

## 이온교환수지봉지를 이용한 일본잎갈나무 간벌지의 질소 유효도 측정

손요환\* · 김현섭

고려대학교 산림자원환경학과

### Soil nitrogen availability in a thinned *Larix leptolepis* plantation using ion exchange resin bags

Yowhan Son and Hyun Seop Kim (Department of Forest Resources and Environmental Sciences, Korea University, Seoul 136-701, Korea, E-mail: yson@korea.ac.kr)

**ABSTRACT** : We explored changes in soil nitrogen (N) availability in a thinned (control, light, moderate, and heavy thinning) *Larix leptolepis* plantation determined by using ion exchange resin bags. Nitrogen availability varied among measurement periods, however, total available N (ammonium plus nitrate) concentrations did not change significantly in the 1 year since thinning. We found higher N availability in summer and fall than in winter.

**Key words** : ion exchange resin bag, *Larix leptolepis*, nitrogen availability, thinning

## 서 론

간벌은 산림에서 임목의 일부를 벌채하여 남은 나무의 생장을 촉진시키고 유용한 목재의 생산량을 증가시키고자 실행하는 무육 작업이다. 간벌은 부수적으로 임지 상태를 개량시켜 산림 생산성을 증대시키는 것으로 알려지고 있으나, 실제 간벌 후 일어나는 토양 내 물리, 화학적 변화에 대해서는 연구한 결과가 많지 않다. 특히 간벌 후 토양 비옥도의 한 척도라고 할 수 있는 유효태 질소 농도, 즉 질소 유효도의 변화를 측정하는 연구는 매우 적다<sup>1, 2)</sup>. 토양 내 질소 유효도를 측정하는 몇 가지 방법 가운데서 이온교환수지봉지법은 여러 종류의 생태계에서 처리별 차이를 잘 반영하는 것으로 보고되어 산림을 대상으로 하는 연구에서도 점차 널리 사용되고 있다<sup>3)</sup>. 본 연구는 우리 나라 산림의 대면적에 식재된 일본잎갈나무 (*Larix leptolepis* Gord.)를 대상으로 각기 다른 강도의 간벌을 실시하고 이온교환수지봉지법으로 토양 내 유효태 질소의 변화를 측정하기 위하여 실행하였다.

## 재료 및 방법

연구 대상지는 경기도 양평군 양동면 고송리 일대의 15년생 (1997년 현재) 일본잎갈나무 인공조림지로 임분 내에 대조구를 포함하여 4가지 종류의 간벌을 1997년 4월 29일 실행하였다. 현존 본수를 기준으로 약도는 10% (T1), 중도는 20% (T2), 강도는 40% (T3)의 임목을 벌채하였으며<sup>1)</sup>, 간벌 후 약 1년이 경과한

1997년 12월 16일부터 1년 동안 3차례에 걸쳐 (1997년 12월 16일 - 1998년 4월 16일, 4월 17일 - 8월 31일, 9월 1일 - 12월 15일) 이온교환수지를 이용하여 토양 내 유효태 질소 농도를 측정하였다<sup>3)</sup>. 이를 위하여 각각 14ml의 음이온교환수지 (Sybron IONAC ASB-1P, Sybron International, Milwaukee, Wisconsin, USA)와 양이온교환수지 (Sybron IONAC C-251)를 나일론 스타킹에 넣고 입구를 봉하여 봉지를 제작하였다. 이 봉지를 간벌 임분별로 임의의 10개소에 지표로부터 10cm 깊이의 토양 밑에 매설한 다음 매설기간 후 회수하여 풍건시키고, 표면의 흙을 제거하였다. 봉지에서 이온교환수지를 분리하여 100ml의 2M KCl로 24시간 추출하여, 여과지로 여과한 후 자동이온분석기로 암모늄과 질산태 질소의 농도를 측정하였다 (Perstorp Analytic., EnviroFlow 3500). 질소 유효도는 매 봉지 단위를 기준으로 암모늄과 질산태 질소의 농도를 표시하였으며, 3차례의 측정에서 얻은 수치를 적산하여 연간 질소 유효도를 구하였다. 간벌 강도 및 측정 시기별 암모늄과 질산태 질소 농도 차이는 general linear model로 분석하였다.<sup>4)</sup>

