

포항지역의 바람권역 분석에 따른 대기측정망 위치 평가

정중현¹, 이형돈², 손병현^{3*}

¹대구한의대학교 보건학부, ²부산대학교 사회환경시스템공학과, ³한서대학교 환경공학과

Assessment of location of the air quality monitoring stations according to the analysis of wind sector division in Pohang

Jong-Hyeon Jung¹, Hyung-Don Lee² and Byung-Hyun Shon^{3*}

¹Faculty of Health Science, Daegu Haany University

²Dept. of Civil and Environmental Engineering, Pusan National University

³Dept. of Environmental Engineering, Hanseo University

요약 이 연구에서는 포항철강공단 주변지역의 보건·환경질 개선을 위해 대기측정망의 설치 위치가 적절한지를 평가하였다. 대기 유동장을 분석한 결과, 대송면(제 1 상세 바람권역)과 장흥동(제 3 상세 바람권역)의 경우 대기측정망의 위치가 적절한 것으로 나타났다. 그러나 대도동과 죽도동에 설치된 대기측정망은 동일바람권역에 존재하고 있어 중복 측정을 하고 있는 것으로 판단된다. 향후 포항시 인구의 50% 이상이 거주하고 있는 북구 지역에는 추가적으로 대기측정망을 설치할 것을 제안한다. 대기오염물질 농도 분포를 분석한 결과, PM₁₀의 경우 장흥동 지역이 다른 지역에 비해 높은 농도를 보였고 O₃의 경우에는 대송면지역에서 높게 나타났다. 대상지역 주민들의 생활건강에 악영향을 유발하는 PM₁₀과 O₃에 대한 적극적인 관리가 필요한 시점으로 판단된다.

Abstract This study evaluated whether the installed location of air quality monitoring stations is at an optimal level in an effort to improve the health and environmental quality of the surrounding areas of the Pohang Steel Complex. As a result of analyzing the atmospheric flow field, it was found that the location of air quality monitoring stations was acceptable in case of Daesong-myeon(The 1st Division of Local Wind Sector) and Jukdo-dong(The 3rd Division of Local Wind Sector). However, the air quality monitoring stations installed at Daedo-dong and Jukdo-dong is judged to have made an overlapped measurement because the stations existed at the Division of the same Wind Sector. Accordingly, this study suggests that the further air quality monitoring stations should be additionally installed at Buk-gu areas of Pohang where more than 50% of the population of Pohang is living presently. As a result of the analysis of air contaminant concentration distribution, the Jangheung-dong area showed higher concentration distribution than other areas in case of PM₁₀ while the Daesong-myeon area showed a comparatively higher concentration distribution in case of O₃. Conclusively, this study indicates that it is high time to prepare an aggressive management of PM₁₀ and O₃ which causes a harmful impact on the life and health of the residents of the target areas.

Key Words : Air Quality Monitoring Station, Industrial Complex Area, Health, Environmental Quality, Pohang

1. 서론

우리나라 남동부에 위치한 포항지역은 대규모 공단지

역과 주거지역이 가까운 거리에 밀집하여 있다. 특히 공단지역과 주거지역은 바다에 인접하여 위치하고 있는 실정이며, 공단지역에서 발생된 대기오염물질이 복잡한 지

*Corresponding Author : Byung-Hyun Shon

Tel: +82-10-9669-1368 email: bhshon@hanseo.ac.kr

접수일 12년 03월 02일

수정일 12년 03월 26일

게재확정일 12년 04월 12일

형과 종관학적인 바람장 및 해풍 등의 요인에 의하여 수송 및 확산되고 있다. 특히 주거 및 공단지역과의 밀집성으로 인하여 지역 주민들이 체감하는 환경질의 수준은 악화되고 있다. 또한 포항지역의 산업구조는 철강산업과 관련된 공장들이 밀집되어 있기 때문에 유사한 종류의 오염물질이 다량 배출되어 국지적인 대기질을 악화시키고 있어 공중보건상 위해를 유발시키고 있는 실정이다 [1,2].

