

우리나라 삼림의 변화와 전망

이효혜미 · 조강현^{1,*} · 김준호²

국립생태원, ¹인하대학교 생명과학과, ²서울대학교 생명과학부

Changes and Prospects of Forests in Korea. Lee, Hyohyemi, Kang-Hyun Cho^{1,*} and Joon-Ho Kim² (National Institute of Ecology, Seocheon 325-813, Korea; ¹Department of Biological Sciences, Inha University, Incheon 402-751, Korea; ²School of Biological Sciences, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea)

Abstract The changes in the area and standing crop of forests and the understory vegetation structure of various plantations were investigated by literature survey to predict the changes in the structure of forest ecosystems of the Korean Peninsula in the future. The greater part of forest was severely destroyed in 1950's in the Korean Peninsula. The forest standing crop has been dramatically increasing since the nationwide plantation was actively performed in 1970's and 1980's in the Republic of Korea. The area of forest was incessantly decreased at the rate of 5,500 ha yr⁻¹. The results of regression analysis on the changes in forest standing crop of the Republic of Korea showed that the forest might approach to the maturity stage in around 2150. It was predicted that the potential natural vegetation of *Quercus mongolica*, *Fraxinus rhynchophyllus*, *Prunus sargentii*, etc. would establish in the plantations of *Larix leptolepis*, *Pinus koraiensis* and *Robinia pseudoacacia* in the future.

Key words: afforestation, forest area, forest standing crop, Korean Peninsula, plantation

서 론

과거부터 한국의 삼림이 인간에 의하여 파괴되어 온 역사에 대한 증거가 수집되어 왔다. 특히 이중에서, 우리나라 평야지 20개 장소의 토양 또는 호저에서 2.3~12.2 m 깊이까지 보링한 토양을 층별로 화분분석(pollen analysis)을 한 결과, 벼 화분의 출현과 삼림 파괴 사이에 밀접한 관계가 있었고, 각 층의 C₁₄ 연대 측정에 의하여 벼농사가 시작된 시기가 밝혀졌다(Yasuda *et al.*, 1980). 벼 화분의 출현에 따른 삼림 파괴는 지역에 따

라 달랐다. 한국의 서남부지역(전남 나주시 다치면 가흥리)은 3,500년전, 남동부지역(경남 김해시 대동면 예안리)은 3,000년전, 이보다 약간 동쪽지역(경남 울산시 방어진)은 2,300년전, 북동부지역(강원도 속초시 영랑호)은 1,400년 전부터 벼 화분이 나타났다. 이와 동시에 졸참나무속, 서나무속, 오리나무속 등의 임목 화분이 급격히 감소됨으로써 벼농사 시작이 삼림 파괴로 이어졌다고 해석할 수 있었다. 조사된 평야지의 최상층 토양에서는 소나무 화분이 80% 이상 출현하는 것으로 보아 벼농사가 시작된 후 활엽수림이 소나무림으로 대체되었음을 추측할 수 있다. 하지만 백두산 산록의 삼림은 잎갈나무 숲과 전나무·가문비나무·잣나무 숲이 순환천이를 일으키는 천연림을 유지하였다(Wilson, 1918). 영국의 여류 여행가 Bishop (2008)은 19세기 말에 서울 주

Manuscript received 3 September 2014, revised 27 October 2014, revision accepted 30 October 2014
* Corresponding author: Tel: +82-32-860-7698, Fax: +82-32-874-6737, E-mail: khcho@inha.ac.kr

변이 민둥산으로 둘러싸여 있다고 기술하고, 1979~80년에 한국 내 6개 도(道)를 답사한 과학자들은 대부분의 산이 민둥산이라고 기술하였다(Yasuda *et al.*, 1980). 이러한 민둥산의 원인은 인구증가, 18세기부터 보급된 온돌의 발달, 외세 침입, 전장과 군의 후생사업, 도벌, 산불, 공업단지 조성, 병충해 등에 있었다(Kim, 2014).

