

국내외 산림자원관리 현황 조사 및 레이저 스캐닝 기술의 산림적용 방안 분석

박준규¹, 이근왕^{2*}

¹서일대학교 토목공학과 부교수, ²청운대학교 멀티미디어학과 교수

Investigation of Domestic and Foreign Forest Resource Management Status and Analysis of Laser Scanning Technology Application

Joon-Kyu Park¹, Keun-Wang Lee^{2*}

¹Associate Professor, Department of Civil Engineering, Seoil University

²Professor, Department of the Multimedia Science, Chungwoon University

요약 본 연구에서는 주요 산림 선진국인 오스트리아, 일본, 뉴질랜드, 인도네시아의 산림 정책 및 레이저 스캐닝 기술을 활용한 산림자원조사 사례를 조사하고, 레이저 스캐닝을 통해 취득되는 포인트클라우드 데이터의 산림자원조사 적용 가능성을 파악하였다. 연구를 통해 선진국의 산림정책은 지속 가능한 산림의 보전 및 관리와 일자리 창출, 목재 생산성 향상을 목적으로 추진되고 있으며, 새로운 기술 연구 및 실제 사업에서의 적용이 이루어지고 있음을 알 수 있었다. 우리나라는 주요 산림 선진국과 비교했을 때 국토면적에 비해 높은 산림 비율을 가지고 있지만 임목축적은 상대적으로 낮게 나타나 임목축적의 향상을 위한 과학적인 산림관리가 필요한 시점이라 할 수 있다. 레이저 스캐닝 기술의 적용 가능성 파악을 위해 포인트클라우드 데이터를 이용한 산림자원조사 실험을 수행하였으며, 흉고직경, 수고, 단위면적당 본수를 산출하고, 수관의 형태를 파악하였다. 향후 다양한 레이저 스캐닝 기술을 적용한 현장 실험과 정확도 평가가 이루어진다면 포인트클라우드를 이용한 산림자원조사의 정량적인 업무 개선정도를 제시할 수 있을 것이다.

주제어 : 산림자원, 산림정책, 임업, 레이저스캐닝, 포인트클라우드, 융복합 활용

Abstract In this study, items for forest policy and forest resource research in Austria, Japan, New Zealand, and Indonesia, which are major forest advanced countries, were investigated, and the applicability of point cloud data acquired through laser scanning was identified. Through the study, it was found that forest policies in developed countries are being pursued for the purpose of sustainable forest conservation and management, job creation, and timber productivity improvement, and that new technologies are being researched and applied to actual projects. Korea has a high proportion of forests compared to the national land area compared to major forestry developed countries, but the accumulation of trees is relatively low, so it is a time for scientific forest management to improve the accumulation of trees. To understand the applicability of laser scanning technology, a forest resource survey using point cloud data was conducted, and the diameter of breast height, height, number of trees per unit area were calculated, and the shape of the crown was identified. If field experiments and accuracy evaluations applying various laser scanning technologies are carried out in the future, it will be possible to present the quantitative improvement of forest resource survey using foil cloud.

Key Words : Forest Resource, Forest Policy, Forestry, Laser Scanning, Point Cloud, Convergence utilization

*This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Science and ICT(No. NRF-2021R1F1A1061677)

*Corresponding Author : Keun-Wang Lee(Chungwoon University)

Received September 13, 2021

Revised September 24, 2021

Accepted November 20, 2021

Published November 28, 2021

1. 서론

최근 IT(Information Technology) 기술의 발전과 함께 공간정보는 다양한 산업 및 기술과 융복합되면서 활용분야가 급격히 증가하고 있다. 공간정보는 4차 산업혁명 기술의 기초자료로 사물과 가상공간을 이어주는 플랫폼으로 많은 분야에 활용되고 있다[1, 2]. 기존의 공간정보는 측량 및 지도제작, 건설 시공 등 기존 산업의 보조적인 자료로 활용되었지만 최근에는 개인 내비게이션, 로봇, 정밀도로지도, 자율주행 등 4차 산업혁명 관련 기술의 기반이 되고 있으며[3], 공간정보산업의 발전은 다른 산업의 고도화를 앞당길 수 있다[4]. 산림분야에서도 공간정보는 의사결정 지원을 위한 정보로 FGIS(Forest Geospatial Information System)으로 이용되고 있다[5]. 한편 산림청은 제6차 산림기본계획을 발표하고, 산림자원관리 및 산업 경쟁력 강화를 위해 첨단 기술을 적용한 산림공간정보 구축을 통한 산림기술 선진화에 노력하고 있다[6].

