

ORIGINAL ARTICLE

## 녹지환경을 고려한 탄소흡수원의 기초정보에 대하여 -강릉지역의 지정학적 위치를 중심으로-

이상걸 · 조태동<sup>1)\*</sup>

강릉원주대학교 일반대학원 환경기술협동학과, <sup>1)</sup>강릉원주대학교 생명과학대 환경조경학과

### Study on the Basic Information of Carbon Absorption Source in Gangneung Area Considering Green Environment -Centering on geopolitical positions-

Li XiangJie, Tae-Dong Cho<sup>1)\*</sup>

*Environmental Technical Cooperation Process Graduate school of General Studies, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 25457, Korea*

<sup>1)</sup>*Department of Environmental Landscape Architecture, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 25457, Korea*

#### Abstract

The study analyzes the forest status of each local government for Korean forests and believes that it can be used as basic data for setting the direction pursued by each local government. The study took into account the fact that the forest rate in Korea was 63.5%, because it was judged that the higher the proportion of forest area, the more important it was to use the characteristics of forests. The characteristics of forests were analyzed based on four factors in 12 factors to identify the location of the ground body by dividing seven types. In addition, basic information on carbon absorption sources was provided by grasping the ability of carbon absorption sources per year through the amount of forest resources to be analyzed. In addition, as a result of analyzing the characteristics of the weather for the promotion of carbon absorption sources, the flat area on the side of Gangneung Mountain was a warm forest with a warm index of 106.0.

**Key words** : Forest green resources, Carbon absorption sources, Standing tree accumulation, Temperature index

#### 1. 서 론

산림은 인류에게 식량, 물, 연료, 약품 등을 제공했으며, 한편으로는, 자연적으로 탄소를 흡수하여 기후변화 방지에 큰 역할을 수행하고 있다. 따라서 각국 정상들이 산림에 대한 뉴욕선언으로 사람과 산림이 함께 성장

할 수 있는 세계를 위해, 모두가 동참하기를 요청하는 것은(Korea Forest Service, 2014), 산림녹지에 대한 중요성이 지구 전체의 공통된 의견으로 수립되었다고 할 수 있다. 이는 지구환경변화의 심각성에 그 근본을 두고 장래에 발생할 수 있는 생물자원의 부족을 고려할 때 유효한 목재자원의 유지확보가 중요하다고 관

Received 31 August, 2023; Revised 11 September, 2023;

Accepted 13 September, 2023

\*Corresponding author : Tae-Dong Cho, Department of Environmental Landscape Architecture, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 25457, Korea  
Phone : +82-33-640-2358  
E-mail : aroma058@hanmail.net

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.  
© This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**Table 1.** Specifications of data used for classification of types

Data name	Data Calculation Specifications	ruler
Forest rate (%)	Forest area/total area	resource
Forest area per person (ha/person)	forest area/total population	resource
Pregnancy rate (%)	the number of wages/generations	Production
Average annual rate of afforestation over the past 10 years (%)	afforestation/forest area	resource
Protected forest rate (%)	Protected forest area/forest area	Environment
National Forest Rate (%)	National forest area/forest area	position
Farming rate (%)	arable area/total area	Production
Area rate subject to thinning (%)	Forest area/forest area of 2~3 grade	Production
Old age occupancy rate (%)	orest area/forest area of 6 or higher	Environment
Natural park rate (%)	Natural park area/forest area	Environment
Natural park area per person (%)	otal population/natural park area	Environment
Forest opening density in the last 5 years (m/ha)	Forest opening length/forest area with a width of 3m or more	position

**Table 2.** Sum and mean and standard deviation by data type

category	Average	standard deviation
Forest rate (%)	0.7276	0.0722
Forest area per person (ha)	1.1737	1.0459
Pregnancy rate (%)	0.0302	0.0337
Annual average braised rate (%)	0.0028	0.0020
Protected forest rate (%)	0.4746	0.2085
National Forest Rate (%)	0.2046	0.1750
Farming rate (%)	0.1079	0.0911
Forest rate subject to thinning (%)	0.1232	0.0564
Old age occupancy rate (%)	0.0574	0.0570
Natural park rate (%)	0.0029	0.0040
Natural park area per person (%)	0.0024	0.0036
Forest opening density in the last 5 years (m/ha)	0.5850	0.4016

런 연구를 통하여 강조되고 있다. 목재주택 등 생활 목재자원의 활용은 탄소배출을 감소시키면서 동시에 저장하는 능력에 대하여 일반적으로 인식되어 목재자원의 중요성은 점점 높아지고 있다(National Institute of Forest Science, 2023).

