WATER FOR FUTURE

일반기사

APFM의 소개와 Integrated Flood Management의 개념 및 적용

정 은 성 |
서울대학교 공학연구소 선임연구원
cool77@snu.ac.kr

이 길 성 |
서울대학교 건설환경공학부 교수
kilselee@snu.ac.kr

이 기 영 |
경기개발연구원 책임연구원
guelph9@yahoo.co.kr

1. 서론

'The Associated Programme on Flood Management (APFM)'는 WMO (World Meterological Organization)와 GWP(Global Water Partnership)가 공동으로 발족한 단체로 차세대 홍수 관리 개념으로 '통합홍수관리(Integrated Flood Management, IFM)'를 정립하고 발전시키고 있다. APFM은 현재 그림 1과 같이 홈페이지(http://www.apfm.info/index.htm)를 운영하면서 관련 정보 및 소식 등을 모두 공개하여 IFM이 전 세계적으로 확장될 수 있도록 하고 있다. 본고에서는 APFM의 홈페이지와 발행 보고서에 제시된 내용과 문헌조사결과를 중심으로 APFM에 대한 개요, IFM의 개념 및 이론, 적용사례 등을 소개하려한다.

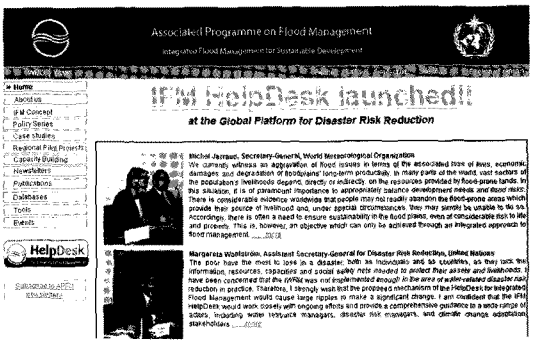

그림 1. APFM 홈페이지

2. APFM 소개

(1) 배경

홍수는 자연 수문 개체의 중요한 요소로 물의 공급원이며 하천에서 오염물질과 토사를 씻겨 내보내도록 하는 정화기능도 한다. 비정기적인 집중호우로 인해 강물이 둑을 넘쳐서 홍수터로 흘러가는 것은 또한 지극히 자연스러운 현상이다. 하지만 사람들이 하천주변에 모여서 도시를 건설하기 시작한 이후 홍수는 막대한 재산과 인명 피해를 일으키곤 한다. 현재 홍수의 빈도와 규모가 세계적으로 증가하고 있다는 확실한 증거는 없지만 하천 주변의 홍수발생지역들은 더 밀집하여 발전되었고 이로 인해 홍수에 대해 더 취약해졌다는 것은 엄연한 사실이다. 그 결과 최근 전 세계적으로 큰 홍수로 인한 인명피해와 재산손실이 점차 증가하고 있다.

'통합수자원관리(Integrated Water Resources Management, IWRM)'라는 개념은 1992년 더블린과 리오데자네이루 선언이후로 지속가능한 개발을 위한 필수 조건으로 뜨거운 관심을 받고 있다. 이 선언은 물과 관련된 기관들과 사람들의 참여에 대한 필요성을 제시하였고 결국 1996년 수자원과 관련된 모든 국제기관들에게 열려있는 국제기관인 GWP가 수립되었다. 이후 IWRM의 개념 및 접근법, 적용사례 등이 수많은 문헌들을 통해 제시되었다.

하지만 IWRM에 대한 거의 모든 문헌들은 지속가능한 수자원 확보 측면에서 다루어졌을 뿐 수자원의 홍수관리에 대해 접근하지 않았다. 따라서 그림 2와 같이 유역이 땅과 물의 복잡한 상호작용으로 움직이는 역동적인 시스템으로 인식하고 IWRM의 범주 안에서 홍수관리를 다루어야 한다는 필요성이 인식되었다.

1998년 Stockholm에서 열린 GWP의 제3회 연간 자문위원회 모임(Annual Consultative Group Meeting)에서 홍수관리에 대한 주제가 처음으로 상정되었다. IWRM과의 분야별 차이가 검토되었고 여러 제안들이 1998년 11월 Warsaw에서 열린 정기모임을 통해 TAC(Technical Advisory Committee)에게 전달되었다. 여기서 GWP의 향후 활동의 하나로 홍수관련 안건이 승인되었다.

