

氏名(本(国)籍)	新 坊 弦 也 (大阪府)		
推薦教員氏名	帯広畜産大学 教授 宮 原 和 郎		
学位の種類	博士(獣医学)		
学位記番号	獣医博乙第165号		
学位授与年月日	令和元年9月20日		
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当		
研究科及び専攻	連合獣医学研究科 獣医学専攻		
研究指導を受けた大学	帯広畜産大学		
学位論文題目	ポータブル装置を用いた育成牛の肺のX線撮影技術に関する研究		
審査委員	主査	帯広畜産大学	教授 宮 原 和 郎
	副査	帯広畜産大学	教授 山 岸 則 夫
	副査	岩手大学	教授 宇 塚 雄 次
	副査	東京農工大学	教授 田 中 綾
	副査	岐阜大学	教授 前 田 貞 俊

#### 学位論文の内容の要旨

牛呼吸器病症候群 (BRD: Bovine Respiratory Disease) とは、子牛流行性肺炎、輸送熱、非定型間質性肺炎の3つの病型からなる症候群であり、現状では最も経済的損失の大きい疾患の1つである。現状では臨床徴候や聴診に基づいて診断されるが、より詳細に病勢を客観的に把握可能な画像検査はほとんど実施されない。その原因としてウシのX線検査が農場においてポータブルX線装置を用いて実施されるため、出力の低さから胸部に適応できないとされてきたこと、さらにスクリーン/フィルム法やComputed Radiographyでは再撮影に関わる労力が甚大であることが挙げられる。近年のDigital Radiography (DR)の技術革新によりこれらの課題の克服は可能であると考えられ、BRDの診断における胸部X線検査はより現実的となることが予想される。そこで、本研究ではDRとポータブルX線装置を用いた育成牛の胸部撮影法を確立する際の課題と考えられる、散乱X線による画質の低下に対する対策およびBRDの好発部位となる前葉領域の撮影法について検討を行った。

第1章では、ヒトの胸部ポータブル撮影用に開発された散乱X線除去用グリッドである格子比3:1の低格子比グリッドを用いることにより、画質の改善を試みた。健全な育成牛30頭を用い、グリッドを使用しない場合、3:1のグリッドを使用した場合、8:1のグリッドを使用した場合の3つの条件にて胸部尾背側領域の撮影を行い、各解剖学的構造の視認性および画像のノイズに基づいた全体的な画質を5名の評定者による主観的画質評価を実施した。画質評価の解析にはvisual grading characteristic (VGC) 解析を用いた。育成牛を体厚に基づいて3群に分けたところ、3:1のグリッドを使用した場合には全ての群において画質が改善したのに対し、8:1のグリッドを使用した場合には最も体厚の小さい30cm未満の群のみで画質が改善した。この結果は、ポータブルX線装置の出力が低いため8:1のグリッドでは線量の減弱が大きいこと、さらに8:1のグリッドはX線の斜入による画質の低下の影響が大きいことが原因と考えられた。したがって、3:1の低格子比グリッドは育成牛の胸部ポータブル撮影においても有用な画質改善法であることが示唆された。

第2章では、近年開発された画像処理技術である散乱X線補正処理を用いた画質の改善

が可能か検討した。第1章と同じ牛群について胸部尾背側領域を撮影した画像（元画像）に対し、格子比3:1および8:1の設定で散乱X線補正処理画像を作成し、各解剖学的構造の視認性および全体的な画質について5名の評定者によるVGC解析を用いた主観的画質評価を実施した。その結果、格子比3:1の設定で散乱X線補正処理を使用した画像では体厚40 cm未満の群において全体的な画質が改善し、さらに40 cm以上の群においても複数の解剖学的構造の視認性が向上した。これに対し、格子比8:1の設定で散乱X線補正処理を使用した場合には全体的な画質は体厚30 cm未満の群のみにおいて画質が改善し、40 cm以上の群においてはいずれの解剖学的構造の視認性も向上しなかった。散乱X線補正処理においてはグリッドとは異なりX線の斜入による画質の低下はほとんど生じないため、ポータブル装置の出力の低さによるノイズの影響が格子比の設定による画質の差に影響したと考えられた。したがって、ポータブルX線装置の出力によって最適な設定は変化すると考えられるものの、散乱X線補正処理は育成牛の胸部撮影画像に対しても画質改善効果を有することが示唆された。

第3章では、従来はポータブルX線装置では評価不可能とされてきた育成牛の胸部頭腹側領域、すなわち肺前葉領域の立位における新たな撮影法を考案した。この撮影法は、立位において片側の前肢を強く頭側に牽引し、支柱となる反対側の前肢と前後に開脚する状態とすることにより、左右の前肢に挟まれる位置に前葉領域が描出されるものである（TL view）。TL viewを14頭の100 - 250 kgの健全な育成牛に適用したところ、1頭を除いて良好な画像が得られるまでの撮影試行回数は3回以内、撮影に要する時間は7分以内であり、撮影に要する人員は2名と臨床的に十分実施可能な撮影法であると考えられた。

第4章では、病性鑑定のために病理解剖に供された16例にTL viewを適用し、前葉病変の検出精度を通常立位撮影と比較検討した。病変の検出精度の判定には6名の評定者によるReceiver Operating Characteristic (ROC)解析を用いた主観的評価を実施した。TL viewでは前葉病変が良好に描出され、いずれの評定者においても前葉病変の感度、特異度および正診率は通常立位撮影の画像よりもTL viewの画像で高く、ROC解析において有意に前葉病変の検出精度が高いことが示された。

