

[原 著]

## 福島第一原発作業員に対する放射線知識と不安に関する質問調査

林 卓哉<sup>1</sup>, 真船 浩介<sup>2</sup>, 松田 尚樹<sup>3</sup>, 長谷川 有史<sup>4</sup>, 加藤 尊秋<sup>5</sup>, 神田 玲子<sup>6</sup>, 島田 義也<sup>7</sup>, 佐藤 健一<sup>8</sup>, 森 晃爾<sup>9</sup>, 立石 清一郎<sup>10</sup>, 香崎 正宙<sup>11</sup>, 岡崎 龍史<sup>11\*</sup>

<sup>1</sup> 産業医科大学 産業医実務研修センター

<sup>2</sup> 産業医科大学 産業生態科学研究所 産業精神保健学研究室

<sup>3</sup> 長崎大学 原爆後障害医療研究所

<sup>4</sup> 福島県立医科大学 医学部 放射線災害医療学講座

<sup>5</sup> 北九州市立大学 国際環境工学部 環境生命工学科

<sup>6</sup> 量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所 放射線防護情報統合センター

<sup>7</sup> 環境科学技術研究所

<sup>8</sup> 滋賀大学 データサイエンス教育研究センター

<sup>9</sup> 産業医科大学 産業生態科学研究所 産業保健経営学研究室

<sup>10</sup> 産業医科大学 医学部 両立支援科

<sup>11</sup> 産業医科大学 産業生態科学研究所 放射線衛生管理学研究室

**要 旨**：2011年に福島第一原子力発電所(原発)事故により、作業員は多くの放射線被ばくをしたため、放射線による影響が懸念された。近年においても、東電(東京電力ホールディングス株式会社)の調査で、福島原発作業員は約30%に放射線影響に対する不安が残存していると報告されている。放射線に対する不安を軽減するためには、放射線の教育を行い、知識が豊富になることが重要であると考えられる。そこで今回、福島原発作業員に対して、独自に準備した質問調査を用いて、放射線教育回数、放射線の知識及び放射線に対する不安に関して調査を行った。東電を通じ、東電職員並びに元請け企業に1,602部配布し、1,135部回収した(回収率70.8%)。放射線教育回数が増加すると、放射線の知識が増え、放射線に対する不安は減少することが間接的にみられた。また年齢が高いと、様々な影響に対する不安が少なくなる傾向にあった。今回の調査結果では、放射線の知識を高めると、不安を軽減させる可能性があると考えられた。

**キーワード**：福島第一原子力発電所作業員, 放射線教育, 放射線知識, 放射線不安, 質問紙調査。

(2020年5月13日 受付, 2020年9月3日 受理)

### はじめに

2011年3月11日に東日本大震災が発生した。3月12日に福島第一原子力発電所(福島原発)1号機、3月14日に3号機、および3月15日4号機に水素爆発による原子炉建屋の損壊が起り、大量の放射性物質が拡散した。15日は2号機内火災も発生し、国際原子力事象評価尺

度(INES)は放射性物質の流出量により最高のレベル7となった。通常の線量限度が50mSv/年, 100mSv/5年である中で、福島原発緊急作業員は174名が100mSvを超え、さらに6名が250mSvを超えた[1]。

1986年に発生したINESレベル7のチェルノブイリ原発事故においても、高線量域での作業を強いられ、作業員は放射線影響に対する高い不安が伴った

\*対応著者：岡崎 龍史, 産業医科大学 産業生態科学研究所 放射線衛生管理学研究室, 〒807-8555 北九州市八幡西区医生ヶ丘1-1, Tel: 093-691-7549, Fax: 093-691-7552, E-mail: ryuji-o@med.uoeh-u.ac.jp

[2]. 今回の福島原発事故においても、2016年12月の時点で東京電力の調査によると未だ作業者の34%に放射線に対する不安が残っていた[3].

