

01

소하천 재해위험도 경감에 대한 평가 및 재해예방사업의 효율적 운영전략

최근의 극한기후사상으로 인한 강우양상은 소규모 국지성 집중호우 및 돌발홍수가 반복적으로 발생하는 특성을 보이고 있으며, 이러한 강우 특성은 소하천 유역에서의 범람 및 제방 붕괴로 인한 침수피해를 가중시키고 있다. 그러나 다행스럽게도 최근 10년(2001년 ~ 2010년)간의 소하천 피해분석 결과는 소하천에서의 피해가 극한기상 재해로 인한 변동성은 있으나 전체적으로 감소하는 경향을 보이는 것으로 나타났다.

소하천에는 다양한 재해위험도(Risk)와 재해취약성(Vulnerability)이 존재하는데, 지형적인 특성에 의한 재해위험도와 기존시설물이 갖는 재해취약성 그리고 소하천 관리에 따른 재해위험도와 재해취약성 등이 존재한다. 피해사례 분석 결과 소하천에서는 재해 취약시설물 특히 소규모 횡단구조물 상·하류에서 재해가 주로 발생하는 것으로 나타났다. 예방과 복구사업 수행에 있어 단순한 원상태로의 복원이나 일률적인 정비는 그 자체가 새로운 재해 취약요인으로 작용하는 것으로 나타났으며, 2010년 9월 21일 여주군 간매천 하류의 제방과 둑이 붕괴되어 농경지가 침수된 피해사례는 기존의 재해예방시설물이 재해와 얼마나 밀접한 연관성을 가지는지 보여주는 사례라고 할 수 있다.

소방방재청은 소하천 재해예방을 위한 하드웨어 대책으로 소하천정비사업을 수행 중이며 소프트웨어대책으로 소하천 재해예방 관련 주요 제도들(사전재해영향성검토협의, 자연재해위험지구 지정·관리, 풍수해저감종합계획 수립, 우수유출저감시설기준 제정·운영, 침수흔적의 기록 보존·활용, 중앙 및 지역 긴급지원체계 구축·운영 그리고 자연재해저감 연구개발사업의 육성)을 제정·운영 중에 있다. 현재 운영 중인 소하천정비사업이나 자연재해위험지구 지정·관리 등과 같은 개발 장치를 효율적으로 활용하면 재해위험에 노출되어 있는 대규모 인명·재산피해를 저감할 수 있다. 더불어 이러한 운영전략은 재해위험도를 경감하고 효고행동계획(HFA)의 목표를 위해 노력하는 동시에 기후변화에 적응하고 새천년 목표를 달성하기 위해서도 중요하다(소방방재청 등 2011).

본고에서는 소하천 재해위험도 경감에 대한 평가와 더불어 효율적 운영전략으로서 실제 재해위험이 높은 소하천을 우선 선정하고 보존이 필요한 하천은 보존함으로써 이로 인해 발생할 수 있는 재해를 최소화는 전략과 소하천 재해예방을 위한 종합대책 수립의 필요성을 제기하고자 한다. 종합대책의 주요내용은 i) 소프트대책과 하드웨어대책이 융합된 방재체계 확립, ii) 기존시설의 효율적 활용 및 관리의 고도화·효율화 추진 그리고 iii) 지역 공동체 기반 방재대응력 제고를 위한 지원강화이다.

1. 소하천 현황

소하천정비법에 명시된 소하천은 하천법의 적용 또는 준용을 받지 않는 하천으로 소하천구역을 포함한다. 하천법에서 정하고 있는 하천은 지표면에 내린 빗물 등이 모여 흐르는 물길로서 국가하천 또는 지방하천으로 지정된 것을 말하며, 하천구역과 하천시설을 포함한다. 우리나라의 법정하천은 2만 6천 595개(62,040km)로 그 중에서 하천법에 의해 국가가 관리하는 국가하천은 84개(3,258km) 그리고 지방하천은 3천 847개(26,967km)로 각각 5.3%, 43.5%를 차지하고 있다(한강홍수통제소, 2008). 소하천정비법에 의해 시장·군수·구청장이 관리하는 소하천은 2만 2천 664개

