

## 7 鶏への飼料用米給与

### (1) 鶏における栄養価

- ▶ 鶏における玄米の栄養価は、トウモロコシとほぼ同等である。
- ▶ 鶏は粳米も有効に利用できるが、玄米に比べて粳米では各栄養素の含量が劣るとともに粗タンパク質、粗脂肪や可溶無窒素物の消化率も劣る。

### (2) 採卵鶏への飼料用米給与

- ▶ 栄養素の調整を行えば、飼料中のトウモロコシを玄米および粳米で全量代替することは可能である。
- ▶ 玄米および粳米の代替率が高くなるとともに卵黄色が薄くなる。
- ▶ 配合飼料の一部を粳米に換え、アミノ酸等微量成分を調整することで産卵性を落とさずに卵のサイズを小さくできる。

### (3) 肉用鶏への飼料用米給与

- ▶ 栄養素の調整を行えば、飼料中のトウモロコシを玄米および粳米で全量代替することは可能であるが、粳米を用いる場合には飼料中脂肪の配合割合に留意する必要がある。
- ▶ 玄米および粳米による飼料中トウモロコシの完全代替飼料完全代替飼料の給与は鶏肉の色を薄くし、歯ごたえをもたせ、味にコクを出すなど肉質を特徴づける可能性がある。

### (1) 鶏における栄養価

家禽も牛および豚などと同様に、米を飼料として利用することができる。鶏における玄米の代謝エネルギー価はトウモロコシとほぼ同等で、消化率もおおむね高い(表7-1)。一方、粳米の栄養価は玄米と比較して低いが、全粒(未粉碎)のまま給与した場合、他の家畜で見られるような粳米がそのまま(中の米が不消化のまま)排泄される割合は低い。しかしながら、不稔粳の割合が高い粳米の使用は、栄養素の不足を招くので留意が必要である。Sittiya ら(2011)が、2008年に新たに登録された飼料用イネ品種である「モミロマン」の粳米の代謝エネルギー価を、卵用鶏雄大雛を用いて測定したところ、2.79kcal/gであった。

表7-1 鶏におけるトウモロコシ、玄米および粳米の栄養価(原物当たり)

	粗蛋白質 (%)	代謝エネルギー (kcal/g)	消化率 (%)		
			粗蛋白質	粗脂肪	可溶無窒素物
トウモロコシ	7.6	3.28	85	94	89
玄米	7.5	3.28	89	83	94
粳米	6.5	2.66	71	50	91

(日本標準飼料成分表, 2009)

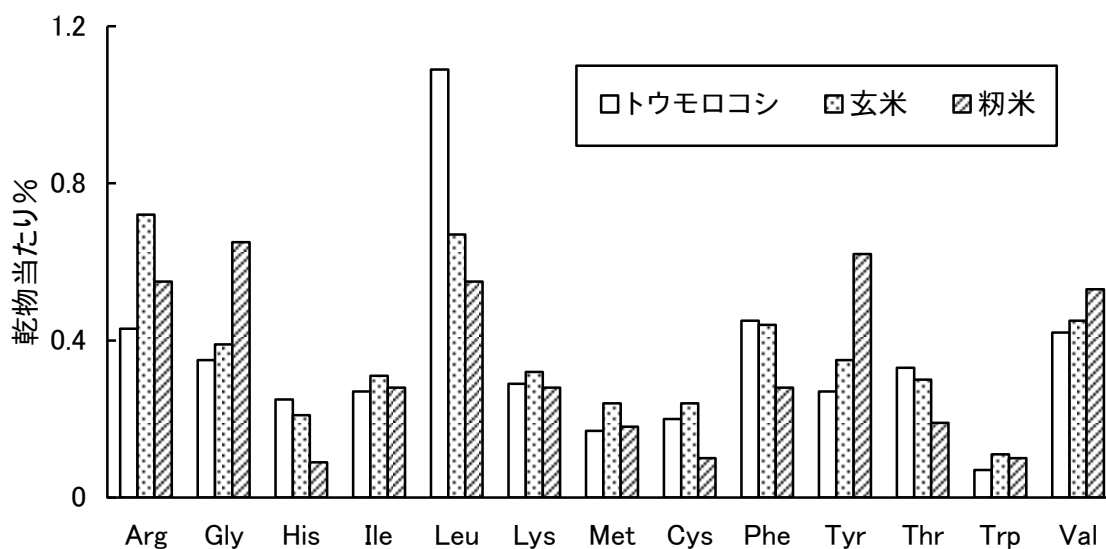


図7-1 トウモロコシ、玄米および粳米のアミノ酸含量(日本標準飼料成分表, 2009)

玄米および粳米のアミノ酸含量をトウモロコシと比較してみると、一部含量が高いものおよび低いものがみられるが、ほぼトウモロコシと同様の組成である(図7-1)。これらのアミノ酸有効率<sup>\*</sup>は、玄米でおおむね 80%以上と高いが、粳米ではそれよりも数ポイント低い(図7-2)。玄米および粳米をトウモロコシの代替原料として配合する場合、制限アミノ酸となりやすい含硫アミノ酸(メチオニン+シスチン)、リジンおよびトレオニン含量が養分要求量を大きく下回ることは無いが、念のため日本標準飼料成分表の値を用いて計算するなどして要求量を充足しているかどうか確認し、必要であれば栄養素の不足を調整しておくことが望ましい。

☞**※アミノ酸有効率**

摂取したアミノ酸に対する蛋白質合成に利用されるアミノ酸の割合、あるいは消化吸収され代謝利用されるアミノ酸の割合。消化率と同じ意味で使用されることもあるが、測定方法が異なる。

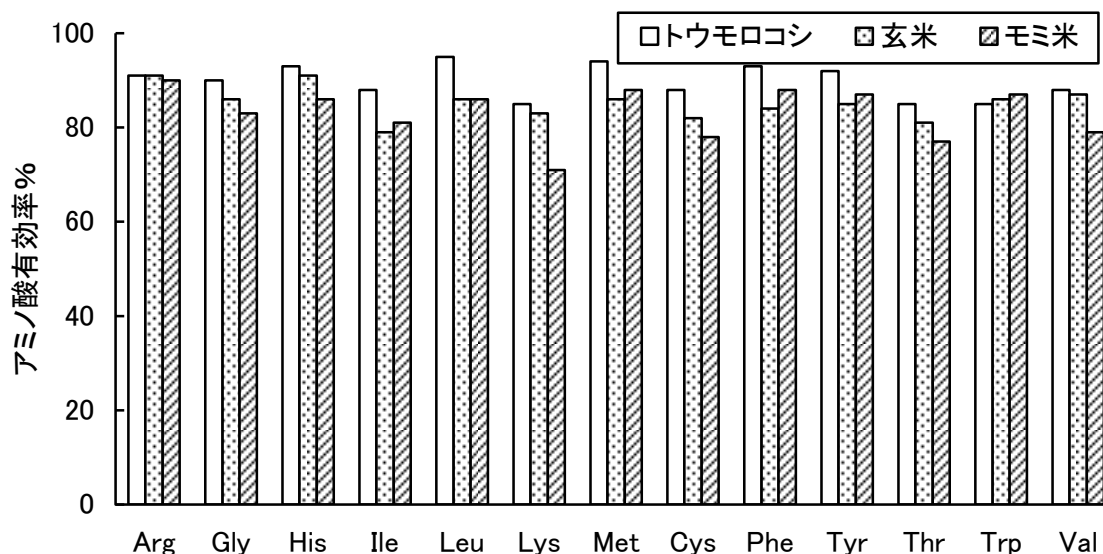


図7-2 トウモロコシ、玄米および粳米のアミノ酸有効率(日本標準飼料成分表, 2009)

