

식생보전을 위한 소나무림의 식물사회학적 연구

배 병 호 · 이 호 준*

건국대학교 자연과학대학 원예학과, 건국대학교 자연과학부 생명과학전공*

적 요: 본 연구는 영동지방에 분포하고 있는 소나무림을 대상으로 식물사회학적인 방법에 의해 군집유형을 밝히고, 이들 식생의 천이계열과 자연성을 검토하였으며 토양환경을 분석하였다. 62개 방형구를 선정하여 조사한 결과, 본 조사지역의 소나무림은 소나무군집하에 전형아군집, 신갈나무아군집, 진달래아군집, 붉나무아군집 등 4개 아군집으로 구분되었으며, 군집들간에는 종조성, 계층구조 및 식피율, 흉고직경별 빈도분포 등 생태적 특징에 많은 차이가 있는 것으로 조사되었다. 한편, 본 조사지역 소나무림의 토양환경은 타 지역 소나무림에 비하여 매우 빈약하였으며 특히 pH는 평균 4.87로 강산성을 띠고 있으며, 각 하위군집에도 토양환경은 상이하게 나타났다. 군집유사도의 분석에 따라 소나무림의 천이계열을 추정하였으며, 이들 식생의 녹지자연도는 전형아군집과 진달래아군집이 7등급, 신갈나무아군집이 8-1등급, 붉나무아군집이 8-2등급으로 각각 사정되었다.

검색어: 강원도 영동지방, 녹지자연도, 소나무림, 식물사회학, 식생유형, 토양환경.

서 론

모든 식생은 오랜 시간을 거치면서 다양한 환경요소의 영향하에서 발달하여 왔다. 그중 기상적, 지리적 및 지형적 요인은 삼림식생의 구성과 발달 특성을 다르게 하며 동일식생일지라도 분포위치에 차이를 보이고 그 환경에 적응하거나 영향을 주는 유기적 관계를 가지고 발달하여 가고 있다.

이러한 식생 중에서 우리나라의 난대에서 한대에 걸쳐 전국적으로 분포하고 있는 소나무림은 대표적인 식생이라 할 수 있으며, 기후 및 토양적으로 다양한 입지에 분포하고 있어 각종 공익적 기능이 높은 식생으로 판단됨에 따라 많은 연구가 진행되어 왔다(이와 이 1989). 그러나, 이와 같이 각지에 분포하고 있는 소나무림의 상관은 같아도 군락의 구성상태나 생태적 특징은 다르다. 또한 식생의 이용, 유지 및 관리를 비롯한 여러 가지 보전을 위한 방법이나 기술의 측면에서도 상이한 대응이 필요하므로 각 지역에 분포하고 있는 식생의 구체적 특성에 대한 연구가 요구되고 있다. 특히 영동지방에는 많은 면적의 소나무림이 넓게 분포하고 있을 뿐만 아니라 우량림이나 아름다운 美林이 많이 형성되어 있다. 吉岡(1958)에 의하면 이 지역은 식물의 생태적 특성상 소나무가 우량림으로 형성될 수 있는 적지에 매우 가까운 것으로 판단되며 이 때문에 영동지방의 소나무림은 매우 중요한 식생으로 인식되고 있으나 아직까지 이에 대한 식물사회학적 또는 생태적 특징이 구체적으로 파악되어 있지 않은 실정이다.

또한 이 지역은 인구밀도가 낮고 토지이용도 단순하여 소나무림을 중심으로 하는 자연생태계의 특징이 잘 보존될

수 있는 조건을 갖춘 곳이라 할 수 있다. 특히, 바다와 접하여 다양하게 산재되어 있는 관광자원을 대상으로 하는 관광객의 과잉이용과 더불어 지역주민의 개발욕구에 의한 토지이용의 인공화 및 자연파괴가 예상되므로 이 지역의 소나무림은 보다 적극적이고 합리적이고 과학적인 관리 및 육성이 필요한 것으로 생각된다.

본 연구는 이러한 관점에서 영동지방의 다양한 소나무림을 대상으로 식물사회학적인 방법에 따라 식생의 유형을 구분하여 그 특징을 밝히고 이 내용을 바탕으로 식생의 천이계열과 녹지의 자연성을 검토하여 소나무림의 녹지적 관리를 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

조사지의 개황

조사지역은 강원도 속초시, 고성군(거진읍, 간성읍, 현내면, 토성면), 양양군(양양읍, 강현면, 현북면, 손양면, 서면) 등의 영동지역으로(Fig. 1) 지리적 위치는 북위 37°35'~38°30', 동경 128°23'30"~128°48'30"로 최북단에 위치하여 휴전선과 경계를 이루고 서쪽은 인제군과 접하면서 동으로는 바다와 연해있는 지역이다(1996년 산불이 발생한 지역은 제외). 내륙은 동해안을 따라 남북으로 뻗은 태백산맥과 여러 지맥에 의하여 형성된 험준한 산지와 경계를 이루고 있다. 또한 동쪽 아래 부분에는 해안과 연하여 300 m 전후의 낮은 구릉지와, 일부 지역에는 낮은 산지의 山麓, 대지, 저지 및 침식분지의 분포와 더불어 단조로운 해안선으로 이루어져 있다(고성군 1986, 양양군 1990, 속초시 1991).

한편, 본 지역의 지질은 고성군과 속초시의 일부가 불국사화강암, 그리고 속초시의 일부와 양양군은 京畿基底 變成岩複合體로 구성되어 있다. 기후는 속초 측후소의 통계자료

이 연구는 건국대학교 1997년도 학술 진흥 연구비에 의하여 수행되었음.

