

원자력 발전소 종사자들의 리스크 인식 조사

이희환 · 박달재*

서울과학기술대학교 산업대학원 안전공학과 · *서울과학기술대학교 안전공학과
(2016. 5. 31. 접수 / 2016. 12. 3. 수정 / 2017. 1. 26. 채택)

A Survey on the Risk Perceptions of Employees in Nuclear Power Plants

Hee Hwan Lee · Dal Jae Park**

Department of Safety Engineering, Graduate School of Industry, Seoul National University of Science and Technology

*Department of Safety Engineering, Seoul National University of Science and Technology

(Received May 31, 2016 / Revised December 3, 2016 / Accepted January 26, 2017)

Abstract : This study has been performed to investigate the risk perceptions of employees in nuclear power plants. A representative sample of 473 employees was surveyed (about 79% response rate). The questionnaire included scales on both risk perceptions of critical five hazards that could be occurring in the nuclear power plants and two psychometric attitudes. Higher risk perceptions between managers and non-managers to five hazards used in this study were entirely obtained from the managers. It was also found that the perceived higher hazards were in the following order: radiation exposure, radioactive release, explosion, fire and radioactive waste. For the controllability, higher risk perceptions to the all factors were obtained from the managers, and higher ones were non-managers in the dread.

Key Words : risk perception, risk communication, nuclear power plants

1. 서론

최근에 일어난 국내 원전관련 주요 이슈들을 살펴보면, 고리1호기 정전사고 은폐, 시험성적서 위조, 원전 비리 등 원전 안전성을 저해하는 많은 사건들로 인해 국민들의 불안감이 가중되고 있는 실정이다. 이는 원자력발전소를 운영하는 원전 종사자들의 행위에서 기인된 것으로 위험 및 안전에 대한 인식수준의 저하, 알고는 있으나 실천하지 못하는 속성, 실수 등 인간행동의 심리적 특성도 주요 원인이 될 수 있으며, 이러한 인간행동 특성을 유발시키는 위험에 대한 인식으로 인한 것으로 전문가들은 지적하고 있다. 또한 이러한 위험에 대한 인식을 향상시키기 위해서는 리스크 커뮤니케이션(risk communication) 전략 마련 및 활성화가 필요하다고 전문가들은 지적하고 있다.

리스크 커뮤니케이션 활성화 방안에 대한 연구는 주로 식품 및 원자력 분야에서 연구가 진행되었으며, 주로 전문가와 일반 대중간의 리스크 인식 특성¹⁻⁷⁾ 또는

리스크 커뮤니케이션 전략 수립 및 정책적 제안 등⁸⁻¹²⁾에 국한되어 왔다. 최근에는 화학물질 및 도시가스 취급사업자의 관리자와 근로자, 안전관리 전문가와 비전문가에 대한 리스크 인식 특성 연구¹³⁻¹⁴⁾가 있었다. 국내에서 행해진 상당수의 원자력 안전과 수용에 대한 연구는 주로 행정적, 정책적 측면에서 이루어져 왔으며, 최근의 연구들은 수용자의 분석이 주로 원자력발전소 지역 주민들에 편중되어 행해진 경향을 보이고 있다.

그러나 실제 원전 안전을 책임지고 있는 원자력 발전소 종사자들의 리스크 인식 및 커뮤니케이션 활성화에 대한 연구는 미비한 상황이다. 원전에서의 내부 커뮤니케이션 활성화 전략을 수립하기 위해서는 우선적으로 종사자들에 대한 리스크 인식 수준이 어떠한지 파악하는 것이 필요하나 이에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 이에 본 연구에서는 국내 원자력 발전소에 근무하는 종사자들을 대상으로 원자력 관련 위험요인에 대한 리스크 인식을 조사 분석하여 원전 사업장 종사자들의 리스크 커뮤니케이션 활성화 방안을 수립하는

* Corresponding Author : Dal Jae Park, Tel : +82-2-970-6308, E-mail : pdj70@seoultech.ac.kr

Department of Safety Engineering, Seoul National University of Science and Technology, 232, Gongneung-ro, Nowon-gu, Seoul 01811, Korea

데 기초자료로 활용되기를 기대한다.

