

스모그와 건강피해  
—런던스모그참사의 재조명—

조 윤 승\*

국립환경연구원 환경보건연구담당관

**Smog and Health Effects**

—A Review of London Smog of December, 1952—

Yun-Syng Cho

*National Institute of Environmental Research*

**Abstract**

This paper briefly reviews our knowledge concerning the potential health risk of smog. It includes a review of the meteorological phenomenon, the causes of death in different age groups from London smog which occurred during the week of December 5, 6, 7, 8, 1952.

During the London disaster, which caused 4,000 excess human deaths, it was determined the meteorological factors of almost absence of wind, low temperature, high humidity and an inversion. Hence, at ground level of air pollutants were suddenly increased and attributed to the combined action of a particulate matter with sulfur dioxide.

As a result, abnormally large numbers of persons died especially, those individuals already suffering from disease of the respiratory and cardiovascular systems.

## I. 런던스모그참사의 재조명

대기오염물질의 건강상 피해는 선진국의 여러 누적적인 조사연구를 통하여 이미 많은 부분이 천명되어 이를 근거로 여러나라에서 국민보건의 유지향상 뿐 아니라 경제적인 관점과 일상생활에 지장을 주는 일조량의 증대, 시정의 개선, 그외 심미적인 측면까지 고려하여 그 정화에 간단없는 노력을 쏟고 있다.

이러한 대기오염물질은 흔히 다른 여러 오염물질과 병존하므로 그 종류와 농도, 지속시간 그리고 여기에 영향하는 습기, 안개, 한냉, 풍속, 기온역전 등 기상과 복잡하게 얽혀 원인물질이나 피해를 정확히 규명하기가 어렵다.

대기오염이 건강에 끼치는 피해는 산업위생과는 엄연히 구별되는 것으로 산업위생의 경우 1주일에 6일(혹은 5일) 1일 8시간을 기준으로 삼으나 대기오염의 경우는 1주일 7일, 1일 24시간을 기준으로 한다. 산업위생의 경우 유해물질은 산업장내에 종사하는 소수인의 건강에 영향을 주는데 반하여 대기오염은 직접 관계가 없는 불특정 다수인에게 영향을 미친다. 대기오염의 영향은 수일간에 걸쳐 오염도가 이상 수준으로 높아진 경우이거나 혹은 연속적으로 낮은 장기간의 것도 취급하게 된다. 오염도가 높은 경우는 런던스모그와 같이 단기간에 많은 인명피해를 보게 되거나 대기중의 오염도가 낮아 눈에 띄는 피해가 아닌 정도의 단시간 내 영향에 관하여는 아직 추측의 범주를 벗어나지 못한 실정이다.

대기오염이 건강에 끼치는 피해에 관하여는 1950년 이래 미국을 비롯한 여러나라에

서 많은 연구가 실시되어 왔으나 이 기회에 세기적 참사인 런던스모그사건을 중심으로 스모그와 건강상의 피해를 재조명해 본다.

### 1. 참사의 개요

가정난방용 석탄의 연소로 발생된 대기오염물질(주로  $SO_2$ , 부유분진, 검댕, 일산화탄소)이 짙은 안개와 혼합되어 스모그를 형성하여 최악의 상태를 이룬 사건이었다.

1952년 12월 5~9일까지 5일간 800만의 도시 런던에 스모그가 발생되어 4,000명 이상의 과잉사망자를 내었다. 노인의 경우는 호흡기 질병에 의한 사망률이 평상시의 수배나 높았고 스모그가 끝난후에도 상당기간 높은 사망률이 지속되어 이듬해 2월 중순까지 또다른 8,000명이 사망하였다. 최초 3주간의 런던 대기오염도의 최고치는 분진이  $4.5 \text{ mg/m}^3$ ,  $SO_2$  1.3 ppm, 일산화탄소 0.2~0.5%이었으며 이러한 농도는 예년 12월의 수치보다 5~10배 높은 것이었다.

주요사인은 심·폐질환으로 그중 만성기 관지염은 평소의 10~13배 증가되었고 연령층에 있어서는 노인층일수록 높았으며 생후 1~12개월의 어린이도 피해가 많았다.

### 2. 일별 기상 변화

● 1952년 12월 4일(목) 이날 아침은 쾌청하였다. 기온은  $4^\circ\text{C}$  전후이었고 시정은 3~5 km, 아침부터 북풍이 불었으나 기상이 급변하기 시작하였다. 한냉전선이 서유럽을 횡단, 정오경 영·불해협을 넘기 시작하였고 템즈하류의 수백마일에 달하는 계곡에 엄습하였다. 기온역전으로 런던시내의 공기 이동이 정지된 상태에서 안개가 발생하였다. 날이 어두워지자 기온이 더욱 떨어져 각

가정에서 계속적으로 많은 석탄을 연소시켜 매연과 아황산가스가 안개와 뒤섞여 고무풀 같은 장막이 내려깔렸다.

● 12월 5일(금) 이날은 런던시내가 오염된 대기속에 완전히 덮였다. 교외로 통하는 교통이 두절되었고 시내에서는 충돌사고가 빈발하였다. 시정은 0 상태이어서 앞을 볼 수 없었고 도로는 몇십마일에 걸쳐 통행이 불가능했으며 수천명의 운전기사가 안개속에 차를 방치한채 걸을 수 밖에 없었다. 런던으로 들어오는 물자수송도 차질을 초래하였고 하루종일 기온이 영하로 지속된 탓으로 석탄의 연소량이 증가되어 대기오염을 더욱 재촉하였다. 이날밤의 습도는 100%, 기온은 섭씨 6도 전후로 죽음처럼 적막속에 보냈다.

