MR 画像 (Magnetic Resonance Imaging) による 牛枝肉の脂肪沈着の評価法

山口高弘・大和田修一・米谷定光・鈴木 惇

小堤恭平*・吉武 充*・松本 恒**

坂本澄彦**・佐藤晃三***・星野忠彦

東北大学農学部, 仙台市青葉区 981

* 農林水産省畜産試験場, 茨城県筑波農林研究団地 305

** 東北大学医学部, 仙台市青葉区 982

*** 株式会社佐藤畜産, 仙台市宮城野区 982

(1991. 10. 11 受付)

Key words: magnetic resonance imaging, beef cattle, carcass, fat deposition

肉牛の肥育状態は、従来その外貌から経験的に肥育度を察知していた。近年、超音波断層法によって、生体時における背脂肪や筋肉間脂肪の測定が可能になり、肥育仕上りが推定できるようになった^{4,6)}。しかし、超音波断層法では肉牛の肥育で重要な因子である筋肉内脂肪に関して画像情報の定量化が難しいため未だ満足 of いく評価は得られていない。最近、医学分野で開発された核磁気共鳴を応用した Magnetic Resonance Imaging (MR 画像) は脂肪組織を含む種々の組織さらには病巣部を明瞭に描出し、病気の診断に威力を発揮している。

今回、われわれは牛の枝肉において、MR 装置による断層写真撮影法の確立と MR 画像が肉質に関する因子、特に筋肉内脂肪 (脂肪交雑)、皮下脂肪、筋肉間脂肪を客観的に識別するのに有効であるかどうかを検討した。

材料および方法

材料は黒毛和種の内モモとリブロースを使用した。

MR 画像装置はマグネトーム、H-15 型 (シーメンス社, 1.5 T) を用いた。初めに、冷蔵内モモ (3-4°C) において、脂肪組織に適した撮影法をインバージョンリカバリー (IR) 法とスピンエコウ (SE) 法の T₁ 強調像 (縦緩和時間を主体にした断層像) と T₂ 強調像 (横緩和時間を主体にした断層像) で検討した。脂肪組織は温度による物理変化を起こすため撮影温度はその MR 画像に大きな影響を及ぼす^{3,6)}。そこで、脂肪組織の明瞭な画像を得る最適温度を検討するために、3-28°C で内モモを撮影した。さらに、筋組織と脂肪組織の温度変化に伴う緩和時間の変動を MR 画像の写真濃度を測定することにより相対黒化度 (筋肉/脂肪) を求め便宜的に評価した。枝肉の MR 画像での脂肪交雑を確認するために、リブロースの第 7-第 8 肋骨間で MR 画像面と同部位のカット面を写真撮影し、両写真像で胸最長筋内の脂肪交雑、皮下脂肪、筋肉間脂肪を比較した。

An Evaluation of Fat Deposition in the Carcass of Beef Cattle by Magnetic Resonance Imaging : Takahiro YAMAGUCHI, Shyuichi OHWADA, Sadamitsu YONEYA, Atsushi SUZUKI, Kyouhei OZUTSUMI*, Mitsuru YOSHITAKE*, Kou MATSUMOTO**, Kiyohiko SAKAMOTO**, Kouzou SATOH*** and Tadahiko HOSHINO (Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Tohoku University, Aoba-ku, Sendai-shi 981 *National Institute of Animal Industry, Tsukuba Norinkenkyu danchi, Ibaraki-ken 305 **Department of Radiology, Tohoku University School of Medicine, Aoba-ku, Sendai-shi 980 *** Satoh Chikusan Co. Ltd., Miyagino-ku, Sendai-shi 982)

結果および考察

冷蔵内モモ（約 3℃）において、筋組織は SE 法の T_1 , T_2 強調像で高信号に、脂肪組織は低信号に描出され、両者の識別は IR 法より明瞭であった。撮影厚に関し、3 mm, 5 mm で検討したところ、3 mm の画像においてより明瞭な像が得られた。牛枝肉の脂肪組織は撮

影厚 3 mm で SE 法の T_1 強調像で最もよく描出されることが判明した（図省略）。

MR 画像において、生体（37℃）では水素原子に富む脂肪組織は高信号で白く、筋組織は低信号で黒く描出され、両者の識別は極めて明瞭である^{3,6)}。最適条件下で撮影された 4℃ の枝肉内モモの MR 画像では、脂肪組織が物理変化のため緩和時間が筋組織より非常に長く

Fig. 1-a. Effect of carcass temperature for the distinction between fat and muscle by MR images.

Fig. 1-b. Comparison of MR image and the corresponding cut surface photograph on the rib portion of cooled carcass.