한편 산림의 공익적 가치 중에서 탄소흡수 기능의 고도화는 산림녹지 정책적으로도 각국에서 중요한 위치에 있음을 꾸준히 모니터링 되고 있다(Lee et al.,

2021).

본 연구에서는 중요한 탄소흡수원이지만 일반적으로 산재되어 있는 산림녹지에 대하여 기출된 각종 자료를 바탕으로 분석하였으며, 기초지자체 행정구역별로 지리적 현황을 파악하여 건강하고 고효율적인 가치의 산림녹지로 재구성할 수 있도록 강령시를 중심으로 기존의 기능 용량이 확대되는 탄소흡수원 조성에 있어서 기초자료로 제공하고자 실시하게 되었다.

**Table 3.** Correlation Matrix

	Forest rate (%)	Forest area per person (ha)	Pregnancy rate (%)	Annual average braised rate (%)	Protected forest rate (%)	National Forest Rate (%)	Forest rate subject to thinning (%)	Old age occupancy rate (%)	Old age occupancy rate (%)	Natural park rate (%)	Natural park area per person (%)	Forest opening density in the last 5 years (m/ha)
Forest rate (%)	1.0000	0.7107	0.1917	-0.2382	0.0277	0.8207	-0.3421	-0.0619	0.6892	-0.2504	0.1188	0.3810
Forest area per person (ha)	0.7107	1.0000	0.3145	-0.0798	-0.2427	0.6255	-0.2123	0.1033	0.4226	-0.2253	0.3067	0.3879
Pregnancy rate (%)	0.1917	0.3145	1.0000	0.0818	-0.2366	0.0531	0.0292	-0.0183	0.0872	-0.0387	0.2920	0.0970
Annual average braised rate (%)	-0.2382	-0.0798	0.0818	1.0000	-0.0201	-0.2083	0.0729	0.2864	-0.3147	0.1676	0.1835	0.2772
Protected forest rate (%)	0.0277	-0.2427	-0.2366	-0.0201	1.0000	0.0930	0.0409	-0.2512	0.1317	0.0732	-0.0753	0.0023
National Forest Rate (%)	0.8207	0.6255	0.0531	-0.2083	0.0930	1.0000	-0.3461	0.0219	0.6441	-0.3444	-0.0532	0.4663
Farming rate (%)	-0.3421	-0.2123	0.0292	0.0729	0.0409	-0.3461	1.0000	0.0254	-0.3215	0.1169	-0.0167	-0.1918
Forest rate subject to thinning (%)	-0.0619	0.1033	-0.0183	0.2864	-0.2512	0.0219	0.0254	1.0000	-0.1663	-0.0342	0.1065	0.1044
Old age occupancy rate (%)	0.6892	0.4226	0.0872	-0.3147	0.1317	0.6441	-0.3215	-0.1663	1.0000	-0.1109	0.0305	0.2784
Natural park rate (%)	-0.2504	-0.2253	-0.0387	0.1676	0.0732	-0.3444	0.1169	-0.0342	-0.1109	1.0000	0.6214	0.0074
Natural park area per person (%)	0.1188	0.3067	0.2920	0.1835	-0.0753	-0.0532	-0.0167	0.1065	0.0305	0.6214	1.0000	0.1583
Forest opening density in the last 5 years (m/ha)	0.3810	0.3879	0.0970	0.2772	0.0023	0.4663	-0.1918	0.1044	0.2784	0.0074	0.1583	1.0000

**2. 재료 및 연구방법**

본 연구는 전국의 시군을 행정단위로 평균 산림율을 반영하여 산림율이 63.5% 이상의 기초지자체를 대상으로 산림녹지의 지리적 특성을 분석하고 그중에서 강릉시의 위치 특징을 파악하고자 하였다. 분석자료는 산림청의 임업통계와 통계청의 국가통계포털인 KOSIS에서 획득하여 활용하였다.

분석방법은 각 지자체의 녹지에 대한 위치 파악을 위해 주성분 분석과 Cluster 분석 (Yang, 2007)에 의한 연구로 한국 지자체의 유형을 구분하고자 실시하였다. 산림녹지지역의 프로필을 형성하고 있는 기본적인 인자는 녹지의 유효적인 활용을 위한 인자로 입지인자, 환경인자, 자원인자, 생산인자 등으로 대별하지만, 본 연

구에서는 종합적 산림이용에 관한 측면을 파악할 필요가 있어 환경인자로서 자연림 비율과 자연 공원면적비율 등도 분석데이터에 포함하였다.

