

잣나무 임분의 개체목 거리독립성장모델을 이용한 간벌효과 분석모델 개발

권순덕^{1*} · 김선영² · 정주상² · 김형호³

¹국립산림과학원 산림평가과, ²서울대학교 산림과학부, ³경상대학교 산림과학부

Development of Thinning Effect Analysis Model (TEAM) Using Individual-Tree Distance-Independent Growth Model of *Pinus koraiensis* Stands

Soonduk Kwon^{1*}, Seonyoung Kim², Joosang Chung² and Hyungho Kim³

¹Div. of Forest Sink & Forest Land Use, Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712, Korea

²Dept. of Forest Sciences, Seoul National University, Seoul 151-921, Korea

³Division of Environmental Forest Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

요약: 본 연구의 목적은 거리독립성장모델을 이용한 잣나무 임분의 간벌효과 분석모델을 개발하는데 있다. 이 모델은 간벌시업계획의 주요 인자로 간벌의 횟수와 시기, 강도 그리고 간벌방법을 고려할 수 있도록 설계되었다. 개발된 모델의 적용성 검토를 위해 간벌시업계획에 따른 7개의 시나리오를 작성하여 임분성장 효과를 분석하였다. 연구결과, 개발된 모델을 이용하여 간벌시업 형태에 따른 개체목의 직경급별 분수, 수고, 재적과 임분의 평균흉고직경, 평균수고, ha당 분수 및 재적변화에 관한 성장을 예측할 수 있었다. 1개소의 잣나무 현실임분을 대상으로한 모델의 적용성 검토에 있어서, 간벌시나리오별 임분성장량을 비교한 결과, 간벌시업에 의한 임분밀도조절로 주벌시점의 재적량 증가효과를 기대할 수는 없는 것으로 나타났다. 그러나 간벌량과 주벌량을 포함하는 총수확량은 무간벌의 경우보다 간벌시업을 한 경우에 ha당 약 40~75 m³의 증가효과를, 그리고 임분의 평균흉고직경에서는 5 cm 이내, 평균수고에서는 1 m 이내의 증가효과를 보였다. 본 연구를 통해 개발된 모델은 현실임분의 구성여건에 따라 간벌의 실시 여부 및 간벌시업체계의 선택문제를 결정하는 의사결정지원도구로서 활용가능 할 것이다.

Abstract: The objective of this study was to develop thinning effect analysis model (TEAM) using individual-tree distance-independent growth model of *Pinus koraiensis* Stands. The TEAM was designed to analyze thinning effects associated with such thinning prescriptions as the number, timing, intensity, and method of thinnings. To testing TEAM application, stand growth effects were compared with seven scenarios according to thinning prescription plan. In the results, it was possible to estimate the number of trees, height, volume with diameter (DBH) class of individual trees, and average diameter growth, height growth, the number of trees and volume growth per ha of stands. The result of sensitivity analysis on one *Pinus koraiensis* stand, it was not sure to expect the much more volume at the rotation age by stand density control applying thinning prescription. In the case of thinning, total yield volume has much more 40~75 m³ per ha, within 5 cm in average diameter growth and within 1 m in average height growth than that of non-thinning over increasing stand age. TEAM, as decision making support system, can be used for selecting the thinning prescription trial and determining one of some thinning prescription plan in different site specific stand environments.

Key words : individual-tree distance-independent growth model, thinning effect analysis model (TEAM), thinning prescription plan, *Pinus koraiensis* stands

*Corresponding author

E-mail: ksd6806@foa.go.kr

본 연구는 산림청의 지원으로 수행된 “임분단위 산림탄소수 지모텔의 개발”(과제번호: 105105-3) 연구 결과의 일부임.

서론

임분단위 목재생산을 위한 산림경영에 있어서 중요한 사업내역중의 하나는 간벌에 의한 임목의 밀도조절이다. 이것은 수종 혹은 입지여건에 따라 간벌이 임분생장에 미치는 영향이 지대한 것에 기인하며, 특히 목재등급 증진을 위한 임분관리가 경제적 관점에서 중요한 의미가 있기 때문이다. 따라서 특정 임분에 대해 임분을 구성하는 수종, 입지비옥도, 현실림의 임분 밀도 등을 고려하여 언제, 어떤 방식의 간벌을 어떻게 할 것인지를 판단하는 것이 산림경영계획 수립에 있어서 매우 중요한 과제가 된다.

이러한 간벌시업을 결정하기 위해서는 우선 현실림에 대한 임상조건을 이해하고, 다양한 간벌시업 시기·강도·방법에 따른 성장특성을 충분히 예측할 수 있어야 한다. 그러나 현실림의 성장특성은 수종, 경급, 임분밀도 등에 따른 생물적 인자들과 표고, 지형, 토성, 국지 기상 등의 비생물적 인자들에 의해 복합적인 영향을 받을 뿐만 아니라 간벌과 같은 인위적인 임분밀도 조절은 잔존임목의 흉고직경과 수고성장 등을 촉진시켜 임분 성장량의 변화를 야기하게 되므로 간벌에 따른 성장효과를 예측하는 것은 쉽지 않은 일이다.

