

## 青殻卵の品質に関する調査

伊藤香葉・溝井つかさ\*

Survey on the Quality of the Blue Shell Eggs

Kayo Iro and Tsukasa Mizoi

### 要 約

青殻卵産出鶏であるアローカナ交雑鶏 (WA×RLR) の卵の品質について一般的な鶏卵 (白殻卵、褐色卵) と比較した。食品としての成分的な特徴の比較だけでなく、物理的な差についても調査し、どんな調理で特徴を発揮できるか検討した。

卵質検査の結果は、卵黄色が白および褐色卵より有意に高い値を示し ( $P<0.05$ )、有意差は認められなかったが、卵黄率は高い値を示す傾向にあった。ハウユニットは有意に低い値であった ( $P<0.05$ ) が、問題になる値ではなかった。卵黄中の粗脂肪含量、脂肪酸組成、遊離アミノ酸組成は、特徴はみられず、また一定の傾向は認められなかった。卵白の離液率は、攪拌直後は、白および褐色卵に比べて明らかに低い値を示した ( $P<0.05$ )。全卵のオーバーランは、産卵後3日目の卵で白殻卵より高い値を示した ( $P<0.05$ )。シフォンケーキに加工した場合の物性測定の結果、ケーキ上層部の硬さと噛みごたえの項目で白および褐色卵に比べて有意に高い値を示した ( $P<0.05$ )。官能評価の結果はやわらかさの項目で低くなる傾向を示した。このことから、アローカナ交雑鶏の卵は、卵黄率が高く卵黄色が濃く、卵白、全卵ともに起泡性に優れていることが明らかとなった。お菓子などの加工品づくりに適した卵であり、適度な食感を必要とする加工品に向くと考えられた。

### 緒 言

鶏卵の品質の差については、給与飼料に大きく影響されるが、鶏の品種の違いによっても異なることが調理学会などで報告されている<sup>1,2)</sup>。千葉県で作出したアローカナ交雑鶏<sup>3)</sup>が産出した卵は、以前からケーキなどに使うとしつとりと焼き上がって良いなど定評があるが、科学的に解明されていない。

これらを解明し、ブランド化を図るため、アローカナ交雑鶏が産出した卵の品質について調査を実施した。食品としての成分的な特徴の比較だけでなく、物理的な差についても調査し、どんな調理で特徴を発揮できるか検討した。

### 材料および方法

#### 1. 供試鶏

青殻卵産出鶏として、アローカナ原種 (Ar)、アローカナ交雑鶏の雄系の種鶏 (WA)、現在農家に配布しているアローカナ交雑鶏 (WA×RLR)、対照として、白殻卵産出鶏ジュリア (J) および褐色卵産出鶏ボリスブラウン (BB) を用いた。青殻卵産出鶏の成績はWA×RLRを中心に記載した。また、調査に用いた卵はすべて42~43週齢に産卵されたものを用いた。

なお、WAはArに白色レグホン種 (WL) を3世代にわたり交配して得られた交雑鶏を選抜し、青色卵殻遺伝子をホモに持つ個体に固定した鶏とした。また、アローカナ交雑鶏の雌系の種鶏 (RLR) は、レッドライン種 (RL) とロードアイランドレッド種 (RIR) を交配した鶏とした。

#### 2. 飼養方法および給与飼料

飼養方法は、開放ケージ鶏舎で単飼飼養し、不断給餌、自由飲水とし、当センターの慣行により日長時間が16時間となるよう光線管理を行った。飼料は、市販

平成26年8月31日受付

\*現:千葉県香取農業事務所

の採卵鶏成鶏用配合飼料 (CP16%以上、ME2,850 kcal/kg) を給与した。

### 3. 調査項目

#### (1) 卵質検査

1日に産卵されたAr10個、Ar以外の各鶏種30個の卵について、卵重、卵殻強度、卵殻厚、濃厚卵白高、卵黄重、卵黄色 (カラーファンスコア) を測定した。卵重と濃厚卵白高からHU (ハウユニット) を、卵重と卵黄重から卵黄率を算出した。

#### (2) 卵黄中の粗脂肪含量

1個の卵黄を攪拌して1検体とし、各鶏種10検体、計50検体について乾燥させ、ソックスレー脂肪抽出器により測定した。

#### (3) 卵黄中の脂肪酸組成

3個の卵黄を混合して1検体とし、各鶏種7検体、計35検体についてFolch法<sup>4)</sup>で抽出した脂肪をナトリウム-メチラート法によりメチル化し、ガスクロマトグラフ (島津GC17-A) で測定した。