● 12월 6일(토) 아침 일찍부터 스모그는 “미들섹스”, “새리”지역까지 확대되었다. 버스와 열차의 충돌이 빈발하였고 템즈강의 교통도 일체 금지된 채 밤에는 습도 90%, 영하속에 가정의 석탄연소가 어느때보다 증가되었다.

● 12월 7일(일) 이날은 다시 사태가 악화되어 넓은 지역에 안개가 짙게 발생하여 한낮에도 저녁처럼 어두웠다. 스모그는 이때 런던 시내 중심 반경 20마일 범위까지 확대되었다. “쉬타스빌”, “원블턴”, “할로우빌” 등 다소 높은 지대만이 스모그에서 돌출되어 햇빛이 비쳤을 뿐 스모그는 일요일 내내 지속되었고 기온은 변동없이 영하에 머물렀으며 공기는 계속 미동조차 하지 않았다.

● 12월 8일(월) 이날도 피해가 속출하였다, 런던교역에서는 만원의 통근열차가 충돌하였다. 날이 밝아오자 쉬었던 공장이

일제히 매연을 내뿜기 시작하여 저녁에는 대 런던시 전체가 미증유의 안개에 갇혔다. 각 지역으로부터 사망자 신고로 뿜졌고 그 건수는 평소보다 훨씬 증가되었다. 이날 밤중에 이르러 다행히 남서풍이 불기 시작하였다.

● 12월 9일(화) 아침 6시에는 스모그가 바람에 깨끗이 걷혔다. 이 기간중 신문과 라디오는 시민의 건강보다 교통체증을 주로 취급하였고 뒤늦게 과잉사망자에 대한 관심을 갖기 시작하였다.

이렇듯 런던은 북위 51°5'에 위치하고 있어 멕시코난류에 의해 운반되는 따스하고 습한 편서풍이 동쪽의 한냉공기와 마주쳐 도버해협에서 안개를 형성하므로 런던스모그에 큰 영향을 주었고 그때문에 잉글랜드 주민은 수백년에 걸쳐 스모그에 시달려왔다는 것은 주지의 사실이다.

런던은 연평균 기온이 약 10°C이며 1월의 평균기온은 4.2°C로 비교적 따뜻하나 스모그 발생당시의 기온은 과거 80년간의 평균기온과 비교한 결과 유달리 기온이 낮은 이변이 발생한 것으로 밝혀졌고 특히 12월 5일부터 연 4일간 기온이 급강하되어 가정 난방용 석탄소비가 절정에 달한 것이다. Kew 측후소에서 측정기록한 그해 11월 16일부터 12월 27일까지의 일별 기온과 그 이전 80년간의 평균 기온과의 격차는 표 1과 같다.

### 3. 대기오염도

런던카운티카운슬 공중보건부 화학과는 매연과 아황산가스농도를 매일 측정하여 그 기록을 보존하고 있었다. 측정장소는 런던 카운티홀과 북부 외곽인 Becton, 그리고 남

Table 1. Meteorological observations at Kew Observatory, November 16-December 27, 1952

Day and date, November 1952	Mean daily temperature (° F.)	Departure from 80-year average (° F.)	Day and date, November-December 1952	Mean daily temperature (° F.)	Departure from 80-year average (° F.)	Day and date, December 1952	Mean daily temperature (° F.)	Departure from 80-year average (° F.)
Sun., 16	35.4	-9.1	Sun., 30	37.4	-4.8	Sun., 14	35.2	-6.0
Mon., 17	37.8	-5.5	Mon., 1	36.9	-5.2	Mon., 15	32.0	-8.8
Tues., 18	36.3	-6.8	Tues., 2	34.2	-7.7	Tues., 16	38.3	-2.8
Wed., 19	40.6	-2.9	Wed., 3	39.0	-3.3	Wed., 17	40.8	-3
Thurs., 20	36.5	-7.0	Thurs., 4	36.5	-5.4	Thurs., 18	40.5	-3
Fri., 21	39.2	-3.7	Fri., 5	29.5	-12.1	Fri., 19	43.9	+3.8
Sat., 22	37.9	-5.1	Sat., 6	28.9	-12.8	Sat., 20	45.5	+6.2
Sun., 23	36.7	-6.3	Sun., 7	28.9	-12.3	Sun., 21	41.5	+1.9
Mon., 24	33.3	-9.7	Mon., 8	31.5	-10.0	Mon., 22	43.0	+3.3
Tues., 25	32.7	-9.9	Tues., 9	36.0	-4.5	Tues., 23	44.8	+5.9
Wed., 26	38.5	-3.5	Wed., 10	43.3	+2.7	Wed., 24	46.9	+7.3
Thurs., 27	39.7	-2.0	Thurs., 11	45.1	+5.0	Thurs., 25	43.2	+3.9
Fri., 28	37.4	-5.1	Fri., 12	40.1	-1	Fri., 26	40.3	+2
Sat., 29	35.1	-7.4	Sat., 13	37.2	-4.2	Sat., 27	35.4	-5.1

부의 Crossness 등 3개소이며 그중 런던 카운티홀의 11월 16일~12월 27일 기간중 매연과 SO<sub>2</sub>의 일별농도는 표 2와 같으며 그 변화는 그림 1과 같다.

