

가뭄의 분류와 사회·경제적 영향

최장환 (인하대학교부설 수자원시스템연구소 연구원)

심명필 (인하대학교 토목공학과 교수)

1. 서론

자연 재해에 대한 취약성이 전세계적으로 증가하고 있는 추세이고 지난 수십 년 동안 인재의 수는 증가하지 않았지만 자연재해의 수는 엄청나게 증가하고 있다고 한다. 특히, 가뭄으로 인한 재해는 1960년대에 62건에서 1980년대에는 237건으로 증가하였다고 한다. 가뭄은 시작과 끝이 명확하지 않고 천천히 진행되므로 피해의 규모가 커지게 되고 피해 경감 대응책을 세우기가 어려운 특성을 가지고 있다. 이러한 가뭄은 자연 현상과 인간 활동사이의 상호작용에 의해 발생하게 된다. 자연 현상으로서의 가뭄은 강수량의 부족을 의미하며 높은 기온, 강한 바람, 상대적으로 낮은 습도와 같은 기후 요소로 인해 가뭄의 정도가 심해질 수 있다. 최근 들어 온실효과, 엘니뇨현상과 같은 지구 기후변동으로 가뭄의 양상이 변화하고 있어 가뭄대책이 어려워지고 있다. 인간 활동에 의한 가뭄은 급속한 산업화와 도시화에 따른 물수요의 급증이 그 원인이 되고 있다. 물의 수요를 충족시키기 위한 여러 가지 대안이 존재하지만 개발에 대한 사회적 거부와 님비현상뿐만 아니라 수자원 공급을 늘리는데 드는 비용이 점점 증가하고 있다. 더욱이 새로운 수자원의 공급원들을 찾기가 쉽지 않아 수요-공급불균형을 해소하는데 많은 어려움을 겪고 있는 실정이다.

가뭄으로 인한 영향은 사회·경제 전반에 걸쳐 발생하고 지속기간이 장기화될수록 피해의 범위와 정도는 확산·심화되어 국가 경쟁력 전반에 상당한 악

영향을 끼치게 된다. 이러한 가뭄의 심각성과 경감대책의 필요성을 인식하여 1998년에 미국의회는 국가가뭄대책법안(National Drought Policy Act)을 통과시켰다. 그 법안에 의해 구성된 국가가뭄대책위원회(National Drought Policy Commission)는 관련 정부 및 단체의 대표자 15명으로 구성되어 있다. 이러한 관점에서 가뭄의 영향을 정확히 파악·분류하는 것은 효과적인 가뭄피해 경감대책의 수립과 집행에 있어서 중요하다고 할 수 있다. 따라서 본고에서는 여러 측면에서의 가뭄의 영향들을 세부적으로 살펴봄으로써 가뭄에 대한 올바른 이해와 가뭄대책의 기본방향설정을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 가뭄의 정의

가뭄 문제들에 대한 과학적인 접근은 문제 그 자체를 정확하게 정의하는데 있다. 가뭄은 그 현상을 보는 관점과 용도에 따라 여러 가지 정의가 가능하며 이중 기상학적 가뭄(meteorologic drought)과 수문학적 가뭄(hydrologic drought), 그리고 농업적 가뭄(agricultural drought)이 널리 쓰이고 있다(HEC, 1991). 기상학적 가뭄이란 주어진 기간의 강수량 또는 무강수 계속일수 등으로 정의하는 가뭄이며, 수문학적 가뭄은 하천유량, 저수량, 지하수 등의 양과 기준이 되는 수치의와의 비교로 정의되는 가뭄이다. 그리고 농업가뭄은 농업종사자들에게 필요한 기준으로 강수량 부족으로 인한 농작물의 피해와 생육에 직접 관계되는 가뭄이다(HEC, 1991; 수자원공

표 2-1. 가뭄의 정의(Wilhite & Glantz, 1987)

