

기상이변과 지구환경

1. 엘니노 증후군(El Nino Syndrome)

전 세계의 공용어인 영어를 못하면 흔히 알보이는 경우가 많은 반면, 우리 입장에서 제2외국어라고 부르는 독일어나 프랑스어 등은 잘하면 상대적으로 돋보이는 예가 많다.

제2외국어인 경우 대개는 일반인에게 생소하지만, 시대에 따라 대중 속에 널리 알려진 단어들도 많으며, 이들 또한 변모해 왔다. 일자리가 부족하던 60, 70년대에 잘 알려진 독일어가 「아르바이트」였던 것에 비하여 최근 젊은 층 사이에서는 독일어의 대표적인 단어로 거의 대다수가 「호프」를 꼽는다. 저마다의 시대상이 잘 반영된 것이라 할 수 있겠다.

스페인어는 보통의 우리 나라 사람들이 더욱 접하기 어려운 언어이지만, 시뇨리따(Senorita : Miss), 시뇨리또(Senorito : Mr.) 등과 같은 말들은 젊은이들 사이에서 흔히 유식한 상식어쯤으로 통하던 단어였다. 88올림픽의 개최지로 서울이 결정되고, 이를 발표한 스페인 출신 사마란치 IOC위원장의 “쎬울 꼬레아”는 우리 국민에게 오래 기억될 스페인어이기도 하다.

최근 들어 전 국민을 더욱 유식하게 만든 외국어가 있다면 단연 IMF와 엘니노(El Nino)가 아닐까 한다. 특히, 국제통화기금의 영문 이니셜인 IMF(International Monetary Fund)는 코흘리개 아이들까지도, 곤경에 처한 우리 경제와 관련된 의미로 거의 정확하게 받아들이는 것 같다.

엘니노는 스페인어를 사용하는 남미의 페루 연안에서 크리스마스 무렵이면 자주 바닷물의 온도가 올라가는 현상을 놓고, 크리스마스에 태어난 남자아이, 즉 아기예수를 상징하여 붙여진 이름이라고 한다. 정확히 말하여 이 지역의 해수 온도가 평년 수온보다 0.5℃ 이

상 높아져서 5개월 이상 지속되는 현상을 말한다.

이 지역의 수온 상승 영향으로 세계적으로 많은 기상이변이 발생하고 있는 것은 사실이지만, 최근 들어서는 예년과 다른 기상환경 또는 대형 자연재해가 발생하면 모두가 엘니노의 영향인 것처럼 과장되는 듯하여 안타까울 때도 있다. 우리 나라는 엘니노의 직접 영향권에 들지 않는 지역으로 알려져 있으며, 특히 봄철 산불은 엘니노와 거의 무관하다고 할 수 있을 것이다.

2. 불타는 지구의 허파

세계 최대의 밀림지역인 브라질의 아마존강 유역과 세계 최고의 야생 생태계로 꼽히는 인도네시아 열대 우림의 화재가 3개월째 계속되고 있다. 지구에 산소를 공급하는 대형 허파의 일부가 타들어가고 있는 것이다.

브라질 북부 아마존강 유역에서 발생한 밀림화재는 울창한 처너림과 대초원을 태운 뒤 인접 베네수엘라까지 확산되었으나 천만 다행으로 비가 내려 불길을 잡아가고 있다. 그러나 인도네시아의 열대림은 지난해 이미 80만ha 가량이 불탔으며, 화전 경작을 위해 농부들이 정글에 불을 지른 것 등이 발화원이 되어 올해 들어서만도 1천여 곳에서 발생한 산불로 지금까지 13만ha 이상을 태웠으나 아직 진화되지 않고 있다.

화재 확산요인은 여러 가지로 분석할 수 있지만, 기상학자들은 엘니노 현상에 의한 가뭄을 주원인으로 보고 있다. 브라질 밀림화재의 경우, 기상이변에 의한 가뭄으로 화재가 확산되었으나 강우의 덕으로 화재를 진압한 셈이다.

결국 산림화재는 실화가 주요 원인이 되고 가뭄의 영향, 즉 낮은 습도가 피해 확산의 결정적인 요소임을 쉽게 추측할 수 있다.

