

# 傾斜方向이 牧草의 越冬性に 미치는 影響

李柱三 · 千小乙

## Effect of Slope Exposure on Winter Hardiness of Grasses

Ju Sam Lee and S. Y. Chun

### Summary

This experiment was carried out to investigate the effect of slope exposure on winter hardiness of grasses in mountainous pastures of Taekwalyong area.

The results obtained were summarized as follows;

1. Plant vigour(PV) before wintering influenced on the growth of next spring, field survival rates and winter hardiness of grasses.
2. The dry weight of plant per relative tiller appearance rates(DW/RTAR) was significantly negative correlated with plant vigour(PV) before wintering, but the dry weight of plant per relative tiller appearance rates(DW/RTAR) were significantly positive correlated with the number of tiller per plant before wintering( $NT_0$ ), number of tillers per plant of 1st cutting(NT), dry weight of plant(DW), field survival rates(SR) and relative tiller appearance rate(RTAR).
3. There ranking order of high winter hardiness of grasses, it were west(W), north-north west(NNW), east-southeast(ESE) and south-southwest(SSW) exposure, respectively.

### I. 緒 論

강원도 대관령 지역과 같이 여름철은 서늘하고 가을철이 짧은 반면에 겨울철이 길고 추우며 적설량이 많은 기후적 특성을 나타내는 지역에서는 여름철 목초의 하고현상이 인정되지 않아서 목초의 생육이 양호한 반면에, 겨울철에는 저온에 의한 내한성(耐寒性)이 문제가 되어 포장생존율(圃場生存率)의 감소가 인정된다(Grime, 1977).

이와 같이 겨울철 저온에 의하여 환경 stress가 심한 지역에서는 해발높이가 같더라도 초지의 경사방향에 따라서 식생구조의 차이가 인정된다(李 등, 1987), 이와 같은 원인은 경사면에 따른 일조량, 온도(기온과 토양온도), 풍향, 토양의 수분조건, 유기물 함량 및 pH등과 같은 환경요인의 차이가 식물체의 생육에 미치는 영향이 크기 때문이라고 생각된다(Schffer와 Schachtschabel, 1979).

따라서 대관령과 같이 한냉한 지역에서 지속성이

높은 초지를 유지하기 위해서는 해발과 경사방향등의 입지적 조건에 알맞는 혼파조합의 설정, 가을철 최종 예취시기에서의 적절한 예취 및 효율적인 시비관리를 통하여 목초의 월동성을 충분히 확보할 수 있는 초지관리방법이 강구되어야 한다고 생각된다.

일반적으로 내한성이라 함은 월동중 한가지 이상의 치사요인에 견딜 수 있는 능력으로써 포장생존율이 그 지표가 되지만(阿部, 1987), 월동성은 월동후의 생육까지를 포함하는 개념이라고 할 수 있다(小濟和西村, 1978; Thomas, 1980). 따라서 대관령과 같은 한랭지역의 열악한 환경조건에서 영년적으로 재배, 이용되는 목초의 경우, 월동후의 생육정도까지를 포함시키는 월동성의 정량적인 추정이 초지의 영속성의 평가에 유효하다고 생각된다.

지금까지 보고된 목초의 월동성은 실험포장의 개체식 조건에서 생존경율(Hides, 1978; Lozenti 등, 1971), 녹색조직율(Jones 등, 1984), 월동성지수(阿部, 1980) 및 상대경수출현율당 개체중(李와 金, 1991; 李

등, 1992ab, 1993b)의 방법에 의하여 조사되어 왔으나, 영년초지에서 경사면에 따른 월동성의 차이를 조사할 경우에는 생태적인 정량방법으로 평가하는 상대경수출현율당 개체중(DW/RTAR)이 가장 유효하다고 생각된다(李 등, 1992a, 1993b).

또한 초지에서 품종과 초종의 월동성을 비교할 경우에는 공시개체로써 유식물체(幼植物體)를 사용하는 것이 일반적이지만(阿部, 1980; 李 등, 1992b), 잔존개체의 포장생존율이 저하되는 한냉지역의 영년초지에서는 성식물체(成植物體)를 공시개체로 사용할 수 있다.

이상의 관점에서 본 실험은 대관령지역(해발 800m)의 orchardgrass 우점초지에서 사면의 경사방향이 목초의 월동성에 미치는 영향을 조사하여 지속성이 높은 초지의 유지를 위한 기초적인 자료를 얻고자 하였다.

## II. 材料 및 方法

본 실험은 강원도 평창군 횡계면 차항리 소재 국립종축원 대관령지원의 산지초지(해발 800m)에서 1993년 11월부터 1994년 5월까지 실시되었다.