鶏は歯がないものの食物を磨り潰すといった物理的な消化を筋胃で行うため、米粒のような比較的小さな粒子であっても確実に物理的な破碎を行い消化酵素による反応が十分に進む。そのため、未粉碎の粳米を給与しても他の家畜で見られるような粳がそのまま排泄される割合は低いので、玄米でも粳米でも、鶏に全粒あるいは粉碎のいずれの形で給与しても、同等の栄養価を得られる。土黒と武政(1981)は全粒あるいは粉碎した粳米の代謝エネルギー価が同等であることを確認した。

また、鶏において全粒穀類の嗜好性は優れているという報告(土黒と武政、1981)と全粒と粉碎した玄米の嗜好性は同等という報告(山長と古瀬、2012)があるが、孵化後2日間米を給与された経験(刷り込み)がその後の米採食量を高めることを示した報告(Yamanaga & Furuse, 2014)から判断すると、飼料用米の嗜好性を高めるためにはむしろ米に対する早期馴化(早めの馴らし給与)の方が有効である。

## (2) 採卵鶏への飼料用米給与

### ① 鶏卵生産(食用米の利用成績)

1970年代～80年代にかけての既往の育成鶏および産卵鶏への粳米給与試験の結果によると、粉碎した粳米をトウモロコシやマイロなどの主要飼料原料の代替物として利用できることが報告されている。6～20週齢の育成期の鶏において、飼料中に30%配合されているマイロを粉碎した粳米で代替し、粳米配合による若干の栄養素の過不足を補えば、飼養成績に影響は認められない(表7-2)。産卵鶏においても、飼料中のトウモロコシを粉碎した粳米により代替し、その結果生じるエネルギーやタンパク質あるいはアミノ酸の不足を油脂や大豆粕あるいは単体アミノ酸の配合割合を増やすなどの栄養素の調整を行えば、産卵成績に影響は認められない(表7-3)。しかしながら、卵黄色は粳米配合率の上昇とともに薄くなる。

表7-2 粳米の配合が育成期の採卵鶏の飼養成績に及ぼす影響

	増体量 (kg/14週間)	飼料摂取量 (kg/14週間)	飼料要求率
対照区(粳米 0%)	1.06	7.50	7.07
試験区(粳米 30%)	1.07	7.32	6.84

(相馬ら, 1983)

表7-3 粳米の配合が産卵成績に及ぼす影響

粳米配合率(%)	0	35.0	50.0	61.5(全量)
産卵率(%)	83.8	81.6	83.5	84.1
卵重(g)	64.0	63.6	64.3	63.3
飼料摂取量(g/日)	124	122	123	122
飼料要求率	2.32	2.37	2.29	2.30
卵黄色*	9.2	7.2	5.3	3.5

\*ロッシュカラーファンの値

(日本科学飼料協会, 1979)

一方、丸粒の状態の粳米についても、飼料中に 30%配合されているマイロと代替しても、栄養成分の過不足を調整すれば、同等の産卵成績が得られる(相馬ら 1986)。また、トウモロコシの代わりにくず米を 66%用いた飼料でも、不足する粗タンパク質あるいはアミノ酸を調整すれば、飼料摂取量が若干増加して、産卵率が上昇し、卵殻強度に大きな差のない成績が得られる(表7-4)。これらのことから、食用米においては、粳米あるいはくず米でも十分利用が可能であることが明らかとなっている。

表7-4 飼料用米の利用が産卵成績に及ぼす影響

飼料用米配合率(%)	0	66.0
産卵率(%)	76.5	79.8
卵重(g)	64.0	63.6
飼料摂取量(g/日)	121	129
飼料要求率	2.29	2.32
卵殻強度(kg/cm)	3.16	3.27

(合田ら, 2007)

## ②鶏卵生産(飼料用米の利用成績)

1970年代が食用品種の利用に関する試験であったのに対し、近年は多収品種を利用した試験が行われてきており、その結果、養鶏用飼料中のトウモロコシの代替あるいは配合飼料の一部置き換えで利用できることが明らかとなっている。多収品種は食用米に比較して大粒のものが多く、鶏は筋胃によ

り粳米を粉砕し吸収利用できるもので、粳すりなどの手間を考慮した場合には粳米のまま利用する方が好ましい。しかし、粳米については玄米と比較して農薬の残留の危険性があるので、粳米では、出穂以降の使用が認められた農薬以外の散布が行われていないことを確認してから給与する(11-(2)項参照)。鶏卵生産への影響は、表7-1に示したとおり飼料用米は玄米の場合はトウモロコシとほとんど同様の栄養価を有するため置き換えは容易であるが、粳米の場合には粗タンパク質や代謝エネルギーが低く、消化率も劣るので利用にあたっては粗タンパク質や代謝エネルギーの高い油脂や大豆粕などの飼料原料とうまく組み合わせるなどして、成分の調整が必要になる。

表7-5 玄米または粳米の産卵成績・卵殻強度に及ぼす影響

飼料用米配合率(%)	なし	玄米 30%	粳米 30%
産卵率(%)	93.1	93.3	93.0
卵重(g)	62.4	62.8	62.2
飼料摂取量(g/日)	117 a	115 a	112 b
飼料要求率	2.03	2.00	1.95
卵殻強度(kg/cm)	4.11	3.94	4.03

※異符号間に有意差あり ( $p < 0.05$ ) (脇ら, 2011)

トウモロコシの代替として多収品種の玄米または粳米を 30%配合しても不足する粗タンパク質あるいはアミノ酸を調整すれば、産卵成績には問題がなく、むしろ粳米を利用することで飼料摂取量が減少し、飼料要求率の改善傾向が見られる(脇ら, 2011)。さらに、配合飼料中のトウモロコシ(一般的には60%程度)をすべて粳米に代替して採卵鶏に給与しても、産卵率、卵重には影響がない(表7-6)。しかし、現時点での普及を考えた場合、粉から粒への形状変化に伴う既存の給餌施設への適合に対する不安や飼料への油脂添加量の増加に伴う飼料のハンドリングに係る問題など、全量代替に対する生産者や飼料メーカーの懸念を払拭できず、半量代替が安全であろう。

表7-6 配合飼料中トウモロコシの50%あるいは100%を粳米に代替した場合の産卵成績・卵殻強度に及ぼす影響

トウモロコシの代替率	0%	50%(粳米)	100%(粳米)
産卵率(%)	95.4	93.5	93.6
卵重(g)	60.7	61.6	61.0
飼料摂取量(g/日)	107	116	114
飼料要求率	1.77	1.88	1.86
卵殻強度(kg/cm)	3.43	3.91	3.31

※各処理間に有意差なし (高取・脇本, 2011)