2. 연구대상과 방법

본 연구의 조사 대상 사업장은 국내 원자력 발전소가 가동 중인 4개 사업장과 원전 운영을 관리하는 본사를 대상으로 하였고, 조사 대상자에 대한 회신 결과는 600명 중 473명(78.8%)이었다. 본 연구에서 선정된 위험요인은 과거 체르노빌 원전 폭발사고와 2011년에 일본에 발생한 후쿠시마 원전사고 등에서 나타난 위험요인 중에서 방사능 노출, 방사능 피폭, 화재, 폭발(노심용융), 방사성폐기물 5가지 위험요인을 선정하였다. 그 중에서 방사성폐기물 위험요인에 대해서는 통상적으로 일반대중들이 인식하고 있는 것과 같이 액체, 기체 방사성 폐기물을 제외한 고체 방사성 폐기물에 국한하였다. 또한, 심리측정 패러다임을 활용한 기존의 연구들에서 제시한 다양한 리스크 인식 영향요인들 중 원자력 발전소 대표적인 리스크 인식 요인으로 통제가능성(Controllability) 및 두려움(Dread) 항목을 선정하여 설문조사를 실시하였다. 연구가설은 첫째, 관리자와 근로자간의 위험요인에 대한 인식 차이, 둘째, 관리자와 근로자의 위험요인에 대한 통제가능성 인식 차이, 마지막으로 관리자와 근로자의 위험요인에 대한 두려움 인식 차이가 있을 것이라고 가정하였다. 설문 문항의 점수는 7점 척도(7점:매우 안전, 1점:매우 위험)를 사용하여 수집된 자료는 SPSS 18.0 version을 활용하여 분

석하였고 각 항목에 대한 질문 내용을 나타내면 다음과 같다.

- (1) 리스크 인식 : 귀하께서는 원자력 관련 위험요인들에 대해 노출되었을 때 얼마나 위험하다고 생각하십니까?
- (2) 통제 가능성 : 귀하께서는 원자력 관련 위험요인들에 대하여 얼마나 통제할 수 있다고 생각하십니까?
- (3) 두려움 : 귀하께서는 원자력관련 위험요인들에 대해 얼마나 두려워하십니까?

한국수력원자력(주) 인사 조직상 차장급 이상은 관리자, 그 이하는 근로자로 구분한 결과 관리자 135명, 근로자 338명이 설문에 응답하였다. Table 1과 같이 성별 구성은 남성이 441명, 여성이 32명으로 분포하였다. 연령은 20대가 35명, 30대가 99명, 40대가 303명, 50대가 36명으로 40대의 분포가 가장 높았으며, 근무 경력은 10년 미만이 195명, 10년 이상 20년 미만이 110명, 20년 이상 30년 미만이 127명, 30년 이상이 41명 순이었다.

3. 결과 및 고찰

3.1 5가지 위험요인에 대한 리스크 인식

Table 2는 원자력 관련 5가지 위험요인에 대한 연구 대상자의 리스크 인식 수준 평균 결과이다. 조사결과 방사선 피폭(3.77)에 대한 리스크 인식이 가장 높았고,

Table 1. Demographics of study sample

Characteristics		Numbers	Percentage(%)
Gender	Male	441	93.23
	Female	32	6.77
Position	Manager	135	28.54
	Worker	338	71.46
Age	20 ~ 29	35	7.39
	30 ~ 39	99	20.93
	40 ~ 49	303	63.84
	> 50	36	7.84
Years of work experience	< 10	195	41.22
	10 ~ 19	110	23.25
	20 ~ 29	127	26.84
	> 30	41	8.69
Organizations	Kori nuclear power site	115	24.31
	Hanbit nuclear power site	116	24.31
	Wolsong nuclear power site	110	23.25
	Hanul nuclear power site	83	17.54
	Korea hydro & nuclear power	49	10.59

[N:473]

Table 2. Statistical results of risk perception on five hazards

					Mean(SD)
Rank	Hazards	Total(n=473)	Manager(n=135)	Worker(n=338)	p-value*
1	Radiation exposure	3.77(2.21)	4.13(2.13)	3.63(2.22)	0.027
2	Radioactive release	3.88(2.21)	4.18(2.26)	3.75(2.39)	0.078
3	Explosion(core melt)	3.92(2.63)	4.11(2.57)	3.85(2.65)	0.328
4	Fire	3.93(2.21)	3.91(2.12)	3.93(2.25)	0.916
5	Radioactive waste	4.27(2.16)	4.80(1.84)	4.06(2.25)	0.001

