

다속성 의사결정 기법(MADM)을 이용한 도시 방재시설의 적정입지 평가에 관한 연구

- 진주·사천 지역 소방서를 중심으로 -

Location Analysis and Evaluation of Public Facilities for Disaster
Prevention and Public Safety using MADM method

- A Case study of Fire Station Location in Jinju and Sacheon -

김 영* · 류태창** · 안정근***

Kim, Yeong · Ryu, Tae-Chang · Ahn, Jung-geun

Abstract

We are often confronted with decision-making problems in planning and location analysis of public facilities: How to select effectively the optimum location among various alternatives (sites) or how to rank such alternatives according to their advantage and importance. As one of technical methods for the effective decision making, the Multiple Attribute Decision Making (MADM) method has been developed and widely used. In this paper, we examined location analysis for new fire stations using the MADM method based on data of fire service manpower (the number of fire officials), equipment (the number of facilities), fire statistics (fire incidence), access (road condition) and cooperation with other agencies in Jinju and Sacheon area.

Based on such data, we selected the best alternatives using TOPSIS and HAW. In this study, the AHP method and the Entropy method were used for weighting and locations alternatives for fire stations were evaluated.

키 워 드 · 다속성 의사결정, AHP, 엔트로피, 공간입지,

Keywords · Multiple Attribute Decision Making, AHP, Entropy, Spatial location,

1. 서 론

우리나라는 개발연대를 거치면서 엄청난 물량의 건설투자와 산업화가 동시에 일어났고, 급속한 인구의 증가·물리적 환경의 변화 등의 외형적인 발전에 치중한 나머지 내형적인 도시안전에 대한 인식은 매우 부족한 실정에 있다. 이러한 인식부족이 최근 몇 년 동안 누적되면서 1990년대 이후 무수히 발생

* 경상대학교 도시공학과 교수

** 경상대학교 도시공학과 박사과정

*** 경상대학교 도시공학과 교수

하는 도시 내 각종 대형 재해 및 재난사고로 표출되면서 안전성 도시가 부각되고 있다.

WHO(세계보건기구)에서는 도시의 환경 형성조건에서 안전성은 생활환경을 구성하는 가장 기본적인 요건으로 지적하고 있다. 그러나 우리나라의 도시생활 환경의 이슈는 경제성을 중시하고 있어 현재 시점에서의 안전성과 방재의 역할은 매우 미약한 시정이다.

재해와 재난은 보통 돌발적으로 발생하기 때문에 사전에 예측하기에는 매우 어려우며 불가피하게 발생할 경우 그 발생한 재난·재해로부터 인명 및 재산상 피해가 최소가 될 수 있도록 대응방안을 수립하고 실행하여야 한다. 또한 재난·재해 발생이후 복구를 효율적이고 신속하게 진행할 수 있도록 정부와 공공부문 및 민간부문의 조직들이 체계적이고 즉각적이면서 효율적으로 대처할 수 있도록 항상 준비가 되어있어야 한다.

선진 외국의 경우 이미 도시재해와 안전관리의 중요성을 인식하여, 종합적이고 체계적인 안전관리 정책을 수립하고, 실행으로 국가차원의 위기관리체계를 구축하고 있는 실정이다.

그러나 과거 우리나라의 경우 행정자치부내 민방위본부를 두고, 각 지방정부에 민방위국(도), 건설국(도), 소방본부(도), 기획관리실(광역시), 내무국(광역시), 소방본부(광역시)를 두어 재난 재해를 대비하였다. 이러한 여러 부서의 관리로 체계적이지 못하고, 업무의 유사성으로 재난 재해에 대해 신속하게 대처하지 못했으며, 각종 방재시설(소방서 및 소방파출소)입지 역시 도심지역에 집중 배치되어 지역적 불균형을 이루어 제대로 된 공공서비스 기능을 담당하지 못하였다. 이에 적당한 수요의 공공서비스시설이 형평성과 효율성을 고려하여 입지하는 것은 한정된 자원의 효율적인 배분을 목표로 하는 정부의 중요한 과제이다.

이에 본 연구는 형평성과 효율성을 갖춘 안전한 도시를 만들기 위한 방안으로 도시 방재 시설 중 하나인 소방파출소의 체계적인 시설 배치와 적정입지평가 분석을 실시하였다. 연구의 공간적 범위는 진주·사천의 소방서와 소방파출소가 입지 되어 있는 진주, 사천, 하동 남해, 산청지역을 대상으로 설정하였다. 그러나 진주시 및 사천시 도심지의 경우 소방서비스가 전지역 고루

미치는 관계로 대상지역에서 제외한 나머지 지역을 대상으로 삼았다. 또한 소방서의 경우 관계규정 1)에 의해 1개 이상이 설치가 어려운 관계로 각시의 소방서는 제외하였다.

연구의 방법으로 3단계 변수 설정단계를 통하여 적정 입지에 필요한 변수의 확보하여 다속성 의사결정(MADM)방법중의 하나인 TOPSIS와 HAW를 이용 최적 입지 대상지역을 평가하고자 하였다. 모형에 사용되는 가중치는 AHP(쌍별비교)방법과 엔트로피법을 이용하여 각 항목에 대한 가중치 변화에 따른 입지지역 변화를 함께 살펴보았다. 또한 결과값을 통하여 여러 입지 대안 중에 입지평가 값이 높은 곳을 찾아 위성사진을 이용 각 소방서 및 파출소의 적정 방재구역을 표현하여 각 지역 주민들의 공공시설이용에 대한 만족도 향상 등의 개선방안에도 기여하고자 하였다.

설문조사는 소방관, 소방관련학과 교수, 도시공학과 교수를 대상으로 하였고 대상지는 경남소방본부, 진주·사천소방서를 대상으로 삼았다. 설문조사방법은 방문조사와 우편조사를 병행하여 실시하였고, 설문결과는 통계패키지인 SPSS와 엑셀을 이용하였다.

II. 기존 연구의 고찰

- 1) 국내의 소방서 및 소방파출소 설치 기준은 소방력기준에관한규칙과 지방소방기관설치에관한 규정에 의해 좌우된다.
 - 지방소방기관설치에관한규정에서는 소방서 및 소방파출소의 설치는 시·도 관할구역안의 소방업무를 담당하게 하기 위하여 소방방재청장의 승인을 얻어 당해 시·도의 조례로 소방서를 설치(폐합 및 통합도 동일) 파출소의 경우 소방서장의 소관사무를 분장하에 하기 위하여 당해 시·도의 규칙으로 소방서장 소속하에 둘 수 있다.
 - 소방력기준에관한규칙에서의 소방파출소 설치 기준은 경우아래 표와 같다. 또한, 농·공단지, 상업단지, 주택단지, 관광단지등 대형화재의 위험이 있거나 소방수요가 급증하여 특별한 소방대책이 필요한 지역에 설치한다

구분	대도시	중도시	소도시	소도읍
관할면적	5km ²	10km ²	15km ²	20km ²
관할인구	-서울:7만명 -부산:3만명 -대구·인천·광주·대전:2만명	-인구 50만이상도시:3만명 -인구 10만이상 50만미만의 도시:2만명	1만5천명	1만명

1. 관련연구 동향

원제무(1984), 이정선·송명규(1985), 원제무·윤칠용(1989)의 연구는 연구논문의 형식을 띤 것으로 우리나라 도시 및 지역계획분야에 다속성 의사결정방법을 소개하기 위한 선구적 시도라고 할 수 있다.

