

한국 영광, 고리 원전 사고피해 모의실험 요약본

박승준 朴勝俊 (일본· 관서학원대학 부교수)

1. 후쿠시마 사고는 「마지막」 이 아니고 「최악」 이 아니다

- 일본은 지진대국/ 와카사만의 활단층/ 츠루가 원전 직하 활단층/ 한국은?
- 예상 외/ 피난구역/ SPEEDI 시뮬레이션
- 요시다 소장 「죽는줄 알았다」 / 원자력안전 보안원 직원 전원 피난/ 간(前)수상의 「3,000 만인 피난 가능성」 / 수증기 폭발/ 핵폭발/ Level 7 or 8?
- 지진 없다는 한국에서 큰 지진이 늘어나고 있다 Nikkei Business Online 2010/12/24
- 대사고는 예상 외 → 피난 늦어.

2. 후쿠시마 원전 사고의 피해

표 3: 후쿠시마 제 1 원전 사고의 피해보상 추정액(단위: 억엔)

구분	일과성	첫년도	2년째	3년째	4년째	5년째	계
(1)정부의 피난 등의 지시	5,775	7,372	6,098	3,049	3,049	3,049	28,392
(2)정부의 항행금지 등	추산 불가						0
(3)농림수산물 출하제한	「소문 피해」에 포함해서 계산됨						0
(4)그 외의 정부지시	추산 불가						0
(5)소문에 의한 피해	13,039	0	0	0	0	0	13,039
(6)간접피해	7,370	2,874	2,874	1,437	1,437	1,437	17,429
(7)방사선피폭에 의한 피해	손해액을 0으로 계산						0
(8)지방공동단체 등	추산 불가						0
계	26,184	10,246	8,972	4,486	4,486	4,486	58,860

출처: 도쿄전력에 관한 경영·재무조사위원회의 보고서(2011)에 기반한 계산

주의: 단, 원래의 보고서에는 첫년도와 2년째 이후의 구별밖에 없고, 5년째까지의 연장 및 3~5년째의 배상액을 2로 나누는 계산은, 오오시마·요케모토(2012)에 의한 표 2에 대응하도록, 필자가 별도로 계산함.

그림 1 피난 구역 약도



아사히신문 2011년 6월 6일

그림 2 정부의 SPEEDI에 의한 시뮬레이션



아사히신문 2011년 3월 24일

3. 경제적 피해 시뮬레이션

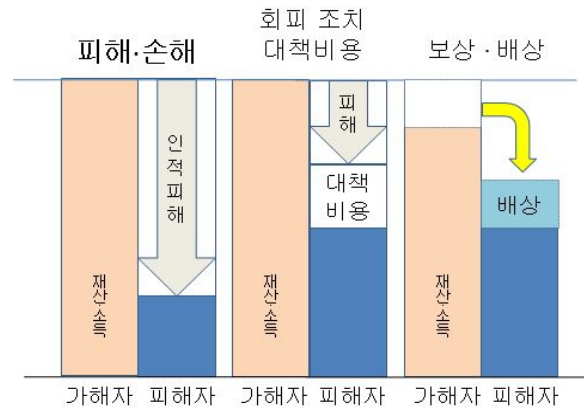
외국의 경우

- 미국- AEC : WASH-740(1957년), NRC: WASH-1400 (1975년), NUREG-1150 (1984년)등
- 독일- Hohmeyer 등
- 일본- 1960년, 과학기술청/원자력산업회의의“3.7 조엔의 피해” → 비밀
- 세오 타케시씨 (瀬尾健, 日本・京都大学原子炉実験所, 故人)의 SEO CODE
→ 인적 피해 분석 ** SEO CODE는 WASH-1400에 기초를 두어 제작
- SEO 코드: 교토 대학 원자로실험실·세오 타케시씨가 1990년경에 개발한 프로그램의 닉네임. 미국의 라스뮷센보고(WASH-1400)의 피해평가 코드(확률론적 안전평가-PSA가 아님)의 개념을 적용, 전문가가 아니라도 PC로 용이하게 재현할 수 있도록 했다. 지금까지 일본 전국의 원전과 대만의 원전사고의 피해평가에도 이용되어 왔다.

