

인공림의 황폐실태와 도시지역 홍수 위험성 증대에 대하여

쯔치야 노부유키 부장

일본 도쿄도 에도가와구 토목부

Degradation of Planted Forest and Flood Management in Urban Area

Nobuyuki Tsuchiya

Director General of Public Works Dept. Edogawa City Office, Tokyo, Japan

ABSTRACT

Japan is one of the major forest-rich countries in the world with two thirds of its national territory covered with forests. The various functions of forests, including the prevention of global warming, conservation of national land, recharging of water resources, and maintenance of biotic diversity, play an important role in our safe, secure, and comfortable living. With the increasing national expectations on the role of forests to contribute to the prevention of global warming and “Accelerating forest carbon-sink measures to achieve Kyoto Protocol Commitment”, it is necessary to make efforts toward a large-scale forest regeneration in order to secure an absorption of 13 million carbon tons through forest carbon sink for the achievement of the target of six percent reduction under the Kyoto Protocol. Most importantly, however, is to accelerate the measures for forests as absorption sources, including thinning and other forestry management activities. However, there is a situation, among others, where thinning is not implemented properly due to the decreased willingness of forest owners to manage forests, because of the long-term low demand for domestic lumber and lumber prices. In addition, forestry workers are aging and decreasing in number. Thus, the circumstances surrounding forestry are severe. It is necessary for the protection of our precious forests to make effortsto create and maintain forests with activities that involve citizens such as the “National Movement for Utsukushii Mori Zukuri(Fostering Beautiful Forests)”.

1. 삼림관리의 역사와 현재

(1) 에도시대의 치산치수

일본의 전국시대부터 에도시대 전기에 걸쳐 전국 각지에서 엄청난 삼림 벌채가 이루어졌다. 전투와 새로운 성(城) 건설을 위해서였다. 많은 나무가 벌채되어 민둥산이 된 산 지로부터 토사가 유출되어 하천은 천정천(天井川) 모래와

자갈의 퇴적에 의해 하천바닥이 주변의 평지 지면보다 높아진 하천으로 변했고, 홍수 범람과 평상시 물 고갈이 심각한 문제로 대두되었다. 이러한 삼림과 하천의 모습은 사상가나 위정자들이 우려하는 지경에 이르렀다.

비젠 오카야마 번주(藩主)였던 이케다 미쓰마사를 모시던 유학자 구마자와 반잔은 과도한 도자기 생산과 제염이 삼림의 과도한 벌채를 초래한 것을 문제시하고, 1648년에

남벌과 그루터기 굴취를 금지하는 법령을 제정하여 잡목림을 포함한 식림정책을 촉진하였다. 영내에 많은 나무를 심고, 각 군내의 산에 소나무 씨를 뿌렸다. 구마자와 반잔이 생각한 것은 ‘수목의 신격화’ 사상으로, 일본인의 심리에 깊이 뿌리를 내려 오늘에 이르고 있다.

구마자와 사상의 영향을 받은 막부는 1666년에 4명의 로주(老中) 에도막부의 최고 직명(職名)가 연명으로 토사유출 방지를 위해 초목의 뿌리 채 캐는 것을 금지하는 ‘제국산천정(諸國山川掟)’을 발령하였다. 에도시대의 ‘치산치수’는 삼림황폐→토사유출→강바다 상승→홍수 격화→수운에 지장을 초래하는 것을 막는 것이었다.

(2) 1900년대의 치산치수

1890년대 후반부터 1900년대에 걸쳐 전국적으로 많은 수해의 발생으로, 삼림에 투입하는 예산 근거의 하나를 치산치수에서 찾던 농림성에 의해 산복(山腹) 사방공사가 추진되었다. 1896~1898년에는 하천법, 사방법, 삼림법의 이른바 ‘치수3법’이 제정되었고, 삼림 별채를 규제하는 수단으로 보안림 제도가 마련되었으며, 치산공사로서 산복 사방공사가 이루어지게 되었다. 이 시기에 기술 지도자였던 네덜란드인 기술자 데레이케 등의 지도에 의해 내무성 관할로 실시되어 왔던 계류 사방공사는 사방법에 의거한 공사로 진행되게 되었다.

기반지질이 풍화 화강암과 제3기층으로 구성되어 있고, 에도시대에 요업 등으로 인해 산지에 대한 수탈 압력이 높아져 민둥산으로 변한 아이치, 시가, 오카야마의 3개 현은 ‘일본 3대 민둥산 현’으로 불리고 있었다. 당시 아이치현 지사는 1905년에 치산공사 설계를 도쿄제국대학 농과대학에 의뢰하였고, 이에 따라 기술자 아메리고 호프만이 학생들을 지도하여 오스트리아식의 치산공사를 실시하여, 그 이후 ‘호프만 공사’라고 불리면서 오랫동안 일본 치산사방 기술의 모범이 되었다.

1900년대에는 상류 지역의 삼림황폐와 활발한 임업활동에 따라 수자원에 미치는 영향에 대하여 위기감을 가지고 있는 농업용수, 군, 도시수도사업체 등 다양한 ‘하류 단체’

에 의해 수원림(水源林) 관리가 잇달아 시작되었다. 도쿄시에서는 1899년에 근대 수도가 급수를 개시하였고, 1901년에는 상류의 수원림 약 8,000ha를 구입하였다(현재의 수원림 면적은 약 21,600ha).

(3) 1950년대 ‘녹색댐’, ‘수원세 구상’, ‘수원기금’

1950년대 고도 경제성장기에는 목재 수요가 급증하여 목재 가격의 폭등으로 확대 조림정책이 추진되었고, 식림에 소요되는 비용의 일부를 하류에서 부담하는 방법을 모색하였다. 비와코(琵琶湖) 호수와 기소가와(木曹川) 하천의 수원림 조림을 위해 1965년에는 시가현 조림공사가 실시되었고, 1969년에는 기소산센 수원조성공사가 설립되어, 하류의 부현(府縣) 및 시(市)가 직원으로 참가하였다. 1974년 삼림법 개정 시에는 전국 삼림계획의 내용을 주로 유역별로 책정하게 되었고, 1975년에는 삼림의 수자원 함양 기능을 가리키는 말로 ‘녹색 댐’이라는 표현이 매스컴에 등장하였다. 1977년과 1978년에는 수원지역대책 특별조치법에 의하여 수원림 대책을 명기한 수원기금이 1급 하천인 도요가와(豊川)와 야하기가와(矢作川)에 각각 설치되었다.

1980년대에는 임업 채산성이 악화됨에 따라 수원세와 하천긴급정비세 창설 운동이 일어났다. 1985년에 임야청에서는 ‘수원세’, 건설성(현 국토교통성)에서는 ‘유수 점용료’ 구상을 밝혔고, 이듬해에는 공동으로 이수(利水) 1m³당 2.5 엔으로 하는 ‘삼림·하천 긴급 정비세’ 법안 설립을 추진하였다. 인공림의 간벌 지연이 삼림의 홍수조절과 수자원 함양 등의 기능을 저하시키고 있다는 인식을 바탕으로, 이러한 대책에 대한 재원을 마련하기 위한 것이 세금의 설립 취지에 포함되어 있었다. 그러나 수력발전과 수도를 관할하는 성청(省庁)이 여기에 반대했기 때문에 법안은 성립되지 못했고, 대신 200억 엔의 삼림기금과 300억 엔의 하천기금을 설립하기로 합의하였다. 삼림기금은 (사)국토녹화추진기구 내에 ‘숲과 물의 삼림기금’으로 설립되었고, 2006년 6월 30일 현재 173.5억 엔이 조성되었다.

(4) 1990년대의 ‘삼림 유역관리 시스템’과 ‘삼림환경세’

1991년에는 삼림법이 개정되어 삼림관리에 ‘삼림의 유역관리 시스템’이 도입되었고, 전국의 국유림과 사유림은 158개의 삼림계획구로 구분되었다. 그러나 치수와 수자원, 발전 등에 책임이 있는 다른 성청(省庁)과의 연계는 제도화 되지 않았다. 1994년에 아이치현 도요타시에서는 수도요금 중 1㎡당 1엔을 ‘수도수원보전기금’으로 적립하여 상류의 삼림을 관리하는 제도를 창설하였다. 이와 유사한 방식은 그 후 수도요금에 추가하여 삼림관리 비용을 모으는 방식으로 아이치현 히가시미카와(愛知県) 지역의 시정촌, 아이치 중부수도기업단, 후쿠오카시(福岡市) 등에서 도입되었다.

1997년 임정심의회(林政審議會)에서 제안한 ‘국유림사업의 근본적 개혁의 방향’에서는, 삼림정비 비용은 공익성에 관련된 수익을 특정할 수 있는 유역 단위로 부담하는 것이 타당하다고 평가하고, 유역 단위로 기금을 조성하고 국민의 이해를 얻어 세금 재원도 검토하기로 하였다. 2001년에는 임업기본법이 근본적으로 개정되어 삼림·임업기본법으로 바꾸면서, 삼림이 가진 다면적 기능의 지속적인 발휘를 중시하는 방침이 제시되었다. 2003년에는 고치현에서 ‘삼림환경세’가 도입되었고, 2008년 4월 시점에서 고치현과 효고현을 포함하여 오카야마현, 야마구치현, 나라현, 가나가와현 등 23개 자치단체가 이미 도입하고 있으며, 2008년도 이후에도 7개 현에서 도입할 예정이다. ‘삼림환경세’는 ‘수원세’가 아니고, 삼림의 모든 공익적 기능은 삼림으로부터 현민이 균등하게 받고 있는 혜택이어서 모든 현민에게 부담을 요구하는 제도이다. 또 삼림환경세는 2000년의 지방분권 일괄법에서 인정된 ‘법정 외 목적세’가 아니라 ‘균등할, 소득할에 대한 초과과세’, 즉 ‘보통세’인데, 외형적으로는 보통세이면서도 실질적으로는 ‘삼림환경 유지를 위한(목적)세’이기 때문에 기금으로 적립하는 방식이 취해지는 경우가 많다.

