

## 부산 동삼동 지역의 지표오존농도 특성 연구<sup>+</sup>

전 병 일

신라대학교 환경학과

### A Study on the Characteristics of Surface Ozone Concentration at Dongsamdong, Pusan<sup>+</sup>

Jeon, Byung Il

Dept. of Environmental Science, Silla University

#### Abstract

This study was conducted to investigate the characteristics of surface ozone concentration and occurrence of high ozone concentration using hourly ozone and meteorological data of 1997~1998 in Pusan coastal area. Monthly mean ozone concentration was highest in Spring(35.4ppb) and lowest in Winter(22.2ppb). Relative standard deviation indicating clearness of observation site was 0.42 that is similar to urban area. The diurnal variation of ozone concentration of Dongsamdong showed maximum at 15~16LST and minimum 07~08LST that typical pattern of ozone concentration. In ozone episode period(May 18~23, 1998), diurnal change of ozone concentration was very high, and ozone concentration was related to meteorological parameters such as temperature, relative humidity, wind speed, cloud amount and radiation on a horizontal surface.

Key words : ozone concentration, meteorological parameters, relative standard deviation.

#### I. 서론

대기 중의 오존농도가 일정기준이상 높게 나타났을 때 경보를 발령함으로써 지역주민들의 건강과 생활환경상의 피해를 최소화하기 위해 1995년 7월부터 서울지역을 대상으로 오존경보제가 실시

된 이래, 1997년 7월부터 부산을 비롯한 광역시 이상으로 확대 시행되고 있다. 부산시의 경우 1998년 5월 27일에 동삼동, 8월 26일과 9월 10일에 광복동에서 오존주의보(120 ppb이상)가 3회 발령된 바 있다. 이와 같이 120 ppb이상의 고농도 오존이 오존의 전구물질이 없는 비교적 청정지역인

<sup>+</sup> 이 연구는 1998년도 신라대학교 학술연구비의 일부지원에 이루어졌음.

동삼동 지역에서 고농도 오존이 발생되어 부산시 오존경보 관계자들을 상당히 당황하게 만들었다. 더구나 부산시는 해안인근지역에 많은 주민들이 거주·활동하고 있어, 해안선과 인접한 지역에서의 고농도 오존발생에 대한 연구가 시급히 요구되고 있는 실정이다<sup>7)</sup>.

부산지역의 지표오존농도에 관한 연구는 주로 오존농도를 기상학적인 측면에서 분석한 연구가 대부분을 차지하는 데, 해풍이 발생하였을 때의 오존농도는 그렇지 않은 날보다 높은 값을 나타내어<sup>2)9)</sup>, 부산의 오존농도 상승에 해풍이 상당한 역할을 한다는 것을 밝힌 바 있으며, 전병일 등(1995)<sup>10)</sup>은 기상인자를 이용하여 오존농도의 특성을 상세히 분석하였다. 우리 나라 해안에 대한 오존농도에 대한 연구는 제주도 고산지역을 중심으로 이루어진 바 있는 데, 주로 대기오염농도를 직접 측정하여 그 특성을 분석하였다<sup>3), 11)</sup>. 그리고 서명석 등(1995)<sup>5)</sup>은 청정지역인 고산과 도시지역인 서울과 부산의 오존농도를 비교하여 그 특성을 연구한 바 있다.

본 연구에서는 부산광역시의 해안지역인 동삼동의 대기오염자동측정망에서 관측된 오존농도 자료를 이용하여, 인공적인 영향이 배제되면서 해양의 영향이 고려된 동삼동지역의 오존농도특성과 근래 자주 발생하는 고농도 오존에 대한 기상학적 접근을 통하여 그 원인을 분석하고 향후 실시될 예정인 오존예보제에 있어 정확한 오존농도를 예측하는데 기여하는 것이 이 연구의 목적이다.

## II. 자료 및 분석방법

본 연구에서는 1997년 1월 1일부터 1998년 12월 31일까지 2년간 동삼동의 지표오존농도자료를 사용하였으며, 부산지방기상청의 기상자료(기상청, 1997, 1998)<sup>12)</sup>를 사용하여 오존농도와 기상인자와의 관련성을 파악하였으며, 동삼동의 오존농도와 부산지역의 오존농도를 비교하기 위해 주거지역

인 덕천동, 연산동, 대연동, 재송동과 상업지역인 광복동, 범천동 그리고 공업지역인 신평동, 감전동의 오존농도를 사용하였다. 고농도 오존은 WHO 권고기준을 적용하여 60ppb 이상인 농도를 고농도 오존 농도로 선정하였다<sup>6)</sup>. 이 농도를 WHO(1978)<sup>13)</sup>에서는 천식을 가진 환자의 증세가 더욱 악화될 수 있을 정도의 오염도라고 보고하고 있다.

