

물 수급 계획의 딜레마 가뭄



이동률 >>

한국건설기술연구원 수자원연구부 수석연구원
dryl@kict.re.kr

1. 서론

물 수급 계획은 가뭄에 대비하여 사전에 물을 확보할 수 있는 인프라를 구축하고, 이를 안정적으로 공급하는 것이 주요 목적이다. 이 과정에서 우리는 사회적으로 기준 가뭄에 대응할 수 있는 능력을 확보하게 된다. 문제는 기후변동의 불확실성에 의해 우리가 기준으로 하고 있는 가뭄보다 더 심한 가뭄이 발생할 수 있다는 점이다(이동률, 2004).

우리는 가끔 수도관 교체 등으로 예고된 단수를 경험하는데, 이에 대비하여 단수기간 동안 필요한 물을 저장하기 위하여 플라스틱 물통을 준비한다. 우리나라에서 한사람이 하루에 쓰는 물은 평균적으로 150ℓ에서 200ℓ 정도로서 매일 이 만큼의 물을 물통에 저장해두면 한사람의 1일 생활을 유지할 수 있다. 단수기간이 길어지고, 필요한 물이 많을수록 물을 사전에 받아 두기 위하여 물통을 크게 하거나 그 수를 늘려야 한다. 단수기간은 가뭄기간이라고 생각할 수 있다. 만약, 우리가 1년 정도의 가뭄기간을 기준 가뭄으로 물을 확보하는 대응 능력을 가지려고 한다면 저장에 필요한 물은 1년 정도의 지속된 가뭄에 공급할 수 있는 수량이 된다.

수요의 증가는 가뭄에 대한 용수공급의 취약성을 더욱 크게 한다. 이를 해소하기 위한 가장 효율적인 대책

은 증가한 수요량만큼의 추가적인 저수용량을 확보하는 것이다. 그러나 경제, 사회 및 환경적인 상황은 신규 수자원 개발을 대안으로 추진하는데 장애가 되고 있다. 특히 신규 수자원 개발은 환경단체들로부터 전례가 없는 평가와 검토를 받게 되고, 기 계획된 개발조차도 잠재적인 환경영향에 의해 중단되는 경우도 있다. 따라서 신규 수자원 개발에 대한 현재의 제약은 가뭄에 대비하기 위한 새로운 물 관리 방법을 요구하고 있다.

본고에서는 물 수급 계획의 가정과 한계를 논하고, 우리나라의 물 수요와 공급능력을 통하여 가뭄동안에 나타날 수 있는 권역별 물 부족에 대한 취약성을 거시적으로 살펴보고자 한다.

2. 물 수급 계획의 가정과 한계

미래의 물 수급 계획은 우리 사회의 지속가능한 발전을 위하여 중요하고 사회적 관심이 가장 큰 부문이다. 물 수급 계획은 장래 목표연도의 생활, 공업, 농업 및 하천유지용수의 물 수요량과 하천수, 댐수, 지하수 등의 공급가능한 수자원량의 균형을 평가하여 물 과부족량의 산정에 의해 수행된다.

물 수급 계획은 미래를 전망하는 과정으로서 많은 불확실성을 가지고 있다. 물수요량은 장래의 불확실한 인구, 경제, 사회 및 환경 변화를 예측하여 산정된다. 불확실성이 더욱 큰 부문은 미래의 공급가능한 수자원량을 예측하는 것이다. 현재의 기술로 미래 이용가능한 수자원을 예측한다는 것은 불가능하기 때문에 과거에 발생한 가뭄이 미래에도 반복된다고 가정하여 이 가뭄기간의 수자원을 이용가능량으로 설정하고 있다. 따라서 물 부족량은 수요의 증가 또는 감소

에 의해 영향을 받지만, 계획에서 고려하고 있는 가뭄의 정도에 따라 더욱 크게 좌우된다.

