

국내 일본잎갈나무림의 자원량 및 목재생산 잠재량 분석

김영환^{1*} · 유중원¹ · 임종수¹ · 이승현¹ · 박주원²

¹국립산림과학원 산림산업연구과, ²경북대학교 산림과학·조경학부

Analysis of Forest Resources and Timber Production Potential of *Larix kaempferi* in South Korea

Young-Hwan Kim^{1*}, Jung-Won You¹, Jong-Su Yim¹,
Seung-Hyun Lee¹ and Joo-Won Park²

¹Division of Forest Industry Research, National Institute of Forest Science, Seoul 02455, Korea

²School of Forestry Sciences and Landscape Architecture, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

요약: 본 연구는 국내 일본잎갈나무림에서 법적·물리적·환경적·기술적 제약조건을 적용하여 실제 목재생산이 가능한 면적을 산출하고, 이를 대상으로 향후 50년간의 자원량과 목재생산 잠재량을 최적화하였다. 연구결과 전체 일본잎갈나무 면적(259천ha) 가운데 목재생산이 가능한 면적은 124천ha(48%)로 분석되었다. 향후 일본잎갈나무림에 대한 자원조성 및 관리 노력이 뒷받침되지 않을 경우, 안정적 목재생산을 담보하기 어려운 것으로 나타났다. 일본잎갈나무림의 목재생산 잠재량을 확대하기 위해 본 연구에서는 임도를 매년 705 km씩 신설하여 목재생산 가능지역을 확대하는 대안 1과 임도를 매년 1,000 km씩 신설하는 대안 2를 적용하였다. 분석 결과, 대안 1은 목재공급량이 현 수준을 유지하거나 5% 정도 증가할 경우 문제가 없으나, 10% 증가할 경우 임목축적이 정체되는 등 안정적인 목재공급에 한계가 나타났다. 반면 대안 2는 목재공급량이 10% 증가하여도 안정적 목재공급이 가능한 것으로 나타났다. 따라서 국내 일본잎갈나무의 안정적인 목재공급 및 생산 잠재량 확충을 위해서는 임도 확대 및 재조림 노력이 뒤따라야 한다.

Abstract: The goal of this study was to classify the area of *Larix kaempferi* forest available for timber production, considering the legal, physical, environmental, and technical constraints, and to optimize the forest resources and the potential of timber production in South Korea for 50 years. The results showed that the area of *Larix kaempferi* forest available for timber production is limited to 124,000 ha, 48% of the total area. Without further efforts in resource management, sustainable timber production of *Larix kaempferi* cannot be guaranteed even at the current level of timber supply. To enhance the potential of timber production for this species, two alternatives were considered: a 705-km annual increment of forest roads (alternative 1) and a 1,000-km annual increment of forest roads (alternative 2) to enlarge forest areas available for timber production. The results showed that alternative 1 is feasible for sustainable timber production both at the current level and with a 5% increment of timber supply. However, alternative 1 is not sufficient in the case of a 10% increment of timber supply with a low growing stock, whereas alternative 2 is sufficient. Therefore, an increase in forests roads as well as regeneration efforts are required to improve the timber production potential of *Larix kaempferi* in South Korea.

Key words: *Larix kaempferi*, timber production, forest roads, optimization

서론


일본잎갈나무(*Larix kaempferi*)는 우리나라의 대표적인

조림 수종으로 다른 수종보다 생장이 우수한 것으로 알려져 있다. 일반적으로 임지의 성장력을 보여주는 지위지수는 30년생 임분을 기준으로 해당 수종의 우세목 수고를 조사하여 결정하는데, 국립산림과학원의 ‘현실림 임분수확표’(National Institute of Forest Science, 2016)에 제시된 각 수종별 지위지수를 살펴보면 일본잎갈나무의 30년생 우세목 수고는 16-22 m로, 강원지방소나무(8-14 m),

* Corresponding author

E-mail: kyhpeniel@korea.kr

ORCID

Young-Hwan Kim  <https://orcid.org/0000-0001-7363-4424>

잣나무(12-16 m), 편백 (10-16 m), 상수리나무(14-20 m)와 비교하여 생장이 우수한 것을 알 수 있다. Kang and Son(2016)에 따르면 일본잎갈나무 현실림의 수간재적표를 조제하기 위하여 전국 27개 국유림관리소 권역별로 일본잎갈나무 100본을 조사하여 각 지역별 임목수간곡선을 분석한 결과, 평창·정선·양양 등 강원지역이 다른 지역에 비해 일본잎갈나무의 재적 생장이 특히 우수한 것으로 나타났다.

