



-일본의 적응 대책을 중심으로-



윤용남
 우리학회 고문(제17대 회장)
 (주)삼안 상임고문
 고려대학교 명예교수
 ynyoon@korea.ac.kr

1. 서론

현실로 나타나고 있는 지구온난화는 기후변화를 야기시키고 있으며, 이로인한 물 관련 재해는 그 규모와 발생빈도 측면에서 더 심화될 것으로 전망되고 있어서 세계 각국은 이들 기후변화에 대한 적응 대책(adaptation measures) 수립의 시급성을 인지하고 완화대책(mitigation measures)과 함께 적응대책방향을 설정하여 구체적인 실천계획수립에 박차를 가하고 있다.

본고에서는 기후변화와 관련하여 우리나라와 비슷한 물 관련 재해 취약성을 가지고 있는 일본의 경우 국토교통성의 「사회자본정비 심의회 하천분과」가 2007년 8월~2008년 5월에 걸쳐 한시적으로 운영한 「기후변화 적응을 위한 치수대책 검토 소위원회」에서 마련한 정책 보고서(社會資本整備審議會, 2008)의 내용을 간추려서 소개함으로써 우리나라가 물관련 재해에 대처하기 위한 기후변화 적응대책을 수립해 나가는 데 참고가 되었으면 한다.

2. 기후 변화가 국토와 사회에 미치는 영향

2.1 전 지구적 기후 변화

「기후변화에 관한 정부간 협의체」의 제4차 평가보고서(IPCC, 2007)에서의 기후변화와 그 영향에 대한 관측 결과를 보면 1906~2005년(100년)간의 지구 평균기온은 0.74℃(0.56~0.92℃) 상승하였고, 지구의 평균 해수면 상승량은 1961년 이후는 연평균 1.8(1.3~2.3)mm, 1993년 이후는 연평균 3.1(2.4~3.8)mm 이었으며, 1900~2005년까지 북미와 남미의 동부, 북유럽, 북아시아와 중앙아시아에서는 강수량이 상당히 증가 하였으나 사헬, 지중해, 남아프리카, 남아시아등 지역에서는 오히려 감소한 것으로 보고 되고 있다.(IPCC, 2008; 기상청, 국토해양부, 2009)

또한, 폭우와 폭설의 발생강도와 빈도는 증가 되고 있으며, 적설량과 얼음 및 영구동토는 점점 감소되고 있고, 빙하와 눈이 녹아 유입되는 하천에 있어서는 유출량 증가와 함께 더 빨라진 봄철 최고 유출시기로 인해 물순환 시스템이 영향을 받고 있는 것으로 보고 되고 있다. 이와 같은 변화의 원인은 주로 인간활동으로 인한 지구 온실가스 배출량의 증대로 대기의 평균온도가 상승하기 때문인 것으로 해석되고 있다.

한편, 각종 GCM(Global Circulation Model)에 의한 21세기의 기후변화에 대한 전망 결과를 보면 2090~2099년의 1980~1999년 대비 지구 평균기온 상승량은 SRES(Special Report on Emission Scenarios, IPCC)의 B1 시나리오(환경보전과 경제발전이 지구규모로 조화된 사회, 온실가스 배출양이 비교적 적음)에서는 1.8℃, A1FI 시나리오(가장 배출량이 많음)에서는 4℃일 것으로 전망되고 있고 동일기간의 해수면 상승량은 두 시나리오의 경우 각각 18~38cm(B1 시나리오)와 26~59cm(A1FI 시나리오)

오)가 될 것으로 전망되고 있다.

또한, 극심한 더위와 열파, 폭설의 빈도가 증가할 가능성이 높으며, 고 위도지역과 열대습지지역에서는 강수량의 증가 가능성이 높으나 중위도와 열대의 일부 건조지역과 아열대 육지지역에서는 강수량의 감소 가능성이 높아 수자원의 감소 위험이 전망되고 있다.

