

설문조사를 통한 홍수관리 발전방향과 지속가능한 홍수관리 프레임워크 수립

Establishing the Progress Orientation of Flood Management and a Framework for Sustainable Flood Management Employing an Interview Survey

강민구*

Kang, Min Goo

Abstract

In this study, employing an interview survey, the progress orientation of flood management is established, and a framework and process for sustainable flood management in a river basin's context are developed to effectively achieve its goals and objectives. The Interview survey about flood management shows that to reduce flood damage, it is necessary to subdue injudicious man-made developments, to make systematic long-term plans, and to consistently implement them. In the framework, the goal is established as minimizing flood damage and building resilience against flooding, and an implementing methodology is developed, integrating five elements: integrated flood management, flood risk management, integrated watershed management, participatory decision-making process, and adaptive management. Also, evaluating the state of flood management in river basins' context is incorporated into the framework, and the evaluation results are fed back to the goal and the methodology. To effectively implement flood management, an adaptive flood management process is developed, reflecting the results of the interview survey. In this process, the participation of the persons concerned is secured, the state of flood management are evaluated periodically, and measures appropriate to the specific sites are selected and are adaptively carried out.

Keywords : *flood management, framework, process, interview survey, river basin's context*

요 지

본 연구에서는 수자원 전문가들에 대하여 설문조사를 실시하여 국내 홍수관리의 발전방향을 수립하고 이를 효과적으로 추진하기 위한 지속가능한 홍수관리 프레임워크와 프로세스를 개발하였다. 설문조사의 응답자들은 홍수피해를 저감하기 위하여 무분별한 인위적인 개발을 지양하고 체계적이고 장기적인 계획에 의해 지속적으로 홍수관리를 수행해야 한다는 의견을 주로 제시하였다. 개발된 프레임워크를 국내 상황에서 효과적으로 시행하기 위하여 설문조사결과를 반영하여 통합홍수관리, 홍수 위험도관리, 통합유역관리, 참여적 의사결정, 적응형 관리 등과 같은 5가지 요소를 선정하였다. 프레임워크는 선정된 요소들을 통합하여 수계에 적용하여 홍수관리의 목표를 달성하도록 하며, 주기적으로 평가하고 그 결과를 피드백하여 홍수관리의 목표와 방법론을 수정 및 보완하도록 구성되었다. 프레임워크를 구체화하기 위하여 홍수관리 프로세스를 설문조사결과를 반영하여 개발하였으며, 관련자들의 참여와 홍수관리 상태의 주기적인 평가를 통해 홍수위험도를 저감시킬 수 있는 대책을 선정하고 이들을 적응적으로 시행하도록 구성하였다.

핵심용어 : 프레임워크, 프로세스, 홍수관리, 설문조사, 수계 정황

1. 서 론

최근 세계 여러 곳에서 대규모 홍수피해가 빈번하게 발생하고 있다. 예를 들어, 2005년 미국 루지애나주 뉴올린즈에서는 허리케인 카트리나로 인해 714명의 인명 피해와 280억 달러의 재산 피해가 발생한 바가 있으며(US ACE, 2006), 2007년에는 인도, 방글라데시 등을 비롯한 동아시아 몬순기 후대에서 발생한 홍수로 막대한 재산 및 인명 피해가 발생하였다. 우리나라에서도 2002년, 2003년에 태풍 루사와 매미

에 의해 약 5조억 원과 약 4조억 원의 재산 피해가 발생한 바가 있다. 또한, 2006년에는 태풍 에위니아와 장마전선에 의해 발생한 홍수로 인하여 약 1조 8,000억 원의 재산 피해가 발생한 바가 있으며(강민구 등, 2006), 2007년 제주도에서 태풍 나리로 인해 발생한 홍수에 의해 약 1,300억 원의 재산 피해가 발생한 바가 있다(이운영, 2007). 이와 같은 홍수피해는 기후변화, 이상기후, 도시화 등에 의해 가중되고 있는 것으로 보고되고 있다. 특히, 기후변화로 인해 가뭄 및 홍수와 같은 자연재해가 빈번히 발생하고 피해규모가 더욱

*정회원 · 미래자원연구위원 연구위원 (E-mail : kmg1218@gmail.com)

커질 것이며, 하천 수질 및 생태계가 훼손되고 관리가 어려워질 것으로 전망되고 있다(IPCC, 2007; 권원태, 2007). 또한, 해수면 상승은 연안의 해일피해를 증가시키고, 열대성 저기압 세력을 강화시켜 강력한 태풍과 심각한 홍수피해를 유발할 것으로 예상되므로 이를 고려한 홍수관리가 필요해지고 있다(권혁조, 2005; Webster, 2005).

자연 시스템과 사회-경제 시스템의 변화에 따라 증가된 홍수피해를 저감시키기 위해서는 구조적인 방법과 비구조적인 방법을 조합하여 대상지역에 적절한 대책을 수립할 필요가 있다. 또한, 대책의 효과를 평가하고 그 결과를 프로세스에 반영하여 계획을 수정 및 보완하거나 대책을 변경하여 여건 변화에 적응할 필요가 있다(Kundzewicz, 2002; Werritty, 2006). 이를 위해서 세계 각국에서는 홍수관리의 패러다임으로 지속가능한 홍수관리를 채택하고 있으며, 이를 바탕으로 홍수관리대책을 수립하여 시행하고 있다. UN의 재난저감을 위한 국제전략(International Strategy for Disaster Reduction, ISDR)에서는 통합수자원관리 체계 내에서 홍수관리를 지속 가능하게 실시할 것을 권장하고 있다(ISDR, 2004). 미국에서는 구조적 및 비구조적 대책들을 조합하고 이들을 통합수자원관리 맥락에서 다른 수자원활동들에 병합시키는 접근방법이 적용되고 있다(APFM, 2004b). 일본에서는 홍수관리를 통합수계관리의 일환으로 추진하고 있으며, 과거에는 행정관서의 주도로 이루어져왔으나 최근에는 지역민, 이해관계자, 시민단체들이 강한 파트너십을 형성하여 대책수립과 유지관리의 시간계획 수립에 참여하고 있다(AJRM, 2007). 영국에서는 도시화와 기후변화로 인한 홍수피해의 증가를 인식하고 이에 대한 대책을 수립하고 있으며, 하천복원의 일환으로 하천과 홍수터틀 다시 연결하고 생태계 서비스를 복원하는 것에 초점을 맞추고 있다(Werritty, 2006). 국내의 홍수피해는 이상 집중호우, 홍수를 고려하지 않은 도시개발과 하천관리 부실, 효과적인 재난관리시스템의 미비 등에 의해 발생하는 것으로 알려져 있다(박창근, 2005; 한건연 2005; 한건연과 백진규, 2005; 강민구 등, 2006; 이윤영, 2007). 이와 같은 원인에 의한 홍수피해를 최소화하기 위해서는 통합수자원관리 맥락에서 지속가능한 홍수관리를 실시할 필요가 있는 것으로 보고되고 있다(한건연, 2007). 따라서 효과적인 홍수피해저감을 위해서는 국내 정황에 적합한 홍수관리의 발전방향의 수립이 필요하며, 이를 위해서는 관련 문헌들과 통계자료들의 고찰을 통한 홍수관리 문제의 파악과 전문가들의 의견조사가 필요하다.

