

한강 상류유역의 강우강도에 따른 수위 예측 연구

The study for water level estimation by rainfall intensity of the upper region in the han river

최한규* 조현종** 백호선***
Choi, Han-Kuy Choe, Hyun-jong Baek, Hyo-Seon

Abstract

Recently, there has been enormous damage due to river floodings caused by localized heavy rains. The direct discharge triggered by those torrential rains inflicts severe property damage on the residents of nearby areas. To minimize the possibility of river floodings in case of heavy rains and to predict the possible damage, the management of existing rainfall and water level observatories should be checked and prediction methods based on the characteristics of water usage and floodgate of nearby rivers must be further analyzed.

Therefore, this research analyzed the water level change predictions on different spots with a regression equation of rainfall and water levels, using the observation data of the water level observatory in Jeongseon-gun, Gangwon Province and the rainfall observatory which are located on the upper region of the Han river.

키워드 : 홍수위, 강우강도, 회귀식

Keywords : flood elevation, rainfall intensity, regression equation

1. 서론

우리나라는 매해 각종 자연재해로 인하여 수백명의 인명과 수천억원의 재산피해를 입고 있다. 특히 근래에 들어 국지적인 집중호우로 인한 하천 홍수위의 범람에 의한 피해가 막대한 비중을 차지하고 있는 실정이다. 이는 기상여건의 변화로 인한 게릴라성의 집중호우에 의해서 홍수재해에 대한 막대한 피해와 손실을 발생시키는 요인이기도 하다. 집중호우 시 발생하는 직접유출량이 급속히 불어날 경우 하천의 근경에 소재된 주민들의 재산적

피해는 상당히 크다. 홍수시 발생할 수 있는 하천 홍수범람을 최소화 하고, 홍수위에 대한 피해를 사전에 예방하기 위해서는 현재 관측되고 있는 강우와 수위관측소의 운영 상태와 하천의 주요부근의 실제적인 수리수문특성 조사가 필요하다.

하천의 홍수위 예측은 일반적으로 지역적인 특성을 갖고 하상의 변동과 퇴적, 유속의 흐름에 의한 토사 유출과 이동에 의한 특성 등으로 홍수위 예측에 대한 시스템의 신뢰성이 점점 미약해져 가는 실정이다. 이는 하천의 자연적 및 인위적인 영향에 따른 원인이기도 하다. 따라서 하천의 홍수범람을 사전에 예측하기 위해서 강우특성과 수위표를 분석 및 활용하여 강우와 수위 변동에 따른 홍수위 예측에 대한 개발의 필요성을 가질 수 있다.

따라서, 본 연구의 목적은 한강 상류유역인 정선군의 홍수위를 강우강도 자료를 가지고 예측을 함으로서 홍수예경보의 응용할 수 있는 기초자료

* 강원대학교 토목공학과 교수, 공학박사·교신저자

** 강원대학교 대학원 토목공학과 공학석사

*** 강원대학교 대학원 토목공학과 박사과정수료

를 제공하는데 그 의미를 가지고 있으며 강우강도를 이용하여 수위예측이 가능한 회귀식을 산정하는데 본 연구의 목적이 있다. 본 연구를 위한 대상지점으로 강원도 정선군을 선정하였으며 정선군은 하천의 특성상 급한 하상경사와 더불어 여러 지류하천을 분포하고 있을 뿐만 아니라 각 강우에 의한 수위 영향이 매우 근접하여 본 연구 대상지점으로 선정하였다.

2. 이론적 배경

2.1 상관분석

2개의 변량 x 와 y 사이에 한 쪽의 변화가 다른 쪽의 변화에 어떤 영향을 주는 경향이 있을 때 x 와 y 사이에는 상관관계가 있다고 한다.

함수관계: y 가 x 에 의해 일정하게 결정됨.

$$y = f(x)$$

상관관계: y 가 x 에 의해 평균적으로 어떤 폭을 가지고 결정됨. $\bar{y} = f(\bar{x})$

두 변량 사이의 상관관계를 알아보기 위해서는 산점도(scatter diagram)를 그려 본다.

