

# 설문을 활용한 지역사회 홍수 대비능력 진단

문승록<sup>†</sup> · 양승만 · 최선화

국립재난안전연구원

(2013. 8. 21. 접수 / 2014. 3. 4. 채택)

## Diagnosis of Flood Preparedness in Community Using Questionnaires

Moon, Seung-rok<sup>†</sup> · Yang, Seung-man · Choi, Seon-hwa

National Disaster Management Institute

(Received August 21, 2013 / Accepted March 4, 2014)

**Abstract** : Recently, the concepts of community adaptation and ability to restore have been emphasized in order to evaluate disaster vulnerability and risk exposure level. In particular, the concept of disaster management that voluntarily takes measures prior to disaster situations has been introduced based on participatory disaster management that the community should take responsibility for one's own safety. This study diagnosed the community response capability on four model areas such as Goseong-gun and Gimhae-si, Gyeongsangnam-do and Gimcheon-si and Bonghwa-gun, Gyeongsangbuk-do and represented the Community Preparedness Indicator(CPI) for each region as a result.

**Key Words** : community, preparedness indicator, risk management

### 1. 서론

지역별 취약성 분포 파악은 중앙정부 관점에서 어떤 지역이 어떤 부문에 얼마만큼 취약한가를 파악함으로써 국가 적응정책을 수립할 때 지역별, 부문별 정책 수립의 우선순위를 결정하는데 도움을 준다. 이는 중앙정부의 한정된 자원을 효율적으로 배분하고 재해위험을 보다 효과적이고 정확하게 평가할 수 있게 한다. 또한 지방정부 관점에서는 지역의 취약성을 결정하는 구성요소를 파악하고, 구체적 적응정책의 방향성을 세우는 근거로 활용될 수 있다.

최근 재난이 대형화되고 빈번해지면서 지역민은 재해 발생 시 국가의 구조와 보호에만 의존하는 것이 아니라 지역민 스스로 재난 지식을 보유하고 재난에 충분히 준비된 상태를 지속적으로 유지해야 한다는 분위기가 조성되고 있다. 지역민이 재해 위험과 재해 대비요령을 얼마나 인지하고 있는지를 주기적으로 파악하고 지역민이 알고 있는 과거재해, 빈번한 재해, 그리고 피해 최소화를 위해 부족한 부문이 무엇인지를 지속적으로 진단하여 지역 특성에 맞는 재난관리 및 방재계

획 수립과 실행이 이루어져 할 것이다.

본 논문에서는 재해 위험관리 PDCA(Plan-Do- Check-Action)모델을 근간으로, 홍수를 중심으로 설문을 통한 지역사회가 갖는 재해 취약점 및 강점을 분석하였다. 이를 통해 낙동강 수계의 경상남도 고성군과 김해시, 경상북도 김천시와 봉화군을 시범지역으로 선정하여 지역사회 대비능력을 진단하였다.

### 2. 지역사회기반 재난관리 프로세스

전통적인 정부 중심의 재난관리는 PDCA 순환 프로세스로 설명할 수 있다. PDCA 순환은 처음에 작은 잠재 영향이 Fig. 1과 같은 순환을 통해 지속적인 개선효과를 가져온다는 관리 프로세스 모델로 1930년경 Walter Shewhart에 의해 착안되었고, 그 후, W. Edwards Demming에 의해 채택되고 발전되었다<sup>1)</sup>.

이를 재난관리 프로세스에 적용하면 정책수립(Plan), 정책이행(Do), 현황조사(Check), 정책개선을 위한 의견수렴(Action)으로 표현할 수 있으며, 전통적 정부중심의 공공정책 수립프로세스라고 할 수 있다.