## 결과 및 고찰

암모늄태 질소의 농도는 간벌 강도 ( $p=0.0524$ ), 측정 시기 ( $p=0.002$ ), 그리고 이들과의 상관관계 ( $p=0.0016$ )에서 모두 유의한 차이를 보였고, 질산태 질소의 농도는 단지 측정 시기 ( $p=0.0005$ )에서만 유의한 차이를 보였다. 그리고 총 유효태 질소에서는 간

벌 강도 ( $p=0.0753$ ), 측정 시기 ( $p=0.0018$ ), 그리고 이들간의 상관관계 ( $p=0.0013$ ) 모두에서 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다. 간벌 처리 임분 내에서 유효태 질소 농도의 변이는 높게 나타나 표준오차가 평균값의 10-20% 범위에 있는데 (Table 1), 다른 연구에서도 이와 유사한 높은 변이가 보고되고 있다<sup>5)</sup>. 암모늄태 질소는 10% 간벌에서 38.3 mg/bag으로 가장 높았으며, 대조구 (23.7 mg/bag), 20% 간벌 (21.1mg/bag), 그리고 40% 간벌 (20.8 mg/bag)의 순으로 점차 감소하였고, 질산태 질소의 농도도 이와 같은 경향을 보였다 (Table 1). 겨울에는 질산태 질소가 암모늄태 질소보다 높았으나, 다른 측정시기에는 일정한 경향을 보이지 않았다. 유효태 질소의 연간 총량은 10% 간벌에서 68.8 mg/bag으로 가장 높게 나타났으나, 대조구 및 20% 간벌과는 차이가 없었으며, 40% 간벌에서 44.7 mg/bag으로 가장 낮게 나타났다. 한편 토양 내 암모늄태, 질산태 질소와 이들의 합인 총 질소 유효도는 여름과 가을철이 겨울보다는 높게 나타났다 ( $p<0.05$ ) (Table 1). 이는 질소 무기화를 측정하는 buried bag incubation 방법에서 나타난 배양 초기 토양 내 유효태 질소 농도의 계절적 변화 경향과 같은 것으로써<sup>1)</sup>, 겨울에는 온도가 낮아 토양 미생물의 활동이 미진한 반면 여름철에는 고온과 강우로 유기물의 분해가 빠르고, 가을에는 신선한 낙엽과 낙지의 유입에 인하여 생기는 결과인 것으로 사료된다<sup>6, 7)</sup>.

본 연구 결과 암모늄태와 질산태 질소를 합한 유효태 질소의 총량에서 간벌을 실행한 임분 (T1, T2, T3)과 대조 임분 간에 겨울을 제외하고 여름과 가을을 물론 연간 질소 유효도에서 통계적으로 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 동일한 연구 대상 임분에서 buried bag incubation 방법으로 측정된 질소 유효도 연구에서 보고된 바와 같은 결과이다<sup>1)</sup>. 또한 다른 연구에서도 이와 유사한 경향이 나타나고 있어<sup>2)</sup>, 간벌 후 당년 또는 1-2년이 경과한 시점에서의 토양 질소 유효도에는 변화가 없는 것으로 보인다. 그러나 본 연구를 포함한 관련된 연구 결과는 간벌 후 단시일 내에 토양의 변화를 측정할 것으로써 간벌과 토양 질소 유효도

간의 관계를 보다 명확히 밝히기 위해서는 장기간에 걸친 연구가 필요한 것으로 사료된다.

