



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

碩士學位 請求論文
指導教授 尹 弘 植

GIS 기반의 재해영향평가 관리시스템
구축에 관한 연구
- 개발로 인한 하천유역의 홍수피해 예측을 중심으로 -

成均館大學校 一般大學院

防災安全工學協同課程

卞 煥 桐

碩士學位請求論文

G I S 기반의
재해영향평가
관리시스템
구축에
관한
연구

2
0
2
0

卞
煥
桐

碩士學位 請求論文
指導教授 尹 弘 植

GIS 기반의 재해영향평가 관리시스템 구축에 관한 연구

- 개발로 인한 하천유역의 홍수피해 예측을 중심으로 -
Development of Disaster Impact Assessment Management System
based on GIS technology
-Focusing on Flood Damage Prediction in River Basins Due to Development Projects -

成均館大學校 一般大學院

防災安全工學協同課程

卞 煥 桐

碩士學位 請求論文

指導教授 尹 弘 植

GIS 기반의 재해영향평가 관리시스템 구축에 관한 연구

- 개발로 인한 하천유역의 홍수피해 예측을 중심으로 -

Development of Disaster Impact Assessment Management System
based on GIS technology

-Focusing on Flood Damage Prediction in River Basins Due to Development Projects -

이 論文을 工學 碩士學位請求論文으로 提出합니다.

2019 年 10 月 日

成均館大學校 一般大學院

防災安全工學協同課程

卞 煥 桐

이 論文을 卞煥桐의 工學
碩士學位 論文으로 認定함

2019 年 12 月 日

審査委員長

審査委員

審査委員

목 차

제1장 서 론

1.1 연구 배경 및 필요성	1
1.2 연구 목적 및 범위	2
1.3 연구방법 및 절차	2
1.4 연구동향	6
1.5 기존 연구와의 차별성	8

제2장 재해영향평가 협의제도

2.1 개요	10
2.2 재해영향평가 협의 종류와 범위	13
2.3 재해영향평가 협의사례 조사	15
2.3.1 재해영향평가 협의사례(2017년)	17
2.3.2 재해영향평가 협의사례(2018년)	18
2.3.3 재해영향평가 협의사례(2019년)	19
2.3.4 재해영향평가 협의사례 종합분석	20

제3장 재해영향평가 관리기법 개발

3.1 재해영향평가 관리의 필요성	21
3.2 연구대상지역의 재해영향평가 협의 현황	21
3.2.1 유역별 개발사업 현황	21
3.2.2 대상지역의 소유역 현황	23

3.3 재해영향평가 관리에 미치는 영향인자	27
3.3.1 대상유역의 규모결정	27
3.3.2 재해영향평가 관리인자 도출	28
3.4 재해영향평가 관리 영향인자 분석	29
3.4.1 유역면적별 수문학적 매개변수 도출	29
3.4.2 유역면적과 CN값 변화에 따른 유출량 분석	30
3.4.3 유역면적별 CN값과 유출량의 연계성 검토	33
3.4.4 영향인자 적용성 검토	34
3.5 개발사업 총량제 기법 개발	35
3.5.1 CN값 적용 범위 지수 개발	35
3.5.2 유출량 범위 지수 개발	36
3.5.3 개발사업 총량제 기법 개발	38

제4장 재해영향평가 관리시스템 구축

4.1 연구대상 유역 선정	40
4.1.1 대상지역의 선정	40
4.1.2 대상지역의 유역 현황	42
4.2 불투수면적에 따른 지수 결정	49
4.2.1 CN값 변화에 따른 유출량	49
4.2.2 연구대상유역 CN값의 범위 설정	51
4.2.3 불투수면적 지수 적용성 검토 결과	53
4.3 재해영향평가 관리시스템 구축	54
4.3.1 DIA-MS개요	54
4.3.2 DIA-MS 구성	55

제5장 결 론

참고문헌

부록

Abstract

표 목 차

〈표 1.1〉 개발로 인한 우수·토사 유출산정 관련 재해영향평가 국내 연구사례	8
〈표 2.1〉 재해영향평가 및 재해영향성검토 주요내용 비교	13
〈표 2.2〉 재해영향평가 및 재해영향성 검토 비교	14
〈표 2.3〉 재해영향평가 협의 사례조사	15
〈표 2.4〉 개발면적별 재해영향평가 협의사례 분석	20
〈표 3.1〉 소유역 현황	24
〈표 3.2〉 유역면적별 소유역 현황	26
〈표 3.3〉 유역면적별 소유역 현황	27
〈표 3.4〉 대상유역의 규모	28
〈표 3.5〉 유역면적별 도달시간과 저류상수	30
〈표 3.6〉 유역면적과 CN값 변화에 따른 유출량	31
〈표 3.7〉 CN변화에 따른 유출량 변화 계수	33
〈표 3.8〉 유역면적별 CN값 변화에 따른 유출량 변화량	36
〈표 3.9〉 유출량 변화량에 대한 불투수면적	37
〈표 4.1〉 재해영향평가 협의 사례 현황	40
〈표 4.2〉 가시천 유역현황	42
〈표 4.3〉 연구대상유역의 수문학적 토양분포	44
〈표 4.4〉 CN 변화에 따른 유출량 비교	49
〈표 4.5〉 가시천 유역의 불투수면적 산정	53

그 립 목 차

<그림 1.1> 연구방법(GIS기반의 DIA-MS 구축)	3
<그림 1.2> 재해영향평가 연계 방법(GIS기반의 DIA-MS 구축)	4
<그림 1.3> DIA-MS 개념도	5
<그림 2.1> 재해영향평가 등의 제도 연혁	12
<그림 2.2> 재해영향평가 제도 절차도	14
<그림 2.3> 재해영향평가 협의사례(2017~2019)	16
<그림 2.4> 재해영향평가 협의사례 분포도(2017~2019)	16
<그림 2.5> 재해영향평가 협의사례(2017년)	17
<그림 2.6> 재해영향평가 협의사례(2017년, A=50,000㎡미만)	17
<그림 2.7> 재해영향평가 협의사례(2018년)	18
<그림 2.8> 재해영향평가 협의사례(2018년, A=50,000㎡미만)	18
<그림 2.9> 재해영향평가 협의사례(2019년)	19
<그림 2.10> 재해영향평가 협의사례(2019년, A=50,000㎡미만)	19
<그림 2.11> 면적별 재해영향평가 협의사례 분석	20
<그림 3.1> 하천유역별 개발사업 분포도	22
<그림 3.2> 가시천 유역 개발사업 현황	23
<그림 3.3> 가시천 유역 개발사업 현황	26
<그림 3.4> 재해영향평가 관리인자(CN값)	29
<그림 3.5> 유역면적별 CN값 변화에 따른 유출량	32
<그림 3.6> CN값 변화에 따른 유출량의 변화량	32
<그림 3.7> CN값 변화에 따른 유출량의 연계성	34

<그림 3.8> CN값 변화에 따른 유출량 변화 곡선식 적용성 검토	35
<그림 3.9> 유출량 변화량에 따른 불투수면적	38
<그림 3.10> 유출계수와 불투수면적 지수	39
<그림 4.1> 연구대상 유역의 선정	41
<그림 4.2> 가시천 위치도	42
<그림 4.3> 가시천 유역도	43
<그림 4.4> 연구대상유역의 토양형 면적분포도	44
<그림 4.5> 연구대상유역의 수치지리지용현황도	45
<그림 4.6> 연구대상유역의 수치지밀토양도	46
<그림 4.7> 연구대상유역의 수문학적 토양군 분포도	47
<그림 4.8> 수문학적 매개변수(CN) 산정	48
<그림 4.8> 유출곡선지수(CN) 변화에 따른 유출량 변화	50
<그림 4.9> 사업구간 CN변화에 따른 유출량 변화	50
<그림 4.10> 하천의 통수능을 고려한 유역의 CN 범위	51
<그림 4.11> DIA-MS개념도	55
<그림 4.12> DIA-MS 구성도	56
<그림 4.13> DIA-MS 기능 설명	57
<그림 4.14> 입력데이터 기능	58
<그림 4.15> 불투수면적 분석기능	58
<그림 4.16> 분석결과 보기 기능	59

논문요약

GIS 기반의 재해영향평가 관리시스템 구축에 관한 연구

- 개발로 인한 하천유역의 홍수피해 예측을 중심으로 -

본 연구는 각종 개발사업을 결정하기 전에 개발부지를 포함한 동일 유역 내에서 감당할 수 있는 개발범위를 예측하여 개발을 제한하거나, 구조적 저감대책 등 대안을 제시할 수 있는 재해영향평가 관리시스템(DIA-MS ; Disaster Impact Assessment Management System)을 구축하는 데에 그 목적이 있다. 개발로 인한 주변지역의 자연재해위험을 저감·관리하기 위한 GIS 기반의 재해영향평가 관리시스템 구축 방안을 제시하여 재해영향이 최소화되도록 체계적으로 관리하고 동일 유역에서 개발행위를 감당할 수 있는 능력범위를 설정, 선행 개발사업과 연계한 유역단위 재해영향평가를 통해 재난으로부터 안전한 사회를 구축하는 데 기여하고자 한다. 본 연구에서는 최근 가장 활발하게 개발이 진행되고 있는 제주도를 중심으로 사례를 분석하여, 향후 재해영향평가를 체계적으로 관리할 수 있는 방안을 제시하고자 본 연구를 수행하였다. 첫째, 유역 내 재해영향평가 협의대상 개발사업의 불투수층 면적 증가로 CN값의 변화가 나타났으며, 제주도 관내 하천 중 개발사업이 많은 가시천 유역의 사례를 중심으로 분석하였다. 둘째, DIA-MS의 기초 입력데이터는 수치유역도, 수치정밀토양도, 수치토지이용도 등이며, CN값 증가에 따른 유역 내 개발가능 면적을 산정하고자 불투수층 지수(K)를 개발하여 DIA-MS에 탑재하였다. 셋째, 재해영향평가 협의대상 사업지구에 대한 평가서를 체계적으로 관리하기 위하여 GIS Tool을 이용한 DIA-MS를 구축하여 적용한 결과, 개별 하천이 감당할 수 있는 정량적인 유출총량을 도출할 수 있는 것으로 나타났다. 따라서, 본 연구성과는, 개발사업에 따른 홍수량 증가에 대응하기 위한 개발사업의 규제 또는 구조적 저감대책 방안 제시 등 유역관리에 있어서 선제적 대응을 위한 정책 개발에 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

주제어 : 재해영향평가, 유출곡선지수(CN), 통수능, 불투수면적 지수, DIA-MS

제1장 서론

1.1 연구 배경 및 필요성

최근 기상이변으로 인한 태풍, 집중호우, 해일 등의 발생빈도가 높아지고 규모 또한 대형화됨에 따라 풍수해의 발생빈도 역시 높아지고 있으며, 이에 따라 인명 및 재산피해가 급증하고 있다. 특히, 자연재난은 좁은 지역에 동시다발적으로 발생하는 국지성 집중호우 등과 같이 예측이 어려운 경우가 많으며, 태풍으로 인한 홍수피해와 동시에 바람에 의한 피해도 발생하는 등 그 유형이 다양해지는 양상을 보이고 있다. 이처럼 자연재난 규모가 대형화되면서, 재난의 형태도 다중적인 형태로 변하고 있어 이로 인한 재난예측이 더욱 어려운 실정이다.

자연재난에 대응하기 위하여 「자연재해대책법」 제4조에서는 재해영향평가 제도를 운영하여 자연재난을 사전에 예방하기 위한 저감대책을 수립하도록 하고 있다.

재해영향평가 제도의 경우 일정규모 이상의 개발사업에 대한 재해영향성을 검토하기 위하여 전문가 집단으로 구성된 재해영향평가 심의위원회를 운영하여 재해저감 대책 등을 제시하고 있으나, 개발사업 상호 간 증폭되는 위험요인 분석을 위한 체계화된 방법론이 없는 실정이다.

즉, 주변지역 개발사업과 연계한 재해영향 예측·분석이 이루어지지 않아, 동일 유역에 급격한 개발사업이 동시다발적으로 이루어질 경우 누적된 개발로 인한 통수능력 저하, 재해위험 요인별 취약성 분석에 근거한 정량적 저감대책 제시 등이 어려운 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 하천범람 예측을 통해 유역에서 감당할 수 있는 개발 범위를 도출하고자 한다. 이를 위해 GIS 기반의 재해영향평가 관리시스템(DIA-MS ; Disaster Impact Assessment Management System)을 구축하여 개발 제한 또는 저감대책을 제안 할 수 있도록 하천유역의 재해영향평가 방법론을 제시하고자 한다.

1.2 연구 목적 및 범위

본 연구의 목적은 재해영향평가 협의제도 운영 시 선행되었거나 진행 중인 개발 사업으로 인한 재해 위험요인의 증폭 또는 누적 양상을 총괄적으로 관리할 수 있는 시스템을 구축하여 동일 유역 내 개발 가능 범위를 설정하여 그에 대한 적정 저감 대책 등을 제도적 범주에서 제안하고, 개발을 억제하는 등 재해영향평가가 안전이라는 사회적 가치를 확보하는 데 있다. 향후 추가 연구를 통해 동일 유역에서 시행되는 개발사업간 상호 유기적인 방재시설의 활용방안, 유역단위 방재계획 수립 등에 유용한 기초연구가 될 것으로 판단된다.

본 연구에서는 최근 가장 활발하게 개발이 진행되고 있는 제주시를 중심으로 사례를 분석하였으며, 특히 최근 3년간 재해영향평가 협의 실적 자료를 토대로 동일 유역에서 개발행위가 다수 이루어진 가시천 유역을 대상으로 유출곡선지수(CN ; Curve Number) 변화와 홍수유출량의 증가 관계를 규명할 수 있도록 GIS Tool을 이용한 재해영향평가 관리시스템을 구축하여, 향후 재해영향평가를 체계적으로 관리할 수 있는 방안을 연구하였다.

1.3 연구방법 및 절차

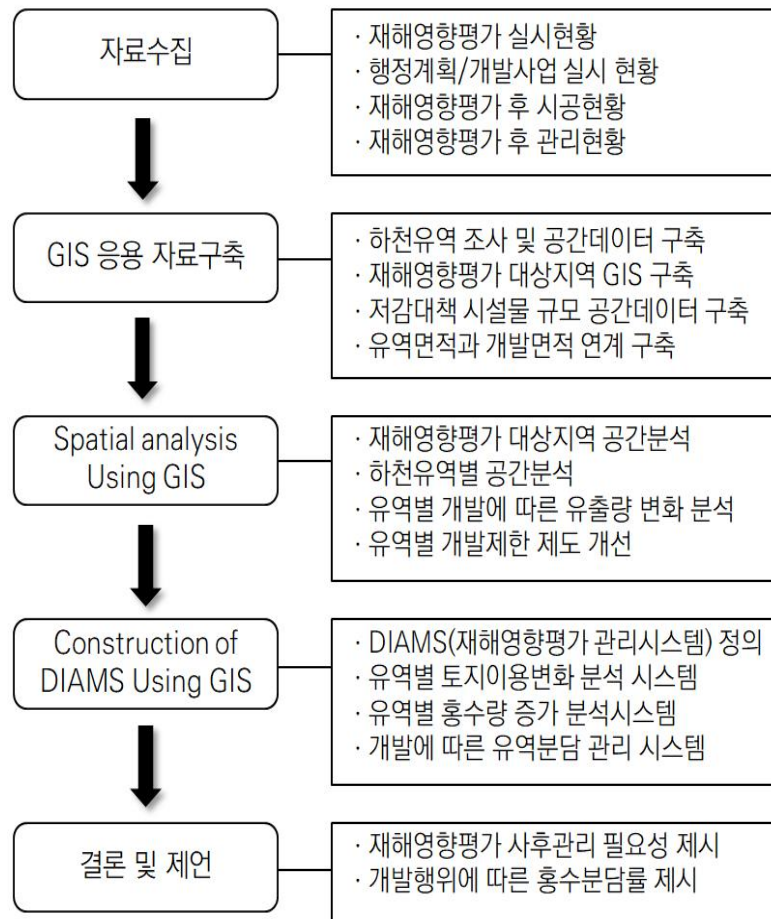
연구방법은 기존 사전재해영향성검토, 재해영향평가에 대하여 실시현황을 조사하고, 재해영향평가 후 시공현황 및 관리실태를 조사하였다.

조사된 자료는 하천유역별로 구분하여 공간데이터와 속성데이터를 구축하였다. 특히 유역별 개발사업 진행현황을 분석하여 유역 내 유출량에 미치는 영향을 검토하였다.

하천유역별 재해저감대책 시설물 규모를 정량화하여 유역내 홍수량에 미치는 영향을 분석하였다.

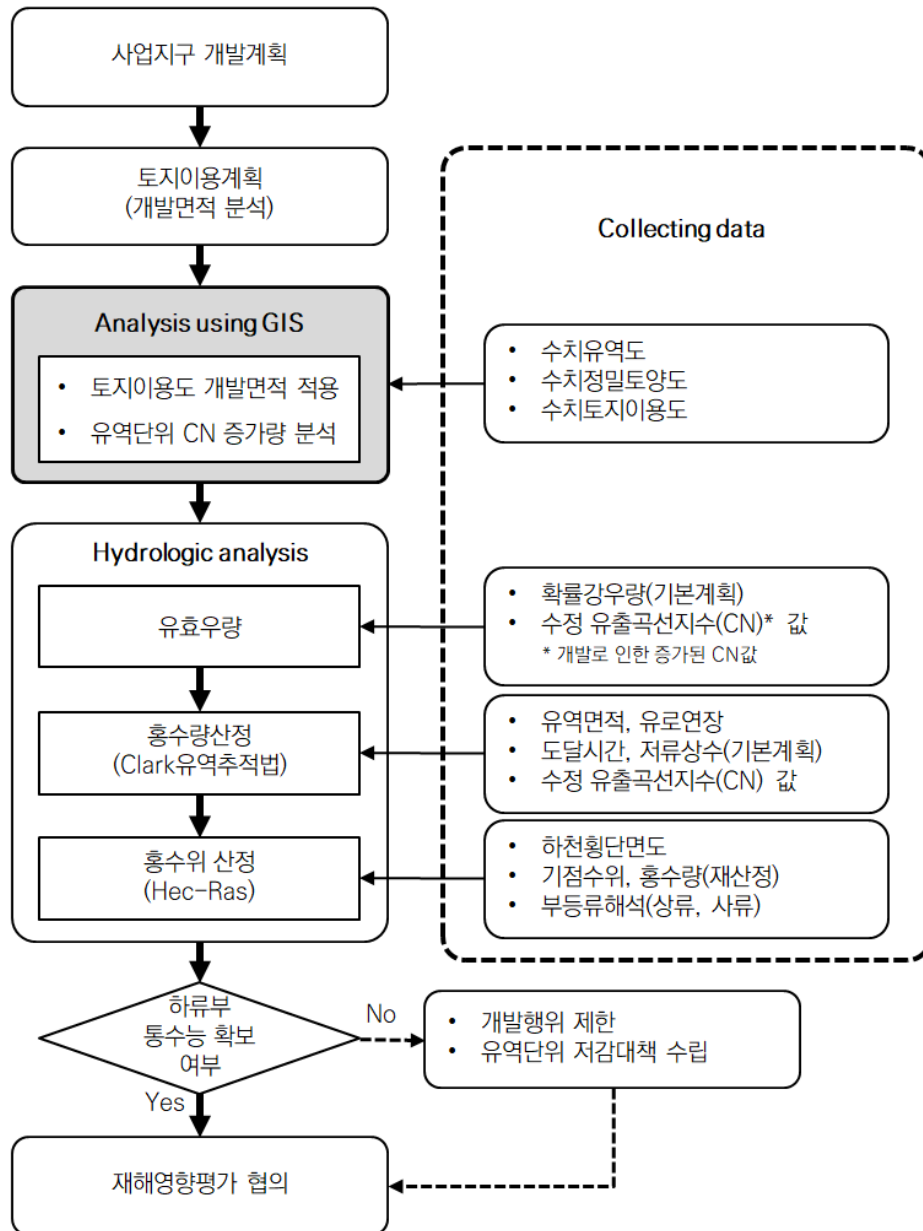
유역 내 불투수층 증가를 체계적으로 관리하여 개발행위를 제한하여야 하므로, 재해영향평가에서 제시된 재해저감대책 시설물의 규모와 유역면적의 비율을 고려하여 개발행위를 제한하는 기법을 개발하였다.

이러한 기법을 통해, 본 연구에서는 재해영향평가를 체계적으로 관리할 수 있도록 GIS 기반의 재해영향평가 관리시스템(DIA-MS)을 구축하였으며, 시스템 구축을 위한 연구방법을 요약하면 <그림 1.1>과 같다.

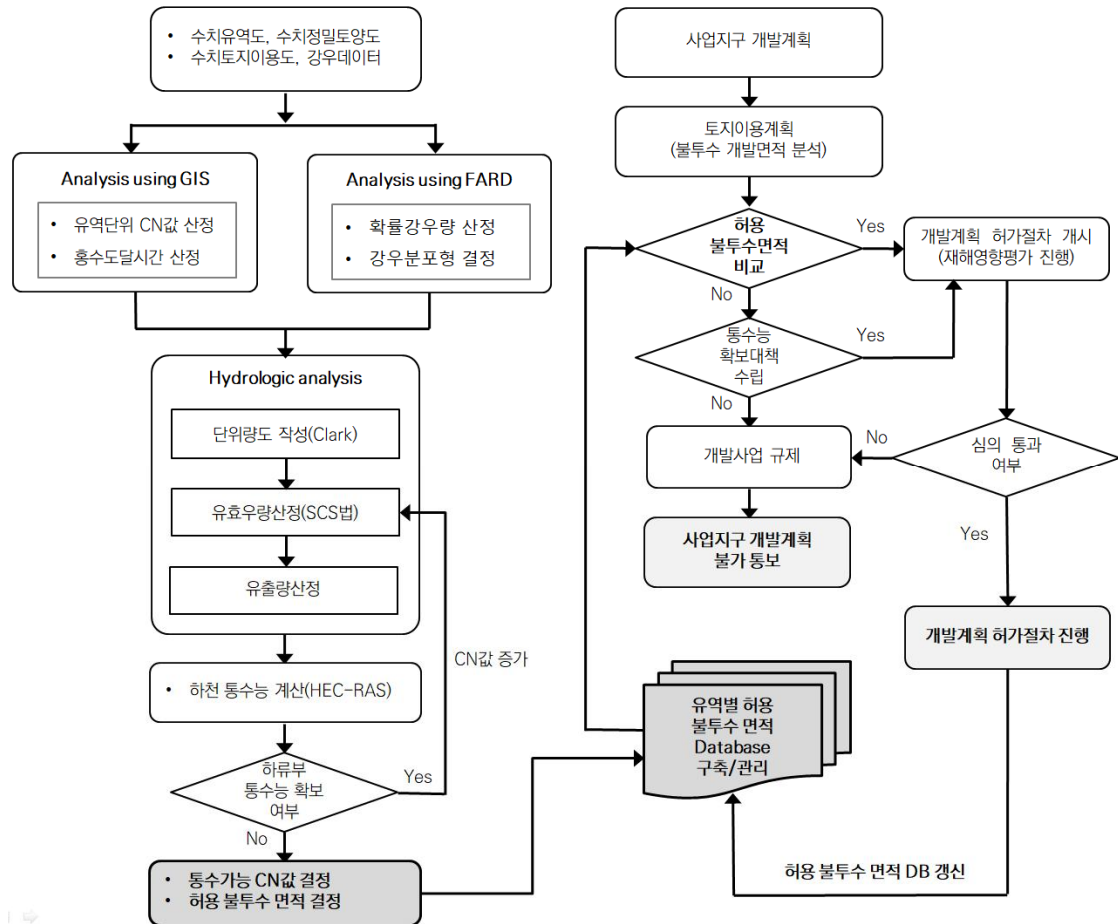


<그림 1.1> 연구방법(GIS기반의 DIA-MS 구축)

<그림 1.2>에 DIA-MS 구축 시 현재 진행되고 있는 재해영향평가 제도와의 연계 방법을 기술하였다.