2000년 5월 아테네에서 열린 TAC의 15차 모임에서 WMO는 TAC에게 최초의 프로젝트를 제안하였고 2000년 8월에 스톨홀름에서 열린 16차 모임에서 수정되어 최종 제안되었다. 홍수 저감과 관련된 WMO 관점에서 이러한 역할을 담당하고 주도해 나갈 수 있는 조직이 필요하게 되었고 결국 2000년 11월에 APFM이 승인되었다.

APFM의 1단계 (2001년 8월 ~ 2006년 7월)에는 IFM에 대한 개념과 원칙이 수립되었다. APFM은 지역별로 다양한 시범 프로젝트를 수행하였고 다양한 홍수 관리 사례를 수집, 분석하였으며 이러한 정보를 저장하고 공유할 수 있도록 웹사이트를 구축하였다. 1단계의 결과물들은 컨퍼런스, 워크샵, 미팅 등을 통해 홍보 및 평가받았고 이를 계기로 전 세계 관련조직들과 개인들의 참여를 유도하여 IFM을 적용하는 국가들에게 필요한 정보를 제공할 수 있는 글로벌 네트워크로 발전하였다. 특히 일본과 네델란드 정부는 APFM에게 경제적 지원을 하고 있다.

2단계(2006년 ~ 2010년)에서는 IFM을 보완하여 보편화하는 과정이다. IFM 개념을 수행하는데 초점을 두어서 IFM의 원칙을 입증하는 지역적 방안들을 지원하면서 사용 국가와 인구를 확대하려고 하였다. 특히 다학제적(multidisciplinary) 접근법을 이용하려고 했으며 이론에 그치지 않고 실제로 적용하는데 목표를 두었다. IWRM 범위 안에서 IFM 문제들을 접근하였으며 다양한 측면에서 교육과 관련지식의 습득을 조화롭게 지원하였다. 현재는 헬프 데스크와 정보시스템의 형태로 지속적으로 지원하고 있다.

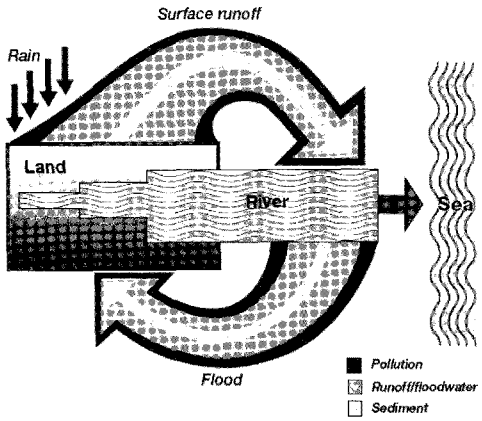

그림 2. 물과 땅의 상호작용 (TSU, 2004)

(2) 목표

APFM에서 제시한 구체적인 조직의 목표는 다음과 같다.

- IFM의 원칙을 수립한다.
- IWRM 범위 안에서 IFM의 원칙들을 흡수한다.
- 현재 홍수관리 방안과 IFM 접근법의 차이를 제시하고 관련기관들의 참여를 유도하도록 설득한다.
- 지방, 국가, 지역 또는 유역별로 IFM 원칙을 수행하기 위한 방안들을 지원한다.

- IFM 주제에 대한 전략적인 비전에 대한 기반을 제공하여 전 세계적으로 효과적인 정책과 전략들을 수립하고 수행하도록 한다.
- 홍수관리 주제에 대한 인식을 증대한다.
- 홍수관리 주제와 관련된 기관이나 정책결정자들에서 조언이나 관련 정보를 제공한다.

(3) 발간 문헌

APFM은 1, 2단계를 거치면서 다양한 연구와 적용사례 등을 보고서로 발간하고 이를 홈페이지에 공개하여 전 세계 국가들이 적극적으로 활용할 수 있도록 하고 있다. 그 동안 발표한 분야별 주요 보고서 목록은 그림 3과 같다. 모든 보고서는 웹사이트에서 다운받을 수 있다.