그러므로 산림시업에 있어서 간벌의 중요성을 인식함에도 불구하고 개별적 임분특성에 따른 간벌효과를 분석한 연구는 미흡한 실정이다. 그 동안 국내에서는 임분의 성장 및 수확량 예측을 위한 방안으로 주로 정적인 형태의 전임분성장모형을 이용하였다(이우균, 1996; 이우균 등, 1998; Vanclay, 1994). 이러한 전임분성장모형은 개괄적인 임분의 축적변화를 예측하는데 쉽게 이용될 수 있으나, 간벌에 따른 성장 효과를 측정하는데 있어서는 제한적이었다.

따라서 다양한 간벌시업에 따른 임분성장 및 수확을 예측하기 위해서는 개체목 단위로 성장을 예측할 수 있는 모델의 개발이 요구된다. 이를 위해 국내에서는 이우균(1996), 서정호(2001) 등에 의해 개체목 단위의 거리종속 성장모형이 개발된 바 있으나 산림조사의 어려움으로 인해 산림경영의 실무적 응용에는 한계가 있었다. 이러한 관점에서 Clutter와 Allison(1974), Alder(1979), Belcher *et al.*(1982), Amaties *et al.*(1984), Hann *et al.*(1993) 등에 의해 그 실용성이 입증된 거리독립모형이 거리종속모형에 비해 개체목 간의 경쟁을 측정하는데 따른 논리적 정밀도는 다소 떨어진다고 할 수 있지만 현장 적용을 위한 실용성 관점에서 새로운 접근방안이 될 수 있다. 즉, 거리독립모형은 개체목 간의 거리에 따른 임목 간의 경쟁효과를 개체목의 특성과 임분의 특성에 의해 간접적으로 산출함으로써 간벌에 따른 그 효과를 쉽게 측정할 수 있는 장점이 있다.

따라서 본 연구는 권순덕(2003)에 의해 이미 개발된 개체목 중심의 거리독립 성장모형을 바탕으로 간벌인자에 따른 잣나무 임분의 성장을 예측할 수 있는 모델을 개발하기 위해 수행되었으며, 개발된 모델을 이용하여 간벌횟수·시기·강도·방법에 따른 간벌효과를 분석하였다.

재료 및 방법

1. 간벌효과 분석모델의 구조 및 설계

본 연구에서 개발된 간벌효과분석 모델은 Figure 1과 같이 개체목 중심의 거리독립 성장모형을 이용하여 개체목 단위로 성장을 예측하고, 또한 임분시업계획 혹은 시나리오에 따른 간벌시기와 간벌강도, 간벌방법을 적용하여 각

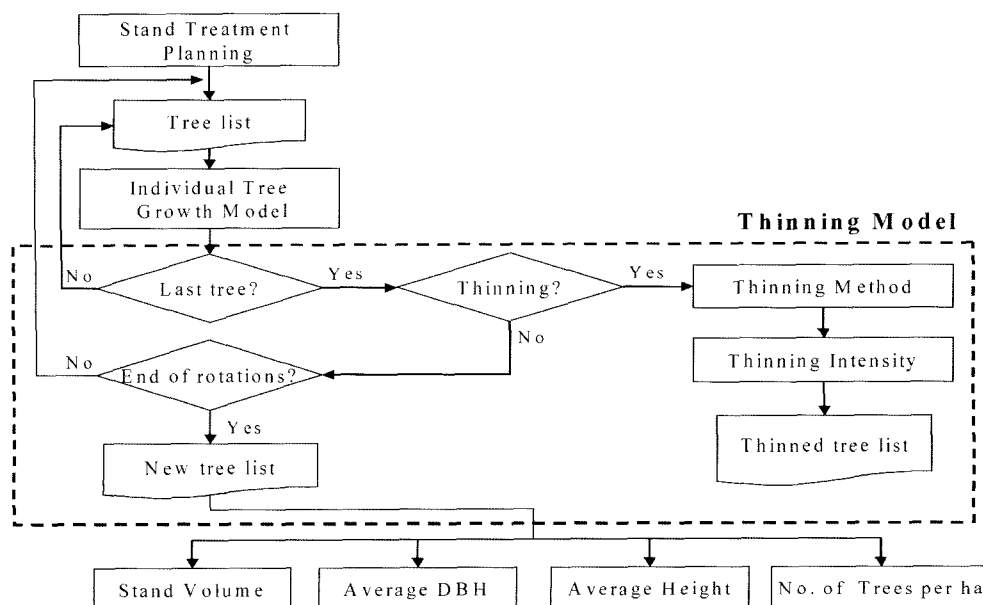


Figure 1. Flowchart of the simulation model to estimate thinning effect.

Table 1. Stand attributes of *Pinus koraiensis* stand.