저 자	년 도	정 의
기상학적 가뭄		
Condra	1944	강한 바람, 적은 강수량, 높은 기온 그리고 일반적으로 상대적으로 낮은 습도를 가지는 기간
Levitt	1958	대기 가뭄을 공기중의 증기압 부족에 비례하는 것으로 정의
Linsley et al.	1958	상당 양의 강우없이 지속되는 기간
Downer	1967	부족한 기간과 크기 모두 고려되는 기준값이하의 물부족
McGuire & Palmer	1957	정상상태의 어떤 일정율보다 적은 월이나 연강수 기간
Paimer	1965	팔머가뭄지수 개발
Gibbs & Maher	1967	월과 연강수 총량에 순위를 매기고 누적도수분포로부터 10분위수를 결정함으로써 가뭄측정 시스템 개발
Lee	1979	가뭄으로 발전하는 시기를 결정하기 위해 강수의 10분위수를 사용하는 오스트리아의 가뭄 감시 시스템 개발, 극심한 가뭄을 서너달 이상 5분위를 넘지 않는 것으로 정의
Changnon	1980	강수량과 경제상에서 날씨의 영향을 비교함으로써 가뭄을 측정
농업적 가뭄		
Barget et al.	1949	가뭄의 심도를 곡물수확에 대한 영향과 결부
Kulik	1958	식물의 물수요량과 이용가능한 토양의 수분함량량 사이의 차이를 측정함으로써 가뭄의 강도를 결정
Palmer	1968	비정상적인 증발산 부족의 크기에 기초한 가뭄의 심도를 결정하는 곡물수분지수를 개발
Heathcote	1974	인간의 농업활동에 해로운 물부족
수문학적 가뭄		
Linsley et al.	1975	주어진 물관리시스템하에 기존의 수요량을 충족시키지 못하는 하천유수
Whipple	1966	충유출이 장기간의 평균유출보다 작은 양
Dezman et al.	1982	과거기록자료와 현재의 저수용량, 하천유수 그리고 강수를 이용하는 지표수공급지수 (surface water supply index) 개발
사회경제적 가뭄		
Hoyt	1936	강수가 기존의 인간활동의 수요를 충족시키지 못할 때
	1942	경제발전상에서 정상적으로 이용가능한 물보다 많은 수요를 창출할 때
Gibbs	1975	동식물과 인구분포, 생활양식 그리고 토지이용상태에 의존하는 것
Standford	1979	가뭄을 강수뿐만 아니라 공급에 영향을 주는 요소들 그리고 수요의 변동이나 경향을 연계

사, 1997). 가뭄으로 인한 문제를 사회적 차원에서 보려는 시도로 Wilhite와 Glantz(1987)은 사회경제적 가뭄(socioeconomic drought)을 분류하였다. 사회적 측면에서 Hoyt(1936, 1942), Gibbs(1975) 그리고 Sandford(1979)는 물의 수요를 사회경제적 가뭄의 정의에 포함하였다. 사회경제적 가뭄은 사회나 산업이 요구하는 수준의 물을 충분하게 공급하지 못했을 때 발생할 수 있다. 예를 들면 특정 시기에 물을 많이 필요로 하는 농업부문과 많은 양의 물을 지속적으로 요구하는 도시경제의 경우 물의 부족에 상당히 민감하게 반응한다고 할 수 있다. Wilhite와 Glantz(1987)는 여러 측면에서 본 가뭄의 정의를 <표 2-1>과 같이 나타내었다.

3. 물의 사회·경제적 가치

세계적 기후변화에 따른 이상가뭄현상, 산업화 도시화에 따라 물수요의 급증, 각종 오염수의 증가로 인해 수질오염이 심화되어 사용 가능한 물이 점점 적어지는 심각한 상황을 맞고 있다. 특히 산업구조변동에 따른 수자원 이용패턴의 변화는 농업용수가 주를 이루던 것이 사회·경제적 발전과 의식수준이 높아짐에 따라 생활용수, 공업용수, 발전용수 및 레크리에이션 용수로 수요패턴이 바뀌어 가고 있고 물에 대한 수요도 급증하고 있다. 이와 같은 물 부족현상은 물의 경제적 가치와 사회적 인식의 변화를 가져오게 하였다. 물이 풍족했던 과거에는 이것을 생산하기 위