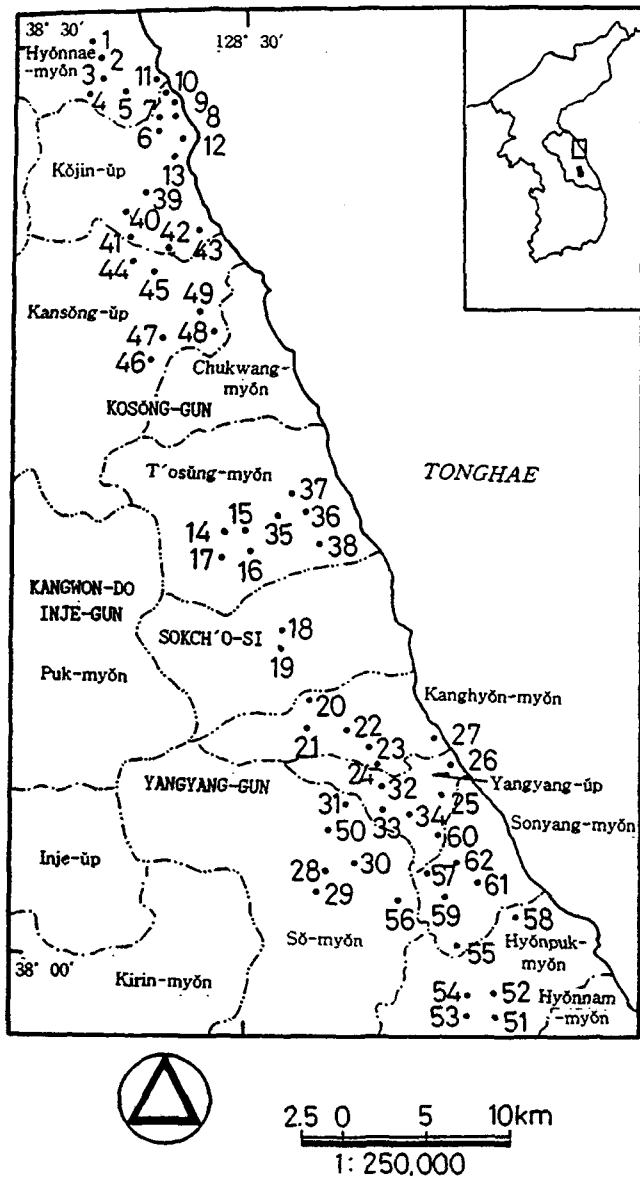


Fig. 1. Sampling site of the study area. Arabic numeral (bold) indicates quadrat site and relevé number.

(기상청 '91~'95)에 의하면(Fig. 2), 한반도 동쪽 해변의 중위도 지대에 속하여 편서풍의 영향을 받고 사계절이 뚜렷이 구별되는 온대성 기후로 겨울철에는 주로 시베리아 대륙성 고기압의 영향을 받아 북서계절풍이 탁월하고 한랭 건조하며 여름철에는 북태평양 고기압의 영향으로 고온다습하다. 연평균 기온은 12.2℃이며 최저기온은 -13.6℃, 최고기온은 35.3℃, 연평균 강수량은 1,238.3 mm로서 가을철 강수량이 높은 해안형을 나타내는 반면 봄철(4월)의 강수량이 적어 봄 가뭄이 심할 뿐만 아니라 습도가 낮아 산불 발생의 주원인이 되기도 한다.

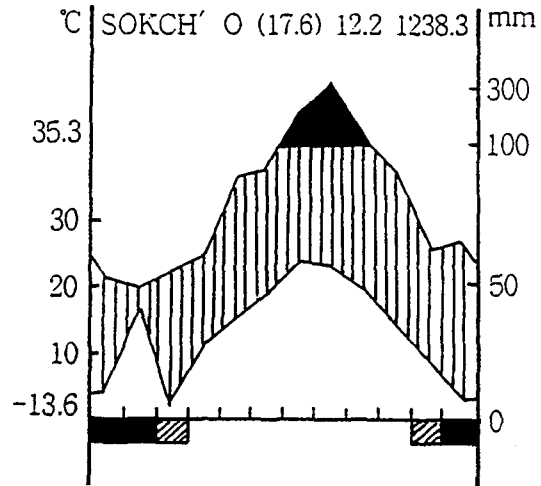


Fig. 2. Climate diagram in Sokch'ŏ meteorological station near the study area.(Korea Meteorological Station '91~'95)

조사방법

식생조사는 1997년 5월부터 8월 사이에 Braun-Blanquet(1964)의 식물사회학적 방법에 따라 식분이 균질한 62개의 방형구(20×20 m, 15×15 m, 10×10 m)를 설치하였으며(Fig. 1), 조사된 자료는 Müller-Dombois와 Ellenberg(1974), 鈴木 等(1985)의 식생자료 방법에 따라 종조성표를 작성하였다. 또한 소나무림의 생태학적 특징을 밝히고 군락의 유형을 구분하여 천이계열 및 녹지자연성을 검토하였다. 그리고 천이계열의 검토를 위한 군락의 유사도는 Gleason 또는 Kulczynski의 지수(伊藤 1977)를, 그리고 식생의 자연성 검토는 녹지자연도의 구분기준(환경부 1997)을 활용하였다. 특히, 천이계열은 기후와 지형(해발고)이 동일한 입지조건에 형성된 식생을 대상으로 검토함이 유효할 것으로 지적되어(井上 1980), 해발 200m 이내에 분포하는 소나무 순림을 조사하였다. 또한 아교목 이상 목본에 대해서는 매목조사(직경 2 cm 이상)를 실시하였다. 본 조사에서 얻어진 식생단위의 분류는 宮脇(1983)의 체계와 비교, 검토하였다. 토양조사는 각 방형구에서 낙엽층을 제거한 후 A₁층의 토양을 채취한 후, pH는 삼각 Flask에 정제된 토양시료 50 g과 증류수 50 ml를 넣고 20분간 진탕시킨 후 상등액을 pH meter로 측정하였으며, 토양함수량은 80℃의 dry oven에서 48시간 건조시킨 후 생량과 건량의 차를 건량에 대한 백분율로, 유기물은 회화법, 유효태 인산은 Lancaster 법, EC(전기전도도)는 EC meter (CM-40S, TOA), 치환성 양이온(K, Ca, Mg)은 시료 5 g을 1N Ammonium acetate 용액으로 추출하였다(농촌진흥청 1988).

