

대기중금속 측정망 운영

- 우리시 용도지역별 대기 중 중금속에 의한 대기오염도 실태 파악
- 장기 오염변화추이를 분석하여 대기질 개선 대책 수립에 필요한 자료 확보

1. 조사개요

- 조사기간 : 2014년 1월 ~ 12월(매월 둘째 주 5일간 시료채취)
- 조사지점

| 측정소 | 용도지역 | 주 소 | 위 치 |
|-----|------|-----------------|------------------|
| 전포동 | 상 업 | 부산진구 전포1동 561번지 | 경남공업고등학교 옥상 |
| 학장동 | 공 업 | 사상구 학장동 242-1 | 학장초등학교 옥상 |
| 덕천동 | 주 거 | 북구 덕천1동 365-1 | 한국환경공단 영남지역본부 옥상 |
| 광안동 | 주 거 | 수영구 광안4동 1276-1 | 구, 보건환경연구원 옥상 |
| 연산동 | 주 거 | 연제구 연산5동 1300 | 연제초등학교 옥상 |

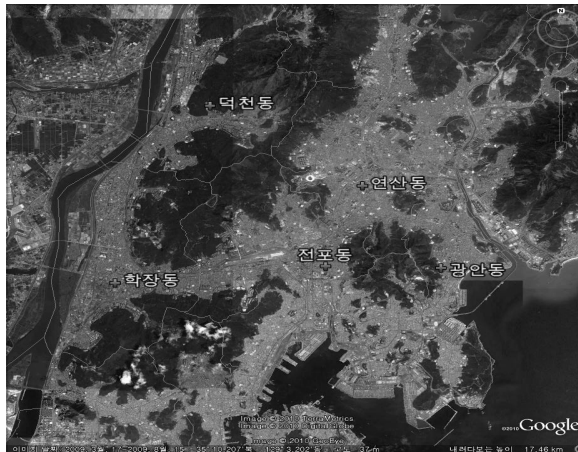


그림 1. 대기중금속 측정망 위치도

- 조사항목 : 납(Pb), 카드뮴(Cd), 크롬(Cr), 구리(Cu), 철(Fe), 망간(Mn), 니켈(Ni), 비소(As), 베릴륨(Be)
- 조사방법
 - 시료채취 : High volume air sampler법(24시간 간격 5일간 채취)
 - 중금속성분 추출을 위해 대기오염공정시험기준에 준하여 시료를 1.03 M 질산과 2.23 M

염산 1:1 혼합액으로 초음파추출하고, 유도결합플라스마 원자발광분광법으로 분석

○ 자료정리

- 각 지점에서 조사된 1일 자료를 산술평균하여 지점별 월평균, 도심 월평균, 도심 연평균 농도 산출

2. 조사결과

○ 기상현황¹⁾

- 2014년 부산지방 누적 강수량은 1693.1 mm 로 평년(1981년 ~ 2010년 30년간 평균치, 1519.1 mm) 및 전년(1133.1 mm)대비 강수량의 증가를 보였음.