이러한 대기오염도는 여름철(6월) 일평균치 0.12 mg/m<sup>3</sup>이었던 부유분진과 0.07 ppm 수준이었던 SO<sub>2</sub>가 그해 12월 8일(월)에는 부유분진 4.46 mg/m<sup>3</sup>, SO<sub>2</sub> 1.339 ppm으로 급증되었는데 이는 영국에서 1932년부터 시작된 측정기록중 가장 높았던 수치였다. 12월 5일부터 12월 8일까지의 기상상태는 계속적으로 무풍, 다습, 기온역전 등 최악의 상태였다. 이런 상황을 가리켜 어느 학자는 만일 이 기간중 바람이 시속 1노트만 불었어도 그 참담한 사건은 발생하지 않았을 것이라고 했다.

#### 4. 치명적인 원인물질

이 사건에 관련된 대기 오염물질 중 어느 것이 그토록 치명적이었나 하는 의문이 제

기된다. 1952년 12월 스모그 발생후 정확히 10년이 되는 1962년 12월에 또다른 런던 스모그가 발생하였다. 이때의 기상상태와 SO<sub>2</sub> 농도는 1952년 당시와 유사하였으나 다만 매연농도만은 훨씬 낮았다. 이때의 과잉사망자수는 예상보다 적은 약 750명으로 추산되었다. 이러한 괄목할 사망자수의 감소는 주로 매연의 감량에서 기여한 것으로 믿고 있다. 또다른 소규모의 사건이 1972년 12월 발행하였다. 당시 SO<sub>2</sub> 농도는 높았으나 이 경우도 사망자수는 증가하지 않았다.

#### 5. 사망자수의 증가

1952년 11월 16일부터 런던카운티의 행정당국에 등록된 사망자수는 표 3과 같으며, 그해 12월 13일부터 이듬해 1월 10일까지의 5주간 과잉사망자가 속출하였다.

그해 11월 22일과 11월 29일 그리고 12월 6일에 등록된 사망자수는 정상적인 범

Table 2. Daily average concentrations of smoke and sulfur dioxide, according to observations at London Hall, November 16-December 27, 1952

Day and date, November 1952	Smoke <sup>1</sup>	Sulfur dioxide <sup>2</sup>	Day and date, November-December 1952	Smoke <sup>1</sup>	Sulfur dioxide <sup>2</sup>	Day and date, December 1952	Smoke <sup>1</sup>	Sulfur dioxide <sup>2</sup>						
Sun., 16	} <sup>3</sup> 0.53	} 0.179	Sun., 30	} <sup>3</sup> .30	} <sup>3</sup> .090	Sun., 14	} .32	.155						
Mon., 17			Mon., 1			Mon., 15								
Tues., 18			.44			.133	Tues., 2	.49	.155	Tues., 16	.30	.245		
Wed., 19			.28			.090	Wed., 3	.61	.220	Wed., 17	.20	.152		
Thurs., 20			.35			.168	Thurs., 4	.49	.144	Thurs., 18	.20	.087		
Fri., 21			.54			.192	Fri., 5	.64	.751	Fri., 19	.48	.271		
Sat., 22	.35	.114	Sat., 6	.45	.855	Sat., 20	.35	.173						
Sun., 23	} <sup>3</sup> .50	} <sup>3</sup> .193	Sun., 7	} <sup>3</sup> 4.46	} <sup>3</sup> 1.339	Sun., 21	} .33	.170						
Mon., 24			Mon., 8			Mon., 22								
Tues., 25			.84			.330	Tues., 9	} <sup>3</sup> 1.22	} <sup>3</sup> .472	Tues., 23	.46	.248		
Wed., 26			.45			.140	Wed., 10			Wed., 24	.30	.253		
Thurs., 27			.45			.144	Thurs., 11			.32	.224	Thurs., 25	.34	.231
Fri., 28			.35			.116	Fri., 12			.29	.225	Fri., 26	.34	.231
Sat., 29	.81	.233	Sat., 13	.50	.263	Sat., 27	.34			.231				

<sup>1</sup> Expressed as milligrams of black suspended matter per cubic meter of air. <sup>2</sup> Expressed as parts per million by volume. <sup>3</sup> Average for the time period included.

Table 3. The deaths registered weekly

Week ending	Registered deaths
1952. 11. 22	753
1952. 11. 29	853
1952. 12. 6	945
1952. 12. 13	1,484
1952. 12. 20	1,523
1952. 12. 27	1,029
1953. 1. 3	1,372
1953. 1. 10	1,216

위이었다. 겨울철에 다소 높은 경향을 보인다 하더라도 12월 13의 사망자수는 정상을 훨씬 초과한 숫자였다. 다만 12월 7일의 감소는 크리스마스 기간중 신고의 지연으로 보여지며 결코 사망자수가 감소된 것이 아니라는 해석이며 그다음주의 연속적인 사망자의 증가가 이를 입증하고 있다.

스모그로 인한 주간 사망자수는 1873년 스모그사건과 비교해 볼 때 더욱 증가된 것이었고 뿐만아니라 1866년 여름철 콜레라 창궐시의 사망률보다도 높았다.

