

오존 간이 측정기에 대한 연구(II)-간섭현상 및 현장 적용성

A Study on Ozone Passive Sampler (II) -Interference and Field Application

정 상 진* · 양 희 준¹⁾

경기대학교 토목환경공학부, ¹⁾경기도보건환경연구원
(2006년 7월 3일 접수, 2006년 11월 2일 채택)

Sang Jin Jeong* and Hee Jun Yang¹⁾

Department of Environmental Engineering, Kyonggi University
¹⁾Gyeonggi-do Institute of Health and Environment

(Received 3 July 2006, accepted 2 November 2006)

Abstract

Passive sampler is simple and inexpensive measuring equipment for air pollution. In this study we developed colorimetric ozone passive sampler which was coated a colorimetric reagent to a filter substrate. Interference of criteria air pollutant (SO₂, NO₂, CO) on ozone passive sampler was investigated through experimental chamber. Field measurement of developed ozone passive sampler was compared automatic sampler result in Suwon area. The results shows interference of SO₂ gas is larger than other gases. Developed passive sampler can be roughly applicable to wind speed range from 0.8 to 3.3 m/s, temperature range from 3.9 to 27.5°C and relative humidity range from 48 to 84%.

Key words : Passive sampler, Ozone, Field experiment, Interference

1. 서 론

대기 중 오존 농도를 측정하기 위한 자동측정법으로 미국 환경보호청에서는 1971년 이후 주시험법(reference method)으로 오존과 에틸렌가스의 반응을 이용하여 오존 농도를 측정하는 화학발광법(Chemiluminescent Method)을 사용하였다. 그후 에틸렌가스 대신 로다민(Rhodamine) B를 사용하는 화학발광법

이 나왔다. 화학발광법의 문제점으로 에틸렌가스를 사용하는 방법은 에틸렌가스를 계속 공급해야 하고, 로다민 B를 사용하는 방법은 충분한 오존 노출 후에는 빨리 안정한 기저상태로 돌아오지 않는다. 그래서 자외선광도법(Ultra Violet Photometric Method)이 1977년 처음으로 등가방법(equivalent method)으로 공인되었고, 현재는 이 방법을 많이 사용한다(McElory *et al.*, 1997). 자외선광도법은 제로가스와 시료가스의 투과도 차이를 자외선광도계로 측정하여 오존 농도를 결정하는 방법이다. 국내 환경부의 대기오염공정시험법에서도 자외선광도법을 주시험법으로 하고 있

*Corresponding author.

Tel : +82-(0)31-249-9734, E-mail : sjjung@kyonggi.ac.kr

다(동화기술, 2002). 그러나 이러한 기존의 측정 및 평가 분석방법은 대부분 고도의 전문기술과 고가의 측정 장비를 요구하고 있기 때문에 경비가 많이 드는 단점이 있다. 또한 수동측정방법(습식법) 역시 시료를 채취하여 실험실에서 분석을 해야 하는 등 많은 시간을 요구하며 실험자의 경험과 숙련도에 따라 실험 결과가 달라질 수 있는 단점이 있다. 따라서 이러한 단점들을 극복하기 위하여 분석시간 및 경비의 측면에서 보다 경제적이고 간편한 대기 중 오존을 분석할 수 있는 간이측정기를 사용한 새로운 오존 분석 방법이 필요하다.

국내에서 간이측정기를 이용한 대기중 오염물질을 분석하는 방법에 대한 연구로는 천만영 등(1992), 우정연 등(1997), 양원호 등(2000), Kim and Kim(2002), Kim and Maeda(2003), 정상진과 장재철(2004), 임봉빈 등(2004), 최성득과 장윤석(2005), 김선태 등(2005), 김선규 등(2006)의 연구가 있다. 이들 연구 중 천만영 등(1992), 우정연 등(1997), 양원호 등(2000), Kim and Kim(2002) 그리고 김선규 등(2006)은 NO₂의 간이 측정기에 대한 연구를 하였다. 정상진과 장재철(2004), 김선태 등(2005)은 포름알데히드 간이 측정기에 대한 연구를 하였으며, 최성득과 장윤석(2005)은 간이측정기를 이용한 잔류성 유기오염물질의 대기 모니터링을 하였다. 간이측정기를 이용한 오존 측정에 관한 연구로는 임봉빈 등(2004)과 정상진(2002)의 연구가 있다. 임봉빈 등(2004)은 형광물질을 이용한 대기 중 간이 측정기를 개발하였으며 정상진(2002)은 색도법을 이용한 오존 간이 측정기의 개발을 하였다.

