

하동 송림 복원을 위한 휴식년제 효과 분석*

박재현¹⁾ · 배상원²⁾ · 이상태²⁾

¹⁾ 국립진주산업대학교 산림자원학과 · ²⁾ 국립산림과학원 산림생산기술연구소

Analysis on the Effect for the Rest-Year System Areas of Songrim Woodlands in Hadong-Gun, Korea*

Park, Jae-Hyeon¹⁾ · Bae, Sang-Won²⁾ and Lee, Sang-Tae²⁾

¹⁾ Dept. of Forest Resources, Jinju National University,

²⁾ Forest Practice Research Center, Korea Forest Research Institute, Pocheon, Korea.

ABSTRACT

This study was conducted to establish a management plan for the Songrim woodland restoration by analyzing the site characteristics of the Songrim Woodland Natural Monument (Natural Monument 445) in Hadong-Gun, Gyeongsangnam-Do, Korea.

The Songrim woodland was a pure pine forest. To stimulate the growth of sub-trees or mid-story vegetation in both a non-rest year forest and a rest year forest, it is recommended to take a silvicultural practices such as pruning because canopy of over-story trees was closely covered. The Songrim woodland in the non-rest year forest severely competed among individual trees of DBH classes of 60 cm and height of 18 m, while the woodland in the rest-year forest competed with DBH classes of 62 cm and height of 10 m, respectively. Soil physical property such as soil hardness, soil pore space rates, and pF 2.7 was restored following the rest-year forest designation. Mean salt concentration in the Songrim woodland soils was 0.006%. The result suggests that it is needed to take a study to prevent the salt inputs to conserve the Songrim woodland.

Key Words : the Songrim woodland restoration, Songrim Woodland Natural Monument, silvicultural practices, Mean salt concentration.

* 이 연구는 2010년도 진주산업대학교 산학협력단 연구비 지원을 받아 수행하였음.

Corresponding author : Bae, Sang-Won, Forest Practice Research Center, Korea Forest Research Institute, Pocheon, Korea,
Tel : +82-31-540-1151, E-mail : bae1144@forest.go.kr

Received : 9 August, 2010. **Revised** : 13 September, 2010. **Accepted** : 14 September, 2010.

I. 서론

하동 송림은 영조시대 전천상(田天詳)이 강바람과 모래바람의 피해를 막을 목적으로 섬진강변에 소나무를 식재한 것이 유래가 되었다. 이 송림은 천연기념물 제445호로(문화공보부, 1973), 강변 모래 턱에 소나무를 심을 생각을 했던 것은 요즈음 해안사방공사에 해당하는 것으로 볼 수 있다(우보명, 2003). 송림의 면적은 26,000m²에 달하고 길이는 약 2km이다. 특히 200년이 넘는 750여 그루의 노송이 넓은 백사장 및 파란 섬진강 물결과 어우러져 한 폭의 그림을 연상시킨다. 그러나 이곳을 찾는 이용객의 증가로 노송의 피해가 우려되어 하동군에서 특별히 관리하고 있다.

하동 송림은 연간이용객이 약 20만 명으로 답압 등 그 피해가 심해 자연생태계와 자연경관 등 자연공원의 보호를 위하고, 자연적 또는 인위적인 요인으로 훼손된 자연의 회복을 위하여 1단계부터 6단계까지 3년 주기로 휴식년제를 시행해 오고 있으나, 제6단계는 2006년 9월 1일부터 2010년 2월 28일까지 3년 6개월 동안 휴식년제를 시행하였다. 즉, 제1단계는 1991년 3월 1일부터 1994년 2월 28일까지(3년), 제2단계는 1994년 3월 1일부터 1997년 2월 28일까지(3년), 제3단계는 1997년 3월 1일부터 2000년 2월 29일까지(3년), 제4단계는 2000년 3월 1일부터 2003년 8월 29일까지(3년 6월), 제5단계는 2003년 9월 1일부터 2006년 8월 31일까지(3년), 제6단계는 2006년 9월 1일부터 2010년 2월 28일까지(3년 6월)로 하되, 제6단계의 경우 6개월 연장시행은 이용객이 많은 하절기에 자연휴식년제 구역 변경시 이용객의 불편을 초래할 우려가 있기 때문이다(하동군, 2010).

