

氏名（本（国）籍）	山 口 敏 朗（東京都）
主 指 導 教 員 名	帯広畜産大学 教授 山 田 一 孝
学 位 の 種 類	博士(獣医学)
学 位 記 番 号	獣医博甲第423号
学位授与年月日	平成26年3月13日
学位授与の要件	学位規則第3条第1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	原子力発電所事故による畜産物の放射性同位元素汚染に関する研究
審 査 委 員	主査 帯広畜産大学 准教授 佐々木 直 樹 副査 帯広畜産大学 教 授 山 田 一 孝 副査 岩 手 大 学 教 授 古 濱 和 久 副査 東京農工大学 教 授 下 田 実 副査 岐 阜 大 学 教 授 海 野 年 弘

学位論文の内容の要旨

2011年3月11日の東日本大震災に続発した津波で福島第一原子力発電所が被災し、放射性同位元素（RI）漏れ事故が発生した。漏洩したRIで汚染された農畜産物を摂取したヒトは、内部被曝による健康被害を起こす可能性があるため、農畜産物の放射性セシウム（Cs）汚染が深刻な問題となった。本研究では、RI汚染地域の動物の内部汚染を調査し、さらに、家畜の内部汚染を抑制する飼養方法を検討した。

第1章では、家畜の内部汚染を把握するために、原子力発電所事故後（2011年4月10日）に福島第一原子力発電所から20 km圏内の養豚場で飼育されていたブタの血液および糞を採取し、ゲルマニウム（Ge）半導体検出器で放射能濃度を測定した。その結果、被検ブタの血餅から ^{134}Cs および ^{137}Cs 、糞から ^{131}I 、 ^{134}Cs および ^{137}Cs が検出された。このことから、原子力発電所20km圏内で飼育されていたブタは、RIで内部汚染していたことが判明した。

第2章では、家畜の可食部筋肉の汚染を調べる目的で、福島第一原子力発電所から20 km圏内の養豚場で飼育されていたブタを調査した。被検ブタは、事故発生から17日後に清浄地域に移送され、清浄地域で41日間飼育された後に屠殺された。被検ブタの骨格筋および心臓の放射能濃度を、Ge半導体検出器を用いて測定したところ、骨格筋および心臓から ^{134}Cs および ^{137}Cs が検出された。また、被検ブタの骨格筋のオートラジオグラム（ARG）は、黒化度の高い画像を示した。さらに、ARGから求めたPSL/mm²値は、対照と比較して被検ブタで有意に高かった（ $p < 0.01$ ）。これらのことから、RI汚染地域で飼育されていたブタの可食部筋肉には、放射性Csが分布していたことが判明した。

第3章では、動物の内部被曝履歴を調べる目的で、計画的避難区域で捕獲・回収した野生動物を調査した。計画的避難区域で回収したハクビシンの洞毛と捕獲したイノシシの鬣

の ARG は異なるパターンを示したことから、内部被曝履歴の違いを画像化できる可能性が示唆された。さらに、小型 γ カメラを用いて、ハクビシンの ^{137}Cs シンチグラムを作成した。得られたシンチグラムは、Ge 半導体検出器で測定した ^{137}Cs の濃度分布と一致し、消化管内容物を含む腹部で最も高い密度を示した。これらのことから、内部被曝履歴を ARG およびシンチグラムで観察できる可能性が示唆された。

第 4 章では、家畜の内部汚染を抑制する飼養方法開発の基礎検討として、安定同位体 Cs を用いて、ベントナイトの Cs 吸収抑制効果について子ウシで検討した。試験群は、人工乳に安定同位体 Cs のみを添加した対照群 (n=3) および安定同位体 Cs に加えて 0.5%ベントナイトを添加した投与群 (n=3) とした。そして、28 日間飼育した子ウシの血液の Cs 濃度を誘導結合プラズマ質量分析法で測定したところ、14 日目まで投与群は対照群よりも低値を示した。このことから、ベントナイトは放射性 Cs の吸収抑制に利用できることが期待された。

第 5 章では、RI 汚染地域で飼育される家畜の放射性 Cs 吸収抑制について、ニワトリを用いて検証した。ニワトリは、対照個体およびベントナイトを 0.5%飼料に添加した投与個体とし、計画的避難区域で 28 日間飼育し、両個体の骨格筋および卵の放射性 Cs 濃度を Ge 半導体検出器で測定した。その結果、骨格筋の放射性 Cs 濃度は、投与個体が対照個体よりも 23%低値であった。さらに、4 週目に産卵された卵の放射性 Cs 濃度は、投与個体で有意に低かった ($p < 0.05$)。次に、試験群を対照群 (n=5)、0.5%ベントナイト投与群 (n=5) および 5.0%ベントナイト投与群 (n=5) とし、10 日間飼育した。各群の骨格筋および卵の放射性 Cs 濃度を測定したところ、0.5%ベントナイト投与群の骨格筋の放射性 Cs 濃度が対照群に比較して有意に低下した ($p < 0.05$)。しかし、5.0%ベントナイト投与群の骨格筋および卵の放射性 Cs 濃度は、有意差は認められなかったものの、それぞれ対照群よりも高値を示した。このことから、放射性 Cs 吸収抑制を目的としたベントナイトの飼料添加量には、至適濃度が存在すると考えられた。以上、ベントナイトは、放射性 Cs の吸収を抑制する可能性が示唆された。今後 Cs 吸着物質を添加する飼養方法を大型家畜に応用することで、福島県の畜産再開が期待できると考えられた。

