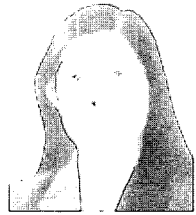


기상재해 현황 및 향후 전망

권 원 태

기상연구소 기후연구실 실장



1. 서 론

자연재해는 자연현상에 의해 인명과 재산의 손실을 가져오는 재해라고 정의할 수 있다. 우리나라는 지리적으로 태풍이나 악천후를 유발하는 저기압 및 전선이 자주 통과하는 곳에 위치하고 있어서 자연적으로 기상현상으로 인한 재해 발생 가능성이 높다. 재해의 원인이 되는 기상현상은 태풍, 호우, 폭풍, 우박, 대설, 강풍, 서리, 열파, 가뭄, 이상 저온 또는 고온, 해일 등이 있다. 기후변화에 대해 우리 사회와 자연계는 어느 정도의 적응능력을 가지고 있으나, 기상현상이 이러한 적응범위를 넘게 되면 재해가 발생한다. 또한 사회적으로는 무분별한 국토개발 등에 의해 홍수나 산사태의 발생이 증가하고 있으며, 인구증가 및 도시지역의 과밀화 등으로 피해규모가 확대되고 있다. 이러한 재해는 고귀한 인명의 손실뿐만 아니라, 지속적인 성장에 걸림돌이 되고 있다.

산업혁명 이후 석유, 석탄 등 화석연료의 사용이 급증하고 이에 따라 이산화탄소 등 온실가스의 대기 중 농도가 산업혁명 이전에 비해 30% 이상 증가하였다(IPCC¹⁾ 3차

평가보고서, 2001). 이에 따라 온실가스로 인한 온실효과가 증대하여 지구의 평균기온이 상승하는 온난화(20세기에 0.6°C 상승)가 발생하고 있다. 온난화와 함께 열파, 호우, 가뭄 등 재해의 원인현상이 증가하고, 고산지대의 빙하가 줄어들고, 식물의 생장기간이 증가하는 등 다양한 변화가 우리 주변에서 감지되고 있다. 최근에는 봄꽃의 조기 개화, 중부지방에서 대나무 서식 및 아열대 곤충의 발견, 해양에서 난류성 어종들의 서식지역 확대 등 자연계에 나타난 변화에 대한 보도도 자주 접하게 된다. 20세기에도 이미 지역적인 기후 패턴의 변화가 나타나고 있으며, 21세기에는 이러한 변화가 더욱 커질 것으로 예상된다.

또한 기상재해로 인한 피해규모는 1980년대 이후 우리나라뿐만 아니라 전세계적으로 증가하는 추세이다. 기상재해의 현황 및 미래의 변화추세를 파악할 수 있다면, 장기적인 적응대책을 수립하고 피해를 최소화하는데 기여할 수 있다. 그러므로 이 글에서는 우리나라에서 발생하는 기상재해의 특성 및 현황을 분석하고, 이산화탄소, 메탄 등 온실가스 증가로 인한 기후변화(지구온난화)에 의해 예상되는 기상재해의 변화추세를 전망하고자 한다.

2. 우리나라 기상재해의 변화 추세

우리나라에서 자연재해로 인한 최근 10년간(1994~2003년) 연평균 피해액은 1조 6천억원 이상이며, 인명피해는 연간 약 137명이다. 그 중에서 태풍과 호우에 의한 피

1) IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, 정부간기후변화협약체): 1988년 세계기상기구 및 유엔환경프로그램(UNEP)의 지원으로 설립되어 1992년, 1995년, 2001년 3차에 걸쳐 기후변화에 관한 광범위한 평가보고서를 작성하여 UN기후변화협약(UNFCCC)에 제출함으로써, 과학적인 기후변화문제의 심각성을 인식시키고, UNFCCC, 교토의정서 등이 이루어지는데 결정적인 역할을 하였다.

해는 90% 이상을 차지한다. 대설, 해일, 우박, 열파, 한파 등에 의한 피해규모는 크지 않다. 특히 2002년 태풍 루사 및 2003년 태풍 매미는 각각 6조원, 4조원 이상, 임진강 유역에 홍수가 발생한 1998년과 1999년은 피해액이 1조 원을 넘는 심각한 피해가 발생하였다. 그러나 이러한 피해액은 농작물 피해액, 간접적으로 발생하는 피해복구 비용, 물류비용의 증가, 특히 농업 생산물의 가격 폭등, 사회적 불안정 요인 증가, 무형의 재산 피해 등은 포함되지 않은 것이다. 또한 가뭄에 의한 피해액은 정량적으로 산정되지 못하고 있어 이러한 통계에서 누락되고 있다.

