



2차 수도권 대기환경관리
서울특별시 시행계획 수립 연구



SEOUL

III

3

대기오염물질 배출량 현황 및 전망



제3장 대기오염물질 배출량 현황 및 전망

제1절 대기오염물질 배출원 체계

일반적으로 대기오염 배출원은 크게 인위적 배출원과 자연 배출원으로 구분할 수 있다. 인위적인 배출원은 오염원 특성에 따라 고정오염원과 이동오염원으로 구분되며, 고정오염원은 점오염원과 면오염원으로 세분된다. 점오염원으로는 발전소, 대형 산업 및 소각 시설 등과 같이 규모가 큰 오염원으로서 단일 배출원으로 관리가 상대적으로 용이하다. 이와 달리 면오염원은 배출규모가 작은 소형 오염원으로 개별적인 조사 및 관리가 어려워 일정면적당 발생하는 배출량으로 관리하는 것이 편리한 오염원을 의미한다. 면오염원은 점오염원에서 제외된 소형 고정 배출원으로 주거, 상업, 산업 등의 부문에서 연료 연소에 의해 배출되는 것이 가장 큰 부분을 차지한다. 이 외에도 기타 면오염원으로 VOC(Volatile Organic Compound : 휘발성 유기화합물)를 배출하는 여러 가지 오염원이 있다. 이러한 범주에는 주유소, 저장 시설, 용제사용시설, 도장도색시설, 도로포장, 매립지, 각종 소비용품, 세탁소, 인쇄소 등이 포함된다. 한편 이동오염원은 도로이동오염원과 비도로 이동오염원으로 구분되며, 자동차, 철도차량, 항공기, 선박, 농기계, 건설기계 등 움직이는 배출원에 의하여 오염물질이 배출되는 형태를 말한다.

표 3-1 배출원 형태에 따른 오염원 분류

점 오염원	대형연료연소시설, 대형소각시설
면 오염원	소형연료연소시설(주거, 상업, 산업), 소형소각시설
이동오염원	도로이동오염원(승용차, 택시, 버스, 트럭), 비도로이동오염원(건설장비, 농기계, 철도)
기타 VOC배출원	용제사용(세탁소, 소비용품, 인쇄소 등), 저장, 수송(탱크, 주유소)

시행계획에서 사용된 서울시 오염원 분류체계 및 배출량 기초자료는 환경부 대기정책 수립 지원시스템(Clean Air Policy Support System : CAPSS)에서 구축하고 있는 국가 대기오염물질 배출원 분류, 배출량 산정 및 분석 결과를 이용하였다. 대기오염물질별 배출량 자료는 2000년~2011년 기간의 배출정보이다.

CAPSS 배출원 분류체계는 배출원 특성에 따라 구분한 것으로 유럽 EEA(European Environment Agency)의 CORINAIR 체계, 그리고 국내 현실을 고려하여 검토된 국내 배

출원 분류체계이다. 배출원 분류는 대-중-소-세분류 등의 4단계 분류체계로 구성되어 있으며, 대분류 체계는 총 12개의 분류체계를 갖고 있다. 2011년 현재 배출원 분류는 생활성 연소를 제외한 대분류 12개, 중분류 58개, 소분류 334개, 세분류 579개이다.

표 3-2 대기정책지원시스템(CAPSS) SCC CODE 배출원 분류 체계

배출원 분류(SCC)	대분류명	SCC_CODE(Tier 2)	중분류명
01000000	에너지 산업 연소	01010000	공공발전시설
		01020000	지역난방시설
		01030000	석유정제시설
		01040000	고체연료전환시설
		01050000	민간발전시설
02000000	비산업 연소	02010000	상업 및 공공기관시설
		02020000	주거용 시설
		02030000	농업, 축산, 수산업시설
03000000	제조업 연소	03010000	연소시설
		03020000	공정로
		03030000	기타
04000000	생산공정	04010000	석유제품 산업
		04020000	제정제강업
		04030000	비철금속업
		04040000	무기화학제품 제조업
		04050000	유기화학제품 제조업
		04060000	목재, 펄프 제조업
		04070000	식음료 가공
		04080000	암모니아 소비
04990000	기타제조업		
05000000	에너지 수송 및 저장	05010000	휘발유공급
06000000	유기용제 사용	06010000	도장시설
		06020000	세정시설
		06030000	세탁시설
		06040000	기타 유기용제 사용
07000000	도로이동 오염원	07010000	승용차
		07020000	택시
		07030000	승합차
		07040000	버스
		07050000	화물차
		07060000	특수차
		07070000	RV
		07080000	이륜차
08000000	비도로이동 오염원	08010000	군사용 장비
		08020000	철도
		08030000	선박
		08040000	항공
		08050000	농업기계
		08060000	건설장비
09000000	폐기물 처리	09010000	폐기물 소가
		09020000	기타 폐기물 처리
10000000	농업	11010000	비료사용농경지
		11020000	분뇨관리



표 계속 대기정책지원시스템(CAPSS) SCC CODE 배출원 분류 체계

배출원 분류(SCC)	대분류명	SCC_CODE(Tier 2)	중분류명
11000000	기타 먼오염원	11010000	자연오염원
		11020000	산불 및 화재
		11030000	습지
		11040000	수체
		11050000	동물
		11060000	기타
12000000	비산먼지	12010000	도로포장 재비산먼지
		12020000	타이어마모
		12030000	건설공사
		12040000	나대지
		12050000	하역 및 야적
		12060000	농업활동
		12070000	축산활동
		12080000	폐기물 처리
		12090000	비포장도로 비산먼지
13000000	생물성 연소	13010000	노천소각
		13020000	농업잔재물 소각
		13030000	고기 및 생선구이
		13040000	목재날로 및 보일러
		13050000	아궁이
		13060000	숯가마

제2절 오염원별·오염물질별 배출량 현황

대기오염물질 배출량 산정방법은 Bottom up approach와 Top down approach로 구분할 수 있다. Bottom up approach 방식은 대형배출시설에 적용되는 방법으로 배출시설 각각에 대하여 배출량을 평가하는 방법이다. 이와 달리 Top down approach 방식을 적용하게 되면 점오염원 이외에 배출원 추적이 불가능한 오염원에 대하여 배출계수 및 할당지수를 이용하여 배출량을 산정하는 접근 방법으로 총배출량을 산출하고 이를 적절하게 분할하여 배출목록을 작성하는 방법이다.

Top down approach 방식은 그 수가 많아서 전수조사가 불가능한 가정난방, 소규모 상업시설, 자동차 등에 대표적으로 적용되며, 배출원 중심의 평가방법에 따라 배출계수법을 적용하여 배출량을 산정한다.

일반적으로 미세먼지 배출과 직·간접적인 관련이 있으면서 지역별로 서로 비교가 가능한 배출정보로서 활동도이며, 산업 활동, 인구, 교통량, 연료소비량 등을 사용할 수 있다.

구체적으로 적용된 방법을 살펴보면, 1종~3종 배출업소, 공공발전시설, 지역난방시설, 소각시설 등에 대해서는 Bottom up approach를 적용하고, 가정, 상업 및 공공기관 난방시설, 도로이동오염원, 비도로 이동오염원 등에 대해서는 Top down approach 방식을 적용하였다.

대기정책지원시스템(CAPSS)에서 산정한 서울의 대기오염물질 배출량은 1999년 이후 연평균 3.04%씩 감소하여 2011년 배출량은 총 260,027톤이며, 2010년 대비 9.9% 감소한 것이다. 오염물질별 배출량은 CO 113,876톤, VOCs 72,282톤, NOx 62,080톤 순으로 배출총량 대비 각각 43.8%, 27.8%, 23.9%의 배출 비율을 나타내고 있다.

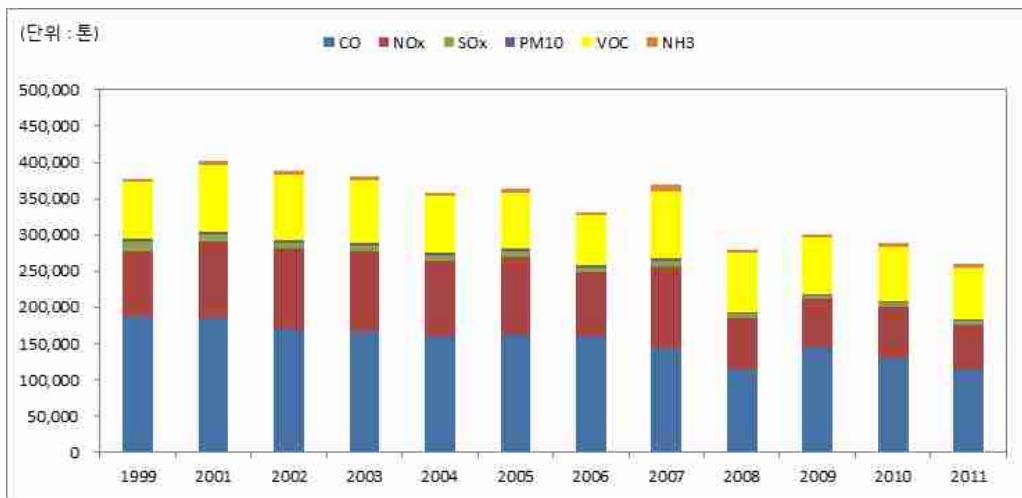


그림 3-1 서울시 연도별 대기오염물질 배출량 변화(1999~2011)

표 3-3 서울시 연도별 대기오염질 배출량 변화(1999~2011년)

(단위 : 톤)

구분	CO	NOx	SOx	PM10	VOC	NH ₃	합계
1999년	187,689	89,736	13,555	3,189	79,956	2,479	376,604
2001년	185,166	105,708	8,989	4,533	91,768	5,342	401,506
2002년	170,746	110,354	7,126	4,637	90,313	5,236	388,411
2003년	166,006	111,698	6,720	4,683	86,145	5,362	380,614
2004년	161,154	103,549	6,462	4,424	77,695	5,473	358,757
2005년	161,873	107,257	8,050	4,311	75,970	5,409	362,870
2006년	159,770	87,893	7,276	3,433	68,142	5,249	331,762
2007년	143,110	113,086	7,835	3,920	91,459	10,580	369,990
2008년	114,550	71,493	5,533	2,116	80,855	4,725	279,273
2009년	145,102	66,998	4,326	1,951	77,586	4,789	300,752
2010년	130,292	71,070	4,451	1,938	76,234	4,598	288,584
2011년	113,876	62,080	5,125	1,871	72,282	4,794	260,027

자료 : 국립환경과학원, 「2011 대기오염물질 배출량」, 2013.



1. 오염원별 배출량 현황

1) 에너지 산업연소

에너지 산업연소 시설은 발전, 지역난방, 석유 정제 등 에너지 생산을 위한 연소시설로서 5개의 중분류로 분류된다. 또한 산업 연소시설은 주로 점오염원 분류체계에 포함되는 대표적인 연료 연소시설이다.

에너지 산업연소에서 발생하는 대기오염물질 배출량은 저유황유 공급정책 및 청정연료 사용 확대 시행에 따라 1999년 SOx 445톤에 비해 2011년 5톤으로 대폭(98.9%) 감소하였다. 그리고 서울 지역에 비교적 규모가 큰 발전소, 지역난방 공사 등 대형 점오염원의 증감이 없어 CO, PM10, VOC 배출량은 크게 변화가 없는 것으로 나타났다.

표 3-4 에너지산업 연소 부문의 배출량 변화

(단위 : 톤)

구분		1999년	2001년	2003년	2005년	2007년	2009년	2011년
SOx	공공발전시설	13	25	2	2	4	2	3
	민간발전시설	0	489	428	264	2	2	0
	지역난방시설	431	430	265	5	3	5	2
	합계	445	514	430	265	5	3	5
NOx	공공발전시설	1,123	1,391	305	302	544	249	413
	민간발전시설	224	1,218	267	278	266	252	2
	지역난방시설	720	977	580	809	501	742	327
	합계	2,067	2,609	977	1,062	789	493	636
CO	공공발전시설	358	440	305	302	544	249	413
	민간발전시설	57	211	267	278	266	252	2
	지역난방시설	178	571	580	809	501	742	327
	합계	593	652	571	580	809	501	742
PM10	공공발전시설	9	13	7	7	7	3	5
	민간발전시설	1	5	8	8	6	6	0
	지역난방시설	5	14	14	13	9	13	7
	합계	15	18	14	14	13	9	13
VOC	공공발전시설	49	60	41	41	74	34	56
	민간발전시설	8	37	44	46	36	34	0
	지역난방시설	31	85	87	109	68	100	44
	합계	88	97	85	87	109	68	100

자료 : 국립환경과학원, 「2011 대기오염물질 배출량」, 2013.

2) 비산업 연소

비산업 연소시설은 상업 및 공공기관 시설의 난방, 주거용 시설의 난방시설로서 점오염원과 면오염원이 함께 해당된다. 세 가지 부문 가운데 상업 및 공공기관 시설과 주거용

시설에서 대부분의 오염물질이 배출되고 있다. 2011년의 경우 총 4,765톤의 SOx가 배출되었는데, 이 가운데 상업 및 공공 기관시설과 주거용 시설이 차지하는 배출량이 전부를 차지할 정도로 높은 비중을 나타내고 있다. NOx의 경우에는 2011년 총 20,430톤이 배출되었는데, 이 가운데 상업 및 공공기관 시설과 주거용 시설에서 20,212톤(98.9%)을 배출한 것으로 나타났다.

표 3-5 비산업 연소 부문의 배출량 변화

(단위 : 톤)

구분	1999년	2001년	2003년	2005년	2007년	2009년	2011년
SOx	농업.축산.수산업시설	6,259	342	0	0	1,036	346
	상업 및 공공기관시설	1,935	2,636	2,304	3,073	2,399	1,847
	주거용시설	3,303	3,154	2,416	3,542	3,114	2,572
	합계	11,497	6,132	4,720	6,614	6,549	4,765
NOx	농업.축산.수산업시설	1,748	1,149	2	1	217	219
	상업 및 공공기관시설	10,122	5,917	6,122	6,240	6,820	8,113
	주거용시설	14,406	14,666	14,036	14,503	12,588	12,099
	합계	26,276	21,731	20,160	20,744	19,625	20,430
CO	농업.축산.수산업시설	357	275	0	0	54	55
	상업 및 공공기관시설	1,817	1,075	1,113	1,103	1,156	4,071
	주거용시설	9,317	9,479	8,029	12,125	11,812	9,792
	합계	11,490	10,829	9,143	13,228	13,022	13,917
PM10	농업.축산.수산업시설	105	59	0	0	14	14
	상업 및 공공기관시설	18	21	20	21	32	23
	주거용시설	360	347	293	345	232	202
	합계	483	427	312	367	278	240
VOC	농업.축산.수산업시설	23	16	0	0	3	3
	상업 및 공공기관시설	285	234	257	275	304	267
	주거용시설	528	571	580	599	566	525
	합계	836	821	837	874	872	795

자료 : 국립환경과학원, 「2011 대기오염물질 배출량」, 2013.

2011년의 비산업 연소 부문의 서울시 지역별 배출 특성을 살펴보면 강남구 지역과 중구를 포함하는 도심에서 배출량이 많이 배출되고 있다. 특히 주거지 밀집 지역인 강남, 상계, 목동 주변과 상업지역이 위치한 영등포, 서울 도심지역이 상대적으로 높게 나타나는 것을 알 수 있다.



3) 제조업 연소

제조업 연소 시설은 연료 연소 부문의 한 부문으로 소형 소각시설을 비롯하여 공정로가 설치된 제조업과 관련된 산업에서 이용되는 유형의 연소 시설이다.

제조업 시설의 경우 서울지역에 입지하고 있는 제조업체 수가 적어 전체 배출량에서 차지하는 비중은 그다지 크지 않은 수준이다. 2011년의 경우 SO_x 총 배출량이 5,125톤 배출되었는데, 제조업 연소에서 배출되는 배출량은 9톤으로 총량대비 약 0.2% 수준에 해당된다.

표 3-6 제조업 연소 부문의 배출량 변화

(단위 : 톤)

구분		1999년	2001년	2003년	2005년	2007년	2009년	2011년
SO _x	연소시설	93	39	21	3	0	0	0
	공정로	13	0	3	1	2	0	0
	기타	411	817	141	31	168	42	9
	합계	518	856	165	35	170	42	9
NO _x	연소시설	330	154	150	51	1	0	0
	공정로	13	0	6	8	57	3	
	기타	657	1,297	998	1,288	1,335	506	619
	합계	999	1,451	1,154	1,346	1,393	509	619
CO	연소시설	98	41	43	21	0	0	0
	공정로	1	0	1	2	18	1	
	기타	159	314	291	435	410	169	213
	합계	258	356	335	458	428	170	213
PM10	연소시설	4	2	1	1	0	0	0
	공정로	0	0	0	0	1	1	
	기타	4	7	4	3	5	0	1
	합계	8	9	5	3	5	1	1
VOC	연소시설	14	6	6	3	0	0	0
	공정로	0	0	0	0	3	0	
	기타	21	49	44	62	61	22	28
	합계	35	55	50	65	64	22	28

자료 : 국립환경과학원, 「2011 대기오염물질 배출량」, 2013.