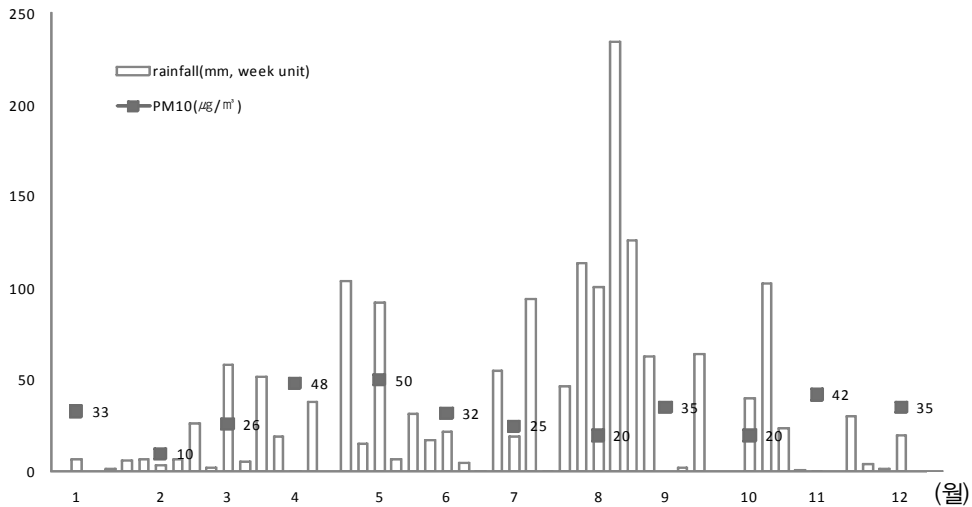


그림 1. 2013년 월별 강수량 및 먼지(PM10) 현황

○ PM10 기준 대기중금속 운영결과

- 금년 PM10 중의 대기중금속 농도는 전년대비 전반적 감소하였음.
 - 납(Pb), 비소(As) 유사
 - 카드뮴(Cd) 미량으로 변화폭이 거의 없으며, 베릴륨(Be)은 불검출
 - 크롬(Cr), 구리(Cu), 망간(Mn), 철(Fe), 니켈(Ni)은 큰 폭 감소(20 ~ 40 % ↓)
- 대기환경기준 설정항목인 PM10 중의 납(Pb) 농도는 0.0231 µg/m³으로, 연평균기준(0.5 µg/m³)대비 4.6 % 수준이었음.
- 또한 WHO 권고기준 설정항목인 카드뮴(Cd), 망간(Mn)의 연평균 농도는 각각 0.0004 µg/m³, 0.0339 µg/m³으로 기준을 만족하였음.

1) 기상요소는 기상청(kma.go.kr) 제공 자료임.

표 1. PM10 중의 대기중금속 연평균 농도

(단위 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

| | 미세먼지 (PM10) | 납 (Pb) | 카드뮴 (Cd) | 크롬 (Cr) | 구리 (Cu) | 망간 (Mn) | 철 (Fe) | 니켈 (Ni) | 비소 (As) | 베릴륨 (Be) |
|------------------|-------------|------------|----------------|---------|---------|---------------|--------|---------|---------|----------|
| 대기환경기준 (WHO권고기준) | - | 0.5 연평균 | (0.005) 연평균 | - | - | (0.15) 연평균 | - | - | - | - |
| 2014년 연평균 | 31 | 0.0231 | 0.0004 | 0.0055 | 0.0186 | 0.0339 | 0.5812 | 0.0049 | 0.0027 | 0.0000 |
| Max | 89 | 0.0915 | 0.0146 | 0.0605 | 0.3346 | 0.2361 | 3.1165 | 0.0464 | 0.0298 | 0.0000 |
| Min | 6 | 0.0003 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| STDEV | 15 | 0.0171 | 0.0010 | 0.0093 | 0.0290 | 0.0424 | 0.6047 | 0.0075 | 0.0042 | 0.0000 |
| 2013년 연평균 | 30 | 0.0268 | 0.0004 | 0.0091 | 0.0223 | 0.0583 | 0.9753 | 0.0082 | 0.0024 | 0.0000 |

○ 월별 농도 특성

- 금년 봄은 연무, 박무 등의 기상현상에 의해 고농도 (초)미세먼지(PM10, PM2.5) 발생일이 잦아 대기중금속 농도 증가에 일부 기여하였으나, 직접적인 영향(대기중금속 시료채취 기간 미포함)은 적었음.
- 2014년도 대기중금속 조사(그림 2)에 따른 미세먼지(PM-10) 월평균 농도는 4월, 5월, 11월에 $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상으로 상대적으로 높은 농도분포를 보였으며, 2월, 8월, 10월이 $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 전후로 낮게 나타났음.
- 대기중금속의 월별경향(그림 3)은 4월, 5월에 상대적으로 높은 농도를, 7월, 8월에 낮은 농도를 보여 미세먼지(PM10) 월별 농도 경향과 유사하였으나, 크롬(Cr), 망간(Mn), 니켈(Ni)은 추석연휴가 포함된 9월에 연중 최저 농도를 보였음.
- 또한 대기 중 미량으로 존재하는 카드뮴(Cd), 베릴륨(Be)은 월별 큰 변화를 보이지 않음.

