

조릿대의 생장특성 및 입지환경요인 분석*

박 석 곤

순천대학교 조경학과

An Analysis of *Sasa borealis*' Growth Properties and Positional Environmental Factors in Jirisan National Park*

Seok-Gon Park

Dept. of Landscape Architecture, Suncheon University.

ABSTRACT

The present study elucidated the growth properties of *Sasa borealis* communities distributed in the lower layer of deciduous broadleaf forests in temperate zones and analyzed the correlation between the growth properties of *S. borealis* and positional environmental factors. The higher the culm height of *S. borealis* was, the higher the values of the leaf number, leaf area, and foliage layer thickness became. This might be because as the culm height of *S. borealis* increased, the acquisition of light sources became easier so that the biomass of leaves increased simultaneously for smooth anabolism. *S. borealis* seem to change their growth mode for smooth acquisition of light resources. The culm density of *S. borealis* and the leaf number, leaf area and foliage layer thickness of *S. borealis* did not show any clear correlation.

The values of the culm height, leaf number, leaf area, and foliage layer thickness of *S. borealis* as the above altitude of the location of *S. borealis* increased. It seems like that growth conditions such as temperatures and winds are deteriorated as the above altitude of the location of *S. borealis* increased so that *S. borealis* becomes smaller. No clear correlations were shown between the physiochemical properties of soil and *S. borealis*' growth properties. It seems like that the growth of

* 본 연구는 국립공원연구원의 연구비 지원을 받아 수행되었음.

First author : Dept. of Landscape architecture, Suncheon Univ., Sunchoen(540-742), Korea,
Tel : +82-61-750-3876, E-mail : sgpark@suncheon.ac.kr

Corresponding author : Dept. of Landscape architecture, Suncheon Univ., Sunchoen(540-742), Korea,
Tel : +82-61-750-3876, E-mail : sgpark@suncheon.ac.kr

Received : 26 December, 2012 **Revised** : 4 February, 2013 **Accepted** : 28 February, 2013.

S. borealis complexly intertwined with diverse environmental factors and that due to the physiological integration of *S. borealis*, certain physiochemical properties do not unilaterally affect *S. borealis*' growth properties.

Key Words : *Altitude, Culm height, Dwarf, Physiological integration, Survival strategy.*

I. 서 론

조릿대류는 개체군의 존속기간이 길고 뿌리로 영양번식하여 임상을 광범위하게 우점한다(Tadokoro and Yajima, 1990). 우리나라에서 조릿대류는 강원도 북부지역의 고산지역에서부터 전국산지 등에 폭넓게 분포해 있다(Cha and Lee, 2002). 조릿대류는 영양번식식물로서 단일 개체로 성장하는 수목과 달리 조릿대류만의 독특한 생존전략으로 인해 임상에 광범위하게 우점하고, 전국 각지의 다양한 환경에 적응해 생육하는 것으로 추정된다(Park et al., 2012).

조릿대류의 생리생태적 특징 및 생존전략에 관한 연구로서 Agata and Kubota(1985)나 Koike et al.(1997)은 조릿대류가 낮은 광보상점을 가져 생리적 내음성이 높아 광량이 제한된 임상에서도 우점할 수 있다고 주장했다. 또한, Lei and Koike(1998)는 *Sasa senanensis*(조릿대 일종)가 가을부터 봄에 걸쳐 교목층 낙엽기의 풍부한 광량을 이용해 활발하게 광합성을 한다는 점을 주목했다. 더욱이 임내 순간적으로 들어오는 빛줄기인 광반(光斑, sunfleck)으로 광합성 활성을 높이는 능력이 있다는 점이 낙엽활엽수림내에서 조릿대류가 생육과 생존을 할 수 있는 큰 요인이라고 주장했다. 하지만, 임상에서의 빛, 수분, 무기양분 등의 자원은 불균질하고 식물간 상호경쟁으로 조릿대류가 필요로 하는 자원량은 양적으로 충분치 않다(Yamamoto, 1989; Denslow et al., 1998). 따라서 조릿대류가 산림 하층을 다른 식물에 비해 월등하게 우점하고 세력을 확장하기에는 어려움이 따를 것이다.

