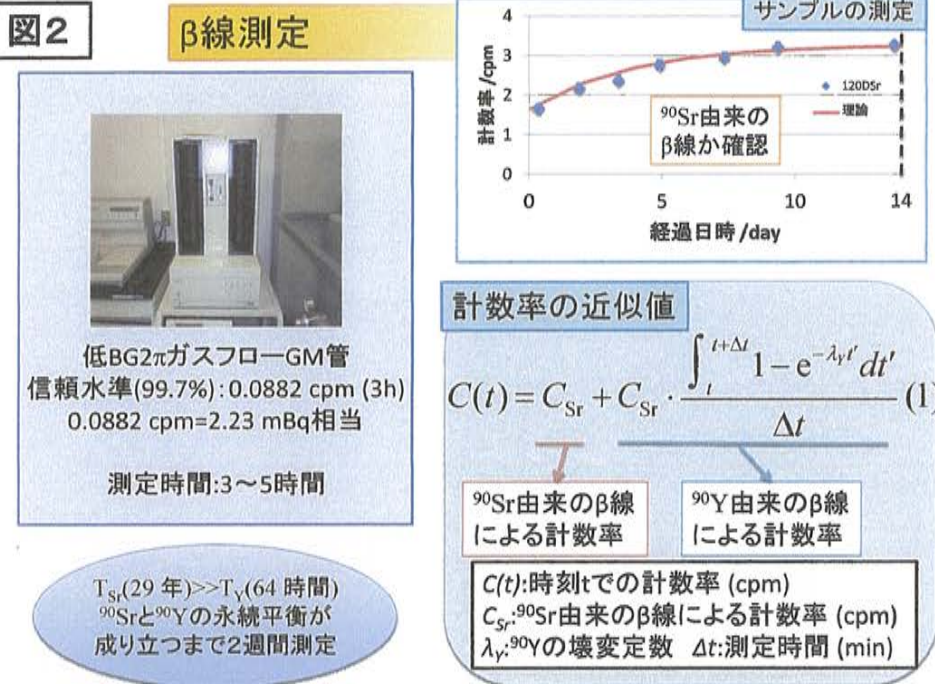


頭、ブタ 50 頭、サル 60 頭、野ネズミ 300 匹以上の多数の被災動物から歯を採取してきた。本年度の研究においてはヒト歯の線量評価を行うための Pre-phase study として、これら動物の歯を用いてヒト歯の解析の具体的方法論の確立を目指した。



内部被ばく量の推定には、イメージングプレート（IP）を用いたオートラジオグラフィによる放射性物質の組織内分布の観察と濃度測定を行い、また、歯質中の Cs-137, 134 などのγ線放出核種の測定には高感度ゲルマニウム半導体検出器を用いた。また Sr-90 の測定には、発煙硝酸法によりストロンチウムをカルシウムやイットリウムなどから分離抽出したあと、低バックラウンドガスフローGM管によりβ線の測定を行なった（図1, 2参照）。また、外部被ばく量の推定には被ばくによって歯質中に発生する（炭酸）ラジカルを電子スピン共鳴法（ESR法）により測定した。

Ⅲ. 研究結果

1. ヒト乳歯の収集とそのアーカイブ化

乳歯収集事業の実施は、現在上図のような組織体制で実施が開始されている。研究方法の項で述べた乳歯のバンク化に必要な組織間の提携書、関係歯科医療機関への協力依頼書、歯科医療機関から歯の提供者への説明文、同意書、パンフレット、ポスター、Q&A集等、の準備は1月15日までに終了し、関係機関への協力依頼、実際の歯の収集は、1月20日から開始し、現在に至っている。歯の収集事業・バンク化に関してこれまでに実施した項目、用意した書類、パンフレット類等は以下の通りである。

- ・ 歯収集に関する倫理委員会承認

(東北大学歯学研究科、奥羽大学歯学部、福島県歯科医師会、福島県立医大)

- ・ 福島県歯科医師会と東北大学大学院歯学研究科および奥羽大学歯学部との放射線の健康影響に係る調査事に関する連携協力についての協定
- ・ 関係必要書類の整備 (作成済)