2011년 제조업 연소 부문의 서울시 지역적 배출특성을 살펴보면, 송파구와 은평구에서 오염물질이 많이 배출되는 것으로 나타났다. 오염물질별 배출과 관련하여 SO_x의 경우 종로를 포함한 도심권역, 그 외의 다른 오염물질은 남동권역에서 다른 권역과 비교해 상대적으로 많이 배출되는 것으로 나타났다.



4) 생산공정

생산 공정에 따라 배출되는 대기오염물질은 서울 시내에 생산 공정업체가 거의 없고 배출되는 오염물질 배출량도 매우 미미하여 환경부의 대기정책지원시스템(CAPSS)에서 배출량이 산정되고 있지 않다. 이에 생산 공정에 의한 대기오염물질 배출량은 제외하였다.

5) 에너지 수송 및 저장, 유기용제

화석연료, 특히 휘발성이 강한 휘발유의 공급으로 인한 휘발성유기화합물(VOC)의 배출량 산정과 대응되는 배출원 분류이다. CAPSS에서 적용된 에너지 수송 및 저장 부문의 배출원 분류체계는 점오염원으로 정유사 출하기지, 수송 및 저유소(주유소 제외)와 면오염원으로 주유소(주유시 포함)로 분류하였다.

그리고 도료, 페인트 용매 등 유기용제 사용으로 인한 VOC 배출량 산정은 배출원 종류에 따라 개별 산정방법이 다양하게 적용된다.

2011년 휘발유 공급에 의한 VOC 배출량은 Stage I, Stage II, 숨구멍 자체 증발의 통합계수의 변경된 배출계수가 적용되어 크게 감소한 것으로 나타났다.¹⁾

유기용제 사용에 의한 배출량은 2006년까지 건축 및 건물, 코일 코팅, 자동차 수리 등의 도장 시설에서 발생하는 배출량이 가장 큰 비중을 보여왔다. 그러나 2007년부터는 인쇄, 가정용품, 접착용품, 도로 포장 등 기타 유기용제 사용에서 배출되는 VOC 배출량이 가장 큰 비중을 차지하는 것으로 나타났다. 2011년 현재 에너지 수송 및 유기용제 사용에서 배출되는 VOC 배출비율은 세정·세탁시설, 에너지 수송 및 저장과 비교하여 기타 유기용제 사용 및 도장시설에서 약 90%의 높은 비중을 보이고 있다.

표 3-7 에너지 수송 및 유기용제 사용 부문의 VOC 배출량

(단위 : 톤)

구분	1999년	2001년	2003년	2005년	2007년	2009년	2011년
에너지수송 및 저장	4,144	3,671	3,617	3,364	3,829	3,805	569
도장시설	22,560	30,799	33,213	27,254	29,034	15,646	16,767
세정시설	4,500	5,073	4,323	3,771	625	343	303
유기용제 사용							
세탁시설	4,970	4,888	4,823	4,885	4,813	4,861	4,702
기타 유기용제 사용	13,329	15,037	9,290	9,966	29,506	33,449	33,543
합계	45,360	55,796	51,648	45,877	63,978	54,299	55,315

자료 : 국립환경과학원, 「2011 대기오염물질 배출량」, 2013.

1) Stage I의 잠김방식의 경우 증기회수시설 의무화에 따라 저장시설에서의 회수율을 95% 적용하였고, Stage II의 차량주유와 숨구멍 자체 증발에서 회수설비 처리효율 90%를 적용하여 주유소 배출계수 2.391kg/kl에서 0.2615kg/kl로 변경됨.



2011년 에너지 수송 및 저장 부문의 지역적 배출특성은 서울시 전체 지역에 전반적으로 비슷하게 배출량이 분포한 상황이며, 특히 서초, 강남 지역에서 다소 많이 배출되는 것으로 나타났다. 그리고 유기용제 사용 부문은 중구, 강서, 송파, 강남 지역에서 많이 배출되고 있다. 중구의 경우 인쇄업의 배출비중이 중구 전체의 VOC 배출량 가운데 78.8%를 차지하고 있으며, 강서 지역은 건축 및 건물의 도장시설 배출 비율이 높고, 송파, 강남 지역은 가정 및 상업용 유기용제 사용이 절반 이상을 차지하고 있다.

6) 도로이동오염원

도로에서 주행하는 자동차로 인한 대기오염물질 배출량을 산정하는 부문으로 배출량은 크게 엔진 가열(Hot-start) 배출, 엔진 미가열(cold-start) 배출, 증발배출을 포함하며, 그 외 이륜차 배출량 등을 산정대상에 포함하였다.

도로이동 오염원은 SO_x, VOC 오염물질을 제외한 나머지 물질에서 가장 많은 배출량을 차지하는 주요한 오염원이다. 도로이동 오염원은 승용차, 택시, 승합차, 버스, 화물차, 특수차, 이륜차, RV로 세분된다.

도로이동오염원 부문의 경우 전체적으로 배출량 감소 추세를 보이며, 특히 2005년 이후 저황경유(0.043%)에서 초저황경유(0.003%)로 전환되어 SO_x 배출량은 대폭 감소하고 있다. 특히 자동차 주행거리(VKT) 감축 및 저감장치 부착 등의 정책 시행에 따라 NO_x, PM₁₀ 배출량이 꾸준히 감소하는 것으로 확인되고 있다.

도로이동오염원의 25개 자치구별 NO_x, PM₁₀ 배출량 분포를 살펴보면 서울시 전 지역에 골고루 배출되는 특징이 나타나고 있다. 이는 서울 전 지역에 도로가 모두 분포가 되어 있기 때문이며, 특히 교통량이 많은 서울 도심 지역과 영등포 지역의 경우 대기오염물질 배출량이 다른 지역에 비하여 상대적으로 많이 배출되는 패턴을 볼 수 있다.

표 3-8 도로이동오염원 부문의 배출량

(단위 : 톤/년)

구분		1999년	2001년	2003년	2005년	2007년	2009년	2011년
SOx	승용차	165	251	224	210	43	41	16
	택시	65	79	79	76	68	67	5
	승합차	165	143	95	64	7	7	1
	버스	202	215	159	89	5	1	1
	화물차	243	373	355	266	20	19	9
	특수차	8	15	13	9	0	0	0
	RV					7	7	6
	이륜차	11	8	4	3	2	4	
	합계	764	1,083	929	717	152	145	42
NOx	승용차	18,640	19,199	18,213	17,134	12,271	8,113	4,207
	택시	3,137	3,771	3,641	3,482	1,498	2,223	2,281
	승합차	2,882	6,041	4,449	3,674	1,831	1,682	1,103
	버스	11,545	13,462	13,083	10,347	11,092	5,003	4,666
	화물차	11,338	20,718	24,054	23,800	19,831	14,847	10,790
	특수차	418	806	773	734	389	94	84
	RV					4,927	5,275	3,988
	이륜차	499	159	160	163	171	719	748
	합계	48,459	64,157	64,372	59,333	52,010	37,957	27,867
CO	승용차	95,730	98,670	87,113	86,786	70,136	51,336	29,042
	택시	28,121	27,896	22,136	18,248	11,707	11,334	10,449
	승합차	4,289	11,384	7,987	6,572	1,618	1,466	696
	버스	3,929	4,457	4,475	3,970	3,278	3,395	3,570
	화물차	8,423	13,418	14,171	11,945	6,142	5,295	3,621
	특수차	209	436	437	417	176	29	23
	RV					2,881	7,646	6,236
	이륜차	30,507	11,995	12,058	12,264	12,853	44,202	38,000
	합계	171,207	168,256	148,377	140,202	108,789	124,704	91,638
PM10	승용차	174	301	493	574	11	4	5
	택시	0	0	0	0	0	0	0
	승합차	393	766	532	460	180	137	76
	버스	662	683	521	359	147	13	9
	화물차	1,018	1,696	1,825	1,563	744	577	384
	특수차	34	64	59	52	21	3	2
	RV					0	520	380
	이륜차	0	0	0	0	808	0	0
	합계	2,281	3,509	3,430	3,009	1,911	1,254	856
VOC	승용차	17,514	18,090	14,961	13,534	10,242	6,701	4,338
	택시	4,077	3,686	2,457	1,674	745	539	430
	승합차	526	1,239	874	700	274	238	121
	버스	1,037	1,214	1,656	1,920	2,423	3,140	3,288
	화물차	1,584	2,775	3,053	2,661	1,309	1,096	661
	특수차	65	146	151	146	65	8	6
	RV					417	695	532
	이륜차	3,254	1,948	1,958	1,989	2,073	4,645	3,899
	합계	28,058	29,098	25,111	22,623	17,548	17,062	13,275

자료 : 국립환경과학원, 「2011 대기오염물질 배출량」, 2013.



7) 비도로이동오염원

비도로 이동오염원은 자동차 이외에 내연기관을 장착한 철도차량, 항공기, 농기계, 건설장비 등의 배출량이 포함된다. 서울의 경우에는 바다를 접하고 있지 않아 선박에 의한 배출량은 고려되지 않는다.

표 3-9 비도로이동오염원 부문의 배출량

(단위 : 톤/년)

구분	1999년	2001년	2003년	2005년	2007년	2009년	2011년	
SOx	건설장비	161	212	289	209	500	7	10
	농업기계	0	0	0	0	0	0	0
	철도	28	27	28	19	14	12	10
	항공	65	39	27	21	68	72	76
	합계	254	278	345	249	583	91	96
NOx	건설장비	8,614	12,995	22,109	22,678	36,964	7,367	10,685
	농업기계	31	28	26	11	11	22	19
	철도	1,082	1,043	1,094	736	546	478	388
	항공	1,823	1,003	646	512	713	711	801
	합계	11,551	15,068	23,875	23,937	38,234	8,579	11,893
CO	건설장비	2,520	3,775	6,413	6,480	17,925	3,365	4,896
	농업기계	14	12	12	4	4	10	9
	철도	441	426	446	300	222	195	158
	항공	1,067	703	536	409	694	690	778
	합계	4,043	4,916	7,407	7,193	18,846	4,259	5,841
PM10	건설장비	325	495	842	864	1,606	375	548
	농업기계	3	2	2	1	1	2	2
	철도	71	68	72	48	36	32	26
	항공	0	0	0	0	9	11	11
	합계	399	566	916	913	1,652	419	586
VOC	건설장비	1,026	1,542	2,628	2,667	4,599	788	1,141
	농업기계	4	3	3	1	1	3	2
	철도	178	172	180	120	89	78	64
	항공	110	58	35	27	62	52	58
	합계	1,318	1,774	2,846	2,815	4,751	922	1,266

자료 : 국립환경과학원, 「2011 대기오염물질 배출량」, 2013.

비도로이동오염원 건설기계의 경우 그동안 황함량을 적용하지 않던 것을 2009년 배출량 산정시 적용함에 따라 SOx가 대폭 감소하였고, NOx는 2008년부터 덤프트럭 및 콘크리트믹서트럭을 도로이동오염원으로 이동함에 따라 감소했던 배출량이 건설장비 2종 추가(공기압축기 및 천공기)에 따라 다시 증가한 것으로 나타났다.

서울시 25개 자치구 대상 연차별 이동오염원의 배출특성을 살펴보면 비도로 이동오염원

의 경우 다른 배출원과 달리 서울 전 지역에 골고루 분포하지 않고 특정지역에서 많이 배출되는 것을 알 수 있다. 김포 공항이 강서구에 위치하고 있어 항공기에 의한 배출량이 주요 배출요인이며, 재건축으로 인한 건설 활동이 많은 자치구에서 전체적으로 배출량이 많이 나타나고 있다. 특히 건설활동 수준에 따라 2009년에는 서대문, 2011년에는 강서 지역에서 건설기계의 배출량의 변화가 뚜렷하게 나타나고 있다.

8) 폐기물 처리

폐기물 소각, 매립, 퇴비화 등의 폐기물 처리방법으로 인한 대기오염물질 배출량을 산정하는 부분으로 배출원은 CORINAIR 분류체계에 국내 현실을 반영하여 분류하고 있다. 다만, CAPSS 시스템에서는 폐수처리, 퇴비화 등에 대한 배출원 자료의 부족으로 인해 소각 및 매립으로 인한 배출량만을 산정하였다. 서울시의 경우 폐기물 매립은 수도권매립지에서 이루어짐으로 매립을 제외한 처리시설이 주로 고려된다.

표 3-10 폐기물 처리 부문의 배출량

(단위 : 톤/년)

구분	1999년	2001년	2003년	2005년	2007년	2009년	2011년
SOx	78	124	130	169	376	316	208
NOx	384	692	1,159	835	1,014	553	603
CO	98	158	172	212	283	125	135
PM10	2	3	5	4	22	10	13
VOC	117	455	1,949	266	229	589	639

자료 : 국립환경과학원, 「2011 대기오염물질 배출량」, 2013.

폐기물 처리와 관련하여 서울시 25개 자치구 대상 배출 분포를 살펴보면, 서울 지역 중에서 폐기물 소각시설이 위치한 강서구, 노원구, 강남구, 양천구, 마포구, 은평구 지역에서 많이 배출되고 있음을 알 수 있다.

9) 비산먼지

비산먼지(Fugitive Dust)는 도로운행으로 인한 자동차 재비산먼지와 사업장 또는 공정상에서 일정한 배출구 없이 배출되는 먼지가 해당된다.



표 3-11 비산먼지 배출량(2011년 기준)

(단위 : 톤/년)

구분	건설공사	나대지	농업활동	도로재비산먼지	축산활동	폐기물처리	하역및야적
PM10	2,445	1,650	5	2,359	0	2	0
PM2.5	245	248	1	571	0	0	0

자료 : 국립환경과학원, 「2011 대기오염물질 배출량」, 2013.

비산먼지 배출총량에서 토지정리, 파괴, 굴삭, 건물건설, 도로건설 등 건설공사 과정에서 발생하는 비산먼지, 자동차에 의한 비산먼지 배출량이 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 지역별로는 도로 면적이 넓고, 교통량이 많은 강남, 서초 지역에서 도로 재비산 먼지의 배출량이 다소 높게 나타나고 있으며, 건설공사가 많은 자치구에서 건설공사에 의한 재비산 먼지 배출량이 많은 것으로 나타났다.

10) 생물성 연소

생물성 연소는 일상생활에서 대기오염을 가중시키는 중요한 부문으로 점차 인식이 확대되고 있으며, 농업잔재물 및 생활폐기물의 노천소각, 나무 등을 연료로 사용하는 아궁이, 화목난로와 보일러, 고기의 직화구이, 숯가마에서의 숯 굽기 등을 포함하는 배출원이다. 이와 같은 연소는 대부분 적절한 관리가 이루어지지 않기 때문에 불완전 연소가 수반되며, 대기오염물질이 다량 배출되는 배출원에 해당된다.

2011년 CAPSS 대분류체계에 처음으로 추가된 생물성 연소의 배출량의 경우 CO는 목재난로 및 보일러, 숯가마, PM10 및 PM2.5는 고기 및 생선구이, 숯가마의 배출비중이 큰 것을 알 수 있다.

표 3-12 생물성 연소 배출량(2011년 기준)

(단위 : 톤/년)

구분	고기 및 생선구이	노천 소각	농업잔재물 소각	목재난로 및 보일러	숯가마	아궁이
SOx	0	0	0	0	0	0
NOx	1	3	1	3	1	4
CO	2	35	25	341	115	49
PM10	83	4	1	13	25	1
PM2.5	77	4	1	8	24	1

자료 : 국립환경과학원, 「2011 대기오염물질 배출량」, 2013.

지역별 생물성 연소 부문의 배출 분포를 살펴보면, 숯가마가 위치한 용산구, 음식점 분포가 많은 강남구에서 고기 및 생선구이의 배출이 많이 되고 있다. 그리고 농지 면적이 다른 자치구와 비교해 상대적으로 많은 서초구에서 목재난로 및 보일러의 CO 배출이 높게 나타나고 있다.



2. 오염물질별 배출량 현황

1) 황산화물(SO_x)

서울시 지역에서 배출되는 황산화물(SO_x) 배출총량의 변화를 살펴보면, 1999년에는 13,555톤 배출되었으나 2011년에는 5,691톤 배출하여 1999년 대비 58.0%가량 감소하였다. SO_x 배출은 연료 중 황성분의 연소로 인하여 배출이 되는데 황산화물 배출량이 감소한 원인은 서울시에서 사용하는 연료가 점차 청정연료인 도시가스의 확대 보급과 등유 및 저황유 경유 사용 등에 기인한 것으로 판단된다.

표 3-13 서울시 배출원별 SO_x 배출량(1999~2011년)

(단위 : 톤/년. %)

구분	1999년	2001년	2003년	2005년	2007년	2009년	2011년
에너지산업 연소	445 (3.3)	514 (5.7)	430 (6.4)	265 (3.3)	5 (0.1)	3 (0.1)	5 (0.1)
비산업 연소	11,497 (84.8)	6,132 (68.2)	4,720 (70.2)	6,614 (82.2)	6,549 (83.6)	3,728 (86.2)	4,765 (83.7)
제조업 연소	518 (3.8)	856 (9.5)	165 (2.5)	35 (0.4)	170 (2.2)	42 (1.0)	9 (0.2)
도로이동오염원	764 (5.6)	1,083 (12.1)	929 (13.8)	717 (8.9)	152 (1.9)	145 (3.4)	42 (0.7)
비도로이동오염원	254 (1.9)	278 (3.1)	345 (5.1)	249 (3.1)	583 (7.4)	91 (2.1)	96 (1.7)
폐기물처리	78 (0.6)	124 (1.4)	130 (1.9)	169 (2.1)	376 (4.8)	316 (7.3)	208 (3.6)
생물성 연소	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	567 (10.0)
합계	13,555 (100.0)	8,989 (100.0)	6,720 (100.0)	8,050 (100.0)	7,835 (100.0)	4,326 (100.0)	5,691 (100.0)

주 : 비산먼지 및 식생에서 배출되는 배출량은 제외하며, 생물성 연소의 경우 2011년부터 산정됨.

