

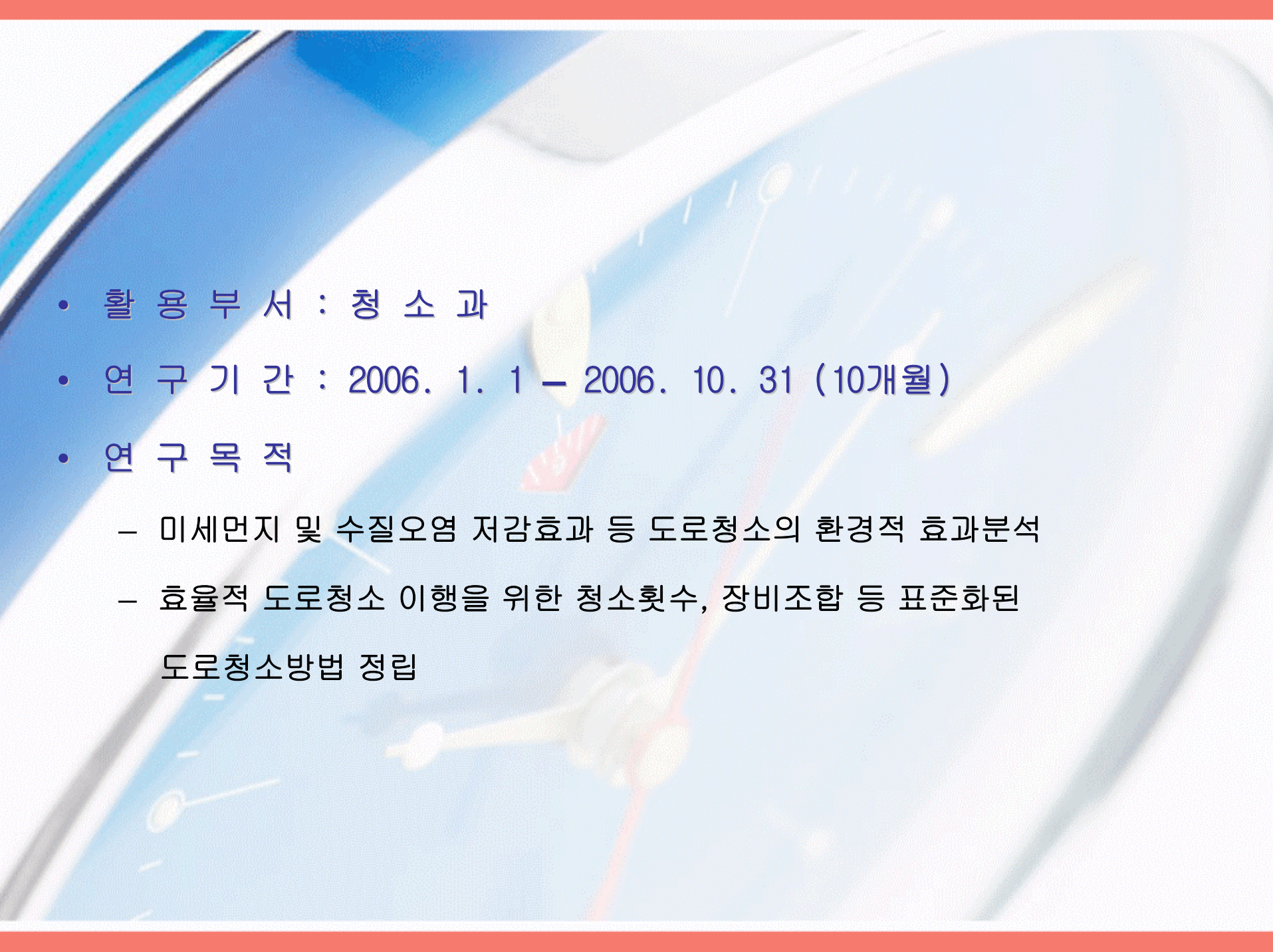




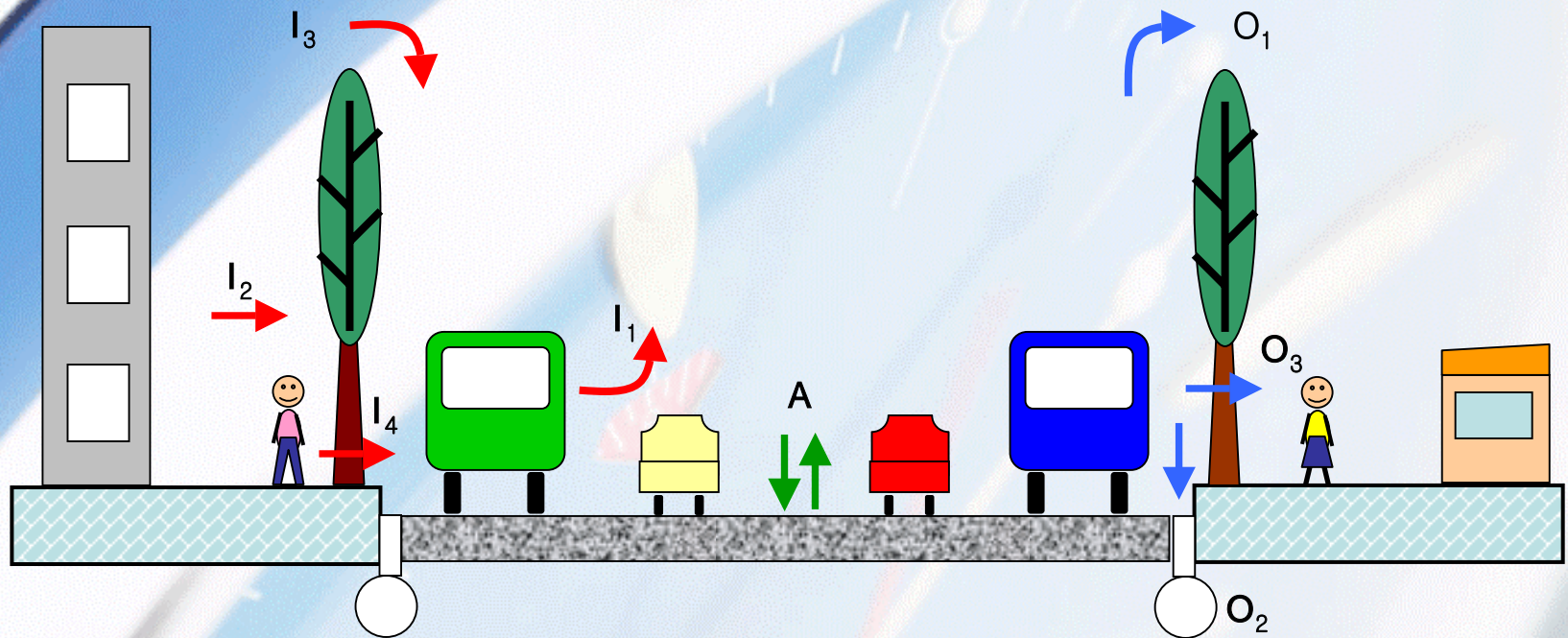


가



- 
- 활 용 부 서 : 청 소 과
  - 연 구 기 간 : 2006. 1. 1 — 2006. 10. 31 (10개월)
  - 연 구 목 적
    - 미세먼지 및 수질오염 저감효과 등 도로청소의 환경적 효과분석
    - 효율적 도로청소 이행을 위한 청소횟수, 장비조합 등 표준화된 도로청소방법 정립





$I_1$ : 차량에서 배출

$I_2$ : 건물에서 배출

$I_3$ : 외부에서 공기를 통해 유입

$I_4$ : 외부에서 빗물을 통해 유입

$O_1$ : 공기로 유출

$O_2$ : 빗물에 씻겨 유출

$O_3$ : 나무나 인간이 흡수

A: 침강, 부상을 반복하면서 도로에 남아있는 먼지(잔류량)

$$= I_{1\sim4} - O_{1\sim3}$$



- 도로청소의 역할

- 미세먼지의 유출량( $O_{1\sim3}$ )보다 더 많은 양을 유출시켜 잔류량(A)를 줄임으로서 인간 등에게 흡수되는 양( $O_3$ )등도 줄임.

- 미세먼지 거동과의 관계

- 물청소

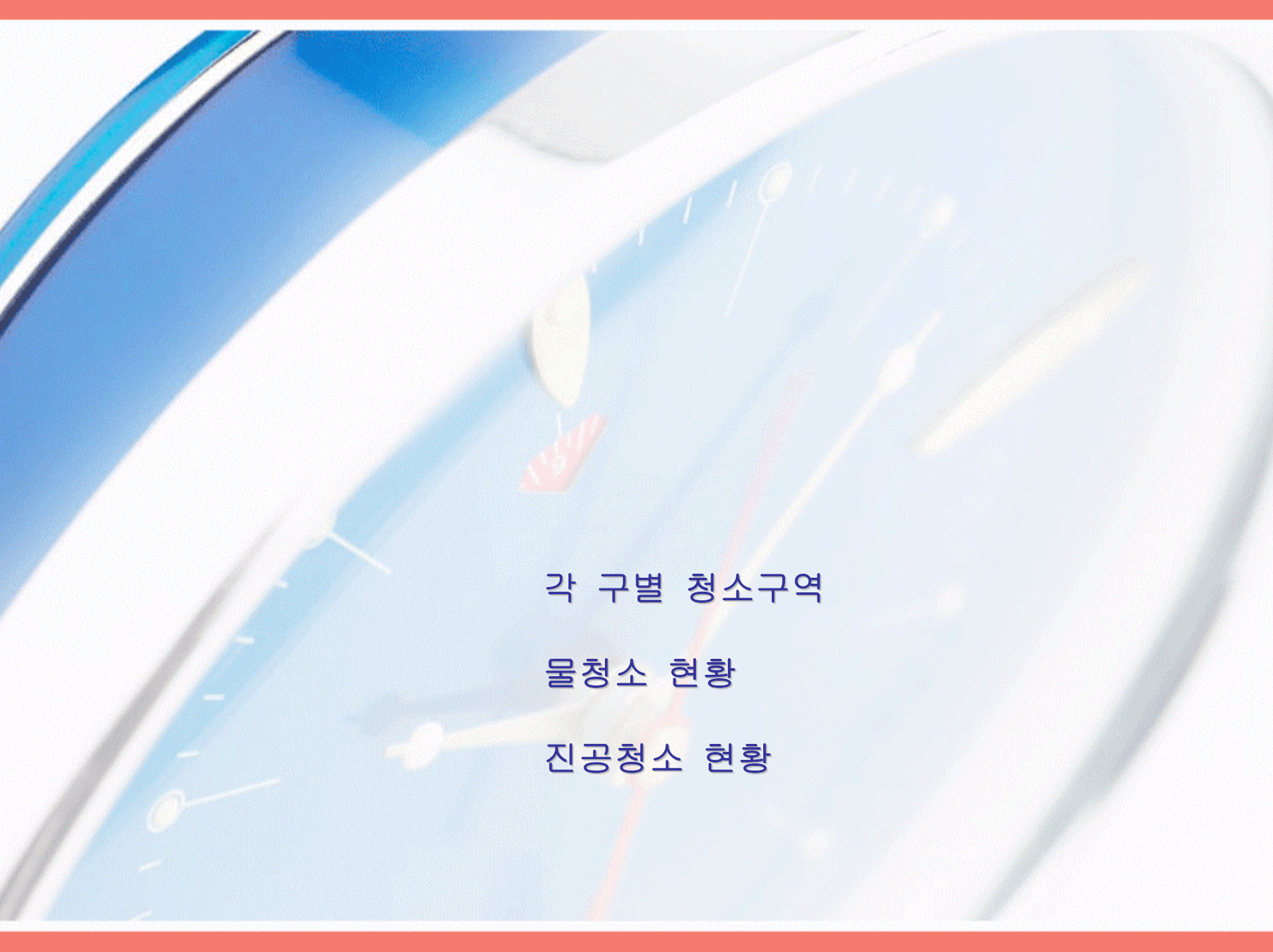
- 도로에 물을 살수하여 미세먼지 등을 하수도시설( $O_4$ )로 유출시킴.
- 빗물에 씻겨 미세먼지가 유출되는 것( $O_3$ )과 같은 원리

- 진공청소

- 도로에 쓰레기와 먼지를 제거하면서 미세먼지도 함께 제거됨( $O_5$ )
- 미세먼지는 쓰레기처리계통에서 처리됨

- 도로청소는 미세먼지의 유출을 강화시키는 수단 중 하나





각 구별 청소구역

물청소 현황

진공청소 현황



## 12m 이상 도로 현황

	구 면적 (km <sup>2</sup> )	12m이상 도로		도로면적/구면적 (%)
		연장 (km)	면적 (km <sup>2</sup> )	
종로구	24.0	61.1	1.5	6.2
중 구	10.0	45.7	1.2	12.1
용산구	21.9	82.0	2.2	10.1
성동구	16.8	73.7	1.7	9.8
광진구	17.1	56.5	1.4	8.3
동대문	14.2	69.4	1.7	11.8
중랑구	18.5	66.5	1.4	7.4
성북구	24.5	74.5	1.6	6.4
강북구	23.5	43.5	0.9	4.0
도봉구	21.0	46.4	1.1	5.1
노원구	35.4	101.9	2.4	6.8
은평구	29.9	54.1	1.4	4.6
서대문	17.6	55.0	1.4	7.7
마포구	23.9	89.8	2.3	9.5
양천구	17.5	43.2	1.2	7.0
강서구	41.4	102.4	2.6	6.2
구로구	20.1	61.2	1.7	8.3
금천구	13.0	43.2	1.0	7.9
영등포	24.5	101.1	2.6	10.5
동작구	16.4	59.6	1.5	9.2
관악구	29.6	50.3	1.2	4.1
서초구	46.9	113.6	3.3	7.1
강남구	39.5	120.7	3.5	8.8
송파구	33.9	106.0	2.9	8.5
강동구	24.6	71.6	1.8	7.4
계	605.7	1,793	45.3	7.5



