

목제품 수급분석 및 전망에 관한 연구

이상민*, 박지은¹

¹한국농촌경제연구원 산림정책연구부

A study on the supply-demand analysis and outlook for wood products

Sang-Min Lee^{*}, Ji-eun Bark¹

¹Department of Forest Policy Research, Korea Rural Economic Institute.

요약 이 연구는 기존의 목제품 수급모형(FOSMO2013)을 갱신하고, 제품별로 중장기적인 수요와 공급을 전망하는데 목적이 있다. 목제품 시장 수급모형은 주요 제품인 제재목, 합판, 파티클보드, 섬유판, 펄프 등으로 한정하였다. 각각의 제품에 대해 공급함수, 수입수요함수, 수요함수 등을 최신 자료를 이용하여 갱신하였다. 외생변수 가운데 하나인 세계 목재 및 목제품에 대한 가격 전망치는 Buongiorno 등(2012)의 연구결과를 적용하였다. Buongiorno의 연구는 기후변화에 관한 정부간 협의체(IPCC) 시나리오 3개(A1B, A2, B2)와 연료목재 수요에 대한 가정을 변경한 시나리오(A1B_LF)를 추가하여 전망결과를 발표하였는데, 본 연구의 전망치도 이와 같은 시나리오를 반영하여 2050년까지 총 4개의 시나리오에 따른 결과를 전망하였다. 전망 결과 국내 목재 및 목제품에 대한 장기 전망치는 시나리오와 제품별 차이는 있지만 대체적으로 생산은 감소하고 수입은 증가할 것으로 예상되었다.

Abstract This study aims to update the supply-demand model of wood products(FOSMO-2013) and to forecast mid and long run supply and demand for each products. The subjects of the study include sawnwood, plywood, particle board, fiberboard(MDF), and pulp. The updated partial equilibrium model is composed of supply function, import demand function, demand function, price relation function. The long run outlooks of world prices of wood and wood products are imported from the results of Buongiorno(2012). This study also adopt Buongiorno's scenarios, which includes three scenarios of IPCC(A1B, A2, B2) and the other one with assumption of increasing fuelwood consumption of A1B scenario. The result says that the domestic productions of wood products are expecting to decrease while the imports of them increase even there are some differences among the products as well as scenarios.

Keywords : wood product, partial equilibrium model, IPCC scenario

1. 서론

1970년대 초반부터 시작된 자원보유국의 원목 수출 금지 조치를 비롯하여 최근 천연림에 대한 국제적인 불법 벌채목 규제의 강화, 산림자원 부족들의 자원 무기화 등으로 인해 원목 수입은 점차 어려워질 전망이다. 또한 무역자유화 등에 따른 국내시장 개방 가속화로 목제품 수입은 더욱 늘어날 것으로 생각된다. 한편 국내 목재산

업은 목제품의 원료인 원목수입 의존도가 높기 때문에 목재의 안정적 공급을 위한 국내 산림자원 증대가 필요한 상황이지만 한정된 국토에서 공급할 수 있는 목재의 양은 한계가 있을 수밖에 없는 실정이다. 따라서 이러한 내외부 환경 변화가 국내 임업에 미치는 영향을 계량적으로 분석하여 국내재 공급부문과 연계한 미래 수요를 예측하고, 목제품의 수입정도를 예측하는 것이 중요한 시점이다.

연구는 한국농촌경제연구원의 과제인 [1]의 일부로 논문으로 재작성한 것임.

*Corresponding Author : Sang-Min Lee(Korea Rural Economic Institute)

Tel: +82-2-3299-4193 email: smlee@krei.re.kr

Received July 23, 2015

Revised August 18, 2015

Accepted October 8, 2015

Published October 31, 2015

목재의 수요와 공급에 관한 국외연구는 필요에 따라 상당히 많이 이루어졌는데, 대표적인 것으로 Kallio 외 [2]가 개발한 세계무역에 관한 모형으로 목제품과 시장의 관계를 유기적으로 결합한 최초의 임업부문 모델이며 후에 CINTRAFOR Global Trade Model(CGTM)로 발전하였다. 또한 Adams와 Haynes[3,4]는 북미지역에 초점을 맞춘 모형(Timber Assessment Market Model)을 개발하였는데, 목제품 시장부문과 산림자원 부문으로 구성되었다. 2000년대 초에 개발되어 지속적인 갱신이 이루어지는 Buongiorno 외[5, 6]의 Global Forest Product Model(GFPM)은 다른 모형에 비해 목재공급 부문이 상세하게 짜져있지 않았지만 가공부문 및 소비부문을 가격에 의해 작동하도록 만들어져 있다는 특징이 있다.

국내의 목재 수요나 공급에 관한 연구는 1990년대 말부터 수요 및 공급 방정식, 항등식, 가격관계식 등을 포함하는 모형이 개발되기 시작하였는데, 주린원 외[7]와 이상민 외[8, 9, 10]가 대표적이다.

이 연구는 기존 목재 수요나 공급에 관한 연구와 달리 원목 수입 비중이 높은 국내 시장 상황을 반영하기 위해 외생변수 가운데 하나인 세계 목재 및 목제품에 대한 가격전망치에 Buongiorno 등[6]의 연구결과를 반영했다는 점에 차별성을 두고 있다.

기존의 목제품 수급모형인 FOSMO-2013을 갱신하고, 제품별로 성장기적인 수요와 공급을 전망하는데 목적이 있다. 모두 5개 절로 이루어져 있는데, 제 2절에서는 목제품 수급전망을 위한 모형의 기본 형태와 사용된 내생변수와 외생변수에 대해 정의하였다. 제 3절에서는 제재목과 합판, 파티클보드, 섬유판과 같은 각각의 목제품에 대한 공급, 수입수요, 수요함수의 추정된 개별 행태 방정식을 설명하였다. 제 4절에서는 추정된 개별행태방정식을 통해 각 목제품의 공급과 수입량을 전망하였다. 마지막 절에서는 본고의 요약과 결론을 제시하였다.

