

Orchardgrass 품종의 월동성 비교

李柱三 · 姜滿錫* · 韓學錫* · 韓星潤* · 全基準*

Comparison of Winter Hardiness in Orchardgrass Varieties

Ju Sam Lee, Man Suk Kang*, Hak Suk Han*, Sung Woon Han* and Ki Joon Jeon*

Summary

This experiment was carried out to compare the varietal differences of winter hardiness based on the values of winter hardiness index(WI) and the dry weight of plant per relative tiller appearance rate (DW/RTAR), and the evaluate the method of measurements for winter hardiness in 17 orchardgrass varieties grown under mountainous area of Taekwalyon, Kangwon-do, Korea. The results were summarized as follows:

1. Seedling vigours(SV) of plant before wintering indicated highly significant negative correlation with the dry weight of 1st cutting(DW) and the dry weight of plant per relative tiller appearance rates (DW/RTAR).
2. The dry weight of 1st cutting(DW) indicated significant positive correlations with the number of tillers per plant(NT), dry weight of a tiller(WT), field survival rate(SR), heading rate(HR) and the dry weight of heading tillers(HDW).
3. Correlation coefficients of the dry weight of 1st cutting(DW) with winter hardiness index(WI) was 0.499($p < 0.05$), and the dry weight of plant per relative tiller appearance rates(DW/RTAR) was 0.895($p < 0.001$), respectively.
4. Between the winter hardiness index(WI) and field survival rate(SR) showed highly significant positive correlation($p < 0.001$). And, the dry weight of plant per relative tiller appearance rates(DW/RTAR) showed highly significant positive correlation($p < 0.001$) with the dry weight of a tiller(WT) and the dry weight of heading tillers(HDW).
5. The varieties were classified into 2 groups by winter hardiness index(WI). The 13 varieties of Hallmark, Ina, Rancho, Amba, Filippa, Sparta, Hokuto, Kitamidori, Okamidori, Wasemidori, Shinyo, Potomac and Summer-green belong to the group of $WI > 100$, and 4 varieties of Able, Juno, Napier and Jesper belong to the group of $WI < 100$, respectively.
6. And, also classified into 2 groups by the dry weight of plant per relative tiller appearance rates (DW/RTAR). The 4 varieties of Amba, Okamidori, Wasemidori and Summer-green belong to the group of $DW/RTAR > 1.0$ and 13 varieties of Able, Hallmark, Ina, Juno, Napier, Rancho, Filippa, Jesper, Sparta, Hokuto, Kitamidori, Shinyo and Potomac belong to the group of $DW/RTAR < 1.0$, respectively.

The variety with $DW/RTAR > 1.0$ is belong to the group of high potential winter hardiness, and also obtained a high values over the 100 of winter hardiness index(WI).

“본 논문은 1992학년도 연세대학교 매지학술연구소의 학술지원 연구비의 지원에 의하여 이루어졌음.”

延世大學校 文理大學(College of Liberal Arts & Sciences, Yonsei University, Wonju 220-701, Korea)

* 國立種畜院 大關嶺支院(National Animal Breeding Institute, Taekwalyon Branch, Pyungchang 232-950, Korea)

7. The dry weight of plant per relative tiller appearance rates(DW/RTAR) may be a very useful ecological character to evaluate the potential winter hardiness of orchardgrass varieties grown under mountainous area of Taekwalyon(altitudinal ranges about 800m).

I. 緒 論

초지로써 산지의 이용가능성이 높은 강원도 지역은 여름철에 서늘하여 목초의 생육이 양호하나, 겨울철이 길고 기온이 낮으며 적설량이 많은 기상적 특성을 나타낸다. 따라서 해발이 높은 산지에서는 겨울철 불량환경조건에 의한 목초의 월동성 저하가 안정된 초지의 영속성을 유지하는 데 문제점으로 대두되고 있다.

월동성이란 월동중에 일어날 수 있는 여러가지 치사요인에 대하여 견딜 수 있는 식물체의 저항성이므로^{1),15)} 강원도와 같이 산지가 많고 겨울철 기온이 낮은 지역의 초지에서는 월동성이 높은 목초의 초종 또는 품종의 도입에 의한 영속성의 유지가 우선되어야 한다고 생각된다.