### 6. 연령별 사망

주별 사망자의 연령군별 분석결과는 표 5와 같이 어린이와 노인층에서 현저한 증가를 보였다. 어린이중에는 생후 4~52주에서, 성인의 경우는 55세이상의 연령층에서 모두 3배이상의 사망자가 12월 12일 끝난 주간에 발생하였다(표 4).

### 7. 주요사인(死因)

과잉사망자의 대부분이 호흡기계통의 부조와 순환기계통의 장애 때문이었다. 스모그 발생전 3주간의 평균사망자와 비교해 보면 12월 13일로 끝난 주간에는 기관지염은 10배 증가되었고 폐결핵이 4.5배, 그의 호흡기계통의 질병이 6배 증가되었다. 한편 폐암으로 인한 사망자는 그렇게 많은 증가는 아니었으나 심장질환이나 순환기계통의 질병은 3배 높았다. 기타 사인은 1세이하의 어린이에서 위장염이 예외적으로 높았으며 이는 호흡기계통의 감염에 뒤이은 2차적

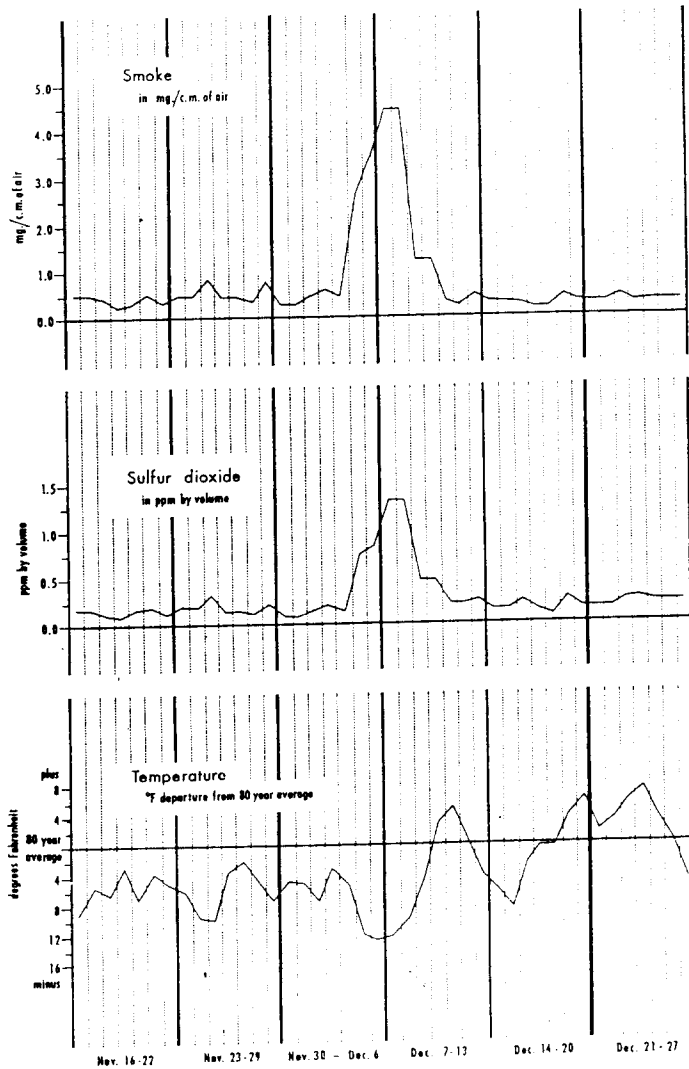


Fig 1. Daily average concentrations of atmospheric contaminants and daily temperature departures from 80-year average, London, November 16 through December 27, 1952

피해로 추측하였다(표 5).

### 8. 가축의 피해

스모그가 얼마나 치명적인가 하는 것은 12월 5일(금) 분명해졌다. 이날 영국에서 가장 권위있는 가축품평회가 개최되어 영국 각지에서 선발된 소가 런던의 Smithfield 소

시장으로 모였고 모두 젊고 건강한 것들이었다.

품평회 당일, 즉 스모그발생 첫아침 모인 351마리중 52마리는 상태가 급격히 악화되었다. 호흡이 빨라지고 입을 벌리며 혀를 내밀고 거칠게 호흡하면서 열이 나고 먹이를 먹지않아 결국 5마리는 죽었고 9마리가

Table 4. Registered deaths in administrative county of London, by age group, week ending November 22 through week ending December 27, 1952

Age	Number of deaths for week ending						Average number of deaths per week for weeks ending November 22, 29, and December 6	Percentage of average of first 3 weeks for week ending		
	November 22	November 29	December 6	December 13	December 20	December 27		December 13	December 20	December 27
<i>Weeks</i>										
0-4	13	22	16	28	19	12	17.0	165	112	71
4-52	5	9	12	26	15	11	8.7	300	173	127
<i>Years</i>										
1-4	11	5	6	7	13	7	7.3	96	177	96
5-14	4	3	4	6	6	2	3.7	164	164	55
15-24	4	3	9	7	14	7	5.3	131	263	131
25-34	14	7	16	28	17	11	12.3	227	138	89
35-44	28	22	36	64	29	34	28.7	224	102	119
45-54	85	61	80	204	96	83	75.3	271	127	110
55-64	118	152	157	448	251	167	142.3	315	176	117
65-74	229	226	254	717	444	258	236.3	303	188	109
75 and over	242	343	355	949	619	437	313.3	303	198	139
All ages	753	853	945	2,484	1,523	1,029	850.3	292	179	121