2.2 일본의 기후변화

일본의 최근 기후변화에 대한 관측 결과를 보면 평균기온은 1898년 이후 100년당 1.07℃ 상승하였고, 연 강수량은 대체로 증가 추세에 있고, 일강수량 100mm 이상과 200mm 이상의 발생일수는 증가 추세가 확인되고 있으며, 집중호우 (시간당 50mm 이상 혹은 80mm 이상)의 발생횟수도 최근 30년 동안 증가하고 있다. 태풍의 연간 발생횟수는 1951~2000년 동안 확실한 변화 추세가 없으며, 연 평균 적설량은 지구 별로 감소추세에 있고 해수면 수위는 상승 경향이 있어 왔으며, 1960~1990년 이후의 상승률은 증가 추세에 있었다.

한편, 일본전역의 장래 기후변화를 전망하기 위해 일본이 지역 기후모델로 개발한 해상도 20km×20km인 RCM20(Regional Climate Model 20)과 일본의 대기모델인 CM20과 고해상도 북태평양 해양 모델인 NPOGCM(North Pacific Ocean GCM)을 결합시킨 대기·해양결합 지역기후모델인 CRCM(Coupled Atmosphere-Ocean Regional Climate Model)을 각각 사용하고 IPCC의 온실가스 배출 시나리오 중 A2(다원화 사회 시나리오 ; 낮은 경제성장과 상대적으로 낮은 환경에의 관심도), A1B(고 성장형 사회 시나리오 ; 고도 경제성과 각에너지원의 균형중시), B1(지속적 발전형 사회 시나리오 ; 환경보전과 경제발전의 균형중시) 등의 시나리오를 가정하여 현재 (1981~2000년)와 약 100년후 (2081~2100년)의 기후변화를 전망 하였다. 전망결과를 보면, 평균기온은 2~3℃ 정도 상승(RCM20, A2 시나리오)할 것으로 전망되었고, 강수량의 경우 일본의 많은 지역에서 겨울

부터 봄까지는 감소하고, 우기인 여름과 가을에 걸쳐 증가하며, 연강수량은 대부분의 지역에서 증가할 것이고 집중호우의 발생빈도 또한 증가할 것으로 전망되었다. CRCM 모델에 의해 모의된 해수면의 수온은 A1B 시나리오를 가정할 때에는 100년당 2.0~3.1℃ 상승하고, B1시나리오의 경우는 0.6~2.1℃ 상승하는 것으로 전망되었으며, 해수면의 상승량은 A1B 시나리오의 경우는 100년당 9~19cm, B1시나리오의 경우는 5~14cm 상승할 것으로 전망 되었다.

2.3 기후변화에 따른 외력의 증대와 그 영향

기후변화의 영향을 받는 강수량등의 기상요소는 하천수위라든지 유량등 수문학적 물리량에 영향을 미치며 이들은 수문시스템에 외력(外力)으로 작용하여 홍수, 토사재해, 폭풍해일, 가뭄등 물 관련 재해의 규모를 결정하게 된다.

물 관련 재해와 관계가 깊은 수문기상 변량인 연 최대 일 강수량을 현재(1981~2000년)와 100년후 (2081~2100년)를 비교하기 위해 해상도 20km×20km인 GCM20(A1B시나리오 가정)으로 일본의 11개 지역에 대해 시뮬레이션 해본 결과 지역에 따라 6~24%의 강수량 증가가 있을것으로 전망 되었다.

이와같은 100년후 연최대 일 강수량의 증가는 홍수규모의 증대를 가져올 것이므로 이를 고려하여 전국 82개 수계의 1급 하천을 대상으로 홍수량을 산정하여 현 계획상의 치수안전도가 어느정도 떨어지는지를 계산해 본 결과 현 계획이 목표로 하는 치수안전도(설계 재현기간으로 표시)를 기준으로 할때 지역에 따라 200년 빈도는 90~145년 빈도로, 100년 빈도는 25~90년으로 치수안전도가 낮아지는 것으로 나타났다. 이러한 전망은 장래 및 최대 강수량의 증가 때문에 현 계획이 목표로 하는 치수안전도 수준이 큰 폭으로 떨어질 것이어서 결국 침수·범람 위험이 커진다는 것이다(Musiake, 2009).

다음으로는 기후변화로 인한 강수량의 시간적 및 공간적 변화는 토석류, 산 산태등 토사재해의 발생구

모와 빈도를 증대시킬수 있게된다. 토석유출량의 증가는 하천의 중·하류부에서의 퇴적으로 범람의 위험성을 키워서 홍수를 유발할 수 있고, 하천환경에도 부정적인 영향을 미치며, 댐 저수지내 퇴사는 댐의 기능에 지장을 주게 된다.

