

県産鶏卵の味特性明確化および呈味因子の探索

市川 亮一*¹, 佐藤 誠一*²

抄 録

県産鶏卵 11 種の卵黄を味覚センサーで測定し、一般的な卵と比較することで、味特性を数値化して明らかにした。さらに、味覚センサーの結果を遊離アミノ酸、脂肪酸組成等の理化学分析値と比較することで、味の違いをもたらす因子を探索した。県産鶏卵の卵黄は、味覚センサーの苦味雑味が高いものが多く、それらは官能試験でコクが強かった。味覚センサーと理化学分析値との相関により、グルタミン酸およびリノール酸が呈味因子であると示唆された。

1 はじめに

本県では、餌等の使用方法を工夫して味・外観に特徴ある鶏卵（以下、特殊卵）が生産されている。卵の味覚については、これまで理化学分析¹⁾および官能試験²⁾が主流であり、味の特徴を数値化して比較することは難しかった。近年、味覚センサーを使用して鶏卵の味を評価する試みが報告され始めている^{3,4)}。本報では、味覚センサーを使用して、県産鶏卵の味を数値化して特性を明確化した。さらに、理化学分析の結果と比較することで、呈味因子の探索を実施した。

2 実験方法

2・1 試料

徳島県内の鶏卵製造業 4 社より、特種卵 11 種（B～L）を 5 個ずつ入手した。比較対照として、同時期の白色レグホン卵 1 種（A）を 5 個入手した。なお、分析試料はそれぞれの卵黄部位を用いた。

2・2 卵黄の味特性

卵黄 5 個を蒸留水で 3 倍希釈後、20 秒攪拌し味覚測定溶液とした。分析には、味覚センサー SA402B（(株) インテリジェントセンサーテクノロジー）を使用した。測定方法および解析方法は装置付属の分析マニュアルに従い、味覚推定値を求めた。使用したセンサーおよび測定した味覚項目は表 1 のとおりである。

表 1 使用したセンサーおよび味覚項目

センサー	味覚項目	
	先味	後味
AAE	旨味	旨味コク
CT0	塩味	—
CA0	酸味	—
C00	苦味雑味	苦味
AE1	渋味刺激	渋味
AN0	—	ミナラル系苦味

2・3 卵黄割合、卵黄色、pH

割卵後に全卵と卵黄の重量を測定し、卵黄割合を算出した。卵黄色はカラーチャートであるヨークファン（DSM ニュートリションジャパン（株））を使用して、白色に近い 1 から橙色に近い 16 まで 16 段階で判定した。pH は卵黄 5 個を均質に攪拌し、pH ガラス電極を使用して測定した。

2・4 卵黄の栄養成分

定法⁵⁾に従い、水分は 100℃減圧加熱・乾燥助剤法、たんぱく質はマクロ改良ケルダール法、脂質はクロロホルム-メタノール混液抽出法、灰分は直接灰化法、炭水化物は全糖測定法によりそれぞれ測定した。

2・5 卵黄の遊離アミノ酸

岸らの方法⁶⁾に従い、試料に 5%スルホサリチル酸とクロロホルムを添加後、攪拌混合し遠心分離することで油脂およびタンパク質を沈殿させた。その上澄み液を 2%スルホサリチル酸で適宜希釈し、0.45μm シリンジフィルターでろ過したものを分析試料とした。分析には、全自動アミノ酸分析計

*1 食品・応用生物担当, *2 材料技術担当

JLC500/V2（日本電子（株））を使用した。

2・6 卵黄の脂肪酸組成

基準油脂分析試験法⁷⁾に従い、クロロホルム-メタノール混液で抽出した脂質をアルカリでケン化後、メチルエステル化した。水素炎検出器を備えたガスクロマトグラフ GC-2010Plus（（株）島津製作所）を使用して分析した。得られた脂肪酸ピークの面積比から、組成比を求めた。

2・7 卵黄の無機質

定法⁵⁾に従い、550℃で乾式灰化を行った後、1%塩酸に可溶化させて分析試料とした。分析には、誘導結合プラズマ発光分析装置 iCAP6300（Thermo Fisher Scientific）を使用し、無機質5元素（ナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウム、リン）を測定した。