국립산림과학원(National Institute of Forest Science, 2019a)에서 1:5,000 임상도와 제6차 국가산림자원조사(NFI) 자료(2011-2015)를 토대로 분석한 연구결과에 따르면, 우리나라 전체 일본잎갈나무림의 면적은 2017년말 기준 259천ha로 전체 산림면적의 약 4%를 차지하고 있으며, 임목축적은 49백만 m³로 전체 임목축적의 5%를 차지하는 것으로 나타났다. ha당 평균 임목축적은 191.9 m³로 우리나라 전체 산림의 평균 임목축적인 157.8 m³/ha에 비해 높은 수준을 보였다. 하지만 영급별로는 3·4·5영급이 전체 면적의 92% 이상을 차지하는 반면, 1·2영급 비율이 매우 낮아서 후계림 조성을 위한 노력이 미흡하였다.

이처럼 전체 산림에서 차지하는 비율이 높지 않고 후계림 조성도 미흡한 상황에서 향후 일본잎갈나무의 수요 증대로 벌기령에 도달한 임분에 대한 대규모 벌채가 이루어질 경우, 원목가격 하락 등 시장에 부정적 영향을 미칠 수 있으며, 안정적인 일본잎갈나무 원목 공급 및 자원 확보를 위해서 재조림 등 후계림 조성 노력이 뒤따라야 할 것이다. 따라서 전체 일본잎갈나무림을 대상으로 실제 목재생산이 가능한 자원량은 어느 정도인지, 향후 일본잎갈나무 원목공급 수요를 고려했을 때 충분한 자원량을 확보하고 있는 것인지 분석할 필요가 있다. 또한 일본잎갈나무의 목재생산 잠재량을 확충하기 위한 정책적 대안에 대해서도 검토할 필요가 있다.

일본잎갈나무에 대한 국내 연구사례들을 살펴보면 주로 일본잎갈나무의 생장특성이나 공학적 이용을 위한 물리적·화학적 특성에 관한 연구가 많이 이루어져 왔으며, 최근에는 종자 생산을 촉진하기 위한 연구들도 다수 보고되었다. 반면 일본잎갈나무의 자원관리와 목재생산 잠재량 관련 연구사례는 미흡한 실정이다. Lim et al.(2016)과 Chung et al.(2017)의 연구에서 일본잎갈나무 자원관리에 있어서 기후변화로 인한 생장변화를 고려해야 한다는 연구결과를 제시한 바 있고, Min(2019)의 연구에서 일본잎갈나무와 잣나무의 목재생산에 따른 수익성을 비교한 바 있으나, 전국 단위에서 일본잎갈나무의 자원량과 목재생산 잠재량을 분석한 연구사례는 드문 실정이다.

우리나라의 목재생산 잠재량을 분석하고 전망한 연구사례로는 Won et al.(2010, 2011)의 연구를 들 수 있다.

Won et al.(2010, 2011)은 전체 산림을 대상으로 목재생산 가능지역을 구분하고, 영급분포 개선을 위한 최적 목재공급량을 보고한 바 있으나, 일본잎갈나무에 대한 구체적인 연구결과는 제시하지 못하였다.

따라서 본 연구는 우리나라 전체 일본잎갈나무림을 대상으로 실제로 목재생산이 가능한 면적과 임목축적량을 분석하여 목재생산 잠재량을 추정하고, 미래 일본잎갈나무 원목 공급량 수요를 고려하여 적정 벌채 및 조림 사업량을 제시하고자 하였다. 또한 목재생산 잠재량을 확충하기 위한 시나리오 분석을 통해 정책적 시사점을 도출하고자 하였다.

연구방법

1. 일본잎갈나무의 목재생산 가능 자원량 분석

본 연구에서는 일본잎갈나무의 목재생산 가능 자원량을 분석하기 위해서, 2017년 기준으로 전체 일본잎갈나무림 가운데 실제로 목재생산이 가능한 면적을 산출하고 해당 면적의 임목축적을 구하였다. 목재생산 가능면적은 1:5,000 임상도를 기반으로 법적·물리적·환경적·기술적 제약조건을 적용하여 분석하였다. 즉 전체 일본잎갈나무림 면적에서 산림보호법 등에 따라 법적으로 산림경영 활동이 제한되는 지역(법적 제약조건), 경사도 40° 이상인 지역(물리적 제약조건), 수계로부터 30 m 이내 지역(환경적 제약조건), 임도로부터 300 m 이상 떨어진 지역(기술적 제약조건)을 제외하여 실제로 목재생산이 가능한 지역을 산출하였다. 물리적·환경적 제약조건들은 국립산림과학원의 ‘지속가능한 산림자원관리 표준 매뉴얼’(National Institute of Forest Science, 2005)을 참고하여 설정하였으며, 기술적 제약조건은 국립산림과학원의 ‘산림작업용 장비 및 임목수확시스템’(National Institute of Forest Science, 2013) 자료를 토대로 가선집재를 통한 최대 집재거리인 300 m 이내를 목재생산 가능 지역으로 설정하였다.