放射線に対する不安から、フルフェイスマスクが不要な作業場でフルフェイスマスクを着用するなど過剰な対策を取ると、視野が狭くなるなどにより安全を阻害することや作業効率を悪化させる可能性がある。福島原発ではグリーンゾーン、イエローゾーン、レッドゾーンにゾーニングされ、グリーンゾーンでのフルフェイスマスクの着用が不要となったが、その後もフルフェイスマスクを着用する作業者がいた[3].

放射線に対する不安を軽減するためには、放射線教育により知識を高めることが非常に重要であると考えられる[4-7]. 福島原発事故後、一般市民と医師を対象とした放射線に関する調査で、一般市民よりも医師の方が不安は低かった。つまり、放射線に関する知識が高いと不安が低いことが示唆される[4, 5]. 法令による放射線教育では、生体に与える影響に割かれる時間は30分程度である。福島原発事故直後、福島原発入構前に実務的な放射線教育講習(7時間)ののち、簡単なテストに合格するだけでよい[8]. これらの教育では不安軽減にはつながりにくいと考えられる。より効果的な教育を行えば、福島原発作業者に残る不安も軽減する可能性はある。

本研究では、福島原発作業者に対して、放射線の教育、知識及び不安の現状を把握することを目的として実態調査を行った。福島県民に対する調査では、年齢が高いほど不安が低かった[9]. また、知識が高いほど不安が低いとも報告している[9]. 年齢が直接不安を低下させるか、知識を介して不安を低下させている可能性も考えられた。また、福島原発作業員は定期的に教育を受けており、教育前後の比較で教育後に知識が向上し、不安が低下していた[7]. 教育回数により知識を介して不安が低下する可能性を考え、パス解析を行った。教育回数や知識には作業経験年数も関連している可能性があり、作業経験年数には年齢が関連している可能性が考えられたため、パス解析は作業経験年数と年齢も加えたモデルとした。

## 方 法

### 1. 対象

2017年11~12月、福島原発作業者(東京電力ホールディングス株式会社(東電)および協力会社)1,602名を対象とした。

### 2. 調査方法

独自に作成した質問紙により、自記式無記名式質問紙調査を実施した。東電に郵送し、東電職員ならびに協力会社に配布した。

### 3. 調査内容

受講者の背景(性別、年齢、出身地、福島原発での作業期間、被ばく線量)、受講した放射線教育の受講回数(教育回数)、職場で働くことの不安(職場不安)や人体影響に関する不安(甲状腺がん、白血病、がん(胃、肺等)、心疾患(高血圧、心筋梗塞等)、脳疾患(脳梗塞)、白内障、うつなどの精神疾患)、放射線に関する知識(知識)について調査を実施した。不安度は4段階または6段階の評価とし、知識は4段階評価とした(Appendix 1)。数値が高いほど不安が強く、知識は高い。

### 4. 分析方法

年齢の作業経験年数への関連、作業経験年数の教育回数への関連と、これらの職場不安への直接の関連および知識を介した職場不安および人体影響に関する不安への関連についてパス解析を行った。

データの分析にはR(lavaanパッケージ)を用い、統計的有意水準は5%とした。

### 5. 倫理的配慮

産業医科大学の利益相反委員会(No.承300010)及び倫理委員会の承認(第H28-140号)を得て研究を実施した。

## 結 果

質問紙は1,602部配布し、1,135部回収した(回収率70.8%)。性別は男性1,120名、女性6名であった(未回答あり)。年齢は20代までが116名、30代が221人、40代が352人、50代が293人、60代以上が85人であった。平均年齢は $44.7 \pm 10.8$ 歳(最低18歳、最高70歳)であった。作業前の居住地は福島県内が668人(58.9%)、福島県外が451人(41.1%)であった。福島原発内での作業経験年数は、なしが20人、1年未満が142人、1年以上3年未満が394人、3年以上5年未満が208人、5年以上が367人であった。2011年以降の被ばく線量は、1mSv以下が218人、1mSvを超え5mSv以下が135人、5mSvを超え10mSv以下が93人、10mSvを超え20mSv以下が115人、20mSvを超え50mSv以下が220人、50mSvを超え75mSv以下が129人、75mSvを超え100mSv以下が74人、100mSvを超え150mSvが18人、150mSvを超え200mSv以下が2人、「わからない」が92人、未回答が37人であった。放射線

