

유럽너도밤나무 군락과 독일가문비 조림지의 생태특성 비교

李榮根·趙顯濟*

서울대학교 산림자원학과·대구산업정보대학 산림자원학과*

적 요: 독일가문비 조림지를 식물사회학적 식생조사를 하여 이곳의 원식생인 유럽너도밤나무군락과의 비교를 통해 식생구조, 종조성, 생태계, 생활형의 차이점이 있는지를 조사하였다. 독일가문비 조림지에서의 평균출현 종수는 13종이었으며, 이들 종은 생태적 분포특성에 따라 유럽너도밤나무림에 나타나는 종, 자연 침엽수림에 나타나는 종, 그리고 개별 후의 나지에 나타나는 종 등 크게 세가지 그룹으로 구분되었다. *Luzulo-Fagetum* 군락에서는 *Luzula luzuloides*가 우점종이나 독일가문비 조림지에서는 *Avenella flexuosa*가 우점하고 있었다. 조림지 내의 초본식물을 Ellenberg의 지표종에 따라 분석한 결과, 호광성식물과 강산성식물이 증가하고 있었다. 한편 생활형 분석에서는 지표식물, 지상식물 그리고 반지중식물이 증가하고 지중식물은 감소하는 경향을 나타내었다. 위의 결과들은 과거 유럽너도밤나무군락이 우점하던 지역에 조성된 독일가문비 조림지가 생태학적 불안정하다는 것을 보여준다.

검색어: 독일가문비, 식생, 유럽너도밤나무, 조림지

서론

중부유럽의 산림지역에서 나타나는 바와 같이 인간에 의해 산림이 과도한 교란의 영향을 받고 나면 무엇보다도 초본층의 종조성과 구조에 있어 큰 변화가 일어난다. Whittaker와 Woodwell(1973)은 임지에서 인간의 간섭이 증대됨에 따라 종다양성이 감소하고, 양료순환이 방해받고, 토양의 질이 저하되며 궁극에는 생태계가 불안정하게 된다고 하였다. 인간의 간섭에 의한 산림생태계의 변화를 조사하기 위해서는 여러 가지 방법이 제안되고 있지만, Bürger(1991)는 사소한 환경변화에도 민감한 반응을 나타내는 초본층의 조사가 적은 비용으로 많은 유용한 결과를 얻어 낼 수 있다고 하였다.

자연상태에서는 고산지대에서만 생육하는 독일가문비는 150년 전부터 시작된 조림정책으로 현재 구서독일의 40% (구 동독 20%)이상을 차지하고 있다. 경제적 가치에 우선순위를 둔 인공조림이 산림생태계에 미치는 영향력에 대한 많은 연구와 토론이 그 동안 독일 생태학자들 사이에 행해져 왔다. 대부분의 경우에 토양의 산성화, 종다양성의 감소 등과 같이 생태학적인 측면에서는 독일산림에 좋지 않은 영향력을 미치는 것으로 보고되고 있다 (Zerbe 1993). 그 동안 토양조사를 통하여 독일가문비 조림지에 대한 생태계변화가 일부 조사된 적이 있으나 식생변화를 이용한 산림생태계 변화에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 이와 같은 관점에서 본 연구의 목적은 독일가문비 조림지를 대상으로 식물사회학적 식생조사에 의해 독일가문비의 조림이 임지에 생태학적으로 어떤 영향을 미쳤고, 아울러 원식생인 유럽너도밤나무군

락과의 종조성 및 구조에 있어서 어떠한 차이점이 있는지를 비교하는데 있다.