프레임워크는 복잡한 문제를 해결하기 위해 사용되는 기본 개념 구조로서 문제해결의 목표 및 목적, 원칙, 방안, 결과의 평가 및 반영 등으로 구성된다. 최근 여러 분야에서 사회-경제 시스템의 영향을 고려한 프레임워크들이 개발되고 있으며, 이에 기반하여 실행계획을 수립하고 관련 문제들을 해결하려는 접근방법이 도입되고 있다. Achet와 Fleming (2006)은 네팔의 유역관리 경험으로부터 얻은 교훈, 사회 및 제도적 학습, 유역관리 프로그램 평가 등에 기반한 유역관리 프레임워크를 제안한 바가 있다. 이 프레임워크는 자연자원 관리와 유역보전을 위하여 논리적이고 일관된 계획의 수립과 실행결과의 평가에 유용하게 사용될 수 있도록 개발되었다. 스코트랜드에서는 지속가능한 홍수관리를 추진하기 위하

여 홍수관리의 목표 및 목적, 대책을 시행하기 위한 원칙 등이 포함된 프레임워크를 개발하였다. 이 프레임워크에서는 평가지표를 개발하여 수립된 목표와 목적의 달성도에 따라 진행상태를 평가하고, 원리들에 대한 충실도를 측정하도록 하고 있다(Werritty, 2006). ISDR은 국가와 공동체의 회복력 구축과 위협에 대한 취약성과 위협도의 저감을 목표로 하는 재해저감전략을 국제사회에서 공동으로 추진하기 위해서 효과 프레임워크를 제시한 바가 있다. 국제사회는 이 프레임워크를 공유하면서 재해저감을 위해 국제적인 네트워크를 형성하여 행동들을 지속적으로 실천하고 있다(ISDR, 2007). 이들 선행연구들에서는 홍수관리의 패러다임변화에 따라 변경된 목표 및 목적의 달성을 위한 프레임워크만을 제시하였으며, 구체적인 전략과 행동계획은 수립되지 않았다. 국내 정황에서 홍수관리의 효과를 향상시키고 참여자들이 동일한 맥락으로 실행계획을 시행하기 위해서는 구체적인 홍수관리 프레임워크와 이의 실행을 위한 상세한 프로세스가 필요하다. 또한, 국내 정황에 적합한 프레임워크와 프로세스를 개발하기 위해서는 전문가들의 의견을 구체적으로 조사하여 반영할 필요가 있다.

본 연구에서는 국내 홍수관리의 문제점을 파악하기 위하여 관련 문헌들을 고찰하였으며, 보다 객관적으로 국내 홍수관리의 발전방향을 수립하기 위하여 수자원전문가들에 대한 설문조사를 실시하였다. 이를 바탕으로 국내 정황에서 효과적인 홍수관리를 시행하기 위한 프레임워크를 제시하였으며, 설문조사결과를 이용하여 프레임워크의 방법론을 구성하는 요소들을 선정하였다. 또한, 프레임워크를 홍수관리에 구체적으로 적용하기 위하여 참여적 의사결정과 여건변화에 대한 적응을 고려한 홍수관리 프로세스를 개발하였다.

2. 조사방법

본 연구에서는 국내 홍수관리 상태 및 문제점과 향후 발전방향에 대한 인식을 조사하고 지속가능한 홍수관리 프레임워크에 필요한 항목들을 조사하기 위하여 설문조사를 실시하였다. 국내에서 실시된 홍수관리 상태와 발전방향에 대한 설문조사로는 건설교통부와 한국수자원공사(2003)의 “물에 관한 국민여론 조사”, 이충성 등(2005)에 의한 “치수사업의 투자우선순위 결정” 등이 있다. 본 연구에서는 이들 설문조사 결과들을 분석하여 보다 발전된 설문항목을 개발하였다. 또한, 조사시기에 따른 응답결과의 차이를 분석하기 위하여 본 연구에서 개발한 설문항목에 건설교통부와 한국수자원공사(2003)에서 실시한 설문조사의 설문항목의 일부를 반영하였다.

설문조사는 145명의 수자원 관련 전문가들을 대상으로 2007년 7월 16일부터 27일 사이에 실시하였다. 설문조사 참여자 중에서 40명이 학계(28%), 34명이 업계(23%), 27명이 연구원(19%), 41명이 공사(28%), 3명이 공무원(2%)이었다. 설문조사는 설문지를 대상자들에게 전자우편을 통하여 전송한 후 인터넷 사이트를 이용하여 응답하는 방식을 적용하였다. 설문조사의 신뢰수준은 95%이며, 최대허용오차는 3.8%이었다.

설문항목은 ① 홍수피해 원인, ② 수계상류지역 토지이용

제한, ③ 상습침수피해지역에 대한 관리대책, ④ 수해방지대책, ⑤ 기후변화에 따른 홍수피해증가에 대한 대책, ⑥ 홍수피해 사업의 사후평가에 대한 주기, ⑦ 홍수방어대책 수립, 위험도 및 평가기준 설정에 대한 참여, ⑧ 홍수관련 사업의 평가와 지침작성 및 사업의 기준 설정에 대한 주기, ⑨ 수계의 홍수관리 목표, 목적, 원칙 설정의 주기, ⑩ 현재 홍수관리에서 우선적으로 개선할 점, ⑪ 하천변 농경지의 저류지 활용 등과 같이 11개로 구분하였다. 각 설문항목은 2~7개의 문항으로 구성하였으며, 응답자의 의견이 설문문항에 없는 경우에는 기타의견을 제시하도록 하였다.

3. 설문조사 결과

3.1 설문항목별 응답결과

설문항목에 대한 응답결과는 각 문항에 대한 응답율을 사용하여 정리하였다. 표 1은 각 설문항목에 대한 최상위 및 차상위의 응답율을 나타낸 문항들을 비교한 것이다. 설문조사 결과를 살펴보면, 홍수피해증가의 원인이 기후변화와 이상기후인 것으로 많은 응답자들이 인식하고 있는 것으로 나타났다. 홍수피해 증가에 대한 대책으로 하천의 홍수터 보전 및 관리, 설계홍수량의 선택적 상향 조정을 우선적으로 고려해야 한다고 많은 응답자들이 인식하고 있는 것으로 나타났다. 또한, 수해방지를 위해 적극적인 투자에 의한 구조적 및 비구조적 대책의 실행, 중장기적인 계획수립 및 지속적인 정책추진 등이 필요한 것으로 나타났으며, 홍수관리의 효율성

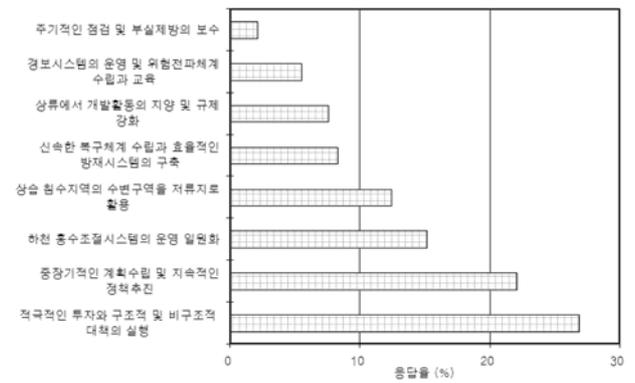


그림 1. 수해방지를 위해 우선적으로 개선해야 할 점에 대한 설문문항별 응답율 비교

을 높이기 위해서 통합홍수관리 체계의 완비 및 수자원시스템의 통합관리, 체계적인 홍수관리계획의 수립 및 지속적인 시행이 필요한 것으로 나타났다.

