

2012年4月23日

めげ猫「タマ」

福島県の人口統計からみる放射線の健康への影響

1. 要約

福島県においては、2010年3月～2011年2月に比べ、2011年3月～2012年2月の死亡率が福島県においては震災犠牲者を除いて、12.1%上昇していた。同じ震災を受けた宮城県では、このようなことがないので、福島第一原子力発電所の事故に伴う放射線の影響である。

また、震災被害が比較的少なく福島第一原子力発電所からの放射性物質の降下量の多い福島県県北について

人口当たりの平均の積算線量を見積もった結果、9.24mSv

死亡率が9.4%上昇

である。以上の結果から、1年間積算線量が1mSvで、死亡率を1%上昇させると結論づけられる。

2. 序文

2011年3月11日に発生した(1)。これに伴い3月15日は大規模な放射線の放出が起こった(2)。この時点で、福島県は放射線と地震の二つのダメージをうけることとなった。一方、宮城県は震災による被災はあったものの、放射線の影響は少なく、宮城県と福島県の死亡率を比較することで、福島県の放射線が死亡率にどのような影響を与えるか解析できる。

3. データの解析

福島県および宮城県は、少なくとも2012年3月末までに、2011年2月までの人口動態を発表している(3)(4)。震災での犠牲者数は「東日本大震災 - Wikipedia」(5)などより入手できる。

これをまとめると、次ページの表—1の通りになった。死亡率の計算は、震災犠牲者(死者・行方不明者の合計)を死者数から引き、これを人口で割って計算した。また、リファレンスとして東京都も加えた。もとデータは(6)によった。

表—1 各都県の死亡率推移

		a	b	c	d=b-c	e=d/a × 10万	
都県名	時期	人口((月の平均))	死亡者数	死者・行方不明者	震災以外の死者	死亡率(人口10万人当たり)	死亡増加率
宮城県	ばら撒き前	2,342,568	22,362	—	22,362	954.6	0.0%
	ばら撒き後	2,322,509	33,368	11,200	22,168	954.5	—
東京都	ばら撒き前	13,071,171	105,263	—	105,263	805.3	1.1%
	ばらまき後	13,184,331	107,343	7	107,336	814.1	—
福島県	ばら撒き前	2,106,602	23,108	—	23,108	1096.9	12.1%
	ばら撒き後	1,992,371	26,310	1,819	24,491	1229.2	—

ばら撒き前—2010年3月～2011年2月

ばら撒き後—2011年3月～2012年2月

震災犠牲者を除くと、宮城県では死亡率の変動は見られない。一方、福島県では震災犠牲者を除いても、死亡率の増加が認められる。宮城県の放射性物質汚染は福島県に比べ、相当に軽微であり、福島県と宮城県の差、すなわち福島県の死亡率増加は、放射線の影響と結論づけられる。

また、表—2に示す通り、 χ 自乗検定を用い有意差検定を行った。表に示す通り危険率はほとんど0であり、有意である。

表—2 有意差検定結果

	実測値	期待値	χ 自乗値
ばら撒き前	23,108	24,463	75.0
ばら撒き後	24,491	23,136	79.3
合計	47,599	47,599	154.4
危険率	—	—	0.00%

なお、実測値は、震災犠牲者を引いた死亡者数であり、期待値は放射性物質のばら撒き前後で死亡率が変わらないとして

ばらまき前

死者の合計（震災犠牲者を除く）×ばら撒き前の人口

(ばら撒き前の人口+ばら撒き後の人口)

