

전략연구 2017-20

서산시 석유정제·저장시설의 사회적비용 추정 연구

이민정

충남연구원 초빙책임연구원
minjoung1006@cni.re.kr

임응순

충남테크노파크 선임연구원
esl96@ctp.or.kr

연구 요약

1. 연구의 배경 및 목적

대산석유화학단지는 1988년부터 충남 서산시 독곶리, 대죽리 일원에 민간기업이 자체 조성한 15,610천㎡(473만평)의 산업단지로 70여개 기업, 종사자 약 1만5천명 규모의 산업단지이다. 특히, 1990년대 초반 대산단지가 본격적으로 조성되기 시작하면서 국내 석유화학산업의 생산 능력이 급증하여 도약기로 진입하였으며, 이때부터 석유화학제품이 국가 주요수출품목으로 자리매김하게 되었다 (2014년기준 국내 5대 수출산업 중 하나)

석유정제·저장시설과 같은 장치산업은 해당지역에 거대한 시설이 입지하기 때문에 부지조성 단계부터 시설설치 이후에도 지자체에 직·간접적 재정부담이 따라오게 된다. 석유정제·저장시설은 시설특성상 해안을 접하고 설치되는데, 해당지자체는 시설 또는 기지 설치 이후에 연계된 도로·항만 등의 관리에 추가적 재정부담을 지게 된다.

대산석유화학단지내 대기업 5사(현대오일뱅크, 한화토탈, KCC, 롯데케미컬, LG화학)가 납부하는 총 조세 중 국세와 지방세 간 세수편차는 121배에 이른다. 석유화학산업단지에서 창출되는 세수의 1%에 미달하는 수준으로 지방세수가 배분되는 상황이 실제 현실을 제대로 반영하고 있는가, 각종 폭발사고, 허베이스피리트호 사고와 같은 대형사고가 끊임없이 일어나는 가운데, 기업활동이라는 이유로 국가는 소극적으로 대처하는 현재 모습이 과연 옳은가 라는 의문이 제기되고 있다.

2. 서산시 석유정제저장시설의 사회적비용

(1) 직접적 사회적비용

직접적 사회적비용에서는 대산단지의 석유화학 계통도에서 '기초유분' 공정과 관련기업에 국한하였고, 이를 오염물질 배출원 분류와 교차하여, 오염물질 배출량에 고려한 분류원은 '에너지산업연소 - 석유정제시설', '생산공정 - 석유제품', '에너지수송 및 저장(저장 부분만

추출)에 국한하여 물질별 단위당 사회적비용을 활용하여 산출하였다.

석유정제·저장시설로 인한 대기오염으로 서산시는 2011년 이후 매년 평균 약 3730억원의 사회적비용을 지불하고 있는 것으로 추정되었다(2010년까지는 PM2.5를 측정하지 않은 관계로 2011년부터의 비용을 추정). 온실가스로 인한 사회적비용은 2011년 이후 매년 6700억원으로, 결과적으로, 서산시는 석유정제·저장시설로 인해 매년 1조 430억원의 사회적비용을 부담하고 있는 것으로 나타났다.

하지만, 대기오염물질 부분에서 TSP(부유분진)은 사회적비용 산정에 대한 기존연구물이 없어 본 추정에서 제외되었고, 온실가스부분에서도 기초유분 공정에 해당하는 기업 중 2개 기업의 온실가스배출량 데이터가 없는 관계로 사회적비용 추정에서 제외된 것을 감안하면, 동 비용은 실제 사회적비용보다 과소추정되었음을 감안해야 한다.

(2) 간접적 사회적비용

간접적 사회적비용에서는 사회적비용을 석유산단 입지로 인한 경제적비용, 안보위험 측면으로 정의하고, 이들의 비용을 충남의 석유화학산업을 대상으로 IO분석을 통해 추정하였는데, 충남 지역산업연관표(2013년 기준)를 활용하여 충남내 석유제품에 대한 산출액(9,611,678백만원)을 바탕으로 사회적 비용을 추정한 결과, 교통혼잡비용 2114억원, 안보비용 961억원, 총 3076억원으로 추정되었다.

하지만, 지방정부에서 에너지안보에 관한 비용을 부담하는 것이 타당하냐에 대한 논란이 있으므로 본 연구에서는 충남의 석유산업으로 인한 간접적 사회적비용으로 교통혼잡비용 2114억원만을 채택한다.

결론적으로 서산시는 석유정제·저장시설 입지로 인해 직·간접적으로 매년 1조2,544억원의 사회적 비용이 발생한다고 할 수 있다.

3. 정책제언

관련연구들로부터 석유화학단지과 같은 외부불경제 유발시설과 이로 인한 대형사고에 대해 지자체의 역할이 매우 중요해지고 있음을 알 수 있다. 현재 석유화학산업 관련제도는 관계

부처별로 다수의 소관법령에 따라 관리되어 중복규제, 규제사각지대 등이 발생하고 있어, 사고기록이 미흡하고 유사사고가 빈번히 발생하는 등의 한계를 노정하고 있다. 석유화학산업의 공공적 측면과 향후 지자체가 자율적으로 재난 및 안전을 책임관리하는 체계로 나아가야 함을 이해한다면, 시설이 입지한 지자체가 관련재원을 확보하여 중앙정부-지방정부-기업의 관계에서 리더십을 발휘해야 한다는 당위성을 갖게 된다.

석유화학단지가 입지한 지자체에 대한 외부불경제 내부화방안으로는 크게 4가지를 생각할 수 있다.

(1) 지역자원시설세 과세

석유정제·저장시설을 지역자원시설세 특정자원분의 과세대상으로 추가한다는 것은 석유류에 대한 지역자원시설세 특정자원분 과세를 의미한다. 이를 위해서는 지방세법 개정절차가 필요하다(제142조 1항1호, 제143조 7호, 제144조 1호). 석유류에 대한 과세를 통해 발생한 세수는 시군 조정교부금의 재원으로 산입되어야 한다. 따라서 지방재정법 제29조 제3항(시군 조정교부금)에 석유류를 추가하는 등의 후속작업도 함께 추진되어야 한다.

정종필(2015)과 유태현(2017)은 상기의 세율로 석유류에 대한 지역자원시설세를 부과할 경우 충남의 세수는 매년 228억원이라고 추정하였다. 석유정제저장시설로 인한 사회적비용(매년 1조2,544억원)을 고려하면 이는 실효세율 1.8%의 미약한 수준이다.

(2) ‘주변지역’ 지정을 통한 지원

현재 주변지역 지원제도가 시행중인 시설로는 발전소, 송·변전설비, 방사성폐기물처분시설, 폐기물처리시설, 댐 등이 있으며 주한미군 공여구역주변지역에 대해서도 특별지원을 하고 있다. 주로 이들 시설을 기준으로 2~5km이내 지역을 대상으로 주민지원사업, 주민복지사업, 소득증대사업, 사회기반시설 지원사업 등을 시행한다. 재원산정의 기준은 해당 시설과 관련된 시설 용량으로 발전량, 변전용량, 폐기물량 등을 이용한다. 그리고 지원에 소요되는 재원은 산정기준에 따라 원인제공자(사업자, 배출자)가 부담하거나 국가 및 자치단체의 예산에서 충당하고 있다.

석유화학단지의 경우에는 발전소, 폐기물처리시설 못지않은 외부불경제를 주변지역에 발생시키고 있으나 아직까지 주변지역 지원제도가 마련되어 있지 못한 실정이다. 그 동안 석유화

학시설 및 석유비축시설 주변지역 지원에 관한 특별법안(2008.6), 석유화학국가산업단지 근로자 및 주변지역 주민지원을 위한 특별법안(2014.4) 등이 발의되었으나 법제화되지는 못하였다.

(3) 부담금관리 기본법 시행령 개정

부담금은 일반 재정수요보다는 특정사업을 위한 경비에 충당되고, 특정한 사업과 이해관계를 가지는 자에 대한 “특별한 재정책임”이라는 특징을 가지고 있다. 이때 특별한 재정책임이라는 것은 부담금의 경우 그 부과대상자의 범위와 부담금 징수목적 사이에 밀접한 관계가 있어서 부담금을 납부할 의무를 지는 집단이 다른 집단 또는 일반적 납세의무자보다 징수목적에 대해 명백한 상관관계가 있어야 함을 의미한다.

부담금의 특성에 비추어 볼 때, 석유류를 이용하는 사업자에 대하여 부담금을 부과하고 이로부터 조달된 재원을 기반으로 기금을 조성하여 주변지역지원사업에 사용하는 방안을 고려할 수 있다.

석유류로부터 조달되는 재원이 이들 취급시설이 소재한 지역의 환경개선과 안전시설확충에 사용될 수 있도록 에너지 및 자원사업 특별회계의 세출항목에 석유류 취급시설 및 주변지역지원 항목을 추가하여야 할 것이다.

(4) 보통교부세법 시행규칙 개정

현재 보통교부세 지역균형수요에서 반영하고 있는 산업단지관련 수요 산정방식은 산업단지 및 공장밀집지역간의 환경오염 및 잠재적 위험성의 차이 등을 전혀 반영하지 못하고 있다. 그런데 대산석유화학단지에서 취급하는 석유류 등은 대부분 「위험물안전관리법」에서 지정한 위험물에 해당하여 지방자치단체의 각별한 관리가 요구되는 상황이다. 산업단지수요 및 도심지내 공장밀집지역수요 산정시 단순히 면적에 비례하여 반영할 것이 아니라, 환경오염 및 위험성 등을 고려하여 차등적으로 반영하는 방안을 마련할 필요가 있다.

지역에 소재한 외부불경제 유발시설이라 하더라도 어떤 시설에 대해서는 중첩적으로 외부비용을 내부화하고 있는데 반해 석유화학단지에 대해서는 아직까지 특별한 외부비용 내부화 방안이 마련되어 있지 않으므로 외부불경제 유발시설간 형평성 제고 차원에서라도 시행규칙 개정이 필요하다.

목 차

제1장 서론	1
1. 연구의 배경 및 목적	1
2. 연구의 범위 및 방법	6
제2장 이론적 배경 및 선행연구	8
1. 이론적 배경	8
2. 선행연구	11
1) 환경위해시설의 위험성 및 제도관련 연구	11
2) 석유류에 대한 지역자원시설세 과세확대방안 연구	13
3) 대기오염의 사회적비용 추정연구	14
제3장 서산시 석유저장·정제시설의 사회적비용 추정	16
1. 대산 석유화학단지 개요	16
2. 직접적 사회적 비용	26
3. 간접적 사회적 비용	40
제4장 결론 및 정책제언	49
1. 결론	49
2. 정책제언	52
참고문헌	59

표 목 차

[표 1] 국내 석유화학단지 현황	3
[표 2] 한국 석유화학산업의 발전과정	4
[표 3] 석유류에 대한 과세 및 부담금 현황	10
[표 4] 대산5사 현황	18
[표 5] 대산5사 최근5년간 납세액	20
[표 6] 석유정제·저장시설 소재 지자체 세출현황	21
[표 7] 대산석유화학단지 외부불경제 유발사례	22
[표 8] 허베이스피리트호 유류유출로 인한 건강피해	23
[표 9] 허베이스피리트호 환경피해액 추산결과	24
[표 10] 오염물질 배출원 분류	27
[표 11] 시도별 오염물질 배출량	29
[표 12] 석유정제저장시설 입지지역 오염물질 배출량	30
[표 13] 서산시 대기오염물질 배출량 추이	32
[표 14] 오염물질의 사회적비용 관련연구	33
[표 15] 시도별 대기오염물질별 사회적비용	34
[표 16] 석유정제저장시설 입지지역 대기오염물질별 사회적비용	35
[표 17] 서산시 대기오염물질별 사회적비용 추이	35
[표 18] 서산시 석유정제저장시설 온실가스 배출량 추이	38
[표 19] 석유정제저장시설 업체별 온실가스배출 사회적비용 추이	39
[표 20] 대산단지 석유정제시설에서의 유해화학물질	42
[표 21] 사회적비용 추정방법	44
[표 22] 지역산업연관표의 석유정제·저장·화학 내용	45
[표 23] 충남 및 전국의 석유제품 생산액	46
[표 24] 교통혼잡비용 구성요소	46

[표 25] 지역산업연관표를 활용한 충남 석유산업의 사회적비용 추정	47
[표 26] 석유류의 지역자원시설세 특정자원분 과세대상 추가를 위한 지방세법 개편사항	53
[표 27] 석유류에 대한 지역자원시설세 특정자원분 개요	53
[표 28] 시설별 주변지역 지원제도	55
[표 29] 서산시 산업단지 수요반영 현황	58

그림 목 차

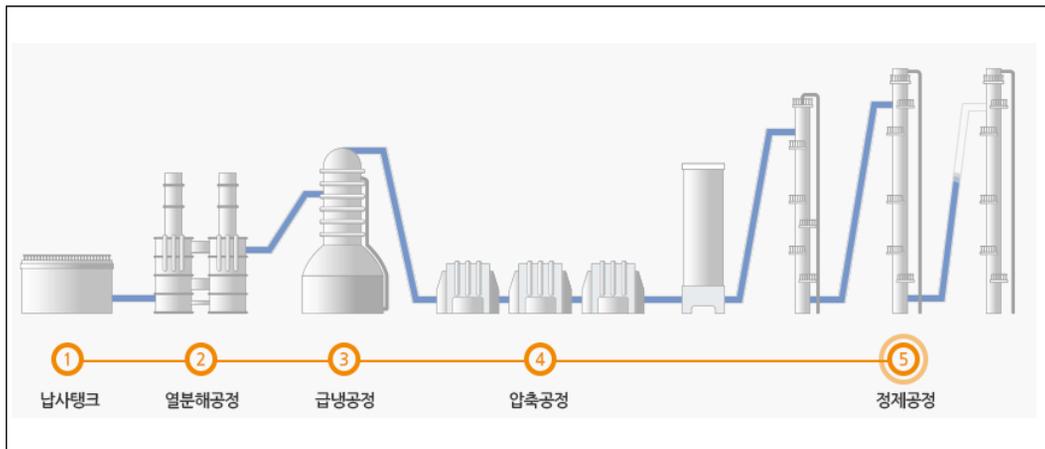
[그림 1] 석유화학 제조과정	1
[그림 2] 국내 석유화학제품 계통도	2
[그림 3] 국내 석유화학단지 현황	7
[그림 4] 외부불경제 유발시설과 교정과세	9
[그림 5] 대산석유화학단지 개요	16
[그림 6] 대산석유화학단지 주요석유화학제품 계통도	17
[그림 7] 충남 대기오염물질 및 폐수배출량별 시설분포도	25
[그림 8] 충남 시군별 대기오염물질배출 비교	26
[그림 9] 우리나라 지역별 온실가스 배출량	36
[그림 10] 충남 시군별 온실가스 배출량	37
[그림 11] 충남 시군별 온실가스 배출특성	37
[그림 12] 석유이용과정의 산업공해물질 발생흐름	40
[그림 13] 원자력발전의 비용구성	41
[그림 14] 주요화학물질 취급공정	42
[그림 15] 물질별 위해도를 고려한 산업시설의 유해대기물질 지역별 배출기여도	43

제1장 서론

1. 연구의 배경 및 목적

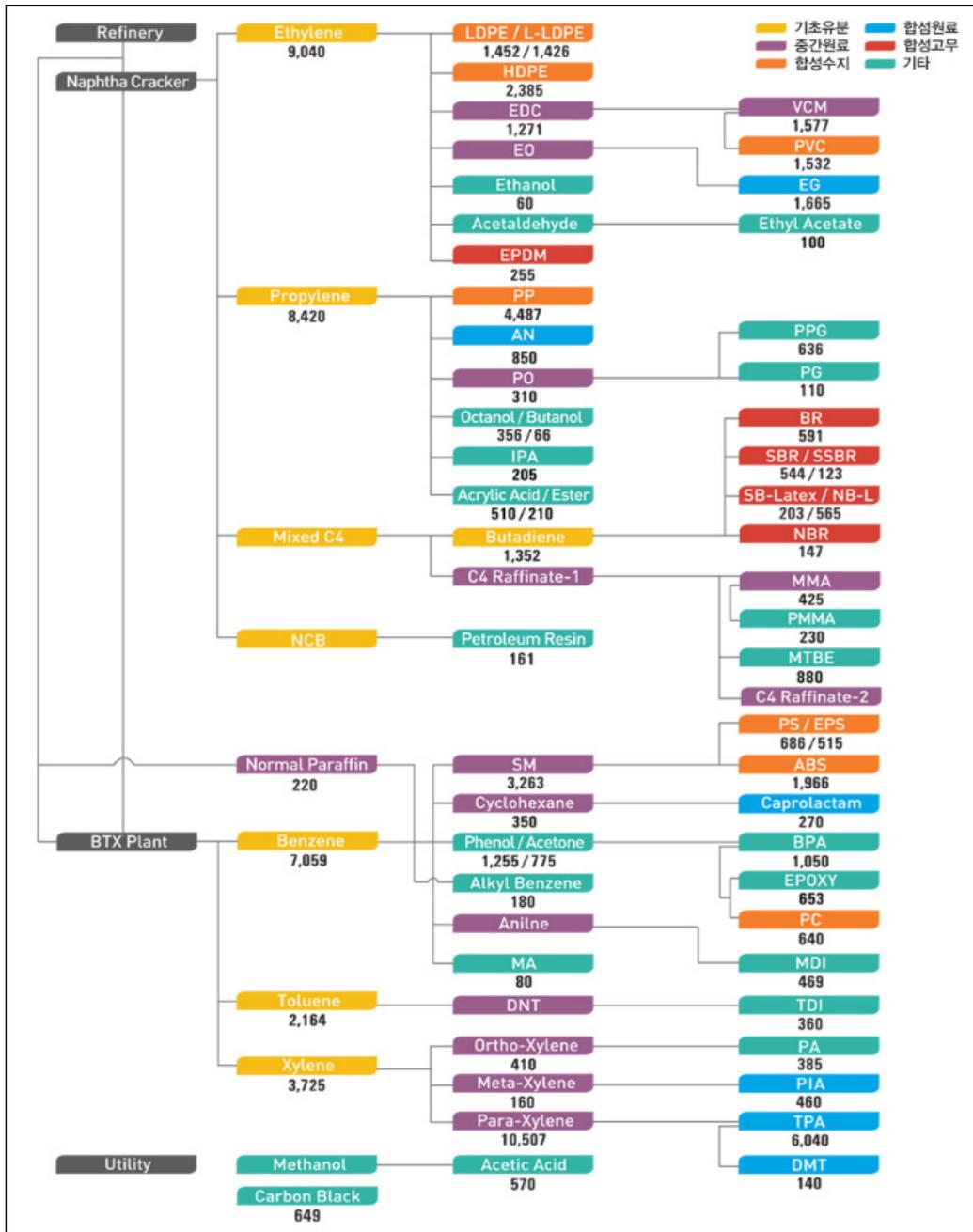
석유화학산업은 석유제품(Naphtha) 또는 천연가스를 원료로 합성수지(플라스틱), 합성섬유(Polyester, Nylon) 원료, 합성고무 및 각종기초 화학제품을 생산하는 산업이다. 석유화학산업은 석유제품 또는 천연가스를 원료로 하여 출발하는데, 국내의 경우 주로 나프타를 분해설비(NCC: Naphtha Cracking Center)에 투입하여 에틸렌, 프로필렌, 부타디엔, BTX 등 기초유분을 생산한다.

(그림 1) 석유화학 제조과정



자료) 석유화학협회

(그림 2) 국내 석유화학제품 계통도(2017.6 기준) (단위: 천MTA)



자료) 석유화학협회

[표 1] 국내 석유화학단지 현황 (2014년)

	정유기업	석유화학산업		가동시점
		NCC ¹⁾	유도품 ²⁾	
울산단지(온산포함)	2	2	67	1972
여수단지	1	3	64	1979
대산단지	1	3	32	1991
기타	1	-	11	-
합계	5	8	174	

자료) 서산시 의원입법발의 제안서(2016)

한국의 석유화학산업은 한국전쟁 후 7단계에 걸쳐 양적, 질적 성장을 이루어왔다고 나누어 볼 수 있다(표 2 참조).