산지초지의 초종은 orchardgrass, timothy, tall fescue, reed canarygrass의 4가지 화본과 목초가 혼파된 초지로써 orchardgrass가 약 80% 우점되었다.

조사지역은 경사방향이 서로 다른 서(西), 북북서(北北西), 남남서(南南西), 동남동(東南東)의 사면(斜面)을 선택하였다. 조사지역의 각 사면에 4m<sup>2</sup> 넓이의 quadrat을 2곳에 임의로 설치하여 quadrat내의 25개체에 대하여 labelling한 후 월동전 초세를 평가하고 개체당 경수(NT<sub>0</sub>)를 세었다.

월동후의 조사는 각 사면의 quadrat내에서 조사개체를 1994년 5월 9일에 예취하여 개체당 경수를 센후 건조기내에서 80℃ 48시간 건조후 건물중(DW)으로 하였다.

포장생존율(SR)은 월동전 조사개체수와 월동후 생존개체수의 차이로 구하였으며, 상대경수출현율(RTAR)은 Norris와 Thomas(1982)의 방법으로 구하였고, 월동성의 평가 기준이 되는 상대경수출현율당 개체중(DW/RTAR)은 李와 金(1991)의 방법으로 구하여 25개체의 평균 값으로 나타내었다. 월동기간중인 1993년 12월부터 1994년 3월까지 대관령 지역의 월

평균기온은 12월 -4.9℃, 1월 -9.2℃, 2월 -5.1℃, 3월 -0.7℃ 이었으며, 조사지역의 토양 pH는 서 사면이 5.7, 북북서 사면이 5.4, 남남서 사면이 5.2, 동남동 사면이 6.8이었다.

또한 월동기간중의 풍향은 주로 서풍이었다.

## III. 結 果

### 1. 경사방향에 따른 식물체 조사형질의 변화

경사방향에 따른 월동전후의 식물체 조사형질의 변화를 나타낸 것이 Table 1이다.

초세(PV)는 서 사면이 평균 3.72, 북북서 사면이 4.56, 남남서 사면이 4.68, 동남동 사면이 4.66으로, 서 사면의 초세가 가장 양호하였다.

월동전 개체당 경수(NT<sub>0</sub>)는 서 사면이 평균 13.2개를 나타내어 다른 사면에 비하여 훨씬 많았으나 다른 사면간의 개체당 경수는 큰 차이가 인정되지 않았다.

1번초의 개체당 경수(NT)는 서 사면이 17.5개로 가장 많았으나, 남남서 사면은 4.6개에 불과하여 월동전 평균 개체당 경수(NT<sub>0</sub>) 중에서 고사경수의 많았다.

1경중(WT)은 서 사면이 평균 54.1mg으로 무거웠으나, 동남동 사면에서는 1경중이 19.9mg에 불과하여 경사방향에 따라서 큰 차이가 인정되었다.

1번초의 개체중(DW)은 서 사면이 0.98g으로 가장 무거웠고 다음으로는 북북서 사면의 0.23g이었으며 남남서와 동남동 사면은 각각 0.15g으로 다른 사면의 개체중보다 가벼웠다.

포장생존율(SR)은 서 사면이 평균 90%, 북북서 사면이 70%, 남남서 사면이 20.5%, 동남동 사면이 58%를 나타내어, 남남서 사면의 포장생존율이 가장 낮았다.

상대경수출현율(RTAR)은 서 사면이 7.13, 북북서 사면이 3.82, 동남동 사면이 4.05로 +의 증가 경향을 나타내었으나, 남남서 사면에서는 상대경수출현율이 -9.28을 나타내어, 1번초의 개체당 경수가 크게 감소되었다.

상대경수출현율당 개체중(DW/RTAR)은 북사면이 13.46, 북북서 사면이 5.95, 동남동 사면이 3.72로 +값을 나타내었으나, 남남서 사면에서는 -값을 나타내어 월동성이 가장 낮았다.