#### (4) 卵黄中の遊離アミノ酸組成

3個の卵黄を混合して1検体とし、各鶏種3検体、計15検体についてスルホサリチル酸による脱蛋白処理を行った後、アミノ酸自動分析装置により測定した。

#### (5) 卵白の起泡性 (離液率)

卵2個の卵白を混合して1検体とし、各鶏種12検体、計60検体について、電動ミキサーで4分間攪拌後、直後、10分後、30分後、60分後の液体体積 (離液量) を測定した。攪拌前の液体体積に対する攪拌後の離液量を離液率として算出した<sup>5)</sup>。

#### (6) 全卵の気泡性 (オーバーラン)

WA×RLR、J、BBについて、それぞれ3個の卵を混合して1検体とし、計9検体について、産卵当日および3日後の卵を用いて測定を行った。一定容積の容器の中に卵を充填して重量を測定し、その後攪拌し同容積の気泡卵の重量を測定しオーバーランした割合を空気含有率として算出した<sup>6)</sup>。

#### (7) 加工特性

卵4個を使用してシフォンケーキに加工し、WA×RLR、J、BBについてそれぞれ5検体、計15検体について、焼成後1日目、5日目の色調・物性測定、

官能評価を行った。

#### ア 色調

色彩色差計 (ミノルタ製CR300) による底面、側面の色調を測定した。

#### イ 物性

テクスチュロメーター (タケモト電気社製) を用いて上層部、中層部、下層部の、硬さ、しなやかさ、噛みごたえ、もろさの4項目についてテクスチャを測定した。

#### ウ 官能評価

県職員男性17名、女性15名計32名のパネルによる官能評価を行った。焼き色の好ましき、断面の色の好ましき、断面のきめ細やかさ、やわらかさ、口どけ、しっとり感、卵の味の濃さの7項目について、5段階評価 (+2 ~ -2) の評点法で行い集計した。

#### (8) 統計処理

一元配置分散分析法による有意差検定を実施し、差のみられた項目については最小有意差法による多重検定を実施した<sup>7)</sup>。

## 結 果

### 1. 卵質検査

卵質検査の結果を表1に示した。

Ar、WAは産卵率が他鶏種より低く、卵重・卵殻強度など卵質検査の項目でも他鶏種より低い値であるため、参考として示した。

WA×RLRについて、卵重はJ、BBに比べ有意に低い値を示した ( $P<0.05$ )。卵殻強度、卵殻厚について有意差は認められなかった。ハウユニットは有意に低い値であった ( $P<0.05$ ) が、86.3%と問題になる値ではなかった。卵黄率は、青殻卵産出鶏の卵は28.0~32.4%と有意に高い値を示した ( $P<0.05$ )。卵黄色はWAで12.7、WA×RLRは12.5と、いずれもJ、BBに比べ有意に高い値を示した ( $P<0.05$ )。

### 2. 卵黄中の粗脂肪含量

卵黄中の粗脂肪含量を表2に示した。

WAは29.4%とWA×RLRの30.8%に比べ有意に低い値を示した ( $P<0.05$ ) が、どちらもJ、BBとの間に有

表1 卵質検査

鶏種	卵重 (g)	卵殻強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	卵殻厚 (mm)	ハウユニット	卵黄率 (%)	卵黄色
Ar	45.5±2.3 <sup>c</sup>	3.4±0.6 <sup>c</sup>	0.29±0.02 <sup>b</sup>	79.8±5.7 <sup>b</sup>	32.4±0.9 <sup>a</sup>	11.2±0.6 <sup>b</sup>
WA	57.0±4.0 <sup>b</sup>	3.8±0.7 <sup>bc</sup>	0.34±0.02 <sup>a</sup>	80.8±4.8 <sup>b</sup>	28.0±1.5 <sup>b</sup>	12.7±1.0 <sup>a</sup>
WA×RLR	58.3±4.1 <sup>b</sup>	3.9±0.5 <sup>ab</sup>	0.33±0.01 <sup>a</sup>	86.3±5.0 <sup>b</sup>	28.9±1.8 <sup>b</sup>	12.5±0.8 <sup>a</sup>
J	62.8±4.5 <sup>a</sup>	4.1±0.6 <sup>ab</sup>	0.36±0.03 <sup>a</sup>	89.2±3.9 <sup>a</sup>	27.2±1.8 <sup>c</sup>	11.1±1.1 <sup>b</sup>
BB	61.1±3.2 <sup>a</sup>	3.9±0.5 <sup>ab</sup>	0.36±0.02 <sup>a</sup>	89.0±6.0 <sup>a</sup>	25.0±1.6 <sup>d</sup>	10.7±0.8 <sup>b</sup>

