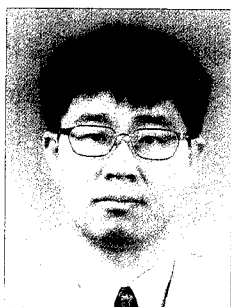


서산시 대기오염물질 배출량에 관한 연구

김 종 호
(金鍾浩)

한서대학교
환경공학과 교수



I. 서 론

II. 대기오염물질 배출량의 산정

III. 맺음말

I. 서 론

세계는 지금 오존층의 파괴, 산성비, 지구 온난화 등의 심각한 환경위기에 직면하고 있다. 이를 해결하기 위해 공동의 대처방안들을 모색하고 있으며, 최근에는 「지방의제 21」을 채택하여 “환경적으로 건전하고 지속가능한 개발”을 실행 가능한 국가들로 부터 실천하고 있으며, 우리나라도 이에

참여하고 있는 실정이다.

이렇게 환경을 보존하고, 지키려는 순수한 노력들의 이면에는 그린라운드, 블루라운드 등 환경보호를 명분으로, 자국의 이익을 추구하는 새로운 국제무역 질서가 자리잡아 가고 있다. 이제 환경의 문제는 국제 무역시장에서 생존하기 위한 수단이 되었으며, 우리나라도 적극적으로 대처하기 위해서 각각의 분야에서 환경 친화적인 경영과 실천이 한창 진행 중에 있다.

우리 충청남도는 「푸른 충남 21」을 선언하고 교육·홍보하고 있으며, 실천강령을 준수하기 위해 노력하고 있다. 서산시는 충청남도의 북서쪽 끝에 위치하고 있어 서해안 시대에 즈음하여 개발에 대한 수요가 다른 지역에 비해 크게 증가하고 있는 실정에 있어, 환경을 보전하며 지속가능한 개발을 위한 방안들이 요구되고 있다.

따라서 본 연구는 서산시의 환경중에서 대기질을 쾌적하게 관리하기 위한 첫번째 수단으로 대기오염 배출원 및 그 양을 조사하고자 한다. 이 자료들은 효과적인 대기질 관리에 있어 오염원의 통제, 연료정책, 대기질 모델링 등의 기초자료로 많

은 이용이 있으리라 판단된다. 연구의 진행은 서산시를 대상으로 하여 인위적인 대기오염 배출원인인 점·면·선오염원들에 대해 아황산가스(SO_2), 총 부유먼지(TSP), 질소산화물(NO_x), 일산화탄소(CO), 탄화수소(HC)의 배출량을 오염원별로 산정하였다.

II. 대기오염물질 배출량의 산정

1. 대기오염 배출원의 분류

대기오염물질 배출원은 화산폭발, 해염입자, 자연발화에 의한 산불 등에서 발생하는 자연적인 배출원(natural source)과 인간의 삶을 영위하기 위한 산업활동이나 취사, 난방 등에서 배출되는 인위적인 배출원(anthropogenic source)으로 분류한다. 인위적인 배출원은 다시 고정배출원(stationary source)과 이동배출원(mobile source)으로 구분하며, 고정배출원은 일정한 장소에서 오염물질이 배출되는 것을 말하며, 배출하는 규모에 따라 점오염원(point source)과 면오염원(area source)으로 구분한다. 점오염원으로는 화력발전소, 대규모 공장, 대형 보일러를 가동하는 산업시설, 아파트 단지, 호텔, 병원 등을 들 수 있으며, 그 양이나 위치가 대기질에 커다란 영향을 줄 수 있는 것들이다. 또한 면오염원은 난방용 연료를 사용하는 주택단지, 소규모 공장 등이 밀집되어 있는 지역으로 오염물질 배출량은 적는데 비하여 그 수가 많은 배출원을 말한다. 또한 면오염원은 점오염원으로 일일이 계산하기 어려운 오염원들에 대해 일정 면적

내에서 균일하게 배출하는 것으로 간주되는 오염원이다. 이동배출원은 자동차, 선박, 항공기 등에서 배출되는 것을 말하며, 선의 형태로 배출되어 선오염원(line source)으로 부르기도 한다.

일반적으로 점오염원은 그 양은 많으나 높은 굴뚝에서 배출되기 때문에 그 영향 범위가 넓고, 면오염원과 선오염원은 배출구가 낮아 확산이 잘 이루어지지 않아 지표면에 보다 강한 영향을 미치는 특성이 있다.

대기오염물질 배출량은 배출원에서부터 직접 측정하는 것이 거의 불가능하므로, 일반적으로는 연료 및 원료 사용량에 배출계수(emission factor)를 적용하여 오염물질 배출량을 산정한다. 따라서 본 연구에서도 점·면오염원은 연료사용량으로부터, 선오염원은 각 도로별 교통량을 파악하여 배출량을 산정하였다.

2. 점오염원

점오염원은 연료 사용량이 많은 발전소, 공장, 호텔 등으로 대기환경보전법에서는 연간 연료사용량에 따라 <표 1>에서와 같이 1~5종으로 구분하며, 이를 효율적으로 관리하기 위해, 환경부에서는 매년 「대기오염물질 배출시설 조사표」를 작성하여 database화 한다.

본 연구에서는 1996년도 서산시 대기오염 배출목록(1994. 12 ~ 1995. 11 자료)을 기준으로 하여 점오염원의 배출량을 산정하였다. 참고로 대기오염물질 배출시설 조사표의 주요 내용은 배출업소 및 굴뚝과 방지시설 현황, 보일러, 공정 및 소각로

등이다.