Table 1. The values on measured characters of plants in each slope exposure

Slope exposure	PV	NT <sub>0</sub>	NT	WT	DW	SR	RTAR	DW/RTAR
W - 1	3.92	12.4	15.1	42.4	0.64	84.0	5.05	12.67
W - 2	3.52	13.9	19.9	65.8	1.31	96.0	9.20	14.24
W - x	3.72	13.2	17.5	54.1	0.98	90.0	7.13	13.46
NNW - 1	4.48	7.8	9.1	28.7	0.27	76.0	4.27	6.32
NNW - 2	4.64	5.7	6.5	29.2	0.19	64.0	3.37	5.63
NNW - x	4.56	6.8	7.8	28.9	0.23	70.0	3.82	5.95
SSW - 1	4.64	6.4	4.4	27.3	0.12	25.0	-9.61	-1.25
SSW - 2	4.72	6.8	4.8	37.5	0.18	16.0	-8.94	-2.01
SSW - x	4.68	6.6	4.6	32.4	0.15	20.5	-9.28	-1.63
ESE - 1	4.60	6.7	7.8	20.5	0.16	52.0	3.90	4.10
ESE - 2	4.72	6.2	7.3	19.2	0.14	64.0	4.19	3.34
ESE - x	4.66	6.5	7.6	19.9	0.15	58.0	4.05	3.72

Note. W; west, NNW; north north west, SW; south west, ESE; east south east, PV; plant vigour[(visually estimated on Nov. 27, 1993. 1 (good)-5(poor)], NT<sub>0</sub>; number of tillers per plant before wintering, NT; number of tillers per plant after wintering, WT; dry weight of a tiller (mg), DW; dry weight of plant(g), SR; field survival rate(%), RTAR; relative tiller appearance rates[(ln NT<sub>2</sub> - ln NT<sub>1</sub>)/(t<sub>2</sub>-t<sub>1</sub>) × 10<sup>-3</sup>], DW/RTAR; relative tiller appearance rates per dry weight of plant (× 10<sup>-2</sup>).

## 2. 초세(PV)와 조사형질

초세(PV)와 조사형질과의 관계를 나타낸 것이 Table 2이다.

초세는 월동전후의 개체당 경수(NT<sub>0</sub>, NT), 1경중(WT), 개체중(DW), 포장생존율(SR) 및 상대경수출현율당 개체중(DW/RTAR)과는 각각 유의한 부의 상관 이 인정되었다.

Table 2. Correlation coefficients between plant vigour(PV) before wintering and its related characters of 1st cutting

	NT <sub>0</sub>	NT	WT	DW	SR	DW/RTAR
PV	-0.983***	-0.977***	-0.889**	-0.973***	-0.742*	-0.889**

Note. \*, \*\* and \*\*\* are significant difference at 5, 1 and 0.1% level, respectively.

## 3. 고사개체수

각 사면의 조사개체수는 200개체였으나 이중 41%인 82개체가 고사되었다. 이를 사면별로 보면, 서 사면이 전체의 10%, 북북서 사면은 30%, 남남서 사면이 82%, 그리고 동남동 사면에서는 42%가 고사되었다.

또한 초종별로는 orchardgrass가 62개체로 75.6%, reed canarygrass가 11개체로 13.4%, tall fescue가 5개체로 6.1%, timothy가 4개체로 4.9%가 고사되었다.

## 4. 상대경수출현율당 개체중(DW /RTAR)과 조사형질

상대경수출현율당 개체중(DW/RTAR)과 조사형

질과의 관계를 나타낸 것이 Table 3이다.

상대경수출현율당 개체중(DW/RTAR)은 초세(PV)와 유의한 부의 상관을 나타내었으나, 월동전 개체당

경수( $NT_0$ ), 1번초의 개체당 경수(NT), 개체중(DW), 포장생존율(SR) 및 상대경수출현율(RTAR)과는 각각 유의한 정상관이 인정되었다.

Table 3. Correlation coefficients between dry weight of plant per relative tiller appearance rates(DW / RTAR) and its related characters

	PV	$NT_0$	NT	DW	SR	RTAR
DW/RTAR	-0.889**	0.854**	0.941***	0.830**	0.947***	0.858**

Note. \*\* and \*\*\* are significant difference at 1 and 0.1% level, respectively.

#### IV. 考 察

환경 stress는 식물의 생육을 억제하는 외적인자로 작용하는데(Grime, 1977), 대관령과 같은 한냉지에서의 환경 stress는 주로 저온에 의한 생육의 저해현상으로 나타난다.

특히 같은 해발의 조건이라고 할지라도 경사방향의 차이에 따라서 기온, 지온, 일사량, 광의 강도와 같은 환경조건이 변화되어 식물체의 환경적응성에 미치는 영향이 크다고 생각된다.

따라서 이 지역에서의 환경적응성의 평가는 월동전후의 생육량을 포함하는 개념인 월동성으로 평가할 수 있으며(李 등, 1992ab, 1993b), 상대경수출현율당 개체중(DW/RTAR)에 의한 평가가 유효하다고 생각된다(李 3등, 1993b).

