

## ポータブルX線撮影装置を用いた牛のComputed Radiography

## 画像化因子が画質に与える影響

岸本海織 住谷 峻 李 奇子 清水純一郎 山川和宏

澁木孝弘 羽田真悟 松本高太郎 石井三都夫

佐々木直樹 猪熊 壽 山田一孝<sup>†</sup>

帯広畜産大学臨床獣医学研究部門 (〒080-8555 帯広市稲田町西2線11)

(2009年10月8日受付・2010年2月16日受理)

## 要 約

牛臨床におけるComputed Radiography (CR) の有用性を確立するため、管球—カセット間距離およびImaging Plate (IP) の読み取り時間が画質に与える影響について検討した。管球—カセット間距離は画質の視覚的スコア (粒状性、鮮鋭性) に影響しなかった。IPの読み取り時間は画質の鮮鋭性と相関しなかったが、粒状性と相関が認められた。しかし読み取り時間が12時間以内の場合には問題にならない程度であると考えられた。管球—カセット間距離を再現よく保つことが難しく、IP読み取り時間のばらつきが想定される牛の臨床画像診断においてCRは有用なX線撮影システムであると考えられた。——キーワード：牛, Computed Radiography (CR), フェーディング, Imaging Plate (IP), ポータブルX線発生装置。

日獣会誌 63, 431～434 (2010)

Computed Radiography (CR) は、従来のFilm-Screen Radiography (FSR) で使用されるX線フィルムの代わりに、輝尽性蛍光体からなるImaging Plate (IP) にX線強度分布を記録し、IPをレーザー光により読み取ることで輝尽性発光を測定し、その発光強度 (X線画像情報) をデジタル信号として保存するデジタル画像診断方法である。IPを装着したカセットは、FSRにおけるカセットと同様、可搬性に優れ [1]、またモニタ上で読影を行うことで必ずしもフィルムとしてX線写真を印刷する必要がないため、フィルムや現像液のコストが削減でき、産業動物における有用性が期待できる。またCRでは、撮影後のX線画像を階調変更することで、骨や軟部組織などをそれぞれに最適な条件で観察することができる [2]。そのため撮影条件の失宜による撮り直しが最小限で済むことから、牛臨床において理想的な画像診断ツールであるといえる。牛のX線撮影を野外で実施する場合には、ポータブルX線撮影装置が利用されるが、撮影スペースの制限により、管球—カセット間距離を一定に保つことが難しく、線量が一定にならない場合

がある。また、農家と診療施設の移動距離の問題から、読み取り装置を車載する場合を除き、IPの読み取り時間を一定にすることが難しい。IPではX線照射後、時間の経過とともにX線画像情報量が減少するフェーディング現象が知られている [3]。そのため、比較的長時間のフェーディングの影響を考慮する必要があるが、人でも短時間の検討による報告があるのみである [4-6]。本研究では、牛臨床におけるCR利用条件を想定した画質に関する基礎データ取得を目的として、管球—カセット間距離およびIPの読み取り時間が画質に与える影響について検討を行った。

## 材 料 お よ び 方 法

試料画像用の撮影対象には体動によるブレが少ないと考えられるホルスタイン牛前肢の球節から蹄の部位を使用した。また管球—カセット間距離設定が短い場合の照射野の縮小を考慮し、子牛 (30日齢) を使用した。撮影はポータブルX線撮影装置 (キャリアー・レイFPX-W, ㈱フラット, 兵庫) を用いて行い、CRシステムとして

† 連絡責任者：山田一孝 (帯広畜産大学臨床獣医学研究部門)

〒080-8555 帯広市稲田町西2線11 ☎0155-49-5395 FAX 0155-49-5398 E-mail: kyamada@obihiro.ac.jp