平均値±標準偏差、異符号間に有意差有り ( $P<0.05$ )

意な差は認められなかった。

表2 卵黄中の粗脂肪含量(%)

鶏種	卵黄中の粗脂肪
Ar	30.5±1.3 <sup>ab</sup>
WA	29.4±1.0 <sup>b</sup>
WA×RLR	30.8±0.6 <sup>a</sup>
J	30.4±3.0 <sup>ab</sup>
BB	30.6±1.3 <sup>ab</sup>

平均値±標準偏差  
異符号間に有意差あり(P<0.05)

### 3. 卵黄中の脂肪酸組成

卵黄中の脂肪酸組成を表3に示した。

JとArは他の鶏種と比べて飽和脂肪酸が有意に高い

表3 卵黄中の脂肪酸組成(%)

鶏種	C14:0	C16:0	C18:0	飽和脂肪酸
	ミリスチン酸	パルミチン酸	ステアリン酸	
Ar	0.7±0.1 <sup>a</sup>	24.2±0.6 <sup>b</sup>	12.3±0.86 <sup>a</sup>	37.1±1.00 <sup>a</sup>
WA	0.4±0.0 <sup>b</sup>	22.5±0.5 <sup>d</sup>	12.1±0.54 <sup>a</sup>	35.1±0.79 <sup>a</sup>
WA×RLR	0.5±0.0 <sup>b</sup>	23.8±0.7 <sup>bc</sup>	11.2±0.65 <sup>b</sup>	35.5±0.82 <sup>b</sup>
J	0.6±0.1 <sup>a</sup>	24.9±0.7 <sup>a</sup>	11.7±0.91 <sup>ab</sup>	37.3±1.37 <sup>ab</sup>
BB	0.6±0.1 <sup>a</sup>	23.3±1.0 <sup>c</sup>	9.6±0.60 <sup>c</sup>	33.5±0.64 <sup>c</sup>

鶏種	C16:1	C18:1	C18:2	不飽和脂肪酸	一価	多価
	パルミトレイン酸	オレイン酸	リノール酸		不飽和脂肪酸	不飽和脂肪酸
Ar	3.3±0.24 <sup>a</sup>	47.6±0.95 <sup>b</sup>	11.9±1.09 <sup>c</sup>	62.9±0.98 <sup>c</sup>	50.9±0.99 <sup>b</sup>	11.9±1.09 <sup>c</sup>
WA	3.0±0.29 <sup>bc</sup>	48.3±0.65 <sup>ab</sup>	13.6±1.06 <sup>b</sup>	64.9±0.79 <sup>b</sup>	51.3±0.55 <sup>ab</sup>	13.6±1.06 <sup>b</sup>
WA×RLR	3.1±0.13 <sup>b</sup>	46.9±1.14 <sup>c</sup>	14.5±0.89 <sup>a</sup>	64.5±0.82 <sup>b</sup>	50.0±1.17 <sup>c</sup>	14.5±0.89 <sup>a</sup>
J	2.9±0.26 <sup>c</sup>	45.4±1.06 <sup>d</sup>	14.5±1.04 <sup>a</sup>	62.7±1.37 <sup>c</sup>	48.3±1.16 <sup>d</sup>	14.5±1.04 <sup>a</sup>
BB	3.5±0.16 <sup>a</sup>	48.5±0.63 <sup>a</sup>	14.6±0.77 <sup>a</sup>	66.5±0.65 <sup>a</sup>	51.9±0.65 <sup>a</sup>	14.6±0.77 <sup>a</sup>

平均値±標準偏差、異符号間に有意差あり(P<0.05)

表4 卵黄中の遊離アミノ酸組成(%)

