

전략연구 2013-14

충남의 발전관련 시설에 의한 환경 및 경제적 피해 분석

- 화력발전소를 중심으로 -

이인희·오혜정

발 간 사

최근 우리나라에서는 전력생산과 송전에 관한 갈등이 표출되고 있다. 이러한 갈등은 지난 산업화 시대이래 잠재되어 있었던 갈등의 요인이 우리 사회가 발전함에 따라 표출된 것이라 할 수 있다. 전력문제와 관련해서는 지금까지 지방의 피해를 담보로 대도시의 편리함과 풍요로움이 이루어졌지만, 정부는 이러한 사실을 직시하지 않고 전체 사회를 위한 희생을 지방에 요구하고 있다. 이러한 예는 전력의 공급지와 원격으로 떨어진 수요지의 전력가격이 같다는 데에서도 찾을 수 있다.

충남에는 보령(8기), 서천(2기), 당진(8기), 태안(8기) 등 4개 발전소에서 총 26기가 가동 중에 있다. 충남은 화력발전소는 전국 화력발전량의 40%에 달하는 전력을 생산하여 그 중 60% 이상을 대도시 지역에 공급하고 있다. 향후 7기의 대규모 발전터빈이 충남에 신설될 예정이어서 현재도 심각한 환경오염은 더욱 심화될 것으로 예상된다.

충남 내 화력발전소가 야기한 환경 피해는 대기오염물질의 배출로 인한 건강상의 피해, 공유수면 매립으로 인한 갯벌 및 어장 잠식과 어족자원 감소, 발전온배수에 의한 해양생태계 및 수산업의 피해가 주를 이룬다.

충남은 과도하게 입지한 화력 발전소로 인해 환경 피해가 누적되어 왔지만, 화력발전소에 의한 환경 피해는 원자력 발전소에 비해 관심이 없어서, 화력발전소와 송전선로에 의한 환경피해 및 경제적 피해와 관련한 연구는 미미한 상태이다. 본 전략과제 연구는 충남에 입지한 화력발전소를 중심으로 발전소 및 송전선로 등으로 인한 환경 및 경제적 피해를 분석함으로써 우리나라가 대규모 발전과 원격 공급 중심의 중앙집중형 에너지 시스템과 정책에서 분산형 에너지 시스템과 정책으로 전환하는 데 기여를 할 수 있기를 바란다.

2013년 12월 31일
충남발전연구원장 강 현 수

연구 요약

충남의 발전소 총 설비용량은 15,891MW이며, 화력발전소의 설비용량은 15,252MW(전국 49.3%)로 과도하게 많은 화력발전소가 입지하고 있기 때문에 대기오염 피해 및 온배수로 인한 해양 피해를 입고 있다. 화력 발전소가 배출하는 대기오염물질의 평균 농도는 분진의 경우 2000년대의 대부분 허용 기준치를 상회하였다. 충남의 화력발전소는 2010 년 기준 총 111,021 톤의 대기오염 물질을 배출하여 우리나라 광역시·도 중 가장 많으며, 이러한 대기오염 물질 배출에 의한 사회적 비용은 2010년 기준 7,712 억 원으로 우리나라의 총 사회적 비용의 37.5%를 차지한다. 발전 온배수는 주변 해수온 상승을 야기하여 플랑크톤의 감소, 김, 미역 등 해조류의 생장 저해, 저서생물의 종 감소, 생물상의 변화 등 심각한 피해를 입힌다. 송전설비에 의한 지가하락 등 주민들의 경제적 피해에 대한 합리적인 보상이 이루어져야 하며, 전자파의 리스크는 그 본질과 심각성에 비추어 사전예방적으로 다루어져야 할 것이다. 이후 여러 대안적 수단들을 검토하여 법제도적 절차로 도입하여야 할 것으로 판단된다.

화력발전소는 대기오염물질과 발전 온배수를 연중 끊임없이 배출하는 오염원이기 때문에 이에 대한 정밀 연구와 조사를 통해 심각성을 알려야 할 필요가 있다. 충남도 등 자치단체 역시 중앙정부의 화력발전 증설계획에 대한 모니터링을 통해 관련 정보를 숙지하여야 하며 이를 토대로 지역의 환경지속성을 담보할 수 있는 합리적인 대책을 세울 필요가 있다. 또한 단기적·장기적인 환경피해 해소를 위해 관련 연구 및 방안 마련에 과감히 투자해야 할 필요가 있다. 발전소 건설은 중앙 위주로 이루어져 지방정부의 권한이 사실상 전무하다. 화력발전소 인·허가를 비롯 단속권 등 행정권한이 자치단체로 넘어 올수 있도록 관련 법률 및 조례를 제정하여야 할 필요가 있다. 대기오염물질이 허용기준치 이상으로 초과배출되고 있기 때문에 이에 대한 충남도의 적극적인 대처가 필요하다. 현재 개정된 『대기환경보전법』에서는 시·도지사가 오염물질의 배출을 허용기준 이하로 내려가도록 개선명령을 내릴 수 있는 권한이 부여되었고, 개선명령을 이행하지 않는 경우 조업정지 명령 등을 내릴 수 있도록 되어 있다. 그러나 발전설비 등 오염물질 배출시설의 조업정지가 주민의 생활, 국민경제, 공익에 현저한 지장을 줄 우려가 있을 경우 2억 원 이하의 과징금으로 조업정지처분을 갈음할 수 있도록 하였다. 다만 방지

시설을 설치하여야 하는 자가 방지시설을 설치하지 아니하고 배출시설을 가동한 경우, 30일 이상의 조업정지처분을 받아야 하는 경우, 개선명령을 이행하지 아니한 경우에는 조업정지처분을 갈음하여 과징금을 부과할 수 없도록 하였다. 따라서 충남도는 발전소의 오염물질 배출을 면밀히 모니터링하여 허용기준치를 넘는 오염물질 초과배출에 대해 개선명령을 내리고, 개선 명령을 이행하지 않는 경우 법령에 따라 조업정지 등을 명령할 필요가 있다.

해당 지역 주민들의 동의 이후에 발전소 및 송·변전 시설의 설비가 이루어지도록 제도적 개선이 이루어져야 한다. 또한, 산업통상자원부 장관 승인만 있으면 사업자가 19개 인·허가권과 토지강제수용권까지 갖게 되는 비민주적이며 비합리적인 『전원개발촉진법』을 전면 개정할 필요가 있다. 이와 관련하여 송전설비와 관련한 갈등의 해결을 위한 제도적 법적 근거를 제시하고 송전선로 등 전력설비 건설 사업에 대한 전면적인 재검토가 필요하다. 지역주민의 의견을 송전선로 건설 사업에 반영되도록 법과 제도를 개선해야 하며, 지목별 지가 하락에 의한 피해 및 주민 건강 피해 실태에 대한 조사 등 충남 도 차원의 송전탑 피해 실태에 대한 정밀 조사가 필요하다. 궁극적으로는 분산형 에너지 시스템으로의 전환이 필요하다. 대규모 발전과 공급 중심의 중앙집중형 에너지 시스템과 정책에서 지역형 에너지 보급과 수요관리 중심의 분산형 에너지 시스템으로 전환하여야 한다.

화력발전소의 온배수와 관련하여서는 발전 온배수 관리를 강화하여야 하며, 온배수로 인해 피해를 입는 김, 미역 등 양식장의 피해 원인 규명을 위한 장기적인 모니터링과 연구를 수행하여야 한다. 충남도는 온배수 허용온도, 냉각수 취수허가제, 온배수 배출 및 확산구역 사용허가제, 온배수 취·배수방식의 변환 등 발전온배수 관리를 강화하여야 한다. 또한 온배수에 의한 열 부하량의 총량을 방류 해역이 온배수를 수용할 수 있는 환경용량 범위 내로 규제하여 해양 생태계의 피해를 줄여야 한다.

화력발전소의 환경피해에 대한 연구 및 관리방안 마련을 위한 관련 조례 제정을 위한 노력이 필요하다. 충남의 환경용량에 적정한 화력발전소가 입지되어 있는지, 화력발전소 증설에 따른 오염물질 농도변화 예측과 지역에 미치는 영향 등에 대한 장기적인 연구가 필요하다. 서울과 울산, 광주 등 대기환경보전 조례 등을 별도로 제정해 운영하고 있는 지자체를 벤치마킹하여 충남도에도 화력발전소 관련 대기환경보전 및 해양생태계 보호를 위한 조례를 제정할 필요가 있다.

목 차

- I. 서론 1
 - 1. 연구의 배경 1
 - 2. 연구의 목적 및 연구방법 5
 - 가. 연구의 목적 5
 - 나. 연구방법 5
- II. 선행연구 고찰 7
 - 1. 화력발전소 오염물질의 사회적비용 추정 관련 연구 7
 - 2. 화력발전소 온배수에 의한 해양생태계 피해 연구 10
 - 가. 식물 플랑크톤 10
 - 나. 동물 플랑크톤 10
 - 다. 해조류 11
 - 라. 저서동물 11
- III. 충남 화력발전소의 오염물질 배출 및 피해 분석 13
 - 1. 충남 화력발전소 현황 13
 - 2. 충남 화력발전소의 온실가스 배출 15
 - 3. 화력발전소의 대기오염 물질 배출 17
 - 가. 대기오염 물질 배출 농도 17
 - 나. 대기오염 물질 배출량 19
 - A. 화력발전소의 대기오염물질 배출 현황 19
 - B. 화력발전소 초과배출 22
 - 4. 화력발전소 배출 오염물질에 의한 사회적 비용 25
 - 가. 충남 및 전국 광역시도의 사회적 비용 추정(2010년 기준) 25
 - 나. 충남의 대기오염에 의한 사회적 비용의 추이 30
 - 5. 화력발전소 주변지역 주민이 체감하는 피해 33

- IV. 발전온배수에 의한 피해 분석 37
 - 1. 충남의 발전 온배수 배출 실태 37
 - 2. 온배수에 의한 해양생태계 피해 38
 - 가. 취수 시설물에 의한 피해 39
 - 나. 냉각계통에서의 피해 40
 - A. 식물 플랑크톤 40
 - B. 동물 플랑크톤 41
 - C. 저서동물 41
 - 다. 온배수 확산구역에서의 영향 41
 - A. 식물 플랑크톤 42
 - B. 동물 플랑크톤 42
 - C. 해조류 43
 - D. 저서동물 44
 - E. 어류 45
 - 3. 화력 발전소 주변 지역주민이 체감하는 해양 피해 45
- V. 송전선로에 의한 피해 및 RPS 문제점 48
 - 1. 송전선로에 의한 피해 48
 - 가. 송전선로와 송전탑 현황 48
 - A. 우리나라 48
 - B. 충남의 현황 51
 - 나. 송전선로에 의한 피해 53
 - A. 송전설비에 의한 피해 개요 53
 - B. 송전설비에 의한 전자파 피해 58
 - C. 송전설비에 의한 지가하락 등 경제적 피해 60
 - D. 피해 보상제도의 문제점 62
 - E. 전자파 규제의 필요성 63
 - 2. RPS 사업의 문제점 64
 - 가. RPS 사업 현황 64
 - 나. RPS 사업의 문제점 67

VI. 결론 및 정책 제언	69
1. 요약 및 결론	69
2. 정책 제언	70
가. 화력발전소의 대기오염물질 관련	71
나. 발전 온배수 관련	71
다. 송전설비 관련	73

표 목 차

<표 1> 우리나라의 발전원별 발전	1
<표 2> 화력발전의 발전원별 대기오염가스 배출량	2
<표 3> 전국 발전소 현황(2013)	13
<표 4> 충남의 화력발전소 현황(설비용량)	13
<표 5> 우리나라의 지역별 발전량 (2011년)	14
<표 6> 충남의 지역별 발전소 현황(설비용량)	14
<표 7> 충남의 화력발전소 증설 계획	15
<표 8> 충남 화력발전소의 온실가스 배출	16
<표 9> 충남화력발전소의 CO2 배출의 사회적 비용	16
<표 10> 충남 발전소 배출 대기오염 물질 연도별 평균 농도 아노말리	18
<표 11> 충남 내 발전소 배출 오염물질 연평균 농도 아노말리 (2012)	18
<표 12> 우리나라의 화력발전에 따른 오염물질 배출량 (2010년)	20
<표 13> 충남 발전소별 대기오염물질 배출량 (2010)	22
<표 14> 충남 내 화력발전소의 초과배출금 부과내역 (2008-2012)	23
<표 15> 지역별·오염물질별 사회적 비용 (2010년)	26
<표 16> AEA에 의한 유럽 25개국 대기오염물질에 의한 사회적 비용 추정치	27
<표 17> AEA의 연구에서 분석대상에 제외된 대기오염물질의 영향분야	29
<표 18> 충남의 연도별, 오염물질 배출량과 사회적비용	32
<표 19> 충남 발전소별 사회적 비용 (2010)	33
<표 20> 충남의 화력발전소의 발전용량과 온배수 배출량(2010년)	37
<표 21> 전국 발전소별 발전용량 및 온배수 배출량(2010)	38
<표 22> 냉각계통에 연행된 식물 플랑크톤의 기초 생산력 감소량	40
<표 23> 우리나라 송전선로 현황	48
<표 24> 전국 광역지자체별 송전선로 현황	49
<표 25> 전국 광역지자체 별 송전탑 현황	50
<표 26> 충남의 송전선로 현황 (2013.9.30 기준)	51
<표 27> 충남의 시군별 송전선로 현황	52
<표 28> 충남의 시군별 송전탑 현황	53

<표 29> 송전선로 주변지역의 지가하락	61
<표 30> 충남의 송전선로 최소피해액 추정	61
<표 31> 송전설비 보상	62
<표 32> 한국서부발전의 RPS 사업 현황	65
<표 33> 한국동서발전의 RPS 사업현황	65
<표 34> 중부발전의 RPS 사업 현황	66
<표 35> GS EPS의 RPS 사업 현황	67
<표 36> 발전회사의 RPS 사업과 충남 내 RPS 사업 비교	68

그림 목 차

<그림 1> impact pathway approach	8
<그림 2> 충남 발전소 배출 대기오염 물질 평균 농도 아노말리	17
<그림 3> 충남 화력발전소별 연평균 배출가스 농도 아노말리	19
<그림 4> 지역별 화력발전소 대기오염물질 배출량(2010)	21
<그림 5> 광역시도별 화력발전에 의한 사회적 비용	30
<그림 6> 충남의 연도별 대기오염물질에 의한 사회적 비용	31
<그림 7> 고리원전 배수구부근 미역과 인근해안의 미역의 업체 비교	44
<그림 8> 충남 내 송전선로 및 변전소 분포	52
<그림 9> 송전설비 설치를 위한 논의 과정	57

I. 서론

1. 연구의 배경

우리나라의 화력발전¹⁾은 2012년 현재 우리나라 전체 발전량의 64.1%를 점유하고 있으며, 수력이나 원자력발전 시설에 비해 환경오염물질을 더 많이 배출한다. 이는 화력발전이 다른 발전시설보다 상대적으로 더 많은 사회적 비용을 발생 시키는 것을 의미한다.

〈표 1〉 우리나라의 발전원별 발전 (단위: MWh)

발전원	2012	%	2011	%
수력	7,652,301	1.5	7,830,652	1.6
기력	216,336,004	42.5	211,204,803	42.5
복합화력	110,881,933	21.8	101,479,384	20.4
원자력	150,327,294	29.5	154,723,106	31.1
집단	12,912,737	2.5	12,429,067	2.5
기타	11,464,060	2.2	9,226,354	1.9
총계	509,574,329	100.0	496,893,366	100.0

화력 발전은 대기와 물 환경에 막대한 위해를 끼치는데, 황산화물(SOx), 질소산화물(NOx), 미세먼지(PM2.5, PM10)와 같은 대기오염 물질을 대량 배출한다. 또한 발전소의 냉각수로 사용된 후 바다에 배출되는 발전 온배수는 연안해역의 해양 생태계를 훼손하며, 수산자원을 감소시킨다.

북미자유무역협정(North American Free Trade Agreement, NAFTA) 하에서 창립된 CEC의 8회 연례 조사환경 협력 위원회(Commission for Environmental Cooperation, CEC)의 자료에 따르면 미국과 캐나다에서 석탄, 석유 발전소가 대기오염의 주 오염원인

¹ 여기에서 화력발전은 기력과 복합화력을 칭함

것으로 나타났다²⁾.

석탄, 석유, 또는 가스와 같은 화석연료를 이용하는 화력발전은 산성비의 원인이 되는 황산화물이나 질소산화물 외에 주요 온실가스 물질인 이산화탄소를 대량 방출한다. 오근배(2002)의 연구에 따르면, 1,000MW급 석탄 화력발전소를 운영 시 연간 황산화물 5,900톤, 질소산화물 9,000톤, 먼지 700톤을 발생시킨다.

〈표 2〉 화력발전의 발전원별 대기오염가스 배출량 (단위: 톤)

	황산화물	질소산화물	먼지	이산화탄소
석탄발전소	5,900	9,000	700	600만
석유발전소	5,700	8,500	100	500만
가스복합발전소	30	6,000	10	330만

출처: 오근배 2002

화력발전소가 밀집되어 있는 충남은 이러한 화력발전소의 대기오염 물질 배출에 대한 주기적인 성능진단 시행과 철저한 감시 시스템을 운영하여야 할 필요가 있다. 또한 화력발전소에서 배출하는 환경오염유발 대기오염물질을 줄일 수 있는 환경설비를 확충하여야 한다.

충남에는 보령(8기), 서천(2기), 당진(8기), 태안(8기) 등 4개 발전소에서 총 26기가 가동 중에 있다. 이러한 충남 내 입지한 화력발전소는 기수 기준으로 전국 화력발전의 18%를 차지하고, 발전량 기준으로는 40%에 달하여 다른 지역에 비해 충남에 과도하게 많은 화력발전소가 입지하고 있다.

또한 충남 내 발전소의 신설(신보령 1·2호기, 태안 9·10호기, 동부제철 화력발전소, 서천화력)이 계획되거나 건설 중에 있어서 현재도 심각한 대기오염과 발전 온배수로 인한 해양생태계의 피해는 심화될 것으로 예상된다.

현재 지역갈등을 야기하고 있는 충남 내 화력발전소의 환경 피해는 공유수면 매립으로

² 발전소는 2001년 산업 대기 배출량의 거의 반을 차지하는 것으로 나타났으며, 50개의 주요 오염원 중 46개가 석탄, 석유 발전소인 것으로 나타났다. 산업 시설로부터 화학 오염도를 조사한 결과 석탄과 석유를 연소시키는 발전소가 2001년도에 대기로 배출시킨 양은 전체 대기오염물질 755,502톤 중 45%에 해당하였다. 석탄을 주로 이용하는 발전소는 수은 대기 오염의 64%를 차지하는데, 수은은 석탄에서 자연적으로 배출되고, 전력 생산을 위해 화석 연료를 연소시킬 때도 배출된다.

인한 갯벌 및 어장 잠식과 어족자원 감소 등 해양 생태계의 피해, 발전소 주변 연안해역의 어선 입·출입 제한 등의 수산업 피해, 대기오염물질의 배출로 인한 주민 건강 상 피해로 나타난다. 해양생태계 및 수산업의 피해는 화력발전소의 냉각수로 사용된 후 인근 바다에 배출되는 발전 온배수에 의한 피해가 주를 이룬다. 발전 온배수는 주변 해양의 해수온 상승을 야기하여 동물플랑크톤의 감소, 해조류의 생장 저해, 저서생물의 종 감소, 생물상의 변화 등 심각한 피해를 입힌다. 특히, 인근 연안에서 양식 및 서식하는 김, 미역 등 조류의 생장을 심각하게 저해하는 것으로 연구된 바 있다.

주민들이 주장하는 화력발전의 피해는 다음과 같다. 당진 지역의 동부 그린 발전소의 건설 예정지역은 관광진흥법 상 지정된 관광지인 왜목 관광지와 현재 가동 중인 당진화력 발전소의 중간에 위치하여, 자연경관을 포함한 각종 환경 위해 요소로부터 완충 역할을 하는 지역이라는 것이다. 따라서 주민들은 발전소가 건설될 경우 인근 지역의 대기환경 기준 초과, 관광지 훼손 및 환경 위해 시설의 완충지 소멸 등 부정적인 효과 발생을 우려하고 있다. 또한 공유 수면 매립 예정지에는 마을어업 면허 및 허가·신고어업이 산재하고 있어 공유 수면 매립으로 인한 갯벌 및 어장 잠식, 해수 유통 장애 및 조류변화를 우려하고 있다. 이러한 해양 생태계 변화에 따른 어족 자원 감소와 발전 온배수로 인한 해수온 상승, 어선 입·출입 제한 등 수산업에 악영향을 끼칠 것으로 예상된다.

또한 제철소 등 기존의 산업시설에 의한 대기오염이 악화되어 있는 당진지역에 화력발전소를 추가로 건설할 경우 초대형화로 인한 대기 오염이 심화될 것으로 주민들은 우려하고 있다. 2015년 당진시에 입지한 주요 사업체의 정상 가동을 가정해 대기오염 시뮬레이션을 수행한 결과 1시간 평균 SO₂(이산화황)의 농도가 1578.7ppb로 환경기준인 150ppb를 10배 이상 초과하였으며, NO₂(이산화질소)의 농도는 884ppb로 환경기준인 100ppb를 9배가량 초과, 먼지는 과거 10년간 가을철 24시간 최고농도 발생일 기준으로 최고 4배 이상 초과, 온실 가스 배출량은 2015년 5,220만 톤에 이르는 것으로 나타났다.

보령지역의 경우, 1984년 보령화력발전소가 본격 가동을 시작하면서 발전소 주변 농경지와 인근 해변의 갯벌에 유연탄 분진, 석탄가스가 배출되었고, 또한 발전 온배수 배출로 인하여 바지락, 조개, 홍합 등 어업권(어장 및 양식장) 피해가 발생하였다. 또한 발전소 소음과 발전소에 석탄 등을 공급하는 대형트럭의 교통량 증가로 인한 피해가 발생하여 왔

으며, 발전소에서 배출되는 분진에 의해 주변지역의 농작물 피해가 발생하였다.

서천지역에는 1978년 착공 당시 군사정부시절이어서 어업권 등의 피해에 대한 충분한 보상을 받지 못한 가운데 1983년 11월 1, 2호기가 가동 중인데, 발전소에서 뿜어내는 가스 냄새와 분진에 의한 피해를 입고 있다. 또한 발전 온배수 배출로 인해 어족자원이 고갈되고 있다는 주민들은 주장한다. 또한 마량포구 동백정 인근에 화력발전소가 입지하면서 관광 이미지가 크게 실추되고 있다. 태안지역의 경우 화력발전소가 추가 증설되면서 어장 환경의 변화, 탈황·탈진 설비 미설치 등으로 인한 석탄재 피해 등 다양한 환경적 피해가 누적되고 있다 (최병학·신기원·이준건 2012).

이와 같이 충남은 과도하게 입지한 화력 발전소로 인해 환경 피해가 누적되어 왔지만, 화력발전소에 의한 환경 피해는 원자력 발전소에 비해 관심이 없었다. 따라서 발전설비에 의한 환경피해 및 경제적 피해와 관련한 연구는 미미한 상태이다. 그러나 우리 사회의 발전과 더불어 환경에 대한 관심이 고조되어 왔고, 전력의 공급과 수요의 지리적 불균형이 심화되면서 전력설비에 의한 환경 및 경제적 피해에 대한 면밀한 연구 및 논의의 필요성이 커지고 있다.

2. 연구의 목적 및 연구방법

가. 연구의 목적

본 연구의 목적은 충남에 입지한 화력발전소를 중심으로 발전설비로 인한 환경 및 경제적 피해를 분석하여 발전소 인근 지역 및 연안의 환경지속성 증대를 위한 정책적 과제를 제시하는 것이다.

연구의 주요 내용은 i) 충남에 위치한 발전소의 대기오염 물질 배출 특성 분석, ii) 충남 화력발전소 배출 대기오염에 의한 사회적 비용 산정, iii) 발전소별 온실가스 배출 실태, iv) 해양생태계의 피해 분석, v) 송전선로에 의한 피해와 발전회사의 RPS사업의 문제점 분석 등이다.

본 연구의 정책적 기여는 충남 화력발전소 입지 지역 및 인접 서해안의 지속 가능성을 제고하는 정책을 위한 기본 자료의 역할과, 발전소에 의한 경제적 피해에 관한 객관적인 자료를 제공함으로써 화력발전소 과세 (지역자원 시설세) 확대방안과 전력가격 지역 차등화에 관한 정책과제 역제안의 근거 자료를 제공함으로써 충남 도정에 기여하는 것이다.

본 연구는 다차년도 연구로서 1차년도인 2012년에는 발전온배수를 중심으로 실태와 활용방안을 연구하였으며, 2차년도인 2013년에는 화력발전소의 환경오염의 환경 및 경제적 피해 분석을 수행하였다. 향후 충남의 송전탑 관련 피해 분석에 관한 연구와, 전력 공급지와 수요시간 전력가격 차등화에 대한 기본적 방안을 제시하는 연구가 진행될 것이다.

나. 연구방법

연구 방법 및 자료 구득은 i) 발전소별 대기오염과 온실가스 배출 산정을 위해 국립환경과학원의 NEI SEMS 시스템에서 수집된 정보를 이용한 CAPSS자료와 발전소 굴뚝에서 배출되는 대기오염 물질을 24시간 실시간으로 원격 관리하는 시스템인 Clean SYS 자료³⁾

³⁾ CleanSYS는 과거 TMS관리시스템으로 불리던 대기오염물질 원격감시 시스템으로 5분 및 30분 단위로

를 이용, ii) 발전소 대기오염의 사회적비용 산정은 ExternE에 기반을 둔 AEA의 분석 결과 자료를 인용, iii) 해양생태계 피해 분석은 외부연구진의 연구결과를 이용, iv) 송전선로에 의한 피해와 RPS 문제점은 기존 문헌과 각종 신문기사 등의 자료와 주민, 관계기관의 인터뷰 자료를 이용하였다.