결과 및 고찰

식물 군락의 분류

62개의 방형구에서 출현한 식물은 총 240종이었으며, 방

형구당 출현종수는 12~65종(방형구당 평균 출현종수 33.3종)으로 나타나 같은 소나무림이라도 매우 다양한 종 구성을 보이고 있다. 한편 식물사회학적방법에 의해 조사된 자료의 내용을 종조성표로 작성하여(미제시) 군락을 구분하고 이를 기초로 종합상제도표(Table 1)를 작성하였다. 그 결과

Table 1. Synthesis table of pine forest in Youngdong region

	A. Typical subassociation	B. <i>Quercus mongolica</i> subassociation	C. <i>Rhododendron mucronulatum</i> subassociation	D. <i>Rhus chinensis</i> subassociation
Community types				
Relevé no.	8	19	18	17
Species no.	12~34	14~39	18~44	25~65
(Average)	22.7	25.5	32.7	46.3

Character and differential species of Pinion densiflorae

Suz.-Tok. and Pinetum densiflorae, Typical subass.

<i>Pinus densiflora</i>	V 5	V 4-5	V 4-5	V 4-5
<i>Carex humilis</i>	II 1-2	V +-3	V +-4	IV +-3
<i>Spodiopogon sibiricus</i>	III 1	V +-2	V +-3	V +-3
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	IV +-2	IV +-1	V +-2	V +-2
<i>Lespedeza bicolor</i>	IV +-1	IV +-1	V +-2	IV +-1
<i>Patrinia villosa</i>	V +-1	IV +-1	V +-1	IV +-1
<i>Rhus trichocarpa</i>	IV +-1	III +	V +-1	IV +-2
<i>Chrysanthemum zawadskii</i>	II +-1	V +-1	V +-1	IV +
<i>Quercus serrata</i>	II +	IV +-3	IV +-4	IV +-2
<i>Quercus dentata</i>	II +-1	II +-1	III +-2	IV +-2
<i>Melampyrum roseum</i>	II +-2	III +-3	V +-3	II +-3

Differential species of *Quercus mongolica* subass.

<i>Quercus mongolica</i>	III +	V +-3	V +-2	V +-3
<i>Artemisia keiskeana</i>	II +	V +-2	V +-3	V +-2
<i>Prunus sargentii</i>	II +	III +	III +	IV +-2
<i>Aster scaber</i>	II +	II +-1	V +	IV +-1
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	II 2-3	IV +-3	IV +-2	IV +-2
<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i>	I +	IV +-1	IV +-2	V +-1
<i>Lindera obtusiloba</i>	II +	III +-1	III +-1	IV +-1
<i>Potentilla freyniana</i>		III +-1	IV +-1	IV +-1
<i>Calamagrostis epigeios</i>		II +	III +-1	IV +-1
<i>Viola orientalis</i>		II +-2	IV +-1	III +-2
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>		III +-1	III +	V +-2
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	II +	II +	III +-1	IV +-1
<i>Atractylodes japonica</i>		III +	V +-1	IV +-1
<i>Disporum smilacinum</i>	II +-1	II +	II +-3	III +-3
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>		II +	II +-1	II +

Differential species of *Rhododendron mucronulatum* subass.

<i>Rhododendron mucronulatum</i>		I +	V 1-3	I 1
<i>Smilax china</i>	I +	II +	III +	V +-2
<i>Smilax nipponica</i>		I +-1	II +-1	IV +-1
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	I +	I +	III +-1	II +-2
<i>Corylus heterophylla</i>	I +	I +	III +-2	II +-1
<i>Castanea crenata</i>	I +	II +	II +-1	IV +-1

Differential species of *Rhus chinensis* subass.

<i>Rhus chinensis</i>		I +-1		III +-2
<i>Solidago virga-aurea</i> var. <i>asiatica</i>	I +	II +	I +	IV +
<i>Dioscorea japonica</i>	I +	I +	I +	III +-1
<i>Carex lanceolata</i>	II +-1		I +	II +-2
<i>Isodon excisus</i>	I 1	I +	I +-1	IV +-2
<i>Leibnitzia anandria</i>		I +	I +	III +-1

본 지역의 소나무림은 소나무군집(Pinetum densiflorae)하에 전형아군집(Typical subassociation), 신갈나무아군집(Quercus mongolica subassociation), 진달래아군집(Rhododendron mucronulatum subassociation), 붉나무아군집(Rhus chinensis subassociation) 등으로 구분되었다.

전형아군집(Typical subassociation)

본 군락은 대부분 해안가의 평탄지 또는 하천 주변에 분포하는 식생으로서 식별종으로는 소나무를 비롯하여 떡갈나무, 졸참나무, 관목층은 조록싸리, 개웃나무, 싸리, 초본층은 산겨울, 큰기름새, 뚝갈, 산구절초, 꽃머느리밥풀 등이다. 방형구당 평균 출현종수는 22.7종(12~34종)으로 이와 이(1989)의 한국산 소나무림에서 방형구당 평균 출현종수 37.4종, 이 등(1995)의 모후산에서 나타난 31종과 이 등(1997)의 팔영산 삼림식생에서 나타난 39.3종과는 큰 차이를 보였으며, 본 조사지역내의 타 군집에 비해서도 가장 낮은 종수를 나타내었다. 교목층의 평균수고와 식피율(Fig. 3)은 각각 13.4 m, 88.5%, 아교목층은 7.2 m, 37%로 교목층의 수고는 타 아군집과 유사하였으나 식피율은 타 아군집의 교목층과 아교목층에 비하여 상대적으로 매우 높게 나타났다. 또한 관목층과 초본층의 평균수고와 식피율은 각각 1.8 m, 22.1%와 0.7 m, 46.8%이며 이중 수고는 타 군집과 유사하지만 식피율은 관목층이 가장 낮은 반면 초본층은 가장 높게 나타나고 있어 계층구조가 불완전한 특징을 보이고 있다. 소나무의 흉고직경별 빈도분포(Fig. 4)는 10 cm급 이하가 17.4%(2.6개체/a), 11~15 cm급이 40.1%(6.2 개체/a)로 가장 높았고, 다음으로 16~20 cm급이 26%(4개체/a), 21~25 cm급이 11.9%(1.9개체/a)로 나타났으며, 26 cm 이상의 대경목은 소수가 분포하고 있다. 그러므로 이 군집의 교목층은 소경목과 중경목을 중심으로 구성되어 있으며 그 중 소경목의 비율이 높게 나타나고 있다. 이러한 결과는 식

생의 수령이 짧은 일부 소경목이 중경목으로 성장해 가는 초기단계의 유령림에 해당하며 분포의 위치적 또는 입지적 특성으로 보아 다양한 토지이용(농지적 또는 레크레이션적 이용)에 의한 인위적 간섭 때문에 관목층이 심하게 교란되어 있을 뿐만 아니라 종조성도 매우 단순화된 식생으로 판단된다.

