

# 지자체 기후변화 적응대책 세부시행계획 및 제6차 지역산림계획의 주요 사업 분석과 개선 방안

손지원\* · 송철호\*\*† · 홍민아\*\* · 이우균\*\*\* · 허민정\*\*\*\* · 고영진\*\*\*\*

\*고려대학교 환경생태공학과 석사과정학생, \*\*고려대학교 오정리질리언스연구원

\*\*\*고려대학교 환경생태공학과 교수, \*\*\*\*고려대학교 환경생태공학과 박사과정학생

## Analysis of Detailed action plans for climate change adaptation measures and the 6th Regional forest plans with suggestion for improvements

Son, Jiwon\* · Song, Cholho\*\*† · Hong, Mina\*\* · Lee, Woo-Kyun\*\*\* · Heo, Minjeong\*\*\*\* and Ko, YoungJin\*\*\*\*

\*M.S. Student, Dept. of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University, Seoul, Korea

\*\*Research Professor, OJEong Resilience Institute (OJERI), Korea University, Seoul, Korea

\*\*\*Professor, Division of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University, Seoul, Korea

\*\*\*\*PH.D. Student, Dept. of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University, Seoul, Korea

### ABSTRACT

In the current context, with the increasing importance of adaptation to climate change, South Korea is establishing detailed plans for national, metropolitan, and local climate change adaptation measures at both national and regional levels. Forests, which serve as major greenhouse gas sinks and occupy about two-thirds of the country's territory, are crucial for adapting to climate change. This study attempted to quantitatively assess the status of forest management projects concerning climate change adaptation by analyzing Metropolitan and Local plans and the 6th Regional forest plans. These three reports showed high nationwide implementation rates greater than 75%. Tasks related to forest management and ecosystem services were most widely distributed in Regional forest plans, while ecosystem conservation tasks were included in Metropolitan plans, and afforestation tasks were included in Local plans. These results can assist in future policies and project planning related to climate change adaptation in the forestry sector at national and regional levels, helping to integrate forestry and climate change adaptation policies. Moreover, national guidelines can be based on this study, which also highlights the possibility of a systematic relationship among national and local governments regarding climate change adaptation policies in the forestry sector.

*Key words: Climate Change, Forest Sector, Policy-making, Detailed Plans for Local Climate Change Adaptation Measures, Regional Forest Plans, National Risks*

## 1. 서론

현재의 지구는 과거 산업혁명을 기점으로 배출된 많은 양의 온실가스로 인하여 현시점 활발히 시행되는 기후변화 완화 정책에도 불구하고 기후변화의 영향에서 벗어나지 못한 상황이다(Shukla et al., 2022). 또한 2030년대 이

후의 기후변화 완화 정책은 21세기 내 지구 표면의 평균 온도가 1.5°C 이상 상승할 확률이 67%에 다다른 것을 막을 수 없다는 연구 결과가 발표된 만큼(Shukla et al., 2022), 최근에는 기후변화 완화에 이어 적응에 대한 중요성이 강조되는 실정이라 할 수 있다(UNEP, 2022b). 우리나라 또한 기후변화 적응을 보다 강조한 파리협정의 조항

†Corresponding author : cholhosong@gmail.com (Room 316, R&D center, Anam-ro 145, Seongbuk-gu, Seoul, 02841, Korea. Tel. +82-2-3290-4556)

ORCID 손지원 0009-0006-7886-7204

이우균 0000-0002-2188-359X

송철호 0000-0002-8491-9545

허민정 0000-0001-7166-4566

홍민아 0000-0001-9177-309X

고영진 0000-0002-9345-3214

에 따라 기후변화에서의 적응 역할 강화가 점진적으로 이루어지고 있다(Ministry Concerned, 2020). 한편 세계 각국에서는 적응에 대한 강조 차원에서 각국의 온실가스감축 목표(Nationally Determined Contributions, NDCs)에 기후변화 적응에 대한 내용을 추가하며 이와 관련된 국가 보고서를 작성하여 공개하고 있다. 대표적으로 영국의 적응보고제도(Adaptation Reporting Power)와 캐나다의 적응사업 계획(The Government of Canada Adaptation Action Plan)을 사례로 들 수 있다.

우리나라에서 작성된 보고서 중 기후변화 적응과 관련된 내용을 포함하는 것으로는 기후변화대응 기본계획, 국가 탄소중립·녹색성장 기본계획, 국가 기후위기 적응대책 및 세부시행계획 등이 있다. 이 중 기후변화대응 기본계획의 경우, 「저탄소 녹색성장 기본법」에서 「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법」으로 대체되며 국가 탄소중립 녹색성장 기본계획이 그 역할을 대신하고 있다. 또한 국가 기후위기 적응대책과 이를 체계적으로 이행하기 위한 세부시행계획은 기후변화의 적응에 보다 무게를 두고 수립된 보고서로(기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법 제38조 제4항 참고), 현재 우리나라에서는 2021년에 제3차 국가 기후위기 적응대책 및 세부시행계획을 수립하여 공개하였다. 이와 같은 국가 보고서는 관련 법령에 근거하여 지자체가 수립하는 지역 보고서의 기반이 되며, 기후위기 적응대책의 경우 현재 대부분의 광역지자체는 3차까지, 기초지자체는 2차까지 수립되었다.

한편 산림은 LULUCF (Land Use, Land Use Change, Forestry)에서의 대표적인 온실가스 흡수원으로, 꾸준히 증가하는 온실가스 배출량 추세에 대응할 수 있는 중요한 수단이자 기후변화의 적응에 큰 역할을 한다. 우리나라는 국토 전체 면적의 약 63%가 산지로 이루어져 있으므로 (Kang et al., 2021) 적절한 산림 관리로 효율적인 기후변화 적응 효과를 기대할 수 있다(EPA, 2023). 또한 산림은 제공하는 목재, 임산물, 유역의 수자원 함양 등 다양한 생태계서비스를 제공하여 인간 사회가 기후변화에 적응하는 데에 큰 역할을 한다(Behr et al., 2015). 기후변화 적응에 관한 국외 산림관리 전략의 사례로는 미국 산림당국이 지역 관계자들의 요청을 반영하여 산림 관리를 돕기 위해 개발한 CCRF (Climate Change Response Framework) 접근법과, 유럽 전반의 산림 정책 기구(FOREST EUROPE)에서 수립한 주요 수종 개선과 대규모 신규 조림 등의 기후변화 적응 관련 산림 관리에 대해 권고하는 보고서가 있다(Forest Europe, 2020; Swanston et al., 2016). 이에 우

리나라도 기후변화의 적응과 관련된 적절한 산림 관리 계획과 방안이 필요한 실정이다.

현재 우리나라는 이미 국가와 지자체에서 기후변화에 따른 영향, 취약성 및 리스크 평가를 수행하고 있다. 그러나 각각의 리스크 평가 결과 간 연계 방안과 기후변화 적응대책 수립을 위한 결과 활용 방안이 부재하며, 국가 단위의 리스크 평가 가이드라인 또한 현재 개발 중에 있어 (Ministry Concerned, 2020) 일관적인 리스크 평가 방법론이 적용되지 못했다는 한계가 있다. 더하여 국내에서는 지역 간 지리적·사회적 차이와 정책의 상이함 등으로 산림 관리 기준 개발에 어려움이 있다(Kim et al., 2022). 한편, 국외에서는 2010년대 이후부터 지역 사례별로 해법을 찾는 등의 노력으로 구체적이고 실천적인 접근이 이루어지고 있으며, 지역단위 해법에 접근하기 위한 전반적인 틀과 기준은 국가 규모에서 마련하고 있다(Kim et al., 2022). 이에 우리나라에서도 적응을 위한 국가 차원의 가이드라인을 갖추어 지역적인 규모에서도 기후변화 적응에 대한 산림 계획과의 유기적인 연계를 통해 실질적이고 효과적인 해법을 찾는 것이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 산림과 관련된 기후변화 적응 계획의 현황을 파악하여 지자체 단위의 기후변화 적응 사업 수립 정도를 보고자 했다. 또한 선행된 정책을 검토하여 세부 사업의 동향 분석을 통해 관련 정책 간 연계 정도를 파악하고, 이를 통해 사업의 실질적인 이행을 위한 정책적 기반의 현황을 이해하고자 했다. 이에 근거하여 앞으로의 산림 및 기후변화 정책의 수립과 실천에 활용할 수 있음을 기대한다.