표 1. 시·도별 소하천 현황 및 16년(1995~2010년) 동안 수행된 소하천 정비현황

시·도별	개소수	총연장(km)	기정비(km)	미정비(km)	정비율(%)
합 계	22,664	35,815	14,769.5	21,045.5	41.2
서울	13	14.8	1.6	13.2	10.8
부산	37	46.6	22.3	24.3	47.9
대구	135	208.6	185.6	23	89.0
인천	118	178.3	109.4	68.9	61.4
광주	25	49.1	28.7	20.4	58.4
대전	78	119.2	80.1	39.1	67.1
울산	140	160.7	91.6	69.1	57.0
경기	2,224	3,245.8	1,364.7	1,881.1	42.0
강원	2,427	5,652.8	1,707.7	3,945.1	30.2
충북	2,188	3,569.8	1,681.5	1,888.3	47.1
충남	2,455	3,409.3	1,306.5	2,102.8	38.3
전북	2,475	3,298.3	886.6	2,411.7	26.9
전남	3,496	5,324.8	1,918.1	3,406.7	36.0
경북	3,821	6,851.0	3,825.2	3,025.8	55.8
경남	2,949	3,463.0	1,521.2	1,941.8	43.9
제주	83	222.9	38.7	184.2	17.4

(35,815km)로 전체의 51.2%에 달하고 있다(표 1). 16개 시·도별로 소하천 현황을 살펴보면, 경상북도가 소하천을 가장 많이 보유하고 있는 것으로 나타났으며, 소하천 총 개수는 3,821개 그리고 총연장은 6,851km로 나타났다. 가장 적게 소하천을 보유하고 있는 곳은 서울특별시로 13개 소하천을 보유하고 있으며, 보유 총연장은 14.8km로 나타났다. 우리나라의 소하천 분포를 살펴보면, 광역시는 상대적으로 적은 소하천을 보유하고 있으며, 광역시를 제외한 경기도, 강원도, 충청북도, 충청남도, 전라북도, 전라남도, 경상북도 그리고 경상남도가 고르게 소하천을 보유하고 있는 것으로 나타났다.

전국 소하천 중 212개 소하천에 대하여 자료를 수집하고 분석한 결과에 의하면 소하천은 길이가 650m에서 11,080m 구간에 해당하는 소하천들로서 평균 길이는 3,851m이었다(정태성 2011). 조사된 소하천의 경사도 평균은 0.1358정도로 나타났으며, 경상남도의 신목천이 0.0019로 가장 경사가 완만한 하천으로 나타났으며, 충청북도의 대사천이 0.8839로 가장 경사가 급한 하천으로 나타났다.

2. 소하천 재해현황

소하천에서의 피해는 범람, 제방유실 등에 의한 홍수피해가 대부분을 차지하며, 주로 하천횡단구조물(교량, 압거, 낙차공, 보) 상, 하류부나 하폭협소구간, 수충부, 만곡부 등 재해취약 구간에서 발생한다. 이러한 피해는 산지의 토석류 및 잡목 등이 소하천에 유입 되면서 피해가 가중된다. 토사는 국지성 집중호우로 인해 도로 및 산간·농경지 등 토사 슬라이딩(sliding)에 의해서 유발되는데, 이렇게 유입된 토사 및 잡목 등은 배수능력을 저하시키고 범람 및 제방유실 등 소하천 피해를 가중시킨다. 더불어 지방자치단체 소관 저수지 1만4천328개소는 대부분 소하천 상류에 위치하고 있어 저수지의 피해는 하류지역에 있는 소하천의 피해를 가중시키는 역할을 한다. 최근 10년간(2001년 ~ 2010년) 총피해액은 3조 8,909억원, 복구액은 총 7조 3,677억원이며, 이중 소하천 피해액은 1조 5,425억원 그리고 소하천 복구액은 2조 3,868억원이었다. 그림 1에서 알 수 있듯이 소하천에서의 피해는 극한기상에 따른 재해로 인한 변동성은 있으나 전체적으로 감소하는 경향을 보이고 있다.