本研究で、RI 汚染地域の家畜および野生動物が放射性 Cs で内部汚染していたことを明らかにした。また、放射性 Cs の吸収をベントナイトで抑制できる可能性が示唆された。畜産物の RI 汚染に関して得られた知見は、食の安心・安全確保および福島県の畜産復興に活用できると考えられた。

審 査 結 果 の 要 旨

学位申請者である山口敏朗君は、畜産物の放射性同位元素汚染に関して、家畜や野生動物の調査・解析を行うとともに、家畜が放射性同位元素に内部汚染されない飼養方法について研究を行った。その結果、以下の成績を得たことを踏まえ、審査した。

- I. 家畜の内部汚染を把握するために、原子力発電所事故後に福島第一原子力発電所から 20km 圏内の養豚場で飼育されていたブタの血液および糞を採取し、放射能濃度を測定した。その結果、20km 圏内で飼育されていたブタは放射性同位元素で内部汚染していたことを明らかにした。
- II. 家畜の可食部筋肉の汚染を調べる目的で、福島第一原子力発電所から 20km 圏内の養豚場で飼育されていたブタを調査した。被検ブタの骨格筋のオートラジオグラムから、ブタ

の可食部筋肉に放射性セシウムが分布していたことを明らかにした。

Ⅲ. 動物の内部被曝履歴を調べる目的で、計画的避難区域で捕獲・回収した野生動物を調査した。その結果、オートラジオグラムのパターンから、内部被曝履歴を画像化できることを明らかにした。また、放射性セシウムの分布を非破壊的に観察できることを明らかにした。

Ⅳ. 家畜の内部汚染を抑制する飼養方法開発の基礎検討として、安定同位体セシウムを用いて、ベントナイトのセシウム吸収抑制効果について子牛で検討した。その結果、ベントナイトはセシウムの吸収を抑制する可能性を示した。

Ⅴ. 放射性同位元素汚染地域で飼育される家畜の放射性セシウム吸収抑制について、ニワトリを用いて検証した。その結果、0.5%ベントナイト投与群の骨格筋の放射性セシウム濃度は有意に低下し、ベントナイトは放射性セシウムの吸収を抑制する可能性を示した。

本研究では、放射性同位元素汚染地域の家畜および野生動物が放射性セシウムで内部汚染していたことを明らかにした。また、放射性セシウムの吸収をベントナイトで抑制できる可能性を示した。畜産物の放射性同位元素汚染に関して得られた知見は、食の安心・安全確保および福島県の畜産復興に活用できる点で、学術的意義は高い。

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合獣医学研究科の学位論文として充分価値があると認めた。

基礎となる学術論文

- 1) 題 目 : Early-stage bioassay for monitoring radioactive contamination in living livestock
著 者 名 : Yamaguchi, T., Sawano, K., Kishimoto, M., Furuhashi, K. and Yamada, K.
学術雑誌名 : The Journal of Veterinary Medical Science
巻・号・頁・発行年 : 74 (12) : 1675-1676, 2012
- 2) 題 目 : An autoradiogram of skeletal muscle from a pig raised on a farm within 20 km of the Fukushima Daiichi nuclear power plant
著 者 名 : Yamaguchi, T., Sawano, K., Furuhashi, K., Mori, C. and Yamada, K.
学術雑誌名 : The Journal of Veterinary Medical Science
巻・号・頁・発行年 : 75 (1) : 93-94, 2013
- 3) 題 目 : Evaluation of motion correction processing in equine bone scintigraphy by scheffé's method of paired comparisons
著 者 名 : Yamaguchi, T., Endo, Y., Nambo, Y., Sato, F., Sasaki, N. and Yamada, K.
学術雑誌名 : The Journal of Veterinary Medical Science
巻・号・頁・発行年 : 75 (3) : 369-371, 2013
- 4) 題 目 : History of internal radiation exposure in a wild masked palm civet (*Paguma Larvata*) at Fukushima assessed by autoradiography of vibrissae
著 者 名 : Yamaguchi, T., Chen, C., Sasaki, M., Furuhashi, K. and Yamada, K.
学術雑誌名 : Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy
巻・号・頁・発行年 : 57 (3) : 433-435, 2013

既発表学術論文

1) 題 目：安定同位体セシウムを用いた子牛のセシウム体内移行抑制効果に関する
予備的検討

著 者 名：山田一孝，山口敏朗，陳忠正，稲沢直生美，石井三都夫，
佐々木基樹，木田克弥，岸本海織，古濱和久

学術雑誌名：動物臨床医学

巻・号・頁・発行年：22 (1) : 31-34, 2013