Table 1에서 보듯이 유형구분에 사용한 데이터의 제원으로 지역녹지의 공간구성요소의 설명에 유효한 12개의 요소를 주성분분석의 변수로서 사용하였다. 유형구분한 시군구는 녹지이용의 위치제고의 대상이 되기 때문에 전국 시군구 중에서 산림율이 63.5%이상의 지역을 표본으로 하였다. 데이터는 모두「단위면적당」, 「단위인구당」이며, 시군구의 규모에 영향을 받지 않도록 사업량의 크기를 사실 그대로 분석 데이터로 하였다.

산림율은 전국 평균 산림율인 63.5%인 것을 고려하였을 때, 분석에 사용된 자료는 84개의 지역이 추출되었고 평균 산림율은 72.76%로 높게 나타나 지자체 및

**Table 4.** Calculation results of principal component analysis

Main ingredient number	eigenvalue	Contribution rate (%)	accrue (%)
1	3.581	29.838	29.838
2	1.996	16.63	46.468
3	1.452	12.102	58.571
4	1.241	10.343	68.913

**Table 5.** Main Component Unique Vector

Description Variant	Main ingredient 1	Main ingredient 2	Main ingredient 3	Main ingredient 4
Forest rate (%)	0.922	-0.014	0.077	-0.043
Forest area per person (ha)	0.79	0.308	-0.16	-0.181
Pregnancy rate (%)	0.234	0.443	-0.122	-0.544
Annual average braised rate (%)	-0.243	0.563	-0.203	0.528
Protected forest rate (%)	-0.028	-0.345	0.584	0.444
National Forest Rate (%)	0.897	-0.128	-0.03	0.176
Farming rate (%)	-0.462	0.069	-0.031	-0.178
Forest rate subject to thinning (%)	-0.034	0.406	-0.558	0.297
Old age occupancy rate (%)	0.766	-0.171	0.298	-0.027
Natural park rate (%)	-0.328	0.541	0.654	0.018
Natural park area per person (%)	0.091	0.792	0.44	-0.168
Forest opening density in the last 5 years (m/ha)	0.52	0.365	-0.018	0.504

지역주민에 있어서 산림은 주요 자산적 평가요소로 인정하게 되었다.

Table 2 와 Table 3 에서처럼 각 설명 변수간의 상관계수를 계산한 결과 이중에는 1인당 산림면적, 노령림율, 국유림율, 자연공원과 같은 오지산악지역의 자연도를 나타내는 지표의 상관성이 높다. 한편으로는 주요 녹지 기능인 임업생산에 관여하는 인자로 임가율이 조림율, 임도개설과의 정의 상관성을 가지고 있어, 본 연구대상의 생산적 임업이 중산간지역을 중심으로 경영될 수 있음을 나타내고 있다.

또한 탄소저장량 분석은 산림수종의 표준 탄소흡수량(Lee et al., 2019)을 바탕으로 수종별 영급별 등을 평균화하여 연간 탄소흡수량을 추정하여 이행하였으며, 강릉지역의 기상은 북강릉관측소의 과거 10년간의 자료를 이용하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 주성분 분석을 통한 전국 녹지이용공간의 특징

##### 3.1.1. 전국 산림지역의 주성분분석

전국 산림율 63.5%이상 산림이 차지하는 시군구의 자료를 통하여 주성분 분석을 실시하였다. Table 4,5 는 주성분분석의 계산 결과로 주성분 1과 2에서 2차원 공간에 의한 전체 데이터공간(1,2차원 공간)이 지닌 정보량은 누적기여율 46.47%로 이를 바탕으로 분석하여 설명하고자 한다.

제1주성분은 산림율, 국유림율, 인구1인당 산림면적, 노령천연림율, 최근 임도의 개설량, 임가율, 1인당 자연공원면적율이 정의 주성분 부하량이 크고, 대상지의 각 시군구의 높이, 즉 반대로 보면 소재생산림으로서 이용도의 높이를 나타내는 종합지표인 것으로 생각된다. 이 지표는 정의 방향(우측)의 수치가 클수록 산림의 자연도가 강하고, 지세는 산촌적인 경향이 강하게 된다. 역으로 지표가 적어지는 좌측으로 갈수록 산림의 생산적 이용