3. IFM의 기본 개념

통합홍수관리는 IWRM의 범위 안에서 홍수 관리를 위해 유역내 수자원과 토지를 통합하여 관리하는 것이다. 구체적으로는 홍수터(flood plain)의 이익을 극대화하고 홍수로 인한 피해를 최소화하는 것을 목

그림 3. APFM의 주요 보고서

적으로 한다.

전 지구적으로 땅, 특히 경작할 수 있는 농지와 수자원의 양이 절대적으로 부족하다. 대부분 경작할 수 있는 비옥한 땅은 홍수터에 위치하고 있으므로 전반적으로 유역의 자원들을 효과적으로 이용하기 위한 정책을 수행할 때 일반적으로 홍수터의 생산성을 유지하거나 증가하는데 노력을 기울이고 있다. 이 과정에서 홍수로 인한 경제적 손실과 인간의 생명 피해를 간과해서는 안 된다. 따라서 홍수관리는 홍수피해 간소나 예방만을 위해 진행되고 있는 단일목적관리 방식에서 벗어나 그림 4와 같이 수자원관리, 토지이용관리, 해안지역관리, 위험관리 등을 동시에 고려하는 통합적인 접근법이 필요하다. 이를 위해 IFM은 유역을 하나의 동역학적 시스템(dynamic system)으로 보고 땅과 수체 사이의 복잡한 관계에 초점을 두어, 하천에서 바다까지 물, 토사(sediment), 오염물질(pollutant) 흐름 분석을 토대로 수립한다.

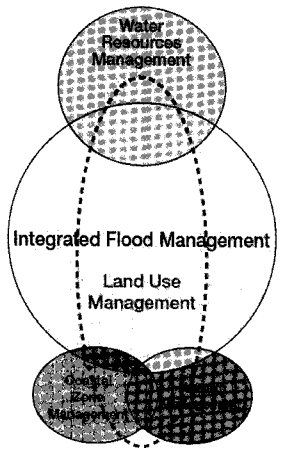

그림 4. Integrated flood management model (TSU, 2004)

4. IFM의 구성요소

IFM의 핵심용어 역시 통합이다. 여기서 통합은 IWRM과 비슷하게 정책의 통합, 지역적 통합, 장단기 계획의 통합, 의사결정을 위한 이해당사자들의 참여와 투명성 보장 등을 의미한다. 따라서 IFM은 다음과 같은 다섯 가지 핵심 요소가 필요하다.

1) 물순환을 통합관리 하는 것

물은 한정되고 손상되기 쉬운 자원이므로 치수와 이수를 위한 계획을 각각 수립하는 현재의 정책과 제도들은 반드시 변화되어야 한다. 치수 계획들은 여름에 남는 물을 효과적으로 이용하는 이수 계획들과 복잡하게 얽혀있다. 특히 건조한 지역에서 홍수는 곧 수자원이다. 대부분 강우유출수는 수자원이지만 극한 강우가 발생할 경우에만 심각한 문제로 변한다. 효과적인 홍수관리를 위해서 국가단위는 물론 지역단위 물관리 계획에서도 이를 반영해야한다.

지하수 관리와 홍수관리는 서로 연관된 자원으로 인식해야하며 지하수 함양(recharge)을 위한 홍수터의 저류 용량에 대한 역할도 고려해야한다. 특히 충적(alluvial) 홍수터는 홍수의 지하수 함양 효과가 크다. 따라서 주어진 지질 상태에서 지하수 함양의 가능성은 항상 조사되고 이용되어야 한다. 홍수를 녹색수(green water)로 담아두고 사용할 수 있는 가능성도 항상 열려있어야 한다. 또 물의 흐름을 변화시키는 대안들은 전체적인 물순환 관점에서 검토되어야 한다. 예를 들어 강우시 유출을 감소시키는 대안들은 연중 다른 기간에도 유출을 감소시킬 수 있다는 것을 명심해야 한다.

