

목초의 출아에 미치는 온도와 토양수분의 영향

윤 세 형

Effect of Soil Moisture and Temperature on Emergence of Forage Grasses

Sei-hyung Yoon

Summary

The present study elucidates of the effect of less water stress in different temperature condition on the emergence of forage grasses. Water condition was controlled to 30% and 60% by water content by wet soil. The mean temperature is conducted by 10°C (out side) and 20°C (glass house). The results are as follows:

1. Mean emergence time and emergence day after sowing of grasses were greatly influenced by water content of soil and temperature. It was suggested that temperature was very important for the light competition with weed in the early growth of grass.
2. Accumulated emergence of grasses was not affected by temperature, but it was sensitively affected by water content of soil.

I. 서 론

생산성이 높은 초지를 조성하기 위하여는 과종된 목초의 종자가 단기간에 많은 개체가 출아하여 정착 완료하는 것이 필수 조건이다. 목초종자 출아단계의 초지상태는 식생의 피도가 낮고, 지면이 나지상태이므로 각종 환경요인에 의해 영향 받기 쉬운 시기이다.

따라서 목초종자에 미치는 토양수분에 대한 연구도 활발하였으며(Okada 1982, Romo and Haferkamp 1987, Nason et al. 1987, Newman and Moser 1988), 온도에 관한 연구도 적지 않다(Williams 1983, Hsu et al. 1985, Rao et al. 1987). 또한 출아율을 높이기 위한 방법도 연구되고 있다(Okada 1985, Wright 1980).

각종 요인 가운데, 토양내 수분함량과 온도는 출

아에 매우 중요한 요인이나 모두 인위적으로 조절하기가 곤란한 환경요인이다. 따라서 우량 초지 조성을 위하여는 각 초종의 환경스트레스 조건에 대한 출아 특성을 구명하여 그 차이를 이용하는 것이 바람직하다.

본 연구는 수종의 한지형 목초와 난지형 목초를 이용하여 함수율이 다른 배양토에 치상한 목초 종자의 발아 특성을 서로 다른 온도조건에서 관찰하여, 토양 수분조건과 온도조건이 목초의 출아에 미치는 영향을 초종간 비교 검토하였다.

II. 재료 및 방법

공시 초종은 한지형 목초로 오차드그라스(frontier, OG로 약기), 티머시(hokuou, TI로 약기), 이탈리아란

이그라스(minamiwase, IR로 약기), 톨 페스큐(hokuryuu, TF로 약기), 난지형 목초로 기니아그라스(natukaze, GG로 약기), 수단그라스(haysudan, SG로 약기)를 이용하였다. 토양은 벼 육묘용 토양(질소 200, 인산 500, 칼리 200mg/kg 함유)을 pot에 100립씩 파종하였다. 토양 수분조절은 건조구(함수율 30%), 습윤구(함수율 60%)를 두었으며, 매일 아침과 저녁 pot의 무게를 측정하여 부족한 양 만큼의 수분을 보충하는 방법을 사용하였다.

온도처리는 고온구 (가온 시설이 완비된 유리온실)와 저온구(옥외)를 이용하였으며, 온도 차이는 10℃ 전후가 유지되도록 조절하였다(그림 1). 본 시험은 임의배치 3반복으로 4주간 수행하였으며 건조구에서는 4주가 지나도 출아하지 않는 개체가 있었으나, 이러한 개체는 자연상태에서는 다른 목초나 잡초와의 경쟁에서 살아남을 수 없어 정확이 불가능한 것으로 평가하여 조사대상에서 제외하였다.