- 일반 살수 차량

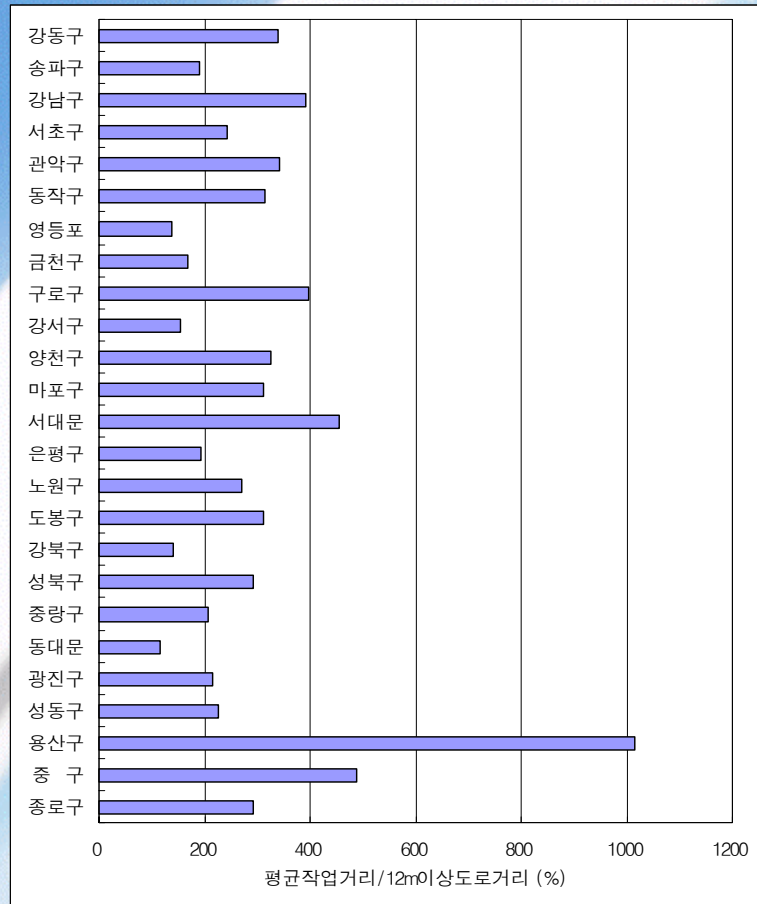


- 살수 회수 차량

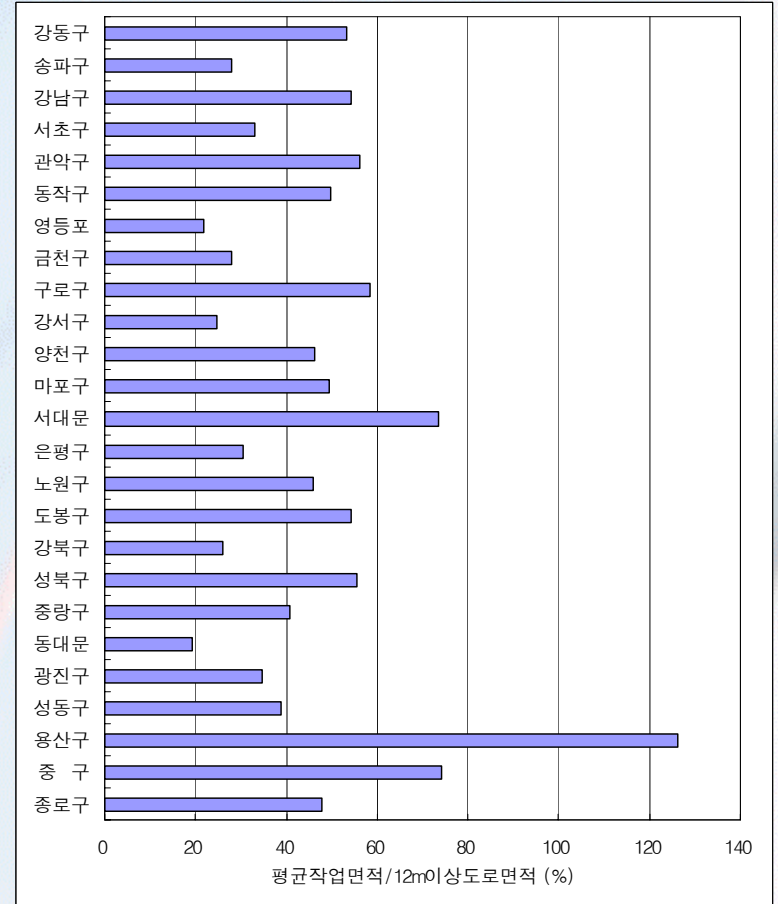




## • 평균 작업거리/대상 거리

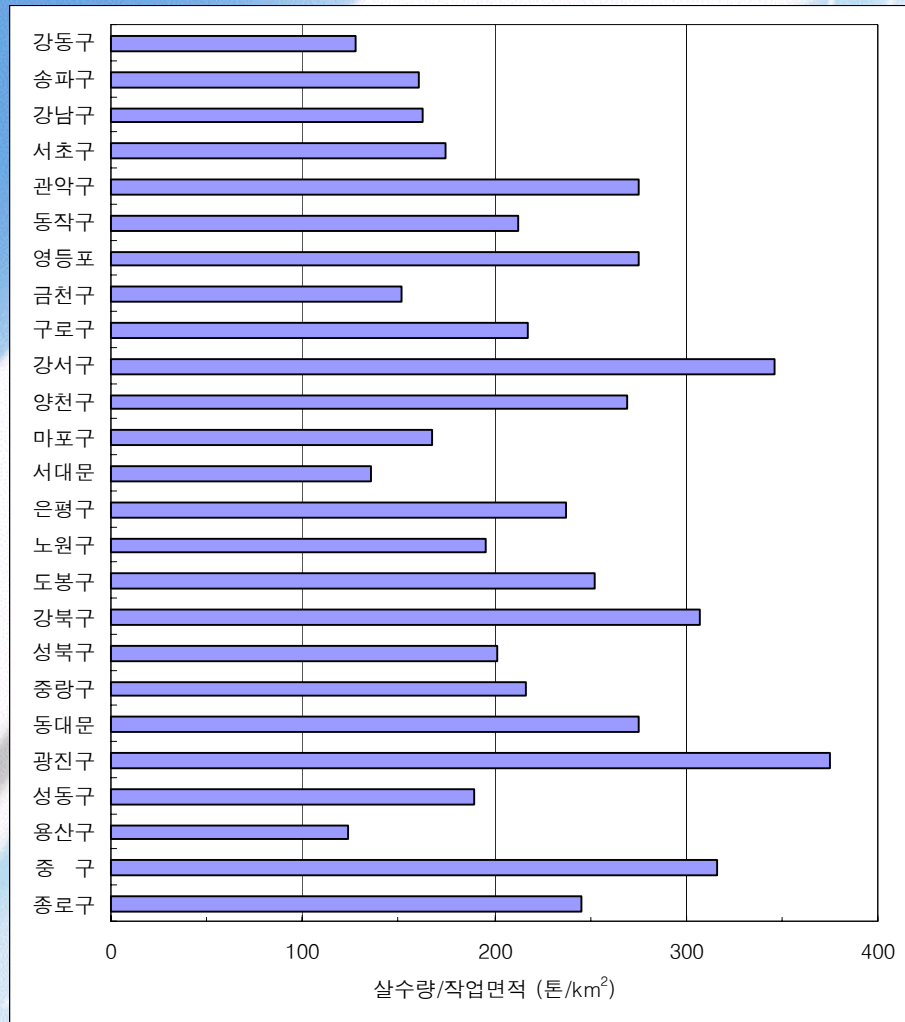


## • 평균 작업 면적/대상 면적



**50% 이상 (중구, 용산구, 성북구, 도봉구, 서대문구, 구로구, 관악구, 강남구, 강동구)**





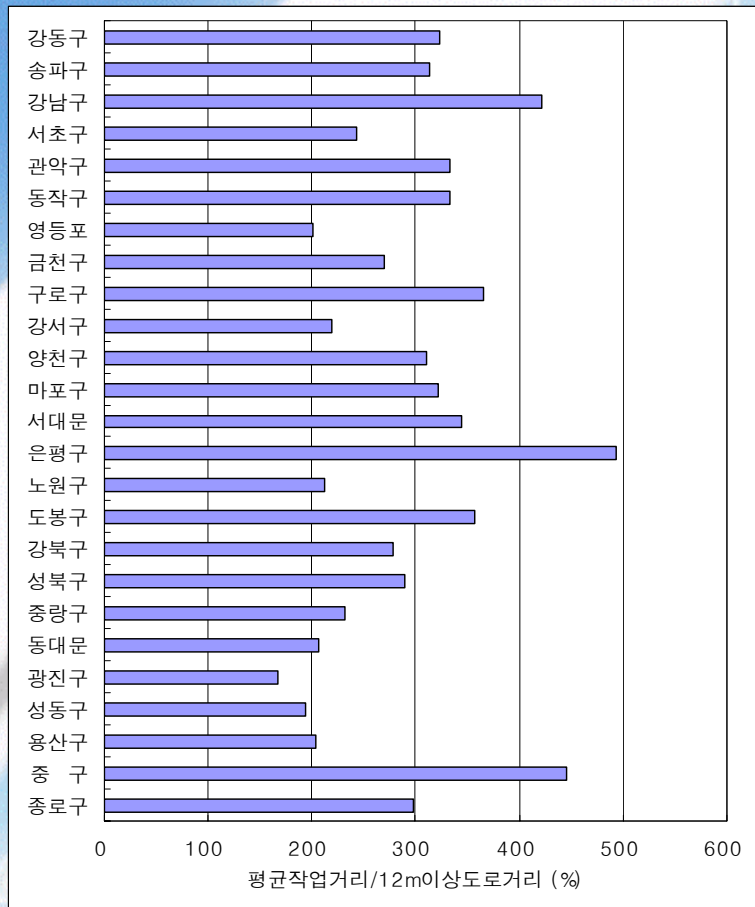
<div>                     살수량/면적 (톤/km<sup>2</sup>)                 </div>	
300 이상	<div>                         중 구                     </div> <div>                         광진구                     </div> <div>                         강북구                     </div> <div>                         강서구                     </div>
200 이상	<div>                         종로구                     </div> <div>                         동대문                     </div> <div>                         중랑구                     </div> <div>                         성북구                     </div> <div>                         도봉구                     </div> <div>                         은평구                     </div> <div>                         양천구                     </div> <div>                         구로구                     </div> <div>                         영등포                     </div> <div>                         동작구                     </div> <div>                         관악구                     </div>
200 미만	<div>                         용산구                     </div> <div>                         성동구                     </div> <div>                         노원구                     </div> <div>                         서대문                     </div> <div>                         마포구                     </div> <div>                         금천구                     </div> <div>                         서초구                     </div> <div>                         강남구                     </div> <div>                         송파구                     </div> <div>                         강동구                     </div>



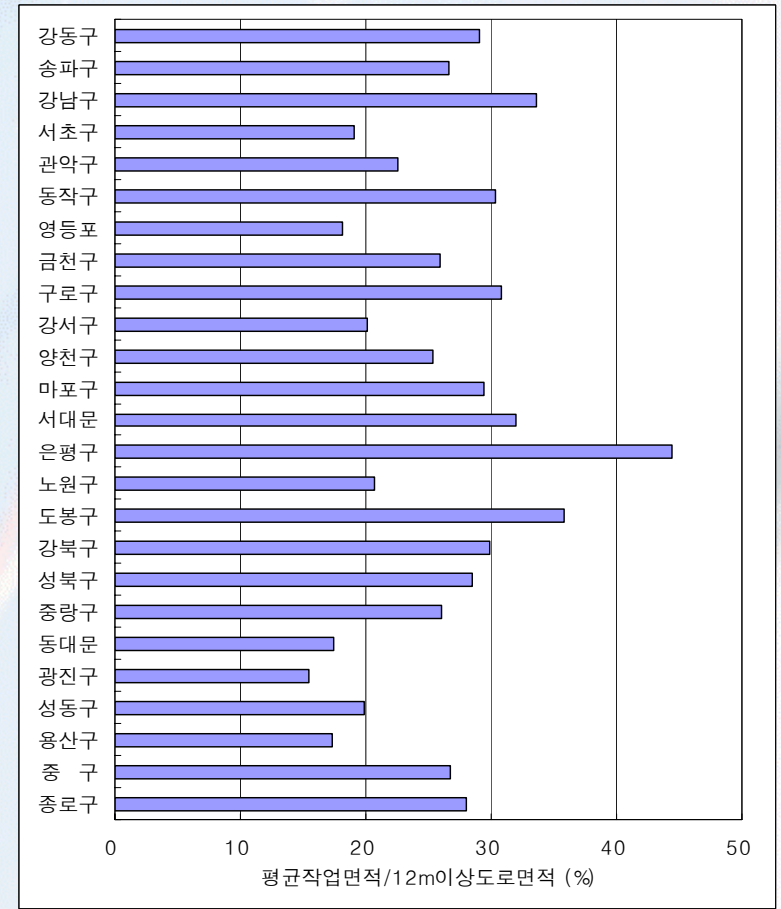




## • 평균 작업거리/대상 거리



## • 평균 작업 면적/대상 면적



**25% 이상**

중구, 성북구, 도봉구, 서대문, 구로구, 강남구, 강동구





효과분석 사례

도로청소 체계



- 진공청소 효과

- Bangor (Hewit, 1981)
  - 20%의 TSP 제어
- New York (Dept. of Environment and planning, 1981)
  - 40-60%의 TSP 제어
- Pennsylvania (Roffman, 1981)
  - 포장도로에서 80-85%의 도로먼지 제어
- 250 $\mu$ m이상 입자 제거에 효과적 (Ellis and Revitt, 1982)
- 도로상의 작은 입자상 물질 분포 증가 (Vaze and Chiew, 2002)
- PM<sub>10</sub> 제거효과 보이지 않음 (Etyemezian et al., 2003)
- 도로 먼지분포 균일화 (정용원, 2005)

