

1 空間線量について（外部被曝のリスクは？）

私たちは、日々の生活の中で、大地から、宇宙から、そして医療機器などから放射線を受けています。宇宙や、大地、食べ物などの自然物から受ける放射線は自然放射線といい、地球上どこにいても自然に受ける放射線です。私たちが普段生活する中で、どのくらいの放射線を浴びているかを示す指標として、空間線量があります。

世界の放射線空間線量《毎時》

地域	測定値 ($\mu\text{Sv/h}$)
ニューヨーク	0.05
ソウル	0.12
北京	0.07
香港	0.08~0.15
台北	0.06
シンガポール	0.10
パリ	0.04
ロンドン	0.11
ベルリン	0.07
東京	0.04
ラムサール	0.77
ケララ	1.50
アラシャ	2.80

ニューヨーク～東京：平成 30 年 10 月現在

ラムサール～アラシャ：2010 年現在

参考

環境省. "第 2 章 放射線による被ばく 2.5 身の回りの放射線". 環境省. 2019-03-31.

<https://www.env.go.jp/chemi/rhm/h30kisoshiryo/h30kiso-02-05-07.html>

鳴海一成 丸山茂徳. 自然放射線が原子微生物の深化に与える役割. 地学雑誌 2019.128(4).p649-665

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jgeography/128/4/128_128.649/_pdf/-char/ja

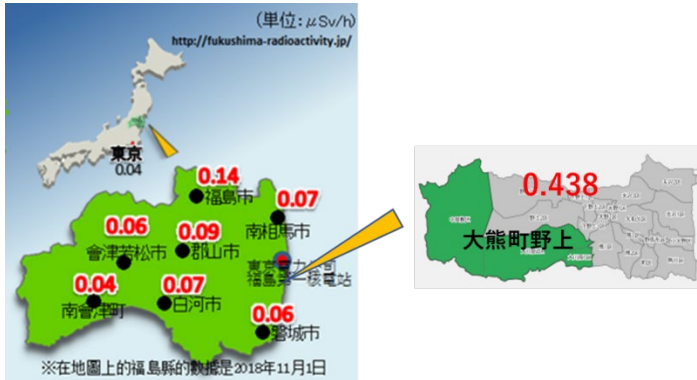
日本の放射線空間線量（2020 年 2 月 25 日現在）

地域	測定値 ($\mu\text{Sv/h}$)
札幌	0.02
東京	0.04
大阪	0.07
名古屋	0.08
大津	0.04
福岡	0.07
福島	0.11

参考：日本各地の放射線モニタリング情報：

<https://radioactivity.nsr.go.jp/map/ja/area.html>

福島県の放射線空間線量



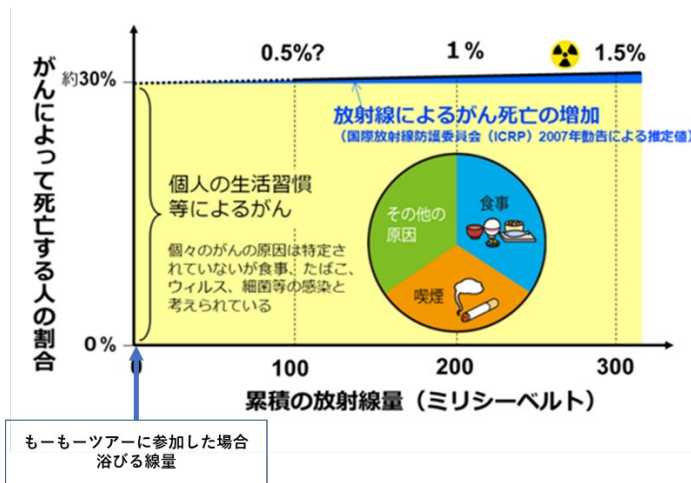
画像引用：福島県庁.“Fukushima Revitalization Station Fukushima Prefectural Govt.,Japan”福島県庁.2018-11-1.<http://www.pref.fukushima.lg.jp/site/portal-english/en02-01.html>(最終アクセス：2020-3-4)

詳細⇒[補足説明](#)・[放射線とはなにか](#)

・[身の回りの放射線（早見図）](#)

