계절 ARIMA모형을 이용한 과거 유입량 분석기간 적용성 연구

The past Inflow data Period Validit Analysis Using Seasonal ARIMA Model

김건순*, 이충대**

Keun Soon Kim, Chung Dea Lee

요 지

최근 들어 가뭄과 국지성 호우 등의 기상이변이 지속적으로 발생하고 있으며, 이는 국민 삶의 발전과 향상에 밀접한 관계가 있는 것으로 전세계적으로 이에 대한 관심이 증가하고 있는 추세이다. 특히 댐의 효율적 관리와 안정적인 운영은 홍수피해 방지, 안정적인 용수공급과 같은 국민 생활과 밀접한 관계를 가지고 있어 수자원의 효율적인 운영과 이용은 장기적인 관점을 통하여 수립해야 한다. 이와 같이 댐 유입량의 예측은 유출모형의 목적 중 중요한 부분으로 확정론적 모형이 시 혹은 일유량과 같은 매우 짧은 시간의 유출을 예측하는데 주로 사용되지만 이는 매개변수의 추정이 불가능하거나 실제유역에서의 측정이 불가능 할 경우에는 모형적용에 한계가 있다. 이에 반해 추계학적 모형에 의한 유출예측은 장기간의 유출을 과거자료의 통계학적 특성변수를 매개변수로 하여 예측하는 방법으로 모형의 적용에 필요한 매개변수가 적어 그 적용성이 간편한 장점이 있다. 본 연구에서는 계절형 ARIMA모형을 적용하여 과거자료의 적용범위, 매개변수의 산정, 적합성 판정에 대하여 판단하고, 이 모형이 월유입량의 예측에 적합한지를 검토하였다.

핵심용어 : 확정론적 모형, 추계학적 모형, 계절형 ARIMA 모형

1. 서론

최근 들어 전세계적으로 지속적인 기상이변이 발생하고 있으며, 이러한 변화는 국민 삶의 발전과 향상에 밀접한 관계가 있는 것으로 전반적으로 이에 대한 관심이 증가하고 있는 추세이다. 특히 댐은 기상으로 인하여 발생하는 수자원의 효율적인 관리와 안정적인 용수공급을 위해 건설된 것으로서 우리나라와 같은 홍수기와 이수기의 수문특성의 차이가 심한 곳에서의 안정적인 용수공급을 위해서 장기적인 관점을 통하여 효율적인 이수와 치수정책을 수립해야 한다.(김주환 등, 2002) 이에 대하여 댐 월유입량의 예측은 유출모형의 목적 가운데 중요한 부분으로 확정론적 모형이 시 혹은 일유량과 같은 매우 짧은 시간의 유출을 예측하는데 주로 사용되어지고 있다.

본 연구에서는 계절 ARIMA모형을 이용하여 대청댐 유역의 월 유입량 과거 시계열자료를 토대로 좋은 모형을 찾기 위하여 ACF(Autocorrelation Function), PACF(Partical Autocorrelation Function), AIC(Akaike's Information Criterion), SBC(Schwartz's Bayesian Criterion) 등을 통하여 모형을 판단하였고, 모형의 식별은 Box-Jenkins가 활용한 최우도법(Maximum Likelihood

* 정회원・유량조사사업단 유량조사실 연구조원・E-mail : kims0997@hsc.re.kr

** 정회원・유량조사사업단 유량조사실 연구원・E-mail : chungdea@hsc.re.kr

Method)을 이용하였으며, 모형의 검진은 Portmanteau검정분석과 잔차도표(Residual Plot)와 잔차 자기상관함수(Resiual ACF)등을 실시하였다.(박승완 등, 2002) 또한 계절형 ARIMA모형을 적용하는 장기적인 과거 댐 월유입량의 시계열자료에 대한 적용범위, 매개변수의 산정, 모형의 적합성에 대하여 검토하고, 모형에 의해 산정된 월유입량의 적정성을 평가하는데 연구의 목적이 있다.