신갈나무아군집(Quercus mongolica subassociation)

신갈나무아군집은 해안에서 비교적 멀리 떨어진 산록과 그 주변에 분포하며 식별종은 신갈나무가 고상재대로 출현하며 구성종은 산벚나무를 비롯하여 당단풍, 생강나무, 산초나무, 물푸레나무, 칠쪽꽃 등의 목본식물과 맑은대쑥, 참취, 등굴레, 세잎양지꽃, 산조플, 노랑제비꽃, 삼주, 애기나리와 같은 초본식물이 높은 출현빈도를 보였다. 방형구당 평균 출현종수는 25.5종(14~39종)으로 앞에서 기술한 전형아군집 보다는 상대적으로 약간 높게 출현하고 있으나 전술한 타지역의 소나무군락에서 조사된 평균 출현종수에는 미치지 못하고 있다. 교목층의 평균수고와 식피율(Fig. 3)은 각각 14.2 m, 86.8%, 아교목층이 5.3 m, 30.6%, 관목층이 2.0 m, 42.1%, 초본층은 0.6 m, 45.5%로 조사되었다. 전형아군집과 비교하여 교목층과 아교목층 및 초본층의 수고와 식피율은 유사한 경향을 보이고 있으나 관목층의 식피율이 높게 나타나는 차이를 보여 계층구조가 비교적 발달한 식생으로 판단된다. 흉고직경별 빈도분포(Fig. 4)는 소경목인 10 cm급 이하가 27.9%(4.3개체/a), 11~15 cm급이 33.9%(5.2개체/a)로 전체의 61.8%를 차지하고 있으며 중경목은 16~20 cm급이 20.8%(3.5개체/a), 21~25 cm급이 10.9%

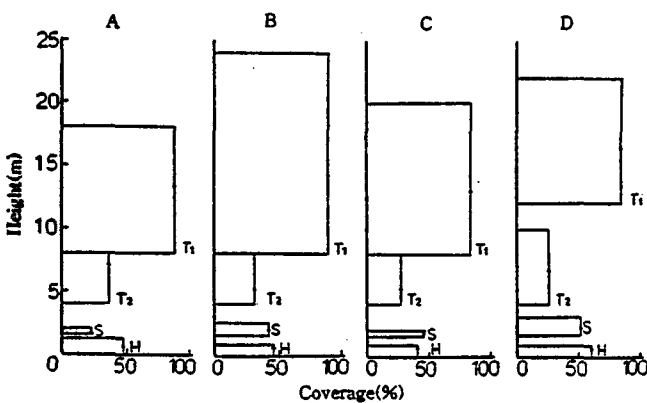


Fig. 3. The plant height and vegetation cover of each community in pine forest of the study area.

- A. Typical subassociation
- B. Quercus mongolica subassociation
- C. Rhododendron mucronulatum subassociation
- D. Rhus chinensis subassociation

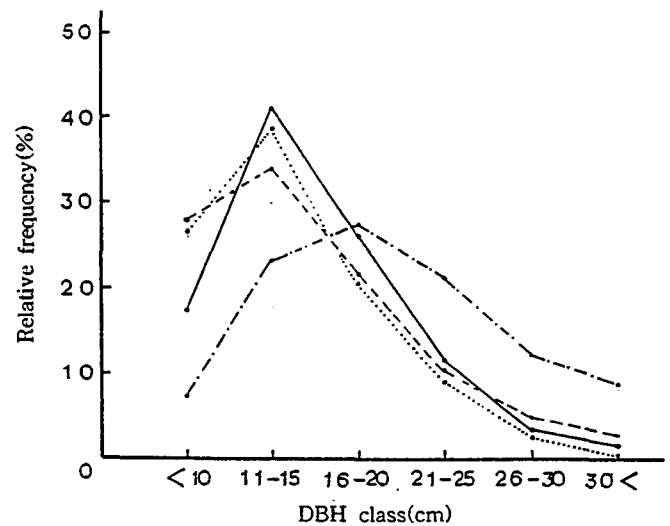


Fig. 4. DBH class distribution of each community in pine forest of the study area.

- A. Typical subassociation (—)
- B. Quercus mongolica subassociation (---)
- C. Rhododendron mucronulatum subassociation (···)
- D. Rhus chinensis subassociation (- · -)

(1.7개체/a), 그리고 대경목에 해당하는 26~30 cm급이 4.5%(0.7개체/a), 31 cm이상 급도 1.9%(0.3개체/a)로 구성되어 있다. 따라서 본 아군집은 소경목에서 대경목까지 고루 분포하고 있지만 대경목의 비율이 낮은 점으로 미루어 현재는 대부분이 소경목과 중경목을 중심으로 구성된 식생이다. 그러므로 타 아군집보다는 방형구당 평균 출현종수가 증가하고 계층구조도 발달되어 있으며 대경목이 약간 증가하는 장령림의 특징을 나타내고 있다. 이러한 결과는 과거의 어느 시점까지 인위적 간섭에 의하여 교란된 후 극히 일부의 남겨진 소나무가 대경목으로 성장하였으며 일부는 새롭게 유령목으로 복원되어 가면서 종조성도 점차 증가해 가는 식생으로 생각된다.

