

博士學位論文

크리핑 벤틀그라스 잔디 조성방법에 따른  
초지의 식생변화



濟州大學校 大學院

農學科

朴 成 竣

2005年 12月

Effect of Establishment Methods of Creeping Bentgrass  
Turf on Vegetation Changes

Sung-Jun Park

(Supervised by professor Young-Kil Kang)



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF  
THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
DOCTOR OF AGRICULTURE

2005. 12.

DEPARTMENT OF AGRICULTURE  
GRADUATE SCHOOL  
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

# 크리핑 벤틀그라스 잔디 조성방법에 따른 초지의 식생변화

指導教授 姜 榮 吉

朴 成 竣

이 論文을 農學 博士學位 論文으로 提出함

2005年 12月

朴成竣의 農學 博士學位 論文을 認准함



JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

審査委員長 \_\_\_\_\_ 印

委 員 \_\_\_\_\_ 印

委 員 \_\_\_\_\_ 印

委 員 \_\_\_\_\_ 印

委 員 \_\_\_\_\_ 印

濟州大學校 大學院

2005年 12月

# 목 차

SUMMARY .....	1
I. 서 언 .....	6
II. 연구사 .....	8
III. 재료 및 방법 .....	12
1. 포장시험	
2. 잔디의 식생조사	
IV. 결과 및 고찰 .....	15
1. 파종기에 따른 크리핑 벤트그라스 잔디의 식생변화	
1) 잔디의 생육 및 수량반응	
2) 잔디의 피도 및 밀도비율 변화	
3) 잡초의 종류와 분포	
2. 파종량 차이에 따른 크리핑 벤트그라스 잔디의 식생변화	
1) 잔디의 생육 및 수량반응	
2) 잔디의 피도 및 밀도비율 변화	
3) 잡초의 종류와 분포	
3. 모래입경의 차이에 따른 크리핑 벤트그라스 잔디의 식생변화	
1) 잔디의 생육 및 수량반응	
2) 잔디의 피도 및 밀도비율 변화	
3) 잡초의 종류와 분포	
4. 질소 분시횟수에 따른 크리핑 벤트그라스 잔디의 식생변화	
1) 잔디의 생육 및 수량반응	
2) 잔디의 피도 및 밀도비율 변화	
3) 잡초의 종류와 분포	
5. 유기질비료 시비량 차이에 따른 크리핑 벤트그라스 잔디의 식생변화	
1) 잔디의 생육 및 수량반응	
2) 잔디의 피도 및 밀도비율 변화	
3) 잡초의 종류와 분포	
V. 요 약 .....	35
인용문헌 .....	40

## Summary

A series of experiments was conducted from March 16 to July 12 in 2004 in Jeju Island to investigate the effects of sowing date, sowing rate, sand particle size, split nitrogen application time and worm casting organic fertilizer rate on the vegetation creeping bentgrass (*Agrostis palustris* Huds. cv. Penncross). The results obtained are as follows;

### 1. Effect of sowing date on turf vegetation of creeping bentgrass

The seeds were sowed on March 16, March 26, April 5, April 15 and April 25 to determine the optimum sowing date of creeping bentgrass in Jeju island.

1) The plant heights were decreased with delaying sowing date, which ranged from a maximum 22.7 cm in the plot sowed on March 16 to a minimum 16.6 cm in the plot sowed on April 25. A similar results were observed in root length and SPAD reading value.

2) Leaf and root weights showed a maximum value in plot sowed on March 16 (1,373 and 2,374 g/m<sup>2</sup>, respectively), and then they were gradually decreased as sowing dates were delayed from March 16 to April 25.

3) Land coverage and density rate of creeping bentgrass decreased form 98.0 and 99.3 % to 97.5 and 98.7 %, respectively, as sowing dates were delayed from March 16 to April 25. However, land coverage and density rate of weeds tended to increase gradually as sowing date was delayed.

4) The numbers of weed species were increased as sowing date was delayed from March 16 to April 25. Dominant species of weeds were different with the sowing dates; The orders of the dominant were *Poa annua*, *Stellaria media* and *Chenopodium album* var. *centrorubrum* in plot sowed on March 16, *P. annua*, *Digitaria adscendens* and *C. album* var. *centrorubrum* in plot sowed on March 26, *D. adscendens*, *C. album* var. *centrorubrum* and *S. media* in plot sowed on April 5, *D. adscendens*, *S. media* and *C. album* var. *centrorubrum* in plot sowed on April 15, and *D. adscendens*, *Polygonum hydropiper* and *C. album* var. *centrorubrum* in plot sowed on April 25.

5) Based on these findings above, optimum sowing date for the development of creeping bentgrass seems to be the middle of March in Jeju island.

## 2. Effect of sowing rate on turf vegetation of creeping bentgrass

Creeping bentgrass was cultivated at five sowing rates (4, 6, 8, 10 and 12 g/m<sup>2</sup>) from March 21 to July 12 in Jeju Island to investigate the effect of sowing rate on creeping bentgrass vegetation.

1) The plant heights were increased from 19.6 to 30.3 cm as sowing rate increased from 4 to 10 g/m<sup>2</sup>, and then levelled off at 12 g/m<sup>2</sup>. A similar results were observed in root length, SPAD reading value, and leaf and root weights.

2) As sowing rate increased from 4 to 12 g/m<sup>2</sup>, land coverage and density rate of creeping bentgrass also increased while land coverage and density rate of weeds decreased.

3) The numbers of weed species were decreased with increasing in sowing rate. Dominant species of weeds were *D. adscendens*, *C. album* var. *centrorubrum*, *S. annua* and *P. annua*

4) These results show that the optimum seeding rate is 10 g/m<sup>2</sup> for growth of creeping bentgrass in volcanic ash soils of Jeju island.

### 3. Effect of sand particle size on turf vegetation of creeping bentgrass

Five kg/m<sup>2</sup> of sands with different particle sizes (0.3-0.5, 0.5-0.8, 0.8-1.0, 1.0-1.5 and 1.5-2.0 mm) were applied before sowing (on March 21) to investigate the effect of sand particle size on creeping bentgrass vegetation.

1) The plant heights became shorter as particle size was increased from 0.3-0.5 to 1.5-2.0 mm. A similar results were observed in root length, SPAD reading value, and leaf and root weights.

2) Land coverage and density rate of creeping bentgrass decreased as the particle size was increased from 0.3-0.5 to 1.5-2.0 mm, and land coverage and density rate of weeds increased.

3) The numbers of weed species were increased as the sand particle size was increased. Dominant species of weeds were *Portulaca oleracea*, *Trifolium repens*, *P. hydropiper* and *C. album* var. *centrorubrum*.

4) Based on these findings above, the optimum sand particle size for growth of creeping bentgrass seems to be about 0.3-0.5 mm in volcanic ash soils of Jeju island.

