

환경구배처리에 따른 상수리나무, 굴참나무와 신갈나무의 생육 차이

정 헌 모 · 김 해 란 · 유 영 한*

공주대학교 생물학과

Growth Difference among Saplings of *Quercus acutissima*, *Q. variabilis* and *Q. mongolica* under the Environmental Gradients Treatment

Heon-Mo Jeong, Hae-Ran Kim and Young-Han You*

Department of Biology, Kongju National University, Gongju 314-701, Korea

Abstract – In order to characterize the ecological traits of *Quercus acutissima*, *Q. variabilis* and *Q. mongolica*, which dominated in Korean mountain, we treated the sapling of the three oak species under the major environment factors (light, soil moisture and nutrient) with four gradient levels, for 8 months in glass house. Then we measured and analyzed the growth difference among them. The growth of *Q. acutissima* and *Q. variabilis* were increased with higher light intensity, but there is no apparent trend in *Q. mongolica* for light gradients. *Q. mongolica* did not show high reduction of growth, even in the lowest light intensity. *Q. variabilis* and *Q. mongolica* had a constant growth state to soil moisture treatment, but only *Q. acutissima* grew well in higher soil moisture gradient condition. All the growth of three oak species decreased with higher nutrient gradient condition. The growth reduction was increased in order of *Q. variabilis*, *Q. mongolica* and *Q. acutissima*. with increased nutrient gradient level. These results means that *Q. mongolica*, *Q. acutissima* and *Q. variabilis* have adaptation ability to shade, high moisture and low nutrient condition, respectively.

Key words : environmental treatment, growth, Quercus, sapling

서 론

우리나라 국토의 약 70%는 산악지역으로 대부분의 산림군락은 화전, 지형변경, 벌채, 특정수종의 보호 등 인간의 많은 간섭을 받으며 발달해 왔다. 참나무류는 한반도에서 다른 종보다 훨씬 넓은 면적을 차지하고 있다 (송 2007). 뿐만 아니라 중국, 일본이 속해있는 동북아시아

전역에서는 400~500종의 다양한 참나무류들이 숲을 형성하고 있다 (Menitsky 2005). 인간의 생활터전에 가까운 곳에서도 번성하여 땃감, 도토리, 참숯, 재목 등으로 흔히 이용되어 왔다. 자연에 넓게 분포하는 종인 참나무류는 보통 잡목으로 인식되어 인공 조림시에 조림목으로도 사용되지 않을 정도로 그 가치가 인정되고 있지 않는 실정이다 (임업연구원 1988).

우리나라의 참나무 속 (*Genus Quercus*)에는 상수리나무 (*Quercus acutissima*), 굴참나무 (*Quercus variabilis*), 신갈나무 (*Quercus mongolica*), 갈참나무 (*Quercus aliena*),

* Corresponding author: Young-Han You. C.P. 016-291-2925, Fax. 041-850-8505, E-mail. youeco21@kongju.ac.kr

떡갈나무(*Quercus dentata*), 굴참나무(*Quercus serrata*) 6분류군과 12분류군의 자연교잡종이 포함되어있다(이 2003). 우리나라 전역에 분포하고 있는 참나무는 미소적으로 사는 곳이 다르고 국지적으로 종에 따라 다른 분포를 하고 있다. 특히 상수리나무는 양지바른 산기슭에 자생하는 활엽수의 대표적인 수종으로(송 2007), 제주도에서부터 함경도까지 해발 100~200 m 지역에서 주로 생육하며 내건성과, 내한성, 내음성이 강한 수종이고 인가 및 도로변 산지일대에서 쉽게 접할 수 있다(정과 이 1965). 굴참나무는 주로 햇볕을 많이 받는 척박 건조지에서도 번성하며, 내음성은 없지만 맹아력이 강하고 생장이 빠르다(임 2002). 신갈나무는 한반도 전 지역에 분포하고 있으며(정과 이 1965) 산의 중북부 이상의 적습한 사면에서 서식하는(김과 길 2000) 낙엽교목으로 우리나라의 대표적인 삼림형을 이룬다(장 2006).

낙엽성 참나무류의 생태적 분포특성을 보면 일반적으로 건조한 화강암 산림토양에서 생장이 양호하지만 자세히 관찰하면 수종 간에는 현저한 차이를 나타낸다. 온도와 수분, 토양 환경 인자를 포함한 천연 분포지의 생태환경 차이 때문에 환경이 다르면 수종간의 잎, 줄기, 뿌리의 형태도 다르고 이에 따라 환경에 적응하는 능력과 생리활동도 다른 특성을 나타낸다(심과 한 2003).

