

近赤外分光法による鶏腹腔内脂肪量の予測技術の検討

荒金知宏*・金谷健史・武縄勝浩**・森 尚之・難波博一***・
三津本 充****・佐々木啓介****

Use of Near Infrared Spectroscopy to estimate abdominal fat weight in poultry

Tomohiro ARAKANE, Takeshi KANETANI, Katsuhiko TAKENAWA and Hisashi MORI

要 約

- 1 体重により種鶏を選抜してきたことから、腹腔内脂肪量も増加傾向にある。
- 2 鶏をと鳥し腹腔内脂肪量の測定は可能であるが、多数の後代の鶏とコストが必要。
- 3 近赤外分光法を用い、生体のまま腹腔内脂肪量を予測する技術を検討。
- 4 ロードアイランドレッドと横斑プリマスロックの腹部に光を照射し、600-1000nm の拡散反射スペクトルを測定。
- 5 一羽あたりの測定時間は数秒であった。
- 6 ロードアイランドレッドと横斑プリマスロックで相関係数(R)は 0.77 と 0.82 であった。
- 7 近赤外分光法により腹腔内脂肪量の予測が可能であると考えられた。

キーワード： 鶏 腹腔内脂肪 近赤外分光法

緒 言

岡山県総合畜産センターでは、おかやま地どりの雛を供給するための種鶏を改良し、選抜を行ってきた。この選抜では、体重に重点を置いてきた。

しかし近年、体重の増加とともに、腹腔内脂肪の蓄積が顕著になってきた(表1)。過度の腹腔内脂肪は、食鳥処理場で廃棄物となるだけでなく、生産現場においても飼料効率の低下や、種鶏では産卵率の低下、脂肪肝の発生の要因となっている。そこで、腹腔内脂肪量の低減化を図りながら、増体を改良するには、腹腔内脂肪を改良形質に加えることが必要とされている¹⁾。

腹腔内脂肪量を測定するために、後代の鶏を用いることは多大な労力とコストを必要とする。そこで、非侵逆的に測定する方法として、血漿中のLPLによる方法²⁾、キャリパーによる方法³⁾⁴⁾、超音波による方法⁵⁾などが報告されている。また、高価な装置を使う方法としてはCTを用いる方法も考案されている⁶⁾。しかし、血漿を用いる方法では分析に時間を要したり、キャリパーによる方法や超音波による方法では、測定技術を必要とするなどの問題点があった。

そこで本研究では、測定技術を必要とせず、短

時間で腹腔内脂肪量を測定するため、近赤外分光法を用いた推定方法について検討した。

材料及び方法

1 試験鶏

6～8週齢のロードアイランドレッド(RIR)の雌240羽と同週齢の横斑プリマスロック(BP)の雌241羽を用いた。試験鶏は3週齢まで採卵鶏えつけ用飼料(CP:22.0, ME:3,000kcal)を自由摂取とし、試験に供試するまで採卵鶏中雛用飼料(CP:18.0, ME:2,800kcal)を自由摂取とした。屠鳥は100Vの通電により行い、屠鳥後、開腹し腹腔内脂肪重量を測定した。

2 分析装置

近赤外分光分析装置はFruit-Tester20(FANTEC, Kosai, City, Japan)を用い、プローブには(独)家畜改良センター兵庫牧場とFANTECが共同で開発した、Fiber-Opticプローブを使用した(図1)。

3 測定条件

積算時間を100msecとし、鶏腹部にプローブを密着させ、8回スキャンした後、平均の拡散反射スペクトルを記録した。なお、光の散乱や吸収を避けるため、腹部の羽毛を除去し、測定を行った(図2)。



図1 近赤外分光分析装置 図2 測定風景

4 解析方法

スペクトルデータをCSV形式のファイルに変換するために、Fruit-Tester20の付属のFWXを用いた。スペクトルは、Unscrambler®(CAMO, Oslo, Norway)を用い、乗算的散乱因子を除去するため、MSC(Multiplicative Scatter Correction)を行った。その後Savitsky-Golayの平滑化と2次微分を行った(Left and Right averaging:10nm, polynomial order:2)。検量線作成はPLS(Partion least squares)回帰分析により行い、精度評価はFull Cross Validationにより行った。PLS回帰分析では分析に用いる波長を選択し、その検量線が精度に及ぼす影響を検討した。