동삼동 관측소가 위치한 해양대학교는 사면이 바다로 둘러싸여 있으며 관측장비가 설치된 파고 관측소는 앞쪽으로 남해와 접하고 뒤쪽은 산언덕이 있어, 인위적인 오염물질은 학교에 출입하는 자동차에 의한 영향밖에 없는 매우 청정한 지역이라고 할 수 있으며(그림 1참조), 다만 부산 남항을 지나는 선박들에 의해 배출되는 영향은 배제할 수 없는 지역이라고 할 수 있다<sup>4)</sup>.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 오존농도의 계절변화

동삼동지역 오존농도의 계절별 특성과 지역적 특성을 살펴보기 위해 표 1에 오존농도의 계절 및 연평균 그리고 평균상대표준편차(rs.d.: relative standard deviation)를 나타내었다. 제주도 고산의 경우는 서명석 등(1995)<sup>5)</sup>의 연구결과를 인용하여 동삼동 지역과 비교하여 보았다. 평균상대표준편차는 Mizoguchi *et al.*,(1985)<sup>14)</sup>이 일본의 오존측정소의 청정도를 분류하기 위해서 사용한 식 (1)을 이용하여 계산하였다.

$$Ors = \left(\frac{1}{N}\right) \sum_{j=1}^N \left(\frac{S}{M}\right) \dots\dots\dots (1)$$

여기서, Ors는 측정소의 청정도를 나타내는 평균상대표준편차이고 N은 측정일수, S는 일별표준편차이며 M은 일평균값이다. 위 식을 사용하여 남극 및 일본내의 청정지역의 평균상대표준편차는 0.03~0.30정도였으며<sup>14)</sup>, 제주도 고산은 0.12로

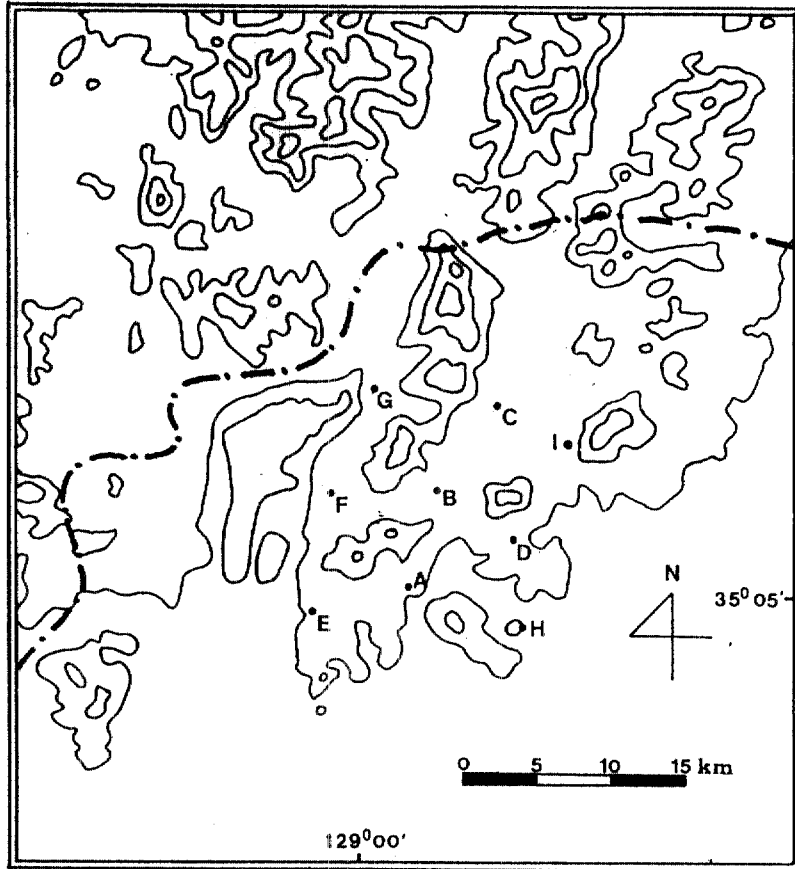


Fig. 1. Map of Pusan area. The air quality monitoring sites are marked as A~I are operated by the Environmental Protection Administration (A:Kwangbokdong, B:Beomcheondong, C:Meongryundong, D:Daeyeondong, E:Sinpyeongdong, F:Gamjeondong, G:Deokcheondong, H:Dongsamdong, I:Jaesongdong). The contour interval of topography is 200m.