하지만 현재 우리나라의 산림관련 산업은 임업인 고령화, 산림사업 세분화로 인력위주 산림관리의 문제에 직면하고 있으며, 4차 산업혁명 시대를 맞이하여 기술 융복합을 통한 노동집약적 전통산업의 한계를 극복할 필요가 있다. 공간정보는 임업인 고령화와 산림사업 세분화로 인력위주 산림관리의 문제 등을 해결할 수 있는 방안으로 과학적인 데이터 기반의 산림조사 및 계획 수립에 활용이 가능하며, 산림자원의 조성 및 관리를 위한 핵심 자료가 될 것이다. 레이저 스캐닝 기술은 정밀한 3차원 공간정보를 구축할 수 있는 기술로 최근 산림분야에서 관심이 증대되고 있다. 기존에는 1ha 면적의 산림조사를 위해 최소 3명이 7~8시간을 작업해야 했으나[7], 레이저 스캐닝 기술을 적용한다면 보다 적은 인원으로 보다 빠

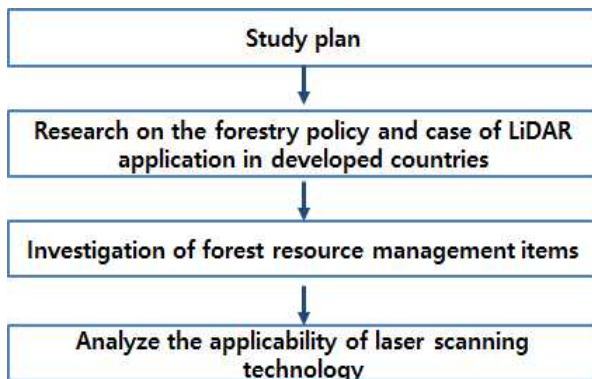


Fig. 1. Study flow

른 업무수행이 가능할 것이다. 본 연구에서는 주요 산림 선진국의 산림정책 및 레이저 스캐닝 기술을 활용한 산림관리 사례를 조사하였다. 또한 국내 임업현황 및 산림자원관리 항목을 파악하여 레이저 스캐닝 기술의 산림자원조사 적용 가능성을 파악하였다. Fig. 1은 연구흐름도를 나타낸다.

2. 산림정책 및 산림자원관리 사례

본 연구에서는 주요 산림 선진국의 산림정책 및 레이저 스캐닝 기술을 활용한 산림관리 사례를 조사하였다. Table 1은 6차 산림기본계획의 전략을 나타낸다[8].

Table 1. Strategies of the Forest Master Plan

Objectives	Healthy and valuable forests
	Decent jobs and income creation
	Realization of national happiness and peace of mind
	Preparation for international contribution and unification
Strategic task	Advancement of forest resource and mountain management system
	Fostering the forest industry and creating jobs
	Stabilization of income for forestry and vitalization of mountain villages
	Establishment of forest welfare system in daily life
	Maintaining the health of forest ecosystems
	Forest Disaster Prevention
	Leading international forestry cooperation

2.1 오스트리아

Table 2. Austria's Forest Policy[9]

Climate - fit- forest	<ul style="list-style-type: none"> - Supporting forests in the midst of climate change - The most important steps at a glance - Multiple use of wood - Climate-fit forest owners - Forests as protectors against climate change - The role of forests in climate change etc
Austria's forests	<ul style="list-style-type: none"> - Forest management is sustainable in Austria - 2020+ Austrian Forest Strategy etc
Education, guidance, research	<ul style="list-style-type: none"> - GENial - Forests in climate change - Forest-related education in Austria - Forest research and experimentation - Programme for research and development 2016-2020 etc
EU & International affairs	<ul style="list-style-type: none"> - The United Nations Forum on Forests - Austrian forestry and the EU etc

오스트리아는 국토의 47.6%가 산림 지역으로 농업과 임업을 겸하는 겸업 산림경영을 주로 하고 있다. 2000년

이후부터 기계화된 목재수확을 본격적으로 시행하고 있으며, 주요 산림정책은 Table 2와 같다.

Austrian Research center for Forest는 오스트리아 산림에 대한 정보를 보완하고 확대하기 위한 원격탐사 방법을 연구하고 있으며, 산림의 면적 산정, 고산 지대의 수목조사 등에 레이저 스캐닝 기술을 활용하고 있다[10].

2.2 일본

일본은 2030년까지 산림 및 임업 활성화 계획을 수립 및 추진 중에 있으며, 지구온난화 대응, 목재 수급에 대한 대응 방안 마련을 위한 산림정책을 추진 중에 있다.