2. 목제품 수급모형

2.1 기본모형

목제품 시장의 흐름을 나타내는 Fig. 1은 원료가 공급되면 목제품이 생산되고 수입이 더해져 공급이 결정된다. 공급과 수요가 같아지는 지점에서 균형가격이 도출된다.

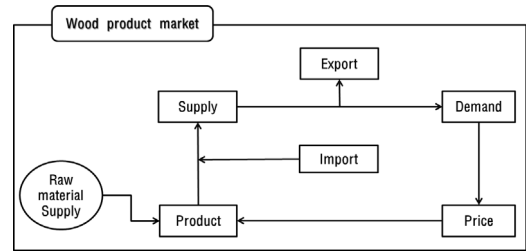


Fig. 1. Supply-demand structure of log and wood products

FOSMO-2014는 2013년에 개발된 목제품 수급모형을 최신 자료로 갱신하고, 기존 모형과 외생변수에 차별성을 두어 개발된 한국 임업부문의 동태부분균형(Dynamic partial equilibrium) 모형이다.

수급모형의 기본 형태는 공급함수, 수입수요 함수, 수요 함수로 구성된다. 공급함수는 종속변수인 목제품 공급량과 독립변수인 국내 생산자가격, 원재료가격인 수입원목 가격 등으로 구성되었다. 수입수요 함수는 수입량과 수입단가, 국내총생산량, 환율, 건설공사계약액 등으로 구성하였다. 수요 함수는 공급량과 수입량을 합한 수요량, 소비자 가격, 국내총생산량, 건설공사계약액 등으로 구성하였다.

Table 1. FOSMO-2014

Supply Function
$Q_d = f(P_{dp}, P_{rp}, \dots)$
Q_d : supply, P_{dp} : domestic producer price, P_{rp} : raw material price
Import demand Function
$Q_{im} = f(P_{im}, GDP, EXCH, CONT, \dots)$
Q_{im} : import, P_{im} : import unit price, GDP: gross domestic product EXCH: exchange rate, CONT: amount of construction contracts
Demand Function
$Q_d + Q_{im} = f(P_{dc}, GDP, CONT, \dots)$
$Q_d + Q_{im}$: demand, P_{dc} : consumer price, GDP: gross domestic product, CONT: amount of construction contracts

2.2 변수의 정의

본 모형에서 사용된 내생변수는 목제품의 생산량, 수입량, 생산자 가격, 소비자 가격 등이 있고, 외생변수는 목제품 생산을 위한 원료, 즉 원목 수입단가 및 목제품 수입단가, 거시변수로 쓰인 GDP와 GDP디플레이터, 건설공사계약액 등이 있다.

내생변수로 쓰인 목제품 생산량과 생산자가격은 임산

물 통계연보[11]와 산림과학원 추정자료[12], 산림청 목재수급 자료[13]를 사용하였고, 수입량은 무역통계[14], 소비자가격은 (사)한국물가정보[15]의 자료를 사용하였다.

Table 2. list of endogenous variable

variable	unit	details	reference
QCSD	thousand m ³	Production volume of sawnwood from domestic coniferous log	1988 ~ 1995:[11] 1996 ~ 2001:[12] 2002 ~ 2012:[13]
QCSM	thousand m ³	Production volume of sawnwood from imported coniferous log	1988 ~ 1995:[11] 1996 ~ 2001:[12] 2002 ~ 2012:[13]
QCSIM	thousand m ³	Import volume of sawnwood	[14]
QSD	thousand m ³	Demand of sawnwood	QCSD+QCSM+QCSIM
PCSDP	won/m ³	Red pine sawnwood(3.9*5.1cm*2.7m) 가격(2000~2012). Price from 1988~1999calculated from the producers price index(PPI) of rectangular sawnwood from Japanese red pine(2005=100)	[11]
PCLP	won/m ³	Log price of red pine	[11]
PCSM		Price of sawnwood from imported coniferous log, PPI of sawnwood from Oregon pine (2005=100)	[16]
PCSIM	\$/m ³	Unit price of imported coniferous sawnwood	[14]
PCSDL	won/m ³	calculated form the producers price index (3.9*5.1cm*2.7m)(2000 ~ 2012). Price from 1988 ~ 1999 calculated form the producers price index(PPI) of rectangular sawnwood form Japanese red pine(2005=100)	[11]
PCSDAV	won/m ³	Average of red pine and Japanese larch	
PLIM		Import price index (Round wood)	[16]
QPS	thousand m ³	Domestic supply volume of plywood	[17]
QPIM	thousand m ³	Import volume of plywood	[14]
PP		PPI of plywood(2005=100)	[16]
PPIM	\$/m ³	Unit price of imported plywood	[14]
PCLIMA		Import price index of Pregon pine log(2005=100)	[16]

variable	unit	details	reference
PPCON	won/m ³	Consumer price of plywood (size12*4*8)	[15]
QBP	thousand m ³	Production volume of PB	[11]
QBPI	thousand m ³	Import volume of PB	[14]
PB	won/m ³	PPI of PB(2005=100)	[16]
PBIM	\$/m ³	Unit price of imported PB	[14]
PBC20	won/m ³	Consumer price of PB	[15]
QMS	thousand m ³	Production volume of MDF	[11]
QMIM	thousand m ³	Import of volume of MDF	[14]
PM		PPI of MDF(2005=100)	[16]
PMC	won/m ³	Consumer price of MDF	[15]
PMIM	\$/m ³	Unit price of imported MDF	[14]

외생변수 가운데 목제품 원료의 수입단가는 GFPM(Global Forest Product Model)[6]의 세계가격 전망결과를 적용하였다. GFPM은 180개 대상국의 제재목, 합판, 파티클보드, 섬유판 등 14개 품목에 대해 산림면적, 재적, 소비, 생산, 무역에 대해 2060년까지 전망치를 발표하였다. GFPM 적용시나리오는 IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change, 기후 변화에 관한 정부간 협의체)의 A1B, A2, B2 등 3가지 시나리오와 연료목재 수요에 대한 가정을 변경한 시나리오 A1B-Low Fuel을 추가하여 사용하였다. 시나리오 A1B는 낮은 인구증가율, 높은 GDP 성장률, 높은 연료용목재 소비 증가율, 낮은 토지 이용 변화, 중간수준의 자원 이용, 빠른 기술 변화를 가정하였다. A2 시나리오는 높은 인구증가율, 중간 수준의 GDP 성장률, 높은 수준의 연료용목재 소비 증가율 등을 가정하였고, B2 시나리오는 모든 항목에서 중간 수준을 가정하였다. A1B-Low Fuel 시나리오는 A1B 시나리오의 가정들과 동일하지만, 연료용목재 소비 증가율을 낮춤으로 설정한 것이 특징이다.

