

## OE7) 중소하천유역의 임계지속시간 결정에 관한 연구

이효정, 안승섭<sup>1</sup>, 서명준, 정도준

경일대학교 대학원, <sup>1</sup>경일대학교 건설정보공학과

### 1. 서론

최근 하천유역의 설계홍수량 산정 및 개발로 인해 증가된 유출량저감 방안 수립을 위한 유출량 산정시 임계지속시간의 개념을 도입하여 각종 수문량을 산정하고 있다.

임계지속시간(Critical storm duration)이란 설계강우에 의해 발생하는 유출량이 강우의 시간적 분포에 따라 변화되는 점을 고려하여 기존의 홍수도달시간을 강우의 지속시간으로 설정하는 고전적인 개념에서 벗어나, 설계하고자 하는 수공구조물의 특성에 따른 설계 유출량을 파악하고자 하는 개념이다. 이는 설계하고자 하는 구조물이 홍수시 유출량을 저류하고자 하는 저류지 이거나, 설계호수에 대한 침투유량을 소통시켜야 하는 하수관거, 방류구조물일 경우 설계강우에 의해서도 강우의 지속시간에 따라 유출총량과 침투유량이 변화되므로 구조물의 목적에 따라 최대값을 보이는 강우사상을 설정하게 된다.

따라서 합리적인 임계지속시간 산정을 위해 최근 전국 각지역의 개발계획수립시 검토된 재해영향평가서의 유역면적, 유역평균경사, 유로연장 등의 데이터를 토대로 중소규모 하천유역의 유역특성과 임계지속시간과의 상관성을 통계분석 프로그램인 SPSS를 통하여 검토함으로써 미계측 유역의 설계 홍수량 산정을 위한 기초자료로 활용할 수 있도록 하였다.

### 2. 임계지속시간의 정의

계획강우를 얻고자 할 때 강우의 지속시간에 대한 결정은 강우강도-지속시간-설계빈도(Intensity-Duration-Frequency : IDF) 곡선에서 매우 중요한 인자이며 대부분의 설계에서는 합리식을 사용하여 최대평균강우강도가 발생하는 시간을 설정하는 한편, 일반적으로 평균강우강도에 해당하는 홍수도달시간을 강우의 지속시간으로 설정하여 사용하였다.(심재현 외1, 1998)

그러나 Debo(1995)는 이러한 기존의 설계방식에 있어 불투수성 면적이 매우 많은 지역은 전체 유역면적에 의해 강우의 영향을 받는 시간(기존 홍수도달시간의 개념)보다 더 큰 침투유량이 발생할 가능성이 매우 크게 나타나는 문제점을 제시하였다. 따라서 특정 수공구조물의 설계를 위해서는 해당 구조물의 목적을 충분히 반영한 설계가 필요하며, 이를 위해 다양한 홍수도달시간의 변화에 따른 강우지속시간을 산정하여 비교하여야 할 필요가 있다. 이는 기존 합리식의 적용 제한성, 도달시간의 다양성과 산정문제 등에 의해 나타나는 것으로 판단된다.

임계지속시간은 설계강우에 의해 발생하는 유출량이 강우의 시간적 분포에 따라 변화되는 점을 고려하여 기존에는 홍수도달시간을 강우의 지속시간으로 결정하는 개념으로 정의

하였으나, 최근에는 이러한 개념에서 벗어나 설계하고자하는 수공 구조물의 특성에 따른 설계 유출량을 파악하고자 하는 시도에서 비롯된 개념이라고 할 수 있다. 즉, 설계하고자하는 구조물이 홍수시 유출량을 저류하고자 하는 저류지 이거나, 설계호우에 대한 침투유량을 소통시켜야 하는 하수관거 또는 방류구조물일 경우 설계강우에 의한 강우의 지속시간에 따라 유출총량과 침투유량이 변화되므로 구조물의 목적에 최대값을 보이는 강우사상을 설정하게 된다.

