

재난재해 부문 기후변화 적응대책 우선순위 분석: AHP와 ANP 방법론을 이용하여*

A priority Analysis on the Climate Change Adaptation Measures in the Disaster: Using AHP and ANP

김나윤** · 박창석***

Na yoon Kim · Chang Sug Park

요약: 최근 국제적인 기후변화 적응의 흐름은 물리적인 영향에 따른 대응에서 사회적 영향 및 지역단위의 적응으로 확대 되고 있다. 기후변화 적응과 재난재해 간에는 유의한 인과관계를 형성하여 실제 갑작스러운 재난재해 발생의 주원인은 기후변화로 평가받고 있다. 이에 본 연구의 목적은 재난재해 기후변화 적응대책들의 우선순위를 규명하여 현재 시행중인 기후변화 적응대책의 중요도를 심도 있게 검토하는데 있다. 또한 기후변화 적응능력 향상을 위해 정책적으로 적응대책을 선택함에 있어 대응성을 높이기 위한 이론적 근거를 제시하는데 의의가 있다. 기후변화 적응대책 우선순위 분석결과 방법론에 따라 중요도 및 우선순위는 상이하게 나타났다. 적응대책간 상호관계를 고려하지 않을 경우 현실적 측면이 반영된 사후대책 마련을 요하는 것을 확인하였고, 상호관계를 고려할 경우 사전·사후 대책간 시너지 효과를 줄 수 있는 정책마련이 필요함을 확인하였다. 이에 기후변화 적응대책 수립 시 상호관계를 고려할 경우 재난재해에 대한 사전·사후 대책 마련에 적절한 것이라 판단되며, 본 연구결과가 향후 정책입안자 또는 의사결정자들이 기후변화 적응대책 수립시 참고할 만한 유용한 기초자료로 활용될 것으로 기대된다.

핵심주제어: 기후변화적응대책, 재난재해, 우선순위, 다기준의사결정법

Abstract: Efforts toward international climate change adaptation have experienced recent expansion recently expanded, — from responding to physical stimuli to adapting to social influences and local units. Climate change is the leading cause of unexpected disasters and constitutes the most significant causal relationship between adaptation and disasters. The study aims to conduct an in-depth examination into the importance of adaptation measures currently being implemented by setting priorities for disasters and climate change adaptation measures. This research is also significant because it suggests a theoretical basis for enhancing responsiveness in selecting policy adaptation measures to improve climate change adaptation through comparative analysis, using AHP and ANP methodologies to prioritize disaster and adaptation measures. The analysis of adaptation measures revealed

* 본 논문은 환경부의 “기후변화대응 환경기술개발사업(과제번호:2018001310004)”으로 지원을 받아 KEI에서 수행한 “지자체 적응정책 의사결정 지원을 위한 기후변화 적응정보 DB·인벤토리 구축 및 격자기반 공간화 기법 개발(우선순위평가)(2020-005-02(R))” 토대로 작성하였음.

** 주저자, 한국환경정책·평가연구원 연구원

*** 교신저자, 한국환경정책·평가연구원 선임연구위원

that importance and priority differed between AHP and ANP methodologies. The need to provide a countermeasure was confirmed, reflecting realistic aspects when a mutual relationship is considered. It is also necessary to establish policies to engender a synergistic effect between pre and post-measures when the opposite occurs. Therefore, it would be considered appropriate to prepare pre and post-measures for disasters, bearing in mind the mutual relationship in establishing adaptation measures. The study's results are expected to be applied as useful, primary data for policy or decision-makers to consult when they establish climate change adaptation measures.

Key Words: Climate Change Adaptation, Disaster, Priority, Multi-Criteria Decision Analysis

I. 서론

기후변화는 현재는 물론 다가오는 미래세대, 더 나아가 지구상의 모든 생명체와 시스템을 위협하는 치명적 문제이다. 최근 이로 인한 자연재해와 복합재난의 증가, 미세먼지 등의 환경유해인자로 인한 건강피해 등은 반복적이고 일상화되어 전통적인 환경오염과 구별되는 새로운 환경문제에 직면하고 있다. 기후변화 현상은 점차 심화되어 자연재해 및 극단적 사건의 빈도와 강도는 앞으로 증가할 가능성이 높다. 국회예산정책처(2019)에 따르면 자연재해 발생건수가 과거 10년(1998~2007)에 비해 최근 10년(2008~2017) 동안 1.7배 증가하였고, 우리나라는 2009~2018년간 풍수해로 평균 3,529억 원의 피해를 입었다. 해당 피해액은 전체 자연재해의 97%에 해당하며, 자연재해 발생은 장소에 대한 불확실성이 높기 때문에 어느 유형의 재해가 발생할지 예측하기가 어렵다.

기후변화로 인해 발생하는 피해는 자연환경 뿐만 아니라 사회, 경제, 산업 등 광범위한 피해를 심화시키는 양상을 보이고 있다. 그렇기 때문에 기후변화 피해에 대비할 수 있는 기후변화 적응대책에 대한 근본적 매커니즘과 재난재해에 대응하기 위한 효과적인 적응대책 수립 필요성이 존재한다. 우리나라는 「저탄소 녹색성장 기본법」 제48조 및 동법 시행령 제38조에 근거하여 국가 및 지자체 차원에서 기후변화 적응대책을 수립·시행하고 있다. 국가 단위로 「제1차 국가 기후변화 적응대책(2011~2015)」,

「제2차 국가 기후변화 적응대책(2016~2020)」을 수립하였고, 「제3차 국가 기후변화 적응대책(2021~2025)(안)」을 수립중에 있다. 광역 및 지방 자치단체 역시 국가의 기후변화 적응대책에 근거하여 세부시행계획을 수립하였다. 기후변화 적응(adaptation)에 대한 중요성은 지속적으로 강조되어 왔으나 적응의 효과성, 성과에 대한 적응 추적(adaptation tracking)은 대체적으로 미흡하고, 이행성과를 모니터링 및 평가할 수 있는 체계와 방법론에 대한 연구도 극히 적은편이다(Ford et al., 2013; 장훈 등, 2019).

특히, 재난재해로 인한 위험이 공동체나 국가의 지속가능한 발전에 심각한 영향을 미치고 있음에도 불구하고 이에 대한 연구도 토목, 도시계획 등 특정분야 기술을 활용한 단편적 분석과 해결책에 그치고 있다(채여라 등, 2016). 재난재해 위험관리와 기후변화 적응대책은 앞으로 발생할 잠재적 재난재해의 사전 준비단계로서 이상기후현상에 따른 재난재해 취약성을 평가하고 관리한다는 차원에서 공통점을 가진다(이제연, 2015). 따라서 재난재해 위험관리와 기후변화 적응대책에 대한 명확한 목표와 구체적인 전략을 마련하기 위한 전문적이며 체계적인 연구들이 수반되어야 할 시점이다.

이에 착안하여 본 연구는 정성적 변수들을 비교하여 우선순위를 도출하는 다기준분석법을 사용하여 재난재해 부문 기후변화 적응대책의 우선순위를 도출하는데 연구의 목적을 둔다. 정책 수립 시 어떻게 정책의 목표를 설정하고 시행하는가에 따라 정책 목표의 달성이 좌우되며(심용호 등, 2011), 적응대책 수립시 정책 목표의 우선순위를 설정하는 것은 정책의 목표 달성을 위한 중요한 선행작업이 된다. 이를 위해 재난재해 부문 기후변화 적응대책의 목적과 주요내용을 살펴보고, 계층화 분석 의사결정방법론(AHP)과 네트워크 분석적 의사결정방법론(ANP)을 적용하여 적응대책의 상대적 중요도를 산출한다. 이러한 과정을 통해 재난재해 부문 기후변화 적응대책의 우선순위를 정량화하여 규명하고 향후 기후변화 적응대책 수립시 참고 가능한 기초연구로서의 가치를 제공함에 연구의 의의를 둔다.

