

福島県民の水環境に対する意識とその要因に関する研究

1. 背景・目的

東京電力（株）福島第一原子力発電所事故（以下「事故」という。）により、大量の放射性物質が大気中に放出され、周辺地域が広範囲に汚染された。環境汚染への重要な対策の一つとして、外部被ばくリスクを低減するための除染が行われた。除染は、住宅、公共施設、道路等の生活空間を中心に実施されたほか、河川や湖沼等の水環境では、河川敷の公園も除染された¹⁾。その他にも、河川や湖沼のモニタリング、水道水の検査、ため池の放射性物質対策、環境動態研究等、県民の安全確保や不安軽減のために、国、地方公共団体、研究機関等において、様々に水環境への放射性物質対策が講じられた。

これらの取組が進展した一方で、避難指示区域において帰還を妨げる理由の一つに水の安全性に対する不安があること、事故前には国内で最大の参加者数を誇った水生生物調査の参加者数が回復していないこと等、県民の水環境に対する懸念が続いている^{2),3)}。事故から8年が経過するなかで、県民の水環境への安全観を回復させるための効果的な対策を講じるためには、水環境への安全観の経年変化やその要因について把握することが必要不可欠である。

このため、福島県環境創造センターでは、福島県県民広聴室が毎年度実施している、県政世論調査を用いて、住民の水や大気環境への安全観と放射線リスクへの不安感の経年変化を調査した。また、放射線リスクへの不安感に影響を及ぼす要因を明らかにするために、クロス集計と二項ロジスティック回帰の統計解析手法を用いて、放射線リスクへの不安感、年齢、性別、東京電力（株）福島第一原子力発電所（以下「発電所」という。）からの距離及び調査年の空間線量率との関連性を評価した。

2. 実施内容及び方法

2. 1. 調査対象地

福島県は東京から200km以内にあり、面積は約13.8万km²であり、2019年1月時点の人口は約190万人である⁴⁾。福島県は地形と気候学によって3つの地域（会津、中通り、浜通り）に区分されており（図1）、総面積の約70%が森林に覆われ、多くの湖や川、地下水を含む豊富な水資源がある。この豊かな水環境は、昔から生物多様性と住民のさまざまな活動を支えていた⁵⁾。

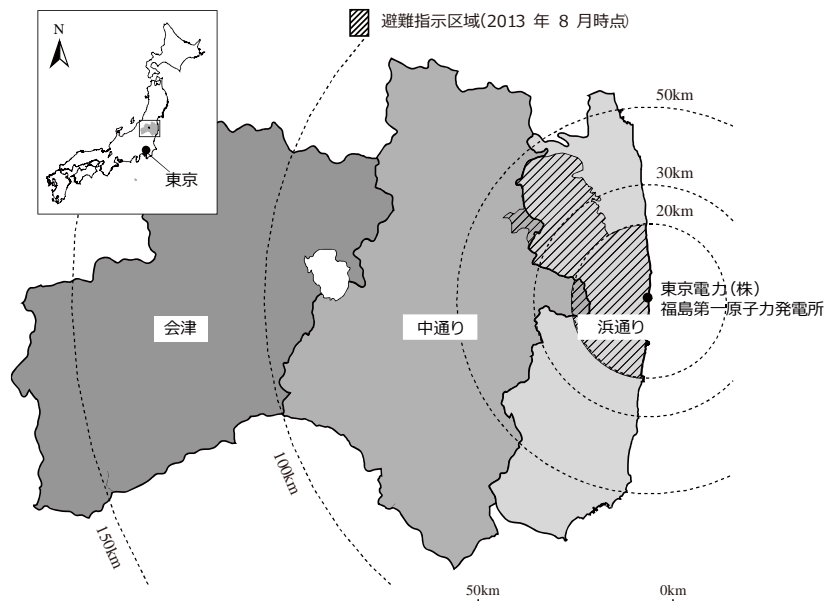


図1 福島県の位置図

2. 2. 福島県県政世論調査

県政世論調査は、毎年、福島県が行政施策の基礎資料とするため、県民の意識やニーズを調査するために実施されており、調査内容は毎年必要に応じて改訂されている。調査対象は、層化二段階無作為抽出法により抽出された市町村の15歳以上の男女1,300人となっている。なお、調査対象は毎年異なっている。調査は郵送送付による方法で行われている。本報告では、2010年から2015年までの調査結果を対象とした⁶⁾。(回答者数及び回答率は表1のとおり)

