

장기 저수지유입량의 갈수 빈도 비교 분석

김휘린¹⁾, 박무중²⁾, 윤용남³⁾

1. 서론

국가의 수자원을 개발하고 관리하기 위한 수자원 계획 수립시에는 계획의 지표를 선정하기 위하여 수문 자료의 분석에 의하여 얻을 수 있는 수문학적 계획변수의 설정이 필요하다. 이수 계획에는 확률 갈수유량을 계획변수로 이용하고 있고, 확률 갈수유량은 이수계획 수립시 하천 유역에서의 용수공급 시설물의 규모를 결정하는 기준으로 이용된다.(한국수자원공사, 1999) 그러나, 우리나라의 경우는 하천별로 자료의 축적이 장기 간 실시된 곳이 거의 없어 장기유출해석에 제약을 받게 된다. 따라서, 이에 대한 보완책으로 국내에서는 가지야마 월 유출고 공식, TANK, NWS-PC, Top Model, TWM 등의 모형들을 이용하여 유출량을 산정하고 있다. 또한, 각 모형의 정확성 및 효용성을 분석한 연구들이 주로 이루어져 왔다. 그러나, 대부분의 연구는 모의된 결과를 실측자료와 비교하여 적용된 모형의 적정 매개변수 산정 및 보정에 치우쳐 있다. 또한, 강우의 재현기간과 갈수유량의 재현기간이 동일하다는 전제하에서 적용되어 실제로는 갈수유량의 재현기간이 과대 혹은 과소산정될 가능성이 있는 적용방법을 보완하고자 본 연구는 댐 유역을 중심으로 하여 국내 전반적인 댐유역의 강우-모의유출고-실측유출고 관계에 대해 정량적인 분석을 시도하였다. 이에 본 연구는 국내 5개 댐 유역(소양강댐, 안동댐, 남강댐, 대청댐, 섬진강댐)을 대상지역으로 선정하여 유출고 모의시 대표적으로 사용되는 가지야마 공식과 TANK 모형을 이용하여 모의유출고를 산정하고, 이를 실측유출고와 비교하여 검증한 후, 강수량과 실측유출고, 모의유출고의 빈도분석을 통하여 이들의 상관관계를 알아보고자 한다.

2. 연구 내용 및 방법

실측 유출고와 비교할 모의 유출고의 산정을 위해 가지야마방법과 탱크모형을 사용하였고, 실측치와의 검토를 통해 보다 정확한 값을 도출한 탱크모형의 유출고를 대표 모의유출고로 선택하였다. 강수량과 모의 유출고, 실측 유출고의 지속기간별 재현기간에 따른 특징을 살펴보고자 L-moment 방법을 이용하였다.

우리나라 5개 다목적 댐유역별로 기상청과 건설교통부 관리하의 강우관측소 및 측후소의 강우자료 중 20년 이상의 관측기간을 보유하는 지점들을 자료대상으로 지속기간별 유량계열을 작성하여 빈도분석을 실시하였다. 빈도분석방법은 각 지점들에 대한 불일치 검사, 각 지역별 동질성 검사 그리고 적합도 검사를 실시하여 적정확률분포형을 선정하였으며, 가뭄우량계열에 적합시킨 확률분포로는 다변수 확률분포형인 Generalized Extreme Value Distribution(GEV), Generalized Logistic Distribution(GLO), Pearson Type-III Distribution(PE3), Generalized Normal Distribution(GNO), 5-Parameter Wakeby Distribution(WKB)을 사용하였다. 이들 5개 분포형의 매개변수 결정은 L-Moment 법을 이용하였으며 이러한 검사는 Hosking & Wallis(1997)가 개발한 FORTRAN 프로그램을 사용하였다. 댐유역별(소양강댐, 안동댐, 남강댐, 대청댐, 섬진강댐), 지속기간별(3, 4, 5, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24개월)로 선정된 적정분포형의 누가확률분포함수와 역함수를

1) 고려대학교 토목환경공학과 석사
2) 한서대학교 토목공학과 교수
3) 고려대학교 토목환경공학과 교수

이용하여 재현기간(2, 5, 10, 20, 30, 50, 100년)에 대한 가뭄우량의 크기를 추정하였다.

2.1 대상유역 선정 및 특성

장기간의 유출량 관측자료를 획득하기 어려운 국내의 중소하천에 비해 본 논문에서 선정된 5개 다목적 댐 유역은 실측 유출량 자료를 20년 이상 보유하고 있어 모델 적용후 결과의 정확한 비교가 용이하다.

선정된 국내 5개 다목적 댐은 소양강댐, 안동댐, 남강댐, 대청댐, 섬진강댐 유역이며 장기간의 강수량, 증발산량 및 유출입량의 자료가 구축되어 있다.