과거 33년(1971~2003년)간 자연재해로 인한 우리나라의 연평균 재산피해는 국민총생산(GDP) 대비 0.22%를 차지하고 있으며, 인명피해는 연간 238명 (백만명당 6.1명)을 차지한다. 그림 1은 행정자치부의 자연재해 자료를 이용하여 변화 추세를 나타낸 것이다. 이 기간에 우리나라의 경제규모와 인구는 지속적으로 성장하여 연도별 재산피해와 인명피해를 직접적으로 비교하는 것은 한계가 있다. 그러므로 여기서는 재산피해는 GDP에 대한 비율로 나타내고, 인명피해(사망, 실종의 합계)는 인구수로 나누어 상대적인 추세를 분석하였다.

재산피해가 국민총생산의 0.5% 이상인 해는 1972년(0.53%), 1987년(0.72%), 2002년(0.89%), 2003년(0.61%)으로 각각 베틀, 셀마, 루사, 매미 등 태풍이 주요 원인이며, 이로 인한 재산 피해규모는 증가하는 추세이다(그림 1). 최근에는 다행히 자연재해로 인한 인명피해가 줄고 있지만, 태풍으로 인한 재산피해의 규모는 2002년 태풍 루사 등으로 인한 피해가 국민총생산의 0.9%까지 증가하였다. 우리나라뿐만 아니라 전세계적으로 이러한 증가추세가 공통으로 나타나고 있다는 분석결과가 국제적인 학술

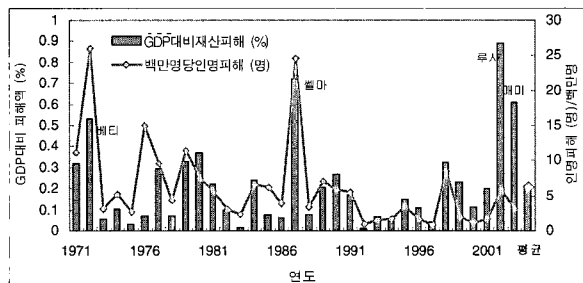


그림 1 1971~2003년 자연재해로 인한 인명 및 재산 피해 발생 추세(행정자치부 자료)

지 및 IPCC의 보고서를 통해 보고되었다.

3. 호 우

호우는 우리나라에 발생하는 재해규모면에서 약 75%를 차지하고 있다. 그러므로 호우 빈도와 규모의 변화를 이해하는 것은 악기상과 관련된 재해를 최소화하는데 필수적이다. 호우는 주로 기온이 높아서 공기 중의 수증기량이 많은 여름철에 발생하며, 원인은 국지적인 집중호우와 태풍이다. 집중호우는 7-8월에 주로 서해안 내륙에 자주 발생하며, 태풍은 8-9월에 동해안 지방에 영향을 미친다. 시간당 강수량의 최고값으로 1998년 7월 31일 전남 순천에서 145 mm를 기록되었으며, 2002년 8월 31일 태풍 루사로 인하여 강릉에서 일강수량 870.5 mm으로 연강수량의 반 이상이 하루에 내리는 기록이 발생하였다. 집중호우는 짧은 시간에 국지적으로 많은 비를 내리서 시간당 강수량이 큰 특징을 가지며, 태풍은 시간당 강수량은 집중호우보다 적으나, 집중호우보다 긴 시간에 지속적으로 비를 내려 일강수량이 큰 특징을 가진다.

기상청 76개 관측지점에서 일강수량의 1위~3위 순위가 기록된 월별 발생빈도를 분석해보면, 7월~9월에 일강수량이 3위안에 드는 경우가 90% 정도를 차지한다. 가장 발생빈도가 높은 달은 8월로 전체의 50% 정도를 차지하고 있으며, 6월이 7.5%, 기타 2.7%를 차지한다. 이러한 분포는 지역에 따라 다르게 나타나서, 백두대간의 동쪽에 위치한 영동지방은 특히 9월에 일강수량이 큰 경향이 있다.

기상연구소(2003)에서 기후변화와 관련하여 대구, 전주, 부산, 목포 등 남부지방의 장기간(1920~1999년) 관

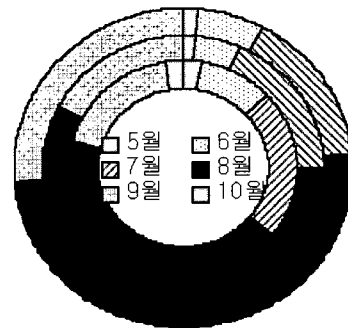


그림 2 지점별 일강수량 최고값 빈도. 바깥에서 안으로 1위~3위이다(기상청 자료).