위의 제약조건 가운데 법적, 물리적, 환경적 제약조건들은 정책적으로 조정이나 개선이 어렵지만, 기술적 제약조건 경우에는 지속적인 임도망 확충을 통해 개선이 가능하다. 우리나라는 2018년 기준으로 연간 705 km의 임도가 신설되었다. 기존과 같이 매년 705 km의 임도가 신설되고 신설된 임도 양안 300 m가 목재생산 가능 지역에 추가되는 것으로 가정할 경우, 매년 약 42.3천ha(1 km 신설시 60 ha 추가)가 목재생산 가능지역에 포함된다. 여기에 전체 산림면적에서 일본잎갈나무림의 면적비율 4%를 적용하면 연간 약 1.7천ha의 일본잎갈나무림이 목재생산 가능지역에 포함되는 것으로 추정할 수 있다. 따라

서 본 연구에서는 분기(10년)별로 17천ha씩 대상면적이 증가하는 것으로 가정하였다.

이와 같이 산출된 목재생산 가능지역의 임목축적을 추정하기 위해서 본 연구에서는 Kim et. al.(2014)의 연구에서 개발한 임분생장 추정식(수식 1, 2)을 적용하였다. 이 추정식은 제5차 NFI 자료(2006-2010)를 토대로 개발되었으며, 각 수종별 임령과 지위지수를 토대로 흉고단면적과 재적을 추정하는데 활용되었다. 따라서 본 연구에서 산출된 목재생산 가능지역의 임령(2영급 15년, 3영급 25년, ... 6영급 이상 55년)을 생장추정식에 적용하여 해당 지역의 임목축적을 추정하였다. 지위지수는 중으로 가정하였다.

$$\ln(V) = b_0 + b_1SI^{-1} + b_2A^{-1} + b_3\ln(BA) \quad (1)$$

$$BA = b_4e^{b_5A^{-1}} \quad (2)$$

여기서,

V : ha당 재적, SI : 지위지수, A : 임령,

BA : ha당 흉고단면적,

b₀, b₁, b₂, b₃ : 재적 추정 회귀계수(b₀ = 2.9100,

b₁ = -5.7383, b₂ = -11.8531, b₃ = 0.9944)

b₄, b₅ : 흉고단면적 추정 회귀계수

(b₄ = 55.85, b₅ = -29.2011)

2. 일본잎갈나무 미래 목재공급량 추정

산림청(Korea Forest Service, 2018)의 ‘제6차 산림기본계획’(2018년~2037년)에 따르면 국산재 목재공급량은 2050년까지 지속적으로 증가할 것으로 전망되었다. 하지만 최근 국내 건설경기 침체로 목재수요가 감소하고 이후에도 현재 추세가 유지될 것으로 예상되면서 국립산림과학원(National Institute of Forest Science, 2019b)에서는 목재공급량을 재전망하였는데, 그 결과 2020년 4,757천 m³, 2030년 4,925천 m³, 2050년 4,837천 m³로 목재공급량이 현 수준을 유지할 것으로 전망되었다(Table 1).

2018년도 수종별 벌채 허가실적(Korea Forest Service,

Table 1. Estimation of Domestic Timber Production in Korea.
(unit : 1,000m³)

Classification	Year			
	2020	2030	2040	2050
Total	4,757	4,943	4,925	4,837
Coniferous	3,094	3,286	3,327	3,323
Broadleaved	1,663	1,657	1,598	1,515

Source: National Institute of Forest Science, 2019b.

Table 2. Estimated Timber Supply of *Larix kaempferi* by 3 Scenarios.
(unit : 1,000m³)

Scenarios of Timber Supply	Year			
	2020	2030	2040	2050
① Current Level (25%)	774	822	832	831
② 5% Increase (30%)	928	986	998	997
③ 10% Increase (35%)	1,083	1,150	1,164	1,163

2019)에 따르면, 2018년 일본잎갈나무 원목공급량은 643천 m³로 우리나라 전체 목재공급량의 약 15%, 침엽수 공급량의 약 25%를 차지하고 있다. ‘2018년 기준 목재이용 실태조사 보고서’(Korea Forest Service, 2019)에 따르면 일본잎갈나무 원목은 대부분은 제재용(95%)로 이용되고 있다. 따라서 미래 공급량 시나리오를 설정하기 위해서는 제재용 원목 수요를 고려해야 하는데, 2018년 기준으로 전체 국산 제재목 생산량 625천 m³ 가운데 침엽수가 548천 m³으로 88%를 차지한 반면, 활엽수는 76천으로 12%에 불과하다. 따라서 본 연구에서는 침엽수 공급량 전망치에 일본잎갈나무 공급량 비율을 적용하여 2050년까지 일본잎갈나무 수요량을 추정하였다. 다만 일본잎갈나무 수요가 현 수준을 유지하는 경우(시나리오 ① : 25%)와 5% 증가(시나리오 ② : 30%) 및 10% 증가(시나리오 ③ : 35%)로 구분하여 다음의 표와 같이 각각 추정하였다(Table 2).