教育回数は、1回が151人、2回が187人、3回が109人、4回が669人であった。放射線に関する知識は、かなりあるが255人、少しあるが733人、あまりないが117人、ないが16人であった。職場で働くことの不安は、感じるが67人、少し感じるが328人、あまり感じないが432人、感じないが296人であった(Table 1)。

教育回数の知識を介した不安への関連と、作業経験年数の教育回数や知識への関連および年齢の作業経験年数への関連について相互関係を示した(Figure 1)。パス係数を Table 2 に示す。パス解析に使用した全ての変数の相関行列を Appendix 2 に示した。年齢が高いほど作業経験年数が長く ( $\beta=0.186 \pm 0.029$ ,  $p=0.000$ )、作

業経験年数が長いほど教育回数が多かった ( $\beta=0.349 \pm 0.03$ ,  $p=0.000$ )。知識には教育回数 ( $\beta=0.288 \pm 0.018$ ,  $p=0.000$ ) と作業経験年数 ( $\beta=0.104 \pm 0.017$ ,  $p=0.000$ ) が有意に関連があり、教育回数や作業経験年数が多いほど知識が多かった。職場不安には知識 ( $\beta=-0.216 \pm 0.048$ ,  $p=0.000$ ) と年齢 ( $\beta=-0.085 \pm 0.024$ ,  $p=0.006$ ) が有意に関連しており、知識が多いほど、また年齢が高いほど職場不安が低かった。

甲状腺がんに対する不安にも同様の結果が得られた(Table 2)。知識には、教育回数 ( $\beta=-0.294 \pm 0.018$ ,  $p=0.000$ ) と作業経験年数 ( $\beta=-0.115 \pm 0.017$ ,  $p=0.000$ ) が有意に関連があり、教育回数が多いほど、また作業経

**Table 1. Attributes of the questionnaire respondent**

Sex	Male	1,120
	Female	6
Average age	44.7 $\pm$ 10.8 (mean $\pm$ SD, min. 18 to max. 70)	
Residence	Inside Fukushima	668
	Outside Fukushima	451
Periods of work experience in FDNPP	None	20
	Less than 1 year	142
	1 year or more and less than 3 years	394
	3 year or more and less than 5 years	208
	5 year or more	367
Effective dose since 2011	1mSv or less	218
	1mSv over and 5mSv or less	135
	5mSv over and 10mSv or less	93
	10mSv over and 20mSv or less	115
	20mSv over and 50mSv or less	220
	50mSv over and 75mSv or less	129
	75mSv over and 100mSv or less	74
	100mSv over and 150mSv or less	18
	150mSv over and 200mSv or less	2
Education frequency	Once	151
	Twice	187
	3 times	109
	4 times or more	669
Knowledge about radiation	Quite	255
	A little	733
	Not so much	117
	No	16
Work anxiety	Very anxious	67
	Anxious	328
	Slightly anxious	432
	Not anxious	296