본 연구는 오존에 노출되면 색도가 변화하는 착색 여지를 오존에 노출시켜서 변화된 색도를 이용하여 오존의 농도를 정량화하는 방법에 대한 연구이다. 이러한 색도 변화를 이용한 측정방법에 대한 외국의 연구로는 Kizil *et al.*(2001), Shan *et al.*(1997)이 있다. Kizil *et al.*(2001)은 색도법을 이용하여 오스트레일리아에서 탄광갱도 내에 불연석탄입자의 성분을 모니터링하기 위하여 연구하였다. Shan *et al.*(1997)은 식품산업 분야에서 평편한 감자스낵 등의 표면에 부착된 양념 성분의 농도 분석을 위하여 색도법을 사용하였다. Grosjeane and Hishman(1992)은 실내의 오존을 측정하기 위하여 색도법을 사용하였다. 국내에는 색도법을 이용한 예로는 장재철(2004), 정상진

(2002)의 연구가 있다. 장재철(2004)는 대기 중, 실내 공기중의 포름알데히드를 색도법으로 측정하였으며, 정상진(2002)은 오존을 색도법을 이용하여 측정하였다.

오존을 색도법에 의해 분석하기 위한 구성요소들 중 색도분석을 할 수 있는 소프트웨어(ex: Adobe Photoshop, Jasc Paint Shop)는 상용화되어 있다. 또한, 색도를 측정할 수 있는 기기(광센서 또는 스캐너를 이용한 방법)들도 많이 개발되어 있고 가격 또한 비교적 저렴하므로 이들을 이용하였다. 색도법을 이용하는 오존측정법은 기술적용 형태에 따라 숙련자가 아닌 일반 대중들이 쉽게 다룰 수 있는 장점이 있다. 또한 간이측정기를 사용하면 자동측정기의 설치가 곤란한 산악지형이나, 지하 공간 등에서 쉽게 오존을 측정할 수 있으며, 오존농도를 단기간의 오존측정법보다 장기간 오존의 노출로 인한 누적농도를 측정할 수 있는 장점이 있어서 인체의 건강, 산림의 피해, 농작물의 피해 등의 평가에 사용될 수 있다.

본 연구는 오존 간이 측정기에 대한 연구인 정상진(2001, 2002)의 후속 연구로 착색법을 이용한 오존 간이 측정기의 대기 중 다른 오염물질의 간접 및 현장 적용성을 평가하는 연구이다. 이를 달성하기 위하여 간이측정기는 이전의 연구(정상진, 2002)를 참조로 착색시약과 여지를 선택하여 착색여지를 제작하였다. 제작된 착색여지는 아크릴과 플라스틱 캡 및 철망스크린을 사용하여 제작한 간이측정기 케이스에 장착하였다. 대기 중에 존재하는 화학종(방해물질: CO, SO₂, NO₂)에 대한 간접 현상을 관측하기 위하여 실험실에서 방해물질의 환경 기준 농도를 사용하여 간접 실험을 실시하였다. 또한 실험실에서 간이측정기의 노출부위인 철망크기에 따른 색도 변화를 관측하여 최적 철망스크린의 사이즈를 제시하였다. 현장 적용성 실험은 제작된 간이측정기를 수원시 자동측정소에 설치하고 자동측정소의 관측 농도와 간이측정기의 관측 농도를 비교하여 적용성을 평가하였다. 또한, 평가 자료를 이용하여 간이측정기 사용시 간접 현상을 고려한 실험식을 제시하였다.

2. 실험 및 방법

오존 간이 측정기 농도 측정을 위한 실험 장치들

그림 1에 나타내었다. 실험장치는 오존 자동측정기 (Thermo Environmental Instruments Inc. Model 49C) 를 사용하여 오존을 발생시키는 오존 발생장치와 합침필터를 오존에 노출시키도록 하는 반응챔버로 나눌 수 있다. 오존 가스의 발생은 Thermo사의 Dynamic gas Calibrator NO.146으로 오존을 발생시켜 공기와 희석한 후 오존 자동측정기 (Thermo Environmental Instruments Inc. Model 49C)를 사용하여 농도를 조절하였다. 이렇게 발생된 오존 가스는 지름 8 mm의 테프론 관을 통하여 합침필터가 들어있는 반응챔버로 주입시킨다. 본 연구에서 사용한 합침필터를 오존가스에 노출시키기 위한 챔버로 원통형 챔버를 사용하였다. 원통형 챔버는 지름×길이 (53 mm×280 mm)의 아크릴로 만들었으며, 오존 가스가 충분

히 혼합될 수 있도록 가스 유입부에 스크린을 설치하였다.