이와같이 불량환경조건에서 목초의 월동성이 중요시되는 이유는 개체의 월동성은 경년적으로 저하되는데 비하여^{1),4,9)} 기상의 연차적인 변동에 견디 영속성을 유지하는데 개체의 유전적인 능력에 의존하는 경향이 높으며 조방적인 관리조건하에서 계절생산성에 관여하는 월동전후의 생육정도가 월동성에 밀접히 관여하기 때문이다.^{2,3,7,17)}

지금까지 보고된 월동성의 정량적인 방법으로는 저온지역에서 적용되는 포장생존율^{8),12)}, 생존경율⁵⁾, 녹색조적율⁶⁾ 및 월동성지수¹³⁾가 있으며 온난지역에서 월동성을 나타내는 상대경수출현율당 개체중¹⁹⁾의 이용가능성이 보고되고 있으나 대관령지역에서 목초의 월동성을 정량적으로 검토한 연구결과는 아직까지 보고되어 있지 않다.

또한, 월동성을 검정할 경우에 사용되는 식물체의 개체는 그 지역의 기상조건에 오랫동안 적응하여 가을철 경화(hardening)에 의한 저장양분의 축적이 가능한 기존개체보다는 가을철에 파종한 유식물체를 공시하는 것이 월동성에 대한 개체의 유전적인 특성을 잘 나타낼 수 있어 월동성의 검정에 유리하다고 생각된다.

따라서 본 시험에서는 대관령 지역에서 orchard-

grass 품종의 유식물체를 공시하여 월동후 1번초까지 생육시켰을 때 월동성의 품종간 차이를 월동성지수와 상대경수출현율당 개체중으로써 비교검토하여 월동성이 높은 품종을 선발하고 월동성의 검정에 보다 유효한 정량적인 방법을 찾고자 하였다.

II. 材料 및 方法

본 시험은 1991년 8월부터 1992년 6월까지 강원도 평창군 횡계면 차항리 소재 국립종축원 대관령지역의 실험포장(해발 약 800m)에서 실시되었다.

품종은 조만성과 육종지역이 다른 orchardgrass 17개 품종을 공시하였다(Table 1). 파종은 1991년 8월 14일에 실시하였으며 파종방법은 품종과 개체간격을 20cm×20cm로 하여 반복당 25개소에 평균 4~5립씩을 파종한 후 3엽기에 1개체만 남기고 제거한 3반복의 난괴법으로 배치하였다. 시비는 10a당 질소 8kg, 인산 10kg, 칼리 8kg을 파종직후에 사용하였고 월동후(5월초)에는 10a당 질소 8kg, 인산 10kg, 칼리 6kg을 밀거름으로 사용하였다.

월동전 조사는 평균온도 5℃ 이하가 된 11월 10일에 유식물체의 초세를 1:우량~5:불량으로 평점하였다. 월동기간중 시험지역의 평균온도는 11월 1.4℃, 12월 -2.6℃, 1월 -6.0℃, 2월 -5.7℃, 3월 -0.4℃, 4월 5.9℃였다.

1번초는 출수말기인 1992년 6월 9일에 예취하여 포장생존율을 계산하였으며 예취된 개체는 영양경과 출수경으로 분리한 후 각각의 경수를 세었고 출수율을 조사한 후 건조기내에서 80℃로 48시간동안 건조시켜 영양경중, 출수경중 및 개체중을 구하였다.

또한, 월동성지수(WI)는 阿部(1980)의 방법으로 구하였고 상대경수출현율(RTAR)은 Norris와 Thomas(1982)의 방법을 응용한 李(1990)의 방법으로, 상대경수출현율당 개체중(DW/RTAR)은 李와 金(1991)의 방법으로 구하였다.

III. 結 果

1. 월동성지수와 상대경수출현율당 개체중에 관여하는 형질

월동성지수와 상대경수출현율당 개체중에 관여하는 형질을 나타낸 것이 Table 1이다. 월동전 유식물체의 초세(SV)는 품종평균으로 4.03을 나타내었는데 크게 나누어 4.0미만의 품종과 4.0이상의 품종으로 분류되었다. 즉, 4.0미만으로 초세가 양호하였던 품종은 Okamidori, Sparta, Filippa 및 Wasemidori였으며 4.0이상으로 초세가 불량하였던 품종은 Napier, Jesper, Able 및 Potomac이었다.