이 연구에서 다뤄질 상수리나무, 굴참나무, 신갈나무는 한반도 이남에 주로 분포하면서 인간의 생활과 밀접하면서도 주요한 위치를 차지해 학술적으로 많은 연구가 이루어지고 있다. 그리고 이들에 대한 연구는 수치분석에 의한 참나무 유연관계(마 1974), 한국 신갈나무림의 식물사회학(장 2006), 강원도 신갈나무림과 생태학 분류(장 등 1997), 상수리나무림의 분포와 군집구조(송 2007), 굴참나무림의 입지환경(정과 신 2003), 상수리나무림의 토양호흡에 관한 연구(이와 문 2001) 등 다양하게 이루어져 있다. 그러나 실내에서 통제된 조건에서 이들 참나무류의 생태적 반응에 대해 다룬 연구는 찾아보기 힘든 실정이다.

따라서 본 연구는 상수리나무, 굴참나무, 신갈나무의 생태적 특성을 밝히기 위하여 식물생장에서 가장 중요하다고 판단되는 광, 토양수분, 영양소를 이들 3종의 참나무 유식물에 각각 실내에서 처리하여 그 생육반응을 관찰하고, 분석하고자 시도하였다.

재료 및 방법

1. 종자 선정 및 발아

실험에 사용한 유식물은 국내에서 자생하는 상수리나

무(*Q. acutissima*)와 굴참나무(*Q. variabilis*), 신갈나무(*Q. mongolica*)이다. 상수리나무와 굴참나무의 종자는 충남 공주시 인근 야산에서, 신갈나무는 월악산에서 2006년 10월에 채집되었고 4°C 냉장보관 하였다. 이듬해인 2007년 3월에 크기가 유사한 종자를 선별하여 발아시켰으며 지름 24 cm, 높이 23.5 cm인 화분을 사용하였다.

2. 환경 요인의 구배 및 재배

식물군락 발달과 관련하여 영향을 미치는 주요한 환경인자로는 광도와 수분, 토양 환경인자 등 여러 요인들이 있다(Walter 1973). 그러한 환경요인들 중 식물의 분포에 일반적으로 가장 중요하다고 알려진 광, 수분과 영양소(Barbour *et al.* 1987)를 환경 구배로 하여, 각 요인에 대하여 4구배로 처리하였다.

광 구배는 유리온실에 입사되는 전 일광 100%(구배 4, L4, 13,000~15,000 lux)를 기준으로 차광막을 이용하였다. 구배 1(10%, L1, 1,300~1,500 lux), 구배 2(30%, L2, 3,900~4,500 lux)와 구배 3(70%, L3, 9,100~10,500 lux)은 차광막의 두께를 조절하여 만들었다. 이때 광 구배는 조도계(TE5-1332A)로 측정하였다.

수분 구배는 4구배로 나누어 400 mL(M1), 600 mL(M2), 700 mL(M3), 800 mL(M4)씩 물을 공급하였다. 이러한 양은 토양을 채운 화분에 물을 주면서 화분 밑으로 물이 새어나가기 직전까지의 물의 양인 포장용수량(carrying capacity) 800 mL(M4)을 기준으로 하였다. 수분의 공급주기는 증발이 빠른 여름철에는 4일 간격으로, 그 외 기간에는 7일 간격으로 공급하였다.

토양의 유기물 구배는 건조 모래를 기준으로 하여 유기물 비율을 0.5%(N1), 2%(N2), 5%(N3)와 10%(N4)가 되게 배합하였다. 유기물은 유기질함량이 46.7%인 유기질비료(주, 효성오엔비)를 사용하였다.

3. 수확 및 측정

각 유식물의 처리기간은 2007년 3월부터 10월까지 8개월 동안으로 이 처리기간 후 수확하였다. 유식물에 붙어 있는 토양을 제거하고 뿌리, 줄기, 잎으로 나누어 70°C에서 건조시켰다. 건조 후, 건조량은 지상부 무게(aboveground biomass: 줄기 무게+잎 무게), 지하부 무게(belowground biomass: 뿌리 무게), 식물체 무게(plant biomass: 지상부 무게+지하부 무게)로 측정하였다. 이렇게 얻어진 자료는 환경 구배에 따른 동일 종 내 구배 간 비교와 구배 내 종간 비교하여 Fisher의 최소유의차 방법으로 5% 유의수준에서 차이를 검정(노와 정 2002)하였고, Statistica 통계패키지(Statsoft Co. 2006)를 이용하였다.

