

2011年東日本大震災による 福島第一原発事故で発生した 放射能汚染における碎石の概況について

今井忠男^{※)} 網田和宏^{※※)}
木崎彰久^{※※※)} 杉本文男^{※※※※)}

表1 自然放射線源¹⁾

自然環境	放射線源	年間被曝量 (mSv)	外部線量率 (μ Sv/h)
宇宙線	素粒子	0.38	0.043
大気	ラドン	1.25	
食品	カリウム	0.29	
大地	カリウム ウラン	0.48	0.055
世界平均		2.4	0.093

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災が原因となり、3月12日および14日に福島第一原発で爆発事故が発生し、多くの放射性物質が飛散した。これにより、福島県をはじめ、広範囲な国土が汚染され、農業や漁業等に甚大な被害が生じた。被害のひとつとして、マンション等のコンクリート中の骨材に対する放射能汚染が取り沙汰され、2012年4月には、骨材の安全基準が定められた。しかし、多くの岩石が、放射性物質であるカリウム (^{40}K)、トリウム (^{232}Th)、ウラン (^{238}U 、 ^{235}U) を含有し、自然放射線 (γ 線) を放出していることから、放射能汚染と自然放射能を混同される恐れがある。

本報告では、福島第一原発事故の経緯を明らかとし、その汚染実態を示した。さらに、岩石の自然放射線量と汚染量について明確に説明するとともに、骨材の放射線量基準の策定に関する経緯と基準値の意味について詳述した。

2. 岩石の自然放射線量

自然環境において、放射線源となりうるのは、表1に示すような素粒子、ラドンおよびカリウムである¹⁾。これらは、大気や大地および食品中にも多く存在することから、我々は日常的に被曝している。空気および食料の摂取量を考慮すると、我々が世界平均で個人が年間で被

表2 大地からの放射線量が高い地域¹⁾

地域 (国)	年間外部被曝量 (mSv)
ラムサール (インド)	71
ケララ (インド)	34
ガラバリ (ブラジル)	5.5
日本の最大値	1.26
日本の平均値	0.43

表3 岩石の自然放射線量率²⁾

岩種	放射線量率 (μ Sv/h)
花崗岩	0.079
流紋岩	0.071
安山岩	0.037
玄武岩	0.020
日本の平均大地	0.043

※) 正会員 秋田大学 国際資源学部 教授 研究企画委員

※※) 秋田大学 理工学部・助教

※※※) 秋田大学 国際資源学部・准教授

※※※※) 秋田大学 大学院 工学資源学研究所・教授

(2)

表4 福島第一原発事故の経緯

日付	時間	1号機	2号機	3号機	4号機	5号機	6号機
3月11日	14:46	運転中			停止中		
	15:41	発電機の故障					
3月12日	15:36	大爆発					
3月14日	11:01			大爆発			
3月15日	6:14			煙発生	爆発		
	8:25		白煙				
	9:38				火災		
3月16日	5:45				火災		
	8:37			白煙			
3月21日	15:55			黒煙			
	18:20		白煙				

爆する総量は、2.4mSvに及ぶと推定されている。また、表2に示すように、地球上には、大地からの放射線量が極めて強い地域があり、年間の被爆量が世界平均(0.48mSv)の10～100倍の地域も存在するが、現在も通常に人々は生活を営んでいる¹⁾。

大地からの放射線量は、岩石に含まれる放射性鉱物の含有量に左右される。湊の研究によると²⁾、表3に示すように、日本国内の岩石の放射線量率は岩種により異なり、花崗岩や流紋岩の放射線量率は高く、玄武岩は低いことがわかっている。その結果、花崗岩体の多い西日本では、大地の放射線量率は高い傾向にある。このように、放射能汚染を議論する前に、その地域ごとに、大地等から通常受けている自然放射線量率について、きちんと把握しておく必要がある。

3. 福島第一原発事故による放射能汚染の経緯

東日本大震災(3月11日)の津波が原因となり、福島第一原発で爆発事故が発生し、放射能汚染が広まった。その経緯を表4にまとめた。福島第一原発には原子炉が6機あったが、1～3号機が運転中で、4～6号機は休止中であった。津波によって、送電は途切れ、さらに自家発電機も浸水によって停止した。このため、炉内の冷却システムは途絶えて燃料棒の温度が上昇した。高温の燃料棒は水と反応して大量の水素を発生させ、翌日の3月12日には1号機が水素爆発した。このときの汚染量は少なかったことが知られている³⁾。さらに、3日後の3