측자료를 이용하여 호우의 빈도와 규모를 분석한 결과에서 남부지방의 연 강수일수는 뚜렷한 감소현상이 나타나는 반면 연강수량은 약한 증가현상을 보인다. 이로 인해서 강수일수당 평균강수량을 보여주는 강수강도는 뚜렷하게 증가하고 있다. 즉 비가 오는 날은 줄어들지만 비가 올 때의 세기가 증가하고 있으며, 결과적으로 연강수량은 약간 증가하는 추세이다. 이러한 추세는 호우와 가뭄이 증가하는 경향과 일치한다.

계절별로는 여름의 강수량 증가와 가을의 강수일수 감소가 가장 뚜렷하다. 또한 강수강도의 크기를 나타내는 90번째, 95번째, 99번째 백분위수(percentile)²⁾의 값도 증가하는 추세를 보여주고 있다. 호우 사상의 발생빈도와 그에 의한 강수량은 증가하는 반면, 비호우 사상(약하게 비가 오는 사상)의 발생빈도는 감소하고, 그에 의한 강수량에는 뚜렷한 추세가 나타나지 않았다. 남부지방에 나타난 강수일수의 감소는 비호우 사상의 감소에 의한 것이었고, 강수량의 증가는 호우 사상의 발생빈도와 그에 의한 강수량 증가에 의한 것이다.

또한 연도별 발생빈도를 보면 특히 1990년 이후에 발생한 호우가 반 이상을 차지하고 있어, 최근 들어 호우가 자주 발생하는 경향을 보여준다. 이러한 결과는 IPCC에서 2001년 발간한 3차보고서에서 세계적으로 호우 발생이 증가하는 경향이 있다고 지적한 바와 일치한다. 또 이 보고서에서 향후 지구온난화가 지속될 경우 호우 발생이 증가할 가능성이 있다고 경고하고 있으므로, 우리나라도 이에 대한 대비가 필요하다. 이것은 기온이 올라가면, 공기가 포함할 수 있는 수증기의 양이 올라가고, 이에 따라 호우 가능성이 높아지기 때문이다.

4. 태 풍

태풍은 수온 27℃ 이상의 해양에서 발생하는 기상현상으로 중심 부근에 강한 비바람을 동반한다. 온대저기압과는 달리 태풍은 전선을 동반하지 않으며, 영역은 온대저기압

2) 예를 들면 90번째 백분위수는 비가 오는 날의 강수량을 값에 따라 늘어놓았을 때 100번 중 90번째에 해당하는 값을 말한다. 즉 비교적 비가 많이 오는 경우에 해당한다고 볼 수 있다. 99번째 백분위수는 100번 중에서 비가 가장 많이 오는 경우를 의미한다.

에 비해서 대체로 작지만 강도는 강하다. 중심 부근에는 태풍의 눈이라고 불리는 풍속이 수 m/s~수십 m/s인 바람이 약한 구역이 있으며, 태풍의 눈의 바깥 주변에서 바람이 가장 강하다. 서태평양에서 발생한 태풍은 발생 초기에는 서북서진하다가 점차 북상하여 편서풍을 타고 북동진한다(그림 3). 태풍의 강도는 중심기압보다 중심최대풍속을 기준으로 분류하며, 반경이 500 km 이상이면 대형, 중심풍속이 33 m/s 이상이면 강, 44 m/s 이상이면 매우 강한 태풍으로 구분한다.

태풍은 북서태평양에서 연평균 27개정도 발생한다. 연중 태풍이 발생하지만, 주로 7월~10월에 자주 발생하며(그림 4), 우리나라에는 7월~9월에 가장 많은 영향을 미친다. 우리나라는 연간 3회 정도 태풍의 영향을 받는다. 그러나 표 1에서 보는 바와 같이 5,6월이나 10월에도 영향을 받은 경우도 있다. 호우의 발생이 증가하는 추세를 보이는 것과는 달리 태풍의 발생횟수나 우리나라에 영향을 주는 횟수는 추세가 나타나지 않으나, 전문가들은 앞으로 태풍

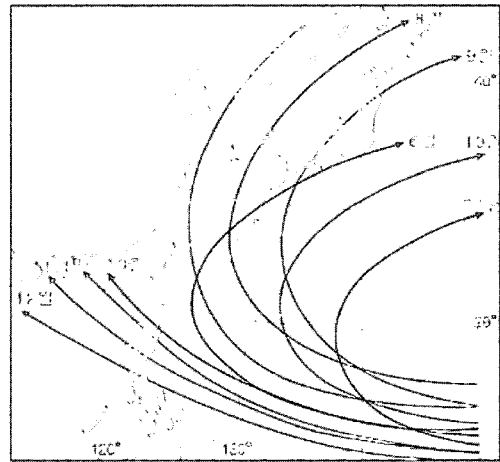


그림 3 월별 태풍의 진로(출처: 기상청)