자료 : 국립환경과학원, 「2011 대기오염물질 배출량」, 2013.

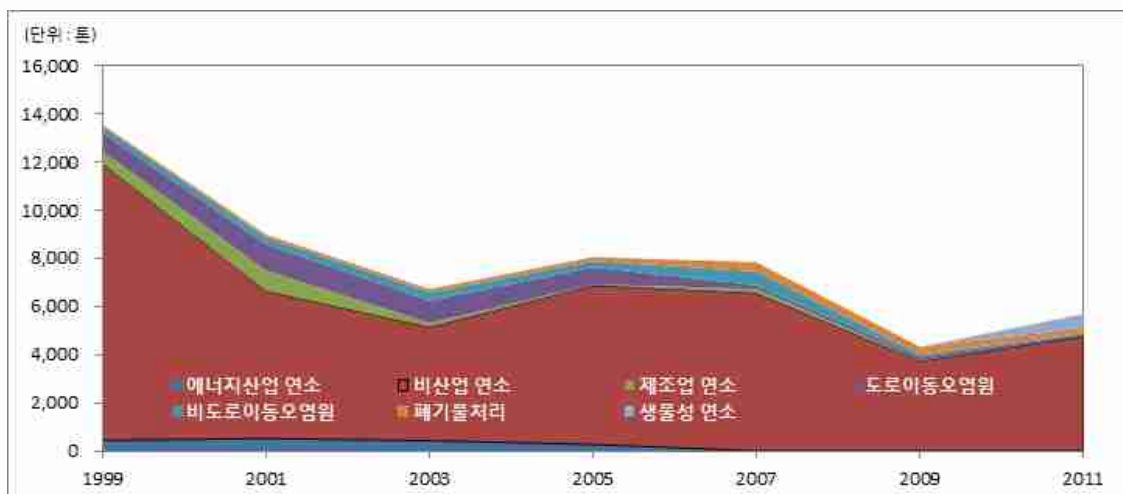


그림 3-2 서울시 황산화물(SO_x) 배출량 추세

2011년 SO_x 배출량을 부문별로 살펴보면 비산업 연소 부문에서 4,765톤으로 전체 배출량의 83.7%를 배출하는 것으로 나타났다. 이는 상업 및 주거의 난방 부분으로 주택에 지역난방을 공급함으로써 황성분이 포함된 경유 사용으로 인한 배출량이 많이 차지하고 있음을 의미한다.

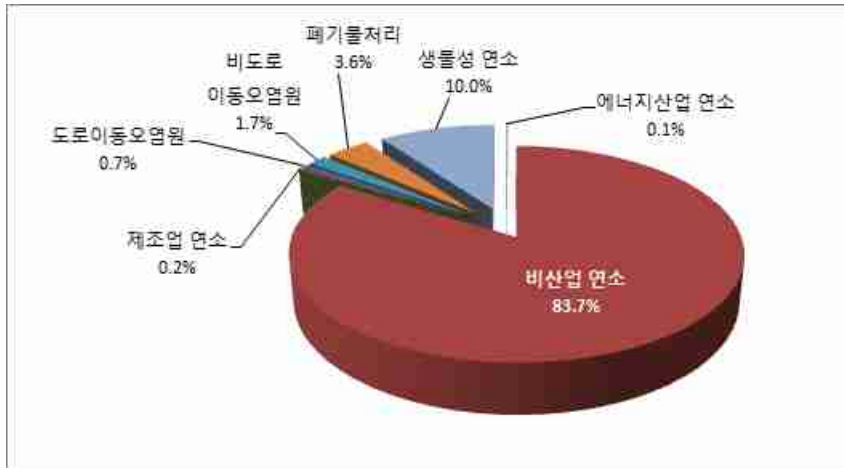


그림 3-3 서울시 부문별 황산화물(SO_x) 배출비율(2011년)

2) 질소산화물(NO_x)

서울시 연도별 질소산화물(NO_x) 배출량 변화와 관련하여 1999년에 89,736톤 배출되었으며, 2011년에는 62,080톤 배출된 것으로 나타나, 1999년 기준 30.8% 감소하였다. 2003년까지 꾸준히 증가하는 추세에서 이후 2007년까지 증감 패턴을 보였으나, 2009년부터는 도로·비도로이동오염원의 배출량 감소와 더불어 NO_x 배출총량이 감소하여, 2011년 62,080톤을 유지하고 있다.

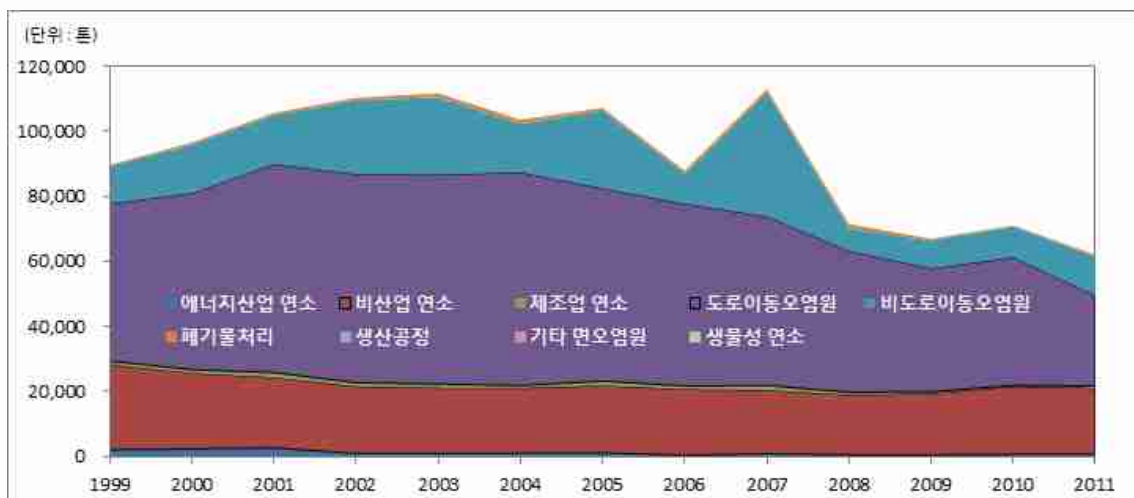


그림 3-4 서울시 질소산화물(NO_x) 배출량 추세

표 3-14 서울시 배출원별 NOx 배출량(1999~2011년)

(단위 : 톤/년. %)

구분	1999년	2001년	2003년	2005년	2007년	2009년	2011년
에너지산업 연소	2,067 (2.3)	2,609 (2.5)	977 (0.9)	1,062 (1.0)	789 (0.7)	493 (0.7)	636 (1.0)
비산업 연소	26,276 (29.3)	21,731 (20.6)	20,160 (18.0)	20,744 (19.3)	19,625 (17.4)	18,885 (28.2)	20,430 (32.9)
제조업 연소	999 (1.1)	1,451 (1.4)	1,154 (1.0)	1,346 (1.3)	1,393 (1.2)	509 (0.8)	619 (1.0)
도로이동오염원	48,459 (54.0)	64,157 (60.7)	64,372 (57.6)	59,333 (55.3)	52,010 (46.0)	37,957 (56.7)	27,867 (44.9)
비도로이동오염원	11,551 (12.9)	15,068 (14.3)	23,875 (21.4)	23,937 (22.3)	38,234 (33.8)	8,579 (12.8)	11,893 (19.2)
폐기물처리	384 (0.4)	692 (0.7)	1,159 (1.0)	835 (0.8)	1,014 (0.9)	553 (0.8)	603 (1.0)
생산공정	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
기타 먼오염원	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	22 (0.0)	22 (0.0)	19 (0.0)
생물성 연소	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	13 (0.0)
합계	89,736 (100.0)	105,708 (100.0)	111,698 (100.0)	107,257 (100.0)	113,086 (100.0)	66,998 (100.0)	62,080 (100.0)

주 : 비산먼지 및 식생에서 배출되는 배출량은 제외하며, 생물성 연소의 경우 2011년부터 산정됨.

자료 : 국립환경과학원, 「2011 대기오염물질 배출량」, 2013.

1999~2011년 기간 도로이동오염원에서 50% 이상 배출되는 것으로 나타났으며, 2011년의 경우 도로이동오염원에서 27,867톤으로 전체배출량의 44.9%가 배출되고 있다. 다음으로는 비산업 연소 부문 20,430톤, 비도로 이동오염원이 11,893톤으로 전체 배출량의 각각 32.9%, 19.2%를 차지하고 있다. 서울시 전체 NOx 배출량 가운데 도로 및 비도로 이동오염원에서 배출되는 배출량이 89,468톤으로 전체 배출량의 64.0%를 차지하여 NOx 배출량의 대부분을 차지하는 것으로 분석된다.

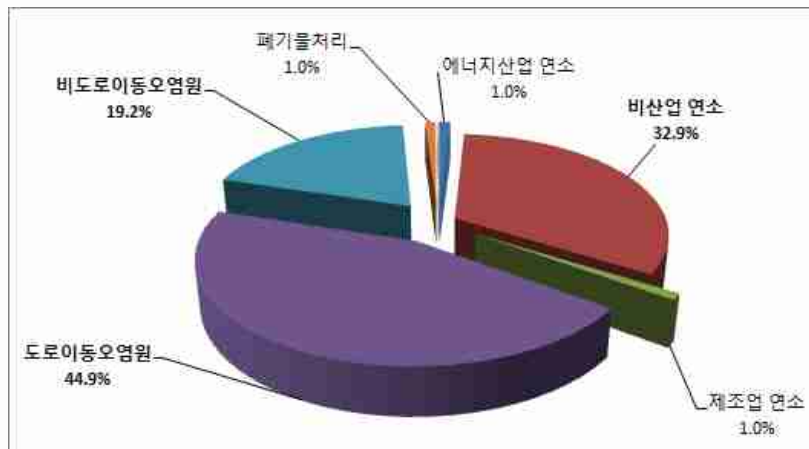


그림 3-5 서울시 부문별 질소산화물(NOx) 배출비율(2011년)



3) 일산화탄소(CO)

CAPSS 시스템에서 산정된 서울지역 부문별 일산화탄소(CO) 배출량 및 배출기여 현황을 살펴보면, 1999년에 187,689톤이 배출되었으며, 2011년에는 113,310톤으로 약 74,379톤 정도 감소하여 전체적으로 감소추세를 보이고 있다.

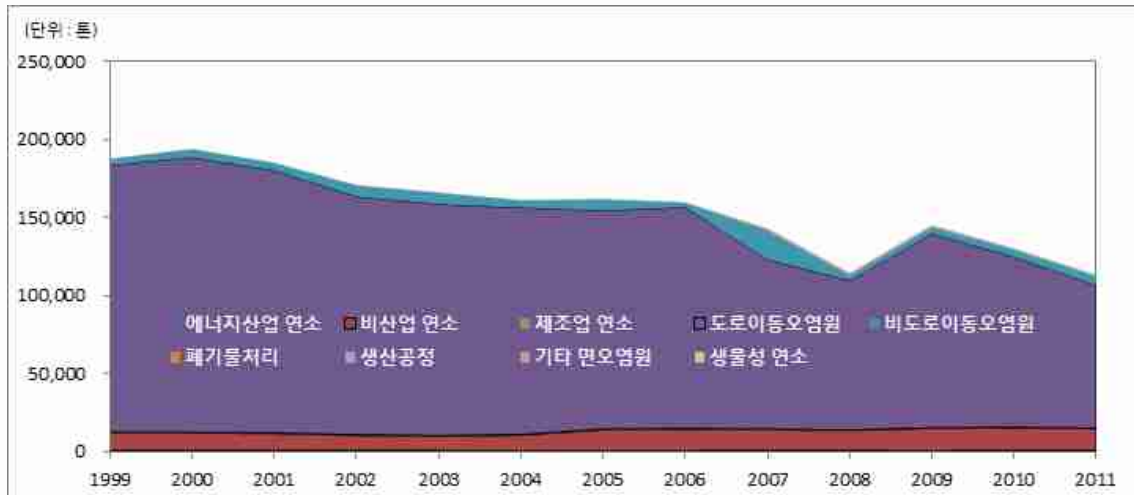


그림 3-6 서울시 일산화탄소(CO) 배출량 추세

표 3-15 서울시 배출원별 CO 배출량(1999~2011년)

(단위 : 톤/년. %)

구분	1999년	2001년	2003년	2005년	2007년	2009년	2011년
에너지산업 연소	593 (0.3)	652 (0.4)	571 (0.3)	580 (0.4)	809 (0.6)	501 (0.3)	742 (0.7)
비산업 연소	11,490 (6.1)	10,829 (5.8)	9,143 (5.5)	13,228 (8.2)	13,022 (9.1)	14,402 (9.9)	13,917 (12.3)
제조업 연소	258 (0.1)	356 (0.2)	335 (0.2)	458 (0.3)	428 (0.3)	170 (0.1)	213 (0.2)
도로이동오염원	171,207 (91.2)	168,256 (90.9)	148,377 (89.4)	140,202 (86.6)	108,789 (76.0)	124,704 (85.9)	91,638 (80.9)
비도로이동오염원	4,043 (2.2)	4,916 (2.7)	7,407 (4.5)	7,193 (4.4)	18,846 (13.2)	4,259 (2.9)	5,841 (5.2)
폐기물처리	98 (0.1)	158 (0.1)	172 (0.1)	212 (0.1)	283 (0.2)	125 (0.1)	135 (0.1)
생산공정	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
기타 먼오염원	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	933 (0.7)	941 (0.6)	823 (0.7)
생물성 연소	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (0.0)
합계	187,689 (100.0)	185,166 (100.0)	166,006 (100.0)	161,873 (100.0)	143,110 (100.0)	145,102 (100.0)	113,310 (100.0)

주 : 비산먼지 및 식생에서 배출되는 배출량은 제외하며, 생물성 연소의 경우 2011년부터 산정됨.

자료 : 국립환경과학원, 「2011 대기오염물질 배출량」, 2013.

CO 배출량의 80% 이상을 차지하고 있는 도로이동오염원에서 2001년 이후 꾸준히 감소하는 추세였으나, 이륜차 부문의 활동도 증가 및 배출계수 업데이트로 인해 2009년에 배출량이 증가한 것으로 나타났다.

2011년 기준으로 이동오염원 부문에서 91,638톤/년 정도가 배출되어 전체 배출량의 80.9%를 차지하는 것으로 나타났다. 다음으로 비산업 연소 부문으로 13,917톤/년으로 전체 배출량의 12.3%를 차지하고 있다.

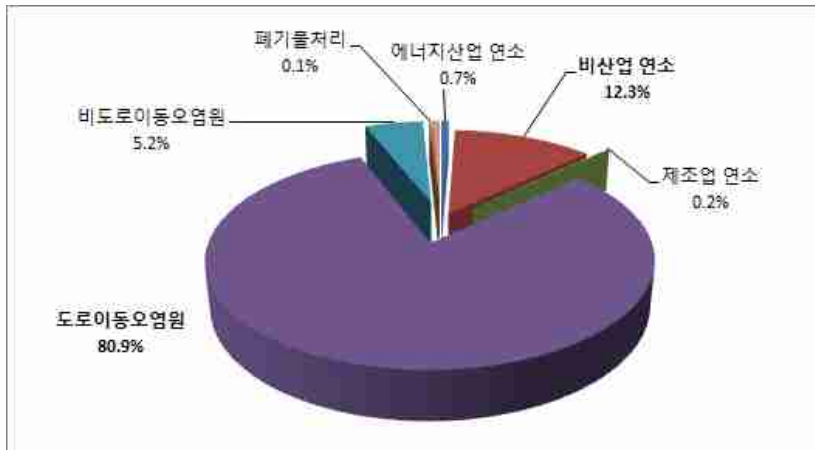


그림 3-7 서울시 부문별 일산화탄소(CO) 배출비율(2011년)

4) 미세먼지(PM10)

비산먼지를 제외한 미세먼지(PM10) 배출총량의 변화를 살펴보면, 1999년에는 3,189톤 배출되었으나, 2011년에는 1,871톤으로 1999년 대비 41.3% 정도 감소하고 있다. 특히 도로이동오염원의 경우 자동차 주행거리 감축 및 경유자동차 저공해화 등의 정책 시행에 따라 2004년 이후 꾸준한 감소추이를 나타내고 있다.

