

# 차광처리에 따른 애기소엽맥문동의 성장과 피복에 관한 연구†

강애란\* · 박석곤\*\*

\*호남대학교 대학원 조경학과 · \*\*국립순천대학교 산림자원 · 조경학부

## Growth and Ground Coverage of *Ophiopogon japonicus* 'Nanus' under Different Shade Conditions

Kang, Ae-Ran\* · Park, Seok-Gon\*\*

\*Dept. of Landscape Architecture, Honam University

\*\*Division of Forest Resources and Landscape Architecture, Suncheon National University

### ABSTRACT

Demand for dwarf mondo grass (DMG; *Ophiopogon japonicus* 'Nanus') as an ornamental garden plant is expected to grow in the future. The purpose of this study was to investigate the levels of shade tolerance and ground cover by growing DMG under a variety of shade conditions for 18 months (May 2015~October 2016). DMG plants grown in bare ground for 3 years in Jangheung-gun, Jeonnam were used for testing. In an experimental site created in Naju city in Jeonnam, the DMG was planted in planters (70cm×70cm×24cm) and covered with a shading curtain to block natural light. Shaded conditions were then arranged under different levels of shade (0%, 55% and 75%). When the plants were grown, growth (leaf size, the number of leaves, fresh weight and dry weight) and ground coverage of DMG were analyzed. According to the results, DMG growth in terms of leaf size and the number of leaves was statistically higher under zero shade (full sunlight), when compared to other shaded conditions. DMG's fresh and dry weights were significantly greater under 0% and 55% shade, compared to those under 75% shade. The degrees of shade tolerance required for normal growth of DMG were found in the range of 0~50%, meaning that more than 50% shade may decrease plant growth. There were no statistical differences in ground coverage rates of DMG under different levels of shade. When 220 tillers were planted per 1m<sup>2</sup> of plot, up to 80% of the area was covered by DMG after 18 months. Since DMG requires nutrient-rich soil to grow, sufficient nitrogen fertilizers are proposed to accelerate the ground cover of DMG. As DMG remained alive over the winter in the experiments, this study also suggests that DMG can be planted in the southern temperate region.

*Key Words: Photosynthetic Photon Flux Density(PPFD), Light Acclimatization, Shade Tolerance, Waeran, Ground Cover Plant*

† : 2017년 2월 호남대학교 대학원 조경학과 석사논문발전을 위한 연구논문임을 밝힘.

**Corresponding author:** Seok-Gon Park, Division of Forest Resources and Landscape Architecture, Suncheon National Univ, Suncheon 57922, Korea, Tel.: +82-61-750-3876, E-mail: sgpark@suncheon.ac.kr

## 국문초록

정원소재로서 수요가 늘어날 것으로 예상되는 애기소엽맥문동(*Ophiopogon japonicus* 'Nanus')을 대상으로 18개월(2015년 5월~2016년 10월)간 차광생육실험을 실시해 내음성 범위와 피복정도를 알아보았다. 전남 장흥군 노지에 3년간 재배된 애기소엽맥문동을 공시재료로 이용했다. 전남 나주시의 실험장에서 식재상자(70cm×70cm×24cm)에 애기소엽맥문동을 심고 차광막을 덮어 자연광을 차단했는데 차광처리 수준은 무차광(0%), 55%, 75%이었다. 차광처리구별 생장량(엽장, 엽수, 생중량·건중량)과 지표면 피복률을 조사했다.

애기소엽맥문동의 엽장·엽수는 무차광(0%)이 다른 처리구보다 통계적으로 높았다. 생중량·건중량은 무차광(0%)·차광처리 55%가 차광처리 75%보다 유의적으로 많았다. 애기소엽맥문동이 정상적으로 생육가능한 내음성 범위는 차광률 0~50%정도며, 50%이상의 자연광이 차단되면 생장량이 감소하는 것으로 판단된다. 차광처리구별 피복률은 통계적 차이를 보이지 않았다. 애기소엽맥문동을 1m<sup>2</sup>당 220분얼을 심었는데 18개월 후에는 지표면 80%까지 덮었다. 애기소엽맥문동은 비옥한 토양에서 생육이 적합해 조기 피복을 위해선 충분한 질소비료 시비가 필요하다. 본 실험장에서 애기소엽맥문동은 동해를 입지 않아 온대 남부지역까지 식재 가능할 것으로 보인다.

주제어: 광합성 광량자속밀도(PPFD), 광순화, 내음성, 왜란, 지피식물

## 1. 서론

최근 국내 정원산업 규모는 급속도로 성장되고 있다. 정원 식물 소재가 차지하는 산업규모는 67.8%로서 8,676억 원(2014년 기준)정도며, 그 중 지피식물은 2,000억 원이 넘는다(Korea Forest Service, 2015). 지피식물은 정원소재로서 다양한 식재기법을 구현하는데 필수소재로서 그 수요가 늘어나는 추세다(Son, 2012). 지피식물은 50cm 이하로 자라면서 지표면을 치밀하게 피복하는 소관목 내지는 초본류를 말한다. 번식력이 강하고, 피복속도가 빠르면서 녹화기간이 길수록 적합하다. 또한 잔디처럼 초장이 짧고, 미관이 아름다우면 더욱 바람직하다. 환경적으로는 토양 침식방지 및 미기후의 조절, 경관미 증진 등의 기능이 있어야 한다(Lee and Han, 1995).

