

## 採卵鶏における飼料原料としてのアオサの利用法

菊地里佳・脇 雅之\*<sup>1</sup>

A Usage of *Ulva* for Feed Materials in Laying Hens

Rika KIKUCHI and Masayuki WAKI \*<sup>1</sup>

### 要 約

乾燥アオサを3%および1%配合した試験飼料、3%配合した市販飼料を採卵鶏群に長期間給与し、これらが鶏の生産性や卵黄中のルテイン含量などに及ぼす影響について調査した。

アオサ添加飼料給与鶏群は、無添加飼料給与鶏群と比べ、体重、飼料摂取量に差は見られなかった。産卵成績は、アオサ添加飼料給与鶏群の方が良好な傾向にあり、それらは産卵後期になるほど顕著であった。卵黄中のルテイン含量はアオサを配合した試験飼料給与群で、産卵前期においては、アオサの添加量に伴って増加したが、後期ではその傾向は見られなかった。しかし、アオサを配合した市販飼料給与群では調査期間を通じて、市販飼料のみの給与群より明らかに高い値を示した。市販配合飼料にアオサを3%添加することにより、ルテイン含量の多い付加価値卵の作出が可能と考えられる。

### 結 言

### 材料及び方法

近年東京湾で夏から秋にかけて、緑藻の一種であるアオサ (*Ulva*) の大量発生が観察され、沿岸の環境やアサリなどの生育に多大な被害を与えている。アオサを海から取り除き有効利用することは、これら被害の軽減につながるだけでなく、資源の活用ともなる。アオサの利用方法として、養殖魚介類の飼料化、耕種農業への堆肥化<sup>1,2)</sup>、また、アオサにはカロチノイドの一種であるルテインを始めとする種々の機能性物質が含まれていることから食品や医薬品としての利用化などが検討されている<sup>2)</sup>。

人の健康への関心が高まっている昨今、鶏卵においても機能性物質等を含んだ卵が目目を浴びている。折原ら<sup>3)</sup>はアオサ粉末を採卵鶏に給与した結果、卵黄中へのルテイン移行量は添加量に伴い増加し、卵黄中も濃くなったと報告しているが、給与が短期間であったため、産卵性に及ぼす影響などは明らかにされていない。

そこで今回、東京湾内で採取後、素干しし乾燥させたアオサを、採卵鶏に長期間にわたり給与し、卵黄中のルテイン量の推移および産卵成績について調査したので報告する。

#### 1. 供試鶏と供試アオサ

147日齢の採卵雌鶏 (デカルプ TX) 195羽を用いた。供試鶏は単飼ケージに収容し、飼料は不断給与とし、同日齢に区分けした。

アオサは平成12年9月から11月にかけて千葉県木更津沖で採取したものを水洗せずに、当センター内で素干し・乾燥後、ミキサーにかけ、1~2mm角程度に粉碎した。

#### 2. 調査区分

当センターで配合した試験飼料のみを給与した (試験対照) 区、試験飼料の割合を一部変更してアオサ3%を配合したものを給与した (試験3%) 区、同じく試験飼料の割合を一部変更しアオサ1%を配合したものを給与した (試験1%) 区、市販配合飼料のみを給与した (市販対照) 区、市販配合飼料にアオサ3%を配合したものを給与した (市販3%) 区の5区に分け、各区39羽 (13羽/処理・3反復/区) を供試した。区分け時に、各鶏群の平均体重および産卵率がほぼ等しくなるように設定した。