本報告では、個人の属性として、回答者の年齢、性別、居住地域(避難者については、事故前のもの)に着目した。また、設問として、「あなたの暮らす地域は、水や大気など生活環境の安全が確保されていると思いますか。(水や大気環境への安全観)」、「あなたの生活空間は放射線から安心して暮らすことが出来る空間ですか。(放射線リスクへの不安感)」の2つに着目した。なお、水や大気環境への安全観に関する質問は2010年から、放射線リスクへの不安感に関する質問は2012年から含まれている。回答は、「はい」、「どちらかといえば、はい」、「該当しない、どちらともいえない」、「どちらかといえば、いいえ」及び「いいえ」の5つの選択肢から構成されている。

2. 3. 統計解析

まずカイ二乗検定を用いて、各居住地域における2011年から2015年までの水や大気環境への安全観及び放射線リスクへの不安感の違いを分析した。水や大気環境への安全観については、2010年と2011年の差異も分析した。カイ二乗検定と残渣分析を用いて、属性ごとにこれら要因の差異を分析した。

表1 福島県県政世論調査の回答者及び回答率

調査年		2010	2011	2012	2013	2014	2015
回答者数 (回答率)		790 (60.8%)	824 (63.4%)	789 (60.7%)	803 (61.8%)	741 (57.0%)	713 (54.8%)
性別	男性	356	340	341	348	299	299
	女性	418	471	442	435	434	405
	未回答	16	13	6	20	8	9
年齢	15～19 歳	44	37	37	29	29	29
	20～29 歳	62	72	46	48	46	39
	30～39 歳	90	97	110	84	87	74
	40～49 歳	110	115	102	102	89	93
	50～59 歳	147	163	144	128	125	112
	60 歳以上	327	332	347	398	358	359
	未回答	10	8	3	14	7	7
居住 地域	会津	118	111	115	115	111	98
	中通り	443	490	449	452	404	404
	避難地域を含まない浜通り	158	146	147	156	153	137
	避難地域を含む浜通り	39	50	43	30	34	32
	不明又は未回答	32	27	35	50	39	42

次に、水や大気環境への安全観を目的変数とした二項ロジスティック回帰を行った。説明変数は、Model 1 では年齢、性別及び居住地域を、Model 2 では Model 1 の変数に放射線リスクへの不安感を加えた。また、Model 3 では Model 2 の説明変数に調査年の発電所から居住地域までの距離、空間線量率を加えた。

分析では、次のようにデータを分類した。まず、20 代未満の回答、無回答又は判別不能の回答を除外した。次に、属性については、年齢を5つのグループ（20 代、30 代、40 代、50 代及び60 代以上）に、居住地域を影響の程度に応じて4つのグループ（会津、中通り、避難地域を含む浜通り及び避難地域を含まない浜通りに分類した。回答は「はい」及び「どちらかといえば、はい」を「1」、「該当しない、どちらともいえない」、「どちらかといえば、いいえ」及び「いいえ」を「0」と2つのグループに分類した。オッズ比の参照区には、性別は女性、年齢は20 代、居住地域は会津（最も影響を受けていない地域）とした。回帰分析には IBM SPSS Statistics24 を使用した。また、発電所からの距離は、発電所から調査対象者の回答者が住んでいた市町村役場までの距離（km）とした。空間線量率（mSv/年）は、市町村役場（入手できない場合は、市役所の近くの地点）で世論調査開始日の0:00 にリアルタイム線量計で測定された値を使用した⁷⁾。なお、本研究は福島医科大学倫理委員会による承認を得て実施されている。（承認番号 2899）

3. 結果と考察

3. 1. 水や大気環境への安全観の属性別傾向と経年変化

2015 年において、性別、年齢及び居住地域別に水や大気環境への安全観（「はい」又

は「どちらかといえば、はい」と回答した)の属性別割合を図2に、2010年から2015年の居住地域別の経年変化を図3に示す。2015年の居住地域において、水や大気環境への安全観が高いと回答した人の割合は、避難地域を含む浜通りで有意に低く、会津では有意に高かった。事故前後(2010年と2011年)で比較すると、会津以外の全ての居住地域で水や大気環境への安全観が高いと回答した人の割合は、有意に減少していた。また、事故直後(2011年)と5年後(2015年)のデータとを比較すると、避難地域を含む浜通りを除く全ての居住地域で、水や大気環境への安全観が高いと回答した人の割合は増加していた。会津では事故前と同じかそれ以上に回復したが、事故後5年後であっても、避難地域を含む浜通りでは、事故前の水準よりも依然として低かった。2015年において、男性と女性での割合に有意な差がみられなかったが、年齢では20代と40代が有意に低く、60代以上で有意に高かった。