一方、飼料用米の簡便な利用方法として、配合飼料を飼料用米で置き換えることも検討されている。飼料用米は配合飼料に比較して粗タンパク質含量が低いいためそのまま置き換えるだけであると産卵率の低下や卵重の抑制を引き起こす。そのため不足する栄養成分の調整が必要であるが、飼料原料単体の置き換えをしないので、農場でバルク車を用いた配合も可能である。ただし、よく混合されていない場合、鶏個体により不均一な飼料を摂取することになり、成績の低下が懸念されるため、しっかりよく混ぜることが重要である。

### ③卵黄色や脂肪酸組成への影響

トウモロコシに比べて飼料用米は、リノール酸が少なく、オレイン酸が多いなど、いくつかの栄養成分において特徴的な違いを示すことから、我が国においては、今後飼料用米を生かした特徴ある鶏卵の生産が期待される。

飼料用米給与が鶏卵の品質に及ぼす影響については、図7-3に示したように卵黄色が薄くなる現象が認められている。西藤(2008)は玄米を飼料中のトウモロコシの代替として0~60%配合した飼料を調製し、その給与が卵黄色に及ぼす影響を検討している。それによると、卵黄色は玄米の配合率が高くなるとともに薄くなり、玄米の配合率が10%高くなるにつれてカラーチャートの値が0.2~0.6ずつ低くなった。

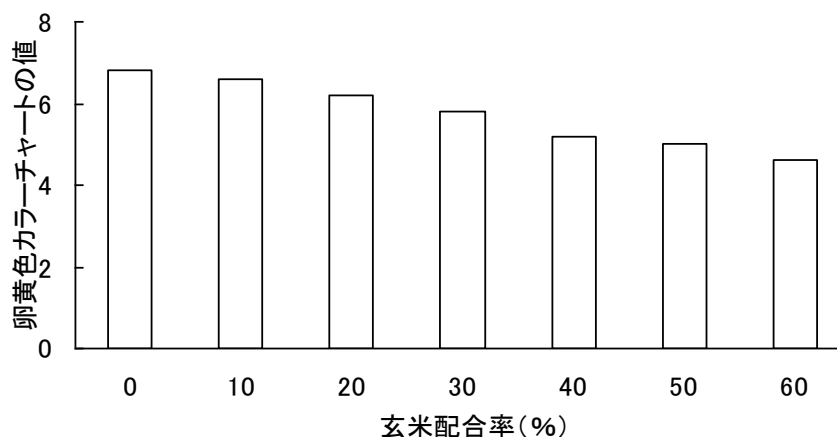


図7-3 飼料中への玄米配合率が卵黄色に及ぼす影響

上記試験の中で、飼料用米給与が卵黄中の脂肪酸組成に及ぼす影響についても検討している。玄米の配合率を高めると、飽和脂肪酸であるパルミチン酸、一価の不飽和脂肪酸であるオレイン酸含量が増加し、二価の不飽和脂肪酸であるリノール酸(n-6系)含量が、直線的に減少することを報告している。また、後藤ら(2009)も同様の報告をしている。これは、リノール酸を多く含むトウモロコシの配合割合が低下したことを反映するものである。一方、脂肪酸バランスを見た場合、n-6:n-3比が約12:1から8:1に低下し、第6次改訂日本人の栄養所要量(厚生労働省)において推奨されているn-6:n-3比の4:1程度に近づくことから、健康に配慮した鶏卵の生産が可能となる。さらに、食肉においてではあるがオ

レイン酸は風味に影響を及ぼすことも示されており、トウモロコシ主体の一般的な飼料による鶏卵との差別化ができ、特徴のある鶏卵供給を可能にするものと考えられる。

#### ④飼料用米を用いた卵重調整技術

飼料用米の簡便な利用方法として、配合飼料(成鶏用飼料)の一部を飼料用米で置き換えることもできる。飼料用米は配合飼料と比較して粗タンパク質含量やメチオニン含量が低いためそのまま置き換えるだけで産卵率や卵重の低下を引き起こす。一方、生産現場では2年鶏の卵重増加が問題になっており、この解決策として配合飼料と飼料用米をうまく利用した卵重調整技術が考案された。市販の成鶏用飼料の40%を飼料用米(粳米)に置き換えると飼料全体の粗タンパク質含量が低下するため、卵重によるサイズは小さくなるが産卵率も低下するので実用化は難しい。しかし、市販の成鶏用飼料を60%、飼料用米(粳米)を38%、残りの2%をアミノ酸やコーングルテンミールなどの原料で調整し粗タンパク質含量を14%、メチオニン含量を日本飼養標準の1.2倍量(0.42%)とすることで、産卵率を下げることなく卵重によるサイズを有意に小さくできる(図7-4、図7-5)。このように飼料用米を利用することで卵重を調整することが可能であり、この技術は2年鶏の卵重増加対策にも効果があるのみならず、卵重が64~70gであるLサイズの割合を約9ポイント少なくし、卵重が52~58gであるMSサイズの割合を約8ポイント増やすなどの1年鶏でのMS卵生産にも応用できる。

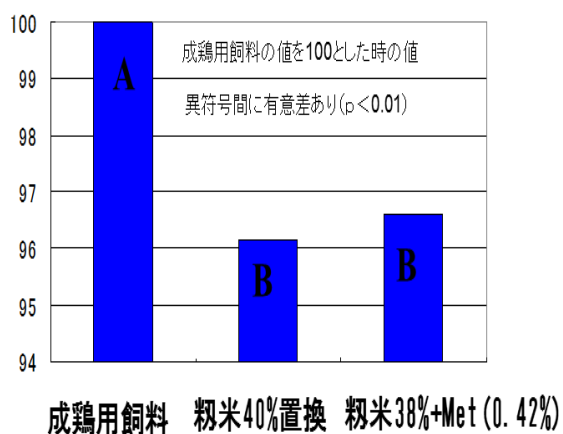


図7-4 卵重における指数(給与後4週間)  
(船井ら、2014)

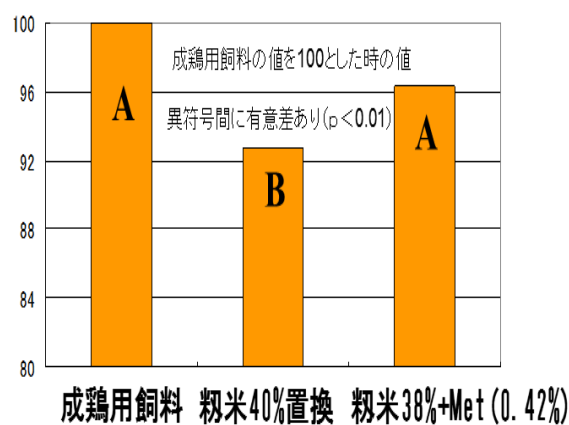


図7-5 産卵率における指数(給与後4週間)  
(船井ら、2014)

MS卵の利用方法として、たとえば茶碗1杯分のたまごかけご飯を作るのにちょうど良い量はMS以下であるといわれている。そこで、飼料用米を使ったMS卵を「たまごかけご飯専用卵」として販売するなど地域の特産品としての汎用性が高い技術である。さらにこの方法は、飼料原料単体の置き換えをしないので、農場でバルク車を用いた配合も可能である。ただし、よく混合されていない場合、鶏個体により不均一な飼料を摂取することになり、期待される卵重調整がなされない懸念があるため、しっかりよく混ぜることが重要である。

