

습지와 천변저류지를 고려한 낙동강유역에서의 홍수조절평가 분석

Analysiss for Flood control in Nackdong River using wetland and Washland

유재정*, 김홍태**, 강두기***, 갈병석**** 신현석*****

Jae Jung Yu, Hong Tae Kim, Du Kee Kang, Byung Seok Kal, Hyun Suk Shin

요 지

기존의 하천은 제방의 직선화와 더불어 홍수량을 신속히 바다로 유출시키는데 하천정비를 목표로 삼고 추진해왔다. 그러나 하천주변의 인구 집중화와 더불어 도시화는 홍수피해에 대한 잠재력을 발전시킴과 동시에 불투수층의 증가로 인해 하천 위주의 홍수방어에 그 한계를 나타내고 있다. 따라서 최근 유역종합치수계획에서는 홍수량을 유역내에 분담시키고자 노력하고 있으며 이러한 노력중의 하나로 천변저류지와 습지를 이용한 홍수제어 방안이 꾸준히 제시되고 있다.

따라서 본 연구에서는 낙동강 본류내에 위치하고 있는 습지와 치수목적으로 계획중인 천변저류지를 고려하여 유역 수문모델링 SWAT모형을 이용하여 유역내에서 발생하는 홍수량 저감효과를 분석하였다.

핵심용어: SWAT, 낙동강 유역, 천변저류지, 홍수방어

1. 서 론

기존의 하천은 제방의 직선화와 더불어 홍수량을 신속히 바다로 유출시키는데 하천정비를 목표로 삼고 추진해왔다. 그러나 하천주변의 인구 집중화와 도시화의 발달은 홍수피해의 잠재성을 발전시켰으며 불투수층의 증가와 기상이변으로 인한 홍수량의 증대는 하천 위주의 홍수방어에 그 한계를 가지고 있다. 따라서 최근 유역종합치수계획에서는 홍수량을 유역내에 분담시키고자 노력하고 있으며 이러한 노력중의 하나로 천변저류지와 습지를 이용하는 방안이 꾸준히 제시되고 있다.

천변저류지는 일반적으로 과거 농경지 조성 및 보호를 목적으로 기존 범람지에 제방을 축조함으로써 홍수 조절 기능을 상실한 홍수터를 복원하여 원래의 홍수조절 기능을 수행할 수 있도록 하는 시설물이다. 건교부에서는 지난 2004년 낙동강 유역종합치수계획보고서에서는 낙동강 본류지점에 대하여 홍수저감을 위한 목적으로서 20개소의 천변저류지 설치 계획을 세워 검토한바 있다. 또한 습지는 많은 수생물이 현존하는 생태보고임과 동시에 홍수시에는 유역내에서 발생하는 홍수량을 저류함으로써 본류에서 발생하는 홍수량을 조절하는 기능을 가지는 저류지로서의 특징을 가지는 곳이다.

따라서 본 연구에서는 낙동강 본류내에 위치하는 습지와 치수를 목적으로 계획중인 천변저류지를 고려하여 유역 수문 모델인 SWAT모형을 이용한 유역내에서 발생하는 홍수량을 저감시키는 효과를 분석하였다.

*비회원 낙동강물환경연구소 연구관 · E-mail: youjj@me.go.kr

**정회원 · 금강물환경연구소 연구사 · E-mail: htkim@me.go.kr

***정회원 · 낙동수환경방재기술원 대표이사 · E-mail: dookee@nwater.co.kr

****정회원 · 낙동수환경방재기술원 연구원 · E-mail: kalbs@nwater.co.kr

*****정회원 · 부산대학교 공과대학 토목공학과 부교수 · E-mail: hsshin@pusan.ac.kr

2. 연구방법

2.1 SWAT 모형

본 연구에서 선정된 모형인 미국 ARS의 SWAT(Soil and Water Assessment Tool) 모형은 확정론적 반분포형 연속형 장기유출 모의 수문모형으로 다양한 저류시설물 요소를 고려할 수 있으며, 수질 모듈과 연계된 모형이다. 최근 개발된 AvSWAT모형은 GIS와의 연계성 및 HRU를 고려한 모형으로 토지이용의 변화, 유출 변동 영향 등을 모의하기에 적합한 모형으로 판단된다. 또한 SWAT 모형은 습지와 더불어 저류지에서의 유출 및 물순환에 대한 모의가 가능하며 본 연구에서의 표1.에 제시된 입력변수를 이용하여 습지 및 천변저류지의 수문 모의를 하고자 하였다.