2. 적용 및 분석

2.1 대상유역

본 연구의 모형을 적용하기 위해서는 장기간의 실측 자료가 필요하며, 이에 적합한 유역으로 대청댐 유역을 선정하였다. 그림 1은 대청댐 유역의 연구 대상지점을 나타내고 있다. 대청댐 연구 대상지점의 면적은 667.48㎢ 이며, 유로연장은 84.53㎞이고 유역 내에는 9개 강우관측소(기상청 2개소, 수자원공사 3개소, 국토해양부 4개소)가 위치하고 있다.

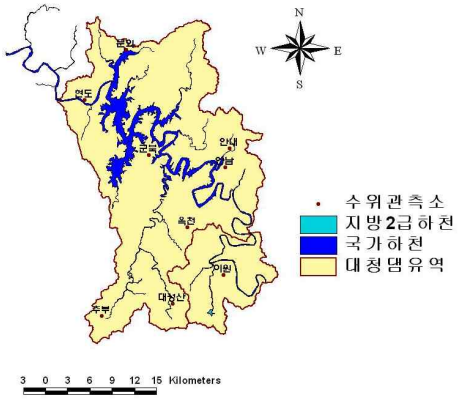

그림 1 대청댐 유역도

2.2 모형적용 및 분석

본 연구에 사용된 자료는 1983년 1월부터 2008년 12월까지 26년 동안의 년도별 월평균 유입량을 사용하였으며, 2008년으로부터 최근 5년, 10년, 15년, 20년, 25년까지의 자료를 이용하여 2008년 월평균 유입유량을 예측하였다. 추계학적 모형에 의한 유출예측은 장기간의 유출을 과거자료의 통계학적 특성변수를 매개변수로 하여 예측하는 방법으로 모형의 적용에 필요한 매개변수가 적어 그 적용성이 간편하다. 이에 대하여 계절 ARIMA모형을 통한 대청댐 월유입량의 분산안정화와 경향성을 제거하기 위하여 대수변환과 1차 차분을 실시하였으며 계절성분을 제거하기 위해 계절차분을 적용하였다.(김종석 등, 2006) ARIMA모형의 식별단계에서는 그림 2~그림 4와 표 1에서 보는 것같이 과거 25년간의 시계열자료에 대한 Akaike의 AIC(Akaike's Information Criterion)통계량, Schwartz's의 SBC(Schwartz's Bayesian Criterion)통계량을 사용하였고, 그림 6~그림 9에서 모형의 검진단계에서는 자기상관함수(ACF)와 편자기상관함수(PACF)를 실시하였다.(안상진 등, 2000)