한편, Hori et al.(1998)는 *Pleiblastus chino*(왜성 대나무 일종)가 빛환경의 변화에 따라 C/F(비동화부/동화부)비가 변하는 큰 가역성을 가지는 것에 의해 낮은 광량의 임상에서도 생육할 수 있다고 추측했다. 최근 Park et al.(2012)의 연구에서도 조릿대(*Sasa borealis*)는 빛조건이 양호한 지역에서는 조릿대의 간높이 및 잎층 두께가 낮고, 반대로 어두운 곳에서는 높아졌는데 조릿대 개체군 유지 및 생존에 유리하게 조릿대의 성장양식이 변한다는 것을 시사했다. 조릿대의 생존전략에 대해 명료하게 결론짓기에는 아직 근거가 부족한 상태다. 하지만, 입지환경에 따라 조릿대의 성장양식이 달라지는 큰 가역성이 있다는 것이 추정된다. 그리고 다양한 입지환경의 임상에 광범위하게 우점하기 위해서는 영양번식식물의 특징 중 하나인 동화물질이나 무기양분 등을 전류해 라메트(ramet)간 공유하는 기능(Pitelka and Ashmun, 1985; Saitoh et al., 2002)이 조릿대에 존재할 것으로 본다.

우리나라 산림의 대표적인 하층식생인 조릿대군락의 생리생태적 특성 및 입지환경 요인을 이해함으로써 식생 관리 및 복원에 응용할 수 있을 것이고, 성장력이 왕성한 조릿대를 척박한 훼손지 식생복원재료로 활용 가능성도 있다. 우리나라에서 조릿대에 관한 대표적인 연구로서 조릿대의 생리생태적 특성이나 생태적 역할에 관한 연구(Cha, 2002)가 있고, 제주조릿대의 생태학적 특성 및 관리방안(Kim, 2009) 등이 있다. 하지만, 다양한 입지환경에서 조릿대가 광범위하게 분포하고 임상에 폭넓게 우점할 수 있는 생존전략을 성장양식 및 입지환경의 상관성

측면에서 논한 연구는 적은 편이다. 따라서, 본 연구는 온대 낙엽활엽수림 하층 내에 분포하는 조릿대의 입지환경별 생장특성을 밝히고, 조릿대군락의 생장특성과 입지환경간의 상관성을 분석하고자 실시되었다.

II. 재료 및 방법

1. 연구대상지 선정 및 개황

하층식생에 조릿대가 넓게 분포하면서 온대 낙엽활엽수림이 발달해 있는 지리산국립공원 중산리지구(중산리-천왕봉구간)를 연구대상지로 선정했다. 강원도 북부지역에서의 조릿대는 해발 1,000m 이상까지 분포했고(Cha, 2001) 중산리-천왕봉구간의 예비답사 결과, 조릿대의 분포면적은 해발 1,500~1,600m에서 줄어들었고 조릿대의 세력이 약해지는 것으로 조사되었다. 따라서, 낙엽활엽수림 하층에서 조릿대군락의 생장특성 및 입지환경요인을 밝히기 위해 해발 고(약 700~1600m 사이) 변화에 따른 조릿대의 분포특성을 고려해 7곳에 조사구를 선정했다

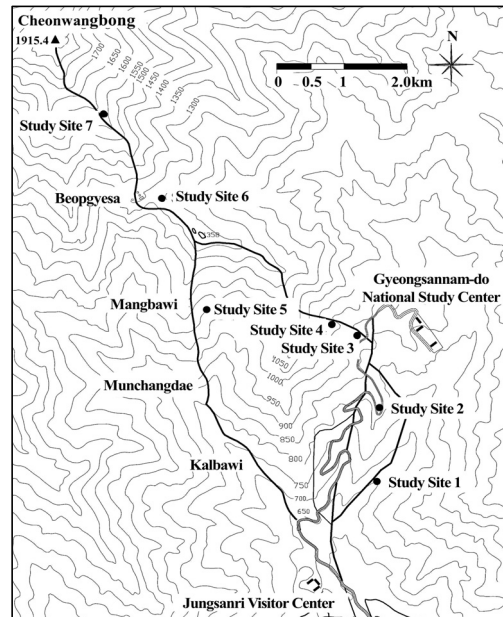


Figure 1. The location map of study sites in the Jungsan-ri region, Jirisan national park.

(Figure 1).

조사구 1의 지역은 계곡부로서 해발고는 조사구 중 가장 낮은 664m에 위치했고, 교목층에

Table 1. Overview of the study area.

