

ORIGINAL ARTICLE

제주도 자생 왕벚나무의 연륜생장 특성 분석

서연옥 · 김찬수 · 송관필¹⁾ · 정성철^{2)*}

국립산림과학원 난대·아열대산림연구소, ¹⁾제주생물자원, ²⁾산림청 산림정책과

Growth characteristics by age measurement of *Prunus yedoensis* on Jeju Island, Korea

Yeon Ok Seo, Chan-Soo Kim, Gwan Pil Song¹⁾, Sung Cheol Jung^{2)*}

Warm-Temperate and Subtropical Forest Research Center, NIFos, Jeju 63582, Korea

¹⁾Jeju Biological Resources, Jeju 32242, Korea

²⁾Forest Policy Division, Korea Forest Service, Daejeon 35208, Korea

Abstract

This study conducted to analyze the growth characteristics of old *Prunus yedoensis* on Jeju island. The diameter growth per year was measured using a DTRS-2000 instrument. The DBH, ground DBH and height of the investigated *P. yedoensis* were 137 cm, 143 cm, and 15.5 m, respectively. Our analysis showed that the age of the old *P. yedoensis* was 93 years. An annual diameter growth of 2.85 mm±0.96 was observed. The result of age estimation, about 265±64 years in *P. yedoensis* on Jeju island. This information could be useful to understand the annual diameter growth characteristics the *P. yedoensis* distributed on Jeju island.

Key words : *Prunus yedoensis*, Annual diameter growth, Age class, Estimation, Spatial distribution

1. 서론

왕벚나무(*Pinus yedoensis* Matsum.)는 장미과의 벚나무속에 속하는 교목 또는 관목으로 200여 종이 북반구의 아열대와 온대지방에 분포하고 있으며 (Mabberley, 1990; Kim et al., 1998) 우리나라에는 재배종을 포함하여 22종이 분포하고 있고(Kim et al., 1998) 10여 종은 숲 속의 야생 환경에서 발견되고 있다(Cho et al., 2016). 또한 왕벚나무는 관상, 목재, 과수로서의 경제성 때문에 예로부터 널리 재배해 오고 있는 수종 중의 하나이다. 왕벚나무의 최초 자생지 확

인은 제주도 한라산 북측에 있는 관음사 뒷산 해발 약 600 m지점에서 프랑스인 타케신부가 1907년 4월 14일에 채집하였다. 한라산 자생 왕벚나무는 재배 왕벚나무와 함께 그 기원과 자생지 문제가 여전히 활발하게 논의되고 있는 수종이다(Ministry of Environment, 1998). 이러한 시점에서 봄의 아름다움을 가장 잘 표현하는 왕벚나무에 대한 연구는 매우 중요한 의의를 내포하고 있으며 자생지와 유전자원으로서의 가치를 보존하고 자원화 할 필요성이 있다.

임목의 생장은 시간에 따라 다양한 인자들의 영향을 받게 되고 그 결과는 여러 가지 방법으로 임목 내에

Received 9 April, 2018; Revised 14 May, 2018;

Accepted 14 May, 2018

*Corresponding author: Sung Cheol Jung, Forest Policy Division, Korea Forest Service, Daejeon 35208, Korea
Phone: +82-42-481-4220
E-mail: scjungkr@korea.kr

The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.
© This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

기록된다(Seo and Park, 2011). 특히 임목의 연륜은 해당 임목의 연령을 파악하고 과거의 입지환경 등에 대한 정보를 포함하고 있다. 이에 따라 과거 생육환경을 판단할 수 있는 생육환경 복원 연구가 많이 진행되고 있다(Seo et al., 2000; Seo and Park, 2011). 그러나 노거수와 보호수에 대한 수령 조사는 창덕궁 노거수 수령 측정 및 생육환경에 관한 연구(Yee and Bae, 2005), 농촌지역 노거수의 생활활력도 평가(Kang et al., 2002), 느티나무 연륜생장 특성(Kim, 2006), 노거수의 분포 및 생육현황(Lim and Chekar, 2011), 노거수 환경여건 개선을 위한 생육환경 분석(Jung et al., 2009) 등의 연구가 이루어졌으나 수령에 대한 연구는 매우 미흡한 실정이며 정확한 연구가 필요한 상태이다. 또한 고령목의 경우 심재부 주위에 부후 진행상태가 빠르므로 수령 측정에 어려움이 있어 복원 방안이 필요한 실정이다.

