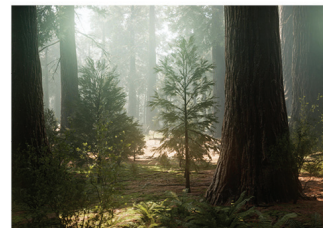
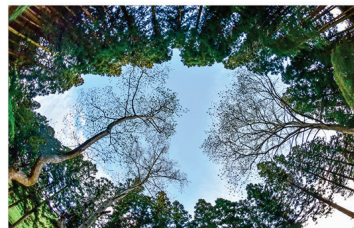
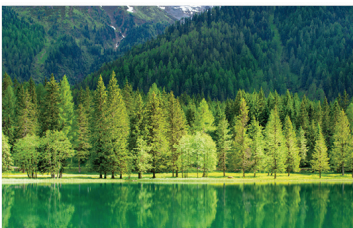


# 임업선진국의 산림자원관리 현황

일본, 독일, 미국, 오스트리아, 뉴질랜드



## 목 차

<b>1. 서론</b> .....	<b>1</b>
<b>2. 연구 범위 및 대상국 선정</b> .....	<b>5</b>
가. 산림자원관리 범위 .....	7
나. 대상국 선정 .....	8
다. 자료 수집 방법 .....	10
<b>3. 세계 임업</b> .....	<b>11</b>
가. 산림자원 현황 .....	13
나. 목재생산 현황 .....	17
1) 원목(Roundwood) .....	19
<b>4. 주요 임업선진국의 산림자원관리 현황</b> .....	<b>27</b>
가. 일본 .....	29
1) 기후 및 식생 .....	29
2) 산림자원 현황 .....	30
3) 산림자원 관리 .....	36
4) 산림자원 이용 .....	39
5) 산림자원관리 전략 및 정책 .....	42
나. 독일 .....	48
1) 기후 및 식생 .....	48
2) 산림자원 현황 .....	48
3) 산림자원 관리 .....	56
4) 산림자원 이용 .....	59
5) 산림자원관리 전략 및 정책 .....	61

다. 미국 .....	67
1) 기후 및 식생 .....	67
2) 산림자원 현황 .....	69
3) 산림자원 관리 .....	78
4) 산림자원 이용 .....	82
5) 산림자원관리 전략 및 정책 .....	84
라. 오스트리아 .....	87
1) 기후 및 식생 .....	87
2) 산림자원 현황 .....	88
3) 산림자원 관리 .....	96
4) 산림자원 이용 .....	100
5) 산림자원관리 전략 및 정책 .....	104
마. 뉴질랜드 .....	109
1) 기후 및 식생 .....	109
2) 산림자원 현황 .....	110
3) 산림자원 관리 .....	114
4) 산림자원 이용 .....	119
5) 산림자원관리 전략 및 정책 .....	120
<b>5. 우리나라 산림관리를 위한 시사점 .....</b>	<b>123</b>
가. 산림자원관리 현황 .....	125
나. 주요 임업선진국과의 현황 비교 .....	127
다. 우리나라 산림자원관리를 위한 시사점 분석 .....	128
<b>6. 결론 .....</b>	<b>135</b>

## 표 목차

표 1. 전세계 임산물 생산량 및 수출량(2018)	17
표 2. 원목 최대 생산 20개국	19
표 3. 도쿄의 기후	29
표 4. 임종 및 소유구조에 따른 산림면적 및 임목축적	33
표 5. 보안림의 종류별 면적	36
표 6. 산림작업 실시현황(2018)	36
표 7. 용도별 목재수요량(2018)	40
표 8. 산림의 다면적 기능 발휘에 관한 목표	42
표 9. 용도별 목재 생산량 목표	43
표 10. 전국산림계획(2019~2034년)의 사업계획량	43
표 11. 기술별 로드맵	44
표 12. 일본의 2050 녹색성장전략	46
표 13. 베를린 기후	48
표 14. 수종 구성 및 변화(2012)	49
표 15. 산림보호구역	54
표 16. 유명림을 통해 본 산림 조성 방법	56
표 17. 지속가능한 산림관리 방법	57
표 18. 독일의 용도별 목재 생산량	60
표 19. 시나리오에 따른 변화	62
표 20. Forest Strategy 2020	63
표 21. 산림면적 및 비율	69
표 22. 미국 동부지역의 산림형별 면적	70
표 23. 미국 서부지역의 수종산림형별 산림면적	71
표 24. 산림 소유구분별 면적	72
표 25. 사유림 소유면적별 분포(2006)	73
표 26. 소유구조별 임목축적 현황	74
표 27. 지역에 따른 경제림(Timberland) 영급 분포	76




표 28. 미국 남부지역의 산림 현황 .....	77
표 29. 생산물 동향(2016) .....	83
표 30. 산림청의 전략계획 2015~2020 목표 및 기본방침 .....	84
표 31. 비엔나 기후 .....	87
표 32. 자연도 등급 구분 .....	93
표 33. 경제림 구분 및 소유주별 면적 .....	97
표 34. 오스트리아 산림전략 .....	104
표 35. 뉴질랜드 인공림의 지역별 분포(2018) .....	110
표 36. 산주별 소유면적 분포 .....	112
표 37. 최근 3년간 인공림 면적 및 임목축적 .....	112
표 38. 인공림 영급별 산림면적 및 비율 .....	113
표 39. 임도 구분 및 특징 .....	116
표 40. 우리나라와 임업선진국의 산림 현황 비교 .....	127
표 41. 원목의 등급별 가격 .....	130



## 그림 목차

■ 그림 1. 세계의 기후대 및 임업선진국 대상 국가	9
■ 그림 2. 기후대별 산림분포 비율	13
■ 그림 3. 세계의 인공림 비율	14
■ 그림 4. 대륙별 산림경영 계획률	15
■ 그림 5. 산림 소유구조	16
■ 그림 6. 원목의 활용에 따른 구분(FAO Data structure)	18
■ 그림 7. 대륙별 산업용 원목 생산량	20
■ 그림 8. 대륙별 제재목 생산량	21
■ 그림 9. 목질판상재 생산량 추이	22
■ 그림 10. 목질판상재 세부항목별 생산 비율	23
■ 그림 11. 대륙별 제지 및 판지의 생산량	24
■ 그림 12. 대륙별 연료재의 생산량	25
■ 그림 13. 일본의 산림 식생대	30
■ 그림 14. 산림면적 추이	31
■ 그림 15. 인공림 면적 및 수종 구성	31
■ 그림 16. 일본 산림의 소유구조	32
■ 그림 17. 사유림 산주의 소유 산림면적	32
■ 그림 18. 임목축적 추이	33
■ 그림 19. 소유 형태별 임목축적 추이	33
■ 그림 20. 인공림의 영급 구성	34
■ 그림 21. 천연림의 영급 구성	34
■ 그림 22. 산림의 다면적 기능 평가액	35
■ 그림 23. 고성능 임업기계 보유현황	38
■ 그림 24. 임업노동력 현황	39
■ 그림 25. 목재수요량 추이	40
■ 그림 26. 목재공급량 추이	41
■ 그림 27. 임업 혁신의 발전 방향	44

■ 그림 28. 독일의 소유구조별 산림면적	49
■ 그림 29. 주요 수종별 임목축적	51
■ 그림 30. 영급 분포	52
■ 그림 31. 산림의 이산화탄소 저장	52
■ 그림 32. 수평적·수직적 혼효 비율	53
■ 그림 33. 자연도 등급과 비율	54
■ 그림 34. Northrheinwestfallen주 기능 구분도	55
■ 그림 35. 목재 이용량	58
■ 그림 36. 『산림 4.0 소개』 동영상	64
■ 그림 37. 미국의 식생대	67
■ 그림 38. 미국 국가산림자원조사 권역 구분	68
■ 그림 39. 산림 비율	69
■ 그림 40. 산림면적 변화	69
■ 그림 41. 지역별 수종 구성	70
■ 그림 42. 지역별 산림 소유 구조(2012)	72
■ 그림 43. 침엽수의 임목축적(1953-2017)	74
■ 그림 44. 활엽수의 임목축적(1953-2017)	75
■ 그림 45. 지역에 따른 영급 분포	76
■ 그림 46. Volume of all-live trees on southern forest (단위: ft3)	78
■ 그림 47. 지역별 조림 현황 및 남부지방 조림 수종	79
■ 그림 48. 지역별·임상별 벌채량 추이	81
■ 그림 49. 주요 임업생산물 추이(1952-2016)	83
■ 그림 50. 오스트리아의 임상 구분	87
■ 그림 51. 소유구조에 따른 산림면적(단위: 1,000ha)	88
■ 그림 52. 수종별 점유면적(단위: 1,000ha)	89
■ 그림 53. 영급별 면적(단위: 1,000ha)	90
■ 그림 54. 영급별 임목축적(단위: 1,000m <sup>3</sup> )	91
■ 그림 55. 산림기능 구분	92
■ 그림 56. 자연도 등급 분포	93
■ 그림 57. 산림의 탄소 저장량(2019)	94

■ 그림 58. 보호구역 지정 현황 .....	95
■ 그림 59. 임상 구성의 변화 .....	96
■ 그림 60. 오스트리아의 경사에 따른 집재 방법 .....	98
■ 그림 61. 수종에 따른 목재 이용 .....	99
■ 그림 62. 목재 이용량 .....	100
■ 그림 63. 생산목재의 용도 .....	101
■ 그림 64. 에너지용 목재의 용도 .....	101
■ 그림 65. 목재산업 생산액 .....	102
■ 그림 66. 목재가격별 변동 추이 .....	103
■ 그림 67. 뉴질랜드 식생의 분포 .....	109
■ 그림 68. 인공림 면적 변동 추이 .....	111
■ 그림 69. 소유구조별 산림면적 .....	112
■ 그림 70. 인공림 영급별 산림면적 분포 .....	113
■ 그림 71. 지역별 라디에타소나무 인공조림지 현황 .....	114
■ 그림 72. 라디에타소나무 조림지의 숲가꾸기 현황(2019) .....	115
■ 그림 73. 벌채량 추이 .....	115
■ 그림 74. 뉴질랜드의 임도 구분 .....	116
■ 그림 75. 임업 및 목재가공산업 분야 피고용자 수(명) .....	117
■ 그림 76. 뉴질랜드 임업 종사자의 현황 및 특성(2017) .....	118
■ 그림 77. 원목 생산과 국내 소비 및 수출 .....	119
■ 그림 78. 뉴질랜드의 조림 정책 .....	121
■ 그림 79. 임목축적 변화 .....	125
■ 그림 80. 영급 구성 .....	125
■ 그림 81. 2019년 산림 벌채 및 이용 현황(산림청, 2020) .....	126
■ 그림 82. 일본의 산림집약화 계획 .....	129
■ 그림 83. 탄소흡수량 변화 추이(2020) .....	131
■ 그림 84. 주요 임업선진국의 임도 밀도(2020) .....	132



# 1. 서론





## 1. 서론



우리나라는 국토의 63%가 산림으로 이루어진 산악국가이다. 1973년 ha당 임목축적이 11m<sup>3</sup>에 불과했던 황폐한 산림을 복구하여 이제 OECD 평균을 상회하는 ha당 161.4m<sup>3</sup>의 울창한 숲을 갖게 되었다. 하지만 산림경영의 처지에서 보면 아직 해결해야 할 문제가 많다. 2019년 기준 우리나라 목재자급률은 16.6%에 불과하며, 생산된 목재의 13%만이 제재목으로 쓰이고 있고 나머지는 저가 목재인 보드나 장작에 사용되고 있다. 2013년부터 산림을 6대 기능으로 구분하여 관리하고 있으나, 산림기능 구분의 세분화 및 산림 기능증진을 위한 산림관리의 필요성은 증가하고 있다. 특히, 최근에 지구온난화 및 이상기후에 대응하여 산림을 통한 이산화탄소 흡수·증진을 위한 산림관리가 중요한 이슈로 떠오르고 있다.

이러한 산림의 다양한 요구를 고려하여 우리나라 산림자원을 어떻게 관리할 것인가는 임업인들에게 주어진 큰 과제이다. 우리나라 미래 산림자원관리 방향을 설정하기 위해서는 산림자원 변화, 기후환경 변화, 산림의 사회적 요구 등 여러 가지를 고려해야 한다. 그에 앞서 우리와 유사한 기후대에 있으면서 산림을 이용하여 고부가가치를 창출하는 임업선진국의 정책 동향을 살펴볼 필요가 있다. 이 연구자료에서는 우리와 유사한 기후대에 있으면서 선진국에 속하는 일본, 독일, 미국, 오스트리아, 뉴질랜드의 산림 현황과 산림자원관리 주요 정책을 분석하였고, 우리나라와 비교를 통하여 시사점을 도출하였다.

여기서 살펴볼 임업선진국들은 해당 국가의 환경, 사회, 경제적 요구에 맞추어 그 국가에 맞는 임업 정책과 기술을 개발하였다. 이러한 국가 정책들을 참고하여 우리나라에 맞는 산림자원관리 전략을 만들 필요가 있다. 산림청은 2020년 『K-포레스트(K-Forest) 추진계획 - 한국형 산림 뉴딜 전략(2020~2030)』을 마련하였으며, 최근에는 『2050 탄소중립 달성을 위한 산림부문 추진전략』을 수립하여 한국형 산림자원관리 모델 개발을 추진하고 있다. 우리나라는 높은 산림 비율에도 불구하고 지형이 험하여 기계화가 어렵고, 성장도 좋지 않은

편이다. 소규모 산림을 소유하고 있는 산주의 비율이 높아 산림경영에 무관심하다. 선진국과 비교하면 임업을 늦게 시작한 우리는 산림경영의 기반인 임도 시설도 많이 부족하다. 이런 열악한 조건을 극복하고 임업선진국으로 가기 위해서는 많은 토론과 전략이 필요하다. 최근에 4차 산업혁명기술의 발달로 산림조사·작업의 디지털화, 원격화, 기계화가 가능해지면서 산림자원관리의 새로운 패러다임을 맞고 있다. 또한 『2050 탄소제로』가 세계 각국의 정책 추진 핵심이슈로 대두되면서 산림자원관리의 중요성이 증가하고 있다. 이런 시대적 요구와 기술의 변화를 현장에 적용하고 산림의 가치를 높이기 위해서는 국가의 역할이 중요하다. 이번 연구자료가 미래 환경 변화에 대응한 산림자원관리 전략을 수립하고, 산림분야의 새로운 도약을 위한 자료로 활용될 수 있길 기대한다.

## 2. 연구 범위 및 대상국 선정

가. 산림자원관리 범위 / 7

나. 대상국 선정 / 8

다. 자료 수집 방법 / 10





○ 임업선진국의 산림자원관리 현황

## 2. 연구 범위 및 대상국 선정



### 가 산림자원관리 범위

산림자원관리 개념은 해석에 따라 범위가 달라질 수 있다. 『산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률(2020)』에서 ‘산림자원’을 다음과 같이 정의하고 있다.

‘산림자원’이란 다음의 각 목의 자원으로서 국가경제와 국민생활에 유용한 것을 말한다.

- 가. 산림에 있거나 산림에 서식하고 있는 수목, 초본류(草本類), 이끼류, 버섯류 및 곤충류 등의 생물 자원
- 나. 산림에 있는 토석(土石)·물 등의 무생물 자원
- 다. 산림휴양 및 경관 자원

이 법률에 따르면 산림자원관리란 산림에 있는 유무형의 자원을 모두 포함하고 있다. 산림청에서 수행하는 목재생산, 재해예방, 산림휴양, 생물다양성 보전, 이산화탄소 흡수 등 모든 분야가 산림자원관리에 해당한다. 산림청의 산림자원관리 사업은 매년 발간하는 『산림과 임업 동향에 관한 연차보고서』에서 확인할 수 있다.

본 연구자료에서 산림자원관리는 전통임업이라고 할 수 있는 조림-숲가꾸기-목재생산에 주로 초점을 맞추어 자료를 수집하였으며, 국가별 추진하고 있는 산림자원관리를 위한 정책 방향이나 전략을 분석하여 기술하였다.

## 나 대상국 선정

세계적으로 산림면적이 가장 넓은 국가는 러시아, 브라질, 캐나다, 미국 및 중국이며, 이들은 세계 산림면적의 54%를 차지하고 있다. 산림 비율이 높은 5개 국가는 목재생산량이 많고 국가 경제에도 산림이 중요한 역할을 하지만 해당 국가 모두가 산림자원관리의 선진국이라고 말하기는 어렵다. 왜냐하면, 자연적 조건(기후, 면적)이 목재생산에 유리하기 때문이다. 우리나라와 자연조건이 다른 국가의 산림자원관리 제도나 기술은 우리 임업에 적용하기 어렵다.

따라서 이 연구자료에서는 향후 우리나라 산림자원관리 방향설정에 참고가 될 만한 국가들을 선정하였다. 우리나라와 같은 기후대에 위치하여 식물 생장이나 분포 특성이 유사하고 기술이나 정책을 참고할 수 있으면서, 산림자원관리에 앞서가는 국가들이 그 대상이다. 이 조건을 기준으로 일본, 독일, 미국, 오스트리아, 뉴질랜드 5개국을 임업선진국으로 설정하고 산림자원관리 현황을 분석하였다. 일본, 독일, 미국, 오스트리아는 우리나라와 유사한 온대림에 속하여 임업이 발달한 국가로 알려져 있다. 뉴질랜드는 우리나라와 위도가 다르기는 하지만 생산임업이 발달한 국가로 임업발전의 모델로 알려져 있다(그림 1).

국가별 특징을 살펴보면 일본은 우리나라와 이웃하고 있으며 산악지형과 높은 사유림 비율 등의 불리한 여건에도 불구하고 체계화된 산림자원관리 계획을 수립하고 있다. 독일은 임학이라는 학문이 생겨난 국가로 오랜 전통과 함께 유럽에서 스웨덴과 함께 가장 많은 목재를 생산하는 국가다(러시아 제외). 미국은 넓은 국토와 비옥한 토지를 바탕으로 연간 4억  $m^3$ 가량을 생산하는 세계 최대 목재생산국으로 산림자원관리 정책과 기술이 발달한 국가이다. 오스트리아는 산악지방의 장점을 활용하여 목재생산을 활발하게 하고 있으며, 산악지역에 맞는 기술을 개발하여 임업을 발전시키고 있다. 뉴질랜드는 라디에타소나무(*Pinus radiata*)를 도입하여 목재생산 및 수출에 성공한 국가로 경제림육성에 자주 언급된다.



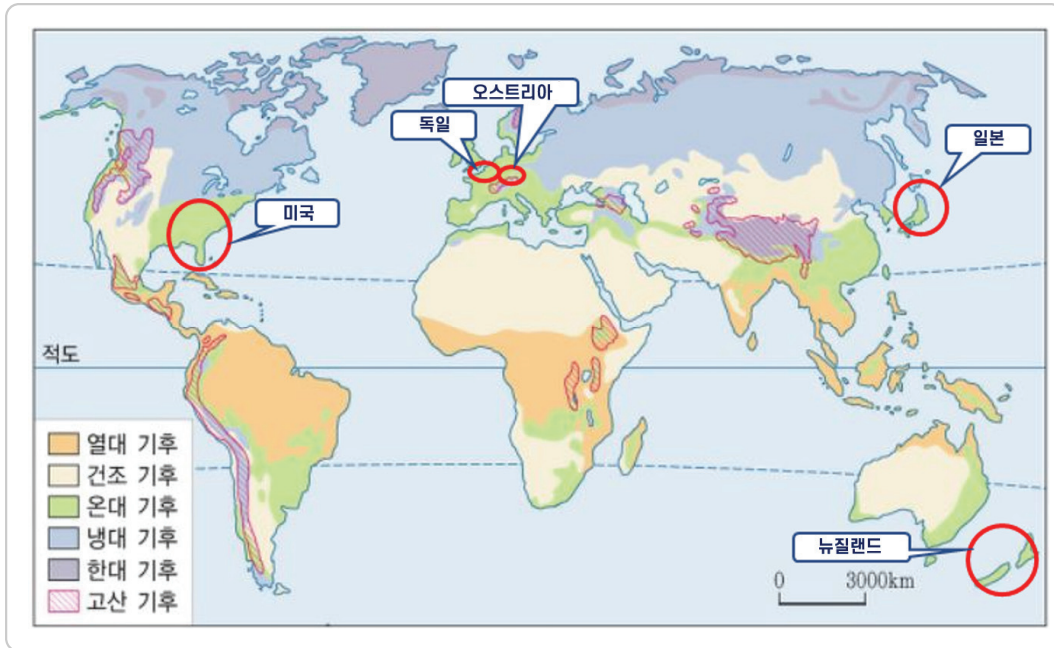


그림 1. 세계의 기후대 및 임업선진국 대상 국가

## 다 자료 수집 방법

산림의 세계현황은 FAO에서 236개국으로부터 자료를 받아서 작성한 “Global Forest Resources Assessment(FAO 2020)”를 인용하여 요약하였다. 임업선진국의 기본적인 산림현황은 각국에서 수행하고 있는 산림자원조사 결과를 정리하였다. 각국의 산림자원조사는 지역별로 나누어 여러 해에 걸쳐 조사하여 종합결과를 발표하는데 국가별로 그 발표 연도가 다르다. 예를 들면 독일은 10년마다 결과를 발표하는데 2012년의 결과가 아직도 사용되고 있다. 미국 산림청에서 공표된 산림조사의 최근 결과는 2017년에 발표된 것이다. 이런 이유로 국가별 통계 연도가 달라 연도별 직접 비교에 어려움이 있다.

최근의 산림자원관리 동향이나 전략은 각국의 산림청(혹은 산림 관련 부서)에서 자료를 찾으려고 노력하였다. 목재생산을 위한 산림자원관리 자료는 국가가 주도적으로 관여하는 국가(예, 일본)에서는 국가별 목표, 방향 등이 나와 있지만, 개인이나 기업이 주도하는 국가(예, 뉴질랜드)에서는 국가적인 전략을 찾기는 어려웠다. 또한, 중앙집권적인 정부 형태와 지방분권이 될 국가 간에도 자료가 공개되는 내용이나 정보 제공의 주체가 달랐다.

인터넷에 공개된 자료를 최대한 수집하였으나 놓친 자료가 있을 수 있다. 또한, 시간의 흐름에 따른 최신 자료로 업데이트가 필요하다. 여기서 다루고 있는 5개국에 대해서는 수시로 공개되는 자료를 확인하고 보완하여 우리나라 임업 정책 수립에 활용할 필요가 있다.

### 참고 문헌

- 가. 산림청. 2020. 산림자원 순환경제 중기연구계획(2020~2024). pp.43.
- 나. 법제처. 2021. 산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률(약칭: 산림자원법). pp.29.
- 다. FAO(Food and Agriculture Organization of the United Nation). 2020. Global Forest Resources Assessment 2020. pp.16.
- 라. Federal Ministry of Food and Agriculture(독일).  
[https://www.bmel.de/EN/ministry/ministry\\_node.html](https://www.bmel.de/EN/ministry/ministry_node.html).
- 마. Federal Ministry Republic of Austria Agriculture, Regionen and Tourismus(오스트리아). [bmlrt.gv.at/forst](http://bmlrt.gv.at/forst).
- 바. U.S. Forest Service(미국). <https://www.fs.usda.gov/>
- 사. Ministry of Primary Industries(뉴질랜드). <https://www.mpi.govt.nz/>

# 3. 세계 임업

가. 산림자원 현황 / 13

나. 목재생산 현황 / 17





○ 임업선진국의 산림자원관리 현황

## 3. 세계 임업



### 가 산림자원 현황

FRA 2020에 따르면 세계의 산림면적은 40.6억ha로 토지면적의 30.8%를 차지한다. 기후대별 산림분포는 열대지역이 약 45%로 가장 많고, 한대지역 27%, 온대지역 16%, 아열대지역이 11%이다(그림 2). 국가별 산림면적은 러시아가 815백만ha(20%)로 가장 많고, 다음으로 브라질 497백만ha(12%), 캐나다 347백만ha(9%), 미국 310백만ha(8%), 중국 220백만ha(5%) 순이다. 5개 국가가 산림면적의 절반 이상(54%)을 차지하고 있다.

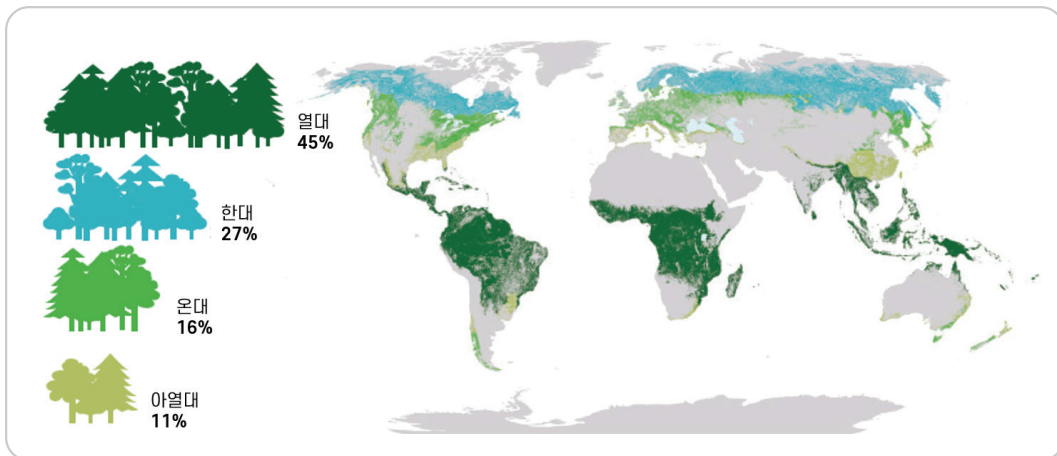


그림 2. 기후대별 산림분포 비율

자료: Global Forest Resources Assessment 2020(FAO, 2020)

세계 임목축적은 1990년 5,600억 $m^3$ 에서 2020년 5,570억 $m^3$ 로 감소했는데, 이는 산림면적이 감소했기 때문이다. ha당 평균 임목축적은 1990년 132 $m^3$ 에서 2020년 137 $m^3$ 로 증가하는 경향을 보인다. 산림의 전체 탄소축적량은 2020년 662기가 톤으로 생바이오매스 44%, 토양유기물 45%, 낙엽 6%, 고사목 4% 순으로 구성되어 있다.

전체 산림면적의 7%는 인공림(Planted forest)이며, 그중 목재생산 및 에너지 생산을 위한 인공림인 식재림(Plantation)의 면적이 131백만ha로 산림면적의 3%를 차지한다(그림 3). 연간 평균적으로 면적이 약 5백만ha가 증가하는데, 머지않아 인공림의 면적이 300백만ha에 달할 것으로 예상된다. 식재림(Plantation)은 남미가 가장 넓은 면적(인공림의 99%, 전체 산림면적의 2%)을 차지하는 반면, 유럽의 면적이 가장 적었다(인공림의 6%, 전체산림의 0.4%). 또한, 식재림(Plantation)의 대부분(약 44%)이 도입 수종(Introduced species)으로 구성되어 있으며, 남미의 경우 90% 이상이 도입 수종이고 북·중미는 토착 수종(Native species)으로 구성되어 있다.

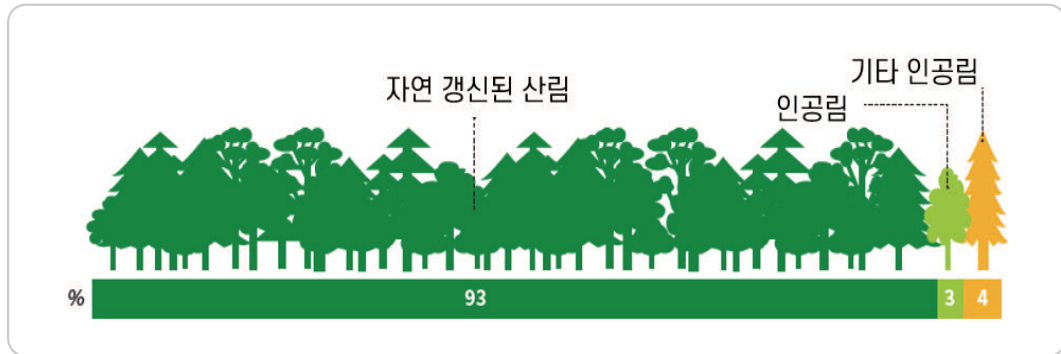


그림 3. 세계의 인공림 비율

자료: Global Forest Resources Assessment 2020(FAO, 2020)

인공림은 원목, 섬유, 연료, 비목재 임산물 등 다양한 생산물을 수확하고, 수많은 사회적 및 환경 서비스를 제공한다. 기능으로는 훼손된 토지 복원, 토지사막화 방지, 토양 및 수자원 보호, 탄소 흡수, 여가 및 경관 등이 있다. 2012년 기준 산업용 원목의 약 46%가 인공림으로부터 생산된다. 열대·아열대 지역에서 원목 생산량의 65%가 인공림이 차지하고, 반면 온대는 45%, 아한대는 14%에 불과하다. 아한대 지역은 비교적 기온이 낮고 생장이 느려 많은 원목을 생산하는 인공림을 육성하는데 어려움이 있다.

조립된 수종은 지역에 따라 다양한데, 전반적으로 침엽수가 52%를 차지하며, 활엽수가 37%이고, 기타(불특정 수종;unspecified) 11%이다. 주요 침엽수 속(屬)은 소나무속(*Pinus*), 넓은잎삼나무속(*Cunninghamia*), 가문비나무속(*Picea*), 잎갈나무속(*Larix*), 삼나무속(*Cryptomeria*)이고, 활엽수 속(屬)은 유칼립투스속(*Eucalyptus*), 아카시아속(*Acacia*), 텍토나속(*Tectona*), 사시나무속(*Populus*)이다.

세계적으로 20억ha(54%) 이상의 산림은 경영계획이 있는 것으로 조사되었다. 유럽은 대부분 경영계획이 수립되어 있지만 아프리카의 경우 단지 24%, 남미는 17%만이 수립되어 있다. 산림경영계획률은 세계적으로나 지역적으로 증가 추세에 있는데 2000년에 비해 233백만ha의 산림이 경영계획에 포함되었다(그림 4). 그리고 세계적으로 7.26억ha 이상이 법적으로 보호받는 산림이며, 이는 1990년 이후 191백만ha가 증가하였다.

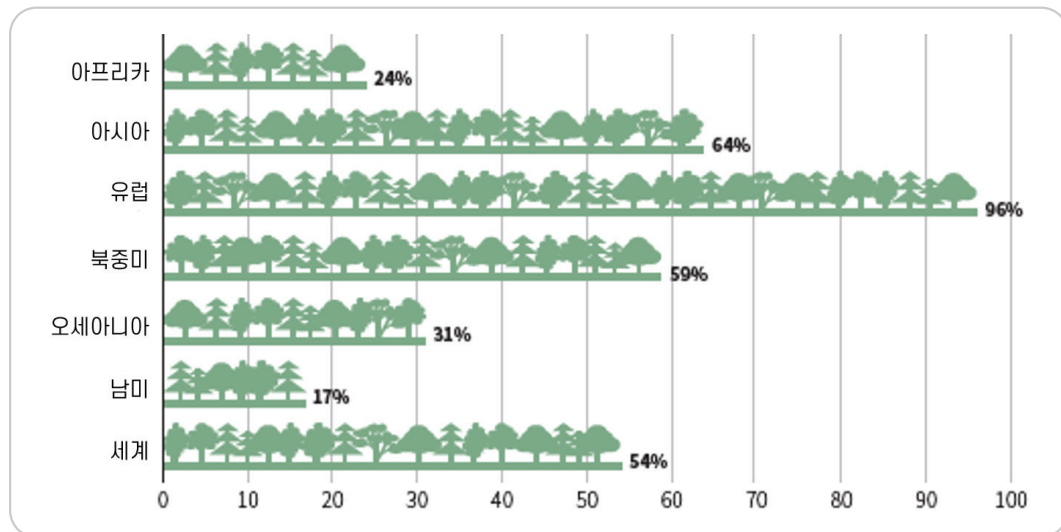


그림 4. 대륙별 산림경영 계획률

자료: Global Forest Resources Assessment 2020(FAO, 2020)

세계 산림 대부분(약 73%)은 공공 소유(Publicly owned)이며, 1990년 이래로 사유림의 면적이 증가하고 있다. 사유림은 오세아니아, 중·북미, 남미에 높은 비율을 보인다(그림 5).

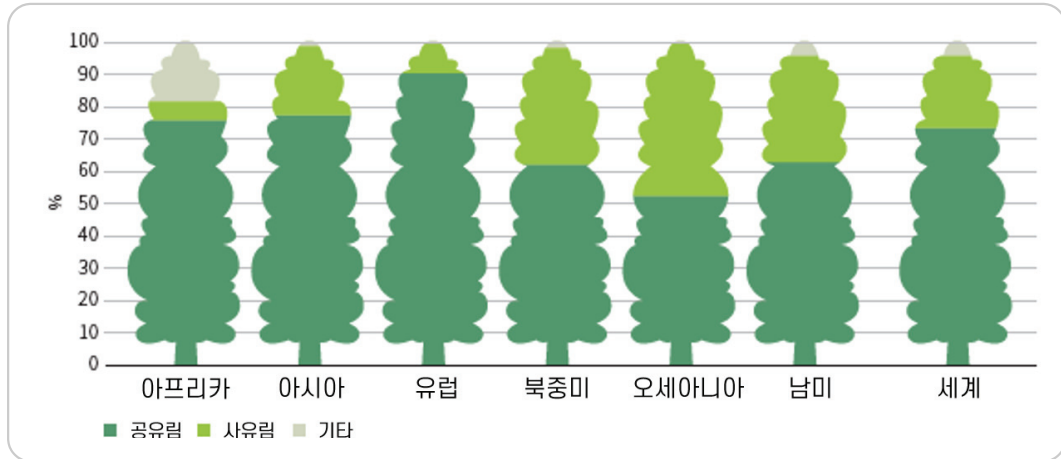


그림 5. 산림 소유구조

자료: Global Forest Resources Assessment 2020(FAO, 2020)



## 나 목재생산 현황

FAO는 FRA와 함께 임산물(Forest products)에 대한 여러 국가의 데이터를 수집하여 보고서를 발간한다. 통계의 세부 항목은 <그림 6>과 같이 구분되는데, 원목(Roundwood)은 먼저 산업용 원목(Industrial roundwood)과 연료재(Wood fuel)로 나뉘며 용도별로 가공되어 하위 항목을 구성한다. 주요 항목별 최근 생산량 및 수출량은 <표 1>과 같다. 원목은 3,970백만 $m^3$ 을 생산하였으며, 이 중 산업용 원목이 51%를 차지하고 나머지는 연료재로 생산된다. 제재목은 2018년 기준 생산량이 493백만 $m^3$ 이었으며, 이는 전년 대비 2% 증가하였다. 다음으로 목질판상재(Wood-based panels)가 많이 생산되었는데, 생산량 중 합판이 약 40%를 차지하며 나머지는 파티클보드, OSB(Oriented Strand Board), 섬유판을 생산하고 있다. 재생가능한 임산물 생산량의 증가는 화석 연료를 대체할 기회를 제공하며 지속가능한 발전(Sustainable Development Goals)에 기여한다.

표 1. 전세계 임산물 생산량 및 수출량(2018)

구분	단위	생산량	수출량
원목(Roundwood)	1000 $m^3$	3,970,872	143,058
연료재(Wood fuel)	1000 $m^3$	1,943,364	7,595
산업용 원목(Industrial roundwood)	1000 $m^3$	2,027,507	135,463
목재펠릿 및 기타결합물 (Wood pellets and other agglomerates)	1000톤	43,245	26,042
제재목(Sawnwood)	1000 $m^3$	492,543	157,787
목질판상재(Wood-based panels)	1000 $m^3$	407,950	92,024
합판(Plywood)	1000 $m^3$	163,007	30,751
파티클보드, OSB, 섬유판 (Particle board, OSB and fibreboard)	1000 $m^3$	244,943	61,273
목재펄프(Wood pulp)	1000톤	187,758	65,576
목재 제외 섬유 펄프 (Pulp from fibres other than wood)	1000톤	11,866	447
제지 및 판지(Paper and paperboard)	1000톤	408,843	116,888

자료: FAO Yearbook of Forest Products 2018(FAO, 2020)

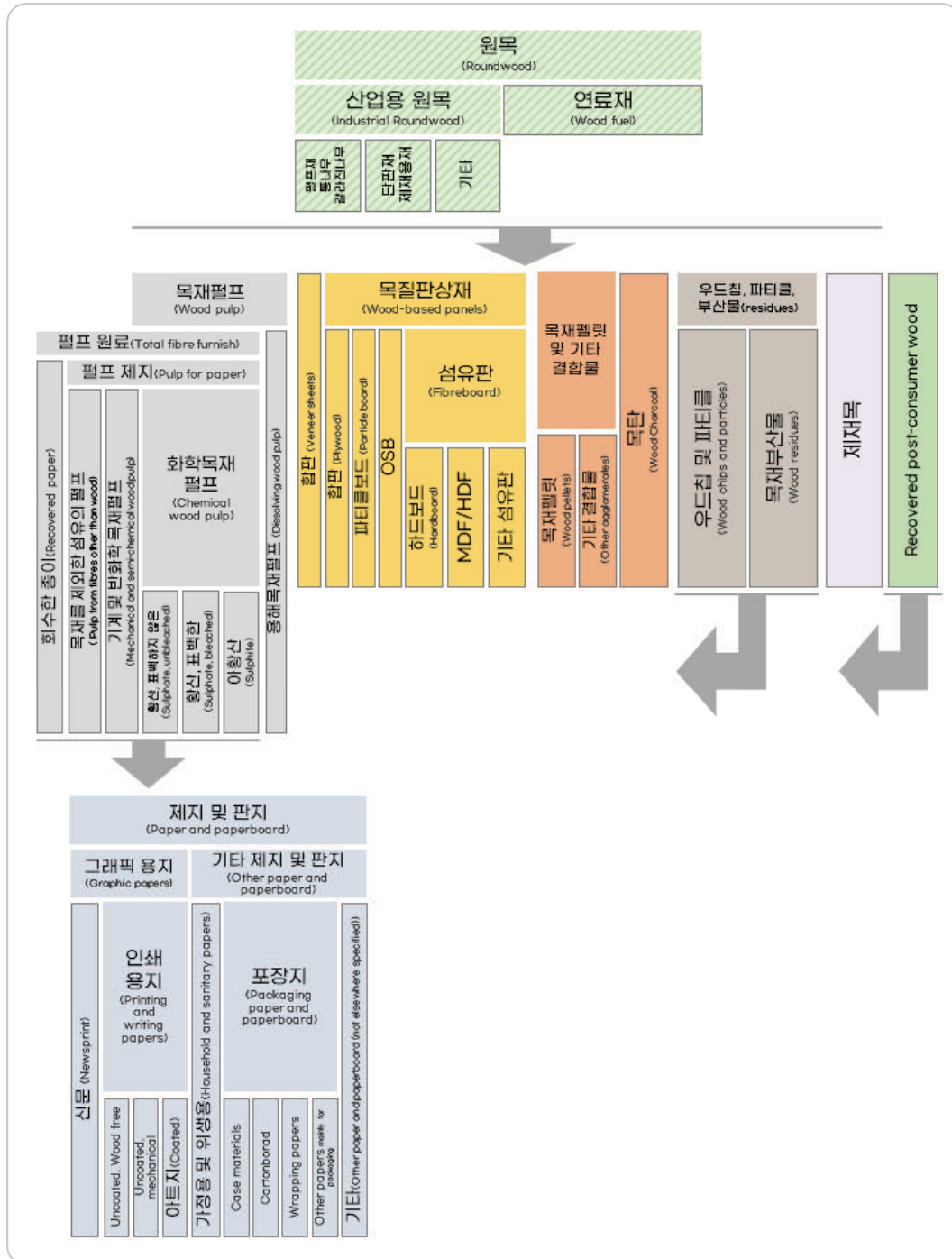


그림 6. 원목의 활용에 따른 구분(FAO Data structure)

자료: FAO 웹사이트(fao.org/forestry/statistics)

## 1) 원목(Roundwood)

FAO 보고서에 따르면 2018년에 생산된 원목 총생산량은 3,970백만 $m^3$ 이며, <표 2>는 생산량이 많은 상위 20개국이다. 상위 20개국이 생산하는 총량은 2,765백만 $m^3$ 으로 총생산량의 69.7%를 차지한다. 상위 20개국에 포함된 국가를 대륙별로 구분하면 유럽 6개국, 아프리카 5개국, 아시아 4개국, 북아메리카 3개국, 남아메리카 2개국이다.

원목은 먼저 산업용 원목(Industrial roundwood)과 연료재(Wood fuel)로 구분되며 대륙별로 특징이 다르게 나타난다. 유럽 및 북아메리카는 산업용 원목의 생산 비율이 높고 아프리카 및 아시아는 연료재의 생산 비율이 높다(그림 12).

표 2. 원목 최대 생산 20개국

	국가	생산량( $m^3$ )
1	미국(United States of America)	459,128,879
2	인도(India)	351,760,688
3	중국(China, mainland)	340,118,881
4	브라질(Brazil)	266,288,000
5	러시아(Russian Federation)	218,400,000
6	캐나다(Canada)	145,167,801
7	인도네시아(Indonesia)	123,756,739
8	에티오피아(Ethiopia)	116,082,277
9	콩고민주공화국(Democratic Republic of the Congo)	91,312,556
10	나이지리아(Nigeria)	76,562,702
11	독일(Germany)	76,167,430
12	스웨덴(Sweden)	75,500,000
13	핀란드(Finland)	63,963,867
14	칠레(Chile)	63,717,133
15	베트남(Viet Nam)	57,335,420
16	프랑스(France)	49,869,370
17	가나(Ghana)	49,852,861
18	우간다(Uganda)	49,507,058
19	멕시코(Mexico)	46,477,135
20	폴란드(Poland)	44,084,030
	합 계	2,765,052,827

자료: FAO 웹사이트(fao.org/forestry/statistics)

### 가) 산업용 원목(Industrial roundwood)

산업용 원목은 에너지 외 목적으로 사용되는 모든 원목을 지칭하며, 이는 펄프재, 제재용재, 단판재, 기타를 포함한다.

2018년 전 세계 산업용 원목 생산량은 2,028백만<sup>m</sup>이며 이는 전년 대비 5.2% 증가하였다. 대륙별 생산량은 러시아를 포함한 유럽이 32%로 가장 많았으며(650백만<sup>m</sup>), 다음으로 북미(미국, 캐나다)와 아시아-태평양 지역이 각각 519백만<sup>m</sup>를 기록하였다(그림 7). 가장 많이 생산하는 5개국은 미국, 러시아, 중국, 브라질, 그리고 캐나다 순이며 이들 국가는 전체 생산량 중 53%(1,077백만<sup>m</sup>)를 생산한다. 미국은 세계에서 가장 많이 생산하는 국가로서 2018년 기준 368백만<sup>m</sup>을 기록하였다. 다른 임산물에 비해 산업용 원목의 수출량은 비교적 적고, 약 20~25개국만 매년 1백만<sup>m</sup> 이상을 수출하고 있다. 국가별로는 뉴질랜드, 러시아, 미국, 체코, 캐나다 순이며 5개 국가가 전체 수출량의 절반을 차지한다(68백만<sup>m</sup>). 2017년까지 러시아가 최대 수출국이었으나 2018년에는 러시아를 제치고 뉴질랜드가 최대 수출국이였다.

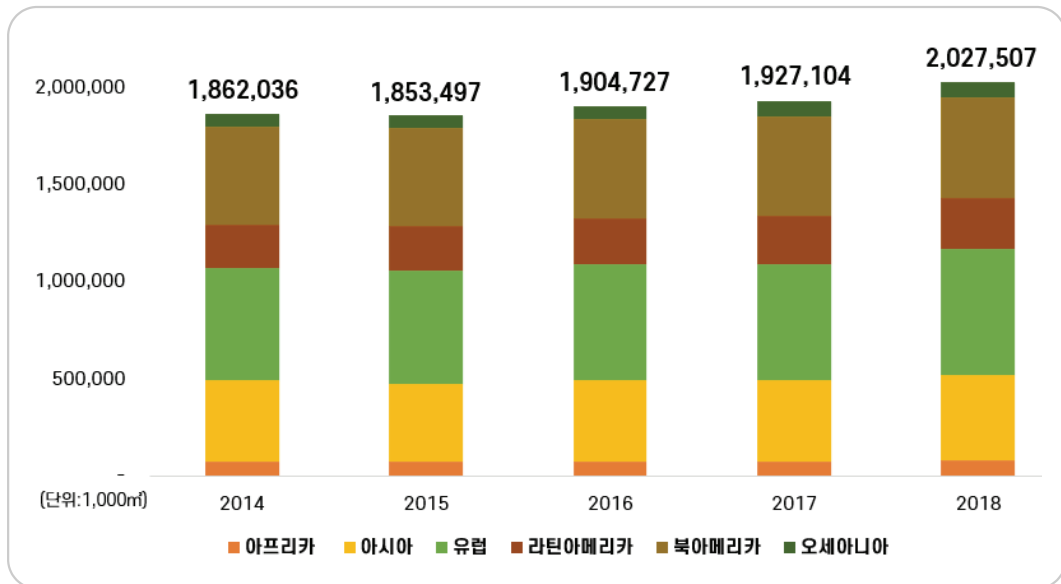
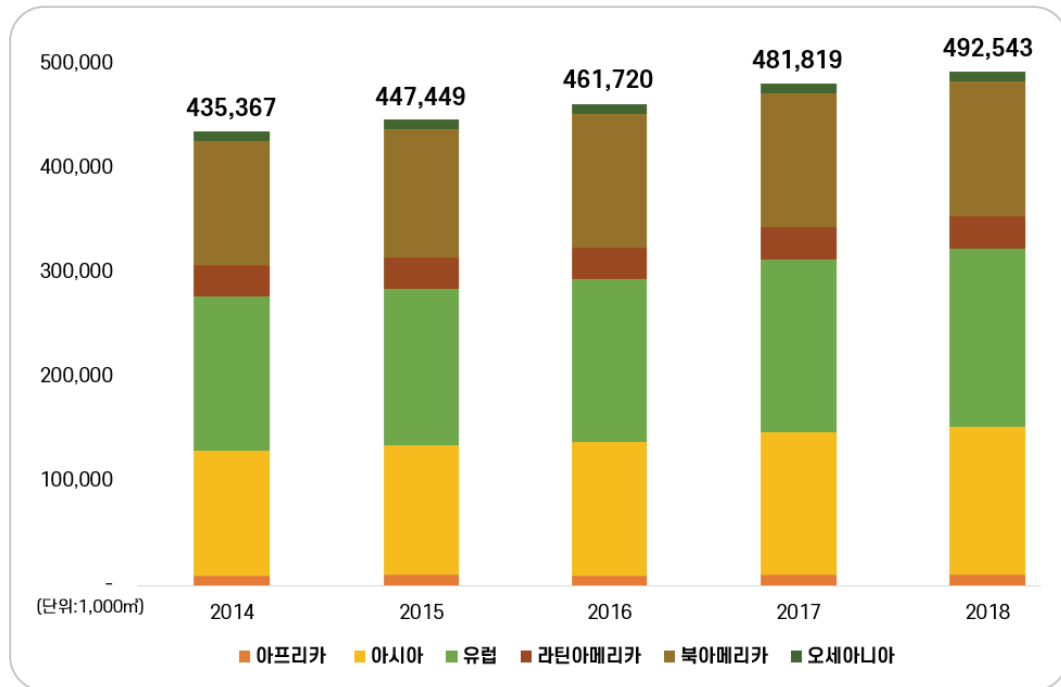


그림 7. 대륙별 산업용 원목 생산량

자료: Global Forest Products Facts and Figures 2018(FAO, 2019)

## ① 제재목(Sawnwood)

제재목 생산량은 2018년 총 493백만 $m^3$ 이었으며 이는 전년 대비 2.2% 증가하였다(그림 8). 제재목 총생산량은 2014년 이래로 꾸준히 증가하고 있으며 이는 아시아, 유럽, 북미 지역의 생산량 증가로 인한 결과이다. 대륙별 생산량은 유럽이 총생산량의 35%(170백만 $m^3$ )를 차지하며, 다음으로 아시아-태평양 지역 31%(151백만 $m^3$ ), 북미(26%), 라틴아메리카(6%), 아프리카(2%) 순이다. 국가 수준에서 최대 생산국은 중국, 미국, 캐나다, 러시아, 독일 순이며 이들 국가는 전체 생산량의 58%(286백만 $m^3$ )를 생산한다. 중국의 경우 2014년(68백만 $m^3$ ) 대비 생산량이 32%나 급증하여 2018년 90백만 $m^3$ 에 도달하였다. 최대 생산국 중 캐나다, 러시아, 독일은 제재목을 가장 많이 수출하는 국가에 포함되며 추가적으로 스웨덴, 핀란드와 함께 5개 국가는 총수출량의 58%를 차지하고 있다.



■ 그림 8. 대륙별 제재목 생산량

자료: Global Forest Products Facts and Figures 2018(FAO, 2019)

② 목질판상재(Wood-based panels)

목질판상재(Wood-based panels)는 합판, 파티클보드, OSB(Oriented Strand Board), 섬유판 등을 포함하며, 섬유판은 다시 하드보드, MDF(Medium-Density Fibreboard, 중밀도 섬유판)/HDF(High-Density Fibreboard, 고밀도 섬유판), 기타로 구분된다. 2018년 총생산량은 408백만m<sup>3</sup>에 도달하였으며 이는 전년 대비 1% 증가하였다(그림 9). 2016년까지 아시아 지역의 지속적인 생산량 증가로 총생산량도 증가하는 경향을 보이며, 최근에는 생산량의 큰 변동이 없이 안정되었다. 아시아 지역의 생산량은 총생산량의 약 60%를 차지할 정도로 가장 많이 생산하고 있으며, 다음으로 유럽, 북아메리카, 라틴아메리카 순이다. 중국이 전체 생산량의 약 50%를 차지하며, 미국, 러시아, 독일, 캐나다 등 순으로 생산하고 있다. 목질판상재를 가장 많이 소비하는 국가들(중국, 미국, 러시아, 독일)은 가장 많이 생산하는 국가로서 대부분 생산물을 국내에서 소비하는 것으로 나타났다. 그리고 유럽과 아시아 지역의 목질판상재는 전체 수입량의 71%, 수출량의 82%를 기록하며 수출입이 가장 활발하게 이루어지고 있다.

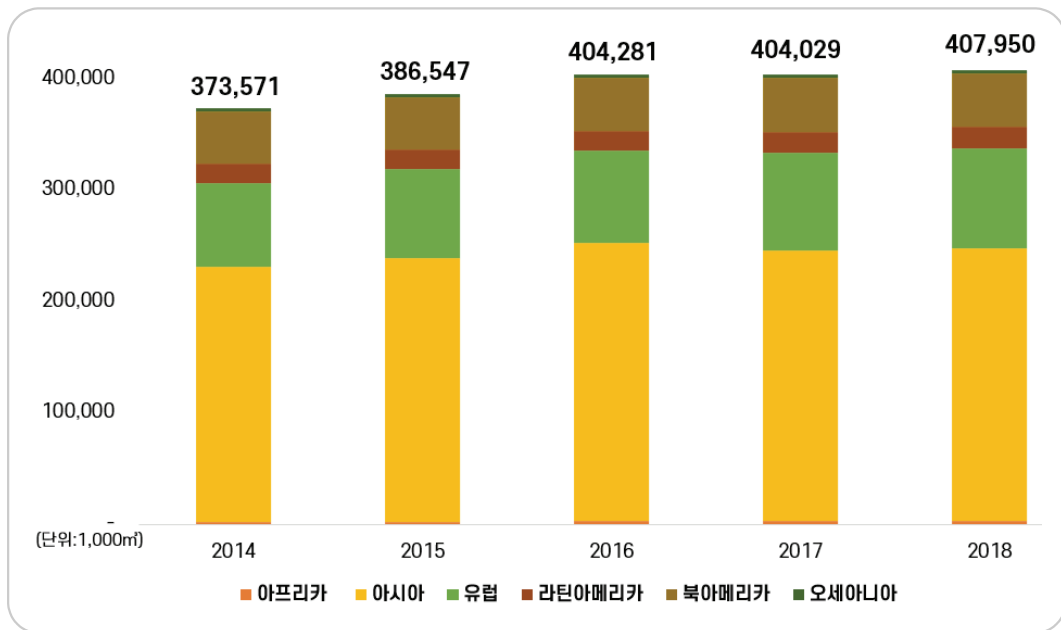


그림 9. 목질판상재 생산량 추이

자료: Global Forest Products Facts and Figures 2018(FAO, 2019)

세부 항목에 따른 생산량은 합판(Plywood)이 163백만 $m^3$ 으로 전체의 40%의 비중을 차지하고 있다. 이는 2014년 대비 11%가 증가하였으며, 중국에서 합판 생산량의 급격한 증가로 인한 것이다. 합판은 중국을 포함한 아시아-태평양 지역에서 주로 생산되며, OSB, 파티클보드, 섬유판 등은 북미, 유럽 지역에서 압도적이다. 다음으로 전체 생산량에서 섬유판이 28%, 파티클보드 24%를 차지하며, 섬유판 중에서 중·고밀도 섬유판(MDF/HDF)의 생산량이 85%로 가장 많다(그림 10).