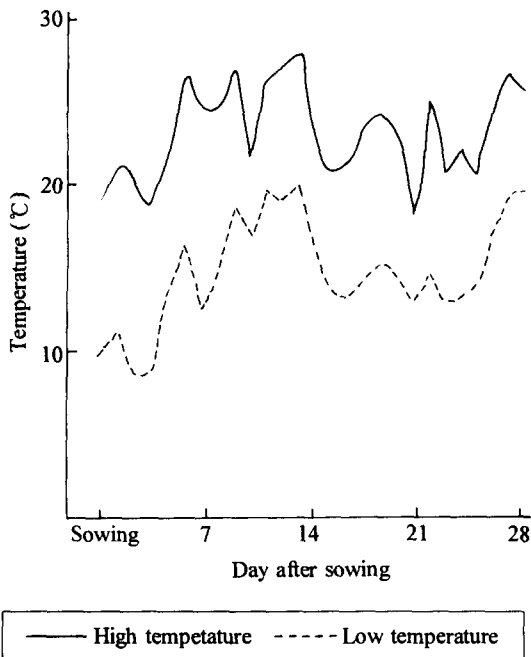


Fig. 1. The change of temperature (in high temperature condition and low temperature condition) after sowing.

III. 결 과

1. 출아 개시일

각 초종의 처리구별 출아개시일을 표 1에 나타내었다. 모든 초종이 온도에 관계 없이 습윤구에서 출아개시일이 빨라, 본 시험의 조건에서는 온도보다 토양수분의 영향이 크게 나타났다 ($p < 0.01$).

Table 1. Emergency day after sowing in different soil moisture and temperature.

Item	Droughth stress		Wet condition	
	high temp.	low temp.	high temp.	low temp.
Temperate grasses				
Orchardgrass	9.7	11.0	6.3	10.7
Timothy	9.0	11.3	5.0	9.3
Italian ryegrass	14.0	8.0	5.0	7.3
Tall fescue	10.0	13.7	7.7	10.7
Tropical grasses				
Guineagrass	12.0	24.0	6.0	10.0
Sudangrass	6.7	9.3	4.7	9.0
Mean	10.2	12.9	5.8	9.5
	11.6		7.7	

초종별로는 이탈리아인 라이그라스가 고온건조 구에서 출아가 지연되었으나, 그 외에서는 저온구 보다 고온구에서 출아개시일이 빨라, 온도의 영향도 작지 않음을 시사하고 있다.

출아개시일의 초종간 차이는 습윤구와 같이 양호한 환경조건에서 적고, 건조구와 같이 불량한 환경 조건에서는 크게 나타났다.

초종별로는 수단그라스가 빠르고, 기니아그라스가 늦었으며, 한지형 초종이 그 중간이었다. 이는 토양 수분이 부족한 조건에서 초종간 차이가 크게 나

타남을 입증하고 있다.

출아개시일에 미치는 토양 수분과 온도의 요인 및 그 상호 효과를 그림 2에 나타내었다. 각 요인의 효과는 각 초종을 토양수분과 온도의 2요인 분산분석 후 토양수분 요인과 온도요인, 2요인의 상호작용, 오차의 비율을 나타낸 것이다.

출아개시일에 미치는 각 요인의 효과를 보면 이탈리아 라이그라스는 온도의 효과가 작고, 토양수분과 온도의 상호 작용이 컸으나, 수단그라스는 토양수분의 효과가 작고, 온도의 영향이 큰 결과를 나타내고 있다. 그 이외의 초종은 토양수분과 온도의 효과가 모두 크게 나타나 초종간 차이가 있었다.