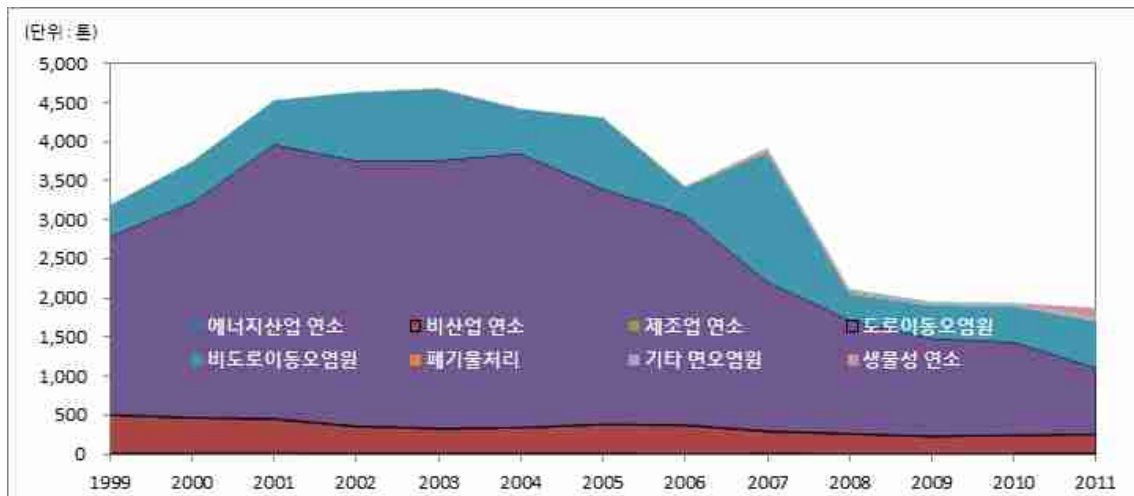


그림 3-8 서울시 미세먼지(PM10) 배출량 추세

표 3-16 서울시 배출원별 PM10 배출량(1999~2011년)

(단위 : 톤/년, %)

구분	1999년	2001년	2003년	2005년	2007년	2009년	2011년
에너지산업 연소	15 (0.5)	18 (0.4)	14 (0.3)	14 (0.3)	13 (0.3)	9 (0.4)	13 (0.7)
비산업 연소	483 (15.2)	427 (9.4)	312 (6.7)	367 (8.5)	278 (7.1)	219 (11.2)	240 (12.8)
제조업 연소	8 (0.2)	9 (0.2)	5 (0.1)	3 (0.1)	5 (0.1)	1 (0.1)	1 (0.1)
도로이동오염원	2,281 (71.5)	3,509 (77.4)	3,430 (73.2)	3,009 (69.8)	1,911 (48.8)	1,254 (64.3)	856 (45.8)
비도로이동오염원	399 (12.5)	566 (12.5)	916 (19.6)	913 (21.2)	1,652 (42.1)	419 (21.5)	586 (31.3)
폐기물처리	2 (0.1)	3 (0.1)	5 (0.1)	4 (0.1)	22 (0.6)	10 (0.5)	13 (0.7)
기타 면오염원	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	38 (1.0)	39 (2.0)	34 (1.8)
생물성 연소	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	128 (6.9)
합계	3,189 (100.0)	4,533 (100.0)	4,683 (100.0)	4,310 (100.0)	3,920 (100.0)	1,951 (100.0)	1,871 (100.0)

주 : 비산먼지 및 식생에서 배출되는 배출량은 제외하며, 생물성 연소의 경우 2011년부터 산정됨.
 자료 : 국립환경과학원, 「2011 대기오염물질 배출량」, 2013.

PM10 배출원별 배출 비율을 살펴보면 도로이동 오염원이 2011년에 856톤으로 전체 배출량의 약 45.8%로 가장 많은 비중을 보이고 있다. 다음으로는 비도로 이동오염원으로 31.3%(586톤)을 차지하고 있다. 서울시 PM10 배출총량 가운데 도로 및 비도로 이동 오염원에서 77.1%로 대부분의 배출량이 이동오염원에서 배출되는 것을 알 수 있다. 다만, PM10 배출 비율의 경우 오염원에서 직접적으로 배출되는 배출량의 비교이며, 비산먼지를 포함할 경우에는 서울시 PM10 전체 배출량은 8,332톤 수준으로 이 가운데 6,461톤(77.5%) 정도가 비산먼지에서 발생하는 것으로 나타났다.

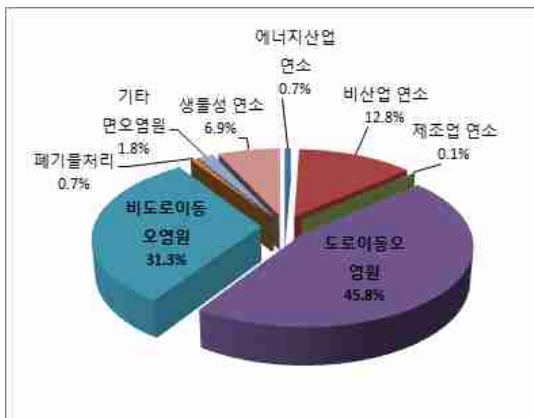


그림 3-9 서울시 부문별 미세먼지(PM10) 배출비율(2011년) _비산먼지 미포함

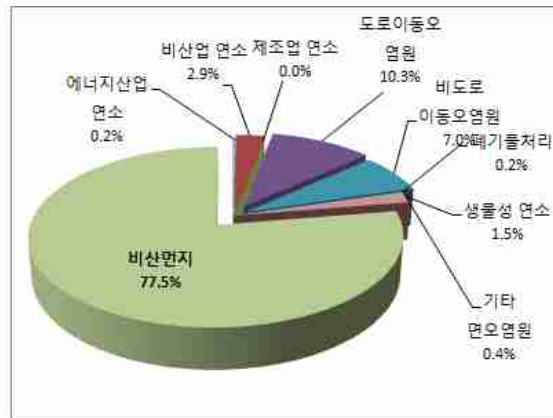


그림 3-10 서울시 부문별 미세먼지(PM10) 배출비율(2011년) _비산먼지 포함

5) 초미세먼지(PM2.5)

환경부의 대기정책지원시스템(CAPSS)에 구축된 2011년 서울시 배출원별 초미세먼지 배출량 인벤토리를 살펴보면, 비산먼지를 제외할 경우 도로이동오염원 배출량 비중이 높게 나타나 교통관련 미세먼지 저감 정책이 우선적으로 필요함을 시사하고 있다. 초미세먼지의 총배출량은 2,732톤이며, 비산먼지를 제외하면 1,668톤이다. 총배출량 가운데 비산먼지가 1,064톤(38.9%)으로 가장 높은 비중을 차지하고 있다. 다음으로 도로이동오염원이 28.8%, 비도로 이동오염원이 19.8%, 비산업 연소가 6.3%, 고기 및 생선구이, 숯가마 등 생물성 연소가 4.2%의 순서이다.²⁾

그리고 전국 초미세먼지 배출량은 113,114톤으로 제조업 연소가 40.4%로 가장 높은 비중을 차지하고 있어, 비산먼지, 자동차 등이 주요 배출원으로 나타나는 서울의 배출 특성과는 차이가 있음을 알 수 있다.

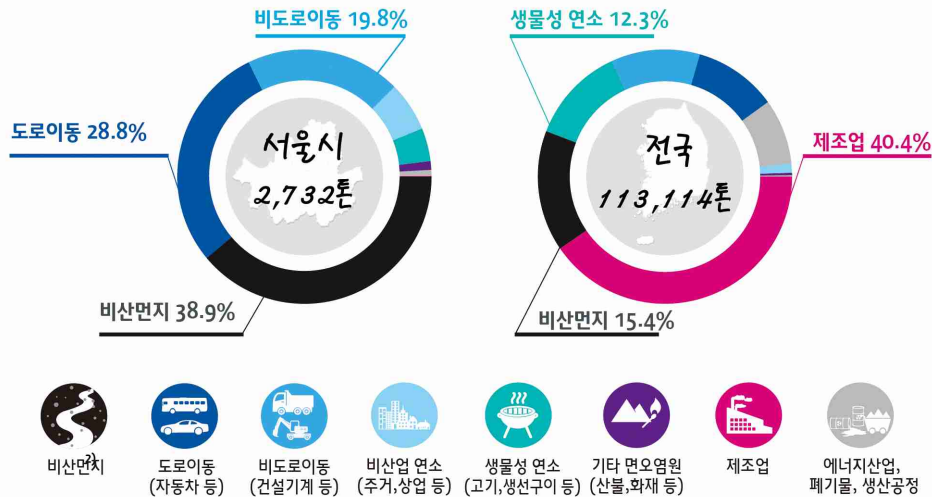


그림 3-11 서울시 대분류별 초미세먼지(PM2.5) 배출량 분포(2011년)

자료 : “서울에서 발생하는 초미세먼지, 얼마나 되나”, 서울연구원 인포그래픽스 제86호, 2014.

6) 휘발성유기화합물(VOCs)

1999~2011년 기간 서울시 VOC 배출총량의 변화를 살펴보면, 2001년 이후 꾸준히 증가하다가, 2005년 감소, 그리고 2007년 이후 배출목록 추가 및 배출계수 개선에 따라 크게 증가하는 패턴을 보이고 있다. 1999년에는 79,9556톤 정도 배출되었으며, 2011년에는 72,282톤으로 약 9.6% 감소하였다. 다만 유기용제 사용에 따른 VOC 배출수준을 고려할 경우, 총량비중과 배출증가 비율 관점에서 향후 주된 관리대상으로 확인되고 있음이 특기사항이다.

2) 서울시 초미세먼지 배출량에서 비산먼지를 포함하지 않을 경우, 도로이동오염원이 47.3%, 비도로이동오염원이 32.4%, 생물성 연소가 6.9%의 비중을 보임.

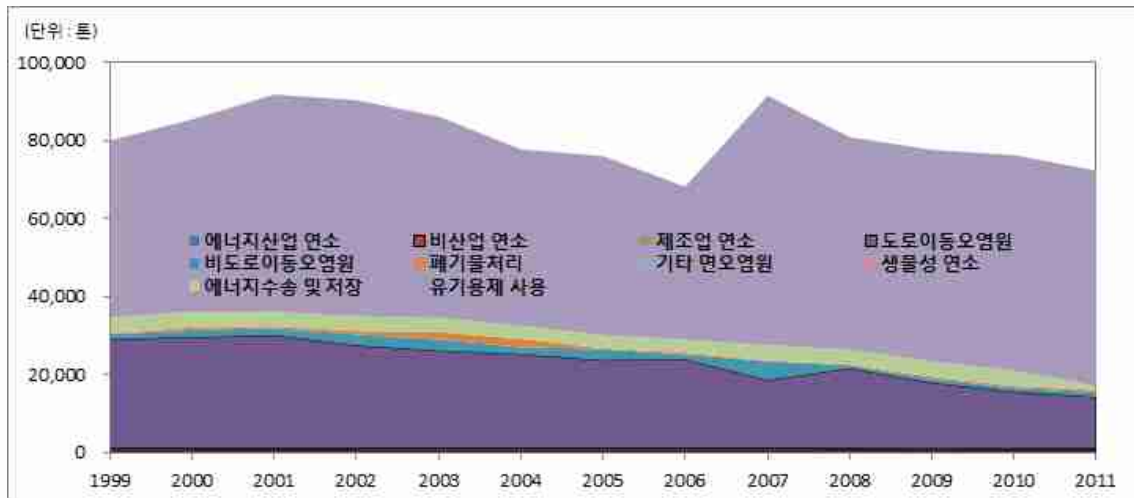


그림 3-12 서울시 휘발성유기화합물질(VOC) 배출량 추세

표 3-17 서울시 배출원별 VOC 배출량(1999~2011년)

(단위 : 톤/년. %)

구분	1999년	2001년	2003년	2005년	2007년	2009년	2011년
에너지산업 연소	88 (0.1)	97 (0.1)	85 (0.1)	87 (0.1)	109 (0.1)	68 (0.1)	100 (0.1)
비산업 연소	836 (1.0)	821 (0.9)	837 (1.0)	874 (1.1)	872 (1.0)	741 (1.0)	795 (1.1)
제조업 연소	35 (0.0)	55 (0.1)	50 (0.1)	65 (0.1)	64 (0.1)	22 (0.0)	28 (0.0)
도로이동오염원	28,058 (35.1)	29,098 (31.7)	25,111 (29.2)	22,623 (29.8)	17,548 (19.2)	17,062 (22.0)	13,275 (18.4)
비도로이동오염원	1,318 (1.6)	1,774 (1.9)	2,846 (3.3)	2,815 (3.7)	4,751 (5.2)	922 (1.2)	1,266 (1.8)
폐기물처리	117 (0.1)	455 (0.5)	1,949 (2.3)	266 (0.3)	229 (0.3)	589 (0.8)	639 (0.9)
기타 면오염원	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	77 (0.1)	78 (0.1)	68 (0.1)
생물성 연소	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	228 (0.3)
에너지수송 및 저장	4,144 (5.2)	3,671 (4.0)	3,617 (4.2)	3,364 (4.4)	3,829 (4.2)	3,805 (4.9)	569 (0.8)
유기용제 사용	45,360 (56.7)	55,796 (60.8)	51,648 (60.0)	45,877 (60.4)	63,978 (70.0)	54,299 (70.0)	55,315 (76.5)
합계	79,956 (100.0)	91,768 (100.0)	86,145 (100.0)	75,970 (100.0)	91,459 (100.0)	77,586 (100.0)	72,282 (76.5)

주 : 비산먼지 및 식생에서 배출되는 배출량은 제외하며, 생물성 연소의 경우 2011년부터 산정됨.

자료 : 국립환경과학원, 「2011 대기오염물질 배출량」, 2013.

2011년 VOC 배출량을 부문별로 살펴보면 유기용제 사용 부문에서 55,315톤이 배출되어 전체 VOC 배출량 가운데 약 76.5%를 차지하는 것으로 나타났다. 다음으로는 도로이동오염원에서 배출된 VOC 수준은 13,275톤으로 전체 배출량 중에서 18.4% 비중을 보이고 있다. VOC 배출량이 유기용제 사용에서 많이 배출되는 것은 유기용제 사용 부문에는 도장시설, 세정시설, 세탁시설 등 VOC 배출이 많은 업종이 포함되어 있기 때문이다.

표 3-18 서울시 자치구별 황산화물(SOx) 배출량 분포(2011년 기준)

(단위 : 톤/년)

구분	에너지 산업 연소	비산업 연소	제조업 연소	도로이동 오염원	비도로 이동오염원	폐기물 처리	합계
종로구	0.0	101.3	2.5	0.8	0.2	1.7	106.5
중구	0.0	871.6	0.6	0.9	0.8	4.0	877.9
용산구	0.0	68.0	0.0	1.0	1.9	1.9	72.9
성동구	0.0	56.3	0.2	1.2	0.6	1.7	59.9
광진구	0.0	8.2	0.0	1.4	0.2	1.3	11.1
동대문구	0.0	83.9	0.1	1.3	0.6	0.0	85.8
중랑구	0.0	42.3	0.0	1.5	0.9	1.8	46.5
성북구	0.0	158.1	0.0	1.6	0.3	2.1	162.1
강북구	0.0	50.1	0.0	1.0	0.1	1.5	52.7
도봉구	0.0	31.8	0.1	1.3	0.2	1.3	34.6
노원구	0.8	444.7	0.0	2.1	0.3	68.9	516.9
은평구	0.0	63.6	0.2	1.7	0.9	6.7	73.2
서대문구	0.0	1.9	0.0	1.1	2.7	1.2	7.0
마포구	2.7	170.7	0.7	1.7	0.9	82.7	259.5
양천구	1.2	1.6	0.0	2.0	0.2	1.7	6.6
강서구	0.0	1,122.6	0.2	2.5	77.1	7.3	1,209.8
구로구	0.0	14.5	0.7	1.8	1.3	2.6	20.9
금천구	0.0	34.7	0.3	1.1	1.5	0.1	37.7
영등포구	0.0	69.3	0.5	2.0	1.4	2.2	75.3
동작구	0.0	86.9	0.0	1.3	0.3	1.8	90.4
관악구	0.0	157.7	0.0	1.7	0.3	0.1	159.8
서초구	0.0	93.0	0.4	2.5	0.9	2.5	99.3
강남구	0.0	378.1	1.7	3.3	0.9	8.2	392.2
송파구	0.3	624.7	0.4	3.0	1.0	3.2	632.7
강동구	0.0	28.9	0.1	2.1	0.2	1.1	32.5

2) 질소산화물(NOx)

서울시 25개 자치구별 NOx 배출량을 살펴보면 전체 배출량에서는 도로이동오염원과 비도로이동오염원에서 질소산화물을 많이 배출한 강서구의 배출 기여도가 가장 큰 것으로 나타났으며, 다음으로 강남구, 서초구, 송파구에서도 상당 부분 배출되고 있다. 배출원 분류체계와 관련하여 비산업 연소에서는 강남구의 배출량이 많으며, 제조업 연소에서는 송파구, 도로이동오염원은 강남구, 송파구에서 많이 배출한 것으로 나타났다. 또한 비도로 이동오염원에서는 건설공사가 많아 건설기계 배출과 김포공항 영향으로 강서구 배출량이 가장 많게 나타나고 있다. 폐기물 처리 역시 강서구와 강남구 등에서 많이 배출되는 것으로 나타났다.