이런 조건이 부합되는 지피식물로서 최근 애기소엽맥문동이 주목받고 있다. 일명 '왜란'이라 불리는데 일본에서 왔다하여 왜란(倭蘭)이라 생각할 수 있지만, 키가 작고 꽃·잎이 난과 비슷해 키 작을 왜(矮)자를 붙여 왜란(矮蘭)이라 불리는 것 같다. 잎은 10cm 이내로 폭은 2~4mm며, 꽃은 백색으로 5월에 잎보다 작게 피며, 질은 하늘색의 열매는 관상가치가 높다. 뿌리는 지하경으로 뻗으면서 포기(분얼)를 이루며, 종자파종보다 분주법을 이용해 번식한다. 애기소엽맥문동은 상록 다년생으로 겨울철 야외에서 휴면할 때 -10℃의 온도에서도 월동이 가능해(Hong et al., 1993), 겨울철 삭막한 공간에 녹음을 줄 수 있다. 잎이 짧고 영양번식으로 피복속도가 빨라서 수목하부 및 경계면, 포장석 사이에 심으면 경관의 시각적 효과가 크다. 대표적인 지피식물인 잔디에 비해 애기소엽맥문동은 반음지나 실내에서 생장이 양호하고, 유지관리가 수월해(Yabu and

Kawamura, 1992; Masuda et al., 1984), 정원문화 발전에 따라 수요가 늘어날 것이다.

애기소엽맥문동의 식물분류학적 위치를 살펴보면 백합과 맥문아재비속(*Ophiopogon*)에 속하는데 한국에 자생하는 맥문아재비속은 맥문아재비, 소엽맥문동, 실맥문동이 있다. 그 중에 소엽맥문동(*Ophiopogon japonicus* (L.f.) Ker Gawl)의 경우, 잎의 형태, 색상, 무늬 등에 따라 다양한 재배품종들이 개발되었다. 특히 소엽맥문동의 잎 길이가 왜성인 재배품종이 *O. japonicus* 'Nanus'와 *O. japonicus* 'Kyoto Dwarf' 등이 개발되어 일본에서 판매된다(Ding et al., 2005). 기존 문헌으로 파악한 *O. japonicus* 'Nanus'의 잎길이는 6.9±1.89cm 정도며, *O. japonicus* 'Kyoto Dwarf'는 5.5±2.33cm로 더 짧은 것으로 조사되었다. 우리나라 국립수목원의 국가표준식물목록에도 소엽맥문동(*O. japonicus* (L.f.) Ker Gawl)의 재배품종으로서 소엽맥문동 '교토 드와프'(*O. japonicus* 'Kyoto Dwarf')와 애기무늬소엽맥문동(*O. japonicus* 'Nanus Variegatus')이 등록되었다. 이런 점에서 '왜란'이라는 업계의 통칭보다 '애기소엽맥문동'으로 부르는 것이 더 바람직하고, 정확한 학명을 설계도서에 쓰는 것이 적합하다. 불명확한 식물명은 조경설계 및 시공 등의 조경업계에서 여러 가지 오해와 혼선을 주기 때문이다(Choi and Park, 2014).

맥문동류(*Ophiopogon*속, *Liriope*속)는 수목 하부나 야외 반음지나 실내까지 식재되는 대표적인 지피식물이다. 이런 점에서 정상적인 생육 가능한 내음성 범위를 파악하는 것이 중요하다. 조경용으로 자주 이용되는 맥문동(*Liriope platyphylla*)의 차광처리 실험(Hyun et al., 1996)에서는 차광률 0~50%의 범위에서 생육이 좋았으나, 90%에서도 자라 내음성이 강한 것으로 밝혔다. 소엽맥문동(*O. japonicus*)의 차광생육실험으로서 Ota

(1982)가 상대조도(lx)별(1, 10, 48%)로 9개월간 실험을 실시했는데 48%의 처리구에서 생육량이 가장 높았다고 보고했다. 비슷한 실험으로서 Masuda *et al.*(1984)가 상대조도(lx)별(7, 19, 32, 56, 71, 100%) 애기소엽맥문둥(*O. japonicus* 'Nanus') 생육실험을 5개월간 실시했는데 그 결과, 56%에서 가장 왕성한 생육을 보였다고 밝혔다. 또, 상대조도 71% 이상의 고풍도 처리구에서 잎 색깔이 황록색으로 변하는 황화현상(黃化現象)이 나타났다. 두 실험에는 엽록소에서 직접 흡수해 광합성 효율에 영향을 주는 빛만을 측정해 광합성 광량자속밀도(Photo-synthetic Photon Flux Density; 약칭 PPF: 단위  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) 단위를 이용하지 않고, 단지 장소의 밝기를 측정하는 조도(Illumination, 단위 lx)를 이용해 차광실험을 했다는 아쉬운 점이 있다. 식물생장에 절대적으로 영향을 주는 광합성은 빛의 스펙트럼에 따라 광합성 효율이 달라지기 때문이다. 이런 점을 착안해서 Ding *et al.*(2005)은 PPF 측정센서를 이용해 광합성 광량자속밀도를 상대 PPF별(1.6, 3.1, 6.3, 12.5, 25, 50, 100%)로 3개월 동안에 소엽맥문둥(*O. japonicus*)의 생리반응 실험을 실시했다. 그 결과, 상대 PPF 25~50%에서 엽록소합량·증산량 등의 성장반응이 높았고, 지나치게 낮거나 높은 PPF에서는 소엽맥문둥의 생장이 적합하지 않을 것으로 추측했다. 하지만, 상기 실험에서는 3~9개월로 생육기간이 짧아, 기간별 피복정도를 알 수 없었다. 또한 맥문둥류는 자연광이 충분한 환경뿐만 아니라 적은 환경에서도 생육이 가능인데, 이것은 식물이 광산화(light acclimatization) 과정을 걸쳐 광합성의 광보상점을 낮춰(Terashima and Hikosaka, 1995) 원활한 생육이 가능하기 때문이다. 이런 점과 함께 국내에서 애기소엽맥문둥 차광생육실험이 아직 보고되지 않았다는 점을 본 실험설계에 착안했다. 즉, 본 연구에서는 애기소엽맥문둥을 대상으로 PPF 센서로 차광처리해 장기간에 걸쳐 생육실험을 실시하여 애기소엽맥문둥의 성장 및 피복속도를 밝히고자 했다.