3. 일본잎갈나무 미래 자원량 및 목재생산 잠재량 최적화

전체 일본잎갈나무림 가운데 목재생산이 가능한 지역을 대상으로 매 분기(10년) 목표벌채량을 적용하여 벌채를 시행하고 잔존 임분의 생장을 추정하여 향후 50년간의 미래 자원량을 전망하였다.

매 분기별 목표벌채량은 앞서 3가지 시나리오에 따라 추정된 일본잎갈나무 수요량 전망결과에 수집율을 적용하고 10년간으로 환산하였다. 수집율은 산림청(Korea Forest Service, 2019)의 2018년 수종별 벌채허가 실적 자료에서 일본잎갈나무 원목의 수집율 90%를 적용하였다. 따라서 1분기의 목표벌채량은 2020년의 일본잎갈나무 수요량 분석결과에 11.11(=10/0.9)를 곱하여 산정하고, 같은 방식으로 4분기까지 목표벌채량을 구하고 5분기는 4분기와 동일한 목표벌채량을 적용하였다(Table 3).

미래 일본잎갈나무 자원량의 최적화를 위해서 각 시나리오별로 매 분기 벌채량이 목표벌채량과 20% 이상 편차가 나지 않도록 제한하면서(수식 4) 영급 간 편차를 최소화하였다(수식 3). 또한 벌기령을 고려하여 4영급 이상에서만 벌채가 이루어지도록 제한하였다(수식 4). 최적화 분석을 위한 목표함수식 및 제한조건식은 다음의 수식과 같다.

Table 3. Target Volume of Harvesting for Each Management Period.

(unit : 1,000m³)

Scenarios of Timber Supply	Management Period				
	Period 1	Period 2	Period 3	Period 4	Period 5
① Current Level (25%)	8,594	9,128	9,242	9,231	9,231
② 5% Increase (30%)	10,313	10,953	11,090	11,077	11,077
③ 10% Increase (35%)	12,032	12,779	12,938	12,923	12,923

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J |\bar{A}_i - A_{ij}| \quad (3)$$

$$\text{Subject to } 0 \leq X_{ij} \leq A_{ij}, \quad X_{i1} = X_{i2} = X_{i3} = 0, \\ |H_i - T_i| \leq T_i \times 0.2 \quad (4)$$

$$\text{Variables : } A_{i+1,1} = \sum_{j=1}^{10} X_{ij}, \\ A_{i+1,2...10} = A_{i,2...10} - X_{i,2...10}, \quad (5)$$

$$H_i = \sum_{j=1}^J (X_{ij} \times V_j) \quad (6)$$

여기서,

Z : 목적함수, i : 분기(i=1,...,5), j : 영급(j=1,...,10),

A_{ij} : i분기 j영급의 면적, \bar{A}_i : i분기 영급별 면적 평균,

X_{ij} : i분기 j영급의 벌채면적,

V_j : j영급의 ha당 평균 임분재적

H_i : i분기 벌채량, T_i : i분기 목표벌채량,

본 연구에서는 벌채가 이루어진 후 다시 일본잎갈나무를 재조립하는 것으로 가정하였으며, 타 수종을 벌채한 후 일본잎갈나무로 수종갱신하는 경우는 고려하지 않았다. 따라서 위의 수식에서 i+1분기의 1영급 면적(A_{i+1,1})은 이전 i분기의 벌채면적의 합으로 산정하고, i+1분기의 다른 영급들의 면적(A_{i+1,2...10})은 해당 영급의 i분기 면적에서 벌채면적(X_{i,2...10})을 제외하여 산정하였다(수식 5). 또한 각 분기별 벌채량(H_i)은 해당 분기의 각 영급별 벌채면적(X_{ij})에 ha당 평균 임분재적(V_j)을

곱하여 산정하였다.

4. 일본잎갈나무 목재생산 잠재량 확충을 위한 대안 분석

본 연구에서는 일본잎갈나무림의 목재생산 잠재량 확충을 위하여 임도망 신설 규모를 기존보다 확대하여 목재생산 가능 지역을 넓히는 것을 대안으로 고려하였다. 즉 신설 임도 규모를 현재보다 1.5배 확대된 매년 1,000 km씩 신설하여 연간 2.4천ha, 분기(10년)별로 24천ha씩 대상 지역이 증가하는 것으로 가정하여 동일한 조건 및 목재공급 시나리오를 토대로 최적화 분석을 시행하였다.