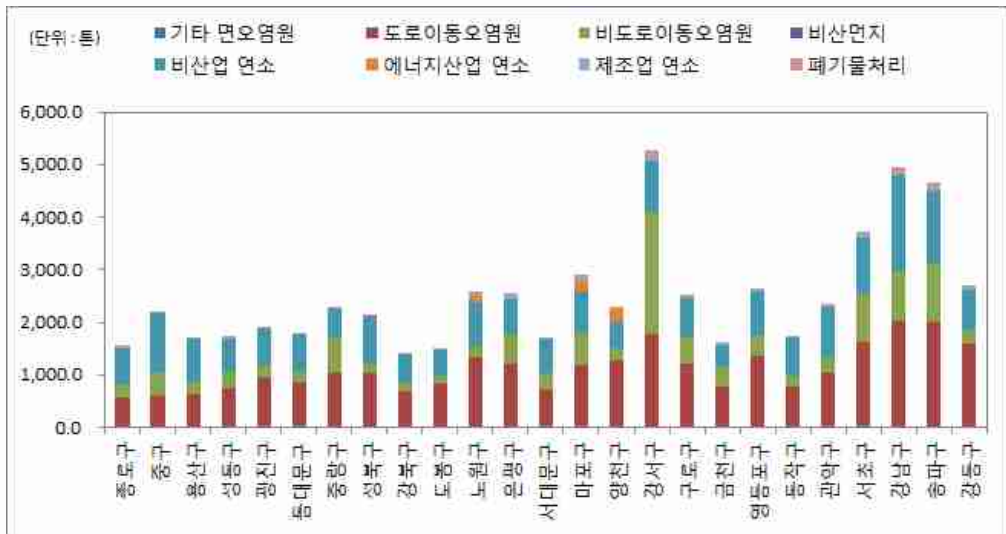


그림 3-15 서울시 자치구별 질소산화물(NOx) 배출량 분포(2011년 기준)

표 3-19 서울시 자치구별 질소산화물(NOx) 배출량 분포(2011년 기준)
(단위 : 톤/년)

구분	기타 먼오염원	도로이동오염원	비도로이동오염원	비산업연소	에너지산업연소	제조업연소	폐기물처리	합계
종로구	0.6	572.1	240.5	685.2	0.0	24.3	7.5	1,530.2
중구	0.8	590.2	438.7	1,135.9	0.0	3.1	17.9	2,186.6
용산구	0.6	618.3	233.5	837.1	0.0	3.5	8.6	1,701.6
성동구	0.6	757.2	304.7	608.1	0.0	32.9	8.8	1,712.3
광진구	0.6	943.2	251.7	681.4	0.0	2.6	5.6	1,885.1
동대문구	0.7	860.8	216.1	685.9	0.0	13.0	0.0	1,776.5
중랑구	0.8	1,028.2	671.0	563.3	0.0	4.5	8.0	2,275.7
성북구	0.7	1,029.1	178.7	916.7	0.0	2.7	9.5	2,137.4
강북구	0.5	698.7	126.5	552.8	0.0	1.1	6.6	1,386.2
도봉구	0.5	826.2	141.2	493.9	0.0	8.4	5.6	1,475.7
노원구	0.7	1,338.6	180.2	860.8	125.5	1.7	68.8	2,576.5
은평구	0.9	1,225.7	526.4	698.9	0.0	69.7	5.7	2,527.2
서대문구	0.7	722.7	303.6	642.9	0.0	1.2	6.1	1,677.2
마포구	0.7	1,187.9	599.1	789.3	224.2	39.9	61.3	2,902.4
양천구	0.8	1,283.5	216.6	498.6	246.3	1.6	47.1	2,294.3
강서구	1.2	1,758.5	2,337.5	973.4	0.0	61.5	137.4	5,269.5
구로구	0.7	1,203.6	507.4	750.2	4.4	17.0	20.7	2,504.0
금천구	0.6	777.3	371.4	419.7	0.0	23.4	0.6	1,593.0
영등포구	0.7	1,368.3	356.0	863.8	0.0	36.5	11.3	2,636.7
동작구	0.7	783.2	198.0	737.2	0.0	1.2	8.1	1,728.4
관악구	1.0	1,040.7	279.6	982.2	0.0	16.6	0.7	2,320.8
서초구	0.8	1,619.7	916.2	1,083.6	0.0	61.6	11.2	3,693.2
강남구	1.5	2,036.9	932.2	1,837.1	0.0	34.6	116.8	4,959.0
송파구	1.2	1,999.4	1,102.2	1,382.2	35.9	109.6	24.2	4,654.6
강동구	0.8	1,597.0	263.7	750.1	0.0	46.3	4.9	2,662.9

3) 미세먼지(PM10)

2011년 기준 서울시 25개 자치구별 PM10 배출량을 비교하면, 강서구의 배출량이 전체 배출량 가운데 8.8%인 718톤으로 배출 기여도가 가장 크며, 다음으로 강남구, 송파구, 서초구 등이 각각 8.2%, 8.1%, 6.1%의 배출 기여도를 나타내고 있다.

강서구는 비산먼지의 배출기여가 강서구 전체 미세먼지 배출량의 77.7%로 가장 큰 비중을 보이며, 건설활동에 의한 비산먼지 비중이 가장 높게 나타났다. 이는 다른 자치구에 비해 건설 착공면적이 높아 미세먼지 배출량이 많은 것으로 분석되었다.

그리고 강남구, 송파구, 서초구는 도로재비산에 의한 비산먼지와 도로이동오염원의 배출 기여가 자동차에 의한 기여가 높은 것으로 나타났다.

비산먼지를 제외할 경우, 강서구의 배출량은 160톤, 송파구 151톤, 강남구 138톤 수준으로 전체 배출량 가운데 각각 9.2%, 8.7%, 8.2%의 비중을 보이고 있다.

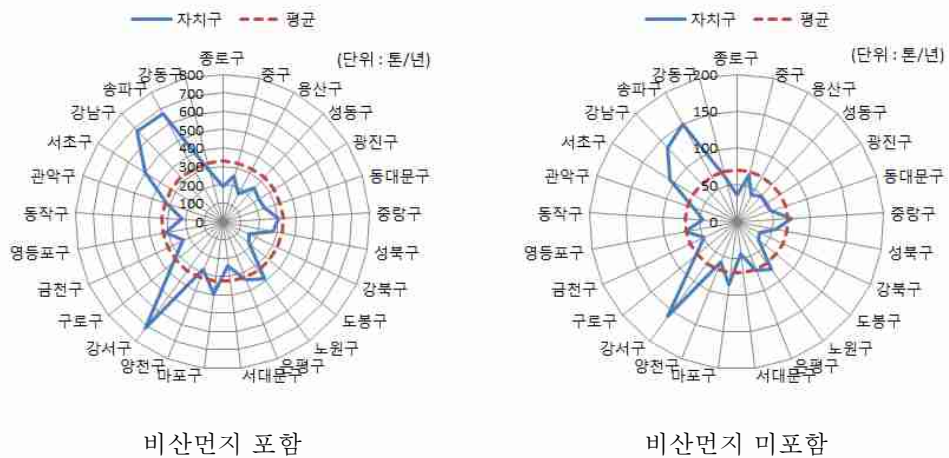
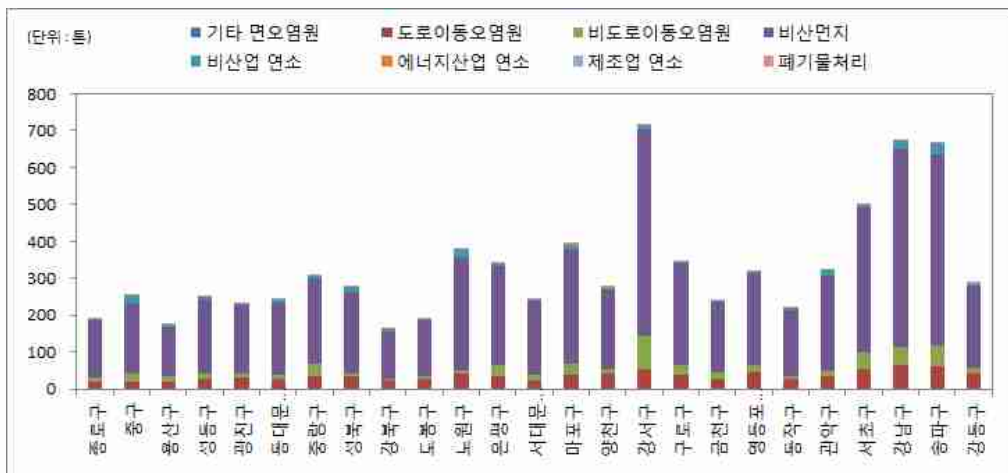


그림 3-16 서울시 자치구별 미세먼지(PM10) 배출량 분포(2011년 기준)

표 3-20 서울시 자치구별 미세먼지(PM10) 배출량 분포(2011년 기준)

(단위 : 톤/년)

구분	기타 면오염원	도로이동 오염원	비도로이동 오염원	비산업 연소	에너지산 업 연소	제조업 연소	폐기물처 리	생물성 연소	합계
종로구	1.1	17.3	12.3	4.2	0.0	0.2	0.2	4.9	40.3
중구	1.3	19.0	22.7	22.2	0.0	0.0	0.4	4.9	70.6
용산구	1.0	20.1	13.0	7.2	0.0	0.0	0.2	18.1	59.5
성동구	1.0	24.8	15.8	5.7	0.0	0.1	0.2	1.9	49.4
광진구	1.0	28.9	12.9	4.3	0.0	0.0	0.1	3.0	50.2
동대문구	1.3	27.6	11.3	7.4	0.0	0.0	0.0	2.6	50.3
중랑구	1.3	32.5	34.6	5.5	0.0	0.0	0.2	3.0	77.0
성북구	1.2	31.9	9.2	12.1	0.0	0.0	0.2	2.5	57.0
강북구	0.9	21.4	6.5	5.7	0.0	0.0	0.1	1.9	36.5
도봉구	0.9	25.8	7.3	4.6	0.0	0.0	0.1	1.6	40.2
노원구	1.3	40.4	9.3	23.2	2.5	0.0	2.5	2.7	81.9
은평구	1.5	34.6	27.3	7.3	0.0	0.1	0.2	2.5	73.4
서대문구	1.3	21.9	17.0	3.5	0.0	0.0	0.1	2.2	46.0
마포구	1.3	36.6	30.9	11.4	5.2	0.0	0.7	3.7	89.8
양천구	1.4	39.6	11.1	2.9	3.5	0.0	1.4	2.9	62.8
강서구	2.2	53.2	90.1	12.6	0.0	0.1	1.9	13.1	173.1
구로구	1.2	38.2	26.5	4.8	0.0	0.1	0.4	3.2	74.4
금천구	1.0	24.8	19.7	3.9	0.0	0.0	0.0	2.1	51.5
영등포구	1.3	45.0	18.9	5.3	0.0	0.1	0.2	4.9	75.7
동작구	1.2	24.7	10.2	8.6	0.0	0.0	0.2	2.2	47.2
관악구	1.7	32.8	14.3	12.4	0.0	0.0	0.0	3.0	64.3
서초구	1.5	50.4	47.0	7.3	0.0	0.2	0.2	7.3	113.9
강남구	2.6	62.2	47.8	22.2	0.0	0.1	3.0	12.0	149.8
송파구	2.1	60.6	56.8	29.7	1.2	0.1	0.4	5.3	156.2
강동구	1.4	41.7	13.7	5.7	0.0	0.0	0.1	3.8	66.5

주 : 비산먼지 및 식생에서 배출되는 배출량은 제외함.

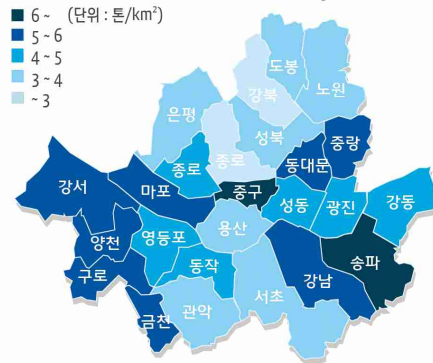
4) 초미세먼지(PM2.5)

2011년 기준으로 처음 작성된 초미세먼지 배출량 인벤토리를 살펴보면, 전국의 단위면적당 초미세먼지 배출량 1.1톤/km²과 비교해 서울의 단위면적당 배출량은 4.4톤/km² 수준으로 높게 나타나고 있다.

지역별 초미세먼지 배출량 기여도를 살펴보면, 강서구의 총배출량은 238.6톤(8.7%)으로 높은 비중을 보이며, 25개 자치구별 평균 배출량 109톤과 비교해 강서구(239톤), 강남구(219톤), 송파구(217톤)에서 배출량 기여도가 비교적 높게 나타났다. 특히 단위면적당 배출량은 중구, 송파구, 금천구가 다소 높은 것으로 분석되었다.



총배출량



단위면적당 배출량

그림 3-17 서울시 25개 자치구별 초미세먼지 배출량(2011년)
 자료: “서울에서 발생하는 초미세먼지, 얼마나 되나”, 서울연구원 인포그래픽스 제86호, 2013

그리고 서울시 1인당 평균 배출량 0.26톤/인과 비교하면, 초미세먼지를 많이 배출하는 자치구는 중구(0.60톤/인), 강서구(0.41톤/인), 강남구(0.38톤/인) 등이며, 강북구(0.16톤/인)가 초미세먼지를 가장 적게 배출하고 있다.

단위 배출원별 서울시 초미세먼지 배출총량 기여도를 살펴보면, 강남구는 비산먼지 배출량이 87.5톤 수준으로 약 3.2%의 비중이며, 다음으로 강서구는 비산먼지 배출량이 81톤으로 약 3.0%를 차지하고 있다. 비산먼지를 제외할 경우, 강서구는 비도로이동오염원 부문의 배출량이 83톤으로 2011년 서울시 총배출량의 5.3% 수준으로 가장 높은 비중을 보이고 있다.

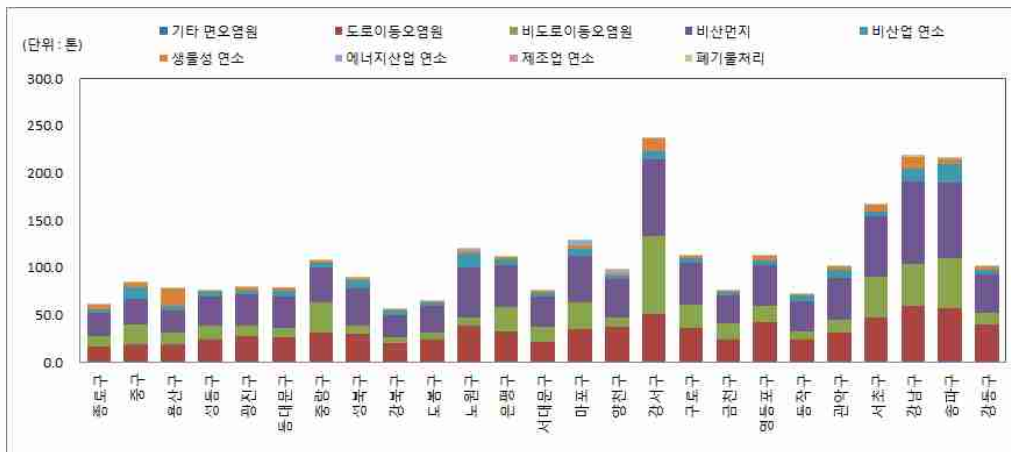


그림 3-18 서울시 자치구별·배출원별 초미세먼지(PM2.5) 배출량(2011년 기준)

표 3-21 서울시 자치구별 초미세먼지(PM2.5) 배출량(2011년 기준)

(단위 : 톤/년)

구분	기타 면오염원	도로이동오 염원	비도로이동 오염원	비산업 연소	생물성 연소	에너지산업 연소	제조업 연소	폐기물 처리	총합계
종로구	1.0	15.9	11.4	3.3	4.9	0.0	0.1	0.1	61.4
중구	1.2	17.5	20.9	12.6	4.9	0.0	0.0	0.3	84.8
용산구	0.9	18.5	11.9	5.2	18.1	0.0	0.0	0.2	78.5
성동구	0.9	22.8	14.5	4.5	1.9	0.0	0.0	0.2	76.2
광진구	0.9	26.6	11.9	4.1	3.0	0.0	0.0	0.1	79.1
동대문구	1.2	25.4	10.4	5.7	2.6	0.0	0.0	0.0	78.5
중랑구	1.2	29.9	31.8	4.6	3.0	0.0	0.0	0.1	107.8
성북구	1.1	29.3	8.5	8.7	2.5	0.0	0.0	0.2	89.4
강북구	0.8	19.6	6.0	4.7	1.9	0.0	0.0	0.1	56.3
도봉구	0.8	23.7	6.7	3.9	1.6	0.0	0.0	0.1	64.7
노원구	1.2	37.2	8.6	13.7	2.7	2.5	0.0	1.7	121.4
은평구	1.4	31.8	25.1	5.9	2.5	0.0	0.1	0.1	111.0
서대문구	1.1	20.2	15.6	3.5	2.2	0.0	0.0	0.1	75.7
마포구	1.1	33.7	28.5	7.8	3.7	5.2	0.0	0.5	129.5
양천구	1.3	36.4	10.2	2.9	2.9	3.5	0.0	1.0	98.8
강서구	1.9	48.9	83.0	8.9	13.1	0.0	0.1	1.7	238.6
구로구	1.1	35.2	24.4	4.5	3.2	0.0	0.0	0.3	113.4
금천구	0.9	22.8	18.2	3.1	2.1	0.0	0.0	0.0	76.1
영등포구	1.2	41.4	17.4	4.7	4.9	0.0	0.1	0.2	112.8
동작구	1.1	22.8	9.4	6.3	2.2	0.0	0.0	0.1	72.8
관악구	1.5	30.2	13.2	9.1	3.0	0.0	0.0	0.0	101.3
서초구	1.3	46.4	43.3	5.7	7.3	0.0	0.1	0.2	167.2
강남구	2.3	57.2	44.0	14.0	12.0	0.0	0.1	2.1	219.1
송파구	1.9	55.7	52.3	19.7	5.3	1.2	0.1	0.4	216.6
강동구	1.3	38.4	12.7	5.1	3.8	0.0	0.0	0.1	101.6

주 : 비산먼지 및 식생에서 배출되는 배출량은 제외함.

