

강원도 태백지역 2008년 가뭄의 원인분석 연구

A Root Cause Analysis for Drought in Taeback City, Kangwon-do in 2008

김주환¹ · 최계운^{2*} · 박상우³

Joohwan Kim¹ · Gyewoon Choi^{2*} · Sangwoo Park³

1 동명기술공단, 2 인천대학교, 3 서남대학교

(2010년 3월29일 접수 ; 2010년 6월10일 수정 ; 2010년 6월12일 채택)

Abstract

Recently, there have been flood damages due to the climate change and the flash flood continuously in Korea and there are several flood disaster mitigation plans that are normally most of management plan for water related disasters even though drought disasters are as important as flood disasters. In this study, it is underlined that the research on solution of water shortness due to the drought disasters is currently required since the frequency of drought damage is not very many but continuously increasing. There was big drought damage in TaeBaek City of Kangwon province due to the serious lack of water during autumn, 2008 to spring, 2009. This study therefore analyses the characteristics of hydrometeorological conditions by rainfall frequency analysis and the operations of Gwangdong dam that is a source of multi-regional water supply by analysing water demand. As results of study, there was a drought with 20 years returning period which is not really available to fill the reservoir as usual and which could only filled 52% of reservoir. The rainfall during the dry season was less than normal, however, the water demand from the TaeBaek City was higher than normal. As researching several reasons of water shortness including the reasons described above, this study might be useful for drought mitigation plan.

Key words : Drought disaster, Lack of water, Hydro-meterological characteristics

요 지

최근 들어, 기상이변 및 국지성 집중호우로 인한 침수피해가 계속적으로 발생하고 있다. 따라서 재해 피해 저감을 위한 대책을 수립할 시에 풍수해 관리 분야에 있어 대부분이 홍수피해에 집중되고 있는 실정이다. 그러나 가뭄 재해 또한 홍수피해에 못지않은 규모의 피해를 발생시키고 있으며, 가뭄 피해는 그 발생빈도가 아직 크지 않으나 점차 증가하고 있다는 부분에 주목할 필요가 있다.

강원도 태백시는 2008년 가을부터 2009년 봄까지 심한 가뭄 피해를 입어 심각한 물부족에 시달린 중요한 예시이다. 따라서 본 연구에서는 이 지역에 대한 물 부족 요인을 파악하기 위하여 수문기상학적 분석을 통한 가뭄빈도를 분석하였으며, 광역상수도 공급원인 광동댐의 운영과 수요-공급 분석을 통하여 물 부족 원인에 대하여 분석하였다.

그 결과, 갈수우량의 빈도 분석을 통한 태백지역 가뭄은 20년 빈도에 해당하는 것으로 나타났으며, 이를 바탕으로 광동댐 저수지에는 저수율이 약 52% 만 확보 가능한 것으로 나타났다. 또한, 갈수기의 강우량은 평년에 비하여 작게 발생하였다. 그러나 피해 발생 시 태백시의 상수도 수요는 평년에 비하여 많았던 것으로 판단되었다. 본 연구를 통하여, 가뭄시 물 부족 원인을 분석하였으며, 이는 가뭄시 물 부족 대책 마련을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 예상된다.

주제어 : 가뭄, 물 부족, 수문기상학적 특성

* Corresponding author Tel:+82-32-770-8467, Fax:+82-32-762-7683, E-mail: gyewoon@incheon.ac.kr(Choi, G)

1. 서론

물은 모든 생물의 생존에 필수적인 요소이다. 물이 하루라도 공급되지 않으면 모든 산업 활동 및 우리의 문화생활은 물론 생존 자체가 위협을 받을 것이다. 우리가 물을 이용함에 있어서 대부분 하천이나 지하수를 통해 얻고 있으나, 현재 우리나라의 경우는 높은 인구밀도와 강수의 대량유실로 인하여, 물이 부족한 나라이다. 그나마 하천으로 흘러나오는 물 가운데 6~9월 홍수기에 집중되어 홍수를 발생시키기도 하며, 반대로 장기간 동안 강우가 전혀 없어서 하천유출이 중단되어 가뭄을 겪게 되기도 한다. 이 같은 현상은 엄청난 물 부족 위기를 예고할 뿐만 아니라 해마다 반복되는 수해피해를 초래하고 있다.

이런 물 부족은 우리나라에 가뭄을 발생시키고 있으며, 가뭄은 심한 물 부족으로 인하여 피해를 겪는 기상재해 중 하나이며, 불가피성과 반복성을 가진 자연현상인 것이 사실이지만 가뭄 발생 전의 사전대비계획과 가뭄발생시의 실효성 있는 가뭄관리체계가 구축되지 못해 가뭄의 피해를 최소화 할 수 있는 기회를 놓쳐 버린 인위재해의 뭉도 있는 실정이다.

최근 지구 온난화에 따른 세계적인 기후변화에 의해 태풍, 홍수, 가뭄, 냉해, 한파, 폭설 등의 자연재해가 빈번하게 발생하고, 산업화와 도시화에 따른 물수요가 증가할 뿐만 아니라 각종 오염수의 증가로 수질오염이 심화되어 사용할 수 있는 물은 점점 적어지는 심각한 상황을 맞고 있다. 특히 90년대 이후 강원도 남부지역을 중심으로 겨울부터 봄철에 만성적인 가뭄 및 홍수로 인한 피해가 대형화되고 있는 추세이며, 극복하기 가장 힘든 자연재해로 사회, 경제 및 환경에 막대한 피해를 주고 있다.

