

# GIS분석을 통한 홍수시의 대피예보를 위한 시간 예측 - 춘천시를 중심으로 - The Time Prediction for Escape from Flood Using GIS - The Case of Chun-chon City -

양인태\* · 김옥남\*\* · 김재철\*\*\* · 박재국\*\*\*\*

Yang, In-Tae · Kim, Uk-Nam · Kim, Jae-Chol · Park, Jae-Kook

## 요 旨

춘천시는 여러 가지 자연재해 중 홍수로 인한 댐의 붕괴 시 상당한 피해를 입을 것으로 예상되는 지역이다. 그렇다면 피해를 최소로 하는 방법은 무엇이 있겠는가? 많은 방법이 있겠지만 댐이 붕괴되기 전 대피하는 것이 가장 좋은 방법이 될 것이다. 그러면 몇 시간 전에 대피를 해야 하고 어떤 도구로 대피해야 인명의 피해를 최소로 할 수 있을 것인가? 또한 어떤 방법으로 시간을 산정 할 수 있을 것인가? 이 연구에서는 이러한 의문을 ARC/INFO 기반의 GIS 기능인 버퍼링, 중첩, 네트워크를 이용하여 춘천시 외곽으로 대피할 수 있는 6개의 노선을 선정하였고, 각 노선의 교통량을 계산하여 위험 분산을 위한 시간을 예측해 보았다.

## ABSTRACT

Chun-chon city is the area that is estimated to be damaged by breaking of Dam by a flood among several natural disaster. If so, what is the way that minimize the damage? There are many ones but it may be best that we take shelter from it before the breaking of Dam. Then when must we do? By what instrument can we minimize the damage of people. And how do we compute the time? In this study, using buffering, overlap and network, GIS ability based on ARC/INFO. I chose six routes to take shelter outside of Chun-chon city, calculated the traffic volume of each ones, and estimated the time for decentralization of risks.

## 1. 서 론

자연 재해는 우리가 인식할 수 없는 상황을 통해 아무런 예고 없이 찾아와 많은 인명 피해와 재산 피해를 주는 재해이다. 춘천시는 분지의 형태를 갖고 있으며 주변에 소양댐과 춘천댐이 춘천시 위쪽에 위치하고 있어 많은 강우로 인한 홍수의 위험이 존재하고 있다. 소양댐이나 춘천댐이 붕괴된다는 가정 하에 인명의 피해를 최소로 하기 위해서는 재해 발생 전에 예보를 해야 그 피해를 최소로 할 수 있을 것이다. 또한 재해 시 행동지침에 관한 여러 가지 약속이 필요로 하게 될 것이다. 이 연구

에서는 우선 순위를 인명피해를 최소로 하는데 중점을 두었으며, 재산에 대한 피해는 염두에 두지 않았다. 또한 모든 공공조직은 혼란으로 인한 공황 발생 시 질서 유지 및 안내에 대한 역할을 담당하도록 해야 한다.

아래는 재해 상황시 대처에 따른 여러 가지 가정 사항이다.

- ① 재해에 관한 여러 가지 조건을 최악의 경우로 가정한다.
- ② 재해 시 행동지침에 관한 정제화와 강제력을 가정한다.
- ③ 재해 시 일반 공무원, 경찰, 소방관, 군인 등의 행동지침을 만든다.
- ④ 대피 시 인명을 최우선으로 하고, 재산에 대한 피해는 염두에 두지 않는다.
- ⑤ 도피 방법은 차량으로만 한다.
- ⑥ 모든 차량의 방향은 외곽을 향한다.

---

\*강원대학교 토목공학과 교수  
\*\*신구대학 지적과 부교수  
\*\*\*강원대학교 토목공학과 박사수료  
\*\*\*\*강원대학교 토목공학과 박사과정

⑦ 현재 위치에서 대피로에 대해 역으로 주행하는 것을 방지한다.

⑧ 도로의 한 방향만 역 방향으로 운전이 가능하도록 한다(때에 따라 역 방향 주행 가능).

⑨ 역 방향 운행 차량은 소방차, 버스(승합차) 등 공공 목적으로 운행되는 차량만 허용한다.