CRを用いた牛の画像診断の基礎的検討

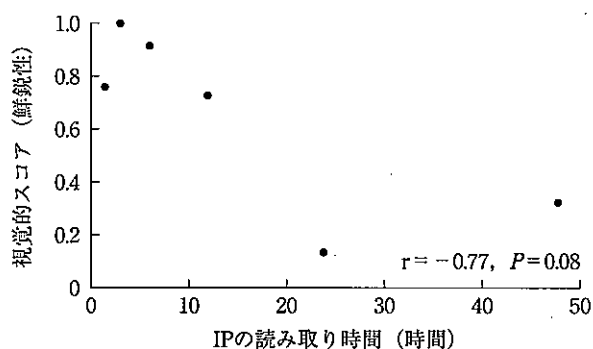
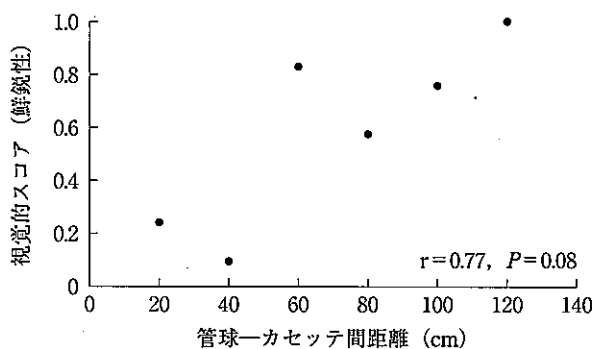
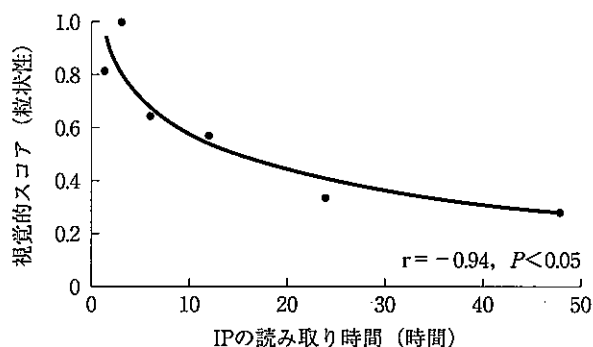
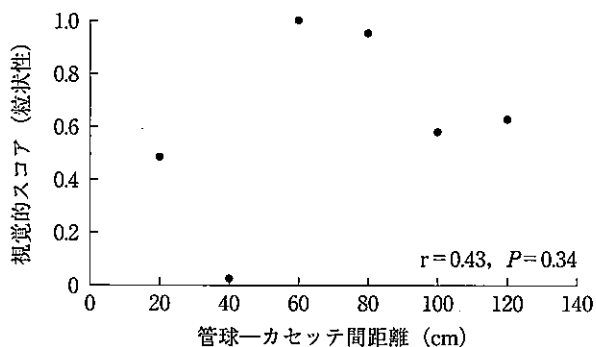
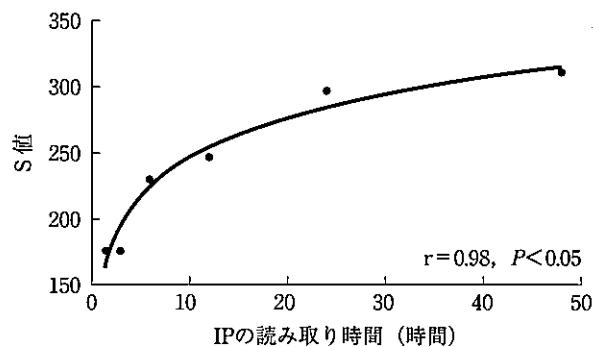
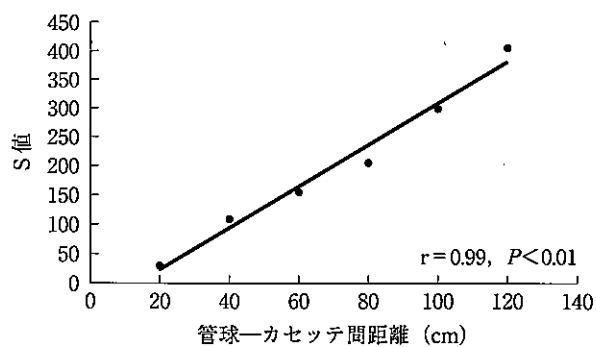


図1 管球—カセット間距離と、S値（上段）、粒状性（中段）、および鮮鋭性（下段）の相関。S値は大きいほどIPのX線画像情報量が少ないことを意味する。

図2 IPの読み取り時間と、S値（上段）、粒状性（中段）、および鮮鋭性（下段）の相関。S値は大きいほどIPのX線画像情報量が少ないことを意味する。

画像読取装置（FCR CAPSULA-2V、富士フィルム㈱、東京）、IP（富士イメージングプレート ST-VI、富士フィルム㈱、東京）、IPカセット（富士IPカセット CC、富士フィルム㈱、東京）を使用した。なお、すべてのIPは読み取りまで18℃の暗室に保管した。

**実験1（管球—カセット間距離と画質）：**管球—カセット間距離は20、40、60、80、100、120cmの6段階に設定した。IPの読み取り時間は15分に統一した。

**実験2（IPの読み取り時間と画質）：**読み取り時間は1.5、3、6、12、24、48時間の6段階に設定した。管球—カセット間距離は80cmに統一した。なお、管電圧、管電流は、実験1、2ともに70kVp、2.0mAsに統一した。

**画質評価方法：**画質の評価には読み取り感度値（S値）および視覚的スコアを利用し、それぞれ距離および時間

との相関を調べた（Spearman順位相関係数検定）。S値はIPに吸収されたX線量の指標であり、読み取り処理時に自動的に計算される値である。S値が大きいほどIPのX線画像情報量が少ないことを意味する。視覚的スコアは、得られたX線画像の粒状性（写真のざらつき）および鮮鋭性（画像の輪郭の明瞭さ）について評価した。スコア化はサーストンの一対比較法により行った [7, 8]。本法では、実験1、2ともに6枚のX線写真を2枚1組として15通り観察させ、粒状性および鮮鋭性についてそれぞれ優劣をつけさせる。その結果から比率行列を作成し、さらに尺度行列に変換することでそれぞれの写真における鮮鋭性および粒状性の尺度値が一つずつ算出できる。本研究で示す視覚的スコアは、この尺度値の最大値を1とした場合の比率に変換した。観測者数は11名とした。