3 結果および考察

3・1 卵黄の味特性

得られた9つの味推定値から、分析マニュアルに従って評価項目を選出した結果、苦味雑味、旨味コク、旨味となった。この中から、卵黄の官能試験と相関のある苦味雑味・旨味コクを用いて味特性マップを作成した（図1）。横軸の苦味雑味に関して、白色レグホン卵Aと比較して、特殊卵8種は味推定値差が1.0以上あり、官能試験でコクの差を強く感じた。縦軸の旨味コクに関して、白色レグホン卵Aと比較して、特殊卵CおよびKは味推定値差が0.8以上あり、官能試験で持続性のある旨味（旨味余韻）の差を感じた。

次に、苦味雑味・旨味コク・旨味について、分析マニュアルに従い、付属ソフトを使用した主成分分析を実施した（図2）。横軸に主成分（PC1）、縦軸に第2主成分（PC2）を示し、味覚項目の値を重ねてプロットした。つまり、Aと比較して苦味雑味（図2の白丸）に近い程、苦味雑味が強いことを示す。旨味コクおよび旨味（図2の白三角および白四角）に関しても、同様である。第1主成分の寄与率が81.7%であり、苦味雑味の強さ方向（図2の矢印）に大きく分散していることから、卵黄の味特性は苦味雑味で概ね説明できることが分かった。同様に、第

2主成分の寄与率が17.6%であり、旨味コクの強さ方向（図2の矢印）に若干分散していることから、旨味コクも卵黄の味特性を説明できることが分かった。

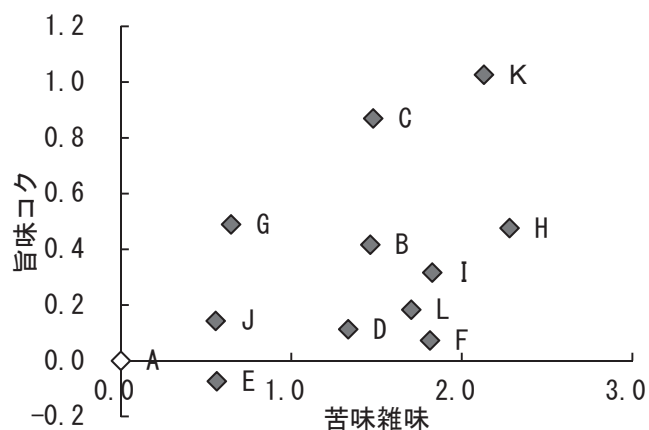


図1 卵黄の味特性マップ

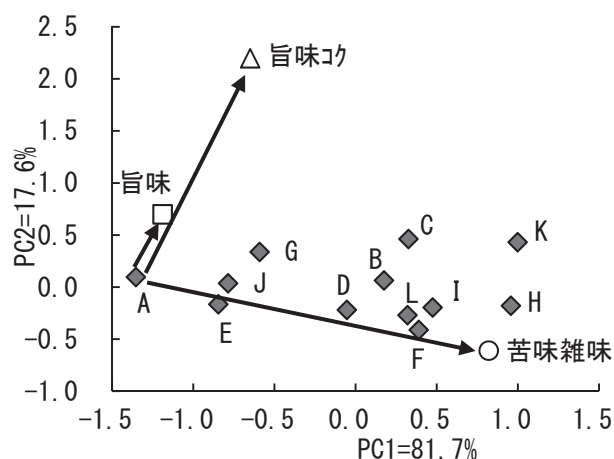


図2 主成分分析

3・2 卵黄割合、卵黄色、pH

卵黄割合は27~35%の範囲であり、試料内のバラツキは標準偏差0.04以下と小さかった（図3）。卵黄色は、白色に近い試料Gを除き11~16の範囲であった。試料内のバラツキは標準偏差0.9以下と小さかった（図4）。近年、消費者の嗜好により特殊卵の卵黄色は赤みを強く飼養する傾向があり、今回の測定でも、その傾向が確認された。pHは5.7~6.1の範囲であり、白色レグホン卵Aと比較して高値または低値の試料があった（図5）。卵黄割合、卵黄色、pHの値を味覚センサーの結果と比較した結果、相関を示す項目はなかった。

