

## 卵用鶏の産卵性および卵質に及ぼすカンショ茎葉添加飼料給与の影響

竹之山慎一・河原 聡<sup>1)</sup>・林ひとみ<sup>1)</sup>・井本貴典<sup>1)</sup>・長瀬朋子<sup>2)</sup>・安藤忠弘<sup>2)</sup>・石黒浩二<sup>3)</sup>・  
吉元 誠<sup>3)</sup>・六車三治男<sup>1)</sup>

南九州大学健康栄養学部, <sup>1)</sup> 宮崎大学農学部食品機能化学講座, <sup>2)</sup> 宮崎県畜産試験場川南支場,

<sup>3)</sup> 九州・沖縄農業研究センター都城畑作研究拠点

(2007年1月26日 受理)

## Effects of Sweet Potato Litters as Supplemental Feed on Egg-laying of Hens

Shin-ichi TAKENOYAMA, Satoshi KAWAHARA<sup>1)</sup>, Hitomi HAYASHI<sup>1)</sup>, Takanori IMOTO<sup>1)</sup>,  
Tomoko NAGASE<sup>2)</sup>, Tadahiro ANDO<sup>2)</sup>, Kouji ISHIGURO<sup>3)</sup>, Makoto YOSHIMOTO<sup>3)</sup>,  
Michio MUGURUMA<sup>1)</sup>

Department of Nutrition Management, Faculty of Health and Nutrition, Minami-kyusyu University,

<sup>1)</sup> Department of Biochemistry and Applied Biosciences, Faculty of Agriculture, University of Miyazaki,

<sup>2)</sup> Miyazaki Livestock Research Institute, <sup>3)</sup> National Agricultural Research Center for Kyushu Okinawa Region.

**Summary :** The effects of sweet potato litters (SPL), produced in the southern part of Kyushu Island in Japan, on Hensy Fecundation Rate (HFR), feeds intake, egg quality such as functional ingredient in the yolk, lipid content, fatty acids composition, vitamin E as well as the lutein content were investigated. Hens (Hy-line brown) used were divided to four groups. The first group was fed an ordinary diet and was considered the control group. The treatment groups were fed an ordinary diet with 3 %, 5 % and 10 % of SPL respectively.

The HFR in treated groups at the 5 % and 10 % levels insignificantly tended to be low when compared to the control subjects. The HFR in the group fed with 3 % SPL was found to be slightly higher than those in other groups, including control group. Feed intake was slightly affected by the concentration of SPL in the diet. When SPL proportion increased the feed intake increased, though the concentrate slightly decreased. Diet did not affect lipid content and fatty acids composition. Alfa tocopherol content in the yolks increases as the percentage of SPL increased, though insignificantly. However, lutein content in the yolk in the group treated with 10 % SPL significantly increased when compared to control group. Vitamin E and lutein that exist in the SPL might shift in the yolk in eggs.

**Key words :** By-product, Hensy fecundation rate, Lutein, Sweet potato litters, Vitamin E

### 緒 言

近年, 我々を取り巻く環境をめぐる状況は地球温暖化, オゾン層破壊等, 日々深刻化しており,

環境問題への対応は今後わが国を含めた人類の持続的な発展を図っていく上での大きな課題となっている。このような中で, 現在大きな社会問題と

してわが国が直面している廃棄物問題は、解決すべき重要な課題の一つである。そのため、環境負荷の少ない社会の構築が求められており、農・畜・水産業においてもその持続的な発展を図る上で、排出される廃棄物や残渣の積極的な利活用が強く求められている(阿部ら 2000a)。

南九州におけるカンショの生産は全国でもトップクラスであり、食用や焼酎、澱粉原料を含め需要が非常に高い。それに伴い南九州特有の農林水産業廃棄物として、焼酎廃液、澱粉粕、茎葉などのカンショ残渣が非常に多く排出される。このうち焼酎粕をウシ(小野寺ら 2000)、ブタ(中尾ら 2001)等に給与した研究により幾つか実用化されている。カンショを収穫した後に排出されるカンショ茎葉は粗繊維、ミネラル、カロチノイド、ビタミン、ポリフェノール類等多種多様な機能性成分を高濃度に含有しており、前述したように環境負荷軽減への取り組みと相まって、その有効利用が期待されている。しかしこれら茎葉は、カンショ塊根を利用した後は殆どが廃棄されており、有効利用されていない。従来、未利用飼料資源の有効利用を目的とした卵用鶏の飼料としては、殆どの未利用飼料資源は水分含量が高く乾燥コストが高いことから、一部で自家配合飼料の原料として利用されているに過ぎなかった。

