

2021
7. 12

KRIHS POLICY BRIEF
No. 824

발행처 국토연구원
발행인 강현수
www.krihs.re.kr



국토정책 Brief

KRIHS POLICY BRIEF

기후위기시대, 홍수관리대책 전환과 정책 추진방안



주요내용

- 1 홍수방어를 위한 과도한 하천정비는 홍수위험 전이, 홍수터 생태·환경 기능 악화, 안전 관리에 대한 재정부담 증가, 위험지역 도시개발 등의 부작용을 초래할 우려가 있음
- 2 주요 선진국들은 기후변화 대응력을 위해 홍수방어능력을 강화하는 것을 넘어 기존의 부작용을 해소하고자 위험관리 개념 도입, 물순환 체질 개선 등 홍수관리대책을 전환
- 3 2021년 홍수기 전망과 제안사항
 - (강수량 전망) 7~9월은 평년과 비슷할 확률이 절반 수준이지만, 기압과 대기불안정으로 많은 비가 내릴 수 있으며 지역별 차이도 매우 클 것으로 전망
 - (댐 예비방류 현황) 작년 수해 경험으로 인해 전국 주요 댐도 충분한 홍수조절 기능을 확보하고자 저수율을 예전 수준으로 회복
 - (제안사항) 하천관리, 댐운영 및 홍수통제에 홍수 경각심 저하를 방지하기 위해 평상시와 홍수기에 관리주체의 역할을 실천적인 수준까지 명시하는 입법적 노력이 중요

정책방안

- 1 (홍수방어목표) 도시구간은 국민안전을 확실히 보장하되, 산지·녹지 구간은 예산·경관·환경 등의 부담을 최소화하도록 하천의 설계빈도를 신중히 결정
- 2 (취약지점 보완) 풍선효과가 나타나지 않도록 합류부·협착부 등 취약지점을 보강하고 설계기준에 미달하는 시설과 교량의 증·개축을 실시하며 하도 퇴적과 육역화(陸域化) 해소방안을 강구
- 3 (공간관리) 도시공간에서 하천으로 방어하지 못하는 '잔존위험'을 체계적으로 검토하기 위해 도시계획의 사전조사·검증 방법을 보완하고 폐천부지 등의 공적 활용 증진
- 4 (유지관리) 「하천법」에서 유지관리의 역할분담, 계획수립, 점검·진단, 보수·보강, 재원조달 등의 규정을 정비하고 제방 안정성 평가 등의 효과적인 관리수단을 도입
- 5 (자연성 기반의 해법) 유역 차원에서 생태·환경과 시너지를 창출하도록 가변 제방, 이선 제방, 개활형 습지, 수림대, 방재·감재 공원 등의 대책을 지역 특성에 맞춰 적극 발굴

이상은 안전국토연구센터장
김준성 부연구위원

1

기존 홍수관리대책의 성과와 도전

(성과) 1960~1970년대 경제개발계획과 국토종합계획의 이행을 위해 착수된 하천정비사업은 전국적으로 상당 수준의 홍수방어에 기여했으며, 인명손실과 재산피해는 계속해서 감소하는 추세를 보임

