

# 福島原発事故に伴う放射線被ばくによる生殖器官 および次世代に対する影響解析

## [1] 組織

代表者：阿部 靖之

(山形大学大学院理工学研究科)

対応者：福本 学

(東北大学加齢医学研究所)

分担者：福本 学 (東北大学加齢医学研究所)

山城 秀昭 (新潟大学農学部)

研究費：物件費36万5千円，旅費3万5千円

## [2] 研究経過

### (2-1) 本研究の目的・概要

福島第一原発の事故に伴い放射性物質が拡散し、生物にどのような影響を与えるのか解答が求められている。特に、生殖巣（卵巣・精巣）および内在する生殖細胞（卵子・精子）は、放射線感受性の高い器官・細胞であることが知られていて、不妊となる危険性がある。また、生殖細胞のDNAおよび染色体に対する障害は、遺伝的影響として子孫に引き継がれ、奇形などの異常や疾病を発現する。そこで本共同研究では、放射性物質の長期内部被ばくが人体に及ぼす影響を知る基盤を樹立することを目的として、福島第一原発の警戒区域内に生息するウシの生殖器官・細胞について、組織学的解析および培養試験によって正常性を解析した。また、次世代への影響を調べるため、被ばく個体由来する卵子・精子を体外受精し、作製した受精卵を仮親牛に移植することで、産子の作出を試みた。

### (2-2) 研究打ち合わせ等の開催状況

・H24年5月 - H25年3月（合計10回）：福本教授およびその研究室メンバーと共同して、警戒区域内のウシから生殖器官を採取した。

・H24年5月19日，6月6日：福本教授と研究打ち合わせを行った。加えて、随時メールおよび電話でも研究計画の打ち合わせを行った。

・H25年3月6，9，13日：福本研究室においてウシ卵巣を組織学的に解析した。

## [3] 成果

### (3-1) 研究成果

本年度は、以下に示す研究成果を得た。

#### 1. 生殖巣の組織学的解析

放射線被ばくウシの生殖器官について、組織形態学的な正常性および微量元素分布を明らかにすることを目的として、警戒区域内に生息し放射性物質に被ばくしたウシ個体15頭（♀13頭，♂2頭）から生殖器官を採取した。成牛および子牛の生殖巣（卵巣，精巣）は、パラフィン切片を作製後にHE（ヘマトキシリン・エオシン）染色して形態的正常性を解析した。その結果、精巣組織では精原細胞および精母細胞，精子，卵巣組織では原始卵胞および卵状卵胞が観察され、生殖細胞が正常に分化・発育していることが確認された（図1）。また、胎児精巣のHE染色組織切片においても正常な精細管と精原細胞が観察された。さらに、固定した精巣について、電子線を照射して微小部の分析が可能な電子線マイクロアナライザ（Electron Probe Micro Analyzer: EPMA）を用いてCsの分布を測定した結果、いずれの精巣においてもCsは検出されなかった。

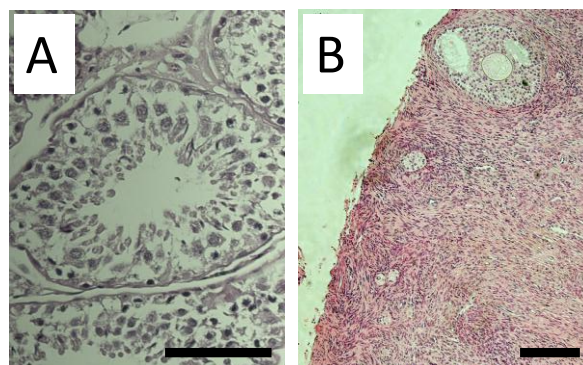


図1. ウシ生殖巣のHE染色像。

A) 精巣，B) 卵巣。Bar: 100  $\mu$ m.

