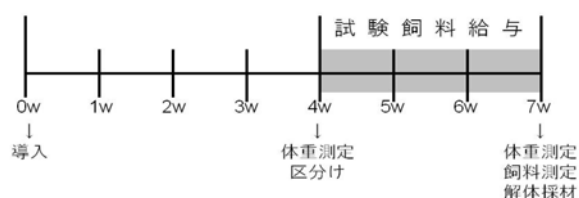


図1 試験日程

## (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<sup>9)</sup>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(GLU)、中性脂肪(TG)、総コレステロール(CHOL)、HDLコレステロール(HDL-C)、尿酸(UA)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

ANOVA Tukey

## 結 果

## 1 発育および飼料要求率への影響

海洋副産物および副産物を配合した飼料の栄養成分を表1に示した。

だし殻昆布、漬け物床ワカメの水分含量が16~17%と若干高く、乳酸発酵だし殻昆布鰹だし殻、漬け物床ワカメで粗タンパク質が16%程度と高い傾向がみられた。飼料への添加量が1%と微量であるため、副産物を加えることによる栄養成分の影響はさほどみられなかったが、粗タンパク質についてはC区飼料でやや高い値となった。飼料設計としてはCP18%以上の配合設定であるため、この数値のばらつきはサンプリングの誤差と考えられる。

発育について、生体重の推移を図2に示した。

平均値ではC区、FL区で低値となり、FU区で高い値を示したが、試験区間に有意差はなく、発育については影響はみられなかった。また、生産成績を表2に示した。7週齢体重については差はみられなかったが、1羽あたりの飼料摂取量がC区で高くなったため、相対的に海藻を添加した試験区で飼料要求率が向上する傾向がみられた。特にFU区においてはC区よりも0.49ポイント改善された。

## 2 産肉性への影響

と鳥・解体を行った際の解体成績を表3に示した。

絶食後体重、ト体重は7週齢体重と同様の動向を示したが、正肉重量についてはFLK区が最も良く、L区で劣る結果となった。ト体重に占める正肉重量から歩留を算出すると、いずれも41%程度で大きな差はみられなかった。また、腹腔内脂肪量、ト体重に占める腹腔内脂肪量の割合がFL区で最も多く、FU区で最少となったが、試験区間に差はみられなかった。

表1 海洋副産物および副産物配合飼料の栄養成分

【副産物】	だし殻昆布	乳酸発酵 だし殻昆布	乳酸発酵だし殻 昆布鰹だし殻	漬け物床 ワカメ
水分%	16.63	6.29	8.09	17.63
粗タンパク質%	5.84	8.75	16.28	16.81
粗脂肪%	1.47	1.51	1.86	1.31
可溶性無窒素%	54.32	60.00	53.06	33.06
粗繊維%	4.51	6.13	4.73	0.62
粗灰分%	17.23	17.32	15.98	30.57
GE Mcal/kg	3.00	3.49	3.59	2.52

【飼料】	C区飼料 (基礎飼料)	L区飼料	FL区飼料	FLK区飼料	FU区飼料
水分%	13.23	12.05	11.94	11.71	11.94
粗タンパク質%	21.18	16.91	17.96	15.92	18.00
粗脂肪%	8.51	9.08	8.58	9.33	9.08
可溶性無窒素%	48.97	54.35	54.30	55.65	54.00
粗繊維%	2.94	2.94	2.82	2.83	2.81
粗灰分%	5.17	4.67	4.40	4.56	4.17
GE Mcal/kg	4.25	4.29	4.29	4.31	4.33