### ⑤飼料用米に含まれる機能性成分を利用した鶏卵生産

トウモロコシに比べて飼料用米は、リノール酸が少なく、オレイン酸が多いなど、いくつかの栄養成分において特徴を示すことから、我が国においては、今後飼料用米の有する栄養成分を生かした特徴ある鶏卵の生産が期待されている。飼料用米給与がトウモロコシ給与と比較して、鶏卵中の脂肪酸組成が異なることは先に説明したが、飼料用米には他にもトコリエノールやγオリザノールといった抗酸化活性の高い物質が豊富に含まれている。これらの研究については、現在さまざまな研究機関が試験を行っており、鶏生体や鶏卵成分への影響が調査されている。今後、これらの成分の有効性が確認され、鶏の健康や鶏卵に良い影響でることが明らかとなれば、新しい養鶏用飼料が体系化され、我が国独特の鶏卵が販売されるようになると考えられる。

## (3)肉用鶏への飼料用米給与

### ①給与水準

食用に適さないくず米や古米などを飼料として有効利用する目的で、玄米や粉碎粳米の給与が肉用鶏の生産性に及ぼす影響について 1970 年代頃から検討されてきた(日本科学飼料協会 1979、González -Alvarado *et al.* 2007)。その結果、飼料中トウモロコシを玄米や粉碎粳米で全量代替した飼料を雛に 21 日齢まで給与しても、飼養成績に影響しないことが示されている(表7-7)。

表7-7 飼料中粉碎粳米の配合割合がブロイラーの飼養成績等に及ぼす影響

(0-21 日齢)

粳米配合率(%)	0	35.0	50.0	60.5
増体量(kg)	2.00	2.19	2.23	2.20
飼料摂取量(kg)	4.89	5.14	5.15	5.04
飼料要求率	2.45	2.36	2.31	2.29
育成率(%)	96.5	95.5	89.5	92.8
脚の色	5.08	3.38	1.48	-

脚の色はロッシュカラーファンの値 (日本科学飼料協会 1979)

最近、多収品種の飼料用米が生産されるようになり、肉養鶏の生産においても粉碎しない粒のままの全粒の玄米や粳米の給与が検討されてきた。肉用鶏雛に対して飼料中トウモロコシのほぼ全量(41.6%)を飼料用米の玄米、粉碎粳米あるいは全粒粳米で代替した飼料を初生から 28 日齢まで給与した場合、粉碎でも全粒でも粳米給与では飼料摂取量が低下し増体量も低下した(図7-6)。トウモロコシ(対照)や玄米に比べて粳米の給与では、飼料全体のエネルギー含量を高めるため、エネルギー含量の高い油脂の添加を多くする必要がある。その結果、トウモロコシ主体飼料では脂肪含量が6%程度に対して粳米主体飼料では10%を超えることとなり、この油脂添加量の多さが増体成績に負の影響を及ぼすと考えられる。そこで、飼料のエネルギー含量は低いものの脂肪含量を6%として油脂添加量



を少なくして粳米給与したところ、玄米より劣るものの低下は認められず、飼育成績はトウモロコシ給与と同等となると期待できた(図7-7)。すなわち、肉用鶏前期飼料のトウモロコシを粳米で全量代替する場合、飼料への油脂添加量に留意する必要がある。

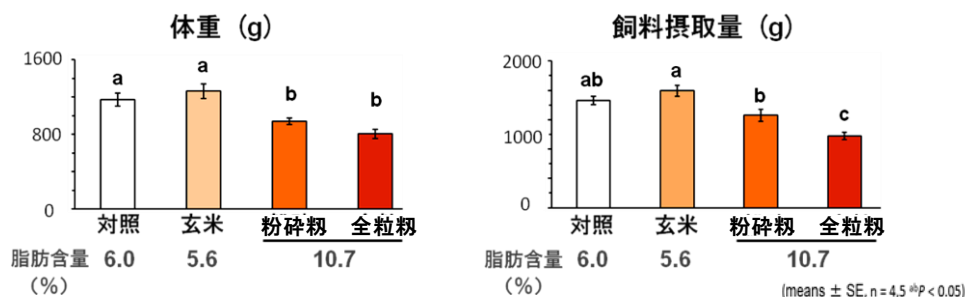


図7-6 全粒粳米含有飼料(ME 3100 kcal/kg、大豆油 10.7%)給与がブロイラーヒナの飼養成績に及ぼす影響(Nanto *et al.*, 2012)

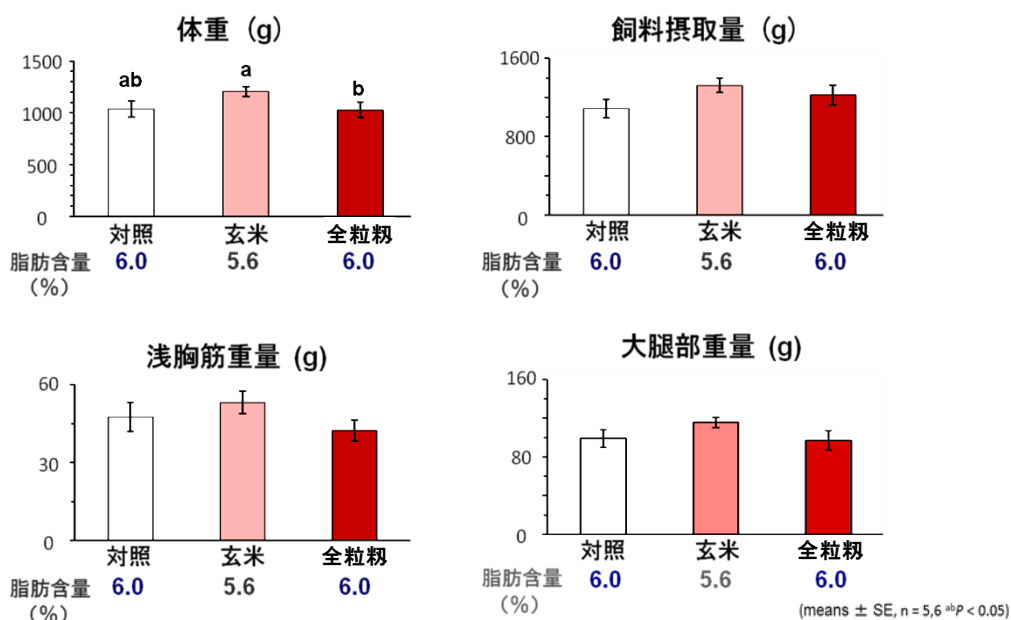


図7-7 全粒粳米含有飼料(大豆油 6%、ME 2800 kcal/kg)給与がブロイラーヒナの飼養成績に及ぼす影響 (Nanto *et al.*, 2012)

また、添加する油脂の量のみならず種類あるいは品質についても留意する必要がある。全粒粳米の給与において飼料に 10%添加する油脂として大豆油、コーン油とレンダリング油(飼料用動物性油脂)の3種類を用いたところ、肉用鶏雛の初生から4週間の増体量や飼料効率は大豆油もしくはコーン油添加で著しく低下するが、レンダリング油添加では低下しなかった(図7-8)。成長低下が観察された大豆油やコーン油の添加では、肝臓中過酸化脂質(MDA)※含量や飼料中油脂の過酸化物価の増加が認められ、それらの原因として用いた大豆油やコーン油の酸化などの劣化が考えられた。そこで、粳米給与において飼料エネルギー含量を高める目的で植物油脂を多く添加する場合、飼料中油脂の過酸化が関係して著しい成長低下を引き起こす可能性があり、添加する油脂の種類や品質に留意する