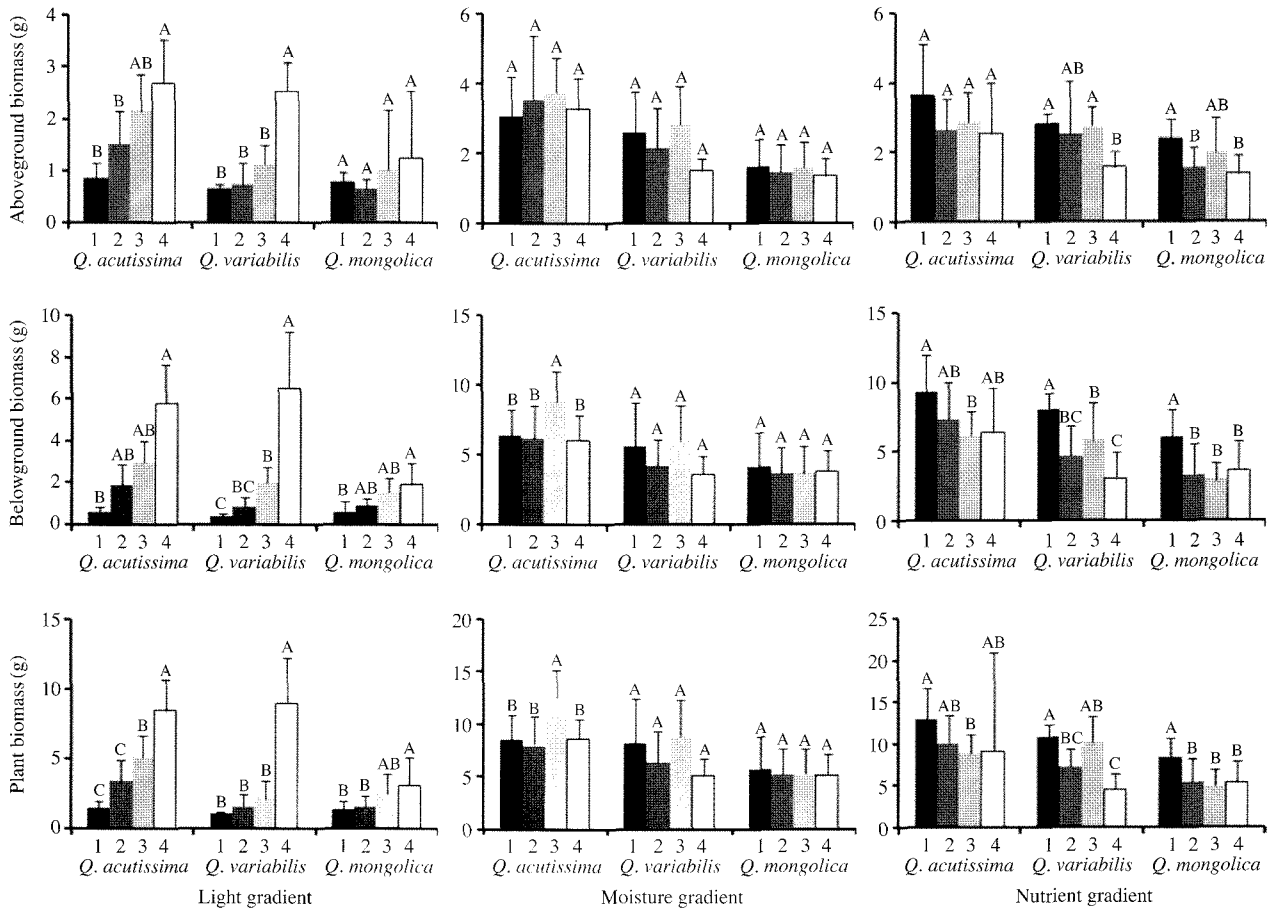


Fig. 1. Comparison of dry weight of the saplings of *Q. acutissima*, *Q. variabilis* and *Q. mongolica* under three environmental gradient treatments, light (left), moisture (middle), nutrient (right). Alphabets on the bars mean significantly different among gradients level within each species (Fisher's least significant difference, $p < 0.05$).