#### 4. Effect of split nitrogen application time on turf vegetation of creeping bentgrass

Nitrogen was split applied at a rate of 20 g/m<sup>2</sup> from once to 5 times at Jeju island to investigate the influences of split nitrogen application times on creeping bentgrass vegetation.

1) The plant heights increased from 18.2 to 21.8 cm as nitrogen was split applied from once to 4 times and levelled off at 5 split application. A similar results were observed in root length, SPAD reading value, and leaf and root weights.

2) Land coverage and density rate of creeping bentgrass increased as nitrogen was split applied from once to 5 times. However, land coverage and density rate of weeds decreased.

3) The numbers of weed species were decreased as nitrogen was split applied from once to 5 times. Dominant species of weeds were *P. oleracea*, *P. hydropiper*, *D. adscendens* and *P. annua*.

4) These results indicate that the optimum frequency of split N applications is four times for growth of creeping bentgrass in volcanic ash soils of Jeju island.

#### 5. Effect of worm casting organic fertilizer on turf vegetation of creeping bentgrass

Worm casting was applied at sowing (on March 21) at five rates (0, 150, 300, 450, 600 g/m<sup>2</sup>) to investigate the influences of worm casting fertilizer



rate on creeping bentgrass vegetation.

1) As the organic fertilizer rate was increased from 0 to 450 g/m<sup>2</sup>, the plant heights increased from 16.7 to 20.0 cm and then levelled off at 600 g/m<sup>2</sup>. The similar results were observed in root length, SPAD reading value, and leaf and root weights.

2) Land coverage and density rate of creeping bentgrass increased as the fertilizer rate increased from 0 to 600 g/m<sup>2</sup>. But land coverage and density rate of weeds decreased.

3) The numbers of weed species were decreased with increasing the organic fertilizer rate. Dominant species of weeds were *P. hydropiper*, *D. adscendens* and *P. oleracea*.

4) Based on these findings above, the optimum worm casting organic fertilizer rate for growth of creeping bentgrass seems to be about optimal 450 g/m<sup>2</sup> in volcanic ash soils of Jeju island.

## I. 서 언

잔디는 지면을 덮고 있는 수많은 지피식물(ground cover plant)중에 짧은 예초에 견디는 힘이 강하고, 질감이 좋은 화본과 초종이다. 화본과 식물에는 약 600속, 7,500종이 있는데, 그 중 30여종만이 잔디로 이용되고 있다(한국잔디연구소, 1992; 김, 2001).

잔디는 토양침식 방지와 무기양분 보존기능, 황폐지와 절개지 복구기능, 공기정화 작용과 기온조절 효과, 스포츠레저 기능과 미적 기능, 식량자원의 확보를 위한 잠재적 공간으로 인식되어, 선진국일수록 잔디 활용도가 높으며 (Richard 등, 1994; 김과 양, 2001), 우리나라 잔디 관련 산업도 고부가가치로 평가되어 발전가능성이 매우 높고, 재배면적이 점차 증대하고 있다(이 등, 2001).

잔디를 생태적으로 분류해 보면, 내한성(耐寒性)의 강약에 따라 난지형 잔디(warm-season turf grass)와 한지형 잔디(cool-season turfgrass)로 구분되어 지는데, 일반적으로 난지형 잔디는 한지형 잔디보다 더위와 가뭄에 강하고, 추위와 음지에 약한 편이다(김, 2001). 우리나라에서는 난지형인 한국 잔디(*Zoysia japonica* Steud.)가 주로 재배되어 왔으나, 우수한 품질과 연중 녹색을 유지하는 한지형 잔디의 재배가 점차 증가하고 있다(이 등, 2003).

한지형 잔디중 하나인 크리핑 벤트그라스(*Agrostis palustris* Huds.)는 고온과 습한 토양조건하에서도 적응력이 강한 편으로 밀도와 균일성, 질감 등 품질의 우수성과 낮은 예취에도 좋은 질감으로 사계절 녹색을 유지할 수 있는 장점이 있고(Holt와 Payne, 1952; Parks와 Henderlong, 1967; Turgeon, 1996; 이 등, 2003), 전 세계에서 골프장과 축구장 같은 레저스포츠용으로 널리 재배되고 있으며, 조성면적도 증가하고 있다(Henry와 Jane, 1988; JackLin 등, 1989; 한국잔디연구소, 1992; 김, 2001; 이 등, 2003).

잔디는 위도와 경도, 해발, 주위의 상황 등 지리적 조건에 큰 영향을 받기는 하지만, 동일한 기후대에 위치하고 있더라도 재배방법에 따라 생육의 차이를

보이며, 특히 한지형 잔디의 발아세, 발아율 및 성장속도 등 생육의 차이가 난지형 잔디보다 크기 때문에 재배관리 기술의 중요성이 커지고 있지만(한국잔디연구소, 1994; Turgeon, 1996; 이, 1997; 김과 남, 2003), 우리나라에서 잔디에 관한 연구는 주로 난지형 잔디인 한국잔디를 중심으로 중부지역을 실험장소로 하여 실시되어 왔으며, 제주지역에서 한지형 잔디에 관한 연구는 미미한 실정이다.

이 연구는 제주지역에서 재배면적이 점차 증가하고 있는 한지형 잔디 재배관리의 기초 자료를 제공하여 경제성을 높이고, 환경부하를 감소시키기 위하여 크리핑 벤트그라스의 적정 파종기와 파종량, 질소시비횟수와 모래입경, 지렁이분 시용량을 구명하고자 수행하였다.



## II. 연구사

크리핑 벤틀그라스(*Agrostis palustris* Huds.)는 한지형 잔디로서 한랭 습윤한 지역에서 생육이 왕성한 식물로 보고되고 있다(Holt와 Payne, 1952; Parks와 Henderlong, 1967). 또한 크리핑 벤틀그라스는 잎 질감이 좋고, 밀도와 개체의 균일성이 좋을 뿐만 아니라, 엽초가 짧은 특성 때문에(Turgeon, 1996; 김, 2001) 미국, 일본 및 우리나라 골프장과 운동장 잔디 조성용으로 가장 적합한 식물로 평가되고 있다(三井, 1988; JackLin 등, 1989; 이 등, 2003).

크리핑 벤틀그라스는 5℃ 전후에서 생육이 시작되어 15-20℃에서 생육이 가장 활발하며, 그 이상으로 기온이 높아짐에 따라 뿌리의 생육과 엽록소 함량이 감소하고, 저장탄수화물과 당 함량이 적어지면서 점차적으로 생육이 부진하여, 25℃ 이상의 고온에서는 생육이 정지되거나, 하고현상이 발생하는 것으로 알려져 있다(David, 1961; Huang, 2000 · 2001 · 2003; Fu, 2003; Wang, 2003; Xu, 2003).