月14日には3号機が大爆発した(写真1⁴⁾)。この3号機の大爆発によって、図1に示すように、福島県およびその周辺地域が広範囲に汚染された⁵⁾。また、3月21日には3号機から黒煙が噴出し、汚染が進んだ。これらの放射性物質の放出量を表5に示す⁶⁾。キセノンやヨウ素の放出量は極めて多いが、これらは気体で、かつ半減期が5～8日と短いため、影響は短期間である。しかし、2種類のセシウム¹³⁴Cs、¹³⁷Csは、液体あるいは固体で、半減期がそれぞれ2年および30年と長いため、影響は長期にわたる。したがって、事故後の放射能汚染については、セシウムに絞って調査する必要がある。なお、2種類の放射性セシウムはほぼ同量存在するため、半減期が



写真1 福島第一原発の爆発⁴⁾

(3)

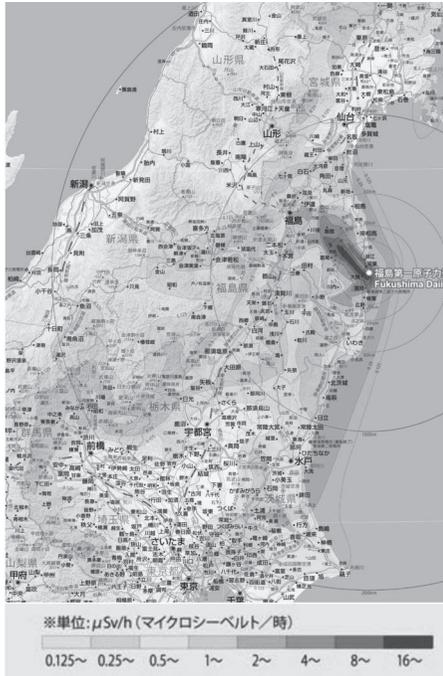


図1 原発事故による放射能の汚染分布⁵⁾

短い¹³⁴Csの影響は、1年ごとに小さくなり、全セシウムの放射線量率は、10年後には1/4程度に減少すると考えられている⁵⁾。

4. 骨材の放射能汚染

次に、放射能汚染に関する骨材の問題について、その

経緯を述べる。図2は、室内の放射線量率が屋外よりも高く計測された、福島県内の新築マンションとそのコンクリート骨材を供給した砕石工場の位置を示したものである⁷⁾。この問題は、2012年1月16日に発覚し新聞報道された。表6に、このマンションの室内および屋外における放射線量率をまとめた⁸⁾。このマンションでは、1階の室内は、他の階に比較し、数倍ほど放射線量率が高く、屋外と同等かそれよりも高めである。これは、1階基礎部のコンクリートからの放射線量が高いためであった。そこで、この原因として、コンクリート内の骨材の放射能汚染が指摘された。このコンクリートの骨材に使用された砕石は、福島原発の20km圏内(3/12に避難)のわずかに外側で生産されており、計画的避難区域となつてこの採石場に避難勧告が出されたのは、4月22日になってからのことである。そのため、爆発事故(3/12、3/14)の後にも操業が続けられ、骨材が出荷され続けた。この事態を受けて、経済産業省では、新たに骨材の汚染基準を定めることになった。

5. 骨材の放射線量基準の策定

放射線の防御基準は¹⁾、経験的に定められており、表7のように、外部からの放射線量は、一般人においては、年間1mSv以下となっている。これは、年間の自然放射線量を除き、人工的に過剰に被曝する量の値である。放射線業務に携わる人々は、年間20mSvと高い値が許容されている。ちなみに、医療被曝の例を表8に示す¹⁾。

表5 福島第一原発事故における放射能の放出量⁶⁾

放射性核種	半減期	福島第一原発		チェルノブイリ
		経済産業省 (2011.6)	Stohlら (2011)	Chernobyl Forum (2005)
キセノン (Xe-133)	8.02日	11,000	16,700	6,500
ヨウ素 (I-131)	5.24日	160		1,760
セシウム (Cs-134)	2.06年	18		47
セシウム (Cs-137)	30.1年	15	35.8	85
ストロンチウム (Sr-90)	28.8年	0.14		10

(単位:10¹⁵Bq)

(4)