朴勝俊의 경제적 피해 시뮬레이션

- 한겨레신문 2003/10/27 “일본 원전사고 시 40만명 희생 460조엔 피해”
- 일본의 오오이원전, SEO 코드에 기초를 두는 사고 예상, 방사성 물질방출량, 독자적인 피해액수 계산
- 방사성 물질 방출량→기존의 사고 시나리오(PWR2 등)→방출량·풍향→거리와 오염, 피폭 →바람이 부는 쪽 지자체에서 급성사망과 만발성장애 발생(바람 영향 미치지 않는 지역에는 피해는 없음)
- * 식품 오염에 의한 「내부피폭」은 계산 복잡하기 때문 고려하지 않음.

- 논점 1:** 확률론적안전평가(PSA)의 타당성 → 예상 내의 사고의 확률밖에 계산할 수 없다
- 논점 2:** 배상 금액은 피해액수가 아니다.
·대책비용은 손해를 회피·억제하는 비용.
·배상은 피해와 대책비용의 일부를 가해자에게 부담시키는 조치.



한국에 적용한 경제적 피해 시뮬레이션

- 朴(2005)의 기법을 한국의 원전에 적용: 입수가 가능한 데이터로 제약.
- 대사고: 후쿠시마(福島) 원전사고와 같은 정도의 방사성 물질 방출량에 상당함(PWR4형 사고)
- 거대사고: 체르노빌 원전사고와 같은 정도의 방사성 물질 방출량에 상당함(PWR2형 사고)

영광 대사고(내각 27.5도) 영광거대사고(내각 15.2度) 고리대사고(내각 27.5도) 고리거대사고 (내각 15.2도)

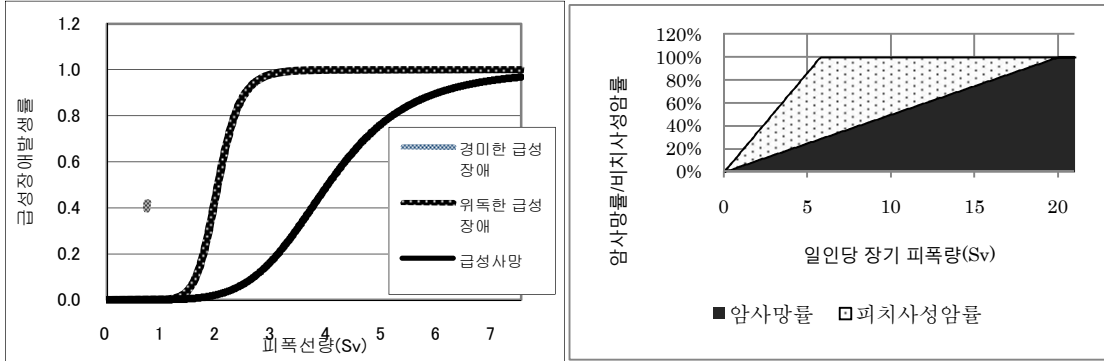


표 14 한국의 인명피해의 개념표

인적피해	단가(가정)	인적피해	단가(가정)
경미한 급성장애	30만원/명	비 치사성 암	962.2만원/명
위독한 급성장애	234.4만원/명	암 사망	4.5억원/명
급성사망	16.3억원/명	유전적 장애	330.4만원/명

표 5 피해의 개념표 (물적손해)

물적손해	개요
농업금지에 의한 소득 손실	지자체의 농림업 부가가치액수×0.65×10
어업정지에 의한 손해	전북·전남 또는 경남의 연·근해 및 양식 어업의 연간 부가가치액수 전북 677 억원, 전남 7,087 억원, 경남 4,415 억원
피난에 드는 비용	350 만원/사람
인적자본의 소득 손실	지자체의 총생산액(GRDP)×0.6×0.3×10
물적자본의 소득 손실	지자체의 총생산액(GRDP)×0.3×10



만발성장애는 ICRP(1990)에 근거하고, 1 만명 Sv 당 암사망 500 명, 암발생 건수 1735, 유전 장애 100 이라고 설정. ICRP(1990)은 과소평가라는 논의도 있다(ECRR, Goffman 등. 세오 등은 암사망 4000 [명 /만명 Sv] 적용).