Table 5. Registered deaths in administrative county of London, by certain causes, week ending November 22 through week ending December 27, 1952

Cause	Number of deaths for week ending						Average number of deaths per week for weeks ending November 22, 29, and December 6	Percentage of average of first 3 weeks for week ending		
	November 22	November 29	December 6	December 13	December 20	December 27		December 13	December 20	December 27
Pulmonary tuberculosis	18	19	14	77	37	21	17.0	453	218	124
Lung cancer	38	27	45	69	32	36	36.7	188	87	98
Heart disease	225	272	273	707	389	272	256.7	275	152	106
High blood pressure	12	17	19	47	36	21	16.0	294	225	131
Other diseases of circulatory system	27	23	26	46	31	32	25.3	182	123	127
Influenza	1	7	2	24	9	6	3.3	720	270	180
Pneumonia	31	28	45	168	125	91	34.7	486	363	264
Bronchitis	46	73	76	704	396	184	65.0	1,083	609	283
Other respiratory diseases	10	8	9	52	21	13	9.0	578	233	144
Ill-defined causes	19	26	25	79	35	37	23.3	339	150	159
All other causes	326	353	411	511	412	316	363.3	140	113	87
All causes	753	853	945	2,484	1,523	1,029	850.3	292	179	121

도살되었다. 이들 소의 사인은 폐기종, 폐염, 부종으로 판명되었다.

그러나 함께 전시되었던 양과 돼지는 피해가 없었고 축사에 있거나 기차편으로 수송중이던 말은 피해가 없었다. 다만, 동물원에서는 이와는 달리 기관지염이나 폐염의

발생이 증가되었다.

9. 연료소비량

매연의 발생원이었던 석탄과 석유의 사용량을 참고로 살펴본다면 1952년도 영국의 에너지 소비량을 석탄환산으로 나타낸 것이

27,330 만톤이었고 그중 석탄이 70%, 석유가 29%로 이 규모의 소비량은 당시 프랑스와 일본의 소비량의 2배에 가까운 양으로 가히 대기오염의 정도를 짐작케 한다.

가정에서 배출하는 매연이 전체의 60%로 주종을 이루었고 나머지는 공장, 사업장에서 발생되었다. 1952와 1962의 영국의 에너지소비변화를 검토한 결과 석탄 의존도가 10년만에 88.4%에서 69.8%로 감소되었다.

### 10. 대기청정법의 제정

런던스모그사건의 진상조사는 Hugh Beaver 경을 위원장으로 하는 대기오염조사위원회가 구성되어 실시하였으며 1953년 중간 보고서에 동위원회는 최우선적으로 정화하여야 될 흑색지역을 표시한 지도를 발행했는데 잉글랜드에만도 294개 지역에 달했다. Beaver 위원장은 1954년 최종적인 조사 결과를 발표하면서 10~15년 이내 인구과밀 지역의 매연을 80% 감소할 것이며 이를 위하여는 국가적규모의 지출없이는 해결 불가능하다고 진단하면서 국가, 지방자치단체, 공장, 가정에 비용부담을 요구하는 일련의 건의를 제출하였다.

정부는 이를 받아들여 1956년 대기청정법을 제정하였고 이 법은 “알카리공장규제법”에서 규제하지 않은 공장과 가정연돌, 기선, 기차 등 매연의 발생원을 전면적으로 규제하였다.

알카리 등 공장규제법에 근거하여 공장은 중앙정부의 직할규제를 받고 대기청정법은 가정난방이나 그외 오염행위는 지방자치단체의 매연단속 공중위생검열관의 규제를 받았다. 이러한 포괄적 대책이 시작되면서 오

염방지의 실효가 나타나게 되었다. 가정난방용석탄의 소비감소, 공장, 발전소의 연료소비의 신장을 석탄을 석유로 대체하는 연료소비패턴의 전환으로 대기오염의 양상도 변화를 보였다. 매연에 대한 대책은 매연 그 자체의 감소뿐만 아니라 사회적변화 역시 현저한 효과가 있었다. 대다수 시민은 구식 난로를 이용, 석탄을 연소하는 불편을 더이상 감수하려 하지 않았으며 연소시설 대체 후의 연료, 특히 전기나 가스의 편의성, 무연, 부공해의 장점에 만족하였다.

### 11. 런던과 전국의 대기정화 진전

30년전 런던의 대기오염을 “Pea-Souper”라 하여 짙은 스모그로 비유하였으나 1955년 런던시를 무연권으로 선포하였고 대기청정법(1956)의 적용으로 대런던지역의 90% 이상이 무연연료(전기, 가스 등)를 사용하는 매연규제지역으로 탈바꿈하면서 12월의 일조량이 1958 이래 50% 증가되었고 겨울철 일평균시정은 1.5 마일에서 4.5 마일로 3배 개선되었다(글라스고우, 웨일스도 이와 대등)

영국도시의 평균매연농도는 1960년 수준에서 85% 감소되었고 전국 SO<sub>2</sub> 배출량은 1962년에 비하여 80%, 1970년수준에 비하여 40% 감소되었다(그림 2,3 참조). 영국정부는 1988년 EC directive에 의거 연료의 대규모연소시설에 대한 규제에 합의하였으며 1980년의 배출량을 기준으로 1993년까지 SO<sub>2</sub>의 배출량을 20%, 1998년까지 40%, 2003년까지는 60%를 감소하는 한편 NO<sub>x</sub>는 1993년까지 15%, 1998년까지 30%를 각각 감소하기로 목표를 정하였다. 또한 1988년 UN/EC 경제위원회와 대기오염장