調査期間は154日齢から294日齢までの140日間を産卵前期、295日齢から455日齢までの160日間を産卵後期とした。

#### 3. 供試飼料

供試鶏の全てに調査開始までは、市販配合飼料 (CP : 17%、ME : 2,870kcal/kg) を給与した。調査期間中に

\*<sup>1</sup> 現千葉県印旛支庁農林振興課  
平成13年8月31日受付

当センターで配合・給与した試験飼料の配合割合は表1に示したとおりで、飼料の粗蛋白質、代謝エネルギー量は、試験飼料給与の3区ともほぼ同一水準になるようにした。アオサはアルファルファミールと同様の作用が考えられるため、アオサ3%区とアオサ1%区のアルファルファミールは、アオサの配合量に併せ減量した。また、アオサに含まれる塩分を測定し、各塩分含量がほぼ等しくなるように配合した。ビタミン、ミネラルは表2に示したプレミックスを配合した。

市販3%区は、アオサ添加による塩分の増加が産卵成績に及ぼす影響を確認するため、市販配合飼料の塩分は考慮せず、アオサを配合した。

表1 試験飼料の配合割合

原料名	区分	アオサ 3%区	アオサ 1%区	対照区
二種混		61.2	61.2	61.2
大豆粕		20.0	20.0	20.0
魚粉(ホワイト)		3.0	3.0	3.0
大豆油		2.8	2.8	2.8
アルファルファミール		0.3	2.3	3.3
かき殻		5.1	5.1	5.1
炭酸カルシウム		3.2	3.1	3.0
食塩		0	0.1	0.2
メチオニン		0.2	0.2	0.2
第二リン酸カルシウム		1.0	1.0	1.0
プレミックス		0.25	0.25	0.25
乾燥アオサ		3.0	1.0	0
CP(%, 計算値)		18.1	18.0	17.9
ME(kcal/kg, 計算値)		2,811	2,839	2,853

表2 プレミックス(含有量/kg)

成分名	含有量
VA油	350万単位
VD3油	70万単位
VE粉末	0.6g
メナジオン硫酸水素ナトリウム	0.25g
硝酸チアミン	0.5g
リボフラビン	0.45g
塩化ピリドキシン	0.35g
シアノコバラミン	0.8mg
ニコチン酸アミド	1.7g
Dパントテン酸カルシウム	0.75g
塩化コリン	35g
炭酸亜鉛	5.7g(亜鉛として)
硫酸マンガン	3.0g(マンガンとして)
硫酸鉄	1.43g(鉄として)
硫酸銅	0.462g(銅として)
硫酸コバルト	6.3mg(コバルトとして)

#### 4. 調査項目

##### (1) 体重、産卵成績、飼料摂取量

体重は154日齢、217日齢、455日齢に、全ての鶏を対象に個体毎に測定した。産卵成績は試験期間中毎日、産卵個数、産卵重量を測定し、産卵率、平均卵重、日産卵量について算出した。飼料摂取量は、4週間毎に残飼量

を測定し算出した。

##### (2) 卵質

273日齢、455日齢に産出された卵全てを対象に卵質検査を実施し、卵重、卵殻強度、卵黄色およびハウユニット(H.U)を測定した。

##### (3) 卵黄中ルテイン含量

251日齢(試験開始後97日)及び419日齢(試験開始後265日)に各区3個を対象にルテイン標準物質を基準とした高速液体クロマトグラフ法により測定し、卵黄100g中及び卵黄1個あたりに含まれるルテイン量を算出した。

#### 5. 統計処理

各測定値は試験区を要因とする一元配置分析法により検定を行い、有位な差(p<0.05)が認められた項目については最小有意差法により試験区間の検定を行った。産卵率についてはアークサイン変換後、検定を行った。なお、有意差の判定については、供試した基礎飼料により、試験3%区、試験1%区、試験対照区の3区と、市販3%区、市販対照区の2区を区別した。

## 結 果

##### 1. 体重の推移

各測定日とも、試験3%区、試験1%区、試験対照区との間には有意な差は見られなかった。また、市販3%区と市販対照区の間にも有意な差は見られなかった。(表3)

表3 体重の推移(g)

