

農業環境の放射線影響・農業環境における放射線影響ゼミ

月曜日6限（18：30-20：10）

農学部2号館化3講義室

家畜と畜産物における放射性セシウムの動態

附属牧場 眞鍋 昇

飼料からミルクへの移行

牛乳は国産だ

- 牛乳生産：年間約800万トン（約150万頭）
- 生乳生産：年間約450万トン（東北圏・関東圏で生産）
- 加工用乳生産：年間約350万トン（北海道産で生産）

生乳100%

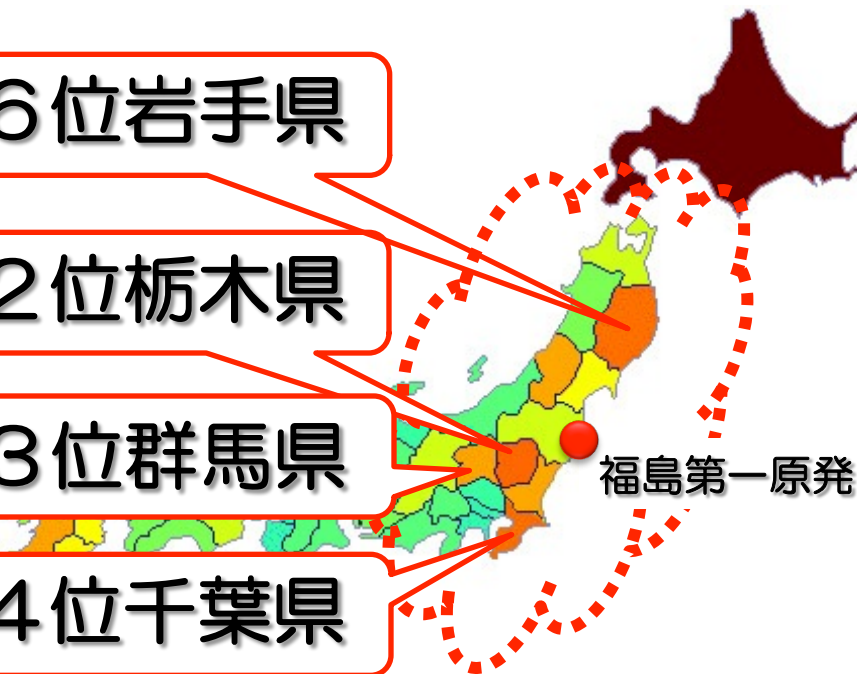


6位岩手県

2位栃木県

3位群馬県

4位千葉県



（農林水産省のHPより）

飼料からミルクへ

牛乳は国産だ

- 東北・関東圏の「牧草耕作地」が放射性物質汚染

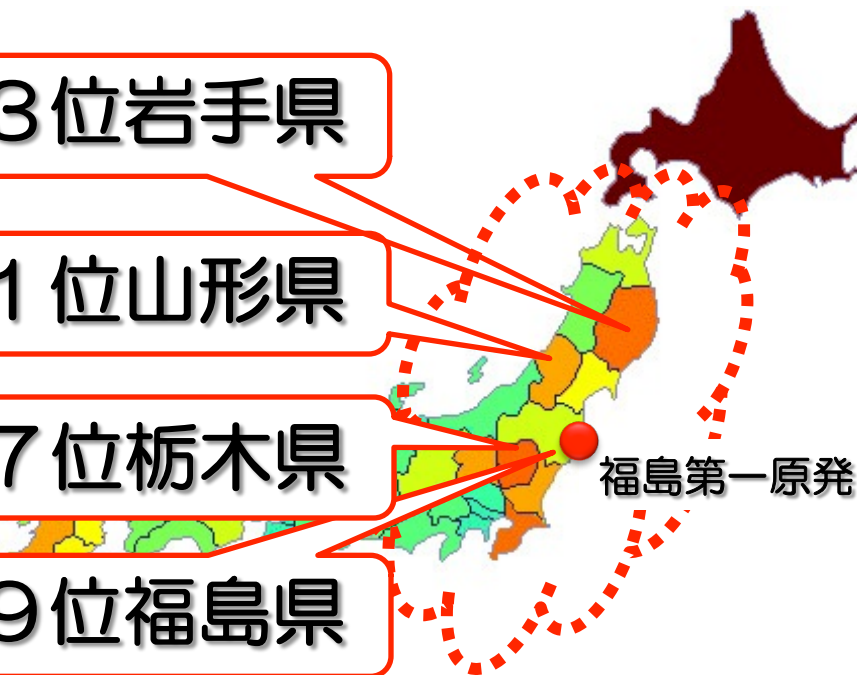


3位岩手県

1位山形県

7位栃木県

9位福島県



(農林水産省のHPより)

飼料からミルク

国産牛乳は安全か

- 1) 汚染牧草に含まれている放射性物質は、どの程度牛乳に移行するのか？
- 2) 汚染牧草の給与を止めると放射性物質は牛乳から消失するのか？



飼料からミルク

供試飼料

- **ハイレージ**：東大牧場で栽培した牧草を事故2月後（H23年5月初旬）に刈取・乾燥・プラスチックフィルムで包装し発酵
- **配合飼料（TMR）**：乳牛に必要な穀物と牧草（輸入原料）を配合した飼料



原材料の牧草：
イタリアンライグラス



供試飼料：ハイレージ

飼料からミルクへの移行

TMRのみ 14日間	TMRのみ 14日間	TMRのみ 14日間
TMRのみ 14日間	ハイレージ+TMR 14日間	TMRのみ 14日間

- **配合飼料（TMR）**：
毎日35kg/600kg
- **ハイレージ + TMR**：
毎日ハイレージ10kg +
TMR25kg（合計35
kg /600kg）