2011년 기준 서울시 25개 자치구별·배출원별 초미세먼지의 배출 기여도 순위와 배출 비중을 정리한 결과는 <표 3-22>와 같다.

대부분 도로재비산의 배출기여도가 가장 크며, 2순위, 3순위로는 건설장비, 화물차, RV의 배출기여도가 큰 것으로 확인되고 있다. 한편 용산구의 배출 기여도는 숲가마의 배출 비중이 19.6%로 가장 큰 비중을 차지하고 있어, 째질방 등의 숲가마에 대한 특화 관리가 필요함을 시사하고 있다. 또한 산지가 많이 분포하고 있는 관악구, 노원구, 서대문구, 도봉구에서는 나대지의 배출기여 순위가 다소 높게 나타나고 있다.

이와 같이 25개 자치구별, 배출원별 초미세먼지의 배출 기여 순위가 다소 차이를 보이며, 동일한 기여도 순위라 하더라도 배출 비중에는 상당한 차이가 나타나고 있음이 명확하게 확인되고 있다. 이에 따라 향후 지역적 초미세먼지(PM2.5) 배출 특성을 고려한 맞춤형 배출원 관리 전략이 필요함을 알 수 있다.

표 3-22 서울시 자치구별 배출원별 초미세먼지(PM2.5) 배출 비중(2011년)

구분	1순위	2순위	3순위
강남구	도로재비산 (22.1)	건설장비 (20.0)	RV (14.4)
강동구	도로재비산 (24.9)	화물차 (18.5)	RV (15.1)
강북구	도로재비산 (24.1)	화물차 (16.0)	RV (14.5)
강서구	건설장비 (30.3)	도로재비산 (15.1)	건설공사 (13.6)
관악구	도로재비산 (21.5)	나대지 (16.6)	RV (13.8)
광진구	도로재비산 (24.9)	화물차 (15.5)	건설장비 (15.0)
구로구	도로재비산 (21.5)	건설장비 (19.7)	화물차 (14.4)
금천구	건설장비 (20.2)	도로재비산 (19.2)	화물차 (16.7)
노원구	도로재비산 (22.7)	나대지 (18.1)	RV (15.1)
도봉구	도로재비산 (26.4)	화물차 (15.6)	나대지 (12.5)
동대문구	도로재비산 (21.5)	화물차 (16.3)	RV (12.8)
동작구	도로재비산 (23.3)	RV (15.7)	나대지 (13.6)
마포구	도로재비산 (20.8)	건설장비 (21.3)	화물차 (12.6)
서대문구	도로재비산 (19.4)	나대지 (17.8)	건설장비 (12.9)
서초구	건설장비 (25.9)	도로재비산 (21.1)	RV (12.9)
성동구	도로재비산 (21.0)	건설장비 (18.1)	화물차 (13.9)
성북구	도로재비산 (23.9)	RV (15.4)	나대지 (15.1)
송파구	건설장비 (23.9)	도로재비산 (18.9)	화물차·건설공사 (11.8)
양천구	도로재비산 (26.1)	RV (16.8)	화물차 (16.4)
영등포구	도로재비산 (23.6)	화물차 (19.8)	RV (13.5)
용산구	숫가마 (19.6)	도로재비산 (17.8)	RV (11.8)
은평구	건설장비 (23.5)	도로재비산 (21.3)	화물차 (12.8)
종로구	건설장비 (18.5)	도로재비산 (18.4)	화물차 (11.7)
중구	건설장비 (23.5)	도로재비산 (14.1)	건설공사 (13.2)
중랑구	건설장비 (28.9)	도로재비산 (18.5)	화물차 (14.1)

주 : ()안의 수치는 자치구별 PM2.5 배출 총량 100% 가운데 배출원이 차지하는 비중을 나타냄.

5) 휘발성유기화합물(VOCs)

서울시 자치구별 VOC 배출량을 살펴보면, 강서구에서 가장 많은 배출량을 나타냈고, 다음으로 중구에서 높은 기여도를 보이고 있다. 특히 중구의 유기용제 사용부문의 배출 비중이 서울시 전체의 6.5%(4,659톤)을 차지하고, 인쇄업에서 사용하는 유기용제에 의한 배출비중이 가장 높은 것으로 나타났다.

휘발성 유기화합물의 배출부문별 기여순위를 살펴보면, 가정·상업의 유기용제 사용의 비중이 대체로 40% 이상이며, 다음으로 건축·건물 도장, 코일 코팅, 세탁시설(드라이크리닝), 승용차, 이륜차 등의 배출기여 순위를 보이고 있다. 특히 중구는 인쇄업의 배출 비중이 73.1%를 차지하고 있어 휘발성 유기화합물 배출원의 특화 관리가 필요함을 시사하고 있다.

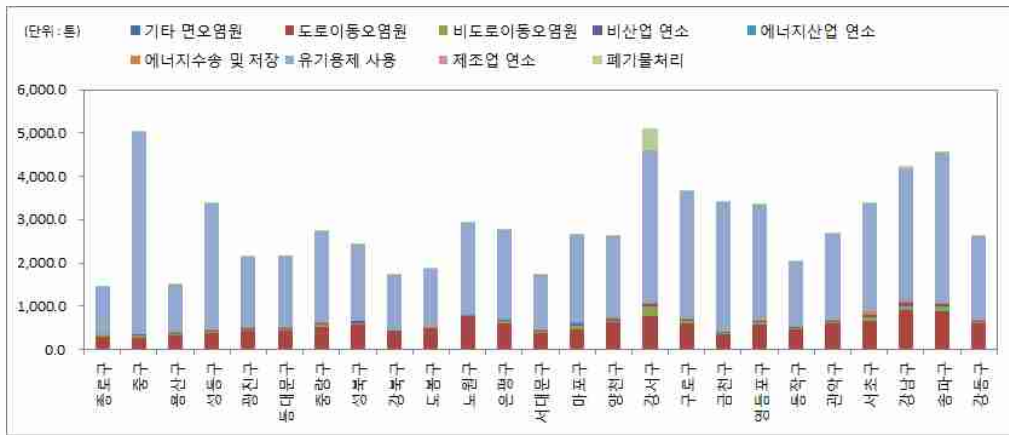


그림 3-19 서울시 자치구별 휘발성유기화합물(VOCs) 배출량(2011년 기준)

표 3-23 서울시 자치구별·배출원별 휘발성유기화합물(VOCs) 배출량(2011년 기준)
(단위 : 톤/년)

구분	기타 면오염원	도로이동오염원	비도로이동오염원	비산업 연소	에너지산업연소	에너지수송 및 저장	유기용제 사용	제조업 연소	폐기물처리	합계
종로구	2.2	282.7	25.7	24.0	0.0	8.2	1,102.0	0.5	0.1	1,445.3
중구	2.6	271.2	47.8	29.1	0.0	12.4	4,659.0	0.1	0.2	5,022.5
용산구	1.9	328.7	28.9	26.8	0.0	13.4	1,102.9	0.2	0.1	1,502.9
성동구	2.0	384.0	33.3	24.1	0.0	15.4	2,901.0	1.4	4.2	3,365.4
광진구	2.0	437.4	26.9	30.2	0.0	30.8	1,614.6	0.1	0.1	2,142.2
동대문구	2.6	438.4	24.0	28.6	0.0	25.8	1,618.0	0.6	0.0	2,138.0
중랑구	2.7	510.7	72.3	25.4	0.0	23.3	2,099.4	0.2	0.1	2,734.0
성북구	2.4	585.9	19.3	36.8	0.0	19.4	1,764.6	0.1	0.1	2,428.7
강북구	1.8	393.7	13.5	24.6	0.0	10.3	1,280.3	0.1	0.1	1,724.4
도봉구	1.8	455.4	15.2	21.9	0.0	11.0	1,350.4	0.4	0.1	1,856.0
노원구	2.6	727.6	19.6	28.3	15.3	16.6	2,100.5	0.1	3.4	2,914.1
은평구	3.1	586.2	57.2	31.2	0.0	14.1	2,057.1	3.4	0.3	2,752.7
서대문구	2.6	378.2	38.0	27.8	0.0	11.3	1,253.2	0.1	1.9	1,713.0
마포구	2.6	471.9	64.9	31.4	56.5	15.4	1,992.0	1.9	4.1	2,640.6
양천구	2.8	638.8	23.1	22.2	21.0	26.7	1,891.2	0.1	2.3	2,628.1
강서구	4.3	777.9	222.3	37.6	0.0	26.8	3,534.6	3.0	508.8	5,115.3
구로구	2.4	606.6	56.1	32.3	0.3	11.0	2,933.0	0.7	30.3	3,672.7
금천구	2.0	336.9	42.3	17.8	0.0	11.7	2,995.8	1.1	0.0	3,407.6
영등포구	2.6	585.7	40.4	34.0	0.0	33.4	2,648.0	1.8	4.8	3,351.0
동작구	2.4	453.6	21.4	30.7	0.0	16.0	1,498.6	0.1	0.1	2,022.8
관악구	3.5	590.6	29.9	41.3	0.0	14.4	1,993.1	0.8	0.0	2,673.6
서초구	3.0	644.1	97.9	48.5	0.0	98.3	2,482.1	2.3	0.1	3,376.3
강남구	5.2	901.4	99.6	66.5	0.0	47.3	3,072.7	1.3	44.0	4,238.0
송파구	4.1	878.4	118.0	41.8	7.2	36.8	3,442.7	5.3	33.6	4,567.9
강동구	2.9	608.6	28.3	31.8	0.0	19.0	1,927.9	2.2	0.1	2,620.8



제3절 장래 오염원별 오염물질별 배출량

1. CAPSS 장래 배출량 추정

수도권 지역에서 배출되는 대기오염물질의 총량관리를 통해 목표연도 대기질 수준을 충족하기 위해서는 일차적으로 장래 배출량(BAU)을 추정하는 것이 필요하다. 연후에 배출허용총량의 수준을 바탕으로 목표 삭감량을 달성하는 과정이 수반되어야 한다.

장래 배출량(BAU) 시나리오는 기준연도 이후의 배출량 변화가 사회경제 지표 변화에 의해서만 변한다고 가정한 시나리오이며, 기존 통계자료 및 각종 전망 자료 등이 주요 사회경제적 지표로 사용되었다.

기준년도 배출량은 2013년에 이용 가능하고, 국가에서 공식적으로 배출량 결과를 검증한 CAPSS 2010년 배출량 자료를 기준년도 배출량 자료로 설정하였다. 배출량 분류 기준은 CAPSS의 배출원별 분류 기준 중 대분류 기준에 따라 에너지산업 연소, 비산업연소, 제조업 연소, 생산공정, 에너지 수송 및 저장, 유기용제 사용, 도로 이동오염원, 기타 먼 오염원, 폐기물 처리, 농업, 비산먼지 등 총 12가지 배출원으로 분류하여 전망 방법론을 설정하고 전망하였다(환경부·수도권대기환경청, 2013).

2. 오염물질별 장래 배출량 전망

1) 황산화물(SO_x)

장래배출량 전망의 기준연도인 2010년과 비교하여 2024년의 수도권 지역 배출원 분류별 SO_x 증감비율을 살펴보면, 고정 오염원은 수도권 전체에서 2010년 대비 약 17% 증가할 것으로 예상된다. 인천시 지역 배출량이 기준연도 대비 44% 상승으로 가장 많고, 경기도는 기준연도 배출량과 큰 차이가 없으며, 서울시는 21% 정도 감소하는 것으로 전망되고 있다. 서울시·인천시·경기도 모두 1차 대책이 유지되는 2014년까지 배출량이 감소하는 추세에서 이후 다시 증가하는 경향을 보이며, 특히 경기도는 대형 발전시설의 폐지 영향으로 2014년 다시 감소하는 추세가 전망되고 있다.

이동오염원(도로+비도로)에서는 2010년 대비 2024년에 약 0.8% 증가할 것으로 예상된다. 서울시는 기준연도 대비 29% 상승으로 가장 많았고, 인천시와 경기도 지역은 기준연도 배출량 대비 각각 1% 증가, 1% 증감을 나타내나 기준연도 배출량과는 큰 차이가 없는 것으로 전망되고 있다.

표 3-24 수도권 배출원별 황산화물(SOx) 장래 배출량 및 증감율

(단위: 톤/년)

오염원 분류	2010년	2015년	2019년	2024년	2010년 대비 2024년 증감율
점	21,601	27,893	30,443	31,847	47.4%
면	11,126	7,451	8,006	8,632	-22.4%
도로	348	423	450	463	33.1%
비도로	9,498	9,495	9,476	9,459	-0.4%
합계	42,573	45,261	48,374	50,401	18.4%

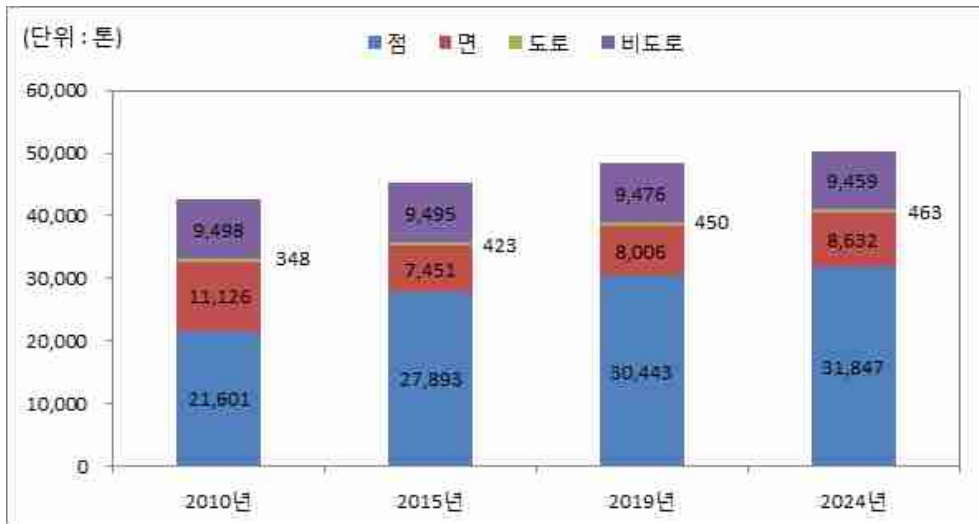


그림 3-20 수도권의 배출원별 황산화물(SOx) 배출량 전망

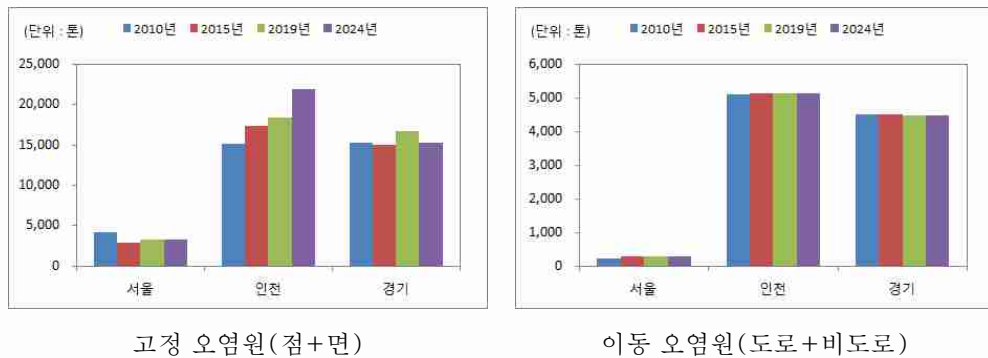


그림 3-21 지역별 황산화물(SOx) 장래 배출량 추이

서울시 장래 황산화물(SOx) 배출량(2024년)은 2010년 배출량 수준과 비교하여 크게 증가 또는 감소하는 배출부문은 없으며, 전체적으로 배출량이 2010년과 비교하여 약 18.3% 가량 감소하는 것으로 예측된다. 이는 서울시에서 향후 연료사용에서 석유류의 소비가 감소하고, 도시가스나 LNG 사용이 늘어남에 따라 SOx 배출량이 감소할 것으로 예상되기 때문이다.



배출원별 배출량 수준을 예측할 경우 2010년 배출량 수준과 비교하여 2024년에는 면오염원에서 26.8% 정도 감소하며, 이와 달리 도로이동오염원, 비도로 이동오염원의 경우 각각 46톤, 21톤 정도 증가하는 것으로 나타났다.