2. 삼림의 현재와 삼림관리

(1) 일본 인공림실태

일본의 삼림면적은 약 2,512만ha이고, 이 중 약 1,036만h

a가 인공림이다(2007년판 삼림·임업백서). 그 특징은 삼림률(67%: 국토면적에서 차지하는 삼림의 비율)과 인공림률(41%: 삼림면적에서 차지하는 인공림의 비율)이 대단히 높다는 것이다. 삼림률 60% 이상인 나라는 핀란드, 파푸아뉴기니 등 몇 나라밖에 없고 인공림률 41%는 세계 최고로 추정되고 있기 때문에, 손꼽히는 삼림국임과 동시에 임업이 성행해 왔음을 보여주고 있다.

표 1. 국가별 삼림률과 삼림면적

구분	산림률(%)	삼림면적(백만ha)	
산림률 상위 5개국	핀란드	73.9	23
	일본	68.2	25
	스웨덴	66.9	28
	말레이시아	63.6	21
	대한민국	63.5	6
삼림 면적 상위 5개국	러시아	47.9	809
	브라질	57.2	478
	캐나다	33.6	310
	미국	33.1	303
	중국	21.2	197

한편, 임야청에 의하면, 양호한 수토(水土)보전 기능 발휘를 충분히 기대할 수 없는 인공림의 비율이 2003년도 말 현재 37%에 이르고 있어, 이대로 방치하면 5년 후에는 그 비율이 50%까지 확대될 것으로 예상하고 있다. 또 인공림의 영급별 면적(그림1)을 보면, 일반적으로 간벌 등의 삼림관리가 필요한 4-9령급(16-45년생)의 인공림은 전체의 약 70%를 차지하고 있다. 관리가 부족한 인공림의 증가는 1960년대부터 대면적으로 확대조림(천연림을 벌채한 자리나

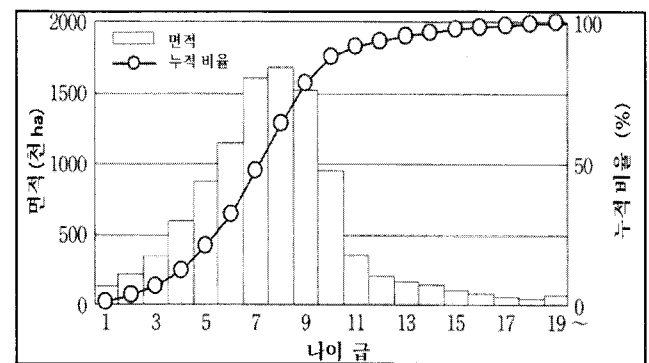


그림 1. 인공림 영급별 면적

들판에 새로 식림하는 조림)되면서 인공림의 면적이 급증하였고, 이들 숲이 일제히 간벌을 필요로 하는 시기에 도달한 것에 반해, 그 관리를 담당해 온 임업이 정체되어 대응할 수 없게 된 것이 원인이다.

(2) 인공림 면적이 급증한 경위와 그 배경

인공림 면적이 급증한 것에는 이유가 있다. 제2차 세계대전 중, 삼나무와 편백은 군수품으로서 과도하게 벌채되었다. 전후에는 부흥으로 삼나무와 편백의 수요가 증가하여 목재 가격이 폭등하면서 그 공급량은 절대적으로 부족했다. 이 때, 일본에 있는 대부분의 산들이 과도한 벌채로 인하여 민둥산이 되어 버렸다고 한다. 1944~1946년에 걸쳐 매년 약 35만ha의 조림면적을 웃도는 과잉 벌채가 이루어져 삼림자원은 고갈 상태였다. 이 기간 동안에 조림면적은 급격히 줄어들었다. 일본에 있는 대부분의 산들이 과도한 벌채로 인해 민둥산이 되어 버렸다고 한다.

이 때문에 1951년에 삼림법이 개정(제3차 삼림법)되어, 지속적 삼림자원의 이용을 원칙으로 한 삼림계획 제도의 도입과 벌채 행위에 제한을 두는 등의 정책이 실행되었다. 그 결과, 조림면적은 비약적으로 증가하여, 제2차 세계대전 중부터 전후까지의 한시기에 벌채된 채로 식림되지 않고 방치되어 있던 벌채 자리에 대한 조림이 1956년 시점에 완료되었고, 그 이후에는 확대조림이 중점적으로 실시하게 되었다.

1950년대 중반, 일본은 고도 경제성장기에 돌입하게 되었다. 이 경제성장에 따라 용재(用材) 수요량은 1960년대 초부터 1970년대 중반에 걸쳐 2.5배로 증가하였다. 앞서 설명한 대로, 당시의 삼림자원은 고갈 상태에 있었고, 공급이

부족한 목재 가격은 폭등하였다. 편백 통나무를 예로 들어 보면, 1955년의 1m³당 단가를 100으로 했을 때, 1965년에는 194, 1975년에는 710 등, 20년간에 7배나 올랐다(임야청, 2003; 2007).

이 사태에 대응하기 위하여 국유림의 목재증산계획이 수립되었고, 미래 대책으로 국내 삼림자원의 충실화를 목적으로 하여 전국 규모의 확대조림이 강력하게 추진되었다. 동시에 목재 수요량의 증대와 가격 폭등이 삼림 소유자 등의 조림의욕을 크게 자극하였다. 이 결과, 1960~1970년에는 연간 30만ha 전후의 확대조림이 이루어져 인공림이 급증하였다. 당초 이 확대조림 정책은 벌채된 인공림 자리에 식림하는 '재조림'에 한정되어 있었다. 그러나 임야청의 방침과 떨어지지 않는 목재 가격 때문에 잡목림과 너도밤나무 숲까지 확대되었고, 결국 휴경 논에까지 삼나무와 편백이 식림되게 되었다. 결과적으로, 1951년부터 1971년의 인공림률은 약 20%(면적 약 497만ha)에서 35%로 높아졌고, 1970년대 이후의 확대조림 면적은 해마다 감소하였지만 1981년에는 인공림률이 약 39%로 현재와 거의 같은 비율로 상승하였다. 실질적으로 1950년부터 30년 동안 인공림의 면적은 약 2배로 늘어, 삼림률 67%, 인공림률 41%라는 현 상황에 이르게 되었다.

이 시기에 일본의 삼림은 커다란 변혁기를 맞았다. 1950년대부터 1960년대에 걸쳐 그 때까지 연료의 주역이던 목탄과 장작 대신 도시가스·프로판가스·가정용 등유 등이 보급된 것이다. 이른바 '연료혁명'이었다. 일본의 목탄 생산량은 1941년에 약 295만 톤으로 정점을 이루었다가 1950년대 이후에는 급감하였다. 현재 목탄의 국내 생산량은 10만 톤에도 미치지 못한다. 연료재의 공급원으로 사용되어 온 잡목림이 버림받은 것도 연료혁명이 계기가 되었으며, 이것이 마을 산(사토야마, 里山)의 붕괴로 이어졌다. 이 고도 경제성장기에 일어난 에너지혁명으로 인해 제탄업이 쇠퇴하게 되었고, 목탄 생산의 터전이었던 신탄림(薪炭林)을 확대조림 대상지로 전환하기 쉬워진 요인이 되어 확대조림 추진에 큰 역할을 하였다. 장작 수요가 줄면서 잡목림 관련 노동자

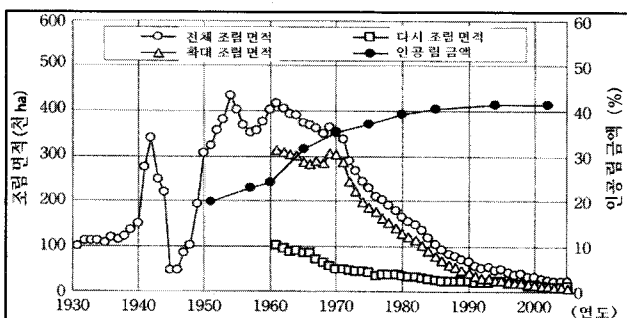


그림 2. 조림면적의 추이

들이 일자리를 잃었고, 그 노동력은 고도성장의 주축이던 도시 지역으로 유출되면서 농촌의 과소화·고령화가 진행되었다. 이러한 현상은 인공림의 증가, 임업종사자 감소, 임업 붕괴 등 요즘의 황폐된 인공림 문제의 복선이 되고 있다.

전후 일본경제의 자유화·국제화가 진행된 것도 국내 임업을 압박하는 큰 요인으로 작용하였다. 1950년대 초반에는 외국 목재를 거의 수입하지 않았으나, 이 목재 가격 폭등에 대한 긴급 대책으로서 외국 목재(미국 솔송나무)의 수입이 촉진되어, 1970년대 초에는 가격이 싼 외국 목재가 국내 목재를 압도하게 되었다. 그리고 지금 이 문제는 현대 일본이 안고 있는 구조적인 문제로 발전하였다. 농산촌의 고령화·과소화 문제, 수입 목재의 증가와 같은 경제의 글로벌화, 국내 임업의 쇠퇴, 지구 온난화에 대응하는 삼림의 건전성 회복 등이다.