必要がある。

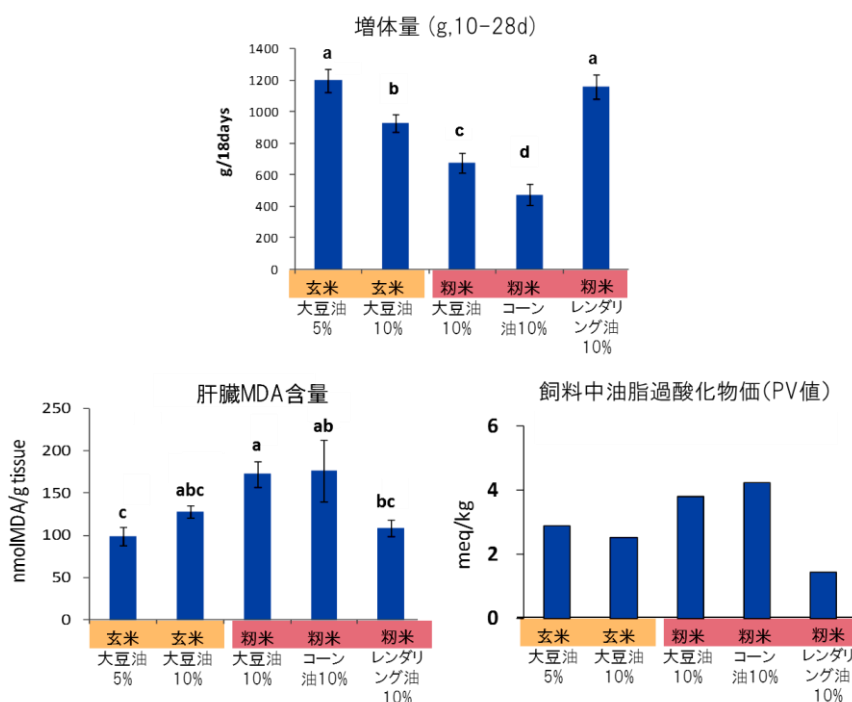


図7-8 高油脂含有粳米飼料給与に伴う増体量、肝臓 MDA 含量  
および飼料中油脂の過酸化物価(伊藤ら、2012)

☞※過酸化脂質(MDA)

脂質が酸化された時にできる反応生成物で、酸化の度合いを示す指標の一つ。値が高いほど酸化が進んでいると判断できる。種々の脂質から種々の反応生成物ができるため、測定値は標準物質を用いた換算値で示される。用いられることが最も多い標準物質がマロンジアルデヒド(MDA)であるため、単にMDAと表示されることがある。

赤木ら(2011, 2012, 2013)は、肉用鶏雛の肥育全期間において飼料中トウモロコシに替わる全粒の飼料用米の給与限界を探るために様々な検討を行った。はじめに、飼料中トウモロコシの半量もしくは全量を全粒の玄米あるいは粳米で代替した飼料を5日齢から肥育全期間において給与したところ、全粒玄米での全量代替では飼養成績の低下は認められず、全粒玄米がトウモロコシの全量代替物として肥育全期間で十分利用できることが示された(図7-9)。一方、全粒粳米では半量代替で良好な成長が観察されたものの、全量代替では成長低下がみられたことから、トウモロコシを全粒粳米に全量代替する場合、給与水準や給与方法などに工夫が必要であることが分かった。そこで、肥育全期間において飼料中の約60%を占めるトウモロコシの全量を代替するのではなく、肥育前期(0~21日齢)を半量代替とし、以降を全量代替することにより、成長の低下を招かないことが示された(図7-10)。さらに、飼料中トウモロコシを全粒粳米で全量代替する場合、飼料エネルギー要求量が若干充足できなくても添加する油脂を6%までとすることで、また、0~9日齢時の餌付け飼料中粳を全粒ではなく粉砕すること

で、良好な成長が得られ、成長に伴い生産される正肉割合の低下や腹腔内脂肪の増加は観察されず、良好な成績が期待できることが示された(図7-11)

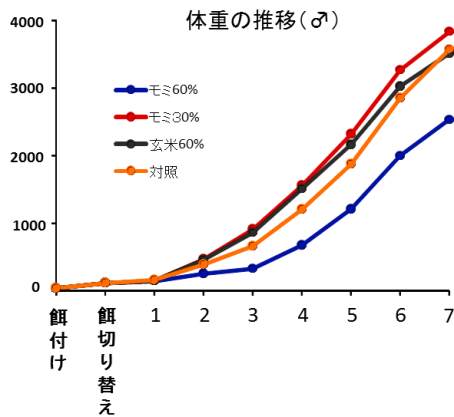


図7-9 肥育全期間における飼料用粳米の配合割合が成長に及ぼす影響(赤木ら、2012)

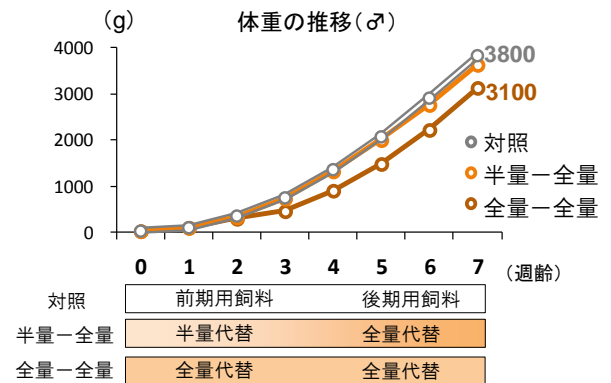


図7-10 肥育全期間における飼料用粳米半量および全量代替飼料給与が成長に及ぼす影響(赤木ら、2012)

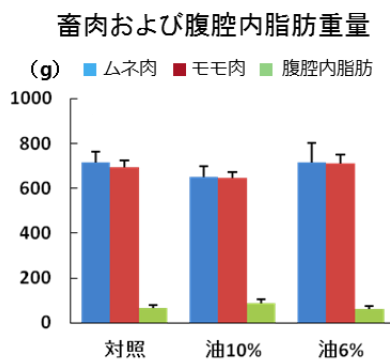


図7-11 肥育全期間における粳米全量代替飼料の油脂含量が畜産物成績に及ぼす影響(赤木ら、2013)

したがって、肉用鶏では、飼料への油脂の添加水準や餌付け飼料中粳の形態を考慮することで、肥育全期間を通して飼料中トウモロコシを全粒粳米に全量代替できると期待されるが、現時点での普及においては半量代替が無理のない給与範囲と考えられる。粉から粒への形状変化に伴う既存の給餌施設への適合に対する不安の声もあり、生産現場段階では様々な観点から給与水準を検討する必要がある。

また、表7-8の千葉県畜産総合センターにおける試験研究から飼料費を試算すると、トウモロコシに比べて粳米を主体する飼料では、1トン当たり前期で約8,000円、後期で約11,000円安く(表7-8)、飼料用粳米を用いることで飼料の低コスト化も実現可能である。