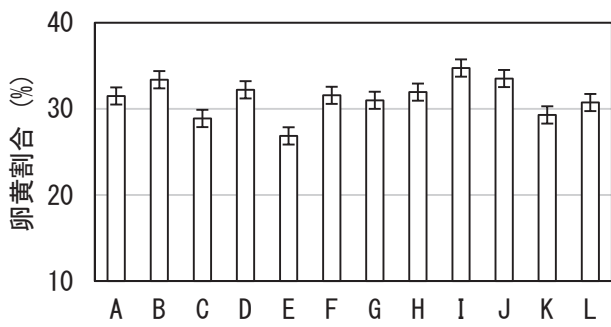


図3 卵黄割合

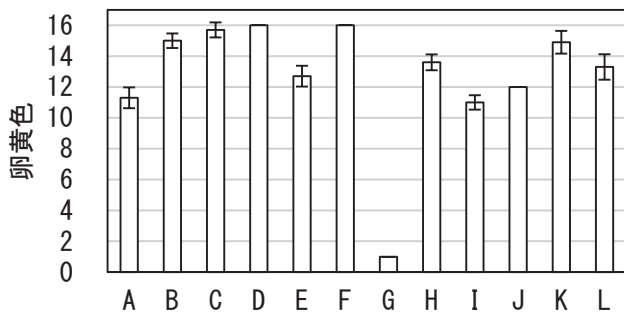


図4 卵黄色

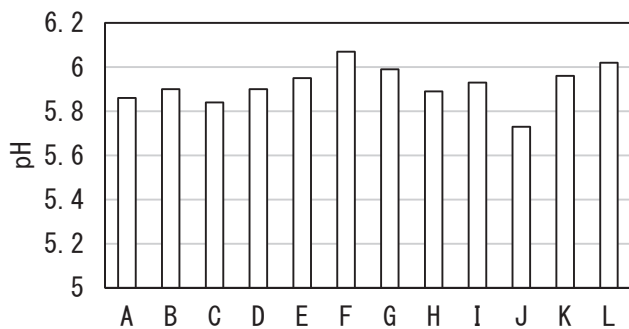


図5 卵黄のpH

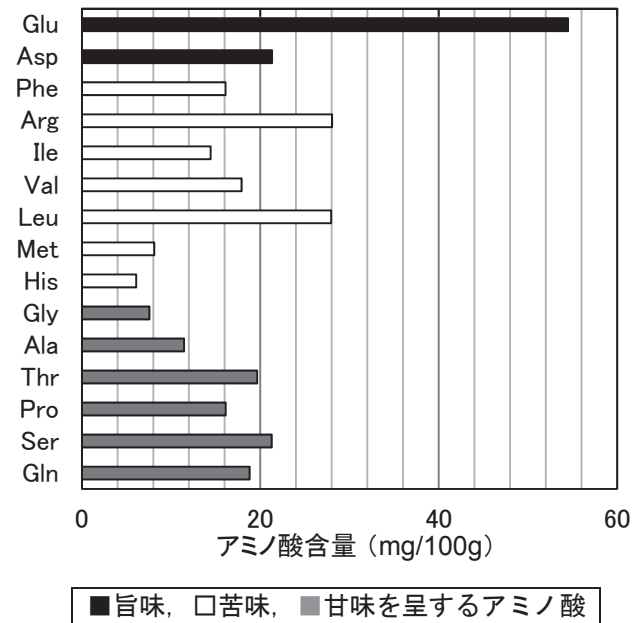
3・3 卵黄の栄養成分

水分は46～51%，タンパク質は15～17%，脂質は30～36%，灰分は1.8～2.7%の範囲であり，炭水化物は全て0.2%であった．エネルギーは353～405kcal/100gの範囲であった．栄養成分の値を味覚センサーの結果と比較した結果，タンパク質含量と苦味雑味の相関係数は $(r=0.60)$ であった．

3・4 卵黄の遊離アミノ酸

試料卵黄の遊離アミノ酸分析例を図6に示した．卵黄は呈味⁸⁾の異なる旨味，苦味，甘味アミノ酸を全て含有しており，含量の多いものからグルタミン酸，アルギニン，ロイシン，セリンの順であった．閾値⁸⁾以上の含有が確認されたのは，グルタミン酸

およびアルギニンのみであり，甘味を呈するアミノ酸で閾値以上の含有は確認されなかった．



Glu(グルタミン酸)，Asp(アスパラギン酸)，Phe(フェニルアラニン)，Arg(アルギニン)，Ile(イソロイシン)，Val(バリン)，Leu(ロイシン)，Met(メチオニン)，His(ヒスチジン)，Gly(グリシン)，Ala(アラニン)，Thr(スレオニン)，Pro(プロリン)，Ser(セリン)，Gln(グルタミン)