일제강점기에 조선총독부는 1913년에 임업시험소(현 산림과학원의 전신)를 설립한 다음 삼림을 벌목할 목적으로 수목의 형수(形數)를 계산하여 재적표(材積表)를 만들어 벌목의 기초자료를 수집하고(Hayashi, 1934, 1937), 14개의 영림서를 설립하여 한반도 삼림의 벌목기관으로 만들었다. 1927~1941년의 임업통계에 따르면 한반도에서 6,300만 m³의 목재를 벌목하였는데, 함경남도 산림의 45.5%, 평안북도 산림의 34.5%, 함경북도 산림의 31.3%를 벌목하였다(Lee and Kim, 2010). 6.25 전쟁 중에는 시계 청소와 군의 후생사업으로 벌목이 성행하였고, 사회의 무질서를 틈탄 지리산 아고산대의 도벌(盜伐)을 필자의 한 사람은 목격한 바 있다. 6.25 전쟁 중인 1951년의 삼림은 심하게 헐벗어서 사막화 직전에 이르렀다.

그 후 1970~80년대에 정부와 국민이 거국적으로 조림을 하였다(Lee and Kim, 2010). 조림은 사방사업, 임목종자의 채종, 양묘기술자의 양성과 양묘, 나무심기의 순서로 진행하였다. 제1차 치산녹화10개년(1973~1982년)을 세워 100만 ha에 21억 그루의 묘목을 심을 계획이었는데 6년(1973~1979년)만에 108만 ha에 29억 그루를 심어 초과 달성하였다. 산림청 발표에 따르면 1948년 이래 1980년대 말까지 69억 그루를 심었다. 조림한 수종은 속성수로서 리기다소나무와 일본잎갈나무, 비료목으로서 아까시나무와 물오리나무, 유실수로서 잣나무 등이 주를 이루었다.

이 논문의 목적은 우리나라에서 1950년대 이후 삼림면적과 임목축적량의 변화를 파악하고, 앞으로 우리나라 삼림의 성장과 구조적 변화를 예측하는데 있다.

자료 수집 및 분석

이 논문에서 삼림면적과 임목축적량은 산림청의 자료를 이용하였다(KFS 1999, 2000~2011). 1955~1998년의 자료는 임업통계연보 29호(1999)를, 1999~2010년의 자료는 임업통계연보(제30~41호)를 이용하였다. 삼림면적과 임목축적량은 산림청에서 전국의 표본점 실측자료와 최신 위성도를 이용하여 정확도가 높은 자료를

제공하고 있다. 삼림의 임목축적량은 단위 삼림면적(ha) 내의 지상부에 생존하는 임목의 줄기와 가지의 재적(m³)으로서 삼림의 울창한 정도를 나타내는 지표이다.

결 과

1. 삼림면적과 임목축적량의 변화

1955년부터 2010년까지 55년간 한국의 삼림면적, 임목축적량 및 단위면적당 임목축적량의 변화를 Fig. 1에 나타내었다. 1955년 이래 삼림면적은 직선적으로 감소하고 있다. 다만 삼림면적이 1960년대에 약간 넓어진 이유는 경기도 연천 민통선 지역의 지적복구(地籍復舊)가 이루어졌기 때문이다. 삼림면적은 1955년에 6,670,822 ha이었고 2010년에 6,368,843 ha로 55년 동안 31,979 ha(4.5%)가 줄어들어서 연평균 5,500 ha 년⁻¹씩 감소하였다.