II. 이론적 고찰 및 선행연구 검토

1. 기후변화 적응과 재난재해

기후변화 적응은 기후변화 영향에 대한 피해를 최소화하기 위한 대응 능력을 높이는 것을 의미하며(강영은 등, 2016), 최근 기후변화 적응정책 수립·이행에도 불구하고 온실가스 배출량이 늘어나고, 또한 온실가스 배출량이 감소하더라도 향후 수십년 이상은 기후변화 영향이 잔존할 것이라는 연구들로 인하여(조광우 등, 2004; 환경부, 2010; IPCC, 2014; 박창석 등, 2015), 적응에 대한 관심은 커지고 있다. 기후변화 적응은 기후변화로 인한 경제적 피해복구, 취약성과 기후노출, 재난재해 등을 통합적으로 아우르는 리스크에 근본적으로 대응할 수 있는 방안이다(Pielke et al., 2007; Moser and Ekstrom, 2010; Smith et al., 2011; 장훈 등, 2019).

최근 기후변화 적응에 대한 국제적인 흐름은 물리적인 영향에 따른 대응에서 나아가 사회적 영향 및 지역단위의 적응으로 확대되고 있다. 또한 미국, 영국, 호주 등에서 제시하는 재난재해 위험관리 긴급 상황가이드라인에서는 도시나 지역사회의 재난재해 취약성 평가 및 적응, 복구능력을 포함하는 회복력(resilience) 개념이 강조되고 있다(김현주 등, 2010). 즉, 재난재해 위험관리 계획 수립 시 기후변화 적응을 고려하여 회복력을 향상하고자 위험에 적응하고 회복하는 능력을 갖추기 위한 방안을 모색하고 있는 것이다. 이러한 맥락에서 기후변화 적응과 재난재해간에는 유의한 인과관계를 형성하고 있다. 실질적으로 갑작스러운 재난재해 발생의 주원인은 기후변화로 평가받고 있으며 최근 이상기후로 인한 재난재해 발생이 급격하게 증가하고 있다. 향후 기후변화에 따른 재난재해 발생은 지속적으로 증가될 것으로 예상되며 기후변화와 재난재해의 인과성은 국내외 다수의 연구에서 언급되고 있다.

2. 정책 우선순위에 관한 연구

우선순위 결정이란 변수들 사이에 상대적인 중요성을 결정하는 것이며, 정책 수립시 우선순위 결정이 중요한 이유는 한정된 자원을 최대한 효율적으로 사용하고 정책과 실행간의 연계를 강화시킬 수 있기 때문이다(이재규, 2006). 이와 관련하여 기후변화 적응대책에 대한 상대적 우선순위를 평가한 선행연구를 살펴보았다.

de Bruin et al.(2009)는 다기준분석법, 비용편익분석법 등의 방법론을 활용하여 적응정책의 우선순위를 평가하였고, 기술적, 사회적, 제도적 복잡성에 대해 가중치를 반영하여 우선시 되어야 하는 적응정책을 선정하였다. Prabhakar et al.(2011)는 다기준분석법을 이용하여 상대적 우선순위를 평가하였고, WIN-WIN옵션, 기존의 위험 관리, 비용 효과, 적응 유연성, 의도되지 않은 영향, 실용적 고려사항, 지식수준, 정책적 일관성, 온실가스 배출 감축 가능성에 대해 4점 척도로 정성적 평가를 실시하였다. 오수현 등(2012)은 기후변화 취약성 개념을 이용하여 강원도를 대상으로 건강, 재난/재해, 농업, 산림, 해양/수산업, 물관리, 생태계 7개 부문에 대하여 기후변화 취약성을 상대적으로 평가 하였고 이를 토대로 부문별 우선순위를 평가하여 적응정책 수립을 위한 활용방안을 제시하였다.

기존 선행연구에서는 다기준분석법을 활용하여 기후변화 적응정책의 우선순위를 선정하거나 기후변화 취약성을 평가한 뒤 우선순위를 도출하는 분석을 하였다. 그러나 의사결정에 관한 문제는 변수들 사이의 상호연관성이 있기 때문에 계층적 구조에 대한 이해만으로는 정확한 의사결정을 하는데 어려움이 있다. 이러한 점을 고려하여 심용호 등(2011)은 AHP와 ANP 방법론을 활용하여 국내의 체계적인 그린 ICT정책의 수립을 위해 고려해야 할 정책 목표의 우선순위를 비교·분석하였고, 이상엽 등(2015)은 AHP와 ANP 방법론을 이용하여 부문별 온실가스 감축 이행 방안의 중요도를 비교·분석하였다. Akay et al.(2020)은 AHP와 ANP분석을 활용하여 터키 악차이 지역의 유역을 대상으로 돌발 홍수 잠재지역의 우선순위를 비교분석하였다. 이 외에도, 류명지 등(2019)은 ANP 기법을 이용하여 조경성능 및

친환경 평가항목의 중요도에 대해서 비교분석하였고, Herdiansyah et al.(2019)는 친환경 구매 행동 및 기후변화 대응을 촉진하기 위한 정책도구로서의 에코라벨에 대해 녹색소비 촉진을 위한 전략 우선순위에 대해서 비교분석 하였다.

본 연구는 재난재해 기후변화 적응대책들의 우선순위를 규명하는데 연구의 목적을 둔다. 현재 기후변화 적응대책의 이행성과를 모니터링 및 평가할 수 있는 체계와 방법론이 마련되어 있지 않고 이에 대한 연구도 극히 적은 편이다. 이에 본 연구가 가지는 착안점 및 차별성은 다음과 같다. 기후변화 적응은 앞으로 발생할 잠재적 재난재해의 사전 준비 단계로서 어떠한 위험에도 적응하고 회복할 수 있는 능력을 갖추기 위한 방안이다. 이러한 근거로 비추어 봤을 때 적응대책의 우선순위 규명이 반드시 선결되어야만 재난재해 발생에 따른 효과적인 피해예방과 복구 관리방안을 도출 할 수 있다. 그러므로 본 연구와 같이 현재 시행중인 기후변화 적응대책의 중요도를 심도 있게 검토한 연구가 반드시 필요하다고 볼 수 있다.

또한 연구의 주된 내용이 재난재해 부문의 기후변화 적응대책만을 다룬 선도적인 연구임에 타 연구와 차별성이 있다. 현재 국내 연구들은 재난재해 부문의 기후변화 적응대책만을 주로 다룬 연구는 극히 제한적인상황이다. 대부분의 연구들은 광범위한 기후변화 영향에 대해 전반적으로 다루었고, 기후변화 취약성을 통한 정책적 시사점을 찾는 데 주된 초점이 맞춰져 있다. 특히, 취약성 평가방법은 취약성의 형성과정과 동인을 파악하는데 어려움이 있고 통계데이터와 같은 정적데이터 활용 시 실시간으로 발생하는 기후변화 리스크의 특성, 지역별 특성을 반영하는데 한계를 지닌다(채여라 등, 2017). 이러한 연구 현실에 비추어 봤을 때, 본 연구는 현재 시행중인 기후변화 적응대책을 대상으로 하여 우선순위를 분석하는 등 심도 있게 다루고 있다는 장점을 가지고 있다.