<sup>†</sup> Corresponding Author : Moon, Seung-rok, Tel : +82-2-2078-7863, E-mail : moonsr74@gmail.com

Disaster Prevention Research Department, National Disaster Management Institute, 136, Mapo-Daero, Mapo-gu, Seoul 121-719, Korea



Fig. 1. PDCA process

Matsuda and Okada<sup>2)</sup>는 이 프로세스는 정부가 프로세스의 모든 단계를 주도적으로 이끌어 갈 경우 지속적인 개선효과를 발휘할 수 있는 좋은 모델이지만, 지역사회의 참여형 재난관리를 위한 프로세스로는 적합하지 못하다고 하였다. 이는 지역사회의 재난관련 모든 대리인이 정책수립을 하기 전에 지역의 현황을 공유하고 정책개선 및 수립을 위한 의견 교환이 선행되어야 한다고 주장한 것이다. 즉 현황조사(Check) 단계와 정책개선을 위한 의견수렴(Action) 단계를 먼저 수행하는 순환 프로세스를 활용하여 지역사회 참여형 재난관리가 이루어져야 하는 것이다.

본 논문에서는 이러한 관점에서 지역사회 참여형 재난관리 프로세스의 첫 단계인 지역사회 현황조사 및 진단을 중심으로 시범 적용하였다.

### 3. 지역사회 대비능력 설문조사

#### 3.1 설문조사를 통한 진단 개요

지역민이 보유하고 있는 정량화하기 어려운 지식은 암묵적 지식(Tacit knowledge)이라 할 수 있는데, 암묵적 지식은 언어로는 설명할 수 없이 전적으로 개인의 경험이나 잠재적인 능력에서 비롯되는 지식으로 공식화하여 상호 교환하기가 어렵다. 반면에 언어로 명료화되어 전달될 수 있는 지식을 형식적 지식(Explicit knowledge)이라고 한다.

암묵적 지식은 지식경영을 통해서 지식기업 및 지식조직으로 혁신하고자 하는 기업이나 조직이 큰 관심을 나타낼 수밖에 없는 개념이라고 할 수 있다. 이는 개인이 보유한 암묵적 지식은 표면적으로는 드러나지 않지만 기업 및 조직의 가치를 창출해 내는데 있어서 선도

적이고 핵심적인 역할을 하기 때문이다. 그러나 지식경영의 중요한 측면 중의 하나가 지식공유를 통한 지식의 확대 및 응용이라고 할 때 중요한 것은 암묵적 지식을 형식화시켜 전사적인 지식공유체계를 확립하는 것이라고 할 수 있다<sup>3)</sup>.

지식생성과정의 대표적인 모델은 Nonaka<sup>4)</sup>가 제안한 SECI(Socialization, Externalization, Combination, Internalization) 모델이다. SECI 모델은 Fig. 2와 같이 지식은 공동화(Socialization), 표출화(Externalization), 연결화(Combination), 내면화(Internalization)의 변환과정을 통해서 창출되고 공유되면 새로운 지식으로 거듭나게 된다.

본 연구에서는 지역사회가 보유하고 있는 재난대비용령, 경험, 잠재적 역량 등의 암묵적 지식을 추출하여 표면화하는 과정을 지역사회대비능력 진단이라고 정하고 SECI 모델을 활용하여 진행하였다. 지역사회 대비능력을 진단하기 위해 지역사회 재난대비능력을 형식적으로 표출화하기 위해 설문조사를 수행하였다. 이러한 설문조사를 통한 지역사회의 의견을 반영하고자 하는 연구가 최근 활발하며, 미국 FEMA에서는 지역민에게 홍수위험에 대한 일반적인 의식, 홍수위험을 저감하기 위한 구체적 지식, 위험저감 활동에 대한 장애, 위험을 줄이기 위한 단계에 대한 설문조사를 실시하였고 설문 결과를 통해 수집된 의견은 연방 기관과 연계하여 정보를 공유하고 공유된 정보를 통해 수정위험 지도를 지속적으로 제작하고 있으며<sup>5)</sup>, 유럽<sup>6)</sup> 및 남미 지역<sup>7)</sup>에서도 홍수 위험 및 제어를 위한 기준마련을 위한 평가방안으로 설문을 활용하고 있는 실정이다.