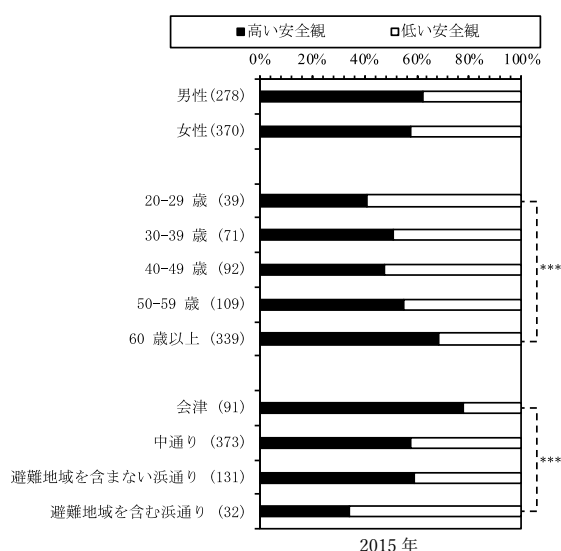


図2 水や大気環境への安全観の属性別傾向 (*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001)

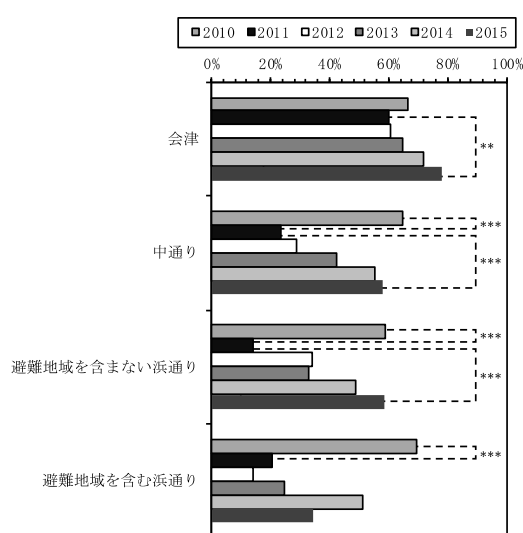


図3 水や大気環境への安全観の経年変化 (*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001)

3. 2. 放射線リスクへの不安感の属性別傾向と経年変化

2015年の性別、年齢、居住地域別の放射線リスクへの不安感の属性別の割合を図4に、2012年から2015年の居住地域別の経年変化を図5に示す。2015年の居住地域における放射線リスクへの低い不安感の割合は、中通りで有意に低く会津で有意に高かった。事故発生後2年と5年(2012年と2015年)で比較すると、中通り、避難地域を含む浜通りにおいて、放射線リスクへの不安感が低いと回答した人の割合は、有意に増加していた。また、2015年の性別及び年齢別では、性別に有意な差はなく、年齢別では40代で有意に低く、60代で有意に高かった。

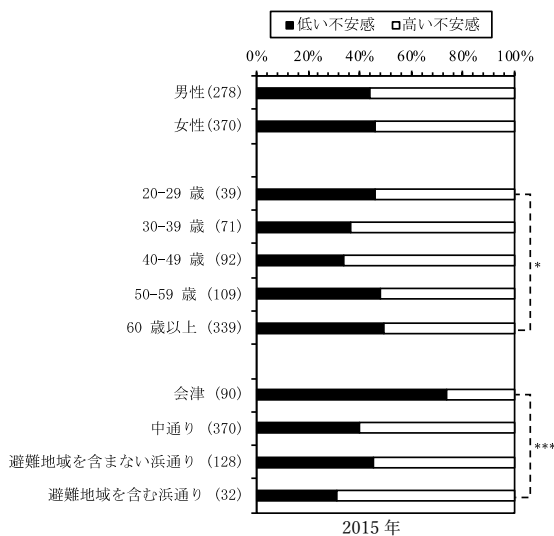


図4 放射線リスクへの不安感の属性別傾向
(* $P \leq 0.05$, ** $P \leq 0.01$, *** $P \leq 0.001$)