더 나아가 일부 홍수를 관리하는 정책이 아닌 모든 홍수를 다룰수 있는 방안이 필요하다. 즉 설계 빈도에 맞춘 관리가 아니라 실패할 경우에 대한 대책을 설계하는 방안이 필요하다. 설계빈도보다 더 높은 홍수가 발생했을때 과연 어떻게 홍수를 관리하고 처리해야 하는지에 대한 정책을 분명하게 제시해야한다. 예를 들어 중요한 지역을 보호하기 위해 홍수 저류지로 활용할 수 있도록 희생되어야 하는 지역을 분명히 하는 것이 중요하다.

통합관리는 보다 많은 이득을 얻을 수 있다. IFM은 비단 홍수뿐만 아니라 수질 개선과 건기 유량 확보 등도 동시에 달성할 수 있으며 더 나아가 문화, 경

제에도 긍정적인 효과를 미칠 수 있다.

2) 토지와 물을 통합관리 하는 것

토지이용 계획과 물관리는 각 관리 주체간 공동작업을 통해 하나의 통일된 일관성 있는 계획을 수립해야한다. 이는 토지이용 계획이 물의 양과 질에 막대한 영향을 미치기 때문이다. 유역관리의 핵심요소인 수량, 수질, 침식 및 퇴적은 서로 긴밀하게 연관되어 있어서 IFM에서도 중요한 요소이다.

토지이용 측면에서 상류의 변화는 홍수의 특성, 수질 변화, 유사이동 특성 등을 변화시킨다. 일반적으로 상류의 도시화는 하류의 첨두홍수량와 빈도를 증가시키고 강우시 비점오염발생량이 늘어난다. 상류의 쓰레기 수집장소는 홍수시 적절하게 관리되지 않는다면 하류의 수질을 악화시킬 수 있다.

3) 정책을 통합하는것

일반적인 홍수 정책은 표 1과 같다. 정책의 결정은 하천의 수리학적 특성과 유역의 수문학적 특성과 관련이 깊다. 하지만 특정지역의 정책 결합은 기후, 유역특성, 사회경제적 조건과 밀접한 관계가 있다. 동시에 그 지역에서 경험한 홍수의 특성과 피해를 분석한 뒤 결정해야한다.

모든 지역과 나라마다 최적의 전략은 다르다. 하지만 가장 일반적으로 좋은 대안의 반복은 좋은 결과를 낳곤 한다. 홍수 예방에 좋은 대안을 여러 지점에 동시에 설치하면 그 피해는 줄어들기 마련이다. 하지만 이러한 방법은 시간과 예산의 낭비가 심하므로 바람직하지 않다. 최적 규모와 위치의 결정은 정치적 사안이기 전에 과학적 문제이므로 공학적 분석이 선행되어야 한다. 미래에 대한 예측이 정확하지 않다면 최적 해법을 찾는 것은 좋은 전략이 아니다. 최적 대안은 미래에 대한 정보가 완벽하고 정확하다는 가정에서 결정되기 때문이다. 대신 변화하는 상황에 맞추어 자유롭게 정책을 전환할 수 있는 형태의 전략이 필요하다.

각 대안을 독립적으로 판단하여 결정하는 것은 피해야 한다. 즉 다양한 구조적/비구조적 대안들의 장단점을 분석해서 우수한 대안들만 결합하는 전략 대안들을 평가하여 결정하는 것이 바람직하다. 서로의 장단점이 상쇄될 수 있기 때문이다.

4) 폭 넓은 이해당사자들의 참여를 보장하는 것

리우 선언에서 지속가능한 개발을 위해서는 의사결정에 폭 넓은 대중의 참여와 여성의 역할을 인식하는 것이 필요하다고 했다. IFM도 IWRM과 마찬가지

표 1. Strategies and options for flood management (TSU, 2004)

Strategy	Options
Reducing flooding	Dams and reservoirs Dikes, levees, and flood embarkments High flow diversions Catchment management Channel improvements
Reducing susceptibility to damage	Flood plain regulation Development and redevelopment policies Design and location of facilities Housing and building codes Flood-proofing
Mitigating the impacts of flooding	Flood forecasting and warming Information and education Disaster preparedness Post flood recovery Flood insurance
Preserving the natural resources of flood plains	Flood plain zoning and regulation

로 사용자, 계획자, 정책결정자를 포함한 다양한 계층의 참여가 반드시 이루어 져야 한다. 참여 과정은 누구에게나 열려있어야 하고 투명해야하며 충분한 의견교류를 통해 일방적으로 의사결정되어서는 않되며 계획에서 실행, 모니터링까지 이해당사자가 참여할 수 있도록 해야한다.

