

現實化하는 溫室效果



岡本和人

〈日本東京學藝大學 物理學科 教授〉

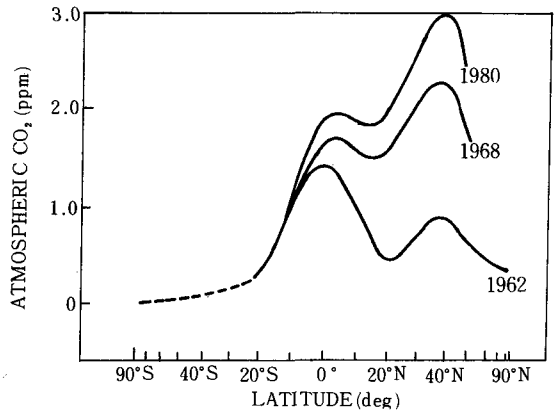
1. 溫室效果氣體의 增加

온실효과를 생기게 하는 기체를 온실효과기체라고 부르는데, 그중에서 가장 중요한 기체는 물론 CO₂이다. 대기중의 CO₂는 증가하고 있으며, 하와이에서의 측정으로는 1958년에 체적비 315ppm이었으나, 최근에는 350ppm에 도달하고 있다. 매년의 증가율도 1960년대까지는 1ppm 이하였으나, 최근에는 1.5ppm이 되었다. 하와이 이외에서도 같은 양상의 증가를 보인다.

이 증가의 대부분은 화석연료의 연소에 의한 것이라고 생각된다. 삼림파괴의 壽興가 꽤 클 것이라는 학설도 나왔으나, 이 기여분이 크다면 海洋의 吸收와의 사이에 모순이 생긴다. 그러나 그밖에도 다음과 같은 문제가 있다.

그림 1은 CO₂의 緯度分布의 데이터이다. 특징으로는 北緯 40度 쯤이 높고, 더우기 그것이 해가 갈수록 증가해 간다. CO₂ 증가의 主要因이 화석연료의 연소이면 公業국이 이 근처에 집중하고 있으므로 이 근처에서 연료 연소가 해마다 증가하고 있기 때문에 간단하게 설명이 되겠지만, 삼림파괴가 主라고 한다면 적도부근

이 해마다 증가해야만 되므로 데이터와 모순된다. 이 데이터는 Scripps 해양연구소의 것이지만, 東北大에서도 독립적으로 같은 데이터를 얻고 있다. 이러한 점에서 삼림파괴는 화석연료의 연소와 비교하면 그것의 10~20% 정도로 추정된다.



〈그림 1〉 CO₂의 緯度分布

그러나 최근에는 메탄, 후레온 등 CO₂ 이외의 온실효과를 갖는 기체(온실효과기체)도 중

요시 되고 있는데, 이것들도 차츰 증가하고 있다(표 1). 이들의 온도상승에의 寄與는 個個로는 적으나, 全體로는 CO₂ 효과의 1.5~2倍 정도가 된다. 그래서 최근에는 CO₂에 이들 기체를 합하여 全體로서의 昇溫을 CO₂로 환산한 것을 CO₂ 환산농도라고 부르게 되었다.

〈表 1〉 温室効果氣體의 年增加率(%)

	Wang	Lal	Brasseur	Ramanathan
CO ₂	0.4	0.4	0.2~0.5	0.46
CFC-11	5~8	8	5~8	10.3
CFC-12	5~8	8	5~8	10.1
CH ₄	1~2	2	1~2	1.1
N ₂ O	0.2	0.25	0.25	0.35
O ₃	0 ~ 0.7	-	-	-

이것들의 발생원에 관해서 후래온은 전부 人工인 것은 명백하지만, 그 외에는 분명하지 않다. 비교적 잘 알려진 매탄은 최근의 보고에 의하면 100万TON 단위로 人工源에서는 논에서 120±50, 가축에서 78±12, 고체유기폐기물에서 50±20, LNG의 누설 35±10, 석탄채굴 20±8, 바이오매스(Bio Mass)에서 30~100으로 되어 있다. 그러나 天然發生源은 910으로서 상당히 크며, 人工源 이상이다.

연료의 연소로 발생하는 CO는 CO+OH=CO₂+H의 반응으로 대기중의 OH를 消滅한다. 그런데 CH₄ 이외의 기타는 OH에 의하여 파괴되는데, CO에 의하여 OH가 감소하면 CH₄ 이외의 기타는 消滅原因(Sink)이 없어지므로 증가한다. 사실 대기중의 CO는 유럽에서 年 2%, 전 지구에서는 年 0.8~1.4%의 율로 증가하여 OH의 감소에 기여하고 있지 않나 생각되고 있다.