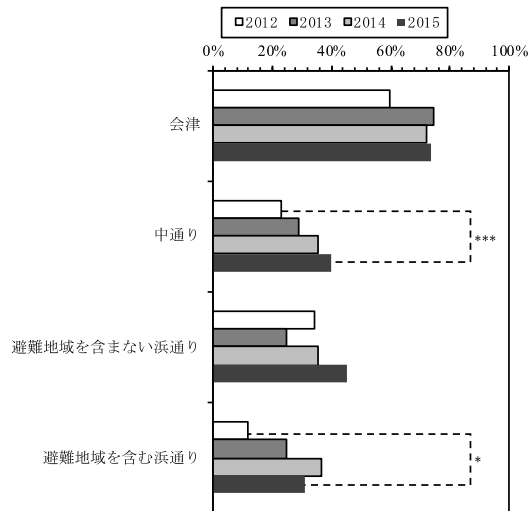


図5 放射線リスクへの不安感の経年変化
(* $P \leq 0.05$, ** $P \leq 0.01$, *** $P \leq 0.001$)

3. 3. 水や大気環境への安全観の要因

表2に Model 1 における二項ロジスティック回帰の結果を示す。居住地域では事故以前（2010年）のオッズ比は有意差が見られなかった。しかし、2014年の避難地域を含む浜通りを除き、事故後（2011年）のオッズ比は、全ての居住地域で1未満と有意に低かった。これは、水や大気環境への安全観は会津に比べて、中通り、避難地域を除く浜通りで有意に低いことを示している。2011年と2015年のオッズ比を比較すると、中通りと避難地域を除く浜通りのオッズ比は増加したが、避難地域を含む浜通りのオッズ比はほぼ一定であった。性別のオッズ比もまたほぼ一定であった。2015年の年齢では、60代以上で高く、水や大気環境への安全観と年齢は比較的強い関連性を示していた。

表3に Model 2 の二項ロジスティック回帰の結果を示す。低い放射線リスクへの不安感（2012年から2015年）において高く、水や大気環境への安全観と放射線リスクへの不安感の間には強い関連性が見られた。Model 1 で観察された居住地域間の有意差は、2015年の避難地域を含む浜通りを除いて2013年以降には見られなかった。一方で2013年と2015年の60代以上のオッズ比は Model 2 においても見られており、水や大気環境への安全観との強い関連性があることを示している。

表4に Model 3 の二項ロジスティック回帰の結果を示す。2015年におけるオッズ比は、放射線リスクの低い知覚に対するオッズ比は、全期間（2012年から2015年）にわたって高く、60代以上のオッズ比は、2013年と2015年には高くなった。これらの結果は、Model 2 の結果と類似していた。2014年を除いて、発電所からの距離におけるオッズ比は1未満であり、放射線リスクへの不安感と水や大気環境への低い安全観との関連性を示した。空間線量率は水や大気環境への安全観との有意な関連性を示さなかった。