Study site	Location (GPS)	Topography	Altitude (m)	Slope (°)	Aspect (°)	Main tree species		
						Canopy layer (IP [*])	Understory layer (IP [*])	Shrub layer (IP [*])
1	N35°18'30.73" E127°45'12.41"	Valley	664	18	S160E	<i>Chamaecyparis obtusa</i> (95)	<i>Lindera erythrocarpa</i> (70)	<i>Sasa borealis</i> (100)
2	N35°18'47.66" E127°45'14.50"	Slope	829	25	S260W	<i>Quercus variabilis</i> (37), <i>Q. serrata</i> (20)	<i>Q. variabilis</i> (50)	<i>S. borealis</i> (75)
3	N35°19'12.04" E127°45'29.88"	Slope	899	19	S117E	<i>Larix kaempferi</i> (100)	<i>Acer pseudosieboldianum</i> (37), <i>Lindera erythrocarpa</i> (20)	<i>S. borealis</i> (95)
4	N35°19'22.67" E127°45'20.00"	Slope	952	26	N62E	<i>L. kaempferi</i> (100)	<i>A. pseudosieboldianum</i> (33), <i>Actinidia arguta</i> (25)	<i>S. borealis</i> (43), <i>A. pseudosieboldianum</i> (40)
5	N35°19'05.01" E127°44'24.79"	Slope	1033	37	S110E	<i>Q. mongolica</i> (73)	<i>Actinidia arguta</i> (27), <i>Stewartia koreana</i> (23)	<i>S. borealis</i> (60), <i>Weigela subsessilis</i> (23)
6	N35°19'35.00" E127°44'19.95"	Slope	1356	24	S243W	<i>Q. mongolica</i> (75)	<i>Rhododendron schlippenbachii</i> (41), <i>A. pseudosieboldianum</i> (27)	<i>S. borealis</i> (70)
7	N35°19'51.33" E127°44'07.90"	Slope	1561	18	S265W	<i>Q. mongolica</i> (46), <i>Fraxinus sieboldiana</i> (14)	<i>R. schlippenbachii</i> (62), <i>R. mucronulatum</i> (14)	<i>S. borealis</i> (50)

* IP : Impotance Percentage.

편백이 우점했고 관목층에 조릿대가 거의 우점하는 곳이었다. 조사구 2는 사면에 위치하며 교목층과 아교목층에 굴참나무와 졸참나무가 주로 우점했고, 관목층의 조릿대 상대우점치는 75%이었다. 조사구 3, 4는 사면에 위치하며 교목층에 일본잎갈나무가 우점했고, 관목층의 조릿대 상대우점치는 각각 43%, 95%였다. 조사구 5, 6은 교목층에 신갈나무가 우점했고, 조릿대의 상대우점치가 60~70%정도였다. 조사구 7은 다른 조사구에 비해 해발고(1,561m)가 가장 높은 지역에 위치했고, 교목층과 아교목층에 신갈나무, 철쭉이 우점했고 관목층에 조릿대의 상대우점치가 50%였다(Table 1).

2. 현지조사 및 분석

7개소의 조사구에서 크기 1m×1m의 방형구를 각각 5개씩 설치해, 조릿대의 생장특성과 입지환경요인을 조사했다. 총 35개 방형구에서 출현한 조릿대를 대상으로 조릿대의 간(culm, 稈) 높이, 잎개수, 잎층두께, 간밀도, 잎면적을 조사했다. 방형구내 대표적인 조릿대 간 10개를 선정해 간높이, 잎개수, 잎층두께를 측정했다. 조릿대의 간높이는 지표에서 잎의 첨단부분까지를 수직으로 측정했고, 잎개수는 선정된 조릿대 간에 달려있는 잎을 모두 세었다. 조릿대의 잎층두께는 조릿대의 간 중에 가지가 분기하는 지점부터 첨단부분까지를 재었고, 간밀도는 방형구내 조릿대 간을 모두 세었다. 조릿대의 잎면적은 각 방형구에서 20장씩 선정해 잎의 장축과 단축을 측정했다. 7개소 조사구에서 조릿대 잎 20장씩(총 140장)을 채취한 후에 실내에서 일반 스캐너로 스캔하여 잎면적측정 프로그램(LIA32, ver.0.376β1)을 이용하여 잎면적을 계산하고, 각 잎의 장축과 단축을 측정했다. 그 후에 '잎면적'과 '잎의 장축·단축의 합'의 관계를 회귀식으로 만들었다. 그 회귀식은 $y=4.9325x-68.574$ ($R^2=0.918$, y : 잎면적, x : 잎의 장축·단축의 합)였고, 이 식으로 방형구별 조릿대의 잎 1장

당 잎면적을 추정했다.