<그림 1.2> 재해영향평가 연계 방법(GIS기반의 DIA-MS 구축)



〈그림 1.3〉 DIA-MS 개념도

본 연구에서는 〈그림 1.1〉~〈그림 1.2〉에 제시한 개념을 바탕으로, 〈그림 1.3〉에 제시한 바와 같이 재해영향평가 관리시스템(DIA-MS) 구축 방향을 다음과 같이 설정하였다.

첫째, 재해영향평가 협의제도의 효과적인 관리를 위하여 선행연구사례를 조사하여 문제점 및 시사점을 도출하였고, 재해영향평가 협의제도의 절차(flowchart)를 분석하여 임의 유역에 동시다발적인 개발사업이 이루어질 경우를 가정하여 GIS 자료(수치유역도, 수치정밀토양도, 수치토지이용도)를 이용한 유역단위 CN값 증가량을

분석하였다.

둘째, 유역에 대한 확률강우량과 불투수층 증가에 따라 증가한 CN값을 근거로 유효우량, 홍수량, 홍수위를 산정 후 하류부 통수능 확보여부를 최종 검토하여 개발에 따른 유역 내 최대 개발 가능 CN값의 경계범위를 도출하고 해당 유역에 대한 최대 허용 개발면적, 즉 불투수면적을 결정하였다.

셋째, 결정된 불투수면적을 통해 동일 유역에 연속적인 개발이 이루어질 경우, 도출된 허용 불투수면적 범위이상의 개발이 계획 될 경우 재해영향평가를 통해 허용 불투수면적 이하의 개발사업은 개발계획 허가 절차를 진행할 수 있도록 하고 허용 불투수면적 이상의 개발사업은 개발행위의 제한 내지는 유역단위 저감대책을 수립하도록 규제하는 방안을 도출하였다.

1.4 연구동향

국내의 경우 대표적인 영향평가제도는 환경, 교통, 재해, 인구, 성별, 규제 등으로 구분된다. 이 중 1981년 환경영향평가제도를 시작으로 1984년 인구영향평가, 1987년 교통영향평가, 1996년 재해영향평가의 순서로 도입되었다.

그러나, 재해영향평가 도입 이후 개발사업에 대한 규제개혁 차원에서 재해영향평가를 폐지하여야 한다는 의견까지 도출되었으나 재해예방 측면에서 폐지는 불허하기 때문에 상대적으로 완화된 제도를 운용하여야 한다는 결론에 이르러 2005년 사전재해영향성검토 제도로 변경되면서 제도에 관한 연구가 이루어지기 시작하였다.

이에 홍철(2006), 방기성(2006) 및 신상대(2008) 등은 사전재해영향성검토 협의 제도가 시행된 배경과 도입 이후 제도에 대한 지침 등을 소개하였다.

김균태(2007)는 사전재해영향성검토 협의를 수행하는 실무자 관점에서 인력의 전문성 강화, 모호한 법·규정의 조정 및 평가내용의 표준화 등 제도적 개선방안을 제시하였다.

이후 박상우(2009)는 협의를 통해 도출된 재해저감 효과를 분석 후 정량화를 통한 제도의 당위성 입증에 관한 연구를 수행하였으며, 박빈희(2011)는 기 협의가 이루어진 검토의견들을 중심으로 실증적 분석과 전문가들의 설문조사를 통해 저감시설에 대한 개선방안을 제시하였다.

노혜진(2012)은 서울시 사전재해영향성검토 위원회의 102건의 검토안건 분석을 통해 재해유형은 다양하게 검토되고 있으나 재해저감 요소들은 호우재해 위주의 대응방안들로 이루어져 있어 다양한 재해저감 방안 및 매뉴얼 개발의 필요성을 강조하고 재해저감대책에 대한 철저한 사후관리의 필요성을 제시하였다.

강상준(2014)은 경기도 내에서 실시된 행정계획 36건과 개발사업 24건 등 총 60건의 협의사례를 분석하여 사전재해영향성검토 제도운영에 대한 개선방안을 제시하는 등 협의가 이루어진 자료를 토대로 제도운영의 효과분석 연구가 진행되었다.

본 연구에서는 재해영향평가 대상 유역 하천의 정량적인 유출총량을 도출하기 위하여 GIS를 이용한 유출곡선지수(CN) 산정방법을 이용하였다.

조용재(2003)는 GIS를 이용하여 CN값을 계산하고 이 값을 이용하여 유역의 유출모형을 분석하는 기초자료로 활용하였으며, 조홍제(2004)는 GIS 기반의 유역경사를 고려한 분포형 SCS-CN 산정방법을 산지하천유역의 유효강우량 산정방법으로 제안하였다.

김대근(2005)은 설계홍수량 산정 시 유출곡선지수(CN)의 민감도분석을 통해 유역면적이 작을수록 유출곡선지수(CN)의 증가는 첨두홍수량에 미치는 영향이 큼을 도출하였다.

수방구조물의 규모 등의 결정에 활용되는 설계홍수량의 일관성 있는 산정을 위하여 국내 실무에서 적용되고 있는 객관적이며 표준적인 기준을 제시하고자 설계홍수량 산정요령(2012, 국토해양부)을 발간하였으며 국내 실무적용을 위한 유출곡선지수 산정 방법으로 GIS 자료를 이용하여 홍수량 산정지점별로 평균유출곡선지수를 산정하도록 하고 있다.

다음의 <표 1.1>은 개발로 인한 우수·토사 유출산정과 관련한 재해영향평가에 대한 국내 연구사례이다.

<표 1.1> 개발로 인한 우수·토사 유출산정 관련 재해영향평가 국내 연구사례

연구명	연구내용
재해영향평가제도 도입에 따른 치수효과분석(1999)	완공되거나 진행중인 사업장 중 1998년 하절기에 집중호우가 발생하였던 지역 12개 사업장을 선별하여 치수효과분석 - 하류부 홍수위 저감효과 분석 등
사전재해영향성검토 협의제도 효과성 분석연구(2009)	협의사업장에 대한 기초자료, 이행실태 및 재해저감효과분석을 통하여 협의제도 발전방안 제시 및 제안
재해영향평가 대상구역의 치수효과분석 및 DB구축	개발사업완료이후 재해영향평가서에 제시한 50년빈도 확률강우량을 초과하는 실측강우사상을 조사하여 개발지구에 대하여 HEC-HMS를 이용하여 실측강우에 대한 유출량을 산정하고, 개발전·후 유출량을 비교
사전재해영향성검토 제도의 합리적 평가기준 수립(2010)	사전재해영향성검토에 있어서 합리적인 홍수량 산정과 저류지 설계방법, 홍수조절을 위한 침투저류지의 설계방법 제시
한국의 사전재해영향성 검토 제도운영 개선방안 연구 개선방안(2012)	사전재해영향성검토 협의제도의 실효성 증진을 위한 검토의견 분석을 통해 제도의 개선방안 제시

1.5 기존 연구와의 차별성

관련 연구동향을 조사한 결과에서 제시한 바와 같이, 재해영향평가 협의제도와 관련된 선행연구는 제도 도입의 배경, 지침 및 제도개선 방안 등 협의제도에 대한 발전방안 제시 차원의 소개가 다수를 차지할 뿐 다양한 실증적 연구가 이루어지지 않은 실정이다. 또한, 재해영향평가 검토의견 및 설문조사를 통해 실증분석은 시도된 바 있으나, 면적단위의 개발사업 개별 건에 대한 재해영향분석과 관련된 사항으

로 개발대상 지역의 여건을 고려한 주변 개발사업과의 공간적 또는 시계열 분석 등은 시도되지 않았다.

즉, 유역 내의 각종 개발사업으로 인한 불투수면적의 증가와 이로 인한 홍수량 증가가 하류부 하천의 통수능에 미치는 부정적 영향을 사전에 분석하고 관리할 수 있는 기법 등 개발사업의 재해영향 관리 관점에서의 접근은 거의 없는 실정이다.

실제로, 유역 내의 개발사업 시행 시 재해영향평가 등을 통해 사업지구단위 재해저감 대책은 수립하고 있으나, 유역단위의 재해저감 대책 필요성이나 토지이용 규제 등을 위한 정책 수립에는 한계가 있을 수 있다.

따라서, 본 연구에서는 개발로 인한 사업지구 단위의 유출량 변동 영향을 비롯하여 수계별 소하천, 지방하천, 국가하천으로 이어지는 하천 유역단위의 총량적 유출량 변동 분석을 수행하였으며, 하천이 가지고 있는 통수능력 범위를 유역전체의 평균 CN값과 홍수유출량과의 관계를 통해 규명하였다는 측면에서 기존 연구와 차별화하였다.

또한, 본 연구를 통해 개별 하천이 감당할 수 있는 정량적인 유출총량을 도출함으로써, 유역 내의 무분별한 개발사업에 대하여 유역 단위의 관점에서 토지이용을 규제하거나, 추가적인 재해영향 저감대책을 수립하도록 제시할 수 있는 이론적 근거로 활용할 수 있도록 하였으며, 본 연구 이후에도 관련 연구가 활발해지고 다양해진다면 정책수립의 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

제2장 재해영향평가 협의제도

2.1 개요

재해연보(행정안전부, 2017)의 통계자료에 의해 우리나라의 최근 10년간(2008~2017년) 자연재난 현황을 분석해보면, 사망 152명(태풍 28명, 호우 124명), 이재민 196,697명, 건물·농경지·공공시설 등의 재산피해가 3조4,864억원(연평균 약 3천5백억)에 이르고 있다. 재난발생 원인별 재산피해 발생비율은 호우로 인한 피해가 43%, 태풍 46% 등으로 나타나, 자연재난에 의한 피해가 97%에 달하고 있다.

우리나라 자연재난 피해의 근본적인 원인은 기상학적 및 지형학적 특성에 근본적인 원인을 두고 있으나, 이 외에도 도시화와 산업화에 따른 급격한 개발사업으로 인하여 재해 위험성이 한층 고조되고 있다. 개발사업의 시행에 따른 재해요인의 변화는 여러 가지가 있을 수 있으나, 홍수유출량의 증가, 토사유출량의 증가 및 사면의 불안정 등이 대표적인 재해 가중 요인으로 볼 수 있다. 이러한 개발사업에 따른 재해 위험성은 지속적인 경제성장과 생활수준의 향상에 따라 가중되고 있으므로 개발로 인한 피해의 영향을 최소화할 수 있는 방안이 확립되어야 한다.

개발사업은 자연상태의 토양으로 덮여 있던 지역을 아스팔트나 콘크리트 등의 불투수층 유역으로 변화시키게 된다. 이러한 요인의 변화로 하천으로의 직접유출이 증가하게 되어 침투유출량이 개발 전의 상태보다 급격하게 증가하고, 침투유출량의 도달시간도 짧아지게 된다. 이는 하류부 하천에서 부담해야 할 홍수량을 증대시키는 결과를 초래하여, 외수범람에 의한 침수피해뿐만 아니라 기존 하수관거의 과부하 및 하류부 도시지역의 내수침수 원인이 되기도 한다. 이를 예방하기 위하여 개발로 인해 발생할 수 있는 재해영향 요인을 개발사업 시행 이전에 예측·분석하고 적절한 저감방안을 수립·시행토록 해야 할 것이다. 이처럼 재해예방 차원에서 개발사업에 대한 종합적이고 체계적인 평가를 위해 1996년 6월 재해영향평가 제도를

도입·시행하였다.

1996년 재해영향평가 제도 시행 이후 관련기준 등에 대한 지속적인 보완에도 불구하고 편법적 개발행위 및 제도 자체의 한계로 인하여 보다 광역적인 방재제도의 도입을 요구하게 되었다. 기존의 재해영향평가 제도 대상사업의 범위는 6개 분야 24개 개발사업(15만㎡ 이상 면 개념 사업)으로 개발계획 전반에 대한 체계적인 방재 계획을 수립하기에는 부족한 점이 많았다.

이에 따라 이상 기상현상 등으로 대규모 자연재해가 빈발하는 추세에 대응하기 위해 자연재난에 영향을 미치는 각종 행정계획, 도로·철도 등 선 개념의 개발사업 및 개발 예정지 주변지역을 포함하여 개발사업으로 인한 재해유발 요인을 예측·분석하고 이에 대한 대책을 마련, 개발계획 수립 초기 단계에서 재해영향에 대한 검토를 받는 절차를 거치도록 하고 개발로 인하여 발생할 수 있는 재난을 사전에 예방하기 위해 2005년 8월부터 사전재해영향성검토협의 제도를 시행하였다.

사전재해영향성검토 협의제도는 각종 개발사업 등에 따른 위험성을 검토하고 의견을 제시하는 협의 제도이나 환경영향평가 등에 비해 위상이 낮은 실정이었다. 각종 개발사업 시행 시 재난·안전사고에 대한 철저한 대비책을 마련하고 재해저감 노력을 위한 책임성 확보 및 재해저감 검토기능을 강화하여 제도의 위상을 높여야 할 것이다. 또한 사전재해영향성검토 협의제도는 행정계획의 수립과 개발사업의 허가·인가 등의 단계에서 고려해야 할 사항이 다르고, 재해유발 요인이 미미할 것으로 예상되는 소규모 사업을 대규모 사업과 동일하게 협의제도를 운영하는 것이 불합리함에도 사업의 단계 및 규모 등에 관계없이 동일한 협의의 기준을 적용함에 따라 제도 운용의 실효성 저하 및 행정의 비효율이 초래되어 왔다.

이와 같은 문제점 보완을 위해 「자연재해대책법」 개정(공포 '17.10.24., 시행 '18.10.25.)으로 협의 대상 사업의 단계 및 규모에 따라 협의 기준을 달리 할 수 있도록 재해영향평가 등의 협의 제도를 도입·시행하게 되었으며, 현재까지 변화된 재해영향평가 제도의 연혁을 요약하여 <그림 2.1>에 제시하였다.

재해영향평가 최초 시행(1996년 06월 시행)

- 재해영향평가 대상 : 면적개념 사업의 일정 규모 이상 만을 협의 대상으로 설정
 - 도시개발, 산업입지 및 공업단지 분야 : 180만㎡ 이상 (산지개발 등에 비해 최저규모 과대)
 - 체육시설, 관광단지조성, 산지개발 분야 : 30만㎡ 이상
 - 유수지 매립사업은 10만㎡ 이상



재해영향평가 변경 시행(2001년 07월 시행)

- 재해영향평가 대상(환경·교통·재해 등에 관한 영향평가법 적용)
 - 대상사업의 종류를 6개 분야 16개 사업에서 6개 분야 24개 사업으로 확대
- 재해영향평가 대상사업의 규모
 - 30만㎡ 이상(유수지 매립은 기존 10만㎡ 이상 유지)으로 변경
 - 15만㎡ ~ 30만㎡ 미만의 경우 지방재해영향평가로 구분하여 실시



사전재해영향성검토로 변경(2005년 8월 시행)

- 재해영향평가 시행 9년간(1996년 6월 ~ 2005년 8월)의 시행착오적인 문제점 도출
- 주요 문제점 및 제도개선 과정의 보완
 - 재해예방 측면에서 폐지는 불가하므로, 상대적으로 완화된 제도로 변경
 - 행정계획까지 대상으로 확대, 면적 하한선(지방 15만㎡, 중앙 30만㎡)을 하향(5천㎡)



재해영향평가 등으로 복원(2018년 10월 시행)

- 사전재해영향성 검토 시행 12년간(2005년 8월~2018년 10월)의 시행착오적인 문제점 도출
- 주요 문제점 및 제도개선 과정의 보완
 - 적극적 재해 대응 필요로 재해영향평가 제도 복원(제도적 측면에서 강화)
 - 행정계획 : 재해영향성검토 (입지 적정성 등 검토)
 - 개발사업 : 소규모 재해영향평가 (5천~5만㎡, 검토항목 및 검토절차 완화)
재해영향평가 (5만㎡이상, 15km이상 정량적 평가 및 지진위험성 검토 강화)
- 재해유형의 확대 및 저감대책 수립
 - 재해영향평가 과정 및 실시절계의 모든 재해유형 검토 및 저감방안 제시

<그림 2.1> 재해영향평가 등의 제도 연혁

2.2 재해영향평가 협의 종류와 범위

재해영향평가등의 협의는 「자연재해대책법」 제4조에 따라 국토·지역계획 및 도시의 개발, 산업 및 유통 단지 조성, 에너지 개발, 교통시설의 건설, 하천의 이용 및 개발, 산지 개발 및 골재 채취, 관광단지 개발 및 체육시설 조성, 그 밖에 자연재해에 영향을 미치는 계획 및 사업으로써 대통령령으로 정하는 계획 및 사업을 대상으로 하며, 재해영향평가등의 협의 대상사업의 종류 및 범위는 「자연재해대책법」 시행령 제4조 및 제6조제1항 별표1에서 규정하고 있다. 현재 시행중인 재해영향성검토 및 재해영향평가의 대상사업 범위와 주요 내용은 <표 2.1>~<표 2.2>에 비교하여 제시하였다.

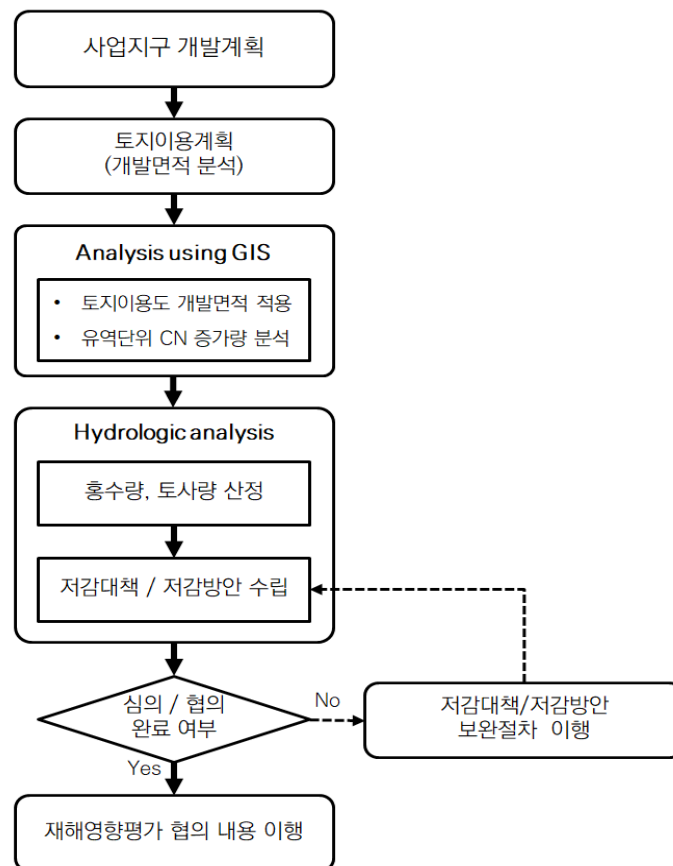
<표 2.1> 재해영향평가 및 재해영향성검토 주요내용 비교

구 분	재해영향평가	재해영향성검토
주요 내용	<ul style="list-style-type: none"> ■ 재해영향평가는 해당 개발사업으로 인하여 유발되는 재해 영향 저감대책 수립 및 반영하는 것이 주요 내용 ■ 개발사업으로 인하여 증가되는 홍수유출량 저감, 토사유출량 저감, 자연사면 피해 저감 등에 대하여 재해영향 저감 대책을 정량적인 방법으로 수립 ■ 실시설계의 부문별 설계에서 수립되는 내용중 방재측면의 추가적인 보완이 필요한 부분에 대해서는 재해영향 저감방안이 반영되도록 제안 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 재해영향성검토는 입지의 적정성 검토를 위주로 정량적인 방법을 모두 배제하고 정성적인 방법으로만 기술하여야 하며, ■ 과거 사전재해영향성검토에서 이와 같은 원칙을 준수하지 않은 결과 정량적분석을 모두 실시하여 개발사업과 동일한 평가서를 제출한 부분을 원천적으로 배제*되도록 기술 <p>* 사전재해영향성검토 행정계획과 같이 유명무실한 제도가 되기 때문에 반드시 문제점을 적시하여 최대한 반영되도록 하는 역할을 수행</p>

〈표 2.2〉 재해영향평가 및 재해영향성 검토 비교

재해영향평가등의 협의 대상사업		사업의 종류	규 모
행정계획	재해영향성검토	47개 종류 (37개 법령)	규모에 관계없음
개발사업	재해영향평가	59개 종류 (48개 법령)	(면적) 5만㎡ 이상 (길이) 10km 이상
	소규모재해영향평가		(면적) 5천㎡ 이상 5만㎡ 미만 (길이) 2km 이상 10km 미만

참고로, 사업지구 개발계획 시 홍수유출량 증가로 인한 재해영향평가 심의 및 이행 절차는 〈그림2.2〉와 같다.



〈그림 2.2〉 재해영향평가 제도 절차도

2.3 재해영향평가 협의사례 조사

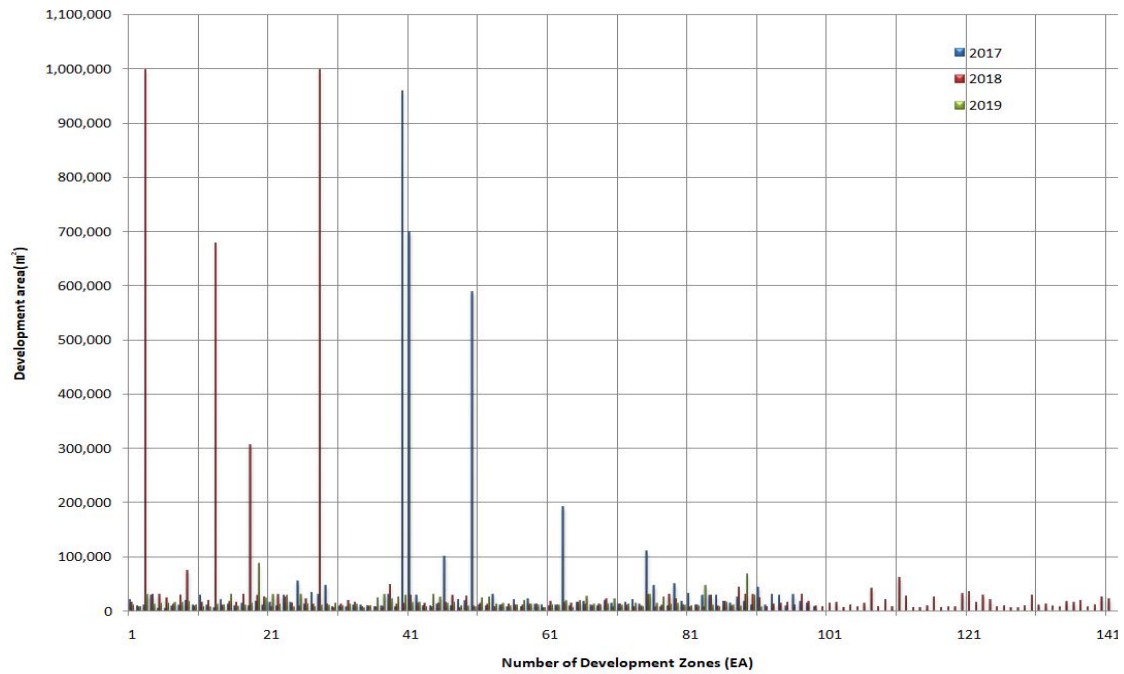
재해영향평가 협의 사례 분석은 제주도에서 시행한 2017년부터 2019년까지 자료를 이용하였다. 자료분석을 통해 개발면적 현황을 조사하여 하천유역별 홍수량 증가에 미치는 영향 등을 분석하고자 하였다. 따라서 면적사업에 대하여 조사하였으며 2017년, 2018년, 2019년 각각 99개소, 143개소, 91개소 협의사례에 대하여 <표 2.3>과 같이 분석하였다.