재료 및 방법

조사지

본 조사는 과거 독일의 수도인 본(Bonn)의 서측에 있는 Eifel산맥 북부와 동측에 있는 Bergischen Land 산맥의 동서쪽이다 (Fig. 1). 이 산맥들은 고생대 이후 바다가 점차 융기하여 생긴 것으로 주봉의 높이가 670 m 정도이며 경사가 다소 완만한 것이 특징이다. 아대서양성 기후를 나타내는 이

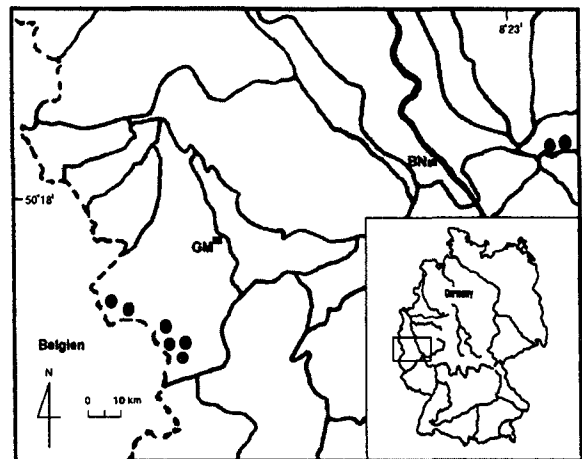


Fig. 1. The location of the study area (BN=Bonn, GM=Gemuend; ●: *Picea abies* plantation).

지역은 겨울철 온도가 0°C 이하로 내려가지 않아 비교적 포근하며, 여름철에도 17°C 정도로 비교적 서늘한 기후상태를 나타내고 있지만, 독일가문비 조림지는 해발 400 m 이상의 이 지방에서는 비교적 고지대로 1월 평균기온이 -1°C 이하, 8월 평균기온이 15°C 내외이며 년 평균 강우량이 900 mm 이상인 아대륙성기후를 나타내고 있다.

유럽너도밤나무 군락(Luzulo-Fagetum)

조사지역의 우점군락인 Luzulo-Fagetum 군락은 독일에서 단일 군락종으로는 가장 넓은 면적을 차지하고 있다. Meusel (1937)에 의해 처음 군락명이 명명된 이후 독일에서 가장 많이 연구된 군락 중의 하나이며, 유럽너도밤나무(beech) 우점지역내에서도 비교적 건조하고 척박한 지대에 잘 발달하고 있다 (Ellenberg 1996). 교목층은 유럽너도밤나무가 절대적으로 우점하고 입지조건이 건조해질수록 참나무류(*Quercus petraea*)의 비율이 높아지는 경향을 보이고 있다. 관목층의 발달은 거의 없으며, 초본층의 피도율도 4%에 불과할 만큼 하층식생이 아주 단순하다 (Ellenberg 1996). 이 군락은 일찍부터 인간들에 의해 자연방목지, 저목림 등의 여러 용도로 사용되었고, 이로 인해 이 군락의 조성 및 구조가 많이 변형되었으며, 바로 이런 입지에 독일가문비가 조림되었다.

조사방법

조사지 선정은 지형, 지위, 토양 등의 입지특성으로 보아 과거의 유럽너도밤나무군락(Luzulo-Fagetum)이 거의 확실시되는 독일가문비 조림지를 대상으로 하였다. 선정된 조사지에서 Braun-Branquet방법(1964)에 의해 10 m×10 m의 방형구를 설치하고 식물사회학적 식생조사와 식생분석과정을 통하여 식생표를 작성하였다. 조림지의 경우는 임령이 70년 이상, 피도가 70% 이하가 되어야 특징적인 종구성을 나타낸다는 Nihlgard(1970)의 연구결과에 따라, 식생조사는 대부분 임령이 70년 이상, 피도는 70%이하의 독일가문비 조림지에서 행하였다. 조사된 자료는 본 조사지내의 Luzulo-Fagetum군락에 대해 연구된 Krause & Möslers(1995)의 자료와 비교 검토되었고, 자료의 해석은 Ellenberg 등(1992)의 『Indicator values of plants in Central Europa』를 이용하였다.