鶏種	Asp*	Glu*	Ser	Gly	His	Arg
Ar	0.5±0.07	4.1±0.09	6.0±0.09	6.3±0.16	3.8±0.16 <sup>a</sup>	6.0±0.16 <sup>ab</sup>
WA	0.5±0.64	3.9±0.59	6.4±0.59	6.5±0.29	3.4±0.06 <sup>ab</sup>	6.7±0.37 <sup>a</sup>
WA×RLR	0.3±0.49	3.5±0.10	6.7±0.10	6.4±0.25	3.7±0.46 <sup>ab</sup>	6.1±0.21 <sup>ab</sup>
J	0.5±0.34	3.6±0.14	6.4±0.14	6.7±0.13	3.2±0.16 <sup>b</sup>	6.0±0.09 <sup>b</sup>
BB	0.7±0.48	3.7±0.19	6.0±0.19	6.7±0.30	3.3±0.30 <sup>ab</sup>	6.0±0.22 <sup>ab</sup>

鶏種	Thr	Ala	Tyr	Val	Met	Cys
Ar	8.1±0.17 <sup>a</sup>	7.2±0.09 <sup>c</sup>	14.0±0.23	8.4±0.24	4.8±0.11	3.3±0.22
WA	7.5±0.49 <sup>b</sup>	8.6±0.41 <sup>a</sup>	13.8±0.40	6.0±0.68	4.8±0.15	2.7±0.20
WA×RLR	7.8±0.13 <sup>ab</sup>	7.6±0.08 <sup>b</sup>	13.0±0.70	8.7±0.24	4.9±0.17	2.8±0.26
J	7.1±0.07 <sup>b</sup>	7.9±0.27 <sup>ab</sup>	13.4±0.19	9.0±0.20	4.6±0.05	3.1±0.13
BB	7.7±0.27 <sup>ab</sup>	7.4±0.33 <sup>bc</sup>	13.7±0.26	8.8±0.45	4.7±0.16	2.9±0.04

鶏種	Ile	Leu	Phe	Lys
Ar	6.0±0.13	8.7±0.05 <sup>b</sup>	11.2±0.28	1.3±0.10
WA	6.4±0.12	9.6±0.27 <sup>a</sup>	12.0±0.24	1.2±0.18
WA×RLR	6.1±0.13	9.2±0.11 <sup>a</sup>	11.6±0.58	1.5±0.16
J	6.2±0.11	9.4±0.03 <sup>a</sup>	11.7±0.19	1.3±0.10
BB	6.1±0.07	9.4±0.20 <sup>a</sup>	11.8±0.30	1.2±0.28

\* アスパラギン、グルタミンは酸化してアスパラギン酸、グルタミン酸として測定  
平均値±標準偏差、異符号間に有意差あり(P<0.05)

値を示し(P<0.05)、不飽和脂肪酸が低い値を示した(P<0.05)。BBは不飽和脂肪酸が他の鶏種に比べて有意に高い値を示し(P<0.05)、飽和脂肪酸が低い値を示した(P<0.05)。WA×RLRについては、ミリスチン酸は、対照と比べて有意に低い値を示した(P<0.05)が、他は一定の傾向はみられず、平均的な値を示した。

### 4. 卵黄中の遊離アミノ酸組成

卵黄中の遊離アミノ酸組成を表4に示した。

すべての項目においてWA×RLRとJ、BBとの間に有意な差はみられなかった。また、うまみ、甘味、苦味に関係するアミノ酸<sup>8)</sup>において一定の傾向はみられなかった。

5. 卵白の起泡性 (離液率)

卵白の離液率を表5に示した。

攪拌直後の離液率は、青殻卵産出鶏の卵で0.14~0.29と低く、特にWA、WA×RLRは0.46~0.54のJ、BBに比べて明らかに低かった ( $P<0.05$ ) が、10分後から差がみられなくなった。また、Arは経時的変化が緩やかで、攪拌10分、30分、60分後でも他の鶏種より有意に低い値を示した ( $P<0.05$ )。