図6 特殊卵の遊離アミノ酸分析例

そこで，最も含量の多かったグルタミン酸について，各試料の結果を図7に示した．白色レグホン卵Aと比較して，特殊卵のグルタミン酸含量は13%～30%多かった．

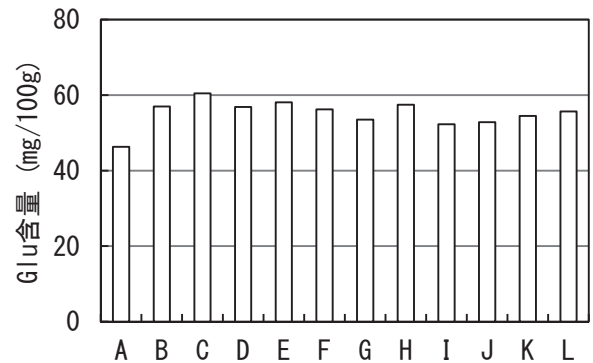


図7 卵黄のグルタミン酸含量

遊離アミノ酸含量を味覚センサーの結果と比較した結果，グルタミン酸含量と苦味雑味の相関係数は $(r=0.51)$ であった．さらに，前述したタンパク質

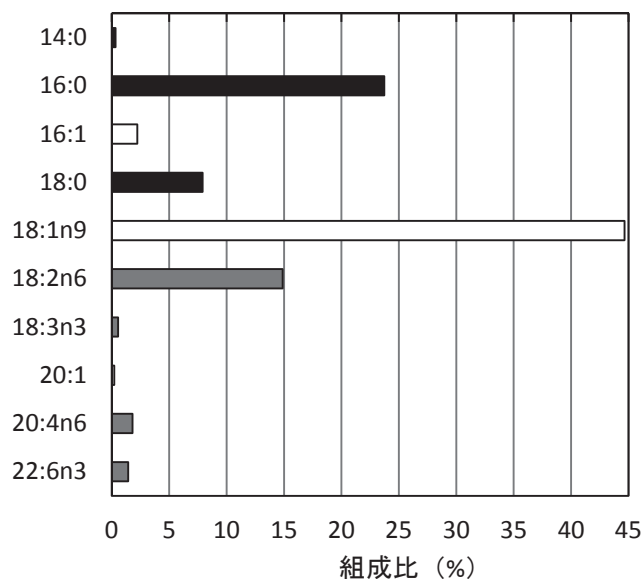
含量とグルタミン酸含量の相関係数は ($r=0.43$) であった。これらの結果より、タンパク質含量が多いとグルタミン酸含量が多い傾向となり、苦味雑味が高値になったと予想される。旨味を呈するグルタミン酸と苦味雑味が相関した理由は不明であるが、カリウムがグルタミン酸と共存した場合に苦味を呈したとされる報告⁹⁾がある。また、分析マニュアルによると、苦味は低濃度ではコクと感ずる場合があることから、これらの相互作用の影響と推測され、グルタミン酸が呈味因子の一つであることが示唆された。

3・5 卵黄の脂肪酸組成

卵黄中の脂肪酸組成分析例を図8に示した。縦軸は脂肪酸の略号、横軸は組成比を示した。略号は(炭素数:不飽和結合の数n不飽和結合の位置)として示した。脂肪酸は、不飽和度により3種類に分類した。組成比の高いものから、オレイン酸、パルミチン酸、リノール酸、ステアリン酸の順であった。

そこで、組成比が高く、動物試験において強い嗜好性を持つことが確認¹⁰⁾されているリノール酸について、各試料の組成比を図9に示した。白色レグホン卵Aと比較して、特殊卵のリノール酸組成は10%~23%高い傾向を示した。ただし、Gは5%低く、Kは53%高かった。Gが低値であった理由は、卵黄を白色に飼養するため給餌したコメの影響が示唆された。つまり、通常採卵鶏に飼養されるトウモロコシと比較して、コメのリノール酸組成は低値であることによると推察される。Kが高値であった理由は不明であった。

脂肪酸組成の値を味覚センサーの結果と比較した結果、リノール酸と苦味雑味の相関係数は ($r=0.66$) であり、ミリスチン酸、パルミチン酸、ステアリン酸比と苦味雑味の相関係数は、それぞれ ($r = -0.60, -0.86, -0.71$) であった。これら正負の相関の理由は不明であるが、動物試験において、リノール酸が味蕾細胞に直接作用すること¹¹⁾や強い嗜好性を持つこと¹⁰⁾が確認されている。これらの特性により、リノール酸が味覚センサーの脂質膜と相互作用を起し、苦味雑味の応答値を上昇させたと予想され、呈味因子の一つであることが示唆された。