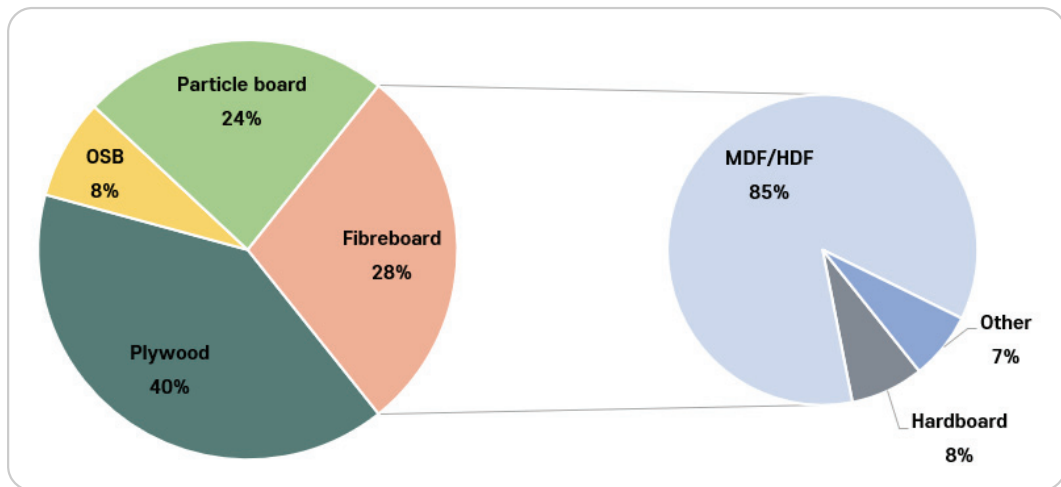


그림 10. 목질판상재 세부항목별 생산 비율

자료: Global Forest Products Facts and Figures 2018(FAO, 2019)

### ③ 제지 및 판지(Paper and paperboard)

제지 및 판지의 생산량은 2017년까지 성장세를 보이다가 최근 2018년에는 전년 대비 2%가 감소하였다(그림 11). 이러한 변동에 영향을 미친 요인은 가장 큰 비율을 차지하는 아시아-태평양 지역의 생산량이 감소한 것이다. 아시아-태평양 지역은 전체 생산량의 48%(196백만 톤)를 차지하며, 다음으로 유럽이 26%(106백만 톤), 북아메리카 20%(82백만 톤), 라틴아메리카 5%(22백만 톤), 아프리카 1%(4백만 톤) 순이다. 최대 생산국은 중국과 미국이며, 생산량은 104백만 톤, 72백만 톤에 달한다. 두 국가의 생산량은 총생산량의 43%를 차지할 정도로 많은 양을 생산하고 있다. 다음으로 일본(26백만 톤), 독일(23백만 톤), 인도(17백만 톤)가 있다. 제지와 판지의 소비량은 생산량과 비슷한 추이를 보인다. 최대 생산국인 중국은 최대 소비국으로서 2018년 기준 105백만 톤을 기록하였으며 다음으로 미국, 일본 순으로 소비량이 많은 국가이다.

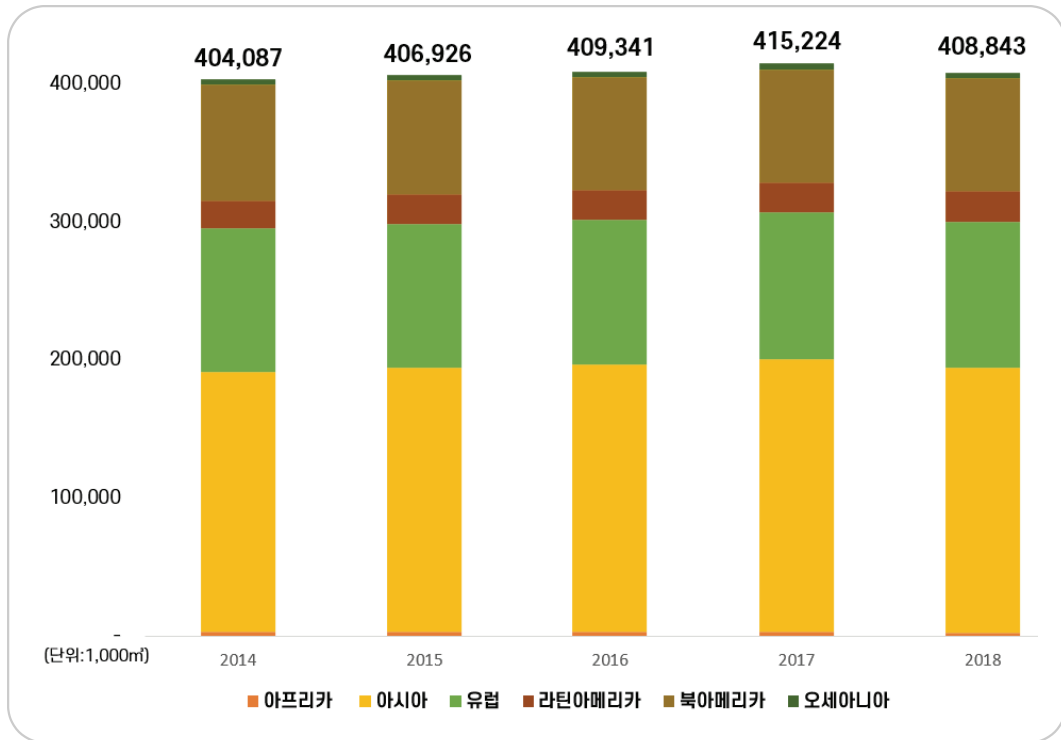


그림 11. 대륙별 제지 및 판지의 생산량

자료: Global Forest Products Facts and Figures 2018(FAO, 2019)

### 나) 연료재(Wood fuel)

연료재(Wood fuel)로 생산된 총량은 1,943백만m³이며 아시아가 36%(718백만m³)로 가장 많은 양을 생산한다. 다음으로 아프리카 36%(700백만m³), 라틴아메리카 14%(268백만 m³), 유럽(175백만m³), 북아메리카 4%(72백만m³), 오세아니아 1%(10백만m³)이다(그림 12).

지금까지 연료재의 생산은 아프리카에서 가장 두드러지게 나타났는데, 아프리카의 원목 생산량 중 약 90%가 연료재로 사용된다. 아시아-태평양 지역의 경우 원목 생산량 중 약 58%가 연료재이다. 목탄(Wood charcoal)은 2018년 기준 53백만 톤을 생산하였으며, 이 중 64%는 아프리카에서 생산한다. 아프리카에서는 목탄을 주로 가정용으로 사용하고 라틴 아메리카는 브라질에서 철강 산업에 주로 목탄을 사용하는 것으로 파악된다. 이는 대륙별 생활양식과 수요에 따라 원목을 사용하는 용도가 다르게 나타나는 것으로 사료된다.



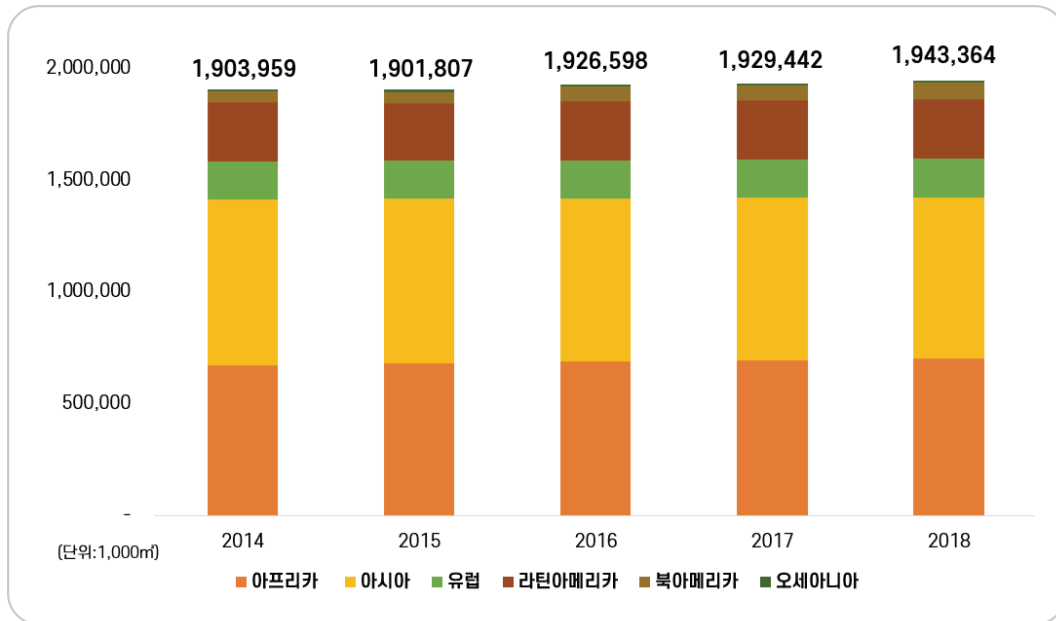


그림 12. 대륙별 연료재의 생산량

자료: FAO Yearbook of Forest Products 2018(FAO, 2020)

참고 문헌

- 가. FAO(Food and Agriculture Organization of the United Nation). 2020. FAO Yearbook of Forest Products 2018.
- 나. FAO(Food and Agriculture Organization of the United Nation). 2019. Global Forest Products Facts and Figures 2018.
- 다. FAO(Food and Agriculture Organization of the United Nation). 2020. Global Forest Resources Assessment 2020. pp.16.
- 라. FAO 웹사이트(fao.org/forestry/statistics)



## 4. 주요 임업선진국의 산림자원관리 현황

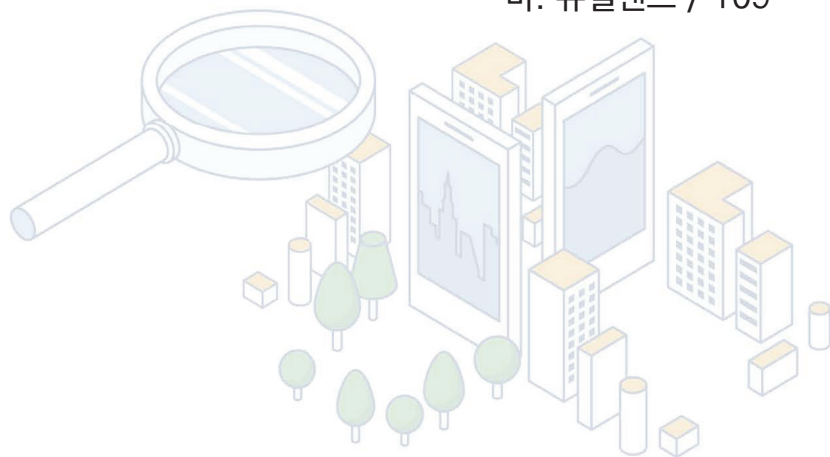
가. 일본 / 29

나. 독일 / 48

다. 미국 / 67

라. 오스트리아 / 87

마. 뉴질랜드 / 109





○ 임업선진국의 산림자원관리 현황

## 4. 주요 임업선진국의 산림자원관리 현황



## 가 일본

## 1) 기후 및 식생

일본은 북위 45°에서 20° 사이에 위치하며 4개의 주요 섬으로 구성되어 있다. 사계절이 분명하며 대체로 해양성 온대 기후이다(표 3). 남북의 길이가 3,300km로 지역별 기후 차이가 심하다.

| 표 3. 도쿄의 기후

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	연중
평균 기온(°C)	2.9	3.5	6.9	12.4	16.6	20.5	24.1	25.5	22.1	15.9	10.2	5.3	13.8
평균 강수량(mm)	50	55	120	125	140	170	155	170	210	200	95	50	1,530

자료: Wikipedia Tokyo(2021)

길게 뻗은 지형 때문에 한대림부터 난대림까지 다양한 식생대가 분포한다(그림 13). 규슈와 혼슈의 온대림(Warm-temperature zone)의 우점종은 광엽 상록활엽수이다. 혼슈와 남부서 홋카이도는 냉온대림(Cool-temperature zone)으로 일본 너도밤나무(*Fagus crenata*)와 졸참나무(*Quercus serrta*)가 우점하며, 북부 한대림에는 분비나무나 가문비나무류가 우점한다. 천연림의 많은 부분이 삼나무와 편백으로 구성된 인공림으로 대체되었다.

일본

독일

미국

오스트리아

뉴질랜드

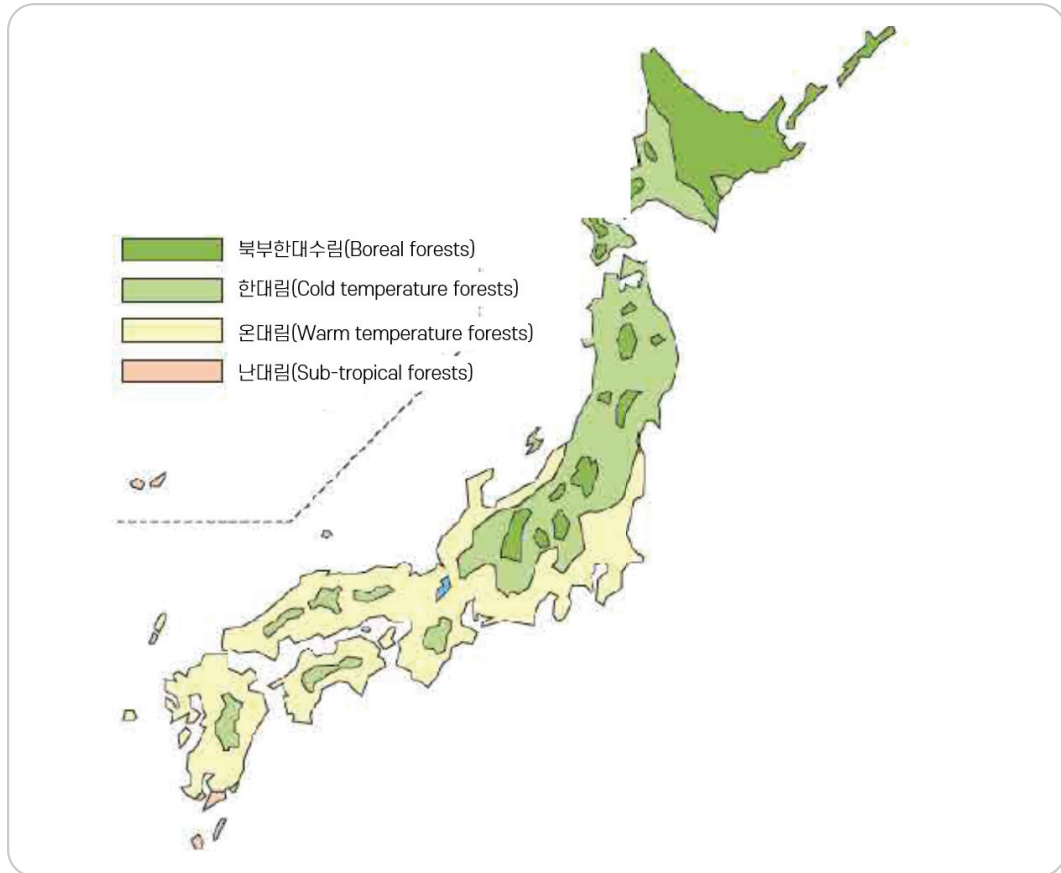


그림 13. 일본의 산림 식생대

자료: State of Japan's Forests and Forests Management(임야청, 2019)

## 2) 산림자원 현황

### 가) 산림면적

일본의 산림면적은 2,505만ha로 국토면적(3,780만ha)의 66%를 차지한다. 그중 천연림이 1,348만ha로 54%이며, 인공림은 41%인 1,020만ha, 나머지 5%를 구성하는 기타 면적은 벌채지, 미립목지, 죽림을 포함한다. 인공림은 종전 직후나 고도경제성장기에 벌채지를 조림한 것이 대부분이다. 산림면적은 1966년부터 현재까지 약 2,500만ha로 큰 변화가 없이 일정하며, 2000년대 이후부터 감소하는 추세이다. 인공림이 점차 증가하여 1986년에 1,000만ha 이상을 차지하였으며, 1995년 이후 다소 줄어들고 있다(그림 14).

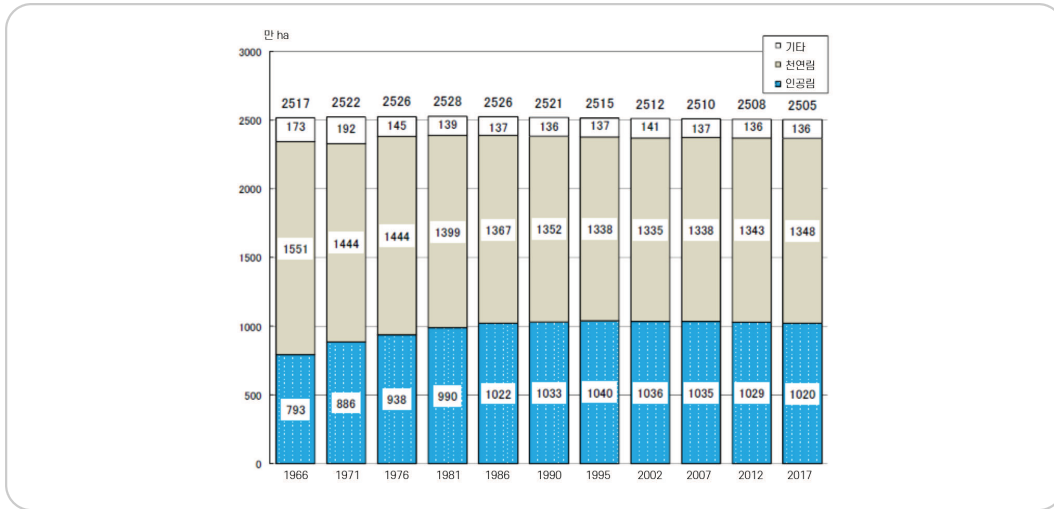


그림 14. 산림면적 추이

자료: 산림·임업백서(임야청, 2020)

### 나) 주요 수종

인공림의 주요 수종별 면적은 삼나무 44%, 편백나무 25%, 낙엽송 10%이다(그림 15). 기타 수종은 소나무류, 사할린전나무, 활엽수 등이 있으며, 전반적으로 목재 이용에 적합한 수종으로 단순화한 것이 특징이다. 천연림의 경우 활엽수가 면적의 84%를 차지하고 나머지 16%는 침엽수이다.

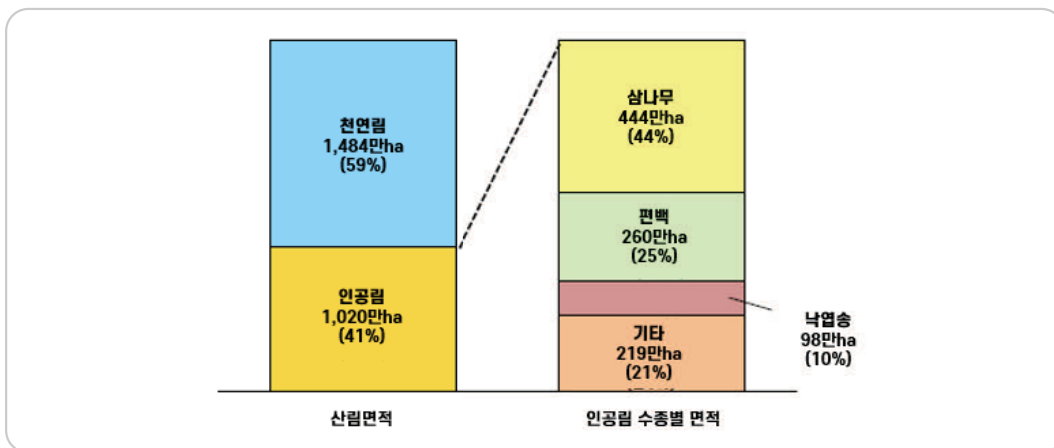


그림 15. 인공림 면적 및 수종 구성

자료: 산림·임업백서(임야청, 2020)

### 다) 소유구조

국유림은 전체 산림면적의 31%를 차지하고, 나머지 69%는 사유림(57%)과 공유림(12%)인 민유림으로 구성된다(그림 16).

전체 산림면적 중 사유림이 가장 많고, 인공림에서는 65%가 사유림이다. 소유구조별 산림면적의 급격한 변동은 없으나 국유림의 면적이 점차 감소하고 민유림의 면적이 증가하고 있다.

사유림의 경우 소유면적이 10ha 미만인 산주가 90%를 차지한다. 소규모 개인 산주가 대부분인 영세한 소유구조로서 우리나라와 매우 유사한 상황이다. 산주가 소유하고 있는 면적 단위는 10~50ha가 32%로 가장 많았으며, 다음으로 1~5ha의 소유면적이 25%를 차지한다(그림 17).

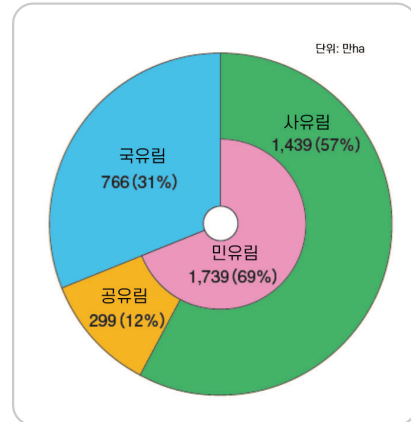


그림 16. 일본 산림의 소유구조  
자료: 산림·임업백서(임야청, 2020)

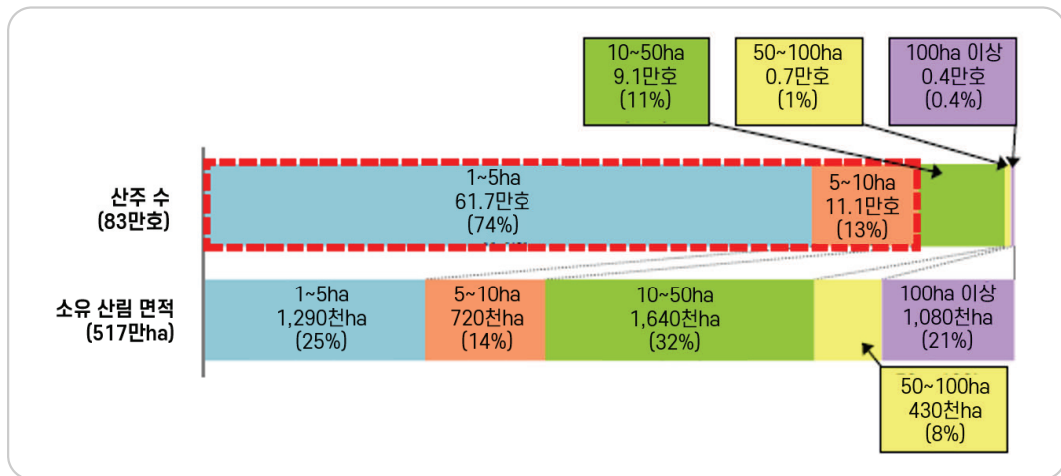


그림 17. 사유림 산주의 소유 산림면적

자료: 산림·임업백서(임야청, 2020)



라) 임목축적

임목축적은 인공림을 중심으로 매년 약 7천만<sup>3</sup> 정도가 증가하여 2017년에 52.4억<sup>3</sup>을 기록하였으며, ha당 임목축적은 약 209<sup>3</sup>이다. 인공림이 전체 임목축적의 약 60%인 33.1억<sup>3</sup>을 차지하고, 이는 50년 전과 비교했을 때 약 6배 증가하였다(그림 18). 1960~70년대에 활발히 진행한 조림사업으로 인해 임목축적이 대폭 증가한 것으로 보인다.

표 4. 임종 및 소유구조에 따른 산림면적 및 임목축적

구분		인공림	천연림	기타	합계	
면적 (만ha)	민유림	공유림	133	153	13	299
		사유림	658	722	60	1,439
		소계	792	875	73	1,739
	국유림	임야청소관	228	468	63	759
		타부처소관	1	5	1	7
		소계	229	473	64	766
합계		1,020	1,348	136	2,505	
축적 (백만 <sup>3</sup> )	민유림	공유림	397	218	0	616
		사유림	2,398	1,002	0	3,400
		소계	2,795	1,220	0	4,016
	국유림	임야청소관	512	708	0	1,221
		타부처소관	1	4	0	5
		소계	513	712	0	1,226
합계		3,308	1,932	1	5,242	

자료: 산림자원의 현황(임야청, 2017)

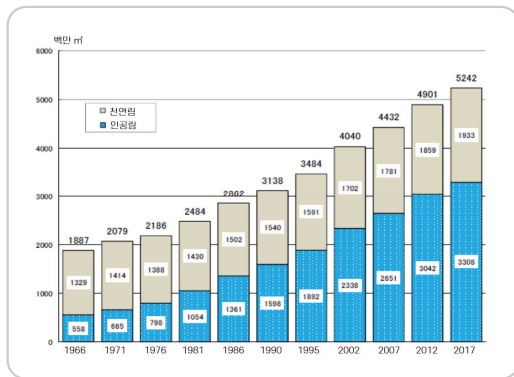


그림 18. 임목축적 추이

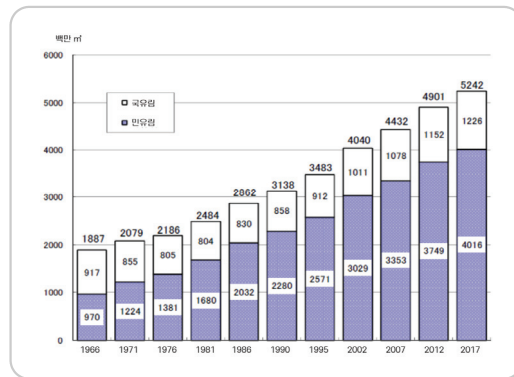


그림 19. 소유 형태별 임목축적 추이

자료: 산림·임업백서(임야청, 2020)

### 마) 영급 분포

인공림의 영급은 임령 5년 단위로 나타내며, 1영급은 1~5년생을 의미한다. 현재 인공림의 절반 이상이 일반적인 주벌 시기인 50년생을 초과하여 본격적인 목재수확기를 맞고 있다(그림 20). 전체 임령을 20년 단위로 보았을 때, 인공림의 41~60년생의 면적이 전체 인공림 면적의 55%를 차지한다. 따라서 자원 활용 및 순환적 이용을 위해 계획적으로 인공림을 재조성할 시기이다. 반면, 천연림은 20영급 이상(100년 이상) 면적이 32%로 가장 많이 차지하며, 천연림은 목재 수확을 목표로 하지 않으므로 노령림으로 발전한다(그림 21).

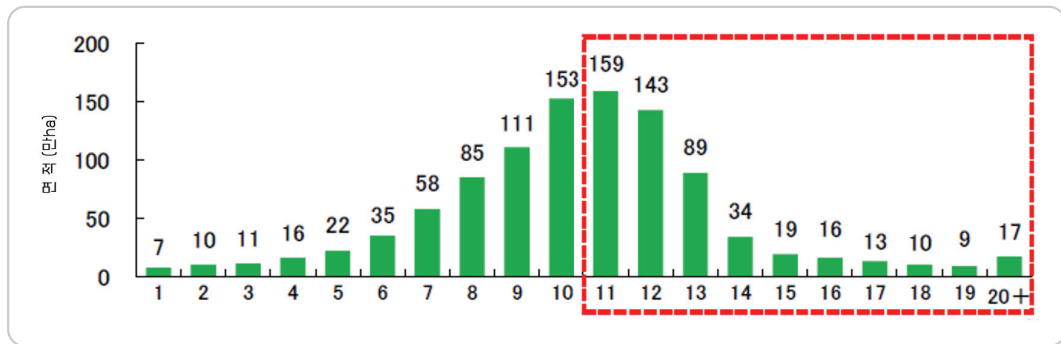


그림 20. 인공림의 영급 구성

자료: 산림·임업백서(임야청, 2020)

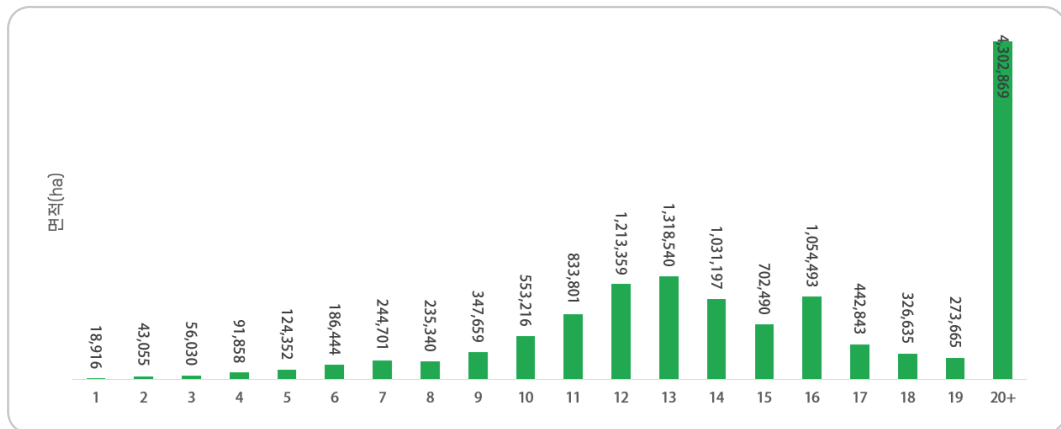


그림 21. 천연림의 영급 구성

### 바) 산림의 공익적 기능 평가

산림의 다면적 기능은 토사재해방지(토양보전), 수원함양, 보건 및 휴양, 지구환경보전, 목재, 버섯 등 물질생산, 생물다양성보전, 쾌적한 환경 형성, 문화의 8가지로 구분하며 이를 연간 약 70조엔으로 평가하고 있다(그림 22). 이러한 산림의 다양한 기능을 통해 국민의 삶의 질을 향상시키고 경제의 건전한 발전에 기여하고 있다.

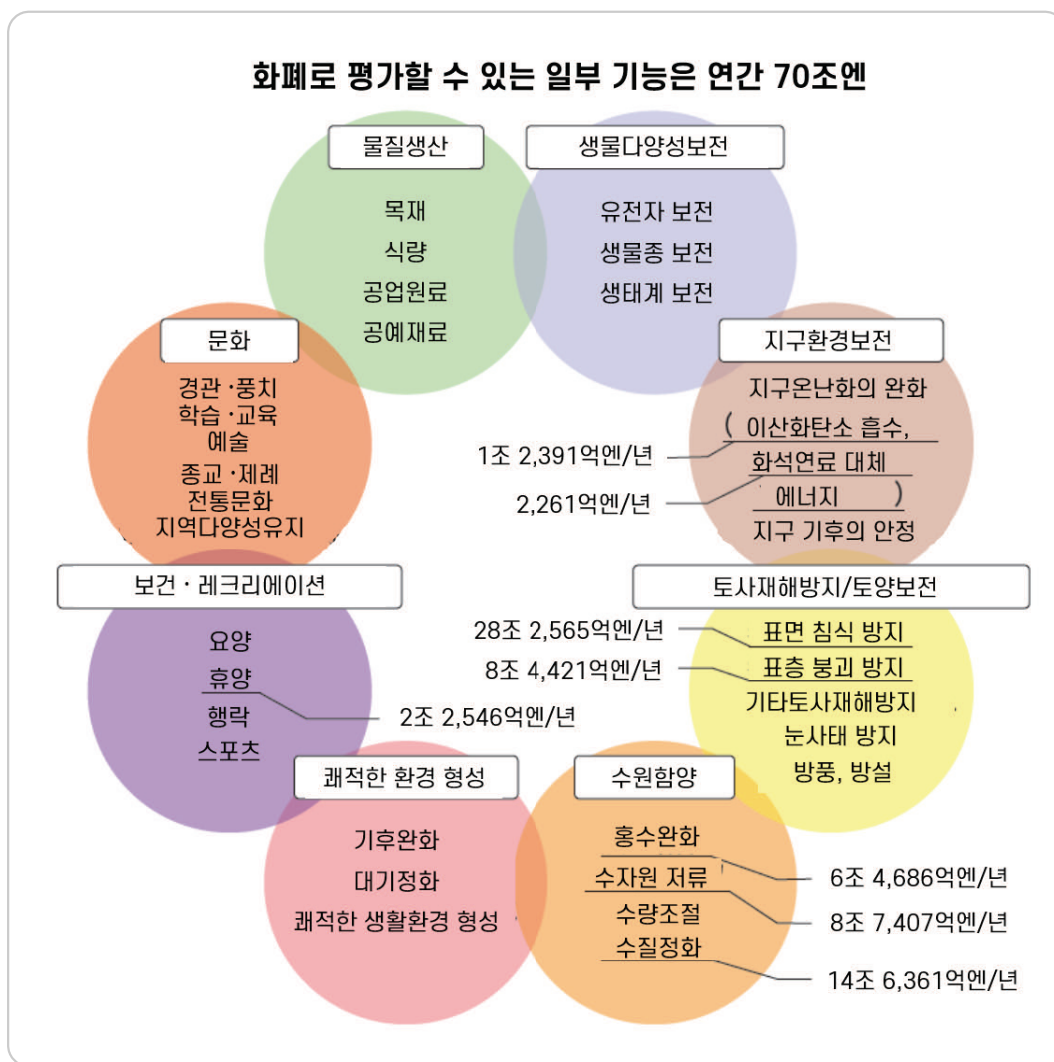


그림 22. 산림의 다면적 기능 평가액

자료: 산림·임업백서(임야청, 2020)

## 사) 보안림

수원함양보안림, 토사유출방지보안림 등 산림의 공익적 기능 발휘를 위해 17종류의 보안림을 지정하고, 벌채나 토지용도 변경 등을 규제하고 있다(표 5). 전국 산림면적의 49%, 국토면적의 32%에 해당하는 1,221만ha의 산림이 보안림으로 지정되어 있으며 2018년에는 약 2.7만ha가 추가로 지정되었다. 집중 호우로 인한 산지 재해 발생 방지를 위해 토사유출 및 토사붕괴방지보안림의 적절한 배치를 추진하고 있다.

표 5. 보안림의 종류별 면적

단위: 천ha

구분	지정면적	실제면적	구분	지정면적	실제면적
수원함양보안림	9,224	9,224	눈사태·낙석방지보안림	22	19
토사유출방지보안림	2,602	2,530	방화보안림	0	0
토사붕괴방지보안림	60	59	어류보안림	60	27
비사방지보안림	16	16	항행목표보안림	1	0
방풍·수해·조해·가뭄 방설·방무보안림	259	230	보건보안림	704	93
			풍치보안림	28	14

자료: 산림·임업백서(임야청, 2020)

## 3) 산림자원 관리

### 가) 산림자원 조성 및 육성

일본은『산림계획제도』등에 의해 계획적이고 적절한 산림 정비를 추진하고, 산림자원의 효율적인 이용을 위해 주벌 후 재조림과 간벌 등을 실시한다. 2018년 주요 산림작업의 현황은 인공조림 면적이 3.0만ha이며, 이 중 복층림 조성을 목적으로 하는 수하식재는 0.5만ha였다. 또한, 보육 등 산림사업 면적은 51만ha이며, 이 중 간벌 면적은 37만ha였다(표 6).

표 6. 산림작업 실시현황(2018)

단위: 만ha

작업종		민유림	국유림	합계
갱신	인공조림	2.2	0.9	3.0
	수하식재	0.2	0.3	0.5
보육 등 산림 사업		36	15	51
	간벌	27	10	37

자료: 산림·임업백서(임야청, 2020)

일본은 2020년도 온실가스 감축 목표를 2005년도 총배출량 대비 3.8% 이상 감소하는 것으로 설정하고 약 3,800만CO<sub>2</sub>톤(2.7%) 이상의 흡수량을 산림을 통해 확보하고자 한다. 이러한 목표를 달성하기 위해 2013년부터 2020년까지 8년간 연평균 52만ha의 간벌을 목표로 하고 있다. 임야청에서는 산림사업이나 노망 정비 등 경영계획을 작성하는 산주에게 '삼림정비사업'을 지원하고, 급경사지 등 조건이 열악한 지역의 경우 지자체와 산주 간 협정을 체결하는 등 적절한 산림 정비를 유도하고 있다. 또한, 국유림을 대상으로 적절한 간벌 실시, 침활혼효림화, 모자이크 산림 등 다양한 방법을 통해 산림을 관리하고 있다. 일본의 산림은 본격적인 목재수확기에 도달하여 주벌의 증가가 예상되며, 벌채 후 적절한 재조림 및 자원의 순환 이용이 요구된다.

## 나) 임도

일본의 2019년 기준 임도밀도는 13m/ha이다. 『삼림·임업기본계획』에서 임도망의 연장 목표를 현재 19만km에서 33만km로 설정하였다. 자연조건이 좋고 지속적인 임업경영에 적합한 육성단층림을 중심으로 정비하여, 2025년에 24만km를 목표로 하고 있다. 또한, 『전국삼림계획』에서는 노망 정비의 목표 수준을 완경사지(0~15°)의 차량계 작업시스템에서는 100m/ha 이상, 급경사지(30~35°)의 가선계 작업시스템에서는 15m/ha 이상으로 하고 있다.

용도에 따라 임도, 임업전용도, 산림작업도 세 가지로 구분하고 있다. 임야청에서는 도로망 정비를 위해 도로별 작설지침을 작성하고 규격, 시공에 관한 기본적인 정보를 제공한다. 지자체는 임야청의 지침을 기반으로 지역의 특성을 고려한 독자적인 지침을 마련하고 정비를 진행하고 있다. 또한, 임도 설치의 설계 및 유지관리를 위한 기술자 육성을 2011년부터 임야청에서 주관해왔으며, 2천명 이상이 수료하였다.

## 다) 임업기계

고성능 임업기계의 도입은 1985년대에 시작되어 최근에는 포워더, 프로세서, 하베스터 등을 중심으로 증가하고 있으며, 2018년에는 전년 대비 8%(720대) 증가한 총 9,659대를 보유하고 있다. 포워더가 2,650대로 27%를 차지하고, 프로세서가 2,069대, 하베스터는 1,849대, 스윙야더 1,082대이다(그림 23). 전체 목재생산량 중 70%가 고성능 임업기계 작업시스템에 의해 생산되므로 작업에 따른 효율적인 임업기계 활용이 요구된다. 이외 로

일본

독일

미국

오스트리아

뉴질랜드

봇기술을 활용한 기계 개발, 원목 품질을 자동판정하는 하베스터, 무인주행하는 포워더, 임업용 보조수트 등 개발에 노력하고 있다.

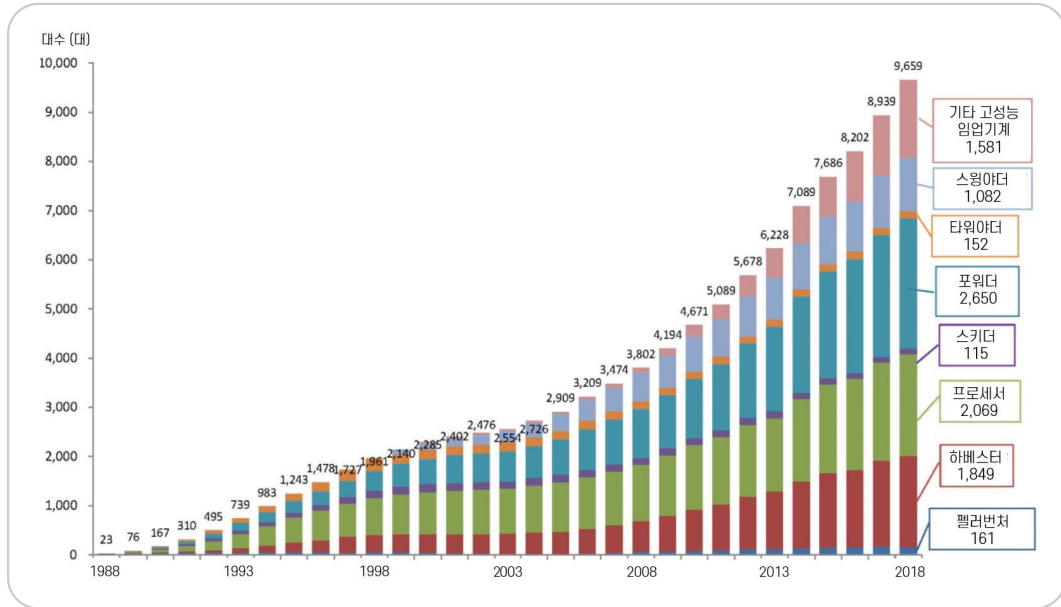


그림 23. 고성능 임업기계 보유현황

자료: 산림·임업백서(임야청, 2020)

## 라) 임업노동력

현장 업무에 종사하는 노동자는 계속해서 줄어들어 2015년에는 45,440명을 기록하였다. 이중 육림 종사자는 감소하나 최근 벌목·조재·집재 종사자는 증가하고 있다. 노동력의 고령화율(65세 이상 종사자 비율)은 2000년 이후 감소하여 2010년에는 21%였으나, 일본 전체의 65세 이상 취업자가 증가해 전체 산업의 고령화율도 상승하면서 임업 종사자도 2015년에 25%를 기록하였다. 한편 청년층(35세 미만)은 2010년 이후 상승하여 2010년 18%를 기록하였으며, 이후 전체 산업의 청년층 비율이 저하되는 가운데 2015년에는 17%로 나타났다. 여성은 주로 육림작업에 종사했으나 갈수록 감소하여 2015년에는 2,750명으로 전체의 6%만 차지하고 있다(그림 24).

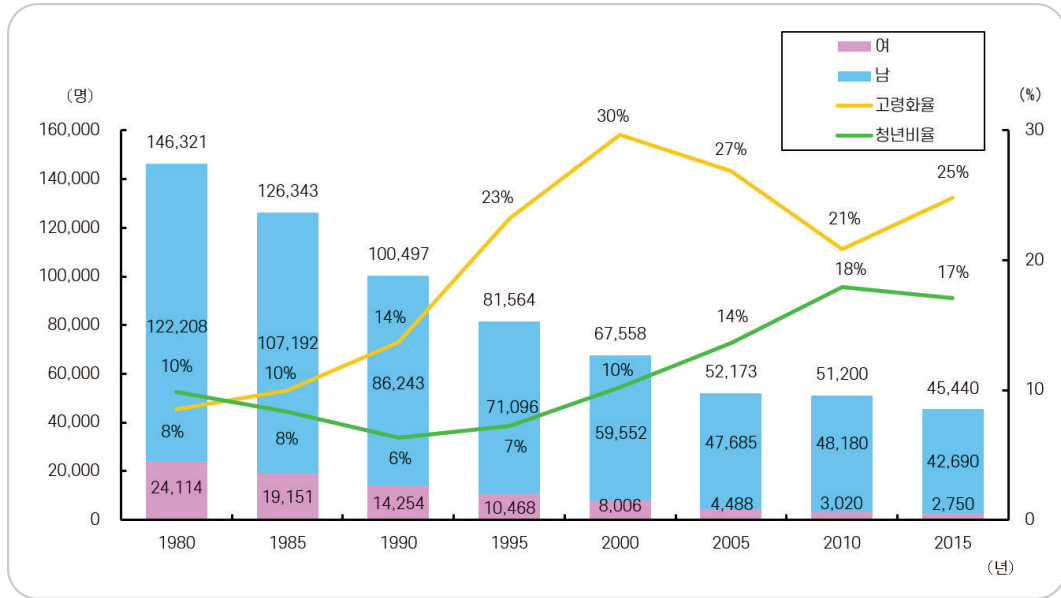


그림 24. 임업노동력 현황

자료: 산림·임업백서(임야청, 2020)

임업노동력의 지속적인 확보를 위해 임야청은 2003년도부터 임업경영체에 취업한 청년들을 중심으로 지식과 기술 습득을 지원하는 ‘녹색일자리사업’, 산림 관련 대학교 학생을 대상으로 ‘녹색청년취업준비 급부금 사업’ 등을 실시하고 있다. 또한, 대학과 지자체를 연계하여 지역에 맞는 산림사업 플래너 육성을 위한 연수를 하거나 임업에 종사하려는 사람에 대해 지원센터를 통한 정보제공 및 상담 등을 함으로써 일자리 창출에 노력하고 있다.

#### 4) 산림자원 이용

##### 가) 임업 및 목재 생산 동향

###### ① 목재수요량

목재수요량은 일본의 경제 성장기의 발전에 따라 1973년에 사상 최대 1억 2천만㎡을 기록하고, 2008년 세계 금융 위기의 여파로 2009년 수요량이 대폭 감소하였으나 회복세를 보이며 2018년 현재 8,248만㎡이다(그림 25). 제재목이 전체 수요량 중 31.2%, 합판용재 13.3%, 펄프칩 38.8%, 기타 5.4%, 연료재 10.9%로 구성하고 있다(표 7). 제재목의 약

80%은 건축에 사용되며, 제재목과 합판의 수요량은 목조 주택 건축과 밀접하게 연관되어 있다. 연료재는 산림바이오매스 발전시설 등의 이용으로 인해 전년 대비 16% 증가하였다. 2018년 1인당 목재 수요량은 0.65m<sup>3</sup>/명으로 나타났다.

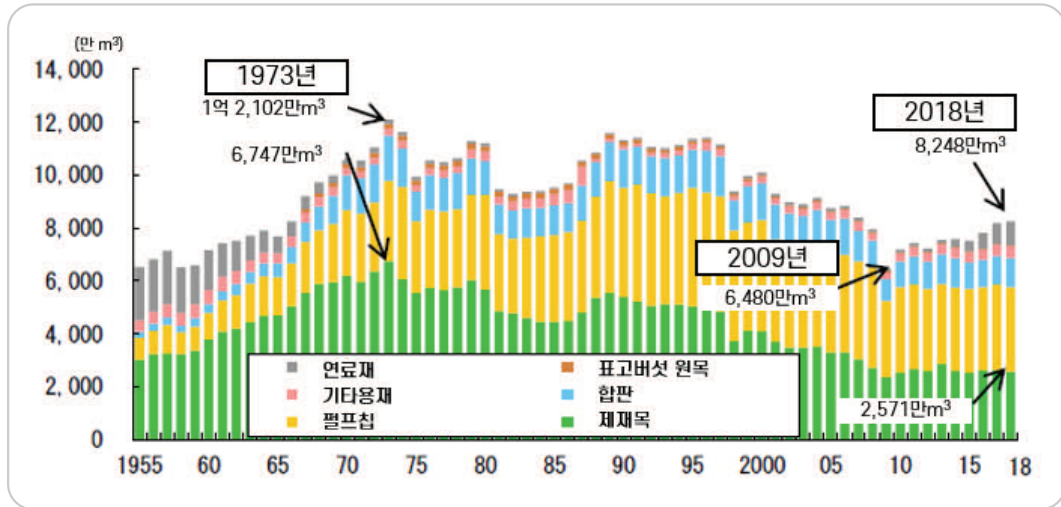


그림 25. 목재수요량 추이

자료: 산림·임업백서(임야청, 2020)

표 7. 용도별 목재수요량(2018)

단위: 만m<sup>3</sup>

용도	제재목	펄프칩	합판	기타	표고버섯원목	연료재	합계
수요	2,571	3,201	1,100	447	27	902	8,248
비율	31.2%	38.8%	13.3%	5.4%	0.3%	10.9%	100.0%

자료: 산림·임업백서(임야청, 2020)

### ② 목재공급량 및 자급률

목재공급량은 주택 착공 물량의 감소 등을 배경으로 1996년 이후 감소하는 추세였으나 최근 회복세를 보이고 있다. 이 중 목재수입량은 점차 감소하고 국산재 공급량은 2002년 최저를 기록한 이후 꾸준히 증가하고 있다. 목재자급률은 2002년 18.8%로 가장 낮았으나 풍부한 산림자원, 국산재 이용 증가, 목질 바이오매스 발전시설에서의 이용 증가 등을 배경으로 꾸준히 증가하여 2018년 36.6%를 기록하였다. 2019년 기준 목재공급량 중 국산재는 3,020만m<sup>3</sup>로 전년 대비 1.8% 증가하였다. 그중 제재목이 1,256만m<sup>3</sup>, 합판 449만m<sup>3</sup>, 펄



프칩 509만<sup>m</sup>이며, 연료재는 625만<sup>m</sup>이었다. 수입재는 전년 대비 0.2% 증가한 5,228만<sup>m</sup>로 나타났다(그림 26).

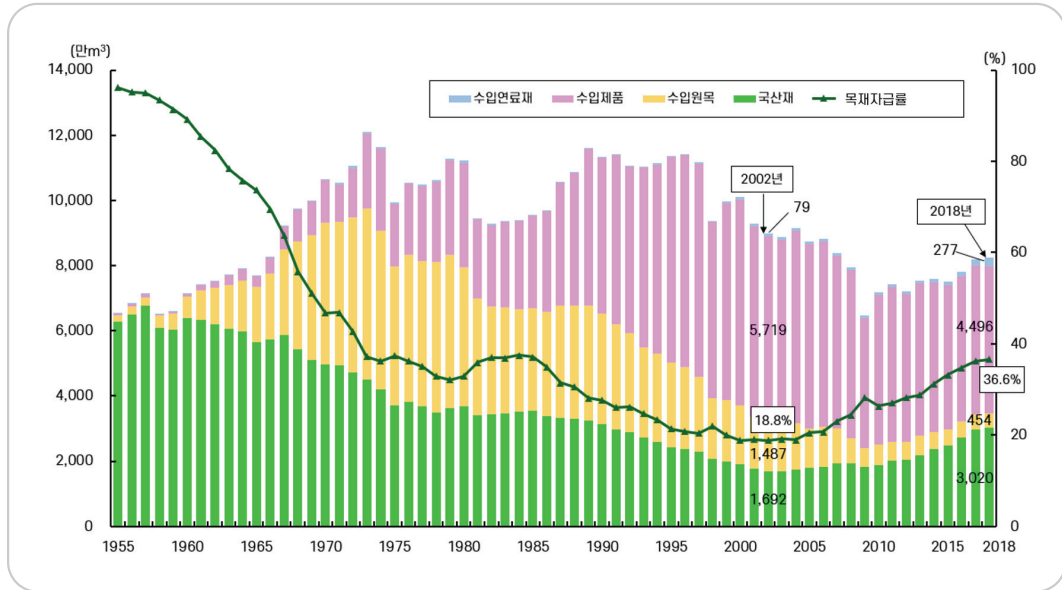


그림 26. 목재공급량 추이

자료: 산림·임업백서(임야청, 2020)

2018년은 원목 수입이 감소함과 동시에 연료재 수요가 증가하고 국산재 공급량도 증가한 결과, 목재 자급률은 36.6%이며 8년 연속 상승세를 보이고 있다. 용도별 목재자급률은 제재목 48.9%, 합판 40.8%, 펄프칩 15.9%, 연료재는 69.3%로 나타났다.

### ③ 목재 이용 촉진

일본에서는 합법적으로 벌채된 목재의 이용촉진 및 불법 벌채를 대처하기 위한 정책을 마련하였다. 임야청은 2006년 '목재 및 목제품의 합법성, 지속가능성의 증명을 위한 가이드라인'을 작성하고, 합법적이고 지속가능성이 증명된 목재 및 목제품을 구분하여 관리하도록 인증제도를 마련하였다. 합법성이 증명된 목재의 양은 국산재의 경우 2006년 91만<sup>m</sup>에서 2018년 1,402만<sup>m</sup>로, 수입재에 대해서는 2006년 58만<sup>m</sup>에서 2018년의 78만<sup>m</sup>로 각각 증가하였다. 민간에서도 국내외 법령에 적합하게 벌채된 목재 및 제품의 유통 및 이용을 촉진하기 위해 2016년 '합법 벌채 목재 등의 유통 및 이용 촉진에 관한 법률(클린우드법)'이 시행되었다.

## 5) 산림자원관리 전략 및 정책

### 가) 산림관리정책

일본은 『삼림·임업기본법』에 기초하여 산림 및 임업 시책의 종합적이고 계획적인 추진을 위해 『삼림·임업기본계획』을 5년마다 작성하고 있다. 이 계획에서 ‘산림의 다면적 기능의 발휘’와 ‘임산물 공급 및 이용’에 관한 목표를 설정하였다. ‘산림의 다면적 기능 발휘’의 목표로서 5년 후, 10년 후 그리고 20년 후 목표로 하는 산림의 상태를 제시하고 있다(표 8). 경사 및 임지 생산력 등 자연조건과 사회적 조건이 좋은 산림은 육성단층림으로 정비하며, 급경사이거나 임지 생산력이 낮은 육성단층림은 공익적 기능을 더욱 발휘하기 위해 육성복층림으로 유도하고 있다.