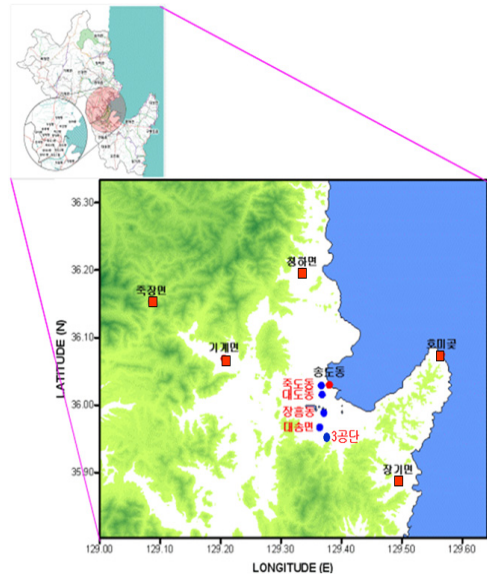
우리나라에서는 보건·환경질 개선을 위한 기초조사의 일환으로 환경오염물질의 현황을 파악하고 대기질 개선 대책 수립에 필요한 자료를 확보하기 위하여 환경부 및 지방자치단체에서 대기측정망, 산성우측정소, 중금속측정소를 설치·운영하고 있다. 포항시의 경우 1989년 5월부터 대도동, 장흥동, 죽도동, 대송면 측정소가 그리고 2010년부터 포항철강산업단지가 위치한 대송면 3공단 배수지에 1개소의 대기측정망이 추가적으로 설치·운영되고 있다[3].

이 연구에서는 지리정보시스템의 수치지형 자료와 지표 및 고층 기상자료를 바탕으로 포항지역의 국지기상 현상을 해석하고, 각 배출원의 대기오염물질 배출량 자료를 분석하여 대기오염물질의 평균농도를 지역별로 비교 및 분석하였다. 또한 대상지역의 기상학적 관점에서의 대기측정망의 위치 적정성을 조사하기 위하여 지역규모 대기순환모델인 RAMS(Regional Atmospheric Modeling System)를 이용 대기 유동장을 격자간격으로 수치모의하였다[3-6]. 이와 같은 연구결과는 기타 지역에 설치·운영 중인 대기측정망의 위치 적정성에 대한 평가도 가능할 것이며, 향후 추가적인 대기측정망 평가에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

2. 연구 방법

2.1 대기측정망 및 기상관측망

연구지역인 포항시의 대기측정망은 5개 지역(장흥동, 대도동, 죽도동, 대송면, 3공단 배수지)에서 설치·운영되고 있으며, 그림 1에 대기측정망(●)을 자세히 나타내었다[5,7-8]. 또한 포항시의 기상특성을 파악하기 위하여 남구 송도동의 포항기상대 및 북구 청하면, 북구 죽장면, 남구 대보면 호미곶, 남구 장기면, 북구 기계면 등의 자동기상관측망(■)자료를 분석하였다.



[그림 1] 포항지역의 대기측정망(●)과 자동기상관측지점(■)

[Fig. 1] Location of air quality monitoring stations(●) and automatic weather stations(■) in Pohang and its surroundings.

2.2 연구방법

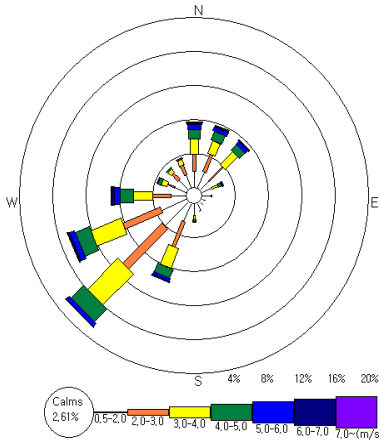
대상지역은 철강산업단지가 위치하고 있으며, 오랜 기간 환경오염물질로 인한 주민 민원이 지속적으로 발생하는 지역이기도 하다. 이러한 지역에서의 지역대기측정망을 분석하는 작업은 지역 주민들의 보건 및 건강지수 평가에 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것으로 판단된다. 따라서 이 연구에서는 포항기상대 및 5지역(청하면, 죽장면, 호미곶, 장기면, 기계면)의 자동기상관측자료를 조사하였다. 또한, 연구대상 지역인 장흥동, 죽도동, 대도동, 대송면 등 4개 지점에 위치한 대기측정망 자료를 이용하여 대기질 현황을 분석하였다. 이와 함께 철강산업단지 및 주변권역에서 배출되는 환경오염물질의 경향을 분석하였으며, 지방기상대의 10년간 바람장 자료를 분석하였다.