■飽和, □一価不飽和, ■多価不飽和脂肪酸
14:0(ミリスチン酸), 16:0(パルミチン酸), 16:1(パルミトリン酸), 18:0(ステアリン酸), 18:1n9(オレイン酸), 18:2n6(リノール酸), 18:3n3(α -リノレン酸), 20:1(イコセン酸), 20:4n6(アラキドン酸), 22:6n3(ドコサヘキサエン酸)

図8 特殊卵の脂肪酸組成分析例

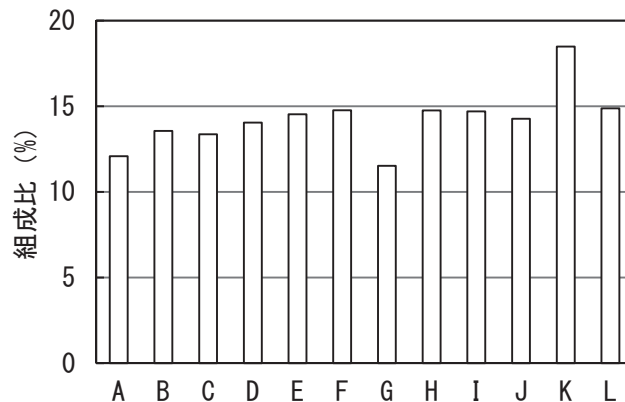


図9 卵黄のリノール酸組成

3・6 卵黄の無機質

ナトリウム含量は51~94mg/100gの範囲であった。カリウム含量は13~23mg/100gの範囲であった。カルシウム含量は119~162mg/100gの範囲であった。マグネシウム含量は8~14mg/100gの範囲であった。リン含量は383~497mg/100gの範囲であり、卵黄の無機質中で最も高かった。

無機質の値を味覚センサーの結果と比較した結果、相関を示す項目はなく、ミネラル系苦味の応答値も低値であったため、無機質含量により卵黄の味特性を評価することは困難であることが示唆された。

4 まとめ

- (1) 卵黄の味特性を比較するためには、味覚センサーの苦味雑味および旨味コクを測定することが有効であった。
- (2) 苦味雑味は卵黄のコクに対応し、旨味コクは旨味余韻に対応した。
- (3) 卵黄の苦味雑味を数値化して、白色レグホン卵と比較することで、県産特殊卵の優位性を説明できた。
- (4) 卵黄の呈味因子として、グルタミン酸とリノール酸が示唆された。

謝辞

本研究を実施するにあたり、複数回にわたり鶏卵をご提供いただいた県内鶏卵製造業者の方々に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 伊藤香葉ほか. 青殻卵の品質に関する調査. 千葉畜産研報. 2014, p. 31-36.
- 2) 平島円ら. 鶏卵のおいしさの要因. 三重大教研究紀要. 2011, p. 19-24.
- 3) 後藤美津夫ほか. 飼料米をトウモロコシの代替とした採卵鶏飼料の開発. 群馬畜試研報. 2010, vol. 17, p. 79-89.
- 4) 美濃口直和ほか. 名古屋コーチンの卵の特徴. 日本食品科学工学会誌. 2017, vol. 64, no. 2, p. 108-112.
- 5) 日本食品衛生協会. 食品衛生検査指針理化学編. 2005, p. 19-184.
- 6) 岸雅代. 市販バニラアイスクリーム及び原材料の遊離アミノ酸組成. 日本食品科学工学会誌. 1991, vol. 38, no. 9, p. 811-816.
- 7) 日本油化学会. 基準油脂分析試験法. 1996, 参 3.2.1.
- 8) 岸恭一ほか. タンパク質・アミノ酸の新栄養学. 講談社, p. 12-13.
- 9) 藤村忍ほか. グルタミン酸, イノシン酸及びカリウムイオンが鶏肉抽出液の呈味に果たす役割. 日本畜産学会報. 1996, vol. 67, no. 5, p. 423-429.
- 10) 伏木享. 油脂とおいしさ. 化学と生物. 2007, vol. 45, no. 7, p. 488-494.
- 11) T. A. Gilbertson et al. Fatty acid responses in taste cells from obesity-prone and -resistant rats. *Physiology & Behavior*. 2005, vol. 86, p. 681-690.