원제무(1984)의 논문에서는 도심통행 제한을 위한 7가지 정책대안 가운데 최적대안을 선정하기 위해 ELECTRE I, SAW, Compromise Solution, 등 3가지 다속성 의사결정방법을 적용하였으며, 적용된 3가지 분석방법을 계산의 용이성, 의사결정자와의 교류, 현실에의 적용성, 서울교통환경에의 적용성 측면에서 상호비교 하였다.

이정선·송명규(1985)의 논문에서는 광명철산지구의 3가지 택지개발사업대안 가운데 최적대안을 선택하기 위해 NDV를 적용하였다.

그리고 원제무·윤칠용(1989)의 연구는 버스, 굴절버스, 지하철, 경전철 등 4가지 대중교통수단 가운데 최적 교통수단을 선택하기 위하여 ELECTRE II 방법을 사용하였다.

표 1. 관련연구동향

적용분야	적용기법	연구자(년도)
교통계획안평가	ELECTRE I SAW Compromise Solution	원제무 (1984)
택지개발사업대안 평가	NDV	이정선, 송명규(1985)
대중교통수단 평가	ELECTRE II	원제무, 윤칠용(1989)
발전소 후보지 평가	TOPSIS	국토개발연구원 (1989)
신도청 후보지 평가	SAW	전남발전연구원 (1993)
도로투자 우선 순위 평가	SAW	서울시정개발연구원 (1993)
임도개설순위 결정	SWA, TOPSIS	차두성, 최구현 김중윤 (1996)
집단지식지구 적지분석	TOPSIS	황국영, 이규완 (2000)
폐기물매립시설 입지분석	TOPSIS	오규식, 권오경(2001)
공원입지선정	Linmap	김영, 조제영(2001)

국토개발연구원(1989), 전남발전연구원(1993),서울시정개발연구원(1993)의 연구사례는 실무적인 보고서의 성격을 띤 것으로 그 분석결과가 실무에서의 의사결정에 직접적으로 이용된 사례이다. 국토개발연구원(1993)의 연구에서는 원자력발전소 및 유연탄발전소의 입지후보자를 선정하기 위해서 TOPSIS 를 이용

하였다. 그리고 전남발전연구원(1993)의 연구에서는 전남의 신도청 소재지를 선정하기 위해서 1차분석에서 최소한의 도시개발이 가능하다고 평가된 전남대 16개 지역에 대해 SWA를 적용하여 이 가운데 상위 4개 지역을 2단계에서의 신도청 소재지 후보지로 선정하였다. 서울시정개발연구원(1994)에서는 노선별 도로투자의 우선순위를 산출하기 위해서 SAW를 적용하였다.

차두성, 최구현, 김종운(1996)은 임목수확 및 무육자업을 위한 임도개설 순위를 결정하기 위해선호보정이 없는 모형인 최소최소법 및 최대최대법, 선호보정이 있는 모형인 단순가중치법, 계층가중치법 및 TOPSIS법의 적용성을 검토하여 TOPSIS법과 단순가중치법을 이용 임도개설 순위의 적합성을 판명하였다.

황국영, 이규완(2000)은 GIS와 TOPSIS를 결합하여 김해 대청공원 집단시설지구의 위치 적지분석을 실시하여 2개의 후보지를 결과물을 제시하였다.

오규식, 권오경(2001)은 남양주시에 혐오시설의 하나인 폐기물 매립시설 입지분석을 실시하기 위하여 TOPSIS를 적용하였다. 같은 해 김영, 조재영(2001)은 진주시 G·B해제 대상지를 대상으로 공원입지선정을 하기 위하여 Linmap를 적용하였다.

III. 분석방법의 개요와 가중치

본 연구에서의 분석방법은 다속성 의사결정방법중의 하나인 HAW(점수모형)와 TOPSIS(절충모형)을 사용하여 입지를 결정하며 이에 필요한 가중치 산정은 2가지 방법을 이용하여 각각의 가중치를 이용하고자 하였다

1. TOPSIS 와 HAW 의 개요

TOPSIS의 개발은 Yoon(1980)에 의해 개발된 것으로 최종적으로 선택된 대안은 이상적인 해로부터 가장 가깝고 반이상적인 해로부터 가장 멀어야 한다는 개념이다. 각 요소는 단조증가(감소)효용극수를 가진다고 가정하면 가장 좋은 요소치로 구성된 이상적 해와 가장 나쁜 요소치로 구성되는 반이상적해를

쉽게 구할 수가 있다. 기하학적으로 보면 이상적인 해로부터 유클리드-거리 (euclidean distance)가 가장 멀어야 하는데 비록 이상적인 해로부터 가장 가까워도 이상적 해로부터 대안을 선택하게 된다. TOPSIS는 상대적인 근접거리를 이상적 해를 동시에 고려하여 대안을 선택한다.

HAW(계층가중치법)은 계층적 구조를 이용하여 가중치를 고려하는데 이것은 문제에 대해 직관적으로 이해한 것을 부분순위집합으로 나타내기 위한 수단으로 레벨을 가진다. 최상부 레벨은 목적과 관련된 원소를 가지며 주어진 단계에서의 각 원소 하부레벨의 원소들을 지배한다. 최하부의 원소들을 비교하기 위하여 바로 상부의 단계로부터 최상부 단계까지의 영향을 고려한다.

2. 분석에 이용되는 가중치 개요

본 연구에서의 가중치는 AHP와 엔트로피를 사용하였다. 그 첫 번째 AHP(쌍대비교)는 1970년대 초 Saaty에 의해 개발되어진 AHP는 가중치를 합리적으로 설정하기 위하여 도입되었다.

상위계층에 있는 한 기준의 관점에서 하위계층에 있는 기준들의 상대적 중요도를 평가대상이 되는 기준들간의 쌍대비교를 행하고, 그 결과를 행렬로 나타낸다.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & a_{33} & \dots & a_{2n} \\ 1/a_{22} & a_{23} & 1 & \dots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & 1/a_{3n} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

기준과 대안의 수가 증가하게 되면 쌍대비교 횟수는 기하급수적으로 증가한다. 이런 쌍대비교 횟수가 많아지면 각 기준에 대한 대안들을 평가하는 부분에서는 등급평가에 의해 등급이 구해진다.

두 번째는 엔트로피의 개념은 물리학 정보이론 등에서 유용하게 쓰이는데 정보이론에서 엔트로피는 이산확률분포 p_i 로 나타내어지는 불확실성의 척도가 된다. Shannon에 의해 소개된 불확실성에 대한 척도는

$$H(p_1, p_2, \dots, p_n) = -k \sum_{j=1}^n p_j \log p_j \quad k=\text{양의 정수}$$

이때 모든 p_j 가 같은 값을 가질 때 즉 $p_j=1/n$ 이면 $H(p_1, p_2, \dots, p_n)$ 값은 최대가 된다. 대안 i 의 요소 j 에 대한 평가치 p_{ij} 는 어느 정도의 정보를 포함하고 있기 때문에 요소 j 에 대한 평가치의 정보량은 엔트로피로 측정할 수 있다. 그러나 평가치 p_{ij} 의 의미는 모든 대안의 서로 다른 평가치에 있으므로 p_{ij} 는 요소 j 에서 대안에 의하여 발생하는 평균정보에 어느 정도 접근해야 한다. m 개의 대안과 n 개의 요소를 갖는 의사결정행렬 D 가 주어졌을 때 대안 i 의 요소 j 에 대한 평가치 p_{ij} 는 다음과 같다.

$$p_{ij} = \frac{v_{ij}}{\sum_{i=1}^m v_{ij}}, \text{ 모든 } ij \text{에 대하여}$$

여기서 v_{ij} 는 각 행렬값 또한 요소 j 에서 평가치 p_{ij} 에 대한 엔트로피 E_j 는

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m p_{ij} \log p_{ij} \text{ 모든 } j \text{에 대하여}$$

여기서 k 는 상수로서 $1/\log m$ 이고 $0 \leq E_j \leq 1$

요소 j 에서 평가치가 제시하는 정보의 다양성 정도 d_j 는 $d_j=1-E_j$ 모든 j 에 대하여로 정의된다. 여기서 w_j (정규화 된 가중치)는 다음과 같이 정의된다.