1: MR image. 2: The corresponding cut surface photograph.

A: *M. trapezius*, B: *M. latissimus dorsi*, C: *M. spinalis*, D: *M. longissimus thoracis*, E: *M. iliocostalis*. FS: Subcutaneous fat, FM: Intermuscular fat.

Arrows show the accurate deposition of intramuscular fat (marbling) described on MR image and the corresponding cut surface photograph.

なり、筋組織が高信号で白く、脂肪組織が低信号で黒く描出された。そこで、両者を識別する最適コントラストを得る撮影温度を検討したところ、脂肪組織と筋組織の相対黒化度は13℃前後で1となり、20℃以上では2以上で、8℃以下では0.5以下であった(図1-a)。このことは、牛枝肉の温度がMR画像での脂肪組織と筋組織の識別に影響することを意味する。事実、18℃以上では脂肪組織は筋組織より白く、8℃以下では逆に黒く描出され、13℃前後では両者の明瞭な区別は不可能であった。冷蔵内モモにおいて、温度による緩和時間の変化のため、脂肪組織と筋組織の信号量が生体時のMR画像と逆転し、前者が黒く、後者が白く描出されるけれども、両者は明瞭に識別されることが判明した。

牛枝肉の脂肪組織を識別する最適MR画像撮影条件が確立されたので、A-5に格付けされた枝肉リブローズを使用して、肉質の評価に対するMR画像の有効性を詳細に検討した。第7-第8肋骨間のMR画像において、僧帽筋、広背筋、胸棘および半棘筋、胸最長筋(ロース)、腸肋筋などの各筋肉の位置ならびにロース芯の大きさ、さらに皮下脂肪、筋肉間脂肪および筋肉内脂肪(脂肪交雑)の沈着が非破壊的に明瞭に識別できた(図1-b-1)。MR画像と同部位のカット写真像の比較により、MR画像が枝肉の正確な脂肪沈着を描出することが確認された(図1-b-2)。

MR画像において、枝肉をカットすることなく、脂肪交雑だけでなく、皮下脂肪の厚さ、筋肉間脂肪の厚さ、ロース芯の大きさ等肉質に関する因子の客観的な把握が可能であることが判明した。

冷屠体を対象とした画像処理による脂肪交雑の評価に関しては、星野¹⁾はTAS plus画像解析装置(ライツ社)によってその推定が可能なこと、口田ら²⁾はカラー画像解析装置を用いて、ロース芯断面の脂肪割合が推定できることを報告した。しかしながら、これらの成績は断面写真像から得られたものであり、MR画像のように非破壊的方法での画像処理による脂肪交雑推定の試み

はこれまでに行われていない。本研究において、MR画像が冷枝肉の正確な断面像を与えることが判明したので、MR画像法によって具体的に皮下脂肪量、筋肉脂肪量および脂肪交雑量の正確な推定が可能であるかどうかさらに研究することが必要である。

謝 辞

本研究は平成2年度の伊藤記念財団研究助成金の援助により実施された。

文 献

- 1) HOSHINO, T., An Evaluation of Fat Content via Image Analysis of the Carcasses of Three Different Beef Steer Breeds. *Jap. J. Zootech. Sci.*, **59**: 152-160. 1988.
- 2) 口田圭吾・八巻邦次・山岸敏宏・水間 豊, カラー画像解析装置を用いた牛ロース芯断面の脂肪割合の推定. *日畜東北支部会報*, **38**: 119-122. 1989.
- 3) 永井輝夫(編), *MRI 診断学—基礎と臨床—*. 朝倉書店. 東京. 1988.
- 4) 小堤恭平・千国幸一・小石川常吉・加藤貞夫・伊藤 健・小林正和・江畑富夫・玉田裕志・吉武 充, カラースキャンニングスコープによる肉用牛生体の胸最長筋の横断面積および脂肪含量の推定について. *日畜会報*, **59**: 916-921. 1988.
- 5) OZUTSUMI, K., K. CHIKUNI, T. KOISHIKAWA, S. KATO, K. ITO, M. KOBAYASHI, T. EBITA, Y. TAMADA and M. YOSHITAKE, Non-Destructive Evaluation of Carcass Characteristics in Live Cattle with a Color Scanning Scope. *JARQ*, **23**: 206-212. 1990.
- 6) PARTAIN, C.L., R.R. PRICE, J.A. PATTERN, M.V. KULKAMI and A.E. JAMES. Jr, *Magnetic Resonance Imaging (Second Edition). Volume II, Physical Principles and Instrumentation*. W.B. SAUNDERS Company. Philadelphia, PA, U.S.A. 1988.