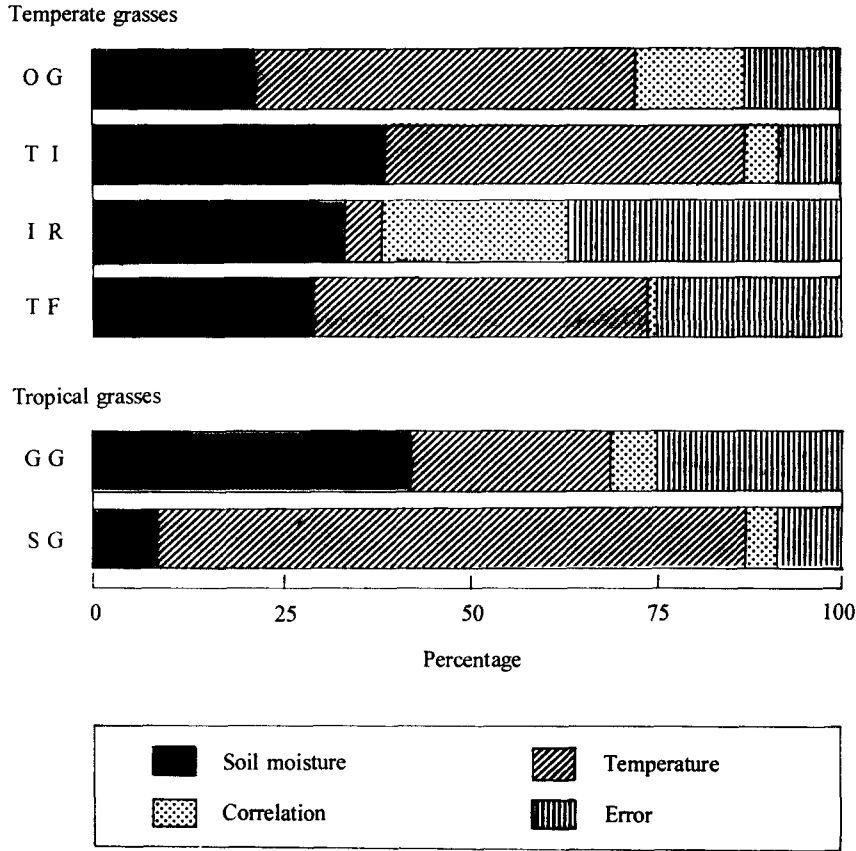


Fig. 2. Effect of soil moisture and temperature on emergence day after sowing.

2. 평균발아일수

각 초종의 처리별 평균발아일수를 표 2에 나타내었다. 온도 처리와 관계없이 모든 초종에서 습윤구는 4주 이내에 출아가 완료된 반면 건조구는 실험종료까지 출아가 지속되었다. 따라서 평균발아일수는 4주 이내에 출아한 개체만으로 계산하였다.

평균발아일수는 전초종이 습윤구에서 적었다

($p < 0.01$). 건조구에서 오차드그라스의 평균발아일수는 온도간 차이가 없었으며, 이탈리아 라이그라스의 평균출아일수는 고온구보다 저온구에서 적었다. 그 외의 초종은 고온구에서 평균발아일수가 적었다. 수단그라스의 평균발아일수는 처리간 차이가 적은 초종이었으며, 특히 고온구에서 치상 후 단기간에 출아가 완료되었다.

Table 2. Mean Emergency time in different soil moisture and temperature.

Item	Drough stress		Wet condition	
	high temp.	low temp.	high temp.	low temp.
Temperate grasses				
Orchardgrass	16.1	16.1	10.6	13.5
Timothy	12.3	18.3	7.5	12.5
Italian ryegrass	20.5	12.4	6.9	9.2
Tall fescue	19.2	19.9	10.0	13.6
Tropical grasses				
Guineagrass	19.8	24.6	9.0	11.5
Sudangrass	10.4	17.4	6.4	9.6
Mean	15.6	18.1	8.4	11.7
	16.9		10.1	