또한 GIS(Geophysical Information System) 수치지형 자료를 모델의 입력 자료로 활용함으로써 포항지역의 상세한 지형 형상을 바탕으로 바람환경과 지역규모 대기순환모델인 RAMS를 이용하여 철강공단지역을 포함한 대상지역의 대기 유동장을 1 km × 1 km의 격자간격의 수치모의를 통해 대상지역의 바람권역을 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 기상분석

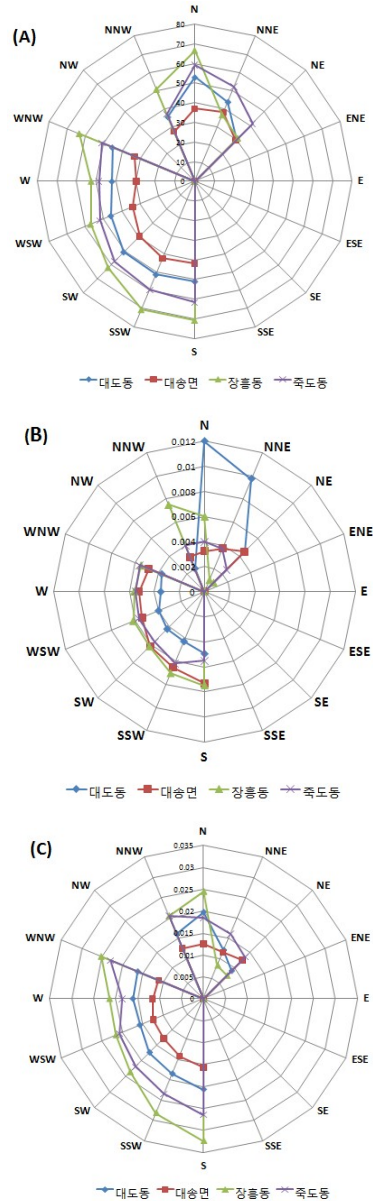
포항기상대의 최근 10년간의 주 풍향을 그림 2에 바람 장미로 도식한 결과, 주풍은 서남서, 남남서 등 남서풍이 가장 우세하였고, 풍속의 비율은 2~4 m/s의 빈도가 52.3%로 가장 높았으며, 0.5~2 m/s가 28.34%, 4~6 m/s가 14.54%의 비율을 보였다. 이에 대기오염물질이 바람에 의한 확산 및 이송이 원활할 것으로 판단되었다.



[그림 2] 포항지역 바람장미도.
[Fig. 2] Wind rose of Pohang and its surroundings.

바람장미도를 응용하여 각 풍향에 따른 평균오염물질 농도를 초과하는 빈도를 그림으로 표시한 것이 오염장미도이다. 포항 4개 지역(대도동, 장흥동, 대송면, 죽도동)의 PM₁₀과 SO₂ 및 NO₂에 대한 연간 오염장미도를 분석하여 그림 3에 나타내었다. 먼저 PM₁₀의 경우 거의 모든 지점에서 오염의 농도가 지점별로 비슷한 경향을 나타내었고, 오염물질은 풍향에 크게 의존하는 것으로 분석되었으며, 앞에서 분석한 바람장미의 경향과 일치하는 서남서, 서, 남서 등 서풍계열과 북, 북북동, 북북서 등의 북풍계열에서 가장 큰 영향을 받는 것으로 나타났다. 남풍이 우세할 때, 장흥동 70.75 μg/m³, 죽도동 61.63 μg/m³, 대송면 41.69 μg/m³으로 가장 높은 농도를 보였으며, 대도동의 경우 남남서풍이 우세할 때 51.38 μg/m³로 가장 높은 농도를 보였다. SO₂의 경우 남풍에서 장흥동 0.0075 ppm, 대송면 0.00731 ppm, 북풍에서 대도동 0.012 ppm, 남남서풍에서 죽도동 0.0619 ppm으로 가장 높은 농도를 보였으며, 전체적으로 대도동을 제외한 3개의 지역에서 남서풍계열이 우세할 때 농도가 높은 것으로 나타났다. NO₂의 경우

PM₁₀과 비슷한 분포를 보였으며, 남풍이 우세할 때, 장흥동 0.032 ppm, 죽도동 0.026 ppm, 대도동 0.021 ppm, 대송면 0.016 ppm로 가장 높은 농도를 나타내었으며, 북풍, 북북서풍 순으로 농도분포가 나타났다.



[그림 3] 포항지역의 오염장미도(A : PM₁₀, B : SO₂, C : NO₂).

