

국내 가뭄 기록 조사 연구의 동향

윤 용 남*

우리나라의 연평균강수량은 1,274mm로서 세계 평균 970mm의 약 1.3배에 달해 총량적으로 풍부한 편이나, 인구 1인당 약 3,000m³로 세계 평균 34,000m³의 약 8.8%에 지나지 않아 인구 1인당 수자원 부존량은 대단히 작은 나라에 속한다. 또 우리나라 전역에 대한 연도별 총강수량 기록을 살펴보면, 최저 754mm에서 최고 1,638mm로 연도별로 최대 930mm의 편차를 보일 뿐 아니라, 계절적 변동성이 심하여 약 2/3가 홍수기인 6-9월에 집중된다. 따라서 이용 가능한 수자원량은 강수량에 비하여 대단히 작다. 또한 계절적 변동성으로 인하여 6-9월에 잦은 홍수가 발생하며, 나머지 기간은 6-9월에 저수지(댐) 등에 저류한 물을 이용하여 각종 용수를 공급하므로 가뭄에 대한 위험이 항상 존재하고 있다.

특히 '94년의 경우는 6월부터 시작된 가뭄으로 충청 이남지방의 경우 극심한 물부족을 경험하였으므로, 이를 계기로 건설교통부 주관하에 한국수자원학회와 한국상수도학회를 중심으로 우리나라의 수문기상학적 특성 및 수자원 이용 현황에 따라 장래 발생할 지도 모를 가뭄에 대비하고자 하며, 그 내용과 같다.

I. 국내 가뭄기록조사 연구

'94년 가뭄을 중심으로 과거의 가뭄 및 수자원 이용 현황을 살펴보기 위한 연구는 아래의 그림 1.1과 같은 사항을 중심으로 이루어지고 있다.

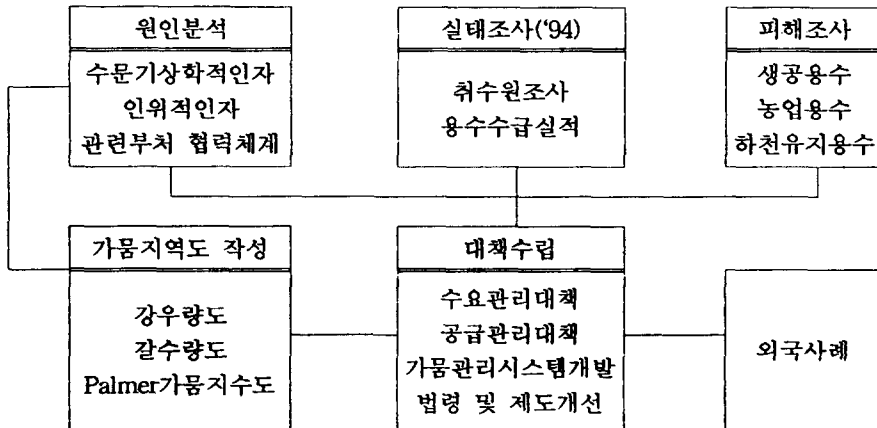


그림 1.1 가뭄 기록 조사 연구

* 고려대학교 공과대학 토목환경공학과 교수

1. 원인분석

가뭄의 원인은 자연적인 것과 인위적인 것으로 나누어질 수 있으며, 자연적인 것은 강우를 시작으로 일어나는 지구상의 물 순환과정중 하천수, 지하수 형태로 존재하는 이용가능한 수자원의 부족으로 야기되며, 인위적인 것은 수자원 이용 체계, 시설물, 관리체계 및 용수수급의 불균형 등이다.

1.1 수문기상학적 인자

가뭄의 가장 큰 원인이 되는 수문기상학적 인자는 강우량, 갈수유량 등을 들 수 있으며, 이들 수문량들을 빈도분석기법을 이용하여 계속기간별-빈도별 분석을 실시하고, 이를 기초로 계속기간별-빈도별-강우량도 또는 갈수량도를 작성하여 전국을 대상으로 가뭄빈발지역 또는 위험지역을 밝히고자 하며, 또 월물수지 모형을 이용한 Palmer지수를 산정하여 가뭄지수도를 작성하고자 한다.