#### 3.2 설문조사 대상 및 내용

지역사회 홍수 대비능력 진단을 위한 설문은 전문가 자문을 통해 Table 1과 같이 7개 세부항목(38 문항)으로 구성하였다. 설문은 낙동강 권역을 대상

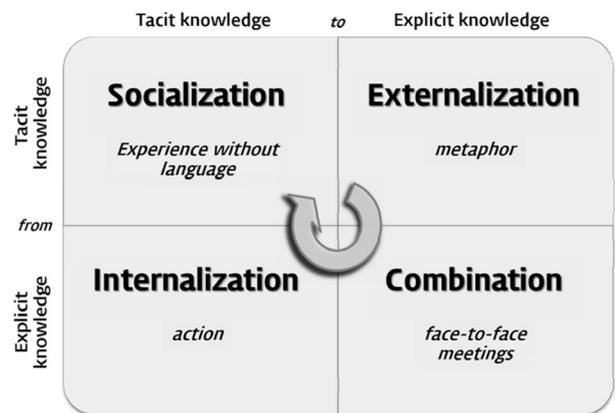


Fig. 2. SECI model

Table 1. Questionnaire content

Item	Content (38)
1	Safety property, infrastructure (5)
2	Storage relief goods (6)
3	Shelter shelter information (6)
4	Special support vulnerable Populations (6)
5	Community linkage participating degree (7)
6	Emergency contact network of emergency (4)
7	Training education and Training (4)

으로 최근 10년간 총 피해액, 우심피해지역 선정 횟수, 침수면적, 인명피해, 소하천 보유수, 재해위험지구 수 등을 고려하여 홍수 피해정도를 파악하고 지형적 특성에 따라 해안, 산간, 평야, 도심으로 구분하여 시범지역으로 선정하였다.

지형 특성과 홍수 피해정도를 고려하여 경남의 김해와 고성, 경북의 봉화화 김천을 시범지역으로 선정하였다. 김해, 고성은 봉화, 김천에 비해 상대적으로 홍수 피해정도가 크므로 지역사회 홍수 대비능력 지표를 비교하기에 좋은 것으로 판단된다. 진단을 위한 지역사회 단위를 읍면동으로 정하고 각 시범지역의 인구밀도를 고려하여 경남 고성군 고성읍, 경남 김해시 회현동, 경북 김천시 평화남산동, 경북 봉화군 봉화읍을 대상으로 지역 거주가구 20% 표본에 대해 2011년 방문을 통한 면담 설문을 원칙으로 수행하였다. 이와 함께 시범지역의 공공기관, 학교 및 단체 등을 대상으로 우편 조사를 통한 설문을 추가 수행하여 총 4,402개의 응답을 얻을 수 있었으며, 응답의 일관성을 검토하여 3,949개의 설문 결과를 분석하였다.

#### 4. 지역사회대비능력 지표

##### 4.1 세부항목 가중치 설정

지역사회 대비능력 지표(Community Preparedness Indicator, CPI)는 설문결과를 기반으로 점수로 계산된다. 각 문항의 답변을 2 또는 4 포인트 리커드 척도(Likert scale)로 변환하게 되며, 값의 범위는 1~10점으로 설정하였다<sup>8)</sup>. 이를 통해 CPI가 높은 지역은 지역사회 홍수 대비능력이 높아 피해저감 가능성이 크다고 할 수 있다. 설문의 7개 세부항목 각각의 점수는 응답한 문항점수의 평균으로 구하며, 각 세부항목 점수의 합이 개인의 PI(Preparedness Indicator)가 된다. 또한, 지역의 세부항목 점수 및 CPI는 지역 응답자의 평균으로 계산된다.