그러나 임계지속시간을 해당유역의 토양 및 토지 특성 등에 따라 변화되므로 전 세계적으로도 설계과정이나 공식이 확정적으로 제안되지 못하고 있는 실정이다. 임계지속시간에 대한 기존의 연구로는 Hallet (1993)등은 저류지 용량의 결정에 사용하는 방식으로, 비홍수기시에도 유량이 저류지를 관통하는 경우(현지저류)와 비홍수기시에는 유량이 저류지로 흐르지 않는 경우(현지외저류)의 경우로 나누어 임계지속시간을 결정하는 방식을 제안 한 바 있고, Chen과 Wong의 연구(1993)에서는 개발상황에 따라 기존 홍수도달시간보다 짧은 지속시간에서 침투유량이 발생하는 경우를 고려하여, 유역의 세분화에 의한 영향에 따른 침투유량의 변화를 고려한 임계지속시간을 산정하는 방식을 수식으로 개발한 바 있다.

다음으로 국내 이재준 등의 연구(1993)에서는 우수관거의 설계시 계획강우의 임계지속시간을 결정하기 위한 것으로 침투유량이 발생하는 시간을 임계지속시간으로 설정한 결과 강우의 시간적 분포는 Huff 1, 3분위법 2, 4분위법에 비해 침투유량이 크게 나타났으며, 그중에서도 1분위형이 다른 분위형에 비해 최대침투유량이 발생하는 지속시간이 길었다. 또한 침투유량을 보이는 지속시간은 30, 60분이 가장 크게 나타나는 경향을 보임을 제시하였다.

이종태 등의 연구(1993)에서는 우수지 배수펌프장의 설계를 위한 임계지속시간과 이에 따른 우수지와 배수펌프장의 규모를 추정하고자 한 것으로 총유출량이 최대가 되는 시점을 임계지속시간으로 설정하였으나, IDF곡선상 강우의 지속시간이 길어질수록 총유출량이 증가하므로 총유출량에 대한 최대 저류량의 비인 저류비를 도입하여 임계지속시간을 결정하였다. 그 결과 30, 60분의 지속시간에서 임계지속시간이 나타났으며, 강우의 시간분포로는 제 2, 3분위가 1, 4분위에 비해 저류비가 크게 나타남을 보였다.

설정된 개발이후의 유황에 대한 여러 가지 수문곡선을 사용하여 필요한 최대저류용량을 구하기 위해 적정한 임계지속시간을 결정하게 되는데, 계획하고 있는 저류지가 현지저류일 경우 개발이후의 수문곡선의 시점에서부터 직선을 이어 수문곡선의 하강부와의 교점이 개발이전의 수문곡선의 침투유량과 일치하는 점이 해당 수문사상에 대한 임계지속시간이 되며, 직선의 윗부분에 대한 용량이 필요한 저류용량이 된다. 이에 반해 현지외저류의 경우 대부분 구조물에 의해 유입량이 조절되기 때문에 최대방류량에 해당하는 직선을 긋고 이때 직선 위의 양이 최대가 되는 수문곡선을 선정하는 것이 적절하다는 결론을 얻었다.

### 3. 임계지속시간과 지형특성관계 분석

본 연구에서는 임계지속시간과 소유역의 지형특성과의 상관관계를 검토하였다. 분석에 사용된 자료는 2004-2007년까지 소방방재청 재해영향평가에 제시된 30개 지역의 임계지속시간이 검토된 소유역 279개 지역에 관한 보고서를 이용하였다.