이 자료로부터 조사한 서산시의 대기오염물질 배출업소는 1995년 현재 총 139개 업소이고, 종별로 구분하면 <표 1>과 같이, 1종 배출업소 4개, 2종 5개, 3종 13개, 4·5종을 합하여 114개이다. 배출분포는 1·2·3종과 같은 대형배출원은 대산읍과 서산시에 위치하고 있으며, 목욕탕, 여관, 정미소와 같은 4·5종의 배출업소는 서산시 전역에 분포하고 있는 것을 알 수 있다. 이러한 배출업소의 자료로

부터 다음의 식을 이용하여 점오염원 배출량을 산정한다.

$$Q = FC \times EF \times (1-\eta)$$

Q = 오염물질 배출량(kg/계절)

FC = 연료사용량(kl/계절)

EF = 오염물질 배출계수(kg/kl)

η = 방지장치 가동효율(%)

여기서, 오염물질 배출계수는 미국 EPA의 자료를 국내 실정에 맞게 국립환경연구원에서 실험하

<표 1> 서산지역 대기오염물질 배출업소

(무연탄 기준 : 톤/연)

구 분	1 종	2 종	3 종	4 종	5 종	합 계
종별구분	10,000이상	2,000~10,000	1,000~2,000	200~1,000	200 미만	
대 산 읍	4	3	-	5	12	24
인 지 면	-	-	-	-	2	2
부 석 면	-	-	-	-	3	3
팔 봉 면	-	-	-	1	4	5
지 곡 면	-	-	-	1	3	4
성 연 면	-	-	-	-	5	5
음 압 면	-	-	-	2	11	13
운 산 면	-	1	-	1	14	16
해 미 면	-	-	-	-	18	18
고 북 면	-	-	-	1	13	14
부 춘 동	-	-	-	1	9	10
동 문 동	-	-	1	1	12	14
활 성 동	-	-	-	-	-	-
수 석 동	-	-	1	-	5	6
석 남 동	-	1	1	-	3	5
오 산 동	-	-	-	-	-	1
합 계	4	5	3	13	114	139

여 보정한 것을 이용했다. <표 2>에는 이와 같은 배출계수들을 나타낸 것이며, 이 계수들은 서산지역에서 사용되고 있는 연료들의 배출계수들만 나타낸 것이다.

<표 3>에는 서산시 점오염원에서 배출되는 오염물질량을 위 식을 적용하여 산정한 것이다. 여기서, 오염물질중 HC의 경우는 대산공단이 석유화학공업단지임에도 불구하고, 석유화학시설, 정유사의

<표 2> 연료종류별 오염물질 배출계수

코드	연 료 명	시 설 명	TSP	SOx	NOx	HC	CO	단 위
13	무 연 탄	난방용	0.6	19.5S	1.3	0.04	32.2	kg/ton
16	코 크 스	공 통	8.5A	19.5S	5.0	0.02	0.50	"
21	B-A유(16%)	산업용	0.88	19.0S	8.0	0.09	0.6	kg/kl
22	B-B유(16%)	산업용	1.25	19.0S	8.0	0.09	0.63	"
23	B-C유(>38%)	발전용	1.25S+0.38	19.0S	12.6	0.12	0.63	"
24	B-C유(>38%)	기타시설	1.25S+0.38	19.0S	6.6	0.12	0.63	"
25	B-C유 (25%)	공 통	1.25S+0.38	19.0S	6.6	0.12	0.63	"
26	B-C유 (16%)	발전용	1.25S+0.38	19.0S	4.4	0.09	0.06	"
27	B-C유 (16%)	산업용	1.25S+0.38	19.0S	12.6	0.034	0.6	"
28	B-C유 (16%)	난방용	1.25S+0.38	19.0S	12.6	0.034	0.6	"
29	B-C유 (10%)	공 통	1.25S+0.38	19.0S+0.38	3.7	0.14	0.6	"
30	B-C유 (0.3%)	발전용	1.25S+0.38	19.0S	3.7	0.14	0.6	"
31	경 유 (10%)	발전용	0.60	17.0S	8.13	0.66	1.85	"
32	경 유 (10%)	산업용	0.24	19.7	3.5	0.024	0.6	"
33	경 유 (10%)	난방용	0.30	17.0S	2.2	0.085	0.6	"
34	경 유 (0.4%)	공 통	0.24	17.0S	2.4	0.024	0.6	"
35	경 유 (12%)	공 통	0.30	17.0S	2.2	0.024	0.6	"
36	등 유 (10%)	공 통	0.30	17.0S	2.2	0.085	0.6	"
37	휘 발 유	운수용	2.0	6.6S	10.2	12.9	111	"
41	L P G	산업용	0.04	0.01	1.54	0.03	0.39	kg/kl
42	L P G	난방용	0.04	0.01	1.09	0.03	0.22	"
45	L N G	난방용	0.032	0.055	1.63	0.084	0.032	kg/10m ³

〈표 3〉 서산시 점오염원의 오염물질 배출량

(단위 : 톤)

구 분			SO ₂	TSP	NO _x	CO	HC
산업	1종	봄	2356.1	76.8	469.9	22.8	8.7
		여름	2348.4	70.7	479.5	23.1	9.0
		가을	2273.9	76.9	442.5	20.7	8.1
		겨울	2756.0	86.3	550.4	25.5	10.1
		계	9734.3	310.8	1942.0	92.0	35.9
	2종	봄	-	-	-	-	-
		여름	-	-	-	-	-
		가을	-	-	-	-	-
		겨울	-	-	-	-	-
		계	-	-	-	-	-
	3종	봄	16.0	0.2	1.4	0.1	0.03
		여름	22.6	0.2	2.0	0.2	0.03
		가을	24.5	0.3	2.1	0.2	0.04
		겨울	13.8	0.1	1.2	0.1	0.02
		계	76.9	0.8	6.7	0.6	0.12
	소 계		9811.2	311.6	1949.0	92.6	36.02
난방	1종	봄	-	-	-	-	-
		여름	-	-	-	-	-
		가을	-	-	-	-	-
		겨울	-	-	-	-	-
		계	-	-	-	-	-
	2종	봄	37.9	0.8	12.0	0.8	0.10
		여름	9.4	0.2	2.7	0.2	0.03
		가을	32.3	0.7	10.2	0.7	0.08
		겨울	55.1	1.0	17.7	1.1	0.13
		계	134.7	2.7	42.6	2.8	0.34
	3종	봄	15.1	0.6	2.9	0.5	0.11
		여름	5.9	0.2	1.5	0.2	0.03
		가을	14.6	0.4	4.2	0.4	0.07
		겨울	21.9	0.8	4.2	0.7	0.16
		계	57.7	2.0	12.8	1.8	0.37
	소 계		192.4	4.7	55.4	4.6	0.71
	총 계		10003.6	316.3	2004.4	97.2	36.73

저장 및 출하시설 등에서 증발하는 양에 대해서는 산출하지 못하고, 연료의 연소시에 발생하는 것에 대해서만 산출했기 때문에 그 양이 적은 것으로 산출된 것이다. 이는 석유화학시설에서 발생하는 휘발성유기물질(VOC)의 종류 및 양에 대한 정확한 배출계수가 아직 확실하게 정립되지 않았기 때문이다.