화력발전소에 의한 환경피해 분석은 충남의 발전소 별 배출농도 아나몰리를 분석하여 배출허용 기준치를 넘는 대기오염물질에 대한 지역별, 연도별 추세를 분석하였다. 충남의 온실가스 배출 분석은 연구자가 발전소별 연료소비를 바탕으로 한 「지자체 온실가스 배출량 산정 지침」(환경관리공단 2009)을 이용하여 충남 기후변화대응 종합계획(충청남도 2009) 수립 시 산출한 자료를 이용하여 연도별 추세를 분석하였다.

화력발전소 대기오염에 의한 사회적비용 추정은 AEA Technology Environment의 연구결과를 인용하였다. 화력발전소 대기오염에 의한 사회적비용 추정에 관한 연구결과를 집대성한 것은 ExternE (Externality of Energy, 1997)이다. ExternE의 추정 결과는 대기오염 피해 범위로 인체 피해뿐만 아니라 생산성 감소, 구조물 부식 등 다양한 요소를 고려하고 있기 때문에 화력발전이 배출하는 대기오염에 의한 사회적 비용 추정에 많이 인용되어 왔다. 하지만 이산화황(SO₂), 질소산화물(NOx), 먼지 등 3가지 대기오염 물질에 한정하고 있어 대기오염의 총 사회적 비용이 과소 추정될 수 있다는 단점이 있다. 또한 유럽 15개국으로 한정되어 있고, 국가별로 사회적 비용을 추정하고 있다.

최근 ExternE의 연구 내용 및 추정방법에 바탕을 둔 AEA Technology Environment (AEA Technology Environment 2005)의 연구는 EU 25개국과 주변 해안지역의 대기오염에 따른 사회적 비용을 산출하였다. 이 연구는 가장 최근의 연구이면서 대상 대기오염 물질을 암모니아(NH₃), 질소산화물(NOx), 초미세먼지(PM2.5), 휘발성 유기화합물(VOCs)로 확대하는 등 연구의 폭을 확대하였고⁴⁾, 먼지로 인한 사망, 오존으로 인한 사망, 건강에 관한 제반 비용, 식물에 대한 피해까지 확대하여 사회적 비용을 산출하였다.

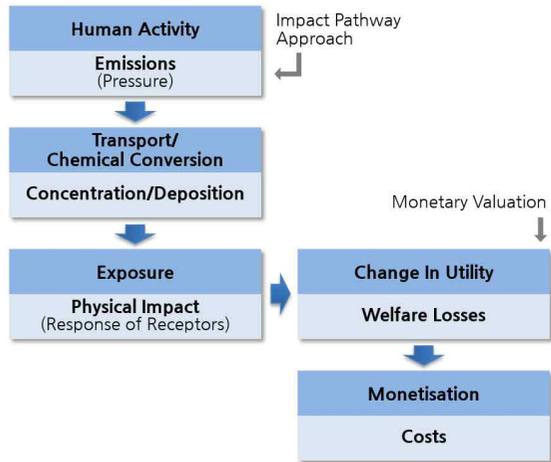
실시간 관할 행정기관으로 전송되며, 이러한 자료는 사업장의 대기오염물질 배출실태 및 부과금 산정 등 행정자료로 활용된다.

⁴⁾ 따라서 ExternE에 의한 대기오염 물질로 인한 사회적 비용 추정의 연구방법론을 보완·수정한 기존 연구Holland, M의 연구를 포함하고 있다고 할 수 있다

II. 선행연구 고찰

1. 화력발전소 오염물질의 사회적비용 추정 관련 연구

대기오염의 사회적 비용 추정에 가장 많이 이용되는 방식은 ExternE(ExternE 1995b, ExternE 1995a, ExternE 1997b, ExternE 1997c, ExternE 1997a)이며, 이후의 연구들의 대부분은 ExternE의 방법론에 기반을 두고 있다. ExternE는 EU 각국을 대상으로 대기오염에 의한 사회적 비용을 추정하였으며, 대기오염 피해 범위로 인체 피해 뿐 만 아니라 생산성 감소, 구조물물 부식 등 다양한 요소를 고려하였다. ExternE는 기본적으로 영향경로 접근 방식(impact pathway approach)을 채택하고 있다. 단점으로는 이산화황(SO₂), 질소산화물(NO_x), 미세먼지 등 3가지 물질에 한정하고 있어 대기오염의 총 사회적 비용이 과소 추정 될 수 있다는 점이다.



〈그림 1〉 impact pathway approach

대기오염물질에 의한 피해 정도는 입지에 관련되어 있어서 대기오염원에 가까울수록, 오염의 농도가 강할수록 피해가 커지는 경향을 보이지만, ExternE는 오염물질이 장거리 지역에 미치는 영향이 중요하다고 지적한다. 연구에 따르면 오염원의 50 km 이내에 오염물질의 총량의 20% 이하가 영향을 미치는(ExternE 1995a) 것으로 나타났는데, 이는 대기오염물질에 의한 총 피해가 원래 예상한 것보다 입지에 영향을 덜 받음을 의미한다.

Markandya(1998)는 온실가스 감축 정책에 대한 연구의 일부로서 주요 오염물질에 의한 환경에 영향(사회적 비용)과 더 넓게는 지속가능성에의 영향을 연구하였다. 그의 연구는 사회적 비용의 개념을 설명하고, 여러 온실가스 감축정책의 거시 경제적 영향과 대기오염물질에 의한 건강, 농작물, 시설물, 산림에의 영향 등을 산업화 국가와 개도국으로 구분하여 분석하였다. 우리나라를 포함한 49개국을 대상으로 ExternE의 추정 방법을 원용하여 피해를 분석하였는데, ExternE가 지닌 분석대상 오염물질의 한계(SO₂, NO_x, 분진)를 가지고 있고, 국가 내 지역의 구분 없이 국가 하한치와 상한치의 평균치만을 제시하였다.

Holland와 Watkiss(2002)는 AEA Technology의 part인 netcen에 의해 개발된 대기오염에 의한 사회적비용의 계산조건표(reckoner)인 BeTa(the Benefits Table database 1998)에 대한 정보를 제공하고 이를 이용하여 농업/비도시 지역(rural area) 과 도시지역을 구분하여 대기오염의 사회적 비용을 추정하였다. BeTa는 ExternE의 방법론에 기본을 두고 있지만 이산화황(SO₂), 질소산화물(NO_x), 미세먼지 이외에 대상 대기오염물질에 휘발성 유기화합물 (VOCs)을 추가하였다. 피해는 대상 대기오염물질에 의한 사망률, 질환에 미치는 영향, 이산화황에 의한 빌딩 및 다리, 철탑 등 기타 구조물에 대한 피해, 농작물의 생산량에 미치는 오존의 영향을 포함한다. 영향 분석에서 제외된 요인들은 산성물질 축적 및 질소(비료)물질 축적과 같은 비오존의 농업에의 영향, 미세먼지와 이산화질소(NO₂)에 의한 가시거리의 변화, 산림 및 담수를 포함한 생태계에 미치는 영향, 성당과 동상 등과 같은 문화유산에 미치는 영향 등이다.

기타 연구로는 ExternE를 원용하여 이산화황(SO₂), 질소산화물(NO_x), 분진에 의한 피해를 추정한 CSERGE(1993), Thayer (1994), Rowe (1995), Pearce (1996)의 연구들이 있다. CSERGE의 연구는 영국을 대상으로, Thayer의 연구는 미국 캘리포니아를 대상

으로, Rowe의 연구는 미국 뉴욕을 대상으로, Pearce의 연구는 개발도상국을 대상으로 한 것이다.

최근의 AEA Technology Environment(2005)의 연구결과는 ExternE의 방법론에 기반을 둔 것으로, EU 25개국과 주변 해안지역의 대기오염물질에 의해 발생하는 사회적 비용을 추정하였다. 이 연구는 가장 최근의 연구이면서 연구의 폭을 확대한 것으로 기존연구들을 포괄한다. 분석 대상 대기오염물질을 확대하여 암모니아(NH₃), 질소산화물(NO_x), 초미세먼지(PM_{2.5}), 휘발성 유기화합물(VOCs)에 의해 발생하는 사회적 비용을 산출하였으며, 미세 먼지로 인한 사망, 오존으로 인한 사망, 건강에 관한 제반 비용, 식물에 대한 피해까지 피해의 분석 폭을 확대하였다.

우리나라의 대기오염 물질에 의한 피해 추정에 관한 연구는 매우 미미한 수준으로 KAIST, 강만옥의 연구 등이 있다. KAIST(1998)의 연구는 기존의 연구와는 달리 5대 오염물질 모두에 대한 대기위해 지수를 국내 최초로 제시한 연구라는 의미가 있다. 이 연구에서는 기존 연구에서 고려하지 않은 일산화탄소(CO), 탄화수소(HC)까지 포함시켰고, 전문가의 설문조사를 토해 상대적인 위해지수를 도출하였다. 강만옥과 강광규 등 (2011)은 탄소세 도입 및 현행 에너지세제 개편에 관한 연구의 일부로 배출원별 대기오염의 사회적 비용과 이산화탄소 배출에 따른 사회적 비용을 추정하였다. 이들은 EU (EC Beta-Benefits Table Database, Version E1.02a)의 대기오염물질 단위당 환경비용 추정치를 사용하여 2007년 기준 6조 2,586억원의 환경비용을 산출하였다. 이산화탄소 배출에 따른 사회적비용은 Mckinsey의 Antonio Volpin 및 Cambridge Econometrics의 2008~2012년 평균 이산화탄소 배출권의 가격(톤당 25유로)를 적용하여 에너지 산업부문에서 2007년 기준 7조 4천억원의 사회적 비용이 발생하는 것으로 추정하였다. 강만옥과 이상엽 등(2012)은 에너지 가격 재편에 관한 연구의 일부로서 전력부문 오염물질에 의한 환경오염 비용을 추정하였다. 이 연구는 국립환경과학원의 전력부문 대기오염물질 배출량에 EU에서의 연구결과치를 적용하는 방법을 취하였다⁵⁾. 연구결과는 2009년 기준 총 5조 8,272억원의 환경오염비용이 발생하는 것으로 나타났다⁶⁾.

⁵⁾ 연구물에는 어떠한 EU의 연구결과치를 적용하였는지에 대한 언급은 없었지만 2011년의 연구에 사용하였던 EC BeTa의 단위당 수치를 적용한 것으로 판단된다.

⁶⁾ 대기오염물질별로는 일산화탄소(CO) 2,354억원, 질소산화물(NO_x) 8,345억원, 황산화물(SO_x) 3조

2. 화력발전소 온배수에 의한 해양생태계 피해 연구

가. 식물 플랑크톤

심재형과 여원구(1992)는 해수의 발전소 냉각계통 통과에 따른 식물플랑크톤의 변화를 생물량 및 생산력 측면에서 고찰하였는데 냉각계통 연행에 따른 플랑크톤 군집의 치사 원인을 수온변화, 냉각계통 내 부착생물 제거를 위한 화학물질 투여 및 기계적 충격 등으로 구분하였다.

나. 동물 플랑크톤

동물 플랑크톤은 해양생태계에서 에너지 및 영양염의 순환에 있어서 일차생산자와 상위 소비자를 연결하는 중요한 중간자 역할을 하며, 발전소 온배수에 의한 해양생태계 피해에 있어 중요한 지표이다.

김미향 등(2010)은 월성 원자력발전소 주변해역 동물 플랑크톤의 종 조성, 출현 개체수 및 군집구조를 파악하고 원자력발전소의 지속적인 가동이 동물플랑크톤 군집에 미치는 영향에 대한 연구를 통해 계절별로 차이는 있으나 온배수로 인해 1°C 이상 상승한 해역은 공간적으로 1.0~3.0km 범위로 제한됨을 밝혔다. 노일 등(1997)은 고리원자력발전소를 대상으로 온배수가 주변해역의 동물 플랑크톤 분포에 미치는 영향에 대한 연구를 수행하여 원자력발전소 온배수 배출구 주변의 표층수온이 다른 곳보다 6~7°C 높게 형성되었고, 수온이 높은 배수역과 1km 이내 수역에서 수온이 상승함에 따라 동물 플랑크톤의 현존량이 감소하는 양상을 보이는 것으로 보고하였다. 심재형과 여원구(1992)는 온배수 배출의 생태학적 영향에 관한 연구에서 배수구의 수온상승폭이 10°C 이상일 때 동물플랑크톤이 냉각계통을 통과하면서 95%가 치사되지만 수온상승폭이 1~6°C에 해당할 경우는 생물량과 종 다양성이 점진적으로 증진될 수 있다는 국외 연구 결과를 언급하였다.

2,655억원, 미세먼지(PM) 1조 4,747억원, 휘발성유기화합물(VOC) 168억원의 환경오염비용이 추정되었다.

다. 해조류

해양생태계의 1차생산자인 해조류는 부착생물로서 환경변화에 따라 출현종, 종 다양성 및 생물량이 달라지는 특징을 가지고 있어 생물 지표로 사용되기 때문에 발전소 온배수에 의한 해조류 피해에 관한 연구가 많이 수행되었다. 최한길(2008)은 원자력발전소의 취수구, 배수구 및 해안에 서식하는 해조류 군집을 비교함으로써 온배수가 해조류 군집변화에 미치는 영향과 배수구 해조군집을 주변 해역 해조군집과 구별하는 특징을 파악하고자 하는 연구를 수행하였다. 배수구의 해조류 출현 종 수는 취수구, 대조구와 비교할 때 각각 33%, 29%로 다른 원자력 발전소의 배수구 및 이전의 연구에 비해 출현 종 수가 현저히 낮았으며 그 원인은 대부분 온배수에 의한 영향이라 판단하였다. 김영환과 안중관(2006)은 5년간 월성 원자력 발전소 배수로에 출현하는 해조류를 중심으로 발전소 주변 해조군집의 정성적, 정량적 변화를 분석하여 온배수 방출로 인한 열 에너지 첨가가 주변 해양 생태계의 구성 양식과 안정성을 교란시킬 수 있음을 밝혔다. 또한 배수로의 해조류 다양성은 취수로 또는 대조구에 비하여 전반적으로 출현 종수가 낮다고 보고하였다. 김영환(1999)은 원자력 발전소의 건설과 가동이 주변에 분포하는 저서 해조류에 미치는 영향에 대하여 이전에 수행된 각종 자료를 다각적으로 고찰하였다. 원자력 발전소 냉각 계통의 가동에 따른 수온 상승은 고온에 적응하지 못하는 대부분의 해조류를 사멸시키거나 생장을 방해한다고 언급하며, 발전소 배수로에 인접한 지역의 해조류는 온배수의 영향을 다소 덜 받는 지역과 비교할 때 종 조성이 전반적으로 빈약하다는 연구 결과를 보고하였다. 허형택(1982)은 원자력발전소 온배수의 환경영향에 대한 연구에서 수서생태계에서 온도는 가장 중요한 환경요인이며 급작스러운 온도상승은 기초 생산력을 감소시키고 장기적으로 번식력을 저하시킨다고 보고하였다.

라. 저서동물

서인수와 문형태 등(2009)은 월성 원자력발전소 주변해역에 서식하는 대형 저서동물의 출현 종수, 생물량 및 군집구조 분석을 통해 연구해역에 출현한 대형저서동물 군집의 서식 기질, 수심 및 온배수 배출에 따른 개체수가 온배수의 영향이 적은 다른 지역과 비교하였

을 때 통계적으로 유의한 차이가 없어 기존의 다른 연구 결과와는 차이를 보였다. 김 등(2002)은 온배수에 의한 양식생물의 생산성을 파악하기 위하여 월성 원자력 발전소 온배수 확산해역의 수온변화가 예상되는 지점에 우렁쟁이 양식장을 설치하여 생장을 관찰하였다. 발전소 온배수의 유입은 인근 해역의 수온을 상승시키며, 특히 여름철 고수온기에는 자연적으로 상승된 수온을 2~3℃ 더 상승시켜 우렁쟁이의 성장 저하에 큰 영향을 미칠 수 있다고 보고하였다. 허(1982)는 연구를 통해 저서생물은 비교적 적온의 범위가 커서 1차적인 피해는 적으나 이들 대부분이 유생기에 동물부유생물기를 거치기 때문에 피해를 입게 되며 먹이생물의 감소, 용존산소량 부족으로 인해 2차적인 대량폐사를 당하는 경우도 있다고 밝혔다.

III. 충남 화력발전소의 오염물질 배출 및 피해 분석

1. 충남 화력발전소 현황

우리나라에 입지한 발전소의 총 설비용량은 83,465MW이며, 그 중 화력 발전은 30,941MW로 37%의 비중을 차지하며, 원자력은 24.8%를 차지한다.

〈표 3〉 전국 발전소 현황(2013)

원자력(MW)	화력(MW)	기타(MW)	총설비용용량(MW)
20,715.68 (24.8%)	30,941.15(37.1%)	31,808.51(38.1%)	83,465.35(100%)

자료: 전력통계정보 시스템.2013.5.3

충남의 발전소 총 설비용량은 15,891MW로 우리나라 발전소 총 설비용량의 19%를 차지하며, 화력발전소의 설비용량은 15,252MW로 전국 화력발전소의 49.3%를 차지한다.

〈표 4〉 충남의 화력발전소 현황(설비용량)

원자력(MW)	화력(MW)	기타(MW)	총설비용용량(MW)
0	15,252.3	638.45	15,890.75

자료: 전력통계정보 시스템.2013.5.3

우리나라의 총 발전량은 2011년 기준 4억9천7백만MWh이며, 그 중 충남의 발전량이 1억1천8백만MWh로 가장 많아서 우리나라 발전량의 23.8%를 담당하고 있다. 다음으로 경남이 7천만MWh, 인천이 6천9백만 MWh를 발전하여, 각각 14%와 13.9%의 비중을 차지한다. 충남 내 지역별 발전소의 설비용량을 살펴보면, 당진, 보령, 태안 화력이 각각 4,000MW의 설비용량을 가지고 있으며 다음으로 서천화력이 400MW의 설비용량을 가지고 있으며, 보령 복합화력의 경우 gas turbine 900MW, steam turbine 450MW으로 총

1,350MW의 설비용량을 가지고 있다.

〈표 5〉 우리나라의 지역별 발전량 (2011년)

지역	발전량(MWh)	%	지역	발전량(MWh)	%
서울	1,384,406	0.28	충북	1,580,100	0.32
부산	39,131,349	7.88	충남	118,040,689	23.76
대구	197,978	0.04	전북	7,181,311	1.45
인천	68,952,842	13.88	전남	69,480,708	13.98
광주	37,370	0.01	경북	71,706,038	14.42
대전	156,054	0.03	경남	69,578,814	14.00
울산	10,749,543	2.16	제주	2,877,993	0.58
경기	23,791,336	4.79	합계	496,893,366	100.00
강원	12,046,834	2.42			

자료: 전력통계정보 시스템.2013.5.3

〈표 6〉 충남의 지역별 발전소 현황(설비용량)

발전소명	설비용량(MW)	대수	총설비용량(MW)
당진	500	8	4,000.00
보령	500	8	4,000.00
태안	500	8	4,000.00
서천	200	2	400.00
대산복합GT	93.7	4	374.80
대산복합ST	91	1	91.00
보령복합GT	150	6	900.00
보령복합ST	150	3	450.00
부곡복합GT	160.96	2	321.92
부곡복합GT	174.5	2	349.00
부곡복합ST	178.83	1	178.83
부곡복합ST	184	1	184.00
도서내연		18	2.75
신재생		571	638.45

GT: gas turbine

ST: Steam turbine

자료: 전력통계정보 시스템.2013.5.3

향후 충남에는 당진 9,10호기, 신보령 1,2호기 등 6개의 화력발전소가 추가될 예정이다. 400 MW급의 당진 부곡 복합화력이 2013년 준공될 예정이며, 1,050MW급의 2기가 태안 화력에 2015년, 당진화력에 1,000MW급의 2기가 2016년, 1,000MW급의 2기가 보령에 2017년에 증설될 예정이다. 이 들 화력 발전이 계획대로 증설될 경우, 충남은 8,600MW의 설비 용량이 증가하여 총 24,490MW의 발전 설비 용량을 가지게 된다.

〈표 7〉 충남의 화력발전소 증설 계획

발전소명	설비용량	대수	준공일시	총 설비용량
당진	1000MW	2기	2016년	2000MW
보령	1000MW	2기	2017년	2000MW
태안	1050MW	2기	2015년	2100MW
부곡복합GT	400MW	1기	2013년	400MW
신서천화력	500MW	2기	2019년	1000MW
동부건설 화력발전소	550MW	2기	미정	1100MW

2. 충남 화력발전소의 온실가스 배출

충남의 화력발전소에서 발생하는 온실가스는 2000년 4천5백9십만tCO₂에서 지속적으로 증가하여 2007년 7천2백8십만tCO₂으로 증가하였다. 화력발전소 발생 온실가스의 비중은 2000년 62%에서 2001년 이후 65%로 증가하였고, 2005년 63%로 감소하였고, 2007년에는 64%를 차지한다.

충남의 화력발전소에서 배출되는 온실가스의 사회비용은 ToI(2009)의 연구 결과치를 이용하였다. ToI은 CO₂의 사회적 비용을 톤당 28.35달러로 추정하였다. 이에 2013년 평균 환율 1,095.04원을 적용하면 2000년 1조4,258억6백만원에서 2007년 2조 2,609억 9

천4백만원의 사회적 비용이 추정된다.

〈표 8〉 충남 화력발전소의 온실가스 배출

(단위: 천 tCO₂, %)

연도	발전		기타		총합계
	발전	기타	발전	기타	
2000	45,928	62	28,456	38	74,384
2001	52,034	65	28,309	35	80,343
2002	56,243	65	29,773	35	86,016
2003	57,115	65	31,044	35	88,159
2004	60,174	65	32,367	35	92,541
2005	58,935	63	34,114	37	93,049
2006	63,467	63	36,707	37	100,174
2007	72,831	64	41,037	36	113,868

〈표 9〉 충남화력발전소의 CO₂ 배출의 사회적 비용

(단위: tCO₂, 100만원)

연도	배출량	금액
2000	45,928,000	1,425,806
2001	52,034,000	1,615,363
2002	56,243,000	1,746,029
2003	57,115,000	1,773,100
2004	60,174,000	1,868,065
2005	58,935,000	1,829,601
2006	63,467,000	1,970,294
2007	72,831,000	2,260,994

3. 화력발전소의 대기오염 물질 배출

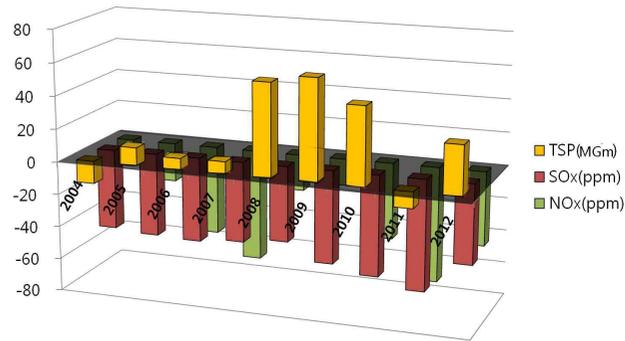
〈표 10〉 충남 발전소 배출 대기오염 물질 연도별 평균 농도 아노말리

	TSP(MGm)	SOx(ppm)	NOx(ppm)
2004	-13.61	-49.19	-16.61
2005	10.72	-51.06	-23.76
2006	6.73	-51.95	-54.40
2007	7.29	-49.54	-68.18
2008	56.28	-46.49	-21.91
2009	60.92	-57.14	-16.12
2010	47.08	-61.95	-46.71
2011	-9.78	-67.94	-70.60
2012	29.51	-48.53	-45.20

자료: 한국환경공단, CleanSYS

가. 대기오염 물질 배출 농도

충남 내 4개 발전소의 굴뚝에서 측정된 대기오염물질의 평균 농도와 허용 기준치를 비교 분석한 결과, 충남 화력발전소는 먼지(TSP)의 평균 농도가 2004년과 2011년을 제외한 모든 해에 허용기준치인 30MGm을 초과하였다. 2009년 허용기준치를 60.9MGm 초과하여 초과치가 가장 컸으며, 2012에는 29.51MGm 초과하였으며, 나머지 대기 오염물질들은 허용 기준치를 초과하지 않았다.



〈그림 2〉 충남 발전소 배출 대기오염 물질 평균 농도 아노말리

그러나 발전소별 오염물질 배출 평균 농도의 경우는 다른 결과를 보인다. 충남 내 4개 발전소의 굴뚝에서 측정된 2012년 대기오염물질의 평균 농도가 허용 기준치를 초과하는지 분석한 결과, 보령화력의 1~6호기가 먼지(TSP) 허용농도인 30MGm을 84.2MGm 초과하였으며, 질소산화물(NOx)의 허용 기준치인 150ppm을 40.1ppm 초과하였다. 당진화력의 경우도 먼지(TSP)가 허용 기준치를 29.1MGm 초과하였으며, 태안화력의 경우도 먼지(TSP) 허용기준치를 7.9MGm 초과하였다.⁷⁾

〈표 11〉 충남 내 발전소 배출 오염물질 연평균 농도 아노말리 (2012)

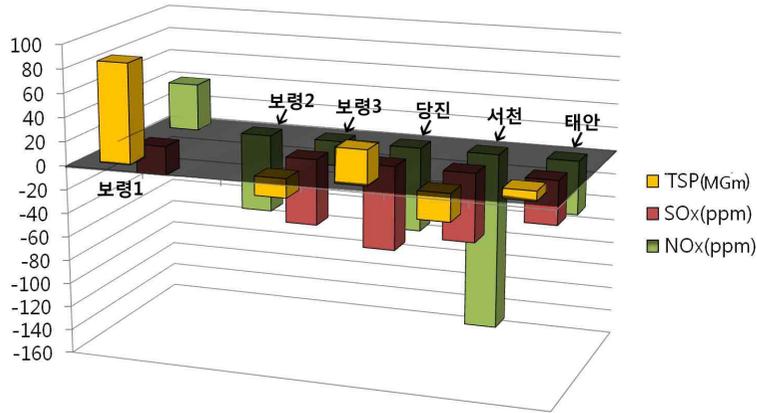
	TSP(MGm)	SOx(ppm)	NOx(ppm)	TSP(기준치)	SO2(기준치)	NOx(기준치)
보령1	84.2	-24.7	40.1	30	100	150
보령2			-67.1	20	80	100
보령3	-15.9	-55.8	-21.2	-	-	80
당진	29.1	-70.9	-72.1	30	100	150
서천	-22.9	-57.7	-150.7	40	100	350
태안	7.9	-36.8	-45.3	30	100	150

자료: 한국환경공단, CleanSYS

주. 보령1은 보령화력발전소 굴뚝 1~6호기, 보령2는 굴뚝 7~12호기, 보령3은 굴뚝 15~16호기를 의미함. 보령화력발전소의 굴뚝 13, 14호기의 배출가스는 측정되지 않으며, 7~12호기에서는 NOx만 측정됨

⁷⁾ CleanSYS의 측정항목은 TSP, SO₂, NOx, HF, HCl, NH₃, O₂ 등이지만, 보유한 데이터는 TSP, SO₂, NOx 뿐임. 측정항목과 보유한 데이터가 차이가 나는 이유는 측정항목을 연평균 데이터로 가공할 때 비오염 물질인 HF, HCl, NH₃, O₂등을 제외한 TSP, SO₂, NOx 3가지 항목만 연평균 값으로 통계자료를 만들기 때문이다.