지나친 상향식 의사결정 방식은 통합보다 분할에 가깝고 반대로 획일적 하향식 방식은 해당지역의 관리주체나 이해당사자들이 지나치게 정책의 반대에 많은 노력을 기울이는 방향으로 흘러가기 쉽다는 것은 이미 많은 사례를 통해서 알고 있다. 따라서 두 방식의 적절한 조화가 중요하다.

모든 국가 기관들은 지리적, 기능적 한계가 있다. 따라서 의사결정과정에서 이러한 역할과 의무를 통합하는 것이 필요하다. 중앙과 지방 정부간 협력, 농업, 도시개발, 유역관리, 산업자원, 교통, 상하수도, 복리후생, 보건, 환경, 산림, 어업 및 다양한 관련 분야가 높은 수준으로 협력해야 한다. 이를 위해서는 IFM을 위한 전문 조직이 필요하며 이러한 기관이 중간에서 중재하고 조정하는 역할을 수행해야한다.

5) 통합 위험 관리 접근법(integrated hazard management)을 함께 수행하는 것

인류는 다양한 자연재해와 인재에 노출되어 있다. 이를 위해 자원봉사자와 같은 개인부터 일정예산을 집행하는 정부기관까지 다양한 개인과 기관들이 재난방지를 위해 노력하고 있다. 이러한 기관들은 단순한 경고 시스템부터 예방을 위한 시설을 설치하는 것까지 수행하고 있다. 따라서 다양한 분야의 다양한 조직들을 포함하여 종합적인 재난방지 관리체계를 수립하는 것이 바람직하다.

5. IFM의 적용 사례 및 관련 소프트웨어

APFM에서는 IFM의 적용사례를 충분히 제공하고 있다. 또한 이와는 별개로 많은 연구자들이 IFM을 목적으로 연구를 시도한 바 있다. 본 절에서는 APFM에서 제시한 적용사례와 필자들이 조사한 IFM의 개념에 어느 정도 부합하는 연구사례를 함께 제시하였다.

(1) APFM의 적용사례

시범 프로젝트는 IFM의 원칙들의 적용가능성을 검증하고 보여주기 위해 GWP의 지역위원회와 함께 수행되었다. 시범 프로젝트로부터 얻은 경험과 지식을 바탕으로 향후 넓은 지역에 큰 프로젝트가 시행될

표 2. APFM의 시범 프로젝트에 대한 보고서 목록

Region	Title of Report
Asia	Synthesis of the Manuals on Community Flood Management in Bangladesh, India, and Nepal
	Community Approaches to Flood Management in India
	Manual for Community-based Flood Management in Bangladesh
	Manual on Community Approach to Flood Management in Nepal
Africa	Strategy for Flood Management for Lake Victoria Basin , Kenya
	Strategy for Flood Management for Kafue Basin, Zambia
Central/ Eastern Europe	Study of Historical Floods in Central and Eastern Europe from an Integrated Flood Management Guidance on Flash Flood Management
	Forward Integration of Flood Warning in Areas Prone to Flash Floods:
	Implementation of a Flash Flood Warning System for Inhabitants and Users of Flood Plane Areas in the Klodzko Valley, Poland
	Forward Integration of Flood Warning in Areas Prone to Flash Floods, Romania
	Forward Integration of Flood Warning in Areas Prone to Flash Floods, Slobak Repulic
South America	Pilot Project on Integrated Flood Management in the Quareim/Quarai River Basin (Uruguay/Brazil)