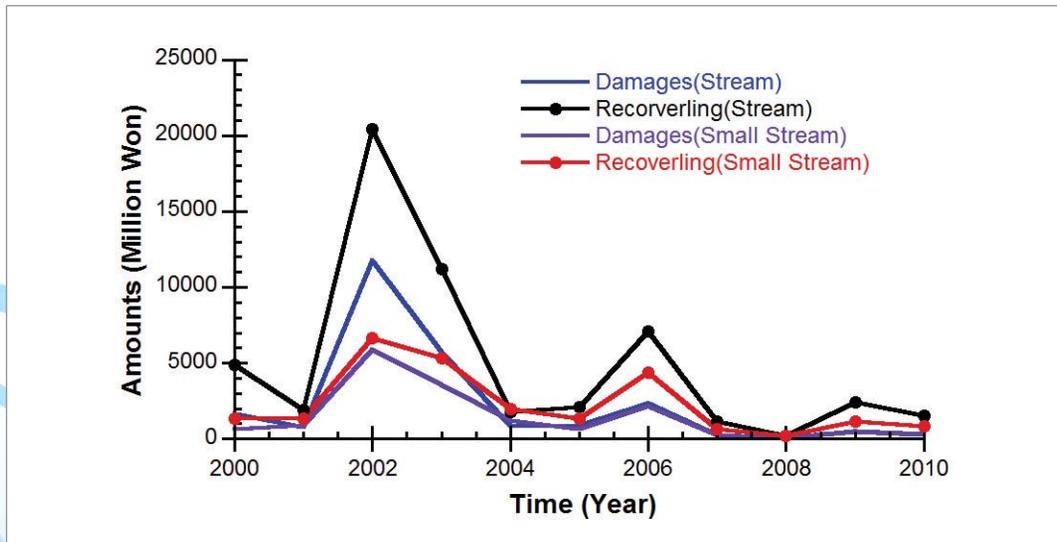


그림 1. 하천과 소하천의 피해액 및 복구액 비교

최근 5년간(2006 ~ 2010) 재해는 충청북도에서 가장 빈번했던 것으로 나타났으며 강원도가 가장 재해가 적었던 것으로 나타났다. 반면, 피해액 평균은 경남이 10,828백만원으로 가장 큰 것으로 나타났으며, 충청북도가 123백만원으로 가장 작은 것으로 나타났다(정태성 등 2011).

3. 소하천 재해위험도 및 재해취약성

3.1 소하천 재해위험도

소하천 상류부는 산과 농경지가 접해있는 계곡을 따라 심한 굴곡과 급경사를 이루어 흐르며, 중류부는 마을에 인접하거나 관통하는 경우가 많고 하류부는 보다 완만해져 법정하천인 지방하천 혹은 국가하천에 합류하는 특성을 갖는다. 소하천은 이러한 특성에 따라 상류부는 쇄굴에 따른 토사유출과 농경지 유실 위험이 존재하며 이 밖에도 갑작스런 수위증가로 인한 인명손실 위험이 존재한다. 중류부에는 건물, 공공시설물 및 농경지 침수와 같은 위험이 존재하며, 하류부에는 배수영향에 따른 범람위험과 유속 증가에 따른 쇄굴 위험이 존재한다. 소하천의 하폭은 2 ~ 40m 정도이며 연장은 0.5 ~ 12km이나 대부분 연장이 짧고 유역면적이 협소한 S형 형상으로 퇴적과 쇄굴이 반복됨에 따라 일정구간은 퇴적토사가 쌓여 통수단면이 부족하여 범람위험이 존재하고 일정구간은 쇄굴에 의해 제방이 붕괴하는 등의 위험이 존재한다.

3.2 소하천 재해취약성

소하천의 고수부지(둔치) 등 제외지내에 수목, 불법시설물들이 방치되어 있으며, 특히 토지의 효율적 이용을 위한 도심구간 복개, 이면도로, 주차장 등으로 소하천이 무분별하게 점유됨에 따라 재해 취약요인이 상존하고 있다. 소하천에 존재하는 하천횡단구조물(교량, 암거, 낙차공, 보) 상·하류부나 하폭협소구간, 수충부, 만곡부 등은 재해취약 구간으로서 소하천의 재해는 주로 이 구간에서 발생한다. 소하천과 인접한 농경지나 취락지의 용지확장을 위하여 석축 등을 쌓는 경우는 하천단면 축소를 유도함으로써 재해 취약요인이 될 수 있다. 이러한 취약구간에서는 소하천에 유입된 산지의 토석류 및 잡목 등에 의해 피해가 가중될 수 있다. 더불어 지방자치단체 소관 저수지 1만4천328개소는 대부분 소하천 상류부에 위치하고 있어 저수지의 피해는 하류지역에 있는 소하천의 피해를 가중시키는 역할을 한다.