[Fig. 3] Pollution rose of Pohang and its surroundings(A : PM₁₀, B : SO₂, C : NO₂).

3.2 바람권역

3.2.1 수치모의 사례일 선정

대상지역에서의 상세한 바람장을 수치모의하기 위해 계절별 대표 종관일을 수치모의 사례일로 선정하여 연구를 수행하였다. 모든 날에 대한 대상지역에서의 상세 격자별 바람장을 수치모의하기란 불가능하므로 계절별 대표 종관일을 선정하여 대상지역에 대한 상세 격자별 기상장 수치모의를 수행하였다[6, 9]. 먼저, 계절별 수치모의 사례일을 선정함에 있어 6군데 기상청(서울, 포항, 대전, 대구, 광주, 인천)과 2군데 기상대(제주, 오산) 정시기상 관측 자료와 2군데(오산, 포항) 상층기상 관측 자료를 토대로 일평균 현지기압, 일 기압변화량, 1000 hPa 지오퍼텐셜 고도, 1000~500 hPa 층후, 500 hPa 풍속을 이용하여[11] 5년 동안의 총 1,727일을 각 계절별 종관일로 분류하였다. 즉, 일평균 현지기압 등 5개의 기상요소를 입력변수로 하여 K-평균 군집분석을 이용하여 연구기간 1,727일을 각 계절별 종관일로 객관적으로 분류하였다.

그 결과 표 1에 나타난 바와 같이, 총 1727일 가운데 봄철은 401일, 여름철은 460일로 분류되었다. 이 가운데 여름철은 다시 장마기와 무더위기로 각각 243일과 217일로 구분되었다. 또한 가을과 겨울철은 389일과 477일로 구분되어 겨울철과 여름철이 다소 많은 날로 구분되었다.

[표 1] 각 계절별 종관일 군집분석 결과

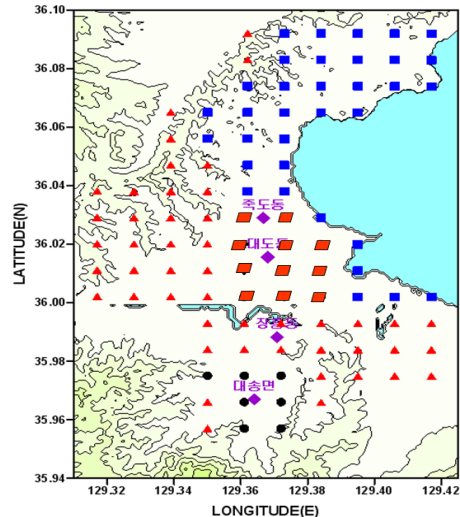
[Table 1] Number of clusters analysis according to season

| List | Season | Number of clusters | Average distance from center of cluster |
|------|------------------------|--------------------|---|
| 1 | Spring | 401 | 2.81 |
| 2 | Summer I (Rain season) | 243 | 2.43 |
| 3 | Summer II (Hot season) | 217 | 1.65 |
| 4 | Fall | 389 | 3.41 |
| 5 | Winter | 477 | 1.23 |

다음으로 각 계절별 종관일로 구분된 날들에 대하여 지상일기도 및 상층 500 hPa 일기도를 바탕으로 계절별로 대표 종관일을 2일씩 선정하였다. 즉, 군집분석을 통하여 각 계절별 종관일을 봄, 여름 I(장마기), 여름 II(무더위기), 가을, 겨울의 5개로 분류하였고 이렇게 분류된 각각의 계절별 종관일들을 대상으로 지상일기도 및 상층 500 hPa 일기도를 바탕으로 해당 계절의 전형적인 종관 기압계 패턴을 뚜렷이 보인 2일씩을 본 연구에서의 수치모의 사례일로 선정하였다.

3.2.2 수치모의 결과

초기 기상장 입력 자료는 NCAR(National Center for Atmospheric Research) 재분석 자료의 매 6시간 값을 사용하여 총 60시간에 걸쳐 수치적분을 수행하고 이 결과를 바탕으로 해당 사례일의 대상지역 대기 유동장을 분석하였다.



[그림 4] 포항지역의 상세 바람권역 구분

[Fig. 4] Division of Local Wind Sector in Pohang and its surroundings.