## II. 연구내용 및 방법

### 1. 연구내용

소엽맥문둥의 재배품종인 *Ophiopogon japonicus* 'Nanus'(이하, 한글명은 애기소엽맥문둥, 영문명은 Dwarf mondo grass로 함)를 공시재료로 이용해 전남 나주시 산포읍의 야외실험장에서 차광처리에 따른 생육실험을 실시했다. 2015년 5월부터 2016년 10월까지 18개월간 장기간의 실험을 통해 차광수준별 성장량(엽장, 엽수, 생중량·건중량)과 지표면 피복률을 조사했다. 기상청의 30년간 기후자료를 토대로 보면 본 실험지의 평균기온은 13.8°C, 일평균 최저기온은 -1.3°C, 연평균 강우량 1,391.0mm이었다. 실험지는 평지로서 지형지물이 햇볕을 차단

하지 않은 지역이었다.

### 2. 연구방법

전남 장흥군 정남진수목원 노지에서 3년 동안 재배된 애기소엽맥문둥을 본 실험의 공시재료로 이용했다. 2015년 5월 2일에 애기소엽맥문둥을 채취해 뿌리에 붙은 흙을 제거한 후 1분열(포기)씩 나누었다. 1분열은 엽장(葉長)이 약 7.9cm 정도, 엽수(葉數)가 16장 정도였지만, 이 범위에 속하지 않는 분열은 신초(新草)와 신아(新芽)를 제거, 규격화해 처리구간 차이를 최소화했다. 1분열당 생중량은 평균 1.7g, 건중량은 평균 0.5g이었다.

애기소엽맥문둥을 심기 위해 식재상자를 제작했는데, 크기 70cm×70cm×24cm의 목재로 만들었다. 사양토(모래 59.7%, 미사 19.3%, 점토 10.0%)와 천연부엽토(대지개발 주식회사)를 3대 1로 섞은 실험토양을 제조해 식재상자에 채워, 애기소엽맥문둥 3분열을 한 곳에 10cm 간격으로 총 108분열을 5월 3일에 정식(定植)했다. 차광처리구별 식재상자를 6반복으로 임의배치했다. 실험토양의 이화학적은 pH(H<sub>2</sub>O) 5.6, 유기물함량 5.0%, 총질소 0.027%, 유효인산 21mg kg<sup>-1</sup>, 교환성 K<sup>+</sup> 0.23, 교환성 Ca<sup>2+</sup> 3.30, 교환성 Mg<sup>2+</sup> 4.00 cmol kg<sup>-1</sup>이었다. 이 토양 수준은 한국조경학회 토양등급평가 기준(2013)과 비교해 보면 pH, 유기물함량, 교환성 Ca<sup>2+</sup>, 교환성 Mg<sup>2+</sup>은 중급 이상이지만, 나머지 항목은 하급 이하로 전반적으로 토양비옥도가 낮았다. Ota(1982)는 북사면에 토양수분과 부식질이 풍부한 계곡부에서 소엽맥문둥이 잘 자란다고 보고했다. 이에 본 실험토양은 사질양토에 천연부엽토를 섞어 수분함량은 늘어났지만, 애기소엽맥문둥의 원활한 생육조건으로는 토양양분이 부족한 것으로 예상했다. 또한 차광요인 외에 다른 환경요인이 애기소엽맥문둥 생육에 미치는 영향을 최소화하기 위해 2회(2015년 9월 26일, 2016년 4월 5일)에 걸쳐 시비했다. 처음 시비에는 혼합 유기질 비료(유기농업자재 목록공시: 공시-2-3-039호 유기왕 골드)를 규정시비량(10a당 20kg)에 맞게 식재상자당 9.8g를 지표면에 살포했으며, 입상형태의 이 비료 성분비는 질소 4%, 인산 2%, 칼륨 1%, 유기물 60%(아주가리 유박 50%, 채종유박 35%, 생선부산물 어박 15%)이었다. 2차 시비는 화학복합비료(NPK 21-3-4)를 10a당 20kg(식재상자당 9.8g)정도가 되도록 지표면에 뿌렸다.

처리구별 자연광을 차단하기 위해 폴리에틸렌 소재로 만들어진 흑색 차광막을 이용했다. 기존 문헌을 참고해 차광처리 수준을 0(무차광), 35, 55, 75%로 단계적으로 설정했다. 광합성 광량자속밀도(PPFD)를 측정하는 광량자속센서(SQ-110, Apogee사)를 이용해 차단되지 않는 곳의 PPF 값을 측정해 이 값을 기준으로 처리구별로 차광막을 처리구에 덮어 PPF를

조절했다. 정식 후 1개월 동안은 일주일에 1회 관수했고, 그 이후에는 자연강수 조건을 유지했다. 식재상자 안에 발생한 잡초는 지속적으로 제거해 실험의 영향을 최소화했다.

