

機能性卵に関する試験

(2) アルファルファミール給与が卵質及び産卵性に及ぼす影響

須藤正巳・御幡 寿・宮口右二^{*}・小原夕子^{*}・永山精美^{*}

要 約

採卵鶏にアルファルファミールを10%（アルファルファ区）とβ-カロチン製剤を0.5%添加（製剤区）した飼料を給与し、卵質及び産卵性に及ぼす影響と機能性物質（β-カロチン）の卵中への移行について検討した。

1. 産卵性及び飼料消費量, 飼料要求率, 増体重

産卵率は、製剤区, 対照区, アルファルファ区の順に優れていた。平均卵重は、アルファルファ区が他の区と比べて有意に重かった。日産卵量は、製剤区がアルファルファ区に比べて有意に多かった。

給与飼料単価は、対照区91.75円/鶏卵1kgに対し、アルファルファ区98.10円/鶏卵1kgで1.07倍、製剤区244.86円/鶏卵1kgであった。

破卵率, 飼料消費量, 飼料要求率, 増体重については、いずれも有意の差が認められなかった。

2. 卵質

卵黄色で差がみられ、カラーファンスコアは製剤区で薄くなる傾向が認められ、特に試験開始14日目のもので他の区に比べて有意に低くなった。また、L値（明度）、a値（赤色）、b値（黄色）で評価すると、製剤区で明るく、赤色の度合いが薄くなる傾向がみられた。一方アルファルファ区では、赤色度が濃くなる傾向を示した。

ハウユニット値、及び卵殻強度は、3区間で有意の差が認められなかった。

3. 機能性物質（β-カロチン）

卵黄中のβ-カロチン量は、試験開始14、28日目から製剤区が他の区に比べて有意に増加した。アルファルファ区では、対照区と比べて14、28日目でそれぞれ2.05～4.48倍となったが有意ではなかった。また、血清中のβ-カロチン量は、製剤区が試験開始28日目で他の区と比べて有意に増加した。

給与飼料中のβ-カロチンの出納をみると、摂取量に応じて卵黄中の含量、蓄積量が多くなったが摂取量が増加してもその移行率は低下する傾向を示した。以上の結果から、β-カロチンを目的とした機能性卵（高付加価値卵）の生産が可能であった。

キーワード：トクシユラン、キノウセイラン、アルファルファミール、ベータカロチン

緒 言

機能性食品（特定健康用食品）は、科学的根拠に基づいてヒトの健康に効果が期待できる食品と定義され、近年消費者の関心が益々高まっている。この様なことから、養鶏農家においても高付加価値畜産物の生産に結び付く機能性卵生産についての関心は極めて高い。こうした中、県内の農協か

ら桑葉の新たな利用方法についての検討依頼があり、当研究室ではまず桑葉を用いた機能性卵生産と卵質及び産卵性に及ぼす影響について検討してきた。平成10年度は、桑葉中に含まれる機能性物質のγ-アミノ酪酸の卵中への移行について、平成11年度は、高β-カロチン卵作出について検討し、桑葉給与によるβ-カロチンの卵黄中への

^{*} 茨城大学農学部

移行については既に確認している。卵黄中へのβ-カロチンの移行は、桑葉の給与以外に、にんじん茎葉¹⁾ドナリエラ²⁾およびイタリアンライグラス³⁾で検討されている。そこで平成12度は、桑葉よりも年間を通じて安価で容易に入手できるアルファルファミールを採卵鶏に給与し卵黄中へのβ-カロチンの移行について検討を行った。

材料及び方法

1. 供試鶏

デカルプエクセルエル (白レグ系)

2. 試験鶏舎

開放式高床鶏舎の2段ケージ (間口22cm, 奥行き33cm, 高さ42cm) に単飼し, 飼料及び飲水は自由摂取とした。

朝夕併用点灯により1日15時間の一定点灯した。

3. 試験期間

平成12年10月31日~11月28日の28日間 (232日齢~260日齢)

4. 試験区分及び供試飼料

試験区分は, 表1に示した。対照区 (当時慣用飼料を給与), アルファルファ区 (対照区飼料にアルファルファミールを10%添加給与), 製剤区 (対照区飼料にβ-カロチン製剤を0.5%添加給与) の3区分とした。β-カロチン製剤は, 飼料添加物ロビックスβ-カロチン10% : ロッシュビタミンジャパン (株) を用いた。