해 자본의 투입이 들지 않았기 때문에 물은 가치개념이 없는 자유재였다. 하지만 물의 공급부족으로 물에 경제적 가치를 부여하게 됨으로써 준경제제와 준공공재적 성격을 지닌 일반상품화 되고 이 단계를 넘어 자원상품화한 경제제로 자리를 굳히게 되었다. 이러한 견지에서 물리적으로 같은 정도의 가뭄으로 인한 현재의 피해는 과거보다 크고 앞으로의 피해는 더욱더 커질 것이라는 것은 명백한 사실이라고 할 수 있다. 현재까지 우리나라에서는 가뭄으로 인한 여러 가지 영향들을 구체적으로 분류하고 시간에 따른 영향의 범위와 심도에 관한 연구가 제대로 되어 있지 않은 것이 사실이다. 특히 산업용수의 경우 직접적인 피해 이외에 간접적으로 발생하게 되는 영향이 직접피해보다 결코 적지 않다는 연구 결과들이 나오고 있는 것을 봤을 때 가뭄발생에 따른 영향을 체계적으로 분류·분석하는 것이 가뭄으로 인한 피해를 경감하고 효과적인 가뭄대비와 정책을 수행할 수 있는 방법이 될 것이다.

4. 가뭄의 사회·경제적 영향

가뭄은 실제로 경제적, 정치적, 사회적 또는 심지어 심리적인 피해를 가져다 주게되는데 가뭄동안에는 사람들은 필요한 충분한 물을 사용할 수 없게 되고 충분한 물이 있을 경우에 가능했던 일들을 하지 못하게 될 수 있다. 인간 활동에 제약을 가하게 되는 물의 부족이 심화될수록 영향을 받는 범위는 확장이 되고 피해의 정도는 커지게 된다.

물이 물건을 생산하고 서비스를 제공하는데 필수적인 요소이기 때문에 가뭄은 해당 지역의 경제 부문에 직접적인 영향을 끼칠 뿐만 아니라 직접적인 영향권에 있지 않는 곳에 까지 영향이 미치게 된다. 가뭄의 영향은 일반적으로 직접영향을 받는 부분과 간접적인 영향을 받는 부분으로 나눌 수 있다. 곡물수확 감소, 가축 및 야생동물의 수 감소, 야생 및 물고기

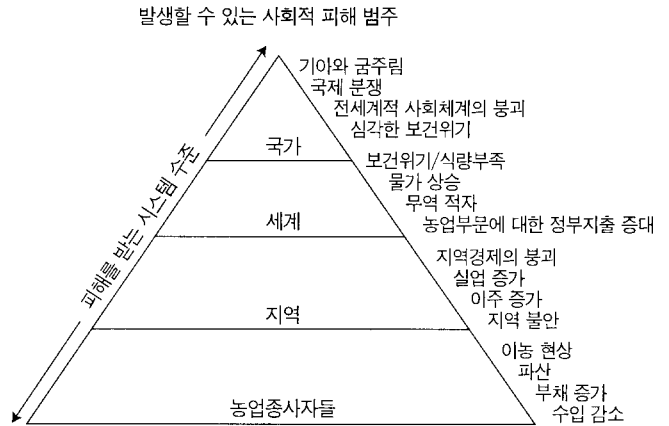


그림 2-1. 사회시스템 수준으로 본 가뭄의 피해 범주

서식환경의 피해, 생산업체의 가동률 감소에 따른 생산액감소와 원가 상승 등은 직접적인 영향의 몇 가지 예이다. 이러한 직접적인 영향의 결과로 간접적인 영향이 발생하게 되는데 농업자의 수입의 감소, 범피율의 증가, 다른 산업의 중간재로 쓰이는 산업의 생산감소로 인한 타 산업의 생산감소 등이 간접적인 영향이라고 할 수 있다. 실제로 가뭄의 영향은 거미줄처럼 얽혀 있어 피해를 정확히 계량화하기 매우 어렵다. 이러한 가뭄으로 인한 피해를 구체적으로 파악하려는 시도로 최근 들어 가뭄 영향을 분류하는 데 많은 관심이 모아지고 있다. 분류체계는 여러 가지가 있는데 사회시스템을 4개 수준으로 정리한 Warrick et al.(1975)의 분류방법과 영향을 받은 모든 부문을 항목화해서 표현한 Riebsame et al.(1990)의 방법 등이 대표적이다. <그림 2-1>은 가뭄으로 인한 사회적 피해의 범주를 보여주고 있다(HEC, 1991). Riebsame은 가뭄의 영향을 환경, 보건, 농업, 수송 및 운송, 발전, 무역과 산업, 도시지역, 수자원, 교육, 정부활동으로 세분화하여 나타내었다. <표 2-2>는 Riebsame (1990) 등이 1988년의 극한가뭄이 발생했을 때의 영향을 받은 구체적인 부분들을 항목화하여 가뭄영향에 대한 목록을 제시한 것이고, <표 2-3>은 아프리카에 가뭄이 발생할 경우 가능한 피해를 분류한 예를 보여 주고 있다. 또한, <그림 2-2>는 가뭄 관리에 관련된 요소들을 도시하고 있다(HEC,