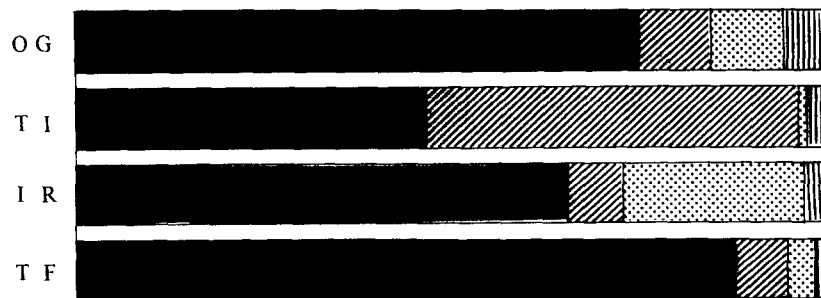
평균발아일수에 미치는 토양수분, 온도 및 그 상호작용의 효과를 그림 3에 나타내었다. 전 초종에서 온도의 효과보다 토양수분의 효과가 큰 것으로 나타났다. 티머시와 스단그라스는 온도의 영향이 다른 초종보다 비교적 크게 나타났고, 이탈리아 라이그라스는 토양수분과 온도의 상호작용이 크게 나타났다.

3. 누적발아율

각 초종의 누적발아율의 추이를 그림 4에 나타내었다. 발아개시일부터 표시하기 시작하였고, 4주 이내에 발아가 종료된 경우에는 그 시점에서 표시가 종료되고 있다. 전 초종이 건조구보다 습윤구에서 높은 누적출아율을 나타내고 있어, 토양수분의 영향이 크다는 것을 입증하고 있다.

그러나 수단그라스는 건조구에서도 비교적 높은

Temperate grasses



Tropical grasses

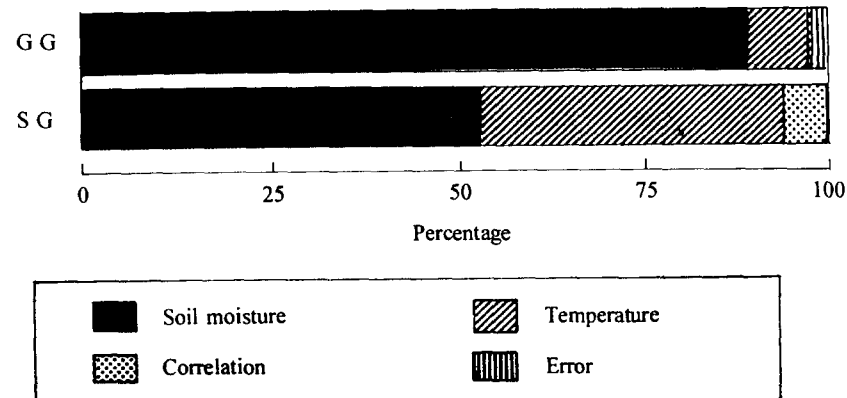


Fig. 3. Effect of soil moisture and temperature on mean emergence time.