본 연구에서는 2008년 가뭄이 발생한 강원도 태백시에 대하여 가뭄발생에 대한 원인을 수문기상학적인 요소와 저수지 운영에 관한 요소에 대한 분석을 통하여 파악하였다.

2. 연구대상지역 현황 및 가뭄의 유형

2.1 연구대상지역 수자원 현황

본 연구의 대상지역은 2008년 가뭄발생으로 인하여 피해

를 입은 바 있는 강원도 태백시이다. 태백시는 광역상수원인 광동댐을 중심으로 골지천으로부터 상수를 공급받는 지역으로, 수자원 부족량은 105.81백만 m^3 /년으로 **Table 1**과 같으며, 유출량은 52.17%인 55.20백만 m^3 /년, 손실량은 47.83%인 50.61백만 m^3 /년으로 「수자원장기종합계획(2006.9, 국토해양부)」에서 제시한 우리나라 전체의 평균 유출율 58%, 한강 유역의 57%, 낙동강 유역의 56%보다 다소 작은 유출특성을 나타내고 있다.

태백시의 기상관측소는 1985년 9월부터 관측을 개시하였으나, 2009년도에 폐지된 상태이다. 관측기간이 타 관측소에 비하여 매우 짧은 편이나 본 연구에서는 태백시 지역의 수문기상학적 특성을 분석하기 위해서 1985~2008년까지의 관측된 자료를 가용자료로 이용하였다.

2.2 가뭄의 정의

가뭄의 사전적 의미는 '장기간에 걸친 강우의 부족상태'를 의미하며, 물 부족은 물에 대한 수요에 비하여 공급이 적은 경우를 의미한다. 이러한 가뭄과 물 부족의 차이를 설명하기 위해서는 물이 부족하게 된 원인을 조사하며, 자연적으로 발생하는 강수량이 부족한 것인지, 인간의 필요에 의하여 요구되는 양이 부족한 것인지 살펴보아야 할 것이다.

Table 2에서 보는 바와 같이 가뭄의 발생원인은 자연적, 기상학적으로 강수량 부족 및 온도 상승으로 인한 증발량 증가가 가장 큰 요인이며, 물 부족의 경우 상수도 과다사용 및 과다오용이 가장 큰 원인으로 발생되고 있다. 또한 가뭄의 경우 자연적인 현상으로 인해 앞으로 일어나게 될 일들에 대해 이를 예측하기 힘들며, 물 부족의 경우는 어느 정도 준비만 되어 있거나 관리를 잘하게 되면 예방이 가능하다.

2.3 가뭄의 발생원인

가뭄의 발생 원인은 일반적으로 기상학적 원인과 농업적 원인 그리고 수문학적 원인으로 구분할 수 있다. 여기서 기상학적 가뭄 원인은 강수의 양, 강도, 기간의 부족과 높은 온도, 강한 바람, 낮은 상대습도, 많은 일조량 등에 기인하여 발생하며, 대기가뭄으로 이어져 대기 중의 습도가 낮아지고 기온이 높아 증발을 촉진시키게 된다. 강수량의 공간적, 시간적 분포를 정확하게 예측할 수 없는 상태에서 적어도 2~3

Table 1. 태백시의 수자원 부족량

유역명	유역면적 (km^2)	연평균 강수량 (mm)	수자원 부족량 (백만 m^3 /년)	유출량(백만 m^3 /년)			손실량 (백만 m^3 /년)
				홍수기	비 홍수기	계	
골지천	75.42	1,403.0	105.81 (100%)	40.56 (38.33%)	14.64 (13.84%)	55.20 (52.17%)	50.61 (47.83%)

Table 2. 가뭄과 물 부족의 개념 차이

	가뭄	물 부족
수자원의 경우	계절별 평균치에 대한 차이	수요에 대한 공급의 부족
발생원인	강수량 부족 증발량 증가	과다사용 과다오용
책임	자연	인간
예측성	불가	인간
피해	예방불가, 대비 가능	예방가능
사막의 경우	없다	항상 있다
지하수 경우	고려 안함	고려함

개월 후의 강수를 예측한다는 것은 어려운 일이지만 계속적인 연구가 진행되고 있으며, 장기 기상학적 가뭄예보가 중요한 것은 이에 따라 수문학적 가뭄 발생을 예측하는 것이 가능하고 다목적댐의 경우 전력의 발전을 억제하고 생공용수 공급을 우선적으로 공급하여 저수량을 절약하여, 가뭄발생시 물 부족에 대처하게 된다. 그리고 농업적 가뭄 원인은 기상학적 가뭄이 지속될 시 토양수분의 탈수가 촉진되어 토양함수량의 감소에 의한 농업가뭄이 발생하게 되고, 이는 식물의 물에 대한 스트레스를 야기하여 농작물 생산량의 감소를 가져오게 된다. 예를 들어 벼의 가뭄피해는 저수지 운영실적을 분석하여 저수율별, 생육시기원인제한방류율(%)과 제한 지속일수(day)로부터 제한방류강도(%-day)를 구하고, 이를 농업적 가뭄의 크기로 지수화 할 수 있다. 이 농업가뭄지수에 해당하는 작물별, 시기별 과거의 피해실적으로부터 농업가뭄피해를 평가한다. 또한 수문학적 가뭄 원인은 장기간의 기상학적 가뭄에 의하여 토양 함수량의 감소를 가져오고, 하천의 기저유량 감소와 댐, 저수지, 호수, 연못, 습지 등의 수량을 현저히 감소시켜 발생하게 된다. 이는 다시 수자원 시설의 내한능력을 떨어뜨려 관개농업과 생활 및 공업용수분야에 가뭄 피해를 입게 된다. (Wilhite, 1985).