## 2. 연구 대상 및 방법

### 2.1. 연구 재료

본 연구에서는 산림과 관련한 국내 기후변화 대응 계획 현황을 파악하기 위해 제3차 국가 기후변화 적응대책 세부시행계획(Detailed action plans for national climate change adaptation measures, 이하 국가 세부시행계획; National plans)과 각 광역지자체와 기초지자체의 최신 기후변화 적응대책 세부시행계획(Detailed action plans for metropolitan and local plans for climate change adaptation measures, 이하 각각 광역 세부시행계획; Metropolitan plans, 기초 세부시행계획; Local plans)을 사용하였다. 산림청 산하 계획으로는 제6차 산림기본계획(the 6th Forest master plans, 이하

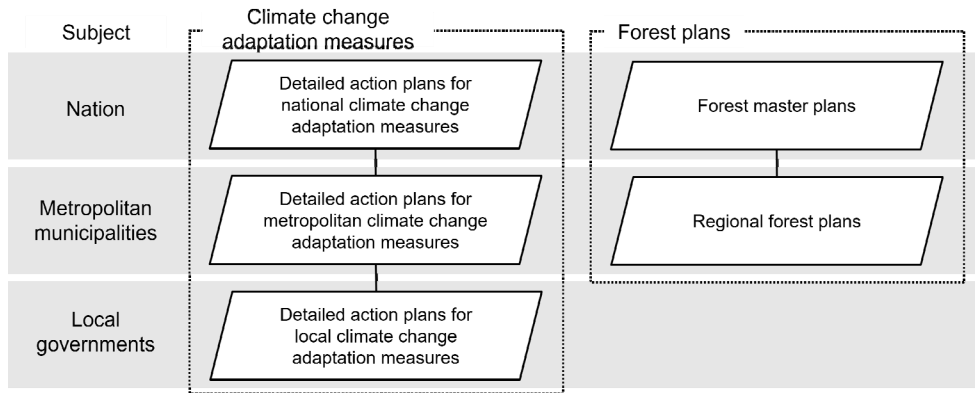


Fig. 1. Hierarchy and coverage of climate change adaptation measures and forest plans

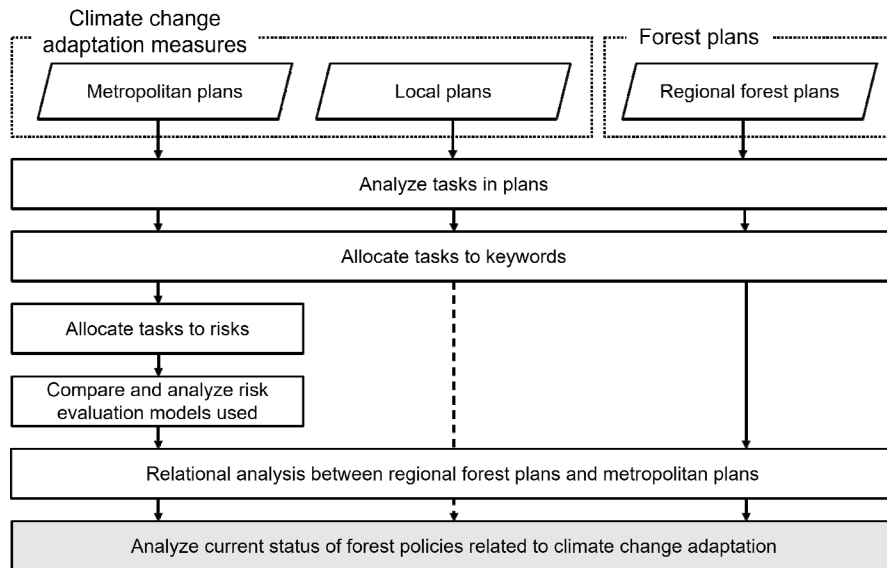


Fig. 2. Study workflow

산림기본계획; Forest master plans)과 각 광역지자체의 제6차 지역산림계획(the 6th Regional forest plans, 이하 지역산림계획; Regional forest plans)으로, 총 5가지의 계획을 사용하였다. 이때, 2023년 3월 24일 기준 유효한 광역 세부시행계획은 13곳, 기초 세부시행계획은 194곳, 지역산림계획은 17곳의 지자체에서 보유하고 있었다. 본 연구에서 활용된 보고서 중 국가, 광역 및 기초 세부시행계획은 국가기후위기적응정보포털(<https://kacc.kei.re.kr/portal/>), 산림기본계획은 산림청 홈페이지(<https://forest.go.kr>), 그리고 지역산림계획은 PRISM 정책연구관리시스템(<https://prism.go.kr>)과 각 광역지자체 홈페이지 및 시·도청의 담당자를 통해 2023년 3월 24일까지 약 8개월간 제공받은 자료를 이용하였다 (Fig. 1).

## 2.2. 연구 방법

본 연구에서는 기후변화 적응과 관련된 보고서인 국가 세부시행계획, 광역 세부시행계획, 기초 세부시행계획에서의 산림과 관련된 요소를 검토한 후, 광역 세부시행계획과 기초 세부시행계획 내 사업의 형태소 분석을 통해 도출한 키워드로 사업 동향 파악을 진행하였다. 또한, 산림기본계획과 지역산림계획에서 기후변화와 밀접한 연관이 있는 사항을 검토하고, 위와 같은 방법으로 키워드 분석을 수행하였다. 한편, 광역 및 기초지자체에 활용된 국가 기후변화 리스크(이하 국가 리스크)는 기후변화로 인한 국내의 취약 지점과 관련된 지표로, 각 사업이 기후변화 적응과 관련하여 어떤 영역에서 기여할 수 있는지 판

단할 수 있는 역할을 한다. 이에 광역 세부시행계획 내의 각 사업 및 이에 해당하는 국가 리스크의 관계와, 지자체 별 사업 도출에 활용된 리스크 평가 모형을 각각 분석하여 같은 광역지자체 단위 계획인 지역산림계획과의 사업 간 연계와 통합적인 사업 수행 방안을 모색하고자 하였다. 이를 통해 현재의 산림 부문 기후변화 적응 정책의 현황과 계획의 전반적인 경향성을 검토하고, 산림 관련 사업의 실질적인 수행이 기후변화 적응에 보다 효율적으로 작용할 수 있는 방향을 강구하고자 하였다(Fig. 2).

### 2.2.1. 광역 및 기초지자체 기후변화 적응대책 세부시행계획의 현황 및 경향성 분석

본 연구에서는 광역 및 기초지자체의 기후변화 적응대책 세부시행계획 수립 현황 및 경향성 분석을 진행했다. 먼저 세부시행계획의 수립 현황 조사는 수집한 각 지자체의 보고서에 대하여 2023년을 기준으로 유효성을 판단하며 진행하였다. 상기 포털에서 해당 보고서가 조회되지 않거나 지자체 측을 통해 제공받을 수 없을 때, 혹은 확인 가능한 최신 보고서에 명시된 기간이 더 이상 유효하지 않은 경우, 해당 지자체의 유효한 보고서를 찾을 수 없다고 분류했다.

광역 및 기초 세부시행계획의 경향성 분석은 다음과 같은 순서로 진행했다. 먼저 유효한 보고서를 찾을 수 없는 지자체의 경우 이전 보고서의 정책을 분석 과정에 포함했다. 이후 각 지자체 보고서 내의 세부 사업명을 나열하고, 형태소 및 빈도 분석을 통해 기후변화와 관련된 지자체의 전반적인 산림 정책 방향성을 파악했다. 형태소 분석 과정은 한국어 정보처리를 위한 파이썬 패키지인 KoNLPy (Park and Cho, 2014)와 패키지 내 Okt 모듈의 morphs 함수를 활용하여 진행했고, 이후 분석된 형태소를 나열하여 유의미한 최소 단어의 빈도를 분석했다(Kim and Kim, 2018b). 분석을 통해 도출된 형태소를 최빈순으로 나열한 후, 전체 형태소 개수의 4분위 중 상위 3/4 정도에 해당하는 단어들을 분류 대상으로 채택했다. 이때 단일 형태소만으로 이를 포함한 사업의 특성을 드러내지 못하는 경우 해당 단어를 분류 대상에서 제외하고, 보고서의 사업 목록을 참고하여 ‘경영 및 관리(forest management)’, ‘생태계 보전(ecosystem conservation)’, ‘생태계 서비스(ecosystem services)’, ‘재해(forest disaster)’, ‘조림(afforestation)’의 기준(keywords, 이하 ‘키워드’)으로 1차 분류했다(Table 1). 각 형태소별 1차로 분류한 키워드를 참고하여 해당 형태소를 포함하는 각각의 사업에도 같은 키워드를 적용하여

Table 1. Category(keywords) and standards of frequently used words in tasks of climate change adaptation measures

Keywords	Standards
Forest management	tasks related with managing and operating forests
Ecosystem conservation	tasks aiming to conserve and restore ecosystems
Ecosystem services	tasks related with ecosystem services that forest can provide, such as forest welfare and education
Forest disaster	tasks related with forest fire, landslides and forest diseases
Afforestation	tasks related with afforestation, reforestation and forest management

분류했고, 복수의 키워드에 해당하는 형태소를 포함한 사업의 경우 사업 내용에 따라 더 근접한 키워드로 분류 후 사업의 개수를 집계했다.