試験区分	154日齢	217日齢	455日齢
試験3%区	1,565±153	1,641±148	1,811±204
試験1%区	1,583±135	1,678±151	1,877±207
試験対照区	1,594±130	1,655±142	1,853±208
市販3%区	1,598±168	1,743±186	1,925±230
市販対照区	1,567±135	1,682±166	1,903±258

##### 2. 産卵成績と飼料摂取量

産卵前期では、産卵率はいずれの区も90%以上の高い値を示し、なかでも試験3%区と市販3%区がそれぞれの区に比べ高い傾向にはあったが、有意な差は見られなかった。平均卵重、日産卵量、飼料摂取量、飼料要求率にも有意な差は見られなかった。(表4)

表4 産卵成績と飼料摂取量 (154日齢～294日齢)

試験区分	産卵率 (%)	平均卵重 (g)	日産卵量 (g)	飼料摂取量 (g)	飼料要求率
試験3%区	91.3±2.43	61.1±3.36	55.8±2.90	106.1±7.84	1.90±0.09
試験1%区	94.7±1.69	61.6±3.68	58.4±4.36	107.7±9.52	1.86±0.05
試験対照区	90.8±2.85	61.4±3.33	55.8±3.75	108.0±9.60	1.93±0.08
市販3%区	93.6±2.35	60.9±3.00	57.0±3.95	109.9±7.94	1.93±0.05
市販対照区	90.2±4.79	60.6±3.53	54.5±3.14	107.1±7.59	1.97±0.15

産卵後期では、産卵率は試験1%区が残りの2区より明らかに高い値を示した ( $p < 0.05$ )。また市販3%も市販対照区に比べ有意に高い値を示した ( $p < 0.05$ )。平均卵重は試験飼料を用いた3区間では差は見られなかったが、市販3%区では市販対照区に比べ有意に大きな値を示した

( $p < 0.05$ )。日産卵量、飼料要求率では産卵率と同様、試験1%区、市販3%区がそれぞれの区に比べ、明らかに良好な値を示した ( $p < 0.05$ )。飼料摂取量では差は見られなかった。(表5)

表5 産卵成績と飼料摂取量 (295日齢～455日齢)

試験区分	産卵率 (%)	平均卵重 (g)	日産卵量 (g)	飼料摂取量 (g)	飼料要求率
試験3%区	85.7±3.72b	65.7±0.58	56.3±2.32b	110.5±3.12	1.97±0.09a
試験1%区	92.2±4.22a	66.0±0.34	60.8±2.77a	112.2±6.19	1.84±0.03b
試験対照区	85.2±5.00b	65.7±0.51	56.0±3.37b	108.6±7.58	1.94±0.03a
市販3%区	88.5±6.11a	65.4±0.78a	57.8±3.62a	112.5±4.60	1.95±0.05b
市販対照区	81.5±3.98b	64.4±0.34b	52.5±2.65b	106.6±7.07	2.03±0.04a

異符号間に有意差あり ( $p < 0.05$ )

### 3. 卵質検査成績

273日齢の鶏群から産出された卵での検査結果は、H.U、卵殻強度、卵黄比については、それぞれの区間に差は見られなかった。しかし、卵重は試験3%区が試験対

照区に比べ、また卵黄色では試験3%区、試験1%がそれぞれ7.9、7.8と試験対照区の6.9に比べ、有意に高い値を示した ( $p < 0.05$ )。市販飼料を給与した2区間では、明らかな差は見られなかった。(表6)

表6 卵質検査成績 (273日齢)

試験区分	卵重 (g)	ハウユニット	卵殻強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	卵黄色	卵黄卵重比 (%)
試験3%区	66.6±4.75a	89.7±3.32	3.83±0.48	7.9±0.45a	25.7±1.75
試験1%区	64.5±4.31ab	87.0±4.40	3.73±0.35	7.8±0.60a	25.8±1.54
試験対照区	63.8±3.25b	87.1±3.90	3.79±0.58	6.9±0.31b	25.9±1.21
市販3%区	63.5±3.96	89.4±4.07	3.84±0.61	9.7±0.56	26.4±1.32
市販対照区	63.9±3.60	88.7±4.22	3.86±0.40	9.5±0.69	26.5±1.97