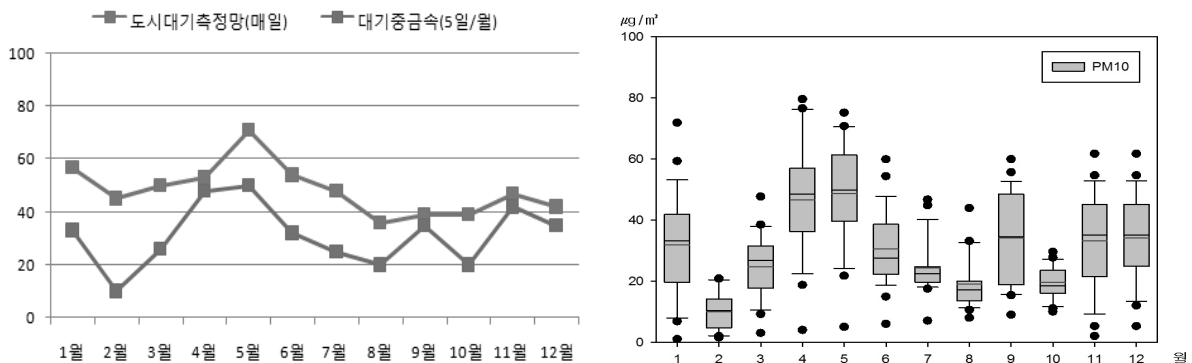


그림 2. 2014년 월별 미세먼지(PM10) 농도현황

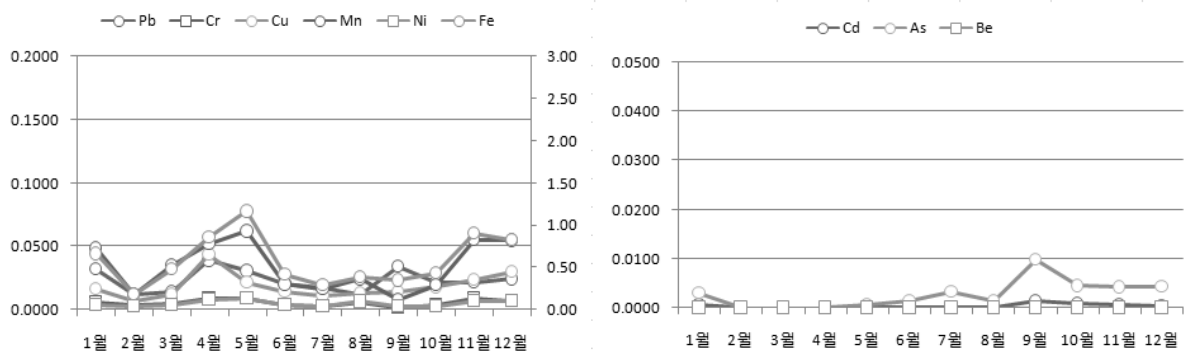


그림 3. 2014년 월별 대기중금속 농도현황 (단위 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

○ 지점별 농도 변화

- 2014년 지점별 대기중금속 연평균 농도(표 3)를 살펴보면 환경기준 항목인 납(Pb)은 학장동 0.0386, 전포동 0.0208, 연산동 0.0200, 광안동 0.0183, 덕천동 0.0178 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 모두 환경기준($0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 만족하였음.
- 또한 WHO 권고기준 설정항목인 카드뮴(Cd), 망간(Mn)의 지점별 연평균 농도는 각각 (0.0003 ~ 0.0008) $\mu\text{g}/\text{m}^3$, (0.0136 ~ 0.0905) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 기준을 만족하였음.
- 지점별 농도분포를 보면 학장동(공업)이 대부분의 항목에서 가장 높은 수준을 나타냈으며, 광안동(주거)이 가장 낮은 수준을 나타냈음.

표 3. 2014년 PM10 대기중금속측정망 지점별 운영 결과 (단위 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

| 항목 | 미세먼지 (PM10) | 납 (Pb) | 카드뮴 (Cd) | 크롬 (Cr) | 구리 (Cu) | 망간 (Mn) | 철 (Fe) | 니켈 (Ni) | 비소 (As) | 베릴륨 (Be) |
|------------------|------------------|---------|-------------|---------|---------|------------|--------|---------|---------|----------|
| 대기환경기준 (WHO권고기준) | - | 0.5 연평균 | (0.005) 연평균 | - | - | (0.15) 연평균 | - | - | - | - |
| 전포 | 2014년 32 | 0.0208 | 0.0003 | 0.0026 | 0.0149 | 0.0246 | 0.4416 | 0.0029 | 0.0023 | 0.0000 |
| | 2013년 28 | 0.0221 | 0.0005 | 0.0036 | 0.0163 | 0.0317 | 0.5454 | 0.0004 | 0.0027 | 0.0000 |
| 학장 | 2014년 40 | 0.0386 | 0.0008 | 0.0203 | 0.0456 | 0.0905 | 1.4285 | 0.0158 | 0.0031 | 0.0000 |
| | 2013년 43 | 0.0445 | 0.0007 | 0.0269 | 0.0455 | 0.1512 | 2.4168 | 0.0244 | 0.0028 | 0.0000 |
| 덕천 | 2014년 28 | 0.0178 | 0.0003 | 0.0017 | 0.0112 | 0.0192 | 0.3605 | 0.0018 | 0.0025 | 0.0000 |
| | 2013년 (8~12월) 25 | 0.0161 | 0.0000 | 0.0018 | 0.0112 | 0.0176 | 0.3367 | 0.0026 | 0.0007 | 0.0000 |
| 광안 | 2014년 22 | 0.0183 | 0.0003 | 0.0011 | 0.0079 | 0.0136 | 0.2579 | 0.0018 | 0.0030 | 0.0000 |
| | 2013년 (8~12월) 17 | 0.0131 | 0.0000 | 0.0009 | 0.0070 | 0.0117 | 0.2221 | 0.0012 | 0.0014 | 0.0000 |
| 연산 | 2014년 31 | 0.0200 | 0.0003 | 0.0018 | 0.0134 | 0.0213 | 0.4149 | 0.0021 | 0.0026 | 0.0000 |
| | 2013년 28 | 0.0238 | 0.0004 | 0.0028 | 0.0156 | 0.0270 | 0.5254 | 0.0033 | 0.0026 | 0.0000 |