표 7 계산시나리오의 개념표

(1) 대사고 (PWR4)	(a)영광: 서울방향의 바람(15 도)	(1-a-A) 피난조치를 실시하지 않는 경우 (1-a-B) 피난조치를 실시하는 경우(26km)
	(b)영광: 광주방향의 바람(120 도)	(1-b-A) 피난조치를 실시하지 않는 경우 (1-b-B) 피난조치를 실시하는 경우(26km)
	(c)고리: 부산방향의 바람(225 도)	(1-c-A) 피난조치를 실시하지 않는 경우 (1-c-B) 부산시내 직전인 기장읍까지 피난할 경우(19km) (1-c-C) 부산까지 피난할 경우(38km)
(2) 거대사고 (PWR2)	(a)영광: 서울방향의 바람(15 도)	(2-a-A) 피난조치를 실시하지 않는 경우 (2-a-B) 피난조치를 실시하는 경우(197km)
	(b)영광: 광주방향의 바람(120 도)	(2-b-A) 피난조치를 실시하지 않는 경우 (2-b-B) 피난조치를 실시하는 경우(197km)
	(c)고리: 부산방향의 바람(225 도)	(2-c-A) 피난조치를 실시하지 않는 경우 (2-c-B) 부산시내 직전인 기장읍까지 피난할 경우(19km) (2-c-C) 부산까지 피난할 경우(146km)

거대사고 암사망 및 암발생 확률

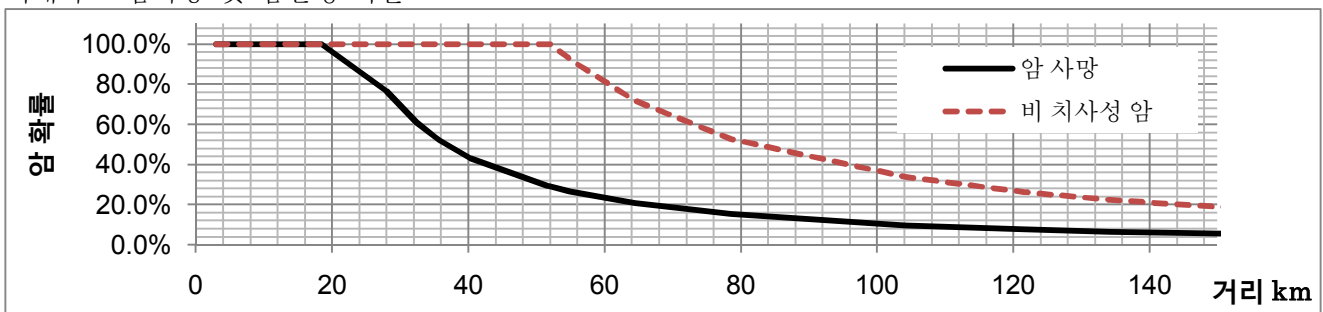


표 6 피난 범위 및 농업금지 범위

		피난범위 (바람부는 방향)		농업금지범위 (바람부는 방향)	
		대사고	거대사고	대사고	거대사고
영광	90 만 kW	26km	197km	102km	633km
고리	55.6 만 kW	19km	146km	74km	495km

※피난 기준은 구 소련의 피난기준(40 만퀴리/km², 148 만 Bq/m²), 일본의 잠정기준은 20mSv/년, 피난기간은 50 년. 5 퀴리/km²(18.5 만 Bq/m²) 이상 오염지역은 10 년간에 걸쳐 농업금지로 설정