<표 2.3> 재해영향평가 협의 사례조사

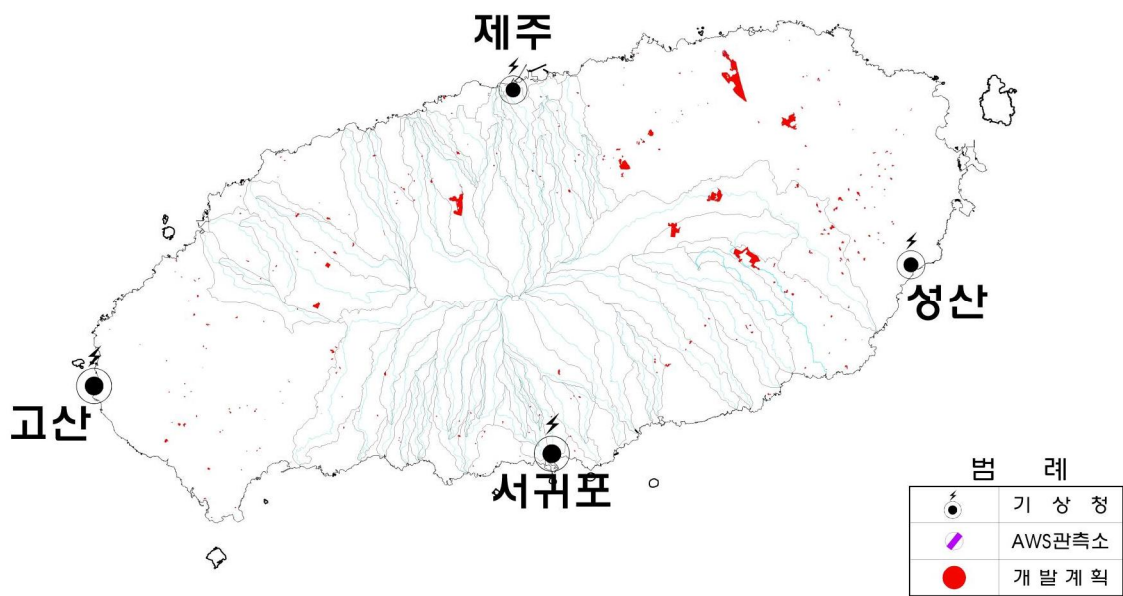
구분	소계	사업(개소수)			지역별(개소수)		비고
		점개념	선개념	면적개념	제주시	서귀포시	
2017	100	-	1	99	37	63	
2018	146	-	3	143	85	61	
2019	93	-	2	91	51	42	
계	339	-	6	333	173	166	

<표 2.3>에 제시된 조사결과를 살펴보면, 2017년부터 3년 동안 사례를 조사한 결과 총 339개소로 조사되었으며, 제주시는 173개소로 51%, 서귀포시는 166개소로 49%로 개발사업이 유사한 규모로 진행되고 있는 것을 알 수 있었다. 개발사업 면적이 50,000㎡ 이상인 사업장은 제주도가 16개소, 서귀포시가 3개소 시행되어 면적개념 사업의 약 5.7%에 해당하며, 대부분 5,000㎡~50,000㎡의 개발사업 면적이 94.3%를 차지하는 것으로 조사되었다.

본 연구에서는 이와 같은 개발사업이 하천유역에 분포되어 진행됨에 따라 불투수층이 증가하여 홍수량 증가에 따른 재해영향을 검토하기 위한 기초자료를 제공하고자 한다. 본 연구대상 지역인 제주특별자치도 내에서 재해영향평가를 시행한 지역의 분포현황을 분석한 결과는 <그림 2.3> 및 <그림 2.4>와 같으며, 100만㎡ 내외의 대규모 개발사업도 있으나, 대부분 5,000~10,000㎡의 소규모 개발사업이 주를 이루고 있음을 알 수 있다.



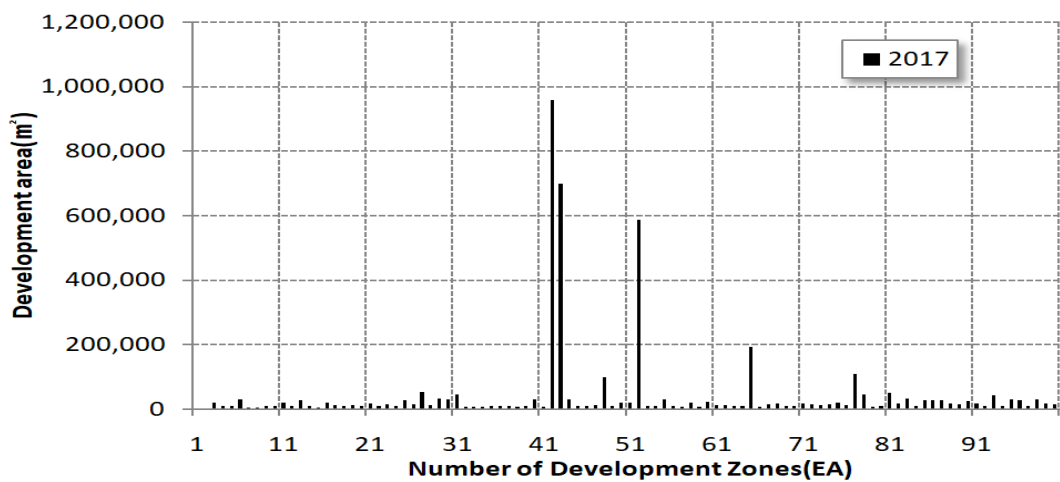
<그림 2.3> 재해영향평가 협의사례(2017~2019)



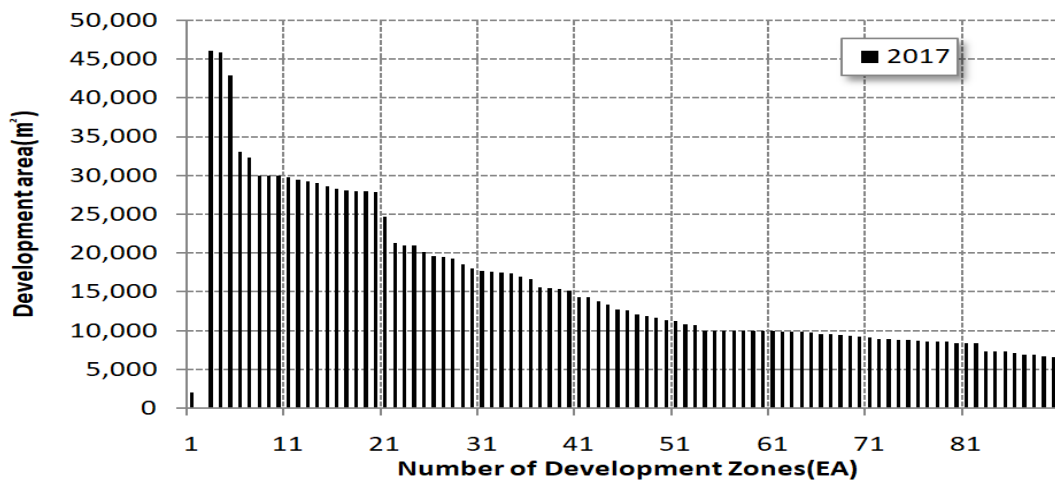
<그림 2.4> 재해영향평가 협의사례 분포도(2017~2019)

2.3.1 재해영향평가 협의사례(2017년)

2017년 재해영향평가 협의는 총 100개 사업지구가 조사되었으며, 제주시, 서귀포시 각각 37개소, 63개소이다. 그중 면적개념 사업개소 수는 99개소이고 사업면적이 5만㎡ 이상 사업은 8개소, 5만㎡ 이하 사업은 91개소이다. <그림 2.5>는 사업별 개발면적을 나타낸 것이며, <그림 2.6>은 개발사업 면적 크기순으로 정렬한 것이다.



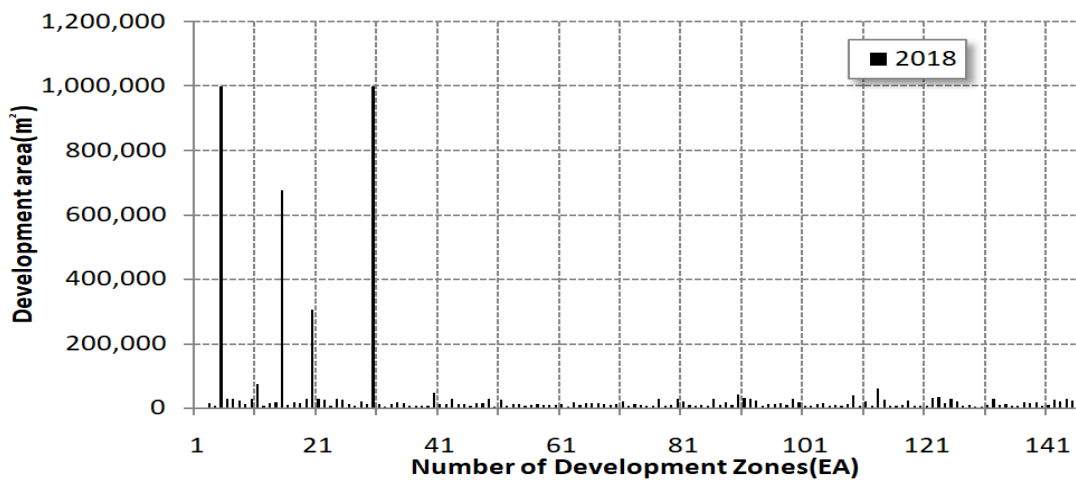
<그림 2.5> 재해영향평가 협의사례(2017년)



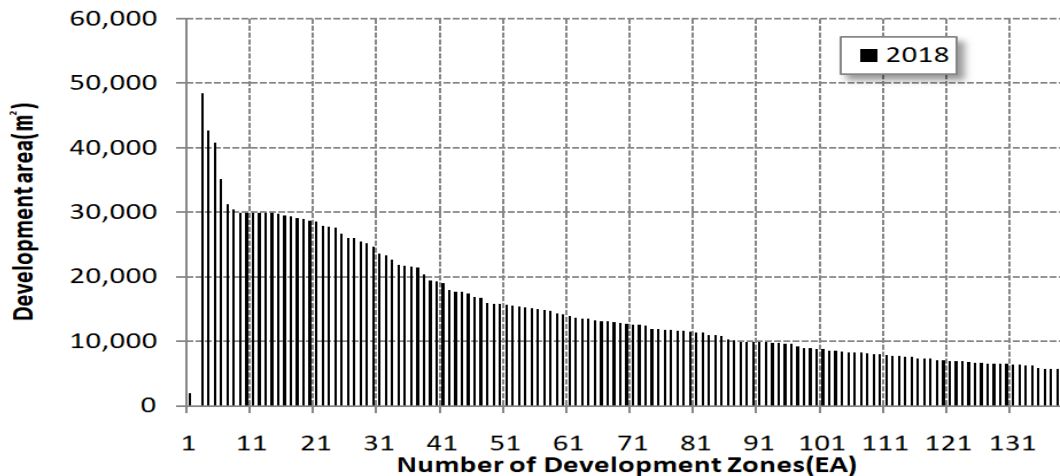
<그림 2.6> 재해영향평가 협의사례(2017년, A=50,000㎡ 미만)

2.3.2 재해영향평가 협의사례(2018년)

2018년 재해영향평가 협의는 총 146개 사업지구가 조사되었으며, 제주시, 서귀포시 각각 85개소, 61개소이다. 그중 면적개념 사업개소 수는 143개소이고 사업면적이 5만㎡ 이상 사업은 6개소, 5만㎡ 이하 사업은 137개소이다. <그림 2.7>은 사업별 개발면적을 나타낸 것이며, <그림 2.8>은 개발사업 면적 크기순으로 정렬한 것이다.



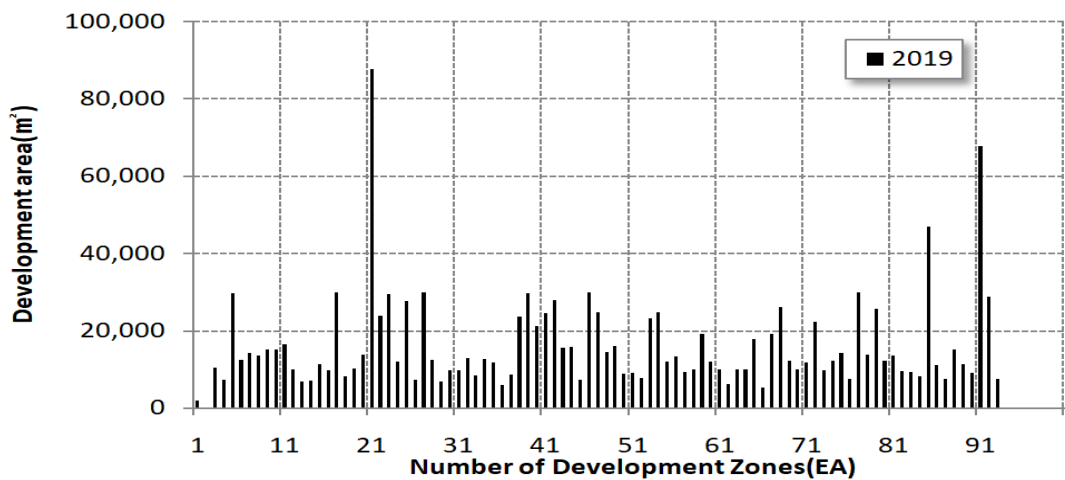
<그림 2.7> 재해영향평가 협의사례(2018년)



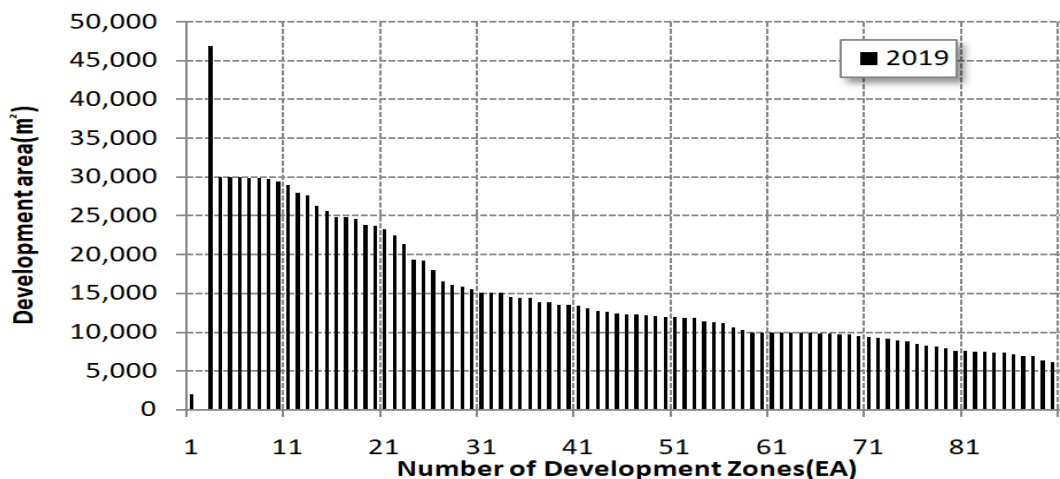
<그림 2.8> 재해영향평가 협의사례(2018년, A=50,000㎡ 미만)

2.3.3 재해영향평가 협의사례(2019년)

2019년 재해영향평가 협의는 총 93개 사업지구가 조사되었으며, 제주시, 서귀포시 각각 51개소, 42개소이다. 그중 면적개념 사업개소 수는 91개소이고 사업면적이 5만㎡ 이상 사업은 2개소, 5만㎡ 이하 사업은 89개소이다. <그림 2.9>는 사업별 개발면적을 나타낸 것이며, <그림 2.10>은 개발사업 면적 크기순으로 정렬한 것이다.



<그림 2.9> 재해영향평가 협의사례(2019년)



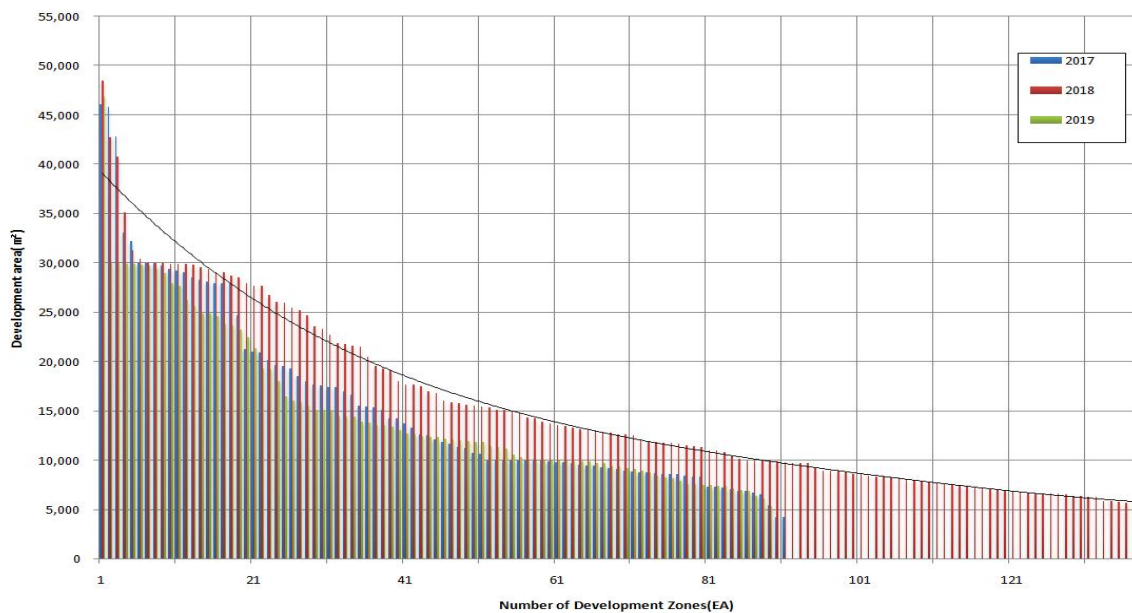
<그림 2.10> 재해영향평가 협의사례(2019년, A=50,000㎡미만)

2.3.4 재해영향평가 협의사례 종합분석

2017년부터 2019년까지 재해영향평가 협의사례 조사를 분석한 결과, <표 2.4> 및 <그림 2.11>에서 보는 바와 같이, 5,000㎡~10,000㎡인 개발사업이 전체 협의 사례의 절반인 47.1%를 차지하고 있는 것으로 분석되었으며, 15,000㎡ 이하인 경우 64.7%, 20,000㎡ 이하인 경우 76.5%, 25,000㎡ 이하인 경우 86.3%, 30,000㎡ 이하인 경우 94.1%로 조사되어 주로 작은 면적의 개발사업이 많음을 알 수 있다.

<표 2.4> 개발면적별 재해영향평가 협의사례 분석

개발면적(㎡)	개소수 비율(%)	개소수 누가비율(%)	비고
5,000	23.5	23.5	
10,000	23.5	47.1	
15,000	17.6	64.7	
20,000	11.8	76.5	
25,000	9.8	86.3	
30,000	7.8	94.1	
30,000초과	5.9	100.0	



<그림 2.11> 면적별 재해영향평가 협의사례 분석

제3장 재해영향평가 관리기법 개발

3.1 재해영향평가 관리의 필요성

본 연구대상 지역인 제주도의 경우에는 최근 3년 동안 339개소에 대하여 재해영향평가 협의를 하였다. 재해영향평가는 개별적으로 협의를 진행하고 있어서 주변 개발사업 현황을 파악할 수 없는 실정이다. 한 군데의 유역에 대하여 개발이 집중되어 하류부 하천에 재해영향을 가중시킬 수 있다. 그러나 현재 행정시스템에는 이와 같은 개발사업에 대한 정보를 체계적으로 관리할 수 있는 방안이 마련되어 있지 않다. 어느 특정 하천유역에 개발로 인해 불투수층 면적 증가로 유출량이 증가하여 하류부 하천의 통수능력 범위를 넘어설 경우에 침수피해를 유발할 수 있다.

따라서, 재해영향평가를 관리할 수 있는 시스템을 개발하여 재해영향평가 협의 대상 사업지구를 체계적으로 관리하여 사전에 재난을 예방하는데 도움을 주고, 사업지구 주변의 개발사업 현황을 공간데이터와 속성데이터를 공유하여 실효성 있는 재해영향에 대한 평가가 가능하도록 제시할 수 있다.

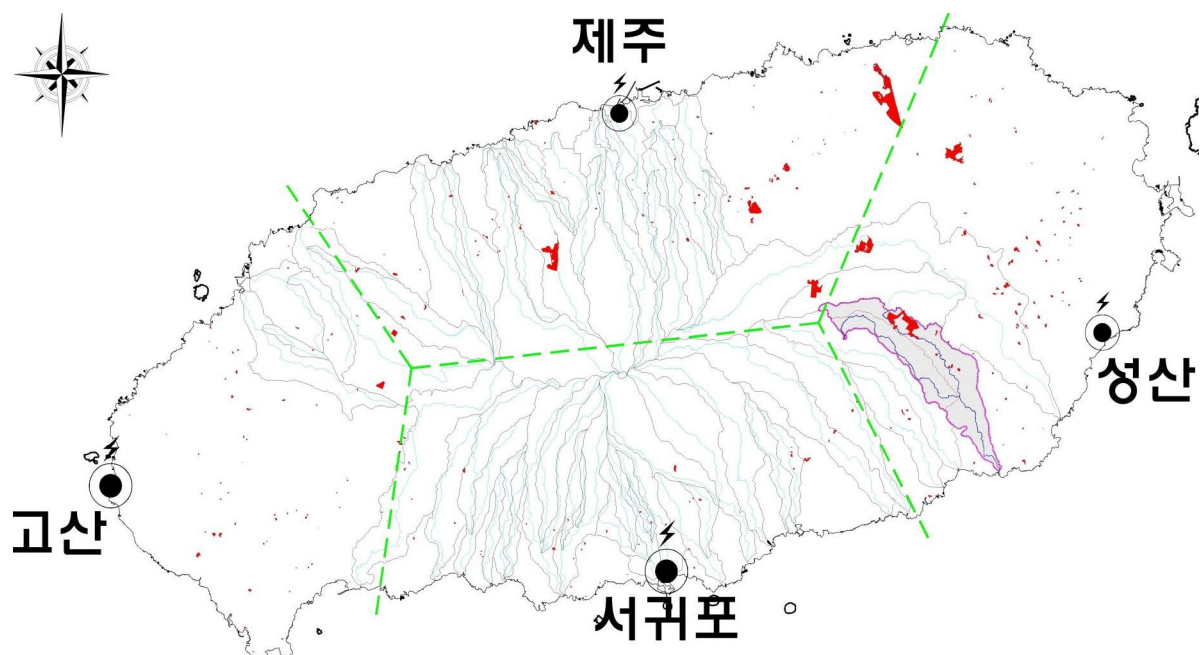
3.2 연구대상지역의 재해영향평가 협의 현황

3.2.1 유역별 개발사업 현황

유역별 재해영향평가 협의 현황을 분석하여 유역내 영향이 미치는 범위를 연구하였다. 제주도의 특성상 대부분 유역이 없는 지역에 개발사업이 진행되고 있으며, 하류부 하천유역에 재해영향이 증가하는 하천유역도 있는 것으로 조사되었다. 특히 지방하천인 가시천에는 대규모 개발사업과 소규모 개발사업이 진행 중에 있는 것으로 조사되었다.

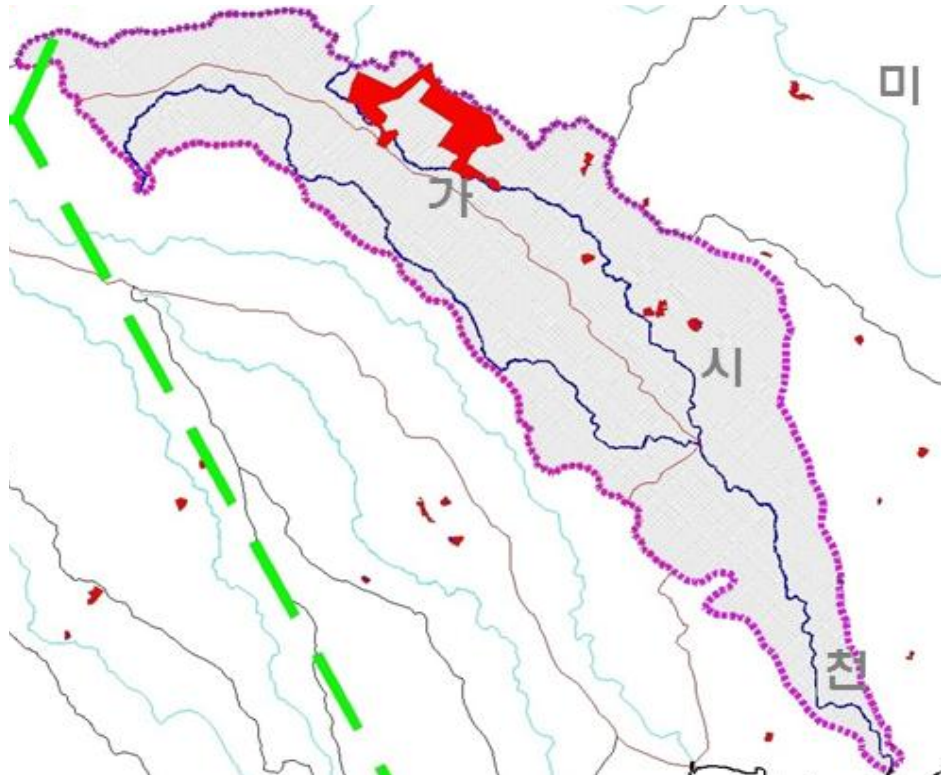
가시천 유역 내 대규모 개발사업 1개소와 소규모 개발사업 5개소가 협의되었으

며 대부분 개발사업은 중상류부에 위치하고 있다. 가시천의 전체 유역면적은 37.90 km², 유로연장은 22.35km로서 토지이용현황을 살펴보면 농경지면적이 17.13km²로 총면적의 45%를 차지하고, 임야는 6.11km²로 16%, 초지 및 기타는 14.66km²로 39%를 차지하는 것으로 조사되었다.



