

近赤外分光測定による非破壊での鶏卵中のコレステロール量の測定

誌名	日本畜産學會報 = The Japanese journal of zootechnical science
ISSN	1346907X
著者	阿部, 啓之 矢ヶ部, 陽子 甘利, 雅弘
巻/号	84巻1号
掲載ページ	p. 77-80
発行年月	2013年2月

近赤外分光測定による非破壊での鶏卵中のコレステロール量の測定

阿部啓之¹・矢ヶ部陽子¹・甘利雅弘¹

¹ 畜産草地研究所, つくば市 305-0901

(2012. 11. 14 受付, 2012. 12. 7 受理)

要 約 近赤外分光分析法による非破壊的な鶏卵中のコレステロール測定法を検討した。酵素法を使って測定した卵黄中のコレステロール分析値と、近赤外分光分析装置を用いて得た可視光線領域から近赤外領域(400~1100 nm)の近赤外スペクトルデータの1次微分の値を使いPLS (Partial least square) 回帰分析法で検量線を作成し、クロスバリデーション法で推定を行った。卵黄 100 g あたりのコレステロール含有量 (mg/100 g 卵黄) および鶏卵 1 個あたりのコレステロール量 (mg/鶏卵) とともに近赤外分析法における精度の指標となる RPD (Ratio of standard deviation of reference data in prediction sample set to standard error of prediction) 値が 3.0 を上回り、非破壊的に鶏卵に含まれるコレステロールが高精度スクリーニングレベルで推定可能であることがわかった。

日本畜産学会報 84 (1), 77-80, 2013

鶏卵は魚卵とともにコレステロール含有量の高い食品として知られ、平均すると卵黄 100 g あたりで 1300~1400 mg, 全卵 (可食部) 100 g あたりで 450~500 mg 含まれているといわれており、鶏卵 1 個では 230 mg 程度含まれていることになる (青山 1998)。

鶏卵はアミノ酸組成がよく、脂質も含まれているすぐれた食品であること、ヒトの体内のコレステロールの大半 (80%以上) は、食物由来でなく、体内で生合成されたものといわれており、通常は食事からのコレステロール摂取が増えると体内での生合成を抑制する機構が働き、血液中レベルの恒常性が保たれているため、鶏卵からなど食事由来のコレステロール摂取は健康な人はあまり気にする必要はないというのが主流の考えとなっている (八田 2006)。

ただし、hyper-responders と呼ばれる、食事からの摂取コレステロールを血液中コレステロール値に反映しやすいヒトと、そうでないヒト (hypo-responders) がいることが知られている (Oh と Miller 1985 ; Herron ら 2003)。また、高脂血症の治療で、1日に摂取してよいコレステロールの上限を 300 mg 程度に設定される場合もある (日本動脈硬化学会 2007)。鶏卵のコレステロールレベルの調節は鶏への乾燥納豆の給与によるもの (Fujiwara ら 2008) などがあるが、通常の鶏卵でも、個別に測定していくと卵黄 100 g あたりで 1000 mg レベルのものから 1800 mg を越えるものなど、かなりの幅があるので、家庭での鶏卵の調理がおもに生卵から行われることを考慮すると、店頭での販売時まで非破壊でコレステロールレベルで鶏卵を分別する技術があれば有用と考えられる。

今回、鶏卵の洗浄・検卵・規格分け・梱包を行う GP

(Grading and Packing) センターなどでの利用に向けて、近赤外分光測定による非破壊法で、鶏卵 1 個あたり、または卵黄 100 g あたりのコレステロール量を測定する技術を開発したので報告する。

