

해송해안림 임분내의 빛환경의 변화와 지엽현존량과의 관계

Relationship between Change of the Light Environment in the Shore Black Pine and Biomass of Branches and Leaves.

김영진¹ · 구로자와 키요시¹ · 야하타 히사시¹ · 오구균²

¹규슈대학 열대농학연구센터, ²호남대학교 조경학과

I. 연구배경 및 목적

방풍과 방조(防潮)를 목적으로 해안사구지역에 1970년대부터 10,000본/ha의 고밀도로 해송보안림을 조성해 일본 전국에 넓게 분포하고 있다. 고밀도로 해송을 조림한 후 적절한 밀도관리를 하지 않고 방치해 과밀상태의 임분이 증가했다. 과밀상태의 임분에서는 생육초기부터 수목상호간 가지의 접촉에 의한 수관폐쇄가 조기에 이루어져 수관하부(수관길이를 이등분 했을때 밑부분)의 빛환경이 악화되어 지엽(枝葉)이 고사 해 수관의 길이가 감소했다. 또한 수고만이 높아져 흉고직경이 작은 콩나물시루와 같은 임분을 형성해 기상재해에 약하고 방재기능이 저하된다 (Kaneko, *et.al.*, 2002).

방재기능을 충분히 발휘할 수 있는 해안림은 임관층(林冠層)이 두텁고 평균형상비(수고/흉고직경)가 낮은 임분이다. 임관층이 두텁다는 것은 가지가 밀집되어 이것에 의해서 강풍이 약해지고 바다에서 날아오는 염분이 포획되기 쉬워진다는 것을 의미한다(Torita, 2002). 임관층이 두텁고 평균형상비가 낮은 수형(樹形)으로 성장하기 위해서는 적절한 시기에 입목밀도를 조절하여 임관하부(林冠下部)를 밝게 유지해 수목의 지엽이 충분히 생육가능한 빛환경으로 조성하는 것이 중요하다 (Taodo, 1988).

본 연구는 후쿠오카 북부의 해송림을 대상으로 입목밀도와 임분내의 상대광도(相代光強度)가 수관하부의 지엽의 생육에 미치는 영향을 밝혀, 방재기능을 저하시키지 않는

적절한 임분밀도관리를 위한 기초자료를 얻는 것을 목적으로 했다.

II. 연구범위 및 방법

조사지는 후쿠오카시에 있는 우미노나카미치공원(S1,S2 지구)과 이키노마츠바라(U1,U2,U3 지구)를 연구대상지로 설정하였다. 조사지는 연간강수량이 1800mm, 연평균기온이 16.3℃, 연평균습도가 68%, 평균풍속이 2.7m/s 이었다.

우미노나카미치공원은 국영공원으로 공원내에 143ha면적의 해송림이 조성되어 있고, 그 중 1989년에 조림된 지역 중에 밀도가 다른 세지역 (U1 지구:1,500본/ha, U2 지구:2,000본/ha, U3 지구:2,900본/ha)을 조사대상으로 하였다. 이키노마츠바라는 전장 3km, 면적 20ha의 해안사구(海岸砂丘) 지역으로, 해안에서 50m 안쪽까지는 모래의 영향으로 초본식물이 생육하지 않고, 배후지역은 주택지가 형성되어 있다. 1991년에 조림된 17년생 고밀도(S2 지구:5900본/ha) 해송림과 1996년에 조림된 12년생 저밀도(S1 지구:1200본/ha) 해송림을 대상으로 했다. 조사지의 임분현황을 표1에 나타내었다.

수관(樹冠)내의 입체적인 상대광도를 측정하기 위하여 각 조사지 임분내 3곳에 10×10m의 방형구를 설치해 가로, 세로 2m간격의 36개 격자지점에서 지면으로부터 1m높이 간격으로 어안(魚眼)렌즈를 이용한 천공(天空)사진을 찍었다(Yahata, 1991). 자체제작한 프로그램을 이용해 각 지점