월동전 개체당 경수(NT*)는 Sparta가 14.1, Wasemidori 12.4, Filippa가 12.1개로 다른 품종에

비하여 월동전 개체당 경수가 많았으며 Napier, Jesper, Able은 5.5~5.9개에 불과하였다. 1번초의 개체중(DW)은 Amba, Summer-green, Sparta, Wasemidori 의 순으로 무거웠으나 Able, Jesper, Napier의 개체중은 가벼웠다.

1번초의 개체당경수(NT)는 Sparta가 67.9개로 다른 품종에 비하여 유의하게 많았으나 Jesper는 19.4개로써 다른 품종에 비하여 적었다. 1경중(WT)은 Amba, Wasemidori, Hallmark의 순으로 무거웠던 반면에 Shinyo, Sparta, Able의 1경중은 가벼웠다.

출수경중(HDW)은 Amba가 20.8g으로 가장 무거웠으나 Napier와 Able의 출수경중은 Amba의 약 1/4인 5.3g과 5.5g에 불과하였다. 출수율(HR)이 가장

Table 1. The dry weight of plant per relative tiller appearance rate(DW / RTAR), winter hardiness index (WI) and its related characters of orchardgrass varieties.

Variety	Origin	SV	NT*	DW	NT	WT	HDW	HR	SR	DW/ RTAR	WI
Able	Canada	4.65	5.9	7.5	22.2	0.34	5.5	24.3	68.0	0.34	93.4
Hallmark	Canada	3.86	8.8	15.8	26.1	0.61	14.0	45.2	88.0	0.87	112.7
Ina	Canada	4.29	8.4	10.8	22.8	0.47	9.0	37.3	84.0	0.65	112.3
Juno	Canada	4.00	9.7	14.6	33.8	0.43	9.9	29.9	52.0	0.70	71.6
Napier	Canada	4.75	5.5	9.0	24.2	0.37	5.3	28.1	48.0	0.36	74.1
Rancho	Canada	4.28	8.2	13.2	33.2	0.40	10.4	31.3	100.0	0.57	127.1
Amba	Denmark	4.00	9.4	23.6	33.6	0.70	20.8	44.0	100.0	1.11	128.7
Filippa	Denmark	3.50	12.1	17.0	37.9	0.45	14.4	35.9	96.0	0.89	108.2
Jesper	Denmark	4.75	5.6	8.4	19.4	0.43	6.7	40.7	64.0	0.41	99.7
Sparta	Denmark	3.12	14.1	21.8	67.9	0.32	18.6	49.8	100.0	0.83	119.2
Hokuto	Japan	4.06	9.0	12.4	24.8	0.50	8.8	31.9	96.0	0.73	116.6
Kitamidori	Japan	3.87	9.7	14.1	27.6	0.51	11.4	38.0	97.3	0.81	117.7
Okamidori	Japan	3.06	11.5	15.9	28.8	0.55	12.4	35.4	97.3	1.04	109.7
Wasemidori	Japan	3.51	12.4	21.2	33.9	0.62	18.2	45.1	93.3	1.26	111.5
Shinyo	Netherland	3.99	9.5	10.6	33.4	0.32	7.9	27.5	92.0	0.51	109.5
Potomac	USA	4.50	7.1	12.1	29.0	0.42	9.2	34.5	80.0	0.51	111.6
Summer green	USA	3.76	10.9	22.6	38.4	0.59	18.7	38.0	98.7	1.08	118.4
X		4.03	9.3	13.6	31.6	0.47	17.0	36.3	85.6	0.75	108.4
LSD(p=.05)		0.54	3.4	8.2	11.3	0.11	7.9	9.8	21.2	0.36	16.7

Note. SV; seedling vigour[visually estimated on Nov. 10, 1991. 1(good)~5(poor)], NT*; number of tillers per plant of autumn growth, DW; dry weight of plant(g), NT; number of tillers per plant of 1st cutting, WT; dry weight of a tiller(g), HDW; dry weight of heading tillers(g), HR; heading rate(%), SR; survival rate(%), DW/RTAR; dry weight of plant per relative tiller appearance rate and WI; winter hardiness index.

높았던 품종은 Sparta로써 49.8%의 출수율을 나타내었는데 Able의 출수율은 24.3%에 불과하였다.

포장생존율(SR)은 Rancho, Amba, Sparta가 각각 100%였으나 Napier는 48%, Juno는 52%의 생존율을 나타내었다.

상대경수출현율당 개체중(DW/RTAR)은 1.0이상의 품종군과 1.0미만의 품종군으로 분류가 가능하였는데 1.0이상의 품종군에는 Wasemidori를 비롯한 4개의 품종이, 1.0미만의 품종군에는 Able을 비롯한 13개 품종이 포함되었다.

