

Research Paper

## 지자체 기후변화 적응 대책 특성 및 개선 방향\*

안윤정\* · 강영은\* · 박창석\* · 김호걸\*\*

한국환경정책평가연구원\*, 서울대학교 대학원\*\*

### The Characteristics and Improvement Directions of Regional Climate Change Adaptation Policies in accordance with Damage Cases

Yoonjung Ahn\* · Youngeun Kang · Chang Sug Park\* · Ho Gul Kim\*\*

Korea Environment Institute\*, Seoul National University\*\*

**요약 :** 기후변화에 대한 영향 및 위험은 지역적, 국지적 차원에서 더욱 확장되므로 기후변화에 따른 지역적 영향 및 특성을 반영한 기후변화 적응대책 마련의 필요성이 커지고 있다. 이에 본 연구에서는 기초지자체 적응대책의 분야별 사업 수 및 예산의 특성을 분석하고 피해사례와 비교·검토하여 기후변화 적응대책의 개선방향을 제시하고자 했다. 기초지자체 적응대책 특성 분석을 위해 군집분석을 통하여 지자체 적응대책의 유형별 특성을 파악 했다. 적응대책의 계획이 실제 기후변화로 인한 피해 내용을 잘 반영하고 있는지 검토하기 위하여 과거 24년 동안 지자체별 관측 영향 결과(신문기사 2,565건)와 비교·분석을 수행했다. 군집분석 수행 결과 군집은 4가지 유형으로 구분되었다. 전국 피해 유형으로 재난재해, 건강 부분에서 공통적으로 피해 빈도가 높은 것으로 분석되었으며, 적응계획 또한 재난재해, 건강, 농업, 물 관리 순서로 높은 비율을 보였다. 하지만 피해 사례 반영의 비중과 단기 및 장기 미래에 대한 고려 수준에 따라서 각 군집별로 피해빈도와 적응계획의 특성에서 차이를 보였다. 본 연구의 결과는 향후 기초지자체 특성 및 지역별 실질적 피해에 기반 한 적응대책 마련의 기초자료로 활용될 수 있을 것이라고 판단된다.

**주요어 :** 기초지자체 기후변화 적응대책, 기후변화적응, 리스크 저감, 군집분석, K-평균 군집, 텍스트마이닝

**Abstract :** There is a growing interest in establishing a regional climate change adaptation policy as the climate change impact in the region and local scale increases. This study focused on the analysis of 32 regions on its characteristics of local climate change adaptation plans. First, statistic

\* 본 연구는 환경부 “기후변화대응 환경기술개발사업(2014001310006)”으로 지원 받은 연구이며, 2016년 2월 춘계학술발표대회에서 발표한 논문을 수정·보완한 것임.

First Author: Yoonjung Ahn, Division of Climate Change Interdisciplinary Research, Korea Environment Institute, Sejong 30147, Korea, Tel: +82-44-415-7419, yjahn@kei.re.kr

Co-Author: Youngeun Kang, Donga University, Busan 49315, Korea, aoi2@dau.ac.kr

Corresponding Author: Chang Sug Park, Planning and Management Group, Korea Environment Institute, Sejong 30147, Korea, Tel: +82-44-415-7771, plade290@kei.re.kr

Co-Author: Ho Gul Kim, Interdisciplinary Program in Landscape Architecture, Seoul National University, Seoul 08826, Korea, khghk@snu.ac.kr

Received: 8 June, 2016. Revised: 30 August, 2016. Accepted: 31 August, 2016.

program R was used for conducting cluster analysis based on the frequency and budgets of adaptation plan. Further, we analyzed damage frequency from newspapers regarding climate change impacts in eight categories which were caused by extreme weather events on 2,565 cases for 24 years. Lastly, the characteristics of climate change adaptation plan was compared with damage frequency patterns for evaluating the adequacy of climate change adaptation plan on each cluster. Four different clusters were created by cluster analysis. Most clusters clearly have their own characteristics on certain sectors. There was a high frequency of damage in 'disaster' and 'health' sectors. Climate change adaptation plan and budget also invested a lot on those sectors. However, when comparing the relative rate among regional governments, there was a difference between types of damage and climate change adaptation plan. We assumed that the difference could come from that each region established their adaptation plans based on not only the frequency of damage, but vulnerability assessment, and expert opinions as well. The result of study could contribute to policy making of climate change adaptation plan.

**Keywords :** Climate Change Adaptation, local Climate Change Adaptation Plans, Cluster Analysis, K-means, Text-mining

## I. 서론

기후변화에 대한 정부간 패널(Intergovernmental Panel on Climate Change; IPCC)(2014)에 따르면 1850-1900년 대비, 2081-2100년의 지표면의 온도 변화는 대표농도경로(Representative Concentration Pathways; RCPs) 4.5, 6.0, 8.5에서 전 지구적으로 평균 1.5℃를 초과할 가능성이 높은 것으로 전망되었다. 기후변화 협약(United Nations Framework Convention on Climate Change; UNFCCC)에서 완화와 함께하는 적응의 중요성이 명시되고 개발도상국을 대상으로 적응대책 마련에 대한 논의가 전개되었다. 그 후, 8번째 당사국 총회(Conference Of Parties; COP)에서 '텔리선언문'이 채택되었고 개발도상국의 기후변화 적응대책이 본격적으로 논의되었으며 COP11에서는 개발도상국 외에 선진국에서도 기후변화 적응 대책 5개년 계획의 이행을 권고했다. 그 후 2010년 COP17에서 국가적응프로그램(National Adaptation Program; NAP)이 시작되고 2015년까지 기후변화에 대한 범세계적 법적 합의가 이루어졌다(UNFCCC 2016).