- 물청소 효과

- Minneapolis (Kinsey and Jirik, 1982)
  - 물분사(water spraying)의 공사현장 비산먼지 제어 효과
  - 50% 제어 효과
- Philadelphia (Record and Bradway, 1978)
  - 물세척 효과 미미
  - 강력한 물 분사와 자동차에 의한 물 튀김 현상으로 도로에 오염물질이 재 배치되어 건조되면 다시 오염원으로 작용



- 대부분의 도시에서 인력, 장비를 조합하고 도시의 특성에 맞는 도로청소 실시
- 인력은 인도, 광장, 주차차량 밀집지역의 사전 투입 등 기계장비의 접근이 어려운 곳에 투입
- 필수적 기계청소방법은 진공청소차량이며, 쓰레기와 미세입자를 포함한 먼지의 제거성능 인정
- 물청소는 진공청소를 보조 또는 병행하는 형태로 사용
  - 모든 청소구역 매일 물청소 실시 (스페인 바르셀로나)
  - 주요 간선도로는 야간에 진공청소와 물청소를 함께 실시  
(이탈리아 Padua, 런던의 City of London, 독일 프랑코푸르트)
  - 소화용수를 이용하여 야간에 가로청소 실시 (미국 샌프란시스코)
  - 월 1회 대규모 도시청소를 실시하며 물청소 필수 (이탈리아 Milan)
  - 도시 일부의 도로 측구에서 상시 청소용수 방류 (프랑스 파리)
  - 고압살수차량을 이용 광장, 인도, 도로, 시장의 악취, 기름 등 제거  
(이탈리아 Milan과 Perugia, 벨기에 브뤼셀)
  - 미국 서부에서는 하천을 보호하기 위해 물청소를 억제하고 진공청소 권장  
(California Storm Water BMP Handbook, 2003.1)



- 
- 교통량의 증가와 차량 주차는 도로청소를 방해하는 공통적인 요인이며, 다음의 방법들이 활용되고 있다.

- 주차와 교통량이 적은 시간에 청소하고 주차금지 경고판 설치
- 주차 차량 하부도 청소할 수 있는 장비 개발(이탈리아 Milan)
- 인력을 사전에 투입하여 장비접근로로 쓰레기 이적
- 청소회사에 주차 단속권한 부여(이탈리아 Padua)

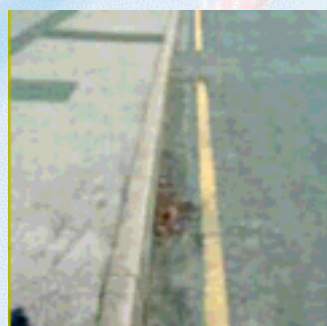


- 광역정부에서 엄격한 도로청소기준을 마련하고 지방정부들을 이의 준용하거나 지역에 맞게 더 강화해서 활용(영국 England 지역)

A grade



B grade



C grade



D grade



[청결등급]

Grade A	쓰레기가 없어야 함.
Grade B	부분적으로 산발하는 것 말고는 쓰레기가 없어야 함.
Grade C	쓰레기가 넓게 산재하고 있고 일부 국소지역은 작게나마 쌓이는 수준
Grade D	쓰레기가 많고 쌓이는 상태

[A등급으로의 회복시간]

구역	Grade B	Grade C	Grade D
중심 상업지역	6 작업시간	3 작업시간	1 작업시간
고밀도 주거지역	12 작업시간	6작업시간	3 작업시간
저밀도 주거지역	2주	12 작업시간	6 작업시간



- 도시내에서도 공간의 이용강도 또는 중요도에 따라 청소방법이나 회수가 다르다.
  - 예를들어 중심가, 버스정류장, 학교, 관공서, 공설체육시설, 공원 등과 인접한 도로는 매일 청소하고 주택가 도로는 주 2회 정도 청소
- GIS 및 GPS 결합으로 작업의 효율화를 도모한다.
- 도로청소조직은 도로에서 이루어지는 여타의 유사업무도 병행함으로써 효율성을 높인다.
  - 도로청소
  - 빗물받이 청소
  - 낙서 및 부착물 제거
  - 잡초 제거
  - 낙엽수거
  - 지하철역사, 지하보도 등 각종 공공시설 청소
  - 애완동물 배설물 수거
  - 동물사체 수거





미세먼지 발생 특성

수질사고 발생 사례

도로청소 효과



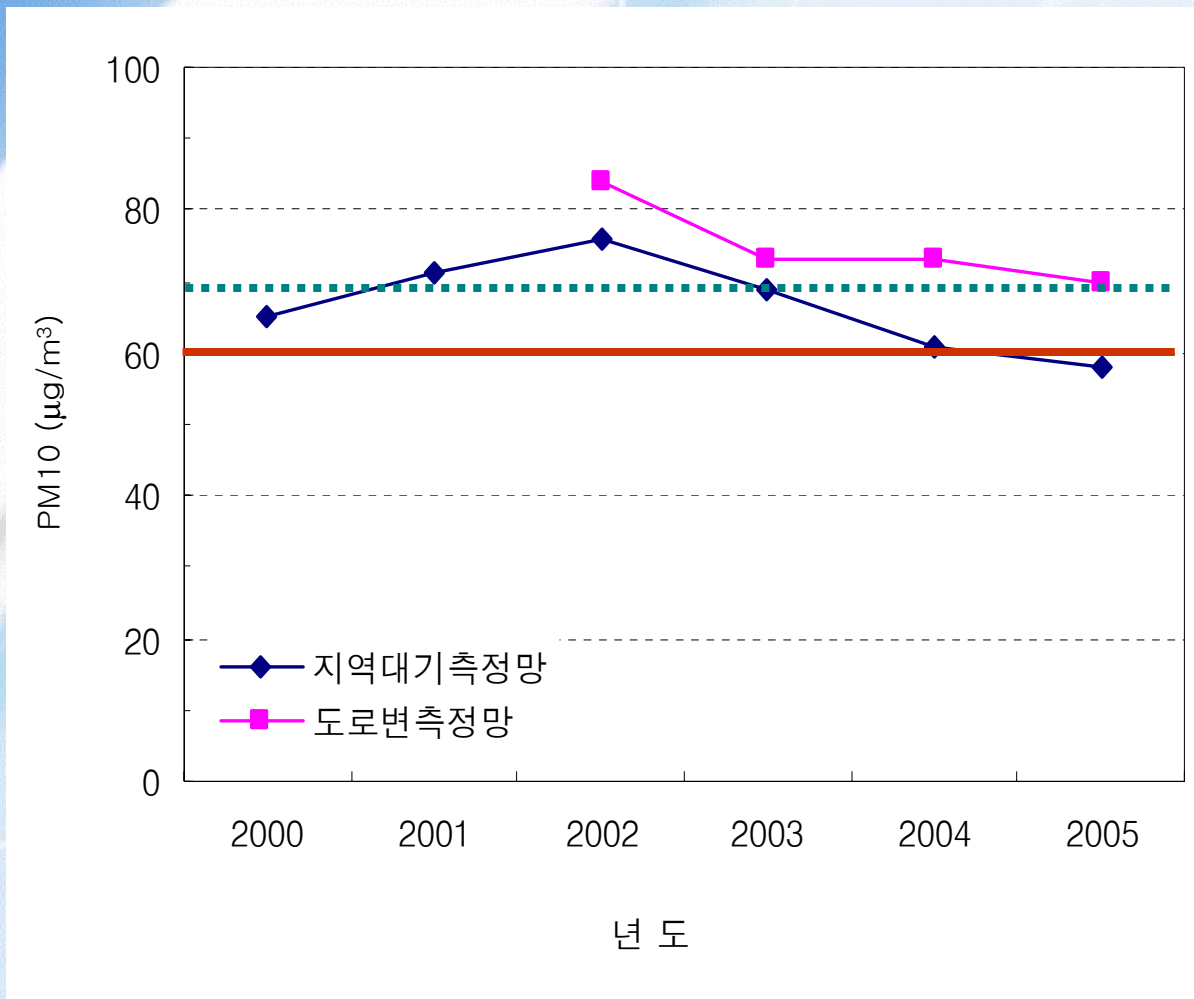
- 미세먼지 배출원

- 도로에서의 배출량 : 77.4% 차지
- 지역측정망보다 도로변측정망에서 미세먼지 농도가 높게 나타남.

구분	계	도로				철도 항공기	먼지다량 배출업소	공사장	생활주변 (나대지, 운동장등)	고정오염 (사업장 등)
		소계	도로 차량운행	타이어 마모	자동차 연료연소					
배출량(톤)	33,577	25,991	18,837	3,304	3,850	20	1,101	5,515	18	932
비율(%)	100	77.4	56.1	9.8	11.5	0.06	3.28	16.4	0.05	2.8

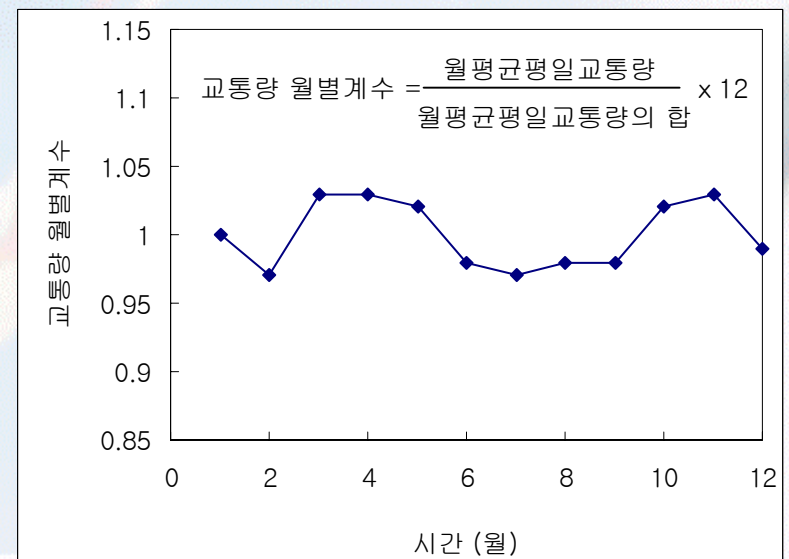
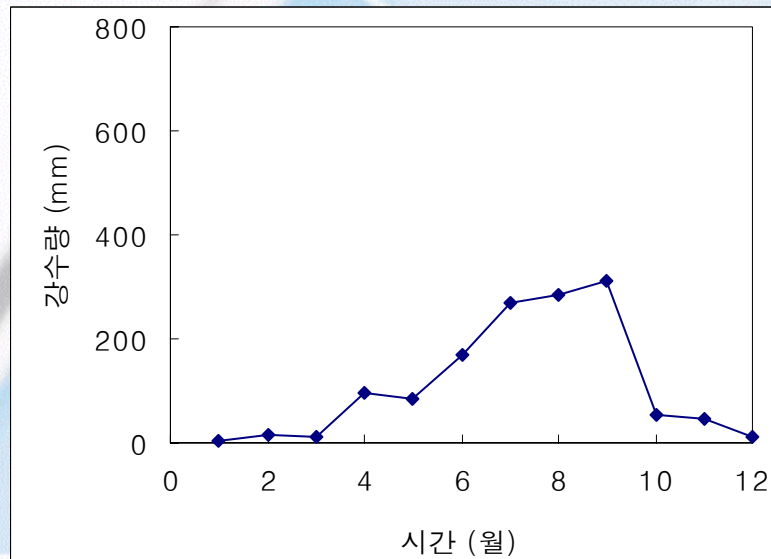
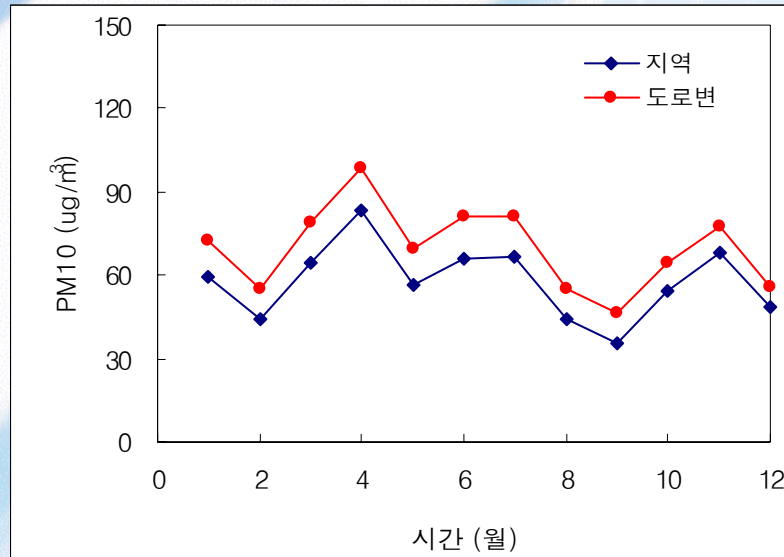
자료: 김운수, 2004 (시정연 2004-R-22)