・[食べ物からの放射線](#)

健康被害リスク



画像引用：環境省

放射線によるがんのリスク

・日本人の死因の1位はがんであり、大体30%の方ががんで亡くなっている。つまり、1000人いれば300人はがんで亡くなっていることになる。※これは個人の生活習慣や性別、年齢の違い、がんの種類による余命の違い等があるため、厳密にいえばもっと数値にばらつきがある。

・これに、放射線によるがんの死亡率を足して計算すると、全員が100 mSvの放射線を受けた1000人

の集団では、305人ががんで死亡すると推定される。

- ・1000人を亡くなるまで追跡調査すると、300人程度の方ががんで亡くなるといえます。しかし統計的には、 300 ± 17 人のばらつきがあります。
- ・一方、瞬間的に1 Sv被曝したとき、将来それが原因でがんで亡くなるリスクは100人中5.5人と評価されている。
- ・これをもとに、1000人が一度に100 mSv (0.1Sv)被曝したとすると、そのリスクは10分の1になるので、1000人中5.5人と評価できる。
- ・つまり、1000人がいっぺんに100 mSv被曝すると、それが原因のがんで亡くなる人は5~6人増える可能性があるといえる。※これは厳しい条件で評価したものなので、実際はこれより少ないと思われる。
- ・これは100人中 300 ± 17 人ががんで亡くなるとした評価の統計的なばらつきよりも100 mSvの放射線による影響のほうが小さいということを示している。

参考：環境省．“低線量率被曝によるがん死亡リスク”．環境省．収録日.2013-03-31.改訂.2019-3-31.<https://www.env.go.jp/chemi/rhm/h30kisoshiryo/h30kiso-03-04-03.html> 最終アクセス 2020-03-04

国立保健医療科学院生活環境研究部 “医療での放射線安全の疑問にお答えします” 最終更新日 2016-02-19 https://ndrecovery.niph.go.jp/trustrad/term_7.html 最終アクセス 2020--

もーもーガーデンの場合

もーもーガーデンの空間線量は、毎時平均0.000725ミリシーベルトである。(毎時平均0.725マイクロシーベルト)【2018年1月測定時点。】

- ・もーもーガーデンのツアーは約2時間なので、もーもーツアー参加による累積線量は0.00145ミリシーベルト (0.000725×2 時間)となる
- ・もーもーツアーに参加するレベルで健康に影響を与えるほどの被ばくの影響はほぼないと言える。
- ・仮に、もーもーガーデンに1年間、立ち入り制限時間マックスに滞在し続けた場合、累積約1.85ミリシーベルト (0.000725 ミリシーベルト $\times 7$ 時間 $\times 365$ 日)となる。
- ・これはがんのリスクを0.5%高める可能性があるとして推定される累積の放射線量100 mSvよりはるかに低い数値である。

詳細⇒[補足説明・もーもーガーデンの空間線量](#)

2 その空間内の物質に含まれた放射能（放射性物質の量）について

①内部被ばくのリスクは？

人間の健康被害、内部被ばくのリスクについて

水

草

果物

詳細⇒[補足説明・被ばくとは何か](#)

各国の食品の基準値について（参考）

核種	CODEX	米国	EU	日本
放射性セシウム (Cs134,Cs137)	乳児用食品 1000	すべての食品 1200	飲料水 1000	飲料水 10
	一般食品 1000		乳製品 1000	牛乳 50
			乳児用食品 400	乳児用食品 50
			一般食品 1250	一般食品 100

※コーデックスは国際基準

単位：(Bq/kg)

参考：東京大学大学院農学生命科学研究科食の安全研究センター. 2012-3. "畜産物中の放射性物質の安全性に関する文献調査報告書" http://www.frc.a.u-tokyo.ac.jp/pdf/report_04.pdf 最終アクセス：2020-03-04