표 8. 산림의 다면적 기능 발휘에 관한 목표

	2015년	목표 산림의 상태			지향하는 산림의 상태
		2020년	2025년	2035년	
산림면적(만ha)					
육성단층림	1,030	1,020	1,020	990	660
육성복층림	100	120	140	200	680
천연림	1,380	1,360	1,350	1,320	1,170
합계	2,510	2,510	2,510	2,510	2,510
축적(백만m <sup>3</sup> )	5,070	5,270	5,400	5,550	5,590
ha당 축적(m <sup>3</sup> /ha)	202	210	215	221	223
생장량(백만m <sup>3</sup> /년)	70	64	58	55	54
ha당 생장량(m <sup>3</sup> /ha년)	2.8	2.5	2.3	2.2	2.1

자료: 산림·임업백서(임야청, 2020)

‘임산물의 공급 및 이용’의 목표로서, 2025년 국산재와 수입재를 합친 목재의 총수요량을 7,900만m<sup>3</sup>으로 전망하였으며, 국산재의 공급량 및 이용량 목표를 2014년 실적의 약 1.7배에 달하는 4,000만m<sup>3</sup>로 설정하였다(표 9). 목표에 따라 2025년에는 목재 총수요량에서 차지하는 공급량의 비율이 50% 정도가 될 것으로 전망한다. 목표 달성을 위해서는 목재 이용 확대 노력을 강화해야 한다.

| 표 9. 용도별 목재 생산량 목표

구분	생산량(백만 m <sup>3</sup> )			총수요량(백만 m <sup>3</sup> )		
	(실적) 2014년	(목표) 2020년	(목표) 2025년	(실적) 2014년	(목표) 2020년	(목표) 2025년
제재용재	12	15	18	28	28	28
펄프·칩용재	5	5	6	32	31	30
합판용재	3	5	6	11	11	11
연료재	2	6	8	3	7	9
기타	1	1	2	1	2	2
합계	24	32	40	76	79	79

자료: 산림·임업백서(임야청, 2020)

『전국삼림계획』은 『삼림·임업기본계획』에 따라 농림수산대신이 15년 단위로 작성하며 산림이 보유하는 기능별 산림정비 및 보전의 기본방침을 제시하고 있다. 벌목, 조림에 관한 기준과 임도 개설에 대한 사업계획량을 제시하였다(표 10).

| 표 10. 전국삼림계획(2019~2034년)의 사업계획량

구분	계획량	
벌채입목재적(천 m <sup>3</sup> )	합계	82,155
	주벌	37,707
	간벌	44,448
조림면적(천ha)	인공조림	1,028
	천연갱신	958
임도개설(천km)	62.4	
간벌면적(천ha)	6,754	

자료: 산림·임업백서(임야청, 2020)

## 나) 스마트 임업

일본의 산림은 수확기에 도달하였으나 험한 지형 조건과 낮은 노동생산성, 고비용 등 한계점을 극복하기 위해 ICT를 활용한 스마트 임업뿐만 아니라 자동화 기계 개발, 속성수 육종 등 임업에 기반한 신기술을 활용해 임업 혁신을 추진하고 있다. 3단계로 구성된 임업 혁

신 프로그램은 신기술 도입을 통한 노동 절약 및 효율성을 향상하여 변화된 임업의 미래상을 제시하고, 기술별 개발 및 보급에 대한 로드맵 및 타임라인을 제시하고 있다(표 11). 그리고 임업 현장에서 신기술을 구현하기 위해 추진해야 할 시책과 방안을 마련하였다.

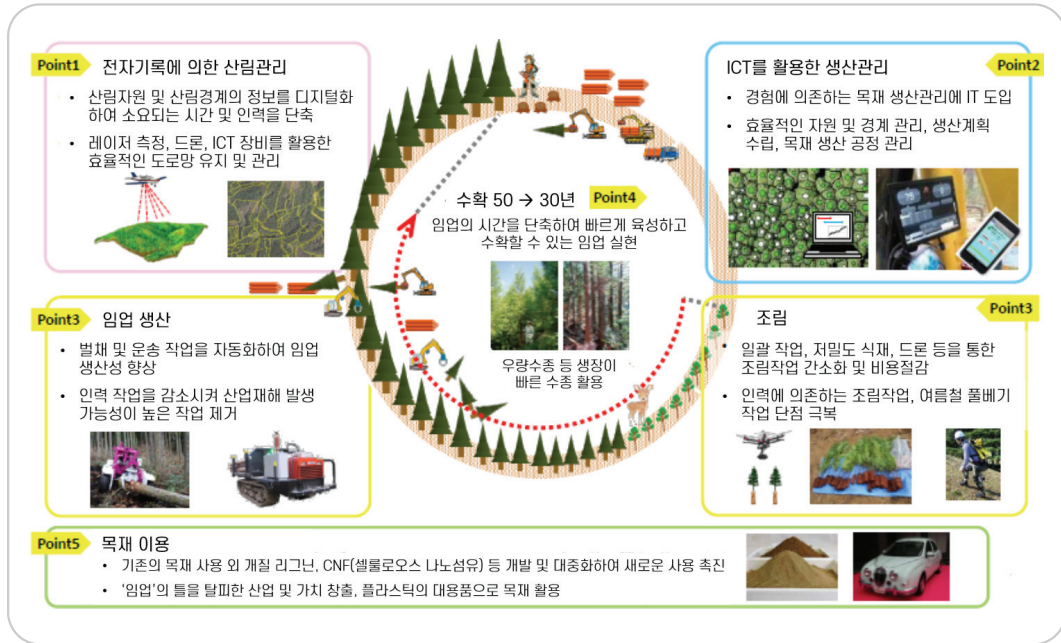


그림 27. 임업 혁신의 발전 방향

자료: 林業イノベーション現場実装推進プログラム(임야청, 2019)

표 11. 기술별 로드맵

기술		과제
산림자원 및 산림경계의 적절한 관리	레이저 측정에 의한 산림자원 정보 수집	<ul style="list-style-type: none"> <li>산림자원의 수준 높은 정보를 얻기 위해 4점/m<sup>2</sup> 조사 진행</li> <li>지리조사 연구소와 데이터 공유</li> </ul>
	레이저 측정에 의한 산림자원 정보 공유	<ul style="list-style-type: none"> <li>산림클라우드에서 데이터를 설치하고 활용하기 위해 분석 방법과 데이터 관리 방법 표준화</li> </ul>
	산림경계 데이터 디지털화	<ul style="list-style-type: none"> <li>경계 데이터의 디지털화를 위해 경계 계획 작성 및 현장 점검을 생각할 수 있는 소프트웨어 도입</li> </ul>
	레이저 측정 데이터를 이용한 효율적인 도로망 설계	<ul style="list-style-type: none"> <li>디자인 지원 소프트웨어 도입 촉진 및 레이저 측정 데이터 준비</li> </ul>
ICT에 의한 생산관리	산림 클라우드 도입	<ul style="list-style-type: none"> <li>산림 클라우드 레이저 측정 데이터를 설치 및 활용하기 위해 표준 사양 개선</li> </ul>
	생산관리제도 도입	<ul style="list-style-type: none"> <li>레이저 측정 데이터와 ICT를 활용하여 생산을 관리하기 위해서 데이터 형식과 기능 표준화</li> </ul>

기술		과제
벌목 및 조림작업의 기계화	원격 벌채 작업 및 벌채작업 자동화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 벌도 작업 차량에 평형 유지기능과 와이어 지원 기능을 추가하여 경사로에서도 운행 및 작업 가능</li> <li>• 벌채작업 자동화를 위해 레이저 기술로 쓰러진 나무를 감지해 자동으로 이동하는 매커니즘 개발</li> </ul>
	원격 집재 작업 및 자동화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전기 그랩과 탐야더를 캐리어와 결합해 다양한 수집기계에 사용할 수 있는 기능 추가</li> <li>• 임내 벌목 나무를 시가 인식해 트랜스포터에 부착된 전기 그랩이 자동으로 잡아주고, 트랜스포터는 자동으로 지정된 위치로 하역하는 매커니즘 개발</li> </ul>
	운재작업의 자동화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 작업 도로, 운반할 나무, 하역장 등을 레이저 기술로 감지해 자동으로 시동, 정지, 하역 기능 추가</li> <li>• 자동 적재를 위해 이미지 분석을 실시하는 시에 의해 이송될 나무를 인식하고, 포워더에 탑재된 그래플에 의해 자동으로 잡아서 이동하는 기능 추가</li> </ul>
	조림작업의 기계화 및 자동화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 경사진 지반에서도 움직이고 작업할 수 있도록 작업 차량의 평형을 유지하는 기능과 와이어지지 기능 추가</li> </ul>
	보조수트 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 조림기계에 지리공간 정보를 이용해 묘목을 심을 때 식재 위치 정보를 자동으로 획득하고 자동으로 풀베기 기능 추가</li> <li>• 조림작업의 노동부담을 줄여주는 작업복의 안전성 검증</li> </ul>
속성수 활용/ 조림의 생력화 및 경력화	우량수종, 속성수 등 우수한 수종 선발 및 생산 증가	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 일본 내 기존 속성수의 우수한 임분을 모수림으로 지정</li> <li>• 우량종자 등 원종의 조기·대량 번식을 위한 기술개발 및 채종원 조성 및 개선</li> <li>• 수종별 특성에 맞는 저비용 사업모델 확립</li> </ul>
	저비용·안정적 품질의 용기 묘목 생산	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 종자선별기계, 환경제어실 등 유묘생산 고도화 시설 도입 및 효율적인 종묘생산과 품질보증</li> </ul>
	통합 벌목 및 조림 작업 도입	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2023년 말까지 전체 조림면적의 44% 이상을 저비용 조림지 조성 목표</li> </ul>
	탐사기술 등을 이용한 54저비용 조림 모델 실행	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 원격탐사분야 기술을 조림분야에 활용하는 방법 체계화</li> <li>• 산림녹화 사업자의 드론 조종, 영상처리 등 기술 습득</li> </ul>
신소재 개발	개질 리그닌 실용화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기술을 민간에 보급하기 위해 문제점을 분석하고 상업생산에 필요한 제조공정 구축</li> <li>• 상용화에 필요한 재료와 장비를 이용한 적정규모의 제조시스템</li> </ul>
	셀룰로오스 나노섬유(CNF) 실용화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 확립된 기술의 민간 이전 및 확산을 위해 제조시설의 정비와 기술지도를 통한 사회적 구현</li> </ul>
	플라스틱을 대체할 수 있는 신소재(PDC) 실용화를 위한 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 바이오매스에서 리그닌 추출부터 미생물 발효와 응용 개발에 의한 PDC 생산까지 검증을 위한 제품 제조 공정 구축</li> </ul>
	목주(木酒) 상품화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 상품화를 위한 품질 향상 및 비용 절감</li> </ul>

자료: 林業イノベーション現場実装推進プログラム(임야청, 2019)

일본

독일

미국

오스트리아

뉴질랜드

## 다) 탄소중립

일본은 『장기 저탄소 발전전략(LED<sup>1)</sup>』을 제출하였으며, 1990년 대비 80% 감축을 목표로 설정하였다. 지난해 12월 일본 경제산업성은 『2050년 탈탄소 사회 실현을 위한 녹색성장 전략』을 발표하였으며 이는 스가 총리의 탄소 중립 선언에 대한 후속 조치이다. 일본 정부가 온실가스를 배출하는 3대 분야와 14개 중점 개선 분야에서 분야별 목표를 제시하고 현재 과제 및 향후 대응을 제시하였다.

『장기 저탄소 발전전략(LED<sup>1)</sup>』에서는 산림의 탄소흡수원으로서 기능을 강화하기 위해 간벌과 재조림 등 적절한 산림관리를 시행하고자 하며, 성장이 촉진되고 빠르게 성장하는 수종을 사용하는 것을 제시하고 있다. 또한, 도시의 재녹화와 탄소흡수원의 효과에 대한 인식 증진이 필요하며, 고층 건축물에 목재 사용과 화석 연료 대신 목재 바이오매스의 사용을 촉진시켜야 한다고 명시하고 있다.

경제산업성이 발표한 『2050 녹색성장전략』에서 14개 분야 중 ‘식료·농림수산업’에 산림 부문 전략이 포함되어 있다. 삼림·목재에 의한 흡수 및 배출 삭감 효과를 최대한 발휘하기 위해서는 이용기를 맞이해 흡수량이 감소하는 경향에 있는 인공림에 대하여 <베고·사용하고·심는다>는 순환 이용을 확립하고, 목재 이용을 확대하는 동시에 엘리트 트리(우량 수종) 등 새로운 기술도 활용하여 삼림의 회춘을 추진해 나갈 필요가 있다. 이와 함께, 고층 건축물 등 목조화나 목질 바이오매스 유래의 신소재 개발 등 대량의 탄소를 장기간 저장하는 목재 이용 기술을 개발 및 실증할 필요가 있다. 이를 실현하기 위해 목재 육종의 고숙화 등에 의한 엘리트 트리의 효율적인 개발이나 탐사 기술(센싱 기술) 등을 활용해 주벌 후의 재조림 등을 추진하여 삼림 흡수량의 증가를 도모해야 한다. 또한, 고층 건축물 등 목조화에 이바지하는 목질 건축 부재의 개발, 공법의 표준화나 개질 리그닌·CNF 등 신소재 개발 등에 의해 목재에 의한 탄소의 장기·대량 저장을 실현할 필요가 있다.

표 12. 일본의 2050 녹색성장전략

현상과 과제	향후 대책
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 목재에 의한 흡수 효과를 최대한 발휘하기 위해 인공림의 순환 이용을 확립하여 목재 이용 확대. 엘리트 트리 등 새로운 기술 활용하여 세대 교체 추진 필요</li> <li>- 고층건축물 등 목조화나 목재 유래 신소재 개발에 의한 목재 이용 확대에 의해 CO<sub>2</sub> 저장량 향상 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 목질 건축 부재의 개발, 공법의 표준화를 도모하여 고층 건축물 등 목조화 실현</li> <li>- 목재 육종의 고숙화에 의한 엘리트 트리의 효율적인 개발, 센싱 기술을 활용한 재조림에 의해 삼림의 회춘 추진</li> </ul>

자료: 2050년 탄소중립 실현을 위한 녹색성장전략(경제산업성, 2020)

1) 장기 저탄소 발전 전략, Long-term low greenhouse gas Emission Development Strategies(LED<sup>S</sup>)

참 고 문 헌

- 가. 경제산업성, 2020. 2050년 탄소중립 실현을 위한 녹색성장전략 (2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略).
- 나. 국립산림과학원. 2020. 산림자원 순환경제 증기연구계획(2020~2024). pp.43.
- 다. 민경택. 2019. 일본의 산림·임업과 정책동향. pp.18.
- 라. 임야청. 2017. 산림자원의 현황.
- 마. 임야청. 2019. 산림·임업백서.
- 바. 임야청. 2019. 林業イノベーション現場実装推進プログラム
- 사. 한국농촌경제연구원. 2012. 주요 임업국의 산림자원관리 전략: 일본, 미국, 독일, 인도네시아. pp. 5~8.
- 아. Forest Agency of Japan. 2019. State of Japan's Forests and Forests Management. pp. 181.
- 자. The Government of Japan. 2019. The Long-term Strategy under the Paris Agreement. pp.64~65.
- 차. Wikipedia Tokyo(Google). 2021. <https://en.Wikipedia.org/wiki/Tokyo>

일  
본

독  
일

미  
국

오  
스  
트  
리  
아

뉴  
질  
랜  
드

## 나 독일

### 1) 기후 및 식생

독일은 중부유럽에 속하여 9개국과 국경을 접하고 있으며 기후는 대서양 기후대에 속하지만, 남부와 동부는 대륙성 기후의 영향을 받는다. 사계절이 있으나 겨울은 크게 춥지 않고 여름은 크게 덥지 않다(표 13). 식생은 우리나라와 같은 온대낙엽활엽수림대에 속하며, 우점종으로는 유럽너도밤나무(*Fagus silvatica*), 유럽참나무(*Quercus robur*) 등이다.

표 13. 베를린 기후

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	연중
기온(℃)	0.1	0.9	4.3	9.0	14.0	16.8	19.1	18.5	14.2	9.4	4.4	1.0	9.3
강수량(mm)	37.2	30.1	39.3	33.7	52.6	60.2	52.5	53.0	39.5	32.2	37.8	46.1	515.2

자료 : Wikipedia Berlin(2021)

### 2) 산림자원 현황

#### 가) 산림면적 및 소유구조

독일의 국토면적은 35.7백만ha이며, 국토 이용현황은 산림이 11.4백만ha로 32%를 차지하고 농업용 52%, 거주지 및 도로 13%이다. 인공림의 면적은 5,709천ha로 전체 산림면적의 50%를 차지하고, 천연림도 5,709천ha로 50%를 차지한다. 산림 소유구조는 국유림이 33%, 공유림 19%, 사유림이 48%이다. 사유림 소유자별 면적은 20ha 이내가 50%로 가장 많고, 1,000ha 이상이 13%, 20~50ha가 10% 정도이다(그림 28).



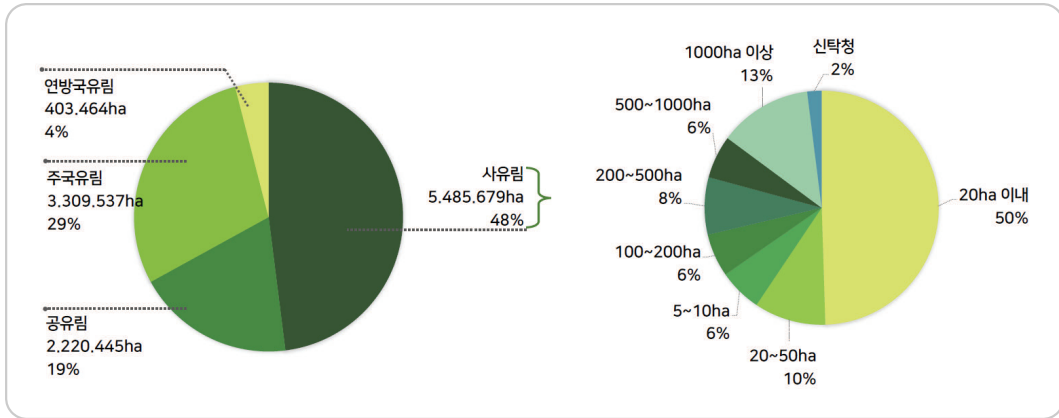


그림 28. 독일의 소유구조별 산림면적

자료 : Der Wald in Deutschland(Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. 2014)

### 나) 수종 구성

2012년 독일산림자원조사에 따르면, 독일가문비(*Picea abies*) 26.0%, 유럽적송(*Pinus sylvestris*) 22.9%, 유럽너도밤나무(*Fagus sylvatica*) 15.8%, 유럽참나무종 10.6% 등으로 구성되어 있다. 그 외에도 자작나무류(*Betula pendula*), 물푸레나무류(*Fraxinus excelsior*), 오리나무류(*Alnus glutinosa*), 유럽낙엽송(*Larix decidua*), 더글라스퍼(*Pseudotsuga menziesii*) 등 여러 수종이 같이 자라고 있다. 10년 전 조사(2002)와 비교하면 독일가문비, 유럽적송은 감소하고 유럽너도밤나무와 참나무류가 증가하고 있다. 침엽수 중에서는 더글라스퍼와 유럽전나무가 증가하는 추세에 있다(표 14).

표 14. 수종 구성 및 변화(2012)

수종	면적(ha)	면적 비율(%)	증감(2002년과 비교)
유럽너도밤나무	1,680,072	15.8	+ 102,324
참나무류	1,129,706	10.6	+70,221
기타 활엽수(짧은 수령)	1,147,904	10.8	+43,273
기타 활엽수(긴 수령)	769,578	7.2	+99,550
활엽수 계	4,727,260	44.5	+315,368
독일가문비	2,763,219	26.0	-242,487
유럽적송	2,429,623	22.9	84,774
유럽낙엽송	307,050	2.9	+6,296

수종	면적(ha)	면적 비율(%)	증감(2002년과 비교)
더글러스퍼	217,604	2.0	+35,205
유럽전나무	182,757	1.7	+18,540
침엽수 계	5,900,253	55.5	-267,220

자료 : Der Wald in Deutschland(Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. 2014)

### 다) 임목축적

독일의 ha당 임목축적은 336m<sup>3</sup>로 유럽에서 오스트리아, 스위스 다음으로 높으며, 총 임목축적이 37억m<sup>3</sup>로 유럽연합에서는 가장 많다. 사유림의 ha당 임목축적이 352m<sup>3</sup>이며 국유림보다 높다. 높은 임목축적은 생물학적·비생물학적 피해(태풍피해 등)에 쉽게 노출되어 산림의 가치 하락으로 이어질 수 있어 대책이 필요하다.

2002년 조사에 비하면 ha당 임목축적은 독일가문비나무를 제외하고 모든 수종이 증가하고 있다. 10년 전과 비교하여 대경재는 증가 추세인데, 흉고직경 30cm 이하는 감소하고 50cm 이상은 증가하고 있다. 최근 중소경재의 수요가 증가하고 있어, 대경재의 증가 추세는 임업에 새로운 도전으로 다가오고 있다. 대경재는 에너지 이용이나 새로운 기술 개발을 통해 용도를 개발해야 한다. 그리고 대경재로 구성된 노령목은 생물다양성 보전 측면에서 가치를 가지고 있다. 따라서 앞으로 산림정책에서는 산림소유자, 자연보호론자, 목재이용업자와 대화를 통해 이용이나, 보전이나의 측면에서 검토가 필요하다.

수종별로는 독일가문비나무의 축적이 12억m<sup>3</sup>으로 가장 많으나 2002년 조사보다 4% 정도 감소하였으며 이는 산림 병해충과 폭풍 피해로 인해 정책적으로 줄이고 있기 때문이다. 연간 총 성장량은 12억m<sup>3</sup>으로 ha당 연년 성장량은 11.2m<sup>3</sup>이다. 수종별 연년 성장량은 독일가문비나무 15.3m<sup>3</sup>, 더글러스퍼는 18.9m<sup>3</sup>이다. 성장량은 수종별, 영급별로 차이가 있는데 독일은 지금이 가장 빠르게 성장할 시기이다.

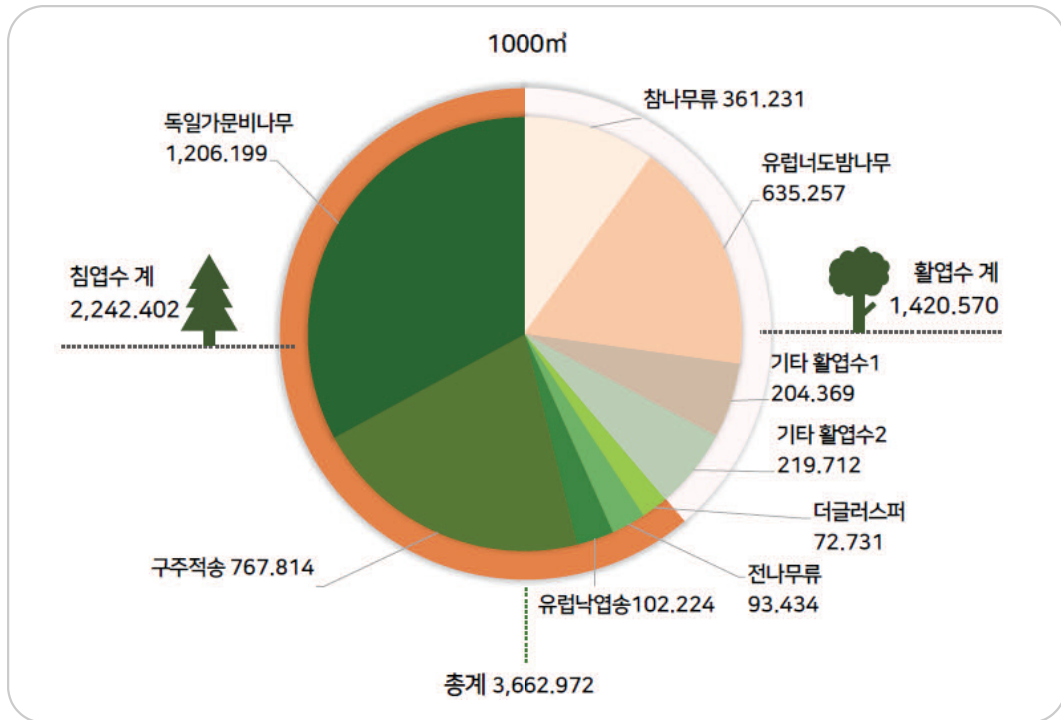


그림 29. 주요 수종별 임목축적

자료 : Der Wald in Deutschland(Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. 2014)

### 라) 영급 분포

독일 산림의 평균 수령은 77년이며 이는 2002년 조사보다 4.5년 증가하였다. 참나무류의 평균 수령은 102년, 유럽너도밤나무는 100년이며, 가장 젊은 수령은 도입종인 더글러스퍼가 45년이다. 산림의 24%가 100년 이상이고 이는 지난 조사와 비교하여 약 40만ha가 증가하여 점차 노령화되고 있음을 알 수 있다. 또한, 41~60년 사이 가장 많은 면적이 분포하고 있으므로 2차 대전 후 대대적인 조림사업의 흔적을 볼 수 있다(그림 30). 노령목은 생물다양성 보전 측면에서 긍정적으로 볼 수 있지만, 목재 이용 측면에서는 최근 중소경재를 선호하고 대경목의 수요가 줄어들어 이용에 어려움이 있을 것으로 보인다.

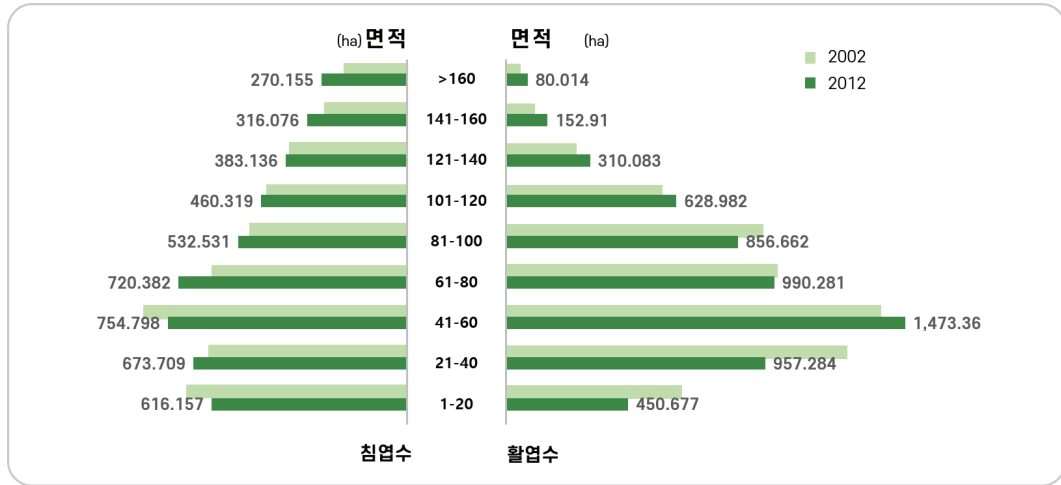


그림 30. 영급 분포

자료 : Der Wald in Deutschland(Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. 2014)

### 마) 이산화탄소 흡수

독일 산림 내 살아있거나 고사한 목재에 저장되는 이산화탄소의 양은 1,169백만톤으로 이는 ha당 105톤 탄소를 저장하는 것이다(그림 31). 지표 유기물층과 토양에 저장되는 이산화탄소의 양은 850백만톤이다. 독일 내 산림은 흡수원으로 역할을 하며 연간 52백만톤의 탄소를 저감시키는데, 이는 전체 배출량의 6%에 해당한다.

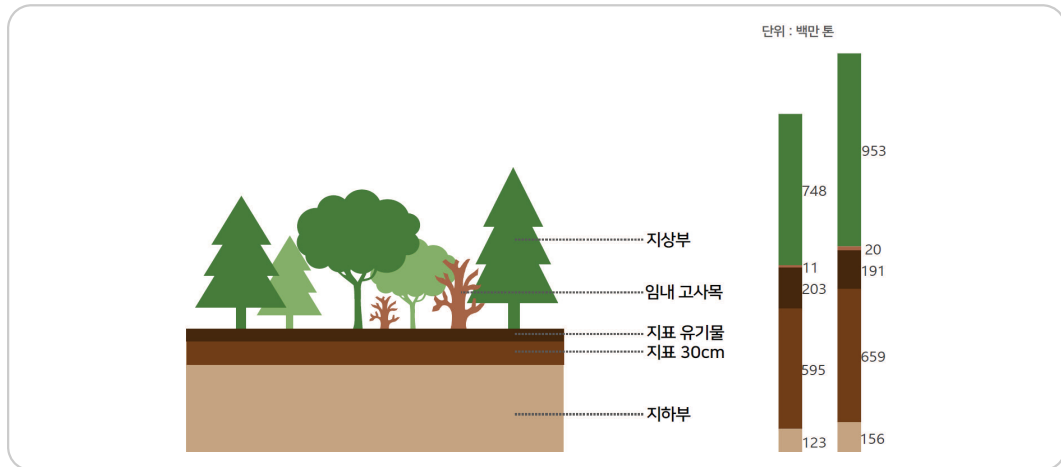


그림 31. 산림의 이산화탄소 저장

자료 : Der Wald in Deutschland(Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. 2014)

## 바) 층위 및 혼효

수직적·수평적 구조의 다양화는 생물다양성을 높이고, 환경변화에 대한 적응력을 강화한다. 수평적 혼효림은 76%를 차지하고 있으며, 유럽적송의 혼효율 57%, 독일가문비나무는 71%로 다른 수종에 비해 낮은 편이다(그림 32). 산림조성에 천연갱신이 85%를 차지하고, 인공조림은 13%에 그친다.

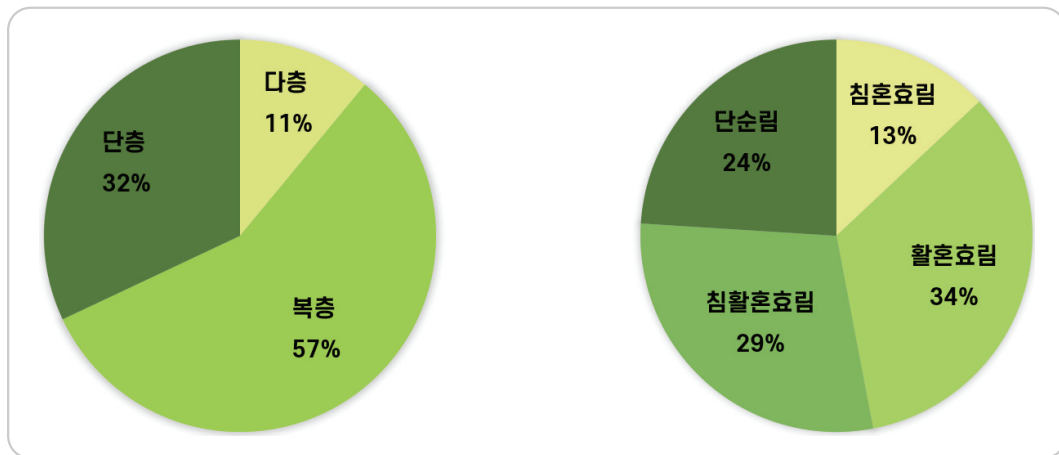


그림 32. 수평적·수직적 혼효 비율

자료 : Der Wald in Deutschland(Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. 2014)

## 사) 자연도 구분

독일은 산림의 자연도를 5등급으로 나누어 국가산림조사에서 조사하고 있다. 잠재 자연식생에서 얼마나 차이가 있는가에 따라 5단계로 나누고 있는데, 교목층에서 ‘매우 자연에 가까운’ 등급은 15%이고, ‘인위적 영향이 심한’ 등급은 16%이다(그림 33). 유령림은 자연도 등급이 좋아지고 있으며, 이 경향은 독일의 친자연적 산림경영의 정책적 효과를 보여준다.

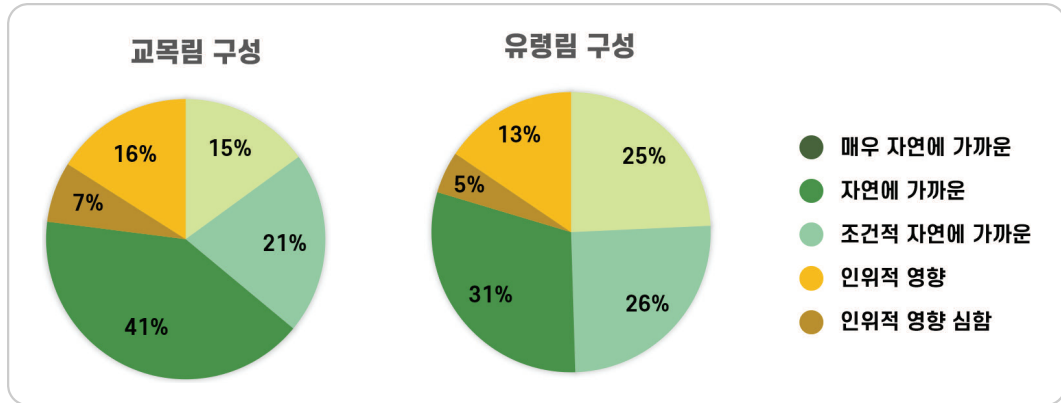


그림 33. 자연도 등급과 비율

자료 : Der Wald in Deutschland(Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. 2014)

### 아) 산림보호구역

독일연방자연보호법은 자연과 자연경관을 보전하기 위해 특별히 가치가 있는 구역을 보호구역으로 설정하였다. 보호구역 내에서 방문객은 꽃을 꺾거나 개를 동행하는 것이 금지되어 있고, 산림경영도 제한을 받는다. 독일에는 8,676개의 육상자원보호구역이 있으며, 그 면적은 1.4백만ha에 달한다. 그중 절반인 711,000ha가 산림이며 이는 독일 산림면적의 6%에 해당한다(표 15).

표 15. 산림보호구역

구분	면적	비고
산림국립공원(Waldnationalpark)	136,000ha	13개, 산림사업 금지
천연림보호구역(Naturwaldreservate)	35,545ha	742개, 비 개방
EU 보호구역(Natura 2,000)	26,550km <sup>2</sup> (1/4 산림이 포함 - 그중 절반이 산림보호구역)	
보호림	대기오염, 수질, 산사태방지림	개별 금지

자료 : Wikipedia

### 자) 산림기능 구분

독일은 산림을 기능에 따라 관리하기 위해 1974년부터 산림기능구분을 실시하였으며, 2016년 연방정부 차원에서 4차 기능구분지침을 작성하여 제공하였다. 각 주는 연방의 지

침에 따라 기능구분도를 작성하여 홈페이지에 제공하고 있다. 기능구분도는 기능별로 작성하나 기능별 우선순위는 고려하지 않고 있다. 크게 이용, 보호, 휴양으로 나누고 있으며 하위 카테고리는 다음과 같다(그림 34).

- ① 수자원보호: 법적인 수자원 보호구역 중심
- ② 토양보전: 침식보호(물, 바람)
- ③ 기후보전: 공해물질 저감, 기후 보전
- ④ 소음저감: 도로변 소음저감
- ⑤ 자연보전: 자연보호구역, 비오톱보호구역 등
- ⑥ 연구: 시험림, 천연림 연구지역 등
- ⑦ 문화: 역사문화적 가치 있는 장소
- ⑧ 유전자보호구역: 채종원 등
- ⑨ 휴양: 휴양림 1, 휴양림 2, 자연공원

이 구분에 대한 법적인 제약은 없으며 단지 선언적 의미로서 산림관리나 국토이용계획 등에 참고하도록 제공하고 있다. 법적인 효력을 요구하는 주장도 제기되고 있다.



그림 34. Nordrheinwestfalen주 기능 구분도

자료 : Waldfunktionen Nordrhein-Westfalen(Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen, 2016)

### 3) 산림자원 관리

#### 가) 산림자원 조성 및 육성

독일은 300년 산림경영의 역사를 가지고 있는 국가이며, 전통적인 임업경영의 원칙에 따라 지속적 목재생산을 위해 침엽수 단순림으로 조성하고 이용하는 임업을 추구해 왔다. 조성과 관리가 편한 독일가문비나무와 구주적송을 주로 조립하였다. 자연상태에서는 아주 적은 면적으로 분포하고 있던 독일가문비나무와 구주적송이 현재 26%, 23%를 차지하게 된 이유이다. 하지만 80~90년대에 들어오면서 침엽수 단순림에 태풍피해, 병해충피해, 대기오염피해, 생물다양성 감소 등이 대두되면서 침엽수 단순림보다는 혼효림으로 전환하는 방향으로 산림자원관리 정책이 변화하였다. 이러한 노력은 통계적 수치로 확인되고 있다. 1차 국가산림자원조사(1987년)와 2차 국가산림자원조사(2002년) 사이에 구 서독의 독일가문비나무 면적은 219,000ha 감소하였고, 그에 비해 유럽너도밤나무는 151,000ha 증가하였다. 2차 국가산림자원조사(2002년)와 3차 국가산림자원조사(2012년) 사이에 독일 전체에서 독일가문비나무 면적이 242,000ha 감소하였고, 유럽적송림 면적도 85,000ha 감소하였다. 그 사이 유럽너도밤나무 102,000ha 증가하였고, 다른 활엽수도 213,000ha 증가하였다. 증가한 침엽수종도 있는데 기후변화 대체수종으로 떠오르는 더글더스퍼와 독일 고유수종인 전나무가 각각 35,000ha와 19,000ha 증가하였다.

대부분 주에서는 2.0ha 이상의 개별을 금지하고 있으며, 택벌을 통한 벌채를 주로 하고 있다. 갱신은 인공갱신보다는 천연갱신에 의해 후계림을 조성하고 있다. <표 16>은 수고 4m 이하 유령림의 산림조성 방법을 나타낸 것으로 천연갱신이 85%를 차지하고, 인공조림은 13%에 그치고 있다. 독일은 천연갱신을 방해하는 관목이나 하층식생이 적어 천연갱신 유도에 유리한 조건을 갖고 있다. 직파나 맹아갱신은 적은 면적에 그쳤다. FAO 통계에 따르면 2015~2020년 평균 연간 재조림(Reforestation)은 4만 8천ha이다.

표 16. 유령림을 통해 본 산림 조성 방법

층위구조	단위	천연갱신	파종	식재	맹아갱신	미구분	계
상층이 없는 임분	ha	222,605	1,335	164,529	3,807	8,158	400,433
	%	55.6	0.3	41.1	1	2	100
상층이 있는 임분	ha	2,026,184	8,197	22,168	22,168	19,341	2,255,438
	%	89.8	0.4	1	1	0.9	100
계	ha	2,248,789	9,532	25,978	25,976	27,499	2,655,871
	%	84.7	0.4	13	1	1	100

자료 : Global Forest Resources Assessment 2020(FAO, 2020)



독일에서 추진하는 지속가능하고 다기능의 산림을 조성 및 육성하는 방법은 <표 17>과 같다. 이 지침에 따라 침엽수 단순림을 혼효림으로 유도하는 임분 전환 작업을 대대적으로 하고 있다. 독일가문비나무림의 간벌은 임내에 기계가 들어가지 않고 하베스터를 이용해 작업로에서 벌채하여 끌어낸다. 간벌 방법은 미래목을 선정하여 방해목을 제거하는 도태간벌 방식을 주로 적용하며, 벌기령은 100년 이상을 키워 대경목을 생산하는 것이 목표이다. 유럽너도밤나무나 참나무류도 20~30년생일 때 미래목을 선정하여 대경재를 생산하는 시업체계를 적용하고 있다. 하지만 최근 대경재 수요가 감소하고 중소경재 수요가 증가하면서 벌기령에도 변화가 있을 것으로 예상된다. 또한, 지속가능한 산림경영을 위한 인증제도에 적극적으로 참여하고 있으며 독일 산림의 64%는 PEFC, 10%는 FSC 인증을 받고 있다.

표 17. 지속가능한 산림관리 방법

	독일이 추구하는 산림	산업형(plantage) 산림경영
사진		
목표	다기능: 목재생산 기능 외에 생물다양성, 보호, 휴양 기능 고려	단일기능: 목재생산 하나의 목적
수종 구성	최대한 자생 수종을 활용, 유전 변형식물 활용 금지	하나의 수종, 외래종이지만 빨리 자라는 수종, 대규모 면적, 유전적 단순
수종 혼효	다양한 수종을 활용한 혼효림	한 수종으로 구성된 단순림
갱신	천연갱신 추구, 개별 금지	기계적으로 줄지어서 식재, 개별이 전형적인 갱신 방법
산림육성	벌기령 100년 이상, 천자연적 육성, 자연의 힘을 최대한 이용	벌기령 20~60년, 정형화된 간벌

일본

독일

미국

오스트리아

뉴질랜드

	독일이 추구하는 산림	산업형(plantage) 산림경영
시비	시비 금지	시비 허용, 여러 번 가능
토양 개량 및 차량 통행	토양표면의 기계 이동 및 토양 개량 금지	토양표면의 기계 이동 및 토양 개량 허용
제초제 사용	인력 접근이 힘든 일부 지역만 허용	대면적 제초제 사용
자연 보전 고려	비오톱, 서식지 고려	고려하지 않음

자료 : Unser Wald(Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2019)

### 나) 벌채

지난 10년간 독일의 평균 벌채량은 76백만<sup>3</sup>m<sup>3</sup>이며, 이는 연간 총 성장량의 98%를 이용하는 것이다. 사유림의 벌채량은 증가하였지만, 사유림의 50%를 차지하는 20ha 미만의 산림소유자는 다른 소유자에 비해 적게 벌채하였다. 건축 용도의 목재 이용은 감소하였지만, 에너지 용도의 목재 이용은 증가하고 있다. <그림 35>는 이론적 목재 이용량을 보여주는 것으로 이 수치는 수종이나 영급 구성에 따라서 변할 수 있다. 산림면적의 91%는 목재생산이 가능한 지역으로 구분되나 그 외에 다양한 요인으로 인해 벌채가 어려운 경우가 많다.



그림 35. 목재 이용량

자료 : Der Wald in Deutschland(Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. 2014)

## 다) 임업기계 및 임도

독일 목재수확의 2/3는 하베스터(Harvester)나 포워더(Fowarder) 같은 고성능 임업기계를 활용한다. 남부지방을 제외하고는 임지의 경사가 완만하여 기계화에 유리하기 때문이다. 산림작업에 고성능기계가 투입되면서 임지훼손 및 생물다양성 감소에 영향을 미치는 것으로 비판을 받아 왔다. 이에 대한 비판을 수용하여 임지 내 기계의 이동을 최소화하고 친환경 유류를 사용하는 등 작업 방법을 바꾸고 있다. 또한, 이러한 인자들은 지속가능한 산림경영(Sustainable Forest Management: SFM) 평가(PEFC, FSC)에도 반영되고 있다. 독일의 임도 밀도는 ha당 46m로 알려져 있으며, 이는 구 서독의 통계이다. 최근 임도 밀도에 대한 통계를 발표하지 않고 있으나, 산림경영을 위한 충분한 임도를 확보하고 있는 것으로 알려져 있다.

## 라) 임업·목재 산업 종사자 등 기타

임업과 목재 산업 분야에 185,000개의 회사가 있으며, 1.1백만 명이 종사고 있다. 2016년 기준 산림분야(목재이용, 제지산업, 인쇄업 등) 연간 매출량은 1,820억 EUR에 달한다. 이 수치는 약 700,000명에 달하는 독일의 자동차 분야 종사자 수보다 많다. 인구밀도가 높은 독일에서는 산림이 휴양공간으로서 중요한 역할을 한다. 독일 인구의 3분의 2에 해당하는 5천 5백만 명이 1년 중에 1번은 산을 방문하고, 독일인의 절반은 연간 14일 또는 그 이상 산을 방문한다.

## 4) 산림자원 이용

### 가) 목재 생산

2019년 기준 68백만<sup>m</sup>를 벌채하였는데 사유림에서 44백만<sup>m</sup>(65%), 나머지는 국유림이다. 수종별로는 독일가문비나무(전나무, 더글러스퍼 포함)가 47백만<sup>m</sup>로 가장 많고 다음이 유럽적송(낙엽송 포함)이 9백만<sup>m</sup>이다. 용도별로는 원목(제재목)이 38백만<sup>m</sup>(57%)로 가장 많고 다음이 산업용재 15백만<sup>m</sup>(23%)이다. 침엽수인 독일가문비나무는 생산량의 66%가 원목으로 생산된 데 비해 활엽수인 참나무류는 38%, 유럽너도밤나무는 23%만 원목(제재목)으로 이용된다(표 18).

표 18. 독일의 용도별 목재 생산량

수종 및 용도	2018년				2019년			
	계	국유림		사유림	계	국유림		사유림
		연방	주			연방	주	
	1,000m <sup>3</sup> (수피 제외)				1,000m <sup>3</sup> (수피 제외)			
<b>합계</b>	<b>64,550</b>	<b>876</b>	<b>22,363</b>	<b>41,311</b>	<b>68,206</b>	<b>764</b>	<b>22,974</b>	<b>44,468</b>
<b>참나무류</b>	2,031	26	700	1,305	1,740	20	635	1,085
- 원목	790	10	248	532	655	7	221	427
- 산업용재	448	8	190	250	378	6	187	185
- 에너지목재	598	5	172	421	535	5	150	380
- 미이용	196	2	90	104	173	2	77	94
<b>기타 활엽수</b>	10,996	92	4,007	6,897	9,977	99	3,606	6,272
- 원목	2,936	14	1,053	1,869	2,635	15	950	1,670
- 산업용재	3,047	34	1,408	1,605	2,680	31	1,275	1,374
- 에너지목재	3,933	36	1,041	2,856	3,720	44	945	2,731
- 미이용	1,080	8	505	567	942	9	435	498
<b>소나무·낙엽송</b>	12,100	529	4,101	7,470	9,321	369	3,416	5,536
- 원목	6,297	266	2,494	3,537	4,230	112	1,878	2,240
- 산업용재	4,231	213	1,278	2,740	3,578	204	1,262	2,112
- 에너지목재	1,164	24	137	1,003	1,219	36	105	1,078
- 미이용	408	25	193	190	300	18	171	111
<b>독일가문비나무 등</b>	39,423	230	13,555	25,638	47,168	277	15,317	31,574
- 원목	27,923	131	9,955	17,837	30,998	139	10,224	20,635
- 산업용재	5,844	62	2,301	3,481	8,835	93	3,523	5,219
- 에너지목재	4,131	26	493	3,612	5,387	33	599	4,755
- 미이용	1,525	11	807	707	1,947	13	972	962

자료 : Holzeinschlag nach Holzartengruppen, Holzsorten, Ausgewählten Besizarten (Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei, 2020).

## 나) 목재의 재생에너지 활용

독일에서는 매년 68.4백만<sup>m</sup>의 목재(산림, 산물, 정원, 농경지 주변)가 에너지로 사용된다. 이 수치는 독일에서 사용되는 목재의 절반가량이 된다. 재생에너지의 절반을 목재가 담당하고 있으며, 풍력 16%, 생체물질(Biotreibstoffen) 14%, 수력(14%)보다는 훨씬 많은 양이다. 독일 전체 에너지 양에서 목재가 담당하는 부분은 4%에 해당한다. 독일 가정과 회사에 약 9백만 개의 장작(Scheitholzanlage) 활용 시설, 펠릿 난방 시설 280,000개, 15,700개의 목재 칩 시설이 있다. 최근에 목재 부산물을 이용한 목재 펠릿에 대한 요구가 높아지고 있다. 1kg 펠릿 열량은 5kW(1시간)에 달하고, 1kg의 펠릿은 5.5ℓ의 기름에 해당한다. 효율량(Wirkungsgrad)은 95%에 달한다. 생산된 목재에서 산림바이오매스 이용량은 약 30%에 달한다.

## 5) 산림자원관리 전략 및 정책

### 가) 산림 미래 2100(Waldzukunft 2100)

독일은 산림관리를 위한 정부의 역할을 3개의 시나리오로 구분하고, 그 시나리오에 따른 산림변화를 예측하여 발표하였다(2009). 2100년까지 기후, 세계 경제, 인구 변화를 바탕으로 시나리오에 따라 정부, 재정투입, 시민단체의 역할과 그에 따른 산림의 변화를 예측하였다. 2100년까지 인구 변동은 2009년 82.4백만에서 49.4~69.5백만으로 감소할 것을 예상하였으며, 기온은 1.8~2.3℃ 상승, 평균 경제성장률은 1~2%를 기본값으로 설정했다. 산림의 발전이나 이용은 2009년을 기준으로 적용하여 예측하였다.

〈표 19〉는 시나리오에 따른 정부의 역할과 산림의 변화를 나타내는 것이다. 산림을 시장 경제에 맡길 경우(시나리오 3), 목재생산이 증가하지만 산림의 파편화 및 기후변화 적응력이 약해진다. 반면 정부가 적극적으로 개입하면(시나리오 2) 산림의 자연성과 기후변화 적응성은 높아지지만 정부의 재정이 늘어난다. 시나리오 1의 조정자 역할은 현재 정부 역할과 유사해 보이며, 기후변화 적응이나 생물다양성 증가에 충분히 기여하지 못한다고 언급하고 있다. 이런 예측은 산림관리에 있어서 정부의 역할이 어떠한지 고민하게 되고, 사회적 합의를 끌어낼 수 있는 좋은 과정이라고 판단된다.

표 19. 시나리오에 따른 변화

구분	시나리오 1	시나리오 2	시나리오 3
정부 역할	정부의 역할은 조정자	적극적인 정부 개입	시장경제에 맡김
정책 추진	<ul style="list-style-type: none"> <li>정부는 산림의 경제적, 생태적, 사회적 갈등 조정을 위해 노력</li> <li>재정투입은 제한적</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>정부의 투자 증가</li> <li>친환경적 산림경영 적극적으로 추진</li> <li>보상 차원에서 사유림 지원 확대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>정부 역할 최소화</li> <li>정부재정 투입 감소</li> </ul>
산림발달 및 목재생산	<ul style="list-style-type: none"> <li>다양한 의견 반영한 기능 중심 관리</li> <li>임분전환 부분적으로 이루어짐</li> <li>기후변화 적응 힘들</li> <li>소유료 사유림 관리 어려움</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>산림면적 증가</li> <li>임분전환 적극적 이루어짐 (활엽수림)</li> <li>기후변화 적응 강화</li> <li>목재생산 줄어듦</li> <li>인증림 확대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>목재생산 많아짐</li> <li>기업화</li> <li>저렴한 조림·복구</li> <li>지역 단위 뛰어넘는 효율성 추구</li> <li>기후변화 적응 약화 및 산림재해 증가</li> </ul>
2100년 산림 모습	<ul style="list-style-type: none"> <li>차이가 심한 산림 (기능별로 다른 발전)</li> <li>다기능 산림 추구</li> <li>일부 지역 집약적 경영</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>활엽수·혼효림 증가</li> <li>연결되고 다양성이 증가하는 산림</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>차이가 아주 심한 산림</li> <li>단순 경제림 증가</li> <li>공원 입장료 부가</li> </ul>
지역사회 관계	<ul style="list-style-type: none"> <li>갈등 조정 어려움</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>시민단체와 협력 강화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>지역주민 반발</li> </ul>
산림관리 측면 이상적	<ul style="list-style-type: none"> <li>최적 관리 안됨</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>이상적인 지속가능한 산림관리</li> </ul>	

자료 : Waldzukünfft 2100(Z-punkte GmbH The Foresight Company, 2009)

## 나) 산림전략 2020(Forest Strategy 2020, 2011~2020년)

독일은 2008년에서 2010년까지 전문가 의견 수렴을 통하여 『산림전략 2020(Forest Strategy 2020)』을 수립하여 공표하였다. 기후변화 대응, 목재생산, 생물다양성 보전, 휴양공간 제공 등의 산림관리 방향을 제시하였다. 이 전략은 모든 산림정책의 기본이 되는 방향으로 최근에는 이 자료에 기초하여 『Forest Strategy 2050』을 수립 중이다(표 20).