Bread와 Daniel(1961)은 크리핑 벤틀그라스는 한랭 · 습윤한 지역에서 생육이 왕성할 뿐만 아니라, -35℃ 저온에서도 생육이 가능한 식물로 보고하고 있고, Tompkins(2000)도 -20℃까지 생육이 가능할 정도로 내한성이 강하다고 하였으며, 김(2001)은 26℃의 온도에서 지상부의 생장은 빠르지만, 근신장은 감소하기 때문에 지상부 및 지하부를 고려한 생육최적온도는 23℃이며, 뿌리 생산량은 15℃에서 가장 높다고 하였다.

크리핑 벤틀그라스의 파종은 주로 봄과 가을에 이루어지는데, 한지의 경우 봄에는 4월 하순에서 5월에 파종하고, 가을에는 8월 하순에서 9월 하순경에 파종하며, 난지의 경우 봄에는 3월 하순에서 5월 초에, 가을에는 8월 하순에서 9월 하순경에 파종하는 것이 좋다고 보고하였다(한국잔디연구소, 1992).

일반적으로 화분과 작물은 일정기간까지는 조파할수록 생육과 수확량이 증가하며(Miralles, 2001; Gesch, 2002), 특히 여름과 가을철의 조파가 생육이 양호하다는 보고가 많다(Gormus, 2002; Justes, 2002; Ozer, 2003; Elgersma,

2003).

크리핑 벤트그라스의 과중량은 재배지역의 기상, 토양 등의 환경조건과 용도에 따라 차이가 있으나, m<sup>2</sup>당 7g 내외로 하여 잔디를 조성하고 있다(한국잔디연구소, 1992; 김, 2001).

최 등(2001)은 한국잔디의 적정 과중량은 6g/m<sup>2</sup>이라고 하였으며, 우리나라 중부지역의 벤트그라스 과중량에 대해서 김(2001)은 2.44-4.89g/m<sup>2</sup>, 한국잔디연구소(1992)는 Tee 지역은 5-10g/m<sup>2</sup>, Green 지역은 10-30g/m<sup>2</sup>이 적정 과중량으로 그 이상과 이하의 과중에서는 잔디의 생육이 부진하였다고 하였다.

과중량이 증가할수록 초장이 커지고, 생초수량이 증가된다는 보고가 한국잔디(최 등, 2001), 청예피(조 등, 2001b) 등에서 있으며, 과중량이 증가할수록 생육이 촉진되지만, 어느 한계를 넘으면 오히려 생육이 부진해진다는 보고가 다수 있다(김과 채, 1991; 한과 김, 1992; 조와 고, 2003).

일반적으로 화분과 작물은 과중량이 적고, 개체수가 적을 때는 밀도저하로 인하여 잡초발생 비율이 높아진다고 하였고(Schadlich, 1986), 과중량이 많아 개체수가 많을 때에는 통풍, 통광 등이 불량하여 잔디가 연약하게 되고, 병충해 발생을 초래하게 된다고 Turng과 Yosida(1985)가 보고한 바 있다.

Bigelow(2001a)는 모래지반에 잔디초지를 조성하는 이유에 대해서 토양통기의 불량과 과습을 방지하여 병 발생을 예방하며, 잔디의 품질과 뿌리내림이 좋아진다고 하였으나, Faust(2000)는 잔디초지의 지반을 모래로 조성할 경우, Cu의 농도가 높게 나타나서 크리핑 벤트그라스의 뿌리 생육을 저해할 수 있다고 하였다.

김(2001)은 잔디초지의 지반에 고결(固結)이 잘 되지 않고, 안정된 표면을 유지할 수 있는 모래의 함량이 많을수록 투수성이 향상되고, 잔디뿌리에 산소 공급력이 증가되어 환경스트레스에 대한 저항성이 좋아진다고 하였고, Bigelow(2001b)는 잔디초지에 모래를 이용하면 무거운 답압에서도 배수를 유지(maintain drainage)하며 우수한 물리적 특성을 갖지만, 양분 보유력이 약하고 질소와 같은 양분이 용탈되기 쉬운 단점이 있다고 하였다.

Jordan(2003)은 모래지반에서 크리핑 벤트그라스 잔디에 잦은 관개는 수분

스트레스의 예방과 생육증가, 깊은 근계를 유지하고 잔디의 품질과 새순의 밀도를 증가시키지만, 4일에 한번 이상으로 관개횟수가 많아지면 오히려 감소한다고 하였고, Canaway 등(1990)은 잔디조성 시 상토층 골재의 모래입자가 작고 균일해야 잔디생육에 좋은 조건을 유지할 수 있다고 하였다. 그리고 Adams와 Gibbs(1994)도 모래입경이 작아야 잔디생육에 좋은 환경을 조성할 수 있다고 보고한 바 있다.

골프장에서 잔디를 조성할 때에도 답압에 의한 지표의 토양고결을 해결하기 위하여 지반을 100% 모래로 하거나, 토양표면에 토양개량제를 사용해야 한다는 보고가 있다(Hong, 1988; Snow, 1993).

Bloodworth 등(1993)은 골프장 그린지역에 적합한 모래입경은 0.05mm라고 하였으나, 이 등(1998)은 골프장 그린의 안정성은 0.25-0.5mm에 해당하는 모래입자에서 얻어지기 때문에 이 모래가 40%이상 포함되는 것이 잔디 생육에 적합하다고 하였다. Snow(1993)는 USGA 지반기준(모래입경)은 0.25-1.00mm의 모래가 60%이상 되어야 한다고 하였으며, Bread와 Shfers(1990)는 잔디초지의 지반형태는 잔디생육 및 품질에 밀접한 관계가 있다고 보고한 바 있다.

잔디와 같은 화본과 작물의 영양생장 과정에서 질소질 비료의 요구량이 가장 높을 뿐만 아니라, 질소분시 효과가 매우 높은 것으로 보고되고 있다(조 등, 1999; Baritelle, 2000; 조 등, 2001a; 조 등, 2002; 조 등, 2003c).

Marten(1985)은 강우량이 많은 지역과 화산회토양에서는 질소의 휘산이나 탈질 및 용탈 등에 의한 질소 손실량이 많기 때문에 같은 양의 질소비료를 여러 번에 나누어 분시하는 것이 크리핑 벤투그라스와 같은 화본과 작물의 생육을 촉진시켜 준다고 하였고, Heckman(2003)은 잔디에 질소비료의 적절한 시비가 생육촉진뿐만 아니라, 병 발생을 억제하는 효과도 있기 때문에 비료의 시비 방법이 중요하다고 하였으며, Stier(2003)와 Guillard(2003)도 질소추비가 크리핑 벤투그라스의 품질향상과 밀도유지에 효과적이라고 보고하였다.

Henry와 Jane(1988)은 질소추비가 잔디의 생육을 결정하는 중요한 인자라고 하였으며, Garling(2001)도 질소의 엽면시비와 퇴비의 시용이 잔디의 색과 생육에 유의적인 증가를 가져왔다고 하였다.