가뭄은 기후에서 반복적으로 나타나는 정상적인 특성으로서 모든 기후 영역에서 발생한다. 가뭄은 강우가 적은 지역뿐만 아니라 많은 지역에서도 발생한다. 또한 가뭄은 공간적으로 심각성의 정도와 가뭄이 지속되는 특성이 다르게 나타나고 있다. 표 1은 건설교

통부 등(2000)에서 PDSI(Palmer Drought Severity Index)에 의해 평가한 과거 주요 가뭄의 시·공간적 특성을 제시한 것으로서 지역별 가뭄의 심도, 가뭄기간, 가뭄이 발생한 지역 비율 등의 특성이 서로 다르다는 것을 알 수 있다. 예로 1967~1968년의 물 부족은 우리나라에서 가장 극심한 피해를 주었던 가뭄으로 기록되고 있다. 그러나 이 기간의 가뭄피해가

표 1. 과거 주요 가뭄 시·공간적 특성

발생지역	가뭄사상	1967~1968	1976~1978	1982~1984	1988~1989	1994~1995
	특성					
전국	최대심도 (발생시기)	-4.93 (1968. 7)	-4.82 (1977.10)	-4.54 (1984. 10)	-4.63 (1988. 11)	-4.85 (1994. 9)
	주요 가뭄기간	1967. 5~ 1969. 4	1977. 7~ 1978.12	1982. 6~ 1984.12	1988. 5~ 1989. 10	1994. 6~ 1996. 6
	가뭄지역 최대비율	75 % (1968. 6)	92 % (1977.10)	68 % (1982.10)	78 % (1988.11)	82 % (1994. 9)
한강권역	최대심도 (발생시기)	-5.65 (1968.10)	-5.07 (1976. 7)	-4.59 (1984. 8)	-4.73 (1989. 9)	-4.77 (1995.11)
	주요 가뭄기간	1967. 7~ 1969. 3	1977. 6~ 1978.12	1983. 5~ 1984.12	1988. 5~ 1989. 9	1994. 7~ 1996. 5
	가뭄지역 최대비율	65 % (1968. 6)	100 % (1977.10)	94 % (1983. 8)	84 % (1989. 6)	70 % (1994. 9)
낙동강 권역	최대심도 (발생시기)	-4.37 (1968. 7)	-4.87 (1977.10)	-4.72 (1983.7)	-4.33 (1988.11)	-5.09 (1994. 9)
	주요 가뭄기간	1967.6~ 1969.4	1976. 6~ 1978. 6	1982. 6~ 1984. 3	1988. 6~ 1989. 6	1994. 7~ 1996. 5
	가뭄지역 최대비율	78 % (1968. 6)	84 % (1977. 8)	46 % (1982. 7)	53 % (1988. 11)	94 % (1994. 9)
금강권역	최대심도 (발생시기)	-5.27 (1968.10)	-4.98 (1977.10)	-5.49 (1984. 7)	-5.09 (1988.12)	-5.03 (1995. 7)
	주요 가뭄기간	1967.8~ 1969. 3	1977. 6~ 1979. 2	1982. 7~ 1985. 8	1988. 6~ 1989. 8	1994. 7~ 1996. 2
	가뭄지역 최대비율	72 % (1968. 7)	100 % (1977.10)	94 % (1984. 7)	100 % (1988.12)	92 % (1995. 7)
영산강 섬진강 권역	최대심도 (발생시기)	-5.70 (1968. 7)	-5.31 (1978.10)	-4.00 (1983. 8)	-4.50 (1988.11)	-5.04 (1994. 9)
	주요 가뭄기간	1967. 5~ 1968.12	1977. 6~ 1979. 3	1983. 6~ 1984. 8	1988. 8~ 1989. 8	1994. 6~ 1996. 5
	가뭄지역 최대비율	100 % (1968. 7)	100 % (1977. 10)	51 % (1983. 8)	100 % (1988.11)	100 % (1994. 9)

가장 심했던 지역은 전 지역에서 가뭄이 발생한 영산강·섬진강 권역이며, 한강권역은 가뭄지역의 비율이 65%로 상대적으로 피해가 크지 않았다. 이들 특성의 의미는 지역별 물 수급 전망에서 기준으로 하는 가뭄이 서로 상이할 수밖에 없다는 것을 의미한다.

이상과 같은 지역별 상이한 가뭄 특성은 공급계획에서 기준 가뭄을 각 지역의 상황에 맞게 수립한다면 크게 문제될 것은 없을 것이다. 그러나 계획의 달레마는 미래에도 기준가뭄이 반복되지 않는다는 것보다 더 심한 가뭄이 발생할 수 있다는 것이다. 물 관리자의 입장에서 이런 우려는 당연한 것이고 이에 대한 사전대책의 필요성을 강조할 필요가 있다. 그러나 환경단체들의 입장에서는 물 부족을 과장시켜 댐 개발과 같은 개발 사업을 추진하려고 한다는 비판을 가할 것이다. 이 같은 상황에서 물 관리자는 가뭄의 특성과 미래 물 수급 전망의 가정과 한계를 적극적으로 홍보하여 환경단체들과 공감대를 형성할 필요가 있고 이를 기반으로 가뭄에 대한 사회대응력을 높이기 위한 공급과 수요관리 대책을 수립할 필요가 있다.