(한계) 홍수방어를 위한 과도한 하천정비는 전 세계적으로 <표 1>과 같은 부작용을 야기

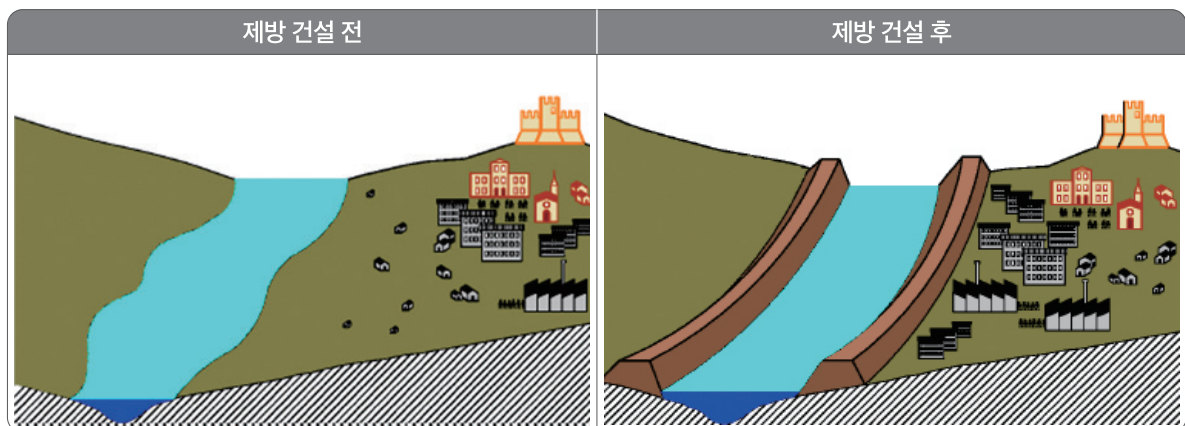
- (문제 ① 수리·수문학적 영향) 하천정비사업 시행구간은 홍수방어능력이 즉각 증가하나, 유역하류로 갈수록 홍수량 집중으로 결국 홍수위험을 전이하는 결과를 초래하고 유역 불투수 면적 증가에 의한 사업효과 저하
- (문제 ② 생태·환경적 변화) 하천 인공화로 인해 유사의 중·횡적 거동이 감소하여 하도변화의 역동성이 사라지고 하상 저하로 생물서식처에 불리한 환경이 종종 조성됨
- (문제 ③ 안전관리와 재정부담) 홍수 발생 직후 시설관리 예산을 확보할 수 있으나, 평상시에는 유지관리의 중요성을 체감하기 어려워 관리부실과 노후화가 쉽게 발생
- (문제 ④ 위험인식 저하) 제방이 주민을 완벽하게 보호할 수 있다는 잘못된 믿음을 야기하며, 지역사회가 재난관리의 핵심인 자발적 대비를 소홀하게 하는 결과를 초래
- (문제 ⑤ 잘못된 도시개발 유발) 다양한 부작용이 복합적으로 관여하여 '제방효과', 즉, 제방 축조·보강 후 주변지역 인구·자산이 증가하며 장기적으로 홍수위험이 가중되는 모순 발생

표 1 기존방식의 홍수관리대책의 대표적인 우려사항

구분	원인	결과
문제 ① 수리·수문학적 영향	하류 홍수량 부담 가중	⇒ 하류지역의 홍수위험 증가
문제 ② 생태·환경적 변화	홍수터의 인공적인 분할과 단절	⇒ 생태적 가치 저하와 습지 손실
문제 ③ 안전관리와 재정부담	시설물 안전관리의 실패와 고충	⇒ 붕괴·월류 피해와 관리비 증가
문제 ④ 위험인식 저하	치수안전의 잘못된 인식 확산	⇒ 자발적인 대비 역량의 저하
문제 ⑤ 잘못된 도시개발 유발	홍수터 개발의 가속화	⇒ 장기적인 홍수 노출과 위험

출처: 이상은 외 2021, 27.

그림 1 기술사회의 제방효과 개념도



출처: 이상은 외 2021, 35 (원자료는 Di Baldassarre et al. 2018, 5631).

(도전) 기후위기시대 이상홍수의 대응력을 높이기 위해 홍수관리대책의 전환은 필수적임

- 최근 환경부(2020)는 2050년까지 전국 홍수량이 평균 11.8%까지 증가할 수 있다는 전망을 발표하고 강력한 대책을 촉구한 바 있으나, 과도한 하천정비에 의한 부작용 해소도 동시에 고려해야 함

2

해외 홍수관리대책 동향

위험관리 개념을 접목하여 홍수방어목표의 적정화

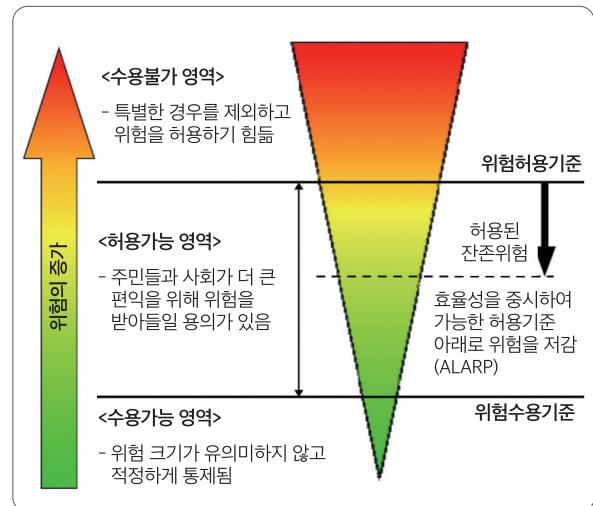
하천 전 구간에 걸쳐 일괄적으로 홍수방어목표를 설정하여 제방 등의 시설을 설치하던 전통적인 방식을 탈피

- 주변지역 개발수준이 높은 구간은 미리 설정한 위험허용기준을 충족하도록 설계빈도를 결정
- 산지·녹지 등의 구간은 설계빈도를 하향 조정하여 불필요한 하천공사를 면제하고 예산·경관·환경 등의 부작용 해소

설계빈도를 결정할 때는 정량적 위험도 평가(Quantitative Risk Assessment: QRA)라는 과학적인 방법을 통해 국가의 방호조치의무를 신중히 설정

- 즉, 사회 규범적으로 위험허용기준을 정한 뒤 하천 주변지역 홍수위험이 해당 기준을 넘는지를 정량적으로 검토

그림 2 미국 공병단의 위험관리 개념



출처: 이상은 외 2021, 130 (원자료는 US ACE 2010, 8).