FDNPP: Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant

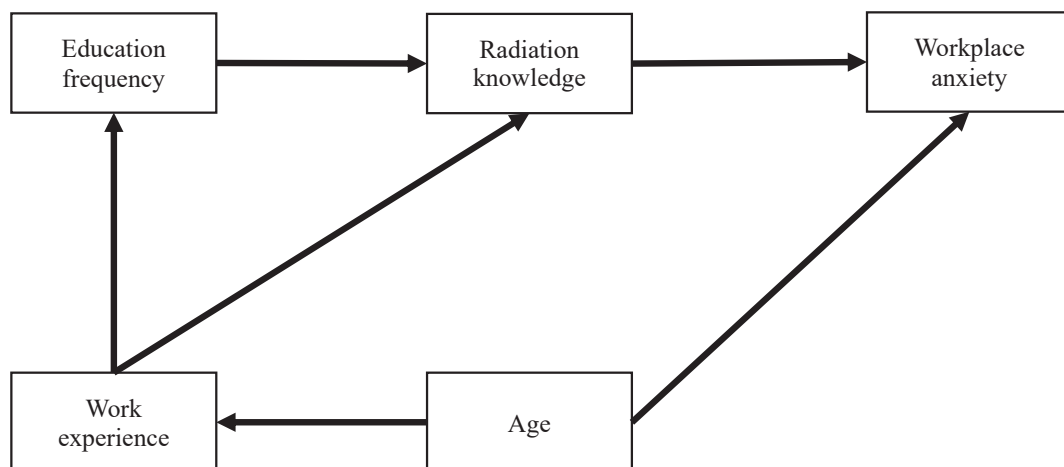


Figure 1. Interconnectedness of the factors related to work anxiety. The direction of the arrows indicates relevance.

Table 2. Path analysis of anxiety about physical illness and model fit

	work anxiety	thyroid cancer	leukemia	cancer (stomach, lung, etc.)	heart disease	brain disease	cataract	mental disorders
Anxious <-								
Knowledge	-0.216±0.048***	-0.215±0.084***	-0.198±0.087***	-0.222±0.084***	-0.209±0.077***	-0.219±0.077***	-0.192±0.085***	-0.203±0.082***
Age	-0.085±0.024**	0.087±0.043**	-0.081±0.043**	-0.109±0.042***	-0.056±0.039	-0.050±0.039	-0.037±0.043	-0.066±0.040*
Knowledge <-								
Education frequency	0.288±0.018***	-0.294±0.018***	-0.297±0.018***	-0.295±0.019***	-0.294±0.019***	-0.291±0.019***	-0.292±0.019***	-0.296±0.019***
Work experience	0.104±0.017**	-0.115±0.017***	-0.109±0.017***	-0.112±0.017***	-0.115±0.017***	-0.114±0.017***	-0.113±0.017***	-0.113±0.017***
Work experience <-								
Age	0.186±0.029***	-0.175±0.030***	-0.176±0.030***	-0.176±0.030***	-0.177±0.031***	-0.179±0.031***	-0.174±0.031***	-0.171±0.031***
Education <-								
Work experience	0.349±0.03***	-0.326±0.032***	-0.330±0.032***	-0.329±0.032***	-0.327±0.032***	-0.328±0.032***	-0.326±0.032***	-0.328±0.032***
GFI	0.995	0.990	0.993	0.992	0.990	0.991	0.989	0.989
AGFI	0.982	0.963	0.972	0.969	0.964	0.968	0.959	0.960
RMSEA	0.038	0.063	0.052	0.056	0.062	0.058	0.068	0.066

The values are standardized path coefficients ± SE. \*\*\*: The path coefficient is significant at the 0.1% level, \*\*: The path coefficient is significant at the 1% level, \*: The path coefficient is significant at the 5% level, GFI: Goodness of fit index, AGFI: Adjusted goodness of fit index, RMSEA: root mean square error of approximation.