2010년 이후부터 영국, 호주, 네덜란드 등 세계 각국에서는 기후변화 적응과 관련한 법률이 제정되었으며 리스크 평가를 기반으로 한 적응 대책을 수립하

기 시작했다(Lee 2013). 우리나라도 2007년 12월에 발표된 4차 종합대책에서 기후변화 완화에 비해 적응에 대한 투자가 미흡했던 점을 고려하여 국가차원에서 기후변화 적응대책을 수립하기 시작하였고, 2010년 '저탄소 녹색성장 기본법'을 토대로 국가 기후변화 적응대책을 수립 및 이행 중에 있다.

기후변화에 따른 영향은 세계적인 규모에서 발생하지만 실제적인 피해는 지역적이고 국지적인 규모에서 발생한다는 점에서 지역적인 대응 또한 중요함을 인지하고(IPCC 2007), 기후변화에 대한 지역적 차원의 적응대책 마련을 위해 노력을 기울이고 있다(Wheeler 2008). 우리나라에서도 2011년부터 1차 국가 기후변화 적응대책을 기반으로 시범 광역시 및 기초지자체의 적응대책이 수립되었다.

하지만 국가 적응대책 수립에 있어 우리나라 적응대책은 기존의 정책을 단순히 취합하거나 다양한 과제들을 나열하여 제시된 점, 부처별로 산발적인 연구로 인한 정책적 활용에 부족하다는 점, 기후변화 적응대책이 정부 주도적으로 수립되어 지역을 특성을 반영하기 어렵다는 점이 한계점으로 언급되면서(Han 2007; Chae 2012; Lee 2013) 기후변화 적응대책의 적절성, 효율성, 효과성에 대한 제고 및 정책과 계획에 대한 환류(Feedback) 시스템의 필요성이 논의되기 시작했다(Chae & Cho 2011; Chae 2014).

국외에서는 기후변화 적응대책 수립의 현황을 분석·평가하는 연구, 분야별 적응대책의 현황 및 시민이 느끼는 기후변화 영향과의 연계성에 관한 연구가 수행되었다(OECD 2002; Baker et al. 2012; Mullan et al. 2013). 한편, 국내에서는 국가 기후변화 적응대책을 국외 정책과 비교·검토하여 국내의 법률 및 이행에서의 개선방향에 대해 제안한 연구가 다수 진행되었다(Lee 2013; Kim & Yun 2014; Park 2014). 하지만 아직 국내 적응대책의 환류 시스템 마련에 대한 연구는 초기단계이며(Chae 2014), 기후변화 적응대책의 이행 평가를 수행했으나(Ministry of Environment 2013a; 2013b), 적응대책의 적합성을 평가하는 내용은 부족한 상태이다.

기후변화로 인한 극한 기후현상의 빈도와 강도의 변화로 자연재해로 인한 피해가 증가하는 추세를 보이고 있다. 따라서 위험관리의 체계를 갖추는 것은 적응능력을 강화의 방안으로 언급되면서(UNISDR 2009; Mitchell et al. 2010; Polack 2010) 성공적인 적응대책을 마련하기 위해서 지역적 차원의 재난 위험의 저감(Disaster Risk Reduction)과 기후변화 적응(Climate Change Adaptation) 사이의 연계의 필요성이 언급되었다(IPCC 2012; UNISDR 2004; Forino et al. 2014; Lei et al. 2014).

영국의 경우 5년마다 기후변화 리스크 평가(CCRA: Climate Change Risk Assessment)를 통해 주요 위험을 국가 기후변화 적응 대책에 반영할 수 있도록 법적으로 체계를 갖추고 있으며(Lee 2013), 국내 연구에서도 적응대책 수립 시 피해발생가능성, 피해발생 사례에 대한 우선적 고려가 강조되었다(Chae & Cho 2011). 하지만, 우리나라의 경우 적응대책 수립 시 주요 피해 분야에 대한 반영에 대한 부분이 충분하지 않으며 적응대책 수립 시 주요 위험이 충분히 반영되었는지에 대한 평가는 미흡한 상황이다.

기후변화 리스크평가와 적응대책의 연계를 위해서는 기후변화에 따른 리스크평가가 선행되어야 하지만 기후변화 리스크 평가에 대한 연구는 초기단계이며 기초자료의 구축이 미흡하여 불확실성이 존재한다(Park et al. 2015). 이 한계를 극복하기 위해 장기간의 과거 피해사례를 기반으로 리스크 평가가 수행

되고 있다(Nam 2012; Park 2014; Kang et al. 2016).

이에 본 연구에서는 1차 국가기후변화적응대책(2011-2015)을 기반으로 수립된 시범 기초지자체 33개 시·군의 기후변화 적응대책<sup>1)</sup>을 기반으로 기후변화 적응대책 세부사항의 특성을 분석했다. 또한, 지자체의 기후변화 적응대책이 우리나라의 주요 리스크를 반영하고 있는지 평가하기 위해 극한 기후사상으로 인한 피해 사례가 확보 가능한 신문기사의 내용을 활용해 적응대책 특성과 피해사례의 특성을 비교·분석해 보고자 한다.