⑩ 현재 위치한 지역에서 지정된 노선으로 대피한다.

⑪ 차량이 없는 사람을 위하여 지정장소를 선정 집결 하도록 한다.

⑫ 전담요원의 최적 배치 및 최적인원 산정.

⑬ 춘천시의 공무원, 경찰, 소방, 군인을 병목구간이나 대피 집결 장소에 파견한다.

본 연구에서는 이와 같은 가정을 기초로 하여 ARC/INFO 기반의 GIS기능인 버퍼링, 중첩, 네트워크를 이용하여 위험 분산을 위한 구역별 시간을 예측해 보고자 하였다.

## 2. 재해와 GIS의 관계

재해 관리는 다양하고 복잡한 자료에 매우 의존적이다. 이에 적합한 자료들은 재해관리 프로그램의 크기와 범위를 결정하기 위해 논리적으로 수집되고, 조직되며 상황에 알맞게 디스플레이 된다. 실제로 재해가 발생하였을 경우에 적합한 행동을 취하고 대응하기 위해서는 올바른 정보와 관련된 세부적인 자료를 필요로 한다. 이러한 정보를 처리하기 위해서 GIS를 사용한다. 대부분의 재해는 이들 자료를 수집할 수 있는 시간적인 여유를 주지 않으므로 재해 관계자들은 적합한 정보 없이 추측하고, 평가하거나 의사결정을 해야 한다. 이런 일들은 시간, 재산 및 생명의 손실을 가져온다. GIS는 재해 발생 전후의 임의 정보를 가지고 시각적으로 디스플레이 하거나 정보를 집중시키고 의사결정을 지원할 수 있는 도구로 사용할 수 있다.

재해 관리 단계별 GIS의 역할을 살펴보면 :

- (1) 계획 단계 → (2) 재해 경감 단계 → (3) 준비단계 → (4) 대응 단계 → (5) 복구 단계로 나누어진다.

대응 단계에 대한 부분을 살펴보면 :

GIS는 재해 대응에 대한 선택과 경로를 결정할 수 있도록 도움을 줄 수 있다. 신속한 대응은 알려진 위치에서의 재해에 대한 선택 및 경로를 선택할 수 있다. 재해

시 GIS는 일차적인 위험이 도달하기 전에 세부 정보를 데이터 베이스화 할 수 있다. 일례로, 건물의 화재가 발생할 때 가까운 급수전, 전기 패널, 위험 물질 및 건물의 내부 구조 등을 확인하는 것이 가능하다.

위험물질 누출이나 화학적인 연기 방출에 대한 이동 방향과 속도는 피난지역과 억제 대책을 결정하기 위한 모델링에 사용될 수 있으며, 비상대책차량 파견은 비상사태의 발생위치를 실시간으로 추적하기 위해 이용할 수 있다. 또한 GPS 신호를 통하여 지도상에 위치가 표시되면 파견 가능한 구제 차량을 재해 장소에 투입할 수 있는 결정을 할 수 있다. 상이한 위치에서의 복합적인 비상사태(대규모홍수, 산사태, 지진 피해)의 경우에, GIS는 전체 상황을 유지관리하기 위한 대응능력을 분배할 수 있고 현재의 비상사태위치를 디스플레이 할 수 있다. 비상사태가 재해로 확대되는 국소적인 지역에는 외부에서 비상사태 대응 팀을 투입할 수 있을 것이다.