Johnson(2003)은 모래나 석회가 다량 함유된 잔디초지에서는 질소질 비료의 엽면시비나 분시가 매우 효과적이라고 하였는데, Guertal(2000)은 모래토양처럼 용탈이 심한 곳에서는 완효성 질소비료를 이용하는 것이 좋으나, 경제성을 고려할 경우 속효성 질소비료를 분시하는 방법도 효과적이라고 보고 하였으며, Hall(2003)은 한지형 잔디의 경제적, 환경적 측면에서 질소시비방법이 더 정밀해져야 한다고 하였다.

Michael(1996)은 흡수가 빠른 영양분은 여러 차례로 나누어 가볍게 공급해주는 게 좋다고 하였으며, 제주지역과 같은 강우량이 많은 지역과 화산회토양에서 같은 양의 질소비료를 여러 번에 나누어 분시하는 것이 화분과 식물의 생육을 촉진시켰을 뿐만 아니라, 분지수 등의 형질을 증가시켰다는 보고가 청예피(조 등, 2001a), 귀리(조 등, 2003c), 수단그라스계 잡종(조 등, 1998) 등에서 있었으며, 작물의 생육촉진에 따라 잡초발생이 억제되었다는 보고도 있다(조와 송, 1995).

잔디 재배에 있어서 유기질 비료의 시비 효과는 매우 현저한 것으로 보고되고 있다(Henry와 Jane, 1988; Loveland, 2003; Adriano, 2002; Sessitsch, 2001; 이와 허, 2002; Kerek, 2003; Pathan, 2003). Zhang(2003)은 크리핑 벤트그라스에 유기질 비료를 시용한 결과, 잔디의 품질향상과 병의 감소, 비료 시비량의 감소 효과가 있었다고 하였고, 우리나라에서도 유기질 비료시용이 한국잔디의 생육을 증가시켰다는 보고가 있다(함 등, 1993·1994; 김 등, 2001).

지렁이 분변토는 작물의 생육에 있어서 토양양분의 유효화와 토양입단 증대(Harada와 Knoko, 1975), 미생물 분해 생성물에 의한 생리활성작용(野口, 1992), 핵산과 비타민, 호르몬 생산을 증대시켜 수량을 증수시키는 것으로 보고되었다(樋口와 要原, 1980).

제주도와 같이 강우량이 많은 지역에서 지렁이분과 같은 유기질 비료의 시비효과가 현저한 것으로 알려져 있는데, 알타리무는 지렁이분 무비구에서 300 kg/10a까지(조 등, 2003b), 열무는 500kg/10a까지(조 등, 2003a), 봄감자는 600 kg/10a까지(강 등, 2003), 증가할수록 생육이 촉진되었다는 보고가 있다.

### Ⅲ. 재료 및 방법

#### 1. 포장시험

이 포장시험은 아래와 같이 5가지 시험으로 이루어져 있으며, 2004년 3월 16일부터 7월 12일까지 표고 278m에 위치한 제주대학교 생명자원과학대학 연구실습센터 시험포장(동경 126°33' 56", 북위 33°27' 20")에서 수행하였다.

시험 1. 파종기에 따른 크리핑 벤트그라스 잔디의 식생변화

시험 2. 파종량 차이에 따른 크리핑 벤트그라스 잔디의 식생변화

시험 3. 모래입경의 차이에 따른 크리핑 벤트그라스 잔디의 식생변화

시험 4. 질소 분시횟수에 따른 크리핑 벤트그라스 잔디의 식생변화

시험 5. 유기질비료(지렁이분) 시비량 차이에 따른 크리핑 벤트그라스 잔디의 식생변화



시험은 포장에 설치된 직경 1m(0.785m<sup>2</sup>)의 포트(콘크리트 관)에서 수행하였으며, 포트의 토양은 화산회토가 모재로 된 농암갈색 미사질 양토로 시험 전 토양의 화학적 특성은 표 1에 제시한 바와 같다. pH는 약산성으로 잔디 생육의 적정 범위에 있었으며, 유기물함량은 54.5g/kg이었다.

Table 1. Chemical properties of experiment surface soil before cropping

pH	Sand pH (1:5)	Organic matter (g/kg)	Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Exchangeable cation (cmol <sup>+</sup> /kg)				CEC cmol <sup>+</sup> /kg	EC (dS/m)
				Ca	Mg	K	Na		
5.35	6.20	54.5	147	1.79	0.80	1.28	0.26	8.60	0.13

시험기간 중 기상조건은 표 2에 나타내었다. 평균온도는 평년에 비해 7월에 1.7°C 정도 높았으나 대체적으로 큰 차이가 없었으며, 강우량은 5월을 제외하고 평년에 비해 상당히 적은 편이었다. 특히 6월과 7월에는 건조해가 나타날 우려가 있어서 스프링쿨러를 이용한 관수를 주 1회씩 실시하였다.



Table 2. Meteorological factors during the growing season and 30-year (1975-2004) average

	Temperature (°C)						Precipitation (mm)		Hours of sunshine	
	Average		Maximum		Minimum		T	N	T	N
	T	N	T	N	T	N				
Mar.	10.0	8.9	14.2	12.3	6.2	5.6	57.7	83.9	200.3	159.8
Apr.	14.3	13.6	18.5	17.3	10.4	9.8	55.5	92.2	222.0	195.3
May	18.1	17.5	22.1	21.3	14.7	13.9	124.8	88.2	172.8	218.0
June	21.5	21.2	24.7	24.7	18.8	18.2	66.1	189.8	177.7	174.5
July	27.4	25.7	31.2	28.8	24.3	23.0	55.7	231.9	301.6	203.2

T : 2004, N : 30-year average (1975-2004)

잔디 품종은 크리핑 벤트그라스(*Agrostis palustris* Huds.)의 펜크로스 (Penncross)이었으며, 각 시험별로 포트 1개를 시험단위로 하여 난괴법 3반복으로 시험구를 배치하였다. 파종은 시험 1에서는 2004년 3월 16일에서 4월 25일까지 10일 간격으로 5회(3월 16일, 26일, 4월 5일, 15일, 25일)에 걸쳐 파종하였고, 다른 시험에서는 2004년 3월 21일에 파종하였다. 파종량은 시험 2에서는 4, 6, 8, 10, 12g/m<sup>2</sup>의 5수준으로 하였으며, 다른 시험에서는 m<sup>2</sup>당 6g에 해당하는 양을 휴폭 10cm간격으로 조파하였다.

시험 3에서는 모래를 국산표준망체(DAIHAN Standard Test Sieves)로 크기를 0.3-0.5, 0.5-0.8, 0.8-1.0, 1.0-1.5, 1.5-2.0mm의 5수준으로 나누어서 시험구당 5kg/m<sup>2</sup>씩 균일하게 처리하였다.

시험 4에서는 질소비료의 시비량을 m<sup>2</sup>당 20g으로 하여, 표 3에서 보는 바와 같이 분시하였고, 인산과 칼리는 각각 20g, 10g을 시비하였다. 질소, 인산, 칼리는 위의 성분량에 해당하는 양을 각각 요소(남해화학, 한국), 용성인비(풍농, 한국) 및 염화칼리(남해화학, 한국)로 사용하였다.