도시개발과의 상호작용 고려

국제적으로 사회수문학(socio-hydrology)의 발전으로 홍수방어와 도시개발 간 상호관계에 대한 이해가 증가

- 홍수방어에 의존하는 기술사회일 경우 홍수가 발생하지 않는 시기는 홍수에 대한 경각심이 저하되고, 지역·주민의 자발적인 재난대비가 소홀해지므로 사회의 위험 인지수준을 유지하는 데 많은 노력을 기울여야 함
- 소규모 홍수의 잦은 경험과 이로 인한 지역·주민의 적응행동은 장래 대규모 홍수를 극복하는 데 매우 유용함
- 근미래의 경제성장을 위한 홍수방어의 필요성과 장기적인 재난위험 감소의 필요성 간의 손익관계를 살펴보고 적절한 홍수관리대책을 결정해야 하며, '이상홍수'를 극복하기 위해서는 홍수터의 최대한 보존하는 녹색사회로의 전환이 필수

도시개발과 연계한 홍수관리에는 홍수범람에 취약한 홍수터의 적절한 보전·활용이 중요하며, 이를 위해 하천과 주변지역 토지이용을 연계·조정하는 공간계획이 핵심적인 대책수단이 되고 있음

- 큰 홍수가 발생하지 않는 기간 동안 잘못된 도시개발을 차단하기 위해 홍수터 보전·활용의 법적 규제가 강화

물순환과 환경성 개선 중시

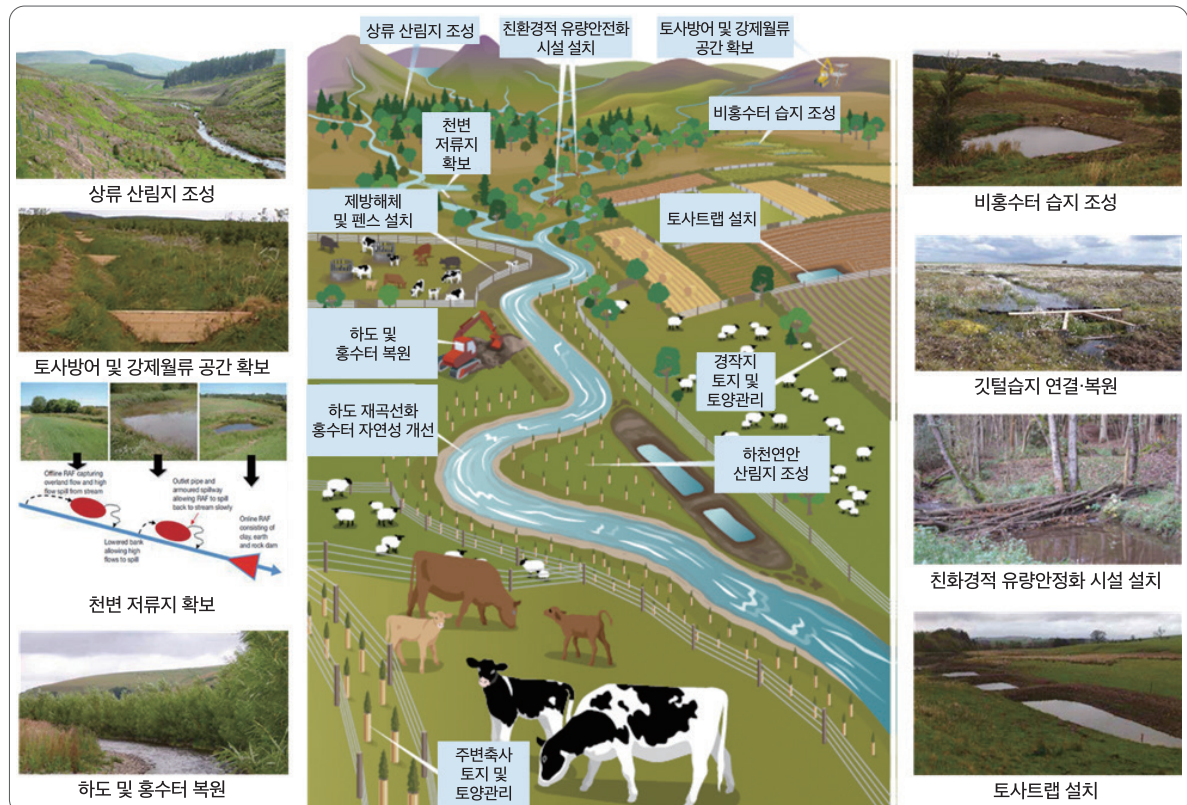
전통적인 홍수관리대책을 보완하고자 유역 전체를 공간 범위로 확대하여 친환경적인 접근법을 검토