3. 태백지역 수문특성 및 물 부족현상 분석

가뭄재해가 발생하는 원인은 강수량과 증발산량의 불균형을 야기한 강수량 부족이라고 말할 수 있으며, 장마전선이 우리나라의 남해 멀리 위치하여 마른장마가 계속되는 경우, 그리고 강우를 동반한 태풍이 우리나라를 비껴감으로서 영향을 주지 못하는 등의 경우가 복합적으로 작용한다. 이런 수문학적 여러 요인들이 강수에 영향을 미치지 못하는 악조건으로 발생 하였을 경우에는 큰 가뭄이 발생하여 길게는

수년간 지속될 수도 있다.

본 연구에서는 수문기상학적 특성을 조사 하고, 태백지역의 광역상수도 공급원인 광동댐의 운영분석과 지역특성을 통해 2008년에 발생한 태백시의 가뭄의 현상을 파악 하였다.

3.1 빈도 갈수우량 산정

3.1.1 갈수우량 자료계열 작성

태백기상관측소의 지점빈도분석을 실시하기 위하여 1985년 9월부터 2008년 12월까지 월 강우량 자료를 이용하여 갈수지속기간(1, 2, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24개월)에 따른 이동 누적우량(running total rainfall)자료를 Table 3에서 보는바와 같이 시작 월에 관계없이 최소값으로부터 자료계열을 작성하였다.

이 때 계열을 구성하는 최소 누적우량을 산정하고 나면 그 누적우량의 계산에 사용된 앞 및 뒤에 위치하는 누적 우량은 강우지속기간에 해당하는 개월 수 만큼 누적 우량표에서 제외시키고 두 번째로 작은 누적 우량을 산정하게 된다. 이는 지속기간 별로 구성되는 누적우량계열의 독립성을 유지하기 위함이다(윤용남, 1972). 두 번째 작은 크기의 누적우량을 선정 한 후 다음 누적 우량의 선정방법도 동일하게 산정한다. 이와 같은 절차에 의한 갈수우량 자료계열은 비년 최소치기간 단위가 연(year)이 아닌 경우의 계열 혹은 부분기간치 계열이며 자료계열의 하한치(threshold)로는 지속기간별 평균 월 우량을 채택하고 자료의 개수는 자료 연수와 동일하게 취하는 것이 보통이다.

3.1.2 빈도분석 결과

2008년 태백지역에서 발생한 가뭄의 규모를 판단하기 위하여 갈수우량 자료계열을 L-Moment법을 이용하여 산정

Table 3. 태백관측소 지속시간별 갈수우량 자료 계열

(단위 : mm)

순위	재현기간	초과확률	갈수 지속기간(개월)									
			1	2	3	6	9	12	15	18	21	24
1	24.0	95.8	0.5	9.7	17.6	129.2	276.7	746.9	897.9	978.2	1304.7	2122.9
2	12.0	91.7	0.8	14.3	20.1	138.0	357.5	912.7	1004.0	1168.4	1424.5	2182.2
3	8.0	87.5	2.1	15.2	32.5	139.9	359.4	919.0	1033.1	1248.7	1482.4	2197.3
4	6.0	83.3	2.2	16.2	35.4	151.6	396.4	954.1	1092.6	1297.2	1502.5	2308.8
5	4.8	79.2	2.6	18.5	39.7	152.6	408.2	1000.2	1096.8	1310.5	1680.6	2409.2
6	4.0	75.0	3.0	19.2	43.0	160.1	421.0	1004.7	1118.9	1328.6	1722.3	2448.5
7	3.4	70.8	3.3	19.8	43.2	166.9	427.9	1045.8	1179.1	1344.4	1772.4	2597.8
8	3.0	66.7	3.5	24.3	43.2	171.6	441.0	1215.2	1271.0	1757.4	2028.9	2607.5
9	2.7	62.5	3.9	24.9	44.5	180.2	496.4	1217.3	1678.5	1813.3	2096.3	3035.5
10	2.4	58.3	5.6	25.2	44.7	198.8	513.0	1280.0	1705.1	1986.5	2279	0.0
11	2.2	54.2	6.2	25.9	49.9	215.4	535.4	1285.6	1741.3	2067.2	2360.5	0.0
12	2.0	50.0	6.3	26.9	53.7	219.7	542.7	1286.9	1829.6	2536.7	0.0	0.0
13	1.8	45.8	6.4	28.9	54.3	220.6	557.2	1299.5	2035.1	0.0	0.0	0.0
14	1.7	41.7	6.6	29.5	57.3	221.4	573.5	1322.7	2191.7	0.0	0.0	0.0
15	1.6	37.5	7.4	30.4	66.7	221.5	576.3	1358.4	0.0	0.0	0.0	0.0
16	1.5	33.3	7.9	31.0	70.5	221.8	592.1	1416.9	0.0	0.0	0.0	0.0
17	1.4	29.2	8.0	32.0	72.0	231.3	623.6	1476.8	0.0	0.0	0.0	0.0
18	1.3	25.0	8.1	33.1	75.7	281.1	629.9	1487.2	0.0	0.0	0.0	0.0
19	1.3	20.8	8.5	36.3	77.3	316.2	650.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	1.2	16.7	9.6	37.4	78.3	321.9	707.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21	1.1	12.5	9.7	37.5	89.2	328.8	775.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	1.1	8.3	9.8	37.7	89.5	396.0	796.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	1.0	4.2	10.0	38.5	117.1	399.2	807.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	1.0	0.0	10.4	40.5	127.1	580.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