또한 <표 3>의 점오염원 배출량은 연료사용량이 적은 4·5종을 뺀 나머지 1·2·3종의 업소만을 대상으로 산정한 것인데, 4·5종 업소의 배출량과 굴뚝시설 등이 적거나 협소하여 면오염원으로 취급하여 산정하는 것이 옳다고 판단했기 때문이다.

이를 살펴보면, 산업시설에서는 연중을 통하여 배출량의 변동이 적으나, 대형 아파트와 같은 난방부분에서는 겨울, 봄, 가을, 여름 등의 순으로 현격히 감소되는 배출특성을 보이고 있다. 산업시설에서 배출되는 양은 전체 배출량의 90%를 차지하며, 이 중에서도 1종 사업장에서 배출되는 것이 99% 이상이다.

3. 면오염원

면오염원이란 오염물질 배출량은 적는데 비하여 그 수가 많아서 개개의 오염원으로 판단하기 보다는 일정 면적내에 균일하게 분포하고 있다고 판단하는 것이 효과적인 오염원을 말한다. 본 연구에서는 난방 및 취사용 연료를 사용하는 주거시설과 점오염원으로 취급하기 어려운 4·5종의 배출업소에서 발생하는 것을 합산하여 산출하였다.

난방 및 취사에서 배출하는 오염물질량은 서산

시에 거주하는 인구현황과 가정에서 사용하는 연료사용량으로 부터 산정하였으며, 오염물질의 공간적인 배출분포를 파악하기 위해 <그림 1>과 같은 행정구역이 나누어져 있는 지도에 TM좌표를 따라서 2km×2km 크기의 격자(grid)로 세분화하여 한개의 격자내에 오염물질 배출량을 산출하였다. 또한 가정의 연료소비 형태는 대개 가구단위로 이루어지기 때문에 지도에 나타난 격자별로 가구수를 구하고, 여기에 가구당 연료사용량과 오염물질 배출계수를 적용하여 배출량을 산정하였다.

다음의 식은 면오염원의 오염물질 배출량을 산정한 식이다.

$$Q_k = \sum (FQ_i \times EF_{ik})$$

$$Q_k = k - \text{오염물질 배출량 (kg/계절)}$$

$$FQ_i = i - \text{연료사용량 (kl/계절)}$$

$$EF_{ik} = i - \text{연료, k - 오염물질 배출계수 (kg/kl)}$$

위의 식에서 연료의 배출계수는 점오염원에 사용했던 것과 같다.

<표 4>에는 서산시의 행정구역별 인구수 및 가구수를 나타냈다. 이 자료는 1997년 3월 현재의 현황에서 1995년을 기준으로 그 증감률을 고려하여 산정한 것이다. 이 자료와 <그림 1>로부터 각 격자별 가구수를 산정하였다.

서산시에서 사용하는 연료사용량은 충청남도 지역에너지 계획수립(한국에너지기술연구소, 1997)을 참조하였는데, <표 5>에 1995년도 충청남도 가정과 상업부문에서 사용한 연료의 양을 계절별, 종류별로 나타냈다. 또한 서산시의 연료사용량은 충청남도 연료사용량을 충청남도 총 가구수로

나누어서 가구당 연료사용량을 구하고, 여기에 서산시의 가구수를 곱하여 산출하였다. 계절별 연료사용량은 매 3년마다 에너지경제연구원에서 실시하는 「에너지센서스 1993년도 에너지 총 조사보고서」(상공자원부, 1994)의 계절별 연료사용 분율을 적용하여 산정하였다.

이 자료를 보면 충청남도에서 LNG를 사용하는 것으로 나타났다. 그러나 서산시는 1995년도 현재 LNG를 사용하지 않았기 때문에 LNG양 만큼의 에너지 사용량을 각 연료의 분율별로 나누어서 합산하였다.

또한 서산시에서 사용한 연료중에 B-C유는 집단공급시설(아파트 등)에서 사용한 양이므로, 이미 점오염원에서 산정되었기 때문에 면오염원의 계산에서는 생략하였다. 연탄은 황성분이 0.75%인 무연탄으로, 경유는 황함유량이 0.2%로 적용하였는데, 이는 연료전환정책에 의거하여 1995년도 당

시에는 0.2% 경유를 사용했다고 판단하였기 때문이다.

〈표 6〉에는 면오염원에서 배출되는 오염물질 배출량을 계절별, 연료별로 나타내었다.

여기서 4·5종에 의해 배출되는 양은 점오염원에서와 같은 방법으로 「대기오염물질 배출시설 조사표」로부터 연료사용량을 구하고 배출계수를 곱하여, 각 오염물질 배출량을 산출하였다.

〈표 6〉을 살펴보면 SO₂ 배출량중에서 난방 및 취사가 차지하는 비율은 약 60% 정도이고, 나머지는 4·5종의 업체에서 배출되는 것으로 나타났으며, 다른 오염물질도 난방, 취사가 차지하는 비율이 각각 TSP 62%, NO_x 73%, CO 99%, HC 90% 정도로 나타나, 면오염원 중에서도 난방과 취사에 의해서 배출되는 양이 가장 많은 것으로 조사되었다.