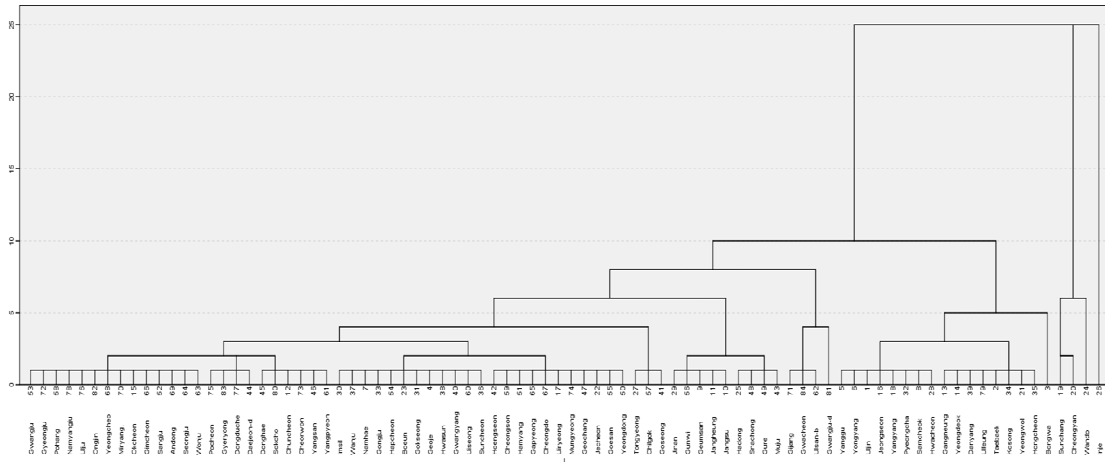


Fig. 3. Dendrogram of cluster analysis by main components 1 and 2.

임업생산의 의존도의 높이 또는 생산지역 형성의 가능성의 크기를 나타내는 종합지표인 것으로 생각된다. 이 지표의 구조에서 주목해야 할 현상은 전체적으로 임업생산에 의존도의 높이를 나타내고 있음에도 불구하고 보호림 가치가 높은 임분의 크기가 임업에 의존도의 높이를 저감시키는 것 같은 움직임이다. 이 현상에 대하여 Table 3의 상관행렬로 돌아가 고찰해 보면 보호림이 국유림과 상관을 가지고 있어, 이른바 중산간지역에서는 보호림의 관리가 산림정비에 강하게 기능하고 있다는 것을 알 수 있다. 제2주성분은 정의 방향의 수치가 크고 목재생산지역으로서 발전할 가능성이 커, 간벌의 추진, 시업의 기계화, 로망의 고밀도화 등의 긴급성이 높아진다.

Fig. 1은 앞에서 밝혀진 구조를 2차원 평면으로 나타낸 것으로 제1주성분을 종축(Y축: 산림의 자연도의 높이를 나타내고, 정의 방향이 클수록 자연도가 높다.) 제2주성분축을 횡축(X축: 녹지활용에 의존도 높이를 나타내며, 수치가 클수록 의존도가 높다)으로 하여, 각 변수의 주성분 부하량을 각각 X치, Y치로 표시한 것이다. 그림의 플롯은 축과 변수의 위치관계에 따라 2개의 주성분으로 관련의 강함을 표시하고 있어, 원점과 변수를 연결하는 Vector(정확한 방향과 길이는 가지고 있지만 특정한 위치는 지정하지 않는 수학적 객체)의 절대치가 큰 것은 주성분에 영향도가 크고, 방향이 축방향에 가까워 변수일수록 축에 관련성이 강하다.

이 구조 중에 시군을 플롯(plot: 인과관계에 기인한

사건의 이야기)하면, 1상한에는 이른바 선진임업용지형의 지역, 4상한에는 중산간지역의 소재생산주도형의 지역이 모여지고, 2상한에는 지역을 중심으로한 오지산림지역이 모인다. 3현상은 도시근교림형이며, 산림은 소재생산의 장으로 보다는 보속적 자산과 환경자원으로서 취급되는 경향이 강한 것으로 사료된다. 선진적인 임업지역으로서 1현상에 플롯되는 것이 바람직하지만 한국의 경우는 후술하는 제1상한에 플롯되는 시군구가 적고, 있다하여도 4상한에 가까운 분포를 나타낸다.

### 3.1.2. 전국녹지이용 공간의 시군구 플롯

Fig. 2는 위의 공간에 새로운 종합지표의 좌표에 따라 시군구의 위치를 플롯한 것이다. 이처럼 전국 시군구의 산림은 2상한과 3상한으로 치우치는 경향이 크고, 녹지활용의 의존도도 산림의 이용도가 높은 1상한에 플롯된다. 이른바 선진임업지역으로 불리는 시군구는 산림지대임에도 불구하고 적다고 생각되며, 전국의 녹지활용에 우수한 임업생산지역이 X축의 양의 방향에 집중되어 있다.