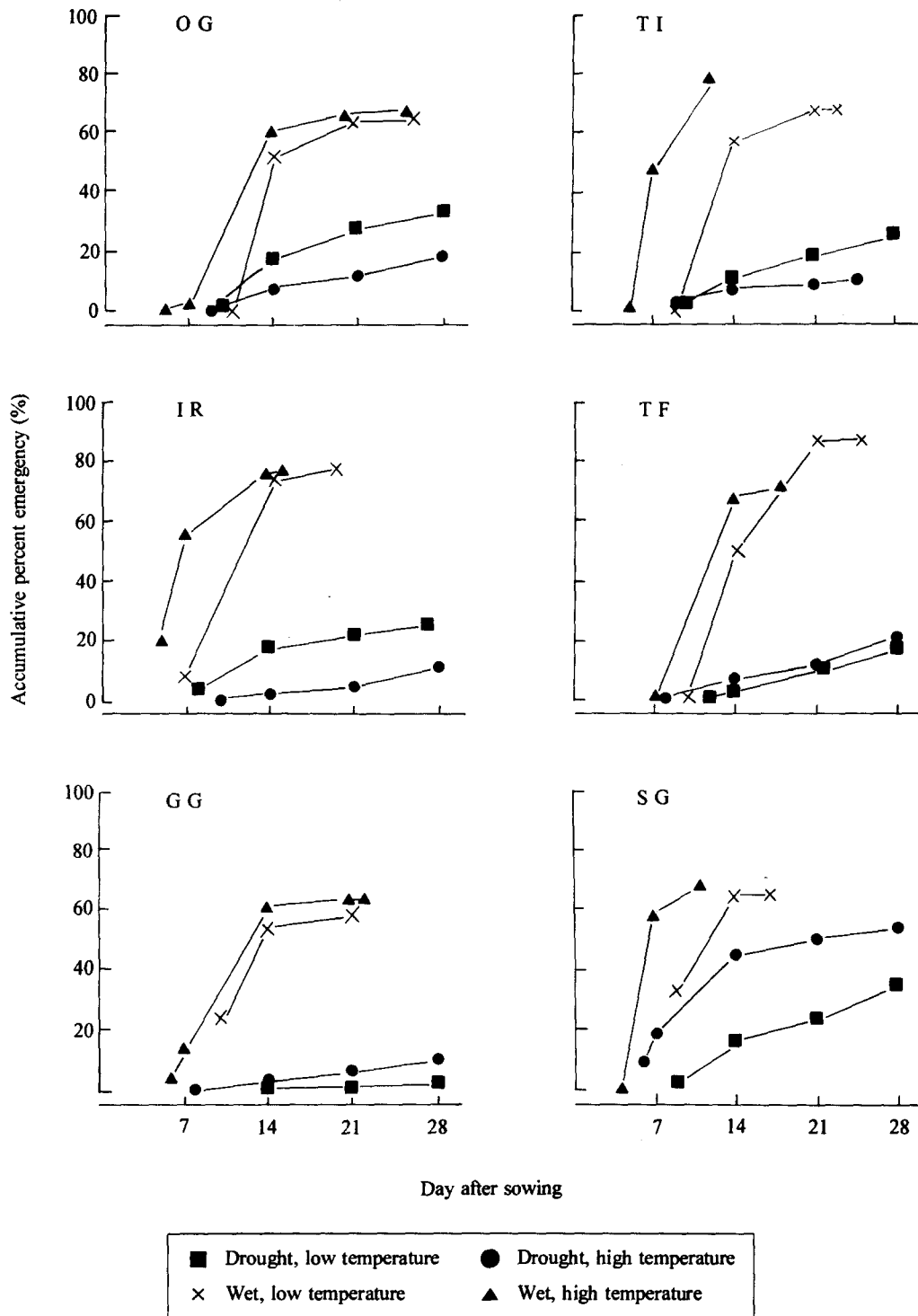


Fig. 4. Accumulative percent emergency in different soil moisture and temperature condition.

누적출아율을 나타내, 다른 초종과는 다른 경향을 나타내었다. 습윤구에서는 온도에 의한 차이가 크지 않았다. 오차드그라스와 기니아그라스는 습윤구에서 온도에 의한 차이가 없었으나, 다른 초종에서는 저온구보다 고온구에서 출아완료가 현저하게 빨라 출아 및 정착에는 온도의 영향도 적지 않음을 시사하고 있다.

건조구에서 톨 페스큐를 제외한 한지형 초종이 고온구보다 저온구에서 누적출아율이 약간 높았으나, 난지형 초종에서는 저온구보다 고온구에서 누적출

아율이 높아, 한지형 초종과 난지형 초종간에 온도에 대한 반응이 서로 달랐다.

파종 후 4주간 출아율에 미치는 토양수분의 효과, 온도의 효과, 상호 작용의 효과를 그림 5에 나타내었다. 모든 초종에서 출아율에는 토양수분의 효과가 뚜렷하게 나타났으나, 온도의 효과는 적었다. 이 사실에서 출아율은 출아개시일, 평균출아일수와는 대조적으로 온도 보다는 토양수분의 영향이 절대적임을 나타내고 있다.