Table 1. Seasonal mean and mean relative standard deviation of ozone at Dongsamdong and Kosan(Jeju).

Season		Spring	Summer	Autumn	Winter	Mean
Area	mean(ppb)					
	r.s.d.					
Dongsamdong	mean(ppb)	35.4	26.8	25.6	22.2	27.5
	r.s.d.	0.39	0.36	0.48	0.44	0.42
Kosan(Jeju)	mean(ppb)	52.0	33.1	41.6	38.9	42.2
	r.s.d.	0.09	0.09	0.18	0.12	0.12

비교적 청정한 지역으로 분류되었다<sup>5)</sup>. 동삼동은 전 계절에 걸쳐 부산지역 1997년의 평균농도(20 ppb)보다 높은 값을 나타내었으며<sup>12)</sup>,

특히 춘계가 35.4 ppb로서 가장 높은 값을 나타내었으며, 동계가 22.2 ppb로 가장 낮은 농도를 나타내었다. 오존농도는 일사량과 온도가 높은 하

계에 오존농도가 높지만, 우리 나라는 6월말부터 7월중순까지 발생하는 장마에 의한 강수량이 많은 몬순기후에 속해 있기 때문에 하계의 오존농도가 춘계보다 낮은 현상이 나타난다. 그리고 동삼동의 농도는 제주도 고산에 비해 모든 계절에 걸쳐 낮은 농도를 나타내었다. 또한 측정소의 청정도를 나타내는 평균상대표준편차는 동삼동의 경우 하계의 0.36부터 추계의 0.48까지 평균 0.42로서 비교적 높은 값을 나타내었으며, 제주도 고산은 춘·하계 0.09, 동계 0.12 그리고 추계 0.18로써 평균 0.12로 청정지역이라고 할 수 있다. 그러나 평소 녹지지역 내지 준청정지역일 것으로 간주되었던 동삼동은 측정소의 청정도를 나타내는 평균상대표준편차가 비교적 높게 나타남으로서 이 측정소의 지역적 정의를 다시 고려해야될 것으로 판단된다.

**2. 오존농도의 일변화**

그림 2는 최근 2년간(1997, 1998) 동삼동의 계절별 O<sub>3</sub>농도의 일변화를 나타낸 것이다. 동삼동의 경우 15~16시에 최고농도를 나타내었고 오전 7~8시에 최저농도를 나타내었다. 최고농도와 최저농도의 차가 25 ppb정도로 그 차가 매우 크게

나타났으며, 계절별로 보면, 춘계의 주간에 가장 높은 농도를 나타내었으며 추계와 하계는 비슷한 농도였고 동계에 가장 낮은 농도를 나타내었다. 특히, 춘계의 경우 12시이후부터 21시까지 40 ppb 이상의 고농도를 보였으며, 특히 15시부터 18시까지 50 ppb에 가까운 농도를 3시간 가량 지속하였다. 최고농도를 나타내는 시각(15시 전후)이 지나면 일사량이 작아지면서 오존농도가 급격히 하강하는 것이 보통인데, 동삼동의 경우는 21시까지 고농도가 지속되고 있으므로, 15시 이후의 고농도 오존을 지속시키는 관련인자를 찾아내는 것이 요구된다. 또한 21시 이후부터 최저농도를 나타내는 오전 7~8시까지의 농도변화를 보면, 춘계는 서서히 하강하는 양상을 나타내지만 타계절은 일정한 농도가 나타나고 있다. 즉 새벽에 오존을 파괴시키는 물질 즉 자동차에 배출되는 NO에 의한 오존의 환원반응이나 지표로의 침적현상이 동삼동에서는 약하다는 것을 시사하고 있다. 그리고 부산의 내륙역에서 자주 발생하는 새벽 4~5시의 2차 고농도현상은 보이지 않는다. 이렇게 동삼동 지역의 주간 고농도가 높게 나타나는 이유는 해안의 지형적인 특성으로 SO<sub>2</sub>와 TSP와 같은 1차 오염물질 배출량이 적어 태양복사에너지의 투과율이 높아 광화학반응이 상대적으로 높게 일어날