가. 습도의 영향

우리 나라의 경우, 일반화재는 화기(火氣)를 많이 사용하는 동절기에 많이 발생하는 반면, 산림화재는 봄철에 집중적으로 발생한다. 일반화재는 계절에 따른 화재 발생률의 차가 크지 않으나 동절기에 다소 많은 발생률을 나타내고 있는데 비하여, 산림화재는 약 80%가 습도가 낮고 행락객이 많은 봄철에 발생하고 있다.

산림화재의 발화원은 실화가 약 50%이고, 주변으로부터의 연소가 약 25%로서 대부분을 차지하고 있는데, 연소확대는 습도의 영향이 가장 크다.

습도는 상대습도와 실효습도로 구분하며, 각각 화재와 밀접한 관계가 있다.

• 상대습도(Relative Humidity)

상대습도란 대기의 건습 정도, 즉 공기중의 수분량을 나타내는 것으로서, 대기 내의 현존하는 수증기량과 그 온도에서 최대로 함유할 수 있는 수증기량과의 비를 말한다.

즉, 상대습도 $HR = \frac{e}{E} \times 100(\%)$ 로 표현된다. 여기서 e는 현재의 수증기량이고, E는 그 온도에서 최대로 함유할 수 있는 수증기량 (포화수증기량)을 말한다.

일반적으로 습도라 함은 상대습도를 말하며, 산림화재는 대개 상대습도가 낮을 때 발생한다. 우리나라에서의 산림화재 발생 분포를 시간대별로 보면 전체의 약 70%가 하루 가운데 상대습도가 가장 낮은 오후 2시에서 6시 사이에 발생하였다.

• 실효습도(Effective Humidity)

실효습도란 상대습도에서 유도된 것으로서, 당일의 상대습도와 그 이전의 상대습도(기상청의 경우 당일 및 이전 4일 : 계 5일)에 상수(constant)를 곱한 것이며, 이를 대기의 건조도라고 부를 수 있다.

즉, 실효습도 $HE = (1-c) \times (r_0 + cr_1 + c^2r_2 + \dots)$ 로 나타내며, 여기에서 c=상수(0.7)이고, $r_0 \cdot r_1 \cdot r_2 \dots$ 는 당일·전일·전전일...의 상대습도를 말한다.

이와 같이 실효습도는 상대습도의 시간적 경과를 감안한 것으로서, 건조물의 건습상태를 나타내므로 화재위험 예측 등에 중요한 의의가 있다. 실효습도가 60% 이하이면 나무 등이 인화되기 쉽고, 30% 이하로 떨어지면 산불이 자연 발생할 수 있다.

실효습도는 보통 상대습도보다 10~15% 작게 나타나며, 봄철에 실효습도가 50% 아래로 떨어지는 일수는 산림이 많은 강릉지방의 경우 평균 48일로 나타나고 있다.

나. 풍속의 영향

대형화재 뒤에는 거의 대부분 강한 바람이 있었다. 풍속은 연소(延燒)를 확산시키는 절대적인 영향 외에도 강풍에 의한 전선의 단락, 불티 비산 등에 의한 화재 발생전수 증가 요인으로 나타나기도 한다.

바람이라 함은 기압의 차로 인하여 공기가 흘러가는 현상으로서, 보퍼드는 풍력을 표와 같이 12계급으로 분류하였다.

【표】 보퍼드의 풍력계급

풍력 계급	지 상 의 상 태	지상10m높이 풍속 (m/ s)
0	연기가 똑바로 올라간다	0.0~ 0.2
1	풍향계에는 기록되지 않지만 연기가 날리는 모양으로 보아 알 수 있다	0.3~ 1.5
2	얼굴에 바람을 느낄 수 있고 나뭇잎이 살랑거린다	1.6~ 3.3
3	나뭇잎과 가느다란 가지가 흔들리고 깃발이 가볍게 날린다	3.4~ 5.4
4	먼지가 일고 작은 가지가 흔들린다	5.5~ 7.9
5	잎이 무성한 작은 나무 전체가 흔들리고 강이나 호수에 잔물결이 인다	8.0~10.7
6	큰 가지가 흔들리고 전깃줄이 울리며 우산 받기가 힘들다	10.8~13.8
7	나무 전체가 흔들리고 바람과 마주하여 걸어가기 힘들다	13.9~17.1
8	가느다란 가지가 부러지고 바람과 마주하여 걸어갈 수 없다	17.2~20.7
9	굴뚝이 넘어지고 기와가 벗겨진다	20.8~24.4
10	나무가 뿌리째 뽑히고 주택에 큰 해를 입힌다	24.5~28.4
11	매우 경험하기 힘들며 광범위하게 파괴된다	28.5~32.6
12	피해가 극심하다	32.7 이상

3. 지구환경 9대 문제

① 지구온난화, ② 오존층 파괴, ③ 산성비, ④ 열대림 감소, ⑤ 사막화 진행, ⑥ 개발도상국의 공해문제, ⑦ 야생 동식물의 멸종, ⑧ 해양오염, ⑨ 유해폐기물의 국경 이동 등을 지구환경이 당면한 9대 문제로 꼽고 있다.