오존 가스에 노출시킨 후 색도가 변화된 필터의 영상 획득, 저장 및 분석을 위하여 사용한 시스템은 상용시스템인 엡슨사의 스캐너 (Model: EPSON PERFECTION 1250, 1200 dpi)를 사용하였고, 획득된 영상을 분석하기 위한 상용 소프트웨어로는 Adobe Photoshop 6.0을 사용하였다. 또한 획득된 영상의 색도 분석은 RGB (Red, Green, Blue) 색도 좌표계를 사용하였으며, 색도분석을 위해 영역크기를 $W \times H = 0.5 \times 0.5$ (59 pixel × 59 pixel = 3481 Pixels)로 고정하여 평균 색도를 구하고 분석하였다.

표 1에서는 스캐너의 색도 재현성을 평가하기 위하여 $dRGB = \sqrt{dR^2 + dG^2 + dB^2}$, $dR = R_e - R_i$, $dG = G_e - G_i$, $dB = B_e - B_i$, 여기에서 첨자 e는 최종값, i는 초기값을 각각 나타낸다.) 가 10에서 102 범위의 9개의 시료를 각각 8회씩 스캔한 결과 구해진 평균, 표준 편차 그리고 변동계수 (Coefficient of Variance: %CV)를 나타내었다. 표에서 알 수 있는 바와 같이 dRGB가 10 이상에서 변동계수는 2% 이하로 스캐너의 재현성은 양호한 것으로 나타났다.

간섭현상 실험을 위하여 농도 발생은 SO₂ (93.1 ppm), NO₂ (100 ppm), CO (851.4 ppm) 혼합 가스를 공기로 희석하여 사용하였으며 이들 가스의 농도측정을 위하여 SO₂는 Thermo Environmental Instrument Inc. 의 Model 434, NO₂는 Dasibi Model 2108 그리고 CO

Table 1. Test of scanner color reproducibility.

Sample No.	No. of data	Min (dRGB)	Max (dRGB)	Mean (dRGB)	Standard deviation	%CV
1	8.0	9.7	11.4	10.2	0.2	2.0
2	8.0	38.9	39.8	39.2	0.1	0.3
3	8.0	48.5	49.9	49.0	0.2	0.3
4	8.0	48.6	50.0	49.1	0.2	0.3
5	8.0	50.9	51.4	51.2	0.1	0.2
6	8.0	56.8	57.5	57.1	0.1	0.2
7	8.0	65.2	66.1	65.6	0.1	0.2
8	8.0	85.6	86.4	86.0	0.1	0.1
9	8.0	101.4	103.0	102.0	0.2	0.2
Overall				56.6	0.1	0.4

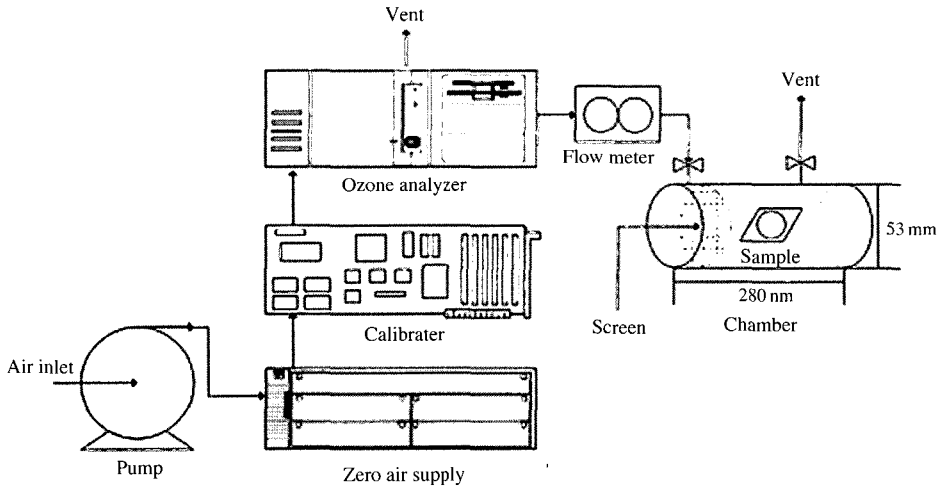


Fig. 1. Schematic diagram of experimental system.

는 Thermo Environmental Instrument Inc.의 Model 48을 사용하였다.