Ⅲ. 분석의 틀

1. 분석절차 및 분석지표 선정

불확실성이 높은 기후변화에 대응하기 위한 적응대책 수립 시 적시의 구체적인 이행전략 마련이 중요하다고 판단하였다. 이에 선행연구 검토를 통해 복잡한 의사결정의 구조가 반영되어야 할 때 충분히 인지하고 있는 전문가 집단의 의견 수렴이 중요함을 인지하였고, 본 연구는 AHP(Analytic Hierarchy Process)와 ANP(Analytic Network Process)을 활용하여 정책의 우선순위를 도출하였다. AHP 방법론은 의사결정이 계층적 구조를 이루고 있다는 가정 아래 상위목표가 있고 이 상위목표 아래 하위목표들이 존재하며 이를 기준으로 각각의 대안을 평가하는 정책의 계층성을 강조하는 단방향 구조의 의사결정 시스템이다. 상위목표는 하위목표에 영향을 미치지만 하위목표는 상위목표에 영향을 미치지 못한다. 또한 동일한 수준에 위치한 목표들 간에는 상관관계가 없다고 가정 한다. 반면, ANP 방법론은 모든 의사결정의 문제가 구조화되지 않는다는 점을 인식하고 의사결정에 관여하는 기준의 중요도가 대안의 결정에 영향을 미칠 수 있고, 대안마다 지니는 특성이 기준의 중요도에도 영향을 미칠 수 있다는 점을 분석에 포함한다. 따라서, 하위 목표간 상호작용에 의한 시너지효과의 존재를 가정하여 하위 목표들의 요소로부터 상위목표의 요소에 미치는 피드백 효과가 존재하는 경우도 분석에서 고려한다(한국개발연구원, 2000).

분석의 절차는 다음과 같다. 우선, 국가 기후변화 적응대책(1, 2차), 광역지자체 기후변화 적응대책(1, 2차), 기초지자체 기후변화 세부시행계획(165개 시·군·구)의 적응대책 목적과 주요내용을 살펴 본 뒤 분석에 활용할 1차 적응대책 목록을 도출하였다. 1차 적응대책 목록을 대상으로 적응대책의 적정성 및 객관성을 확보하기 위하여 전문가 간담회를 거쳐 최종 적응대책 목록을 <표 1> 과 같이 도출하였다. 전문가 간담회에서는 적응대책의 명료성과 적합성 등을 검토하였고 1차 적응대책 목록 중 중복성이 있다고 판단되는 적응대책들은 통합하였다. 이러한 과정을 통해 도출된

최종 적응대책들을 바탕으로 (n×n)형식의 표로 나열한 뒤 전문가 워크숍 및 설문조사를 통해 적응대책 상호간 상관관계를 평가하였다. 전문가 워크숍을 통해 각 적응대책간의 상관관계, 평가근거 등의 전문가 의견을 수집하였고, 적응대책간 영향크기를 파악하고자 7점 척도로 적응대책간 상대적 중요도 평가를 위한 전문가 설문조사를 실시하였다.

〈표 1〉 재난재해 부문 기후변화 적응대책 목록

전략	적응대책		특징
예방	D1	위험성 분석 및 위험지도 작성	재해위험지역 평가기술 개발 및 자연재해 위험지도/ 흔적도 작성
	D2	재해관측장비 개선	기상/자연재해 관측장비 개선/유지 및 관리
	D3	재난보험	자연재해보험, 홍수재해보험, 풍수해보험 지원 및 활성화
	D4	방재시설	재난재해로 인한 피해와 영향을 최소화하기 위한 시설 도입 및 확충
대비	D5	예경보체계 및 전달체계	재해대비 첨단 예경보체계 및 정보 전달체계 구축
	D6	재난통합관제체계	기상관측장비를 연계하여 재난상황을 모니터링하고, 광범위 하고 포괄적인 재난상황을 관제함
	D7	민방위 경보시설	민방위 경보발령 및 전달시설 확충
	D8	교육훈련 및 연습	기후변화 대응능력 강화를 위한 교육 및 홍보
대응	D9	비상계획/사고대책본부 가동 운영지침	재난재해의 영향을 최소화 할 수 있는 기구/비상계획 수립 절차 및 이행에 관한 지침
	D10	재난진압	재난재해 현장의 안정화를 위해 화재진압, 유류 유출방지 등 관련 기술 개발
	D11	구조구난	재난구조구난 로봇기술 개발
	D12	긴급의료지원	재난지역 응급의료지원의 일원화된 체계(환자 수용, 간호, 보호, 수색, 구조 및 후송) 추진
복구	D13	재해 복구 지침 개발	재해가 발생한 지역에서 재해복구사업을 원활하게 추진하고, 향후 발생할 수 있는 재난재해로 인한 피해를 최소화 하고자 재해복구사업 추진, 행정절차 등 세부추진사항을 포함하는 지침을 개발
	D14	재해복구모델 및 복구공업 개발	대규모 재난재해지역의 지역 단위별 복구모델 및 복구공업 개발
	D15	재해복구 및 구호물자 관리체계	재해복구체계 및 재해구호물자 관리체계 개선
	D16	재난/재해 폐기물 처리	재난재해에 의해 발생한 폐기물의 안정적 처리 및 관리

본 분석에 활용된 전문가 설문조사는 박사과정 이상의 학력을 지니거나 그에 부합하는 연구경력을 가졌다 인정되는 환경 및 재난재해 관련 업무에 종사하고 있는 대학 및 학회, 연구원, 중앙 및 공무원 등을 대상으로 실시하였다. 설문조사 기간은 2019년 9월 21일부터 10월 17일까지 약 25일간 이메일로 전송 후 회신하는 방법을 통해 설문을 수집하였다. 설문조사는 본 연구의 의도와 설문문항에 대한 충분한 사전 설명을 실시하여 일관성을 높이기 위해 노력하였고, 이렇게 회수된 설문의 CR(일관성 지수)를 검토하여 0.1 이하로 나타난 설문 36부를 분석에 활용하였다. 본 분석에 활용된 조사대상자의 통계학적 특성을 살펴보면 30대 이하 22.2%, 40대 41.7%, 50대 33.4%, 60대 이상 2.7% 순으로 나타났고, 대학교수 61%, 연구원 27%, 중앙 및 지방 공무원 6.5%, 기타 5.5% 순으로 나타났다. 현 업무 조사기간은 10년 미만 22.2%, 10년 이상 15년 미만 25%, 15년 이상 20년 미만 13.9%, 20년 이상 25년 미만 13.9%, 25년 이상 25%로 고르게 분포되었다고 판단하였다.

2. 분석모형 설정

Saaty et al.(2003)는 정량적인 분석이 어려운 의사결정을 위해 관련 전문가들의 정성적 지식을 이용하여 고려야해 할 평가요소의 중요도를 결정하는 AHP와 ANP 방법론을 제시하였다(심용호 등, 2011). AHP 방법론은 문제의 계층화, 의사결정 요소간 쌍대비교, 가중치 추정, 가중치의 종합적 판단의 4단계로 이루어진다. 1단계에서는 문제를 정의하고 관련 요소를 추출함으로써 목표, 평가항목과 하위수준의 항목을 결정하고 계층구조를 설정하게 된다. 다음으로 각 기준의 판단자료를 수집하고 항목간 쌍대비교를 통한 비교행렬을 작성한 뒤, 쌍대 비교행렬을 통해 각 요소에 대한 상대적 가중치를 추정한다. 비교행렬의 주대각선 요소의 값이 모두 1이 되는 성질가지며, 고유벡터법을 주로 활용하여 가중치를 산출한다. 이 같은 정방행렬을 고유벡터는 우선순위를 그리고 고유치는 일관성을 측정할 수 있는 수단으로 구체적인 평가항목간 상대적 추정 가중치를 산정한 후

응답의 일관성을 검토한다. 일관성 비율(consistency ratio, CR)은 0.1을 임계치로 보고 응답자가 일관성 있게 쌍대비교를 수행한 것으로 판단하게 되어있다(Saaty et al., 2003). <그림 1>는 AHP 방법론을 활용하기 위한 연구모형이다.