경우 좋은 자료로 활용될 수 있다. 2002년에 시범사업이 제안되었고 2003년부터 수행되었으며 2004년에 결과를 평가받고 2005년에 대규모 지역의 시행을 위해 의사결정자들에게 제안되었다. 지역별로는 아시아, 아프리카, 중동 유럽, 남아메리카에 시범 적용되었다. 아시아에는 홍수관리에 대한 공동체 접근법 측면에서 방글라데시, 인도, 네팔에 적용되었고, 아프리카에는 정부가 IFM 개념을 바탕으로 홍수관리 방안을 수립하는 측면에서 케냐와 잠비아에 적용되었다. 중동부 유럽은 돌발홍수에 대한 취약성을 감소시키기 위해 불가리아, 체코공화국, 리투아니아, 폴란드, 루마니아, 슬로바키아 공화국, 슬로베니아에 적용되었고 남아메리카에는 브라질과 우루과이의 경계하천(transboundary river)인 Cuareim 강에 대해 IFM 범위 안에서 구조적 대안은 물론 비구조적 대안들을 개발하고 이를 평가하기 위해 적용되었다. 각국의 적용사례에 대한 상세한 보고서 제목은 표 2와 같고 웹페이지에서 모두 다운받을 수 있다. 더 나아가 APFM은 이러한 전 세계 다양한 적용사례에 대한 종합적인 요약보고서인 "Overview Situation Paper on Flood Management Practices (TSU, 2005)"도 발간하여 비교 검토할 수 있도록 하였다.

(2) DESMOF

DESMOF(DEcision Support for Management Of Floods)는 캐나다 Manitoba의 Red River의 홍수관리를 위해 개발되었다. 주요 기능으로는 홍수 피해 감소 계획의 선택, 홍수 예측, 홍수조절 구조물의 운영을 도와준다 (Ahmad and Simonovic, 2006). DESMOF는 그림 5와 같이 네 개의 요소로 구성되어 있다.

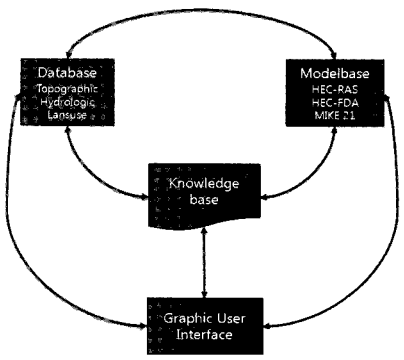

그림 5. Architecture of DESMOF (Ahmad and Simonovic, 2006)

- Graphic user interface (GUI): 비쥬얼 베이직으로 개발된 GUI는 문제의 생성, 자료 입력, 결과 제시까지 그래프와 GIS 등을 이용하여 제공한다. GUI는 다른 구성요소인 database, modelbase, knowledgebase와 직접 연동하여 운영된다.
- Knowledgebase: 인간의 경험과 체계화된 지식들은 홍수관리를 위한 의사결정에 매우 유용하게 사용될 수 있는 값진 자원이다. 따라서 홍수피해 저감 방안을 선택할 때 필요한 이러한 자원들을 DESMOF에 내장하여 지식기반 전문가 시스템을 구성하였다. 즉 GUI에 제시된 자료로부터 추론하고, 치수관리자가 대상 지역의 적절한 홍수피해 저감 방안을 선택하는데 도움이 된다.
- Modelbase: 홍수 예측, 동역학적 모의, 경제성 분석, 정책 분석 모형들로 구성되어 있다. 유출과정을 모의하기 위해 일차원(HEC-RAS)과 이차원(MIKE 21) 동역학 모형들이 사용된다. 홍수피해 분석은 HEC-FDA가 사용되며 홍수관리방안의 운영 및 효과분석은 STELLA (system dynamics modelling environment)가 사용된다. modelbase의 모형들은 GUI를 통해 유저와 문제 생성을 위해 정보를 교류하고 database로부터 자료를 받아오며 knowledgebase를 통해 결과를 제공한다.
- Database: 홍수 관리를 위해 필요한 모든 자료를 저장한다. 자료는 지형학적 자료(하천망, 하천단면, 홍수터), 수문학적 자료(강우, 유량), 저수지 자료(표면적, 저수용량, 운영룰), 사회기반자료(피해곡선, 토지이용) 등이 있다. 또 GIS(Arcview)를 통해 지형학적 하천과 홍수터에 대한 자료를 제공한다.