따라서 본 연구는 기존의 고령목 측정 방법을 활용하여 연륜을 추정하였고 제주도 일대 왕벚나무 현지 조사를 통해 수집된 자료를 활용하여 연륜추정식을 산출하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 조사목 선정

제주시 봉개동 왕벚나무 고령목을 대상으로 조사를 실시하였다. 왕벚나무는 수관을 완전히 포함하고 주변 식물을 파악할 수 있도록 40 m × 40 m의 표준지를 설치하였으며 표준지 내에서 식생조사를 실시하였다.

2.2. 자료수집 및 분석방법

2.2.1. 고령목 생장특성

왕벚나무 고령목에 대하여 흉고직경, 수고, 수령, 수관폭, 고령목 주변의 생장 특성을 조사 분석하였다. 왕벚나무의 생장특성을 분석하기 위해 흉고직경, 수고, 연륜을 측정하였으며, 연륜 측정을 위해 정밀연륜 분석기(DTRS-2000)을 이용하여 1/100 mm 단위까지 연년직경생장량을 측정하였다. 채취한 목편은 측정 가능한 연륜을 분석하였고, 부후로 인하여 측정 불가능한 부분은 20년, 40년, 60년간의 연평균생장량과 총

평균생장량을 산정하여 수령을 추정하였다(Yee and Bae, 2005). 따라서 측정 불가능한 부분의 수령 산정 방법은 다음과 같다.

$$\text{수령} = \text{실측수령} + (\text{측정 불가능한 부분}/\text{연평균생장량}(20\text{년}, 40\text{년}, 60\text{년 등})) + 5\text{년}(1.2\text{ m 높이까지 성장하는 기간})$$

2.2.2. 기후인자와의 상관관계 분석

연구대상지 기후인자와 왕벚나무의 연년직경생장량과의 상관관계를 분석하기 위해 개체목의 기준연도가 일치하는 5그룹을 선정하여 직경생장량과 측정인자, 기상인자를 통계패키지 SPSS(Statistical Package Social Science)을 사용하여 상관분석을 실시하였다.

2.2.3. 연륜추정식

왕벚나무의 연년직경생장량에 따른 연륜추정식을 산출하기 위해 제주도 지역에 분포하는 왕벚나무 37본의 표준목을 선정하였고 흉고직경, 수고, 평균연년직경생장량을 산출하였으며 연륜 복원을 위한 회귀분석을 실시하여 연륜추정식을 산출하였다. 연륜추정식은 연년직경생장량을 독립변수로 하고 수령을 종속변수로 하는 대수회귀식($\log Y = A + B \log X$)을 이용하여 추정하였다. 통계적 자료 분석은 SAS 9.1(SAS Institute Inc., 2004)을 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 왕벚나무 분포지 식생

본 연구에서 조사한 왕벚나무의 흉고직경 137 cm, 근원경 143 cm로 지금까지 발견된 왕벚나무 중 가장 큰 개체목이다(Fig. 1). 왕벚나무 주변 수종은 대부분 곰솔(*Pinus thunbergii* Parl.), 때죽나무(*Styrax japonicus* Siebold & Zucc.), 비목나무(*Lindera erythrocarpa* Makino), 왕쥐똥나무(*Ligustrum ovalifolium* Hassk.), 서어나무(*Carpinus laxiflora* (Siebold & Zucc.) Blume) 등이 분포하였으며 관목층은 상산(*Orixa japonica* Thunb.), 초본층은 제주조릿대(*Sasa palmata* (Bean) E.G.Camus)가 우점하는 것으로 나타났다(Fig. 2).

왕벚나무는 송악(*Hedera rhombea* (Miq.) Siebold & Zucc. ex Bean), 으름덩굴(*Akebia quinata* (Houtt.)



Fig. 1. The study site of *Prunus yedoensis* in Jeju island, Korea.