시험 1, 2, 3에서 질소비료는 시험 4에서 전술한 양의 50%는 기비로, 나머지 50%는 파종 후 30일에 추비로 사용하였으며, 인산과 칼리비료는 전량 기비로 사용하였다.

시험 5에서는 지렁이분(Motoaki, 일본)을 m<sup>2</sup>당 0(무비구), 150, 300, 450, 600g으로 5개의 처리로 하였고, 파종 7일전 전량을 기비로 하였다.

Table 3. Description of N split applications to creeping bentgrass

No. of N applications	N rate per application (g/m <sup>2</sup> )	Timing of N application (days after sowing)
1	20.0	0 (at sowing)
2	10.0	0 + 15
3	6.7	0 + 15 + 30
4	5.0	0 + 15 + 30 + 45
5	4.0	0 + 15 + 30 + 45 + 60

## 2. 잔디의 식생조사

식생조사는 2004년 7월 6일부터 12일까지 발생초종의 초장, 생체중, 근장, 근중, 밀도비율, 피도, 엽록소 및 잡초분포에 대한 조사를 실시하였다.

초장과 밀도비율, 피도, 엽록소측정(SPAD-502, Soil Plant Analysis Development: SPAD, Section, Minolta Camera Co., Japan)은 포장에서 조사하였으며, 기타 형질조사는 각 시험포 중간지점에서 20×20cm 뗏장을 추출하여 실험실에서 조사하였다.

초장은 시험구 중간지점에서 20분을 지표면에서 최장의 길이를 측정하였으며, 밀도비율은 시험구에서 발생된 초종별 본수를 총초종수로 나누어 백분율로 환산하였다. 피도는 식물체의 지상부위가 지표면을 차지하고 있는 투영면적의 전 면적에 대한 비율로 나타내었다. 즉, 각 식물체가 차지하는 면적을 원형으로 간주하고 직경을 Calliper로 측정하여 원의 면적을 계산하였다. 우점잡초 순위는 초장과 피도를 합한 평균치로 결정하였다.

총생초중과 엽중, 근중은 측정 후, m<sup>2</sup>당 무게로 환산하였으며, 시험 4의 시료를 건조하여 질소이용효율을 산출하였다.

조사된 수치자료는 통계분석 패키지(SAS system, version 6.12, 한국쌌스소프트웨어, Korea)를 이용하여 분산분석을 하였으며, 질소이용효율은 다음의 식을 사용했다.

$$\text{질소이용효율(g DM/g N)} = \text{건물수량(g/m}^2\text{)} \div \text{질소시비량(g/m}^2\text{)}$$

## IV. 결과 및 고찰

### 1. 파종기에 따른 크리핑 벤투그라스 잔디의 식생변화

#### 1) 잔디의 생육 및 수량반응

파종기에 따른 크리핑 벤투그라스의 생육반응을 조사한 결과는 표 4에서 보는 바와 같다.

Table 4. Effect of sowing date on growth and fresh weight yield of creeping bentgrass

Sowing date	Plant height (cm)	Root length (cm)	SPAD reading value	Fresh weight yield (g/m <sup>2</sup> )		
				Leaves	Roots	Total
Mar. 16	22.7	20.5	30.8	1,373	2,374	3,747
Mar. 26	22.4	20.0	30.5	1,333	2,354	3,687
Apr. 5	18.3	17.9	29.4	1,141	2,091	3,232
Apr. 15	17.7	17.1	29.5	1,081	2,000	3,081
Apr. 25	16.6	16.9	28.5	990	1,919	2,909
LSD (0.05)	1.9	1.1	0.8	87	135	176

※ Measured on 6-12 July

평균 초장은 3월 16일 파종에서 22.7cm이었으나, 만파할수록 초장은 짧아져서 4월 25일 파종에서는 16.6cm이었다. 근장 및 엽록소 측정치도 초장변화와 비슷한 경향이였다. 3월 16일 파종에서 근장 20.5cm, 엽록소 30.8이었으나, 파종기가 지연됨에 따라 점차적으로 감소되어, 4월 25일 파종에서 근장과 엽록소는 각각 16.9cm, 28.5로 감소되었다.

잔디의 총생초수량(엽중+근중)은 파종기가 3월 16일에서 4월 25일로 지연됨에 따라 3,747g/m<sup>2</sup>에서 2,909g/m<sup>2</sup>으로 감소되었다. 엽중 및 근중반응도 총생초수량의 변화와 비슷한 경향이였다. 엽중과 근중은 3월 16일 파종에서 각각 1,373g/m<sup>2</sup>, 2,374g/m<sup>2</sup>이었던 것이 파종기가 지연됨에 따라 점차적으로 감소되어 4월 25일 파종에서 엽중은 990g/m<sup>2</sup>으로, 근중은 1,919g/m<sup>2</sup>으로 감소되었다.

이 시험에서 조파할수록 초장, 근장, 근중 및 생체중 등 모든 형질이 우세한 것은 크리핑 벤틀그라스가 저온의 조건에서도 생육이 강한 특성에서 기인된 것으로 보여지며, 조파에서는 기온이 비교적 낮은 편이었으나, 생장기간이 길어 충분한 생육이 이루어진 것으로 생각된다.

Bread와 Daniel(1965)에 의하면, 크리핑 벤틀그라스는 저온에서도 생육이 강할 뿐만 아니라, 15-20℃에서 신초생장 및 근 분화가 양호한 편이며, -20℃까지 내한성을 갖고 있지만(Tompkins, 2000), 20℃이상으로 온도가 높아질 경우에는 생육 및 근 발육이 부진한 것으로 보고된 바 있다(Cooper와 Edwards, 1961; Huang, 2000; Bigelow, 2001b; Fu, 2003).

## 2) 잔디의 피도 및 밀도비율 변화

파종기에 따른 잔디의 피도 및 밀도비율 변화는 표 5에서 보는 바와 같다.

Table 5. Effect of sowing date on land coverage of turf and plant density rate

Sowing date	Land coverage (%)			Density rate (%)		
	Turfgrass	Weeds	Total	Turfgrass	Weeds	Total
Mar. 16	98.0	2.0	100	99.3	0.7	100
Mar. 26	97.9	2.1	100	99.1	0.9	100
Apr. 5	96.6	3.4	100	99.0	1.0	100
Apr. 15	96.2	3.8	100	98.8	1.2	100
Apr. 25	95.7	4.3	100	98.7	1.3	100
LSD (0.05)	0.2	0.2	-	0.6	0.6	-

※ Measured on 6-12 July

잔디의 피도는 조파할수록 높아지는 경향이였다. 즉, 3월 16일 파종에서 98%로 피도가 높은 편이었으나, 만파할수록 낮아져서 4월 25일 파종에서는 피도는 95.7%이였다. 잡초의 피도는 3월 16일 파종에서 2.0%이였으나, 만파할수록 높아져서, 4월 25일 파종에서는 4.3%로 잔디의 피도 변화와는 반대의 경향이였다.