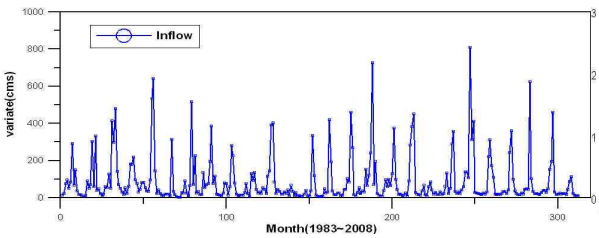

그림 2. 대청댐 유입량 시계열 자료

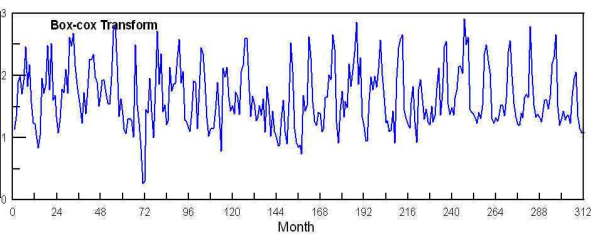

그림 3. 대청댐 유입량 Box-Cox 변환

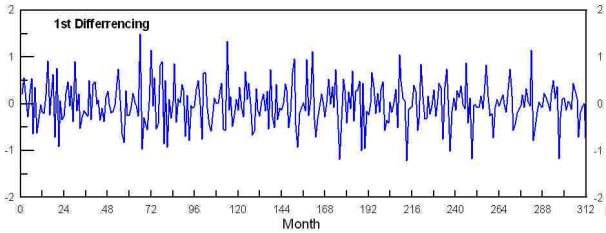

그림 4. 대청댐 유입량 1차 차분

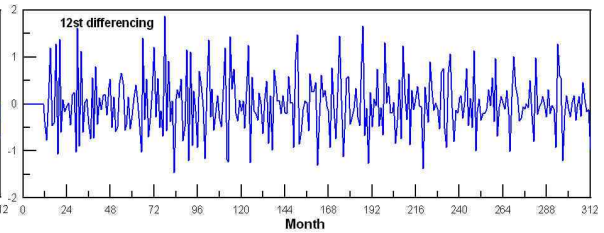

그림 5. 대청댐 유입량 12차 차분

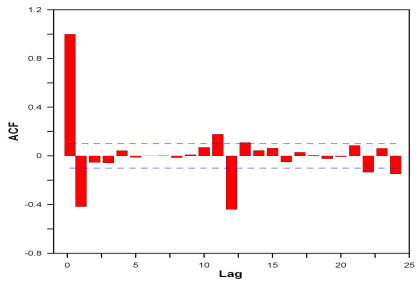

그림 6. 대청댐 유입량 ACF

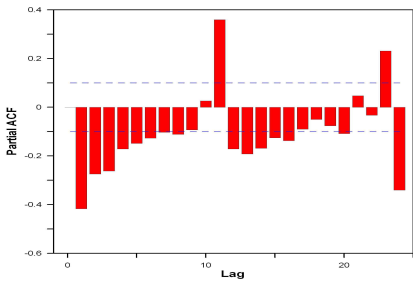

그림 7. 대청댐 유입량 PACF

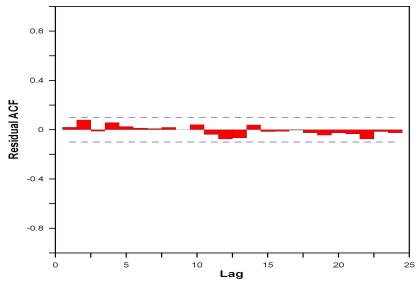

그림 8. 잔차의 ACF

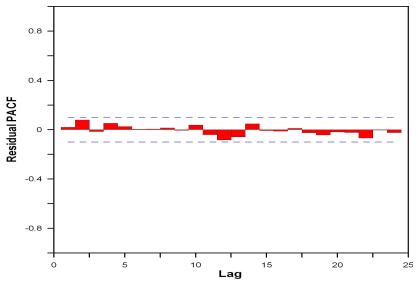

그림 9. 잔차의 PACF

표 1. 모형에 따른 AIC와 SBC의 비교

Model	5년		10년		15년		20년		25년	
	AIC	SBC	AIC	SBC	AIC	SBC	AIC	SBC	AIC	SBC
ARIMA(1,1,0)×(1,1,0)$_{12}$	119.214	124.765	318.898	326.917	520.885	530.239	686.448	706.723	861.637	872.615
ARIMA(1,1,0)×(0,1,1)$_{12}$	111.695	117.245	288.712	296.731	460.057	469.411	622.092	632.367	756.931	767.909
ARIMA(0,1,1)×(1,1,0)$_{12}$	100.970	106.520	296.571	304.590	489.767	499.121	653.100	663.375	812.828	823.807
ARIMA(1,1,0)×(0,1,1)$_{12}$	97.268	102.818	267.092	275.111	429.599	438.953	580.675	590.949	710.297	721.275
ARIMA(1,1,0)×(2,1,0)$_{12}$	116.172	123.573	293.668	304.359	480.810	493.282	645.999	659.699	805.434	820.072
ARIMA(0,1,1)×(0,1,2)$_{12}$	99.907	107.307	276.741	287.432	458.137	470.609	608.919	622.619	766.675	781.313
ARIMA(0,1,1)×(0,1,1)$_{12}$	98.424	105.824	268.804	279.496	431.071	443.543	582.560	596.260	712.610	727.248
ARIMA(2,1,0)×(1,1,0)$_{12}$	112.273	119.674	307.133	317.824	504.340	516.812	671.943	685.643	835.289	849.927
ARIMA(2,1,0)×(0,1,1)$_{12}$	112.273	119.674	307.133	317.824	504.340	516.812	671.943	685.643	835.289	849.927
ARIMA(0,1,2)×(1,1,0)$_{12}$	100.749	108.150	263.405	274.096	417.931	430.402	568.647	582.347	696.742	711.380
ARIMA(0,1,2)×(0,1,1)$_{12}$	112.273	119.674	307.133	317.824	504.340	516.812	671.943	685.643	835.289	849.927
ARIMA(2,1,0)×(2,1,0)$_{12}$	111.439	120.690	283.265	296.630	463.750	479.340	624.943	642.068	784.203	802.500
ARIMA(2,1,0)×(0,1,2)$_{12}$	103.896	113.147	265.810	279.174	420.839	436.429	570.697	587.822	698.888	717.185