그림 2는 개발된 오존 간이 측정기를 나타낸 것이다. 개발된 오존 간이 측정기의 크기는 가로(29 mm) × 세로(68 mm) × 두께(1.5 mm)인 아크릴 판을 사용하여 제작하였다. 또한, 오존 간이 측정기내 합침필터를 강우나 기타 자연조건의 방해를 최소화하기 위하여 간이측정기내 챔버를 설치하였다. 챔버는 내경(10 mm) × 높이(11 mm)인 플라스틱 캡으로 제작하였다.

착색 필터는 TLC plate에 착색시약을 함침하여 제작하였으며 크기는 가로(1.5 cm) × 세로(1.2 cm)로 하고 필터 상부에 보호용 지름 8 mm의 홀이 있는 보호용 필름을 부착하였다. 보호용 테이프는 상면이 폴리프로필렌으로 코팅되고 반대편은 아크릴계 접착제가 도포된 종이이다. 스크린은 철제로 제작된 체(sieve)에 사용되는 재료를 사용하였다.

현장 적용성 평가를 위한 자동측정기의 농도 측정은 수원시 대기오염자동측정망 자료를 이용하였으며, 동시에 측정된 기상조건(풍속, 온도, 상대습도)을 정리하고 제시하였다.

착색시약은 정상진(2002)의 연구를 참조로 Indigo carmine (0.3 g)과 Methanol (20 mL)의 혼합액에 Glycerol (0.2 mL)를 첨가하여 제조하였다. 착색여지는 변색범위가 넓은 TLC plate 필터를 함침여지로 선정하였다. 착색시약을 여지에 부착시키기 위하여 여지를 5분간 함침 시킨 후 실온에 20분간 건조하였다. 노출 실험을 위하여 함침필터를 노출 챔버에 넣고 Thermo사의 Dynamic gas Calibrator NO.146으로 오존을 발생시켜 공기와 희석한 후 오존 자동측정기(Thermo Environmental Instruments Inc. Model 49C)를 사용하여 오존의 농도를 조절하고 오존에 노출시켰다. 유입유량은 1 L/min로 하였으며, 함침필터의 색

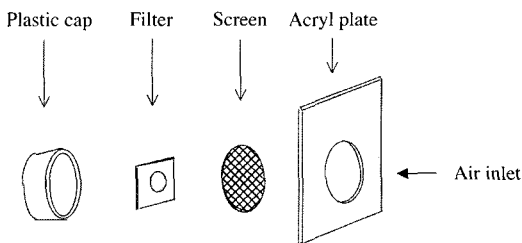


Fig. 2. Schematic diagram of developed ozone passive sampler.

도 변화는 엡슨사의 스캐너로 영상을 획득한 후 Adobe Photoshop 6.0 소프트웨어를 사용하여 획득한 dRGB 값으로 함침필터의 색도를 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 철망스크린 사이즈에 따른 응답실험

그림 3에서는 오존 간이 측정기의 함침필터를 현장에 테스트할 때 강우나 기타 자연조건으로부터 보호하는 오존 간이 측정기 챔버 전면부에 부착하는 철망스크린에 대한 실험 결과를 나타내었다. 실험에 사용한 철망 사이즈는 50, 100, 200 mesh를 사용하였다. 노출 응답 특성은 노출 오존 농도는 비교적 고농도인 0.08 ppm으로 1시간 간격으로 할 경우 ppm × min으로 표시되는 철망 사이즈에 따른 오존 간이 측정기의 응답 특성 변화가 충분히 파악될 수 있는 것이 관측되는 것으로 나타났다(그림 3 참조). 따라서 본 실험에서는 노출 농도를 0.08 ppm으로 하여 실험 결과를 정리하였다. 그림에서 X축은 농도 × 노출시간(ppm × min)을 Y축은 변화된 색도를 dRGB값으로 나타내었다. 전체적으로 오존에 노출된 색도변화량의 범위는 철망스크린의 사이즈가 클수록 넓게 나타났다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 100 mesh 및 200

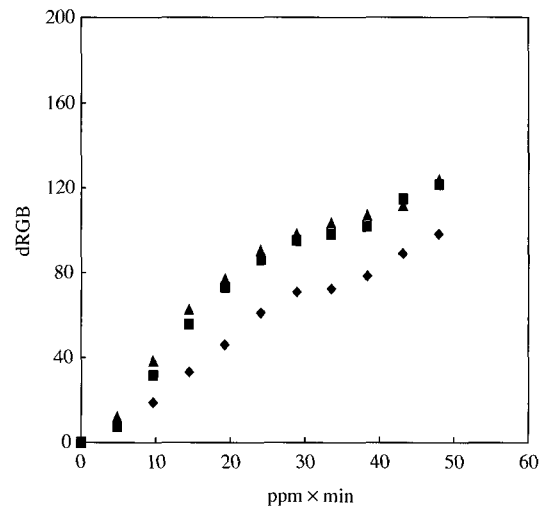


Fig. 3. Color change of TLC plate filter for various screen condition (◆: 50 mesh, ■: 100 mesh, ▲: 200 mesh).