수해방지를 위해 우선적으로 개선해야 할 점에 대한 설문조사에서는 그림 1과 같이 ‘적극적인 투자와 구조적 및 비구조적 대책의 실행’이 26.9%의 응답율을 나타냈으며, ‘중장기적인 계획수립 및 지속적인 정책 추진’이 22.1%의 응답율을 나타냈다. 또한, ‘하천 홍수조절시스템의 일원화’, ‘상습침수지역의 수변구역 및 저류지로 활용’이 각각 15.2%와 12.4%의 응답율을 나타냈다.

기후변화나 이상기후에 의한 홍수빈도 증가, 피해규모 증가에 대한 대책에 대하여 ‘하천의 홍수터 보전 및 관리를

표 1. 설문조사항목별 최상위 및 차상위 응답결과 비교

설문항목	총문항수	응답결과	
		설문문항	응답율(%)
홍수피해원인	8	기후변화와 이상기후	44.1
		홍수조절구조물의 부족	16.6
수계상류지역의 토지이용제한	4	적합한 대안으로 도시화 영향 저감	42.8
		강력한 규제 필요	37.2
상습침수피해지역 관리 대책	5	주민이주, 하천일부나 저류지로 활용	40.7
		홍수조절시설 건설	40.7
수해방지 대책	8	적극적인 투자와 대책의 실행	26.9
		중장기적인 계획수립 및 추진	22.1
기후변화에 따른 홍수관리대책	7	하천 홍수터 보전 및 관리	26.2
		설계홍수량의 선택적 상향 조정	25.5
홍수관리사업의 사후평가에 대한 주기	6	3년	45.5
		5년	27.6
홍수관리에 대한 참여	3	적극적인 참여	76.7
		기타	15.2
홍수관리사업의 지침 및 사업기준 수립에 대한 평가주기	6	5년	40.7
		3년	35.2
홍수관리 목표, 목적, 원칙 설정 주기	6	5년	53.8
		3년	29.7
홍수관리에서 우선적으로 개선할 점	7	통합홍수관리체계의 완비	36.6
		체계적인 홍수관리계획 수립 및 시행	29.0
하천변 농경지의 저류지 활용	5	보조금 지원, 홍수시 저류지로 활용	53.8
		하천주변 농경지 매입, 하천으로 복원	24.8

표 2. 설문조사 시행기관별 설문조사항목에 대한 응답결과의 비교

설문항목	건설교통부와 한국수자원공사(2003)		본 연구 (2007)	
	설문문항	응답율 (%)	설문문항	응답율 (%)
홍수피해원인	저지대	38.3	기후변화와 이상기후	44.1
	제방 시설 부실	21.7	홍수조절구조물 부족	16.6
	배수 부실	16.7	하천주변의 토지고도이용	14.5
상류지역에 대한 토지이용 제한	도시화에 대한 강력 규제	62.3	적합한 대안을 수립하여 도시화의 영향 저감	42.8
	홍수량 증가에 대비한 대책수립 및 실행	29.2	강력한 규제 필요	37.2
	도시화 규제 제한	7.5	강력한 규제를 대체할 수 있는 다른 대책의 시행	17.9
상습침수피해 발생지역에 대한 수해예방 대책	저지대에 대한 강력한 건축제한	39.7	주민들 이주 및 하천의 일부나 저류지로 활용	40.7
	이용제한은 지양, 배수펌프장 설치	26.7	홍수조절시설물 건설을 통한 항구적인 피해 방지	40.7
	홍수위 이하에 대한 주차장 활용 및 주거 제한	25.0	제방의 증고와 배수시설 확충	15.2

통한 하천 통수능력 증대'가 26.2%의 응답율을 나타냈으며, '선택적으로 설계홍수량을 높이고, 제방고를 높이거나 하천정비 및 댐건설'이 25.5%의 응답율을 나타냈다. 또한, '하천주변의 토지이용규제 및 슈퍼제방과 같은 항구적인 대책수립'과 '상류지역의 토지이용관리 및 영농관리를 통한 침투유량 저감'이 각각 20.7%와 14.5%의 응답율을 나타냈다.

홍수피해 저감사업들의 사후평가가 주기에 대하여 '3년', '5년', '2년'이 각각 45.5%, 27.6%, 14.5%의 응답율을 나타냈다. 홍수방어대책 수립, 위험도, 평가기준 설정에 전문가, 시민단체, 이해관계자들의 참여에 대하여 응답자의 76.7%가 '적극적인 참여 필요'라고 답하였다. 또한, 응답자의 15.2%가 '선택적 참여', '공청회에 참여', '전문가의 참여는 필요, 시민단체 및 이해관계자는 의견반영 정도', '적극적인 참여를 하되, 기준을 정해서 참여사항에 대하여 구분해 주어야 함' 등의 의견을 제시하였다. 홍수관련 사업의 평가, 사업에 대한 새로운 지침 작성, 사업의 평가기준 설정에 대한 주기에 대하여 '5년', '3년', '2년'이 각각 40.7%, 35.2%, 11.7%의 응답율을 나타냈다. 수계의 홍수 관리 목표, 목적, 원칙 설정의 주기에 대하여 '5년', '3년', '2년'이 각각 53.8%, 29.7%, 6.2%의 응답율을 나타냈다.

홍수관리의 효율성을 높이기 위해 우선적으로 개선해야 할 점에 대하여 '통합홍수관리 체계의 완비 및 수자원시스템의 통합관리'가 36.6%의 응답율을 나타냈으며, '체계적인 홍수 관리 계획수립 및 지속적인 시행'이 29.0%의 응답율을 나타냈다. '설계홍수량이나 설계빈도의 선택적 상향 조정'과 '거주지 주변이나 개발지역 내에 유수지 건설 및 유역관리'가 각각 13.8%와 9.0%의 응답율을 나타냈다.

하천주변의 농경지를 저류지로 사용하는 것에 대하여 '농민들에게 홍수피해에 대한 보조금을 지원하고 홍수기간에 일시 저류지로 사용'이 53.8%의 응답율을 나타냈으며, '정부에서 하천주변의 농경지를 매입하여 하천으로 완전복원'이 24.8%의 응답율을 나타냈다. 또한, 응답자의 11.7%가 '천변 저류지는 홍수저감효과가 작으므로 다른 대안이 필요함'이라고 답하였다.

11개의 설문항목 중 언급하지 않은 것들은 표 1에 수록하였으며, 이들에 대한 보다 자세한 내용은 3.2 절에 기술하였으며, 표 2에 정리하였다.