〈표 12〉 우리나라의 화력발전소에 따른 오염물질 배출량 (2010년)
(단위: 톤)



〈그림 3〉 충남 화력발전소별 연평균 배출가스 농도 아노말리

나. 대기오염 물질 배출량

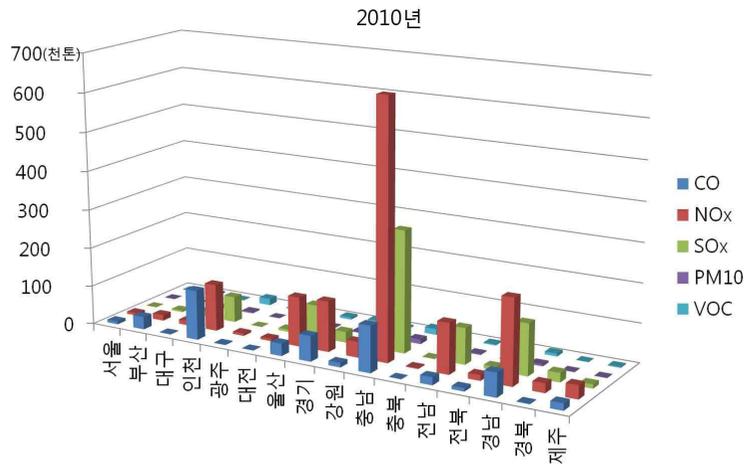
A. 화력발전소의 대기오염물질 배출 현황

화력발전은 우리나라 전체 발전량의 64.1%를 점유하며, 수력이나 원자력 발전 시설에 비해 환경오염물질을 더 많이 배출함으로써 상대적으로 더 많은 사회적 비용을 발생 시킨다. 충남은 2010년 기준 총 111,021톤의 대기오염 물질을 배출하였는데, 이는 전국의 화력 발전소에 의한 대기오염 물질 배출량⁸⁾의 37.6%를 차지하여 우리나라 광역시도 중 가장 많다. 다음으로는 경남(14.2%), 인천(11.3%)의 순이다.

⁸ 화력발전소에 의한 오염물질 배출량 분석을 위해 에너지 산업 연소에 따른 오염물질 배출량 자료를 이용하였음. 에너지 산업 연소의 대부분은 공공 발전과 소량의 민간발전 등이라는 점에서 큰 차이는 없을 것으로 판단됨

배출량	CO	NOx	SOx	PM10	VOC	합계
전국	50,630.0	153,441.0	81,588.0	2,816.0	7,067.0	295,542.0
	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
서울	744.0	640.0	5.0	12.0	100.0	1,501.0
	1.5%	0.4%	0.0%	0.4%	1.4%	0.5%
부산	3,258.0	1,471.0	414.0	83.0	441.0	5,667.0
	6.4%	1.0%	0.5%	2.9%	6.2%	1.9%
대구	149.0	1,170.0	1,206.0	20.0	24.0	2,569.0
	0.3%	0.8%	1.5%	0.7%	0.3%	0.9%
인천	12,700.0	12,028.0	6,590.0	345.0	1,689.0	33,352.0
	25.1%	7.8%	8.1%	12.3%	23.9%	11.3%
광주	163.0	634.0	1.0	4.0	22.0	824.0
	0.3%	0.4%	0.0%	0.1%	0.3%	0.3%
대전	87.0	598.0	606.0	4.0	21.0	1,316.0
	0.2%	0.4%	0.7%	0.1%	0.3%	0.4%
울산	3,158.0	12,602.0	8,293.0	162.0	570.0	24,785.0
	6.2%	8.2%	10.2%	5.8%	8.1%	8.4%
경기	6,511.0	12,876.0	2,768.0	180.0	931.0	23,266.0
	12.9%	8.4%	3.4%	6.4%	13.2%	7.9%
강원	1,133.0	3,977.0	3,827.0	60.0	332.0	9,329.0
	2.2%	2.6%	4.7%	2.1%	4.7%	3.2%
충남	11,813.0	65,436.0	31,073.0	1,163.0	1,536.0	111,021.0
	23.3%	42.6%	38.1%	41.3%	21.7%	37.6%
충북	47.0	247.0	106.0	5.0	12.0	417.0
	0.1%	0.2%	0.1%	0.2%	0.2%	0.1%
전남	2,000.0	12,871.0	9,225.0	235.0	306.0	24,637.0
	4.0%	8.4%	11.3%	8.3%	4.3%	8.3%
전북	838.0	1,431.0	935.0	30.0	111.0	3,345.0
	1.7%	0.9%	1.1%	1.1%	1.6%	1.1%
경남	6,087.0	21,646.0	13,127.0	465.0	735.0	42,060.0
	12.0%	14.1%	16.1%	16.5%	10.4%	14.2%
경북	145.0	2,394.0	2,365.0	17.0	19.0	4,940.0
	0.3%	1.6%	2.9%	0.6%	0.3%	1.7%
제주	1,797.0	3,420.0	1,047.0	31.0	218.0	6,513.0
	3.5%	2.2%	1.3%	1.1%	3.1%	2.2%

자료: 국립환경과학원, 에너지 산업 연소 오염물질 배출량



〈그림 4〉 지역별 화력발전소 대기오염물질 배출량(2010)

충남은 2010년 기준 질소산화물(NOx), 황산화물(SOx), 미세먼지(PM10)의 배출량이 우리나라에서 가장 많으며, 일산화탄소(CO), 휘발성 유기화합물(VOC)은 두 번째로 많이 배출한다.

충남의 화력발전에 의한 대기오염 물질 중 질소산화물(NOx)의 배출이 65,436톤으로 가장 많았는데 이는 전국에서 배출된 질소산화물의 42.6%에 해당한다. 황산화 물질(SOx)은 31,073톤이 배출되었으며 이는 전국 배출의 38.1%에 해당하며, 미세먼지(PM10)는 1,163톤이 배출되었는데, 이는 전국 배출의 41.3%에 해당한다.

충남도 내의 화력발전소에서 배출하는 대기오염 물질을 발전소 별로 살펴보면, 보령화력이 총 배출량 35,653톤으로 가장 많은 대기오염 물질을 배출하며, 다음은 태안화력으로 총 배출량 31,394톤이다. 대기오염 물질별로는, 보령화력이 미세먼지(PM10)와 유기 화합물(VOC)을 제외한 일산화탄소(CO) 3,342톤, 질소산화물(NOx) 20,318톤, 황산화물(SOx) 11,213톤을 배출하여 이들 3개 오염물질의 배출량이 가장 많다. 미세먼지(PM10)는 태안화력이 406톤을 배출하여 충남 내 배출의 36.1%를 차지하며, 유기 화합물(VOC)은 당진화력이 407톤을 배출하여 충남 내 배출의 31.2%를 차지한다.

〈표 13〉 충남 발전소별 대기오염물질 배출량 (2010)

(단위: 톤)

총배출량	CO	NOx	SOx	PM10	VOC	합계
충청남도	10,205.8	60,633.5	29,390.1	1,126.0	1,304.2	102,659.6
	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
보령화력	3,342.1	20,318.6	11,213.1	379.1	400.8	35,653.7
	32.7%	33.5%	38.2%	33.7%	30.7%	34.7%
서천화력	400.8	4,275.4	1,297.9	38.1	128.0	6,140.2
	3.9%	7.1%	4.4%	3.4%	9.8%	6.0%
태안화력	3,070.0	18,191.1	9,358.9	406.1	368.1	31,394.2
	30.1%	30.0%	31.8%	36.1%	28.2%	30.6%
당진화력	3,392.7	17,848.3	7,520.0	302.6	407.1	29,470.7
	33.2%	29.4%	25.6%	26.9%	31.2%	28.7%

B. 화력발전소 초과배출

우리나라의 화력발전소들은 2003~2012년 기간 기준치를 초과하는 대기오염 물질을 배출하였다. 무연탄과 증유 등을 사용해 전력을 생산하는 5대 발전사 산하 16개 화력 발전소가 200~2006년 기간 동안 352톤의 대기오염물질을 방출한 것으로 나타났다(2003~2006.6 발전소별 대기오염 배출현황자료, 한나라당 김기현의원). 중부, 서부, 남부, 동서, 남동발전 등 5대 발전회사 등이 배출허용 기준을 초과해 방출한 황산화물(SOx), 질소 산화물(NOx), 분진 등은 총 8,008회, 352톤에 이른다. 배출허용기준 초과 대기오염 물질 배출에 따라 이들 발전소에 부과된 초과부담금은 3억4천여만원이었다.

최근 2008~2012.6 기간 동서발전 등 5개 발전소에서 초과 배출된 대기오염 물질은 황산화물 109건, 미세먼지 70건, 질소산화물 135건으로 이로 인한 부과금은 19억 4,700만원에 달한다(새누리당 권은희의원, 2012.10.17, NEWSis). 남부발전이 31건(부과금 3억6천만원), 남동발전이 30건(8억), 중부발전이 1억2천만원, 동서발전이 18건(3,400만원), 서부발전이 11건(2,200만원) 기준치를 초과하는 대기오염물질을 방출하였다. 특히 남부발전은 황산화물 배출기준 초과로 8억원, 미세먼지 기준 초과로 5,600만원을 납부하여 가장 많은 금액이 부과되었다.

충남도가 자동측정기기를 통해 분석한 '도내 석탄 및 복합화력 발전소 29기에서 대기오염물질이 배출된 현황' 자료에 따르면 지난 2008년부터 지난해까지 최근 5년간 충남 내 발전소들은 2억 원의 부과금에 해당하는 먼지와 황산화물이 기준치를 초과해 배출하였다.

〈표 14〉 충남 내 화력발전소의 초과배출금 부과내역 (2008-2012)

화력발전소 초과배출부과금 부과내역 (원)				
	보령화력		당진화력	
	먼지	황산화물	먼지	황산화물
2008상반기	288,890	570,740		1,387,710
2008하반기	2,544,720	1,731,010	14,220	
2009상반기	5,698,640	346,240		8,610,960
2009하반기	87,700	92,462,900		
2010상반기		9,585,440		15,197,150
2010하반기	780	130,790	279,470	884,670
2011상반기	14,916,760			25,840
2011하반기				3,428,550
2012상반기	8,060	341,360		
2012하반기	26,040	410,000		11,717,460
	태안화력		서천화력	
	먼지	황산화물	먼지	황산화물
2008상반기		58,630		
2008하반기	431,110	170,870		186,970
2009상반기	245,090	5,800		
2009하반기		12,001,580		
2010상반기	195,570	186,340		6,640
2010하반기	1,021,020	1,610,910	38,940	468,190
2011상반기	20,690	480,390		
2011하반기		167,440		
2012상반기		7,615,390		
2012하반기	26,040	1,776,720		272,240

출처: 심규상 2013

대기오염물질 초과배출 부과금은 먼지의 경우 kg당 770원, 황산화물은 500원을 부과하는데 부과된 금액은 보령화력(1억 2,300만원), 당진화력(4300여만 원), 태안화력 (2,600만 원), 서천화력(30만 원) 순이었다. 특히 지난해 하반기에만 도내 전체 발전소에서 미세 먼지 또는 황산화물이 기준치를 초과해 1,400만 원의 초과 배출 부과금을 납부하였다.

정부는 『대기환경보전법』을 일부 개정하여 시·도지사가 오염물질의 정도가 배출허용기준 이하로 내려가도록 개선명령을 내릴 수 있는 권한을 부여하였고(제33조)⁹, 개선명령을 이행하지 않거나 이행은 하였지만 배출허용기준을 계속 초과하거나 환경상 피해가 급박할 경우 배출시설의 조업정지 명령 등을 내릴 수 있도록 하였다(제34조)¹⁰. 그렇지만 발전설비 등 오염물질 배출시설의 조업정지가 주민의 생활, 국민경제, 공익에 현저한 지장을 줄 우려가 있을 경우 대통령령으로 정하는 경우에는 2억 원 이하의 과징금으로 조업정지 처분을 갈음할 수 있도록 하였다(제37조 1항)¹¹. 다만 방지시설을 설치하여야 하는 자가 방지시설을 설치하지 아니하고 배출시설을 가동한 경우, 30일 이상의 조업정지처분을 받아야 하는 경우, 개선명령을 이행하지 아니한 경우에는 조업정지처분을 갈음하여 과징금을

⁹ 제33조(개선명령) 시·도지사는 제30조에 따른 신고를 한 후 조업 중인 배출시설에서 나오는 오염물질의 정도가 제16조나 제29조제3항에 따른 배출허용기준을 초과한다고 인정하면 대통령령으로 정하는 바에 따라 기간을 정하여 사업자(제29조제2항에 따른 공동 방지시설의 대표자를 포함한다)에게 그 오염물질의 정도가 배출허용기준 이하로 내려가도록 필요한 조치를 취할 것(이하 "개선명령"이라 한다)을 명할 수 있다.

¹⁰ 제34조(조업정지명령 등) ①시·도지사는 제33조에 따라 개선명령을 받은 자가 개선명령을 이행하지 아니하거나 기간 내에 이행은 하였으나 검사결과 제16조 또는 제29조제3항에 따른 배출허용기준을 계속 초과하면 해당 배출시설의 전부 또는 일부에 대하여 조업정지를 명할 수 있다. ②시·도지사는 대기오염으로 주민의 건강상·환경상의 피해가 급박하다고 인정하면 환경부령으로 정하는 바에 따라 즉시 그 배출시설에 대하여 조업시간의 제한이나 조업정지, 그 밖에 필요한 조치를 명할 수 있다.

¹¹ 제37조(과징금 처분) ①시·도지사는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 배출시설을 설치·운영하는 사업자에 대하여 제36조에 따라 조업정지를 명하여야 하는 경우로서 그 조업정지가 주민의 생활, 대외적인 신용·고용·물가 등 국민경제, 그 밖에 공익에 현저한 지장을 줄 우려가 있다고 인정되는 경우 등 그 밖에 대통령령으로 정하는 경우에는 조업정지처분을 갈음하여 2억원 이하의 과징금을 부과할 수 있다. 1. 「의료법」에 따른 의료기관의 배출시설 2. 사회복지시설 및 공동주택의 냉난방시설 3. 발전소의 발전 설비 4. 「집단에너지사업법」에 따른 집단에너지시설 5. 「초·중등교육법」 및 「고등교육법」에 따른 학교의 배출시설 6. 제조업의 배출시설 7. 그 밖에 대통령령으로 정하는 배출시설

② 제1항에도 불구하고 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 조업정지처분을 갈음하여 과징금을 부과할 수 없다. 1. 제26조에 따라 방지시설(제29조에 따른 공동 방지시설을 포함한다)을 설치하여야 하는 자가 방지시설을 설치하지 아니하고 배출시설을 가동한 경우 2. 제31조제1항 각 호의 금지행위를 한 경우로서 30일 이상의 조업정지처분을 받아야 하는 경우 3. 제33조에 따른 개선명령을 이행하지 아니한 경우

부과할 수 없도록 하였다(제37조 2항). 그러나 충남 내 발전소 들은 지속적으로 허용기준치를 초과하는 오염물질을 배출하고 있어서 개선명령을 이행하고 있는지 의문이다.

4. 화력발전소 배출 오염물질에 의한 사회적 비용

가. 충남 및 전국 광역시도의 사회적 비용 추정(2010년 기준)

본 연구는 유럽에서 개발되어 세계적으로 대기오염의 사회적 비용에 관한 연구에 이용되어온 ExternE(Externalities of Energy)에 기반한 AEA Technology Environment의 유럽연안지역 추정치를 원용하여 사회적 비용을 산출하였다. 이 방법은 대기오염 피해 범위로 인체 피해, 생산성 감소, 구조물 부식 등 다양한 요소를 고려한다. 화력발전소에 따른 2010년 기준 우리나라 총 사회적 한계 비용은 2조 570억 원에 이르는데, 충남의 경우, 사회적 비용은 7,712억 원으로 우리나라의 총 사회적 비용의 37.5%를 차지하여 여타 지역의 사회적 비용을 크게 상회한다. 현재 원자력발전소에 지역자원시설세로 과세되는 0.5원/kWh을 과세한다고 하여도 과세액은 1,771억 원에 불과하여 화력발전소에 의한 충남의 피해를 화폐 가격으로 나타내는 사회적 비용(7,712억원)에 크게 못 미친다.

대기오염 물질별로는 질소산화물(NOx)의 사회적 비용이 3,797억 원으로 가장 크며, 다음은 황산화 물질(SOx)의 사회적 비용이 2,704억 원이다.

〈표 15〉 지역별·오염물질별 사회적 비용 (2010년)

(단위: 백만원)

	CO	NOx	SOx	PM10	VOC	합계
전국	362,909	890,418	710,151	81,701	11,913	2,057,091
서울	5,333	3,714	44	348	169	9,607
부산	23,353	8,536	3,603	2,408	743	38,644
대구	1,068	6,790	10,497	580	40	18,975
인천	91,034	69,798	57,359	10,009	2,846	231,047
광주	1,168	3,679	9	116	37	5,009
대전	624	3,470	5,275	116	35	9,520
울산	22,637	73,129	72,182	4,700	960	173,609
경기	46,671	74,719	24,093	5,222	1,569	152,274
강원	8,121	23,079	33,310	1,741	559	66,810
충남	84,676	379,725	270,459	33,742	2,588	771,190
충북	337	1,433	923	145	20	2,858
전남	14,336	74,690	80,294	6,818	516	176,654
전북	6,007	8,304	8,138	870	187	23,507
경남	43,632	125,612	114,257	13,491	1,238	298,230
경북	1,039	13,892	20,585	493	32	36,042
제주	12,881	19,846	9,113	899	367	43,107

자료: AEA(2005)의 해안지역 평균(VSL median, VOLY median, SOMO 35) 적용

1유로=1,527원 (2013. 6.20 기준)

PM10의 데이터는 PM2.5의 데이터를 이용, CO의 데이터는 강광규(2008)의 연구 결과를 인용하였음

본연구의 대기오염물질에 의한 사회적 비용 추정의 한계는 유럽의 연구결과를 원용한 것에 있다. 하지만, 유럽연구 결과 중 충남의 화력발전소의 입지와 유사하며 사회적 비용이 적게 산출되는 VSL median과 VOLY median, 그리고 SOMO3.5를 적용한 해안지역 평균값을 준용하였다. 유럽의 대기오염 관련 분석을 수행한 CAFE에서, 사망률의 계산에 2개의 접근을 하는데 하나는 기대수명의 감축(the loss of life expectancy)에 기반을 두고 추정된 the value of a life year (VOLY)이며, 다른 하나는 대기오염물질에 노출되어

사망한 사람 수에 기반을 두어 추정된 the value of a statistical life (VSL)이다 (Holland and EMRC 2008).

〈표 16〉 AEA에 의한 유럽 25개국 대기오염물질에 의한 사회적 비용 추정치

PM mortality	VOLY median	VSL median	VOLY mean	VSL mean
O ₃ mortality Health core?	VOLY median	VOLY median	VOLY mean	VOLY mean
Health sensitivity?	Included	Included	Included	Included
Crops	Not included	Not included	Not included	Not included
O ₃ /health metric	Included	Included	Included	Included
	SOMO 35	SOMO 35	SOMO 0	SOMO 0
EU25 (excluding Cyprus) averages				
NH ₃	€11,000	€16,000	€21,000	€31,000
NOx	€4,400	€6,600	€8,200	€12,000
PM _{2.5}	€26,000	€40,000	€51,000	€75,000
SO ₂	€5,600	€8,700	€11,000	€16,000
VOCs	€950	€1,400	€2,100	€2,800
Seas averages				
NH ₃	n/a	n/a	n/a	n/a
NOx	€2,500	€3,800	€4,700	€6,900
PM _{2.5}	€13,000	€19,000	€25,000	€36,000
SO ₂	€3,700	€5,700	€7,300	€11,000
VOCs	€780	€1,100	€1,730	€2,300

출처: AEA(AEA Technology Environment 2005)

또한 고려해야 할 사항은 AEA의 연구에서 현실적으로 데이터의 수집 및 분석이 어려운 생태계에 미치는 피해 등 많은 변인들을 사회적 비용 추정에 고려하지 않았다는 것이다. AEA 연구보고서는 다음과 같이 여러 변수들에 의한 영향/피해의 누락에 따른 추정치의 과소평가 가능성과 불확실성에 대해 언급한다.

... 영향의 기능과 추정에 필요한 데이터가 없기 때문에 정량화되지 못한 영향들이 있다는 것을 잊지 말아야 한다. 표에 제공된 정보를 해석할 때 다음과 같은 사실을 염두에 두어야 한다. 정량화된 영향들은 충분히 근거가 있는(substantial) 것이며, 정량화되지 않은 여러 영향들은 무시할 수 있을 정도의 중요성을 가지고 있으며 이러한 영향들은 대기오염물질 배출에 의한 피해를 크게 증가시키지 않을 것이다.

여러 영향들의 누락은 피해의 과소평가(underestimations of damages)로 이어질 수 있고, 생략된 영향들이 정말로 중요하다 할지라도 본 연구의 결과는 대부분의 오염물질에 의한 피해를 추정하였다고 할 수 있다.

영향들의 누락(omission)은 추정의 불확실성의 전체 맥락에서 보아야 한다. 영향들의 누락은 분명히 추정치의 과소평가로 이어지겠지만, 모델의 가정과 통계적 불확실성을 포함한 불확실성은 추정결과치를 크게 할 수도 적게 할 수도 있을 것이다. ...

(AEA Technology Environment 2005)

〈표 17〉 AEA의 연구에서 분석대상에 제외된 대기오염물질의 영향분야

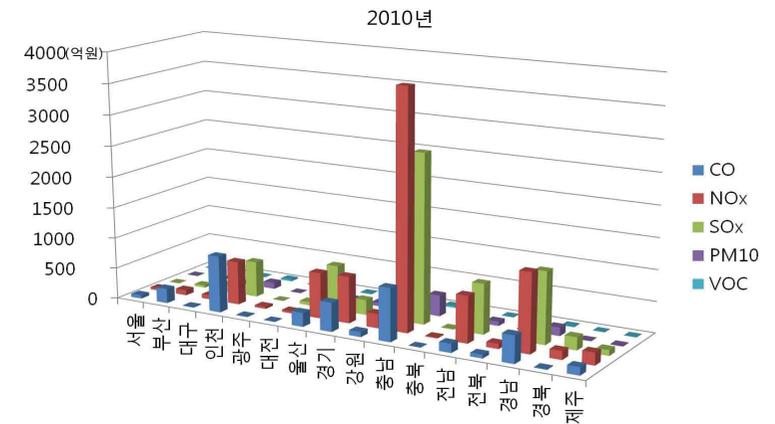
EFFECT	Comments
Health	
Ozone	
chronic - mortality	No information on possible chronic effects, suspected but not proven
chronic - morbidity	
Direct effects of SO ₂ , NO _x , VOCs	
Effects of VOCs through the formation of secondary organic particles	Not currently included in the EMEP model
Social impacts	Limited data availability
Altruistic effects	Reliable valuation data unavailable
Agricultural production	
Direct effects of SO ₂ , NO _x	Negligible according to past work
N deposition as crop fertiliser	Negligible according to past work
Visible damage to marketed produce	Locally important for some crops
Interaction between pollutants, with pests and pathogens, climate..	Exposure-response data unavailable
Acidification/liming	
Materials	Negligible according to past work
SO ₂ /acid effects on utilitarian buildings	
Effects on cultural assets, steel in re-reinforced concrete	Lack of stock at risk inventory and valuation data
PM and building soiling	
Effects of O ₃ on paint, rubber	
Ecosystems	
Effects on biodiversity, forest production, etc. from excess O ₃ exposure, acidification and nitrogen deposition	Valuation of ecological impacts is currently too uncertain
Visibility : change in visual range	
Drinking water supply and quality	Impact of little concern in Europe Limited data availability

출처: (AEA Technology Environment 2005)

따라서 화력발전소에 의한 생태계 등의 피해가 포함되지 않은 본 연구의 사회적 비용 추정은 실제 충남이 겪고 있는 화력발전소 피해를 보수적으로 추정하였다 할 수 있을 것이다. 향후 충남의 현실에 적합한 사회적 비용의 추정을 위해서는 대기오염 물질의 각 분야별 영향에 대한 장기적 기초 연구 수행에 의한 변수 및 데이터의 획득이 필요하며, 또

한 해양생태계의 온배수에 의한 피해를 정량화 할 수 있는 모델 및 변수의 개발이 필요하다.