表2 目的変数に水や大気環境への安全観を用いたModel 1における二項ロジスティック回帰

	2010		2011		2012		2013		2014		2015		2010-2015	
	オッズ比 (95% CI)	ns	オッズ比 (95% CI)	ns	オッズ比 (95% CI)	*	オッズ比 (95% CI)	ns	オッズ比 (95% CI)	ns	オッズ比 (95% CI)	ns	オッズ比 (95% CI)	ns
男性	1.04 (0.76-1.44)	ns	1.31 (0.91-1.89)	ns	1.39 (1.00-1.94)	*	1.18 (0.86-1.62)	ns	1.23 (0.88-1.71)	ns	1.27 (0.90-1.78)	ns	1.22 (1.07-1.39)	**
女性 (ref)	1		1		1		1		1		1		1	
20-29 歳 (ref)	1		1		1		1		1		1		1	
30-39 歳	1.01 (0.52-1.95)	ns	1.50 (0.60-3.72)	ns	0.70 (0.31-1.57)	ns	1.93 (0.84-4.44)	ns	0.80 (0.37-1.70)	ns	1.64 (0.73-3.67)	ns	1.13 (0.83-1.55)	ns
40-49 歳	1.26 (0.66-2.38)	ns	1.47 (0.60-3.59)	ns	0.86 (0.39-1.94)	ns	1.60 (0.71-3.61)	ns	2.08 (0.99-4.39)	ns	1.53 (0.70-3.34)	ns	1.38 (1.01-1.88)	*
50-59 歳	1.69 (0.91-3.14)	ns	1.98 (0.86-4.57)	ns	1.04 (0.49-2.22)	ns	2.38 (1.09-5.18)	*	1.55 (0.76-3.16)	ns	1.97 (0.92-4.24)	ns	1.66 (1.23-2.23)	***
60 歳以上	2.45 (1.38-4.35)	**	4.00 (1.83-8.75)	***	1.68 (0.83-3.39)	ns	4.03 (1.96-8.29)	***	2.40 (1.25-4.60)	**	3.49 (1.74-7.02)	***	2.74 (2.08-3.60)	***
会津 (ref)	1		1		1		1		1		1		1	
中通り	0.98 (0.62-1.57)	ns	0.22 (0.14-0.35)	***	0.27 (0.18-0.43)	***	0.40 (0.25-0.64)	***	0.53 (0.32-0.86)	*	0.38 (0.22-0.67)	***	0.39 (0.32-0.48)	***
避難地域を含まない浜通り	0.76 (0.44-1.30)	ns	0.10 (0.05-0.20)	***	0.34 (0.20-0.59)	***	0.25 (0.15-0.44)	***	0.39 (0.22-0.68)	***	0.39 (0.21-0.73)	**	0.31 (0.25-0.40)	***
避難地域を含む浜通り	1.12 (0.48-2.58)	ns	0.14 (0.06-0.35)	***	0.11 (0.04-0.28)	***	0.18 (0.07-0.46)	***	0.47 (0.20-1.08)	ns	0.13 (0.05-0.33)	***	0.24 (0.17-0.34)	***
2010													3.88 (3.08-4.89)	***
2011													0.73 (0.57-0.92)	**
2012 (ref)													1	
2013													1.47 (1.17-1.84)	***
2014													2.60 (2.07-3.27)	***
2015													3.02 (2.40-3.81)	***

説明変数は年齢、性別、居住地域 (Model 1)。CI は信頼区間、refは参照区、nsは有意差なし ($P > 0.05$)、* $P \leq 0.05$ 、** $P \leq 0.01$ 、*** $P \leq 0.001$ を示す。

表3 目的変数に水や大気環境への安全観を用いたModel 2における二項ロジスティック回帰

	2012		2013		2014		2015		2012-2015						
	オッズ比 (95% CI)	ns	オッズ比 (95% CI)	ns	オッズ比 (95% CI)	ns	オッズ比 (95% CI)	ns	オッズ比 (95% CI)	ns					
男性	1.44	(0.99-2.10)	ns	1.17	(0.82-1.67)	ns	1.32	(0.90-1.92)	ns	1.42	(0.96-2.09)	ns	1.31	(1.09-1.58)	**
女性 (ref)	1			1			1			1			1		
20-29 歳 (ref)	1			1			1			1			1		
30-39 歳	0.82	(0.34-2.00)	ns	2.01	(0.80-5.03)	ns	0.81	(0.34-1.94)	ns	2.63	(1.02-6.84)	*	1.32	(0.84-2.07)	ns
40-49 歳	1.14	(0.47-2.76)	ns	1.74	(0.71-4.27)	ns	2.2	(0.95-5.12)	ns	2.28	(0.90-5.75)	ns	1.71	(1.10-2.66)	*
50-59 歳	1.07	(0.46-2.48)	ns	2.56	(1.08-6.07)	*	1.27	(0.56-2.89)	ns	2.35	(0.95-5.80)	ns	1.65	(1.07-2.52)	*
60 歳以上	1.8	(0.83-3.89)	ns	3.89	(1.75-8.62)	***	2.02	(0.96-4.25)	ns	5.11	(2.21-11.8)	***	2.81	(1.90-4.15)	***
会津 (ref)	1			1			1			1			1		
中通り	0.49	(0.29-0.81)	**	0.95	(0.55-1.63)	ns	1.17	(0.65-2.12)	ns	0.69	(0.36-1.33)	ns	0.77	(0.58-1.02)	ns
避難地域を含まない浜通り	0.46	(0.25-0.86)	*	0.6	(0.32-1.13)	ns	0.85	(0.44-1.65)	ns	0.58	(0.28-1.22)	ns	0.59	(0.43-0.82)	**
避難地域を含む浜通り	0.24	(0.08-0.66)	**	0.38	(0.13-1.15)	ns	1	(0.38-2.59)	ns	0.22	(0.08-0.61)	**	0.39	(0.23-0.63)	***
放射線リスクへの不安感 (低い不安感)	9	(6.08-13.3)	***	8.12	(5.47-12.0)	***	10.4	(6.78-15.8)	***	10.2	(6.61-15.8)	***	9.16	(7.49-11.2)	***
2012 (ref)	1			1			1			1			1		
2013													1.4	(1.09-1.82)	**
2014													2.49	(1.92-3.23)	***
2015													2.79	(2.14-3.63)	***