1.2 인위적 인자

가뭄에 관계되는 인위적 인자는 수자원시설물, 이용체계, 물 관리체계 및 용수수요관리 등을 들 수 있으며, 전국을 대상으로 이들 각 인자들의 현황 및 이용실태를 조사·분석하여 각종 문제점을 파악코저 한다.

1.3 관련부처 협력체계

수자원의 확보와 용수수급조절 등은 국가의 수자원 행정체계에 따라 그 성패가 좌우된다. '94년을 중심으로 가뭄피해경감을 위한 관계 부처간 협력체계와 협력 과정에서 발생된 문제들을 조사·분석한다.

2. 가뭄지역의 실태조사

'94 가뭄대상지역의 취수원 이용 상황과 용수수급실태를 조사·분석하여 가뭄피해 산정의 기초자료를 제공코저 한다.

2.1 가뭄지역의 취수원 조사

'94년의 가뭄지역을 대상으로 각종용수별 취수원 및 공급계통도를 작성하고, 각 취수원의 공급능력을 파악하며, 물부족 발생사례 및 비상용수원 개발 실태를 조사한다.

2.2 용수수급 실적조사

각종용수에 대한 '94년 수요량과 실제공급량(공급실적)을 조사하고, 수원공별 용수확보의 필요성 및 확보량등을 조사·분석한다.

3. 피해조사

3.1 생·공·농업용수 부족 및 조치

2장에서 살펴본 취수원별, 각종 용수별 수급실적에 따라 부족량을 파악하고, 각 용수별로 피해내용 및 피해정도 또 가능한 경우 피해액 등을 산정한다. 또 비상 취수원의 개발이 이루어진 지역의 경우 비상취수원에 의한 수급 안정여부와 물 부족으로 인한 피해정도를 조사·분석한다.

3.2 하천유지용수 공급부족 피해 및 조치

하천유량의 감소는 수질을 악화시키므로, 하류 생태계 뿐 아니라 각종 용수 취수원의 수질에 중대한 영향을 미치므로, 이를 하천 유역별로 공급현황 및 부족여부를 파악하고, 하천유지용수 부족시 발생한 피해에 대한 각종 긴급조치 사항을 조사·분석한다.

4. 외국의 가뭄극복대책 사례조사

우리나라와 자연조건이 비슷한 국가를 선정하여 가뭄의 특성과 피해 상황 및 가뭄 극복을 위한 대책 및 사례를 조사·정리하여 국내 가뭄극복대책의 수단에 참고토록 한다.

5. 대책수립

1장부터 4장까지 살펴본 가뭄의 원인, 피해지역, 피해내용 등을 근거로 가뭄에 대한 중장기 대책을 수립한다.

5.1 용수수요 및 공급관리 대책

각종 용수수요의 지역적, 계절적 특성을 분석하고, 이를 취수원별, 공급계통도별로 파악하여, 가뭄발생시 취수원 확보 및 공급의 우선순위 등을 정하여, 수요와 공급에 관한 원칙을 확립한다. 또 지역적으로 장래 물부족이 발생할 우려가 있을 경우, 신규 취수원(댐, 지하수 등) 확보 시기 및 위치 등을 선정한다.

5.2 가뭄 관리 시스템 개발

가뭄이 발생할 때를 대비하여 용수수급원칙, 가뭄 크기(빈도)별 수요관리모델 개발, 최소공급량의 합리성 등을 연구한다. 또 기존 취수원의 불용용량의 실태를 파악하고, 공급계통도를 작성하여 용수공급 우선순위 및 용수수급원칙에 따른 공급절차 등을 검토한다.

5.3 가뭄제해 관련 법령 및 제도개선 방향

가뭄 발생지역에 대한 중장기 대책과 단기 응급지원책에 관한 법령을 조사·정리하고, 필요한 경우 개선방향을 제시한다. 또 여러 곳으로 분산 관리되고 있는 용수 관할권을 관계부처별로 정리하여 수자원에 관한 관할 부처별 업무 영역을 검토하며, 장기적으로 수리권 분쟁 등에 대비하여 제반 물관리 문제에 관한 원칙을 검토·제안한다.

II 전국 갈수분석 및 '94 가뭄심도의 평가

가뭄을 유발하는 인자중 자연적 인자에 속하는 수문기상학적 인자인 강수량 및 갈수량의 빈도 분석과 Palmer 가뭄지수 등을 산정하여 가뭄빈발지역, 가뭄 발생 가능지역 등을 선정·조사한다.