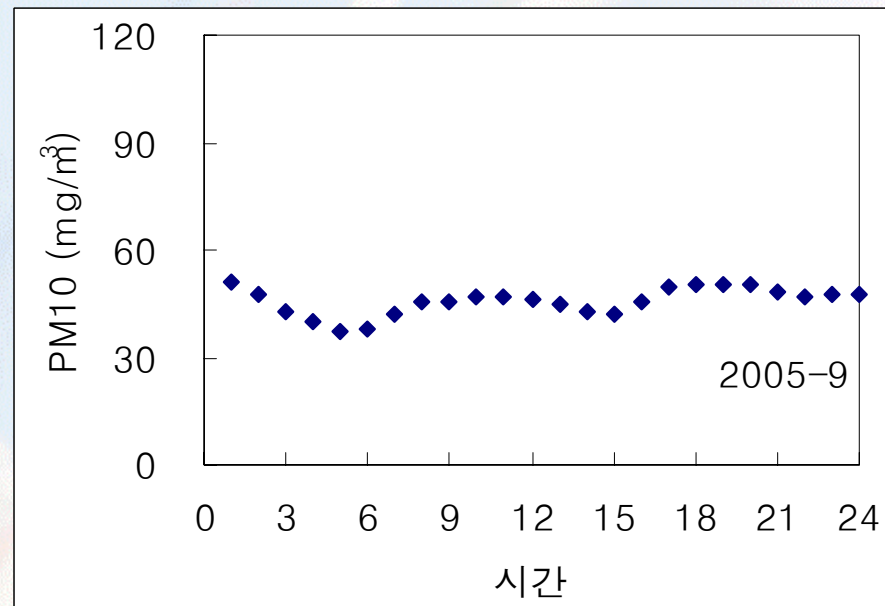
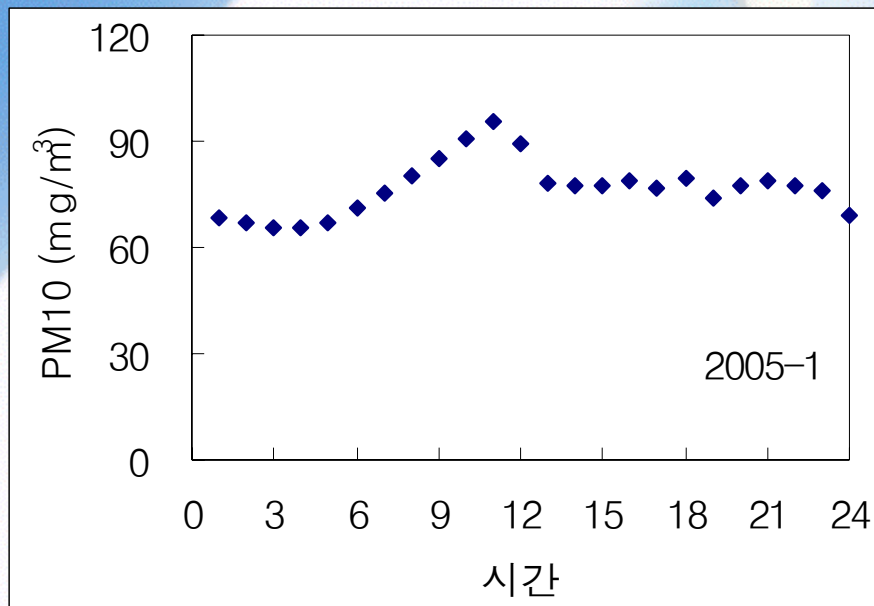


국가 환경기준  
서울시 환경기준





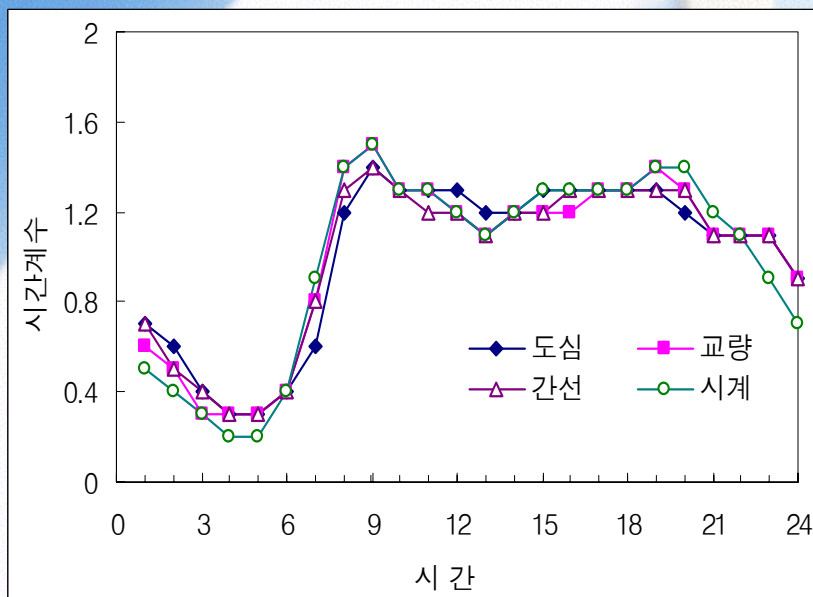




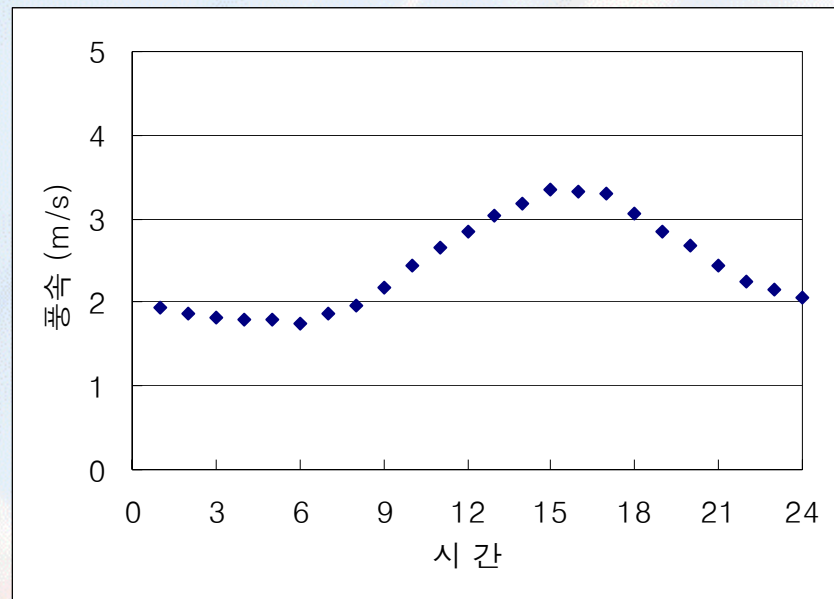


- 교통량

- 풍속



시간계수=(시간평균교통량)/(평일평균교통량/24)



2005년 서울의 시간대별 연평균 풍속



( )

- 중랑천 물고기 사고 1

- 일시 : 2000년 4월 21일
- 장소 : 중랑하수처리장 방류구 하류 살곳이 다리 지점
- 원인 : 9mm 소나기성 강우, DO낮고 SS높음, 중금속류 불검출

- 중랑천 물고기 사고 2

- 일시 : 2000년 6월 9일
- 장소 : 군자교 하류
- 원인 : 20mm 정도의 소나기성 호우, 용존산소 급감

- 중랑천 물고기 사고 3

- 일시 : 2000년 6월 10일
- 장소 : 중랑교 인근
- 원인 : 12mm 국지성 호우, 용존산소 급감

- 청계천 물고기 사고

- 일시 : 2006년 6월 8일
- 장소 : 오수간교-비우당교, 영도교-무학교 구간
- 원인 : 용존산소 부족, 부유물질 아가미 폐색, 수온 1.3, 1.9℃ 급격 상승





<진공청소차량에 흡입된 토사>

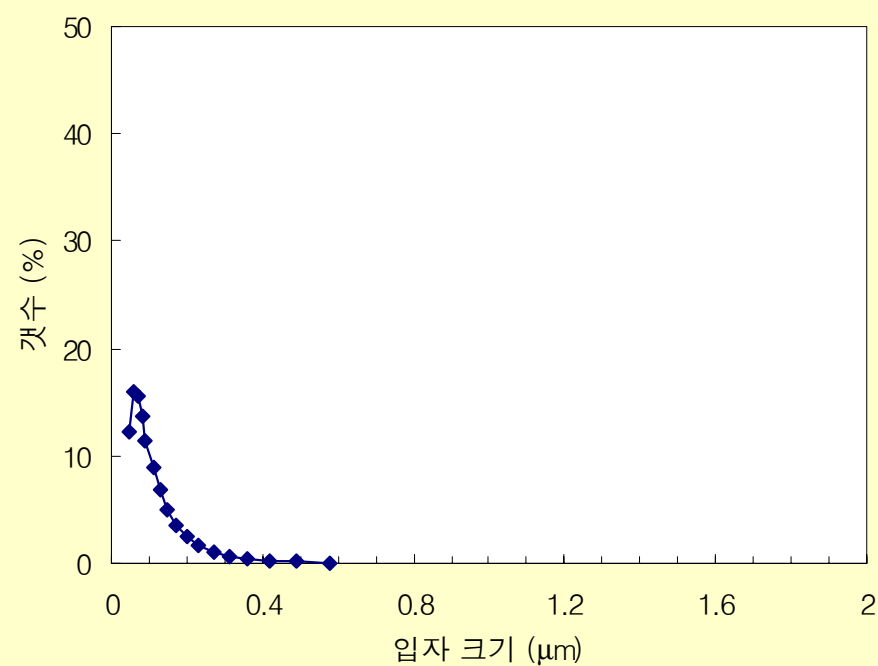
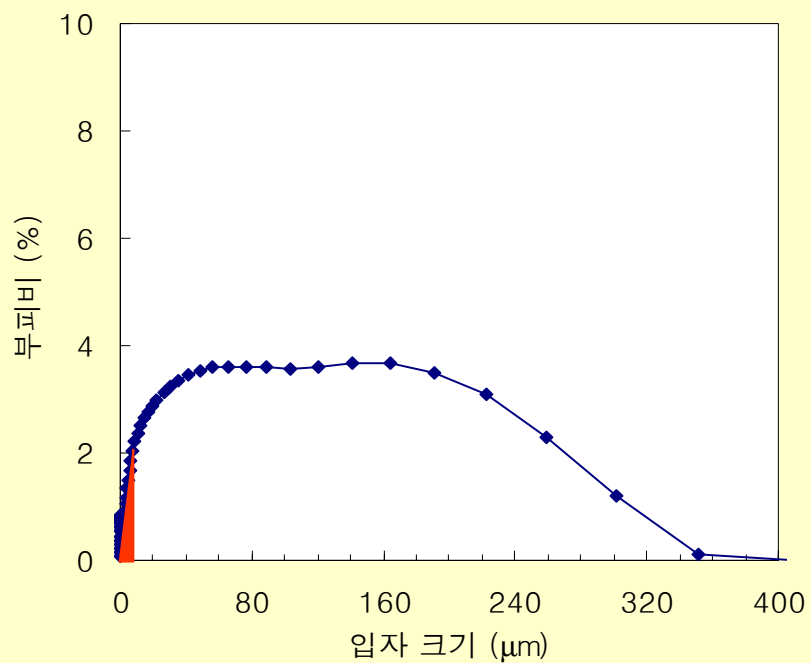


<빗물받이로 흘러가는 청소수>



- 입자 분포 (쓰레기는 제외)

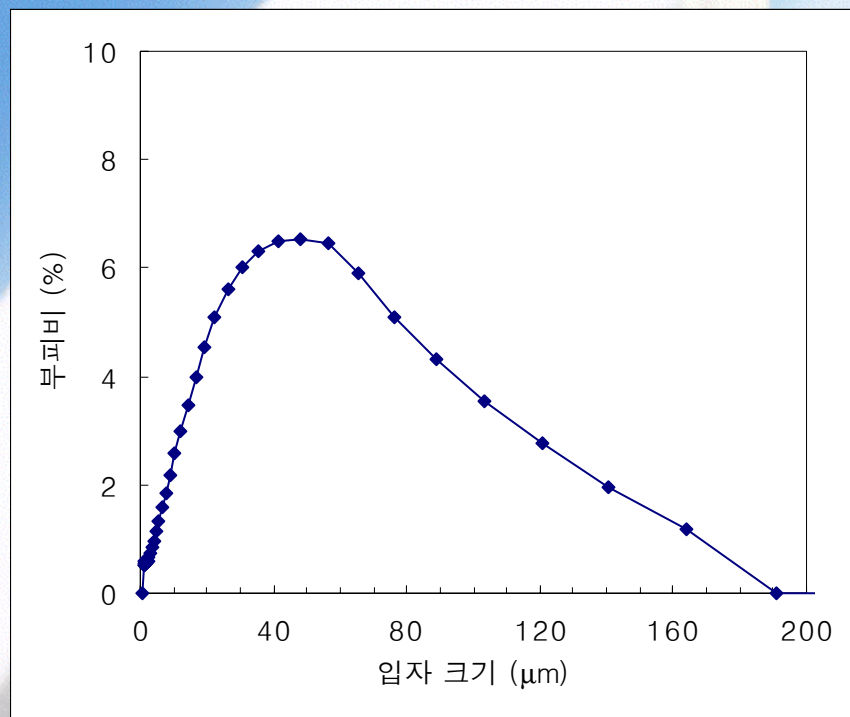
	1mm 이상	850 $\mu$ m-1mm	600 $\mu$ m- 850 $\mu$ m	300 $\mu$ m- 600 $\mu$ m	300 $\mu$ m 이하	
무게비	35.7	5.5	9.7	25.4	23.7	
					10 $\mu$ m 이상	23.2
					10 $\mu$ m 이하	0.5