## II. 분석방법

본 연구의 방법은 크게 2단계로 분류된다(Figure 1). 먼저 적응대책 특성에 따른 유형화를 위해 국가 기후변화 적응 대책(2011-2015)을 기반으로 지자체 차원의 행동계획(Action Plan)을 마련하기 위해 수립된 「지자체 기후변화 적응대책 세부시행계획」에 해당하는 적응 옵션 총 1,279개의 적응 옵션과 예산을 바탕으로 K평균 군집분석을 수행했다. 다음으로 중앙일간지 5개, 지역 광역자치단체별 2개 내외에 해당하는 신문에 대해 과거 24년간(1990~2013년) 신문기사 총 2,565건(Park 2014)을 8개 분야에 따라 분류했다.

두 번째로 피해 사례 특성과 적응대책의 특성을 비교분석하기 위해 피해사례 및 지자체 적응대책 빈도 분석을 수행했다. 먼저 전체 기초지자체의 적응대책 옵션 및 예산 그리고 피해사례를 모두 8개 분야로 분류하고 둘의 상관성 분석을 수행했으며 다음으로 33개 기초지자체의 상대적인 피해사례와 적응대책 옵션 및 예산의 매칭정도를 분석했고 둘 사이의 차이가 유의미한지 t검정 방법을 활용해 확인했다.

1) 연수군, 울주군, 수원시, 의정부, 광명시, 평택시, 안산시, 고양시, 용인시, 파주시, 안성시, 포천시, 원주시, 화천군, 청주청원, 제천시, 옥천군, 괴산군, 음성군, 단양군, 천안시, 공주시, 아산시, 논산시, 서천군, 예산군, 태안군, 고창군, 여수시, 장성군, 포항시, 고령군, 칠곡군

### 1. 적응대책 특성에 따른 유형화

적응대책 특성 유형화를 위해 적응대책의 수 및 예산을 표준화 값(Z-score)으로 환산한 다음 통계 프로그램 R을 활용하여 군집분석을 수행했다. 군집분석은 「지자체 기후변화 적응대책 세부시행계획」의 분류 기준인 ‘건강’, ‘교육홍보 및 국제협력’, ‘농업’, ‘물관리’, ‘산림’, ‘생태계’, ‘재난재해’, ‘적용산업에너지’, ‘기후변화 감시 예측’, ‘해양수산’, ‘관광’, ‘복합’의 적응대책 옵션 수 및 예산에 따라 분류 했으며, 분류방법은 비계층적(Nonhierarchical method) 분석방법<sup>2)</sup>인 K-평균 군집분석 방법을 적용했다. 군집 분석 후 군집간의 값의 차이가 유의미한지 검증하기 위해 분산분석을 수행했다.

### 2. 피해사례 및 지자체 적응대책 빈도 분석 방법

피해 사례는 시범 기초지자체 적응대책 분야와 비교 분석하기 위해 적응대책의 분류 기준에 따라 분류했다(Ministry of Environment 2010). 이때 분류 기준은 신문기사의 키워드를 중심으로 분류했으나 ‘교육홍보 및 국제협력’, ‘기후변화 감시예측’, ‘관광’, ‘복합’분야와 관련한 신문기사는 검토되지 않아 최종적으로 8개 분야로 분류되었다. 기초지자체별

2) 비계층적 군집분석의 경우 연구자가 최대 군집 수를 선정하게 되므로 군집의 수는 연구 결과에 영향을 미치게 된다. 따라서 군집 내 거리의 제공의 합이 작아지게 되는 것을 고려하여 군집 수는 군집이 하나 늘어날 때 제공의 합이 줄어드는 정도가 직전의 값보다 작아지는 지점을 선택했다(Ahn 2009).