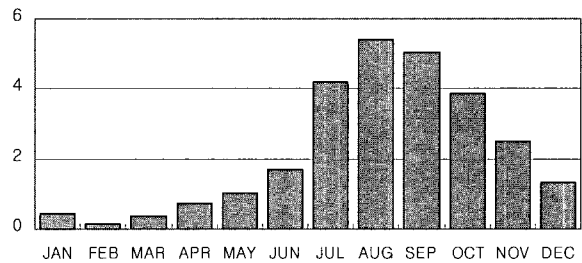


그림 4 월별 태풍 발생횟수

표 1 우리나라에 영향을 미친 태풍의 월별 빈도 (1904-2001년) (기상청 자료)

월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	합계	연평균
빈도	-	-	-	-	1	17	86	113	77	8	-	-	302	3.1

의 세기가 강해질 수 있다는 견해를 가지고 있다. 특히 우리나라 남쪽해상의 수온이 높아지면, 태풍의 세기가 우리나라에 접근하면서 약화되지 않고 유지되므로 우리나라 남쪽 해상의 수온 변화에 관심을 기울여야 할 것이다.

태풍이 접근하면 폭풍과 호우로 수목이 꺾이고, 건물이 무너지고, 통신이나 전기가 두절되며, 하천이 범람하는 등 막대한 피해가 일어난다. 또한 바다에서는 강한 바람으로 인한 피해가 발생하며, 해안가에서는 해일에 의한 피해가 발생할 수 있다. 태풍의 위력은 1945년 일본 나가사키에 떨어진 원자탄보다 만 배나 더 큰 에너지를 가지고 있다. 과거 기록을 보면, 태풍 '사라(Sarah)'에 의한 피해는 기록적이었다. 1959년 9월 17일 우리나라 남해안에 상륙하여 동해로 빠져나간 이 태풍으로 약 1,900억원(1992년도 화폐 가치)의 재산 피해와 사망·실종 849명의 인명피해를 입었다. 또 2002년 발생한 태풍 루사 이전에 우리나라에서 가장 큰 재산 손실을 일으킨 태풍은 1987년 7월에 우리나라를 통과한 '셀마(Thelma)'로 약 5,000억원의 피해를 입혔다. 인명 피해가 최악으로 기록된 것은 1936년 8월, 남한 전역을 강타한 태풍이었다(당시에는 태풍에 이름을 붙이지 않았음). 당시 제주에선 35.8 m/s의 강풍이 불고, 강릉에서는 358 mm의 집중호우가 내렸다. 이 태풍으로 인해 사망·실종 1,231명, 부상 1,646명의 인명피해를 보이며, 재산피해는 '사라'보다 훨씬 커서 상상할 수 없을 정도였다고 한다.

5. 가 물

가물은 세계 각지에서 발생하는 자연 현상으로 자연생태계를 비롯하여 사회경제적으로 심각한 영향을 미친다. 사회경제적인 측면에서는 가물이 발생하면 지표수와 지하수 자원이 고갈됨에 따라 용수의 양과 질이 악화되며, 작물 생산량 감소, 발전량 감소, 여가 활동의 감소 등 사회경제 활동이 위축된다. 자연생태계에서는 산이나 들에서 발생하는

화재가 가장 막대한 피해의 원인이다. 20세기 최악의 기상 재해에 호우(홍수), 태풍, 가뭄 등이 포함되며(미국 NOAA 1999년 12월 13일 보도자료), 가뭄과 관련해서 인도, 중국, 러시아 및 아프리카의 대가뭄이 11회 포함되었다. 가뭄은 장기간에 걸쳐 넓은 영역에 영향을 미침으로써, 기근으로 인하여 수많은 인명피해를 가져왔다.

미국 기상학회에서 2000년에 발간한 기상학사전에 의하면 가뭄은 '비정상적으로 건조한 날씨가 계속되어 심각한 수문학적 불균형을 이룬 기간.'이라고 정의되어 있다. 여기서 가뭄을 정의할 때 사용된 '비정상적으로 건조한', '충분히 긴 기간'이라는 용어는 가뭄이 절대적으로 정의되는 것이 아니라 상대적으로 정의된다는 것을 의미한다. 그러므로 사막에서 비가 오지 않는 것은 가뭄이라고 할 수 없다. 또, 가뭄은 학문적 관점이나 가뭄이 미치는 영향에 따라 기상학적 가뭄, 수문학적 가뭄, 농업적 가뭄, 사회경제적 가뭄이라는 용어를 사용하기도 한다.