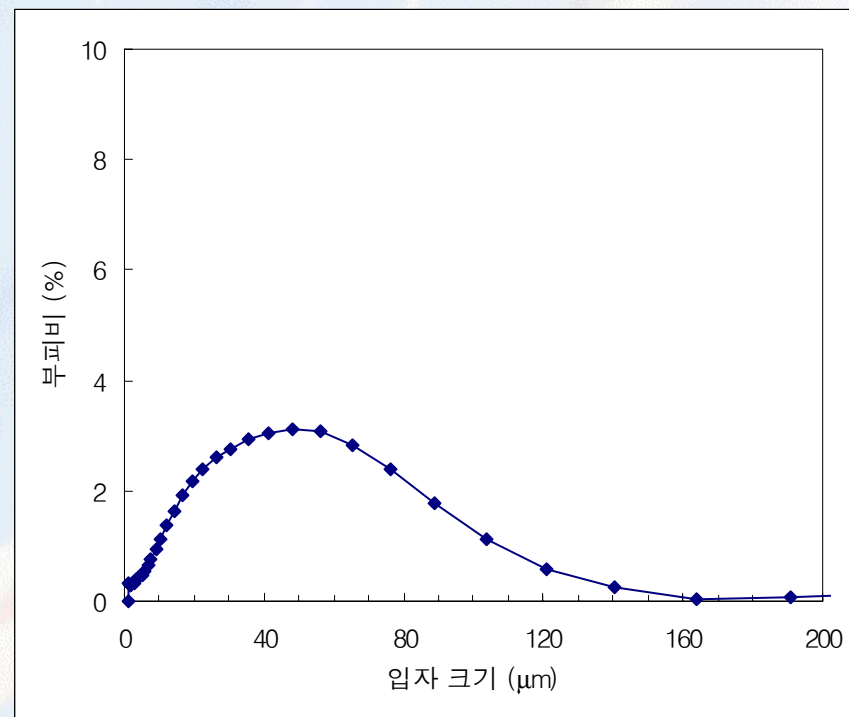


- 부피비 (%)

<강남>



<종로>

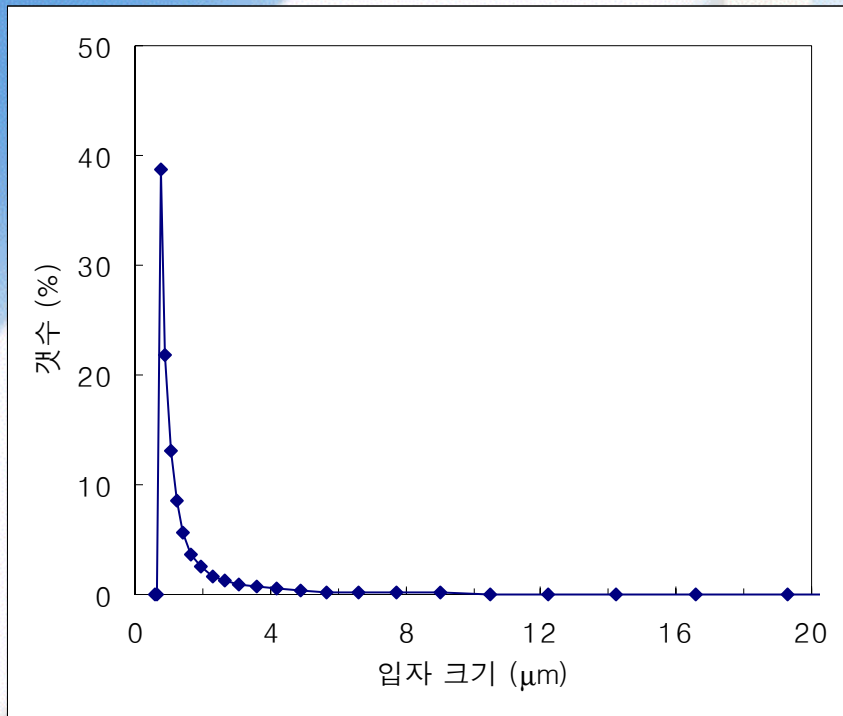


- 분석기기 : Mastersizer Micro
- 청소용수도 분석하였으나 측정되지 않음.

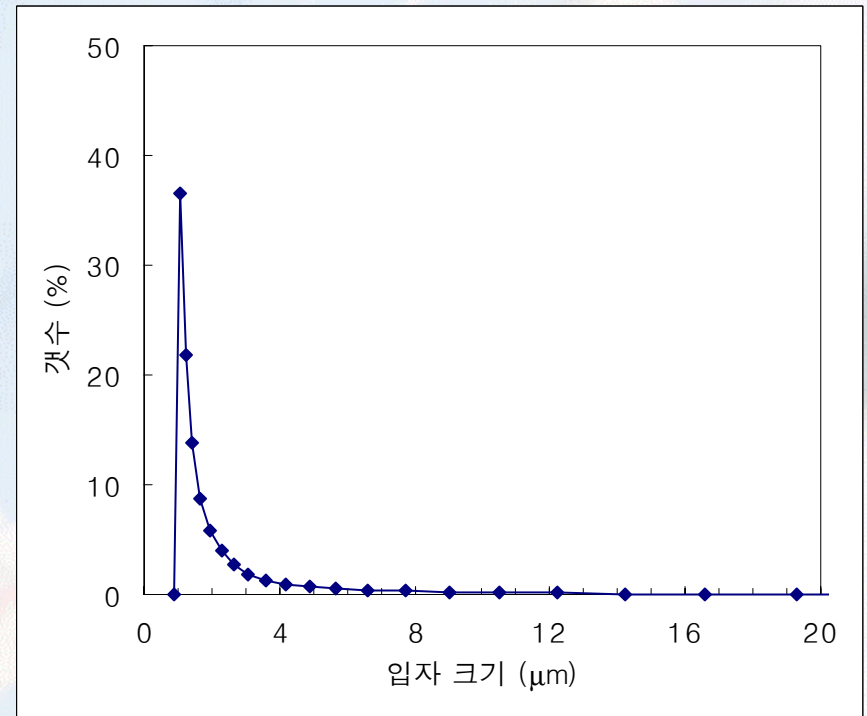


- 갯수비 (%)

<강남>



<종로>





## • 미세먼지 발생량 (서울시)

구분	배출원	배출량 (톤/년)
연료연소	에너지산업	12.6
	비산업연소	280.5
	제조업연소	9.4
	폐기물소각	3.9
	도로 이동	3,850.30
	비도로 이동	624.3
	소계	4,781.00
비산먼지	도로 재비산	18,836.80
	타이어 마모	3,304.10
	건설활동	5,515.00
	농업활동	21
	먼지다량배출업소	1,101.60
	나대지	17.6
	소계	28,796.10
총합		33,577.10

## • 청소에 의해 제거되는 미세먼지

	청소방법	미세먼지 제거량 (톤/년)	제거량 비교(%)	
			도로 재비산	도로 관련
2005년	물청소 제거	39.7	0.21	0.55
	진공청소 제거	66.3	0.35	1.36
	합계	106.0	0.56	1.91
변경	물청소 제거 (1일 전면2회)	405.9	2.15	5.67
	진공청소 제거 (1주 전면3회)	130.3	0.69	1.82
	합계	536.2	2.85	7.5

도로 재비산 : 18,836.8 (톤/년)

도로 관련(도로이동+타이어 마모) : 7,154.4 (톤/년)



## • 진공청소 효과

- 수분 함량 : 13.0%
- 유기물 함량 : 4.4%
- Pb : 6.65mg/kg
- Zn : 639.4mg/kg
- T-P : 0.301 - 0.379 mgP/g
- T-N : 8.9-9.2 mg/kg

## • 물청소 효과

- 강남 압구정로 : 일반 살수차량
- 종로 세종로 : 진공흡입살수차량
- 도로 청소 후의 수질

	강 남 압구정로 물청소	종 로 세종로 물청소
COD(mg/l)	55.2	208.7
총질소 (mg/l)	3.968	15.696
총인 (mg/l)	0.662	0.749
아연 (mg/l)	0.081	0.645
납 (mg/l)	불검출	불검출

- 물청소에 사용된 지하수 수질

	강 남 신사공원 지하수	종 로 지하철지하수
COD(mg/l)	0.5	2.5
총질소 (mg/l)	0.970	4.214
총인 (mg/l)	불검출	0.062
아연 (mg/l)	0.036	0.007
납 (mg/l)	불검출	불검출



- 강우에 의한 부하량 (중량물재생센터, 2005)

부하량 (톤/연)		
COD	T-N	T-P
1,007.9	411.4	52.1

- 청소에 의해 제거되는 오염물질

		제거량 (톤/연)			제거량 (%)		
		COD	T-N	T-P	COD	T-N	T-P
2005	물청소 제거	70.7	8.1	0.8	7.0	1.97	1.54
	진공청소 제거	422.7	0.12	4.64	41.9	0.03	8.91
	합계	493.4	8.22	5.44	49.0	2.00	10.44
계 획	물청소 제거 (1일 전면2회)	722.8	66.5	11.1	71.7	16.16	21.31
	진공청소 제거 (1주 전면3회)	823.7	0.24	9.12	81.7	0.06	17.50
	합계	1,546.5	66.74	20.22	153.4	16.22	38.81