No. of trees per ha	Age (year)	Site index	Plot size (ha)	Variables	Average	Std. dev.	Minimum	Maximum
1,850	17	16	0.04	DBH(cm)	9.5	1.5	5.5	12.0
				Height(m)	6.6	0.4	5.5	7.5
				Crown ratio	0.7	0.1	0.5	0.8

Table 2. Scenarios of intensive forest stand management prescriptions for sensitivity analysis.

Thinning factor	Scenario	No. of thinnings	Timing (age in yrs.)	Intensity(%)	Method
Base case	I	1	30	30	From-the-bottom
Thinning timing	II	1	40	30	From-the-bottom
	III	1	50	30	From-the-bottom
Thinning intensity	IV	1	30	50	From-the-bottom
No. of thinnings	V	0	-	-	-
	VI	2	30, 50	30	From-the-bottom
Thinning method	VII	1	30	30	From-the-top

시업의 효과에 따른 임목 및 임분성장효과를 예측할 수 있는 체계로 설계되었다. 한편 개발환경으로는 MS사의 Windows XP를 운영체제로 하였으며, 개발언어는 Visual Basic 6.0을 이용하였다.

2. 개체목 거리독립성장모델의 함수 및 재적 계산

임분시업계획에 따른 간벌효과를 분석하기 위해 사용된 성장모델은 개체목 단위로 성장을 예측할 수 있는 거리독립성장모델이다. 거리독립성장모델은 임목간의 경쟁 관계를 개체목의 특성과 임분의 특성에 의해 간접적으로 성장을 예측할 수 있는 모델이다. 이러한 개체목 거리독립성장모델은 수관율추정함수, 잠재직경성장함수, 수정함수 그리고 고사율함수로 구성되어 있으며, 이들 함수들은 상호보완적으로 작용하여 임분내 개체목의 흉고직경생장과 고사확률 등을 예측함으로써 임분생장을 분석할 수 있다. 본 연구는 권순덕 등(2003, 2004)에 의해 개발된 잣나무 개체목 거리독립성장모델을 이용하여 간벌효과를 분석하였다.

한편 개체목의 재적은 Son, *et al.*(2002)이 제시한 Kozak의 수간곡선추정식, 권순덕(2003)이 추정된 수고곡선식 그리고 Smalian의 구분구적법을 이용하여 개체목 단위로 산출하였다. 즉, Kozak의 수간곡선식을 이용하여 지상부에서부터 10 cm간격으로 단편을 분리하여 각 단편의 단면적을 계산한 후 Smalian 식을 적용하여 임목의 수간재적을 산출하였다.

3. 시나리오별 간벌효과 분석

1) 분석대상자료

간벌효과 분석모델의 사례분석을 위한 잣나무 임분자

료는 Table 1에 제시되어 있다. 이 임분은 17년생으로 지위지수는 16(기준임령, 20년), ha당 본수는 1,850본, 평균 흉고직경은 9.5 cm, 평균 수고는 6.6 m, 표준지 크기는 0.04 ha 이다.

2) 간벌시업 시나리오

Table 1에 주어진 임분을 대상으로 벌기령을 60년(잣나무, 공·사유림 기준벌기령)으로 설정하여 간벌시업체계의 변화에 따른 간벌효과를 분석하고자 하였다. Table 2는 본 연구에서 설정한 간벌시업 시나리오들이며, 간벌의 횟수·시기·강도·방법을 상이하게 적용하였다.

Table 2에 제시된 총 7개 시나리오 중 시나리오(I)은 기본적인 간벌시업 내역을 보여주고 있다. 즉, 간벌은 임령이 30년째 되는 해에 1회 실시하고, 간벌강도는 임분의 ha당 본수에 비례하여 30%의 하층간벌을 실시한다. 이와 같이 기본적인 간벌시업 내역을 바탕으로 시나리오(II)와 (III)은 기본 시나리오의 간벌시기를 각각 10년, 20년을 늦춘 경우이고, 시나리오(IV)는 기본 시나리오의 간벌 강도를 20% 올린 경우에 해당한다. 시나리오(V)와 (VI)은 간벌 횟수에 관한 경우로 각각 간벌이 없는 경우와 임령이 30년과 50년일 때 간벌을 2회 수행하는 것으로 가정하였다. 마지막으로 시나리오(VII)은 간벌방법에 관한 것으로 상층간벌을 상정한 경우이다.

결과 및 고찰

1. 간벌효과 분석모델 개발

Figure 2는 간벌효과 분석모델의 구성항목 중에서 입력자료 창과 간벌시업 설정에 따른 분석결과 창을 보여주고



(a) Input data of individual tree

(b) The result of individual tree growth

Figure 2. The simulation screen by the forest stand management prescriptions.