또한, 월동성지수(WI) 100이상의 품종에는 Amba를 비롯한 13개 품종이, 100미만의 품종에는 Juno를 비롯한 4개 품종이 포함되었다.

2. 유식물체의 초세와 1번초의 개체중 및 상대경수출현율당 개체중과의 관계

유식물체의 초세와 1번초의 개체중 및 상대경수출현율당 개체중과의 관계를 나타낸 것은 Fig. 1, 2이다.

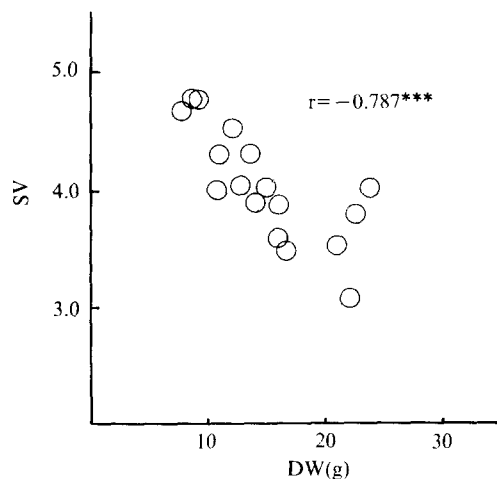


Fig. 1. Relationship between the dry weight of plant (DW) of 1st cutting and seedling vigours (SV) of autumn growth.

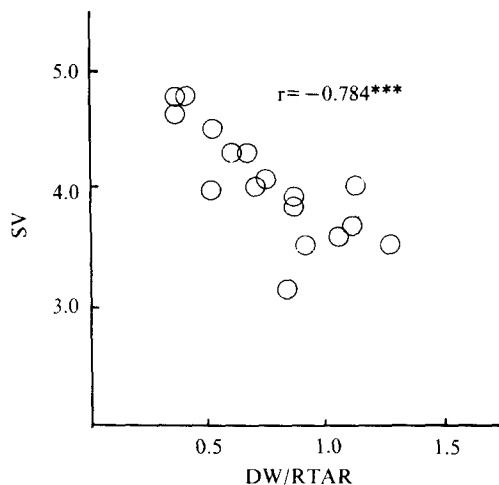


Fig. 2. Relationship between the dry weight of plant per relative tiller appearance rate(DW/RTAR) and seedling vigours(SV) of autumn growth.

유식물체의 초세는 1번초의 개체중 및 상대경수출현율당 개체중과는 각각 0.1% 수준의 유의한 부(-)의 상관이 인정되었다.

3. 1번초의 개체중과 수량구성요소와의 관계

1번초의 개체중과 수량구성요소와의 관계를 나타낸 것이 Table 2이다. 1번초의 개체중은 개체당경수, 1경중, 포장생존율 및 출수율과는 각각 1% 수준, 출수경중과는 0.1% 수준의 유의한 정상관이 인정되었다.

4. 1번초의 수량구성요소와 월동성지수 및 상대경수출현율당 개체중과의 관계

1번초의 수량구성요소와 월동성지수 및 상대경수출현율당 개체중과의 관계를 나타낸 것이 Table 3이다.

월동성지수는 출수율 및 출수경중과는 5%수준,

Table 2. Correlation coefficients between the dry weight of plant(DW) and yield components of 1st cutting

	NT	WT	SR	HR	HDW
DW	0.661**	0.617**	0.650**	0.699**	0.987***

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

포장생존율과는 0.1%수준의 정상관이 인정되었다. 또한, 상대경수출현율당 개체중은 1경중 및 출수경중

과는 0.1%수준, 포장생존율과는 1%수준의 정상관이 인정되었다.

Table 3. Correlation coefficients of yield components of 1st cutting with winter hardiness index(WI) and the dry weight of plant per relative tiller appearance rate(DW / RTAR)

	NT	WT	SR	HR	HDW
WI	0.288	0.408	0.928***	0.510*	0.573*
DW/RTAR	0.372	0.796***	0.637**	0.643**	0.891***

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

5. 1번초의 개체중과 월동성지수 및 상대경수출현율당 개체중과의 관계

1번초의 개체중과 월동성지수 및 상대경수출현율당 개체중과의 관계를 나타낸 것이 Fig. 3이다.