- 유역 차원의 경관요소를 적극 활용해 홍수를 조절하는 동시에 생태계 서비스, 생물다양성, 수질개선 등 하천환경도 중시하는 해결책을 지역 특색에 맞게 발굴
- 홍수조절에 있어서는 유역의 수문곡선 변화와 더불어 최대수위, 유출속도, 범람속도 등 수리 특성의 변화를 시도

국가 차원의 기후변화 적응대책으로 추진하는 스코틀랜드와 일본의 사례가 가장 대표적임

- 스코틀랜드는 2009년 6월에 제정된 '홍수위험관리법'을, 일본은 2013년에 제정된 '국토강인화기본법'에 근거
- 두 국가 모두 중앙정부 차원의 적극적인 사업추진에도 불구하고 아직은 계획·설계 경험 부족, 홍수저감 효과 실증의 어려움, 부지확보 곤란, 대중의 신뢰 부족, 행정권한의 한계 등의 문제를 겪고 있음

그림 3 스코틀랜드의 홍수 관리(Natural Flood Management) 개념도



출처: 이상은 외 2021, 58 (원자료 SEPA 2016의 내용 저자 번역).

그림 4 생태·환경을 활용하는 일본의 하천사업 사례



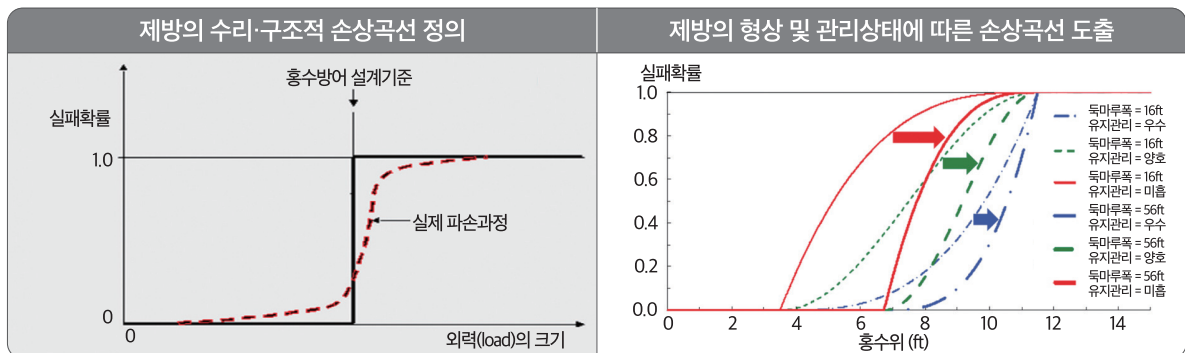
출처: 왼쪽 이상은 외 2021, 66 (원자료는 国土交通省 2020); 오른쪽 国土交通省 2020.

기존시설 유지관리 강화

2000년대에 들어 오랜 기간 제방에 의존한 선진국을 중심으로 노후제방 붕괴가 홍수피해의 큰 원인으로 지목됨에 따라 관리청의 법적 의무를 구체화하고 정기검사, 성능평가, 보수·보강, 자료관리 등의 생애주기 관리를 실시

- 미국의 경우 2014년 ‘수자원혁신법’ 통과 이후 연방정부(미 공병단)가 직접 국가제방안전프로그램을 운영하면서 제방의 데이터베이스 구축, 성능평가(hazard potential classification system) 등을 실시하고 제내지 홍수보험정책과도 연계
- 유지관리 부실로 인해 많은 국가에서 제방 노후화가 심각하게 진행되었기 때문에 최근에는 효율·효과적인 모니터링 및 성능평가 방법론 개발, 보수·보강 투자 적정화 방법론 개발(<그림 5> 참조), 자산관리 기법 개발 등의 연구가 중시

그림 5 보수·보강 투자 적정화를 위한 원천기술의 개발 예시



출처: 이상은 외 2021, 70 (원자료 왼쪽은 EA 2005, 38 재구성; 오른쪽은 Hui et al. 2016, 2516 재구성).