1950년대 수입에 의존하던 시절을 지나 1960년대에는 비료, 시멘트, 정유공장 건설을 시작으로 울산공업단지 조성과 함께 불과 10년만에 에틸렌기준 10만톤 규모의 생산력을 갖추게 되었다. 1970년대에는 석유화학산업을 국가적 전략개발산업으로 지정하여 본격적인 생산체계를 갖추게 되었다. 1970년대 2차례의 석유파동에도 불구하고 위기를 무사히 극복하여, 1980년 1월 여천공업단지 조성과 함께 국내 석유화학산업은 본격적인 개발기로 접어든다. 1990년대 중반까지 석유화학산업은 급격히 성장하여 국내 주요수출산업으로 성장한다. 그 후, 1990년대말 외환위기와 구조조정기를 거치면서 2000년대 초반에 이미 에틸렌기준 생산량 세계3위, 합성수지 생산량 세계 3위를 달성하는 등(2002년 기준), 국내 수출산업의 한 축으로 자리잡았다. 2014년 에틸렌 생산액 기준 101조원, 생산액 101조원으로 전체 제조업 비중의 6.8%를 차지하여 자동차, 석유에 이은 3위를 기록하였고, 수출액으로는 2015년 기준 378억달러로 자동차, 반도체, 기계, 조선에 이어 5위를 기록하여 명실상부한 국가기간산업으로 자리매김하였다.

미국화학협회(ACC)의 발표에 따르면 2013년기준으로 전체 화학산업에서도 한국의 시장규모는 전통적인 화학강국인 유럽의 프랑스, 이탈리아, 영국, 신흥강자인 브라질, 인도를 물리

1) NCC: 나프타분해센터 (원유증류로 생산된 나프타를 열분해하여 에틸렌, 프로필렌, 부타렌 등을 생산하는 설비)

2) 유도품: 나프타를 분해하여 얻은 에틸렌, 프로필렌 등을 종합해 만드는 석유화학제품의 중간원료

치고 세계 5위에 랭크하고 있다(남장근, 2015).

이와 같이 한국의 석유화학산업이 세계적인 위상을 점하는 데에는 서산 대산, 울산, 여수의 3대 석유화학단지가 국내에서 생산하는 대부분의 석유화학 원료와 중간재를 생산하면서 중추적인 역할을 담당해왔다.

[표 2] 한국 석유화학산업의 발전과정

	1950년대 후반~ 1960년대 중반	1960년대 후반~ 1970년대 초반	1970년대 초반~ 1970년대 말	1980년대	1980년대 말~ 1990년대 중반	1990년대 후반~ 2000년대 중반	2000년대 후반~ 현재
단계	태동기	도입1기	도입2기	성장기	도약기	구조조정기	제도약 및 글로벌화기
특성	← 정부주도 →			← 민간주도 →			
	수입의존 (울산공장 나프타 생산)	정부조도 산업육성 (울산단지 가동)	석유화학 기반구축 (여천단지 가동)	플랜트 신증설	대규모 신증설 (대산단지 가동)	업계재편, 활발한 M&A	대중국 수출비중 상승, 주력수출 산업, 해외사업 확대
연간 에틸렌 생산능력 (기업수)		10만톤 (1개)	50만5천톤 (2개)	115만5천 톤 (5개)	433만톤 (8개)	702만톤 (9개) *2007년	850만톤 (9개) *2014년
수출입 수지	순수입	순수입	일부수입 대체	순수입→ 무역균형	무역균형 → 순수출	순수출	순수출, 해외생산 증가

자료) 남장근(2015) 일부발췌

석유화학산업은 ①산업화 초기단계에 엄청난 설비투자비가 소요되는 전형적 자본집약형 장치산업이고, ②고도의 기술이 필요하여 대형화·단지화·집중화하여 대단위 산업단지로 입지하며, ③원료와 연료를 모두 에너지에 의존하는 대표적인 에너지다소비, 온실가스 다배출 업종이며, ④위험물 제조·취급·저장으로 인해 대형참사의 잠재적 위험이 크지만, ⑤산업적 중요도 및

고위험성에도 불구하고 석유화학산업단지 안전관리를 위한 통합법이 아직 없다³⁾는 특징을 갖고 있다. 여기에 대부분 주거지역과 근접하여 산업단지가 입지하여, 대형참사(유독가스 누출, 화재, 폭발 등) 발생시, 지역주민과 생태환경에까지 심각하고 광범위한 2차피해 발생이 우려된다.

석유화학단지 주변지역은 공해, 소음, 악취 등 주거 및 환경문제, 주민불안감, 건강, 교통사고, 농작물피해 등 수많은 피해에 상시적으로 노출되어 있지만, 이를 위해 도로 등 기반시설 확충, 주민지원사업 시행을 해당 지자체가 해소하기에는 재정상황이 매우 열악한 실정이다.

유사 위험에너지시설인 발전소는 「발전소 주변지역 지원에 관한 법률」에 따라 전력산업 기반기금을 활용하여 주변지역을 대상으로 각종 지원사업⁴⁾을 매년 시행하고 있고, 천연가스 인수기지 주변지역도 「도시가스사업법 시행령 및 시행규칙(개정안)」을 근거로 한국가스공사가 지원하고 있음을 생각하면, 형평성 차원에서도 석유화학단지 주변지역과 입지 지자체에 대한 지원방안을 고려할 필요가 있다.

정종필(2015), 이민정(2015) 등이 에너지정제·저장시설에 대한 과세의 필요성을 연구하였지만, 세원발굴로 이어지기 위해서는 동 시설이 야기하는 사회적비용에 대한 수치근거가 필요하다고 판단된다. 이에 본 연구에서는 국내외 유사사례와 통계자료 등을 활용해 서산시 대산단지의 에너지 저장·정제시설로 인한 사회적비용을 추정한다.

3) 석유화학산업의 중요성과 고위험성에도 불구하고, 아직까지 석유화학산업단지의 안전관리를 위한 통합법이 없어 「산업안전보건법」, 「고압가스 안전관리법」, 「위험물안전관리법」, 「화학물질관리법」, 「환경영향평가법」, 「에너지이용 합리화법」 등 수많은 개별법에 따라 여러 부처별로 분산 관리·감독

4) 소득증대, 공공시설, 육영, 사회복지, 특별지원, 전기요금보조, 주민복지지원, 기업유치지원, 홍보, 민간환경감시기구지원, 부대사업 등

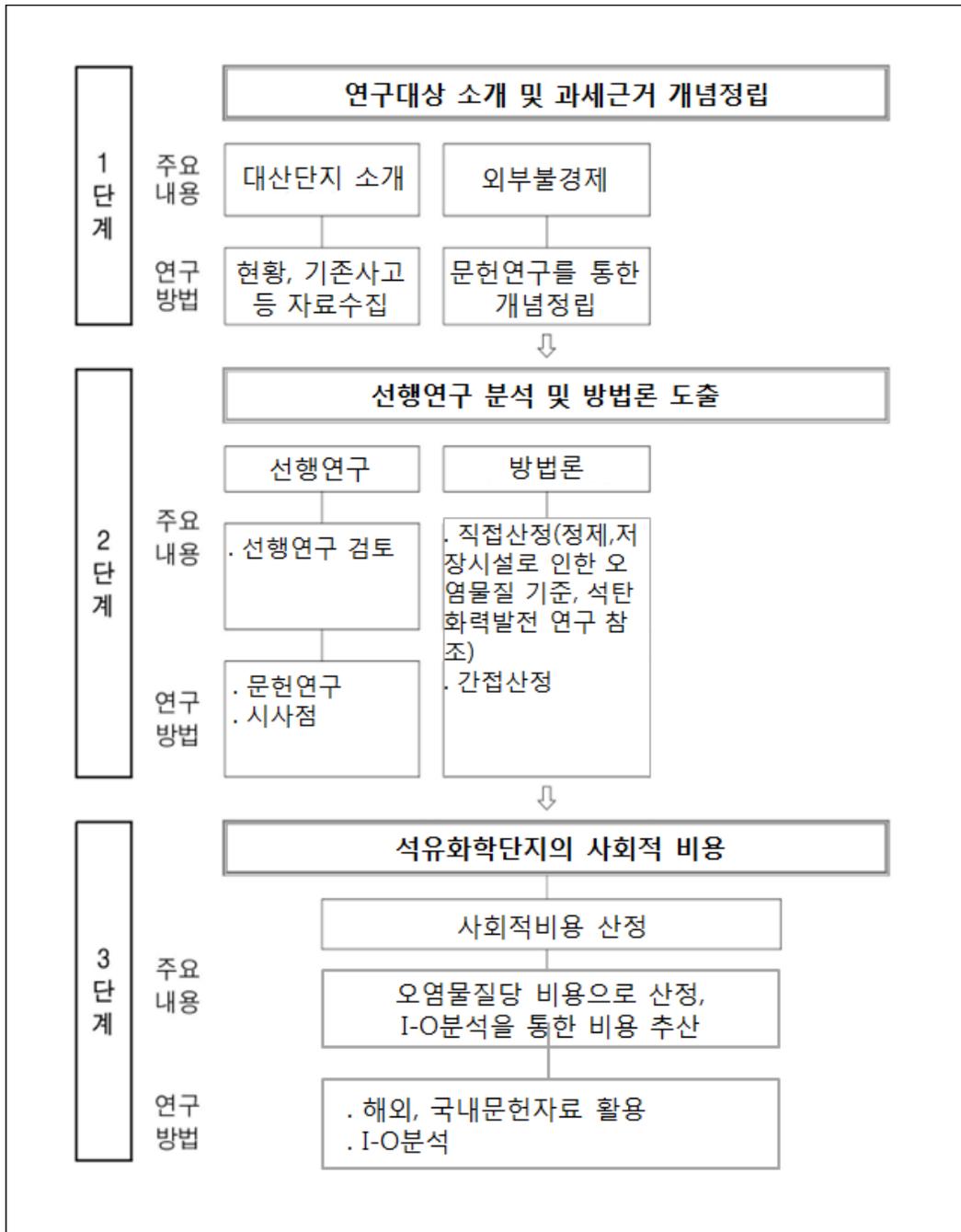
2. 연구의 범위 및 방법

본 연구는 석유정제·저장시설 (더 넓게는 대산석유화학단지)이 서산시에 미치는 사회적비용을 추정하고, 서산시(좁게는 산업단지 주변지역)를 위한 지원방안 마련을 목적으로 하고 있다.

상기의 연구목적을 위해 본 연구는 다음과 같은 연구범위를 설정하고자 한다. 사회적비용 추정의 시간적 범위는 대기오염물질 배출량데이터 중 PM2.5 배출 데이터가 포함된 2010년 이후로 한다. 내용적 범위는 배출량데이터를 활용한 직접적 사회적비용, IO 분석을 활용한 간접적 사회적비용 추정을 중심으로 한다.

연구방법은 문헌조사와 데이터 활용을 중심으로 한다. 필요에 따라, 충남도 및 석유정제·저장시설이 입지한 서산시 담당공무원, 주변지역 주민 등의 이해관계자 인터뷰를 병행한다.

(그림 3) 연구의 흐름



제2장 이론적 배경 및 선행연구

1. 이론적 배경

1) 외부불경제 개념과 원인자부담 원칙⁵⁾

석유 저장·정제시설에 대한 과세근거는 외부성에서 찾을 수 있다. 대산석유화학단지는 국가 및 지역경제발전에 기여하는 중요한 경제적 자산임에도 불구하고 생산과정에서 환경오염물질을 배출함에 따라 지역에 소재한 외부불경제 유발시설에 해당한다. 이러한 시설에 대한 피구(Pigou)과세는 해당 시설을 이용한 생산 및 소비과정에서 발생하는 외부불경제를 내부화하기 위한 교정과세로서 의미를 가진다. 사적 경제활동 과정에서 외부불경제가 발생할 경우 시장가격은 사회적 비용을 제대로 반영하지 못하기 때문에 자원의 낭비 또는 비효율적 자원배분이 발생하게 된다. 그런데 외부불경제를 야기하는 경제주체에게 한계외부비용에 상응하는 조세를 부과하게 되면 경제주체는 이러한 조세부담을 비용으로 인식하게 된다. 따라서 경제주체는 사적비용과 조세를 합한 사회적비용을 감안하여 경제활동을 조정하게 된다.

[그림 4]을 이용하여 이와 같은 상황을 도식화하여 설명할 수 있는데, 그림에서 MB와 MPC는 각각 사적 한계편익과 사적 한계비용을 의미한다. 그리고 MD는 외부불경제 유발시설로 인해 발생하는 외부비용을 나타낸다.

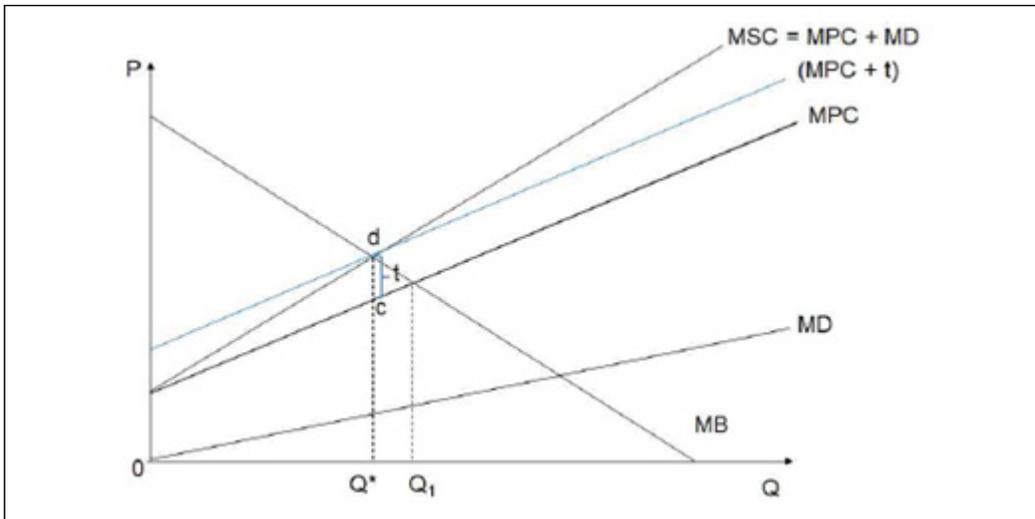
한편 MSC는 사적 한계비용과 외부불경제 유발시설로 인한 한계외부비용(MD)을 합한 사회적 한계비용을 나타낸다. 한계외부비용을 고려한 사회적 최적 공급량은 사회적 한계비용과 한계편익이 일치하는 Q^* 수준이지만 해당 재화의 공급 주체는 외부불경제 유발시설로 인해 발생하는 외부비용을 고려하지 않고 사적 한계비용만을 고려하므로 시장공급량은 Q_1 에서 결정된다.

5) 본 절의 내용은 이민정(2015)의 이론 고찰 부분을 발췌

결과적으로 외부불경제가 발생하는 재화의 경우 사회적 최적 수준에 비해 과다 공급($Q^* < Q_1$) 되는 것이다.

이러한 문제를 내부화하는 방안은 외부불경제 유발시설로 인해 발생하는 한계외부비용에 상응하는 조세($dc=t$)를 부과하는 것이다. 즉, 재화의 공급 주체에게 조세를 부과하면 사적한계비용이 증가하여 사회적 최적수준에서 균형이 달성된다. 조세부과 후, 경제주체는 사적한계비용(MPC)과 조세($dc=t$)를 합산한 $MPC+t$ 와 MB가 일치하는 Q^* 수준만큼 생산하여 사회적 최적 수준에 도달하게 된다.

(그림 4) 외부불경제 유발시설과 교정과세



주) MB(한계편익), MD(외부비용), MPC(사적 한계비용), MSC(사회적 한계비용)

2) 외부불경제 시설에 대한 과세

대산석유화학단지과 같이 지역에 소재하면서 외부불경제를 유발하는 대표적인 시설로 에너지 생산 및 정제시설, 화력발전소, 원자력발전소, 매립장, 폐기물 처리장, 송전탑, 화장장 등을 꼽을 수 있다. 이러한 시설들 가운데 일부 시설에 대해서는 이들이 유발하는 외부불경제를 내부화하기 위하여 조세를 부과하는 등 다양한 조치를 취하고 있다.

지역자원시설세 특정자원분은 지역에 소재하면서 외부불경제를 야기하는 시설에 대해 과세하는 대표적인 교정과세에 해당한다. 또한 에너지 정제 및 저장시설에서 취급하는 석유류에 대해서는 다양한 조세 및 부담금을 부과하고 있다. 그 현황을 살펴보면 내국세로는 개별소비세, 교통에너지환경세, 교육세, 부가가치세를 과세하며 지방세로는 주행분 자동차세를 과세하고 있다. 그리고 부담금으로는 수입부과금, 판매부과금, 안전관리부담금, 품질검사수수료 등을 부과하고 있다.

각 석유류별로 구체적인 과세 현황을 살펴보면, [표 3]에서 보듯이 수송용 석유류인 휘발유와 경유에는 각각 529원과 375원의 교통·에너지·환경세를 과세하여 다른 석유류에 비해 상대적으로 높은 세율을 적용하고 있다.

[표 3] 석유류에 대한 과세 및 부담금 현황

구분		휘발유 (원/ℓ)	경유 (원/ℓ)	등유 (원/ℓ)	중유 (원/ℓ)	LPG (원/kg)		LNG (원/kg)	
						부탄	프로판		
국세	개별 소비세	기본		90	17	252	20	⁶⁰	
		탄력				275			
	교통 에너지 환경세	기본	475	340					
		탄력	529	375					
	교육세		79	56	14	3	41		
	부가가치세		10%						
지방세	주행분 자동차세	138	98						
부담금	수입부과금		16	16	16	16		19.6	
	판매부과금		36				62.28		
	안전관리부담금						4.5	4.5	3.8
	품질검사수수료		0.47	0.47	0.47	0.47	0.03	0.03	

자료) 허경선·성명재·김승래(2012)

주) 2013년도 기준, 석유류제품별 연평균 부가세액 : 휘발유(163.33원), 경유(146.29원),

등유(102.44원), 중유(83.52원), 부탄(148/76원), 프로판(110.61원), LNG(82.19원)

석유류에 대한 조세는(2013년도 기준), 국세(개별소비세, 교통에너지환경세, 교육세, 부가가치세)로 21조 5,992억원, 지방세로 3조 4,356억원의 세수를 올렸다. 석유류에 대한 국세 대비 지방세의 규모는 약 15.9% 수준에 머무르는데, 그나마 지방세인 자동차세 주행분에서 운수업자 유류세 보조금을 제하면 순수 자치단체분은 국세대비 4% 수준으로 떨어진다.

이처럼 외부불경제 유발물질인 석유류에 대해 이를 내부화할 다양한 조정과세를 부과하고 있으나, 실질적 피해를 입고 있는 지자체에 돌아오는 세수는 극히 일부임을 알 수 있다.

2. 선행연구

1) 환경위해시설의 위험성 및 제도관련 연구

울산발전연구원 김석택(2004)은 1960년대 후반~1980년대에 건설된 울산·여천·온산공단의 설비노후화, 스트레스, 부식 등으로 인한 대형사고 위험을 경고하고, 이에 대비해 석유화학단지 재해예방을 위한 중앙정부, 지방정부(울산), 기업의 3주체의 역할을 연구했다.

대부분의 공장설비가 30년이상으로 노후화되어 사고위험성이 내재되어 있으며, 설비는 연속공정으로 인해 사용년수별 교체주기를 고려하여 전면적인 시설교체를 해야하지만 기업들이 비용부담을 이유로 부분보수에 그치는 경우가 많다는 점을 지적하면서, 공장가동에서 위험성 평가의 정기(또는 수시) 실시 제도화 및 주요위험공정에 대한 정량적 평가를 주장했다.

중앙정부는 (가칭)특별방재구역재해방지법을 제정·운영하여 석유화학단지에서 발생하는 모든문제를 총괄하는 특별법을 제정하고, 노동부 지방노동사무소 관리하에 중대산업사고예방센터 설치·운영 할 것을 제안하였다. 지방정부(울산시)에게는 소방력강화 장단기계획수립, 울산소방본부내 소방교육과정 설립운영, 종합방재시스템 구축, 대피계획 수립 등의 추진을 제안하였다. 기업에게는 울산안전성평가센터 설립운영, 지하매설배관종합정보망 구축(울산시 지원), 안전관리조직·관리전문가 운영·확충 등을 제안하였다.

채경석 외(2008)은 석유화학산업은 제품자체에서 기인하는 특징과 안전관리차원에서 기인하는 특수성을 지니는데, 제품의 특수성이 곧 안전관리의 특수성과 밀접히 관련된다고, 재난관리대상으로서의 석유화학단지를 규정했다. 특히, 석유화학산업은 기업의 이윤만을 목적으로

설치되기보다 국가산업의 중추를 담당하고, 비상시 필수전략물자를 공급하는 원천적 산업이라는 측면에서 공공성의 가치를 포함한다고 특징지었다. 이러한 특징 상, 대규모 재앙에 대한 안전관리를 산업의 자발적 노력만으로 적절히 유지할 수 있을지 의구심을 표하고, 각국의 재해방지 제도 등에 착안하여 장단기적 안전대책을 제언했다.