もーもーガーデンでは、敷地内の土や草などを採取し、含まれる放射能を測定している。

以下に測定したものの代表値を示す

水 2011年10月から現在に至るまでN/D（検出されず）

青草〈2020年3月5日採取データ〉

核種名	測定値 (Bq/kg)
Cs134+Cs137	11.25625

土壌〈2020年2月26日採取データ〉

核種名	測定値(Bq/kg)
I131	N.D
Cs134+Cs137	4944.207
K40	676.6933

※3月5日採取した土壌のセシウム合計の測定値平均は 4573.33 (Bq/kg) であった。

もーもーガーデンの牛たちの糞

核種名	測定値 (Bq/kg)
I131	N.D
Cs134+Cs137	54.72
K40	33.33

※3月5日採取した牛糞（生）のセシウム合計の測定値平均は 58.11 (Bq/kg) であった。

牛たち糞尿は除染後の土壌を汚染するか？

例として、適正頭数での放牧（1ヘクタールの放牧地に牛1頭飼育されている場合）による、牛の糞尿による土壌への汚染度を計算してみる。

牛は1日に約18kgの糞を排せつする。

1頭が1日当たりに排泄する糞に含まれるセシウムの線量は約1,045Bq（約58.11Bq/kg×18kg）となる。

（※牛糞線量 2020-03-05 データ）

牛は1日に約7kgの尿を排泄する。

1頭が1日当たりに排泄する尿に含まれるセシウムの線量は約196Bq（28.02Bq/kg×7kg）となる。

（※立入制限時間のある帰還困難区域内における放牧牛の採尿は困難なため、データは福島県畜産試験場の研究結果から推測した。）

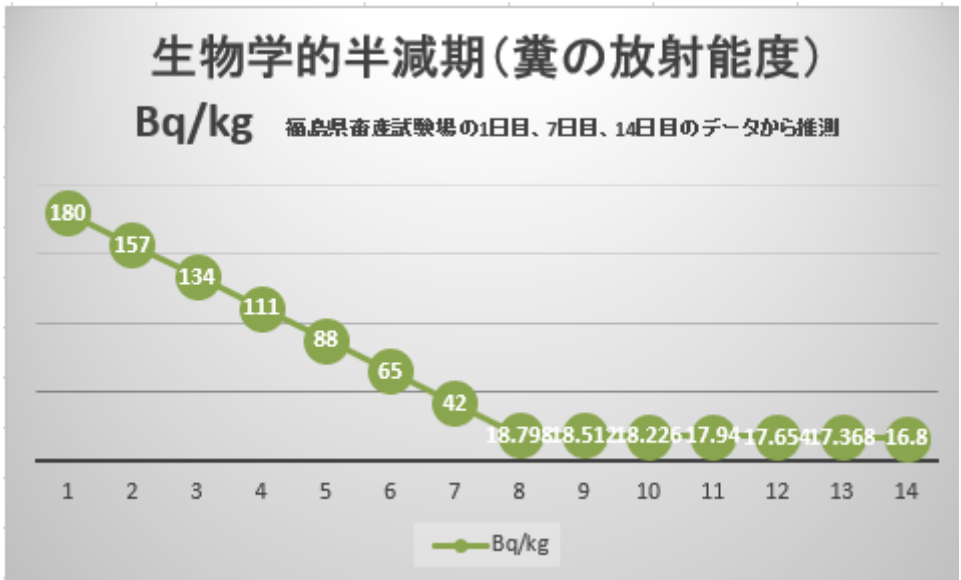
1頭が1日当たりに排泄する糞と尿の合計のセシウムの線量は1日目は約1241Bqとなる。この数値は、2日目以降は、生物学的半減期により、減っていく。

計算の過程は以下の通り。

福島県畜産試験場による低線量被ばくした牛の糞尿の放射濃度のデータから反比例で計算をすると、日数が経過することによる逓減率は下記の図のように推測できる。

日目	Bq/kg	逓減率(/180)
1	180	100%
2	157	87%
3	134	74%
4	111	62%
5	88	49%
6	65	36%
7	42	23%
8	18.798	10%
9	18.512	10%
10	18.226	10%
11	17.94	10%