験年数が長いほど知識が多かった。甲状腺がんの不安には、知識( $\beta=-0.215\pm0.084$ ,  $p=0.000$ )と年齢( $\beta=0.087\pm0.043$ ,  $p=0.006$ )が有意に関連しており、知識が多いほど、また年齢が高いほど職場不安が低かった。同様の結果は白血病、がん(胃、肺等)やうつなどの精神疾患に関する不安にもみられた(Table 2)。心疾患(高血圧、心筋梗塞)や脳疾患(脳梗塞)、白内障についても、教育回数が多いほど知識が高く、知識が高いほど不安が低かったが、年齢から不安への直接のパスは有意でなかった(Table 2)。

## 考 察

福島原発作業員の職場不安は、放射線に関する知識

が高いほど、また年齢が高いほど、低かった。放射線に関する知識は、作業経験年数や教育回数が多いほど高かった。作業経験年数の知識への効果は、直接効果と教育回数を介した間接効果に差がなく、知識を高めるには作業経験と同様に教育も重要であることが示唆された。

今回の結果において、福島原発作業員の職場不安は、放射線に関する知識が高いほど低かった。福島原発事故後の一般市民と医師への調査でも、医師の方が一般市民よりも不安が低かった[4, 5]。つまり、放射線に対する知識がある方が、不安は低くなると結論づけている。不安を軽減するには教育により知識を高めることが重要であると考えられる。放射線に関する知識の中では、人体影響と放射線防護の知識が不安に関与する



と考えられ、前者は不安を軽減し、後者は不安を高める影響があった[7]。放射線防護の知識が不安を高めたのは、嚴重な装備ほど危険な箇所での作業という意識が高くなった可能性がある[7]。2015年福島原発構内では、グリーン、イエロー、レッドゾーンというゾーニングがされた。グリーンゾーンではフルフェイスマスクの着用が不要となり、半面マスクでよかったが、作業員の中には放射線被ばくに対する不安から、フルフェイスマスクを使い続ける作業員がいた。過度な不安による不要なフルフェイスマスク着用は視野を狭窄するのみで安全を阻害する可能性もあり、締め付けによる不快感が多くなり作業効率も下がると考えられる。この観点からも、教育により正しい放射線の知識を高めて不安を軽減することは重要である。しかし、業務上必要な装備であっても防護面だけを強調すると、作業員は危険な業務と考え不安を感じているかもしれない。つまり、産業保健に関する知識は、身体的健康リスクを減少するが精神的健康リスクを増加させる可能性があり[10]、不安を軽減させるためには、放射線に関する正しい知識を高めることが重要であると考えられる。そのため、教育により不安を軽減させることは非常に重要であると考えられる[11-12]。

今回の結果では、年齢が高いほど職場不安が低かった(Table 2)。しかしながら、除染作業員の場合は61歳以上で不安が増加すると報告されている[13]。除染作業員の場合は、産業保健的な教育は十分であるが、放射線教育が十分でないと考えられる[10]。また放射線業務に対して経験のない者が作業している可能性がある。福島原発作業員の場合は、入構前やその後も法令による放射線教育を数回受けており、その結果知識は高く職場不安が減少していたと考えられる。

今回、甲状腺がんの不安も、知識や年齢が高いほど低かった(Table 2)。福島県民に対する調査でも年齢が高いほど甲状腺がんの不安が低かった[9]。また知識が高いと不安は低いとも報告している[9]。標準化係数を比較すると、甲状腺がんの不安に対して、知識の方が年齢よりも関連が強く、職場不安と同様に教育により知識を高めることが重要であると考えられた。心臓疾患や脳疾患、白内障については、知識が高いほど不安が低いのは同様であったが、年齢と不安の直接の関連は認めなかった。放射線による心臓疾患や脳疾患はあまり知られておらず、白内障は生死に関わる疾患ではないため、甲状腺がんなどと異なり不安を感じにくいかもしれない。