Table 3. Japan's Forest Policy[11]

Policy on the multifaceted function of forests	- Establishment of intensive forest management - Diverse and sound forest conservation - Promoting global warming prevention and adaptation measures
Excessive policy on national forest management and management	- Management that maintains and promotes functions of public interest - Contribute to vitalization of forestry - Forest management for the people - Organizational Reorganization and Reorganization Policy
Policy on the supply and use of forest products	- Wood processing and distribution system maintenance - Expansion of wood use - Measures concerning imports of forest products

일본에서는 레이저 스캐닝 기술과 드론 사진측량을 통해 일본 북부 혼합림을 대상으로 고가 목재종에 대한 나무 위치 및 DBH(Diameter of Breast Height)값을 추정하고 있다[12]. Fig. 2는 산림지역의 레이저 스캐닝 데이터를 나타낸다.

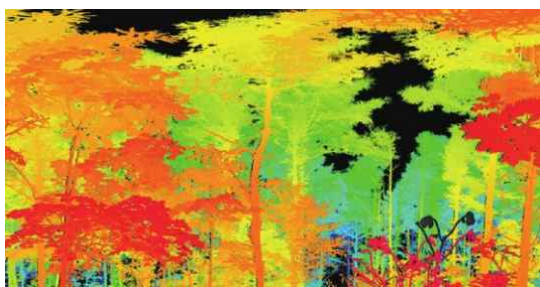


Fig. 2. Laser scanning data[12]

2.3 뉴질랜드

뉴질랜드 정부는 MPI(Ministry for Primary Industries)에서 산림분야 업무를 담당하고 있으며, 산림자원 관리는

국가 주도의 산림경영이 아닌 사유림 형태로 운영되고 있어 자원 관리에 대한 의견 제시를 장려하며, 항공 레이저 스캐닝 등 새로운 기술을 활용하고 있다.

Table 4. New Zealand's Forest Policy[13]

National policy on forestry	- To provide a general view of the principles that will be adopted for the future management and use of New Zealand's forests
-----------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

뉴질랜드는 2013년과 2014년에 항공 레이저 스캐닝 기술을 적용하여 산림지역의 수고 모델을 제작하였으며, 항공사진을 이용하여 지속적으로 산림지도를 구축하고 있다[14].

2.4 인도네시아

인도네시아 환경산림부는 뉴질랜드 정부는 MPI(Ministry for Primary Industries)에서 산림분야 업무를 담당하고 있으며, 산림자원 관리는 국가 주도의 산림경영이 아닌 사유림 형태로 운영되고 있어 자원 관리에 대한 의견 제시를 장려하며, 새로운 기술의 도입을 적극적으로 검토하고 있다.

Table 5. Indonesia's Forest Policy[15]

National policy on forestry	- To provide a general view of the principles that will be adopted for the future management and use of New Zealand's forests
-----------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

인도네시아는 2014년부터 보르네오 섬의 레이저 스캐닝 데이터를 구축하여 산림 모니터링에 활용하고 있으며, 데이터를 인터넷을 통해 제공하고 있다[16].

오스트리아, 일본, 뉴질랜드, 인도네시아의 산림정책은 공통적으로 지속 가능한 산림의 보전 및 관리와 일자리 창출, 목재 생산성 향상을 목적으로 추진되고 있다. 또한 체계적인 산림자원 관리를 위한 레이저 스캐닝 기술의 연구 및 활용이 이루어지고 있다. 레이저 스캐닝 기술을 통해 구축되는 공간정보는 산림자원 관리에 객관적인 데이터를 제공함으로써 정책 지원 및 산림 생산성 향상을 위한 자료로 활용이 가능할 것이다.

한편, 우리나라의 임업에 대한 규모를 파악하기 위해 우리나라와 주요 산림 선진국의 임업 현황을 비교하였다. Table 6은 각국의 임업 현황을 나타낸다.

Table 6. Status of forestry in each country

Country	Land area	Forest area	Accumulation of trees
Korea[16]	10,000,000ha	6,370,000ha	125m ³ /ha
Austria[9]	8,388,000ha	3,869,000ha	299m ³ /ha
Japan[11]	37,795,000ha	24,958,000ha	188m ³ /ha
New Zealand[13]	26,771,000ha	10,152,000ha	392m ³ /ha
Indonesia[15]	181,157,000ha	118,545,000ha	112m ³ /ha

우리나라는 오스트리아, 일본, 뉴질랜드, 인도네시아의 주요 산림 선진국과 비교했을 때 국토면적에 비해 높은 산림 비율을 가지고 있지만 산림에서 생산되는 목재의 경제적 가치를 평가하기 위한 임목측적은 비교적 낮게 나타났다. 우리나라의 임목측적은 지속적으로 높아지고 있지만 이에 대한 과학적인 산림관리가 필요한 시점이다. 본 연구에서는 산림에 대한 3차원 공간정보를 빠르게 취득할 수 있는 레이저 스캐닝 기술의 산림자원조사 적용 가능성을 파악하였다.