〈표 4〉 서산시 읍·면·동별 인구현황

(단위 : 세대, 인)

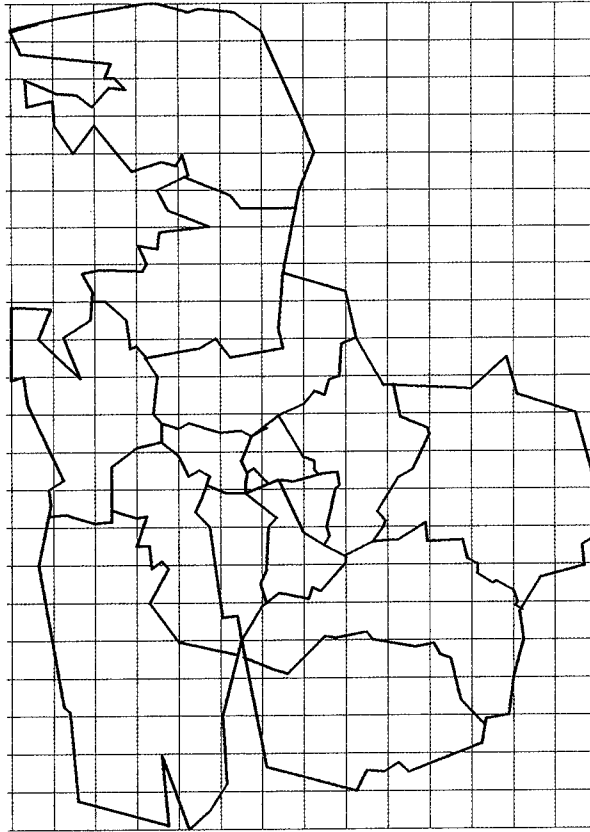
구 분		가구수	인구수	구 분		가구수	인구수
대 산 읍	대 산	1,553	4,781	인 지 면	둔 당	280	987
	대 로	730	2,616		야 당	221	781
	용 도	51	189		모 월	169	654
	오 지	223	723		산 동	125	485
	기 은	761	2,254		애 정	156	605
	독 곳	355	1,105		남 정	107	349
	대 죽	256	754		화 수	175	612
	화 곡	605	2,022		차 리	144	474
	운 산	353	1,169		성 리	139	556
	영 탑	741	2,571		풍 전	78	282

구	분	가구수	인구수	구	분	가구수	인구수
부 석 면	가 사	335	1,875	고 북 면	가 구	285	977
	강 수	149	564		신 송	138	436
	송 시	163	564		장 요	151	460
	월 계	160	542		초 록	108	400
	갈 마	134	518		용 암	202	712
	취 평	392	1,363		신 상	273	939
	대 두	144	473		신 정	490	1,740
	지 산	244	847		남 정	207	673
	봉 락	168	616		기 포	360	1,183
	칠 전	130	416		양 천	134	414
	강 당	182	888		정 자	159	557
	마 릉	134	529		봉 생	146	479
	창	163	593		사 기	137	530
팔 봉 면	간월도	89	370	지 곡 면	화 천	291	1,054
	금 학	142	557		산 성	147	502
	양 길	153	554		장 현	93	379
	대 황	114	399		연 화	83	311
	흑 석	77	255		중 왕	167	644
	고파도	39	102		도 성	217	621
	호	175	669		대 요	191	705
	덕 송	142	535		환 성	230	881
	어 송	332	1,154	음 암 면	무 장	166	602
	진 장	282	1,047		도 당	989	3,394
성 언 면	일 남	174	611		탑 곡	237	882
	고 남	139	456		문 양	149	507
	오 사	131	540		울 목	117	520
	왕 정	106	390		부 산	249	811
	평	152	519		상 흥	182	620

구 분		가구수	인구수	구 분		가구수	인구수
성 연 면	갈 현	95	337	읍 암 면	신 장	171	606
	명 천	162	582		유 계	137	472
	예 덕	114	415		성 암	54	175
	해 성	71	264		부 장	149	518
운 산 면	신 창	126	466	해 미 면	읍 내	924	2,689
	용 현	126	152		휴 암	112	307
	태 봉	51	294		대 곡	207	493
	고 풍	96	265		산 수	70	313
	원 평	80	256		황 락	106	215
	와 우	82	161		오 학	83	373
	팔 중	47	242		삼 송	140	203
	고 산	65	251		관 유	70	474
	수 평	75	331		홍 천	143	216
	수 당	85	176		동 암	81	437
	안 호	46	186		반 양	141	188
	용 장	542	5		웅소성	59	113
	갈 산	195	703		귀 밀	46	187
	여 미	91	287		억 대	58	264
	가 좌	129	484		전 천	89	147
	소 중	89	311		응 평	47	145
	상 성	75	294		양 림	61	283
	원 벌	112	386		기 지	111	146
	거 성	122	444		저 성	59	125
					조 산	185	585
부 춘 동		3,507	12,000	수 석 동		3,624	11,881
동 문 동		4,574	15,731	석 남 동		2,727	9,629
활 성 동		2,699	8,782	오 산 동		605	2,188

* 점오염원인 아파트 가구수는 제외

자료 : 서산시 환경보호과



〈그림 1〉 서산시 행정구역도

〈표 5〉 가구당 계절별 연료사용량

구 분	봄	여 름	가 을	겨 울	연 간
연 탄(kg)	70.83	21.50	79.73	135.82	307.88
등 유(L)	162.58	72.34	183.48	312.08	730.47
경 유(L)	122.06	50.53	144.62	253.61	570.82
프로판(kg)	49.85	48.26	50.15	52.31	200.57

자료 : 한국에너지기술연구소, 충청남도 지역에너지계획, 1997.

〈표 6〉 계절별 연료별 면오염원의 오염물질 배출량

(단위 : 톤)