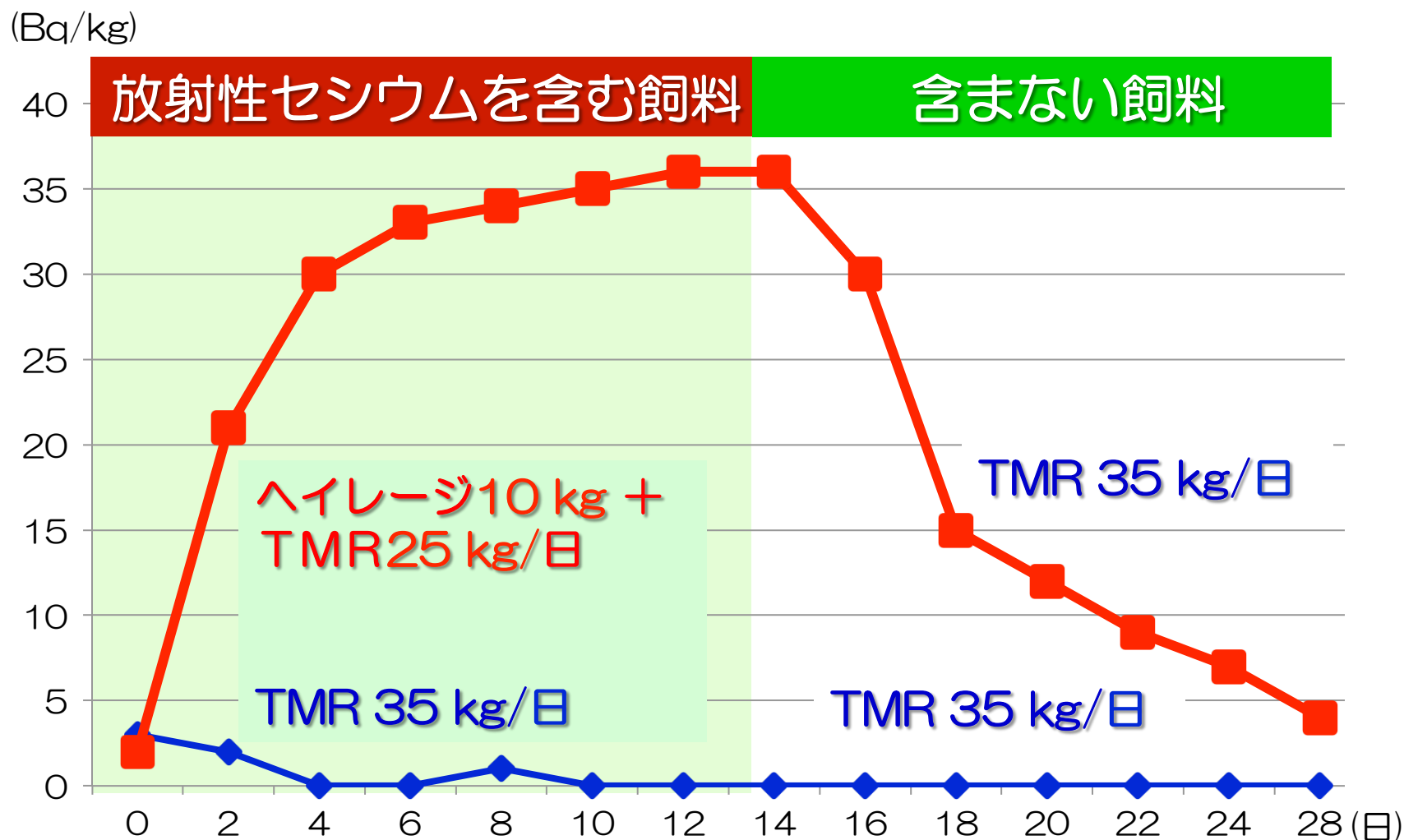


飼料からミルクへの移行



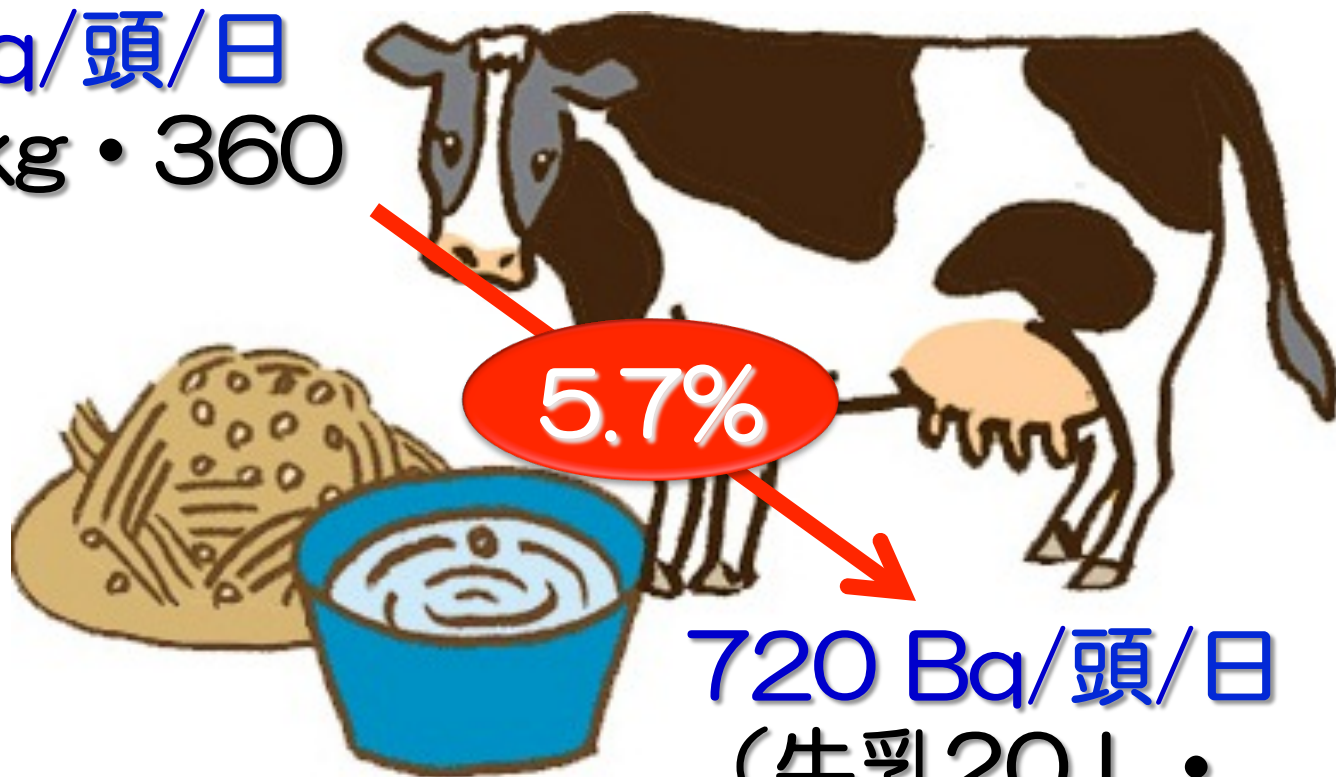
- 朝夕2回個体別に給餌し、その後搾乳
- 秤量後、ゲルマニウム半導体検出器γ線スペクトロメーターにて測定

ミルクの放射性セシウムの推移



ミルクの放射性セシウムの推移

12,600 Bq/頭/日
(飼料35 kg・360 Bq/kg)



移行係数(Fm): 0.00286

720 Bq/頭/日
(牛乳20 L・
36 Bq/kg)

食料自給の課題

食料自給率：40%



食料自給の課題

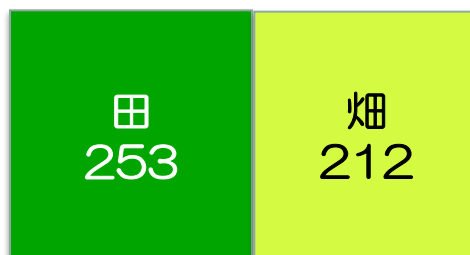
耕作面積

海外に依存している食料の耕作面積



1,245万ha

国内の耕地面積



465万ha



400万ha

(2008年度農業白書)