表5 離液率

鶏種	直後	10分後	30分後	60分後
Ar	0.29±0.3 <sup>bc</sup>	0.54±0.1 <sup>b</sup>	0.56±0.1 <sup>b</sup>	0.58±0.1 <sup>b</sup>
WA	0.14±0.2 <sup>c</sup>	0.67±0.1 <sup>a</sup>	0.68±0.1 <sup>a</sup>	0.69±0.1 <sup>a</sup>
WA×RLR	0.21±0.3 <sup>c</sup>	0.67±0.1 <sup>a</sup>	0.69±0.1 <sup>a</sup>	0.70±0.1 <sup>a</sup>
J	0.54±0.1 <sup>a</sup>	0.69±0.1 <sup>a</sup>	0.74±0.1 <sup>a</sup>	0.75±0.1 <sup>a</sup>
BB	0.46±0.3 <sup>ab</sup>	0.66±0.1 <sup>a</sup>	0.70±0.1 <sup>a</sup>	0.71±0.1 <sup>a</sup>

離液率=攪拌後X分後の液体体積/攪拌前の液体体積  
 平均値±標準偏差、異符号間に有意差あり ( $P<0.05$ )

表6 オーバーラン (%)

鶏種	1日目 (攪拌時間10.54秒)	3日目 (攪拌時間14.33秒)
WA×RLR	86.5±0.7 <sup>b</sup>	86.6±0.1 <sup>a</sup>
J	85.7±0.2 <sup>b</sup>	82.9±0.3 <sup>b</sup>
BB	87.6±0.2 <sup>a</sup>	86.3±0.7 <sup>a</sup>

オーバーラン (%) =  $\frac{\text{一定容量の液卵の重量} - \text{同容量の気泡卵の重量}}{\text{同容量の液卵の重量}} \times 100$   
 平均値±標準偏差、異符号間に有意差あり ( $P<0.05$ )

6. 全卵の気泡性 (オーバーラン)

全卵のオーバーランを表6に示した。

1日目では鶏種間の差は少なく、BBが他の鶏種に比べて有意に高い値を示した ( $P<0.05$ )。3日目の卵ではWA×RLRとBBがJより明らかに高い値を示した ( $P<0.05$ )。また、WA×RLRは3日目も86.6%と、1日目の86.5%と同程度の値を示した。

7. 加工特性

(1) 色調

シフォンケーキの底面および側面の平均色調を図1に示した。

WA×RLRは、底面および側面ともJ、BBに比べてL\*値 (明度) が54.2および72.3と低い傾向を示した。また、a\*値 (赤色度) は12.0および-4.2とJ、BBに比べて高い傾向を示した。

(2) 物性

シフォンケーキのテクスチャのレーダーチャート

を図2に示した。

WA×RLRはケーキ上層部の硬さと噛み応えの項目で、1日目、5日目とも対照のうちBBよりも明らかに高い値を示した ( $P<0.05$ )。

(3) 官能評価

官能評価のレーダーチャートを図3に示した。

WA×RLRはやわらかさの項目において1日目、5日目とも低くなる傾向がみられた。シフォンケーキにすると食感が硬く、噛み応えがあるケーキになることが明らかとなった。