1 2	17.654	10%
1 3	17.368	10%
1 4	16.8	9%



この通減率を適用して、もーもーガーデンの牛糞の放射濃度を計算すると、

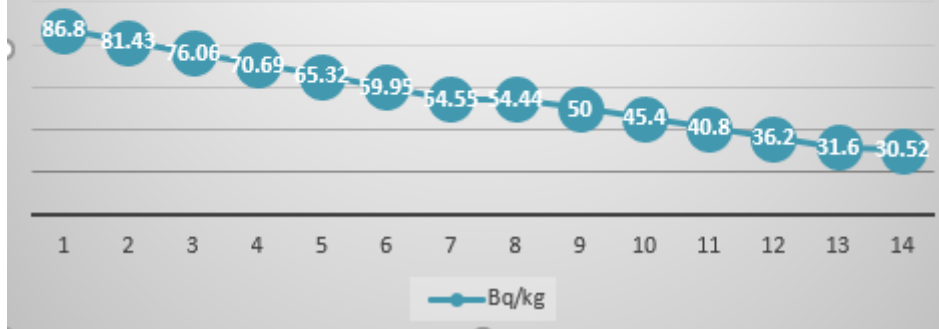
日目	推測した通減率 (/180)	もーもー牛糞 放射濃度 (Bq/kg)	もーもー牛糞一頭 1 日当 たり (×18kg)
1	100%	58.11	1045.98
2	87%	50.68	912.33
3	74%	43.26	778.67
4	62%	35.83	645.02
5	49%	28.41	511.37
6	36%	20.98	377.72
7	23%	13.56	244.06
8	10%	6.07	109.24
9	10%	5.98	107.57
1 0	10%	5.88	105.91
1 1	10%	5.79	104.25
1 2	10%	5.70	102.59

1 3	10%	5.61	100.93
1 4	9%	5.42	97.62
2 週間合計		291.29	5243.25

2 週間合計で 5243Bq の放射濃度の糞を排出することになる。

日目	Bq/kg	逡減率(/180)
1	86.8	100%
2	81.43	94%
3	76.06	88%
4	70.69	81%
5	65.32	75%
6	59.95	69%
7	54.55	63%
8	54.44	63%
9	50	58%
10	45.4	52%
11	40.8	47%
12	36.2	42%
13	31.6	36%
14	30.52	35%
2 週間合計	783.76	

生物学的半減期(尿の放射能度) Bq/kg 福島県畜産試験場の1日目、 7日目、14日目のデータから推測



もーもーガーデンの牛の尿の放射濃度を推測すると（糞の放射濃度の差が、尿の放射濃度の差と比例する
と考え、畜産試験場の尿のデータの32.28%として計算）、

日後	推測した逓減率 (/180)	もーもー牛尿 放射濃度 (Bq/kg) 推 測	もーもー牛尿一頭 1 日当たり (×7kg)
0	100%	28.02	196.13
1	94%	26.29	184.00
2	88%	24.55	171.87
3	81%	22.82	159.73
4	75%	21.09	147.60
5	69%	19.35	135.46
6	63%	17.61	123.26
7	63%	17.57	123.01
8	58%	16.14	112.98
9	52%	14.66	102.59
10	47%	13.17	92.19
11	42%	11.69	81.80
12	36%	10.20	71.40
13	35%	9.85	68.96
2週間合計		253.00	1770.98

2週間合計で、1770Bqの放射濃度の尿を排出することになる。

糞 (5,243.25Bq) と尿 (1,770.98Bq) を合わせて、2 週間合計で、7,014.24Bq の放射濃度の排泄物が土に還ることになる。

※2 週間のみ算出する理由は、牛のふんに含まれる汚染が、清浄な餌と水を給与すれば 2 週間でほぼ排出されつくし、検出されなくなるためである。汚染されていない飼料、水を与えれば、Cs134 と Cs137 はカリウムと同族であり、体内への蓄積性が低いことから、2 週間でほぼ排出される。

汚染された糞を出し切った 14 日間以降は、その空間内の土壌から生えた草を食べ、その空間内で排泄するため、その空間内でセシウムが循環する。つまり、農地をさらに汚染することはない。

次に、牛一頭あたり 1 ヘクタールの農地に放牧するため、1 ヘクタール当たりの土壌の汚染を計算する。まず、現在の土壌 1kg あたりに含まれるセシウムの線量は約 4,573Bq。これを単位面積当たりに換算すると、1 ヘクタール、つまり 10000 m²あたり 11,889,800,000Bq。※深さ 20 センチメートルから採取したものである。