생육실험 18개월 후에 애기소엽맥문동의 엽장, 엽수, 생중·건중량을 조사하기 위해 처리별로 무작위로 정식한 분얼 50개, 새롭게 영양번식한 분얼 50개, 총 100분얼을 선발해 측정시료로 사용했다. 측정시료(분얼당)에 달린 잎 중에 가장 긴 잎을 선택해 엽장을 측정했으며, 달려있는 잎 개수를 모두 세어 엽수로 했다. 선발된 측정시료의 뿌리에 붙어 있는 흙을 물로 씻어 제거한 후에, 생중량을 미세저울로 소수점 두 자리까지 측정했다. 이 시료를 다시 45°C의 오븐건조기에서 7일간 건조한 후에 건중량을 측정했다. 한편, 시기 및 처리구별 지표면 애기소엽맥문동의 피복정도를 알기 위해 정식한 이후 약 1개월 후(2015년 5월 30일), 3개월 후(2015. 7. 30), 7개월 후(2015. 11. 30), 13개월 후(2016. 5. 30), 18개월 후(2016. 10. 13)에 총 5회 처리구별로 피복률을 조사했다. 정확한 피복률을 측정하기 위해 촬영사진의 색깔·픽셀을 구분해 잎의 면적을 추정하는 일면적 측정프로그램(LIA32, ver. 0.376β1)을 활용했다(Park, 2013). 처리구별로 사진 상에서 애기소엽맥문동의 잎과 토양의 색채를 분리하기 위해 식재상자의 토양표면에 흰색 필라이트를 피복해 사진을 촬영했다. 사진촬영은 처리구별 동일한 높이·방향에서 찍어 애기소엽맥문동 잎의 피복면적을 프로그램으로 추정해, 식재상자 면적의 비율로 환산해 처리구별 피복률을 계산했다. Masuda *et al.*(1984)는 소엽맥문동 생육실험에서 상대조도(lx) 71% 이상의 광도(光度, light intensity)가 높은 처리구에서 잎의 황화현상이 일어났다고 보고했다. 즉, 과도한 빛은 비정상적인 광화학 반응으로 세포구조물에서 광산화작용(photooxidation)이 일어나 엽록소(특히 photosystem II)를 파괴한다. 이런 파괴를 방지하기 위해 엽록소 내에 보조색소(carotenoid, xanthophyll 등)가 엽록소 등의 세포를 보호하며, 특히 높은 광도에서 잎의 엽맥을 따라 생기는 황화현상은 카로테노이드계(carotenoid) 색소가 광합성 기관인 엽록소(chlorophyll)의 광산화에 대한 보호기작으로서 잎 표면에 나타나는 현상으로 추정된다(Kim *et al.*, 1995). 또한 지나치게 햇볕에 노출되면 과도한 증산작용으로 잎 세포가 괴사하는 일로 인해 황화현상이 일어나기도 한다(Hopkins and Hüner, 2003). 따라서 처리구별로 일면적 측정프로그램(LIA32, ver. 0.376β1)을 활용해 실험 18개월 후에 촬영한 사진(2016. 10. 13.)의 적녹청 색상코드(RGB color codes)를 분석했다. 이 분석으로 처리구별 애기소엽맥문동 잎의 녹색정도(간접적 엽록소함량) 또한 황변정도를 처리구별로 비교했다.

처리구간의 통계적 차이를 분석하기 위해 엽장, 엽수, 생중·건중량에 대해 5%의 유의수준에서 일원분산분석(one-way ANOVA)과 사후분석(Duncan test)을 실시했다. 처리구별 적

녹청(RGB) 색상코드값과 피복률의 경우, 식재상자별 측정데이터가 6개로 적어 비모수적 검증(Non parametric test)방법인 Kruskal-Wallis test로 유의적 차이를 분석했다. 단, 차광처리구 35%의 측정데이터는 다른 처리구의 평균값보다 훨씬 낮은 측정값을 보였다. 이는 차광효과보다 다른 요인이 크게 영향을 미칠 것으로 판단해 처리구별 통계분석에서 제외했다. IBM SPSS Statistics(ver. 21)를 이용해 이 통계분석을 실시했다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 애기소엽맥문동의 생장량

차광처리구별 애기소엽맥문동의 엽장은 0%(무차광)가 차광처리 55%·75%보다 유의적으로 길었다(Figure 1 참조). 분얼당 엽수 또한 차광처리 0%에서 다른 처리구보다 유의적으로 많았다(Figure 2 참조). 분얼당 최대 엽장은 10.2~11.5cm로서 차광처리 55% 이상부터 짧아졌으며, 엽수는 25~28개로서 차광처리 55% 이상부터 줄어드는 경향을 보였다. 무차광구(0%)와 차광처리(55, 75%) 사이의 애기소엽맥문동의 성장량(엽장·엽수)은 크게 차이가 나지 않았지만, 통계적 차이가 있어 차광처리 55%부터 엽장과 엽수가 줄어드는 것으로 보인다. 생중·건중량은 상기 결과와 달랐는데 무차광과 차광처리 55%에서는 유의적 차이가 없었다. 반면, 차광처리 75%의 생중·건중량이 0%·55%보다 유의적으로 낮았다(Figure 3 참조). 다시 말해 차광 75%부터는 애기소엽맥문동의 현존량이 감소하는 것으로 보인다. 적녹청(RGB) 색상코드값으로 차광처리구별 애기소엽맥문동의 엽색을 분석한 결과(Figure 4 참조), 녹색코드값은 처리구간 통계적 차이가 없었다. 하지만, 적·청색은 차광률이 높

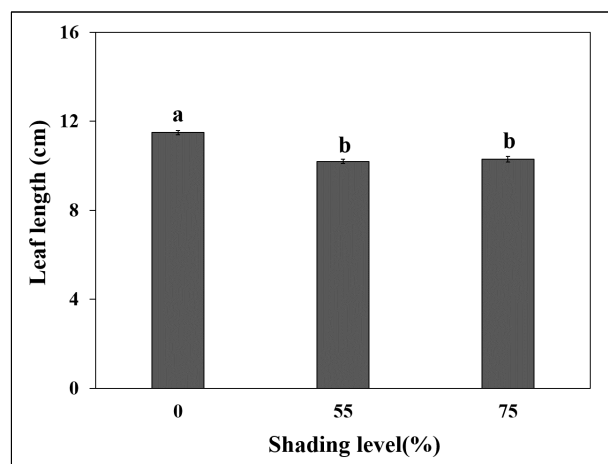


Figure 1. Effect of shading levels on the leaf length of the dwarf mondo grass. Difference in the superscript alphabets (a~b) of the indicates significant difference ( $p < 0.05$ )