토양의 기계적인 답압은 토양의 용적밀도를 측정하여 분석하면 판단하기 쉬운데, 토양의 용적밀도는 산림작업시 지표토양의 훼손 및 경화로 인하여 발생하는 산림훼손을 판단하는 지표가 된다(Krag et al., 1986; 박재현, 1995). 또한, 인위적 또

는 기계적 답압으로 인하여 증가된 입도 및 작업로 토양의 용적밀도가 교란되지 않은 자연임지 상태로 회복되기 위해서는 약 20년 이상이 경과되어야 한다는 연구결과가 있는 반면(Sidle, 1980; Adams, 1981; Froehlich et al., 1985), 백운산 작업로의 경우 토양용적밀도의 회복에는 약 10년 정도가 필요하다는 보고도 있었다(우보명 등, 1994). 아울러 작업로 노면 토양의 용적밀도는 토양표층으로부터 15cm 깊이까지 영향을 받기 쉬우며, Sidle(1980)은 벌채작업에 따른 토양교란 후 토양용적밀도는 토양깊이 7.5cm에서 25~45%, 22.5cm에서 25%가 증가한다고 하였다. 즉, 산림작업에 의한 토양물리성의 변화뿐만 아니라 인위적인 답압에 의하여 토양의 물리성이 증대되는데, 박재현(2005)은 함양 상림지역에서 조사한 결과, 답압 등으로 경화된 토양경도를 낮추어주기 위해서는 초본류 등 식물을 식재하여 이용객들이 이용하지 못하도록 하는 방법, 그리고 숲 지역에서는 이용객을 제한함으로써 토양을 복원해야 한다고 하였다.

따라서 이 연구는 자연휴식년제에 따른 하동 송림의 토양 및 입지특성을 분석하여 송림 복원을 위한 기초적 관리방안을 제시하고자 수행하였다.

II. 연구방법

1. 조사지 개황 및 연구방법

하동 송림의 토지이용현황 및 조사지 위치는 그림 1과 같다.

자연식생 상태를 파악하기 위하여 하동군에서 송림 보전을 위한 휴식년제 실시 제6단계가 끝난 2010년 5월 휴식년제지역과 비휴식년제 구역으로 구분된 지역에서 각각의 식생상태를 대표한다고 판단되는 지역을 각기 20m×20m의 방형구를 3개소 설치하여 식생조사를 수행하였다. 또한, 식생조사구는 송림의 자연성이 그대로 유지되는 지역을 대상으로 울타리와 소로 등이 포함되지

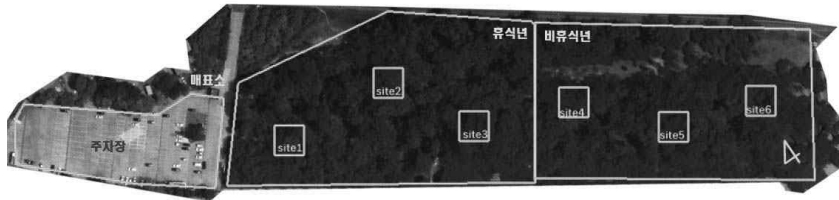


그림 1. 송림의 토지이용현황 및 조사지 위치.

(단, 휴식년제 site 1, 휴식년제 site 2, 휴식년제 site 3, 비휴식년제 site 1, 비휴식년제 site 2, 비휴식년제 site 3)

않는 면적을 조사구로 정하였다. 식생조사는 방형구 내의 교목층, 아교목층, 관목층, 하층식생으로 구분하여 식생의 종명, 피도, 빈도, 울폐도, 수관폭, 재적 등 식생조사를 수행하였다. 생장추를 이용하여 흉고직경이 평균목이 되는 임목의 수령을 3반복 측정하여 평균적인 생장패턴 및 수고성장 등을 조사하였다. 토양의 물리성을 측정하기 위하여 토양채취기(채토기)로 사용하는 토양 캔의 깊이에 적합하도록 각 조사구에서 토양깊이 0~7.5cm 정도에서 동일하게 토양시료를 채취하였으며, 채취한 100cc 토양을 건조기에서 105°C로 48시간 건조 후 토양수분함유율, 토양채취용적과 건조토양의 비율로 토양용적밀도, 토양의 삼상을 구하였다(藤原 등, 1996; 이천용, 1995). 또한, 각 조사지에서 관입식 토양경도계(DIK-5520)를 이용하여 토양깊이별 토양경도를 각기 3반복 측정하였다. 또한, 하동 송림 토양의 산성화 정도 및 토양의 화학성을 분석하기 위하여 조사지 토양 500gram을 채취하여 토양의 pH, 유기물 함량, 전질소, 치환성양이온(K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}), 유효인산, 양이온치환능력 등을 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 식생조사 결과