결과 및 고찰

1. 일본잎갈나무의 목재생산 가능 자원량 분석 결과

1:5,000 임상도를 토대로 법적·물리적·환경적·기술적 제약조건을 적용하여 실제 목재생산이 가능한 면적을 분석한 결과, 전체 일본잎갈나무림의 면적 259천ha 가운데 목재생산이 가능한 지역은 12.4만ha로 전체 일본잎갈나무림 면적의 약 48%로 나타났으며, 이 지역의 임목축적은 23백만m³으로 전체 일본잎갈나무 임목축적의 42% 수준으로 분석되었다(Table 4). 여기에 매 분기(10년) 임도신설에 따라 17천ha씩 면적이 증가하는 것으로 가정하여 목재생산 가능 면적 및 자원량을 분석하였다.

2. 일본잎갈나무 미래 자원량 및 목재생산 잠재량 최적화 결과

목재생산이 가능한 면적 및 자원량을 대상으로 목표벌채량과 20% 이상 편차가 나지 않도록 하면서 영급 간 면

Table 4. Potentials of Timber Production of *Larix kaempferi* in Korea.

Age Class	Forest Area		Forest Stock		Average stock per ha (m ³ /ha)
	Area (ha)	Ratio (%)	Stock (m ³)	Ratio (%)	
Total	123,573	100.0	23,049,333	100.0	187
11~20yr	4,598	3.7	442,973	1.9	96
21~30yr	23,240	18.8	3,369,033	14.6	145
31~40yr	80,735	65.3	15,566,585	67.5	193
41~50yr	14,299	11.6	3,460,205	15.0	242
over 51yr	701	0.6	210,536	0.9	300

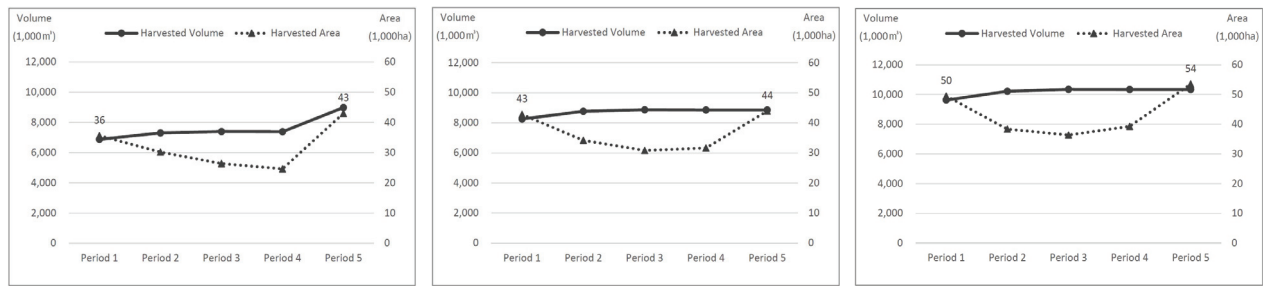


Figure 1. Results of Alternative 1 : Harvested Area and Volume in Each Period.

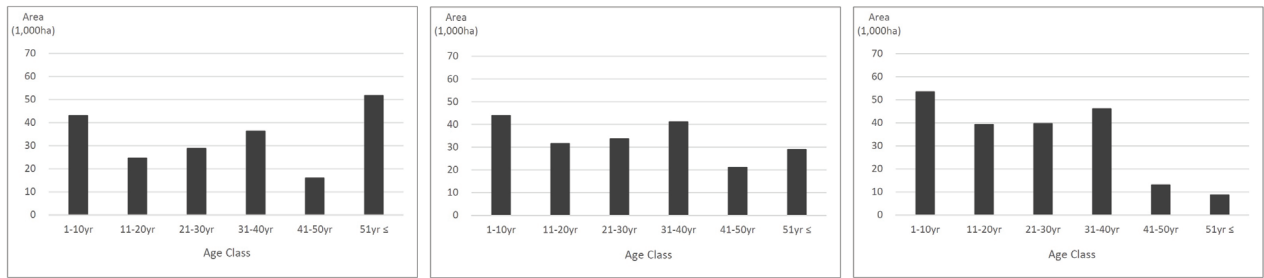


Figure 2. Results of Alternative 1 : Areas by Age Classes after 50 Years.