表7-8 飼料用粳米飼料の価格試算

(円/トン)	トウモロコシ主体飼料	粳米主体飼料
前期	59,688	51,449
後期	56,030	44,548

(H25 千葉県畜産総合研究センター試算)

## ②ストレス耐性

生産現場において、家禽は様々なストレスにさらされている。特に夏季などの高温環境は、汗腺を持たず体温調節が苦手な家禽にとって、深刻なストレスとなり、著しい生産性低下をもたらす。Nanto ら(2014)は、肉用鶏雛に飼料用米(粳米)をあらかじめ給与(初生から3週間)することにより、短期間(12時間)、暑熱環境下(33℃)においても筋肉中MDA含量の増加などの酸化ストレス上昇を抑制でき、また絨毛:陰窩比の低下、すなわち、消化管上皮の損傷を抑制できることを示した。一方、長期間では、酸化ストレスが亢進し、消化管上皮の損傷が増加することを見出している(図7-12)。

一方、玄米を給与した場合、長期間(6日間)の暑熱感作でも、トウモロコシ給与と同等なストレス耐性が認められた。したがって、飼料用米は、暑熱ストレス環境下において、玄米の形状では、トウモロコシ代替物として遜色なく利用可能であるが、粳米給与では、ストレスを緩和する給与方法の確立が必要と考えられる。

福岡県の銘柄鶏である“はかた一番どり”に、トウモロコシに比べて粳米を主体とした飼料(粳米 30%、ME:3100 kcal/kg)を4週齢時から出荷まで給与したところ、暑熱期で体重の低下やへい死(≒熱死)率の増加が観察された。しかし、代謝エネルギー含量を制限した粳米主体飼料(ME:2900 kcal/kg)を給与した場合、暑熱期でも体重低下やへい死率増加がみられなかったことから、粳米給与では飼料中ME含量を制御することで、暑熱期のストレスを一部緩和できることが示された。一方、“はかた一番どり”への玄米給与では、飼料中ME含量に関わりなく、暑熱期でもトウモロコシ給与と遜色ない成長が得られたことから、玄米はトウモロコシの代替物として十分利用できることが示された。しかしながら、トウモロコシに比べて玄米は粗繊維含量が少なく、鶏への玄米給与は、排泄物の乾物量を低下させ水分含量を増加させることで(脇と村野、2009)、敷料の状態を悪化させるので、鶏の飼育管理には十分な配慮

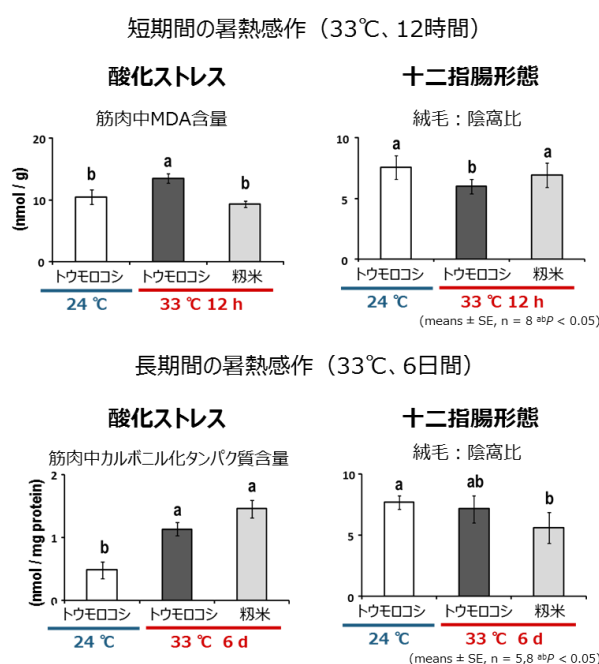


図7-12 短期間および長期間の暑熱感作時における肉用鶏への全粒粳米含有飼料給与が酸化ストレス、腸管形態へ及ぼす影響 (Nanto et al., 2014)

が必要であることも示された。

### ③生産物への影響

桑原ら(2011、2012)は、飼料用米給与が鶏肉の品質等に及ぼす影響について調査している。飼料用米(玄米および全粒粳米)を66%配合した飼料を、21日齢の肉用鶏に3週間給与した。ムネ肉の色調のうち黄色度の指標  $b^*$  値は明確に低下した(図7-13)。さらに、粳米飼料給与により、ムネ肉の剪断応力(かたさの指標)が増加し、食感が増すことが示された。また、筋肉中の遊離アミノ酸のうち、呈味を有するリジン(Lys)、アルギニン(Arg)、バリン(Val)、イソロイシン(Ile)が増加し、コクが付与される可能性がある(図7-13)。これら遊離アミノ酸の増加は粳米のアミノ酸組成を反映しているものと推察できる。

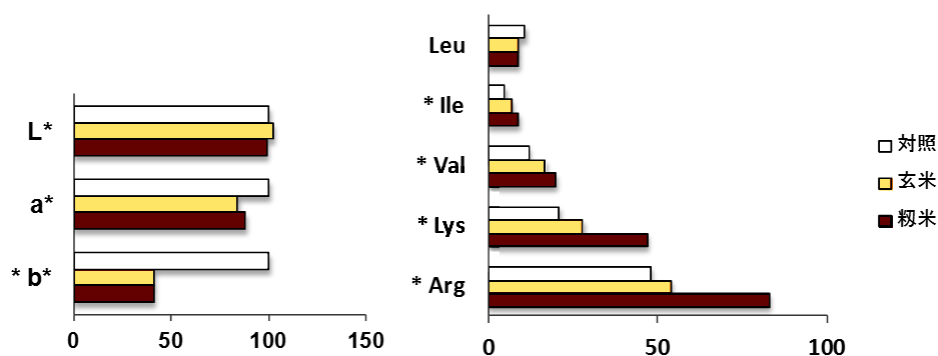


図7-13 飼料用米給与鶏肉(ムネ肉)の色調および筋肉中遊離アミノ酸含量  
(桑原ら 2011、2012)

訓練したパネル 14~18 名による分析型官能評価により、玄米給与でコクの有意な増加ならびに物性の付与が、粳米給与ではコクおよび酸味の増加が示された(表7-9)。ここで示す酸味は、非常に弱いものであり、すっきり感やさっぱりした印象を与えるものであった。物性の官能評価においては、玄米給与でかたさが増し、食感の付与が示された。

表7-9 分析型官能評価による飼料用米給与鶏肉(4°C、48時間熟成)の呈味評価(対照区をコントロールとした時の玄米および粳米給与肉の評価)

	玄米	粳米
2点識別法による呈味の差	あり 100%	あり 100%
プロファイル法呈味の特徴	味強い 後味が強い 香りが強い	コク強い うま味あり すっきりさっぱり

また、食肉は熟成に伴い肉質が変化し、独特の食味を形成する。そのため、飼料用米給与時鶏肉における保存および熟成による肉質への影響を明らかにすることは非常に重要である。藤村ら(2013)は、