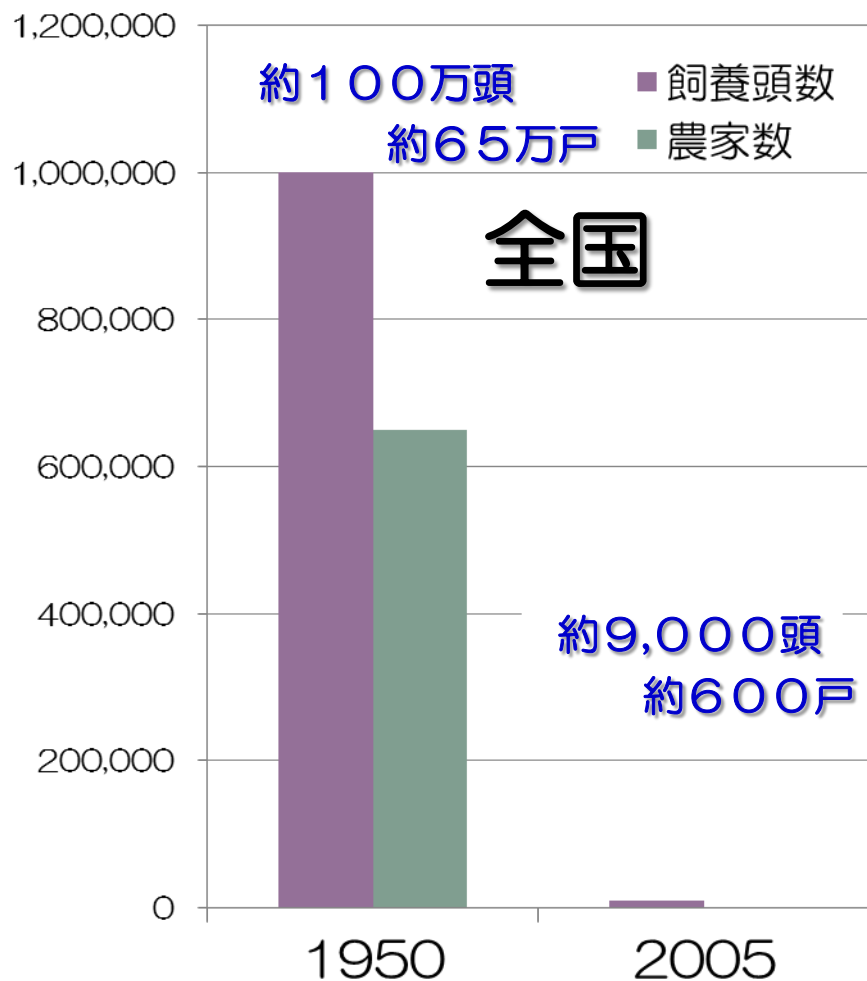
世界の羊の飼養状況



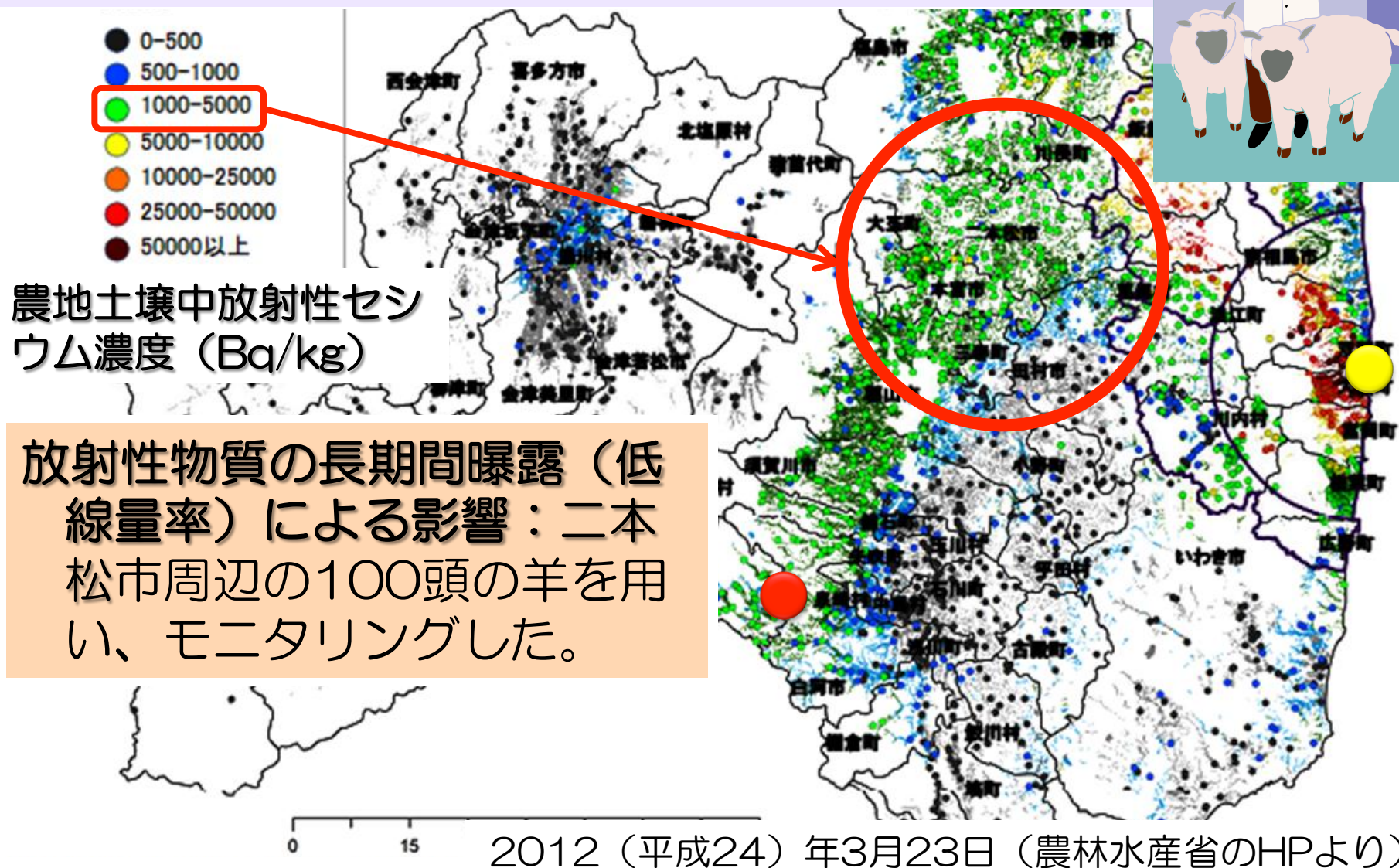
羊飼育頭数と生産物（2001年）

	飼養頭数 (百万頭)	羊肉生産量 (千トン)	羊毛生産量 (千トン)
中国	133	1,435	305
オーストラリア	120	663	700
インド	58	230	48
ニュージーランド	44	562	250
アフリカ	250	1,174	212
ヨーロッパ	145	1,271	255
中・南アメリカ	83	229	172
北アメリカ	8	114	23

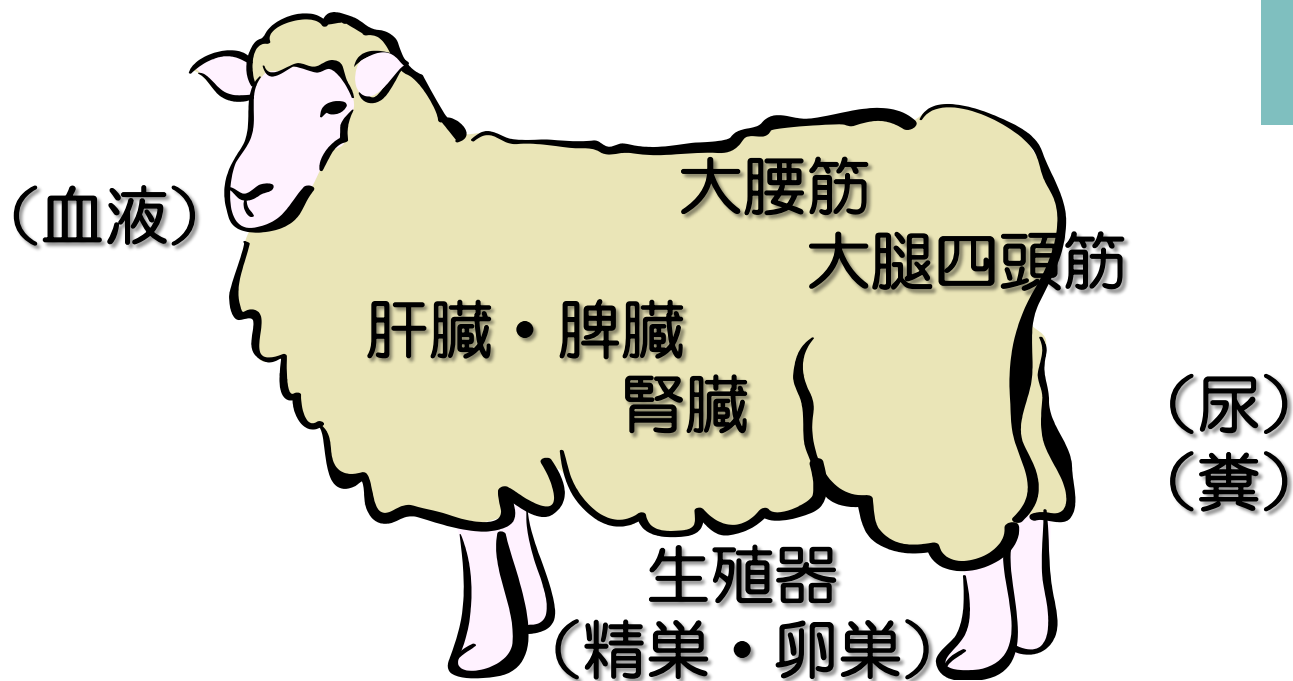
日本の羊の飼養状況



飼料から羊肉への移行



飼料から羊肉への移行



全個体の全標本において、放射性セシウムレベル
が検出限界値以下

飼料から馬への移行

供試動物

- ・ 成馬

供試飼料

- ・ **汚染ヘイレージ**：附属牧場で栽培し、2011（平成23）年5～6月に刈取・乾燥・プラスチックフィルムで包装し、嫌気発酵させた牧草
- ・ **清浄ヘイレージ**：2013（平成25）年5～6月、同様に嫌気発酵させた牧草