한국행정연구원 김은성·안혁근(2009)은 재난의 대형화복잡화연계화로 인해 정부간 협력 필요성이 증대되고 있지만, 현재의 중앙-지방간 협력 취약성은 재난관리조직 역량부족 및 위상약화와 관련되어 있음을 지적했다. 대형재난의 경우, 시도 관할개념을 붕괴시키고 지자체 단독으로 대응하는 데에 한계가 있으므로 중앙정부와의 효과적 협력이 더욱 필요하다는 것이다. 현재의 재난관리는 중앙정부의 명령과 통제에 의해 지방의 재난관리가 진행되고 있으나, 향후 지방이 자율적으로 재난 및 안전을 책임관리하는 체계로 나아가야 함을 주장했다.

울산발전연구원 임채현·김석택(2012)는 구미 불산누출사고와 일본 후쿠시마원전사고 등을 계기로 이들 시설과 인접한 울산시민의 주거불안과 삶의 질 하락문제가 대두되어 실시된 설문 조사에서 울산시민이 가장 위험하다고 느끼는 4대 잠재적 재난위험으로 원자력방사능(62%), 화재폭발(48%), 지진(40%), 독극물·환경오염(22%)이 꼽혔다. '산업과 안전이 공존하는 안전도시'로 울산이 발전하기 위한 필요한 대응방안을 모색했는데, 석유화학콤비나트에 대해서는 안전관리법령 일원화를 제안했다. 6개부처 80여개 법령으로 운영되는 석유화학콤비나트의 일원화를 통해 효율성과 중복규제, 규제사각지대 해소가 필요하다고 제언했다.

한국환경정책평가연구원 주현수 외(2013)은 화학물질 누출사고 발생시 피해예측과 저감을 위한 제도적 장치가 필요함을 주장하여 누출사고 관련 상용모델 및 가이드라인을 검토하고, 산업단지 환경영향평가의 개선방향을 검토했다. 화학물질사고는 유형별로는 누출·폭발·화재, 사고설비 유형으로는 수송·파이프라인·탱크 순으로 사고발생이 많은데, 이는 화학물질 관련사고들이 기존의 설비중심 안전관리체계에서 다루고 있지 않은 운송·저장과정에서의 누출·폭발이 빈번하게 발생함을 보여줌을 지적했다. 우리나라에서는 관계부처 소관법령에 따라 화학물질을 관리하고 있어 사고영역에 대해 관할부처별로 대응이 다르다는 한계가 있고, 이 때문에 사고 기록이 전반적으로 미흡하고 유사사고가 반복적으로 일어나고 있다고 지적했다.

상기의 연구들로부터 석유화학단지과 같은 환경위해시설과 이로 인한 대형사고에 대해 지자체의 역할이 매우 중요해지고 있음을 도출할 수 있다. 현재 석유화학산업 관련제도는 관계 부처별로 다수의 소관법령에 따라 관리되어 중복규제, 규제사각지대 등이 발생하고 있고, 사고기록이 미흡하고 유사사고가 빈번히 발생하는 등의 한계를 노정하고 있다. 석유화학산업의 공공적 측면과 향후 지자체가 자율적으로 재난 및 안전을 책임관리하는 체계로 나아가야 함을 이해한다면, 시설이 입지한 지자체가 관련재원을 확보하여 중앙정부-지방정부-기업의 관계에서 리더쉽을 발휘해야 한다는 당위성을 갖게 된다.

2) 석유류에 대한 지역자원시설세 과세 확대방안 연구⁶⁾

전술(前述)한 바와 같이, 지역자원시설세 특정자원분은 지역에 소재하면서 외부불경제를 야기하는 시설에 대해 과세하는 대표적인 교정과세에 해당한다. 석유류를 신세원으로 발굴하기 위한 연구가 근년 활발하게 진행되어 왔다.

정종필(2014)은 지방세 확충을 통한 안정적 지방재정기반 구축의 틀 안에서 지역자원시설세의 개편방안을 모색하여, 특정자원분의 과세대상 확충과 개선방안을 분석하였다. 지역자원시설세 특정자원분의 과세 확대대상으로 제안된 것으로는 폐기물, 항만을 이용하는 화물 및 위험시설물이다. 첫째, 폐기물은 폐기물관리법 제2조에서 규정한 폐기물 중 소각 및 매립되는 폐기물만을 대상으로 하며, 과세목적은 폐기물 매립억제 및 재활용 촉진이다. 둘째, 항만이용 화물은 시·도내에 위치한 항만을 통해 운송되는 컨테이너 및 벌크화물을 대상으로 한다, 단, 수출화물에 대한 컨테이너세 부과로 인한 가격경쟁력 악화를 우려하여 과세를 중단하고 있다는 점을 고려해야 한다고 지적했다. 셋째, 위험시설물은 위험물 안전관리법 시행령에 열거된 위험물을 이용하여 사업을 하는 행위를 과세대상으로 한다. 단, 동 사업관련 사업자는 대부분 영세한 사업자가 다수이기 때문에, 우선적으로 대규모 위험시설물로 한정된 후 과세대상 범위를 확대할 것을 제안했다.

6) 본 절은 이민정(2015) 선행연구를 발췌 및 가필

이민정(2015) 석유정제·저장시설에 대한 과세방안과 더불어 주변지역지원제도, 에너지 및 지원사업 특별회계 운영 지침변경 제안, 서산시 조례제정을 통한 자체 노력과 지원에 대한 입장표명 및 지원근거 마련 등을 제안하였다. 조세저항, 이중과세 문제, 과세형평성 문제 등의 예상쟁점사항을 정리하여, 각각의 사항에 대한 대응방향을 기술하였다.

유태현(2017)은 석유류에 대한 특정자원분 지역자원시설세를 과세해야 하는 근거로 석유류 정제·저장시설의 입지 및 가동에 따른 해당 지자체의 추가적 재정부담에 대한 보전대책 결여, 주민피해의 복구 등에 필요한 소요재원 마련, 석유류 관련 세수 배분의 불형평성 시정을 들었다. 석유류에 대해 특정자원분 지역자원시설세의 과세체계를 제안하여, 석유류를 정제·저장하는 자를 납세의무자로, 석유류의 생산량 또는 반출량 리터당 1원을 과세하는 방식으로 설계할 것을 제안하였다. 연구에 따르면 동 방식으로 과세할 경우, 2015년 기준 1,632억원의 세수가 발생한다고 추정하였다.

3) 대기오염의 사회적비용 추정연구

사회적비용은 경제주체의 경제활동이 제3자에게 긍정적 또는 부정적 영향을 주었음에도 불구하고 이에 대한 충분한 평가와 보상을 하지 않을 경우 발생하게 된다. 다양한 시설이 배출하는 대기오염에 대한 사회적비용에 대해 아래와 같은 선행연구들을 소개한다.

EC(1999)는 ExternE(Externality of Energy)라는 연구사업을 통해 에너지소비가 초래하는 대기오염의 사회적비용을 국가별, 오염물질별로 추정하였고, 현재까지 대기오염의 사회적비용 추산에 가장 많이, 광범위하게 인용되고 있다. 단, 대상오염물질이 SO₂, NO_x, 먼지 등 3가지로 한정되었다는 점과 추산대상이 유럽 15개국으로 한정되었다는 점, 국가내 도시-시골 등의 구분이 없다는 등의 한계점을 가진다.

Holland & Watkiss(2002)의 연구는 ExternE 프로젝트를 활용하여 대기오염물질 단위당 사회적비용을 재추산하였다. 대상은 SO₂, NO_x, VOC, PM으로 확대되었고 지역유형도 시골-도시-해안지역으로 구분하여 좀더 발전된 방법이라고 할 수 있다.

권오상 외(2003)는 경기도지역의 대기오염 사회적비용 추산연구에서 대기오염에 따른 수도권 피해규모가 최대 약 10조억원(건강피해만 고려)에 달할 것으로 추산했다. 베이스라인(환경

부의 대기오염 측정자료 중 가장 낮은 수준의 오염도에 비해 높은 수준인 현재 오염도로 인해 발생한 추가적 건강상 피해를 화폐가치로 환산한 것인데, 수도권 특별대책 추진시 사회적 비용은 2000년~ 2012년까지 7조원이 감소한다고 도출했다.

AEA Technology Environment(2005)는 EU 25개국을 대상으로 한 대기오염의 배출량당 피해연구에서 PM_{2.5}, NH₃, SO₂, NO_x, VOC의 사회적비용을 제시하였다. 동 연구는 기존 연구들을 포괄하여 연구의 폭을 확대하여, 미세먼지로 인한 사망, 오존으로 인한 사망, 건강에 관한 제반비용, 식물에 대한 피해까지로 넓혔다. 충남연구원 이인희 외(2013)의 화력발전시설의 사회적비용 연구에서 대기오염물질의 경제적피해액 산출에 활용되었다.

European Environment Agency(2011)은 산업시설에서 유래하는 대기오염물질의 사회적비용(Damage cost)을 산정한 연구에서 2009년 기준 E-PRTR(European Pollutant Release and Transfer Register)을 활용하여 건강과 환경에 대한 사회적비용을 연구했다. 연구에 따르면 산업시설에서 배출되는 대기오염물질로 인한 사회적비용은 2009년 기준, 약 102~169 십억유로로 산출되었고, 분야별로는 전력생산 분야가 가장 큰 66~112 십억유로를 차지하고 있다. 본 연구에서는 영향경로접근방식 (IPA, Impact Pathway Approach)와 E-PRTR 배출데이터를 활용한 방법론을 사용하였다.

김용빈(2015)는 환경 쿠즈네츠 곡선(EKC)을 활용한 대기오염 배출량의 오일 가격탄력성과 사회적비용 탄력성을 추산한 연구에서 1980~2012년까지 OECD 34개국을 대상으로 각 오염물질별로 환경쿠즈네츠 곡선의 형태를 확인하였다. 결과, SO_x와 VOC는 증가하다 감소하는 역 U자형의 곡선이 나타났고, NO_x와 CO는 증가→감소→증가의 N자형, 온실가스는 계속 증가하는 형태로 나타났다. 특히 동 연구는 OECD국가의 SO_x, NO_x, CO, VOC의 톤당 사회적비용(달러 기준)을 1980년부터 2012년까지 기초통계량을 시계열로 제시하고 있는 점에서 활용도가 높다.

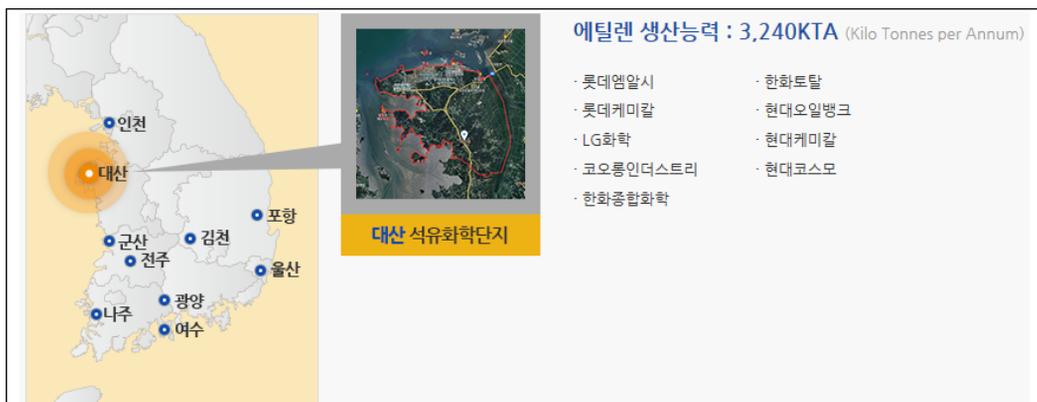
이상의 연구들로부터 석유화학 정제·저장시설로 인한 대기오염의 사회적비용은 오염물질별 단위당 사회적비용을 통해 추정할 수 있음을 알 수 있다. 본 연구에서는 대산단지의 석유화학 정제·저장시설로 인한 사회적비용을 대기오염물질별 단위당 사회적비용(협회의 사회적 비용) 및 I-O 테이블(광의의 사회적비용)을 활용하여 추정해보고자 한다.

제3장 석유정제 · 저장시설의 사회적비용 추정

1. 대산석유화학단지 개요

대산석유화학단지는 1988년부터 충남 서산시 독곶리, 대죽리 일원에 민간기업이 자체 조성한 15,610천㎡(473만평)의 산업단지로 70여개 기업, 종사자 약 1만5천명 규모의 석유화학단지이다. 특히, [표 2]에서 보듯, 1990년대 초반 대산단지가 본격적으로 조성되기 시작하면서 국내 석유화학산업의 생산능력이 급증하여 도약기로 진입하였으며, 이때부터 석유화학제품이 주요 수출품목으로 자리매김하게 되었다. 2014년기준 연간 482억불을 수출하여 5대 수출산업 중 하나로 성장하였다.

(그림 5) 대산석유화학단지 개요 (2017.6 기준)

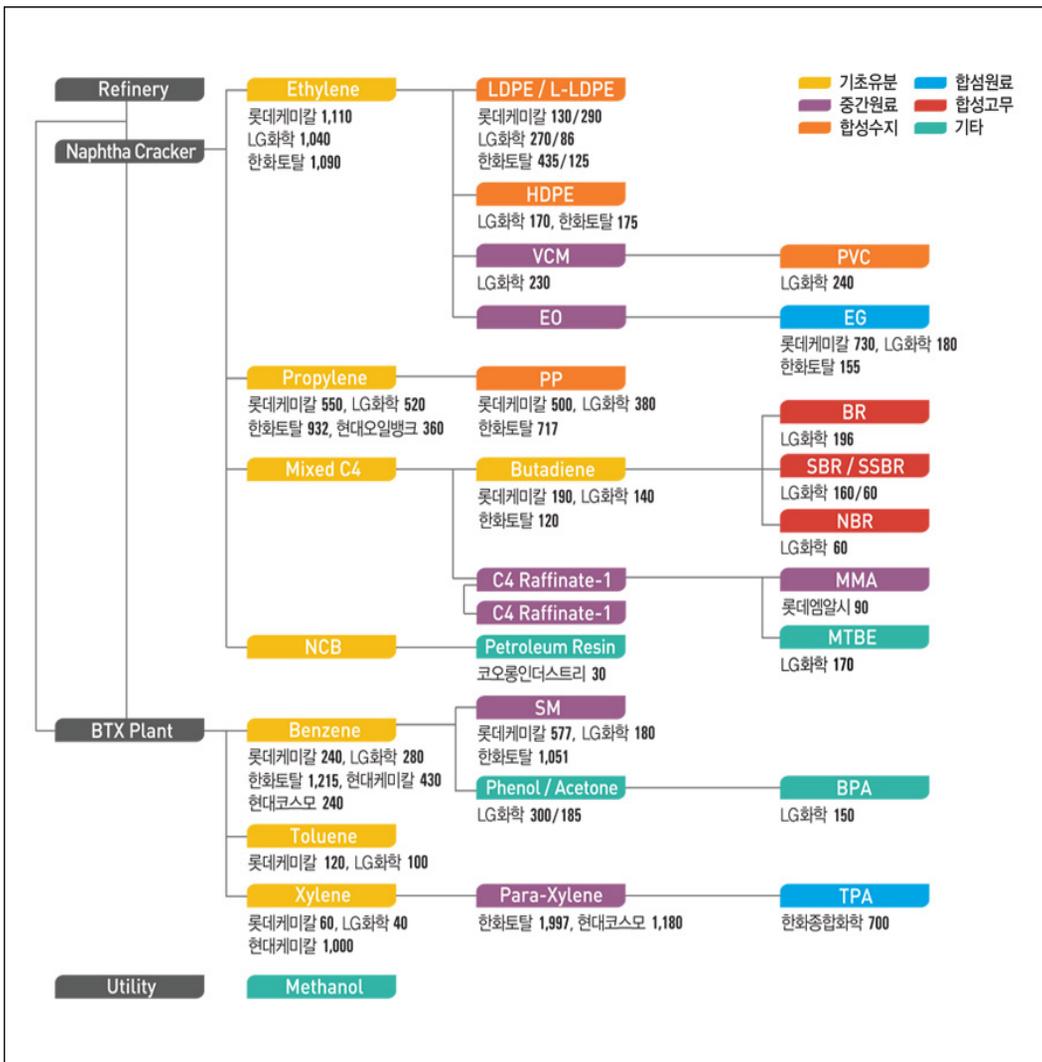


자료) 한국석유화학협회

[그림 6]은 대산석유화학단지에서 생산되는 석유화학제품의 계통도를 나타내고 있다. 본 연구에서는 석유정제·저장시설에 초점을 맞추므로, 기초유분 생산에 해당하는 공정과 해당기업에 초점을 맞춘다.

(그림 6) 대산석유화학단지 주요석유화학제품 계통도(2017.6 기준)

(단위: 천MTA)



자료) 석유화학협회

대산단지에 입주하고 있는 대표적 기업(통칭 “대산 5사”)으로는 현대오일뱅크, 한화토탈, LG화학, 롯데케미칼, 케이씨씨가 있으며(표 4 참조) 이들 5사의 연간매출액은 2015년기준 42조 2,191억원, 국세납부액 4조 4,575억원으로 국가경제에 미치는 기여도 또한 크다.

[표 4] 대산5사 현황(2015년)

회사명 구분	합 계	현대오일뱅크	한화토탈	엘지화학	롯데케미칼	케이씨씨
종사자수	4,686	1,157	1,550	974	530	475
면적(천㎡)	8,051	2,029	2,632	1,230	945	1,215
등록일		1988.12.23.	1993.3.2.	2001.1.22.	1999.5.7.	2004.7.13.
생산제품		휘발유 등	에틸렌 등	합성수지	폴리에틸렌	석고보드
연매출액(억원)	422,191	213,240	87,914	57,890	60,000	3,147
최근현황		공장증설 (‘14~’16, 1조2천억)	공장증설 (‘12~’14, 2조)	공장증설 (‘13~’14, 3천억)		공장증설 (‘14~’, 36억)

자료) 서산시 내부자료

1990년대 초반 대산단지 조성 이후, 크고 작은 사고들이 발생하여 주변지역 환경오염, 주민 건강피해 등을 야기하고 있는데, 대표적인 사고로 2007년 발생한 허베이 스피리트호 원유유출 사고를 들 수 있다⁷⁾. 이처럼 대산단지에 소재한 외부불경제 유발시설로 인한 사회적 비용이 발생하고 있으며 이에 대한 적절한 조치는 자원의 효율적 배분이라는 측면에서 그 정당성을 찾을 수 있다.

그러나 대산단지는 개별산단으로 조성되어⁸⁾, 국가산단이 지원받는 기반시설 확충, 완충녹지대 구축 등과 같은 사업에서 제외되어 외부불경제 내부화 장치 또한 미흡한 실정이다⁹⁾.

7) 석유화학제품은 부피가 크고 무거우며 물동량이 많아 물류비가 많이 드는데다, 석유 한방울 나지 않는 우리나라의 여건상 3대 석유화학단지는 모두 해안에 입지.

8) 정부가 석유화학산업활동에 더 이상 직접적으로 관여하지 않겠다는 정책발표로 인해 민간주도로 추진

9) 울산과 여수의 경우는 ‘석유화학공업 육성법’에 의거해 국가산단으로 지정되어 개발. 국가산단의 경우, 산업단지 및 개발에 관한 법률 제29조에 의거하여 항만·도로·용수시설·철도·통신·전기시설 등의 기반시설을 국가 또는 지자체가 지원한다.

그동안 공업용수 부족에 따른 해수담수화시설 설치(2,200억원), 전력공급 안정화를 위한 전력 공급 확대 등, 서산시가 지역의 대표산업단지를 위해 지원해왔고, 더 나아가, 준산업단지¹⁰⁾ 지정을 통한 지원도 논의되고 있으나 현재의 서산시 재정력으로는 쉽지 않은 상황이다.

이러한 상황은 대산석유화학단지에 대한 과세에서도 그대로 나타나고 있는데, 대산 5사를 기준으로 국세와 지방세 납부현황을 살펴보면 아래 [표 5]와 같다.

대산석유화학단지내 대산 5사가 납부한 국세는 2010년 3조 4,799억원에서 매년 증가하여 2015년에는 4조 4,575억원을 납부하였다. 이에 따라 최근 5년간 대산 5사가 납부한 국세는 총 21조 2,123억원에 달한다. 반면 대산 5사의 지방세 납부현황을 살펴보면, 2011년 396억원에서 2015년 274억원으로 오히려 감소하였으며 최근 5년간 납부한 지방세 총액은 1,755억원에 불과하다. 이에 따라 최근 5년간 대산 5사가 납부한 총 조세 중 국세비중은 99.18%인 반면 지방세 비중은 0.82%에 불과한 실정이다.