Table 3. Feature of IPCC scenario

scenario	A1B	A2	B2
Population growth	low	high	mid
GDP growth	high+	mid	mid
Growth of biofuel demand	high+	high	mid
Land use change	low	mid/high	mid
Use of resource	mid	low	mid
Technical change	rapid	slow	mid

Source: [6]

목제품별 가격은 A1B 시나리오의 경우 연료목재의

가격이 빠르게 상승하여 2060년에 256\$/m³이고, 제재목의 경우 2060년 392\$/m³, 합판 600\$/m³, 파티클보드 400\$/m³, 섬유판 480\$/m³까지 상승할 것으로 전망되었다. A2 시나리오의 경우 연료목재의 가격은 2060년에 118\$/m³으로 전망되고, 제재목은 250\$/m³, 기계펠프의 경우 20\$/MT, 화학펠프의 경우 60\$/MT로 상승할 것으로 예상하였다. B2 시나리오의 경우 연료목재를 비롯한 목제품 가격은 A2와 비슷한 수준이고, A1B-LF의 경우 연료목재와 산용용재 가격은 2060년에 63\$/m³, 제재목은 178\$/m³, 합판은 363\$/m³, 파티클보드는 192\$/m³로 전망되었다.

Table 4. Scenario of Price Outlook

Unit: \$/m³, \$/MT

	Observed		A1B		A2		B2		A1b-LF	
	1992	2006	2030	2060	2030	2060	2030	2060	2030	2060
Fuelwood	52	39	91	256	61	118	68	125	59	63
Industrial roundwood	117	72	88	256	73	118	75	125	78	63
Sawnwood	238	228	222	392	203	250	203	249	206	178
plywood	491	442	395	594	370	430	372	438	373	363
Particleboard	278	26	235	402	219	31	22	309	222	192
fiberboard	366	328	328	476	308	337	310	346	315	282
mechanical pulp	406	349	339	646	313	369	316	383	320	272
chemical pulp	565	481	499	778	456	537	460	549	471	36

Source: [6]

1997년 실질가격으로 표기된 GFPM의 목제품 세계 가격 전망치를 FOSMO-2014에 적용하기 위한 절차는 다음과 같다. GFPM의 결과가 1992년, 2006년, 2030년, 2060년 가격만 명시되어있기 때문에 선형내삽법을 이용하여 1992년부터 2060년까지 연간 실질가격으로 만들어준다. 1997년 기준 GDP디플레이터를 이용하여 연간 명목가격으로 변경한 후 한국 물가를 반영하기 위해 한국 2005년 기준 GDP디플레이터를 적용한 연간 실질가격을 본 연구 모형의 수입 목제품 가격에 적용한다. 각 품목의 수입단가와 Outlook 2060의 해당 품목 세계가격을 지수화 하여 추세를 파악하였다. 세계가격 지수와 국내 수입 가격지수를 비교하여 그 차이만큼 해당 품목의 수입 가격지수에 반영하였으며, 그 이후 각 품목의 수입 가격지수를 다시 가격으로 변환하였다.

소나무 원목 가격은 Outlook 2060의 산업용재 세계 가격의 추세를 같다고 가정하였으며, 미송원목 수입물가지수는 산업용재 가격 가운데 미국 가격을 이용하였다.

모형에서 외생변수로 취급된 국내재와 수입재를 이용한 활엽수 제재목 생산량과 수입량은 국내재와 수입재를 이용한 침엽수 제재목 생산량과 수입량의 증감률을 그대로 적용하였다.

그 외의 외생변수는 최근 5년간 또는 10년간 연평균 증감률을 적용하였는데, 5년과 10년 평균 가운데 적절하다고 판단되는 수준의 값을 가정하였다. 폐재이용량은 최근 10년 평균 이용량을 계산하여 연 상승률 0.32%를 적용하였고, GDP와 GDP디플레이터는 국회예산정책처에서 발간한 「2012~2060년 장기 재정전망 및 분석 [18]」의 자료를 이용하였다. 건설지표로 사용한 건설공사계약액은 한국건설산업연구원에서 발간한 「국내 건설투자의 중장기 변화 추이 전망[19]」의 건설투자 중장기 전망 결과를 사용하였다. 대미환율은 1,050원/\$의 고정값을 적용하였다.

Table 5. List of exogenous variable

Variable	details	value	reference
PCLP	Log price of red pine(won/m ³)		World price of Industrial roundwood [6]
PCSIM	Unit price of imported coniferous sawnwood(\$/m ³)		World price of sawnwood [6]
PCLIMA	Import price index of Oregon pine log		USA price of industrial roundwood [6]
QNSD	Production volume of sawnwood from domestic non-coniferous log(thousand m ³)		Variation rate of production volume of domestic non-coniferous sawnwood
QNSM	Production volume of sawnwood from imported non-coniferous log(thousand m ³)		Variation rate of production volume of Imported non-coniferous sawnwood
QBSIM	Import volume of non-coniferous sawnwood(thousand m ³)		Variation rate of import volume of non-coniferous
PPIM	Unit price of imported PB(\$/m ³)		World price of plywood [6]
QW	Supply volume of waste wood(thousand m ³)	Annual increasing rate of 0.32%	Average of annual increasing rate over recent 10 years
PBIM	Unit price of imported PB(\$/m ³)		World price of PB [5]
PLIM	Import price index of log		World price of industrial roundwood [6]