표 20. Forest Strategy 2020

전략 분야 (Areas of Action)	하위 목표 (Subordinate goals)
① 기후 보전과 적응	<ul style="list-style-type: none"> <li>기후를 보전하기 위한 임업과 목재 산업이 보호되고 증진되어야 한다. 산림이 사회·자연·환경의 기능을 지속하기 위해서는 기후변화에 적응하는 것이 필요하다.</li> </ul>
② 재산, 일자리, 수입	<ul style="list-style-type: none"> <li>산림기업의 경제적 기초가 좋아져야 하고, 산림과 목재 분야 일자리가 보전되어야 한다.</li> </ul>
③ 원료, 이용과 효율성	<ul style="list-style-type: none"> <li>지속가능한 목재생산이 보장되어야 하고, 종이, 목재, 바이오 에너지 산업의 목재공급이 지속되어야 한다. 2020년 이후 목재공급은 국내재와 지속가능한 벌채지로부터 공급한다.</li> </ul>
④ 생물다양성과 산림보전	<ul style="list-style-type: none"> <li>산림 생물다양성은 적절한 방법으로 개선되어야 하고, 정책 결정을 위한 연구도 수행되어야 한다.</li> </ul>
⑤ 조림	<ul style="list-style-type: none"> <li>산림면적은 유지하거나 확대되어야 하고, 통합적인 접근 방법을 통하여 안정성과 생산성, 다양성, 자연성을 높여야 하며, 가능한 자생종을 조림한다.</li> </ul>
⑥ 수렵	<ul style="list-style-type: none"> <li>수렵은 지속가능한 산림경영에 중요한 역할을 하며, 제한적이고, 효과적인 수렵이 산림을 보호하고, 자연성을 높인다.</li> </ul>
⑦ 토양보전과 수자원 경영	<ul style="list-style-type: none"> <li>산림토양은 보전되어야 하고, 유해물질로부터 보호되어야 한다. 산림의 수자원 함양은 평가되어야 하고, 적절한 보상을 검토해야 한다.</li> </ul>
⑧ 휴식, 건강, 관광	<ul style="list-style-type: none"> <li>휴양 기능은 유지되어야 하지만, 자연, 산주, 산림경영에 부정적 영향은 줄여야 한다.</li> </ul>
⑨ 연구, 교육, 홍보	<ul style="list-style-type: none"> <li>갈등을 줄이기 위해 연구가 필요하며, 지속가능한 산림경영과 재생자원에 대한 교육도 필요하다.</li> </ul>

자료 : Waldstrategie 2020

(Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. 2011)

### 다) 산림산업의 첨단화를 위한 『산림 및 목재 4.0(Wald und Holz 4.0)』

독일의 『Industry 4.0』은 2011년 독일 총리가 주도하여 진행한 산업관련 정책이다. 제조업 같은 전통산업에 IT시스템을 결합하여 생산시설들을 네트워크화하고 지능형 생산시스템을 갖춘 스마트 공장(Smart Factory)으로 진화하는 것이 주된 목적이다. 독일국가과학위원회는 인터스트리 4.0을 통하여 산업생산성이 30% 향상될 것으로 전망하고 있다. 독일 정부는 2012년 『첨단 기술전략 2020 이행 계획(High-Tech Strategy Action Plan 2020)』의 한 분야인 『Industry 4.0』에 2억유로의 예산을 편성하였다.

『Industry 4.0』의 일환으로 산림분야에서는 『산림 및 목재 4.0(Wald und Holz 4.0)』을 추진하고 있다. 산림자원조사, 산림관리, 목재수확, 목재유통분야를 기계화, 디지털화하여 산림작업의 효율성을 높이하고자 한다. 산림작업 분야에서는 산림작업과 기계를 담당하는 정부 출연기관인 산림과 임업기술 협회(Kuratorium für Wald und Forsttechnik)에서 관련 계획을 마련하고 있으며, 주(州)별로 이 계획을 실행하기 위해 노력하고 있다(그림 36). 유사한 작업들이 오스트리아와 스위스에서 진행 중이다.

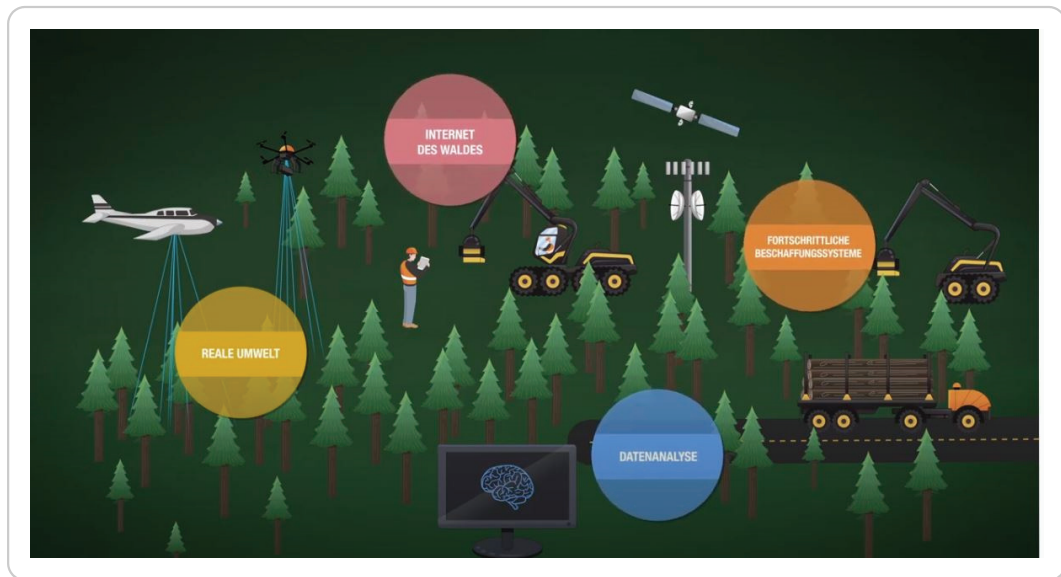


그림 36. 『산림 4.0 소개』 동영상

자료 : YouTube 화면 캡처(Kuratorium für Wald und Forsttechnik, 2021)



## 라) 2050 탄소 중립 추진 계획

독일은 탄소 중립을 위해 2016년 『Climate Action Plan 2050』을 마련하여 국무회의(Cabinet Resolution)에서 통과시켰다. 목표는 2050년까지 이산화탄소를 1990년 대비 80~95%로 감축하는 것이다. 산림 분야에서는 목표 달성을 위해 산림의 보전 및 지속가능한 경영에 의한 탄소저장고의 유지 및 증진, 목재 제품의 이용 촉진을 위한 기술 개발을 추진하는 내용이 포함되어 있다.

2014년 기준으로 독일 산림은 5천 8백만 톤의 이산화탄소를 흡수하는 것으로 조사되었으며, 목제품이 2백만 톤을 추가로 흡수한다. 그와 반대로 이탄지(Arable land and grassland)에서는 유기물로부터 3천 8백만 톤의 탄소가 배출된다. 이탄지에서 이탄의 추출과 이탄지에 정착은 추가로 배출된다. LULUCF(land use, land-use change and forestry)분야에서 총 저감량은 16.5백만 톤이다. 목질계 바이오에너지를 전기와 난방에 사용하면 탄소배출이 줄어들게 되는데 그 양은 2014년 기준 3천 1백만 톤이다. 하지만 이 양은 산림 분야가 아닌 에너지 분야에서 기여량이 산정된다. 산림의 탄소흡수원으로서 기능을 증진하기 위한 산림관리는 『산림전략 2020(Forestry Strategy 2020)』에서 언급된 것처럼 지속가능한 산림경영, 목재 이용, 영구초지 및 이탄층 보전 등이 있다.

2050의 목표를 이루기 위해서는 『산림전략 2020(Forestry Strategy 2020)』의 적용과 중간기점이 되는 2030년까지 노력이 점검되어야 한다. 산림의 보전 및 지속가능한 산림경영을 위해서는 다음과 같은 인자들의 점검을 권고하고 있다.

- 산림면적의 확대: 신규조성은 국내 고유 수종으로 심고, 지속가능하게 관리. 불가피하게 산림을 훼손할 경우 같은 면적의 대체 장소에 조림
- 연방정부는 산림에 대한 민간지원은 기후 보전을 고려해야 하며, 거기에 포함되는 것이 친자연적이고, 생산적이면서 기후변화에 적응한 숲을 조성하는 것이며, 이는 고유 수종을 심고 가꾸는 것을 통해 가능
- 연방정부는 산림의 보호, 재조림, 지속가능한 산림경영을 위한 국제 협력 강화
- 연방정부는 산림인증을 받는 목재생산을 강화하고 EU로부터 지속가능한 지표에 목질계 바이오매스도 포함되도록 협의
- 대기로부터의 질소와 산(Nitrogen and Acid)은 산림의 건강성을 해치므로 점차 감소하여야 함
- 부족한 산림면적과 목재 자원 때문에 목재는 가능한 여러 단계를 거쳐 오래 사용되어야 함(첫 단계에서는 목재 제품으로, 다음 단계에서는 바이오에너지로)

- 목재의 장기 사용을 방해하는 요소는 제거되어야 함.
- 목재 이용은 기후보전에 기여하므로 목재 이용 활성화 방안 마련 필요
- 기후보전에 산림이 기여하는 효과를 국민에게 적극 홍보

참 고 문 헌

- 가. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. 2011. Waldstrategie 2020. pp.36.
- 나. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. 2014. Der Wald Deutschland. - Ausgewählte Ergebnisse der dritte Bundeswaldinventur. pp.56.
- 다. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. 2019. Unser Wald - Natur aus Försterhand - Bundeswaldinventur. pp.111.
- 라. FAO. 2020. Global Forest Resources Assessment 2020. Germany. pp.74.
- 마. Federal Ministry for the Enviroment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety. 2016. Climate Action Plan 2050 - Principles and goals of the German government's climat policy. pp.92.
- 바. Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen. 2016. Waldfunktionen Nordrhein -Westfalen - Grundsätze und Verfahren zur Ermittlung der Waldfunktionen. pp.35.
- 사. Holzkurrier.com.  
<https://www.holzkurrier.com/rundholz/2017/12/wald-und-holz-4-0.html>
- 아. Initiative des BFH-Zentrum Holz. <https://www.wh40.ch>
- 자. Kuratorium für Wald und Forsttechnik.  
<https://www.youtube.com/watch?v=rLtGQQwoebo>
- 차. Waldzukünft 2100(Snenarioreport). 2009. Z-punkte GmbH The Foresight Company
- 카. [www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei](http://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei). 2020. Holzeinschlag nach Holzartengruppen, Holzsorten, Ausgewählten Besizarten.
- 타. Wikipedia Berlin(Google). <https://en.Wikipedia.org/wiki/Berlin>
- 파. Wissenschaftlicher Beirat für Ernährung und Landwirtschaft. 2020. Eckpunkte der Waldstrategie 2050. pp.71.
- 하. 위키피디아 인터스트리 4.0. [https://ko.Wikipedia.org/wiki/인터스트리 4.0](https://ko.Wikipedia.org/wiki/인터스트리_4.0)

## 다 미국

### 1) 기후 및 식생

알래스카주와 하와이주를 제외하고, 미국의 지리적 위치는 북위 24°에서 48°, 경도 67°에서 125° 안에 위치한다. 미시시피강을 끼고 내륙 지방은 주로 평야, 습지 및 초원으로 이루어져 있으며, 동쪽으로는 높지 않은 구릉 지대, 서쪽으로는 로키산맥이 길게 뻗어 있다. 산맥 서쪽으로는 캘리포니아주를 중심으로 건조한 해양성 기후의 영향을 받고 있으며 남쪽의 플로리다반도와 인근 지역은 반열대성 기후에 해당한다. 그리고 알래스카는 북극 지방에 가까이 있으므로 툰드라 기후가 지배적이며, 본토에서 멀리 떨어져 태평양 한가운데 있는 섬들로 이루어진 하와이는 열대성 기후와 활화산 마우나로아로 널리 알려져 있다.

미국의 식생은 오리건주를 중심으로 한 서북부에는 더글러스퍼(Douglas-fir)가 우점하고, 서부의 건조지방에는 침엽수들이 분포한다. 캐나다와 국경을 접하고 있는 동북부에 단풍나무류/물푸레나무류/자작나무류(Maple/ash/birch)가 우점하고 있으며, 아팔래치아산맥이 있는 중동부는 참나무류가 우점하는 전형적인 낙엽활엽수림대가 나타난다. 플로리다주를 중심으로 한 남동부지대는 테다소나무(Southern pine)가 우점하는 지역과 테다소나무와 참나무류가 혼효하는 지역이 나타난다(그림 37).

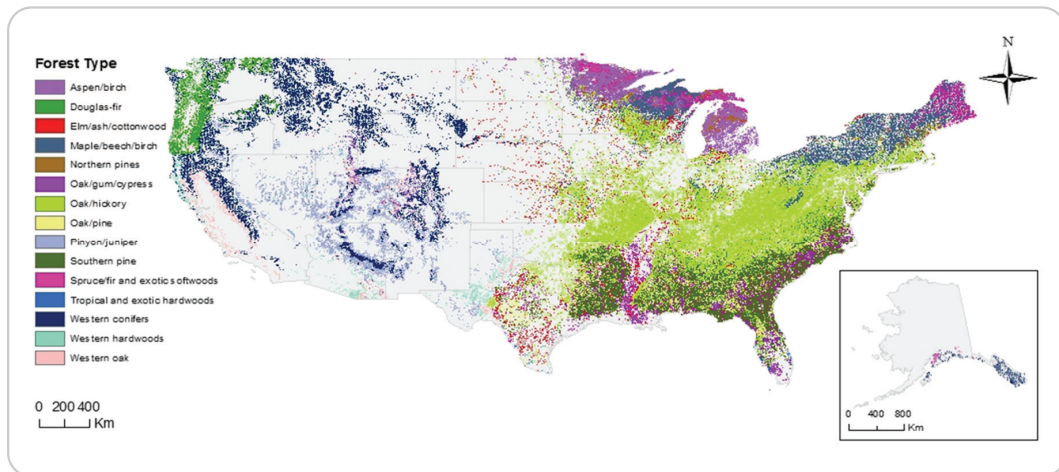


그림 37. 미국의 식생대

자료: Watson, J.V., Liang, J., Tobin, P.c. *et al.* 2015.

### 가) 권역 구분

미국의 국가산림자원조사(Forestry Inventory and Analysis; FIA)의 임무는 산림지 내 수목의 분포, 건강상태, 부피, 성장 및 사용량을 조사하는 것이며, 미국의 모든 임야 소유권으로부터 자료 수집, 발행, 분석하는 유일한 프로그램이다. 4개의 권역 단위로 구분되어 5년 단위로 FIA 프로그램이 시행되고 있으며, 지역적 특성에 맞게 4개 권역의 하위 지역이 구분되어 있다. 권역 사무소에서 산림조사 및 분석에 대한 전반적인 업무를 수행한다(그림 38).

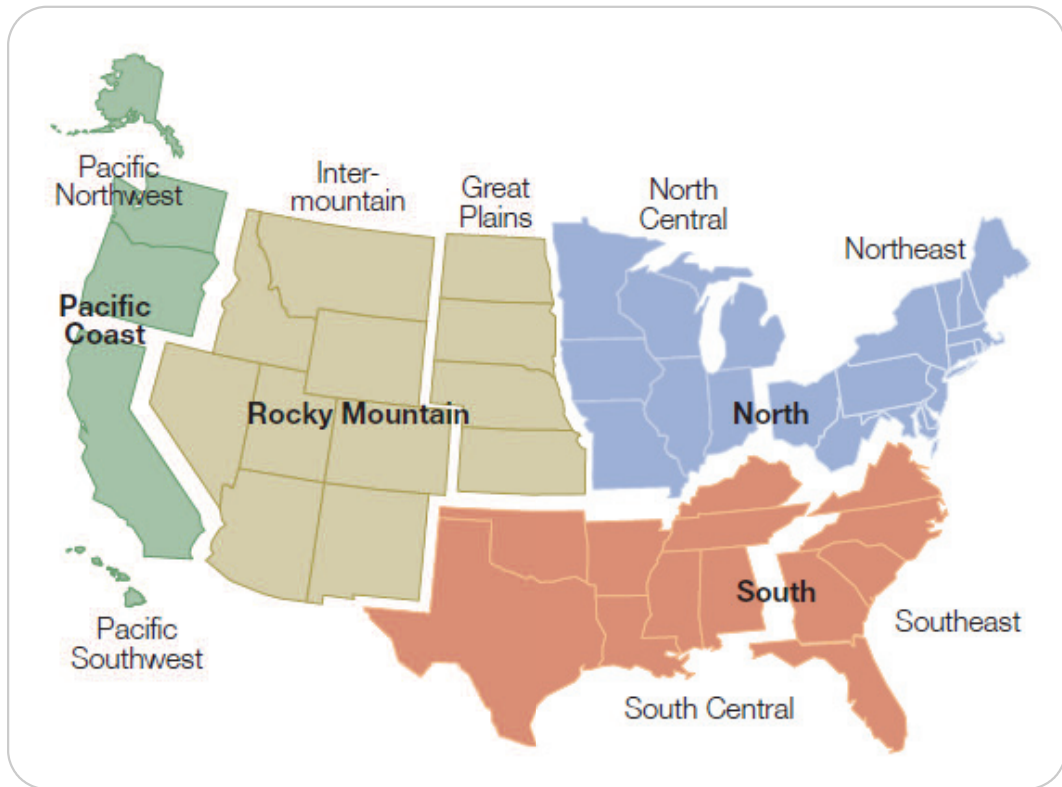


그림 38. 미국 국가산림자원조사 권역 구분

자료: Forest Resources of the United States(USDA, 2019)

## 2) 산림자원 현황

### 가) 산림면적

미국의 산림면적은 2017년 기준 3억 1천만ha이며 국토의 34%를 차지한다(그림 39). 산림은 지표의 10% 이상이 수목으로 덮여있는 토지로 정의하고 있으며, 그중에서 1년간 1 에이커(acre) 당 20ft<sup>3</sup> 이상(1ha당 약 1.4m<sup>3</sup>)을 생산하고, 보전되지 않은(not reserved) 산림을 경제림(Timberland)으로 구분하고 있다. 경제림은 전체 산림면적의 67%(2억 8백만ha)이며, 보전림은 11%(3천 2백만ha)이다. 경제림에서 인공림은 13%, 천연림은 87%를 차지한다(표 21).

10년 전(2007년)과 비교하면 산림면적이 0.9% 증가하였고, 전체 산림면적 중 보전림의 면적도 1% 증가하였다. 다양한 기후대와 주(州)로 구성된 미국은 지역에 따라 산림 비율도 다르게 나타나는데, 전체 토지 면적 대비 산림의 면적이 가장 작은 주(州)는 노스다코타 주(North Dakota, 2%)이고, 가장 많은 곳은 미국 북동부의 메인 주(Maine, 89%)이다.

표 21. 산림면적 및 비율

단위: 천ha

구분	전체 국토	산림지						산림지 외
		합계	경제림			보전림	기타	
			소계	인공림	천연림			
면적	914,923	309,784	208,180	27,294	180,886	32,655	68,949	605,139

자료: Forest Resources of the United States(USDA, 2019)

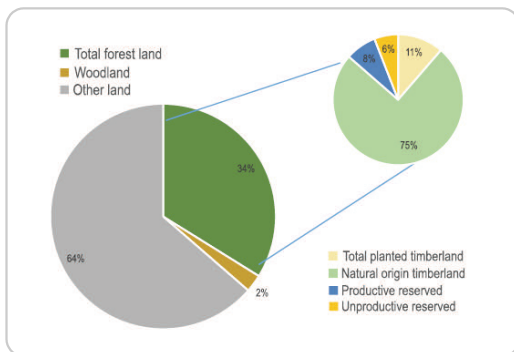


그림 39. 산림 비율

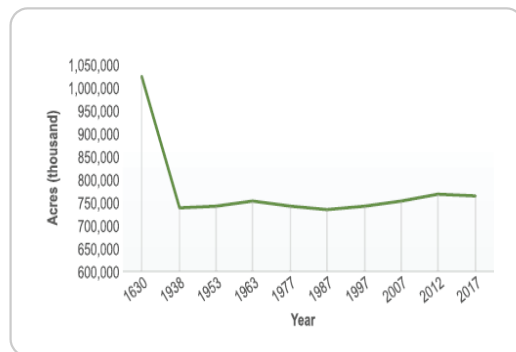


그림 40. 산림면적 변화

자료: Forest Resources of the United States(USDA, 2019)

## 나) 주요 수종

2017년 기준 미국 내에 956개 수종이 존재하며, 미국 전역에 가장 많이 분포하는 수종은 (a) 루브룸단풍(*Acer rubrum*)이 250억 그루이며, 다음으로 (b) 테다소나무(*Pinus taeda*) 220억 그루, (c) 발삼전나무(*Abies balsamea*) 160억 그루, (d) 풍나무속(*Liquidambar*) 150억 그루, (e) 더글라스퍼(*Pseudotsuga menziesii*) 110억 그루 순으로 나타났다(그림 39). 루브룸단풍(*Acer rubrum*)은 미국 동부 전역에서 나타나며, 더글라스퍼(*Pseudotsuga menziesii*)는 주로 서부지역에 집중 분포하고 있다(그림 41).

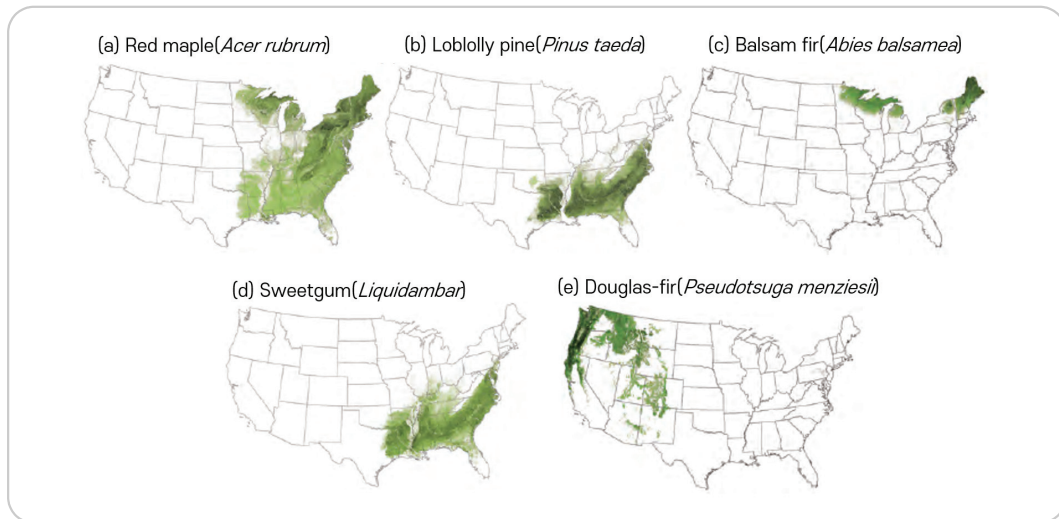


그림 41. 지역별 수종 구성

자료: Forest Resources of the United States(USDA, 2019)

표 22. 미국 동부지역의 산림형별 면적

단위: 천ha

수종	북부	남부
White red jack pine( <i>Pinus banksiana</i> )	3,930	200
Spruce-fir	6,443	13
Longleaf-slash pine( <i>Pinus elliotii</i> )	-	5,261
Loblolly-shortleaf pine	958	25,862
Oak-pine <sup>1</sup>	2,280	9,013
<b>Oak-hickory</b>	<b>22,880</b>	<b>34,046</b>

수종	북부	남부
Oak-gum-cypress	310	9,993
Elm-ash-cottonwood	6,469	6,097
Maple-beech-birch <sup>2</sup>	20,171	1,772
Aspen-birch	6,307	0
기타	870	4,445
미림목지	552	2,657
합계	71,140	99,358

자료: Forest Resources of the United States(USDA, 2019)

<sup>1</sup> 치와와 소나무(*Pinus leiophylla* var. *chihuahuana*), Apache pine(*Pinus engelmannii*), 떡갈나무(*Quercus hypoleucoides*), 그물잎 참나무(*Quercus rugosa*) 등으로 구성

<sup>2</sup> 북부 지역의 활엽수림으로 주로 설탕단풍나무(*Acer saccharum*), 황자작나무(*Betula alleghaniensis*), 미국 너도밤나무(*Fagus grandifolia*), 캐나다솔송(*Tsuga canadensis*), 붉은 가문비나무(*Picea rubens*) 등으로 구성

표 23. 미국 서부지역의 산림형별 산림면적

단위: 천ha

수종	로키 산맥	태평양 연안
더글라스퍼( <i>Pseudotsuga menziesii</i> )	7,201	8,534
폰데로사 소나무( <i>Pinus ponderosa</i> )	5,444	3,842
몬티콜라 잣나무( <i>Pinus monticola</i> )	24	83
<b>Fir-spruce(<i>Picea</i>)</b>	<b>8,902</b>	<b>21,146</b>
Hemlock-Sitka spruce( <i>Sitka spruce</i> )	563	7,282
잎갈나무속( <i>Larix</i> )	490	221
로지폴 소나무( <i>Pinus contorta</i> )	4,455	1,666
미국삼나무( <i>Sequoia sempervirens</i> )		311
기타 침엽수	2,169	29,516
서양 활엽수류(Western hardwoods)	7,229	10,911
기타	12,576	479
미림목지	3,815	2,434
합계	52,869	86,422

자료: Forest Resources of the United States(USDA, 2019)

### 다) 소유구조

미국의 산림 소유구조는 공유림(Public forestry)과 사유림(Private forestry)으로 구분되며, 총 산림면적 중 사유림은 57.9%(179백만ha), 공유림은 42.1%(130백만ha)를 차지한다. 공유림의 74%는 연방정부가 소유하며, 농림부 산림청(USDA Forest Service)이 담당하는 국유림, 내무부 토지관리국(USDI Bureau of Land Management)이 담당하는 국유림, 기타 연방소유지 등 크게 3가지로 구분한다. 나머지는 주(州)유림 28백만ha, 지자체림 5백만ha로 구성된다. 전체 사유림 중에서 약 116백만ha는 개인 또는 가족이 소유하고 있으며, 법인이 소유한 산림은 63백만ha이다(표 24). 지역에 따른 산림 소유 분포는 서부지역이 대부분 연방정부 소유의 국유림이고, 동부지역은 사유림이 높은 비중을 차지한다(그림 42).

표 24. 산림 소유구분별 면적

단위: 천ha

산림지	공유림							사유림		
	총합	연방				주	지자체	총	법인	개인
		소계	산림청소관	내무성토지관리국	기타					
309,784	130,314	96,258	58,626	15,200	22,433	28,516	5,539	179,470	63,029	116,441

자료: Forest Resources of the United States(USDA, 2019)

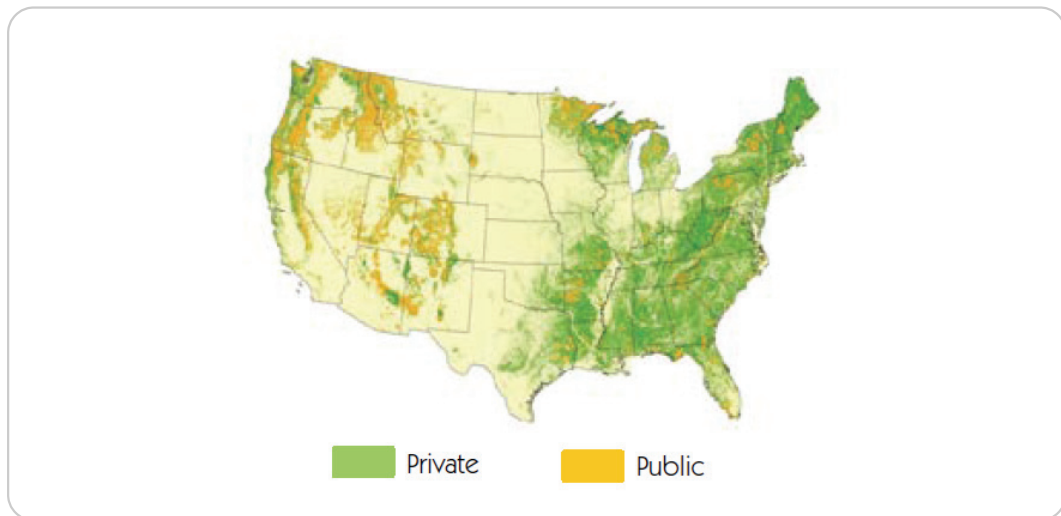


그림 42. 지역별 산림 소유 구조(2012)

자료: U.S. Forest Resource Facts and Historical Trends(USDA, 2014)



사유림 산주 중 40ha 이하의 산림을 소유한 산주는 전체 산주의 94%로 약 천만명에 달하며, 그중 4ha 미만의 소규모 면적을 소유한 산주(61.4%)가 가장 많았다. 면적의 크기에 따라서는 4,000ha 이상 사유림이 전체 사유림 면적 중 22%를 차지한다(표 25). 산림을 소유하는 목적에 따라 산림경영 및 관리방식이 달라지는데, 개인 산주의 목적은 경제적인 목적에서부터 휴양까지 다양하다. 4ha 미만을 소유한 개인 또는 가족 산주의 경우 주로 주거지의 일부로 소유하거나 경관 등에 소유 목적이 있으며, 이 경우 산림경영계획률도 4.4%에 그치는 것으로 나타났다. 대부분 산주의 평균 연령이 63년으로 높아 이는 대규모 토지전용(Land transfers)의 전조를 보인다.

표 25. 사유림 소유면적별 분포(2006)

소유 면적(ha)	면적(천ha)	비율	산주 수	비율
0.4~3.6	8,361	5%	<b>6,821</b>	<b>61.4%</b>
4.0~7.6	7,477	5%	1,496	13.5%
8.0~19.6	17,236	11%	1,465	13.2%
20.0~39.6	17,815	12%	683	6.1%
40.0~79.6	17,713	12%	372	3.3%
80.0~199.6	19,142	12%	185	1.7%
200.0~399.6	10,351	7%	45	0.4%
400.0~1999.6	17,090	11%	28	0.3%
2000.0~3999.6	5,130	3%	2	0.0%
4000.0+	<b>33,435</b>	<b>22%</b>	9	0.1%
합계	153,747	100%	11,108	100%

자료: Forest Resources of the United States(USDA, 2019)

## 라) 임목축적

경제림(Timberland)의 임목축적은 27,898백만 $m^3$ 이며, 침엽수는 15,872백만 $m^3$ , 활엽수는 12,026백만 $m^3$ 이다. 침엽수의 임목축적은 로키산맥 지역을 제외하고 2007년 대비 증가하였으며, 로키산맥 지역은 측정 오류와 계속되는 가뭄, 병해충과 연관된 고사율(beetle-associated mortality)로 인해 감소하였다. 사유림의 임목축적이 전체의 60%이고 연방정부에서 관리하는 국유림의 임목축적이 28%를 차지한다(표 26).

표 26. 소유구조별 임목축적 현황

단위: 백만m³

소유구조	침엽수림	활엽수림	합계
국유림	6,819	1,091	7,910
기타 공유림	1,977	1,466	3,443
사유림	7,077	9,469	16,546
합계	15,872	12,026	27,898

자료: Forest Resources of the United States(USDA, 2019)

임상에 따른 지역별 임목축적은 다음과 같다(그림 43. 그림 44). 남부 및 북부 지방의 침엽수림 임목축적은 1950년대 중반 이후 계속해서 증가 추세이다. 해당 지방의 활엽수림 임목축적 또한 임내에 남아있는 오래되고 큰 나무들로 인해 1950년대 중반 이후 계속 증가하고 있다. 남부지역 활엽수림 임목축적은 2017년에 5,918백만m³을 기록하였으며, 이는 1953년부터 과거 60년에 걸쳐 2,180백만m³ 대비 173%가 증가하였다. 반면에 로키산맥과 태평양 연안 지역은 전체에서 적은 비율을 차지하며, 2007년 이후 상당히 안정적으로 유지되고 있다. 남부지역의 천연림 1ha당 임목축적은 114.4m³이고, 인공림은 89.05m³이다.

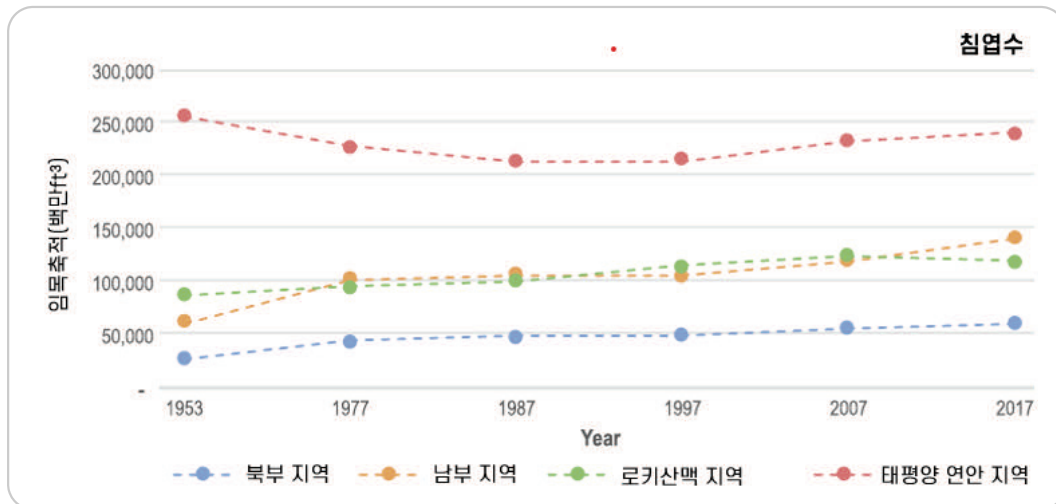


그림 43. 침엽수의 임목축적(1953-2017)

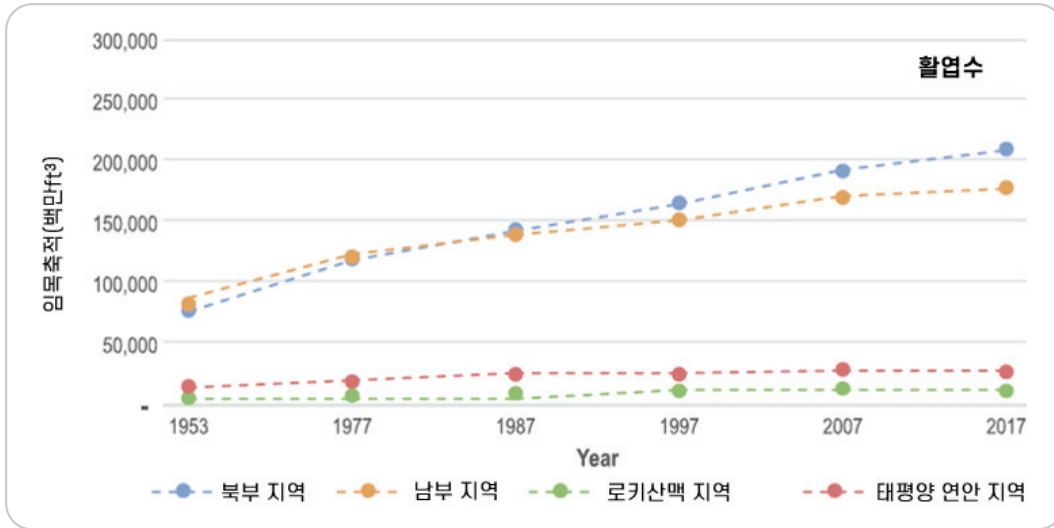


그림 44. 활엽수의 임목축적(1953-2017)

자료: Forest Resources of the United States(USDA, 2019)

### 마) 영급 분포

영급 분포가 지역에 따라 다르게 나타나는데 이는 지역에 따라 수종 구성이 다르기 때문이다(그림 45). 임령은 수고, 밀도, 축적, 바이오매스 등과 연관되어 산림의 구조와 기능에 중요한 지표가 된다. 따라서 이러한 관계는 영급이 지역별로 보고될 때 훨씬 중요한 정보를 제공한다.

전체 경제림(Timberland) 중 북부 권역은 주로 60년에서 79년생이 가장 많이 분포하며, 그에 비해 남부 권역은 0~19년의 어린 임목이 많다. 태평양 연안 권역은 비교적 영급 분포가 일정하며, 서쪽 지역의 태평양 연안과 로키산맥 권역은 100~149년의 장령림이 가장 많은 면적을 차지하고 있다(표 27).

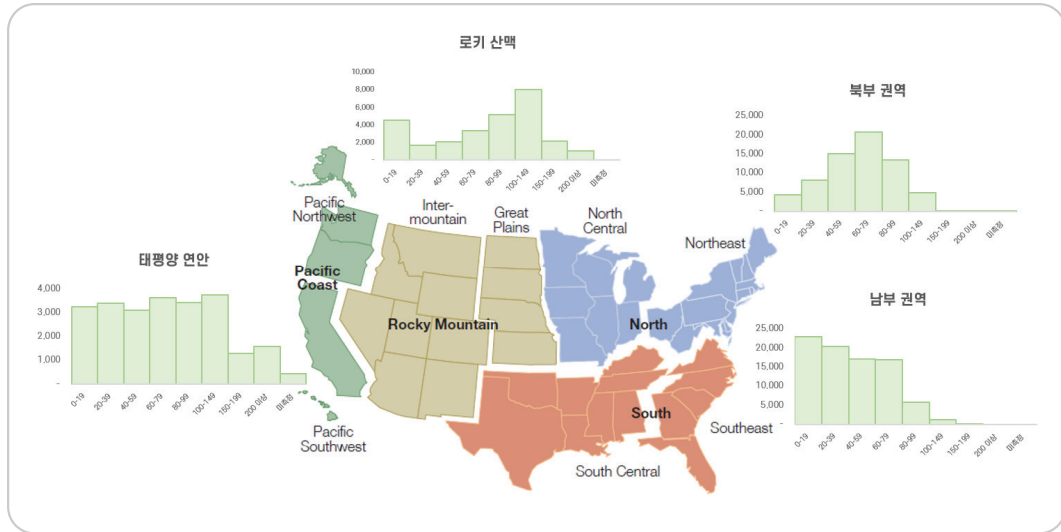


그림 45. 지역에 따른 영급 분포

자료: Forest Resources of the United States(USDA, 2019)

표 27. 지역에 따른 경제림(Timberland) 영급 분포

단위: 천ha

임령	동부		서부		알래스카
	북부	남부	로키 산맥	태평양 연안	
0-19	4,329	<b>22,841</b>	4,544	3,248	220
20-39	8,079	20,359	1,666	3,379	575
40-59	15,078	17,144	2,088	3,091	558
60-79	<b>20,777</b>	16,817	3,365	3,611	458
80-99	13,486	5,776	5,213	3,433	591
100-149	4,798	1,259	<b>8,060</b>	<b>3,751</b>	945
150-199	147	18	2,208	1,276	707
200 이상	14	-	1,044	1,567	<b>1,119</b>
미측정	25	-	-	435	87
총합	67,946	84,214	28,188	23,791	5,259

자료: Forest Resources of the United States(USDA, 2019)

## 바) 성장 특성

침엽수림의 총 연년생장량에서 인공림의 성장량(Growth)이 67%를 차지하고, 인공림의 벌채량(Removal)이 전체 벌채량의 82%를 차지한다. 인공림에서는 재적 대비 성장량이 약 10%정도이며, 이는 매년 10m<sup>3</sup>당 1m<sup>3</sup>의 성장량이 있는 것을 의미한다. 반면 천연림에서는 재적 대비 성장량이 3% 정도에 그친다. 인공림에서 재적 대비 벌채량의 비율은 약 7%이며, 천연림은 약 1%이다. 천연림보다 인공조림지에서 면적당 성장량과 수확량이 더 많은 것을 보여준다. 남부지역 인공조림지에서 목재생산의 효율성이 높은 것으로 나타났다.

표 28. 미국 남부지역의 산림 현황

단위: 천ha, 백만m<sup>3</sup>

구분	천연림					인공림				
	면적	재적	성장량	벌채량	고사율	면적	재적	성장량	벌채량	고사율
침엽수	13,338	1,940	82	20	17	16,753	1,718	169	91	9
활엽수	79,156	7,544	167	93	85	2,563	80	8	25	1
전체	88,963	9,490	249	119	103	19,507	1,798	178	118	10

자료: Forest Resources of the United States(USDA, 2019)

천연림과 인공림의 임분 구조는 차이가 있으며, 특히 직경 분포에서 다르게 나타난다. 침엽수 인공림의 입목 재적은 직경 크기 8~10인치(약 20~25cm) 사이에 가장 많이 분포하며 그 이후로 급격히 감소한다. 침엽수 인공림의 재적의 60%가 6~10인치(약 15~25cm) 직경이다. 천연림에서 침엽수의 입목 재적은 직경 등급 대부분에 걸쳐 분포하며, 14인치(약 35cm)에서 재적이 가장 높게 나타났다. 14인치 이상 직경에서 인공림은 침엽수의 재적이 22%만 남아있지만, 천연림의 경우 56%가 남아있다. 조림된 임분은 어린 연령에 생산을 목적으로 관리되는 반면 천연림은 관리되지 않을뿐더러 인공림만큼 집중적으로 관리되지 않아 직경 크기의 차이가 나타난다.

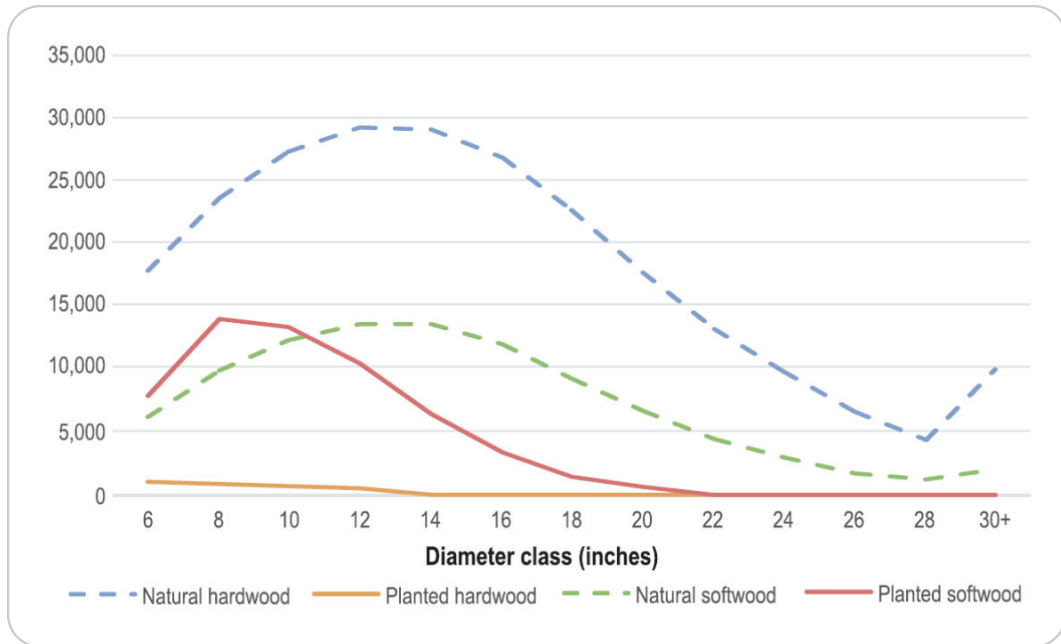


그림 46. Volume of all-live trees on southern forest (단위: ft³)

자료: Forest Resources of the United States(USDA, 2019)

### 3) 산림자원 관리

#### 가) 산림자원 조성 및 육성

목재생산이 가능한 경제림(Timberland)은 산림면적의 67%를 차지하고 있으며, 경제림은 천연림이 87%, 인공림이 13%로 구성된다. 1950년대와 1980년대 남부지역에서는 토양은행 프로그램(Soil bank program)의 영향으로 조림 면적이 급격히 증가하였다. 남부지역을 제외하고 오리건(Oregon) 및 워싱턴의 태평양 연안 지역의 조림 면적이 넓었으며, 주요 수종은 더글라스퍼(*Pseudotsuga menziesii*)이다. 경제림 중 지역별 조림 면적은 남부지방이 우드 바스켓(Wood basket)이라 불릴 정도로 가장 높은 비율(71%)을 나타낸다(그림 47). 남부지역 조림 수종은 Loblolly-Shortleaf pine(71%)이며, 이는 펄프와 제지 산업에 매우 중요하고 규격재와 합판에도 사용된다. FAO에 보고된 2015~2020년 사이 평균 재조림 면적(Reforestation)은 690천ha이다.

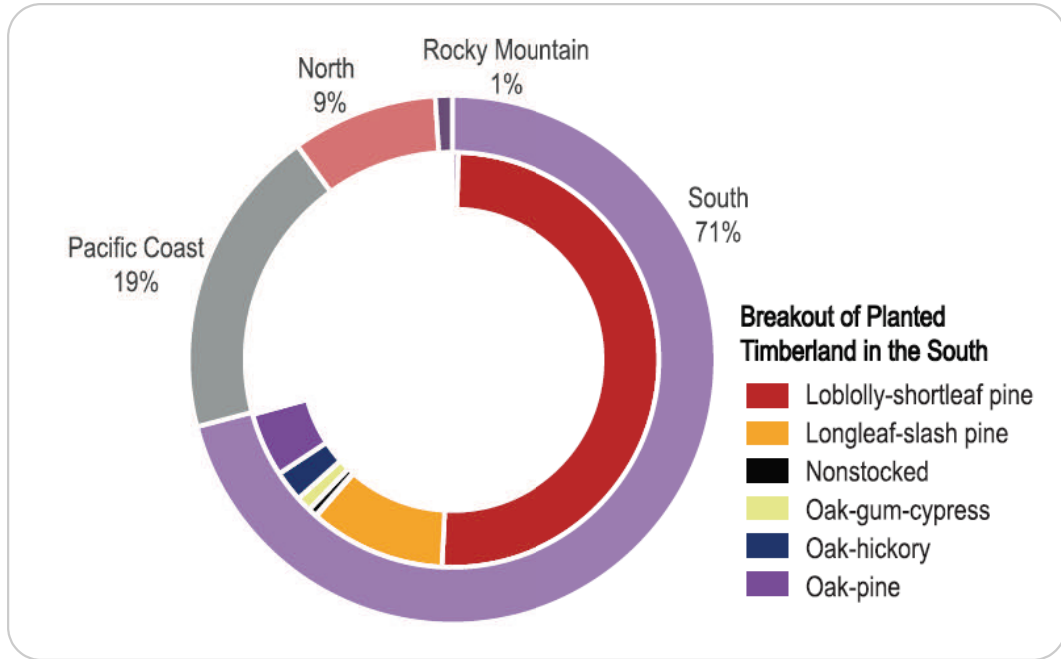


그림 47. 지역별 조림 현황 및 남부지방 조림 수종

자료: Forest Resources of the United States(USDA, 2019)

미국 산림청 숲가꾸기 관련 프로젝트 및 프로그램은 산림인증제(Forest Certification), 건강한 산림계획(Healthy Forest Initiative), 생태계 서비스 시장(Ecosystem Service Market), 통합자원복원프로그램(Integrated Resources Restoration Program) 등이 있다. 산림인증제(Forest Certification)는 산림의 관리 상태에 대한 공인된 모니터링을 받는 도구로, 국제산림관리협의회(Forest Stewardship Council; FSC)와 지속가능한 산림계획(Sustainable Forestry Initiative; SFI)이 5개 국유림 대상으로 적용 평가를 시행하고 있다. 유역관리나 지속가능한 생산 등 다양한 목적의 숲가꾸기를 할 경우 그 시행에 대한 객관적 모니터링을 실시하여 사업의 정당성을 확보할 수 있다. 건강한 산림계획(Healthy Initiative)은 건강한 산림복원법(the Healthy Forest Restoration Act)에 따라 시행되는 산불방지 프로그램으로 숲가꾸기를 통해 산림 내 연료의 수준을 적정 수준으로 낮추도록 관리 또는 수확하는 것이며, 수확된 목재의 활용 촉진에도 노력하면서 탄소배출을 막고 산불에 대응하고자 하는 것이다. 통합자원복원프로그램은 육상 및 수생 생태계의 통합적 관리와 회복 및 생태적으로 국유림을 지속가능하게 관리하기 위하여 필요한 유역을 통합 관리하는 프로그램이다. 유역적·경관적 차원의 기후변화, 재난적 산불, 각종 재

일  
본

독  
일

미  
국

오  
스  
트  
리  
아

뉴  
질  
랜드

해 및 외래침입종에 대응하는 것이다.

미국 동부의 대표적인 조림수종인 테다소나무(*Pinus taeda*)는 매년 300,000ha를 벌채하고 있으며 제재목이나 펄프재로 이용된다. 제재목 또는 펄프재 등 용도에 따라 다른 조림본수 및 육성체계를 적용하고 있다. 제재목으로 육성해도 50년생 미만에서 수확하며, 36년을 키웠을 때 ha당 340~409m<sup>3</sup>의 목재를 생산할 수 있다. 평균 연년생장량은 플로리다(Florida)에서 13.9m<sup>3</sup>, 조지아(Georgia) 주에서는 25.2m<sup>3</sup>이다.

미국 서북부(Oregon 및 Washington 주)의 대표적인 조림수종인 더글라스퍼(*Pseudotsuga menziesii*)는 2-0(파종상에서 2년)묘목 또는 1+1(파종상에서 1년 + 이식 후 1년)묘목을 ha당 1,044본(435본/acre, 10×10ft)을 식재한다. 고급재 생산을 위해 무육간벌(Pre-commercial thinning) 및 수확간벌(Commercial thinning)을 통해 ha당 480본(200본/acre)으로 낮추고 수령 40~50년일 때 수확하는 것이 일반적인 육성시스템이다. 평균 연년생장량은 일반적으로 ha당 13m<sup>3</sup>이며, 잘 관리된 임분은 17~20m<sup>3</sup>이다.

미국 수자원의 50% 이상이 산림에서 생성된다. 따라서 산림자원관리는 수자원의 관리 측면에서 중요하게 보고 있다. 미국에서 수계지역 산림자원의 벌채 및 육성에 관한 가이드라인 제공을 위해 최적관리기법(Forest Best Management Practices: BMPs)을 작성하여 보급하고 있다. 또한, 산림 내 연료량의 증가로 인해 최근 대형 산불 발생이 빈번해 지면서 산불피해 저감을 위한 숲가꾸기를 대대적으로 시행하고 있다.

## 나) 벌채량

벌채는 연간 약 4백만ha가 이루어지며 전체 면적의 61%는 택벌(Selective harvesting), 나머지 39%는 개별(Clear cutting)을 진행하였다. 개별은 주로 재조성을 위해 햇빛이 필요한 남부 및 북부 지역의 관리된 조림지에서 시행되고 있다. 최근 불경기로 인해 전체 벌채가 20% 정도 경감되었으며 개별보다는 주로 택벌을 하는 것으로 이동하고 있다.

북부 지역은 주로 활엽수가 분포하는 지역이며, 그 외 지역은 침엽수가 지배적이다. 북부 지역의 활엽수 벌채량(Removals)은 1952년에서 1986년까지 증가하였으며, 1986년을 기점으로 감소하였다. 이와 유사하게 태평양 연안과 로키산맥 지역에서 침엽수의 벌채량이 1986년을 기점으로 증가하였다가 감소하는 경향을 보였다. 남부지역은 침엽수 벌채량이 2006년에 가장 많았으며, 2006년부터 2011년까지는 모든 지역에서 벌채량이 감소하였다.



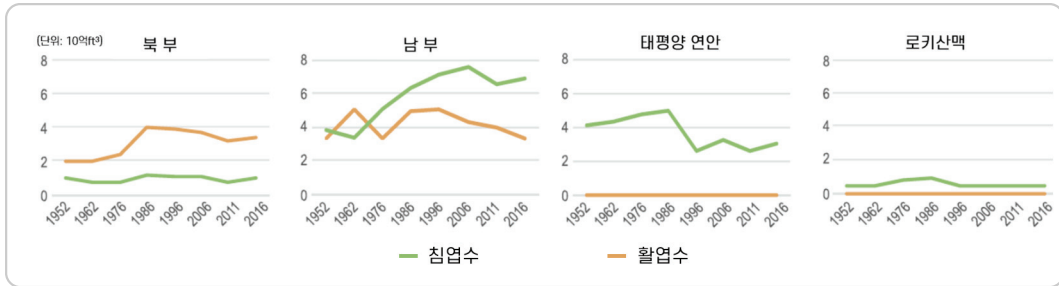


그림 48. 지역별·임상별 벌채량 추이

자료: Forest Resources of the United States(USDA, 2019)

### 다) 임도 및 임업기계

임도는 산림 소유구조에 따라 관리된다. 미국 산림청이 관리하는 토지를 지나거나 혹은 국유림에 관련된 임도는 크게 등록된 임도(Classified roads)와 파악이 되지 않은 미등록 임도(Unclassified roads)로 구분되며, 등록된 임도는 다시 (1) 산림청 관할 국유 임도(National forest system roads or forest development roads), (2) 공공임도(Public roads, 고속도로, 주, 시, 군 등의 도로), (3) 사유임도(Private roads) 등으로 구분된다. 이 중 약 841,000km의 임도가 산림청이 관리하는 지역을 지나며, 621,000km가 국유임도, 공공임도는 약 88,000km, 사유임도는 약 36,000km, 파악이 되지 않은 미등록 임도가 약 97,000km 정도이다. 이러한 임도 연장에 따른 임도밀도는 약 9.5m/ha로 우리나라 임도 밀도의 3배 이상에 이른다.

임도 중 국유 임도는 관리등급(Maintenance level)에 따라 1~5등급으로 구분하여 관리한다.

- 관리 1등급: 1년 이상 폐쇄된 임도로서 때에 따라 적절한 관리하에 간헐적인 사용이 가능하나, 폐쇄된 상태에서는 차량의 통행이 금지되며, 도보 혹은 비차량의 이용만 가능
- 관리 2등급: 비포장용 차량의 통행이 가능한 임도로서 차량 통행이 잦지 않으며 주요 야외 휴양활동의 접근도로 이용
- 관리 3등급: 일반 승용차가 통과할 수 있는 임도지만, 도로 관리시 운전자의 편의나 안락함이 고려되지 않으며, 일반적으로 1차선의 비포장도로로 저속으로 운행하는 임도가 해당

- 관리 4등급: 차량 운전자의 편의와 적당한 속도를 제공하도록 관리되는 임도로서 부분적으로 1차선 비포장 임도를 포함하나 대부분 양방향의 자갈 포장 임도가 해당
- 관리 5등급: 가장 높은 수준의 임도 관리등급이며, 운전자의 편의와 안락함을 제공하는 임도로서 일반적인 양방향의 포장 임도가 해당

수확 절차에 따라 다음과 같은 임업기계가 사용되고 있다.