3

홍수관리대책 전환을 위한 정책과제

하천계획에서 하천 주변지역 주민들이 ‘얼마나 안전한 것이 충분히 안전한가’에 대한 관리청의 철학을 반영

- 하천등급 구분 없이 100년에 1회 수준의 설계빈도를 기준으로 하되, 기존 계획의 규모, 상류 수공구조물 특성, 하류 계획 규모 등 대상 하천의 특성과 인구밀도, 도시지역 위치, 국가기반시설 입지 등 유역의 특성을 참고하여 결정
- 주변지역이 도시지역인 경우 <그림 5>의 예시와 같이 홍수위험이 사회적 허용기준에 부합하는지 과학적으로 평가한 뒤 설계빈도를 신중히 결정하는 한편, 산지·녹지 등은 최소한의 설계빈도를 설정하면서 토지이용 규제를 적극 활용

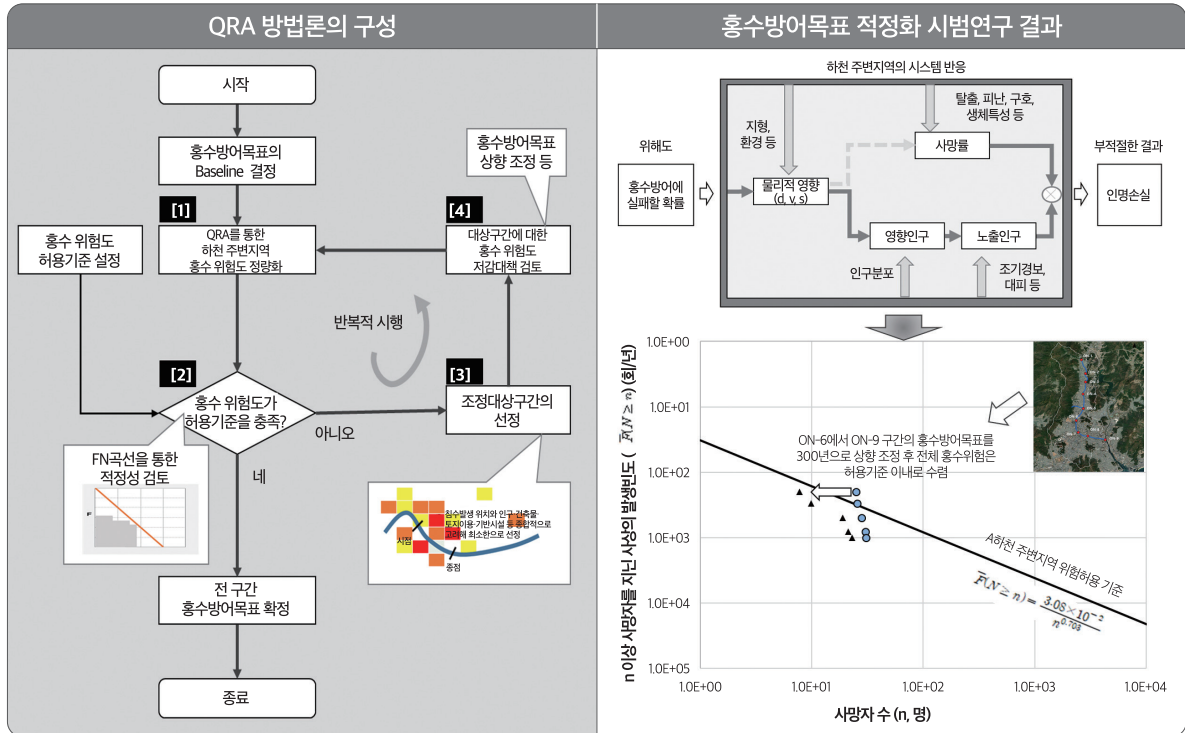
취약지점을 중심으로 현장 맞춤형 정비사업을 추진함으로써 ‘풍선효과’를 방지

- 국가하천에도 합류부·협착부·굴곡부 등 수리학적 취약지점을 보완하고, 본류와 지류의 설계빈도가 상이함으로 인한 지류의 취약성을 해소할 수 있도록 토지이용 제한, 수문 설치, 제방과 보강 등의 대책을 지역 여건에 맞춰 검토
- 설계기준(폭·높이·치수시설)에 미달하나 그동안 예산과 관심 부족으로 방치된 하천시설과 교량의 증·개축 사업 추진
- 일부 구간의 하도 퇴적과 과도한 육역화는 홍수소통 단면을 줄이고 제방 안정성을 위협하고 있어 치수와 환경이 조화되도록 육역화 관리방안을 마련하고 지속적인 하도 유지관리도 실시