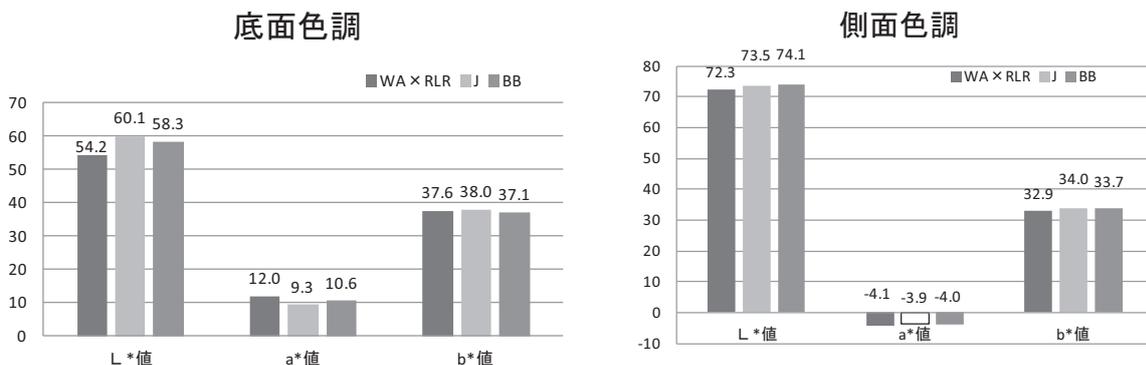


図1 シフォンケーキの底面および側面の色

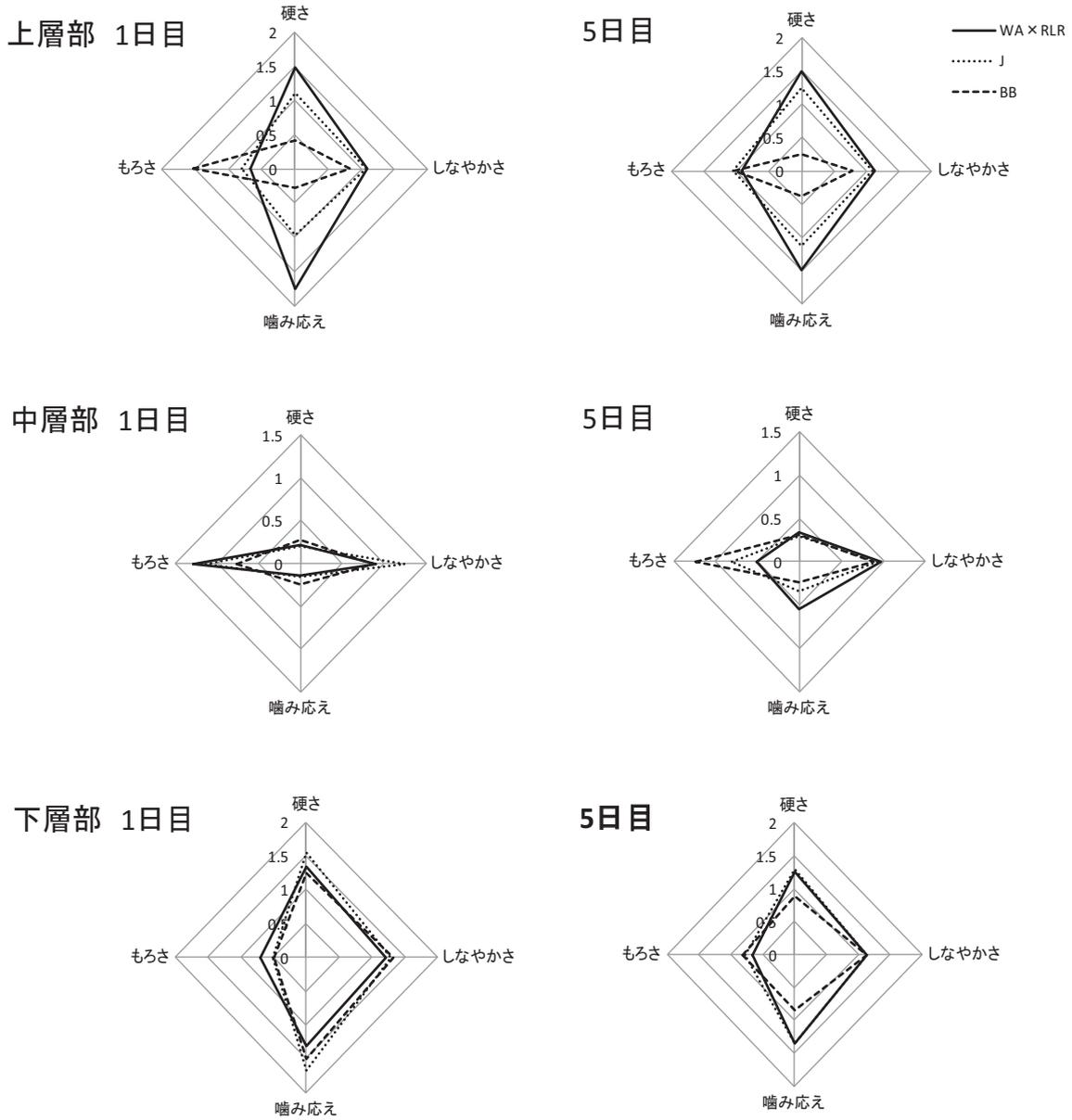


図2 シフォンケーキの物性測定結果

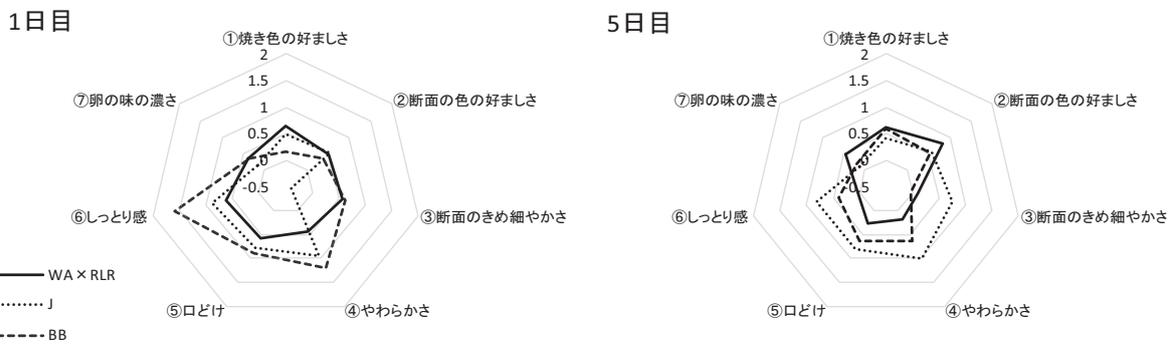


図3 官能評価結果

## 考 察

青殻卵産出鶏の卵について成分および物性等を調査した結果、アローカナ交雑鶏の卵は卵黄率が高く、卵黄色が濃いことが明らかとなった。成分的な特徴については、脂肪酸のうち、白および褐色卵との間に有意な差が認められたミリスチン酸は悪玉コレステロールを増加させる働きがある<sup>9)</sup>が、元々鶏卵にはあまり含まれていないため、アローカナ交雑鶏の卵をアピールする優位性としては認められない。一方で、卵の起泡性としては、卵白の攪拌直後の起泡性に優れていることが明らかとなった。攪拌直後の起泡性はお菓子などへ加工の際の重要な要素となる<sup>10)</sup>。また、全卵の起泡性は、産卵後日数が経過した卵であっても高い値を保っていた。一般的に卵黄は油脂を含むため、卵白のみのものに比べて全卵の起泡性は著しく低くなるが、卵黄率の高いアローカナ交雑鶏の卵にはレシチンが多く含まれ<sup>11)</sup>、乳化作用が働き起泡性の低下を抑制したのではないかと推察された。加工特性では、今回作ったシフォンケーキはやわらかさを求められるケーキであったため、アローカナ交雑鶏の卵の持つ特徴を生かすことができなかつた。物性測定、官能評価の結果から、例えば、バイクドチーズケーキのような比較的密度の高いしっとり感の求められるケーキ、またはサクサク感の求められるクッキーなどへの利用により、青殻卵の持つ黄身の濃さや起泡性、噛み応え等の物性特性を生かすことができると考えられた。

