

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 9 月 10 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2017

課題番号：25517004

研究課題名(和文) 畜産物の安全担保：原発事故由来放射線物質の家畜での生殖機能評価・動態・軽減法開発

研究課題名(英文) Security assurance of livestock products: Development of reproductive function evaluation, dynamics and reduction method of radiation substances derived from nuclear accident in livestock

研究代表者

李 俊佑 (LI, JUNYOU)

東京大学・大学院農学生命科学研究科(農学部)・助教

研究者番号：10313082

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は世界で初めて原発事故当時現場で暫く飼育されていた動物を警戒区域外に移動し、総合的放射線物質による被曝が動物健康に与える影響に関して行った研究でした。要はヨウ素、セシウム134、セシウム137、ストロンチウム、プルトニウム等を多種の放射性物質を漏洩した。本研究では、白血球と繁殖力停止との関係、体内臓器へのセシウム移行率、排泄期間そしてヨウ素131の被曝量に関して推定した。最終的に甲状腺ホルモンの変化とも因果関係を特定した。以上の結果を踏まえて放射線事故発生時には呼吸による被曝が体の内外に及ぼす事を示唆した。

研究成果の概要(英文)：The present study was the first time to study the influence of radiation exposure by comprehensive radiation substances on animal health by moving animals from warning area to nuclear accident outside in the world. Comprehensive refers to exposure by various kinds of radioactive substances leaked by explosion of nuclear reactor. In the nuclear power plant explosion accident in Fukushima leaked various radioactive substances such as radioactive materials, iodine, cesium 134, cesium 137, strontium, plutonium, etc. In this study, we estimated the relation between leukocyte and stopping fertility, the cesium transfer rate to the internal organs of the body, the period of excretion and the exposure dose of iodine 131. Finally we identified a causal relationship with changes in thyroid hormone. Based on the above results, it was suggested that respiratory exposure exerted on the inside and outside of the body when radiation accident occurred.

研究分野：家畜繁殖学・家畜栄養学

キーワード：放射線 動物 豚 血液成分 血中生化学指標 ヨウ素131

1. 研究開始当初の背景

平成25年3月で、原発事故から2年がたつ。しかし人々の被曝に対する恐怖心はおさまることがない。国は、年間被曝線量の安全基準値を原発事故直後の20から1ミリシーベルトに改めたが、被曝がどの程度身体に影響するのか、科学的証明は不十分である。高線量被曝の場合は、比較的短時間後に影響が現れるが、低線量被曝は生体へ確率的に影響を与えるので、影響は長期間渡った研究が必須である。特に、容易に遮蔽することができるアルファ線とベータ線の制御は容易であるが、透過力の高いガンマ線や中性子線の統御は難しい。原発事故で生じた放射性セシウムおよび測定が困難なために直接測定される例は少ないが放射性セシウムの約1/1000量存在して骨に蓄積されるとする放射性ストロンチウムは、主にガンマ線を放射するので、食品や飲料水中の動態と哺乳類への生理的影響を定量的に把握することが、食品と環境の安全を担保し、それを基盤とする安心確保のために我々自然科学者が務めるべき責務の第一歩である。

2. 研究の目的

申請者が在籍する東京大学附属牧場(東大牧場)では、(1)福島第一原子力発電所(原発)事故1ヵ月後から乳牛において飼料中の原発事故由来放射性核種の放射性セシウムの体内動態、ミルク中への移行、放射性セシウムを含まない飼料に切り替えたあとの動態、飼料中放射性セシウム吸収抑制法開発、(2)事故3ヶ月後から警戒区域内で飼養されていた被曝種豚を東大牧場に救済し、当世代と仔および孫世代の生殖機能を中心に内分泌学、病理学診断を主とした獣医臨床健康評価、(3)事故直後から放牧家畜(山羊、馬)の放射線被曝の生体への影響などを継続して調べてきている。被曝影響の潜伏期は10~20年とも言われており、本研究では、これら家畜と畜産物への被曝による影響を定量

的に評価し、それに基づいた有畜農業の将来像を提案する。

3. 研究の方法

飼料中放射性セシウムの吸収・排泄と体内動態：対照群(TMRのみを毎日35kg/600kg体重給与)と放射性セシウム群(ヘイレージ10kg/600kgとTMR25kg/600kg体重給与)における飼料中の放射性セシウムの吸収・排泄と体内動態を東大附属放射性同位元素施設にて測定する。