각 방형구에서의 빛환경을 평가하기 위해서 디지털카메라와 화각(시야각)이 180도인 어안렌즈(4.5mm F2.8, Sigma Inc.)를 이용해, 지표면에서 2.0m의 높이(조릿대 최상층)에서 수직방향으로 임내의 칼라 천공사진을 방형구 중앙에서 촬영했다. 이 사진으로 빛환경 분석프로그램 Gap Light Analyzer Version 2.0을 이용하여 광합성 광량자속밀도(photosynthetic photon flux density, PPFD)를 추정했다. 태양광이 전혀 차단되지 않은 공간의 PPFD값을 100%로 하여 촬영지의 PPFD값을 상대값(rPPFD)으로 나타냈다.

35개의 방형구에서 토양시료를 채취하여 이 화학적 성질을 분석했다. 방형구내에서 임의로 3곳을 선정하여 낙엽과 부식층을 제거하여 토양시료를 채취했다. 한 곳의 방형구에서 3회 약 150g씩 총 450g의 토양시료를 채취했다. 이 토양을 풍건한 후에 시료를 2mm의 체로 쳐서, 이 체를 통과한 시료를 토양분석에 이용했다. 이 시료로 토양산도(pH), 전기전도도(EC), 유기물함량(organic matter), 총질소(total-N), 치환성 양이온함량(K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}), 양이온치환용량(CEC)을 분석했다. 토양산도와 전기전도도는 토양시료와 증류수를 1:5의 비율로 진탕한 용액에 pH메타와 EC메타 센서로 측정했다. 토양의 유기물함량은 Walkley-Black법으로, 총질소함량은 Microkjeldahl법으로, CEC는 1N-NH₄OAc(pH 7.0) 침출에 의한 NH₄-N증류법으로 측정했다(Spark *et al.*, 1996). 기타 입지환경요인으로서 해발고, 경사, 사면방위 등을 조사했고, 현지조사는 2012년 9월 23일에 실시했다.

조릿대의 간높이, 간밀도, 잎개수, 잎면적, 잎층두께와 입지환경요인(해발고, 경사, 사면방위, rPPFD, 토양산도, 전기전도도, 유기물함량, 총질소, 치환성 양이온함량, 양이온치환용량)의 변수간 상관관계는 피어슨 상관관계수(Pearson's correlation coefficient)로 분석했다.

III. 결과 및 고찰

1. 조릿대의 생장특성

조릿대의 간높이와 잎개수, 잎면적, 잎층두께의 관계를 Figure 2에 나타냈다. 조릿대의 간높이가 높을수록 잎개수 및 잎면적, 잎층두께의 수치가 높아졌고, 이 관계를 나타낸 회귀식의 결정계수(R^2)는 0.746-0.817로 높았다. 간높이가 높아지면 빛자원의 획득이 원활해져 조릿대의 간 중간에 분화된 가지에서 잎이 많이 달려 잎층두께가 두꺼워지고 잎면적이 커지는 것으로 보인다. 조릿대의 생장특성은 산림 임상내 빛, 수분, 무기양분 등의 자원 획득과 밀접하게 관

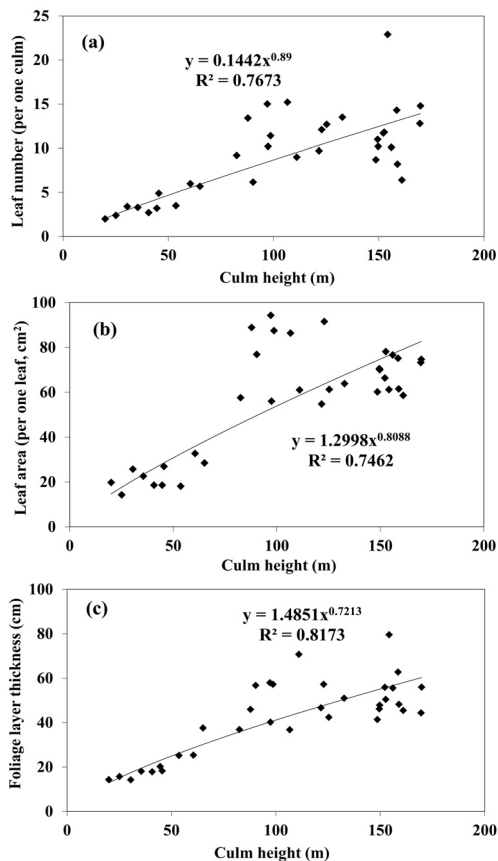


Figure 2. The relation among the culm height and the leaf number (a), leaf area (b), foliage layer thickness (c) in the *Sasa borealis* community.