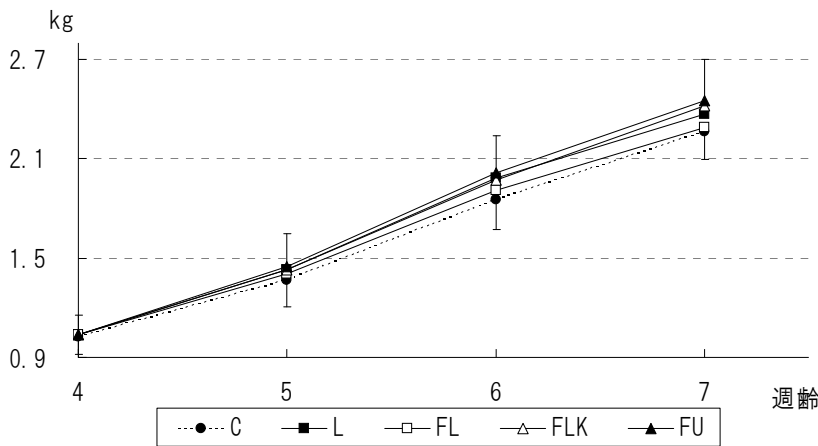


図2 生体重の推移

表2 生産成績

	C区	L区	FL区	FLK区	FU区
7週齢体重 kg	2.27 ± 0.17	2.37 ± 0.30	2.29 ± 0.27	2.42 ± 0.27	2.45 ± 0.25
飼料摂取量 kg/羽	5.39	4.53	4.60	4.60	4.63
飼料要求率	2.38	1.91	2.01	1.90	1.89

表3 解体成績

パーツ重量\試験区 n=10	C区	L区	FL区	FLK区	FU区
絶食後体重g	2221 ± 129	2312 ± 273	2221 ± 343	2344 ± 276	2432 ± 244
ト体重g	2106 ± 115	2172 ± 260	2096 ± 328	2202 ± 235	2295 ± 226
*正肉重量g	909 ± 133	870 ± 150	908 ± 143	972 ± 120	886 ± 81
腹腔内脂肪g	49.1 ± 15.7	53.6 ± 20.7	58.2 ± 19.7	50.3 ± 18.6	48.7 ± 11.8
腹腔内脂肪/ト体重%	2.3 ± 0.7	2.4 ± 0.8	2.7 ± 0.7	2.3 ± 0.7	2.1 ± 0.5

\*：正肉重量＝ムネ肉、モモ肉、ささみ重量の和

### 3 肉質への影響

解体した際のムネ肉において肉質を分析した結果を表4に示した。

冷蔵保水性（生肉を4℃の冷蔵庫に7日間静置した際のドリップロス測定した損失率）については、C区では3.84%損失したものの、海藻・発酵海藻を添加した試験区ではいずれも1%台で顕著な保水性の向上を認めた(P<0.05)。また、遠心保水性（生肉を遠心機により強制的に脱水させた損失率）は、FL区でC区、FLK区よりも有意な保水性の向上を認めた(P<0.05)。加熱した場合の水分損失、剪断力価については試験区間で有意な差を認めなかった。

### 4 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5に、IgA濃度を図3に示した。

HDLコレステロール濃度について、C区よりもFL区、FLK区で高い値を示したが、他の測定項目については試験区間で有意な差を認めなかった。一方で、IgA濃度についてはFU区が他の試験区よりも有意に高い値を示した。