산점도들이 어떤 직선 주위에 밀집해 있고, 이 직선의 방향계수가 양일 때 양의 상관이 있다고 하고, 음일 때 음의 상관이 있다고 한다.

따라서 두 변량 x 와 y 사이의 직선적인 상관관계의 정도를 표본으로부터 수량적으로 표현한 값을 표본 상관계수(sample coefficient of correlation)라고 한다.

$$\begin{aligned} r_{xy} &= \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{(\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2) (\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2)}} \\ &= \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1) \\ &= \frac{S_{xy}}{S_x S_y} \end{aligned}$$

<상관계수의 성질>

- (1) r_{xy} 의 범위는 $-1 \leq r_{xy} \leq 1$
- (2) $r_{xy} = 0$ 이면 x 와 y 는 서로 상관이 없다.
- (3) $0 < r_{xy} \leq 1$ 이면 양의 상관
- (4) $-1 \leq r_{xy} < 0$ 이면 음의 상관
- (5) 상관계수는 두 변량간의 선형관계를 나타낸다.

2.2 회귀분석

회귀식은 독립변수 X 와 종속변수 Y 의 관계를 식으로 나타낸 것으로 다음과 같이 정의 할 수 있다.

$$y = a + \beta x \quad (2)$$

독립변수 x 는 수학변수(mathematical variable), 종속변수 y 는 측정오차를 수반하는 확률변수, 측정오차들은 모든 x 에 대하여 서로 독립이다.

<회귀분석에서의 가정>

- (1) 오차 ϵ 은 정규분포를 따른다.
- (2) 오차 ϵ 은 그 평균값이 0이다.
- (3) 서로 다른 두 개의 오차는 서로 독립적이다.
- (4) 오차 ϵ 은 모든 $x_i, i = 1, 2, \dots, n$ 의 값에서 동일한 분산을 갖는다.
- (5) 독립변수 x 는 확률변수가 아니다.

2.3 회귀모형

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \epsilon_i \quad (3)$$

하나의 독립변수를 가지며, 모집단 회귀계수는 지수나 곱의 형태가 아니므로 선형이며, 또한 독립변수 x 의 차수가 1차이므로 독립변수로 볼 때에도 선형이 되어 단순회귀모형이라 부른다.

3. 대상유역 선정 및 자료조사

3.1 대상유역 선정

본 연구 대상지점인 정선군은 북쪽으로는 강릉시와 접하고, 북서쪽으로는 평창군이, 남쪽은 영월군이, 동쪽으로는 동해시·삼척시·태백시와 인접한다. 정선군은 강원도의 산간오지로, 도면적의 7.8%를 차지한다. 영서 산악지대로서 태백산맥이 관통하는 중심부에 자리한다. 영동과 영서의 분수령이 되고, 군 전역에 걸쳐 산악이 겹쳐 있어, 겨우 남한강 유역 연안의 계곡에만 좁고 길다란 평지가 있을 뿐이다. 무연탄·철·금 등 지하자원의 보고이며 대부분 높고 가파른 산으로 둘러 싸여 있다.

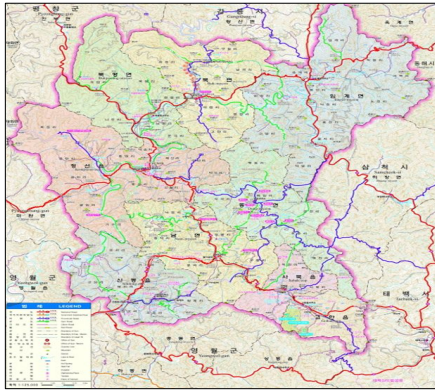


그림 1 정선군 행정지도

3.2 자료조사

(1) 강우자료조사

본 연구대상 수계에 영향을 주는 강우관측소를 이용하여 강우현황을 분석하여야 하나 대부분의 관측소가 최근에 설치된 관측소로 관측년도가 오래된 대관령 관측소의 자료를 이용하여 분석하였다. 이에 대한 월평균 강우량 자료는 표 1과 그림 2와 같다.