(3) Ribeira do Livramento 유역 적용사례

포르투갈 대서양 해안의 Sado강 하구언에 위치한 Setubal이라는 중규모 마을에 약 15년 간격으로 극한 강우 사상으로 인해 극심한 홍수피해가 발생하였다. 더구나 최근에는 마을이 점차 커지면서 크지 않은 강우 사상에도 저지대가 침수하는 등 피해의 빈도와 규모가 증가하였다. 이 지역에는 유로연장이 약 8 km이고 유역면적이 12.8 ㎢인 Riveira do Livaramento 강이 흐르고 있다. 이 지역의 자연 환경은 도시화로 인한 불투수면적 증가, 다양한 사회기반 시설 건설 등으로 인해 유출과 홍수 특성이 변화되었고 지나치게 나무를 자르고 산을 깎아서 하류의 오염부하량을 증가시켰으며 합류식 하수관거나 불완전한 하수 시스템으로 인해 하수가 하천으로 흘러들어가 수질을 악화시켰다. 더구나 Setubal의 맞은편 마을은 홍수예방을 위해 한쪽 제방을 높여서 피해는 더 심각해졌다.

이러한 홍수 피해로 인해 1996년 EUROflood Research Project -The European-wide Project for Flood Hazard Research and Policy Making (Penning-Rowsell, 1997)이 출범하여 이 지역의 홍수문제에 대해 분석하고 적절한 방안을 제시하기 위한 연구를 시작하였다. 수문, 수리학적 분석도구와 GIS를 이용하여 다양한 홍수 시나리오를 분석하였고, 다양한 대응책에 대한 효과분석도 제시하였다. 특히 통합홍수관리를 위해 토지이용 계획, 도시개발 계획 등을 고려하였으며 홍수와 그 피해 등에 대한 대중의 관심을 유도하고 의견을 반영하는 등 체계화된 참여 방안을 제시하고 적용하였다. 특히 홍수 관리 방안의 수립, 홍수터 관리 방안, 과학적으로 정확하면서도 합리적인 의견 교류 방안 등에서 효과적인 수단을 개발하였다. 최종적으로 대상 지역에 대한 홍수 관리 방안들을 대상으로 다기준 의사결정 기법을 이용하여 대안을 평가하고 비용편익 분석을 수행하였다.

Bana E Costa et al. (2004)는 통합홍수관리를 위해 그림 6과 같이 문제의 체계화(problem structuring), 모형의 체계화(model structuring), 영향 분석

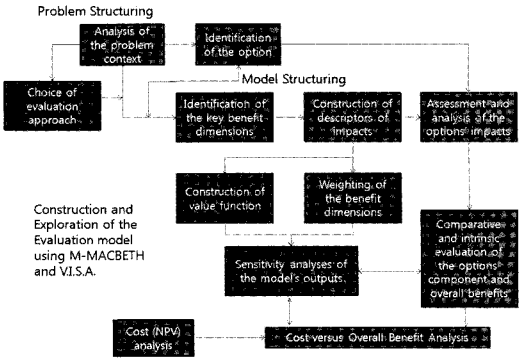

그림 6. Schematic overview of the activities of the multicriteria value analysis (Bana e Costa et al., 2004)

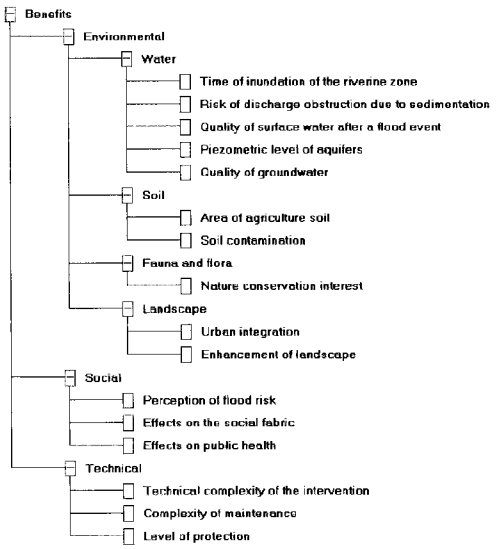

그림 7. Benefits' value tree (Bana e Costa et al., 2004)