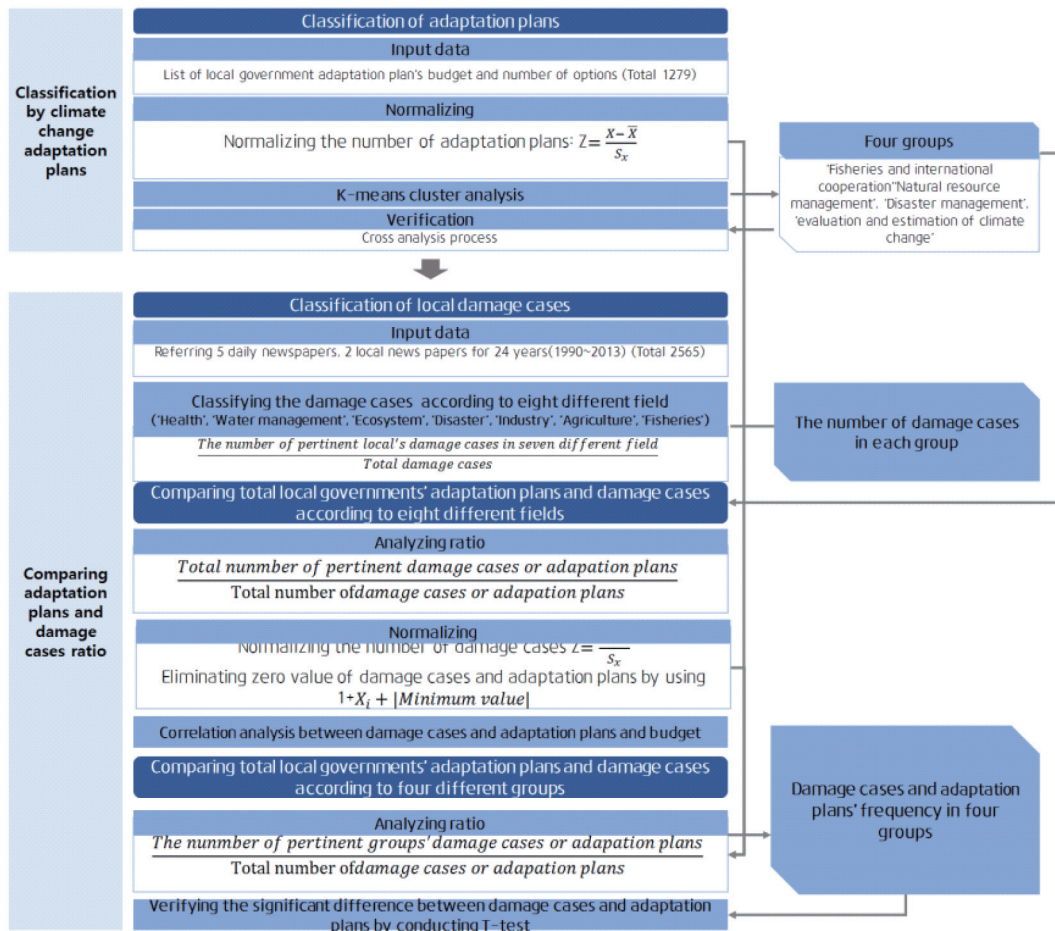


Figure 1 . Flow of study

Table 1. The result of clustering

Cluster	Pertaining local government
1	Yeonsu, Suwon, Ulju, Taean, Seocheon, Yeosu
2	Hwacheon, Gochang, Goyang, Paju, Anseong, Jijeongbu, Pocheon, Gwangmyeong, Yongin, Pyeongtaek, Goesan, Chilgok, Goryeong, Jangseong, Nonsan, Cheonan, Gongju, Yesan, Danyang
3	Wonju, Eumseong, Okcheon, Cheongju · Cheongwon, Jecheon
4	Asan, Ansan, Pohang

매칭 된 기후변화 피해사례 유형 및 빈도를 분석했으며,<sup>3)</sup> 해당 피해 분야 비율과 각 기초지자체 적응계획 분야, 분야별 예산에 대한 빈도 비율<sup>4)</sup>을 비교했다. 피해빈도와 예산의 상관성을 분석하기 위해 상관관계 분석을 수행했다.

다음으로 모든 지자체에서 공통적으로 피해 비율이 높은 분야 외에 각 기초지자체의 상대적인 피해가 높은 분야를 도출하기 위해 Z-스코어 표준화<sup>5)</sup> 방법을 활용했다. Z-스코어 표준화 방법은 값의 최대값과 최소값에 대한 영향이 적기 때문에 널리 사용되고 있는 방법이지만, 평균치 이하의 값은 음의 값으로 산정되기 때문에(Baeck et al, 2011) 표준화한 후 최솟값을 0으로 변환하기 위해  $X_i + |\text{최솟값}|$ 의 수식을 적용했다. 다음으로 각 지자체의 분야별 예산과 대책 수를 표준화한 값의 합을 도출했다.

시범 기초지자체의 적응대책의 옵션 수에 따른 유형화를 통해 도출한 군집에서의 해당 분야가 차지하는 비율을 도출했으며 피해 비율도 위와 같은 방법으로 분석했다.<sup>6)</sup> 그 후 예산과 대책의 비율과 피해 비율의 차이가 유의미한지 검증하기 위해 대응표본 t검정을 수행했다.

### III. 분석 결과 및 고찰

#### 1. 적응대책 특성에 따른 유형화 결과

지자체별 적응대책의 특성에 따른 군집분석 결과는 다음과 같다. 군집수가 증가할수록 군집 내 거리 제곱의 합이 작아지므로, 군집이 하나 늘어날 때 제곱의 합이 줄어드는 정도가 직전의 값보다 작아지는 지점을 고려하여 4개로 군집 수를 설정했다(Figure 2, Table 1). 또한, 4개로 구분된 군집간의 차이 검증 결과 각 부분별 적응대책의 수와 예산이 유의수준

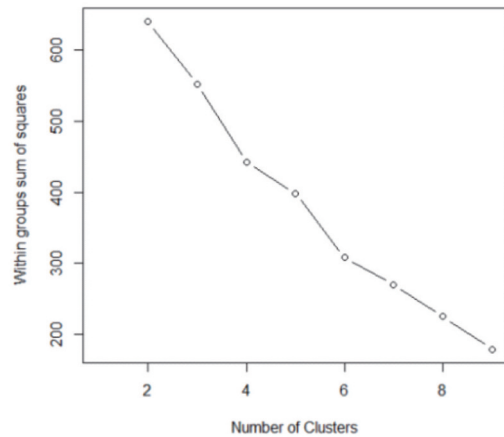


Figure 2. The result of selecting number of clusters

5%이하로 나타나 각 군집간의 차이가 유의미한 것으로 분석되었다.

군집별 대책빈도와 예산의 평균값을 비교해보면, ‘건강’, ‘교육홍보 및 국제협력’, ‘기후변화 감시예측’, ‘복합’, ‘해양수산’ 분야에서 각 지자체별로의 차이를 보였다. 하지만 대체적으로 모든 지자체가 대부분의 분야에 대한 적응대책과 예산을 마련한 것으로 분석되었다. 군집별 특성을 분석하기 위해 대책과 예산의 분배 각각을 따로 분류하여 분석한 결과 군집 1의 경우 ‘해양·수산’과 ‘교육홍보 및 국제협력’, ‘물 관리’에 상대적으로 많은 예산을 마련한 것으로 분석되었