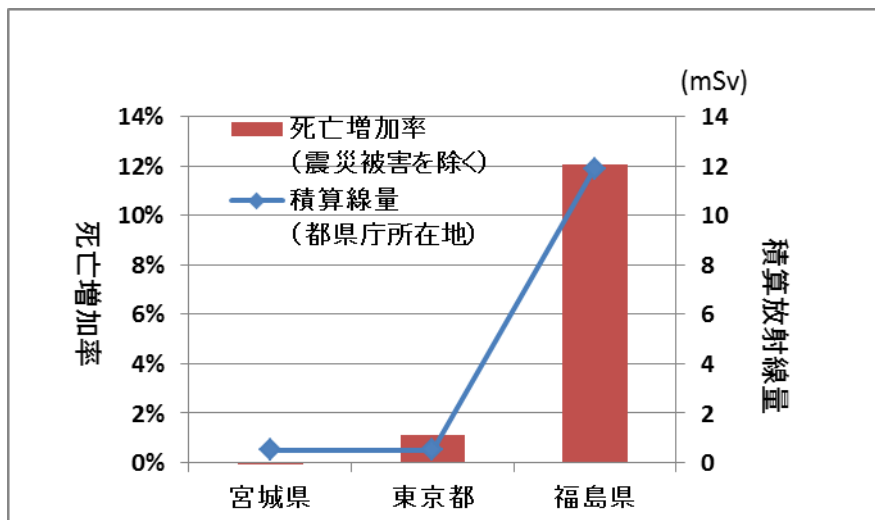
ばらまき後

死者の合計（震災犠牲者を除く）×ばら撒き後の人口

(ばら撒き前の人口+ばら撒き後の人口)

で計算した。

以下に都県の県（都）庁の所在地の2011年3月より2月までの積算線量と、死亡増加率を図一1に示す。

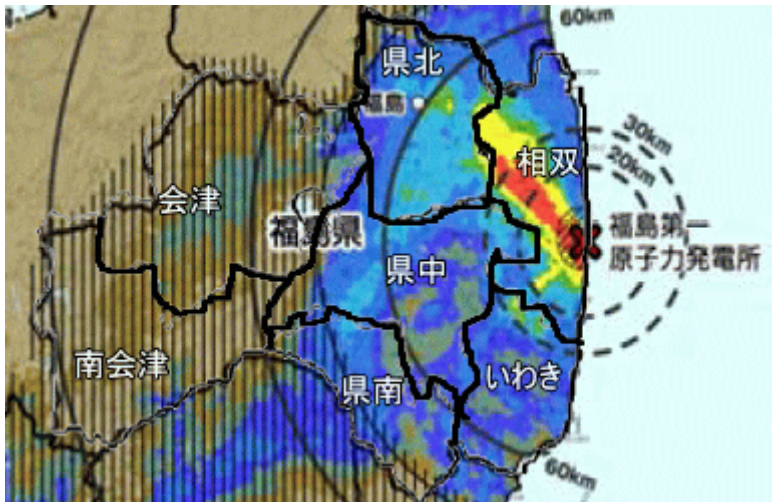


積算線量は(7)のデータを筆者が集計

図一1 空間積算放射線量と死亡増加率

東京都や宮城県は、空間積算放射線量も低く、死亡率の変動は少ない。一方、空間積算放射線の高い福島県では死亡率が上昇している。

福島県は県内を7地域に分けて管理している。すなわち県北・県中・県南・会津・南会津・相双・いわきである。各地域分けと放射線物質の飛散量を図一2に示す。



(7) のデータを筆者が加筆

図一 2 福島県の放射性物質分布

福島県を7地域に分けてみた場合、会津、南会津、県南は、放射性物質の飛散が少ない。県中は斑がある。また相双およびいわきは、沿岸部にあり震災に伴う津波被害が大きく、放射線の影響による死亡率の変動を評価するのが困難である。一方、北部は放射性物質の分布が他地域に比べ均一であり、内陸部にあるため津波被害はない。そこで、北部地域について、放射線量を推計し、死亡率に対する影響を検討する。