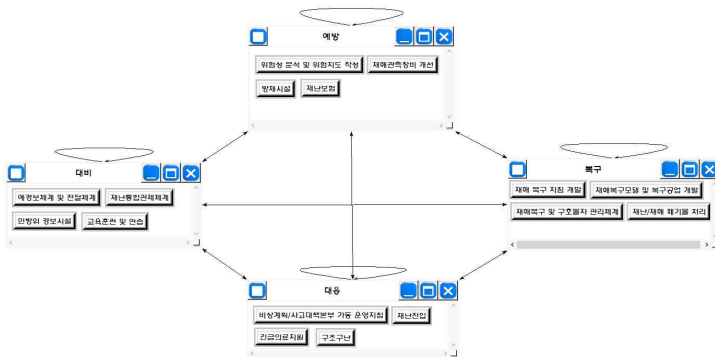
〈그림 1〉 적응대책 우선순위 도출을 위한 AHP 연구모형



ANP 방법론은 변수들간의 클러스터를 만들어 전반적인 구조를 제공하며, 해당 구조를 바탕으로 각 클러스터 간에 미치는 영향을 파악함으로써 우선순위를 규명할 수 있다. ANP는 사회현상의 복잡한 상호작용을 효과적으로 분석할 수 있다는 장점이 있고, 특히 위험과 불확실성 상황의 포함 여부를 파악할 수 있다(Saaty et al., 2003). ANP는 네트워크 모형 구축, 네트워크에 따라 쌍대비교 및 우선순위를 도출, 초기 대행렬(Unweighted Super Matrix) 구성, 최종적인 우선순위 도출을 위한 초기 대행렬을 수렴 대행렬(Limit Super Matrix)로 변환 4단계로 이루어진다. 1단계는 네트워크 모형을 구축하는 것이다. 주어진 의사결정 문제를 네트워크 형태로 구조화시킴으로써 의사결정 문제를 목표(Goal), 클러스터(Cluster), 세부요소(Node)로 세분화하여 도출한다. 2단계는 구축된 네트워크에 따라 쌍대

비교 및 우선순위를 도출하는 단계이다. 쌍대비교를 수행하는 기본적인 기준과 방법은 AHP와 동일하며, 클러스터간 영향관계에 따라 클러스터 내 의사결정 요소들 간의 쌍대비교가 이루어진다(송인국, 2015). 다음으로 초기 대행렬(Unweighted Super Matrix)을 구성하는 것으로, 다양한 클러스터들의 상관관계를 나타낸 뒤 최종적인 우선순위 도출을 위해 초기 대행렬을 수렴 대행렬(Limit Super Matrix)로 변환 한다. <그림 2>는 ANP 방법론을 활용하기 위한 연구모형이다.

<그림 2> 적응대책 우선순위 도출을 위한 ANP 연구모형



IV. 분석결과

1. AHP분석에 따른 우선순위 결과

AHP 분석결과는 아래 <표 2>와 같다. 먼저, Satty(1990)가 제시한 CR을 0.1 보다 크면 일관성이 없으며, 0.1보다 하회할 경우에는 일관성을 유지하고 있다고 주장하여, 본 연구에서는 CR이 0.1 이하인 자료를 분석에 활용하여 응답자의 논리적 일관성을 충분히 확보하고자 하였다.

각 적응대책에 대한 우선순위를 분석한 결과 4가지 전략에 대한 16개 적응대책 중 “재난/재해 폐기물 처리(0.092)”가 가장 높은 중요도를 가지

는 적응대책으로 나타났다. 다음으로 “위험성 분석 및 위험지도 작성(0.076)”, “재해복구모델 및 복구공업 개발(0.071)”, “재난통합관제체계(0.071)”, “재해 복구 지침 개발(0.066)”의 순으로 높은 중요도를 가지는 것으로 나타났으며, “재난보험(0.041)”은 상대적으로 낮은 중요도를 가지는 것으로 나타났다. AHP 분석결과 재난재해가 진행 중이거나 종료되었을 때 이전의 상태 또는 더 나은 상태로 돌아갈 수 있는지 파악하는 것이 중요하게 작용하고 있음을 유추할 수 있다.

〈표 2〉 AHP 분석에 따른 재난재해 적응대책 우선순위

전략	적응대책		AHP 중요도	순위
예방	D1	위험성 분석 및 위험지도 작성	0.076	2
	D2	재해관측장비 개선	0.058	12
	D3	재난보험	0.041	16
	D4	방재시설	0.049	14
대비	D5	예경보체계 및 전달체계	0.066	6
	D6	재난통합관제체계	0.071	4
	D7	민방위 경보시설	0.061	9
	D8	교육훈련 및 연습	0.060	10
대응	D9	비상계획/사고대책본부 가동 운영지침	0.066	7
	D10	재난진압	0.060	11
	D11	구조구난	0.054	13
	D12	긴급의료지원	0.047	15
복구	D13	재해 복구 지침 개발	0.066	5
	D14	재해복구모델 및 복구공업 개발	0.071	3
	D15	재해복구 및 구호물자 관리체계	0.062	8
	D16	재난/재해 폐기물 처리	0.092	1

우선순위가 높은 상위 5개 적응대책에 대해 자세히 살펴보면, 우선 “재난/재해 폐기물 처리”는 재난재해에 의해 발생한 폐기물의 안정적 처리 및 관리를 위한 적응대책이다. 타 적응정책에 비해 상위 중요도 값을 가지는 원인을 살펴보면 재난재해 폐기물은 일반폐기물에 비해 대량의 폐기물이 발생하기 때문에 즉각적이고 적절한 대처가 이루어지지 않으면 단기적

관점으로는 긴급대응과 복구활동에 영향을 줄 수 있으며, 장기적 관점으로는 이에 대한 관리가 저조할 경우 중요한 환경 및 위생에 영향을 줄 수 있어 2차 피해를 유발할 수 있다는 의식 때문이라 사료된다. 다음으로 “위험성 분석 및 위험지도 작성”, “재해복구모델 및 복구공업개발”이 높은 중요도를 가지는 것은 재난재해에 의해 발생된 피해를 복구하는 능력을 증진시킴으로 미래에 발생될 재난재해를 준비하여 기후변화 적응 능력을 향상시키고자 하는 것을 의미한다. 이러한 기후변화 적응 능력 향상을 위한 피해 복구 능력을 증진시키고자 하는 적응대책들은 실제로 이를 이루기 위해서는 관련 기술의 개발이 다소 중요하다는 인식과 맥을 같이한다고 볼 수 있는 결과이다.

“재난통합관계체계”는 기상관측장비 연계 및 재난상황 모니터링을 통해 광범위하고 포괄적인 재난상황을 관제하고자 하며, 재해유형 및 재해 발생 지역의 사회·경제·생태적 특성에 따라 피해정도가 상이하게 나타나므로 이에 대응하기 위해 재난재해 평가를 지속적으로 수행하고자 하는 의지를 가지고 있다는 것을 파악할 수 있다. “재해 복구 지침 개발”은 재해가 발생한 지역에서 재해복구 사업을 원활하게 추진하고 향후 재난재해로 인한 피해를 최소화하고자 재해복구사업 추진, 행정절차 등 세부추진 사항을 포함하는 지침을 개발되어야 하나, 국내의 경우 재난재해 발생 이후 국가재난대응체계의 전체적인 틀에서 근본적이고 체계적인 재난대응 체계 구축방안에 대한 고민보다는 해당 재난재해 대응 시 제기되었던 문제에 대한 해결책 마련에만 치중했던 점에 대한 한계를 검토하고 개선할 필요가 있기에 상대적으로 중요도가 높게 나왔음을 유추할 수 있다.

2. ANP분석에 따른 우선순위 결과

ANP 분석을 위해 우선 네트워크 모형을 구축하였고, 적응대책의 상관관계를 바탕으로 ANP 응용프로그램인 SUPER DECISION을 이용해 네트워크 구조도를 구성한 뒤, 4가지 전략에 대한 16개 적응대책간의 중요도를 표출하였다. 구축된 네트워크의 기본적인 기준과 방법은 AHP와 동일

하게 쌍대비교 및 일관성 검증을 수행하였고, 클러스터간 영향관계에 따라 클러스터 내 의사결정 요소들 간의 쌍대비교를 수행하였다. <표 3>은 초기 대행렬(Unweighted Super Matrix)로 4가지 전략에 대한 16개 적응 대책을 나타내었다. 초기 대행렬의 값은 행 D1(위험성 분석 및 위험지도 작성)은 열 D2(재해관측장비 개선)에 0.993 만큼 영향을 미친다고 해석할 수 있다.