결과 및 고찰

식물사회학적 조사

Table 1은 조사된 150개소의 방형구에서 그것을 전체적으로 대별할 수 있다고 인정되는 25개소의 방형구를 추출하여 작성한 독일가문비 조림지의 종조성표를 나타낸 것으로 해발, 지형의 차이에도 불구하고 조사구간 서로 유사한 종조성을 보이고 있는데, 이는 조림지도 일정한 연령이 되면 특징적인 종조성을 나타낸다는 것을 확인하는 것이다. 교목

층에서의 독일가문비(spruce)는 피도 양호한 생장형을 보이고 있었으며, 관목층에는 *Sorbus aucuparia*가 상재도 V, *Betula pendula*가 상재도 II로 비교적 출현빈도가 높게 나타났으며, 특히 독일가문비의 경우는 관목층에서 피도 3~5, 상재도 V로 단연 우점하고 있었다.

이 지역의 초본층에 나타나는 종들을 독일의 다른 숲속에서 자라는 본포지와 비교하여 보면, 자연적인 Luzulo-Fagetum군락에서 자라는 종(예; *Luzula luzuloides*), 자연적 침엽수 군락에서 자라는 종(예; *Vaccinium myrtillus*) 그리고 벌채후 나지에서 나타나는 다년생 초본(예; *Epilobium angustifolium*) 등 3가지 그룹으로 구분된다. 이곳의 원식생이 Luzulo-Fagetum군락이었다는 것을 암시하는 *Luzula luzuloides*가 상재도 IV로 출현하는데, 이것은 기 연구된 원식생자료에서도 비슷한 상재도로 나타나고 있다. 초본층에서 가장 높은 피도와 상재도를 보이는 종은 화분과인 *Avenella flexuosa*이며, Oberdorfer(1994)는 이 종이 척박한 토양에 잘 적응하고, 특히 덜 부식된 유기물층 위에서 비교적 좋은 생장을 하고 있다고 보고하고 있는데 이런 특성으로 인하여 침엽수림아래서 빠르게 세력을 확장해 온 것으로 판단된다. *Vaccinium myrtillus*는 *Avenella flexuosa*다음으로 높은 피도를 가지고 자라고 있다. *Epilobium angustifolium*, *Digitalis purpurea*, *Solidago virgaurea*, *Rubus idaeus*는 독일의 자연림에서는 거의 찾아볼 수 없지만, 인공림이 개발된 후 나지에서 빠르게 정착하는 종이다. Ellenberg(1996)에 따르면 이 종들의 종자는 입지 내에 오랫동안 발아 가능한 상태로 머물러 있다가 생육조건이 적당해지면 즉시 성장하여 우점하게 된다고 하였다. *Dryopteris dilatata*, *Galium hancynicum*는 Luzulo-Fagetum군락에서는 출현하지 않으며 이 인공조림지를 원식생과 구별시키는 주요한 식별종이다.

산림생태계 변화

원식생인 유럽너도밤나무 군락과 이 군락의 대체식생인 독일가문비 조림지의 식생을 비교 분석하여 이 지역 산림생태계의 변화를 파악하였다.

계층구조의 변화

Fig. 2의 A는 유럽너도밤나무군락과 독일가문비 조림지의 계층별 차이를 나타내는 것이다. 유럽너도밤나무가 많은 가지를 내어 두꺼운 그늘을 만들기 때문에 극상상태에 있는 Luzulo-Fagetum군락 아래의 관목층과 초본층의 피도는 아주 적게 나타난다 (Ellenberg 1996).

Fig. 2에서 보는 것처럼 유럽너도밤나무군락에는 초본층에만 평균피도 5%로 나타나고 그 외에는 거의 계층이 없는 것과 마찬가지로이다. 반면, 독일가문비 조림지는 관목층과 초본층의 피도가 유럽너도밤나무군락보다 훨씬 높게 나타났는데 이는 독일가문비 조림지가 간벌 등의 인간의 간섭으로 초본층과 관목층에 종들이 정착할 좋은 환경이 만들어

Table 1. Floristic composition table of *Picea abies* plantation as substitutional community of beech forest (Luzulo-Fagetum)