- 벌목: 체인톱, 펠러번처, 펠링헤드, 하베스터, 나무파쇄기(멀처), Tethered logging system
- 집재: 스키더, 포워더, 케이블, 헬리콥터
- 가공: 디림버(Delimiters), 파쇄기(Chippers)
- 적재: 적재기(Log loaders)
- 운송: 원목 운송(Log transport), 칩 운송(Chip transport)

#### 4) 산림자원 이용

##### 가) 목재 생산

미국의 임업은 전 세계 목재생산의 17%를 차지하며, 2016년 기준 총생산량은 약 410백만 $m^3$ 이다. 용도에 따른 생산량의 동향은 다음과 같다(그림 49). 1952년부터 2011년까지 제재목 생산은 다른 분야보다 높은 수치를 나타내었으나 2016년 이후 펄프재 및 복합재가 제재목 생산량을 초과하였다. 2006년에서 2011년 사이 경기 후퇴로 인한 제재목 생산의 감소는 부분적으로 회복되고 있으며, 2016년 기준 제재목 생산은 2006년 생산 대비 76%를 달성하였다. 펄프재 및 복합재 생산은 2016년 기준 약 16만 $m^3$ 이며, 연료재 생산은 2006년 이후로 꾸준히 증가하고 있다. 합판용 원목(Veneer log)의 생산은 1986년 이후 감소 추세이며 2016년 기준 약 2만 $m^3$ 이다.

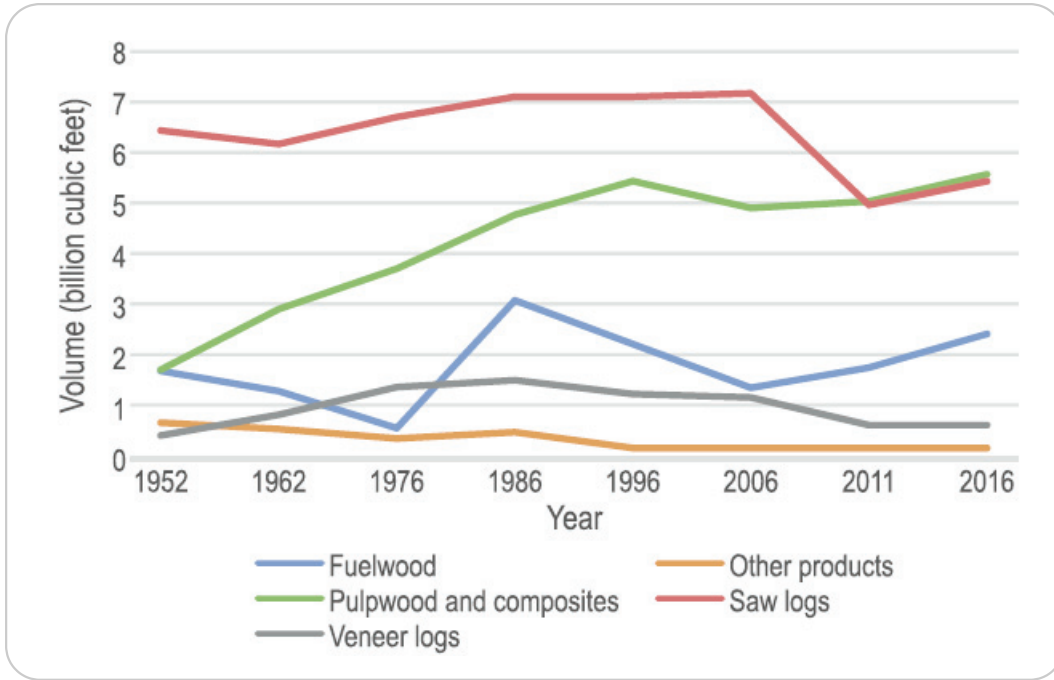


그림 49. 주요 임업생산물 추이(1952-2016)

자료: Forest Resources of the United States(USDA, 2019)

표 29. 생산물 동향(2016)

단위: 1000m³

구분	침엽수	활엽수	합계
제재목(Saw logs)	115,385	40,954	156,338
단판용 원목(Veneer logs)	16,719	1,961	18,680
펄프재(Pulpwood)	94,962	43,874	138,836
복합재(Composite products)	8,104	5,066	13,170
연료재(Fuelwood)	31,329	31,040	62,369
건축재(Posts, poles, and pilings)	2,700	60	2,760
기타 종류(Miscellaneous products)	13,598	4,267	17,865
합계	282,797	127,222	410,019

자료: Forest Resources of the United States(USDA, 2019)

일본

독일

미국

오스트리아

뉴질랜드

## 5) 산림자원관리 전략 및 정책

### 가) 국가산림자원관리 전략

미국 농림부(United States Department of Agriculture, USDA)는 전략계획(2018~2022)을 수립하고 7개의 전략 목표를 설정하였다. 이 중 ‘전략 6: 생산성 있고 지속 가능한 국가 산림지 확보(Ensure productive and sustainable use of our national forest system lands)’에서 목재생산에 대한 목표를 제시하였다. 2019년에 미국은 약 772만m<sup>3</sup>(32.7억 board feet)의 원목을 판매하였고, 원목 판매 목표치를 2021년 약 944만m<sup>3</sup>(40억 board feet), 2021년에는 약 1,180만m<sup>3</sup>(50억 board feet)로 설정하였다. 목표치는 계속해서 증가하고 있으며 이는 미국의 산림 및 토지의 조건을 향상하고 화재 위험을 감소할 수 있는 활발한 경영을 촉진하기 위함이다.

미국 산림청은 국가 전체 산림자원의 경영목적에 제시한 5년간의 전략계획을 수립하고 있다. 산림청 전략계획은 우리나라의 산림기본계획에 해당하는 국가 단위 산림계획으로 미국 산림청의 임무, 목적, 목표 및 이를 달성하는 수단과 전략 등을 담고 있다. 산림청 전략계획(2015~2020)의 임무는 현재와 미래세대의 요구에 맞도록 국가 산림과 초지의 건강, 다양성 및 생산성을 유지하는 것이다. 전략 목적은 크게 세 가지로 ①국가 산림 및 초지의 지속, ②대중에게 혜택 제공, ③국제적으로 지식 적용이며, 이 목적에 따라 하위 목표를 설정하고 있다(표 30).

표 30. 산림청의 전략계획 2015~2020 목표 및 기본방침

전략 목표	기본 방침
① 국유림 및 초지의 지속	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기후변화 완화를 위한 저항성과 적응력이 높은 생태계 육성</li> <li>○ 산불 위험 완화</li> <li>○ 개활지(Open space) 보전</li> </ul>
② 국민에게 다양한 혜택 제공	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 풍부하고 깨끗한 물 제공</li> <li>○ 공동체 강화</li> <li>○ 야외활동과의 연계</li> </ul>
③ 지식의 지구적 적용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 지식 증진</li> <li>○ 기술과 적용(applications)의 전달</li> <li>○ 자연 자원 전문성 교류</li> </ul>

자료: USDA Forest Service Strategic Plan: FY2015-2020(USDA, 2015)

## 나) 탄소중립

미국은 2016년 탈탄소 전략(Mid-century strategy for deep decarbonization)을 발표하고 이를 장기 저탄소 발전전략(LEDs)으로 채택하였다. 미국은 2050년까지 2005년 대비 80% 이상 감축을 목표로 하고 있으며, 에너지를 비롯한 농지, 습지, 산림지 등 토지로부터 발생하는 탄소를 줄이기 위한 전략을 수립하였다. 장기 전략은 크게 1) 저탄소 에너지 시스템 전환(Transform to a low-carbon energy system), 2) 산림, 토양, 이산화탄소 제거 기술을 통한 탄소 격리(Sequester carbon through forests, soils, and CO<sub>2</sub> removal technologies), 3) Non-CO<sub>2</sub> 배출량 저감(Reduce Non-CO<sub>2</sub> emissions)의 세 가지 우선순위로 구분되어 있으며, 산림 분야는 2) 산림, 토양, 이산화탄소 제거 기술을 통한 탄소 격리(Sequester carbon through forests, soils, and CO<sub>2</sub> removal technologies)에 포함되어 있다.

산림은 미국의 탄소 흡수량의 90% 이상을 차지할 정도로 중요하며, 이에 대한 활동으로는 조림 및 재조림, 산림으로부터 토지전용 방지, 개선된 산림경영, 자연적 교란의 회복력 강화, 목제품 사용 등이 있다.

2050년까지 목표를 달성하기 위한 순산림증가량은 약 2천만ha 정도가 필요하다고 추정하고 있다. 2035년 이전에 조림된 나무가 2035년 이후에 조림된 나무보다 더 많은 탄소를 저장하고 격리할 수 있으므로 2050년까지 탄소 저감 효과를 위해서는 조림을 위한 노력이 신속하게 시작되어야 한다고 언급한다. 이를 위해 2035년까지 매년 약 1백만ha의 산림면적 확대가 동반되어야 한다. Agricultural conservation program, Conservation reserve program, Forest legacy program, Forward-looking building blocks 등 기존에 농림부(USDA)에서 조림 및 산림 보전을 위해 진행되고 있는 프로그램들은 이러한 협력과 노력에 중요한 기반이 되고 있다.

개선된 산림경영(Improved Forest Management: IFM)은 벌채 후 재조림, 밀식으로 조림, 생장을 높이기 위한 비료와 관개시설 증가, 빠르게 자라는 수종의 사용 등의 활동을 포함한다. 또한, 벌채 시기와 강도를 조절하는 것도 산림 탄소 흡수를 위한 도구가 될 수 있다.

수확된 목제품(Harvested Wood Products: HWP)은 탄소집약적인 강철, 콘크리트 등을 대신하여 순탄소 배출량 감소에 도움을 주고, CLT, 기타 목재가 10층 이상의 고층 목조건물을 건축하는데 사용될 수 있다. 농림부(USDA)는 매년 기술적 지원을 통해 목조 건축물의 수를 2015년 기준 440개에서 2025년에는 900개로 증가하는 것을 목표로 설정하였다.

일  
본독  
일미  
국오  
스트  
러  
리아뉴  
질  
랜드

참 고 문 헌

- 가. 강원발전연구원. 임도의 자원가치 제고방안. pp.23~24.
- 나. 산림청. 2019. 미국의 사유림경영 인센티브 시스템 연구. pp.21~25.
- 다. 한국건설기술연구원. 2005. 임도의 효율적 유지관리를 위한 공간정보 활용기술 개발. pp. 9~11.
- 라. 한국행정연구원. 2013. 글로벌 산림환경 및 산림행정 수요변화에 따른 산림청의 선도적 역할모델 정립방안에 관한 연구. pp.42~44.
- 마. Cheryl Talbert and David Marshall. 2005. Plantation productivity in the Douglas-fir Region under intensive silvicultural practices: result from research and operation Journal of Forestry. March. pp.65~69.
- 바. FAO. 2020. Global Forest Resources Assessment 2020. United States of America. pp.155.
- 사. Hakjun Rhee. 2017. Comparison of forest road status and policies between Korea and United States. Korean Journal of Agricultural Science, 44(4), 504-512.
- 아. H. Michael Rauscher and Kurt Johnsen. 2004. Southern forest science: past, present, and future. Ge. Tech. Rep. SRS-75. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. pp.394.
- 자. The White House. 2016. United States Mid-Century Strategy for Deep Decarbonization. pp.70~75.
- 차. USDA(United states department of Agriculture). 2014. U.S. Forest Resource Facts and Historical Trends. pp.38~41.
- 카. USDA(United states department of Agriculture). 2015. USDA Forest Service Strategic Plan: FY2015-2020. pp.7~31.
- 타. USDA(United states department of Agriculture). 2018. USDA Strategic Plan 2018~2022. pp.45~51.
- 파. USDA(United states department of Agriculture). 2019. Forest Resources of the United States, 2017. pp.4~45.
- 하. Watson, J.V., Liang, J., Tobin, P.C. et al. 2015. Large-scale forest inventories of the United States and China reveal positive effects of biodiversity on productivity. Forest Ecosystems, 2(1), 1~16.
- 가. USDA. 2021. *Pinus Taeda*,  
<https://www.fs.fed.us/database/feis/plants/tree/pintaе/all.html>
- 냐. National Association of State Forests. 2021.  
<https://www.stateforesters.org/bmps/>

## 라 오스트리아

### 1) 기후 및 식생

오스트리아는 유럽 중부에 위치하고 국토면적은 83,879km<sup>2</sup>로 남한 면적의 80% 정도이며, 독일, 체코, 헝가리 등 7개 국가와 국경을 접하고 있다. 국토 대부분이 알프스산맥 내에 있는 산악지역이다. 해양성 기후 영향으로 4계절이 있으나 겨울은 얼음이 얼 정도로 기온이 떨어지며, 강수는 5~9월 사이에 집중된다(표 31). 식생은 알프스 고지대에는 독일가문비(*Picea abies*)가 우점하고 저지대에는 유럽너도밤나무(*Fagus sylvatica*), 유럽참나무(*Quercus robur*)등이 우점하고 있다

표 31. 비엔나 기후

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	연중
기온(°C)	0.3	1.5	5.7	10.7	15.7	18.7	20.8	20.2	15.4	10.2	5.1	1.1	9.3
강수량(mm)	38	30	51	45	69	70	70	72	61	38	49	48	651

자료: Wikipedia Vienna(Google 2021)

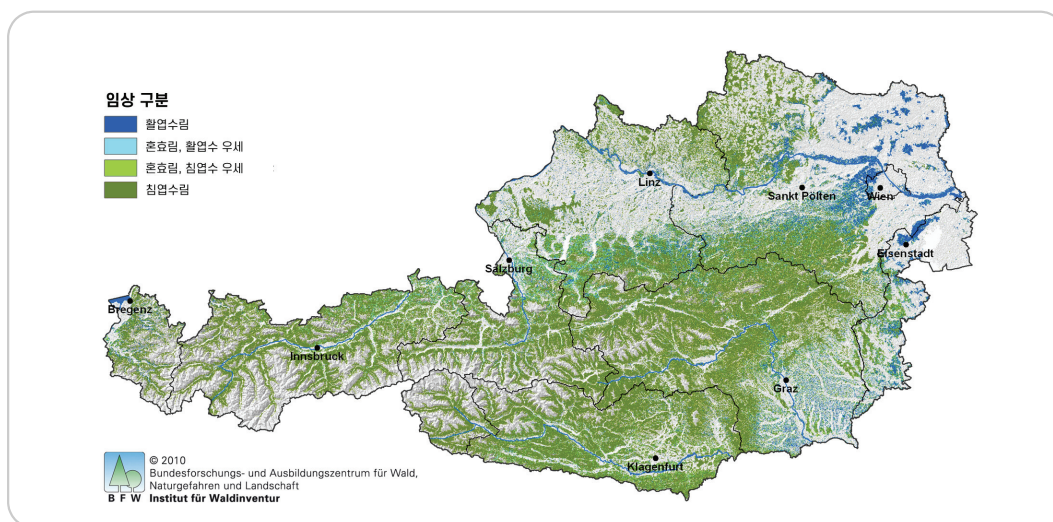


그림 50. 오스트리아의 임상 구분

자료: Austria Forest Inventory

## 2) 산림자원 현황

### 가) 산림면적 및 소유구조

오스트리아의 산림면적은 4백만ha로 국토면적의 47.9%에 달한다. 산림의 소유구조는 사유림이 전체 산림면적의 82%인 약 3백만ha로 14만 5천 명이 소유하고 있다(그림 51). 산림의 42.8%인 1,671천ha가 인공림이며, 57.2%인 2,227천ha가 천연림이다. 전체 산림 면적에서 200ha 이하의 사유림 면적이 54%를 차지하며, 200~1,000ha는 10%, 1,000ha 이상이 18%이다. 나머지 18%는 국공유림이다(국유림은 15%). 국유림은 1997년부터 주식회사 오스트리아 Bundesforst(Federal Forests)에 위탁하여 경영하고 있다.

오스트리아 Bundesforst는 국유림을 통한 목재생산 및 공급뿐만 아니라, 국유 토지관리, 국유지 내 휴양객 관리, 국립공원 관리, 산림 바이오매스 및 풍력 발전소 운영 등에 관여하고 있다. 2018년 기준 12개 분야에 1,003명이 종사하고 있다.

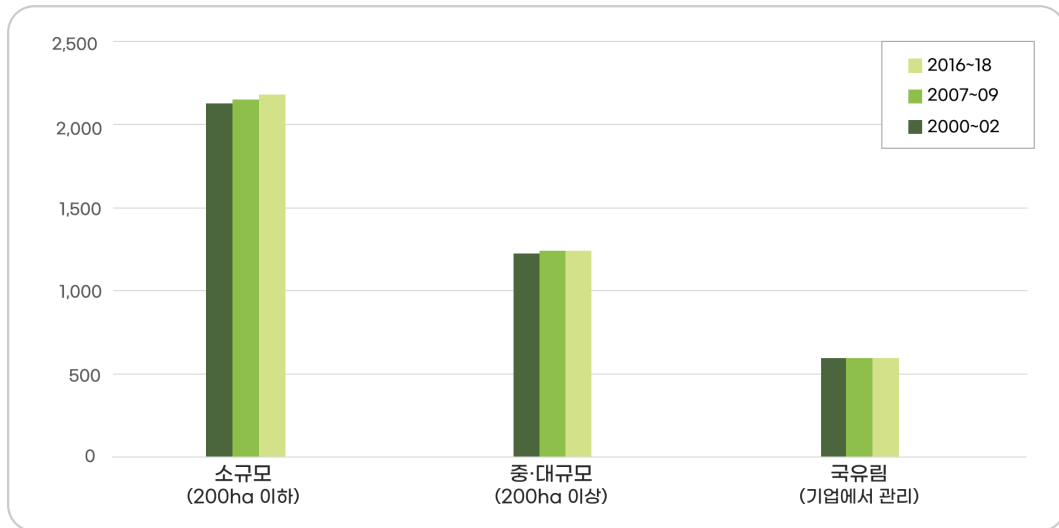


그림 51. 소유구조에 따른 산림면적(단위: 1,000ha)

자료 : Zwischenauswertung der ÖWI 2016/2018(Bundesforschungszentrum für Wald, 2019a)



## 나) 주요 수종

독일가문비나무(*Picea abies*)는 오스트리아 산림의 49.2%를 구성하고 있으며 가장 일반적인 침엽수다. 다음으로 흔한 침엽수종은 유럽잎갈나무(*Larix decidua*) 4.4%, 구주적송(*Pinus sylvestris*) 4.1%, 전나무(*Abies alba*) 2.5%이다. 독일가문비나무는 일반적으로 건축재로 많이 쓰이며, 유럽너도밤나무(*Fagus silvatica*)는 주로 내장재로 쓰인다. 활엽수는 유럽너도밤나무 10.2%, 유럽참나무(*Quercus robur*) 2.1%를 차지한다(그림 52). 최근 수종의 변화 경향을 보면 침엽수는 감소하고 활엽수는 증가하는 추세이다.

- 1) 재질이 단단한 활엽수: 서어나무류, 물푸레나무류, 단풍나무류, 느릅나무류. 스페인 밤나무류, 아까시나무류
- 2) 재질이 연한 활엽수: 자작나무류, 오리나무류, 피나무류, 사시나무류, 포플러류 등

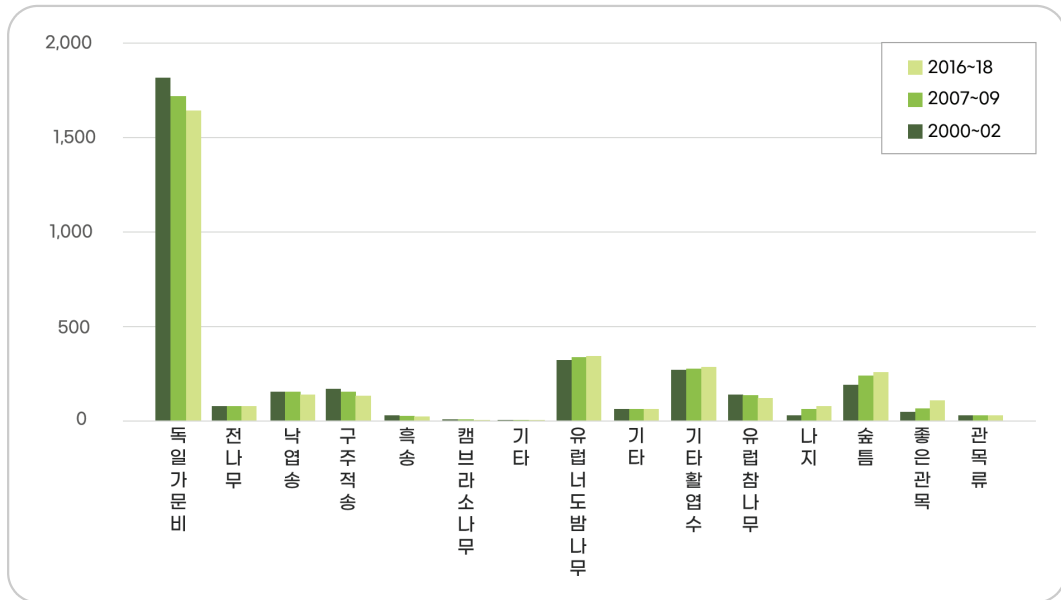


그림 52. 수종별 점유면적(단위: 1,000ha)

자료 : Zwischenauswertung der ÖWI 2016/2018(Bundesforschungszentrum für Wald, 2019a)

### 다) 영급 분포

오스트리아의 영급 구성은 다른 유럽 국가에 비해 젊은 편이다. 21~40년 산림이 19.4%로 가장 많다. 다음으로 41~60년생이 17.1%, 1~20년생이 12.9%, 61~80년생이 11.1%다. 80년 이상은 25%이다(그림 53). 1~140년생의 전체적인 분포를 보면 60년생 미만이 주로 인공림에서 분포하고 있어 적극적인 산림경영이 이루어지고 있음을 보여주고 있다.

2000~02년 자료와 2016~18년 자료를 비교해 보면 임령이 20~41년 된 임분면적은 감소하고 41~60년 된 면적은 증가하고 있다. 또한, 1~20년의 임분면적은 감소하고 있는데 이는 적극적인 산림조성이 이루어지지 않고 있음을 보여준다(그림 53). 100년 이상 된 산림면적은 일정한 면적을 유지하고 있어 1~100년 사이에 산림면적의 변동이 심한 것으로 보이며, 이는 적극적인 산림경영의 결과인 것으로 사료된다.

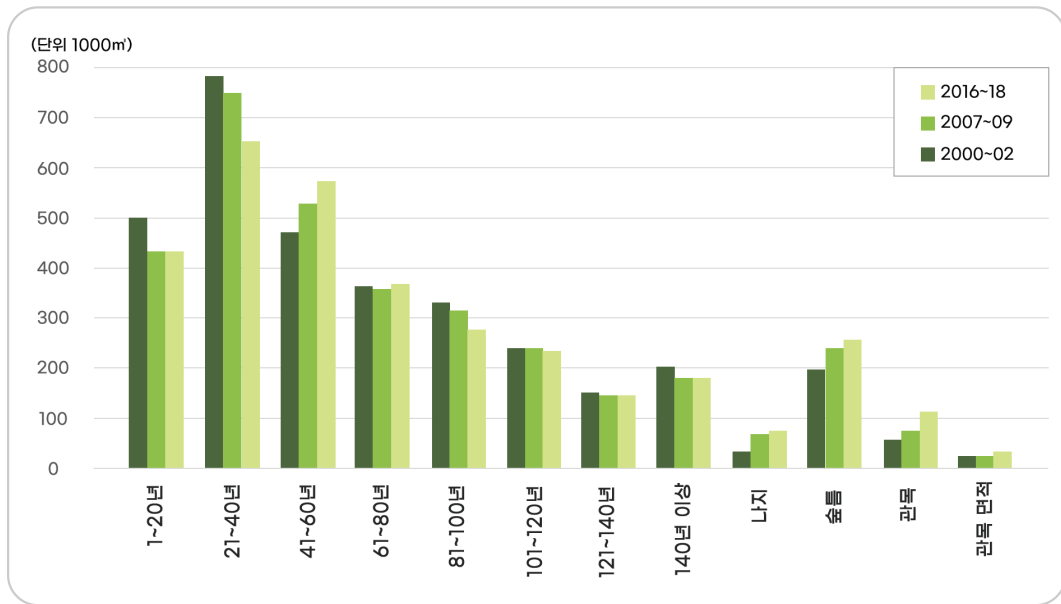


그림 53. 영급별 면적(단위: 1,000ha)

자료 : Zwischenbewertung der ÖWI 2016/2018(Bundesforschungszentrum für Wald, 2019a)

### 라) 임목축적

오스트리아의 총 임목축적은 1,174백만 $m^3$ 으로, ha당 임목축적은 351 $m^3$ 이며, 이는 유럽에서 독일, 스위스와 함께 가장 높은 수준이다. ha당 연간생장량은 8.9 $m^3$ 로 독일보다는 낮으나 우리나라의 2배가량 된다. 수종별 임목축적은 독일가문비나무가 708.3백만 $m^3$ 로 60.4%를 차지하고 있으며, 유럽너도밤나무가 117.9백만 $m^3$ , 유럽낙엽송 77.5백만 $m^3$ , 구주적송 72.2백만 $m^3$ , 유럽참나무가 117.7백만 $m^3$ 이다. 소유 구조에 따른 축적의 분포는 200ha 미만을 소유하고 있는 사유림이 603백만 $m^3$ (63.8%)로 가장 많고, 1,000ha 이상이 325백만 $m^3$ (15.2%)이며, 국유림은 277백만 $m^3$ (11.1%)을 차지하고 있다.

영급별 임목축적은 영급별 면적과는 다른 모습을 보인다(그림 54). 영급별 면적은 21~40년생이 가장 많이 분포하고 있지만, 축적은 41~60년생이 231백만 $m^3$ (19.7%)로 가장 많다. 61~80년 195백만 $m^3$ , 81~100년 170백만 $m^3$ 로 큰 차이를 보이지 않고 있다. 이는 영급에 따라 부피가 늘어나기 때문이다.

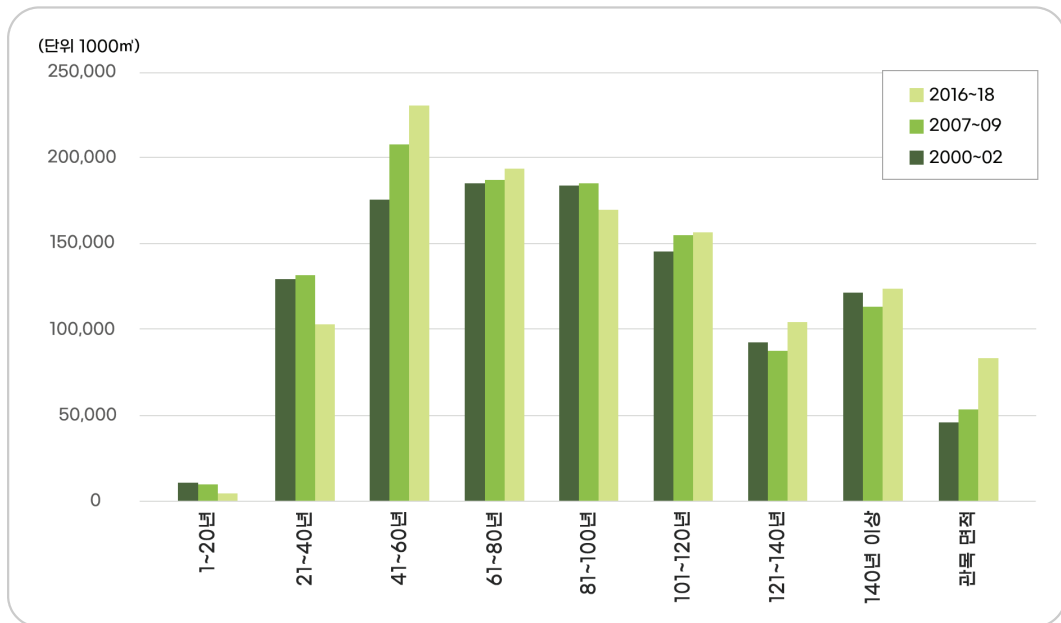


그림 54. 영급별 임목축적(단위: 1,000 $m^3$ )

자료 : Zwischenauswertung der ÖWI 2016/2018(Bundforschungszentrum für Wald, 2019a)

## 마) 기능 구분

오스트리아는 산림기능을 4개로 구분하고 있다. 서쪽은 알프스산맥이 있는 산악 지방으로 대부분 보호구역으로 지정되어 있으며, 동쪽은 해발이 낮아 인구밀도가 높고 거주지, 농지, 경제적으로 이용할 수 있는 산림 등으로 구성되어 있다. 대부분 산림은 몇 개의 기능을 중복해서 갖고 있다. 60% 이상의 산림은 경제림으로 구분되며 대부분 동쪽에 위치하고 복지와 휴식 기능도 함께 제공한다.

오스트리아 산림의 30%에 달하는 125만ha가 보호림으로 지정되어 있으며, 이 면적은 국가의 모든 거주지역의 면적과 같다. 복지 숲(Beneficial function)은 기후와 공기, 물 정화에 긍정적으로 기여하는 산림으로 6.98%이며, 휴양 기능 숲(Recreational function)은 1.26%이다(그림 55). 시민들을 위하여 산림기능구분도를 포함한 산림경영계획도를 공개하고 있는데 [www.waldentwicklungsplan.at](http://www.waldentwicklungsplan.at)와 [www.schutzwald.at](http://www.schutzwald.at)(German only)에서 확인할 수 있다.

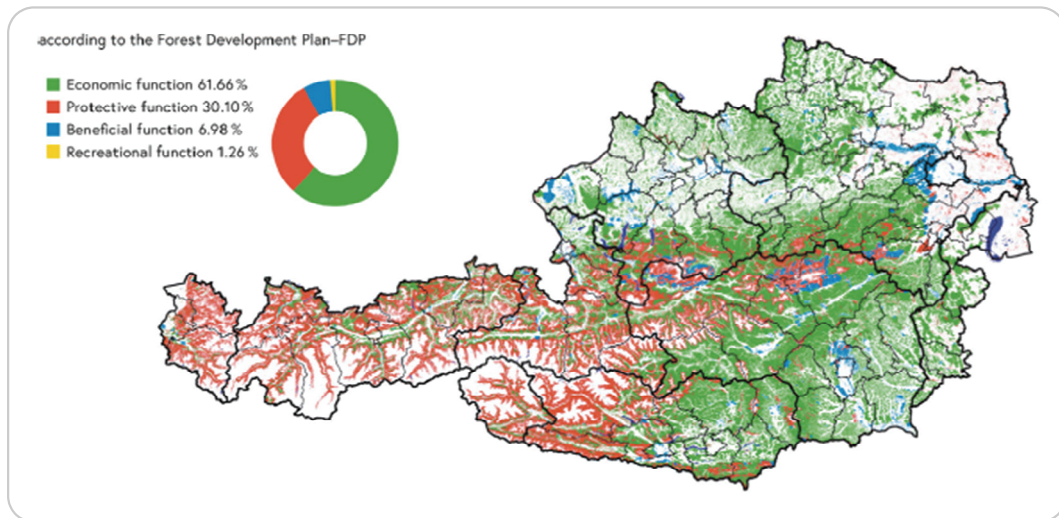


그림 55. 산림기능 구분

자료: Data, Facts and Figures 2019/2020(Federal Ministry for Sustainability and Tourism, 2020)

## 바) 자연도 등급 구분

오스트리아는 자체적인 산림의 자연도 등급을 구분하는 방법을 개발하여 평가하고 있다. Hemerobie 등급에 따라 구분하는 이 방법은 Grabherr 등에 의해 개발된 것으로 원식생에서 인간의 간섭 정도를 1~9등급까지 평가를 한다. 1등급은 인공림, 9등급은 간섭이 없는 천연림으로 간섭 정도가 강하면 등급이 낮아진다. 국가산림조사(2016~2018)에서 천연림은 3%, 단순 인공림 7%이었으며, '약하게 변형된 산림(Moderately altered)'이 41%로 가장 넓은 면적을 차지하고 있다(그림 56). 가장 넓은 면적으로 차지하고 있는 '약하게 변형된 산림(Moderately altered)'은 잠재식생으로 구성되어 있지만 경제적인 목적으로 이용된 적이 있는 산림이다.

3%의 Natural과 22%의 SeminatURAL에 속하는 산림은 알프스 안쪽(Inner Alps)과 북·남쪽의 석회암 알프스(Limestone Alps)에 주로 분포한다. 27%를 차지하는 변형된 산림(Altered)과 7%의 인공림(Artificial)은 집약적인 경제림으로 사용되어 종 구성이 원식생을 반영하지 못하고 있는 산림이다. 전체적으로 보면 오스트리아 산림은 자연도가 높지만 원시림은 적은 면적으로 분포하고 있음을 보여준다.

표 32. 자연도 등급 구분

Hemerobie 값	Hemerobie 등급	자연도 등급
9	ahemerob	Natural
8	$\gamma$ -oligohemerob	SeminatURAL
7	$\beta$ -mesohemero	
6	a-oligohemerob	Moderately altered
5	$\beta$ -mesohemero	
4	a-mosoheemorob	Altered
3	$\beta$ -euhemerob	
2	a-euhemerob	Artificial
1	polyhemerob	

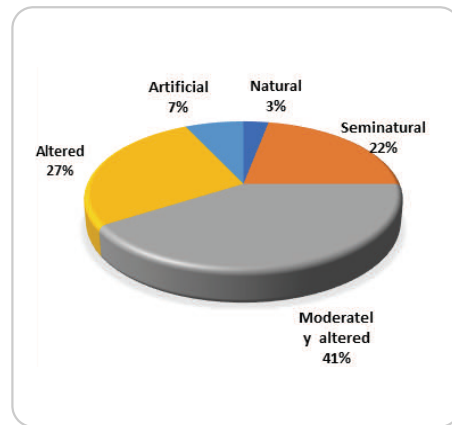


그림 56. 자연도 등급 분포

자료 : Wie natürlich ist der Wald Österreich?(Koch G. und Grabber G., 1998)

### 사) 탄소 고정

약 4백만ha의 오스트리아 산림은 985백만 톤의 이산화탄소를 토양과 생체(Biomass)에서 저장한다(2019년 기준). 수목의 고사와 분해로 이산화탄소는 다시 대기 중으로 방출되지만, 산림이 갱신하여 자라면 다시 흡수된다. 산림경영은 이산화탄소 흡수를 증가시키는 것으로 알려져 있다. 수확된 목재는 목제품으로 이용되면서 이산화탄소를 저장하고, 새로 자라는 나무는 새롭게 흡수하기 때문이다. 산림 내에 생물다양성을 높이고, 기후변화에 대한 적응성을 강화하는 것이 이산화탄소 흡수를 안정적으로 늘리는 방법이다.

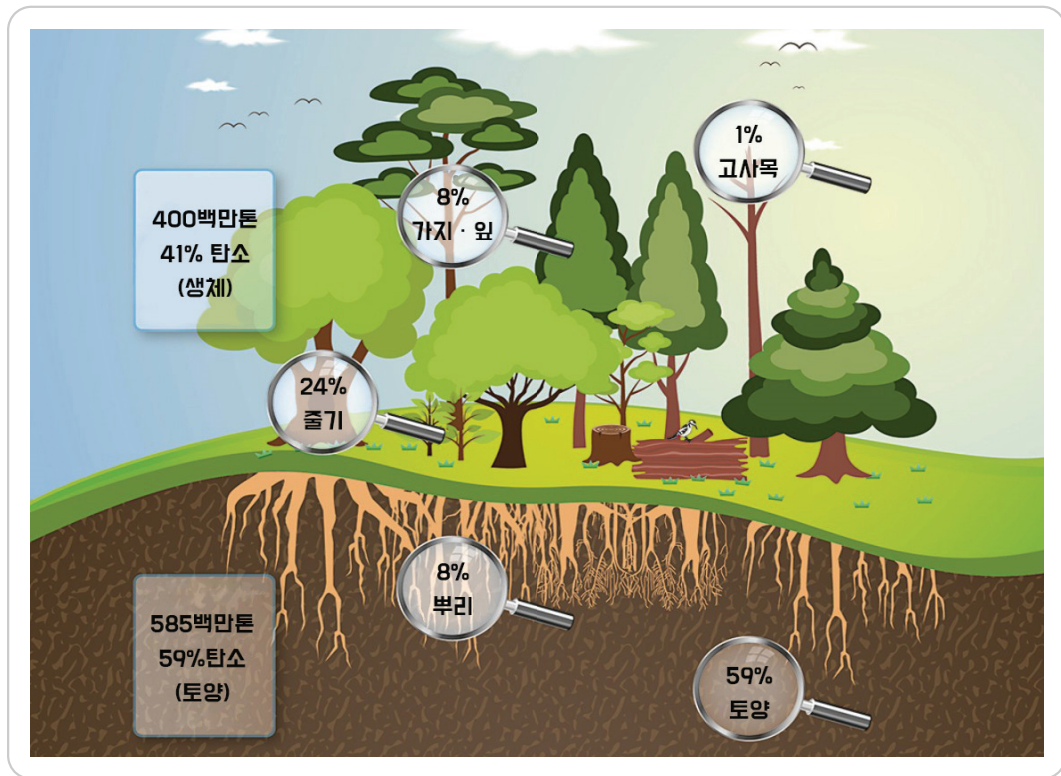


그림 57. 산림의 탄소 저장량(2019)

자료: Klimafitter-wald(Bundesministerium Landwirtschaft, Regionen und Tourismus, 2021)

### 아) 보호구역

오스트리아는 1993년 헬싱키에서 개최된 산림보호를 위한 장관회의에서 결정된 천연림 보호구역 네트워크(Network of national Forest Reserves, NFR)에 참여하고 있다. NFR은 주로 천연림의 생태적 발달 과정을 모니터링하고 있다. 보호구역으로 지정되면 경제적 이용, 고사목 이동, 조림 등의 행위가 제한된다. 오스트리아에는 118개의 산림 군락이 있는 것으로 알려져 있는데, 이 군락을 대표하는 곳을 선정하여 산림연구소에서 모니터링하고 있다. 1995년부터 시작되어 이 프로젝트에 현재 192개 NFR에 8,355ha의 산림이 보호구역으로 지정되어 있다(그림 58).

오스트리아에서는 현재 6개의 국립공원이 지정되어 있는데 국토면적의 3%에 해당한다. 국립공원은 생태계보호, 학술연구, 교육, 자연체험 등의 목적으로 활용되고 있다.

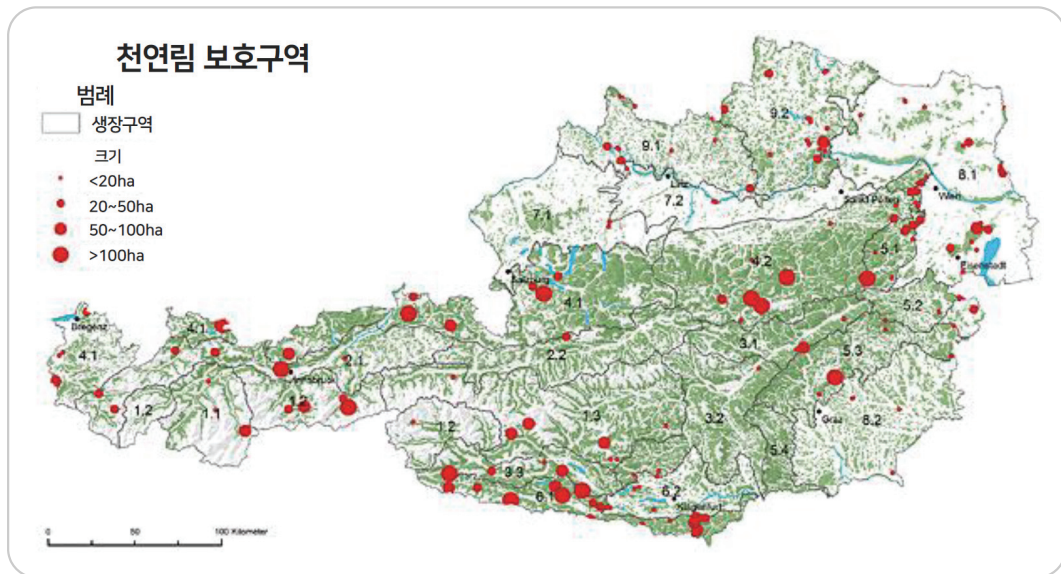


그림 58. 보호구역 지정 현황

자료: Data, Facts and Figures 2019/2020(Federal Ministry for Sustainability and Tourism, 2020)

### 3) 산림자원 관리

#### 가) 산림조성 및 육성

오스트리아도 독일과 유사하게 침엽수 단순림의 피해가 증가하면서 침엽수 면적을 줄이고 활엽수 면적을 늘리는 추세에 있다. 1986~1990년에서 2016~2018년 사이에 경제림에서 독일가문비나무의 면적이 224,000ha 감소하였다. 같은 기간에 소나무류와 낙엽송류도 감소하여 침엽수림 287,000ha가 감소하였다. 그에 비해 유럽너도밤나무 같은 고유 활엽수종이 증가하고 있는데, 1986~1990년 이후 활엽수림이 130,000ha 증가하였다. 혼효림의 면적이 늘어나고 있는 것도 눈에 띄는데, 침엽수 단순림을 혼효림으로 유도하여 임분의 안정성을 높이려는 노력이 결과로 나타나고 있다(그림 59). FAO에 제출한 2017년 오스트리아의 산림조성 실적은 총 31.9천ha이며, 그중 천연갱신이 26.0천ha, 인공갱신(식재) 3,6천ha, 맹아갱신이 2.4천ha로 천연갱신이 주된 갱신 수단이다.

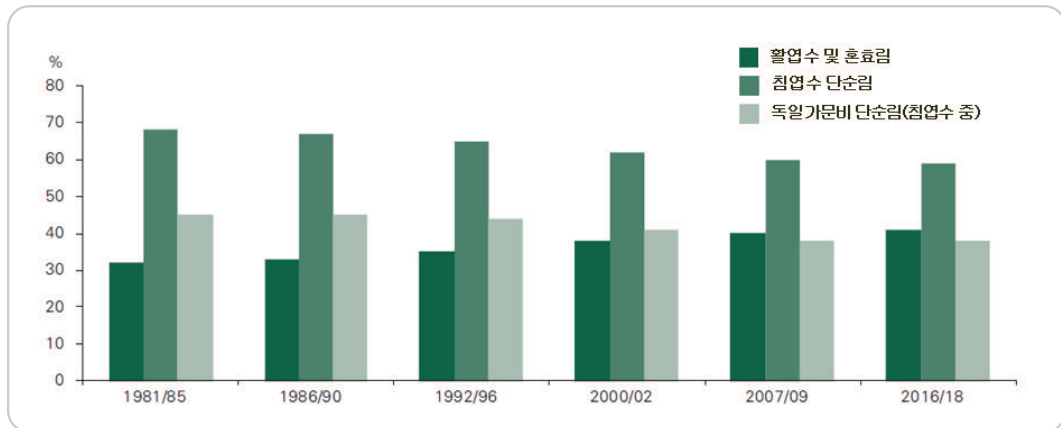


그림 59. 임상 구성의 변화

자료 : Zwischenauswertung der ÖWI 2016/2018(Bundesforschungszentrum für Wald, 2019b)

숲가꾸기작업은 주로 수고에 맞춰 실시하는데 약 5m일 때 본수를 낮춘다. 오스트리아에서 가장 많은 독일가문비나무림은 수고 13m일 때 1차 간벌을 실시하고 수고 20m에서 2차 간벌을 실시하는데 이때 간벌률을 30% 정도로 적용한다. 유럽너도밤나무는 수고 17m일 때 1차 간벌을 하고 수고 22m일 때 2차 간벌한다. 간벌 방법은 미래목을 선정하여 미래목에 방해가 되는 개체를 제거를 하는 도태간벌을 적용하며 간벌률은 30% 정도가 일반적이다. 도태간벌을 실시할 때 우선적으로 고려하는 요인은 임분의 안정성(Stabilität), 입목



형질(Qualität), 분포형태(Verteilung)이다. 임분의 안정성은 H/D율(수고/직경)로 판정을 하는데 독일가문비나무, 유럽적송, 유럽전나무림은 80%일 때, 유럽너도밤나무는 90%일 때 안정한 임분으로 판단한다.

ha당 미래목 본수는 독일가문비나무, 유럽전나무는 300~400본(간격 5~6m), 유럽낙엽송은 250본(간격 6~7m), 구주적송은 300본(간격 6m), 유럽너도밤나무는 80~100본(간격 10~12m), 유럽참나무는 60~70본(간격 12~13m)이다. 벌채는 목표직경에 도달한 임목을 개체목 단위로 수확을 하여, 자연스럽게 택벌림이 되도록 유도한다(Landwirtschaftskammer Österreich, 2013).

## 나) 경제림 구분 및 목재 수확 방법

오스트리아는 알프스산맥에 위치한 산악국가로서 경사 및 접근가능성에 따라 산림을 구분하고 있다. 목재수확이 가능한 2,956ha를 경제림(Ertragswaldfläche)으로 구분하여 여기에서 목재를 주로 생산하고 있다. <표 33>는 경제림 2,956ha를 소유구조에 따라 구분한 자료이며 200ha 이하 사유림이 61.5%를 차지하고 있다.

표 33. 경제림 구분 및 소유주별 면적

(단위: 천ha)

구분		합계	사유림 (200ha이하)	산업림 (200ha 이상)	연방정부림
합계		3,991	2,153	1,245	593
수확 가능 입지	소계	3,367	1,917	1,009	441
	경제림	2,959	1,758	835	363
	관목림	91	43	46	2
	보호림	320	116	128	76
수확불가능 입지		624	236	236	152

자료: 공무국의 연수 결과 보고서(산림청, 2014).

경사도에 따라 산림을 구분하면 30% 이하가 39%를 차지하고 있으며, 30~60%가 39%, 60%이상도 22%가 된다. 경사 0~25%에서는 집재로를 이용한 트랙터 집재를 하며, 경사 26~60% 작업도를 이용한 트랙터 집재, 경사 60% 이상은 가선집재 방식을 이용하여 수확한다(그림 60).

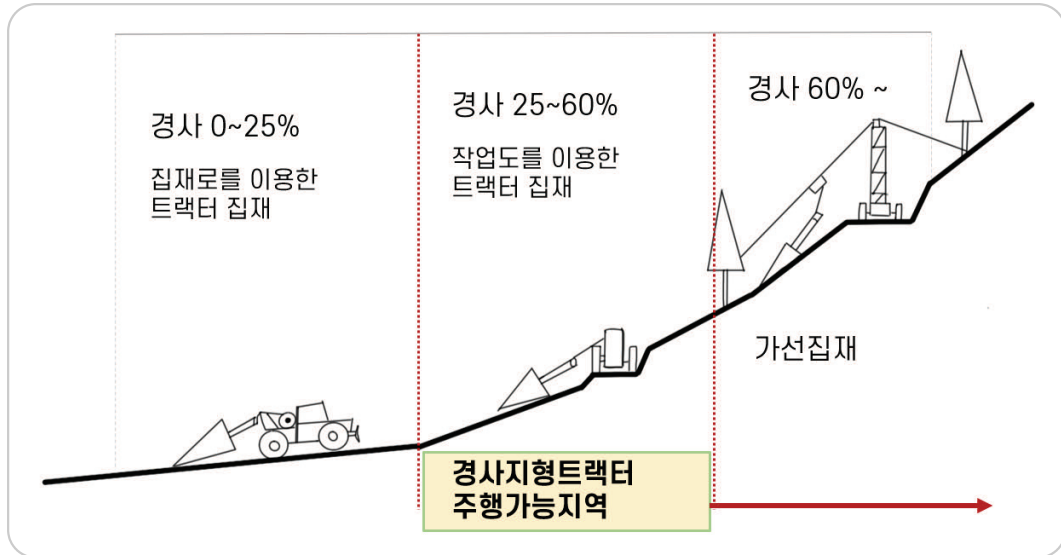


그림 60. 오스트리아의 경사에 따른 집재 방법

자료 : 공무국외여행보고서(산림청, 2018)

#### 다) 임도 및 기계

오스트리아의 임도는 ha당 45m로 세계 최고 수준이다. 하지만 1996년 이후 임도에 대한 통계자료가 개정되지 않고 있다. 과거에 개설된 임도가 경제림과 보호림 관리를 고려한 합리적으로 연결되었다고 보기 어렵다. 최근 오스트리아 산림연구소를 중심으로 임도 현황을 GIS에 도면화하여 이상적으로 연결될 수 있는 시스템을 구상하고 있다.

오스트리아의 임업기계화는 1965년 체인톱 벌채와 농업용 트랙터로 시작하여 1975년부터 임도를 이용한 임업용트랙터가 투입되기 시작하였으며, 1985년부터 거의 모든 목재를 트랙터와 포워더로 집재하고 있다. 2018년 기준으로 전체 벌채량의 44%를 트랙터 윈치나 스키더 등을 이용한 지상집재 방식을 이용하며, 트랙터 윈치의 연간 판매량이 4,000대 이상이 된다. 타워야더는 급경사지를 대상으로 적용하면 벌채량의 22%를 담당하고 있으며, 포워더는 전체 벌채량의 32%를 담당하고 있다(벌채는 하베스터 또는 체인톱). 포워더와 하베스터를 이용한 완전 기계화 작업지는 17% 정도이며, 향후 30%까지 목표로 하고 있다. 2018년 현재 오스트리아에는 약 300대 하베스터, 약 500대의 포워더와 스키더, 약 1,000정도의 타워야더와 가선장비가 운용되고 있다.

라) 벌채

오스트리아의 산림자원조사에 따르면 연간 성장량의 88%의 임목을 이용하고 있으며, 이는 성장과 이용의 순환체계가 잘 작동하고 있는 것을 의미한다. 2016~2018년 생산된 26.1백만<sup>m³</sup>(입목상태) 중 침엽수가 21.3백만<sup>m³</sup>(81.6%), 활엽수가 4.8백만<sup>m³</sup>이다. 침엽수 중에는 독일가문비나무가 17.3백만<sup>m³</sup>(66.3%)로 가장 많고, 다음으로 유럽너도밤나무 1.7백만<sup>m³</sup>(6.7%), 유럽적송 1.7백만<sup>m³</sup>(6.5%), 유럽전나무 1.0백만<sup>m³</sup>(4.2%), 유럽낙엽송 1.0백만<sup>m³</sup>(3.9%) 순이다(그림 61).

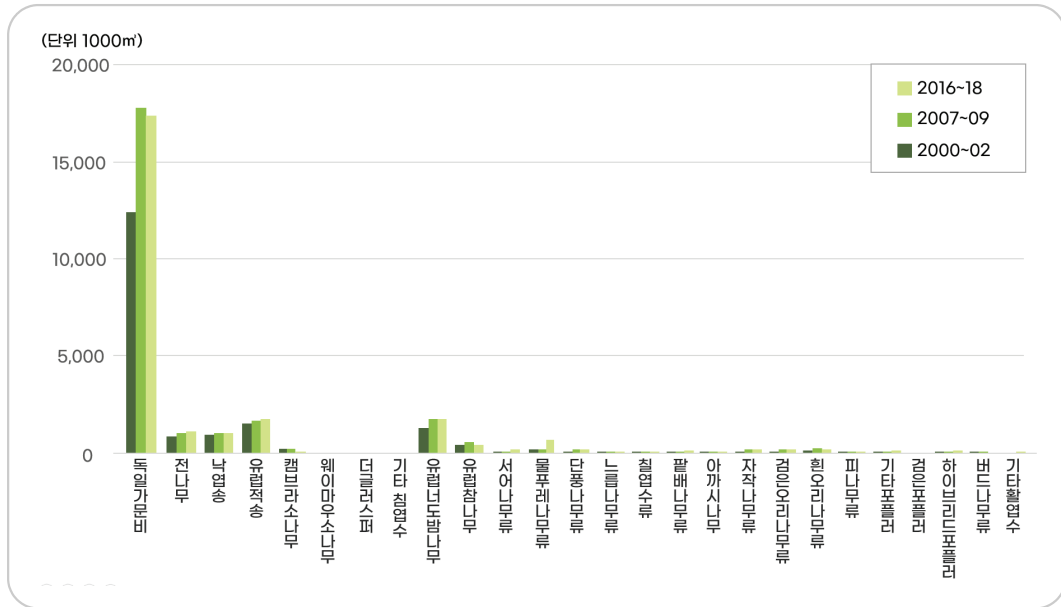


그림 61. 수종에 따른 목재 이용

자료: Zwischenauswertung der ÖWI 2016/2018(Bundesforschungszentrum für Wald, 2019a)

#### 4) 산림자원 이용

##### 가) 벌채목 이용

2019년 벌채하여 이용한 임목은 18.9백만 $m^3$ (수피 제외)이다. 총벌채량 중 피해목(태풍, 설해, 딱정벌레)은 11.7백만 $m^3$ 로 2018년보다 1.8백만 $m^3$ 가 증가하였다(그림 62). 정상적인 벌채는 7.1백만 $m^3$ 로 2018년보다 23% 감소하였다. 전체적인 경향은 피해목의 벌채가 늘어나고, 정상적인 벌채가 감소하는 경향을 보인다.