ヘイレージ

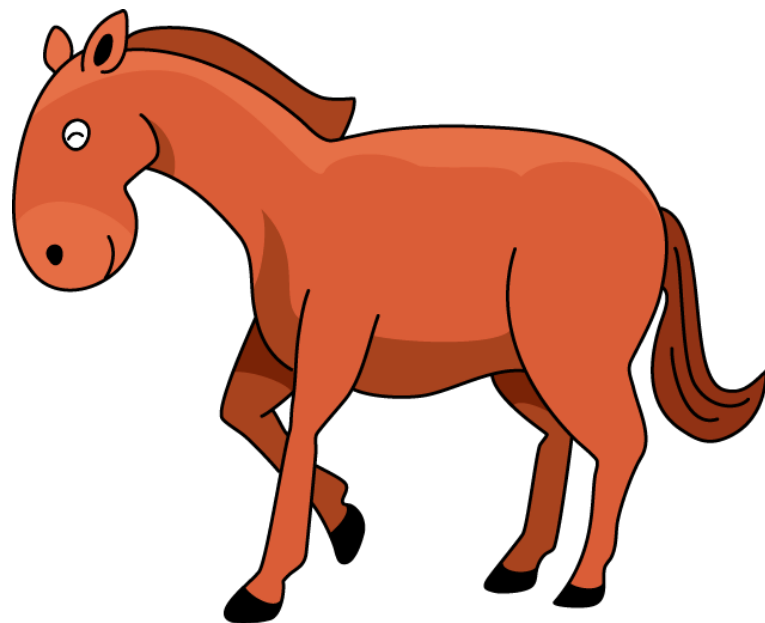
飼料から馬への移行

清浄ハイレージ
4週間

汚染ハイレージ
8週間

清浄ハイレージ
4・8・16週間

放射性セシウム汚染ハイレー
ジ（目標3,000 Bq/日/頭以
上）：4,800 Bq/日/頭（
480 Bq/kg x 10 kg/日）









供試馬	非汚染飼料	汚染飼料			非汚染飼料			
	4週	0週	4週	8週	2週	4週	8週	16週
リオ				筋肉：119 Bq/kg		筋肉：0 Bq/kg		
	血液：0 Bq/kg	血液：0 Bq/kg	血液：0 Bq/kg	血液：0 Bq/kg	血液：0 Bq/kg	血液：0 Bq/kg		
	糞：0 Bq/kg	糞：0 Bq/kg	糞：95 Bq/kg	糞：239 Bq/kg	糞：0 Bq/kg	糞：0 Bq/kg		
バズーカ				筋肉：130 Bq/kg		筋肉：0 Bq/kg		
	血液：0 Bq/kg	血液：0 Bq/kg	血液：0 Bq/kg	血液：0 Bq/kg	血液：0 Bq/kg	血液：0 Bq/kg		
	糞：0 Bq/kg	糞：0 Bq/kg	糞：116 Bq/kg	糞：248 Bq/kg	糞：0 Bq/kg	糞：0 Bq/kg		
クリス				筋肉：151 Bq/kg		筋肉：30 Bq/kg	筋肉：0 Bq/kg	
	血液：0 Bq/kg	血液：0 Bq/kg	血液：0 Bq/kg	血液：0 Bq/kg	血液：0 Bq/kg	血液：0 Bq/kg	血液：0 Bq/kg	
	糞：0 Bq/kg	糞：0 Bq/kg	糞：115 Bq/kg	糞：234 Bq/kg	糞：0 Bq/kg	糞：0 Bq/kg	糞：0 Bq/kg	
ティック				筋肉：122 Bq/kg		筋肉：0 Bq/kg	筋肉：0 Bq/kg	
	血液：0 Bq/kg	血液：0 Bq/kg	血液：0 Bq/kg	血液：0 Bq/kg	血液：0 Bq/kg	血液：0 Bq/kg	血液：0 Bq/kg	
	糞：0 Bq/kg	糞：0 Bq/kg	糞：115 Bq/kg	糞：262 Bq/kg	糞：0 Bq/kg	糞：0 Bq/kg	糞：0 Bq/kg	
ケット				筋肉：78 Bq/kg		筋肉：0 Bq/kg	筋肉：0 Bq/kg	筋肉：0 Bq/kg
	血液：0 Bq/kg	血液：0 Bq/kg	血液：0 Bq/kg	血液：0 Bq/kg	血液：0 Bq/kg	血液：0 Bq/kg	血液：0 Bq/kg	血液：0 Bq/kg
	糞：0 Bq/kg	糞：0 Bq/kg	糞：136 Bq/kg	糞：290 Bq/kg	糞：0 Bq/kg	糞：0 Bq/kg	糞：0 Bq/kg	糞：0 Bq/kg
バーバラ				筋肉：78 Bq/kg		筋肉：0 Bq/kg	筋肉：0 Bq/kg	筋肉：0 Bq/kg
	血液：0 Bq/kg	血液：0 Bq/kg	血液：0 Bq/kg	血液：0 Bq/kg	血液：0 Bq/kg	血液：0 Bq/kg	血液：0 Bq/kg	血液：0 Bq/kg
	糞：0 Bq/kg	糞：0 Bq/kg	糞：128 Bq/kg	糞：258 Bq/kg	糞：0 Bq/kg	糞：0 Bq/kg	糞：0 Bq/kg	糞：0 Bq/kg

生体での汚染レベルの予測

生体での汚染レベル予測法開発：

放牧や舎飼の各種家畜（山羊、牛、馬など）用い、生体における汚染レベルを予測する技術の開発



動態の改善法の開発

- 汚染飼料からの吸収を低下させる方法の開発：放射性物質吸収軽減物質として粘土、珪藻土、活性炭などを飼料とともに給与した場合の効果
- 体内からの排出を亢進する方法の開発：利尿作用が知られている伝統薬（生薬）などを給与した場合の効果

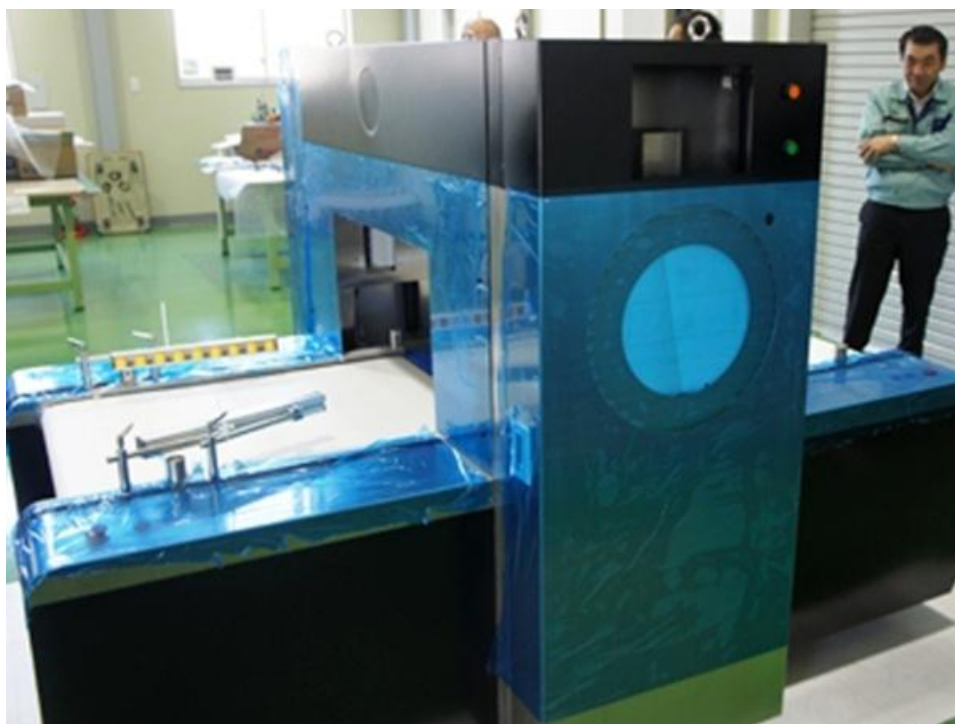
← 厳しい食品基準値：牛乳や乳児食品の基準値は 50 Bq/kg



畜産物の安全性の担保

安全性担保：

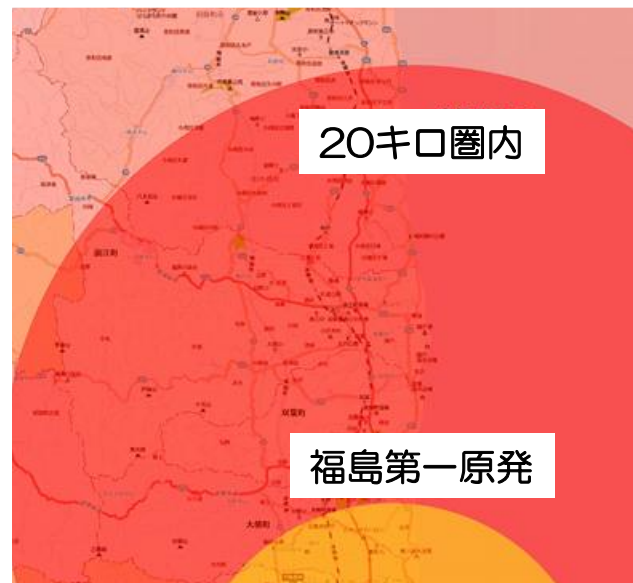
- 1) リアルタイム計測システムの開発と普及
- 2) トレーサビリティシステムの開発と普及



高汚染地域の家畜と環境

放れ家畜における放射性物質汚染（警戒区域における家畜と環境の放射性核種による汚染状況）：

警戒区域内で安楽死された家畜（牛、豚等）やその環境の放射性物質レベルなどを調査し、畜産業の復興の可否を見極めようとしている。



家畜の汚染

一般食品の新規制値 (100 Bq/kg)

骨格筋 (大腰筋)

腎

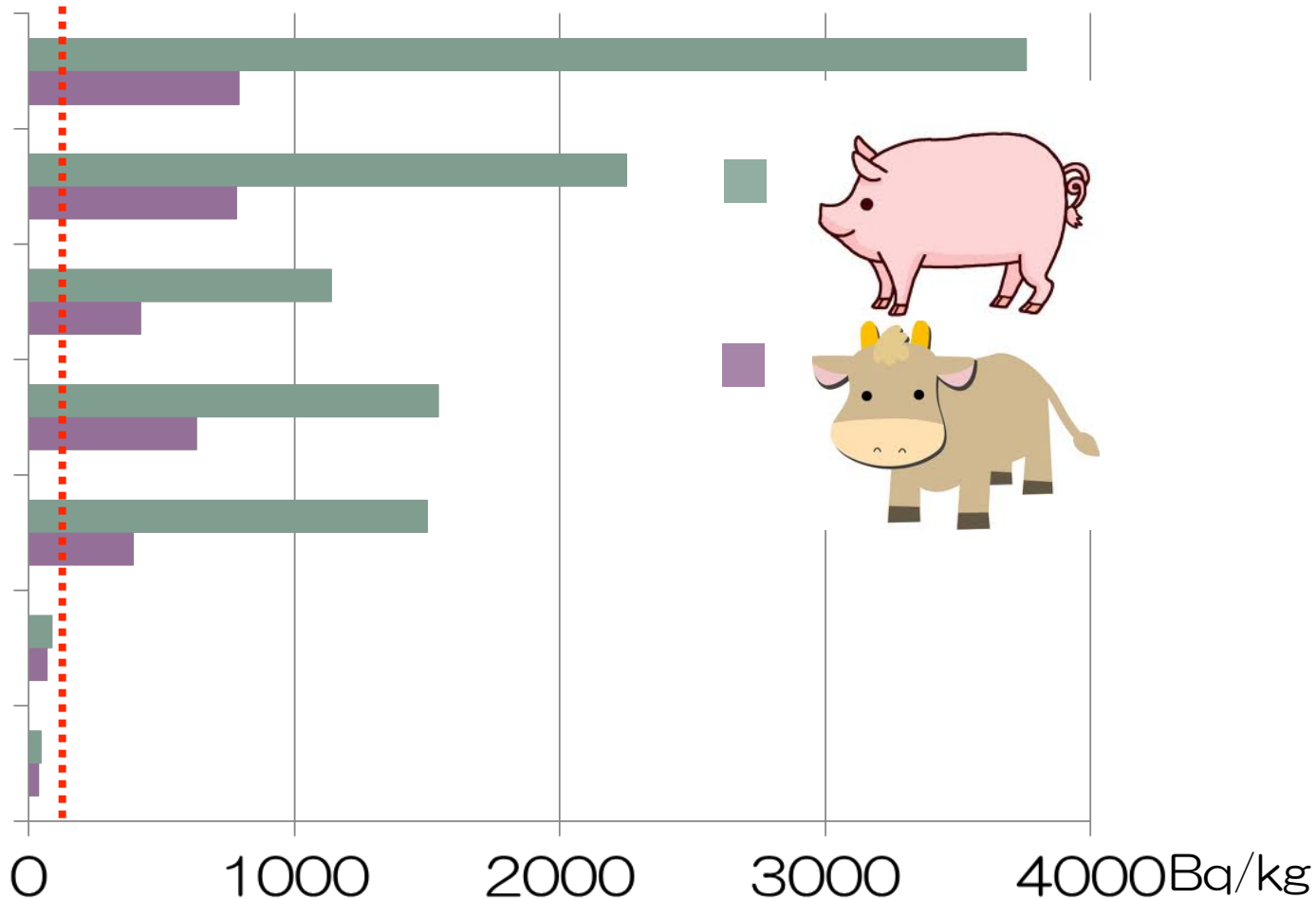
肝

脾

卵巣

尿

血液



家畜の汚染

母牛と胎仔

一般食品の新規制値 (100 Bq/kg)