3) 해당 분야의 피해사례 수/전체 피해사례

4) 해당 분야의 적응대책 수/기후변화 적응대책 수

5)  $Z_x = \frac{(X - \bar{X})}{S_x}$

6) 해당 군집의 분야별 피해사례 수/전체 피해사례 (예: 1군집 건강분야 피해 사례 수/ 전체피해사례 수), 해당 군집의 분야별 적응옵션 및 예산의 합/전체 적응 옵션 및 예산의 합 (예: 1군집 건강분야 적응옵션 및 예산의 합/ 전체 적응옵션 및 예산의 합)

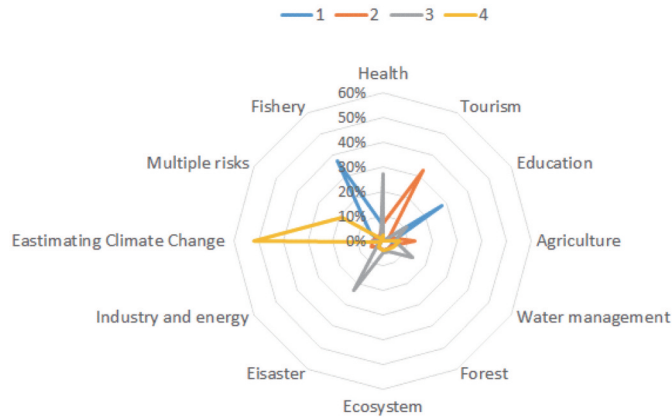


Figure 3. The mean of climate change adaptation options and budget in four clusters

다. 군집 1에는 수원시를 제외한 나머지 지자체는 해안가에 위치하여 해양·수산 분야에 관련된 다수의 대책과 예산을 마련한 것으로 분석되었다. 수원시의 경우 ‘물관리’에 많은 대책과 예산을 수립하여 군집 1에 포함된 것으로 판단된다. 군집 2는 가장 많은 수의 지자체가 포함되었으며, 다른 지자체와 비교했을 때 모든 분야에 고르게 예산과 대책을 마련한 경향을 보였다. 이는 군집 2에 속한 시·군에서 취약성 평가를 기반으로 단기(short term) 미래와 장기(long term) 미래를 모두 고려하여 다양한 분야에 걸쳐 중점분야<sup>7)</sup>를 선정한 특성을 반영하였기 때문으로 판단된다.

군집 3에 해당하는 지자체의 경우 ‘산림’, ‘건강’, ‘재난재해’, ‘적용산업·에너지’ 분야에 많은 대책을 마련하였으며, ‘재난재해’ 분야에 많은 예산을 투자하는 것으로 분석되었다. 중점분야 선정에 있어 피해사례 반영비율이 다른 군집에 비해 높은 특징을 나타냈으며, 주민 설문조사, 적응대책 예산 참고 등 다양한 방법을 활용하여 대책의 우선순위를 선정한 것으로 확인되었다(Okcheon-gun 2013; Wonju-si 2014; Eumseong-gun 2014; Cheongju·Cheongwon 2014; Jecheon-si 2014). 군집 4에 해당하는 안산시, 아산시, 포항시의 경우, ‘복합’ 및 ‘기후변화 감시예측’에 관한 대책 마련에 중점을 두었으며, 예산 또한 기후변화 감시예측에 많이 투자한 것으로 분석되었다. 이는 미래 지향적인 도시 발전을 위하여 기후

변화에 대한 예측을 강화하기 위한 목적으로 중점분야를 선정했기 때문으로 생각된다.

군집 1은 ‘해양수산’, ‘교육홍보 및 국제협력’에 많은 예산과 정책을 마련하는 ‘해양수산 및 국제협력 대책’ 유형으로 분석되었으며, 군집 2는 ‘농업’ 및 ‘관광’에 초점을 두고 있는 ‘관광 사업 및 농업 적응대책’ 마련 경향을 보였다. 군집 3은 ‘건강’, ‘재난재해’, ‘물관리’에 많은 예산과 대책을 수립하는 ‘재난대비 중심형 적응대책’ 마련의 특징을 나타냈으며, 군집 4는 ‘기후변화 및 감시예측’ 그리고 ‘복합적인 기후변화에 적응’에 관한 대책에 예산 및 대책을 마련하는 ‘기후변화 예측 기반’ 경향을 보였다(Figure 3).

## 2. 피해사례 및 지자체 적응정책 빈도 분석 결과

기사별 피해사례 매칭 자료에서 지자체별 피해사례 매칭 자료를 추출한 결과이다. 기초지자체 33개 시·군의 피해사례 유형별 비중은 ‘재난 재해(45%)’, ‘건강(33%)’, ‘농축산(10%)’, ‘물(9%)’, ‘산업에너지(1%)’, ‘산림생태계(0%)’, ‘생태계(1%)’, ‘해양수산(1%)’ 순으로 높았으며, 전국 지자체 적응대책 및 예산 비율은 ‘재난재해(22%)’, ‘농업(15%)’, ‘물관리(15%)’, ‘건강(14%)’, 순으로 높은 비율을 보이고 있었다.

7) 각 시·군에서는 과거피해사례, 취약성평가, 주민의식 설문조사, 공무원 및 전문가 의견 반영, 광역시 적응대책 및 예산, SWOT분석 등을 활용하여 취약항목을 분석하고 집중하여 적응대책을 마련고자 중점분야를 선정했다.