어떤 나라나 한 지역의 기후는 일정한 패턴으로 반복되는 것이 보통이다. 일반적으로 기상이변이라고 하는 것은 과거 30년 동안 일어나지 않았던 기상의 변동을 가리키는 말이다.

최근 들어 기상이변이 자주 발생하는 것은 명확한 하나의 원인 때문이 아니라 여러 원인이 복합적으로 작용하고 있음은 잘 알고 있는 사실이다. 앞서 열거한 9대 문제 중에는 선진국형 문제와 후진국형 문제로 구분할 수 있겠으나 이 또한 명확한 구분이 있는 것은 아니다. 지구환경 문제 개선을 주장하는 선진국에 이미 이 문제의 절대적인 책임이 있음은 누구도 부인할 수 없다.

지구환경 문제의 해결을 위하여 선진국에서는 이를 경제 영역에 도입하고 있으며, 이를 Green Round라고 한다. 즉, 그린라운드 는 각 국이 서로 다른 환경기준을 적용함에 따라 발생하는 생산비용의 차이가 국제 통상에서 대외 경쟁력을 좌우하게 되자, 환경비용을 고려한 국제무역질서를 확립하자는 선진국의 주장이다.

가. 오존층 파괴

오존층의 보호를 위한 수단으로 프레온가스의 사용이 규제되고 있다. 오존층은 지구 표면으로부터 20~40km의 층을 말하는 것으로서, 태양광선을 선별하여 통과시키는 커튼과 같은 역할을 한다.

태양에서는 우리 지구의 생태계가 유지될 수 있는 근원적인 에너지가 나온다. 하지만, 태양광선이 모두 유익한 것만은 아니다. 자외선이 그 대표적인 경우이다. 자외선은 파장의 길이에 따라 A파, B파, C파로 분류되는데, 이 가운데 생물에게 해로운 C파는 오존층으로 흡수되고 지표까지는 거의 도달하지 않는다.

과학자들은 여러 연구 끝에 그러한 커튼의 역할을 하는 오존층을 파괴하는 것이 CFC라는 물질임을 밝혀냈다. 우리의 실생활에서 흔히 사용하는 각종 분사제(스프레이)와 냉각제(냉장고용 등)가 바로 범인인

셈이다.

CFC의 본래 명칭은 염화불화탄소인데 듀폰사에서 프레온가스라는 상품명으로 판매하기 시작한 뒤 일반인들에게도 프레온가스는 친숙한 이름이 되었다. 또한, 지금까지 개발된 소화약제 가운데 물을 제외하고는 최고의 것으로 평가받고 있는 할론소화약제도 염화불화탄소가 주제(主劑)로 되어 있어 이미 규제의 대상이 되었다.

할론소화약제 중에서도 소화효과가 가장 좋은 것으로 알려진 할론 1301의 경우, 오존층을 파괴하는 능력(Ozone Depletion Potential, 오존층파괴지수)이 14로서 미국의 환경기준치 0.2의 무려 70배에 해당하는 것으로 나타나 있다. 미국 최초의 유인 우주선에 탑재되어 최고의 소화기로 각광받았던 때가 불과 30여년 전의 일이라 생각하면 인간생활의 편의를 위한 과학문명의 발달이 때로는 인간에게 위해로 돌아오는 일이 많은 것 같아 염려된다.

“오존층이 파괴되면 인간은 주방의 철판 위에 놓여 있는 바닷가재 신체다”라는 표현이 시사하듯, 한편으로는 오존층 보호를 위한 노력이 최선을 다하고 있지만, 다른 한편으로는 오존층을 뚫고 침투해 오는 C파 자외선을 피하기 위해 자외선 차단 화장품을 만들고, 자외선 차단 티셔츠를 만들고 있다.