1. 과거 가뭄기록 조사

과거 및 '94년 가뭄 발생기록을 각종 인쇄매체를 통하여 조사하고, 가뭄발생지역 및 그 지역의 수문기상학적 상황을 조사분석하며, 이를 통하여 1960년 이후 발생한 주요 가뭄발생지역, 가뭄기간 등을 선정하여 '94년 가뭄 심도평가를 위한 기본 자료로 삼는다. 또 과거 가뭄빈발지역의 지상학적 인자(유역면적, 유로연장, 식생피복 등) 및 산업경제활동 상황을 조사한다.

2. 강우자료의 빈도분석

전국의 우량 관측소별, 계속기간(월, 분기, 연별 등) 강우량 자료를 이용하여 관측소별, 지역별 강우량 빈도해석을 실시한다.

2.1 강우자료의 수집 및 정리

건설부 및 기상청 관할의 우량관측소를 조사한 결과, 수계별 및 소유역별 우량관측소는 표 2.1과 같다. 표 2.1의 각 수계별, 소유역별 우량관측소의 월별 강우량 자료를 관측소 설치 이후부터 현재까지 수집하였으며, 자료의 신뢰성을 고려하여 1960년 이후부터 현재까지의 자료를 이용하여 소유역별, 수계별 연평균강우량을 구하였다.(여기서 소유역은 각 수계별 홍수예경보에 이용되는 소유역이며 명칭은 생략한다)

2.2 강우량 자료에 의한 가뭄발생지역 및 가뭄발생심도분석

표 2.1에 나타나 있는 소유역별로 계속기간(12, 15, 18개월 등)별 최소강우량 및 발생시점을 선정 한 후, 각 계속기간별 점진 이동 평균강우량 곡선을 작성하고, 이들 최소강우량과 점진 이동 평균강우량을 비교하여 1년 이상의 가뭄이 발생하였던 기간을 정리 분석하였으며, 그 결과가 표 2.2에 나타나 있다.

표 2.1 수계별, 소유역별 우량관측소 현황

수 계	소 유 역											합계
한강	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	
	18	3	5	6	6	6	6	6	2	7	14	79
낙동강	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9			
	17	7	6	13	5	16	7	15	10			96
금강	C1	C2	C3	C4	C5							
	16	12	3	5	11							47
영산강	D1	D2	D3									
	3	2	1									6
섬진강	E1	E2	E3									
	2	5	9									16
안성천	전유역											
	4											4
삼교천	전유역											
	4											4
동진강	전유역											
	4											4
만경강	전유역											
	7											7
형산강	전유역											
	4											4
태화강	전유역											
	6											6

표 2.2 점진 이동 평균강우량에 의한 가뭄발생지역 및 발생기간 선정(낙동강강유역)

기간 \ 유역	'67-'68	'72-'73	'77-'78	'81-'82	'87-'88	'93-'94
낙동강 b1	★			★		★
b2			★	★		
b3				★		
b4	★		★	★		★
b5			★	★		
b6			★			★
b7			★		★	
b8			★		★	
b9			★		★	
b10			★		★	★
b all			★		★	

2.3 강우량자료의 빈도분석

장래 발생할 지도 모를 가뭄 및 '94년 가뭄의 심도를 평가하는 방법으로 강우량을 빈도분석하여 '94년 가뭄의 심도(재현기간)을 비교할 수 있다. 강우량의 빈도분석은 계속기간(2,4,6,12,18개월 등)별 연최저치 계열을 작성한 후, 이들 최저치계열의 적정분포형을 검정하고, 그 분포형에 따라 빈도분석을 실시하여 빈도별 계속기간별 강우량을 산정한다. 또 이들 결과를 이용하여 계속기간별 빈도별 강우량도를 전국적으로 작성한다.

3. 갈수량의 빈도분석

강수량과 마찬가지로 갈수량의 빈도분석을 실시하여 과거 및 '94년 가뭄을 비교할 수 있다.