이렇듯 대산단지가 국가경제에 기여하는 바가 크에도 불구하고, 대산단지가 입지한 지역의 주민들이 떠안게 된 외부불경제 및 이의 내부화제도와 장치 미흡은 미결인 채로 계속되어 지역의 현안으로 불거져왔다. 더불어, 국세납부액의 0.82% 수준의 지방세 수준은, 석유화학산업 단지 입지로 인해 지역사회가 안고 있는 사회적 비용과 미래의 잠재적 위험성 등을 고려할 때 부족한 수준이라는 지적이 끊임없이 제기되어 왔다.

이를 통해, 울산시 국가산단은 완충녹지사업(길이 11.8km, 폭 20~500m, 면적 165만8천㎡ 규모)으로 2004~2030년간 총 4,193억원(국비 2,219억원, 시비 1,974억원)을 지원받음.

10) ① 준산업단지 : 도시 또는 도시주변의 특정지역에 입지하는 개별공장들의 밀집도가 다른지역에 비해 높아 포괄적 계획에 따른 계획적 관리가 필요하여 제8조3에 따라 지정된 일단의 토지 및 시설물

② 관련법령 : 「산업입지 및 개발에 관한 법률」 제2조·제8조의3·제28조·제29조, 「산업입지 및 개발에 관한 법률」 시행령 제10조의3, 「산업입지의 개발에 관한 통합지침」

③ 지정: 특별자치도지사 또는 시장(특별시장광역시 포함) 군수 구청장

④ 지정요건 : 공업지역, 계획관리지역 또는 개발진흥지구
면적 3만제곱미터 이상
건축허가를 받거나 건축신고를 한 공장이나 물류시설의 부지 면적이 준산업단지로 지정하려는 지역 면적의 100분의 40 이상일 것
준산업단지로 지정하려는 지역에 건축허가를 받거나 같은 법 제14조에 따른 건축신고를 한 공장이 2개 이상일 것
준산업단지로 지정하려는 지역의 토지면적의 2분의 1 이상에 해당하는 토지소유자와 공장소유자 총수의 2분의 1 이상의 동의를 얻을 것

⑤ 준산업단지의 지원 : 국가 또는 지방자치단체는 법령에 따라 비용(산업단지 안의 간선도로, 녹지시설, 용수공급시설·하수도 및 폐수종말처리시설의 건설비 등) 보조나 시설(항만·도로·용수시설·철도·통신·전기시설 등)지원을 할 수 있음.

(표 5) 대산5사 최근 5년간 납세액 (단위: 억원, %)

구분 \ 년도	계		2015년		2014년		2013년		2012년		2011년		
	세액	비율	세액	비율	세액	비율	세액	비율	세액	비율	세액	비율	
총 계	213,878	100	44,849	100	44,760	100	41,143	100	42,509	100	40,617	100	
국 세	소계	212,123	99.18	44,575	99.39	44,362	99.11	40,860	99.31	42,105	99.05	40,221	99.03
	내국세	192,268	89.90	41,461	92.45	40,066	89.51	36,833	89.52	37,748	88.80	36,160	89.03
	관세	19,855	9.28	3,114	6.94	4,296	9.60	4,027	9.79	4,357	10.25	4,061	10.00
지방세	1,755	0.82	274	0.61	398	0.89	283	0.69	404	0.95	396	0.97	

자료) 서산시 내부자료

외부불경제 유발시설이 입지한 지자체에는 관련시설 관리를 위한 직·간접적 행정비용이 발생하게 된다. 이는 지자체의 관련분야 세출에서 살펴볼 수 있는데, 석유정제·저장시설이 입지한 울산, 충남(서산), 전남(여수)의 경우, 지자체의 안전관리 및 환경보호를 위한 행정수요가 추가로 발생하여 동급의 지자체 평균보다 세출비중이 높다.

[표 6]에서 보듯, 전국평균과 비교하여 울산광역시는 공공질서 및 안전분야의 세출비중이 높고, 충청남도과 전라남도는 환경보호 분야의 세출비중이 전국에 비해 상당히 높음을 알 수 있다. 특히 본 연구의 대상지역인 서산시의 경우, 환경보호 분야의 세출이 기초지자체 전국평균보다 높은 것을 알 수 있다.

[표 6] 석유경제·저장시설물 소재 지자체 세출현황(2015년도)

(단위: 억원, %)

	광역지자체		기초지자체		울산광역시		충청남도		(서산시)		전라남도		(여수시)	
	규모	비중	규모	비중	규모	비중	규모	비중	규모	비중	규모	비중	규모	비중
합계	1,799,521	100	632,348	100	39,726	100	99,747	100	4,609	100	89,759	100	4,977	100
일반공공행정	244,110	13.6	50,608	8.0	7,439	18.7	11,095	11.1	317	6.9	8,385	9.3	492	9.9
공공질서및안전	47,030	2.6	11,311	1.8	1,616	4.1	1,484	2.6	53	1.1	3,451	3.8	20	0.4
교육	72,344	4.0	11,581	1.8	1,959	4.9	3,033	3.0	119	2.6	1,773	2.0	168	3.4
문화및관광	96,715	5.4	45,470	7.2	2,113	5.3	5,768	5.8	273	5.9	5,585	6.2	362	7.3
환경보호	100,881	5.6	53,737	8.5	1,224	3.1	7,764	7.8	441	9.6	6,990	7.8	468	9.4
사회복지	609,084	33.8	169,508	26.8	11,923	30.0	28,019	28.1	1,217	26.4	24,784	27.6	1,452	29.2
보건	32,441	1.8	10,903	1.7	669	1.7	1,997	2.0	72	1.6	1,351	1.5	71	1.4
농림해양수산	125,059	6.9	69,719	11.0	1,564	3.9	13,976	14.0	530	11.5	14,470	16.1	296	5.9
산업·중소기업	43,330	2.4	14,498	2.3	1,276	3.2	2,687	2.7	82	1.8	2,371	2.6	35	0.7
수송및교통	140,809	7.8	56,816	9.0	3,735	9.4	4,083	4.1	217	4.7	4,395	4.9	532	10.7
국토및지역개발	108,934	6.1	57,016	9.0	2,896	7.3	5,498	8.5	671	14.6	6,774	7.5	348	7.0
과학기술	2,182	0.1	100	0	-	-	107	0.1	-	-	57	0.1	-	-
예비비	14	0.0	14	0	0	0	0	0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
기타	176,588	9.8	81,067	12.8	3,309	8.3	10,126	10.2	617	13.4	-	-	734	14.7

자료) 지방재정365, 분야별 세출현황

실제로 대산석유화학단지 는 그 동안 크고 작은 사고 및 오염물질 배출, 잠재적 위험성 등으로 인해 지역사회에 다양한 외부불경제를 유발하고 있다(표 7 참조).

[표 7] 대산석유화학단지 외부불경제 유발사례

일시	사고경위	주민피해
'92.2.14	서산 극동정유 분해탑 폭발	반경 1km이내 5백여주민 대피
'93.10.1	프런티어 익스프레스호 나프타 유출	주빈 157명 구토 및 두통증세 치료
'03.10.16	현대오일뱅크 코크스라인 폭발	정제설비 소실
'07.12.7	허베이 스피리트호 기름 유출	12,547,000ℓ 유출 피해청구 127,471건(4조 2,273억원)
'08.2.10	산단내 업체 탈황공정과정 중 폐가스 배출	가스 및 악취발생. 주민 병원후송
'09.12.21	현대오일뱅크 부두 기름 유출(1차)	병커C유 5,900ℓ 유출
'10.1.15	현대오일뱅크 부두 기름 유출(2차)	
'12.1.3	47t급 폐유 운반선 폭발	1명실종, 1명경상
'14.12.28	탱크로리 전복으로 아스팔트유 유출	아스팔트유 200ℓ 유출
'15.1.15	실리콘원료 탑재 탱크로리 전복	장시간 교통체증 유발

자료) 이민정(2015) 수정가필

대산석유화학단지 조성 후 발생한 대표적인 환경오염 사례를 살펴보면, 대표적인 해상오염 사고로 2007년에 발생한 허베이 스피리트호 원유유출사고를 들 수 있다. 약 1만 2,547kℓ의 원유가 해상에 유출되어 태안군을 비롯한 충청도 해안 전역과 전남, 제주도 일부지역까지 피해를 입혔다. 이에 따른 피해청구는 127,471건에 4조 2,273억원에 달하였고 이 중에서 2013년 1월 기준으로 63,201건에 대해 피해청구가 인정되어 7,384억원의 피해보상 청구가 이루어졌다.

[표 8] 허베이스피리트호 유류유출로 인한 건강피해

<p>○ 급성 건강피해</p> <ul style="list-style-type: none">- 2007년 12월 27일부터 2008년 9월까지 급성건강영향조사 실시- 휘발성유기화합물(VOCs)과 다핵방향족탄화수소(PAHs)의 경우 방제작업 후의 농도가 증가한 것으로 나타났으며, 자원봉사자의 경우, 작업 후 소변 중 PAHs 대사물의 농도는 작업 전에 비해 뚜렷이 높은 것으로 나타났음- 정신건강의 경우, 주민에게서 사회심리적 스트레스가 일반근로자에 비해 고위험군이 2~4배 높았고, 우울증의 경우 일반근로자에 비하여 1.5~4배 높은 것으로 나타났음- 영유아의 경우, 집과 오염된 바닷가로부터 거리가 가깝거나 오염된 바닷가에 간 경험이 많을수록, 영유아들의 코증상, 기침이나 가래, 피부증상, 구토증상, 소화관련 증상 등의 발현이 통계적으로 유의하게 높은 것으로 나타남 <p>○ 중장기 건강피해</p> <ul style="list-style-type: none">- 2009년 1차 중장기 건강영향조사를 시작으로 2013년까지 3차 중장기 건강영향조사가 진행- 주민 808명을 대상으로 영양소 섭취량을 조사한 결과, 음식물 열량의 부족 비율은 방제 지역은 77.8%, 영향지역 66.2% 등으로 많은 주민들에게서 열량 영양소가 부족한 것으로 확인됨. 기름유출사고로 인한 수입 감소에 따른 경제사정의 악화, 수산물에 대한 기피 현상, 사고에 따른 식욕감퇴 등의 복합적 원인이 작용한 것으로 판단됨- 소변과 혈중 생물학적 노출지표 결과, 기름 유출사고로 인한 2-나프톨, 납, 카드뮴 등 일부 유해화학물질의 높은 수치를 확인함- 성인건강영향조사 결과, 방제 참여일수와 오염지역 근접 여부에 따라 높은 수치를 보였으며, 알레르기 증상과 다중화학물질과민증후군(MCS) 증상이 노출지표와 유의미한 상관관계가 있었음- 소아 및 청소년 건강영향조사 결과, 천식의 경우, 유류유출지점과 지리적으로 가까운 지역에 거주하는 소아들에게서 발생률이 높았음 .
--

자료) 충청남도 환경보전종합계획(2016)

허베이스피리트호가 환경에 끼친 피해를 유류유출량, 유류특성, 피해지역 해양이용, 피해를 입은 자원종류 및 특성 등을 고려하여 최소 1,909억원~최대 1조 2,665억원의 피해액을 추산한 연구물들이 발표되었다(표 9 참조). 연구에서는 유류유출에 따른 해양오염사고 방지를 위한 추가세금 적정부담액의 지불의사액수(WTP)를 알아보고자 조건부가치측정법(CVM)을 연구방법으로 이용하였는데, 피해액에서 차이를 보이는 것은 보수적 조건(법원의 배상판결에 기반)인지 낙관적 조건(단순 예비조사에 의한 실험적 설계조건 적용)인지에 따른다. 하지만, 정중관(2011)이 지적하듯, 환경피해를 전체적으로 산정하기 위해서는 반드시 피해지역 주민에 대한 소득손실, 건강피해로 인한 의료비지출 등이 종합적으로 추산되어야 하며, CVM에 의한 환경 피해액 추산은 피해범위를 과소평가할 수 있음을 주의해야 한다.

[표 9] 허베이스피리트호 환경피해액 추산결과

연구기관	산출근거	환경피해총액 (억원)	비고
경기연구원	CVM-WTP	6,884	사고 초기상태로 추산, 추가 세금부담의사 반영
한국해양수산개발원	CVM-WTP	5,010	연간 630억원, 5.5% 할인율로 10년 지속 현가화 합산
경북대학교	CVM-WTP	3,629	오염정화 및 복구비용을 제외한 비사용가치
한국해양연구원	CVM-WTP	12,665	연간 1,266.5억원, 5.5% 할인율로 10년 지속으로 현가화 조정하면 10,072억원
충남연구원	CVM-SP	1,909 2,544 5,090	시프린스호 유류유출량 비례, 2008년 기준으로 6년간의 단리 5.5%를 적용하여 보수적·중간·낙관적 추산치 구분

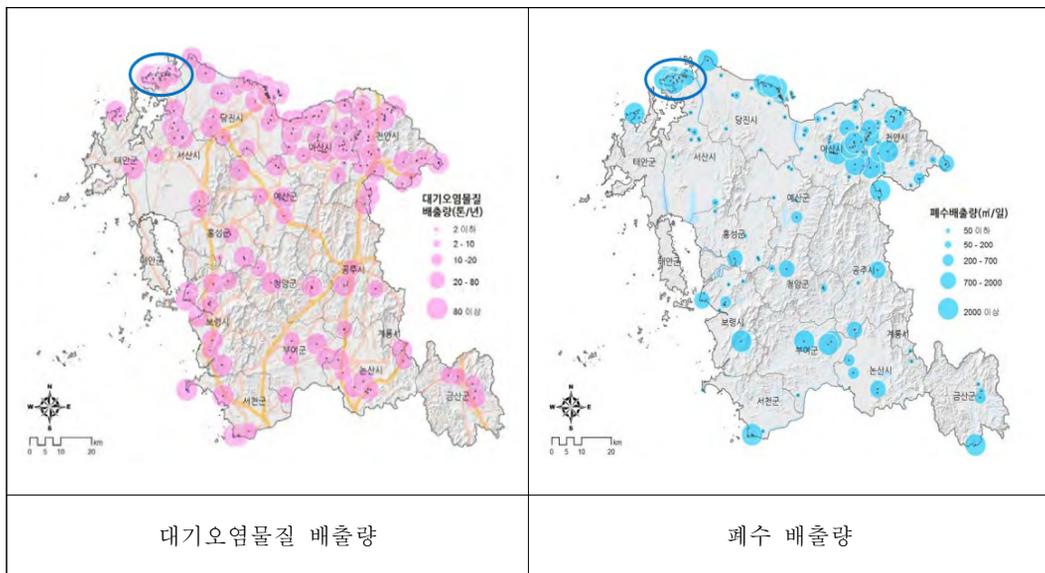
자료) 정중관(2011)

대산석유화학단지(충청남도 환경오염취약지역으로 지정되어 있다. 환경오염취약지역에는 충남 서북부지역에 집중된 화력발전시설, 철강단지와 같은 에너지다소비 및 중화학공업 기업 등이 속해 있다(그림 7 참조).

충남 환경보전종합계획(2016)에 따르면, 석유화학단지내 시설로부터 먼지, 황산화물(SOx), 질소산화물(NOx), 카드뮴, 시안, 납, 크롬, 비소, 수은, 염화수소, 불소, 니켈, 페놀, 벤젠, 포름알데히드, 암모니아, 구리, 아연, 이황화탄소, 황화수소, 브롬, 총탄화수소, 일산화탄소 등의 유해인자가 배출되고 있다.

또한 서산(및 당진)에서 배출되는 대기오염물질 중 질소산화물(NOx), 황산화물(SOx), 휘발성유기화합물(VOC)의 배출량이 충남전체의 약 50%를 차지하고 있고, 총부유분진(TSP), 미세먼지(PM10), 초미세먼지(PM2.5)는 충남 전체 배출량의 약 90%를 차지하고 있다. 특히, 위해물질(IARC 1) 배출량에서 대산석유화학단지 입지로 인해 서산시의 배출량이 충남 총 배출량의 83.7%(68,221kg/년)을 점하고 있어, 석유화학단지의 환경적 위험요소가 상당함을 알 수 있다(그림 8 참조).

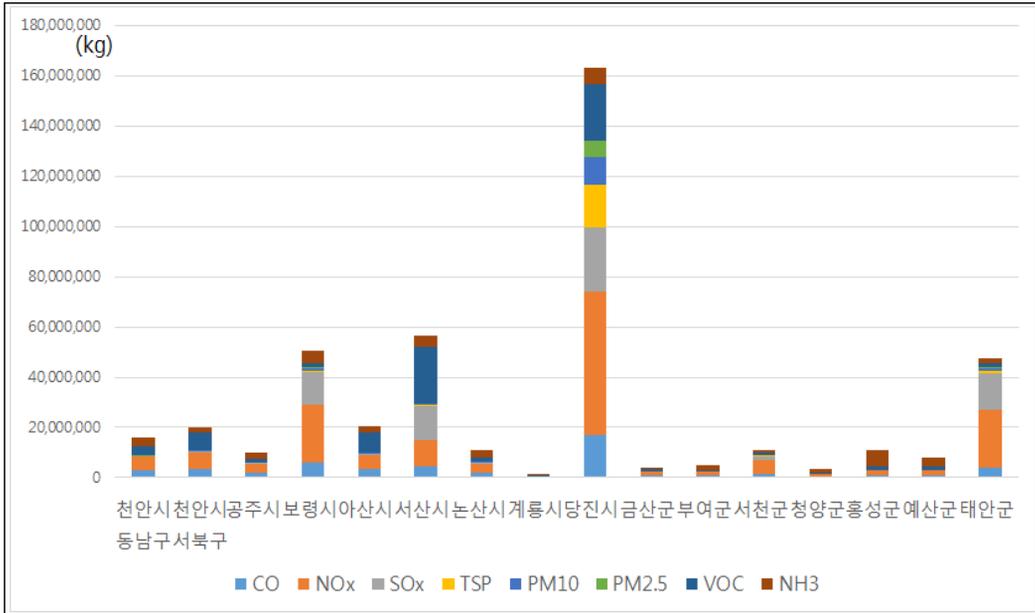
(그림 7) 충남 대기오염물질 및 폐수 배출량별 시설분포도



자료) 충청남도 환경보건종합계획(2016)

주) 원으로 표시된 곳이 대산석유화학단지

(그림 8) 충남 시군별 대기오염물질배출 비교(2014년 기준)



자료) 국가대기오염물질배출량서비스

전술(前述)의 현황을 바탕으로, 다음 절에서는 서산시의 석유정제·저장시설의 사회적비용을 추정하도록 한다.

2. 직접적 사회적 비용

석유정제·저장시설로 인한 사회적 비용에는 대기오염으로 인한 피해 이외에도 각종 화학물질, 이들로 인한 악취, 농수산물 피해, 주민건강피해 등도 포괄해야 하지만, 현재 화학물질로 인한 사회적비용 산정근거는 찾을 수 없고, 기타 피해들도 산정근거를 일일이 명확히 하기 힘든 관계로, 본 절에서는 석유정제저장시설이 배출하는 대기오염물질과 온실가스로 인한 것을 '직접적 사회적비용'으로 정의하여 추정한다.

1) 대기오염물질

본 연구에서는 환경부 수도권대기환경청에서 제공하는 오염물질 배출원 분류표(표 10 참조)를 참고하여 서산시의 오염물질 배출상황을 정리하고 선행연구에서 제공하는 오염물질 단위당 사회적비용을 참고하여 서산시 석유화학정제저장시설에 대한 사회적비용을 추정한다.

[표 10] 오염물질 배출원 분류

배출원 대분류	배출원 중분류
에너지산업연소	공공발전시설, 지역난방시설, 석유정제시설 , 민간발전시설
비산업연소	상업 및 공공기관 시설, 주거용시설, 농업, 축산수산업시설
제조업연소	연소시설, 공정로, 기타
생산공정	석유제품 , 산업, 제철제강업, 무기화학제품제조업, 유기화학제품제조업, 목재, 펄프제조업, 식음료가공, 기타제조업
에너지수송 및 저장	휘발유공급
유기용제 사용	도장시설, 세정시설, 세탁시설, 기타 유기용제사용
도로이용 오염원	승용차, 택시, 승합차, 버스, 화물차, 특수차, 이륜차
비도로이용 오염원	철도, 선박, 항공, 농업기계, 건설장비
폐기물 처리	폐기물소각, 기타 폐기물처리
기타 면 오염원	그 외 기타

자료) 환경부 수도권대기환경청

[그림 6]의 대산단지의 석유화학 계통도에서 본 연구에 해당하는 부분은 '기초유분' 공정과 관련기업이고, 이를 [표 10]의 오염물질 배출원 분류와 교차하면, 본 연구에서 오염물질 배출량 계산 시 고려해야 하는 분류원은, '에너지산업연소 - 석유정제시설', '생산공정 - 석유제품', '에너지수송 및 저장'이 해당된다.