<표 3> 초기 대행렬(Unweighted Super Matrix)

구분		예방				대응				대비				복구			
		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16
예방	D1	0.000	0.993	0.692	0.563	0.415	0.408	0.438	0.470	0.482	0.527	0.472	0.438	0.420	0.438	0.422	0.533
	D2	0.051	0.000	0.304	0.434	0.467	0.423	0.427	0.344	0.392	0.390	0.388	0.296	0.261	0.254	0.256	0.267
	D3	0.049	0.001	0.000	0.003	0.117	0.168	0.132	0.183	0.123	0.080	0.136	0.263	0.317	0.305	0.319	0.196
	D4	0.900	0.006	0.004	0.000	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002	0.003	0.003	0.004
대응	D5	0.052	0.046	0.131	0.058	0.000	0.995	0.507	0.471	0.335	0.317	0.318	0.292	0.349	0.332	0.314	0.233
	D6	0.059	0.056	0.101	0.066	0.038	0.000	0.490	0.526	0.371	0.389	0.388	0.421	0.419	0.433	0.412	0.593
	D7	0.075	0.079	0.181	0.190	0.047	0.000	0.000	0.003	0.293	0.293	0.293	0.285	0.229	0.231	0.271	0.169
	D8	0.814	0.820	0.587	0.687	0.915	0.005	0.003	0.000	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.004	0.003	0.005
대비	D9	0.073	0.087	0.162	0.085	0.052	0.047	0.058	0.062	0.000	0.995	0.495	0.529	0.389	0.370	0.399	0.443
	D10	0.069	0.087	0.255	0.147	0.062	0.051	0.065	0.062	0.041	0.000	0.502	0.469	0.333	0.381	0.269	0.316
	D11	0.069	0.081	0.137	0.124	0.066	0.054	0.071	0.059	0.041	0.000	0.000	0.002	0.276	0.246	0.330	0.237
	D12	0.789	0.746	0.446	0.644	0.820	0.847	0.806	0.817	0.917	0.005	0.002	0.000	0.002	0.003	0.002	0.004
복구	D13	0.068	0.096	0.082	0.098	0.081	0.072	0.109	0.078	0.065	0.072	0.083	0.073	0.000	0.995	0.553	0.504
	D14	0.071	0.106	0.094	0.074	0.121	0.099	0.159	0.159	0.093	0.087	0.129	0.171	0.044	0.000	0.444	0.491
	D15	0.092	0.133	0.114	0.316	0.096	0.078	0.101	0.091	0.068	0.096	0.074	0.076	0.044	0.000	0.000	0.004
	D16	0.769	0.665	0.710	0.512	0.702	0.751	0.631	0.672	0.774	0.746	0.714	0.679	0.912	0.005	0.003	0.000

D1: 위험성 분석 및 위험지도 작성, D2: 재해관측장비 개선, D3: 재난보험, D4: 방재시설

D5: 예경보체계 및 전달체계, D6: 재난통합관제체계, D7: 민방위 경보시설, D8: 교육훈련 및 연습

D9: 비상계획/사고대책본부 가동 운영지침, D10: 재난진압, D11: 구조구난, D12: 긴급의료지원

D11: 재해 복구 지침 개발, D12: 재해복구모델 및 복구공업 개발, D13: 재해복구 및 구호물자 관리체계

D14: 재난/재해 폐기물 처리

최종적인 우선순위 도출을 위해 초기 대행렬을 수렴 대행렬(Limit Super Matrix)로 변환 하였다. 수렴 대행렬로 변환하기 위해서 우선, 가중 대행렬(Weighted Super Matrix)로 변환하며, 가중 대행렬은 클러스터 간

쌍대비교를 통해 도출된 각 전략에 대한 가중치(weight)를 각 열의 해당 부분의 원소에 곱함으로써 얻어진다. 가중 대행렬을 수렴 대행렬로 변환 시킴으로써 최종적인 우선순위가 도출된다. 이는 행렬의 열에 위치한 적응대책이 행에 위치한 적응대책에 상대적으로 어느 정도 영향을 미치는가를 나타낸다. 가중 대행렬 <표 4>는 앞서 산출한 초기 대행렬에 가중치를 곱하여 구할 수 있고, 가중 대행렬을 무한대로 곱하면 특정 값에 수렴한 행렬 <표 5>가 나타나며, 수렴 대행렬의 각 행의 값은 재난재해 16개 적응대책에 대한 중요도이다.

<표 4> 가중 대행렬(Weighted Super Matrix)

구분		예방				대응				대비				복구			
		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16
예방	D1	0.000	0.248	0.173	0.141	0.104	0.102	0.109	0.117	0.120	0.132	0.118	0.110	0.105	0.109	0.105	0.133
	D2	0.013	0.000	0.076	0.109	0.117	0.106	0.107	0.086	0.098	0.097	0.097	0.074	0.065	0.064	0.064	0.067
	D3	0.012	0.000	0.000	0.001	0.029	0.042	0.033	0.046	0.031	0.020	0.034	0.066	0.079	0.076	0.080	0.049
	D4	0.225	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
대응	D5	0.013	0.011	0.033	0.014	0.000	0.249	0.127	0.118	0.084	0.079	0.079	0.073	0.087	0.083	0.079	0.058
	D6	0.015	0.014	0.025	0.016	0.010	0.000	0.122	0.132	0.093	0.097	0.097	0.105	0.105	0.108	0.103	0.148
	D7	0.019	0.020	0.045	0.047	0.012	0.000	0.000	0.001	0.073	0.073	0.073	0.071	0.057	0.058	0.068	0.042
	D8	0.204	0.205	0.147	0.172	0.229	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001
대비	D9	0.018	0.022	0.041	0.021	0.013	0.012	0.015	0.016	0.000	0.249	0.124	0.132	0.097	0.092	0.100	0.111
	D10	0.017	0.022	0.064	0.037	0.016	0.013	0.016	0.016	0.010	0.000	0.126	0.117	0.083	0.095	0.067	0.079
	D11	0.017	0.020	0.034	0.031	0.016	0.014	0.018	0.015	0.010	0.000	0.000	0.001	0.069	0.062	0.082	0.059
	D12	0.197	0.187	0.111	0.161	0.205	0.212	0.202	0.204	0.229	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001
복구	D13	0.017	0.024	0.021	0.025	0.020	0.018	0.027	0.019	0.016	0.018	0.021	0.018	0.000	0.249	0.138	0.126
	D14	0.018	0.027	0.023	0.018	0.030	0.025	0.040	0.040	0.023	0.022	0.032	0.043	0.011	0.000	0.111	0.123
	D15	0.023	0.033	0.028	0.079	0.024	0.020	0.025	0.023	0.017	0.024	0.019	0.019	0.011	0.000	0.000	0.001
	D16	0.192	0.166	0.178	0.128	0.176	0.188	0.158	0.168	0.193	0.187	0.179	0.170	0.228	0.001	0.001	0.000

D1: 위험성 분석 및 위험지도 작성, D2: 재해관측장비 개선, D3: 재난보험, D4 :방재시설
 D5: 예경보체계 및 전달체계, D6: 재난통합관제체계, D7: 민방위 경보시설, D8: 교육훈련 및 연습
 D9: 비상계획/사고대책본부 가동 운영지침, D10: 재난진압, D11: 구조구난, D12: 긴급의료지원
 D11: 재해 복구 지침 개발, D12: 재해복구모델 및 복구공급 개발, D13: 재해복구 및 구호물자 관리체계
 D14: 재난/재해 폐기물 처리