일반적으로 가중치 산정방식은 크게 두 종류로 구분

하면 평가관련자들이 각 항목 또는 지표의 중요도를 판단하여 임의로 부과하는 방식과 회귀분석이나 요인 분석과 같은 통계기법을 이용하여 수리적으로 도출하는 방식으로 나누어진다. 본 연구에서는 주관적 방식보다는 기초 데이터에 근거한 수리적 방식 중 다중회귀분석을 활용하여 지역사회대비능력 지표 산정을 위한 설문지 세부항목의 가중치를 최적화를 수행하였다. 회귀분석을 이용하는 방법은 가중치 부여 대상인 항목들을 독립변수로 하고 해당 항목의 상위항목을 종속변수로 하는 회귀분석을 실시하여 추정되는 회귀계수값을 가중치로 설정하는 것이다. 본 연구에서는 홍수로 인한 인명피해 통계를 종속변수로 정하고 회귀분석을 수행하였다.

최근 10년간 홍수로 인한 인명피해 연평균값  $F = \{사망, 부상, 이재민\}$  기반 종속변수  $Y = \sum_{i=1}^N w_i f_i$ 으로 정의하였다.  $N$ 은  $F$ 의 개수이며,  $f_i$ 는  $i$ 번째  $F$ 값,  $w_i$ 는  $F$ 값의 가중치를 의미하고, 가중치 집합  $W = \{0.5, 0.3, 0.2\}$ 이며 인명피해 심각성을 고려하여 정의하였다.

회귀분석의 데이터는 점수로 변환된 설문 총 3,949건에서 랜덤 추출하여 학습(train) 데이터는 전체 데이터의 70%(2,764건), 평가(test) 데이터는 30%(1,185건)로 분할하였다. 최적 가중치를 구하기 위해서는 최적의 회귀모델을 선정하여야 하므로 일반적으로 모델평가에 널리 활용되고 있는 K-fold cross validation을 이용해 최적 회귀모델을 선택하고자 한다. K-fold cross validation은 학습된 모델을 학습에 사용되지 않았던 데이터 집합에 평가하기에 앞서 모델의 성능을 검증하기 위해 학습 데이터를 Fig. 3과 같이  $k$ 개(이 경우  $k=4$ ) 동일 크기의 부분집합으로 분할하여  $k-1$ 개 부분집합은 학습에, 나머지 1개는 모델 검증에 사용한다. 이 과정을  $k$ 번 반복 수행하며 각 과정마다 계산된 정확도의 평균이 해당 모델의 정확도가 된다.

본 연구에서 3개 부분집합(training)으로 회귀분석을 수행하고 얻어진 회귀모형을 부분집합(validation)에 적용하여 성능을 검증하였다. 이 과정을 4번 반복 수행하여 얻어진 4개 회귀 모형(case A, B, C, D)의 적합성과 성능을 비교하여 최적의 회귀모형을 결정하며 최적 회귀모형의 계수를 세부항목 가중치로 사용한다. Fig. 3은 다중회귀분석을 이용해 가중치를 산정하는 과정을 보인 것이다.

생성된 회귀모형의 회귀식 적합도를 의미하는 R, 유의확률(p-value), 독립변수간의 다중 공선성을 판별하는 VIF(Variance Inflation Factor)를 비교해 보았다(Table 2). 전반적으로 모형의 R값이 낮아 회귀식의 적합도는

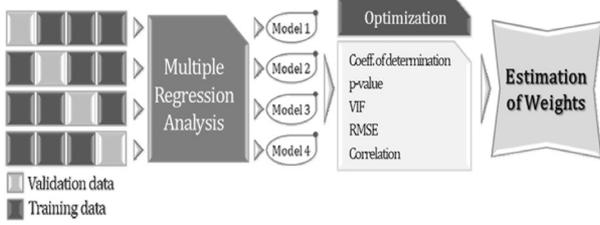


Fig. 3. Weighted value process

Table 2. Result of multiple regression analysis

case	R	significance probability	VIF
case A	0.236	1.291E-22	1.709
case B	0.219	5.050E-19	2.028
case C	0.176	1.507E-11	1.928
case D	0.198	3.873E-15	1.641

떨어지지만 각 독립변수 VIF의 평균으로 알 수 있듯이 변수들 간의 다중 공선성이 없는 것으로 나타났다.