정책 방향

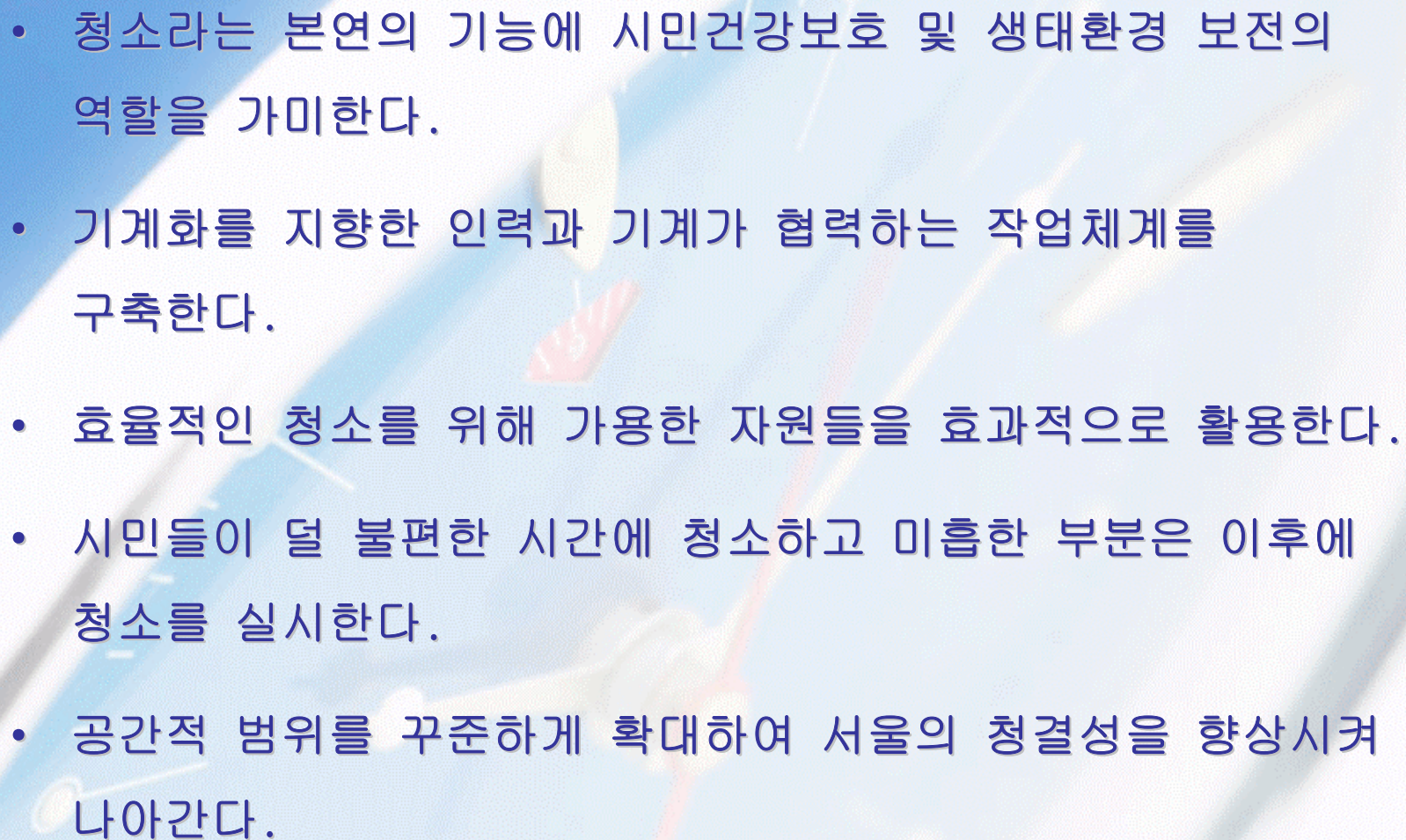
장비와 효율성

서울의 도로청소기준

도로청소 효과

제약요소와 해결방안

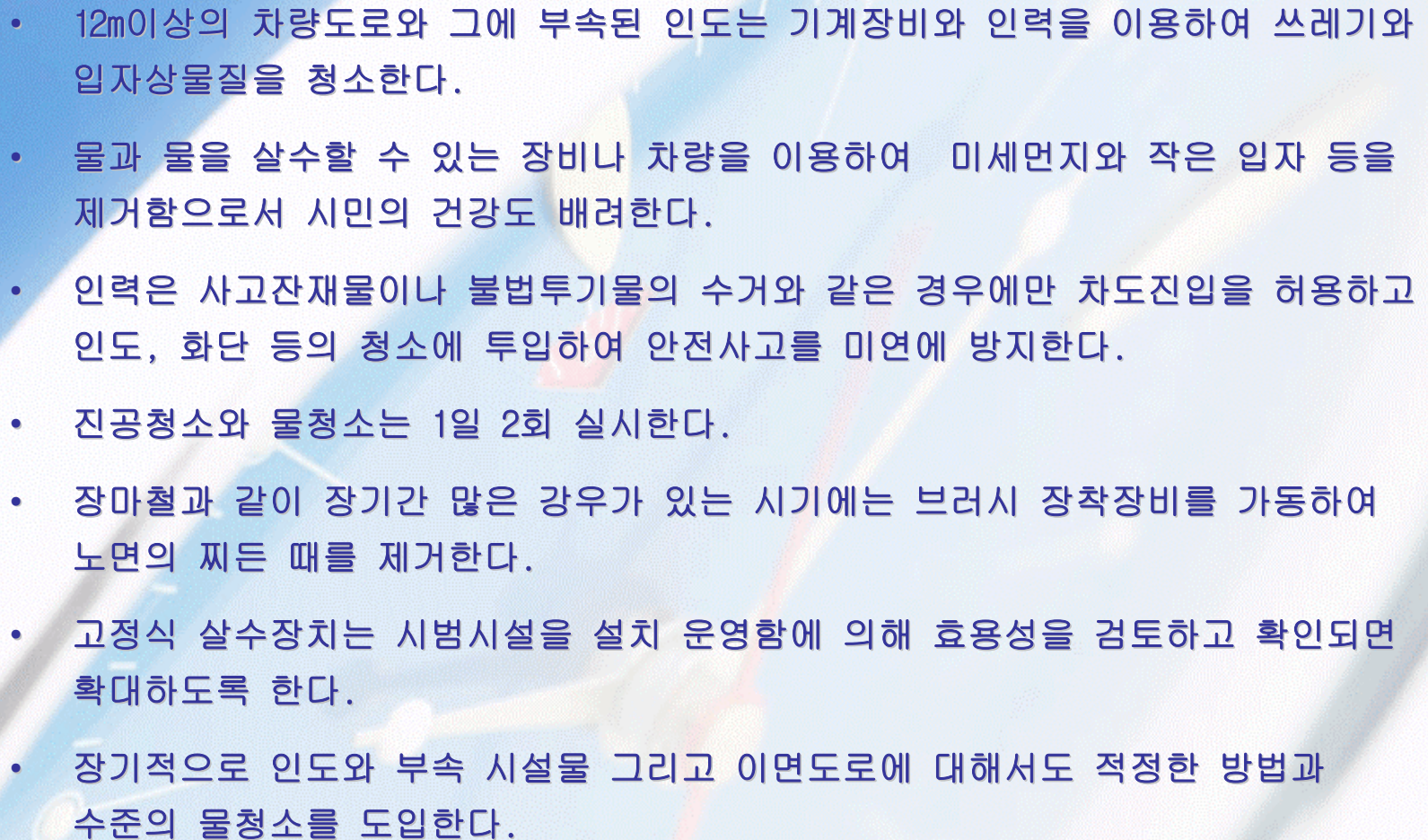


- 
- 청소라는 본연의 기능에 시민건강보호 및 생태환경 보전의 역할을 가미한다.
  - 기계화를 지향한 인력과 기계가 협력하는 작업체계를 구축한다.
  - 효율적인 청소를 위해 가용한 자원들을 효과적으로 활용한다.
  - 시민들이 덜 불편한 시간에 청소하고 미흡한 부분은 이후에 청소를 실시한다.
  - 공간적 범위를 꾸준히 확대하여 서울의 청결성을 향상시켜 나아간다.



장비	역할	비고
진공 청소차량	<ul style="list-style-type: none"> <li>쓰레기에서 먼지까지 다양한 이물질 제거</li> <li>모든 도로에 적용 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>수거물을 폐기물처리경로에서 처리</li> <li>폭이 제한되고 속도 느림(시간당 10km이하)</li> <li>주차 도로 청소 불가</li> </ul>
일반 살수차량	<ul style="list-style-type: none"> <li>직경 60<math>\mu</math>m이하 입자 주로 제거</li> <li>구배형성 도로에 유리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>미세입자를 하수처리장으로 분산 유입</li> <li>상대적으로 많은 물 소비</li> <li>시간당 15km이하의 작업 속도</li> <li>주차 도로 부분 청소 가능</li> <li>1km 청소에 0.564리터 경유 소비</li> </ul>
살수 회수차량	<ul style="list-style-type: none"> <li>직경 60<math>\mu</math>m이상의 입자 제거 가능</li> <li>광로, 구배불량 도로에 유리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>용수 절약 가능</li> <li>회수 용수의 적절한 처리 문제 상존</li> <li>시간당 15km이하의 작업 속도</li> <li>주차 도로 부분 청소 가능</li> <li>1km 청소에 0.753리터 경유 소비</li> </ul>
고정식 살수장치	<ul style="list-style-type: none"> <li>직경 60<math>\mu</math>m이하 입자 주로 제거</li> <li>혼잡, 구배형성 도로에 유리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>미세입자를 하수처리장으로 분산 유입</li> <li>교통 방해 최소화</li> <li>시설 파손 등에 대한 철저한 대책 필요</li> <li>주차 무관</li> </ul>
브러시 장착	<ul style="list-style-type: none"> <li>도로 찌든 때 제거</li> <li>강우시에 효과적</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>살수차량 등에 부착 가능</li> </ul>



- 
- 12m이상의 차량도로와 그에 부속된 인도는 기계장비와 인력을 이용하여 쓰레기와 입자상물질을 청소한다.
  - 물과 물을 살수할 수 있는 장비나 차량을 이용하여 미세먼지와 작은 입자 등을 제거함으로서 시민의 건강도 배려한다.
  - 인력은 사고잔재물이나 불법투기물의 수거와 같은 경우에만 차도진입을 허용하고 인도, 화단 등의 청소에 투입하여 안전사고를 미연에 방지한다.
  - 진공청소와 물청소는 1일 2회 실시한다.
  - 장마철과 같이 장기간 많은 강우가 있는 시기에는 브러시 장착장비를 가동하여 노면의 찌든 때를 제거한다.
  - 고정식 살수장치는 시범시설을 설치 운영함에 의해 효용성을 검토하고 확인되면 확대하도록 한다.
  - 장기적으로 인도와 부속 시설물 그리고 이면도로에 대해서도 적절한 방법과 수준의 물청소를 도입한다.



- 1회 청소는 차량통행이 원활하고 기상이 안정된 시기인 전일 23:00~당일 6:00시에 실시하며 중앙선측과 측구측만을 대상으로 한다.
- 2회 청소는 상가 및 오피스 밀집지역, 전철역사 주위 등 중심지역과 1회 청소에서 불법 주정차 차량에 의해 청소하지 못한 도로나 면이 대상이며, 당일 09:00~13:00시에 실시하고, 주로 측구측을 대상으로 한다.
- 물청소와 공조작업을 할 때는 진공청소차량이 선행하고 물청소차량이 뒤따르는 대형을 유지하여 각 장비의 성능이 충분하게 발휘되게 한다.
- 작업시 주행속도는 제작사의 권장사양에 따르되 현재 사용 중인 차량들은 시간당 10km 이하의 속도에서 적절한 성능이 보장되는 특성을 숙지하여 작업한다.
- 적절한 양의 물을 분무하여 청소과정에서 먼지의 비산을 최소화한다.
- 많은 비가 내린 다음날, 영하 1℃이하의 기온, 도로의 결빙이나 제설시, 일요일 및 법정 휴식 등에서는 물청소의 중지나 청소시간의 변경 등 청소방법을 변경할 수 있다

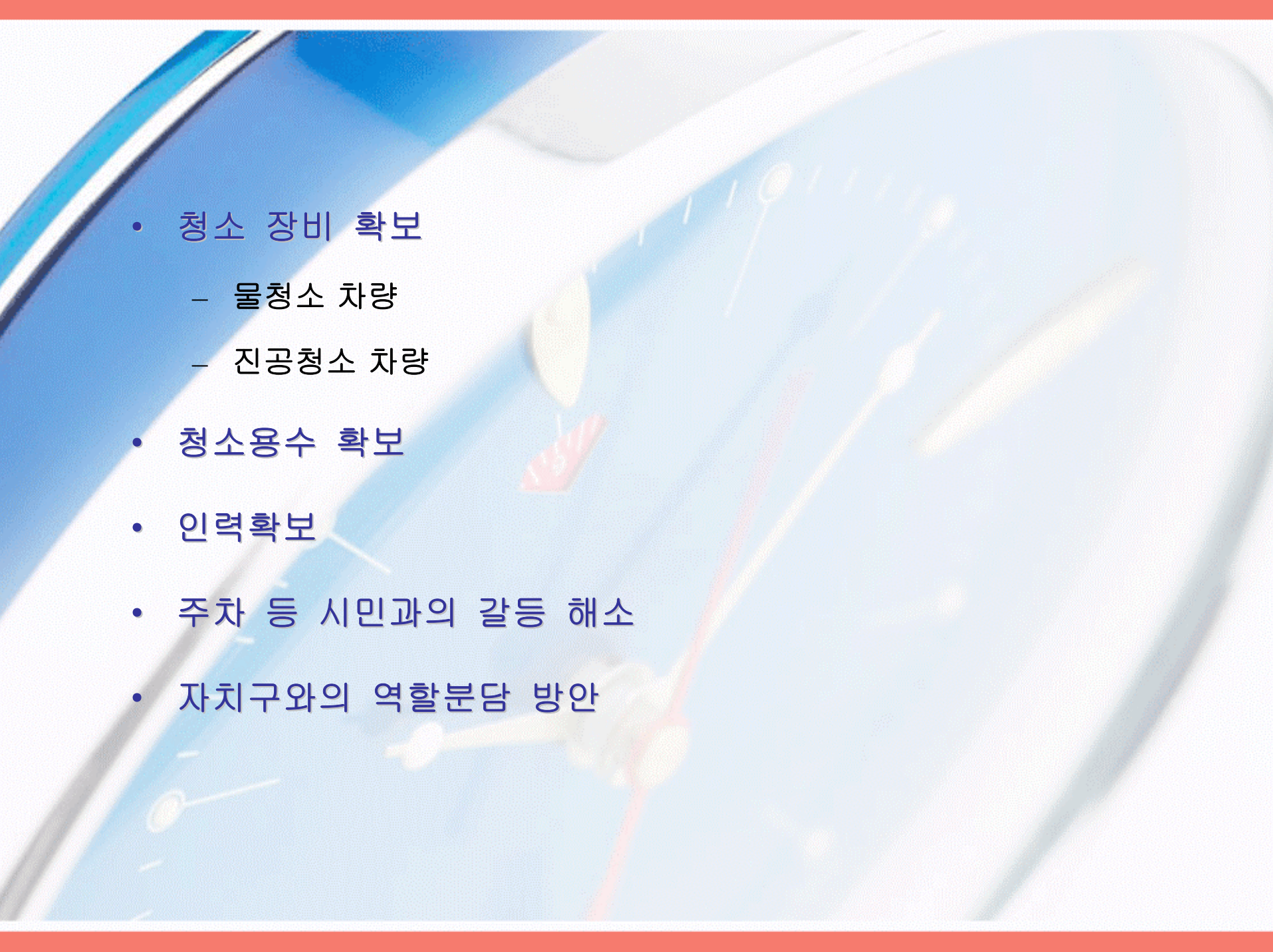


- 1회 청소는 차량통행이 원활하고 기상이 안정된 시기인 전일 23:00~당일 6:00시에 모든 도로면을 대상으로 청소하며, 측면분사장치를 활용하여 주차된 도로면도 청소함으로서 누락구간을 최소화한다.
- 2회 청소는 상가 및 오피스 밀집지역, 전철역사 주위 등 중심지역과 1회 청소에서 불법 주정차 차량에 의한 청소 누락 면을 대상으로 당일 09:00~13:00시에 실시하며 측구만 청소한다.
- 미세먼지의 제거를 위해 충분한 양의 살수가 필요하며 장비의 종류에 따라 살수량을 달리할 수 있다. 즉 단순살수방식에서는 1km<sup>2</sup>당 480m<sup>3</sup>(또는 3.5m의 차폭으로 살수하는 경우 용수 1톤당 600m의 도로 길이에 해당) 이상을 살수하며, 살수회수차량에서는 이 보다 적은 양의 살수도 가능하다.
- 현재 사용되고 있는 물청소 차량들은 시간당 10~15km의 속도를 유지할 때 적절한 양의 물 분사가 보장되며, 제작사의 작동사양에 따라 운전한다.
- 대로와 같은 도로를 여러 대의 차량으로 공동작업 할 때는 중앙선 측의 차량이 선두, 측구 측 차량이 후미 대형을 유지하여 도로구배를 따라 물이 잘 흐르도록 하고, 차량 간에 충분한 공간을 두어 교통흐름의 방해를 최소화한다.
- 청소용수는 하천수질환경기준상의 상수원수 2급에 해당하는 물 등 깨끗한 물을 사용하여 위생성을 보장하고 특히 부유물을 배제하여 노즐의 폐쇄와 같은 부작용을 억제한다.
- 많은 비가 내린 다음날, 3℃이하의 기온, 도로의 결빙이나 제설시, 일요일 및 법정 휴식 등에서는 물청소의 중지나 청소시간 등의 청소방법의 변경이 가능하다.