#### 2. 生殖細胞の正常性

♀個体では、採取した卵巣から230個の未成熟卵子を回収し、体外成熟した後に市販されている凍結精液と共培養することで体外受精した。その結果、81個の受精卵が得られ、そのうち5個が胚盤胞（移植可能なステージ）まで発育し、正常な受精能および発生能を有することが実証された。

個体では、精巢上体から採取した精子について、先体および核の正常性を形態的に調べるため、それぞれ FITC-PNA (Fluoresceine Isothiocyanate-Conjugated Peanut Agglutinin) および DAPI (4,6-Diamidino-2-Phenylindole) で染色し観察したが、先体および核に異常は認められなかった(図2)。さらに、これらの精子は Triladyl 保存液を用いて凍結保存し、食肉処理場由来の卵子と体外受精した結果、受精率は約77%という正常な数値であり、胚盤胞への発生も確認することができた。

さらに、放射線被ばく個体の胎児・新生児の正常性を解析するため、体外受精試験によって得られた胚盤胞を合計8頭のレシピエント牛に移植し、現在、3頭が妊娠継続中である。

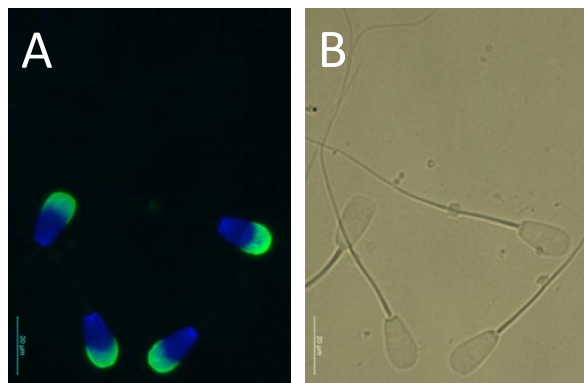


図2. ウシ精巢上体精子の先体および核の形態。  
A) FITC-PNA および DAPI 染色像, B) 位相差像。  
緑色は先体, 青色は核。

### (3-2) 波及効果と発展性など

これまで、放射性物質内部被ばくの評価を正確に行うための尺度となるような系統だった試料のアーカイブの構築は行われていない。本研究では、福島第一原発の警戒区域内の被災家畜から、卵子・精子を含む生殖器官を採取し影響を解析することで、出生や次世代の異常に関係する問題を明らかにすることができる。この成果は、福島県の復興、除染、健康調査等のための基礎的なデータともなる。現在、医・工・農・理・歯学など多くの分野の研究者が連携し影響の解析を進めている。

## [4] 成果資料

### (1) 論文

1. T. Fukuda, Y. Kino, Y. Abe, H. Yamashiro, Y. Kuwahara, H. Nihei, Y. Sano, A. Irisawa, T. Shimura, M. Fukumoto, H. Shinoda, Y. Obata, S. Saigusa, T. Sekine, E. Isogai, M. Fukumoto. Distribution of Artificial Radionuclides in the Abandoned Cattle in the Evacuation Zone of the

Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant. *PLoS One*. 8(1): e54312.

doi:10.1371/journal.pone.0054312.

2. 磯貝恵美子, 福田智一, 木野康志, 福本 学, 篠田壽, 関根 勉, 山城秀昭, 黒田健吾, 米山 裕, 阿部靖之 (2012) 東京電力福島第一原子力発電所事故に伴う被災家畜の被ばくと放射性セシウムの体内動態. *宮城県獣医師会報*, 65(3): 125-128.

3. H. Yamashiro, Y. Abe, T. Fukuda, Y. Kino, Y. Kuwahara, M. Fukumoto, J. Kobayashi, E. Uematsu, B. Tong, T. Sugiyama, T. Yamada, H. Shinoda, T. Sekine, E. Sato, H. Shinoda, T. Sekine, E. Isogai, M. Fukumoto. Effects of radiation and quantitative Cs-137 mapping in cattle testes after the Fukushima nuclear accident. *Sci Rep.* (投稿中)

### (2) 学会発表

1. 阿部靖之, 山城秀昭, 木野康志, 福田智一, 阿部宏之, 小林 仁, 磯貝恵美子, 福本 学 (2012). 福島第一原発由来の放射性物質がウシの雌生殖器に及ぼす影響の解析. 第55回日本放射線影響学会, 仙台.

2. 山城秀昭, 阿部靖之, 福田智一, 木野康志, 福本 基, 桑原義和, 高橋 慎太郎, 植松恵美, 小林仁, 磯貝恵美子, 福本 学 (2012). 電子線マイクロアナライザによる被災牛の精巢切片の元素分析. 第55回日本放射線影響学会, 仙台.