결과 및 고찰

광 구배에서 상수리나무는 지상부 무게, 지하부 무게, 식물체 무게 모두 구배가 높을수록 잘 자라는 경향이 있었다(Fig. 1 left). 지상부 무게에서는 광이 가장 높은 구배(L4)와 광이 낮은 구배(L1, L2)에서 성장량 차이가 있었지만 중간 구배(L3)에서는 차이가 없었다. 지하부 무게에서도 광이 가장 높은 구배(L4)와 광이 가장 낮은 구배(L1)에서 성장량 차이가 있고 중간 구배(L2, L3)에서는 차이가 없어 지상부 무게와 경향이 비슷했다. 식물체 무게에서는 광 구배가 가장 높을 때(L4)와 중간일 때(L3), 구배가 낮을 때(L1, L2)순으로 잘 자라 상수리나무의 지상부 무게, 지하부 무게, 식물체 무게는 광이 높을수록 잘 자랐다. 이것은 피음이 커질수록 상수리나무의 생물량이 감소한다고 밝힌 하(1989)의 결과와 같고 상수리나무는 피음이 클 수록 잘 자란 것을 보고

한 김 등(2004)의 결과와는 상반되었다.

광 구배에서 굴참나무는 지상부 무게, 지하부 무게, 식물체 무게 모두 광이 가장 높을 때만(L4) 잘 자랐고 그보다 낮을 때(L1, L2, L3)는 못 자랐다(Fig. 1 left). 지상부 무게, 지하부 무게, 식물체 무게의 낮은 광(L_L: Light Low-10%)에 대한 높은 광(L_H: Light High-100%)의 비(L_H/L_L)는 각각 3.0, 5.8, 5.5로 광이 낮을 때와 광이 높을 때 차이가 있었다. 이것은 L_H/L_L 값이 2.8, 4.3, 3.5로 차이가 컸던 백(1995)의 결과와 경향성이 유사하였다. 그러나 성 등(2004)은 60% 피음에서 굴참나무의 줄기 성장과 최대 광합성량이 가장 높은 것으로 보고한 바 있다.

광 구배에서 신갈나무의 지상부 무게는 모든 구배(L1, L2, L3, L4)에서 차이가 없었고 지하부 무게와 식물체 무게는 광이 높을수록 잘 자라는 경향이 있었다(Fig. 1 left). 이 결과는 광의 증가에 따라 지상부 무게의 처리 구간에서 유의차가 없고 지하부와 식물체의 무게가 증