구분		제거량 (톤/연)		저감율 (%)	제거율 기준
미세먼지 저감	2005년	106.0		1.5	자동차 연료연소 및 타이어 마모 배출량(2002년)
	제안	374.3		5.2	
수질부하 저감	2005년	COD	493.4	49.0	중량물재생센터 우기시 추가 유입량(2005년)
		T-N	5.2	1.3	
		T-P	5.5	10.5	
	제안	COD	1,189.8	118.0	
		T-N	33.4	8.1	
		T-P	13.6	26.1	



- 
- 청소 장비 확보
    - 물청소 차량
    - 진공청소 차량
  - 청소용수 확보
  - 인력확보
  - 주차 등 시민과의 갈등 해소
  - 자치구와의 역할분담 방안



- 급수전을 충분하게 확보하는 경우 살수차 244대, 진공차량 102대 등 전체 346대의 장비 필요
- 진공청소 차량
  - 산정기준 : 이동속도(10km/hr), 운행시간(7hr/day)
  - 102대의 차량이 소요됨.
  - 2005년 현재 133대의 차량이 확보된 상황이므로 추가 확보는 불필요

	현재(2005)	계획		현재 (2005)	계획
종로구	4	3	마포구	5	5
중 구	7	3	양천구	4	2
용산구	7	5	강서구	7	6
성동구	5	4	구로구	5	3
광진구	3	3	금천구	3	2
동대문	6	4	영등포	6	6
중랑구	4	4	동작구	5	3
성북구	6	4	관악구	4	3
강북구	5	2	서초구	8	6
도봉구	4	3	강남구	7	7
노원구	5	6	송파구	9	6
은평구	7	3	강동구	6	4
서대문	4	3	계	133	102



- 물청소차 산정 기준 (16톤 차량)

살수 폭	3.5 m
살수 중 이동속도	12.5 km/hr
살수속도	21 m <sup>3</sup> /hr
물 충전 속도	2분/m <sup>3</sup>
물 충전 이동시간	15분/회
대기 시간	20분/회
살수 시간	46분/회 (16m <sup>3</sup> ÷ (21m <sup>3</sup> /hr) )
물 충전 시간	32분/회 (16m <sup>3</sup> x 2분/m <sup>3</sup> )
하루 운행 시간	8hr



<물 충전 작업 사진>



- 물청소 차량

- 2005년 126대로 매우 부족함.
- 특히 현재의 급수전(47개소)에서는 16톤 차량 340대가 필요하며, 급수전으로 이동시간과 대기시간에 36%의 시간이 소비되기 때문임.
  - 16톤 차량의 1회 작업시간 121분, 이동 23분(19%), 대기 20분(17%)
- 급수전 280개소 이상(현재보다 6배)으로 늘리면 244대의 차량으로 청소 가능
  - 차량구입비, 유지비, 인건비 28% 절감 가능 ⇒ 연간 71억원의 비용 절감
  - 2005년보다 118대 이상의 물청소 장비 추가 필요
  - 급수전의 수에 따른 차량 수요 변화

구분	현재	2배	4배	6배	8배
급수점수	47	94	188	282	376
1회 소요시간 (분)	121	105	94	87	86
소요 차량수 (16톤, 대)	340	293	263	244	241



- 신규구입 및 교체 구입시 고려사항

- 가능하면 대형차량으로 확보

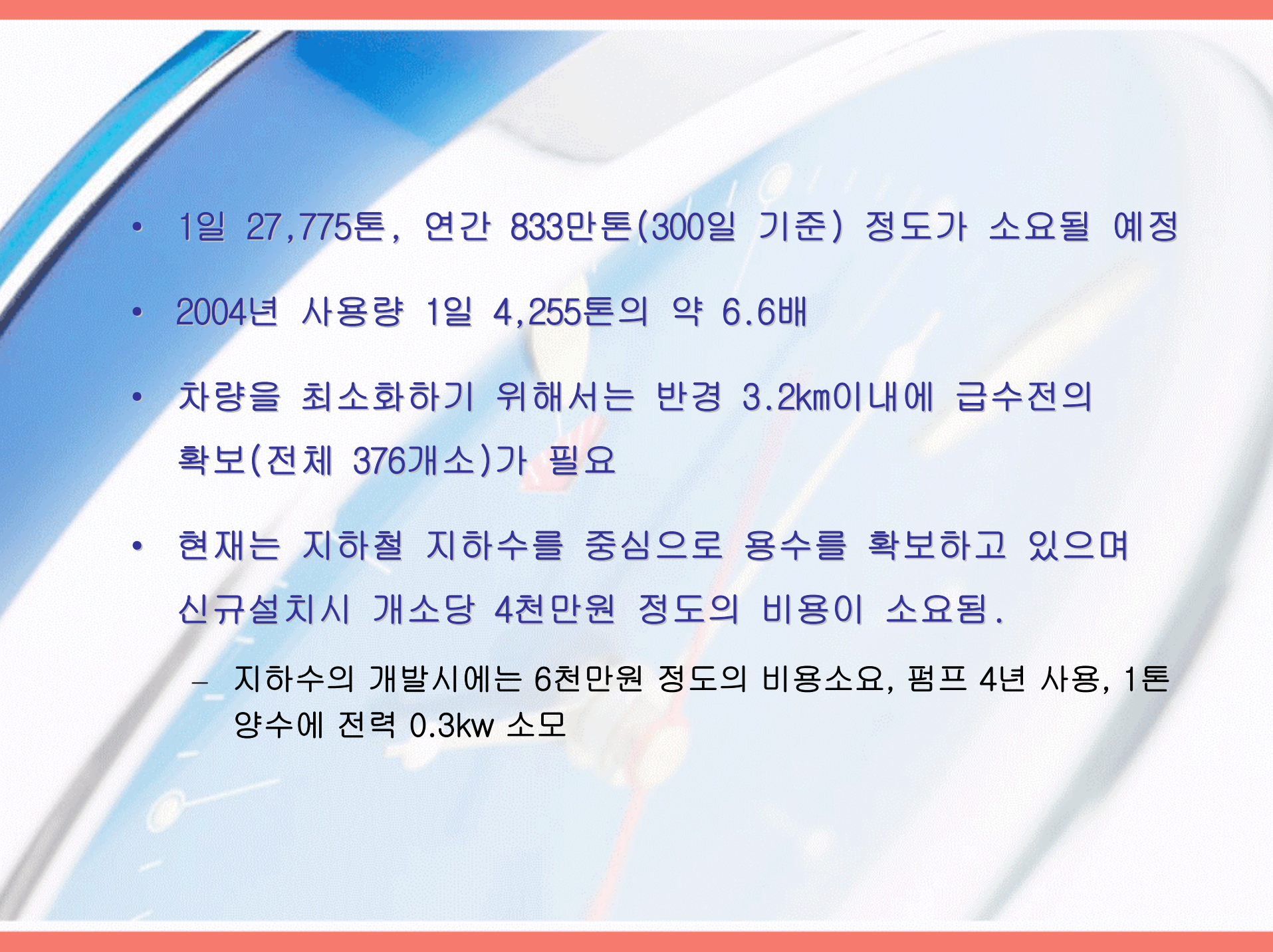
< 16톤 살수시의 특성 비교>

구분	7톤 차량 [A]	16톤 차량 [B]	[A]/[B]
소요시간	99분	87분	1.13
이동거리	25.6 km	16.6 km	1.54
유류소비	11.7 L	11.6 L	1.0
인건비	17,831 원	15,780 원	1.13

- 살수회수차량의 경우는 대형, 에너지 절감형으로 개발필요

	살수회수차량 (6톤)	살수차량 (16톤)
일반주행시	0.29 L/km 0.048 L/km/톤	0.35 L/km 0.022 L/km/톤
살수시	0.43 L/km 0.072 L/km/톤	0.92 L/km 0.058 L/km/톤



- 
- 1일 27,775톤, 연간 833만톤(300일 기준) 정도가 소요될 예정
  - 2004년 사용량 1일 4,255톤의 약 6.6배
  - 차량을 최소화하기 위해서는 반경 3.2km이내에 급수전의 확보(전체 376개소)가 필요
  - 현재는 지하철 지하수를 중심으로 용수를 확보하고 있으며 신규설치시 개소당 4천만원 정도의 비용이 소요됨.
    - 지하수의 개발시에는 6천만원 정도의 비용소요, 펌프 4년 사용, 1톤 양수에 전력 0.3kw 소모



## • 용수원의 특징과 활용성

용수원	특징	활용성
지하철 용출수	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 버려야 할 지하수를 효과적으로 활용 가능</li> <li>• 취수시설의 설치에 4천만원, 펌프교체(매4년) 5백만원, 1톤당 57원의 전기요금 및 0.4kw의 에너지 소비</li> <li>• 수질 불량, 특히 부유물이 많거나 경도가 높아 노즐의 폐색을 유발하는 경우도 있음.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 반경 3.2km 이내 지역 적극 활용</li> <li>• 역사가 입지하고 수질 좋은 경우에 이용가능</li> </ul>
하수처리장 고도처리수	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 하수처리장 경내 청소를 위해 상시 생산</li> <li>• 수질 매우 양호</li> <li>• 비용징수 여부는 별도 협의 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 반경 3.2km 이내 지역 적극 활용</li> </ul>
개발 지하수	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1개 공의 개발에 6천만원, 펌프교체(매4년) 5백만원, 1톤당 57원의 전기요금 및 0.4kw의 에너지 소비</li> <li>• 개발 여지 없거나 수질이 좋지 못한 곳도 많음.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 반경 3.2km 이내 지역 개발 및 활용 검토</li> </ul>
소화용수	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 50,170개소의 소화전, 288개소 급수탑 산재</li> <li>• 동력이 불필요하고 충수속도 동일(2분/톤)</li> <li>• 외국에서는 수질유지차원에서 활용하고 우리도 이러한 연구 결과 제시됨.</li> <li>• 소방기본법 28조에 의거 정당한 사유가 있으면 사용 가능</li> <li>• 상수 1톤 생산에 0.3kw 전기 소비</li> <li>• 1톤당 1,200원 정도 용수비용 지불 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지하수 개발조차 어려운 지역 소화용수 활용 가능</li> </ul>