따라서 Fig. 2에서 나타나는 전국 산림의 특징은 산림이 산악지역의 험준한 산지에 전개되어있는 것과 보호림 지정에 따라서 전형적인 중산간 지역의 입지로 되어 있어, 영세한 경영규모로 농업과 임업 이외의 산업입지에도 도움을 받지 못하고, 오지산악지역에 위치하여 자연관광자원에도 적극적인 장점이 없어 경제적 발전에 따라가지 못한 상태에 있는 것들이 많다.

**Table 6.** Calculation results of principal component analysis

1(50)	2(17)	3(9)	4(4)	5(2)	6(1)	7(1)
Geoje	Bongwa	Muju	Gwangju-d	Cheongyang	Wando	Inje
Namhae	Hongcheon	Gure	Ulsan-b	Sunchang		
Chuncheon	Yeongwol	Snachong	Gwacheon			
Okcheon	Kosong	Hadong	Gijang			
Uiryeong	Taebaek	Jangsu				
Jecheon	Ulleung	Jangheung				
Boeun	Danyang	Geumsan				
Tongyeong	Yeongdeok	Gunwi				
Imsil	Gangneung	Jinan				
Gokseong	Hwacheon					
Gongju	Samcheok					
Suncheon	Pyeongchang					
Wanju	Yangyang					
Hwasun	Jeongseon					
Gwangyang	Uljin					
Goseong	Yanggu					
Hoengseong	Yongyang					
Daejeon-d						
Donghae						
Yangsan						
Geochang						
Yeongdong						
Hamyang						
Sangju						
Gwangju						
Hapcheon						
Goesan						
Chilgok						
Pohang						
Cheongsong						
Uiseong						
Yangpyeong						
Wonju						
Seongju						
Gapyeong						
Gimcheon						
Cheongdo						
Yeongcheon						
Andong						
Miryang						
Gyeongju						
Cheorwon						
Mungyeong						
Pocheon						
Ulju						
Dongducheon						
Namyangju						
Sokcho						
Ongjin						
Gyeryong						

**Table 7.** Forest area and forest accumulation by grade and average forest accumulation

	Forest area	Class I	ClassII	ClassIII	ClassIV	ClassV	ClassVI
Nationwide (ha)	6,298,134	257,507	199,215	674,014	2,452,066	2,069,279	344,138
Gangneung (ha)	82,654	3,626	3,989	12,707	32,688	20,350	7,704
Gangneung Site	11/84	16/84	5/84	5/84	12/84	30/84	12/84
mogami	Inje	Samcheok	Samcheok	Inje	Hongcheon	Inje	Inje
	Forest accumulat	Class I	ClassII	ClassIII	ClassIV	ClassV	ClassVI
Nationwide (m <sup>2</sup> )	1,040,447,273	-	8,123,799	75,284,609	438,090,326	437,281,002	81,667,537
Gangneung-si (m <sup>2</sup> )	15,470,324	-	161,660	1,544,668	6,278,033	5,254,438	2,231,525
Gangneung Site	10/84	-	5/84	6/84	12/84	21/84	8/84
mogami	Inje	-	Gyeongju	Hongcheon	Hongcheon	Inje	Inje
	Average forestry accumulation	Class I	ClassII	ClassIII	ClassIV	ClassV	ClassVI
Nationwide (m <sup>2</sup> )	165.20	-	40.78	111.70	178.66	211.32	237.31
Gangneung-si (m <sup>3</sup> /ha)	187.17	-	40.53	121.56	192.06	258.20	289.66
Gangneung Site	8/84	-	40/84	21/84	12/84	2/84	2/84
mogami	Yeongwol	-	Chuncheon	Boeun	Ulleung	Ulleung	Goseong

평지가 적은 농림업 이외의 산업입지가 비교적 빈약한 지역 주변의 산촌은 제4상환에 모여있다. 이러한 시군구는 임업기반정비와 함께 지역진흥의 핵심이 되는 관광자원을 발굴하고, 이를 발전적 기반정비를 적극적으로 진행할 필요가 있다고 판단된다.

### 3.1.3. 조사범위에 있어서 산림녹지활용의 유형구분

위의 플롯에 사용한 좌표를 바탕으로 크러스터분석(군집계산)을 계산하여 임업공간상의 거리가 가까운 유형을 통합하여 그룹화하였다. 크러스터분석은 Fig. 2의 임업공간에 시군플롯의 도상에서 가까운 것을 모아 객관적으로 계산한 것으로 결과는 유연관계인 Fig. 3의 수형도(dendrogram)이다.