本研究の結果から、DRを用いた育成牛の胸部ポータブル撮影画像について、低格子比グリッドおよび散乱X線補正処理は有効な画質改善法であることが示され、さらにTL viewを用いることにより従来の立位撮影では評価困難とされてきた前葉領域の病変を検出することが可能であることが示唆された。これらの研究結果はDRを用いたウシの胸部X線検査を実現するための基礎となり、BRDの正確な診断、病性把握に寄与するものと考えられた。

## 審査結果の要旨

本研究では、経済的損失の大きい子牛の牛呼吸器病症候群（BRD: Bovine Respiratory Disease）に対して、客観的評価が可能でありながら従来の機材では実施できなかったX線撮影法について、近年技術革新の目覚ましいDigital Radiography (DR)とポータブルX線装置を使用して育成牛の胸部撮影法を確立することを目的として検討された。

第1章では、ヒトの胸部ポータブル撮影用に開発された散乱X線除去用グリッドである格子比3:1の低格子比グリッドを用いた画質の改善効果について検討した。健全な育成牛を体厚により3群に分け、格子比3:1のグリッドに加え、グリッド無使用、通常の8:1のグリッド使用により胸部尾背側領域のX線撮影を行い、各解剖学的構造の視認性および画像のノイズについて評価した。結果として、3:1の低格子比グリッドは育成牛の胸部ポータブル撮影において有用な画質改善法であることを示した。

第2章では、近年開発されたDRにおける画像処理技術である散乱X線補正処理を育成牛

の胸部X線撮影法に適用して画質の改善効果を検討した。第1章と同じ牛群に対して胸部尾背側領域を撮影した画像を元画像として、格子比3:1および8:1設定の散乱X線補正処理画像を作成して評価した。結果として、格子比3:1設定の散乱X線補正処理は育成牛の胸部ポータブル撮影において有用な画質改善法であることを示した。

第3章では、ポータブルX線装置では従来評価不可能とされてきた育成牛の肺前葉領域の立位における新たな撮影法として、立位において片側の前肢を頭側に牽引し、支柱となる反対側の前肢との間の挟まれる位置に前葉領域が位置するように保定・撮影する方法(TL view)を考案して検討した。TL viewを健常な育成牛14頭に適用し、1頭を除き良好な画像が得られるまでの撮影回数は3回以内、撮影時間は7分以内、撮影に要する人員は2名と十分に臨床応用可能な撮影法であることを明らかにした。

第4章では、臨床例に対してTL viewを適用し、前葉病変の検出精度について通常立位撮影と比較検討した。TL viewでは前葉病変が良好に描出され、前葉病変の感度、特異度および正診率は通常立位撮影の画像に比較して有意に高いことを示した。

本研究結果から、DRを用いた育成牛の胸部ポータブル撮影においては、低格子比グリッドおよび散乱X線補正処理が有効な画質改善法であることを示し、さらにTL viewの適用により従来の立位撮影では評価困難な前葉領域の病変を検出可能であることを明らかにし、BRDの診断や病性把握に十分寄与することができるX線撮影法であることを示した。

以上について、審査委員全員一致で本論文が岐阜大学大学院連動獣医学研究科の学位論文として十分価値があると認めた。

#### 基礎となる学術論文

- 1) 題 目 : Evaluation of grid performance for thoracic radiography in calves using a portable x-ray unit  
著 者 名 : Shimbo, G., Tagawa, M., Matsumoto, K., Tomihari, M. and Miyahara, K.  
学術雑誌名 : Japanese Journal of Veterinary Research  
巻・号・頁・発行年 : 66 (1) : 13-19, 2018
- 2) 題 目 : Effects of scatter correction processing on image quality of portable thoracic radiography in calves  
著 者 名 : Shimbo, G., Tagawa, M., Matsumoto, K., Tomihari, M. and Miyahara, K.  
学術雑誌名 : Japanese Journal of Veterinary Research  
巻・号・頁・発行年 : 66 (2) : 105-112, 2018
- 3) 題 目 : Three-legged radiographic view for evaluating cranioventral lung region in standing calves with bovine respiratory disease  
著 者 名 : Shimbo, G., Tagawa, M., Matsumoto, K., Tomihari, M., Yanagawa, M., Ueda, Y., Inokuma, H. and Miyahara, K.  
学術雑誌名 : The Journal of Veterinary Medical Science  
巻・号・頁・発行年 : 81 (1) : 120-126, 2019

#### 既発表学術論文

- 1) 題 目 : Ultrasonographic evaluation of depth-width ratio (D/W) of benign

and malignant mammary tumors in dogs

著者名：Tagawa, M., Kanai, E., Shimbo, G., Kano, M. and Kayanuma, H.

学術雑誌名：The Journal of Veterinary Medical Science

巻・号・頁・発行年：78 (3) : 521-524, 2016

2) 題 目：Gene and protein expression of a soluble form of CTLA-4 in a healthy dog

著者名：Tagawa, M., Yamamoto, Y., Shimbo, G., Iguchi, A., Xuan, X., Tomihari, M. and Miyahara, K.

学術雑誌名：The Journal of Veterinary Medical Science

巻・号・頁・発行年：79 (5) : 871-875, 2017

3) 題 目：Computed Radiography を用いた牛のカセッテレス撮影における基礎的画質評価

著者名：新坊弦也, 猪狩皓介, 三好雅史, 田川道人, 宮原和郎

学術雑誌名：日本獣医師会雑誌

巻・号・頁・発行年：71 (1) : 31-35, 2018

4) 題 目：Evaluation of costimulatory molecules in dogs with B cell high grade lymphoma

著者名：Tagawa, M., Kurashima, C., Takagi, S., Maekawa, N., Konnai, S., Shimbo, G., Matsumoto, K., Inokuma, H., Kawamoto, K. and Miyahara, K.

学術雑誌名：PLoS One

巻・号・頁・発行年：13 (7) : e0201222, 2018