表一 3 に、福島県北部地域各観測点の月別の平均の放射線量を示す。

表一 3 福島県北部地域の月別空間放射線量

市町村	測定定点	空間線量率 (μ Sv/h)												積算線量	
		2011 年										2012 年		(mSv)	都市別平均
		3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月		
福島	福島(MP)	8.72	1.91	1.47	1.32	1.22	1.12	1.00	0.95	0.99	0.95	0.80	0.74	12.45	8.22
	市役所	5.47	1.65	1.39	1.06	1.00	0.96	0.91	1.11	1.15	1.12	1.07	1.04	11.19	
	福島農業センター	7.30	1.14	0.83	0.73	0.66	0.65	0.63	0.62	0.60	0.56	0.51	0.50	8.23	
	福島西IC	3.16	1.06	0.84	0.60	0.57	0.54	0.51	0.49	0.47	0.48	0.39	0.31	5.79	
	福島自治研	1.33	0.50	0.42	0.39	0.38	0.37	0.36	0.35	0.34	0.34	0.30	0.26	3.43	

	修センター															
二本松	市役所	5.73	1.99	1.35	1.21	1.09	1.02	0.97	1.14	1.17	1.16	1.08	1.00	11.83	7.51	
	東和支所	2.90	1.01	0.68	0.61	0.55	0.52	0.49	0.58	0.59	0.59	0.55	0.50	5.98		
	田沢集会場	2.29	0.80	0.54	0.46	0.43	0.40	0.38	0.47	0.49	0.48	0.43	0.38	4.72		
伊達	市役所	5.70	1.33	1.07	1.05	0.95	0.92	0.89	0.87	0.85	0.80	0.67	0.58	9.49	17.84	
	小国ふれあいセンター	11.65	2.72	2.19	2.14	1.95	1.94	1.88	1.83	1.79	1.57	1.36	1.22	19.53		
	小国中央集会所	10.25	2.39	1.93	1.88	1.71	1.61	1.55	1.49	1.44	1.36	1.02	0.85	16.54		
	霊山パーキング	12.60	2.94	2.37	2.31	2.13	2.00	1.91	1.85	1.81	1.71	1.46	1.27	20.76		
	月舘相蔵公民館	13.40	3.12	2.52	2.46	2.18	2.20	2.16	2.13	2.08	2.05	1.79	1.57	22.88		
本宮市	本宮市役所	4.11	1.40	0.86	0.81	0.68	0.59	0.53	0.63	0.63	0.62	0.57	0.52	7.29	7.64	
	本宮市役所 白沢総合支所	4.18	1.43	0.87	0.82	0.68	0.58	0.51	0.61	0.60	0.58	0.54	0.49	7.24		
	本宮市役所 旧白沢総合支所	4.61	1.57	0.96	0.90	0.78	0.68	0.61	0.74	0.75	0.74	0.68	0.63	8.38		
桑折町	福島北警察署桑折分庁舎(桑折町)	5.11	1.23	0.99	0.93	0.86	0.84	0.84	0.82	0.81	0.77	0.71	0.65	8.87	8.87	
国見町	国見町役場	3.31	0.80	0.64	0.56	0.49	0.47	0.45	0.44	0.42	0.39	0.36	0.32	5.18	5.18	
川俣町	川俣町役場	2.91	1.07	0.68	0.63	0.57	0.54	0.52	0.67	0.68	0.65	0.59	0.56	6.36	6.36	
	川俣町山木屋郵便局		3.33													
大玉村	大玉村役場	2.93	1.03	0.59	0.56	0.52	0.48	0.45	0.53	0.51	0.50	0.44	0.37	5.49	5.49	

※1 (10) のデータより筆者が集計

※2 黄色塗の部分は周辺のデータより、筆者が推定(欠測があるため)

各市町村の人口をかみし、加重平均で平均の積算線量を計算する。計算結果を表一4にまとめる。

表一4 福島県北部地域の平均の積算線量（2011年3月～2012年2月）

市町村名	A		b	c=(a+b)/2	d	e=a×b
	人口（人）	2011年3月	2012年3月	平均	(mSv)	(mSv 人)
福島市	290,876	290,876	286,223	288,550	8.22	2,371,770
二本松市	59,501	59,501	58,338	58,920	7.51	442,524
伊達市	65,545	65,545	64,427	64,986	17.84	1,159,336
本宮市	31,440	31,440	31,094	31,267	7.64	238,726
桑折町	12,751	12,751	12,529	12,640	8.87	112,060
国見町	10,023	10,023	9,912	9,968	5.18	51,583
川俣町	15,427	15,427	15,073	15,250	6.36	97,022
大玉村	8,639	8,639	8,610	8,625	6.36	54,870
合計	-	-	-	g 490,204	-	h 4,527,891
平均	-	-	-	-	9.24	=h/g