과거 기록을 보면, 1965년 봄철은 서울에서 근대 기상관측(1907년)을 시작한 이래 가장 가물었던 해이다. 이때 신문보도(서울신문 1965년 6월 15일자)에 의하면, 3-5월 강수량이 가장 적었던 해라고 분석하고 있다(1965년). 서울을 포함한 중부지방의 가뭄이 심했던 것으로 분석된다. 중국 양자강유역에서 발생하는 저기압들이 5월까지 또 6월에도 일본 남쪽지방을 지나가 일본에만 비가 내리게 되고 정통으로 한반도를 지나는 것은 하나도 없었으며, 우리나라는 북부지방에 위치한 세력이 큰 고기압권내에 계속 머무르고 있어 비가 적었다.

근대 관측사상 가장 봄가뭄이 극심하였던 2001년에도 비슷한 동향을 보였다. 기상청의 분석자료에 의하면, 한반도의 서쪽에 위치한 중부지방과 황해도, 평안남도에서 가장 가뭄이 심한 곳은 강수량이 10~30%를 기록하였으며, 고온이 지속되었다. 서울의 경우 1965년 이후 가장 비가 적게 내렸으며, 부산과 인천은 1904년 관측 이래 가장 강수량이 적었다. 6월에 들어서도 건조한 날이 지속되었으며, 6월 17일 이후에 전국적으로 비가 내릴 때까지 지속되었다. 기상청에서는 가뭄의 원인을 중국에서 발달한 이동성 고기압의 영향이라고 분석하였다(그림 5). 가뭄인 해는 특히 따뜻한 계절에 월평균 최고기온이 평년에 비하여 높다는 특징을 가진다. 이는 비가 적게 오면, 토양의 수분이

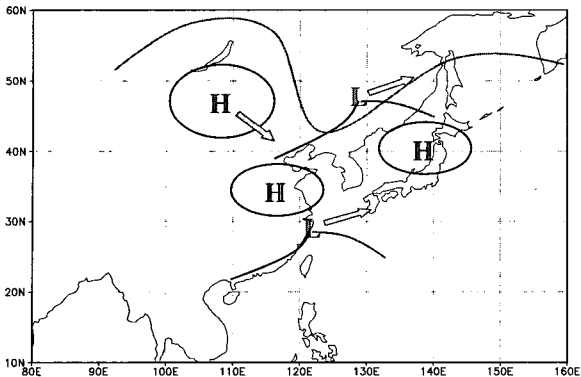


그림 5 2001년 봄철 우리나라 주변의 기압계 동향(기상청 분석자료)

적어지게 되어 햇볕이 따가운 낮에 기온이 크게 상승하기 때문이다. 그러므로 1994년 여름철에 보았듯이, 여름 가뭄은 열파현상까지 동반하게 되어 생태계뿐만 아니라 거의 모든 사회경제 분야에 악영향을 미친다.

가뭄은 홍수나 태풍을 비롯한 다른 자연재해와는 달리 서서히 시작되어서 이에 대한 대비가 매우 어렵다. 또한 가뭄에 의한 피해는 홍수나 태풍과는 달리 심각한 인명피해나 시설물의 파괴 등을 눈으로 볼 수 없기 때문에 정량적으로 피해액을 산정하는 것도 매우 어렵다. 홍수나 태풍은 피해행태가 충격적이기 때문에 피해 저감에 대한 대응대책 수립에 많은 관심을 보이는 반면, 가뭄에 의한 피해는 서서히 시작되어 광범위한 지역에 영향을 미치므로, 이에 대한 대응책 수립은 매우 미흡한 실정이다.

6. 20세기 우리나라에 나타난 기후 변화 추세

가. 평균 기온과 강수량 변화추세

우리나라에 근대적인 기상관측이 시작된 이래, 1904년 이후 2000년까지 우리나라에서 관측된 20세기 기온자료를 분석해 보면 평균기온은 1.5°C 상승하여 우리나라에서 나타나는 온난화 추세는 전지구적인 온난화 추세를 상회하고 있음을 알 수 있다(그림 6)(권원태, 2005). 이러한 기온 상승의 원인은 지구온난화와 도시화를 들 수 있으며, 도시화 효과는 약 20-30%로 분석되었다(Choi et al., 2004).