진달래아군집(*Rhododendron mucronulatum* subassociation)

진달래아군집은 전형아군집이 분포하는 해안과 신갈나무 아군집이 분포하는 산록의 중간 지역에 위치하며 지형적으로는 대부분 구릉지와 그 주변 및 평지(대지)에 분포하고 있다. 식별종은 교목층에 소나무, 신갈나무, 관목층에 진달래가 고상재도로 출현하였으며 그 밖에도 청미래덩굴, 노린재나무, 난티잎개암나무, 밤나무, 선밀나무 등이다. 방형구당 평균 출현종수는 32.7종(18~44종)으로 전술한 두 아군집보다는 증가하는 경향을 보이고 있으나 이와 이(1989)의 한국산 소나무림에서 보고된 37.4종에는 미치지 못하고 있다. 교목층의 평균수고와 식피율(Fig. 3)은 각각 13 m, 85%를 나타내고 있어 타 아군집과 유사한 경향을 보이고 있다. 그러나 아교목층의 경우는 평균수고가 5.2 m, 평균식피율이 26.4%로 상대적으로 낮게 나타난 반면 관목층과 초본층의 평균식피율은 각각 44.1%, 39.1%를 차지함으로써 하층구조가 발달한 특징을 보이고 있다. 한편 흉고직경별 빈도분포(Fig. 4)는 소경목인 10 cm 급 이하가 27%(4.6개체/a), 11~15 cm 급이 39.8%(6.8개체/a)로 전체의 66.8%를 차지하였고 중경목에 해당하는 16~20 cm 급이 20.5%(3.5개체/a)에 달하고 있으나, 21~25 cm 급은 9.2%(1.5개체/a)밖에 미치지 못하고 대경목도 3.4%에 그치고 있어 소경목의 비율이 가장 높은 유령림의 식생임을 알 수 있다. 이러한 결과는 이 군락이 구릉지와 그 주변의 표고가 낮은 대지에 분포하고 있기 때문에 농경지와 촌락 및 다양한 인

공시설과 접하여 있어 대부분의 식생이 극히 최근까지 인위적 간섭에 의하여 교목층 및 아교목층이 심하게 교란된 후 다시 복원되기 시작한 초기단계에 있는 것으로 사료된다.

붉나무아군집(*Rhus chinensis* subassociation)

붉나무아군집도 진달래아군집과 같이 구릉지와 그 주변에 성립되어 있지만 특히 지형적으로는 표고 100 m 이하로 대부분이 구릉지와 대지의 접점지역에 분포하는 특징을 보이고 있다. 이 식생은 관목층에 붉나무가 고상재도로 출현하고 그 밖에 미역취, 참마, 그늘사초, 오리방풀, 솜나물 등의 구성종에 의해서 구분되고 있다. 한편 방형구당 평균 출현종수는 46.3종(25~65종)으로 조사지역의 소나무림 중에서는 가장 높게 출현하고 있을 뿐만 아니라 임 등(1980)이 경기도지방 적송림에서 40종, 이와 이(1989)가 한국산 소나무림에서 조사한 37.4종, 김 등(1990)이 석회암지대의 송림에서 42종, 이 등(1995)의 모후산에서 31종, 이 등(1997)의 팔영산에서 39.3종 보다 높게 나타났다. 계층별 평균식피율(Fig. 3)은 타 아군집에 비해 교목층의 평균수고가 16.7 m로 가장 높게 나타났으나 식피율은 85%로 타 아군집보다 낮을 뿐만 아니라 아교목층도 상대적으로 가장 낮은 25.5%를 나타내고 있다. 이 결과는 are당 출현하는 소나무의 평균개체수가 9.7본으로 밀도가 낮은 것과 관련이 있는 것으로 판단된다. 그러나 관목층과 초본층은 각각 51.4%, 59.4%로 하층구조는 매우 발달한 특징을 보이고 있는데 이는 교목층과 아교목층의 식피율이 낮으므로 많은 광량이 투과되어 초본층이 발달하게 되었고 그 결과 방형구당 평균 출현종수도 타 아군집에 비하여 높게 나타난 것으로 사료된다. 한편 흉고직경별 빈도분포(Fig. 4)는 소경목인 10 cm급 이하가 7.4%(0.7개체/a), 11~15 cm급이 23.2%(2.2개체/a)로 가장 낮게 분포하는 반면, 중경목인 16~20 cm급이 27%(2.5개체/a), 21~25 cm급이 21.1%(2.0개체/a)로 소경목보다 높은 값을 보이고 있을 뿐만 아니라 대경목인 26~30 cm급이 12.3%(1.2개체/a), 그리고 31 cm급 이상도 8.9%(0.8개체/a)를 차지하고 있다. 이러한 결과는 다른 아군집과 비교하여 중·대경목이 높게 분포하여 임목밀도가 낮고 대경목이 증가함으로써 고령림에 해당되며, 흉고직경

Table 2. Soil properties of community types in the study area

Community types	pH (1:1)	SWC (%)	OM (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	EC (μmhos/cm)	Exchangeable cation(me/100g)		
						K	Ca	Mg
A	5.18	6.98	2.59	73.19	42.63	0.09	0.50	0.21
B	4.77	15.04	7.02	74.46	36.41	0.21	0.16	0.28
C	4.86	14.28	6.74	66.70	38.85	0.27	0.30	0.41
D	4.68	17.09	8.46	101.59	50.22	0.23	0.50	0.69
Mean	4.87	13.34	6.20	78.98	42.02	0.20	0.36	0.39

A. Typical subassociation B. *Quercus mongolica* subassociation

C. *Rhododendron mucronulatum* subassociation D. *Rhus chinensis* subassociation

OM: organic matter, SWC: soil water content, EC: electric conductivity

별 분포가 피라밋 구조를 이루어 종조성이 다양한 식물사회의 특성을 나타내는 것으로 판단된다. 또한 대경목의 분포 비율이 높은 것은 어떠한 이유에서든지 소나무림으로 지속될 수 있도록 유지, 관리됨으로서 소나무림 중에서 대표적인 우량림 또는 美林으로 잔존하고 있는 것으로 생각된다.

식생별 토양환경

식생은 토양을 토대로 생활의 터를 넓혀 나가며 토양의 특성에 따라 종조성과 분포도 달라지고 주변환경도 바뀌게 된다. 특히 토양은 기후, 모암, 지형, 식생, 시간, 인위적간섭 등의 총체적인 산물로서 구성된 것이기 때문에 토양환경을 조사하면 그 지역 식생의 특성을 이해할 수 있다. 본 조사지역내의 각 군락별 토양환경은 Table 2와 같다.