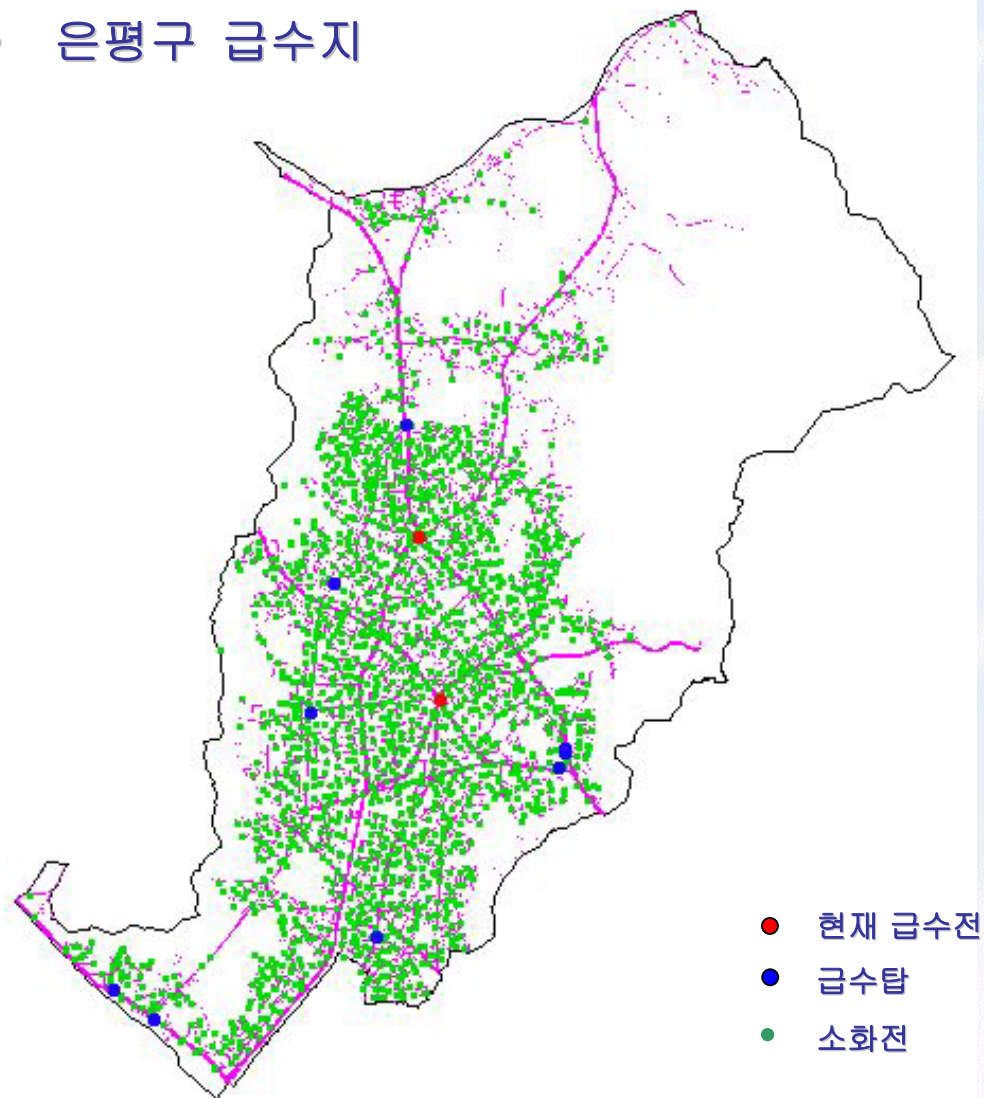


- 서울시 청소용수 급수전





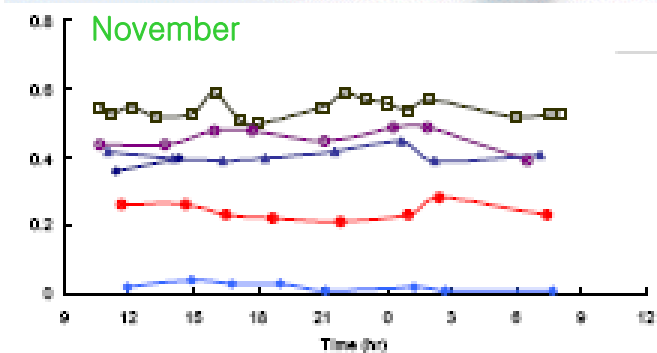
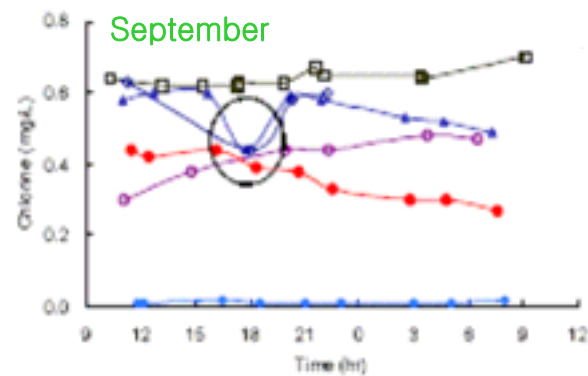
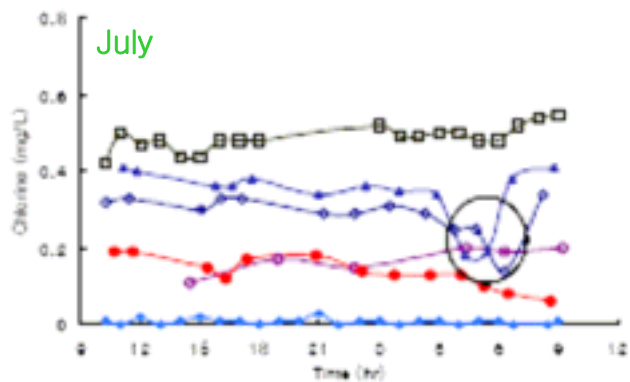
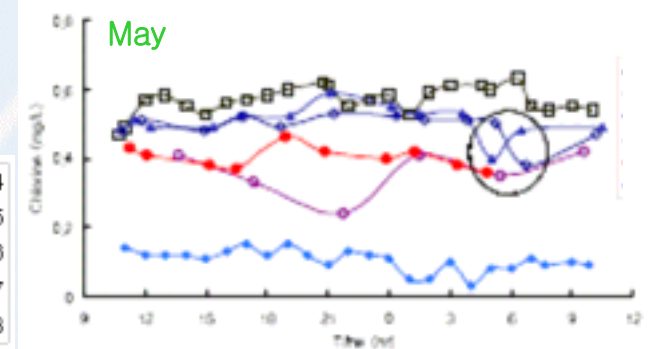
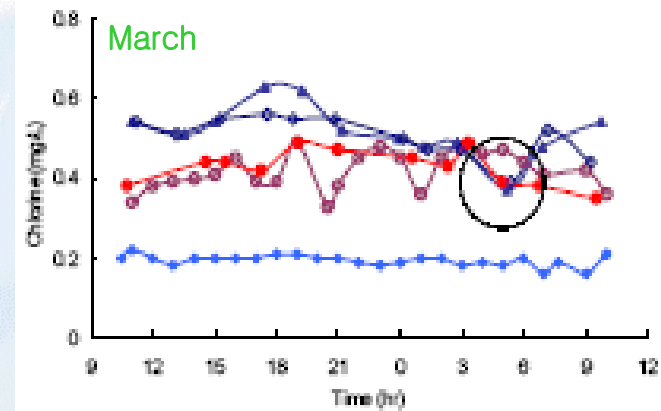
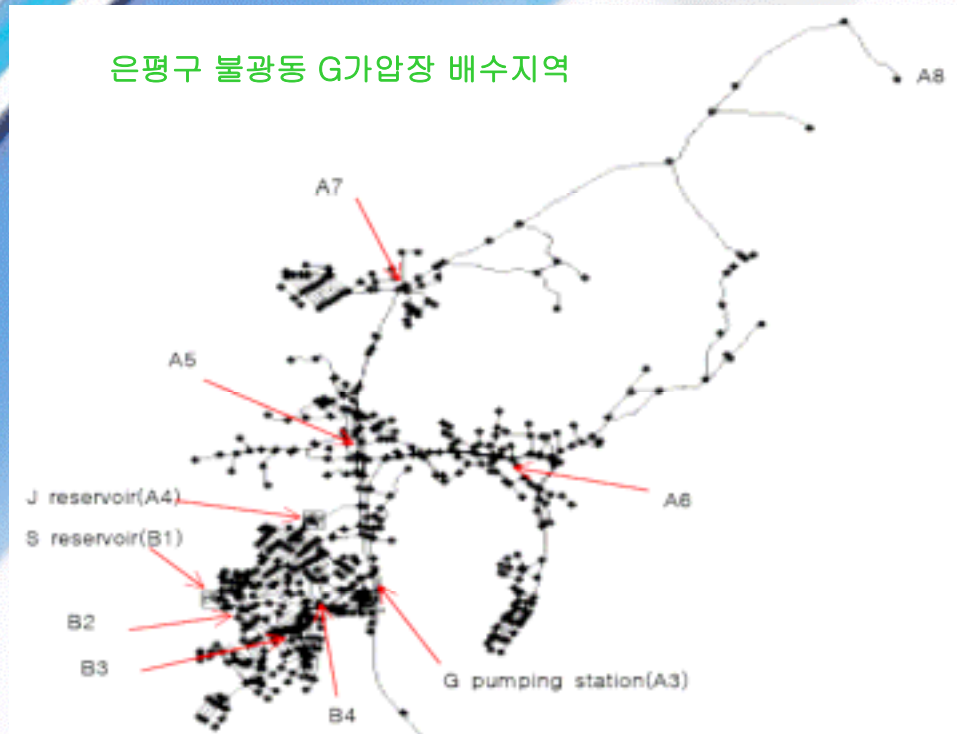
- 은평구 급수지



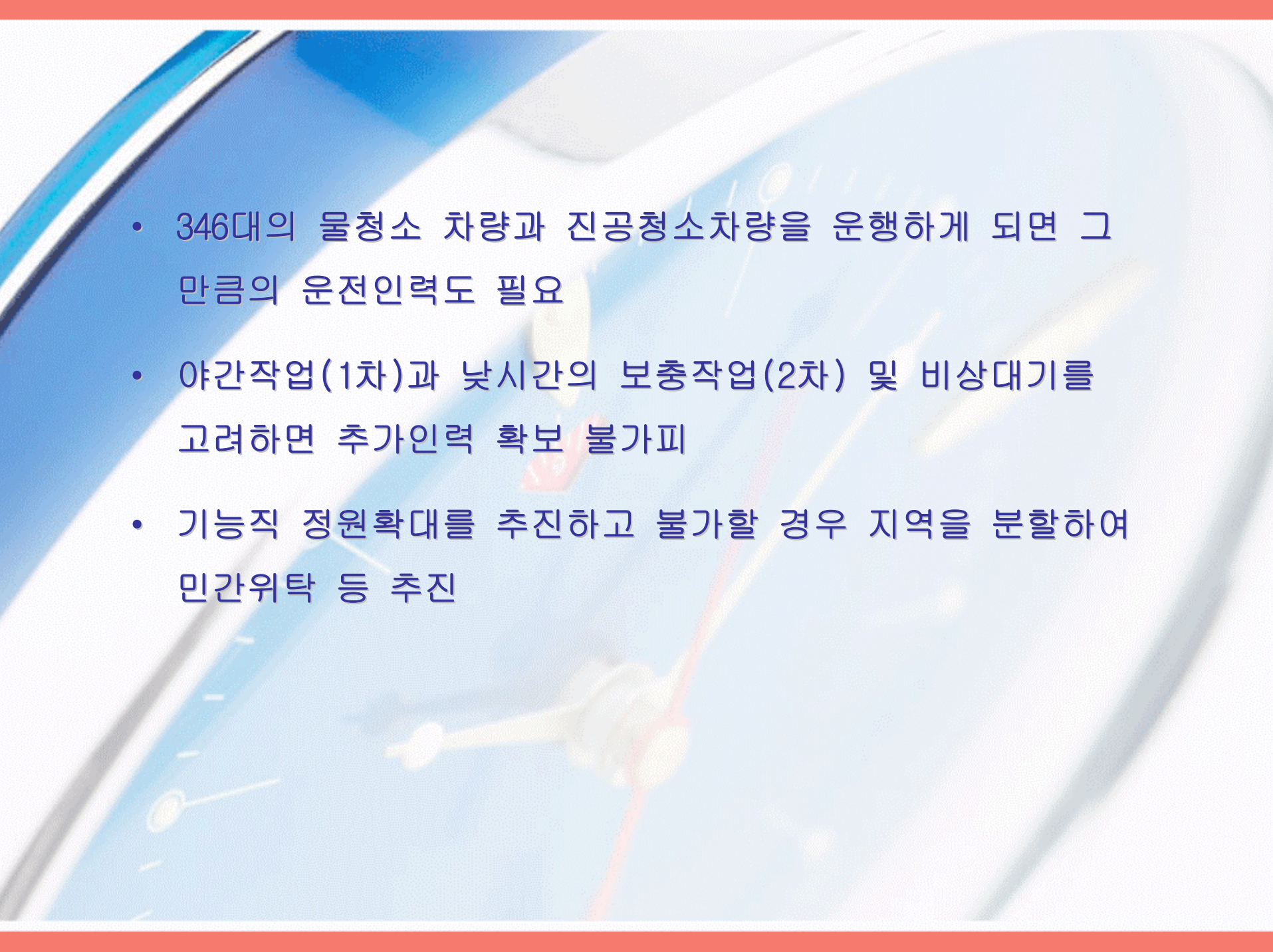


- 상수관거내 잔류염소 농도 측정

은평구 불광동 G가압장 배수지역





- 
- 346대의 물청소 차량과 진공청소차량을 운행하게 되면 그만큼의 운전인력도 필요
  - 야간작업(1차)과 낮시간의 보충작업(2차) 및 비상대기를 고려하면 추가인력 확보 불가피
  - 기능직 정원확대를 추진하고 불가할 경우 지역을 분할하여 민간위탁 등 추진



- 물청소 과정에서 물튀김 등에 의해 민원이 발생하기도 함.
- 외국의 경우 조례에 청소의무를 명시하고 청소시간을 공표하여 민원이 발생하는 경우에도 청소조직을 우선적으로 보호함.
- 조례에 명시할 사항은 다음과 같음.
  - 도로청소에 대한 구청장의 책무
  - 청소구역
  - 청소회수, 청소시간 등 청소방법
  - 주차금지, 공동청소 등 주민의 협조사항
  - 주차 빈발지역에 주차금지 표지판 부착



City of Manhattan Beach



City of New York



## • 급격한 비용 부담 예상

비용증가요인	내용
물청소 차량 구매	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 추가 소요량 : 118대</li> <li>• 구매비용 : 118대 x 1.5억원 = 177억원</li> </ul>
운전원 인건비	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 추가 인력 : 118인</li> <li>• 연인건비 : 118인 x 0.35억원 = 41.3억원</li> </ul>
차량 유지비	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 유류비 : 11,026km x 300일 x 1.15리터 x 1,100원 = 42억원</li> <li>• 유지비 : 118대 x 1.5억원 x 9% = 16억원</li> </ul>
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 용수확보비 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 지하수 : 1톤당 57원의 전기료</li> <li>- 소화용수 : 1톤당 1,200원의 사용료</li> </ul> </li> </ul>

## • 역할 분담

서울시	자치구
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 물청소 차량 구입비</li> <li>- 진공청소차량의 메인브러쉬 교체비</li> <li>- 물청소차량의 브러쉬 부착 및 교체비</li> <li>- 지하수 개발, 지하철 지하수 양수시설 설치비</li> <li>- 소화용수를 사용하는 자치구의 사용료 (전기료, 모터, 개발비 등 제외)</li> <li>- 장비 및 청소방법 개발</li> <li>- 조례준칙 마련</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 도로청소 수행</li> <li>- 장비 형식 선택</li> <li>- 운전원 인건비</li> <li>- 여타 차량 유지비</li> <li>- 지하수 이용시의 전기료 및 유지관리비</li> <li>- 조례 정비</li> <li>- 주차금지 표지판 설치</li> <li>- 주차 및 주민 계도</li> </ul>



구분	기존 방법	제안 방법
청소구역	<ul style="list-style-type: none"> <li>길이 : 1,793km</li> <li>면적 : 45.3km<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>길이 : 1,793km</li> <li>면적 : 45.3km<sup>2</sup></li> </ul>
1일 청소 면적	<ul style="list-style-type: none"> <li>진공청소 : 11.6km<sup>2</sup></li> <li>물청소 : 21.3km<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>진공청소 : 16.5km<sup>2</sup></li> <li>물청소 : 57.9km<sup>2</sup></li> </ul>
1일 청소 회수 및 시간	<ul style="list-style-type: none"> <li>1회(주간)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2회(야간, 주간)</li> </ul>
살수량	<ul style="list-style-type: none"> <li>94 톤/m<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>480 톤/m<sup>2</sup></li> </ul>
청소차량	<ul style="list-style-type: none"> <li>진공청소 : 133대</li> <li>물청소 : 126대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>진공청소 : 102대</li> <li>물청소 : 244대</li> </ul>
오염물 제거효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>미세먼지 : 1.5%</li> <li>수질오염물질 : 49% (COD)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>미세먼지 : 5.2%</li> <li>수질오염물질 : 118% (COD)</li> </ul>
급수전	<ul style="list-style-type: none"> <li>47 개소</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>282 개소</li> </ul>
청소용수원	<ul style="list-style-type: none"> <li>지하철역사 지하수, 지하수</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>지하철역사 지하수, 지하수</li> <li>필요하면 하수고도처리수, 상수</li> </ul>
비오는 날 청소	<ul style="list-style-type: none"> <li>청소중단</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>브러쉬를 이용한 묵은 때 청소</li> </ul>