2. 温室效果의 理論豫測

이론예측에 관하여는 계속 방대한 수량의 논

문이 발표되고 있는데, 假定이 차츰 現實적으로 되어서 精度도 훨씬 높아졌다. 최근 시행된 결과를 종합하여 표2에 표시하였다. 이 방법의 연구는 美國의 獨占舞台였으나, 영국과 일본이 참가하게 됐다.

〈表 2〉 CO₂ 倍增時 平衡狀態에서의 氣溫上昇과 降水量 變化

	昇溫(℃)	降水量(%)
GFDL	4.0	8.7
GISS	4.2	11.0
NCAR	4.0	7.1
UKMO	5.2	15.0
MRI	4.3	7.4

우선 이전부터 문제가 되었던 昇溫에 의하여 수증기의 증발이 왕성하여지고, 구름이 증가하여 햇빛을 차단하여 昇溫을 억제하지 않을까 하는 점은 도리어 逆으로 구름이 감소되어 昇溫을 크게 하는 것 같다. 이런 효과가 없을 때에 CO₂ 倍增으로 因한 昇溫(ΔTd라고 함)은 3.0±1.5℃ 정도라고 통상 일컫지만, 표2에서의 효과를 고려하면 4~5℃ 정도가 된다.

그렇다고는 하지만, 이 계산에는 모두 구름속의 수증기 만을 취급하고 있다. 이에 대하여 水滴을 포함하는 경우에는 回歸分析(Feed Back)이 負가 되어 昇溫이 적어진다는 설도 있으며, 또 실제의 雲量의 기록에서 温暖期에는 유럽, 미국 모두 雲量이 증가하고 있다는 反論도 있다. 따라서 아직 이 문제는 해결되었다고 말할 수 없다.

이 구름의 피드백에 관하여 극히 최근의 인공위성데이터에 기초한 상세한 연구결과가 발표되었다. 이에 의하면 구름의 증가는 역시 지구기온을 낮추는 효과를 갖는 것 같다.

또 하나의 不確實性은 해양의 영향이다. 이에 관해서는 CO₂를 갑자기 증가시킨 뒤에 방치

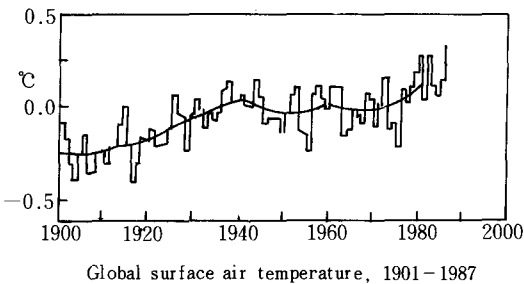
하면 어떻게 되겠는가 하는 형의 계산이었으나, 최근에 와서 CO₂를 漸増시키면서 해양의 영향을 고려한 계산이 나오기 시작했다.

3. 實際의 地球氣溫 上昇

실제의 지구기온의 변화도 昇溫을 나타내고 있다. 그림2는 各年の 데이터와 그것을 평균한 曲線이다. 그림에서 알 수 있듯이 지구기온은 1940~1970년간 약간 下降한 외에는 과거 100년간 거의 一貫하여 상승을 계속하여 현재 觀測史上 최고에 도달하고 있다.

한때 말하던 “地球寒冷化”는 이 1940~1970년의 一時的 傾向이 과장된 것에 불과하다.

특히, 1980年代에 들어와서 부터는 溫暖化는 매우 현저하여 과거 약 100년의 觀測史를 통하여 全地球에서 1980~1988년의 9年中 5년이 1位에서 5位를 차지하였는데, 北半球에서는 그것이 1位~3位였고, 南半球에서는 上記 9年中 8년이 1位에서 8位를 차지하였다.



〈그림 2〉 地球氣溫의 今世紀의 變化

그런데 1900년 이전에는 數百年間에 걸쳐서 小氷河期라고 불리어진 寒冷期가 계속되었는데, 그 시기까지를 포함해서 생각하면 현재 지구기온은 문예부흥(Renaissance) 이래 高温에 도달하였으며, 또한 더욱 상승을 계속하고 있다.

한편 태양활동은 1980~1986年 사이에 減衰하고 있으며 그에 의한 寒冷化가 생기고 있어 야 함에도, 1980年代 全體로서는 이와 같은 온난화가 생겼다는 것은 상당히 강력한 온난화요소가 있다는 증거이다. 더우기 태양활동도 1986년에 최저에서 1987년에 증가로 反轉했으므로 앞으로 온난화가 加速할 것으로 생각된다. 사실 아직까지는 1981년이 觀測史上 최고였으나, 1987년에 이를 상회하여 史上最高를 갱신했으며, 또 1988년에 다시 更新했다.