その中で近年、様々な乾燥技術が開発・改良されてきたことから、水分含量の高い原料も飼料として利用できる可能性が示唆されており(阿部ら 2000b)、バイオリサイクル研究の観点からも食品収穫後の残渣を家畜の飼料として再利用するという事は重要な課題である。しかし、カンショ残渣の飼料利用に関する報告は、ウシおよびブタに給与したものが殆どで、トリへの給与と試験の報告は少ない。トリに野菜屑を給与した実験(山上・笹子 1995)では、卵黄中のレチノール含量が増加し、卵黄色も徐々に濃黄色に変化することを明らかにしている。さらに、ヒトでは食事由来のカロチノイドは吸収され、血漿中ではLDLに比較してのHDLにルテインやゼアキサントンは蓄積することが知られている(柴田ら 2005)。このことより、ルテインを多く含有する食品を摂取することでカロチノイドの持つ抗酸化活性や免疫賦活活性など様々な生理効果をもたらす可能性が高い。

カンショ茎葉においてわが国では、一部地域で

ヒトが野菜として食したり(古在 1996)、青刈り緑餌やサイレージとして家畜飼料に利用したりすることが行われてきた(渡辺 1970)が、配合飼料に置換して与える例は殆どない。しかしながら、カンショ茎葉には前述の通り機能性成分が豊富に含有されるため、卵用鶏の配合飼料に適量添加することで卵の機能性成分を増加させることができれば、高付加価値卵を生産することが可能であると考えられる。

そこで本研究では、カンショ茎葉乾燥粉末を添加した飼料を用いて卵用鶏への飼養試験を行い、産卵性や卵質に対する影響を調査することによって、カンショ茎葉を飼料として利用することの有効性、さらには機能性成分を豊富に含有し付加価値の高い鶏卵生産の可能性について検討した。

#### 材料および方法

##### ・ 供試飼料

供試飼料として、市販の基礎飼料(プロイラー種鶏成鶏M:南日本くみあい飼料株式会社)およびカンショ茎葉粉末飼料(コガネセンガンのカンショ茎葉乾燥粉末:霧島酒造株式会社)を用いた。対照区としては、上記の基礎飼料のみを用いた。試験区には基礎飼料にカンショ茎葉粉末飼料を混和し供試試験飼料とした。

##### ・ 飼養試験および調査項目

供試鶏には、210~240日齢の卵用鶏(Hy-line brown種)200羽を用い、1区50羽からなる4つの試験区を設けた。基礎飼料のみ給与した区(対照区)および基礎飼料にカンショ茎葉粉末飼料を基礎飼料に対してそれぞれ3%、5%、10%混和した飼料を給与した3区(試験区)の合計4区を設けた。調査項目として、0~5週目までの1日平均摂取量およびその間のヘンディ産卵率を常法により求めた。さらにカンショ茎葉を給餌後、5週目までに産卵した卵黄の脂質含量、脂肪酸組成、ビタミンE含量およびルテイン含量を測定した。

##### ・ 脂質含量および脂肪酸組成の測定

脂質の抽出は主としてFolchら(1957)の方法に準じてクロロホルム・メタノール(2:1v/v)溶液を用いて行い、その総脂質は重量法にて測定した。得られた脂質抽出物の一部を用い、Takenoyamaら

(1999)の方法に準じて脂肪酸メチルエステル調製を行い、キャピラリーカラムガスクロマトグラフィー (GC-14A)により脂肪酸組成の分析を行った。

#### ・ビタミンEの定量

Yamauchiら (1980)の方法に準じて60% KOH水溶液を用いてケン化後、ヘキサン抽出し、高速液体クロマトグラフ (HPLC) 分析装置により分析を行い、内部標準法による定量計算によりビタミンE含量を求めた。

#### ・ルテインの定量

ルテインの定量は、常法にしたがって試料よりアセトン/ヘキサン (v/v 50/50) を加え抽出し、濃縮後高速液体クロマトグラフ (HPLC) 分析装置により定量計算を行った。

#### ・統計解析

実験によって得られた結果の差の検定には、一

**Table 1.** Effects of sweet potato litters (SPL) as supplemental feed on hens and their eggs.

Diet type	Feed intake(g/hen/day)	HFR(%)*
Control	122.0 [concentrate]**	95.0
3% SPL	122.8 [119.1]	96.7
5% SPL	123.9 [117.7]	94.0
10% SPL	126.9 [114.2]	92.8

\*HFR means Henny Fecundation Rate.