기후변화로 인한 해수면 상승과 함께 태풍등으로 인한 해류와 파도는 폭풍해일(高潮, storm surge)을 형성하게 되어 해안선을 후퇴 시키는등 해안침식을 더욱 가속화시킬 것으로 전망되고 있다.

기후변화는 홍수위험 만을 증대시키는 것이 아니라 강수량이 적은 해에는 가뭄 위험을 증대시키기도 한다. 극단적인 가뭄현상 발생으로 인한 하천유출량 및 댐 저수량의 감소와 함께 적설량 감소와 빨라진 융설시기로 인해 관개기 하천 유량 감소로 인한 농업용수의 공급부족 뿐만 아니라 생활용수나 환경용수등의 공급이 어려워 지게 된다.

또한, 기온 상승등의 기후변화는 광범위한 지역에 걸쳐 생태계와 환경에 여러 가지 영향을 미치게 될 것으로 전망된다. 강수량의 변동폭 확대는 하천 유출량 변동폭의 확대를 가져와 극단적인 홍수와 가뭄을 초래할 것이다. 대규모 홍수의 발생은 토사 및 영양물질의 유출량을 증가시켜 탁도와 영양염류를 증가시키게 되어 수질에 영향을 미치기도 하며, 유출패턴의 변화에 적응하지 못하는 어류와 저서생물등 종(種)의 개체수 감소와 수중 식물종의 분포 패턴에도 변화를 가져 올 수 있다. 또한, 극심한 가뭄이 발생하면 수온 상승으로 용존 산소의 농도가 낮아지고 호수나 저수지에서는 부영양화로 인한 조류발생으로 수질이 악화될 가능성이 높아진다.

이상에서 살펴본 기후변화에 따른 외력의 변화는 국토와 사회에 여러 가지 영향을 미치게 되는데 하천유역 내에서는 지형이나 하천형태, 사회·생활 여건 등에 따라 그 영향은 달라진다. 따라서, 적응대책은 하천유역의 상류역, 중류역, 하류역 및 해안역으로 나누어서 수립 하는것이 바람직 하다.

하천 상류역에 있어서는 집중호우나 태풍등으로 인한 토사재해의 증대가 예상되며, 하도나 저수지에

토사가 퇴적되어 치수안전도를 저하시킬수도 있으며, 토사유출 증가로 인한 탁수의 장기화로 수질 저하를 가져 올 수 있다. 하천의 중류역에서는 상류역으로 부터의 홍수와 토사유출 급증 등으로 인해 하천제방의 결괴 위험성이 높아져서 범람·침수 피해가 빈발할 것으로 전망되며, 기온 상승에 의한 적설량의 감소로 수자원을 융설에 의존하는 일부 중류유역에서는 초봄이후의 물 이용에 지장이 있을 수 있다.

한편, 하류역 및 해안역의 경우 저지대와 해수면보다 낮은 지대가 넓게 분포될 수 있으므로 해수면 상승과 태풍 및 집중호우 등으로 인한 홍수의 범람으로 제방결괴가 발생하여 침수피해가 증대 될 우려가 높으며, 내수배제불량으로 인한 도시지역의 장기간 침수가 예상된다. 특히, 도쿄만, 이세만, 오사카만등 일본 3대만의 해수면이하 지대는 100년후의 최대 해수면 상승추정량 59cm를 가정할 때 침수될 면적과 인구는 약 50%정도 증가하게 될 것이므로 폭풍 해일로 인한 피해는 훨씬 더 커질 수 밖에 없을 것으로 보고있다. 또한, 해안지역에서는 토사공급량의 감소로 인해 이미 해안침식이 일어나고 있는 실정으므로 해수면 상승과 태풍 발생이 더 심화되면 해안 침식은 더 가속화 되고 해변의 모래사장의 소실을 가져올 것으로 예상된다.

한편, 기후 변화로 인한 가뭄은 인구가 집중되어 있는 하류역 및 해안역의 도시용수 공급에 심각한 영향을 미치게 될것이다. 특히, 해수면 상승으로 인한 하천내 바닷물 역류지역이 확대되는 한편, 해수침입에 의한 지하수의 염수화로 인해 각종 용수의 확보에 지장이 초래될 가능성이 높다.