조사 범위에서 녹지활용 공간상에서는 7개군으로 구분되어 이를 타입별로 구분하면 Table 5가 된다. 유형별로 보면 제1군은 거제 및 남해 등 50개의 시군구가 자산유지형으로 분석자료의 약60%를 차지하고 있다. 제2군은 봉화 홍천 등 17시군이 해당되는 오지성 산림지역에 분포하고 있으며, 제3군은 무주, 구례 등 녹지이용 자원의 산촌형 또는 영세보속경영형, 제4군은 과천, 기장 등 도시근교형으로 분포한다. 제5군은 청양과 순창은 소재 생산지역형 제6군인 완도는 임업산촌형, 제7군은 인제로 오지생산지역 등으로 구분할 수 있다.

## 3.2. 탄소 저장량의 추산 (영급, 면적대비비율)

### 3.2.1. 산림녹지활용을 위한 강릉 산림의 영급분포

강릉의 산림면적은 산림율 63.5%이상인 시군구 84개 중 11번째의 크기였으며 가장 큰 지역은 인제로 나타났다. 10년단위로 구분하는 숲의 연령인 영급 분포는 V영급이 30위로 중상위, I영급 16위, IV영급과 VI영급은 12위로 그리고 II영급과 III급이 5위로 상위그룹에 위치하였다.

총 임목축적량에 있어서는 전체적으로 10위에 해당되어 이를 각 영급별로 살펴보면 1영급에 대한 자료가 기록되어 있지 않았고, II, III, VI영급은 각각 5, 6, 8위에 위치하였으며 V영급이 21위에 위치하는 등 대체적으로 상위 그룹에 해당되었다. 하지만 이를 단위면적당 축적에서 전체 평균임목축적은 187.17 m<sup>3</sup>/ha는 8위에 해당되었으며, 특히 V와 VI영급은 울릉군과 고성군에 이어 2위에 위치하며 II영급은 중위그룹에 해당되는 40위이다(Table 6).

### 3.2.2. 산림녹지자원의 연간 흡수량의 추정

녹지산림자원의 연간 탄소흡수량 추정은 식1(Lee et al., 2019)을 바탕으로 하였다. 여기서 CO<sub>2</sub>removals은 연간 ha당 수종별(임상별 평균) 탄소흡수량t CO<sub>2</sub>/



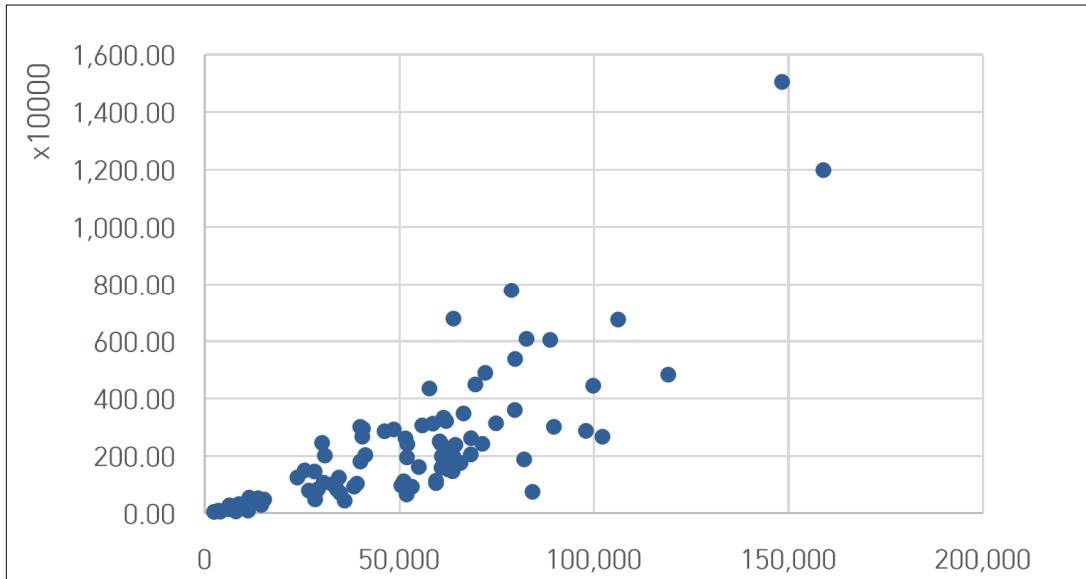


Fig. 4. Green Forest Area and Annual Carbon Absorption.