歯収集に関する福島県歯科医師会から関係医療機関への依頼状

歯収集に関する福島県歯科医師会から歯提供者への協力要請書

歯提供者へのインフォームドコンセント

歯提供に対する歯提供者への礼状、受領証

歯提供者への評価結果通知書

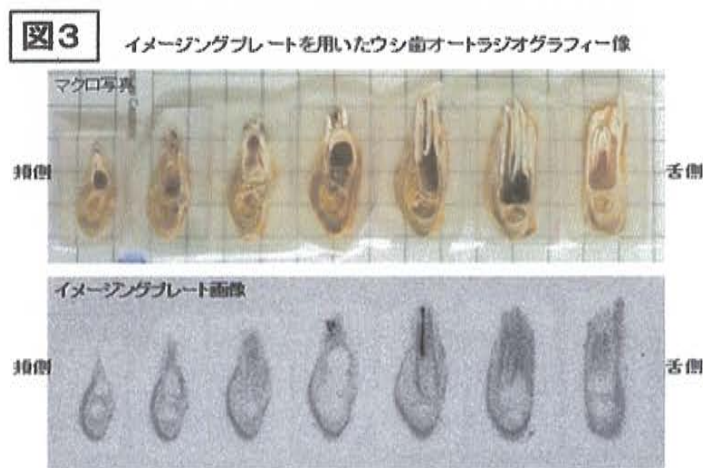
歯科医療機関、歯提供者向けの趣旨説明、協力依頼ポスター

歯収集医療機関向け Q & A 集

また、福島県を中心に収集した歯の数は、平成 26 年 3 月 10 日現在、412 本となっている。

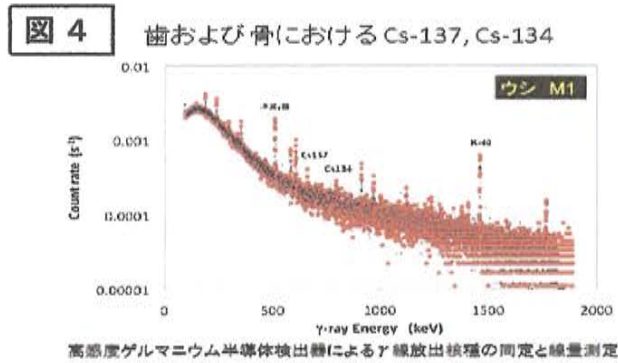
2. ヒト歯に含まれる放射性物質の分析・評価 (含む、各種測定法のヒト歯での測定限界値の確定) —被災動物の歯を使った Pre-phase study—

(1) 被災動物歯質中に見られる放射性物質



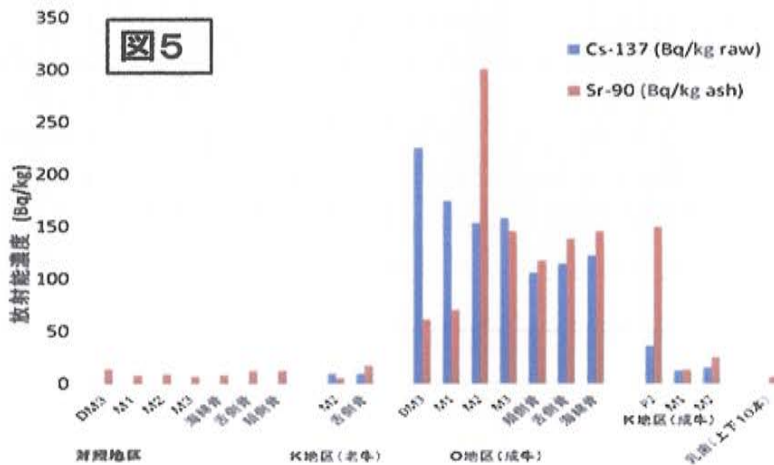
被災動物の歯のイメージングプレート像(IP 像)には明瞭な放射性物質の存在が認められる。図3には、福島警戒区域内(K地区、空間線量 $0.8-1.0 \mu\text{Gy/h}$)で捕獲したウシの小白

歯と大臼歯部より得た歯の縦断標本とそのIP像（1ヶ月の露出）が示してある。この図から明らかなように、放射性物質は形成途中の歯や骨面に分布しており、形成が完了している歯の中にはほとんど認められない。このことから、放射性物質は基本的には歯の形成期に取り込まれ、蓄積することが分かる。



(2) 被災動物の歯に検出された放射性物質 (Cs-137、Cs-134、Sr-90)

上記ウシの歯の中に含まれる核種をゲルマニウム半導体検出器により同定したところ、



γ線放出核種としては Cs-137,134 のみが認められ、他の核種については有意の存在が認め

られなかった(図4)。また、上記K地区および高度汚染地区(O地区、空間線量10-12 μ Gy/h)において捕獲したウシの歯・骨組織についてCs-137と併せSr-90の測定を行ったところ図5のような結果を得た。汚染度の高いO地区においては300 Bq/kgを越えるSr-90を示す歯も見られた。これまでの被災動物を用いての歯の研究から、 γ 線放出核種としてCs-134,137を、また β 線放出核種としてSr-90を検出しており、本研究で扱うヒトの歯においても、この3種の放射線核種を測定対象とする。

(3) Cs-137、Cs-134、Sr-90の検出限界

表1 放射能濃度(mBq/g ash)