今回の結果では、福島原発作業員では教育回数が多くて知識が高いほど不安が低かった一方で、4回以上

放射線教育を受講していても不安は30%以上に残っていた。2017年のウクライナの放射線業務従事者へのインタビュー調査では、放射線業務に不安を感じている作業員はほとんどいないということであった[6]。講義形式よりも実習形式の方が効果は高いという考え方のもと労働者不安改善プログラムが構成されており、教育時間は5日間40時間に及んでおり、試験に合格して国家資格を得て初めて就労できることになっている[8]。現在の福島原発作業員に対する法令教育は座学中心であり、教育時間も7時間のうち生体に与える影響については30分となっている。講師が一方的に話すのではなく、受講者に考えさせる機会を作るなど参加型とする工夫をすることで、途中で寝るなどの興味がない態度がなくなり学習効果も高まると考えられる[7]。今後残存している不安を軽減させるためには、参加型の講習を含めた教育で、人体影響についても充実し、受講生のニーズにあったより効果的な教育プログラムを導入する必要があると考える[14]。

職場不安については、「放射線の影響を心配し、現在の職場で働くことに不安をお感じですか」という設問への回答であり、「心配」や「恐怖」等の近接概念が混在している可能性があるが、いずれにおいても過剰な放射線対策につながるなど、安全や作業効率を悪化させる可能性がある。

本研究における放射線に関する知識は自己評価であり、客観的な知識ではない点で限界がある。また、横断研究であるため、因果関係は推定できない。今後、縦断研究を行う必要がある。

## 結 論

福島第一原発作業員は、放射線教育回数が多いほど知識が増え、知識が高いと不安が軽減していた。

## 謝 辞

本研究は、厚生労働省労災疾病臨床研究事業「放射線教育プログラムによる放射線業務従事者の知識向上と不安低下度の定量的解析」研究代表者 岡崎龍史(平成28-30年度)より実施された。

## 利 益 相 反

申告すべきものなし。

### Appendix 1. Questionnaire Excerpt

#### ● Basic background

Q1. Gender ① male ② female

Q2. Age

Q3. birthplace ① Fukushima ② Outside Fukushima

Q4. How many years you have worked at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant?

① None ② Less than 1 year ③ 1 to less than 3 years ④ 3 to less than 5 years ⑤ 5 years or more

Q5. The cumulative exposure dose since 2011

① 1 mSv or less ② 1 to 5 mSv or less ③ 5 to 10 mSv or less ④ 10 to 20 mSv or less

⑤ Over 20 to 50 mSv or less ⑥ Over 50 to 75 mSv or less ⑦ Over 75 to 100 mSv or less

⑧ Exceeding 100 mSv to 150 mSv or less ⑨ Exceeding 150 mSv to 200 mSv or less

⑩ Exceeding 200 mSv ⑪ I don't know

#### ● About radiation education

Q6. How many times did you receive radiation education so far (including education at nuclear power plant registration, a and b education, etc.)?

① once ② twice ③ 3 times ④ 4 times or more

Q7. Do you think you have enough knowledge about radiation?

① quite ② a little ③ Not so much ④ No

#### ● Anxiety about radiation

Q8. Are you worried about the effects of radiation and worried about working in your current workplace?

① Very anxious ② Anxious ③ slightly anxious ④ Not anxious

Q9. Which of the following items does you feel anxious about as a result of the current radiation effects?

	No anxious					Very anxious
1. Thyroid cancer	1	2	3	4	5	6
2. Leukemia	1	2	3	4	5	6
3. Cancer (stomach, lung, etc.)	1	2	3	4	5	6
4. Heart disease (High blood pressure, myocardial infarction, etc.)	1	2	3	4	5	6
5. Brain disease (cerebral infarction)	1	2	3	4	5	6
6. Cataract	1	2	3	4	5	6
7. Mental disorders such as depression	1	2	3	4	5	6