모형 결과로 최적모형 선택이 어려워 각 모형의 회귀식에 검증 데이터와 평가 데이터를 적용하여 예측 결과에 대한 RMSE(Root Mean Square Error)와 예측 결과와 인명피해와의 Pearson 상관분석으로 구한 상관계수를 이용하였다. 결과는 case C의 검증 데이터와 평가 데이터 모두에서 RMSE가 낮았고, 상관계수는 case C, D가 거의 유사하지만 case D가 조금 높은 상관성을 보였다(Table 3). 두 모형 중에서 한 모형을 선택하는 것보다 두 모형의 회귀계수를 가중치로 설정하고 각각 구해진 CPI와 인명피해의 상관성과 정규분포성을 검토하여 최적 가중치를 결정하였다.

지역사회 대비능력 지표 산정을 위한 인명피해를 종속변수(Y)로 하고 세부항목(Xi)을 독립변수로 하는 회귀식은  $Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^7 \beta_i X_i + \epsilon$ 이며, 세부항목 추정계수값  $\beta_1$ 부터  $\beta_7$ 이 해당 세부항목의 가중치가 된다. 가중치의 합이 1이 되도록 만들기 위해 각 세부항목의 최종

Table 3. RMSE, Correlation coefficient

case	RMSE		correlation coefficient	
	Validation	Test	Validation	Test
case A	1.606	1.525	0.72	0.95
case B	1.564	1.532	0.90	0.94
case C	1.500	1.511	0.99	0.97
case D	1.535	1.511	1.00	0.98

가중치(Wi)는 식(1)과 같이 전체 추정계수값에 대한 세부항목 추정계수값 비중으로 정의하였다.

$$W_i = \frac{\beta_i}{\sum \beta_i}, i = 1, 2, \dots, 7 \quad (1)$$

식(1)을 이용해 case C, D 회귀계수를 가중치로 변환한 것을 가중치 C, D이며, 결과는 Table 4와 같다.

7개 세부항목 점수의 가중합(Weighted Sum)이 개인의 PI(Preparedness Indicator)이며 지역의 CPI는 지역의 전체 응답자 PI의 평균이다.

$$PI = \sum_{i=1}^N w_i S_i, i = 1, 2, \dots, 7 \quad (2)$$

$$CPI = \frac{1}{R_{total}} \sum_{i=1}^{R_{total}} PI_i \quad (3)$$

여기서,  $w_i$ : i번째 가중치,  $S_i$ : i번째 세부항목 점수,  $R_{total}$ : 지역 응답자 총수

가중치 C와 가중치 D를 식(2), (3)에 적용하여 평가 데이터를 대상으로 Table 5와 같이 CPI를 구하고, 항목별 동일 가중치를 적용한 결과를 추가로 수행하여 인명피해 상관성 및 정규분포성을 비교하였다.

Table 4. Weighted value

Item	case C	case D
Safety	0.08	0.11
Storage	0.18	0.27
Shelter	0.09	0.14
Special support	0.03	0.07
Community linkage	0.24	0.15
Emergency contact	0.09	0.03
Training	0.28	0.23
Total	1.00	1.00

Table 5. Regional CPI

site	case C	case D	equal weighting
Goseong-gun	4.20	3.98	28.41
Gimhae-si	3.88	3.76	26.32
Gimcheon-si	4.20	4.01	28.65
Bonghwa-gun	4.70	4.56	32.28

가중치 후보별로 시범지역의 CPI와 앞서 구한 지역의 인명피해 대리값과의 상관분석을 수행한 결과 가중치 C의 상관도가 가장 높게 나타났다. Fig. 4와 같이 상관계수가 음수인 것은 지역사회대비능력이 높을수록 인명피해가 감소한다는 것을 의미하므로 유의미한 결과임을 알 수 있다.