表4 肉質成績

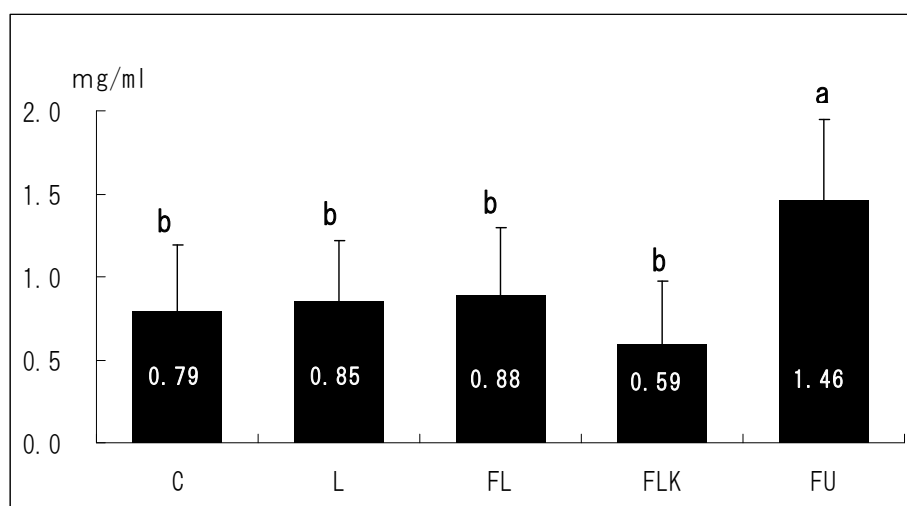
項目\試験区 n=5	C区	L区	FL区	FLK区	FU区
冷蔵保水性(7日後) 損失%	3.84 ± 1.40 <b>b</b>	1.14 ± 0.34 <b>a</b>	1.13 ± 0.22 <b>a</b>	1.33 ± 0.44 <b>a</b>	1.38 ± 0.12 <b>a</b>
遠心保水性 損失%	32.2 ± 1.2 <b>bc</b>	25.9 ± 2.6 <b>ab</b>	22.9 ± 3.7 <b>a</b>	33.1 ± 3.2 <b>c</b>	28.7 ± 5.6 <b>ac</b>
加熱損失 損失%	15.4 ± 1.7	15.1 ± 1.9	16.5 ± 1.0	16.7 ± 2.1	16.2 ± 1.6
剪断力価 kg/cm	1.96 ± 0.50	2.54 ± 1.52	1.97 ± 0.61	2.56 ± 1.18	2.56 ± 0.75

a, b, c: 異符号間に有意差有り P<0.05

表5 血中代謝産物

項目\試験区 n=10	C区	L区	FL区	FLK区	FU区
グルコース mg/dl	187 ± 23	168 ± 45	158 ± 17	165 ± 21	177 ± 15
トリグリセリド mg/dl	156 ± 63	177 ± 73	139 ± 30	130 ± 30	157 ± 64
総コレステロール mg/dl	96 ± 12	109 ± 11	113 ± 14	109 ± 11	106 ± 15
HDLコレステロール mg/dl	71.0 ± 9.3 <b>b</b>	77.0 ± 6.4	82.7 ± 6.8 <b>a</b>	84.0 ± 6.5 <b>a</b>	78.1 ± 9.6
尿酸 mg/dl	5.75 ± 2.46	6.49 ± 1.60	5.17 ± 1.07	4.51 ± 1.32	5.34 ± 0.81
T B A R S nmol/ml	0.589 ± 0.115	0.822 ± 0.373	0.713 ± 0.362	0.636 ± 0.289	0.669 ± 0.181

a, b: 異符号間に有意差有り P<0.05



a, b: 異符号間に有意差有り P<0.05

図3 血清中 IgA 濃度

## 考 察

海藻は褐藻、紅藻、緑藻、海草に分類されるが、今回食品副産物として使用した昆布やワカメは褐藻に分類される。海藻の栄養成分は季節や採取場所により変動するものの、褐藻類は他の海藻と比べタンパク質含量が低く 14%程度、炭水化物含量は高く 57%程度との調査結果がある。一般に、海藻におけるタンパク質、糖質は消化率が低く、文献値でも 40 ~ 50%とされており、本試験の様に 1%と微量な添加では飼料の栄養成分に大きな影響は与えないと考えられる。しかしながら、同じく海藻を微量飼料添加した村上らの報告では、色落ち海苔の 2%飼料添加において消化率の向上を認め、飼料効率の向上も確認している<sup>4)</sup>。本試験の結果においても、基礎飼料のみの対照区に比べ、海藻・発酵海藻を添加することにより飼料要求率が向上する結果となり、中でも発酵ワカメの添加が最も飼料の効率的な利用を促すと考えられた。