따라서 전지구는 온실효과에 의한 본격적 온난화의 초기단계에 돌입했다고 봐도 무방하겠 다.

4. 將來의 昇溫豫測

이점에 대하여도 이전부터 매우 많은 豫測이 있었는데 옛날 것은 CO₂의 대기중 농도를 직접 기온상승에 결부시켰으며, 또 CO₂ 이외의 온실 効果기체를 고려하지 않은 것이 많았었다. 그러나 실제로는 다른 온실효과기체를 포함하여 이들을 漸増시키면서, 또 해양의 熱慣性도 고려하여야 되므로 정확하게 하려면 상당히 복잡한 것이 된다.

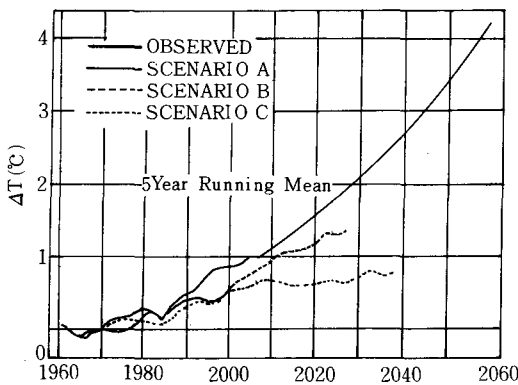
최근의 Hansen 등의 논문은 이런 목적에 적합한 것으로 그들의 결과를 사용하여 昇溫의 예측과 그 환경에의 영향평가를 시행하여 본다.

이 논문에서는 3개의 시나리오 A, B, C를 가정하여 장래의 온도상승을 예측하고 있다. 시나리오 A는 온실효과기체의 증가율로 年 1.5%를 가정하고 있는데 실제로는 최근의 전 세계 경기회복으로 에너지수요가 급증하고 있으며, 또한 개발도상국의 인구증가, 公업화 등으로 에너지수요가 증가하고 있으므로 이 가정은 過小評價로 생각된다.

시나리오 B에서는 2000년을 期하여 온실효과기체의 발생률을 일정하게 한다. 이것은 연

료의 연소에 관하여는 제로(Zero)성장에 해당한다. 이것도上記와 같은 사정을 고려하면 어려운 일이라고 생각된다. 시나리오 C에서는 2000년을 期하여 온실효과기체의 대기중 농도를 일정하게 한다. 이것도 연료의 연소를 제로(Zero)로 한다는 것이 되므로 실제로는 전혀 불가능하다.

이들 3개의 시나리오에 대하여 해양의 영향까지 고려한 모델을 사용하여 시행한 장래의 昇溫의 예측결과를 그림3에 표시하였다.



(그림 3) 地球氣溫의 將來予測

이에 의하면 장래의 昇溫은 예상 이상으로 심각하다. 실제로는 절대 불가능한 시나리오 C에서도 2000년에서 2033년 까지의 昇溫은 0.3°C에달한다. 이것은 100년간에 0.9~1°C 정도에 상당한다. 그림2에서 알 수 있듯이 과거 100년간의 昇溫은 대체로 0.4~0.5°C 정도였다. 즉, 2000년을 기하여 적어도 연료의 연소에 관한한 제로성장이 아닌 제로에너지라는 시나리오에서도 來世紀 初期의 昇溫은 과거 100년 昇溫의 2배가 된다.

더우기 최대의 시나리오 A에서는 같은 기간의 昇溫이 약 1.4°C가 되어 시나리오 C의 약 5배에 가깝다. 그리고 현재의 에너지소비 증가속도는 시나리오 A를 더욱 상회하여 장래에도

이에 가까운(혹은 이상의)에너지소비가 당분간 계속될 가능성을 생각하면 온실효과로 인한 昇溫은 예상 이상으로 심각하다고 생각해야 한다.

5. 環境面에의 影響

환경에의 영향은 극히 넓은 범위에 걸쳐서 자연 및 인간사회 양쪽에 중대한 변화를 야기할 것으로 보인다. 몇가지 例에 대하여 생각하여 보겠다.

(1) 森林生態系에의 影響

昇溫에 의하여 等溫帶는 高緯度로 移動한다. 삼림도 이에 대응하여 이동하여야 하는데, 등온대의 이동속도가 너무 빠르면 삼림이 이를 따라가지 못하게 될 가능성이 있다. 氷河期에서 間氷期로 옮겨갈 때에 보였던 삼림의 이동속도의 과거기록은 최고로 年間 2km였다. 따라서 等溫帶의 이동속도가 이를 大幅的으로 상회하면 삼림생태계는 移動을 따라가지 못하여 최악의 경우 대규모의 枯死가 발생할 가능성이 있다.