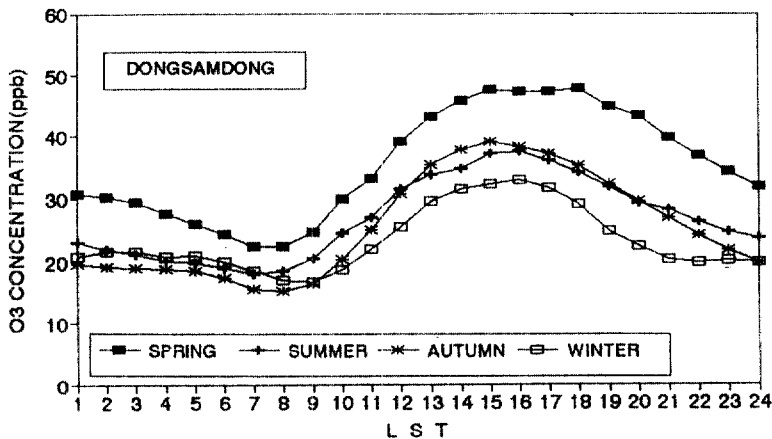


Fig. 2. Seasonal variation of ozone concentration(ppb) at Dongsamdong.

가능성이 있고 또 하나는 바닷물의 수증기(H<sub>2</sub>O)가 산소원자로 해리되는 양이 많아 오존의 생성량이 크게 되었기 때문으로 볼 수 있다<sup>17, 18)</sup>.

### 3. 고농도 오존 발생 특성

표 2는 최근 2년(1997, 1998)동안 부산광역시 9개 지역에서 측정된 시간별 오존농도자료를 이용하여 60 ppb 이상의 고농도 오존 발생특성을 조사한 것이다. 60 ppb 이상의 농도를 보면, 동삼동이 부산시 전체의 26.2%인 543시간으로 가장 많이 발생하였으며, 그 다음이 광복동으로 374시간(18.0%)을 나타내어 해안지역 두 지점이 전체의 44.2%를 차지해, 이 두 지점이 부산에서의 고농도 오존 발생지점이 명확하게 드러났다. 그 외에 연산동과 재송동이 각각 221시간(10.%)과 218시간(10.5%)으로 나타나 비교적 고농도 오존이 빈번히 나타났으며, 나머지 지역은 10%이하로 낮은 발생빈도를 나타내었다. 그 외에 동삼동은 80 ppb 이상 농도가 77시간으로 전체의 25%를 차지하였으며, 오존농도 1시간 기준치인 100 ppb이상은 12시간(25.0%)이이었고, 오존주의보 기준치인 120 ppb이상은 3시간(33.3%)로서 고농도로 갈수록 전체 발생빈도에서 동삼동이 차지하는 비율이 높아

지고 있음을 알 수 있다. 따라서, 해안지역인 동삼동지역의 오존농도 특성조사와 연구는 매우 의미있는 것이라 할 수 있겠다.

위에서 살펴본 대로 동삼동의 오존농도는 부산의 어느 지역보다 고농도 오존 발생의 비중이 크게 나타난 바, 그에 대한 상세한 연구를 위해 1997년과 1998년을 계절별로 고농도 오존 발생빈도를 조사하여 표 3에 나타내었다. 표 2에서 나타내지 않았지만 부산지역 9개 지점에서 60 ppb 이상의 고농도 오존 발생시간수는 1997년에 742시간, 1998년에 1332시간으로 총 2074시간이었다. 그 중에 동삼동은 1997년에 246시간 1998년에 297시간으로 1997년에 비해 1998년이 고농도 오존의 발생율은 20% 증가하였다. 동삼동의 고농도 오존 발생특성을 계절별로 보면, 춘계의 발생빈도가 타 계절보다 탁월하게 높았으며, 특히 1998년은 60 ppb 이상이 248시간이나 발생하였고, 100 ppb 이상과 120 ppb 이상의 농도도 각각 10시간과 3시간으로 매우 높게 발생하였다. 따라서 비교적 해안에 위치한 동삼동은 춘계에 고농도 오존의 발생이 많았다. 동삼동이 춘계에 높은 농도가 나타난 것은 청정지역에서의 오존농도 특성과 유사한 특성을 가지고 있다.