## 3. 적 용

### 3.1 연구지역

연구지역인 춘천시 10개의 면과 15개의 동으로 구

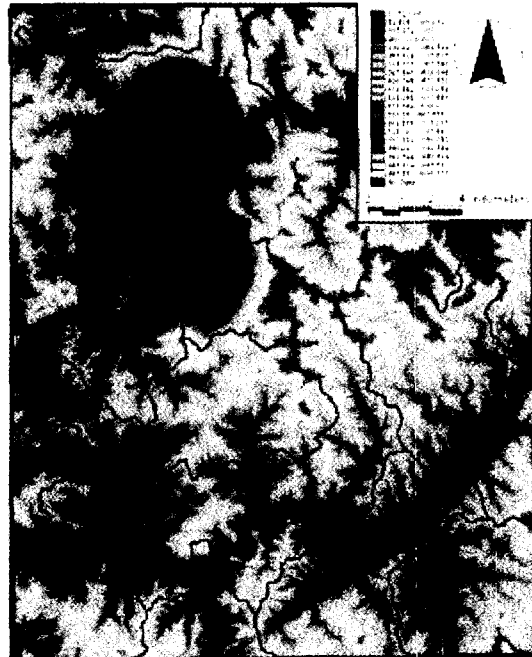


그림 1. 춘천시 DEM을 이용한 200 m 이하의 침수지역

성되어 있다. 이 연구에서는 소양댐과 춘천댐의 상류지역인 사북면과 북산면을 제외시켰고, 소양 1, 2, 3동을 소양동으로 통합하였다. 그래서 총 21개의 면과 동으로 구성된다.

### 3.2 필요한 인자

- ① 노선별 교통용량 및 서비스 수준
- ② 노선별 거리
- ③ 홍수시 침수높이 및 지역
- ④ 춘천시 행정구역도(1:25000 수치지도)
- ⑤ 춘천시 도로망도(1:25000 수치지도)
- ⑥ 춘천시 DEM도
- ⑦ 춘천시 하천망도

### 3.3 적용방법

① 춘천시의 도로망도를 이용하여 춘천시 외곽으로 대피 할 수 있는 6개의 노선을 선정한다. 선정된 지점과 노선은 다음과 같은 조건을 만족시킨다.

첫째 : 댐의 붕괴로 인한 침수시 침수에 안전한 지역 선정(최종 대피 통과지)

둘째 : 지형학적으로 접근이 가능한 지역(대피로), 접근성이 양호한 도로

셋째 : 교통량을 감당할 만한 교통용량이 되는 도로 (대피로)

넷째 : 침수의 영향을 받지 않는 지역

표 1의 각 루트별 포함하는 지역은 다음과 같다.

ROUTE 1 : 홍천방면으로 대피

ROUTE 2 : 화천방면과 사창방면으로 대피

ROUTE 3 : 화천방면으로 대피

ROUTE 4 : 양구방면으로 대피

ROUTE 5 : 홍천방면으로 대피

ROUTE 6 : 홍천방면으로 대피

② 각 구간별 출구를 1차 출구, 2차 출구, 3차 출구를 선정한다.

1차 출구 : 각 종착점 최소 위험 대피지역



그림 2. ROUTE 1의 교통용량을 이용한 버퍼링

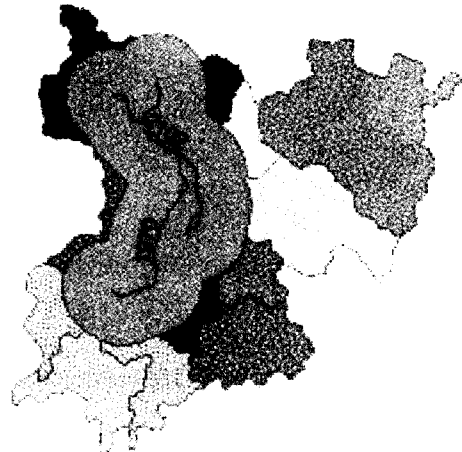


그림 3. ROUTE 2의 교통용량을 이용한 버퍼링

2차 출구 : 최소 위험 대피지역 여러 노선이 만나는 지점

3차 출구 : 여러 노선이 만나는 지점 - 각 출발점

최소 위험 대피지역의 선정이유는 소양댐의 높이를

표 1. 각 루트별로 포함하는 지역

ROUTE 1	ROUTE 2	ROUTE 3	ROUTE 4	ROUTE 5	ROUTE 6
신동면, 동산면 남산면 남면 의 5개 동	서면 소양동 근화동 의 19개 동	신사우동 신북면 의 17개 동	교동 후평1동 의 18개 동	후평2동 후평3동 동면 의 17개 동	강남동, 퇴계동, 조운동, 효자동, 석사동, 동내면 약사명동 의 17개 동