異符号間に有意差あり ( $p < 0.05$ )

455日齢での検査結果は、H.Uにおいて、試験3%区が試験対照区に比べ有意に高い値を示した ( $p < 0.05$ ) が、残りの調査項目においては区間の差は見られなかった。

273日齢の検査結果と同様、市販飼料を給与した2区間で各調査項目とも差は見られなかった。(表7)

表7 卵質検査成績 (455日齢)

試験区分	卵重 (g)	ハウユニット	卵殻強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	卵黄色	卵黄卵重比 (%)
試験3%区	65.1±6.30	84.6±7.7a	2.72±0.46	7.6±0.76	28.8±1.65
試験1%区	64.5±4.50	79.2±6.9b	2.58±0.56	7.2±0.37	28.3±7.04
試験対照区	65.2±3.00	80.2±7.7ab	2.74±0.62	7.4±0.60	28.9±0.98
市販3%区	64.5±3.10	81.5±5.5	2.92±0.40	9.9±0.52	28.9±7.12
市販対照区	62.8±4.30	83.0±5.6	2.59±0.43	9.8±0.86	30.5±1.42

異符号間に有意差あり ( $p < 0.05$ )

4. 卵黄ルテイン含量

卵黄100gと卵黄1個あたりに含まれるルテイン含量を表8に示した。

251日齢に産出された卵黄100g中のルテイン含量は、試験3%区が1,132 $\mu$ gと試験対照区の853 $\mu$ gに比べ、明らかに高い値を示した ( $p < 0.05$ ) が、試験1%区では対照区と比べて高い値ではあったものの有意な差は見られな

った。また、卵黄1個あたりのルテイン量はアオサの配合量に併行して多くはなったものの、3区間に差は見られなかった。419日齢に産出された卵では、卵黄100g中も、卵黄1個あたりについても、いずれも3区間に差は見られなかった。しかし、市販3%区は市販対照区に比べ、両調査期とも卵黄100g中および卵黄1個あたりのルテイン含量は明らかに高い値を示した ( $p < 0.05$ )。

表8 卵黄中のルテイン含量

試験区分	$\mu$ g / 卵黄100g		$\mu$ g / 卵黄1個	
	251日齢	419日齢	251日齢	419日齢
試験3%区	1,132 $\pm$ 54a	1,131 $\pm$ 183	179 $\pm$ 2.5	206 $\pm$ 35.7
試験1%区	915 $\pm$ 174ab	1,150 $\pm$ 181	153 $\pm$ 22.3	219 $\pm$ 40.1
試験対照区	853 $\pm$ 210b	1,059 $\pm$ 161	125 $\pm$ 26.4	190 $\pm$ 20.8
市販3%区	1,366 $\pm$ 107a	1,386 $\pm$ 182a	221 $\pm$ 24.5a	244 $\pm$ 27.6a
市販対照区	779 $\pm$ 187b	1,043 $\pm$ 171b	119 $\pm$ 24.6b	190 $\pm$ 28.8b

異符号間に有意差あり ( $p < 0.05$ )