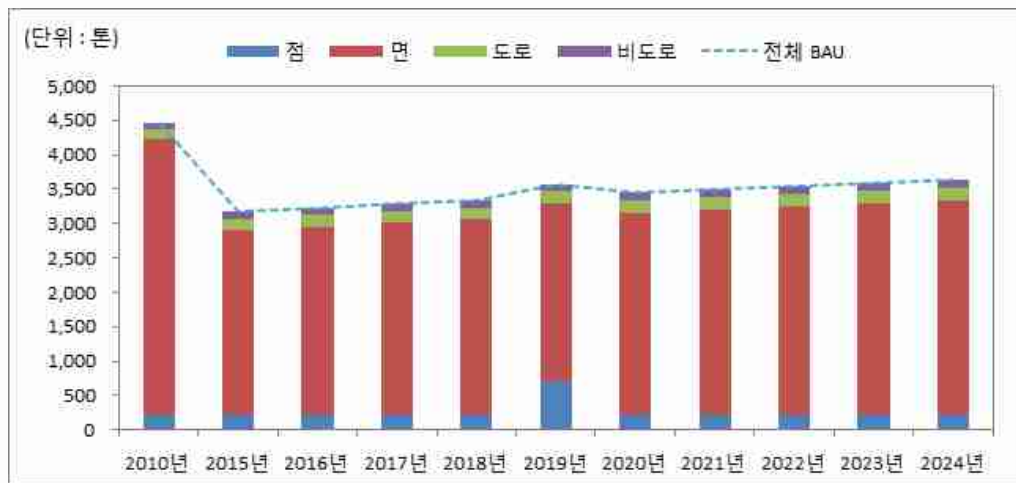
표 3-25 서울시 장래 황산화물(SO_x) 배출량

(단위 : 톤/년)

구분	2010년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년
점	213	223	221	222	224	608	226	227	228	229	230
면	4,008	2,686	2,735	2,786	2,835	2,589	2,935	2,977	3,021	3,063	3,107
도로	138	165	168	171	174	177	177	179	181	183	184
비도로	92	109	110	110	111	111	111	112	112	112	113
합계	4,451	3,183	3,234	3,290	3,344	3,575	3,450	3,495	3,543	3,588	3,634

자료 : 국립환경과학원, 「2011 대기오염물질 배출량」, 2013.

환경부 수도권대기환경청, 「제2차 수도권 대기환경관리 기본계획 수립」, 2013.

그림 3-22 서울시 장래 황산화물(SO_x) 배출량 추세

2) 질소산화물(NO_x)

수도권의 2024년 NO_x 장래 배출량은 300,157톤으로 2010년보다 8,385톤(2.9%)이 증가하는 것으로 예측되었다. 고정오염원에서는 약 37% 정도 배출량이 증가할 것으로 예상되며, 서울, 인천, 경기도가 각각 28%, 31%, 44% 증가로 서울과 인천에 비해 경기도가 상대적으로 더 많은 증가를 보이는 것으로 나타났다. 이동오염원은 2010년과 비교하여 2024년에 약 12% 정도 감소할 것으로 예상되며 서울, 인천, 경기도 각각 15%, 3%, 14% 감소가 전망된다. 단계적으로 시행하여 왔던 제작차 배출허용기준 강화 정책으로 노후된 차량이 새로운 차량으로 교체된다 하여도 과거보다 강화된 규제를 적용받기 때문에 상대적으로 오염물질 배출량이 감소된 것으로 판단된다.

표 3-26 수도권 배출원별 질소산화물(NOx) 장래 배출량 및 증감율

(단위: 톤/년)

오염원 분류	2010년	2015년	2019년	2024년	2010년 대비 2024년 증감율
점	44,310	60,541	70,772	68,062	53.6%
면	44,129	46,666	48,192	54,174	22.8%
도로	146,914	141,881	127,423	113,601	-22.7%
비도로	56,418	61,824	63,311	64,319	14.0%
합계	291,772	310,911	309,699	300,157	2.9%

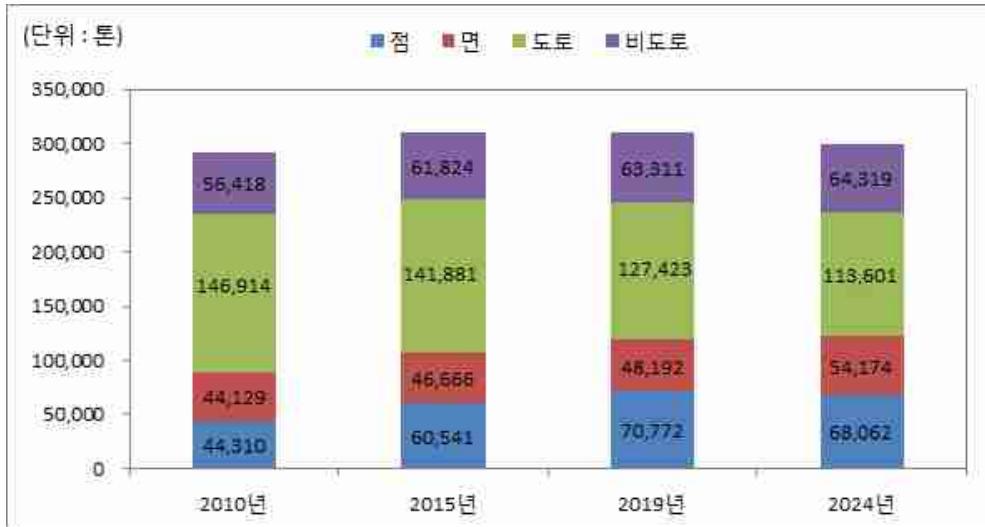


그림 3-23 수도권 장래 질소산화물(NOx) 배출량 추세

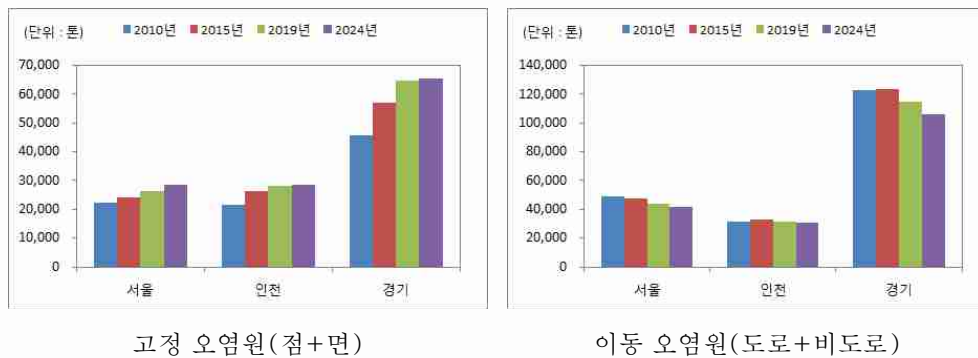


그림 3-24 지역별 질소산화물(NOx) 장래 배출량 추이

서울시의 장래 2024년 배출량은 2010년 배출량 수준과 비교할 경우 크게 증가 또는 감소하는 배출부문은 없으며, 전체적으로 배출량 수준은 2010년 대비 약 1.8% 정도 감소하는 것으로 예측된. 이는 장래에 서울시 인구가 감소하는 요인이 가장 큰 원인으로 작용하고 있다.



특히 이동오염원의 경우 9,165톤(19.2%) 정도 감소하는 추세를 나타내고 있다. 이는 자동차 등록대수 및 연료 소비량은 증가할 것으로 예상되는 반면에 자동차 기술 등의 발달로 오염물질 배출량은 상대적으로 감소할 것으로 예상되어, 상쇄효과를 나타내기 때문인 것으로 분석된다.

NOx 배출원 분류체계를 바탕으로 살펴보면, 2010년과 같이 장래에도 도로이동 오염원이 가장 많은 비중을 차지하는 것으로 전망되고 있다. 다만, 2010년에는 이동오염원의 배출 비율이 55.5%를 차지한 반면에 2024년에는 43.3%로 비율이 줄어드는 경향을 나타냈다.

표 3-27 서울시 장래 질소산화물(NOx) 배출량

(단위 : 톤/년)

구분	2010년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년
점	1,254	2,001	1,793	2,695	2,701	4,707	2,714	2,720	2,725	2,730	2,736
면	20,943	22,129	22,543	22,977	23,391	21,528	24,238	24,593	24,968	25,322	25,697
도로	39,431	37,081	36,634	35,945	32,987	33,092	31,878	31,174	30,955	32,728	30,266
비도로	9,442	10,619	10,736	10,845	10,879	10,931	10,979	11,024	11,065	11,103	11,138
합계	71,070	71,830	71,707	72,461	69,958	70,258	69,809	69,511	69,713	71,884	69,837

자료 : 국립환경과학원, 「2011 대기오염물질 배출량」, 2013.

환경부 수도권대기환경청, 「제2차 수도권 대기환경관리 기본계획 수립」, 2013.

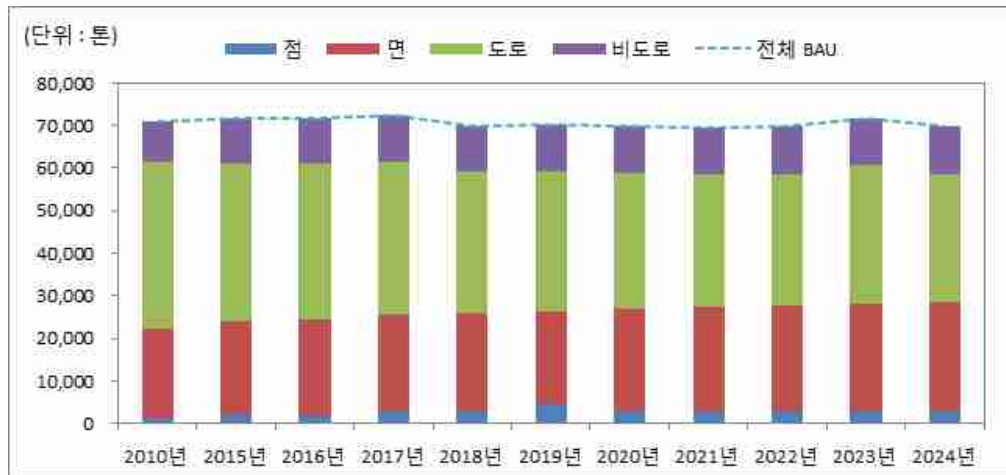


그림 3-25 서울시 장래 질소산화물(NOx) 배출량 추세

3) 미세먼지(PM10)

2010년 대비 2024년의 수도권 지역의 미세먼지(PM10) 배출량과 배출량 증감비율을 살펴보면, 비산먼지를 제외할 경우 1,966톤(18.5%)의 감소가 전망되나, 비산먼지를 포함할 경우 3,337톤(5.5%)의 증가가 예상된다. 수도권 지역에 설치·운영될 발전소의 신규 가동 등으로 에너지산업 연소부문에 1,510톤 증가가 예상되고, Euro5 적용 차량 대수가 2010년 51만대에서 2025년 462만대로 806% 증가할 것으로 전망된다. 반면, Euro5 이전 차량 대수는 250만대에서 33만대로 감소하여 이동오염원 부문 배출량은 4,150톤(81.2%), 그리고 먼오염원은 15톤(2.3%) 감소하는 것으로 전망된다.

표 3-28 수도권 배출원별 미세먼지(PM10) 장래 배출량 및 증감율

(단위: 톤/년)

오염원 분류	2010년	2015년	2019년	2024년	2010년 대비 2024년 증감율
점	1,712	2,692	3,233	3,580	109.1%
면	653	567	601	639	-2.3%
도로	5,113	3,188	1,847	963	-81.2%
비도로	3,147	3,377	3,438	3,477	10.5%
(비산먼지)	(50,185)	(54,097)	(56,900)	(59,647)	18.9%
합계	10,625	9,823	9,119	8,659	-18.5%
(비산먼지 포함 합계)	(60,810)	(63,920)	(63,896)	(64,148)	(5.5%)

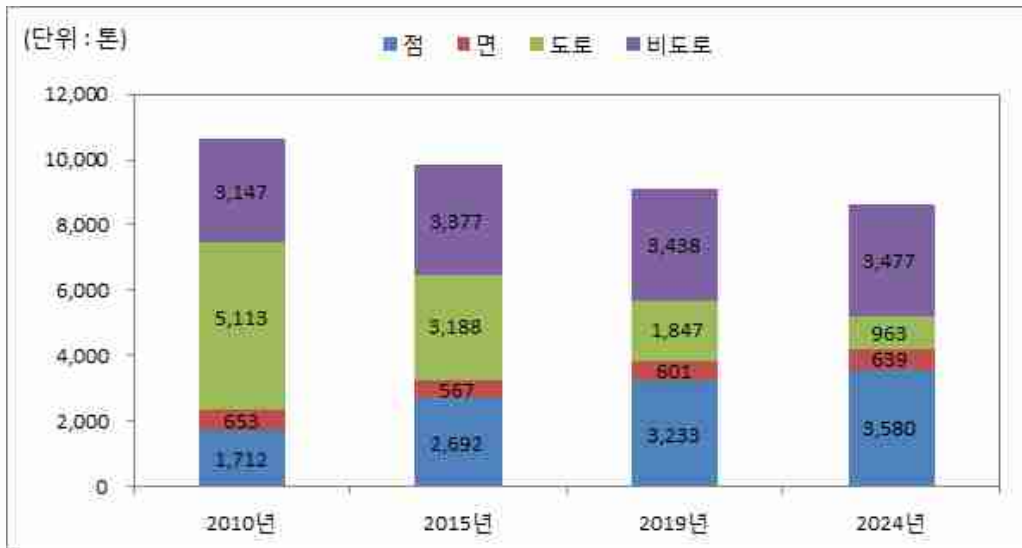


그림 3-26 수도권 장래 미세먼지(PM10) 배출량 추세(비산먼지 제외)

서울시 지역에서 배출되는 2024년 미세먼지(PM10) 장래 배출량은 전체적으로 비산먼지를 제외할 경우 2010년과 비교하여 약 872톤(38.6%) 정도 감소하는 것으로 예측되고, 비산먼지를 포함하면 1,270톤 정도가 증가되어 약 6.9% 증가가 전망된다. 이동오염



원은 대기관리권역과 동일하게 신차 대체효과 등으로 약 67.9% 감소하며, 면 오염원에서 23톤(13.0%)의 감소가 전망된다.

미세먼지 배출원별 배출비율의 변화와 관련하여, 2024년에도 2010년과 동일하게 비산먼지 배출 기여가 가장 크며, 다음으로 도로 이동오염원의 배출 비중이 큰 것으로 분석되고 있다.

표 3-29 서울시 장래 미세먼지(PM10) 배출량

(단위 : 톤/년)

구분	2010년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년
점	20	34	28	47	47	47	47	47	47	47	47
면	264	213	216	220	223	227	230	233	236	239	241
도로	1,191	751	702	643	480	451	382	325	299	254	241
비도로	463	514	520	524	526	528	530	532	533	535	537
비산먼지	11,662	12,549	12,704	12,867	13,026	13,189	13,348	13,464	13,580	13,696	13,804
합계	1,938	1,512	1,465	1,434	1,276	1,253	1,189	1,136	1,116	1,075	1,066

(비산먼지 포함 합계) (13,600)(14,061)(14,169)(14,302)(14,303)(14,442)(14,537)(14,601)(14,696)(14,771)(14,870)

자료 : 국립환경과학원, 「2011 대기오염물질 배출량」, 2013.

환경부 수도권대기환경청, 「제2차 수도권 대기환경관리 기본계획 수립」, 2013.

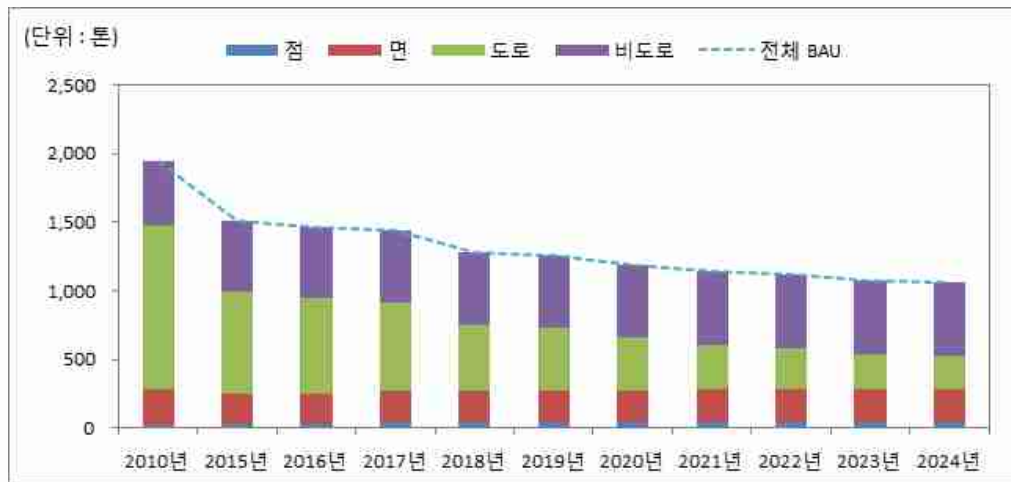


그림 3-27 서울시 장래 미세먼지(PM10) 배출량 추세(비산먼지 제외)

4) 초미세먼지(PM2.5)

2011년 CAPSS 기반 구축된 수도권 지역의 배출원별 초미세먼지 배출량은 11,008톤에서 2024년 6,265톤으로 4,743톤 정도 감소되어 약 43.1% 정도가 감소될 것으로 전망되고 있다. 특히 자동차 및 건설기계 대수의 증가에도 불구하고 신차 대체 효과로 2,907톤(76.6%) 감소하며, 점오염원 375톤(28.4%) 정도 증가할 것으로 예측된다.