〈표 5〉 수렴 대행렬(Limit Super Matrix)

구분		예방				대응				대비				복구			
		D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	D16
예방	D1	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115	0.115
	D2	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071
	D3	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037	0.037
	D4	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026
대응	D5	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072
	D6	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075
	D7	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038	0.038
	D8	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065
대비	D9	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065	0.065
	D10	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048
	D11	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026
	D12	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111
복구	D13	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046
	D14	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042
	D15	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019
	D16	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143	0.143

D1: 위험성 분석 및 위험지도 작성, D2: 재해관측장비 개선, D3: 재난보험, D4 :방재시설

D5: 예경보체계 및 전달체계, D6: 재난통합관제체계, D7: 민방위 경보시설, D8: 교육훈련 및 연습

D9: 비상계획/사고대책본부 가동 운영지침, D10: 재난진압, D11: 구조구난, D12: 긴급의료지원

D11: 재해 복구 지침 개발, D12: 재해복구모델 및 복구공급 개발, D13: 재해복구 및 구호물자 관리체계

D14: 재난/재해 폐기물 처리

각 적응대책간 ANP 분석결과 “재난/재해 폐기물 처리(0.143)”가 가장 높은 중요도를 가지는 적응대책으로 나타났다. 다음으로 “위험성 분석 및 위험지도 작성(0.115)”, “긴급의료지원(0.111)”, “재난통합관제체계(0.075)”, “예경보체계 및 전달체계(0.072)”의 순으로 높은 중요도를 가지는 것으로 나타났으며, “재해복구 및 구호물자 관리체계(0.019)”는 상대적으로 낮은 중요도를 가지는 것으로 나타났다. ANP 분석에 따른 재난재해 적응대책 우선순위는 〈표 6〉과 같으며, 재난재해를 사전에 예방하고 대비하기 위한 적응대책들과 재난재해 발생 이후 적절한 대응과 복구를 위한 적응대책들이 고르게 중요하게 작용하고 있음을 확인할 수 있다.

〈표 6〉 ANP 분석에 따른 재난재해 적응대책 우선순위

전략	적응대책		ANP 중요도	순위
예방	D1	위험성 분석 및 위험지도 작성	0.115	2
	D2	재해관측장비 개선	0.071	6
	D3	재난보험	0.037	15
	D4	방재시설	0.026	12
대비	D5	예경보체계 및 전달체계	0.072	5
	D6	재난통합관제체계	0.075	4
	D7	민방위 경보시설	0.038	14
	D8	교육훈련 및 연습	0.065	7
대응	D9	비상계획/사고대책본부 가동 운영지침	0.065	8
	D10	재난진압	0.048	9
	D11	구조구난	0.026	13
	D12	긴급의료지원	0.111	3
복구	D13	재해 복구 지침 개발	0.046	10
	D14	재해복구모델 및 복구공법 개발	0.042	11
	D15	재해복구 및 구호물자 관리체계	0.019	16
	D16	재난/재해 폐기물 처리	0.143	1

우선순위가 높은 상위 5개 적응대책을 살펴보면, 우선 “재난/재해 폐기물 처리”는 앞서 분석한 AHP 분석결과와 동일하게 가장 중요도가 높은 적응대책으로 나타났고, “위험성 분석 및 위험지도 작성”, “재난통합관제체계”도 2번째, 4번째로 중요도가 높은 적응정책으로 도출되었다. 이는 앞서 분석한 AHP 분석 결과와 유사하다고 판단된다. “예경보체계 및 전달체계”도 관련 기술 개발이 다소 중요하다는 인식으로 인해 ANP 분석에서 중요도가 높은 적응대책으로 선정되었음을 유추할 수 있다.

“긴급의료지원”은 재난지역 응급의료지원의 일원화된 체계를 마련하여 재난재해 상황에 신속하게 대응하기 위한 적응대책이다. 재난대응체계의 전체적인 틀에서 근본적이고 체계적인 응급의료지원 체계를 마련하여 특정 재난재해 대응 시 제기되었던 의료지원 체계 문제에 대한 해결책 마련에 치중했던 한계를 검토하고 개선되어야 하므로 상대적으로 중요도가 높게 나왔음을 판단된다.

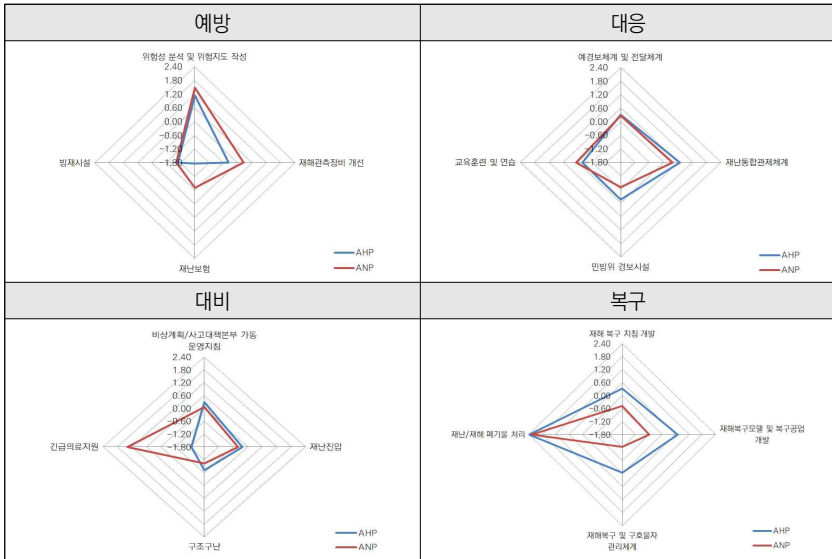
3. 재난재해 우선순위의 분석결과 비교

각 전략별 AHP와 ANP 분석을 통해 도출된 중요도를 정규화 한 뒤, <그림 3>과 같이 비교분석하였다. AHP 분석에서 도출된 적응대책의 중요도는 대응, 대비 전략의 경우 적응대책의 중요도가 고르게 나타난 것으로 보이나, 예방 전략의 경우 “위험성분석 및 위험지도 작성”, 복구전략의 경우 “재난/재해 폐기물 관리” 적응대책의 중요도가 전략 내 다른 적응대책에 비해 중요도가 높게 나타났음을 확인하였다.

ANP 분석에서 도출된 적응대책의 중요도는 예방과 복구 전략의 경우 AHP 분석결과와 유사하게 “위험성분석 및 위험지도 작성”, “재난/재해 폐기물 관리” 적응대책의 중요도가 전략 내 다른 적응대책에 비해 중요도가 높게 나타난 반면, 대응 전략의 경우 “민방위 경보시설” 적응대책의 중요도가 전략 내 다른 적응대책에 비해 중요도가 다소 낮게 나타났다. 대비 전략의 경우 “긴급의료지원”이 전략 내 다른 적응대책에 비해 중요도가 다소 높은 것을 확인하였다.

AHP와 ANP 분석결과를 비교해보면 예방, 대비 전략의 경우 ANP 분석에서 중요도가 다소 높게 나타났다. 예방 전략의 경우 AHP 분석에서 “재난보험”에 대한 중요도가 ANP 분석에 비해 다소 낮게 나타났고, 대비 전략의 경우 “긴급의료지원”에 대한 중요도가 AHP 분석 보다 ANP 분석에서 상대적으로 매우 높게 나타났다. 대응 전략은 AHP와 ANP 분석에서 유사하게 나타났고, 복구 전략은 AHP 분석에서 전반적인 정책의 중요도가 다소 높게 나타났다.