説明変数は年齢、性別、居住地域、放射線リスクへの不安感 (Model 2)。CI は信頼区間、refは参照区、nsは有意差なし ($P > 0.05$)、* $P \leq 0.05$ 、** $P \leq 0.01$ 、*** $P \leq 0.001$ を示す。

表4 目的変数に水や大気環境への安全観を用いたModel 3における二項ロジスティック回帰

	2012		2013		2014		2015		2010-2015			
	オッズ比 (95% CI)	ns	オッズ比 (95% CI)	ns	オッズ比 (95% CI)	ns	オッズ比 (95% CI)	ns	オッズ比 (95% CI)	ns		
男性	1.43	(0.98-2.07)	1.16	(0.81-1.66)	1.3	(0.89-1.90)	1.44	(0.98-2.13)	1.31	(1.09-1.58)	**	
女性 (ref)	1		1		1		1		1			
20-29 歳 (ref)	1		1		1		1		1			
30-39 歳	0.82	(0.34-2.01)	1.95	(0.78-4.89)	0.81	(0.34-1.93)	2.58	(1.00-6.69)	1.3	(0.83-2.05)	ns	
40-49 歳	1.15	(0.47-2.81)	1.73	(0.70-4.26)	2.22	(0.96-5.17)	2.26	(0.90-5.69)	1.71	(1.10-2.65)	*	
50-59 歳	1.06	(0.46-2.46)	2.48	(1.04-5.90)	1.28	(0.56-2.90)	2.32	(0.94-5.71)	1.63	(1.06-2.50)	*	
60 歳以上	1.77	(0.81-3.85)	3.78	(1.70-8.41)	*** 2	(0.96-4.20)	5.01	(2.17-11.6)	*** 2.76	(1.87-4.09)	***	
放射線リスクへの不安感 (低い不安感)	9.48	(6.44-14.0)	*** 7.73	(5.25-11.4)	*** 10.3	(6.71-15.8)	*** 9.96	(6.49-15.3)	*** 9.02	(7.40-11.0)	***	
原発からの距離	1.01	(1.00-1.02)	*	1.01	(1.00-1.02)	*	1.01	(1.00-1.02)	*	1.01	(1.00-1.01)	***
空間線量率	0.99	(0.94-1.04)	ns	1.06	(0.96-1.16)	ns	1.13	(0.83-1.54)	ns	1	(0.97-1.04)	ns
2012 (ref)	1								1			
2013									1.42	(1.09-1.84)	**	
2014									2.5	(1.91-3.27)	***	
2015									2.81	(2.15-3.69)	***	

説明変数は年齢、性別、居住地域、原発からの距離、空間線量率 (Model 3)。CI は信頼区間、refは参照区、nsは有意差なし ($P > 0.05$) , * $P \leq 0.05$, ** $P \leq 0.01$, *** $P \leq 0.001$ を示す。

4. まとめ

福島県県政世論調査を用いて、水や大気環境への安全観と属性（年齢、性別、居住地域、発電所からの距離、空間線量率及び放射線リスクへの不安感）との関係を調査した。

クロス集計では、事故後の水や大気環境への安全観が、居住地域で違いがみられ、会津で特に高く、避難地域を含む浜通りで低かった。事故前には居住地域間で大きな違いはなかったことから、避難地域を含む浜通りの水や大気環境への安全観は、原子力発電所事故によるものと考えられた。事故後5年間で水や大気環境への安全観は回復されたが、避難地域を含む浜通りでは事故前の水準までは回復していなかった。