材料および方法

畜産草地研究所で飼養されている白色レグホン種 58 週齢の産卵鶏が産卵した鶏卵 57 個 (卵重 52 g~60 g) について、まず、卵重を測定し、次いで、近赤外分光分析装置 (Model-6500 ; NIR Systems, 現 Foss, 米国) で、鶏卵を暗箱の中に図 1 のように横に寝かせて置き、横から光ファイバーで近赤外光を照射し、下面のディテクターで測光し、可視~近赤外領域の 400-1100 nm の近赤外スペクトルを得た。鶏卵は鈍端と鋭端を軸とし軸を中心に 90 度回転させ、再度近赤外線を照射し測光を行い、鶏卵 1 個あたり 2 つの近赤外スペクトルを得た。近赤外分光分析においては均質な試料についての測定回数は 2 回で行うので、これに準拠し、鶏卵 1 個あたりの測定回数は 2 回とした。1 回の近赤外スペクトルの測定時間はおよそ 1.5 分であった。

近赤外分光測定終了後の鶏卵は、卵殻、卵白、卵黄に分け、それぞれの重量を測定した。その後、卵黄中のコレステロール含有量 (卵黄 100 g あたりのコレステロール含有量) の測定を行った。卵黄を溶剤で抽出後ケン化し、コレステロールオキシターゼ及びカタラーゼを使い比色する従来法 (Shen ら 1982) による分析キット (F-キット コレステロール ; Roche, スイス) により測定した。この測定には 2~3 時間程度が必要となる。鶏卵 1 個あたりのコレ

連絡者 : 阿部啓之 (fax : 029-838-8606, e-mail : dandan90@affrc.go.jp)

ステロール量は卵黄 100g あたりのコレステロール含有量と卵黄重の積により計算した。

測定した近赤外スペクトルのうち、614-946nm と 984-1054 nm の領域のスペクトルの 1 次微分値を用い、X の線形関数と Y の間の共分散が最大となるように複数の潜在因子を抽出する PLS (Partial least square) 回帰分析法により検量線を作成した。この検量線についてクロスバリデーション法で推定し、従来法によるコレステロールの分析値と近赤外定量値との寄与率 (Square of correlation coefficients ; $RSQ = R^2$)、回帰推定からの標準誤差 (Standard error of cross-validation ; SECV) を算出し、RPD (Ratio of standard deviation of reference data in predicted sample set to SECV ; $SD/SECV$) から分析精度を判定した (Williams 2001)。

結果および考察

図 2 に X 軸を従来法による卵黄 100g あたりのコレステロール含有量 (mg/100g 卵黄)、Y 軸に近赤外分光分析による推定値をプロット (●) し、回帰直線 (実線) と 95%信頼区間 (点線) を表示した。寄与率は 0.885、検定による標準誤差は 33、RPD は 3.00 となった。近赤外分光分析における RPD の目安としては、3.0~5.0 で高精度なスクリーニングが可能と判定されるので、コレステロール含量の近赤外分光分析法による測定は実用性が充分高いと考えられる。

図 3 は X 軸を従来法による鶏卵 1 個あたりのコレステロール含有量 (mg/鶏卵)、Y 軸を近赤外分光分析法による推定値としたもので、この場合も、寄与率が 0.893、検定による標準誤差が 7.117、RPD が 3.08 となり、鶏卵 1 個あたりに含まれるコレステロール量の推定も近赤外分光分析法により非破壊で高精度に行えることがわかった。

以上のことから、一般的な鶏卵中のコレステロールレベルの指標となっている卵黄 100g あたりのコレステロール含有量 (mg/100g 卵黄) ならびに、食事からの摂取コレステロール量を決める上で指標となる鶏卵 1 個あたりのコレステロール含有量 (mg/鶏卵) が、鶏卵の販売前に推定可能であることがわかった。

この技術は、GP センターでの洗卵、検卵などの流れの中に組み込むことのできる技術であり、コレステロール量による選別卵を得ることが可能と考えられる。なお、現在少し時間がかかっている近赤外の測定時間については、光

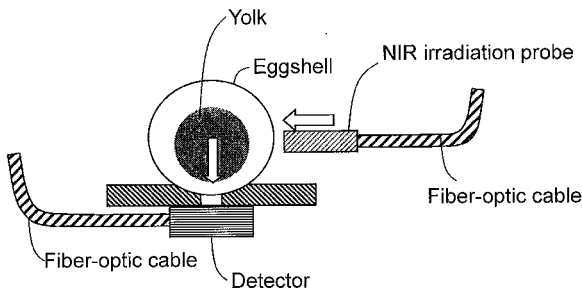


Figure 1 Schematic view of egg, probe and detector inside the dark box. Arrows show NIR irradiation direction and detection route.