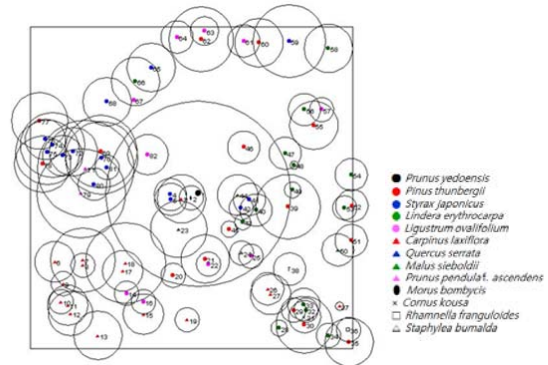


Fig. 2. The spatial distribution of tree around *Prunus yedoensis*.

Decne.) 등 덩굴성 식물에 의해 피압을 받고 있었으며 왕벚나무 위에는 산일엽초(*Lepisorus ussuriensis* (Regel & Maack) Ching), 담쟁이덩굴(*Parthenocissus tricuspidata* (Siebold & Zucc.) Planch.), 관중(*Dryopteris crassirhizoma* Nakai), 으름덩굴, 고로쇠나무(*Acer pictum* subsp. *mono* (Maxim.) Ohashi), 송악, 쥐똥나무(*Ligustrum obtusifolium* Siebold & Zucc.), 포아풀(*Poa sphondylodes* Trin.), 줄사철나무(*Euonymus fortunei* var. *radicans* (Siebold & Miq.) Rehder), 청가시덩굴(*Smilax sieboldii* Miq.), 때죽나

무 등이 가지 사이에 뿌리를 내려 생육하고 있었다. 고령목인 왕벚나무 보호를 위해서 줄기에 착생하는 송악을 제거하고 부러질 수 있는 가지는 보강 지지대를 설치해야 할 것으로 판단된다. 또한 왕벚나무 주위의 곰솔 등은 바람에 의해 전도될 수 있으므로 곰솔의 생육상태를 점검하고 보호조치가 필요할 것으로 판단된다.

3.2. 왕벚나무 연륜생장 특성

왕벚나무 연륜생장을 분석하기 위해 연륜폭을 측정하였으며 평균연년직경성장량은 2.85 ± 0.96 mm으로

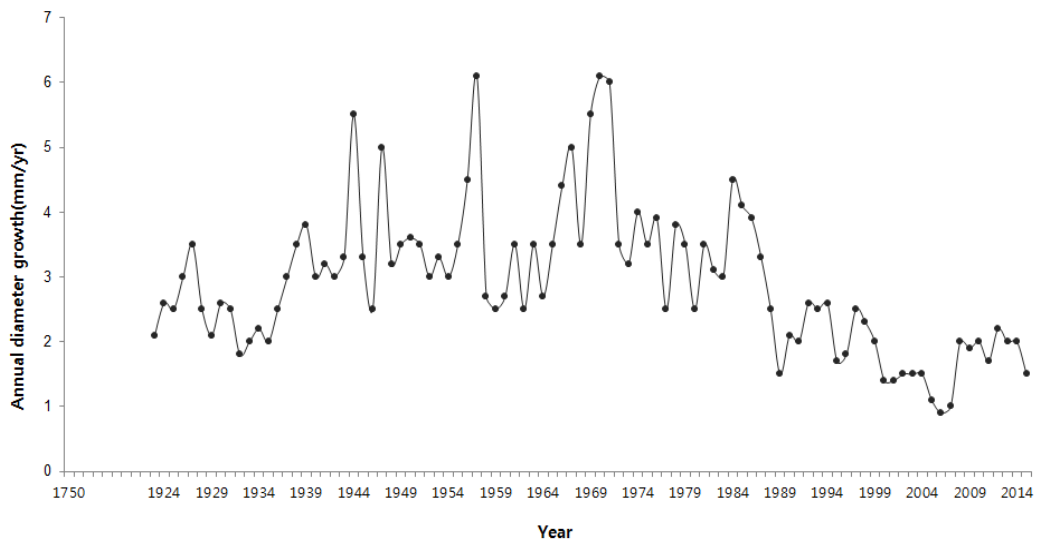


Fig. 3. Annual diameter growth (mm/yr) patterns over years for *Prunus yedoensis*.