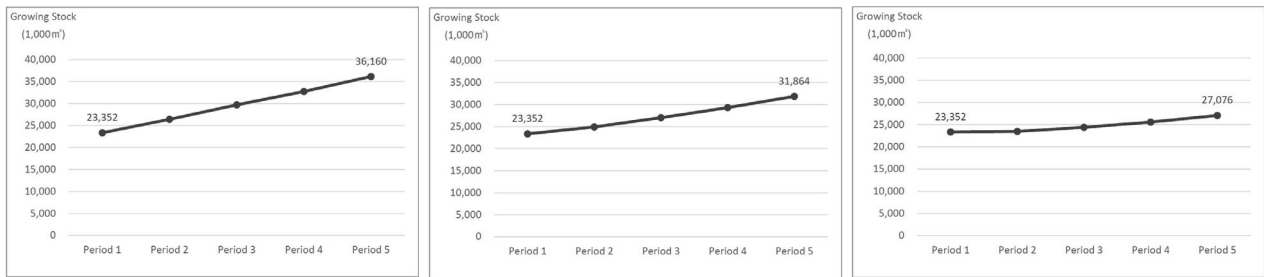


Figure 3. Results of Alternative 1 : Forest Stocks in Each Period.

적의 편차를 최소화할 수 있도록 자원량을 최적화한 결과, 일본잎갈나무 목재공급량을 현재 수준으로 유지하거나(시나리오 ①) 현재보다 5% 증대(시나리오 ②) 혹은 10% 증대(시나리오 ③)하는 등 모든 시나리오에서 안정적인 목재공급이 가능한 것으로 나타났다(Figure 1). 그러나 일본잎갈나무 목재공급량이 10% 늘어날 경우(시나리오 ③)에는 50년 후의 영급분포가 여전히 4영급 이하에 집중된 불균형한 구조로 나타났으며(Figure 2), 임목축적도 더 이상 늘어나지 않고 정체되는 경향을 보였다(Figure 3). 따라서 일본잎갈나무 원목 수요가 크게 증가할 경우를 대비하여 보다 적극적인 자원조성 및 관리 노력이 필요한 것으로 분석되었다.

3. 일본잎갈나무 목재생산 잠재량 확충을 위한 대안 분석결과

보다 적극적인 일본잎갈나무 자원 조성 및 관리를 위해서 신설 임도 규모를 기존보다 1.5배 확대한 매년 1,000 km를 신설하여 목재생산 잠재량을 확충하는 대안에 대해서 앞서 적용된 최적화 조건 및 목재공급 시나리오를 동일하게 유지하면서 최적화 분석을 시행하였다. 분석 결과, 신설 임도 규모 확대로 목재생산 가능지역이 늘어나면서 안정적인 목재공급이 가능하고(Figure 4), 50년 후의 영급분포도 크게 개선되는 것으로 나타났다(Figure 5). 일본잎갈나무 공급량이 10% 늘어나는 경우(시나리오 ③), 앞서 분석에서는 임목축적이 정체되는 경향을 보였으나, 대안 분석에서는 목재생산 잠재량이 늘어나면서 임목축적도 지속적인 증가 추세를 보였다(Figure 6).

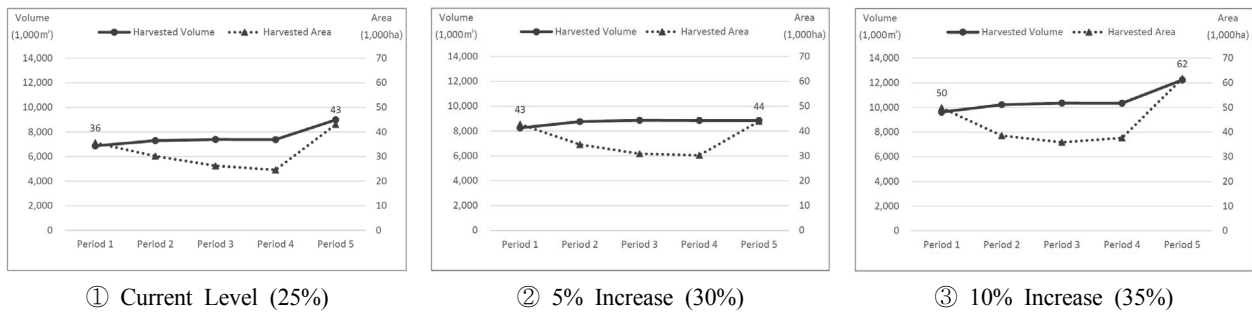


Figure 4. Results of Alternative 2 : Harvested Area and Volume in Each Period.