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} \quad (j=1, 2, \dots, n)$$

만약 의사결정자가 미리 주관적인 가중치 h_j 를 가지고 있을 때, 구하고자 하는 가중치 w_j^* 는 다음과 같다.

$$w_j^* = \frac{h_j w_j}{\sum_{j=1}^n h_j w_j} \quad (j=1, 2, \dots, n)$$

IV. 소방시설의 현황과 입지에 대한 전문가 분석

1. 연구지역 현황

본 연구의 대상지역은 진주시, 사천시, 남해군, 하동군, 산청군지역으로 2개 시와 3개군으로 설정하였다. 조사지역의 소방서와 소방파출소의 현황은 진주시의 경우 진주소방서는 진주시내에 4개의 파출소와 남해군, 하동군, 산청군에 각각 하나의 소방파출소를 관리하고 있다. 사천시의 경우 사천소방서 관할

에 3개의 소방파출소를 두고 있으면 진주시·사천시의 경우 도·농이 통합되어 있는 지역이라는 특징으로 읍·면지역의 경우 소방출장소를 두어 소방업무를 관리하고 있는 상태이다. 진주시와 사천시의 경우 도·농이 통합된 도시로 도심에 주로 소방시설이 입지되어 있고 외곽지역의 경우 소방파출소 및 출장소가 소방서비스를 담당하고 있는 실정이다. 두 도시의 외곽지역(구 진양군, 구 사천읍)의 인구는 약 6만2천과, 5만7천으로 인구를 기준으로 할 경우 각 시에 2~3개의 시설이 추가되어야 할 상황이다. 또한 각 군의 경우 현재 1개 파출소와 1개의 출장소가 배치되어 있으나 인구 및 면적을 대비할 경우 매우 부족한 실정이다. 3개군 평균 인구는 약 5만 명으로 인구를 기준할 경우 최소 2~4개정도의 시설이 추가되어야 할 상황이다.



그림 1. 조사지역 현황도

사례대상지역의 경우 우리나라 태풍의 길목에 인접(남해군·사천시·진주시)하고 있는 관계로 재해 및 재난의 정도가 크며 또한 산청군 하동군의 경우 산악지역으로 집중호우시 산사태 및 하천범람으로 인명과 재산피해가 많은 지역이기도 하다. 재해 피해정도를 살펴보면 진주시의

경우(1998년~2001년) 4년 평균 피해액이 2,689 백만원 사천시의 경우 2,948백만원 남해군의 경우 3,617백만원, 하동군의 경우 11,918백만원, 산청군의 경우 8,377백원으로 바다와 인접한 지역의 경우 해일 폭풍에 직·간접인 피해가 커 피해액수가 큰 것으로 나타났다. 또한 침수면적의 경우 진주시의 경우 4년 평균 약 4125.05km², 사천시의 경우 903km², 남해군의 경우 58km² 하동군의 경우 334.7km² 산청군의 경우 446km²의 평균 피해가 발생하였다.

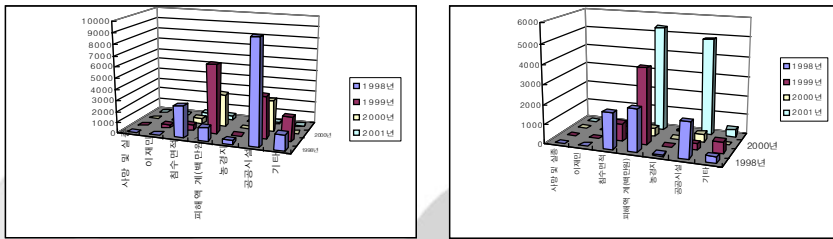


그림 2 진주시·사천시 피해 현황

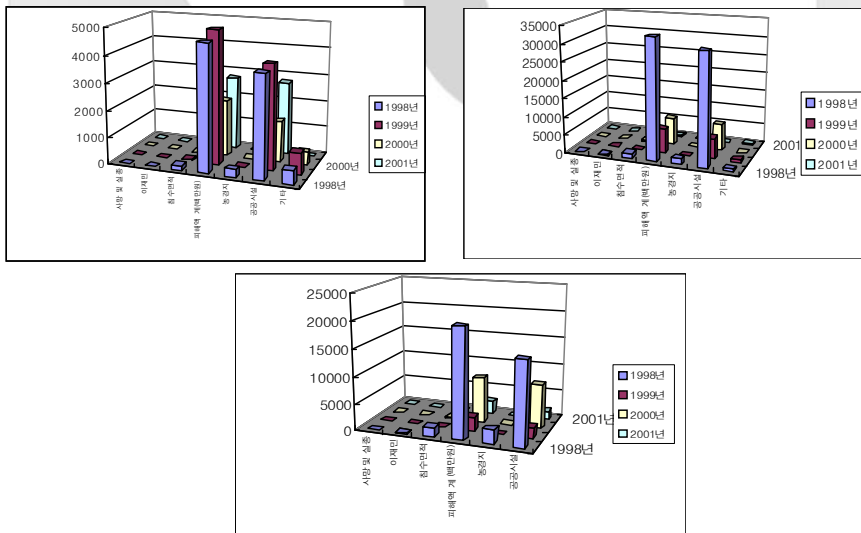


그림 3 남해·하동·산청군 피해현황

2. 평가 변수의 선정과 설문결과

본 연구의 평가 변수 선정은 연구의 목적에 최대한 부합할 수 있도록 3단계로 구분하여 평가 변수를 선정하였다. 먼저 1단계에서는 유사연구 및 각종 문헌자료를 통하여 변수의 항목을 우선 선정하였다. 2단계에서는 설문조사를 통한 변수를 선정하였다. 3단계인 최종선정에는 자료의 확보의 용이성을 고려하여, 4개 항목 6개 변수를 선정하였다.

표 3. 평가 변수의 선정절차

단계	변수항목	변수 선정방법	자료출처
1단계	7개 항목 10개 변수	자료확보의 용이성	유사연구 및 각종 문헌 인터넷자료
2단계	7개 항목 8개 변수	"	설문조사를 통한 변수 선정
3단계	4개 항목 6개 변수	최종변수검증 및 설정	자료확보 검증

사실 4개 항목 6개 변수만으로 소방과출소의 입지를 평가하기에는 어느 정도의 무리가 있는 건 사실이다. 하지만 기본적인 수치로 확인할 수 있는 자료와 기존의 법적 테두리를 벗어나지 않는 한계에서 변수를 선정하였다. 변수의 선정과정 시 기존 논문 및 문헌을 통하여 총 7개 항목 10개변수를 선정하여 설문조사를 실시한 결과 이 중 7개 항목 8개 변수로 집약되었으나 각종 자료의 수집 및 연속된 자료의 한계로 4개 항목 6개 변수로 최종 결정하였다. 전문가를 대상으로 설문조사를 실시하는 과정에서 소방관의 비중이 높은 관계로 소방인력 및 시설이 높게 판단되어 설문조사의 한계성을 가진 측면도 있다.