3.3 하천관리에 따른 재해위험도 및 재해취약성

우리나라의 소하천관리는 중앙정부 및 광역시·도가 중심이 되어 이수 및 치수 기능을 위주로 소하천을 정비·관리하고 있다. 그러나 하천관리청 별로 하천단위별 종합계획을 수립하고 있어, 자료의 중복 수집 분석 등 인력 및 예산의 낭비 요소가 많으며, 지방하천기본계획과 소하천정비종합계획이 연계되지 않아 발생하는 재해 위험요인이 존재한다. 기존의 소하천정비사업으로 인해 도출된 주요 문제점들은 재해 위험 및 취약 요인으로 작용할 수 있으며, 이들을 살펴보면 i) 하도정비, 골재채취, 고수부지 조성 등으로 인한 자연환경 훼손, ii) 공사시 토사유출로 인한 육수생태계에 악영향 및 하도내 퇴적량 증가, iii) 소하천 상·중·하류가 일관성 없이 정비됨으로써 소하천 고유의 특성 반영 미미, iv) 낙차공·수중보 등의 설치, v) 사업성 위주의 획일화된 정비로 하천의 직선화, 하상의 평면화, vi) 소하천의 유출해석에 이용되는 수위 및 유량측정 자료의 부족에 따른 선정 및 평가 기준 미비, vii) 유역 혹은 수계단위의 종합적인 재해예방이 아닌 소하천 재해예방 중심의 사업수행으로 소하천 유역의 재해는 줄었으나 하류하천에 대한 소하천의 홍수분담능력 저하 등이 있다.

4. 소하천 재해예방사업 및 제도

4.1 소하천 정비사업

소하천정비사업은 사후복구 위주의 예산운영 방식에서 탈피하여, 재해 발생 이전에 예방사업에 지속 투자함으로써, 피해저감 및 예산 절감효과를 거두고자 시행된 사업으로 재해예방사업에 대한 지방자치단체의 적극적인 참여를 유도하기 위하여, 농특회계 국고보조금과 지방비의 연계 투자를 지속적으로 추진하고 있다. 소하천 정비사업을 통해 2010년 까지 전체 소하천 35,815km 중 14,769km에 대하여 정비사업을 수행하였으며, 총 투자액은 2조 9,530억원으로 국비 6천223억원(8.8%), 일반양여금 2천784억원(15.6%), 농특세양여금 2천598억원(14.6%), 교부세 445억원(0.3%), 지방비 1조748억원(60.7%)이 투자되었다.

소하천정비법이 제정된 2005년부터 지금까지 소하천정비사업은 환경변화에 능동적으로 대처하기 위하여 표 2에 제시된 것과 같이 매 5년 마다 사업형태를 치수형소하천, 경관형소하천 그리고 자연형소하천으로 변경·수행하여 왔다. 그럼에도 불구하고 현재까지의 소하천정비사업은 소하천 환경에 미치는 영향을 미리 파악하고 이를 최소화하려는 노력이 부족하고 소하천의 특성을 무시한 일률적인 설계기준을 적용한다는 문제점이 있어 이에 대한 개선이 요구된다. 예를 들면 농촌 및 산지구간 소하천에 대해서는 정비사업을 할 때 하천변 농경지를 매입, 소하천을 확장하여 치수능력을 극대화하고 하천 내 구조물 설치를 최대한 지양하여 하천 원형을 보존하는 방향으로 정비하는 것이 필요하다.

표 2. 소하천정비사업의 변화 양상 및 소하천정비사업 내용 요약

정비사업	기 간	사업내용 요약
치수형소하천 정비사업	1995~1999	<ul style="list-style-type: none"> - 소하천 기능을 단순히 치수기능 확보를 위한 하천구조변화에 중점 - 치수위주의 획일적 제방쌓기로 자연하천 고유기능 상실 - 토지이용 극대화를 위한 하천직강화로 하류지역 홍수유발효과 증대 - 옹벽 등 비탈면의 수직화로 생태계 교란파괴 및 접근성 상실 - 주변경관과 부조화된 정비로 자연훼손 사례 빈발
경관형소하천 정비사업	2000~2004	<ul style="list-style-type: none"> - 소하천 기능을 치수기능 확보와 자연재료를 사용하는 자연친화형으로 확대 - 사업구간내 여울과 웅덩이가 훼손되지 않도록 보전 방안 강구 - 콘크리트와 함께 친환경적 재료인 나무, 풀, 돌, 흙 등의 자연재료를 사용하여 정비 - 자연친화적인 모습으로써 친수기능은 뛰어나지만 생태서식처기능이 미미한 경관형 소하천
자연형소하천 정비사업	2005~2010	<ul style="list-style-type: none"> - 소하천 기능을 치수기능 확보, 자연재료 사용, 하천자연도를 고려하는 소하천 정비로 확대 - 사행도가 자연 상태의 하천과 비교해 직강화가 강하며, 생태계 서식처 제공뿐인 부분적인 발전 - 소하천 상·중·하류를 고려한 생태 특성 반영 미미