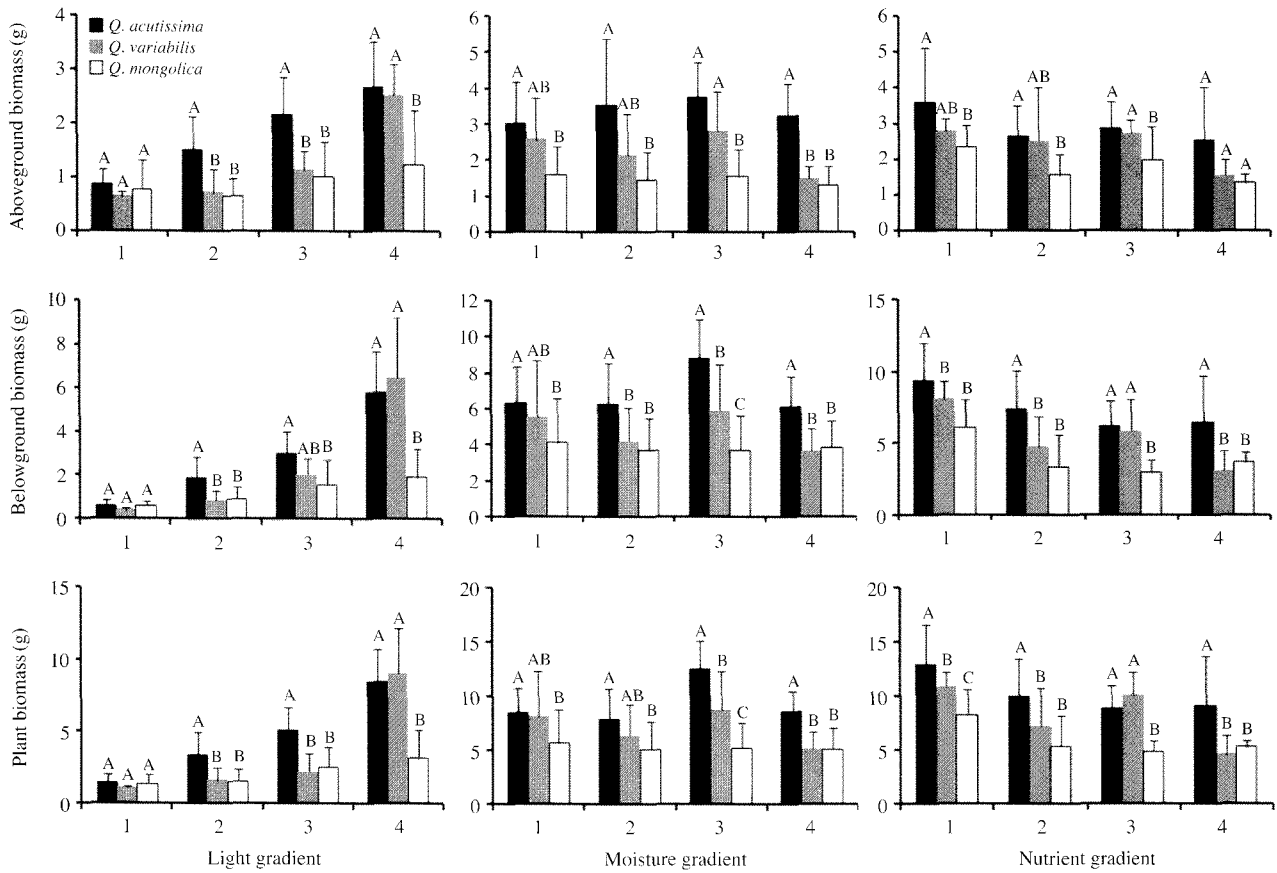


Fig. 2. Comparison of dry weight of the saplings of *Q. acutissima*, *Q. variabilis* and *Q. mongolica* under three environmental gradient treatments, light (left), moisture (middle), nutrient (right). Alphabets on the bars mean significantly different among species within each gradient level (Fisher's least significant difference, $p < 0.05$).

가한 하(1989)의 결과와 일치하였다. 그리고 지상부 무게, 지하부 무게, 식물체 무게의 L_H/L_L 은 각각 1.6, 3.1, 2.3으로, 광이 높을 때(100%)는 광이 낮을 때(10%)보다 더 잘 자랐다. 이것은 백(1995)의 결과인 2.0, 4.1, 3.0과 유사했다. 그리고 광도가 증가함에 따라 신갈나무의 전체 생물량이 증가한 변(2000)의 결과와 같았다.

수분 구배의 상수리나무에서 지상부 무게는 모든 구배(M1, M2, M3, M4)에서 차이가 없었다(Fig. 1 middle). 그러나 지하부 무게와 식물체 무게에서 수분 구배가 중간(M3)일 때 잘 자랐다. 한편, 김 등(2004)은 토양 함수율이 18%일 때 상수리나무가 잘 자란다고 밝힌 바 있다. 굴참나무는 지상부 무게, 지하부 무게, 식물체 무게가 각 구배(M1, M2, M3, M4)에서 차이가 없었다. 신갈나무는 지상부 무게, 지하부 무게, 식물체 무게 모두 구배(M1, M2, M3, M4)에 따라 차이가 없었다.

유기물 구배의 상수리나무에서 지상부 무게는 각 구배(N1, N2, N3, N4)가 모두 같았다(Fig. 1 right). 그러나 지하부 무게와 식물체 무게는 구배가 낮을 때 잘 자라

는 경향이 있었다. 굴참나무는 지상부 무게, 지하부 무게, 식물체 무게 모두 유기물이 중간이거나(N2, N3) 많을 때(N4)보다 유기물이 적을 때(N1) 잘 자라는 경향이 있었다. 신갈나무의 지상부 무게, 지하부 무게, 식물체 무게는 유기물 함량이 가장 낮을 때(N1)만 잘 자랐고 나머지 구배에서는 못 자랐다. 이 때, 지상부 무게, 지하부 무게, 식물체 무게의 N_H/N_L 값은 각각 1.69, 3.09, 2.16으로 1.95, 4.13, 3.05인 백(1995)의 결과와 경향성이 비슷했다.