련된다(Park *et al.*, 2012). 특히, 산림하층에서의 빛자원은 불균질하고 하층식생이 필요로 하는 빛자원은 충분치 못하여(Yamamoto, 1989; Denslow, 1997), 산림하층에 생육하는 조릿대의 생장양식에 영향을 미친다(Park *et al.*, 2012). Ala *et al.*(2009), Park *et al.*(2012)의 연구에서 조릿대류 개체군은 빛자원이 충분한 임상에서는 조릿대 간을 주로 수평방향으로 생장시켜 개체군 세력을 확장하며, 반대의 경우에는 조릿대 간 및 잎의 성장에 에너지를 투자하는 것으로 조릿대 개체군의 생존 및 유지에 유리하도록 하는 생장양식의 가역성이 존재한다고 보고하였다. 본 연구에서도 조릿대의 간높이가 높을수록 빛자원 획득에 유리해져, 원활한 동화작용을 위해 잎의 현존량이 동시에 늘어나는 것으로 보인다.

조릿대의 간밀도와 간높이, 잎면적, 잎개수의 관계를 Figure 3에 나타냈다. 그 관계인 회귀식의 결정계수는 매우 낮았고($R^2=0.082-0.022$) 뚜렷한 경향이 보이지 않았다. 영양변식식물로서 동일한 클론이 큰 개체군을 형성하는 대나무류 개체군에서 간밀도가 지나치게 높아지면, 간과 잎, 뿌리 등이 빛, 수분, 무기양분 등의 자원 획득을 서로 방해하거나 경쟁하기 때문에 지하경을 통해 개체군 내부에서 외부지역으로 세력을 확장하는 전략을 취하는 것으로 알려져 있다(Hayashi and Yamada, 2009; Suzuki and Suzuki, 2009). 조릿대도 이러한 전략에 의해 간밀도와 간높이, 잎면적, 잎개수는 반비례 관계에 있거나, 간밀도와 잎 등의 생장양식 사이에 상호 밀접한 관계가 형성되지 않을까 예상했다. 그러나 본 연구에서는 조릿대의 간밀도와는 뚜렷한 관련성이 나타나지 않았다. 대나무류의 개체군과 달리, 본 조사지의 조릿대 개체군은 산림 하층의 빛자원이 불충분해 조릿대 간과 잎이 과밀하지 않았고, 빛자원 획득에서도 상호 경쟁이나 방해가 일어나지 않아 간밀도와 관계가 명확하게 보이지 않았을 가능성이 있다.

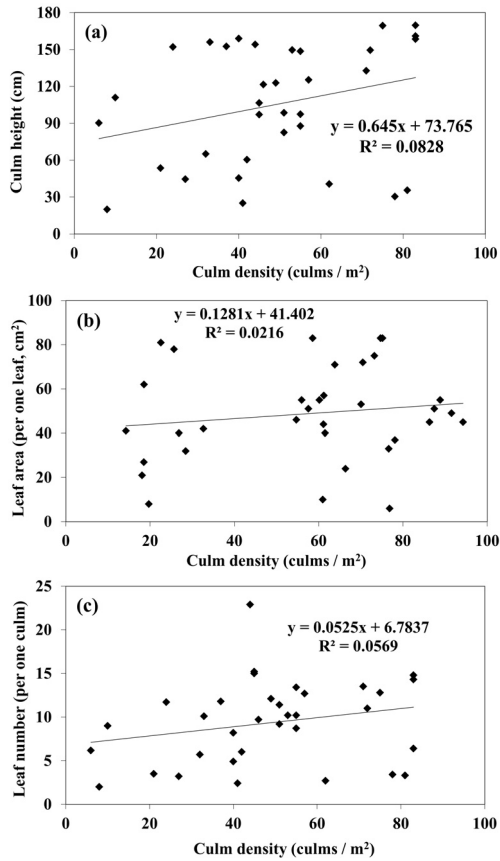


Figure 3. The relation among the culm density and the culm height (a), leaf area (b), leaf number (c) in the *Sasa borealis* community.

2. 조릿대의 생장특성과 입지환경요인간 상관관계

조릿대의 간높이, 간밀도, 잎개수, 잎면적, 잎층두께와 해발고, 경사, 사면방위, rPPFD, 토양의 이화학적 성질간 상관관계를 분석한 결과는 Table 2와 같다. 해발고와 간높이, 잎개수, 잎면적, 잎층두께 사이에서는 부의 상관관계($p < 0.01$ 또는 $p < 0.05$)를 나타냈다. 사면방위와 잎층두께 사이에서도 부의 상관관계를 보였다($p < 0.05$). 조릿대의 생장특성에 영향을 미치는 환경요인은 해발고와 사면방위이며, 특히 해발고가 높을수록 간높이, 잎개수, 잎면적, 잎층두께의 수치가 감소하는 것으로 나타났다. 또한 북사면보다 남동서사면에서 잎층두께가 두꺼워지는 것으로 분

석되었다.