있으며, 개체목 및 임분자료를 입력하고 간벌시업을 설정하게 되면 시뮬레이션에 따른 개체목 및 임분의 성장량을 산출할 수 있다. 이를 자세히 살펴보면, Figure 2(a)는 흉고직경, 수고 그리고 수관율 등 개체목 속성자료와 임분의 수종 및 지위지수 그리고 표준지 현실임령, 면적, 성장년수 등을 입력하는 화면이다. Figure 2(b)는 간벌횟수, 시기, 강도, 방법을 입력할 수 있는 간벌계획 부분과 간벌계획에 따라 생산되는 간벌목과 잔존목의 성장을 계획된 성장년수 동안 시뮬레이션한 결과 및 간벌 후 각종 임분 성장량을 산출하는 부분으로 구성되어 있다.

간벌시업계획에 따른 간벌효과 시뮬레이션 결과는 직경급별 분수, 수고, 재적에 관한 개체목 정보와 임분단위

정보, 즉 평균흉고직경, 평균수고, ha당 분수 및 재적변화에 관한 임분성장 정보를 사용자에게 제공해 준다. 또한 이러한 결과는 테이블 형태와 Figure 3과 같은 그래프 형태로 제공된다.

2. 간벌시업계획에 따른 임분성장 변화

1) 간벌 횟수

Table 2에 주어진 간벌을 하지 않은 경우(시나리오 V), 임령 30년에 간벌을 1회 실시한 경우(시나리오 I) 그리고 임령 30년과 50년에 총 2회의 간벌을 실시한 경우(시나리오 VI)를 각각 시뮬레이션하여 임분생장을 비교한 결과가 Table 3에 제시되었다.

Table 3에 의하면 임목분수는 간벌 횟수가 증가할수록 줄어들고 있고, 주벌시점에 도달한 현실 임분의 임목분수는 간벌강도에 의해 영향을 받은 것으로 판단된다. 즉, 간벌 후의 잔존 임목분수는 간벌 전 혹은 간벌을 하지 않은 경우에 비해 30%의 간벌강도만큼 줄어든다. 다만 각 간벌시업 후의 잔존 임목분수는 주벌시점까지의 기간동안 임분내 임목간의 경쟁에 의한 고사목 발생에 의해 그 차이가 줄어든다. 이것은 간벌에 의해 밀도가 낮아진 임분의 경우 간벌을 하지 않은 임분에 비해 고사율이 낮은 것에 기인하는 것으로 Table 3의 각 시나리오별 임목분수의 비교를 통해 이러한 경향을 알 수 있다.

간벌횟수에 따른 벌기시점 임분의 평균흉고직경은 간

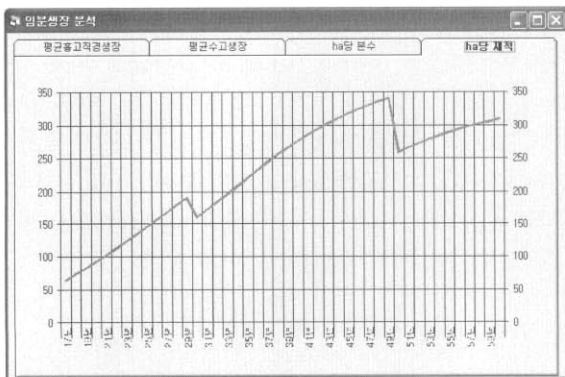


Figure 3. Stand growth analysis by thinning schedule.

Table 3. Effects of thinning times on *Pinus koraiensis* stand growth.

Scenario	No. of Thinnings	Stand attributes at the end of rotation			Thinning Volume (m ³ /ha)	Total yield volume (m ³ /ha)
		No. of trees per ha	Ave. DBH (cm)	Stand volume (m ³ /ha)		
I	1	256	45.2	364.55	41.85	406.40
V	0	283	43.2	364.81	-	364.81
VI	195	195	47.7	309.54	126.98	436.52

Table 4. Effects of thinning timing on *Pinus koraiensis* stand growth.

Scenario	Stand age at thinning	Stand attributes at the end of rotation			Thinning	Total yield volume (m ³ /ha)
		No. of trees per ha	Ave. DBH (cm)	Stand volume (m ³ /ha)	Volume (m ³ /ha)	
I	30	256	45.2	364.55	41.85	406.40
II	40	242	45.8	354.17	78.30	432.47
III	50	221	45.9	323.78	78.43	402.21

Table 5. Effects of thinning intensity on *Pinus koraiensis* stand growth.

Scenario	Thinning intensity	Stand attributes at the end of rotation			Thinning	Total yield volume (m ³ /ha)
		No. of trees per ha	Ave. DBH (cm)	Stand volume (m ³ /ha)	Volume (m ³ /ha)	
I	30%	256	45.2	364.55	41.85	406.40
IV	50%	215	47.9	344.51	78.99	423.50

별 횡수가 늘어날수록 커지는 것으로 나타났다. 또한 임분축적은 간벌에 의한 임분밀도 조절이 임분생장에 미치는 영향을 반영하고 있다. 즉, 임령 30년 시점에서 간벌을 1회 하는 경우와 간벌을 하지 않는 경우의 주벌시점 임분축적이 유사하게 나타났다. 이것은 간벌 후 간벌량 만큼 줄어든 임분축적이 간벌에 따른 연평균성장량(periodic annual increment)의 증가로 회복된 것을 의미한다.