3.2 다른 설문조사와 응답결과 비교

설문조사 대상과 시기에 따른 홍수관리에 대한 인식의 차이를 파악하기 위하여 본 연구에서 실시한 설문조사결과와 건설교통부와 한국수자원공사(2003)에서 실시한 조사결과를 비교하였다. 표 2는 두 설문조사의 공통항목에 대한 응답결과를 비교한 것이다. 두 설문조사의 홍수피해 원인에 대한 응답결과를 살펴보면, 건설교통부와 한국수자원공사(2003)의 설문조사에서는 피해지역의 위치와 홍수피해저감 시설의 미비에 높은 응답율을 나타냈으나, 본 연구의 설문조사에서는 기후변화와 이상기후가 가장 큰 원인으로 조사되었으며, 하천변 개발 및 도시화의 영향도 주요 원인 중의 하나로 나타났다. 이는 최근에 실시된 조사에서 기후변화와 도시화의 영향에 대한 응답자들의 인식이 더 높게 반영되었기 때문으로 판단된다. 홍수피해 저감을 위한 대책 중 상류지역에 대한 토지이용 제한에 대한 두 설문조사의 결과를 비교해 보면, 2003년에 조사된 건설교통부와 한국수자원공사의 설문조사에서는 응답자의 62.3%가 상류지역의 도시화 방지를 위해 강력히 규제할 필요가 있다는 의견을 제시하였으나, 본 연구의 설문조사에서는 응답자의 37.2% 만이 도시화 방지를 위해 강력히 규제할 필요가 있다는 의견을 나타냈으며, 응답자의 60.5%가 적절한 대책을 적용하여 도시화의 영향을 완화할 필요가 있다는 의견을 제시하였다. 이와 같은 조사 결과는 홍수관리의 일환으로 도시화의 영향을 완화하기 위한 유역관리가 필요하며, 이를 위한 적절한 규제와 관련자들의 참여가 필요하다는 것을 응답자들이 인식하고 있다는 것을 나타낸다. 상습침수피해 발생지역에 대한 수해예방 대책에 대한 두 설문조사 결과를 비교해 보면, 상습침수피해지역에 대한 수해예방 대책으로 이주 및 홍수저류지로 활용이 가장 높은 응답율을 나타냈으며, 저지대에 대한 대책수립을 통한 피해저감도 높은 응답율을 나타냈다. 이와 같은 조사결

과는 구조적인 대책과 비구조적인 대책의 적절한 조합을 통해서 홍수피해를 저감시킬 필요가 있다는 것을 응답자들이 인식하고 있다는 것을 나타낸다.

4. 홍수관리 프레임워크

4.1 홍수관리 프레임워크의 필요성

홍수는 사회-경제 시스템과 생태계에 미치는 영향이 크며, 이들의 상호작용에 의해 피해규모가 결정된다. 또한, 기후변화는 홍수규모에 직접적인 영향을 미치며, 대규모 홍수피해의 원인이 되고 있다. 따라서 효율적인 홍수관리를 위해서는 사회-경제 시스템, 생태계, 기후 등을 고려하여 적절한 대책을 수립하고 이들의 변화를 반영하면서 시행할 필요가 있다. 그러나 홍수관리는 프로세스가 복잡하고, 관련된 분야 및 이해관계들이 많으며, 이들은 상호 복잡한 인과관계를 형성하고 있기 때문에 협력적이고 효율적인 추진이 어렵다.

최근 국내에 발생한 홍수피해의 원인을 살펴보면, 2004년 태풍 메기에 의한 홍수피해는 하천변 토지를 활용하기 위해 제방을 축조하고 농경지 및 택지로 전용함에 따라 하천통수능력이 저하되고, 홍수가 제방을 월류하여 침수피해가 발생하였다. 또한, 도시화에 따라 불투수면적이 증가하고 홍수량이 증가하는 반면, 이를 배제하기 위한 시설의 용량 증가가 뒤따르지 못해 침수피해가 발생하였다(박창근, 2005; 한건연, 2005). 2005년 태풍 나비에 의한 홍수 피해의 원인은 피해 지역의 도시화에 의한 홍수량 증가와 배수능력부족, 산사태 발생 및 유실 토사에 의한 하천통수능력 저하, 방파제 관리 부실 등으로 분석되었다. 특히, 태풍 나비의 영향을 받은 지역이 인구증가와 도시화에 의해 불투수면적이 증가하고, 하천변 이용률이 높아지고 있었다. 따라서 폭우시 유출량이 증가하고 도달시간이 단축되어 침투홍수량이 증가하였으나 이를 배제하기 위한 시설물의 용량이 부족하였다(한건연과 백진규, 2005). 2006년 태풍 예위니아에 의한 홍수피해는 주로 하천 호안의 유실, 제방의 월류 및 유실과 그에 따른 침수, 합류부에서 배수영향에 의한 침수 등으로 나타났다. 특히, 경상남도에 위치한 남강의 지류들에서는 집중호우, 하천 합류부에서 배수영향, 하천통수능력 부족 등에 의해 제방유실과 제내지 침수가 발생하였다(강민구 등, 2006). 2007년 태풍 나리에 의한 제주도의 홍수피해는 하천설계 설계규모 이상의 폭우발생, 하천복개 및 하천관리 부실에 따른 통수단면 감소, 하천개수울 저조, 개발에 의한 유수지 감소 등으로 분석되었다. 제주시 주요 하천 설계빈도는 50년~80년이나, 해당기간 동안 내린 강우의 재현빈도는 1시간 강우량 20년, 2시간 강우량 50년, 3시간 강우량 80년, 6시간 강우량 500년, 12시간 강우량 1,000년, 24시간 강우량 150년에 가까운 값이었으며, 설계빈도를 훨씬 상회하였다. 또한, 9월 초부터의 선행강우가 약 417 mm로 토양의 포화도가 높아져 큰 홍수량이 발생된 것으로 분석되었다(이윤영, 2007). 이와 같은 사례들을 종합해 보면, 국내의 홍수피해원인은 빈번한 집중호우, 도시화에 따른 홍수량의 증가, 유역관리 미흡, 하천통수능력 부족, 하천관리 소홀, 첨단방재시설의 미비 등으로 사료된다.

이와 같은 복합적인 원인들에 의해서 발생하는 홍수피해를

효과적으로 극복하기 위해서는 체계적인 홍수관리 프레임워크가 필요하며, 이를 공유하여 국가, 지역 공동체, 지역민들이 행하는 홍수관리 활동들이 동일한 맥락에서 추진되어야 한다(Knight and Shamseldin, 2006; ISDR, 2007). 또한, 효과적인 홍수관리를 위해서는 우선 홍수관리 목표가 필요하며, 이를 달성하기 위한 방법이 개발되어야 한다. 지속가능한 홍수관리는 홍수피해의 최소화와 홍수로 부터의 복원력을 구축하는 것을 목표로 하며 이를 달성하기 위한 세부 목적 및 원칙의 수립이 필요하다. 또한, 이들의 달성도와 원칙준수여부를 평가할 수 있는 평가지표들을 사용하여 홍수관리의 문제점을 파악하고 평가결과를 반영하여 새로운 대책을 수립하거나 계획의 수정 및 보완이 필요하다.

