

PA3) 공간통계를 이용한 오존 측정망 평가

최임조·조완근¹⁾·이준엽²⁾

울산광역시 상수도사업본부 수질연구소, ¹⁾경북대학교 환경공학과, ²⁾(주)캠토피아

1. 서론

오존은 대기 중에 배출된 질소산화물과 휘발성유기화합물 등이 자외선과 광화학 반응을 일으켜 생성되는 광화학 옥시던트의 일종으로 2차 오염물질에 속한다. 전구물질인 휘발성유기화합물은 자동차, 화학공장, 정유공장과 같은 산업시설과 자연적 생성 등 다양한 배출원에서 발생한다. 울산에는 국내 최대의 자동차, 석유화학, 비철금속 등의 2개 국가산업단지가 위치하고 있고, 오존의 연평균 농도가 해마다 조금씩 증가하는 추이를 나타내고 있다. 본 연구에서는 국내 최대의 국가산업단지가 있는 울산지역의 오존농도 자료를 토대로 GIS의 공간추정기법을 이용하여 대기환경보전법에서 규정하고 있는 자동대기측정망 설치에 관한 방법 이외에 농도의 다양성 관점에서 현재 오존 측정망이 적절한지를 평가하였고, 추가적으로 필요한 측정망 지점을 선정하였다.

2. 연구대상 및 방법

본 연구에서는 2011 ~ 2015년의 오존 농도자료를 토대로 GIS의 IDW 보간법을 이용하여 오존농도지도를 작성하고, 이 자료를 바탕으로 도시의 오존 오염특성을 살펴봤다. 그리고 대역분석(Zonal Statistics)으로 법정동 별 오존 평균농도를 계산하고 HH, HM, HL, MH, MM, ML, LH, LM, LL의 9개 농도단계로 구분하였다. 측정망은 다양한 단계의 농도를 나타내어야 한다는 관점에서 현재 도시대기측정망의 적절성을 평가하였고, 추가적으로 필요한 측정망 지점을 선정하였다.

3. 결과 및 고찰

IDW 보간법을 적용하여 2011 ~ 2015년의 오존 농도지도를 작성했을 때, 대체적으로 대응이 높은 농도를 보였는데, 대응지점의 경우 인근 지역에 현대계열의 공장의 국가공단이 위치하고 있어 지역적인 영향을 받는 것으로 보여진다. 성남, 무거, 효문 지점은 비교적 낮은 농도를 나타내었다. 이 기간 동안의 오존 평균농도는 0.0248 ~ 0.0272 ppm으로 대체적으로 해년마다 조금씩 증가하는 추이를 나타내고 있다.

기존 측정망의 중복성을 검토하기 위해 중복성의 기준을 다음과 같이 설정하였다. 첫 번째 기준은 대기오염측정망 설치-운영지침에 의해 측정소간 직선거리가 4 km 미만을 나타내는 경우이다. 둘째, 동일한 용도지역에 속해 있는 경우이다. 마지막 기준은 연도별 농도자료를 기초로 IDW 보간법을 적용하고, 각각의 법정동을 대역분석을 통해 9개 농도단계로 구분하였을 때, 기존 측정망이 속해있는 법정동들이 동일한 농도 단계에 포함되어 있는 경우이다. 첫 번째와 두 번째 기준을 적용했을 때 대상 측정망군은 부곡-여천, 야음-신정, 야음-삼산, 신정-삼산의 4개의 측정망군으로 나타났다. 울산지역의 4개 대상 측정망군이 동일한 농도 단계에 속해 있어 중복을 나타내는 경우는 2012 ~ 2014년에 신정-야음, 2014년에 부곡-여천의 측정망군으로 나타났다. 오존의 5년 평균 농도에 대한 농도지도를 살펴봤을 때, 신정-야음의 측정망군이 동일한 농도단계인 MH에 속한 것으로 나타났다. 따라서 울산 도시대기측정망의 중복성 검토에서는 중복을 나타내는 측정망이 주로 신정-야음의 측정망군으로 나타났고, 2011년과 2015년에는 동일한 농도단계에 속한 대상 측정망군들이 없어 현재의 배치가 대체적으로 적절한 것으로 보인다.

기준에 설치되어 있는 측정망 이외에 추가적으로 설치 가능한 법정동들을 모색해 보았다. 추가적인 추천지역의 선정기준을 다음과 같이 설정하였다. 먼저 IDW로 보간하여 나온 자료를 이용하여 대역분석을 행하고 각 법정동의 오존 평균농도를 바탕으로 9개 농도단계로 구분했을 때, 기존 측정망의 법정동이 포함되어 있지 않는 농도 단계에 새로운 법정동이 속한 경우이다. 2011 ~ 2015년의 5년 동안의 오존농도에 대하여 보간법 적용시 추가적으로 필요한 법정동들은 방어동을 포함한 17개 법정동들로 나타났다. 해년마다 추가적으로 필요한 지역이 달랐지만, 방어동과 일산동이 여러 해에 걸쳐서 추가 추천지점으로 선정되는 것을 알 수가 있었다.