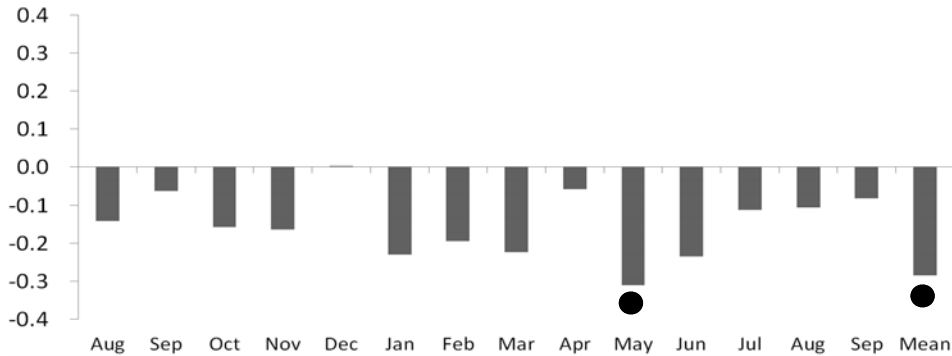


Fig. 4. Correlation coefficients between monthly climate factors(temperature) and annual growth
● indicated significant($p < 0.10$).

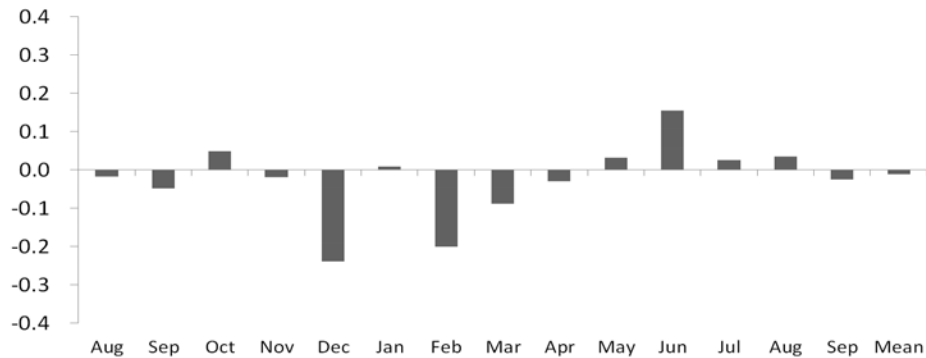


Fig. 5. Correlation coefficients between monthly climate factors(precipitation) and annual growth.

나타났다(Fig. 3). 연년직경성장량은 초기 생장이 활발하게 이루어졌으며, 시간이 경과함에 따라 생장이 감소하였고 최근 연륜 생장은 1~2 mm의 성장을 보였다. 채취된 목편의 수령은 93년으로 나타났으며 심재를 통과하지 못한 연륜수는 연년평균성장량을 활용하여 추정된 결과, 왕벚나무 수령은 약 265 ± 64 년생인 것으로 추정되었다.

3.3. 연년직경성장량과 기후인자의 상관관계

월별 평균 기온과 연년직경성장량은 당해연도 5월과 평균온도(전년도 8월~당해연도 9월)에서 부의 상관관계를 갖는 것으로 나타났다(Fig. 4). 따라서, 왕벚나무는 고온일 때 임목 생장이 저해 받는 것으로 판단된다. 월별 강수량과 연년직경성장량은 유의차가 없는 것으로 나타났다(Fig. 5).

3.4. 왕벚나무 연륜생장 추정식

제주도 일대 37본의 표준목을 조사한 결과, 평균흉고직경 39.6 cm, 평균수고 13.0 m, 평균연년직경성장량은 약 3.74 mm/yr로 나타났으며 왕벚나무의 연년직경성장량은 수령이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였다(Fig. 6). 평균연년직경성장량은 충남지역 산벚나무 2.03 mm, 충북지역 1.98 mm(Seo et al., 2009a; Seo et al., 2009b)와 비교하였을 때, 제주도 왕벚나무는 다소 높은 수치를 보였다. 이것은 임목의 연령 및 입지환경에 따른 차이 때문인 것으로 판단된다. 임목 성장량에 영향을 주는 흉고직경, 수고, 연령, 임목재적과의 상관관계를 산출한 결과, 흉고직경($r=0.304$)에서 가장 큰 영향을 미친 것으로 나타났다(Table 1). 기존 연구 결과, 연년직경성장량과 흉고직경과의 관계에서 평균 0.066(11개 수종)으로 나타나