骨格筋 (大腰筋)

腎

肝

脾

卵巢

尿

血液

胎盤

臍帯

羊水

胎仔

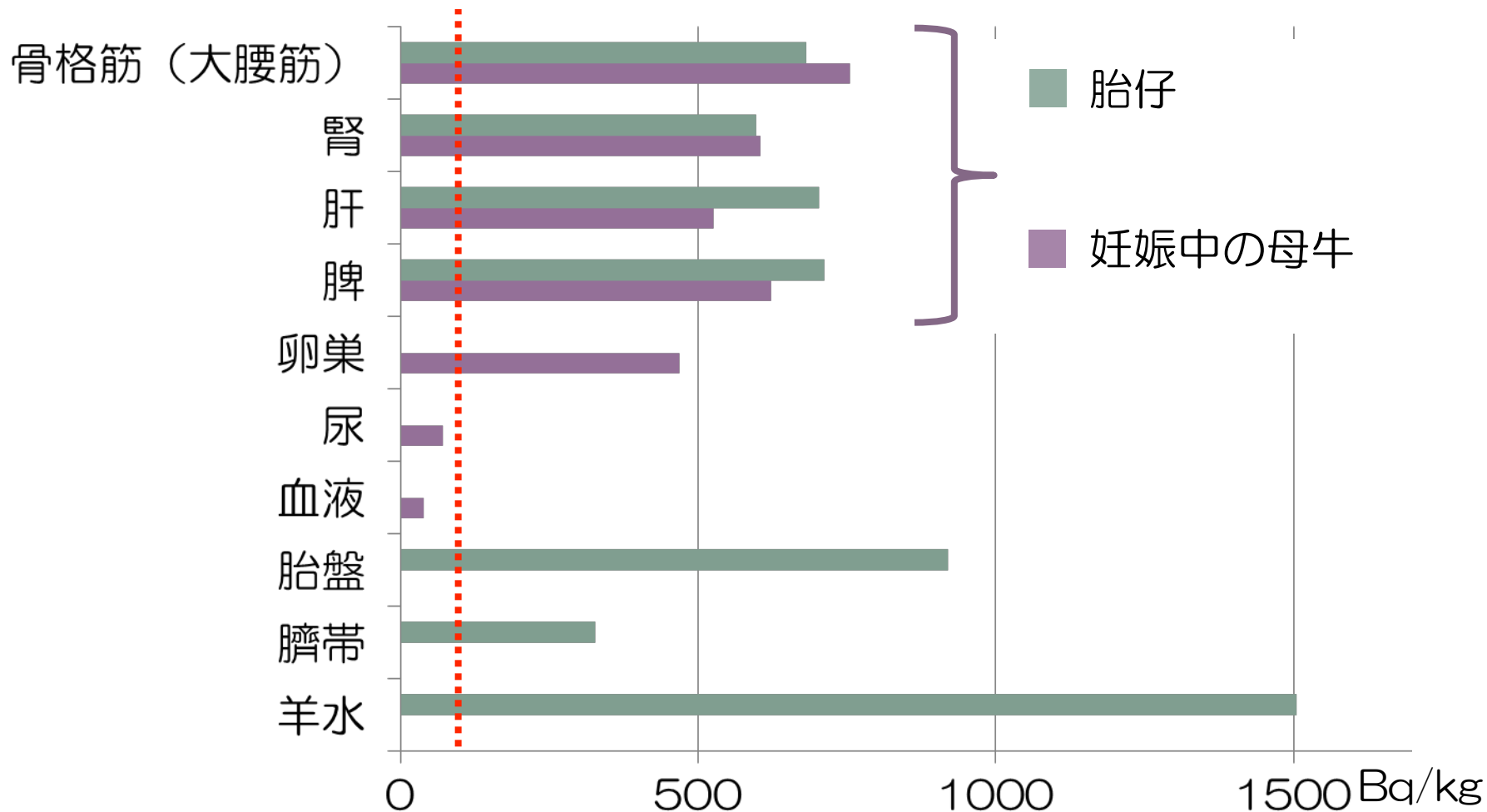
妊娠中の母牛

0

500

1000

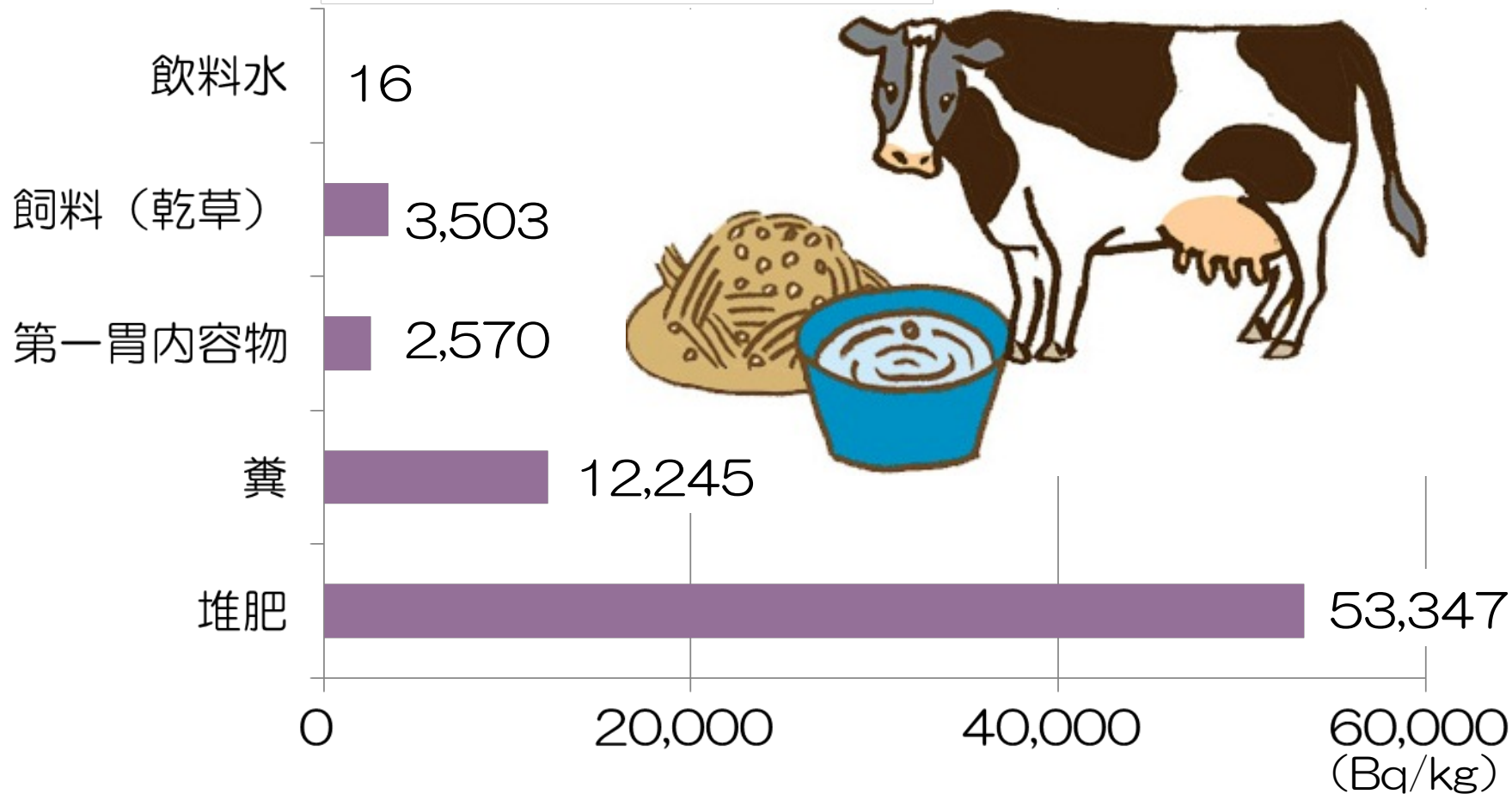
1500 Bq/kg



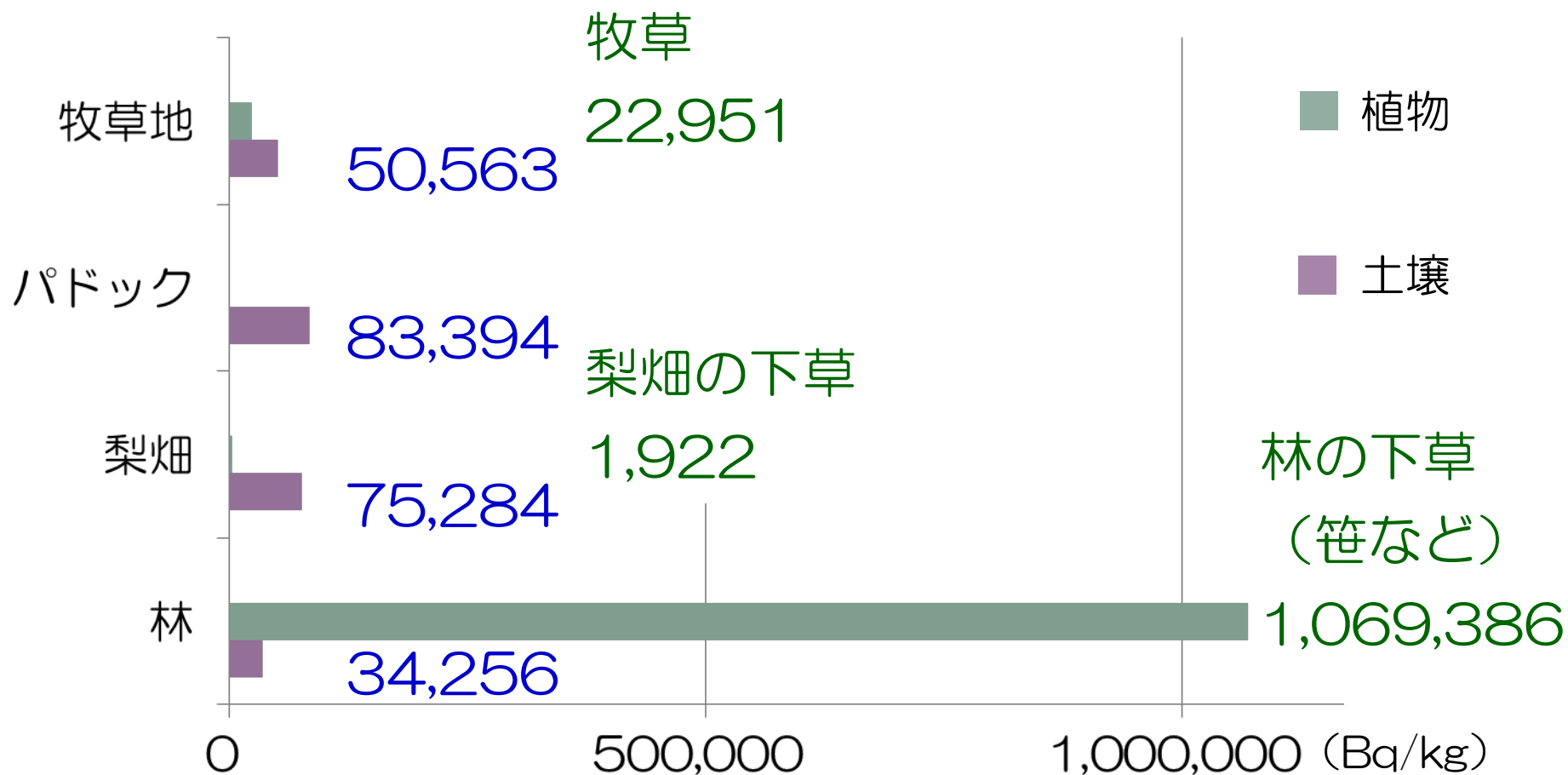
家畜の汚染

環境中の動態

放射性セシウム(Bq/kg)



環境の汚染



被曝原種豚

南相馬市の警戒区域内（空間放射線量：約1マイクロシーベルト/時・土壤汚染：100万ベクレル/kg以上）で3月間以上飼養されて被曝した原種豚を東大附属牧場に救済し、生殖機能などの健全性を実証的に調査中

1. 当世代の生殖機能評価
2. 放射性核種汚染レベル
3. 第2世代の生産と健全性評価
4. 第3世代の生産と健全性評価



被曝原種豚の健全性と生殖機能