도시공간계획에서 ‘잔존위험’을 명시적으로 고려하고 재해예방형 안전도시 건설사업도 본격화

- 도시공간의 취약성을 미리 검토하고 각종 공간관리 대책을 강구하기 위한 ‘재해예방형 도시계획제도’의 실효성을 제고
- 특히, 도시계획의 사전조사로 실시하는 재해취약성 분석의 신뢰성을 높이고 국가의 조정·감독 역할도 강화

그림 6 정량적 위험도 평가(QRA)를 적용한 도시구간 홍수방어목표 적정화 예시

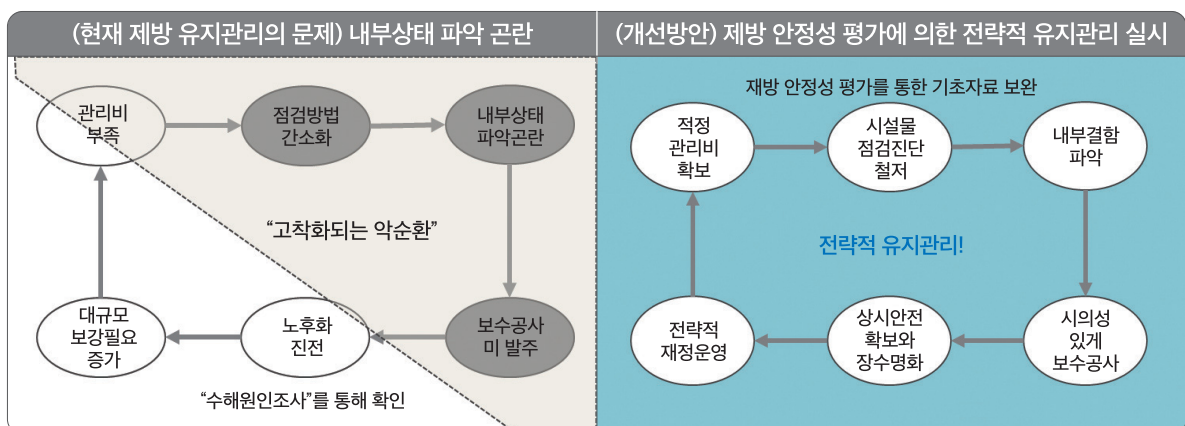


출처: 이상은 외 2021, 요약 ix ~ x ; xii~xiii (원자료는 이종소 외 2021 내용을 중심으로 저자 작성).

홍수가 발생하지 않는 평상시에 하천 기능을 적정하게 유지하고 사회변화에 순응하여 발전하도록 하천 유지관리의 제도·기술적 역량을 강화

- 「하천법」에서 유지관리 개념을 재정립하고 관리청 책무를 강화하며 역할분담, 계획수립, 점검·진단, 안전조치, 보수·보강, 재원조달, 자료관리 및 정보화 등 제반 규정을 재정비
- 하천시설은 물리적 수명이 긴 단순 구조물이지만 홍수·지진, 식생생육, 인간·동물 훼손, 공사이력 등 간헐적인 사상에 구조적 영향을 크게 받는 특수성을 감안하여 점검·진단 등의 효율성과 효과성 개선
- 제방·통문 등 핵심 치수시설에 대한 육안검사의 한계를 극복하도록 성능평가 방법, 안전등급 지정기준, 보수·보강 시행기준 등도 개선

그림 7 핵심 치수시설의 전략적 유지관리 도입 필요성



출처: 이상은 2021.