하계의 경우 60 ppb이상의 농도는 1997년과 1998년에 96시간과 18시간이었으며, 1998년의 그 발생수는 춘계에 비해 현저히 낮았고 1997년의 80 ppb이상은 춘계에 비해 높았으나 전체적으로 볼 때 춘계보다 고농도 오존 발생은 작았다고 할 수 있다. 이와 같이 하계에 오존농도가 낮은 이유는 하계에는 하계몬순의 영향을 받아 고온다습한 해양성 기류가 유입되고 있고, 이 열대 해양성공기는 오존농도가 낮으며<sup>13, 16)</sup>, 해양에는 NO<sub>x</sub>, CO, 비메탄탄화수소 등 오존전구물질이 부족하기 때문이다. 게다가 하계는 장마와 같이 비가 많이 내리는 계절이기 때문에 높은 온도와 강한 일사량에도 불구하고 국지적 광화학 오존생성과 축적이 제한적이라고 볼 수 있다.

Table 2. Occurrence(hour) of high ozone concentration (≥60 ppb) at Pusan area for 2 years(1997, 1998)

Area	Class			
	≥60ppb	≥80ppb	≥100ppb	≥120ppb
Dongsamdong	543	77	12	3
Kwangbokdong	374	78	20	3
Beomcheondong	119	22	2	1
Daeyeondong	95	12	1	
Gamjeondong	131	4		
Deokcheondong	187	24	1	
Jeosongdong	218	30	2	
Sinpyeongdong	186	24	2	
Yeonsandong	221	37	8	2
Total	2074	308	48	9

Table 3. Seasonal frequency distribution of ozone concentration at Dongsamdong for 2years(1997, 1998)

Season	≥60ppb		≥80ppb		≥100ppb		≥120ppb	
	1997	1998	1997	1998	1997	1998	1997	1998
Spring	93	248	3	33		10		3
Summer	96	18	16	2	3			
Autumn	55	30	9	14				
Winter	2	1						

추계의 경우 60 ppb이상의 농도가 1997년과 1998년에 55시간과 30시간으로 춘계에 비해 그 빈도가 현저히 낮았다. 본 연구에서는 언급하지 않았지만 부산의 해안에 접해있고 교통량이 많은 광복동(상업지역)에서는 추계의 고농도 오존이 춘계보다 많은 경향이 있었는데, 같은 해안지역이라도 지역적 특성에 따라 계절별 차이가 뚜렷하게 나타날 수 있다는 것을 시사하고 있다. 동계의 경우 60 ppb이상의 농도는 최근 2년 동안에 3시간으로 매우 낮았다. 동계에 오존농도가 낮게 나타나는 이유는 차고 건조한 시베리아고기압의 영향으로 기온이 낮고 광화학반응을 일으키는 일조시간과 일사량도 타 계절에 비해 급격히 작아

자유대기나 도시플룸에서의 오존의 광화학적 생성이 감소되기 때문이다.

#### 4. 1998년 5월 18일~23일의 고농도 오존 사례연구

그림 3은 일최고 오존농도가 70 ppb를 초과한 고농도 오존일을 사례연구 대상으로 삼은 1998년 5월 18일부터 23일까지의 09시의 지상일기도이다. 18일은 전선을 동반한 온대저기압이 일본으로 빠져나가고 뒤따라 오는 고기압의 가장자리가 위치하고, 19일은 이동성고기압이 제주도근방을 지나면서 매우 맑은 날씨를 나타내었으며, 20일은 우