구 분		SO ₂	TSP	NOx	CO	HC
봄	무연탄	37.6	1.5	3.3	82.8	0.1
	등 유	10.0	1.8	13.0	3.5	0.5
	경 유	15.1	1.3	9.8	2.7	0.1
	LPG	0.04	0.14	3.87	0.78	0.10
	4·5종	45.4	3.1	11.3	0.8	0.09
	소 계	108.2	7.9	41.3	90.6	0.91
여름	무연탄	11.4	0.5	1.0	25.1	0.03
	등 유	4.5	0.8	5.8	1.6	0.22
	경 유	6.2	0.6	4.0	1.1	0.04
	LPG	0.03	0.1	3.75	0.75	0.10
	4·5종	40.5	2.7	9.4	0.7	0.08
	소 계	62.6	4.7	24.0	29.3	0.47
가을	무연탄	42.3	1.7	3.7	93.2	0.12
	등 유	11.3	2.0	14.6	4.0	0.57
	경 유	17.8	1.6	11.6	3.1	0.13
	LPG	0.03	0.1	3.9	0.8	0.11
	4·5종	49.8	3.1	11.2	0.9	0.12
	소 계	71.4	10.1	6.9	131.5	1.05
겨울	무연탄	72.1	3.0	6.4	158.8	0.20
	등 유	19.3	3.4	24.9	6.8	0.96
	경 유	31.3	2.8	20.3	5.5	0.22
	LPG	0.03	0.1	4.1	0.8	0.11
	4·5종	62.1	4.3	16.8	1.1	0.12
	소 계	184.8	23.7	72.5	173.0	2.66
연간	무연탄	163.6	6.7	14.5	360.1	0.45
	등 유	45.1	8.0	58.4	15.9	2.25
	경 유	70.5	6.2	45.6	12.4	0.49
	LPG	0.1	0.6	15.6	3.1	0.43
	4·5종	197.8	13.2	48.7	3.5	0.41
	합 계	477.1	34.7	182.8	395.0	4.03

4. 선오염원

최근들어 자동차의 수요가 급증하면서 자동차의 문제는 교통 뿐만 아니라 대기오염 측면에서도 중요한 비중을 차지하게 되었다. 또한 자동차는 오염물질을 이동하면서 배출하는 오염원이므로 정확한 교통량을 파악하는 것이 선오염원의 대기오염물질 배출량을 산정하는데 매우 중요하다. 그러나 도로에서 정확한 교통량 및 속도를 파악하는 것은 어렵기도 하고, 막대한 비용이 소요되므로 차후에 발전적으로 추진해야 하는 방법이라 판단되며, 본 연구에서는 건설교통부에서 조사하는 도로교통량 자료를 이용하는 현실적인 방법으로 평균화된 개념을 도입하여 산정하였다. 이 방법은 환경부에서 제시한 이동오염원의 오염물질 산정에 대한 지침이기도 하다.

자동차에 의해서 배출되는 오염물질량은 교통량과 도로의 길이로 부터 차종별 평균 주행거리

(VKT : Vehicle Kilometer Traveled)를 산정하고, 여기에 자동차의 배출계수를 곱하여 산정하는 식은 다음과 같다.

$$Q = VKT \times EF$$

$$Q = \text{오염물질 배출량(kg)}$$

$$VKT = \text{자동차 평균 주행거리(도로길이} \times \text{통행량)}$$

$$EF = \text{자동차 오염물질 배출계수(kg/대} \cdot \text{km)}$$

본 연구 대상지역인 서산시의 도로망을 <그림 2>에 나타냈다. 서산시의 도로는 국도 3개노선, 지방도 4개노선, 시군도 21개노선 등이 있다. 그외의 소방도로 및 농업용 도로들은 교통량 자료를 구할 수 없을 뿐만 아니라, 그 양도 적을 것이라 판단하여 오염물질 배출량 산정시 생략하였다.

서산시 도로들의 교통량은 95 도로교통량 통계연보(건설교통부), 96 도로교통량 조사현황(서산시 건설과) 자료로 부터 <표 7>에서 <표 9>과 같이 파악하였다.

<표 7> 서산시 일반국도의 교통량

(단위 : 대/일)

번호	구 간	길이(km)	합 계	승 용 차 소형버스	중 형 버 스	대 형 버 스	소 형 트 렉	중 형 트 렉	대 형 트 렉
29	홍성-해미	26.1	8,378	6,530	16	422	693	600	117
	해미-서산	10.8	14,350	10,621	27	507	1,092	1,916	187
	서산-대산	30.8	10,688	7,754	27	454	1,041	1,194	218
32	태안-서산	17.6	16,697	12,753	28	1,119	1,349	1,448	
	서산-당진	26.9	11,855	9,556	36	644	1,287	317	15
45	해미-덕산	17.4	9,220	6,063	30	366	1,408	1,214	139

자료 : 건설교통부, 95 도로교통량 통계연보, 1996.

〈표 8〉 서산시의 지방도의 교통량

(단위 : 대/일)

번호	구 간	길이(km)	합 계	승용차	소 형 버 스	보 통 버 스	소 형 화 물	중 형 화 물	대 형 화 물	기 타
605	팔봉-구도	7.5	1,200	719	88	11	25	326	31	15
615	고대-대산	40.3	10,651	5,282	773	302	1,773	670	1,746	15
647	해미-운산	39.7	717	300	48	20	39	210	100	0
649	부석-서산	19.5	3,215	1,595	277	184	41	970	146	0
	서산-정미	21.7	4,240	2,833	543	234	141	469	20	0

자료 : 건설교통부, 95도로 교통량통계연보, 1996.

〈표 9〉 서산시의 시군도의 교통량

(단위 : 대/일)

구분	번호	구 간	길이(km)	합 계	승용차	소 형 버 스	보 통 버 스	소 형 화 물	중 형 화 물	대 형 화 물	오 토 바 이
군	1	부석-인지	12.6	630	320	85	25	2	189	9	25
	2	부석-고북	14.2	660	353	84	25	2	194	2	60
	3	부석-가사	7.3	1,830	995	160	33	10	628	4	75
	4	기지-해미	3.1	2,574	1,551	296	20	430	196	80	111
	5	유계-문양	13.1	597	341	64	20	130	23	19	19
	6	귀밀-해미	3.3	2,572	1,509	249	35	579	97	103	25
	7	음암-운산	15.2	566	318	43	29	138	27	10	29
	8*	용장-원평	7.1	1,542	548	224	34	309	111	189	127
도	9	가사-풍전	5.2	752	416	96	6	1	233	0	8
	10	중앙-지곡	7.0	618	337	95	22	160	29	15	25
	11	팔봉-지곡	7.0	382	149	30	20	9	172	2	17
	12	오지-대산	10.1	2,464	1,580	291	47	39	430	27	96
	13	지곡-도성	4.5	299	158	26	14	83	17	1	16
	14*	창리-간월	8.7	2,534	1,128	167	51	41	702	167	98
	15*	팔봉-성연	10.1	715	268	39	22	230	69	2	85
	17*	오사-명천	0.6	1,513	702	144	35	390	85	35	122