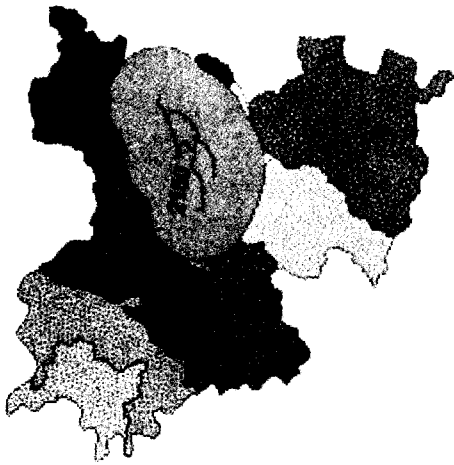


그림 4. ROUTE 3의 교통용량을 이용한 버퍼링

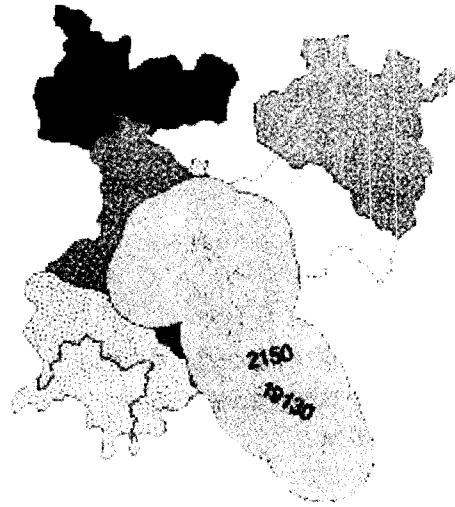


그림 7. ROUTE 6의 교통용량을 이용한 버퍼링

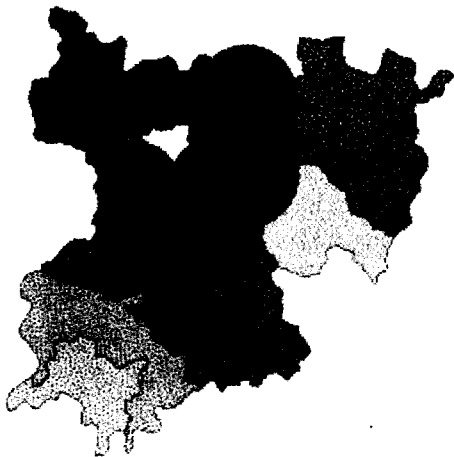


그림 5. ROUTE 4의 교통용량을 이용한 버퍼링



그림 6. ROUTE 5의 교통용량을 이용한 버퍼링

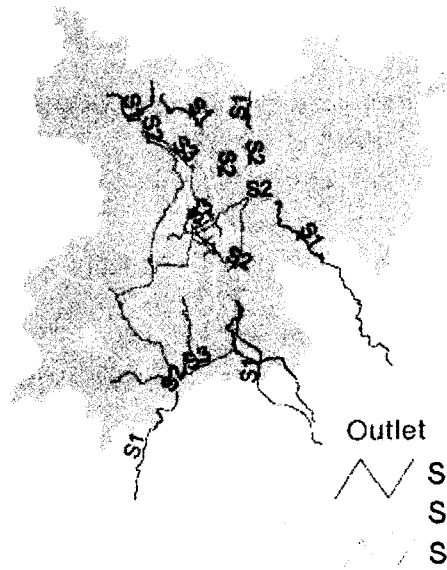


그림 8. 각 노선별 출구 지점

200 m(실제높이 198 m)로 가정하였을 때 물에 잠기지 않는 위치를 선정하였다. 선정방법은 춘천시 DEM을 사용하여 선정하였다.

여러 노선이 만나는 지점은 노선이 축소한다든가 교차로 등으로서 병목현상이 심하게 일어나는 지역을 의미한다. 이런 구간에 안내원이나 경찰을 투입할 수 있을 것이다.