mesh인 경우 50 mesh 경우보다 응답성이 나은 것으로 나타났고, 100 mesh와 200 mesh 철망을 사용하는 경우 유사한 변색범위를 나타내었다. mesh 사이즈의 증가에 따른 응답성의 증대는 간이 측정기 챔버내에 유입된 오염물질의 체류시간이 증대가 부분적인 이유로 생각된다. 이와 같은 결과를 바탕으로 본 연구에서는 양호한 색도변화의 범위와 선형성을 띠는 사이즈인 100 mesh를 농도환산 및 Calibration Curve를 도출하기 위하여 노출실험에 사용하였다.

3.2 오존 간이 측정기의 응답특성

그림 4는 오존 농도를 0.03 (7시간), 0.04 (66시간), 0.05 (29시간), 0.07 ppm (29시간)으로 하는 경우 노출 농도 (ppm × min)에 따른 색도 변화량 (dRGB)를 관찰한 실험 결과를 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 색도변화 (dRGB) 80까지는 선형 변화로 빠른 응답을 나타내고 있으나 그 이상 농도에서는 비선형으로 천천히 증가하는 경향을 나타내었다. 색도 변화 (dRGB) 120까지에 적합한 회귀식은 식 (1)에서 나타낸 바와 같은 그림에서와 같이 3차식으로 잘 표현되고 있음을 알 수 있다.

$$O_3(\text{ppm} \times \text{min}) = 0.8182 \cdot (\text{dRGB}) + 0.0141 \cdot (\text{dRGB})^2 + 0.0002 \cdot (\text{dRGB})^3 \quad (1)$$

3.3 간섭현상 실험결과

본 연구에서는 대기중 다른 오염물이 오존 간이

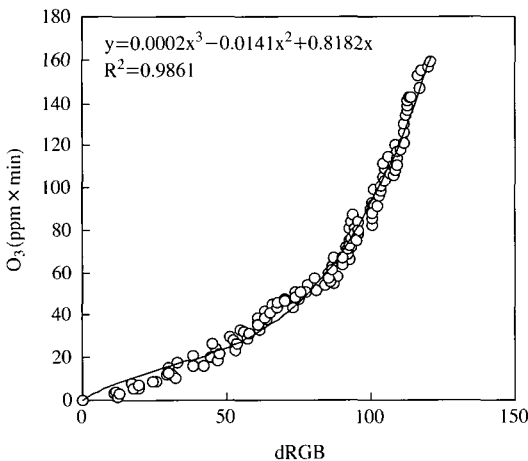


Fig. 4. Calibration curve of ozone passive sampler.

측정기의 농도 평가에 미치는 영향을 평가하기 위하여 대상가스로 SO₂, NO₂, CO를 사용하였다. 노출 농도는 이들 가스의 환경기준농도인 SO₂ (0.15 ppm), NO₂ (0.15 ppm), CO (25 ppm)를 사용하였다. 이들 대상가스가 대기중에 존재하는 많은 가스의 일부이지만 현행 대기 환경기준에서 측정되는 주된 가스상 오염물질이므로 금번 가스상 오염물질의 간섭현상에 대한 대상가스로 선정하였다.

그림 5에서는 SO₂, NO₂, CO를 환경기준 농도로 고정하고 오존 농도를 변화시키면서 노출시킬 때 착색여지의 색도 변화량을 나타내었다. 그림에서 X축은 혼합가스의 오존농도를 나타내고, Y축에서는 Indigo carmine 지시약을 포함하는 함침필터가 방해가스와 오존에 동시될 때 색도 변화기여분율(%)을 나타내었다. 그림 5에서 알 수 있듯이 전체적으로 대기중에 존재하는 세 가지 가스는 모두 색도 변화에 기여하는 것으로 관측되었다. 오존 농도가 낮은 경우 (0.02 ppm) 방해가스의 기여는 크게 나타났으며 오존 농도가 높을수록 방해가스의 기여는 줄어드는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 오존 농도가 낮은 경우 간섭의 농도는 높는데 (간섭가스는 환경기준 농도로 고정되어 있으므로) 그 이유가 있는 것으로 판단된다. 각 간섭가스의 색도 변화량 기여분은 SO₂가스