토양 pH는 평균 4.87로 산성을 띠고 있다. 이것은 이와 이(1989)의 한국산 소나무림에서 설악산의 5.06과 대둔산의 4.16, 이 등(1997)이 강원도 고성군 죽왕면에서 조사한 5.00과 유사하게 나타났다. 그 중 전형아군집이 5.18로 가장 높았고 이어서 신갈나무아군집이 4.77, 진달래아군집이 4.86, 붉나무아군집이 4.68 순으로 낮아지면서 강산성의 경향을 보이고 있다.

토양함수량은 평균 13.34%로 나타났으나 이 중 전형아군집에서는 최저치인 6.98%를 보이고 있으며 붉나무아군집이 17.09%로 가장 높은 값을 나타내었다. 이와 같은 결과는 이 등(1989)의 한국산 소나무림(설악산지역)에서 밝혀진 31.58%와 이 등(1995)의 모후산지역에서 나타난 32.4%보다 훨씬 낮으므로 매우 건조한 지역에 분포하는 소나무림으로 판단된다. 특히 전형아군집은 토양함수량이 가장 낮고 종조성도 가장 단순하여 타 군집과 대조를 이루며 이에 비하여 토양함수량이 높은 붉나무아군집은 종조성이 다양하였으며, 이것은 유기물함량과도 관련성이 있는 것으로 판단된다.

유기물함량은 전 조사지역의 평균이 6.20%로 이와 이(1989)의 한국산 소나무림 중 설악산에서의 7.63%보다는 낮고 대둔산의 2.21%와 이 등(1997)이 강원도 고성군 죽왕면에서 조사한 5.0%보다 높은 값을 보이고 있다. 이와 같은 결과는 본 조사지역이 산록에서부터 해변까지 다양한 지역에 걸쳐 넓게 분포하였기 때문으로 사료된다. 각 식물군집별로 보면 해안가에서 가까운 전형아군집이 가장 낮은 2.59%로 이와 이(1989)의 보고와 유사한 경향을 보이고 있다. 이것은 일반적으로 침엽수의 잎이 낙엽활엽수에 비하여 분해가 늦은 것과 해안이라고 하는 입지적 특성 및 토지이용의 특수성도 유기물함량이 낮은 원인 중의 하나일 것으로 사료된다. 그리고 신갈나무아군집은 7.02%, 진달래아군집은 6.74%였으며 붉나무아군집이 가장 높은 8.46%를 나타내고 있어 유기물함량도 식생에 따라서 차이를 보이고 있다. 한편 입지의 수분 조건은 천이의 방향과 속도에 영향을 주고 식생이 발달하면 함수량이 많아지게 된다. 이는 식물군락과 낙엽층이 지표면을 피복하고 있어 수분 증발을 억제하는 효과도 있지만 토양내에 첨가된 유기물은 보수효

과가 크며, 유기물함량이 높으면 토양수분도 증가하게 된다는 내용과 일치하는 결과라 할 수 있다(沼田 1977).

유효인산함량의 전체평균은 78.98 ppm으로 이와 이(1989)의 설악산 송림에서 144.65 ppm 보다는 훨씬 낮으나 대둔산 지역의 77.24 ppm 과는 유사한 값을 보이고 있다. 이 결과도 전술한 바와 같이 고도가 낮은 산록과 해안이라고 하는 조사지의 특성때문일 것으로 추정된다. 각 군집별로 보면 전형아군집과 신갈나무아군집은 각각 73.19 ppm과 74.46 ppm으로 유사한 값을 보여주고 있으며 진달래아군집은 최저치인 66.70 ppm, 그리고 붉나무아군집은 최고치인 101.59 ppm으로 가장 높은 값을 나타내고 있다. 이는 소경목으로 구성된 유령림이 낮고 장령림과 고령림 순으로 높게 나타난 결과라 할 수 있다.

전기전도도는 전체평균이 42.02 $\mu\text{mhos/cm}$ 로 나타났으며 식생별로는 신갈나무아군집이 36.41 $\mu\text{mhos/cm}$ 로 가장 낮고 붉나무아군집이 50.22 $\mu\text{mhos/cm}$ 로 가장 높은 값을 보이고 있다.

K는 전체평균이 0.20 me/100g 으로 본 조사지역에서 이 등(1997)과 문과 정(1996)이 조사한 0.14 me/100g 보다 다소 높은 값을 나타내었다. 각 식생별로 보면 전형아군집이 가장 낮은 0.09 me/100g으로 나타났으나 신갈나무아군집, 진달래아군집, 붉나무아군집은 각각 0.21, 0.27, 0.23 me/100g으로 비슷한 값을 보였으며 이 등(1995)의 모후산 지역 소나무군락에서 0.32 me/100g 보다는 낮은 값을 나타내었다.

Ca는 전체평균이 0.36 me/100g으로 문과 정(1996)에 의하여 조사된 0.19 me/100g 보다는 높게 나타나고 있다. 각 식생별로는 전형아군집과 붉나무아군집이 각각 0.50 me/100g으로 팔영산지역(이 등 1997)의 소나무군락과 유사하였으며, 신갈나무아군집은 가장 낮은 0.16 me/100g, 진달래아군집은 0.30 me/100g 으로 나타났다.

Mg는 전체평균이 0.39 me/100g으로 이 등(1997)의 강원도 고성군지역에서의 0.66 me/100g에 비하여 차이를 보이고 있다. 각 식생별로 보면 전형아군집이 가장 낮은 0.21 me/100g으로 나타났으며 신갈나무아군집, 진달래아군집, 붉나무아군집은 각각 0.28, 0.41, 0.69 me/100g 순으로 점차 증가하는 경향을 보이고 있다. 이상의 K, Ca, Mg의 치환성 양이온은 소나무군집에 따라 두드러진 차이와 상호관련성은 발견할 수 없었다.

전체적으로 본 조사지역의 소나무림에 대한 토양환경은 타 지역 소나무림의 토양환경과 차이를 보이고 있는데, 이는 본 조사지역의 대부분이 지형적으로 산록의 아래쪽에 위치하고 있으며 각 지역의 자연입지적 특성을 비롯하여 각 식생의 특징 및 입지에 대한 인위적 간섭에 기인하는 것으로 생각된다.