PMIM	Unit price of imported MDF(\$/m ³)		World price of MDF [6]
CONT	Amount of construction contracts(billion won)	Increasing rate form 2013~2030 1.15% Increasing rate from 2030~2060 0.65%	[19]
GDPDF	GDP deflator		[18]
GDP	GDP(nominal)		[18]
EXCH	won-dollar exchange rate(won/\$)	1,050	

Source: [6], [18], [19]

3. 목제품 모형 정리

국내재를 이용한 침엽수 제재목 공급함수는 국내가격, 국내원목 가격, 수입재를 이용한 침엽수 제재목 가격 등으로 구성하였다. 국내가격은 소나무 제재목 가격을 이용하였는데, 자료가 제공되지 않는 1988~1999년까지 가격은 육송원목 생산자물가지수를 이용하여 계산한 값을 적용한다. 추정결과 상수항, 소나무원목가격을 제외한 변수가 통계적 유의성을 가지는 것으로 나타났고, 소나무 제재목 가격은 2% 수준에서 통계적 유의성을 가진다. 수입재를 이용하는 제재목 공급함수는 전기 가격, 원목 수입가격, 그리고 더미변수로 구성하였는데 자체 가격은 미송 소할재 생산자물가지수를 활용하였으며, 수입원목 가격은 수입가격지수를 이용하였다. 추정결과 수입재를 이용한 제재목 가격은 약 16% 수준에서 통계적으로 유의하며, 전기 원목의 수입가격은 4%에서 유의한 것으로 나타났다. 1998년에 대해 더미를 적용하였는데, 1997년 외환위기 이후 경기침체에 따른 생산량 감소를 반영하기 위한 것이다. 제재목의 수입수요함수 추정을 위하여 제재목 수입가격, 건설경기지표를 나타내는 건설공사계약액, 그리고 수입재를 이용한 제재목 가격 등을 독립변수로 이용하였다. 수입가격은 단가를 적용하였다. 대체수요를 고려하기 위하여 국내에서 생산되는 제재목을 대표할 수 있는 수입재를 이용하여 생산한 제재목의 가격을 이용하였는데, 국내재를 이용한 제재목보다 최근 10년간 생산량이 20배 이상 많기 때문이다. 추정결과 수입단가는 14%, 수입재 제재목 가격은 4%, 건설경기지표는 1% 수준에서 통계적으로 유의성을 가지는 것으로 나타났다. 제재목에 대한 수요함수 추정을 위하여 총수

요량에 대해 국내재(낙엽송과 소나무 제재목 가격의 평균)를 이용한 제재목 가격을 적용하였는데 추정결과 가격은 1% 수준에서 통계적 유의성을 가지는 것으로 분석되었다.

여기서 \ln 는 자연로그를 나타내며, 괄호 안의 숫자는 t -value를, ρ_1 은 1계 자기회귀모형의 자기상관계수를 나타낸다. 즉 계열상관(serial correlation)이 수정되지 않은 상태에서 현기 오차항과 전기 오차항과의 상관계수를 나타내는 것이다. 추정한 방정식이 정상성 조건(stationary condition)을 만족하기 위해서는 위의 표에서와 같이 Eviews에서 제공하는 Inverted AR Roots가 1보다 작은 값을 가져야 한다. **와 *은 5% 및 10% 수준에서 계수가 통계적으로 유의하다는 것을 나타낸다.

합판의 공급함수는 가격과 수입원목 가격을 이용하여 추정하였다. 합판의 경우 국내에서 생산되는 원목을 거의 사용하지 않고 수입원목에 의존하여 생산하기 때문이다. 수입원목 가격으로 미송원목 수입가격지수를 이용하였다. 추정 결과 자체가격의 경우 약 15%, 미송원목 수입가격은 1% 수준에서 통계적 유의한 것으로 나타났다. 합판의 수입수요함수의 독립변수는 수입액을 수입량으로 나눠서 도출한 수입단가(PPIM), 합판의 국내가격(PP), 그리고 건설경기를 나타내는 건설공사계약액으로 구성하였다. 국내산 합판가격은 대체재 가격으로 포함되었다. 모든 변수에 대해 1% 수준에서 통계적으로 유의한 것으로 나타났으며, 수입단가에 대해 탄력적인 것으로 분석되었다. 합판의 수요함수는 보통합판 소비자가격과 건설공사계약액으로 구성하였는데 가격은 8%, 건설계약액은 4% 수준에서 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

파티클보드의 경우 특성상 폐재를 사용하여 생산한다는 점에 착안하여 공급함수 추정에 있어 국내가격(PB)과 폐재사용량, 97년 더미변수를 이용하였다. 가격은 15% 수준에서 통계적으로 유의한 것으로 나타났으나, 폐재사용량은 1% 수준에서 유의한 것으로 분석되었다. 수입수요함수는 독립변수로 수입단가, 국내산 파티클보드 가격, 건설공사계약액, 그리고 98년 더미변수를 이용하여 추정하였다. 상수항을 제외한 모든 변수가 5% 이상의 수준에서 통계적으로 유의하였으며, 수입단가와 국내 파티클보드 가격에 대해 탄력적으로 분석되었다. 파티클보드의 수요함수는 소비자가격과 국내총생산액, 93년과 98년 더미변수로 구성하였는데 소비자가격은 15%,

국내총생산액은 8% 수준에서 통계적으로 유의하였다. 섬유편의 공급함수는 생산자물가지수, 원목 수입물가지수, 폐재이용량, 98년 더미변수, 그리고 전기 섬유편 공급량 등을 변수로 구성하였다. 생산자물가지수는 12%, 원목 수입물가지수와 폐재이용량에 대해서는 5% 이상의 수준에서 유의하게 분석되었다. 수입수요함수를 위해 수입단가, 국내 생산자가격, 건설공사계약액, 전기 섬유편 수입량 등으로 독립변수를 구성하였는데 상수항을 제외한 모든 계수가 5% 이상 수준에서 통계적으로 유의하게 나타났다. 섬유편 수입량은 수입단가, 대체재 가격인 국내산 가격 및 건설경기에 매우 탄력적인 것으로 분석되었다. 수요함수는 소비자가격, 국내총생산액, 그리고 98년을 나타내는 더미변수를 이용하여 추정하였는데 모든 계수가 통계적으로 5% 이상 수준에서 유의한 것으로 나타났으며, 국내총생산액에 상당히 탄력적인 것을 알 수 있다.