3.1 수위-유량자료의 수집 및 분석

'94년 현재 전국의 수위관측소는 295개로 이중 수위-유량관계곡선식(Rating Curve Equation)이 있고, 빈도분석을 위하여 20년 이상 기록을 보유한 지점은 총 51개소이며, 이들 지점 및 각 지점의 자료보유 현황은 표 3.1 및 그림 3.1과 같다. 또 이들 각 지점의 수위-유량관계곡선식의 대부분은 평수위 및 홍수위의 유량측정자료로 부터 구하여, 최갈수기의 경우 적용할 수 없으므로, 과거 유량측정성과자료 및 영점표고 변동 등을 고려하여 저수위부분을 위한 새로운 추정식을 작성하였다.

3.2 계속기간별 최저치계열의 작성 및 적정분포형 산정

3.1절의 일수위자료 및 수위-유량관계곡선식을 이용하여 각 수위표별 일유출량을 구하고, 이들 일유출량자료를 이용하여 계속기간(1, 2, 3, 6, 12개월 등)별 연최저치계열을 작성한다. 다음으로 각 수위표별 계속기간별 연최저치계열의 적정분포형을 갈수량 분석에 주로 이용되는 2변수 type III 극치분포(Weibull 분포) 및 Gamma분포 등을 이용하여 적정분포형을 검정하며, 분포형 검정방법으로는 Kolmogorov-Smirnov Test를 이용한다.

3.3 계속기간별 최저치계열의 빈도해석

3.2의 결과로 얻어진 수위표별 계속기간별 연최저치계열을 적정분포형에 따라 빈도분석을 실시하며, 갈수량은 상하류의 관계를 고려하여야 하므로 지역빈도해석도 병행 실시한다. 이러한 절차로 얻어진 결과를 이용하여 전국을 대상으로 계속기간별-빈도별 갈수량도를 작성할 수 있을 것이다.

표 3.1 갈수량 빈도분석 대상지점 및 기록보유 현황

지점명	관측 개시년도	총자료 보유년도	지점명	관측 개시년도	총자료 보유년도	지점명	관측 개시년도	총자료 보유년도	지점명	관측 개시년도	총자료 보유년도
인도교	18	59	마수원	55	40	월촌	69	26	마록	16	47
광장	62	32	개진	69	26	송리원	71	30	송정	17	62
고안	17	65	현풍	24	58	봉화	62	33	구례	63	32
여주	15	65	고령교	74	21	규암	16	66	압록	17	62
간현	62	30	동촌	23	59	공주	15	66	적성	17	28
횡성	63	32	금호	62	33	석화	18	64	제2섬진	73	22
목계	17	65	왜관	24	58	회덕	17	46	회화	29	53
주천	62	33	선산	67	28	옥길	62	33	양령	29	51
영월	17	62	낙동	24	58	수통	63	31	신태인	29	53
거운	62	32	용곡	67	28	무주	73	21	안강	62	32
삼량진	21	48	계산	69	24	용담	19	37	울산	63	32
진동	23	59	가장	69	26	나주	15	67	강릉	56	37
정암	22	42	침촌	66	29	남평	19	45			

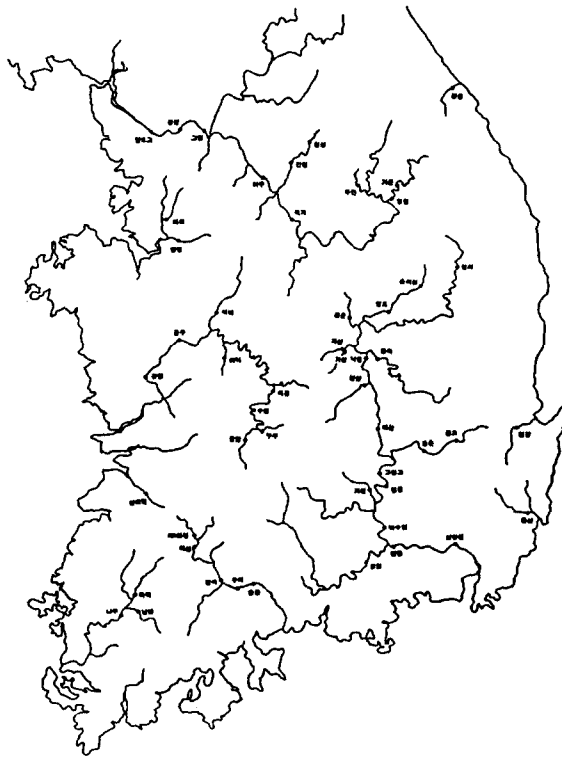


그림 3.1 갈수량 빈도분석 대상지점 위치도