〈그림 3〉 재난재해 전략별 적응대책의 중요도



AHP와 ANP 방법론으로 각각 재난재해 기후변화 적응대책의 우선순위를 도출한 결과 〈표 7〉과 같다. “재난/재해 폐기물 관리” 적응대책은 AHP와 ANP 분석결과 동일하게 가장 중요도가 높은 적응대책으로 나타났고, “위험성 분석 및 위험지도 작성”, “재난통합관제체계”는 중요도가 높은 상위 5개 적응대책으로 도출되었다. 반면, AHP 분석에서 높은 중요도를 나타냈던 “재해 복구 지침 개발”, “재해복구모델 및 복구공법 개발”은 ANP 분석에서는 상대적으로 중요도가 낮게 나타났다. 또한 ANP 분석에서 “긴급의료지원” 적응대책의 중요도 AHP 분석에서 보다 중요도가 높게 나타났다. 이는 상관관계를 고려할 경우, 재난재해에 대한 사후대책 보다는 사전대책에 대한 중요도가 더 높게 나타나는 것을 확인하였다.

〈표 7〉 AHP와 ANP 방법의 분석결과 비교

	적응대책		AHP 중요도		순위	ANP 중요도		순위
			a	Z		a	Z	
예방	D1	위험성 분석 및 위험지도 작성	0.076	1.141	2	0.115	1.483	2
	D2	재해관측장비 개선	0.058	-0.387	12	0.071	0.252	6
	D3	재난보험	0.041	-1.772	16	0.037	-0.712	15
	D4	방재시설	0.049	-1.083	14	0.026	-1.023	12
대비	D5	예경보체계 및 전달체계	0.066	0.315	6	0.072	0.265	5
	D6	재난통합관제체계	0.071	0.680	4	0.075	0.365	4
	D7	민방위 경보시설	0.061	-0.143	9	0.038	-0.699	14
	D8	교육훈련 및 연습	0.060	-0.209	10	0.065	0.069	7
대응	D9	비상계획/사고대책본부 가동 운영지침	0.066	0.294	7	0.065	0.071	8
	D10	재난진압	0.060	-0.235	11	0.048	-0.413	9
	D11	구조구난	0.054	-0.722	13	0.026	-1.039	13
	D12	긴급의료지원	0.047	-1.261	15	0.111	1.382	3
복구	D13	재해 복구 지침 개발	0.066	0.324	5	0.046	-0.475	10
	D14	재해복구모델 및 복구공업 개발	0.071	0.705	3	0.042	-0.589	11
	D15	재해복구 및 구조물자 관리체계	0.062	-0.045	8	0.019	-1.227	16
	D16	재난/재해 폐기물 처리	0.092	2.398	1	0.143	2.290	1

AHP 방법론은 계층적 구조이고, ANP 방법론은 변수 사이의 상관관계를 고려한 네트워크 구조이기 때문에 적응대책의 중요도와 우선순위결과에는 차이가 나타났다. 적응대책 간 상관관계를 고려하지 않았을 경우, 재난재해 복구에 관한 적응대책의 우선순위가 중요한 것으로 나타났다. 이는 정책 추진에 있어 현실적 측면이 반영된 결과로 재난재해로 인한 시설 복구, 향후 재난재해 발생 시 적극적 복구를 위한 체계 마련 등을 요하는 특성을 파악할 수 있다. 반면, 적응대책 간의 상관관계를 고려했을 경우, 복구를 위한 적응대책 뿐만 아니라 긴급의료지원, 예경보체계 및 전달체계, 재난 통합관제 체계 등 사전 대비를 요하는 적응대책의 중요도가 높은 것으로 나타났다. 이는 기후변화 적응대책 적용에 있어서 관련 체계 및 가이드라인을 마련함으로써 재난재해 발생 전후 예방, 대비, 대응, 복구 등 적응대책 간 시너지효과를 줄 수 있는 정책 마련이 필요하기에 우선적으로 검토되어야 함을 시사한다.

VI. 결론

기후변화 심화로 인한 자연재해는 예고 없이 발생하며, 갑작스러운 재난재해 발생 시 국민의 생활 및 안전을 위해 유연하게 대처할 수 있는 대책이 강구되어야 한다. 하지만 기후 적응의 중요성이 부각되고 있음에도 실제로 이행된 적응대책은 적고, 적응대책의 적용 전후 대비 효과를 파악할 수 있는 체계가 마련되어 있지 않은 실정이다. 이러한 맥락에서 본 연구는 재난재해 부문 기후변화 적응대책의 우선순위를 도출하기 위해 두가지 방법론을 활용하여 향후 기후변화 적응능력 향상을 위해 정책적으로 적응대책을 선택함에 있어 대응성을 높이기 위한 이론적 근거를 제시하는데 의의가 있다.

재난재해 부문 기후변화 적응대책 우선순위 분석결과를 살펴보면 AHP와 ANP 방법론에 따라 중요도 및 우선순위 도출에서 다소 다르게 나타났다. AHP 분석결과 “재난/재해 폐기물 처리”, “위험성 분석 및 위험지도 작성”, “재해복구모델 및 복구공법 개발”, “재난통합관제체계”, “재해 복구지침 개발”의 순으로 중요도가 높게 나타났으며, 재난재해 발생 이후 이전의 상태 또는 더 나은 상태로 돌아갈 수 있는지를 파악하기 위한 복구에 관한 적응대책의 중요도를 높게 평가하였다. 이는 정책 추진에 있어서 현실적인 측면이 반영된 결과로 재난재해 발생 시 이에 대한 적극적 복구를 위한 대책 마련을 요하는 특성을 파악할 수 있다. 반면, ANP 분석에서는 “재난/재해 폐기물 처리”, “위험성 분석 및 위험지도 작성”, “긴급의료지원”, “재난통합관제체계”, “예경보체계 및 전달체계”의 순으로 중요도가 높게 나타났으며, 재난재해 발생을 사전에 예방하고 대비하기 위한 적응대책의 중요도가 높게 평가되었다. 이는 기후변화 적응대책 적용에 있어서 관련 체계 및 가이드라인을 마련함으로써 재난재해 발생 전후 예방, 대비, 대응, 복구 등 적응대책 간 시너지 효과를 줄 수 있는 정책마련이 필요하기에 우선적으로 검토되어야 함을 의미한다.

본 연구는 두가지 방법론을 활용하여 재난재해 부문 기후변화 적응대책

의 상대적 중요도를 산출하고 우선순위를 도출하였다. 적응대책간 상호관계를 고려하지 않았을 경우에는 현실적 측면이 반영된 결과로 사후 대책 마련을 요하는 것을 확인하였고, 상호관계를 고려한 경우 사전·사후 대책간 시너지 효과를 줄 수 있는 정책마련이 필요함을 확인하였다. 이에 기후변화 적응대책 수립 시 상호관계를 고려할 경우 재난재해에 대한 사전·사후 대책 마련에 적절할 것이라 판단되며, 본 연구결과가 향후 정책입안자 또는 의사결정자들이 기후변화 적응대책 수립시 참고할 만한 유용한 기초자료로 활용될 것으로 기대된다. 또한 현재 국내 기후변화 적응대책을 정량적으로 평가한 연구는 극히 제한적인 현실이다. 따라서 본 연구는 기후변화 적응대책간 상관계수를 파악하고 두가지 분석 방법을 적절히 활용하여 적응대책의 우선순위를 살펴보았다는 점에 정책효과의 극대화를 꾀할 수 있을 것이다.

하지만 기후변화 적응대책은 기후변화 현상 자체의 특수성과 불확실성을 가지고 있으므로 일반화하기에는 한계가 존재하는 것이 사실이다. 또한 기후변화 적응대책을 정량적으로 평가하기 위한 객관적인 지표가 도출되지 않은 상태에 전문가 의견을 토대로 측정하였기 때문에 분석결과가 주관적일 수 있다는 것이다. 따라서, 향후 전문가 집단의 결과와 기후변화 적응대책 수립에 있어 고려해야할 변수들을 비교하여 연구에 반영한다면 조금 더 다양하고 명확한 해석이 가능할 것으로 예상된다.