3. 모형의 과거자료 분석기간 적용

본 연구는 추계학적 모형을 통하여 예측하는데 간편한 계절형 ARIMA모형을 선택하였으며, 최근 들어 발생하는 기상이변에 따른 예측의 타당성에 대한 기존 과거자료 적용성을 분석하기 위하여 댐 유입량 시계열자료를 기간분리하여 검토하였다. 대청댐 유역의 월 유입량에 대하여 2008년으로부터 과거자료에 대한 기간을 5년, 10년, 15년, 20년, 25년으로 분리하여 계절 ARIMA모형에 적용하였다. 그림 10~그림 14까지는 과거자료 기간별 예측에 대한 신뢰구간이며, 표.2는 과거자료 기간별에 대한 예측결과이다.

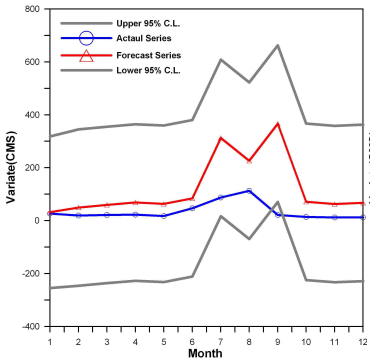

그림 10. 과거 5년 적용

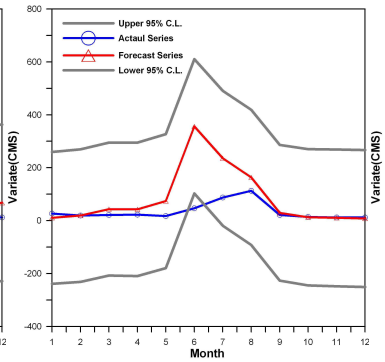

그림 11. 과거 10년 적용

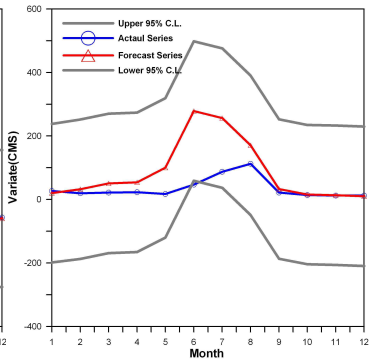

그림 12. 과거 15년 적용

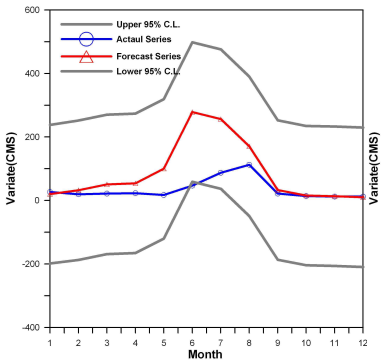

그림 13. 과거 20년 적용

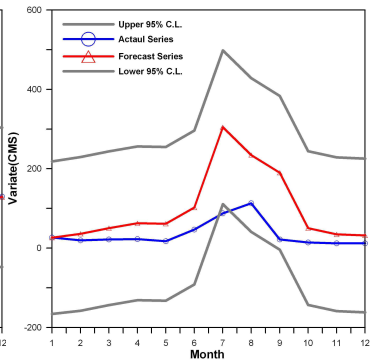

그림 14. 과거 25년 적용

표 2. 과거자료 기간별 예측결과

예측별	5년	10년	15년	20년	25년
평균	79.020	83.929	86.285	88.366	98.768
표준편차	127.157	111.108	96.222	94.519	92.547
상관계수	0.665	0.652	0.740	0.824	0.835
결정계수	0.442	0.425	0.548	0.679	0.697
RMSE	112.820	101.997	88.806	86.087	91.309

4. 결론

본 연구에서 기상이변에 대하여 시계열 자료로써 대청댐 월 유입량을 추계학적 모형인 승법계절 ARIMA모형으로 과거 유입량자료에 대한 분석기간을 검토하였다. 이는 다음과 같이 수자원의 효율적인 관리와 대책에 있어서 정확한 예측에 대한 타당성을 모색하였다.

(1) 대청댐 월 유입량 모형으로 2008년으로부터 5년에 대한 모형은 승법계절 ARIMA$(1,1,0)\times(1,1,0)_{12}$ 모형이고 10년, 15년, 20년, 25년에 대한 모형은 승법계절 ARIMA$(0,1,2)\times(1,1,0)_{12}$모형이 적절하며 그 식은 다음과 같다.