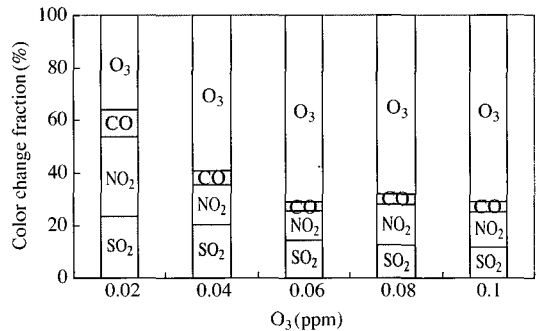


Fig. 5. Color change fraction of interference gas.

Table 2. Summary for color change fraction of interference gas.

Experiment condition	O ₃ +SO ₂	O ₃ +NO ₂	O ₃ +CO
Exposure concentration	SO ₂ (0.15 ppm)	NO ₂ (0.15ppm)	CO (25ppm)
Average color change fraction (%)	12	13	4

는 dRGB=5~15 정도로 나타났고, NO₂가스는 dRGB=7~17이고, CO가스의 경우 dRGB=3~5 정도로 다른 가스에 비해 가장 작은 간섭을 하는 것으로 나타났다. 표 2에서는 이상의 실험 결과를 요약하여 간섭가스의 농도에 따른 각 가스가 오존과 공존하는 경우(오존+SO₂, 오존+NO₂, 오존+CO) 평균적인 색도 변화 기여율을 나타내었다.

3.4 현장실험 결과

오존 간이 측정기의 현장 적용성을 평가하기 위하여 2005년 11월에서 2006년 6월까지(2005년 11월 29일~12월 1일, 2006년 3월 15~16일, 2006년 6월 5일~16일, 총 34개 자료) 현장 관측실험을 실시하였다. 비교 대상으로 한 현장 자동측정소는 수원시에 설치되어 있는 자동측정소 중 5곳인 천천동, 신평동, 우만동, 동수원 그리고 인제동 측정소로 하였다. 자동 측정망 자료는 경기도보건환경연구원에서 제공하는 일평균 농도자료를 사용하였다.

표 3에서는 현장측정기간 동안 대기오염물질의 농도와 기상조건을 요약하였다. 표에서 알 수 있는 바와 같이 대상기간 중 SO₂농도는 0.001~0.013 ppm, O₃은 0.005~0.048 ppm, NO₂농도는 0.016~0.07 ppm, CO는 0.2~1.2 ppm이었다. 풍속은 0.8~3.3 m/s 이었으며, 온도는 3.9에서 27.5°C이며, 상대습도는 48~84%이었다.

그림 6~7에서는 대상기간 중 간이측정기를 1일 간 노출시켰을 때 변화된 색도 변화량을 그림 4에서 구한 농도환산식 (1)을 사용하여 농도(ppm×min)을 구하고 이 농도를 1일 평균농도(ppm)로 환산하여 구한 농도와 자동측정소에서 구한 1일 평균농도를 비교해 보기 위하여 나타낸 것이다. 그림 6~7에서 결정 계수가 낮게 나타난 이유는 다른 오염물질의 간섭현상, 기상현상(예: 풍향, 풍속, 온도, 습도) 등 다양한 원인이 있을 수 있다. 본 연구에서는 이들 원인

중 다른 오염물질의 간섭효과를 배제하기 위하여 가용한 결과를 정리하였다. 그림 6은 다른 오염물질의 간섭을 고려하지 않은 경우이고 그림 7은 표 2에서 구한 간섭 기여분이 해당되는 간섭가스의 노출 농도에 따라 선형적으로 변화한다고 가정하여 해당 간섭 가스의 기여분을 뺀 나머지(오존만의 기여분) 농도를 나타낸 것이다. 그림 6과 7의 비교에서 두 회귀식의 절편과 상관계수는 유사한 값을 나타내고 있으나 간섭가스의 영향을 고려하는 경우 회귀식의 기울기(0.3133)가 고려하지 않는 경우(0.2742)보다 높게 나타났다으며 이와 같은 결과는 간섭가스의 영향을 고려하여 구한 간이측정기의 농도가 자동관측 측정결과를 더 잘 나타낼 수 있음을 의미한다.

그림 7의 간섭현상을 고려한 자료는 노출된 기준성 가스 농도와 간섭현상의 평균기여율인 SO₂(12%), NO₂(13%), CO(4%)를 사용하여 수정된 dRGB 값을 구하는 식 (2)를 사용하여 구하였다.