구분번호	구 간	길이(km)	합 계	승용차	소 형 버 스	보 통 버 스	소 형 화 물	중 형 화 물	대 형 화 물	오 토 바 이
군 도	18* 원평-운산	6.3	1,478	325	101	34	135	119	633	131
	19 여송-구도	9.0	1,865	872	161	34	43	510	245	21
시 도	1 서산-양대	7.0	6,614	4,290	941	252	1,013	58	60	125
	2 산-덕지천	6.6	3,071	1,885	344	39	44	664	103	67

* 1994년도교통량 자료

자료 : 서산시 건설과 96 도로교통량 조사(군도는 통합전의 군단위 지역의 도로임)

본 연구에서 파악한 자동차 통행량 자료중 몇몇 도로에 대해서는 같은 기준연도에 조사한 자료가 없기 때문에 95년도를 기준으로 94, 96년도 자료는 서산시 전체 통행량의 증감분율로 조정하여서 계산하였다.

자동차의 오염물질 배출계수는 교통조건, 차종, 차량의 노후, 운전방법 등에 따라 다르며, 주행방법에 따라서도 크게 차이가 난다. 따라서 배출량의 추정방법에 있어서도 각 나라마다 다른데, 일본의 경우는 10 혹은 11모드(mode), 유럽공동체에서는 EEC-15모드, 미국은 LA-4모드를 채택하여 사용하고 있다.

본 연구에서는 국립환경연구원 자동차공해연구소에서 1989~1991년에 걸쳐 실시한 자동차 95 배출계수를 이용하였다. <표 10>에 본 연구에서 이용한 자동차 오염물질 배출계수를 나타냈다.

또한 오염물질의 공간적인 배출분포를 파악하기 위해서 면오염원에서와 마찬가지로 TM좌표를 기준으로 1km×1km 크기의 격자(grid)로 세분화

하여 오염물질 배출량을 산정하였다. 하나의 격자 안에 도로가 통과하는 경우에는 도로의 종류별 그 도로의 단위거리당 교통량을 추정하고 배출계수를 곱하여 오염물질 배출량을 산정하였고, 복수의 도로가 통과하는 경우에는 이들의 합으로 산정하였다.

참고적으로 면오염원 산정시에는 격자를 1km×1km로 세분화 하지 않고 2km×2km로 세분했는데, 이는 행정구역이 정확하게 표시된 지도의 축척이 1:70,000 이었기 때문이다.

선오염원 산정시 사용한 지도의 축척은 1:25,000이다. 행정구역이 정확하게 나타나 있는 자세한 지도가 있으면, 오염물질 배출량의 공간분포를 더 정확하게 파악할 수 있다.

<표 11>은 서산시의 선오염원 배출량을 나타내었다. 선오염원의 배출량중에서 교통량이 많은 국도가 차지하는 비율이 약 60% 정도로 가장 많이 배출되고 나머지는 지방도, 시군도의 순이다.

〈표 10〉 95 자동차 배출계수

(단위 : g/km)

구 분	SO ₂	TSP	CO	NOx	HC
승 용 차	0.03	0.0	2.73	0.40	0.41
택 시	0.0	0.0	5.61	0.78	0.68
소형버스(가솔린)	0.0	0.0	6.21	1.43	0.50
소형버스(디젤)	0.60	0.36	1.62	1.49	0.15
중형버스	0.98	0.68	2.28	1.71	1.03
대형버스	2.10	2.10	13.98	13.76	2.17
소형화물	0.60	0.38	1.99	1.50	0.20
중형화물	0.98	0.68	2.28	1.71	1.03
대형화물	2.70	2.17	16.46	14.13	2.31
오토바이	0.01	0.01	11.36	0.11	4.10

자료 : 국립환경연구원, 도시대기질 개선에 관한 연구(Ⅲ), 1989.

〈표 11〉 선오염원의 배출량

(단위 : 톤/연)

구 분	SO ₂	TSP	NOx	CO	HC
국 도	106.7	79.4	1120.5	491.2	190.0
지 방 도	33.2	23.6	223.9	126.3	40.1
시 도	7.5	4.7	70.3	24.8	12.8
군 도	29.7	20.5	227.1	102.9	47.9
합 계	177.1	128.2	1641.8	745.2	290.8

5. 각 오염원별 배출량 및 배출분포

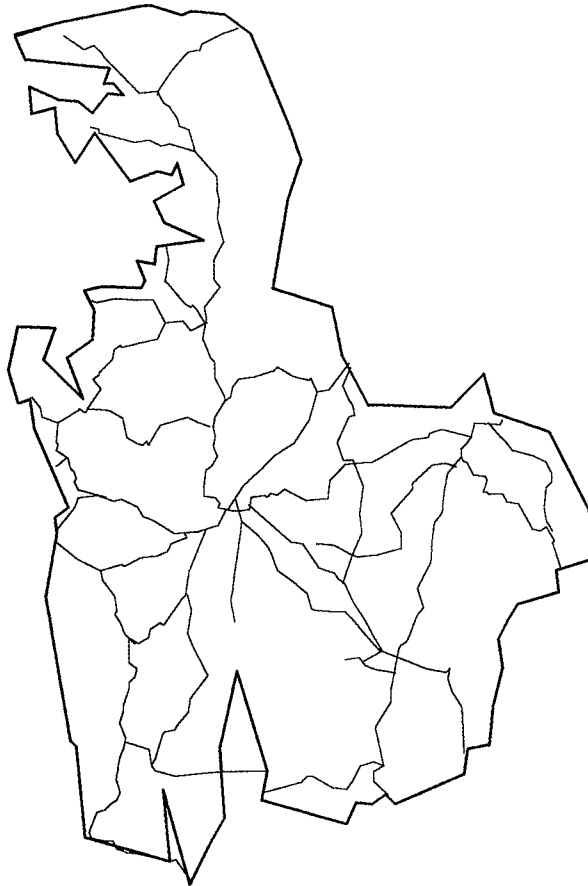
각 오염원별로 산정한 오염물질 배출량을 합산하면 〈표 12〉와 같고, 총 배출량에 대한 각 오염원별 기여도는 〈그림 3〉에서 〈그림 7〉에 나타냈다. SO₂는 전체 배출량의 93.8%가 점오염원에서 배출

되고 있어, 점오염원에서의 배출저감대책이 요구된다. TSP는 점오염원에서 66% 정도가 배출되며, 면·선오염원에서도 많은 양이 배출된다. 또한 본 연구에서는 각종 공사장, 쓰레기 매립지, 나대지, 노천소각 등에서 발생한 먼지량을 산정하지 못했기 때문에 실제 배출량은 이보다 훨씬 많을 것이

라 판단된다. NO_x는 면·선오염원에서 48% 정도 배출되고, CO, HC은 선오염원에서 각각 60%, 87% 정도를 배출하는 것으로 나타났다.