경사방향에 따른 조사형질의 차이를 보면(Table 1), 서(西) 사면에서 식물체의 초세와 1번초의 생육이 양호하여 포장생존율과 월동성이 높은 경향을 나타내었다. 그러나 남남서(南南西) 사면에서는 월동후의 생육이 불량하여 개체당 경수의 감소경향이 뚜렷하였고, 포장생존율이 평균 20.5%에 불과하였으며, 상대경수출현율당 개체중(DW/RTAR)이 -의 값을 나타내었는데, 이러한 결과는 월동기간중 경사방향에 따른 환경조건이 차이가 월동전후의 생육량에 영향을 미쳐 월동성이 저하되었기 때문이며(嶋田, 1984), 그 경향은 남남서 사면에서 현저하였다.

경사방향의 차이에 관계없이 고사개체의 75.6%가 orchardgrass 초종이었던 결과로 볼 때, 포장생존율이 낮은 남남서 사면에서는 timothy, tall fescue 및 reed canarygrass와 같은 내한성이 높은 초종의 선택적 도입에 의한 식생유지가 무엇보다 중요하다는 것을 시

사한다.

경사방향의 차이는 강수량이 동일한 조건에서 일조시간이 길고, 일사량이 많아서 일교차가 심하고 토양수분의 증산이 많은 남사면 보다 북사면에서 초지의 영속성이 높은 것이 일반적인 연구 결과이다(李 등, 1987; 高杉, 1972). 그러나 본 실험에서는 서>북북서>동남동>남남서의 순으로 월동성이 높아서(Table 1, 2), 경사방향의 환경조건에 대한 목초의 분얼발생과 지상부 생육의 차이가 월동성에 밀접히 관여하고 있다는 것을 의미한다.

또한 대관령과 같이 적설량이 많은 지역에서는 월동성에 미치는 풍향의 영향도 클 것으로 생각된다. 적설량이 많은 연도에서는 풍향의 반대사면에 적설량이 많아져 피복효과가 뛰어나지만, 풍향 사면에서는 월동중 적설량이 적어서 식물체가 바람에 노출되기 쉬우므로 고사개체가 증가될 수 있기 때문이다. 월동기간중의 풍향은 주로 서풍이었는데도 불구하고(대관령측후소 기상자료, 1993, 1994), 서 사면의 월동전 초세가 양호하였고 1번초의 생육도 좋아서 월동성이 높았던 것은 다른 연도에 비하여 적설량이 극히 적었고 기온이 온화하였던 기상조건 때문이었다고 생각된다.

본 실험의 결과에서 월동전의 초세가 양호하면 1번초의 생육도 좋아지고 상대경수출현율과 포장생존율이 높아져 월동성이 증가되는 경향을 나타낸 것은(Table 1, 2, 3), 월동전후 식물체의 생육량이 많은 조건에서 월동성이 높다는 것을 의미한다(Table 2).

그러나 월동전 초세가 양호하다는 것은 지상부의 생육이 좋다는 것을 의미하므로 월동중 양분저장부위의 동화산물의 분배율이 낮아져 월동성이 저하될 위험이 있으며 월동후에는 경쟁력이 낮아질 수 있

다고 생각된다. 이와 관련하여 Harris와 Brougham (1970), 阿部(1986) 및 新發田과 嶋田(1986)는 저온조건에서 양분저장부위에 동화산물의 분배율이 높을 경우 월동성은 높아지지만, 양분저장부위에의 분배율이 높을 경우 지상부의 생장속도가 저하되어 개체간 경쟁력이 낮아질 수 있다고 보고하였다(Eagles와 Williams, 1971; Eagles 등, 1982).

이상과 같이 경사방향에 따른 월동전후의 식물체 생육량은 월동성과 밀접한 관련성이 인정된다. 특히 월동전후의 생육량은 가을철 최종예취시기에 따라서 크게 영향을 받는데(李 등, 1993a), 가을철 최종예취는 예취후 발생된 분얼이 신장생장하여 월동성을 획득할 경우 월동전 식물체의 생육량이 많은 조건에서도 월동성은 높아지게 되고 월동후의 생육도 촉진되어 1번초의 개체중을 증가시킬 수 있는 시기에 실시하는 것이 유리하다고 생각된다.

## V. 摘 要

경사방향의 차이가 Orchardgrass가 우점된 산지초지에서 목초의 월동성에 미치는 영향을 조사하였다.