*: p-value : 통계적 유의확률로서 95% 신뢰구간이라면 p-value가 0.05보다 낮으면 대립가설이 참이 된다는 의미

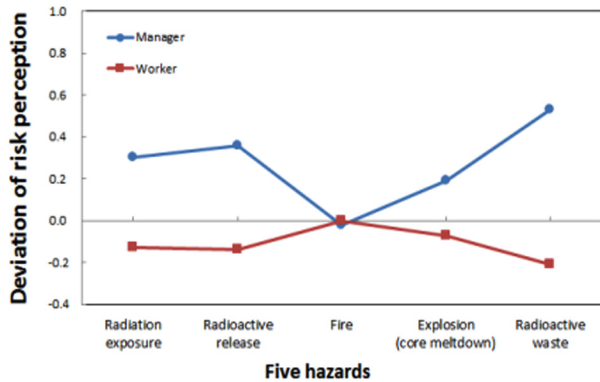


Fig. 1. Differences of risk perceptions between manager and worker on five hazards.

그 다음으로는 방사능 누출(3.88), 폭발(노심용융)(3.92), 화재(3.93), 방사성폐기물(4.27)의 순이었다. 전체적으로 방사선 피폭, 방사성 폐기물에서 관리자와 근로자의 두 집단 간 통계적으로 유의한 차이를 보였으나 방사능 누출, 폭발, 화재 위험요인은 두 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았다. Fig. 1과 같이 각 위험요인에 대한 관리자와 근로자 간의 리스크 인식 차이를 보면, 근로자가 관리자보다 방사선 피폭, 방사능 누출, 폭발(노심용융), 방사성 폐기물의 4가지 항목에서 낮은 평균을 보여 리스크인식이 높았고, 화재에 대한 위험요인은 관리자와 근로자가 비슷한 리스크 인식을 가지고 있는 것으로 나타났다. 전반적으로 근로자가 관리자보다 원자력 관련 위험요인에 대한 리스크 인식이 높은 것으로 나타났다.

Table 3. Statistical results of controllability on five hazards

					Mean(SD)
Rank	Hazards	Total(n=473)	Manager(n=135)	Worker(n=338)	p-value*
1	Radioactive waste	5.95(1.30)	6.32(1.12)	5.80(1.34)	0.000
2	Explosion(core melt)	5.83(1.50)	5.99(1.45)	5.77(1.52)	0.158
3	Radiation exposure	5.77(1.34)	6.13(1.21)	5.63(1.37)	0.000
4	Radioactive release	5.74(1.36)	5.98(1.16)	5.64(1.42)	0.016
5	Fire	5.73(1.24)	5.76(1.22)	5.72(1.25)	0.791

3.2 통제가능성

Table 3은 5가지 위험요인에 대해 대상자들이 개인적인 노력을 통하여 발생할 수 있는 위험을 얼마나 잘 통제할 수 있는지에 관하여 평균치를 비교한 결과이다. 조사결과 방사성폐기물(5.95)에 대한 통제 가능성이 가장 높았고 폭발(5.83), 방사선 피폭(5.77), 방사능 누출(5.74) 및 화재(5.73)는 거의 유사하였다. 전체적으로 방사성 폐기물, 방사선 피폭, 방사선 누출에서 두 집단 간 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 폭발, 화재는 두 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았다. Fig. 2과 같이 5가지 위험요인에 대해 관리자와 근로자 간의 심리적 차이(통제가능성)를 보면, 관리자가 근로자보다 방사능 누출, 방사선 피폭, 화재, 폭발(노심용융), 방사성 폐기

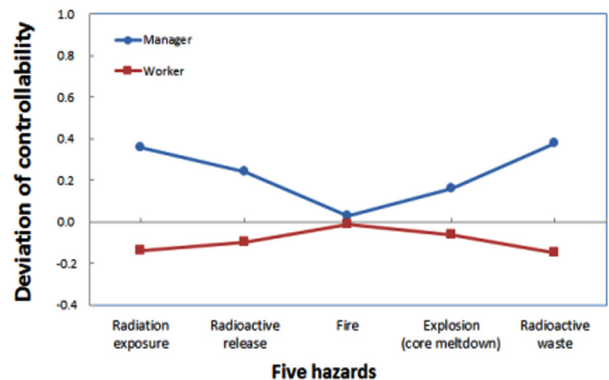


Fig. 2. Differences of controllability between manager and worker on five hazards.