이후 광역 세부시행계획에 한해, 각 키워드에 포함되는 사업 내용에 명시된 국가 리스크를 취합하여 각각의 국가 리스크에서 해당 키워드가 차지하는 비중을 계산했다. 이때 한 사업에 두 개 이상의 국가 리스크가 명시됐을 경우, 한 사업 내의 전체 리스크 개수를 1에서 나누어 통계적으로 보정하였다. 이를 통해 국가 리스크와 기후변화 적응대책 세부시행계획 내 사업 간 관계성을 이해하여 각 지자체에서 주로 어떤 방식으로 기후변화에 적응하고자 하는지 파악하고자 하였다. 국가 리스크 중 산림과 관련된 생태계 부문의 리스크와 사업 내에서 언급된 타 부문의 리스크는 다음과 같다(Table 2).

마지막으로, 지자체 단위에 따른 사업 수립 경향을 파악하기 위해 광역 세부시행계획 사업의 각 키워드를 광역 지자체별로 분류하고, 기초지자체와의 비교를 용이하게 하기 위해 기초 세부시행계획 사업의 키워드를 각 기초지자체가 해당하는 광역지자체로 합산하여 분석하였다.

### 2.2.2. 제6차 지역산림계획의 현황 및 경향성 분석

본 연구에서는 제6차 지역산림계획의 수립 현황 및 경향성 분석 또한 진행하였다. 먼저 지역산림계획의 수립 현황 조사는 다음과 같이 진행했다. 2023년 기준, 수집한 자료를 바탕으로 보고서 내 계획의 구체적인 정도를 파악

Table 2. Risks of the 3rd National climate change adaptation plans mentioned in the tasks of Metropolitan plans (Ministry Concerned, 2020)

Ecological sector	
Code	Risk
E01	Change in plant (species, colony, phenology, distribution) due to temperature rise and increased precipitation
E02	Change in subalpine zone (species, growth, distribution) due to temperature rise and fluctuating precipitation
E03	Increase of invasive species (terrestrial animals and plants, marine invasives, harmful organisms, etc.) and disease outbreaks caused by climate change
E04	Decline of endangered species and reduction of rare/protected species due to climate change
E05	Increase of biological species and population due to abnormal climate conditions
E06	Decrease in carbon absorption capacity of forests due to drought and temperature rise
E07	Damage to forestry products caused by climate change
E08	Decrease in population and habitat of vertebrate and invertebrate animals due to temperature rise and increased precipitation
E09	Decrease in population and habitat of freshwater organisms(animals, plants) due to temperature rise and changes in precipitation
E10	Changes in habitats of forest livings (subalpine vegetation, coniferous forests, nothern and protected plants, etc.) due to temperature rise
E11	Ecological changes caused by extreme weather
E12	Changes in soil microorganisms due to temperature rise, precipitation changes, and drought
E13	Changes in forest streamflow due to heavy rainfall and drought
E14	Changes in island ecosystems due to temperature rise and sea level rise
E15	Reduction in wetland area, wetland encroachment, and changes in biota due to climate change
E16	Changes and damages on coastal and estuarine areas, and marine ecological environments due to changes in rainfall patterns and ocean acidification
E17	Changes in intertidal and estuarine ecosystems due to sea level rise
E18	Increased occurrence and magnification of forest disasters(landslides, forest fires, etc.) due to heavy rainfall and drought
Other sectors	
Code	Risk
H04	Increase of cardio-cerebrovascular diseases caused by air pollution
H08	Increase of respiratory and allergic diseases caused by air pollution
H09	Increase of mental health problems caused by air pollution
H11	Increase of mental health problems caused by heat wave
H13	Increase of heat-related diseases caused by heat wave
I11	Increased use of heating and cooling energy caused by heat and cold wave
L13	Increase of heat stress in residential areas caused by heat wave

\* Sectors of each indexing code, H: Health sector, I: Industrial and Energy-related sector, L: Land-related and coastal sector

하기 위하여 세부 계획의 목표와 관련된 정량적인 수치를 단 한 건도 제시하지 않은 보고서는 정량적인 계획을 포함하지 않는다(‘insufficient’)고 분류하였다.

지역산림계획의 경향성 분석은 2.2.1. 광역 및 기초지자체의 기후변화 적응대책 세부시행계획의 경향성 분석 방법과 같은 과정으로 시행했다. 단, 지역산림계획에는 기후변화 적응대책 세부시행계획과 달리 국가 리스크 지표가 포함되어 있지 않기 때문에 정책과 리스크 지표 간 관계는 분석하지 않았다.

2.2.3. 기후변화 적응대책 세부시행계획 및 지역산림계획 간 관계 분석

광역 및 기초 세부시행계획 수립에 활용된 리스크 평가 방법론의 분석을 통하여 리스크 평가 모형에 필요한 자료와 지역산림계획과의 연계 방안을 모색하고, 2.2.2.에서 키워드를 통해 분석한 지역산림계획의 경향성을 같이 활용하여 기후변화 적응대책 세부시행계획과 지역산림계획 간 관계를 이해하고자 했다. 이때 지자체에서 주로 활용한 리스크 평가 모형은 VESTAP(Vulnerability AssESsment Tool to build climate change Adaptation Plan)과 MOTIVE(Model Of InTegrated Impact and Vulnerability Evaluation of climate change)로, 각 모형에 활용된 입출력자료와 평가 항목, 그리고 모형에서 도출하는 결과와 밀접한 키워드를 파악했다. 이후 지역산림계획의 키워드와 비교하여 광역 및

기초 세부시행계획의 수립에 활용된 리스크 평가 모형이 지역산림계획과도 적절히 부합하는지 판단하였다.

3. 결과

3.1. 광역 및 기초지자체의 기후변화 적응대책 세부시행계획 현황 및 경향성 분석

3.1.1. 기후변화 적응대책 세부시행계획 수립 현황

2023년 3월 24일 기준 기후변화 적응대책 세부시행계획의 최신본 수립이 확인된 지자체 중 광역지자체는 17곳 중 13곳, 기초지자체는 226곳 중 194곳으로 광역 약 76%, 기초 약 86%의 수립률을 보였다. 이때, 유효한 최신 보고서가 제3차 보고서인 대부분의 광역지자체와 달리 세종특별자치시는 제2차 보고서 기간이 아직 유효했다. 보고서 공개가 필요한 광역지자체는 현재 환경부 측에서 검토 후 최종 보고서를 제출해야 하는 서울특별시, 강원도, 제주특별자치도, 그리고 요약문만 공개한 경상남도였다(Table 3).

기초지자체의 기후변화 적응대책 세부시행계획 수립 현황은 아래의 그래프(Fig. 3) 및 표(Table 4)와 같다. 그래프의 ‘invalid’에 포함된 보고서는 표의 ‘expired’와 ‘not established’를 합쳐 계산했다.