Table 2. The result of correlation analysis of total local governments' damage case, budget, and options

		Damage	Budget	Options
Damage	Pearson correlation coefficient	1	.754*	.702
	significance probability (two-tailed)		.031	.052
Budget	Pearson correlation coefficient	.754*	1	.651
	significance probability (two-tailed)	.031		.080
Options	Pearson correlation coefficient	.702	.651	1
	significance probability (two-tailed)	.052	.080	

\*The correlation coefficient is significant at the 0.05(two-tailed)

피해사례 매칭 자료와 적응 대책 분야별 비중을 비교해보았을 때, 기초지자체의 분야별 피해 빈도와 기초지자체의 분야별 적응대책 및 예산의 유형은 유의 확률 5%이하에서 양의 상관관계를 갖는 것으로 분석되었다(Table 2). 따라서 각 지자체는 피해 유형에 상응하는 적응대책을 적당히 마련하고 있는 것으로 분석되었다. 반면 '건강'분야에는 상대적으로 적은 예산이 투자되었으나, '건강' 관련 계획 빈도가 높고 편성된 특성을 미루어 보아, 건강분야에 많은 비중을 두고 있으나 사업 당 필요한 예산의 규모가 작기 때문으로 판단된다.

군집별로 피해 특성 및 기초지자체 적응대책 특성을 분석한 결과는 각 지자체의 상대적인 값을 비교하여 도출된 수치이므로, 절대적인 피해 빈도는 낮을 수 있으나 전국 피해사례 분석에서 높은 빈도를 보이던 피해 유형 외에 각 군집에서 특징적으로 높았던 분야가 도출되었다. '군집 1'은 다른 분야 보다 재난재해 유형(9%)에 높은 피해 비율을 보였으며, '군집 2'는 '재난재해'(25%)와 '건강'(20%)에서 비교적 높은 피해 비율을 보였다. '군집3'은 '재난재해'(7%)와 '건강'(4%)이 다른 분야에 비해 높은 피해 비율을 보였다(Table 3). 또한, 군집 4의 경우에도 '건강'(4%)과 '재난재해'(5%)에서 다른 분야보다 높은 피해 비율을 보였다.

군집별 피해 유형과 예산, 대책의 수의 빈도의 차이를 검증하기 위해 대응표본 t검정 분석 결과 '군집 1', '군집2', '군집3'에서는 군집 내 피해 비율과 예산의 차이가 유의확률 0.05에서 유의미한 것 분석되었으나, 군집4에서는 군집 내 피해 비율과 예산의 차이가 유의미하지 않은 것으로 분석되었다. 군집 1의 경

우 6개 기초지자체 중 3개의 기초지자체에서, 군집 3의 경우는 기초지자체 4개 시 중 3개 시·군에서 피해 사례를 검토하여 적응대책을 수립했기 때문에 피해 유형과 적응대책 수립 유형과 높은 일치도를 보이는 것으로 판단되지만, 군집 4에 해당하는 기초지자체의 경우 중점분야 선정 시 피해사례 뿐 아니라 전문가의 견해가 반영되는 정성적 평가를 수행했기 때문에 실제 피해 유형과 적응대책 비중의 차이가 보다 벌어진 것으로 여겨진다.

이러한 차이는 각 지자체 중점분야 선정 시, 단기 미래와 장기 미래로 구분하여 피해 사례 중심의 중점분야를 선정한 것이 아니라, 피해 사례와 함께 주민의식 설문조사, SWOT 분석, 취약성 분석 등의 방법을 종합적으로 적용하여 피해 사례에 대한 가중치가 고려되지 않은 것으로 판단된다. 이는 Lee(2013), Chae(2012; 2014), Chae & Cho(2011), Yoo & Yun(2015) 등의 선행연구에서 언급된 바와 같이 기후변화 적응 대책 수립에 대한 구체적인 가이드라인이 미흡하며, 기후변화에 대한 영향은 시기별 영향에 대한 고려가 부족했기 때문이라고 판단된다. 따라서, 향후 기후변화 적응대책 수립 시 단기와 장기 관점에서 적응대책 중점분야 선정이 필요하며, 특히 단기 관점의 적응대책 수립 시, 과거 피해사례를 반영한 복구 및 대비 차원의 계획을 마련할 필요가 있다.

피해사례 및 적응대책의 분야별 빈도 분석결과 전국 피해유형으로 '재난재해', '건강', '국토연안' 부분에서 공통적으로 피해 빈도가 높은 것으로 분석되었으며, 적응대책 또한 '재난재해', '건강', '농업', '물 관리' 순서로 높은 비율을 보였다. 하지만 각 군집별로 특징을 비교했을 때, 적응대책 수립 비중과 피해빈도

Table 3. The ratio of damage case, budget, and options

Damage									
Cluster number	Health	Water management	Ecosystem	Forest	Disaster	Industry and energy	Agriculture	Fishery	Total
1	6%	2%	0%	0%	9%	0%	2%	0%	19%
2	20%	4%	0%	1%	25%	1%	6%	0%	57%
3	4%	1%	0%	0%	7%	0%	2%	0%	13%
4	4%	1%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	10%
Total	33%	8%	0%	1%	46%	1%	10%	0%	100%

(Ratio = Pertaining categories' number of damage cases/Total number of damage cases)

Budget and options									
1	3%	3%	2%	2%	3%	1%	2%	2%	20%
2	7%	7%	7%	6%	8%	6%	8%	5%	54%
3	3%	3%	2%	3%	4%	1%	3%	1%	20%
4	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	7%
Total	14%	13%	12%	12%	16%	10%	14%	8%	100%

(Ratio = pertaining categories' number of adaptation options/Total number of adaptation options)

특성에서 차이를 나타냈다. 이는 적응대책 수립 시 중점분야 선정 방법이 많은 영향을 미쳤기 때문인데 중점분야 선정 시 현재의 피해 사례에 대한 반영 비중은 낮았으며, 취약성 평가를 통한 단기미래와 장기미래를 통합하여 중점분야를 선정했기 때문에 파악된다.