실생활에서 이용되는 자외선 차단지수(SPF: Sun Protector Factor)는, 예를 들어 SPF 25로 표기된 경우, 맨 피부 상태에서 자외선을 맞는 것보다 25배 이상의 자외선에 노출되었을 때에 피부에 이상을 나타내게 된다는 의미이다. 자외선 차단지수가 높은 화장품을 사용하면 인간이 철판 위의 바닷가재 신체를 면하는데 그만큼 도움이 된다는 주장이다.

나. 온실효과 (Green House Effect)

태양에서 복사되는 짧은 파장은 장애물을 통과하여 거의 지표면까지 도달하지만, 지표면에서 방출되는 복사는 대기 중의 수증기, CO₂, 오존 등에 대부분 흡수된다. 따라서 흡수와 방출의 차만큼 지상의 온도는 상승하게 된다.

환경이 보호된 상태에서는 복사열의 흡수와 방출이 균형을 이루어 지구의 평균온도를 15℃ 정도로 유지시킬 수 있었으나, 인간의 문명활동의 증가에 따라 위에 열거한 수증기·CO₂ 등의 발생량도 증가하게 되었다.

온실효과란 이들 가스들이 마치 온실의 유리처럼, 지구로 들어온 태양광선은 통과시키지만 지표면에서의 복사열은 흡수하여 방출되지 않게 하기 때문에 일어나는 현상이다.

온실효과가 없다면 지구는 어떻게 될까. 대기 중에 CO₂가 없다면 지구의 평균기온은 현재보다 33℃가 낮아진다고 하며, 그렇게 된다면 지구는 영원히 빙하시대가 되고 말 것이다. CO₂가 거의 없는 화성의 표면온도가 -30℃ 내외인 반면, CO₂로 덮여 있는 금성의 표면온도는 450℃가 넘는다는 사실은 온실효과의 양극현상으로 풀이할 수 있다.

과학자들은 지금과 같이 CO₂가 계속 배출되어 온실효과가 진전된다면 지구의 기온이 상승하고, 이에 따라 북극의 빙하가 녹아 내리게 되어 서울의 10층 건물 정도는 모두 물 속에 잠기게 될 것으로 예측한다. 지형의 높낮이를 고려하지 않는다면 서울에 소재한 11층 이상의 5,000여 건물을 제외하고는 모두 수몰된다는 말이다.

온실효과의 주인공은 CO₂이며, 특히 탄화수소(석유계) 연료에 의한 배출가스가 그 대부분이다. IMF의 영향으로 한 때 차량의 운행량이 감소하는 듯 하였으나, 다시 제자리로 돌아간다고 한다. 아마 사람들은 이대로 간다 하더라도 열받은 빙하가 녹아내려 물에 잠기는 시기가 최소 100년 이후라는 것쯤은 알고 있는 게 아닌가 싶다.

다. 대기오염(Air Pollution)

사람이 음식을 먹지 않고는 약 5주일, 물을 마시지 않고 대략 5일을 견딜 수 있지만 공기를 마시지 않고는 단 5분밖에 살 수가 없다.

대기(공기)는 부피로 하여 질소가 78%, 산소가 21%, 그 밖의 물질이 1%로 구성되어 있으나, 눈에 보이지는 않지만 공기에도 품질은 있기 마련이다. 도심 곳곳에는 이러한 공기의 품질을 나타내는 전광판이 설치되어 있는데, 허용치와 측정치가 동시에 나타나므로, 전문가가 아니라도 기준보다 좋고 나쁨은 쉽게 알 수가 있다.

대기오염이라 함은, 대기 중의 공기 이외의 물질이 인간의 건강과 생활 및 자연환경에 피해를 줄 수 있는 상태로 정의된다. 여기서 공기 이외의 물질을 흔히 오염물질이라고 할 수 있으며, 이는 자동차의 배기가스

나 공장에서 배출되는 매연이 대부분을 차지하고 있다. 대기의 오염으로 인하여 산성비가 내리고, 대도시에는 연일 스모그 현상이 일어나고 있다. 이러한 공기를 하루에 약 15m³씩 마셔야 하는 사람이나, 그 밖의 생물들도 이 때문에 심한 고통을 앓고 있다.

●산성비

액체 중의 수소이온농도(pH) 7을 중성이라 하고 그 이하는 산성, 그 이상은 알칼리성으로 분류한다. 보통의 빗물을 측정하면 pH5.6 정도인데 대기오염이 심한 지역에서는 빗물의 농도가 pH3까지 측정되고 있다. 음식에 사용하는 식초가 pH3이라고 하니, 그 오염정도는 쉽게 짐작할 수 있다.