표 1. 조사지의 임분현황

	S1지구	S2지구	U1지구	U2지구	U3지구
입목밀도 (본/ha)	1,200	5,900	1,500	2,000	2,900
평균수관의 길이 (m)	3.1	1.5	2.7	2.1	1.9
평균수관폭 (m)	3.2	1.4	2.5	1.9	1.7
평균수고 (m)	5.7	8.1	8.6	8.4	8.3
평균흉고직경 (cm)	12.1	6.3	11.9	10.3	8.9
수령	12	17	20	20	18
평균수관율	0.54	0.19	0.31	0.25	0.23
당년생지의 엽지의 현존량 (kg/본)	8.04	1.21	5.54	3.04	2.33
1 개체의 전체엽지의 현존량 (kg/본)	35.9	5.6	23.7	14.3	10.1
단위면적당 엽지의현존량 (ton/ha)	43.1	33.1	35.5	30.6	30.7

의 천공사진을 분석해 상대광도를 계산하였다. 각 조사지의 방형구를 설치한 모든 구역에서 측량기를 이용해 수고, 수관폭, 수관길이를 측정하였다. 각 지구에서 평균치에 가장 근접한 해송 1개체를 선택해 수간(樹幹)에 붙어있는 모든 가지의 직경과 길이를 측정하여 체적을 구한 후 건조비중(해송:0.48)을 곱해서 가지의 현존량을 구하였다. 당년생지와 1,2년차가지에만 잎이 붙어 있으므로 각년차 가지 전체 길이에 샘플링한 가지의 단위길이당 잎의 수를 곱하여 1개체 잎의 수를 계산하였다. 여기에 잎의 건조중량을 곱하여 전체 잎의 현존량을 구하였다. 그리고 상대광도와 당년생지의 길이, 수관상,하부의 당년생지현존량(現存量), 수관율(樹冠率)과의 상관관계를 분석하였다.

Ⅲ. 연구결과 및 고찰

1. 임분내의 상대광도와 당년생지의 길이

각조사지의 수관상부에서는 상대광도가 40%이상으로 지엽의 생육상태가 양호했다. 수관하부에서는 상대광도가 15-30% 정도로 지엽의 고사가 관찰되었다. S1지구는 입목 밀도가 저밀도 지역으로 수관이 완전히 폐쇄되어 있지 않았기 때문에 지면에서 높아질수록 상대광도가 크게 증가했다. S2,U1,U2,U3지구는 고밀도 지역으로 지면에서 6m까지상대광도가 15-25%로 S1지구에 비해 낮고 변화도 적었다(그림 1).

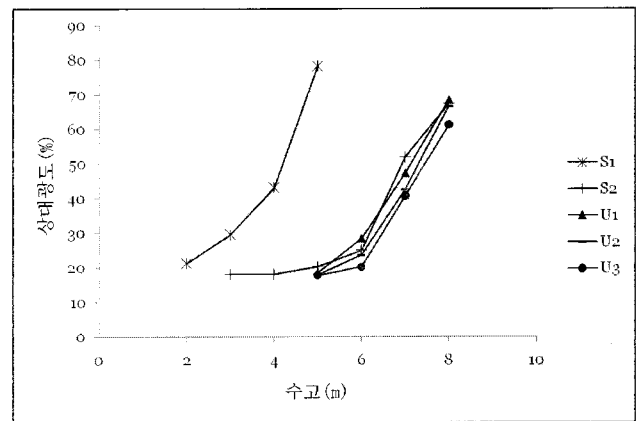


그림 1. 수고(樹高)와 상대광도간의 관계

S1지구에서 상대광도가 40-60%인 곳은 당년생지의 길이가 15-30cm, 상대광도가 30%이하인 곳은 10cm이하였다. S2지구는 상대광도가 40-60%인 곳은 당년생지의 길이가 4-16cm, 상대광도가 30%이하인 곳은 3cm이하였다. U1, U2,U3지구는 상대광도가 40-60%인 곳은 당년생지의 길이가 4-20cm, 상대광도가 30%이하인 곳은 3cm이하였다. 상대광도가 20%이하인 곳은 지엽이 전부 고사했다(그림 2).

모든 조사지 임분내에서 지면에서 높아질수록 상대광도가 높아지고 당년생지의 길이가 증가했다.