3. 조사 개요

본 연구의 대상 지역인 서부경남의 소방공무원과 관련전문가를 대상으로 소방시설의 입지를 평가하기 위하여 전문가 설문조사를 실시하였다. 조사기간은 2003년 6월1일~20일까지 설문조사를 실시하였다. 설문조사방법은 방문조사와 우편조사를 병행하여 실시하였고 총 150부중 소방서의 규모에 따라 각각 배분하였다. 총 회수율은 77.3%로 116부가 분석에 사용되었다. 분석방법은 소방활동에 관한 사항과 AHP를 활용하기 위한 문항이 추가 되었다.

표 4. 조사개요

조사대상	조사내용	조사방법
-소방공무원(130부) :경남소방본부(30부) :진주소방서(60부) :사천소방서(40부)	-일반적 특성 -소방활동 -AHP 관련 조사	방문조사
-소방관련전문가(20부)	AHP 관련 조사	우편조사

소방입지 시 중요사항이라는 설문조사 결과(그림4)에서 보듯이 결과값이 큰 차이를 보이고 있다. 접근성 부분 19.8%, 비례성 부분이 40.6%, 효율성 부분이 29.2%, 연계성 부분이 10.4%로 비례성과 효율성 부분이 아주 많이 강조되었고, 접근성과 연계성의 경우에는 비례성과 효율성에 비해 작은 비율의 값으로 조사되었다.

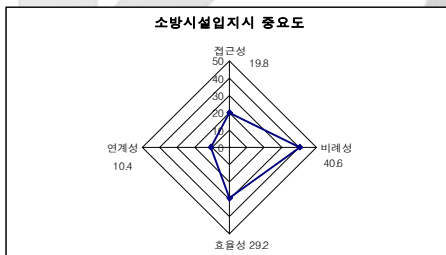


그림 4. 소방시설 입지시 중요사항

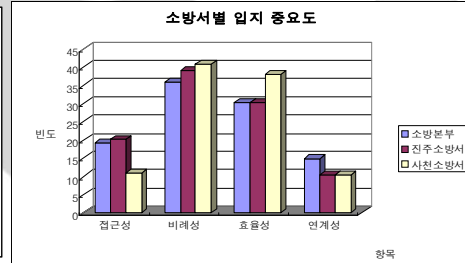


그림 5. 소방서별 입지 중요도

소방서별로 조사된 결과(그림5)의 경우에는 경남소방본부의 경우 비례성이 35.8%로 가장 많은 빈도를 보였고 연계성의 경우 14.9%로 가장 낮은 빈도를 보였다. 진주소방서의 경우에는 비례성이 39.0%로 가장 많은 빈도를 보였고, 연계성의 경우 10.5%로 가장 낮은 빈도를 보였다 사천소방서의 경우 비례성이 40.9%로 가장 많은 빈도를 보였고 연계성이 10.3%로 가장 낮은 빈도를 보였다.

주2. 소방관련전문가의 설문은 회수율의 저조하여 생략하였다.

V. 입지결정 과정에서의 가중치 산정

1. AHP 를 이용한 가중치 산정

앞 절에서도 언급하였듯이 AHP와 엔트로피를 입지결정에 필요한 가중치로 사용하고자 한다. 먼저 첫 번째로 AHP를 이용하여 평가항목에 대한 가중치를 구하자 한다. 이에 평가항목은 4개의 카테고리화 각 항목별 중분류로 분류하였다. 4개의 카테고리는 비례성 연계성 효율성 접근성을 두고 각 항목별로 중분류를 하였다. 비례성에는 지역적인 기본현황인 인구수와 화재현황을 항목으로 삼았고, 연계성에서는 소방서와 파출소간의 연계관계³⁾를 항목으로 삼았다. 효율성에서는 소방인력과 소방장비의 보유상태를 항목으로 삼았다. 마지막으로 접근성은 소방서나 파출소를 중심으로 시간의 범위⁴⁾를 정하여 항목으로 삼았다. 4개의 카테고리 각각의 가중치는 비례성이 0.42, 연계성이 0.12 효율성이 0.28, 접근성이 0.18 로 산출되었다 비례성에 관한 중분류의 평가항목을 살펴보면 사고현황이 0.6, 인구수 0.4의 가중치값을 보였고, 효율성에 관한 중분류의 평가항목을 살펴보면 소방장비와 인력이 각각 0.5의 가중치값을 보였다.(표준화 값을 이용)

표 5. 평가항목의 중요도

	비례성	연계성	효율성	접근성	가중치
비례성	1	2	2	3	0.42
연계성	0.5	1	0.5	0.5	0.12
효율성	0.5	2	1	2	0.28
접근성	1/3	2	0.5	1	0.18
CR	-0.059				

2. 엔트로피를 이용한 가중치 산정

두 번째 방법은 엔트로피방법을 이용하였다. 각 항목의 값들을 표준화하여

주3). 연계성의 경우 소방서와 소방 파출소와의 거리가 가까운 지역에 대하여 상중하로 나누어 연계성을 평가하였다.

주4). 소방서를 중심으로 10분이내, 10-15분, 15분이상의 조건을 두어 대상지의 범위를 산정하여 점수로 기입하였다.

표 6. 비례성에 관한 평가항목

	사고현황	인구수	가중치
사고현황	1	2	0.6
인구수	0.5	1	0.4
CR	0		

표 7. 효율성에 관한 평가항목

	소방장비	소방인력	가중치
소방장비	1	1	0.5
소방인력	1	1	0.5
CR	0		

의사결정행렬(p_{ij})를 구하고, p_{ij} 를 이용하여 각 요소의 엔트로피 E_j 와 다양성정도인 d_j 를 구하여 가중치인 w_j 를 구한다.

표 8. 엔트로피를 이용한 가중치 값

		인구수 X_1	화재 건수 X_2	인력 X_3	장비 X_4	연계성 X_5	접근성 X_6
E_j	진주	0.261	0.675	0.417	0.524	0.651	0.694
	사천	0.515	0.452	0.448	0.681	0.754	0.754
	남해	0.891	0.669	0.890	0.870	0.917	0.958
	하동	0.939	0.326	1.0	1.0	1.0	1.0
	산청	0.951	1.0	0.859	0.960	0.967	0.983
d_j	진주	0.739	0.325	0.583	0.474	0.349	0.306
	사천	0.486	0.548	0.552	0.319	0.246	0.246
	남해	0.109	0.331	0.109	0.130	0.083	0.042
	하동	0.061	0.674	0	0	0	0
	산청	0.049	0	0.140	0.040	0.032	0.017
w_j	진주	0.266	0.117	0.210	0.171	0.125	0.110
	사천	0.223	0.252	0.253	0.147	0.113	0.113
	남해	0.135	0.412	0.136	0.161	0.103	0.052
	하동	0.083	0.917	0	0	0	0
	산청	0.351	0	0.300	0.029	0.023	0.013