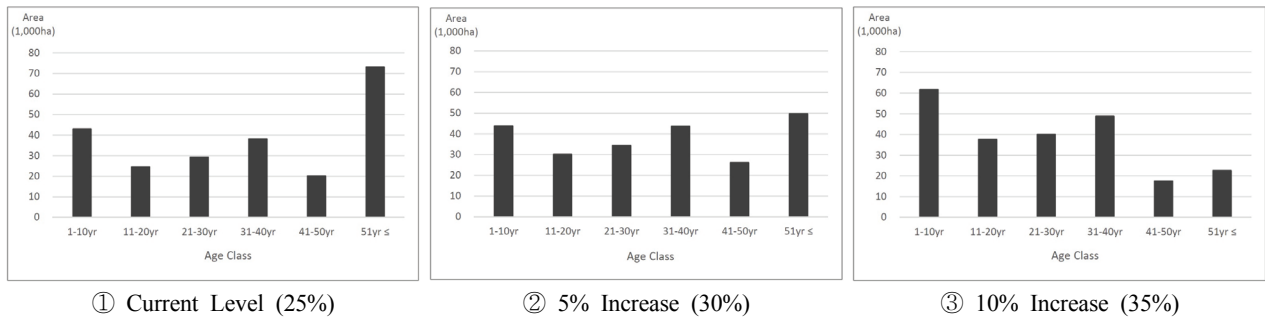


Figure 5. Results of Alternative 2 : Areas by Age Classes after 50 Years.

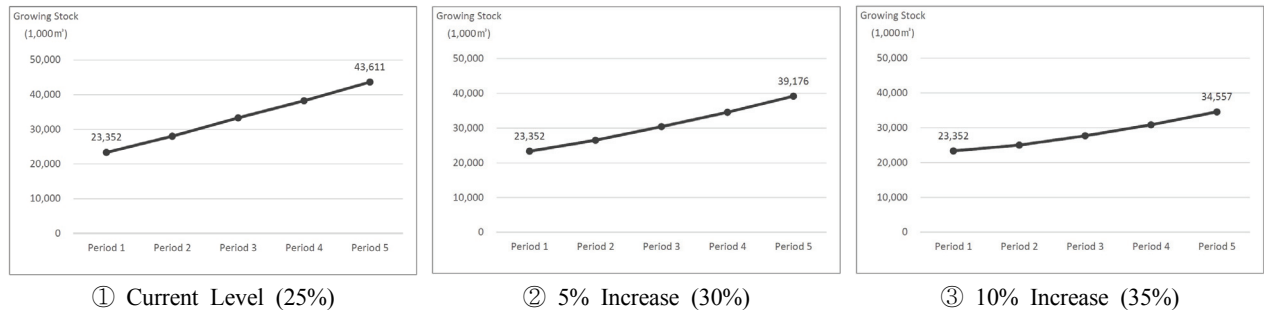


Figure 6. Results of Alternative 2 : Forest Stocks in Each Period.

목재생산 잠재량 확충 대안에 따른 벌채 및 조림면적을 살펴보면, 일본잎갈나무 공급량을 현재 수준으로 유지할 경우(시나리오 ①)에는 벌채 및 조림면적이 연간 약 3.2천 ha, 공급량을 5% 늘릴 경우에는 3.6천ha, 10%로 늘릴 경우에는 4.3천ha로 각각 추정되었다. 최근 3년간 일본잎갈나무 조림면적이 평균 3.5천ha인 것을 감안하면, 지속적이고 안정적인 일본잎갈나무 공급을 위해서 현 수준 이상으로 조림면적을 확대할 필요가 있는 것으로 나타났다.

결론

일본잎갈나무는 우리나라 전역에 분포하는 주요 조림 수종으로 생장이 우수하여 최근 제재용재로 수요가 크게 늘어나고 있다. 2017년 기준으로 일본잎갈나무림의 면적은 259천ha로 전체 산림면적의 약 4%에 불과하지만, 일본

잎갈나무 공급량은 643천m³ (2018년 기준)로 우리나라 전체 목재공급량의 약 15%, 침엽수 공급량의 약 25%를 차지하고 있다. 이처럼 일본잎갈나무에 대한 시장 수요가 증가함에 따라 일본잎갈나무의 안정적인 공급을 위해 보다 적극적인 자원의 육성 및 관리가 필요한 시점이다.

특히 본 연구에서 법적 규제, 입지조건, 생산기반 시설 등을 고려할 때 전체 일본잎갈나무림 가운데 실제 목재생산이 가능한 산림은 48%에 불과한 것으로 나타났으며, 영급분포도 4영급에 대한 집중도가 매우 높고 1, 2영급 등 후계림 조성이 미흡하여 향후 정책적인 노력이 뒷받침되지 않는다면 일본잎갈나무 공급량을 현재 수준으로 유지하는 것도 쉽지 않은 것으로 나타났다.

현재 우리나라는 매년 705 km 정도의 임도가 신설되고 있다. 임도가 신설됨에 따라 목재생산이 가능한 지역도 점차 늘어날 것이다. 하지만 본 연구결과에 따르면 임도

신설 규모가 현 수준을 유지하여 목재생산 잠재량이 늘어나더라도, 일본잎갈나무에 대한 수요가 10% 이상 증가할 경우 목재를 안정적으로 공급하는데 한계가 있는 것으로 나타났다. 따라서 일본잎갈나무 생산 및 공급 확대를 위해서는 임도 신설 규모를 늘리거나 혹은 조림면적을 확대하는 방안을 적극적으로 고려해야 한다.