이런 점에 대하여 東京學藝大에서는 시나리오 A, B, C에 대하여 조사했다. 그림3의 昇溫을 우선 緯度로 환산하고, 그것을 또 거리로 환산하여 等溫帶의 이동속도를 구하여 각 시나리오마다 그 緯度變化를 계산하여 보았다. 그 결과는 A는 물론 B 마저도 다음 世紀 前半의 대부분에서 等溫帶의 이동속도가 2km/年을 상회한다는 것으로 판명되었다. 따라서 다음 世紀에는 실현 가능한 정도의 에너지시나리오에서는 삼림생태계의 이동속도의 上限을 上廻하는 等溫帶의 이동이 생길 가능성이 있다.

최근의 미국 환경청 보고도 같은 양상을 지적하고 있다. 더우기 高緯度 地域의 자외선 증가가 생긴다면 문제는 더욱더 심각하게 될 것

이다.

(2) 農業에의 影響

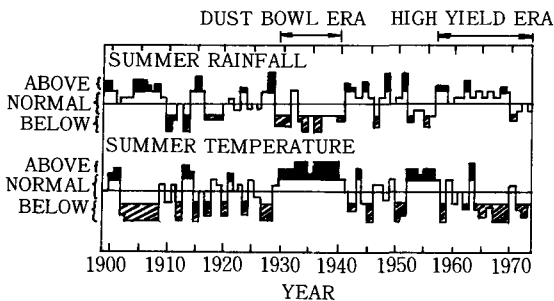
농업에의 영향에서 降水量은 중요하다. 温暖化는 일반적으로 降雨帶를 高緯度로 빗겨나게 하며, 눈녹음을 이르게 하여 여름을 건조화하는 경향이 있다. 그러나 실제로는 매우 복잡하여 예측의 신뢰도는 온도의 경우 보다 훨씬 낮다.

그러나 세계의 大穀倉인 미국 중서부는 많은 연구가 일치하여 모두 이 지역의 여름은 온난화에 의하여 건조화함을 나타내고 있다.

이론계산인 표2의 연구결과 대부분이 이와 같은 결론이며, 과거의 氣候分析에서도 비교적 최근의 것이나 數千年 前의 것이나 모두 이런 경향을 나타내고 있다.

또 Kansas의 여름의 氣溫과 강수량의 回歸分析에서도 명백한 負의 相關을 나타내며, 7월에는 -0.73 에 달하고 있다.

이것을 잘 나타내는 것이 그림4이다. 여름의 온도와 강수량 사이에 逆相關이 있음을 잘 알 수가 있다. 특히 유명한 것은 1930年代의 土砂徵兆(Dust Bowl)라고 불리는 시기로서 이것은 스타인베크의 “분노의 포도”의 제목이 되었던 역사적인 대한말(大旱魃)이었다.



(그림 4) 美國中西部의 여름의 雨量과 氣溫의 關係

지구기온은 이미 1930년대를 상회하고 있으며, 土砂徵兆 再來의 위험성은 충분하게 있다.

이런 점에 대하여 거듭 경고하여 왔으며, 사실 1988년 여름 미국은 半世紀 만의 대한말이 덮쳐서 그것이 온실효과에 의한 것이 아닌가 하는 논의가 미국내에서도 행해지고 있다. 최근의 분석에서 알 수 있듯이 개개의 한발을 온실효과로 설명하는 것은 타당하지 않으나, 온난화에 의하여 앞으로 한발의 頻度가 많아질 것이라고 생각된다.

한편 CO_2 증가는 光合成을 촉진한다. 그러므로 농업에는 유익하다는 의견이 일부의 농업전문가 사이에 있다. 이 점에 관하여 미국 중서부의 밀, 콩, 옥수수에 대하여 한발과 CO_2 肥沃化의 양쪽을 고려하여 계산을 하여 보았으나, 역시 너무 CO_2 가 증가하면 악영향 쪽이 상회하는 것으로 나타났다.

단지 미국에서는 캘리포니아에서 逆으로 雨量이 증가할 예측이 강력하다. 캘리포니아는 캘리포니아쌀의 산지인데, 쌀에는 高溫이 오히려 플러스(+)이므로 CO_2 肥沃化, 우량 증가라는 三要素가 겹쳐서 캘리포니아쌀은 증산의 가능성이 높아 쌀시장 개방의 압력이 더욱더 높아질 것이다.

미국 이외에 소련의 우크라이나지역도 건조화할 것이라고 하니, 그렇게 된다면 東西의 二大穀倉地帶는 껍데기만 되어 세계의 식량수급에 미치는 영향은 심각해질 것이다.