飼料用米(玄米および全粒粳米)を66%配合した飼料を21日齢の肉用鶏へ3週間給与した鶏肉の熟成に伴う肉質の変化を詳細に解析している。4℃で0、24、96、114時間熟成を行った結果、各熟成時間における呈味性遊離アミノ酸総量および苦味系アミノ酸量(コクを付与)(図7-14参照)は玄米給与ではトウモロコシ給与より高い値を示し、粳米給与では熟成114時間でトウモロコシ給与と同等であることを示している(図7-14)。また、うま味のある酸味を呈する有機酸のコハク酸は、熟成96時間で、玄米および粳米給与でトウモロコシ給与の2~3倍量に増加した(表7-10)。一方食肉の呈味成分であるイノシン酸は玄米給与時の熟成96時間で低下する。鶏肉中のもう一つの呈味成分であるグルタミン酸含量と比較すると、もともとイノシン酸含量は非常に多く、この低下により、グルタミン酸との比率が改善され、うま味の相乗効果が発揮されると考えられる(図7-15)。

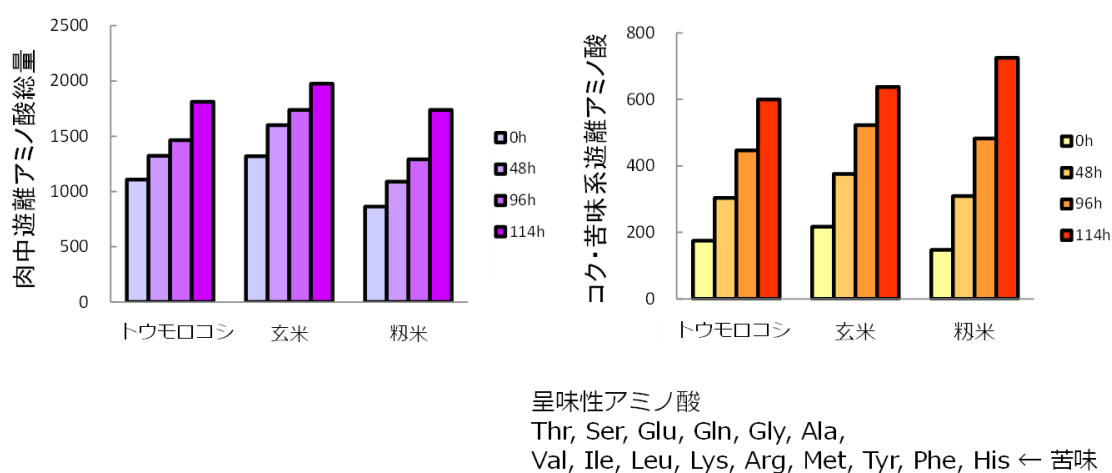


図7-14 飼料用米給与鶏肉における熟成時の遊離アミノ酸含量変化(桑原ら 2011、2012)

表7-10 熟成96時間後の飼料用米給与鶏肉中有機酸含量(藤村ら 2014)

(mg / g muscle)	トウモロコシ給与	玄米給与	粳米給与
クエン酸	3.29 ± 0.51	4.46 ± 0.92	4.18 ± 0.58
<b>コハク酸</b>	<b>4.52 ± 0.68<sup>b</sup></b>	<b>8.31 ± 1.95<sup>ab</sup></b>	<b>10.56 ± 2.64<sup>a</sup></b>
フマル酸	0.21 ± 0.04	0.25 ± 0.08	0.35 ± 0.06

n = 8, <sup>ab</sup>p < 0.05

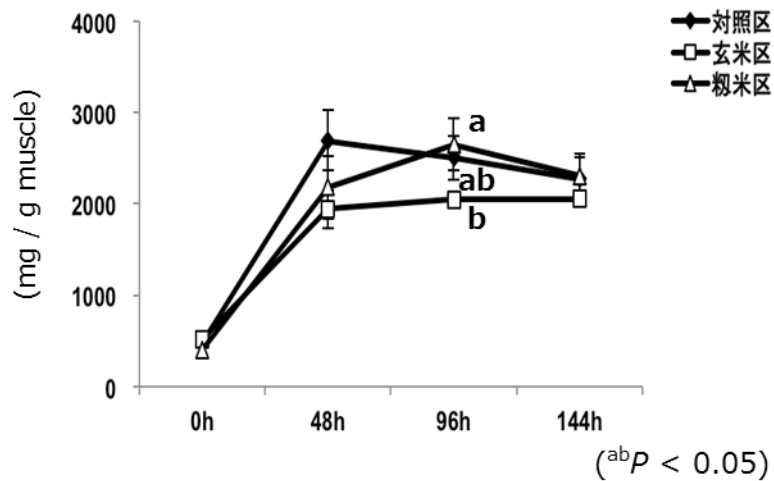


図7-15 飼料用米給与鶏肉における熟成時のイノシン酸含量変化 (藤村ら 2014)

また、熟成にともなう呈味の変化は、粳米給与では 24 時間熟成でコク及び酸味が若干強かったものが、熟成の進行により、さらにコク、酸味及び甘味が増加し、熟成の進行前後でうま味が強いことが示めされた(図7-16)。プロファイル法の検討結果からこれらの酸味は、酸っぱい味ではなく、後味のすっきり感を示す微かな酸味であり、好ましいものと推察された。

このように、飼料用米給与により、呈味および肉質に特徴ある鶏肉生産が期待できる。

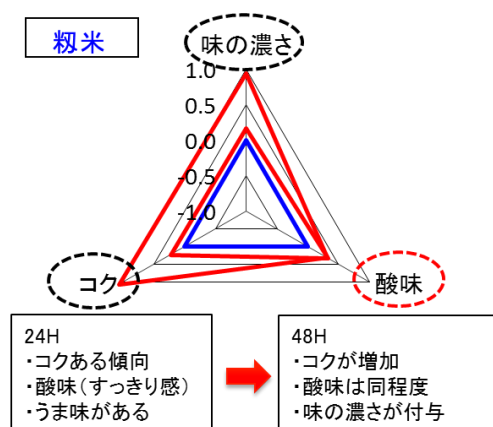


図7-16 分析型官能評価(シッフエの一対比較法)による飼料用米給与鶏肉の熟成時間に伴う呈味評価(対照区をコントロールとした時の粳米給与肉の評価)

#### (4) 飼料用米の給与にあたり留意すべき事項

飼料用米を鶏へ給与するにあたり留意すべき事項を記す。

鶏や豚に飼料用米を給与する場合、基本的には、トウモロコシに替わって主要なエネルギー源となる穀物として配合し、完全配合飼料の形で給与すると考えられる。一方、豚と異なり鶏では、玄米ではなく粳米の形で十分に利用可能であり、給与前に粉砕の必要はなく全粒のままで利用可能である。したがって、養鶏用飼料では餌付け時に若干の注意は必要であるものの、玄米あるいは粳米、粉砕あるいは



全粒を問わず、様々な形で飼料用米の配合・利用は可能である。そのため、従来の粉碎したトウモロコシを主体とする配合飼料とは、物性などが大きく異なり、既存の飼料給餌設備等を利用する場合、不具合が生じることが懸念される。たとえば、従来のトウモロコシ・大豆粕主体の配合飼料からトウモロコシの大部分を飼料用米に代替した飼料では、自動給餌器の飼料を搬送するパイプ等につまりが生じる可能性が高まると指摘されている。出来上がった際の配合飼料の物性などを考慮して、トウモロコシから飼料用米への代替割合を決めることが重要である。