(impact assessment and analysis)으로 구성하여 진행하였다. 이때 각 대안들의 정량적인 효과분석은 전문가 그룹을 대상으로 설문을 통해 정성적 평가가 이루어졌으며 이에 대한 정량화는 MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorial Based Evaluation Technique, Bana E Costa and Chagas, 2004) 모형을 이용하여 가치함수 구성과 가중치를 부여하였다. 사용하는 평가기준은 여러 전문가들과의 협의를 통해 그림 7과 같이 설정하였다. 이렇게 정량화된 값과 다기준 의

사결정기법을 이용하여 대안의 종합적인 상대 효과를 비교할 수 있다. 이때 V.I.S.A.(http://www.visadecisions.com/index.htm)라는 다기준 의사결정 분석 소프트웨어가 사용되었다.

6. 결론

현재 통합수자원관리는 지속가능한 개발을 위해 반드시 필요한 기법이라는 말에는 전 세계 누구도 부정할 수 없는 사실이 되었다. 하지만 통합수자원관리에서 홍수관리 분야는 거의 다루어 지지 않았고 결국 GWP는 통합홍수관리라는 새로운 개념을 제시하였다. 더 나아가 이를 보다 조직적으로 연구하고 적용하기 위한 APFM이라는 여러 국가가 참여하는 국제조직까지 발족하여 왕성하게 활동하고 있다. 현재 우리나라는 통합수자원관리에 대한 개념과 적용이 2000년 이후 진행되었고 통합홍수관리에 대한 내용 역시 유역종합치수계획을 통해 일부 추진되고 있다. 하지만 IFM에서 제시하는 다섯 가지 구성요소는 거의 포함하지 않고 있다. 특히 토사, 오염물질 순환 검토, 토지이용 계획 반영, 홍수 예방뿐만 아니라 발생 후의 대책 수립, 정책을 개별로 검토하는 것이 아니라 통합한 정책을 검토하는 것, 전문 조직의 개설 등은 우리나라에서도 반드시 필요하고 일부는 어느 정도 가능한 사항으로 여겨진다.

APFM에 참여하는 국가들과 마찬가지로 우리나라 역시 홍수로부터 자유로울 수 없으며 지난 수십 년 동안 홍수관리가 수자원 관리의 최우선 목표였다. 따라서 홍수 사례 및 홍수관리 방안에 대한 노하우는 어느 나라보다 풍부하다고 할 수 있다. 우리나라보다 더 홍수에 대해 민감한 일본이나 네델란드의 경우 APFM의 발족부터 운영까지 지속적인 관심과 투자를 보이고 있다. 이는 단순히 선진 홍수관리 방안을 도입하기 위한 방법이라기보다 우리보다 열악한 아프리카, 동남아시아, 중/동유럽, 중/남아메리카 등에 자신들의 경험을 소개하고 우수 기술을 유무상으로 전달하기 위한 효과적인 수단인 것 같다. 따라서 우리나라도 향후 APFM에 참여하여 홍수관리 방안 및 정보 공유, 홍수관리 사업을 위한 국제교류를 수행하였으면 한다.

참고문헌

1. Ahmad, S., and Simonovic, S.P. (2006). "An intelligent decision support system for management of floods." Water Resources Management, Vol. 20, pp. 391-410.
2. Bana E Costa, C.A., and Chagas, M.P. (2004). "A career choice problem: An example of how to use MACBETH to build a quantitative value model based on qualitative value judgements" European journal of Operational Research, Vol. 153, pp. 323-331.
3. Bana E Costa, C.A., Da Silva, P.A., and Correia, F.N. (2004). "Multicriteria evaluation of flood control measures: The case of Ribeira do Livramento." Water Resources Management, Vol. 18, pp. 263-283.
4. Penning-Rowsell, E. (1997). Improving Flood Hazard Management Across Europe, Final Report of EUROflood 2 Project, Flood Hazard Research Centre, Middlesex University, Enfield.
5. Technical Support Unit (2004). Integrated Flood Management: Concept Paper. Associated Programme on Flood Management, World Meterological Organization, Global Water Partnership.
6. Technical Support Unit (2005). Overview Situation Paper on Flood Management Practices. Associated Programme on Flood Management, World Meterological Organization, Global Water Partnership.