Table 6. Model of wood products

sawn wood	Supply function - domestic	$\ln(QCSD) = -1.798 + 0.910^{**}\ln(PCSDP) - 0.389\ln(PCLP)$ (-0.358) (2.507) (-1.3514)	$R^2 = 0.434$	$\rho_1 = 0.566$	Inverted AR Root = 0.57
	Supply function - imported	$\ln(QCSM) = 7.997^{**} + 0.3728\ln(PCSM(-1)) - 0.3383^{**}\ln(PLIM)$ (4.826) (1.537) (-2.384) $- 0.6678^{**}DUM98$ (-7.8154)	$R^2 = 0.867$	$\rho_1 = 0.852$	Inverted AR Root = 0.85
	Import demand function	$\ln(QCSIM) = -8.5704 - 0.5526\ln(PCSIM) + 1.5578^{**}\ln(CONT)$ (-1.264) (-1.527) (4.695) $+ 0.7583^{**}\ln(PCSM)$ (2.229)	$R^2 = 0.879$	$\rho_1 = 0.399$	Inverted AR Root = 0.40
	Demand function	$\ln(PCSDAV) = 15.998^{**} - 0.5784\ln(QSD)^{**} + 0.1304\ln(CONT)$ (15.491) (-3.425) (1.194)	$R^2 = 0.440$	$\rho_1 = -0.351$	Inverted AR Root = -0.35
	ply wood	Supply function	$\ln(QPS) = 8.3011^{**} + 0.4627\ln(PP) - 0.8497^{**}\ln(PCLIMA)$ (6.523) (1.521) (-4.191)	$R^2 = 0.759$	$\rho_1 = 0.535$
ply wood	Import demand function	$\ln(QPIM) = 12.8419 - 1.3267^{**}\ln(PPIM) + 0.8810^{**}\ln(PP)$ (4.087) (-4.272) (2.696) $+ 0.6266^{**}\ln(CONT) - 0.3832^{**}DUM98$ (4.010) (-4.451)	$R^2 = 0.907$	$\rho_1 = 0.771$	Inverted AR Roots = 0.77
	Demand function	$\ln(PPCON) = 10.1627^{**} - 0.3764\ln(QPD)^* + 0.5162^{**}\ln(CONT)$ (6.490) (-1.891) (2.355)	$R^2 = 0.765$	$\rho_1 = 0.724$	Inverted AR Roots = 0.72
	particle	Supply function			

board	$\ln(QBP) = -1.7589 + 0.5739\ln(PB) + 0.7552^{**}\ln(QW) + 0.1014DUM97$ (-0.683) (1.518) (4.932) (1.287)	$R^2 = 0.948$	$\rho_1 = 0.436$	Inverted AR Roots = 0.44
	Import demand function	$\ln(QBIM) = 7.7132 - 1.4850^{**}\ln(PBIM) + 1.5755^{**}\ln(PB)$ (0.967) (-3.589) (2.104) $+ 0.8133^{**}\ln(CONT) - 0.5588^{**}DUM98$ (2.769) (-2.339)	$R^2 = 0.820$	D-W = 2.185
	Demand function	$\ln(PBC20) = 11.4278^{**} - 0.8275\ln(QBD) + 1.0714^{**}\ln(GDP)$ (6.968) (-1.528) (1.854) $+ 0.3324^{**}DUM93 - 0.3091DUM98$ (1.957) (-1.220)	$R^2 = 0.858$	$\rho_1 = 0.427$
fiber board	Supply function	$\ln(QMS) = -9.6653^{**} + 0.7110\ln(PM) - 0.3805^{**}\ln(PLIM)$ (-3.078) (1.676) (-2.739) $+ 1.7104^{**}\ln(QW) + 0.2269DUM98 + 0.3097^{**}\ln(QMS(-1))$ (5.339) (1.332) (2.576)	$R^2 = 0.983$	D-h = -1.293
	Import demand function	$\ln(QMIM) = 7.5417 - 2.4338^{**}\ln(PMIM) + 2.7685^{**}\ln(PM)$ (0.628) (-6.132) (2.218) $+ 1.2630^{**}\ln(CONT) + 0.3545^{**}\ln(QMIM(-1))$ (2.049) (2.585)	$R^2 = 0.856$	D-h = -0.274
	Demand function	$\ln(PMC) = 10.6690^{**} - 0.8551\ln(QMD)^{**} + 1.2708^{**}\ln(GDP(-1)) - 0.8201^{**}DUM98$ (12.278) (-4.330) (4.616) (-3.070)	$R^2 = 0.688$	$\rho_1 = -0.232$

Source: [1]

4. 전망

본 연구에서 모형을 구성하는 개별방정식의 안정성과 적합성을 검증하기 위해 평균자승근퍼센트오차(Root Mean Square Percent Error; RMSPE)와 절대백분율오차의평균(Mean Absolute Percentage Error; MAPE)를 이용하였다.

$$RMSPE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left(\frac{Y_t^s - Y_t^u}{Y_t^u} \right)^2} \times 100$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t^s - Y_t^u}{Y_t^u} \right| \times 100$$

국내재를 이용한 제재목 공급, 제재목 수입 등과 같은 변수의 RMSPE 값이 10%를 초과하는 것으로 나타나 모형의 안정성이 다소 떨어지는 것으로 나타났다. 그러나 제재목 수요, 합판 수입, 합판 수요 등의 변수는 RMSPE 값이 10% 미만으로 나타나 안정적인 것으로 판단할 수 있다.