3. 권역별 물 공급의 안정성

미래의 가뭄에 대한 물 공급의 안정성의 검토는 유역이 가지고 있는 하천수 이용률, 저수지 공급률 등을 평가함으로써 물 확보의 상황 및 가능성을 파악하는 것이다. 이를 위하여 하천수이용률, 저수지용량률(中安正晁, 1984) 및 가뭄취약물이용률을 거시적으로 평가하였다. 가뭄취약물이용률은 가뭄기간에 안정적인 공급수원인 다목적댐, 농업용저수지 및 하구언에서 공급하는 수요량에 대한 연간 총수요량의 비율을 나타낸다. 결국 이 수량은 가뭄의 정도에 따라 취수에 영향을 미치는 수량이라 할 수 있다.

$$\text{하천수이용률} = \frac{\text{연간수요량}}{\text{연평균유출량}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{저수지용량률} = \frac{\text{저수지용량}}{\text{연평균유출량}} \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{가뭄취약물이용률} = \frac{\text{연간수요량} - \text{저수지용량}}{\text{연간수요량}} \times 100\% \quad (3)$$

하천수의 이용률을 고정하고 물 공급능력을 확대하기 위하여 저수지의 용량률을 높이는 경우 유역의 물 공급 안정성은 증가한다. 특히, 하천수 이용률이 낮은 상황에서 저수지 용량률의 증가는 공급의 안정성 지표치의 개선에 직결된다. 그러나 하천수 이용률이 높게 되면 저수지의 용량률이 증가되어도 안정성의 향상에 대한 기여율이 적다. 즉, 하천수 이용률이 일정한 경우 저수지 용량률이 낮은 시점에서 용량률을 높이면 높일수록 공급의 안정성을 개선할 수 있는데 그 비율은 저하된다. 또한, 물리적으로 어떤 유역의 모든 하천수를 저수할 수 있는 만큼 저수지 용량률을 높일 수는 없다.

하천수 이용률이 어떤 한계치에 도달하면 저수지 용량률에 관계없이 안정성 지표는 개선되지 않는다(中安正晁 등, 1984). 이와 같은 이유는 다음과 같다. 첫째, 홍수시 하천유량의 무효 방류량이 존재하기 때문이다. 홍수시에 모든 하천유량을 저수지에 저장하는 것은 어렵기 때문에 이때 여수로 등을 통하여 방류되는 수량은 이수측면에서는 무효 방류량이 된다. 하천수 이용률을 높이기 위해서는 홍수시 무효 방류되는 수량을 저장하기 위한 더 큰 저수용량이 필요하다. 그러나 이와 같은 저수지가 건설되더라도 이를 활용할 기회는 매우 적으므로 결국 저수용량 확대에 따른 안정성 향상에 대한 기여율은 매우 적다. 둘째, 어떤 유역에서 댐 유역보다 잔유역인 하류 공급지점 유역의 면적이 차지하는 비율이 크기 때문이다. 유역내 용수공급을 위한 댐의 건설 지점은 대부분 상류 또는 중류 지역의 산악지역에 건설되는데 댐에 의한 용수공급지역은 대부분 하천의 하류지역에 위치하고 있다. 이 경우에는 대부분 댐의 잔유역이 차지하는 경우가 많으며, 댐의 저수 용량률을 아무리 크게 해도 잔유역의 유출량에 대해 댐에 의한 조절효과는 한계가 있으므로 잔유역에서 무효 유출량을 제외한 하천수량까지 밖에 하천수 이용률을 높일 수 없다.