4

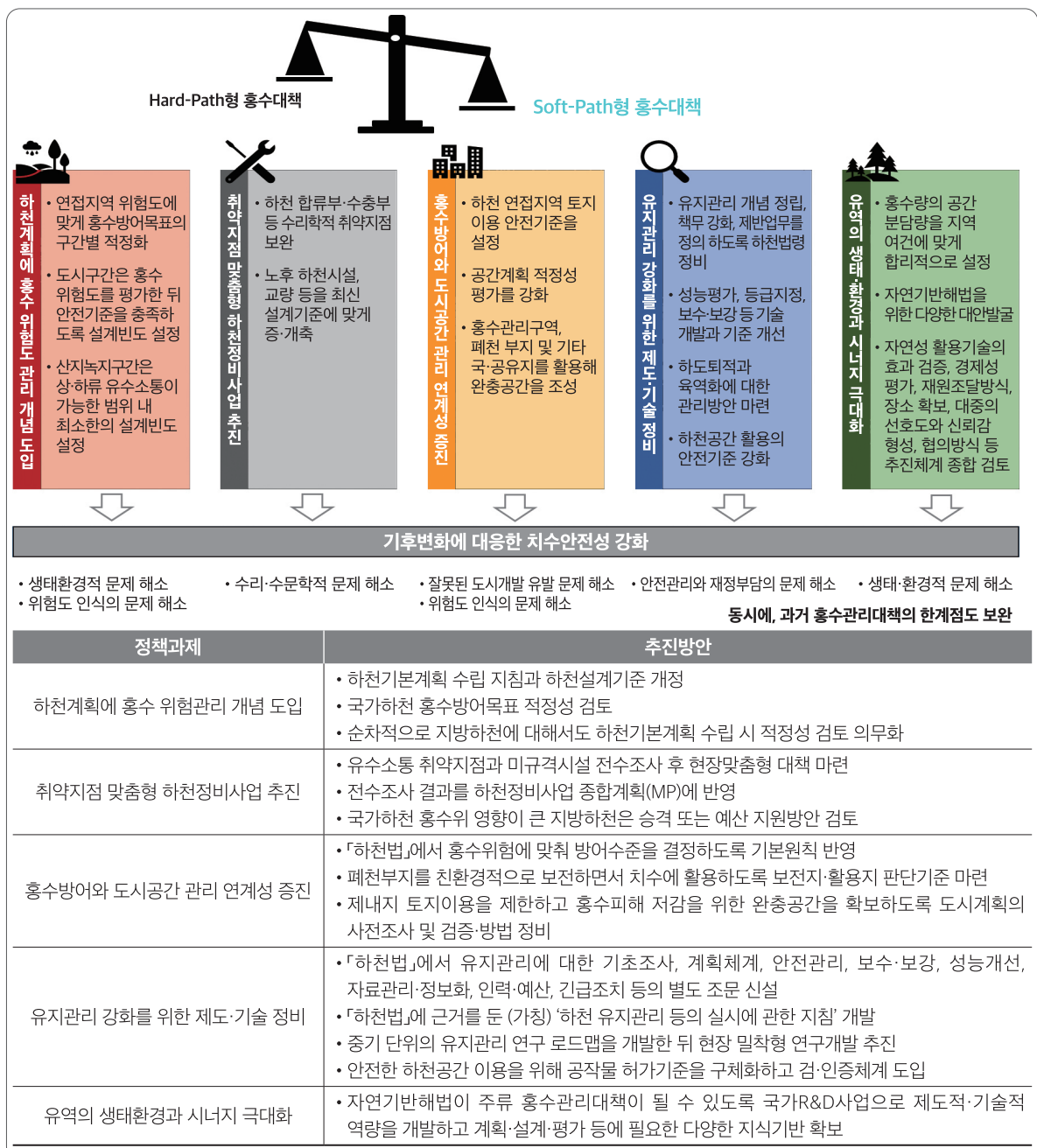
기후위기시대 홍수관리대책을 위한 정책제언

지난 60여 년 동안 하천의 홍수방어 능력 확보를 위한 정부의 노력과 투자의 결실로 홍수기 호우의 발생빈도 증가에도 불구하고 인명손실과 재산피해는 감소추세를 보임

이제는 기본적인 홍수방어 기능을 갖추고 있다는 점을 전제로 기후위기시대에 걸맞은 홍수관리대책의 전환이 필요하며 이를 위해 정책 추진방안을 <그림 8>과 같이 제안

- 국내 여건상 안정적으로 정책을 전환할 수 있도록 구조적 대책과 비구조적 대책의 조화도 중요

그림 8 기후위기시대 홍수관리대책 전환 및 정책 추진방안



출처: 이상은 외 2021, 요약vii의 내용을 바탕으로 저자 재작성.

5

2021년 홍수기 전망과 제안사항

(강수량) 기상청에 따르면 7~9월은 평년과 비슷할 확률이 50% 수준이지만, 기압과 대기불안정으로 많은 비가 내릴 수 있으며 지역별 차이도 매우 클 것으로 전망