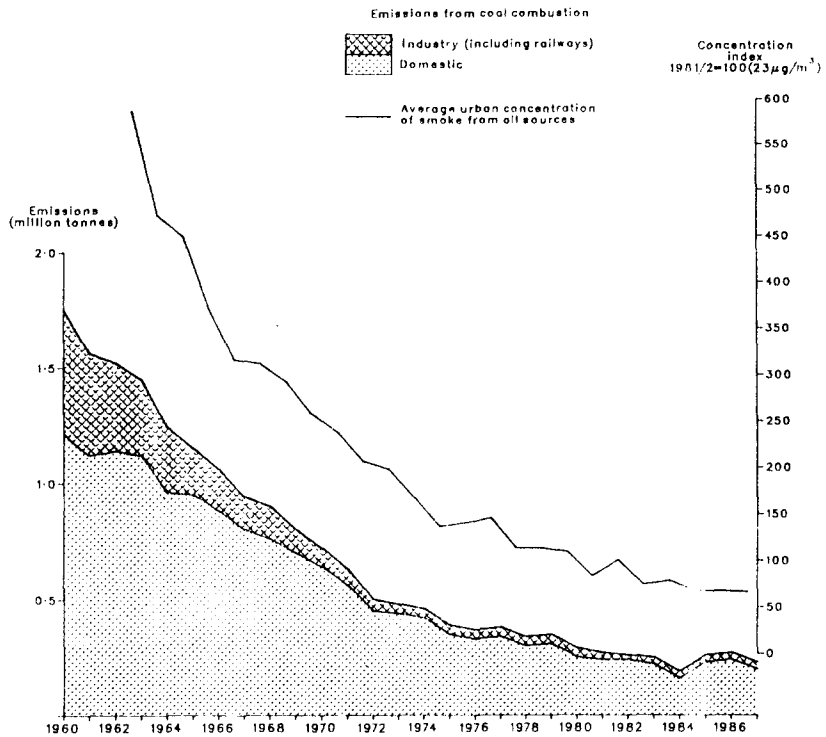


Fig 2. Smoke : emissions from coal combustion and average urban concentrations

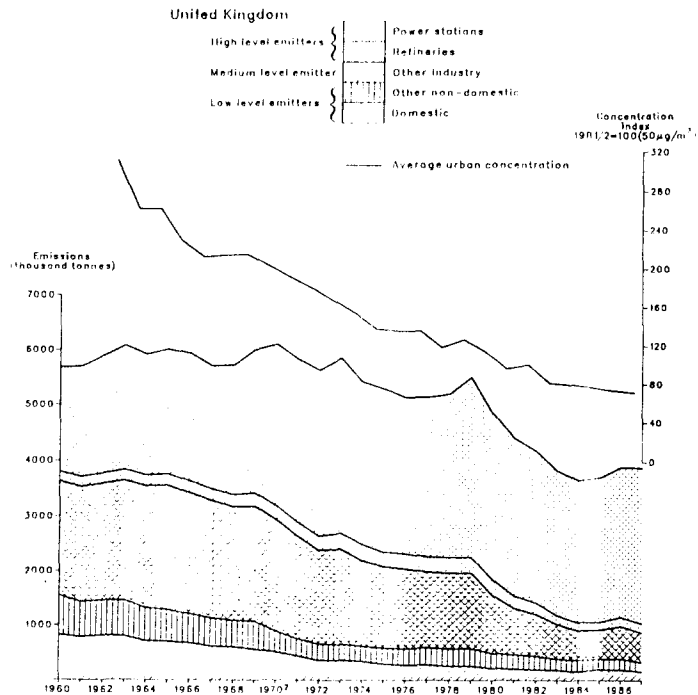


Fig 3. Sulphur dioxide : emissions from fuel combustion and average urban concentrations

각 감소하기로 목표를 정하였다. 또한 1988년 UN/EC 경제위원회와 대기오염장거리이동에 관한 협정에 조인하였으며 1994년까지 관련물질을 1987년수준으로 동결키로 하였다.

이외에도 산성우의 원인과 피해에 관한 연구조사 및 방지대책에 관한 연구에 연간 1,000 만불을 지원하고 국제간 조사·모니터링사업에도 참여하고 있다. 그 예로 5개년 계획으로 지표수 산성화 조사사업을 왕립학회가 노르웨이, 스웨덴 아카데미와 공동으로 수행하여 1990년에 완료되었다.

이러한 매연과 SO<sub>2</sub>의 감소결과 스코틀랜드의 남서지역 호소에서는 산성우피해의 감소증후가 나타나기 시작하였으며 정부는 1989년 전국 주요도시 대기오염측정시스템의 설립을 발표하고 WHO 지침에 명시된 CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>의 기준을 초과시는 일별측정내용을 발표하기로 하였다. 이 조치는 과거 1,200개소나 운영되었던 SO<sub>2</sub> 반자동측정기의 부분적인 감축운영이래 새로운 변화에 대응하는 정부의 의지표명이기도 하다.