그림 4는 풍향, 풍속 자료를 토대로 K-평균 군집분석을 수행하여 대상지역의 상세 바람권역을 분석한 결과이다. K-평균 군집분석을 이용하여 분석한 결과, 총 4개의 상세 바람권역으로 구분되었다. 첫째, 포항 지역의 7%에 해당하는 권역으로 포항시 남구 대송면 및 송도리 일부가 이 제 1 상세 바람권역(●)에 해당하는 것으로 나타났다. 제 1 상세 바람권역에는 대송면 송도리에 소재한 대기측정망이 설치되어 있다. 둘째, 포항 지역의 34%에 해당하는 권역으로 포항시 북구의 대부분을 차지하는 북구 학산동, 용흥동, 우창동 등이 제 2 상세 바람권역(■)에 속한다. 제 1 상세 바람권역과는 달리 현재 이 권역에는 대기측정망이 설치되어 있지 않기 때문에 향후 대기측정망을 신설 내지는 이전을 할 경우에는 이 제 2 상세 바람권역에 설치가 필요할 것으로 판단된다. 셋째, 포항 지역의 48%에 해당하는 제 3 상세 바람권역(▲)은 포항시 남구의 내이동과 장흥동 등을 포함하고 있다. 이 지역에는 장흥동에 소재한 대기측정망이 설치되어 있어 대기유동장적인 측면에서 하나의 상세한 바람권역에 포함되어 있음을 의미한다. 넷째, 포항 지역의 11%에 해당하는 제 4

상세 바람권역(■)은 포항시 북구의 학산동과 죽도동, 그리고 포항시 남구의 송도동, 해도동, 대도동 등을 포함한다. 따라서 이 권역에는 죽도동 및 대도동에 소재한 대기 측정망이 위치해 있어 포항시를 대상으로 상세한 바람권역을 분석하고 구분하였을 때 하나의 상세 바람권역에 두개의 대기측정망이 위치하여 대기유동장적인 측면에서는 대기측정망이 중복 설치되어 있는 것으로 나타났다.

3.3 대기오염물질 분포특성

3.3.1 측정망별 오염도 특성

표 2는 최근 7년간 포항지역의 황사 발생일을 포함한 경우와 제외한 경우의 측정망별 PM₁₀, SO₂, NO₂, O₃의 평균농도를 각각 나타낸 것이다.

[표 2] 포항시 4개 지역의 오염물질 연평균농도
[Table 2] Annual average concentration of 4 major pollutants in Pohang

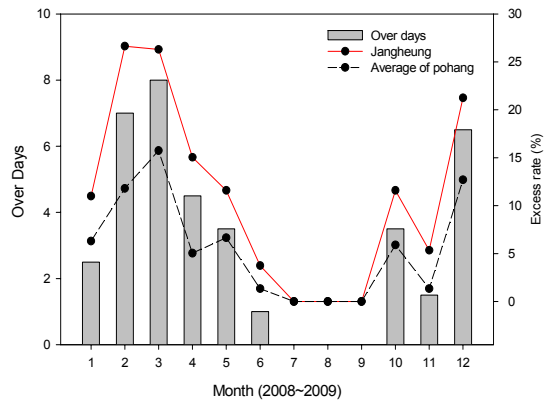
| 오염물질 | | 지역 | 장흥동 | 죽도동 | 대도동 | 대송면 | 기준치 |
|--|--------|----|-------|-------|-------|-------|------|
| PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 황사일 포함 | | 73.9 | 53.7 | 58.6 | 45.5 | 50 |
| | 황사일 제외 | | 72.2 | 52.4 | 57.8 | 42.9 | |
| SO ₂ (ppm) | 황사일 포함 | | 0.01 | 0.008 | 0.006 | 0.005 | 0.02 |
| | 황사일 제외 | | 0.009 | 0.008 | 0.006 | 0.005 | |
| NO ₂ (ppm) | 황사일 포함 | | 0.031 | 0.022 | 0.024 | 0.013 | 0.03 |
| | 황사일 제외 | | 0.031 | 0.022 | 0.024 | 0.012 | |
| O ₃ (ppm) | 황사일 포함 | | 0.027 | 0.024 | 0.028 | 0.028 | 0.06 |
| | 황사일 제외 | | 0.026 | 0.024 | 0.028 | 0.028 | |