ha/yr.)이며, Vol은 수종별 정기평균성장량(m<sup>3</sup>/ha), WD는 목재기본밀도(t d.m/m<sup>3</sup>), BEF는 바이오매스 확장계수, R은 뿌리함량비, CF는 탄소전환계수, 44/12는 탄소-이산화탄소 분율이다. 하지만 본연구에서는 개략적인 산림의 탄소 흡수량을 단순하게 유추하기 위하여 주요 수종별 정기평균성장량에서 계수인 목재기본밀도, 바이오매스 확장계수, 뿌리함량비, 탄소전환계수 등은 합산하여 평균으로 일률적인 단순화를 하였다. 수종별 정기평균성장량은 해당 수종을 임분수확표(Son et al., 2016)에서 지위와 연령 등 합산하여 평균치를 구하였으며, 이를 다시 해당 수종을 합산하여 평균하여 다음과 같이 적용하였다.

$$CO_2\text{removals} = Vol \times WD \times BEF \times (1+R) \times CF \times (44/22) \cdot (식1)$$

- CO<sub>2</sub>removals : 수종별 탄소흡수량(tCO<sub>2</sub>/ha/yr.)
- Vol : 수종별 정기평균성장량(m<sup>3</sup>/ha)
- WD : 목재기본밀도(t d.m/m<sup>3</sup>)
- BEF : 바이오매스 확장계수
- R : 뿌리함량비
- CF : 탄소전환계수
- 44/12 : 탄소-이산화탄소 분율.

그 결과 84 시군구의 ha당 연간 탄소흡수능력은 평균 650.89t CO<sub>2</sub>이었고, 강릉시는 737.45t CO<sub>2</sub>으로 상위 그룹인 8위에 해당되었으며, 영월군이 761.13t CO<sub>2</sub>으로 가장 높아, 84개 시군구 중의 가장 낮은 곳(완도) 445.51t CO<sub>2</sub>에 비하면 약1.7배의 차이로 나타났다.

한편 산림전체의 연간 흡수량으로 추정하면 강릉시는 60,953,077t CO<sub>2</sub>으로 상위 그룹에 해당되는 10위이고, 산림면적이 가장 많은 인제군이 115,192,216t CO<sub>2</sub>으로 가장 높았다. 84개 시군구 중 산림면적이 가장 적은 과천은 1,547,021tCO<sub>2</sub>로 나타났다.

### 3.2.3. 강릉시의 기상현상

기상현상에 관한 조사구역의 북강릉관측소(강원특별자치도 강릉시 사천면 방동리, 고도 75 m에 위치)의 AWS자료를 사용하였다. 자료는 2013년부터 2022년까지 10년간 자료이다. 그 결과 과거 10년간 연평균 강수량은 1,349 mm 겨울철 최저 평균기온은 0.7℃, 최고는 8월 24.6℃로 나타났으며, 본 자료에 의한 북강릉 지역의 온난지수는 106.0으로 난온대림에 해당되었다. 한편 과거 10년간 관측된 최저 기온은 -16.9℃(2021년 1월8일 관측)이었으며, 최고 기온은 36.1℃(2015년7월30일 관측)로 나타났다. 겨울철 최저 기온이 -15℃이하로 내려가는 경우가 다수 발생하고 있다.

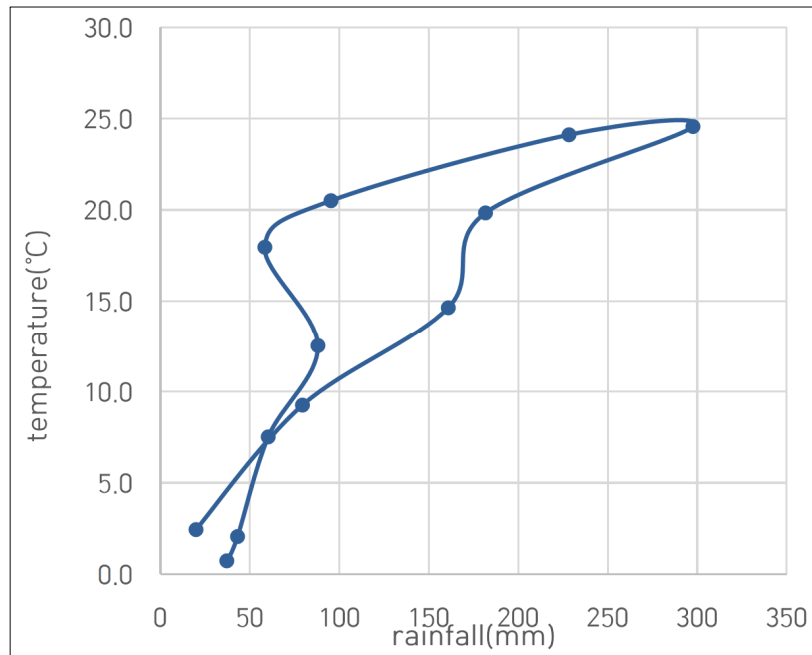


Fig. 5. Relationship between precipitation and temperature in northern Gangneung.