Table 7. Evaluation of model stability

Variable		RMSPE(%)	MAPE(%)
sawn wood	Supply(domestic)	16.344	14.154
	Supply(Import)	13.819	9.026
	Import	10.675	7.151
	Demand	9.442	7.312
Plywood	supply	13.310	8.985
	Import	2.460	1.787
	Demand	8.823	7.419
Particle board	supply	7.883	6.468
	Import	13.038	10.017
	Demand	8.167	6.450
Fiber board	supply	12.241	10.405
	Import	21.795	13.104
	Demand	11.185	8.116

A1B 시나리오에서 국내재를 이용하는 제재목의 생산은 감소하는 반면 수입재를 이용하는 제재목의 생산과 수입은 증가하여 총공급은 연간 1.0% 증가하여 2010년 504만 6천m³에서 2050년 735만 4천m³ 수준으로 증가할 것으로 전망된다.

수입재에 의존하는 합판의 경우도 국내 생산은 감소하는 반면 수입은 증가하여 1.7% 총공급이 증가하는 것으로 나타났다. 그 결과 2010년 171만 5천m³에서 2050년 338만 2천m³로 증가한 것으로 전망되었다.

Table 8. Forecast of swanwood and plywood(scenario A1B)

Unit: thousand m³, %

Year	Swanwood				Plywood		
	Total	Supply (Domestic)	Supply (Import)	Import	Total	Supply	Import
2010	5,046	157	3,779	1,110	1,715	463	1,252
2015	5,709	150	4,111	1,448	2,344	625	1,720
2020	6,572	139	4,714	1,719	2,767	689	2,078
2025	7,217	135	5,038	2,044	3,181	708	2,472
2030	7,713	132	5,203	2,378	3,598	722	2,876
2035	7,594	123	4,919	2,552	3,569	614	2,955
2040	7,513	116	4,680	2,717	3,535	539	2,996
2045	7,443	111	4,470	2,862	3,477	482	2,995
2050	7,354	106	4,280	2,967	3,382	435	2,947
annual variation rate	0.95	-0.98	0.31	2.49	1.71	-0.16	2.16

Source: [1]

폐재를 이용하는 파티클보드는 생산과 수입이 모두 증가하면서 연간 2.1%의 증가율을 나타냈다. 섬유판의 경우 생산은 감소하지만 수입은 5.9% 증가율을 보여 연간 총공급은 1.2% 증가할 것으로 분석되었다.

Table 9. Forecast of particle board and fiber board (scenario A1B)

Unit: thousand m³, thousand MT, %

Year	Particleboard			Fiberboard		
	Total	Supply	Import	Total	Supply	Import
2010	1,725	919	806	1,918	1,751	167
2015	2,012	858	1,154	1,488	1,270	218
2020	2,395	887	1,509	1,769	1,361	408
2025	2,829	910	1,919	2,123	1,455	668
2030	3,284	930	2,354	2,541	1,538	1,004
2035	3,502	974	2,528	2,710	1,472	1,238
2040	3,705	1,020	2,685	2,857	1,424	1,433
2045	3,877	1,067	2,811	2,975	1,394	1,581
2050	3,996	1,114	2,882	3,030	1,375	1,655
annual variation rate	2.12	0.48	3.24	1.15	-0.60	5.91

Source: [1]

A2 시나리오에서 국내재를 이용하는 제재목의 생산은 감소하는 반면 수입재를 이용하는 생산과 수입은 증가하여 총공급은 연간 1.4% 증가하는 것으로 나타났다. A1B 시나리오보다 국내재 제재목 이용 공급의 감소폭이 줄어든 반면 수입량 증가폭이 감소하였다.

합판은 국내 생산과 수입이 모두 증가하여 총공급이 연간 2.4% 증가하는 것으로 나타났다. 그 결과 2010년 171만 5천m³에서 2050년 447만 3천m³로 증가할 것으로 전망되었다.

Table 10. Forecast of swanwood and plywood(scenario A2)

Unit: thousand m³, %

Year	Swanwood				Plywood		
	Total	Supply (Domestic)	Supply (Import)	Import	Total	Supply	Import
2010	5,046	157	3,779	1,110	1,715	463	1,252
2015	5,789	152	4,173	1,463	2,393	648	1,745
2020	6,735	142	4,841	1,752	2,871	735	2,136
2025	7,473	139	5,232	2,103	3,354	777	2,577
2030	8,069	137	5,462	2,469	3,856	813	3,043
2035	8,342	133	5,455	2,754	4,085	791	3,294
2040	8,565	130	5,401	3,034	4,273	767	3,506
2045	8,743	127	5,322	3,295	4,408	740	3,668
2050	8,857	123	5,225	3,509	4,473	709	3,764
annual variation rate	1.42	-0.61	0.81	2.92	2.43	1.07	2.79

Source: [1]

파티클보드는 생산과 수입이 모두 증가하면서 연간 2.4%의 증가율을 나타냈다. 섬유판은 생산이 소폭 증가하고, 수입 또한 7.2% 증가율을 보여 연간 총공급은

2.1% 증가할 것으로 분석되었다.

Table 11. Forecast of particle board and fiber board (scenario A2)

Unit: thousand m³, thousand MT, %

Year	Particleboard			Fiberboard		
	Total	Supply	Import	Total	Supply	Import
2010	1,725	919	806	1,918	1,751	167
2015	2,027	856	1,171	1,518	1,294	224
2020	2,430	882	1,548	1,840	1,409	431
2025	2,893	902	1,991	2,252	1,530	723
2030	3,389	918	2,471	2,752	1,640	1,112
2035	3,699	952	2,747	3,194	1,684	1,510
2040	3,996	988	3,007	3,648	1,717	1,931
2045	4,259	1,026	3,232	4,093	1,747	2,346
2050	4,459	1,065	3,394	4,469	1,773	2,696
annual variation rate	2.40	0.37	3.66	2.14	0.03	7.21

Source: [1]

B2 시나리오에서 국내재를 이용하는 제재목의 생산은 감소하는 반면 수입재를 이용하는 제재목의 생산과 수입은 증가하여 총공급은 연간 1.4% 증가하는 것으로 나타났다. 합판은 국내 생산과 수입이 모두 증가하여 총공급이 연간 2.4%의 증가율을 나타내었다. 그 결과 2010년 171만 5천m³에서 2050년 439만 8천m³로 증가할 것으로 전망되었다.