표 1. 5개 다목적댐 특성자료

댐명	유역 면적 (km ²)	자료기간	자료 연수	연평균 강수량 (mm)	소재지	수계
소양강댐	2,703	1974-2001	28	1171.75	강원도 춘성군	한강
안동댐	1,584	1977-2001	25	1111.22	경상북도 안동시	낙동강
남강댐	2,285	1976-2001	26	1460.65	경상남도 진주시	남강
대청댐	4,134	1981-2001	21	1159.80	충청북도 청원군	금강
섬진강댐	763	1975-2001	27	1269.59	전라북도 임실군	섬진강

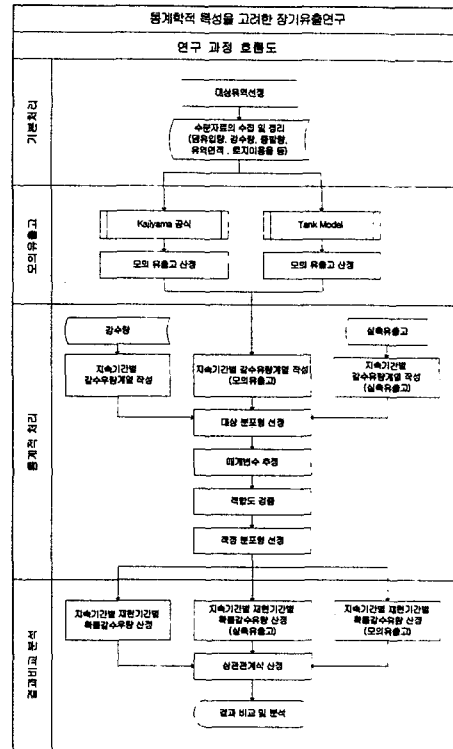


그림 1. 연구 과정 흐름도

2.2 모형의 모의결과 비교

그림 2~그림 6에서 TANK 모형을 적용한 모의유출고 값이 가지야마 공식을 적용한 모의유출고 값에 비해 오차가 적은 것을 확인할 수 있고, 보다 정확한 분석을 위해 각 모형의 모의결과를 실측치와 비교하여 회귀분석한 결과를 그림 7~그림 11에 도시하였다.