표1. Pond 및 습지와 관련된 SWAT 모형의 입력변수

Variable Name	Definition
PND_ESA	SA_{em} ;Surface area of the pond when filled to the emergency spillway (ha)
PND_PSA	SA_{pr} ;Surface area of the pond when filled to the principal spillway(ha)
PND_EVOL	V_{em} ;Volume of water held in the pond when filled to the emergency spillway ($10^4 m^3 H_2O$)
PND_PVOL	V_{pr} ;Volume of water held in the pond when filled to the principal spillway ($10^4 m^3 H_2O$)
WET_MXSA	SA_{mx} ;Surface area of the wetland when filled to the maximum waterm level (ha)
WET_NSA	SA_{nor} ;Surface area of the wetland when filled to the normal waterm level (ha)
WET_MXVOL	V_{mx} ;Volume of water held in the wetland when filled to the maximum spillway ($m^3 H_2O$)
WET_NVOL	V_{mx} ;Volume of water held in the wetland when filled to the normal spillway ($m^3 H_2O$)
PND_FR	fr_{imp} ;Fraction of the subbasin area draining into the pond
WET_FR	fr_{imp} ;Fraction of the subbasin area draining into the wetland

2.2 모형의 구축

본 연구의 대상유역은 유역면적 23,790km²인 낙동강 유역으로써 남한면적의 25.9%를 차지하고 있으며, 유로연장은 510.36km이다. 낙동강 유역은 한반도 동남부에 위치하며 북쪽으로는 한강 유역, 서쪽으로는 금강 및 섬진강 유역과 접하고 동쪽으로는 태백산맥이 동해안 유역과 분수령을 형성하고 있는 우리나라 제2의 유역이다.

낙동강 유역의 SWAT모형을 구축하기 위하여 하천망도, DEM, 소유역분할, 토지이용도, 토양도가 사용되었으며 기상자료, 강우자료, 기후자료 등이 이용되었다. 또한 습지 및 천변저류지의 홍수 조절효과를 분석하기 위하여 낙동강유역의 주요 천변저류지 20곳과 습지 20곳을 모형에 추가하였다. 그림1,은 유역의 GIS 자료를 나타내며 표2,은 모형에 사용된 낙동강 주요 습지 및 천변저류지 현황이다.

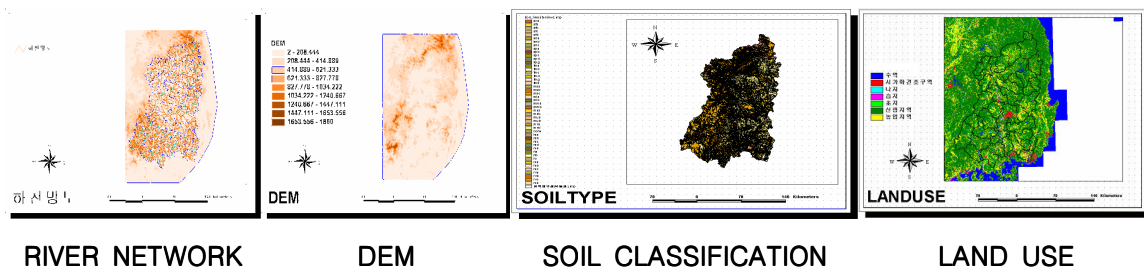


그림1. 낙동강 유역 SWAT모형 구축

표3. 낙동강 유역 주요 천변저류지와 습지 현황

하천명	저류 지구	저류면적 (km ²)	유효 저류량 (만m ³)	순 번	습지명	면 적(km ²)	용 적(만m ³)
낙동강	초동2	0.514	161.14	1	화포습지	0.1519	60.76
	초동1	0.428	216.53	2	삼랑진늪	0.2794	111.76
	증산	0.741	215.39	3	원동습지	0.2798	111.92
	적포	0.347	137.46	4	옥열늪	0.1652	66.08
	여의	0.420	168.19	5	월포늪	0.1412	56.48
	정곡	0.738	287.31	6	대평늪	0.0785	31.40
	월하	0.720	228.38	7	질랄늪	0.2074	82.96
	개진	1.297	403.63	8	대학지	0.1438	57.52
	봉산	1.897	745.14	9	팔락늪	0.0930	37.20
	객기	0.306	163.53	10	번개늪	0.7441	297.64
	낙산	0.743	263.91	11	장척지	0.4961	198.44
	금호	0.601	158.18	12	박실지	0.3747	149.88
	소학	1.757	309.23	13	정양지	0.3932	157.28
	생곡1	0.628	361.73	14	연당지	0.0743	29.72
	생곡2	0.948	202.49	15	주남저수지	2.6300	1052
	중동	1.266	273.46	16	초동저수지	0.0436	17.44
	와룡	0.768	216.27	17	동관저수지	1.2400	496
	병성천	삼덕	1.411	554.24	18	가항늪	0.0394
감천	백마	1.733	346.60	19	양산습지	0.0479	19.16
황강	덕인	0.290	148.80	20	대곡늪	0.1323	52.92
	계	17.533	5,561.61				

3. 연구결과

시나리오를 이용하여 모의·분석하였다. 시나리오는 현재상태(BASE), 습지만 고려한 상태, 습지와 천변저류지를 모두 고려한 상태로 나누었다.

모의분석 결과 표4.와 같이 BASE를 기준으로 하여 습지를 고려하였을 경우와 습지와 천변저류지 모두를 고려하였을 경우로 나누어 모의 분석을 실시하였다.