Table 12. Forecast of swanwood and plywood(scenario B2)

Unit: thousand m³, %

Year	Swanwood				Plywood		
	Total	Supply (Domestic)	Supply (Import)	Import	Total	Supply	Import
2010	5,046	157	3,779	1,110	1,715	463	1,252
2015	5,780	152	4,165	1,463	2,388	645	1,743
2020	6,717	142	4,823	1,752	2,860	728	2,132
2025	7,445	138	5,203	2,104	3,335	767	2,568
2030	8,031	136	5,424	2,471	3,829	799	3,030
2035	8,292	132	5,403	2,757	4,045	773	3,272
2040	8,508	129	5,340	3,039	4,220	746	3,474
2045	8,678	125	5,251	3,301	4,342	716	3,626
2050	8,787	122	5,148	3,517	4,398	684	3,714
annual variation rate	1.40	-0.64	0.78	2.93	2.38	0.98	2.76

Source: [1]

파티클보드는 생산과 수입이 모두 증가하면서 연간 2.4%의 증가율을 나타냈다. 섬유판은 생산이 소폭 감소한데 반해 수입은 7.1% 증가율을 보여 연간 총공급은

2.1% 증가할 것으로 분석되었다.

Table 13. Forecast of particle board and fiber board (scenario B2)

Unit: thousand m³, thousand MT, %

Year	Particleboard			Fiberboard		
	Total	Supply	Import	Total	Supply	Import
2010	1,725	919	806	1,918	1,751	167
2015	2,026	856	1,171	1,515	1,291	224
2020	2,427	882	1,546	1,832	1,402	430
2025	2,889	902	1,986	2,238	1,518	720
2030	3,381	919	2,463	2,728	1,624	1,104
2035	3,695	953	2,742	3,152	1,662	1,489
2040	3,994	989	3,005	3,582	1,691	1,891
2045	4,260	1,026	3,234	4,000	1,717	2,282
2050	4,463	1,064	3,398	4,345	1,740	2,605
annual variation rate	2.41	0.37	3.66	2.07	-0.02	7.12

Source: [1]

A1B-LF 시나리오에서 국내재를 이용하는 제재목의 생산은 감소하는 반면 수입재를 이용하는 제재목의 생산과 수입은 증가하여 총공급은 연간 1.7% 증가하는 것으로 나타났다.

합판은 국내 생산과 수입이 모두 증가하여 연간 2.8% 총공급이 증가하는 것으로 나타났다. 그 결과 2010년 171만 5천m³에서 2050년 514만 8천m³로 증가가 전망되었다.

Table 14. Forecast of swanwood and plywood(scenario A1B_LF)

Unit: thousand m³, %

Year	Swanwood				Plywood		
	Total	Supply (Domestic)	Supply (Import)	Import	Total	Supply	Import
2010	5,046	157	3,779	1,110	1,715	463	1,252
2015	5,764	151	4,152	1,461	2,383	640	1,743
2020	6,685	141	4,797	1,747	2,849	718	2,130
2025	7,394	137	5,163	2,094	3,318	752	2,566
2030	7,961	135	5,370	2,456	3,804	778	3,026
2035	8,516	135	5,565	2,816	4,199	830	3,368
2040	9,033	136	5,707	3,190	4,567	879	3,688
2045	9,515	136	5,818	3,561	4,890	922	3,968
2050	9,939	136	5,904	3,899	5,148	961	4,187
annual variation rate	1.71	-0.37	1.12	3.19	2.79	1.84	3.06

Source: [1]

파티클보드는 생산과 수입이 모두 증가하면서 연간 2.9%의 증가율을 나타냈다. 섬유판 또한 생산과 수입이

모두 증가하여 연간 총공급은 2.6% 증가율을 보였다.

Table 15. Forecast of particle board and fiber board (scenario A1B_LF)

Unit: thousand m³, thousand MT, %

Year	Particleboard			Fiberboard		
	Total	Supply	Import	Total	Supply	Import
2010	1,725	919	806	1,918	1,751	167
2015	2,024	856	1,168	1,509	1,286	223
2020	2,423	883	1,541	1,818	1,392	425
2025	2,881	904	1,977	2,209	1,503	707
2030	3,368	920	2,447	2,680	1,603	1,077
2035	3,846	937	2,909	3,263	1,726	1,538
2040	4,346	955	3,391	3,926	1,848	2,078
2045	4,847	973	3,874	4,644	1,971	2,673
2050	5,302	991	4,312	5,349	2,092	3,256
annual variation rate	2.85	0.19	4.28	2.60	0.45	7.72

Source: [1]

5. 요약 및 결론

본 연구는 수입이 많은 비중을 차지하는 목재와 목제품 시장 현황을 반영하기 위해 세계 가격 전망치를 외생 변수로 사용하였고 기후 변화에 관한 정부간 협의체 (IPCC) 시나리오를 적용하여 기존 목제품 수급모형을 갱신하였다. 모형 분석결과 목제품별로 중장기적인 수요와 공급을 전망하였다.