### Appendix 2. Correlation matrix between variables used in path analysis

	Age	Education frequency	Work experience	Knowledge	Work anxiety	Thyroid cancer	Leukemia	Cancer	Heart disease	Brain disease
Education frequency	0.043									
Work experience	0.184**	0.338**								
Knowledge	0.094**	0.331**	0.212**							
Work anxiety	-0.104**	-0.114**	-0.013	-0.232**						
Thyroid cancer	-0.101**	-0.059	0.055	-0.237**	0.536**					
Leukemia	-0.096**	-0.046	0.052	-0.220**	0.524**	0.834**				
Cancer	-0.129**	-0.061	0.035	-0.245**	0.551**	0.803**	0.840**			
Heart disease	-0.072*	-0.067*	0.051	-0.237**	0.476**	0.692**	0.720**	0.780**		
Brain disease	-0.066*	-0.064*	0.051	-0.236**	0.456**	0.692**	0.724**	0.782**	0.938**	
Cataract	-0.051	-0.064*	0.074*	-0.207**	0.476**	0.767**	0.809**	0.771**	0.766**	0.791**

\*\* : The correlation coefficient is significant at the 1% level, \* : The correlation coefficient is significant at the 5% level

## 引用文献

1. Yasui S (2015): 250 mSv: temporary increase in the emergency exposure dose limit in response to the TEPCO Fukushima Daiichi NPP accident and its decision making process. *J Occup Environ Hyg* 12(4): 35
2. Ginzburg HM (1993): The psychological consequences of the Chernobyl accident--findings from the International Atomic Energy Agency Study. *Public Health Rep* 108(2): 184-192
3. 東京電力ホールディングス株式会社(2016):「労働環境の改善に向けたアンケート結果(第7回)と今後の改善の方向性について」 [http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/roadmap/images1/images2/d161222\\_12-j.pdf](http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/roadmap/images1/images2/d161222_12-j.pdf) (閲覧日 2020年9月3日)
4. Okazaki R, Ootsuyama A, Abe T & Kuto T (2012): A questionnaire survey about public's image of radiation after the Fukushima Daiichi nuclear power plant accident. *J UOEH* 34(1): 91-105
5. Kohzaki M, Ootsuyama A, Moritake T *et al* (2015): What have we learned from a questionnaire survey of citizens and doctors both inside and outside Fukushima?: survey comparison between 2011 and 2013. *J Radiol Prot* 35(1): 1
6. 長谷川有史, 岡崎龍史, 立石清一郎(2019): ウクライナ放射線業務従事者の教育並びに放射線不安の現状. 厚生労働省労災疾病臨床研究事業. 放射線プログラムによる放射線業務従事者の知識向上と不安低下度の定量的解析, 平成28年~30年度総合研究報告書; 19-33. <https://www.mhlw.go.jp/content/000614815.pdf> (閲覧日 2020年9月3日).
7. 岡崎龍史, 林 卓哉, 松田尚樹, 他(2019): 産業医に役立つ最新の研究報告 放射線教育プログラムによる福島原発作業員の知識向上と不安低減の定量的解析. *産業医ジャーナル* 42(6): 61-66
8. 岡崎龍史, 久保達彦, 立石清一郎(2014): チェルノブイリ原子力発電所における放射線管理と健康管理. *放射線生物研究* 49(4): 432-441
9. Okazaki R, Ohga K, Yoko-OM & Kohzaki M (2017): A Survey about the radiation effects and a health survey of Fukushima inhabitants after the Fukushima daiichi nuclear power plant accident. *J UOEH* 39(4): 277-290
10. Hidaka T, Kakamu T, Endo S *et al* (2019): Association of anxiety over radiation exposure and acquisition of knowledge regarding occupational health management in operation leader candidates of radioactivity decontamination workers in Fukushima, Japan: A cross-sectional study. *Int J Environ Res Public Health* 17(1): 10.3390/ijerph17010228
11. Matsuda N, Fukuda N, Yamauchi M *et al* (2019): High background area for radiation education. *Radiat Prot Dosimetry* 184(3-4): 294-297
12. Hachiya M & Akashi M (2016): Lessons Learned from the Accident at the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant-More than Basic Knowledge: Education and its Effects Improve the Preparedness and Response to Radiation Emergency. *Radiat Prot Dosimetry* 171(1): 27-31
13. Hidaka T, Kakamu T, Hayakawa T *et al* (2016): Effect of age and social connection on perceived anxiety over radiation exposure among decontamination workers in Fukushima Prefecture, Japan. *J Occup Health* 58(2): 186-195
14. Yoshida K, Orita M, Goto A *et al* (2016): Radiation-related anxiety among public health nurses in the Fukushima prefecture after the accident at the Fukushima daiichi nuclear power station: a cross-sectional study. *BMJ Open* 6(10): e013564-013564