〈그림 3.1〉 하천유역별 개발사업 분포도

〈그림 3.2〉와 같이 천미천 유역의 북동쪽의 경우에는 비유역지역에 개발사업이 분포되어 있는 것을 알 수 있다. 인접하고 있는 천미천 유역에 일부 개발사업이 진행되고 인근 가시천 유역내 대규모 개발사업과 소규모 개발사업에 대하여 재해영향 평가를 협의하였다. 연구대상 유역을 선정하기 위해 각각 하천유역별 개발사업의 분포현황을 조사하였다.



〈그림 3.2〉 가시천 유역 개발사업 현황

3.2.2 대상지역의 소유역 현황

재해영향평가 협의 대상사업 중 불투수층 증가에 따른 유출량의 변화를 분석하기 위하여 제주도 내 규모가 작은 소하천 유역을 조사하였다. 제주도에 총 87개의 소하천이 있는 것으로 조사되었다. 그중 유역이 매우 적은 5개의 하천을 제외하고 <표 3.1>과 같이 82개의 소하천 유역에 대하여 개발사업에 따른 불투수층 증가에 의한 유출량의 변화를 분석하였다.

연구대상지역 소유역의 유역면적은 1~5km²로 형성되어 있으며, <표 3.2>와 같이 유역면적이 5km²인 경우가 29.27%로 가장 많고, 유역면적이 4km²가 12.20%로 가장 적은 것으로 조사되었다.

〈표 3.1〉 소유역 현황

연번	소하천명	유역 면적 (km ²)	하천 연장 (km)	형상 계수 (C)	연번	소하천명	유역 면적 (km ²)	하천 연장 (km)	형상 계수 (C)
1	네분개내	1.00	1.81	0.31	21	음나물내	5.00	5.99	0.14
2	물보린내	2.00	0.87	2.64	22	가마귀빌내	2.00	1.53	0.85
3	큰구릉내	3.00	4.88	0.13	23	죽성내	2.00	1.75	0.65
4	조부천	5.00	4.85	0.21	24	병문천지류2	2.00	2.83	0.25
5	덕우물내	5.00	6.26	0.13	25	고마시내	1.00	1.83	0.30
6	보말내	5.00	5.10	0.19	26	병문천지류3	1.00	1.65	0.37
7	거린내빌내	3.00	2.55	0.46	27	웅덩이골내	3.00	3.36	0.27
8	오로코미내	2.00	1.24	1.30	28	월평내	1.00	1.09	0.84
9	거제비내	1.00	1.30	0.59	29	박하운내	3.00	0.82	4.46
10	지름굴내	1.00	0.76	1.73	30	칠곳질내	1.00	0.67	2.23
11	고내술내	5.00	2.25	0.99	31	흘천지류	2.00	1.60	0.78
12	왕다리내	5.00	1.70	1.73	32	절물내	4.00	2.26	0.78
13	뒷 내	4.00	2.43	0.68	33	학곤내	2.00	1.70	0.69
14	동신술굴내	5.00	3.32	0.45	34	막은장내	2.00	0.90	2.47
15	명중내	5.00	12.85	0.03	35	질매가지내	1.00	0.54	3.43
16	도고리물내	5.00	3.10	0.52	36	삼각골천	2.00	2.47	0.33
17	버으내	5.00	8.08	0.08	37	멜케천	5.00	3.11	0.52
18	앞내창	5.00	3.75	0.36	38	풍낭굴천	5.00	7.73	0.08
19	통새골내	4.00	0.50	16.00	39	구분돌천	3.00	4.33	0.16
20	병문천지류1	2.00	1.03	1.89	40	동골세천	4.00	3.22	0.39

〈표 3.1〉 소유역 현황(계속)

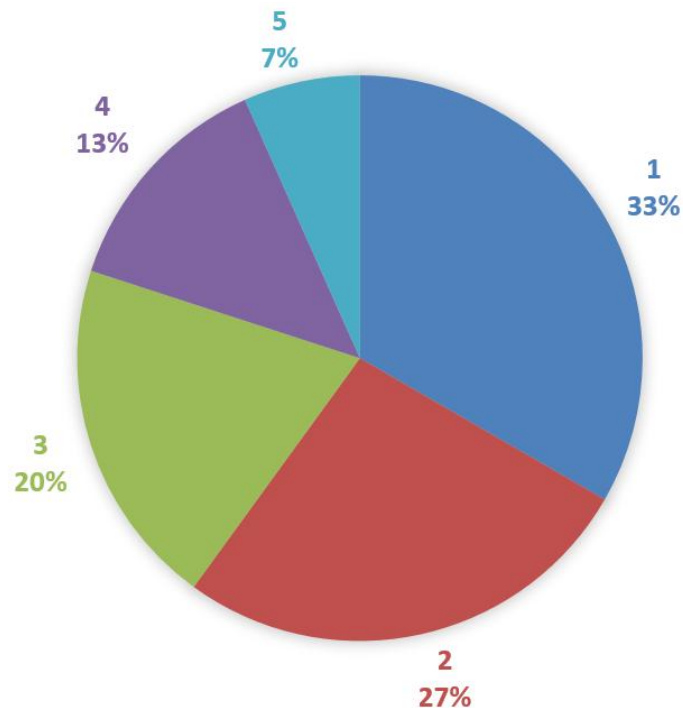
연번	소하천명	유역 면적 (km ²)	하천 연장 (km)	형상 계수 (C)	연번	소하천명	유역 면적 (km ²)	하천 연장 (km)	형상 계수 (C)
41	홍제기천	2.00	1.86	0.58	62	대동천	4.00	1.80	1.23
42	신레미천	1.00	1.88	0.28	63	햇모루천	1.00	1.61	0.39
43	세천	5.00	3.42	0.43	64	송청굴천	1.00	1.01	0.98
44	움브리천	5.00	9.38	0.06	65	양챙이발천	4.00	3.23	0.38
45	소물천	2.00	2.53	0.31	66	동양탄천	5.00	4.55	0.24
46	학림천	2.00	1.94	0.53	67	신수왓천	3.00	1.90	0.83
47	안불이천	2.00	2.32	0.37	68	뒷동산천	3.00	2.80	0.38
48	고수천	5.00	5.90	0.14	69	표하천	4.00	4.00	0.25
49	난산천	5.00	2.54	0.78	70	용두골내	4.00	3.10	0.42
50	신난천	5.00	3.30	0.46	71	선내골내	3.00	1.60	1.17
51	중천	1.00	1.55	0.42	72	법호촌내	3.00	1.80	0.93
52	삼달천	5.00	4.50	0.25	73	통물	4.00	2.60	0.59
53	신달천	5.00	2.60	0.74	74	생목골내	1.00	1.40	0.51
54	신산천	1.00	1.10	0.83	75	이천장물	3.00	1.70	1.04
55	탑니천	3.00	2.25	0.59	76	행기수내	1.00	1.40	0.51
56	삼풍천	3.00	3.05	0.32	77	골세	2.00	2.50	0.32
57	남산천	1.00	1.10	0.83	78	원지텃내	5.00	3.10	0.52
58	진천	1.00	1.43	0.49	79	곰생이물	5.00	4.50	0.25
59	온평천	4.00	1.25	2.56	80	가가천	3.00	0.60	8.33
60	솔목천	1.00	1.45	0.48	81	대왕수	3.00	2.00	0.75
61	앞막은골천	1.00	1.75	0.33	82	생수물	5.00	2.80	0.64

유역의 형상계수에 따라 유출량의 변화가 발생하므로 본 연구에서는 유역면적별 형상계수 현황을 조사하였다. 제주도 소하천유역의 형상계수는 <표 3.2>와 같이 0.83 ~ 2.32 범위로 나타났다.

<표 3.2> 유역면적별 소유역 현황

구분	유역면적별 소유역 현황					비고
유역면적(km ²)	1	2	3	4	5	
개수(개소)	19(23.17%)	15(18.29%)	14(17.07%)	10(12.20%)	24(29.27%)	
형상계수(C)	0.28~3.42	0.24~2.64	0.12~8.33	0.25~16	0.03~1.73	
평균 형상계수	0.83	0.93	1.41	2.32	1.40	

주) ()는 82개 소하천에 대한 비율



<그림 3.3> 가시천 유역 개발사업 현황

<표 3.3>은 유역면적별 형상계수에 따른 도달시간을 산정하여 나타내었다. 유역별 유출량 산정 시 형상계수는 저류상수 값을 산정하는 데 영향을 미치고 하천연장은 도달시간을 산정하는 데 영향을 미치는 것으로 나타났다. 도달시간의 경우 유역면적의 영향보다 하천연장의 영향이 많은 것으로 조사되었다.

<표 3.3> 유역면적별 소유역 현황

구 분	유역면적별 수문학적 매개변수					비고
유역면적(km ²)	1	2	3	4	5	
하천연장(km)	1.09	1.46	1.45	1.31	1.88	
형상계수(C)	0.83	0.93	1.41	2.32	1.40	
도달시간(min)	18.69	25.03	24.86	22.46	32.23	

3.3 재해영향평가 관리에 미치는 영향인자

3.3.1 대상유역의 규모결정

재해영향평가 협의는 개발사업 면적이 5,000m² 이상이므로 불투수층 증가에 따른 유역의 유출량 증가에 대하여 분석하기 위해서는 대상유역의 규모를 결정하여야 한다. 유역의 규모를 결정하기 위하여 제주도의 소하천을 대상으로 연구를 수행하였으며, 제주도에 위치하고 있는 소하천의 유역면적의 범위는 1~5km²로 조사되었다. 그러나 시스템 확장성을 고려하여 본 연구에서는 대상유역 규모의 범위를 1~10km²로 결정하였다. 유역의 범위에 따라 재해영향평가 관리인자를 도출하여 상관성을 검토하고 유출량에 영향을 분석하였다.

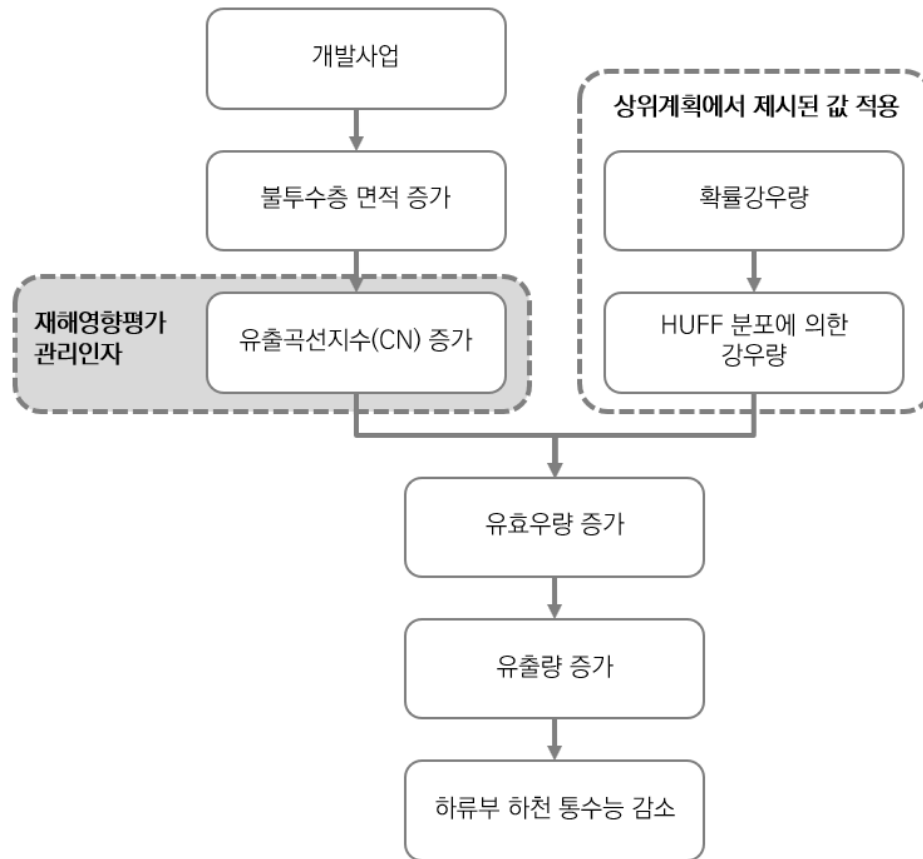
〈표 3.4〉 대상유역의 규모

구분	유역의 규모									
	제주도 소하천 유역규모					연구 확장성을 고려한 유역규모				
유역면적 (km ²)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
하천연장 (km)	1.09	1.46	1.45	1.31	1.88	2.45	2.65	2.83	3.00	3.16
도달시간 (min)	18.69	25.03	24.86	22.46	32.23	41.99	45.36	48.49	51.43	54.21

3.3.2 재해영향평가 관리인자 도출

연구대상 유역면적에 따른 개발사업에 의한 불투수층 면적 증가에 대한 하류부 하천의 통수능을 평가하기 위하여 재해영향평가 관리인자를 도출하였다. 개발사업에 따른 불투수층 증가로 사업지구 하류부 하천의 통수능에 영향을 미치는 유출량 증가량을 산정하여 관리인자를 도출하였다. 유출량에 영향을 미치는 인자는 확률강우량, 유출곡선지수(CN), 도달시간, 저류상수 등이 있다. 재해영향평가 관리를 위해서는 각각 유역에 대한 상위계획인 하천기본계획을 준수해야 하기 때문에 확률강우량, 도달시간, 저류상수 등 수문학적 매개변수는 기본계획에서 제시된 내용을 적용하고 개발사업에 따른 불투수층 증가에 대한 CN값 변화량을 산정하기 위하여 관리인자로 결정하였다.

본 연구에서는 다양한 유역의 특성을 고려하여 CN값 적용 범위를 결정하기 위하여 유출곡선지수(CN)와 유역의 형상계수를 고려하였다. CN값의 범위는 형상계수에 영향이 있으며, 형상계수에 따라 도달시간과 저류상수가 변화한다. 따라서 본 연구에서는 평균 CN값 범위를 결정하고자 형상계수를 1로 가정하여 1~10km² 유역면적에 대하여 도달시간과 저류상수를 산정하여 유출량의 변화범위를 결정하였다.



〈그림 3.4〉 재해영향평가 관리인자(CN값)

3.4 재해영향평가 관리 영향인자 분석

3.4.1 유역면적별 수문학적 매개변수 도출

연구대상 유역면적에 따른 수문학적 매개변수를 도출하기 위하여 각 소유역에 대한 형상계수는 평균값인 1을 적용하였다. 유역면적과 유로연장에 따른 도달시간과 저류상수를 산정하였으며, 저류상수는 수정 Sabol식을 적용하였다. 향후 재해영향평가 관리시스템 운영 시에는 상위계획인 하천기본계획에서 제시된 식과 값을 적용할 계획이다.

도달시간의 범위는 유역면적별 17.14~54.21분, 저류상수의 범위는 0.61~1.58시간으로 산정되었으며, 각각의 수문학적 매개변수에 따라 CN값 0~100 범위에 대한 유출량을 산정하여 적용범위를 결정하였다.

<표 3.5>는 유역면적별 형상계수에 따른 도달시간과 저류상수를 산정하여 나타내었다.

<표 3.5> 유역면적별 도달시간과 저류상수

구분	유역면적별 수문학적매개변수									
유역면적 (km ²)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
유로연장 (km)	1.00	1.41	1.73	2.00	2.24	2.45	2.65	2.83	3.00	3.16
형상계수 (km ² /km ²)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
도달시간 (min)	17.14	24.24	29.69	34.29	38.33	41.99	45.36	48.49	51.43	54.21
저류상수 (hr)	0.61	0.78	0.91	1.03	1.13	1.23	1.32	1.41	1.49	1.58

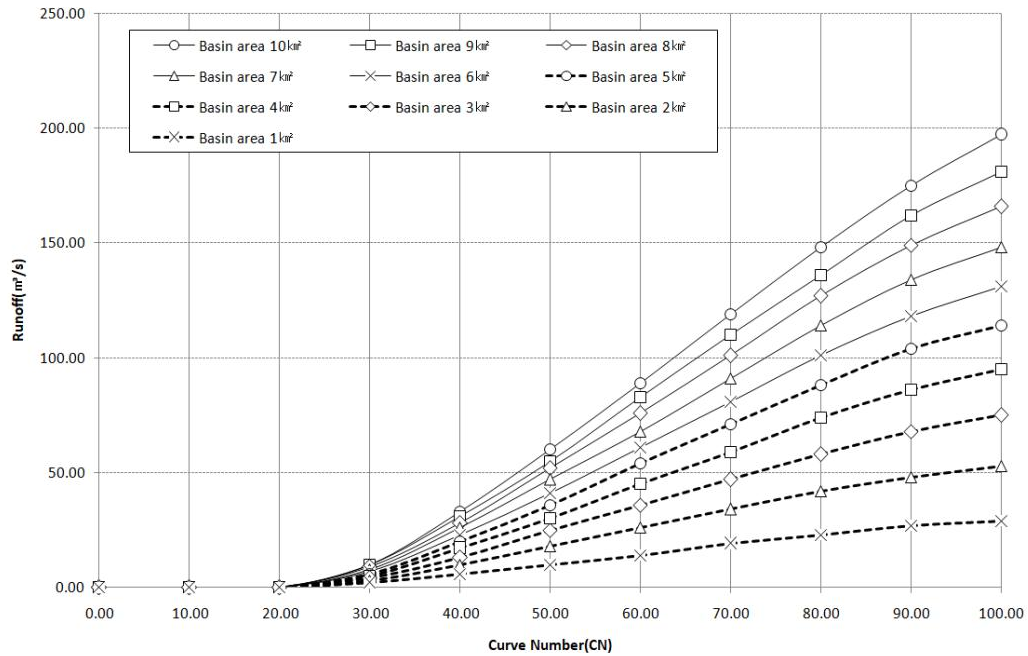
3.4.2 유역면적과 CN값 변화에 따른 유출량 분석

연구대상 유역면적은 1 ~ 10km²의 범위를 선정하여 CN값 변화(0~100)에 따른 유출량의 변화를 분석하였다. CN값이 20 이하인 경우에는 유효강우량이 0으로 산정되었으며, CN값 30 이상부터 유출량의 값을 확인할 수 있었다. <표 3.6>은 유역면적별 CN값의 변화에 따른 유출량을 나타내었다. 유출량의 범위는 CN값 100을 기준으로, 29 ~ 197m³/s로 나타났으며 <그림 3.5>에서 보는 바와 같이 유역면적의 변화에 따라 일차식의 형태로 증가하는 것을 알 수 있었다.

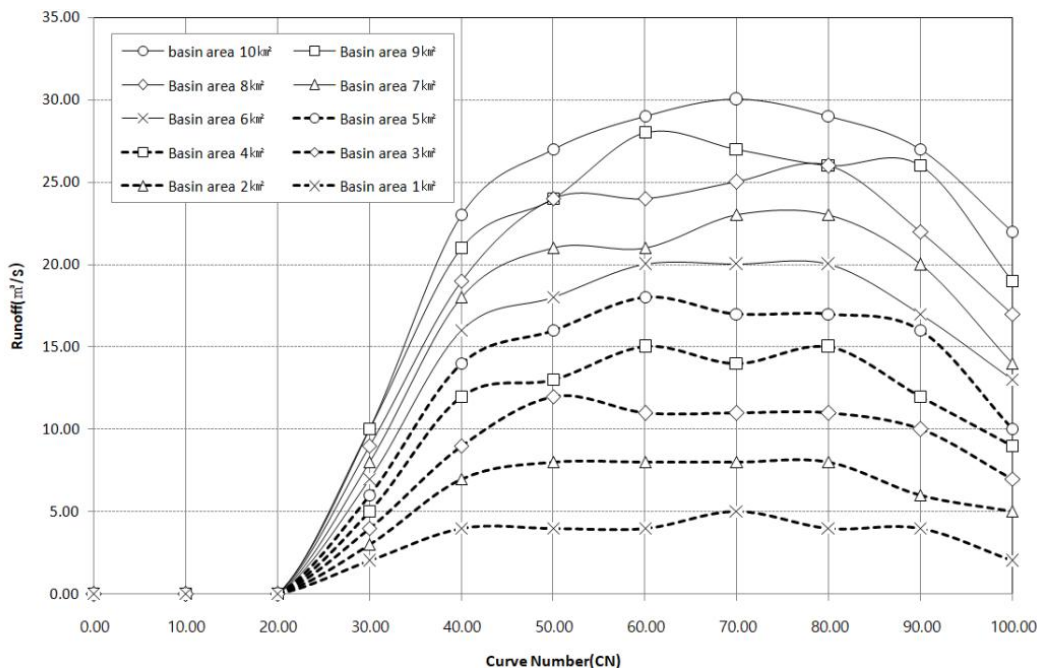
CN값의 변화에 따른 유출량 변화는 <그림 3.6>과 같이 CN값이 70일 경우 가장 변화폭이 크게 나타났으며, CN값 60과 90일 경우에 편차가 큰 것으로 분석되었다.

〈표 3.6〉 유역면적과 CN값 변화에 따른 유출량

<div>유역 면적 (km²)</div> <div>CN</div>	유역면적별 유출량(m ³ /s)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	2	3	4	5	6	7	8	9	10	10
40	6	10	13	17	20	23	26	28	31	33
50	10	18	25	30	36	41	47	52	55	60
60	14	26	36	45	54	61	68	76	83	89
70	19	34	47	59	71	81	91	101	110	119
80	23	42	58	74	88	101	114	127	136	148
90	27	48	68	86	104	118	134	149	162	175
100	29	53	75	95	114	131	148	166	181	197



〈그림 3.5〉 유역면적별 CN값 변화에 따른 유출량



〈그림 3.6〉 CN값 변화에 따른 유출량의 변화량

3.4.3 유역면적별 CN값과 유출량의 연계성 검토

유역면적별 CN값 변화에 따른 유출량의 변화량은 <표 3.7>과 같이 산정되었으며, CN값과 유출량에 대하여 회귀분석을 실시한 결과 다음 식(3.1)과 같이 유역면적별 일차식의 형태를 나타내었다. 유역면적별 CN값의 변화에 따른 유출량은 연계성은 <그림 3.7>에서 보는 바와 같이 매우 높은 것으로 분석되었다.