Table 3. Availability of Metropolitan plans for climate change adaptation measures

Current status of Metropolitan plans for climate change adaptation measures	Respective metropolitan cities
<b>Released</b> (the report both exists and is up-to-date)	Busan-si, Daegu-si, Incheon-si, Gwangju-si, Daejeon-si, Ulsan-si, Sejong-si, Gyeonggi-do, Chungcheongbuk-do, Chungcheongnam-do, Jeollabuk-do, Jeollanam-do, Gyeongsangbuk-do
<b>Unreleased</b> (the report exists but the full version is inaccessible)	Seoul-si, Gyeongsangnam-do
<b>Not established</b> (the report is not established yet)	Gangwon-do, Jeju-do

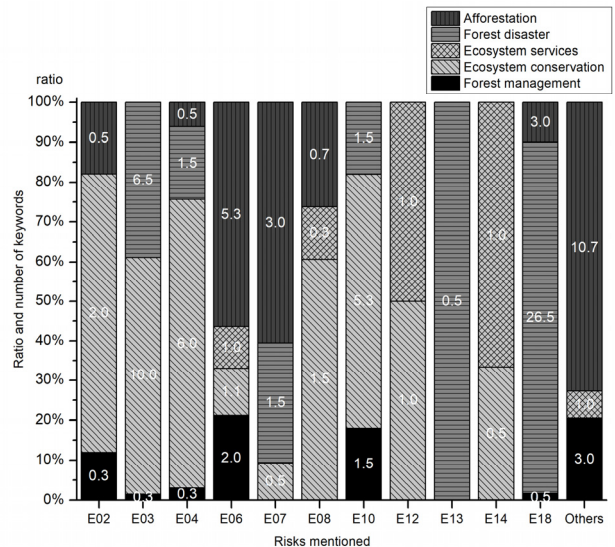


Fig. 3. Ratio and number of keywords per risk of which sum is above the median

Table 4. Current status of Local plans for climate change adaptation measures

Current status of Local plans for climate change adaptation measures	Metropolitan city to which the local government belongs	Respective local governments
<p><b>Available</b> (the report both exists and is up-to-date)</p>	Seoul-si	Jongno-gu, Jung-gu, Yongsan-gu, Seongdong-gu, Dongdaemun-gu, Seongbuk-gu, Gangbuk-gu, Dobong-gu, Nowon-gu, Eunpyeong-gu, Seodaemun-gu, Mapo-gu, Yangcheon-gu, Gangseo-gu, Guro-gu, Geumcheon-gu, Yeongdeungpo-gu, Dongjak-gu, Gwanak-gu, Seocho-gu, Gangnam-gu, Songpa-gu, Gangdong-gu
	Busan-si	Jung-gu, Seo-gu, Dong-gu, Yeongdo-gu, Busanjin-gu, Dongnae-gu, Nam-gu, Buk-gu, Haecundae-gu, Saha-gu, Geumjeong-gu, Gangseo-gu, Yeonje-gu, Suyeong-gu, Sasang-gu, Gijang-gun
	Daegu-si	Jung-gu, Dong-gu, Seo-gu, Nam-gu, Buk-gu, Suseong-gu, Dalseo-gu, Dalseong-gun
	Incheon-si	Jung-gu, Michuhol-gu, Yeonsu-gu, Namdong-gu, Bupyeong-gu, Seo-gu
	Gwangju-si	Dong-gu, Seo-gu, Nam-gu, Buk-gu, Gwangsan-gu
	Daejeon-si	Dong-gu, Jung-gu, Seo-gu, Yuseong-gu, Daedeok-gu
	Ulsan-si	Jung-gu, Nam-gu, Dong-gu, Buk-gu, Ulju-gun
	Gyeonggi-do	Suwon-si, Goyang-si, Seongnam-si, Yongin-si, Bucheon-si, Ansan-si, Namyangju-si, Anyang-si, Hwaseong-si, Uijeongbu-si, Siheung-si, Paju-si, Gimpo-si, Gwangmyeong-si, Gwangju-si, Gunpo-si, Icheon-si, Yangju-si, Anseong-si, Guri-si, Pocheon-si, Uiwang-si, Yeosu-si, Yangpyeong-gun, Dongducheon-si, Gwacheon-si, Gapyeong-gun
	Gangwon-do	Chuncheon-si, Wonju-si, Donghae-si, Taebaek-si, Sokcho-si, Samcheok-si, Hongcheon-gun, Hoengseong-gun, Pyeongchang-gun, Jeongseon-gun, Cheolwon-gun, Hwacheon-gun, Yanggu-gun, Yangyang-gun
	Chungcheongbuk-do	Cheongju-si, Chungju-si, Jecheon-si, Boeun-gun, Okcheon-gun, Jeungpyeong-gun, Jincheon-gun, Eumseong-gun, Danyang-gun
	Chungcheongnam-do	Cheonan-si, Boryeong-si, Asan-si, Seosan-si, Nonsan-si, Dangjin-si, Geumsan-gun, Buyeo-gun, Seocheon-gun, Cheongyang-gun, Hongseong-gun, Yesan-gun
	Jeollabuk-do	Jeonju-si, Jeongeup-si, Namwon-si, Gimje-si, Jinan-gun, Jangsu-gun, Imsil-gun, Sunchang-gun, Buan-gun
	Jeollanam-do	Mokpo-si, Yeosu-si, Suncheon-si, Gwangyang-si, Gurye-gun, Hwasun-gun, Jangheung-gun, Gangjin-gun, Haenam-gun, Yeongam-gun, Muan-gun, Yeonggwang-gun, Jangseong-gun, Wando-gun, Jindo-gun
	Gyeongsangbuk-do	Pohang-si, Gyeongju-si, Gimcheon-si, Andong-si, Gumi-si, Yeongju-si, Yeongcheon-si, Sangju-si, Mungyeong-si, Gyeongsan-si, Gunwi-gun, Uiseong-gun, Cheongsong-gun, Yeongyang-gun, Yeongdeok-gun, Cheongdo-gun, Goryeong-gun, Seongju-gun, Chilgok-gun, Yecheon-gun, Bonghwa-gun, Uljin-gun, Ulleung-gun
	Gyeongsangnam-do	Changwon-si, Jinju-si, Tongyeong-si, Sacheon-si, Gimhae-si, Miryang-si, Geoje-si, Yangsan-si, Uiryeong-gun, Changnyeong-gun, Goseong-gun, Namhae-gun, Hadong-gun, Sancheong-gun, Hamyang-gun, Geochang-gun, Hapcheon-gun
	<p><b>Expired</b> (the report exists but is out of date)</p>	Incheon-si
Gyeonggi-do		Pyeongtaek-si, Osan-si
Chungcheongbuk-do		Goesan-gun
Chungcheongnam-do		Gongju-si, Taean-gun
Jeollabuk-do		Wanju-gun, Gochang-gun
Jeollanam-do		Naju-si

Table 4. Current status of Local plans for climate change adaptation measures (Continued)

Current status of Local plans for climate change adaptation measures	Metropolitan city to which the local government belongs	Respective local governments
Not established (can't find any of the reports)	Seoul-si	Gwangjin-gu, Jungnang-gu
	Incheon-si	Ongjin-gun
	Gyeonggi-do	Hanam-si, Yeoncheon-gun
	Gangwon-do	Gangneung-si, Yeongwol-gun, Inje-gun, Goseong-gun
	Chungcheongbuk-do	Yeongdong-gun
	Chungcheongnam-do	Gyeryong-si
	Jeollabuk-do	Gunsan-si, Iksan-si, Muju-gun
	Jeollanam-do	Damyang-gun, Gokseong-gun, Goheung-gun, Boseong-gun, Hampyeong-gun, Shinan-gun
	Gyeongsangnam-do	Haman-gun

Table 5. Frequency of tasks in Metropolitan plans based on keywords

Keywords	Words	Task frequency	Frequency ratio
Forest management	basis, climate change, operation, cultivation, recreation forest, organize, support, activity	18	10.8%
Ecosystem conservation	disturbance, monitoring, conservation, preservation, protect, recovery, living, biodiversity, ecosystem, wildlife, designation, eradication	49	29.5%
Ecosystem services	education, culture, service, resources, program	13	7.8%
Forest disaster	reinforcement, countermeasure, occurrence, disaster control, prevent, disease, erosion control, forest fire, landslide, prevention, disaster	47	28.3%
Afforestation	park, green, green space, city, urban forest, fine dust, tree species, forest, creation, blockage, carbon	39	23.5%
Total		166	100%

### 3.1.2. 광역지자체 기후변화 적응대책 세부시행계획의 경향성 분석

광역 세부시행계획 내 전체 사업의 개수는 168개이며, 광역 세부시행계획의 전체 사업 중 ‘경영 및 관리’는 18개(10.8%), ‘생태계 보전’은 49개(29.5%), ‘생태계 서비스’는 13개(7.8%), ‘재해’는 47개(28.3%), ‘조림’은 39개(23.5%)로 나타났다(Table 5). 해당 키워드에 해당하지 않는 사업 2개는 분류에서 제외했다.