救出した原種豚 (26頭)



ランドレース

雄：1頭

雌：1頭



デュロック

雄：3頭

雌：8頭



バークシャー

雄：0頭

雌：1頭



大ヨークシャー

雄：4頭

雌：2頭



中ヨークシャー

雄：2頭

雌：4頭

研究の成果

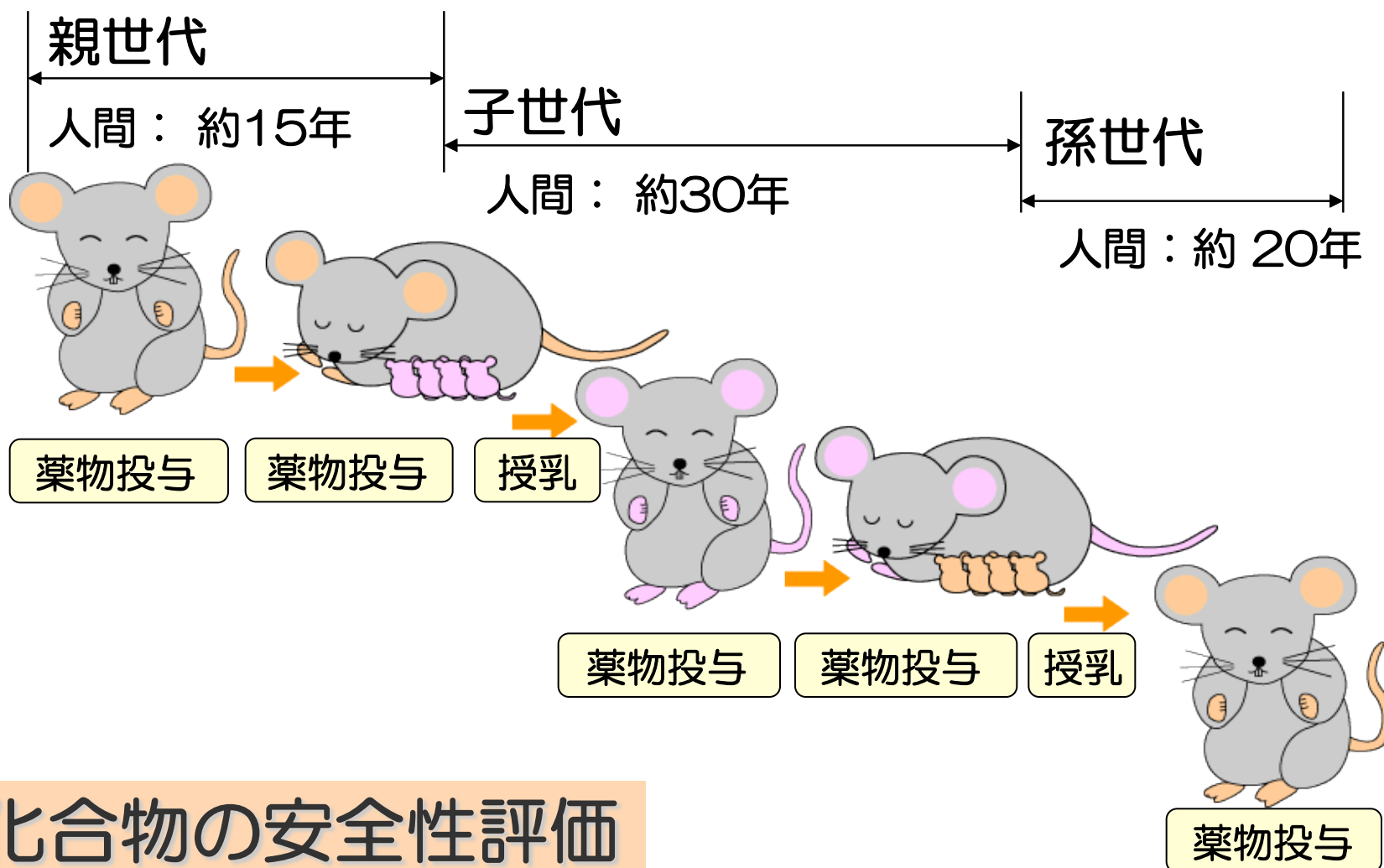
1. 原発事故に起因する放射性核種による被曝が原種豚へおよぼす影響の調査

- ①被曝原種豚の健康評価（体重、飼料摂取量、血液学検査、血液生化学検査成績、行動異常診断）
- ②被曝原種豚の生殖機能評価（超音波画像診断、生殖ホルモン濃度、精子活性、異常精子率測定、生殖行動評価）
- ③原種豚の被曝量モニタリング：飼育舎の空間線量測定、飲料水、飼料、糞尿および斃死豚の各種臓器における原発事故に起因する放射性核種を測定し、飼育環境における放射能被曝はなく、放射性核種の豚体内残留がないことを確認した。