1) 식생 현황

하동 송림은 비휴식년제를 실시하는 지역과 휴식년제를 실시하는 지역으로 구분하여 20m×20m 조사구를 3개소씩 조사하였다. 하동 송림은 소나무가 주를 이루고 있는 인공림으로 지황분석을

실시하였다. 조사 결과 임종은 인공림이었으며, 표고는 40.5m로 섬진강 등과 연해 있는 것으로 나타났으며, 사면경사는 섬진강에 연접해 있는 위치 관계로 평탄하거나 약간 경사(1°)를 가지고 있으며, 이러한 위치적 관계로 인해 조사지역은 강변으로 산지와 분리되어 있는 지역으로 산지산림의 영향이 차단되는 경향을 나타내고 있는 것으로 분석되었다.

경남 하동 송림 비휴식년제 지역 및 휴식년제 지역의 3개 조사구에서 식생조사 결과를 평균한 결과는 표 1, 2와 같다. 하동 송림의 주수종은 소나무로 비휴식년제지역은 평균수고 16.2m, 평균흉고직경 48.1cm, 평균재적은 1.42m², 울폐도는 약 70%, 평균수관폭은 48.9m², 평균본수는 36본으로 분석되었다. 또한, 휴식년제지역의 식생조사결과, 평균수고는 11.0m, 울폐도는 약 77%, 평균흉고직경은 44.9cm, 평균재적은 0.93m², 평균수관폭은 75.1m², 평균본수는 27본으로 비휴식년제지역과 비교적 유사하였다. 즉, 비휴식년제지역 및 휴식년제지역 모두 상층교목은 소나무로 이루어져 있고, 관목층은 나타나지 않았으며, 하층식생은 망초 등 초본류로 이루어져 있는 것으로 나타났다. 즉, 이 지역은 소나무 단순림으로 이러한 지역의 경우 소나무재선충 등 병충해가 발생하면 그 피해가 심각할 수 있는 지역으로 특히 고사목이 발생하거나 천연하종이 어려운 상태로 빈 공간의 경우에는 소나무를 식재하여 관리하는 방법을 강구할 필요가 있으며, 이러한 지역은 소나무 단순림으로 간벌시 노령목의 제거가 예상되고 또 천연기념물이라는 측면에서 간벌로

표 1. 비휴식년제지역 식생조사 결과.

수종	평균 수고 (m)	평균 흉고직경 (cm)	평균 재적 (m ³)	울폐도 (%)	평균 수관폭 (m ²)	평균 단면적 (m ²)	본수 (N)	피도	밀도	빈도	종 다양도
소나무 (<i>Pinus densiflora</i>)	16.2	48.1	1.42	70	48.9	0.195	36	100	100	100	0

표 2. 휴식년제지역 식생조사 결과.

수종	평균 수고 (m)	평균 흉고직경 (cm)	평균 재적 (m ³)	울폐도 (%)	평균 수관폭 (m ²)	평균 단면적 (m ²)	본수 (N)	피도	밀도	빈도	종 다양도
소나무 (<i>Pinus densiflora</i>)	11.0	44.9	0.93	77	75.1	0.180	27	100	100	100	0

인한 제거목의 빈 공간의 발생 등으로 천연기념물이라는 숲의 가치가 손상될 수 있으므로 가능하면 간벌작업 등은 억지하고 고사된 가지 등 최소한의 가지치기 등을 실시하는 사업방법을 강구하는 것이 필요할 것으로 사료된다.

비휴식년제지역의 수관울폐도는 그림 2와 같다. 3개의 조사구에서 조사구 1이 수관면적이 높게 나타났으며, 이러한 지역의 경우에는 상층교목의 수관의 접촉부로 인한 아교목 및 중층식생의 성장을 고려하여 상층식생의 접촉부에 대한 일부 밀집된 지역의 가지치기 등 사업이 필요할 것으로 사료된다.