하지만 각 지자체별로 피해빈도와 적응대책 및 예산의 비중이 상대적으로 높았던 분야를 비교해보면 적응대책 및 예산의 분야별 비율은 피해빈도와 매칭되는 정도가 낮은 것으로 분석되었다. 따라서 향후 적응대책 수립 시 전국에서 공통적으로 빈도가 높았던 피해 유형인 ‘국토연안’ ‘재난재해’에 대한 적응대책 마련을 유지하되, 각 군집별로 특징적으로 높았던 피해 유형에 대한 고려가 필요할 것으로 생각된다.

또한, 국가 기후변화 적응대책 수립 시 시기의 구분은 두지 않고 장·단기 미래와 현재를 고려하여 계획을 수립하였으나 Yoo & Yun(2015)에서는 기후변화 적응대책수립 시 기후변화 적응을 어떻게 규정하느냐에 따라 적응 방식이 달라질 수 있음을 언급했다. 이를 고려했을 때 적응대책 수립 시 시기에 따른 고려가 필요하며, Reeder et al.(2011), Haasnot et al.(2013) 그리고Chae & Cho(2011)연구에서 언급된 바와 같이 각 시기에 따른 적응대책 중점분야를 선정

하여 대책을 마련하는 등 적응 대책의 유연성을 확보할 필요가 있다. 이를 위해서 우리나라 적응대책 수립과 관련한 구체적인 가이드라인 및 관련 법 수립에 관한 검토가 필요하며, 현재 이행중인 적응대책의 타당성 검토 및 중점분야 선정에 대한 방법론에 관한 연구가 수행되어야 할 것이다.

#### IV. 결론 및 시사점

본 연구에서는 33개 기초지자체의 적응대책 세부 시행계획의 특성을 예산과 적응옵션의 수를 기준으로 군집분석을 수행했으며, 군집별 적응대책 특성과 피해유형을 비교·분석했다. 다음으로 24년간 신문 기사를 활용하여 지자체별 실제 피해사례를 검토했으며, 전국 지자체의 피해 사례 유형 및 빈도수가 높은 피해유형과 기초지자체 기후변화 적응대책 세부 시행계획의 특성을 비교·분석했다.

본 연구는 과거 피해 사례와 현재 수행 중인 기초지자체 적응대책을 검토하여 기후변화 적응대책의 특성을 분석하고 향후 개선방향을 제시했다는 점에서 의의가 있다. 본 연구의 결과는 향후 지역별 실질적 피해를 반영한 적응대책 마련의 기초자료로 활용될 수 있을 것이라 판단된다. 더불어 기후변화 단기



적응대책 중점분야 선정 시 참고자료로 활용될 수 있을 것이며 기후변화 단기 미래 적응대책 수립의 적합성 시 기초자료로 활용 가능할 것으로 생각된다.

반면, 본 연구의 한계성으로 언급 할 수 있는 부분은 적응대책의 계획 수와 예산이 클수록 분야별 높은 비중을 두고 있다는 가정을 전제로 연구를 수행한 한 점이다. 또한, 지자체별 실제 기후변화 관측 영향 파악을 위해 활용한 자료는 신문기사의 특성상, 특정 분야에 치중되어 보도되어 지자체별 실질적인 기후변화 피해의 근거로 활용하기에 부족할 수 있다는 점이 한계점으로 남는다. 향후 피해 빈도와 강도를 모두 고려한 리스크 개념으로 발전시켜 적응대책별 계획을 비교·평가해 볼 필요가 있다. 이를 위해서는 기후변화와 관련한 피해사례 빈도뿐만 아니라, 피해 비용에 관한 기초데이터 구축이 동반되어야 할 것으로 판단된다.

## 사 사

본 연구는 환경부 “기후변화대응 환경기술개발사업(2014001310006)”으로 지원 받은 연구이며, 2016년 2월 춘계학술발표대회에서 발표한 논문을 수정·보완한 것임

## References

- Ahn HK. 2009. Comparative study of customer segmentation by using K-means cluster analysis and two-step cluster analysis. Master's Thesis. Yonsei University, Seoul. [Korean Literature]
- Baek SH, Jung CS, Jin HD, Kim DP. 2011. A Study on Comparison of Normalization and Weighting Method for Constructing Index about Flood. J Korean Wetlands Society. 13(3): 411-426. [Korean Literature]
- Baker I, Ann P, Greg B, Clive M. 2012. Local Government Response to the Impacts of Climate Change: An Evaluation of Local Climate Adaptation Plans. Landscape and Urban Planning. 107(2): 127-136.
- Brixi HP, Mody A. 2002. Dealing with government fiscal risk: An overview. In: Government at Risk [Polackova Brixi, H. and A. Schick (eds.)]. World Bank. Washington, DC.
- Chae YR. 2012. Prioritization of Climate Change Adaptation Measures by Sector. Korea Environment Institute. 1-197. [Korean Literature]
- Chae YR. 2014. Study on Climate Change Adaptation Plans evaluation methods and main streaming feedback system. Ministry of Environment. [Korean Literature]
- Chae YR, Cho HJ. 2011. Analysis of methodologies for prioritizing climate change adaptation measure. Korea Environment Institute. [Korean Literature]
- Cheongju · Cheongwon. 2014. Climate Change Adaptation Action Plans. [Korean Literature]
- City of Gochang. 2013. Lower Local Government Climate Change Adaptation Enforcement of Detail Plans. [Korean Literature]
- Dupuis J, Robbert B. 2013. Comparing Apples and Oranges: The Dependent Variable Problem in Comparing and Evaluating Climate Change Adaptation Policies. Global Environmental Change. 23(6): 1476-1487.
- Eumseong-gun. 2014. Climate Change Adaptation Action Plans. [Korean Literature]
- Fidelman PIJ, Leitch AM, Nelson DR. 2013. Unpacking multilevel adaptation to climate change in the Great Barrier Reef, Australia. Global Environmental Change. 23(4): 800-812.
- Forino G, Meding JV, Brewer G, Gajendran T. 2014. Disaster risk reduction and climate