原発事故後3か月間以上警戒区域内(原発から20キロメートル圏内で飼育されていた)豚26頭を救済し、

(A)被ばく原種豚の健康評価：体重、飼料摂取量などの測定・血液学検査や血液生化学検査などの健康状態診断、行動異常診断などを行う。

(B)被ばく原種豚の生殖機能評価：生殖機能の評価(超音波画像診断、生殖ホルモンなどの血中濃度測定、種雄の精子活性や異常精子率測定、生殖行動評価など)を行い、問題なしと判定できたら交配して次世代への影響を調査する。

(C)原種豚の被ばく量モニタリング：飼育舎の空間線量、飼料や飲料水、糞尿などの原発事故に起因する放射性核種由来の放射線量を計測する。

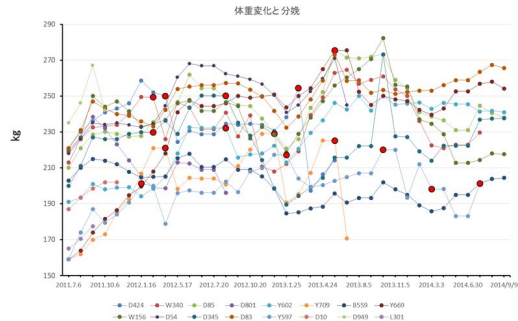
(D)非常に低レベルの汚染牧草を投与する事で臓器組織への蓄積濃度と排出期間を検討する。

(F)ヨウ素131は半減期が短く(約8日間)、被曝された場合動物の健康への影響が大きい。東大工学部のグループはヨウ素131と同時に放出される土壌のヨウ素129半減期(1570万年)を指標として20km圏内土壌のヨウ素131の沈着量を推定した。本研究。被曝豚の甲状腺試料からヨウ素129測定す

る事によりヨウ素 131 被曝量を推定する。

4. 研究成果

- (ア) 汚染牧草 (1.03kBq/kg) 乳牛への投与研究によりセシウム最大移行率は 9.7%である事が解明された。
- (イ) 原発事故でランダムに救済された 26 頭の豚の内、25 頭が死亡した。1 頭種雄豚が足の状態は良くないが、引き続き追跡研究をしている。死亡全頭を病理学解剖し、死因確定に至った。平均寿命雄 7.2 歳に対し雌は 8.1 歳である。救済してからの平均寿命は雄 3.2 歳と雌の 3.3 歳である。救済した 16 頭の母豚の内、合計 7 頭 15 回の分娩で 163 頭の子豚を生産し、中 2 頭の奇形が生まれた。奇形仔豚の中 1 頭は四肢湾曲症でもう 1 頭は間性である。これらの奇形は事故から 1 年 1 ヶ月と 1 年 2 ヶ月経った頃分娩した豚である。要は原発事故から 7~8 ヶ月経った頃種付けをしたことになる。豚の原始卵母細胞は排卵まで少なくとも 3 ヶ月が掛かる。精子は 7 週間以上が掛かる。もし、放射線被曝が生殖細胞に影響があるとしたらいつまで影響するかは分からない。本研究では、これ以降の繁殖では奇形の豚は生まれなかった。近年、豚の選抜等で奇形豚の出産率はかなり低くなっている。当牧場も近年奇形の仔豚は生まれていない。比較の為に救済して東京大学附属牧場に移された豚の子豚から 6 頭の雌豚を選抜育成し子仔豚を生産した。6 頭の母豚で合計 10 回の出産で 104 頭の子豚を生産したが奇形は生まれなかった。二世母豚 4 頭は今現在 6.2 歳であるが元気である。本研究では 2 頭の奇形仔豚が生まれておるが、必ずしも放射線被曝の影響とは限らないと考える。それは、比較に用いた豚の成育環境が違うし、母豚の分娩時の年齢も違うからである。でも、貴重なデータとしてはその意義は大きい。
- (ウ) 通常母豚の体重は繁殖に大きく影響しているが、本研究では体重の影響は認められなかった。
- (エ) 本研究で救済し、16 頭母豚の内 7 頭が繁殖能力の回復が認められた。7 頭は救済時母豚の中順番で一番若い 7 頭の母豚であり、繁殖力回復に年齢が深く関係ある事示した。