한편, 휴식년제 지역의 수관울폐도는 그림 3과

같다. 3개의 조사구에서 조사구 1이 수관면적이 높게 나타났으며, 이러한 지역의 경우에는 비휴식년제지역과 마찬가지로 상층교목의 수관의 접촉부로 인한 아교목 및 중층식생의 성장을 고려하여 상층식생의 접촉부에 대한 일부 밀집된 지역의 가지치기 등 사업이 필요할 것으로 사료된다.

2) 직경급, 수고 패턴 분석

비휴식년제 지역에서 직경급(2cm 팔약)의 분포범위는 14~70cm로 56cm의 분포폭을 보였고, 평균직경급 48cm 이상이 58.3%를 차지하고 있으며, 모든 경급에서 입목본수가 비슷한 분포패

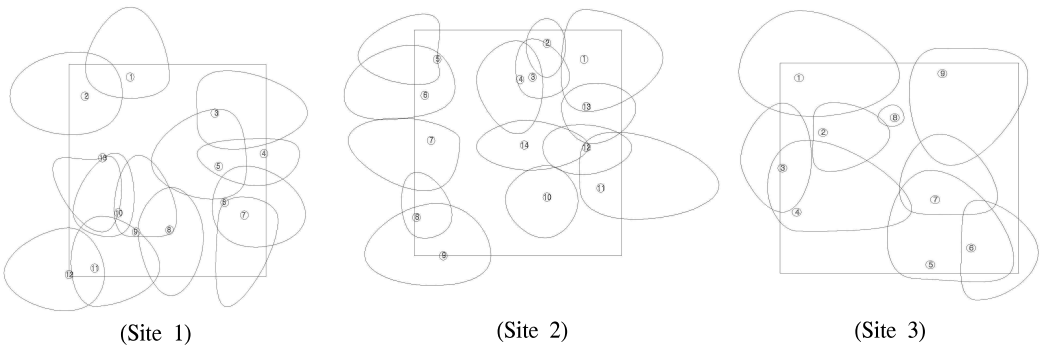


그림 2. 비휴식년제 지역에서 조사구별 수관울폐도.

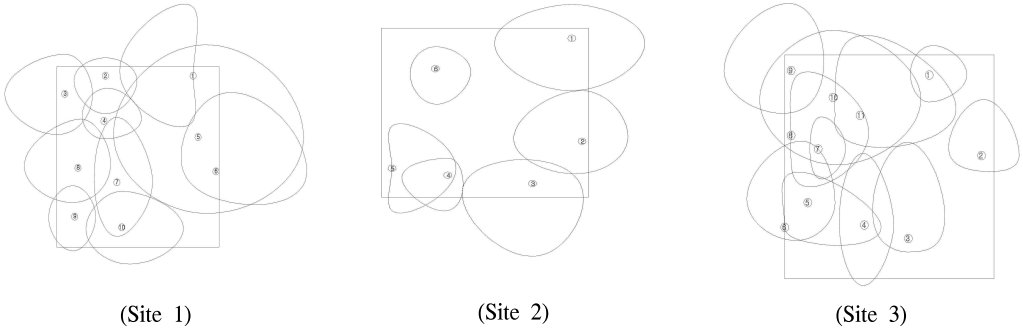


그림 3. 휴식년제 지역에서 조사구별 수관올폐도.

턴을 보이고 있는데, 그중 60cm급의 입목본수가 33본/ha로 가장 많았다(그림 4). 한편, 수고급(2m 팔약)의 분포범위는 8~20m로 12m의 분포폭을 보였고, 평균수고급 16m 이상이 72.2%를 차지하고 있다. 본 임분은 직경 60cm급과 수고 18m 급에서 개체목간 경쟁이 두드러지는 것으로 나타났다.

한편, 휴식년제 지역에서 직경급(2cm 팔약)의 분포범위는 16~78cm로 62cm의 분포폭을 보였고, 평균직경급 44cm 이상이 55.6%를 차지하고 있으며, 모든 경급에서 입목본수가 비슷한 분포

패턴을 보이고 있는데 그중 62cm급의 입목본수가 33본/ha로 가장 많았다(그림 5). 한편, 수고급(2m 팔약)의 분포범위는 6~16m로 10m의 분포폭을 보였고, 평균수고급 12m 이상이 51.9%를 차지하고 있는 것으로 분석되었다. 이 임분은 직경 62cm급과 수고 10m급에서 개체목간 경쟁이 두드러지는 것으로 나타났다.