키워드별로 각각의 사업을 분류할 때, 사업 내에서 관련된 국가 리스크를 지정하지 않은 경우는 분석 대상에서 제외하고, 생태계 부문 리스크(E로 인덱스됨)에 포함되지

않는 리스크는 ‘기타’ 항목으로 집계했다. 전체 사업 내에서 가장 많이 언급된 리스크는 E18(30회), 그 외에는 E03(16.7회), E01(16.5회) 등이 있다. 이 중 한 키워드가 나머지 키워드보다 상대적으로 높은 비중(50% 이상)을 차지하는 리스크는 E02, E03, E04, E06, E07, E08, E10, E12, E13, E14, E18이며, 아래 그래프에는 각 유형의 사업에서 해당 리스크가 언급된 총 횟수와 병기하였다(Fig. 3). 보고서의 작성 주체별 차이를 최소화하기 위해 한 사업당 리스크 개수의 합이 1이 되게끔 계산하였으며, 이에 E02는 산림의 ‘경영 및 관리’와 관련된 사업에서 0.3회, ‘생태계 보전’ 사업에서 2.0회, ‘조림’과 관련된 사업에서



Table 6. Frequency of tasks in Local plans based on keywords

Keywords	Words	Task frequency	Frequency ratio
Forest management	climate change, tree, facility, maintenance, cultivation, forest road, adaptation, organize, support	162	12.5%
Ecosystem conservation	disturbance, network, monitoring, conservation, protect, recovery, living, biodiversity, ecosystem, plant, wild-, removal, promotion, eradication	158	12.2%
Ecosystem services	education, resources	79	6.1%
Forest disaster	surveillance, reinforcement, countermeasure, disaster prevention, disaster control, prevent, disease, erosion control, precautionary, forest fire, landslide, system, prevention, risk, disaster, region, fire fight, forecasting, system(structure), vulnerable, damage, pest	459	35.4%
Afforestation	street tree, scenery, space, park, green, green space, city, urban forest, downtown, fine dust, living space, forest, afforestation, afforestation project, creation, expansion(amplification)	438	33.8%
Total		1,296	100%

0.5회 언급됨과 같은 결과로 도출되었다. 또한 한 키워드가 나머지 키워드보다 현저히 높은 비중(75% 이상)을 차지하는 리스크인 E13과 E18(‘재해’)를 제외하면 ‘생태계 보전’에 포함된 사업이 전반적으로 다양한 리스크를 포함하는 것으로 나타났다.

### 3.1.3. 기초지자체 기후변화 적응대책 세부시행계획의 경향성 분석

기초 세부시행계획 내 사업의 총 개수는 1,306개이고 기초 세부시행계획의 전체 사업 중 ‘경영 및 관리’는 162개(12.5%), ‘생태계 보전’은 158개(12.2%), ‘생태계 서비스’는 79개(6.1%), ‘재해’는 459개(35.4%), ‘조림’은 438개(33.8%)로 나타났다(Table 6). 이때 각 키워드에 포함하기 어려운 사업 10개는 분류에서 제외하였다.

## 3.2. 제6차 지역산림계획의 현황 및 경향성 분석

### 3.2.1. 제6차 지역산림계획 수립 현황

2023년 3월 24일을 기준으로 유효한 지역산림계획을 보유한 광역지자체는 17곳 전부였으나, 인천광역시와 제주특별자치도는 지역산림계획 내에 정량적인 계획을 포함하지 않아 ‘충분하지 않음(insufficient)’으로 분류하였다(Table 7).

Table 7. Availability of the 6th Regional forest plans

Current status of 6th Regional forest plans	Respective metropolitan cities
<b>available</b> (quantitative plans are included in the report)	Seoul-si, Busan-si, Daegu-si, Gwangju-si, Daejeon-si, Ulsan-si, Sejong-si, Gyeonggi-do, Gangwon-do, Chungcheongbuk-do, Chungcheongnam-do, Jeollabuk-do, Jeollanam-do, Gyeongsangbuk-do, Gyeongsangnam-do
<b>insufficient</b> (quantitative plans are not included in the report)	Incheon-si, Jeju-do

### 3.2.2. 제6차 지역산림계획의 경향성 분석

지역산림계획의 전체 사업 개수는 1,184개로, 지역산림계획의 모든 사업 중 ‘경영 및 관리’는 363개(30.7%), ‘생태계 보전’은 108개(9.1%), ‘생태계 서비스’는 349개(29.5%), ‘재해’는 204개(17.2%), ‘조림’은 159개(13.4%)로 나타났다(Table 8). 이때, 기준에 포함하기 어려운 사업 1개는 분류에서 제외하였다.

Table 8. Frequency of tasks based on keywords

Keywords	Words	Task frequency	Frequency ratio
Forest management	business(management), economy, management, basis, unit, complex(estate), resident, lumbering, big data, income, arboretum, citizen, private forest, watershed, cultivation, workforce, infrastructure, forest road, forestry, information, organize, system, participation, cooperation	363	30.7%
Ecosystem conservation	zone, seedling, conservation, protect, protected area, restoration, recovery, mountain ridge, connectivity, gene, seed, damage	108	9.1%
Ecosystem services	value, hierarchy, public interest, tourism, education, domestic, hiking trail, timber, culture, civil, welfare, complex, industry, industrialization, production, service, center, export, forest trail, distribution, job, forest products, resources, experience, theme, sports, quality, program, expansion, activation, recreation	349	29.5%
Forest disaster	reinforcement, response, countermeasure, occurrence, disaster control, prevent, disease, erosion control, precautionary, forest fire, landslide, pine wilt, capacity, prevention, cause, disaster, fire fight, forecasting, clean, minimum, vulnerable, damage, coastal, pest	204	17.2%
Afforestation	urban forest, fine dust, tree species, smart, afforestation, creation, absorption	159	13.4%
Total		1,183	100%

### 3.3. 경향성 분석을 통한 기후변화 적응대책 세부시행 계획 및 지역산림계획 간 관계 분석

#### 3.3.1. 지자체 위계에 따른 기후변화 적응대책 세부시행계획 간 관계 파악

지자체 규모에 따른 광역 및 기초 세부시행계획 내 사업의 경향성 분석 결과 광역 세부시행계획의 키워드는 ‘생태계 보전’과 ‘재해’가 전반적으로 많이 분포하는 양상을 보였다(Fig. 4). 한편 기초 세부시행계획의 키워드는 기초지자체가 소속한 광역지자체 단위로 합산했을 때 상대적으로 ‘재해’와 ‘조림’이 높은 분포를 보였다(Fig. 5). 광역 세부시행계획의 사업만 집계했을 때와 비교하여 기초 세부시행계획의 사업 키워드는 ‘경영 및 관리’와 ‘생태계 서비스’가 광역지자체 단위로는 큰 차이 없이 고르게 분포했다.

#### 3.3.2. 광역지자체의 기후변화 적응대책 세부시행계획 및 지역산림계획 간 관계 파악

광역 세부시행계획 및 지역산림계획 내 사업의 경향성

분석 결과, 지역산림계획의 사업은 ‘생태계 보전’, ‘재해’, ‘조림’과 관련된 사업이 많은 광역 세부시행계획과 달리 ‘경영 및 관리’와 ‘생태계 서비스’ 분야를 중심으로 분포하고 있었다(Fig. 6).

한편 각각의 보고서별 키워드의 분포는 다음의 그래프(Fig. 7)와 같다. 기초 세부시행계획은 광역 세부시행계획보다 ‘재해’ 분야와 관련된 사업이 상대적으로 많은 반면, 광역 세부시행계획은 ‘생태계 보전’에 해당하는 사업이 많이 도출되었다. 또한 지역산림계획은 광역 및 기초 세부시행계획보다 ‘경영 및 관리’와 ‘생태계 서비스’와 관련된 사업이 많은 것으로 나타났다.