## 引用文献

- 1) 佐藤泰編著 (1980)、食卵の科学と利用、地球社: 217-228
- 2) 河原貴裕・森 尚之・山内章江・辻 誠之 (1999)、よりよい鶏卵・肉の生産管理技術－鶏卵の品質に及ぼす品種の影響－、岡山総畜セ研報10:49-52
- 3) 内野健志 (1991)、アロウカナ種 (青色卵殻鶏) の改良とその利用法、平成3年度試験研究成果発表会資料 養鶏部門:32-43
- 4) J. Folch, J., M. Lees and G. H. Sloane Stanley(1957), A Simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues, J. Biol. Chem. 226: 497-509
- 5) 下藤 悟・大谷貴美子・富田圭子・松井元子 (2010)、泡立て卵白の品質に及ぼす銅イオンの影響、Trace Nutrients Research 27:7-12
- 6) 加藤みゆき・津田淑江・長野宏子編著 (2008)、フローチャートによる身近な調理の科学実験、地人書館:120-121
- 7) 吉田 実・阿部猛夫 (1982)、畜産における統計的方法、中央畜産会:26-137
- 8) 矢野信禮・加藤貞雄・鈴木一郎・石井徳蔵 (1975)、鶏卵中の遊離アミノ酸およびそれらの貯蔵による変化、農林省畜試研報第29号:75-80
- 9) 大島寿美子・鈴木慎次郎 (1975)、人の血清コレステロールに及ぼす卵の影響、栄養雑誌Vol.33 No.3: 105-112
- 10) 嶺岸令久 (2011)、卵が決め手、養鶏の友2011年8月号:17-19
- 11) 八田 一 (2012)、Eggcitingな卵の研究 (卵の栄養・調理・健康機能) 第23回卵の気泡性、鶏の研究 (2012) 第87巻・第12号:20-23