※ 덕천, 광안동 지점은 2013년 8월부터 운영시작

○ 타시도 대기중금속 농도 비교

- 전국 7대 광역시 2014년도 PM10 중 납(Pb)의 연평균 농도는 (0.0144 ~ 0.0389) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 모두 환경기준(0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)을 달성하였음.
- 우리시는 타 도시 대비 대부분의 항목에서 중간 농도 수준이나 크롬(Cr), 망간(Mn), 니켈(Ni) 항목이 다소 높은 수준임. 이는 공업지역 확장동의 다소 높은 농도에 의한 것으로 판단됨.

표 4. 2014년 7대 광역도시 PM10 대기중금속 농도(12월 기준)

($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

| | Pb | Cd | Cr | Cu | Mn | Fe | Ni | As | Be |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 부산 | 0.0231 | 0.0004 | 0.0055 | 0.0186 | 0.0339 | 0.5812 | 0.0049 | 0.0027 | 0.0000 |
| 서울 | 0.0364 | 0.0012 | 0.0038 | 0.0303 | 0.0347 | 0.8895 | 0.0031 | 0.0051 | 0.0000 |
| 인천 | 0.0389 | 0.0013 | 0.0037 | 0.0273 | 0.0334 | 0.4834 | 0.0042 | 0.0042 | 0.0000 |
| 울산 | 0.0370 | 0.0003 | 0.0040 | 0.0201 | 0.0603 | 1.0571 | 0.0060 | 0.0062 | 0.0000 |
| 광주 | 0.0144 | 0.0001 | 0.0007 | 0.0061 | 0.0135 | 0.3284 | 0.0011 | 0.0014 | 0.0000 |
| 대구 | 0.0262 | 0.0016 | 0.0026 | 0.0137 | 0.0214 | 0.4889 | 0.0022 | 0.0024 | 0.0000 |
| 대전 | 0.0308 | 0.0010 | 0.0044 | 0.0157 | 0.0322 | 0.7289 | 0.0042 | 0.0043 | 0.0000 |

※ 국가대기오염정보관리시스템(NAMIS) 자료 활용

3. 결 론

- 2014년 강수량은 1691.1 mm 로 평년(1981년 ~ 2010년 30년간 평균치, 1519.1 mm) 및 전년(1133.1 mm) 대비 강수량 증가를 보였음.
- 대기환경기준항목인 납(Pb)의 연평균 농도는 미세먼지(PM10) 기준 0.0231 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 연평균 기준 0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 4.6 % 수준이었음.
- 금년 미세먼지(PM10) 상의 중금속 농도는 전반적으로 봄철(4월, 5월)이 높고, 강우가 집중된 여름철(7월, 8월)이 낮았으며, 추석연휴가 포함된 9월에 크롬(Cr), 망간(Mn), 니켈(Ni) 최저 농도를 나타냄.
- 지점별 농도분포를 보면 확장동(공업)이 대부분의 항목에서 가장 높은 수준을 나타냈으며, 광안동(주거)이 가장 낮은 수준을 나타냈음.
- 전국 7대 광역시 미세먼지(PM10)상의 납(Pb) 평균농도는 (0.0144 ~ 0.0389) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 모두 환경기준(0.5)을 달성하였으며, 우리시의 경우 7대 광역시 대비 크롬(Cr), 망간(Mn), 니켈(Ni) 농도가 다소 높게 나타남.