#### 3.3.3. 경향성 분석 결과를 활용한 기후변화 적응대책 세부시행계획 내 리스크 평가 방법론 분석

광역 및 기초 세부시행계획의 수립에 사용된 리스크 평가 모형을 분석한 결과, VESTAP 모형은 IPCC의 3차 및 4차 평가보고서(Assessment Report 3, 4; AR3, AR4)에서 제시된 취약성 평가 개념을 사용하였다. 따라서 노출, 민감, 적응과 관련된 기후, 사회경제, 생물 및 물리적

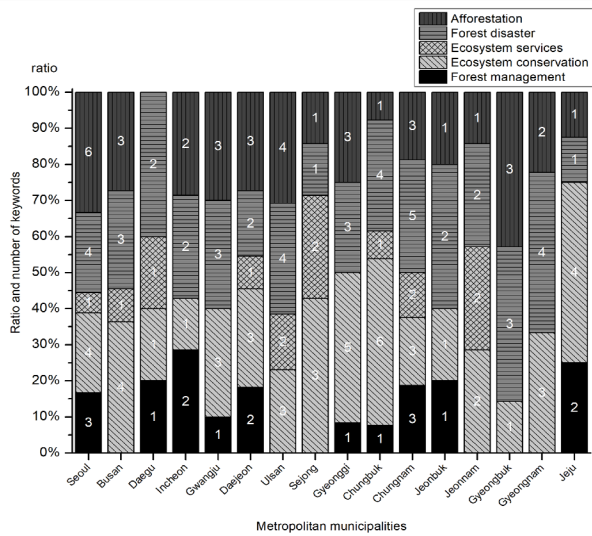


Fig. 4. Number and ratio of task keywords in Metropolitan plans

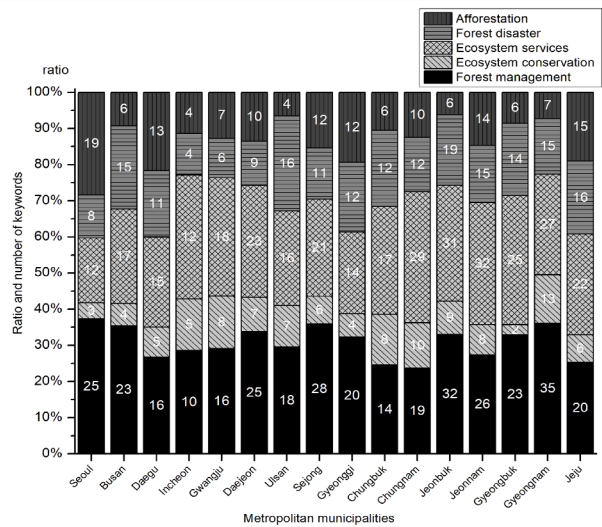


Fig. 6. Number and ratio of task keywords in Regional forest plans

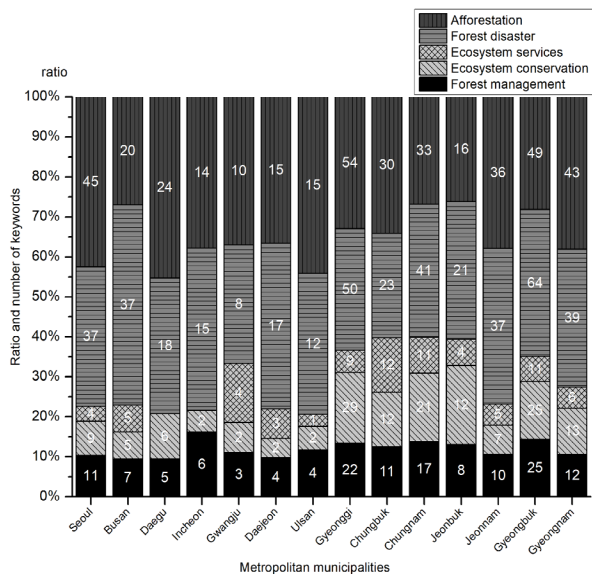


Fig. 5. Number and ratio of task keywords in Local plans grouped by affiliated metropolitan municipalities

자료 등 각기 다른 양적, 질적인 자료를 표준화 및 정규화하여 기후변화 취약성에 대한 질적 평가를 수행했다. 이후 구축된 MOTIVE 모형은 IPCC AR5와 AR6에서 제시된 리스크 개념을 사용하였으며, VESTAP에서의 질적 평가를 보다 정량적인 수치로 제시하였다(Table 9). 그러나 MOTIVE 모형은 인구당 공무원 수, 관리되는 토지 비율 등 산림 관련 행정 및 정책적인 요소를 제한적으로 반영

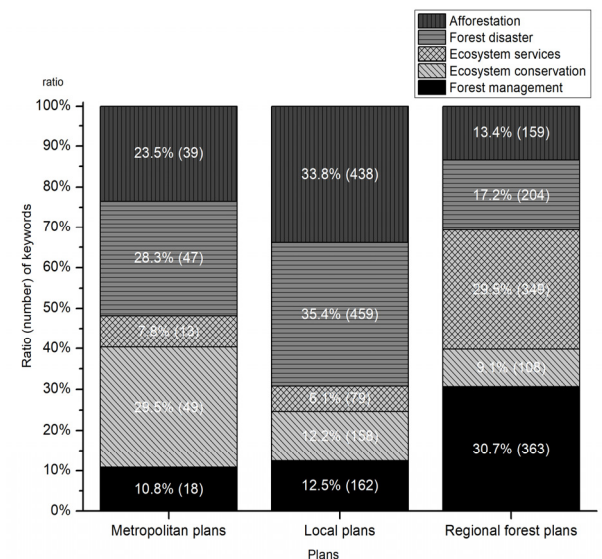


Fig. 7. Ratio of tasks in all plans categorized by keywords

하고 있어, VESTAP 모형에서 활용된 질적 요소를 충분히 반영하지 못했다는 한계도 존재한다. 따라서 MOTIVE 모형과 VESTAP 모형은 상호 보완적인 관계로 볼 수 있다.

지역산림계획의 사업 키워드는 주로 ‘경영 및 관리’와 ‘생태계 서비스’를 중심으로 분포하고 있는데(Fig. 7), VESTAP 모형은 주로 ‘재해’와 ‘생태계 보전’ 분야와 관련된 평가 결과를 도출하고, MOTIVE 모형은 다섯 개의 키워드 전부에 해당하는 평가 결과를 도출하는 경향을 보

Table 9. Data of models used from evaluating risks in climate change adaptation measures

Model	Input	Output	Evaluation fields	Related keywords	Notes
VESTAP (KACCC, 2019; Yoo and Kim, 2008)	Precipitation data (ex. daily maximum, 5 days maximum, June~August total) Daily temperature (ex. daily maximum, daily minimum) Average slope and height in forests Area of forest types (ex. coniferous forests, unstocked lands, pine forests) Administrative data of local governments (ex. number of public officials related with forestry, self-reliance ratio) Management options (ex. area of preventing forest destruction)	Index 0-1	Forest fire	Forest disaster	(Initial climate scenario) SRES & RCP (Assessment method) Evaluation focused on vulnerability (AR3, 4)
			Vegetation (drought)	Ecosystem conservation	
			Forest roads (landslide)	Forest disaster Ecosystem services Forest management	
			Pests and pathogen	Forest disaster Ecosystem conservation	
			Pine trees and pine mushrooms	Ecosystem services Ecosystem conservation	
			Landslides (heavy rain)	Forest disaster	
			Forest productivity	Ecosystem services	
			Insects (pests)	Forest disaster Ecosystem conservation	
			Coniferous trees	Ecosystem conservation	
			National parks	Ecosystem conservation	
MOTIVE (Ministry of Environment, 2014)	National Forest Inventory data (ex. site index, age of stand, restricted areas in forests) Monthly average temperature (°C) Monthly precipitation (mm) Forest map (ex. site index, age of stand, tree species) Change in forest cover distribution by tree species Management options (ex. normal cutting age, thinning) Land use change	Class 1-7	Forest growth dynamics	Afforestation Forest management	(Initial climate scenario) RCP & SSP (Assessment method) Evaluation focused on risks (AR5)
			Forest cover distribution by tree species	Ecosystem conservation Forest management	
			Forest fire	Forest disaster	
			Landslide	Forest disaster	
			Forest carbon storage	Afforestation Ecosystem services	

였다. 각 모형별 평가 항목이 해당하는 키워드에 기반하여 파악했을 때, 기존 모형인 VESTAP에서의 평가 결과는 전반적으로 지역산림계획의 사업 방향성과 밀접하게 연관된 양상을 보이지 않았다.