진주시의 가중치값을 살펴보면 인구수는 0.266, 화재건수 0.117, 소방인원 0.210, 소방장비 0.17163, 연계성 0.126, 접근성 0.11061 순으로 결과 값이 산출되었고, 사천시의 경우 진주시와는 다르게 인구수는 0.22361, 화재건수 0.25262, 소방인원 0.254, 소방장비 0.147, 연계성 0.113, 접근성 0.113 순으로 사천시는 소방인원이 가중치 값이 가장 높게 산출되었다. 남해군의 경우에는 인구수 0.109, 화재수 0.412, 소방인원 0.136, 소방장비 0.161, 연계성 0.104, 접근성 0.052 순으로 산출되었다. 하동군의 경우 인구수 0.083, 화재수 0.917, 소방장비, 소방인력, 연계성, 접근성의 경우 0값이 산출되었다. 이러한 이유는 엔트로피 값이 1로 산출되어 나머지 가중치의 값들이 0으로 계산되었다. 산청군의 경우 인구수 0.351 화재수 0, 소방인력 0.306, 소방장비 0.029, 연계성 0.023,

접근성 0.013 순으로 산출되었다.

VI. 대상지역의 입지 평가

본 연구에서는 앞 절의 가중치를 이용하여 질층모형의 TOPSIS법과 점수모형의 HAW법의 두 가지 모형을 사용 적정 입지를 평가하고자 한다

1. TOPSIS법

상대적인 근접거리를 이상적인 해와 부이상적인 해를 동시에 고려하여 대안을 결정하는 것으로 결정단계는 다음과 같다.

- ① 의사결정행렬을 벡터 정규화를 한다 5).
- ② 정규화된 의사결정행렬에 가중치를 부여한다 6). (가중치 엔트로피법 사용)
- ③ 이상적해와 부이상적인 해를 결정한다 7). (표9참고)(A^+ 와 A^- 는 각각 가장 선호도가 높은 이상대안과 가장 선호도가 낮은 이상대안을 나타내게 된다)
- ④ 구간척도를 구한다 8)(이(부)상적해)
- ⑤ 이상적 해로부터의 상대적 접근도를 계산한다 9).(대안 A^i 의 이상적 해 A^+ 에 근접도 C^+) 결정단계의 순서대로 산출할 경우 ①의 경우 SPSS를 이용 표준화하고 가중치값을 부여하여 정규화 ②화였다. ③ 경우에는 표9에서 보듯이 각

주 5).
$$n_{ij} = \frac{v_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m v_{ij}^2}}$$

주 6).
$$\xi_{ij} = \omega_i n_{ij} (i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n)$$

주 7).
$$A^+ = \{(\max_i \xi_{ij} | j \in J), \min_j \xi_{ij} | j \in J'\}$$

$$A^- = \{(\min_i \xi_{ij} | j \in J), \max_j \xi_{ij} | j \in J'\}$$

$J = \{j | j \text{는 이익과 관련된 요소}\}$

$J' = \{j | j \text{는 비용과 관련된 요소}\}$

주 8).
$$S_i = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\xi_{ij} - \xi_j^+)^2} \quad i=1, \dots, m$$

$$S_i = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\xi_{ij} - \xi_j^-)^2} \quad i=1, \dots, m$$

주 9).
$$C_i^+ = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-}, \quad 0 < C_i^+ < 1, (i=1, 2, \dots, m)$$

시·군에 이상적해와 부이상적해를 추출 정리하였다. 하동군에서의 0의 값은 항목별 가중치 값이 0이었기에 max, min의 값이 0 값을 가지게 되었다.

표 9. 각 지역의 (부) 이상적 해의 값

A^+	max	max	min	min	max	max
A^-	min	min	max	max	min	min
진주시	0.005775	0.005154	0.000349	0.000698	0.001401	0.000936
	0.000925	0.000923	0.001814	0.001116	0.00042	0.000281
사천시	0.002219	0.003053	0.00098	0.000444	0.001732	0.001732
	0.000197	0.000736	0.003081	0.005858	0.000122	0.000240
남해군	0.002771	0.029056	0.000807	0.000749	0.001978	0.000495
	0.001537	0	0.002824	0.004121	0.000989	0.000248
하동군	0.004584	0.944425	0	0	0	0
	0.001436	0	0	0	0	0
산청군	0.006056	0	0.002547	0.001105	0.007717	0.005993
	0.001346	0	0.008915	0.005524	0.002315	0.002996

④의 경우 구간척도 식을 이용하여 정리하면 아래 표 10과 같다. 진주시의 경우 동 지역을 제외한 15개 읍·면을 대상으로 결과 값을 산출하였고 사천시 역시 동지역을 제외한 7개 읍면지역을 대상으로 결과 값을 계산하였다. 나머지 하동군 남해군 산청군지역은 소방파출소가 위치한 읍지역을 제외한 나머지 전지역을 대상으로 결과 값을 산출되었다. ⑤의 상대적 접근도의 결과 값은 HAW 결과와 비교할 수 있도록 아래 표 11과 같이 정리하였다.

표 10. 각 지역의 구간척도

지역	해	각 지역의 결과 값			
진주시	$S_1^+ \dots S_{15}^+$	0.004383	0.005569	...	0.005095
	$S_1^- \dots S_{15}^-$	0.005078	0.001475	...	0.00178
사천시	$S_1^+ \dots S_7^+$	0.002957	0.00575	...	0.003312
	$S_1^- \dots S_7^-$	0.00478	0.003054	...	0.005081
남해군	$S_1^+ \dots S_9^+$	0.005134	0.029381	...	0.013501
	$S_1^- \dots S_9^-$	0.032306	0.001208	...	0.042
하동군	$S_1^+ \dots S_{12}^+$	0.002348	0.944252	...	0.734381
	$S_1^- \dots S_{12}^-$	0.000652	0.001266	...	0.209876
산청군	$S_1^+ \dots S_{10}^+$	0.008783	0.009978	...	0.08432
	$S_1^- \dots S_{10}^-$	0.006205	0.003371	...	0.006332

2. HAW법

수치가 크면 클수록 좋은 이익요소일 때와 수치가 작으면 작을수록 좋은 비용요소일 때로 나누어 각 요소 값을 요소변환 한다. 그 식은 다음과 같다

$$\begin{aligned} \kappa_j &= \frac{v_{ij}}{\sum_{i=1}^n v_{ij}}, (j=1, 2, \dots, n) \\ &= \left(\frac{1}{v_{ij}} \right) / \left(\sum_{i=1}^n \frac{1}{v_{ij}} \right), (j=1 \text{은 비용요소}) \end{aligned}$$

요소변환후 각 대안의 계층적 선행도 κ_j 를 구하 그 값이 최대가 되는 대안을 선택한다. 단 $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ 은 1이 되도록 가중치는 정규화 한다.

$$\kappa_i = A_i | \max_i \left(\sum_{j=1}^n w_j \kappa_{ij} / \sum_{j=1}^n w_j \right)$$

각 방법을 이용하여 나온 결과 값들의 특징은 HAW의 경우 가중치 값을 전문가들의 설문조사들 통하여 소방입지에 필요한 전문가들의 의견이 들어간 상태에서의 결과 값이라고 하겠다. 하지만 TOPSIS의 경우 가중치 값을 엔트로피법을 사용하였기에 주관적인 의사가 전혀 고려되지 않고 기존의 수치 Data를 활용하였기에 순수한 자료만을 활용하여 결과 값을 도출한 것이 특징이라 하겠다. 결과값들을 살펴보면 TOPSIS의 경우 진주시의 경우 대평, 정촌, 지수 의 순으로 결과값이 산출되었고, HAW의 경우 이반성, 일반성, 진성면 순으로 산출되었다. 사천시의 경우 TOPSIS의 값은 사남, 용현면 순의 결과가 산출되었고, HAW의 경우에는 사남 정동, 순으로 산출되었다. 남해군은 TOPSIS에서는 남면, 상주면 순이었으며 HAW의 경우에는 상주 서면순으로 산출되었고, 하동군은 TOPSIS에서 북천, 청암, 황천면 순이었으며 HAW의 경우에는 황천, 양보, 북천 순을 산출되었고, 산청군은 TOPSIS에서 신동, 오부, 금서면 순이었으며, HAW의 경우에는 단성, 생초, 오부면순으로 산출되었다.