5. 調査項目及び調査方法

(1) 産卵数, 破卵数, 産卵重量

産卵数, 破卵数, 産卵重量は反復試験毎に毎日測定した。

(2) 飼料消費量

飼料消費量は, 各反復毎に試験開始から終了まで毎週残飼量を測定し, 給与量から差し引いた値を飼料消費量とした。

(3) 体重

体重は試験開始時と試験終了時 (28日目) に測定した。

(4) 卵質検査

卵質検査は試験開始時, 試験開始14日目, 試験終了時 (28日目) に各試験区それぞれ無作為

に10個抽出し, 卵重, 卵殻強度, ハウユニット値, 卵黄色, 卵殻重, 卵殻厚について測定した。ハウユニット値は, EggマルチテスタEMT-500 (ロボットメーション (株), (株) 大成電機製作所製造) で測定した。卵黄色は, EggマルチテスタEMT-500を用いて評価するとともに, L値, a値, b値を日本ミノルタ製CR300で測定した。

(5) アンモニア測定

鶏糞から発生するアンモニア量を, 試験開始時, 試験開始14日目, および試験終了時 (28日目) に測定した。測定方法は, 反復試験毎に試験鶏舎の2ヶ所から新鮮糞100gを500mlのビーカーに採取した後密封し30°Cの恒温槽に保持し1時間後及び24時間後にガス検知管 (株式会社ガステック製, model801) で測定した。

6. 機能性物質 (β-カロチン) の測定

卵黄中の機能性物質 (β-カロチン) は, 試験開始時, 試験開始14日目, 試験終了時 (28日目) に試験区毎に無作為に9個抽出し分析した。なお, 血清の分析には試験開始時, 試験終了時 (28日目) に試験区毎に無作為に3羽抽出し採血した後分離した血清を試料とした。また給与飼料 (対照区飼料, アルファルファミール区, 0.5%製剤区) についても分析した。

(1) 卵黄中β-カロチン含量の測定

石川ら⁴⁾の方法に準じて次の方法で測定した。まず, あらかじめ卵重を測定した卵の卵黄と卵白を分離した。卵黄を濾紙上で転がし, 卵白を取り除いた後卵黄重を測定した。卵黄をよく攪拌混合し, その1gを褐色共栓付試験管 (10ml) に採取し, 6%ピロガロールエタノールを4ml加えた後, あらかじめ70°Cに加温した40%KOH/メタノール溶液を1ml加え, 軽く攪拌し, 窒素ガスで置換, 密栓をして70°Cウォーターバス内で30分間ケン化した。ケン化終了後, 試験管を冷水で冷却し蒸留水2mlとn-ヘキサン5mlを加え, 3000rpm, 5分間遠心分離後の上層をミリポアフィルター (0.45μm) で濾過し, 濾液を別の共栓付試験管に採取した。さらに, 遠心分離後の下層にn-ヘキサン1mlを加え, 同様に遠心分離し, 濾液を上記の褐色共栓付試験管に足し入れた。この操作をもう一度行った。

これを35°Cウォーターバス内で窒素ガスを吹き込みながら乾固し、測定まで、-80°Cのディープフリーザーで保存した。測定に際しては、これを室温に戻してから、50 μ lのベンゼン・ヘキサン（1：5）で再溶解した後、ミリポアフィルター（0.45 μ m）で濾過し高速液体クロマトグラフィー（HPLC）で測定した。

HPLCの分析条件は次のとおりとした。カラムは、Waters Novac 8NVC18（4 μ ）を使用した。移動相は、アセトニトリル：メタノール：クロロホルム（47：47：6）で、流速は、2.0ml/minで行った。検出器は、可視吸収検出器（453nm）を使用した。 β -カロチン標準品は、SIGMA製 β -カロチン（C-0126 Type II：Synthetic）を使用した。

(2) 血清中 β -カロチン含量の測定

血清中 β -カロチン含量の測定は次の方法で行った。血清1.5mlを褐色共栓付試験管（10ml）に採取した。6%ピロガロールエタノールを4ml加え、あらかじめ70°Cに加温した40%KOH/メタノール溶液を1ml加え、軽く攪拌し、窒素ガスで置換後、栓をして70°Cウォーターバス内で30分間ケン化した。ケン化終了後、蒸留水2mlとn-ヘキサン5mlを加え、3000rpm、5分間遠心分離後上層をミリポアフィルター（0.45 μ m）で濾過し、濾液を別の共栓付試験管に採取した。さらに、遠心分離後の下層にn-ヘキサン1mlを加え、同様に遠心分離し、濾液を上記の褐色共栓付試験管に足し入れた。この操作をもう一度行った。これを35°Cウォーターバス内で窒素ガスを吹き込みながら乾固し、測定まで、-80°Cのディープフリーザーで保存した。測定に際しては、これを室温に戻してから、50 μ lのベンゼン・ヘキサン（1：5）で再溶解した後、ミリポアフィルター（0.45 μ m）で濾過しHPLCで測定した。分析条件は、前記卵黄中の分析と同様であった。