GOODNESS OF FIT TEST

	K-S TEST			CHI-SQUARE TEST							
	K-S	REMARK	REMARK	CHI-SQUARE	NO. OF CLASS INTERVAL	NO. OF DEGREE FREEDOM	REMARK	REMARK	CHI-TEST	CHI-TEST	
		1%	5%				1%	5%	1%	5%	
NORMAL(2P)	.1111361	O.K.	O.K.	5.7500000	7	4	O.K.	O.K.	16.80	12.60	
LOG-NORMAL(2P)	.1789437	O.K.	O.K.	20.3333333	7	4	NO.	NO.	16.80	12.60	
LOG-NORMAL(3P)	.1248128	O.K.	O.K.	7.5000000	7	3	O.K.	O.K.	15.10	11.10	
GAMMA(2P)	.1470096	O.K.	O.K.	5.7500000	7	4	O.K.	O.K.	16.80	12.60	
PEARSON TYPE-3(3P)	.1239938	O.K.	O.K.	6.3333333	7	3	O.K.	O.K.	15.10	11.10	
LOG-PEARSON TYPE-3(3P)	.0864997	O.K.	O.K.	3.4166667	7	3	O.K.	O.K.	15.10	11.10	
GUMBEL(2P)	.1438802	O.K.	O.K.	5.7500000	7	4	O.K.	O.K.	16.80	12.60	
GENERALIZED EXTREME(3P)	.1167608	O.K.	O.K.	6.3333333	7	3	O.K.	O.K.	15.10	11.10	
WAKEBY(5P)	.0730946	O.K.	O.K.	5.1666667	7	1	O.K.	O.K.	11.30	7.81	

Fig. 1. L-Moment법에 대한 적합도 검정 결과

하였으며, 산정된 결과를 바탕으로 적합도 검정과 빈도결과를 이용하였을 때, Fig 1에서 나타난 바와 같이 카이스퀘어

(Chi's square) 값이 가장 작게 나타난 Wakeby 분포형모델이 가장 적합한 것으로 판단되었다.

Table 4. 강우지속기간별 빈도 갈수유량 산정결과

(단위 : mm)

재현기간(년) 지속기간(월)	2	5	10	20	30	50
1	6.2	2.6	1.3	0.6	0.4	0.1
2	27.8	18.8	14.6	11.4	10.1	8.8
3	54.5	38.2	30.3	21.5	17.0	12.5
6	209.0	156.6	139.3	130.0	126.9	124.3
9	531.4	410.3	348.1	305.9	289.5	275.4
12	1203.7	996.5	881.3	136.8	814.3	757.5
15	1325.6	1008.3	919.6	877.6	863.9	853.1
18	1443.3	1152.0	1074.7	1038.7	1027.0	1017.7
21	1732.7	1420.0	1327.4	1282.8	1268.1	1256.4
24	2350.8	2188.3	2146.5	2127.2	2120.9	2115.7

Table 4에서 보는 바와 같이 태백지역의 빈도별 갈수유량을 산정하였으며, 2008년도 태백지역에서 발생된 가뭄에 적용하였을 때, 2008년 9월부터 2009년 2월까지 발생된 6개월 지속기간 강우량이 약 132mm 이므로, 가뭄빈도 20년에 해당하는 강우가 발생한 것으로 나타났다.

3.2 광동댐 운영분석

3.2.1 댐 유입량 및 방류량 분석

광동댐의 유입량과 방류량을 통하여 댐 운영을 분석하기 위해 1998년부터 2007년까지의 10년 자료를 평균하였으며, 가뭄이 발생된 2008년 자료와 비교하였을 때 Fig.2와 3에서 보는 바와 같이 과거 10년의 평균 유입량 및 방류량은 홍수기 기간인 7월 하순과 9월 중순에 양이 많아지는 것을 확인할 수 있다. 7월 하순은 한반도의 전형적인 홍수기로 볼 수 있으나 9월 중순은 2003년 9월 12일 태풍 매미의 상륙으로 725m/s의 유입량이 기록되어 평균 유입량이 높

게 나타났다. 이에 반하여 2008년에는 태풍의 영향을 거의 받지 않아 9월 이후의 유입량이 예년에 비하여 크게 감소함을 볼 수 있다

과거 10년 평균의 유입량 및 방류량을 살펴보면, 갈수기가 시작되는 10월 초에는 유입량이 발생하였지만, 2008년 유입량은 10월 이후에 거의 발생되지 않아 댐의 가뭄 설계 빈도(갈수시 10년)를 초과한 극심한 가뭄 발생 및 지방상수도 취수원 고갈로 인해 광역의존도가 높아지면서 댐 수위가 급격히 저하 되었다.