\*\*Concentrate means commercial ordinary diet.

元配置分散分析による統計解析を行い、有意性を検討した。

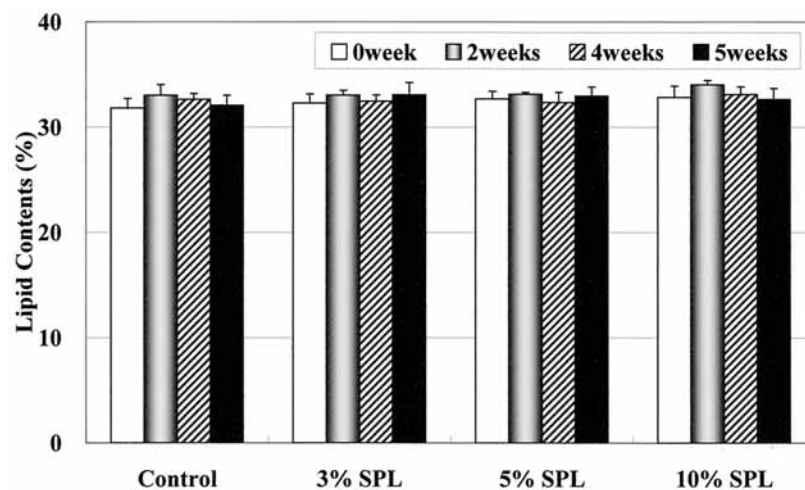
#### 結果および考察

##### ・飼料摂取量および産卵性に及ぼすカンショ茎葉添加飼料給与の影響

カンショ茎葉給餌卵用鶏における平均飼料摂取量および産卵率を比較した結果をTable 1に示した。その結果、嗜好性は良好であり、1日平均飼料摂取量は10%添加区が最も多く、次いで5%添加区、3%添加区、対照区の順であった。配合飼料に換算した場合、カンショ茎葉の添加量に応じて低下する傾向にあり、配合飼料の節約効果が認められた。

産卵率については、Table 1の脚注に示したとおり、開始時の鶏の数から廃鶏を差し引いた鶏の数における産卵数の割合から求められるヘンディ産卵率で評価した。その結果、対照区に比較して3%添加区が僅かに高く、5%添加区、10%添加区ではやや減少する傾向が認められたが、鶏卵生産に支障をきたすほどではないと判断された。卵重、卵白高、卵殻厚、卵殻強度、卵黄色およびハウユニットについては、各区間に差異は認められなかった(データ省略)。

このことより、カンショ茎葉添加飼料を卵用鶏に給餌した際、一般的な卵質に影響を及ぼさず、また飼料の節約効果が認められたことから、カンショ茎葉を卵用鶏用の飼料として有効利用できる可能性が示唆された。



**Fig. 1** Effects of SPL used as supplemental feed on the lipid contents in yolk. Values are expressed as mean  $\pm$  standard deviation.

・ 脂質含量および脂肪酸組成に及ぼすカンショ  
茎葉添加飼料給与の影響

鶏卵の可食部は卵白と卵黄に大別され、卵白は水分とタンパク質が大部分を占め、脂質を殆ど含まない。一方卵黄は脂質を30%以上含むため、卵黄の脂質に注目し、卵黄中の脂質含量および脂肪酸組成を調べた。その結果、Fig. 1に示す通り、カンショ茎葉の給餌量および給餌期間の相違による脂質含量の差異は認められなかった。これまでの食品残渣を給与した研究によって、卵黄中の水分、タンパク質、脂肪といった主成分は殆ど変動しないことが報告されている(山上・笹子 1995)。