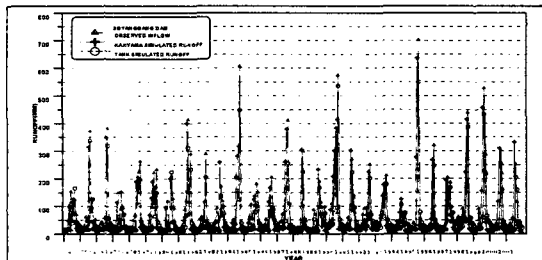


그림 2. 소양강댐 모의유출고 산정결과

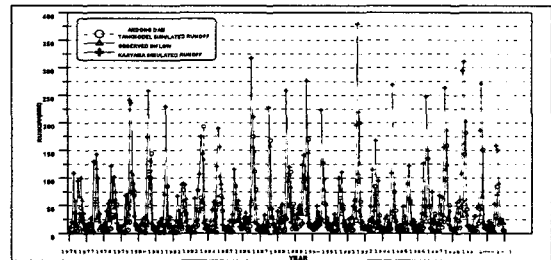


그림 3. 안동댐 모의유출고 산정결과

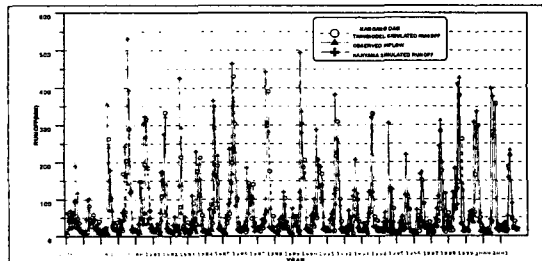


그림 4. 남강댐 모의유출고 산정결과

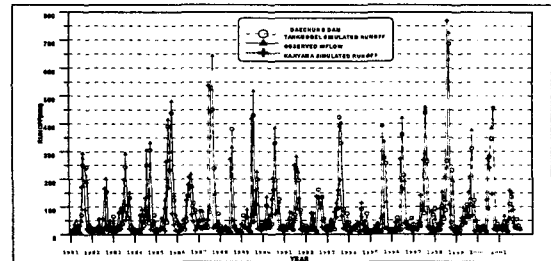


그림 5. 대청댐 모의유출고 산정결과

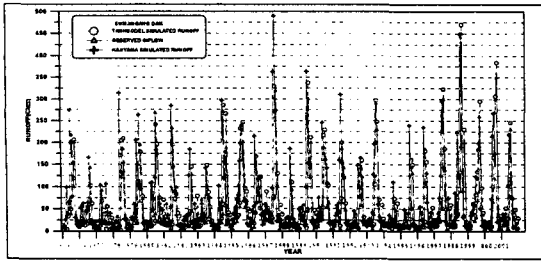


그림 6. 섬진강댐 모의유출고 산정결과

그림 2~그림 6에서 TANK 모형과 가지야마 공식에 의한 각각의 모의유출고 값을 분석한 결과, 보다 정확한 TANK 모형을 이용하여 산정한 모의유출고 값을 대표 모의 유출고로 선정하고 이를 이용하여 실제 측정된 실측 유출고와의 관계를 비교하여 각 댐별 관계식 및 상관계수를 그림 7~그림 11과 같이 도출하였다.

그림 7~그림 11의 각 도표와 equation에서 5개 댐 모두 TANK 모형에 의한 모의치에 의한 회귀선이 가지야마 공식에 의한 모의치보다 45°에 가까우며 회귀선에 근접하여 분포되어있다. 이는 TANK 모형이 가지야마공식에 의한 모의치보다 실측치를 잘 모의함을 뜻한다.

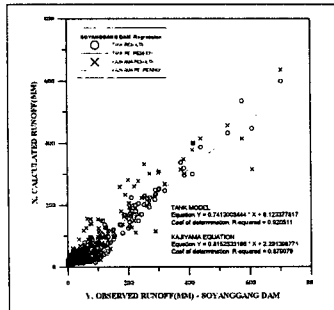


그림 7. 소양강댐의 모의유출고 VS 실측유출고

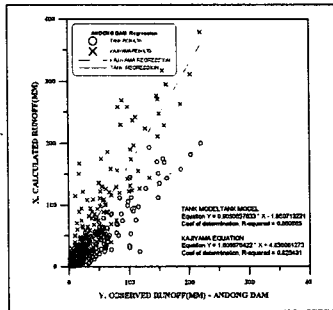


그림 8. 안동댐의 모의유출고 VS 실측유출고

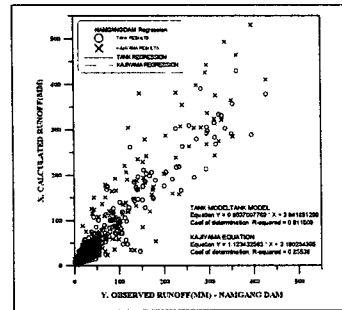


그림 9. 남강댐의 모의유출고 VS 실측유출고

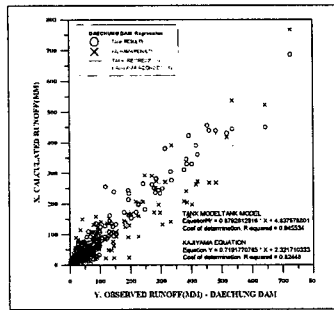


그림 10. 대청댐의 모의유출고 VS 실측유출고

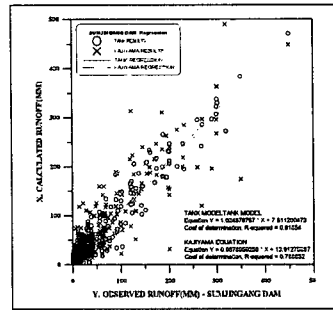


그림 11. 섬진강댐의 모의유출고 VS 실측유출고

2.3 적정확률분포형에 의한 유역별 빈도분석결과

강수량의 빈도분석, 실측치의 빈도분석, 모의치의 빈도분석을 각 댐별 지속기간별 재현기간별로 산정하였다. 홍수량 산정시에는 강우의 빈도를 홍수의 빈도와 같다고 가정하여 강우량을 빈도분석하여 홍수량 계산시 이용한다. 그러나 이러한 가정이 장기유출의 경우에도 갈수우량과 갈수유량을 같다고 가정해도 타당한 것인지를 검토해 보고자 한다.

표 2. 소양강댐 빈도분석 결과 (단위:mm)

재현기간	지속기간	3개월	6개월	12개월	24개월
		강우	724.05	724.05	890.64
10	실측	9.22	40.42	389.84	961.61
	모의	37.40	89.15	359.40	799.17
	강우	666.12	666.12	805.80	1770.84
20	실측	7.89	35.79	341.80	890.83
	모의	35.25	85.38	331.60	739.65
	강우	635.96	635.96	761.63	1717.45
30	실측	7.46	34.20	316.02	854.28
	모의	34.17	83.90	317.54	710.11

표 3. 안동댐 빈도분석 결과 (단위:mm)