産肉成績については海藻の添加による差はみられなかったが、肉質においては保水性の顕著な向上が認められた。保水性に影響を与える要因については諸説あり、遺伝や飼養管理、ト畜後の処理方法等が挙げられているが、いまだ解明されていない<sup>7)</sup>。一方で、肉における保水の原理については、筋原繊維間の毛細管現象といった物理的要因、筋肉を構成するタンパク質が帯電していることにより極性の強い水分子を引きつけるとする化学的要因とがある。中でも、継時的な保水性の変化については、筋肉中における pH の変化が大きく影響している<sup>8)</sup>。

今回の試験においては一週間という非現実的な条件ではあるものの、海藻の添加区において冷蔵保存した場合のドリップロスが減少していた。海藻成分中に多いミネラルは生体への移行量に上限があるが、同じく含量の多いビタミンは鶏卵への移行が報告されていることから<sup>9)</sup>生体への吸収量は飼料にある程度比例すると考えられる。よって、海藻中のビタミンが精肉の保水性に何らかの影響を与えたのではないかと考えられた。

血中代謝産物についてはほとんどの項目で有意差がみられなかったが、乳酸発酵だし殻昆布、乳酸発酵だし殻昆布鰹だし殻の添加で HDL-コレステロール値が上昇していた。また、乳酸発酵ワカメの添加により血清中 IgA 濃度が有意に上昇していた。昆布やワカメと同様に褐藻に分類されるアカモクを 0.3%配合した飼料を子豚に給与することによっても血清中における IgA 濃度の上昇が報告されている<sup>3)</sup>。豊島らは海藻成分の腸管リンパ組織への作用がリンパ球を活性化し、血中 IgA 濃

度の上昇に代表される全身の免疫抵抗性を向上させたと示唆している。しかしながら、豊島らはアカモクと同様に褐藻類であるアスコフィラム・ノドサムについても試験を行っているが、こちらでは血清中 IgA 濃度の上昇は観察されていない。今回の試験においても、褐藻類の中でも発酵ワカメにおいてのみ IgA 濃度の上昇が観察されていることから、褐藻類の中でもアカモクやワカメといった一部の海藻においてのみ含まれる成分の効果ではないかと考えられた。

本試験は利用性を向上させた未利用水産資源の家畜飼料としての価値を検討することを目的に、他品目の海藻について機能性のスクリーニングを実施した。概して、海藻の添加により生産性や肉質が改善される傾向があり、特にワカメについては免疫力の賦活化が期待された。

## 引用文献

- 1) 松川ら(1981);ブロイラーに対する「あなあおさ」などの添加物給与試験. 香川畜産試験場研究報告 19 号. 52-58
- 2) 豊島ら(2003);未利用資源を利用した豚の抗病性機能向上による高品質豚肉生産に関する試験:平成 14 年度宮城県畜産試験場試験成績書業務年報. 69-71
- 3) 豊島ら(2004);未利用資源を利用した豚の抗病性機能向上による高品質豚肉生産技術の確率:平成 15 年度宮城県畜産試験場試験成績書業務年報. 88-92
- 4) 村上ら(2008);色落ち海苔の給与が肥育豚の飼養成績, 栄養素利用率, 背脂肪厚の発達および豚肉の抗酸化特性に及ぼす影響:日豚会誌 45 巻 3 号:137-148
- 5) 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
- 6) 内田基晴(2002);海藻の発酵について:Japanese Journal of Lactic Acid Bacteria13. 2:92-113
- 7) 入江正和(2002);豚肉質の評価法:日豚会誌 39 巻 4 号. 221-254
- 8) 入江正和(1993);食肉の保水性の測定方法と理論:食肉の科学 vol134. No. 1:9-15
- 9) 日本飼養標準「家禽」(2004);中央畜産会