〈그림 8〉에서 〈그림 12〉에는 각 오염원별로 배출되는 오염물질량을 합산하여 공간상에서의 배출 분포를 나타낸 것이다. 그림에 나타난 것과 같이

SO₂, TSP는 대산을 중심으로 하는 공업단지에서 대부분 배출되며, 서산시 중심의 아파트 등의 몇 개의 지점에서 배출되는 것으로 나타났다. NO_x는 공업단지 및 도로에서, CO와 HC은 주로 도로망에 따른 선오염원에서 배출되어, 서산시 전역에서 배출되는 것으로 파악되었다.

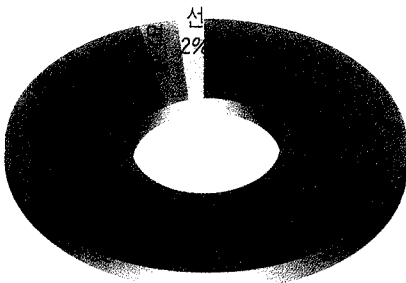


〈그림 2〉 서산시 도로망

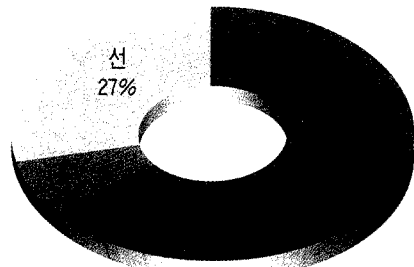
〈표 12〉 오염물질의 총배출량

(단위 : 톤/연)

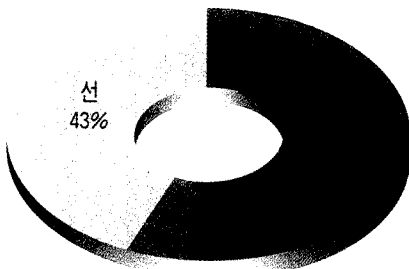
구 분	SO ₂		TSP		NOx		CO		HC	
	배출량	기여율	배출량	기여율	배출량	기여율	배출량	기여율	배출량	기여율
점오염원	10,003.6	93.8	316.3	66.0	2,004.4	52.3	97.2	7.9	36.7	11.1
면오염원	477.1	4.5	34.7	7.2	182.8	4.8	395.0	31.9	4.0	1.2
선오염원	177.1	1.7	128.2	26.8	1,641.8	42.9	745.2	60.2	290.8	87.7
계	10658.1	100.0	479.2	100.0	3829.0	100.0	1,237.2	100.0	331.5	100.0