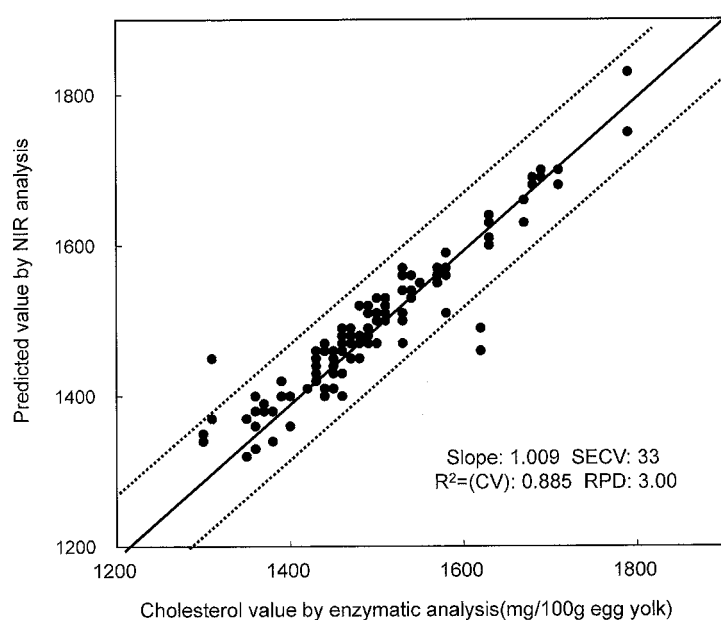


Figure 2 Correlation diagram of egg yolk cholesterol contents (mg/100g egg yolk). ● : data, solid line : regression line, the space between dashed line : 95% confidence interval.

近赤外鶏卵コレステロール測定法

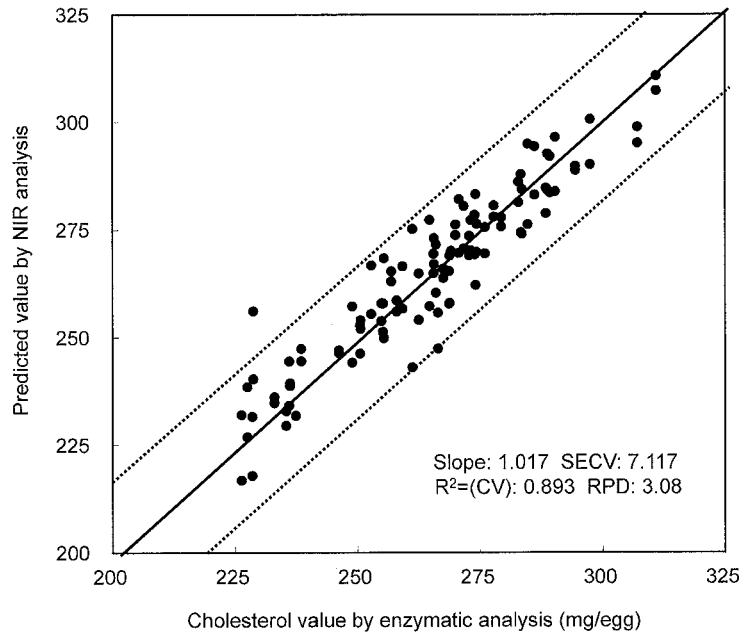


Figure 3 Correlation diagram of cholesterol contents per egg (mg/egg).
 ● : data, solid line : regression line, the space between dashed line : 95% confidence interval.