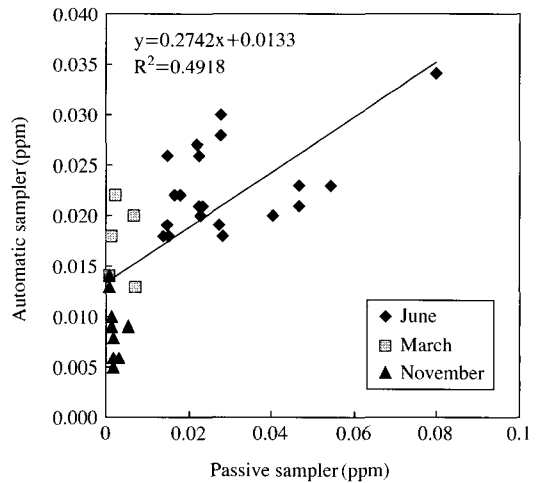


Fig. 6. Comparison of automatic sampler and passive sampler (an unconsidered interference gas case).

Table 3. Air pollution concentrations and meteorological conditions of field test periods.

Item	SO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	NO ₂ (ppm)	CO (ppm)	Wind speed (m/s)	Temperature (°C)	Relative humidity (%)
Average	0.005	0.024	0.037	0.62	1.7	19.1	67.1
Min	0.001	0.005	0.016	0.2	0.8	3.9	48
Max	0.013	0.048	0.07	1.2	3.3	27.5	84

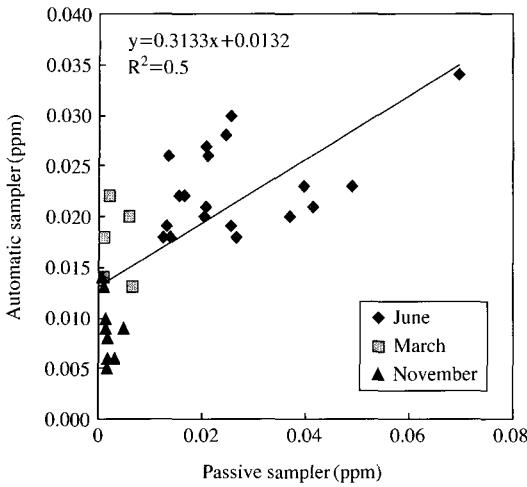


Fig. 7. Comparison of automatic sampler and passive sampler (a considered interference gas case).

$$\begin{aligned}
 \text{dRGB (corrected)} &= \text{dRGB (ozone concentration)} \\
 &\quad - \text{SO}_2 \text{ concentration} / 0.15 \times 0.12 \\
 &\quad - \text{NO}_2 \text{ concentration} / 0.15 \times 0.13 \\
 &\quad - \text{CO concentration} / 25 \times 0.04 \quad (2)
 \end{aligned}$$

4. 결 론

본 연구에서는 실외 오존의 농도를 관측하기 위한 색도법을 이용한 오존 간이 측정기를 제작하고 실외 기준성 오염물질의 간섭현상을 평가하였다. 현장 자료와의 비교를 통한 현장 적용성을 평가한 결과는 다음의 결과를 얻었다.

- 1) 본 연구에서 개발한 오존 간이 측정기의 함침필터 보호를 위한 챔버 전면의 철 그물망 최적 사이즈는 100 mesh가 적당한 것으로 나타났다.
- 2) 오존 가스에 노출된 함침필터의 색도변화량을 이용하여 노출 농도를 환산하기 위한 검량선은 도출 실험을 위해 0.03 ppm, 0.04 ppm, 0.05 ppm, 0.07 ppm의 오존 가스에 함침필터를 노출시킨 후 분석한 결과 80 ppm × min까지는 선형을 나타내고 그 이상의 농도에서는 비선형성을 나타내었다. 158 ppm × min까지 농도자료를 이용한 색도변화와의 관계식은 3차식으로 잘 나타낼 수 있었다.
- 3) SO₂, NO₂, CO 화학종들에 대한 간섭현상을 알

아보기 위한 실험에서는 3가지 기준성가스 중 CO에 의해 가장 적은 간섭을 받으며, SO₂에 의해 가장 간섭을 크게 받는 것으로 나타났다.

4) 본 연구에서 개발한 오존측정기의 현장 적용성 평가를 위해 부분적인 현장관측 자료를 이용하여 대기오염자동측정망의 오존 관측결과를 비교한 결과 간섭 현상을 고려하여 구한 간이측정기의 측정 결과가 그렇지 않은 경우보다 나은 것으로 나타났다.