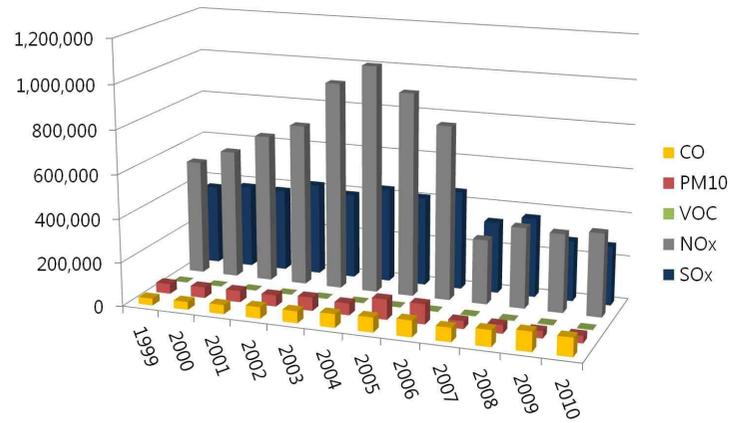
화력발전소에서 배출되는 대기오염물질의 사회적 비용을 광역시도별로 비교하면 충남에 이어 경남(2천 982억 원), 인천(3천 210억 원)의 순으로 사회적 비용이 크다. 경남은 질소산화물(NO_x), 황산화 물질(SO_x), 미세먼지(PM10)에 의한 사회적 비용이 충남 다음으로 크며, 인천은 일산화탄소(CO)와 유기화합물(VOC)에 의한 사회적 비용이 충남을 상회한다.



〈그림 5〉 광역시도별 화력발전소에 의한 사회적 비용

나. 충남의 대기오염에 의한 사회적 비용의 추이

충남의 화력발전소 오염물질에 의한 사회적 비용은 질소산화물(NO_x)과 황산화물(SO_x)에 의해 지배되어 왔다. 화력발전소 배출 대기오염물질에 의한 충남의 사회적 비용의 연도별 추세를 살펴보면, 1999년 9천 687억 원에서 2004년 1조 5천 896억 원으로 증가하여 가장 컸으며, 이후 감소하여 2010년 7천 712억 원에 이르렀다.



〈그림 6〉 충남의 연도별 대기오염물질에 의한 사회적 비용

이러한 추세는 질소산화물(NOx)에 의한 사회적 비용과 상관이 있는데, 2006년 까지 질소산화물(NOx)의 배출은 다른 대기오염 물질을 크게 앞질렀으며, 2007년 이후 황산화물(SOx)이 더 큰 영향력을 가지게 되었다. 다른 대기오염 물질 중에는 일산화탄소(CO)에 의한 사회적 비용이 꾸준히 증가하여 왔다.

발전소별로 화력발전소 오염물질에 의한 사회적 비용을 살펴보면, 2010년 기준으로 보령화력이 2천 511억 원으로 가장 크며 충남 전체의 35.1%를 차지한다. 다음은 태안화력으로 2천 214억원(30.9%), 당진화력 2천 28억원(28.3%)의 순이다.

〈표 18〉 충남의 연도별, 오염물질 배출량과 사회적비용

(단위: ton, 100만원)

	CO		NOx		SOx	
	배출량	사회적비용	배출량	사회적비용	배출량	사회적비용
1999	4,415	31,647	90,775	526,767	41,783	363,679
2000	5,014	35,940	101,772	590,583	43,761	380,896
2001	5,877	42,126	116,785	677,703	43,432	378,032
2002	7,315	52,434	127,695	741,014	48,433	421,561
2003	7,556	54,161	163,391	948,158	44,914	390,931
2004	8,660	62,075	178,994	1,038,702	49,746	432,989
2005	9,396	67,351	160,183	929,542	47,074	409,732
2006	10,483	75,142	137,286	796,671	52,062	453,148
2007	8,919	63,931	50,907	295,413	37,728	328,385
2008	10,483	75,142	63,658	369,407	41,757	363,453
2009	12,514	89,700	61,918	359,310	31,778	276,596
2010	11,813	84,676	65,436	379,725	31,073	270,459
	PM10		VOC		사회적 비용 합계	
	배출량	사회적비용	배출량	사회적비용		
1999	1,562	45,318	688	1,159	968,571	
2000	1,702	49,380	751	1,265	1,058,064	
2001	1,809	52,485	862	1,452	1,151,798	
2002	1,769	51,324	1,055	1,778	1,268,111	
2003	2,098	60,869	1,085	1,828	1,455,948	
2004	1,856	53,848	1,195	2,014	1,589,628	
2005	3,181	92,290	1,311	2,209	1,501,124	
2006	3,133	90,898	1,443	2,431	1,418,289	
2007	1,236	35,860	1,207	2,034	725,623	
2008	1,337	38,790	1,400	2,359	849,152	
2009	1,136	32,959	1,902	3,205	761,770	
2010	1,163	33,742	1,536	2,588	771,190	

〈표 19〉 충남 발전소별 사회적 비용 (2010)

(단위: 백만원)

사회적비용	CO	NOx	SOx	PM10	VOC	합계
충남	73,155.2	351,856.2	255,811.4	32,668.6	2,197.6	715,689.0
	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
보령화력	23,956.2	117,908.8	97,598.8	10,998.8	675.3	251,138.0
	32.7%	33.5%	38.2%	33.7%	30.7%	35.1%
서천화력	2,872.9	24,810.1	11,296.9	1,105.4	215.7	40,301.1
	3.9%	7.1%	4.4%	3.4%	9.8%	5.6%
태안화력	22,005.8	105,563.0	81,459.9	11,782.2	620.2	221,431.0
	30.1%	30.0%	31.8%	36.1%	28.2%	30.9%
당진화력	24,318.9	103,573.7	65,454.1	8,779.3	686.0	202,811.9
	33.2%	29.4%	25.6%	26.9%	31.2%	28.3%

5. 화력발전소 주변지역 주민이 체감하는 피해

화력발전소 주변 지역에 거주하는 주민들이 체감하는 피해는 환경, 건강, 생태계 전반에 걸쳐 있다. 충남 서천군 장항읍 유부도 일대에는 검은머리물떼새 5,500여 마리가 서식 중인데 발전소에서 배출되는 고온의 배기가스 등의 영향으로 멸종위기에 처할 수 있다(YTN 2008.07.22. 천연기념물인 검은물떼새 위기, 발전소 인가취소 소송).

또한 화력발전소에 배출되는 중금속에 대한 우려도 커지고 있다. 유엔환경계획(UNEP)이 몇 년 전부터 수은 프로그램을 진행하면서 `화력발전소가 수은의 최대 배출원'이라고 지목하였는바, 화력발전소에서 배출된 수은은 바닷물로 유입된 뒤 참치나 상어, 황새치 등 육식성 어류에 쌓여 이를 섭취한 사람의 몸에 축적되는 것으로 알려져 있다. 그러나 화력발전소의 수은 배출량 조사는 국내에서는 이에 대한 연구가 불과 2-3년 전부터 시작됐을 뿐이다. 수은 등 중금속은 미량이라도 인체나 생태계에 미치는 악영향이 다른 대기오염물 질보다 훨씬 크기 때문에 농도뿐만 아니라 배출량 자체를 관리할 필요가 있다. 실제로 환경연구원이 10개 공공발전소를 일주일 간 실측한 결과, 국내 69개 화력 발전시설 중 25개 공공발전소의 배출량을 연간 1.4t (1천451.9kg)이라고 추정된다 (연합뉴스 2005.05.30

화력발전소에서의 수은 배출과 주민들의 실태 파악 요구).

화력발전 주변에서는 악취와 석탄재로 주민들이 피해를 보고 있다. 보령복합화력 지역 주민들은 "새벽에 배타고 어장 가는 길에 발전소 앞을 지나는데 역한 냄새가 코를 찌러. 무슨 냄새라고 해야 하나. 가스냄새 같은 게 아주 역겨운" 냄새 때문에 고통을 겪고 있다. 또한 화력발전소의 석탄 야적장이나, 배출되는 분진 때문에 고통을 겪고 있다. 주민들의 주장은 아래와 같다.

"이 근방 사람들 밖에다 빨래 안 널고 살은 지 오래 됐어. 탄가루, 석탄재가 언제 날아올지 모르기 때문이야" "일 년이면 몇 번씩 앞 바다에 검은 석탄 띠가 떠다녀. 안 따라가 봤지만 엄청 길어. 육안으로도 몇 킬로미터(km)는 되니까." "석탄 가루가 날려 더운 여름에도 문을 못 열어. 밖에 빨래를 널 수가 있나. 된장, 고추장 장독 뚜껑을 못 열고 산 지가 수십 년이여."

이에 대해 중부발전 측은 "석탄의 장기 저탄 시 자연발화 과정에서 냄새가 발생하고 있다"며 "냄새발생을 예방하고자 노력하고 있다"고 답했다.

이러한 오염물질에 노출된 주민들은 대책으로 '집단지주'를 요구하기도 한다. 2010년부터 보령화력을 운영 중인 한국중부발전(주) (서울시 강남구 영동대로, 이하 중부발전) 측이 발전소 증설계획을 밝히자 "생명에 위협을 느낀다"며 이주대책을 마련해달라고 요구한 것이다. 주민들은 또한 농어업부문 피해를 지적한다. "들깨나 콩은 심어 봐야 여물지를 알아. 배추 심는 건 포기했어. 대대손손 부대끼며 살아온 갯벌과 바다도 망가진 지 오래야. 발전소는 계속 증설하지. 그러면 주민들이라도 사람이 살 수 있는 곳으로 이주해 줘야 하는 거 아니냐."라는 주장이다.

또한 발전소 인허가 상의 문제도 주민들의 갈등을 부추긴다. 당진군에 들어설 예정인 동부화력에 대해 주민들의 의견은 아래와 같다.

"국가에서 사업을 추진하는데 주민대표도 아니고 임의단체인 석문면 개발위원회 64명 서명만 받고 결의했다면서 인허가를 내주는 게 이해가 안 간다. 그 64명이 주민이 뽑은 사람들도 아니다."

"지금 추진 중인 동부 같은 경우, 민원을 많이 넣었는데... 우리 처지를 다 알고 있으

면서 귀 기울여주지 않는다. 집중화되는 게 문제가 있는데, 우리나라 발전소 분포도를 보면 하기 좋고 말 없는 데만 한다. 쓰는 사람들 있는 곳에 세우면 될 것을 지식경제부에 얘기하니까 철탑 세우는 비용과 민원 때문이란단다. 거기는 민원이고 우리는 민원이 아니여?"

2010년 5월 동부건설 측은 '회 처리장 건설을 위한 공유수면매립 기본계획 반영을 위한 사전환경성검토서 주민설명회'를 강행하였다. 그 전에 이미 2차례 주민의 반대로 무산됐던 설명회는 무려 250명이나 되는 용역업체 직원들이 동원되었다고 주민들은 주장한다.

"이 사람들을 질서유지원이라고 부르며 동원했다. 주민설명회를 반대하는 주민 텐트를 강제 철거했다. 뿐만 아니라 동부 관련 사람들을 미리 섭외해 설명회 전날 건물 안에 들여보내놓고, 음식물을 제공하는 등 외부와 철저히 단절시킨 채 진행했다."

"보상금보다는 아예 주민을 이주시키거나 모든 송전철탄을 지중화 했으면 좋겠다", "주민은 여태까지 살아온 것이나 내 새끼들한테 물려줘야 하는 거 아니냐고 한다. 이미 지어진 발전소를 없앨 수 없다면 더 이상 증설 없이 이 상태로라도 버티자는 거지, 더 이상 피해 볼 수 없다"

정부의 대처방식도 주민들의 반감을 사는데, 지식경제부(현 산업통상자원부) 전기위원회 국장단이 2012년 석문면에 세 차례 방문했을 때, "당신들 반대해도 들어온다. 동부와 협상이 원활하도록 돕겠다."라고 하여 갈등을 조장하는 발언을 하였다고 주민들은 주장한다. 주민들은 "왜, 국가는 주민을 이해하려고 하지 않나? 안 그래도 밀양에 참사가 철탑 때문에 났지 않는가? 우리 동네도 밀양같이 안 되란 법이 없다. 동부화력이 저렇게 진행하는 한 환경적인 걸로 죽으나 철탑 때문에 죽으나 발전소 더 지어 죽으나 똑같은데."라고 주장하고 있다.

주민들은 발전소 때문에 '암환자 발생과 조기 사망자가 증가'하고 있다고 주장한다. 실제로 유럽 폐 재단, 암예방교육학회 등 유럽지역 70여개 환경·의료·건강 전문가 단체가 회원으로 참여하고 있는 건강환경연합(HEAL)이 지난 3월 공개한 보고서에 따르면 유럽의 석탄 화력발전소 굴뚝을 통해 배출되는 미세먼지, 이산화황, 질소산화물, 수은 등과 같은 대기오염 물질에 의해 27개 유럽연합 회원국에서만 해마다 1만8200명 이상의 조기 사망

자가 발생하고 있는 것으로 평가하였다. 또 석탄 화력발전소의 대기오염물질 배출로 해마다 8,500명의 만성기관지염 환자가 추가 발생하고, 400만 작업일 손실에 해당하는 경제적 피해가 유발되는 것으로 집계한 바 있다. 발전소 주변 5km 이내 은포, 고정리 등 10개 마을 주민들은 1990년 이후 암 발생환자가 70여 명에 이르고 기형아도 출산되어 불안에 떨게 하고 있다. 하지만 주민들과 보령시의 건강피해 조사 및 대책 마련 요구도 발전소 측의 목살로 검토조차 되지 않았다. 2010년 말 보령시는 신보령화력 1·2호기 추가건립과 관련 중부발전 측에 몇 가지 '건강피해에 대한 주민 건강검진, 역학조사 실시 및 대책 마련'을 요구하였는데, 이에 앞서 당시 발전소 주변 5km 이내에 있는 은포, 고정리 등 10개 마을 주민들은 "90년 이후 암 발생 환자가 70여 명에 이르고 암 환자가 마을당 보통 7~8명, 심지어 11명에 달하는 곳도 있다"며 "암 환자 발생에 대한 정확한 역학조사가 필요하다"고 발전소 측에 요구하였다. 그러나 중부발전 측은 "발전소와 암 발생은 상관관계가 없다"며 역학조사 요구를 묵살하였으며, 이주대책 요구에 대해서도 "적법한 시행근거나 타당성을 찾을 수 없다"며 "수용하기 어렵다"는 입장을 밝혔다.

화석연료의 연소는 생체에 심각한 영향을 끼치는 것으로 알려져 있다. 특히 석탄 연소 시 발생하는 오염 물질은 인체에 심장 질환, 암, 뇌졸중, 호흡기 질환 등을 유발하여 사망에까지 이르게 만든다. 연소 시 생기는 검댕은 토양의 영양분을 빼앗아 식물의 성장을 저해시키고, 발전소에서 나오는 연기에 포함된 다이옥신, 황산화물, 질소산화물 또한 작은 곤충부터 큰 포유류의 생존을 위협한다. 인간이 연기에 지속적으로 노출되면 호흡 곤란을 일으킬 수 있고, 영구적인 폐 손상과 함께 조기 사망할 수 있다는 연구결과도 보고되었다. HEAL(Health and Environment Alliance)가 최근 유럽연합 27개국에서 석탄화력발전소에 의한 연간 건강 영향을 연구한 결과 조기사망자 1만8200명, 약물 치료일수 210만 일, 작업 손실일수 410만 일, 하루 호흡기 증상 호소자 2860만 명 등 총 건강비용이 적게는 연간 155억 유로에서 많게는 428억 유로까지 드는 것으로 나타났다.

IV. 발전온배수에 의한 피해 분석

1. 충남의 발전 온배수 배출 실태

충남의 화력발전소에서 배출되는 발전 온배수는 연간 113.8억톤이다. 그 중 보령화력과 복합화력이 위치한 보령지역에서 연간 46.4억톤의 발전 온배수가 유출되며, 다음으로는 태안화력이 연간 36.3억톤의 발전 온배수를 해양에 직접 유출하고 있다. 보령화력과 태안화력은 전국의 발전소 중 원자력발전소를 제외하면 발전소 당 가장 많은 온배수를 배출하고 있으며, 당진화력의 경우는 하동화력(연간 33.3억톤) 다음으로 전국에서 4번째로 많은 발전온배수를 배출하고 있다.

〈표 20〉 충남의 화력발전소의 발전용량과 온배수 배출량(2010년)

업체명	온배수량(억톤/년)	△T(℃)	발전용량(MW)
태안화력(한국서부발전)	36.3	7.7	4,083
당진화력(한국동서발전)	28.6	6.4-6.8	4,000
보령화력/복합(한국중부발전)	46.4	6.4-7.0	4,000/1,350
서천화력(한국중부발전)	2.5	9.4	800

〈표 21〉 전국 발전소별 발전용량 및 온배수 배출량(2010)

업체명	배출단위	배수량(억톤/년)	실계△T(℃)	발전용량(MW)
남부발전(주)	하동화력	33.3	6.4	1,800
	영남화력	1.2	8.0-8.3	400
	신인천복합	10.7	7.0	1,800
	부산복합	6.1	8.2	1,800
	남제주화력	2.9	7.0	240
	소계	54.2		6,040
남동발전(주)	삼천포화력	27.3	6.4-9.5	3,245
	영동화력	2.5	9.2	320
	여수화력	1.3	6.4-9.4	529
	영흥화력	38.2	6.4	3,340
	소계	69.3		7,434

서부발전(주)	태안화력	36.3	7.7	4,000
	평택화력	7.6	10.0	1,880
	서인천복합	4.9	6.4	1,800
	소계	48.8		7,680
동서발전(주)	당진화력	28.6	6.4-6.8	4,000
	호남화력	6.4	8.8	500
	동해화력	4.0	7.2	400
	울산화력/복합	9.3	7.0-10.0	3,000
	소계	48.3		7,900
중부발전(주)	보령화력/복합	46.4	6.4-7.0	5,350
	서천화력	2.5	9.4	800
	인천화력/복합	5.6	7.0-10.2	1,150
	제주화력	2.1	7.0	285
	소계	56.6		7,585
한국수력원자력(주)	고리원자력	41.8	4.7	5,137
	영광원자력	81.6	7.4	5,900
	월성원자력	47.0	8.2	3,779
	울진원자력	80.0	7.2	5,900
	소계	250.4		20,716
합계	527.6		57,355	

* 원자력 발전용량은 2012년 9월 기준(한국수력원자력 홈페이지)

** 실계 △T(℃) : 설계상 취배수구의 수온차이

2. 온배수에 의한 해양생태계 피해

화력발전소의 냉각수로 쓰인 후 바다에 방류되는 발전 온배수는 해양생태계 및 수산업에 큰 피해를 입히고 있다. 발전 온배수는 주변 해수온 상승을 야기하여 동물플랑크톤의 감소, 해조류의 성장 저해, 저서생물의 종 감소, 생물상의 변화 등 심각한 피해를 입히며 특히, 인근 연안에서 양식 및 서식하는 김, 미역 등 조류의 성장을 심각하게 저해하는 것으로 연구된 바 있다.

우리나라에서는 87종의 해조류가 식용으로 이용되고 있으며(오윤식·이인규·부성민 1990), 우리나라 천해양식어업에서 해조류가 차지하는 비율은 생산량의 60% 이상, 금액의 30%를 차지한다(해양수산부, 2000). 김의 생장적온은 5~8℃이며 수온이 12~13℃가 되면 생육이 그치게 되며, 미역의 최적생장 조건은 5~10℃이다. 따라서 겨울에 해수의 온도

가 이상 고온 현상을 나타내거나 온배수 확산역을 접하게 되면 정상적인 생장을 기대하기 어렵다(김영환 2003).

발전소의 냉각계통 가동으로 인한 해양 생태계 내 피해는 i) 취수 시설물에 의한 피해, ii) 냉각계통에서의 피해, iii) 온배수 확산구역에서의 영향 등으로 그 원인을 크게 구분할 수 있다.

가. 취수 시설물에 의한 피해

우리나라의 경우, 취수 시설에 충돌하여 사망하는 해양 생물¹²⁾에 대한 조사는 환경영향적 측면보다는 발전소 보호적 측면에서 다루어져 왔으며, 순수한 해양 생태계 보호를 위한 조사는 초보적인 수준에 머물고 있다. 보통 해파리, 난바다곤쟁이, 새우류, 어린 고기 등 자체 유영 능력으로 냉각수류를 이기지 못하는 종류들이 이러한 취수 시설물에 충돌하거나 끼어 피해를 입게 된다.

미국의 EPA는 어류와 패류가 전 생활사에 걸쳐 냉각수 취수 과정에서 취수 시설물의 외측이나 걸립망 등 시설에 갇히는 것을 충돌(impingement)로 정의하고 있다. 이처럼 발전소 취수 시설물 충돌에 의한 해양 생물 특히 어류의 피해는 하구역과 내만에 위치한 발전소에서 많이 발생하며, 미국 델라웨어 강 하구역에 위치한 3개의 발전소 냉각계통에 충돌하여 사망하는 어류는 약 150톤/년에 달하는 것으로 집계되고 있다.

영광 원자력 발전소의 경우 1-6호기 가동 조건에서 시간 당 42개체 642g의 어류가 충돌하여, 연간 약 2백만 마리(약 30.5톤)의 어류가 피해를 입는 것으로 보고되고 있으며(한국전력공사 1994), 동해안에 위치한 원자력발전소 등은 이보다 낮아 연간 8만8천-37만6천 마리의 어류가 피해를 입는 것으로 보고되고 있다. 또한 월성 원자력 발전소에서는 매년 보름달물해파리(Aurelia aurita)와 태평양난바다곤쟁이(Euphausiापacific)의 대량 유입으로 냉각수 취수 시설 손상 및 발전소 가동 중지 등 많은 피해를 보고 있다.

¹² 냉각수 취수구에는 쓰레기 등 이물질의 유입을 방지하기 위하여 스크린이 설치되어 있다. 스크린의 그물 눈(망목)의 크기는 가로×세로 1cm²로, 이보다 체형이 큰 해양 생물은 스크린에 걸려 치사하며, 체형이 작은 생물은 스크린을 통과하여 복수기를 지나가면서 기계적, 열적 충격을 받게 된다.

나. 냉각계통에서의 피해

냉각계통에 연행된 해양 생물은 기계적 충격 및 열 충격에 더하여 오존 생물 제거를 위하여 냉각수에 주입하는 화학물질(염소)에 의한 영향을 받게 된다. 냉각계통에 연행된 모든 생물은 온도가 높을수록 생존율이 감소하는데 미국 EPA는 연행된 모든 생물이 사망하는 것으로 간주하고 있다.

A. 식물 플랑크톤

식물 플랑크톤은 개체의 크기가 작기 때문에 거의 대부분 발전소의 취수구 스크린을 지나 냉각 계통을 통과하면서 많은 손상을 받게 된다. 식물 플랑크톤과 같이 크기가 작은 생물체가 취수구 스크린에 걸리지 않고 냉각계통을 통과하며, 이 기간 동안 생물은 다양한 압박(stress)을 받게 된다. 취수구에 오존생물이 침착되는 것을 방지하기 위해 시행되는 염소처리(chlorination)는 오존 생물뿐만 아니라 냉각계통을 지나는 식물 플랑크톤에게도 큰 피해를 줄 수 있는 화학적 압박 요인이다.

또한 복수기에서는 불과 몇 십 초 사이에 온도가 10℃ 내외로 급격하게 상승하면서 열적 압박을 받게 되며, 이후 배수구에서 방류될 때까지 연행되는 생물체는 자연 수온보다 훨씬 높은 온도에 노출됨으로써, 짧게는 몇 분에서 길게는 몇 십 분까지 냉각계통을 지나는 동안 식물 플랑크톤은 다양한 기계적, 화학적 및 열적 압박으로 인하여 많은 종류가 죽게 되며, 냉각 계통의 연행에 따른 식물 플랑크톤의 사망률은 특히 다수기가 가동되는 대용량 원전 주변 해역에서 엄청난 냉각수 량 때문에 간혹 심각한 문제가 될 수 있다.

〈표 22〉 삼천포 화력발전소 냉각계통에 연행된 식물 플랑크톤의 기초 생산력 감소량 (단위 : %)

	1985년			1986년		
	7월	9월	11월	1월	3월	5월
총생산력	8-58	71-83	39-18	35-23	55-66	46
순생산력	26-79	105-108	59	45-56	83-42	56

B. 동물 플랑크톤

동물 플랑크톤은 개체의 크기가 작은 탓에 식물 플랑크톤과 마찬가지로 취수구 걸름망을 통과하여 냉각계통 안으로 연행되어 기계적 충격과 열 충격을 받게 된다. 동물 플랑크톤은 발전소 냉각 계통에서 30~100% 사망하는 것으로 알려져 있으며, 배수구의 수온 상승 폭이 10℃ 이상일 때 동물 플랑크톤이 냉각계통을 통과하면서 95%가 치사하는 것으로 조사되었으며(Kolehmainen 1975)¹³⁾, 일본 Takahama 원자력발전소의 경우 동물 플랑크톤인 요각류의 71~81%가 치사한 것으로 조사되었다(Anraku 1979). 우리나라의 경우, 2000년 이후 올진 원전 냉각계통 연행에서 복수기 통과 시 동물 플랑크톤의 사망률이 30% 이하로 나타났지만, 고수온기에는 50% 이상의 사망률이 관측된다고 보고되었다. 화력발전소의 경우 복수기 통과 시 동물 플랑크톤 사망률에 대한 장기 조사가 실시된 바 없으나 하동 화력발전소와 제주 화력발전소에서의 간헐적인 조사 결과에 의하면(부경대학교 2000, 제주대학교 2003) 대개 20% 전후로 나타났다.

C. 저서동물

저서동물의 경우는 발전소 취수구에서 일어나는 강한 물살로 인하여 취수구 부근에 서식하고 있는 비 고착성 저서동물이 취수구 시설물에 충돌하거나 종종 냉각계통 내부로 연행되어 기계적 충격과 열 충격으로 피해를 입기도 한다. 저서동물의 연행 사망률은 개체의 크기가 클수록 커지며, 온배수의 온도가 높을수록 현저하게 증가하는 경향을 보인다.