비휴식년제 지역에서 흉고직경이 평균값을 가진다고 판단되는 흉고직경 46cm의 소나무를 생장 추로 조사하여 연륜생장을 조사한 결과(그림 6), 생장은 초기 3년까지 평균 11.6mm/yr의 생장을 보

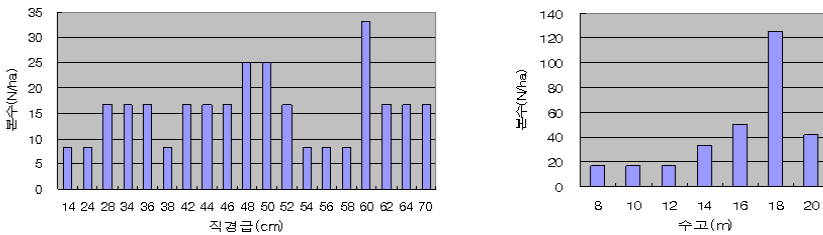


그림 4. 비휴식년제 지역의 직경급, 수고 패턴.

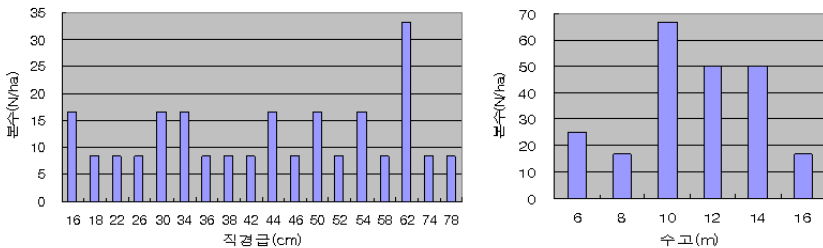


그림 5. 휴식년제 지역의 직경급, 수고 패턴.

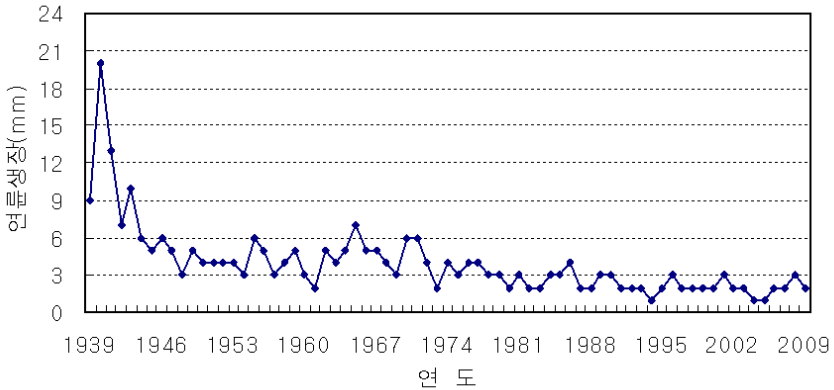


그림 6. 비휴식년의 연륜생장 패턴.

이다 이후 6년까지 평균 7.6mm/yr의 성장으로 감소하다가 35년까지는 평균 4.6mm/yr의 성장하다가 70년까지는 2.5mm/yr의 성장패턴을 나타내고 있다.

또한, 휴식년제 지역에서 흉고직경이 평균값을 가진다고 판단되는 흉고직경 46cm의 소나무를 성장추로 조사하여 연륜생장을 조사한 결과(그림 7), 생장은 초기 4년까지 평균 12.5mm/yr의 성장을 보이다 이후 6년까지 평균 7.6mm/yr의 성장으로 감소하다가 35년까지는 평균 4.6mm/yr의 성장하다가 70년까지는 2.5mm/yr의 성장패턴을 나타내고 있어 비휴식년제지역과 유사한 성장패턴을 나타내었는데, 이는 동일 지역에 수령이 유사한 소나무를 조립하였고, 하동 송림지역의 표고

및 면적 그리고 토양양료의 상이성 등에 따른 차이가 크지 않은데 기인한 결과로 사료된다.