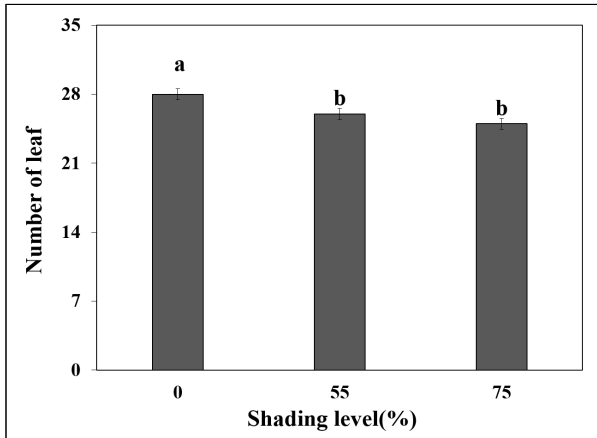


Figure 2. Effect of shading levels on the number of leaves of the dwarf mondo grass. Difference in the superscript alphabets(a~b) of the indicates significant difference ( $p < 0.05$ )

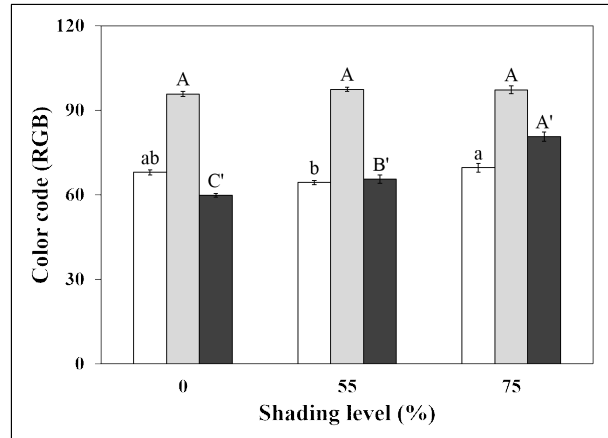


Figure 4. Effect of shading levels on color code(RGB) of dwarf mondo grass. Difference in the superscript alphabets (a~b, A~B, A'~C') of the indicates significant difference ( $p < 0.05$ )

Legend: □ Red □ Green ■ Blue

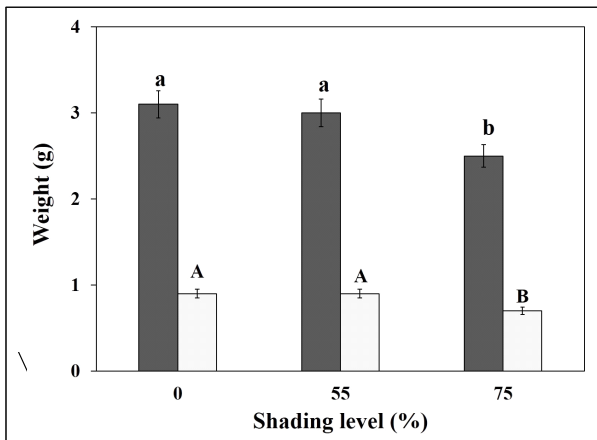


Figure 3. Effect of shading levels on the fresh-weight, dry-weight of dwarf mondo grass. Difference in the superscript alphabets(a~b, A~B) of the indicates significant difference ( $p < 0.05$ )

Legend: ■ Fresh □ Dry

을수록 상승하는 경향을 보였다. 즉, 처리구별 녹색이 일정한 반면, 적·청색이 증가해 녹색이 더 진해졌다. 이런 결과는 자주맥문동 차광생육실험(Kim and Joo, 2008)과 동일한 결과며, 저광도 조건에서 잎의 엽록소함량이 늘어남(Kim and Lee, 2001)에 따라 진한 녹색으로 변하는 것은 흔하게 일어나는 생리현상이다. 본 실험의 식재초기(2015년 5월 30일) 당시에는 일부 잎 끝부분이 말라가는 현상이 일어났는데, 이는 뿌리가 활착하지 못한 상태에서 증산량이 증가해 엽록소 등의 세포가 고사했기 때문일 것이다. 하지만, 식재 3개월 후부터는 확연히 줄어들어 이런 현상은 발생하지 않았다. 이 결과를 종합해 보면, 노지의 무차광 지역에서 애기소엽맥문동의 성장량이 원활하지만, 차광처리에 따라 성장량이 감소했다. 특히 차광처리 55%부

터 엽장과 엽수가 줄어들기 시작해 차광처리 75%에는 애기소엽 맥문동의 현존량이 감소하는 결과를 나타냈다. 맥문동류는 내음성이 강해 어느 정도의 햇볕을 차광한 조건에서도 생육이 양호할 것으로 예상했으나, 본 실험은 다소 다른 결과를 보였다.

애기소엽맥문동과 같은 과(科)에 속한 맥문동(*Liriope platyphylla*)은 조경용 소재와 한약재 등으로 이용되어 지금까지 다양한 연구가 진행되었다. Lim(1997)의 맥문동 차광생육실험에서 차광처리에 따라 엽수와 분얼수가 적어지고, 뿌리의 피근량도 낮아졌다. 특히 엽수는 차광률 50%와 60%에서 비슷하게 줄어들었지만, 70%부터는 현저하게 감소했다. Hyun *et al.* (1996)의 맥문동 실험에서도 잎의 성장량은 차광 50%에서 가장 높았지만, 전체 생중량과 피근량은 무차광에서 가장 높고 차광률이 높을수록 낮아졌다. Won and Lee(2002)의 맥문동 광합성 특성연구에서  $700 \sim 1,000 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 에서 광합성속도가 최대가 되어 호광성 콩, 벼 등의 작물과 동일한 경향을 보였다. 즉, 상당량의 햇볕이 있을 때 광포화점에 도달했는데 이는 햇볕을 좋아하는 호광성 식물이라는 것이다. Shin(1988)의 개맥문동(*Liriope spicata*) 실험에서는 상대조도 55%에서 지상부의 성장률이 높은 반면, 무차광구에서는 지하부가 더 높았다. 또한 Kim and Joo(2008)는 자주맥문동(*Ophiopogon planiscae-pus* 'Nigrescens')을 대상으로 상대 PPFD 단위를 사용해 차광생육실험(차광률 0, 40, 70, 85%)을 실시했다. 그 결과, 무차광(0%)의 자주맥문동은 차광처리(40, 70, 85%)보다 엽수·엽장·엽폭 등의 성장량이 유의적으로 높았고, 증산량·세포내 CO<sub>2</sub> 변화량, 기공전도도, 광합성 효율 등의 생리활성 반응 또한 우수했다. 기왕 문헌의 결과를 종합하면, 맥문동류는 자연광이 충분한 환경에서는 잎의 성장량이 높았고, 생리활성 반응이 우수했다. 한편, 차광에 의한 정상생육 범위 즉, 내음성 범위는 차광