소하천정비를 위한 최상위 계획인 소하천정비종합계획은 수립 후 일정기간이 지나면 변화된 유역상황 및 수문량 등에 맞추어 타당성 여부를 검토 후 변경하는 것이 필요하다. 최근 들어 기후변화에 의한 집중호우 피해 빈발, 개발사업에 따른 지형변화 등으로 기 수립된 소하천정비종합계획의 변경요인이 발생함에 따라 현장여건에 맞는 종합계획 재수립은 반드시 필요하다. 참고로 「하천법」을 따르는 하천기본계획은 10년을 주기로, 「도로법」을 따르는 도로정비기본계획은 10년을 주기로, 「하수도법」을 따르는 국가하수도종합계획은 10년을 주기로 종합계획을 재수립하고 있다. 이와 더불어 우리나라의 소하천관리는 중앙정부 및 광역시·도가 중심이 되어 이수 및 치수 기능을 위주로 소하천을 정비·관리하고 있다. 그러나 하천관리청 별로 하천단위별 종합계획을 수립하고 있어, 자료의 중복 수집 분석 등 인력 및 예산의 낭비 요소

가 많으며, 지방하천기본계획과 소하천정비종합계획을 연계하거나 도시 소하천 정비계획 수립에 있어서의 하수도정비 기본계획을 연계하는 것이 필요하다.

4.2 소하천 재해예방 제도

자연재해대책법에 수록된 소하천 재해예방 관련 주요 제도들은 사전재해영향성검토협의, 자연재해위험지구 지정·관리, 풍수해저감종합계획 수립, 우수유출저감시설기준 제정·운영, 침수흔적의 기록보존·활용, 중앙 및 지역 긴급지원 체계 구축·운영 그리고 자연재해저감 연구개발사업의 육성 등이 있으며 이들을 요약하면 다음과 같다.

가. 사전재해영향성검토협의(제4조)

사전재해영향성검토협의 제도는 재해에 영향을 미치는 행정계획이나 개발사업의 확정·허가 전에 중앙본부장 또는 지역본부장이 재해유발요인을 사전에 검토하는 제도로서, 예방위주 소하천 재해예방정책을 실현하기 위한 핵심 제도이다.

나. 자연재해위험지구 지정·관리(제12조~제15조)

재해예방을 위하여 시장·군수·구청장이 자연재해위험지구 내의 건축행위를 제한할 수 있도록 하여 자연재해위험지구 내의 재해위험 요인을 사전에 차단할 수 있다. 자연재해위험지구는 재해위험 원인에 따라 침수위험지구, 유실위험지구, 고립위험지구, 취약방재시설지구, 붕괴위험지구, 해일위험지구 등으로 구분하여 지정한다.

다. 풍수해저감종합계획 수립(제16조)

지역별 종합적 재해예방대책 수립함으로써 국가 예산의 효율적 집행 및 자치단체 예방 사업 간의 상호 연계성을 확보함으로써 소하천 재해예방에 기여할 수 있다.

라. 우수유출저감시설기준 제정·운영(제19조)

도시화에 따른 각종 개발사업 등으로 지표면 아스팔트 등 불투수층이 증가함에 따라 홍수도달시간이 빨라져 재해위험요인이 증가하고 있다. 이러한 재해위험도를 저감하기 위하여 우수유출저감시설기준을 법제화함으로써 개발사업 등으로 가중되는 우수유출량을 침투·저류하여 재해유발요인을 감소시킬 수 있다.

마. 침수흔적의 기록보존·활용(제21조)

홍수범람 및 침수 등의 흔적을 조사하여 그 기록을 보존·관리하고 침수흔적도면을 작성하여 데이터베이스를 구축함으로써 향후 소하천 정비사업 선정 등 재해예방대책 수립에 중요한 자료로 활용할 수 있다.

바. 중앙 및 지역 긴급지원체계 구축·운영(제35조~제36조)

중앙행정기관의 장이 긴급지원계획을 수립하고 유관 기관간 유기적 협조체제를 구축하도록 의무화함으로써 소하천 재해발생시 관계부처가 분야별 긴급지원계획에 능동적으로 대처함으로써 신속하고 효율적인 대응이 가능하다.