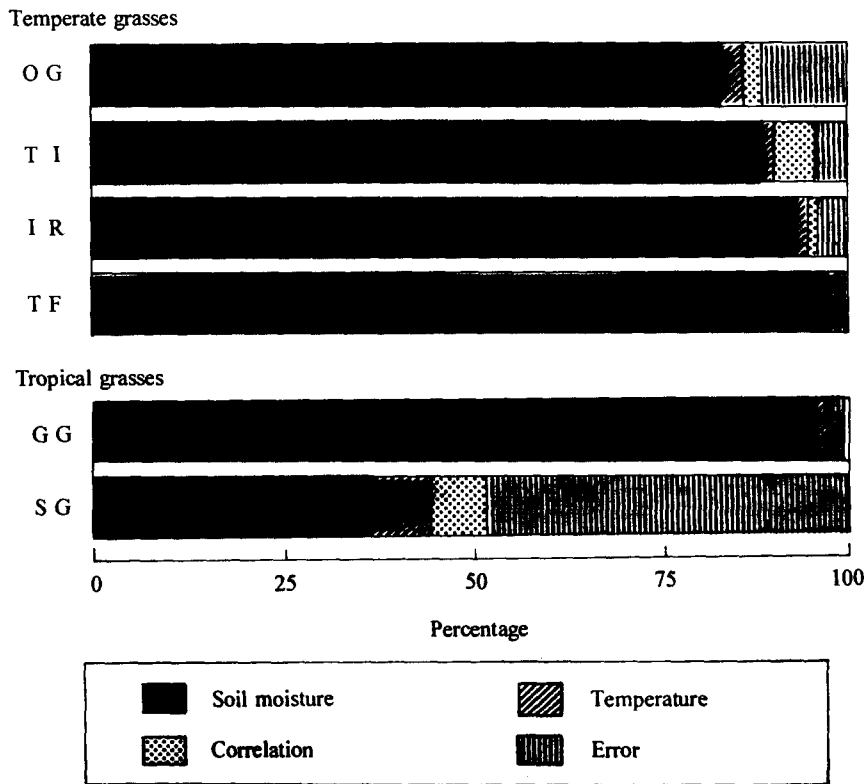


Fig. 5. Effect of soil moisture and temperature on percent emergency.

IV. 고 찰

수종의 한지형 목초와 난지형 목초의 출아 특성에 미치는 토양수분과 온도의 영향을 검토한 결과, 출아 개시일, 평균발아일수 및 출아율 등 출아에 관한

모든 특성에서 토양수분의 영향이 현저하였다 (Nason et al., 1987, Newman and Moser 1988). 온도의 영향은 출아 개시일에서는 많은 초종에서, 평균출아일수에서는 소수의 초종에서 관찰되었으나, 출아율에서는 온도의 영향은 거의 없었다. 이러한 사실은

온도도 출아에 영향을 미치나 그 영향은 출아 개시 일이나 평균출아일수와 같이 출아속도에 관련된 출아특성에 국한되었고, 그 경향도 초종에 따라 다르게 나타났다. 본 실험에서는 티머시와 수단그라스가 그러한 현상이 뚜렷하였다.

잡초나 다른 초종과의 빛 경쟁에 있어 중요한 출아개시일은 초종에 따라 약간 차이가 있으나 많은 초종에서 토양수분과 온도의 영향이 거의 같은 수준으로 나타나고 있으므로, 목초의 조기정착을 위해서는 적당한 온도조건도 토양수분과 아울러 중요시 되어야 할 요인으로 판단된다(Hsu 1985, Williams 1983).

출아특성에 있어 토양수분에 대한 반응은 한지형 초종과 난지형 초종간에 차이가 없었으나, 초종간에는 차이가 있었다. 특히 수단그라스는 토양수분이 부족한 상태에서도 다른 초종보다 출아 개시일이 빨랐으며, 평균 출아일수도 적고, 높은 발아율을 보여, 다른 초종보다 토양수분 부족 조건에 강한 것으로 판단된다. 따라서 본 실험의 공시 초종 가운데에서는 수단그라스가 온도나 토양수분에 따른 영향이 가장 적어 안정된 발아가 이루어지는 초종으로 추정된다.