4.2 설문조사결과를 이용한 프레임워크의 구성

3장에서 서술한 설문조사결과를 살펴보면 향후 국내에서 홍수관리의 목표를 달성하기 위해서는 ① 통합홍수관리 체계의 완비와 수자원시스템의 통합관리, ② 관련자들의 참여를 통한 체계적인 홍수관리 계획수립과 지속적인 시행, ③ 기후변화와 이상기후를 고려한 설계홍수량 및 설계빈도의 선택적 조정, ④ 거주지주변이나 개발지역 내에 유수지 건설 및 유역관리, ⑤ 관련자들의 적극적 참여유도, ⑥ 구조적 및 비구조적 대책의 병행 및 주기적인 사업평가와 반영 등이 필요하다. 이를 반영하여 본 연구에서는 그림 2와 같은 지속가능한 홍수관리를 위한 프레임워크를 개발하였다. 그림 2에서와 같이 홍수관리의 목표를 달성하기 위한 방법론은 앞서 실시한 설문조사결과와 같이 수자원 전문가들이 국내 홍수관리에 필요하다는 의견을 제시한 통합홍수관리, 홍수위험도 관리, 통합유역관리, 참여적 의사결정, 적응형 관리 등과 같은 5개의 요소들을 통합하여 국내 여건을 고려하여 적용하는 것이다. 개발된 프레임워크에서는 홍수관리 상태를 홍수관리 목표 및 목적과 원칙을 반영하여 수립한 평가지표를 사용하여 주기적으로 평가하고 그 결과를 피드백하여 홍수관리 목표와 방법론을 수정 및 보완한다.

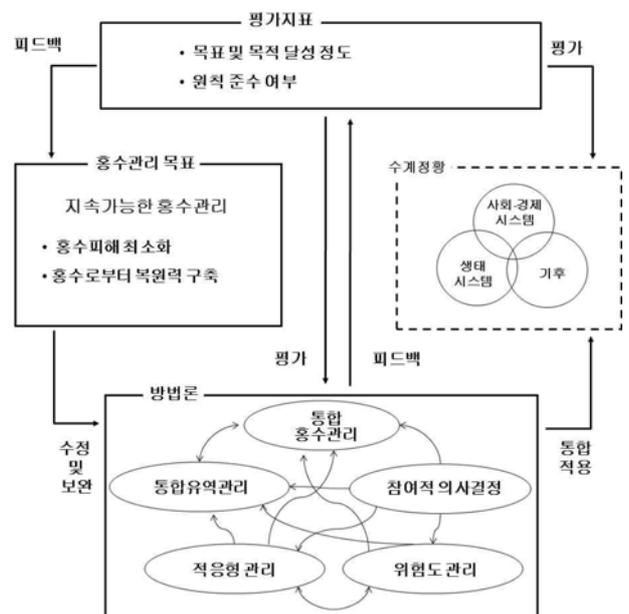


그림 2. 홍수관리 프레임워크 모식도

4.3 홍수관리 방법론의 구성

1) 통합수자원관리 맥락의 통합홍수관리

통합수자원관리(Integrated Water Resources Management, IWRM)는 수자원 분야의 지속가능성을 확보하기 위한 방법론 중의 하나이다. 통합수자원관리는 생태계의 지속가능성을 저해하지 않고 공정한 방법으로 사회 및 경제적 복리를 최대화하기 위하여 수자원, 토지, 관련 자원들을 조화롭게 개발하고 관리하는 것으로 정의된다(GWP, 2000). 홍수관리는 통합수자원관리의 주요 분야들과 관련되어 있으며, 홍수 피해를 저감하기 위해서는 관련 자원을 통합하여 효율적으로 사용해야 한다. 또한, 통합수자원관리 맥락에서 홍수관리는 홍수방어, 완화, 사전준비, 대응, 복구 등의 단계에 포함되는 홍수위험관리를 전반적인 사회위험관리시스템에 병합하여 홍수로 인한 피해를 최소화하고 빠른 복원을 목적으로 한다(ISDR, 2004). 이를 달성하기 위해서는 통합홍수관리(Integrated Flood Management, IFM)가 필요하며, 이는 통합수자원관리 체계 안에서 수자원 관리, 토지 이용 관리, 연안지역 관리, 재난 관리 등을 통합하여 홍수를 관리하는 것이다. 이러한 맥락에서 통합홍수관리는 전체적인 수문순환 관리, 토지와 수자원의 통합관리, 대상 지역에 적합한 대책들의 조합적 적용, 관련자들의 참여 보장, 통합재난관리 등을 통하여 홍수를 관리한다(APFM, 2004a).

2) 홍수위험도관리

위험도관리는 시스템의 상태를 위험도(risk)를 사용하여 파악하고, 시스템에 영향을 미치는 위험도를 저감시키기 위해서 실행될 수 있는 대책들의 결과가 적절한 기준을 만족하는가를 평가하며, 위험도를 저감시키기 위한 대책을 실행하고 이의 결과를 모니터링하여 평가하는 것이다. 위험도관리는 기후변화나 사회-경제시스템의 변화에 따른 재해의 영향을 리스크를 사용하여 정량적으로 제시하며, 홍수관리와 같이 불확실성이 강한 재난관리의 위험분석, 저감전략 수립, 시행결과 분석 등에 적용이 되고 있다. 홍수위험도관리는 기존 시스템의 운영, 홍수피해 저감대책의 계획, 홍수저감 시설의 설계 등에 적용이 가능하다(ISDR, 2002; Plate, 2002; Haimes, 2004; Knight and Shamseldin, 2006). 홍수위험도관리의 첫 번째 단계는 위험확인으로서 시스템에 유입되는 요소의 위험여부를 판단하는 것으로 강우량이나 홍수량의 발생확률을 산정하고, 이들에 대한 시스템의 취약성을 시스템 반응과 이의 영향분석을 실시하여 위험여부를 파악하는 것이다. 이 과정에서 시스템 반응분석은 강우나 유출량의 유입에 따른 하천의 흐름, 침수 범위 등을 예측하여 분석한다. 위험의 영향분석은 시스템의 반응에 따른 재산 및 인명 피해 등을 추정하는 것이다. 두 번째 단계에서는 하천흐름과 홍수피해를 예측하고 이들의 규모와 결합확률을 산정하여 위험도를 정량화하며, 위험도의 유의성을 산정한다. 이와 같은 과정을 거쳐 시스템의 반응에 따른 결과를 분석하고 이에 따른 위험도의 수용여부를 판단한 후 수용기준을 만족하지 못할 경우에는 위험도 저감을 위한 대책들을 수정하거나 시스템 운영 료를 변경하고, 이에 따른 위험도를 재산정하며, 기준을 만족한 대책이나 시스템 운영 료가 실행된다. 세 번째 단계에서는 이들의 실행 결과는 모니터링되고 평가된다.

평가결과는 피드백되어 대책을 변경하여 연속적인 홍수관리가 이뤄진다(Plate, 2002; Jonkman *et al.*, 2003).