3. 레이저 스캐닝을 통한 산림자원조사

산림자원조사에 레이저 스캐닝 기술의 적용 가능성을 파악하기 위해 산림자원조사 항목을 조사하였다. 산림자원조사 항목은 임목측적, ha당 임목본수, 흉고직경, 수고 등이었으며, 전국 산림에 배치한 4km 격자크기의 표본점에 대해 매년 800개씩 5년간 순환조사를 하는 방법으로 시행되고 있다[16].

본 연구에서는 산림지역에서 레이저 스캐닝 기술을 통해 데이터를 취득하고, 이를 이용하여 임목본수, 흉고직경, 수고 등 항목에 대한 조사를 수행하였다. 산림지역의

레이터 취득은 지상형 3D 레이저 스캐너로 이루어 졌다. Fig. 3은 지상형 3D 레이저 스캐너를 나타낸다[17].

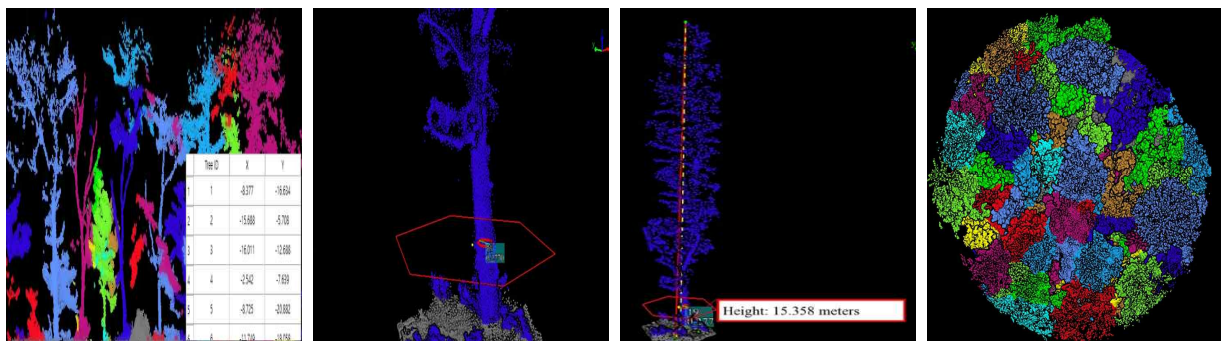


Fig. 3. 3D laser scanner



Fig. 4. Pointcloud data

취득된 데이터는 정합 및 georeferencing 과정을 통해 포인트클라우드 데이터를 생성하고, 실험을 위해 일부 지역을 추출하였다. Fig. 4은 포인트클라우드 데이터이며, Fig. 5는 산림자원조사 적용 실험 결과를 나타낸다.



(a) Number of tre

(b) DBH

(c) Tree height

(d) Width of tree crown

Fig. 5. Experiment Results of Forest Resource Survey

포인트클라우드 데이터를 이용하는 경우 흉고직경, 수고, 단위면적당 본수를 효과적으로 조사할 수 있었다. 또한 수관의 폭도 파악이 가능하였다. 레이저 스캐닝 기술은 넓은 지역에 대한 산림자원조사에서 기존의 인력에 의한 측정에 비해 산림조사의 효율성을 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다. 향후 고정형, 이동형, 드론탑재형 등 다양한 레이저 스캐닝 기술을 적용한 실험과 정확도 평가가 이루어진다면 포인트클라우드를 이용한 산림자원 조사의 정량적인 업무 개선정도를 제시할 수 있을 것이다.

4. 결론

본 연구는 해외 산림정책 및 레이저 스캐닝 기술을 활용한 산림자원조사 사례를 조사하고, 레이저 스캐닝을 통해 취득되는 포인트클라우드 데이터의 산림자원조사 적용 가능성을 파악하였다. 오스트리아, 일본, 뉴질랜드, 인도네시아의 산림정책은 지속 가능한 산림의 보전 및 관리와 일자리 창출, 목재 생산성 향상을 목적으로 추진되고 있으며, 레이저 스캐닝 기술 관련 연구 및 적용이 이루어지고 있다. 우리나라는 주요 산림 선진국과 비교했을 때 국토면적에 비해 높은 산림 비율을 가지고 있지만 임목축적은 상대적으로 낮게 나타나 임목축적의 향상을 위한 과학적인 산림관리가 필요한 시점이다.