※1 人口のデータ(2)による。

表に示す通り、福島県北部地域では2011年3月よりの1年間の積算放射線線量は9.24mSvとの結論を得た。

表一5に福島県北部地域の「ばら撒き前」（2010年3月からの1年）と「ばら撒き後」（2011年3月からの1年）の平均の人口、累積の死者数、震災被災者数および震災の被災者数を除いた死亡率（人口10万人当たり）を示す。

表一五 福島県北部地域の人口、死者数および死亡率

	A	b	c	$d=(b-c) \div d$ $\times 10$ 万
	人口(平均)	死者数	震災被災者	死亡率(震災被災者を除く)
ばら撒き前	497,249	5,333	-	1,073
ばら撒き後	489,890	5,756	3	1,174

※1 人口、死者数は(2)より筆者が集計

※2 震災犠牲者数は(10)による。

死亡率は

$$9.4\% \{ (1,174 \div 1,073 - 1) \times 100 \}$$

の上昇がみられる。

4. 結果

表一四および表一五の結果より、9.24mSvの積算線量は9.4%死亡率を抑える効果がある。おおむね1mSvの被ばくで1%の死亡率の上昇となる。仮に死亡率の上昇が、空間積算線量に比例すると仮定すると単に寿命の短縮あるいは加齢の促進とみなすことができる。10%の加齢の促進効果があれば、10%の死亡率の上昇が人口分布に関わらず認められるはずである。以上から、1mSvに該当する加齢日数を計算することができる。すなわち

$$365日(1年) \times 9.4\%(死亡増加率) \div 100 = 34.31日$$

が、福島県北部で発生した加齢の平均日数であり、その積算空間線量が9.24mSvであるので、1mSv当たりの加齢日数は

$$34.31 \div 9.24 = 3.7日$$

となる。一方(11)に示された計算式を用いると、木造家屋に居住した場合は

$$(16 \times 0.4 + 8) \div 24 \times 9.24 = 5.5mSv$$

となり、被ばく線量1mSv当たり、加齢日数は

$$34.31 \div 5.5 = 6日$$

となる。おおむね、1mSvの被ばくで6日寿命が短縮する計算になる。

5. 考察

死亡率の増加と被ばく線量が比例すると、過程すると1mSvで9.2日の寿命の短

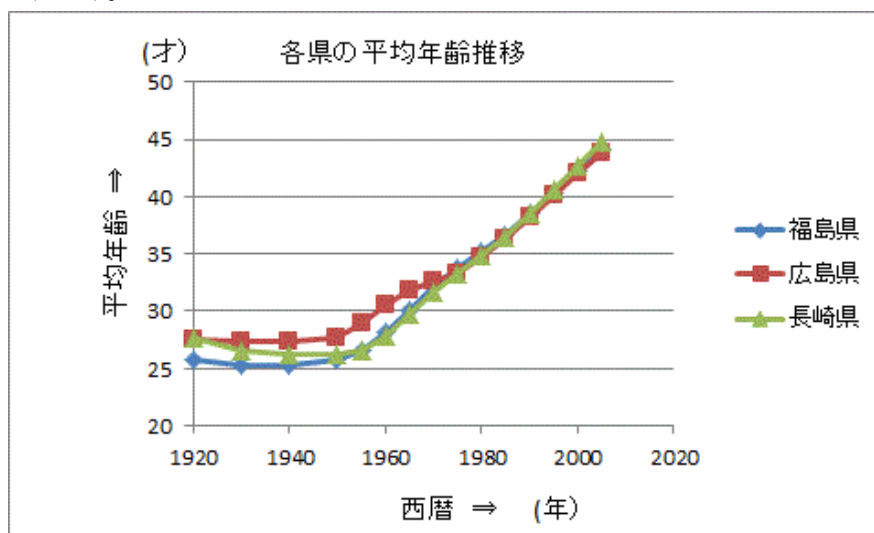
縮効果があるとの計算結果を得た。人間の寿命を80年とすると、生存日数は約3万日であり、これから致死に至る被ばく放射線量を計算すると