먼저 황사가 포함된 경우의 측정망별 PM₁₀ 평균 농도는 장흥동 73.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 죽도동 53.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 대도동 58.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 대송면 45.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 나타내어 공업지역으로 분류된 장흥동에서 가장 높은 PM₁₀ 농도를 나타내었다. 황사를 제외한 경우 모든 지역에서 감소한 것으로 나타났다. 연간평균치가 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 초과한 지역은 공업지역인 장흥동이었으며, PM₁₀ 연간기준치 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하인 지역은 주거지역인 대송면으로 42.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 나타내었다. SO₂의 평균농도는 장흥동에서 0.010 ppm, 죽도동에서 0.008 ppm, 대도동에서 0.006 ppm, 대송면에서 0.005 ppm를 나타내어 공업지역으로 분류된 장흥동에서 가장 높은 SO₂ 농도를 나타내나, 전체적으로 연간평균치가 기준치를 초과한 지역은 없는 것으로 나타났다. NO₂의 평균농도분석 결

과, 장흥동 0.031 ppm, 죽도동 0.022 ppm, 대도동 0.024 ppm, 대송면에서 0.013 ppm를 나타내어 SO₂와 마찬가지로 공업지역으로 분류된 장흥동에서 가장 높은 NO₂ 농도를 나타내고 있다. 또한 황사를 제외한 경우의 NO₂ 농도가 큰 차이가 없었으며, 전체적으로 장흥동에서만 연간기준치 0.03 ppm을 초과한 것으로 나타났다. O₃ 평균농도의 경우 황사가 포함된 경우 장흥동 0.027 ppm, 죽도동 0.024 ppm, 대도동 0.028 ppm, 대송면 0.028 ppm를 나타내었으며, 주거지역인 대송면이 오히려 더 높은 것으로 나타났다. 황사 제외한 경우도 비슷한 것으로 나타났으며, 전체적으로 모든 지역에서 기준치는 만족하는 것으로 나타났다.

3.3.2 오염물질 초과일수 및 대기질 특성분석

표 2에 나타난 주요한 오염물질 중 대기환경기준치를 자주 초과하는 2가지 오염물질에 대한 초과일수와 초과율을 비교하면 그림 5, 6과 같다. 그림 5에서 볼 수 있는 바와 같이 PM₁₀ 농도가 높았던 장흥동과 포항 전체 도시의 미세먼지 배출량 중 대기환경기준치(24시간 평균치 : 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)를 초과한 일수와 초과율을 비교한 결과, 최근 2년간 3월에 평균 8일로 가장 높았으며, 2월에 7일, 12월에 6.5일, 4월과 5월에 각각 4.5일, 3.5일 순으로 나타났다. 전체적으로 대기환경기준치를 초과한 일수를 이용하여 초과율을 분석한 결과, 봄철과 겨울철에 초과율이 높은 것으로 나타났다.

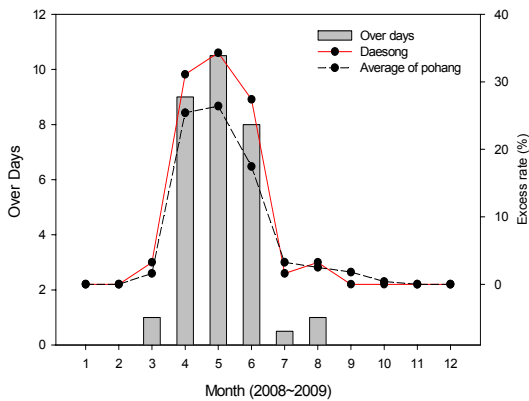


[그림 5] 대상지역 측정망(장흥동)의 PM₁₀ 초과일수 및 초과율.

[Fig. 5] Overdays and exceeding rate of PM₁₀ at Jangheung-dong in Pohang.

그림 6은 포항지역의 국가측정망 지역 중 O₃의 농도가 높았던 대송면과 포항 전체 도시의 오존 배출량 중 대기

환경기준치(8시간 : 0.06 ppm)를 초과한 일수와 초과율을 비교하여 분석하였다. 최근 2년 동안의 평균 농도를 분석한 결과, 5월에 10.5일, 4월에 9일로 가장 높게 나타났다. 날씨가 따뜻해지는 5월부터 6월 사이에 초과일수가 증가하였고 초과율은 4~7월 사이에 초과일수와 비례적으로 증가한 것으로 나타났으며, 가을철과 겨울철에는 오존의 초과일이 거의 없는 것으로 나타났다. 전체적으로 포항지역 전체 평균에 비해 초과율이 높은 것으로 분석되어, 주민의 생활건강에 악영향을 유발할 수 있는 O₃과 같은 대기오염물질을 적극적으로 관리하여야 할 것으로 판단된다.