다. 온배수 확산구역에서의 영향

온배수 배출은 매우 지속적인 것으로 비록 그 영양 범위가 제한된 지역에 국한된다 할 지라도 표층 수온의 자연적 일교차를 초과하는 수준의 온도 변화를 일으켜 온배수 확산 구역 내의 생태계 구성 중의 변화를 가져온다. 이처럼 발전 온배수는 주변 해수온 상승을 야기하여 동물 플랑크톤의 감소, 해조류의 생장 저해, 저서생물의 종 감소, 생물상의 변화

¹³⁾ 냉각계통 연행에서 살아남은 동물 플랑크톤도 연행 중 입은 기계적 충격으로 더듬이와 부속지가 손상되어 이후 생존 가능성이 매우 낮다.

등 심각한 피해를 입히며 특히 인근 연안에서 양식 및 서식하는 김, 미역 등 조류의 생장을 심각하게 저해하는 것으로 알려져 있다.

A. 식물 플랑크톤

발전소 온배수가 유입되는 해역의 식물 플랑크톤은 계절에 따라 다르게 반응한다. 대체로 봄과 가을에는 자연 수역보다 온배수가 유입되는 해역에서 식물 플랑크톤의 생산력(productivity)이 증가하는 경향을 보이지만, 여름철에는 자연 해수의 온도가 상대적으로 높은데 더하여 온배수가 지닌 열에너지가 추가되기 때문에 대부분 식물 플랑크톤 중의 최적 생육 온도를 넘거나, 간혹 상한 온도를 초과하기 때문에 온배수 확산 지역의 식물 플랑크톤의 생산력이 감소한다.

사실상 온배수 확산 구역에 있어 식물 플랑크톤의 생산력은 연행에 따른 영향보다는 온배수 배출로 자연보다 상대적으로 높아진 수온 변화에 보다 많은 영향을 받는 것으로 추정된다. 식물 플랑크톤의 종 다양성지수와 일차생산력의 감소는 온배수의 강도에 따라 다소 차이는 있지만 배수구 주변 1km 이내의 수역에 제한되고 있는 것으로 생각되며, ΔT 1℃ 이상의 범위에서는 전체적으로 광온 내열성 식물 플랑크톤이 우점하고 있는 것으로 판단된다. 원자력발전소 냉각계통 연행에 의한 식물 플랑크톤 사망률은 50% 이상 된다고 보고된 바도 있으며, 기력 발전소의 경우도 30% 이상이 된다고 보고되어 있다.

B. 동물 플랑크톤

온배수가 유입되는 해역에서 동물 플랑크톤을 조사한 결과를 종합해 볼 때, 자연 수온이 그다지 높지 않은 계절에는 개체군 밀도에 있어 일관된 경향을 찾기 어렵지만 수온이 높은 배수역과 1km 이내의 정점에서는 수온이 상승함에 따라 동물 플랑크톤의 현존량이 감소하는 추세를 보인다¹⁴⁾. 동물 플랑크톤의 경우 수온 등과 같은 미세 환경 요인 변화에 따른 군집 동태 파악이 잘 알려져 있지 않으나 일반적으로 배수구에서는 종 다양성 지수가 감소하고 경우에 따라 내열성 종들의 대량 출현이 보고되기도 하지만 대부분의 경우

¹⁴⁾ 동물 플랑크톤은 자연 수온이 높은 계절에는 현존량이 감소하는 추세를 보이는데, 이는 온배수 영향으로 해수 온도가 동물 플랑크톤의 최적 생육 온도의 제한선인 30℃를 넘기 때문이다. 동물 플랑크톤의 감소에 따라 수산업 피해가 발생한다 (한국전력공사 전력연구원 1995).

출현량도 감소하는 것이 일반적이다.

또한 원자력발전소 냉각계통 연행에 의한 동물 플랑크톤의 사망률은 열 쇼크보다는 물리적 충격에 의한 영향이 큰 것으로 알려져 있는데 30%를 초과할 경우 주변 해양 생태계에 심대한 영향을 끼칠 수 있는 개연성이 있지만 이에 대한 연구는 아직 보고된 바 없다.

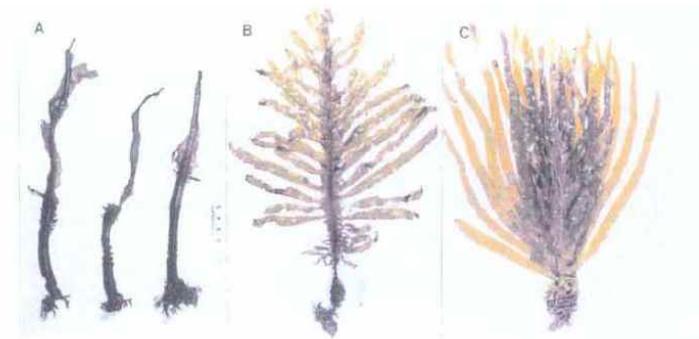
C. 해조류

고착성 해조류는 서식지의 환경 조건에 따라 대상 종의 생존 여부가 좌우되기 때문에 발전소에서 배출되는 온배수의 영향을 논함에 있어 해조류는 중요한 지표생물(indicator organism)의 하나로 간주된다. 조석 작용에 따라 규칙적으로 물에 잠기거나 드러나는 조간대에 출현하는 해조류는 정상적인 조건에서도 온도 변화와 건조에 대하여 어느 정도 내성을 가지고 있기 때문에 대체로 온배수에 대한 영향이 그다지 크지 않다.

반면에 항상 물에 잠겨 있는 조하대의 해조류는 조간대의 경우보다 훨씬 안정된 조건에서 생육하는 탓에 온배수의 영향을 받게 되면 생장이 감소하거나 출현종의 조성이 바뀌는 경향을 보인다. 1978년에 고리원전 1호기가 가동을 시작한 이래 지난 20여 년간 국내에서 가동 중인 원전 주변에 출현하는 해조류를 대상으로 수행된 각종 조사 결과들을 종합해 볼 때, 발전소 배수구에 인접한 조사 정점에서는 온배수의 영향을 덜 받는 정점들과 비교하여 해조류의 종조성과 생물량이 모두 빈약한 것으로 나타나고 있다(김영환 1999).

특히 양식 해조류 가운데 주류를 이루는 김은 생육 초기에 수온이 15℃ 이하로 떨어져서 안정되기 전에는 갯병의 우려가 많아 안심되지 않으므로, 김 양식에서는 “15℃ 한계”를 중요시하고 있다. 또한, 미역의 엽체는 가을부터 자라서 봄까지 성숙하며, 성숙한 엽체의 성장에는 12℃ 보다 낮은 온도가 적합하고, 5~10℃가 최적 성장 조건이다. 따라서 미역의 성엽이 성장하는 겨울에 자연 해수의 온도가 이상 고온 현상을 나타내거나 또는 온배수 확산역을 접하게 되면 정상적인 성장을 기대하기 어렵게 된다. 이처럼 해조류는 온배수 영향을 받게 되면 생장이 저해되고 출현종의 조성이 바뀌거나 소멸한다.¹⁵⁾

¹⁵⁾ 고리원전의 경우 가동 전에는 배수구 부근에서 참도박, 작은구슬산호말 등이 우점종이었으나, 가동 후에는 참도박의 생육이 감소하고 개서실은 출현하지 않은 반면 애기우뭇가사리가 우점종이 되었다(김영환 1980). 영광원전은 가동 전에 136g. dw/m²의 생육이 관찰되었으나, 가동 후에는 무게를 측정할만한 해조류가 전혀 출현하지 않았다(한국해양연구원 2008).



출처: 김영환(1990)

〈그림 7〉 고리원전 배수구 부근 미역(A)과 인근 문동리 해안의 미역(B,C)의 엽체비교

D. 저서동물

온배수 확산 구역에서 저서생물 연구 결과 Hedgpeth와 Gono(1969)는 종 감소 현상을 보고하였으며 Warinner와 Bremer(1966)는 여름철 종 다양성이 낮아진다고 보고하였는데 우리나라에서도 유사한 양상이 보고되고 있다. 자연 상태와 같은 조건을 가지고 있는 삼천포 화력발전소의 취수로에서는 년 중 20~47종이 출현하지만, 온배수 영향이 큰 배수로에서는 11~29종이 출현하였으며, 온배수 확산 구역에서는 19~38종이 출현하여 수온에 따른 종 감소 현상이 뚜렷하게 나타났다.¹⁶⁾ 전체적으로 온배수 영향이 클수록 종 수는 감소하지만 배수구에서 가까운 곳을 제외하고는 생물량이 증가한다.

E. 어류

어류는 운동성이 높고, 0.03~0.1℃의 미세한 온도 변화도 감지할 수 있는 능력을 가지고 있어서 (Houston, 1982), 선호하는 온도에 따라 공간적으로 재 분포가 일어나게 된다. 통상적으로 온도 변화에 대하여 어류가 적응할 수 있는 범위는 온도가 상승할 경우 1.1℃/일 미만으로 알려져 있으며(Samuel과 Jordan 1980) 온도가 감소할 경우에는 이보다 변화

¹⁶⁾ 조무래기따개비와 삼각따개비의 부착 기간은 온배수의 영향으로 제1차 부착 시기는 5-8월에서 5-7월로 1 개월 단축하고, 2차 부착 시기는 11월에서 11- 12월로 연장된다 (한국해양연구원 2008).

의 폭이 적어야 적응할 수 있다.

우리나라 연안에 서식하는 어류는 대부분 수온이 하강하는 겨울철에는 보다 따뜻한 수온을 찾아 깊은 곳으로 이동하거나 남쪽으로 계절 회유를 하여 출현 종 수가 줄어드는데, 발전소 온배수가 영향을 미치는 해역에서는 겨울철에도 따뜻한 수온을 좋아하거나 월동을 하려는 어종이 모여들기 때문에 인근 해역에 비해서는 상대적으로 많은 수의 종이 출현하고 있다(한국전력공사 1999). 이처럼 우리나라의 경우 어류 중 교대 현상 (아열대성/난류성 어류)이 일어나는 것으로 판단되는데, 울진 원자력발전소의 조사에 의하면 온배수의 영향을 받는 배수로와 배수구 인근 해역에서 파랑돔, 독가시치, 자리돔, 뽕에돔, 갯방어 등의 아열대성 및 난류성 어종이 관찰되어, 중 교대 현상이 뚜렷이 나타난 것으로 보인다.

3. 화력 발전소 주변 지역주민이 체감하는 해양 피해

화력발전소 주민들이 체감하는 발전소에 의한 해양, 수산업 피해는 어업행위의 제한, 김 양식의 피해, 바지락과 같은 갯벌어업의 피해 등을 들 수 있다. 화력발전소 주변지역에서는 어업 행위가 제한되어 어업 종사자수가 급감하였다. 예로 보령지역에서 순수 어업인구는 1990년대 초에는 3,000가구에 달하였으나 1995년도에 2,597가구, 2001년 말에는 1,579가구로 10가구당 4가구 정도가 어업을 포기하거나 전업하였다. 지역민들은 어업에 영향을 준 대형사업으로는 남포면 부사지구 간척사업, 웅천면 황교 공공폭격장 등과 함께 주교면 및 오천면의 보령화력 건설과 복합화력 증설을 꼽고 있다. 한 지역주민의 말이다: "손해 본 거 말하자면 끝도 없지. 여기가 조개, 송어에다 듬북, 우뚝가사리, 찬말, 기름말... 없는 게 없었어. 발전소 생긴 뒤로 지금은 없어. 다 죽었어"

2010년에는 충청남도 내 김 최대 산지인 서천지역에 김 업체 변색과 포자미 생성으로 인한 피해가 확산되었다. 해당 양식 어민들이 환경피해를 주장하며 서천화력발전소에 대책 마련을 요구하였다. 어민들은 "지난 10일을 전후로 갑자기 김 양식장에서 업체가 누렇게 변하는 탈색현상이 심화되면서 바다로 흘러내려 올해 김 생산이 불가능하게 됐다"며 "양식장에 노란색 거품과 미세한 분진이 발견된 것으로 미루어 환경피해가 확실하다"고 주장하였다. 김 양식장 피해가 서면 1400ha외에도 비인, 종천, 마서 죽산 등 관내 대부분의 양식

장으로 확산되자 2010년 12월 17일부터 해당 어민들과 서천군, 수협 등 유관기관들이 긴급대책을 논의하는 동안 발전소 측은 지금까지도 이렇다 할 입장을 내놓지 않고 있다며 강한 불만을 표출하였다. 서천화력 관계자는 "어민들이 그동안 김 양식장 피해에 대해 공식적으로 문제를 제기하거나 대화를 요청한 적은 없었다"며 "분진이나 배출되는 냉각수는 환경기준에 의해 실시간으로 철저히 관리되고 있어 이로 인한 문제는 아닌 것으로 파악하고 있다"(중도일보 2010.12.22. 화력발전소에 의한 서천 김 농사 피해 주장)고 주장하였다.

2011년에도 김 양식장 피해가 접수되었는데, 충남도의 김 생산 어민이 집중된 서천을 비롯해 보령이 '엽체 황백화(잎이 노랗게 변하는 병)'로 인해 김 양식 자체가 불가능해졌다는 것이다. '황백화' 현상에 대한 근본적인 원인을 밝히지 못하고 있어 향후 김 양식을 계속할 수 있을지에 대한 전망도 불투명하다. 이와 관련 지난 12월 20일경 국립수산과학원의 해조류바이오연구센터가 역학조사를 실시한 결과 '영양력 부족'으로 판명됐으나, '영양력'이 부족하게 된 원인에 대해 정확한 진단은 없는 상황이다. 서천과 보령 어업인들은 서천화력발전소와 보령화력발전소의 온배수 및 유해 화학약품을 주 원인으로 주장하며 정확한 피해규명을 확인해 줄 것을 요구하였다 (충청투데이 2011.02.09. 충남도 김 양식장 '썩대발',).

태안군 "안면읍 창기리7구 마을 어촌계에서 운영하는 바지락 양식장에 지난달 중순부터 바지락이 폐사하기 시작, 현재 전체 양식장 20여ha에서 수십t의 바지락이 집단 폐사"한 일이 벌어졌다. 주민들은 또 "이번 바지락 집단폐사는 오염된 천수만 B지구 담수호 방류, 보령화력 온배수 배출, 몇 년 전 순천향대 기름유출 사건 등 의심되는 부분이 많다"며 정확한 원인규명을 요구하였다(충청투데이, 2005.09.03. 태안 바지락 집단폐사).

주민들이 체감하는 화력발전소에 의한 대부분의 피해는 보상받고 있지 못하지만 일부 보상을 받은 경우도 있다. "법률에 따라 발전소 주변지역으로 규정된 범위를 벗어나 있는 지역이라도 발전소로 인해 직접적인 피해를 본 것으로 밝혀질 경우 피해를 배상해야한다"는 결정이 있었다(연합뉴스 1994.12.23.). 환경처 중앙환경분쟁조정위원회는 1994년 충남 서천군 비인면의 해태 양식어민 2백여명이 한국전력공사를 상대로 낸 서천 화력발전소 온배수로 인한 해태어장 피해 분쟁조정신청건을 심의한 결과 한전에 대해 양식어민 1백51명에게 모두 5억6천여만원을 배상하도록 결정했다. 분쟁조정위는 문제의 어장이 법률에 따

라 발전소 주변지역으로 규정된 발전소로부터 반경 5km 범위에는 벗어나 있지만 해태 양식에 큰 피해를 주는 '붉은 갯병균'이 발전소에서 배출된 온배수로 인해 발생, 조류를 타고 이 어장까지 확산된 점을 인정한 것이다. 붉은 갯병균은 11-12월경 수온이 상승하면서 발생하는데 번식력이 강하고 해류를 타고 떠돌아다니면서 다른 어장을 침입해 해태세포를 죽인다.

충남은 아니지만 삼성물산주이 추진 중인 강릉화력발전(사업명 G-프로젝트) 건설사업으로 파도가 증가하고 침식과 퇴적이 발생하는 등 해안선 변형이 예상된다. 결과는 충남에게 시사점을 준다. 2013년의 삼성물산 환경영향평가서(초안)에 따르면 발전소 운영을 위해 건설되는 방파제로 파도 높이(파고)가 최대 28%가 증가하는 것으로 파랑변형 실험 결과가 밝혀졌다. 방파제 배후에서 남동쪽으로 흐르는 해빈류의 유속도 최대 30cm/s 증가하는 것으로 조사된 것이다. 퇴적물 이동 실험에서는 해안~방파제 배후에서 퇴적이 증가하고 북서 측 해안 전면에서는 반대로 침식이 증가할 것으로 예상되었고, 특히 해안선 변형 실험에서 방파제 배후에는 퇴적이 증가하고 서쪽의 생태보전지역에서는 침식이 증가하였다. 이 지역의 해안선 평균 변화는 5년에 1.8m이지만 발전소의 방파제 건설 탓에 1.9m로 퇴적이 다소 증가하는 것으로 예측된다. 또한 발전소에 나오는 온배수는 해안선을 따라 평행하게 남동~북서 방향으로 긴 타원형을 이뤄 표층에서의 4계절 최대 확산면적은 7.4km²에 이를 것으로 추정되었다(에너지경제 2013.10.22).

V. 송전선로에 의한 피해 및 RPS 문제점

1. 송전선로에 의한 피해

고압 송전변전 시설로 인한 분쟁은 90년대 이전에도 있어 왔으나, 90년대 중반 이후 고압 송변전시설로 인한 전자파의 위해성에 대한 인식이 확산되면서 대용량 발전을 위주로 하는 전력 정책에 따라 시설이 대규모화 됨에 따라 민원과 소송이 급증하였다. 현행법 상 전자파는 환경영향평가의 대상이 되는 생활환경에 포함되지 않고 있어서 765만 KV의 고압 송전탑의 건설이 진행되고 있다.

가. 송전선로와 송전탑 현황

A. 우리나라

우리나라의 송전선로는 가공 송전선로가 선로 길이 기준으로 13,252km로 전체의 89%를 차지하며, 현재 문제가 되고 있는 765KV급 송전선로는 모두가 가공송전선이며, 지중선로는 1,665km로 전체 송전선로의 11%에 불과하다.

〈표 23〉 우리나라 송전선로 현황

(2013.8.31현재, 단위 : km)

전압		765kV	345kV	154kV	66kV	180kV(DC)	합계
구분	가공	457	4,198	8,387	179	29	13,252
	지중	-	94	1,665	1	4.5	1,665
	수중	-	-	6,620	-	96	103
합계		457	4,292	10,059	181	130	15,120

자료: 한국전력공사 내부자료

지역별로 송전선로 현황을 살펴보면, 경기도와 경북이 각각 2,453km, 2,013km로 가장 긴 송전선로를 가지고 있다. 충남은 강원(1,685km), 전남(1,508km), 경남(1,504km) 다음으로 1,407km의 송전선로가 지나고 있다. 전반적으로 충남은 송전선로가 많이 지나고 있으나, 다른 지역과 비교하면 월등히 높은 수준은 아닌 것으로 판단된다. 그러나 765kV의 초고압송전선로는 강원도가 165km로 가장 길며, 다음으로 경기(133km), 충남(115km), 경북(10km)의 순이다.

전력소비가 가장 높은 서울에는 571km의 송전선로가 있으나, 초고압송전 선로는 지나지 않으며, 주로 154kV급의 송전선로가 대부분이다. 서울의 경우, 571km의 송전선로로 중 517km가 지중화 되어 있는데 이는 전국 송전선로 지중화의 31%에 해당하여 전국에서 가장 높은 지중화율을 가지고 있다. 송전선로 중 154kV 송전선로 54km만이 가공선로이다.

〈표 24〉 전국 광역지자체별 송전선로 현황

(2013.8.31현재, 단위 : m)

지역	총계	가공					
		765kV	345kV	154kV	66kV	180kV (DC)	소계
서울	571,347	0	0	54,198	0	0	54,198
경기	2,453,080	132,515	801,484	1,175,678	17,248	0	2,126,925
인천	344,498	0	49,993	66,918	8,603	0	125,514
충북	875,350	18,629	245,876	585,088	4,010	0	853,603
충남	1,407,742	115,126	487,598	766,152	0	0	1,368,876
대전	190,815	0	30,493	105,229	0	0	135,722
세종	93,019	15,315	0	77,704	0	0	93,019
강원	1,685,311	165,337	307,897	1,110,796	89,956	0	1,673,986
전북	986,830	0	372,333	551,417	0	0	923,750
전남	1,508,135	0	399,539	974,037	52,124	16,072	1,441,772
광주	150,920	0	13,918	78,962	0	0	92,880
경북	2,013,139	10,343	693,388	1,283,883	0	0	1,987,614
경남	1,504,362	0	527,376	916,876	8,029	0	1,452,281
대구	295,255	0	40,490	149,285	0	0	189,775
부산	393,982	0	91,462	126,280	0	0	217,742
울산	350,730	0	136,288	201,159	0	0	337,447
제주	296,318	0	0	163,749	0	13,395	177,144
합계	15,120,832	457,265	4,198,135	8,387,411	179,970	29,467	13,252,248

345kV	지중				수중		
	154kV	66kV	180kV (DC)	소계	154kV	180kV (DC)	소계
27,099	490,050	0	0	517,149	0	0	0
22,588	303,567	0	0	326,155	0	0	0
22,337	196,646	0	0	218,984	0	0	0
0	21,747	0	0	21,747	0	0	0
0	38,866	0	0	38,866	0	0	0
0	55,093	0	0	55,093	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	11,325	0	0	11,325	0	0	0
0	63,080	0	0	63,080	0	0	0
0	27,021	1,401	4,321	32,743	6,620	27,000	33,620
0	58,040	0	0	58,040	0	0	0
0	25,525	0	0	25,525	0	0	0
0	52,081	0	0	52,081	0	0	0
0	105,480	0	0	105,480	0	0	0
21,979	154,261	0	0	176,240	0	0	0
400	12,883	0	0	13,283	0	0	0
0	49,543	0	210	49,752	0	69,422	69,422
94,403	1665,207	1,401	4,531	1,765,542	6,620	96,422	103,042

자료: 한국전력 내부자료

〈표 25〉 전국 광역지자체 별 송전탑 현황

(2013.8.31 현재, 개수)

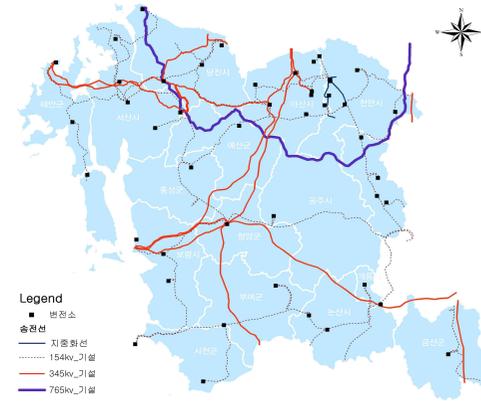
지역	총계	철탑(앵글)					철탑(강관)				
		765kV	345kV	154kV	66kV	소계	765kV	345kV	154kV	66kV	소계
서울	182	0	0	182	0	182	0	0	0	0	0
경기	6,303	0	2,031	3,868	7	5,906	252	138	7	0	397
인천	364	0	88	197	38	323	0	41	0	0	41
충북	2,605	0	645	1,902	8	2,555	35	15	0	0	50
충남	4,098	0	1,381	2,465	0	3,846	236	16	0	0	252
대전	416	0	80	336	0	416	0	0	0	0	0
세종	277	0	0	248	0	248	29	0	0	0	29
강원	5,021	9	872	3,566	235	4,682	324	9	5	1	339
전북	2,784	0	1,042	1,741	0	2,783	0	0	1	0	1
전남	4,300	0	1,076	3,074	150	4,300	0	0	0	0	0
광주	292	0	41	251	0	292	0	0	0	0	0
경북	6,035	1	1,875	4,129	0	6,005	16	12	2	0	30
경남	4,384	0	1,428	2,930	22	4,380	0	2	2	0	4
대구	596	0	112	484	0	596	0	0	0	0	0
부산	738	0	275	463	0	738	0	0	0	0	0
울산	1,064	0	389	675	0	1,064	0	0	0	0	0
제주	505	0	0	505	0	505	0	0	0	0	0
합계	39,964	10	11,335	27,016	460	38,821	892	233	17	1	1,143

자료: 한국전력 내부자료

송전탑은 2013년 기준, 경북(6,305개), 경기(6,303개), 강원(5,021개), 경남(4,384개), 충남(4,098개)의 순으로 많이 위치하고 있는데, 가장 적은 곳은 서울로 182개에 불과하다. 송전압별로 보면 문제가 되는 초고압송전선로인 765kV용 송전탑은 강원(333개), 경기(252개), 충남(236개)이 다른 지역에 비해 월등히 많이 위치하고 있다. 나머지 지역은 경북(17개)를 제외하고는 모든 지역에 765kV 송전탑이 위치하지 않는다.

B. 충남의 현황

충남에는 2013년 9월말 기준 총 1,338km의 송전선로와 4,141개의 송전탑이 위치하는데 송전선로는 154kV 이상의 초고압선으로 대부분이 가공선로이며 지중화율은 1.3%에 불과하다.



〈그림 8〉 충남 내 송전선로 및 변전소 분포

〈표 26〉 충남의 송전선로 현황 (2013.9.30 기준)

(단위: m)

구분	종류	송전선로				
		합계	765kV	345kV	154kV	66kV
선 로	가공	1,368,876	115,126	487,598	766,152	0
	지중	19,138	0	0	19,138	0
지지물	철탑	4,141	236	1,397	2,508	0

자료: 한국전력공사 내부자료

시군별로 살펴보면, 서산시 (168km), 당진시 (163km), 아산시 (158km) 지역에 매우 많은 송전선로가 지역 내를 통과한다. 다음으로 10km이상의 송전선로가 지나가는 지역은 천안시, 청양군, 예산군 등이다.