잔디와 잡초의 밀도비율은 피도의 변화와 비슷한 경향이였다. 3월 16일 파종에서 4월 25일로 파종기가 지연됨에 따라 잔디의 밀도비율은 99.3%에서 98.7%

로 낮아졌으나, 잡초의 밀도비율은 0.7%에서 1.3%로 증가되는 경향이였다.

과종기가 지연됨에 따라 크리핑 벤트그라스의 피도와 밀도비율이 낮아진 것은, 조파에서는 충분한 생육기간으로 생육량이 많아지고 밀도비율이 증가되면서 상대적으로 피도도 증가되었고, 만파한 경우에는 기온은 높았지만, 생육기간이 단축되어 생육량이 적었던 것에 기인한 것으로 생각되었다.

크리핑 벤트그라스는 한지형 잔디로 5℃전후로 생육이 시작되어 15-20℃에서 생육이 가장 활발하고, 그 이상으로 기온이 높아지면 점차적으로 생육이 부진하며, 25℃이상의 고온 하에서 생육이 정지되거나 하고현상이 발생하는 것으로 알려지고 있다(David, 1961; 三井, 1988; Xu, 2002; Wang, 2003).

### 3) 잡초의 종류와 분포

과종기에 따른 우점잡초의 분포상태를 조사한 결과는 표 6에서 보는 바와 같다.

조파할수록 발생잡초는 감소되는 경향으로 3월 16일 과종에서 발생잡초는 10.5종 이었으나, 과종기가 지연됨에 따라 점차적으로 증가되어, 4월 16일 과종에서 발생잡초는 16.0종 이었다.

우점잡초의 변동은 3월 16일 과종에서 새포아풀, 별꽃, 명아주 순으로 우점되었고, 3월 26일 과종에서는 새포아풀, 명아주, 바랭이 순이었다. 4월 5일 과종에서는 바랭이, 명아주, 별꽃 순으로, 4월 15일 과종에서 바랭이, 별꽃, 명아주 순으로, 4월 25일 과종에서는 바랭이, 여뀌, 명아주 순으로 우점 되었다.

일반적으로 잔디초지에 발생하는 잡초는 그 지역의 기상, 토양 등의 환경조건과 초지관리 상태에 따라 차이가 크다. 우리나라의 잔디초지에서 발견되는 잡초는 70-100여종으로 알려져 있고, 그 중 중부지방의 잔디초지에서 45종, 남부지방에서 발견되는 잡초는 56종으로 보고되고 있으며, 제주지역의 골프장에서 6월에 주로 발생하는 우점잡초는 새포아풀, 피막이, 팽이밥, 애기수영 등이고, 9월에 발생하는 우점잡초는 피막이, 향부자, 바랭이, 팽이밥, 쑥 등을 우점잡초로 분류하고 있다(김 등, 1993). 본 시험에서도 조파에서는 새포아풀, 만파

에서는 바랭이가 우점도가 매우 높았으며, 명아주는 파종기에 관계없이 우점 순위가 높은 편이었다.

Table 6. Effect of sowing date on distribution of dominant weed species

Weed species	Sowing date				
	Mar. 16	Mar. 26	Apr. 5	Apr. 15	Apr. 25
<i>Lamium amplexicaule</i> (광대나물 <sup>i</sup> )	12.0 <sup>ii</sup> (5) <sup>iii</sup>	10.9(8)	10.4(8)	11.5(9)	11.8(8)
<i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i> (명아주)	13.6(3)	14.1(2)	16.5(2)	15.5(3)	16.4(3)
<i>Digitaria adscendens</i> (바랭이)	13.4(4)	13.9(3)	16.8(1)	18.7(1)	19.2(1)
<i>Cyperus amuricus</i> (방동사니)	11.9(6)	11.2(7)	14.2(6)	13.7(6)	14.6(6)
<i>Stellaria media</i> (별꽃)	14.9(2)	13.6(4)	15.7(3)	15.8(2)	15.6(4)
<i>Poa annua</i> (새포아풀)	15.4(1)	15.6(1)	15.2(4)	13.8(5)	14.4(7)
<i>Portulaca oleracea</i> (쇠비름)	11.0(7)	11.4(6)	11.4(7)	12.6(7)	15.2(5)
<i>Polygonum hydropiper</i> (여뀌)	10.5(8)	12.7(5)	14.7(5)	15.2(4)	17.3(2)
<i>Trifolium repens</i> (토끼풀)	10.0(9)	9.1(9)	9.3(9)	11.6(8)	11.2(9)
Others	8.1	9.9	12.2	11.8	12.5
Number of species	10.5	11.0	13.4	15.2	16.0

※ Measured on 6-12 July

i : Korean name

ii : The number of weeds per pot (0.785m<sup>2</sup>)

iii : Values in parenthesis are rankings of dominant weeds

## 2. 파종량 차이에 따른 크리핑 벤투그라스 잔디의 식생변화

### 1) 잔디의 생육 및 수량반응

파종량 차이에 따른 초장, 엽록소, 근장, 엽중 및 근중을 조사한 결과는 표 7에서 보는 바와 같다.

Table 7. Effect of sowing rates on growth and fresh weight yield of creeping bentgrass sowed on 21 March

Sowing rate (g/m <sup>2</sup> )	Plant height (cm)	Root length (cm)	SPAD reading value	Fresh weight yield (g/m <sup>2</sup> )		
				Leaves	Roots	Total
4	19.6	17.5	29.2	859	1,798	2,657
6	20.6	18.4	30.4	1,004	2,000	3,004
8	25.6	19.4	30.8	1,159	2,199	3,357
10	30.3	20.7	31.3	1,538	2,934	4,471
12	30.4	21.0	32.1	1,558	2,966	4,524
LSD (0.05)	2.5	1.1	1.2	89	332	318

\* Measured on 6-12 July

초장은 4g/m<sup>2</sup> 파종구에서 19.6cm이었던 것이 파종량이 증가됨에 따라 점차적으로 커져서 10g/m<sup>2</sup> 파종구에서 30.3cm로 커졌으나, 12g/m<sup>2</sup> 파종구에서는 더 이상 커지지 않았다. 파종량이 4g에서 12g/m<sup>2</sup>으로 증가함에 따라 근장은 17.5cm에서 21.0cm로, 엽록소 측정치는 29.2에서 32.1로 증가되었다.