3.2.2 광동댐 저수량 분석

과거 10년(1998~2007년) 평균자료 및 2008년 광동댐의 저수율을 Fig. 4와 같이 비교하였을 때, 과거 10년 평균자료 저수율은 홍수기(6월15일~10월15일)의 경우 평균 68.61%의 저수율을 가지고 있었으며, 2008년의 경우 저수율은 평균 51.89%로 낮은 저수율을 가지고 있었음을 알

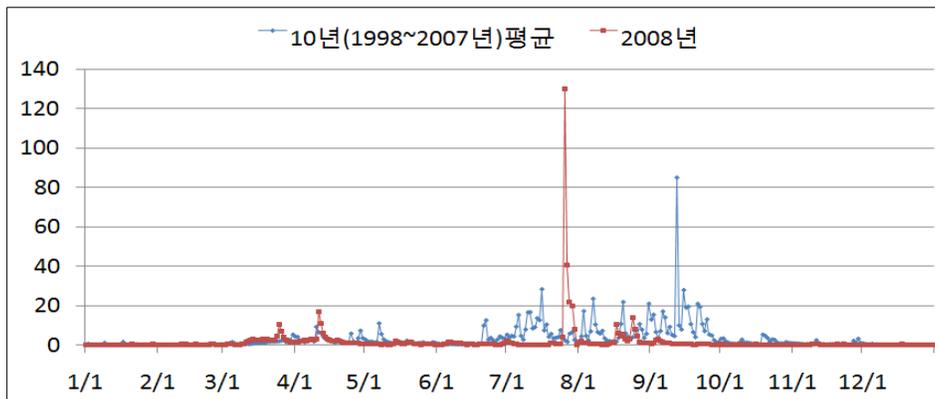


Fig. 2. 광동댐의 10년간 평균 유입량과 2008년 유입량 비교

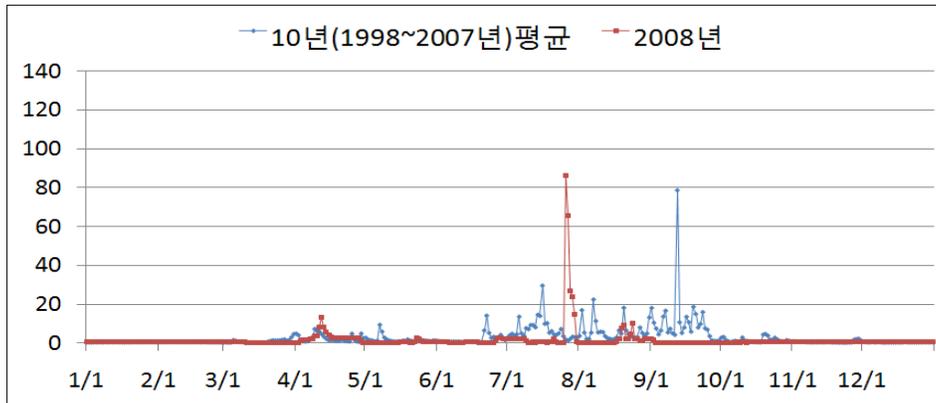


Fig. 3. 광동댐의 10년간 평균 방류량과 2008년 방류량 비교

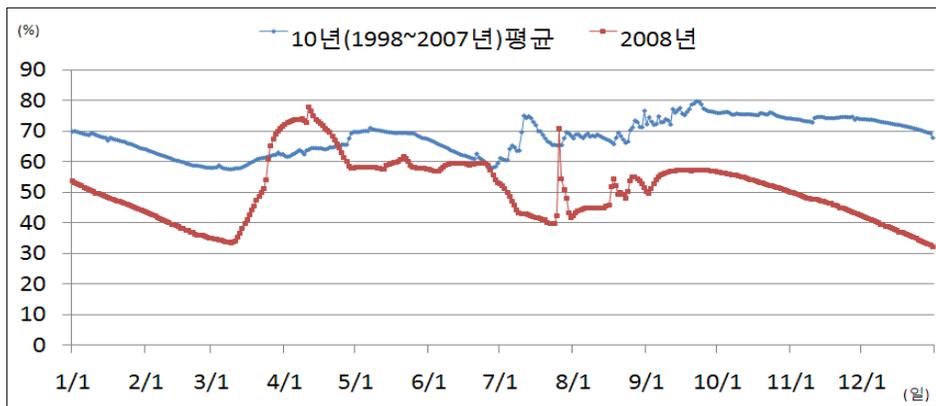


Fig. 4. 광동댐의 10년 평균 저수율과 2008년 저수율 비교

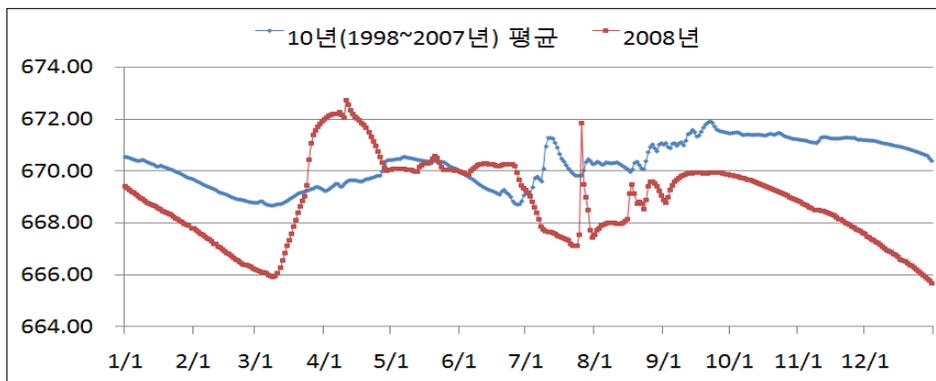


Fig. 5. 광동댐의 10년평균 수위와 2008년 수위 비교

수 있었다. 2008년도에 저수율이 낮은 이유는 예년보다 댐으로 유입되는 수량이 적었기 때문으로 판단된다(태백시, 2009).

또한, 과거 10년(1998~2007년) 평균자료와 2008년 광

동댐 수위를 파악해 보면 과거 10년의 광동댐 운영에 있어, 홍수기(6월15일~10월15일) 상시만수위 최대 671.91m, 평균 670.30m를 유지하고 있었으나 2008년도의 홍수기 때 상시만수위는 최대 671.83m, 평균 669.08m를 유지하여, 홍수기 경우 댐 수위 운영이 과거 10년 운영과 비교 하였

을 때, 2008년도 홍수기의 경우 광동댐의 수위는 약 1.3m 가량의 수위가 낮게 유지되어 1,057,800톤의 내용적 차이가 발생하였음을 알 수 있다.

2008년 9월 중순 이후의 광동댐 수위는 예년보다 유입량이 줄어들어 지속적으로 수위가 낮아지는 것을 볼 수 있었다.

3.2.3 강우량 분석