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	freq.		
Size (m ²)	110	100	100	100	100	100	1	95	100	100	100	120	100	85	90	100	90	100	100	85	100	95	100	100	100	100		
Height (above the sea)	590	580	600	600	590	580	600	610	620	600	620	610	590	600	590	600	600	590	610	580	570	590	610	600	600	600		
Aspect	N	N	SW	N	NW	ES	N	SW	S	.	.	.	E	.	.	.	.	.	.	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
Slope(°)	5	8	12	6	5	7	3	7	4	8	.	.	3	.	.	.	.	.	.	10	12	12	7	6	6	6		
Coverage of tree layer (%)	55	50	50	45	40	40	30	30	45	40	35	35	55	45	55	40	30	50	55	65	70	60	70	50	55	55		
Coverage of shrub layer (%)	80	75	50	85	90	60	70	90	80	55	80	80	70	45	70	80	90	80	50	80	65	90	65	85	90	90		
Coverage of herb layer (%)	10	15	40	4	6	10	20	3	4	20	15	15	10	12	13	15	10	10	7	10	20	7	18	8	4	4		
Number of species	8	8	13	12	12	9	13	5	7	8	10	9	11	8	15	14	15	14	14	10	6	8	10	6	7	7		
Tree and shrub layer																												
<i>Picea abies</i>	T.	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	V
... ..	S.	5	5	3	5	5	4	4	5	5	4	5	5	4	3	4	5	5	5	3	5	4	5	4	4	5	5	V
... ..	H.	+	+	+	.	+	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.	+	1	+	+	+	+	+	+	1	+	V	
<i>Fagus sylvatica</i>	T.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r
... ..	S.	1	1	.	+	+	.	1	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	II
... ..	H.	+	+	.	.	+	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	+	.	II
<i>Quercus petraea</i>	S.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r
... ..	H.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r
<i>Sorbus aucuparia</i>	S.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	V
... ..	H.	.	+	.	.	+	1	r	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	II
<i>Betula pendula</i>	T.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
... ..	S.	.	.	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	II
... ..	H.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	r	II
<i>Salix caprea</i>	S.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Differential species of Luzulo-Fagetum																												
<i>Dryopteris dilatata</i>	.	+	+	+	+	1	.	+	+	+	+	+	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	IV
<i>Galium hircanicum</i>	+	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	III
Indicator species of acid Forest																												
<i>Vaccinium myrtillus</i>	1	1	1	+	+	+	1	+	+	2	1	1	+	1	.	+	.	1	+	+	2	.	+	+	+	+	+	V
<i>Luzula luzuloides</i>	+	.	.	.	+	+	+	.	.	+	.	.	+	+	+	.	+	+	+	+	.	.	+	+	+	+	+	IV
<i>Avenella flexuosa</i>	+	1	1	+	+	1	1	+	1	+	+	+	1	1	+	+	+	+	+	1	1	2	1	2	1	+	+	V
Indicator species of clear cutting																												
<i>Epilobium angustifolium</i>	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.	+	+	.	.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	III
<i>Digitalis purpurea</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Soildago virgaurea</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Companions																												
<i>Dryoptens carthusiana</i>	+	+	+	+	+	.	.	.	+	+	+	.	+	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	IV
<i>Agrostis tenuis</i>	+	.	+	.	.	+	+	.	.	+	.	.	+	+	2	+	1	+	+	.	.	+	+	+	+	+	+	IV
<i>Rubus idaeus</i>	.	+	+	+	+	+	+	.	+	.	+	+	+	.	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	IV
<i>Rubus fruticosus agg.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	II
<i>Urtica dioica</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Sarothamnus sc parius</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	I
<i>Juncus effusus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I
<i>Athyrium filix-teminia</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I
<i>Holcus lanatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+
<i>Epilobium montanum</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+
<i>Catamagrostis arundinacea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Mycelis muralis</i>	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+

note : T, tree; S, shrub; H, herb; rare species (frequency<+) in herb layer are omitted

졌고, 침엽수림이 활엽수림보다 더 많은 빛을 통과시키기 때문인 것으로 판단된다.