1번초의 개체중은 월동성 지수와 5% 수준의 정상관이 인정된 반면 상대경수출현율당 개체중과는 0.1%수준의 정상관이 인정되었다.

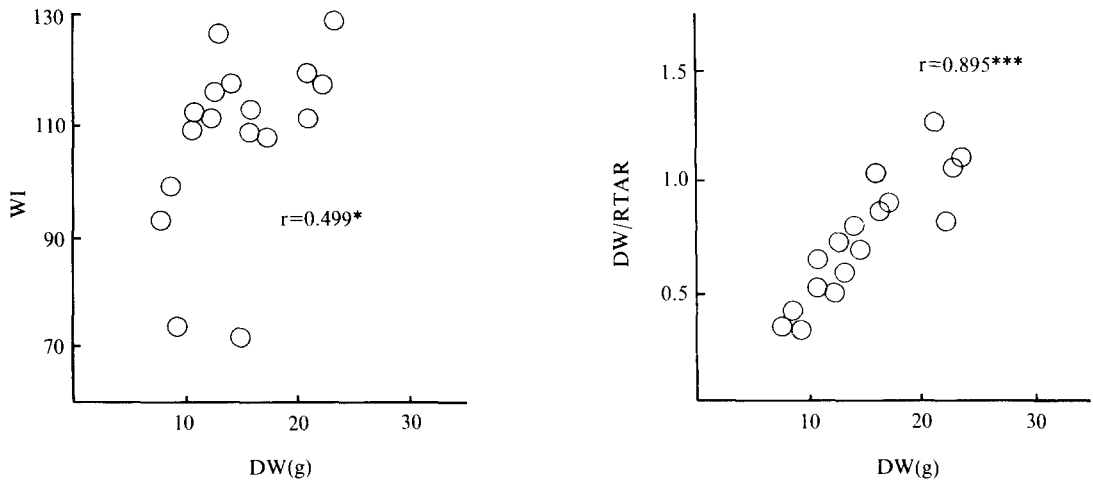


Fig. 3. Relationships between the dry weight of plant(DW) of 1st cutting and winter hardiness index (WI), and the dry weight of plant per relative tiller appearance rate(DW / RTAR).

IV. 考 察

월동성은 포장생존율을 기준으로 하는 월동율과 월동후의 생육을 포함하는 능력으로 표현될 수 있으므로¹⁶⁾ 1번초의 생육결과를 포함시킨 개념이라고 할 수 있다. 따라서 포장생존율을 기준으로 하여 월동율을 나타내는 월동성지수¹³⁾와 월동전 개체당

경수와 1번초의 개체당 경수에 의한 개체중의 증가로써 월동성의 정도를 나타내는 상대경수출현율당 개체중¹⁹⁾으로써 orchardgrass 품종간 월동성의 차이를 비교할 수 있다고 생각된다.

월동성지수와 상대경수출현율당 개체중이 월동성을 정량화시킬 수 있는 형질이라고 한다면 먼저 유식물체의 초세가 월동후 1번초의 개체중의 증가에

관여하여야 하며, 출수를 유발시키는 花成誘導는 월동전에 발생한 분얼경의 성장점에 의하여 나타나므로¹³⁾ 출수와 관련된 형질이 1번초 개체중의 증가에 관여하여야 하며, 월동성지수와 상대경수출현율당 개체중이 월동후 1번초의 개체중의 증가에 밀접히 관여하여야 하고, 이들 형질들에 의하여 품종의 분류가 가능하여야 한다고 생각된다.

본 시험의 결과에서는 유식물체의 초세가 양호할수록 1번초의 개체중이 증가되었고(Fig. 1), 상대경수출현율당 개체중이 증가되는 경향을 나타내었으며(Fig. 2), 1번초의 수량구성요소중에서 출수관련형질의 양적인 증가와 함께 포장생존율의 향상에 의하여 개체중의 증가가 인정되었으며(Table 2), 1번초의 개체중이 월동성지수보다는 상대경수출현율당 개체중과의 관련성이 밀접하여(Fig. 3), 월동성을 나타내는 정량적인 형질로써 상대경수출현율당 개체중의 이용가능성이 높았음을 시사하였다. 이와같은 결과는 Lee와 Kim(1991)이 perennial ryegrass에서 상대경수출현율당 개체중이 월동성을 나타내는 유효한 형질이라고 보고한 결과와도 일치한다.