量を上げるなどにより、短縮できる可能性があると考えられる。また、測定回数については、実用段階ではライン工程での測光が可能かという点を考慮すると1回での判定が望ましいので、その場合に推定精度が充分であるかなどの検討が必要と考えられる。

文 献

青山頼孝. 1998. 卵の栄養. In: 中村 良 (ed.), 卵の科学. pp. 42-53. 朝倉書店, 東京.
 Fujiwara K, Miyaguchi Y, Toyoda A, Nakamura Y, Yamazaki M, Nakashima K, Abe H. 2008. Effect of fermented soybean "natto" supplement on egg production and qualities. *Asian-Australasian Journal of Animal Science* **21**, 1610-1615.
 八田 一. 2006. 卵の栄養機能と生理機能. *Foods & Foods Ingredients Journal of Japan* **211**, 908-917.
 Herron KL, Vega-Lopes S, Conde K, Ramjiganesh T, Schchter

NS, Fernandez ML. 2003. Men classified as hypo- or hyper-responders to dietary cholesterol feeding exhibit differences in lipoprotein metabolism. *Journal of Nutrition* **133**, 1036-1042.
 日本動脈硬化学会. 2007. 動脈硬化性疾患予防ガイドライン 2007年版. 株式会社協和企画, 東京.
 Oh SY, Miller LT. 1985. Effect of dietary egg on variability of plasma cholesterol levels and lipoprotein cholesterol. *American Journal of Clinical Nutrition* **42**, 421-431.
 Shen CS, Chen IS, Sheppard AJ. 1982. Enzymatic determination of cholesterol in egg yolk. *Journal of Association of Official Analytical Chemists* **65**, 1222-1224.
 Williams PC. 2001. Implementation of near-infrared technology. In: Williams PC, Norris KH (eds), *Near-Infrared Technology in the Agricultural and Food Industries* 2nd edn. pp. 145-169. American Association of Cereal Chemist Press, St. Paul, Minnesota, USA.

Non-destructive determination of egg-cholesterol by near infrared (NIR) spectroscopy

Hiroyuki ABE¹, Yoko YAKABE¹ and Masahiro AMARI¹

¹ NARO institute of Livestock and Grassland Science (NILGS), Tsukuba 305-0901, Japan

Corresponding : Hiroyuki ABE (fax : +81 (0) 29-838-8606, e-mail : dandan90@affrc.go.jp)

Hen's egg has been known as a valuable source of nutrition, but the egg yolk contains high cholesterol. Each egg yolk cholesterol content was reported to vary from each other. We studied non-destructive determination of hen's egg-cholesterol by near infrared (NIR) spectroscopy to estimate each egg cholesterol content before cooking. Transmittable spectra of samples were scanned in the range of wavelength region between 400 and 1100 nm by NIRS model 6500 (Foss NIR Systems, Laurel, USA). The first derivative spectra were used to develop calibration equations by partial least square (PLS) regression. The prediction accuracy was evaluated in terms of square of correlation coefficients (RSQ), standard error of cross validation (SECV) and ratio of standard deviation of reference data in predicted sample set to SECV ; SD/SECV (RPD) values. We obtained the first derivation data by NIR spectroscopy with enzymatic destructive egg yolk cholesterol data. Both data were performed using by partial least square (PLS) regression analysis and predicted values were estimated by cross validation method. The total cholesterol concentration of egg yolk (mg/100g egg yolk) and total cholesterol contents (mg/egg) showed high correlation coefficient with the enzymatic analysis value. Their coefficients of determination (R^2) were 0.885 and 0.893, respectively.

Nihon Chikusan Gakkaiho 84 (1), 77-80, 2013

Key words : cholesterol, egg, near infrared, non-destructive determination.