3. 기후변화 적응 대책의 기본 방향

3.1 적응대책의 기본개념과 목표

일본에서의 기후변화 적응대책은 저출산, 고령화, 대량 생산·소비·폐기등 다른 사회문제의 해결과 함께 다루어져야 하며, 기후 변화 완화 대책과의 적절

한 조합을 통해 지속가능한 「물 관련 재해 적응형 사회의 구축」을 목표로 하고있다. 기후 변화로 심화될 것으로 예상되는 다양한 규모의 홍수와 토사재해, 폭풍해일, 가뭄등의 재해로부터 모든 것을 완전히 방어한다는 것은 불가능 하므로 소중한 인명의 피해를 허용하지 않는 「재해 희생자 Zero」를 목표로 삼고있다.

3.2 증대되는 재해요인에 대한 대처방향

기후변화로 인해 증대될 것으로 예상되는 홍수, 토사유출, 폭풍해일 및 해안침식, 가뭄등에 의한 재해에 효율적으로 대처하기 위해 재해요인별로 여러 가지 필요한 대책을 강구하고있다.

홍수재해에 대처하기 위해서는 기후 변화로 인해 증대될 것으로 예상되는 계획홍수량의 증가 때문에 현 계획 홍수량을 목표로 할 경우 치수 안전도가 현저히 떨어져서 침수·범람 위험이 증대 될것이므로 치수정책의 보강이 필요 하다. 따라서, 유역종합치수대책의 확대 등 다중 홍수방어체계를 구축하여야 할 것이다. 토사재해의 빈도 증가나 규모 확대에 대해 모든 예방적 조치를 시행하기는 현실적으로 어려우나, 토사재해 위험 증가에 대한 시설대책은 물론이고 토사재해 경계구역의 지정 및 관리, 토지이용규제 등의 소프트웨어적인 대책도 강화 되어야 한다. 이를 위해서는 산지에서 해안까지의 일관된 종합적 토사관리대책의 추진이 필요하며, 하천상류로 부터의 토사유출량 조절, 댐·저수지내의 퇴사처리, 하상의 동적평형확보를 위한 적절한 하상고 유지관리 대책등이 뒤 따라야 한다. 폭풍해일에 대한 단계적 대처 및 해안침식 대응의 강화를 위해서는 폭풍해일 방벽과 제방등 시설의 보강 증축과 해안침식에 대응하기 위한 종합적 토사관리 대책을 필요로 한다. 한편, 가뭄위험 대응을 위해서는 충분한 양의 안전한 수자원 확보를 위해 수량·수질의 통합관리, 수계단위의 위기 관리, 지진 위험 방지등 종합적인 수자원 관리 대책의 수립 추진이 필요하다. 또한, 하천과 해안 환경의 변화에 대응하기 위해서는 기후변화가 생태계와 물/물

질 순환에 미치는 영향과 종(種)의 서식환경에 미치는 영향, 그리고 기온상승이 하천수질에 미치는 영향 등에 대한 꾸준한 모니터링과 장기 전망이 필요하다.

4. 구체적인 기후변화 적응대책의 제안

기후변화에 대한 구체적인 적응대책을 검토하기 위해서는 하천유역별로 예상되는 기후변화 영향을 관계기관이 전망하여 국민에게 제시하고, 유역 단위로 광역적 대응방안 마련을 주도해야 하며, 적응대책 수립시 관계기관과 이해 당사자간의 협조와 공감대 확보가 중요할 뿐 아니라, 적절한 정보를 공유하는등 소위 통합수자원관리(Integrated Water Resources Management, IWRM)의 원칙을 따르는 것은 필수적이다.

기후변화 적응대책은 다음과 같은 4가지 측면에서 수립·제시되어야 하는 것으로 제안되고 있다.

4.1 시설에 의한 적응대책

재해 대응 각종 시설물은 설계능력 범위내에서 피해를 예방하는 것이므로 기후변화 적응을 위해서는 기존시설의 능력 확충에 힘써야 한다. 그러나, 기후변화로 인한 재해 취약성의 증가에 대응하기 위해 당장 시설의 설계기준을 상향조정하는 것은 과도한 치수 경비지출을 초래하게 되므로 적절치 않으며, 당분간은 현 설계기준에 따라 시설을 추가해 나가면서 꾸준한 정비사업을 진척시켜 나갈 것을 제안하고 있다. 시설에 의한 기후변화 적응대책에는 다음과 같은 내용이 포함된다.