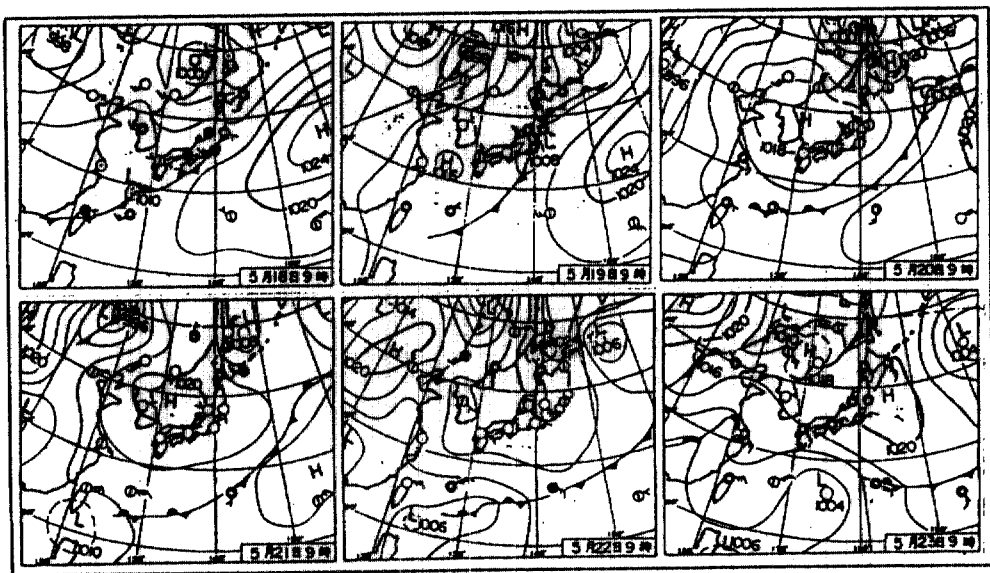


Fig. 3. Surface weather chart at 0900LST May 18~23, 1998

리 나라를 포함한 전역이 고기압권역에 포함되면서 부산지역은 8.3°C의 일교차를 가진 매우 안정된 날씨가 지속되었다. 그리고 21일에도 이동성고기압이 우리 나라에 정체되면서 운량이 0인 매우 맑은 날씨를 나타내었으며, 22일은 이동성고기압이 서서히 일본으로 이동하고 부산지역은 이 고기압의 후면에 속해 있었다. 사례연구기간 중 가장 높은 일교차(10.1°C)를 기록하였고, 23일은 고기압의 중심이 북부지방을 통과하면서 구름이 약간 많은 날씨를 나타내었으며, 24일에는 서쪽의 저기압이 우리 나라를 통과하면서 강우현상이 있었고 고농도 오존은 사라졌다. 따라서 고농도 오존 사례연구기간은 이동성고기압의 영향으로 대체로 맑은 날씨를 나타내면서 일교차가 크고 광화학반응이 왕성하게 일어날 수 있는 기상조건이었다.

그림 4는 동삼동 지역에서 고농도 오존을 나타낸 1998년 5월 18일부터 5월 23일까지의 농도변화를 나타낸 것으로, 3~5시 사이의 새벽에 최저농도를 나타내었고 15시 전후에 최고농도를 나타내는 경향은 고농도 오존기간 중 매우 비슷한 경향을 나타내었다. 일최고농도를 보면, 5월 18일에 82

ppb(16시), 19일에 89 ppb(16시), 20일에 100 ppb(16시)로 3일 연속 오후 4시에 최고농도가 나타났다. 20일의 경우 16시의 최고농도 발생 후 17시에 일시적으로 감소하였다가 다시 18시에 85 ppb를 나타내었으며, 이후 감소와 상승을 24시까지 60 ppb 이상을 유지하면서 반복하였고 새벽 2시 이후에 농도는 급격히 하강하였다. 21일에는 11시에 73 ppb의 일최고농도를 나타내었으며, 이후 감소하는 경향을 나타내었고, 22일에는 14시에 75 ppb, 17시에 78 ppb를 나타내었으며, 23일에는 114 ppb라는 매우 높은 농도가 13시에 나타났다. 이상의 동삼동의 고농도 오존특성을 보면, 일최고농도가 나타나는 시간대인 오후 3시이후에 2~3시간정도 지속하여 고농도가 유지되는 특성이 있다. 또한 새벽의 일최저농도에서 일최고농도가 되는데 걸리는 시간 즉 시간당 농도증가율이 매우 크다는 것을 알 수 있다. 이는 오존의 기인물질의 공급 없이는 이러한 현상이 일어나기 어려운 것으로, 이러한 급격한 오존농도증가는 오전의 혼합층 성장에 따라 역전층이 파괴되면서 대기 경계층의 오존이 하강하고 광화학반응에 의한 오존생성이 합해졌을 때 오존농도가 급증된다는 연

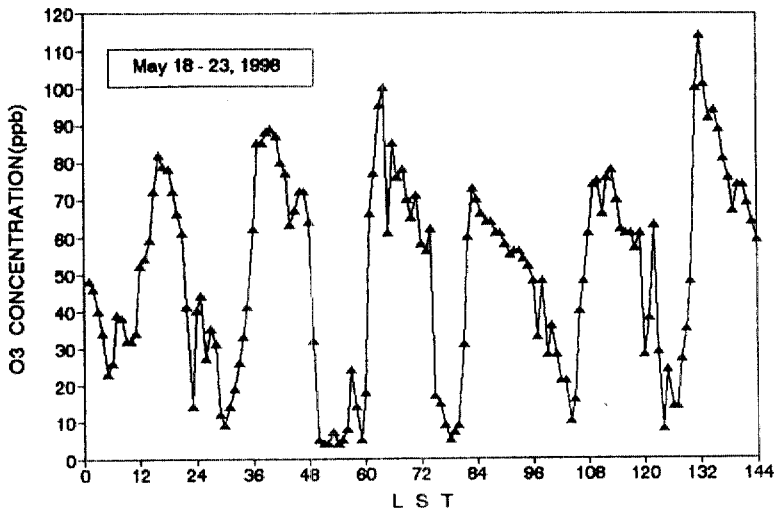


Fig. 4. Variation of ozone concentration for ozone episode period(May 18 ~ May 23, 1998) at Dongsamdong in Pusan.