③ 1999년 춘천시 통계연보를 통해 각 면, 동별 인구

표 2. 각 노선별지정 출구점

출구	노 선	
	ROUTE 1	ROUTE 2
3차 출구	출발점→반의동(신동면, 동산면)	출발점→춘천댐(서면)
	출발점→발산면(남산면, 남면)	출발점→춘천댐(소양동, 근화동)
2차 출구	반의동→광판리	춘천댐→지촌리
	발산면→광판리	춘천댐→지촌리
1차 출구	광판리→홍천 종착점	지촌리→사창 종착점 지촌리→화천 종착점
ROUTE 3		ROUTE 4
3차 출구	출발점→중리(신북면)	출발점→소양 1교(교동, 소양 1동)
	출발점→중리(신사우동)	
2차 출구	중리→화천 종착점	소양 1교→추곡터널
1차 출구		추곡 터널→양구
ROUTE 5		ROUTE 6
3차 출구	출발점→감자골	출발점→고속도로입구(강남, 퇴계, 조운, 효자, 석사, 약사명동, 동내면)
2차 출구	감자골→느랏재 터널	고속도로입구→원창 고개
1차 출구	느랏재 터널→홍천 종착점	원창 고개→홍천 종착점

각 종착점 : 최종 대피지를 의미한다.

표 3. 각 구간별 교통용량 인구수 및 차량 대수

	ROUTE 1	ROUTE 2	ROUTE 3	ROUTE 4	ROUTE 5	ROUTE 6
교통용량	2,150	1,970	2,150	2,270	2,115	19,130
인 구 수	11,060	25,560	24,620	22,447	48,390	109,025
차량대수	2,441	6,276	5,797	6,281	12,235	35,141

수 및 차량 보유대수를 확인하고 행정경계별 속성을 입력.

④ 춘천시 교통정비중기계획안을 통해 각 노선별 교통량을 산정한다.

교통량은 차량통행이 가장 빈번한 출·퇴근 시간대의 교통량을 기준으로 한다.

각 구간별 교통용량은 도로교통용량 편람상의 서비스 수준별 정의를 통해 최악의 수준인 F로 가정한다. 이렇게 가정했을 때 평균속도는 40 km/hr가 되고, 각 구간별 교통용량은 표 3과 같다.

⑤ 각 구간별 차량의 도로 접근성을 바탕으로 대상지역 전체의 교통량을 포함할 수 있는 범위로 버퍼링을 실시한다.

⑥ 버퍼링 면적과 최장 노선길이를 통해 각 구간별 교통용량을 배분한다.

⑦ 위의 값을 통해 단위 주행시간을 계산하고 총 주행

시간을 계산한다.

⑧ 주행 시간 예측을 통해 춘천시가 홍수에 의한 자연 재해 시 위험분산을 위한 예 경보 시간을 추정할 수 있을 것이다.

#### 4. 결과 및 분석

각 구간별 차량의 도로 접근성을 바탕으로 대상지역 전체의 교통량을 포함할 수 있는 범위로 버퍼링을 실시한 결과 위 표 4와 같이 각 구간별 교통량이 계산되었다. 버퍼링 면적과 최장 노선길이를 통해 각 구간별 교통량을 산정 하였다. 각 구간별 합계 교통량 값을 통해 총 주행 시간을 계산하였다. 주행 시간 예측을 통해 춘천시가 홍수에 의한 자연 재해 시 위험분산을 위한 예 경보 시간을 추정한 결과 ROUTE 1은 52분, ROUTE 2는 5시간 30분, ROUTE 3은 2시간 15분, ROUTE 4