산성비는 빗물만을 생각하기 쉬우나, 겨울철에 내리는 눈도 사정은 마찬가지이며, 특히 오염된 도심의 안개는 지나치기 쉬운 공해덩어리라 해도 과언이 아닐 것이다. 안개 낀 새벽의 조깅은 조금 과장한다면 자동차 배기가스통(머플러)에 코를 대고 숨쉬는 것과 다를 바가 없다.

●스모그

연기(Smoke)와 안개(fog)의 합성어가 스모그(Smog)이다. 즉, 공장의 굴뚝에서 나오는 매연이 안개와 섞여 있는 상태를 스모그라고 한다. 대기오염이라고 하면 곧 스모그를 연상할 만큼 스모그는 대기오염의 대표적인 현상이다.

스모그는 그 발생형태에 따라 런던형 스모그와 로스앤젤레스형 스모그로 구분한다.

런던형 스모그는 분진 중의 미립자와 황산화물이 수증기와 결합할 때 형성되는 것으로서, 세상에서 스모그라는 말이 처음 사용될 무렵 런던에서 산업용 또는 난방용으로 다량 사용된 석탄계 연료의 매연과 런던 특유의 안개가 혼합된 것이다. 산업화의 과정에서 필연적으로 발생할 수 있는 개발도상국형 스모그라고 할 수 있다.

런던의 스모그를 원시적인 공해라고 표현한다면 로스앤젤레스의 스모그는 그 복잡함과 다양성에서 현대 공해의 모습을 특징적으로 보여주는 것이라 할 수 있다. 주로 공장이나 자동차 등의 배출가스에 함유되어 있는 미연소 탄화수소와 질소산화물이 어느 일정 비율로 건조 공기 중에 존재하면 강한 자외선 하에서 광화학반응이 일어나는데, 이를 로스앤젤레스형 스모그

라고 한다. 그래서 로스엔젤레스형 스모그를 일명 광화학스모그라고도 하는데, 이로 인해 연무질이 형성되어 눈과 코 등을 자극하고 식물의 생육에도 나쁜 영향을 끼치는 등의 피해를 유발한다.

서울에서 발생하는 스모그 현상은 대부분 로스엔젤레스형 스모그로서, 적어도 대기오염의 형태는 세계화의 첨단에서 있다고 말할 수 있을 것 같다.

4. 바다건너 불구경

1963년에 제정 공포된 공해방지법의 정의에 의하면, 공해라 함은 다음 항목의 경우로 인하여 국민의 건강에 미치는 위해와, 환경생활을 저해함으로써 발생하는 피해를 말한다. 즉, ① 배출시설에서 나오는 매연, 먼지, 악취 및 가스 등으로 인한 대기오염, ② 배출시설에서 나오는 화학적, 물리적, 생물학적 요인으로 인한 수질오염, ③ 소음·진동, 그밖에 토양오염 및 지반침하 등도 공해에 포함된다.

공해는 또한 매연 등과 같은 물질공해, 소음 등과

같은 감각공해 및 토양오염 등과 같은 기타 공해로 구분된다.

수많은 공해 가운데 지반침하 등 극히 일부를 제외하고는 거의가 인간에 의한 것이며, 이들은 대개 공업화의 과정에서 야기된다. 공업화는 인간의 기본적인 소망을 실현하는 바탕으로서, 이를 멈출 수는 없다.

한편, 자연재해는—영어 표현의 Act of God가 말하듯—인간의 영역 밖의 일로 생각하기 쉽지만, 따지고 보면 그 또한 인간에 의한 것들이 많을 것 같다.

자연재해를 포함한 지구상의 모든 환경 문제가 위협수위에 접근해 가는 느낌이다. 한반도가 지진 피해의 대상이든 아니든, 엘니뇨가 우리에게 직접 피해를 주든 안주든 환경문제는 이미 국경을 초월한 문제가 되었다. 이처럼 심각한 문제를 일으킨 것도 인간이지만, 이를 해결해야 할 당사자도 바로 우리라고 생각한다. 기상이변과 지구환경의 문제는 이제 더 이상 저 멀리 바다건너의 문제가 아니다. 인간이건 자연이건 자정(自淨)능력을 상실하면 그 때부터 문제는 시작되는 것이다.