Table 4. Statistical results of dread on five hazards

					Mean(SD)
Rank	Hazards	Total(n=473)	Manager(n=135)	Worker(n=338)	p-value*
1	Explosion(core melt)	4.01(2.27)	4.39(2.30)	3.86(2.25)	0.023
2	Radiation exposure	4.08(1.96)	4.61(1.82)	3.87(1.97)	0.000
3	Radioactive release	4.12(1.96)	4.45(1.86)	3.99(1.99)	0.019
4	Fire	4.12(1.83)	4.15(1.73)	4.12(1.87)	0.861
5	Radioactive waste	4.55(1.92)	5.13(1.77)	4.32(1.93)	0.000

물 5가지 모든 항목에서 높은 평균을 보였다. 즉, 원자력 관련 위협요인에 대한 통계가능성에 있어서 관리자가 근로자보다 더 높다고 생각하고 있었다.

3.3 두려움

Table 4는 5가지 위협요인에 대해 대상자들이 얼마나 두려워하는가에 대한 평균치를 비교한 결과로 폭발(4.01)에 대한 두려움이 가장 높게 나타났으며, 방사선 피폭(4.08), 방사능 누출(4.12), 화재(4.12) 및 방사성 폐기물(4.55) 순이었다. 전체적으로 폭발, 방사선 피폭, 방사능 누출, 방사성 폐기물에서 두 집단 간 통계적으로 유의한 차이를 보였으나 화재 항목은 두 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았다. Fig. 3에서 5가지 위협요인에 대한 관리자와 근로자 간의 차이를 보면, 관리자가 근로자들보다 방사선 피폭, 방사능 누출, 폭발(노심 용융), 방사성 폐기물 등 4가지 항목에서 높은 평균을 보였고, 그 외의 화재 항목에서는 거의 비슷한 수치를 보였다. 근로자들이 더 두렵다고 인식하고 있다.

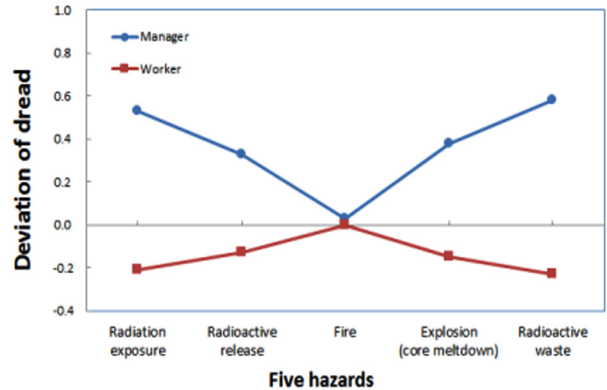


Fig. 3. Differences of dread between manager and worker on five hazards.

3.4 상관관계

Table 5는 관리자의 위협인식에 대한 5가지 위협요인 간의 상관관계를 분석한 결과로 방사능 누출과 방사선 피폭이 가장 높은 양(+)의 상관관계를 보였다. Table 6은 근로자의 위협인식에 대한 5가지 위협요인

Table 5. Statistical results of correlation on five hazards(Manager)

Hazards	Radioactive release	Radiation exposure	Fire	Explosion(core melt)	Radioactive waste
Radioactive release	1	.969**	.870**	.941**	.887**
Radiation exposure		1	.856**	.925**	.895**
Fire			1	.887**	.799**
Explosion(core melt)				1	.845**
Radioactive waste					1

** . p<0.01, * . p<0.05

Table 6. Statistical results of correlation on five hazards(Worker)

Hazards	Radioactive release	Radiation exposure	Fire	Explosion(core melt)	Radioactive waste
Radioactive release	1	.959**	.909**	.908**	.907**
Radiation exposure		1	.886**	.827**	.908**
Fire			1	.925**	.915**
Explosion(core melt)				1	.918**
Radioactive waste					1

** . p<0.01, * . p<0.05

간의 상관관계를 분석한 결과이며, 방사능 누출과 방사선 피폭이 가장 높은 양(+)의 상관관계를 보였다.

