

수문변화 지표법을 적용한 댐 특성 요소별 하류하천에 미치는 유황변화 분석

Hydrologic Regime Alteration Analysis in downward river by dam-specific(functions, size) through I.H.A

강기호*, 염경택**, 정관수***

Ki Ho Kang, Kyung Taek Yum, Kwan Sue Jung

요 지

본 연구에서는 댐 특성(기능, 규모)별로 하류하천에 미치는 유황변화 문제들을 체계적으로 분석하고자 수문변화지표법(Indicators of Hydrologic Alteration, Richter et al., 1996)을 적용하여 한국수자원공사에서 관리하는 소양강댐 등 11개 다목적댐과 광동댐 등 12개 용수전용댐의 일단위 유입량과 방류량 자료를 이용, 연최소·최대유량 크기와 지속기간, 유황변화정도 등을 분석하여 댐운영이 하류하천에 미치는 유황변화를 비교분석 하였다.

광동댐 등 12개 용수전용댐의 월 유황변화의 산정 결과, 갈수기에 해당하는 10월부터 다음해의 6월까지 8개월간은 댐건설전 월평균 방류량은 $0.64\text{m}^3/\text{sec} \sim 3.05\text{m}^3/\text{sec}$ 이었으나, 댐건설후 월평균 방류량은 $0.33\text{m}^3/\text{sec} \sim 2.99\text{m}^3/\text{sec}$ 로 $-69.7\% \sim 167.8\%$ 의 분포를 나타내고 있으나 12월과 1월을 제외하면 댐 건설 이후 오히려 $6.8\% \sim 69.7\%$ 가 감소하였다. 우기철인 7월부터 9월까지 3개월간은 댐건설전 월평균 방류량이 $6.82\text{m}^3/\text{sec} \sim 7.67\text{m}^3/\text{sec}$ 이었으나, 댐건설후 월평균 방류량은 $4.12\text{m}^3/\text{sec} \sim 4.35\text{m}^3/\text{sec}$ 로 $51.0\% \sim 55.1\%$ 가 감소하여 저수지 공용량을 이용한 저류효과가 다소 있었음을 알 수 있다.

용수전용댐과 다목적댐의 분석 결과를 비교하여 보면, 용수전용댐은 1일 최소유량의 경우는 평균적으로 76.52% 가 증가하였으나 3일부터 9일 최소유량의 $54.19\% \sim 67.19\%$ 까지 감소하여 갈수기 하류유량 개선효과는 없으나, 다목적댐의 경우는 1일 최소 유량은 743.76% 가 증가하였으며 9일 최소 유량도 83.62% 가 증가하여 갈수기 하류유량 개선 효과가 큰 것으로 분석되었다. 용수전용댐의 1일 최대유량의 경우는 37.8% 가 감소되며 9일 최대유량은 $38.5 \sim 51.0\%$ 까지 감소하여 홍수기 댐의 저류효과가 점차 증가하였다. 다목적댐의 경우는 1일 최대 유량은 59.4% 가 감소하였으며 감소량은 점차 감소하여 9일 최대강우량은 30.1% 가 감소하여 홍수기 댐 저류효과로 하류홍수량을 상당히 조절함을 알 수 있다.

핵심용어 : 댐 특성요소, 수문변화지표법, 연 극치유량 크기와 지속기간, 연 극치유량 발생시기, 홍수맥파 빈도와 기간

1. 서론

국내에서는 대부분 10년 이상의 일 유황자료를 활용하여 갈수량, 저수량, 평수량, 풍수량을 산정하고, 이들을 유황변화의 지표로 활용하고 있으나, 하류하천에 미치는 영향을 정량적으로 분석하고 제시하는 것은 한계가 있어, 수문변화지표법을 적용, 일유황자료를 이용한 월 유황의 변화크기, 연 최소·최대유량 크기와 지속기간, 고, 저맥파의 빈도와 주기, 수문곡선 변화비율과 빈도, 유황변화정도 분석등을 분석후 다목적댐과 용수전용댐별로 비교, 분석하였다.

2. 수문변화 지표법의 모형의 개요

수문변화 지표법(Indicators of Hydrologic Alteration, IHA)은 댐, 도수, 지하수 등 수자원의 인위적인 이용에 따른 유황변화의 영향을 통계학적으로 분석, 수문학적, 생태학적, 생태학적유량 등의 연구분야에 대하여 다양하게 적용할 수 있다. 수문변화 지표법은 크기(Magnitude), 시기(Timing), 빈도(Frequency), 기간(Duration), 변화율(Rate of Change) 등 5가지 주요한 수문레짐 특성에 기초를 두고 유량변화에 관한 정보를 제공한다.