정규성은 빈도 분포 그래프의 포물선 퍼짐과 솟은 정도와 P-P Plot의 완전한 정규분포(대각선)와 관측치의 정규분포 변환 값의 일치정도로 파악할 수 있다. 상관성 분석과 정규성 검증의 결과, Table 6과 같이 가중치 C를 활용 했을 때 최적의 결과를 산출한 것으로 판단할 수 있어, 이 값으로 CPI를 산정하였다.

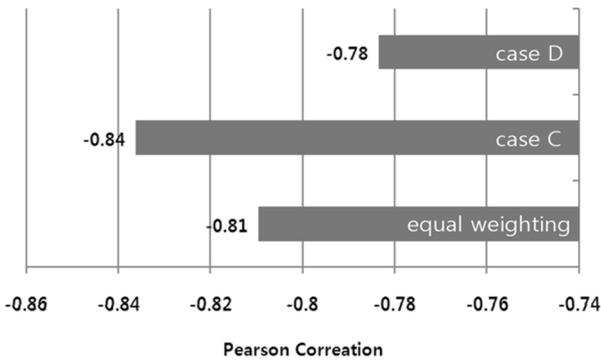


Fig. 4. CPI correlation

Table 6. Test of normality

case	histogram	P-P plot
case C		
case C		
equal weighting		

#### 4.2 지역별 CPI 산정 결과

최적 가중치로 선정된 가중치 C를 가지고 지역별 CPI를 산정하고 추가 연구를 통해 홍수 위험성 평가를 위한 지표로 사용하기 위해 Z-Score 방법을 이용하여 표준화 과정을 수행하였다.

Z-Score는 가장 보편적으로 사용되는 표준화 방법으로 모든 자료들을 평균은 0, 표준편차는 1이 되도록 만들어 자료의 수치가 그 분포의 평균으로부터 표준편차의 몇 배 정도나 떨어져 있는지를 표준화된 확률변수인 Z값으로 나타낸다<sup>9)</sup>.

시범지역의 지역사회대비능력 지표(CPI)를 비교해 보면(Table 7), 경북 봉화가 가장 높고 경남 김해가 가장 낮은 것으로 나타났다. 특히, 경북 봉화는 7개 세부항목 모두 타 지역보다 높게 평가되었다. 시범지역간의 세부항목 평가 결과를 비교하기 위해 t-test를 수행하여 ‘+’(해당지역의 세부항목의 평가 점수가 타 지역의 점수보다 매우 높다는 것을 의미)와 ‘-’(해당지역의 세부항목의 평가 점수가 타 지역의 점수보다 매우 낮다는 것을 의미)로 표기하였다.

CPI 세부항목 분포를 Fig. 5와 같이 도식해 보면 CPI가 가장 높은 경북 봉화의 다각형 면적이 가장 크게 나타나고 있어 경남 김해의 다각형 면적이 가장 작게 나타나고 있다. 경남 김해는 자원 확보와 대피소를 제외한 5개 세부항목의 평가점수가 타 지역보다 매우 낮았다. 특히, 지역결속력과 비상연락 체계는 95% 신뢰수준 밖의 결과로 매우 심각한 수준이었다. 경남 고성은 자원 확보에 취약한 것으로 평가되었으며, 경북 봉화는 7개 세부항목이 모두 타 지역보다 높게 평가되었지만 그 중 자원 확보는 타 지역에 비해 매우 높은 평가점수를 얻었다.