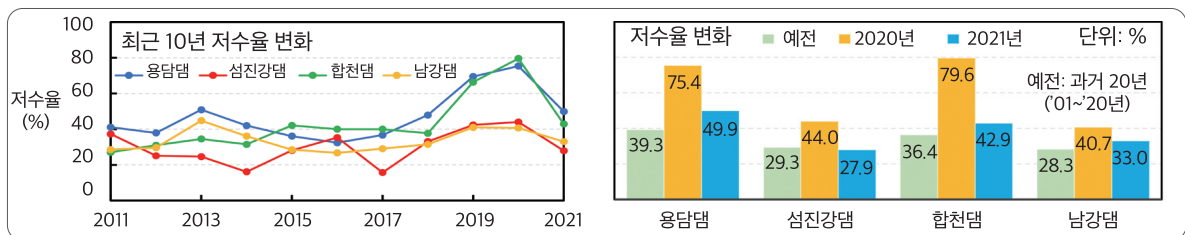
(저수량) 작년 수해 경험으로 인해 전국 주요 댐도 충분한 홍수조절 기능을 확보하고자 저수율을 예전 수준으로 회복

그림 9 2021년 기상청의 여름철 강수량 전망

	7월	8월	9월
평년 대비 강수량 확률 전망 평년: 과거 30년(91~20년) 적음 비슷 많음	20% 50% 30% 평년과 비슷할 확률이 50%	20% 50% 30% 평년과 비슷할 확률이 50%	20% 50% 30% 평년과 비슷할 확률이 50%
평년 전국 평균 강수량	307.1mm	274.8mm	151.9mm
2021년 전국 평균 강수량	420.7mm	420.7mm	210.0mm

출처: 기상청 기후정보포털. <http://www.climate.go.kr> (2021년 7월 1일 검색).

그림 10 2020년 수해지역 상류의 금년도 댐 저수량 현황(6월 21일 기준)



출처: 국가수자원관리 종합정보시스템. <http://www.wamis.go.kr> (2021년 7월 1일 검색).

홍수방어에 의존하는 치수정책은 장기간 홍수가 발생하지 않게 되면 사회 경각심이 저하되는 특징이 있음

- 이런 시기가 지속되면 법률이 허용하는 범위 내에서, 국가재정과 인력의 제약 때문에 또는 다양한 사회가치를 실현하려는 정책의 경합 과정에서 국가가 지닌 홍수관리 기능이 느슨해질 수밖에 없음

홍수에 대한 경각심이 저하되지 않기 위해서는 하천관리, 댐운영 및 홍수통제를 규율하는 법령에서 '사회통념'에 맞춰 평상시와 홍수기 각 주체의 역할과 의무를 매우 실천적인 수준까지 명시하는 입법적 노력이 필수적임

참고문헌

국가수자원관리 종합정보시스템. <http://www.wamis.go.kr> (2021년 7월1일 검색).

기상청 기후정보포털. <http://www.climate.go.kr> (2021년 7월 1일 검색).

이상은. 2021. 하천 유지관리 강화를 위한 기회와 도전과제. 국토교통부 제8차 하천정책연구회. 5월 7일. 서울: 양재 aT센터.

이종소·이상은·송창근·신은택. 2021. 하천의 홍수방어목표 적정화를 위한 정량적 위험도 평가 적용: 하천 배후지역 이용현황에 따른 설계빈도 차등화를 중심으로. 국토연구 108권: 37-48.

환경부. 2020. 2050년 일부 유역의 홍수규모 최대 50% 증가 예상, 9월 21일. 보도자료.

Di Baldassarre G. D. H. et al. 2018. Hess opinions: an interdisciplinary research agenda to explore the unintended consequences of structural flood protection. *Hydrology and Earth System Sciences* vol.22: 5629-5637.

EA(Environment Agency). 2005. Performance and Reliability of Flood and Coastal Defences. London: EA.

Hui, R., E. Jachens and J. Lund. 2016. Risk-based planning analysis for a single levee. *Water Res* 52, no.4: 2513-2528.

SEPA(Scottish Environment Protection Agency). 2016. *Natural Flood Management Handbook*. Scotland: SEPA.

US ACE(US Army Corps of Engineers). 2010. Exploration of Tolerable Risk Guidelines for the USACE Levee Safety Program. the exploration of tolerable risk guidelines for levee system workshop. March 2010. Washington, DC.; US ACE.

国土交通省. <http://www.mlit.go.jp> (2020년 10월 2일 검색).

※ '이상은·박태선·안승만·조혜원. 2021. 정량적 위험도 평가를 통한 하천 홍수방어목표 적정화 방안 연구. 세종: 국토연구원'의 결과를 정리한 것임.

• 이상은 국토연구원 안전국토연구센터장
(selee@krihs.re.kr, 044-960-0465)

• 김준성 국토연구원 국토환경자원연구본부 부연구위원
(kimjs@krihs.re.kr, 044-960-0225)



KRIHS 국토연구원

세종특별자치시 국책연구원로 5
전화 044-960-0114

홈페이지 www.krihs.re.kr
팩스 044-211-4760