## 成 績

実験1 (管球—カセット間距離と画質) : 管球—カセット間距離とS値の間には有意な正の相関が認められた (図1,  $r = 0.99$ ,  $P < 0.01$ ), 直線的なS値の上昇を認めた。管球—カセット間距離と、粒状性 (図1,  $r = 0.43$ ,  $P = 0.34$ ) および鮮鋭性スコア (図1,  $r = 0.77$ ,  $P = 0.08$ ) の間には有意な相関は認められなかった (図1)。また管球—カセット間距離として一般的ではない20および40cmの視覚的スコアを除いた60~120cmにおける、距離と鮮鋭性、粒状性の間にも相関は認められなかった

実験2 (IPの読み取り時間と画質) : IPの読み取り時間とS値の対数の間には有意な相関が認められた (図2,  $r = 0.98$ ,  $P < 0.05$ )。S値は6時間までに急激に上昇し、24, 48時間後では、1.5時間後と比べて約2倍にまで増加した。またIPの読み取り時間と、粒状性スコアの対数の間にも有意な相関が認められた (図2,  $r = -0.94$ ,  $P < 0.05$ )。鮮鋭性スコアとの間には有意な相関は認められなかったが (図2,  $r = -0.77$ ,  $P = 0.08$ )、粒状性、鮮鋭性ともに24, 48時間では1.5時間と比べて視覚的スコアが50%以下に低下した。

## 考 察

今回、管球—カセット間距離およびIPの読み取り時間が画質に与える影響を検討した。管球—カセット間距離の検討では、距離の増加に伴ってS値が増加したが、距離の変化と視覚的スコア (粒状性および鮮鋭性) の間には有意な相関は認められなかった。理論上、CRにおいても管球—カセット間距離の短縮 (入射線量の増加) によって、粒状性は向上するはずであるが [9]、今回得られた粒状性の視覚的スコアは20および40cmで低い値を示した。この原因としては、20, 40cmでは、管球—カセット間距離が近すぎたために、幾何学的不鋭 (ボケ) が起こり、鮮鋭性、粒状性の視覚的評価にばらつきが生じたことが考えられる。また管球—カセット間距離が大きくなると鮮鋭性が向上することが知られているが [10]、今回の検討では有意な相関は認められなかった。画質の視覚的評価と物理的評価は必ずしも一致しないことが知られているが [11]、要因の一つとして、距離の増加による鮮鋭性の向上が、比較的短い設定距離である120cmまでの範囲では視覚的に区別できるほどのものではなかったことも考えられる。20, 40cmのデータを除いた60~120cmにおける、管球—カセット間距離と鮮鋭性、粒状性の間にも有意な相関は認められなかったことから、現在一般的に使用されている75~100cm [12, 13] では、距離の変化によって臨床的に有意な画質の変化は起こらないと考えられた。

いっぽう、IPの読み取り時間の検討でも、S値は時間の延長に伴って増加した。また時間の延長は、鮮鋭度とは相関しないものの、粒状性の劣化には影響をおよぼすことが明らかとなった。S値が24時間後には約2倍にまで増加したことと、粒状性の視覚的スコアが12時間で70%, 24時間後では40%まで低下したことから、読み取り時間は12時間を限度として可能なかぎり短時間で読み取りを行うことが望ましいと考えられた。また、より正確な比較のためには検査の都度、同じ読み取り時間を採用すべきである。現在まで、読み取り時間とS値の上昇の程度やIPのフェーディングが画質におよぼす影響を検討した医学領域の報告はあるが、観察時間はX線照射後数十秒を基準点として、最も長いものでも8時間である [4-6]。そのため、1.5時間を基準点として48時間まで観察した報告は本研究が初めてである。本研究によって得られたデータは、ポータブルX線撮影装置を使用するために撮影距離の変動があり、現像に時間がかかることが多い牛での画像診断に供する基礎データとして特に有用である。また、フェーディングを起こす別の要因として、IPの保管温度が知られており、温度が高いほどフェーディングは大きくなる [3]。本研究ではIPの保管温度は18℃に統一したため、今回のデータは室温18℃におけるものであり、臨床での使用に際しては高温保管を避けるよう留意する必要がある。