식생분포에 영향을 미치는 환경인자들 중에서 해발고(즉, 온도인자)와 수분요소가 중요한 인자로 알려져 있다(Kim *et al.*, 2010). 조릿대와 같은 영양번식식물은 지하경을 통해 양분과 수분 등의 물질이 여러 개의 라메트(ramet)에서 서로 전류하는 것으로 알려져 있다(Saitoh *et al.*, 2002). 이러한 특징을 생리적 통합(physiological integration)기능이라고 한다(Pitelka and Ashmun, 1985). 이 때문에 조릿대 분포 및 성장양식에 크게 영향을 미치는 환경인자는 토양수분보다 온도인자일 것이다. Lee *et al.*(2012)의 한라산 해발고도에 따른 좁팡팡나무 잎의 변이 연구에서 해발고가 높을수록 잎폭, 엽장, 엽병의 길이가 짧아지는 경향을 보였다. 해발고도가 높을수록 잎크기가 작아지고, 성장량이 감소하는 현상은 많은 연구(Kim, 1985; Song *et al.*, 2000)에서 보고되었다. 본 연구에서도 해발고가 높을수록 기온, 바람 등의 생육조건이 악화되어 조릿대의 현존량이 감소하고 왜성화되는 것으로 보인다.

토양의 이화학적 성질과 조릿대의 생장특성 사이에서는 치환성 마그네슘을 제외하고 유의한 상관관계가 나타나지 않았다. 또한, 빛조건(rPPFD)과도 유의한 상관관계가 보이지 않았다. Kim(2009)의 제주조릿대의 현존량과 토양과의 관계에서는 간밀도는 토양산도와 정의 상관관계, 간높이는 총질소와 칼슘은 정의 상관관계, 엽장은 유기물함량과 정의 상관관계를 나타냈다. 그러나 이 연구에서는 토양의 화학적 성질과 제주조릿대의 생육특성과의 관계를 명확하게 구명하지 못했다. 또한, Park *et al.*(2012)의 조릿대 연구에서는 토양 이화학적 성질과 조릿대 생장특성 사이에 일관성이 있는 결과가 보이지 않았다. 특정 토양의 이화학적 성질이 조릿대 생장특성에 일방적으로 영향을 미치는 것보다 다양한 환경요인과 복합적인 관계를 맺고 있기 때문이라고 고찰하였다. 향후 토양의 이화학적 성질을 조건별로 통제된 실험설계와 함께 다

Table 2. The correlations between the growth characteristics and environmental factors in the *Sasa borealis* community.

	Culm height	Culm number	Culm density	Foliage layer thickness	Leaf area
Altitude	-0.869**	-0.927**	-0.179	-0.877**	-0.832*
Slope	0.356	0.013	0.370	0.056	0.204
Aspect	-0.679	-0.685	0.058	0.716	-0.836*
rPPFD	0.314	0.286	0.649	0.560	0.178
pH	0.422	0.333	0.118	0.165	0.236
EC	-0.092	0.139	0.267	0.363	-0.006
Organic matter	-0.368	-0.497	0.270	0.267	-0.410
Total-N	0.258	-0.418	0.0231	0.196	-0.289
K ⁺	0.304	0.521	0.442	0.619	0.272
Ca ²⁺	0.723	0.515	0.629	0.654	0.425
Mg ²⁺	0.375	0.186	0.896**	0.412	0.047
CEC	-0.254	-0.372	0.152	0.177	-0.240

* and ** : significant at 5 and 1 % levels, respectively.

른 관점(예 : 생리적 통합기능)에서의 추가 연구가 필요할 것으로 본다.