除染後の農地の放射濃度の測定値は、2,377,960,000Bq/1 ヘクタールである。

(農地の放射濃度通減率は一般に 8 割で、2 割は残るといわれていることから、上記の農地の汚染度 11,889,800,000Bq × 0.2 = Bq)

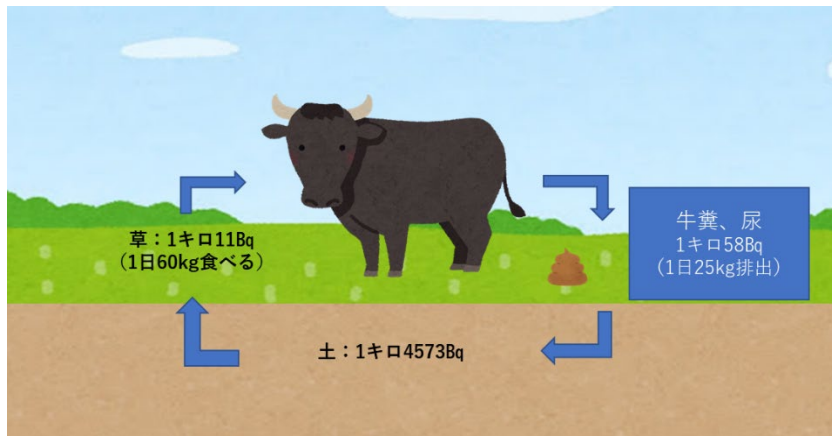
これらの数値から、被災牛の糞が除染後の農地に与える影響度を計算すると、

糞中セシウム (Bq) / 土壌中セシウム (Bq) = 7,014 / 2,377,960,000

$$\approx 0.000,002,9 \quad (0.0029\%)$$

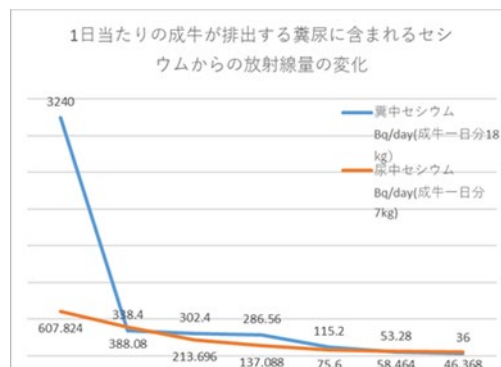
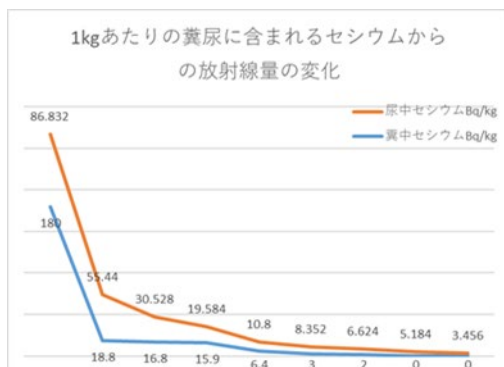
つまり、牛のふんによる汚染度は、土壌の汚染度に比べ、100 万分の 3 以下であり、被災牛は、新たな除染後の農地に移動しても、牛がいる牧場の環境中において、その農地を汚染する可能性は極めて低いといえる。移動後も、その空間内で物質が循環するため、新たに汚染度が高まったり、外に汚染が拡散されたりすることはない。

もーもーガーデンでは、夏場は牧場の青草を餌としている。その草は牧場の土壌から生えてきた草で、土壌から養分や水とともに吸収されたセシウムが草に移動する。それを牛が食べる。その後、セシウムは排出され、再び土にかえる。セシウムはその場で循環する。また、セシウムをはじめとする放射性物質は、半減期や、降雨、時間経過による地下への降下により、濃度は下がり、空間の放射線量は減少していく。