각 소유역에서 개발사업으로 인해 불투수층 증가로 CN값이 증가하여 하류부 하천의 통수능력이 감소함에 따라, 본 연구에서는 CN값의 범위를 설정하여 유출량의 변화량을 산정하고 면적으로 환산하여 불투수층 증가면적을 산출하였다.

$$Q_{A_n} = aCN_{A_n} - b \quad (3.1)$$

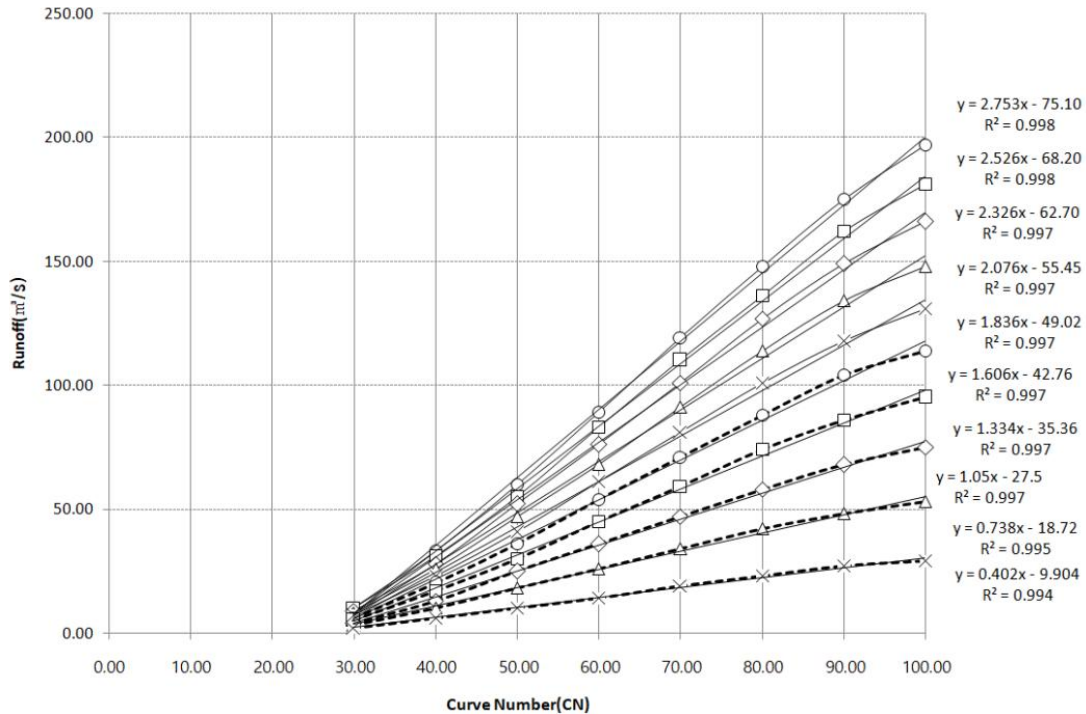
여기서, Q : 유출량(m³/s)

CN_{A_n} : 유출곡선지수(CN > 30, 유역면적은 1 ~ 10km²)

a, b : 회귀식의 계수

<표 3.7> CN변화에 따른 유출량 변화 계수

유역 면적 (km ²)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a	0.4024	0.7381	1.0500	1.3345	1.6060	1.8369	2.0762	2.3262	2.5262	2.7536
b	9.905	18.726	27.500	35.369	42.762	49.024	55.452	62.702	68.202	75.107

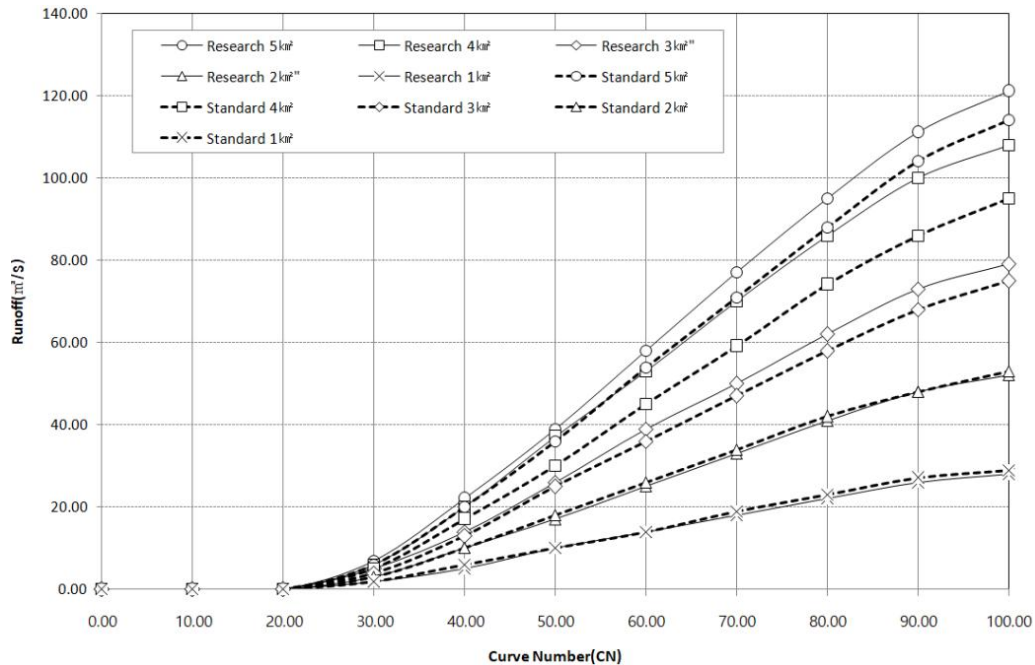


〈그림 3.7〉 CN값 변화에 따른 유출량의 연계성

3.4.4 영향인자 적용성 검토

본 연구대상지역인 제주도의 소하천 유역을 대상으로 CN값 변화에 따른 유출량 변화량 곡선식의 적용성을 검토하였다. 형상계수를 1이라고 가정하여 산출한 곡선식의 적용성을 검토하기 위하여 제주도 소하천유역(범례 : Standard)을 대상으로 검토하였다.

제주도 소하천 유역면적은 1~5km² 범위로 나타났으며, 〈그림 3.8〉에서 보는 바와 같이 유역면적이 4~5km²일 경우 오차가 발생하는 것으로 나타났다. 이는 형상계수의 변화에 따른 오차인 것으로 확인되었으며, 변화량의 유형은 1차식의 형태로 나타나 향후 연구에서는 형상계수의 변화에 따른 오차의 범위설정에 대한 연구가 수행되어야 한다.



〈그림 3.8〉 CN값 변화에 따른 유출량 변화 곡선식 적용성 검토

3.5 개발사업 총량제 기법 개발

3.5.1 CN값 적용 범위 지수 개발

유역면적별 CN값 적용 범위는 제주도 소하천 유역의 CN값 평균 범위를 참고하여 CN70~ CN90으로 결정하였다. 따라서 유역면적별 CN값의 변화에 대하여 유출량을 산정한 후 유출량 변화량을 산정하였으며, 그 결과 <표 3.8>과 같이 산정되었다.

유역면적별 CN값 변화에 따른 유출량 변화량은 <표 3.8>과 같이 8.05 ~ 55.07 m³/s로 나타났으며, 유역면적이 증가할수록 유출량 변화량도 같은 비율로 증가하는 추세를 보였다. 이는 연구대상지역을 확대하여 연구를 수행할 경우 형상계수의 변화에 따라 유출량의 변화량을 산정할 수 있는 것으로 분석되었으며, 향후 재해영향평가 관리시스템이 구축되면 활용도가 매우 높을 것으로 판단된다.

〈표 3.8〉 유역면적별 CN값 변화에 따른 유출량 변화량

유역면적 (km ²)	계수		CN 변화량에 따른 유출량 (m ³ /s)		유출량 변화량 (m ³ /s)
	a	b	CN70	CN90	
1	0.4024	9.9048	18.26	26.31	8.05
2	0.7381	18.7260	32.94	47.70	14.76
3	1.0500	27.5000	46.00	67.00	21.00
4	1.3345	35.3690	58.05	84.74	26.69
5	1.6060	42.7620	69.66	101.78	32.12
6	1.8369	49.0240	79.56	116.30	36.74
7	2.0762	55.4520	89.88	131.41	41.52
8	2.3262	62.7020	100.13	146.66	46.52
9	2.5262	68.2020	108.63	159.16	50.52
10	2.7536	75.1070	117.65	172.72	55.07

3.5.2 유출량 범위 지수 개발

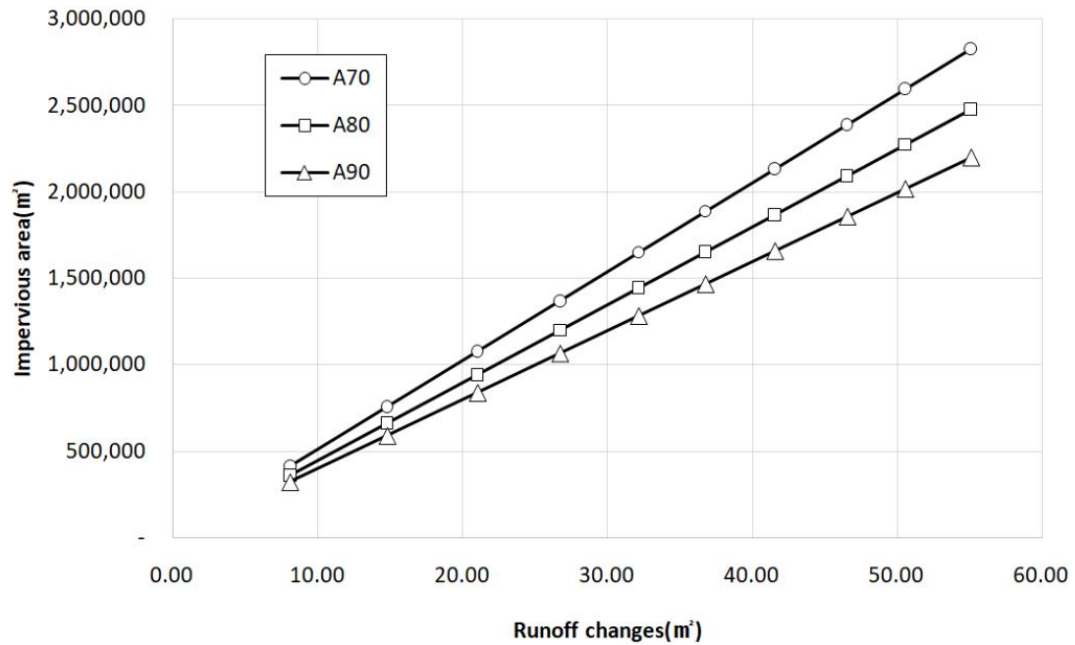
유출량 변화에 대한 불투수면적을 산정하기 위하여 유출량 범위 지수를 개발하였다. 유출량 범위 지수는 유역면적별 CN값 변화에 따른 유출변화량을 산정한 후 합리식을 이용하여 〈표 3.9〉와 같이 불투수면적을 산정하였다. 이때 유출계수(C)는 0.7~0.9을 적용하였으며, 강우강도(I)는 방재성능목표강우량을 고려하여 100(mm/hr)을 적용하였다.

유출량 변화량에 따른 불투수면적은 <그림 3.9>와 같이 선형변화를 나타내고 있으며 유출계수 증가에 따라 불투수면적이 감소하는 것으로 분석되었다.

<표 3.9> 유출량 변화량에 대한 불투수면적

유역 면적 (km ²)	유출량 변화량 (m ³ /s)	강우 강도 (mm/hr)	유출계수(C)에 따른 불투수면적(m ²)		
			A70	A80	A90
1	8.05	100	413,897	362,160	321,920
2	14.76	100	759,189	664,290	590,480
3	21.00	100	1,080,000	945,000	840,000
4	26.69	100	1,372,629	1,201,050	1,067,600
5	32.12	100	1,651,886	1,445,400	1,284,800
6	36.74	100	1,889,383	1,653,210	1,469,520
7	41.52	100	2,135,520	1,868,580	1,660,960
8	46.52	100	2,392,663	2,093,580	1,860,960
9	50.52	100	2,598,377	2,273,580	2,020,960
10	55.07	100	2,832,274	2,478,240	2,202,880

주) A70, A80, A90은 각각 유출계수(C) 값이 0.7, 0.8, 0.9일 때의 불투수면적임.



〈그림 3.9〉 유출량 변화량에 따른 불투수면적

3.5.3 개발사업 총량제 기법 개발

소유역에 대하여 개발사업으로 인한 불투수면적을 확인하기 위하여 유출량 변화에 따른 불투수면적의 변화량에 대하여 회귀분석을 수행한 결과, 일차식의 추세선을 나타내었다. 유출계수에 따른 지수는 다음 식(3.2), (3.3), (3.4)와 같다.

$$A_{70} = 51,429 \Delta Q_{70} \quad (3.2)$$

$$A_{80} = 45,000 \Delta Q_{80} \quad (3.3)$$

$$A_{90} = 40,000 \Delta Q_{90} \quad (3.4)$$

여기서, A : 불투수면적(m²)

Q : 유출량 변화량(m³/s)

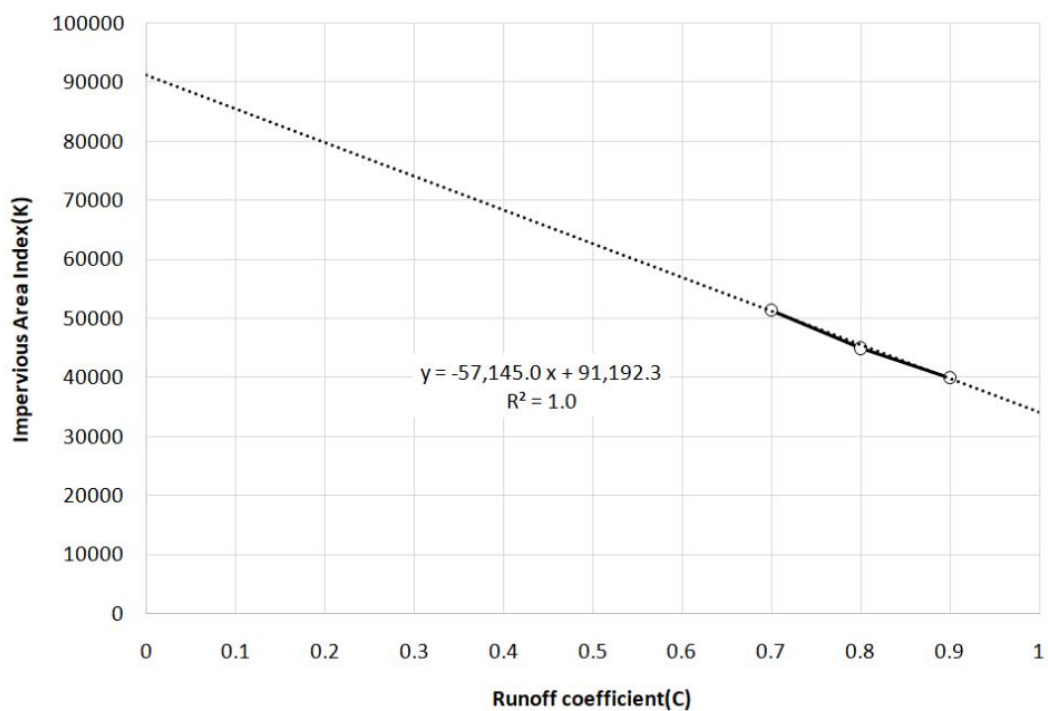
유출량 변화량에 대한 불투수면적을 산정하기 위하여 유출계수 변화에 따른 불투수면적 지수를 선형식 회귀분석에 의하여 결정하였다. 식(3.5)는 유출량 변화량과 불투수면적의 변화량을 불투수면적 지수로 나타낸 식이다. 유출계수 0에서부터 1까지 범위에 대한 불투수면적 지수는 식(3.6)과 같다.

$$A_{C_n} = K \cdot \Delta Q_{C_n} \quad (3.5)$$

$$K_n = -57,145.0 C_n + 91,192.3 \quad (3.6)$$

여기서, A_{C_n} : 불투수면적, ΔQ_{C_n} : 유출량 변동량

K_n : 불투수면적 지수, C_n : 유출계수



<그림 3.10> 유출계수와 불투수면적 지수

제4장 재해영향평가 관리시스템 구축

4.1 연구대상구역 선정

본 연구대상유역을 선정하기 위하여 제주도에서 시행한 2017년부터 2019년까지 자료를 조사하였다. 각각의 위치정보와 제주도의 지방하천 유역의 공간데이터를 중첩해 재해영향평가 협의대상 지역의 분포도를 분석하였다.

4.1.1 대상지역의 선정

가. 유역별 재해영향평가 협의 현황 분석

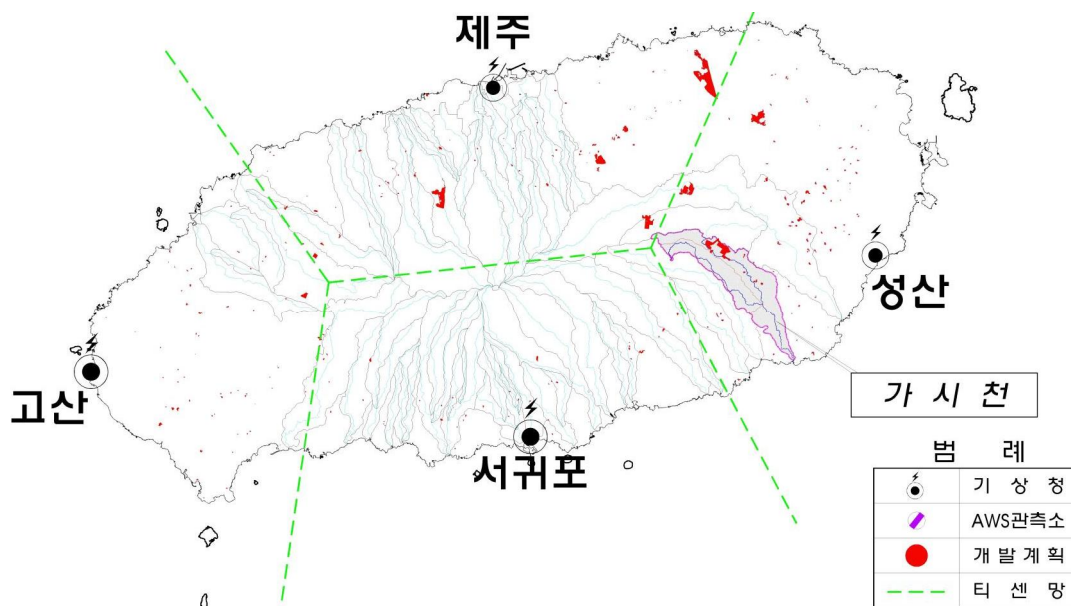
자료조사는 면적사업에 대하여 정리하였으며, 2017년, 2018년, 2019년 각각 99개소, 143개소, 91개소로 총 333개의 자료를 분석하였다. 개발사업 면적은 대부분 5,000㎡~50,000㎡의 개발사업 면적이 94.3%를 차지하였으며, 50,000㎡ 이상인 사업장은 제주시가 16개소, 서귀포시가 3개소로 면적개념 사업의 약 5.7%에 해당하는 것으로 조사되었다. 개발사업 면적이 5,000㎡~10,000㎡의 경우 47.1%이고, 15,000㎡ 이하인 경우 64.7%이고, 20,000㎡ 이하인 경우 76.5%이고, 25,000㎡ 이하인 경우 86.3%이고, 30,000㎡ 이하인 경우 94.1%로 조사되었다.

<표 4.1> 재해영향평가 협의 사례 현황

년도	사업(개소수)	지역별(개소수)		비고
	면적개념	제주시	서귀포시	
2017	99	37	63	
2018	143	85	61	
2019	91	51	42	
계	333	173	166	

특히, 사업부지 면적이 20,000㎡~30,000㎡ 인 경우가 약 23%를 차지하고 그림과 같이 전반적으로 분포되는 것으로 분석되었다.

재해영향평가 협의사례 공간분석을 시행한 결과 하천유역보다는 하천유역이 없는 지역에 대부분 분포되는 것으로 조사되었다. 그중에 하천유역에 가장 영향을 미칠 수 있는 유역을 조사하여 본 연구대상유역을 선정하였다.



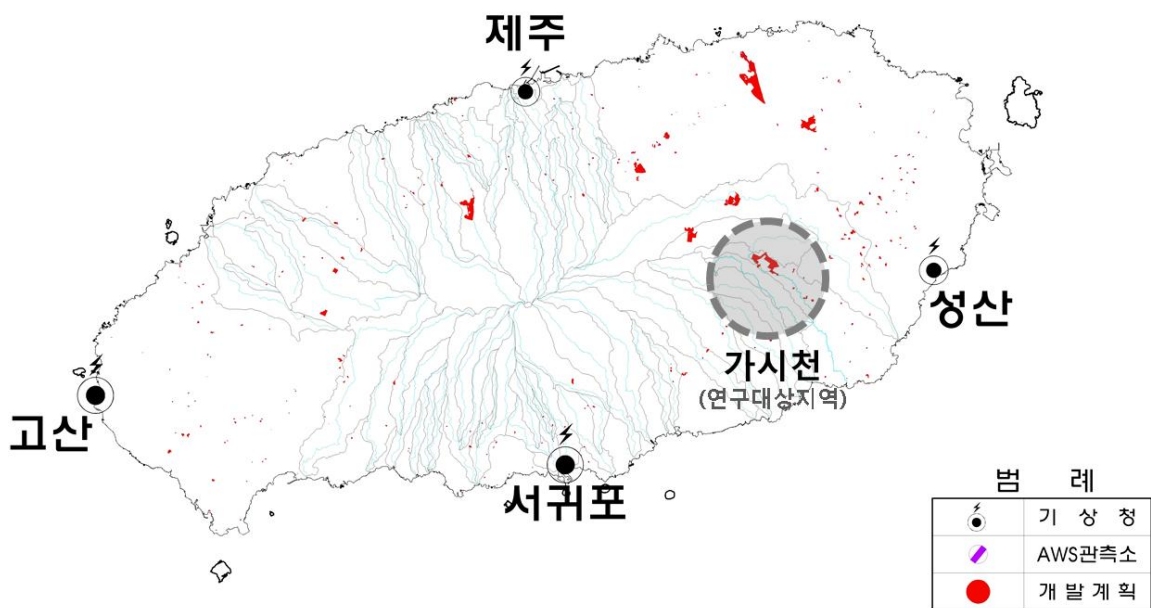
<그림 4.1> 연구대상 유역의 선정

나. 대상지역의 선정

재해영향평가 협의대상에 대한 위치정보에 대한 공간분석을 통해 본 연구대상유역은 지방하천인 가시천 유역으로 선정하였다. 가시천은 유역면적이 37.90㎢이고, 유로연장은 22.35km이며, 하천연장은 14.0km이다. 유역형상은 길쭉한 형상으로 형상계수가 0에 가까운 특성을 가지고 있으며 비교적 홍수피해에 유리한 형상이나, 확률강우량 증가 및 불투수층 증가에 의해 하폭이 부족하여 월류 위험성이 있는 하천이다. 가시천의 유역현황은 <표 4.2>와 같다.

〈표 4.2〉 가시천 유역현황

하천명	시 점	종 점	유역면적 (km ²)	유로연장 (km)	하천연장 (km)	비 고
가시천	표선면 가시리 산53	표선면 세화리 209번지선 해안	37.90	22.35	14.00	



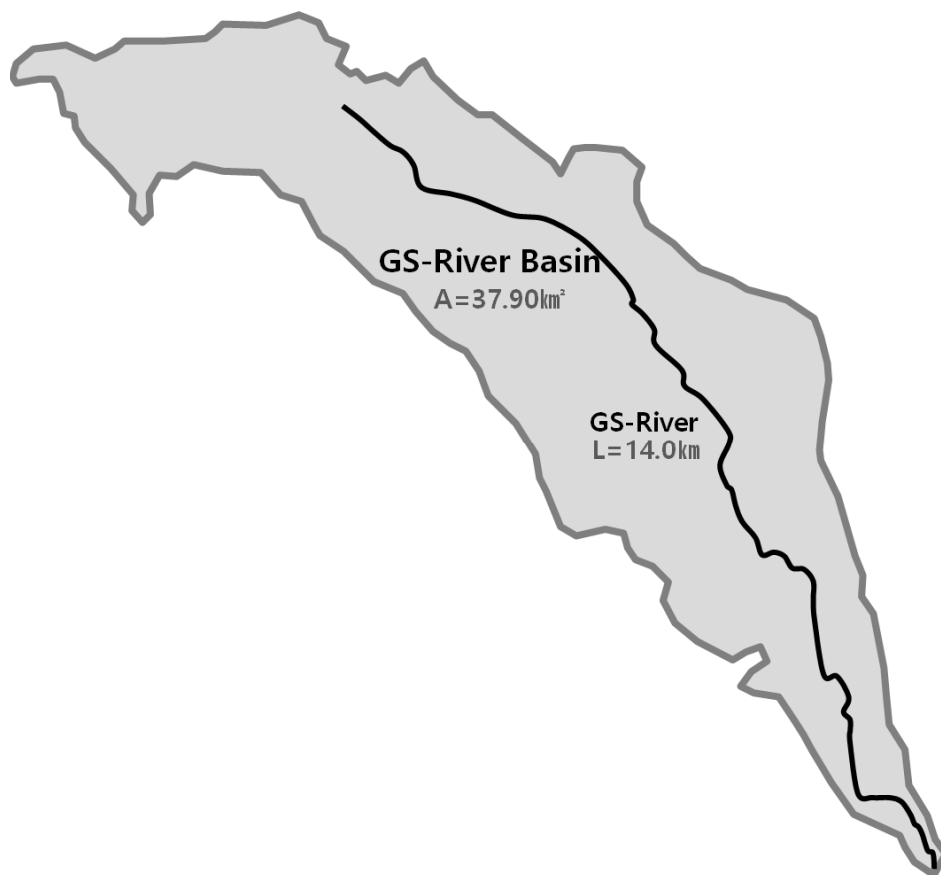
〈그림 4.2〉 가시천 위치도

4.1.2 대상지역의 유역 현황

가. 대상지역의 유역현황

본 연구대상유역인 가시천 유역은 제주도의 남부에 위치하고 있는 지방하천으로 동경 126° 40' ~ 126° 48' , 북위 33° 18' ~ 33° 24' 사이에 위치하며, 붉은오름에서 발원하여 남동류하여 바다로 유입되는 하천으로, 평상시는 건천으로 홍수시에만 하천유출량이 발생한다.