- 1) 신규시설의 설치
 - 기후변화 영향을 추가로 고려해 주기 위해 신규 시설의 안전성을 더 높여주는 설계기법과 기술을 최대한 활용
- 2) 기존시설의 안전성 유지 및 향상



- 제방등 기존시설의 안전성 유지 및 향상이 필요하며 제방보강기법의 연구 개발 필요
- 폭풍해일 방벽 등 시설물을 기후변화로 인한 증대된 외력에 충분히 대처할 수 있도록 해주는 보강설계 기법의 개발 필요
- 3) 기존시설의 최대한 활용
 - 기존의 재해 방지시설들을 최대한 활용하는 방안 강구
 - 강우·유출 예측 기술 및 시설운영의 고도화
 - 댐운영 효율의 극대화를 위한 댐의 목적별 용량의 재 할당등
- 4) 유역내 시설의 정비
 - 기후변화로 인한 외력의 증대로 홍수범람위험이 증대되므로 범람 확산 방지대책 강구
 - 지역의 토지이용 상황을 바탕으로 홍수위험평가 실시
 - 도시지역내 조정지, 빗물저류/침투시설 설치등 유출 억제시설(지하저류시설 포함)의 운영필요
- 5) 종합적인 토사관리 추진
 - 토사유출을 모니터링하고 분석하여 토사이동이 홍수조절, 물이용, 하천·해안의 환경에 미치는 영향규명 필요
 - 토사의 적절한 이용 및 관리, 연안 표류사의 억제, 해안의 보전, 재생등이 필요

4.2 지역개발과 연계한 적응대책

일본의 저출산과 인구감소, 고령화 진전등 사회여건의 변화에 따른 토지이용 및 주거방식을 고려하고, 기후변화에 따른 외력 증대를 분산시켜 방어해야 하며, 일부지역에 대해서는 제한적으로 실시해온 유역종합치수대책을 확대 적용할 것을 제안하고 있다. 향후의 지역개발사업은 외력의 증가요인인 CO₂의 경감대책을 포함하여 사회구조의 변화에 맞게 「물 관련 재해 적응형 사회의 구축」을 목표로 삼아야 한다는 것이다. 지역개발과 연계한 적응대책에는 다음과 같은 내용이 포함된다.

- 1) 토지 이용 규제등과 연계한 치수대책 추진
 - 재해 위험지구 지정 및 통합적 치수대책추진등
 - 신규 주택 건설의 규제
 - 기존 시설 및 주택에 대한 홍수방어시설 설치
 - 재해 위험 경고, 홍수보험가입 유도
 - 토사재해 경계구역등 지정
 - 토사재해 경계구역을 설정하고 신규 입지 제한, 기존 택지의 이전 유도
 - 도시계획시 토사재해 취약지역은 도심구역에서 제외
- 2) 새로운 개념의 마을 만들기
 - 저탄소·물관련 재해 적응형 도시개발
 - 주택과 대규모 홍수 조절지가 함께 어우러진 주거단지 건설
 - 단지내 주택은 태양에너지등을 활용하여 CO₂ 경감효과 제고
 - 도시하천의 녹화
 - 도시하천 녹화로 홍수방지에 기여
 - 수변 및 녹지공간 확충(Green Networks 조성)
 - 하천의 복원
 - 암거화된 하천의 개착 복원
 - 수변과 녹지공간의 확충으로 바람길 조성
 - 빗물 저류·침투·유출 억제시설 설치
 - 지자체의 조례제정(보조금 지원 등)으로 시설 설치 확대유도
 - 도시 하수도 시스템과 조화롭게 계획 필요
- 3) 주택의 내 재난성(耐災難性) 확충
 - 홍수와 토사 재해에 견딜수 있도록 설계된 주택 보급 확대 필요
 - 홍수대비에는 필로티(Piloti) 구조와 강화 콘크리트 구조가 적합
 - 토사재해대비를 위해 강화콘크리트벽으로 보강
 - 홍수위험지도상의 홍수위험구역을 피해서 건물 축조

4.3 위기관리 관점의 적응대책

사회경제활동과 주민활동에 영향을 미치는 물 관련 재해는 시설정비 만으로는 완전히 방어하기가 어렵다. 따라서, 예방차원의 집중적인 시설정비와 함께 위기관리 관점에서 대규모 재해의 경감, 복구, 재건 대책등을 추진해 나갈것을 제안하고 있으며, 다음과 같은 대책들이 이에 속한다.