한편 오스트레일리아는 雨量이 증가하여 농업증산이 예상된다. 그러므로 앞날의 식량공급원을 차츰 북미에서 오스트레일리아로 바꾸어 나가는 것도 한가지 방안일 것이다.

일본의 농업에 대하여는 쌀은 온난화로 도리어 플러스(+)이며, 여기에 CO_2 肥沃化가 더하여 진다. 한편 일본도 역시 온난화에 의해서 건조화할 것으로 생각되지만, 논의 경우 관계가 잘 되어있으면 갈수의 영향은 적을 것이다. 이 점에 대한 북일본에 관한 상세한 연구에 의하면 현재의 품종고정으로는 北海道의 경우 5%

의 증산밖에 안되지만, 本州의 품종을 옮기면 25%의 증산이 된다고 한다. 이것에 CO₂肥沃化의 영향을 포함한 예비적인 계산으로는 더욱 증산이 기대된다. 그러나 사회적인 면까지 생각한다면 쌀의 증산이 꼭 플러스라고 말할 수는 없다. 즉, 잉여쌀의 문제가 더욱 심각해 질 것이다.

또 서일본은 과도하게 온난화하고, 거기에 蟲害와 태풍 대형화 등 때문에 오히려 유해면이 많다고 생각된다.

쌀 이외에도 CO₂肥沃化에 의한 증산은 당연히 생각되나, 감자 만은 예외로 역으로 감산된다는 것이 실험으로 증명되었으며, 또 昇溫도 나쁜 영향을 준다. 따라서 일본의 전생산량의 70%를 차지하는 북해도의 감자생산은 감산의 가능성이 있다.

야채, 목초도 CO₂肥沃化에 의한 증산이 있으나, 탄수화물 만의 증가이므로 비타민과 기타의 영양이 부족된다는 가능성이 지적되고 있다. 낙농에서 우유의 최적온도는 10~18℃이고, 24℃가 되면 젖의 양이 감소한다. 닭의 산란량도 마찬가지로 고온에서는 감소한다.

(3) 水産業

일반적으로 온난화되면 해양의 상하방향의 교반(攪拌)이 약해진다. 이것은 다음과 같은 현상에 기인한다.

① 온난화에 의해서 표면해수가 더워져서 온 해수로 뚜껑을 덮은 모양이 되어 깊은 바다의 찬 바다물이 표면에 나오기가 어렵게 된다.

② 온난화는 일반적으로 高緯度일 수록 크므로 低緯度와 高緯度의 온도차이가 적어진다. 이런 온도차이에 의해서 바람이나 해류가 생기므로 온난화에 의한 해양순환이 약해져서 深海水가 표면에 운반되기가 어려워진다.

해양에는 湧昇域이라고 불리는 海域이 있어서 심해에서 영양이 풍부한 해수(湧昇流)가 뿜

어나오고 있다. 그러므로 플랑크톤이 풍부하여 魚類가 모여서 좋은 어장이 많다. 그러나 상기와 같은 이유로 온난화는 湧昇流를 약체화시킨다. 사실 캘리포니아의 과거 3,000년의 기록에 의하면 역으로 한랭기에는 湧昇流가 왕성하여 플랑크톤의 활동도 활발하고, 한편 온난기인 현재는 대단히 낮다. 또 El·Nino(註: 남미 먼 바다에서 해수온도가 상승하는 해류이변. El·Nino는 X-mas라는 뜻이고, El·Nino는 X-mas 직후에 잘 발생)에 의하여 남미 먼바다가 더운 해수로 덮이면 외입 열치가 대감산한다는 것은 잘 알려진 사실이다. 따라서 온난화에 의해서 전세계의 좋은 어장이 대타격을 받을 가능성이 있다.

호수도 영국에서 온도(기온·수온)와 동물 플랑크톤량에는 逆相關이 있다는 예가 있다.

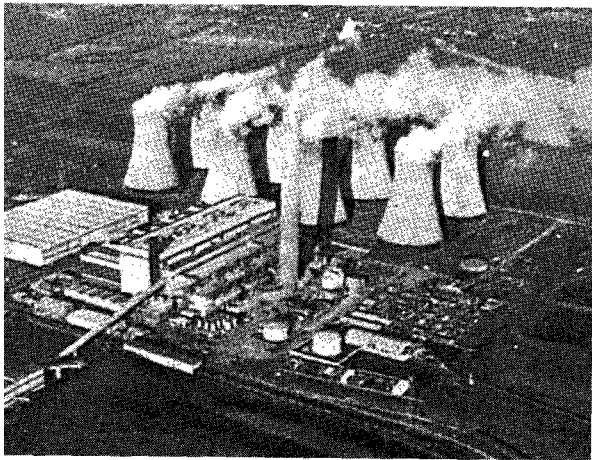
그러나 한편 이론계산에서 온난화에 의한 바람의 변화도 湧昇流에 영향을 미쳐서 그것이 해양의 東西 兩端에서 逆符號가 된다는 結果도 있기 때문에 상당히 복잡한 현상이다.