- change adaptation policy in Australia. *Procedia Economics and Finance*. 18: 473-482.
- Gero A, Meheux K, Dominey-Howes D. 2010. Disaster risk reduction and climate change adaptation in the Pacific: The challenge of integration. University of New South Wales, Sydney. *Global Environmental Change*. 23: 800-812.
- Ha JS, Jung HC, Lee JH, Kim DH, Choi JH. 2014. A Study on Establishment and Management of a Long-term Heatwave Plan addressing climate change. Korea Environment Institute. 93-104. [Korean Literature]
- Haasnoot M, Kwakkel JH, Walker WE, Maat JT. 2013. Dynamic adaptive policy pathways: A method for crafting robust decisions for a deeply uncertain world. *Global environmental change*. 23(2): 485-498.
- Han HJ. 2007. Climate Change Impact Assessment and Development of Adaptation Strategies in Korea III. Korea Environment Institute. 1-432. [Korean Literature]
- IPCC. 2014. Climate Change 2014 Synthesis Report.
- IPCC Working Groups I & II. 2012. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation - SUMMARY FOR POLICYMAKERS.
- Jecheon-si. 2014. Climate Change Adaptation Action Plans. [Korean Literature]
- Kang YE, Shin JY, Park CS. 2016. Assessing Climate Change Risk and Adaptation Policy Improvements through Text-mining. *J the Urban Design Institute of Korea Urban Design*. 17(2): 69-84. [Korean Literature]
- Kim JA, Yun SJ. 2014. An Evaluation on Climate Change Adaptation Plans of Regional Local Governments: Focusing on Planning Elements and Establishment Processes. *Korean society and public administration*. 25(2): 29-51. [Korean Literature]
- Lee SJ. 2013. A study of Countermeasures against Climate Risks in Response to Adaptation Strategies for Climate Change in Strategic Partner Nations. Korea Environment Institute. [Korean Literature]
- Lei Y, Wang J. 2014. A Preliminary Discussion on the Opportunities and Challenges of Linking Climate Change Adaptation with Disaster Risk Reduction. *Natural Hazards*. 71(3): 1587-1597.
- Maarten K, Aalst V, Terry C, Ian B. 2008. Community Level Adaptation to Climate Change: The Potential Role of Participatory Community Risk Assessment. *Global Environmental Change*. 18(1): 165-179.
- Mitchell TM, Ibrahim K, Harris M, Hedger E, Polack A, Ahmed N, Hall K, Hawrylyshyn K, Nightingale M, Onyango, MA, Sadjad. 2010. Climate Smart Disaster Risk Management. Strengthening Climate Resilience. Institute of Development Studies. Brighton, UK.
- Ministry of Environment. 2010. According to Framework Act on Low Carbon. Green Growth National climate change adaptation plans. [Korean Literature]
- Ministry of Environment. 2012. Establishment of Adaptation Strategy for National Risk Assessment. [Korean Literature]
- Ministry of Environment. 2012. Research of Climate Change Adaptation. [Korean Literature]
- Ministry of Environment. 2013a. Research for establishing feedback and monitoring

- system of Climate Change Adaptation Plans. Korea Environment Institute. [Korean Literature]
- Ministry of Environment. 2013b. Evaluation and monitoring of Local Government's Climate Change Adaptation Plans. [Korean Literature]
- Ministry of Environment. 2015. The 2nd national Climate change adaptation plans(2016-2020). Korea Environment Institute. [Korean Literature]
- Nam KH. 2014. Complex Disaster Risk Analysis by Using Bayesian Network Analysis. Inje University. [Korean Literature]
- Okcheon-gun. 2013. Climate Change Adaptation Action Plans. [Korean Literature]
- Park CS. 2014. Climate-environment Risk Outlook and National Strategy. Korea Environment Institute. [Korean Literature]
- Park CS. 2014. Research for Establishing 2nd National Climate Change Adaptation Plans. Ministry of Environment. [Korean Literature]
- Polack E. 2010. Integrating Climate Change into Regional Disaster Risk Management at the Mekong River Commission. Strengthening Climate Resilience Discussion Paper 4. Institute of Development Studies. Brighton, UK.
- Reeder T, Ranger N. 2011. How do you adapt in an uncertain world?: lessons from the Thames Estuary 2100 project. UNFCCC (<http://unfccc.int>, Access on 2016. 04. 27.)
- UNISDR. 2004. Disaster Risk Reduction Tools and Methods for Climate Change Adaptation. 1-22.
- UNISDR. 2009. Risk and Poverty in a Changing Climate: Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction. United Nations International Strategy for Disaster Reduction. Geneva, Switzerland.
- Wheeler SM. 2008. State and municipal climate change plans - The first generation. J the American Planning Association. 74(4): 481-496.
- Wonju-si. 2014. Climate Change Adaptation Action Plans. [Korean Literature]
- Yoo JM, Yun SJ. 2015. Critical Inquiry on Transformational Climate Change Adaptation: Its Potential and Challenges. J Korea Environ Policy and Administration Society. 23(1): 149-181. [Korean Literature]