저밀도 일수록 임분내의 평균상대광도가 높고, 고밀도에 비해 당년생지의 길이와 현존량의 증가폭이 컸다. 고밀도의 경우는 수목간거리가 짧아 생육초기부터 수관이 폐쇄되어 수관하부의 상대광도가 20%이하인 곳이 늘어나 당년생지

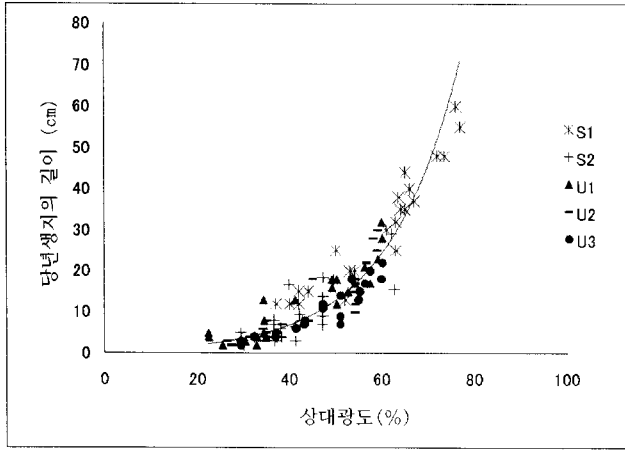


그림 2. 상대광도와 당년생지의 길이간의 관계

의 길이와 현존량이 급격히 감소했다.

양수(陽樹)인 해송의 당년생지의 성장은 임분내의 빛환경에 크게 영향을 받으므로 수관하부 수관하부의 빛환경이 악화되기 전에 수목간의 적절한 거리를 유지하기 위한 밀도관리가 필요하다고 생각되었다. 고밀도에 의해 일단 수관하부의 지엽이 고사해 수관길이가 짧아지고나면 때 늦게 간벌을 해도 수관율의 증가는 기대하기 어렵다.

2. 임목밀도와 지엽현존량

각 지구의 수관상·하부의 당년생지의 현존량비는 0.24-0.43이었다. 고밀도일수록 수관하부의 당년생지현존량이 적어져 현존량비는 감소했다. 각 임분의 평균상대광도는 34

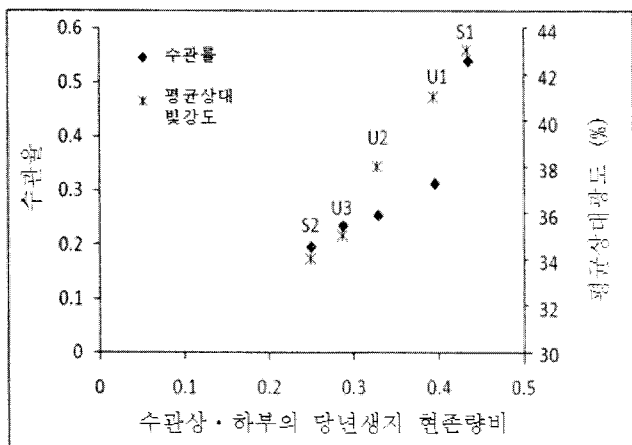


그림 3. 수관상·하부의 당년생지 현존량비와 수관율, 평균 상대광도간의 관계

-43%로, 평균상대광도가 커질수록 수관상·하부의 당년생지 현존량비와 수관율이 증가했다. 수관상·하부의 최소 당년생지 현존량비가 0.24일때 수관율이 0.19이었으나, 수관상·하부의 당년생지 현존량비가 0.39로 증가하면 수관율도 0.31로 증가했다 (그림 3). 이 결과로 부터 저밀도일수록 수관하부의 상대광도가 높아져 당년생지의 현존량이 증가하고 이 것이 수관율의 증가에도 연결된다는 것을 알 수 있었다.

입목밀도가 1,200본/ha(S1지구)에서 2900본/ha (U3지구)로 증가했을때 수관율은 0.54에서 0.23으로 감소했고 5,900본/ha 일때 수관율은 0.19로 감소했다. 반면, 입목밀도가 1,200본/ha에서 1,500본/ha(U1지구)으로 증가했을때 지엽현존량은 43.1ton/ha에서 35.5ton/ha으로 급격히 감소했고, 2,000-3,000본/ha(U2와U3지구)에서 지엽현존량은 30.6ton/ha로 최소치로 되었다가 5900그루/ha(S2지구)에서 33.1ton/ha으로 증가했다 (그림 4).

고밀도일수록 수관하부의 상대광도가 낮고 옆 수목의 가지와 접촉이 많아지므로 지엽의 고사가 증가하여 현존량이 감소했다. 전체 가지의 현존량은수관하부의 가지의 고사에 큰 영향을 받았다. 또한 전체가지의 현존량 중에서 당년생지의 현존량이 차지하는 비중이 높으므로 수관하부의 빛환경을 개선해 당년생지의 고사를 감소시키면 수관율이 높아지고, 가지의 전체현존량도 증가한다.