- 1) 대규모 재해에 대한 충실한 대비
 - 재해위험의 관리를 위한 광범위한 재난 구호 체계와 광역적 방재 Network의 구축
 - 도로 침수시 안전대피유도, 피해지역 응급복구, 긴급재난구조 활동을 위한 접근로 확보
 - 침수위험이 적은 제방과 하천변 비상도로, 고가도로 등을 연결하여 접근로 확보
 - 재해유형별 긴급대책의 실행
 - 하천제방 결괴 및 범람시의 긴급대책
 - 침수지역의 범람류 배제대책(배수펌프장 가동, 수문조작등)
 - 대규모 토사 재해시 신속·적절한 대응방안 강구등
- 2) 새로운 시나리오에 근거한 소프트웨어적 대책 추진
 - 재해정보의 신속전달, 수방활동, 구조활동, 복구 및 재건등 비구조적 수단 동원
 - 대피활동의 지원
 - 저지대지역의 경우 고층빌딩을 대피장소로 지정
 - 지역주민의 대피장소 까지의 경로, 하천수위, 범람정보, 토사재해정보등을 실시간으로 접할 수 있도록 하는 시스템 구축
- 3) 홍수예보와 토사재해 경보등 예경보 활동의 강화
 - 홍수예보 시스템 및 조직 정비
 - 수문관측시스템의 확충과 강우·유출관계 예측기술 향상을 통한 예경보기술과 시스템의구축 강화

- 재해예측시스템의 상용화 및 정확도 향상
 - 고도의 전문화된 국가기관 운영 및 전문가 양성
 - 토사재해 경계경보의 제공 및 경보시스템의 고도화 추진
- 4) 가뭄 위험을 줄이는 적응대책
 - 물 수요관리를 통한 물 절약형 사회의 구축
 - 일정 정도의 물 절약 의무를 부과하는 규제실행
 - 절수설비 개발업체와 일반국민에게 절수 인센티브 제공
 - 공업용수의 재이용률 향상과 빗물 이용 추진
 - 고도 수처리 기술을 활용한 하수처리수 재이용 사업확대
 - 대국민 물 절약 홍보 활동의 강화
 - 비상 수자원 확보방안
 - 가뭄대비 비상용수 공급시스템의 확충
 - Water Bag을 이용한 용수의 해상운송기술 개발
 - 특정지역에만 가뭄 발생시 비상연결관로 설치
 - 이동식 해수 담수화 설비 확보
 - 수계내 물 사용자간 수리권을 조정할 수 있는 법적 근거 마련
 - 기존 수자원 공급시설의 충분한 활용 및 철저한 유지관리
 - 기존 수자원 공급시설의 충분한 활용을 위한 시설가동률 제고, 시설간 연계운영 효율화와 철저한 유지관리로 시설의 수명연장 대책 강구
 - 댐증고와 퇴사배제, 수계내 댐 간 연계운영과 시설용량의 재 할당, 댐운영의 고도화 등 강구
 - 기존 시설의 충분한 활용을 도모 하면서 물부족 발생시 신규시설 설치를 추진
 - 5) 하천환경 변화에 대한 적응대책
 - 기후변화가 가져올 하천환경 전체의 변화를 모니터링하고 전망하도록 노력 필요
 - 각종 수문·기상 관측망의 확충을 통한 지식과 데이터의 수집 및 기후변화와 하천환경 변화간의 관계에 대한 분석
 - 하천환경 관리의 본질을 검토하여 적절한 하천관리 도모



- 6) 기후변화 영향의 모니터링 강화
 - 기후변화 영향의 규명을 위한 주기적인 관측과 조사
 - 기후변화로 인한 외력(강수량, 수위, 유출, 수질 등)의 증대현상의 관측
 - 기존의 관측·조사기법을 개선하는 신기술 개발
 - 모니터링 결과는 DB화 하고 주기적으로 갱신하여 적응대책 수립시 활용
 - 관련 기관간 데이터의 공유방안 강구