그 밖에 간벌을 임령 30년과 50년 시점에 2회 실시하는 경우에는 임분축적이 상대적으로 낮은 값을 보인다. 이것은 간벌에 의해 연평균성장량이 증가되었음에도 불구하고 주벌시점까지의 기간(10년)이 짧아 임분축적이 충분히 회복되지 못한 것에 기인하는 것으로 해석할 수 있다.

2) 간벌 시기

임분단위 산림경영에서 간벌시기에 따라 임분의 생장 특성이 달라짐은 물론 수입지출에 따른 자금의 흐름(cash flow)에 의해 투자효율성 산출에 영향을 미친다. 따라서 임분단위 산림경영에서 적절한 간벌시기를 찾는 것이 투자효과를 극대화하는데 매우 중요한 일이다.

본 연구에서 설정한 7개의 시나리오 중 시나리오(II)와 (III)이 간벌시기에 따른 간벌사업의 효과를 측정하기 위한 것이다. 시나리오(II) 및 (III)에서는 시나리오 (I)보다 간벌시기를 각각 10년, 20년 늦추어 임령이 40년과 50년이 될 때 1회의 간벌을 하도록 하였으며, 그 결과는 Table 4에 제시되었다.

간벌시기가 늦춰질수록 벌기령에 도달했을 때 임목본수가 크게 줄어드는 것을 알 수 있다. 이것은 간벌에 의한 밀도조절이 늦어질수록 고사되는 임목이 증가하고, 간벌 시점에 도달했을 때 고사에 의해 줄어든 임목본수의 30%를 다시 제거함으로써 잔존본수가 더욱 줄어들기 때문이다. 반면 간벌시기를 임령 40년 혹은 50년에 수행하는 경우 벌기령에 도달했을 때 임분의 평균흉고직경은 시나리

오(I)에 비해 큰 변화가 없었다.

벌기령에 도달했을 때의 임분축적은 시나리오(I)이 가장 높은 것으로 나타났지만 총수확량은 간벌시기를 40년으로 한 시나리오(II)가 가장 높게 나타났다.

3) 간벌 강도

Table 5는 간벌강도에 의한 간벌효과를 비교한 것으로 임령이 30년일 때 임목본수의 30%를 제거하는 약도간벌(시나리오 I)과 50%를 제거하는 강도간벌(시나리오 IV)의 경우를 비교하였다.

일반적으로 강도간벌의 경우 약도간벌에 비해 강도간벌은 임분 내 개체목의 생육에 필요한 공간을 충분히 제공해 주어 임목간 경쟁을 완화시킴으로써 임분의 평균흉고직경의 생장에 유리한 조건을 부여하는 것으로 알려져 있다. 즉, 30년생 임분에 50%의 강도간벌을 하는 경우 30%의 약도간벌에 비해 벌기시점 평균흉고직경이 2.7 cm 더 큰 것으로 나타났다. 반면 벌기시점의 임분축적은 간벌 후 30년의 기간 동안 충분히 회복되어 그 차이가 많이 줄어든 것으로 나타났으며, 총수확량은 강도간벌을 한 시나리오(IV)가 높게 나타났다.

4) 간벌 방법

간벌방법에 대한 간벌효과 분석은 간벌대상 임분에서 직경급이 큰 임목을 우선적으로 선정하여 상층을 간벌하거나 반대로 직경급이 작은 임목을 선정하여 하층을 간벌하는 방법이 있다. 상층간벌의 경우는 간벌로부터 기대되는 수익 중심의 경영방안을 염두에 둔 택벌형태의 방식으로 짧은 회임기간에 의해 투자효율성 관점에서 유리할 수 있다. 반면 하층간벌의 방법은 간벌시점의 수익성보다는 형질이 우수한 대경재 생산 중심의 임업경영에서 흔히 채택할 수 있는 방법으로 국내에서 보편적으로 사용되는 방법이다.

Table 6. Effects of thinning methods on *Pinus koraiensis* stand growth.

Scenario	Thinning	Stand attributes at the end of rotation			Thinning Volume (m ³ /ha)	Total yield volume (m ³ /ha)
		No. of trees per ha	Ave. DBH (cm)	Stand volume (m ³ /ha)		
I	f-t-B.	256	45.2	364.55	41.85	406.40
VII	f-t-T.	268	44.1	362.09	78.22	440.31