#### 4. 고찰

본 연구에서는 산림 분야의 기후변화 적응과 연관된 계획 수립 현황 및 동향을 검토하여 향후 기후변화 적응과

관련된 산림 관리 정책 수립 및 실천의 방향성을 제시하고자 하였다. 이에 관련 보고서의 세부 사업과 리스크 지표, 보고서 간 관련성 파악 등의 분석을 진행한 결과, 광역 및 기초 세부시행계획의 경우 일부 지자체의 보고서가 누락되거나 갱신되지 않은 사례가 있었으며 모든 지자체가 지역산림계획 내 정량적인 계획을 포함하는 것은 아니었기 때문에 전반적으로 보고서 수립에의 전반적인 강제성이나 통일된 보고서 수립 형식에 있어 충분하지 않음을 알 수 있었다. 특히 보고서의 수립 현황과 공개 현황 등을

고려하였을 때, 일부 지자체에서는 기후변화 적응정책 수립 자체에 대한 어려움이 있을 것으로 사료되며, 이에 대한 원인 중 하나로는 전지구 범위로 발생하는 복합적인 기후변화를 지자체 차원에서 고려하기 어렵다는 점이 있다(Kim and Yoon, 2020). 그러나 본 연구를 통해 세부시행계획 내 사업 및 국가 리스크 간 관계로 이해할 수 있었던 지자체별 기후변화 적응의 부문별 중요도 양상과, 각 계획에서 수행하고자 하는 계획 수립 주체에 따른 사업 방향성을 이해할 수 있었다.

그러나 보고서의 종류별로 주력하고자 하는 사업이 달라짐에 따라, 예산이 한정된 지자체의 행정 특성상 사업의 우선순위를 가림에 어려울 수 있다. 본 연구에서는 기후변화 적응과 관련하여 생태계 보전, 기후변화로 인한 산림 재해 발생의 예방, 산림 관리 등의 순서로 주요 사업이 도출되었다. 지자체에 따라 이들 요소를 강조하는 부분이 다를 수 있으나, 국가 차원에서는 각 지자체에서 높은 빈도로 언급되는 사업에 대한 지원과 이를 반영한 계획 수립이 필요하다고 할 수 있다. 이에 리스크 평가 및 산림 관련 사업 수행의 효율성에 있어 단순 지침이 아닌, 국가가 주도하여 정책적인 부분을 포함해 수립하는 가이드라인의 필요성이 대두된다고 여겨진다. 실제로 대부분의 공공기관 등에서는 적응전략 수립을 위한 가이드라인을 국가에서 제공 시 활용할 의사가 있다고 밝혔다(Kim and Kim, 2018a). 이에 본 연구 결과를 통해 기후변화 적응대책 세부시행계획 수립에의 리스크 평가 및 세부 사업 가이드라인의 방향성을 제안할 수 있다.

한편, 우리나라는 OECD 국가 중 네 번째로 높은 산림 비율을 가지며, 산림은 기후변화의 적응과 감축에 동시에 기여할 수 있다(Kim et al., 2017). 따라서 산림은 우리나라의 기후변화 적응에 있어 필요불가결한 존재이다. 본 연구에서의 보고서별 사업 유형 분석 결과에 의하면 광역 세부시행계획에서는 주로 산림 및 생태계의 보전과 관련된 사업을, 기초 세부시행계획은 상대적으로 산림재해와 조림에 대한 사업을, 지역산림계획은 주로 산림의 경영과 관리, 그리고 산림이 제공하는 생태계 서비스에 주력한 사업을 수립했다고 본다. 또한 상대적으로 사업 개수가 적은 광역 세부시행계획을 제외한 기초 세부시행계획과 지역산림계획은 지역 간 차이가 크지 않고, 보고서의 종류에 따른 사업 키워드 차이를 보였다. 현재 제공되는 지자체의 기후변화 적응 보고서의 수립 지침은 보고서의 형식과 관련된 부분을 주로 다루고 있기 때문에(Ministry of Environment, 2021), 보고서의 종류로 구분되는 보편적인

사업 구성 대신 지자체별 지역 특성을 살릴 수 있는 방안을 가이드라인에 적용하는 방향도 기대할 수 있을 것이다. 이처럼 보다 효율적인 산림 정책을 수립한다면, 산림의 관리는 기후변화 적응에 핵심적인 역할을 차지하므로 산림의 역할이 극대화될 수 있음을 기대할 수 있다(Metz et al., 2007). 한편, 보고서 수립에 주로 활용된 리스크 평가 모형 중 VESTAP 모형은 기후와 특성을 지표단위로만 분석한 모형이고, MOTIVE 모형은 입력자료 간 기작 연계를 통해 기후변화와 산림의 특성을 반영했기 때문에 MOTIVE 모형은 VESTAP 모형의 한계를 보완한 모형이라고 볼 수 있다. 이에 따라 VESTAP 모형의 기능을 참고하여 산림 관리와 관련된 지자체의 행정구역 등의 정보 적용을 통해 MOTIVE 모형을 보완하는 방향점을 제안할 수 있다. 또한 실제 발생하는 자연 및 사회적인 원인의 산림 재해를 반영하여 리스크 평가 모형을 고도화하는 방안도 적절할 것으로 사료된다(Hong et al., 2022).

최근 제3차 국가 기후위기 적응대책을 보완하여 ‘제3차 국가 기후위기 적응 강화대책(2023~2025)’이 공개되었다. 산림 부문에 대하여 기존의 적응대책과 비교했을 때, 강화대책에서는 산불과 산사태에 대한 과제를 강화하고, 식물종 손실 예측과 관련한 지역을 전국으로 확대했다(Ministry Concerned, 2023). 또한 강화대책의 4대 정책에도 산림재해가 포함되기 때문에, 이는 산림 재해에 대한 과업이 전체 과업 중 1/3을 차지하는 기초 세부시행계획과의 연계에도 긍정적인 영향을 미칠 것으로 보인다. 한편 국가를 기반으로 하는 기후변화 적응과 관련한 보고서는 이미 약 170개국에서 전지구적으로 시행하는 추세이다(UNEP, 2022a). 기후변화를 완전히 회피하기 어려운 현실에서 기후변화에 대한 적응의 중요성은 더욱 두드러지는데, 이때 적응 보고서의 수립에 그치지 않고 기후 리스크와 적응대책 간 연관성을 파악하고, 이에 기반한 구체적인 현실적인 사업의 구성 및 시행이 효율적인 적응 방안을 위한 주요 방법일 것으로 보인다(Song, 2019). 본 연구에서는 정성적으로 수립된 지자체별 기후변화 적응 사업의 경향성을 정량적으로 분석했다는 점에서 의의가 있으나, 지역산림계획과 연계하여 효과적인 적응 사업을 수립하는 구체적인 방안을 제시하지 못했다는 점에서 한계가 있다. 따라서 본 연구를 바탕으로 산림 부문 기후변화 적응과 관련된 보고서 간 연계를 총괄적으로 강화할 수 있는 상위 가이드라인 수립 연구에 활용할 수 있을 것이다. 나아가 산림 부문의 기후변화 적응 정책의 파악과 관련 사업의 활성화에도 기여할 것으로 기대할 수 있다.

## 5. 결론

본 연구는 지자체의 기후변화 적응대책 세부시행계획과 지역산림계획의 분석을 통해 기후변화의 적응에 있어 산림 관리 사업의 현주소를 정량적으로 파악했다. 본 연구에서 확인 가능했던 기후변화 적응대책 세부시행계획의 수립률은 광역 및 기초지자체 모두 75% 이상, 지역산림계획은 88%으로 세 보고서 모두 전국적으로 높은 수립률을 보였다. 한편 ‘경영 및 관리’ 및 ‘생태계 서비스’ 키워드와 관련된 사업은 지역산림계획에 가장 많이 분포했고, ‘조림’과 관련된 사업은 기초 세부시행계획에, ‘생태계 보전’ 키워드는 광역 세부시행계획에 가장 많이 포함됐다. ‘재해’와 관련된 사업은 광역 및 기초 세부시행계획 모두 주요 사업으로 집계됐다.

또한, 광역 세부시행계획의 사업 키워드와 관련된 국가 리스크는 ‘재해’를 제외한 나머지 키워드와 관련된 사업에 전반적으로 다양하게 포함됐다. 본 연구의 결과는 이후 국가 및 지자체의 산림 분야 기후변화 적응과 관련한 정책 및 사업 계획에 있어 기존의 산림 및 기후변화 적응 정책과의 연계 방안에 도움을 줄 수 있다. 또한 본 연구는 산림 부문의 기후변화 적응 사업과 관련하여 대한민국에 국한되지 않고 국가와 지자체 간 유기적인 관계를 구축할 수 있다는 가능성을 제시할 수 있음을 시사한다.