표 2-2. 1987-1989 가뭄 영향 목록표(HEC, 1991)

주항목	세 부 항 목
환경	야생동물수의 감소, 먹이 감소로 이동
	숲 - 산불증가, 생장저지, 생식장애
	물고기 - 하천고갈, 수질저하로 수이 감소
	토양 - 풍화
	물 - 수질저하, 저수(low flows)와 수온상승 : 산업오염물 방류와 농지오염 처리불능 해충 - 특정 병충해 증가
보건	사망 - 더위
	발병 - 천식, 홍조
	스트레스 - 불쾌지수의 상승, 수입의 감소, 냉방비용의 증대 등
농업	잉여 감소
	농작물의 가격 상승
	가뭄 영향권지역이 농가 피해
	수출과 생산체계의 영향으로 인해 평가하기 어려운 장기적 피해
	대처비용의 증대
	상업용 수림의 피해
	해충의 증가와 살충제 비용의 증가
수송	운하 - 유람객선의 운항피해
	철도 - 이용증대(이용자의 비용 증가)
	큰 호수 - 이용증대
	항공기 - 운항일수 증대(운항조건 개선으로)
발전	전력사용의 증대
	수력발전 감소와 화석연료 대체로 인한 비용증대
	정전, 전력시설의 과부하, 생활불편
	전력회사의 임금상승
상업 및 산업	강우 보험
	모든 약천후 보험의 증대
	오락산업 수입감소
	건설 - 공기 지연일수의 감소
도시지역	배운임의 증가
	물공급 감소
	발병의 증가와 더위로 인한 노년층 사망증가
	물소비의 증가
	절수를 절차와 벌금제도 강화
수자원	하천수위저하
	호수, 저수지의 수위 감소
	지하수위 감소
	새로운 수원개발 - 지하수개발, 바닷물의 담수화
	수처리 비용의 상승
	물의 가치에 대한 인식변화, 절수의 필요성 증가
교육	지역간 물분쟁 증대
	폭염으로 인한 휴교
정부활동	가뭄대책방안 마련
	정부서비스 및 지출증가 : 하천개발, 산불대처, 구제비용 등
	가뭄의 원인으로서 CO ₂ 관심증대
	지역간 분쟁 빈번 특히 물에 대해서
	미래의 가뭄을 대비한 계획의 국가적인 관심증대
	가뭄 구제를 위한 새 법률제정

■ 학술기사

가뭄의 분류와 사회·경제적 영향

표 2-3. 아프리카 가뭄의 분류(Southern Africa Development Community, 1998)

주항목	세 부 항 목
경제적 영 향	곡물 생산량감소로인한 손실(년 및 다년생곡물 손실, 품질저하, 곤충피해, 식물병해)
	낙농 및 가축 생산감소로 인한 손실(축산용수 및 가축사료의 가격상승, 가축사망 및 체중감소)
	산불증가로 인한 목재생산 감소, 나무 병해, 산림생산 감소
	어류생산 감소로 인한 손실
	물고기 서식지 파괴
	유량감소로 인한 어린 물고기 감소
	국가의 경제성장 장애 및 경제개발 지체
	농민의 수입 감소
	파산으로 인한 농민피해
	가뭄에 영향 받는 제품의 생산감소로 인한 실업발생
	레크리에이션 관련산업 손실
	레크리에이션 장비 제조업자와 판매자의 손실
	가뭄 영향받는 발전 감소로 인한 에너지 수요의 증가와 공급감소
	에너지 생산을 위한 비용의 증가
	농업의 생산물에 직접적으로 의존하는 산업의 손실
	농작물 생산 감소와 농작물 공급 장애
	음식료품 가격상승
	농산품의 수입증가
	물공급의 장애
	수자원 공급 업체와 수입감소
정부 및 지역단체 수입감소	
물 수송비 증가	
새로운 또는 추가적인 수자원개발 비용	
지하수 감소와 지반침몰로 인한 비용	
토지가격 감소	
환경적 영 향	동물피해
	물고기 및 양생 서식지의 감소와 황폐
	먹는 물 부족
	지병
	동물의 이주와 집중화 현상
	위기종에 대한 압박증대
	식물종에 대한 피해
	산불의 정도와 수의 증가
	습지감소
	해수침입
	지하수 고갈과 지반침하
	풍화
	저수지 고갈
	수질 악화
대기오염	
가시효과 감소	
사회적 영 향	식량부족
	산불로 인한 공공안전 위협
	심리적, 육체적 불안정
	건강에 관련된 저수위 문제
	호흡기 질환자의 증가
	야생동물의 집중화로 인한 질병증가
	수리권 분쟁, 정치적 충돌, 관리 분쟁
	사회불안 및 시민 분쟁
	사회가치의 재평가
	레크리에이션 활동의 감소 및 변화
	가뭄대응에 대한 공공불만
	문화공간 감소
심미적 가치 손실	
삶의 질, 생활환경의 변화	
인구의 이동	