위험요인에 대한 리스크 커뮤니케이션 전략 방향을 Lundgren 및 McMakin¹⁵⁾이 언급한 관심 커뮤니케이션(care communication), 합의 커뮤니케이션(consensus communication) 및 위기 커뮤니케이션(crisis communication) 특성과 연계하여 제시하면 Fig. 4와 같다. 방사능 누출, 방사선 피폭, 화재, 폭발 및 방사성폐기물은 개인의 과거경험 또는 학습을 통해서 위해성을 인지하고 있거나, 과학적 결과로 이미 위험성이 확인된 위험요인들에 적용되는 관심 커뮤니케이션을 통하여 위험요인에 대한 위험정보를 구체적으로 제공하는 것이 필요하다. 방사성폐기물은 과거 중저준위 방사성폐기물 처분시설 유지 등의 사례에서 나타난 것처럼 위해에 대하여 불확실성을 내포하고 있거나 위해성이 과학적으로 확인되지 않은 위험요인들 또는 향후 발생될 수 있는 위해 요인들에 적용하는 합의 커뮤니케이션도 적용하는 것이 필요하리라 판단된다. 과거 체르노빌 원전 사고와 2011년 일본 후쿠시마 원전사고 영향에서 나타난 것처럼 급작스럽게 위험에 직면할 때 신위험상황을 신속하게 전달하고 대처할 수 있는 방안을 강구하는 위기 커뮤니케이션에 대한 적용은 방사능 누출, 방사선 피폭, 화재, 폭발 등의 위험요인에 적용하는 것이 적절한 것으로 판단된다.

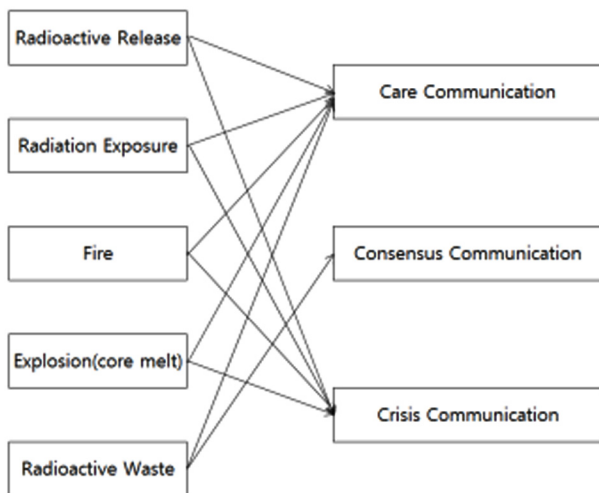


Fig. 4. Strategies of risk communication on five hazards.

4. 결론

본 연구에서는 원자력 발전소에 근무하는 종사자들을 대상으로 방사능 누출, 방사선 피폭, 화재, 폭발(노심용융), 방사성폐기물 5개의 위험요인에 대한 리스크 인식을 조사·분석하였고, 이에 대한 결과를 요약하면

다음과 같다.