우점종의 변화

한 입지의 우점종은 그곳 생태계를 특징지우는 것으로 여러 측면에서 해석될 수 있다. 인간의 간섭이 없는 상태에서의 우점종은 그 곳의 자연적인 입지조건을 표현하는 것이며, 인간의 간섭이 미친 곳에서는 퇴행천이나 진행천이외의 한 과정을 표현하는 것이다 (Walter 1986).

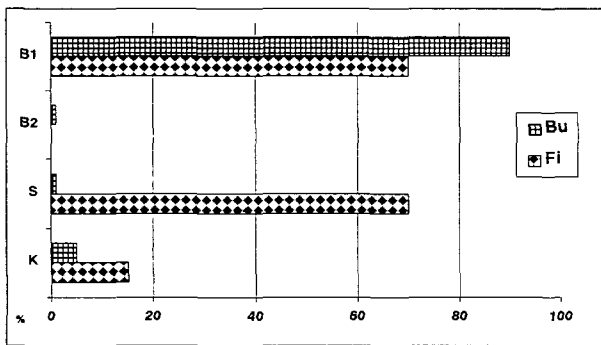
본 조사지에서 행해진 자연적 Luzulo-Fagetum군락과 독일가문비 조림지를 비교한 결과 분명한 우점종의 변화를 발견할 수 있었다. 이 비교를 위하여 식별표의 +는 피도 0.1%, 1=2.5, 2=15.0, 3=37.5, 4=62.5, 5=87.5%로 하여 평균값을 구하였다. Fig. 2의 B는 몇 가지 우점종의 변화를 나타낸 것이다. 독일가문비 조림지에서 가장 두드러진 현상은 *Avenella flexuosa*의 우점이다. *Avenella flexuosa*와 *Vaccinium myrtillus*는 덜 부식된 유기물층위에서도 뿌리를 토양의 A층까지 내려 번성할 수 있다는 장점으로 인하여 이곳 조림지의 우점

종이 되었다 (Ellenberg 1996). 반면에 유럽너도밤나무군락의 우점종이었던 *Luzula luzuloides*는 이곳에 쌓인 미부식 유기물층 때문에 피도가 감소하게 된 것이다.

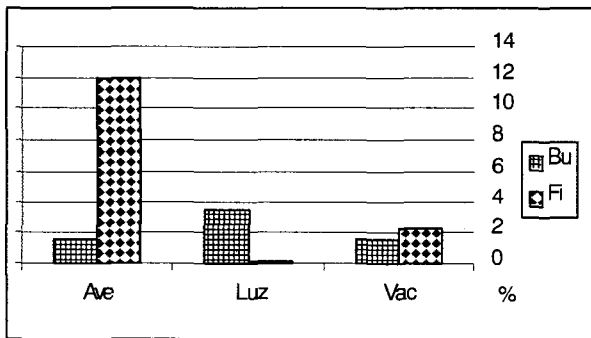
종변화 분석을 통한 생태계의 변화

Ellenberg 등(1992)은 그 동안의 자신의 조사와 독일내의 연구를 종합하여 중부유럽에 출현하는 모든 종에 대한 생태학적 특성을 밝혔다. 각 종이 광도, 온도, 수분, 토양산도, 질소, 염분, 기후에 반응하는 정도를 1에서 9등급으로 나누었는데, 가령 빛의 경우 1은 강 양성식물, 9는 강 음성식물, 수분의 경우는 1은 강 건조에서 9는 물 속에 자랄 수 있는 종으로 구분했다. 이 지표종을 이용하면 한 입지의 생태학적 특징을 쉽고 빠르게 파악할 수 있다 (Böcaker et al. 1983). 유럽너도밤나무림과 독일가문비 조림지의 종조성과 피도의 차이를 이용하여 이 지표종표의 수로 계산하면 입지의 생태적 차이를 알 수 있다. Table 1과 Krause와 Möslser(1995)의 유럽너도밤나무군락의 식생표를 이와 같은 방법으로 계산하여 생태계를 비교하였다.