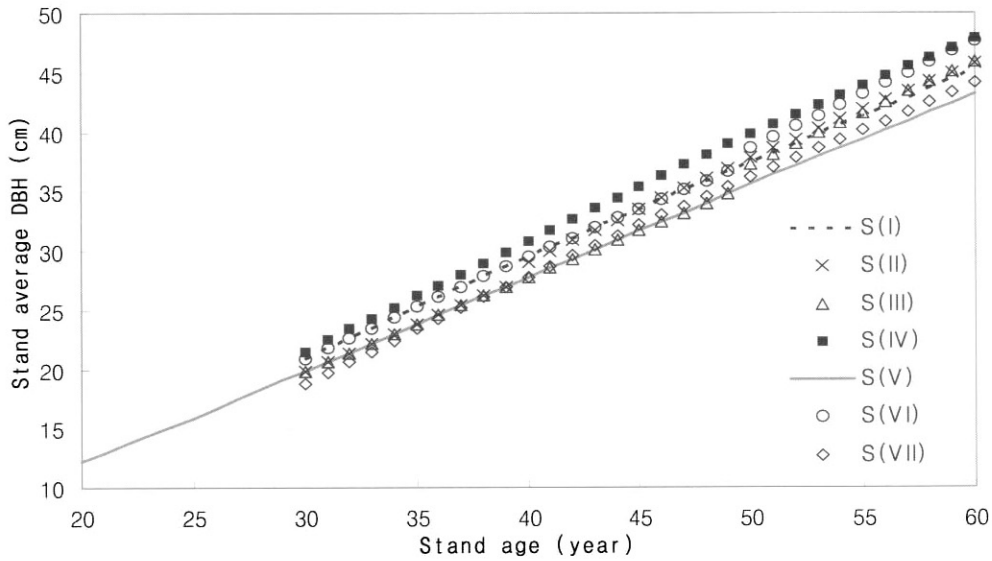


Figure 4. Change in stand average DBH over stand age.

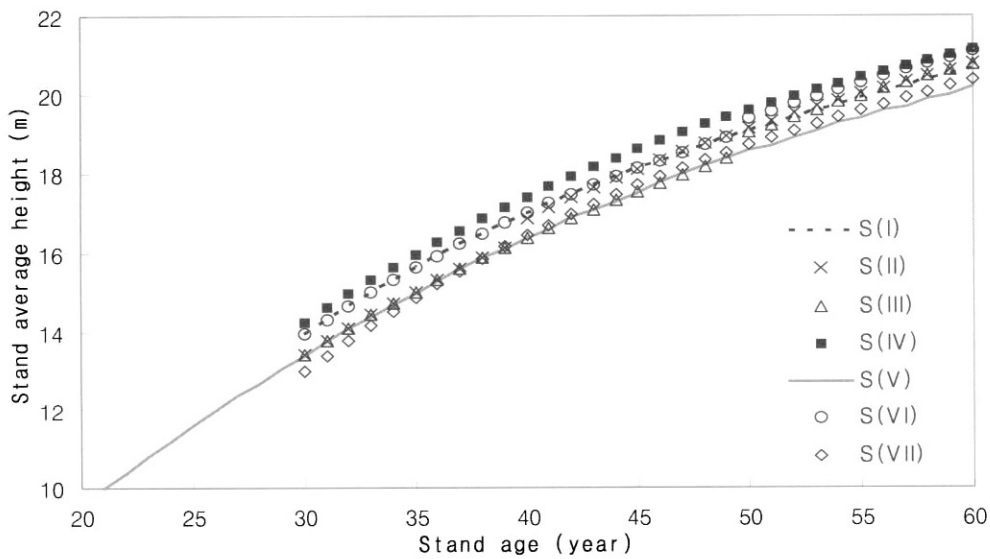


Figure 5. Change in stand average height over stand age.

Table 6은 시나리오(I)과 (VII)를 비교한 것으로, 각각 하층간벌 및 상층간벌을 한 경우의 간벌효과이다. 하층간벌의 경우에는 간벌 후 잔존목의 평균흉고직경이 상대적으로 큰 값을 지니게 되므로 임목간 상호경쟁에 의한 고사율이 높게 나타난다. 그 결과 벌기에 달한 임분의 임목본수는 하층간벌의 경우 ha당 12본이 적은 것으로 나타나고 있다. 반면 벌기시점 임분의 평균흉고직경은 하층간벌의 경우 다소 높은 것으로 나타나고 있다. 간벌 직후에는 평

균흉고직경 및 임분축적의 차이가 크지만 간벌 후 벌기까지의 30년 기간동안 그 차이가 많이 줄어든 것으로 판단된다. 총수확량은 시나리오(VII)이 높은 것으로 나타났다.