태백지역의 2008년도 강우량을 Table 5, Fig. 6과 같이 과거 10년(1998~2007년) 월평균 강우량과 비교하면, 홍수기인 6~9월의 경우 2008년 강우량은 663.4mm로써, 10년 평균 강우량 1048.04mm의 약 63% 정도의 강우량이 내렸으며, 갈수기가 시작하는 10월부터 12월까지의 강우량을 비교한 결과, 2008년의 경우 49.9mm 강우가 내려, 10년 월평균 강우량 110.63mm의 약 45%에 해당하는 강우량이 내린 것으로 분석되었다.

특히, 갈수기의 유량을 확보하기 위한 9월에서 10월까지의 강수량이 10년 평균값에 비하여 많이 부족함을 알 수 있다. 2001년의 경우 전국적으로 가뭄이 발생한 바 있으며 태백지역의 경우 25일간 제한급수를 실시한 바, 이를 본 연구대상 가뭄 사상인 2008년 강우량과 비교하여 분석하였다.

총 강우량은 2008년의 경우 959.5mm로 2001년 강우량 849.9mm보다, 약 13%정도 많은 양의 강우가 내렸으며, 홍수기인 6~9월의 경우 2001년 강우량은 533.0mm, 2008년 강우량은 663.4mm로서, 가뭄이 극심했던 2001년 비해 약 24.5%의 강우량이 더 발생하였다. 반면에, 갈수기인 10~12월의 경우 2001년 151.0mm의 강우가 발생하였고, 2008년에는 49.9mm 강우가 발생하여 2001년에 비해 약 31%수준에 불과하였다. 가뭄에 영향을 미치는 강우량은 홍수기에 내린 총 양이 아니라 갈수기에 지속적인 강우가 얼마만큼 발생했느냐에 따라 가뭄의 심화 정도가 달라지는 것을 알 수 있다.

Table 5. 대상지역 월별 강우량의 10년평균 강우량과 2008년 강우량 비교

(단위 : mm)

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
10년 강우량	31.58	32.41	53.6	100.1	99.2	165.05	289.45	321.69	271.85	58.15	37.76	14.72
2008년강우량	65.60	2.1	59.4	63.0	56.1	150.3	264.0	201.4	47.7	24.0	10.4	15.5