6. 日本社會에의 影響

(1) 日本의 將來의 氣候

온난화에 의한 일본의 강수량의 변화에 대하여는 건조화할 것이라는 설과, 몬순(註: 동남아시아에 부는 계절풍)이 왕성하여져서 습윤화한다는 설이 있다. 그 어느 쪽이 정당한가에 관하여 여러 데이터를 수집하여 검토하여 왔다.

일본의 금세기의 온도와 강수량의 데이터는 전지구의 데이터 처럼 昇溫 경향이다. 단지 해양의 영향은 전지구와 비교하여 약 20년 정도 변화가 늦어서 그림2의 1940년 쯤의 극대가 1960년 쯤에 나와 있다. 따라서 그림2의 1965~1970년 쯤의 극소가 바로 현재에 해당하고, 1990년대에 들어가면 일본의 기온도 급상승을 시작할 것이다.



다음에 강수량을 보면 크게 진동하고 있는데, 전체적으로는 감소의 경향에 있다. 따라서 이 두개의 자료에서는 일본의 기후는 건조화할 것으로 나타난다.

또 일본 기상청이 1960~1984년의 25년간 전국 55개소의 온난과 강수량의 상관관계를 파악한 데이터가 있다. 이것을 분석하여 보면 거의 전국적인 상관은 겨울은 正, 여름은 負이다. 즉, 온난화에 의하여 겨울은 습윤화되나 여름은 건조화하게 된다.

또한 古氣象分析에서 보아도 온난기였었던 平安時代는 건조하였던 것 같은데, 이는 公家の 일기에 의하면 1180년의 여름 7~8월에 하루도 비가 온 날이 없었다고 한다.

대체적으로 가까운 장래에는(20~30년쯤) 온난화에 의해서 적어도 여름은 건조화할 것으로 생각된다.

그러나 일본의 여름의 강수량은 태풍에 의해서도 크게 좌우된다. 태풍은 남방해양을 熱源으로 하는 熱機關으로 생각할 수가 있어서 온난화에 의해서 바다의 표면온도가 상승하면 태풍도 강대화한다고 생각되는데, 사실 최근의 계산에서도 그것이 뒷받침되었다. 역으로 氷河期에 태풍이 약했었다는 논문도 있다. 學藝大에서 기온과 태풍기압의 관계를 계산하여 봤으

나, 역시 逆相關이 있는 것 같다.

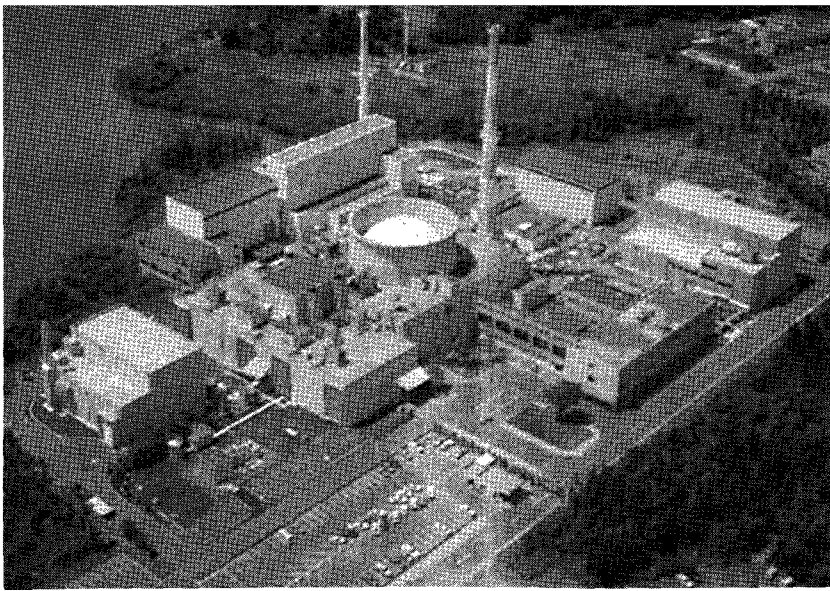
이러한 것으로 장래 온난화에 의해서 태풍이 강대화하고 그 결과 특히 서일본의 피해는 증대될 것으로 생각된다. 한편 이에 의해서 여름의 강수량 감소가 보완될 것이라는 생각도 있으나, 그렇게 좋게 될 것이라고 단정하지는 못할 것이다.