그간 영국에서는 약 6,000건의 매연규제 명령이 발령되어 80만 헥타르이상의 주택, 사업장, 공장이 종전의 석탄을 전기, 가스 등 무연연료로 전환하여 대기 오염정화에 크게 기여하였으며, 연료연소장치의 대체에 소요되는 비용은 중앙정부 40, 지방자치단체 30, 본인부담 30의 비율로 되어 있다. 절정기였던 1973년에는 그 비용이 700만파운드에 달하였으나 1984년에는 320만파운드로 점차 감소되었다.

## 12. 영국의 연료소비 추이

영국의 대부분지역에서 연료의 연소가 대기오염의 주요발생원이 되고 있었다. 표 6은 지난 10년간 연료의 종류별 용도별 소비경향을 나타낸 것이다. 전기의 수요는 1980년대 초반부터 감소되고 있는데 이는 경제활동의 불황에서 초래된 결과로 보여진다. 원자력발전소의 기여와 화력발전소의 효율개선도 결과적으로 화력발전용 석탄소비가 1980년 8,960 만톤에서 1983년 8,160 만톤으로 감소된 원인이다.

1986년 화력발전과 산업용 석탄의 소비량이 1983년도 수준을 초과한 것은 경제성장과 관련된 에너지수요의 증대에서 기인된 것이다. 여하간 석탄의 전반적인 소비감소 경향은 1950년 중반이래 매연규제지역 제도의 도입과 전기·가스 등 청정연료를 에너지로 대체한 성과임에 틀림없다.

유류를 자동차용 연료인 휘발유, 디젤, 액화가스를 제외한 소비가 1987년까지 10년간 감소추이를 보였으나 1984~85년은 석탄광부의 파업영향으로 화력발전소에서 유류소비가 한때 증가되기도 하였다.

이와는 대조적으로 천연가스 소비량은 과거 10년간 40% 증대되었다(표 6). 연료연소에 수반되는 매연 중 약 87%가 아직도 주택에서 SO<sub>2</sub>는 73%가 화력발전소, 그리고 14%가 산업장에서 발생되고 있다(그림 2, 표 7 참조).

## 13. 런던스모그의 교훈

이 참사는 바이러스나 어떤 생소한 병원체에 의한 방지할 수 없는 급성질환이 아니었다. 이 사건은 잘 알려진 기상현상에 석

Table 6. Fuel consumption by type of fuel and consumer

	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
<b>Million tonnes</b>											
<b>Coal:</b>											
Domestic	9.7	8.7	8.9	7.3	6.9	6.7	6.2	4.8	6.5	7.0	5.7
Industry, etc	12.0 <sup>r</sup>	11.4 <sup>r</sup>	11.8 <sup>r</sup>	10.1 <sup>r</sup>	9.3 <sup>r</sup>	9.4 <sup>r</sup>	9.4 <sup>r</sup>	8.0	9.5 <sup>r</sup>	10.0	9.6
Power stations	80.0	80.6	88.8	89.6	87.2	80.2	81.6	53.4	73.9	82.6	86.2
Gas works <sup>s</sup>	3.2	3.1	2.9	3.0	2.5	2.3	2.1	1.3	2.2	2.0	2.1
<b>Solid smokeless fuel:</b>											
Domestic	4.7	4.5	4.5	4.1	4.0	4.1	3.9	3.2	4.2	3.5	3.5
Industry, etc	3.1	3.1	3.1 <sup>r</sup>	2.0 <sup>r</sup>	2.0	1.9	1.9	1.8	2.1	2.0	2.0
<b>Petroleum:</b>											
Motor spirit	17.3	18.3	18.7	19.1	18.7	19.2	19.6	20.2	20.4	21.5	22.2
Diesel fuel	5.7	5.9	6.1	5.9	5.5	5.7	6.2	6.8	7.1	7.9	8.5
Burning oil (Kerosene)	2.6	2.6 <sup>r</sup>	2.7	2.1	1.9	1.7	1.7	1.7	1.9	2.0	2.0
Gas oil	12.6 <sup>r</sup>	12.3 <sup>r</sup>	12.4 <sup>r</sup>	10.6 <sup>r</sup>	10.0	9.5	9.0	8.9 <sup>r</sup>	8.7	8.3	7.7
<b>Fuel oil:</b>											
Power stations	10.2	11.1	10.7	6.3	4.8	6.3	3.8	19.8	9.5	5.6	4.4
Other uses	17.1 <sup>r</sup>	16.9	16.3 <sup>r</sup>	12.7	10.8	9.9	8.7	8.0	6.4	7.0	5.4
Refinery fuel	6.4 <sup>r</sup>	6.4	6.5	6.3	5.4	5.5	5.3	5.4	5.2	5.4	5.2
<b>Million therms</b>											
Liquified petroleum gas	629 <sup>r</sup>	633 <sup>r</sup>	690 <sup>r</sup>	600 <sup>r</sup>	564 <sup>r</sup>	685 <sup>r</sup>	833 <sup>r</sup>	912	731	888	905
Other petroleum gas	115	93	153	139	125	302	379	489	535	680	733
Coke oven gas	903	780	831	619	578	537	544 <sup>r</sup>	438	604	587	611
Blast furnace gas	770	686	775	352	503	442	481	486	517	576 <sup>r</sup>	573
Town gas	70	32	36	31	27	23	18	17	16	14	11
Natural gas	14,803 <sup>r</sup>	15,636	17,067	17,278 <sup>r</sup>	17,385	17,594	17,954	18,529 <sup>r</sup>	19,806 <sup>r</sup>	20,017 <sup>r</sup>	20,774