표 1 월평균 강우량

관측소 월별	대관령 (관측개시~2001)	대관령 (2001~2005)	비 고
1	57.1	64.4	관측전년 평균
2	50.2	74.0	
3	72.5	66.6	
4	94.7	108.9	
5	111.5	108.7	
6	182.2	207.5	
7	288.9	337.8	
8	365.0	514.9	
9	247.5	402.0	
10	116.3	140.2	
11	79.9	57.6	
12	37.7	39.5	
계(년강우)	1,703.4	2122.0	

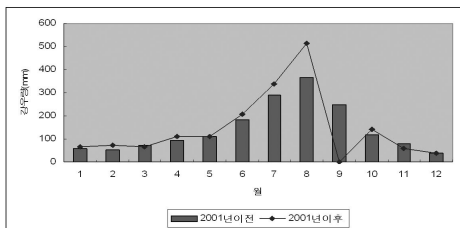


그림 2 월별 강우량 분석결과

(2) 수위관측소 조사

한강(지방하천) 유역에 영향을 미치는 우량관측소로는 총 59개소의 우량관측소가 있으나 본 연구를 위해 활용하기 위해 선정된 우량관측소와 수위관측소 일람은 표 2~3와 같다.

표 2 우량관측소 일람표

번호	관측소명	관측종별	위 치			관측개시 년월일	관할 관서명	비고
			주소	동경	북위			
1	정선	T/M	강원도 정선군 정선읍	128°40'	37°23'	1916.07	국도해양부	유역내
2	임계	T/M	강원도 정선군 임계면	128°49'	37°29'	1985.08	수자원공사	유역내
3	봉평	T/M	강원도 평창군 봉평면	128°44'	37°34'	1985.08	수자원공사	유역외
4	덕암	T/M	강원도 정선군 임계면	128°50'	37°21'	1992.08	수자원공사	유역내
5	하장	T/M	강원도 삼척시 하장면	128°56'	37°21'	1986.05	수자원공사	유역내
6	사북	T/M	강원도 정선군 사북읍	127°49'	37°14'	1985.08	수자원공사	유역외
7	횡계	T/M	강원도 평창군 도암면	128°42'	37°39'	1985.08	수자원공사	유역내
8	월경	T/M	강원도 평창군 진부면	128°36'	37°42'	1916.00	국도해양부	유역내

표 3 수위관측소 일람표

유역명	관측소명	종별	위 치			영점 표고 (EL.m)	관측 개시일	관할 기관	Rating Curve 유무
			지명	동경	북위				
한강	정선	T/M	정선군 정선읍	128°28'41"	37°13'55"	294.839	1918.1	국도해양부	유
			정선군 임계면	128°51'6.1"	37°29'29"	492.105	1962.7	수자원공사	유
	송천	T/M	정선군 여량면	128°43'15"	37°28'59"	376.127	2007.5	국도해양부	무
	남평대교	T/M	정선군 북평면	128°39'19"	37°26'10"	333.15	2008.9	강원도	무
	나천	T/M	정선군 북평면	128°39'09"	37°26'10"	333.554	2007.5	강원도	무
	아우라지	T/M	정선군 여량면	128°43'01"	37°28'12"	364.350	2008.9	강원도	무
	골지	T/M	정선군 임계면	128°51'35"	37°24'27"	530.00	2007.8	강원도	무

자료출처 : 한국수문조사연보(2006, 건설교통부), 강원도

4. 분석 및 고찰

4.1 유역평균 강우량 산정

본 연구를 위하여 앞장에서 조사된 강우 및 수위관측소에 대하여 자료를 수집하였으며 이중 본 연구에 필요한 관측소에 대하여 선정하였다. 관측소의 선정기준은 관측개시년도와 관측자료의 신뢰도이며 본 연구에서는 이에 따라 수위관측소로는 정선 수위 관측소를 선정하였으며 강우관측소는 정선 우량관측소를 선정하였다. 유역이 일반적으로 넓게 분포하는 경우 티센망도등의 방법을 이용하여 유역평균 강우량을 산정하여 적용하는 것이 일반적인 방법이나 본 연구에는 수위관측소의 강우관측소가 위치를 인접하도록 하였으며 이는 연구대상 유역이 산지형태로 국부적인 강우에 의한 수위변동은 지류별 국부적인 호우시보다는 유역전반에 걸쳐 평균적인 강우가 오는 경우를 가정하여 연구를 수행하였다.