被曝原種豚の健全性と生殖機能

父豚・母豚	出産日	♂仔豚（頭）	♀仔豚（頭）	合計（頭）
中ヨークシャ 中ヨークシャ	H24年1月19日	3	6	9
ランドレース 大ヨークシャ	2月17日	6	6	12
ランドレース デュロック	2月23日	2	5	7
ランドレース デュロック	3月7日	3	4	7
中ヨークシャ 中ヨークシャ	3月16日	10	6	16
中ヨークシャ 中ヨークシャ	8月12日	4	2	6
デュロック デュロック	8月17日	4	3	7
中ヨークシャ 中ヨークシャ	12月10日	4	5	9
中ヨークシャ 中ヨークシャ	H25年1月19日	6	3	9
		42	40	82

孫世代の評価



化合物の安全性評価

低線量率長期間曝露の影響



循環型有畜農業の再生

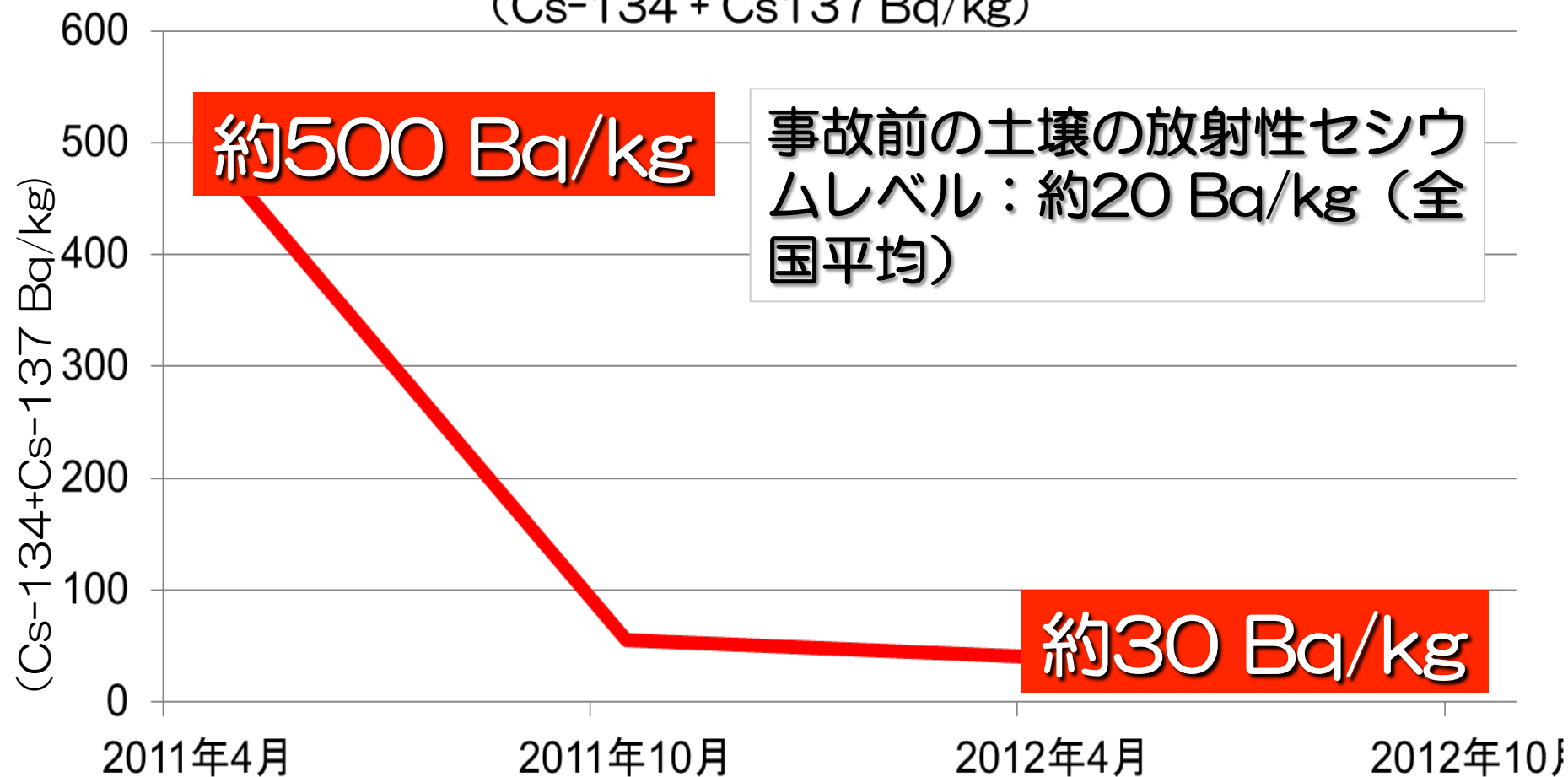
堆肥は安全か？

- 飼料・牧草の汚染レベル？