また、放射性セシウムを含む土壌において、カリ成分が少ない条件下で窒素肥料を多肥させると、放射性セシウムが土壌から遊離し、飼料用のイネに吸収されてしまうといわれている。牛糞は、土壌のカリウム成分を高くし、交換性カリを高く維持し、稲への放射性セシウムの吸収を抑えるはたらきをもつという。十分な土壌中の分解者のはたらきと適度な量の牛糞、落ち葉の降下が、土壌から育つ植物の汚染を抑える可能性を持つ。※ただし、牛糞の過剰な投下はカリウム、リン酸化状を引き起こす恐れもあるので、その土地にあった飼育頭数と堆肥量を知ることが必要である。

参考：渋谷 岳ら.“S8-1-17 施肥管理が牧草の放射性セシウム濃度に与える影響(S8-1-II 土壌管理による放射性セシウムの移行抑制, ミニシンポジウム, 8-1 環境保全, 2013 年度名古屋大会)”. 日本土壌肥料化学学会講演要旨集. 2013. 59. (p155)



	摂取中~0日目	7日目	14日目	28日目	42日目	56日目	70日目	84日目	98日目
餌中セシウムBq/kg	100	0	0	0	0	0	0	0	0
餌中セシウムBq/day(一日分7kg)	700	0	0	0	0	0	0	0	0
糞中セシウムBq/kg	180	18.8	16.8	15.9	6.4	3	2	0	0
糞中セシウムBq/day(成牛一日分18kg)	3240	338.4	302.4	286.56	115.2	53.28	36	0	
尿中セシウムBq/kg	86.832	55.44	30.528	19.584	10.8	8.352	6.624	5.184	3.456
尿中セシウムBq/day(成牛一日分7kg)	607.824	388.08	213.696	137.088	75.6	58.464	46.368		
血中セシウムBq/kg	3	2	1	0.8	0.5	0.3	0.2		0.15

出典：

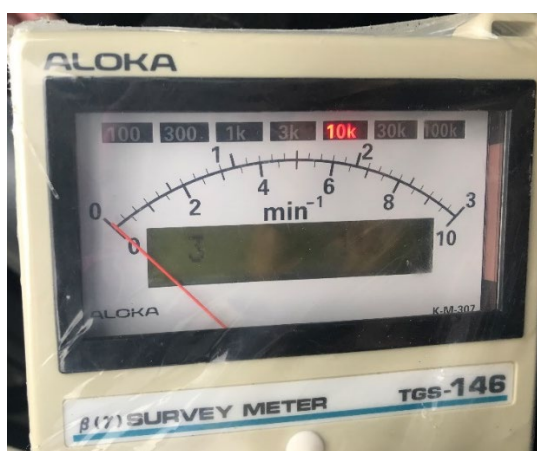
福島県農業総合センター畜産研究所肉畜科[「低濃度汚染牛における体内放射性セシウム排出の推移」からデータをお借りし、表とグラフを作成。

http://www.pref.fukushima.lg.jp/w4/nougyou-centre/kenkyuseika/h25_radiologic/h25_radiologic_40.pdf

2019/10/3

3スクリーニング検査 c p m

ももーガーデンを訪れた人は必ず帰りにスクリーニング検査を受けます。最も放射性物質に濃厚に接触する靴の裏やタイヤの cpm を測ります。(以前は全身検査、社内全体検査をしていましたが、基準値である 1300cpm を超えることが1度もなかったため、簡略化されました。)



測定値：118cpm (バックグラウンド計数率：160cpm)

(13000 c p m以下)

ももーガーデンを訪れることによって浴びる放射線の量は、普段私たちが生活している場所と大きく変わらない。汚染の持ち出しはできない。

以上、正しく恐れるために、心配を払しょくするデータ提示。毎回測定後に記録しています。

これを読んだ上で、ご自身で確認の上、計算して、ご判断ください。(土を食べたら危険、移染が少ない草は食べても大丈夫など)

福島県の双葉郡では原発事故がありましたが、今は除染作業や時間経過により放射性物質のエネルギーが衰退していったことにより、ほとんどの場所で、人が生活しても問題ない数値まで線量が下がりました。一部の地域を除き、避難指示が解除され、少しずつ人々が故郷に戻ってきています。ももーガーデンがある大熊町でも、帰還困難区域の解除が進み、4割ほどの地域は人の立ち入りが可能になっています。