3) 홍수관리를 고려한 통합유역관리

수계의 홍수관리는 유역에서 배출되는 홍수량과 오염원 부하량을 구조적인 방법과 비구조적인 방법을 사용하여 조절하는 것이다. 그러나 최근 댐 건설과 같은 구조적인 방법은 환경문제와 적지부족 때문에 사회적인 저항을 받고 있다. 지속가능한 홍수관리를 위해서는 지역성이 보다 높은 비구조적인 방법이 선호되어야 하지만, 대상지역의 특성을 고려하여 구조적 방법과 비구조적인 방법의 적절한 조합이 필요하다. 홍수관리 대책들은 상류유역에서 하천복원과 유역관리의 일환으로 시행되며, 하류에 많은 경제적 편익을 제공한다(Braden and Johnston, 2004). 홍수기에 유역의 홍수량을 조절하기 위해서는 산지유역에서 산림녹화에 의한 강우차단과 침투유도, 휴경지 및 경작 패턴 관리, 논외 담수심 및 물꼬 관리, 도시유역에서 불투수 면적 관리, 저류시설의 건설, 하천 홍수터 관리 등과 같은 최적관리기법들이 적용될 수 있다. 이들은 각 유역의 특성에 맞게 적용되며, 적절한 최적관리기법의 조합을 통해 유역관리효과를 향상시키도록 한다. 홍수기에 유역의 오염원 부하량을 조절하고 하천수의 유속증가에 따른 하천제방과 하상의 침식, 유역의 침식을 방지하기 위하여 홍수량저감 최적관리기법의 적절한 적용이 필요하다. 또한, 경사지의 테라스 설치와 등고선 경운, 적절한 작물 재배가 필요하다(이은정, 2007). 특히, 불투수면의 증가는 홍수피해뿐만 아니라 수질 및 생태 환경에도 영향을 미치므로 적절한 관리가 필요하며, 개발에 의해 불투수 면적이 증가하게 되면 이에 대한 적절한 대책이 통합유역관리(Integrated Watershed Management, IWM) 맥락에서 시행되도록 한다(최지용, 2003).

4) 참여적 의사결정

홍수관리의 목표와 원칙은 수계의 사회 및 경제 시스템, 자연 시스템, 가치 시스템 등을 고려하고 지역민, 이해관계자, 시민단체 등이 참여하여 수립된다. 또한, 이들은 관련 시스템들의 변화에 따라 변하게 되므로 주기적인 평가와 결과의 검토를 통하여 수정 및 보완된다. 효율적인 홍수관리를 위해서는 지역의 중요도에 따라 적절한 위험도가 선택되어야 한다. 예를 들어, 인구가 밀집한 도시지역에서는 농경지나 산림지역 보다 더 큰 위험도를 고려한 홍수관리 대책이 필요하다. 홍수 위험도는 자연시스템이나 사회 및 경제 시스템의 변화에 따라 변하게 되며, 홍수 방어의 중요도와 홍수 위험도를 결정하기 위해서는 지역주민, 이해관계자, 시민단체, 정부 등의 참여가 필요하다. 지역의 적절한 홍수위험도는 이들의 참여와 사회적 합의를 통해서 결정될 필요가 있다. 또한, 지역의 홍수방어를 위한 적절한 대책도 이들의 참여와 주기적인 점검을 필요로 한다. 기후변화에 의해서 극한 강우사상이 자주 발생하고 홍수의 빈도별 크기가 변하기 때문에 지속가능한 홍수관리를 위해서는 주기적인 평가와 확률 강우량, 확률 홍수량 등의 수정이 필요하다. 또한, 이를 반영하여 홍수위험도를 수정 및 보완하며 변화된 환경에 적용한다. 홍수관리는 홍수 전, 중, 후에 모두 실시되며, 대비,

완화, 대응, 복구 등의 활동을 포함한다. 단계별 홍수관리에 시설 관리자만이 홍수를 방어하는 것이 아니라, 관련자들이 모두 적극적으로 참여하여 피해를 감소시킨다(APFM, 2004; AJRM, 2007; Marschke and Sinclair, 2009).

5) 적응형 관리

기후변화의 영향으로 어느 정도의 극한 경우가 발생할 것인가를 예측하기 더욱 어려워지고 있기 때문에 정확한 위험도와 발생확률에 의해서 구조물을 건설하기 어렵다. 또한, 사회 및 경제 시스템과 가치 시스템의 변화에 따라 홍수위험도와 평가기준이 변하기 때문에 적절한 홍수관리에 대한 기준을 정하기 어렵다. 따라서 홍수관리는 사회 및 경제 시스템과 생태계의 지속가능성을 유지할 수 있도록 이들의 변화를 반영하면서 지속적으로 시행되어야 한다(Kundzewicz, 2002). 또한, 여러 가지 대안들에 다양한 평가기준을 적용하여 평가하고 적절한 대책을 수립하여 시행해야 한다. 이러한 과정 중에 관련된 여건이 변하면 이에 적응하기 위하여 홍수관리 계획 및 대책을 수정할 필요가 있다. 자연시스템과 사회-경제시스템에 변화가 발생할 경우에 홍수관리 분야의 상태가 기준 위험도를 만족하는가를 주기적으로 평가하고, 만족하지 않는 경우에는 문제를 해결할 수 있는 수자원 프로젝트가 추진된다(PAMRS, 2004). 홍수관리 측면의 대책을 수립하기 위해서는 이수 및 생태환경 측면의 상태와 이들과의 상호영향을 파악하고 예상되는 문제에 대한 해결책을 찾는다. 즉, 이수측면의 수자원 부족여부와 생태환경 측면의 훼손여부를 함께 고려하여 대책을 수립하고 평가기준을 사용하여 채택여부를 결정한다. 이와 같은 모니터링과 평가를 거쳐 적절한 대책이 선정되면 이를 실행하면서 주기적인 평가를 통하여 결과를 점검하고 문제가 발견되거나 여건이 변화했을 경우 계획을 수정 및 보완하며 프로세스를 진행한다

(Freedman, 2004; PAMRS, 2004).

4.4 설문조사를 이용한 홍수관리 프로세스 개발

홍수관리는 홍수위험도를 저감하기 위한 일련의 활동들을 통합하고 시기적절하게 시행하여 피해를 저감하는 것이다(Knight and Shamseldin, 2006; ISDR, 2007). 이를 위해서는 홍수관리와 관련된 활동들을 효과적이고 구체적으로 추진하기 위한 프로세스가 필요하다. 본 연구에서는 국내 상황에 적합한 홍수관리 프로세스를 개발하기 위하여 3장에 기술한 설문조사 결과를 반영하였다. 설문조사에서는 홍수피해 저감사업들의 사후평가는 3년이나 5년 마다 실시하는 것이 적절하다는 의견의 응답율이 가장 높았다. 홍수관리사업의 평가, 사업에 대한 새로운 지침작성, 사업의 평가기준 설정 등의 주기에 대해서도 3년이나 5년 마다 실시하는 것이 적절하다는 의견이 높은 응답율을 나타냈다. 또한, 홍수방어대책 수립, 위험도 및 평가기준 설정에 전문가, 시민단체, 이해관계자들의 참여에 대하여 많은 응답자들이 이들의 참여가 필요함을 인식하고 있었다. 이와 같은 설문조사 결과는 관련자들의 홍수관리에 대한 참여와 주기적인 평가와 피드백을 통한 적응적 홍수관리가 필요하다는 것을 나타내는 것으로 판단된다.