結果及び考察

供試した鶏の体重と腹腔内脂肪量の値の範囲を表1に示した。

ロードアイランドレッドと横斑プリマスロックの拡散反射スペクトルを図3に示した。ロードアイランドレッド、横斑プリマスロックともに、測定時にプローブと鶏腹部が密着せずに、スペクトルが過大となる検体がいくつかあった。それらは、吸光度が高い値となっている。図4にはMSC後、Savitsky-Golayの平滑化と2次微分を行ったスペクトルを示した。2次微分には互いに接近しているために、見かけ上単一に見えるピークを分離する効果があり(岩元ら, 2002)、今回の試験では目的の脂肪に帰属するのピーク928nmが分離している⁸⁾。また、760nmは水分に帰属しており⁸⁾、鶏の体成分であると考えられた。

鶏腹腔内脂肪のキャリブレーションの結果を表3と表4に示した。ロードアイランドレッドでは700~950nmの波長を分析に用いた時、予測時の標準誤差(SE:Prediction by CV)が1.255となり一番小さくなった。また、横斑プリマスロックでは600~950nmの波長を分析に用いた時、予測時の標準誤差が2.917となり一番小さくなった。PLS回帰分析では通常、その計算方法から、すべての波長を用いても問題ないが⁹⁾、PLS回帰分析においても、重回帰分析と同様、波長を選択することにより、予測時の標準誤差を少なくすることが可能であることが示唆されている¹⁰⁾。本研究においても、波長を選択することで、検量線を用いて予測した時の精度が向上したと考えられた。予測標準誤差が最小になった時のロードアイランドレッドと横斑プリマスロックの回帰係数(Regression coefficient)を図5と図6に示した。横斑プリマスロックでは760nmと928nmで回帰係数が小さくなっており、水分と脂肪への寄与が大きく、モデルが説明できていると考えられた。一方、ロードアイランドレッドでは760nmと928nmで回帰係数が小さいが、他の波長でも回帰係数が小さいところがある。ロードアイランドレッドでは横斑プリマスロックと比べ、測定時のノイズが大きいか、解析時に乗算的散乱因子を十分除去できず、微分後にノイズを強調し、回帰係数が高くなった可能性が考えられる。そのため、ロードアイランドレッドでは予測精度を向上させるため、今後も検討する必要があると考えられた。

腹腔内脂肪量の実測値と近赤外分光法による予測値の関係は図7と図8に示した。ロードアイランドレッドでは実測値と予測時の値の相関係数は約0.77であり、横斑プリマスロックでは約0.82となり、高い相関を示した。これはキャリパーを用いたL.W.Miroshらの示した $R=0.5$ より高く³⁾、さらに血漿成分を用いたY.Pinchasovの示した $R=0.54$ ²⁾より高い値となった。超音波を用いたJ.E.Meloらの報告では $R^2=0.72$ ⁵⁾となっているが、反復性は0.52程度しかない。今回の実験で得られた相関係数0.77, 0.82は予測時の相関係数であり、十分高いものと考えられ、スペクトルの前処理や回帰分析の方法の検討で近赤外分光法を利用した腹腔内脂肪量の推定が概ね可能であると考えられた。

一方、今回の結果はH.B.BentsenらがCTを用い腹腔内脂肪量を予測した値($R=0.97$)⁶⁾よりは低い値となった。CTでは3次元のデータ

を測定することができるのに対し、今回用いた近赤外分光法では測定データ自体は2次元であり、近赤外線はCTに比べ、低コストで測定技術を要さないが、腹腔内脂肪量の予測ではやや精度が低くなる可能性があるとして示唆された。