또한, 1번초의 수량구성요소들과의 관계에서는 월동성지수가 포장생존율과의 관련성이 높았던 반면에 상대경수출현율당 개체중은 출수와 관련된 형질들과의 관련성이 높아서(Table 3) 포장생존율에 의하여 목초의 초종 또는 품종의 월동성의 차이를 비교할 수 있는 극한지에서는 월동성지수를 적용하는 것이 효율적이며¹³⁾ 그 외의 지역에서는 상대경수출현율당 개체중의 적용가능성이 높다고 생각된다. 왜냐하면, 본 시험이 실시된 대관령지역은 해발 약 800 m에 위치하여 겨울철 가장 추웠던 1월의 평균기온이 -6.0°C 에 지나지 않아서 포장생존율을 기준으로 하여 월동성이 강한 품종을 선발하기 위한 온도조건인 $-10\sim-12^{\circ}\text{C}$ 의 범위¹⁴⁾보다 높은 온도를 나타내어 대관령지역(해발 800m)에서의 월동성 검정은 월동성지수보다는 상대경수출현율당 개체중을 적용시키는 것이 효율적이라고 생각되었기 때문이다.

이를 입증하는 시험결과로써는 월동성지수가 100 미만이었다던 4개 품종의 육성지가 대관령보다 추운지역(Canada, Denmark)이었다는 점으로(Table 1) 월동성 검정을 실시하는 곳보다는 추운지역에 적용한 품종은 월동성¹⁵⁾과 내동성¹⁷⁾이 낮아진다고 한 연구결과와도 일치하기 때문이다.

또한, 상대경수출현율당 개체중에 상대경수출현율당 개체중이 1.0이상인 품종은 월동성이 높다고 할 수 있으며 1.0미만인 품종은 월동성이 낮은 품종으로 분류된다¹⁷⁾. 즉, 상대경수출현율당 개체중이 1.0이상인 품종에는 Amba를 비롯한 4개 품종이 포함되었는데 상대경수출현율당 개체중이 1.0이상을 나타낸 품종은 월동성지수가 모두 100이상을 나타낸 것으로 보아서(Table 1), 상대경수출현율당 개체중이 1.0이상인 품종은 월동성이 높은 품종으로 분류될 수 있다고 생각된다.

그러나 상대경수출현율당 개체중이 월동성을 나타내는 정량적인 형질로써 폭넓게 이용되기 위해서는 포장생존율의 적용이 가능한 지역에서의 적용가능성을 검토하는 것은 물론 실험실내에 인공기상장치를 설치하여 월동성에 관여하는 여러가지 요인들과의 관련성이 함께 검토되어야 한다고 생각된다.

이상과 같은 형질에 의하여 월동성이 높은 품종의 선발이 가능할 경우

첫째로, 외국으로 부터 월동성이 높은 우수한 초종 또는 품종의 선택적인 도입이 가능하여 우량종자를 농민에게 보급할 수 있으며,

둘째로, 고산지와 한냉지와 같은 지역의 산지를 초지로 이용할 때에는 월동성이 높은 초지의 식생유지가 가능하여 안정된 조사료의 생산체계의 확립이 가능할 것으로 기대되고,

세째로, 지역의 기상조건에 따른 개체의 생태적 특성의 변화를 파악할 수 있어 지역에 알맞는 우량 품종의 육종을 위한 기초적인 자료를 얻을 수 있는 잇점이 있다고 생각된다.

V. 摘 要

대관령지역에서 orchardgrass 17개 품종을 공시하여 월동성지수와 상대경수출현율당 개체중에 의한 월동성의 품종간 차이를 비교함과 동시에 월동성검정에 유효한 형질을 평가하고자 하였다.

1. 월동전 유식물체의 초세는 1번초의 개체중과 상대경수출현율당 개체중과는 유의한 부의 상관을 나타내었다.

2. 1번초의 개체중은 개체당경수, 1경중, 포장생존율, 출수율 및 출수경중과는 유의한 정상관이 인정되었다.

3. 1번초의 개체중은 월동성지수와는 5%수준, 상대경수출현율당 개체중과는 1%수준의 유의한 정상관이 인정되었다.

4. 월동성지수는 포장생존율과 상대경수출현율당 개체중은 1경중 및 출수경중과 각각 1%수준의 정상관이 인정되었다.