광 구배에서 지상부 무게는 광이 가장 낮은 구배(L1)에서 참나무 세 종의 성장량 차이가 없었다(Fig. 2 left). 그리고 중간 구배(L2, L3)에서 상수리나무가 굴참나무와 신갈나무보다 잘 자랐고 광이 가장 높은 구배(L4)에서는 상수리나무와 굴참나무가 신갈나무보다 잘 자랐다. 지하부 무게는 광이 가장 낮은 구배(L1)에서 세 종 참나무의 성장량 차이가 없었다. 중간보다 조금 낮은 광(L2)에서 상수리나무가 굴참나무와 신갈나무보다 잘 자랐다. 중간보다 조금 높은 광(L3)에서는 상수리나무가

신갈나무보다 잘 자랐고 굴참나무는 중간이었다. 가장 높은 광(L4)에서는 상수리나무와 굴참나무가 신갈나무보다 잘 자랐다.

식물체 무게는 광이 가장 낮은 구배(L1)에서 세 종 참나무의 성장량 차이가 없었다(Fig. 2 left). 그리고 광이 중간 구배(L2, L3)일 때, 상수리나무가 굴참나무와 신갈나무보다 잘 자랐고 광이 가장 높은 구배(L4)에서는 상수리나무와 굴참나무가 신갈나무보다 잘 자랐다. 이 결과로 지상부 무게, 지하부 무게, 식물체 무게는 광이 가장 높을 때 상수리나무와 굴참나무가 신갈나무보다 잘 자란 것을 알 수 있었고 이것은 광이 100%일 때 굴참나무가 신갈나무보다 2배 이상 더 잘 자랐던 백(1995)의 연구 결과와 같았다. 그러나 광이 중간(L2, L3)일 때, 굴참나무와 신갈나무의 성장 차이가 없었던 것은 광 50%에서 굴참나무가 신갈나무보다 1.5배 잘 자랐던 백(1995)의 연구 결과와 달랐다. 광이 가장 낮을 때(L1), 굴참나무와 신갈나무의 성장 차이가 없었는데 백(1995)의 연구결과에서는 광 10%에서 굴참나무는 신갈나무보다 1.2배 잘 자랐다.

수분 구배에서 지상부 무게는 수분이 낮은 구배(M1, M2)에서 상수리나무가 신갈나무보다 잘 자랐고 굴참나무는 그 중간이었다(Fig. 2 middle). 수분이 조금 높을 때(M3), 상수리나무와 굴참나무가 신갈나무보다 잘 자랐고, 가장 높은 구배(M4)에서는 상수리나무가 굴참나무와 신갈나무보다 잘 자랐다. 지하부 무게는 수분이 가장 낮은 구배(M1)에서 상수리나무가 신갈나무보다 잘 자랐고 굴참나무는 그 중간이었다. 한 단계 높은 구배(M2)에서는 상수리나무가 굴참나무와 신갈나무보다 잘 자랐고 수분이 높은 구배(M3, M4)에서는 상수리나무가 굴참나무와 신갈나무보다 잘 자랐다.

식물체 무게는 수분이 적은 구배(M1, M2)에서 상수리나무가 신갈나무보다 잘 자랐고 굴참나무는 그 중간이었다(Fig. 2 middle). 수분이 조금 높은 구배(M3)에서는 상수리나무, 굴참나무, 신갈나무 순으로 잘 자랐고, 수분이 가장 많은 구배(M4)에서는 상수리나무가 굴참나무와 신갈나무보다 잘 자랐다. 이 결과로 지상부 무게, 지하부 무게, 식물체 무게는 수분이 낮은 구배(M1, M2)에서 상수리나무가 신갈나무보다 잘 자랐고 굴참나무는 중간이었다. 그리고 수분이 높은 구배(M3, M4)에서 상수리나무가 굴참나무와 신갈나무보다 잘 자랐다. 이것은 상수리나무는 수분이 충분한 곳에서, 굴참나무는 신갈나무보다 건조한 곳에서 적응했다는 것을 의미한다. 낮은 수분 구배(M1, M2)와 가장 높은 수분 구배(M4)에서 굴참나무와 신갈나무는 생장의 차이가 없었고 수분이 조금 높은 구배(M3)에서 굴참나무는 신갈나무보다 잘 자랐다. 이 결과는 모든 수분 구배에서 굴참나무가 신갈

나무보다 잘 자란다고 밝힌 백(1995)의 결과와 다른 것이었다.

유기물 구배에서 지상부 무게는 유기물의 함량이 적을 때(N1, N2) 상수리나무가 신갈나무보다 잘 자랐고 굴참나무는 그 중간이었다(Fig. 2 right). 유기물 함량이 조금 많은 구배(N3)에서는 상수리나무와 굴참나무가 신갈나무보다 잘 자랐고 유기물 함량이 가장 많은 구배(N4)에서는 상수리나무, 굴참나무, 신갈나무 세 종간의 차이가 없었다. 지하부 무게는 유기물 함량이 적을 때(N1, N2) 상수리나무가 굴참나무와 신갈나무보다 잘 자랐다. 유기물 함량이 조금 많은 구배(N3)에서는 상수리나무와 굴참나무가 신갈나무보다 잘 자랐고, 유기물 함량이 가장 많은 구배(N4)에서는 상수리나무가 굴참나무와 신갈나무보다 잘 자랐다.