**Table 2.** Effects of SPL used as supplemental feed on the fatty acid composition in yolk.

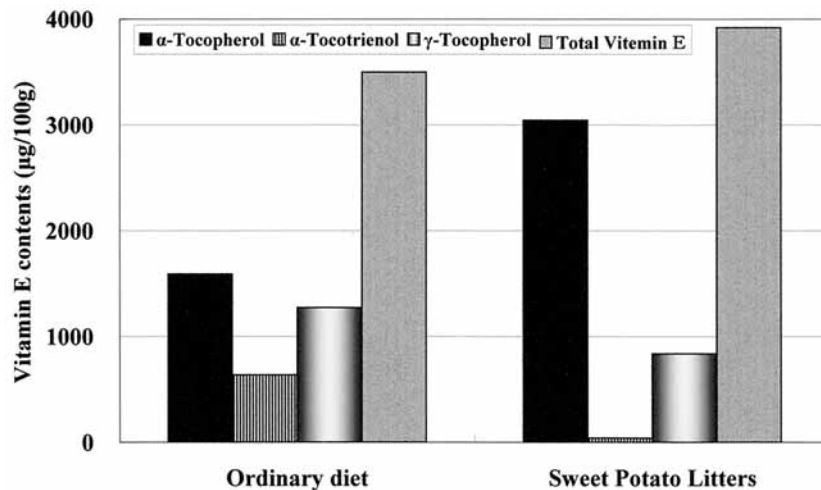
Carbon Number	Control	3% SPL	5% SPL	10% SPL
14:0	0.27	0.26	0.25	0.28
16:0	25.12	24.49	24.84	26.76
16:1(n-7)	2.76	3.21	3.11	3.00
17:0	0.12	0.10	0.10	0.11
18:0	8.09	7.83	7.74	8.28
18:1(n-9)	48.21	48.18	47.73	47.09
18:2(n-6)	13.01	13.63	14.22	12.11
18:3(n-3)	0.19	0.21	0.20	0.20
20:1(n-9)	0.17	0.16	0.14	0.14
20:2(n-6)	0.05	0.08	0.05	0.03
20:3(n-6)	0.08	0.10	0.07	0.10
20:4(n-6)	1.69	1.55	1.31	1.55
22:6(n-3)	0.24	0.20	0.24	0.34
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

本研究においても、カンショ茎葉添加による違いは見られず、前述の報告と同様の結果が得られた。

卵黄中の脂肪酸組成についての結果をTable 2に示した。その結果、脂肪酸組成に大きな変化は見られなかったが、10%添加区においてDHAがやや高値を示したが、その要因は明らかではない。卵黄中の脂肪酸組成は給餌飼料のそれの違いによって大きく変動することが知られている(細野ら 2002)が、今回のカンショ茎葉給与による実験では、給餌飼料の脂肪酸組成を改変した実験とは異なるため、卵黄中脂肪酸組成への影響は認められなかったと考えられる。

・ ビタミンE含量に及ぼすカンショ茎葉添加飼料給与の影響

本研究に用いた基礎飼料とカンショ茎葉粉末のビタミンE含量( $\mu\text{g}/100\text{g}$ 試料)をFig. 2に示した。その結果、ビタミンE同族体のなかで最も酸化活性の強い $\alpha$ -トコフェロール(野口ら 2000)がカンショ茎葉粉末に基礎飼料の約2倍含まれていたことから、ビタミンEが卵黄へ移行し得る可能性が考えられる。そこで、カンショ茎葉給餌開始から5週目までの卵黄中のビタミンE含量について測定し、その結果をFig. 3に示した。すると、僅かではあるが卵黄中の $\alpha$ -トコフェロール含量が増加傾向を示した。Jiangら(1994)は、卵黄中のビタミンE含量は、飼料のビタミンE含量によって変動することを報告している。すなわち彼らは、ビタミンEを飼料1kgあたり0mg、50mg、



**Fig. 2** Vitamin E content( $\mu\text{g}/100\text{g}$ ) in diets.

100 mg, 200 mg, 400 mg添加した際のビタミンEの卵黄への蓄積について検討した結果, 卵黄100 g中の含有量はそれぞれ13.5 mg, 16.4 mg, 23.6 mg, 24.6 mg, 39.0 mgとなり, 無添加区と比較して, それぞれ1.2倍, 1.8倍, 1.8倍, 2.9倍となることを認めている. 本実験においても, カンショ茎葉粉末添加飼料中に多く含有するビタミンEが卵黄中に移行する結果が得られた.

・ 卵黄中のルテイン含量に及ぼすカンショ茎葉添加飼料給与の影響

ルテインを多く含有する食品を摂取することでカロチノイドの持つ抗酸化活性や免疫賦活活性な

ど様々な生理効果をもたらす可能性が高い(柴田ら 2005). そこで, カンショ茎葉給餌開始から5週目までの卵黄中のルテイン含量について測定した結果をFig. 4に示した. その結果, ルテイン含量は対照区に比較して試験区のほうが高い値を示す傾向にあり, とくに10%添加区は有意に高い値を示した( $P < 0.01$ ). カロチノイドはトリの体内で合成されず飼料に由来するため, 今回の卵黄のルテイン含量の差異は, 飼料中のルテイン含量に起因するものと考えられ, カンショ茎葉由来のルテインが移行したものと想定される. また一般に, 高分子量のカロチノイドほど, また分子の両端の極性基に水酸基を多くもつものほど, 卵黄に沈着