조사지의 결과를 보면 1,200-2,000본/ha일때 수관하부의

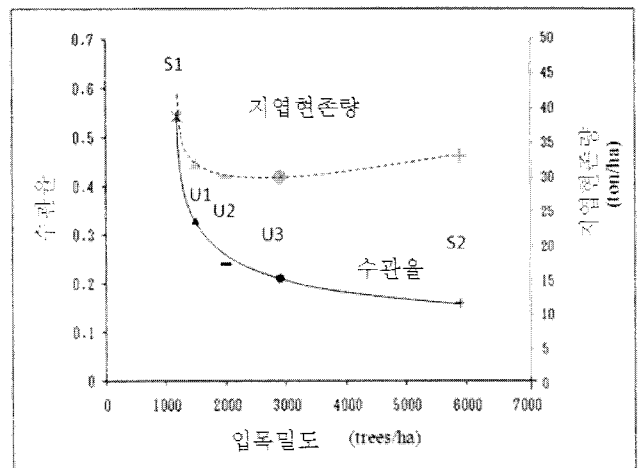


그림 4. 임목밀도와 수관율, 지엽현존량간의 관계

전체가지의 현존량이 가장 많았다. 수관하부에서 당년생지의 현존량의 증가는 입분전체의 수관률과 전체가지의 현존량의 증가에 연결되는 중요한 요인의 하나라고 생각되었다.

기존연구에 의하면, 건전한 수목육성과 방풍림,방사림의 관리기준으로써 형상비를 60이상, 수관률을 60%이상, 수량비수(입분내 입목의 단위면적당 현존량/수고가 같을 경우 입분내에서 도달할 수 있는 입목의 단위면적당 최고 현존량)를 0.7이상으로 관리하도록 보고되었다(Saito, 2001). 또한 Suzuki는 (2003) 상대입목간거리가 14%이하면 대상 입분은 초고밀도상태고, 4%-17%면 과밀상태, 18%-20%면 적정상태라 보고했다. 하지만 이 조건으로 입목밀도관리를 실시해도 수관하부의 지엽의 고사가 관찰되었다. 따라서 입분의 빛환경을 고려한 입목밀도 관리측면에서는 상대광도가 30%이상인 되도록 관리하여 수관이 폐쇄되기 전에 다단계에 걸친 간벌이 필요하다고 생각되었다.

IV. 결론

적절한 시기에 해안림의 입목관리(간벌)를 실시하면 입목수는 줄지만 입분내 빛환경의 개선으로 지엽량은 시간경과에 따라 증가해 해안림의 방재기능이 향상될 것으로 생각되었다. 그러나, 고밀도로 조림한 후 밀도관리를 실시하지 않으면 작은 수관률을 가진 수형으로 성장해 방풍, 방조,

방사기능이 저하된다. 수관하층의 상대빛강도를 30%이상으로 관리하면 입목의 수관률을 증가시켜 지엽의 현존량이 증가하고 수관의 밀폐도가 높아져 해안림의 방재기능이 유지될 것으로 판단되었다.

V. 인용문헌

- Kaneko, T. and Tamura, H. (2002): Study about the technology the fitness of the coastal pine tree(in Japanese). Akita prefecture forest technology center duties annual report 14:11-12.
- Saito, S.I. (2001): Present situation of the black pine coastal forest of South Hokkaido and future upbringing (in Japanese). -From one example of the swamp of the Oshamambe downtown. Koshunai season report 86 : 23-27.
- Suzuki ,M. (2003): Size structure of current-year shoot in mature crowns. Annals of Botany 92:339-347.
- Taoda, H. (1988): Succession of *Pinus thunbergii* forest on coastal dunes, Hitotsuba Coast, Kyushu, Japan. Hikobia 10:119-128
- Torita, H. and Nemoto, M. (2002): Windbreak forest of the low density and wind tunnel experiment about the forest zone width (in Japanese). Journal of the Japanese Forest Society 84:85-90.
- Yahata, H. (1991): Photographic estimation of light environments on forest floor using a computerized technique. Methodology and test of validity. Annual report of PUSREHUT.1:25-47.