기존의 많은 조릿대류 연구에서는 조릿대류의 성장 및 생존에 미치는 주요한 환경요인으로서 토양의 이화학적 성질 등의 인자보다 빛조건을 언급하였다(Agata and Kubota, 1985; Hori *et al.*, 1998; Lei and Koike, 1998; Koike *et al.*, 1997; Kunisaki, 2004; Cha, 2001; Park *et al.*, 2012). Agata and Kubota(1985), Koike *et al.*(1997), Lei and Koike(1998), Cha(2001)는 조릿대류가 낮은 광량에서 광합성 효율이 뛰어나거나 광반에 광합성 활성능력이 높다는 점을 주목했다. Hori *et al.*(1998)는 빛조건에 따라 조릿대류의 비동화부와 동화부가 변하는 가역성이 크다고 보고했다. Kunisaki(2004)는 조릿대류의 간밀도와 현존량은 광량과 정의 상관관계에 있다고 하였다. 반면, Park *et al.*(2012)의 연구에서는 조릿대군락 상층부(높이 2m지점)의 PPFD가 높을수록 조릿대의 간높이와 잎층두께는 낮아졌다고 보고했다. 조릿대의 분포와 현존량은 토양환경보다 빛자원 획득, 개체군의 유지 및

확장 등의 조릿대의 생존전략과 깊게 관련되는 것으로 판단된다.

본 연구에서의 빛환경(rPPFD) 평가는 1개소의 조사구에서 근접해 있는 5개의 방형구별로 조릿대군락의 상층부에서 어안렌즈(화각 180도)를 이용해 추정했다. 어안렌즈의 화각이 180°라서 인접한 다른 방형구까지의 임내를 촬영한 천공사진을 분석했기 때문에 방형구간의 rPPFD값이 서로 유사하게 추정되어 조릿대의 성장특성과 빛조건간 상관관계가 명확히 나타나지 않았을 가능성이 있다. 차후 어안렌즈를 촬영하여 임내 빛환경 추정 시에는 조사지간 거리를 고려하고, 광합성광량자속밀도 측정장치를 함께 사용해 상호보완할 필요가 있을 것이다.

IV. 결 론

조릿대에 대한 성장특성으로서 조릿대의 간높이가 높을수록 잎개수 및 잎면적, 잎층두께의 수치가 높아졌다. 이는 조릿대의 간높이가 높아지면 빛자원 획득에 유리해져, 원활한 동화작용

을 위해 잎의 현존량이 동시에 증가하기 때문일 것이다. 조릿대는 빛자원의 획득을 위해 생장양식을 변화시키는 것으로 보인다. 조릿대의 간밀도와 잎개수, 잎면적, 잎층두께 사이에는 뚜렷한 상관관계가 보이지 않았다. 조릿대 개체군의 간밀도 증가는 상호 피압으로 빛자원 획득에 영향을 주어 생장양식의 가역성이 예상되는 바, 향후 빛조건을 독립변인으로 하는 설계실험을 통해 조릿대의 간밀도와 잎 등의 생장양식을 관계를 밝혀내야 할 것이다.

조릿대의 생장특성과 입지환경간 상관관계로서 해발고가 높을수록 간높이, 잎개수, 잎면적, 잎층두께의 수치가 감소하였다. 이는 기온, 바람 등의 생육조건이 악화되어 조릿대의 현존량이 감소하고 왜성화되는 것으로 보인다. 토양의 이화학적 성질과 조릿대 생장특성 사이에서는 명확한 상관관계가 나타나지 않았다. 이는 조릿대의 생장은 다양한 환경요인과 복잡하게 얽혀 있으며, 조릿대의 생리적 통합기능으로 인해 특정 토양의 이화학적 성질이 조릿대의 생장특성에 일방적으로 영향을 미치지 않는 것으로 보인다. 앞으로 조릿대의 생리적 통합기능에 관한 세부적인 실험이 필요할 것이다.

감사의 글

현지조사와 자료정리에 도움을 준 국립공원연구원 나경태계장, 순천대 조경식물실험실 채승우, 김웅기, 박승건, 신주민에게 고마움을 전합니다.

인용 문헌

Agata, W. and F. Kubota. 1985. Ecological characteristics and dry matter production of some native grasses in Japan IV. Influence of light intensity on the growth of *Sasa nipponica* and *Sasa borealis* in deciduous broad-leaved

forest. J. Jpn. Soc. Gras. Sci. 31 : 272-279.

Ala T. · Y. Ishii · K. Ssakamoto · N. Miki · M. Hirobe and K. Yoshikawa. 2009. Physiological responses of leaves in *Pleioblastus pubescens* Nakai to light stress under different light conditions. J. Jpn. Soc. Reveg. Tech. 35(1) : 51-56. (in Japanese with English abstract)

Cha, Y. J. 2001. Physiological characteristics and ecological roles of dwarf bamboo (*Sasa borealis*) along the developmental stages of deciduous forests after clearcutting in Mt. Baekwoon, Chonnam province, Korea. Seoul National Univ. Seoul, Korea. (in Korean with English abstract)

Cha, Y. J. and Lee, K. J. 2002. Morphological and physiological characteristics of dwarf bamboo (*Sasa borealis*) growing at different stand types of deciduous forests after clearcutting in Mt. Baekwoon, Jeollanam-do, Korea. Journal of Korean Forest Society 91(3) : 396-404 (in Korean with English abstract).