(1) 배출량

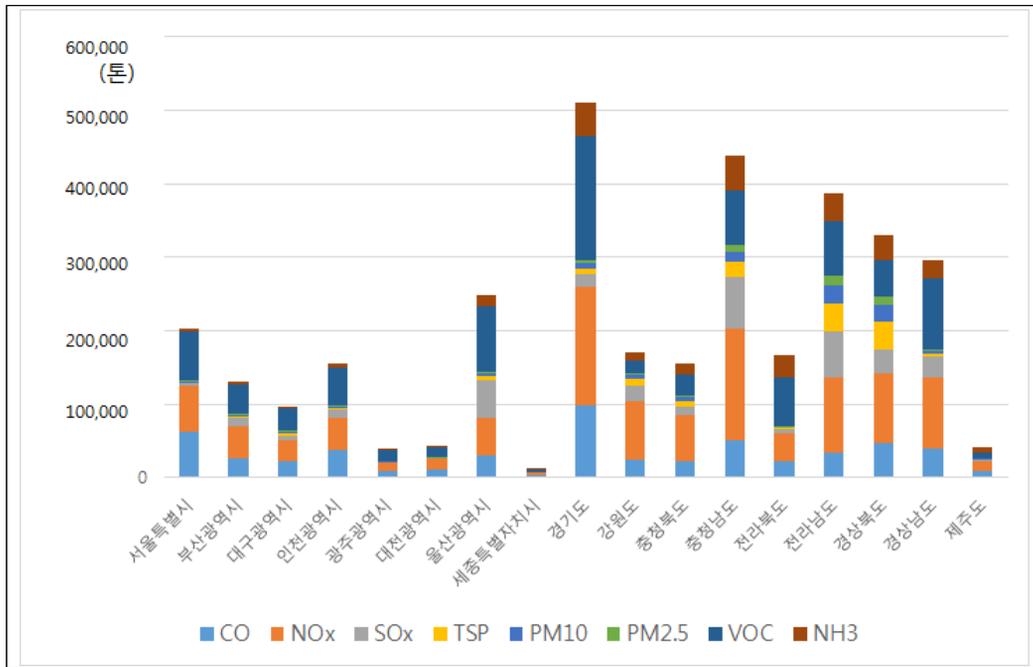
충남은 석탄화력발전소를 비롯하여 제철산업, 석유화학산업과 같은 중장대형 장치시설산업 등 에너지다소비산업이 많이 입지한 관계로 많은 대기오염물질을 배출하고 있다. [표 10]에서는 시도별 배출량을 정리하고 있는데, 충남은 경기도에 이서 전국 2위를 점하고 있다(2014년도 기준). 오염물질별로 보면, CO(전국 3위), NO_x(전국 2위), SO_x(전국 1위), TSP(전국 3위), PM₁₀(전국 3위), PM_{2.5}(전국 3위), VOC(전국 4위), NH₃(전국 1위)로, 대부분의 물질이 상위권을 점하고 있다. 특히 전국 1위 배출량을 기록하고 있는 SO_x(질소산화물)는 기관지, 눈, 코 등의 점막을 통해 자극을 주고 만성노출시 폐렴, 기관지염, 천식, 폐기종 등 질환을 일으킨다고 알려져 있고, NH₃(암모니아)는 미약한 피부발작을 일으키는 것으로 알려져 있어, 주변지역 주민의 지속적인 건강모니터링과 배출오염원 관리가 요구된다.

[표 11] 시도별 오염물질 배출량 (2014년 기준)

(단위: 톤)

지역	CO	NOx	SOx	TSP	PM10	PM2.5	VOC	NH ₃
서울	62,206	62,350	3,527	1,465	1,424	1,278	66,290	4,709
	11.3%	5.9%	1.1%	1.0%	1.5%	2.1%	7.4%	1.6%
부산	25,560	44,796	10,536	2,494	2,223	1,849	40,279	2,067
	4.6%	4.2%	3.2%	1.7%	2.3%	3.1%	4.5%	0.7%
대구	21,608	29,052	5,120	3,775	2,532	1,476	31,654	2,051
	3.9%	2.7%	1.5%	2.6%	2.7%	2.4%	3.6%	0.7%
인천	37,199	43,853	12,421	1,958	1,727	1,440	50,362	6,726
	6.8%	4.1%	3.7%	1.4%	1.8%	2.4%	5.6%	2.3%
광주	9,145	11,594	349	362	354	318	15,594	1,096
	1.7%	1.1%	0.1%	0.3%	0.4%	0.5%	1.7%	0.4%
대전	11,897	13,492	926	399	384	343	14,828	957
	2.2%	1.3%	0.3%	0.3%	0.4%	0.6%	1.7%	0.3%
울산	30,856	50,813	50,522	5,761	3,669	2,430	89,524	14,214
	5.6%	4.8%	15.1%	4.0%	3.9%	4.0%	10.0%	4.9%
세종	2,734	3,703	161	149	145	133	3,357	3,036
	0.5%	0.3%	0.0%	0.1%	0.2%	0.2%	0.4%	1.0%
경기	97,589	163,061	15,511	8,345	6,763	5,135	167,552	45,846
	17.7%	15.4%	4.7%	5.8%	7.1%	8.5%	18.8%	15.7%
강원	24,444	79,422	20,384	9,937	5,691	3,161	16,455	11,863
	4.4%	7.5%	6.1%	6.9%	6.0%	5.2%	1.8%	4.1%
충북	22,936	62,389	11,798	7,671	4,669	2,760	27,164	16,859
	4.2%	5.9%	3.5%	5.3%	4.9%	4.6%	3.0%	5.8%
충남	51,679	150,356	70,721	20,485	13,976	9,266	74,985	47,466
	9.4%	14.2%	21.2%	14.2%	14.7%	15.3%	8.4%	16.2%
전북	22,323	37,853	5,597	1,413	1,357	1,195	66,046	31,271
	4.1%	3.6%	1.7%	1.0%	1.4%	2.0%	7.4%	10.7%
전남	34,003	101,453	62,921	39,170	23,844	13,833	73,803	37,947
	6.2%	9.6%	18.9%	27.1%	25.1%	22.8%	8.3%	13.0%
경북	47,143	95,824	31,178	37,318	22,761	12,895	49,629	33,267
	8.6%	9.0%	9.3%	25.9%	24.0%	21.3%	5.6%	11.4%
경남	39,338	96,425	29,962	3,127	3,052	2,665	96,702	25,473
	7.1%	9.1%	9.0%	2.2%	3.2%	4.4%	10.8%	8.7%
제주	9,560	13,364	1,858	466	449	393	7,167	7,646
	1.7%	1.3%	0.6%	0.3%	0.5%	0.6%	0.8%	2.6%
전국	550,220	1,059,800	333,492	144,295	95,020	60,573	891,391	292,494
	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

자료) 국가대기오염물질배출량서비스

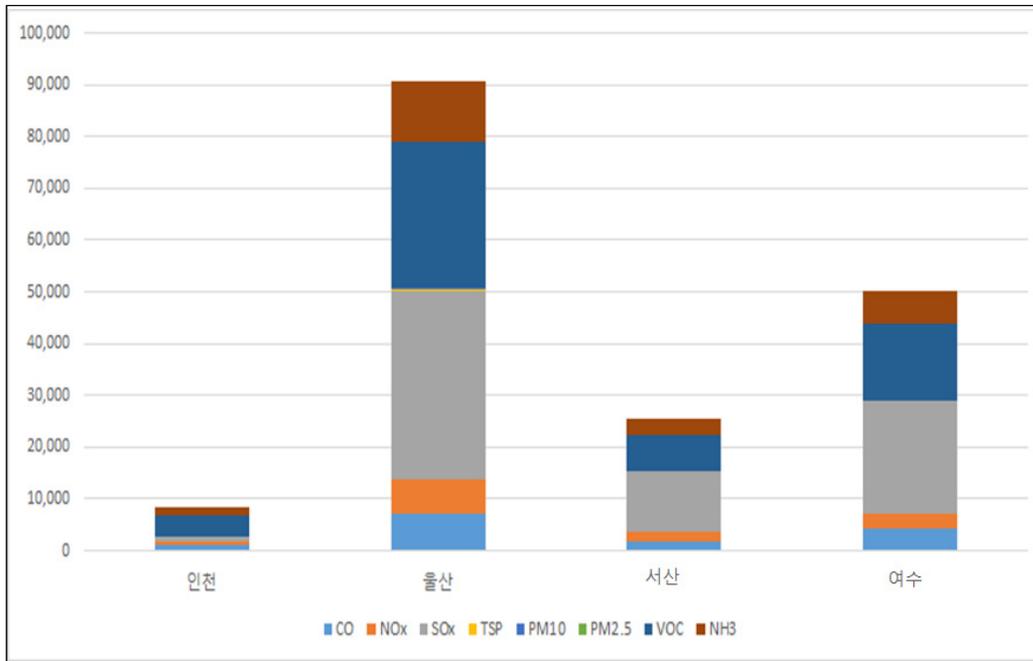


대기오염물질 배출원을 석유정제·저장시설로 좁히면 [표 12]과 같은 결과를 얻을 수 있다.

[표 12] 석유정제·저장시설 입지지역 오염물질 배출량(2014년)
(단위: 톤)

지역	CO	NOx	SOx	TSP	PM10	PM2.5	VOC	NH ₃
인천	1,024	687	884	29	11	4	4,018	1,676
	7.4%	5.5%	1.3%	4.5%	4.6%	5.9%	7.5%	7.4%
울산	7,080	6,821	36,369	358	133	43	28,146	11,778
	51.1%	54.4%	51.5%	56.4%	55.6%	57.0%	52.2%	52.2%
서산	1,588	2,133	11,579	136	46	12	6,944	2,900
	11.5%	17.0%	16.4%	21.4%	19.4%	16.3%	12.9%	12.9%
여수	4,172	2,903	21,810	112	49	16	14,797	6,189
	30.1%	23.1%	30.9%	17.7%	20.5%	20.8%	27.5%	27.5%
합계	13,864	12,544	70,642	635	239	76	53,905	22,542
	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

자료) 국가대기오염물질배출량서비스



석유정제·저장시설에서 배출량이 큰 오염물질은 SO_x, VOC, NH₃으로 이들 3물질의 배출량이 전체 배출량의 84%를 차지하고 있는 것이 특징적이다.

[표 13]는 국가대기오염물질배출량서비스가 제공하는 자료에서 ‘에너지산업연소-석유정제 시설’, ‘생산공정-석유제품산업(석유제품가공, 유황회수시설) 및 석유제품 저장 및 취급’, ‘에너지수송 및 저장’을 분류에 따라 추출한 서산지역의 배출량 추이이다.

상기(上記)한 바와 같이, 서산시 석유저장정제시설에서도 가장 많은 배출량의 대기오염물질은 SO_x로 자료를 제공하는 1999년부터 증감은 있으나 아직 증가추세에 있는 물질이다. 다음으로 많은 물질은 VOC로 증감을 반복하나 미약한 증가추세를 보인다. NH₃은 2005년 이후 안정된 추세에 있고, NO_x의 경우, 감소추세가 가장 뚜렷한 물질로 2008년까지 3번째로 많은 배출량을 보였으나 이후 지속적으로 감소하고 있다. CO는 2009년 일시적으로 대폭 증가하였으나 안정된 배출추세를 보이고 있고, PM₁₀은 지속적으로 감소추세에 있다. 최근 주목받고 있는 PM_{2.5}는 큰 변동없이 일정량을 배출하는 것으로 나타났다.

(표 13) 서산시 대기오염물질 배출량 추이

(단위: 톤)

년도	오염물질							
	CO	NOx	SOx	TSP	PM10	PM2.5	VOC	NH ₃
1999	2,000	4,448	9,914	139	77	-	8,123	3,331
2000	1,983	4,292	7,359	135	75	-	8,089	3,323
2001	1,932	3,969	6,954	132	73	-	8,003	3,274
2002	1,429	3,363	6,303	97	54	-	5,872	2,348
2003	1,394	3,263	5,948	97	54	-	5,790	2,295
2004	1,533	3,003	5,222	105	58	-	6,467	2,567
2005	1,672	3,243	6,187	115	64	-	7,008	2,803
2006	1,824	3,445	7,194	127	40	-	7,652	3,074
2007	1,737	3,347	7,879	120	37	-	7,270	2,929
2008	1,806	2,996	7,523	124	38	-	7,540	3,063
2009	3,450	2,525	7,204	185	76	-	7,580	3,162
2010	1,552	1,568	6,309	112	34	-	7,095	2,800
2011	1,822	2,080	9,791	138	45	12	8,199	3,133
2012	1,883	2,278	11,608	141	45	11	8,894	3,321
2013	1,728	2,014	11,801	136	45	11	8,356	3,063
2014	1,588	2,133	11,579	136	46	12	6,944	2,900

자료) 국가대기오염물질배출량서비스

주) PM2.5 자료는 2011년부터 제공

(2) 사회적비용 추정

본 연구에서는 각 오염물질의 사회적비용을 제시한 선행연구들에 근거하여 사회적 비용을 추정한다. 오염물질의 사회적비용이 연구물에 따라 기준연도가 상이하나, 2014년도 기준으로 예측할 수 있는 경우에는 2014년도 예측값을 적용하고, 그렇지 않은 경우에는 선행연구물에서 제시된 값을 그대로 활용한다.

먼저, SO_x, NO_x, CO, VOC는 김용빈(2015) 연구에서 제시한 OECD 국가의 연도별 사회적

비용을 활용한다. 우리나라도 회원국으로 속해있는 OECD 각국의 사회적비용 평균치를 제시했기 때문에 매우 의미있는 데이터라고 생각된다. 단, 김용빈(2015)의 연구에서는 1980년부터 2012년까지의 시계열 데이터를 제공하는 관계로, 이후년도의 사회적비용은 단순선형으로 예측하여 2014년 값을 적용한다.

PM10은 Wang, Santini & Warinner(1994)에서 제시하는 톤당 10,868달러, NH3는 AEA Technology(2005)이 제시하는 톤당 26,061달러, PM2.5는 RWDI(2006)이 제시하는 277,359달러¹¹⁾를 활용한다. 단, 이들 3 오염물질의 사회적비용은 2007년 USD 기준으로 환산된 값을 사용한다.

온실가스는 석탄화력발전소의 사회적비용 추정연구에서 활용되었던 Tol(2009)의 톤당 28.35달러를 적용한다.

[표 14] 오염물질의 사회적비용 관련연구

자료	오염물질	사회적 비용 (USD/톤)	비고
김용빈(2015)	SOx	11,787	2014년 비용은 단순선형예측치
	NOx	10,494	
	CO	10,137	
	VOC	8,723	
Wang, Santini & Warinner(1994)	PM10	10,868	2007년 USD 환산값*
RWDI(2006)	PM2.5	277,359	
AEA Technology(2005)	NH3	26,061	
	TSP	-	산정연구 없음
Tol (2009)	온실가스	28.35	

주) PM10, PM2.5, NH3 값은 Victoria Transport Policy Institute(2011)에서 각각의 사회적비용을 2007년도 USD로 환산한 값을 사용

11) RWDI(2006)은 캐나다 밴쿠버 지역의 대기오염원의 사회적비용 연구에서 건강, 시계(視界), 곡물, 외장재(exterior materials) 등의 경제적 피해금액을 측정. 동 연구에서 제시한 PM2.5의 사회적비용은 건강 측면에 특히 중점을 두고 있어, 이전 연구들에 비해 비용이 높음. 최근 PM2.5로 인한 호흡기질환, 피부질환, 발암 등의 신체 악영향 연구가 속속 드러나고 있어, 본 연구에서는 동 연구결과를 활용.

[표 14]의 오염물질 단위당 사회적비용을 이용하여 계산한 전국 광역시도별 대기오염물질로 인한 사회적 비용은 [표 15]과 같다.

대기오염물질로 인한 사회적비용이 큰 지역은 전남(8조 9866억원)→충남(8조 6088억원)→경기(8조 260억원)→경북(7조 9547억원) 으로 나타났다. [표 11]의 배출량에서는 경기→충남→전남→경북의 순서로 나타났으나, 사회적비용에서는 전남과 경기가 역전된 점이 흥미로운데, 이 결과는 PM2.5의 배출량에 기인한다.

전남과 충남은 공통적으로 석탄화력발전소와 석유화학단지가 입지하고 있어, 이들 시설의 외부불경제에 대한 조정장치가 필요하다는 것을 방증하고 있다.

[표 15] 시도별 대기오염물질별 사회적비용(2014년 기준)
(단위: 백만원)

	합계	CO	NOx	SOx	PM10	PM2.5	VOC	NH3
서울	2,734,195	719,179	746,230	47,414	17,650	404,267	659,491	139,964
부산	2,047,878	295,506	536,137	141,636	27,554	584,890	400,719	61,437
대구	1,540,508	249,815	347,706	68,829	31,384	466,900	314,912	60,961
인천	2,299,757	430,067	524,851	166,976	21,406	455,512	501,030	199,914
광주	541,875	105,728	138,762	4,692	4,388	100,592	155,138	32,576
대전	600,692	137,544	161,478	12,448	4,760	108,500	147,518	28,444
울산	3,771,323	356,734	608,151	679,171	45,477	768,677	890,637	422,477
세종	245,596	31,608	44,319	2,164	1,797	42,072	33,397	90,238
경기	8,026,083	1,128,251	1,951,580	208,516	83,827	1,624,344	1,666,905	1,362,661
강원	3,093,937	282,603	950,555	274,024	70,540	999,913	163,704	352,599
충북	2,872,740	265,169	746,697	158,601	57,872	873,065	270,243	501,093
충남	8,608,836	597,474	1,799,522	950,708	173,232	2,931,095	745,994	1,410,812
전북	2,767,713	258,082	453,040	75,241	16,820	378,012	657,064	929,455
전남	8,986,627	393,117	1,214,231	845,852	295,545	4,375,764	734,235	1,127,882
경북	7,954,710	545,032	1,146,861	419,128	282,122	4,079,049	493,738	988,781
경남	4,611,646	454,796	1,154,054	402,781	37,829	843,014	962,048	757,123
제주	723,891	110,526	159,946	24,977	5,565	124,317	71,301	227,259

자료) [표 11]의 배출량 자료

주) 환율 1달러=1140.5원 (2017.6.30. 기준)

TSP(부유분진)은 사회적비용 산정연구가 없는 관계로 제외

[표 16]은 석유정제·저장 관련부분만 추출하여 석유화학단지가 입지한 4개 지역의 대기오염 물질로 인한 2014년도의 사회적비용을 산출한 결과이다. 석유화학단지 규모가 가장 큰 울산이 1조 2977억원으로 가장 크게 추정되었고, 여수 7130억원, 서산 3592억원, 인천 1231억원의 순으로 나타났다.

[표 16] 석유정제·저장시설 입지지역 대기오염물질별 사회적비용(2014년도)
(단위: 백만원)

	합계	CO	NOx	SOx	PM10	PM2.5	VOC	NH3
인천	123,135	11,839	8,222	11,884	136	1,265	39,973	49,815
울산	1,297,737	81,854	81,637	488,911	1,649	13,602	280,013	350,072
서산	359,190	18,359	25,529	155,657	570	3,796	69,083	86,195
여수	713,002	48,234	34,744	293,193	607	5,061	147,209	183,953

자료) [표 12]의 배출량 자료

[표 17]은 2011년 이후의 대기오염물질로 인한 서산시의 사회적비용을 추계한 표이다. 2010년까지는 PM2.5를 측정하지 않은 관계로 2011년부터의 비용을 추계하였는데, 서산시는 대기오염물질로 인해 매년 평균 약 3730억원의 사회적비용을 지불하고 있음을 알 수 있다.