송전탑 역시 서산(507개), 아산(501개), 당진(484개) 순으로 많은 송전탑이 지역 내에 위치하고 있다. 다음으로는 천안, 청양, 홍성의 순으로 송전탑이 많이 위치한다. 당진군의 사례를 보면 2009년 현재 이미 송전탑이 11개 노선에 502개가 설치되어 있는 상황에서 765kV 송전탑 71개를 추가로 설치하겠다는 계획이 발표되기도 하였다.

〈표 27〉 충남의 시군별 송전선로 현황

(단위: m, 2013.9.30 기준)

시군	종류	송전선로				지중화율(%)
		합계	765kV	345kV	154kV	
계	가공	1,368,876	115,126	487,598	766,152	1.38
	지중	19,138	0	0	19,138	
천안시	가공	107,054	15,489	6,375	85,190	0
	지중	12,620	0	0	12,620	
공주시	가공	56,755	19,630	10,664	26,461	0
	지중	166	0	0	166	
보령시	가공	92,758	0	39,352	53,406	0
	지중	166	0	0	166	
아산시	가공	157,669	3,839	75,691	78,139	0
	지중	3,824	0	0	3,824	
서산시	가공	168,324	5,702	56,345	106,277	0
	지중	72,281	0	16,543	55,738	
논산시	가공	72,281	0	16,543	55,738	0
	지중	19,410	0	4,507	14,903	
계룡시	가공	163,700	34,349	72,181	57,170	0
	지중	770	0	0	770	
당진시	가공	163,700	34,349	72,181	57,170	0
	지중	770	0	0	770	
금산군	가공	76,964	0	30,390	46,574	0
	지중	70,873	0	28,060	42,813	
부여군	가공	102	0	0	102	0.14
	지중	102	0	0	102	
서천군	가공	46,451	0	0	46,451	3.44
	지중	1,656	0	0	1,656	
청양군	가공	100,590	0	66,095	34,495	0
	지중	52,223	0	8,805	43,418	
홍성군	가공	112,435	36,117	43,734	32,584	0
	지중	71,389	0	28,856	42,533	
예산군	가공	112,435	36,117	43,734	32,584	0
	지중	71,389	0	28,856	42,533	
태안군	가공	71,389	0	28,856	42,533	0
	지중	0	0	0	0	

자료: 한국전력공사 내부자료

〈표 28〉 충남의 시군별 송전탑 현황

(단위: 개, 2013.9.30 기준)

	합계	765kV	345kV	154kV	비율
총계	4,141	236	1,397	2,508	100.00%
천안	323	28	18	277	7.80%
공주	149	36	28	85	3.60%
보령	298	0	113	185	7.20%
아산	501	7	224	270	12.10%
서산	507	14	160	333	12.24%
논산	223	0	50	173	5.39%
계룡	63	0	14	49	1.52%
당진	484	80	216	188	11.69%
금산	221	0	76	145	5.34%
부여	221	0	77	144	5.34%
서천	150	0	0	150	3.62%
청양	307	0	189	118	7.41%
홍성	167	0	23	144	4.03%
예산	306	71	124	111	7.39%
태안	221	0	85	136	5.34%

자료: 한국전력공사 내부자료

나. 송전선로에 의한 피해

우리나라의 송전시설은 공급지와 수요지가 멀리 떨어져 있기 때문에 장거리 선로망, 초고압 송전선로를 중심으로 건설되고 있어서 그 피해범위가 넓다. 초고압 송전선로에 의한 피해는 i) 질병유발 등 건강권 침해, ii) 송전철타와 고압전선이 통과하는 직간접 영향권 범위에 속하는 선하지 토지 및 주택의 현저한 지가하락, iii) 지역발전의 기회 박탈 등의 피해 등을 들 수 있다.

A. 송전설비에 의한 피해 개요

현재 우리나라에서는 송전선로의 건설이 전국적으로 무차별적으로 이루어지고 있는데, 국립공원 내 사찰의 대응전 100m 지점에 철타가 설치되고 있는 실정이다(불교신문

1997). 밀양 송전탑 갈등에서 보듯이 송전선로 건설과 관련하여 주민과 한전 측간의 갈등이 심화되고 있다. 이러한 갈등발생 원인의 개요를 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 도시의 확장에 따라 송전선로가 경과하는 토지가 과거의 농지나 임야에서 택지 또는 상가지역으로 토지이용이 변화한 지역이 많아졌다.

둘째, 원거리 송전방식인 우리나라 송전설비 방식에 따라 송전선로가 345, 765kV 등 초고압선으로 바뀔에 따라 송전설비 주변지역의 지가 하락, 거래 제한 등 토지이용 장애 등이 발생하고 있지만, 이에 대한 보상규정이 미흡하고 실질적인 보상이 되고 있지 않아 소송 및 분쟁이 일어난다. 송전선로 건설사업 관련 소송 현황 및 유형 역시 변화하고 있는데, 과거에는 철타송전선 철거 및 철타 주지 보상소송이 중심이었으나 최근 들어서서 송전선 선하지 보상 소송 위주로 전환되고 있다. 이러한 피해를 좀 더 구체적으로 살펴보면 건축제한, 수고 제한 또는 입체이용 제한 등 토지 이용 상의 피해와 더불어 잔여지의 건축 형태 왜곡, 송전탑 주변 농기계 이용의 불편함, 송전선로가 지나는 임야 등에 항공방제를 할 수 없는 점 등을 들 수 있다.

셋째, 소음, 전파장애, 조망장애와 등 생활환경의 피해와 전자파에 의한 건강침해, 건강침해 우려로 인한 정신적 불안감 등 정신적 스트레스로 인한 건강상의 피해가 발생한다. 넷째, 기형가축의 분만, 산란율 감소, 농작물 수확량 감소, 송이버섯 등의 수확감소로 대표되는 가축 및 농작물의 성장장애에 의한 피해가 발생한다.

다섯째 송전탑의 낙뢰사고, 붕괴사고 등의 발생 및 그 가능성에 대한 불안감, 송전탑 건설 과정 및 사후에 발생하는 환경 파괴로 인한 피해의 발생을 들 수 있다. 실제 낙뢰로 인한 피해가 가장 많으며, 이로 인한 컴퓨터 고장, 정전 등의 피해가 발생하고 있으며, 이와 더불어 철타붕괴 우려 등 정신적 피해를 겪고 있다. 또한 진입 도로의 통행제한, 진입 도로의 붕괴로 인한 토사 유출 또는 침수 피해를 겪고 있다.

마지막으로는 지가하락 등 경제적 제도적 피해를 겪고 있는데, 이는 현재 가장 가시적으로 주민들이 느끼는 피해이다. 송전 설비 입지에 의해 기피지역으로 인식됨으로써 지가가 하락하고, 장래 개발가능성과 용도변경 침해로 인한 기대이익이 상실되는 것이다. 실제로 등기부에 구분지상권이 설정됨으로써 토지의 담보 대출이 불가능하며, 농지연금 설정

에 곤란을 겪는다. 또한 건축허가 시 구분 지상권자의 동의가 필요 하는 등 재산권 행사에 제약이 따른다.

송전탑 주변지역에서 발생하는 갈등의 주요쟁점은 입지의 적정성, 사업방식의 타당성, 피해보상의 현실성이며, 주민들은 합리적인 보상제도의 마련을 요구하고 있다. 주민들이 송전선로시설을 기피하는 이유는 재산가치의 하락, 건강침해, 소음, 악취 등 생활방해, 지역발전 저해 등 매우 다양, 관련 보상제도가 매우 미흡한 것이 주요 원인이다.

한국토지공법학회가 2010년 실시한 밀양지역 설문조사에 따르면, 주민들은 765kV 송전선로 건설사업의 필요성은 공감하지만, 거주 또는 소유지역에서의 건설 및 통과는 안 된다고 생각하고 있다. 위의 보고서는 이러한 상황에서 건설사업을 강행 시 주민들과의 물리적 충돌 예견된다고 인식하고 있었으며, 주민들과의 대화, 타협, 조정이 부재한 상태에서 실제로 예견되었던 상황이 발생하였다. 또한 보상제도는 사업자인 한국전력 측의 일방적인 제도라고 생각하고 있고, 송전 설비에 의한 피해는 지가 하락, 전자파 피해 순으로 피해가 크다고 의식하고 있다. 전자파가 인체 및 동식물에 영향을 주지 않는다는 한전 측의 입장과 달리 주민들은 고압선에서 인체 및 동식물에 유해한 전자파가 발생한다고 인식하고 있다. 2009년 이후 송전선로 주변 토지는 문의조차 없을 정도로 거래가 감소한 실정이다. 이로 인한 주변지역의 지가 하락률은 거래가격의 30%이상인 것으로 조사되었다(한국토지공법학회 2011).

송전선로에 의해 건강 피해가 증가하였다는 주민들의 의견이 커지고 있다. 전남 여수 봉두마을 송전탑 건립반대 대책위 박병욱 전 대표는 1970년대 초부터 초고압 송전선로 3개와 송전탑 25기가 들어선 이후, 20명이 암으로 숨지고 백혈병 발생과 가축·양봉 폐사 등이 잇따랐다고 발언하였으며, 당진 송전탑 피해자 가족모임도 초고압 송전선로 500여개가 들어선 이후 암환자가 다수 발견됐다고 주장한다(KBS 2013.11.0). 서산 팔봉송전선로 반대대책위 이희열 위원장은 송전선로가 지나가는 주변 100m 이내에 살던 주민 18명이 암으로 사망하고 8명이 투병 중으로, 더 이상의 주민 피해를 막기 위해 송전선로의 지중화를 시행해 줄 것을 주장한다.

“송전탑 주변 100m 이내에 살고 있던 69명 중 26명이 암이 발생했고, 100m 이 외의 지역에서도 20~25명 중 1명꼴로 암이 발생했다”며 “송전탑이 세워진 1994년

이후 20년이 흐르면서 이 지역주민들이 많은 고통을 받아온 만큼 우리의 요구를 한전에서 반드시 받아줘야 할 것이다.”

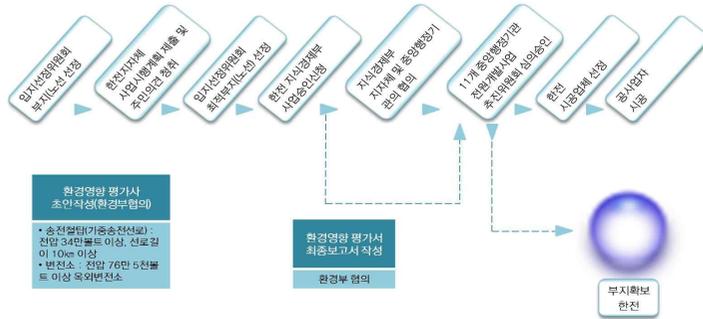
한전 대전충남발전처는 “2016년 태안화력 9·10호기 증설에 대비해서 철탑을 더 세워야 하지만 주민들의 피해를 최소화하기 위해 철탑을 세우기보다는 선로를 교체하려고 하는 것”이라며 “철탑이 세워지던 1994년 당시는 주민들에 대한 보상 규정이 없다 보니 보상이 이뤄지지 않았지만 선로교체 과정에서 마을에 지원이 이뤄질 수 있도록 검토하겠다”는 입장이다.

고압송전로에 의한 피해는 주민의 건강피해 이외의 부분에서도 발생한다. 마을 한복판으로 고압송전로가 어지럽게 지나고 있는 경우도 있으며, 지붕 위로 고압선로가 지나가는 곳도 있다. 주민들은 날씨가 흐리거나 비가 오는 날에는 선로에서 불꽃이 번쩍이고 굉음이 난다고 호소한다. 주민들은 철탑이 너무 커서 비 오면 근처를 걸어가거나 일할 수가 없고, 위험하고 무섭다는 반응을 보이고 있다. 과거 당진군 교리리에 설치한 철탑이 전파에 영향을 줘 마을 무선방송을 설비하는 데 6개월이 걸렸고, 텔레비전 수신도 어려웠던 사례도 있다.

또 다른 쟁점은 비현실적인 보상을 하는 보상제도의 문제점이다. 밀양 송전탑 공사에 항의하다 작년에 분신한 이치우 할아버지 3형제(밀양시 산의면 보라마을)의 땅은 시가 6억9000만 원 상당이었지만, 실제 보상금은 8700만 원에 불과했다. 또 다른 사례로, 밀양시 단장면 동화전마을 양모씨(72)가 평생을 남의 땅을 부치며 모은 돈으로 마련한 밤나무밭의 경우, 송전선로로 인해 항공방제를 할 수 없어 밤나무 농사를 지을 수 없게 되었다. 하지만 보상금은 고작 154만 원에 불과했다.

송전선로 건설에 따른 쟁점 중 하나로 송전선로의 건설과정의 문제점을 들 수 있는데, 근본적으로 중앙집중형 전력공급체계와 설립과정의 비민주성이다. 송전선로의 설치에 『전원개발 촉진법』에 그 근거를 두고 있다. 송변전 시설을 설치함에 있어 전기 사업자가 지식경제부 장관의 승인을 얻게 되면 『국토의계획및이용에관한법률』, 도로법, 하천법, 자연공원법 등 17개의 관련 법률들이 규정하고 있는 인허가 절차를 밟은 것으로 의제되는 것에 문제의 뿌리가 있다. 이러한 법적 제도는 현대 사회가 요구하는 지속가능한 개발의

이념이나 전자파의 리스크에 대한 지역 주민의 염려를 실질적으로 반영하고 있지 않기 때문이다. 송전설비 건설을 위한 승인 절차는 지식경제부가 주도함으로써 지역사회의 의견이 반영될 수 있는 실질적인 절차를 결여하고 있고, 또한 심의기구인 전원개발사업추진위원회의 모든 위원이 고위 공무원이라는 문제가 있다.



〈그림 9〉 송전설비 설치를 위한 논의 과정

송전설비 건설을 위해서는 환경영향평가법에 근거한 환경영향평가서를 첨부해야 하지만, 생활환경과 자연환경에 대해 평가하면서 전자파는 평가의 대상에 명시적으로 포함되어 있지 않다. 1989년 제정된 『발전소주변지역 지원에 관한 법률』은 지역사회와의 협력관계를 조성하도록 함으로써 집단 민원을 해소하고, 발전소 건설입지의 원활한 확보와 전력의 안정적 공급을 도모하기 위해 제정되었는데, 지원대상은 발전기로부터 반지름 5km 이내의 지역만이 포함되어 송배전 시설의 경우에는 지원대상에서 제외되어 있다.

전자파는 환경분쟁조정법이 규정하는 분쟁조정 대상에도 포함되지 않으며, 현재까지의 소송에서 법원은 전자파의 인체 위해성에 관한 과학적 결론에 도달하지 않았다는 이유로 피해가능성을 인정하지 않고 있다. 전자파가 833mG를 넘지 않는 시설물에 관하여는 법원은 그 위험성에 대한 주장을 받아들이지 않고 있는 것이 현실이다. 하지만 리스크가 과학적으로 완전히 규명되는 것은 그 피해가 현실화 된 이후에나 가능하며, 인체나 환경에 대한 치명적인 위해가 이미 발생된 이후에는 이전 상태로 되돌리는 것은 불가능하다는 인식의 전환이 필요하다.

B. 송전설비에 의한 전자파 피해

송전선로 등의 주위에서는 60헤르쯔의 극저주파(전자계)가 발생하는데, 우리가 흔히 말하는 전자파는 전기장과 자기장의 합성어인 전자계(EMFs)를 의미한다. 전계는 수직으로 미치는 힘으로 V/m 단위로 측정하며, 자계는 수평으로 미치는 장으로, 밀리가우스(mG) 단위로 측정하는데 현재 송전선로에 의한 피해에서 인용되고 있는 전자파는 자계이다. 우리나라는 2004년 산업자원부 고시 제2004-19호로 송전선로의 전계강도는 3.5V/m, 자계강도는 833mG로 규정하고 있는데, 국제비전리방사선 보호위원회(ICNIRP)의 국제적 가이드라인에 근거하고 있다.

전자파 인체 위해성은, 인체가 극저주파에 장기간 노출이 되면 인체 내에 유도전류가 생성되고, 세포막 내외에 존재하는 나트륨, 칼륨, 마그네슘이온 등 각종 이온의 방출로 전류가 비선형적 파형을 보여주기 때문에 인체에 불균형을 초래하여 호르몬 분비의 변화 및 면역세포에 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 송전선로 주변 지역 주민이 주장하는 전자파 피해는 신체적 피해와 재산적 피해로 구분되며, 보상의 현실화 내지는 백지화를 주장하고 있다. 과거에는 이에 대한 국민들의 관심이 적었으나 최근 가공 송전선 건설이 국토의 전 지역에 걸쳐 수행되면서 송전선에 의한 전자파 피해에 대한 관심이 급증하였다.

국제암연구위원회(IARC)가 극저주파 자계를 암분류 등급 2B로 분류한 이후 우리나라와는 달리 세계 여러 국가에서는 노출 기준치를 낮추거나 추가적인 조치를 시행하고 있다. 2005년 세계보건기구는 저주파 자기장에 대한 보호대책(Protective Measure)안을 발표하였는데, 전자파가 무해하다는 증거가 있을 때까지 사전 예방적 접근방법을 중간정책 수단으로 채택하여 각 국가별로 전자계 저감을 위한 적합한 사전예방적인 조치를 취하도록 권고하였다(전인수·김한나 2006). WHO의 국제암연구기구(IARC)는 전자파와 암 등 특정 질환의 연관성을 인식하는 결과를 지속적으로 발표하고 있으며, 송전선로에 의해 피해를 보고 있다는 주민들의 주장을 근거 없는 주장, 경제적 보상을 위한 무조건적 반대로 치부할 수는 없는 실정이다.

최근 송전탑 전자파의 발암 위험등급이 세계보건기구(WHO)의 역학 조사에서는 알려진 것보다 더 높게 나타났다. 국회 환경노동위원회 장하나 의원이 국립환경과학원이 제출한

'국제암연구소 장기노출에 의한 건강영향 기준'을 분석한 결과, 세계보건기구(WHO) 산하 국제암연구소가 송전탑 전자파의 발암 위험 등급을 역학 조사한 결과 현재 알려진 2B등급 보다 한 단계 높은 2A등급이었다. 2A등급은 발암 가능성이 있는 물질이며 2B등급은 발암 가능성을 고려하는 물질을 의미한다.

1979년 Wertheimer와 Leeper에 의해 고압선로와 소아암에 대한 역학적 연구가 최초로 수행된 이후 많은 역학적인 연구가 이루어져 왔다(전인수·김한나 2006). 노벨의학상 심사기관인 스웨덴 카롤린스카 연구소의 페이칭 마리아 연구원 등의 1992년 스웨덴의 고압 송전선과 주변 지역 소아암 발병률에 관한 논문에 따르면, 1~2.9mG에 노출된 아동군의 백혈병 유발률은 1.5배, 3mG에 노출된 군은 3.8배였으며, 고압선로 50m 이내 주택의 경우 아동백혈병 유발률은 2.9배 높았다(김기범 2013). 2001년 Schuez의 연구는 자기장 노출과 소아 백혈병 발병률에 대한 상관관계를 통계학적으로 입증하였는데, 고압 송전선로에서 발생하는 3~4 mG 이상의 자기장에 노출될 경우 소아 백혈병 발병률이 높아진다는 사실이 밝혀졌다. 박재영(박재영·엄정섭 2005)의 연구에 따르면, 154kV 송전선 주변에서는 최소한 30.27m 이상 떨어져 생활을 하는 것이 안전하며, 345kV 송전선 주변에서는 최소한 116.17m 이상 떨어져 생활하는 것이 안전한 것으로 나타났다.

국회 환경노동위원회 장하나의원은 2013년 9월 28일 한국전력 송변전건설처가 작성한 「가공송전선로 전자파 노출량 조사연구 보고서」를 입수하여 분석한 결과를 제시하였다. 동 보고서는 한전이 송전선로 건설로 인한 민원에 대응하기 위해 2009년 대한전기학회에 용역을 발주해 2010년 보고 받은 것으로 전국 242개소를 선정해 전자계의 노출량을 측정된 뒤 연평균 노출량을 추정한 것이다. 이 보고서의 측정결과를 살펴보면, 765kV 송전선로 38곳 인근의 전자파 노출량을 측정한 결과 80m 떨어진 지점에서 평균 3.6mG가 측정되었으며, 345kV 송전선로 83곳에서는 40m 떨어진 지점의 전자파 노출량이 평균 4.0mG로 측정되었다. 이를 바탕으로 추산된 1년 동안 평균 노출 전자파량은 765kV 송전선로의 80m 이내 거주자는 3.7mG, 345kV 송전선의 40m 이내 거주자는 3.8mG의 전자파에 노출된다는 것인데, “이런 수치는 모두 미국, 스웨덴 전문가들이 실험을 통해 소아 백혈병과 각종 암 발병률이 높아진다고 경고한 바 있는 위험기준을 넘어선 것이다”(장하나의원)

이 보고서의 결과를 참고하면, 현재 한전이 밀양에 설치 계획 중인 송전선로의 일부가 주거지나 농경지로부터 80m 이내에 세워질 예정이며, 송전선로가 주택이나 농경지에서 80m 안쪽에 세워질 뿐 아니라 주민들이 일상적으로 다녀야 하는 외길 위를 송전선로가 지나가는 곳도 있다(밀양 756kV 송전탑 반대 대책위 이계삼 사무국장)는 면에서 주민들의 전자파 노출이 우려된다. 우리나라는 송전선로에서 833mG의 전자파 노출을 허용하고 있는데, 이 기준은 스위스의 414배, 네덜란드의 108배, 이탈리아의 83배에 이르는 비정상적인 수준이다. 미국 캘리포니아주는 장기적 노출기준을 1mG로 정하여고 있고 스웨덴, 네덜란드는 각각 2mG, 4mG를 장기적 노출 기준으로 정하고 있어서, 우리나라도 선진국 수준으로 노출기준을 강화해야 할 필요가 있다.

C. 송전설비에 의한 지가하락 등 경제적 피해

송전선로 의한 재산적 피해 역시 최근 확인되고 있는데, 고압 가공 송전선이 인근의 토지가치에 미치는 영향을 분석한 연구(서경규 2013)에 의하면 고압 가공 송전선 인근토지의 감가율은 전압이 높을수록 높으며, 동일한 전압에서는 송전선과의 거리에 가장 큰 영향을 받고, 토지의 용도에 따라 감가율의 차이가 있으며, 주거용이 농지보다 높다는 것이 밝혀졌다. 부동산의 가치 요인은 부동산이 물리적으로 움직일 수 없기 때문에 그 가치는 다른 재화보다도 외부요인의 영향을 많이 받는다. 고압 가공 송전선에 의한 전자파는 가치형성의 외부요인으로 작용하여 부동산의 가치에 부정적 영향을 미침으로 고압 가공송전선 건설에 따른 간접 손실의 보상범위를 결정하는 경우 전압, 송전선과의 거리, 용도 등을 고려하여야 함을 시사한다. 이외에 여러 연구 들이 이를 뒷받침 하는데, 손철(2006)은 154 kV 송전선 인근의 공동주택 가격을 분석한 결과 송전선으로부터 거리가 1% 멀어질 경우 공동주택가격이 4.5% 증가함을 밝혔고, 한경찬(2011)은 송전 첩탑으로부터의 거리가 증가할수록 지가가 상승하는 것을 밝혔다.

한국토지공법학회(2011)는 180여개 지역을 표본으로 선하지를 중심으로 잔여지까지의 지가하락을 조사하였다. 분석 결과에 따르면 765kV 초고압선 주변 지역의 지가 감가율이 선하지 기준 평균 37.15%로 가장 높았으며 345kV(29.76%), 154kV (26.3%)의 순으로 나타난다. 가장 지가 감가율이 높은 지역은 765kV 초고압선의 선하지 중 택지로 47.1%에

이름. 다음 높은 지역 역시 765kV 선하지로 농지의 경우 39%의 지가감가율을 보인다.

〈표 29〉 송전선로 주변지역의 지가하락

구분	토지 이용	표본 수	평균값					
			토지면적 (㎡)	정상가격 (원/㎡)	선하지 감가율 (%)	적정 선하지 범위 (m)	잔여지 감가율 (%)	잔여지 최대거리 (m)
765 KV	백지	10	450.2	63,200	47.09	11.4	31.9	23.2
	농지	56	3,051.0	39,221	38.96	9.25	23.29	53.46
	임지	52	32,713.1	8,125	32.82	7.12	13.82	173.15
	기타	2	235.0	40,000	49.32	12	37.5	3
	합계	120	15,640.9	27,732	37.15	8.55	20.14	101.97
345 KV	백지	22	2,797.6	571,482	38.61	5.73	22.86	31.55
	농지	50	3,025.8	69,016	30.35	4.8	16.08	48.1
	임지	46	16,041.0	14,882	24.85	3.52	10.54	128.35
	기타	2	18,463.0	202,000	30.67	5	7	174
	합계	120	8,230.4	142,600	29.76	4.48	15.05	77.93
154 KV	백지	24	975.6	375,221	32.22	3.62	16.33	29.42
	농지	50	2,184.0	99,776	26.6	3.3	14.36	47.28
	임지	46	15,115.2	21,303	22.89	3.09	8	103.04
	기타	0	0.0	0	0	0	0	0
	합계	120	6,899.3	124,784	26.3	3.3	12.32	65.08

출처: 한국토지공법학회(2011)

위의 토지공법학회의 표본조사 결과를 준용하여 충남의 송전선로에 의한 피해액을 산출한 결과, 지가 하락으로 최소 390억원의 경제적 피해를 송전선로 주변 지역의 주민들이 보는 것으로 추정되었다. 피해액 추정은 보고서가 제시한 적정 선하지 범위를 기준으로 하였으며, 현재의 구득 데이터로는 송전선로의 토지이용별 자료가 없기 때문에 정상 토지 가격이 최소인 임야의 지가하락을 대응변수로 채택하였다. 향후 GIS를 이용하여 수치지적도와 공시지가 수치지도도를 이용하여 송전선로의 토지이용별 데이터를 추출할 필요가 있다.