레이저 스캐닝 기술을 이용한 산림자원조사 실험을 수행하여 흉고직경, 수고, 단위면적당 본수를 효과적으로 산출할 수 있었으며, 수관의 형태도 파악이 가능하였다. 향후 다양한 레이저 스캐닝 기술을 적용한 현장 실험과 정확도 평가가 이루어진다면 포인트클라우드를 이용한 산림자원조사의 정량적인 업무 개선정도를 제시할 수 있을 것이다.

REFERENCES

- [1] J. K. Park & D. Y. Um. (2020). Usability Evaluation of the Drone LiDAR Data for River Surveying, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 21(5), 592-597. DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2020.21.5.592>
- [2] J. K. Park & K. W. Lee. (2019). Application of Terrestrial LiDAR for Displacement Detecting on Risk Slope, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 20(1), 323-328. DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2019.20.1.323>
- [3] T. H. Kim & J. H. Youn. (2019). A study on 3D safety state information platform architecture design for realistic disaster management based on spatial information, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 20(4), 564-570. DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2019.22.1.621>
- [4] D. H. Park, Y. G. Jamg & J. S. Ryu. (2020). A Study of the DB Design Standard for Submitting Completion Drawings for Auto-Renewal of Underground Facility Information. *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, 38(6), 681-688. DOI: <https://doi.org/10.7848/ksgpc.2020.38.6.681>
- [5] J. K. Park & M. K. Oh. (2020). Application of Object Modeling and AR for Forest Field Investigation, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 21(12), 411-416. DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2020.21.12.411>
- [6] A. S. Choi. (2021). Economic Valuation of Green Spaces for Residents in non-Capital Areas, *Environmental and Resource Economics Review*, 30(1), 1-26. DOI: <https://doi.org/10.15266/KEREA.2021.30.1.001>
- [7] S. H. Kim & K. J. Li. (2020). Automated Construction of IndoorGML Data Using Point Cloud, *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, 38(6), 611-622. DOI: <https://doi.org/10.7848/ksgpc.2020.38.6.611>
- [8] J. K. Park & K. Y. Jung. (2020). Building Detection by Convolutional Neural Network with Infrared Image, Construction of 3D Geospatial Information for Development and Safety Management of Open-pit Mine. *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, 38(1), 43-48. DOI: <https://doi.org/10.7848/ksgpc.2020.38.1.43>
- [9] Federal Ministry for Sustainability and Tourism. (2021). *forest policy*. <https://www.bmnt.gv.at/english/>
- [10] Austrian Research Centre for Forest. (2021). *Remote Sensing*. <https://www.bfw.gv.at/>
- [11] Forestry Agency. (2021). *Policies*. <https://www.rinya.maff.go.jp/>
- [12] K. T. Moe, T. Owari, N. Furuya, T. Hiroshima & J. Morimoto. (2020). Remote Sensing, 12(17), 1-19. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12172865>
- [13] Ministry for Primary Industries. (2021). *Forestry*. <https://www.mpi.govt.nz/forestry/>
- [14] J. Zörner, J. R. Dymond, J. D. Shepherd, S. K. Wiser & B. Jolly. (2018). *Forests*, 9(11), 1-16. DOI: <https://doi.org/10.3390/f9110702>
- [15] Ministry of Environment and Forestry Republic of Indonesia. (2021). *The state of indonesia's forest*. <http://www.menlhk.go.id/>
- [16] Earth Data NASA. (2021). *CMS_LiDAR_Indonesia*. <https://earthdata.nasa.gov/>

[17] Korea Forest Service. (2021). *Status of forestry*.
<https://www.forest.go.kr/>

박 준 규(Park, Joon Kyu) [정회원]



- 2001년 2월 : 충남대학교 공과대학 토목공학과 (공학사)
- 2003년 2월 : 충남대학교 대학원 토목공학과 (공학석사)
- 2008년 8월 : 충남대학교 대학원 토목공학과 (공학박사)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 서일대학교 토목공학과 부교수

- 관심분야 : 지형공간정보공학
- E-Mail : jkpark@seoil.ac.kr

이 근 왕(Lee, Keun Wang) [정회원]



- 1993년 2월 : 한밭대학교 전자계산학과 (공학사)
- 1996년 : 숭실대학교 컴퓨터학과 (공학석사)
- 2000년 : 숭실대학교 컴퓨터학과 (공학박사)
- 2001년 2월 ~ 현재 : 청운대학교 멀티미디어학과 교수

- 관심분야 : 멀티미디어 통신, 멀티미디어 응용, 모바일 통신
- E-Mail : kwlee@chungwoon.ac.kr