를 0~50%로서, 이 범위 내에서는 광합성 산물인 동화물질을 합성하는 잎의 구조는 그대로 유지해 광합성 효율 등의 생리 활성 반응은 크게 달라지지 않았다. 하지만, 뿌리로 보내는 동화물질량이 감소해 전체 성장량이 줄어드는 것으로 보인다. 반면, 서론에서 언급한 소엽맥문동류(*O. japonicus*와 *Ophiopogon japonicus* 'Nanus') 차광생육실험(Ota, 1982; Masuda *et al.*, 1984)에서는 상대조도 48~56%에서 잎의 성장량이 많았고, Ding *et al.*(2005)은 상대 PPFD 25~50%에서 생리반응이 높았다고 결론내렸다. 맥문동과 개맥문동, 자주맥문동의 기존 결과는 본 실험과 유사했지만, 소엽맥문동류의 결과에서는 50% 내외로 차광할 때 성장량이 많고 생리반응이 활성화되었다고 보고했다.

이런 차이를 2가지 측면에서 논의할 수 있는데 본 실험 결과처럼 애기소엽맥문동은 무차광(0%)에서 차광 55% 미만인 정상 생육 범위며, 이 범위에서 성장량이 우수할 가능성이 있다. 다른 하나는 애기소엽맥문동의 광순화(light acclimatization) 가능성이다. 전자는 향후 재차 차광실험을 통해 검증될 것으로 본다. 후자의 경우, Conover and Poole(1977), Min and Lee(1992)는 내음성이 강한 벤자민고무나무(*Ficus benzamina*)를 저광도 환경에서 일정기간 동안에 광순화 과정을 걸쳤을 때 광도가 낮은 실내에서 생육이 훨씬 양호했다고 보고했다. 이처럼 식물은 생육환경 조건에 순응하는 기작을 갖는데 특히, 잎의 구조나 생리학적 특징을 변화시키는 광합성 능력은 차광률에 대한 순화 정도에 따라 달라질 수 있다(Terashima and Hikosaka, 1995). 즉, 식물은 광합성 효율과 엽록소함량, 식물 형태를 가역적으로 적응·변화시켜 광범위한 광조건에 생육할 수 있다는 점이다. 본 실험의 공시재료는 노지의 광도가 높은 곳에서 3년간 재배된 것으로 차광된 환경조건보다 무차광에서 생리학적 특징과 잎 구조가 최적화되었기 때문에 무차광 조건에서 성장량과 생리반응이 더 양호했을 것으로 추정된다.

## 2. 애기소엽맥문동의 피복률

생육실험이 종료된 시점(18개월)에서 피복률은 무차광과 차광처리 55%에서 전반적으로 높은 편이었지만, 처리구별 통계적 차이는 없었다(Figure 5 참조). 상기의 실측한 애기소엽맥문동의 성장량에서는 무차광·차광처리 55%가 75%보다 유의적으로 높았다. 처리구별 측정데이터(6개)가 적고 사진 영상을 간접적 방법으로 잎 면적을 추정했기 때문에 차광처리 요인보다 다른 요인들의 오차범위가 커서 통계적 유의성이 보이지 않았을 가능성이 있다.

한편, 애기소엽맥문동을 심어 초기에 지표면을 덮기 위해선 시기별 피복률 변화를 살펴봐야 한다. 본 실험에서 애기소엽맥문동의 초기 식재밀도는 220본/㎡(2015년 5월 3일 식재)로서 피복률이 17%수준이었다. 식재 5개월째(2015년 9월)에 유기질비료를 시비했지만, 3개월(2015년 7월 30일)과 7개월(11월

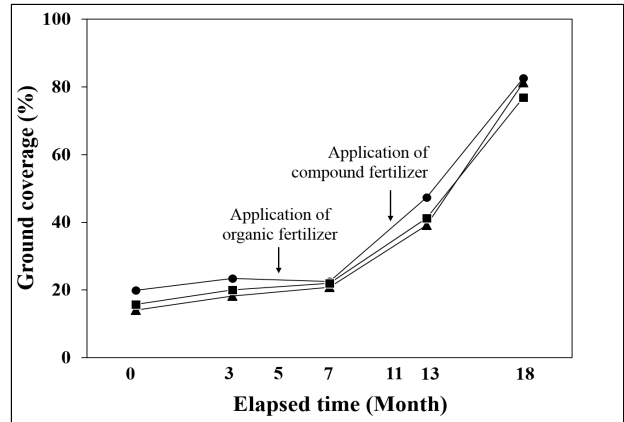


Figure 5. Change of the ground coverage on shading levels  
Legend: Shading level (%) ▲ 0 ● 55 ■ 75

30일) 경과 시점에는 피복률이 약 19% 수준으로 변화가 미비했다. 11개월째(2016년 4월)에 복합비료를 시비했는데 13개월(2016년 3월 30일)에는 피복률 40%수준까지, 18개월에 80%수준까지 피복률이 급격히 상승했다(Figure 5 참조).