사. 자연재해저감 연구개발사업의 육성(제58조~제64조)

소하천 재해저감기술개발사업을 수행함으로써 소하천 재해위험도 저감 및 재해예방에 기여할 수 있다.

소개된 소프트대책과 하드웨어대책을 효율적으로 융합하여 운영한다면, 소하천의 재해위험도를 경감하는 것이 가능

하다(소방방재청 등 2011). 현재 소방방재청에서 운영 중인 소하천정비사업이나 자연재해위험지구 지정·관리 등이 이에 대한 좋은 예로서, 이러한 개발 장치를 효율적으로 활용하기 위한 적정운영전략을 수립한다면 재해위험에 노출되어 있는 대규모 인명·재산피해 저감이 가능하다.

5. 제언

소하천 재해위험도를 경감하고 효고행동계획(HFA)의 목표 달성을 위해 소하천예방사업의 적정성을 평가하는 것은 매우 중요하다. 즉, 소하천별도 위험도, 피해발생 빈도 그리고 친수요구도 등을 평가하고 이에 기반 하여 정비가 시급한 사업대상지구를 우선 선정하고 선정지역에 지원을 집중한다면 가까운 미래에 발생가능한 대규모 재산·인명피해를 저감할 수 있다. 더불어 소하천정비에 있어 산간지역이나 보존지역 및 농경지 구간과 같이 정비가 불필요하거나 상대적으로 정비효과가 낮은 소하천에 대해서는 하천을 정비하지 않고 피해지역을 매수하여 자연홍수터로 활용하는 등 하류의 홍수피해를 최소화하는 방향으로 소하천정비를 유도하는 것이 필요하다. 복구사업이나 예방사업은 단순한 원상대로의 복원이나 일관된 정비가 아닌 환경친화적 도시개발기회로 활용할 수 있도록 지역특성과 주민의견을 반영하는 것이 필요하다.

재해예방역량을 제고하기 위해 지역의 재해위험도와 방재시설 정비상황을 조사·평가·공표하고 토지이용현황 등을 반영하여 재해위험도와 재해취약성을 제거해나가는 것이 필요하다. 소하천의 홍수피해를 저감하기 위해서는 토지이용계획과 치수계획간 협력이 매우 중요하므로 조정 및 합의 형성을 위한 체제구축이 필요하다. 홍수위험지도 작성사업과 병행하여 재해위험지구 지정·관리를 활성화하여 지정지구내 건축제한 등 토지이용을 규제함으로써 재해예방효과를 높이는 것이 필요하다. 소하천에서 토사유출로 인한 재해위험도가 증가 추세에 있으므로 전국적인 조사를 통해 위험지도를 작성하고 개발 계획시 토사재해 위험지역내 건축제한 등을 적용하여 토사유출을 사전 예방하는 것이 필요하다. 산지에서의 토사유출을 저감하기 위한 사방시설을 설치·관리하는 것도 필요하다.

소하천에 대한 재해이력 및 복구공사 현황 등 관련자료 축적과 효과분석이 미흡하여 유사재해가 반복되므로 재해원인을 분석하고 치수대책을 다양화하는 효율성 제고 노력이 요구된다. 국내 소하천 특성에 적합한 치수 안정성을 갖추면서 소하천의 환경기능과 방재기능을 향상시킬 수 있는 소하천 정비공법을 개발하고 지속적이고 일관성 있는 수리·수문 자료의 축적과 하천환경 개선을 위한 기초자료 확보가 필요하다. 더불어 정보기반의 복합·융합형 재난관리체계 구축 등과 같은 재해대응, 응급복구 및 상황관리의 효율성 제고 노력이 요구된다. 이를 위해서는 일방적 정보전달 체계를 탈피하여 수신자를 배려한 쌍방향 정보로의 전환을 통해 재해전조현상 및 진행상황에 대한 주민신고를 독려하고 신속한 재해정보 전달체계를 추진하는 것이 중요하다. 이때 고령자 및 영유아 등 재해약자를 배려한 대피장소 선정은 매우 중요하며 원활한 대피를 위해 예보 전달방법 및 관리자를 지정 관리하는 것이 중요하다. ㉞

참고문헌

- 정태성, 강병화, 정상만. 2011. 소하천정비사업 우선순위 선정기준에 관한 연구, 한국방재학회논문집, 11(2)
소방방재청, 국립방재연구소, UNISDR 지원단. 2011. 드러나는 위험도와 개발의 재정의, UNISDR, 소방방재청