2. 토양의 물리성 분석

하동 송림지역(비휴식년제지역, 휴식년제지역)의 토양깊이 0~7.5cm에서 100cc 토양을 3반복 측정하여 평균한 토양의 물리성을 분석한 결과는 표 3과 같다. 하동 송림에서 토양용적밀도는 휴식년제 지역(1.360g/cm³)이 비휴식년제 지역(1.560g/cm³) 보다 낮아 휴식년제로 있었던 동안에 토양 0~7.5cm 깊이까지의 토양회복이 진행된 것으로 사료된다. 공극률도 휴식년제 지역은 48.8%인 반면, 비휴식년제 지역은 41.3%로 낮아상기와 같은 결과를 나타내었다. 한편, pF2.7의 조

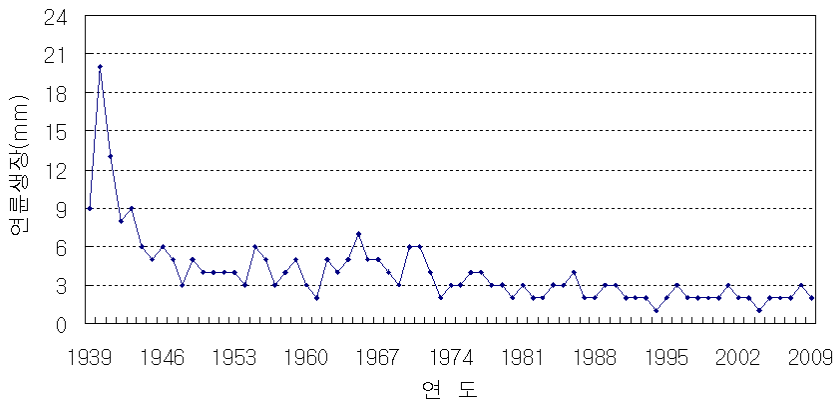


그림 7. 휴식년의 연륜생장 패턴.

표 3. 각 조사지 토양의 물리성 분석 결과.

구분	토양용적 밀도 (g/cm ³)	공극률 (%)	조공극률 (pF2.7, %)
휴식년제 지역	1.360	48.8	28.0
비휴식년제 지역	1.560	41.3	22.0

공극률도 휴식년제 지역은 28.0%로 비휴식년제 지역의 조공극률 22.0%보다 높아 상기와 같은 결과와 동일한 결과를 나타내었다.

비휴식년제 지역과 휴식년제 지역에서 관입식 토양경도계를 이용한 토양경도를 분석한 결과는 표 4와 같다. 각 조사지의 평균 토심은 비휴식년제 지역이 10.5cm, 휴식년제 지역이 8.5cm로 나타나 비휴식년제지역의 평균 토심이 비교적 높았으며, 지표토양의 토양경도는 휴식년제지역, 비휴식년제지역이 각각 5.0, 10.0kgf/cm²로 휴식년 실시에 따라 토양경도가 낮아진 것으로 분석되었는데, 이는 토양용적밀도, 공극률, pF2.7에서의 조공극률의 경향과도 유사한 결과이었다. 휴식년제지역은 토양깊이 5cm에서의 토양경도는 25.0kgf/cm²로 나타났으며, 비휴식년제지역은 27.0kgf/cm²로 나타나, 이 정도의 토양경도는 흙이 너무 단단해서 식물의 생육이 곤란한 지역으로(우보명, 2003) 토양복원을 위한 경운 등의 처리가 필요할 것으로 사료된다. 즉, 하동 송림의 경우에는 토양의 물리성을 완화하기 위해 송림지역을 두 부분으로 나누어 일정한 기간 동안 휴식

표 4. 각 조사지 토양의 토양깊이별 토양경도 분석 결과.

토양깊이별 토양경도 (kgf/cm ²)	휴식년제 지역, kgf/cm ²	비휴식년제 지역, kgf/cm ²
평균토심 (cm)	8.5	10.5
0 cm	5.0	10.0
5 cm	25.0	27.0
10 cm	27.0	-
15 cm	-	-

년제와 비휴식년제를 번갈아 교체하는 형태를 취하고 있는데, 이에 대한 토양물리성의 완화를 위한 적정휴식년제 기간에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다. 아울러 계속적인 이용에 의한 토양답압에 따른 숲의 건전성 악화를 완화하기 위하여 이용객의 수를 제한하거나 사전등록제 등의 시행이 필요할 것으로 사료된다.

3. 토양의 화학성 분석

휴식년제지역과 비휴식년제지역 토양을 3반복 채취하여 토양의 화학성을 분석한 결과는 표 5와 같다.