따라서 본 연구 지점에 대한 강우량은 티센망도를 작성하여 유역평균 강우량을 산정하여 적용하였으며, 표 4는 지점별 티센면적비를 나타내었다.

표 4 지점별 티센면적비

지점 \ 우량	정선	어천	오대천	송천	임계천
정선	0.15	0.16	0.22	0.02	
임계	0.20			0.19	1.00
봉평	0.02		0.08		
덕암	0.11	0.47			
하장	0.14	0.14			
사북	0.04	0.23			
횡계	0.17		0.08	0.69	
월정	0.18		0.61	0.10	

4.2 유역평균 강우량 산정

본 연구를 위하여 위와 같이 선정된 관측소에 대하여 강우시 강우량 및 수위자료에 대하여 수집하였으며 각 수문곡선 중 첨두 구간에 대한 지속시간별 강우 및 수위자료는 다음 표 5~9와 같다.

표 5 정선1교 지점 강우 및 수위자료

수위 \ 지속시간	1.73	3.42	2.85	6.99	2.07	1.91	8.14	3.36	4.19
1	11.8	36.9	9.5	10.5	11.2	8.1	26.6	19.8	16.4
2	6.7	18.4	6.8	9.4	9.6	4.6	22.0	18.1	15.0
3	4.9	13.1	6.2	9.1	8.5	3.1	20.5	16.5	14.9
4	5.9	10.6	6.0	8.7	7.8	4.1	18.6	16.4	14.6
5	5.6	9.6	5.8	7.8	7.7	3.6	19.3	15.6	13.9
6	4.9	8.7	5.4	8.2	7.3	3.3	17.5	14.4	13.9
7	4.3	8.3	5.1	8.4	6.8	3.1	16.1	13.0	13.3
8	4.0	8.0	4.8	8.3	6.4	2.9	15.0	11.7	12.7

표 6 어천 지점 강우 및 수위자료

수위 \ 지속시간	2.96	2.35	3.43	3.02	1.90	2.22
1	29.3	18.4	15.3	16.8	27.3	15.0
2	21.2	13.6	13.6	14.5	15.3	12.8
3	18.4	11.1	12.8	13.1	10.9	10.9
4	17.7	8.7	12.5	12.0	8.4	9.6
5	16.7	7.2	11.7	11.9	6.8	8.8
6	15.1	6.4	11.3	11.4	5.7	7.8
7	13.9	6.0	10.9	10.9	4.9	7.4
8	12.4	6.4	10.2	9.9	4.3	7.0

표 7 오대천 지점 강우 및 수위자료

수위 \ 지속시간	1.97	2.27	3.13	3.02	4.02	2.48	3.84	4.07	3.61
1	8.3	11.6	23.2	22.0	29.5	7.9	37.3	22.3	16.1
2	5.6	9.0	19.7	16.7	28.3	7.1	30.7	21.2	15.2
3	4.5	7.5	16.6	14.2	27.2	6.8	25.2	18.7	15.3
4	3.6	6.2	13.0	13.5	23.3	6.2	20.7	18.6	13.5
5	3.1	5.1	10.6	12.9	20.7	6.0	18.8	17.6	13.0
6	2.6	4.3	8.9	12.1	18.0	5.6	18.3	16.8	12.5
7	2.3	4.1	7.9	11.7	16.1	5.2	16.8	16.5	11.9
8	2.0	3.7	6.9	11.1	14.3	5.0	16.0	16.2	11.5