표 8 인명피해(명) 영광원전사고의 경우

	피난범위	집단피폭 (만명 Sv)	급성사망	위독한 급성장애	경미한 급성장애	암 사망	치유 암	유전장애
1-a-A	-	65.7	0	0	0	32,837	81,114	6563
1-a-B	-		피난이 필요한 지역이 없기 때문에 이 경우는 생략한다.					
1-b-A	-	74.0	5,784	1,905	1,388	28,708	66,217	5,869
1-b-B	26km	55.3	1,719	5,892	160	27,247	67,316	5,438
2-a-A	-	1,101.4	0	0	35	550,692	1,360,248	110,113
2-a-B	197km	945.5	0	0	4	472,737	1,167,697	94,524
2-b-A	-	1,249.6	12,228	4,332	149,569	396,938	940,243	79,675
2-b-B	197km	145.4	10,673	2,365	29,871	45,560	112,396	9,106

표 9 경제적 피해 (할인율 0%의 경우, 억원)

	급성장애	만발성 장애	피난·이주 비용	농업손해	어업손해	인적자본 소득손실	물적자본 소득손실	합계
1-a-A	0	155,789	0	9,914	7,764	0	0	173,467
1-a-B								
1-b-A	94,328	135,751	0	8,918	7,764	0	0	246,761
1-b-B	28,158	129,268	594	7,242	7,764	6778	56,486	236,290
2-a-A	0	2,612,626	0	45,358	7,764	0	0	2,665,748
2-a-B	0	2,242,791	56,608	23,493	7,764	816,886	1,361,477	4,509,019
2-b-A	199,823	1,879,301	0	13,097	7,764	0	0	2,099,985
2-b-B	174,086	216,131	68425	0	7,764	707,552	1,179,254	2,353,212

표 11 인명피해(명) 고리원전사고

	피난범위	집단피폭 (만명 Sv)	급성사망	위독한 급성장애	경미한 급성장애	암 사망	치유 암	유전장애
1-c-A	-	146.8	0	0	628	73,400	181,317	14,672
1-c-B	19km	136.5	0	0	21	68,233	168,555	13,639
1-c-C	38km	27.8	0	0	21	13,874	34,282	2,768
2-c-A	-	1,927.4	47,586	19,123	1,374,285	849,043	1,125,278	172,682
2-c-B	19km	1,720.9	17,473	47,965	1,375,555	850,579	1,153,855	170,111
2-c-C	146km	269.8	16,402	44,182	788,774	125,711	297,491	25,142

표 12 경제적 피해(할인율 0%의 경우, 억원)

	급성장애	만발성장애	피난·이주 비용	농업 손해	어업손해	인적자본 소득손실	물적자본 소득손실	합계
1-c-A	2	330,296	0	845	4,415	0	0	335,558
1-c-B	0	323,713	2,155	659	4,415	15,228	25,379	371,549
1-c-C	0	65,823	101,384	0	4,415	817,376	1,362,293	2,351,291
2-c-A	780,223	3,934,673	0	859	4,415	0	0	4,720,170
2-c-B	290,061	3,944,250	2,155	673	4,415	15,228	126,897	4,383,679
2-c-C	270,755	595,157	68,905	14	4,415	572,237	4,768,639	6,280,122

시사점

- (1) 독일이나 일본의 기존 연구에 비해, 한국(고리원전, 부산)쪽이 대도시가 가까워 인명피해가 더 크다.
- (2) 독일이나 일본의 기존 연구에 비해, 한국의 통계적 생명가치(VSL)가 낮기 때문에 피해자수가 비슷하지만 피해금액이 더 낮다.
- (3) 원자력 발전소로부터 근거리(몇십킬로)에서는 피난조치에 의해 급성사망과 암사망을 대폭 억제할 수

있다. 그럼에도 불구하고 VSL 이 낮기 때문에 이번 분석에서는 계산상으로 피난조치가 경제적으로 타당하지 않다는 결과가 나왔다. 그러나 인명 보호를 우선해야 한다.