표 4. 각 구간별 교통 통계치

지명	노선					
	ROUTE 1	ROUTE 2	ROUTE 3	ROUTE 4	ROUTE 5	ROUTE 6
강남동	384.234	800.551	185.352	529.408	622.906	800.551
교동	0.000	224.401	224.401	224.401	224.401	224.401
근화동	0.000	630.143	609.428	630.143	630.143	630.143
남면	199.573	0.671	0.000	0.000	0.000	0.000
남산면	526.369	178.014	0.000	0.000	0.000	24.579
동내면	92.024	41.419	8.094	105.493	454.462	793.508
동면	0.000	38.722	68.451	190.338	947.815	140.886
동산면	197.504	0.000	0.000	0.000	0.195	337.301
북산면	0.000	0.000	0.485	23.775	2.654	0.000
사북면	0.000	298.245	135.201	42.840	0.000	0.000
서면	77.763	490.224	114.263	18.080	10.815	126.842
석사동	73.263	1615.567	1081.468	1615.567	1615.567	1615.567
소양동	0.000	499.400	499.400	499.400	499.400	499.400
신동면	258.449	135.021	0.000	8.869	16.257	210.405
신북면	0.000	434.282	758.126	679.974	302.411	7.207
신사우동	0.000	798.162	798.162	798.162	669.641	550.873
약사명동	0.000	363.799	363.799	363.799	363.799	363.799
조운동	0.000	233.801	233.801	233.801	233.801	233.801
퇴계동	790.634	1364.223	667.472	1364.223	1364.223	1364.223
효자동	0.000	2560.601	2560.601	2560.601	2560.601	2560.601
후평 1동	0.000	1031.801	1031.801	1031.801	1031.801	1031.801
후평 2동	0.000	808.202	808.202	808.202	808.202	808.202
후평 3동	0.000	1324.003	1324.003	1324.003	1324.003	1324.003
교통량 합계	2599.813	13871.250	11472.510	13052.880	13683.097	13648.093
교통량 배분	1.209	7.041	5.336	5.750	6.470	0.713
단위 교통용량	2150	1970	2150	2270	2115	19130
노선길이	28640	31282	16825	20985	38906	37564
단위 주행시간	42.96	46.923	25.238	31.478	58.359	56.346
총주행 시간	00:52	05:30		02:15	03:01	06:18

는 3시간 1분, ROUTE 5는 6시간 18분, ROUTE 6은 40분이라는 결과를 얻을 수 있었다.

### 5. 결 론

첫째, 각 구간 별 총 주행시간 산정을 통해 춘천시에 대한 자연 재해 발생 시 대피 경로를 몇 시간 전에 발령하여야 피해를 최소화 할 수 있을 것인가를 추정 할 수 있었다.

둘째, GIS의 버퍼링 기능과 네트워크분석을 통해 구간별 교통량을 산정 할 수 있었다.

셋째, 자연 재해 시 위험분산을 위한 예 경보 시간을

추정한 결과 최대 6시간 18분 최소 40분이라는 결과를 얻었다.

넷째, 추후 도로설계나 도로 정비계획을 세울 때 대피로를 염두에 두고 도로를 설계하거나 계획 시 의사결정에 도움을 줄 수 있을 것으로 보이며, 교차로, 간선도로, 소로 부분까지 범위를 확대해 적용한다면 좀더 정확한 시간을 예측할 수 있을 것으로 기대된다.

### 참고문헌

1. 김동문, "교통영향평가를 위한 GIS의 적용기법", 강원대학교 대학원, 1996. 2, pp. 6-25.

2. 박형근, “GIS를 이용한 도로교통용량에 따른 최적경로 선정”, 강원대학교 대학원, 1997. 2, pp. 1-23.
3. 소양강댐 유량측정 보고서, 1999.
4. 양인태, 김동문, 유영걸, “도로의 최적노선 결정을 위한 GIS와 AHP의 적용 연구”, 대한토목학회논문집, 제21권, 제2-D호, 2001. 3, pp. 247-253.
5. 지형공간정보체계를 이용한 재해관리 방안 연구, 행정자치부, 2000.
6. 춘천시 교통정비증기계획, 춘천시, 2000.
7. 춘천시 통계연보, 춘천시, 1999.
8. 한창복, “최적노선선정을 위한 지형공간정보체계의 적용에 관한 연구”, 부산대학교 일반대학원, 1999, pp. 17-52.
9. Salah Sadek, Mounia Bedran, Isam Kaysi, “GIS Platform for Multicriteria Evaluation of Route Alignments”, Journal of Transportation Engineering, Vol. 125, No. 2, 1999, pp. 144-151.

---

(2001년 4월 29일 원고접수)