表1 腹腔内脂肪量蓄積の現状

鶏種	日齢	羽数	体重(g)	腹腔内脂肪量(g)	腹腔内脂肪割合(%)
ロートアイランドレッド	480	53	2597 ± 52.1	101.4 ± 8.65	3.72 ± 0.27
横斑プリマスロック	480	58	2843 ± 34.3	103.5 ± 5.13	3.60 ± 0.16
ゴールドエンネック	480	54	2942 ± 50.1	181.2 ± 8.86	6.04 ± 0.20

平均値±標準誤差

表2 試験鶏

鶏種	羽数	体重	腹腔内脂肪量
RIR	240	330-950	0.55-12.81
BP	240	320-1060	0.92-25.95

値は範囲(g)

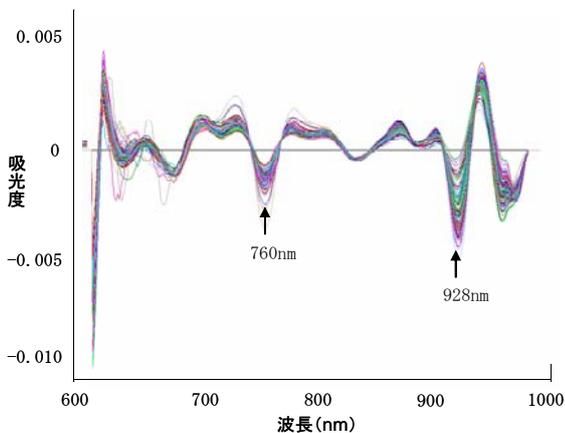


図3 前処理後の微分スペクトル

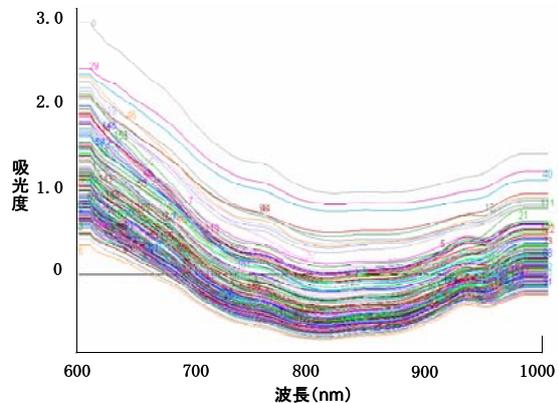


図2 鶏腹部の拡散反射スペクトル

表3

鶏種	N	波長(nm)	Factor	Calibration		Prediction by CV		
				R	SE	R	SE	Bias
RIR	240	600-1000	10	0.809	1.152	0.763	1.272	0.012
		700-1000	6	0.791	1.199	0.765	1.264	-0.002
		800-1000	4	0.779	1.229	0.756	1.284	0.007
		900-1000	4	0.770	1.249	0.753	1.290	-0.001
		600-950	3	0.728	1.343	0.704	1.392	0.003
		700-950	9	0.804	1.165	0.769	1.255	0.004
		800-950	5	0.780	1.226	0.756	1.284	0.005

表 4

鶏種	N	波長 (nm)	Factor	Calibration		Prediction by CV		
				R	S E	R	S E	Bias
BP	240	600-1000	3	0.824	2.853	0.814	2.931	-0.007
		700-1000	1	0.816	2.915	0.810	2.958	-0.001
		800-1000	1	0.812	2.944	0.807	2.979	-0.001
		900-1000	1	0.812	2.943	0.807	2.979	-0.001
		600-950	3	0.827	2.838	0.816	2.917	-0.009
		700-950	1	0.820	2.889	0.814	2.933	-0.001
		800-950	1	0.816	2.917	0.811	2.951	0.000