## Questionnaire Survey of Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Workers in 2016 on Knowledge and Anxiety About Radiation

Takuya HAYASHI<sup>1</sup>, Kosuke MAFUNE<sup>2</sup>, Naoki MATSUDA<sup>3</sup>, Arifumi HASEGAWA<sup>4</sup>, Takaaki KATO<sup>5</sup>, Reiko KANDA<sup>6</sup>, Yoshiya SHIMADA<sup>7</sup>, Kenichi SATOH<sup>8</sup>, Koji MORI<sup>9</sup>, Seiichiro TATEISHI<sup>10</sup>, Masaoki KOHZAKI<sup>11</sup> and Ryuji OKAZAKI<sup>11</sup>

<sup>1</sup> Occupational Health Training Center, University of Occupational and Environmental Health, Japan. Yahatanishi-ku, Kitakyushu 807-8555, Japan

<sup>2</sup> Department of Occupational Medicine, Institute of Industrial Ecological Sciences, University of Occupational and Environmental Health, Japan. Yahatanishi-ku, Kitakyushu 807-8555, Japan

<sup>3</sup> Atomic Bomb Disease Institute, Nagasaki University. Sakamoto, Nagasaki 852-8523, Japan

<sup>4</sup> Department of Radiation Disaster Medicine, Fukushima Medical University School of Medicine. Hikarigaoka, Fukushima 960-1295, Japan

<sup>5</sup> Faculty of Environmental Engineering, The University of Kitakyushu. Wakamatsu-ku, Kitakyushu 808-0135, Japan

<sup>6</sup> National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology. Inage-ku, Chiba 263-8555, Japan

<sup>7</sup> Institute of Environmental Sciences, National Institute of Radiological Sciences. Kamikita-gun, Rokkasho-mura 039-3212, Japan

<sup>8</sup> The Center for Data Science Education and Research, Shiga University. Baba, Hikone 522-8522, Japan

<sup>9</sup> Department of Occupational Health Practice and Management, Institute of Industrial Ecological Sciences, University of Occupational and Environmental Health, Japan. Yahatanishi-ku, Kitakyushu 807-8555, Japan

<sup>10</sup> Department of Occupational Medicine, University Hospital, University of Occupational and Environmental Health, Japan. Yahatanishi-ku, Kitakyushu 807-8556, Japan

<sup>11</sup> Department of Radiobiology and Hygiene Management, Institute of Industrial Ecological Sciences, University of Occupational and Environmental Health, Japan. Yahatanishi-ku, Kitakyushu 807-8555, Japan

**Abstract :** The results of a survey of radiation workers suggest that they are worried about the effects of radiation exposure on health, and approximately 30% of Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant (FDNPP) workers have anxiety. This questionnaire survey reveals that the higher the frequency of radiation education, the higher the knowledge of radiation the workers will have, and that the higher the level of knowledge, the lower the anxiety. To reduce anxiety, it is important to increase knowledge about radiation through radiation education. However, even those workers who had radiation education several times still had anxiety. According to the Ordinance on the Prevention of Ionizing Radiation Hazards, the time spent on education about the effects of radiation on the human body is only about 30 minutes. This education is not enough to reduce anxiety. FDNPP workers needed more effective education to increase their knowledge and to reduce their anxiety.

**Key words:** Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant workers, radiation education, knowledge about radiation, anxiety about radiation, questionnaire survey.