하천명	지점	구분	유역면적 (Km <sup>2</sup> )	유역경사 (%)	유로연장 (Km)	형상계수	CN	임계시간 (분)	첨두 유출량 (m <sup>3</sup> /s)
주울래천	JU-1	개발전	0.811	13.00	0.559	0.849904	88.25	140	25.62
		개발중	0.811	12.3	0.559	0.849904	93.97	130	27.47
	JU-2	개발전	0.162	13.00	1.006	38.33257	88.97	150	4.89
		개발중	0.162	12.3	1.006	38.33257	94.27	140	5.19
불암천	BU-1	개발전	0.444	15.00	1.248	6.330655	84.04	250	10.14
		개발중	0.444	13.2	1.248	6.330655	92.66	180	11.23
	BU-2	개발전	0.267	30.80	0.618	8.668939	78.22	140	7.63
		개발중	0.267	27.8	0.618	8.668939	86.01	130	8.77
용암천	YO-1	개발전	0.553	20.30	0.909	2.972444	83.99	260	12.11
		개발중	0.553	19.3	0.909	2.972444	89.74	200	12.99
	YO-2	개발전	0.205	12.00	0.952	22.65318	84.93	190	5.46
		개발중	0.205	11.7	0.952	22.65318	91.84	180	5.92
	YO-3	개발전	2.010	27.30	3.075	0.76112	86.51	320	33.39
		개발중	2.010	27.1	3.075	0.76112	88.62	310	34.11
	YO-4	개발전	1.030	17.40	0.921	0.868131	83.74	150	29.34
		개발중	1.030	16.9	0.921	0.868131	90.72	140	32.43
덕송천	DS-1	개발전	0.475	13.00	1.008	4.46759	90.10	140	14.72
		개발중	0.475	12.5	1.008	4.46759	94.81	130	15.50
	DS-2	개발전	0.598	22.30	1.126	3.148734	83.89	140	18.30
		개발중	0.598	21.1	1.126	3.148734	91.66	130	20.48
	DS-3	개발전	1.039	27.10	1.829	1.69427	85.34	190	27.43
		개발중	1.039	26.1	1.829	1.69427	89.05	180	28.73
	DS-4	개발전	0.621	25.70	0.851	2.206716	83.74	130	20.04
		개발중	0.621	23.2	0.851	2.206716	88.99	130	21.69
식송천	SS-1	개발전	0.858	29.90	1.650	2.241348	83.47	140	26.29
		개발중	0.858	29.0	1.650	2.241348	89.67	130	28.91
삼화천	SH-1	개발전	0.102	20.40	0.223	21.43406	83.66	150	3.43
		개발중	0.102	20.1	0.223	21.43406	88.63	140	3.69
주울래천	R1	개발전	1.280	13.00	1.38	0.842285	88.98	200	35.79
		개발후	1.310	8.10	1.48	0.862421	89.11	200	36.76

그림 1. 임계지속시간 결정에 관한 유역특성인자

다음으로 임계지속시간과 소유역별 지형특성관계로 SPSS의 단계별회귀분석을 이용하여 시간특성 인자는 제외하고 유역특성인자를 독립변수로 고려하여 회귀분석을 실시하였다.