평균뿐만 아니라 일최고기온과 일최저기온의 극값의 변

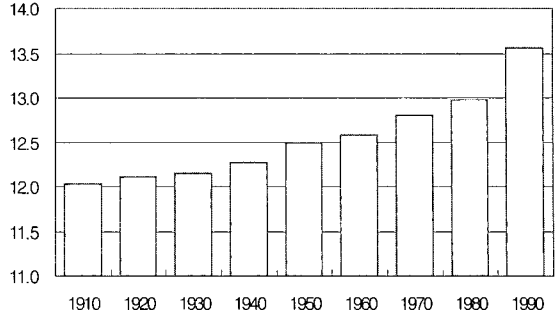


그림 6 십년 평균 기온 (°C)의 변화

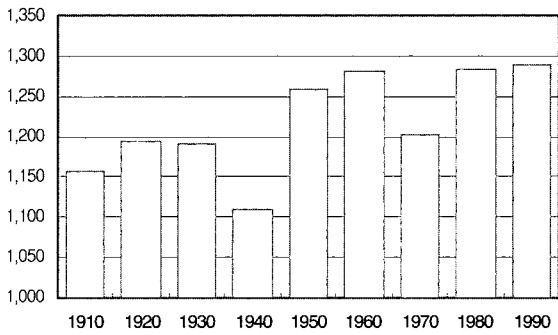


그림 7 십년 평균 강수량 (mm) 변동추세

화도 탐지되었다. 겨울철 혹한과 관련된 지수의 발생빈도는 줄어들고, 여름철 폭서와 관련된 지수는 증가하는 경향을 보였다. 냉방일은 약 20일/100년의 비율로 증가하는 추세를 보였고, 난방일은 약 15일/100년의 비율로 감소하는 추세를 보였다. 또한 여름철의 열대야 현상도 약 5일/100년의 비율로 약하게 증가하는 추세를 보인 반면, 서리일은 약 30일/100년의 비율로 뚜렷하게 감소하였고, 결빙일도 전주와 강릉을 제외하면 거의 15일/100년의 비율로 감소하였다.

관측자료에 의한 20세기 동안 10년 평균 강수량의 변화는 장기적으로 증가하는 경향이만 강수량의 변동폭이 매우 커서 증가추세는 기온과 같이 뚜렷하지는 않다. 1910년대, 1940년대, 1970년대는 강수량이 다른 기간보다 비교적 적은 건조기가 나타난다. 또한 연간 비가 오는 연강수일수는 감소하였으나 연강수량은 증가하여 결과적으로 강수강도가 증가하였음을 알 수 있다. 최근 50년간(1954-2003) 14개 관측지점(강릉, 서울, 인천, 울릉도, 추풍령, 전주, 대구, 울산, 포항, 광주, 부산, 목포, 여수, 제주)에서 강수일수(강수량 0.1 mm 이상)는 감소하고, 일강수량이 80

mm 이상인 호우 일수는 연평균 호우발생빈도는 1954-1963년 평균은 약 1.6일/년인데 비하여 1994-2003년은 2.3일/년으로 증가추세이다.

나. 이산화탄소 농도

기상연구소가 우리나라의 대표적 배경대기 지역인 제주도 고산에서 관측한 최근 10년간의 대기 중 CO₂ 농도 변화를 분석한 결과 1991년에 357.8 ppm를 기록한 이후 2000년도에 373.6 ppm에 이르기까지 지속적으로 증가하는 추세를 보였다(기상연구소, 2003). 1991년부터 2000까지 지난 10년간에 걸친 CO₂ 농도 증가율은 약 1.58 ppm/yr 정도로서 환산될 수 있으며, 이 값은 NOAA/CMDL에서 측정된 1979-1999년 사이의 평균 CO₂ 증가율인 1.5 ppm/yr 보다 약간 높은 값이다.

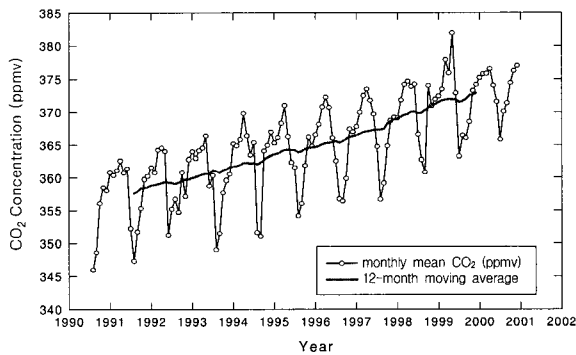
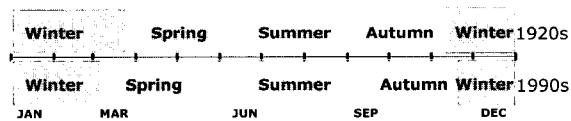


그림 8 제주도 고산에서 측정된 CO₂ 농도 변화추세 (1990년 8월~2000년 12월)



Winter in 1990s is shortened by 27 days relative to 1920s.