(3) 飼料中 β -カロチン含量の測定

飼料中 β -カロチン含量の測定は次の方法で行った。粉碎した飼料を対照飼料3g、アルファアルファミール単味飼料1g、0.5%製剤添加飼料1gを乳鉢に採取し、海砂1gとともに良く擦りつぶした。さらにアセトン/エーテル

（9：1）5mlを加えて、浸漬し、溶出液を褐色メスフラスコに移す。この操作を色がなくなるまで行なった。採取した抽出液をアセトン/エタノール（9：1）で一定量に調製し、10mlまでエバポレーター濃縮した。6%ピロガロールエタノールを4ml加え、あらかじめ加した40%KOH/メタノール溶液を1ml加え、軽く攪拌し、窒素ガスで置換後、栓をして室温で24時間冷ケン化した。ケン化終了後、試験管を冷水で冷却し蒸留水2mlとn-ヘキサン5mlを加え、3000rpm、5分間遠心分離後上層をミリポアフィルター（0.45 μ m）で濾過し、濾液を別の共栓付試験管に採取した。さらに、遠心分離後の下層にn-ヘキサン1mlを加え、同様に遠心分離し、濾液を上記の褐色共栓付試験管に足し入れた。この操作をもう一度行った。これを35°Cウォーターバス内で窒素ガスを吹き込みながら乾固し、測定まで、-80°Cのディープフリーザーで保存し、供試する場合、室温に戻してから、対照飼料100 μ l、アルファアルファミール単味飼料150 μ l、0.5%製剤添加飼料150 μ lのベンゼン・ヘキサン（1：5）で再溶解した後、ミリポアフィルター（0.45 μ m）で濾過しHPLCで測定した。HPLCの分析条件は、前記卵黄中の分析と同様であった。

データの解析は、産卵率は、カイ2乗検定により、その他の項目は一元配置の分散分析で行った。

結 果

1. 産卵性、飼料消費量、飼料要求率および給与飼料の単価

産卵率は、製剤区、対照区、アルファアルファ区の順で優れていた。平均卵重は、アルファアルファ区が他の区に対し有意に重かった。日産卵量は、製剤区が、アルファアルファ区に対して有意に多くなった。破卵率、飼料消費量、飼料要求率については、いずれも有意の差が認められなかった。鶏卵1kgを生産するための飼料費は、対照区が91.75円/kgに対し、アルファアルファ区98.10円/kgで1.07倍、製剤区244.86円/kgで2.67倍であった。（表2，3，4）

2. 増体重及び生存率

試験期間中の平均増体重は、製剤区で大きな傾向が認められたが、有意ではなかった。

試験期間中の死亡及び淘汰はなかった。(表5)

3. 卵質

卵黄色に関する項目で差がみられ、カラーファンスコアは製剤区で薄くなる傾向が認められ、試験開始14日目では他の区に対して有意に ($p < 0.01$) 低かったが試験開始28日目では有意差は認められなかった。また、L値(明度)、a値(赤色)、b値(黄色)で評価すると、製剤区の卵黄色は他の区と比べて明く、赤色の度合いが薄くなる傾向がみられた。一方アルファルファ区では、卵黄の赤色度合い(a値)が濃くなる傾向がみられた。

ハウユニット値、卵殻強度の測定項目では3区間で有意差がみられなかった。(表6, 7)

4. 臭気成分の抑制

鶏糞からのアンモニア発生については3区間差がみられなかった。(表8)

5. 機能性物質 (β -カロチン)

卵黄中 β -カロチン量は、製剤区が試験開始14, 28日目から他の区に比べて有意に増した。アルファルファ区でも有意差は無かったものの、対照区に対し試験開始14, 28日目でそれぞれ2.05~4.48倍となった。血清中の β -カロチン量は、製剤区が試験開始28日目で他の区に対し有意に高かった。