以上の結果から、CRでは、12時間を限度として可能なかぎり読み取り時間を早くする必要はあるものの、一般的に使用されている範囲内の撮影距離の変動は牛の臨床にCRを利用するにあたって有意な問題にならないと考えられた。

## 引 用 文 献

- [1] 市川勝弘: デジタルラジオグラフィの物理的画質評価法 (総論), 日本放射線技術学会雑誌, 65, 869-876 (2009)
- [2] Wrigley RH: Computed Radiology, Clin Tech Equine Pract, 3, 341-351 (2004)
- [3] 佐々木 喬, 平塚芳和, 浅野茂夫: CRシステムにおけるIPのフェーディングによるノイズ特性, 日本放射線技術学会雑誌, 58, 1497-1501 (2002)
- [4] 坂本 清: 入出力特性 (デジタルラジオグラフィの画像評価), 日本放射線技術学会雑誌, 47, 835-840 (1991)
- [5] 辰己大作, 白石順二, 對間博之, 久住謙一, 宇都宮あかね: CRシステムにおけるIPへの入射X線量とS値の関係: 均一照射における定量的評価, 日本放射線技術学会雑誌, 54, 1273-1280 (1998)
- [6] 千田浩一, 有馬宏寧: イメージングプレートの比較的短時間におけるフェーディング減少—それが物理測定データに与える影響—, 医用画像情報学会雑誌, 7, 79-87 (1990)
- [7] Thurstone LL: A law of comparative judgment, Psychol Rev, 34, 273-286 (1927)
- [8] 大賀泰文, 辻本武士, 田畑洋二, 岡田博和, 勝真康行,

- 数内安成, 前田 要, 宇山茂樹, 弓場 忍, 岡田俊正 :  
X線写真の主観的評価 —Thurstoneの対比較法による  
尺度化の試み—, 日本放射線技術学会雑誌, 45, 831-  
839 (1989)
- [9] 東田善治, 井手口忠光, 大喜雅文, 奥迫謙治, 藤田広志,  
氷室和彦, 吉田 彰, 松本政雄 : デジタル画像検出シ  
ステムの画像特性に関する研究班報告, 日本放射線技術  
学会雑誌, 65, 992-1001 (2009)
- [10] 遠山景子, 片淵哲朗, 松尾 悟 : マンモグラフィへのX  
線位相イメージングの有用性に関する検討, 医用画像情  
報学会雑誌, 23, 79-84 (2006)
- [11] 藤田広志 : ROC解析の基礎と応用, 日本放射線技術学  
叢書8, 14-23; 日本放射線技術学会出版委員会, 東京  
(1994)
- [12] Butler JA : General Principles, Butler JA, et al eds,  
2nd ed, 1-26, Iowa (2000)
- [13] Owens JM : X線写真読影の原則, 小動物の臨床X線診  
断, 菅沼常德訳, 25-29, メディカルサイエンス社, 東  
京 (2001)

---

Influence of Imaging Factors on Image Quality in Bovine Computed Radiography  
(CR) Using Portable X-Ray Equipment

Miori KISHIMOTO\*, Takashi SUMIYA, Ki-Ja LEE, Junichiro SHIMIZU,  
Kazuhiro YAMAKAWA, Takahiro AOKI, Shingo HANEDA,  
Kotaro MATSUMOTO, Mitsuo ISHII, Naoki SASAKI,  
Hisashi INOKUMA and Kazutaka YAMADA†

\* *Department of Clinical Veterinary Medicine, Obihiro University of Agriculture and Veterinary  
Medicine, Nishi 2-11, Inada-cho, Obihiro, 080-8555, Japan*

SUMMARY

The purpose of this study was to investigate the effect of X-ray tube-cassette distance and image scanning time on image quality to establish the benefit of Computed Radiography (CR) in bovine clinical practice. The tube-cassette distance had no effect on the visual evaluation score (graininess and sharpness). The image scanning time correlated with graininess but not sharpness. From these results, it was concluded that accidental variations in the tube-cassette distance and variations in image scanning time of several hours will not be major problems in clinical practice. CR is considered a useful X-ray system in bovine clinical imaging in which the maintenance of reproducible tube-cassette distance is difficult and variations in image scanning time is assumed. — Key words : bovine, Computed Radiography (CR), fading, Imaging Plate (IP), portable x-ray generator.

† *Correspondence to : Kazutaka YAMADA (Department of Clinical Veterinary Medicine, Obihiro University of Agriculture  
and Veterinary Medicine)*

*Nishi 2-11, Inada-cho, Obihiro, 080-8555, Japan*

*TEL 0155-49-5395 FAX 0155-49-5398 E-mail : kyamada@obihiro.ac.jp*

*J. Jpn. Vet. Med. Assoc., 63, 431 ~ 434 (2010)*