Table 7. Result of CPI

Item	Goseong	Gimhae	Gimcheon	Bonghwa
Safety	0.09	-0.13 <sup>(-)</sup>	0.01	0.29
Storage	-0.11 <sup>(-)</sup>	0.04	0.04	0.23 <sup>(+)</sup>
Shelter	0.06	-0.07	-0.06	0.34
Special Support	0.00	-0.13 <sup>(-)</sup>	0.11	0.36
Community Linkage	0.12	-0.22 <sup>(-)</sup>	0.14	0.17
Emergency Contact	0.03	-0.14 <sup>(-)</sup>	0.11	0.26
Training	0.13	-0.16 <sup>(-)</sup>	-0.04	0.40
CPI	0.06	-0.15	0.05	0.39

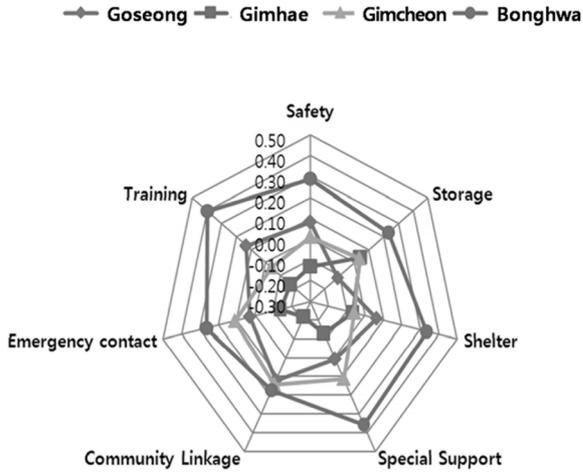


Fig. 5. Distribution of CPI

### 4.3 지역사회대비능력 지표 검증

지역사회대비능력 지표는 지역사회 및 지역 거주민들이 홍수의 위험을 얼마나 인지하고 있으며 이에 대비하고 있는지를 진단하는 것으로 직접적으로 측정할 수도 없고 추정할 수도 없다. 다만 개념적으로 현상을 대리할 수 있는 값과 비교하여 현상을 잘 반영하고 있는지를 판단하고자 한다. 이를 위해, 지역사회대비능력 지표(CPI)와 홍수로 인한 인명피해를 비교하였는데, Fig 6을 보면 알 수 있듯이, 지역의 홍수로 인한 인명피해와 CPI가 반비례적 특성을 보이고 있다. 즉, 지역사회대비능력 지표가 증가하면 홍수로 인한 인명피해가 감소하는 것으로 나타났다.

또한, 시범지역 지역의 홍수 피해정도를 집계한 내용과 CPI를 비교해 보면(Table 8), 홍수 피해정도가 가장 컸던 경남 김해의 CPI가 제일 낮았고 상대적으로 다른 지역보다 홍수 피해정도가 낮았던 경북 봉화의 CPI가 가장 높은 것으로 나타났다. 다만, 홍수 피해정도가 가장 낮았던 경북 김천의 CPI가 높지 않은 것은 세부항목 가중치를 인명피해 대리변수에 최적화한 결

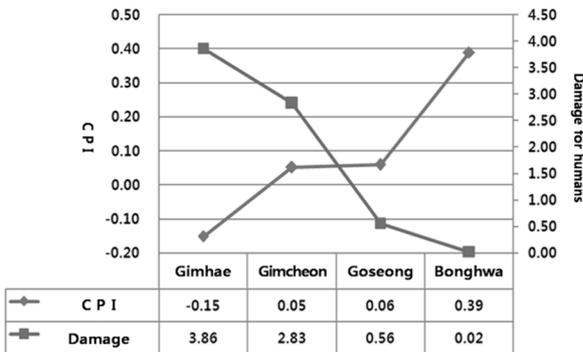


Fig. 6. CPI vs. Damage for humans

Table 8. CPI vs. Flood damage

site	CPI	flood damage	feature
Gimhae-si	-0.15	1	town/plain
Goseong-gun	0.06	4	coast
Bonghwa-gun	0.39	11	mountain
Gimcheon-si	0.05	25	town/plain

과라고 판단된다. 하지만 본 연구에서 산정한 지역사회대비능력 지표가 지역사회의 홍수 위험의 인지도 및 대비능력을 잘 반영한다고 할 수 있다.