#### 4. 결 과

본 연구는 주성분 분석과 군집분석을 통하여 산림 울이 높은 지자체의 산림의 가치향상에 대한 기초자료로 활용하고자 하였으며, 이는 향후 산림정책의 추진 방향에 대한 제시가 가능하다고 판단된다. 강릉시는 평지와 중산간이 발달된 지역으로 향후 산림정책의 수종 선정이 중요한데 특히 기온의 분석결과 적용이 필요하다.

즉 강릉은 평지에서 겨울철 기온이  $-15^{\circ}\text{C}$  이하까지 하강할 수 있으므로 냉해에 적응할 수 있는 수종의 선정이 중요하지만, 최근에 사회적으로도 문제가 되고 있는 소나무재선충과 참나무시들음병 등을 고려해 해야 하고, 동시에 연간 생장이 우수한 삼나무와 같은 수종의 도입이 필요하다. 또한 강릉시의 경우 해안에서 해발 1,433 m의 동대산 등 해발고도 차이가 1,000 m가 넘는 산들이 고지대 능선이 형성되어 난온대 기후와 한대성 기후가 공존하는 특성이 있다. 이러한 지역에서 전나무 등 기존의 채종원산 산림종자에 의한 묘목양성으로 산림을 조성하게 되면 최대 20%이상의 탄소흡수원을 추가적으로 확보할 수 있게 되는데, 이는 탄소거래에 필요한 자본 형성에 크게 기여하게 되는 매우 중요한 인자

이다.

분석자료에서는 순수 인공림에 관한 자료는 반영되어 있지 않다. 인공림에 대한 정보로서 조림수종과 조림면적을 통한 탄소흡수원 대한 상세한 정보를 통하여 탄소흡수량의 산정과 향후 변화에 대한 추이를 판단해야 되나, 본 연구에서는 수집이 가능한 자료에 한정하여 분석한 각 지자체의 산림위상에 대하여 제한적으로 실시하게 되었다. 이를 통한 본 연구성과는 탄소흡수원의 양적 가치를 자연형성과 비교하며 인위적으로 형성하고 관리된 산림녹지가 탄소흡수원으로써 확대가능성을 판단하는 기초자료가 될 것으로 기대한다.

#### REFERENCES

- Kim, C. B., Park, K. H., Bae, Y. T., Yoon, H. J., Kim, K. H., 2013, Comparison of Soil physical-chemical characteristics on Coastal disaster prevention Forest in the coast of Korea using Principal Component Analysis, Korean Society of Forest Science Conferences, Korea, 595-598.
- Korea Forest Service, 2014, New York Declaration on Forest, 9.
- Korea Forest Service, 2020, Statistical Yearbook of Forestry.

- Korea Forest Service, 2021, Strategies to promote the forest sector to achieve carbon neutrality in 2050(draft), 1-37.
- Lee, Y. G., Won, M. S., Kim, S. J., Jeong, Y. J., 2021, Current status of forest resource management in advanced forestry countries - Japan, Germany, the United States, Austria, New Zealand -. National Institute of Forest science, 916, 157.
- Lee, S. J., Im, J. S., Kang, J. T., 2019, Standard carbon absorption of major forest species(ver. 1.2), National Institute of Forest Science, 19-1-129, 23. National Institute of Forest Science, 2023, <https://idsn.co.kr/news/view/1065600932908490>.
- Press Releases, 2023, Korean Statistical Information Service, [https://kosis.kr/statisticsList/statisticsListIndex.do?vwcd=MT\\_ZTITLE&menuId=M\\_01\\_01](https://kosis.kr/statisticsList/statisticsListIndex.do?vwcd=MT_ZTITLE&menuId=M_01_01).
- Shin, H. J., Kim, E. G., kim, D. H., Kim, H. G. 2012, The factor clustering of growing stock changes by forest policy using principal component analysis, Journal of Agriculture & Life Science, 46(2), 1-8.
- Son, Y. M., Jeon, H. S., Jeon, J. H., Kang, J. T., Im, J. S., Park, Y. J., Kim, J. O., 2016, Real Forest Imperative Scale, National Institute of Forest Science. 677, 64.
- Yang, B. H., 2007, Understanding and Application of Multivariate Data Analysis, Hakjisa, Seoul, 402.
- 
- Doctor's course. Li Xiangjie  
Environmental Technical Cooperation Process Graduate school of General Studies, Gangneung-Wonju National University  
j1390719407@gmail.com
  - Professor. Tae-Dong Cho  
Department of Environmental Landscape Architecture, Gangneung-Wonju National University  
aroma058@hanmail.net