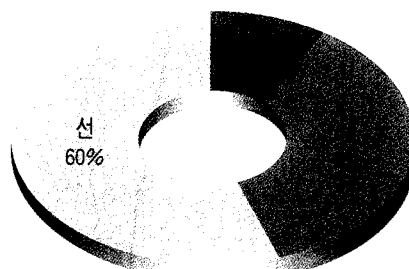
〈그림 3〉 SO₂배출량의 각 오염원별 기여도



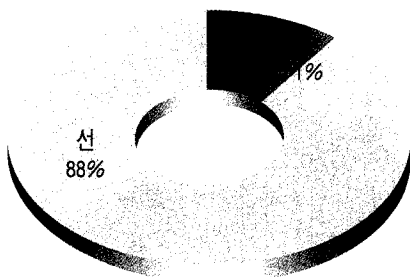
〈그림 4〉 TSP배출량의 각 오염원별 기여도



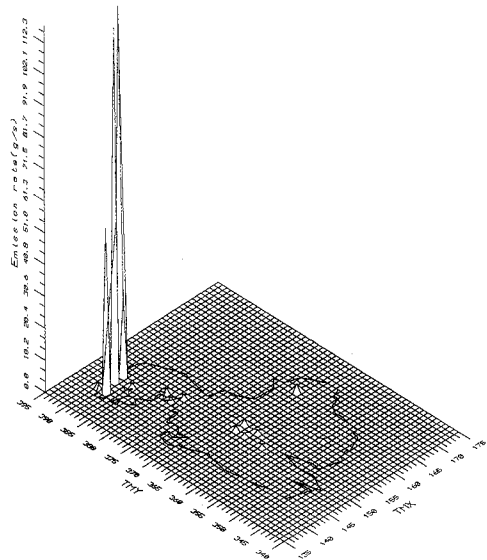
〈그림 5〉 NOx배출량 의 각 오염원별 기여도



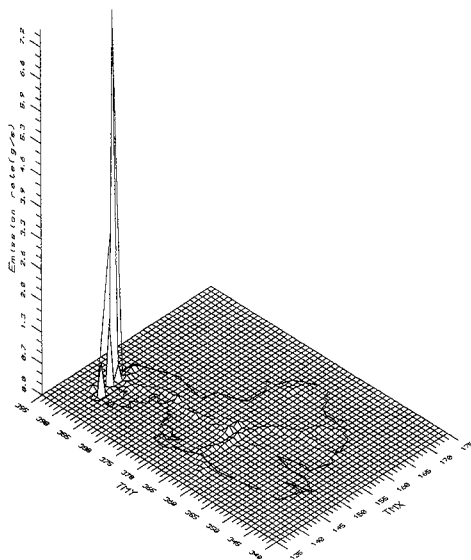
〈그림 6〉 CO배출량의 각 오염원별 기여도



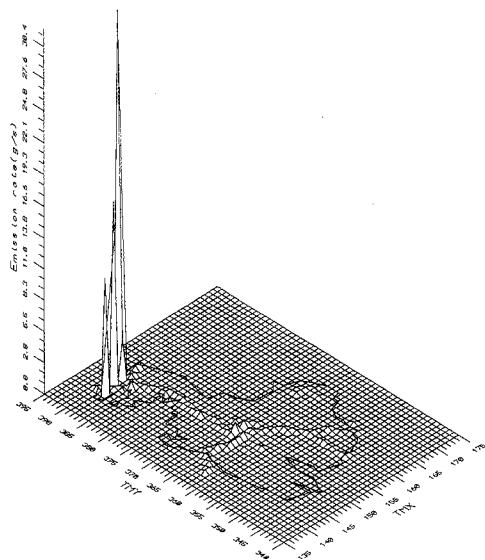
〈그림 7〉 HC 배출량의 각 오염원별 기여도



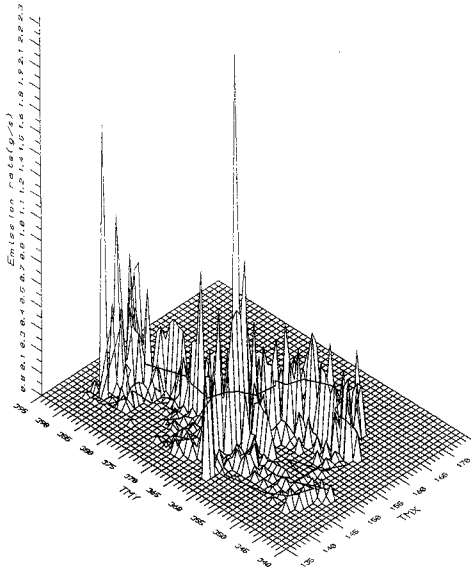
〈그림 8〉 SO₂의 지역별 배출분포



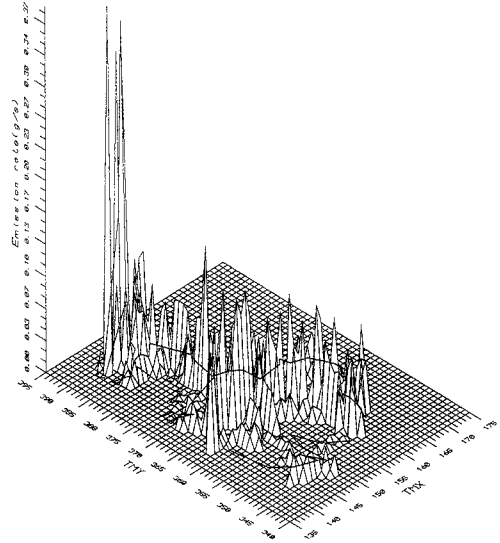
〈그림 9〉 TSP의 지역별 배출분포



〈그림 10〉 NOx의 지역별 배출분포



〈그림 11〉 CO의 지역별 배출분포



〈그림 12〉 HC의 지역별 배출분포

III. 결 론

세계적으로 환경오염이 심각해지고 있으며, 이에 환경을 보전하고자 하는 적극적인 노력들이 진행되고 있는 상황에서, 서산지역은 충청남도 북서쪽 해안에 접하고 있어 서해안 시대를 맞이하여 지역 및 국가전체의 균형개발에 대한 수요가 증대되고 있다. 따라서 이 지역에 대한 환경의 질을 효과적으로 유지하고자 노력이 절대적으로 필요하다.

이에 본 연구는 서산지역의 대기오염물질 배출량을 산정하여, 쾌적한 대기질을 효율적으로 유지하는데 필요한 기초자료를 제공하고자 하였다.

1. 서산지역에서 1995년도에 인위적으로 배출된 SO_2 의 양은 10,658톤이며, TSP는 479톤, NO_x 는 3,829톤, CO는 1,237톤, HC는 331.5톤으로 산정되었으며, SO_2 와 TSP는 주로 점오염원에서 NO_x , CO, HC는 면·선오염원에 각각 배출되는 것으로 파악되었다.

2. 오염물질이 배출되는 분포를 보면, SO_2 와 TSP는 대산지역의 공단에서 대부분 배출되며, NO_x , CO, HC는 도로가 있는 서산시 전역에서 배출되는 것으로 나타났다.

3. 오염물질 배출량 산정시 쓰레기 매립장, 건설공사장, 나대지 등의 발생원은 자료의 부족으로 산출하지 못했는데, 차후 오염물질 배출량 산정시

에는 효과적인 대기질 관리를 위하여 고려해야 할 것으로 사료된다.

4. 저유황유 및 도시가스 공급, 배출허용기준 강화 등으로 SO₂, TSP의 배출은 앞으로 감소되리라 예상되나, 선오염원인 자동차에서 발생하는 NOx, CO, HC는 서해안고속도로의 신설, 기존 도로의 확장과 자동차의 급속한 증가 등으로 인해 배출량이 증가추세에 있어 배출 저감대책이 절실히 요구되는 것으로 사료된다. **열린충남**

참 고 문 헌

- 건설교통부, 95 도로교통량통계연보, 1996.
- 국립환경연구원, 도시질 개선에 관한 연구Ⅲ, 1989.
- _____, 유해가스 배출량 산정에 관한 연구, 1995.
- 대한석유협회, VOC 배출원별 배출량 산정 및 저감기술 연구, 1996.
- 상공자원부, 1993년도 에너지총조사보고서, 1994.
- 서산시, 서산시 환경보전 종합계획, 1997.
- _____, 통계연보, 1996.
- 서울시정개발연구원, 서울시 대기오염 특성연구, 1994.
- 서울특별시, 서울특별시 대기오염 감축대책 연구, 1986.
- 충청남도, 충남 환경보전 종합대책 기본계획수립, 1996.
- 한국에너지기술연구소, 충청남도 지역에너지 계획, 1997.
- 환경부, 1995 환경통계연감, 1996.
- _____, 1996 환경백서, 1997.
- _____, 먼 및 이동오염원 조사방법 개발 및 지침서 작성에 관한 연구, 1995.