Table 4. Mean of meteorological parameters for ozone episode period(May 18 ~ May 23, 1998) at Dongsamdong in Pusan.

Parameter Division	Mean temperature(°C)	Maximum temperature(°C)	Relative humidity(%)	Wind speed(m/s)	Cloud amount(1/10)	Radia. on a Hori surface(MJ/m <sup>2</sup> )
Mean during episode period	21.5	25.9	60	2.5	3.2	22.79
Mean of May, 1998	19.0	22.9	70	3.4	6.2	16.42

구가 있다<sup>15)</sup>. 그리고 다른 지역과 비교해 보아야겠지만 최고농도를 나타내는 시각에서 자정까지 대체로 고농도를 유지하는 경향이 나타나고 있는데, 이는 오후와 저녁에 오존을 파괴하는 물질인 NO가 육상보다 작기 때문이라고 판단된다. 그리고 19일 새벽 2~4시의 40ppb에 가까운 고농도 오존의 발생은 새벽에 강한 바람에 의한 기류의 연직혼합에 의한 대기경계층에 잔존해 있던 오존이 유입하여 일시적으로 상승한 것으로 보인다<sup>8)</sup>.

표 4는 동삼동 지역의 고농도 오존을 나타낸 1998년 5월 18일부터 5월 23일까지의 기상요소값을 1998년 5월의 평균값과 비교하여 나타낸 것이다. 오존은 광화학반응에 의해 생성되는 물질이므로 기상인자 중에서도 기온, 습도, 풍속, 운량, 일사량에 의해 그 농도가 좌우되는 경향이 있다<sup>16)</sup>. 따라서 본 연구에서도 고농도 오존 발생일의 각 기상인자의 평균값을 그 달의 평균과 어떤 차이를 나타낼 것인가를 조사하였다. 먼저 고농도 오존 기간의 평균기온은 21.5°C로 5월 평균에 비해 2.5°C가 높았으며, 최고기온은 25.9°C로 5월 평균(22.9°C)보다 3.0°C가 높아 일최고기온의 상승이 뚜렷하였으며, 고농도 오존 기간의 상대습도는 60%, 평균풍속은 2.5m/s 그리고 운량은 3.2로 5월의 평균보다 상대습도는 10%, 평균풍속은 0.9m/s, 운량은 3.0 정도 낮은 값을 나타내었으며, 수평일사량은 22.79MJ/m<sup>2</sup>로 5월 평균에 비해 무려 6.37MJ/m<sup>2</sup>이나 높은 값을 나타내었다. 즉, 고농도 오존이 발생할 때는 기온과 일사량이 높고 습도와 풍속 그리고 운량이 낮은 기상상태를 가진다고 할 수 있다. 따라서 고농도 오존예보에 있어

상기의 기상인자는 매우 중요한 요소라고 할 수 있다. 특히 해안지역은 내륙지역보다 1차오염물질이 적어 태양복사에너지의 투과량이 많아 산소원자를 생성시키는 자외선이 풍부할 수 있다. 따라서 해안지역에서는 광화학반응이 내륙지역보다 더 크기 때문에 오존농도가 상승할 수 있다.