$$30000 \div 6 = 5000 \text{mSv}$$

になる。放射線被ばくによる致死量(LD50)は、3000~5000mGyであり(12)、ほぼ近い値となる。

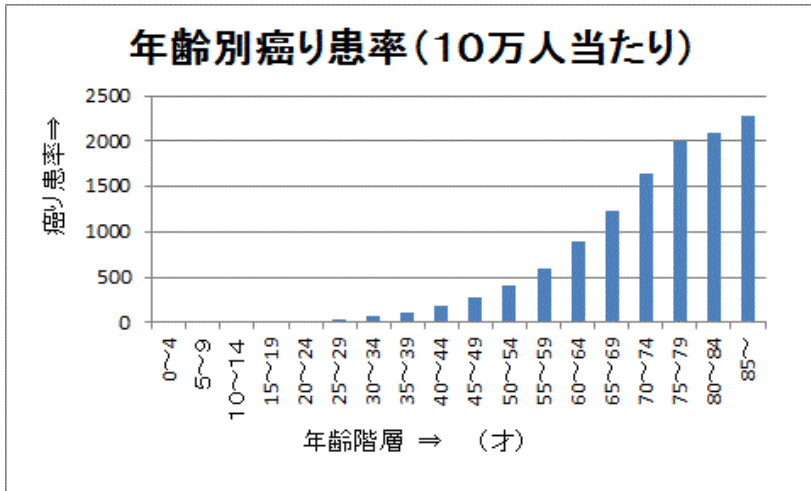
放射線の影響はDNAの損傷(放射線がDNAに傷をつける)ことで説明されている(13)。一方、老化もDNAの損傷の累積で起こるとあれている(14)。であれば、この効果は、加算されてと考えるが自然である。

晩発性の障害として悪性腫瘍などがある。悪性腫瘍は、高齢になると増加傾向となる。放射線障害の疫学調査は主に原爆の被ばく者の追跡によって行われ40年で打ち切られている(16)。



図一3 平均年齢の推移(16)より引用

原爆投下当時(1945年)の平均年齢は、20代の後半である。以下に年齢別の癌罹患率を示す。

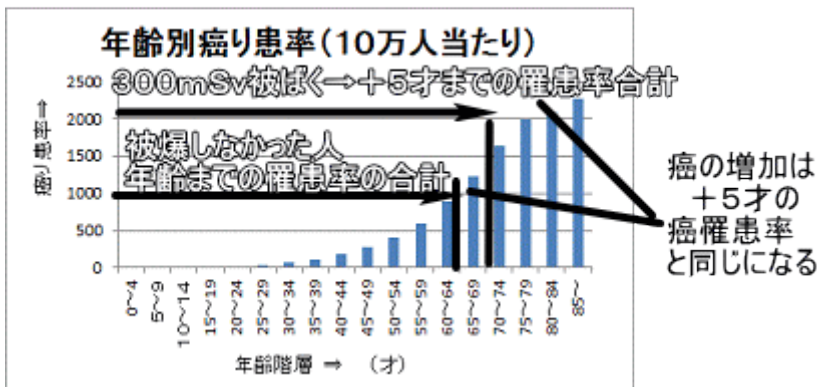


図一4 年齢別がん罹患率（16）より引用

図に示す通り、年齢ともに罹患率は上昇する。原爆投下当時の平均年齢は図一3に示す通り、20代後半であり、たとえ放射線によって加齢されても直ぐに発癌するのはまれである。仮に、調査期間の半分（平均）での、がんの増加率を試算してみる。仮に300mSvを被ばくした集団がいるとする。20代後半の方は、調査が終了する40年後には60代後半になる。一方、300mSvを被ばくすると、