- 家畜の汚染レベル？
- 糞尿の汚染レベル？
- 堆肥の汚染レベル？
- 施肥土壌の汚染レベル？
- 作物の汚染レベル？

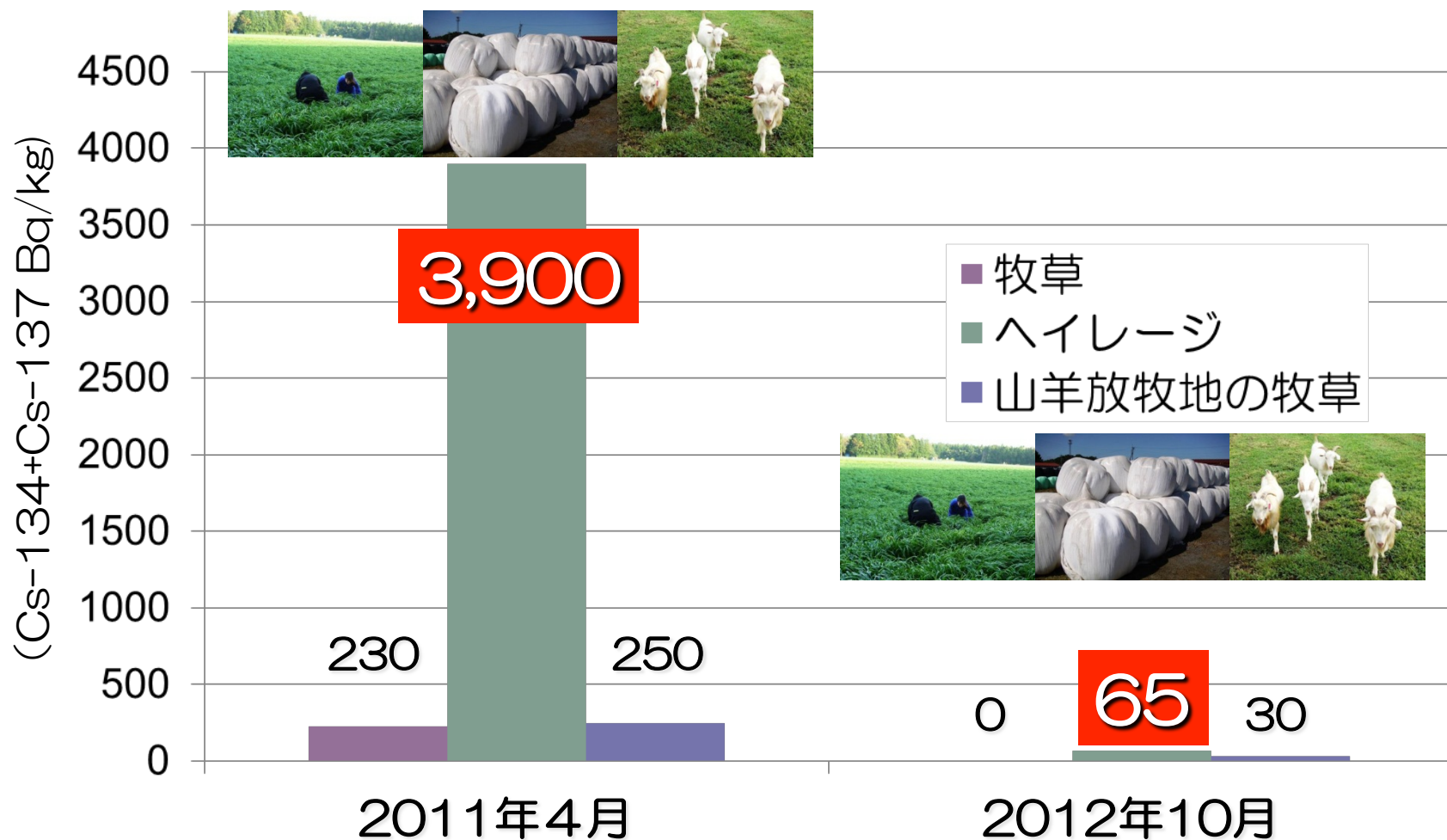


土壌の汚染

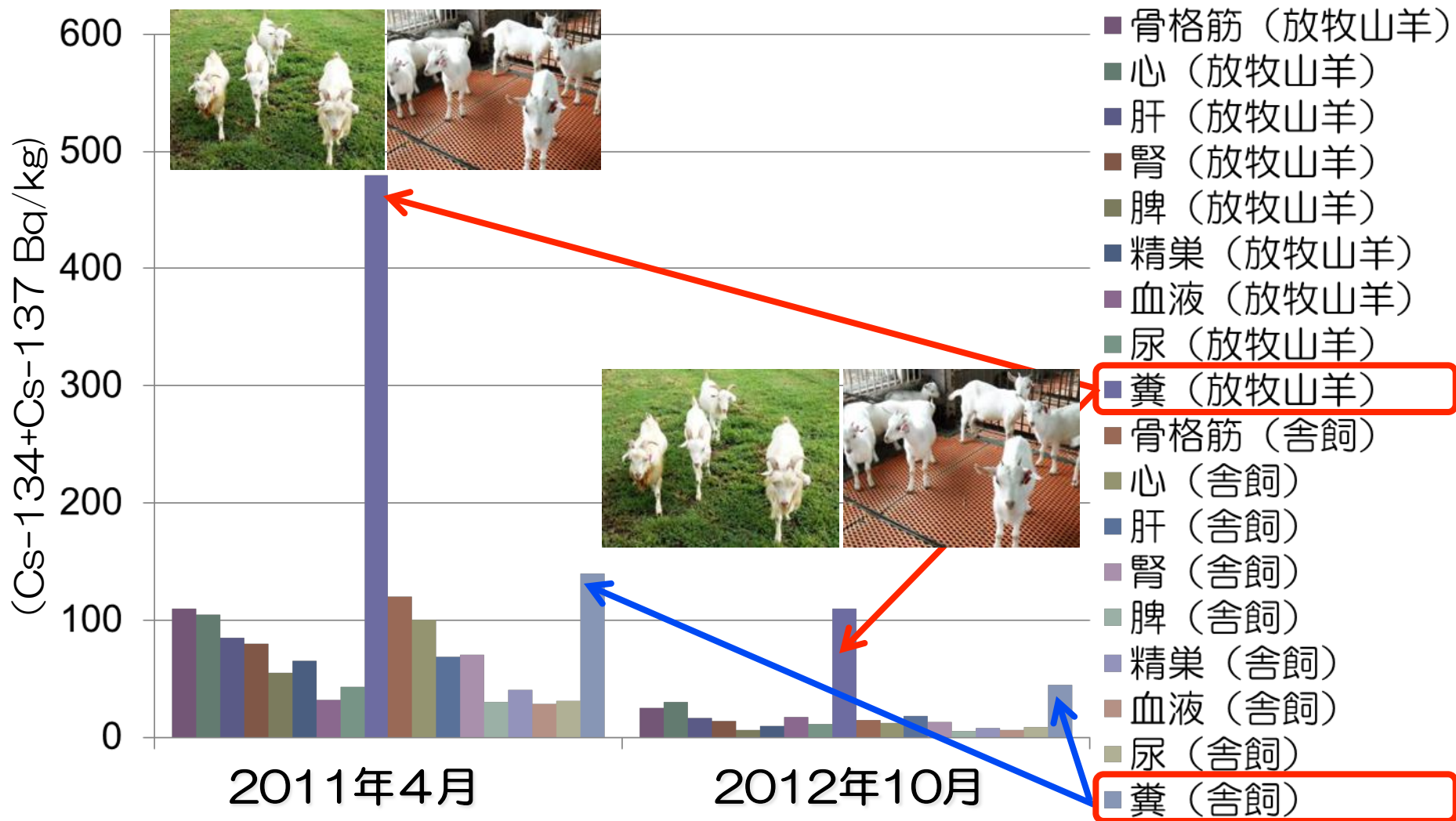
土壌（0-20cm）放射性セシウムレベル
(Cs-134 + Cs-137 Bq/kg)



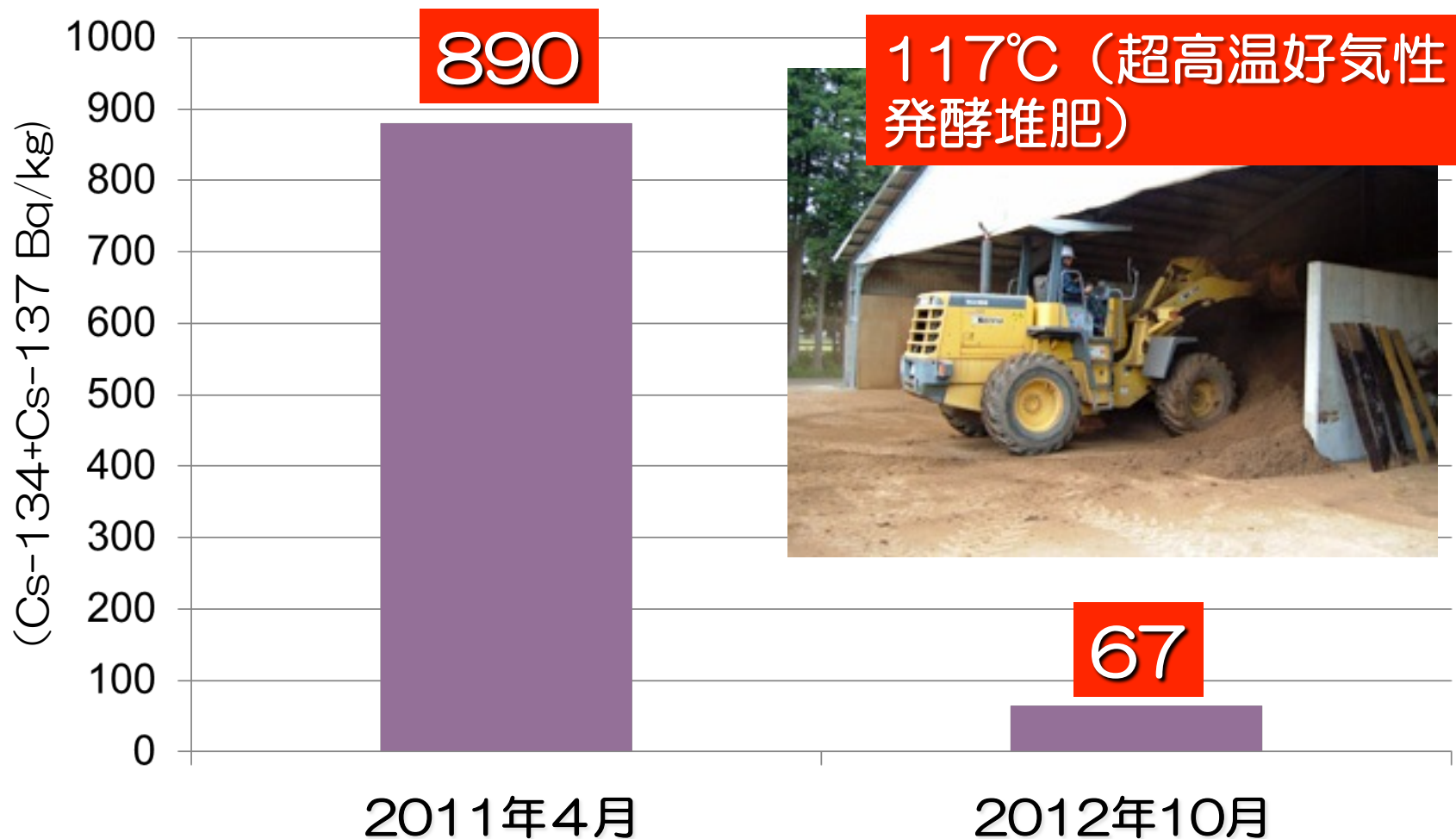
牧草の汚染



家畜と糞尿の汚染



堆肥の汚染



作物の汚染

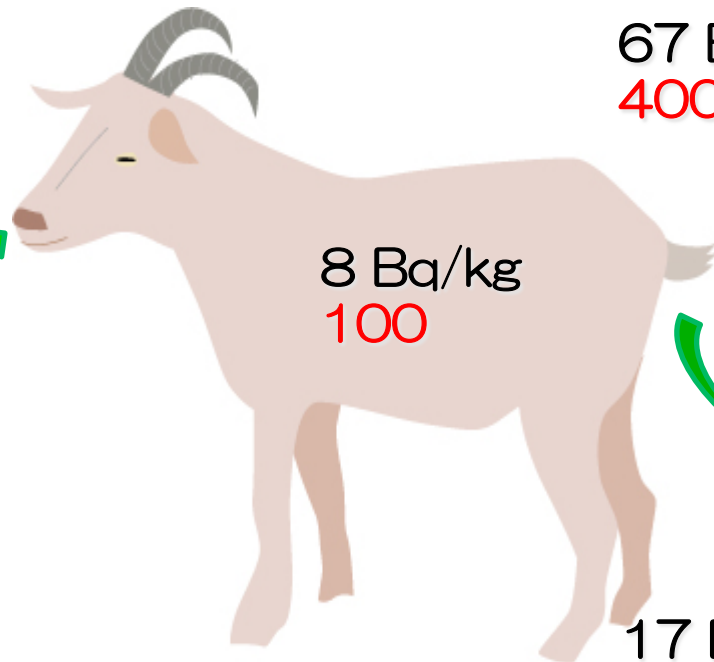


有畜循環型農業の再生

事故1年半後（2012年10月）



65 Bq/kg
100



8 Bq/kg
100

5 Bq/kg
100



67 Bq/kg
400



17 Bq/kg