サンプル名	Cs-137	Cs-134	Sr-90		
M2	9.24	10.05	5.00		
DM3	224.90	205.95	61.00		
M1	174.50	163.26	70.47		
ウシ	M2	132.71	150.84	300.00	
	M2	157.64	144.93	145.00	
	F2	15.63	33.31	149.00	
	M1	12.34	12.32	13.15	
	M2	19.20	19.76	25.00	
	ヒト	S-1	-	-	5.17
		S-6	-	-	11.05
S-5		-	-	1.36	
乳歯		-	-	5.58	

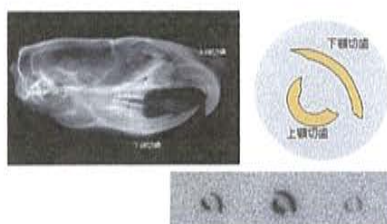
表 1

には、被災牛の歯とヒトの歯(智歯および乳歯)についてCs-137とCs-134、およびSr-90を測定した例を示している。Cs-137とCs-134についてはゲルマニウム半導体検出器で γ 線を、Sr-90については灰化した試料について発煙硝酸法により、カルシウム、イットリウム、セシウム等を分離・除去したのち、低バックグラウンドガスフロー2 π GM管により β 線測定を行っている。これまでに測定した被災地で採取したウシやアカネズミの歯からは、すべてCs-137とCs-134が検出されているのに対して、対照地区からの動物の歯には、これら同位元素は検出できなかった。われわれは、セシウムの測定に際して環境からの γ 線を遮断して、測定のバックグラウンドをできる限り下げて、検出感度を上げる工夫をしており、そのうえでカウントされるバックグラウンド(BG)の3 σ (σ は標準偏差、すなわち係数誤差)以上を有意のピークとして採用している。この場合、3 σ に実際の測定と同様に補正をかけた値が検出限界となる。われわれの測定環境で24時間測定での検

出限界は Cs-137 で 0.5mBq/g、Cs-134 で 0.7mBq/g であり、この値は、動物の歯であれ、ヒトの歯であれ、試料の種類には依存せず、原則同じ値である。(ただし、測定時間を長くすればするほど σ は小さくなるので検出感度は上がるが、長時間の測定には実用上問題がある。)同様に Sr-90 の測定限界は、われわれの測定環境で 24 時間測定の場合、0.8mBq/g となった。Sr-90 の場合、図 3 での対照地区のウシの歯においても 5-12Bq/kg ash が検出され、また表 1 のヒトの永久歯や乳歯 (いずれも 3.11 以前に形成された歯) についてもほぼ同じ値がみられる。これらの Sr-90 の値は、おそらく過去の核実験やチェルノブイリ原発事故に由来するものと考えられ、このレベルが、現時点での基準値 (コントロール値) になると考えられる。いずれにしてもコントロール歯の値と、検出限界値には 5-10 倍以上の開きがあるので、十分に信頼性のある測定が可能と考えられる。

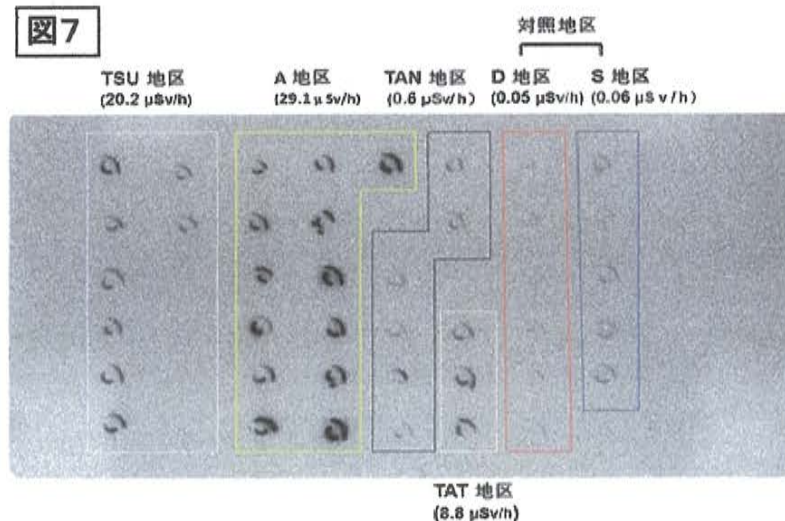
(4) 環境中の放射線量と歯質中の放射性物質との関係

図6



動物が棲息する環境中の空間線量や土壌線量と歯の中の放射性物質の量には高い相関がみられる。環境線量と歯の中の放射性物質量が強く相関することは図 6、7、8 に示した野生アカネズミでの歯の測定結果からも示される。図 6 と 7 は野生アカネズミの IP 像を示したもので、警戒区域内で空

図7



間線量が異なる6つの地域で捕獲したアカネズミの上下各2本ずつの切歯を地域ごとに並べたものである。線量が高い地域に棲息していたネズミほど、切歯中に含まれる放射性物質の濃度が高いことが分かる。図 8 はこれらの切歯中に含まれる Cs-137 の量を示し