〈표 30〉 충남의 송전선로 최소피해액 추정

전압	피해추정액(원)
765KV	4,321,884,203
345KV	13,212,552,781
154KV	21,456,402,818
합계	38,990,839,801

* 적정 선하지 및 임야의 지가하락 기준

D. 피해 보상제도의 문제점

송전설비에 의한 피해에 대해 보상과 지원은 사업자가 수행하며, 보상은 직접보상과 간접보상으로 나뉜다. 직접보상은 선하지에 속하는 토지 등에 대한 보상이며, 간접보상은 선하지에 인접하는 토지 등으로서 특별한 희생의 성격이 강하여 현금 보상이 지급되는 부분이다. 잔여지는 간접보상의 범주에 속한다. 지원은 선하지 인근의 주변지역에 속하는 토지 등으로서 송변전시설로 인한 피해는 인정되나 그 정도가 사회적 제약의 범주에 속하여 손실보상이 인정되지 않는 부분분인 토지 등에 대하여, 지역협력기금 등을 통해 주변지역의 개발, 조성 등 사업에 소요되는 비용이다.

현재 급증하는 송전설비 관련 분쟁은 현행 피해보상제도에 기인한다. <전원개발촉진법> 제6조의 2에 따른 강제 수용의 경우, 철탑부지는 감정가로 보상하지만, 선하지(전선 아래에 있는 땅)의 경우 감정가의 평균 28%정도 선에서 보상하는 문제가 있다.

〈표 31〉 송전설비 보상

구분	사업의 성격	손실보상 유형(원칙)		권익확보방법(원칙)
변전설비 건설사업	면적(面)	매수		소유권
송전설비 건설사업	선적(線)	지지물용지	매수	소유권
		선하지	사용	구분지상권

출처: 한국토지공법학회(2011)

선하지는 현재 『전기사업법』 제90조의 2에 따라 송전선로 양측 바깥 선으로부터 수평으로 3미터를 더한 범위의 직하 토지면적만 피해 보상에 해당된다¹⁷. 즉 자기 땅의 길이가 100미터건 1000미터건 땅 위에 전선에 흐르는 전압이 765kV이건 365kV이건 상관없이 3미터에 해당하는 곳에서만 금전 보상을 받는다는 것이다. 이러한 비합리적인 보상제도 탓에 단장면 동화전마을 양모 할아버지 밤나무 밭의 경우 송전선로로 인해 항공 방제를 할 수 없어 땅을 버리게 됐는데도 보상금은 고작 154만원에 불과하였다(장여진 2013).

한전 측은 송전선로에 대한 비현실적인 보상을 하면서도 자체 내규인 「송변전설비

¹⁷ 현재 이러한 선하지의 넓이를 확대하고 매수 등 보상범위를 확대하는 송주법이 국회에 상정되어 있다.

건설관련 특수보상 운영세칙」을 통해 임의적으로 간접보상 제도를 운영하고 있다. 이 보상제도의 특이한 점은 직접 피해가 없는 송전탑 부지 멀리 있는 주변 주민들에게 하고 있다는 것이다. 또한 직접 보상이 아니라 농로, 공용창고, 마을회관 등으로 지원하는데 이 지원 산출기준도 추상적이고 주민 대표성이 없는 사람들에게 돈을 입금하는 경우도 있어 주민 갈등이 증폭되고 있다.

E. 전자파 규제 의 필요성

전자파는 두 가지 측면에서 새로운 규제적 특징을 지니는데 첫째, 전자파가 기존 행정법이 규제의 대상으로 하던 위험과는 달리 불확실성을 본질적 요소로 가지고 있어 실제적, 절차적 정당성을 확보하기에 불충분하며, 둘째, 이러한 리스크가 자연재해와 같이 불가피하게 발생하는 것이 아니라, 사회 스스로 결정을 통해 만들어낸 것으로서 리스크에 영향을 받는 지역 주민의 참여가 반드시 필요하다는 것이다 (김은주 2008).

전자파의 경우 "사전예방의 원칙"을 적용할 것을 송전시설 지역 내 주민과 환경학자들은 주장하고 있다. 사전예방의 원칙은 국제조약과 각 국에서 환경법원리 내지는 법규범으로 채택하고 있다. 이 원칙은 상당한 과학적 불확실성이 존재하지만 현재까지의 과학적 분석을 통해 그러한 위해의 가능성이 예견되고, 그러한 위해가 회복될 수 없는 심각한 것일 때에는 그러한 잠재적인 위해가 발생하기 전에 또는 그러한 위해에 관한 과학적 확실성에 도달하기 전에 국가적 개입이 요구된다는 것을 이론적 전제로 하고 있다. 이에 근거하여 전자파를 규제할 수 있는 수단은 전자파의 강도 제한, 신규설비의 잠정적 중단, 정기적인 연구조사의 의무 부과, 객관적으로 명확한 과학적 증거의 요건, 현명한 회피적 규제, 입증책임의 전환적 규제 등이다.

업계의 영업의 자유, 전기설비를 자유로이 이용하고자 하는 일반 국민의 권리 등과 같은 다양한 공익과 사익간의 조화가 요구되는 바, 전통적인 규제적 절차가 아닌 보다 적극적인 참여를 보장하는 협력적 규제절차를 필요로 한다. 송전설비는 반드시 필요한 사회적 반시설이지만, 이러한 시설들이 야기할 수 있는 전자파의 리스크는 그 본질과 심각성에 비추어 사전예방적으로 다루어져야 할 대상임에도 불구하고 현재의 제도는 이러한 리스크에 대한 인식의 한계를 가지고 있다. 따라서 다양한 대안적 수단들을 검토하여 법적도적 절차

로 도입하여야 할 것으로 판단된다(양현석 2009). 결국 전원설비 갈등은 한전과 전력계가 해결할 수 있는 문제를 사실상 넘어섰으며, 국토의 효율적이고 장기적인 이용을 위한 분산형 전력공급구조 등 대안이 도입되어야 할 것으로 판단된다.

2. RPS 사업의 문제점

가. RPS 사업 현황

RPS 사업은 '신재생에너지 발전 의무 비율 할당제' (RPS Renewable Portfolio Standards)를 일컫는 말로 발전회사 등이 발전 용량의 일정 부분을 신재생에너지 발전으로 하도록 의무화한 신재생에너지 보급 정책이다. 우리나라 정부는 2012년까지 발전 사업자가 총 발전 전력의 3% 이상, 2020년까지 10% 이상을 신재생에너지로 공급하도록 할 계획이다.

충남 내 입지한 발전소 모(母)회사는 한국서부발전(태안화력), 한국 동서 발전(당진화력), 한국 중부 발전(보령화력, 서천화력, 보령 GT, 보령 ST), GS EPS(부곡복합 GT, 부곡복합 ST)와 중국계 회사인 MPC(대산복합화력)¹⁸ 등이다.

한국서부발전은 태양광 사업 7개, 바이오혼소 사업 1개를 시행중인데, 태양광 사업이 운영되는 곳은 군산과 태안의 건물 옥상, 세종시의 수질복원센터와 자전거도로 및 폐기물 매립지, 영암F1경기장, 경기 안산배수지 등이다. 바이오혼소 시설은 태안화력 3,4 호기에 설치 운영하고 있다. 이 중 충남에서 이루어진 사업은 태안 건물 옥상에 태양광 설치사업, 태안화력 3,4호기에 바이오혼소 설비 운영 사업뿐이다.

¹⁸ MPC가 운영하고 있는 대산복합화력발전소는 설비용량이 500MW가 되지 않는 이유로 RPS 사업에 제외됨

〈표 32〉 한국서부발전의 RPS 사업 현황

에너지원	사업명	용량 (MW)	착공일	준공일
태양광	군산	0.265	'10.04	'10.07.30
	태안 건설옥상	0.555	'11.09	'12.01.31
	세종시 수질복원센터	1.5	'11.09	'12.04.20
	세종시 자전거도로	1.875	'11.09	'12.04.20
	세종시 폐기물매립지	1.625	'11.09	'12.06.29
	영암 FI	13.3	'12.05.31	'12.12.28
바이오 혼소	경기 안산배수지	1.0	'12.10.04	'12.12.26
	태안화력 #3,4 (유기성고형연료 혼소)	50 (환산)	-	'12.04
계		70.12	-	-

자료: 서부발전 내부자료

한국동서발전에서 설비 운영하고 있는 RPS 사업은 태양광, 연료전지, 바이오매스 발전 시설 설치이다. 동서발전의 RPS 사업은 호남화력과 울산화력 구내에 태양광 설치 사업, 부산 신호태양광 설비 사업, 당진화력 내 자재창고 태양광 설비 사업, 일산 연료전지 발전 사업, 동해 바이오매스 발전 사업이 있다. 이 중 충남에서 이루어진 사업은 당진자재창고의 태양광 발전설비 사업이 유일하다.

〈표 33〉 한국동서발전의 RPS 사업현황

에너지원	사업명	용량(MW)	준공
태양광	호남화력 구내	0.1MW	2011
	울산화력 구내	0.5MW	2011
	부산신호태양광	20MW	2012
	당진자재창고	0.67MW	2012
연료전지	일산 연료전지발전	8.0MW	2013
바이오매스	동해 바이오매스 발전	30MW	2013

자료 : 한국동서발전 내부자료

한국중부발전에서 설비 운영하고 있는 RPS 사업은 태양광 발전이 주이며, 바이오연료 혼소시설과 RDF 사업도 있다. 서울 마곡동에 위치한 태양광발전, 서울화력과 제주화력에 설비된 태양광 집광채광 시스템, 인천화력과 제주화력 발전소 내 태양광 설비사업, 여수엑스포 태양광 설비 사업, 제주대 인천 복합발전소 충북 공공건물 구미오창 태양광 발전 사업, 익산 RDF 열병합 발전소 등이 있다. 이 중 충남에서 이루어진 사업은, 서천화력 제 1

회 처리장에 설비된 서천 태양광발전, 보령에 설비된 태양광 집광채광 시스템, 보령과 서천 발전소 내 태양광 설비 사업, 천안시 태양광 발전 사업, 보령화력 7,8호기에 설비된 유기성 고형연료 혼소설비 사업이 있다.

GS EPS의 RPS 대응 설비는 당진 4호기 바이오매스(Biomass) 발전사업으로 충청남도 당진시 GS EPS 당진발전소 내에 100MW급 유동층 보일러와 스팀터빈을 건설, 운영하는 사업이다.

〈표 34〉 중부발전의 RPS 사업 현황

에너지원	사 업	위 치
서울태양광	서울태양광발전 (1.3MW)	서울 강서구 마곡동.
서천태양광 (2008.01)	서천태양광발전 (1.232MW)	서천화력 제 1회처리장
발전소 내 집광채광 (2006.12)	태양광 집광채광 시스템 (0.881MW)	보령화력 제3발전소 가스터빈 건물 서울화력 물 처리실 상부, 제주화력 보일러 벽면
발전소 내 태양광 (2008.03)	발전소 내 태양광 (0.656MW)	보령화력, 인천화력, 서천화력, 제주화력의 터빈건물 옥상 및 주차장 등의 유휴부지에 태양광발전시스템을 설치
여수엑스포 (2012.03)	여수엑스포태양광발전 (2.218MW)	여수엑스포 태양광 발전설비
제주대 (2012.05)	제주대태양광발전 (1.092MW)	제주대학교 태양광 발전소
인천복합 (2011.12)	인천복합발전소태양광발전 (0.304MW)	인천 복합발전소 수처리동과 자재창고 건물옥상을 활용하여 태양광 발전설비를 설치
충북공공건물 (2012.06)	충북공공건물태양광발전 (2.46MW)	충북 지역의 공공건물, 환경기초시설 및 유휴 부지를 활용하여 태양광 발전을 건설한 사업
천안시 (2012.06)	천안시태양광발전 (1.69MW)	천안시의 환경설비와 주차장 등을 이용하여 태양광 발전설비
구미오창 (2012.06)	구미오창태양광발전 (6MW)	구미와 오창의 LG전자, LG화학 공장 옥상을 활용하여 각각 3MW의 태양광 발전설비를 설치
바이오 (2012.07)	유기성고형연료혼소설비 (30MW)	해양투기가 금지된 하수슬러지를 발전소 연료로 재활용하는 설비로 보령화력 7,8호기에 설치
RDF (2012.02)	익산상공에너지 (9.8MW)	익산RDF 열병합발전소

자료 : 한국중부발전 내부자료

〈표 35〉 GS EPS의 RPS 사업 현황

구분	내용
사업명	당진 4호기 바이오매스(Biomass) 발전사업
위치	충청남도 당진시 GS EPS 당진발전소 내
발전용량	100MW급
설비구성	유동층 보일러(CFBC)+스팀터빈
주연료	바이오 에너지(목질계 등)
건설기간	2013.5 ~ 2015.8

자료 : GS EPS내부자료

나. RPS 사업의 문제점

우리나라 발전회사에서 시행하고 있는 RPS 사업의 문제점은 의무공급량 대비 신재생에너지 발전량의 부족, '설비형' 보다는 '연료형' 신재생에너지에 치중하고 있다는 점, 그리고 발전소 입지 지역외의 지역에 사업을 시행하고 있다는 점이다. 그 중 가장 큰 문제점은 RPS 사업 시행의 주체가 발전회사로 되어 있기 때문에 실제 발전소로 인한 피해를 입고 있는 발전소 입지 지역에 RPS 사업을 하지 않아도 된다는 것이다.

실제로 충남 내 대부분의 발전회사들은 충남에서의 발전설비 용량에 비해 현저히 적은 비율의 RPS 사업을 충남 내에 실시하고 있다. 동서발전의 경우 충남 내 발전 설비용량은 45.5%에 이르지만, 충남 내에 설치한 RPS 사업시설은 1.1%에 불과하다. 중부와 서부발전의 경우, 충남 내 발전 설비용량은 각각 68.6%와 47.6%이며, 충남 내에 설치한 RPS 사업시설은 각각 54.9%와 72.01%이다. 이들 회사의 높은 비율은 바이오매스 RPS 사업의 설비용량이 큰 것에 기인하는데, 바이오매스를 제외한 신재생에너지 시설의 용량은 중부발전 6%, 서부발전 2.8%, GS EPS 0%, 동서발전 2.3%에 불과하다.

이렇게 발전사들이 발전량 상당 부분을 '설비형'보다 저렴한 '연료형' 신재생에너지를 선택하고 있다는 점이 또한 문제로 떠오르고 있다. RPS 의무량이 10%가 되는 2022년을 기준으로 동서발전은 전체의 44%, 중부발전은 71%, 서부발전은 57%를 바이오매스, 조력,

RDF, 부생가스 등 연료형을 통해 의무량을 충족시킬 계획이다. REC 시장에서도 발전단가가 비싼 설비형 보다 저렴한 연료형이 선택받을 가능성이 높아 태양광, 풍력 등 설비형 재생에너지는 비용구조가 불리해 시장에서 배제될 가능성이 높다.

〈표 36〉 발전회사의 RPS 사업과 충남 내 RPS 사업 비교

(단위: MW, %)

		중부발전	서부발전	GS EPS	동서발전
발전	총 설비용량	8,385	8,398.4	1,033.8	8,800
	충남 내 설비용량	5,750	4,000	1,033.8	4,000
	충남 내 설비용량 비율	68.6	47.6	100.0	45.5
RPS	총 RRS 설비용량	57.6	70.1	100.0	59.3
	충남 내 RPS 설비용량	31.7	50.6	100.0	0.7
	충남 RPS 설비 비율	54.9	72.1	100.0	1.1
	바이오 매스 RPS 총설비용량	30.0	50.0	100.0	30.0
	충남 내 바이오매스 RPS설비용량	30.0	50.0	100.0	0.0
	충남 내 바이오매스 RPS비율	100.0	100.0	100.0	0.0
	총 RPS 설비용량(바이오매스 제외)	27.6	20.1	0.0	29.3
	충남 내 PRS 설비용량(바이오매스 제외)	1.7	0.6	0.0	0.7
충남 내PRS 비율(바이오매스 제외)	6.0	2.8	0.0	2.3	

자료: 각 발전소 내부 자료

2011.12.23일 열린 발전사들에 대한 국회 지식경제위원회 국정감사에서 발전사별 RPS 이행전망 자체 보고서를 분석한 결과 의무 공급량 대비 신재생에너지 발전량 부족분은 중부발전이 86%로 최대였고 그 뒤를 남부발전(77.8%), 서부발전(76.4%)이 따랐다. 발전사들은 신규 전원 입지 확보의 어려움, 인허가 기간의 장기간 소요 등으로 이행계획이 지연되었다고 말하고 있지만 2008년 이후 준비기간이 충분했다는 점에서 외부 REC 거래 시장에 너무 의존하는 것 아니냐는 비판이 있다. RPS 의무 이행자들이 설비형 투자비중을 최소 60% 이상으로 늘릴 수 있도록 「RPS 대응을 위한 이행계획」을 수정·보완해야 한다는 비판(남수정 2011)이 대두되고 있다.

VI. 결론 및 정책 제언

1. 요약 및 결론

충남의 발전소 총 설비용량은 15,891MW(우리나라 총 설비용량의 19%), 화력발전소의 설비용량은 15,252MW(전국 49.3%)로 과도하게 많은 화력발전소가 입지하고 있기 때문에 대기오염 피해 및 온배수로 인한 해양 피해를 입고 있다. 충남의 화력 발전소가 배출하는 대기오염물질의 평균 농도는 분진의 경우 2000년대의 대부분 허용 기준치를 상회하였다.

충남의 화력발전소는 2010 년 기준 총 111,021 톤의 대기오염 물질을 배출하여 우리나라 광역시·도 중 가장 많다. 이러한 대기오염 물질 배출에 의한 사회적 비용은 2010년 기준 7,712 억 원으로 우리나라의 총 사회적 비용의 37.5%를 차지하여 여타 지역의 사회적 비용을 크게 상회한다. 충남의 화력발전소 오염물질에 의한 사회적 비용은 질소 산화물(NOx)과 황산화물(SOx)에 의해 지배 되어 왔으며, 사회적 비용의 연도별 추세를 살펴보면, 1999년 9천 687억 원에서 2004년 1조 5천 896억 원으로 증가하여 가장 컸으며, 이후 감소하여 2010년 7천 712억 원에 이른다.

충남도는 오염물질의 기준치 이상의 배출을 억제하기 위해 지속적이고 효과적인 모니터링 시스템을 구축하여야 하며, 과도한 화력발전소에 의한 사회적 비용을 그에 상응한 공정 보상 받을 수 있는 방안을 마련하여야 할 것이다. 또한 원자력발전소 건립 차질에 따라 화력발전소의 증설이 논의되고 있는바, 이와 관련하여 충남도의 환경용량을 초과하지 않도록 대책을 마련해야 할 필요가 있다.

발전 온배수는 주변 해수온 상승을 야기하여 동물플랑크톤의 감소, 해조류의 생장 저해, 저서생물의 종 감소, 생물상의 변화 등 심각한 피해를 입히며 특히, 인근 연안에서 양식 및 서식하는 김, 미역 등 조류의 생장을 심각하게 저해한다. 충남도는 발전 온배수를 관리할 수 있는 기제를 작동하여야 하며, 온배수의 심층 취수, 배수 등 기술적인 대안들을 도

입하도록 하고, 온배수를 활용한 양식 등을 확대하고, 온배수 배출세 등을 징수하여 활용 시설의 보조에 충당하며, 해양 피해 복구비용으로 충당하는 등의 정책을 시행하여야 할 것이다.

WHO의 국제암연구기구(IARC) 등 여러 연구들은 전자파와 암 등 특정 질환의 연관성을 인식하는 결과를 지속적으로 발표하고 있으며, 이러한 결과는 송전선로에 의해 피해를 보고 있다는 주민들의 주장을 근거 없는 주장, 경제적 보상을 위한 무조건적 반대로 치부할 수는 없게 한다. 송전설비는 반드시 필요한 사회기반시설이지만, 이러한 시설들이 야기할 수 있는 전자파의 리스크는 그 본질과 심각성에 비추어 사전예방적으로 다루어져야 할 대상이며, 이후 여러 대안적 수단들을 검토하여 법제도적 절차로 도입하여야 할 것으로 판단된다. 송전선로에 의한 재산적 피해 역시 최근 확인되고 있는데, 고압 가공 송전선 인근토지의 감가율은 전압이 높을수록 높으며, 동일한 전압에서는 송전선과의 거리에 가장 큰 영향을 받고, 토지의 용도에 따라 감가율의 차이가 있으며, 주거용이 농지보다 높다는 것이 밝혀졌다. 부동산의 가치 요인은 부동산이 물리적으로 움직일 수 없기 때문에 그 가치는 다른 재화보다도 외부요인의 영향을 많이 받는다. 고압 가공 송전선에 의한 전자파는 가치 형성의 외부요인으로 작용하여 부동산의 가치에 부정적 영향을 미침으로 고압 가공 송전선 건설에 따른 간접 손실의 보상범위를 결정하는 경우 전압, 송전선과의 거리, 용도 등을 고려하여야 함을 시사한다.

우리나라 발전회사에서 시행하고 있는 RPS 사업의 문제점은 의무공급량 대비 신재생에너지 발전량의 부족, '설비형' 보다는 '연료형' 신재생에너지에 치중하고 있다는 점, 그리고 발전소 입지 지역외의 지역에 사업을 시행하고 있다는 것이다. 그 중 가장 큰 문제점은 시행의 주체가 발전회사로 되어 있기 때문에 실제 발전소로 인한 피해를 입고 있는 발전소 입지 지역에 RPS 사업을 하지 않아도 된다는 것이다. 또한 대부분의 발전회사들은 충남에서의 발전설비 용량에 비해 현저히 적은 비율의 RPS 사업을 충남 내에 실시하고 있다는 문제가 있다.

2. 정책 제언

화력발전소는 대기오염물질과 발전 온배수를 연중 끊임없이 배출하는 오염원이기 때문에 이에 대한 정밀 연구와 조사를 통해 심각성을 알려야 할 필요가 있다. 충남도 등 자치단체 역시 중앙정부의 화력발전 증설계획에 대한 모니터링을 통해 관련 정보를 숙지하여야 하며 이를 토대로 지역의 환경지속성을 담보할 수 있는 합리적인 대책을 세울 필요가 있다. 또한 단기적·장기적인 환경피해 해소를 위해 관련 연구 및 방안 마련에 과감히 투자해야 할 필요가 있다.

가. 화력발전소의 대기오염물질 관련

2014년 이후 정수될 지역자원시설체를 재원으로 화력발전소에서 배출되는 대기오염 물질로 인한 피해를 조사하고, 그 대책을 수립할 필요가 있다. 발전소 건설은 기초지자체가 인·허가권을 가지고 있지만 중앙정부의 국가전력공급계획에 의해 발전소 건립계획이 이루어지기 때문에 기초지자체가 발전소 건립을 불허하는 것은 사실상 불가능하다. 화력발전소 설치를 결정하는 중앙정부의 논의과정에 도 및 관련 기초지자체가 참여할 수 있는 제도적 장치를 만들어야 하며, 화력발전소 운영에 있어서 발전소 내 오염물질 배출 측정기기 및 오염물질 배출감축 시설에 대한 감시 및 단속권을 강화하고 이들 행정권한이 충남도 및 관련 기초지자체로 이관되도록 관련 법률 및 조례를 제정하여야 할 필요가 있다. 관련 법률 및 조례 제정 준비 기간에는 기존 환경보호 관련 조례를 개정하여 화력발전의 대기오염 물질의 피해를 방지할 필요가 있다. 예로 도가 보유하고 있는 공유수면 관리권을 이용하여 화력발전소 증설을 막자는 논의도 있다.

정부는 『대기환경보전법』을 일부 개정하여 시·도지사가 오염물질의 정도가 배출허용기준 이하로 내려가도록 개선명령을 내릴 수 있는 권한을 부여하였고, 개선명령을 이행하지 않는 경우 배출시설의 조업정지 명령 등을 내릴 수 있도록 하였다. 그렇지만 발전설비

등 오염물질 배출시설의 조업정지가 주민의 생활, 국민경제, 공익에 현저한 지장을 줄 우려가 있을 경우 2억 원 이하의 과징금으로 조업정지처분을 갈음할 수 있도록 하였다. 다만 방지시설을 설치하여야 하는 자가 방지시설을 설치하지 아니하고 배출시설을 가동한 경우, 30일 이상의 조업정지처분을 받아야 하는 경우, 개선명령을 이행하지 아니한 경우에는 조업정지처분을 갈음하여 과징금을 부과할 수 있도록 하였다. 따라서 충남도는 오염물질 배출을 면밀히 모니터링하여 허용기준치를 넘는 오염물질 초과배출에 대해 개선명령을 내리고, 개선 명령을 이행하지 않는 경우 법령에 따라 조업정지 등을 명령할 필요가 있다.

또한 화력발전소의 환경피해에 대한 연구 및 관리방안 마련을 위한 관련 조례 제정을 위한 지자체의 노력 역시 필요하다. 충남의 환경용량에 적절한 화력발전소가 입지되어 있는지, 화력발전소 증설에 따라 오염물질 농도변화 예측과 지역에 미치는 영향 등에 대한 장기적인 연구가 필요하다. 서울과 울산, 광주 등 대기환경보전 조례 등을 별도로 제정해 운용하고 있는 지자체를 벤치마킹하여 충남도에도 화력발전소 관련 대기환경보전 및 해양생태계 보호를 위한 조례를 제정할 필요가 있다.

나. 발전 온배수 관련

화력발전소의 온배수와 관련하여서는 발전 온배수 관리를 강화하여야 하며, 온배수로 인해 피해를 입는 김, 미역 등 양식장의 피해 원인 규명을 위한 장기적인 모니터링과 연구를 수행하여야 할 필요가 있다. 우리나라는 발전 온배수 문제와 관련한 국가적 기준과 발전 온배수 관리시스템이 없어서 발전소 온배수에 대한 명확한 배출기준 없이 오염물질의 배출 온도만 규정하고 있는데, 『수질 및 생태계 보전에 관한 법률』 시행규칙 제34조에서 수질오염물질 배출 허용기준에 '배출수의 온도'를 40℃로 규정하고 있으며, 시행규칙 제6조(폐수배출시설)에 화력발전소가 포함되어 있다(단, 시간당 10만kW 미만의 시설은 제외). 이러한 발전소 온배수 배출기준 및 관리규정 부재는 각종 민원을 증가시키고, 갈등 관리를 취약하게 한다. 또한 발전소 온배수 영향 조사는 발전소가 자체적으로 실시하고 있어서 신뢰성이 부족하며, 조사결과에 대한 처리 시스템도 없어서 매년 피해 보상 민원 및 소송이 지속되고 있다.