Table 7. Sulphur dioxide : estimated emissions from fuel combustion : by type of consumer and fuel

a) By type of consumer												Thousand tonnes	
	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	Percentage of total in 1987	
Domestic	285	261	264	226	209	201	195	158 <sup>r</sup>	202	197	171	4	
Commercial/public service	211	211	221	196 <sup>r</sup>	178 <sup>r</sup>	170	143	148 <sup>r</sup>	128	135	106	3	
Power stations	2,867 <sup>r</sup>	2,938 <sup>r</sup>	3,242 <sup>r</sup>	3,097 <sup>r</sup>	2,817 <sup>r</sup>	2,748 <sup>r</sup>	2,631 <sup>r</sup>	2,589 <sup>r</sup>	2,627 <sup>r</sup>	2,722 <sup>r</sup>	2,830	73	
Refineries	279	289	292	282	220	208	159	144	140	167	162	4	
Agriculture	32	32	30	22	17	15	12	10	8	9	8	-	
Other industry	1,383 <sup>r</sup>	1,384 <sup>r</sup>	1,373 <sup>r</sup>	1,051 <sup>r</sup>	846 <sup>r</sup>	762 <sup>r</sup>	627 <sup>r</sup>	536 <sup>r</sup>	528 <sup>r</sup>	586 <sup>r</sup>	539	14	
Rail transport	14	15	14	11	9	8	5	6	5	5	4	-	
Road transport	54	54	55	42	53	49	42	43	45	50	46	1	
All consumers (ground based)	5,126 <sup>r</sup>	5,182 <sup>r</sup>	5,490 <sup>r</sup>	4,836 <sup>r</sup>	4,379 <sup>r</sup>	4,163 <sup>r</sup>	3,813 <sup>r</sup>	3,634 <sup>r</sup>	3,682 <sup>r</sup>	3,871 <sup>r</sup>	3,867	100	
b) By type of fuel													
Coal	2,941 <sup>r</sup>	2,913 <sup>r</sup>	3,265 <sup>r</sup>	3,177 <sup>r</sup>	3,066 <sup>r</sup>	2,900 <sup>r</sup>	2,937 <sup>r</sup>	2,031 <sup>r</sup>	2,660 <sup>r</sup>	2,952 <sup>r</sup>	3,053	79	
Solid smokeless fuel	136 <sup>r</sup>	131	132	108	103	101	98	86 <sup>r</sup>	106 <sup>r</sup>	95	94	2	
<b>Petroleum:</b>													
Motor spirit	17	18	19	11	26	23	16	16	16	17	9	-	
Derv	37	35	36	30	27	26	26	27	28	33	37	1	
Gas	141	143	144	96	74	72	52	48	43	45	45	1	
Fuel oil	1,572 <sup>r</sup>	1,650	1,600	1,129	861	831	525	1,280 <sup>r</sup>	687	561	465	12	
Refinery fuel	279	289	292	282	220	208	159	144 <sup>r</sup>	140	167	162	4	
Burning oil	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	-	
All fuels	5,126 <sup>r</sup>	5,182 <sup>r</sup>	5,490 <sup>r</sup>	4,836 <sup>r</sup>	4,379 <sup>r</sup>	4,163 <sup>r</sup>	3,813 <sup>r</sup>	3,634 <sup>r</sup>	3,682 <sup>r</sup>	3,871 <sup>r</sup>	3,867	100	
c) Emissions of sulphur dioxide from large plants												Thousand tonnes	
Large plants	3,934	4,015	4,316	3,883	3,549	3,390	3,147	3,038	3,067	3,223	3,299		
Index (1980 = 100)	101	103	111	100	91	87	81	78	79	83	85		

탄연소로 발생된 유해물질의 과잉 방출이 원인이었으며 심·폐질환의 지병이 있었던 시민들의 호흡기계통에 영향하여 많은 희생자를 유발한 것이다.

이 참사에서 경험한 ① 예기치 않은 기상 의 이변 ② 오염물질의 급상승 ③ 심·폐질환지병자에 대한 치명적 영향 ④ 오염물질(SO<sub>2</sub>, 매연<부유분진> 황산미스트, 일산화탄소)에 대한 무방비, ⑤ 주의·경보체제 결여 ⑥ 계몽 부족 등은 오늘날 여러나라 특히 대도시 당국이 유념해야 할 문제점이다.

Environmental Protection in Britain, 1990.

10. 大場英樹：環境問題と世界史. 1979.
11. 淺川照彦：大氣汚染の實態と公害對策, 1969.
12. 早川一也：大氣汚染. 1976.

## 참 고 문 헌

1. Royal Commission on Environmental Pollution ; Air Pollution Control. 1976.
2. Royal Commission on Environmental Pollution : Tackling Pollution Experience and Prospect, 1984.
3. American Lung Association : Pollution Primer, 1974.
4. U.S. Department of Health, Education and Welfare ; Public Health Report, Vol. 68, No.5, May 1953.
5. R.D. Ross ; Air Pollution and Industry. 1972.
6. P.Aarne Vesilind ; Environmental Pollution and Control, 1975.
7. National Society for Clean Air ; Clean Air, Vol.13, No.2, 1983.
8. U.K. Department of Environment ; Digest of Environmental Pollution and Water Statistics, 1988.
9. U.K. Foreign & Commonwealth Office ;