β -カロチンの出納をみると、摂取量に応じて卵黄中の含量、蓄積量が多くなる傾向を示したが、 β -カロチンの給与量が多くなるに伴って移行率の低下傾向が認められた。(表9, 10, 11)

考 察

アルファルファミールと β -カロチン製剤を、採卵鶏に給与し卵質と産卵性に及ぼす影響と機能性物質(β -カロチン)の卵中への移行について検討した。

1. 産卵性、飼料消費量、増体重、飼料費

アルファルファ区では、他の区に対して平均卵重が有意 ($p < 0.05$) に大きくなったが、産卵率、日産卵量については低下した。今回、農家での容易な実施を考え、慣用飼料に重量比で10%のアルファルファミールを添加して試験を行った。このため、飼料単価は、45.75円/kg、飼料費は98.10円/鶏卵1kgと対照区の45円/kg、91.75円/鶏卵1kgと比較し飼料の経済性では差がなかった。しかし、表-1に示すとおり、カロリーとCPについては、日本飼養標準²⁾と比較してCPの充足率は、110%であったが、カロリーが96.6%と若干不足した。カロリー不足が、アルファルファミール区での産卵性の低下原因の一つと考えられる。製剤区では、産卵率、日産卵量が有意 ($p < 0.01$) に優れていた。また試験期間中の増体重は、製剤区で大きい傾向があったが各区で差がなかった。これらのことから β -カロチン製剤の給与で産卵性改善の可能性が示唆された。しかし、飼料単価は、119.78円/kg、飼料費は244.86円/鶏卵1kgと対照区に比べ高価となった、 β -カロチン製剤の添加割合については、損益分岐点を考慮して決定する必要があると思われる。

2. 卵質

ハウユニット値、卵重、卵殻強度は3区間で有意の差がみられず、卵黄色に差がみられた。特にアルファルファミール添加により卵黄色の赤色度合いが濃くなる傾向を示した。これは、桑葉給与の結果⁵⁾⁶⁾と同様であった。一方 β -カロチン製剤を添加したものでは、逆に卵黄色が薄くなる傾向がみられた。特に明度を示すL値、赤色度を示すa値で顕著に低かった。卵黄色は、カロチノイドのうち卵黄に沈着しやすい傾向のある、キサントフィル類の含有量と関係していて、 β -カロチン含量は卵黄色にはそれほど効果がないとの報告⁷⁾と同様の結果であった。

3. 臭気成分の抑制

前報で桑葉を給与した場合、鶏糞からのアンモニアの発生が抑制されることを示した。しかし、本試験の結果給与飼料へのアルファ

ルファミール及びβ-カロチン製剤の添加によって、鶏糞からのアンモニア発生量は抑制できなかった。

4. 機能性物質

給与飼料にβ-カロチン製剤を添加すると卵黄中β-カロチン量は、有意に増加し、対照区に比べて、14, 28日目それぞれ39.4倍, 92.7倍になった。また、アルファルファミールを添加したものは、対照区のものに比べて、試験開始14, 28日目それぞれ2.05倍, 4.48倍となった。また、血清中β-カロチン量も、β-カロチン製剤を添加した飼料を給与すると有意に増加した。これらのことから、アルファルファミール及びβ-カロチン製剤を飼料に添加することで、β-カロチンは卵黄中に移行し、その含量を高めることが可能である。特に、β-カロチン製剤を用いる上で、生産性を低下させることなく比較的容易にその摂取量を調整することが可能で、β-カロチンの卵黄中含量を増加させることが出来、高β-カロチン含有を目的とした機能性卵（高付加価値卵）の生産が可能であった。しかし、14, 28日目のβ-カロチンの出納をみると、対照区の移行率は3.32~5.47%であったのに対し、アルファルファ区では0.84~1.04%、製剤区では0.18~0.23%であり、摂取量が多くなるほど低下する傾向を示した。今後これらの点についての検討が必要と思われる。

また、本試験での鶏卵1kg当りの飼料費を比較すると、対照区が91.75円に対しアルファルファ区は、98.10円と1.07倍と見積もらる。アルファルファミールの添加によって比較的安易に通常卵に比べて卵黄色度合いが濃く、β-カロチン含量が約2~4倍高い卵の生産が可能であることが示唆された。一方、β-カロチン製剤を用いると通常卵の39.40~92.69倍高い高β-カロチン含有卵の生産が可