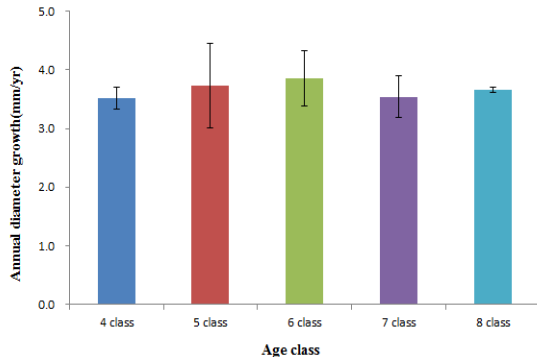


Fig. 6. Average annual diameter growth of *Prunus yedoensis* over age classes(±SE).

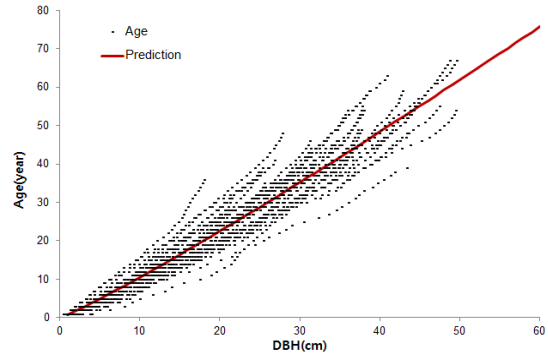


Fig. 7. Relationship of age to annual diameter growth for *Prunus yedoensis* in Jeju island.

상관관계가 높지 않은 것으로 나타났다(Lee et al., 2011). 이러한 결과는 향후 보다 많은 자료를 이용하여 성장량과 측정인자간의 상관관계 및 임분 구조에 따른 정밀 분석이 필요할 것으로 판단된다(Choi and Yoo, 2006).

수령과 연년직경성장량간의 연륜추정식을 산출한 결과, 결정계수는 0.9385로 나타났고 평균 제곱근 오차도 0.0492로 나타나 매우 높은 설명력을 보였다 (Table 2). 기존 연구의 벚나무속(케라시페라자두) 흉고직경과 임령 추정식을 비교한 결과, 결정계수가 0.527, 평균 제곱근 오차는 0.417(Semenzato et al., 2011)로 나타나 본 연구에서 적합성이 더 높은 것으로 나타났다.

왕벚나무의 흉고직경이 137 cm일 때 수령은 194년 생으로 나타나(Fig. 7) 고령목 측정 방법으로 측정한

수령보다 적은 추정 수령을 보였다. 이는 현재 측정된 제주도 지역 왕벚나무 연륜추정 시료수가 37개체이며 최대 수령이 72년생으로 고령목에 대한 자료를 뒷받침하기에는 한계가 있는 것으로 판단된다. 그러나 고령목이 아닌 제주도 일대 왕벚나무의 수령 추정에 있어 활용이 가능할 것으로 판단된다.

4. 결론

본 연구는 제주지역 왕벚나무 수령을 추정하고자 고령목의 연륜을 측정하여 분석하였고, 제주 일대 왕벚나무 조사를 통해 연륜추정식을 산출하고자 하였다. 고령목 측정과 제주 일대 왕벚나무 추정식을 비교 분석한 결과, 적합도 및 오차 범위는 제주 일대 왕벚나무 추정 수치가 좋은 것으로 나타났으나 고령의 왕벚

Table 1. Pearson correlation coefficient between annual DBH-growth (mm/yr) and other factors for *Prunus yedoensis* in Jeju island

Species	DBH (cm)	Height (m)	Age (year)	Volume (m ³)
<i>Prunus yedoensis</i>	0.304 (0.021)	0.037 (0.830)	0.035 (0.839)	0.258 (0.123)

*() is p-value

Table 2. DBH-growth equations for the age using DBH for *Prunus yedoensis* in Jeju

Model	a	b	R ²	RMSE
logy=a+blogx	-0.1961	1.1048	0.9385	0.0492

R² = Coefficient of determination, RMSE = root mean square error

나무 연령을 추정하기에는 한계가 있었다. 이러한 결과는 37개체의 표준목 연령이 최대 72년생으로 그 이상의 수치를 정확하게 제공하기에는 한계가 있는 것으로 판단된다. 따라서 고령목은 고령목 측정 방법(노거수 수령 추정 연륜연대기 방법)에 따라 수령을 측정하는 것이 옳을 것으로 판단되며 왕벚나무 연륜추정식은 제주도 일대 왕벚나무 연령 추정에 사용 가능할 것으로 판단된다. 또한 제주지역 왕벚나무 전수조사를 통해 식생 및 생장에 대한 기초적인 정보 제공과 함께 종합적인 관리체계 마련에 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