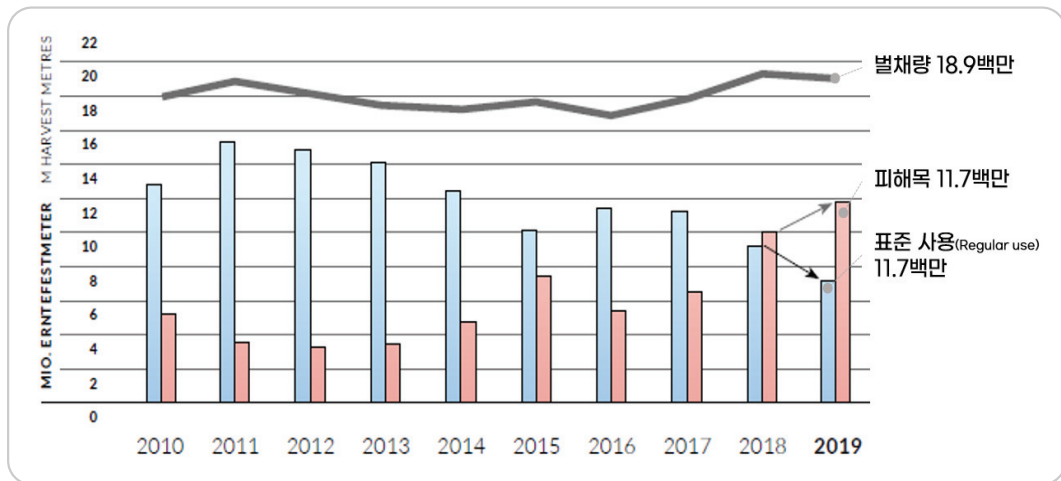


그림 62. 목재 이용량

자료 : Branchenbericht(Fachverband der Holzindustrie Österreichs, 2020)

2019년 생산된 목재 중 제재용이 9.9백만 $m^3$ (52.1%), 산업용재 3.5백만 $m^3$ (18.2%)가 펄프, 보드로 이용되었고, 에너지용은 29.5%인 5.6백만 $m^3$ 이다(그림 63). 제재목 중 직경 20cm 이상이 8.82백만 $m^3$ , 20cm 이하가 1.0백만 $m^3$ 이다. 에너지 이용이 2018년에 비해 6% 늘어났지만 아직은 제재목과 비교해 2배가량 적다. 생산된 목재의 소유구조별 분포를 보면 200ha 이하의 소규모 사유림에서 11.1백만 $m^3$ (58.6%)를 생산하였고, 200ha 이상의 대규모 사유림에서 6.2백만 $m^3$ (32.8%), 국유림 주식회사에서 1.6백만 $m^3$ (8.5%)를 생산하였다.

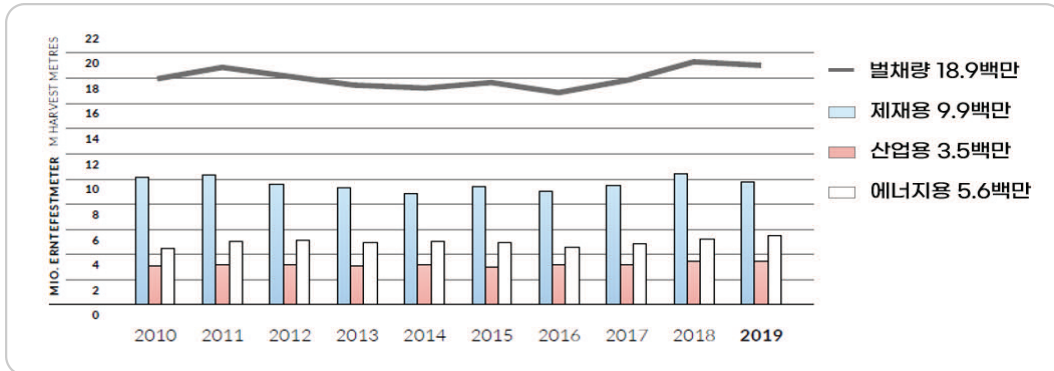


그림 63. 생산목재의 용도

자료 : Branchenbericht(Fachverband der Holzindustrie Österreichs, 2020)

오스트리아는 에너지의 30%가량을 바이오에너지로 충당하고 있어 산림바이오에너지의 활용에서 선도적인 역할을 하고 있다. 전체적으로 보면 지난 15년간 에너지용으로 이용에 많은 변화가 있다(그림 64). 이것은 열병합발전, 혼합된 열 생산, Power generation plan(CHP)이 급격히 증가했기 때문이다. 화석연료의 대체로서 목재의 에너지 이용은 계속 증가할 것으로 보인다. 에너지용으로 가장 많이 이용되고 있는 것은 연료(fuelwood), 다음 이 열병합발전소, CHP 등이다.

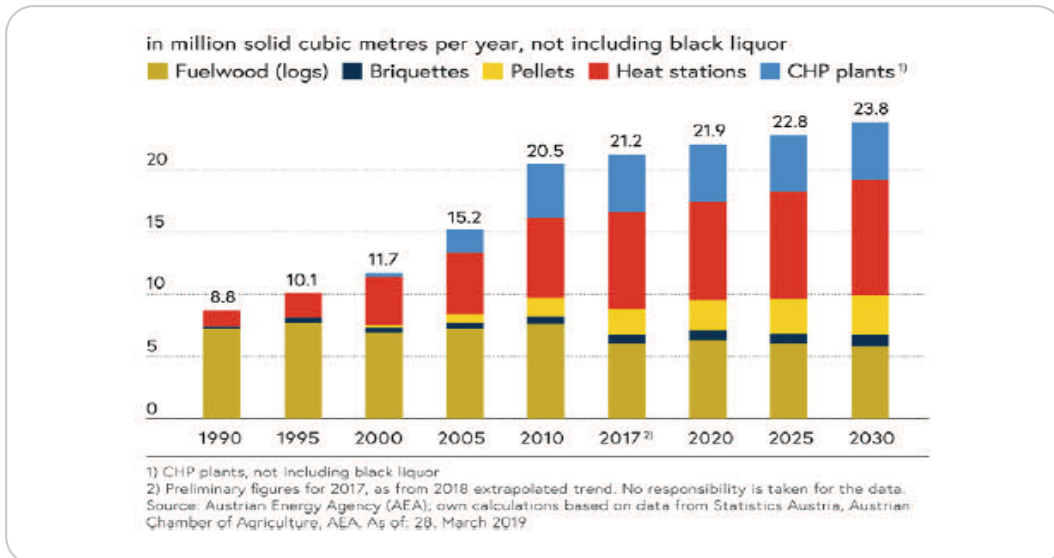


그림 64. 에너지용 목재의 용도

자료 : Data, Facts and Figures 2019/2020(Federal Ministry for Sustainability and Tourism, 2020)

## 나) 목재 산업

목재산업 분야는 오스트리아 경제의 중요한 부분을 차지한다. 2019년 총생산액은 8,290백만EUR(유로)로 이 중 수출이 5,975백만EUR, 수입이 4,707백만EUR로 순수익은 1,268백만EUR이다(그림 65). 목재산업 분야에 1,266개의 회사들이 있으며 그 중 1,000개는 제재소이다. 이 회사들은 제재 외에도 건축, 가구 산업, 목재 공구, 스키 제작 등이 포함되어 있으며 대부분 가족 단위로 구성된 소규모 회사이다. 목재 산업 분야에 27,459명의 인력을 고용하고 있으며, 이는 17개 산업분야 중에 가장 많은 인력을 고용하고 있어 해당 분야의 인력시장은 지난 10년간 안정적으로 유지되고 있다.

2019년에 목제품 수출액 5,975백만EUR 중 77%는 유럽 연합(특히 독일 및 이탈리아)에 수출되며, 가공 형태는 칩엽수 판재, 접합 목재, 팔레트 등이다. 오스트리아의 목재 가공 수준은 매우 높은 것으로 알려져 있다. 목재 수입의 86%는 유럽 연합에서 수입되고 있어 EU 연합이 수출과 수입에 있어서 가장 큰 교역대상국이다.

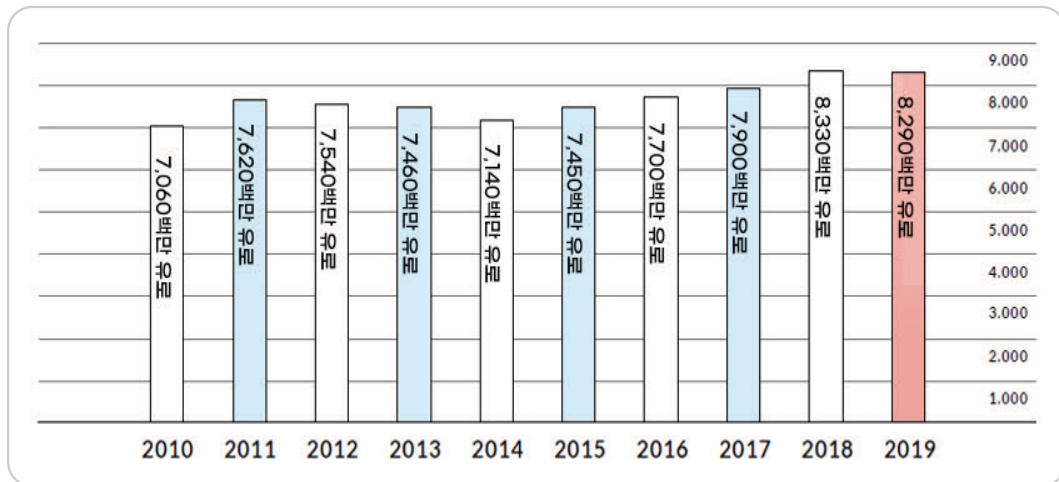


그림 65. 목재산업 생산액

자료 : Branchenbericht(Fachverband der Holzindustrie Österreichs, 2020)

### 다) 목재의 가격 변동

2018년 독일가문비나무의 원목 가격은 88.15 EUR로 전년도보다 2.8% 정도 하락하였는데, 이는 딱정벌레 피해로 공급이 과잉되었기 때문이다. 펄프재는 전년과 동일하고, 연료용 목재는 약간 증가세를 보였다(그림 66). 2018년에 산주들은 이상기후로 인해 많은 어려움을 겪었는데, 낮은 강수량으로 저지대와 고지대에서 딱정벌레 피해가 증가하였기 때문이다. 2018년 이상기후와 관련하여 국가적 지원으로 단기적인 도움은 되었으나 장기적으로 보면 기후변화에 적응 할 수 있는 안정된 숲을 만드는 것이 필요하다.

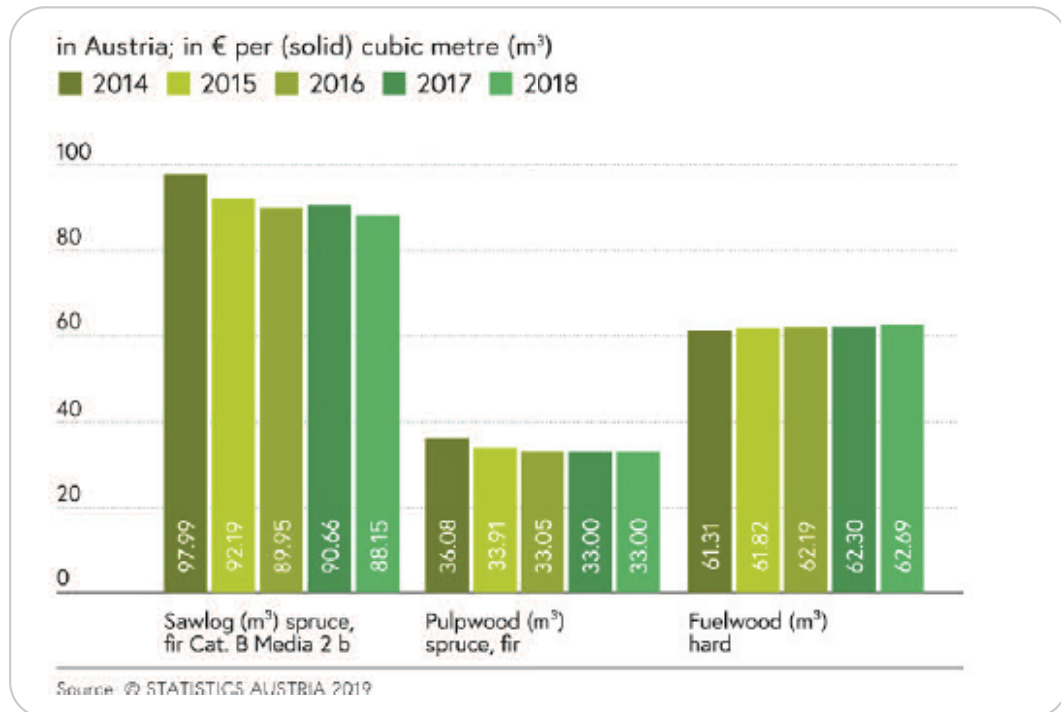


그림 66. 목재가격별 변동 추이

자료: Data, Facts and Figures 2019/2020(Federal Ministry for Sustainability and Tourism, 2020)

## 5) 산림자원관리 전략 및 정책

### 가) 오스트리아 산림전략 2020

『오스트리아 산림전략 2020』은 85개의 산림 정책과 관련된 단체들이 대화를 통해 작성하였으며, 산림 정책의 기본이 되는 계획이다. 기본 목표는 산림 가치를 극대화하면서 후대에 전해 주는 지속가능한 산림자원을 관리하는 것이다. 이 계획은 오스트리아의 “생물다양성 전략 2020”, “산림생태 프로그램”, “기후변화 적응 전략 2020”을 연계하였으며, 또한 EU 및 UN의 산림전략과도 연계하였다. 전체적으로 보면 숲의 중요한 기능인 경제적 기능(목재생산, 일자리 창출), 보호기능(생물다양성, 기후변화 완화, 각종 재해 방지 등), 사회적 기능(휴양, 교육, 문화 기능 등)이 포함되어 있다(표 34).

표 34. 오스트리아 산림전략

전략 목표	세부과제(Strategics goal)
산림의 기후 변화에 기여	가. 기후보전(Klimaschutz)에 산림 분야의 기여 및 기후변화에 산림의 적응
	나. 화석 연료를 대체하고, 목질재료(Rohstoffen)를 최대한 오래 사용하기
	다. 생태적, 경제적, 사회적으로 대표 할 수 있는 지역 단위의 산림을 확대
	라. 기후변화의 영향에 대한 정보수집 강화, 증가하는 이상기후에 대한 산림의 건강성과 기능에 대한 지식의 확대
	마. 기후보호를 위한 방법들에 대한 강화된 정보, 동기 및 동력 확보
	바. 기후변화에 대응한 산림생태계의 장기적 기능 유지 및 안정화
	사. 산림과 산림토양을 통한 이산화탄소의 흡수와 저장을 증진
2. 산림의 건강성과 활력 유지	가. 개인과 공적인 이익과 관련한 목축, 동물 밀도, 서식처 유지의 균형을 유지
	나. 산림과 산림토양에 축적되는 오염물질, 가스 등을 제한
	다. 가능하면 잠재 자연식생으로 천연갱신 할 것(기후변화에 대한 기술적 고려 없이)
	라. 입지에 맞는 생물다양성의 증진(종, 구조, 서식처 차원)
	마. 귀화종을 통한 부정적 효과 제한
	바. 수자원, 이산화탄소, 영양분을 저장하는 산림토양을 보전하고 개량하고 복원
	사. 산림 건강성과 기능성을 유지
3. 산림의 생산성 유지 및 경제적 이용 확대	가. 다기능, 지속가능한 산림경영을 위한 경제적 이용을 사회적 인식을 증진
	나. 재생가능하고, 기후변화 친화적 원료며이며, 생체경제(Bioeconomic) 에너지 인 목재의 이용을 증진



전략 목표	세부과제(Strategics goal)
	다. 지속가능한 이용한 범위 안에서 목재생산 잠재력을 최대한 이용
	라. 가치사슬에 따라 목재자원 효율성을 최대하고, 가치를 최대화
	마. 산림과 목재분야의 혁신을 통해 세계 경쟁력 강화
	바. 산림과 목재분야 위기 대응을 위한 적절한 방법 창출
	사. 다기능의 지속가능한 산림경영을 통해 공공의 이익 창출을 위한 인정 획득
<b>4. 산림의 생물다양성 증진</b>	가. 산림에 서식하는 유럽과 오스트리아의 중요한 생물을 생물서식 공간을 늘림으로 유지
	나. 오스트리아 전 지역의 산림생물종 유지, 증진, 복원
	다. 법적 보전 구역에는 방해 없는 동적인 발전(천이)을 유지하고 증진
	라. 전통적 산림 이용과 연계된 생태적, 문화역사적 산림 공간 유지 및 발전
	마. 장기적이고 지속적인 서식공간을 고려한 이상적인 산림생물 서식공간 창출 (Sicherstellung)
바. 인접한 생물 서식공간을 고려한 비오톱 연결 기능 보장	
사. 산림 생물 다양성 증진을 위한 과학적 연구 강화	
<b>5. 산림의 보호 기능 강화</b>	가. 산림의 자연적 기능인 버퍼(Puffer-), 저장(Speicher-), 필터 용량(Kapazitaet)을 유지 및 생성
	나. 이를 위해 잠재 자연식생종의 충분한 갱신을 보장
	다. 산림지역 내외의 대상 및 입지보호를 위한 산림 강화
	라. 양적이고 질적인 수자원의 지속가능하게 확실히 하는데 기여
	마. 산림재해 방지를 위한 효과적이고, 통합적인 계획 및 관리도구에 산림 이용, 발전, 준비시킴
바. 산림재해, 수자원 관련한 관련한 산림의 이용에 대한 사회적 인식 강화	
사. 자연재해, 수자원 관련한 산림의 관리의 거버넌스 강화	
<b>5. 산림의 사회적, 국민경제 측면</b>	가. 산림의 기능과 다양한 산림과 목재 산업의 기능에 대한 적극적 소통 및 사회적 정보제공
	나. 지역에서 산림과 목재 분야 가치 창출을 늘림
	다. 산림과 목재 분야 혁신을 지원하기 위해 연구 강화
	라. 산림과 목재 분야 교육기관의 강화를 통해 이론과 실기를 제공하는 교육 기회를 늘리고 확실히 함.
	마. 산림 교육 분야의 필수적인 교육내용 유지(Mindestbildungsinhalt)
바. 산림에 대한 다양한 이해와 요구에 관련한 증진 노력을 보상	
사. 산림의 농촌문화와 건강 증진의 영향에 대한 의식교육(Bewusstseinsnbildung)	

일  
본

독  
일

미  
국

오  
스  
트  
리  
아

뉴  
질  
랜  
드

전략 목표	세부과제(Strategics goal)
<b>6. 지속가능한 산림경영을 위한 국제적인 책임 강화</b>	가. 산림 관련된 유럽과 국제적 주제에 대한 오스트리아의 확실한 위치 강화
	나. 지속가능한 산림경영을 위한 유럽과 국제적 차원에서 산림경영 목표 설정에 적극적 참여
	다. 오스트리아 산림 및 목재분야의 양자 및 다자협력 경쟁력 제공에서 역량 결집
	라. 국제산림협력을 위한 기업과, 공공부분, 개인의 목적지향적 파트너십
	마. 국외의 상태를 평가하고 해결책을 찾는데 협력 강화
	바. 오스트리아 산림 노하우와 수요 관련 준비 강화
	사. 국제산림협력 프로젝트에 기관 차원 지원과 적용을 적응하고 발전시킴

자료 : Österreichische Waldstrategie 2020+(Bundesministerium Nachhaltigkeit und Tourismus, 2018)

## 나) 2050 탄소 중립

2015년 파리 기후변화협정의 후속 조치와 EU의 권고에 따라 오스트리아는 2019년 탄소 중립계획을 발표하였다. 2050년까지 탄소 중립을 목표로 하고 있으며 적용 가능한 최상 목표로는

- 2050년까지 100% 재생에너지로 대체
- 깨끗하고 운영 가능한 이동 수단 확보
- 친기후적인 교통수단 적용

중간단계인 2030년까지 목표로는

- 온실가스를 2005년보다 36% 감축
- 재생에너지를 전체 에너지 비중에 46~50%까지 늘림
- 국내 전기생산의 100%를 재생에너지로 충당
- Premier 에너지 강도를 2015년 대비 25~30% 개선

이런 국가적 목표 달성에 기여하도록 산림은 미래에도 생산성 유지·증진을 위해 지속가능하게 경영하고, 기후변화에 적응하며, 탄력성과 안정성을 높이도록 관리되어야 한다고 명시하고 있다. 2017년 기준 오스트리아의 산림(산림토양 포함)은 4.906kt(kiloton) CO<sub>2</sub>를 순 흡수한다.

탄소중립을 위한 전문가들의 산림관리 방향은 다음과 같다,

- 산림은 잠재식생(potentiell natürlich Waldgesellschaften)으로 임분을 전환하여 기후변화에 적응하도록 해야 한다.
- 미래에 산림은 이산화탄소를 저장하는 원료로 경제 시스템에 포함되어야 하고, 이산화탄소를 흡수하는 기능을 유지·증진되어야 한다.

위의 내용 등이 포함된 산림프로그램 2020+(Waldprogram 2020+)을 작성하여 장기적 산림자원관리 기준으로 제시하였다. 산림은 바이오에너지를 생산하는 기지로서 중요성이 증가하고 있으며, 목재는 탄소를 저장하므로 목재 이용량을 늘려야 한다. 목재 이용을 통하여 연간 12.5백만 톤의 이산화탄소 배출이 감소할 것으로 보고 있으며, 이는 산림에서 저장하는 양보다 많다.

오스트리아는 2015년 산림 이용 시나리오에 따른 탄소흡수량을 계산한 연구보고서를 발간하였다. 탄소 수지를 고려하면 산림경영 방법이 중요한 역할을 하는 것으로 조사되었다.

일  
본

독  
일

미  
국

오  
스  
트  
리  
아

뉴  
질  
랜드

참고 문헌

- 가. 산림청. 2014. 공무국외 연수 결과 보고서. pp.47.
- 나. 산림청. 2018. 국무국외여행 보고서. pp.38.
- 다. Bundesforschungszentrum für Wald. 2019a. Zwischenauswertung der ÖWI 2016/2018-Bund. pp.17.
- 라. Bundesministerium Nachhaltigkeit und Tourismus. 2018. Österreichische Waldstrategie 2020+. pp.116.
- 마. Bundesministerium Nachhaltigkeit und Tourismus. 2019. Langfriststrategie 2050-Österreich. pp.140.
- 바. Bundesforschungszentrum für Wald. 2015. Klimaschutz in der Forstwirtschaft. pp.53
- 사. Bundesministerium Landwirtschaft, Regionen und Tourismus. 2021. bmlrt.gv.at/forst/klimafitter-wald/klimaschützer-wald.html.
- 야. Bundesministerium Nachhaltigkeit und Tourismus. 2018. Österreichische Waldstrategie 2020+. pp.116.
- 자. Bundesforschungszentrum für Wald. 2019b. BFW. Praxisinformation - Zwischenauswertung der Waldinventur 2016/2018. pp.40.
- 차. FAO. 2020. Global Forest Resources Assessment 2020. Austria. pp.73.
- 카. Federal Ministry for Sustainability and Tourism. 2020. Data, Facts and Figures 2019/2020. pp.58~74.
- 타. Fachverband der Holzindustrie Österreichs. 2020. Branchenbericht. pp.34.
- 파. Koch G. und Grabber G. 1998. Wie natürlich ist der Wald Österreich? Klassifikation nach Hemerobiestufen. Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges. 10, 43-59. Hannover.
- 하. Landwirtschaftskammer Österreich. 2013. Waldbau in Österreich auf ökologischer Grundlage. pp.25.
- 가. Wikipedia Vienna(Google). 2021. <https://en.Wikipedia.org/wiki/Vienna>

## 마 뉴질랜드

### 1) 기후 및 식생

뉴질랜드는 남태평양 남위 34°에서 48° 사이에 있으며, 남섬과 북섬으로 나누어져 있다. 기후는 온대 해양성 기후로서 연중 온난한 기온을 유지하고 있다. 뉴질랜드에서 가장 넓은 인공림을 보유한 북섬 로토루아(Rotorua) 지역의 월평균 기온은 한겨울인 7월에도 평균 영상 7.8℃를 유지하며, 연평균 강우량은 1,200mm이다. 뉴질랜드는 인간의 간섭 전에는 80% 정도가 산림이었으나, 현재에는 38%만이 산림으로 구성되어 있으며 그중에 7%가 인공림이다. 뉴질랜드 식생은 남섬의 알프스 서쪽에 대면적의 천연림이 남아있으며, 북섬에는 고지대에는 천연림이 저지대에는 인공림이 대규모로 분포하고 있다(그림 67). 천연림의 우점종은 주로 Rimu(*Dacrydium cupressinum*), Totara(*Podocarpus totara*), Kauri (*Agathis australis*) 등의 침엽수이며, 낙엽 활엽수로 너도밤나무(*Nothofagus fusca*)가 자란다. 하층에는 이 지역에만 서식하는 다양한 양치식물들이 분포하고 있다.

뉴질랜드는 오랫동안 독립된 진화를 거쳐 식물의 82%가 뉴질랜드에만 서식하는 고유종이다. 따라서 종다양성 보전에 힘쓰고 있으며, 천연림은 생물다양성 보전을 위해 보호 위주의 관리를 하고 인공림은 목재생산 위주로 관리하고 있다.

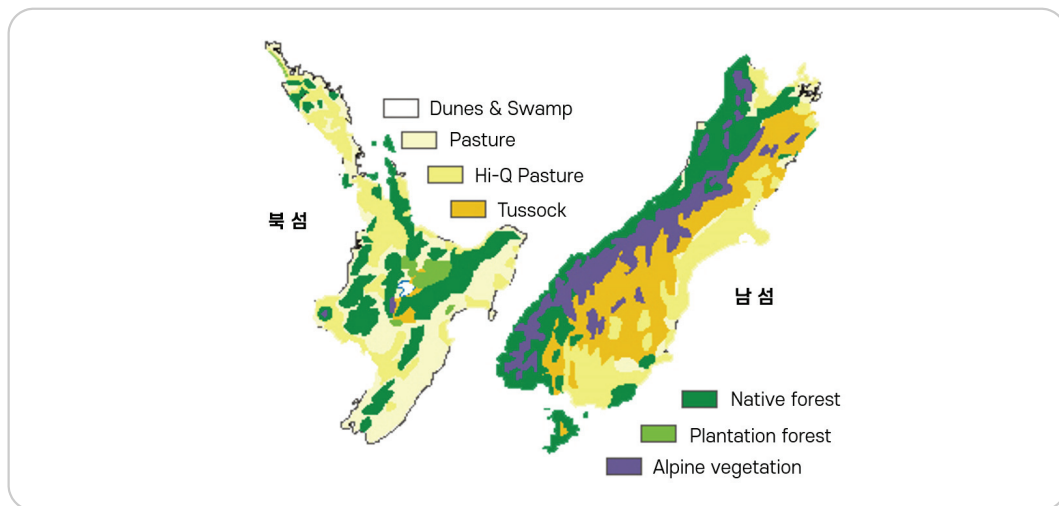


그림 67. 뉴질랜드 식생의 분포

자료 : Seafriends(2021)

## 2) 산림자원 현황

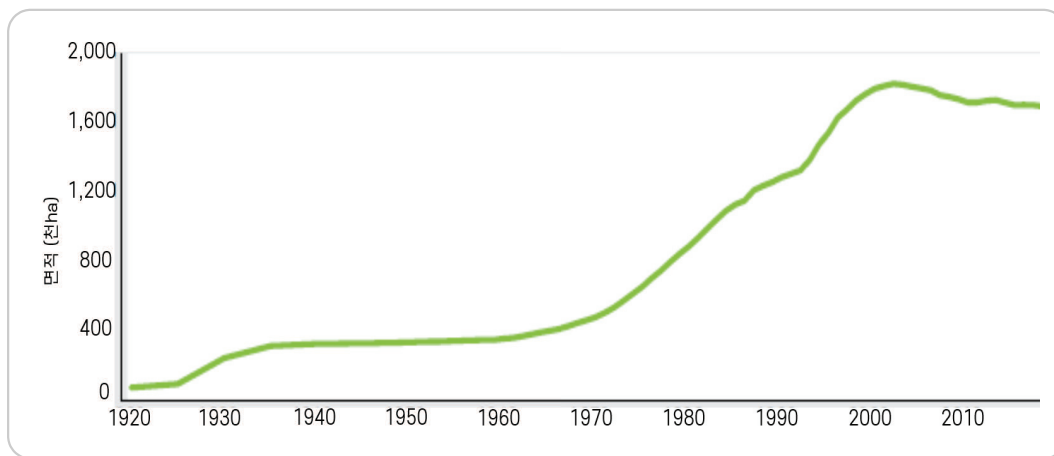
### 가) 산림면적

뉴질랜드의 총 국토면적은 26.7백만ha이며, 산림면적은 10.1백만ha로 국토면적의 38%를 차지한다. 천연림은 8백만ha이고, 인공조림지는 2.1백만ha로 전체 국토면적의 약 8%, 전체 산림면적의 약 21%이다. 인공조림지 중 1.7백만ha는 목재 생산성이 있는 조림지이다. 그 외 면적은 보호구역과 미림목지로 구성된다. 뉴질랜드의 천연림은 남섬과 북섬의 산악지역에 분포하고 있으며, 인공림은 주로 넓고 평평한 북섬 중부에 집중되어 있다. 특히 북섬 중앙 내륙의 Rotorua 인근 지역인 Central north island가 전체 인공림의 34%(584,241ha)를 차지하고 있다(표 35). 1970년대 이후 조림면적의 증가로 인해 산림면적은 꾸준히 상승세를 보였으며 2000년대 이후 일정한 면적을 유지하고 있다(그림 68).

표 35. 뉴질랜드 인공림의 지역별 분포(2018)

지역		면적(ha)	비율
북섬	Northland	187,489	11%
	Central north island	584,241	34%
	East coast	156,556	9%
	Hawke's bay	133,710	8%
	Southern north island	161,623	9%
남섬	Nelson/Marlborough	166,981	10%
	West coast	29,840	2%
	Canterbury	95,735	6%
	Otago/Southland	209,302	12%
합계		1,725,476	100%

자료: Facts & Figures 2019/20(FOA, 2020)



■ 그림 68. 인공림 면적 변동 추이

자료: National Exotic Forest Description(MPI, 2019)

## 나) 주요 조림 수종

뉴질랜드의 대표적인 인공조림 수종은 라디에타소나무(*Pinus radiata*)로 전체 산림면적의 약 90% 이상이 식재되어 있으며, 이를 중점적으로 육성하는 산림경영을 하고 있다. 다음으로 더글라스퍼(*Pseudotsuga menziesii*)가 6%를 차지하며, 그 외 유칼립투스, 일부 기타 침엽수 및 활엽수가 조림되고 있다. 면적으로 보면 라디에타소나무가 1,551,985ha, 다음으로 더글라스퍼 104,992ha, 기타 활엽수 23,415ha, 유칼립투스 22,777ha, 기타 침엽수 12,343ha, 사이프러스(Cypressus) 9,965ha 순이다.

## 다) 소유구조

뉴질랜드 산림의 소유구조는 국유림이 39%, 사유림이 61%이다. 천연림의 77%가 국가 소유이며, 원칙적으로 보호 위주로 관리하고 있어 천연림에서는 목재생산을 거의 하지 않고 있다. 인공림의 산주별 보유 면적은 약 1,600명이 40ha 이상의 산림을 소유하고 있다. 산주 대부분(94%)이 40ha에서 999ha 사이의 면적을 소유하고 있으며 이는 2019년 전체 산림면적의 14%를 차지한다. 반면에 산주의 7%를 구성하는 1,000ha 이상을 소유한 산주들의 총 산림면적이 뉴질랜드 전체 조림지의 70%를 차지한다(그림 69). 40ha 이하 산주의 수는 추정하기 어렵지만 약 10,000명 이상으로 예상되며, 이러한 산주들이 소유한 산림면적은 전체의 약 17%를 차지할 것으로 예측된다.

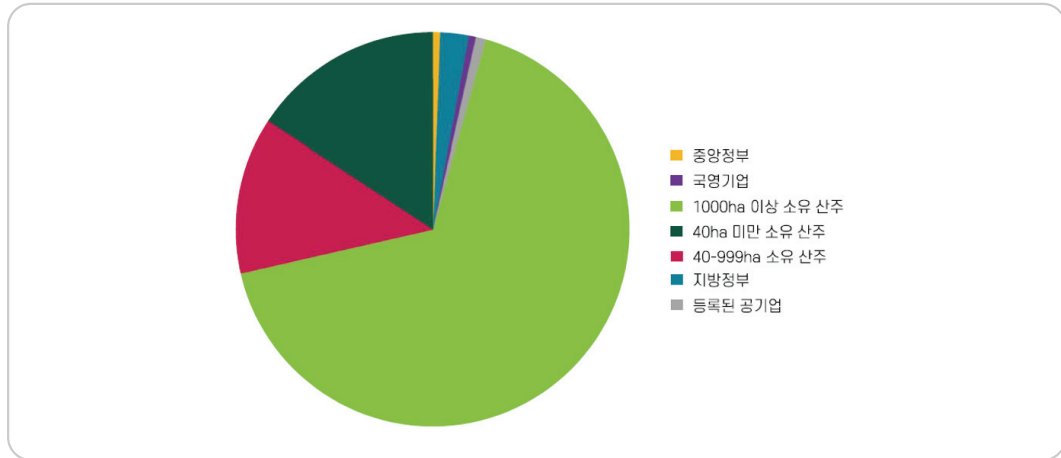


그림 69. 소유구조별 산림면적

자료: Facts & Figures 2019/20(FOA, 2020)

표 36. 산주별 소유면적 분포

구분	40ha 미만	40-99ha	100-499ha	500-999ha	1000-9999ha	10,000ha 이상	합계
면적	280,596	52,767	129,258	61,630	309,289	863,045	1,696,584
비율	16.5%	3.1%	7.6%	3.6%	18.2%	50.9%	100.0%

자료: National Exotic Forest Description(MPI, 2019)

### 라) 임목축적

인공림의 총 임목축적은 2019년 기준 494백만<sup>m</sup>이고, 전년 대비 12백만<sup>m</sup>가 증가하였다. ha당 임목축적은 292<sup>m</sup>이다(표 37). 지역별 분포는 북섬의 경우 370,522천<sup>m</sup>, 남섬은 124,094천<sup>m</sup>로서, 북섬의 임목축적이 남섬에 비해 3배 이상 높은 것으로 보아 라디에타소 나무의 조림이 북섬 중심으로 이루어지는 것을 파악할 수 있다.

표 37. 최근 3년간 인공림 면적 및 임목축적

년도	2017	2018	2019
면적(ha)	1,706,429	1,704,494	1,696,584
임목축적( <sup>m</sup> )	472,715	482,511	494,618
ha당 임목축적( <sup>m</sup> /ha)	277	283	292

자료: National Exotic Forest Description(MPI, 2019)



### 마) 영급 분포

1980년대 중반 이후 라디에타소나무를 가장 많이 조림하였으며, 20~27년생인 조림지 면적이 가장 넓다. 2019년 기준 인공림의 평균 임령은 17.9년이다. 전체 인공림의 영급구조는 주요 수종인 라디에타소나무의 영급구조에 의존하는데, 라디에타소나무의 평균 벌기령이 28~30년 정도임을 감안하면 30년 이상인 인공림 면적은 극히 적다. 28년 이후 면적이 감소하는 이유는 수확이 완료되었음을 의미하며, 현재 20~27년생이 가장 많이 분포하므로 뉴질랜드 산림은 수확기에 도달하였다(그림 70).

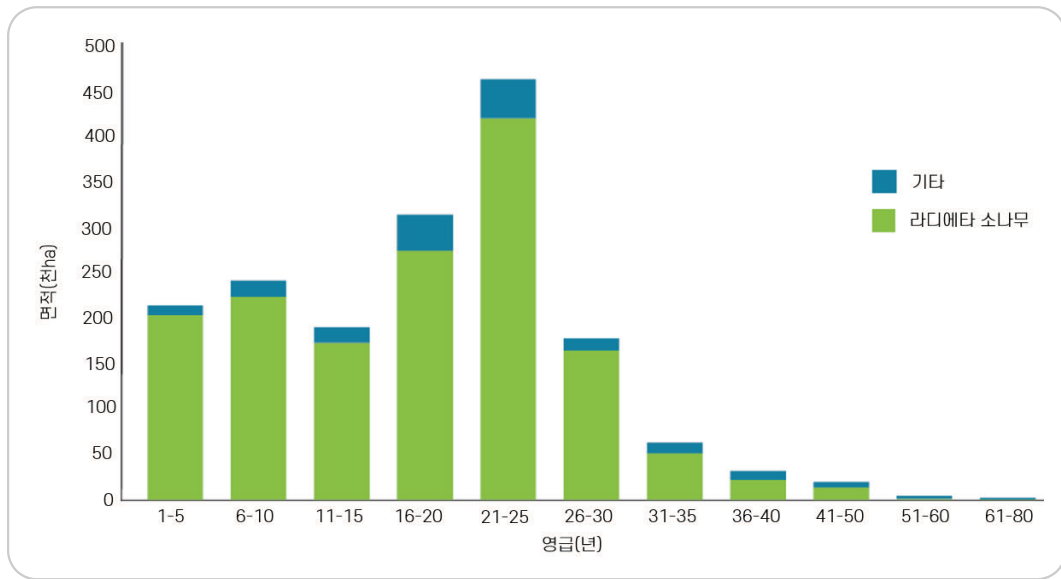


그림 70. 인공림 영급별 산림면적 분포

자료: National Exotic Forest Description(MPI, 2019)

표 38. 인공림 영급별 산림면적 및 비율

영급(년)	면적(ha)	비율(%)	영급(년)	면적(ha)	비율(%)
1-5	210,746	12.4	31-35	62,075	3.7
6-10	238,086	14.0	36-40	31,431	1.9
11-15	187,117	11.0	41-50	19,739	1.2
16-20	309,440	18.2	51-60	4,138	0.2
21-25	456,374	26.9	61 이상	2,261	0.1
26-30	175,178	10.3	<b>합계</b>	<b>1,696,584</b>	<b>100.0</b>

자료: National Exotic Forest Description(MPI, 2019)

### 3) 산림자원 관리

#### 가) 산림조성 및 육성

2018년 기준 조림 면적은 48,000ha이며, 전년 대비 증가하였다. 그중 7,000ha는 새롭게 조림되었으며, 나머지 41,000ha는 재조림 면적이다. 최근까지 라디에타소나무의 조림 면적은 총 1,551,985ha이며 지역별로 Central North Island가 553,956ha로 가장 높고, Otago 및 Southland 205,163ha, Nelson 및 Marlborough 170,171ha의 순이다(그림 71). 뉴질랜드는 조림사업의 경우 토양침식 및 녹화 재조림 시 환경보전을 위한 측면에서 정부지원 및 보조금을 지원하고 있으며, 상업적 조림을 위한 개인 산주나 단체에 대한 보조금 및 재정적 지원은 하지 않는다.

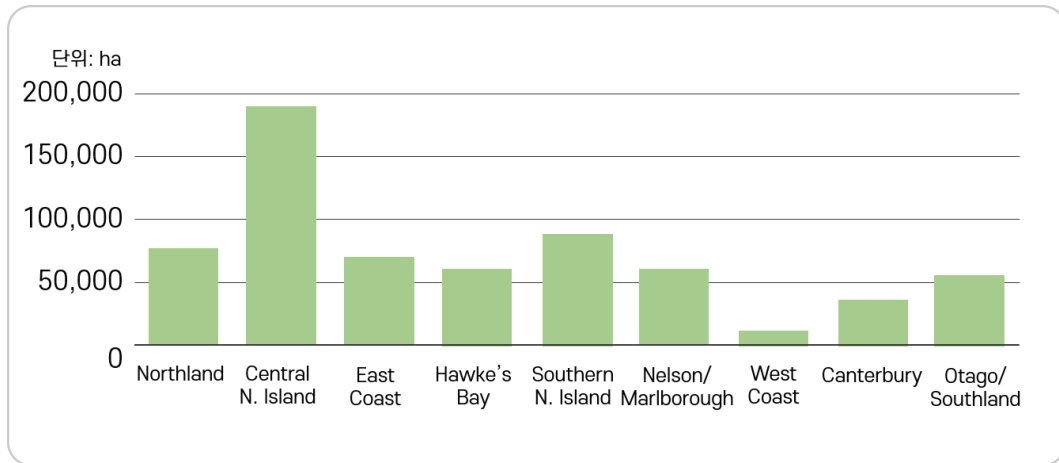


그림 71. 지역별 라디에타소나무 인공조림지 현황

자료: Facts & Figures 2019/20(FOA, 2020)

뉴질랜드는 인공림의 경제성을 극대화하기 위해 가지치기 횟수와 간벌량 등을 결정하고, 간벌량에 따른 원목의 가치를 연구하고 있다. 라디에타소나무 조림지의 숲가꾸기 실적은 가지치기와 간벌을 모두 시행하지 않은 면적이 775,884ha(50%)로 가장 넓고, 가지치기만 시행 576,195ha(37%), 가지치기와 간벌을 모두 시행 148,191ha(10%), 가지치기는 시행하지 않고 간벌만 시행 51,716ha(3%) 순이다(그림 72). 가지치기를 하지 않은 조림지의 면적이 계속 증가하고 있으며, 라디에타소나무 조림지의 약 53%가 해당한다. 반면, 간벌을 한 라디에타소나무 조림지는 점차 감소하여 약 13%에 도달하였다. 라디에타소나무 조림지

에서 벌채량의 70%가 가지치기를 하지 않은 원목으로 생산되며, 다음으로 펄프 및 칩용 16%, 가지치기를 한 원목 14% 순으로 생산된다. 목재를 생산하는데 가지치기와 간벌 등 시업을 최소화하는 뉴질랜드의 최근 경향을 파악할 수 있다.

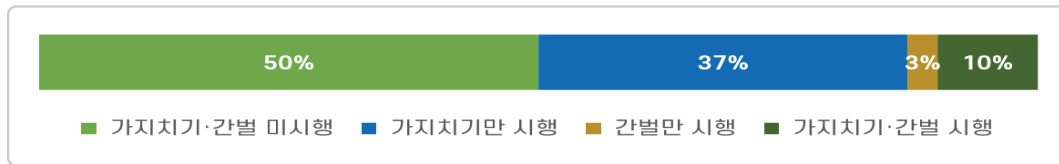


그림 72. 라디에타소나무 조림지의 숲가꾸기 현황(2019)

자료: Facts & Figures 2019/20(FOA, 2020)

### 나) 벌채

뉴질랜드의 최근 5년간 수종별 평균 벌기령은 라디에타소나무가 29년이며, 더글라스퍼 40년, 사이프러스 34년, 유칼립투스 21년이다. 뉴질랜드의 벌기령은 법에서 별도로 규정하고 있는 것이 아니라 철저히 시장경제에 맞추어져 있으며, 국제 및 국내 시장에서 원목의 가격이 오르면 벌기령이 짧아지고 원목의 가격이 낮아지면 벌채하지 않고 저장하는 시스템이다. 라디에타소나무는 일반적으로 26~32년 사이에 수확한다. 2019년 총벌채량은 36,404천<sup>m</sup>이며, 전체 벌채량의 93%가 라디에타소나무이고, 더글라스퍼 3%, 나머지 4%는 기타 수종으로 구성된다.

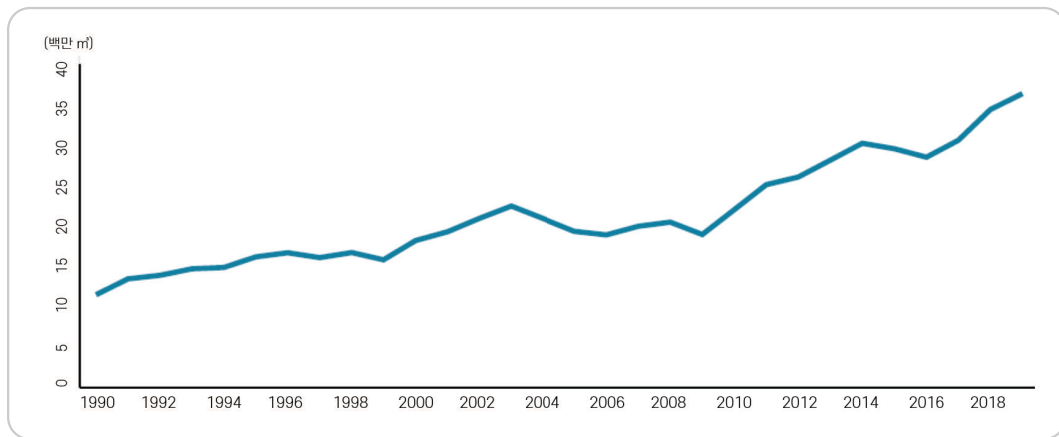


그림 73. 벌채량 추이

자료: National Exotic Forest Description(MPI, 2019)

일  
본

독  
일

미  
국

오  
스  
트  
리  
아

뉴  
질  
랜  
드

## 다) 임도

임목 수확 및 운송은 임업경영에서 생산성과 관련되어 가장 중점적인 분야 중 하나로서 생산비용 절감 및 안전성 확보를 염두에 두고 있다. 2010년 임업분야 회사와 공동으로 경사지에서의 생산성 증진 및 생산비용 절감을 위한 기계화 작업 및 위험지역에서의 작업 시 발생하는 안전사고의 위험을 줄이기 위한 다양한 연구에 공동으로 투자하고 있다.

임도는 크게 4가지로 구분되며, 간선(Arterial), 보조(Secondary), 지선(Spur), 개설(Establishment)이 있다(그림 74). 개설도로는 새로운 조림지에 접근하기 위해 사용되며 가벼운 차량으로 이동하기 위한 도로이며 주로 사륜 차량에 적합하다.

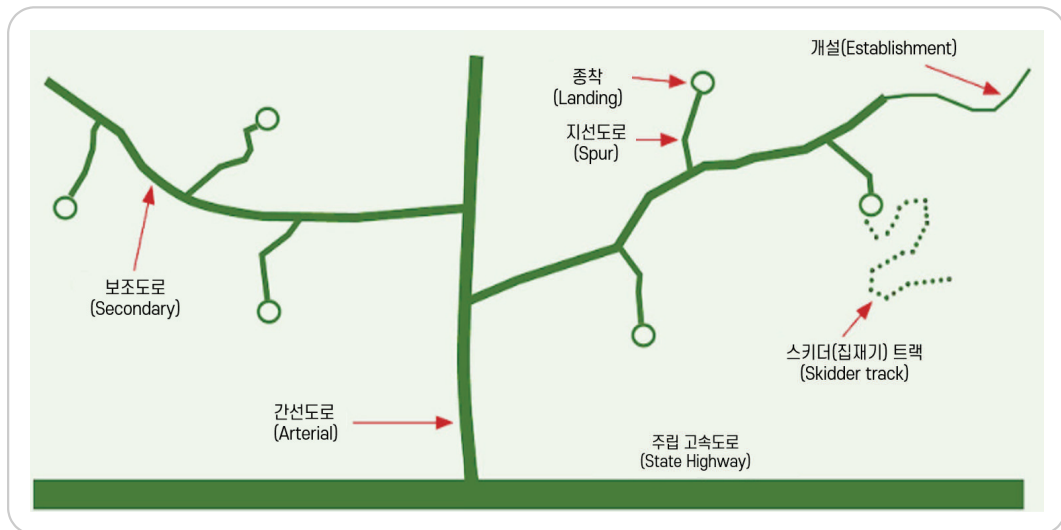


그림 74. 뉴질랜드의 임도 구분

자료: New Zealand Forest Road Engineering Manual(FOA, 2020)

표 39. 임도 구분 및 특징

구분	1일당 수용 가능 차량(대)	연간 수용가능 무게(톤)	도로 너비	경사도
간선도로	80	250,000	9m(평지 및 구릉지) 8m(산지)	8 or 10%(평지 및 구릉지) 10 or 12%(산지)
보조도로	20~80	60,000~250,000	7~8m(평지 및 구릉지) 6~7m(산지)	10 or 12%(평지 및 구릉지) 12 or 14%(산지)

구분	1일당 수용 가능 차량(대)	연간 수용가능 무게(톤)	도로 너비	경사도
지선도로	20	60,000	4.5m(평지 및 구릉지) 4m(산지)	12 or 14%(평지 및 구릉지) 18%(산지)
개설	-	-	2.5~3m	17 or 20%

자료: New Zealand Forest Road Engineering Manual(FOA, 2020)

### 라) 임업노동력

뉴질랜드의 임업과 목재가공산업은 낙농업과 축산업 다음으로 뉴질랜드 경제에 상당한 기여를 하는 분야이다. 전체 임업 분야에 종사하는 사람은 3만 8천 명 이상이며, 2000년대 초반 이후 감소하는 추세를 보였으나 최근에 다시 증가하고 있다(그림 75).

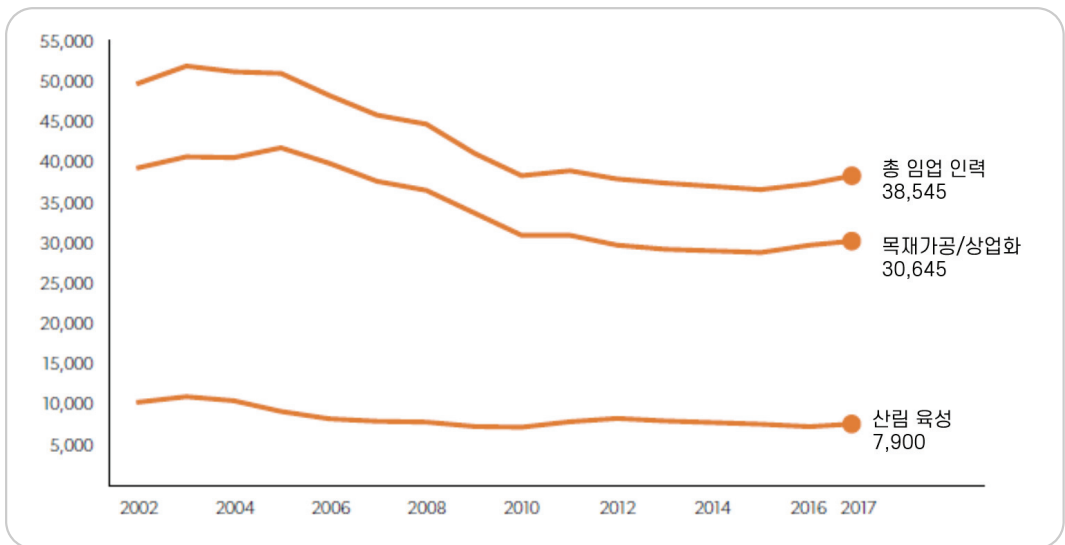


그림 75. 임업 및 목재가공산업 분야 피고용자 수(명)

자료: Forestry and Wood Processing Workforce Action Plan 2020-2024

임업종사자의 80% 이상이 남성이며, 인종 분포가 유럽에 집중되어 있고, 평균 연령이 40~50대로 높아 다양성이 부족한 한계가 있다(그림 76).

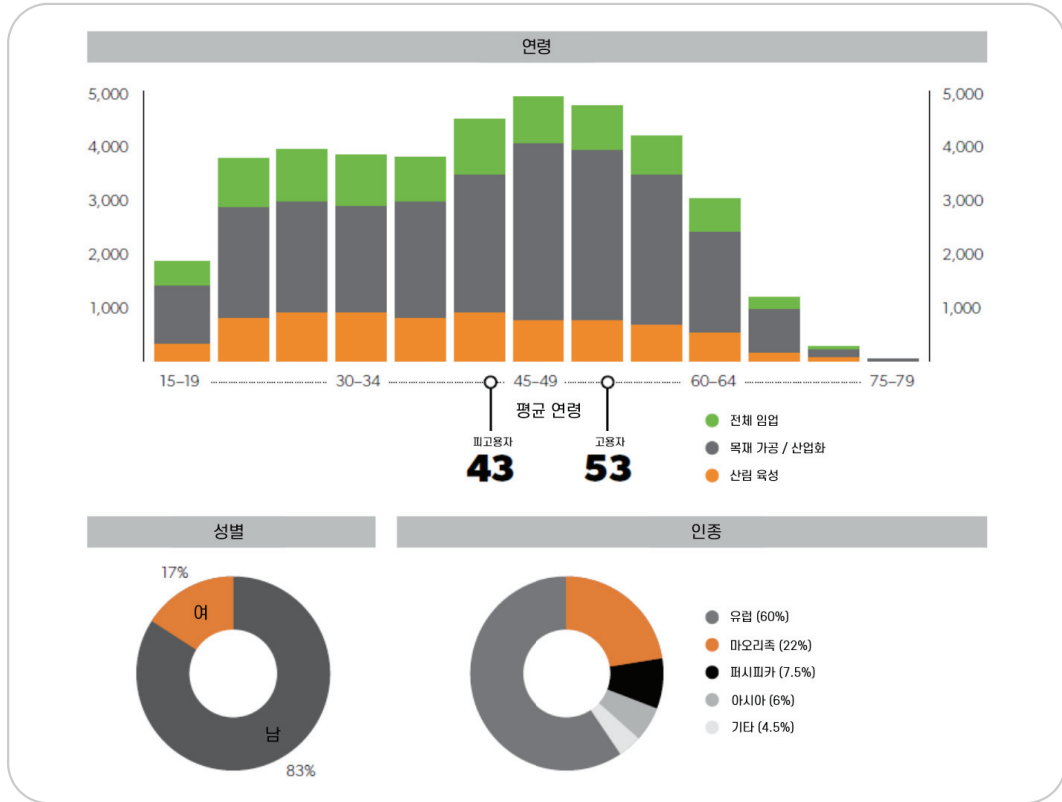


그림 76. 뉴질랜드 임업 종사자의 현황 및 특성(2017)

자료: Forestry and Wood Processing Workforce Action Plan 2020-2024

뉴질랜드는 임업과 목재가공 부문에서 현재와 미래의 필요를 충족시키는 인력 개발을 지원하기 위하여 「임업 및 목재가공산업 인력 이행 계획(Action plan) 2020~2024」를 작성하고 교육, 훈련 및 고용 등 인프라 구축을 위한 방안을 제시하고 있다. 현재와 미래의 요구를 충족시킬 전문적이고, 안전하며, 다양한 인력을 위해 지식, 유인책(Attraction), 교육과 훈련, 고용의 4가지 우선순위를 가지고 계획을 수립하고 있다.