Seong *et al.*(2000)은 질소(N)비료 시비량에 따른 맥문동 생육실험을 2년간 실시했는데 질소 26kg/10a정도가 괴근(塊根) 형성의 적정시비량이었으며, 질소 36kg/10a를 시비했을 때 엽장·엽수·분얼수 등의 지상부 성장량이 가장 높았다고 보고했다. 본 실험에서 식재상자당 시비한 비료량 중에 질소량을 환산하면, 유기질비료는 약 0.8kg/10a, 복합비료는 4.2kg/10a로 총 5.0kg/10a정도였다. 상기 문헌과 비교하면 질소량은 12~19% 수준으로 상당히 미비했던 것으로 판단된다. 무기영양소 중에 질소(N)는 단백질·핵산·엽록소 등을 구성하는 필수성분이자 대량 영양소다. 자연생태계에서 토양 내의 질소량은 부족하며, 생장의 제한인자로 작용하는 경우가 흔하다(Hopkins and Hüner, 2003). 이런 까닭으로 애기소엽맥문동 식재이후 7개월 동안 피복률이 낮았으며, 시비효과가 빠른 질소함량이 높은 복합비료 시비가 피복률 상승에 유효하게 영향을 미친 것으로 보인다. Shin *et al.*(2002)의 한국산 맥문동류의 생태특성 연구에서 맥문동보다 소엽맥문동군락이 질산태 질소(NO<sup>3-</sup>)함량이 높은 곳에 분포했다고 밝혔다. 맥문동보다 애기소엽맥문동은 질소요구량이 높고, 지하경으로 주로 영양 번식하므로 충분한 질소양분 시비가 식물체의 뿌리를 발달시켜 조기 피복을 보장할 수 있을 것이다. 유기질비료는 밀거름으로, 복합비료는 봄·가을철에 추비로 나누어 36kg/10a정도를 시비한다면 본 실험보다 더 빠른 시간에 완전피복까지 도달 가능할 것이다.

## IV. 결론 및 제언

애기소엽맥문동은 호광성 식물로서 정상생육 가능한 내음성 범위는 차광률 0~50%정도인 것으로 판단된다. 50%이상의 자

연광이 차단되면 광합성 효율이 떨어져 엽장·엽수 등의 생장량이 줄어드는 것으로 보인다. 무차광 지역에서는 식재 초기에 활발한 증산작용으로 잎 끝이 말라죽을 수 있으니 50%수준의 차광막을 덮어 조기 활착을 유도하는 것도 좋을 것이다. 애기소엽맥문동을 220분일/m<sup>2</sup>(피복률 17%정도) 수준으로 5월경에 심었는데 18개월 이후에는 80%까지 지표면을 덮었다. 잎 등의 지상부 성장은 토양의 질소량과 밀접한 관련이 있기 때문에 초기에 지표면 피복을 원한다면 충분한 시비(36kg/10a정도)가 필요할 것이다. 더불어 애기소엽맥문동은 토양유효수분이 많은 곳에서 잘 자라므로(Ota, 1982) 식재 초기에 충분히 관수해 활착을 유도하고, 사질양토보다 양토나 미사질 양토에서 생육이 더 유리할 것이다.

한편, 애기소엽맥문동은 내한성이 약해 식재범위가 좁은 것으로 알려졌지만, 전남 나주시의 본 야외시험장에서는 겨울철에 동해를 입지 않았다. 소엽맥문동의 경우에는 중부 이북지역에서 노지 월동이후 잎이 황변하고 생육이 불량해졌으며(Sul *et al.*, 1997), Shin *et al.*(2002)의 연구에서 자생지 분포가 주로 온대 남부와 난온대 기후대였다. 기존 문헌과 본 실험의 결과를 근거한 식재 가능지역은 온대 남부지역까지로 보인다. 하지만, 도시 열섬현상과 지구온난화로 실제 식재범위는 더 넓고, 앞으로 확대될 것으로 예상되므로 월동가능 범위와 내한성 파악이 필요할 것이다. 애기소엽맥문동은 외부공간뿐만 아니라 실내용 지피식물로도 활용이 가능하다(Yabu *et al.*, 1992). Yabu *et al.*(1992)는 백색형광등(TOSHIBA, FL 15W) 광원의 배양기에서 애기소엽맥문동 생육실험을 실시했다. 그 결과, 2,400lx의 15~20시간 조사(照射)했을 때 5개월에 걸쳐 정상적으로 생육했고, 죽은 개체가 없었다고 밝혔다. KS조도 기준(KSC3011)에서 사무실은 보통 200~400lx인 것을 감안할 때 상당히 밝은 공간에서 장기간에 걸쳐 인공광원을 조사해야 애기소엽맥문동의 생육이 가능하다. 따라서 창가 등에 직접 입사되는 자연광이나 반사광을 유효하게 활용한 것이 실내공간에서의 정상 생육을 보장할 수 있을 것이다.

애기소엽맥문동이 난지형 잔디처럼 답압에 강하면 대체식물 소재로 각광을 받을 수 있다. 하지만, Masuda *et al.*(1984)의 답압실험에서 체중 70kg(접지압 0.35kg/cm<sup>2</sup>)의 사람이 운동화를 신고 1일 10회만 밟았을 경우, 대조구에 비해 엽수·건중량이 절반수준으로 떨어졌다. 애기소엽맥문동을 직접 밟으면 잎이 꺾여 직접적인 손상을 입어 생육 불량과 피복 저하의 원인이 되었다. 잔디와 달리 애기소엽맥문동은 답압에 취약하기 때문에 초기 피복이 필요한 장소에선 사람들의 출입을 제한해야 한다. 더불어 현재 애기소엽맥문동은 국내에서는 주로 남부지방을 중심으로 노지재배나 컨테이너(포트)로 생산되고 있다. 소규모 정원소재뿐만 아니라 대면적 피복 및 속성녹화용 식물 소재로 활용할 수 있도록 향후 매트형 대량생산기술 개발이 요구된다.