能であったがβ-カロチン製剤を添加した飼料では、244.86円と見積もられ対照区の2.67倍であった。つまり、β-カロチン製剤を0.5%添加すると鶏卵の販売価格を2.67倍以上高ししなければ同じ利益が得られない。それゆえ、高β-カロチン含有卵の生産に際してはβ-カロチン製剤の利用は、販売価格等を含めた損益分岐点を考慮して添加割合を決定する必要があると思われる。

引用文献

- 1) 石川寿美代, 村上斉, 山崎信, 武政政明: (1999) にんじん茎葉の給与が卵黄中のβ-カロチン含量及び卵質に及ぼす影響. 日本家禽学会誌, 36: 275-282
- 2) 折原惟子, 岸井誠男, 水宅清二: (1995) 機能性食品に関する研究(1)家禽卵中への機能性物質移行に関する研究 飼料中β-カロチンの鶏卵中への移行について. 神奈川県畜産研究所養鶏試験成績書, : 1-2
- 3) 斉藤健一, 山口岑雄: (2000) 産卵鶏への牧草飼料給与によるβ-カロチン強化卵作出の検討. 千葉県畜産センター研究報告, 24: 31-38
- 4) 農林水産省農林水産技術会議事務局編 (1997): 日本飼養標準-家禽, 中央畜産会
- 5) 館野英喜・谷田部隆・磯政男: (1999) 未利用資源の飼料化試験(採卵鶏への桑葉給与の影響) 茨鶏試研報, 33: 15-20
- 6) 館野英喜・谷田部隆・磯政男: (1999) 機能性卵に関する試験(採卵鶏への桑葉給与の影響) 茨鶏試研報, 33: 21-34
- 7) 中村良編: (1998) 卵の科学, : 29, 116朝倉書店

表1 試験区分及び供試飼料

区分	給与飼料	ME (kcal/kg)	CP (%)	羽数
対照区	当時慣用成鶏用飼料	2,900	17.0	20羽×4反復=80羽
アルファルファ区	対照区飼料にアルファルファミール10%添加	2,706	17.05	20羽×4反復=80羽
製剤区	対照区飼料にβ-カロチン製剤0.5%添加	2,886	16.92	20羽×4反復=80羽

ME, CPは, 対照区については表示値, 試験区については計算値β-カロチン製剤のME, CPは0として計算した

表2 飼料中のβ-カロチン含量及び飼料単価

区分	β-カロチン量 (μg/100g)	飼料単価 (円/kg)
対照区飼料	26.9	45.00
アルファルファ(単味)	3442.6	52.50
10%アルファルファ飼料	368.5	45.75
0.5%製剤区飼料	34225.1	119.78

表3 産卵性(試験開始1~28日)

区分	産卵率 (%)	破卵率 (%)	平均卵重 (g)	日産卵量 (g/日/羽)
対照区	91.83±7.97 ^a	0.19±1.00	62.81±0.95 ^b	57.67±4.97
アルファルファ区	90.04±8.40 ^c	0.05±0.52	63.06±1.27 ^a	56.76±5.15 ^a
製剤区	94.11±7.07 ^b	0	62.48±1.33 ^b	58.79±4.42 ^b

異符号間に有意差あり (a:b, b:c p<0.01, a:c p<0.05)

表4 飼料消費量及び飼料要求率(試験開始1~28日)

区分	飼料消費量 (g/日/羽)	飼料要求率 (g/日/羽)	飼料費 (円/鶏卵1kg)
対照区	117.59±10.14	2.039	91.75
アルファルファ区	121.70±10.14	2.144	98.10
製剤区	120.18±9.05	2.044	244.86

表5 平均増体重及び生存率

区 分	1日目体重 (g)	28日目体重 (g)	増体重 (g)	生存率 (%)
対 照 区	1563.76±164.87	1567.04±138.53	3.28	100
アルファルファ区	1612.8 ±138.64	1622.72±144.71	9.92	100
製 剤 区	1565.76±192.98	1617.92±145.74	52.16	100