| 母豚 | 生年月日 | 救済時年齢 | 最後分娩時年齢 |
|------|-----------|-------|-----------|
| Y709 | 2008/4/10 | 3.2 | 2013/5/31 |
| Y669 | 2008/2/9 | 3.4 | 2013/6/23 |
| Y597 | 2007/6/1 | 4.1 | 2014/9/8 |
| Y602 | 2007/6/1 | 4.1 | 2012/8/12 |
| D424 | 2007/1/15 | 4.5 | 2013/3/2 |
| D345 | 2006/9/5 | 4.8 | 2012/8/17 |
| W340 | 2006/8/29 | 4.8 | 2012/2/17 |
| L301 | 2006/5/5 | 4.9 | |
| W156 | 2005/9/2 | 5.2 | |
| D85 | 2005/9/2 | 5.8 | |
| D83 | 2005/8/1 | 5.8 | |
| D54 | 2005/7/28 | 5.9 | |
| D10 | 2005/2/15 | 5.9 | |
| D801 | 2004/8/29 | 6.4 | |
| B559 | 2004/8/29 | 6.8 | |
| D949 | 2006/8/9 | 2.0 | |

注：D949 は救済して、直ぐ体調が崩れ死亡した。

- (オ) 血液を分析した結果、血中白血球の数が著しく繁殖能力ない母豚のほうが有意に高かった。特に、好塩基球、好酸球と好中球等全てが非繁殖母豚のほうが著しく高かった。何らかの炎症を示唆された。
- (カ) 非繁殖豚に生殖ホルモン濃度に異変があった。病理解剖と生化学指標結果を踏まえて、腎臓機能変異による PRL 以上が示唆された。
- (キ) 福島原発事故で大量のヨウ素 131 が放出された。ヨウ素 131 は半減期が短く (約 8 日間)、被曝された場合動物の健康への影響が大きい。東大工学部のグループはヨウ素 131 と同時に放出される土壌のヨウ素 129 半減期 (1570 万年) を指標として 20km 圏内土壌のヨウ素 131 の沈着量を推定した。本研究では同研究グループと共同で初めて被曝豚の甲状腺試料からヨウ素 129 測定する事によりヨウ素 131 被曝量を推定する事に成功した。世界で初めて被曝生体の甲状腺へのヨウ素 131 被曝量推定した。初めて呼吸によるヨウ素の被

爆可能性が証明され、同時にその線量を推定する事が可能になった。
(ク) 事故当時本場で生産された牧草は全部原発事故により放射性降下物質により汚染されていた。本研究で該当汚染牧草を豚に経口投与する事により動物体内臓器へのセシウム移行と体外排出期間と全部排出されるまで必要としている期間を解明した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 2 件)

1. Manabe N, Takahashi T, Li J, Tanoi K, Nakanishi T. Effect of radionuclides due to the accident of the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant on the recycling agriculture including livestock. New Food Industry. 2014, 56(10), 45-50. (Japanese)
2. Ushio N, Chambers J, Watanabe K, Kishimoto T, Li J, Nakayama H and Uchida K. Abdominal hamartoma with pancreatic and hepatic differentiation in a sow. J Vet Med Sci. 2016, 78(8), 1373-1375.

[学会発表](計 9 件) 国際大会 4 回

[図書](計 6 件)

[産業財産権]

出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：

番号：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

李 俊佑 (LI JUNYOU)

東京大学・大学院農学生命科学研究科・助教

研究者番号：10313082

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：

(4) 研究協力者

朴 春香 (PIAO CHUNXUANG)

眞鍋 昇 (MANABE NOBORU)

飯塚 祐彦 (IITSUKA HIROHIKO)

長谷川茂樹 (HASEGAWA SIGEKI)

池田正則 (IKEDA MASANORI)

高橋友継 (TAKAHASHI TOMOTUGU)

遠藤麻衣子 (ENDOMAIKO)

小野山一郎 (ONOYAMA ICHIRO)

小林 奈通子 (Natsuko Kobayashi)

広瀬 農 (Atsushi HIROSE)

野井 慶太郎 (Keitaro TANOI)

中西 友子 (Tomoko AKANISHI)

松崎 浩之 (MATSUZAKI HIROYUKI)