[표 17] 서산시 대기오염물질별 사회적비용 추이
(단위: 백만원)

	합계	CO	NOx	SOx	PM10	PM2.5	VOC	NH3
2011	356,623	21,065	24,894	131,621	558	3,796	81,568	93,121
2012	396,310	21,790	27,264	156,047	558	3,480	88,483	98,709
2013	380,932	19,978	24,104	158,642	558	3,480	83,130	91,040
2014	359,190	18,359	25,529	155,657	570	3,796	69,083	86,195

자료) [표 13]의 배출량 자료

주) 2010년 이전은 PM2.5 데이터를 제공하지 않는 관계로 제외

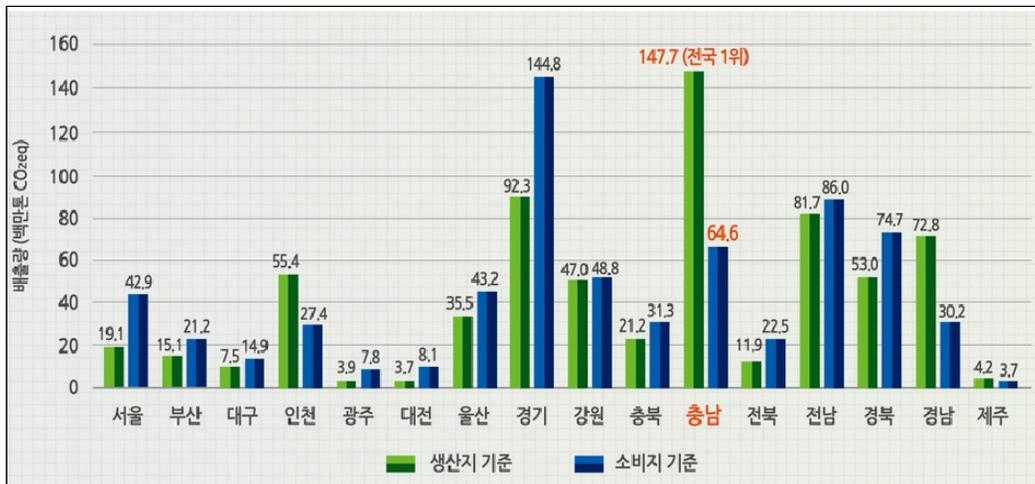
2) 온실가스

(1) 배출량

충남이 생산지 기준(에너지와 상품이 생산되는 곳) 온실가스 배출량이 전국 1위라는 ‘오명’은 신문지상을 통해 보도되어 왔는데, 배출의 대부분은 석탄화력발전과 밀접한 연관이 있다고 알려져 있다¹²⁾. 2014년 기준 온실가스 배출량 1억 2253만톤 가운데, 석탄화력발전소가 입지한 당진, 보령, 태안, 서천의 4개시군이 77.2%를 차지하는데, 여기에 대규모 산업단지가 입지한 서산, 천안, 아산을 합치면 전체의 95.5%에 이른다.

[그림 9]에서, 석탄화력발전소 기수는 충남보다 적으나, 철강과 석유화학산업이 집중된 전남의 온실가스 배출이 생산지기준 3위로 높은 것을 알 수 있어, 철강과 석유화학산업의 온실가스 배출량도 상당함을 알 수 있다.

[그림 9] 우리나라 지역별 온실가스 배출량



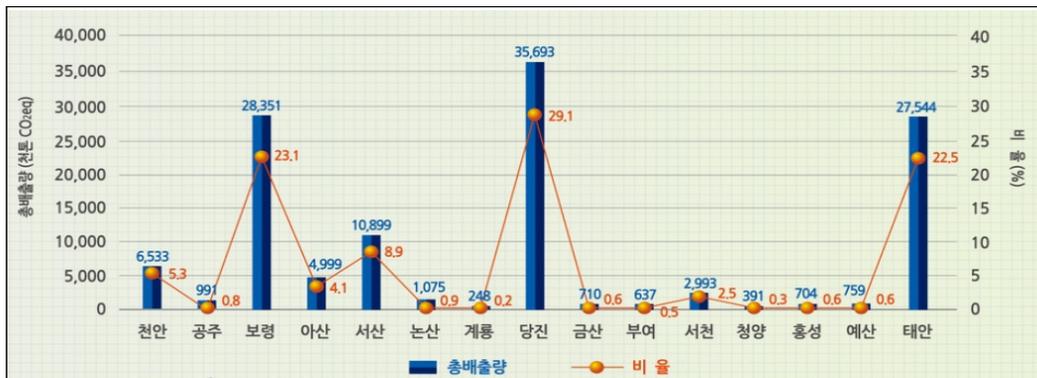
자료) 충남연구원 보도자료(2016.8.31.)

주) 에너지경제연구원 2014/2011년 기준자료로 작성

12) 충남연구원 보도자료(2016.8.31.)

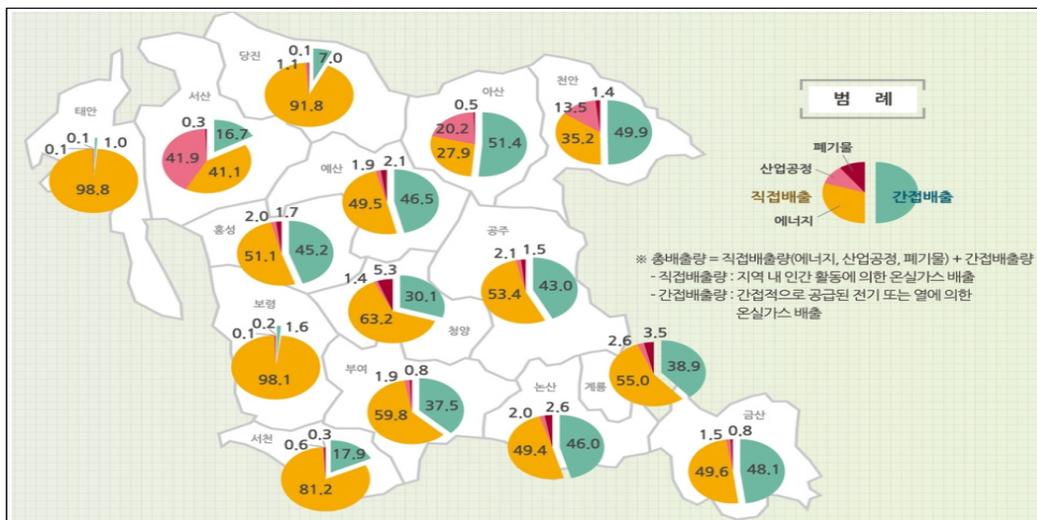
서산시는 충남에서 당진→보령→태안에 이어 4번째로 온실가스 배출이 많은 지자체로 2013년 기준 28,351 천톤CO₂eq을 배출하였고 도내 배출비율로는 8.9%에 해당한다(그림 10 참조). 특히 서산시의 경우, [그림 11]에서 보듯, 대규모 산업단지가 입지한 시군(당진, 서산, 천안, 아산) 중에서도 특히 산업공정에 의한 배출비율이 높아(41.9%) 석유화학 관련 공정과정에서 많은 온실가스가 배출되고 있음을 짐작할 수 있다.

(그림 10) 충남 시군별 온실가스 배출량



자료) 전계, 충남연구원 보도자료

(그림 11) 충남 시군별 온실가스 배출특성



주) 한국환경공단 2013/2008년 기준자료로 작성
 자료) 전계, 충남연구원 보도자료

온실가스종합정보센터에서 제공하는 온실가스 통계데이터는 2011년부터 2015년까지이다. [그림 6]의 기초유분단계에 해당하는 모든 기업의 온실가스 배출량 데이터가 제공되지 않는 상황이므로(현대케미칼, 현대코스모의 데이터 없음) 본 연구에서 산정하는 온실가스 배출량은 실제보다 과소추정되었을 가능성이 있음을 밝혀둔다.¹³⁾

[표 18] 서산시 석유정제저장시설 온실가스 배출량 추이 (단위: tCO₂eq)

년도	관련업체			
	현대오일뱅크	한화토탈	롯데케미칼	엘지화학
2011	40,53,146	2,929,426	5,487,940	5,893,612
2012	4,673,939	2,996,776	5,615,156	6,392,472
2013	4,869,999	3,295,390	5,865,939	7,048,435
2014	5,064,653	4,034,385	5,846,817	7,070,961
2015	3,561,622	4,267,529	5,597,374	7,200,851

자료) 온실가스종합정보센터, 온실가스통계(명세서배출량통계)

주) 대산 5사 중 KCC는 [그림 6]의 기초유분단계에 해당하지 않는 기업이므로 제외

(2) 사회적비용 추정

[표 14]에 열거한 사회적비용 단위비용 중, 온실가스는 Tol(2009)가 제시한 톤당 28.35달러를 이용하여 사회적비용을 산출한다.

[표 19]는 서산시 대산석유화학단지에 입지한 석유정제저장시설업체의 온실가스로 인한 사회적비용을 산출한 표이다. [그림 6]의 기초유분 공정에 해당하는 업체 중, 온실가스종합정보센터에서 데이터를 제공하는 4개 업체만을 대상으로 사회적비용을 산출한 결과, 2011년부터

13) 참고로, 이인화·오혜정(2013)이 연구에서 밝혀낸 충남지역 화력발전소의 온실가스 배출량은 2007년 기준, 72,831천 tCO₂로 서산시 석유정제저장시설의 2015년 배출량과 비교하면 3.5배 규모임.

2015년 동안 대산석유화학단지의 석유저장정제시설 기업들이 배출하는 온실가스로 인한 사회적비용은 매년 약 6700억원에 달하는 것으로 추정되었다. 14)

[표 19] 석유정제·저장시설 업체별 온실가스 배출의 사회적비용 추이
(단위: 백만원)

년도	합계	업체당 사회적비용			
		현대오일뱅크	한화토탈	롯데케미칼	엘지화학
2011	593,770	131,051	94,718	177,443	190,559
2012	636,263	151,123	96,895	181,556	206,689
2013	681,576	157,463	106,550	189,664	227,898
2014	711,874	163,756	130,444	189,046	228,627
2015	666,949	115,159	137,983	180,981	232,826

주) 환율 1달러=1140.5원 (2017.6.30. 기준)

3) 요약

석유화학공정 중 기초유분 공정(그림 6 참조)과 이 공정에 해당하는 기업만을 대상으로 대기오염물질과 온실가스로 인한 직접적 사회적비용을 산출한 결과, 서산시는 2011년이후 매년 대기오염물질로 인해 3730억원, 온실가스로 인해 6700억원, 결과적으로, 매년 1조 430억원의 직접적 사회적비용을 부담하고 있는 것으로 나타났다.

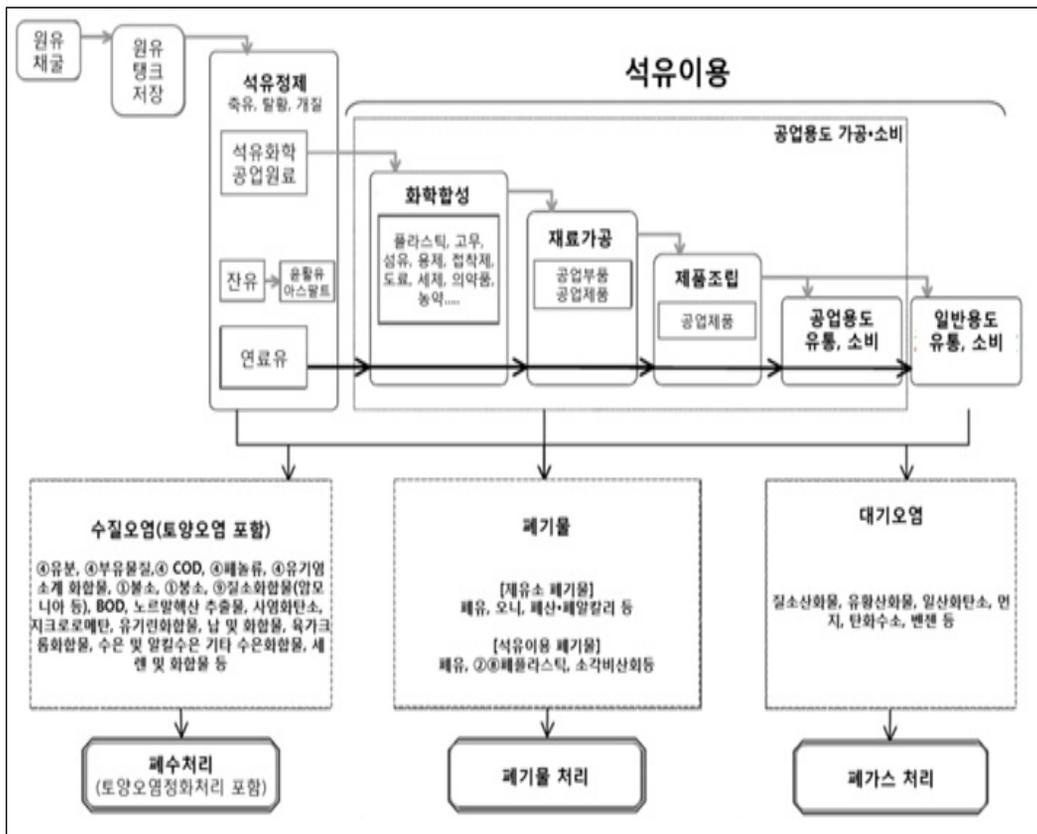
하지만, 대기오염물질 부분에서 TSP(부유분진)은 사회적비용 산정에 대한 기존연구물이 없어 본 추정에서 제외되었고, 온실가스부분에서도 기초유분 공정에 해당하는 기업 중 2개 기업의 온실가스배출량 데이터가 없는 관계로 사회적비용 추정에서 제외된 것을 감안하면, 동 비용은 실제 사회적비용보다 과소추정되었음을 감안해야 한다.

14) 참고로, 이인희·오혜정(2013)의 연구에서 추정한 충남 화력발전소의 온실가스 배출로 인한 사회적비용은 2007년 기준 2,260,994백만원으로 서산시 석유정제시설의 사회적비용(2015년 기준)의 3.4배에 해당

3. 간접적 사회적 비용

[그림 12]에서 보듯, 석유화학공정에서는 대기오염 뿐만 아니라, 수질오염(토양오염 포함), 폐기물(제유소 폐기물+ 석유이용 폐기물) 등 다양한 오염물질이 배출되고 있고, 전술(前述)한 바와 같이, 석유화학단지로 인한 교통사고위험, 폭발위험 등 다양한 위험성이 지속적으로 제기되고 있다. 앞 절의 직접적 사회적비용 추정에서는 석유정제·저장시설이 배출하는 대기오염에 국한하여 사회적비용을 추정하였지만, 본 절에서는 좀더 넓은 외부불경제 요소를 고려한 것을 '간접적 사회적비용'으로 정의하여 추정해보고자 한다.

[그림 12] 석유이용과정의 산업공해물질 발생 흐름



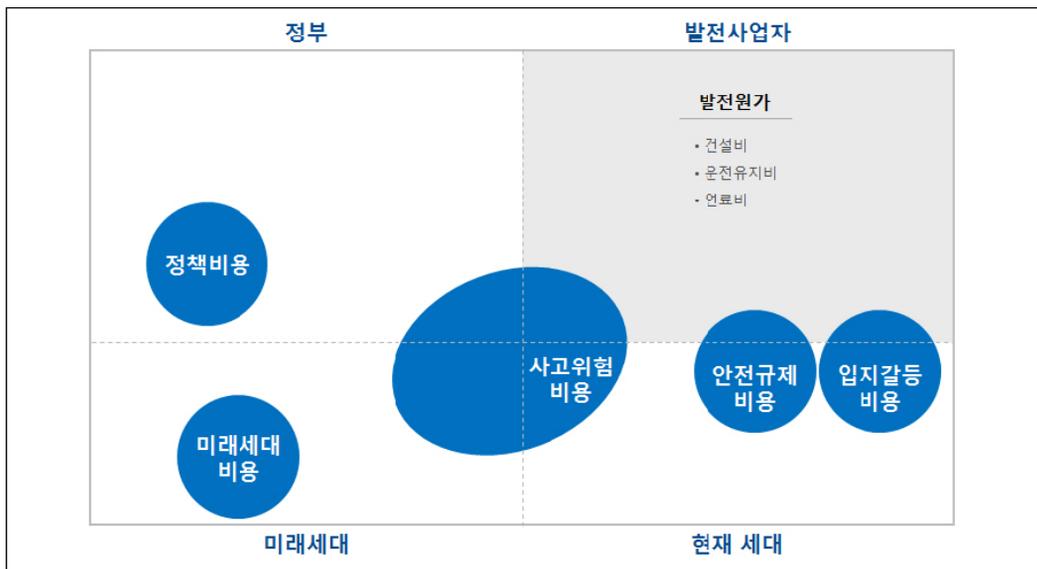
자료) 産業公害防止技術開發費序背金研究開發制度評價檢討會 (2016)

(1) 사회적비용 고려부분

허가형(2014)은 원자력발전의 직접비용과 외부비용을 검토한 연구물에서 원자력발전의 비용을 직접비용과 외부비용으로 구분하였다. 직접비용은 시장가격을 기준으로 직접적으로 지출되는 원자력의 발전비용(건설비, 운전유지비, 연료비)이고, 외부비용은 시장가격에 반영되지 않지만 사회적으로 부담할 가능성이 있는 비용(현재세대~미래세대가 부담하는 사고위험비용, 입지갈등비용, 규제비용, 정책비용, 미래세대비용)으로 정의하였다.

이를 석유정제·저장시설 사례에 그대로 대입할 수는 없으나, 석유화학시설(산업단지)로 인한 사회적비용까지 고려한다면, 대기오염으로 인한 비용 이외에도 사고위험비용, 안전관련비용 등도 충분히 고려되어야 한다는 점을 참고할 수 있다.

[그림 13] 원자력발전의 비용구성

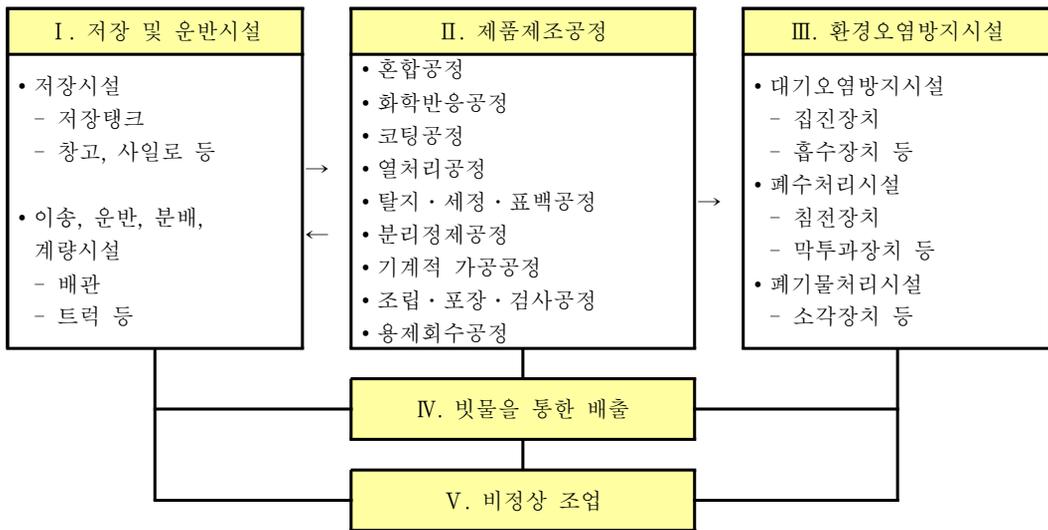


자료) 허가형(2014)

정중관(2015)이 제기한 대산석유화학단지에 대해 고려해야할 외부효과 항목에는 환경위해 물질, 주민건강영향, 악취실태, 도로교통량 및 항만물동량 등이 있다.

특히 석유화학공정에서 배출되는 환경위해물질(유해화학물)은 간과할 수 없는데, 정제에서 이동에 이르는 공정(그림 14 참조)과 기초유분공정의 관련업체에서도 다음 [표 20]와 같은 유해화학물질이 배출되고 있다. 정종관(2015)의 연구물에 따르면, 대산석유화학단지의 화학물질 환경배출 총량은 2007년 연간 44.8톤에서 2012년 연간 844.4톤으로 20배 가까이 증가했다.

(그림 14) 주요화학물질 취급공정



자료) 화학물질안전원(2016) '2014년도 화학물질배출량 조사결과 보고서'

현재까지는 유해화학물질의 사회적비용에 관한 연구가 되어있지 않아 사회적비용 추정은 불가능하나, 동 화학물질들로 인한 주민건강우려, 농작물 피해, 토양오염 등은 지속적으로 제기되고 있다.