#### IV. 결론

1997년 1월 1일부터 1998년 12월 31일까지 2년간 부산 동삼동의 시간별 오존농도자료와 부산지방기상청의 기상자료를 이용하여 동삼동 지역의 지표오존 농도특성과 고농도 오존 발생특성을 고찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

가장 높은 오존농도를 나타낸 계절은 춘계(35.4 ppb)였고 가장 낮은 농도는 동계(22.2 ppb)로 춘계의 농도가 가장 높게 나타났다. 지역의 청정도를 나타내는 상대평균편차는 연평균 0.42로 도시지역과 같이 비교적 높은 값을 나타내었다. 오존농도의 일변화는 15~16시에 최고농도, 오전 7~8시에 최저농도인 전형적인 오존일변화 경향이 나타났으며, 최고농도 발생시각 후 농도의 급격한 감소현상과 새벽의 2차 고농도현상이 발생하지 않아 오존을 파괴하는 물질이 적었다는 것을 알 수 있었다. 또한 최근 2년 동안(1997, 1998) 60 ppb이상의 고농도 오존 발생율이 부산지역 전체에서 가장 높았으며, 특히 춘계에 그 비율이 높았다. 고농도 오존 사례연구에서 일최저농도와 일최고농도의 차이가 매우 크게 나타났으며 광화학반응과 관련된 기상인자인 기온, 일사량, 상대습



도, 풍속, 운량과 밀접한 관계를 나타내었다.

앞으로 동삼동 주변 해양에 대한 정확한 배출원의 추적 및 지형적 특성 그리고 국지기상학적 고찰을 통해서 해안지역에 있는 동삼동의 오존농도특성을 체계적으로 밝히는 것이 요망되며, 이 연구의 결과가 부산시의 토지이용도 및 도시규모에 따른 대기오염측정소의 적정배치에 있어 도움이 되었으면 한다.

### 참고문헌

1. 기상청, 기상월보, 1997, 1998.
2. 김유근, 이화운, 전병일, 홍정혜, 1996, 부산연안역의 오존농도에 미치는 해풍의 영향, 한국환경과학회지, 5(3) : 265-275.
3. 박경윤, 이호근, 서명식, 장광미, 강창희, 허철구, 김영준, 1994, 제주도 고산측정소에서의 대기오염 배경농도 측정 및 분석, 한국대기보전학회지, 10(4) : 252-259.
4. 부산광역시, 1997, 부산 대기정책수립을 위한 선박오염 실태조사 및 예측, 93p.
5. 서명식, 박경윤, 이호근, 장광미, 강창희, 허철구, 김영준, 1995, 청정지역과 도시지역의 오존농도 특성 연구, 한국대기보전학회지, 11(3) : 253-262.
6. 전병일, 1997, 부산연안역의 고농도 오존일의 예측기법개발과 오존농도 수치모의, 부산대학교 박사학위논문, 119p.
7. 전병일, 1999a, 부산 동삼지역의 대기오염특성, 한국환경과학회지, 8(3), 게재확정.
8. 전병일, 1999b, 부산연안역의 야간고농도 오존 발생특성과 기상학적 관련성, 한국환경과학회지, 8(3), 게재확정.
9. 전병일, 김유근, 이화운, 1994, 해풍이 부산지역의 대기오염농도에 미치는 영향, 한국환경과학회지, 3(4) : 357-365.
10. 전병일, 김유근, 이화운, 1995, 부산지역의 오존농도특성과 기상인자에 관한 연구, 한국대기보전학회지, 11(1) : 45-56.
11. 홍민선, 이상훈, 이동섭, 강창희, 박경윤, 1992, 제주도 고산에서의 대기오염물질 측정 및 분석에 관한 연구, 한국대기보전학회지, 8(4) : 257-261.
12. 환경부, 1998, 1997년 대기오염도 분석, 21p.
13. Logan, J. A., 1986, Tropospheric ozone: Seasonal behavior, trend and anthropogenic influences, J. Geophys. Res., 90(10) : 463-510.
14. Mizoguchi, T., Kunugi, M., and M. Nishikawa, 1985, Background air pollutant measurement and selection of background sites in Japan, Res. Rep. Natl. Environ. Study. Japan, No. 79.
15. Neu, U., Kunzle, T., and H. Wanner, 1994, On the relation between ozone storage in the residual layer and daily variation in near-surface ozone concentration-a case study, Boundary-Layer Meteorol., 69 : 221-247.
16. Piotrowicz, S. R., Boran, D. A., and C. K. Fischer, 1986, Ozone in the boundary layer of the equatorial Pacific Ocean, J. Geophys. Res., 91 : 13113-13119.
17. Seinfeld, J. H., 1986, Atmospheric chemistry and physics of air pollution, John Wiley & Sons, Inc., New York, U.S.A.
18. Shapiro M. A., 1980, Turbulent mixing within tropopause folds as a mechanism for the exchange of chemical constituents between the stratosphere and troposphere, Atmos. Sci., 37 : 994-1004.
19. WHO, 1978, WHO photochemical oxidants, Environmental Health Criteria, No. 7, Geneva, Switzerland.