## 사사

본 연구는 환경부의 재원을 지원받아 한국환경산업기술원 “신기후체제 대응 환경기술개발사업(RE202201636)”의 연구개발과, 한국연구재단(교육부)의 기초연구사업 자율운영형 중점연구소 고려대학교 오정리질리언스연구원(NRF-2021R1A6A1A10045235)의 지원으로 수행됨.

## References

Behr C, Russell DA, Locatelli B, Pramova E, Alumaí GJ. 2015. How forests enhance resilience to climate change: What we know about forests and adaptation. Washington DC: Program on Forests(PROFOR).  
EPA(United States Environmental Protection Agency). 2023. Climate change impacts on forests; [accessed 2023 Jul 26]. <https://www.epa.gov/climateimpacts/climat>

e-change-impacts-forests

Forest Europe. 2020. Adaptation to climate change in sustainable management in Europe; [accessed 2023 Oct 27]. <https://foresteurope.org/adaptation-climate-change-sustainable-forest-management-europe/>  
Framework act on carbon neutrality and green growth for coping with climate crisis, article 38, paragraph 4.  
Hong M, Song C, Kim M, Kim J, Lee S, Lim CH, Cho K, Son Y, Lee WK. 2022. Application of integrated Korean forest growth dynamics model to meet NDC target by considering forest management scenarios and budget. *Carbon Balance Manag* 17: 5. doi: 10.1186/s13021-022-00208-8  
KACCC(Korea Adaptation Center for Climate Change). 2019. KACCC performance leaflet: Climate change vulnerability assessment supporting system VESTAP; [accessed 2023 Jul 18]. [https://kaccc.kei.re.kr/portal/main/update/update\\_view.do?bseq=9210](https://kaccc.kei.re.kr/portal/main/update/update_view.do?bseq=9210)  
Kang DI, Byun SW, Yoo SM, Lee BY. 2021. Basic forest statistics 2020. Daejeon: Korea Forest Service. 11-1400000-000069-10.  
Kim ES, Park GO, Lee GW, Jung JB, Choi WI, Lim JH. 2022. Climate change adaptation forest management strategy: Focusing on overseas cases. Seoul: National Institute of Forest Science. 11-1400377-001421-01.  
Kim HM, Kim MC. 2018a. A study on the Korean legal development related to climate change adaptation. *Legislation*, 2018(10): 132-162 (in Korean with English abstract).  
Kim JH, Yoon SJ. 2020. Limiting factors in establishing and implementing climate change adaptation plans of Jeju province. *Korean J Local Gov Stud* 24(3): 225-251 (in Korean with English abstract). doi: 10.20484/klog.24.3.11  
Kim M, Yoo S, Kim N, Lee W, Ham B, Song C, Lee WK. 2017. Climate change impact on Korean forest and forest management strategies. *Korean J Environ Biol* 35(3): 413-425 (in Korean with English abstract). doi: 10.11626/KJEB.2017.35.3.413  
Kim YJ, Kim DY. 2018b. Methodology of local

- government policy issues through big data analysis. *J Korea Contents Assoc* 18(10): 229-235 (in Korean with English abstract). doi: 10.5392/JKCA.2018.18.10.229
- Metz B, Davidson OR, Bosch PR, Dave R, Meyer LA. 2007. *Climate change 2007: Mitigation of climate change*. Cambridge: Cambridge University Press. Working Group III contribution to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Ministry Concerned. 2020. 3rd national climate change adaptation measures. Sejong: Ministry of Environment. 11-1480000-001715-13.
- Ministry Concerned. 2023. The 3rd national climate change adaptation measures reinforced. Sejong: Ministry of Environment. 11-1480000-001715-13.
- Ministry of Environment. 2014. Guidelines for local plans for climate change adaptation measures. Sejong: Author.
- Ministry of Environment. 2021. Guidelines for metropolitan and local plans for climate change adaptation measures. Sejong: Author.
- Park E, Cho S. 2014. KoNLPy: Korean natural language processing in Python. *Proceedings of the 26th Annual Conference on Human and Cognitive Language Technology*; 2014 Oct 10~Oct 11; Chuncheon, Korea: Korean Institute of Information Scientists and Engineers. p. 133-136.
- Shukla PR, Skea J, Slade R, Fradera R, Pathak M, Al Khourdajie A, Belkacemi M, van Diemen R, Hasija A, Lisboa G, Luz S, Malley J, McCollum D, Some S, Vyas P. 2022. *Climate change 2022: Mitigation of climate change*. Cambridge: Cambridge University Press. Working Group III contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. doi: 10.1017/9781009157926
- Song Y. 2019. The perspectives of climate change adaptation policy in Korea. *Health and Welfare Policy Forum* 269: 32-42. doi: 10.23062/2019.03.4
- Swanston CW, Janowiak MK, Brandt LA, Butler PR, Handler SD, Shannon PD, Lewis AD, Hall K, Fahey RT, Scott L, Kerber A, Miesbauer JW, Darling L, Parker L, St. Pierre M. 2016. *Forest adaptation resources: Climate change tools and approaches for land managers*, 2nd edn. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture Forest Service. General Technical Report NRS-87-2 Major Revision. doi: 10.2737/NRS-GTR-87-2
- UNEP(UN Environment Programme). 2022a. A new era for national adaptation plans?; [accessed 2023 Jul 26]. <https://www.unep.org/gan/news/blogpost/new-era-national-adaptation-plans>
- UNEP(UN Environment Programme). 2022b. As impacts accelerate, adapting to climate change must become a global priority – UNEP report; [accessed 2023 Sep 8]. <https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/impacts-accelerate-adapting-climate-change-must-become-global>
- Yoo G, Kim I. 2008. *Development and application of a climate change vulnerability index*. Seoul: Korea Environment Institute. KEI 2008 RE-05 (in Korean with English abstract).

## 부록

Table A1. Top 20 most frequently used words in tasks of Metropolitan plans

Words	Word frequency	Words	Word frequency
create	26	living	12
ecosystem	24	system(structure)	11
forest	15	climate change	10
disease	13	pest control	10
forest fire	13	vulnerable	10
pests	13	monitoring	9
reinforcement	13	countermeasure	9
prevention	12	landslide	9
operation	12	restoration	8
disturbance	12		

Table A2. Top 20 most frequently used words in tasks of Local plans

Words	Word frequency	Words	Word frequency
create	286	ecosystem	74
forest fire	176	city	73
forest	150	countermeasure	70
disease	145	green space	68
pest control	143	system(structure)	66
pests	141	reinforcement	61
prevention	136	region	55
park	102	surveillance	52
prevent	97	disaster	47
landslide	75	resources	47

Table A3. Top 20 most frequently used words in tasks of Regional forest plans

Words	Word frequency	Words	Word frequency
management	218	service	59
create	178	welfare	59
reinforcement	129	resources	52
expansion	102	production	48
timber	77	forestry	47
activation	69	disaster	47
basis	65	complex(estate)	44
countermeasure	63	industry	41
forest fire	61	education	39
business(management)	59	forest products	39



Table A4. Frequency and number of tasks in each plans based on keywords

Keywords	Ratio (number) of tasks		
	Metropolitan plans	Local plans	Regional forest plans
Forest management	18	162	363
Ecosystem conservation	49	158	108
Ecosystem services	13	79	349
Forest disaster	47	459	204
Afforestation	39	438	159
Total task number	127	1,296	1,183

Table A5. Sum of risks per task that correspond to each keyword

	E01	E02	E03	E04	E05	E06	E07	E08	E09	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	Others
Forest management	4.58	0.33	0.25	0.25	0.25	2	0	0	0	1.5	1	0	0	0	1.33	0	0	0.5	3
Ecosystem conservation	4.46	1.96	9.96	5.96	1.88	1.13	0.46	1.54	2.42	5.33	2.92	1	0	0.5	0.5	0	0	0	0
Ecosystem services	2	0	0	0	1	1	0	0.33	1.33	0	2.33	1	0	1	0	0	0	0	1
Forest disaster	1.5	0	6.5	1.5	2.5	0	1.5	0	0	1.5	1	0	0.5	0	0	0	0	26.5	0
Afforestation	4	0.5	0	0.5	0	5.33	3	0.67	1.67	0	3.67	0	0	0	1	0	0	3	11.7
Sum	16.5	2.79	16.7	8.21	5.63	9.46	4.96	2.54	5.42	8.33	10.9	2	0.5	1.5	2.83	0	0	30	14.7

\* Sum : Sum of risks stated in all Metropolitan plans