5. 기후변화 적응대책 실행에 있어서 예상되는 과제

기후변화는 여러가지 불확실성을 가지고 있기 때문에 적응대책을 실행코져 할 경우 여러 가지 과제가 예상되며, 이에 대해서는 일본의 물 관련 재해관리 업무를 담당하고 있는 국토교통성 책임하에 대처하게 될 것이며, 필요시 범정부 차원의 대처나 관계부처 및 기관들간의 연계는 물론이고, 산·학·연·정부간의 협력 체계구축도 대단히 중요하다 하겠다. 적응대책의 실행에 있어서 예상되는 주요 과제로는 다음과 같은 것을 들수 있다.

- 기후변화로 인한 외력의 증대현상의 규명(예측, 관측·조사, 분석등)
- 기후변화로 인한 재해 위험의 평가방법 및 결과 도출
- 유역내 안전 확보를 위한 정책 및 추진방법
- 하천 생태계와 물/물질 순환에 미치는 영향의 예측 및 평가 방법 등

6. 기후변화 적응대책의 실행

6.1 기본적인 실행전략

치수는 장기적인 계획에 따라 체계적으로 이루어

져야 하므로 기후변화로 인한 외력의 증대현상을 적절하게 전망하여 현재 시행중인 치수대책에 기후변화에 대한 적응대책을 반영함으로써 기존의 치수대책을 보강해야 하며 다음과 같은 기본 전략에 근거하여 실행되어야 함이 강조되고 있다.

- 중앙방재회의등 정부의 재해관련 기관이 모인 자리에서 범정부 차원의 적응 대책을 논의
- 기후변화 영향에 대한 충분한 정보제공으로 국민의 이해와 협조를 구하고 하천관리자는 국민에게 재해에 대한 기초 지식 제공과 재해시 행동요령등 방재 기초교육을 체계적으로 실시
- 취약지구에 대해 예방적 조치차원의 중점투자를 실행하며, 선택과 집중을 통해 우선적으로 투자해야할 대책이나 장소를 명확히 할 필요.
- 서로 다른 시간축(향후5년, 10년등; 단기, 중기, 장기등)에 대한 명확한 로드맵을 작성하고 시기별 재해위험평가 실시 필요
- 기후변화 적응대책은 순응적 방식으로 수립·실행되어야 하며, 적응대책의 내용과 조합, 우선순위등이 우선이나 전망결과에 근거하여 검증되어야 하고, 검증을 위한 전망은 장기관측 자료에 근거해야함.
- 하천유역 단위의 종합 적응대책의 수립·시행을 위해서는 지역주민, 지자체, 관계 중앙기관등의 협력이 필요하며 통합 수자원관리(TWRM)원칙에 따라야 함.
- 산·학·연 및 정부의 협력하에 기후변화 영향평가 및 적응분야의 신기술 개발 및 활용 도모, 과학기술 외교차원에서 기술이전으로 국제사회에 공헌 필요.
- 기후변화가 물 관련 재해에 미치는 영향에 대한 조사연구의 장려 및 연구결과의 치수, 이수, 하천환경 계획에의 반영 도모

6.2 기후변화 적응대책의 실행순서

IPCC의 제5차 평가보고서(AR5)는 제4차 평가보

고서(AR4)가 발간된 2007년으로부터 약 5~6년후에 작성·발간될 것이므로 2013년 혹은 2014년에 제5차 평가보고서가 나오면 이상에서 소개한 일본의 기후변화 적응대책을 실행함에 있어서 직면하게 될 주요과제들(본고의 제5장 참조)에 대한 새로운 지식이 종합적으로 제시될 것으로 보고 있다. 따라서, 다음과 같이 3단계로 실행기간을 구분하여 적응대책의 실행계획을 수립하고 있다.