■ 참고문헌 ■

- 강영은·안윤정·박창석, 2016, “기후변화 적응 전략 중요도 분석 및 유형화,” 『환경정책』, 24(1), pp.243-262, DOI: 10.15301/jepa.2016.24.1.243.
- 국회예산정책처, 2019, 『재난피해 지원 제도 현황과 재정소요 분석-재난지원금과 풍수해보험을 중심으로』, 서울: 국회예산정책처.
- 김현주·김태현·이계준, 2010, 『도시 방재력 진단을 위한 지표 및 체크리스트 개발』, (NIDP-주요-2010-08-02), 서울: 국립방재교육연구원.
- 류명지·이형숙, 2019, “ANP기법을 이용한 조경성능 및 친환경 평가항목 중요도 비교,”

- 『한국조경학회지』, 47(6), pp.45-52, DOI: 10.9715/KILA.2019.47.6.045.
- 박창석·이정호, 2015, 『기후변화 적응을 고려한 지역자원 관리 방안(I)』, (연구보고서; 2015-08), 세종: 한국환경정책·평가연구원.
- 송인국, 2015, “인터넷기반 공공데이터 활용방안 연구: 혜택, 기회, 비용, 그리고 위험요 소 관점에서,” 『인터넷정보학회논문지』, 16(4), pp.131-139, DOI: 10.7472/jksii.2015.16.4.131.
- 심용호·변기섭·이봉규, 2011, “AHP와 ANP 방법론을 이용한 그린 ICT 정책의 전략적 우선순위 도출 방안,” 『인터넷정보학회논문지』, 12(1), pp.85-98.
- 오수현·이우균·유성진·변정연·박선민·곽한빈 등, 2012, “기후변화 적응대책 수립 지원을 위한 취약성 평가 및 부문별 우선순위 선정 방안 연구 - 강원도 사례를 중심으로,” 『한국기후변화학회지』, 3(4), pp.245-257, DOI: 10.15531/kscer.2019.10.2.89.
- 이상엽·김광모, 2015, “AHP와 ANP를 이용한 부문별 온실가스 감축 이행 방안 중요도 비교 분석,” 『환경정책연구』, 14(1), pp.33-52, DOI: 10.17330/joep.14.1.201503.33.
- 이재규, 2006, “지방자치단체장의 정책우선순위에 관한 내용분석,” 석사학위논문, 영남대학교, 경상북도.
- 이제연, 2015, “지방자치단체의 기후재난 회복력 분석,” 박사학위논문, 서울대학교, 서울.
- 장훈·송영일·김윤정·신지영·정휘철, 2019, 『기후변화 적응정책 10년: 현주소 진단과 개선방안 모색을 중심으로』, (기후환경정책연구; 2019-04), 세종: 한국환경정책·평가연구원.
- 조광우·맹준호·김해동·오영민·김동선·김무찬 등, 2004, “기후변화 적응방안 연구: 해수면 상승을 중심으로,” 『해양환경안전학회지』, 10(2), pp.81-88.
- 채여라·송영일·안윤정·이주형, 2016, 『기후환경 대응역량 평가체계 구축』, (사업보고서; 2016-01-01a), 세종: 한국환경정책·평가연구원.
- 채여라·이승준·전호철·박종철·안윤정·이주형 등, 2017, 『국가 리스크 관리를 위한 기후변화 대응역량 구축·평가: 체감형 적응을 위한 데이터 기반 기후변화 리스크 대응체계 구축』, (사업보고서; 2017), 세종: 한국환경정책·평가연구원.
- 한국개발연구원, 2000, 『다기준분석 방안 연구』, 서울: 한국개발연구원.
- 환경부, 2010, 『국가 기후변화 적응대책(2011-2015)』, 과천: 환경부.
- Akay, H. and M. B. Kocylgit, 2020, “Flash flood potential prioritization of sub-basins in an ungauged basin in Turkey using traditional multi-criteria decision- making methods,” *Methodologies and Application*, 24, pp.14251-14263, DOI: 10.1007/s00500-020-04792-0.
- de Bruin, K., R. Dellink, and S. Agrawala, 2009, *Economic aspects of adaptation to climate change: Integrated assessment modelling of adaptation costs and benefits*, (OECD Environment Working Papers, No. 6), Paris: OECD.

- Ford, J. D., L. Berrang-Ford, A. Lesnikowski, M. Barrera, and S. J. Heymann, 2013, "How to track adaptation to climate change: A typology of approaches for national-level application," *Ecology and Society*, 18(3), pp.1-14, DOI: 10.5751/ES-05732-180340.
- Herdiansyah, H., A. Suratin, and R. D. Handayani, 2019, "Ecolabel as policy instruments to promote green purchasing behavior and a response to climate change," *Quality - Access to Success*, 20(171), pp.135-140.
- IPCC, 2014, *Climate change 2014: Impacts, adaptation and vulnerability*, (IPCC WG II), Cambridge: Cambridge University Press.
- Moser, S. C. and J. A. Ekstrom, 2010, "A framework to diagnose barriers to climate change adaptation proceedings of the national academy of sciences of the united states of america," *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(51), pp.22026-22031, DOI: 10.1073/pnas.1007887107.
- Prabhakar, S. V. R. K., M. Svoboda, R. Shaw, D. Sano, and I. Tsurita, 2011, Defining and monitoring drought using the Standardized Precipitation Index (SPI) in India: An opportunity for climate change adaptation, *International Symposium on Promoting Synergies among Adaptation Networks in the Asia-Pacific Region*, Ibaraki Univ, Mito, Japan.
- Pielke, R. A., G. Prins, S. Rayner, and D. Sarewitz, 2007, "Climate change 2007: Lifting the taboo on adaptation," *Nature*, 445(7128), pp.597-598, DOI: 10.1038/445597a.
- Satty, T. L., 1990, "How to make a decision: The analytic hierarchy process," *European Journal of Operational Research*, 48(1), pp.9-26, DOI: 10.1016/0377-2217(90)90057-I.
- Saaty, R. W. and T. L. Saaty, 2003, *Decision making in complex environments: The analytic hierarchy process (AHP) for decision making and the analytic network process (ANP) for decision making with dependence and feedback*, Pittsburgh: Super Decisions.
- Smith, M. S., L. Horrocks, A. Harvey, and C. Hamilton, 2011, "Rethinking adaptation for a 4°C world," *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 369(1934), pp.196-216, DOI: 10.1098/rsta.2010.0277.

김나윤: 충북대학교 도시공학 석사학위를 취득하고 현재 한국환경정책·평가연구원에서 재직중이다. 관심 연구 분야는 어반다이나믹스, 도시 리질리언스, 지속가능 도시계획 등이며, ‘지자체 적응정책 의사결정 지원을 위한 기후변화 적응정보 DB·인벤토리 구축 및 격자기반 공간화기법 개발(2020)’, ‘기후변화 영향 및 취약성 통합평가 모형 기반구축의 리스크 부문 연구(2020)’ 등을 수행하였다(nyunk47@gmail.com).

박창석: 서울대학교 공학 박사학위를 취득하고, 현재 한국환경정책·평가연구원에 재직중이다. 관심 연구 분야는 환경계획, 기후변화 정책, 도시환경정책 등이며, ‘국가 기후변화 적응대책 수립 방안 연구(2014)’, ‘친환경지속가능도시 확산방안 및 정책 기반마련 연구(2015~2017)’, ‘기후변화 영향 및 취약성 통합평가 모형 기반구축(2015~2019)의 리스크 부문 연구’, ‘제5차 국가환경종합계획 수립을 위한 연구(2018~2020)’ 등을 수행하였다(plade290@kei.re.kr).

투 고 일: 2020년 12월 15일
심 사 일: 2020년 12월 19일
게재확정일: 2020년 12월 30일