[그림 6] 대상지역 측정망(대송면)의 O₃ 초과일수 및 초과율. [Fig. 6] Overdays and exceeding rate of O₃ at Daesongmyeon in Pohang.

3.4 대기측정망 자료 분석

공단 및 주변지역 대기측정망 위치 적정성을 비교 및 분석하기 위하여 대상지역에 대한 상세 바람권역 구분과 대기오염물질 농도분포 및 계절별 농도변동 조사를 통하여 철강공단지역 대기측정망의 적정성을 비교하고 분석하였다. 세부 바람권역을 분석한 결과, 대기유동장적인 측면에서 고찰하면 대송면에 소재한 대기측정망은 제 1 상세 바람권역에 해당하며, 장흥동에 소재한 대기측정망은 제 3 상세 바람권역에 포함되었다. 이를 바탕으로 대기유동장적인 측면에서 대상지역의 대기측정망의 위치 적정성을 분석한 결과, 대송면에 소재한 대기측정망 및 장흥동에 소재한 대기측정망의 경우 그 위치가 적정한 것으로 판단되며, 철강공단지역 장흥동 대기측정망의 위치는 대표성 측면에서는 타당한 것으로 판단된다. 추가적으로 철강공단지역은 1공단-4공단이 모두 완성되는 시점에서의 대기측정망의 대표성을 고려하여 장흥동 대기측정망의 지속적인 관리가 필요할 것으로 판단된다. 또한

제 2 상세 바람권역으로 나타난 북구의 학산동, 용흥동 일대의 경우 현재 포항시의 인구 50% 이상이 거주하고 있으며, 바람권역 시뮬레이션 분석을 통해 분석한 결과, 제 2 상세 바람권역을 대표하는 대기 유동장적인 중심위치는 위도 36°03' 54", 경도 129°22' 23"으로 그림에서 표시한 분, 초로 36.065°, 129.373°에 해당하는 위치이며, 대기유동장적인 측면에서의 중심위치는 행정구역상 포항시 북구 창포지구 부근으로 나타났다. 추가적인 대기측정망의 신설을 고려할 경우에는 북구 지역에 대기측정망을 신규로 설치할 것을 제언한다.

대기유동장적인 측면에서 죽도동과 대도동의 대기측정망은 제 4 상세 바람권역에 포함되었다. 대기측정망의 위치 또한 제 4 상세 바람권역의 중심위치에 인접하여 적정한 것으로 분석되었다. 그러나 죽도동에 소재한 대기측정망의 경우 제 4 상세 바람권역에 포함되어 대도동에 소재한 대기측정망과 중복되기 때문에 대기측정망의 적절한 위치를 다각도로 분석하여 최적의 위치를 고려할 필요가 있을 것으로 판단된다.

4. 결론

이 연구에서는 포항철강공단 및 주변지역에 대한 보건환경질 개선을 위한 대기측정망 위치를 분석하고자 하였으며, 이상의 연구로부터 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 광역의 포항지역에 대하여 대기유동장적인 측면에서 대상지역의 바람권역은 4개로 분석 및 분류되었다. 광역적이고 장기적인 측면에서 살펴볼 때 각각의 바람권역에 하나 이상의 대기측정망이 필요할 것으로 판단된다.
2. 대상지역의 대기 유동장을 분석하여 상세 바람권역을 구분하여 대기측정망을 분석한 결과, 대송면(제 1 상세 바람권역)과 장흥동(제 3 상세 바람권역) 대기측정망의 경우 측정망의 위치가 적정하였다.
3. 대상지역의 상세 바람권역을 분석하여 공업지역, 상업지역, 주거지역에 대한 대기측정망 지역 대표성을 평가한 결과, 대도동과 죽도동 대기측정망은 오염원 분포측면에서는 동일권역에 존재하고 있어 중복 측정을 하고 있는 것으로 판단된다.
4. 향후 포항지역 인구의 50% 이상이 거주하고 있는 북구 지역에 대기측정망을 신규로 설치할 것을 제언한다.
5. 대기오염물질 농도와 기준치 초과율을 분석한 결과, 장흥동지역의 PM₁₀ 농도는 봄철과 겨울철에 초과율

이 높았으며 대송면 O₃의 경우, 4~7월 사이에 초과 일수와 초과율이 비례적으로 증가하는 것으로 나타났다. 특히 대상지역의 전체 O₃ 평균과 비교한 결과, 대송면지역의 O₃ 초과율이 높은 것으로 나타났으며, 향후 지역 주민들의 생활건강에 악영향을 유발하는 PM₁₀과 O₃에 대한 적극적인 관리가 필요한 시점으로 판단된다.