5) 이상의 결과에서 본 연구에서 개발한 오존 간이 측정기는 색도 분석을 위하여 엡슨사의 스캐너 (Model: EPSON PERFECTION 1250, 1200 dpi)를 사용하여 분석하는 경우 실외에서 풍속이 0.8~3.3 m/s, 온도 3.9~27.5°C, 상대습도 48~84%인 조건에서 자동측정망에서 관측치와 비교에서 결정계수 (R²)가 0.491 (즉, 상관계수 (R)는 0.701)로 나타났으며, 보다 정교한 농도 평가를 할 수 있는 간이측정기를 제작하기 위해서는 기준성 오염물질외 다른 오염물질 (예: PAN 등)에 대한 간섭현상에 대한 실험과 실외 기상 현상 (예: 풍향, 풍속, 온도 등)의 영향 검토에 대한 장래 연구가 필요한 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 2005년 경기대학교 학술연구비 지원으로 수행되었으며, 수원시 대기오염자동측정망 자료를 제공하여 주신 경기도 보건환경연구원 관계자 여러분에게 감사드립니다.

참 고 문 헌

김선규, 임봉빈, 정의석, 김선태 (2006) 대기중 이산화질소의 단기 측정을 위한 배지형 passive sampler의 개발 및 평가, 한국대기환경학회지, 22(1), 117-126.
 김선태, 임봉빈, 정재호 (2005) 4-Amino-3-hydrazino-5-mercapto-1,2,4-triazole을 이용한 실내 포름알데히드 측정용 passive sampler 개발, 한국대기환경학회지, 21(6), 593-603.
 동화기술 (2002) 대기오염·소음·진동 공정시험방법, 485-502.
 양원호, 이기영, 백도명 (2000) 실내 및 실외공기중 이산화질소 개인 노출량 측정을 위한 수동식 시료채취기의 성능평가, 16(6), 625-631.

- 우정현, 김선태, 김정옥(1997) 수동측정기에 의한 대기오염 자동측정망의 지역대표성 조사 및 보완방법에 대한 기초연구, 13(6), 415-426.
- 임봉민, 정의석, 김선태(2004) 형광물질을 이용한 대기중 오존 Passive sampler의 개발, 한국대기환경학회지, 20(4), 483-491.
- 장재철(2004) 색도법을 이용한 대기 중 HCHO 측정법에 대한 연구, 경기대학교 석사 학위 논문 112pp.
- 정상진(2002) 오존 간이 측정기에 대한 연구(I)-필터의 민감도, 한국대기환경학회지, 18(5), 383-391.
- 정상진(2001) 오존 간이 측정기의 챔버내 성능평가에 관한 연구, 경기대학교 산업기술종합연구소 논문집, 22, 47-56.
- 정상진, 장재철(2004) Methyl Yellow와 Methyl Orange 지시약을 이용한 실내공기중의 포름알데히드 간이측정기에 대한 연구, 한국대기환경학회지, 20(6), 793-801.
- 천만영, 강공연, 김희강(1992) NO₂ 간이포집기의 정도에 관한 연구, 한국대기보전학회지, 8(2), 93-99.
- 최성득, 장윤석(2005) Passive Air Sampler를 이용한 잔류성 유기오염물질의 대기 모니터링, 한국대기환경학회지, 21(5), 481-494.
- Grosjean, D. and M.W. Hishman(1992) A passive sampler for atmospheric ozone, Journal of Air & Waste Management Association, 42, 169-173.
- Kim, S.T. and H.S. Kim(2002) The Nationwide NO₂ Monitoring with Passive Sampler in Korea, J. Korean Society for Atmospheric Environment, 18(E2), 69-77.
- Kim, S.T. and Y. Maeda(2003) The Study on the effects of air pollution on the material damages in northeast Asia, J. Korean Society for Atmospheric Environment, 19(E2), 51-61.
- Kizil, M.S., J. Peterson, and W. English(2001) The effect of coal particle size on colorimetric analysis of roadway dust, J. of Loss Prevention in the process industries, 14, 387-394.
- McElory, F., D. Mikel, and M. Nees(1997) Determination of ozone by ultraviolet Analysis, A new method for Volume II, Ambient Air Specific Methods, Quality assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems, Final Draft.
- Shan, Y., N.D. Normand, and M. Peleg(1997) Estimation of the surface concentration of adhered particles by color imaging, Powder Technology, 92, 147-153.