한편 한지형 초종의 초종간 차이는 토양수분에 의한 영향이 크게 나타나, 토양수분이 부족한 상태에서는 제대로 출아되지 않았다. 이는 한지형 초종은 토양수분 부족 스트레스에 민감함을 의미하며, 강수량의 변동이 심한 지역에서는 목초 파종기에 토양수분의 함량을 충분히 고려하여야 함을 시사하고 있다.

이상과 같이 출아에 관한 제반 특성은 전반적으로 온도보다는 토양수분에 의한 영향이 큰 것으로 나타났다. 출아속도에 관여되는 특성에서는 온도의 영향도 적지않게 나타났다. 따라서 조기에 출아, 정착하여 잡초와의 경쟁에서 살아남기 위하여는 적절한 토양수분은 물론 적당한 온도조건도 목초의 조기 정착에는 필수조건이다. 특히 이러한 특성은 드물게 행하여지는 춘파시 더욱 적극적으로 고려되어야 할

것으로 사료된다.

V. 적 요

출아에 미치는 토양수분과 온도의 영향을 구명하기 위해, 온도와 토양수분을 달리한 조건에서 한지형 목초와 난지형 목초의 출아시험을 수행하였다.

토양 수분조건은 토양의 함수율을 30% (건조구), 60% (습윤구)로 하였으며, 온도조건은 가온장치가 설치된 온실 (20℃ 전후)과 옥외(10℃ 전후)로 하여, 온도의 변화는 자연상태와 일치하게 하였다.

본 시험을 통해 얻어진 결과는 다음과 같다.

1. 평균발아일수, 발아개시일 등과 같이 발아 속도와 관련된 형질에서는 토양수분과 온도의 효과가 모두 크게 나타나, 잡초와의 초기 빛 경쟁을 위하여는 온도조건도 중요함이 판단되었다.

2. 누적발아율의 최종결과는 온도의 영향은 거의 없고 토양수분에 의해 현저하게 영향을 받았다.

VI. 인용 문헌

1. Hsu, F.H., C.J. Nelson, and A.G. Matches. 1985. Temperature effects on seedling development of perennial warm-season forage grasses. *Crop Sci.* 25:249-255.
2. Nason, D.A., R.L. Cuany, and A.M. Wilson. 1987. Recurrent selection in blue grama. 1. Seedling water uptake and shoot weight. *Crop Sci.* 27:847-851.
3. Newman, P.R., and L.E. Moser. 1988. Seedling root development and morphology of cool-season and warm-season forage grass. *Agron. J.* 79:149-151.
4. 岡田忠. 1982. グロ-ンパニックの種子に関する研究. 5.異なる土壤水分条件下での出芽に関する種子処理方法の影響. *日草誌.* 27:341-346.
5. 岡田忠. 1982. グロ-ンパニックの栽培法確立に

- 關する研究. 7. 温度及び日射量が生長に及ぼす影響. 草地試験場研究報告28號: 39-54.
6. 岡田忠. 1982. グロンパニックの種子に関する研究. はく皮處理による發芽の改善. 日草誌. 31:6-10
7. Rao, S.C., S.W. Akers, and R.M. Ahring(1987) Priming brassica seed to improve emergence under different temperature and soil moisture conditions. Crop Sci. 27:1050-1053.
8. Romo, J.T., and M.R. Haferkamp. 1987. Forage kochia germination response to temperature, water stress and specific ions. Agron. J. 79:1019-1026.
9. Williams, E.D. 1983. Effects of temperature fluctuation, red and far-red light and nitrate on seed germination of five grasses. Jour. Appl. Ecol. 20:923-935.
10. Wright, L.N. 1980. Germination rate and growth characteristics of blue panicgrass. Crop Sci. 20:42-44.