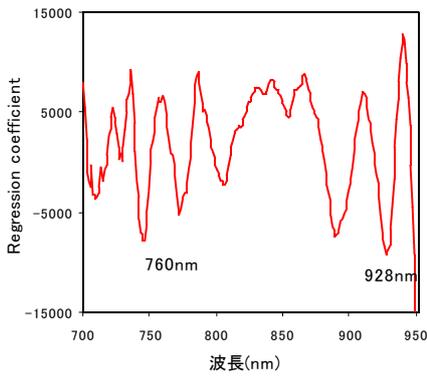


図 4 ロードアイランドレッドの Regression coefficient

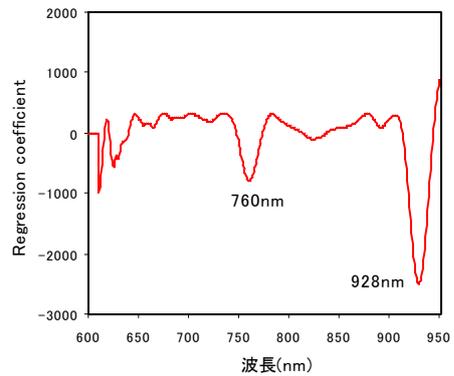


図 5 横斑プリマスロックの Regression coefficient

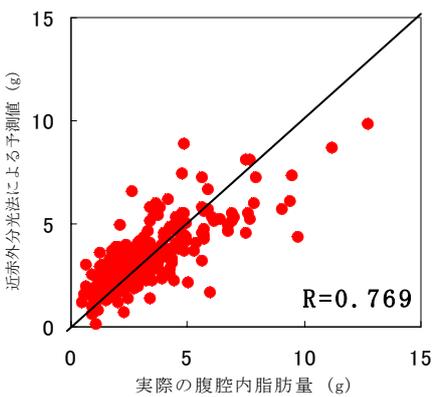


図 6 ロードアイランドレッドにおける 腹腔内脂肪量の実測値と予測値の関係

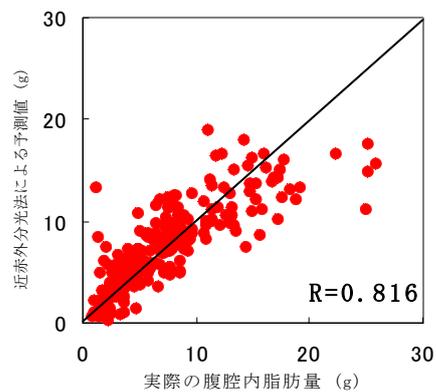


図 6 横斑プリマスロックにおける 腹腔内脂肪量の実測値と予測値の関係

引用文献

- 1) A. Cahaner (1984): Evaluation of Simultaneous Selection for Live Body Weight and Against Abdominal Fat in Broilers. *Poultry Science* 64, 1257-1263.
- 2) Y. Pinchasov (1991): The Possible Prediction of Fatness in Broiler Chickens by Biochemical Measurements on Adipose Tissue. *British Poultry Science*, 32, 783-787.
- 3) L. W. Mirosh and Walter A. Becker (1982): Testing a Caliper for Measuring Thickness of the Abdominal Region in Live Broiler Chickens. *Poultry Science*, 62, 1-5
- 4) K. W. Washburn and P. A. Stewart (1987): Use of a Fat Probe to Assess Variation in Abdominal Fat in Broiler. *Poultry Science*, 66, 1911-1917
- 5) J. E. Melo, M. M. Motter, L. R. Morao, M. J. Huguet, Z. Canet and M. C. Miquel (2003): *Animal Science*, 77, 23-31
- 6) H. B. Bentsen and E. Sehested (1989): Computerised Tomography of Chickens. *British Poultry Science*, 30, 575-589
- 7) 岩元睦夫, 河野澄夫, 魚住 純 (2002) データ処理法. 近赤外分光法, 第4章, 62-95
- 8) B. G. Osborne, T. Fearn (1986): *Near Infrared Spectroscopy in Food Analysis*. Longman Scientific & Technical UK
- 9) 宮下芳勝, 佐々木慎一 (1995): ケモメトリックス—化学パターン認識と多変量解析
- 10) Paolo Carlini, Riccardo Massantini, and Fabio Mencarelli (2000) Vis-NIR Measurement of Soluble Solids in Cherry and Apricot by PLS Regression and Wavelength Selection. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 5236-5242