토양을 분석한 결과, 토성은 휴식년제지역, 비휴식년제지역 토양 모두 모래질 토양이었으며, 토양pH는 휴식년제지역 토양이 5.21로 비휴식년제지역 토양pH 5.93보다 산성도가 높은 것으로 나타났다. 또한, 유기물은 휴식년제지역 토양이 2.43%로 비휴식년제지역 토양 1.97%보다 비교

표 5. 토양의 화학성 분석 결과.

구분	토양삼상(%)				pH	유기물 (%)	전질소 (%)	유효 인산 (mg/kg)	C.E.C. (cmol ⁺ /Kg)	염분 (‰)	치환성양이온(cmol ⁺ /Kg)			
	모래	미사	점토	토성							K ⁺	N ^{a+}	Ca ²⁺	Mg ²⁺
휴식년제 지역	88.88	8.55	2.57	S	5.21	2.43	0.088	36.61	15.24	0.005	0.05	0.06	0.20	0.09
비휴식년제 지역	91.36	6.39	2.25	S	5.93	1.97	0.064	57.72	16.42	0.007	0.14	0.08	0.37	0.22

적 높은 것으로 나타나 휴식년제 실시에 따른 솔잎 등 유기물공급이 잘 된 데 기인한 결과라 사료된다(정진현 등, 2003).

IV. 결 론

이 연구는 하동 송림의 토양 및 입지특성을 분석하여 송림 복원을 위한 기초적 관리방안을 제시하고자 수행하였다.

1. 하동 송림은 소나무 단순림이며 비휴식년제 지역 및 휴식년제 지역 모두 상층교목의 수관의 접촉부로 인한 아교목 및 중층식생의 성장을 고려하여 상층식생의 접촉부에 대한 일부 밀집된 지역의 가지치기 등 시업이 필요할 것으로 사료된다.

2. 하동 송림의 비휴식년제지역의 임분은 직경 60cm급과 수고 18m급에서 개체목간 경쟁이 두드러지는 것으로 나타났으며, 휴식년제지역의 임분은 직경 62cm급과 수고 10m급에서 개체목간 경쟁이 두드러지는 것으로 나타났다.

3. 하동 송림에서 토양경도, 토양공극률, pF2.7에서 토양의 조공극률 등 토양의 물리성은 휴식년제의 실시로 토양회복이 진행되는 것으로 분석되었다.

4. 하동 송림지역 토양의 염분은 평균 0.006%로 나타나 장기적으로 하동 송림의 보전을 위하여 토양의 염분 유입 방지를 위한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

인 용 문 헌

문화공보부. 1973. 문화재대관림(천연기념물편). 문화공보부 632pp.
박재현. 1995. 백운산 성숙활엽수림 개별수확지

에서 벌출직후의 환경변화와 운재로 침식에 관한 연구. 서울대학교 박사학위논문 137pp.
박재현. 2005. 함양 상림 복원을 위한 입지특성 분석. 한국환경복원녹화기술학회지 8(1) : 1-9.
우보명. 2003. 훼손지환경녹화공학. 서울대학교 출판부 322pp.
우보명 · 박재현 · 김경훈. 1994. 벌채적지 운재로의 토양가밀도 변화와 자연식생회복에 관한 연구. 한국임학회지 83(4) : 545-555.
이천용. 1995. 산림환경토양학. 진성문화사 45-88pp.
정진현 · 김춘식 · 구교상 · 이충화 · 원형규 · 변재경. 2003. 한국 산림토양의 모암별 이화학적 특성. 한국임학회지 92 : 254-262.
하동군. 2010. 하동군 송림관리계획 20pp.
藤原俊六郎 · 安西微郎 · 加藤哲郎. 1996. 土壤診断の方法と活用 281pp.
Adams, P. W. 1981. Compaction of forest soils : a pacific northwest extension publication. Oregon. USDA Forest Service. PNW-217.
Froehlich, H. A., D. W. R. Miles and R. W. Robbins. 1985. Soil bulk density recovery on compacted skid trails central Idaho. Soil Science Society American Journal, 49(4) : 1016-1017.
Krag, P., K. Higginbotham and R. Rothwell. 1986. Logging and soil disturbance in south-east British Columbia. Canadian Journal of Forestry Research, 16 : 1345-1354.
Sidle, R. C. 1980. Impacts of forest practices on surface erosion. A pacific northwest extension publication, Oregon. USDA Forest Service. PNW 195 : 1-5.