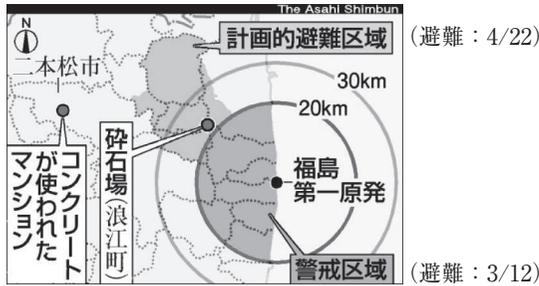


図2 被害マンションおよび砕石場（骨材）の位置⁷⁾

表6 被害マンションの放射線量率⁸⁾

マンション	放射線量率 (μ Sv/h)
1階室内	0.9~1.2
2・3階室内	0.1~0.3
屋外	0.7~1.0

表7 外部被曝線量の基準¹⁾

単位	一般人	作業者	緊急事態
mSv/年	1	20	100
μ Sv/時	0.23*	(2.3)**	(11.4)**

国際放射線防護委員会ICRP基準
 *自然放射線量 0.12 μ Sv/時を仮定
 **時間あたりの参考値

表8 医療による被曝線量¹⁾

単位	胸部X線	胃部X線	胸部CT
mSv/回	0.05	0.6	6.9

表9 内部被曝基準¹⁾

食品群	*規制値 (セシウムBq/kg)
一般食品	100
乳幼児用食品	50
牛乳	50
飲料水	10

*年間被曝量1mSvに相当

表より、我々は、医療検査においても、大きな被曝を受けていることがわかる。

また、食品等として、体内に放射性物質が取込まれた場合は、線量ではなく人工放射能の濃度が、表9のように、食品ごとに規制されている¹⁾。飲料水や乳児用の食品は極めて低く、一般の食品では100Bq/kgと定められている。この濃度を年間摂取すると、体内での被曝量が1 mSv程度になると推定されている。

これらの基準を元に、経済産業省では、表10のような骨材の放射能基準を定めた⁹⁾。その結果、骨材は一般食品と同等の濃度基準となった。また、簡易的な線量率の基準では、0.23 μ Sv/h以下と定められたが、これは除染に求められる基準値と同等である。この値の線量率で被曝し続けると、およそ年間1 mSvになると推定されており、外部被曝における防護基準値が、全てに適応されている。

作業者等の一般的な低線量被曝における健康被害は、明確に実証されているわけではないが、日本の原爆被害者の健康調査から、低線量の被曝においても、癌による死亡リスクは被曝量に比例して増加すると考えられている。ちなみに、生涯に100mSv被曝すると、死亡リスクは0.55%増加すると推測されているため、低線量であっても、多数の人々が長期に渡って被曝すると、癌死亡者数は確実に増加すると考えられている¹⁰⁾。

以上より、骨材の線量率基準値0.23 μ Sv/hを、図1の汚染分布に当てはめてみると、ほぼ福島県内に対応する。このことから、この骨材に関する放射能基準値は、福島県内に限って適応されることになった。

表10 骨材の放射能基準⁹⁾

評価法	基準値	参考
セシウムの放射能	100 Bq/kg	食品基準
空間線量率	0.23 μ Sv/h	除染基準

* 福島県の「浜通り」「中通り」地区に適用

6. おわりに

本報告では、福島第一原発事故の発生から、汚染域の拡大、さらに汚染骨材の使用問題までの経緯を詳述するとともに、放射線防護の観点から骨材に課せられた汚染基準値の意義を検討した。

その結果、低濃度の放射能汚染地域は広範囲に及ぶが、高濃度の汚染は福島県内に限られることが明らかとなった。また、岩石の自然放射線量率に対し、骨材の放射線量率の基準値 $0.23 \mu\text{Sv/h}$ は、十分に高い値であることがわかった。

以上のことから、基準値を指針とするなら、福島県外で、骨材の放射能汚染を問題とする必要はほとんど無く、福島県内の極限られた高濃度の汚染地域内においてのみ、骨材の生産・流通を規制する必要があると思われる。

引用文献

- 1) 大塚徳勝・西谷源展 (2011) : Q&A放射線物理、共立出版.
- 2) 湊進 (2006) : 日本における地表 γ 線の線量率分布、地学雑誌、Vol.115、No.1、pp.87-95.
- 3) 気象研究所 (2011) : 東京電力福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の移流拡散について (web) .
- 4) 福島中央テレビ (2011) : 3月14日報道.
- 5) 早川由紀夫 (2011) : 福島第一原発事故の放射能汚染地図.
- 6) 今中哲二 (2011) : 福島原発事故とチェルノブイリ原発事故による放射能放出と汚染に関する比較検討、日本放射線影響学会第54回大会資料.
- 7) 朝日新聞 (2012) : 1月16日朝刊 (web)
- 8) 東京新聞 (2012) : 1月16日朝刊.
- 9) 経済産業省 (2012) : 砕石及び砂利の出荷基準.
- 10) D.A.Pierce and D. L. Preston (2000) : Radiation-Related Cancer Risks at Low Doses among Atomic Bomb Survivors, Radiation Research 154, 178-186.