소나무군락의 천이계열 및 녹지자연도의 검토

식생에 있어서 입지조건, 시간적 추이는 식생의 구조를 변화시키고 있다. 그리고 현재에 분포하고 있는 식생의 대부분은 인위적 간섭을 받은 것이므로 이들 식생의 유지 및

관리를 위해서는 군락 상호간의 천이관계와 식생의 자연성을 검토하는 것이 매우 유효할 것으로 생각된다. 이처럼 식생에 대한 변화의 내용과 정도에 따르는 차이를 파악하고 천이계열을 검토하기 위하여 군락의 유사도를 분석하였다. 군락의 유사도는 식생의 유사성 또는 상이성을 정량적으로 파악하기 위한 것이며 이를 바탕으로 각 군락의 환경조건에 대한 차이의 추정이 가능하다.

이 지역에서 조사된 각 군집간의 유사도는 Table 3과 같다. 이때 군락의 배열은 표의 대각선상에 수치가 가장 큰 것이 위치하도록 하였다. 그 중 전형아군집(A)은 타 군집과의 유사도가 50% 이하로 군집간 이질적인 것으로 나타났으며 신갈나무아군집(B)은 진달래아군집(C)과 붉나무아군집(D)간에 각각 84%, 78%로, 그리고 진달래아군집(C)은 붉나무아군집(D)과 80%의 유의성을 나타냄으로서 거의 동질적인 것으로 나타났다. 한편 이 결과에서 얻어진 상위도 백분율(PD: percentage dissimilarity)을 이용하여 Bray-Curtis법에 따른 좌표배열을 실행하였다(Fig. 5). 그 결과 조사 지역의 소나무군집은 A와 B, C, D의 2그룹으로 구분할 수가 있으며, 이러한 관계와 Table 3에서 나타난 군락 상호간에 관련성을 고려하면 Fig. 6과 같은 배열이 가능하다. 이 관계를 천이계열의 기본으로 하고 종조성, 계층구조 및 흉고직경별 빈도분포와 토양환경을 고려하여 진행천이와 퇴행천이의 관계를 검토하면 Fig. 7과 같은 천이계열을 추정할 수 있다.

그리고 이들 식생은 자연성이라고 하는 기준으로 구분

Table 3. Similarity indices for each community in the study area

Community types	D	C	B	A
A	34	32	39	
B	78	84		
C	80			
D				

*The abbreviations are the same as in Table 1.

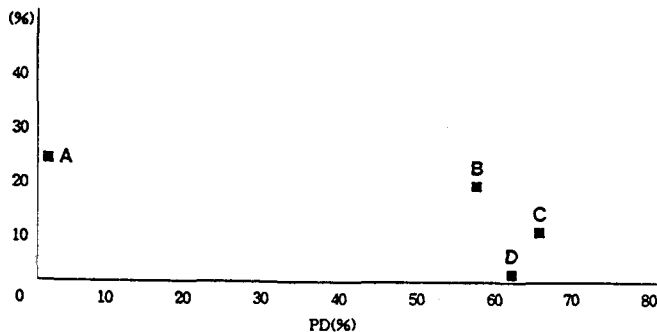


Fig. 5. Percentage dissimilarity for each community in the study area.

The abbreviations are the same as in Table 1.

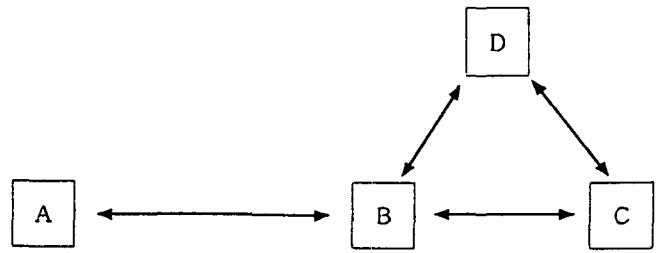


Fig. 6. The arrangement of each community by the relation between similarity indices and percentage dissimilarity among each community in pine forest of the study area.

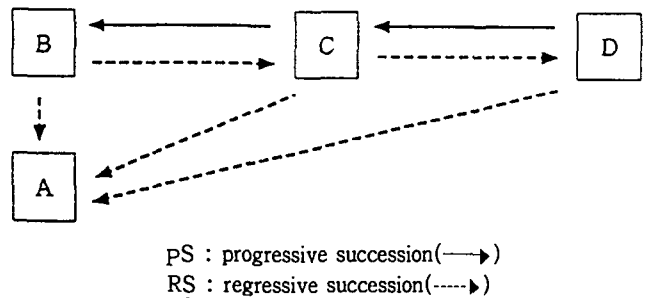


Fig. 7. An assumption of succession series among each community in pine forest of the study area.

하고 응용적으로 이용하여(환경부: 녹지자연도) 왔으며, 특히 2차림은 매우 다양한 식생이 나타나고 있는데 소나무림은 그중 대표적인 식생으로 판단된다. 그러므로 최근에는 이들 식생에 대하여 7등급과 8등급을 명확하게 구분 짓고 이중에서도 8등급은 좀 더 구체적으로 파악할 필요가 있어 세분하는 조사가 실행되고 있으나 많은 부분이 주관적으로 이루어지고 있다(배 1989). 따라서 이 지역에서 조사된 소나무군집의 생태적 특징을 바탕으로 구체적인 기준을 검토하고 녹지자연도의 구분을 시도하였다(Table 4). 이에 따르면 전형아군집은 소나무군집의 표징종만으로 구성되어 종조성이 매우 단순하고 관목층이 빈약하여 계층구조가 불완전한 유령림으로 구성되어 있을 뿐만 아니라 과거에서부터 지금까지 인위적 간섭이 강하여 식물은 물론 토양까지도 교란되어 있는 식생이다. 진달래아군집도 자연림의 조성종이 거의 보이지 않고 역시 계층구조가 불완전(아교목층이 빈약)하면서 소경목 중심의 유령림이고 최근까지도 인위적 간섭을 받은 것으로 보여 이들 군집의 녹지자연도는 7등급에 해당되는 것으로 판단된다. 그리고 신갈나무아군집은 군집의 표징종과 아군집의 식별종으로 조성되어 있고 계층구조가 비교적 발달하여 있으며 소, 중, 대경목이 고루 갖추어진 장령림으로 최근에는 인위적 간섭이 거의 배제되어 식생이 복원되어가는 것으로 예상되어 녹지자연도는 8-1등급으로 판단된다. 붉나무아군집은 종조성이 매우 다양하면서 자연식생의 종조성이 일부 포함되어 있으나 계층구조가 불완전하다. 그러나 하층식생을 주기적으로 관리함으로써 상층식생은 중, 대경목으로 성장하여 고령림으로 유지되어온 것으로 예상되어 녹지자연도는 8-2