본 연구에서는 일본잎갈나무 자원량을 분석하고 목재생산 잠재량을 최적화하기 위해서 많은 가정을 고려하였기 때문에, 실제 일본잎갈나무의 자원량 및 목재생산 잠재량과 다소 차이가 있을 수 있다. 따라서 본 연구결과는 정확한 수치로서의 의미보다는 미래 산림정책의 의사결정을 위해 전반적인 경향과 추세를 제공했다는 점에서 의미를 찾을 수 있으며, 지역 단위의 정확한 목재생산 잠재량을 제시하는 데에는 한계가 있다.

특히 본 연구에서는 일본잎갈나무림을 별채하고 나서 다시 일본잎갈나무를 재조림하는 것으로 가정하였는데, 현장에서는 별채후 다른 수종으로 조림하거나 반대로 다른 수종을 별채하고 일본잎갈나무를 조림하는 경우가 많이 이루어지기 때문에 본 연구에서는 수종갱신에 따른 영향을 반영하지 못하는 한계가 있다. 향후 현장의 수종갱신 현황에 대한 조사 분석을 통해 일본잎갈나무의 자원량에 대한 보다 현실적인 연구가 뒤따라야 할 것이다.

아울러 일본잎갈나무를 보다 가치있게 이용하기 위해서는 지역에서 생산된 일본잎갈나무가 해당 지역에서 소비될 수 있도록 지역순환형 임업을 구현하는 것이 필요하다. 이를 위해 일본잎갈나무에 대한 지역 내 시장 수요를 파악하고 해당 지역에서 일본잎갈나무의 소비 증대와 안정적인 목재공급이 이루어질 수 있도록 산림자원을 조성하고 관리하기 위한 연구 노력이 뒤따라야 할 것이다.

References

- Chung, J., Kim, H., Kim, M. and Chun, Y. 2017. Correlation analysis between climatic factors and radial growth and growth prediction for *Pinus densiflora* and *Larix kaempferi* in South Korea. *Journal of Korean Forest Society* 106(1): 77-86.
- Kang, J.T. and Son, Y.M. 2016. Utilization and updating of local step volume table for major tree species in Korea. *NIFOS Forest Policy Issue* Vol. 69.
- Kim, Y., Jeon, E., Shin, M., Chung, I., Lee, S., Seo, K. and Pho, J. 2014. A study on the baseline carbon stock for major species in Korea for conducting carbon offset projects based on forest management. *Journal of Korean Forest Society* 103(3): 439-445.
- Korea Forest Service. 2018. The 6th Forest Basic Plan(2018~2037).
- Korea Forest Service. 2019. 2018 survey report for timber use status in Korea.
- Korea Forest Service. 2019. Permission of timber harvesting for major tree species in 2018. (unpublished inner data)
- Lim, J.H., Sung, J.H., Chun, J.H. and Shin, M.Y. 2016. Effect of climate factors on tree-ring growth of *Larix leptolepis* distributed in Korea. *Journal of Korean Forest Society* 105(1): 122-131.
- Min, K. 2019. Forestry profitability in Korea with evaluating stumpage prices. *Journal of Korean Forest Society* 108(3): 405-417.
- National Institute of Forest Science. 2005. Standardized Manual for Sustainable Forest Resource Management. NIFOS Research Report-5.
- National Institute of Forest Science. 2013. Forest machinery and timber production system. NIFOS Research Data vol. 532.
- National Institute of Forest Science. 2016. Stand yield table for Korean forests. NIFOS Research Data vol. 677.
- National Institute of Forest Science. 2019a. Forest areas and growing stock of Korean forests in 2017 (unpublished inner research data)
- National Institute of Forest Science. 2019b. Analysis report of GHG mitigation in forestry sector. (unpublished inner report to Korea Forest Service)
- Won, H., Kim, Y., Lee, K. and Jang, K. 2010. Application of fuzzy linear programming to estimate the potentiality of domestic long-term wood supply. *Journal of Korean Forest Society* 99(6): 802-807.
- Won, H., Jang, K., Kim, Y., Lee, K. and Kim, H. 2011. Estimation of potential wood supply by according to geographical and forest management conditions in Korea. *Journal of Agriculture & Life Sciences* 45(3): 35-41.

Manuscript Received : July 14, 2020
 First Revision : September 21, 2020
 Second Revision : October 31, 2020
 Third Revision : November 2, 2020
 Accepted : November 3, 2020