$$300 \times 6 \div 365 \approx 5 \text{年}$$

の加齢があるので健康的には70代前半となる。この差は、当然、がんの罹患率の増大として現れる。



図一5 放射線の影響を加齢効果と見た場合の癌罹患率の見積もり方法

すなわち、被ばくされた方は放射線によって加齢された年齢になっているのでその年齢の癌罹患率がそのまま、癌の増加となる。20代後半で300mSv被ばくした人が40年後には65才ですが、放射線による加齢効果があれば実質は70代前半になります。被ばくしていない方はそのままなので、60代後半のままです。だから、70代前半の癌罹患率と放射線による癌の増加率は同じになるはず。70代後半（65才～70才）の癌

罹患率は人口10万人当たり1642.8人である(17)ので、この値が放射線による癌の増大となる。

ICRPのリスク癌のリスク係数は、 $5.5 \times 10^{-2} \text{Sv}^{-1}$ である(18)。1Svの被ばくで5.5%の方が癌になる。300mSvで人口10万人当たりの癌罹患者数を計算すると

$5.5 \div 100 \times (300 \div 1000) \times 100,000 = 1,650$ 人となり、ほぼ一致する。

以上の通り、被ばくの影響を1mSv当たり6日の加齢効果に置き換えても従来の知見と矛盾するものではない。放射線障害には、発癌以外の影響もありとする意見もある(19)。被ばくによる加齢の影響と考えれば、説明可能である。

参考にしたサイトおよび引用した筆者のブログ・HP

- (1) <http://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%9D%B1%E5%8C%97%E5%9C%B0%E6%96%B9%E5%A4%AA%E5%B9%B3%E6%B4%8B%E6%B2%96%E5%9C%B0%E9%9C%87>
- (2) <http://mekenokotama.blog38.fc2.com/blog-entry-254.html>
- (3) http://wwwcms.pref.fukushima.jp/pcp_portal/PortalServlet?DISPLAY_ID=DIRECT&NEXT_DISPLAY_ID=U000004&CONTENTS_ID=15846
- (4) http://www.pref.miyagi.jp/toukei/toukeidata/zinkou/jinkou/juki_tsuki/juki_tsuki.htm
- (5) <http://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%9D%B1%E6%97%A5%E6%9C%AC%E5%A4%A7%E9%9C%87%E7%81%BD>
- (6) <http://www.toukei.metro.tokyo.jp/jsuikai/js-index.htm>
- (7) <http://mextrad2.cloudapp.net/csvdata.aspx>
- (8) http://radioactivity.mext.go.jp/old/ja/monitoring_around_FukushimaNPP_MEXT_DOE_airborne_monitoring/
- (9) http://wwwcms.pref.fukushima.jp/pcp_portal/PortalServlet;jsessionid=90D19D6F34AFE9915E3D975ECB471290?DISPLAY_ID=DIRECT&NEXT_DISPLAY_ID=U000004&CONTENTS_ID=23853
- (10) http://wwwcms.pref.fukushima.jp/pcp_portal/PortalServlet?DISPLAY_ID=DIRECT&NEXT_DISPLAY_ID=U000004&CONTENTS_ID=24914
- (11) http://www.maff.go.jp/j/syouan/soumu/saigai/pdf/120301_kiso.pdf
- (12) <http://www.uoeh-u.ac.jp/kouza/hosyaeis/hibakuguide.pdf>
- (13) <http://asrc.jaea.go.jp/soshiki/gr/mysite5/index.htm>
- (14) <http://genetics.fc2web.com/file/damage.htm>

- (15) <http://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%94%BE%E5%B0%84%E7%B7%9A%E9%9A%9C%E5%AE%B3>
- (16) <http://mikenekotama.web.fc2.com/atomic/kenkou.html> (筆者のサイト)
- (17) <http://www.fpcr.or.jp/pdf/statistics/date05.pdf>
- (18) http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/housha/sonota/_icsFiles/afieldfile/2010/02/16/1290219_001.pdf
- (19) <http://genjitsu.jp/archives/238>