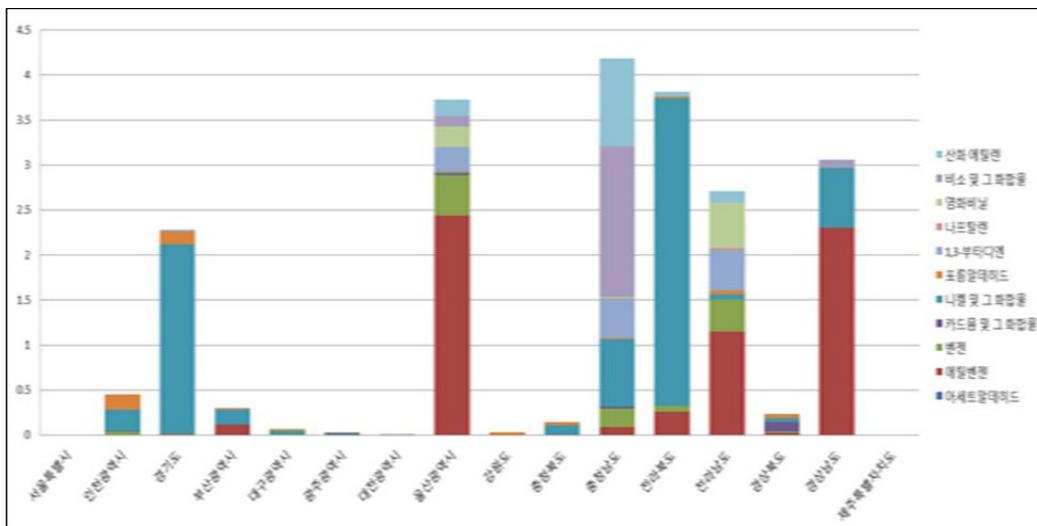
[표 20] 대산단지 석유정제시설에서의 유해화학물질

업체	현대오일뱅크	LG화학	한화토탈	롯데케미칼
취급유해화학물질	9종 (황산, 가성소다, BTX 등)	27종 (황산, 가성소다, BTX 등)	15종 (황산, 가성소다, BTX 등)	16종 (황산, 벤젠, 톨루엔 등)
생산제품	벤젠, 톨루엔, 자일렌	벤젠, 톨루엔, 염산, 폐놀	벤젠, 톨루엔, 자일렌	벤젠, 톨루엔
사용유해화학물질	6종	8종	3종	4종

자료) 정종관(2015)

대산단지 및 주변지역 대기질 조사(2016)에서는 VOCs(휘발성 유기화합물)의 하나인 벤젠 농도가 전국평균의 2배이고, 특히 공장밀집지역의 경우 환경기준치를 상회했다는 결과를 발표했다. 이 외에도, 한겨레신문 기획연재(2016.12.12.)에서는 '2014년 PRTR¹⁵⁾에 의한 화학물질 배출량 보고서'를 바탕으로 한 기사에서 지역별 발암위해도는 충남→전북→울산 순으로 많다는 내용을 실어, 화학물질로 인해 대산단지주변 주민들이 겪는 건강·환경적 피해를 간과할 수 없음을 방증하고 있다(그림 15 참조).

[그림 15] 물질별 위해도를 고려한 산업시설의 유해대기물질 지역별 배출기여도(2014년 기준)



자료) 한겨레신문(2016.12.12.)

이러한 환경오염비용 이외에도 교통혼잡비용, 에너지안보비용 등 석유저장·정제시설은 다양한 측면에서 사회적비용을 고려해야 한다. 이에 본 절에서는 I-O분석과 OECD의 사회적비용 추정방법을 통해 이러한 다양한 측면을 포함한 사회적비용을 추정해보고자 한다.

본 절에서는 간접적 사회적비용의 항목으로 경제적비용, 안보위험 측면을 살펴보고¹⁶⁾, 이들의 비용을 충남의 석유화학산업을 대상으로 추정한다. [표 21]에 제시된 OECD의 사회적비용 추정방법 중, 프로그램 통합접근법과 한계사회적비용 접근법을 적용하여 추정한다.

15) PRTR(Pollutant Release and Transfer Register): 유해화학물질 환경배출량 보고제도

16) 강만옥 외(2013) 방법론 참조

[표 21] 사회적비용 추정방법

추정방법	장점	한계
프로그램 통합 접근법 (programme aggregation)	-보조금의 이전이 최종시장에 미치는 영향을 포착	-가격왜곡에 따른 최종보상 범위에 대한 문제를 강조하지 않음. -정책을 포함한 결정 문제에 민감. -프로그램 수준의 자료가 필요
가격차 접근법 (price-gap)	-상대적으로 적은 자료로도 평가 할 수 있음. -국가 연구에 유용하며, 가격과 무역왜곡에 좋은 지표	-“자유시장(free market)”과 운송가격에 관한 추산에 민감. -최종시장가격에 영향을 미치지 않는 지원수준은 무시하고 보조금의 가치를 저평가
자원지대 접근법 (resource rent)	-산림과 수자원 같은 천연 자원 부문에 적절함	-자료 집약적이며, 추산에 민감함
한계사회비용 접근법 (marginal social cost)	-가장 포괄적인 접근법 -운송부문에 많이 사용됨	-자료가 집약적이며, 상당량의 모델링이 필요함 -추산에 민감하고 광범위한 불확실성을 가짐
생산자/소비자 접근법 (PSE/CSE)	-예산상의 이전과 시장가격 지지를 전체적인 방법으로 통합. -생산자 및 소비자에 대한 보조금으로 구별 가능	-다른 부문을 제외한 농업 및 석탄 생산부문에 대한 계산이 주로 이루어짐

자료) 강만욱 외(2013)

(2) 사회적비용 추정

① 기본자료

산업연관표는 일정기간(보통 1년) 동안 국가경제에서의 재화와 서비스의 생산 및 처분 내역을 일정한 원칙에 따라 일목요연하게 행렬(matrix) 형태로 정리하여 기록한 표이며, 이 표를 이용하여 산업간 상호연관관계를 수량적으로 파악하는 분석방법을 산업연관분석(interindustry analysis) 또는 투입산출분석(input-output analysis)이라고 한다.

산업연관표는 작성 대상 지역을 기준으로 전국산업연관표와 지역산업연관표로 구분할 수 있는데, 전국산업연관표는 전국을 기준으로 산업별 거래 내역을 나타낸 것으로 지역별로 다양한 생산기술구조를 평균적인 개념으로 작성한 것이고, 지역산업연관표는 지역간에 상이한 산업

구조와 기술구조 그리고 거래 형태를 반영하기 위해 지역으로 구분하여 지역별 산업별 거래 내역을 나타낸 것이다. 특히 지역산업연관표는 지역별 및 산업별 산업구조는 물론 지역간 및 산업간 상호연관관계를 파악하는 지역산업연관분석에 그 목적이 있다.

지방자치제 도입 이후 지역경제 개발을 위한 정책수립과 성과분석을 위해 지역내 산업간 또는 다른 지역과의 상호연관관계를 파악하는 것이 매우 중요하게 되었다. 지역산업연관표는 각 지역의 경제구조와 지역간·산업간 상호연관관계를 일정한 기준에 따라 수량적으로 나타내기 때문에 지역 단위의 산업구조 분석과 지역경제정책 수립 및 효과 분석등 다양한 분야에 유용한 분석도구로 활용되고 있다.

[표 22] 지역산업연관표의 석유정제·저장·화학 내용

	대분류	중분류	소분류	기본부문
산업	석탄 및 석유제품 제조업(006)	석탄 및 석유제품 제조업(016)	석유제품제조업(037)	원유정제처리업(082) 유회유 및 그리스 제조업(083) 기타 석유정제물 재처리업(084)
상품	석탄 및 석유제품(006)	석탄 및 석유제품(016)	석유제품(037)	나프타(101) 휘발유(102) 제트유(103) 등유(104) 경유(105) 중유(106) 액화석유가스(107) 정제혼합용 원료유(108) 유회유 및 그리스(109) 기타 석유정제제품(110)

산업연관표를 활용한 서산시의 석유정제, 석유화학, 저장 등의 오염물질 배출량 및 사회적 비용을 살펴보기 위해서 우선 다음과 같은 기본사항 분석이 필요하다. [표 22]와 같이 지역산업연관표의 경우 상품의 기준으로 작성되어 있다.

2013년 지역산업연관표 및 전국산업연관표 자료를 통해 계산한 충남과 전국의 석유제품 생산액은 [표 23]과 같다.

투입산출표 기초가격 기준 전국 석유제품 생산액은 148,843,315백만원, 충남의 석유제품 생산액은 9,451,011백만원으로 전국대비 석유제품의 비중은 6.34%이다.

[표 23] 충남 및 전국의 석유제품 생산액(2013년 산업연관표 기준)

구분	충남	전국
석유제품	9,451,011백만원 (전국대비 6.34%)	148,843,315백만원
유발계수	1.0170	-

주) 유발계수는 2013년 지역산업연관표 자료 참조

② 교통혼잡비용

교통혼잡비용(Traffic Congestion Cost)은 환경비용, 교통사고 비용 등과 함께 교통수요의 증가에 따른 사회적 비용을 지칭한다. 이는 교통혼잡을 완화하기 위한 정책대안의 수립 및 교통시설투자의 타당성·경제성 분석을 위한 기초자료로써 활용도가 높아 교통혼잡비용의 정확한 추산이 필요하다. 이에 한국교통연구원에서는 전국의 교통혼잡비용을 매년 추산해 발표하고 있다. 지역적 범위는 지역간 도로(전국의 고속도로, 일반국도, 지방도)와 도시부도로(7대도시, 서울특별시를 제외한 6대 광역시)가 대상이다. 교통혼잡비용의 구성요소는 차량운행비용과 시간가치비용의 합이다.

[표 24] 교통혼잡비용 구성요소

차량운행비용	시간가치비용
고정비와 변동비로 구성 -고정비 : 인건비, 감가상각비, 보험료, 제세공과금 -변동비 : 연료소모비, 유지·정비비, 엔진오일비, 타이어 마모비 등	교통혼잡으로 인해 발생하는 시간손실비용(시간가치비용)으로 수단별(승용차, 버스), 목적별(업무, 비업무) 제차인원의 시간가치를 적용

자료) 한국교통연구원(2015)

③ 안보비용(에너지비축비용)

한국은 경제안보 차원에서 석유비축을 적극 추진하고 있다. 세계 5위의 석유 순수입국, 세계 8위 석유 소비국임에도 불구하고 높은 중동 의존도, 낮은 자주개발원 확보율 등으로 석유위기 대응 능력이 주요 석유수입국들과 비교하여 낮은 실정이다. 한국의 경우 2017년 3월말 기준 총 146백만배럴 규모의 비축시설에 94백만배럴(공동비출사업물량 제외)의 비축유를 확보하고

있고, 비축일수는 108일이다(한국석유공사 홈페이지 참조).

2016년 국제유가를 기준으로 석유비축금액을 산출하면, 10,249십억원으로 산출되며, 여기에 석유비축관리비를 합하고 이를 바탕으로 GDP로 나누어보면 약 1%정도를 차지하는 것으로 나타났다.

④ 사회적비용 추정

[표 25] 지역산업연관표를 활용한 충남석유산업의 사회적비용 추정
(단위: 백만원)

	GDP비중	추정값(충남석유제품)	추정값(충남전체)
교통혼잡비용	2.2%	211,457	2,447,833
안보비용(에너지비축비용)	1.0%	96,117	1,112,651
합계	3.2%	307,574	3,560,484

전술(前述)의 내용을 종합하여 순수 외부비용을 추정하면, 교통혼잡비용은 GDP 대비 2.2%, 안보비용은 1.0%으로, GDP대비 총 3.23%가 사회적 비용으로 추정되었다.

이를 GRDP(지역내 총생산)의 비율로 계산하면, 충남전체에 미치는 값은 3조 6천억원 정도로 추정된다. 세부적으로 교통혼잡비용은 2조 4478억원, 안보비용은 1조 1126억원으로 추정되었다.

충남 지역산업연관표를 활용하여 충남내 석유제품에 대한 산출액(9,611,678백만원)을 바탕으로 사회적 비용을 추정하면, 교통혼잡비용 2114억원, 안보비용 961억원으로, 2013년 지역산업연관표 기준, 총 3076억원으로 추정되었다(표 25 참조).

단, 지방정부에서 에너지안보에 관한 비용을 부담하는 것이 타당하냐에 대한 논란이 있으므로 본 연구에서는 충남의 석유산업으로 인한 사회적비용 중 교통혼잡비용 2114억원만을 채택 하도록 한다.

(3) 요약

직접적 사회적비용에서 다른 대기오염으로 인한 환경오염비용 이외에도, 교통혼잡비용, 에너지안보비용 등 석유저장·정제시설은 다양한 측면에서 사회적비용을 고려해야 한다. 이에 산업연관분석과 OECD의 사회적비용 추정방법을 통해 이러한 다양한 측면을 포함한 사회적비용을 추정하였다.

간접적 사회적비용에서는 사회적비용을 경제적비용, 안보위험 측면으로 한정하고, 이들의 비용을 충남의 석유화학산업을 대상으로 추정하였는데, 충남 지역산업연관표를 활용하여 충남내 석유제품에 대한 산출액(9,611,678백만원)을 바탕으로 사회적 비용을 추정한 결과, 교통혼잡비용 2114억원, 안보비용 961억원으로, 2013년 지역산업연관표 기준 3076억원으로 추정되었다.

하지만, 지방정부에서 에너지안보에 관한 비용을 부담하는 것이 타당하냐에 대한 논란이 있으므로 본 연구에서는 충남의 석유산업으로 인한 간접적 사회적비용으로 교통혼잡비용 2114억원만을 채택하도록 한다.

제4장 결론 및 정책제언

1. 결론

대산석유화학단지 1988년부터 충남 서산시 독곶리, 대죽리 일원에 민간기업이 자체 조성한 15,610천㎡(473만평)의 산업단지로 70여개 기업, 종사자 약 1만5천명 규모의 석유화학단지이다. 특히, [표 2]에서 보듯, 1990년대 초반 대산단지가 본격적으로 조성되기 시작하면서 국내 석유화학산업의 생산능력이 급증하여 도약기로 진입하였으며, 이때부터 석유화학제품이 주요 수출품목으로 자리매김하게 되었다 (2014년기준 연간 482억불을 수출하여 국내 5대 수출산업 중 하나로 자리매김)

이렇듯 석유화학산업이 수출과 국내총생산(GDP) 증대에 기여하여 왔고, 이에 따라 석유화학단지 입지기업이 납부하는 조세(국세+지방세)는 막대하지만, 국세와 지방세 간의 세수편차, 즉 국세와 지방세 배분의 불형평성은 심해지고 있음이 계속적으로 제기되어 왔다.

대산석유화학단지내 대산 5사(현대오일뱅크, 한화토탈, KCC, 롯데케미칼, LG화학)가 납부한 국세는 2010년 3조 4,799억원에서 매년 증가하여 2015년에는 4조 4,575억원을 납부하였다. 반면 대산 5사의 지방세 납부는, 2011년 396억원에서 2015년 274억원으로 오히려 감소하여, 최근 5년간 대산 5사가 납부한 총 조세 중 국세와 지방세 간 세수격차는 121배에 이른다. 이는 대산단지의 문제를 넘어, 울산과 여수산단에서도 마찬가지로 예상된다. 석유화학산업단지에서 창출되는 세수의 1%에 미달하는 수준으로 지방세수가 배분되는 상황이 실제 현실을 제대로 반영하고 있는가, 기업활동이라는 이유로 국가가 눈을 감아주는 현행의 대처가 과연 옳은가라는 의문이 제기되는 배경이다.

또한 석유정제·저장시설과 같은 장치산업은 해당지역에 거대한 시설이 입지하기 때문에 부지조성 단계부터 시설설치 이후에도 지자체의 직·간접적 재정부담이 따라오게 된다.

석유정제·저장시설은 시설특성상 해안에 연접하여 설치되는데, 해당지자체는 시설 입지 이후에 연계된 도로·항만 등의 관리에 추가적 재정부담을 계속적으로 지게 된다.

서산시는 지역의 대표산업단지인 대산석유화학단지를 위해 그동안 공업용수 부족에 따른 해수담수화시설 설치(2,200억원), 전력공급 안정화를 위한 전력공급 확대 등을 지원해왔고, 더 나아가, 충청남도와의 공조를 통해 대산-당진간 고속도로 연장 추진, 준산업단지 지정을 통한 지속적 지원근거 마련도 논의하고 있다. 즉 이는 향후에도 대산석유화학단지의 운영·유지를 위해 충청남도와의 재정이 계속적으로 투입되어야 한다는 것을 의미한다. 특히, 다른 석유화학단지와 달리 대산석유화학단지는 국가산업단지가 아닌 개별산업단지인 관계로, 서산시의 재정부담은 더 큰 상황이다.

이 외에도 석유정제·저장시설의 가동에 따른 빈번한 물동량의 운송에 의해 산업단지 주변 지역은 공해, 악취, 소음 등의 환경문제, 주민건강 악화 우려, 농작물 피해, 교통체증 및 사고 등의 각종 위협에 노출되어 있지만, 이에 따른 재정부담 또한 해당 지자체가 전적으로 관리하고 있다. [표 6]에서 보듯, 석유정제·저장시설이 입지한 지자체는 관련시설 관리를 위한 직·간접적 행정비용이 발생하여, 안전관리 및 환경보호 분야에서 유사규모 지자체 평균보다 세출 비중이 높다. 하지만, 미비한 재정지원으로 인해 도로 등 인프라 개선, 주민지원사업 등, 실효성 있는 대책의 수립과 시행까지는 이루어지지 못하고 있는 실정이다.

본 연구에서는 석유정제·저장시설로 인한 사회적비용을 직·간접적 사회적비용으로 나누어, 직접적 사회적비용에서는 시설이 배출하는 대기오염물질에 한정하여 국내외 문헌에서 제시하는 물질별 단위당 사회적비용을 활용하여 산출하고, 간접적 사회적비용에서는 IO분석을 활용하여 대기오염물질 이외의 산단입지로 인해 발생하는 외부불경제 요소까지를 포괄한 비용을 추정해보았다.

직접적 사회적비용에서는 [그림 6]의 대산단지의 석유화학 계통도에서 ‘기초유분’ 공정과 관련기업에 국한하였고, 이를 [표 10]의 오염물질 배출원 분류와 교차하여, 오염물질 배출량에 고려한 분류원은 ‘에너지산업연소 - 석유정제시설’, ‘생산공정 - 석유제품’, ‘에너지수송 및 저장(‘저장’ 부분만 추출)’에 국한하였다.

석유정제·저장시설로 인한 대기오염으로 서산시는 2011년 이후 매년 평균 약 3730억원의 사회적비용을 지불하고 있는 것으로 추정되었다(2010년까지는 PM2.5를 측정하지 않은 관계로 2011년부터의 비용을 추정). 온실가스로 인한 사회적비용은 2011년 이후 매년 6700억원으로, 결과적으로, 서산시는 석유정제·저장시설로 인해 매년 1조 430억원의 사회적비용을 부담하고 있는 것으로 나타났다.

하지만, 대기오염물질 부분에서 TSP(부유분진)은 사회적비용 산정에 대한 기존연구물이 없어 본 추정에서 제외되었고, 온실가스부분에서도 기초유분 공정에 해당하는 기업 중 2개 기업의 온실가스배출량 데이터가 없는 관계로 사회적비용 추정에서 제외된 것을 감안하면, 동 비용은 실제 사회적비용보다 과소추정되었음을 감안해야 한다.

간접적 사회적비용에서는 사회적비용을 석유산업 입지로 인한 경제적비용, 안보위험 측면으로 정의하고, 이들의 비용을 충남의 석유화학산업을 대상으로 추정하였는데, 충남 지역산업연관표(2013년 기준)를 활용하여 충남내 석유제품에 대한 산출액(9,611,678백만원)을 바탕으로 사회적 비용을 추정한 결과, 교통혼잡비용 2114억원, 안보비용 961억원, 총 3076억원으로 추정되었다.

하지만, 지방정부에서 에너지안보에 관한 비용을 부담하는 것이 타당하나에 대한 논란이 있으므로 본 연구에서는 충남의 석유산업으로 인한 간접적 사회적비용으로 교통혼잡비용 2114억원만을 채택한다.

결론적으로 서산시는 석유정제·저장시설 입지로 인해 직·간접적으로 매년 1조2,544억원의 사회적 비용이 발생한다고 할 수 있다.

2. 정책제언¹⁷⁾

관련연구들로부터 석유화학단지과 같은 환경위해시설과 이로 인한 대형사고에 대해 지자체의 역할이 매우 중요해지고 있음을 알 수 있다. 현재 석유화학산업 관련제도는 관계부처별로 다수의 소관법령에 따라 관리되어 중복규제, 규제사각지대 등이 발생하고 있어, 사고기록이 미흡하고 유사사고가 빈번히 발생하는 등의 한계를 노정하고 있다. 석유화학산업의 공공적 측면과 향후 지자체가 자율적으로 재난 및 안전을 책임관리하는 체계로 나아가야 함을 이해한다면, 시설이 입지한 지자체가 관련재원을 확보하여 중앙정부-지방정부-기업의 관계에서 리더십을 발휘해야 한다는 당위성을 갖게 된다.

석유화학단지가 입지한 지자체에 대한 외부불경제 내부화방안으로는 크게 4가지를 생각할 수 있다.