홍수로 인한 인명피해와 CPI와의 상관성 분석(Pearson, Kendall's tau\_b, Spearman's rho)에서 CPI와 홍수로 인한 인명피해의 모든 상관도가 높은 음의 상관관계(-1.00 ~ -0.84)를 갖는 것을 보여주고 있다. 즉, 지역사회대비능력 지표가 높으면 홍수로 인한 인명피해가 낮아지고, 지역사회 대비능력 지표가 낮으면 홍수로 인한 인명피해가 커진다는 것을 의미한다.

## 4. 결론

본 논문에서는 재해 위험관리를 PDCA관리 모델을 이용하여 지역사회의 참여 재난관리 모델을 지속가능한 재난관리 프로세스로 정의하고 지역사회가 갖는 재해 취약점 및 강점을 지식생성모델을 활용해 진단하는 방법을 제안하였다. 정의한 진단방법으로 지역의 홍수 취약성을 평가하기 위해 그 동안 연구되지 않았던 지역사회대비능력 지표(CPI)를 정의하고 경남 고성과 김해, 경북 김천과 봉화를 시범지역으로 선정하여 CPI를 진단하였다. 지역사회 대비능력 지표와 홍수로 인한 인명피해가 높은 음의 상관관계가 있어 지역사회가 가지고 있는 홍수 저감능력을 잘 나타내고 있다는 것을 확인하였다.

향후 지역사회대비능력 지표 및 재난관련 정보를 지역사회에서 공유하고 지역민 및 관계자간의 교류가 일어날 수 있도록 연결하는 과정인 진단워크샵이 수행되어야 할 것이다. 이는 정책개선을 위한 의견수렴(Action)의 단계이며, 이 결과를 반영하여 Plan(계획) 단계에서 지역사회 맞춤형 목표를 수립하고, 목표 달성을 위한 Do(실행)가 진행된다면, 지속가능한 참여형 재난관리가 가능해 질 것으로 사료된다.

## References

1) J. G. Jang, S. H. Lee and J. Y. Choi, "A Study on Risk

- Management Process Improvement for IT Project Based on CMMI”, Journal of Korea Information Processing Society, Vol. 18, No. 1, pp. 1356-1359, 2011.
- 2) Y. Matsuda and N. Okada, “Community Diagnosis for Sustainable Disaster Preparedness”, Journal of Natural Disaster Science, Vol. 28, No. 1, pp. 25-33, 2006.
  - 3) Y. I. Kim and S. J. Hong, “Development of a Knowledge Management Promotion System of Utilizing the SECI Model in Production Fields”, Journal of the Society of Korea Industrial and System Engineering, Vol. 31, No. 2, pp. 1-10, 2008.
  - 4) I. Nonaka, “A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation”, Organization Science, Vol. 5, No. 1, pp.14-37, 1994.
  - 5) FEMA, “2012 Public Survey Findings on Flood Risk”, Risk Map Increasing Resilience Together
  - 6) M. Brilly and M. Polic, “Public Perception of Flood Risks, Flood Forecasting and Mitigation”, Natural Hazards and Earth System Sciences, Vol. 5, 345-355, 2005
  - 7) Nilo Nascimento and Eduardo Guimarães, “Assessing Public Perception of Flood Risk and Flood Control Measure in Urban Areas”, 2nd SWITCH Scientific Meeting
  - 8) James A. Rozum, “Software Measurement Concepts for Acquisition Program Managers”, Software Acquisition Metrics Working Group, 1992.
  - 9) G. Y. Yu and I. I. Kim, “Development and Application of a Climate Change Vulnerability Index”, Korea Environment Institute, 2008.