가시천의 전체 유역면적은 37.90km^2 , 유로연장은 22.35km 로서 토지이용현황을 살펴보면 농경지면적이 17.13km^2 로 총면적의 45%를 차지하고, 임야는 6.11km^2 로 16%, 초지 및 기타는 14.66km^2 로 39%를 차지하는 것으로 조사되었다.



〈그림 4.3〉 가시천 유역도

나. 대상지역의 일반적인 현황

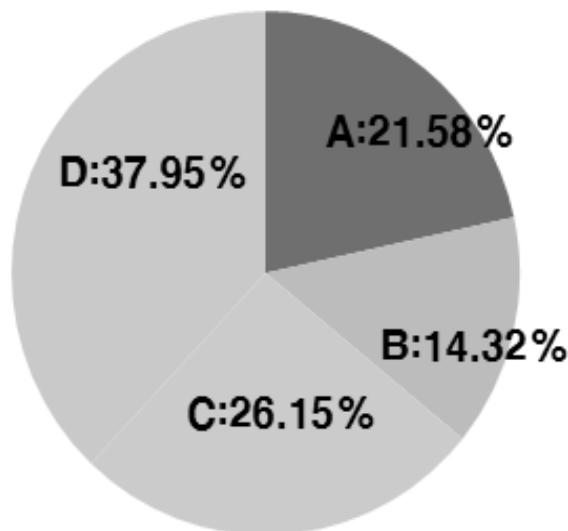
본 연구대상 유역인 가시천 유역의 투수면적을 확인하기 위해서 토양의 분류를 조사하였다. 유역의 토양은 각 성질에 따라 침투능이 서로 다르기 때문에 강우로 인한 유역의 유출과정에 직접적인 영향을 미치게 된다.

본 연구에서는 토질의 성질을 양적으로 표시하는데 4개의 토양군으로 분류하는 SCS방법을 적용하였다. 토양구분은 A, B, C, D Type으로 구분되며, 침투율이 대단히 높아서 배수가 매우 양호한 상태가 A Type이고, 배수가 대체로 양호한 상태가 B Type, 배수가 대체로 불량인 상태가 C Type, 배수가 대단히 불량인 상태가 D Type이다.

본 연구대상 유역인 가시천 유역의 토양의 수문학적 조건은 다음의 <표 4.3>과 같다.

<표 4.3> 연구대상유역의 수문학적 토양분포

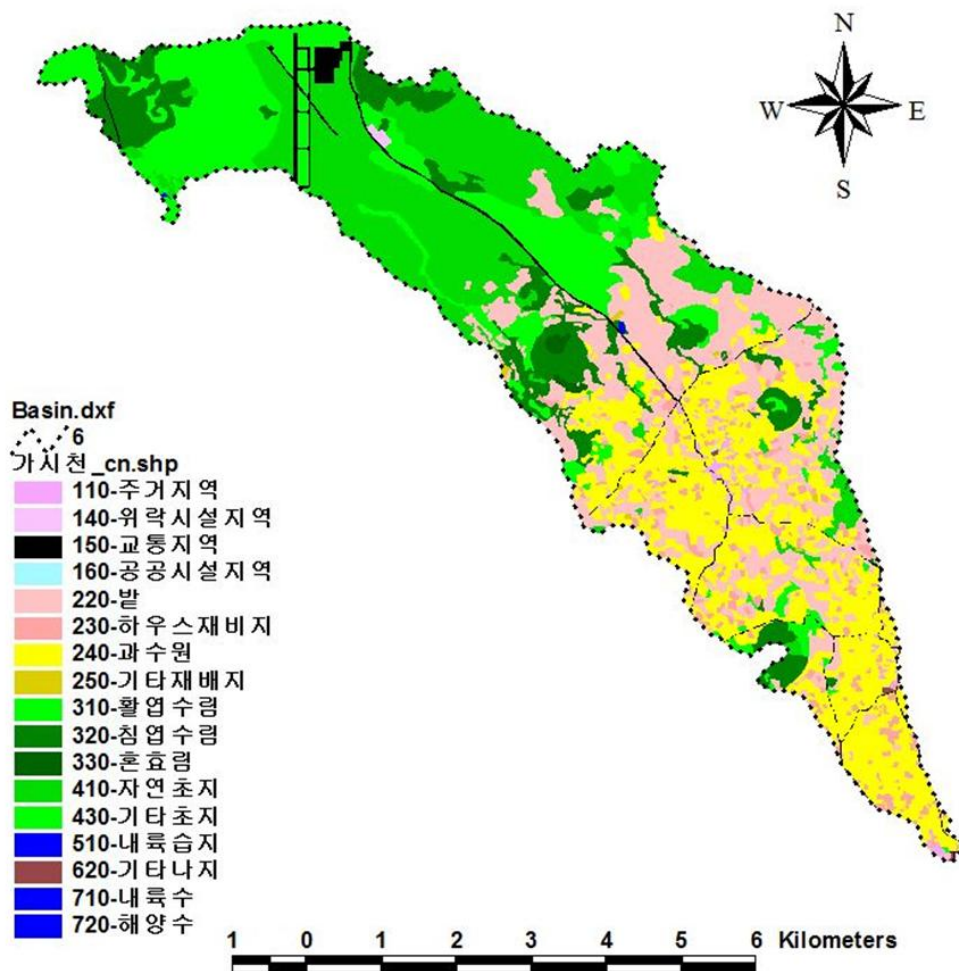
하천명	분류	면적(k㎡)	비율(%)	비고
가시천	A	8.18	21.58	
	B	5.43	14.32	
	C	9.91	26.15	
	D	14.38	37.95	
	합계	37.90	100.00	



<그림 4.4> 연구대상유역의 토양형 면적분포도

일반적으로 어떤 지역의 토지이용현황은 국토지리정보원에서 제공하는 수치토지이용현황도를 이용하거나, 환경부에서 제공하고 있는 수치토지피복도를 통해 파악할 수 있다.

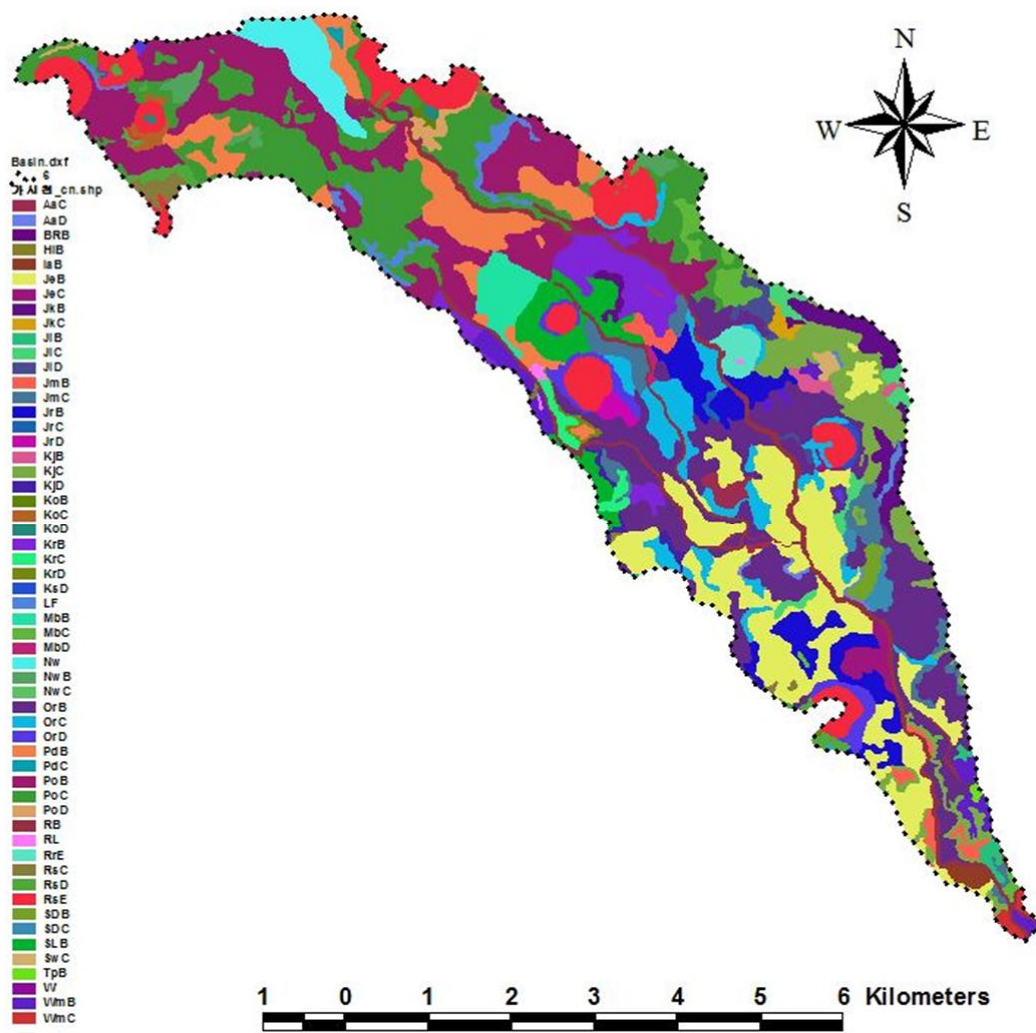
본 연구에서는 가시천 유역의 토지이용현황을 조사하기 위하여, 환경부에서 제공하고 있는 수치토지피복도를 이용하였으며, 가시천 유역의 토지이용현황은 <그림 4.5>와 같다.



<그림 4.5> 연구대상유역의 수치토지이용현황도

검토대상 지역의 토양구성현황을 조사하기 위하여, 일반적으로 1:50,000 축적의 개략토양도를 이용하거나, 1:25,000 축적의 정밀토양도를 이용하게 된다.

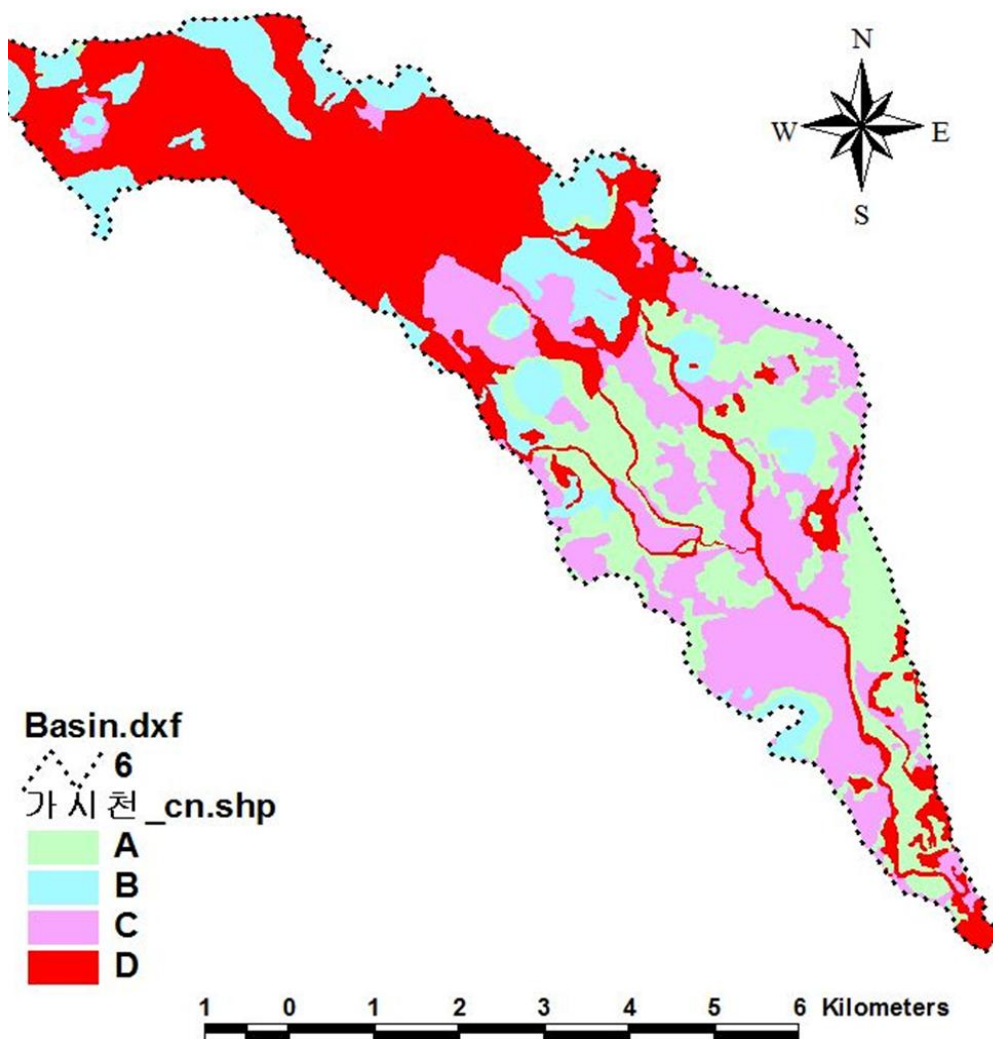
본 연구에서는 가시천 유역의 토양분포 현황을 조사하기 위하여, 농촌진흥청에서 제공하고 있는 수치정밀토양도를 이용하였으며, 가시천 유역의 토양분포 현황은 <그림 4.6>과 같다.



<그림 4.6> 연구대상유역의 수치정밀토양도

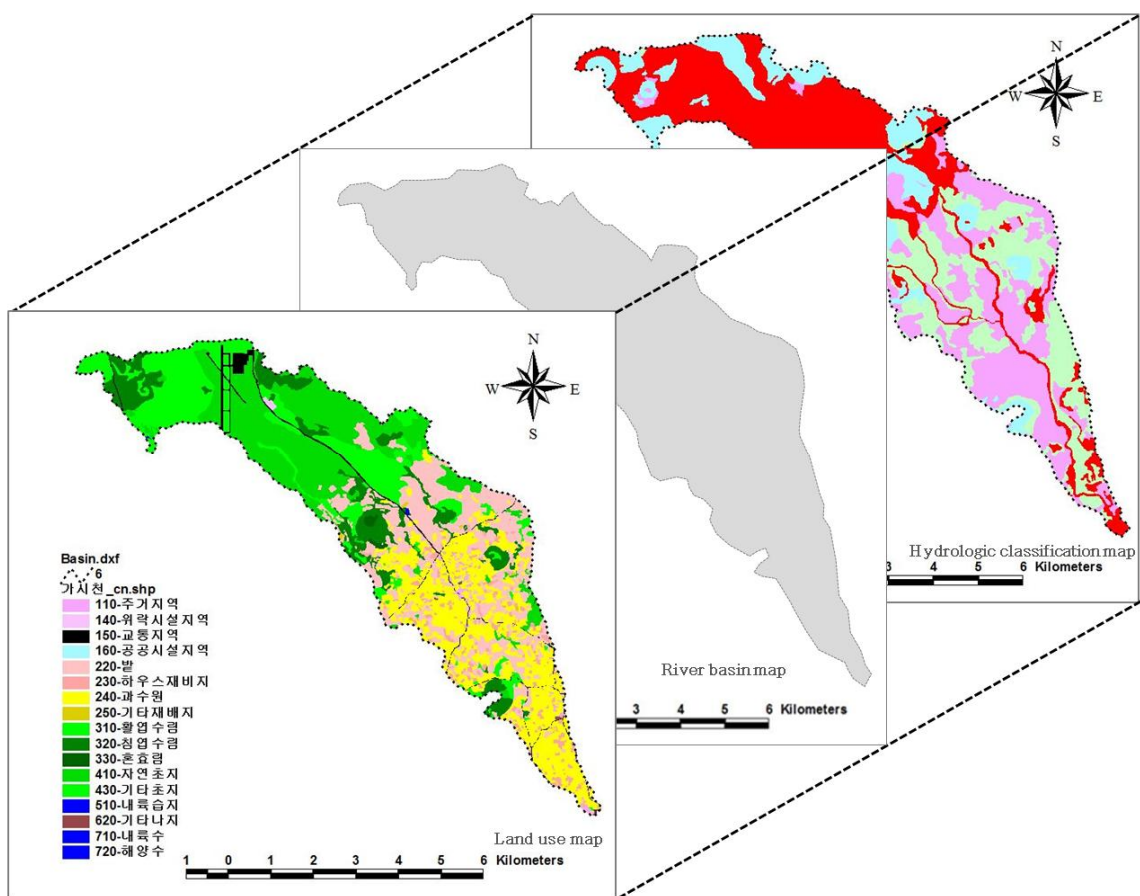
〈그림 4.6〉에 제시한 수치정밀토양도는 토양의 구성, 배수정도 등에 따라서 수문학적 토양군(A, B, C, D Type)으로 나눌 수 있으며, 가시천 유역의 수문학적 토양군 분포는 〈그림 4.7〉과 같다.

그림에서 보는 바와 같이, 가시천 유역은 유출율이 높은 C, D Type의 토양군이 대부분인 것으로 조사되어 상대적으로 유출량이 크게 산정되는 경향이 있다.



〈그림 4.7〉 연구대상유역의 수문학적 토양군 분포도

앞서 제시한 수치토지이용현황도, 수치유역도 및 수문학적 토양군 분포도를 <그림 4.7>과 같이 GIS를 이용하여 중첩한 후 각 속성별로 면적을 산출하는 방법으로 유출곡선지수(CN값)을 산정할 수 있으며, 이는 유출량 산정 시 수문학적 매개변수로 활용된다.



<그림 4.8> 수문학적 매개변수(CN) 산정

4.2 불투수면적에 따른 지수 결정

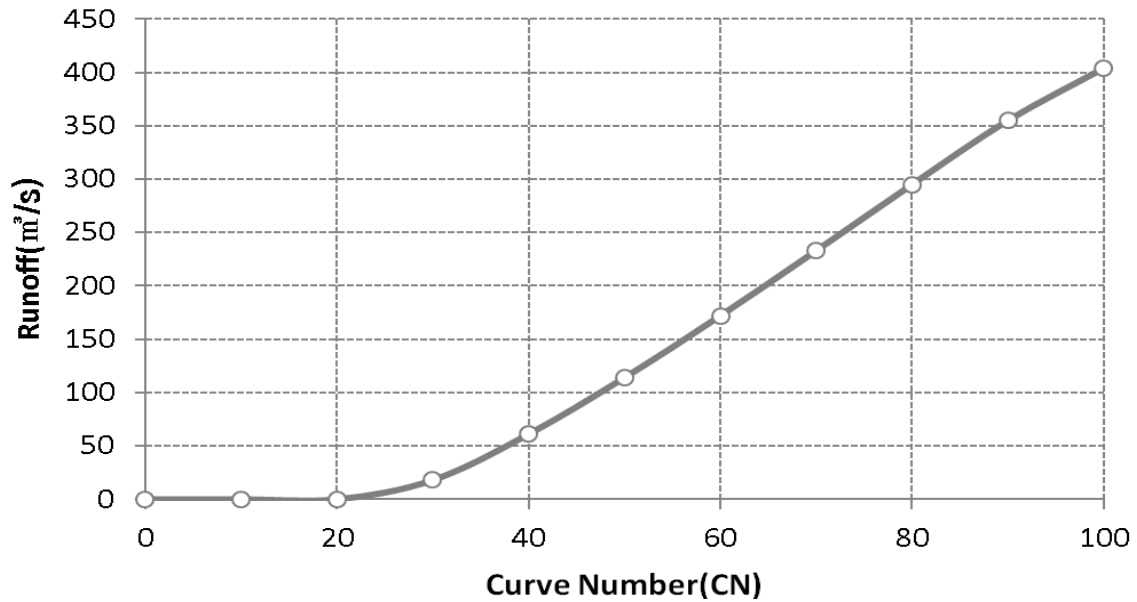
4.2.1 CN값 변화에 따른 유출량

지방하천인 가시천 유역에 대하여 불투수층 증가가 하류부 유출량 증가에 미치는 영향을 분석하여 <표 4.4>, <그림 4.8>에 나타내었다. 가시천의 유역면적은 37.90 km^2 이고, 유로연장은 22.35km이다. 계획빈도는 100년 빈도이고, 유출곡선지수(CN)가 76.3일 때 계획유출량은 272 m^3/s 이다. 가시천 하천기본계획에서 제시된 도달시간, 저류상수 등 수문학적 매개변수를 적용하였으며, 유출곡선지수의 변화에 따라 유출량의 변화량을 분석하였다. 유출곡선지수 30부터 변화시 유출량의 변화는 1차식 직선 형태를 나타내며 증가하는 것으로 분석되었다.

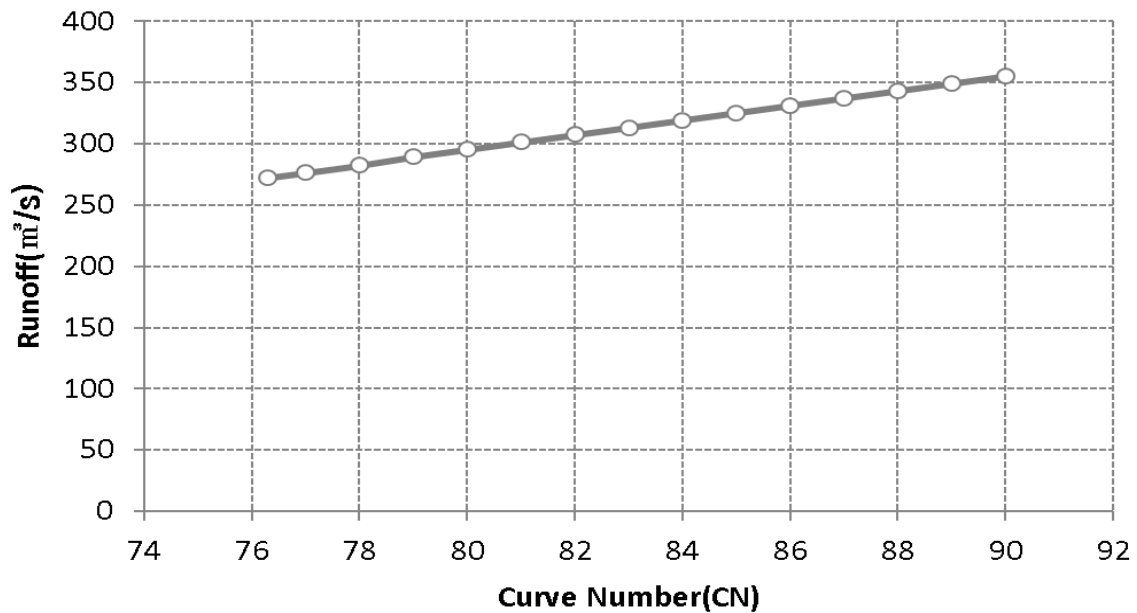
가시천 하천기본계획에서 제시된 유출곡선지수 76.3 이상일 경우 개발사업 진행에 따른 유출량의 변화를 분석한 결과, <그림 4.9>와 같이 CN값이 1씩 증가할 때마다 유출량은 6 m^3/s 로 일정하게 증가하는 것으로 나타났다.