References

- [1] Jung, J. H. : Effects of air pollutants on the health/environmental risk assessment and weathering of stone cultural properties in Gyeongju and its vicinities. *Daegu Haany University*, Ph.D Dissertation, 2008.
- [2] National Institute of Environmental Research : The monitoring study on exposure level and biomarker of environmental pollutants in the Pohang industrial complex(5th annual report), 2010.
- [3] Jung, J. H. : A study on the cause investigation of increasing fine particles (PM₁₀) and reduction plans in Pohang Steel Industrial Complex, GENTEC, 2009.
- [4] Choi, B. W., Jung, J. H., Choi, W. J., Jeon, C. J., Shon, B. H. : Distribution Characteristics of Ambient Heavy Metals based on the Pollution Source and their Carcinogenic Risk Assessment in Ulsan, Korea. *Korean J. of Environmental Health*, Vol. 32, No. 5, pp. 522-531, 2006.
- [5] Choi, B. W., Jung, J. H., Choi, W. J., Shon, B. H., Oh, K. J. : Characteristics of the Distribution of High Ambient Air Pollutants with Sources and Weather Condition in Ulsan. *Korean J. of Environmental Health*, Vol. 32, No. 4, pp. 324-335, 2006.
- [6] Lee, H. W., Won, G. M., Bae, S. J. : The prediction and evaluation air pollutants concentration around industrial complex by using atmospheric dispersion models. *Journal of the Environmental Sciences*, 8(4), 485-490, 2004.
- [7] National Institute of Environmental Research : The monitoring study on exposure level and biomarker of environmental pollutants in the Pohang industrial complex(1st annual report), 2006.
- [8] National Institute of Environmental Research : The monitoring study on exposure level and biomarker of environmental pollutants in the Pohang industrial complex(4th annual report), 2009.
- [9] Kim, W. G., Chun, Y. S., Lee, W. H., Kim, H. M. : A

case study on the characteristics of TSP concentrations and yellow sand phenomena in Seoul. *Journal of Korean Society for Atmospheric Environment*, 11(2), 199-209, 1995.

- [10] Kim, S. D., Kim, J. H., Lee, J. J. : The characteristics of suspended particulate matters in downtown Seoul during winter period. *Journal of Korean Society for Atmospheric Environment*, 8(2), 105-111, 1992.
- [11] Han, H. J. : A study emission-cap regulation and emissions trading for air pollution control in Korea, Korea Environment Institute, Seoul, 2002.

정 종 현(Jong-Hyeon Jung)

[정회원]



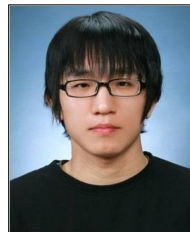
- 1999년 2월 : 부산대학교 환경공학과(공학박사)
- 2008년 2월 : 대구한의대학교 보건학과(보건학박사)
- 2012년 2월 : 동국대학교 의학과(의학박사)
- 1996년 3월 ~ 2002년 2월 : 서라벌대학 보건의료행정과 교수
- 2011년 3월 ~ 현재 : 대구한의대 보건학부 교수

<관심분야>

보건/환경학, 산업보건학, 예방의학, 문화재보존과학, 대기

이 형 돈(Hyung-Don Lee)

[정회원]



- 2009년 8월 : 부산대학교 대기과 학과(이학사)
- 2011년 8월 : 부산대학교 환경공학과(공학석사)
- 2011년 8월 ~ 현재 : 부산대학교 환경공학과(박사과정)

<관심분야>

폐기물처리 및 재자원화, 대기오염제어, 미기상수치모델

손 병 현(Byung-Hyun Shon)

[정회원]



- 1990년 2월 : 부산대학교 환경공학(공학사)
- 1994년 2월 : 부산대학교 환경공학(공학석사)
- 1997년 2월 : 부산대학교 환경공학(공학박사)
- 1997년 3월 ~ 현재 : 한서대학교 환경공학과 정교수

<관심분야>

대기오염제어, 폐기물처리, 이산화탄소 흡수