3. 대상댐의 선정

3.1 다목적댐

소양강댐을 포함하여 우리나라의 주요 다목적댐 11 개소를 선정하였다.

Table. Site used for analysis and their associated characteristics (M-Dam)

Dam	River	Drainage area (km ²)	Basin occupation rate(%)	Gross reservoir capacity (10 ⁶ m ³)	Active capacity (10 ³ m ³)	Flood control capacity (10 ⁶ m ³)
So Yang	Buk Han	2,703	10.4	2,900	1,900	500
Chung Ju	Nam Han	6,648	25.6	2,750	1,789	616
Hoeong Seong	Kyeo Chun	209	0.8	86.9	73.4	9.5
Dae Chung	Geum	3,204	32.7	1,490	790	250
Bo Ryeong	Uong Chun	163.6	69.7	116.9	108.7	10
An Dong	Nak Dong	1,584	6.7	1,248	1,000	110
Im Ha	Ban Bun	1,361	5.8	595	424	80
Hap Chun	Houng	925	4.0	790	560	80
Mil Yang	Mil Young	95.4	0.4	73.6	69.8	6
Sum Jin	Sum Jin	763	15.6	466	370	32
Ju Am	Bo Seong	1,010	20.6	457	352	60

3.2 용수전용댐

일유입량 자료 보유기간이 3년 이상이며 자료의 품질 정도가 양호한 광동댐 등 12개 댐을 대상으로 시행하였다.

Table. Site used for analysis and their associated characteristics (Dam)

Dam	River	Drainage area(km ²)	Gross reservoir capacity(10 ³ m ³)	Active capacity (10 ³ m ³)	Flood control capacity(10 ³ m ³)
Kwang-Dong	Golji Chun	125.0	13,130	8,000	-
Dal-Bang	Jun Chun	29.4	8,749	7,487	-
Young-Chun	Jaho Chun	235.0	103,210	4,590	-
Un-Mun	Dong Chun	301.3	160,252	126,175	23,460
An-Gye	2nd Chilsung Chun	6.7	18,463	13,000	-
Dae-Gok	DaeGok Chun	57.5	36,160	27,800	-
Sun-Am	Yeo Chun	1.2	2,021	1,500	-
Dae-Am	DunGi Chun	77.0	13,140	5,000	-
Yeon-Cho	Yeoncho Chun	11.7	5,219	4,590	-
Gu-Chun	Guchun Chun	12.7	10,016	9,252	-
Sa-Yeon	DaeGok Chun	67.0	30,335	20,000	-
Su-Eo	Sueo Chun	49.0	21,272	22,000	-

4. 분석자료

4.1 다목적댐

Table. Information of the dam close and analysis year (M-Dam)

Dam	Dam closed	Analysis Years	Duration(Years)	Analysis Site
So-Yang	1973. 12	1974 ~ 2006	33	dam
Chung-Ju	1986. 10	1986 ~ 2006	21	regulation dam
Hoeong-Seong	2002. 11	2001 ~ 2006	6	dam
Dae-Chung	1981. 6	1981 ~ 2006	26	regulation dam
Bo-Ryeong	2000. 6	1999 ~ 2006	8	dam
An-Dong	1977. 5	1977 ~ 2006	30	regulation dam
Im-Ha	1993. 12	1993 ~ 2006	14	regulation dam
Hap-Chun	1989. 12	1990 ~ 2006	17	regulation dam
Mil-Yang	2002. 12	2002 ~ 2006	5	dam
Sum-Jin	1965. 12	1975 ~ 2006	32	dam
Ju-Am	1992. 12	1991 ~ 2006	16	regulation dam

4.2 용수전용댐

Table. Information of the dam close and analysis year (Dam)

Dam	Dam closed	Analysis Years	Duration (Years)
Kwang-Dong	1989. 9	1989 ~ 2007	19
Dal-Bang	1990. 5	2001 ~ 2007	7
Young-Chun	1980.12	1994 ~ 2007	14
Un-Mun	1994. 9	1997 ~ 2007	11
An-Gye	1971.12	1980 ~ 2000	21
Dae-Gok	2005.12	2005 ~ 2007	3
Sun-Am	1964.12	1998 ~ 2007	10
Dae-Am	1969.12	2001 ~ 2007	7
Yeon-Cho	1979.12	2001 ~ 2007	7
Gu-Chun	1987.11	1995 ~ 2007	13
Sa-Yeon	1965.12	2001 ~ 2007	7
Su-Eo	1978. 5	2001 ~ 2007	7

5. 다목적댐과 용수전용댐의 유량변화 비교분석

용수전용댐의 경우는 갈수유량 개선효과는 12개댐중 광동, 달방, 운문 등 비교적 규모가 큰 3개 댐의 1일 최소유량에서만 나타나고 나머지 기간에 대해서는 감소하는 것으로 분석되어 댐 하류하천 생태계에 부정적인 영향을 미친것을 알 수 있다.