표 2는 2006년에 발표예정인 수자원장기종합계획보완(안)에서 제시되고 있는 2020년까지의 생활, 농업, 농업용수 수요량과 연평균유출량, 저수지용량(다

표 2. 하천수 이용률, 저수지 용량률 및 가뭄취약 물이용률

권역	연도	용수 수요량 (백만m ³)	연평균 유출량 (백만m ³)	하천수 이용률 (%)	저수지 용량 (백만m ³)	저수지용량률 (%)	가뭄취약 물이용률 (%)
한강 권역	2003	8,175	28,810	28	4,849	17	41
	2006	8,304	28,810	29	4,849	17	42
	2011	8,563	28,810	30	4,849	17	43
	2016	8,716	28,810	30	4,849	17	44
	2020	8,637	28,810	30	4,849	17	44
낙동강 권역	2003	7,254	21,182	34	3,361	16	54
	2006	7,397	21,182	35	3,361	16	55
	2011	7,505	21,182	35	3,403	16	55
	2016	7,595	21,182	36	3,403	16	55
	2020	7,504	21,182	35	3,403	16	55
금강 권역	2003	5,256	12,300	43	2,428	20	54
	2006	5,343	12,300	43	2,428	20	55
	2011	5,400	12,300	44	2,428	20	55
	2016	5,444	12,300	44	2,428	20	55
	2020	5,424	12,300	44	2,428	20	55
영산강 및 섬진강 권역	2003	5,178	12,151	43	2,116	17	59
	2006	5,250	12,151	43	2,287	19	56
	2011	5,298	12,151	44	2,295	19	57
	2016	5,294	12,151	44	2,295	19	57
	2020	5,241	12,151	43	2,295	19	56

목적댐, 용수전용댐, 농업용저수지 및 하구언의 총유효저수용량)을 이용하여 하천수 이용률, 저수지 용량률 및 가뭄취약물이용률을 산정하였다. 금강, 영산강·섬진강권역의 하천수이용률은 44%로 나타났다. 일반적으로 하천에서 이용되지 않고 홍수기에 유출되는 수량은 연평균유출량의 53%인 것을 고려할 때 거의 전량을 이용하고 있다고 볼 수 있다. 한강 30%, 낙동강 권역의 35%를 고려할 때 금강과 영산강·섬진강 권역은 가뭄기간에 물이용의 취약성이 상대적으로 크다는 것을 보여주는 것이다.

저수지 용량률의 경우 금강권역이 가장 큰 20%이며, 한강권역이 17%로 가장 낮은 비율을 보이고 있다. 또한, 안정적인 확보시설에 의한 공급보다 가뭄기간에 취약한 하천에서 취수하고 있는 물 이용율은 한강권역이 43%이고 이외의 권역은 모두 55~56%를 보이고 있다. 결국 같은 가뭄조건에서 한강권역이 물

공급의 안정성이 상대적으로 크다고 할 수 있다. 또한 심한 가뭄이 전국적으로 발생한다면 낙동강, 금강 및 영산강·섬진강 권역은 물이용에 취약한 유사한 구조를 가지고 있다.

4. 결론

장래 물 수급의 전망은 과거에 발생한 가뭄기간의 물 공급량이 미래에도 반복된다는 가정에 의해 이들 수량과 수요량의 균형평가에 의해 평가된다. 또한 수급전망에 고려하는 가뭄은 시·공간적으로 다르기 때문에 지역별 수급계획에서 이용하고 있는 기존 가뭄은 다를 수밖에 없다. 물이 부족하다고 해서 또는 미래의 극심한 가뭄에 대비하여 무한한 물을 확보할 수는 없다. 그러나 물 수급계획은 다양한 가뭄 시나리

오에 의한 물 공급의 취약성 평가가 필요하다. 이 경우 현재 이용하고 있는 기준 가뭄보다 심한 가뭄이 발생할 경우 어떤 사회적 대응력을 필요한가에 대한 적응대책을 수립하여야할 것이다.

현재 우리나라의 권역별 물 공급의 안정성은 편차를 보이고 있어 물이용에 대한 사회적 불균형 문제를 안고 있다. 따라서 물 공급의 취약성은 지역의 균형 발전의 장애물이 될 수 있기 때문에 지역 특성에 적합한 공급-수요관리 대책의 추진과 지역간 물 이동 대책을 폭 넓게 검토할 필요가 있다. ㉑

참고문헌

- 中安正晁(1984), 利水安全度指標に關する研究, 第28回水理講演會論文集, pp. 13-19.
- 건설교통부, 한국수자원공사, 한국건설기술연구원(2000). 수자원의 최적화연구(IV):기후변화에 따른 수자원계획의 영향평가.
- 이동률(2004). 가뭄과 수자원 계획, 한국방재학회지, 한국방재협회, Vol. 4, No. 2, pp 37-42.