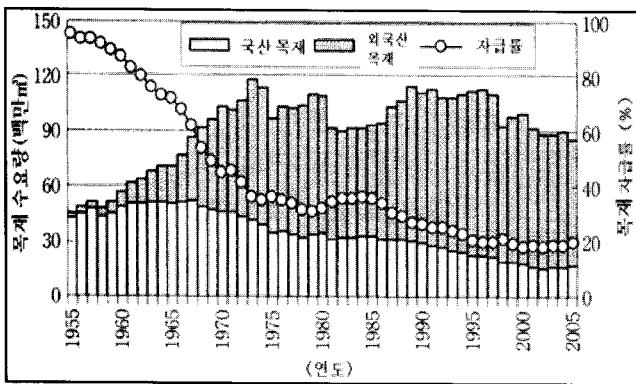


그림 3. 용재 수요량의 추이

(3) 인공림 관리 부재

임업은 자본투자(조림-잡초제거-잡목제거-간벌)에서 회수(벌채-반출-매각)까지 50~60년이 소요되는 산업이다. 때문에, 지속적인 임업경영을 하기 위해서는 한 삼림 소유자가 보유한 삼림면적을 A(ha), 계획 벌채령(伐採齡)을 B(년)라고 한다면, 매년 A/B(ha/년)를 벌채하고, 벌어들인 목재 매각대금에서 벌채지의 재조림과 향후 벌채 대상이 되는 삼림의 관리(잡초제거·간벌 등)경비를 지출해야 한다.

고도 경제성장 하에서 늘어난 용재 수요량은 1970년대 두 번의 오일쇼크 이후 정점에 도달하여 9,000만~1억m³로

증가했다가, 2002년 이후에는 9,000만m³로 하락하였다(그림2). 국내 임업에 직접 영향을 미치는 국산 목재 수요량은 외국 목재와의 경쟁 등으로 인해 1960년대 후반부터 지속적으로 감소하여, 용재 자급률은 1955년의 95%에서 2004년의 18%까지 떨어졌다. 국산 목재 수요의 침체는 목재 가격에도 영향을 미쳐 값이 올랐던 1980년에 비해 2006년의 통나무 가격은 삼나무나 편백 모두 약 1/3로 떨어져 1965년 당시의 수준으로 돌아갔다. 삼림관리 관련 경비가 상승하는 가운데 목재 수요량이나 가격저하는 임업 채산성을 악화시켜 재조림이나 간벌 등에 대한 재투자가 어려운 상황이 되었다. 이것이 임업경영자 등의 경영의욕을 저하시켜 황폐 인공림이 더욱 늘어나는 결과를 초래하였다.

인공림 조성의 주요 목적은 목재생산이며, 간벌 등의 삼림관리는 통상 그 생산활동의 일환으로 이루어져 왔다. 동시에 이러한 삼림관리가 수토보전(水土保全) 등 다면적 기능을 고도로 발휘시키기 위한 것을 바탕으로 한 정책과 시책이 전개되었다. 그러나 임업 채산성이 악화됨에 따라 관리가 부족한 인공림이 증가하고 다면적 기능의 저하가 우려되기 시작하자 이들 기능의 고도 발휘를 주요 목적으로 한 인공림관리가 다시 요구되었다. 이것은 삼림자원 조성과 목재생산을 주목적으로 하여 추진되어 온 전후(戰後)의 임업 정책을 재검토하는 계기가 되었고, 임업기본법의 개정으로 이어졌다.

(4) 삼림·임업기본법의 제정과 삼림관리의 방향

2001년 삼림·임업기본법이 제정되면서, 목재생산 중심의 정책은 삼림의 다면적인 기능의 지속적 발전을 꾀하는 정책으로 전환되었다. 그 전신인 임업기본법(1964년 제정)이 ‘임업의 안정적 발전’과 ‘임업 종사자의 지위 향상’을 내세우고 ‘산업으로서의 임업 발전’을 목적으로 한 법률인 것에 비해, 삼림·임업기본법에서는 ‘삼림의 다면적 기능의 지속적인 발휘’가 중요하고 이를 달성하기 위해서는 ‘임업의 건전한 발전’과 ‘임산물의 공급 및 이용의 확보’를 꾀할 필요가 있다는 생각이 바탕에 깔려 있다.

이러한 정책의 전환에 따라 삼림관리는 새로운 국면을 맞이하게 되었다. 즉, 삼림을 ‘수토 보전림’, ‘삼림과 사람의

공생림’, ‘자원순환 이용림’ 등 3가지로 구분(조닝)하고, 중시해야 할 기능에 맞는 다양한 삼림 정비를 하기로 한 것이다. 일본 학술회의에서 제출된 답신(2001)에서는 삼림의 다면적 기능을

① 생물 다양성 보전 기능 ② 지구환경 보전 기능 ③ 토사 재해 방지 기능/토양 보전 기능

④ 수원 함양 기능 ⑤ 쾌적한 환경 형성 기능 ⑥ 보건·레크리에이션 기능

⑦ 문화 기능 ⑧ 물질 생산 기능의 8가지로 분류하고 있다. 이들 기능은 원래 삼림이 겸비한 다양한 기능을 하나하나 분류한 것이다.

한편, 위의 3가지 구분은 삼림이 겸비한 다양한 기능 중 그 삼림의 입지조건과 지역성 등을 고려하여 가장 발휘해야 할 기능을 정해서 구분한 것이다. 기능별 삼림 구분의 장점은 삼림별로 중시해야 할 기능과 목표임형(目標林型, 바람직한 삼림의 모습)이 명확하여, 종전의 관리방법에 얽매이지 않고 현재의 삼림을 바람직한 모습으로 유도(삼림유도)하여 효과적인 삼림관리를 하기 쉽다는 점이다.

지역 상황을 반영한 삼림 구분의 실시나 인공림에서 침엽

수·활엽수 혼효림으로의 전환을 위한 삼림관리 실시 등의 사례도 각지에서 찾아볼 수 있게 되었다(고치현 高知県, 미에현 三重県 등). 또 ‘임업의 안정적 발전’과 ‘임업 종사자의 지위 향상’을 목적으로 한 정책의수익자는 주로 임업 관련 업계와 산촌 주민 등이었다. 이에 대해 ‘다면적 기능의 지속적 발휘’를 목적으로 한 정책에서는 수익자가 일반 주민으로까지 확대되고, 삼림의 중시해야 할 기능을 명확히 하여 그 지속적 발휘를 목적으로 함으로써 삼림관리에 대한 정책이 폭 넓게 전개될 것으로 생각된다.

최근 지구온난화 방지로 대표되는 것과 같이 삼림의 다면적 기능에 대한 관심과 요구는 다양화·고도화되는 추세이다. 2007년에 내각부에서 실시한 ‘삼림과 생활에 관한 여론조사’에서는, 삼림에 기대하는 기능으로서 1~3위를 ‘지구온난화 방지’, ‘재해 방지’, ‘수원 함양’이 차지하였다(목재 생산은 8위). 삼림별로 중시해야 하는 기능을 명확히 하고, 지속적인 고도 발휘를 목적으로 한 삼림관리의 중요성이 향후 더욱 증가할 것으로 생각된다.

(5) 삼림의 기능 구분과 보안림

삼림·임업기본법에 의거한 삼림의 기능별 구분과는 달리,

표 2. 기능 구분별 삼림의 바람직한 모습과 유도의 개념

기능 구분 (면적비율)	바람직한 모습	삼림 유도의 개념
수토보전림 (66%)	① 하층식생이 생육하는 적당한 임내 광환경이 확보되어 있는 삼림 ② 수목의 뿌리가 발달하여 토양을 유지하는 능력이 뛰어난 삼림 ③ 공극이 풍부한 토양이 형성되어 보수 능력이 뛰어난 삼림	고령급(高齡級) 삼림으로의 유도와 활엽수 도입을 포함한 복층림으로의 유도
삼림과 사람의 공생림 (13%)	① 원시적인 자연환경을 구성하여 학술적으로 귀중한 동식물의 서식·생육에 적합한 삼림 ② 명승, 사적 등이 일체되어 자연 경관이나 역사적 풍치를 형성하고 있는 삼림 ③ 소음이나 바람 등을 막아 생활에 윤택함과 안심을 가져다 주는 삼림 ④ ‘친밀한 자연과의 만남’과 주민 등에게 휴식의 장을 제공하고 있는 삼림	자연환경 등의 보전 및 삼림 환경 교육과 건강증진 장소의 창출 등
자원의 순환이용림 (21%)	① 목재를 이용하는데 있어 양호한 수목으로 구성되어 성장량이 큰 삼림이고, 단지형태로 정리되어 있으며, 임도 등 기반 시설이 정비되어 있다.	적절한 시업의 선택 및 효율적·안정적인 목재자원의 활용 등

종전부터 삼림에는 다양한 구분이 존재한다. 예를 들어 소유 형태별 구분(국유림, 사유림 등), 임종별 구분(인공림, 천연림 등) 등이다. 이 중에 앞서의 기능별 구분과 마찬가지로 삼림의 다면적 기능(특히 공익적인 기능)의 지속적인 고도 발휘를 목적으로 구분(구역 지정)되어 있는 삼림으로 ‘보안림’이 있다. ‘보안림’이란 수원 함양, 재해 방지, 공중보건과 같은 삼림의 공익적 기능 발휘가 특히 요구되는 삼림으로, 삼림법에 의해 구역 지정된 삼림을 말한다. 따라서, 그 목적에 맞는 기능이 발휘되도록 임목의 벌채와 토지의 형질변경 등이 법적으로 제한되어 있다. 삼림의 공익적 기능을 유지하기 위해 옛날부터 벌채행위 등의 제한을 둔 사례가 있지만, 일본의 근대적 보안림 제도는 삼림법(1889년)으로 정해진 메이지시대에 시작되었다.