5가지 위험요인에 대한 리스크 인식은 방사선 피폭(3.77), 방사능 누출(3.88), 폭발(3.92), 화재(3.93), 방사성폐기물(4.27) 등의 순으로 높게 나타났으며, 관리자와 근로자 사이의 위험인식 차이는 근로자들이 관리자들보다 리스크 인식이 높게 나타났다. 즉, 위험요인에 대하여 관리자들이 근로자들보다 덜 위험하다고 인식하는 것으로 나타났다. 5가지 위험요인에 대한 통제가능성 정도에서 방사성폐기물(5.95), 폭발(5.83), 방사선 피폭(5.77), 방사능 누출(5.74), 화재(5.73) 순으로 높게 나타났으며, 관리자들이 근로자들보다 높은 통제가능성으로 인식하고 있는 것으로 나타났다. 반면에 두려움 정도에 대해서는 폭발(4.01), 방사선 피폭(4.08), 방사능 누출(4.12), 화재(4.12), 방사성폐기물(4.55) 순으로 두려움이 낮은 것으로 인식하고 있으며, 화재 위험요인을 제외한 나머지 4개 위험요인에 대한 두려움 정도에서 근로자들이 관리자들보다 더 높은 두려움을 가지고 있는 것으로 나타났다. 본 연구에서 고려한 위험요인에 대해 중점을 두어야 하는 리스크 커뮤니케이션 형태에 대해 Lundgren 및 McMakin¹⁵⁾이 언급한 관심 커뮤니케이션(care communication), 합의 커뮤니케이션(consensus communication) 및 위기 커뮤니케이션(crisis communication) 특성과 연계하면 방사능 누출, 방사선 피폭, 화재 및 폭발 위험요인은 관심 및 위기 커뮤니케이션 그리고 방사성폐기물인 경우 관심과 합의 커뮤니케이션을 고려하는 것이 필요하리라 판단된다.

앞으로 더 많은 원전 사업장의 종사자들을 대상으로 연구를 진행하면 연구결과가 달라질 수 있기 때문에 추가 연구가 필요할 것으로 판단되며, 향후 원전 사업장 종사자들의 리스크 커뮤니케이션 활성화 방안을 수립하는데 기초자료로 활용되기를 기대한다.

References

- 1) O. Renn, "Three Decades of Risk Research: Accomplishments and New Challenges", J. of Risk Research, Vol. 1, pp. 49-71, 1998.
- 2) P. Slovic, B. Fischhoff and S. Lichtenstein, "Why Study Risk Perception?", Risk Analysis, Vol. 2, No. 2, pp. 83-93, 1982.
- 3) P. Slovic, "Informing and Educating the Public about Risk", In Perception of Risk, R.E. (eds), Lofstedt, EARTHSCAN, London Sterling, pp. 183-198, 2000.
- 4) P. Slovic, B. Fischhoff and S. Lichtenstein, "Facts and Fears, Understanding Perceived Risk", In Schwing RC &

- Albers WA Jr. (eds): Societal Risk Assessment, How Safe is Safe Enough?, New York, Plenum Press, pp. 181-216, 1980.
- 5) P. Slovic, B. Fischhoff and S. Lichtenstein, "Behavioral Decision Theory Perspectives on Risk and Safety", *Acta Psychologica*, Vol. 56, pp. 183-203, 1984.
 - 6) P. Slovic and B. Fischhoff, "Perception of Risk", *Science*, Vol. 236, pp. 280-285, 1987.
 - 7) P. Slovic, "Social Benefit Versus Technological Risk", *Science*, Vol. 165, pp. 1232-1238, 1969.
 - 8) P. Sandman, "Responding to Community Outrage: Strategies for Effective Risk Communication", AIHA Press., 1993.
 - 9) A. D. Kofi, "Public Health Risk Assessment", Kluwer Academic Publishers, 2002.
 - 10) V. T. Covello and F. Allen, "Seven Cardinal Rules of Risk Communication", Washington, D. C: U.S Environmental Protection Agency, Policy Document OPA-87-020, 1988.
 - 11) B. Y. Seo, "A Study on the Risk Communication in Digital Society", PhD Thesis, Chung-Ang Univeristy, pp. 22-31, 2006.
 - 12) S. R. Choi, "Risk Communication Revitalization by Analysis of Food Incidents", PhD Thesis, Chosun University, pp. 12-26, 2010.
 - 13) K. H. Cho, "A Study on Risk Communication for Managers and Workers of Chemical Companies", PhD Thesis, Korea University, pp. 10-21, 2013.
 - 14) H. M. Kwon, "A Study on the Revitalization of Risk Communication for Improving Safety Management of Natural Gas Workplace", Master Thesis, Seoul National University of Science and Technology, pp. 4-22, 2014.
 - 15) R. Lundgren and A. McMakin, "Risk Communication: A Handbook for Communicating Environmental, Safety, and Health Risks(3rd edition), Columbus, Ohio, Battelle Press, 2004.