잔디의 총생초수량(엽중+근중)은 파종량이 증가함에 따라 점차적으로 증가되는 경향이였다. 즉, 4g/m<sup>2</sup> 파종구에서 총생초수량은 2,657g/m<sup>2</sup>이었으나, 파종량이 증가함에 따라 점차적으로 증가되어, 12g/m<sup>2</sup> 파종에서는 4,524g/m<sup>2</sup>으로 증수되었다. 엽중 및 근중반응도 총생초수량 반응과 비슷한 경향이였다. 파종량이 4g에서 12g/m<sup>2</sup>으로 증가됨에 따라 엽중은 859g에서 1,558g/m<sup>2</sup>으로, 근중은 1,798g에서 2,966g/m<sup>2</sup>으로 증가되는 경향이였으나, 10g과 12g/m<sup>2</sup> 파종구간에는 큰 차이가 없었다. 이 시험에서 파종량이 4g에서 12g/m<sup>2</sup>으로 증가함에 따라 초장, 근장 및 생초수량이 증가된 것은 잔디와 잡초의 개체 간 광합성 작용과정에서 수분, 양분 등의 경합력이 강해져서 수평신장보다 수직신장이

강하게 이루어졌기 때문이라고 생각되었다. 파종량이 증가할수록 초장이 커지고, 생초수량이 증가된다는 보고는 한국잔디(최 등, 2001), 청예피(조 등, 2001b), 제주조(조와 고, 2003) 등에서 보고된 바 있으며, 작물의 파종량이 증가할수록 생육이 촉진되지만, 일정량 이상이 될 경우에는 증가하지 않는다는 보고가 있다(김과 채, 1991; 조 등, 2001b; Staggenborg, 2003).

## 2) 잔디의 피도 및 밀도비율 변화

파종량 차이에 따른 피도 및 밀도비율 변화는 표 8에 표시하였다.

Table 8. Effect of sowing rate on land coverage of turf and plant density rate

Sowing rate (g/m <sup>2</sup> )	Land coverage (%)			Density rate (%)		
	Turfgrass	Weeds	Total	Turfgrass	Weeds	Total
4	93.2	6.8	100	96.2	3.8	100
6	95.3	4.7	100	97.7	2.3	100
8	96.5	3.5	100	98.3	1.7	100
10	97.9	2.1	100	98.9	1.1	100
12	98.0	2.0	100	99.0	1.0	100
LSD (0.05)	0.7	0.7	-	0.8	0.8	-

※ Measured on 6-12 July

잔디의 피도는 4g/m<sup>2</sup> 파종에서 93.2%이었던 것이 파종량이 증가됨에 따라 점차적으로 증가되어, 12g/m<sup>2</sup> 파종에서는 98.0%이었으나, 10g과 12g/m<sup>2</sup> 파종 구간에는 큰 차이가 없었다. 잡초의 피도는 잔디의 피도와는 반대의 경향이 있었다. 즉, 파종량이 4g에서 12g/m<sup>2</sup>으로 증가됨에 따라, 잡초의 피도는 6.8%에서 2.0%로 감소되었으나, 10g과 12g/m<sup>2</sup> 파종구 간에는 비슷한 경향이 있었다. 파종량이 4g에서 12g/m<sup>2</sup>으로 증가됨에 따라 잔디의 밀도비율은 96.2%에서 99.0%로 증가되었으나, 잡초의 밀도비율은 3.8%에서 1.0%로 낮아지는 경향이 있었다. 이 시험에서 피도 및 밀도비율이 10g과 12g/m<sup>2</sup> 파종에서 가장 높은 편이었는데, 일반적으로 화분과 작물은 파종량이 증가할수록 생육이 촉진되고, 그에 따라 피도 및 밀도비율은 증가하지만, 어느 한계를 넘으면 오히려 생육이 부진할 뿐만 아니라, 수량도 감소되는 것으로 보고되고 있다. 최 등(2001)은 한국



잔디의 과중량을  $6\text{g}/\text{m}^2$ , 김(2001)은 우리나라 중부지역의 벤투그라스 과중량을  $2.44\text{--}4.89\text{g}/\text{m}^2$ 으로, 한국체육과학연구원(1998)은 Tee지역은  $5\text{--}10\text{g}/\text{m}^2$ , Green 지역은  $10\text{--}30\text{g}/\text{m}^2$ 이 적정 과중량으로 그 이상과 이하의 과중에서는 잔디의 생육이 부진하였다고 보고한 바 있다. 본 시험결과로 보아 제주지역의 화산회토 양에서 크리핑 벤투그라스의 적정 과중량은  $10\text{g}$ 에서  $12\text{g}/\text{m}^2$ 으로 판단되었다.

### 3) 잡초의 종류와 분포

과중량 차이에 따른 우점잡초의 변동 상태를 조사한 결과는 표 9에서 보는 바와 같다.

과중량이 증가함에 따라 발생잡초는 점차적으로 감소되는 경향이였다. 즉,  $4\text{g}/\text{m}^2$  과중에서 잡초는 15.2종으로 가장 많았으나, 과중량이 증가됨에 따라 점차적으로 감소되어,  $10\text{--}12\text{g}/\text{m}^2$  과중에서 잡초는 각각 11.0종이였다.

우점잡초의 변동은  $4\text{g}/\text{m}^2$  과중에서 바랭이, 명아주, 새포아풀 순이였고,  $6\text{g}/\text{m}^2$  과중에서 바랭이, 명아주, 별꽃 순이였다.  $8\text{g}/\text{m}^2$  과중에서 명아주, 새포아풀, 바랭이, 별꽃 순으로,  $10\text{g}/\text{m}^2$  과중에서 바랭이, 명아주, 별꽃 순으로,  $12\text{g}/\text{m}^2$  과중에서는 명아주, 바랭이, 새포아풀 순으로 우점 하였다. 이 시험에서 과중량이 증가됨에 따라 점차적으로 잡초수가 감소된 요인은 과중량의 증가에 의한 크리핑 벤투그라스의 밀도비율 및 피도의 증가로 잡초발생이 억제되어, 잡초수가 감소된 것으로 생각되었다. 일반적으로 화분과 식물은 과중량이 적거나, 개체수가 적을 때에는 밀도비율 및 피도저하로 인하여 잡초발생비율이 증가된다고 Schädlich(1986)가 보고한 바 있다.

우리나라의 잔디밭에서 발생하는 계절별 우점잡초는 봄에는 새포아풀, 독새풀, 민들레이며, 여름에는 바랭이, 강아지풀, 애기수영, 쇠비름, 쭉, 가을 및 겨울에는 새포아풀, 독새풀, 별꽃, 점나도나물 등의 출현빈도가 매우 높은 것으로 보고되어 있다(한국잔디연구소, 1992). 본 조사에서 크리핑 벤투그라스의 과중량 ( $4\text{--}12\text{g}/\text{m}^2$ ) 차이에 따라 우점순위에는 다소간 차이는 있으나, 전술한 우점잡초인 바랭이, 명아주, 새포아풀 및 별꽃 등의 잡초가 우점잡초로 나타나고 있다.