보안림의 종류는 ① 수원함양, ② 토사유출 방지, ③ 토사붕괴 방지, ④ 비사(飛砂) 방지, ⑤ 방풍, ⑥ 수해 방지, ⑦ 조해(潮害) 방지, ⑧ 동해(冬害) 방지, ⑨ 방설(防雪), ⑩ 방무(防霧), ⑪ 눈사태 방지, ⑫ 낙석 방지, ⑬ 방화, ⑭ 어부(魚付: 물고기 유인), ⑮ 항행 목표, ⑯ 보건, ⑰ 풍치 등 17가지이다. 임야청 업무자료에 의하면, 이러한 보안림의 면적은 2006년도 말 시점에서 실면적 1,176만ha(연면적 1,249만ha)이고, 전체 삼림면적의 47%(실면적 기준)로 삼림의 약 절반이 보안림이다. 이 중 ① 수원함양 보안림, ② 토사유출 방지 보안림의 면적이 커서, 보안림 전체의 91%(연면적 기준), 여기에 ⑯ 보건 보안림의 면적을 더하면 97%가 되므로 다른 보안림은 국소적으로 구역 지정되어 있는 것으로 생각된다.

보안림은 삼림의 공익적 기능이 지속적이면서 고도로 발휘되는 것을 목적으로 법률에 의거하여 구역 지정해 놓았으므로, 그 기능의 유지나 저하된 기능회복을 위한 대책 등이 공비(公費) 보조(치산사업)에 의해 시행되고 있다. 예를 들면, 붕괴가 발생하여 삼림이 소실된 경사면에는 조기 녹화를 목적으로 한 산복(山腹) 녹화공사가 실시된다. 예를 들어 과밀 인공림에서 임지 토양의 유출 등이 발생하여 기능저하가 우려되는 경우에는 삼림 정비를 통해 밀도를 조정하는 것 등이다. 임목 벌채나 토지의 형질변경에 제한이 마련

되었고(실시하려면 도도부현 지사의 허가가 필요), 임목의 벌채방법, 벌채한도, 벌채 후의 식재방법 등도 보안림의 지정 구역별로 정해져 있다. 보안림 제도는 삼림의 소유권을 제한하고 있지만, 그 대신 삼림을 유지하기 위한 다양한 우대조치(세제상의 조치 등)와 지원(고을의 조림 보조금 등)을 받을 수 있다.

삼림·임업기본법이 제정됨에 따라 실시되고 있는 ‘중시해야 할 기능에 맞는 다양한 삼림정비’를 추진하는데 있어 보안림은 대단히 중요한 역할을 한다. 임업경영을 둘러싼 상황이 어렵고 황폐 인공림이 증가하고 있는 요즘, 보안림에서는 기능 유지·회복을 위한 대책이 충분하지는 않지만, 공비 보조를 받아 시행할 수 있는 제도이다. 이 지정을 받은 보안림은 삼림면적의 약 절반을 차지하고 있고, 법적 제한 등의 어려운 조건하에서 삼림의 다면적 기능의 지속적인 고도 발휘라는 목적이 가능해지도록 삼림이 정비되고 있다.

3. 인공림의 황폐와 간벌

간벌 등 적정한관리가 이루어지지 않아 과밀 상태가 된 인공림에서는 토사유출이나 토양침투능력의 저하와 같은 현상이 발생한다. 이러한 문제에 효과적이고 근본적인 대책은 즉시 적정한 간벌을 추진하는 것이다.

간벌방식을 생각할 때 크게 나누면, 정성간벌과 정량간벌로 나눌 수 있다. 간벌을 실시할 때는 간벌목의 선정과 간벌량의 결정을 해야 한다. 정성간벌이란 이 중 간벌목을 먼저 선정하는 간벌방법이다. 각 나무별 우열(수관(樹冠)의 크기, 직경의 대소 등), 재질의 좋고 나쁨(줄기의 구부러짐, 부식의 유무 등) 등을 기준으로 해서 간벌목을 선정한다. 이 간벌방법에서는 정량간벌에 비해 간벌량의 결정이나 간벌 후 임분(林分: 한 무리를 이룬 수목의 집단)의 재적(材積: 줄기의 부피)을 사전에 파악하는 작업이 필요하다. 숲 전체의성장량에 맞추어 집약적으로 삼림을 관리하여, 용재로서의 나무의 고품질화를 목표로 하는 임업에 적용한다. 이에 반해 정량간벌은, 예를 들어 30%나 40% 식으로 간벌량을 먼저 결정하고 선목하는 방법이다. 현재 임분의 재적이나 연간 성장량과 생산목표(기동재 생산, 판재 생산 등)

등을 고려하여 간벌률이 결정된다. 그러나 요즘과 같이 증가해 버린 황폐 인공림에서는 나무줄기를 열어 숲 속에 빛이 들어오도록 하기 위해 실시하는 열상간벌(列狀間伐) 등도 정량간벌로 분류된다고 생각한다.

원래 간벌은 목적에 맞는 적절한 임분밀도를 유지하기 위해 실시하는 작업이다. 따라서, 식재에서 벌채에 이르는 기간 내내 생산목표에 맞는 밀도관리계획을 세울 필요가 있다. 이 계획을 세우는데 자주 이용되는 것으로 안도(1968)가 제안한 ‘인공림 임분밀도 관리도’가 있다. 밀도 관리도는 식물 생태학상의 몇 가지 법칙에 입각해서 임분의 생육 단계에 맞는 임분밀도(그루/ha), 임분재적(m^3/ha), 평균수고(m) 등의 변화를 상호 연관시켜 한 장의 그림으로 나타낸 것이다. 수종별(삼나무, 편백, 낙엽송 등), 지방별(미나마킨카토·도카이 지방, 미나마킨카시코쿠 지방 등, 수종에 따라 지방 구분은 달라짐)로 각각 작성해서 배포하고 있다(임야청 감수, 1999). 여기서는 그림 4를 이용하여 밀도 관리도에 대해 설명한다.

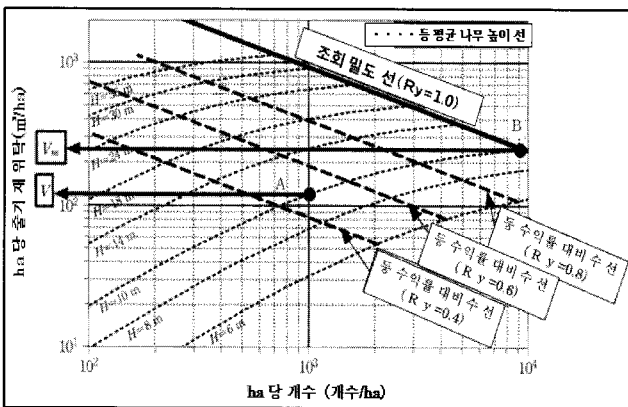


그림 4. 밀도 관리도

그림 4의 가로축은 나무밀도(ha당 그루수)를, 세로축은 임분재적(ha당 줄기재적)을 각각 나타내며, 이것이 밀도 관리도의 기본적인 형태이다. 밀도 관리도에서는 이와 함께 양 대수축상에 다양한 선이 나무밀도와 임분재적에 관련하여 그려져 있는데, 여기서는 아래의 ① 등평균수고선, ② 최다밀도선, ③ 등수량비수선 등 3종류의 선을 나타내기로

한다.

① 등평균수고선(等平均樹高線)

그림 4의 오른쪽으로 올라가는 점선이 등평균수고선이 다. 여기서 말하는 평균수고란 상층목(고사목, 피압목을 제외한 수목)의 평균수고(樹高)인 밀도효과의 법칙에 따르면, 동종 식물 개체군에서 나무밀도 이외의 생육조건이 같다면 나무밀도가 높을수록 평균 개체 크기는 작아지지만 단위면적당 수량(收量)은 커진다. 일반적으로 임분의 평균수고는 토지의 생육조건에 의존하므로, 평균수고가 동일한(밀도 이외의 생육조건이 동일) 임분에서는 임분밀도가 높을수록 개체의 사이즈는 작고 단위면적당 임분재적은 커져, 선이 오른쪽으로 올라가게 된다. 예를 들어 그림 4에서, 평균수고 $H=10(m)$ 일 때의 임분밀도 1,000(그루/ha)인 점A의 임분재적 $V(m^3/ha)$ 와 임분밀도 9,000(그루/ha)인 점B의 임분재적 $V_m(m^3/ha)$ 은 $V < V_m$ 의 관계에 있다.

② 최다밀도선(最多密度線)

일정 면적 내에 생존할 수 있는 수목의 수에는 상한이 있다. 수목이 집단으로 생육하는 임분 내에서 나무밀도가 높아지면 수목 개체간에 공간 싸움(광합성을 위한 빛 경쟁)이 벌어지고, 여기서 진 개체는 고사하게 된다. 즉, 일정 면적 내에서 생존에 필요한 공간을 점유할 수 있는 수목 수에는 한계가 있다. 이러한 일정 면적 내의 나무밀도가 가장 높은 상태를 최다밀도라고 한다. 최다밀도는 임분의 평균 개체 크기의 대소(그림 4의 임분 평균수고 H의 대소)에 따라 달라진다. 즉, 수목의 평균 개체 크기가 큰 임분일수록(임분의 평균수고가 클수록) 최다밀도는 작아진다. 이 최다밀도의 변화에 대한 임분재적과의 대응 관계를 나타낸 것이 최다밀도선이다. 그림에서는 오른쪽으로 내려가는 실선으로 나타냈고, 이 실선보다 위쪽의 임분은 존재하지 않는다.

③ 등수량비수선(等收量比數線)

수량비교(收量比較)란 최다밀도의 임분재적에 대한 현재의 임분재적의 비이며, 나무밀도의 대소를 판단하는 지표로 이용된다.