$$(1-0.94663B)(\ln Q_t - 0.01272) = (1-0.99949B^{12})a_t$$

$$(1-0.64754B-0.23916B^2)(\ln Q_t - 0.0007509) = (1-0.99988B^{12})a_t$$

$$(1-0.55934B-0.29299B^2)(\ln Q_t - 0.0012115) = (1-0.99984B^{12})a_t$$

$$(1-0.59536B-0.25516B^2)(\ln Q_t + 0.0007819) = (1-0.99998B^{12})a_t$$

$$(1-0.59095B-0.24757B^2)(\ln Q_t - 0.0003239) = (1-0.99992B^{12})a_t$$

(2) 기상이변에 대하여 과거 대청댐 월유입량 자료에 대한 적용기간을 분리하여 승법계절 ARIMA 모형을 통한 2008년 월유입량을 예측하였다. 그 결과 2008년으로부터 최근 25년의 자료를 통하여 예측하는 것이 가장 타당한 결과를 나타내었다. 이는 추계학적 분석에 있어서 장기적인 변량을 가지고 있는 자료일수록 더욱 타당하게 예측되어지는 것으로 판단된다.

(3) 본 연구에서 최근으로부터 과거자료에 대한 예측할 때 시계열자료에 대한 적용성 기간을 분석하였다. 이는 우리나라와 같은 평수기와 홍수기의 수문학적 특성의 심한 차이에 적합한 예측기간을 분석하였다. 이로써 대청댐 월평균 유입량을 예측하는데 예측 자료에 대한 타당성에 대하여 의미를 부여하는 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 김종석, 윤선권, 안재현, 문영일(2006). 안동댐 유역의 월유입량 예측을 위한 계절형 ARIMA모형과 TANK모형의 적용성평가, 대한토목학회 학술발표회 논문집, pp. 1173-1178.
2. 박승완, 박준일, 장영태, 김동민, 성오경(2002). 계절 ARIMA모형을 이용한 남강댐 월유입량 예측에 관한 연구, 대한토목학회 학술발표회 논문집, pp. 171-174.
3. 안상진, 이재경(2000). 추계학적 모의발생기법을 이용한 월 유출 예측, 한국수자원학회논문집, 한국수자원학회, 제33권, 제2호, pp. 159-167.
4. 김주환, 강권수(2002). 댐유입량 예측기법별 적정성 분석, 한국수자원학회 학술발표회 논문집(I), pp. 233-238.