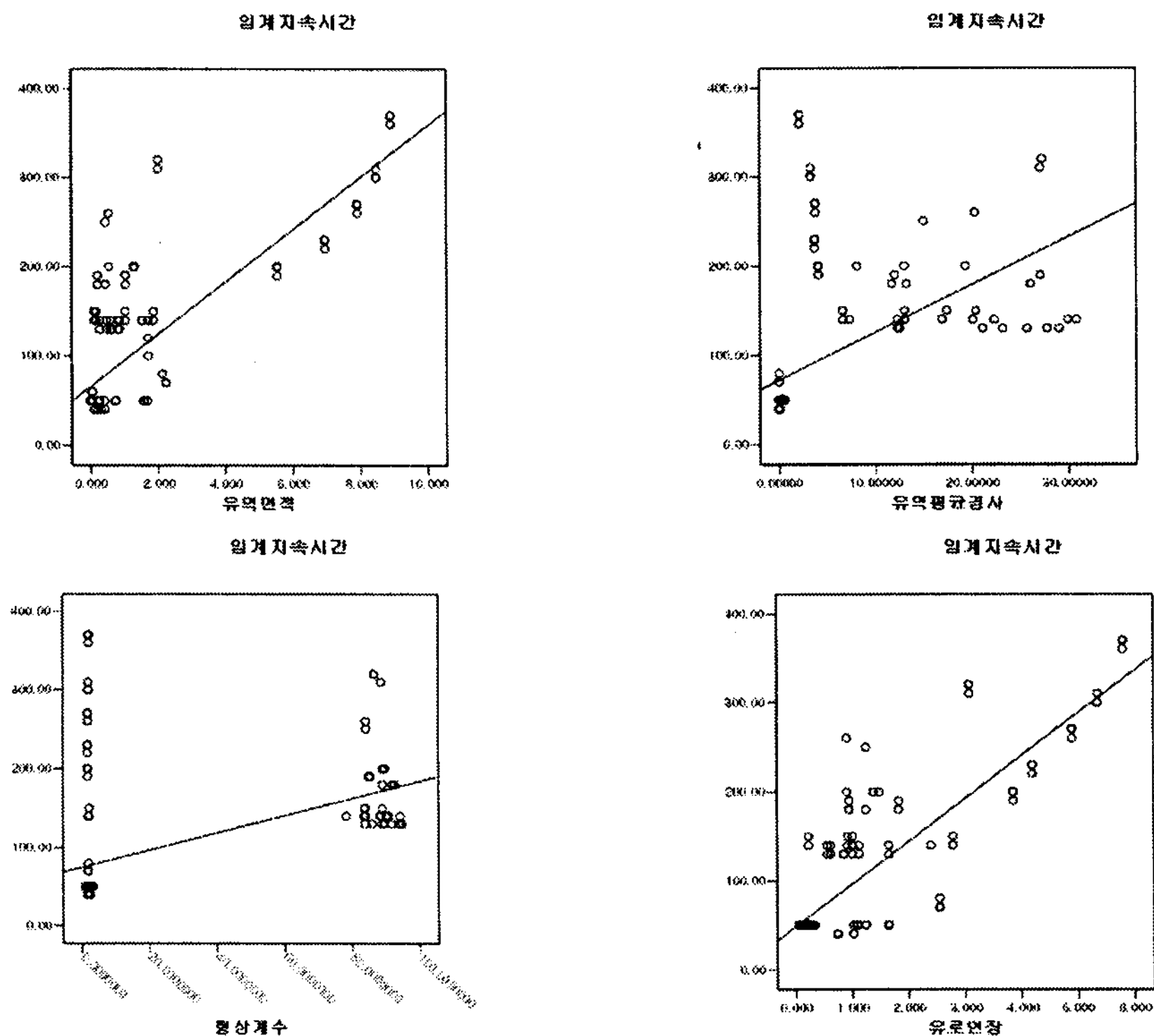


그림 2. 임계지속시간에 따른 유역특성인자의 빈도분석

임계지속시간은 유출량 산정방법에 관계없이 유역면적, 유로연장, 유로경사, 유역경사와 단위도 침투시간, 도달시간과 높은 상관성을 보이는 것으로 나타나 이들 인자를 포함하는 임계지속시간 일반 회귀식을 제시하는 것이 가능할 것으로 판단되었다.