우리나라 삼림의 총임목축적량은 1955년에 57,888,767 m³(1.0배)이었는데 1970년에 68,772,956 m³(1.2배), 1980년에 145,694,500 m³(2.5배), 1990년에 248,426,292 m³(4.3배)로, 2000년에 407,575,822 m³(7.0배)로, 2010년에 800,025,299 m³(13.8배)로 55년 동안 742,136,523 m³가 증가하였다. 단위 면적당 임목축적량은 1955년의 8.68 m³ ha⁻¹(1.0배), 1970년에 10.40 m³ ha⁻¹로, 1980년에 22.18 m³ ha⁻¹로, 1990년에 38.36 m³ ha⁻¹로, 2000년에 63.465 m³ ha⁻¹로, 2010년의 125.62 m³ ha⁻¹(13.5배)로 증가하였다. Fig. 1에서의 전국 총임목축적량과 단위면적당 임목축적량의 증가는 한 생물개체의 성장 또는 개체군에서 개체수의 증가를 나타내는 시그모이드(sigmoid) 곡선의 초기 특성을 나타냈다.

2. 미래에 기대되는 성숙림

1) 온대 삼림의 임목축적량

보존 상태가 양호한 강원도 점봉산에서 임목밀도가 1,103 본 ha⁻¹인 신갈나무 군집의 단위면적당 임목축적량은 2010년에 480.6 m³ ha⁻¹로 기록되었다(NIER, 2013). 이 기록은 현재까지 한국에서 조사된 임목축적량의 최고기록으로 간주된다. 한편 지리산 피아골의 보존 상태가 양호한 수고 18~19 m, 흉고직경 80~85 cm, 13종으로 구성된 졸참나무-서어나무 군집의 임목축적량은 1982년에 403.7 m³ ha⁻¹이었다(Kim *et al.*, 1982). 그리고 온대림에 속하는 미국의 아펠라치안 산맥의 임목축적량은 332~606 m³ ha⁻¹로 조사되었다(Busing *et al.*,

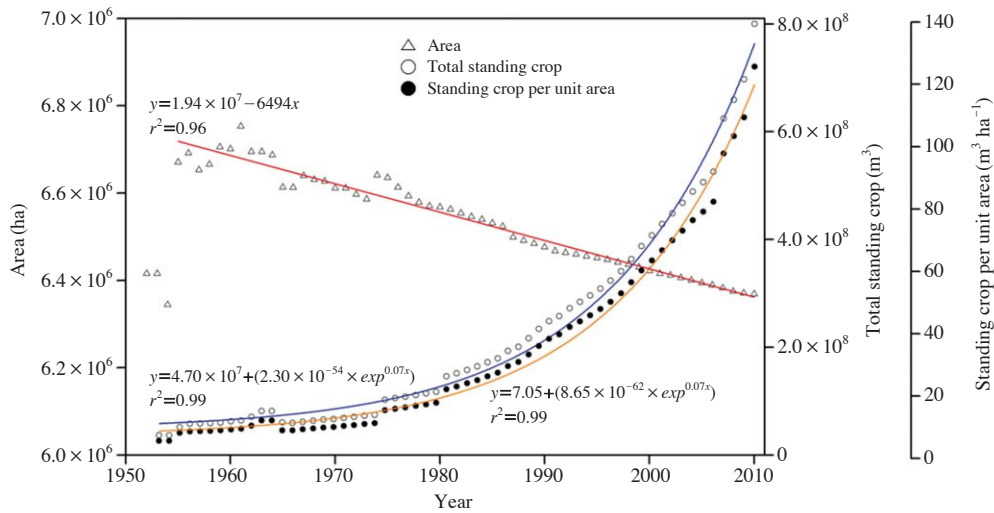


Fig. 1. Forest area, total forest standing crop and forest standing crop per unit area in the Republic of Korea between 1955 and 2010 (Data from KFS (1999, 2000-2011)).

1993). 이들 결과로 보아 온대 성숙림의 단위면적당 임목축적량은 일정 범위 내에 있는 것으로 보인다.