식물체 무게는 유기물 함량이 가장 적은 구배(N1)에서 상수리나무, 굴참나무, 신갈나무 순으로 잘 자랐다(Fig. 2 right). 유기물의 함량이 조금 적은 구배(N2)일 때 상수리나무가 굴참나무와 신갈나무보다 잘 자랐고 유기물의 함량이 조금 많은 구배(N3)에서는 상수리나무와 굴참나무가 신갈나무보다 잘 자랐다. 유기물의 함량이 가장 높은 구배(N4)에서는 상수리나무가 굴참나무와 신갈나무보다 잘 자랐다. 유기물 함량이 낮은 구배(N1, N2)와 가장 높은 구배(N4)에서는 굴참나무와 신갈나무의 성장 차이가 없는 경향이 있었다. 그러나 유기물 함량이 조금 높은 구배(N3)에서만 굴참나무가 신갈나무보다 잘 자랐다. 이 결과는 모든 유기물 구배의 지상부 무게, 지하부 무게, 식물체 무게에서 굴참나무가 신갈나무보다 잘 자란다고 밝힌 백(1995)과 달랐다.

광 구배에서 상수리나무와 굴참나무, 신갈나무는 구배에 따른 생장의 차이가 모두 다르게 나타났다(Fig. 1). 상수리나무는 빛이 가장 높을 때(100%) 가장 낮을 때(10%)보다 약 5.7배 잘 자랐고 굴참나무는 약 8.8배 잘 자랐지만 신갈나무는 약 2.6배 잘 자랐다. 이것으로 상수리나무와 굴참나무는 광에 대한 의존도가 높은 반면 신갈나무는 빛에 대한 의존도가 낮아 피음상태에서 잘 견디는 종이라는 것을 판단할 수 있다. 그리고 신갈나무는 구배에 따른 성장 차이가 작은 반면 상수리나무와 굴참나무는 구배가 작아질수록 생장의 차이가 크게 감소했고, 굴참나무는 상수리나무보다 감소폭이 더 급격해 세 종의 내음성은 신갈나무, 상수리나무, 굴참나무 순으로 강한 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 하(1989)의 결과와도 일치하는 것이다.

수분 구배에서 상수리나무는 조금 높은 구배(700 mL)에서 가장 잘 자랐고 굴참나무와 신갈나무는 수분 구배에 따른 생장의 차이가 없었다(Fig. 1). 그리고 모든 수

분 구배에서 상수리나무가 굴참나무와 신갈나무보다 잘 자라는 경향이 있었다(Fig. 2). 따라서 상수리나무는 신갈나무에 비해 좀 더 높은 수분 조건에서 잘 자라고, 신갈나무는 건조한 곳에서도 잘 견디는 것을 판단할 수 있었다. 이 결과는 신갈나무를 건성생육지종으로, 상수리나무를 중성생육지종으로 분류함으로써 참나무속 식물의 건조에 대한 전략을 설명한 Kim and Kim(1994)과 같은 것이다.

유기물 구배에서 상수리나무와 굴참나무, 신갈나무 모두는 유기물이 낮을 때(N1) 잘 자라는 경향이 있었다(Fig. 1). 유기물 함량이 적을 때(N1, N2)와 가장 많은 구배(N4)에서 상수리나무가 굴참나무와 신갈나무보다 잘 자라는 경향이 있었고 유기물 함량이 조금 많은 구배(N3)에서는 상수리나무와 굴참나무가 신갈나무보다 잘 자랐다(Fig. 2). 이 결과로 상수리나무는 굴참나무와 신갈나무에 비해 높은 영양소에서 적응되어 있는 것을 판단 할 수 있다.