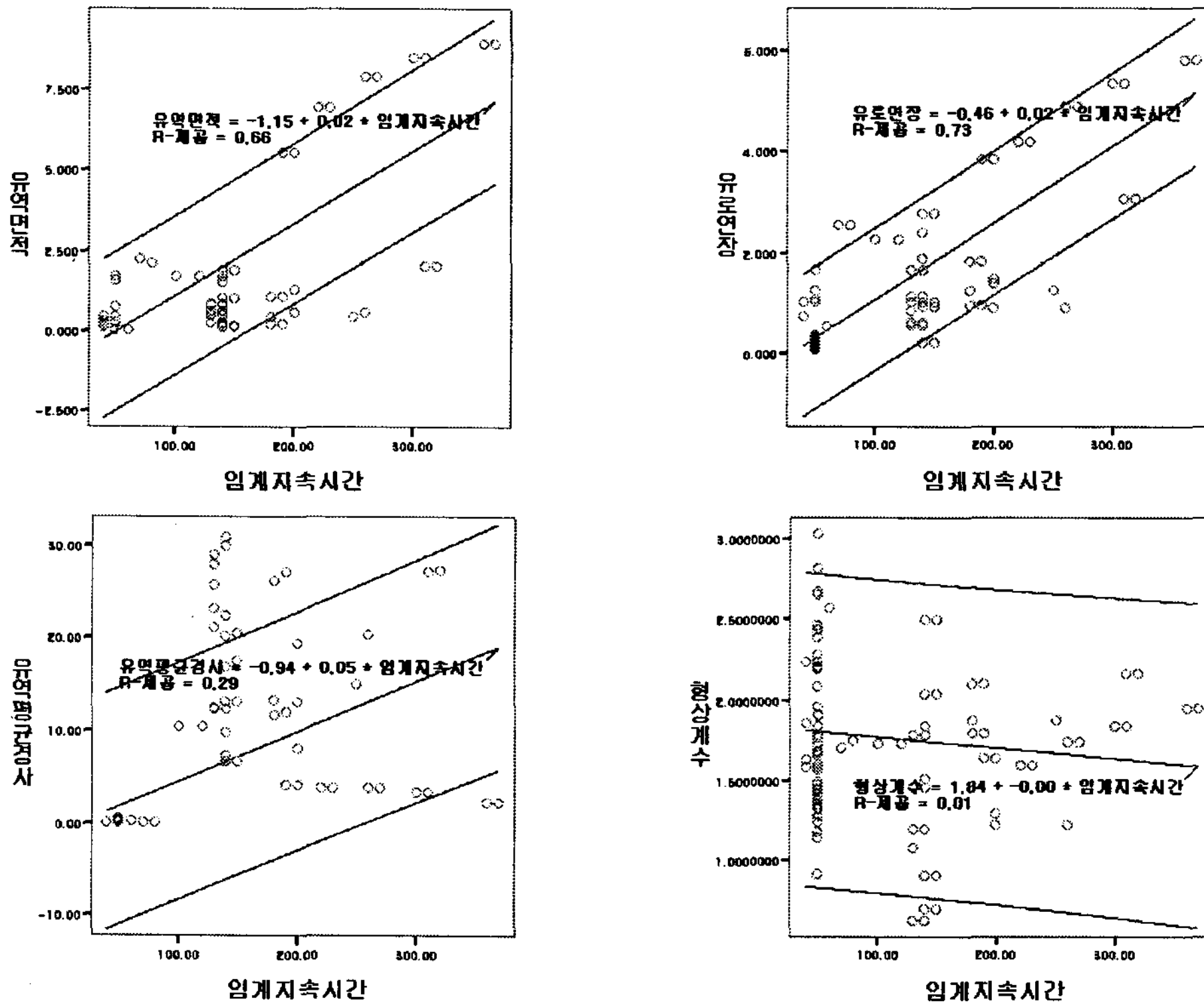


그림 3. 임계지속시간별 유역특성인자 회귀분석

#### 4. 결 론

본 연구는 재해영향평가서에 따른 수문관측자료를 토대로 임계지속시간에 영향을 미치는 인자들 상호간의 SPSS프로그램의 단계별회귀분석을 통하여 분석한 결과 유역특성인자인 유역면적, 유역평균경사, 유로연장은 임계지속시간에 밀접한 상관성을 나타내었다.

#### 참 고 문 헌

- 홍수도달시간과 임계지속시간의 개념 비교(II) - 심재현, 조원철, 한국 수자원 학회 논문집 제 31권 제6호(1998)
- 강우분포형태에 따른 임계지속시간의 변화 연구: 산본유역을 중심으로 - 윤여진, 정순우, 전병호, 김재한, 한국수자원학회 논문집 제31권 제4호(1998)
- 중규모 하천유역에서 설계강우의 임계지속기간에 관한 연구 - 박종영, 신창동, 이정식, 한국 수자원학회 논문집 제 37권 제9호(2004)
- Hall, M, J., Hockin, D. L., and Ellis, J. B.(1993), Design of Flood Storage Reservoirs, CIRIA and Burrerworth-Heinemann Ltd.