그림 9 서울의 1920년대와 1990년대 자연계절 변화

다. 계절 변화

기후변화와 관련하여 자연계절의 변화도 탐지되었다. 일 평균기온 5°C 이하를 겨울, 20°C 이상을 여름으로 정의하고 그 사이를 봄과 가을로 정의하면, 겨울은 1920년대에 비하여 1990년대에 약 한달 정도 짧아졌으며, 여름과 봄은

기간이 길어졌다. 또, 기온의 상승으로 겨울이 짧아져서 봄꽃의 개화시기가 빨라지는 것도 관측되었다. 특히 지난 20년간 온난화 경향은 뚜렷하게 나타난다. 온난화의 영향으로 봄꽃의 개화가 빨라졌다는 연구결과는 우리나라뿐만 아니라 영국, 미국, 일본 등 세계 각지에서 보고되었다.

7. 미래 기후변화 전망

미래의 기후변화를 전망하기 위해서 대기, 해양, 지표, 설빙, 식생 등 지구기후시스템과 각 요소들 사이의 상호작용을 모의할 수 있는 기후모델이 사용된다. 기후모델은 다시 말하면 지구의 기후시스템을 단순화하여 수식적으로 표현한 것이다. 만약 우리가 기후에 영향을 미치는 요인들이 어떻게 변하는지 알 수 있다면 기후가 앞으로 어떻게 변할 것인지 시뮬레이션이 가능하다. 온실가스와 에어러솔과 같은 기후에 영향을 미치는 강제 요인들의 미래 시나리오(IPCC SRES 시나리오³⁾)를 기후모델에 적용하여 온실가스의 변화에 따른 기온, 강수량 및 대기-해양 순환에 대한 3차원적 정보를 얻을 수 있다.

기상연구소는 독일 막스플랑크 기상연구소에서 개발된 기후변화모델(ECHO-G)을 도입하여 장기간(1860-2100년, 240년) 시나리오 모의실험을 수행하였다. 이산화탄소의 배출량이 지속적으로 증가하는 A2 시나리오(2100년 820 ppm), 증가추세가 완만한 B2 시나리오(2100년 610 ppm)에 대한 실험결과, A2(B2)는 전지구 기온은 현재보다 4.6°C(3.0°C) 정도 증가할 것으로 나타났으며, 동아시아 지역(80°E-180°, 20°N-60°N)의 경우 전지구평균보다 높은 6.5°C(4.5°C)의 증가 경향을 보여주었다. 2100년의 전지구평균 강수량은 약 4.4%(2.8%) 증가할 것으로 모의되었으며, 동아시아의 경우는 10.5%(6.0%)

3) IPCC는 2000년 '배출 시나리오에 관한 특별보고서(Special Report on Emission Scenarios, SRES)'에 발간되었다. 시나리오 정량화에 배경을 제공하기 위하여 네 종류의 줄거리가 개발되었으며 총 40 종류의 시나리오(35종은 기후모델에 작용하는 강제력에 필요한 모든 기체들이 포함되었다)는 미래의 온실가스와 황의 배출에 관련된 인구통계, 경제 및 기술 발달을 기반으로 작성되었다. SRES 시나리오는 유엔기후변화협약이나 교토의정서의 배출목표의 실행을 명시적으로 가정하는 시나리오는 포함하지 않았으나, 온실가스 배출에 영향을 미칠 수 있는 인구변화, 사회경제적 발전, 기술발전, 자원활용과 오염관리 등에 관련된 국가의 정책은 대략적으로 줄거리와 시나리오에 반영되었다.

로 매우 높게 나타났다.

A2와 B2 시나리오에 의한 차이는 계절과는 크게 상관없이 B2 시나리오가 A2 시나리오보다 2°C 정도 기온이 낮은 것을 볼 수 있다. 이것은 온실가스 저감효과를 의미한다. 온실가스 농도가 급격히 증가하는 A2 시나리오에 의한 기후변화는 완만히 증가하는 B2 시나리오에 비하여 기온과 강수량이 더 크게 증가하였으며, 전지구에 비하여 동아시아 지역의 변화가 더 클 것으로 전망되었다. 동아시아는 북서지역에서 기온이 가장 높게 상승하고, 강수량은 유라시아 대륙 연안에서 큰 변화를 보인다. 강수량은 특히 여름철에 증가폭이 크게 나타나며, 다른 계절에는 증가가 뚜렷하지 않다. 기온 상승에 따라 증발량의 증가가 강수량의 증가보다 커져서 많은 지역에서 건조해질 것으로 예상된다.