표 11. 각 지역별 입지 순위

TOPSIS(점층모형)				HAW(순위모형)		
	지역	값	순위	지역	값	순위
진주시	L_{14}^+ (대평)	0.7974	1	L_6^+ (이반성)	1.7454	1
	L_2^+ (정촌)	0.7906	2	L_5^+ (일반성)	0.3554	2
	L_8^+ (지수)	0.7900	3	L_4^+ (진성)	0.2626	3
	L_4^+ (진성)	0.7538	4	L_2^+ (정촌)	0.24622	4
	L_7^+ (사봉)	0.7525	5	L_3^+ (금곡)	0.2227	5
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	L_9^+ (대곡)	0.34457	15	L_{10}^+ (금산)	-0.10923	15
사천시	L_2^+ (사남)	0.6531	1	L_2^+ (사남)	0.6122	1
	L_3^+ (용현)	0.6502	2	L_5^+ (정동)	0.2005	2
	L_6^+ (곤명)	0.6296	3	L_6^+ (서포)	0.1166	3
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	L_5^+ (곤양)	0.3372	7	L_1^+ (축동)	-0.0372	7
남해군	L_5^+ (남면)	0.9646	1	L_2^+ (상주)	2.083	1
	L_2^+ (상주)	0.9605	2	L_6^+ (서면)	0.8326	2
	L_4^+ (미조)	0.8355	3	L_1^+ (이동)	0.3297	3
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	L_7^+ (교현)	0.1211	9	L_5^+ (남면)	-0.1252	9
하동군	L_{10}^+ (북천)	1.0	1	L_4^+ (황천)	0.9429	1
	L_{11}^+ (청암)	1.0	1	L_9^+ (양보)	0.1617	1
	L_4^+ (황천)	1.0	1	L_{10}^+ (북천)	0.1225	3
	L_3^+ (적량)	1.0	1	L_{11}^+ (청암)	-0.0215	3
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	L_8^+ (진교)	0.4999	12	L_8^+ (진교)	-1.2049	12
산청군	L_{10}^+ (신등)	0.9302	1	L_7^+ (단성)	0.9942	2
	L_2^+ (오부)	0.7475	2	L_3^+ (생초)	0.3193	3
	L_4^+ (금서)	0.7106	3	L_2^+ (오부)	0.06229	4
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	L_6^+ (시천)	0.2807	12	L_{10}^+ (신등)	-0.0029	12

Ⅶ. 결 론

본 연구에서는 다속성 의사결정방법을 이용 도시방재시설이 매우 부족한 지역을 대상으로 최적입지를 평가 하고자 하였다. 사례지역은 서부경남지역인 진주시·사천시의 소방서비스지역으로, 남해군, 하동군, 산청군을 대상으로 도

시방재시설의 입지가 예상되어지는 곳을 평가대상으로 삼았다. 연구의 방법은 다속성의사결정방법 중에서 두 가지 모형을 사용하여 결과값이 중첩되는 곳을 대상지로 삼았다.

첫 번째 방법은 절충모형에서의 TOPSIS를 사용하였다. 여기에서 사용된 가중치는 엔트로피방법을 사용하였다. 또한 순수 기초자료를 활용하여 의사결정에 활용하였다.

두 번째 방법은 순위모형에서의 HAW를 사용하였다. 여기에서 사용된 가중치는 AHP를 사용하였으며, AHP의 결과 값을 구하고자 전문가 설문조사를 통하여 실질적인 입지대상지역을 평가하고자 하였다.

각 지역의 모형 결과값은 달리 도출되었지만, 상위에 분포되어 있는 지역을 대상으로 최종 입지에 대한 우선 순위를 평가하였다. 한 개의 모형만으로 평가하기보다는 여러 개의 모형을 이용 입지를 평가하는 것이 신뢰성을 높일 것이다. 이에 두 개의 모형의 결과 값들 중 상위에 분포된 결과를 살펴보면 진주시의 경우에는 정촌면(0.7906,0.2626)과 진성면(0.7538,0.2462)이 소방 파출소입지에 우선 평가 순위를 보였다. 사천시의 경우에는 사남면이 (0.6531,0.6122) 소방파출소의 입지에 우선 평가 순위를 보였다. 남해군의 경우에는 상주면이(0.9605,2.083) 소방파출소의 입지에 우선 평가 순위를 보였고, 하동군의 경우에는 북천(1.0, 0.1225), 청암(1.0,-0.0215), 황천(1.0, 0.9429)의 우선 평가 순위를 보였다. 산청군의 경우에는 오부면(0.7475, 0.0622) 이 우선 평가 순위를 보였다. 평가 결과값이 높게 나타난 지역들의 경우 기존에 입지되어 있는 시설에서 멀리 떨어져 있어 서비스의 혜택을 누리지 못하고 있는 실정이고, 또한 이용자들의 편익보다는 공급자의 편익이 우선시 되어 입지하고 있는 공통성을 가지고 있다. 또한 지리적 특성과 도시공간적 특성으로 한 쪽지역으로 편중되어 이용자들이 고루 서비스를 받지 못하고 있다. 이에 본 연구는 이러한 공통적인 문제를 어느 정도 해결할 수 있는 방안을 제시하였다고 판단한다.

본 연구의 특징으로는 똑같은 조건을 가지고 하나는 전문가의 의견을 반영하여 가중치값을 이용하였고, 다른 하나의 방법은 전문가의 의견이 배제된 상태에서의 순수기초자료를 활용하여 결과값을 비교 할 수 있다는 것이 큰 특

징이라고 할 수 있겠다. 또한 변수 설정 시 3단계로 나눠 충분한 타당성 검증을 받은 상태에서 변수가 설정되어 어느 정도의 객관성을 가진 변수를 대상으로 하였으며, 연구의 방법에서 입지선정 평가 기준을 기반으로 다속성 의사결정의 수리적 이론을 적용하여 신뢰성이 높다 할 수 있다. 마지막으로 의사결정을 통하여 적정입지를 평가하였기 때문에, 이러한 방법은 충분히 활용 가능성이 높아 탄력적으로 사용될 수 있을 것이다.

본 연구의 한계점은 경제적인 측면을 전혀 고려하지 못한 점과 소방파출소의 적정수요를 예측하지 못한 점이 부분 보강되어야 할 것이다. 따라서 본 연구에서의 미비점을 보완한다면 입지설정평가기준에 좋은 결과를 가져올 것이라 여겨진다.