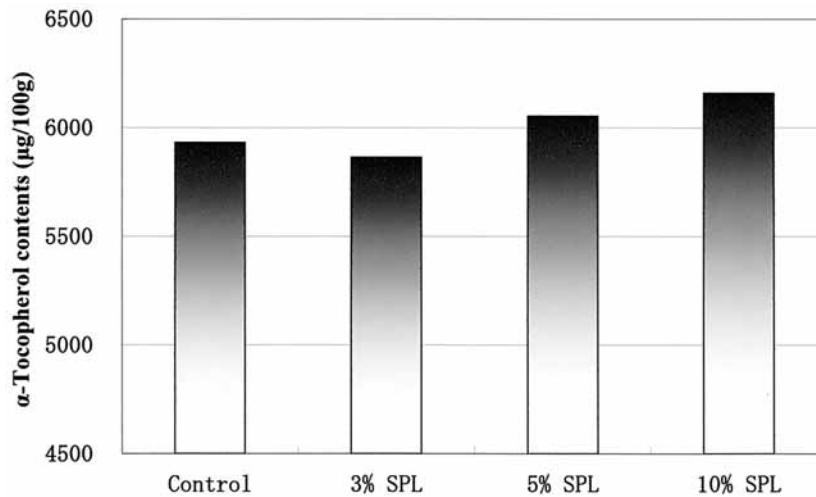


Fig. 3 Effects of SPL used as supplemental feed on the alfa-tocopherol contents in yolk.

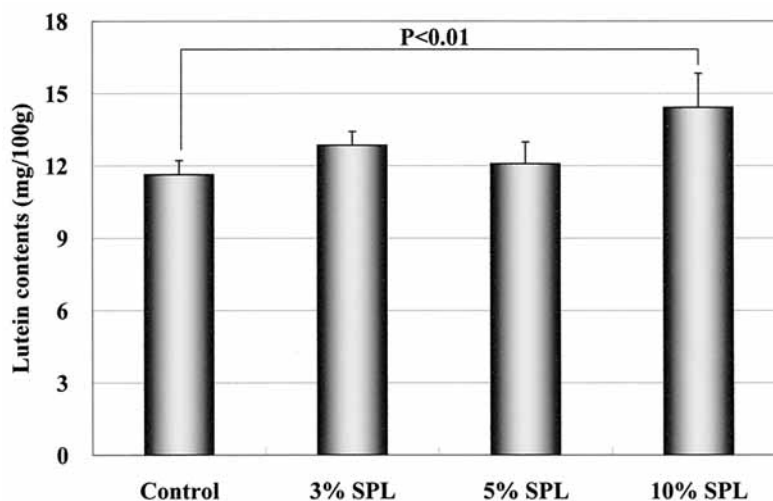


Fig. 4 Effects of SPL used as supplemental feed on the lutein contents in yolk. Values are expressed as mean  $\pm$  standard deviation.

しやすい傾向が認められている。このことは、卵黄色を濃厚にするための飼料として、ルテインやゼアキサントチンなどを多く含む緑葉由来のものが有効であり、 $\beta$ -カロチンを直接与えてもそれほど効果がないことを示すものである(中村 2002)。

今回の実験からは、カンショ茎葉のルテインが卵黄へ移行・蓄積することでカロチノイドの持つ抗酸化活性や免疫賦活活性など様々な生理効果を有する鶏卵の生産につながり、商品価値向上の可能性が示唆された。

## 要 約

本研究では、廃棄処分されているカンショ茎葉を卵用鶏用の飼料として有効利用可能であるかについて検討するために、0%、3%、5%、10%のカンショ茎葉添加飼料を給与し、産卵率、摂取量、卵質および卵黄内の機能性成分等について調査した。その結果、ヘンディ産卵率においてカンショ茎葉の添加量が増加するにつれてやや減少傾向が見られたものの鶏卵生産に支障をきたすほどはなかった。飼料摂取量および卵質については、カンショ茎葉給餌による顕著な影響は見られず、各区とも良好な結果であった。また、卵黄中の脂肪酸組成に関しては各区ともあまり変化なかった。一方、卵黄中ビタミンE含量は、カンショ茎葉粉末を添加した際、わずかではあるが増加する傾向が認められた。卵黄中のルテイン含量も同様に、カンショ茎葉粉末の添加量が増加するにつれ増加した。これらのことからカンショ茎葉中のビタミンEとともにルテインが卵黄中に移行したと推測された。