2) 삼림면적과 임목축적량의 미래 전망

한국에서 1970~80년대에 조림한 인공림도 점봉산의 신갈나무 군집이나 지리산의 졸참나무-서어나무 군집의 임목축적량 만큼 증가할 수 있을 것으로 가정할 수 있다. 이러한 전망은 현재와 같은 기후(기온과 강수량), 산불, 병충해, 벌목 등이 미래에도 동일하게 유지되고 정치, 경제 및 사회적 변수를 고려하지 않는 것을 전제로 하여 가능하다. 이러한 가정으로 1970~80년대에 한국에서 심은 조림지의 임목축적량이 상한선에 도달하는 연도, 즉 성숙림으로 되는 시기를 계산하였다. 계산을 단순화하기 위하여 편의상 점봉산의 신갈나무 군집 (480.6 m³ ha⁻¹)과 지리산의 졸참나무-서어나무 군집 (403 m³ ha⁻¹)의 임목축적량의 평균값인 442.2 m³ ha⁻¹를 이용하였다.

단위면적당 임목축적량의 변화는 시그모이드 곡선(Fig. 2)을 나타냈으므로, 이 자료를 로지스트 식(logistic equation)에 적용할 수 있다.

$$y = A_2 + (A_1 - A_2) / (1 + (x/x_0)^p)$$

여기에서 y는 x 연도의 임목축적량 (m³ ha⁻¹), A₁은 시작 연도(1955년)의 최소임목축적량 (8.68 m³ ha⁻¹), A₂는 최고임목축적량 (442.2 m³ ha⁻¹), x는 해당하는 연도, x₀는 로지스트 곡선의 변곡점 (point of inflection), p는 회귀곡선의 기울기 (measure of steepness of curve)이다. 식에 맞추어 계산한 변수들은 다음과 같다.

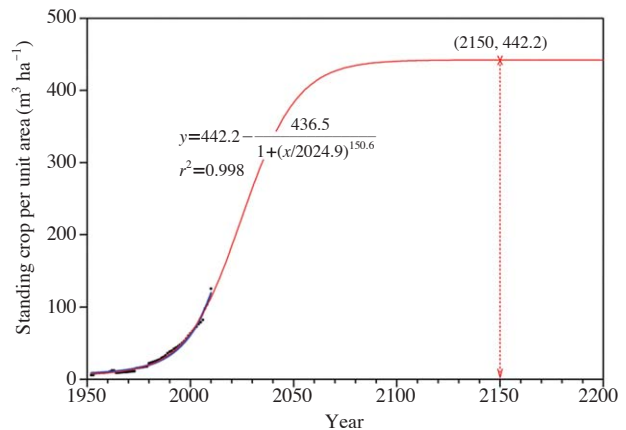


Fig. 2. Change of forest standing crop per unit area (m³ ha⁻¹) in the Republic of Korea from 1955 to 2200. Forest standing crops from 1955 to 2010 are surveyed but those from 2011 to 2200 are estimated by the logistic equation.

$$y' = 442.2 + (8.68 - 442.2) / (1 + (x/2024.9)^{150.6})$$

위의 식에 따라 임목축적량이 442.2 m³ ha⁻¹에 접근하는 연도는 2150년경으로 계산된다. 그러므로 대략 2150년이 되면 한국 삼림의 임목축적량은 천연림에 가까운 성숙림에 도달할 것으로 기대되며, 2050년경에 이미 약 400 m³ ha⁻¹에 접근할 것으로 예상된다.

한편 한국의 삼림면적은 점점 줄아지고 있다. 2150년의 삼림면적(y'', ha)은 다음 식으로 계산할 수 있다(Fig. 1 참조).

$$y'' = 1.94 \times 10^7 - 6494x$$

여기에서 x 는 해당 연도, 즉 2150년이다. 위 식에 따라 계산한 2150년의 삼림면적은 5,437,900 ha이다. 1955년의 삼림면적(6,670,822 ha)보다 18.5% (약 1/5)가 줄어지는 것이다.