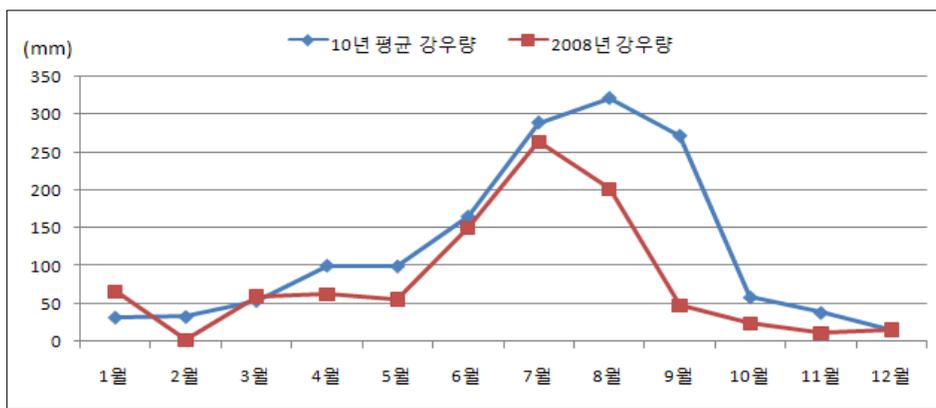


Fig. 6. 대상지역의 10년평균 강우량과 2008년 강우량 비교

Table 6. 대상지역 월별 강우량의 2001년과 2008년 월별 강우량 비교

(단위 : mm)

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
2001년 강우량	37.2	58.2	23.5	20.0	27.0	182.5	179.0	40.5	131.0	112.5	15.5	23.0
2008년강우량	65.60	2.1	59.4	63.0	56.1	150.3	264.0	201.4	47.7	24.0	10.4	15.5

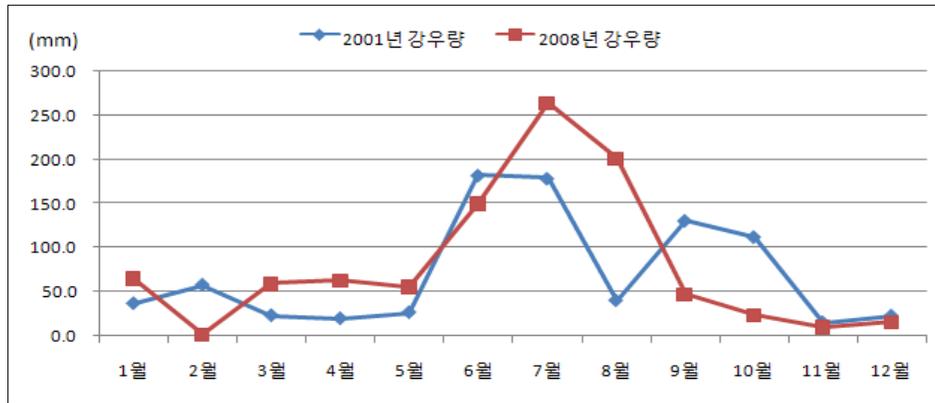


Fig. 7. 대상지역의 2001년 강우량과 2008년 강우량 비교

Fig.7에서 나타난 바와 같이 강우량의 균형적 발생이 가뭄의 정도차이를 결정하는 것을 알 수 있다. 이로 인해, 태백지역의 연 강우량은 예년에 비해 상당히 감소하였으며, 특히, 갈수기 강우량의 부족으로 인해 댐 운영에 의한 태백지역의 용수공급 어려웠음을 알 수 있다.

3.3 누수율 증가 및 상수도 수요량 증가

태백지역 물 부족 원인중의 하나로 오랫동안 태백지역의 상수도 시설 노후화로 인한 누수율 증가가 있다. 우리나라의 상수도 보급률이 92.1%인 반면 강원도의 상수도 보급률은 약 85%정도로 상대적으로 낮으며, 전국적인 누수율의 평균은 14.0%이나 강원도는 약 22%로 전국 평균을 상회하여 강원지역의 상수도 시설의 열악함을 알 수 있다 (환경부, 2008 및 한국상수도협회, 2009). 특히, 태백지역의 누수율은 Table 7과 같이 강원도에서 가장 높은 약 46%로 나타나 관로 노후가 심각한 수준임을 알 수 있다. 태백지역의 경우 20년 이상 된 노후관로는 약 50% 이상을 차지하고 있으며, 과거 1980년대 태백지역의 탄광개발 사업으로 인해 지하에 석회암 물질이 많이 함유되어 있어 이러한 물질이 관로 노후를 야기 시키는 주된 이유 중 하나로 판단된다.

현재 태백시 지역의 매설년도별 관로현황은 Fig. 8과 같

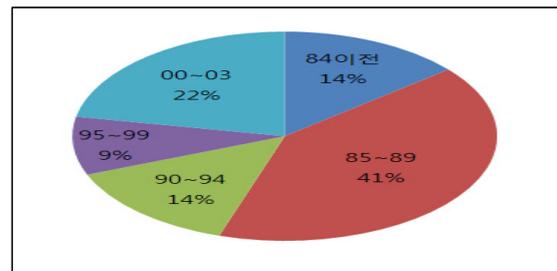


Fig. 8. 태백시 상수도 관로의 매설년도별 현황

이, 1989년 이전에 매설된 관로는 84년 이전 14%와 85~89년에 매설된 관로 41%를 포함하여 55%가량의 20년 이상 된 노후 관로들이 존재하고 있다.

20년을 초과한 노후관로들은 태백지역의 누수율을 높이는 원인으로 물 공급의 효율을 낮추는 요인이다. 지난해 (2008년) 물 공급량은 1,330만 5천 톤이지만 실제 가정집과 영업용 등에서 사용되는 수량은 불과 439만 3천 톤 (38.7%)에 그쳤으며, 소방용수 또는 계량기에서 감지 못하는 수량 이외에 529만 6천 톤이 노후상수도관을 통해 누수되어 낭비되고 있는 실정이다. 태백지역 누수율을 강원지역의 평균 누수율인 22%로 향상시키면 물이 약 64만6천 톤이 절약되는 것으로 나타났다.