표 8 송천 지점 강우 및 수위자료

수위 \ 지속시간	1.85	2.15	2.00	2.67	2.99	3.37	2.74
1	11.6	13.7	7.0	13.0	27.9	17.4	13.4
2	11.0	11.9	6.5	13.0	20.3	16.5	13.0
3	8.4	11.3	5.4	11.8	18.0	15.7	12.3
4	6.4	9.1	5.3	11.7	16.1	15.2	11.1
5	5.8	7.3	4.9	11.2	14.6	15.0	10.4
6	4.9	6.3	4.5	10.6	13.1	14.8	9.6
7	4.3	5.7	4.1	10.0	11.7	14.5	9.5
8	3.7	5.0	3.7	9.4	10.5	14.1	8.9

표 9 임계천 지점 강우 및 수위자료

수위 \ 지속시간	1.85	2.15	2.00	2.67	2.99	3.37	2.74
1	11.6	13.7	7.0	13.0	27.9	17.4	13.4
2	11.0	11.9	6.5	13.0	20.3	16.5	13.0
3	8.4	11.3	5.4	11.8	18.0	15.7	12.3
4	6.4	9.1	5.3	11.7	16.1	15.2	11.1
5	5.8	7.3	4.9	11.2	14.6	15.0	10.4
6	4.9	6.3	4.5	10.6	13.1	14.8	9.6
7	4.3	5.7	4.1	10.0	11.7	14.5	9.5
8	3.7	5.0	3.7	9.4	10.5	14.1	8.9

4.3 회귀분석

지속시간에 따른 강우강도에 의한 수위의 회귀분석을 실시하여 회귀식을 산정하였다. 각 지점별 산정된 회귀식은 표 10~14에 나타내었으며, 회귀곡선은 그림 3~7에 나타내었다.

(1) 각지점별 선형회귀식

표 10 정선 지점 선형회귀식

지속시간	선형회귀식	상관계수
1	$h = 0.005t^{2.00} + 1.79$	0.42
2	$h = 0.051t^{1.30} + 1.53$	0.56
3	$h = 0.033t^{1.47} + 1.70$	0.65
4	$h = 0.253t^{0.86} + 1.09$	0.65
5	$h = 0.0125t^{1.96} + 1.87$	0.67
6	$h = 0.004t^{2.46} + 1.98$	0.75
7	$h = 0.012t^{1.96} + 1.87$	0.77
8	$h = 0.004t^{2.46} + 1.98$	0.78

표 11 어천 지점 선형회귀식

지속시간	선형회귀식	상관계수
1	$h = t^{0.45} - 1.16$	0.79
2	$h = t^{0.56} - 1.89$	0.72
3	$h = t^{0.55} - 1.39$	0.87
4	$h = t^{0.52} - 0.90$	0.89
5	$h = t^{0.50} - 0.57$	0.96
6	$h = t^{0.49} - 0.37$	0.95
7	$h = t^{0.50} - 0.29$	0.99
8	$h = t^{0.52} - 0.34$	0.99

표 12 오대천 지점 선형회귀식

지속시간	선형회귀식	상관계수
1	$h = t^{0.39} + 0.03$	0.69
2	$h = t^{0.41} + 0.10$	0.83
3	$h = 8.222t^{0.11} - 7.80$	0.89
4	$h = 1.109t^{0.412} + 0.04$	0.93
5	$h = 0.758t^{0.51} + 0.60$	0.95
6	$h = 0.647t^{0.54} + 0.86$	0.95
7	$h = 0.514t^{0.61} + 1.10$	0.94
8	$h = 0.591t^{0.58} + 1.07$	0.93

표 13 승천 지점 선형회귀식

지속시간	선형회귀식	상관계수
1	$h = t^{0.35} - 0.02$	0.48
2	$h = 0.149t^{0.89} + 1.05$	0.63
3	$h = 0.055t^{1.22} + 1.41$	0.74
4	$h = 0.104t^{1.06} + 1.24$	0.88
5	$h = 0.094t^{1.11} + 1.34$	0.94
6	$h = 0.135t^{1.00} + 1.30$	0.97
7	$h = 0.143t^{0.99} + 1.34$	0.99
8	$h = 0.295t^{0.77} + 1.12$	0.98