분석결과 각 지점에서 BASE와 습지와 천변저류지 모두를 고려하였을 경우의 유출량 변화율을 확인해본 결과 금호강합류후 지점에서 평균 1.05%, 남강합류후 지점에서 1.06%, 양산천합류후 지점에서 1.34%가 감소되는 결과를 산정할 수 있었다.

표4. 시나리오에 따른 유출을 비교(%)

Date	금호강합류후			남강합류후			양산천합류후		
	BASE	습지	습지+ 저류지	BASE	습지	습지+ 저류지	BASE	습지	습지+ 저류지
1994	100	100	99.20	100	99.68	99.10	100	99.46	98.91
1995	100	100	97.95	100	99.49	98.04	100	98.85	97.43
1996	100	100	99.01	100	99.57	98.76	100	99.10	98.28
1997	100	100	98.29	100	99.70	98.48	100	99.34	98.20
1998	100	100	99.29	100	99.83	99.17	100	99.43	98.76
1999	100	100	98.75	100	99.78	98.75	100	99.38	98.46
2000	100	100	98.76	100	99.89	98.97	100	99.77	98.88
2001	100	100	98.64	100	99.66	98.62	100	99.18	98.39
2002	100	100	98.96	100	99.82	98.99	100	99.39	98.56
2003	100	100	99.28	100	99.82	99.24	100	99.63	99.15
2004	100	100	98.52	100	99.79	98.63	100	99.39	98.32
Ave.저류효과	-	0	1.05	-	0.84	1.06	-	0.80	1.34

그림2.는 낙동강유역에서 각 평가 지점의 위치를 나타내며, 그림3.은 양산천합류후 지점의 결과값을 그래프로 나타낸 것이다.



그림2. 유출을 비교 지점

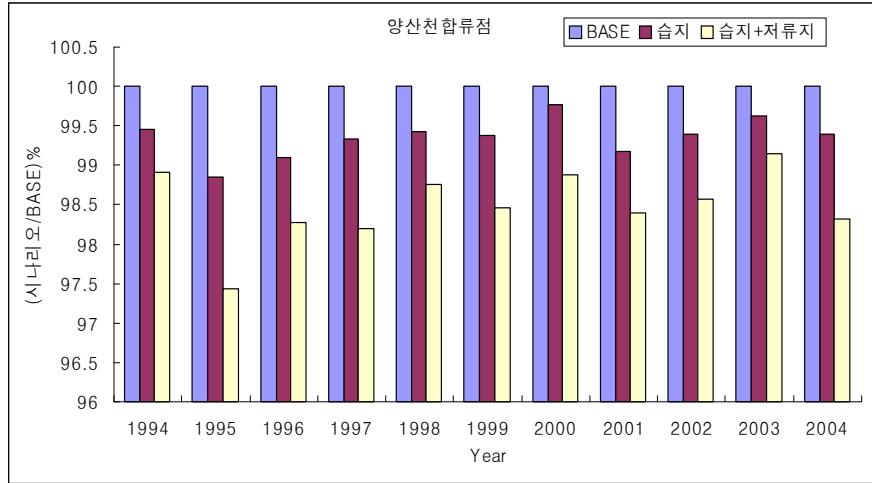


그림3. 시나리오별 유출률 비교(년도별, 양산천 합류지점)

4. 결론

본 연구의 결과로서 건교부 천변저류지 대상지점과 본 과업의 습지조사지점을 이용하여 홍수 저감효과를 평가하였을 때, 습지의 홍수저감량은 약 0.5-1.5%에 이르는 것으로 나타났다. 홍수 저감효과는 중류부에서 상대적으로 컸으며 (금호강 합류부: 1.52%), 하류부인 양산천 합류부에서는 낮은 값을 보였다 (0.49%). 또한 우포에 천변저류지로서 활용할 수 있는 면적을 증가시켰을 경우에 기존 우포 시스템보다 5.4-6.6%의 추가 저류효과가 발생하는 것으로 파악되었다. 따라서 매립되어 소실된 습지면적을 다시 확충하거나 천변저류지를 활용함으로써 낙동강 유역의 홍수 저감 효율성이 증가할 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 2007년도 낙동강 수계 환경기초 조사사업의 「주요 비점오염원 유출 장기모니터링 및 저감기법연구」에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. Neitsch, S.L., Arnold, J.G., Kiniry, J.R.(2002) Williams, J.R. and King, K.W., Soil and water assessment tool: Use's manual, version 2000, TWRI report TR-192, Texas Water Resources Institute, College Station, Texas.
2. 건설교통부, 낙동강 유역종합치수계획보고서, 2004.
3. 환경부, 2000a. 전국 내륙습지조사 지침서작성 용역: I. 전국 내륙습지조사지침.
4. 환경부, 2000b. 전국 내륙습지조사 지침서작성 용역: II. 전국 내륙습지 목록.