Table 7. 태백지역 상수도 보급률, 급수사용량, 유수율, 누수율

연도	상수도 보급률(%)	급수 사용량(톤)	유수율(%)	누수율(%)
2007년				
전국	92.1	1,585,600,000	79.3	14.0
강원도	84.5	137,104,133	65.9	22.2
태백시	98.0	4,622,162	39.4	46.0

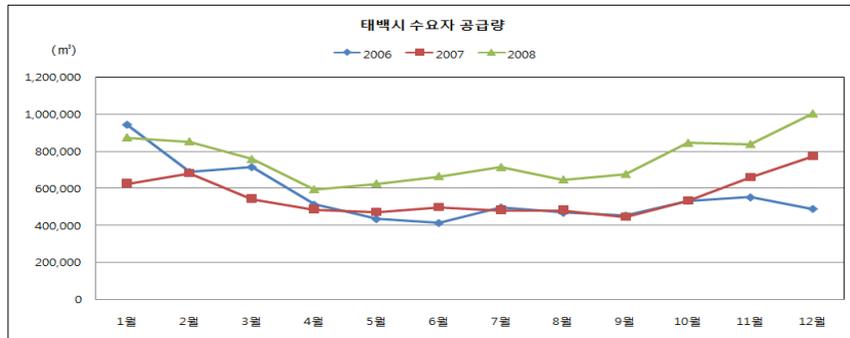


Fig. 9. 연도별 태백시 상수도 공급량

또한, 태백권 지역의 공급량은 Fig. 9와 같이 홍수기에서 갈수기로 넘어가는 시점인 9월의 경우 2008년은 총 공급량 1,163,276m³으로 전년 2007년도 848,275m³에 비해 약 28% 증가하였으며, 갈수기인 겨울철로 넘어갈수록 공급량이 지속적으로 늘어, 상수도 수요량이 증가하여 물 부족을 야기한 원인임을 알 수 있다(환경부,2008 및 한국상하수도협회,2009).

4. 결 론

본 연구에서는 강원도 태백시의 2008년 가뭄사상을 대상으로 수문특성 및 광역상수원의 운영분석 등의 분석을 바탕으로 가뭄의 요인에 대해 연구를 하였으며, 아래와 같은 결론을 도출하였다.

- 1) 강우지속기간별 빈도 갈수우량을 산정한 결과 20년 가뭄빈도가 발생하였으며, 용수공급댐인 광동댐은 10년 빈도의 가뭄에 대비하여 설계 되어 현재 운영되고 있는 댐 운영 및 가뭄대책에 대해 시급히 개정되어야 할 것으로 판단된다.
- 2) 2008년 광동댐의 운영수위를 분석한 결과 지난 10년(1998~2007년) 평균 운영수위보다 1.3m 낮은 669.08m를 유지하였으며, 이는 광동댐의 운영 규정을 준수 하였으나, 가뭄발생을 초래하였기 때문에 운영규정을 재검토 할 필요가 있을 것으로 판단된다.
- 3) 태백지역의 타 지역보다 높은 누수율은 가뭄피해를 더욱 가중시키는 요인으로, 약 55% 노후관로의 경우, 새로운 다른 관로의 정비나 교체가 필요한 것으로 판단된다.
- 4) 태백지역의 2008년 갈수기(10~12월) 수요량은 전년도에 비하여 28% 증가하여, 가뭄의 한 원인이 되었으며, 이를 해결하기 위한 대체 수원지 등의 개발이 필요할 것으로 판단된다.

참고 문헌

국토해양부(2006), 수자원장기종합계획, 국토해양부
 김휘린, 박무중, 윤용남(2004), 2001년 가뭄 특성에 관한 비교 연구, *한국수자원학회 학술발표회 논문집*, pp.1-5
 류성용, 변희룡, 김기훈(2000), 한반도의 가뭄발생특성, *한국기상학회 학술대회논문집*, pp.198-201
 박정규, 박중서, 차유미(2004), 우리나라 봄철가뭄을 초래하는 원인분석, *한국기상학회 학술대회 논문집*, pp.126-127
 상하수도협회(2009), 2008 상수도 통계, *상하수도협회*
 윤용남(1972), 급수용 저수지 설계를 위한 저유하량의 통계학적 해석에 관한 연구, *대한토목학회지*, Vol.20 No.1, pp.37-46
 태백시(2009), 발원지 고장 태백시 가뭄백서, *태백시*
 환경부(2008), 2007 상수도 통계, *환경부*
 David H. White. (1999). Australia's national drought policy: Aims, Analysis and Implementation., *Water International*, 24, pp.2-9
 Landsberg, H. E. (1982), Climate aspects of droughts, pp.593-596
 Sen, Z. (1980), Statistical analysis of hydrological critical droughts, *J. Hydro. Div., ASEC*, 106(1), pp.99-115
 Wilhite, D.A. and M.H. Glantz.(1985), Understanding the Drought Phenomenon: The Role of Definitions. *Water International*, 10(3):111-120.