- i. 현재 임분의 나무밀도가 1,000(그루/ha), 평균수고 H

가 10(m)일 때 (점A)의 임분재적은 그림의 세로축으로부터 $V(m^3/ha)$ 이다.

ii. 점B는 평균수고가 현재 임분과 동일한 등평균수고선 ($H=10m$)과 최다밀도선의 교차점에 있고, 현재 임분이 최다 밀도 상태였을 때의 예측위치이다. 임분재적은 마찬가지로 그림의 세로축으로부터 $Vm(m^3/ha)$ 이 된다.

iii. 수량비수 Ry 는 현재 임분의 임분간재적(林分幹材積) V 와 최다밀도 상태의 임분간재적 Vm 을 이용하여 $Ry=V/Vm$ 에서 구해진다. 따라서, 최다밀도의 임분 수량비수는 $Ry=1.0$ 이다.

그림 4는 위의 식에 의해 구해진 수량비수를 평행한 등수량비수선으로 도시(圖示)하고 있다($Ry=1.0, 0.8, 0.6, 0.4$). 또한 $Ry=1.0$ 이 최다밀도선이며 점A의 Ry 는 약 0.5라는 것을 동 그림에서 읽을 수 있다. 밀도관리를 어떤 식으로 해 나가느냐는 생산목표 등에 따라 달라지지만, 국유림에서는 $Ry=0.7$ 을 유지하도록 반복적으로 간벌하는 것이 평균적이며, $Ry=0.6$: 소(疎) 처리, $Ry=0.7$: 중용(中庸) 처리, $Ry=0.8$: 밀(密) 처리로 규정하고 있다. 또 적절한간벌이 되지 않은 황폐 인공림에서는 $Ry=0.9$ 이상인 임분을 많이 찾아볼 수 있다.

정성간벌이나 정량간벌 모두 형질과 임분재적 면에서 식재목의 양호한 성장을 목적으로 해 왔다. 주역은 식재목이고, 목재생산을 효율적으로 하기 위한 기술로서 간벌이 이루어져 왔다. 반면, 황폐 인공림의 간벌은 임내(林內) 광환경을 개선해서 하층식생의 침입 등에 의해 토양 침투능 등의 기능이 개선되지 않으면 목적을 달성할 수 없다. 현재 요구되고 있는 간벌은 ① 목재생산을 우선적으로 생각한 경우의 간벌, ② 환경보전을 우선적으로 생각한 경우의 간벌, ③ 양쪽 모두의 요소를 포함한 중간형 간벌로 분류하고, 각각 적합한 간벌방법을 선택할 필요가 있다고 설명하고 있다. 즉, 황폐 인공림의 간벌은 종전의 간벌기술에 입각하면서도 황폐에 의해 저하된 인공림의 기능을 회복할 수 있는 간벌률, 간벌시기, 선목기준 등을 조정할 필요가 있다.

최근 간벌률과 임내(林內) 광환경 개선 효과나 광환경 개선과 하층식생의 침입 상황 등에 관한 조사연구가 활발

히 진행되고 있다. 이 배경에는 ‘저하된 인공림의 기능(여기서는 나지화된 임상)을 회복하기 위한 간벌’과 ‘종전의 간벌’과의 관계를 밝히고, 이를 통해 종전 기술의 적용 가능성과 변경사항을 정리하여 효율적인 간벌방법의 확립이 요구되고 있기 때문이며, 이것이 바로 오늘날의 과제인 것이다.

4. 인공림의 황폐 문제, 미래를 위해

인공림이 황폐하고 있는 현 상황에 대해, 현재의 삼림임업 정책에서 간벌 대책이 중점적으로 실시되고 있다. 임야청에서는 2007년도부터의 6년간 330만ha의 간벌을 실시하는 것을 목표로 간벌을 진행하고 있고, 또 장벌기화(長伐期化)나 침엽수·활엽수 혼효림화 등의 다양한 삼림조성을 추진하는 ‘아름다운 삼림조성’에 노력하고 있다. 또 교토의정서 삼림흡수 목표 1,300만 탄소톤(1990년 기준년 총배출량 비 약 3.8%)을 달성하기 위해, ‘삼림 간벌 등의 실시 촉진에 관한 특별조치법’이 2008년 5월에 공포·시행되었고, 2012년도까지 집중적으로 간벌을 추진하고 있다. 첫 해에 해당하는 2007년도에는 약 52만ha의 간벌이 완료되었다.

향후 황폐한 인공림이 환경에 공헌하고 풍부한 녹색자원이어서 미래에 물려주기 위해서는 아래와 같은 대응이 필요하다고 생각한다. 황폐 인공림의 기능저하 실태 파악과 기능회복을 위한 조건의 명확화 등, 기능저하 현상의 메커니즘, 기능저하의 실태와 영향의 정량적 평가 등을 명확히 할 필요가 있다. 또한, 저하된 기능을 회복시키는 조건·방법을 과학적으로 제시할 필요가 있다. 이러한 것들은 삼림 기능에 맞는 관리를 추진하는데 있어 중요하지만, 반드시 명확히 되어 있는 것은 아니다. 지표수(地表水)를 발생시키지 않는, 즉 토양 침투능을 회복시키기 위한 조건을 제시하고, 구체적으로는 임상(林床)의 하층식생·유기물층(낙엽, 낙지(落枝) 등의 식물 사체)의 중요성이나 그 양과 토양 침투능의 관계를 명확히 하며, 양호한 토양 침투능을 유지하기 위한 하층식생·유기물층량을 정량적으로 나타내어 삼림 기능을 회복시키는 구체적 대책의 조건을 제시해야 한다.

인공림은 수종, 지역, 입지조건 등의 차이에 따라 관리방법 등이 달라지는데, 그 숲별 관리방법을 작성하고 대책 효

과를 검증하며 얻어진 데이터를 피드백하는 시스템이 필요하다. 이런 의미에서 대책 효과의 지속적인 모니터링이 중요하다.

임상(林床)의 지표수를 발생시키지 않기(토양 침투능을 향상시키기) 위한 대책은 ‘임내 광환경을 개선하기 위한 간벌’을 실시하는 것이며, 그 목적은 나지화된 임상에 하층식생 등을 침입·생육시키는 것이다. 원래 인공림의 간벌은 목재생산을 주목적으로 발전해 왔으므로, 간벌에 의한 임내 광환경의 개선은 부차적인 효과로 받아들여져 왔다. 때문에, 하층식생의 침입·생육 촉진을 목적으로 하기 위해서는 일반적으로 해 온 간벌기술(간벌률이나 간벌횟수 등)을 곧바로 현장에 적용하기 어렵고, 검토가 필요하다. 간벌 등의 삼림관리는 삼림의 다면적 기능의 지속적 발휘를 목적으로 해서, 중시해야 할 기능에 맞게 진행되어야 한다.

(1) 하층식생을 배려한 삼림관리의 시도(광환경과 하층식생)

임내의 조도가 증가함에 따라 임상식생이 증가한다는 것은 다양한 수종의 삼림에서 보고되고 있다(기요노, 1990; 임야청, 2001). 간벌은 임내조도를 조절하는 작업이기 때문에 간벌률이 높아질수록 임내조도가 높아지고 임상식생의 번무량(繁茂量)도 증가한다. 그러나 목재 가격의 하락과 임업 노동력의 고령화 등 전국적으로 임업·목재산업이 장기간 침체에 빠진 가운데 간벌이 간벌 대상 임령(林齡) 총면적의 약 50%밖에 실시되지 않았다는 시산도 있어, 삼림을 얼마나 건전한 상태로 정비해 나갈 것인가가 과제이다.

지금까지의 연구를 통해, 하층식생과 수토보전 기능, 특히 토양침식이나 토사유출과의 관계에 대해서는 많은 연구 사례가 있고, 간벌에 의한 하층식생의 증대는 토사유출 등을 막아주어 임지 보전에 효과적이라는 사실이 제시되어 왔다(뉴타, 2001; 이시이, 2005). 따라서 종전에 임목밀도 관리는 재질 면의 향상과 수확량을 늘리는 간벌방법에 주안점이 두어져 있었지만, 국토보전이나 수원 함양을 목적으로 한 하층식생 관리에 응용하기 위해 최근 간벌에 따른 임분 구조(임목밀도·수량비수 등)의 변화와 임내 광환경 및 하층

식생량의 관계를 밝히는 연구가 다수 진행되고 있다(임야청, 2001; 니시아마·아베, 2002; 후카다, 2006).

간벌에 따른 임내 광환경과 하층식생량의 변화에 대해, 복층림사업 연구반(1983)에서는 복층림 사업의 한 효과로서의 갱신작업에서의 땅고르기와 잡초제거의 생력화에 관한 연구의 일부로서 간벌에 따른 임내 광환경과 하층식생량의 변화가 검토되었다. 그 중에서는, 편백 장령림(壯齡林) 및 활엽수림에서의 시험구 사례에서 ‘임내 상대조도 2% 이하에서는 임상식생이 거의 발생하지 않고, 5~10%에서 약간의 식생이 발생하지만 잡초제거의 필요는 전혀 없다. 20~30%가 되면 식생은 상당히 증가하고, 40~50%에서는 양생의 잡초목이 번무(繁茂)하여 잡초제거가 필요하지만, 잡초제거 작업의 노력은 상당 부분 경감할 수 있음이 밝혀졌다’고 보고되고 있다. 또 기요노(1990)는 조엽수림대의 편백 인공림을 대상으로 간벌에 따른 하층식생의 동태에 대해 체계적인 연구를 실시하여, 임내 상대조도 10% 이상의 임내에서는 하층 식물 군락고(群落高)는 낮지만 식피율(植被率)은 100%에 이른 것에 반해, 임내 상대조도 10% 미만에서는 식피율이 보다 작고, 또 임내 상대조도 20% 이상에서는 임상의 양생식물 성장이 급격하게 증대한다는 사실을 밝혀냈다(그림5).