2. 간벌시나리오별 임분성장 변화

Figure 4-7은 본 연구에서 설정한 7개의 시나리오별 자세한 임분성장 패턴의 변화를 보여주고 있다. Figure 4와 5는 각각 임분의 임령별 평균흉고직경 및 평균수고의 변

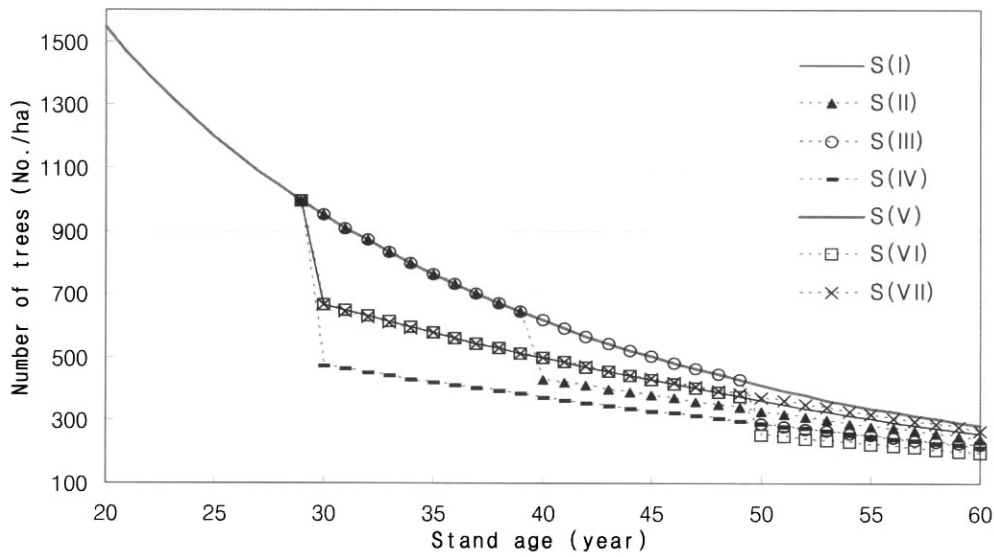


Figure 6. Change in number of trees per ha over stand age.

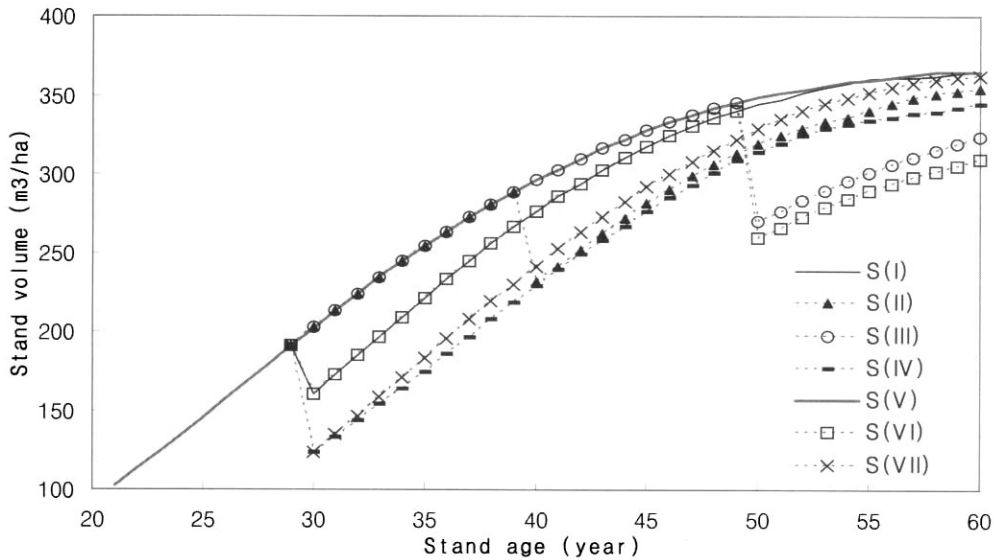


Figure 7. Change in stand volume per ha over stand age.

화를 나타내며, 두 그래프는 시나리오별로 유사한 성장 패턴을 보여주고 있다. 즉, 시나리오(VII)를 제외한 시나리오들에서는 무간벌한 경우보다 평균흉고직경 및 평균수고가 높게 나타났으며, 시나리오(IV)의 경우가 가장 높게 형성되었다.

Figure 6은 임분의 임목본수 변화를 나타내며, 일단 간벌이 이루어지면 임분밀도가 낮아짐으로써 고사율도 낮아지는 형태임을 알 수 있다. 시나리오별로 차이는 있지만 임분임령 60년일때 최종 잔존본수는 200~300본 사이에 분포하는 것으로 나타났다. 마지막으로 Figure 7은 임분의 재적변화를 표현한 것으로 임령 30년에 30% 하층간벌 또는 상층간벌을 실시한 시나리오(I)과 (VII)의 경우만이 주벌시점에서 무간벌 상태의 재적을 회복하는 것으로 나타났으며, 회복기간은 각각 20년, 30년이 소요되는 것

으로 나타났다. 기타 시나리오의 경우에는 무간벌 상태의 재적을 회복하지 못하였다.

따라서 본 연구대상지 잣나무 임분의 경우에는 간벌시업에 의한 임분밀도조절로 주벌시점의 재적량 증가효과를 기대할 수는 없는 것으로 판단된다. 단지, 간벌량과 주벌량을 포함하는 총수확량의 관점에서 보면(Table 3~6), 무간벌의 경우보다 간벌시업을 한 경우에 ha당 약 40~75 m³의 증가효과가, 그리고 임분의 평균흉고직경에서는 5 cm 이내, 평균수고에서는 1 m 이내의 증가효과가 기대된다.