재현기간	지속기간	3개월	6개월	12개월	24개월
		강우	30.69	675.49	870.36
10	실측	15.85	52.27	256.95	695.31
	모의	11.11	38.99	237.96	576.47
	강우	22.53	627.94	790.13	1367.66
20	실측	12.92	45.53	214.52	571.77
	모의	9.32	33.22	194.40	469.89
	강우	19.87	604.11	746.98	1267.32
30	실측	11.34	42.35	192.43	495.28
	모의	8.72	30.75	171.73	411.79

표 4. 남강댐 빈도분석 결과 (단위:mm)

재현기간	지속기간	3개월	6개월	12개월	24개월
		강우	49.28	780.03	1133.42
10	실측	28.40	70.24	160.01	368.45
	모의	26.79	85.70	344.48	571.98
	강우	35.45	685.71	1084.76	1600.52
20	실측	27.52	70.11	131.14	306.91
	모의	22.07	74.23	298.10	511.97
	강우	29.63	637.21	1015.46	1478.99
30	실측	27.15	70.09	116.11	274.88
	모의	19.67	68.58	275.60	485.65

표 5. 대청댐 빈도분석 결과 (단위:mm)

재현기간	지속기간	3개월	6개월	12개월	24개월
		강우	60.25	632.83	886.17
10	실측	8.88	51.16	192.45	578.14
	모의	13.77	49.68	198.70	533.50
	강우	42.21	557.34	783.07	1423.48
20	실측	7.44	43.33	149.48	464.72
	모의	10.75	41.64	144.26	454.58
	강우	34.06	517.67	728.82	1335.65
30	실측	6.68	39.74	121.10	404.63
	모의	9.68	38.69	123.75	415.95

표 6. 섬진강댐 빈도분석 결과 (단위:mm)

재현기간	지속기간	3개월	6개월	12개월	24개월
		강우	57.68	617.14	883.13
5	실측	8.89	48.20	214.31	561.84
	모의	17.75	61.63	207.88	554.45
	강우	39.55	513.17	730.12	1426.84
20	실측	7.33	43.04	166.45	422.52
	모의	13.12	47.58	150.46	430.09
	강우	30.85	457.33	650.18	1317.51
30	실측	6.81	41.32	148.37	368.13
	모의	10.72	40.14	128.85	366.36

표 2~표 6은 각 댐별 강수량, 실측치, 모의치의 빈도 분석 결과를 지속기간 3, 6, 12, 24개월별 및 재현기간 10, 20, 30년별로 정리한 것이다.

표 2 소양강댐의 경우, 지속기간 12개월시 재현기간 10년빈도의 갈수유량은 890.64mm이며 실측치의 갈수유량은 389.84mm이다. 소양강댐을 포함한 5개댐에서도 갈수유량과 실측치의 갈수유량은 지속기간별 및 재현기간별 각기 다른 값을 도출함을 알 수 있다.

표 2~표 6에서 알 수 있듯이 각 댐별 강수량의 빈도분석결과는 실측유출고의 빈도분석 및 모의유출고의 빈도분석과 일정한 차이를 보이며 모의치의 갈수유량은 실측치의 갈수유량과 유사한 양상을 보인다. 이는 장기유출해석시 갈수량뿐 아니라 갈수유량 또한 꼭 산정해야하는 당위성을 나타낸다. 실측유출고 자료를 보유하지 못한 유역의 경우에 TANK 모형을 통해 산정된 모의유출고값을 이용하여 빈도분석한 갈수유량을 실측유출고 자료로 대체해 사용할 수 있다는 것을 알 수 있다.

3. 결론

본 연구는 국내 5개 다목적댐을 대상으로 가지야마 공식과 TANK모형을 이용하여 장기간의 월 유출고를 산정, 실측치와의 비교 후 TANK모형을 선택하였다. 회귀분석을 통해 모의유출고와 실측유출고와의 관계 분석하고, TANK 모형에 의한 모의유출고의 산정의 정확성을 검증하였다. 각 댐별로 지속기간별 연 최저치 유량계열을 작성하여 L-Moment법에 의한 지역빈도분석을 실시하였다. 지속기간별 갈수빈도곡선을 작성, 제시하여 이수계획 수립시 기초자료로 이용 가능하게 하였다. 5개댐별 확률갈수량과 실측유출고에 의한 확률갈수유량, 모의유출고에 의한 확률갈수유량 비교 분석하였다. 각 댐별 강수량의 빈도분석결과는 실측유출고의 빈도분석 및 모의유출고의 빈도분석과 차이를 보이며 모의치의 갈수유량은 실측치의 갈수유량과 유사한 양상을 보이며 TANK 모형을 이용한 모의유출고 산정으로 유출고 미계측지역의 유출고 산정 및 빈도분석을 통해 실측유출고를 대체하여 사용 가능함을 확인하였다.