5.1 년 최소유량 크기와 지속기간

Table Compare with dam and m-dam of percent difference in the means between pre & post impact condition for minimum flow (%)

Dam	1-day minimum	3-day minimum	7-day minimum	30-day minimum	90-day minimum	
M-DAM	So-Yang	358.90	165.40	245.40	409.80	243.40
	Chung-Ju	82.86	133.90	174.70	193.10	81.99
	Hoing-Sung	766.70	853.80	638.50	250.70	125.70
	Dae-Chung	198.40	106.70	97.46	72.24	25.05
	An-Dong	203.40	80.53	44.88	119.00	126.40
	Im-Ha	166.70	21.90	55.88	88.43	53.59

	Hap-Cheon	676.90	387.10	386.30	276.40	130.40
	Sum-Jin	1290.00	433.70	105.00	37.24	24.12
	Ju-Am	2950.00	102.60	48.49	-4.57	-58.05
	average	743.76	253.96	199.62	160.26	83.62
DAM	Kwang- Dong	10.86	-74.93	-90.61	-96.28	-63.96
	Dal-Bang	270.66	-14.86	-34.06	-56.17	-38.16
	Un-Mun	276.09	-10.17	16.42	-0.81	-42.08
	Gu-Chun	-75.01	-91.92	-94.54	-96.77	-94.79
	Su-Eo	-100.00	-79.09	-86.77	-85.91	-90.97
	average	76.52	-54.19	-57.91	-67.19	-65.99

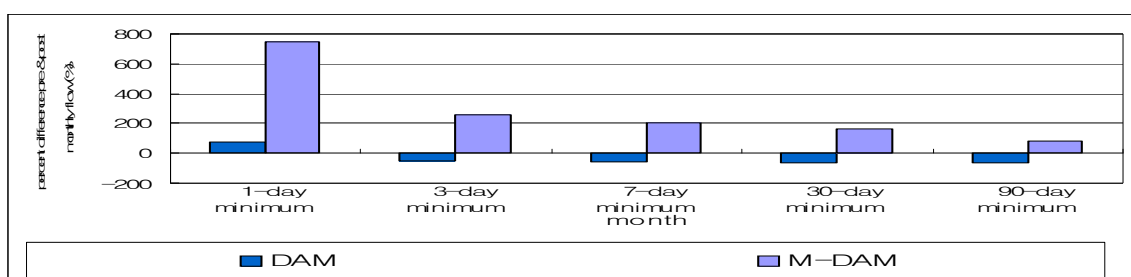


Fig. Compare with dam and m-dam of percent difference in the means between pre & post impact condition for minimum flow

5.2 년 최대유량 크기와 지속기간

Table Compare with dam and m-dam of percent difference in the means between pre & post impact condition for maximum flow (%)

	Datmm	1-day maximum	3-day maximum	7-day maximum	30-day maximum	90-day maximum
M-DAM	So-Yang	-72.58	-69.17	-62.28	-50.76	-41.24
	Chung-Ju	-50.74	-43.14	-34.5	-23.84	-17.79
	Hoing-Sung	-34.78	-13.74	-9.28	-21.09	-21.4
	Dae-Chung	-59.55	-47.92	-40.53	-29.68	-22.66
	Bo-Ryoung	-51.79	-41.7	-40.77	-38.34	-48.82
	An-Dong	-83.96	-78.85	-69.82	-43.38	-33.53
	Im-Ha	-62.81	-54.97	-47.56	-34.31	-22.42
	Hap-Cheon	-81.2	-75.28	-66.9	-50.08	-39.33
	Mil-Yang	-37.07	-19.84	-20.54	-17.06	-23.32
	Sum-Jin	-74.06	-62.81	-56.33	-44.49	-28.6
	Ju-Am	-50.51	-37.86	-36.16	-44.18	-57.85
	average	-59.4	-49.4	-43.6	-34.3	-30.1
DAM	Kwang- Dong	-9.0	-9.2	-11.9	-18.9	-23.3
	Dal-Bang	-16.2	-20.8	-24.3	-25.9	-25.7
	Young- Chun	-55.2	-49.2	-50.0	-47.0	-47.4
	Un-Mun	97.8	65.4	53.1	18.6	-4.6
	An-Gye	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
	Dae-Gok	-92.9	-85.8	-83.1	-79.2	-67.6
	Sun-Am	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0	-100.0
	Dae-Am	-21.5	-18.0	-17.1	-23.8	-30.7
	Yeon-Cho	-36.4	-37.2	-37.6	-46.4	-53.3
	Gu-Chun	-38.0	-32.5	-32.2	-40.6	-45.3
	Sa-Yeon	-35.2	-29.6	-29.7	-37.0	-43.2
	Su-Eo	-47.6	-44.9	-50.1	-63.3	-71.4
average	-37.8	-38.5	-40.2	-47.0	-51.0	