표 14 임계천 지점 선형회귀식

지속시간	선형회귀식	상관계수
1	$h = 0.002t^{1.60} + 0.90$	0.95
2	$h = 0.087t^{0.70} + 0.48$	0.99
3	$h = 0.038t^{0.94} + 0.65$	0.99
4	$h = 0.053t^{0.92} + 0.59$	0.99
5	$h = 0.122t^{0.76} + 0.38$	0.99
6	$h = 0.483t^{0.46} + 0.27$	0.99
7	$h = 0.007t^{1.62} + 0.83$	0.98
8	$h = 0.001t^{2.24} + 0.92$	0.98

(2) 각지점별 선형 회귀곡선도

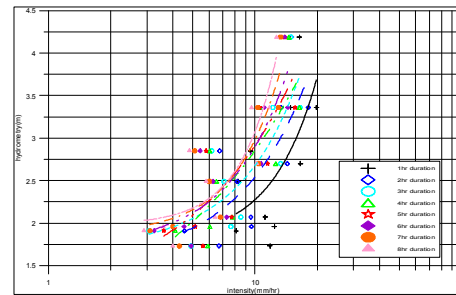


그림 3 정선지점 회귀곡선도

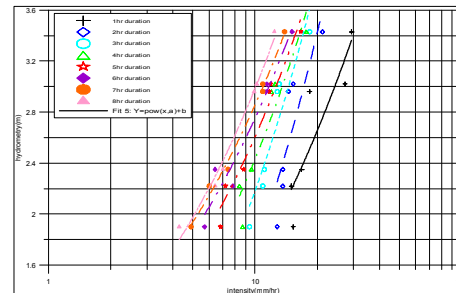


그림 4 어천지점 회귀곡선도

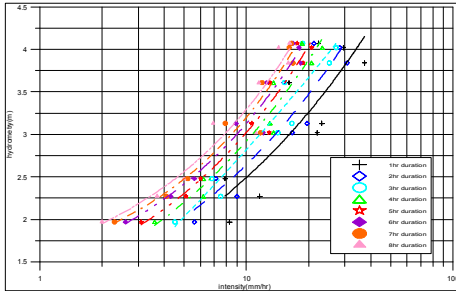


그림 5 오대천지점 회귀곡선도

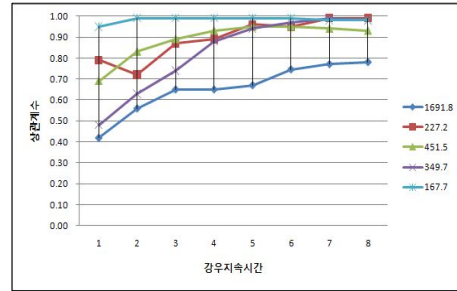


그림 8 유역면적과 상관계수 관계

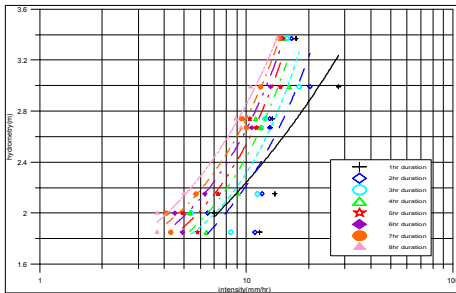


그림 6 송천지점 회귀곡선도

(2) 유로연장과의 관계분석

유역면적과 상관계수 관계 검토에서 보이는 바와 같이 유사한 경향을 보였다. 이는 유역면적이 클수록 대부분의 하천의 유로연장이 증가하게 되며 유로연장이 증가 할수록 하도 저류효과 및 강우의 도달시간증가에 따라 강우에 의한 수위에 직접적으로 영향을 주는 시간이 길어짐에 따라 상관계수값이 다소 낮게 산정되게 된다. 따라서 강우지속시간이 길어질수록 유로연장에 관계없이 상관계수값이 증가하고 있음이 관찰되었다. 그림 9는 유로연장과 상관계수 관계를 나타내었다.