Table 4. Classification of degree of green naturality by community type in pine forest

Degree	Standard of degree (Ministry of Environment 1997)	Relevant vegetation	Characteristics of vegetation
7	Generally secondary forest, infant forest (tree age: 20 years)	Typical subassociation	① Average species (no./quadrat): 22.7 ② Stratum structure: incompleteness ③ DBH class distribution: infant forest (mainly, 2-20 cm) ④ The extent of human interferences: se- vere (up to now)
		<i>Rhododendron mucronulatum</i> subassociation	① Average species (no./quadrat): 32.7 ② Stratum structure: incompleteness ③ DBH class distribution: infant forest (mainly, 2-10 cm) ④ The extent of human interferences: per- iodic (past)
8-1	<ul style="list-style-type: none"> Secondary forest forming natural forest which consists of mostly tall trees (tree age: 20-30 years) The imperfect secondary forest of which stratification structure and species component are disturbed by severe interferences (tree age: 30-40 years) The district where succession is advancing forward broad-leaved trees among older <i>Pinus densiflora</i> forests 	<i>Quercus mongolica</i> subassociation	① Average species (no./quadrat): 25.5 ② Stratum structure: development ③ DBH class distribution: mature forest (evenly, 2-30 cm) ④ The extent of human interferences: ex- clusion
8-2	<ul style="list-style-type: none"> Secondary forest of which vegetation is comparatively excellent (tree age: 30-40 years) Secondary forest of which stratification structure and species component are disturbed (tree age: 40-50 years) 	<i>Rhus chinensis</i> subassociation	① Average species (no./quadrat): 43.6 ② Stratum structure: incompleteness ③ DBH class distribution: advanced forest (mainly, 11-30 cm) ④ The extent of human interferences: per- iodic and continuous maintenance, man- agement
8-3	<ul style="list-style-type: none"> The stable secondary forest which has not been disturbed for long years (tree age: 40-50 years) 	Nothing	Nothing

등급으로 판단되었다.

인용문헌

고성균. 1986. 고성군지.
 기상청. 1991-1995. 기상연보.
 김준호, 문형태, 광영세. 1990. 석회암지역의 소나무군집의 구조와 토양의 물리화학적 성질. 한국생태학회지 18: 285-295.
 농촌진흥청. 1988. 토양화학분석법. 450 p.
 문형태, 정연숙. 1996. 강원도 고성지역에서 산불이 소나무림 토양의 영양염류에 미치는 영향. 한국생태학회지 19: 375-384.
 배병호. 1989. 식생자연도에 관한 제문제의 고찰. 건국대학교 중원연구논문집 8: 175-189.

속초시. 1991. 속초시지.
 양양군. 1990. 양주지.
 이우철, 이철환. 1989. 한국산 소나무림의 식물사회학적 연구. 한국생태학회지 12: 257-284.
 이원규, 김춘식, 차순형, 김영걸, 변재경, 구교상, 박재욱. 1997. 산불이 산림토양의 이화학적 성질에 미치는 영향. 한국생태학회지 20: 157-162.
 이호준, 김종홍, 강재구, 전영문, 배병호. 1995. 모후산 삼림식생과 토양환경. 한국생태학회지 18: 367-383.
 이호준, 김종홍, 배병호, 박문수, 전영문, 강재구, 신정식. 1997. 팔영산 삼림식생과 토양환경. 건국대학교 이학논집 22: 79-102.
 임경빈, 박인협, 이경재. 1980. 경기도지방 적송림의 식물사회학적 연구. 한국임학회지 50: 56-71.
 환경부. 1997. 녹지자연도 지역정밀조사(강원도북부).

- 沼田眞. 1977. 群落の遷移とその機構. 朝倉書店.
 鈴木兵二・伊藤秀三・豊原源太郎. 1985. 植生調査法Ⅱ - 植物社會學的研究法 -. 共立出版. 東京.
 宮脇昭. 1983. 日本植生便覽.
 岡邦二. 1958. 日本松林の生態學的研究. 日本林業技術協會.
 井上康平. 1980. 植生管理のための植物社會學的基礎調査. 應用植物社會學研究 9: 27-38.
 伊藤秀三. 1977. 群落の組成と構造. 朝倉書店.
 Braun-Blanquet, T. 1964. Pflanzensozologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Wein. 865p.
 Müeller-Dombois, D. and H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and Sons, New York. 547 p.

(1998년 12월 31일 접수)

Phytosociological Studies for Vegetation Conservation of Pine Forest

Bae, Byung-Ho and Ho-Joon Lee*

Department of Horticulture, College of Natural Science, Konkuk University

*Department of Biological Sciences, Division of Natural Science, Konkuk University**

ABSTRACT: This study was carried out to clarify the syntaxonomy of the pine forest in Youngdong region by the phytosociological methods. As a result of the investigation of 62 quadrats, *Pinus densiflora* forest was classified into four subassociations: Typical subassociation, *Quercus mongolica* subassociation, *Rhododendron mucronulatum* subassociation, *Rhus chinensis* subassociation. Many differences in ecological characteristics such as species composition, stratum structure, vegetation coverage and of diameter at breast height(DBH) of class distribution were found among the communities. Soil properties of the pine forest on the study area was relatively poor compared with other pine forests, especially, soil pH was strongly acidic with 4.87. Soil conditions among the subassociations appeared different. Future succession of pine forest by the similarity index of communities was proposed. Estimated degree of green naturality for Typical subassociation and *Q. mongolica* subassociation correspond to 7th grade, and *R. mucronulatum* subassociation, 8-1st grade, and *R. chinensis* subassociation, 8-2nd grade.

Key words: Community type, DGN(degree of green naturality), Phytosociology, Pine forest, Soil environment, Youngdong region.