以上の結果より、パイオリサイクル研究の観点から食品収穫後の残渣であるカンショ茎葉は卵用鶏の飼料として添加し再利用できる可能性が示唆された。また、カンショ茎葉中のビタミンEおよびルテインは卵黄中に移行することが示され、カンショ茎葉給餌による高品質な鶏卵の生産が期待された。

キーワード：カンショ茎葉，産卵成績，ビタミンE含量，副産物，ルテイン。

## 謝 辞

本研究は平成16年度および17年度独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構九州・沖縄農

業研究センターからの研究助成を受けて実施したものである。記して深甚の謝意を表す。またカンショ茎葉の提供にご協力いただいた霧島酒造株式会社関係者各位に感謝申し上げる。

## 引用文献

- 阿部 亮, 吉田宣夫, 今井昭夫, 山本英雄 (2000) 未利用有機物資源の飼料利用ハンドブック, サイエンスフォーラム, pp. 23-24.
- 阿部 亮, 吉田宣夫, 今井昭夫, 山本英雄 (2000) 未利用有機物資源の飼料利用ハンドブック, サイエンスフォーラム, pp. 309.
- Folch, J., Lees, M., Sloane, Stanley, G. H. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Boil. Chem.* **226**, pp. 497-509.
- 古在豊樹 (1996) サツマイモ技術と21世紀の食糧, エネルギー, 資源および環境問題, 生物環境節, **34**, pp. 105-114.
- 細野明義, 沖谷明紘, 吉川正明, 八田 一 (2002) 畜産食品の事典, 朝倉書店, pp. 291.
- Jiang, Y. H., McGeachin, R. B., Bailey, C. (1994) Alpha-tocopherol, beta-carotene, and retinol enrichment of chicken eggs. *Poult. Sci.* **73**, pp. 1137-1143.
- 中村 良 (2002) 卵の科学, 朝倉書店, pp. 29.
- 中尾信雄, 小野寺良次, 稲澤 昭, 別納征欧, 長谷川信美, 山内 清, 六車三治男, 堀井洋一郎, 藤代 剛, 林 国興, 森下敏朗, 林 綾子, 田原秀隆, 高橋勝南, 竹之山慎一, 上島良介, 目和典, 堤 孝彦, 駒谷謙司, 置本宗康, 河野謙宗, 北爪 惣, 佐藤玲史, 高橋信也 (2001) 焼酎粕ペレット飼料が肉用豚の成長, 健康および肉質に及ぼす影響. 宮崎大学農学部研究報告 **48**, (1・2), pp. 17-38.
- 野口 忠, 伏木 亨, 門脇基二, 野口民夫, 今泉勝己, 古川勇次, 舛重正一, 矢ヶ崎一三, 青山頼孝 (2000) 最新栄養化学, pp. 163.
- 小野寺良次, 長谷川信美, 藤代 剛, 稲澤 昭, 駒谷謙司, 六車三治男, 山内 清, 竹之山慎一, 森下敏朗, 矢野光紘, 山下 實, 高野勝南 (2000) 焼酎粕ペレット飼料が肉用牛の肥育および肉質に及ぼす影響 (予備試験). 宮崎大学農学部研究報告 **47**, (1・2), pp. 1-11.

柴田克己, 寺尾純二, 坂東紀子 (2005) 平成17年度厚生労働科学研究費 (循環器疾患等総合研究事業) 日本人の食事摂取基準 (栄養所要量) の策定に関する研究, pp. 191-196.

Takenoyama, S., Kawahara, S., Murata, H., Yamauchi, K. (1999) Investigation of Some Preparation Procedures of Fatty Acid Methyl Esters for Capillary Gas-Liquid Chromatographic Analysis of Conjugated Linoleic Acid in Meat. *Anim. Sci. J.* **70**, pp. 336-342.

山上善久, 笹子謙治 (1995) 野菜屑給与の鶏卵品

質および産卵に対する影響. 日本家禽学会誌, **32**, pp. 363-366.

Yamauchi, K., Nagai, Y., Ohashi, T. (1980) Quantitative relationship between alphatocopherol and polyunsaturated fatty acids and its connection to development of oxidative rancidity in porcine skeletal muscle. *Aglic. Biol. Chem.* **44**, pp. 1061-1067.

渡辺和之 (1970) 現代農業技術双書・カンシヨ, pp. 220-221.