따라서 충남도는 기존 및 신규 화력발전소에 대한 발전온배수 관리를 강화하여야 한다. 관리기준으로는 온배수 배출구에서의 최대 허용 수온을 35℃로 규정하고, 하절기에는 자연해수 온도와 7℃ 차이를 넘지 못하도록 하며, 동절기의 겨우 온도 차 15℃를 초과할 수 없도록 규정하는 것이다(한국해양연구원, 2008). 또한 온배수에 의한 열 부하량의 총량을 방류 해역이 온배수를 수용할 수 있는 환경용량 범위 내로 규제할 필요가 있다. 이와 더불어 발전소의 냉각수 취수와 발전 온배수 배수방식의 변화를 통하여 해양 생태계의 피해를 줄이기 위한 방안을 발전소들이 강구하도록 조치할 필요가 있다. 주요 저감방안으로는 심층취수, 심층배수와 냉각지, 냉각탑의 적용이 있다. 기존 연구에 따르면 우리나라의 경우 심층배수, 심층취수 방식의 도입이 바람직하며, 구체적으로 신축되는 발전소는 해안으로부터의 거리 800m, 수심 20m에서 저온의 냉각수를 취수하고 해안에서 약 600m, 수심 10~20m에서 방류할 것을 제안하고 있다.

발전 냉각수 취수에 대한 허가제도와 온배수 배출 및 확산 구역 사용허가 규정을 도입할 필요가 있다. 냉각수 취수는 수중취수를 원칙으로 하며, 취수자는 냉각수량을 최소화하기 위한 모든 노력을 기울여야 하며 보편 타당성 있는 최신 기술을 사용하여 냉각계통을 설계하고 해양생태계 영향을 최소화하기 위한 시설을 설치하여야 한다는 규정을 제정할 필요가 있다. 온배수 배출은 수중 배출을 원칙으로 하며 배출구뿐만 아니라 온배수 확산 구역에서의 영향을 함께 고려하여 온배수 배출이 해양생태계에 미치는 영향을 예측하고, 예측된 영향에 대한 저감방안을 명기하여 온배수 배출 허가 및 확산구역 사용 요청서를 제출하도록 한다. 이러한 온배수 관리를 위하여, 발전 온배수 부담금 부과 및 온배수 관리 위원회를 조직하고 운영할 필요가 있다. 발전 온배수 부담금 부과를 위하여 관리법 시행령에 환경개선부담금 징수대상으로 온배수를 정하고, 부담금 부과방법 및 징수방법 등 세부적 사항은 관리법 시행령과 시행규칙에 정하도록 한다. 지역 발전 온배수 관리위원회는 지역 어민대표, 발전 온배수 배출자, 지방자치 단체장이 임명한 온배수관련 전문가 등으로 구성하고, 온배수 배출에 대한 감시, 온배수 배출로 인한 영향에 대한 연차적 문제제기 및 배출자와의 협의, 온배수 배출로 인한 제반 영향에 대한 정밀조사 요청, 온배수 배출 부담금의 관리 및 사업 수행 등의 기능을 수행하도록 한다.

다. 송전설비 관련

해당 지역 주민들의 동의 이후에 발전소 및 송·변전 시설의 설비가 이루어지도록 제도적 개선이 이루어져야 한다. 또한, 산업통상자원부 장관 승인만 있으면 사업자가 19개 인허가권과 토지강제수용권까지 갖게 되는 『전원개발촉진법』을 전면 개정할 필요가 있다. 이와 관련하여 송전설비와 관련한 갈등의 해결을 위한 제도적 법적 근거를 제시하고 송전선로 등 전력설비 건설 사업에 대한 전면적인 재검토가 필요하다. 지역주민의 의견을 송전선로 건설 사업에 반영되도록 법과 제도를 개선해야 하며, 한국전력 측의 전 사업에 대하여 열람 및 설명회 등을 의무화 하여야 한다.

지중화를 위한 기술 개발로 지중화율을 높여야하며, 전자파의 잠재적 위해성에 대한 불안감 해소에 노력하여야 한다. 주민들의 참여를 전제로 전자파의 강도제한, 신규설비의 최신기술 적용, 정기적인 전자파 검사, 장기적인 연구조사 및 주변 지역주민의 정기적인 건강 역학 조사의 의무를 부과할 필요가 있다. 또한 송변전시설과 관련하여 적정한 입지 선정과 주변지역에 대한 보상 및 지원에 관한 명확한 근거를 마련할 필요가 있다.

송변전 시설 주변지역 보상 및 지원을 담당할 수 있는 기구를 설치할 필요가 있다. 사업시행자는 재산적 보상 지역 중 전기사업법에 따른 손실 보상이 이루어지지 않은 부분에 대해서는 해당 송전선로의 설치로 인하여 하락한 토지가격 상당의 금액을 보상하도록 규정하여야 한다. 또한 초고압송전선로로 인한 지가하락을 보상할 수 있도록 적극적으로 토지매수청구를 할 수 있는 법적 장치를 마련할 필요가 있다. 마지막으로 지목별 지가 하락에 의한 피해 및 주민 건강 피해 실태에 대한 조사 등 충남 도 차원의 송전탑 피해 실태에 대한 정밀 조사가 필요하다.

궁극적으로는 분산형 에너지 시스템으로의 전환이 필요하다. 화력과 원자력 등 대규모 발전과 공급 중심의 중앙집중형 에너지 시스템과 정책에서 지역형 에너지 보급과 수요관리 중심의 분산형 에너지 시스템으로 전환하여야 한다. 현재와 같은 에너지의 소비와 생산의 극심한 불균형은 많은 문제와 지역 간 갈등을 야기하므로 분권형 에너지 정책으로 전환이 필요하다.

참고문헌

- AEA Technology Environment. 2005. Damages per tonne emission of PM2.5, NH3, SO2, NOx and VOCs from each EU25 Member State (excluding Cyprus) and surrounding seas.: Service Contract for Carrying out Cost-Benefit Analysis of Air Quality Related Issues, in particular in the Clean Air for Europe (CAFE) Programme.
- Anraku, M. & E. Kozasa (1979) The effects of heated effluents on the production of marine plankton (Takahama Nuclear Power Station-II). *Bull. Plankton Soc. Jap.*, 26, 77-86.
- Barnett, P. R. O. (1972) Effects of warm water effluents from power stations on marine life. *Proc. R. Soc. Lond. B.*, 180, 497-509.
- Briand, F. J. P. (1975) Effects of power-plant cooling systems on marine phytoplankton. *Mar. Biol.*, 33, 135-146.
- CSERGE. 1993. The Social Costs of Fuel Cycles. In *A Report to the UK Department of Energy*. London: HMSO.
- ExternE. 1995a. *Externalities of Energy-Vol.3: Coal and Lignite*. European Commission DGXII, Luxembourg.
- . 1995b. *Externalities of Energy - Vol.2: Methodology*. European Commission DGXII.
- . 1997a. *Externalities of Fuel Cycles 'ExternE' Project: Aggregation-External Costs from Electricity Generation in Germany and the UK*.
- . 1997b. *Externalities of Fuel Cycles 'ExternE' Project: Results of National Implementation*.
- . 1997c. *Externalities of Fuel Cycles 'ExternE' Project: Results of the Transport Project*.
- Holland. M & W. P. . 2007. *Benefits Table database Estimates of the marginal external costs of air pollution in Europe*. European Commission DG Environment by netcen.
- Holland, M. R. & EMRC. 2008. *The co-benefits to health of a strong EU climate change policy*. HEAL & CAN & WWF Europe.
- Kolehmainen, S. E., F. D. Martin & P. B. Schroeder. (1975) Thermal studies on tropical marine ecosystems in Puerto Rico. In *Environmental effects of cooling systems at nuclear power plants*, 409-422. Vienna.
- Laws, E. A. (1981) Thermal pollution and power plants. In *Aquatic Pollution*, 482. Wiley-Intersci.Publ.
- Mankiw, N. G. (2009). *Principles of Economics*, Harvard University.
- Markandya, A. 1998. *Economics of Greenhouse Gas Limitations : The indirect costs and benefits of greenhouse gas limitations*. UNEP.
- Pearce, D. (1996) Economic valuation and health damage from air pollution in the developpeing world. *Energy Policy*, 24, 627-630.
- Rowe, R. D. et al. 1995. the New York Environmental Externalities Cost Study: Summary of Approach and Results. In *The external Costs of Energy: Proceedings. Brussels: CEC*.
- Suresh, K., M. S. Ahamed, G. Durairaj & K. V. K. Nair (1993) Impact of power plant heated effluent on the abundance of sedentary organisms, off Kalpakkam. *East coast of India Hydrobiologia*, 268, 109-114.
- Thayer, M. A. et al. 1994. *The Air Quality Valuation Model*. Regional Economic Research Inc. and TRC Environmental Consultants.
- Tol, R. S. J. (2009) The economic effects of climate change. *The Journal of Economic Association*, 23, 29-51.
- U.S. EPA. (1976) Quality Criteria for Water. In *EPA-440/9-76-023*.
- 강광규 (2008) *대기오염의 사회적 비용 추정*. 한국환경정책평가연구원.
- 강만옥 · 이상엽 · 신상철 · 조정환. 2012. *자원 · 환경 위기 시대에 대비한 에너지가격 개편 추진전략 연구 - 전력요금 개편 중심*. 연구보고서 2012-14. 한국환경정책평가연구원.
- 강만옥 · 강광규 · 조정환. 2011. *탄소세 도입 및 에너지세제 개편방안 연구*. 녹색성장연구 2011-07. 한국환경정책평가연구원.

경향신문. 2013. 한전 내부보고서 "밀양 송전선, 주민 건강 심각하게 위협".
경향신문 2013.7.29.

김광수·최영찬·이문진 (2000) 화순화력발전소 주변해역의 온배수 환경용량
산정. *Journal of the Korean Society for Marine Environmental
Engineering*, 3, 3-12.

김경표·이주운·이광원·김진. 2009. 원전과 석탄화력발전 운전에 따른
보건영향의 외부비용 평가. *대한방사선방어학회 춘계학술발표회 논문집*,
154-155.

김동규·강대석·정용현 (2009) 온배수를 열원으로 활용하는 생태산업단지
조성에 관한 기초 연구. *수산해양교육연구*, 21, 400-408.

김미향 외. (2010). "월성원자력발전소 주변 해역 동물플랑크톤의 군집 특성."
Korean J. Environ. Biol. 28(1): 40-48.

김성길·곽희상·강주찬 (2002) 원자력발전소 온배수에 따른 우렁챙이의
성장. *한국수산학회지*, 35, 71-76.

김성연·이택열 (1988) 화력발전소에서 유출되는 주요 오염물질이
연안패류에 미치는 영향. *해양연구*, 10, 47-65.

김영환·안중관 (2006). "동해안 월성원전의 온배수 방출이 주변 해조군집에
미치는 영향." *Algae* 21(4): 453-461.

김영환. (1999) 원자력발전소의 건설과 가동이 저서 해조류에 미치는 영향.
Korean J. Environ. Biol., 17, 3779-387.

---. 2000. *발전소 온배수와 해양생태계*. 전파과학사.

---. 2003. *원자력발전과 온배수*. 전파과학사.

김영환 등. (2002) *원전 온배수 문제 종합대응방안 수립을 위한 연구*.
한국수력원자력.

김유근 외 (1996) 거대 점오염원이 주변 대기질에 미치는 영향에 관한 연구.
환경연구보 14, 41-59.

김은주 (2008) 송전탑 건설을 중심으로 한 전자파 분쟁의 현황과 법적 과제.
한국토지공법학회 토지공법연구, 40, 293-315.

김재식. 2004. 보령화력발전소 주변지역에서 이산화질소의 시간 및 월 농도
변화. *한국대기환경학회 추계학술대회 논문집*, 365-366.

김정훈·유종익·서용철 (2010) 무연탄 순환유동층 발전소로부터 배출되는

수은을 포함한 중금속 및 미세분진의 배출 특성. *Korean Chem. Eng.
Res.*, 48, 268-274.

김창현. 2012. 전력산업과 환경영향 및 녹색성장. *Electricity Almanac*,
379-389. Korea Electric Association.

노일·윤성진·허성희. 고리원자력발전소 온배수가 주변해역의 동물플랑크톤
분포에 미치는 영향. 9-10.

노일 외. (1997). 고리 원자력 발전소 온배수가 주변해역의 Chlorophyll-a와
Phaeophytin분포에 미치는 영향. *한국환경과학회 1997년도 정기총회 및
봄 학술발표회 초록집*: 6-8.

박재영·엄정섭. 2005. GIS를 이용한 송전선로 주변의 전자파 분포
시뮬레이션 가능성 평가. *한국 GIS 학회 춘·추계 학술대회*, 165-174.

박정호 외. 2008. 석탄화력발전소의 대기오염 물질 배출특성. *한국환경과학회
가을학술발표회 발표논문집*, 66-67.

박철원 외. (1999) *발전소 온배수 확산해역의 해양목장화 기반연구*.
한국해양연구원.

박현태·강창용·윤종렬. (2005) *원전 온배수의 상업적 이용을 위한 타당성
조사*. 한국농촌경제연구원.

불교신문. 1997. 송전탑 의한 사찰피해 무방비. 1997.10.28

서범석 등. (1997) *발전소의 온배수를 이용한 특용작물 재배가능성
조사보고서*. 호남온실작물연구소.

서경규 (2013) 고압 가공송전선이 인근의 토지가치에 미치는 영향.
부동산연구, 23, 113-132.

서인수 외. (2009). 월성 원자력발전소 주변해역에 서식하는 대형저서동물의
군집구조. *Korean J. Environ. Biol.* 27(4): 341-352.

손철 (2006). "고압 지상 송전선이 공동주택 가격에 미치는 영향에 대한
해도닉 분석." *부동산학연구* 12(2): 73-82.

심규상 (2013). 굴뚝서 확산물질 '핑핑'.... 행정처분은 전무. *오마이뉴스*
(2013. 6.25. 15:38)

심재형·여환구 (1992) 한국 연안해역에 있어서 온배수 배출의 생태학적
영향 - II. 고리원자력발전소 냉각계통 통과에 따른 식물플랑크톤의
변화. *환경생물학회지*, 10, 1-8.

심홍섭. (2010) *한국 화력발전산업의 생태효율성 평가 : 온실가스 배출을 고려한 분석*. 아주대학교 대학원 에너지학과 석사논문.

양이원영 (2013) 밀양 송전탑 현황 - 추진, 문제점, 주민의 반대이유와 대안, 현장 상황. 환경연합.

양현석 (2009) TOPIC : 송전탑 건설 반대 전국연합' 출범. *Electric Power*, 4월호, 48-51.

원두환 · 김현제 · 김윤경 (2009) 원자력발전 온배수 이용에 대한 소비자 보상액 추정. *경제연구*, 27, 189-209.

오근배. 2002. 기후변화에 대처하는 원자력의 역할. *원자력안전 심포지움 발표자료*, 43-58.

오마이뉴스. 2013. 글썽서 황산화물 '핑핑'...행정처분은 전무. 오마이뉴스 2013.6.17.

오윤식 · 이인규 · 부성민 (1990) 한국산 유용해조 특히 식용, 약용 및 공업용 해조에 대한 주해. *조류학회지*, 5, 57-71.

이재창 외. (1992) *발전소 온배수의 농업이용에 관한 연구*. 한국전력공사.

이태정 · 김동술 (2005) 충청권 화력발전소에 의한 수도권지역 오염 부하량 평가. *Journal of Center for Environmental Studies*, 4, 34-41.

임한석 (1977) 대기오염에 따른 화력발전소의 한계용량산정에 관한 연구. *전기학회지*, 26, 191-194.

정동진 2011. *화력발전소 가동에 따른 대기오염물질의 분포특성 및 영향에 대한 연구*. 계명대학교 대학원 석사학위 논문.

장창익 · 이성일 · 이종희 (2009) 원자력발전소의 온배수 배출량을 고려한 어업생산감소율 추정 모델. *한국수산학회지*, 42, 494-502.

(재)전원지역진흥센터. *해외 여러나라의 공생발전소 사례집*(지역과 발전소의 공생형태일람).

전인수 · 김한나. 2006. 고압송전선로 전자파에 대한 노출범위 설정 방안. *한국환경정책평가원 연구보고서*.

정갑식. (2008). *발전소 온배수 관리방안*.

조정희 · 김대영 · 이정삼. (2010) 발전소 온배수를 활용한 저탄소 녹색양식업 발전 방향. *정책연구 2010-05(수시)*. 한국해양수산개발원.

최병학 · 신기원 · 이준건. 2012. 충청남도 화력발전소 주변지역 갈등관리

현장간담회 개최결과. *정책포커스*. 충남발전연구원.

최한길 (2008). 월성원자력발전소 온배수가 해조류 종조성 및 군집구조에 미치는 영향. *Algae* 23(2): 151-162.

충청남도. 2009. *충청남도 기후변화 대응 종합계획*.

한경찬 (2011). *송전철탄이 제주도 토지가격에 미치는 영향에 관한 연구*. 제주대학교 경영대학원 석사학위 논문.

한국에너지. 2011. *발전5사 RPS 준비 '매우 부족'*. 한국에너지 2011.9.23.

한국해양연구원. (2008) *해양생태계 보전을 위한 온배수 관리 방안 연구*.

한국토지공법학회. 2011. *송전철탄 건설시 피해범위와 적정 편입범위 산출 및 보상방법 연구*.

해양수산부 해양정책국. (2007) *해양생태계 보호를 위한 온배수 관리방안 마련*.

허형택 (1982). "原子力發電所 溫排水의 環境에 미치는 影響과 그 利用." *大韓電氣協會誌* 68: 29-33.

환경관리공단. 2009. *지자체 온실가스 배출량 산정지침*.

Redian. 2013. *밀양송전탑, 우리 모두가 공범자- 자급율 3% 서울 위해 지방 희생*. 2013.05.28.

부 록

부록1. 대기오염물질의 사회적 비용 산정 근거

PM mortality	VOLY median	VOLY median	VOLY mean	VOLY mean
O3 mortality	VOLY median	VOLY median	VOLY mean	VOLY mean
Health core?	Included	Included	Included	Included
Health sensitivity?	Not included	Not included	Included	Included
Crops	Included	Included	Included	Included
O3/Health metric	SOMO 35	SOMO 35	SOMO 0	SOMO 0
EU 25(excluding Cyprus) averages				
NH3	€11,000	€16,000	€21,000	€31,000
XOX	€4,400	€6,600	€8,200	€12,000
PM2.5	€26,000	€40,000	€51,000	€75,000
SO2	€5,600	€8,700	€11,000	€16,000
VOCs	€950	€1,400	€2,100	€2,800
Seas averages				
NH3	n/a	n/a	n/a	n/a
XOX	€2,500	€3,800	€4,700	€6,900
PM2.5	€13,000	€19,000	€25,000	€36,000
SO2	€3,700	€5,700	€7,300	€11,000
VOCs	€780	€1,100	€1,730	€2,300

VSL : Valuation of mortality using the value of statistical life
 VOLY : Value of a life year
 SOMO 35 : 35ppb cut-point for quantification of ozone health impacts

부록1. 보령화력발전소 연평균 배출가스 농도 측정치

연평균값	1~6	15~16	1~6	15~16	1~6	7~12	15~16
보령	TSP(MGm)	TSP(MGm)	SO2(ppm)	SO2(ppm)	Nox(ppm)	Nox(ppm)	Nox(ppm)
2004	9.57		77.19		156.81		
2005	38.14		76.82		168.49		
2006	17.71		72.95		123.50	31.37	
2007	35.55		64.36		119.08	34.58	
2008	79.29	4.76	77.11	20.35	148.08	90.70	40.22
2009	111.07	35.66	44.34	30.76	145.93	147.96	58.01
2010	93.78	141.29	45.53	26.58	127.76	61.93	63.97
2011	11.69	5.63	37.58	23.99	83.99	41.65	52.30
2012	114.20	4.05	75.27	24.12	190.09	32.86	58.72
기준치	1~6	15~16	1~6	15~16	1~6	7~12	15~16
	TSP(MGm)	TSP(MGm)	SO2(ppm)	SO2(ppm)	Nox(ppm)	Nox(ppm)	Nox(ppm)
	30	20	100	80	150	100	80
기준치 초과량	1~6	15~16	1~6	15~16	1~6	7~12	15~16
보령화력	TSP(MGm)	TSP(MGm)	SO2(ppm)	SO2(ppm)	Nox(ppm)	Nox(ppm)	Nox(ppm)
2004	-20.43		-22.81		6.81		
2005	8.14		-23.18		18.49		
2006	-12.30		-27.05		-26.50	-68.64	
2007	5.55		-35.65		-30.92	-65.42	
2008	49.29	-15.24	-22.90	-59.65	-1.92	-9.30	-39.78
2009	81.07	15.66	-55.66	-49.24	-4.07	47.96	-21.99
2010	63.78	121.29	-54.47	-53.43	-22.24	-38.07	-16.03
2011	-18.31	-14.38	-62.42	-56.01	-66.01	-58.35	-27.71
2012	84.20	-15.96	-24.73	-55.88	40.09	-67.15	-21.29

부록2. 당진화력발전소 연평균 배출가스 농도 측정치

연평균값	1~8	1~8	1~8
당진화력	TSP(MGm)	SO2(ppm)	Nox(ppm)
2004	14.10	28.53	126.44
2005	47.60	26.72	113.05
2006	25.34	25.49	86.19
2007	36.77	32.31	78.48
2008	68.04	42.30	81.03
2009	76.65	28.56	105.74
2010	45.15	27.99	88.46
2011	5.02	22.33	67.83
2012	59.13	29.01	77.81
기준치	1~8	1~8	1~8
	TSP(MGm)	SO2(ppm)	Nox(ppm)
	30	100	150
기준치 초과량	1~8	1~8	1~8
당진화력	TSP(MGm)	SO2(ppm)	Nox(ppm)
2004	-15.90	-71.47	-23.56
2005	17.60	-73.28	-36.96
2006	-4.66	-74.51	-63.81
2007	6.77	-67.69	-71.52
2008	38.04	-57.70	-68.98
2009	46.65	-71.44	-44.26
2010	15.15	-72.01	-61.54
2011	-24.98	-77.67	-82.17
2012	29.13	-70.99	-72.19

부록3. 서천화력발전소 연평균 배출가스 농도 측정치

연평균값	1~2	1~2	1~2
서천화력	TSP(MGm)	SO2(ppm)	Nox(ppm)
2004	48.96	48.33	264.80
2005	28.64	56.01	173.06
2006	77.18	60.42	205.32
2007	60.51	68.40	198.18
2008	159.07	77.30	251.71
2009	182.63	112.45	298.72
2010	121.94	67.73	307.87
2011	38.58	38.59	222.99
2012	17.01	42.21	199.23
기준치	1~2	1~2	1~2
	TSP(MGm)	SO2(ppm)	Nox(ppm)
	40	100	350
기준치 초과량	1~2	1~2	1~2
서천화력	TSP(MGm)	SO2(ppm)	Nox(ppm)
2004	8.96	-51.68	-85.21
2005	-11.36	-43.99	-176.95
2006	37.18	-39.59	-144.68
2007	20.51	-31.61	-151.82
2008	119.07	-22.70	-98.29
2009	142.63	12.45	-51.28
2010	81.94	-32.27	-42.13
2011	-1.43	-61.42	-127.02
2012	-23.00	-57.80	-150.78

부록4. 태안화력발전소 연평균 배출가스 농도 측정치

연평균값	1~6	1~6	1~6
태안화력	TSP(MGm)	SO2(ppm)	Nox(ppm)
2004	14.19	38.57	119.96
2005	45.06	31.29	120.96
2006	63.06	31.78	106.42
2007	37.74	38.29	51.38
2008	120.50	41.31	189.66
2009	77.63	34.62	108.96
2010	66.61	31.23	78.19
2011	47.75	33.36	82.52
2012	37.98	63.16	104.65
기준치	1~6	1~6	1~6
	TSP(MGm)	SO2(ppm)	Nox(ppm)
	30	100	150
기준치 초과량	1~6	1~6	1~6
태안	TSP(MGm)	SO2(ppm)	Nox(ppm)
2004	-15.81	-61.43	-30.04
2005	15.06	-68.71	-29.04
2006	33.06	-68.23	-43.58
2007	7.74	-61.71	-98.62
2008	90.50	-58.69	39.66
2009	47.63	-65.39	-41.05
2010	36.61	-68.77	-71.81
2011	17.75	-66.64	-67.48
2012	7.98	-36.84	-45.35

■ 집 필 자 ■

연구책임 · 이인희 충남발전연구원 연구위원
오혜정 충남발전연구원 책임연구원

전략연구 2013-14 · 충남의 발전관련 시설에 의한 환경 및 경제적 피해 분석

글쓴이 · 이인희, 오혜정
발행자 · 강현수 / 발행처 · 충남발전연구원
인쇄 · 2013년 12월 31일 / 발행 · 2013년 12월 31일
주소 · 충청남도 공주시 연수원길 73-26 (314-140)
전화 · 041-840-1272(환경생태연구부) 041-840-1114(대표) / 팩스 · 041-840-1189
ISBN · 978-89-6124-230-1 03350

<http://www.cdi.re.kr>

© 2013. 충남발전연구원

- 이 책에 실린 내용은 출처를 명기하면 자유로이 인용할 수 있습니다.
무단전재하거나 복사, 유통시키면 법에 저촉됩니다.
- 연구보고서의 내용은 본 연구원의 공식 견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.