사 사

본 논문은 학술진흥재단 자유공모과제 연구비 지원 (1997-001-G00093)에 의한 연구 결과의 일부임.

요 약

15년생 일본잎갈나무 조림지에서 약도, 중도, 강도의 간벌을 실시하고 약 1년이 경과한 다음 이온교환수지봉지를 이용하여 1년 동안 토양 내 유효태 질소 농도의 변화를 측정하였다. 측정시기에 따라 약간의 차이는 있었으나, 간벌이 토양 내 총 유효태 질소의 농도에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 한편 토양 질소 유효도는 겨울에 비하여 여름과 가을에 높게 나타났다.

참 고 문 헌

1. Son, Y., Lee, W.K., Lee, S.E. and Ryu, S.R. (1999), Effects of thinning on soil nitrogen mineralization in a Japanese larch plantation, *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, 30:2539-2550
2. Velazquez Martinez, A. and Perry, D.A. (1997), Factors influencing the availability of nitrogen in thinned and unthinned Douglas-fir stands in the central Oregon Cascades, *For. Ecol. Manage.*, 93:195-203
3. Binkley, D. and Hart, S.C. (1989), The components of nitrogen availability assessments in forest soils, *Adv. Soil Sci.*, 10:57-112
4. SAS (1988), SAS/STAT Users Guide, 6.03 edition. SAS Institute, Carry, NC. USA

Table 1. Periodical change of soil nitrogen availability determined by using ion exchange resin bags in a thinned *Larix leptolepis* plantation

Treatments <sup>†</sup>	Dec. 16. - Apr. 16.			Apr. 17. - Aug. 31.			Sep. 1. - Dec. 15.			Total		
	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	sum	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	sum	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	sum	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	sum
mg-N/bag												
Control	1.8b (0.2)	9.5a (1.5)	11.3b (1.5)	14.2a (3.8)	8.5a (1.5)	22.8ab (4.6)	7.6bc (2.4)	11.3a (1.7)	18.9ab (3.6)	23.7ab (3.9)	29.4a (2.7)	53.0ab (5.3)
T1(10%)	1.8b (0.2)	9.2a (0.9)	11.0b (0.9)	17.9a (7.1)	8.3a (1.3)	26.2a (7.8)	18.5a (3.8)	13.0a (2.8)	31.6a (5.1)	38.3a (9.5)	30.5a (3.0)	68.8a (10.8)
T2(20%)	2.0b (0.1)	8.9a (0.9)	10.8b (0.9)	4.8a (0.9)	4.8a (0.8)	9.7b (1.4)	14.3ab (2.3)	15.1a (3.5)	29.4a (5.2)	21.1b (2.0)	28.8a (2.9)	49.9ab (3.8)
T3(40%)	8.6a (2.4)	9.8a (1.4)	18.4a (3.5)	8.6a (2.4)	5.7a (1.2)	14.3ab (3.3)	3.6c (1.3)	8.4a (1.7)	12.0b (2.2)	20.8b (2.2)	23.9a (2.3)	44.7b (3.4)

† Standard errors are presented in parentheses. Means followed by the same letter in a given column do not differ at  $p=0.05$ .

T1, light thinning ; T2, moderate thinning ; T3, heavy thinning

5. Binkley, D., Aber, J., Pastor, J. and Nadelhoffer, K. (1986), Nitrogen availability in some Wisconsin forests: comparisons of resin bags and on-site incubations, *Biol. Fertil. Soils*, 2:77-82
6. Son, Y. and Lee, I.K. (1997), Soil nitrogen mineralization in adjacent stands of larch, pine and oak in central Korea, *Ann. For. Sci.*, 54:1-8
7. Kim, J.S., Son, Y., Lim, J.H. and Kim, Z.S. (1996), Aboveground biomass, N and P distribution, and litterfall in *Pinus rigida* and *Larix letolepis* plantations, *J. Korean For. Soc.*, 85:416-425