(1) 지역자원시설세 과세

석유정제저장시설을 지역자원시설세 특정자원분의 과세대상으로 추가한다는 것은 석유류에 대한 지역자원시설세 특정자원분 과세를 의미한다. 이를 위해서는 [표 26]와 같은 지방세법 개정절차가 필요하다. 석유류에 대한 과세를 통해 발생한 세수는 시군 조정교부금의 재원으로 산입되어야 한다. 따라서 지방재정법 제29조 제3항(시군 조정교부금)에 석유류를 추가하는 등의 후속작업도 함께 추진되어야 한다.

17) 정종필(2015b)과 유태현(2017)을 발췌

[표 26] 석유류의 지역자원시설세 특정자원분 과세대상 추가를 위한 지방세법 개편사항

지방세법	구 분	내 용	비고
제142조 제1항 제1호	과세대상	석유류 추가	개정
제143조 제7호	납세의무자	석유류를 정제·저장하는 자	신설
제144조 제1호	납세지	석유류 정제·저장시설의 소재지	신설

자료) 유태현(2017)

석유류 정제·저장시설에 대한 지역자원시설세 특정자원분 과세는 관련 지자체가 석유화학 산업단지 주변지역의 환경오염 등 외부불경제 교정 및 주변지역 주민의 “특별한 희생”에 대한 건강권 담보 등을 실효성 있게 수행할 수 있도록 재정지원의 틀을 갖추게끔 돕는 등의 목적을 갖는다.

석유화학단지는 석유화학 분야의 기업들이 집적된 공간이다. 따라서 이곳의 원활한 가동은 국가가 한 걸음 더 나가는 성장을 위해 필요하다고 하겠다. 석유류 정제·저장시설에 대해 지역 자원시설세를 과세하여 얻어지는 세수는 해당 자치단체로 하여금 석유화학단지의 배후 환경을 정비하고, 주변지역 주민들의 불만을 줄여줄 수 있는 여러 대안의 마련을 뒷받침하게 될 것이다.

[표 27] 석유류에 대한 지역자원시설세 특정자원분 개요

구 분	내 용
목적	시·도내 석유류 취급시설로 인해 야기되는 외부비용을 내부화하고 해당 지자체의 석유류 취급시설 관리에 소요되는 비용을 충당
과세대상	시·도내 석유류를 이용하여 사업을 하는 행위
납세의무자	시·도내 석유류 취급시설사업자
납세지	석유류 취급시설 소재지
과세표준	석유류 취급시설에 보관된 석유류의 취급량 (생산량, 반입량 등)
세율	석유류 취급량(생산량, 반입량) 1ℓ 당 1원
징수권자	특별광역시장 및 도지사
징수방법	시·도내 석유류 취급시설 소유자 및 시설사업자의 신고납부

자료) 정종필(2015b)

석유류에 대한 특정자원분 지역자원시설세의 최적세율은 이들 석유류가 야기하는 외부불경제를 내부화할 수 있는 수준에서 결정되어야 할 것이나 현실적으로 이러한 세율을 찾아내기는 어려운 실정이다. 따라서 이들과 같이 외부불경제를 유발하는 시설 가운데 지역자원시설세가 과세되고 있는 화력발전과 원자력발전에 대한 세율을 참고할 수 있을 것이다. 현재 화력발전과 원자력발전에 대해서는 1kWh 당 각각 0.3원과 1.0원을 과세하고 있다. 그리고 현재 에너지원에 과세되고 있는 여러 세목들의 단위당 세율과 지역자원시설세 도입에 따른 가격인상요인도 고려하여야 할 것이다. 화력발전의 단위당 세액인 0.3원을 적용할 경우, 이는 휘발유에 대한 세액 909.3원의 0.03% 수준이며 중유에 대한 세액 103.5원의 0.3% 수준에 해당한다. 원자력발전의 단위당 세액인 1원은 휘발유에 대한 세액대비 0.1%, 중유에 대한 세액 대비 1% 수준에 해당한다. 따라서 원자력발전의 단위당 세액인 1원을 석유류에 대한 특정자원분 지역자원시설세로 과세하더라도 에너지가격상승에 미치는 효과는 크지 않을 것으로 판단된다¹⁸⁾.

정종필(2015)과 유태현(2017)의 연구에서는 상기의 세율로 석유류에 대한 지역자원시설세를 부과할 경우 충남의 세수는 매년 228억원이라고 추산하였다. 석유정제저장시설로 인한 사회적 비용(매년 1조2,544억원)을 고려하면 이는 실효세율 1.8%의 미약한 수준이다.

(2) '주변지역' 지정을 통한 지원

외부불경제를 유발하는 시설들이 주변지역에 야기하는 외부비용을 내부화하는 방안으로 주변지역에 대한 지원을 통하여 해결하는 방안을 고려할 수 있는데, 실제로 일부시설에 대하여 주변지역 지원제도들이 시행되고 있다.

현재 주변지역 지원제도가 시행중인 시설로는 발전소, 송·변전설비, 방사성폐기물처분시설, 폐기물처리시설, 댐 등이 있으며 주한미군 공여구역주변지역에 대해서도 특별지원을 하고 있다.

주로 이들 시설을 기준으로 2~5km 이내 지역을 대상으로 주민지원사업, 주민복지사업, 소득증대사업, 사회기반시설 지원사업 등을 시행한다. 재원산정의 기준은 해당 시설과 관련된 시설용량으로 발전량, 변전용량, 폐기물량 등을 이용한다. 그리고 지원에 소요되는 재원은

18) 정종필(2015b)는 석유류에 대한 지역자원시설세 특정자원분 과세로 석유화학산업의 경쟁력 저하가 우려될 경우에는 석유류에 과세하고 있는 교통·에너지·환경세나 개별소비세를 조정하여 충격을 흡수할 수 있을 것이라고 주장

산정기준에 따라 원인제공자(사업자, 배출자)가 부담하거나 국가 및 자치단체의 예산에서 충당하고 있다.

반면, 석유화학단지의 경우에는 발전소, 폐기물처리시설 못지않은 외부불경제를 주변지역에 발생시키고 있으나 아직까지 주변지역 지원제도가 마련되어 있지 못한 실정이다. 그 동안 석유화학시설 및 석유비축시설 주변지역 지원에 관한 특별법안(2008.6), 석유화학국가산업단지 근로자 및 주변지역 주민지원을 위한 특별법안(2014.4) 등이 발의되었으나 법제화되지는 못하였다.

[표 28] 시설별 주변지역 지원제도

구분	지원대상	재원산정기준	지원사업	지원재원
발전소	시설주변 5km이내	발전량	소득증대, 주민복지, 육영사업 등	전력산업기반기금 발전사 자기자금
송·변전설비	시설주변 600~1,000m	회선길이, 변전용량	소득증대, 주민지원, 육영, 주민복지 등	전력산업기반기금 발전사 자기자금
폐기물처리시설	시설주변 2km이내	공사비, 수수료의 10%이내	소득증대, 복리증진 등	출연금, 수수료
댐	시설주변 2~5km이내	총저수용량 등	지역지원, 주민지원 등	건설사업자 및 자치단체 부담금
주한미군 공여지	법률에 명시된 지역	차등보조율, 조세 감면 등	고용안정사업, 교육지원, 사회기반시설 지원	국고보조금, 특별교부세 등

자료) 정종필(2015a)

(3) 부담금관리 기본법 시행령 개정

부담금은 중앙행정기관의 장, 지방자치단체의 장, 행정권한을 위탁받은 공공단체 또는 법인의 장 등 법률에 따라 금전적 부담의 부과권한을 부여받은 자(부과권자)가 분담금·부과금·기여금 등의 명칭으로 재화 또는 용역의 제공과 관계없이 특정 공익사업과 관련하여 법률에서

정하는 바에 따라 부과하는, 조세 외의 금전지급의무(특정한 의무이행을 담보하기 위한 예치금 또는 보증금의 성격을 가진 것은 제외)를 의미한다(부담금관리기본법 제2조).

부담금은 일반 재정수요보다는 특정사업을 위한 경비에 충당되고, 특정한 사업과 이해관계를 가지는 자에 대한 “특별한 재정책임”이라는 특징을 가지고 있다. 이때 특별한 재정책임이라는 것은 부담금의 경우 그 부과대상자의 범위와 부담금 징수목적 사이에 밀접한 관계가 있어서 부담금을 납부할 의무를 지는 집단이 다른 집단 또는 일반적 납세의무자보다 징수목적에 대해 명백한 상관관계가 있어야 함을 의미한다.

이러한 부담금의 주요한 특징으로는 다음 같은 점을 지적할 수 있는데, 첫째, 중앙행정기관의 장, 지방자치단체의 장, 행정권한을 위탁받은 공공단체 또는 법인의 장 등 법률에 의하여 금전적 부담의 부과권한이 부여된 자가 부과한다. 둘째, 부담금은 특정 공익사업과 특별한 관계에 있는 자에게 부과한다. 셋째, 개별경제주체가 부담하게 되는 부담금의 규모는 사업에 필요한 경비나 사업과의 관계 등을 기준으로 부과되는 데 비하여, 조세는 담세능력을 바탕으로 부과된다는 점에서 서로 차이가 있다. 넷째, 부담금은 재화 또는 용역의 제공과 관계없이 특정 공익사업과 관련된 금전적 부담에 해당한다.

이러한 부담금의 특성에 비추어 볼 때, 석유류를 이용하는 사업자에 대하여 부담금을 부과하고 이로부터 조달된 재원을 기반으로 기금을 조성하여 주변지역지원사업에 사용하는 방안을 고려할 수 있다. 현재 석유류에 대해서는 수입부과금, 판매부과금, 안전관리부담금 등을 부과하고 있는데 이러한 부담금들은 모두 에너지 및 자원사업 특별회계의 재원으로 귀속되고 있다.

이와 같이 에너지 및 자원사업 특별회계는 석유류에서 조달하는 재원 비중이 높으나 석유류 취급시설 및 주변지역의 안전을 위한 지출은 매우 저조한 실정이다. 기금의 절반이 조성목적과 직접적인 연계성이 낮은 공자기금예탁금, 타계정전출금 등으로 지출되고 있다.

석유류로부터 조달되는 재원이 이들 취급시설이 소재한 지역의 환경개선과 안전시설확충에 사용될 수 있도록 에너지 및 자원사업 특별회계의 세출항목에 석유류 취급시설 및 주변지역지원항목을 추가하여야 할 것이다.

(4) 보통교부세법 시행규칙 개정

보통교부세의 기준재정수요액 산정시 지역특성을 고려한 자원배분의 형평화와 지역간 균형 있는 개발을 위한 지역의 특수여건을 반영하기 위하여 지역균형수요항목을 두고 있다.

2015년 보통교부세 산정기준으로 지역균형수요 항목은 11개 경비항목에 39개의 세부항목들로 구성되어 있는데, 환경보호비에 담지역 수요, 산업단지 수요, 폐기물관련수요 등 11개 세부항목이 마련되어 있다. 그리고 지역관리비에는 개발제한구역 수요, 도심지내 공장 밀집지역 수요 등 9개 항목이 있다. 현재 보통교부세 산정시 산업단지와 관련된 지역균형수요 항목으로는 산업단지 수요와 도심지내 공장 밀집지역 수요를 반영하고 있다.

환경보호비에 추가로 반영되는 산업단지 수요는 산업단지의 분양면적을 기준으로 반영하는데 산식은 다음과 같다.

- 산업단지 분양면적 × 동종 지방자치단체별 행정구역 1천m²당 환경보호비 표준행정수요액 × 50%
- 수요산정액의 20%는 시·도에 80%는 시·군·구에 반영함.

그리고 지역관리비에 반영되는 도심지내 공장 밀집지역 수요는 자치단체 도시지역내 공장 밀집지역 면적을 기준으로 반영하는데 다음과 같은 방식을 채택하고 있다.

- 해당 지방자치단체 도시지역 내 개별입지 공장 밀집지역 면적 × 동종 지방자치단체 행정구역 1천m²당 지역관리비 표준행정수요액
- 수요산정액의 40%는 시·도에 60%는 시·군·구에 반영함

서산시의 산업단지관련 지역균형수요 반영현황을 살펴보면, 2015년 기준, 산업단지수요가 154백만원, 도심지내 공장 밀집지역 수요가 203백만원이 반영되고 있다. 보통교부세 산정상의 다른 요인들이 변화하지 않는다는 것을 전제할 경우, 이러한 산업단지관련 지역균형수요로 인한 보통교부세 배분액은 약 310백만원 정도이다. 이와 같이 대산석유화학단지가 서산시에 여러 가지 행·재정수요를 야기함에도 불구하고 보통교부세의 지역균형수요에 반영되는 규모는 미약한 수준이다.

[표 29] 서산시 산업단지 수요반영 현황 (2015년 기준)

	면적(천㎡)	수요액(백만원)	반영액(백만원)
산업단지 수요	7,882	154	134
도심지내 공장밀집지역 수요	7,112	203	176
소계		357	310

자료) 정중필(2015b)

현재 보통교부세 지역균형수요에서 반영하고 있는 산업단지관련 수요 산정방식은 산업단지 및 공장밀집지역간의 환경오염 및 잠재적 위험성의 차이 등을 전혀 반영하지 못하고 있다. 그런데 대산석유화학단지에서 취급하는 석유류 등은 대부분 「위험물안전관리법」에서 지정한 위험물에 해당하여 지방자치단체의 각별한 관리가 요구되는 상황이다. 그리고 일반산업단지와 동일하게 지역균형수요를 산정하는 현행 방식은 지역균형수요 산정의 취지인 지역특성을 고려한 자원배분의 형평화를 구현하지 못한다. 따라서 산업단지수요 및 도심지 내 공장밀집지역 수요 산정시 단순히 면적에 비례하여 반영할 것이 아니라 환경오염 및 위험성 등을 고려하여 차등적으로 반영하는 방안을 마련할 필요가 있다.

실제 보통교부세의 사회복지균형수요 중 노령인구 비율 수요는 고령단체의 유형을 4가지로 구분하여 차등적으로 반영하고 있기 때문에 환경오염 및 위험성 등을 고려한 차등적인 반영 방안은 수용 가능한 방안으로 판단된다.

한편, 앞서 살펴 본 주변지역 지원제도가 시행중인 시설 중 댐, 폐기물, 주한미군공여지에 대해서는 보통교부세 산정에서도 추가로 반영하고 있다. 즉, 보통교부세 기준재정수요액의 보정수요(지역균형수요) 산정시 댐지역 수요(댐 면적), 댐 연접지역수요(연접지역 인구수), 폐기물관련 수요(폐기물처리량), 지역개발관련 규제지역 수요(군사시설보호구역면적) 등을 반영하고 있다. 이와 같이 지역에 소재한 외부불경제 유발시설이라 하더라도 어떤 시설에 대해서는 중첩적으로 외부비용을 내부화하고 있는데 반해 석유화학단지에 대해서는 아직까지 특별한 외부비용 내부화방안이 마련되어 있지 않아 외부불경제 유발시설간 불형평성 문제가 제기되고 있다.

참 고 문 헌

- 강만옥 외(2013) 「화석연료 사용의 사회적비용 추산 및 가격합리화 방안」, 한국환경·정책평가연구원 경제인문사회연구회 협동연구 총서
- 권오상(2003) 「경기도지역 대기오염의 사회적비용 추산 및 적정수준 달성방안」, 경기개발연구원
- 김석택 외(2004) 「석유화학공단 위험성분석 및 소방관리대책」, 울산발전연구원
- 김용빈 (2015) ‘환경 쿠즈네츠 곡선을 활용한 대기오염 배출량의 오일가격 탄력성과 사회적비용 탄력성 추산’ 「에너지경제연구」 제14권 제3호
- 김은성·안혁근(2009) 「중앙정부와 지방정부 재난안전관리의 효과적 협력방안 연구」 한국행정연구원
- 남장근(2015) 「한국형 ODA산업분야 연구: 발전경험시리즈 [석유화학산업]」 산업연구원 정책자료
- 서울대학교 환경대학원부설 환경계획연구소(1994) 「대산3사 주변 환경영향조사연구」 대산공단 공해방지 대책협의회
- 신용승 외(2011) 「해양유출사고의 중장기적 영향분석 및 제도개선방안」 한국환경정책·평가연구원
- 신철오 외(2008) 「허베이스피리트호 유류오염사고의 환경피해액 추산연구」 한국해양수산개발원 정책연구
- 에코시안 외(2012) 「정유 및 석유화학산업 온실가스 배출특성 연구」 온실가스종합정보센터 위탁과제
- 유영성(2008) 「해양오염사고의 피해 및 비용에 대한 주민의식조사 연구」 경기연구원
- 유태현(2017) ‘특정자원분 지역자원시설세의 과세대상 확대방안 -석유류 추가를 중심으로’ 「한국지방재정학회 세미나자료집」
- 윤영배(2014) 「유해화학물질의 체계적 관리시스템 구축」 울산발전연구원 기본과제
- 이민정(2014) 「지역자원시설세 활용을 위한 사례연구」 충남연구원 전략연구

- 이민정(2015) 「충청남도 에너지 정제/저장시설 입지지역에 대한 지원방안 연구」
충남연구원 전략연구
- 이지웅·김성균(2015) 「우리나라 적정 사회적 할인율 및 탄소의 사회적 비용 추산」
에너지경제연구원
- 이호춘 외(2015) 「해양사고의 심리적비용 추산방안 연구」 한국해양수산개발원
기본연구
- 임채현·김석택(2012) 「울산광역시 재난위험분석 및 대응방안 수립-석유화학단지 및
원자력발전소를 중심으로-」 울산발전연구원 정책과제
- 주현수 외(2013) 「화학물질 누출사고의 위해성 평가를 통한 산업단지 환경영향평가
개선방안 연구」 한국환경정책·평가연구원 사업보고서
- 정종관(2011) 「허베이스피리트호 유류오염사고에 따른 환경피해액 산정비교 및
환경복원사업 발굴」 충남연구원 현안과제
- 정종관(2015) 「서산시 석유화학단지의 외부효과조사의 항목화와 그 절차」
충남연구원 현안과제
- 정종필(2014) 「지역특정자원에 대한 선택적 지방세 과세방안 연구」 한국지방세연구원
- 정종필(2015a) 석유화학단지 주변지역지원법률 제정을 위한 정책토론회 자료
(2015b) 대산석유화학단지에 대한 지방세과세 강화 및 주변지역 지원방안
충남연구원 보도자료(2016.8.31.) ‘충청남도 지역별 온실가스 배출량’ CNI인포그래픽 제21호
- 태안군·충남연구원(2014) 「삼성출연금 운용방안 연구」
- 호서대학교 산학협력단 채경석 외(2008) 「석유화학콤비나트 방재대책 제고 방안」,
소방방재청
- 허가형(2014) 「원자력발전비용의 쟁점과 과제」 사업평가현안분석 제50호,
국회예산정책처

AEA Technology Environment(2005) Damages per tonne emission of PM2.5, NH3, SO2, VOCs from each EU 25 member state (excluding Cyprus) and surrounding seas

EEA(2011) Revealing the costs of air pollution from industrial facilities in Europe ,*EEA Technical report*, No.15

Tol, R.S.J.(2009) The economic effects of climate change. *The Journal of Economic Association*, 23.

RWDI(2006) South Fraser Perimeter Road Regional Air Quality Assessment: Technical Volume 16 of the Environmental Assessment Application. British Columbia Ministry of Transportation.

Victoria Transport Policy Institute(2011) Air Pollution Costs

産業公害防止技術開発費補助金研究開発制度評価検討会（2006）' 研究開発制度評価中間報告書 '

한겨레 환경생태전문웹진 '물바람숲' “대기발암물질 위험성 가장 큰 지역 충남, 전북, 울산” (http://ecotopia.hani.co.kr/379153?_fr=mb2) (2016.12.12.)

충청남도 환경보건종합계획(2016)

국가대기오염물질배출량서비스 (<http://airemiss.nier.go.kr>)

온실가스종합정보센터 (<http://www.gir.go.kr>)

지방재정365 (<http://lofin.moi.go.kr>)

한국석유화학협회 (www.kpia.or.kr)

화학물질배출이동량(PRTR) 정보시스템 (<http://ncis.nier.go.kr/prtr/>)

■ 집 필 자 ■

연구책임 · 이민정 충남연구원 초빙책임연구원
외부연구진 · 임응순 충남테크노파크 선임연구원

전략연구 2017-20 · 서산시 석유정제·저장시설의 사회적 비용 추정연구

글쓴이 · 이민정, 임응순
발행자 · 강현수 / 발행처 · 충남연구원
인쇄 · 2017년 12월 31일 / 발행 · 2017년 12월 31일
주소 · 충청남도 공주시 연수원길 73-26 (32589)
전화 · 041-840-1172(산업경제연구부) 041-840-1114(대표) / 팩스 · 041-840-1129
ISBN · 978-89-6124-416-9 03350

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

© 2017. 충남연구원

- 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.