また、粳米の形で飼料用米を利用する場合、飼料に添加する油脂などの含量に注意する必要がある。特に、ブロイラー用飼料などでは、ブロイラー雛の高い ME 要求量を充足するために 10%を超える油脂添加が必要となり、その結果、飼料の質の変化やベタ付くなどの物性変化が生じて、雛の採食やその行動に悪影響を及ぼすことが懸念される。さらに、油脂含量の高い飼料では、その物性のために給餌用ホッパーなどの内部でブリッジを形成して、本来、下に落ちるべきところで落ちてこないなどの不具合を起こすことも懸念される。したがって、本章の(3)項で述べられている通り、油脂の添加水準は 6%くらいまでとした方がよい。また、飼料価格の面からいって、現在のわが国では飼料原料のうちで油脂の価格は比較的高く、油脂の添加水準が多くなることで生じる価格差と粳米を玄米にすることで生じる価格差、すなわち、粳摺り代の両方を勘案すれば、粳米の形で利用よりも従来のトウモロコシ主体飼料と油脂添加を同水準にできる玄米の形で利用の方が、現時点では現実的であると考えられる。

従来のトウモロコシ主体飼料からトウモロコシを飼料用米に代替した飼料を産卵鶏に給与する場合、本章の(2)項で述べられている通り、生産される鶏卵の卵黄色は薄くなることに留意すべきである。鶏卵の生食文化があるわが国では、卵黄色は卵質における大きな要因の一つであり、わが国の消費者は卵黄が濃い橙色の鶏卵を好む傾向にある。したがって、従来のトウモロコシ主体の産卵鶏用飼料でも、卵黄色がカラーファン(CF)10~13 となることを目指して、パプリカやマリーゴールド花卉の粉末などの卵黄着色強化物質を添加することが多い。トウモロコシにはキサントフィルがおよそ 19mg/kg が含まれているのに比べて(日本標準飼料成分表, 2009)、飼料用米では検出限界以下であることを考えると、トウモロコシに換えて飼料用米を産卵鶏に給与する場合、特に、黄色系の卵黄着色強化物質を添加することが重要である。

従来のトウモロコシ主体の一般的な配合飼料に飼料用米を外付けで配合する場合でも、さらに他の飼料原料を組み合わせることで飼料中の栄養成分において要求量を満たすように調節できれば利用可能である。一方、飼料用米の成分特性を活かして、限られた場面で飼料用米を有効利用することができる。たとえば、粳米の低タンパク質な特性を活かして、鶏卵規格で LL や L サイズの割合が比較的に多くなる産卵後期の鶏に限定して外付け給与し、単体アミノ酸(メチオニン)添加を併用することで産卵率を低下することなく、卵重を制御する技術が提案されている(船井ら, 2014)。

#### (参考)

- 1) Sittiya J. ら (2011) Chemical composition, digestibility of crude fiber and gross energy, and metabolizable energy of whole paddy rice of Momiroman. *Journal of Poultry Science* 48, 259-261
- 2) 土黒定信・武政正明 (1981) ブロイラーにおける数種類の全粒穀類の嗜好性と利用率. *日本家禽学*



- 会誌 18, 301-306
- 3) 山長聖和・古瀬充宏 (2012) 飼料用玄米に対するニワトリヒナの嗜好性改善に関する研究. 日本家禽学会誌 49, J39-J43
  - 4) Yamanaga M. and Furuse M. (2014) Performance and passage through the gastrointestinal tract of paddy rice in young chicks. *Journal of Poultry Science* 51, 47-51
  - 5) 相馬文彦・山上善久・小林正樹 (1983) 採卵鶏に対する飼料原料としてのエサ米配合の影響 II 育成期における成分調整給与試験. 埼玉県養鶏試験場研究報告 17, 20-26
  - 6) 日本科学飼料協会 (1979) 昭和 53 年度もみ米の飼料化試験報告書
  - 7) 相馬文彦・山上善久・小林正樹 (1986) 採卵鶏に対する飼料原料としてのエサ米配合の影響 V 全粒利用の検討. 埼玉県養鶏試験場研究報告 20, 21-26
  - 8) 合田修三・藤井清和・佐藤健司 (2007) 採卵鶏における地域未利用資源を活用した飼料米給与技術. 京都府畜産技術センター試験研究成績 4, 39-51
  - 9) 脇雅之・村野多可子 (2011) 丸粒粳及び玄米の採卵鶏への利用. 千葉県畜産総合研究センター研究報告 11, 55-58
  - 10) 高取和弘・脇本進行 (2011) 採卵鶏におけるトウモロコシの飼料用米による全量代替給与技術の検討, 岡山県農林水産総合センター畜産研究所. 平成 23 年度自給飼料プロ成果検討会資料
  - 11) 西藤克己 (2008) 飼料用米給与による生産物への影響評価: 高付加価値化と差別化に向けて (3) 中小家畜(鶏). *グラス&シード* 23, 36-42
  - 12) 後藤美津夫・小材幸雄・信岡誠治 (2010) 飼料用米をトウモロコシの代替えとした採卵鶏飼料の開発. 群馬県畜産試験場研究報告 17, 79-89
  - 13) 船井咲知・松下浩一・清水景子・條々和実(2014)飼料用米による卵重抑制技術. 山梨県畜産試験場研究報告59, 37-47
  - 14) González-Alvarado G.G. ら (2007) Effect of type of cereal, heat processing of the cereal, and inclusion of fiber in the diet on productive performance and digestive traits of broilers. *Poultry Science* 86, 1705-1710
  - 15) Nanto F. ら (2012) Effects of dehulled, crushed and untreated whole-grain paddy rice on growth performance in broiler chickens. *Journal of Poultry Science* 49, 291-299
  - 16) 伊藤千晶、南都文香、神園巴美、松枝朝子、喜久里基、豊水正昭 (2012) 植物性油脂を多く含む全粒粳米飼料給与により肉用鶏の成長は低下する. 日本家禽学会 2012 春季大会
  - 17) 赤木友香・脇雅之・村野多可子 (2011) 丸粒飼料用米によるブロイラー給与技術の検討. 日本畜産学会第 114 回大会
  - 18) 赤木友香・脇雅之・村野多可子 (2012) 丸粒粳給与がブロイラーの発育に及ぼす影響. 日本畜産学会第 115 回大会
  - 19) 赤木友香・脇雅之・溝井つかさ・村野多可子 (2013) 粉碎粳によるトウモロコシの全量代替がブロイラーの発育に及ぼす影響. 日本畜産学会第 116 回大会
  - 20) Nanto F. ら (2014) Effects of whole-grain paddy rice on growth performance, oxidative stress and morphological alterations of the intestine in broiler chickens exposed to acute and chronic heat stress. *Journal of Poultry Science* (in press)
  - 21) 脇雅之・村野多可子 (2009) 飼料用米の採卵鶏への利用. 千葉県畜産総合研究センター研究報告 9, 5-8
  - 22) 桑原三紀・久保田真敏・門脇基二・藤村忍 (2011) 飼料用米給与による食肉の品質特性の検討. 日本畜産学会第 114 回大会
  - 23) 桑原三紀・久保田真敏・門脇基二・藤村忍 (2012) 飼料用米の短期給与における肉質への影響. 日本畜産学会第 115 回大会
  - 24) 藤村忍・藤田むつみ・久保田真敏・門脇基二 (2013) 鶏肉の風味に対する脂肪酸の影響. 日本畜産学会第 116 回大会