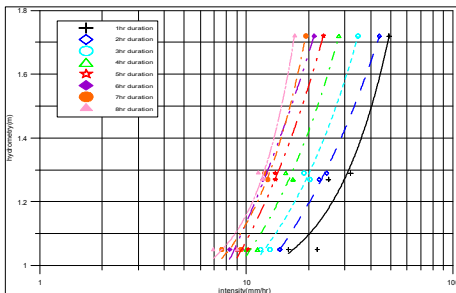


그림 7 임계천지점 회귀곡선도

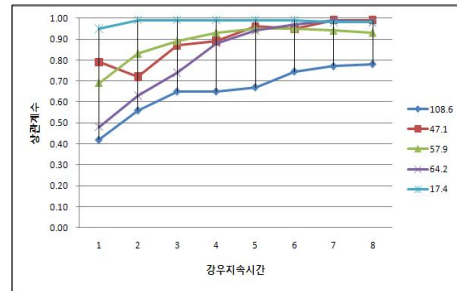


그림 9 유로연장과 상관계수 관계

4.4 강우지속 시간별 유역특성

(1) 선형회귀식의 상관분석

그림 8과 같이 유역면적과 상관계수와의 관계에 대하여 도표를 통하여 분석을 실시하였으며 검토 결과 유역면적이 작을 수록 상관계수값이 좋게 나타나고 있음을 확인하였다.

이는 유역면적이 증가할수록 이에 따른 유역특성인자에 대한 변동이 크게 작용하며 이에 따라 강우강도에 대한 항목도 중요하지만 지형적인 요인에 대한 인자항목도 중요하게 증가하므로 본 연구에서는 강우에 대한 인자만을 이용하여 분석한 결과 유역면적이 큰 경우 상관계수 값이 낮게 산출된 것으로 사료된다.

(3) 하천폭과의 관계분석

그림 10은 하천폭과 상관계수의 관계를 나타내었으며 분석 결과, 하천폭이 200m이상 되는 지점을 제외하고는 상관계수 값이 좋게 발생하였다. 이는 하천폭이 줄어들수록 수위변동폭이 증가하며 따라서 강우에 의한 수위변동이 크게 작용하여 상관성이 좋게 나타나는 것으로 판단된다.

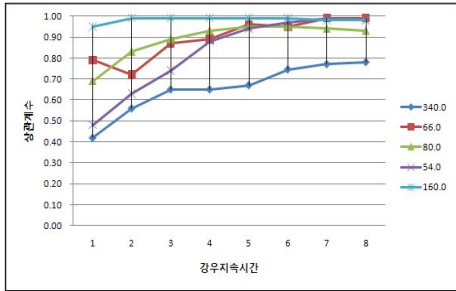


그림 10 하천폭과 상관계수 관계

(4) 도달시간과의 관계분석

하천의 도달시간은 유역면적, 유로연장, 하상경사 등 기타 지형적인 요인들에 의하여 결정되는 항목으로 강우에 의한 하천 유출량 결정에 중요한 변수이다. 본 연구에서는 도달시간과 회귀식의 상관계수에 대하여 검토를 실시하였으며 이는 그림 11에 나타내었다. 검토결과, 도달시간이 큰 경우에는 상관계수값이 낮게 나타났으며 강우지속시간이 증가함에 따라 상관계수값도 증가하는 경향을 보이고 있었다. 특히 상관계수 0.9이상 신뢰할수 있는 값으로 가정하는 경우 하천의 도달시간과 상관계수 0.9이상이 발생하는 강우지속시간이 유사하였다.

따라서 본 연구를 통해서 하천 도달시간을 산정하는 방법의 하나로 강우-수위 회귀식 분석을 실시하는 방안도 강구해야 할 것으로 사료된다.