한편 2150년 한국 삼림의 총임목축적량(y''' , m^3)은 다음 식으로 계산할 수 있다.

$$y''' = y' \times y''$$

위 식에 따라 계산한 남한에서 2150년의 총임목축적량은 $2.4 \times 10^9 m^3$ 이다. 이러한 2150년 우리나라 전체의 총임목축적량은 1955년(57,888,767 m^3)보다 42배로, 2010년(800,025,299 m^3)보다 3배로 증가할 것이다.

논 의

한국의 삼림면적은 1955년에 6,670,822 ha이었지만, 현재와 같은 추세로 계속 감소한다면 연평균 5,500 ha $년^{-1}$ 씩 줄어져서 2150년에 5,437,900 ha로 18.5%가 줄어질 전망이다. 그러나 앞으로 사회, 경제적 여건의 변화에 따라서 삼림 훼손 정도가 변할 것으로 생각된다. 아무튼 한국에서 가장 중요한 자연생태계 중의 하나인 삼림의 면적 감소를 억제하기 위하여 산지관리법에서 보전산지 뿐만 아니라 준보전산지에 대한 훼손을 최소화 하기 위한 대책이 필요할 것으로 생각된다.

1950년대에 민둥산이었던 한국의 삼림은 조림의 노력에 힘입어 2150년에 성숙림에 가까운 임목축적량에 이를 것으로 전망되고, 2050년에 이미 임목축적량이 2150년의 90%에 도달할 것으로 예측된다. 한국의 조림지에는 시간이 지남에 따라 잠재자연식생(potential natural vegetation)이 출현하는 것으로 보고되고 있다. 예를 들면, 강원도 태백시 주변에서 조사한 8, 17, 24 및 41년생 일본잎갈나무 조림지에서는 조림수종의 보충이 일어나지 않았지만 신갈나무, 물푸레나무, 산벚나무 및 고로쇠나무의 유식물이 출현하였다(Kim *et al.*, 2013a). 강원도 태백시와 삼척시 주변에서 조사한 8, 14, 27 및 34년생 잣나무 조림지에서는 조림목의 높이와 직경이 27년생까지 빠르게 성장하였지만 그 이후 둔화하고, 조림수 연령이 증가함에 따라 조림수 밀도가 낮아지고, 임상에 물푸레나무와 고로쇠나무가 출현하였다(Kim *et al.*, 2013b). 서울 남산, 청계산, 부산 황룡산, 대구 앞산 및 동해 지병산에서 조사한 아까시나무 조림지에서는 임상에 신갈나무를 비롯한 참나무류가 출현하였는데 교란을 많이 받는 도심의 조림지보다 교란을 적게 받은 교외와 농촌

조림지에서 더 많이 출현하였다(Lee *et al.*, 2004). 수원, 서울, 광릉, 덕유산에서 조사한 리기다소나무 조림지에서는 임상에 참나무류가 출현하고, 조림수의 직경생장은 시간에 비례하여 감소하였지만 참나무류의 직경생장은 시간에 비례하여 증가하였다(Lee, 2014). 이러한 결과로 보아 한국의 조림지가 현 상태로 유지되면서 2150년에 이르면 잠재자연식생인 참나무류 또는 물푸레나무 등의 성숙림으로 변화될 것으로 기대된다.

적 요

한국에서 산림생태계의 구조적 변화를 예측하기 위하여, 산림 면적과 임목축적량의 변화와 조림지에서 임상식생구조를 문헌조사에 의하여 파악하였다. 한국의 삼림은 1950년대에 심하게 훼손되었지만, 1970~1980년대에 활발히 조림하여 임목축적량이 지속적으로 증가하고 있다. 하지만 삼림면적은 5,500 ha $년^{-1}$ 씩 감소하고 있다. 임목축적량 변화에 대한 회귀분석 결과에 의하면 임목축적량을 기준으로 성숙림으로 기대되는 해는 약 2150년으로 예측된다. 현재 일본잎갈나무, 잣나무 및 아까시나무 조림지에는 신갈나무, 물푸레나무, 산벚나무 등의 잠재자연식생이 형성되고 있으므로 미래에 이들의 숲이 형성될 것으로 기대된다.