5. 월동성지수에 의하여 2품종군으로 분류할 수 있는데 월동성지수가 100이상인 품종에는 Hallmark, Ina, Rancho, Amba, Filippa, Sparta, Hokuto, Kitamidori, Okamidori, Wasemidori, Shinyo, Potomac 그리고 Summer-green의 13개 품종이 포함되었고, 월동성지수가 100미만의 품종에는 Able, Juno, Napier 그리고 Jesper의 4개 품종이 포함되었다.

6. 상대경수출현율당 개체중에 의해서도 2 품종군으로 분류할 수 있는데 상대경수출현율당 개체중이 1.0이상의 품종에는 Amba, Okamidori, Wasemidori 그리고 Summer-green의 4개 품종이 포함되었고, 1.0미만의 품종에는 Able, Hallmark, Ina, Juno, Napier, Rancho, Filippa, Jesper, Sparta, Hokuto, Kitamidori, Shinyo 그리고 Potomac의 13개 품종이 포함되었다.

상대경수출현율당 개체중이 1.0이상으로 월동성이 높은 품종은 Amba, Okamidori, Wasemidori, Summer-green의 4개 품종이었으며 이들 품종들의 월동성지수는 100이상을 나타내었다.

7. 상대경수출현율당 개체중은 대관령지역(해발 800m)에서 월동성을 나타내는 유효한 생태적인 형질이라고 생각되었다.

VI. 引用文獻

1. Abe, J. 1980. Winter hardiness in Turkish populations of cocksfoot, *Dactylis glomerata* L. *Euphytica* 29:531-538.
2. Borrill, M. 1961. Grass resource for out-of-season production. Welsh Plant Breed. Sta. Report for 1960. pp. 107-113.
3. Eagles, C.F. and O. Ostgard. 1971. Variation in growth and development in natural populations of *Dactylis glomerata* from Norway and Portugal. I. Growth analysis. *J. Appl. Ecol.* 8:367-381.
4. Huokuna, E. and S.L. Hiivola. 1974. The effect of heavy nitrogen fertilization on sward density and winter survival of grasses. *Ann. Agric. Fenn.* 13:88-95.
5. Hides, D.H. 1978. Winter hardiness in *Lolium multiflorum* Lam. I. The effect of nitrogen fertilizer and autumn cutting managements in the field. *J. Bri. Grassld. Sci.*, 33:99-105.
6. Jone, 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. Lawrence, T., J.P. Copper and E.L. Breese. 1973. Cold tolerance and winter hardiness in *Lolium perenne*. II. Influence of light and temperature during growth and hardening. *J. Agric. Sci., Camb.* 80:341-348.
8. Marshall, H.G. 1965. A technique of freezing plant crowns to determine the cold resistance of winter oats. *Crop Sci.*, 5:83-84.
9. Mckenzie, J.S. and G.E. McLean. 1980. Some factors associated with injury to alfalfa during the 1977~78 winter at Beaverlodge, Alberta. *Can. J. Plant Sci.*, 60:103-112.
10. Norris, I.B. and H. Thomas. 1982. Recovery of ryegrass from drought. *J. Agr. Sci., Camb.* 98:623-628.
11. Thomas, H. 1980. Terminology and definitions in studies of grassland plants. *Grass & Forage Sci.*, 35:13-23.
12. Warens, D.D. and V.A. Johnson. 1972. Crown-freezing and natural survival comparisons in winter wheat. *Agron. J.* 64:285-288.
13. 阿部二郎. 1980. オ-チャ-ドグラスの越冬性に關する品種間變異. *日草誌.* 26(3):251-254.
14. 阿部二郎. 1980. オ-チャ-ドグラスの耐凍性檢定法. *日草誌.* 26(3):255-258.
15. 小林民憲. 西村修一. 1978. 數種暖地形イネ科牧草の耐凍性と貯藏炭水化物および越冬生存に及ぼす影響. *日草誌.* 24(7:27-33).
16. 後藤關治. 1987. 草地の生産生態. pp. 236. 文永

- 堂, 東京.
17. 鳴田 徹. 1984. 北海道の栽培されるオ-チャ-ドグラス品種に必要とされる耐凍性の程度. 日草誌. 29 : 283-289.
18. 李柱三. 1990. Orchardgrass의 식생구조. V. 예취 빈도에 따른 개체당 경수의 변화. 한낙지. 12 (4):297-303.
19. 李柱三, 金聖圭. 1991. 상대경수출현율당 개체중에 의한 perennial ryegrass 품종의 분류. 한초지. 11(1):6-11.