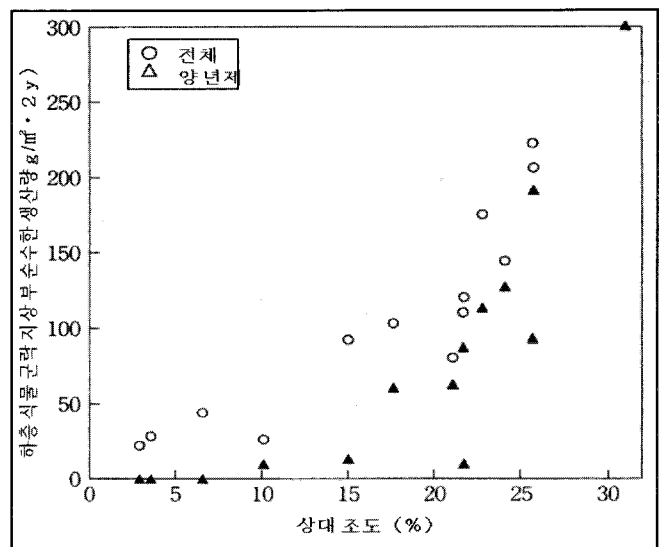


그림 5. 상대조도와 하층식물군의 성장

후카다 등(2005)은 하층식생도 크기는 기후조건에 의해 좌우되고, 그 조성은 기후에 맞게 달라지기 때문에, 간벌에 따른 식생 변화도 기후대에 맞게 달라진다고 생각했다. 고치현(高知県) 전역에 걸쳐 있는 다수의 편백 숲의 조사 결과에서 복수의 하층식생 타입(빈식생형, 풀고사리밭풀고사리형, 초본-지표식물형, 낙엽활엽수형, 상록활엽수형)의 상대빈도가 온량지수(溫量指數)의 경도(傾度)에 따라 변화한다는 것을 밝혀내고, 하층식생 관리는 온도역(풀고사리-밭풀고사리역, 떡갈나무역, 낙엽수역)별로 구분해서 생각할 필요가 있다고 지적하였다. 후카다 등(2006)은 간벌이 늦은 숲이 많이 포함되어 있는 것으로 판단되는 빈식생형 식생 타입에 관해서는, 통상적인 밀도관리의 범위(수량비수 0.6-0.9)에서는 눈에 띄는 식피율 회복을 기대하기 어려운 경우가 많다고 지적하고 있으며, 하층식생 관리를 고려하기 위해서는 온도역뿐만 아니라 임야청(2001)에서 지적했듯이 보육 경과도 고려할 필요가 있다고 생각된다.

한편, 요코이(2005)는 간벌 후 1~7년이 경과한 편백 인공림에서의 하층식생 조사 결과에서, 출현한 하층식생의 대부분은 간벌 시에 이미 존재한 것으로 보여지며, 간벌 후에 발생한 것으로 보여지는 식물은 조금밖에 없었다고 보고하고 있다. 또 하층식생이 쇠퇴한 편백 숲에는 표토 속의 매토종자(埋土種子)가 적고, 이것이 간벌 후에 식생이 발달하지 못하는 이유의 하나라고 보고, 하층식생이 쇠퇴한 편백 숲에서 식생을 발생·발달시키려면 간벌뿐만 아니라 종자원의 확보와 살포종자를 정착시키는 대책이 필요하다고 지적하고 있다. 또 이시이(2005)도 간벌률이 다른 편백 인공림에서의 3년간의 하층식생량 변화에 대한 조사 결과에서, 간벌 후 3년 이내에 하층식생을 증가시키는 경우로서 나무 간벌률 35% 이상이라는 기준을 보고하고 있지만, 동시에 간벌전의 입목밀도가 높은 경우에는 나무 간벌률이 30%를 넘어도 충분치 않은 경우가 있다는 점을 지적하고 있다. 상대조도가 5% 정도에서도 내음성(耐陰性)이 높은 종의 경우는 생존·번식이 가능하여(임야청, 2001; 니시아마아베, 2002), 종자원 및 그 정착이 하층식생이 쇠퇴한 삼림에서 해결해야 할 중요한 과제이다.

후카다 등(2006)이 지적했듯이, 보육이력 자체가 기록으로 정비되어 있지 않은 임분도 많은 현재로서는 임야청(2001)에서 정의되고 있는 보육 경과에 의한 구분을 실제의 삼림관리에 통용시키기는 쉽지 않다. 그러나 간벌이 지연된 숲의 대부분이 빈식생형(貧植生型) 인것을 고려하면 그것은 현지에서 쉽게 판정이 가능할 것으로 생각된다(후카다 등, 2006). 따라서, 국토보전이나 수원 함양이 목적인 하층식생 관리에서는 대상으로 하는 임분의 상황에 따라 그 취급방법은 당연히 달라질 것으로 생각된다. 하층식생 상태가 빈식생형이 아닌 임분에 대해서는, 이미 존재하는 하층식생의 성장 및 번식의 증진, 또는 임상의 목본식물의 제거를 조합한 맹아 축진이 간벌의 목적이 된다.

한편, 빈식생형에서는 임상에의 하층식생 침입 및 정착을 포함하여 간벌을 생각할 필요가 있다. 그러기 위해서는 다음 절의 예에서 볼 수 있듯이, 보다 멀리까지 종자를 살포할 수 있는 성질을 가진 종(種)이 많은 양생식물의 정착을 목적으로 한 강도간벌(強度間伐)과, 내음성의 높은 상록활엽수의 수하식재(樹下植栽)를 생각할 수 있다. 양생식물의 생육에 필요한 임내조도로는, 기요노(1990)는 20% 이상, 그리고 후카다(2006)는 간벌 실시 후 2년째의 평균 임내 상대조도가 26%라는 보고 예가 있어, 침입종의 정착까지 임내 상대조도가 20~30% 정도로 유지되도록 간벌을 할 필요가 있다고 생각된다.

또 온다 등(2005)이 미에현 쓰시 내의 보안림 개량보육 사업에 따른 간벌 후 1~6년이 경과한 삼나무편백 보안림을 대상으로 실시한 임내 상대조도의 조사 결과에서는, 나무 간벌률이 약 30~45%인 임분에서도 상대조도는 10% 이하인 임분이 대부분을 차지하고 있어, 간벌 후의 임내 상대조도를 20~30%로 유지하기 위해서는 그 이상의 간벌률(적어도 50% 이상)로 간벌할 필요가 있다고 생각된다.

(2) 삼림관리와 시민참여

삼림의 홍수경감 기능이나 수자원 함양 기능은 삼림의 다면적 기능 중에서도 옛날부터 널리 사람들에게 인식되어 온 기능이지만, 홍수경감을 위한 치수사업이나 수자원관리

는 국가, 도도부현, 시정촌 등의 행정기관에서 오랜 세월 담당해 와서 일반 시민들로서는 잘 실감하지 못하는 기능이 기도 하다.

삼림관리에 대한 시민들의 의견 표명은 원생자연 보호운동이라는 형태로 1980년대에 활발해진(가키자와 1996) 것에 반해, 홍수경감, 수자원 함양이라는 관점에서 삼림관리에의 시민참여가 나타나게 된 것은 1990년대 후반부터이다. 삼림에는 사유재산이라는 측면과 공익적 기능을 발휘하는 공유재산이라는 측면의 양면성이 있지만, 목재 생산을 중시하는 정책이 도입된 시절에는 삼림의 사유재산으로서의 측면만 강조되어, 소유자가 아닌 한 삼림관리에 관여하기가 어려웠다.

최근 들어 삼림관리에의 시민참여 사례가 증가한 것에는 몇 가지 배경이 있다. 첫째로, 삼림행정의 전환이다. 2001년에 임업기본법이 삼림·임업기본법으로 바뀌면서 국가의 정책이 지금까지의 목재생산 중시에서 공익적 기능 중시로 전환됨에 따라 삼림의 사유재산적 평가와 함께 국민·현민·시민과 유역 주민들의 공유재산이라는 평가가 중시되었다. 둘째로, 하천행정의 전환이다. 1997년에 하천법이 개정되면서 하천정비계획수립 과정에서 주민들이 의견을 제시하고, 그것이 계획에 반영되는 길이 열렸다. 각 하천에 유역위원회가 조직되고 공모위원이 된 시민이나 방청객이 하천관리뿐만 아니라 유역의 삼림관리에 대해서도 의견을 제시하게 되었다. 셋째로, 삼림과 물을 둘러싼 논쟁과 재해의 발생이다. 1980년대 시라카미(白神) 산지의 세이슈(靑秋) 임도 개설 문제에 대한 주민들 행동의 배경에는 1945년의 아카시가와(赤石川) 강 토석류 재해가 있었다(쓰치야, 2002). 댐 건설을 둘러싼 논쟁과 수해, 토사재해, 물 부족이 원인이 되어 시작된 시민들의 자발적인 대응도 있다.

이러한 사회의 흐름과 보조를 맞추어 삼림의 홍수경감 기능과 수자원 함양 기능의 과학적 연구가 진행되어, ‘바람직한 삼림상’에 대한 컨센서스가 형성되어 갔다. 2004년에 각의 결정한 ‘삼림정보전사업계획’에는 ‘삼림의 수토보전 기능의 고도 발휘에 의한 「국민들이 안심하고 살 수 있는 사회의 실현」’ 사업을 2008년까지 5년간 실시한다는

목표로서, ‘육성 중인 수토보전림 중 토양을 유지하는 능력과 물을 키우는 능력이 양호하게 유지되어 있지 않다고 판단되는 황폐 인공림의 비율이 현재의 37%에서 50% 정도로 증가할 것이 예상되므로, 적절한 간벌 등을 실시하여 비율을 34% 정도까지 낮춘다’고 기재되어 있다. 하층식생의 피복률이 높으면 높을수록, 삼림의 홍수경감 기능과 수자원 함양 기능에 도움이 된다는 인식은 이제 삼림관리에 관련한 상식이 되어 있다.