表6 卵 質

区 分	ハウユニット値	卵重 (g)	卵殻強度 (kg/cm ²)
試験開始1日目	ns	ns	ns
対 照 区 (n=40)	90.94 ±5.61	62.30±4.53	3.70±0.59
アルファルファ区(n=40)	90.58 ±5.70	64.05±4.63	3.68±0.69
製 剤 区 (n=40)	88.71 ±5.61	63.09±3.57	3.79±0.46
試験開始14日目	ns	ns	ns
対 照 区 (n=40)	86.61 ±8.11	62.91±4.51	3.83±0.47
アルファルファ区(n=40)	88.91 ±6.77	64.27±4.63	3.64±0.59
製 剤 区 (n=40)	89.98 ±5.37	63.61±3.69	3.77±0.65
試験開始28日目	ns	ns	ns
対 照 区 (n=40)	86.38 ±8.87	62.08±4.03	3.71±0.61
アルファルファ区(n=40)	87.53 ±8.25	62.70±5.31	3.65±0.65
製 剤 区 (n=40)	88.47 ±6.69	61.62±4.16	3.85±0.65

表7 卵黄色

区 分	卵 黄 色			
	カラーファン スコア	L値	a値	b値
試験開始1日目	ns			
対 照 区 (n=40)	10.00±0.55	59.15±1.89 a	2.75±0.78	47.10±3.45 b
アルファルファ区(n=40)	9.88±0.46	58.19±2.44 a	2.43±1.06 b	44.52±7.10
製 剤 区 (n=40)	9.88±0.65	55.66±4.07 b	2.98±0.79 c	43.87±3.19 c
試験開始14日目				ns
対 照 区 (n=40)	9.33±0.57 a	59.97±1.88 c	1.64±0.80 a	48.17±3.01
アルファルファ区(n=40)	9.45±0.64 a	58.71±2.17 b	2.30±0.98 bc	48.76±4.28
製 剤 区 (n=40)	8.80±0.56 b	60.06±2.37 c	0.93±0.95 d	47.71±3.65
試験開始28日目	ns			
対 照 区 (n=40)	9.05±0.55	59.96±2.30 a	1.99±0.87 a	46.81±4.01 b
アルファルファ区(n=40)	9.05±0.55	60.66±1.92 c	3.54±1.17 b	50.33±3.47 a
製 剤 区 (n=40)	8.98±0.58	61.85±2.31 b	1.84±1.23	48.99±3.50 ca

符号間に有意差あり (a : b , c : d , a : d p<0.01 , b : c p<0.05)

表8 鶏糞中の臭気成分 (アンモニア)

	試験開始1日目		試験開始14日目		試験開始28日目	
	1時間 ppm	24時間 ppm	1時間 ppm	24時間 ppm	1時間 ppm	24時間 ppm
対 照 区	4.5	14	3.5	10	2.5	9.0
アルファルファ区	2.5	27	1.5	5.5	4.0	15
製 剤 区	2.0	16	3.5	5.0	2.5	15

表9 卵黄中のβ-カロチン含量

	試験開始時1日目 (μg/卵黄100g)	試験開始14日目 (μg/卵黄100g)	試験開始28日目 (μg/卵黄100g)
	ns		
対 照 区 (n=6)	12.45±6.22	11.57±3.60 a	6.45±3.27 a
アルファルファ区 (n=6)	12.80±6.91	23.72±9.94 a	28.91±10.59 a
製 剤 区 (n=6)	16.90±2.55	455.85±304.49 b	597.84±165.30 b

異符号間に有意差あり (a : b , p < 0.01)

表10 血清中のβ-カロチン含量

	試験開始1日目 (μg/血清100ml)	試験開始28日目 (μg/血清100ml)
	ns	
対 照 区 (n=3)	1.39±0.75	7.73±5.87 b
アルファルファ区 (n=3)	2.28±0.36	3.50±2.20 b
製 剤 区 (n=3)	2.19±0.35	28.21±13.59 c

異符号間に有意差あり (b : c p < 0.05)

表11 β-カロチン出納

区 分	β-カロチン 摂取量 (μg/羽/日)	卵黄中 β-カロチン量 (μg/卵黄100g)	卵黄重 (g/個)	1卵黄中β- カロチン蓄積量 (μg/羽/日)	移行率 (%)
試験開始1日目					
対 照 区	27.43	12.45	15.60	1.942	7.08
アルファルファ区	29.25	12.80	15.45	1.978	6.76
製 剤 区	29.25	16.90	14.88	2.515	8.60
試験開始14日目					
対 照 区	32.00	11.57	15.13	1.751	5.47
アルファルファ区	432.98	23.72	15.39	3.650	0.84
製 剤 区	40337.7	455.84	15.57	70.983	0.18
試験開始28日目					
対 照 区	33.00	6.45	16.99	1.095	3.32
アルファルファ区	469.17	28.91	16.83	4.867	1.04
製 剤 区	41864.1	597.84	16.27	97.249	0.23