적 요

우리나라의 주요 우점종인 상수리나무, 굴참나무, 신갈나무의 생태적 특성을 밝히기 위하여 식물생장에서 가장 중요하다고 판단되는 광, 토양수분, 영양소를 이들 3종의 참나무 유식물에 각각 실내에서 처리하여 그 생육 반응을 관찰하고, 분석하고자 시도하였다. 상수리나무와 굴참나무는 광이 높을수록 잘 자라는 경향이 있었고, 신갈나무만이 뚜렷한 경향이 없었다. 신갈나무는 낮은 광도에서도 생육이 크게 감소하지 않았다. 굴참나무와 신갈나무는 수분구배에 따라 생육의 차이가 없었고, 상수리나무만이 약간 높은 구배에서 잘 자랐을 뿐이었다. 상수리나무, 굴참나무와 신갈나무 모두는 영양소가 적을 때 잘 자랐고, 높을수록 못 자랐다. 영양소 구배에 따른 감소정도는 굴참나무, 신갈나무, 상수리나무 순으로 낮았다. 이상으로 볼 때, 신갈나무는 피음조건에, 상수리나무는 토양이 다습한 조건에 그리고 굴참나무는 유기물이 적은 조건에서 각각 적응한 종이라고 판단된다.

참 고 문 헌

- 김정연, 길봉섭. 2000. 한국의 신갈나무 숲-그의 환경, 식생과 생활-. 원광대학교출판국. pp. 118-139.
- 김선희, 성주한, 김판기. 2004. 수분환경에 따른 참나무 4수종의 생리적 반응특성. 한국임학회 학술연구발표논문집. 1:145-147.
- 노형진, 정한열. 2002. STATISTICA에 의한 알기 쉬운 통계 분석. 형성출판사.
- 마상규. 1974. 수치분석에 의한 참나무 기본종의 유연관계. 한국임학회지. 21:47-51.
- 백명수. 1995. 참나무속 3종의 유식물 정착과 성장과정의 비교. 가톨릭대학교 대학원. 석사학위논문.
- 변무섭. 2000. 광도와 토양수분 구배에 따른 참나무류(*Quercus serrata*, *Q. mongolica*, *Q. variabilis*) 치수의 발아 및 성장. 전북대학교 농과대학 농업과학기술연구소.
- 성주한, 김선희, 김판기, 유세걸. 2004. 비음처리에 의한 참나무 4수종의 성장과 광합성 반응 특성. 한국임학회 학술연구발표논문집. 1:142-144.
- 송민섭. 2007. 한국 상수리나무(*Quercus acutissima*)림의 분포와 군집구조 분석. 창원대학교 대학원. 이학박사학위논문.
- 심주석, 한산섭. 2003. 낙엽성 참나무류의 생리·생태적 특성-광도변화에 대한 잎의 광합성 반응-. 한국임학회지. 92:208-214.
- 이운영, 문형태. 2001. 상수리나무림의 토양 호흡에 관한 연구. 한국생태학회지. 24:141-147.
- 이창복. 2003. 원색 대한식물도감(상). 향문사. 914pp.
- 임업연구원. 1989. 참나무자원의 종합이용 개발에 관한 연구(I). 과학기술처. p. 3.
- 임주훈. 2002. 참나무와 우리문화. pp.122-132.
- 장규관, 송호경, 김성덕. 1997. 식물사회학적 방법과 TWINSPAN에 의한 강원도 신갈나무림과 분류에 관한 연구. 한국임학회지. 86:214-222.
- 장근정. 2006. 한국 신갈나무림의 식물사회학적 연구. 강원대학교 대학원. 박사학위논문.
- 정동준, 신만용. 2003. 중부지방 굴참나무림의 입지환경에 따른 성장 및 수분생리 특성에 관한 연구. 한국농림기상학회지. 5:233-237.
- 정태현, 이우철. 1965. 한국 삼림식물대 및 적지적수분. 성균관대학교 논문집. 10:329-435.
- 하사헌. 1989. 상위한 광 강도 하에서 자란 참나무속 유식물의 성장과 광합성. 서울대학교 대학원. 석사학위논문.
- Barbour MG, JH Burk and WD Pitts. 1987. Terrestrial plant ecology. 2nd ed. The Benjamin/Cummings Publishing Company. Inc. California. 634pp.
- Kim JW and JH Kim. 1994. Stomatal control and strategy segregation to drought stress in young trees of several Oak species. Korean J. Ecol. 17:241-249
- Menitsky YL. 2005. OAKS OF ASIA. Science Publishers, Inc., Enfield, NH, USA. 14pp.
- Walter H. 1973. Vegetation of the Earth: In relation to climate and the Eco-physiological Condition. Springer-Verlag. New York. 237pp.

Manuscript Received: December 21, 2008

Revision Accepted: February 20, 2009

Responsible Editor: Hak Young Lee