인용문헌

1. 강대훈·권혜란(2003) 소방서비스 사각지대 해소대책, 한국응급구조학회논문지, Vol.7 No.1,
2. 권오경(2000), 다기준의사결정(MCDM)방법 에 의한 공간의사결정지원시스템(SDSS)구축, 한양대.
3. 국토개발연구원(1989), 장기전원입지 안정확보 방안 연구, 국토개발연구원
4. 김성희(1991), 의사결정론 분석 및 응용, 영지문화사.
5. 김 영(1999), 지방도시 공공서비스 시설의 합리적 배분과 배치모형, 경상대
6. 김영, 김경환, 류태창(2003) 다기준의사결정을 이용한 응급시설의 공간입지 분석에 관한 연구, 국토계획 : v.38, n.4(통권 129호)
7. 박용성·박태근(2001), AHP를 위한 의사결정론, 자유아카데미
8. 손 철(1995) 다속성 의사결정방법 적용결과의 일관성 검증, 지방행정연구 9(4):103:114.
9. 송창규(2003) GIS를 활용한 소방관리시스템, 안양대
10. 이운종(1999), 의사결정론, 대광문화사.
11. 이재관(1993), 의사결정과 경영과학, 박영사.
12. 이정진·송명규(1985) " Concordance 분석의 이론과 응용 환경 논총 16:44-76
13. 이창호(1999), 다기준 의사결정론, 세종출판사
14. 이창호(2000), 집단 의사결정론, 세종출판사
15. 원제무(1984), 다판단기준 평가방법을 이용한 대중교통 수단의 대안별 평가에 관한 연구, 국토계획 24(1):49-66.
16. 전남발전연구원 (1993), 신도청 소재지 적정 입지 선정에 관한 연구, 전남발전연구원
17. 차두송외2명(1996) 다기준의사결정법에 의한 임대개설 순위 선정, 한국임학학회 85(2):149-157
18. 최진종(2001), 한국의 소방력 배치에 관한 연구, 전남대
19. 황국웅·이규완(2000), GIS와 다속성 의사결정법에 의한 김해 대청공원 집단시설지구 적지분석, 한국지리정보학회지 3(3):45-53
20. Ashton, R. H.(1980), Sensitivity of Multi-tribute Decision Modeles to Alternative Specifications of Weighting Parameters, Journal of Business Research, Vol. 8.
21. S·J. Carver, 1991" Integrating Multi-criteria Evaluation with Geographical information System". INT. J. Geographical information System, vol 5, pp.321-339
22. S. Fumiko, S. Masatoshi, 1988, Multiple Criteria Decision Analysis In Regional Planning, D. Reidel

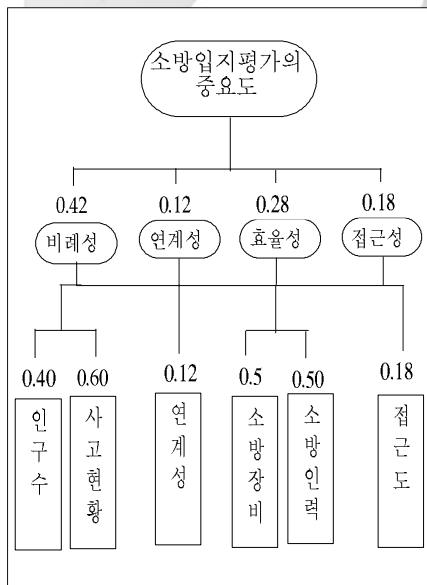
Publishing Company, p.5

23. Saaty, (1987), The Analytic Hierarchy Process- What it is and how it is used Mathematical Modeling. p.171
24. Saaty, T.I.(1989), Group Decision Making and the AHP," B. Golden, E Wasil and P>T Harker Eds., The Analytic Hierachy Procrss: Applications and Studies, springer-verlag New-York. PP,55-67
25. Weistroffer HR · Narula SC?Koong KS.(1989), An overview MCDM applications. In: Proceedings of the International Conference on Multiple Criteria Decision Makin

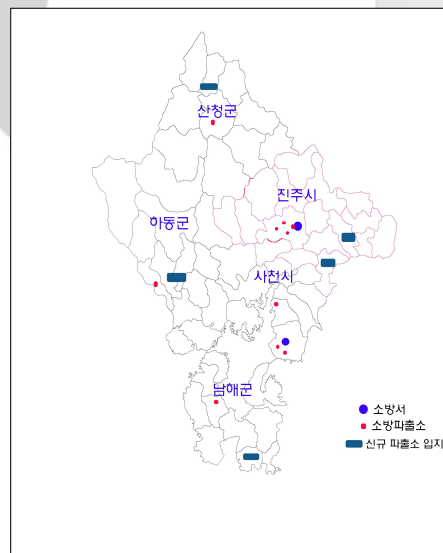
<부록>

최종 평가 선정표

대분류	변수항목	지표	출처	자료년도
비례성	인구수	인구수	통계연보	2003
	사고현황	사고수	진주 · 사천소방서통계연보	"
연계성	연계성	소방서와 파출소의 거리관리	각 소방서 내부자료	"
효율성	소방장비	장비수	진주 · 사천소방서통계연보	"
	소방인력	인력수	"	"
접근성	접근도	각 시설의 도로와의 접근정도	각 소방서 내부자료	"
계	4개의 대분류와 6개의 변수			