Denslow, J. S. 1987. Tropical rainforest gaps and tree species diversity. An. Rev. Ecol. Syst. 18 : 431-451.

Hayashi, K. and T. Yamada. 2009. Is bamboo stand expansion independent of topographic conditions? Japanese Journal of Conservation Ecology 13(1) : 55-64. (in Japanese with English abstract)

Hori Y. · Kawarasaki S. and Kobayashi T. 1998. Plasticity of C/F ratio of aerial parts and its ecological significance of a bamboo grass, *Pleioblastus chino*. J. Jpn For. Soc. 80 : 165-169. (in Japanese with English abstract)

Kim, H. C. 2009. Ecological characteristics and management methods of *Sasa quelpaertensis* Nakai. Ph. D. thesis, Jeju National Univ. Jeju, Korea. (in Korean with English abstract).

- Kim, H. S. · Lee, S. M. and Song, H. K. 2010. An analysis of the vegetation on the southern and northern slopes in the Deogyusan national park. Korean Journal of Environment and Ecology 24(5) : 601-610. (in Korean with English abstract)
- Kim, Y. S. 1985. Variation of leaf characters of *Quercus mongolica* in response to altitudinal gradient in Mt. Paekwoon. Journal of Resource Development. 4 : 137-142. (in Korean with English abstract)
- Koike, T. · K. Homma and Lei, T. T. 1997. Characteristics of the light response of photosynthetic rate in *Sasa kurilensis* seedlings. Bamboo Journal 14 : 15-19. (in Japanese with English abstract)
- Kunisaki, T. 2004. Effects of the density of midstory deciduous hardwood trees on understory vegetation in *Pinus densiflora* plantations in Ohshuku district, Iwate prefecture, northern Japan. J. Jpn. For. Soc. 86(3) : 258-264. (in Japanese with English abstract)
- Lee, D. G. · Kim, Y. S. · Shin, H. T. · Kang, S. K. and Park, S. G. 2012. *Ilex crenata* for. *microphylla* Rehder's leaf variations according to different altitudes of east-west slopes of Hallasan. Journal of the Korean Institute of Forest Recreation 16(2) : 9-14.
- Lei, T. T. and T. Koike. 1998. Functional leaf phenotypes for shaded and open environments of a dominant dwarf bamboo (*Sasa senanensis*) in northern Japan. Inter. J. Plant Sci. 159 : 812-820.
- Park, S. G. · Yi, M. H. · Yoon, J. W. and Sin, H.T. 2012. Environmental factors and growth properties of *Sasa borealis* (Hack.) Makino community and effect its distribution on the development of lower vegetation in Jirisan national park. Korean Journal of Environment and Ecology 26(1) : 82-90. (in Korean with English abstract)
- Pitelka, L. F. and Ashmun, J. W. 1985. Physiology and integration of ramets in clonal organisms, (eds Jackson, J. B. C, L. W. Buss and R. E. Cook), 399-437, Yale University Press, New Haven, pp. 530.
- Saitoh, T. · Kenji, S. and A. Nishiwaki. 2002. Importance of physiological integration of dwarf bamboo to persistence in forest understorey : a field experiment. J. Ecol. 90 : 78-85.
- Song, C. K. · Park, Y. M. · Cho, N. K. · Ko, Y. W. and Kang, D. I. 2000. Growth responses of some medicinal plants in different altitudes of mountain Halla. Korean Journal of Medicinal Science 8(2) : 134-145.
- Spark, D. L. · A. L. Page · Helmke, P. A. · Loeppert, R. H. · Soltanpour, P. N. · Tabatabai, M. A. · Johnston C. T. and Sumner, M. E. 1996. Methods of Soil Analysis. Part 3 : Chemical methods, SSSA, Madison, Wisconsin (USA), pp. 1264.
- Suzuki, R and Suzuki, K. 2009. Bamboo stand expansion in an on-campus green belt. The International Journal of Tourism Science 2 : 95-102. (in Japanese)
- Tadokoro, K. and Yajima, T. 1990. Growth and activity of rhizomes of *Sasa nipponica*. J. Jpn. For. Soc. 72 : 345-348. (in Japanese with English Abstract)
- Yamamoto, S. I. 1989. Gap Dynamics in climax *Fagus crenata* forests. Botanical Magazine-Tokyo 102 : 93-114.