考 察

採卵鶏にアオサ配合飼料を300日間の長期にわたり給与したが、体重および飼料摂取量にアオサ添加の影響は見られなかった。今回のアオサの配合量は多い区では3%であったが、飼料摂取量が低下しないことから、3%程度までの添加であれば、鶏の嗜好性へは影響がないと考えられた。アオサを短期間採卵鶏に給与した場合、産卵成績には影響を及ぼさないと報告<sup>3)</sup>されているが、本調査においても294日齢までの短期間の累計成績では、産卵成績に差はみられなかった。しかし、長期間給与した結果、試験1%区は、試験3%区、試験対照区と比べ、産卵率、日産卵重、飼料要求率において明らかに良好な値を示した ( $p < 0.05$ )。また市販3%区は市販対照区に比べ、同一調査項目において明らかに良好な値を示した ( $p < 0.05$ )。市販3%区は、塩分含量が増加することによる産卵成績への影響が懸念されたが、本調査においては塩分の影響は認められず、反対に産卵成績の向上が見られた。しかし、試験3%区では成績の向上が見られなかったことから、アオサを配合するにあたり、除いたアルファルファミール量が試験3%区では多すぎたことが影響したのでは無いかと考えられる。折原<sup>3)</sup>は、アオサを採卵鶏に給与した結果、アオサの添加量が増えるに従い卵黄色は濃くなると報告しているが、今回の調査では、273日齢の卵黄色で試験3%区、試験1%区と試験対照区の間には差が認められた ( $p < 0.05$ ) が、アオサ配合の2区間には差は認められなかった。さらに455日齢の卵黄色は、3区間には差は見られなかった。また、市販試験区と市販対照区では両調査日とも卵黄色に差は見られなかった。

ルテインはキサントフィルの一種で、体内で代謝されにくいため生産物への蓄積効果が高いとされており<sup>4)</sup>、飼料原料となる黄色トウモロコシやアルファルファミールなどにも含まれている。本調査に用いた飼料中にも黄色トウモロコシ、アルファルファミールなどが含まれており、アオサ以外から

も卵黄中へのルテインの移行が考えられるが、飼料中のルテイン量を測定しなかったため、ルテイン量は移行率ではなく卵黄100g中及び卵黄1個あたりに含まれる量で比較をした。この結果、251日齢の測定では試験1%、試験3%区の卵黄100g中のルテイン含量は、試験対照区に比べて高い傾向にあり、特に試験3%区では有意な差が認められた ( $p < 0.05$ )。しかし、419日齢の測定においては有意な差は見られなかったことから、アルファルファミールの代替としてアオサを給与する場合は卵中へのルテイン量の増加が期待できるのは短期間で有ることが示唆された。しかし、市販3%では419日齢の測定においても、市販対照区と比べ、251日齢と同様、明らかに高い移行値を示した ( $p < 0.05$ )。このことは一般的に野外で飼養管理されている鶏群の飼料に、アオサ3%を給与することにより、通常より明らかに高いルテイン含有卵が作出できることが伺えた。

今回の成績を全てまとめて考察すると、アオサの飼料への3%までの添加が生産性に及ぼす負の影響は全く見られなかった。反対に産卵成績は向上し、卵黄中のルテイン量は増加する傾向にあった。アオサを効率的に利用するには市販配合飼料への3%添加が、今回の試験方法の中では良好であった。この方法は野外においても簡易に応用できることから、鶏卵中のルテイン量を増加させた付加価値卵の販売への期待が大いにもてることが考えられた。しかし、アオサの採取方法や時期、また採取後の乾燥など、問題点は多く、今後それらを解決するとともに、さらにルテインの移行量を増加させるためのアオサの加工方法の検討を要する。併せて、アオサに含まれる粗繊維、ミネラル等の機能性物質が鶏に与える影響についての調査など、これから課題とすべきものは多い。

本試験の実施にあたり、アオサ採取にご協力いただいた県漁業協同組合連合会の多田室長、松下主任並びに牛込漁業協同組合の鹿島理事に深謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 能登谷正浩 (2001) : アオサの利用と環境修復 (改訂版)、成山堂書店、東京101-117、137-161
- 2) 山田信夫 (2001) : 海草利用の科学 (改訂版)、成山堂書店、東京223-226
- 3) 折原惟子、矢後啓司、岸井誠男、佐藤静夫 (1995) : 平成7年度神奈川県試験研究成績書 (繁殖工学、養鶏)、23-25
- 5) 日本飼養標準家禽 (1997年版) : 中央畜産会35-36