Fig. 3은 두 군락간의 광도, 수분, 토양산도, 질소에 대한 반응을 비교한 것이다. 두 군락의 종들은 빛, 수분, 질소에 반응은 1~9범위 중에 4.0~5.6사이에, 산도의 경우는 2.6~3.6사이에 분포하고 있었다. 광도의 경우에는 독일가문비 조림지가 유럽너도밤나무군락에 비해 아주 높게 나타나고 있으며, 그 결과 독일가문비 조림지에서는 호광성 종들이 많이 분포하고 있음을 알 수 있었고, 이는 침엽수가 활엽수에 비해 비교적 두꺼운 그늘을 형성하지 못하기 때문이며, 또한 독일가문비 조림지가 인간의 간섭으로 많은 빛이 들어 오기 때문이다. 토양수분에 있어서는 양쪽 숲간에 거의 차이가 없었으며, 토양산도에 있어서는 독일가문비 조림지가 유럽너도밤나무군락에 비해 더 산성화되었음을 알 수 있다. 이 사실은 그 동안의 다른 지방에서 이루어진 실제 토양 조사에서도 널리 알려진 바 있다 (Genssler 1959, Nihlgard 1970 등). 본 연구기간 동안 조사지역의 토양산도를 측정할 결과 Luzulo-Fagetum군락은 pH 3.5였으며 독일가문비 조림지는 pH 3.2로 나타났다. 독일가문비 조림지에 자라는 *Vaccinium myrtillus*와 *Galium harycnicum*은 토양상태가 강 산성임을 지시하는 종들이다. 질소는 Luzulo-Fagetum군락에서



(a)



(b)

Fig. 2. The ratio of average coverage (a) by stratification in beech and spruce (Bu: beech, Fi: spruce K: herb, S: shrub, B2: subtree, B1: tree layer); The coverage changes (b) in dominant trees (Ave=*Avenella flexuosa*, Luz=*Luzula luzuloides*, Vac=*Vaccinium myrtillus*).

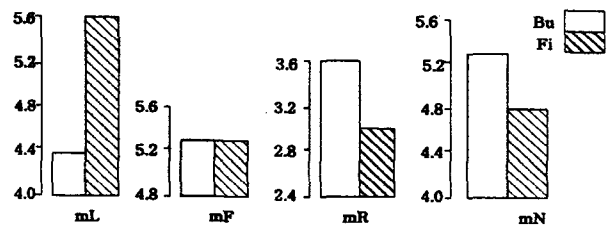


Fig. 3. The Response of spruce and beech forest to light (mL), moisture contents (mF), pH (mR) and nitrate (mN) (Bu: beech, Fi: spruce).

0.5정도로 높게 나타났는데, 이는 독일가문비 조림지내의 유기물층에 있어 미생물활동이 적고, 부식이 느리기 때문이다 (Nihlgard 1970, Ellenberg 1996).

이와 같이 독일가문비 조림지의 토양이 산성화되어가고 토양내 질소의 함량이 낮아졌다는 것은 토양의 물리화학적 성질이 악화되고 있으며 그것을 기반을 살아가는 식생들에게 있어서는 퇴행천이가 진행되고 있음을 보여주는 것이다.

종수의 변화

방형구내에 출현하는 평균종수는 한 군락을 특징짓는 중요한 요인중의 하나이다 (Zerbe 1993). Luzulo-Fagetum 군락내에 출현하는 종수는 7~8종인데 반해 독일가문비 조림지에 출현하는 평균종수는 13종이었는데, 이는 앞에서 언급된 것처럼 독일가문비 조림지내에는 세가지 그룹의 종이 섞여서 자라기 때문이다. Luzulo-Fagetum 군락내의 평균종수는 7내지 8종으로 거의 변화가 없는데 비하여 독일가문비 조림지는 종수가 5~20종 사이로 변화가 심하다.