1. 월동전 식물체의 초세는 1번초의 생육과 포장생존을 및 월동성에 미치는 영향이 컸다고 생각된다.
2. 상대경수출현율당 개체중(DW/RTAR)은 초세와 유의한 부의 상관을 나타낸 반면에, 월동전 개체당 경수, 1번초의 개체당 경수, 개체중, 포장생존을 및 상대경수출현율과는 유의한 상관관을 나타내었다.
3. 월동성은 서>북북서>동남동>남남서 사면의 순으로 높았다.

## VI. 引用文獻

1. Eagles, C.F. and D.H. Williams. 1971. Competition between natural populations of *Dactylis glomerata*. J. Agric. Sci. Camb. 77:87-193.
2. Eagles, C.F., D.H. Williams and R.J. Toler. 1982. Seasonal changes in competitive ability of contrasting populations in *Lotus corniculatus* L. Heredity 38:339-347.
3. Grime, J.P. 1977. Evidence for the existence of three primary strategie in plants and its relavance to ecological and evolutionary theory. Amer. Nature 111:1169-1194.
4. Harris, W. and R.W. Brougham. 1970. The effect of grazing on the persistence of genotype in a ryegrass population. N. Z. J. Agric. Res. 13:263-278.
5. Hides, D.H. 1978. Winter hardiness in *Lolium multiflorum* Lam. II. The effect of defoliation and nitrogen application as assessed by low temperature response in a controlled environment. J. Brit. Grassld Soc. 33:175-179.
6. Jones, P.K. and A.H. Charles. 1984. The winter hardiness of *Festuca rubra*, *Holcus lanatus* and *Agrotis* spp. in comparison with *Lolium perenne*. Grass & Forage Sci. 39:381-389.
7. Lozenti, F., B.F. Tyler, J.P. Cooper and E.L. Breese. 1971. Cold tolerance and winter hardiness in *Lolium perenne*. I. Development of screening techniques for cold tolerance and survey of geographical varieties. J. Agric. Sci. Camb. 76:199-209.
8. Schffer, F. und P. Schachtschabel. 1979. Lehrbuch der Bodenkunde. Ferdinand Enke verlag. stuttgart. 282-283.
9. Thomas, H. 1980. Terminology and definitions in studies of grassland plants. Grass & Forage Sci. 35:13-23.
10. 阿部二郎. 1980. 오-챠-도그라스의越冬性에關する品種間差異. 日草誌 26(3):251-254.
11. 阿部二郎. 1986. 寒地型イネ科牧草の耐凍性と雪腐病抵抗性に關する品種間變異. 北農試研報 146:89-143.
12. 阿部二郎. 1987. 草地の生産生態. p. 236-252. 文永堂出版. 東京.
13. 小濟民憲, 西村修一. 1978. 數種暖地型イネ科牧草の耐凍性と貯藏炭水化物および越冬性に及ぼす影響. 日草誌. 24:27-34.
14. 嶋田 徹. 1984. 北海道で栽培されるオ-チャ-ドグラス品種に必要とをれる耐寒性の程度. 日草誌. 29:283-289.
15. 新發田修治. 嶋田 徹. 1986. 土壤凍結地帯におけるオ-チャ-ドグラスの越冬性と體內成分の關係 I. 貯藏炭水化物 含有率, 耐凍性および 雪腐病抵抗性の品種間變異. 日草誌. 32:102-109.

16. 高杉成道. 1972. 牧草の栽培學. pp. 12-15. 酪農學園大學 近代酪農部
17. 李弼相, 朴根濟, 申載珣, 鄭連圭. 1987. 경사방향이 목초의 수량 및 양분함량에 미치는 영향. I. 주요 목초에 대한 남북향 사면의 건물수량 비교. 한초지. 7(2):92-96.
18. 李柱三, 金聖圭. 1991. 상대경수출현율당 개체중에 의한 Perennial ryegrass 품종의 분류. 한초지. 11(1):6-11.
19. 李柱三, 姜滿錫, 韓學錫, 韓星潤, 全基準. 1992a. Orchardgrass 품종의 월동성 비교. 한초지. 12(4): 218-225.
20. 李柱三, 張文淳, 韓星潤. 1992b. Tall fescue 품종의 환경적응성. I. 유식물체의 월동성과 1번초의 개체중. 한낙지. 14(4):275-282.
21. 李柱三, 韓星潤, 曹益煥. 1993a. Tall fescue의 환경적응성. III. 가을철 예취관리가 1번초의 개체중과 수량구성요소에 미치는 영향. 한초지. 13(3):203-212.
22. 李柱三, 韓星潤, 曹益煥. 1993b. Tall fescue의 환경적응성. IV. 상대경수출현율당 개체중에 의한 월동성의 평가. 한초지. 13(4):251-256.
23. 대관령 축후소 기상관측자료, 1993-1994.