그림 3은 국내에서 홍수관리를 추진하기 위해 본 연구에서 실시한 설문조사 결과를 바탕으로 개발한 홍수관리 프로세스를 나타낸 것이다. 홍수관리의 목표는 다른 분야들을 고려하여 수계관리 맥락에서 수립되어야 하며, 수계의 지속가능성을 향상시켜야 한다. 이를 바탕으로 목표, 세부 목적, 원칙들을 수립한다. 또한, 목적 달성도 원칙 준수 여부를 평가하기 위해서 지표나 지수를 사용하는 평가지표시스템을 개발하여 홍수관리 상태를 평가하고, 이를 반영하여 대책을 수립한다. 홍수위험도를 저감시키기 위한 대책을 계획하기 위

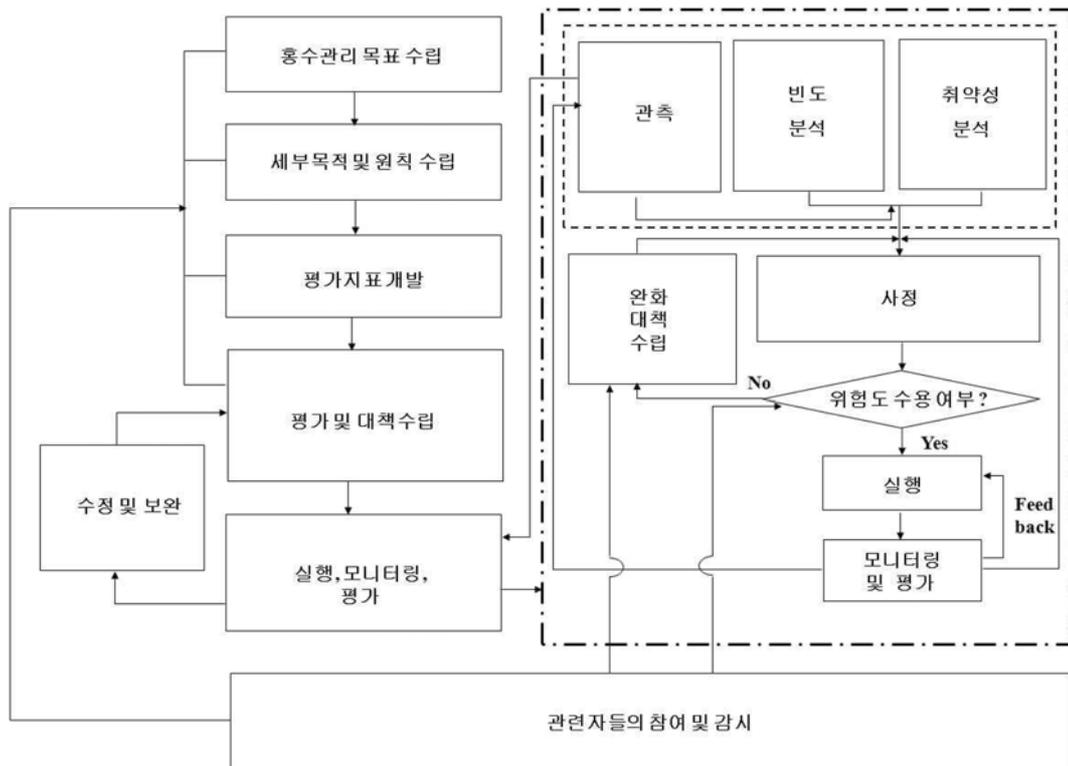


그림 3. 홍수관리 프로세스의 흐름도

해서는 먼저 현재의 위험을 확인하고, 홍수 피해의 규모와 발생확률을 예측하기 위한 발생 확률 분석과 취약성 분석이 필요하다. 이를 위해서 극한 사상이 발생할 확률, 사회 및 경제, 환경에 대한 영향이 고려되어야 하며, 이를 반영하여 극한 사상에 대한 위험도가 산정된다. 예상되는 위험도를 저감할 수 있는 다양한 대책들에 대한 위험도를 산정하고 다른 평가기준과 비교하여 적절한 대책을 선정한다. 적절한 대책 선정을 위한 홍수 위험도의 기준은 전문가, 이해관계자, 시민단체, 실무자 등의 참여에 의해서 사회-경제시스템, 자연 시스템, 가치 시스템들을 고려하여 결정된다. 실행된 대책들에 대한 평가가 주기적으로 이루어져야 하며, 설정된 위험도 기준을 달성하기 위하여 대책이 수정 및 보완되어야 한다. 또한, 관련된 여건들이 변하게 되면 적응적으로 대처한다. 이와 같은 프로세스를 통하여 홍수관리가 수행되며, 이를 반영한 적절한 대책이 개발되어 적용된다. 홍수피해는 태풍이나 폭우에 의해 발생한 극한 수문사상 때문에 하천시스템을 구성하고 있는 댐이나 저수지, 제방, 방조제, 펌프장과 같은 시스템의 운영실패에 의해서 발생한다. 또한, 홍수피해 대응 및 복구 대책의 상태, 사회 및 경제적 상황 등에 따라 홍수 피해의 규모가 다르기 때문에 이를 고려하여 위험도를 산정해야 한다. 기존 시설의 운영을 통해서 홍수위험도를 관리하기 위해서는 다양한 대책 시나리오를 분석하여 적절한 대책을 적용하고 효과적인 결과를 얻도록 한다. 또한, 위험도의 정량적 비교를 통해서 적절한 대안을 선정하고 결과를 모니터링하고 평가한다. 이와 같은 절차에 의해서 홍수관리가 실제로 수행되며, 홍수관리 목표를 효과적으로 달성하기 위해서는 설문조사 결과와 같이 3~5년 마다 주기적으로 홍수관리 상태를 평가하고 평가결과를 반영하여 대책을 수정 및 보완해야 하며, 프로세스에 관련자들의 적극적인 참여가 필요하다.

5. 요약 및 결론

본 연구에서는 국내 홍수관리 현황 및 문제점을 파악하고, 향후 홍수관리 방안을 수립하기 위하여 수자원분야 전문가들을 대상으로 설문조사를 실시하고 결과를 분석하였다. 또한, 설문조사 결과를 바탕으로 홍수관리 프레임워크를 개발하였으며, 이를 국내 수계 정황에서 구체적으로 시행하기 위한 홍수관리 프로세스를 개발하였다. 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 국내 홍수관리 상태와 발전방향을 수립하기 위하여 실시한 설문조사 결과를 분석한 결과, 홍수 피해를 방지하기 위해서 무분별한 인위적 개발을 지양하고 장기적인 계획에 기반한 홍수관리가 필요하며, 홍수관리의 효율성을 향상시키기 위하여 통합홍수관리 체계가 필요하고, 수자원시스템의 통합관리, 체계적인 홍수관리의 지속적인 시행이 필요한 것으로 나타났다.
2. 설문조사결과를 바탕으로 홍수피해의 최소화와 홍수로 부터의 복원력 구축을 홍수관리의 목표로 하는 지속가능한 홍수관리 프레임워크를 개발하였으며, 이를 달성하기 위하여 통합홍수관리, 홍수위험도 관리, 통합유역관리, 참여적 의사결정, 적응형 관리와 같은 5개요소를 통합적용하는 방

법을 제시하였다. 개발된 프레임워크에서는 홍수관리 상태와 대책들의 적용결과를 수계정황에서 주기적으로 평가하고 이를 피드백하도록 하였다.