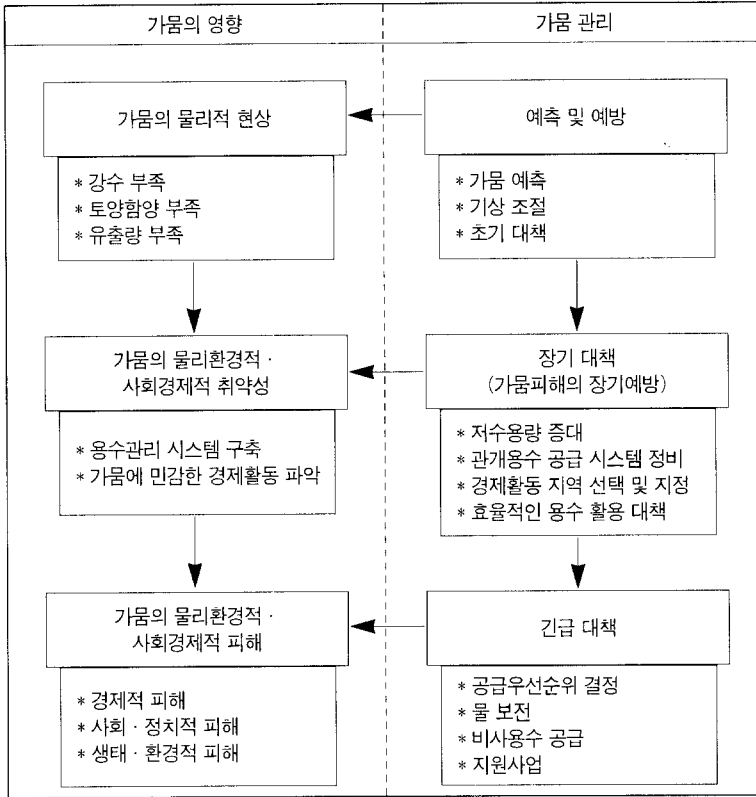


그림 2-2. 가뭄관리에 관련된 요소

1991). <그림 2-2>에서 보는 것과 같이 가뭄의 영향과 가뭄의 관리는 동전의 양면과 같다. 가뭄의 관리를 효과적으로 수행하기 위해서는 가뭄 영향의 분류가 선행되어야 한다는 것을 알 수 있다. 가뭄의 영향은 공간적으로 시간적으로 그 특성이 다르고 사회·경제·환경·경제 등 여러 면에서 발생하고 서로 영향들이 복잡하게 얽혀 있어 분류하고 항목화 하는데 있어서 세심한 주의가 필요하다. 특히 공간적으로 봤을 때 국가마다 농업, 사회·문화적 배경뿐만 아니라 산업구조가 다르고 시간적으로는 피해가 범위가 다른 부분으로 확대·심화되는 양상이 차이가 나기 때문에 외국의 사례를 그대로 우리나라에 적용하는 것은 문제가 될 수 있다.