연구결과 21세기에는 서리일의 발생횟수 감소, 열파현상 증가, 겨울의 단축, 강수일수 감소, 호우 및 가뭄 증가 등 온난화에 따른 변화가 심화될 것으로 전망되었다. IPCC는 지난 20세기의 관측자료와 연구자료를 총괄한 수천 페이지의 보고서를 통해 21세기에 세계 평균기온이 1.4~5.8°C⁴⁾ 상승할 것이라고 전망하였으며, 이러한 기온 상승에 따라 향후 호우와 가뭄이 빈발할 가능성이 높은 것으로 전망하고 있다. 뿐만 아니라 전문가들은 태풍의 발생빈도가 어떻게 달라질 것인가에 대하여 각기 다른 주장을 펴고 있지만, 태풍의 세기가 강해질 것이라는 데에는 이

견이 없는 것 같다.

8. 기후변화와 기상재해

21세기에는 지난 20세기보다도 더 빠른 속도로 온난화가 지속될 것이다. 우리나라도 예외가 아니며, 특히 여름철에 강수량이 증가할 전망이다. 과거보다 강한 비는 홍수의 위험도 증가할 뿐만 아니라 강풍, 산사태 등을 동반하며, 해안지방에서는 해수면 상승과 더불어 해일이나 바다물로 인한 침수 등이 일어날 수 있다. 또한 도시에서는 집중호우는 급격히 불어오는 물을 배수하지 못하여 저지대의 침수로 인한 피해가 증가할 것이다. 또한 평균기온이 증가함에 따라 비가 오지 않는 기간에는 가뭄이 심화될 수 있다.

우리가 살고 있는 자연은 때로는 극심한 기상현상이 발생하여 인간사회와 생태계에 피해를 입힌다. 그러나 우리의 과학기술은 아직은 자연현상을 조절할 수 있는 단계는 아니므로, 이러한 자연과 더불어 사는 지혜가 필요하다. 재해는 극심한 자연현상과 더불어 인위적인 요인이 부가되어 발생한다. 자연재해의 피해 방지를 위해서 그 원인인 자연현상의 정확한 이해가 중요하며, 파악된 자연현상을 과학적인 이론과 모델 등으로 정확하게 예측하는 것이 필수적이다.

재해예방은 국가 차원에서 국민의 재산과 생명을 보호하기 위하여 기획되고 추진되어야 하는 사업이다. 이를 위해서 댐을 쌓고, 독을 높이거나, 하천을 정비하는 것이 필수적이다. 또한 인명피해를 최소화하기 위해서, 이러한 현상을 예측하는 기술을 개발하는 것도 필요하다. 우리나라에서도 지난 20세기에 호우의 발생빈도가 증가하고 있으며, 태풍 루사가 통과할 때 강릉지역에서 관측된 기록적인 870 mm/일의 강수강도도 다시 나타날 수 있다는 것을 염두에 두어야 할 것이다. 아직은 과학기술의 발달단계가 우리가 원하는 대로 비와 바람을 움직일 수는 없다. 그렇다고 제방이나 댐을 높이 쌓는 것만이 능사는 아니다. 재해예방의 패러다임을 지속적인 발전을 위한 효율적인 자원활용과 인명피해 최소화로 수정하는 것이 바람직하다. 궁극적으로 국가의 지속가능한 발전을 위해서 기후변화 과학연구를 기반으로 기후변화에 따른 우리나라 사회경제 및 자연생태계에 미치는 영향을 평가하고 그에 따른 대비책을 강구하여야 할 것이다.

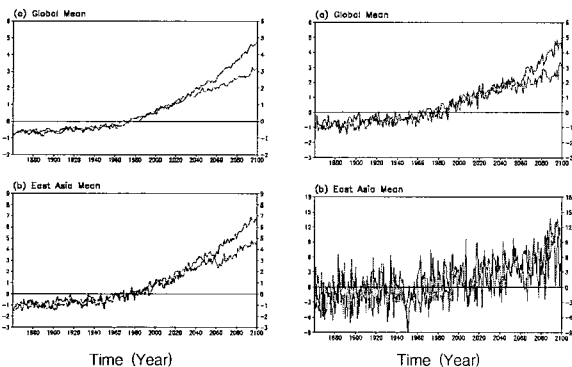


그림 10 SRES A2와 B2 시나리오를 이용한 ECHO-G 모델의 장기(1861-2100) 기후변화 전망

4) 미래 전망의 범위는 향후 온실가스의 농도의 증가폭과 전망을 위해 사용된 기후모델에 따라 달라진다. 그러나 온실가스의 농도가 증가할수록 기온의 상승폭은 커진다.