평가체계도



신규소방대상지역

다속성 의사결정방법(MADM)을 이용한 도시 방재시설의 입지평가에 관한 연구

시읍면	AHP의 표준화 값					
	인구수	화재건수	인원	장비	연계성	접근성
내동	-0.1647	0.0867	-0.0571	-0.0256	-0.0350	-0.1736
정촌	-0.0895	0.0457	-0.1532	-0.0256	-0.0950	-0.0678
금곡	-0.1119	-0.0280	-0.0571	-0.0971	-0.0265	-0.0678
진성	-0.1253	-0.0280	-0.0571	-0.0971	-0.0265	-0.0678
일반성	-0.0937	-0.0280	-0.0571	0.0390	0.1446	0.1966
이반성	-0.1526	-0.0280	-0.0571	0.0390	0.1446	0.1966
사봉	-0.1533	-0.0280	-0.0571	0.0390	0.1446	0.1966
지수	-0.0364	-0.0280	-0.0571	0.0390	-0.0265	-0.6785
대곡	0.0552	0.3355	0.0871	-0.0718	-0.1446	0.1966
금산	-0.0217	-0.0280	-0.0571	0.0390	-0.0350	-0.067
길현	-0.0217	0.3355	0.0871	-0.0256	-0.0265	-0.067
미천	-0.1429	0.3355	0.0871	-0.0971	-0.0265	0.1966
명석	-0.0173	0.0867	-0.0571	-0.0971	-0.0265	-0.067
대평	-0.1901	0.0867	-0.0571	-0.0256	-0.0350	0.1966
수곡	-0.1306	0.0867	-0.0571	-0.0256	-0.0350	0.1966
경동	-0.1058	-0.0654	-0.1051	0.0390	0.1446	0.1966
사남	-0.1570	-0.0882	-0.1051	0.0390	0.1446	0.1966
용현	-0.1779	-0.0827	-0.1532	0.0390	0.1446	0.1966
속동	-0.2059	-0.0745	-0.1051	0.0390	0.1446	0.1966
공양	-0.1892	-0.0800	-0.1532	0.0390	0.1446	-0.0678
곤명	-0.1892	-0.0800	-0.1532	0.0390	0.1446	-0.0678
서포	-0.0967	-0.0772	0.0390	-0.0256	-0.0350	-0.1736
이동	-0.0393	-0.0800	0.2312	0.03905	0.1446	0.1966
상주	-0.1565	-0.1073	0.2312	0.03905	0.1446	0.1966
삼동	-0.046	-0.0909	-0.2012	-0.0971	-0.0265	0.1966
미즈	-0.111	-0.1046	-0.2012	-0.0971	-0.0265	0.1966
남면	-0.0550	-0.1073	0.2312	0.0390	0.1446	0.1966
서면	-0.0906	-0.0991	0.2312	0.0390	0.1446	0.1966
고현	-0.0401	-0.0827	0.2312	0.0390	0.1446	-0.0678
설천	-0.0999	-0.0964	0.2312	0.0390	0.1446	0.1966
장신	0.03457	-0.0718	0.2312	0.0390	0.1446	-0.0678
화개	-0.0335	-0.0964	-0.2012	0.0390	0.1446	-0.0678
약양	-0.0770	-0.1073	0.2312	0.0390	0.1446	0.1966
적량	-0.1383	-0.1073	0.2312	0.0390	0.1446	0.1966
황천	-0.1407	-0.1073	0.2312	0.0390	0.1446	0.1966
고전	-0.1125	-0.1073	0.2312	0.0390	0.1446	0.1966
금남	-0.0340	-0.1073	0.2312	-0.0256	-0.0350	0.1966
금성	-0.0598	-0.1073	0.2312	-0.0256	-0.0350	0.1966
진교	0.0471	-0.0909	-0.1532	-0.0256	-0.0350	-0.0678
양보	-0.1453	-0.1073	0.2312	0.0390	0.1446	0.1966
복천	-0.1526	-0.1073	0.2312	0.0390	0.1446	0.1966
경암	-0.1523	-0.1073	0.2312	0.0390	0.1446	0.1966
옥종	-0.0936	-0.0964	-0.1532	0.0390	0.1446	-0.067
차황	-0.1670	-0.1018	-0.0571	0.0390	0.1446	0.1966
오부	-0.1910	-0.1018	-0.0571	-0.0971	-0.0265	0.1966
생초	-0.1169	-0.0854	-0.2493	-0.0256	-0.0350	-0.0678
금서	-0.1237	-0.0936	-0.0571	-0.0971	-0.0265	0.1966
삼정	-0.1695	-0.1018	-0.0571	0.0390	0.1446	0.1966
시천	-0.0721	-0.0936	-0.2012	-0.2065	0.1446	-0.067
단성	0.0036	-0.0663	-0.2012	-0.0971	-0.0265	-0.067
신안	-0.0313	-0.0991	-0.0571	-0.0971	-0.0265	0.1966
생비량	-0.1800	-0.0964	-0.0571	0.0390	0.1446	0.1966
신동	-0.1336	-0.0936	-0.0571	0.0390	0.1446	0.1966

시읍면	엔트로피(표준화 값)					
	인구수	화재건수	인원	장비	연계성	접근성
내동	0.0361	0.0385	0.0080	0.0240	0.0198	0.0172
정촌	0.0090	0.0232	0.0554	0.0232	0.0194	0.0169
금곡	0.0099	0.0385	0.0077	0.0232	0.0224	0.0282
진성면	0.0099	0.0385	0.0077	0.0235	0.0224	0.0282
일반성	0.0113	0.0385	0.0077	0.0232	0.0249	0.0564
이반성	0.0070	0.0385	0.0077	0.0232	0.0249	0.0564
사봉	0.0099	0.0385	0.0077	0.0232	0.0249	0.0564
지수	0.0099	0.0385	0.0077	0.0232	0.0224	0.0282
대곡	0.0155	0.0530	0.0401	0.0372	0.0249	0.0564
금산	0.0223	0.0385	0.0077	0.0232	0.0194	0.0282
길현	0.0166	0.0530	0.0401	0.0372	0.0224	0.0282
미천	0.0076	0.0530	0.0401	0.0372	0.0224	0.0564
명석	0.0169	0.0232	0.0554	0.0232	0.0224	0.0282
대평	0.0041	0.0232	0.0554	0.0232	0.0194	0.0564
수곡	0.0085	0.0232	0.0554	0.0232	0.0194	0.0564
경동	0.0573	0.0731	0.0636	0.0540	0.1282	0.1282
사남	0.0467	0.0684	0.0519	0.1282	0.1234	0.1234
용현	0.0552	0.0300	0.0340	0.1149	0.1038	0.1038
속동면	0.0736	0.0637	0.0404	0.1030	0.0300	0.0300
공양	0.0199	0.0199	0.0297	0.0294	0.0300	0.0300
곤명	0.0588	0.0196	0.2012	0.0394	0.0413	0.0413
서포	0.0294	0.0185	0.0293	0.0256	0.0281	0.0281
이동	0.1291	0.2173	0.0132	0.1358	0.1250	0.1250
상주	0.0593	0	0.1330	0.1358	0.1250	0.1250
삼동	0.1232	0.1304	0.0377	0.0246	0.0225	0.1250
미즈	0.0838	0.0217	0.0377	0.0246	0.0225	0.1250
남면	0.1176	0	0.1330	0.1358	0.1250	0.1250
서면	0.0858	0.0652	0.1330	0.1358	0.1250	0.1250
고현	0.1398	0.1956	0.1330	0.1358	0.1250	0.0225
설천	0.0962	0.0689	0.1330	0.1358	0.1250	0.1250
장신	0.0596	0.2549	0.1330	0.1358	0.1250	0.1250
화개	0.0836	0.2867	0.0285	0.0196	0.1010	0.0476
약양	0.1010	0	0.1029	0.1109	0.1123	0.1030
적량	0.0599	0	0.0333	0.1111	0.1096	0.0370
황천	0.0573	0	0.0333	0.1182	0.1149	0.0370
고전	0.0716	0	0.0333	0.1325	0.1250	0.1030
금남	0.1142	0	0.0333	0.1428	0.0400	0.1030
금성	0.1092	0	0.0333	0.1549	0.0395	0.1030
진교	0.1714	0.1428	0.0557	0.0493	0.0357	0.0537
양보	0.0616	0	0.1037	0.0983	0.1038	0.1075
복천	0.0627	0	0.1037	0.1833	0.1162	0.1075
경암	0.0637	0	0.1037	0.2197	0.1162	0.1075
옥종	0.0397	0.0634	0.0330	0.0325	0.1162	0.0337
차황	0.0619	0.0382	0.1166	0.1250	0.1369	0.1176
오부	0.0432	0.0382	0.1166	0.1250	0.0684	0.1176
생초	0.1039	0.1568	0.1166	0.1250	0.0410	0.0588
금서	0.0555	0.0380	0.1166	0.1250	0.0684	0.1176
삼정	0.0600	0.0382	0.1166	0.1250	0.1369	0.1176
시천	0.1358	0.0380	0.0333	0.0500	0.1369	0.0588
단성	0.1947	0.2341	0.0333	0.0500	0.0684	0.0588
신안	0.1676	0.0588	0.1166	0.1250	0.0684	0.1176
생비량	0.0518	0.0784	0.1166	0.1250	0.1369	0.1176
신동	0.0879	0.0380	0.1166	0.1250	0.1369	0.1176