REFERENCES

- Bishop, I.B. 2008. Korea and Her Neighbours - A Narrative of Travel, with an Account of the Recent Vicissitudes and Present Position of the Country. Slusser Press, p. 674. (Translated in Korean by I.H. Lee, Sallim, Seoul, Korea)
- Busing, R.T., E.E.C. Clebusch and P.S. White. 1993. Biomass and production of southern Appalachian cove forests reexamined. *Canadian Journal of Forest Research* **23**: 760-765.
- Hayashi, T.C. 1934. On rate, amount and form factor of branches of *Pinus densiflora*. *Report of Forest Experiment* **12**: 1-28.
- Hayashi, T.C. 1938. Price of pulp resources and volume table of *Abies holophylla* forest. *Report of Chosen Forest* **159**: 7-25.
- KFS. 1999. Statistical Yearbook of Forestry. No. 29. Korea Forest Service. Daejeon, Korea.
- KFS. 2000-2010. Statistical Yearbook of Forestry. No. 30-41. Korea Forest Service. Daejeon, Korea.
- Kim, J.-H. 2014. Damage and restoration of ecosystems in Korea. p. 93-132. *In: Science and Recovery - The 60 Year Anni-*

- versary Symposium (The National Academy of Science, ed.). The National Academy of Science, Republic of Korea, Seoul, Korea.
- Kim, J.-H., D.S. Cho, S.D. Ko and B.M. Min. 1982. Studies on the community structure, phytomass and primary productivity of the climax forest of Piagol Valley in Mt. Chiri. *Report of the Korean Association of Conservation of Nature* **21**: 53-73.
- Kim, S., J.-H. An, Y.-K. Lim, J.-H. Pee, G.-S. Kim, H.-Y. Lee, Y.-C. Cho, K.-H. Bae and C.-S. Lee. 2013a. Ecological changes of the *Larix kaempferi* plantations and the restoration effects confirmed from the results. *Korean Journal of Ecology and Environment* **46**: 241-250.
- Kim, S., J.-H. An, Y.-K. Lim, J.-H. Pee, G.-S. Kim, H.-Y. Lee, Y.-C. Cho, K.-H. Bae and C.-S. Lee. 2013b. The effects of ecological restoration confirmed in the *Pinus koraiensis* plantation. *Journal of Agriculture & Life Science* **47**: 19-28.
- Lee, C.S. 2014. Successful Restoration Projects Achieved in Korea and the Background. Presentation at the Association of Yeochon Ecological Study (February 14, 2014. Kongju University).
- Lee, C.S., H.-J. Cho and H. Yi. 2004. Stand dynamics of introduced black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) plantation under different disturbance regimes in Korea. *Forest Ecology and Management* **189**: 281-293.
- Lee, K.J. and E.C. Kim. 2010. Change Bare Mountains to the Land of Beautiful Scenery. Guiparang, Seoul, Korea.
- NIER. 2013. Report of National Long-Term Ecological Research (Terrestrial Ecosystems). Nation Institute of Environmental Research, Korea.
- Wilson, E.H. 1919. A summary report on the forests, forest trees, and afforestation in Chosen (Korea). *Korean Branch Royal Asiatic Society* **33**: 44-51.
- Yasuda, K., M. Sukada, C.M. Kim, S.T. Lee and Y.J. Yim. 1980. History of environmental change and origin of agriculture in Korea (in Japanese). p. 1-20. *In: History of Environmental Change in Korea* (Misuno, T., N. Nakai and S. Nakane, eds.). Ministry of Education, Japan, Tokyo, Japan.