① 시민들의 ‘녹색 댐 조사’

요시노가와(吉野川) 강 ‘녹색 댐’ 조사—시코쿠(四国)의 최대 하천 요시노가와에서는 홍수경감 등을 목적으로, 약 250년의 역사를 자랑하는 다이주(第十) 뚝을 폐지하고 새로 뚝을 건설하는 계획이 1982년 책정된 공사실시 기본계획에 기재되어 있었다. 다이주 뚝에 관심이 있는 주민들이 모여서 학식자에게 건의하여 2001년에 ‘비전21 위원회’를 발족시켰다. 위원회는 2004년에 ‘다이주뚝의 보전’, ‘가변뚝의 홍수경감 기능 대체 안으로 「녹색 댐」 정비’를 보고하였다(히메노·나카네, 2003; 히메노, 2004; 나카네, 2004).

아오노가와(靑野川) 강 유역은 그 73%를 삼림이 차지하고 있고, 그 중 65%를 차지하는 삼나무·편백 인공림 중에는 건강하지 않은 인공림도 많다. 현재의 하천계획에서는 확대조림에 의해 유역의 산들이 황폐해졌던 시기의 데이터를 이용하여 예측한 홍수 시의 최대 유량을 활용하고 있다. 현재 건강하지 않은 인공림을 적절히 손질하고 침엽수와 활엽수의 혼효림으로 전환함으로써 홍수 최대유량을 얼마나 억제할 수 있는지를 수량적으로 밝히고자 하는 것이 이 ‘녹색 댐’ 기능 검증의 목적이었다.

조사방법은 인접한 삼림에서의 침투능, 하층식생 등의 측정·비교와 유출해석이였다. 침투능 측정 결과, 간벌 후 1, 2년 때는 양자의 침투능에 별 차이가 없지만, 10년 이상 경과한 삼림에서는 양자간에 2배 정도의 차이를 보였다. 침투능의 측정은 침투능의 절대치를 정확하게 측정하는 것은 아니지만, 적정하게 간벌된 건강한 인공림과 건강하지 않은 인공림의 상대적인 차이를 측정할 수 있었다고 생각된다.

이 데이터와 하층식생의 조사 결과, 유출 모델을 조합하

여 유역의 삼림 상태를 과거부터 현재에 이르기까지 변화시켰을 때 홍수 최대유량이 어떻게 변화하는지를 예측하였다. 그 결과, 홍수 최대유량은 침투능이 가장 낮은 1970년대가 가장 크고, 침투능이 회복됨에 따라 작아졌다. 침투능이 가장 높았던 1961년의 삼림 상태를 가정해 보면, 현재에 비해 최대유량을 약 20% 줄일 수 있다는 사실도 알게 되었다. 이 결과를 바탕으로, 유역의 인공림에서 향후 20~30년간에 걸쳐 강간벌(強間伐)을 실시한 경우, 현재에 비해 홍수 최대유량을 어느 정도 낮출 수 있는 것으로 결론짓고 있다. 이 예측이 과학적으로 어느 정도 옳다고 할 수 있는지는 전문가에 의한 추가적인 검증이 필요하지만, 삼림의 녹색댐 기능 강화의 효과를 수량적으로 밝히는 연구가 시민과 연구자의 협동으로 실시된 예는 지금까지 없어 획기적인 시도라고 할 수 있다.

② 가와베가와 강 ‘공동검증’

구마모토현(熊本県) 구마가와(球磨川) 강의 지류, 가와베가와(川辺川)에 건설이 계획되어 있는 가와베가와 댐을 둘러싸고, 댐 건설 추진측인 국토교통성과 댐 사업에 반대하는 단체, 학자, 주민들이 함께 모여, 현민들이 참가한 가운데 공개적이고 공정하게 논의하는 장으로 마련된 주민토론회에서 ‘삼림의 보수력(保水力)’에 대한 논의가 이루어졌다. 그러나 주민토론회에서는 논의에 대한 결론이 나지 않았기 때문에 구마모토현에서 공동 검증을 제안하였고, 국토교통성과 댐 반대측이 이에 합의하여 자연 강우에 대한 지표수 관측이 실시되었다.

관측은 삼림 경사면을 폭 10m, 경사면 방향의 길이 20~30m의 테두리로 둘러치고 하단에 빗물받이를 설치해서 지표수를 집수하여 자기(自記)유량계로 측정함과 동시에, 물을 전량 탱크에 저류해서 수량을 측정하는 방법으로 실시되었다. 2004년의 태풍 18호에 동반된 강우를 관측한 결과, 239mm의 강우에 대해 지표수는 자연림이 약 30리터, 방치 인공림은 그 6배 이상인 약 190리터였다.

이 결과에 대하여 댐 반대측의 주민들은 ‘경사면 길이의 차를 고려하더라도 자연림의 보수력의 우위성을 입증하고 있다.’고 주장했다. 이에 대해 댐 추진측은 어느 경사면이나

지표수유출량은 강우량의 1%에도 미치지 않는 소량이며, 홍수 시의 하천 최대유량에 영향을 미치는 양이 아니라고 지적했다. 경사면을 한정해서 지표수를 모은 면적은 인공림이 315㎡, 자연림이 187㎡였다는 점에서, 지표수유출량은 강우량에 대해 인공림은 0.25%, 자연림은 0.07%이었다. 이 측정에서는 80년에 한 번 찾아올 만한 홍수보다도 규모가 작은 비에서 지표수가 발생했음이 확인된 것에 의의가 있었지만, 양자의 주장은 평행선을 이룬 채 논쟁에 대한 결론은 내지 못했다(구라지, 2004). 결과적으로 시민과 주민들이 참가한 삼림조사가 이루어졌음에도 불구하고 그 결과가 유역의 삼림계획 수립에 반영되어 삼림관리에 활용된 적은 없었다.

③ 시민들에 의한 ‘숲 건강진단’

- 야하기가와(矢作川) 강 ‘숲 건강진단’

나가노(長野)·기후(岐阜)·아이치현(愛知県)을 관통하는 야하기가와 유역에서는 메이지 용수 수원림, 야하기가와 수원기금, 도요타시 수도 급수원 보전기금 등의 활동을 전개해 왔으며, 옛날부터 하류 지역 주민들이 상류의 삼림에 깊은 관심을 보여 온 유역이다. 2000년에 내습한 도카이(東海)(惠南, 게이난) 호우 당시에는 상류의 야하기 댐에 평년의 50배에 해당하는 35,000㎡의 유목(流木)이 흘러들었고(모리타 등, 2002), 도요타시 중심 시가지는 제방 월류(越流)의 일보 직전의 위기 상황에 처하자 댐 상류의 삼림 상태에 대한 조사가 이루어져 간벌시기를 맞은 인공림들이 방치되어 과밀 상태로 황폐화되어 가고 있다는 사실이 널리 인식되게 되었다. 그러나 야하기가와 유역 전체 인공림 중 건강하지 않은 인공림이 어느 정도나 존재하는지, 실은 아무도 조사해 보지 않아 데이터가 없다는 사실을 알게 되었다.

유역 내에서 간벌 등의 활동을 하던 복수의 삼림 자원봉사단체는 2004년 1월에 ‘야하기가와 수계 삼림 자원봉사협의회(야삼협)’를 결성하고, 사업의 일환으로 일반 시민들을 대상으로 ‘숲 건강진단’을 계획하였다. 야삼협의 요청에 호응한 연구자들이 ‘야하기가와 숲 연구자 그룹’을 결성하였고, 야삼협과 함께 ‘숲 건강진단 실행위원회’를 결성해서 2005~2008년에 각각 제 1~4회 ‘숲 건강진단’을 실시하였

다. 앞으로도 계속해서 2014년까지 총 10회, 매년 6월에 실시할 계획이다(구라지 등, 2006).

숲 건강진단에서 일반 참가자들이 하는 일은 식생조사와 혼잡 상태 측정 2가지이다. 숲의 건강 상태를 진단하는 지표는 하층식생의 피복도, 낙엽·부식층의 두께, 흉고단면적 합계, 임분 형상비(形狀比), 상대간거(相對幹距) 등이다. 제 1~3회 때 측정한 지점은 224개 지점, 참가자는 연인원 790명이었다.

- 이세·미카와만 유역 전역으로 확대된 ‘숲 건강진단’

야하기가와에 이어, 이세·미카와만으로 흘러드는 하천인 도키가와·쇼나이가와, 스즈카가와, 도요가와에서도 속속 ‘숲 건강진단’이 실시되었다. 야하기가와에서는 2007년까지 3차례, 도키가와·쇼나이가와에서는 2006년까지 2차례, 스즈카가와와 도요가와에서는 각 1차례의 건강진단이 실시되었다. 7차례의 건강진단에서 측정·진단한 결과를 모두 정리하면, 총 340개 지점 중 75%의 삼림이 과밀 또는 초과밀이라는 진단이 내려졌다.

④ 삼림관리에의 시민참여

최근 행정기관이 삼림관리를 실시할 때 시민들이 참여하는 PDCA(계획, 실행, 모니터링, 평가, 조정)의 시도를 찾아볼 수 있다. 여기서는 삼림과 물의 관점에서 PDCA를 추진하고 있는 가나가와현(神奈川縣)과 아이치현 도요타시의 사례를 소개한다.