표 3-30 수도권 배출원별 초미세먼지(PM2.5) 장래 배출량 및 증감율

(단위: 톤/년)

오염원 분류	2011년	2015년	2019년	2024년	2010년 대비 2024년 증감율
점	1,320	1,315	1,607	1,695	28.4%
면	2,980	443	415	485	-83.7%
도로	3,793	2,933	1,699	886	-76.6%
비도로	2,915	3,100	3,201	3,199	9.7%
합계	11,008	7,791	6,923	6,265	-43.1%

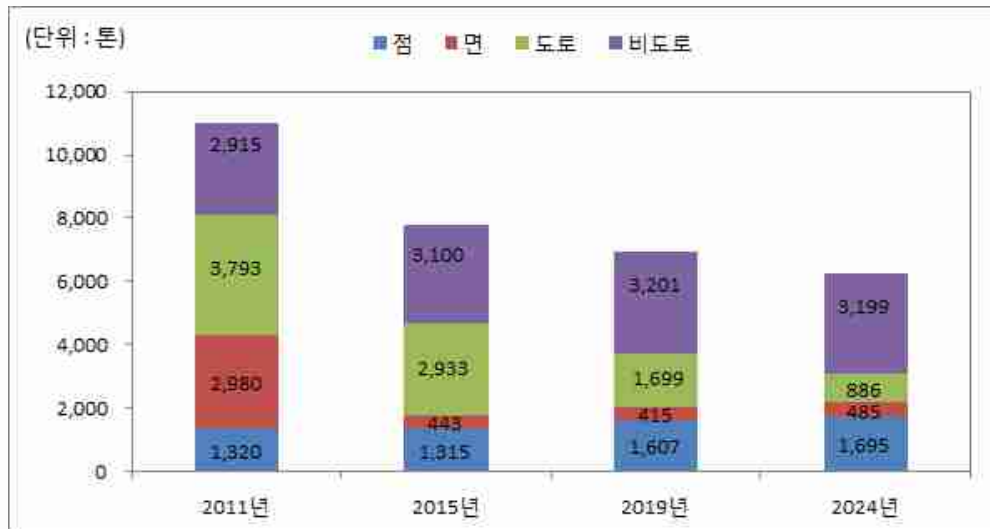


그림 3-28 수도권 장래 초미세먼지(PM2.5) 배출량 추세

서울시 지역의 2024년 장래 초미세먼지 배출량은 954톤 수준으로 2011년 1,900톤과 비교할 경우 지속적인 감소 추세를 나타내는 것으로 전망되고 있다. 면오염원과 점오염원은 193톤, 46톤으로 전체 PM2.5 배출량 가운데 각각 20.2%, 4.8%의 비중을 차지하며, 이동오염원은 75.0%의 높은 비중을 차지할 것으로 예측된다.

표 3-31 서울시 장래 초미세먼지(PM2.5) 배출량

(단위: 톤/년)

구분	2011년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년
점	22	32	26	46	46	32	46	46	46	46	46
면	309	170	173	176	178	165	184	186	188	190	193
도로	1,030	691	645	591	442	415	352	299	275	234	222
비도로	540	473	478	483	484	493	487	489	491	492	494
합계	1,900	1,367	1,323	1,296	1,150	1,105	1,069	1,020	1,000	963	954

자료: 국립환경과학원, 「2011 대기오염물질 배출량」, 2013.

환경부 수도권대기환경청, 「제2차 수도권 대기환경관리 기본계획 수립」, 2013.

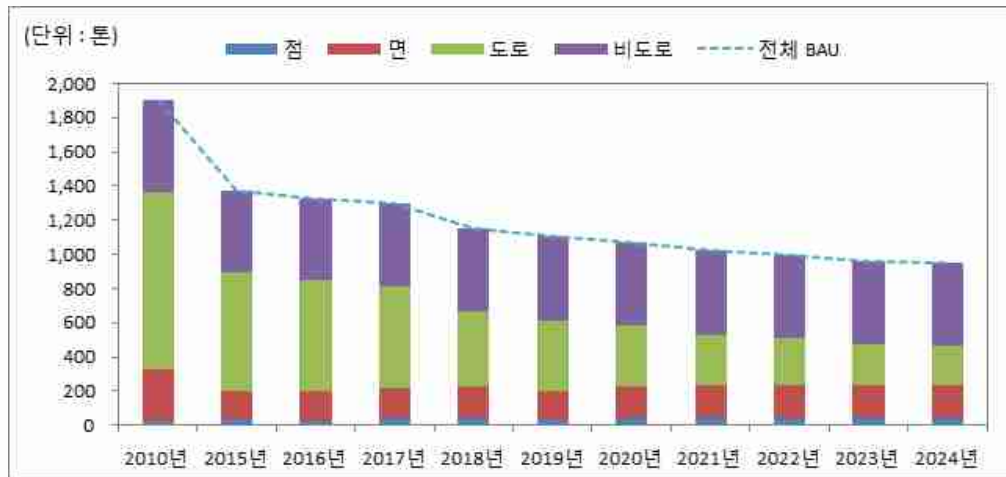


그림 3-29 서울시 장래 초미세먼지(PM2.5) 배출량 추계

5) 휘발성유기화합물(VOCs)

수도권 지역의 2024년 장래 VOCs 배출량 전망 수준은 303,620톤으로 2010년과 비교하여 6,600톤(2.2%) 정도 증가할 전망이다. 고정오염원의 경우, 수도권 3개 광역자치단체 모두 2014년까지는 소폭 감소 경향에서 2015년부터 다시 증가하는 추세로 전망되었다. 식음료가공업 등 생산공정(6,585톤), 발전소 증설(2,189톤) 등 점오염원에서 9,886톤(34.2%) 증가하여 가장 많이 증가하는 것으로 나타났다. 경제성장 및 수도권의 인구 밀집으로 도장시설, 세탁시설, 기타 유기용제 사용, 주거용 시설 등에서 16,394톤(7.1%) 정도의 증가가 예측되었다. 이동 오염원은 2010년 대비 2024년에 약 51% 감소될 것으로 예상되며, 서울시, 인천시, 경기도 각각 56%, 42%, 50% 감소량을 보이는 것으로 나타났다. 이는 제작차 배출허용 기준 강화에 따라 ULEV 차량 급증, LEV 이전 차량 급감, 경유 화물차 가운데 Euro5 차량의 급증 등으로 도로 이동오염원에서 20,457톤(6.1.3%) 감소할 것으로 전망되고 있다.

표 3-32 수도권 배출원별 휘발성유기화합물(VOCs) 장래 배출량 및 증감율
(단위: 톤/년)

오염원 분류	2010년	2015년	2019년	2024년	2010년 대비 2024년 증감율
점	28,909	34,256	37,406	38,795	34.2%
면	229,639	213,905	231,333	246,050	7.1%
도로	33,382	21,980	16,420	12,925	-61.3%
비도로	5,091	5,630	5,764	5,849	14.9%
합계	297,020	275,770	290,923	303,620	2.2%

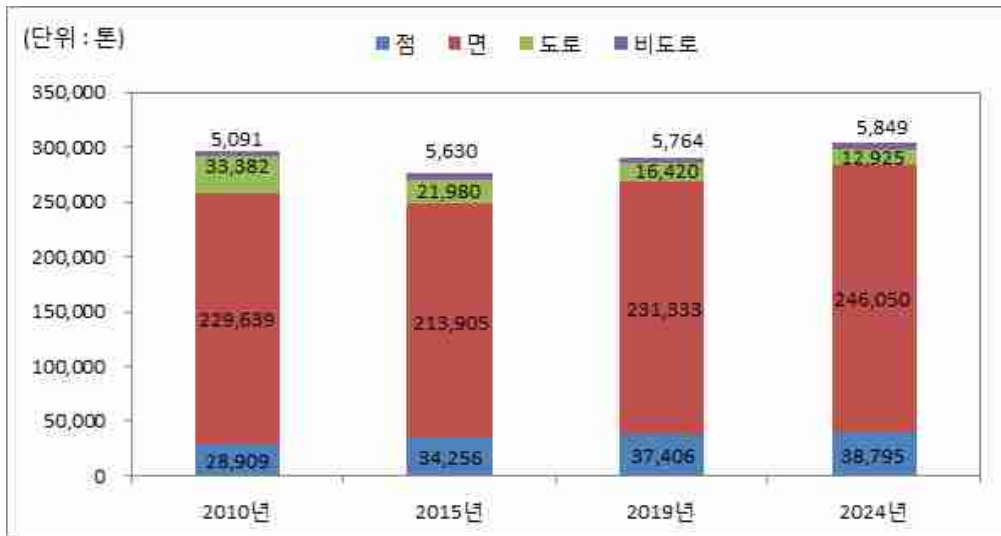


그림 3-30 수도권 장래 휘발성유기화합물(VOCs) 배출량 추세

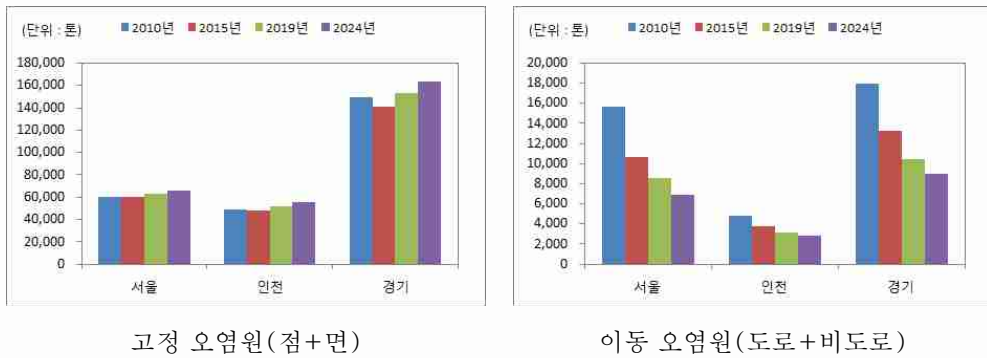


그림 3-31 지역별 휘발성유기화합물(VOCs) 장래 배출량 추이

서울시의 장래 2024년 VOC 배출량은 2010년 배출량에 비교하여 3,449톤으로 약 5.4% 정도 감소하는 것으로 전망되고 있다. VOC 배출원 분류체계에 따라 배출량 변화를 살펴보면 수도권과 유사하게 점오염원에서 21톤을 배출하여 약 32.1% 증가하는 것으로 예측된다. 그리고 먼오염원은 꾸준히 증가하여 2024년에는 2010년 대비 약 5.7% 증가하는 것으로 전망되고 있다.

표 3-33 서울시 장래 휘발성유기화합물(VOCs) 배출량

(단위 : 톤/년)

구분	2010년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년
점	530	632	509	693	695	698	700	702	704	706	741
면	60,059	59,098	59,948	60,820	61,712	62,619	63,509	63,893	64,285	64,682	65,100
도로	14,650	9,546	9,096	8,590	7,679	7,434	6,764	5,942	5,886	5,822	5,801
비도로	995	1,101	1,112	1,121	1,123	1,127	1,131	1,134	1,138	1,141	1,143
합계	76,234	70,377	70,725	71,224	71,210	71,879	72,104	71,673	72,012	72,351	72,785

자료 : 국립환경과학원, 「2011 대기오염물질 배출량」, 2013.

환경부 수도권대기환경청, 「제2차 수도권 대기환경관리 기본계획 수립」, 2013.

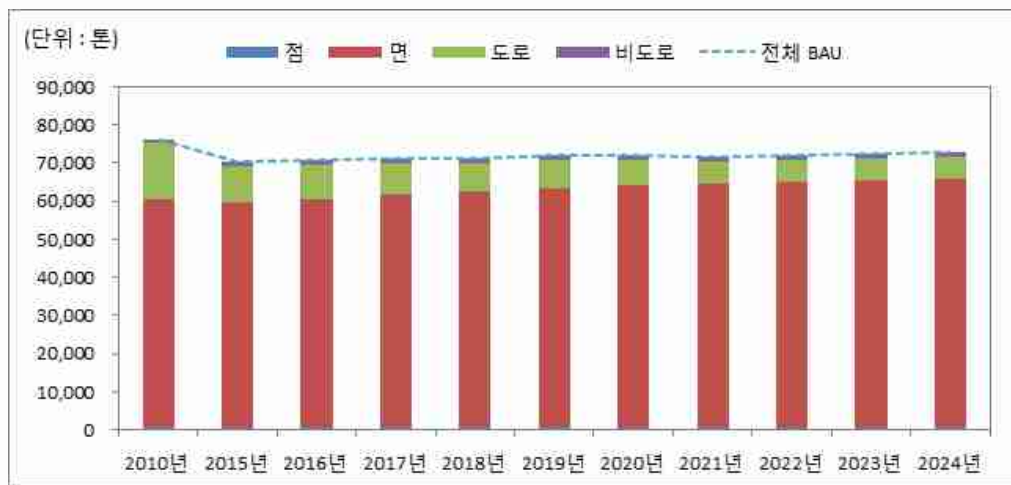


그림 3-32 서울시 장래 휘발성유기화합물(VOCs) 배출량 추세

서울시 지역에서 2015년, 2019년, 2024년 배출되는 오염물질별 변화를 2010년 배출량과 비교하여 살펴보면 다음과 같다.

- SO_x : 2010년 4,451톤이 배출되었으나 2024년에는 22.5% 감소하여 3,634톤이 배출되는 것으로 전망된다.
- NO_x : 2010년 71,070톤 배출되었으나 2024년에는 69,836톤으로 2010년 배출량의 98.3% 수준으로 예측된다.
- PM₁₀ : 비산먼지를 포함하여 2010년에 13,600톤이 배출되었으나 2024년에는 14,870톤이 배출되어 6.9% 증가하고 있다.
- PM_{2.5} : 비산먼지를 제외하고 2015년 1,367톤, 2024년에 954톤 배출되는 것으로 전망되고 있다.
- VOCs : 2010년 76,234톤이 배출되었으나 2024년에는 72,785톤 배출 전망으로 약 5.4% 감소하는 수준으로 예측된다.

표 3-34 장래 서울시 대기오염물질 배출량 예측

(단위 : 톤/년)

구분	2010년	2015년	2019년	2024년	
SOx	4,451 (100.0%)	3,183 (71.5%)	3,397 (80.3%)	3,634 (81.6%)	
NOx	71,070 (100.0%)	71,830 (101.1) %	70,258 (98.9%)	69,837 (98.3%)	
PM10	비산먼지 포함	13,600 (100.0%)	14,061 (103.4%)	14,442 (106.2%)	14,8701 (109.3%)
	비산먼지 제외	1,938 (100.0%)	1,512 (78.0%)	1,253 (64.6%)	1,066 (55.0%)
PM2.5	1,900 (100,0%)	1,367 (71.9%)	1,105 (58.2%)	954 (50.2%)	
VOCs	76,234 (100.0%)	70,377 (92.3%)	71,879 (94.3%)	72,785 (95.5%)	

주 1: () 비율은 2010년 기준 대비 2015년, 2019년, 2024년의 배출 비중임.

2. PM2.5는 비산먼지를 제외한 배출량임.

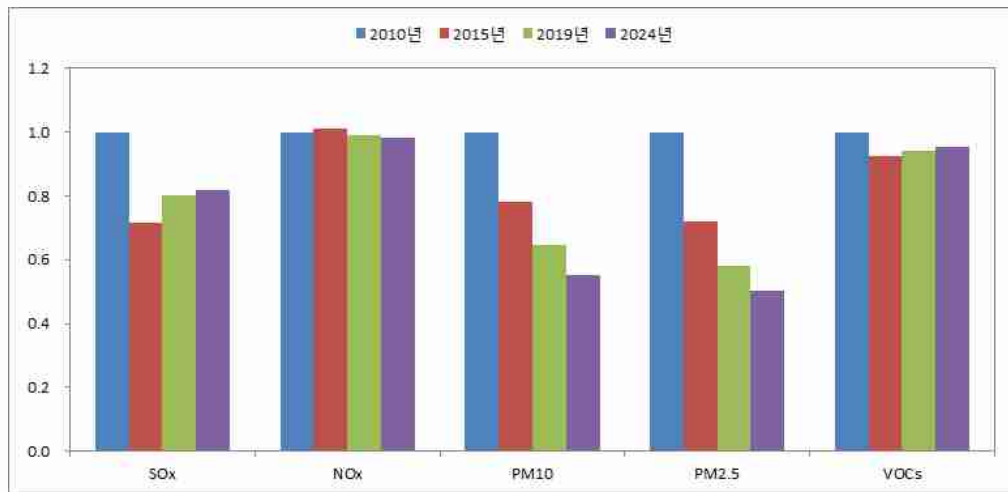


그림 3-33 서울시 연도별 장래 오염물질 배출량 비율 변화 패턴

주 : PM10, PM2.5는 비산먼지 제외