(2) 에너지需給에의 影響

우선 수요는 난방이 줄고 냉방이 증가하나, 난방수요 쪽이 1차에너지로서 훨씬 크므로 전체 에너지수요로서는 온실효과는 도리어 억제요인으로 작용한다. 그러나 여름만 생각하면 냉방수요는 급증한다. 전력 이외에도 酷暑가 되면 물의 수요는 당연히 증가한다. 한편 공급은 여름에 일본도 건조화한다고 하면, 수력의 출력이 감소하여 수급관계는 어려워진다. 따라서 현재의 갈수 경향은 더욱 격화하여 물싸움이 각지에서 생기게 될 것이다.

사실 大井川은 水利權 更新 때에 주민의 강력한 요청으로 일부의 물을 하천에 되돌려 주지 않을 수가 없게 되었다. 비슷한 문제가 四國의 四万十川에서도 생겼고, 또 바로 최근에 木曾川에서도 생긴 것 같다. 앞으로 각지의 수력발전소의 수리권 갱신과 더불어 전국에 퍼지게 되겠다. 사실 建設省은 최근 無水川을 없애려고 댐에서의 放水를 의무화한 지침을 결정했다. 이런 경향이 강화되면 댐은 발전에 거의 사용 못하게 될 것이다. 이 점은 최근의 어느 에너지수급의 장래예측에도 들어있지 않으나, 중요하며 앞으로는 포함시켜야 할 것이다.

개발중인 新에너지중에서 수요가 많은 여름에 태양에너지는 맑은 날이 많아지니 유리할지도 모르겠다. 한편, 태풍이 대형화하면 태양, 풍력, 潮力 등 처럼 외계에 노출된 발전설비는 파괴될 율이 높아지고, 이를 방지하려고 견고하게 만들면 경제성이 약화될 것이다.



바이오·매스는 온도가 올라가면 메탄의 발효효율도 상승한다. 그러나 바이오·매스에서 메탄, 아산화질소 등 온실효과기체가 대량으로 발생할 것으로 생각된다. CO₂에는 CO₂肥沃化의 플러스 면이 있으나, 이러한 기체에는 그런 플러스는 없고, 더우기 한 분자當의 昇溫에의 기여는 CO₂ 보다 훨씬 크므로 이점도 이들 바이오·매스의 문제점이다.

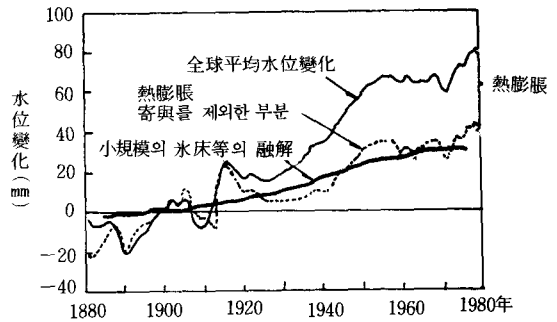
7. 海面上昇과 沿岸地區의 水沒

온실효과의 영향중 가장 중요한 것은 極氷融解와 그에 의한 세계 연안지구의 水沒일 것이다. 단, 일본의 경우에는 단기적으로 지하수 양수에 의한 지반침하 쪽이 영향이 크다. 이것도 온난화에 의한 갈수의 격화로 가속될 것으로 생각된다. 그리고 장기적으로는 그것에 해면상승의 영향이 중첩될 것이다.

그림5에 해면변동의 데이터를 표시한다. 과거 100년간 일관하여 전세계의 해면은 상승을 계속하고 있다. 그림에서 설명하였듯이 그 약 절반은 그림2에 표시한 세계기온의 상승이 해수에 옮겨 열팽창한 몫이고, 나머지는 각지의 氷河融解의 영향으로 생각된다. 이전에 남극 얼음이 이미 용해하기 시작했다는 설이 있었으나, 최근에는 남극은 아직 용해하지 않았다는 설 쪽이 강력한 것 같다.

이대로 진행되면 다음 세기에는 數십cm 내

지 1m의 해면상승이 생길 우려가 있으며, 일본에서도 東京低地帶 같은 저지역은 하수역류와 같은 문제가 생길 것이다.



(그림 5) 全世界海水面의 變化

그러나 가장 무서운 것은 서남극의 決壞(터져서 무너짐)이다. 남극 西半은 東半과 달라서 섬 위를 얼음이 덮은 듯한 불안정한 구조이므로 昇溫에 대하여 약하며, 세계기온이 數℃라도 상승하면 결괴할 위험이 있다. 그 결과 전세계 해면은 약 5m 상승하고, 연안지구는 막대한 타격을 받을 것이다.