분석 결과, 시나리오별 제재목의 국내재 공급과 수입재 공급, 수입량을 모두 고려한 국내 수요량은 2010년 5,046천m³에서 2020년 6,572~6,685천m³, 2030년 7,713~7,961천m³, 2040년 7,513~9,033천m³, 2050년 7,354~9,939천m³으로 연평균 0.95~1.71% 증가할 것으로 전망되었다. 합판의 수요량은 2010년 1,715천m³에서 2020년 2,767~2,849천m³, 2030년 3,598~3,804천m³, 2040년 3,535~4,567천m³, 2050년 3,382~5,148천m³으로 연평균 1.71~2.79% 증가할 것으로 전망되었다. 파티클보드의 수요량은 2010년 1,725천m³에서 2020년 2,395~2,423천m³, 2030년 3,284~3,368천m³, 2040년 3,705~4,346천m³, 2050년 3,996~5,302천m³으로 연평균 2.12~2.85% 증가할 것으로 전망되었다. 섬유판 수요량은 2010년 1,918천m³에서 2020년 1,769~1,818천m³, 2030년 2,541~2,680천m³, 2040년 2,857~3,926천m³, 2050년 3,030~5,349천m³으로 연평균 1.15~2.60% 증가할 것으로 전망되었다.

각 목제품의 공급과 수입은 시나리오별로 차이는 있으나 국내재를 이용하여 생산한 제재목의 공급은 감소하는 추세고, 수입재를 이용한 제재목의 공급과 수입은 증가 추세로 전망되었다. 합판의 공급은 A1B 시나리오에서만 감소 추세이고, 그 외 시나리오에서 증가 추세로 나타났다. 파티클보드는 공급과 수입 모두 증가 추세이고, 섬유판의 공급은 A1B_LF 시나리오에서만 증가했고, 그 외 시나리오에서는 감소하는 것으로 나타났다. 수입은 증가 추세로 전망되었다.

세계 인구 증가와 함께 목재의 수요는 공급수준을 능가하는 수준으로 증가할 것이며, 우리나라도 농업 및 주거 용도로의 전용으로 인해 산림면적은 감소하는 반면 바이오에너지 사용 등 목재에 대한 수요는 지속적으로 증가할 것으로 예상된다. 더욱이 늘어나는 국내 목재 수요에 반해 세계적인 자원의 무기화, 자원민족주의 등은 국내로의 목재 반입을 어렵게 만들며, 이는 식량의 경우와 마찬가지로 위급한 상황에서는 언제든지 등장할 수 있는 미래의 위협요소라고 할 수 있다.

따라서 우리는 목재 자원에 대해서도 원활한 공급을 위한 제도적 장치를 마련하여야 할 것이다.

References

- [1] Lee, Sang-Min, Cheol-Su Chang, Seong-Hwan Song, Ji-Eun Bark. 2014. 'A study of the supply-demand analysis and the outlook of the domestic timber resource to set a policy goal for the project of the Forest Resource Overseas Development'. C2014-64. Korea Rural Economic Institute.
- [2] Kallio, M., D. P. Dykstra, and C. S. Binkley, eds. 1987. 'The Global Forest Sector: An Analytical Perspective'. Wiley, New York.
- [3] Adams, D.M., and R.W. Haynes. 1980. The 1980 softwood timber assessment market model: Structure, projections, and policy simulations. Forest Science Monograph 22.
- [4] Adams, D.M., and R.W. Haynes. 1989. A model of national forest timber supply and stumpage markets in the Western United States. Forest Science 35(2):401-424.
- [5] Buongiorno J., Shushuai Zhu, Dali Zhang, James Turner, and David Tomberlin. 2003. 'The Global Forest Model: structure, estimation, and applications'. Academic Press/Elsevier. San Diego. 301p.
- [6] Buongiorno J, Shushuai Zhu, Ronald Raunikar, and Jeffrey P. Prestemon. 2012. 'Outlook to 2060 for World Forests and Forest Industries: a Technical document Supporting the Forest Service 2010 RPA Assessment'. USDA.

- [7] Joo, Rin Won and Lee, Seong Youn. 1998. "Development of an Econometric Model to Project Trends in Forest Products Markets in the Republic of Korea". Journal of Forest Science 58:72-92.
- [8] Lee, Sang-Min, Chang, Cheol-Su and Kim, Kyeong-Duk. 2008. 『Modelling Supply-demand Structure and Outlook of Korean Timber』. R573. Korea Rural Economic Institute.
- [9] Lee, Sang-Min, Kim, Kyeong-Duk and Song, Seong-Hwan. 2013. 『The Supply and Demand Model and Outlook of Korean Forest Products』. R706. Korea Rural Economic Institute.
- [10] Lee, Sang-Min, Kim, Kyeong-Duk, Song, Seong-Hwan and Bark, Ji-Eun. 2014. Outlook of wood products markets with supply and demand model. Journal of Korean Forestry Society 103(3): 462-472. DOI: <http://dx.doi.org/10.14578/jkfs.2014.103.3.462>
- [11] Korea Forest Service. 1988~2014. 『Statistical Yearbook of Forestry』.
- [12] Korea Forest Research Institute. 2006. 『Change of forest resources and tend of forest supply and demand』.
- [13] Korea Forest Service. 2002~2012. 『Timber Supply and Demand Result』
- [14] Korea International Trade Association. <http://www.kita.net>
- [15] Korea Price Information. <http://www.kpi.or.kr>
- [16] The bank of korea. Economic Statistics System. <http://www.bok.or.kr>
- [17] Korea Wood Panel Association. 1993~2012. 『Statics of Plywood, PB&MDF』.
- [18] Park Jong-Gyu, Sin Dong-Jin, Jang In-Sung, Kim Hye-Sun. 2012. 『2012~2060 Long term financial prospect and analysis』. National Assembly Budget Office.
- [19] Lee hong-il, Park Cheol-Han. 2014. 『Mid-long term change trend outlook of domestic construction investment』. Construction & Economy Research Institute of Korea

이 상 민(Sang-Min Lee)

[정회원]



- 2000년 10월 : 일리노이대학교 농업경제학과 (농업경제학박사)
- 2001년 8월 ~ 2004년 4월 : 한국해양수산개발원 책임연구원
- 2004년 5월 ~ 현재 : 한국농촌경제연구원 연구위원

<관심분야>
자원경제학, 동태분석

박 지 은(Ji-Eun Bark)

[정회원]



- 2008년 8월 : 고려대학교 농업경제학과 (경제학석사)
- 2012년 3월 ~ 현재 : 한국농촌경제연구원

<관심분야>
자원경제학, 동태분석