<표 4.4> CN 변화에 따른 유출량 비교

하천명	유역면적 (km^2)	유로연장 (km)	유출곡선지수 (CN)	유출량 (m^3/s)	비고
가시천 (지방하천)	37.90	22.35	10	0	
			20	0	
			30	18	
			40	61	
			50	114	
			60	172	
			70	233	
			80	295	
			90	355	
			100	404	



〈그림 4.8〉 유출곡선지수(CN) 변화에 따른 유출량 변화



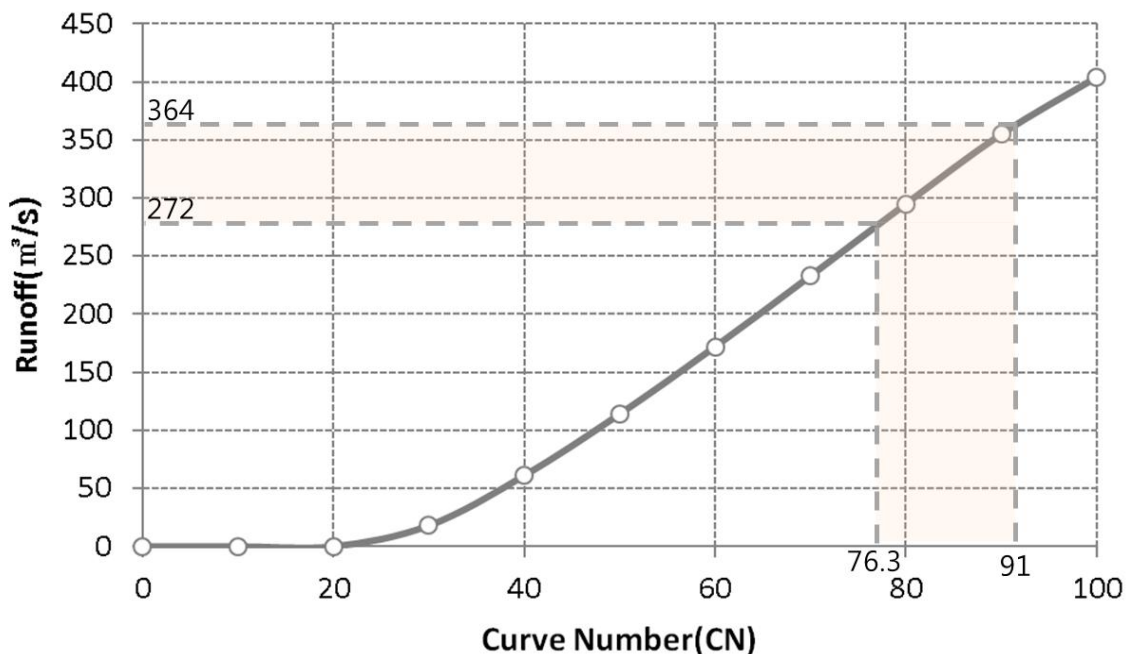
〈그림 4.9〉 사업구간 CN변화에 따른 유출량 변화

4.2.2 연구대상 유역 CN값의 범위 설정

가시천 유역의 경우 하류부 하천의 통수능력을 검토하여 유출곡선지수의 한계선을 역으로 추정하였다. 하류부의 하폭은 32.78m이고, 기본계획의 통수단면적은 63.6 m², 여유고를 포함하여 최대 통수단면적은 85.3m²로 조사되었다.

통수단면적이 85.3m² 일 때 유출량은 364m³/s로 산정되었으며, 이때 유출곡선지수는 91.5에 해당한다. 따라서, 가시천 유역은 유출곡선지수(CN)이 91 정도가 개발의 한계이며, 이상이 될 경우 개발행위를 제한하거나 하류부 하천을 개수하여 통수능을 확보해야 하는 것으로 분석되었다.

재해영향평가 협의대상 사업은 하천유역을 기준으로 관리가 되어야 하는 것을 알 수 있었으며, 하천의 통수능이 확보되는 범위에서 개발행위를 제한해야 하는 것으로 검토되었다.



〈그림 4.10〉 하천의 통수능을 고려한 유역의 CN 범위

가. 유출량 변화 계수

연구대상 유역인 가시천 유역에 대한 CN값 변화에 따른 유출량 변화 계수를 산정하였다. 유출량 변화 계수 a, b는 각각 5.6857, 163.07로 산정되었으며 식(4.1)과 같다.

$$Q_{A_n} = 5.6857 CN_{A_n} - 163.07 \quad (4.1)$$

여기서, Q : 유출량(m³/s)

CN : 유출곡선지수 * CN값 적용 제한범위 30~100

A_n : 유역면적(km²)

나. 불투수면적 지수 산정

본 연구대상 유역인 가시천의 유출량 변화량은 식(4.1)에 대입하여 산정하고 CN값 변화량인 76.3과 90을 적용하였다. CN값이 76.3일 때 유출량은 270.75m³/s이고 CN값이 90일 때 유출량은 348.64m³/s이므로 식(4.4)와 같이 유출량 변화량은 77.89m³/s로 산정되었다.

$$270.75 = 5.6857 CN_{76.3} - 163.07 \quad (4.2)$$

$$348.64 = 5.6857 CN_{90.0} - 163.07 \quad (4.3)$$

$$\Delta Q = |270.75 - 348.64| = 77.89 m^3/s \quad (4.4)$$

다. 유출량 변화량에 대한 불투수면적 산정

가시천 유역은 개발사업으로 인한 불투수면적은 제3장에 제시된 바와 같이, 다음의 식(3.5), 식(3.6)에 대입하여 산정하였다. 가시천 유역의 유출계수 변화에 따른 불투수면적은 <표 4.5>와 같다.

$$A_{C_n} = K \cdot \Delta Q_{C_n} \quad (3.5)$$

$$K_n = -57,145.0 C_n + 91,192.3 \quad (3.6)$$

가시천 유역의 경우, 유역면적이 37.9km²이고, 하류 통수능을 저해하지 않는 유출량 변화량은 77.89m³/s이므로, 합리식의 유출계수를 식(3.6)에 대입 후, 불투수면적지수를 산출한 다음, 식(3.5)를 이용하여 <표 4.5>와 같이 불투수면적을 산정하였다.

예를 들어, 유출계수가 0.8정도인 개발사업의 경우, 유역내에는 약 3.5km²이상의 면적을 개발할 경우, 통수능을 초과한다는 의미가 될 수 있다.

<표 4.5> 가시천 유역의 불투수면적 산정

구분	유출계수(C)									
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
불투수면적 지수(K)	85,478	79,763	74,049	68,334	62,620	56,905	51,191	45,476	39,762	34,047
불투수 면적(A)(km ²)	6.657	6.213	5.77	5.32	4.88	4.43	3.99	3.54	3.10	2.65
유역면적 대비율(%)	17.57	16.39	15.22	14.04	12.87	11.69	10.52	9.35	8.17	7.00

4.2.3 불투수면적 지수 적용성 검토 결과

가시천 유역을 대상으로 불투수면적을 산정한 결과 유역면적의 약 7.0 ~ 17.6%로 산정되었으며, 유출계수 0.8을 기준으로 3.54km² 정도이며 적용성을 검토하기 위해서는 향후 소하천 유역뿐만 아니라 지방하천 유역까지 확장하여 곡선식의 계수, 불투수면적 지수를 개선해야 하는 것으로 검토되었다.

특히 소하천 유역에 대한 곡선식 계수에서 큰 편차를 나타내는 것으로 분석되었으며, 형상계수를 평균값인 1을 적용했기 때문에 오차가 더 크게 발생하는 것으로 나타났다.

본 연구에서는 재해영향평가 관리시스템을 구축하기 위해 운영알고리즘을 개발하기 위한 방법론을 제시하였으며, 특히 곡선식 계수(a, b)와 불투수면적 지수(K) 값 산정방법을 3장에서 세부적으로 제시하였으며, 이를 기반으로 재해영향평가 관리시스템 구축을 제안하였다.

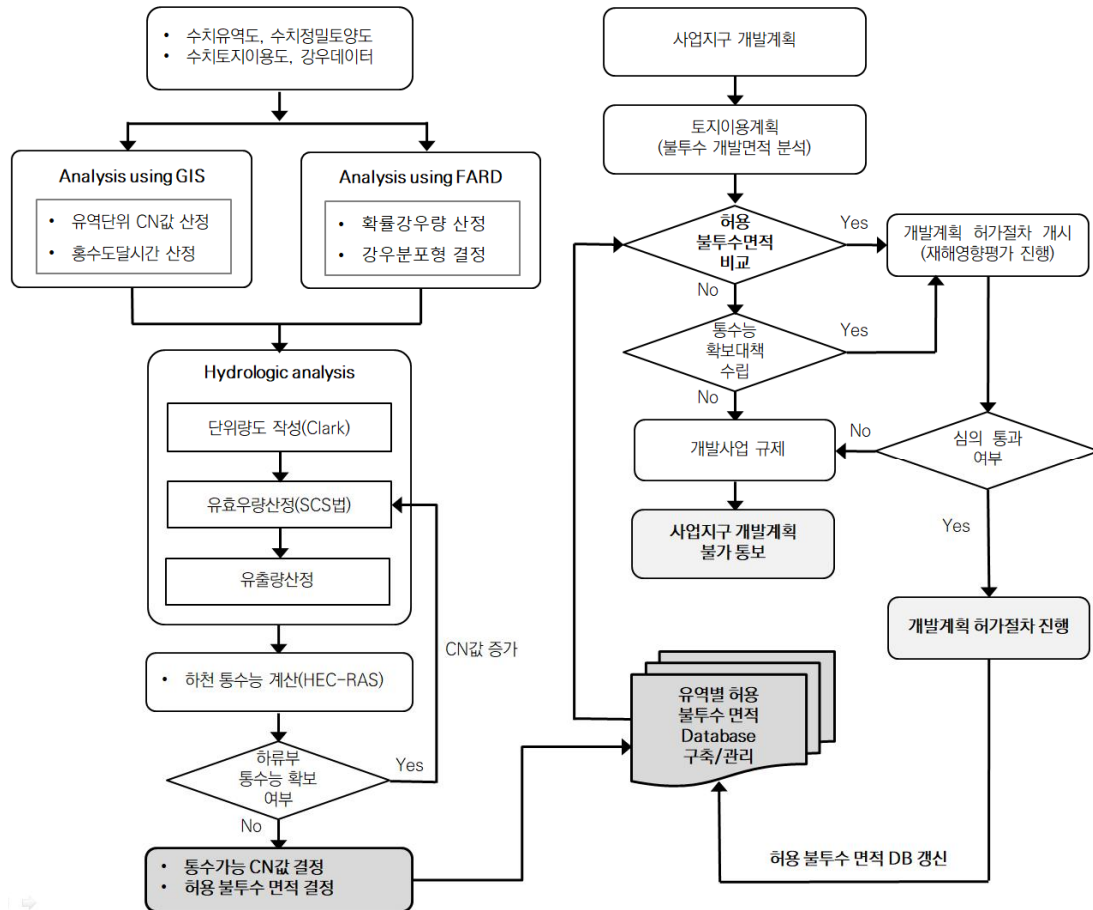
4.3 재해영향평가 관리시스템 구축

4.3.1 DIA-MS개요

재해저감 효과분석을 위하여 GIS Tool-Kit을 이용하여 시스템을 개발하였으며, DIA-MS(Disaster Impact Assessment Management System)로 명명하였다. DIA-MS는 GIS Tool을 이용하여 공간데이터의 중첩기능을 이용하였다. 공간데이터는 하천유역별 토양도, 토지이용도, 유역도 등의 데이터를 활용하였다. 연속수치지도의 데이터를 이용하여 토지이용도 등 기본정보를 자동으로 수집할 수 있도록 하였으며, 하천유역정보는 별도 작성하여 공간데이터를 추출하였다.

DIA-MS는 제주도 하천유역의 공간데이터를 기준으로 토지이용변화에 따른 유출곡선지수의 변화량을 고려하여 유역 내 개발 가능한 불투수면적을 산정하여 개발사업을 체계적으로 관리하고자 재해영향평가 관리시스템을 구축하였으며, 시스템의 기본 개념도는 <그림 4.11>과 같다. DIA-MS는 개발사업에 의한 불투수층 증가로 유역 내 하류부 하천의 통수능이 낮아져 재해위험성이 증가하는 것을 사전에 예방하기 위하여 개발하였다. 본 시스템은 개발사업에 따른 불투수층 증가로 변경된 CN값을 GIS 기능을 이용하여 분석한 후, 불투수면적지수를 통하여 불투수면적을 산정하여 유역 내 개발범위와 연계하여 재해영향평가 협의 업무를 진행하고 협의된 재해영향평가 자료를 전산화하여 체계적으로 관리하고자 한다.

각각의 하천유역은 하천이 감당할 수 있는 통수능이 있으며 현재 CN값과 여유고를 포함한 통수능에 해당하는 CN값의 범위를 산정할 수 있다. 개발 가능한 불투수면적의 범위를 설정하여 그 범위 내에서 개발사업이 이루어져 하류부 하천의 월류 등에 의한 2차 피해가 발생하지 않도록 의사결정을 지원하여 재해영향평가 관리의 효율성을 제고하고자 하며 DIA-MS 개념은 <그림 4.11>과 같다.

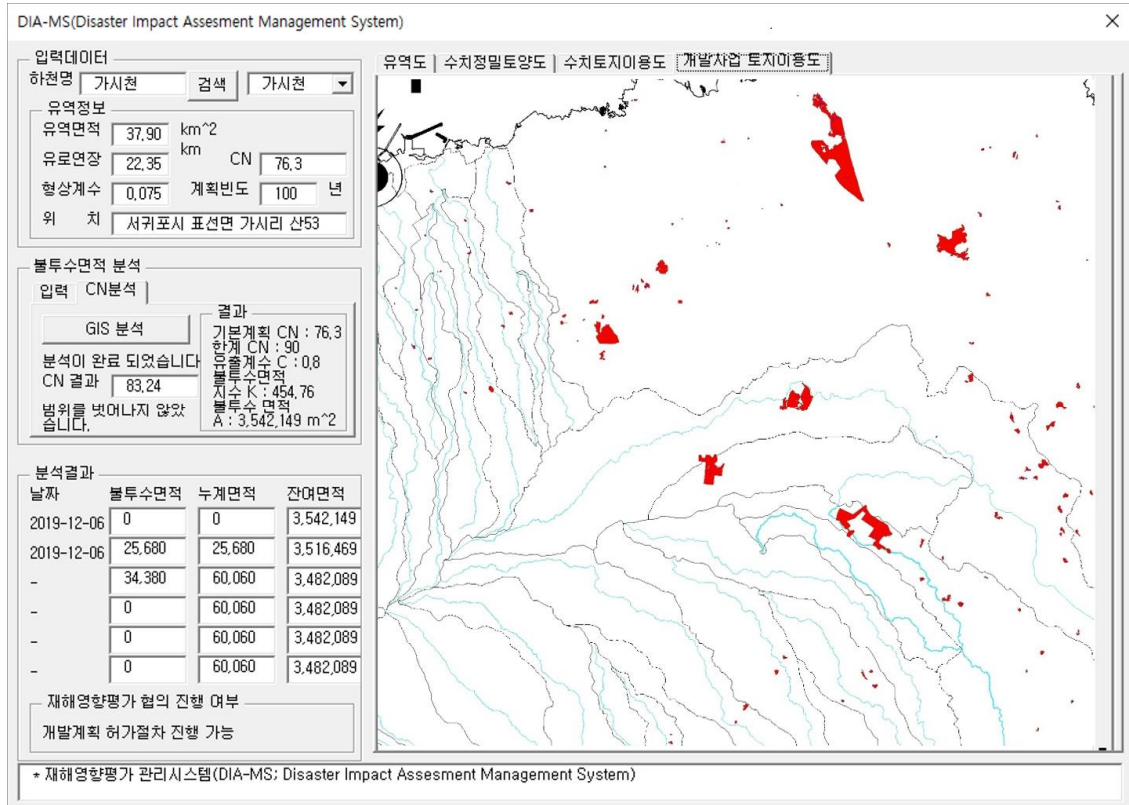


<그림 4.11> DIA-MS개념도

4.3.2 DIA-MS 구성

가. DIA-MS의 구성

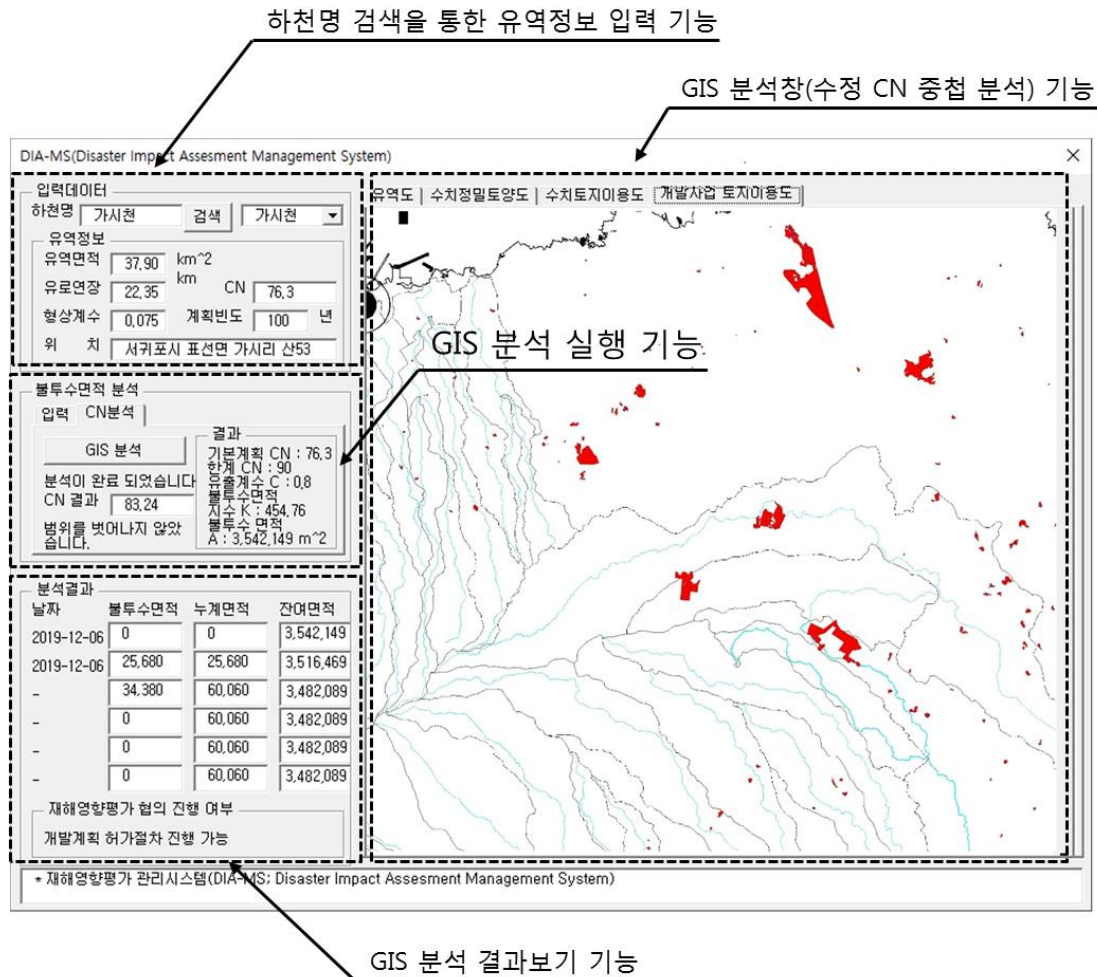
DIA-MS는 입력데이터 기능, GIS 분석 기능, 분석결과 기능, 개발계획 허가 절차 진행 여부 판단기능, GIS를 이용하여 수치지도를 중첩하여 공간데이터를 분석기능 등 전체 5개의 기능으로 구성되어 있으며, <그림 4.12>와 같다. 오른쪽 창은 수치지도(dwg, dxf, shp)를 확인할 수 있으며 중첩하여 공간데이터와 속성데이터를 분석할 수 있는 기능이 탑재되어 있다.



〈그림 4.12〉 DIA-MS 구성도

나. DIA-MS 기능설명

DIA-MS는 〈그림 4.13〉에서 보는 바와 같이 불러오기 기능, 분석기능, 결과보기 기능, 의사결정 기능으로 구성되어 있다. 〈그림 4.14〉와 같이 불러오기 기능 중 입력데이터 기능은 개발사업 지구가 포함된 하천명을 선택할 수 있으며, 하천이 선택 되면 하천에 대한 유역정보를 확인할 수 있다. 유역정보는 유역면적, 유로연장, 형상계수, 위치, CN값, 계획빈도 등 다양한 자료를 확인할 수 있도록 시스템을 구성하였다.



<그림 4.13> DIA-MS 기능 설명

GIS 분석 실행기능에는 불투수면적을 분석할 수 있는 기능을 탑재하고 있으며 수정된 수치토지이용도를 불러오기 하여 GIS 중첩을 통한 공간데이터와 속성데이터를 분석하는 기능이다. <그림 4.14>과 같이 입력테이블은 수정된 수치토지이용도를 불러오게 하여 분석기능을 누르면 수치지도 중첩에 의하여 새로운 CN값을 산정하는 기능이 있으며, 분석실행 기능은 <그림 4.15>와 같이 변경된 CN값, CN값의 범위, 유출계수(C), 불투수면적 지수(K), 불투수면적(A, km²)을 산정하는 기능이다.

입력데이터

하천명

유역정보

유역면적 km²

유로면장 km CN

형상계수 계획빈도 년

위 치

<그림 4.14> 입력데이터 기능

불투수면적 분석

입력 CN분석

GIS 분석

분석이 완료 되었습니다

CN 결과

범위를 벗어나지 않았 습니다.

결과

기본계획 CN : 76.3
한계 CN : 90
출계수 C : 0.8
불투수면적
지수 K : 454.76
불투수면적
A : 3,542,149 m²

<그림 4.15> 불투수면적 분석기능

분석결과 기능은 <그림 4.16>에서 보는 바와 같이 수정한 이력을 관리하는 데이터베이스 기능으로 불투수면적(m²), 불투수 누계면적(m²), 개발사업 가능 잔여 불투수면적(m²)을 관리하는 기능이다. 2019년 12월 6일 개발사업에 따른 불투수면적 25,680m²가 추가되고 같은 날 불투수면적 34,380m²가 추가되어 누계 불투수면적은 60,060m²가 되고 향후 개발사업 허용가능한 불투수면적은 3,482,089m²이다.

이와 같이 불투수면적을 기준으로 재해영향평가 협의를 운영함으로써 유역 내 하류부 재해영향을 현실적으로 저감하는데 큰 도움이 될 수 있으리라 판단된다. 이와 같은 결과에 따라 재해영향평가 협의 진행 여부에 따른 의사결정을 할 수 있는 기능도 탑재되어 있다.

DIA-MS은 지역별 기초자료가 입력된 상태에서 재해영향평가 협의대상 사업지구의 면적에 대하여 공간데이터와 속성데이터를 구분하여 입력하고, 개발면적이 반영되어 CN값을 재산정한다.

CN값이 산정되면 자동으로 유효우량을 산정하는 시스템이 가동된다. 이후 홍수량을 산정하여 개별 유역별로 정해진 제한 홍수량과 비교하여 개발에 의해 홍수량이 이를 초과할 경우에는 사업지구 내에 별도의 통수능 확보대책을 수립할 수 있도록 제시하였다.

DIA-MS 구성은 공간데이터를 보여줄 수 있는 기능 및 GIS를 이용하여 변경된 CN값을 분석하는 기능이 시스템에 탑재되어 있다.