생활형의 변화

Raunkiaer의 생활형은 한 지역의 식생형을 특징지을 수 있고, 또 이 생활형에 의해 군락별 인위적 간섭도와 천이의 등급을 구분할 수 있다 (Kowarik 1988). Fig. 4는 조사구내의 두 군락간의 생활형을 비교한 것이다. Luzulo-Fagetum 군락내에 반지중식물(hemicryptophytes)의 비율이 독일가문비 조림지보다 높게 나타났으며, *Luzula luzuloides*, *Avenella flexuosa*, *Carex pilulifera* 종들이 대표적이다. 그 외에 지중식물(geophytes)의 퍼센트는 Luzulo-Fagetum 군락이 5% 정도가 높게 나타났다. 이른봄에 꽃을 피우고 사라지는 지중식물은 비옥한 토양일수록 많은 것으로 알려져 있는데, 유럽너도밤나무군락이 독일가문비 조림지에 비하여 질소의 함량이 더 높은 것을 감안하면 당연한 결과로 해석할 수 있다.

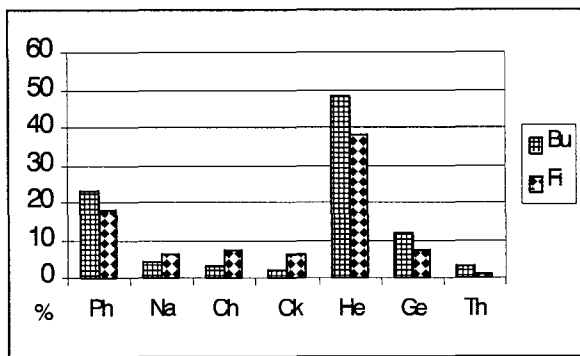


Fig. 4. The change of plant life-form due to afforestation of spruce on beech sites (Ph: mesophanerophytes, Na: microphanerophytes, Ch: nanophanerophytes, Ck: chamaephytes, He: hemicryptophytes, Ge: geophytes, Th: therophytes, Bu: beech, Fi: spruce).

유럽너도밤나무군락에 나타나는 지중식물은 *Anemone nemorosa*, *Polygonatum verticillatum*, *Convallaria majalis* 등이다. 왜지상식물(nanophanerophytes)과 지표식물(chamaephyten)의 경우는 독일가문비 조림지가 더 높게 나타났는데, 이는 정규적으로 나타나는 *Vaccinium myrtillus*와 *Galium hircynicum*에 기인한 것인데 이 종들이 덜 부식된 유기물층에 잘 성장할 수 있기 때문인 것으로 판단된다.

산림생태계 안정성

안정된 산림생태계는 외적인 방해에도 그 구조 및 조성이 변하지 않는 저항력이 있고, 파괴되더라도 빠른 시일내에 원상태로 회복되는 능력이 있어야 하며, 또한 생태계 변화도 자주 일어나지 않으며, 천이과정도 오랜 기간을 두고 같은 상태를 계속 반복한다 (Gigon 1983, Odum 1983). 독일가문비 조림지에 있어서 평균출현종수의 변화는 아주 심하고, 원래 산림초본이 아닌 들풀, 귀화식물들도 나타나고 있으며, 산림토양은 산성화가 심화되어 스스로 원래상태로 돌아갈 능력을 잃어 가고 있다. 더구나 80~100년 사이에 별채가 됨으로 원래 유럽너도밤나무림보다 짧은 기간에 변화를 반복하고 있다. 이를 종합하여 볼 때 독일가문비 조림지가 원식생인 유럽너도밤나무림보다 산림생태계가 불안정하다는 것을 알 수 있었다.

인용문헌

Böcker, R., I. Kowarik and R. Borkmann. 1983. Untersuchungen zur Anwendung der Zeigerwerte nach Ellenberg. *Verh. Ges. Ökol.* 11: 35-56.