- 1) 제1단계(AR5가 발간될 때까지의 약 5년: 2007-2013)
 - 적응대책 실행과제에 대한 연구·검토
 - 현재의 시설 설계기준에 대한 재검토
 - 시설의 지속적 정비를 위한 로드맵 작성
 - 중요한 적응대책의 시행
- 2) 제2단계(2013년 이후)
 - 1단계 적응대책 실행결과에 근거하여 재검토 및 우선순위 조정 작업 실시
 - 새롭고 더 효율적인 적응대책을 중점적으로 실행하고 로드맵을 수정
 - 「물 관련 재해 적응형 사회의 구축」을 위해 실행 차원의 적응대책이 국토계획이나 하천관련 법정 계획에 반영되어야
- 3) 제3단계(장기계획)
 - 사회적 여건, 축적된 다양한 분야의 지식, 충분한 관측자료, 실제의 재해 발생 기록등에 근거한 설정조건 변화등을 적응대책에 반영.
 - 필요시 시설정비 목표수준(시설 설계기준)을 재검토

7. 결론

이상에서는 지구온난화로 인한 기후변화가 홍수, 토사재해, 폭풍해일, 가뭄등이 국토·사회에 미치게 될 각종 영향을 전망하고 물 관련 재해에 적응할 수 있는 강한 사회의 구축을 위한 일본의 적응대책의 기

본 방향과 실질적인 적응 대책에 대해 소개하였다.

현시점에서 보면 지구온난화 시나리오나 미래의 사회적 여건 변화, 기후변화 영향의 모의를 위한 기후모델들은 상당한 불확실성을 가지는 것이 사실이나 지정학적으로나 기후학적으로 인접 일본과 유사한 특성을 가지고 있는 우리나라의 경우도 기후변화가 우리 국토·사회에 미치는 영향과 외력의 증대현상은 일본과 별반 다를 것이 없을 것으로 전망되는 바, 일본이 고려하고있는 기후변화 적응대책의 큰 틀은 우리나라에 적용할 적응대책의 수립에 크게 참고가 될 것으로 생각된다.

그러나, 기후변화가 우리 국토·사회에 미치게 될 구체적인 영향과 외력의 증대규모는 일본과는 상당한 차이가 있을 것이므로 물 관련 재해와 관계되는 기후변화 과학분야의 연구개발 투자를 획기적으로 늘려서 기존 GCM들의 국내 적용성에 대한 상대적 비교평가로 우리나라에 가장 알맞은 GCM을 선택하거나 혹은 우리 고유의 한국형 GCM을 개발하는 한편, 장래의 온실가스 배출에 대한 우리나라의 표준 시나리오를 개발 설정하므로 우리나라의 장래 기후변화에 따른 각종 영향에 대한 신뢰도 높은 전망을 할 수 있도록 하는 일은 시급한 과제라 생각된다.

이와 같은 기후변화 영향에 대한 신뢰도 높은 전망을 토대로 구체적인 적응 목표를 설정하고 현재의 치수, 이수, 하천환경관리 정책을 면밀히 검토하여 기후변화에 대응하기 위해 새롭게 추가해야할 적응대책의 구체적인 방향을 찾아야 할 것이다. 사회적 여건 변화와 사회구조의 조정 과정속에서 지역개발과 일체화 되도록 일본에서 제안되고 있는 것과 유사하지만 보다 구체적인 하천유역 단위의 적응대책을 단계적으로 수립하여 지속적으로 실행에 옮겨 나가야 할 것이며, 범정부 차원에서 국토해양부, 환경부, 소방방재청등 물 관련 재해 관계 부처 공동으로 기후변화 대응을 위해 실질적인 물 관련 재해 적응을 위한 실행 계획(Action Plan)을 조속히 수립하여 선언적 기후변화 대처가 아닌 실행에 옮기기 위한 관련 사업을 강력하게 추진해 나가야 할 것이다. ☞



참고문헌

1. 社會資本整備審議會(日本), 水災害分野における 地球温暖化に伴う氣候変化への適応策のあり方について, 平成20年6月(西紀 2008年)
2. 기상청/국토해양부, 기후변화와 물, IPCC기술보고서-VI(번역: 윤용남), 2009
3. IPCC, Special Report on Emission Scenarios(SRES), 2000
4. IPCC, Climate Change 2007 : Synthesis Report, 4th Assessment Report, 2007
5. IPCC, Climate Change and Water, Technical Paper VI, 2008
6. Musiake, Katumi, New Direction of Water Management Policy in Japan : Towards Preparing for Climate Change due to Global Warming, World City Water Forum 2009, Songdo Convensia, Incheon, Korea, 2009