5. 결론

가뭄은 인간이 극복하기 가장 힘든 자연재해로 사회, 경제 및 환경에 직·간접적으로 막대한 피해를 주고 있다. 가뭄으로 인한 영향은 거미줄처럼 서로 얽혀있어 피해를 정확히 파악하고 계량화하기 매우 어렵다. 또한 가뭄은 짧게는 한 계절에서 1년, 길게는 십여년까지 지속되는 등 시간 규모가 다양하며, 그 시작과 끝을 명확하게 정의하기 힘들고, 차츰 누적된 효과가 천천히 나타나기 때문에 가뭄이 한참 진행된 뒤에야 가뭄을 인식하게 되어 그 피해가 커지는 경향이 있다. 이러한 가뭄의 피해경감대책을 위해서는 가뭄의 영향을 정확히 파악·분류하고, 분류된 기준에 따른 피해를 구체적으로 나타내고 물리적으로

측정할 수 있는 부분은 계량화하는 것이 중요하다. 특히, 장기적이고 체계적인 자연재해대책의 부재로 동일상황의 재해가 매년 반복되는 우리나라의 경우, 가뭄에 대한 영향을 정확하게 파악·분류하는 작업이 절실히 필요하다고 판단된다.

이러한 가뭄의 영향을 파악·분류한 자료는 수자원의 수요관리를 위한 기초 자료로 활용될 수 있고, 가뭄 발생시 물공급 우선 순위를 결정하는데 판단의 자료가 될 수 있을 것이다. 또한 가뭄에 대비한 갈수관리 시스템을 구축, 가뭄지역에 대한 중장기 대책과 단기 응급지원책에 관한 법령 정비를 위한 기초자료로 활용이 가능할 것이다. ●

〈참고문헌〉

- 강광하(1994). 산업연관분석론. 비봉출판사.
- 건설교통부(1995). 가뭄기록조사 보고서.
- 건설교통부, 한국수자원공사(1997). 기존댐 용수공급능력조사(한강수계) 보고서.
- 고석남(1997). "지역산업연관분석을 이용한 환경오염 영향평가." 경제학논집, 제6권 제1호, pp.325-343.
- 고석구, 정관수(1995). "'94 가뭄의 수문특성과 용수공급 전망: 다목적댐 유역을 중심으로." 한국수자원학회지, 제28권 제2호, pp.37-46.
- 고재용(1995). "수자원갈수대책." 대한상하수도학회지, 제1호, pp.5-10.
- 김영환(1995). "'95 가뭄대비 중·단기 대책(생활·공업 용수 중심으로)." 대한상하수도학회지, 제9권 제3호, pp.1-10.
- 김태유 (1998). "물과 생활의 변천." 한국수자원학회지, 제31권 제3호, pp.35-42.
- 박준영 (1999). 구조분해분석을 이용한 CO₂ 배출량 변화요인분석에 관한 연구. 석사학위논문, 서울대학교.
- 심명필, 이상곤, 오경두, 김진홍(1998). 수자원개발의 경제성 분석모델 개발: 다목적댐 편익산정을 중심으로. 한국수자원공사 최종 보고서, 1998.9, pp.459.
- 심재현(1995). "가뭄재해의 극복방안." 한국수자원학회지, 제28권 제2호, pp.31-35.
- 최영진(1995). "가뭄의 원인과 예측." 한국수자원학회지, 제28권 제1호, pp.16-20.
- 한진규(1995). "광역상수도 건설현황과 개발방향." 한국수자원학회지, 제28권 제3호, pp.18-22.
- 한국건설기술연구원 (1996). 항구적 가뭄대책을 위한 수자원 확보 및 이용방안 연구.
- 한국수자원공사(1993). 21세기를 바라보는 수자원 전망.
- 한국수자원공사(1997a). 미래 수자원 전망에 관한 연구.
- 한국수자원공사(1997b). 수자원개발에 대한 SOC 투자의 경제적 파급효과 분석연구.
- 한국수자원공사(1998). 물관리 최적화를 위한 수도요금 정책방향에 관한 연구.
- Cody Knutson, Mike Hayes, Tom Phillips (1998). *How to reduce drought risk*. Western Drought Coordination Council.
- David H. White. (1999). "Australia's national drought policy: Aims, Analyses and Implementation." *Water International*, vol. 24, pp.2-9.
- Department of Water Resources(1991). *Urban drought guidebook: New updated edition*. water conservation office, State of California.
- HEC(1986). *Reservoir operation during drought: Case study*. US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center.
- HEC(1991). *National study of water management during drought*. US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center.
- HEC(1990). *A preliminary assessment of corps of engineers' reservoirs, Their purposes and susceptibility to drought*. US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center.