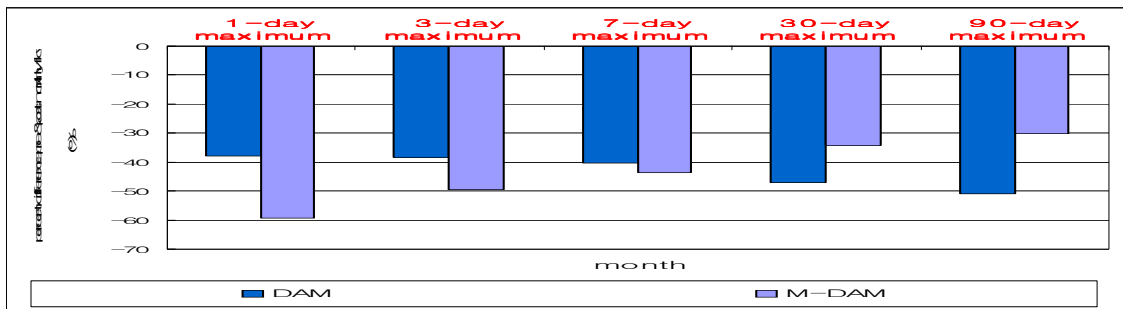


Fig. Compare with dam and m-dam of percent difference in the means between pre & post impact condition for minimum flow

6. 결론

- 1) 용수전용댐의 1일 최소유량은 평균적으로 76.52%가 증가, 3일부터 90일 최소유량의 54.19% ~ 67.19%까지 감소, 갈수기 하류유량 개선효과는 없으나 다목적댐은 1일 최소 유량은 743.76%가 증가, 90일 최소강우량도 83.62%가 증가하여 갈수기 하류유량 개선 효과가 큰 것으로 분석.
- 5) 용수전용댐의 1일 최대유량은 37.8%가 감소되며 3일부터 90일 최대유량은 38.5 ~ 51.0%까지 감소하여 홍수기 댐의 저류효과가 점차 증가. 다목적댐의 경우는 1일 최대 유량은 59.4%가 90일 최대강우량은 30.1%가 감소, 홍수기 하류홍수량을 상당히 조절함을 알 수 있다.

참고문헌

1. 박봉진, 강기호, 정관수 (2008). “수문변화 지표법에 의한 다목적댐의 유량변화 분석” 한국수자원학회, **한국수자원학회논문집**, 제44권 제7호, pp. 711-723.
2. 박봉진, 김준태, 장창래, 정관수 (2008). “수문변화 지표법에 의한 영천댐이 하류하천에 미치는 유량변화 분석.” 한국수자원학회, **한국수자원학회논문집**, 제41권 제2호, pp. 163-172.
3. 박봉진, 성영두, 정관수 (2005). “영천댐 건설이 금호강의 어류 서식환경에 미치는 영향에 관한 평가.” 한국수자원학회, **한국수자원학회논문집**, 제38권, 제9호, pp. 771-778.
4. 한국수자원공사 (2007). **댐운영실무편람**.
5. Graf, W. L. (2006) "Downstream Hydrologic and Geomorphic Effects of Large Dams on American Rivers." *Geomorphology*, Vol. 79, pp. 336-360.
6. Richard, A. M., Mills, J. D., Wrazien, D. R., Bassett, B., Splinter, D. K. (2005). "Effects of jackson Lake Dam on the Snake River and its floodplain Grand Teton National Park, Wyoming, USA." *Geomorphology*, No. 71, pp. 79-98.