이에 대하여 극히 최근의 계산에 의하면 남반구의 昇溫은 그런 정도는 아니고, 어느 시기에는 역으로 온도가 강하한다고 한다. 이것은 심해의 물이 양수되어 표면에 나왔기 때문이라고 한다. 따라서 서남극의 결괴는 간단하게 생각지는 않을 것이라는 示唆도 있으나 아직은 확인되고 있지 않다.

그러나 어찌 되었던 이러한 중대사태가 생길려면 이 분야의 전문가의 의견은 대체로 수백년 이후라고 말한다. 그러나 그것이 현재의 문제가 아니라는 것을 의미하지는 않는다. 왜냐하면 CO₂는 일단 증가하면 쉽게 감소하지 않고 수백년간 대기중에 머물며, 그 동안에 고온이 계속되기 때문이다. 따라서 늦어도 다음 세기 중반까지는 CO₂ 증가를 억제하지 않으면 수백년 후에는 전술한 바와 같은 중대한 사태를 초래하게 될 것이다.

8. 새로운 問題

이상 논의한 외에도 여러가지 문제가 존재한다. 예를 들면, 昇溫에 의한 氷雪의 융해나, 토지습도의 변화에 의해서 라돈 방출률이 변화하여 피폭량이 변화할 가능성에 대해서도 예비적 보고를 타기관에서 하고 있다. 또 극히 최근에 오존층 파괴와의 관련으로 중요한 가능성이 지적되기 시작했다.

후레온에 의한 성층권 오존층의 파괴에 대해서는 이미 대중매체에 크게 보도되었으므로 대부분 인식하고 있지만, 후레온이 성층권까지 상승하여 분해되어 Cl을 석출하고, 그것이 오존을 파괴하는 것이다. 이 과정에서 저온이 되면 억제된다.

한편, 온실효과에 의한 온난화는 對流圈내의 영향이므로 성층권은 역으로 한냉화한다. 따라서 온실효과의 진행은 성층권 오존층의 파괴를 억제하는 역할을 수행한다. 일반에게는 그렇게 알려지지 않았으나, 이 점은 이전부터 유명한 사실이며 많은 논문이 발표되어 있다. 최근의 계산에서 CO₂ 및 CH₄ 倍增, N₂O 1.2배, Cl화합물, PPb 증가인 경우 적도에서 40度 쯤 까지에는 1%強(약간 많음)의 오존층 파괴에 머물고, 70도 이상에서는 오존보호효과 때문에 근소하지만 오존은 증가한다.

그러나 이러한 통상의 이론으로는 남극의 오존홀은 설명되지 않는다. 그래서 이점을 설명하려고 極성층권구름이 도입되었다. 이것은 남극의 성층권에서 겨울 기온이 -80℃ 이하로 내려가면 발생하는 구름으로 후레온은 그 氷粒子의 표면에 흡착되어 복잡한 화학반응에 의하여 분해하고 Cl이 석출된다. 이 Cl이 여류이 되어서 햇빛을 받으면 증발하여 오존층을 파괴한다는 모델로 이에 의해서 남극의 오존홀이 설명되었다.

그러나 이 모델이라면 온실효과에 의해서 성층권이 한랭화하면 -80℃ 이하로 내려갈 확률이 증가하여 오존층 파괴를 격화하게 된다. 특히, 북극에 오존홀이 출현하면, 북반구는 남반구보다 훨씬 육지가 많고 극에도 가까워서 남극의 오존홀과는 비교가 되지 않는 피해를 줄 위험성이 있다. 그러나 작년에 시행한 측정에서 유감스럽게도 북극에 오존홀이 출현하고 있는 듯하며, 금년의 예비적 측정결과도 그런 것 같다. 따라서 온실효과가 오존홀 발생을 촉진하는 가능성은 상당히 높다고 봐야 한다.

그리고 이런 점은 온실효과에 대한 아직까지의 견해를 크게 바꾸어야 할 가능성을 시사한다. 즉, 아직까지는 온난화는 中低緯度地區에는 유해할지도 모르나, 高緯度地區는 도리어 살기 좋게 되며 유익하다고 흔히 생각되었다. 그러나 전술한 推論이 정당하다면 중저위도지구는 고온으로 인하여, 고위도지구는 오존층 파괴에 의한 자외선의 증가로 각각 악영향을 받게 되므로 온실효과는 지금보다 더욱 심각한 환경 문제가 된다.

그러나 역으로 말하면 원자력 도입은 산성비, 오존층 파괴, 온실효과라는 3大 지구오염의 전부를 해결하는 수단이 된다는 말이 되어 국민적 합의(PA)상 대단히 중요하다. 따라서 원자력관계자는 앞으로 오존층 파괴의 문제까지도 주의를 기울여야 한다.