가나가와현에서는 1997년부터 ‘가나가와 수원의 삼림조성사업’을 시작하여, 사유림의 매입·정비협정 등을 통해 삼림을 정비해 왔는데, 2002년부터는 정비 지점의 효과에 대한 모니터링을 시작하였다. 모니터링 항목은 광환경, 식생, 토사 이동량 측정의 3개 항목이며, 간격은 5년 간격이다. 2002~2006년까지 현내에 50개의 모니터링 지점을 설정해서 초기 상태의 측정을 하고 있으며, 2007년부터 2번째 조사에 들어갔다.

2005년에는 향후 20년간의 전체적인 대응을 나타낸 ‘가나가와 수원 환경보전·재생시책 대강(안)’과, 최초 5년간 대응하는 ‘가나가와 수원 환경보전·재생 실행 5개년 계획(안)’을 정리하였다. 그 재원으로서 현 의회는 2007년부터 ‘수원

환경보전·재생을 위한 개인 현민세 초과과세 조치’를 도입하여 세수 38억 엔을 충당하기로 의결하였다. 대강(大綱)에서는 목적을 ‘양질의 물의 안정적 확보, 수자원 개발에서 수원 지역의 환경보전으로’로 정하고, 다른 현 지역을 포함한 유역 전체를 대상으로 하고 있다. 시책 전개의 관점 내에 순응적 관리 실현을 위한 PDCA 실시를 포함하고 있다.

시책의 효과를 검증할 때는 수자원 함양 기능의 관점에서의 평가가 반드시 필요한 것으로 되어 있고, 5개년 계획에 포함된 12개 사업 중 9개 사업은 개별사업이지만, 다른 3개 사업은 ‘하천수계유역 환경종합조사 실시’, ‘물 환경 모니터링 조사 실시’, ‘현민 참여에 의한 시스템 구축’으로 되어 있다. 물 환경 모니터링 조사에서는 대조유역법에 의한 종합적 관측을 실시하고 현상의 인과관계를 밝힐 계획이며, 2008년도부터 본격적인 관측이 시작되었다. 가나가와현의 사례는 삼림의 수자원 함양 기능 향상을 목적으로 한 현민에 대한 과세라는 점에서 전국적으로 유일한 사례이다. 다른 부현(府縣)에서도 도입되고 있는 이른바 삼림환경세는 수자원에 한정된 세금이 아니다. 동시에 모니터링에 의한 과학적 검증과 PDCA에 의한 순응적 관리에 시민참여를 어떻게 도입해 갈 것인지 향후가 주목된다.

⑤ 아이치현 도요타시(愛知県豊田市)

아이치현 도요타시는 2005년의 광역 합병으로 삼림면적 약 630km²가 자리한 아이치현 최대 시가 되었다. 2000년의 도카이 호우재해와 ‘야하기가와 숲 건강진단’ 등을 통해 삼림의 55%를 차지하는 인공림 중 60~80%가 건강하지 않은 인공림이라는 지적을 받았으며, 시 삼림시책의 최우선 과제는 인공림의 간벌 촉진이었다. 시에서는 2006년에 ‘숲 조성 위원회’를 발족시키고 시민들도 참여하여 정보를 공개하면서 논의를 진행하여, 2007년에 기본이념, 시 및 삼림 소유자 등의 책무와 역할을 제시한 ‘도요타시 숲 조성 조례’를 제정하였다.

또 조례의 이념을 실현하기 위해, 100년 후를 내다본 숲 조성의 방향성 및 20년간의 기본적 시책의 개념을 보여주는 ‘도요타시 100년의 숲 조성 구상’, 구상을 구체화하기 위해 향후 10년간 시행할 시책을 수치목표와 함께 제시한 ‘숲

조성 기본계획'을 속속 의결하였다. 기본계획 내에서 목표로 하는 '건전한 인공림'은 '임상에 하층식생이 밀생해서 지표를 덮고 있어 나뭇가지에서 떨어지는 빗물이 직접 지표에 닿지 않는 상태'라고 정의되어 있다. 향후 10년간 매년 2,500ha의 간벌을 실행하도록 하고 있으며, 그 실행을 위해 삼림 소유자 등에 대한 다양한 인센티브가 마련되어 있다. 예를 들어, 침엽수·활엽수 혼효림화 하는 인공림에서 단지화(좁고 길게 소유하고 있는 삼림을 각각 따로따로 관리하는 방식에서, 대략 5~50ha 정도 면적으로 이어지는 인공림 구역을 하나로 묶어 관리계획을 책정하는 방식으로 전환하는 것)하고, 고사(枯死)간벌(삼나무·편백 등 수목 줄기 주변의 나무껍질을 벗겨내 입목 상태에서 고사시키는 간벌방법)을 하는 경우 보조율을 100%로 하고, 직접 작업을 하면 노임을 받을 수 있는 시스템으로 되어 있다. 기본계획의 실행을 담보하기 위한 20억 엔 규모의 삼림기금도 설치되게 되었다.

앞으로는, 조례에 정해진 '숲 조성 위원회'가 중심이 되어 시책을 평가·조정해 나가게 되지만, 하층식생이 어느 정도 있으면 홍수나 토사유출이 어느 정도 경감되는지에 대해서는 여전히 불확실하다. 시정촌 차원에서는 고도의 과학적 모니터링을 하기가 어렵고, '숲 건강진단'과 홍수경감, 수자원 함양 기능을 연결시키기 위한 시민참여에 의한 간편한 모니터링 방법의 개발이 시급하다.

맺음말

모두에서 소개한 구마자와 반잔(熊沢蕃山)은 사회의 혼란을 가장 단적으로 보여주는 것이 산하(山河)의 황폐라고 지적한다. '산천은 천하의 근원. 산과 강의 근본, 산천은 나라의 근본이다'. 당시에는 농업이 산업의 중심을 이루고 있었지만 국가나 사회의 경제적 근원은 산하(山河)이며, 특히 산은 하천의 흐름을 올바르게 한다. 비로 수집에서부터 용수에 이르기까지, 농업경제는 산과 하천에 크게 의존하고 있다. 그런데 산이 황폐해지고 강이 얕아졌기 때문에 나라도 큰 혼란 상태에 빠진 것이라고 반잔은 지적했다. 홍수가 자주 발생하면 논밭은 피폐해지고, 수량이 줄어들면 농업용

수가 부족하다. 강의 황폐화가 경제적 쇠퇴를 불러오고, 경제적 쇠퇴가 사회를 불안정하게 만든다. 그 강의 황폐화의 근본에는 산의 황폐화가 있다. 방치되고 황폐화된 산이나 벌채로 인해 벌거숭이가 된 산에서 흘러내리는 강은 황폐해져 있다. 따라서, 산하를 바로잡는 것이야말로 사회를 풍요롭고 정상적으로 만드는 것이다. 그렇기 때문에, '국가의 강들을 올바르게 다스리면 논밭에 물이 마르지 않고, 백성들에게는 걱정거리가 없다'고 주장했다.

장기적인 식림을 통해 산을 복구하는 것이 하천을 바로잡는 것이지만, 경제가인 반잔은 당면 응급책도 제시한다. 제방 축조나 하상 준설의 필요성을 역설하고, 새로운 논을 개발하는 것보다 있는 논을 황폐시키지 않는 것의 중요성을 지적하고 있다. 흥미로운 것은, 치산치수를 할 때 토지의 주인과 벌목공, 하천 유역 주민들의 의견을 들으려고 하는 자세이다. '자연의 소리를 듣기'보다는 '그 지역의 자연을 아는 사람의 의견을 들으라'는 말일까? 역시 지역을 잘 아는 사람의 정보가 무엇보다도 확실하다는 의미일 것이다. 반잔에게 자연이란 인간에 의해 극복되어야 할 것도 아니고, 인간을 그 속의 한 요소로서 환원시켜 버릴 것도 아니다. '천지는 대부모'라고 한다. 즉, 모든 인간에게 자연은 부모이며, 효자는 부모를 사랑하는 법이다.

인용문헌

가노히로시. 낙엽송인공림의 간벌과 이용의 문제점.
 기요노요시유키. 편백 인공림 하층식물 군락의 동태와 제어에 관한 연구. 삼림종합연구소 연구보고.
 뉴타 신타로(2001) 하층식생과 지형에 근거한 편백 인공림의 토양 침식 위험 구분. 일본임업학회지.
 다나베히데타카(2004) 목공품이 가져다주는 정조적 효과에 대하여. 시즈오카 문화예술대학 연구기요
 다치바나사토시(2009) 중국과 한국 삼림자원의 전환과 목재산업 전개와의 관계. 임업경제연구.
 미야와키아키라. 생명의 숲을 낳는다. NHK출판.
 사토노리코. 인공림사업의 과제와 시민이 할 수 있는 일, 해야 할 일. 삼림과 시민을 연결하는 전국 모임 실행위원회 보고.
 시라이시젠야. 임업의 새로운 조류. 전국임업개발보급협회.
 오히라히데키. 삼나무 인공림에 유래한 침엽수·활엽수 혼효림화의 과정

오하라히데키. 삼나무 인공림의 간벌에 따른 임상식생의 변화와 수토보전 기능에 관한 연구의 필요성. 삼림종합연구소 연구보고.

온다유이치. 인공림 황폐화 물·토사유출의 실태-이와나미서점.

이시이사토루. 임지보전을 고려한 간벌률 연구. 오카야마현 임업시험장 연구보고.

임야청(2003)도설 삼림·임업백서.

임야청(2007)삼림 및 임업의 동향.

임야청(2008)삼림 및 임업시책.

후지카케이치로. 간벌 지연과 실질 입목가격. 일본임학회지.

후지카케이치로. 미야자키현 사유 인공림 소재 생산의 활성화와 재조성림 포기. 임업경제연구.

히우라히로노리. 편백 인공림 경사면 표층토사의 동태에 관한 연구. 일본임학회지