## References

1. Choi, J. J. and S. G. Park(2014) Analysis of confusion of *Azalea* cultivars and its actual state of use in landscaping businesses. Journal of Korean Institute of Landscape Architecture 42(2): 86-90. (in Korean with English abstract)
2. Conover, C. A. and R. T. Poole(1977) Effects of cultural practices on acclimatization of *Ficus benjamina* L. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102(5): 529-531.
3. Ding, J., L. Yu, Q. Cai and Y. Shen(2005) Optimal light intensity for dwarf *Ophiopogon japonicus* from Japan. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica 26(9): 1827-1831. (in Chinese with English abstract)
4. Hong, J. U., K. C. Lee, B. L. Huh, K. Y. Won and B. C. Lim(1993) Fundamental studies on the landscape use of evergreen ground cover plants in Kangwon area -Propagation, shade tolerance, cold resistance, and growth rate-. Weed & Turfgrass Science 7: 19-30. (in Korean with English abstract)
5. Hopkins, W. G. and N. P. A. Hüner(2003) Introduction to Plant Physiology 3rd edition. John Wiley & Sons, inc., pp.580.
6. Hyun, K. T., N. K. Cho, C. K. Song and Y. K. Kang(1996) Effect of shading level on growth and yield of *Liriope platyphylla* Wang et Tang. Journal of Asian Agriculture and Biotechnology 13: 73-79. (in Korean with English abstract)
7. Kim, H. K. and N. R. Joo(2008) Effect of different shading levels on the growth and leaf color changes of variegated *Physocarpus opulifolius* 'Diabolo' and *Ophiopogon planiscapus* 'Nigrescens'. Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology 11(6): 112-119. (in Korean with English abstract)
8. Kim, P. G. and E. J. Lee(2001) Adaptation of the photosynthetic apparatus to changing environment -Ecophysiology of photosynthesis 2-. Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology 3(3): 171-176. (in Korean with English abstract)
9. Kim, W. S., K. Y. Huh, D. W. Lee and J. S. Lee(1995) Effects of controlled shading on the growth and ground-covering ability of *Wedelia robusta* and *Vinca minor*. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 36(4): 588-594. (in Korean with English abstract)
10. Korea Forest Service(2015) National Gardening Industry Surveys and Prospects. 130pp. (in Korean)
11. Lee, J. K. and B. G. Han(1995) A study on the ground cover plants application in landscape architecture construction. Korea Institute of Traditional Landscape Architecture 13: 39-48. (in Korean with English abstract)
12. Lim, S. G.(1997) Effects of Different Shading Levels and Planting Location on the Growth of Big Blue Lily-turf (*Liriope platyphylla* Wang et Tang). Master's thesis, Andong National Univ., Andong pp.30. (in Korean with English abstract)
13. Masuda, T., Masaharu M. Ohchi and S. Yosida(1984) Growth of Mondo Grass under various relative light intensities. Journal of the Japanese Institute of Landscape Architecture 48(2): 123-127. (in Japanese with English abstract)
14. Min, G. M. and J. S. Lee(1992) Growth responses and acclimatization of *Ficus benjamina* 'WG-1' to the changes of light conditions. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 33(1): 48-53. (in Korean with English abstract)
15. Ota, S.(1982) Effects of shading on the growth and development of *Ophiopogon japonicus*. Journal of the Japanese Institute of Landscape. 45(3): 168-174.
16. Park, S. G.(2013) An analysis of *Sasa borealis*' growth properties and positional environmental factors in Jirisan National Park. Journal of

- the Korea Society of Environmental Restoration Technology 16(2): 53-61. (in Korean with English abstract)
17. Seong, J. D., K. D. Park, Y. H. Kwack, S. M. Kim and J. H. Kang (2000) Effects of nitrogen levels and split application ratio on growth and yield in *Liriope platyphylla* Wang at Tang. Korean J. Medicinal Crop Sci. 8(1): 69-73. (in Korean with English abstract)
  18. Shin, J. S., W. H. Kim and J. H. Kim(2002) Ecological characteristics of the genus *Ophiopogon* and *Liriope* in Korea. Korean J. Ecol. 25 (1): 21-31. (in Korean with English abstract)
  19. Shin, W. K.(1988) A study on dry matter production and growth analysis of herbaceous ground cover under various light intensity - For *Liriope spicata* and *Ajuga reptans*-. Korean Institute of Landscape Architecture 15(3): 3051-3069. (in Korean with English abstract)
  20. Son, G. H.(2012) Presentation of checklists for selection of herbaceous plants in garden design. Journal of Korea Society for Plants People and Environment 15(1): 47-60. (in Korean with English abstract)
  21. Sul, J. H., K. H. Cho, J. Hong, C. H. Park, K. M. Lee and B. H. Kwack(1997) Effects of soil mulching and root-cut treatments on winter growth of *Ophiopogon japonicus*. Horticulture, Environment, and Biotechnology 38(1): 81-85. (in Korean with English abstract)
  22. Terashima, I. and K. Hikosaka(1995) Comparative ecophysiology of leaf and canopy photosynthesis plant. Cell and Environ. 18: 1111-1128.
  23. Won, J. Y. and C. Y. Lee(2002) Characteristics of photosynthesis and dry matter production of *Liriope platyphylla* Wang et Tang. Korean J. Medicinal Crop Sci. 10(2): 82-87. (in Korean with English abstract)
  24. Yabu, S., A. Nakashima and T. Kawamura(1992) Studies on the growth of several ground cover plants under artificial light conditions with white fluorescent lamps. Journal of the Japanese Society of Revegetation Technology 18(2): 104-111. (in Japanese with English abstract)

---

Received : 27 February, 2017

Revised : 21 March, 2017 (1st)

Accepted : 21 March, 2017

3인익명 심사필