Braun-Branquet, J. 1964. *Pflanzensoziologie* 3. Auf.-Wien (Springer), 865 p.

Bürger, R. 1991. Immission und Kronenverlichtung als Ursachen für Veränderungen der Waldbodenvegetation im Schwarzwald. *Tüxenia* 11: 407-424.

Ellenberg, H. 1996. *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. 5 Aufl. Stuttgart (Ulmer) 1195 p.

Ellenberg, H., H. Weber, R. Düll, V. Wirth, W. Werner and D. Paulissen. 1992. *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. 2 Aufl. *Scripta Geobotanica* 18, 258 p.

Genssler, H. 1959. *Veränderung von Boden und Vegetation nach generationsweisenm Fichtenanbau*. Diss. Univ. Hann.-Münden, 191 p.

Gigon, A. 1983. Typologie und Erfassung der ökologischen Stabilität und Instabilität mit Beispielen aus Gebirgsökosystem. *Verh. Ges. Ökol.* 12: 13-19.

Krause, S. and B. Möslers. 1995. *Pflanzensoziologische Gliederung der Hainsimsen-Buchenwälder (Luzulo-Fagetum Meusel 1937) in der nordrhein-westfallischen Eifel*. *Tuexenia* 15: 53-72.

- Kowarik, I. 1988. Zum menschlichen Einfluß auf Flora und Vegation. Theoretische Konzepte und ein Quantifizierungsansatz am Beispiel von Berin (West). *Landschaftentw. ickl. Umweltforsch.* 56. 280 p.
- Nihlgard, B. 1970. Vegetation types of planted spruce forest in Scania, Southern Sweden. *Bot Not.* 123: 311-337.
- Oberdorfer, E. 1994. *Pflanzensoziologische Exkursionsflora.* 7 Aufl. Stuttgart (Ulmer). 1050 p.
- Odum 1983. *Ökologie.* Gustav Fischer, 330 p.
- Walter, H. 1986. *Allgemeine Geobotanik.* Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. 2.Aufl. 260 p.
- Whittaker, R.H. Woodwell, G. M. 1973. Retrogression and coenocline distance. In R. Tuexen (ed.), *Handbook of Vegetation Science.* Part V. Dr. W. Junk bv. Publishers, Hague. 53-73.
- Zerbe, S. 1993. Fichtenforste als Ersatzgesellschaften von Hainsimsen-Buchwädem. *Vegetationsänderung eines Forst-öcosystems.* Berichte des Forschungszentrums Waldöcosystem A 100, 173 p.

(2000년 4월 21일 접수)

Ecological Characteristics of *Picea abies* Plantation in Comparison with *Fagus sylvatica* Population

Lee, Young-Geun and Hyun-Je Cho*

Dept. of Forest Resources, Seoul National University, Suwon 441-744, Korea

*Dept. of Forest Resources, Taegu Polytechnic College, Taegu 706-711, Korea**

ABSTRACT: *Picea abies* plantation in Mt. Eifel, Germany was studied phytosociologically, with special reference to species composition, structure, ecology and dormancy form, comparing to those of *Fagus sylvatica* population that once dominated the *P. abies* plantation. Thirteen plant species appeared on average. According to their ecological distribution, they were classified into three groups, *F. sylvatica* forests, natural coniferous forests and bare-land after clear-cutting. In *Luzulo-Fagetum* population, *Luzula luzuloides* was the dominated species while in *P. abies* plantation was dominated by *Avenella flexuosa*. In assessment of herbaceous plants by indicator species of Ellenberg, increasing number of shade-intolerant species and acid-tolerant species occurred. In analysis of plant dormancy form, species of Chamaephytes, Phanerophytes and Hemikryptophytes increased, while that of Geophytes decreased. As a result, we found *P. abies* plantation unstable in ecological aspects.

Key words: Ecological distribution, *Fagus sylvatica*, Indicator species, *Picea abies* plantation, Plant dormancy form, Retrogressivesuccession