## 4) 산림자원 이용

### 가) 목재 생산

2019년 기준 36.5백만m<sup>3</sup>을 생산하였으며 그중 22.5백만m<sup>3</sup>을 수출하고 14백만m<sup>3</sup>을 국내에서 가공 및 사용한다. 수출액의 절반 이상을 차지하는 원목(Logs)은 22.3백만m<sup>3</sup>을 수출하고, 제재목, 합판, 섬유판, 파티클보드, CLT 등의 형태로 가공되어 수출되기도 한다. 제재목은 4.4백만m<sup>3</sup>이며, 그중 60%가 국내에서 자급되며 나머지는 수출한다. 합판(Plywood, Veneer), 섬유판(Fibreboard), 파티클보드(Particleboard), CLT(Cross-Laminated Timber) 등 집성재(Engineered wood products)는 총 1.8백만m<sup>3</sup>이 생산되었으며 1백만m<sup>3</sup>을 자급하고 나머지는 수출하였다. 펄프는 1.4백만톤을 생산하였고 기타 품목과 달리 국내 자급보다 수출되는 양이 약 2배정도 많았다. 수출로 인한 수익은 약 66억 NZD(약 47억 USD)에 달하며 원목으로 인한 수출액이 55%를 차지한다.

뉴질랜드의 가장 큰 원목 수출 시장은 중국이며, 2019년 기준 34억NZD(약 24억USD)을 기록하며 수출액의 절반 이상으로 나타났다. 우리나라의 수출액은 4억NZD(약 3억 USD)이었으며, 대부분 원목과 칩을 수출하고 일부 제재목, 패널 등이 차지한다.

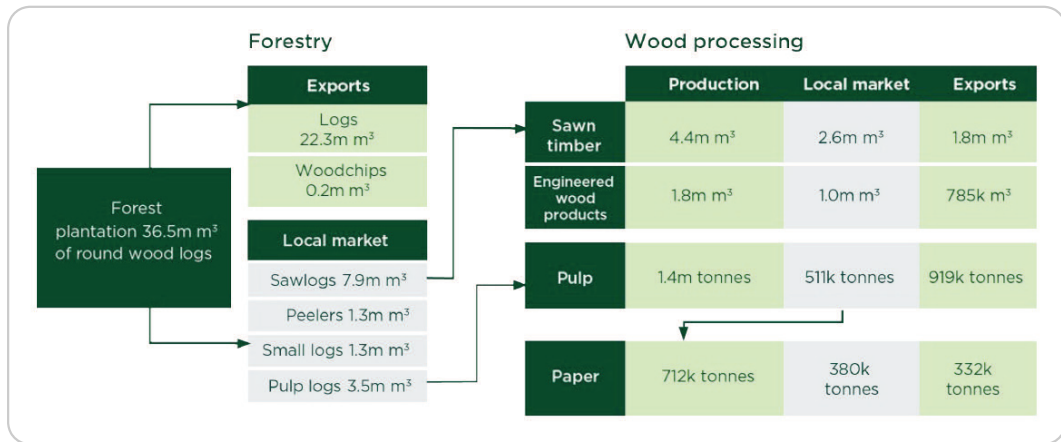


그림 77. 원목 생산과 국내 소비 및 수출

자료: Invest in New Zealand Wood Processing(NZTE, 2020)

## 5) 산림자원관리 전략 및 정책

### 가) 산림자원관리 정책

뉴질랜드 정부는 민간의 상업적 산림경영에는 관여하지 않고 있으며, 그 이유는 뉴질랜드 인공림의 경제적 가치가 높아 정부의 지원 없이도 사유림의 산림경영이 가능하기 때문이다. 뉴질랜드의 산림경영은 국가의 주도가 아닌 산림소유자와 법인/회사가 협력하여 산림경영을 통해 수익을 창출하는 시장경제 체제로 발전하였다.

정부는 상업적 목적의 산림경영에는 직접적으로 참여하지 않고 있으며, 목재 산업 및 임산물 제조 연구와 임업기술 개발 등 민간분야에서 수행하기 어려운 기초 연구 등 임산업 활성화 분야에 적극적인 지원을 하고 있다. 조림사업의 경우 상업적 조림을 위한 개인 산주나 단체 등에 대한 보조금 및 재정적 지원은 하지 않으며, 환경 보전을 위한 측면에서 토양침식 및 녹화 재조림 시에는 정부 지원 및 보조금을 지급한다. 또한, 목재생산세가 도입되어 1㎡당 27센트/톤(약 0.2USD)을 받고 있으며, 이 세금은 다시 임업 분야의 연구 등에 활용하고 있다.

### 나) 탄소 중립

뉴질랜드 정부는 탄소중립을 위한 2050 목표를 법제화하였고, 2025년까지 공공부문에 서 탄소중립을 달성할 것을 선언하였다.

산림 분야에서의 노력은 2028년까지 10억 그루의 나무를 심고자 하는 「10억 그루 나무 프로그램(One billion tree programme)」을 시행하였다. 목적은 2028년까지 목표치에 도달하기 위해 현재의 조림률을 두 배 이상 증가시키는 것이며, 적절한 나무(Right tree)를 적절한 장소(Right place)에 적절한 목적(Right purpose)으로 조림하는 것이다. 최근까지 약 2억 5천 그루의 나무가 식재되었고, 이를 달성하기 위해 과학 기술 개발과 연구가 수반되고 있다(그림 78).



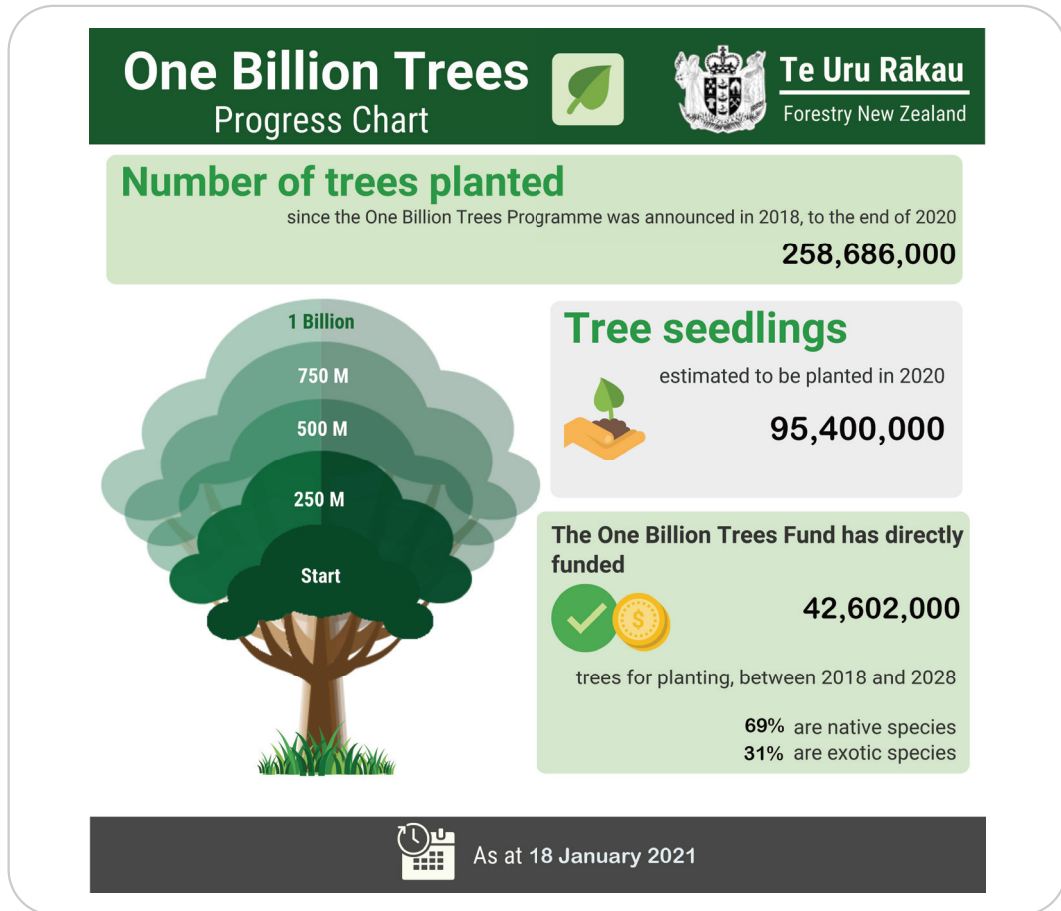


그림 78. 뉴질랜드의 조림 정책

자료: 뉴질랜드 1차산업부 웹사이트([mpi.govt.nz/forestry/funding-tree-planting-research](http://mpi.govt.nz/forestry/funding-tree-planting-research))

일  
본

독  
일

미  
국

오  
스  
트  
리  
아

뉴  
질  
랜  
드

참 고 문 헌

- 가. 국립산림과학원. 2017. 뉴질랜드 산림현황 및 사유림 경영 실태. pp.2~5.
- 나. 산림청. 2018. 뉴질랜드 산림자원관리 전략 및 수확체계 연구. pp.37~43.
- 다. Forestry and Wood Processing Workforce Action Plan Working Group. 2020. Forestry and Wood Processing Workforce Action Plan 2020-2024. pp.8.
- 라. FOA(Forest Owners Association). 2020. Facts & Figures 2019/20. pp.4~29.
- 마. FOA(Forest Owners Association). 2020. New Zealand Forest Road Engineering Manual 2020. pp.27~29.
- 바. Ministry for Primary Industries. 2019. National Exotic Forest Description. pp.6~13.
- 사. NZIER(New Zealand Institute of Economic Reserch). 2017. Plantation forestry statistics. pp.20~24.
- 아. NZTE(New Zealand Trade and Enterprise). 2020. Invest in New Zealand Wood Processing. pp.20.
- 자. Seafriends. 2021. <http://www.seafriends.org.nz/enviro/soil/soilnz.htm>
- 차. Wikipedia. 2021. [https://en.wikipedia.org/wiki/New\\_Zealand](https://en.wikipedia.org/wiki/New_Zealand)
- 카. Dirtnewsletter. 2021. <https://dirtnewsletter.wordpress.com/>
- 타. 뉴질랜드 1차산업국. [mpi.govt.nz/forestry](http://mpi.govt.nz/forestry)
- 파. Wikipedia. 2021. [https://en.wikipedia.org/wiki/New\\_Zealand](https://en.wikipedia.org/wiki/New_Zealand)

# 5. 우리나라 산림관리를 위한 시사점

가. 산림자원관리 현황 / 125

나. 주요 임업선진국과의 현황 비교 / 127

다. 우리나라 산림자원관리를 위한 시사점 분석 / 128





임업선진국의 산림자원관리 현황

## 5. 우리나라 산림관리를 위한 시사점



### 가 산림자원관리 현황

우리나라 산림면적은 6,229천ha로 국토의 63%를 차지하고 있는 산악국가이다. ha당 평균 임목축적은 161.4m<sup>3</sup>로 OECD 평균 131m<sup>3</sup>를 상회하고 있으며, 1973년에 11m<sup>3</sup>/ha에서 빠른 속도로 증가하여 세계적인 산림녹화 성공국으로 알려져 있다. 영급 구성은 72% 이상이 IV영급 이상(I 3.3%, II 2.6%, III 21.9%, IV 46.6%, V 18.7%, VI 6.7%)으로 점차 별채기에 근접하고 있다. 수종별로는 혼효림이 1,756천ha로 가장 넓은 면적으로 차지하고 있고 다음으로 소나무림 1,562천ha, 참나무류 975천ha 순이다.

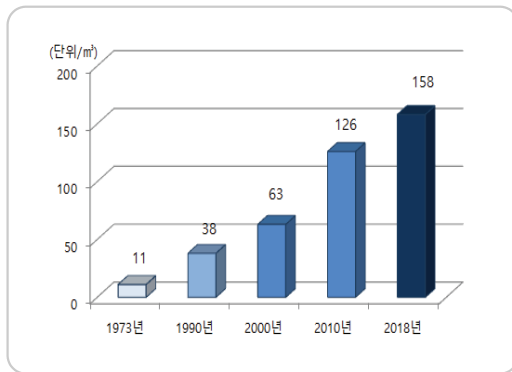


그림 79. 임목축적 변화

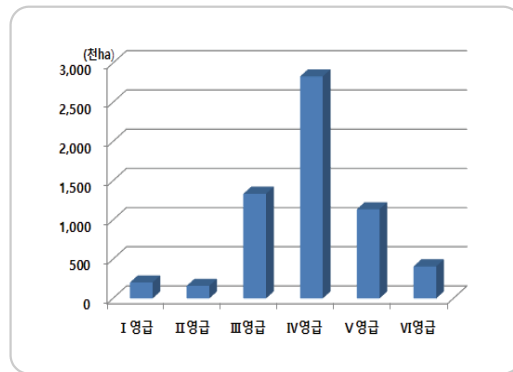


그림 80. 영급 구성

자료 : 산림자원관리 중장기 연구추진 방향(국립산림과학원, 2020a)

산림녹화를 위해 1962년부터 2017년까지 누적 조림 면적이 4,449,760ha에 달하며 이 기간 주요 조림 수종은 이태리포플러 5571,026ha, 낙엽송 431,026ha, 잣나무 365,100ha, 밤나무 184,564ha, 편백 142,617ha 순이다. 1960~70년대에는 속성수나 유실수(포플

리, 밤나무)를, 1980년대 이후는 낙엽송, 잣나무, 편백 등의 목재생산을 위한 경제 수종을 주로 조림하였다. 숲가꾸기는 1998년부터 본격화되어 2018년까지 연평균 336천ha, 총 7,047천ha의 숲가꾸기를 실행하였다. 2012년까지는 천연림 보육사업, 큰나무가꾸기 사업에 집중되었으나 2013년부터 조림지 관리를 위한 풀베기 사업이 증가하고 있다. 2013년부터 기능별 숲가꾸기를 도입하여 공익림 가꾸기를 추진하고 있다. 산림경영의 기반인 임도는 누적 개설량이 21,769km이며 ha당 임도밀도는 3.43m로 선진국 수준에 미치지 못한다. 목재자급률은 꾸준히 증가하였지만 2019년 기준 16.6%에 불과하여 임업선진국에 비하면 부족하다. 2019년 생산된 4,605천m<sup>3</sup> 중 제재목은 16%에 불과하고 대부분이 저가 제품인 펄프와 보드로 사용되고 있다.

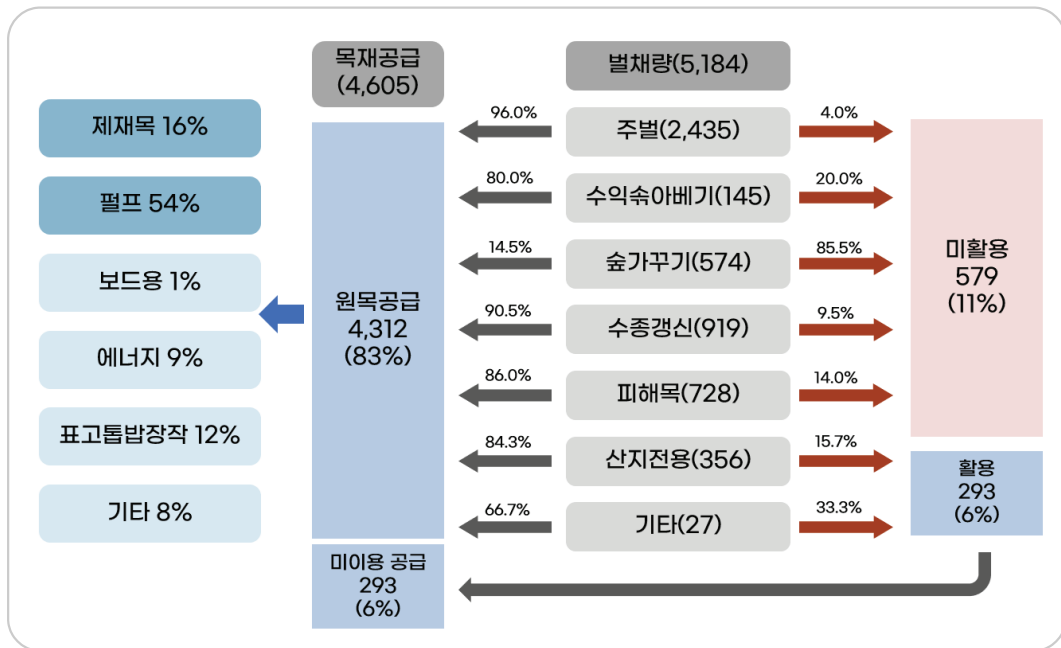


그림 81. 2019년 산림 벌채 및 이용 현황(산림청, 2020)

자료: 임업통계연보(산림청, 2020)

산림청은 산림경영모델 개발확산을 위해 선도산림경영단지 23개소(국유림 5개소, 사유림 18개소) 운영 중이며, 2016년에 재편한 경제림육성단지 234만ha를 재구획해서 집단화를 통한 국산재 자급률을 높이는 방안을 추진 중이다. 2021년 1월에는 『2050 탄소중립 달성을 위한 산림 부분 추진 전략』을 발표하고 2050년까지 산림을 통한 30억 그루 나무심기로 3,400백만 톤의 탄소흡수에 기여하는 계획을 수립하였다.

## 나 주요 임업선진국과의 현황 비교

〈표 37〉은 우리나라와 임업선진국 5개국의 주요 임업 통계 자료를 비교한 것이다. 우리나라 산림률은 63%로 일본 다음으로 높지만 목재자급률은 16.6%로 가장 낮다. 낮은 연년성장량, 험한 지형, 낮은 인공림 비율 등이 복합적으로 작용한 탓이다. 또한, 아직 벌채기에 이르지 못하였거나, 험한 지형으로 경제성이 떨어져 벌채가 활발하게 진행되지 못한 것도 원인이다.

표 40. 우리나라와 임업선진국의 산림 현황 비교

구분	한국	일본	독일	미국	오스트리아	뉴질랜드	
산림 자원 현황	산림면적(천ha)	6,299	25,050	11,419	309,784	3,899	10,100
	산림률(%)	63	66	32	34	47	38
	임목축적(m <sup>3</sup> /ha)	161	209	336	131	351	292
	인공림 비율(%)	27	41	50	9	43	21
	연년성장량(m <sup>3</sup> /ha)	4.3	2.9	11.2	14(동부)	8.9	25
	국/사유림 비율(%)	33/67	43/57	52/48	42/58	18/82	39/61
	사유림 소유구조 (기준: 산주 수)	1ha 미만 (67%)	5ha 미만 (74%)	20ha이하 (98%)	3.6ha 미만 (61%)	-	-
	사유림 소유구조 (기준: 면적)	1~10ha (47%)	10~50ha (32%)	20ha이하 (50%)	4,000ha 이상 (22%)	200ha 이하 (54%)	10,000ha 이상 (51%)
	최대 분포 영급 구간(%)	21~40년 (65.7%)	41~60년 (56%)	41~60년 (20%)	60~79년 (22%)	21~40년 (19%)	1~20년 (54.1%)
	I~II 영급 분포(%)	6.0	2.0	9.0	11.4	12.9	54.1 (인공림)
산림 자원 관리	산림보호구역면적(ha)	0.4백만	12.2백만	1.4백만	32백만	1.25백만	5.2백만
	조림 물량(ha)	25천	26천	48천	691천	36천	50천
	목재생산량(m <sup>3</sup> )	4.6백만	30.2백만	68백만	410백만	18.9백만	35.8백만
	임도 길이(ha/m)	3.5	13	46	9.5	45	-
연간 순임목성장량 대 벌채 비율	23	34	98	-	88		

구분		한국	일본	독일	미국	오스트리아	뉴질랜드
산림 자원 이용	목재자급률(%)	16.6	36.6	53.0	71.0	100	100
	제재목 비율(%)	13	42	57	38	52	12
	산림바이오에너지(%)	10	21	30	15	30	-

※ 각국의 홈페이지 및 FAO 등에 공개된 자료이며, 통계자료에 따라 연도별 차이가 있음

우리나라를 포함한 6개국 모두 사유림의 비율이 높지만 우리나라는 특히 1ha 미만의 소규모 산주가 많다는 것이 산림경영을 어렵게 만드는 요인이다. 고급재가 할 수 있는 제재목의 비율이 16%에 불과하여 임업선진국에 비해 낮은 것은 앞으로 풀어야 할 큰 숙제이다. 선진국과 비교를 통해 임도 밀도가 낮은 것이 우리나라 산림경영을 어렵게 하는 요인임을 알 수 있다. II영급 이하의 산림 비율은 뉴질랜드를 제외하고 영급편중의 문제를 안고 있는 것으로 파악되었다.

## 다 우리나라 산림자원관리를 위한 시사점 분석

### 1) 좋은 입지를 선정해서 선택과 집중을 해야 한다.

우리나라 산림의 ha당 연평균 성장량이 4.3m<sup>3</sup>/ha/년으로 뉴질랜드의 1/5, 미국 동부의 1/3, 유럽의 1/2 수준이다. 느린 임목 성장으로 수확기까지 장기간이 소요되고 그만큼 투입대비 수익도 떨어질 수밖에 없다. 하지만 우리나라고 위치나 입지에 따라 생장이 양호한 지역도 있다. 이런 지역을 잘 골라 생장이 양호한 지역에 집중적으로 투자할 필요가 있다. 우리나라보다 연평균 성장량이 느린 일본은 5m<sup>3</sup>/ha/년 이상의 입지를 선별하여 목재생산림을 운영할 계획을 수립하였다(그림 82). 생장이 양호한 입지를 선별하여 육성단층림으로 조성하고 '조림→육성→수확'에 집중할 계획이다. 좋은 입지를 선정할 뿐 아니라 규모화를 하여 생산성을 높이도록 해야 한다. 경제림육성단지를 재구획이 이런 요인들을 감안하여 중장기적인 계획을 수립해야 한다.



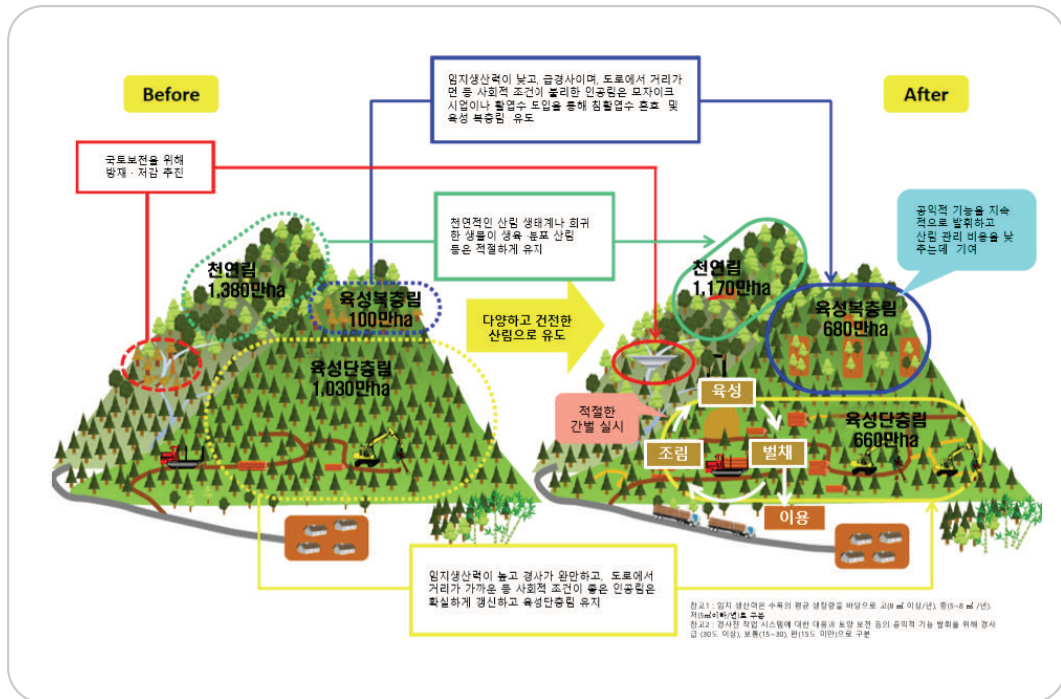


그림 82. 일본의 산림집약화 계획

자료: 山林·林業·木材産業の現状と課題(임야청, 2020)

## 2) 제재목 생산을 확대하여 고급재를 생산해야 한다.

우리나라 생산 임목 중 제재목 비율은 16%에 불과하여 다른 임업선진국과 비교해 낮은 수준이다. 2019년에 생산된 4,605천㎥ 중 16%인 690천㎥를 제외하고 나머지는 저가인 보드, 펄프, 바이오매스 등에 이용되었다. <표 41>에서 제재목(주로 특용재급, 1, 2, 3등급, 원주재)은 보드, 펄프 등에 쓰이는 원료재급 보다 2~3배 가량 비싸다. 우리나라에서 생산되는 목재가의 제재목 비율이 낮은 것은 정상적으로 관리된 임분보다 수종갱신, 피해목 등의 벌채 비율이 높기 때문으로 판단된다. 우리나라의 험준한 지형, 높은 인건비를 고려할 때, 고급재를 생산하지 않으면 우리나라의 목재생산 경쟁력은 점점 떨어지게 될 것이다. 고급재 생산을 위해서는 숲가꾸기 품질을 높이고, 좋은 원목이 제값을 받을 수 있는 유통구조를 만들어야 한다.

표 41. 원목의 등급별 가격

구분	특용재급	1등급	2등급	3등급	원주재급	원료재급
소나무	397,800	201,300	171,800	153,500	151,500	50,800 (59,700)
낙엽송	155,100	149,600	145,200	139,500	134,200	50,700 (65,900)
잣나무	176,900	143,300	139,000	136,300	134,700	50,300 (59,200)
참나무	-	125,000	104,600	82,800	-	61,700

※ 원료재급 괄호 안의 가격은 톤당 가격임

자료 : 2020년 가을 국산재 원목 시장가격 동향(한국임업진흥원, 2020)

### 3) 산림작업을 첨단화하여 작업의 효율성을 높여야 한다.

독일은 『산림 및 목재 4.0(Wald und Holz 4.0)』, 일본은 『스마트 임업』 계획을 수립하여 산림작업을 첨단화하여 효율성을 높이고자 노력 중이다. 발전하고 있는 4차 산업혁명 기술을 산림분야에 접목하여 산림작업 및 유통을 획기적으로 개선해야 한다. 항공레이더 등을 이용한 원격산림조사, 산림작업 기계의 무인화, Big Data를 통한 유통구조 개선 구체적인 사례이다. 우리나라도 『K-포레스트(K-Forest) 추진계획 - 한국형 산림 뉴딜 전략(‘20년~’30년)』에 이러한 계획이 포함되어 있다. 이러한 계획들을 구체화하여 실질적인 연구개발이 이루어져서 현장에서 적용 할 수 있도록 해야 한다.

### 4) 정밀임업을 위한 통계자료 취득의 개선이 필요하다.

우리라는 영급조사는 10년 단위로 하여 최대 VI영급까지로 되어 있다. 일본과 뉴질랜드는 정밀임업을 위해 영급을 5년 단위로 운영하고 있다. 미국과 노령림 파악을 위해 200년, 독일은 160년까지 조사를 한다. 우리나라도 임상도 상에는 IX영급까지 되어있지만, 임업통계상에는 VI영급까지 통계를 낸다. 이를 개선하기 임업통계도 IX영급까지 확대하는 것이 필요하다. 영급을 5년 단위로 세분화했을 때의 장단점을 분석하여 개선하는 것이 필요하다. 또한, 우리나라는 인공림, 천연림의 통계가 명확하지 않다. 임업통계연보에는 인공림의 면적이 2006년까지 1,713천ha로 표시되어 있고 그 후로 업데이트가 안 되고 있다. 임상도를 이용하여 인공림을 분류하면 100만ha 정도가 되는 것으로 알려져 있다. 인공림의 정확한 통계는 산림관리를 위해 중요하므로 정확한 통계가 필요하다. 기존 통계에서 I, II 영

급의 분포 비율이 6.0%인데 인공림과 천연림을 구분하여 통계를 낼 필요가 있다. 정확한 통계에 근거하여 향후 조성 목표를 설정해야 실천 가능한 계획을 수립할 수 있다.

## 5) 영급편중의 문제점을 분석하고 대책을 세워야 한다.

우리나라의 I, II영급의 분포 비율이 6.0%로 일본(2.0%) 다음으로 가장 낮은 수준이다. 영급의 노령화로 이산화탄소의 흡수량이 2015년 45.2백만tCO<sub>2</sub>, 2030년 24.1백만tCO<sub>2</sub>, 2050년 14.4백만tCO<sub>2</sub>로 감소할 전망이다(그림 83). 영급불균형이 지속되면 이산화탄소 흡수량뿐만 아니라 우리나라 목재 산업에도 큰 영향을 미친다. 따라서 산림의 지속가능한 경영을 위해서는 균형 있는 영급 구성이 필요하다. 산림청에서도 ‘2050 탄소중립’을 위해 벌채를 확대하여, 탄소흡수를 늘리는 계획을 수립하였다.

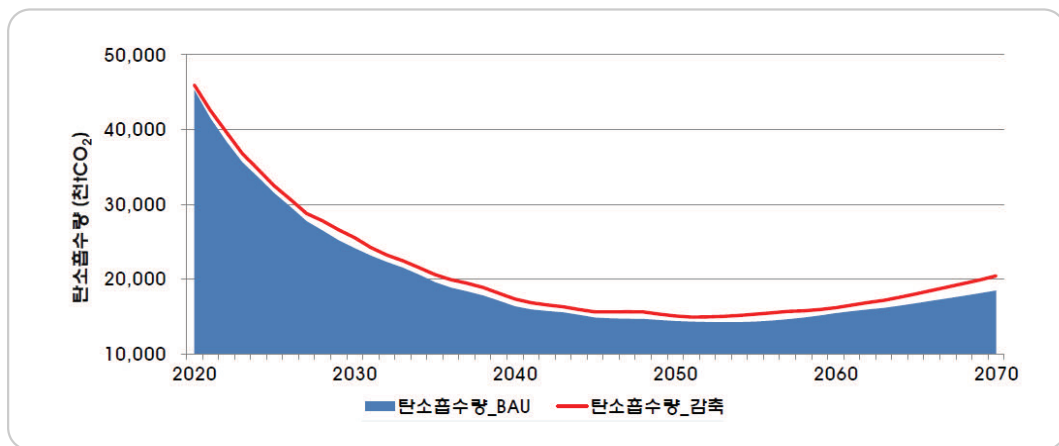


그림 83. 탄소흡수량 변화 추이(2020)

자료 : 산림·입업 전망(국립산림과학원, 2020b)

입업선진국 사례에서 뉴질랜드를 제외한 국가들이 불균형한 영급 모습을 나타낸다. 대체로 III~VI에 몰려 있는데 이는 2차 대전 후에 적극적으로 조림하였기 때문이다. 하지만 해당 국가들은 영급 불균형 해소를 위한 적극적인 모습을 보이지 않고 있다. 영급 불균형이 가장 심각한 일본에서도 산림 정비를 위한 계획은 수립하지만 영급구조개선에 대한 문제의식은 찾아보기 힘들다. 우리가 강조하고 있는 영급과 이산화탄소 흡수에 대해 심각한 문제로 인식하지 않고 있다. 다른 국가들이 영급 불균형 개선을 산림정책에서 주요 목표로 두지 않고 있는 이유를 파악하고, 우리도 그들의 정책적 논리를 참고할 필요가 있다.

## 6) 산림경영기반인 임도의 확대를 적극적으로 추진해야 한다.

우리나라의 임도밀도는 3.5m/ha 다른 임업선진국에 비해 턱없이 부족하다(그림 84). 임도의 산림경영 기반시설로 임도 없이는 벌채도 조림도 어렵다. 산림청에서는 임도 건설을 경제림육성단지에 집중하여 2019년 5.16m/ha 임도밀도를 2030년에는 8.09m/ha로 끌어올리려는 계획을 수립하였다. 임도 건설에는 많은 예산이 투입되고 시간이 걸리므로 개설된 작업로를 활용하는 방법도 검토해야 한다.

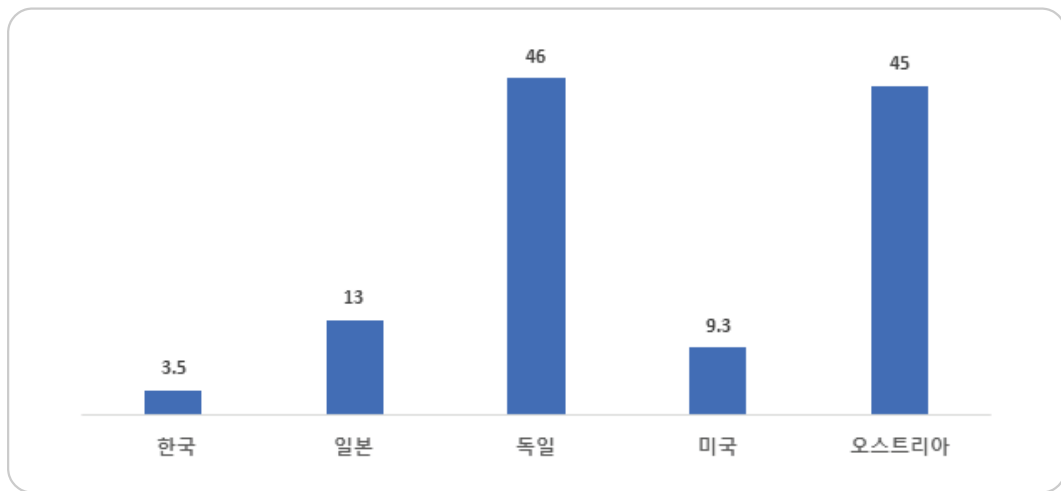


그림 84. 주요 임업선진국의 임도 밀도(2020)

자료 : 2019년도 산림과 임업 동향에 관한 연차 보고서(산림청, 2020)

## 7) 사유림 산주의 산림경영 참여를 위한 제도개선 필요하다.

산림소유자 수로 보면 1ha 미만 67%를 차지하고 면적으로 보면 1~10ha 소유자가 47%를 차지하고 있다. 다른 임업선진국과 비교하면 우리나라 소규모 산림 소유자의 비율이 훨씬 높다. 소규모의 산림소유자는 산림경영에 관심이 적어 사유림의 경영을 어렵게 하고 있다. 소규모의 파편화된 산림은 산림경영의 효율성도 떨어뜨린다. 일본은 산주들의 의뢰를 기다리지 않고 임업사업체가 '사업제안서'를 작성하여 사업방침과 수익성을 제시하는 '제안형 집약화 사업'을 실행한다. 임야청은 제안형 집약화 사업의 인재를 육성하기 위해 2007년부터 '산림사업플래너 연수'를 실시하였고, 2017년까지 1,038명이 수료하였다. 이런 일본의 제도를 참고하여 산림경영에 참여하는 산주에게 인센티브를 제공하는 제도가 필요하다.

참 고 문 헌

- 가. 국립산림과학원. 2020a. 산림자원관리 중장기 연구추진 방향. pp.33.
- 나. 국립산림과학원. 2020b. 산림·임업 전망. pp.404.
- 다. 한국임업진흥원. 2020. 2020년 가을 국산재 원목 시장가격 동향. pp.132.
- 라. 산림청. 2020. 2020 임업통계 연보. pp.448.
- 라. 산림청. 2020. 2019년도 산림과 임업에 관한 연차 보고서. pp.566.
- 마. 산림청. 2021. 2021년 산림청 주요업무 추진 계획. pp.19.
- 바. 한국농촌경제연구원. 2019. 일본의 산림·임업과 정책동향. pp.28.
- 사. 임야청(일본). 2020. 山林·林業·木材産業の現状と課題. pp.30.



## 6. 결론







○ 임업선진국의 산림자원관리 현황

## 6. 결론



우리와 유사한 기후대에 위치하는 일본, 독일, 미국, 오스트리아, 뉴질랜드의 산림자원 현황, 관리 방향 및 산림정책을 살펴보았다. 각 나라가 처한 자연환경에 맞춰 임업을 국가의 주요 산업으로 발전시키고, 국민에게 더 많은 혜택을 돌려주기 위해 정책을 추진하고 있다.

일본은 우리와 비슷한 경사가 급한 산악지형, 높은 비율의 소규모 사유림 같은 열악한 조건에도 불구하고 목재자급률 36.6%를 기록하고 있고, 제재목 비율도 63%로 높은 편이다. 집약화를 통한 효율성 향상 및 ICT기반 산림자원관리 방법 개선에도 힘쓰고 있다. 독일은 자연의 생태적 원리를 적용하여 천연갱신을 확대하고 택벌 개념의 수확 시스템을 확립하였으며, 활엽수 비율을 늘리면서 친환경적 산림자원관리를 체계를 구축하였다. 미국은 넓은 국토와 비옥한 토지를 기반으로 활발한 목재생산을 하여 세계 최대의 목재생산국이 되었으며, 수요에 맞게 다양한 목재를 생산하고 있다. 오스트리아는 산악지방의 특성에 맞는 산림관리기술을 개발하여 목재를 이웃국가에 수출하고 있다. 뉴질랜드는 산림생장이 우수한 기후적 특성을 이용하여 2.1백만ha의 인공림에서 연간 36백만m<sup>3</sup>를 생산하는 주요 목재 수출국이 되었다.

임업선진국들과 우리나라 산림자원관리 비교를 통해 우리 임업의 현주소를 파악할 수 있었다. 우리 임업의 현실은 선진국과 비교해 양적으로나 질적으로 많이 뒤처져 있는 것이 사실이다. 산림면적 대비 적은 목재생산량 및 생산된 목재 대비 낮은 고급재 비율, 경영기반인 임도의 부족 등 중장기적으로 해결해야 할 문제들이 많다.

또한, 임업선진국을 통해 우리나라 산림자원관리가 나아가 할 방향을 생각해 볼 수 있다. 이론적으로 보면 고급목재를 빠르게, 많이 생산할 수 있으면 이상적일 것이다. 그러나 우리나라 자연환경의 제약으로 생산할 수 있는 목재가 제한적이다. 우리나라 자연환경의 특성

을 고려하여 어떤 목재를, 어디에서, 얼마나 생산할 것인가에 대한 세부계획이 필요하다. 산림청에서는 목재생산을 위한 경제림육성단지를 재편하여 여기에 집중할 계획을 추진하고 있지만, 입지, 규모화 가능성 등을 고려한 세부적인 논의가 필요하다. 『2050 탄소 중립』 달성을 위해 산림자원관리를 어떻게 하는 것이 바람직한가에 대한 방향 정립도 필요하다. 도시민들을 위한 도시숲 조성·관리를 통한 서비스의 확대해야 하고, 최근 자연재해의 증가로 산불피해와 산림병해충에 강한 숲을 조성해야 한다. 물관리의 중요성이 부각되면서 수자원함양을 위한 산림자원관리도 필요하다. 이런 산림의 다양한 요구를 고려하여 산림자원관리의 우선순위가 필요하고 선택과 집중을 통해 효율성을 높이도록 해야 한다. 이런 당면한 문제 해결을 위해 중장기적인 전략이 필요하고, 기술적으로 지원할 R&D 개발 계획도 필요하다. 우리나라 임업이 선진국으로 가기 위해 이번 자료가 도움이 되기를 기대해 본다.

## □ 국립산림과학원 연구자료 목록

1. 외국수종육성에 관한 시험. 1959.
2. 한국산 야생용 식물 - 초본편. 1959.
3. 세계인공림에 관한 회의보고서. 1968.
4. 야생동물실태조사 제 3보. 1968.
5. 한국수목해충총목록. 1969.
6. 한국조류분포목록. 1969.
7. 광릉시험림의 솔잎혹파리구제에 관한 보고. 1969.
8. 야생식용식물도감. 1969.
9. 야생동물실태조사 제4보. 1969.
10. 해외파견기술총련보고서 - 토양조사와 토지이용구분. 1970.
11. 한국의 펄프종이 공업. 1970.
12. 주요 임산물 통계자료. 1970.
13. 포푸라 주요 병해충의 생태와 방제. 1970.
14. 포푸라이용의 현황과 전망. 1970.
15. 조림수익율표. 1972.
16. 송이생산기술 연찬회자료. 1981.
17. 해외목재자원 및 이용 - I. 파푸아뉴기니아. 1981.
18. 한국의 송이에 관한 조사보고서. 1981.
19. 목재보존 기술자료. 1981.
20. 해외목재자원 및 이용 - II. 중남미. 1982.
21. 해외목재자원 및 이용 - III. 아프리카. 1983.
22. 송이연구 및 생산기술자료. 1984.
23. 해외목재자원 및 이용 - IV. 동남아시아. 1984.
24. Compilation of Abstracts on Gall Midges of Woody Plants (수목혹파리에 관한 초록집). 1984.
25. 주요수종의 수익성. 1985.
26. Report on Biological Control of the Pine Gall in Korea. 1985.
27. 미국과 일본의 산림자원정책. 1985.
28. 오지리의 산림조사평가와 표준오차계산표. 1985.
29. 일본의 임산버섯 연구 및 생산기술. 1986.
30. 산지이용구분조사보고서. 1986.
31. 해외목재자원 및 이용 - V. 북미. 1986.
32. 임산버섯생산기술 연찬회자료. 1987.
33. 간벌소경재의 가공이용기술. 1987.
34. 산림자원조사보고서 - 강원도 기본계획구. 1987.
35. 산림자원조사보고서 - 동부영림서 기본계획구. 1987.
36. 산림자원조사보고서 - 중부영림서 기본계획구. 1988.
37. 간벌작업지 프라스틱수라집재에 관한 사례연구. 1988.
38. 해외목재자원 및 이용 - VI. 소련·극동시베리아. 1989.
39. 임업투자수익율표. 1989.
40. 산림자원조사보고서 - 경상북도(대구직할시포함) 기본 계획구. 1989.
41. 산림자원조사보고서 - 남부영림서 기본계획구. 1989.
42. 미림목지의 주요수종 수확예측. 1989.
43. 산림토양단면도집. 1989.
44. 해외임산공업현황 - I. 대만·일본. 1989.
45. 목재도장기술. 1989.
46. 대나무재배기술. 1990.
47. 산림자원조사보고서-경남(부산직할시 포함) 기본계획구. 1990.
48. 일본의 소나무재선충병연구. 1990.
49. 소련·중국의 임업정책연구. 1990.
50. 열대재의 재질과 가공성. 1990.
51. 쾨기르기. 1991.
52. 산림과 물. 1991.
53. 일본의 제재기술동향. 1991.
54. 일본의 목재보존의 기술동향. 1991.
55. 세계주요국의 임정연구. 1991.
56. 산림자원조사보고서 - 전라북도(광주직할시 포함) 기본 계획구. 1991.
57. 산림자원조사보고서 - 전라남도 기본계획구. 1991.
58. 환경과 야생동물. 1991.
59. 한국의 임산업. 1991.
60. 목재건조기술. 1991.
61. 목재접착조색도장기술. 1991.
62. 도시산림환경. 1991.
63. 석재자원조사보고서(I). 1992.
64. 세계의 임산업. 1992.
65. 아까시나무 자원과 이용. 1992.
66. 세계주요국의 산림임업법률연구. 1992.
67. 수목 및 목재의 성분이용. 1992.
68. 겨울철새의 도래실태. 1992.
69. 산림자원조사보고서(충북). 1992.
70. 산림자원조사보고서(충남). 1992.
71. 임업연구를 위한 기초통계학. 1992.
72. 북한의 임업. 1992.
73. 한국산 버섯 색인집. 1992.
74. 목질탄화 및 탄화물의 토양개량재 이용. 1992.
75. 목재열기 건조 스케줄. 1993.
76. 산림자원조사보고서(경기도, 서울, 인천, 원주영림서 포함 기본계획구). 1993.
77. 산림자원조사보고서(제주도 기본계획구). 1993.
78. 합판산업 구조개선방안. 1993.
79. 산림휴양·생태관광계획. 1993.
- 80-1. 열대목재의 합리적 이용 및 목재산업 국제화 증진 방안. 1993.
- 80-2. Study on Rational Utilization of Tropical Timber and Globalization of Korean Wood Industry. 1993.
81. 석재자원조사보고서(II). 1994.
82. 해외조림투자환경. 1994.
83. 활엽수자원보고서(경상남도 기본계획구). 1994.
84. 활엽수자원보고서(전라남도 기본계획구). 1994.
85. 활엽수자원보고서(제주도 기본계획구). 1994.
86. 목재재질재료의 성능향상 및 가공이용기술. 1994.
87. 표고재배기술 연구자료. 1994.
88. 천마재배기술 연구자료. 1994.
89. 톱밥 종합이용. 1994.
90. 일본 목재보존공업기술 동향. 1994.
91. 임목종자와 양묘. 1994.
92. 한국의 목재자원과 수급 및 임산업현황. 1994.
93. 산림측량실무. 1994.
94. 목조주택 시공기법. 1994.
95. 한국산 주요목재의 성질과 용도. 1994.
96. 통나무집 축조기술. 1994.
97. 목질재료의 신접착기술. 1994.
98. '95임업연구성과설명회 자료(목재산업분야). 1995.
99. '95임업연구성과설명회 자료(임산버섯분야). 1995.
100. '95임업연구성과설명회 자료(특수임산물리용분야). 1995.
101. 산림생태계 생물다양성 조사분석 및 표본관리 방법. 1995.
102. 속성활엽수의 해외조림투자환경(베트남, 미얀마, 칠레, 서호주를 중심으로). 1995.
103. 솔잎혹파리 논문집 I. 생태, 피해, 방제전략. 1995.
104. 솔잎혹파리 논문집 II. 생물적, 화학적, 임업적 방제. 1995.
105. 솔잎혹파리 논문집 III. 일본, 유럽, 미국. 1995.

106. 한국수목해충목록집. 1995.
107. 임업분업론과 중국의 임업발전방향. 1995.
108. 중국의 임업산업정책과 구역비교연구. 1995.
109. 우리나라 목재수급실태. 1995.
110. 활엽수자원조사보고서(충청남도 기본계획구). 1995.
111. 활엽수자원조사보고서(전라북도 기본계획구). 1995.
112. 활엽수자원조사보고서(경상북도 기본계획구). 1995.
113. 임업연구 기본계획. 1995.
114. 뉴질랜드의 임업 및 임산업 투자환경 - 북섬지역을 중심으로. 1995.
115. 구조용 목질재료의 이용과 환경영향. 1995.
116. 한국수목병명목록집. 1995.
117. 열대활엽수의 해외조림투자환경(말레이시아, 솔로몬, 파푸아뉴기니아를 중심으로). 1996.
118. '96연구성과설명회 자료집(임산공업분야)-산업환경변화에 대응한 임산공업의 새로운 모색. 1996.
119. 한일 산림생산공학 학술회의. 1996.
120. 임업경제동향 - 연차보고서. 1996.
121. 계방산 및 울릉도산림생태계의 생물다양성. 1996.
122. 활엽수자원조사보고서(전국 총괄). 1996.
123. 활엽수자원조사보고서(경기도 기본계획구). 1996.
124. 활엽수자원조사보고서(강원도 기본계획구). 1996.
125. 활엽수자원조사보고서(충청북도 기본계획구). 1996.
126. 한국산림과 온실가스 - 흡수저장 및 저감방안-. 1996.
127. 산림생장 및 수확예측 모델론. 1996.
128. 환경보전형 곤충병원미생물을 이용한 잔디해충 방제. 1996.
129. 임업연구원소장 곤충표본목록 I 나비목. 1996.
130. 임업경제동향-연차보고서(1997). 1997.
131. 나무의 신비. 1997.
132. 우리나라의 산촌지역 구분조사. 1997.
133. 한국의 목재수급실태. 1997.
134. 산림자원조사보고서. 1997.
135. 중국의 임업임산업 현황과 투자환경. 1997.
136. 일제시대의 국유림관리 -보호-처분경역을 중심으로-. 1997.
137. 목조건축의 외장용 목재. 1997.
138. 조선시대 산림사료집. 1997.
139. 임도망계획방법. 1998.
140. 임업경제동향-연차보고서. 1998.
141. 표고 재배기술. 1998.
142. 폐목재발생 및 재활용실태. 1998.
143. 산림의 온실가스 저감방안. 1998.
144. 목질탄화물(숯과 목초액)의 농업 및 환경적 이용. 1998.
145. 설악산 산림생태계의 생물다양성과 생태관광개발 잠재력 평가. 1998.
146. 우리나라 야생동물의 보호-관리실태. 1999.
147. 표고 재배기술향상. 1999.
148. 임업경제동향-연차보고서. 1999.
149. 자연휴양림 이용특성 및 효율적 관리방향(1). 1999.
150. 송이 증수 및 품질향상 기술. 1999.
151. 주요 수종의 육종계획. 1999.
152. 임업의 새로운 조류. 1999.
153. 송이 증수 및 인공재배 연구. 1999.
154. 임업경제성분석 프로그램 사용설명서. 1999.
155. 임업경제성분석 지침서. 1999.
156. 목재인증제의 동향. 1999.
157. 도시림 실태조사 및 관리방안. 1999.
158. 새로운 표고재배기술. 2000.
159. 폐목재의 수집체계 개선 및 재활용 촉진방안. 2000.
160. 식약용식물 재배법. 2000.
161. 임업연구원 소장 곤충표본목록 II 곤충류(나비목제외). 2000.
162. 임업경제동향 2000년/봄. 2000.
163. 한국기록종 버섯 재정리 목록. 2000.
164. 백합나무 조림기술. 2000.
165. 밤나무 재배기술. 2000.
166. 임업경제동향 2000년/여름. 2000.
167. 임업경제동향-연차보고서. 2000.
168. 송이산 가꾸기 및 송이증수. 2000.
169. 한국과 일본의 산지관리 제도. 2000.
170. 혼농림업의 현황과 발전방향. 2000.
171. 원목규격과 해설. 2000.
172. 폐탄광지의 환경복원녹화 기술개발 국제심포지엄. 2000.
173. 임업경제동향 2000년/가을. 2000.
174. 임업경제동향 2000년/겨울. 2001.
175. 임업경제동향 2001년/봄. 2001.
176. 일본의 산촌진흥시책. 2001.
177. 비무장지대 조사방안 토론회. 2001.
178. 임업경제동향 2001년/여름. 2001.
179. 숯과 목초액 이용. 2001.
180. 온한대림의 보전과 지속가능한 경영을 위한 기준 및 지표. 2001.
181. 임업경제동향 2001년/가을. 2001.
182. 한국의 근현대 산림소유권 변천사. 2001.
183. Green GNP와 산림자원계정. 2001.
184. Traditional Knowledge for Soil Erosion Control in the Republic of Korea. 2001.
185. 산림유역의 비점오염원 관리 - 산림작업이 수질에 미치는 영향 및 저감대책 -. 2001.
186. 주요국의 산림임업정책. 2001.
187. 주요국의 산림임업법률. 2001.
188. 임업경제동향 2001년/겨울. 2002.
189. 임업경제동향 2002년/봄. 2002.
190. 임업경제동향 2002년/여름. 2002.
191. 도시림의 합리적 이용관리방안. 2002.
192. 외국의 산불예방과 진화. 2002.
193. 우리나라 귀하식물의 분포. 2002.
194. 중국임업 및 임산업투자환경. 2002.
195. 임업경제동향 2002년/가을. 2002.
196. 산림수문 장기모니터링 자료집(산림유역의 물순환 조사). 2002.
197. 북미산 활엽수재의 재질과 용도. 2002.
198. 백두대간의 생태계 현황 및 관리범위 설정. 2003.
199. 세계의 산림자원과 목재무역. 2002.
200. 2002 수요열린 세미나 자료집. 2003.
201. 임업경제동향 2002년/겨울. 2003.
202. 임업경제동향 2003년/봄. 2003.
203. 생물반응기와 생물체 대량배양. 2003.
204. 대기오염과 산림생태계 변화모니터링. 2003.
205. 임업경제동향 2003년/여름. 2003.
206. 흰개미의 생태와 방제. 2003.
207. 홍릉수목원의 버섯. 2003.
208. 주요국의 산림계획제도. 2003.
209. 임업경제동향 2003년/가을. 2003.
210. 북한 산림임업동향. 2003.
211. 기후변화협약에 따른 국가보고서 작성 기초 연구. 2003.
212. 제초제 내성 관여 유전자와 효소, 제초제의 생화학 및 대사, 형질전환 식물의 잔류물질. 2003.
213. GM 수종의 환경적 고찰. 2003.
214. 포플러의 생물학. 2003.
215. 조선시대 국유임산물(전국지리지의 임산물 항목을 중심으로). 2004.
216. 2003 수요열린 세미나 자료집. 2004.