REFERENCES

- Cho, M. S., Kim, C. S., Kim, S. H., Kim, S. C., 2016, Comparative phylogenetic relationship between wild and cultivated *Prunus yedoensis* Matsum. (Rosaceas) with regard to Taquet's collection, Korean J. Pl. Taxon., 46(2), 1-9.
- Choi, T. E., Yoo, B. O., 2006, Diameter growth characteristics of *Quercus mongolica* and *Quercus variabilis* in Natural Deciduous forests, J. Korean Forest Soc., 95(1), 131-138.
- Jung, K., Seo, J. Y., Lee, J. K., 2009, A Study on the analysis of growth of Ginkgo and Pine trees for environment circumstance improvement for old big trees, Korea Institute of Traditional Landscape Architecture, 27(1), 57-65.
- Kang, H. C., Lee, J. H., Lee, K. S., Sagong, Y. B., 2002, An Evaluation of the vitality and environmental of old trees on the Rural area in Jinju, Korea Institute of Traditional Landscape Architecture, 20(4), 27-36.
- Kim, C. S., Lee, K. Y., Moon, M. O., Hyun, H. J., Ihm, B. S., Kim, M. H., 1998, Natural habitat of *Prunus yedoensis* matsumura and its morphological variation, Korean J. Pl. Taxon., 28(2), 117-137.
- Kim, D. G., 2006, Tree-ring growth characteristics of *Zelkova serrata* Makino after replanting on the reclaimed land from the sea in Gwangyang Bay, J. Korean Institute of Landscape Architecture, 33(6), 40-50.
- Lee, W. A., Shin, J. W., Choi, J. K., Lee, W. K., Lee, Y. J., Kim, S. H., Jung, D. J., 2011, Diameter growth analysis for major species using national forest resource inventory, J. Forest Sci., 27(2), 113-118.
- Lim, D. O., Chekar, E. K., 2011, Distribution and growth status of legally protected old and big trees in Gwangju, Korea, Korean J. Environ. and Ecology, 25(5), 736-746.
- Mabberley, D. J., 1990, The Plant-Book, Cambridge Univ. Press., Cambridge, 478-479.
- Ministry of Environment, 1998, Study on the capitalization of *Prunus yedoensis* in Jeju, 1-12.
- SAS Institute Inc., 2004, SAS/STAT 9.1 User's Guide, SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Semenzato, P., Cattaneo, D., Dainese, M., 2011, Growth prediction for five tree species in an Italian urban forest, Urban Forestry & Urban Greening, 10, 169-176.
- Seo, J. W., Kim, J. S., Park, W. K., 2000, Analysis of heterogeneous tree - ring growths of *Pinus densiflora* with various topographical characteristics in Mt. Worak Using GIS, J. Ecology and Environ., 23(1), 25-32.
- Seo, J. W., Park, W. K., 2011, Examination of death years and causes by the analysis of growth decline in tree rings of *Pinus densiflora* from the Euilimji Lake Park in Jecheon, Korea. The Korea Society of Environmental Restoration technology. 14(2), 1-10.
- Seo, Y. O., Lee, Y. J., Park, S. M., Pyo, J. K., Jeong, J. H., Kim, S. H., Choi, J. K., Lee, W. K., Chung, D. J., Moon, H. S., 2009(b), Annual tree ring growth characteristics for major species in Chungbuk Province, J. Agric. Life Sci., 43(6), 1-6.
- Seo, Y. O., Lee, Y. J., Park, S. M., Pyo, J. K., Jung, J. H., Kim, S. H., Lee, W. K., Choi, J. K., Kim, H. H., 2009(a), Study on the annual diameter growth characteristics for major species distributed in Chungnam Province, J. Agric. Life Sci., 43(3), 7-14.
- Yee, S., Bae, S. W., 2005, Study on age measurement and growth condition of old and large trees in Changdeokgung, Korea Institute of Traditional Landscape Architecture, 23(2), 19-35.