3. 홍수 피해 저감 사업들의 사후평가 방법 및 평가기준 설정, 홍수관리에 전문가, 시민단체, 이해관계자들의 참여에 대한 설문조사 결과를 바탕으로 지속가능한 홍수관리 프레임워크를 시행하기 위한 홍수관리 프로세스를 개발하였다. 개발된 프로세스에서는 홍수관리 상태를 3~5년을 주기로 평가하고, 이를 바탕으로 적절한 대책을 선정하며, 관련자들의 참여와 여건변화에 적응을 고려하여 효과적으로 홍수관리의 목표를 달성하도록 하였다.

본 연구에서 개발된 홍수관리 프레임워크와 프로세스는 동일한 맥락으로 관련자들이 홍수관리 활동에 참여할 수 있도록 하는데 유용하게 사용될 수 있을 것으로 판단된다. 보다 효과적인 홍수관리를 위해서는 개발된 프레임워크와 프로세스에 관련자들의 의견을 주기적으로 조사하여 반영해야 할 것으로 판단된다. 또한, 향후 개발된 프레임워크에 기반하여 홍수관리 상태를 평가하고 이를 반영하여 홍수관리 전략 및 체계적인 행동계획을 수립하기 위한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 2006년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국 학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2006-352-D00191). 이 논문의 일부는 2007년 한국건설기술연구원에서 시행한 학연 협력 연구인 '수자원분야의 여건변화를 고려한 수자원계획 및 운영을 위한 적응형 관리에 관한 연구'의 연구성과입니다.

참고문헌

- 장민구, 박승우, 박종윤, 이철규(2006) 2006년 태풍 Ewinar 내 습시 남강 지류 하천들의 홍수 피해와 향후 저감 대책, **한국수자원학회지**, 한국수자원학회, 제39권 제12호, pp. 59-70.
- 건설교통부, 한국수자원공사(2003) **물에 관한 국민 여론 조사**.
- 권원태(2007) 세계 기후의 미래 전망, **KMS Symposium 2007: Global warning and its socio-economic impacts**, pp. 33-47.
- 권혁조(2005) 전지구적 태풍에 대한 소고, **한국수자원학회지**, 한국수자원학회, 제38권 제6호, pp. 51-55.
- 박창근(2005) 2004년 태풍 메기에 의한 강원도 피해, **한국수자원학회지**, 한국수자원학회, 제38권 제1권, pp. 13-17.
- 이운영(2007) 태풍 나리(Nari)에 의한 제주도 홍수피해 원인 분석 및 대책, **한국수자원학회지**, 한국수자원학회, 제40권 제11호, pp. 77-83.
- 이은정(2007) **AGNPS 모형을 이용한 농경지 관리대안에 따른 비점오염 저감 효과 분석**, 석사학위논문, 서울대학교.
- 최지용(2003) **유역관리 효율화를 위한 불투수지표 개발과 적용 방안**, 한국환경정책평가연구원.
- 한건연(2007) 지속가능한 홍수관리 대책, **한국수자원학회지**, 한국수자원학회, 제40권 제1호, pp. 12-16.
- 한건연, 백혁조(2005) 2005년 경북지역 홍수 피해, **한국수자원학회지**, 한국수자원학회, 제38권 제6호, pp. 38-43.
- 한건연(2005) 2004년 경북지역 홍수 피해, **한국수자원학회지**, 한국수자원학회, 제38권 제1호, pp. 18-23.
- Arakawa-Joryu River Management (AJRM) (2007) <http://www2>

arajo.ktr.mlit.go.jp/english/eng-pamph/index.html.

- Achet, S.H. and Fleming, B. (2006). A watershed management framework for mountain areas: Lessons from 25 years of watershed conservation in Nepal, *Journal of Environmental Planning and Management*, Vol. 49, No. 5, pp. 675-694.
- Associated Programme on Flood Management (APFM) (2004a) *Integrated Flood Management: Concept paper*.
- Associated Programme on Flood Management (APFM) (2004b) *Integrated flood management case study USA: Flood management-Mississippi River*.
- Braden J.B. and Johnston D.M. (2004) Downstream economic benefits from storm-water management, *Journal of Water Resources Planning and Management*, Vol. 130, No. 6, pp. 498-505.
- Global Water Partnership (GWP) (2000) *Integrated Water Resources Management*, Technical background paper No. 4.
- Haimes, Y.Y. (2004) *Risk modeling, assessment, and management*, John Wiley & Sons, Inc.
- Freedman, P.L., Nemura, A.D., and Dilks, D.W. (2004) Viewing total maximum daily loads as a process, not a singular value: Adaptive watershed management, *Journal of Environmental Engineering*, Vol. 130, No. 6, pp. 695-702.
- Intergovernmental Panel for Climate Change (IPCC) (2007) *Summary for policy maker, A report of Working Group I of the Intergovernmental Panel for Climate Change*.
- International Strategy for Disaster Reduction (ISDR) (2007) *Words into action: A guide for implementing the Hyogo framework*.
- International Strategy for Disaster Reduction (ISDR) (2004) *Guideline for reducing flood losses*.
- International Strategy for Disaster Reduction (ISDR) (2002) *Living with risk: A global review disaster reduction initiative*.
- Jonkman, S.N., Van Gelder, J.M., and Vrijling, J.K. (2003) An overview of quantitative risk measures for loss of life and economic damage, *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 99, No. 1, pp. 1-30.
- Knight, D.W. and Shamseldin, A.Y. (2006) *River basin modelling for flood risk mitigation*, Taylor & Francis Group plc, London, UK.
- Marschke, M. and Sinclair, A.J. (2009) Learning for sustainability : Participatory resource management in Cambodian fishing villages, *Journal of environmental Management*, Vol. 90, pp. 206-216.
- Kundzewicz, Z.W. (2002) Non-structural flood protection and sustainability, *Water International*, Vol. 27, No. 1, pp. 3-13.
- Panel on Adaptive Management for Resource Stewardship (PAMRS) (2004) *Adaptive management for water resources project planning*, The National Academies Press.
- Plate, E.J. (2002) Flood risk and flood management, *Journal of Hydrology*, Vol. 267, pp. 2-11.
- US Army Corps of Engineers (US ACE) (2006) *Performance evaluation of the New Orleans and Southeast Louisiana Hurricane protection system*.
- Webster, P.J., Holland G.J., Curry J.A., and Chang H.R. (2005) Changes in tropical cyclone number, duration, and intensity in a warming environment, *Science*, 309 (5742), pp. 1844-1846.
- Werritty, A. (2006) Sustainable flood management: Oxymoron or new paradigm, *Area*, Vol. 38, No. 1, pp. 16-23.

(접수일: 2009.7.14/심사일: 2009.9.7/심사완료일: 2009.9.25)