분석결과			
날짜	불투수면적	누계면적	잔여면적
2019-12-06	0	0	3,542,149
2019-12-06	25,680	25,680	3,516,469
-	34,380	60,060	3,482,089
-	0	60,060	3,482,089
-	0	60,060	3,482,089
-	0	60,060	3,482,089

재해영향평가 협의 진행 여부
개발계획 허가절차 진행 가능

<그림 4.16> 분석결과 보기 기능

제5장 결 론

연구대상유역 하천이 감당할 수 있는 유출총량 도출을 통해 효율적인 재해영향평가 제도 운영을 위하여 GIS 기반의 재해영향평가 관리시스템(DIA-MS)을 구축한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

(1) 유역 내 재해영향평가 협의 대상 개발사업의 불투수층 면적 증가로 CN값이 변화가 나타났으며, 가시천 유역내 개발사업에 의한 CN값 증가는 하류부 하천의 통수능 저하에 직접적인 원인이 되는 것으로 나타났다.

(2) 재해영향평가 관리기법은 제주도 소하천 유역을 대상으로 CN값의 변화에 따른 유출량의 변화, 개발사업 총량제 기법 개발, 불투수면적 지수를 개발할 수 있었으며, 유출계수에 따른 불투수면적 지수에 의해 불투수면적을 계산할 수 있는 수식을 개발할 수 있었다. 연구대상 유역인 가시천의 경우, 불투수면적 지수 K는 45,476(유출계수 C=0.80가정)으로 계산되어 가시천 유역의 개발허용 불투수면적은 약 3.54km²(유역면적의 약 9.35%)로 도출되었다.

(3) 재해영향평가 협의대상 사업지구에 대한 홍수범람 평가를 체계적으로 관리할 수 있도록 GIS Tool을 이용한 DIA-MS를 구축하여 적용한 결과, 하천유역별 개발 가능한 불투수면적을 정량적으로 도출할 수 있었으며, 향후 개발 가능 면적범위를 예측하고 관리할 수 있을 것으로 분석되었다.

(4) 본 연구를 통해 개별 하천이 감당할 수 있는 정량적인 유출총량을 도출함으로써, 유역내의 무분별한 개발에 대한 유역 단위의 하천 범람으로 인한 재난 예방 측면에서 토지이용을 규제하거나 추가적인 저감대책을 수립하도록 제시할 수 있는 이론적 근거로 활용할 수 있도록 하였으며, 본 연구 이후에도 사면, 토사, 지반, 지진, 해안 재난 예방 분야의 연구가 활발해지고 DIA-MS와 연계된다면 정책수립의 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

강상준, 정주철, 이달별 (2014) 한국의 사전재해영향성검토 제도운영 개선방안 연구, 한국방재학회논문집, vol.14, pp.395-406.

국가법령정보센터 (2019) 자연재해대책법

국민안전처 (2016) 사전재해영향성검토협의 실무지침 분석(고시 제2016-79호).

국토해양부 (2012) 설계홍수량 산정요령

곽창재 (2017) 사전재해영향성검토협의 재해저감 대책의 실효성 증진 방안, Crisisonomy vol.13, pp.123-138.

곽창재, 최우정, 이명진, 서경민 (2017) 전략적 재해영향평가 정책 및 기술개발 기획, 국립재난안전연구원.

노혜진, 남진 (2012) 사업유형별 재해저감요소의 특성에 관한 실증분석, 대한국토, vol.47, pp.105-125.

박빈희, (2011) 사전재해영향성검토를 통한 방재시설의 현황분석과 개선방안, 한밭대학교 석사학위논문.

박상우 외 (2009) 사전재해영향성검토 협의제도 효과성 분석, 국립재난안전연구원.

박상주 (2003) 지리정보체계를 이용한 홍수재해 관리시스템 구축, 부경대학교 공학박사학위논문. PP.14-41

방기성 (2006) 사전재해영향성검토협의 제도, 도시문제, vol.41, pp.16-31.

소방방재청 (2010) 사전재해영향성검토협의 중점 검토항목 및 방법 등에 관한 사항 고시, 소방방재청.

신상대, (2008) 사전재해영향성검토협의제도 소개, 화재안전점검, vol.123, pp.35-39.

이명진, 서경민, 최우정 (2018) 사전재해영향성 평가에 대한 정책적 제언, 한국방재학회논문집, vol.18, pp.107-115.

정도준, 김운태, 오금호 (2016) 유역 치수효과 분석을 통한 재해영향평가의 필요성 제고, 한국방재학회논문집, vol.16, pp.159-168.

조용재, 박상주, 정인주, 김상용 (2003) GIS를 이용한 CN 산정에 관한 연구. 대한공간정보학회지, vol.11, pp.47-53.

조홍제, 오준호, 남병호, 정경택 (2004) GIS를 이용한 SCS-CN 산정에 관한 연구. 대한공간정보학회지, vol.12, pp.39-44.

한귀현 (2003) 사전 방재기능의 강화를 위한 법제 개선방안, 자연재해대책법을 중심으로, 공법학연구 vol.5, pp.575-598.

행정안전부 (2018) 2017년 재해연보, 행정안전부.

행정안전부 (2019) 재해영향평가등의 협의 실무지침, 행정안전부.

홍철 (2006) 사전재해영향성검토제도의 이해, 대한토목학회지, vol.54, pp.21-27.

Oliver C., David E., Ian B. (1997) Enhancing runoff modeling with GIS, Journal of Landscape and Urban Planning, Vol. 38, pp. 13 ~ 23.

Philip A. T., Stephen J. W. (1998) Modeling floodplain inundation using an integrated GIS with radar and optical remote sensing, Journal of Geomorphology, Vol. 21, pp. 295 ~ 312.

M. G. F. Werner (2001) Impact of grid size in GIS based flood extent mapping using a 1D flow model, Journal of phys. Chem. Earth, Vol. 26, pp. 517 ~ 522.

G. Gambolati, P. T. M. Gonella (2002) GIS Simulations of the Inundation Risk in the Coastal Lowlands of the Northern Adriatic Sea, Journal of Mathematical and Computer Modelling, Vol. 35, pp. 963 ~ 972.

Hjelmfelt, A.T. Jr., Kramer, K.A., and Burwell, R.E. (1982) Curve numbers as random variables, Proc., International Symposium on Rainfall-Runoff Modeling, Water Resource. Published Littleton, Col., pp.365-373.

부 록

<부록 1> 제주도 재해영향평가 협의 개발면적(2017년~2019년)

No	2017	2018	2019	No	2017	2018	2019
전체사업 개소수	개발면적	개발면적	개발면적	면적사업 개소수	개발면적	개발면적	개발면적
1	19,531	15,814	10,600	1	46,101	48,498	46,882
2	8,922	6,935	7,419	2	45,838	42,747	29,975
3	9,977	997,532	29,769	3	42,855	40,753	29,967
4	29,244	29,900	12,611	4	33,062	35,155	29,950
5	4252	29,950	14,392	5	32,270	31,268	29,877
6	4252	23,362	13,550	6	29,986	30,425	29,822
7	8,596	11,743	15,147	7	29,981	29,999	29,769
8	9,830	28,574	15,130	8	29,961	29,999	29,436
9	19,264	74,072	16,503	9	29,733	29,970	28,934
10	9,855	8,574	9,990	10	29,442	29,954	27,910
11	28,576	15,666	6,970	11	29,244	29,950	27,664
12	9,742	17,996	7,169	12	29,070	29,900	26,247
13	5,427	677,418	11,444	13	28,576	29,829	25,629
14	19,638	9,755	9,890	14	28,254	29,565	24,859
15	12,073	16,810	29,950	15	28,080	29,381	24,830
16	9,422	15,550	8,205	16	27,959	29,073	24,649
17	13,338	29,999	10,298	17	27,942	29,037	23,881
18	8,854	305,453	13,824	18	27,910	28,714	23,708
19	17,437	27,662	87,729.72	19	24,700	28,574	23,265
20	9,935	25,508	23,881	20	21,262	27,923	22,456
21	15,134	7,634	29,436	21	20,990	27,719	21,346
22	8,398	29,829	12,107	22	20,936	27,662	19,309
23	27,910	25,218	27,664	23	20,169	26,759	19,232
24	15,422	13,137	7,410	24	19,638	26,074	18,000
25	53,804	8,576	29,967	25	19,531	26,000	16,503
26	11,701	21,534	12,429	26	19,264	25,508	16,077
27	33,062	11,644	6,909	27	18,559	25,218	15,839
28	29,981	997,532	9,915	28	18,054	24,734	15,574
29	46,101	12,550	9,882	29	17,693	23,579	15,149
30	7,357	5,722	13,033	30	17,568	23,362	15,147

No	2017	2018	2019	No	2017	2018	2019
전체사업 개소수	개발면적	개발면적	개발면적	면적사업 개소수	개발면적	개발면적	개발면적
31	8,361	11,505	8,472	31	17,437	22,727	15,130
32	6,515	19,103	12,736	32	17,381	21,887	14,505
33	9,976	16,037	11,884	33	16,978	21,789	14,396
34	9,830	7,142	6,150	34	16,670	21,588	14,392
35	9,540	8,342	8,807	35	15,543	21,534	13,921
36	6,935	6,630	23,708	36	15,422	20,467	13,824
37	9,246	7,769	29,822	37	15,325	19,525	13,568
38	29,961	48,498	21,346	38	15,134	19,335	13,550
39	6,882	11,984	24,649	39	14,271	19,103	13,419
40	959,130	13,899	27,910	40	14,252	17,996	13,033
41	698,850	28,714	15,574	41	13,719	17,693	12,736
42	29,070	13,152	15,839	42	13,338	17,689	12,611
43	9,282	13,086	7,469	43	12,665	17,466	12,429
44	8,767	6,975	29,877	44	12,574	16,971	12,359
45	12,665	14,276	24,830	45	12,073	16,810	12,336
46	99,513	15,426	14,505	46	11,820	16,037	12,224
47	9,500	27,719	16,077	47	11,701	15,904	12,107
48	20,936	5,880	8,953	48	11,362	15,814	11,997
49	18,559	26,759	9,121	49	11,235	15,666	11,970
50	587,726	8,223	7,925	50	10,787	15,550	11,887
51	9,966	13,735	23,265	51	10,657	15,426	11,884
52	8,589	11,461	24,859	52	9,988	15,354	11,444
53	29,986	8,013	11,970	53	9,977	15,129	11,308
54	10,657	10,361	13,419	54	9,976	15,082	11,142
55	7,271	12,642	9,496	55	9,968	14,900	10,600
56	20,169	10,960	9,990	56	9,966	14,778	10,298
57	7,088	10,873	19,232	57	9,963	14,311	9,996
58	21,262	11,373	11,997	58	9,944	14,276	9,992
59	11,362	12,586	9,996	59	9,935	13,899	9,990
60	11,235	5,714	6,374	60	9,855	13,735	9,990
61	8,584	17,689	9,984	61	9,830	13,605	9,986
62	9,988	9,719	9,992	62	9,830	13,491	9,984
63	191,950	15,082	18,000	63	9,742	13,323	9,915
64	8,317	14,311	5,332	64	9,540	13,152	9,890
65	15,543	15,904	19,309	65	9,500	13,137	9,882
66	17,381	11,825	26,247	66	9,422	13,086	9,759

No	2017	2018	2019	No	2017	2018	2019
전체사업 개소수	개발면적	개발면적	개발면적	면적사업 개소수	개발면적	개발면적	개발면적
67	9,963	8,943	12,336	67	9,282	12,927	9,712
68	9,148	12,800	9,986	68	9,246	12,800	9,496
69	18,054	21,789	11,887	69	9,148	12,642	9,392
70	13,719	6,824	22,456	70	8,922	12,586	9,231
71	12,574	11,996	9,759	71	8,854	12,550	9,121
72	15,325	10,138	12,224	72	8,801.60	11,996	8,953
73	20,990	7,908	14,396	73	8,767	11,984	8,807
74	11,820	8,297	7,567	74	8,660	11,825	8,472
75	109,445	29,970	29,975	75	8,596	11,768	8,274
76	45,838	7,592	13,921	76	8,589	11,743	8,205
77	6,684	9,973	25,629	77	8,584	11,644	7,925
78	8,660	29,999	12,359	78	8,398	11,505	7,567
79	50,000	21,588	13,568	79	8,361	11,461	7,564
80	17,568	9,973	9,712	80	8,317	11,373	7,498
81	32,270	7,354	9,392	81	7,357	11,003	7,469
82	10,787	9,940	8,274	82	7,282	10,960	7,419
83	28,254	6,659	46,882	83	7,271	10,873	7,410
84	28,080	27,923	11,142	84	7,088	10,361	7,169
85	27,942	8,825	7,564	85	6,935	10,138	6,970
86	17,693	17,693	15,149	86	6,882	9,973	6,909
87	14,271	8,919	11,308	87	6,684	9,973	6,374
88	24,700	42,747	9,231	88	6,515	9,940	6,150
89	16,978	30,425	67,741	89	5,427	9,917	5,332
90	9,968	29,381	28,934	90	4252	9,915	-
91	42,855	23,579	7,498	91	4252	9,788	-
92	9,944	7,048	-	92	-	9,755	-
93	29,733	11,768	-	93	-	9,719	-
94	27,959	13,491	-	94	-	9,699	-
95	8,801.60	14,900	-	95	-	9,321	-
96	29,442	9,917	-	96	-	8,967	-
97	16,670	29,954	-	97	-	8,943	-
98	14,252	17,466	-	98	-	8,919	-
99	7,282	8,397	-	99	-	8,825	-
100	-	7,361	-	100	-	8,576	-
101	-	13,323	-	101	-	8,574	-
102	-	15,129	-	102	-	8,397	-

No	2017	2018	2019	No	2017	2018	2019
전체사업 개소수	개발면적	개발면적	개발면적	면적사업 개소수	개발면적	개발면적	개발면적
103	-	6,403	-	103	-	8,342	-
104	-	9,915	-	104	-	8,316	-
105	-	6,629	-	105	-	8,297	-
106	-	13,605	-	106	-	8,223	-
107	-	40,753	-	107	-	8,013	-
108	-	8,011	-	108	-	8,011	-
109	-	19,525	-	109	-	7,908	-
110	-	7,832	-	110	-	7,832	-
111	-	60,916	-	111	-	7,769	-
112	-	26,074	-	112	-	7,634	-
113	-	6,291	-	113	-	7,592	-
114	-	6,291	-	114	-	7,438	-
115	-	9,321	-	115	-	7,361	-
116	-	24,734	-	116	-	7,354	-
117	-	6,416	-	117	-	7,142	-
118	-	6,750	-	118	-	7,048	-
119	-	7,438	-	119	-	7,030	-
120	-	31,268	-	120	-	6,975	-
121	-	35,155	-	121	-	6,935	-
122	-	14,778	-	122	-	6,824	-
123	-	29,073	-	123	-	6,750	-
124	-	20,467	-	124	-	6,659	-
125	-	7,030	-	125	-	6,630	-
126	-	8,967	-	126	-	6,629	-
127	-	5,781	-	127	-	6,627	-
128	-	5,823	-	128	-	6,548	-
129	-	9,699	-	129	-	6,416	-
130	-	29,037	-	130	-	6,403	-
131	-	9,788	-	131	-	6,291	-
132	-	12,927	-	132	-	6,291	-
133	-	8,316	-	133	-	5,880	-
134	-	6,627	-	134	-	5,823	-
135	-	16,971	-	135	-	5,781	-
136	-	15,354	-	136	-	5,722	-
137	-	19,335	-	137	-	5,714	-
138	-	6,548	-	138	-	-	-

No	2017	2018	2019	No	2017	2018	2019
전체사업 개소수	개발면적	개발면적	개발면적	면적사업 개소수	개발면적	개발면적	개발면적
139	-	11,003	-	139	-	-	-
140	-	26,000	-	140	-	-	-
141	-	21,887	-	141	-	-	-
142	-	29,565	-	142	-	-	-
143	-	22,727	-	143	-	-	-

<부록 2> 제주도 소하천 현황

연번	소하천명	시 점	종 점	유역면적	하천연장	형상계수
1	네분개내	고성리 90-2	고성리 317	1.00	1.81	0.31
2	물보린내	고성리 110	고성리 148-1	2.00	0.87	2.64
3	큰구릉내	광령리 4041	하귀리 354	3.00	4.88	0.13
4	조부천	광령리 3315	하귀리 1-1	5.00	4.85	0.21
5	덕우물내	봉성리 산35-4	봉성리 470	5.00	6.26	0.13
6	보말내	봉성리 1009	봉성리 4001-2	5.00	5.10	0.19
7	거란내빌내	봉성리 846	봉성리 2850	3.00	2.55	0.46
8	오로코미내	상귀리 1921	하귀리 2194	2.00	1.24	1.30
9	거제비내	상귀리 870-1	상귀리 658	1.00	1.30	0.59
10	지름굴내	상귀리 755	상귀리 1331	1.00	0.76	1.73
11	고내술내	유수암리 2928	유수암리 567-4	5.00	2.25	0.99
12	왕다리내	하가리 1408	고내리 111	5.00	1.70	1.73
13	뒷 내	송당리 1911	송당리 485-1	4.00	2.43	0.68
14	동신술굴내	송당리 1892	송당리 484	5.00	3.32	0.45
15	명중내	교래리 413	북촌리 2066-2	5.00	12.85	0.03
16	도고리물내	선흘리 1850-1	선흘리 2674	5.00	3.10	0.52
17	버으내	회천동 402	신촌리 3404	5.00	8.08	0.08
18	앞내창	고산리 301-1	고산리 3992	5.00	3.75	0.36
19	통새골내	대서리 337	대서리 147	4.00	0.50	16.00
20	병문천지류1	도남동 345	도남동 566	2.00	1.03	1.89
21	음나물내	봉개 2740	삼양1 1623	5.00	5.99	0.14
22	가마귀빌내	아라동 7-10	아라1동 264	2.00	1.53	0.85
23	죽성내	오등동 395	오등동 577-1	2.00	1.75	0.65
24	병문천지류2	오등동 1882-61	오등동 1360	2.00	2.83	0.25
25	고마시내	오등동 1833-7	오등동 748	1.00	1.83	0.30
26	병문천지류3	오등동 1005	오등동 1281	1.00	1.65	0.37

연번	소하천명	시 점	종 점	유역면적	하천연장	형상계수
27	죽성내지류1	오등동 356	오등동 409-2	-	0.72	-
28	웅덩이골내	월평동 129	월평동 311	3.00	3.36	0.27
29	월평내	월평동 817	월평동 915	1.00	1.09	0.84
30	박하운내	오라2동 414	오라2동 481	3.00	0.82	4.46
31	칠곳질내	오라2동 76-1	오라2동 725-3	1.00	0.67	2.23
32	한천지류1	오라2동 산89	오라2동 33-1	-	4.01	-
33	흘천지류	연동 977	연동 1369-1	2.00	1.60	0.78
34	흘천지류2	연동 947	연동 586	-	1.30	-
35	가메통천	노형동 28-13	노형동 1878	-	1.75	-
36	골쇠천	해안동 599	해안동 844-1	-	2.60	-
37	절물내	해안동 2578	해안동 2279	4.00	2.26	0.78
38	학곤내	해안동 556-1	해안동 794	2.00	1.70	0.69
39	막은장내	해안동 1365-1	해안동 1834	2.00	0.90	2.47
40	질매가지내	도평동 1224	도평동 1307-1	1.00	0.54	3.43
41	삼각골천	신도리 568	신도리 2020-2	2.00	2.47	0.33
42	멜케천	신도리 1081	신도리 2937-3	5.00	3.11	0.52
43	풍낭굴천	수망리 685	태흥리 312-3	5.00	7.73	0.08
44	구분돌천	수망리 557	신흥리 1425	3.00	4.33	0.16
45	동골세천	신례리 1401	위미리 4193	4.00	3.22	0.39
46	홍제기천	신례리 산12-2	신례리 1892	2.00	1.86	0.58
47	신례미천	신례리 산14	신례리 1987	1.00	1.88	0.28
48	세천	위미리 1274-1	위미리 1715-8	5.00	3.42	0.43
49	움브리천	위미리 산1-1	남원리 2379-5	5.00	9.38	0.06
50	소물천	위귀리 1310	의귀리 1212	2.00	2.53	0.31
51	학림천	하례리 1776-3	하례리 1500	2.00	1.94	0.53
52	안불이천	한남리 475-11	위미리 1012	2.00	2.32	0.37
53	고수천	수산리 2510-3	고성리 61-19	5.00	5.90	0.14
54	난산천	난산리 2005	신산리 739-6	5.00	2.54	0.78
55	신난천	난산리 1499-2	신산리 565-7	5.00	3.30	0.46
56	중천	난산리 1281	난산리 737-1	1.00	1.55	0.42
57	삼달천	삼달리 1538-5	삼달리 6	5.00	4.50	0.25
58	신달천	신산리 1816	신산리 1197-4	5.00	2.60	0.74
59	신산천	신산리 1290-1	신산리 1178	1.00	1.10	0.83
60	탐니천	신천리 855	신천리 205	3.00	2.25	0.59
61	삼풍천	신평리 2142	삼달리 1239	3.00	3.05	0.32
62	남산천	신평리 1678	신평리 1721	1.00	1.10	0.83
63	진천	신평리 1482	신평리 1730	1.00	1.43	0.49
64	온평천	온평리 1606-7	온평리 701-4	4.00	1.25	2.56

연번	소하천명	시 점	종 점	유역면적	하천연장	형상계수
65	솔목천	감산리 721	대평리 913-3	1.00	1.45	0.48
66	앞막은골천	감산리 686-1	감산리 1006	1.00	1.75	0.33
67	대동천	대평리 610	대평리 781	4.00	1.80	1.23
68	햇모루천	대평리 1018-2	대평리 960-2	1.00	1.61	0.39
69	송청굴천	대평리 1106	대평리 775	1.00	1.01	0.98
70	양챙이발천	동광리 352	동광리 645	4.00	3.23	0.38
71	동양탄천	가시리 3181	가시리 2035	5.00	4.55	0.24
72	신수왓천	성읍리 2124-2	성읍리 3292	3.00	1.90	0.83
73	뒗동산천	성읍리 253	성읍리 2292	3.00	2.80	0.38
74	표하천	표선리 1912	표선리 464-3	4.00	4.00	0.25
75	용두골내	토평동 1577	토평동 1280	4.00	3.10	0.42
76	선내골내	토평동 1771-1	토평동 139	3.00	1.60	1.17
77	법호촌내	상효동 1473	신효동 1440	3.00	1.80	0.93
78	통물	호근동 2017-5	호근동 1628	4.00	2.60	0.59
79	생목골내	호근동 1237	호근동 1467	1.00	1.40	0.51
80	이천장물	월평동 31	월평동 662	3.00	1.70	1.04
81	행기수내	월평동 417	월평동 717	1.00	1.40	0.51
82	골세	도순동 415	강정동 4968	2.00	2.50	0.32
83	원지텃내	상예동 1901	상예동 4685	5.00	3.10	0.52
84	곰생이물	상예동 3644	하예동 1828-1	5.00	4.50	0.25
85	가가천	상예동 4286	상예동 4316	3.00	0.60	8.33
86	대왕수	상예동 393	하예동 568	3.00	2.00	0.75
87	생수물	색달동 754	상예동 661	5.00	2.80	0.64

ABSTRACT

Development of Disaster Impact Assessment Management System based on GIS technology

- Focusing on Flood Damage Prediction in River Basins Due to Development Projects -

Byun, Hwan Dong

Interdisciplinary Program in Crisis, Disaster and Risk Management

Sungkyunkwan University

The study aims to curb development projects or, as an alternative, propose various measures (i.e., structural and non-structural measures) to reduce disaster impacts of development projects on environments by predicting the impacts prior to the development projects. The study also aims to establish GIS-based Disaster Impact Assessment Management System to collect and manage data effectively. The study will contribute to making society resilient to natural disasters. The study examines Kashi-Stream basin in Jeju in which many development projects are recently conducted. Process of analysis is as followings: first, input data of DIA-MS include digital river basin map, digital detailed soil map, digital land use map, etc.; second, curve number(CN) is calculated considering increased impervious surface area due to the development project; third, impervious surface index(K) is calculated with consideration of impervious surface area; fourth, the total volume of runoff that can be carried by individual rivers within the basin without overflow is computed.

The study is anticipated to be used to develop policies for preemptive actions for river basin management.

Keywords : Disaster Impact Assessment, Curve Number(CN), flow capacity, Impervious Surface Area Index, Disaster Impact Assessment Management System(DIA-MS)