二項ロジスティック回帰では、水や大気環境への高い安全観は、放射線リスクに対する低い不安感と強く関連していることが明らかになった。Model 1 で見られた居住地域間での水や大気環境への安全観の違いは、放射線リスクへの不安感を考慮した Model 2 では、避難地域を含む浜通りを除いてみられなかった。これは、避難指示は放射線リスクへの不安感に影響を与え、その後の水や大気環境への安全観にも強い影響を及ぼしたことが示唆される。

水や大気環境への安全観は、発電所からの距離とも強く関係していた。事故に関連するトラウマや経験もまた、発電所からの物理的な距離と関連している可能性がある。発電所からの距離は、長期的な発電所の廃炉・汚染水対策についての不安の代替要因（proxy）となっている可能性もある。一方、水や大気環境への安全観は空間線量率と明確には関係していなかった。

また、水や大気環境への安全観は年齢層によって大きく異なり、クロス集計では高齢者（60代以上）の方が高かった。さらに、説明変数に放射線リスク認知を追加した、二項ロジスティック回帰においても、水や大気環境への安全観のオッズ比が高いことが明らかとなった。これらの結果は、放射線リスクへの不安感以外の要因が水や大気環境への安全観に関連していることを示唆している。過去の研究では、高齢者ほど河川環境に関心を持ち、水環境保全活動に参加していること^{8),9)}、近隣の河川と何らかの関わりを経験することは肯定的な水環境への意識につながることを示されている¹⁰⁾。これは、高齢者の自然環境への関心と環境保全活動における経験が、環境への安全観に影響を与える可能性があることを示唆している。

事故以来8年が経過し、避難指示が解除されている。このため、福島復興を支援するためには、県民の水環境への安全観を高める必要がある。例えば、避難指示が解除された自治体に若者の帰還を促進しようとする場合、高齢者と水環境活動に参加させることが効果的である可能性がある。放射線リスク対策に加えて、水や大気環境との相互作用について否定的な視点が対策に反映され、地域社会における協力が促進されることが重要である。

なお、本研究は、鈴木 他¹¹⁾において論文公表されているものの一部を引用しているものである。また、福島県の関係各課に情報提供されている。

謝辞

なお、この研究の一部は、日本学術振興会（JSPS）科研費（No：P16H05894）の支援を受けて行われた。

参考文献

- 1) 環境省除染関係ガイドライン（2013年）
- 2) 復興庁原子力被災自治体における住民意向調査
<http://www.reconstruction.go.jp/topics/main-cat1/sub-cat1-4/ikoucyousa/>（令和2年3月5日最終閲覧）。
- 3) 福島県水資源総合計画「新生ふくしま水プラン」。（2013年）。
<https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/65527.pdf>（令和2年3月5日最終閲覧）。
- 4) 福島県ホームページ <https://www.pref.fukushima.lg.jp/site/ken-no-sugata/>（令和2年3月5日最終閲覧）。
- 5) 福島県水環境保全基本計画（2013年）
<https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/53640.pdf>（令和2年3月5日最終閲覧）。
- 6) 福島県県政世論調査 <https://www.pref.fukushima.lg.jp/sec/01010e/kouchou1-439.html>（令和2年3月5日最終閲覧）。
- 7) 原子力規制委員会放射線モニタリング情報
<http://radioactivity.nsr.go.jp/map/ja/download.html>（令和2年3月5日最終閲覧）。
- 8) Minagawa T, Shimatani Y. Residents' evaluation of river landscape and influence of the information for restoration of the Gravel Ber at Nagata area on the Tama River. J Jpn Soc Civ Eng 2002;713:115-29.
- 9) Wada Y, Michioku K, Wada N. Evaluation of waterside environment from a viewpoint of inhabitants. J Jpn Soc Civ Eng 2004;776:83-95.
- 10) Otsuka Y, Aramaki T. A relational assessment between water experiences and urban river consciousness by association analysis. J Jpn Soc Civ Eng 2014;70:365-72.
- 11) Satoshi Suzuki, Michio Murakami, Tatsuhiro Nishikiori, Shigeki Harada: Annual changes in the Fukushima residents' views on the safety of water and air environments and their associations with the perception of radiation risks, Journal of Radiation Research, Supplement - Highlight Articles of the First International Symposium, 59(S2), pp.ii31-ii39, 2018. doi: 10.1093/jrr/rrx096.