결론

본 연구는 개체목 성장을 예측할 수 있는 거리독립성장 모델을 바탕으로 간벌에 의한 임분 시업효과를 분석할 수

있는 간벌효과 분석모델을 개발하였다. 이 모델은 간벌사업계획의 주요 인자로 간벌의 횟수, 시기와 강도 그리고 간벌방법을 고려할 수 있도록 설계되었으며, 개발된 모델의 적용성을 검토할 목적으로 간벌사업체계 시나리오를 작성하여 4가지 간벌사업형태에 대한 감응도 분석을 수행하였다.

연구결과에서 알 수 있듯이 본 연구에서 개발된 간벌효과 분석모델은 현실임분의 개체목 성장모형을 기초로 하고 있기 때문에 다양한 간벌사업체계에 따라 현실임분의 변화를 예측할 수 있는 것으로 나타났다. 즉, 현실임분의 구성여건에 따라 간벌의 실시여부 및 간벌사업체계의 선택문제를 결정할 수 있으며, 이는 곧 임목생산적 측면에서의 산림경영목표를 무엇으로 설정하느냐에 따라 간벌사업계획을 수립할 수 있음을 의미한다.

산림사업계획을 수립하는데 있어서 무엇보다도 간벌사업계획은 필수적이며, 간벌사업에 따른 간벌효과가 어떻게 나타나는지를 예측할 수 없다면 산림 생산량의 예측은 한계를 가질 수밖에 없다. 이러한 관점에서 개체목 성장모형을 기초로 한 간벌사업 분석모델은 유용하게 활용 가능하며, 이미 구미 등의 임업선진국에서는 다양하게 개발되어 임분단위 생산력을 예측하는데 이용되고 있는 실정이다.

한편 간벌효과를 보다 정밀하게 추정하기 위해서는 다양한 임분특성을 갖는 많은 영구표본지가 필요하며, 장기간에 걸친 산림성장 분석자료 및 간벌사업의 다양한 형태에 따른 성장변화에 관한 측정 자료가 요구된다. 그러나 국내의 현실여건이 여의치 않기 때문에 가능하다면 기존에 개발된 성장모델에 관해 많은 검증과 고찰이 이루어지고, 그에 따른 모델의 수정 및 새로운 모델의 개발이 이루어져야 할 것이다.

인용문헌

1. 권순덕. 2003. 임분단위 산림경영을 위한 시뮬레이션 모델 개발. 서울대학교 박사학위 논문.
2. 권순덕, 정주상. 2004. 잣나무 임분 성장예측을 위한 거리독립 시뮬레이션모델 개발. 한국임학회. 93(1): 43-49.
3. 서정호. 2001. 안면도 소나무림의 임분 및 단목성장모델에 관한 연구. 고려대학교 석사학위논문.
4. 이우균. 1996. 위치종속임분조사에 의한 개체목의 경쟁지수 및 흉고직경성장 추정. 한국임학회지. 85(3): 539-551.
5. 이우균, 독고세준, 변우혁. 1998. 위치종속산림조사용 산림정보분석시스템(FIAS 1.5) 개발. 한국산림측정학회지 1(1): 37-49.
6. Alder, D. 1979. A distance-independent tree model for exotic conifer plantations in East Africa. For. Sci. 25: 59-71.
7. Amaties, R.L., P.L. Radtke., and H.E. Burkhart. 1984. TAUYLIED : A stand-level growth and yield model for thinned and unthinned loblolly pine plantations. Sch. of For. and Wildl. Res. VPI and SU. FWS. p39.
8. Belcher, D.M., M.R. Holdway, and G.J. Brand. 1982. A description of STEMS- the stand and tree evaluation and modeling system. Gen. Tech. Rep. NC-79. St. Paul, MN: U.S. of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station. 18p.
9. Clutter, J.L. and B.J. Allison. 1974. A growth and yield model for *Pinus radiata* in New Zealand. In Growth models for tree and stand simulation. Royal Coll. For., Res. Notes No. 30, Stockholm.
10. Hann, D.W., C.L. Olsen, and A.S. Hester. 1993. ORGANON User's Manual: Edition 4.2 Southwest Oregon Version, Edition 1.2 western Willamette Valley Version. Department of Forest Resources, Oregon State University, Corvallis, OR. 113p.
11. Son, Y.M., Lee, K.H., Lee, W.K. and Kwon, S.D. 2002. Stem taper equations for six major tree species in Korea. Journal of Korean Forest Society 91(2): 206-212.
12. Vanclay, J.K. 1994. Modelling forest growth and yield. Cab International.

(2007년 10월 4일 접수; 2007년 11월 22일 채택)

1. 권순덕. 2003. 임분단위 산림경영을 위한 시뮬레이션 모