217. 임업경제동향 2003/겨울. 2004.  
 218. 산림수자원 모니터링. 2004.  
 219. 채증원의 효율적 관리방안. 2004.  
 220. 임도밀도 목표량 산정연구. 2004.  
 221. 임업경제동향 2004년/봄. 2004.  
 222. 동북아 지역의 사막화 원인과 대책. 2004.  
 223. 휴양림 목조시설 유지관리 매뉴얼. 2004.  
 224. 알기 쉬운 소나무재선충. 2004.  
 225. 임업경제동향 2004년/여름. 2004.  
 226. 생태계접근법의 개념과 이행지침. 2004.  
 227. 임산물품질인증지침. 2004.  
 228. 두릅나무 및 음나무 재배기술. 2004.  
 229. 임업경제동향 2004년/가을. 2004.  
 230. 표고와 송이의 최근 재배동향. 2004.  
 231. 기후변화 협약 관련 IPCC 우수실행지침. 2004.  
 232. 북한 산림임업동향 및 주요수종. 2004.  
 233. 2004 토요세미나 자료집. 2005.  
 234. 임업경제동향 2004년/겨울. 2005.  
 235. FSC 산림인증 심사용 Check list. 2005.  
 236. 임업경제동향 2005년/봄. 2005.  
 237. 목재 유통구조 분석. 2005.  
 238. 광릉시험림 천연소나무림 실태조사. 2005.  
 239. 일본의 임지개발하기제도. 2005.  
 240. 임업경제동향 2005년/여름. 2005.  
 241. 2005 열린세미나 자료집(상). 2005.  
 242. 임산물품질인증지침(개정판). 2005.  
 243. 산지이용구분도 구축방법의 문제점 및 개선방안. 2005.  
 244. 실내공기환경과 목질제품. 2005.  
 245. 임업경제동향 2005년/가을. 2005.  
 246. 향공사진 입체표본철. 2005.  
 247. 이차대사산물 생산공장으로서의 식물세포배양. 2005.  
 248. WTO/DDA 목재류 분야 협상의 최근 동향. 2005.  
 249. 수목유래 isoflavonoids 화합물의 구조동정을 위한 핵자기공명 및 질량 분석 자료. 2005.  
 250. 독일가문비나무의 생물학. 2005.  
 251. 잣나무의 압록계 유전체. 2005.  
 252. 북한 산림임업동향 및 주요수종 II. 2005.  
 253. 목침목의 활열 방지 및 폐침목의 재이용. 2005.  
 254. WTO/DDA 농업협상의 논의쟁점과 단기소득 임산물의 대응방향. 2005.  
 255. 세계의 산불위험예보시스템. 2005.  
 256. 2005 열린세미나 자료집(하). 2006.  
 257. 임업경제동향 2005년/겨울. 2006.  
 258. 표고재배 및 병해충 관리. 2006.  
 259. 임업경제동향 2006년/봄. 2006.  
 260. 일본 국유림 레크레이션 숲 관련 제도. 2006.  
 261. 2006 열린세미나 자료집(상). 2006.  
 262. 임업경제동향 2006년/여름. 2006.  
 263. 일본 국유림 레크레이션 숲 관련 제도 II. 2006.  
 264. 수목의 오존내성 매카니즘과 피해반응. 2006.  
 265. 소나무재선충병의 국제 연구동향. 2006.  
 266. 수목의 생리활성 탐색. 2006.  
 267. 기내배양을 이용한 산림자원의 증식. 2006.  
 268. 수목유래 Isoflavonoids 화합물의 구조동정을 위한 핵자기 공명 및 질량분석자료(II). 2006.  
 269. 산지계류의 생태적 복원방법. 2006.  
 270. 액화목재의 제조기술 및 이용. 2006.  
 271. 임업경제동향 2006년/가을. 2006.  
 272. 제주시험림 생태관광타당성 조사. 2006.  
 273. 기후변화협약과 산림. 2006.  
 274. 소나무재선충병 바로알기. 2006.  
 275. 북한 산림임업 동향 및 주요 수종(III). 2006.  
 276. 통계로 본 산림자원의 변화와 임산물 수급추이. 2006.  
 277. EU일본의 임업보조금. 2006.  
 278. 2006 열린세미나 자료집(하). 2007.  
 279. 소나무의 유전변이와 유전자원보존. 2007.  
 280. 임업경제동향 2006년/겨울. 2007.  
 281. 독일 및 이탈리아의 농산촌관광 정책과 현황. 2007.  
 282. 산림 향공사진 검색 시스템 사용자 매뉴얼. 2007.  
 283. 임업경제동향 2007년/봄. 2007.  
 284. 2007 열린세미나 자료집(상). 2007.  
 285. 핀란드 및 독일의 산림부문 온실가스 통계체제. 2007.  
 286. 임업경제동향 2007/여름. 2007.  
 287. 대나무대나무숯죽초액. 2007.  
 288. 산림유전자원 표본목록. 2007.  
 289. 제주지역의 임목유전자원. 2007.  
 290. 일본의 산촌진흥대책 추진매뉴얼. 2007.  
 291. 개량종자 생산을 위한 채종원 조성 및 관리. 2007.  
 292. FSC 산림경영인증 및 CoC 목제품원료인증 교육자료집. 2007.  
 293. 임산물품질시험 인증지침. 2007.  
 294. 임산염료 자원을 이용한 천연염색(I). 2007.  
 295. 꽃송이버섯. 2007.  
 296. 수목유래 Isoflavonoids 화합물의 구조동정을 위한 핵자기 공명 및 질량분석자료(III). 2007.  
 297. 목질탄화물의 흡착이용. 2007.  
 298. 임업경제동향 2007/가을. 2007.  
 299. 산림향공사진 영상판독시스템과 수치임상도 제작 사용자 매뉴얼. 2007.  
 300. 한국의 도시숲. 2007.  
 301. 리기다소나무림 관리방안. 2007.  
 302. FSC CoC 목제품원료인증 교육자료집. 2007.  
 303. 산불관리 원칙과 전략적 활동 지침. 2007.  
 304. 백두대간의 지리적 범위 구명 방안. 2007.  
 305. Post-2012 산림탄소 배출권 계정논의 동향. 2007.  
 306. 북한의 산림임업 동향 및 주요 수종(IV). 2007.  
 307. 2007 열린세미나 자료집(하). 2007.  
 308. 지역개발과 산지법의 신경향. 2008.  
 309. 일본의 산림기능구분과 산림관리. 2008.  
 310. 임업경제동향 2007/겨울. 2008.  
 311. 을수동 산림생태지도. 2008.  
 312. 지속가능한 관광 및 생태관광 인증. 2008.  
 313. 임업경제동향 2008/봄. 2008.  
 314. 2008 열린세미나 자료집(상). 2008.  
 315. 코린도 칼리만탄 조림지 임목자산 평가조사보고. 2008.  
 316. 임업경제동향 2008/여름. 2008.  
 317. 제5차 국가산림자원조사 - 현지조사 매뉴얼 -. 2008.  
 318. 수치임상도(1:25,000) 표준 제작체계. 2008.  
 319. 산림직업용 장비. 2008.  
 320. 백합나무(Liriodendron tulipifera L.) - 생장특성과 관리기술 -. 2008.  
 321. 제주시험림 야생동물 생태도감. 2008.  
 322. 모두베기에 의한 소나무재선충병의 방제. 2008.  
 323. 남산숲의 식생과 토양 특성. 2008.  
 324. 임산염료 자원을 이용한 천연염색(II). 2008.  
 325. 지역공동연구 활성화를 위한 시험림 조성 및 특산수종 발굴. 2008.  
 326. 수치임상도 제작 운영·관리 프로그램 사용자 매뉴얼. 2008.

327. 영상탐재 현장조사 시스템 사용자 매뉴얼. 2008.
328. 북한의 산림임업 동향 및 주요 수종(V). 2008.
329. 해외 바이오매스 이용 현황 - 일본 -. 2008.
330. 산림의 유전자원 보존. 2008.
331. 임업경제동향 2008/가을. 2008.
332. 외래 유전자 도입 포플러 데이터베이스. 2008.
333. 산림생태계 관리를 위한 새로운 접근 산지소생물권. 2008.
334. 희귀 산림유전자원 보존 연구. 2008.
335. 유실수의 유용성분 분석. 2008
336. 국내외 숲해설 관련 인증제도. 2008.
337. 호두과피 탈피기 개발 및 이용. 2008
338. 품질인증 방부처리목재 수종별 방부처리도와 자상처리 기준 추가 타당성 조사. 2008.
339. 산지계류의 생태적 복원기법 II - 생태적 복원계획과 분석. 2008.
340. 산불피해지 생태변화 조사방법 매뉴얼. 2008.
341. 유럽 산촌지역의 현황 및 제도분석. 2009.
342. 2008 열린세미나 자료집(하). 2009.
343. 임업경제동향 2009/겨울. 2009.
344. 산림유전자원 종자목록 - 난대산림연구소 보유편(2009) 2009.
345. 임업경제동향 2009/봄. 2009.
346. 항공영상 활용 현장조사 시스템(소프트웨어) 스탠드 얼론 버전 (Stand Alone Version) 사용자 매뉴얼. 2009.
347. 산림입지도(1:5,000) 제작 표준매뉴얼. 2009.
348. 제4차 전국산림자원조사 민유림 총괄편. 2009.
349. 2009 열린세미나 자료집(상). 2009.
350. 홍릉수목원의 보물찾기-버섯 99선. 2009.
351. 일본의 산촌지역 도농교류 우수사례. 2009.
352. 임업경제동향 2009/여름. 2009.
353. 일본의 보안림제도. 2009.
354. 제4차 전국산림자원조사 국유림 총괄편. 2009.
355. 미국의 국가산림자원조사 지도제작 프로그램. 2009.
356. 운문골 산림생태지도. 2009.
357. 미국의 도시녹지 탄소계정. 2009.
358. 식물호르몬 분석 실무. 2009.
359. 2009 한국의 산림경관 및 생태계 관리권역. 2009.
360. 일본의 프롤임데이드방출 목질제품 관리제도. 2009.
361. 산림종자유전자원 DB 구축 현황. 2009.
362. 조경수 재배기술 관리. 2009.
363. 임업경제동향 2009/가을. 2009.
364. 산림 벌채 부산물의 압축화 기술. 2009.
365. 주요 조림수종의 양묘기술. 2009.
366. 제주지역의 야생버섯. 2009.
367. 북한의 산림임업 동향 및 주요 수종(IV). 2009.
368. 주요국의 국유림 정책 및 경영실태. 2009.
369. 산림 GIS 데이터베이스 구축 및 활용. 2009.
370. 숲과 물이 만나는 수변림. 2009.
371. 잔물 재확산 방지 관리 기술. 2009.
372. 2008~2009 산림재해백서. 2009.
373. 중국 대나무 도감. 2009.
374. Feasibility study on the development of community based forest management for improving watershed condition and poor household welfare in west Java, Indonesia. 2009.
375. 일본의 바이오매스타운 조성정책과 추진사례. 2010.
376. 2009 열린세미나 자료집(하). 2010.
377. 1991~2009년 산불발생위치지도. 2010.
378. 임업경제동향 2009/겨울. 2010.
379. 일본의 환경영향평가제도. 2010.
380. Cytokinin의 분자생리학. 2010.
381. 임업경제동향 2010/봄. 2010.
382. 백합나무 시설양묘 시업기술. 2010.
383. 소나무재선충병 매개충 현장 종동정 매뉴얼. 2010.
384. Forest Eco-Atlas of Korea. 2010.
385. 정사항공사진을 활용한 제5차 수치입상도(1:25,000) 제작 매뉴얼. 2010.
386. 2010 열린세미나 자료집(상). 2010.
387. 유성번식을 통한 무병 천마의 기내생산방법. 2010.
388. 임업경제동향 2010/여름. 2010.
389. 지상부 바이오매스 공간분포 추정예 관한 주요국 연구 동향 분석. 2010.
390. 세계 산림 수종별 바이오매스 추정. 2010.
391. 옥외시설 및 건축외장재의 유지관리 매뉴얼. 2010.
392. Ligneous Flora of Jeju Island. 2010.
393. 지속가능한 난대림 산림경영 연구의 이론과 실제. 2010.
394. 일본의 산림 탄소상쇄 사업 지침. 2010.
395. 백합나무 특성 및 관리. 2010.
396. 입산열료 자원을 이용한 천연염색(III). 2010.
397. 인도네시아의 산림임업. 2010.
398. 해외 바이오매스 이용 현황 -유럽 및 미주-. 2010.
399. 입산물품품질인증 지침. 2010.
400. 산림치유 프로그램 운영 사례집. 2010.
401. 임업경제동향 2010/가을. 2010.
402. 솔껍질깎기벌레 피해분포도. 2010.
403. 북한 산림임업동향 및 주요 수종(VII). 2010.
404. 산림 바이오매스 에너지. 2010.
405. 산림탄소상쇄 사업설계가이드라인-시범사업용. 2011.
406. 산림유전자원 현지보존 현황. 2011.
407. 2010 산림재해백서. 2011.
408. 임업경제동향 2010/겨울. 2011.
409. 산림청지정 희귀멸종위기 식물 제1166호 산개나리. 2011.
410. 일본의 바이오매스타운 조성·운영 지원 법률 및 제도. 2011.
411. 임업경제동향 2011/봄. 2011.
412. 홍릉 숲에 사는 개미. 2011.
413. 편백 시설양묘 시업기술. 2011.
414. 산불감시카메라 가시권 분석을 통한 '산불탐지 가시권 지도'. 2011.
415. 제6차 국가산림자원조사 및 산림의 건강향력도 조사 현지조사지침서. 2011.
416. 산림입지도양도(1:5,000) 제작 표준매뉴얼 -ver. 2.0-. 2011.
417. A1B 기후변화 시나리오에 따른 개미의 분포와 풍부도의 변화 예측. 2011.
418. 임업경제동향 2011/여름. 2011.
419. 곤충페로몬 및 식물체정유를 이용한 산림해충 방제제 개발. 2011.
420. 두륜산 산림생태지도. 2011.
421. 2011년 국립산림과학원 난대산림연구소 제주시험림 산림경영인증 재심사 보고서. 2011.
422. 2011 제주시험림의 지속가능한 산림경영 현지이행 성과. 2011.
423. 방부목재 가이드북(개정판). 2011.
424. 국가별 목재펠릿 정책 및 유럽의 시장 동향. 2011.
425. 일본의 바이오매스타운 녹색관광 추진사례. 2011.
426. 중국 대나무 도감 - 2. 2011.
427. 산림치유지도사를 위한 소아천식질환 가이드북. 2011.
428. 산림탄소순환미를 보급형 목조주택 모델. 2011.
429. 중국의 산림자원조사 체계. 2011.
430. 인도네시아의 CDM 국가 가이드. 2011.
431. 조선에 있는 산림과 전설. 2011.
432. 목질판상제품의 산업현황 및 국제표준화 동향. 2011.
433. 특용자원 표준재배지침서 - 2. 2011.

434. 산림미생물 유전자원의 관리. 2011.  
 435. 임업경제동향 2011/가을. 2011.  
 436. 산림유전자원 현지내 보존림 현황. 2011.  
 437. 기후변화 대응을 위한 산림분야 감축활동 및 연구동향 - 미국의 사례를 중심으로. 2011.  
 438. 미국의 도시녹지 수목 재적 및 바이오매스 평가. 2011.  
 439. 숲으로 떠나는 마음 여행. 2011.  
 440. 우리나라의 산림자원 현황 -제5차 국가산림자원조사(2006-2010) 주요 결과. 2011.  
 441. 호두나무 재배기술. 2011.  
 442. 일본의 보안림 정비지침 및 카나가와현 산림정비 사례. 2011.  
 443. 소나무재선충병 예방·진단 지침서. 2011.  
 444. 북한 산림·임업동향 및 주요 수종(VIII). 2011.  
 445. 사전으로 보는 한국의 소나무재선충병 발생사. 2011.  
 446. 아시아의 기후변화와 산물. 2011.  
 447. 포르투갈, 헝가리 산림 현황 및 연구. 2012.  
 448. 광릉 숲의 졸참나무와 서어나무 고사목에 서식하는 딱정벌레. 2012.  
 449. 임업경제동향 2011/겨울. 2012.  
 450. 2011 산림재해백서. 2012.  
 451. 인도네시아 주요 열대수종. 2012.  
 452. 산림병해충 기술교본. 2012.  
 453. 흉릉 숲에 사는 나비. 2012.  
 454. 단기소득임산물 경영지원시스템 모형 개발. 2012.  
 455. 거제수나무 시설양묘 시업기술. 2012.  
 456. 임업경제동향 2012/봄. 2012.  
 457. 낙엽송의 개화결실 특성과 종자결실 증진. 2012.  
 458. 국제 산림정책 동향. 2012.  
 459. 한국개미분포도감(2007-2009). 2012.  
 460. 임업경제동향 2012/여름. 2012.  
 461. 한국나비분포도감(1996-2011). 2012.  
 462. 일본의 버섯 현황과 관련 제도 및 정책. 2012.  
 463. 산림작업안전매뉴얼. 2012.  
 464. 제주도의 착생식물. 2012.  
 465. 인도네시아의 REDD+: 인도네시아 국가전략 및 일본의 시범사업 사례. 2012.  
 466. 환경정화용 산림유전자원-호랑버들. 2012.  
 467. 목재 플라스틱 복합재. 2012.  
 468. 목조 패시브하우스 설계기술. 2012.  
 469. 훈그린 목조주택 설계 도면집. 2012.  
 470. 바이오매스의 열화학적 변환 공정을 이용한 바이오오일의 생산과 이용. 2012.  
 471. 해외 산림탄소상쇄 프로그램의 운영표준. 2012.  
 472. 한국나비분포변화 1938-2011. 2012.  
 473. 표고의 생화학적 특성. 2012.  
 474. 사찰건축물 보존을 위한 임업적 산림재해 관리 방안. 2012.  
 475. 주요 잔디해충의 생태와 관리. 2012.  
 476. 외국도입수종재의 성질 및 용도. 2012.  
 477. 목재를 이용한 주거환경이 지구환경 및 인간의 신체발달과 정서에 미치는 영향. 2012.  
 478. 임목종자의 저장과 종자수명. 2012.  
 479. 대기오염과 수목피해. 2012.  
 480. 통합의학적 산림치유 프로그램 매뉴얼. 2012.  
 481. 산림경관자원 조사·경관계획. 2012.  
 482. 산림유역의 수질보전을위한 최적관리기법. 2012.  
 483. 우리나라의 해안방재림 실태. 2012.  
 484. 복분자딸기. 2012.  
 485. 북한의 산림임업동향 및 주요 수종(X). 2012.  
 486. 목재에너지림 조성 및 관리 사례 -영국독일편-. 2012.  
 487. 나라꽃 무궁화 재배 및 관리. 2012.  
 488. 유실수 특용수 전정기술. 2012.  
 489. 소나무재선충병 방제 실무 매뉴얼. 2012.  
 490. 분재 재배 및 병해충 관리. 2012.  
 491. 임업경제동향 2012/가을. 2012.  
 492. 국제 산림정책 동향. 2012.  
 493. 산양삼 표준재배지침. 2013.  
 494. 원목규격 및 재적표. 2013.  
 495. 임업경제동향 2012/겨울. 2013.  
 496. 2012 산림재해백서. 2013.  
 497. 난대 자연화 유양수종 육성기반 조성 연구. 2013.  
 498. 고사리 산지 식재기술(II). 2013.  
 499. 일본의 목재이용촉진법 및 지역적 인증 규정. 2013.  
 500. 주요국의 불법목재규제법 및 산림인증 규정. 2013.  
 501. 국제 산림정책 동향. 2013년 1호. 2013.  
 502. 임업경제동향 2013/봄. 2013.  
 503. 포플러 유전자 발현정보 데이터베이스 사용자 매뉴얼. 2013.  
 504. 산림생명공학 Q&A 자료집. 2013.  
 505. 소아 환경성 질환 산림치유 프로그램 진행지침서. 2013.  
 506. 임업경제동향 2013/여름. 2013.  
 507. 헛개나무 간기능 개선 및 숙취해소 효과. 2013.  
 508. 사회공헌형 산림탄소상쇄 사업설계 가이드라인. 2013.  
 509. 남부산림권역 공출 자원 및 임분관리. 2013.  
 510. 수목대사체 분석 및 응용. 2013.  
 511. 청량리 홍릉터의 역사와 의미. 2013.  
 512. 자연이 살아 숨쉬는 사방(사방-자연과의 공존). 2013.  
 513. 조선시대의 산사태 및 낙석피해 기록. 2013.  
 514. 특용수종 음나무 및 두릅나무 재배기술. 2013.  
 515. A List of Monocotyledonous Plants from Jeju Island. 2013.  
 516. 우리나라의 해안방재림 실태 (II). 2013.  
 517. 한국잔디에 발생하는 병해와 잡초. 2013.  
 518. 방부처리목재의 경시적 야외 내후성 변화. 2013.  
 519. 목재 에너지림을 위한 단벌기 경영기법 : 독일 바덴 뷔르템베르크주(州)의 사례. 2013.  
 520. 전과정평가를 통한 국산 원목의 수종별 온실가스 배출량 산정. 2013.  
 521. 목질계 바이오에탄올의 생산기술과 공정. 2013.  
 522. 우리나라 근대임업(양묘, 조림)에 대한 시험연구 자료. 2013.  
 523. 산림토양진단 방법과 활용. 2013.  
 524. 산림수자원조사 표준 매뉴얼. 2013.  
 525. 산림토양 산성화 영향 모니터링 조사·분석 매뉴얼. 2013.  
 526. 목재생산을 위한 작업도(로) 시설 방법. 2013.  
 527. 마가목. 2013.  
 528. 기후변화 시나리오 RCP 4.5와 8.5에 따른 산림거미의 분포와 풍부도의 변화예측. 2013.  
 529. 대경간 목구조 건축 해외사례 모음집. 2013.  
 530. 시민과 함께하는 인공새집 모니터링. 2013.  
 531. 임업경제동향 2013/가을. 2013.  
 532. 산림작업용 장비 및 임목수확시스템. 2013.  
 533. 한국 산림전통지식 현황과 발전방향. 2013.  
 534. 새천년개발목표(MDGs)와 지속가능한 산림경영(SFM)을 위한 주요 국의 산림 공적개발원조(ODA) 현황과 전략. 2014.  
 535. 세계 산림탄소 정책과 시장 동향. 2014.  
 536. 북한 산림·임업동향 및 주요 수종(X). 2014.  
 537. 국제산불심포지엄을 통해본 산불연구 및 정책동향. 2014.  
 538. 2013 산림재해백서. 2014.  
 539. 임업경제동향 2013/겨울. 2014.  
 540. 일본 지자체의 산촌진흥 및 산촌재생을 위한 추진시책과 사례. 2014.  
 541. 산업재산권 등록자료집(목재이용기술 100선). 2014.

542. 산림과학 실험분석 적합화를 위한 선형 및 비선형 모형. 2014.
543. 임도망 계획 의사결정 지원 시스템 사용자 매뉴얼. 2014.
544. 임업경제동향 2014/봄. 2014.
545. 마이크로레이 데이터 분석기법과 그 응용. 2014.
546. 숲속의 독버섯. 2014.
547. 임업경제성분석 프로그램 매뉴얼. 2014.
548. 산불위험지 조사 지침서. 2014.
549. 표준재배 지침서(특용수 편). 2014.
550. 임업경제동향 2014/여름. 2014.
551. 농작물재해보험을 위한 복분자딸기 표준수량량 연구. 2014.
552. 파나무 시설양묘 시업기술. 2014.
553. 유전자변형나무의 안정성평가에 관한 논의. 2014.
554. 기후변화 시나리오 RCP 4.5와 8.5에 따른 딱정벌레 풍부도의 변화 예측. 2014.
555. 수목 유래 리그닌 화합물의 구조동정을 위한 핵자기공명 및 질량분석 자료(IV). 2014.
556. 가선집재 작업매뉴얼. 2014.
557. 천마의 생장과 기능성물질 생산. 2014.
558. 경골목조건축 표준일위대기. 2014.
559. 토종다래 재배기술. 2014.
560. 전국단위 산림기능구분도 제작 및 경제림 육성단지 계획조정. 2014.
561. 최근 일본의 표고 원목재배 신기술. 2014.
562. 북미지역 산림치유 프로그램. 2014.
563. A List Dicotyledoneae herbaceous plants in Jeju Island. 2014.
564. 광학현미경을 이용한 목재의 마이크로피브릴 경사각과 수축률 측정. 2014.
565. 선홍꽃자왈의 역사문화자원. 2014.
566. Standard and Specification of Wood Products. 2014.
567. 한국의 재선충속(Bursaphelenchus) 선충. 2014.
568. 기후변화에 따른 제주지역 산림식생 모니터링. 2014.
569. 개화모니터링 매뉴얼. 2014.
570. 새, 홍릉수에 머물다. 2014.
571. 토양 및 식물체 분석법 -토양 물리성-. 2014.
572. 토양 및 식물체 분석법 -토양 화학성-. 2014.
573. 자연휴양림 유지관리 매뉴얼. 2014.
574. 남부지역 주요 수종별 자원특성 및 임분관리. 2014.
575. 균근성 버섯의 기초 배양 특성. 2014.
576. 한국의 수지상균근균. 2014.
577. 주요 국가의 산림수자원 관리 정책. 2014.
578. 한국잔디유전자원. 2014.
579. 목재에너지림 조성 및 관리 사례 -북미 편-. 2014.
580. 산림의 기능별 숲가꾸기 기술. 2014.
581. 나노셀룰로오스. 2014.
582. 단기소득임산물 경영 의사결정 지원시스템 운영 체계. 2014.
583. 임업경제동향 2014/가을. 2014.
584. 국민안전과 국토보전을 위한 산사태 바로알기. 2014.
585. 산지토사재해 표준행동지침(SOP). 2014.
586. 산채 증식기술. 2014.
587. 현지외보존 산림생명자원. 2014.
588. 나라꽃 무궁화 품종도감. 2014.
589. 세계 산림탄소 정책·시장 동향. 2015.
590. 임업경제동향(겨울).2015.
591. 2014 산림재해백서.2015.
592. 물을 키우는 숲. 2015
593. 북한 산림임업동향 및 임업기술(I). 2015.
594. 빅데이터 분석을 통한 소각산불 대응방안.2015.
595. 산지은행제도 사업별 이용의향조사 및 운영방안 연구.2015
596. 임상도의 임분고 정보 구축을 위한 고해상도 입체위성영상 분석 매뉴얼. 2015
597. 한국의 국가산림자원조사 체계 변천(1975~2010년). 2015
598. 일본 산림의 기능과 평가. 2015
599. 한국의 산림 분야 국별협력전략(CPSF)수립. 2015
600. 코스타리카의 산림환경서비스지불제. 2015
601. 2015년 임업경제동향 봄호. 2015
602. 기관운영전략 및 계획. 2015
603. 녹지유형별 노린재의 분포와 다양성. 2015
604. 홍릉숲 방문자 모니터링을 통한 이용현황 파악과 경제적 가치평가. 2015
605. 간벌과 목표 산림형. 2015
606. 임업경제동향(여름호). 2015
607. 대추나무 농작물 재해보험을 위한 표준수량량. 2015.
608. 기후변화 시나리오 RCP 4.5와 8.5에 따른 파리 풍부도의 변화 예측. 2015
609. 주요 용재수종 채종원의 유전자원. 2015.
610. 수목의 유전공학. 2015
611. 윗나무의 유용물질 분리 및 구조동정. 2015.
612. 열화활성에 의한 주요 수종의 생장 및 생리반응 특성. 2015.
613. 저에너지 목조주택의 시공 및 설계 가이드라인. 2015.
614. 폐광지 및 폐채석장 복원 사례집. 2015.
615. 잔디 표준재배관리기술. 2015.
616. 관상산림자원(조경수, 잔디)표준 생산 및 관리 기술. 2015.
617. 제6차 세계산불총회 발표 논문 분석 자료집.2015.
618. 차량용 목조교량 사례 및 설계예제집. 2015.
619. 차량용 목조교량 요소기술 개발 및 구조성능 평가.2015.
620. 다중 목조건축 사례 및 기술동향. 2015.
621. 신개념 목질계 바이오연료, 반탄화 목재연료. 2015.
622. 바이오매스 반탄화 산업화 전망. 2015.
623. 마을숲 미래가치를 찾아서. 2015.
624. 주요 실내 사용 목재의 연소 특성. 2015.
625. 목재용 아미노계 수지 접착제. 2015.
626. 알기 쉬운 한겨미 방제 가이드북. 2015.
627. 가리왕산과 증왕산의 버섯. 2015.
628. 최근 표고재배기술. 2015.
629. 밤 수확과 저장. 2015.
630. 헝가리의 아까시나무 육성. 2015.
631. 글로벌 임목육종 현황과 미래 전략. 2015.
632. 소나무재선충병 방제기술 교본. 2015.
633. 일본의 산지토사재해 방지대책. 2015
634. 유럽의 소나무재선충병 대응 전략. 2015
635. 튀니지 코르크참나무 숲 복원을 위한 양묘 및 조림. 2015.
636. 소나무-낙엽송의 천연경신 메커니즘 및 기술동향. 2015.
637. 목재생산을 위한 임도망 선정 기법. 2015.
638. 2014년도 국립나무병원 연차보고서. 2015.
639. 임업경제동향 2015년 가을호. 2015.
640. 임목수확시스템 및 안전작업. 2015.
641. 기후변화 적응을 위한 산림관리 의사결정지원시스템 연구. 2015.
642. 전국 생활권 수목관리 실태조사. 2015.
643. 우리나라 아고산 침엽수림(I)-계방산. 2015.
644. 산림입지도양조사 필드 가이드. 2015.
645. 세계 산림탄소 정책과 시장 동향. 2016.
646. 북한의 산림임업 동향 및 임업기술(II).2016.
647. 기후변화 시나리오 RCP 4.5와 8.5에 따른 철지동물 풍부도와 다양성의 변화 예측. 2016.
648. 산림유전자원의 보존, 지속가능한 이용 및 개발을 위한 지구행동계획. 2016.



649. 임업경제동향 2015년 겨울호.2016.  
 650. 골든시드 표고 재배 기술. 2016.  
 651. 2015 산림재해백서. 2016.  
 652. 신기후체제 대응 산림과학 연구 마스터플랜(2016~2020). 2016.  
 653. 도서산림 특이성 분석에 따른 유형화와 생태정보 구축 방안 연구 (2차년도)2016.  
 654. 산림토양 산성화 모니터링 고조조사지.2016.  
 655. 비자나무 : 그린 오션의 희망, 6차 산업의 비전.2016.  
 656. 중남미 국가별 산림분야 개발수요와 한국의 협력전략.2016.  
 657. 일본의 산촌활성화 및 녹색생태관광 정책과 사례.2016.  
 658. 미국의 숲속야영장 제도 및 운영실태. 2016.  
 659. 전국민 산림복지서비스 이용 현황과 전망. 2016.  
 660. 자유학기제 연계 산림교육 프로그램 매뉴얼 및 운영사례. 2016.  
 661. 부후성 버섯의 배양 특성. 2016.  
 662. 동해안 산불피해지의 곤충. 2016.  
 663. 임업경제동향 2016년 봄호. 2016.  
 664. 수목 호르몬 분석 및 응용. 2016.  
 665. 울나무 추출물의 약리활성. 2016.  
 666. 유엔기후변화협약 산림부문 협상을 위한 가이드북. 2016.  
 667. 중국 내몽골 건조지/반건조지 주요 식물 목록. 2016.  
 668. 2015 국립산림과학원 난대-아열대산림연구소 제주시험림 FSC 산림 경영 인증 심사보고서. 2016.  
 669. 초록을 꿈꾸는 한라산 구상나무. 2016.  
 670. 일본의 목재제품 품질표시제도 법률 현황. 2016.  
 671. 일본의 목재제품 규격과 품질기준. 2016.  
 672. 산림용 시설양묘 용기 개발 연구. 2016.  
 673. A Field Guide to The Birds of CATIE. 2016.  
 674. 시민참여형 도시숲 조성 및 관리사례1. 2016.  
 675. 미국 바이오에탄올 산업동향 및 전략. 2016.  
 676. 임업경제동향 2016년 여름호. 2016.  
 677. 현실림 임분수확표. 2016.  
 678. 산불진화 기계화시스템 운영 매뉴얼. 2016.  
 679. 시도 및 시군구별 산불다발지역 지도. 2016.  
 680. EuroFire 역량 표준 산불 훈련 자료집. 2016.  
 681. 소나무재선충병 방제기술 매뉴얼. 2016.  
 682. 2015년도 국립나무병원 연차보고서. 2016.  
 683. 2015년도 생활권 수목진료 민간컨설팅 처방전 분석 결과 보고서. 2016.  
 684. 미국 서부의 시설양묘 기술. 2016.  
 685. 산림용 시설양묘 매뉴얼(용기묘 식재). 2016.  
 686. 국산재를 이용한 기둥-보 목조주택의 전과정 환경영향 및 비용평가. 2016.  
 687. GM 포플러의 위해성평가 지표 개발. 2016.  
 688. 국가산악기상관측망 구축 현황(2012~2015).2016.  
 689. 우리나라 아고산 침엽수림(II)-지리산. 2016.  
 690. 산림전통지식 현장 조사 매뉴얼. 2016.  
 691. 목재용 페놀 수지 접착제. 2016.  
 692. 구조용집성판(CLT)의 국외시장 동향 -대한무역투자공사(KOTRA) 맞춤형시장조사 보고서. 2016.  
 693. 산림유전자원의 현지외보존 현황. 2016.  
 694. 광릉시험림의 산림자원 조사. 2016.  
 695. 포플러 단벌기 목재에너지림. 2016.  
 696. 임도의 계획과 시공. 2016.  
 697. 불량림 수종갱신 판정 핸드북. 2016.  
 698. 제1차 산림의 건강활력도 진단-평가 보고서. 2016.  
 699. 임업경제동향 2016년 가을호. 2016.  
 700. 임목육종 60년. 2016.  
 701. 2030년 산림 및 임업 핵심이슈(미래 전망 기반 제6차 산림기본계획 수립을 위한 정책제언). 2017.  
 702. 북한의 산림·임업 동향 및 임업기술(III). 2017.  
 703. 아프리카 중점협력국의 산림분야 개발수요와 한국의 협력 전략. 2017.  
 704. 2016 호남정맥, 금남호남정맥 자원실태와 변화. 2017.  
 705. 2016 백두대간 설악산권역 자원실태와 변화. 2017.  
 706. 멸종위기 고산지역 침엽수종 실태조사 가이드라인. 2017.  
 707. 산림수종 유전체 해독 동향. 2017.  
 708. 임업경제동향 2017년 봄호. 2017.  
 709. 국외 산림복지시설 조성-운영 사례. 2017.  
 710. 열대림의 임목 바이오매스 상대생장식(인도네시아). 2017.  
 711. 교토의정서에서의 토지이용 및 산림(LULUCF)부문 온실가스 인벤토리 작성을 위한 IPCC 2013 지침. 2017.  
 712. 2016 산림재해백서. 2017.  
 713. REDD+ Capacity Building Program for Forest Managers: Trainers' Manual. 2017.  
 714. 중국 임업발전 "제13차 5개년" 계획. 2017.  
 715. The Lungs of the City, Urban Forests. 2017.  
 716. 산림수종 분포도 제작을 위한 항공사진 입체판독 매뉴얼. 2017.  
 717. 나노셀룰로오스 이용 첨단신소재 연구. 2017.  
 718. 국내수종을 이용한 나노셀룰로오스 제조 및 특성. 2017.  
 719. 골든시드(Golden Seed)표고버섯 프로젝트(I). 2017.  
 720. 광릉 숲 딱정벌레 1998, 활엽수림과 침엽수림에 사는 딱정벌레는 다른 가? 2017.  
 721. 임업경제동향 2017 여름. 2017.  
 722. 도서산림 특이성 분석에 따른 유형화와 생태정보 구축 방안 연구III. 2017.  
 723. 산업재산권 등록자료집III. 2017.  
 724. 산림용 시설양묘 매뉴얼(용기묘 수확, 저장, 운반). 2017.  
 725. 산림분야 4차 산업혁명 요소기술 활용 전략 개발 연구. 2017.  
 726. 호두나무 신품종 및 재배기술. 2017.  
 727. 파리협정에 따른 주요국가의 온실가스 감축목표(INDC) 및 장기전략. 2017.  
 728. 타분야 사례분석을 통한 목재 제지분야 국제표준화 방안 도출. 2017.  
 729. 세계 목재펠릿 산업과 교육 연구. 2017.  
 730. 낙엽송 수확 벌채지 내 낙엽송 조림목의 초기 생장 특성. 2017.  
 731. 산사태 예방 장기계획 수립을 위한 사방분야 홍보·교육 강화방안. 2017.  
 732. 중목구조의 구조설계 매뉴얼. 2017.  
 733. 임업경제동향 2017 가을. 2017.  
 734. 한국에서의 솔껍질깎지벌레 발생과 피해확산. 2017.  
 735. 2016년도 국립나무병원 연차보고서. 2017.  
 736. 2016년도 생활권 수목진료 민간컨설팅 처방전 분석 결과보고서. 2017.  
 737. 생활권 수목진료 현장기술. 2017.  
 738. 표고버섯 육종 안내서. 2017.  
 739. 유럽연합의 바이오에탄올 정책 및 시장 동향. 2017.  
 740. 임업-산림분야 기후변화 영향 실태조사 및 평가지침. 2017.  
 741. 표고버섯의 유전체 연구 : 산마루 2호와 수향고. 2017.  
 742. 특수임산자원 기능-용도별 조성 및 육성 시험지 생장특성 - 남부산림 자원연구소 진주연구시험림- 2017.  
 743. 가리왕산의 나비. 2017.  
 744. 2017년 우박과 가뭄에 의한 산림피해 종합보고서. 2017.  
 745. 헛개나무. 2017.  
 746. 숲가꾸기 품질 향상을 위한 활엽수 임목형질평가 기준 개발. 2017.  
 747. 산림유전자원과 화장품 관련 기능성 구명. 2017.  
 748. 특수임산자원을 이용한 화장품 기술 개발. 2017.  
 749. 헛개리 농업 및 산림 연구기관 연구 현황. 2017.  
 750. 열대 조림수종의 클론도 생산. 2017.

751. 소나무와 구주소나무 식별을 위한 DNA 마커 개발. 2017.  
 752. 내건성 및 내염성 임목 개발 동향. 2017.  
 753. 주요 산림약용자원의 특성 및 분석공정. 2017.  
 754. 분자유종 기술 및 연구 동향. 2017.  
 755. 주요 낙엽송의 특성 및 연구동향. 2017.  
 756. 목조주택 환경정보 제공을 위한 간이 전과정평가 도구 개발. 2017.  
 757. 중목구조 구조부재의 내화시험. 2017.  
 758. 무궁화 국내육성 품종 현황 및 특성. 2017.  
 759. 임업경제동향 2017 겨울. 2017.  
 760. 스웨덴의 시설양묘 기술. 2018.  
 761. 북한의 산림 임업 동향 및 임업기술(IV). 2018.  
 762. 버섯이야기. 2018.  
 763. 도사산림 특이성 분석에 따른 유형화와 생태정보 구축 방안 연구(I). 2018.  
 764. 임업경제동향 2018 봄. 2018.  
 765. 2017 산림재해백서. 2018.  
 766. 2017 백두대간 태백산권역 자원실태와 변화. 2018.  
 767. 2017 한남금복, 금북정맥 자원실태와 변화. 2018.  
 768. 산악기상관측망 구축운영 표준 매뉴얼. 2018.  
 769. 임목재적·바이오매스 및 임분수확표. 2018.  
 770. 임업경제동향 2018 여름. 2018.  
 771. 2017년도 생활권 수목진료 민간컨설팅 처방전 분석 결과보고서. 2018.  
 772. 지도와 통계로 보는 북한(I) -행정구역, 자연환경 및 사회경제 분야- 2018.  
 773. 산불 진화장비 편람. 2018.  
 774. 임업경제동향 2018 가을. 2018.  
 775. 아름다운 우리정맥 호남정맥, 금남호남정맥. 2018.  
 776. 펄프제지분야 시장동향 및 국제화 선도를 위한 원천기술. 2018.  
 777. 산불취약지도집. 2018.  
 778. 송진 채취 피해 소나무의 보전과 사회적 공유. 2018.  
 779. 임업·산림부문 기후변화 영향 실태 시범보고서. 2018.  
 780. 주오국 Forest Atlas 구축 동향 및 시사점. 2018.  
 781. 일본 산림의 역할평가와 적정배치. 2018.  
 782. 수원함양 및 수질보호를 위한 산림유역 계인지역의 기능과 관리. 2018.  
 783. 2017년 국립나무병원 연차보고서. 2018.  
 784. 식물과 미생물의 상호작용. 2018.  
 785. 야외사용 목재용 스테인의 국내외 표준 현황. 2018.  
 786. 주요 약초·약용류 기내배양 연구 동향. 2018.  
 787. 국립산림과학원 딱정벌레(딱정벌레과)소장표본. 2018.  
 788. 조경소재 이용을 위한 상록활엽수 환경내성 평가. 2018.  
 789. 꽃자왈의 역사문화자원, 한경-안덕꽃자왈편. 2018.  
 790. 특수임산자원 기능·용도별 조성 및 육성 시험지 생장특성(II). 2018.  
 791. 인공접종을 통한 소나무재선충병 내병성 개체 선발. 2018.  
 792. 소나무 임분의 슈아베기에 따른 지하부 탄소저장량 동태. 2018.  
 793. 땅밀림 발생지 현장조사 매뉴얼. 2018.  
 794. 일본의 산림자원을 활용한 산촌 활성화 및 지방창생 정책과 사례. 2019.  
 795. 2018 산림재해백서. 2019.  
 796. 산불 용어집. 2019.  
 797. 임업경제동향 2018 겨울. 2019.  
 798. 2018 세계목조건축 대회 백서. 2019.  
 799. 북한의 산림 임업 동향 및 임업기술(V). 2019.  
 800. 북한의 산림 임업 동향 및 임업기술(VI). 2019.  
 801. 전국 멸종위기 고산 침엽수림 현황과 보전 방안. 2019.  
 802. 국립산림과학원 딱정벌레(딱정벌레과 제외)소장표본. 2019.  
 803. North Korean Forests with Maps and Statistics I. 2019.  
 804. 국립산림과학원 다층 목조건축 설계 및 시공백서. 2019.  
 805. 2018 낙남정맥 자원실태와 변화. 2019.  
 806. 2018 백두대간 속리산권역 자원실태와 변화. 2019.  
 807. 임업경제동향 2019 봄. 2019.  
 808. 2018년도 생활권 수목진료 민간컨설팅 처방전 종합분석 결과보고서. 2019.  
 809. 최초 발하지 추적부터 보고서 작성까지 산불원인 조사감식 매뉴얼. 2019.  
 810. 임업경제동향 2019 여름. 2019.  
 811. 지속가능발전목표(SDGs)이행을 위한 자발적 국가평가(VNR)분석. 2019.  
 812. 수목의 수액류 측정분석을 위한 열손실탐 침범 이용 매뉴얼. 2019.  
 813. 2018년도 국립나무병원 연차보고서. 2019.  
 814. 2016~2017년 산악기상관측망 구축 현황. 2019.  
 815. 도시의 그린인프라, 한국의 도시숲 -부산광역시 황령산-. 2019.  
 816. 2018 국민 산림여가활동 실태조사 보고서. 2019.  
 817. 일본의 산림바이오매스를 활용한 산촌 활성화 정책 및 사례. 2019.  
 818. 2018 전국 산림토양 산성화 현황. 2019.  
 819. 나노셀룰로오스 이용 의공학용 첨단 신소재 -지혈제, 유착방지제-. 2019.  
 820. 목재의 가치를 높이는 목재이용분야 산업재산권 등록자료집 III. 2019.  
 821. 국립산림과학원 제2차 중장기 기술개발계획(2018~2027). 2019.  
 822. 특수임산자원 기능·용도별 조성 및 육성 시험지 생장특성(III). 2019.  
 823. 백두대간과 정맥 자원실태변화 조사방법 가이드라인. 2019.  
 824. 산림약용작물 병해충 핸드북. 2019.  
 825. 아름다운 숲을 간직한 섬, 서해 5도. 2019.  
 826. 산채산약초 재배기술. 2019.  
 827. 우리나라 옛 문헌에 나타난 무궁화의 약성과 이용사례. 2019.  
 828. 낙엽송 및 해송 임분의 간벌에 따른 지하부 탄소저장량 동태분석. 2019.  
 829. 임분 특성에 따른 관리방안 마련을 위한 활엽수림의 산림유형 특성. 2019.  
 830. 흑오미자. 2019.  
 831. 유전자 가위를 이용한 임목 유전자 교정 동향. 2019.  
 832. 산림용 시설양묘기술(생육상도). 2019.  
 833. 산림자원 순환경제 활성화를 위한 산림작업기술 국제심포지엄. 2019.  
 834. 한국의 약용자원식물 목록. 2019.  
 835. 도시의 그린인프라, 한국의 도시숲 -인천광역시 원적산-. 2019.  
 836. 미세먼지 저감숲 사업지 조사항목 및 모니터링 지침. 2019.  
 837. 산악기상관측망 구축·운영 표준 핸드북. 2019.  
 838. 임업경제동향 2019 가을. 2019.  
 839. 한국의 글로메로균류. 2019.  
 840. 리기다소나무 벌채지 내 활엽수 조림목의 초기 생장 특성. 2019.  
 841. 산림 물지도 제작 기법 및 활용방안. 2019.  
 842. 임업경제동향 2019 겨울. 2020.  
 843. 국가 온실가스 인벤토리를 위한 토지이용구분 지침. 2020.  
 844. 생활권 수목의 위험성 평가 가이드라인. 2020.  
 845. 북한 산림 동향 분석(2019년 상반기). 2020.  
 846. 산림자원을 활용한 의료연계서비스 국외 사례. 2020.  
 847. 2019 백두대간 덕유산권역 자원실태와 변화. 2020.  
 848. 참가시나무, 종가시나무 임분탐색 및 우량개체 선발. 2020.  
 849. 빛나무류의 임분특성 및 우량개체 선발. 2020.  
 850. 일본 산림서비스산업 정책 추진 동향. 2020.  
 851. 2019 산림재해백서. 2020.  
 852. Field photography of Korean spiders : Diversity and Distribution. 2020.  
 853. 꽃감의 인지기능 개선 효과. 2020.

854. 2019년도 생활권 수목진료 민간컨설팅 처방전 종합분석 결과보고서. 2020.
855. 2019 한남, 금남정맥 자원실태와 변화. 2020.
856. 식물 마이크로바이옴 연구 동향. 2020.
857. 미국의 연방자원관리를 위한 산림생태계서비스 평가기법. 2020.
858. 임업경제동향 2020 봄. 2020.
859. 아름다운 우리정맥 한남금북정맥, 금북정맥. 2020.
860. 산림용 시설양묘 기술(용기). 2020.
861. I-Tree Eco 기반 도시숲의 가치 평가 및 조사방법. 2020.
862. 2019년도 국립나무병원 연차보고서. 2020.
863. 중국의 산림치유 정책 및 운영 현황. 2020.
864. 약물전단시스템의 기술개발 현황과 나노셀룰로오스의 응용. 2020.
865. 2020 국립산림과학원 제주산림과학연구소시험림 FSC(SLIMF)산림경영 인증 심사보고서. 2020.
866. 임업경제동향 2020 여름. 2020.
867. 주요 산림약용식물의 입지환경 및 식생. 2020.
868. 배리어 코팅제로서 셀룰로오스 나노섬유의 지류 포장소재 적용. 2020.
869. 이상기상 및 기후변화에 따른 산림피해 현황. 2020.
870. 북한 산림 동향 분석(2019년 하반기). 2020.
871. 산불 제대로 알기, A to Z. 2020.
872. 미국의 국가트레일 운영·관리 체계와 사례. 2020.
873. 유엔산림포럼 전지구적 산림 목표 이행을 위한 대한민국 국가보고서 2019. 2020.
874. the Voluntary National Report of the Republic of Korea 2019 - the implementation of Global Forest Goals in UNFF - 2020.
875. 경제림육성단지에 분포하는 굴참나무의 입지 및 생육 특성. 2020.
876. 2019 전국 산림토양 산성화 현황. 2020.
877. 지진에 의한 산사태 위험도 평가 방안. 2020.
878. 산림유역 토사유출 모니터링 시스템 현황 및 연구동향. 2020.
879. 임도 신설 사업의 투자효과 분석. 2020.
880. 국산 목분을 이용한 3D 프린터용 필라멘트 제조 및 적용. 2020.
881. 목재-플라스틱 복합재의 재활용 연구. 2020.
882. 한국의 특정산림 식물군락(V). 2020.
883. 특수임산자원 기능·용도별 조성 및 육성 시험지 생장특성IV. 2020.
884. 참나무 임분의 간벌에 따른 지하부 탄소저장량 동태 분석. 2020.
885. 산림 미세먼지 측정넷 구축 및 유지관리 매뉴얼. 2020.
886. 산겨릅나무 수피 유용성분의 분리와 구조동정. 2020.
887. 목재이용분야 산업재산권 시리즈IV. 2020.
888. 도시, 목재를 입다 목재를 활용한 도시 건축물 사례집 I. 2020.
889. 리그닌 분리 기술 및 화학적 개질 특성. 2020.
890. 산악기상관측망 구축·운영 표준 매뉴얼 개정판. 2020.
891. 목재이용 연구분야의 주요 메타데이터 선정. 2020.
892. 국립산림과학원 다중 목조건축 설계 및 시공 백서: 산림생명자원연구부 종합연구동. 2020.
893. 산양삼 친환경 재배 매뉴얼. 2020.
894. 도시의 그린인프라, 한국의 도시숲 -울산광역시 염포산-. 2020.
895. 수목의 미세먼지 저감기작 구멍을 위한 임의 미세구조1. 2020.
896. 유용 산림생명자원 종자의 특성과 보존 현황. 2020.
897. 포플러의 교배 및 증식 방법. 2020.
898. 나라꽃 무궁화 선호도 조사. 2020.
899. 임업경제동향 2020 가을. 2020.
900. 미국의 무병묘 연구현황. 2020.
901. 변화하는 지구의 산림과 물: 취약성, 적응 및 거버넌스 기회. 2020.
902. 산지계류 건천화 실태조사 정립을 위한 하천 조사 방법론 현황 분석. 2020.
903. 천연경관을 통한 낙엽송 후계림 조성 방안. 2020.
904. 산림토양탄소모델을 이용한 산림 내 토양 탄소변화량 예측. 2020.
905. 입목재적·바이오매스 및 임분수확표. 2020.
906. Butterflies in Gwangneung forest from 1998 to 2015: Decreasing or increasing species. 2021.
907. 임업경제동향 2020 겨울. 2021.
908. 표고 품종 육성 안내. 2021.
909. 산림 바이오매스 및 토양탄소량 조사·분석 표준. 2021.
910. 임업·산림 부문 기후변화 영향 실태조사 및 DB 플랫폼. 2021.
911. 2020 산림재해백서. 2021.
912. 북한 산림 동향 분석(2020년 상반기). 2021.
913. UNCCD 이행 검토 리포팅 매뉴얼. 2021.
914. 산림동물 서식지 관리 기술개발 및 실행계획. 2021.
915. 고품질 조경수 생산을 위한 컨테이너 표준재배 기술. 2021.
916. 임업선진국의 산림자원관리 현황. 2021.

## 미션

### Mission

산림가치 선순환과  
국민 행복에 기여하는  
산림과학 연구

## 비전

### Vision

과학기술 혁신으로  
미래 산림가치를 창출하는  
국민의 연구기관



국립산림과학원

National Institute of Forest Science

---

국립산림과학원 연구자료 제916호

---

임업선진국의 산림자원관리 현황

- 일본, 독일, 미국, 오스트리아, 뉴질랜드 -

---

2021년 4월 발행

---

발행인 : 박현

집필인 : 이영근, 원명수, 김수진, 정유진

---

발행처 : 국립산림과학원

서울특별시 동대문구 회기로 57

Tel. 02-961-2642

Fax. 02-961-2679

<http://www.nifos.go.kr>

인쇄처 : 사)대한민국공무원공상유공자회

Tel. 02-2266-8368

---