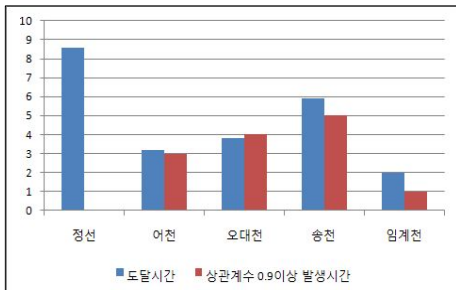


그림 11 도달시간과 상관계수 관계

(5) 강우강도에 의한 수위 추정식

본 연구를 통해 지속시간과 도달시간에 상당한 연관성이 있는 것으로 확인되었다. 따라서 본 연구의 각 지점별로 적합한 강우강도에 의한 수위 추정식은 도달시간과 같은 강우지속시간의 회귀식을 본 연구의 지점별 추정식으로 채택하였다. 정선지점의 경우 본 연구의 강우지속시간을 최대 8시간까지만 연구를 수행하여 0.9이상의 상관계수를 확인하지 못하였으나 도달시간이 정선지점의 경우

8.6시간으로 산정되었으므로 강우지속시간 8시간의 회귀식을 정선의 추정식으로 채택하였다. 표 15는 지점별 강우강도에 의한 수위 추정식 산정 결과를 나타내었다.

표 15 강우강도-수위 추정식

지 점	강우강도-수위 추정식	상관계수
정선	$h = 0.004t^{2.46} + 1.98$	0.78
여천	$h = t^{0.55} - 1.39$	0.87
오대천	$h = 1.109t^{0.412} + 0.04$	0.93
송천	$h = 0.135t^{1.00} + 1.30$	0.97
임계천	$h = 0.087t^{0.70} + 0.48$	0.99

5. 결론

본 연구는 강우관측소를 이용하여 연구지점별 수위 예측의 가능성에 대하여 연구를 수행하였으며 강우와 수위에 대한 특성을 파악하여 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다.

1. 강우와 수위에 대한 자료분석을 통해서 양호한 상관성을 보이는 회귀식을 산정할 수 있다.
2. 회귀식 산정결과 유역면적과 유로연장이 증가할수록 상관계수가 다소 낮아짐을 확인 할 수 있었으며 이에 따라 본 연구 방법이 중소하천에 적용하는데 합리적인 것으로 사료된다.
3. 도달시간과 상관계수값을 관찰한 결과 각 지점의 도달시간과 강우지속시간이 동일한 경우 대부분의 연구지점에서 가장 높은 상관계수를 보임을 확인할 수 있었다.
4. 강우와 수위변동에 대한 강우-수위 추정식을 산정한 결과 통계적으로 높은 결정계수를 보이는 회귀식을 추정할 수 있었으며 강우에 의한 수위변동 예측으로 중소하천 규모의 하천에서는 이를 이용한 홍수예경보에 응용이 가능함을 확인하였다.

위와 같이 연구결과를 도출하였으며 정선지역에 국한 하여 연구를 실시하였으나 유역면적의 규모를 더 다양하게 하여 본 연구기법에 대한 일반화된 강우-수위 예측방법에 대한 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

[1] 허영범, “계획강우량 산정을 위한 강원권 확

- 를 강우 강도식 유도에 관한 연구”, 서울시립대학교 대학원, 2003.
- [2] 심재현, 고영찬, “강우에 의한 유출량 산정모형”, 한국지방행정연구원, 1996.
 - [3] 권형문, “강우량 자료의 증가 경향성을 고려한 강우빈도해석”, 한양대학교 대학원, 2009.
 - [4] 유종보, “강우일평균 회귀분석을 통한 지하수위 예측방법에 관한 연구”, 인제대학교 대학원, 2007.
 - [5] 정하옥, “과제에 의한 홍수범람 및 하도내 수위변동분석”, 서남대학교 대학원, 2007.
 - [6] 성내경, SAS/SPSS를 이용한 회귀분석, 자유아카데미, 1996.
 - [7] 윤상운, 이태섭, 실용통계학, 자유아카데미, 1996.
 - [8] 성혁제 외 3인 공저, SPSS를 활용한 통계자료분석, 동일, 2004.