Table 9. Effect of sowing rate on distribution of dominant weed species

Weed species	Sowing rate (g/m <sup>2</sup> )				
	4	6	8	10	12
<i>Sagina japonica</i> (개미자리 <sup>i</sup> )	16.3 <sup>ii</sup> (8) <sup>iii</sup>	14.2(7)	13.8(6)	10.6(8)	12.2(5)
<i>Lamium amplexicaule</i> (광대나물)	15.8(6)	15.7(6)	12.4(8)	12.3(7)	11.6(6)
<i>Alopecurus aequahs</i> var. <i>amurensis</i> (뚝새풀)	13.8(9)	11.5(8)	11.6(9)	8.2(9)	8.3(9)
<i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i> (명아주)	18.4(2)	17.6(2)	17.9(1)	15.1(2)	14.8(1)
<i>Digitaria adscendens</i> (바랭이)	18.6(1)	18.1(1)	16.0(3)	15.2(1)	14.4(2)
<i>Cyperus amuricus</i> (방동사니)	16.1(5)	16.2(5)	14.8(4)	12.6(5)	11.5(7)
<i>Stellaria media</i> (별꽃)	16.8(6)	17.5(3)	13.8(6)	13.6(3)	10.4(8)
<i>Poa annua</i> (새포아풀)	17.6(3)	16.4(4)	16.6(2)	12.7(4)	14.3(3)
<i>Polygonum hydropiper</i> (여뀌)	16.9(4)	11.2(9)	14.1(5)	12.4(6)	14.1(4)
Others	20.2	11.9	10.5	9.4	9.6
Number of species	15.2	12.6	12.1	11.0	11.0

※ Measured on 6-12 July

i : Korean name

ii : The number of weeds per pot (0.785m<sup>2</sup>)

iii : Values in parenthesis are rankings of dominant weeds

### 3. 모래입경의 차이에 따른 크리핑 벤투그라스 잔디의 식생변화

#### 1) 잔디의 생육 및 수량반응

모래입경 차이에 따른 한지형 잔디의 초장, 엽록소, 근장, 엽중 및 근중을 조사한 결과는 표 10에서 보는 바와 같다.

Table 10. Effect of sand particle size on growth and fresh weight yield of creeping bentgrass sowed on 21 March

Particle size (mm)	Plant height (cm)	Root length (cm)	SPAD reading value	Fresh weight yield (g/m <sup>2</sup> )		
				Leaves	Roots	Total
0.3-0.5	22.5	19.0	30.9	1,485	2,182	3,667
0.5-0.8	22.0	18.5	30.0	1,354	2,141	3,495
0.8-1.0	21.2	17.6	28.4	1,182	2,040	3,222
1.0-1.5	20.6	17.5	28.2	1,101	2,000	3,101
1.5-2.0	19.7	16.5	28.4	1,040	1,676	2,717
LSD (0.05)	1.18	0.8	ns	199	152	128

※ Measured on 6-12 July  
ns : not significant

평균초장은 모래입경 0.3-0.5mm에서 22.5cm로 큰 편이었으나, 모래입경이 굵어짐에 따라 초장이 점차적으로 작아져서, 모래입경 1.5-2.0mm 처리구에서 초장은 19.7cm이었다. 모래입경 0.3-0.5mm에서 근장은 19cm, 엽록소는 30.9이었으나, 모래입경 1.5-2.0mm로 굵어짐에 따라 근장과 엽록소는 각각 16.5cm, 28.4로 낮아지는 경향을 보였다.

총생초수량은 모래입경이 굵어짐에 따라 점차적으로 감소되는 경향이였다. 즉, 모래입경 0.3-0.5mm에서 총생초수량은 3,667g/m<sup>2</sup>이었으나, 모래입경이 굵어짐에 따라 점차적으로 감소되어, 모래입경 1.5-2.0mm에서 총 생초수량은 2,717g/m<sup>2</sup>이었다. 엽중과 근중도 총 생초수량 반응과 비슷한 경향이였다. 즉, 모래입경이 0.3-0.5mm에서 1.5-2.0mm로 굵어짐에 따라, 엽중은 1,485g/m<sup>2</sup>에서 1,040g/m<sup>2</sup>으로, 근중은 2,182g/m<sup>2</sup>에서 1,676g/m<sup>2</sup>으로 감소되었다. 본 시험결과 모래입경이 작을수록 크리핑 벤투그라스의 초장, 근장 및 생초수량 등 모든

형질이 우세한 요인은 모래입경이 작을수록 일정한 토양온도 유지와 토양수분 증발을 억제하여, 크리핑 벤투그라스의 생육에 양호한 환경을 유지하여 주었기 때문이라고 생각되었다.

Bloodworth 등(1993)은 골프장 그린 지역에 적합한 모래입경은 0.05mm로 작을수록 잔디생육이 양호하다고 하였고, 이 등(1998)도 골프장 그린의 안정성은 0.25-0.50mm에 해당하는 모래입자에서 얻어지기 때문에 이 모래가 40%이상 포함되는 것이 잔디 생육에 적합하다고 하였다. Snow(1993)는 USGA 지반기준(모래입경)은 0.25-1.00mm의 모래가 60%이상 되어야 한다고 보고한 바 있다.

## 2) 잔디의 피도 및 밀도비율 변화

모래입경 차이에 따른 피도 및 밀도비율 변화는 표 11에 제시하였다.

Table 11. Effect of sand particle size on land coverage of turf and plant density rate

Particle size (mm)	Land coverage (%)			Density rate (%)		
	Turfgrass	Weeds	Total	Turfgrass	Weeds	Total
0.3-0.5	98.7	1.3	100	98.8	1.2	100
0.5-0.8	98.5	1.5	100	98.5	1.5	100
0.8-1.0	97.9	2.1	100	98.5	1.5	100
1.0-1.5	97.5	2.5	100	98.2	1.8	100
1.5-2.0	97.0	3.0	100	98.1	1.9	100
LSD (0.05)	0.6	0.6	-	0.3	0.3	-

※ Measured on 6-12 July

잔디의 피도는 모래입경이 굵어짐에 따라 낮아졌으나, 잡초의 피도는 증가되는 경향이였다. 즉, 모래입경이 0.3-0.5mm에서 1.5-2.0mm로 굵어짐에 따라 잔디의 피도는 98.7%에서 97.0%로 낮아졌으나, 잡초의 피도는 반대로 1.3%에서 3.0%로 증가되었다. 잔디 및 잡초의 밀도비율 반응도 피도반응과 비슷한 경향이였다. 모래입경 0.3-0.5mm에서 잔디의 밀도비율은 98.8%, 잡초의 밀도비율은 1.2%이었으나, 모래입경 1.5-2.0mm로 증가됨에 따라, 잔디의 밀도비율은 98.1%로 낮아지는 반면, 잡초의 밀도비율은 1.9%로 증가되었다.

전술한 바와 같이 모래입경이 작아질수록, 피도 및 밀도비율이 증가되는 것은 모래입경이 작을수록, 토양수분 보존과 크리핑 벤트그라스의 생육에 필요한 온도를 유지할 수 있었기 때문이라고 생각되었다. 일반적으로 잔디구장의 지반형태는 잔디의 생육 및 품질과 밀접한 관계가 있고(Bread와 Shfers, 1990), 잔디 조성시 상토층 골재의 모래입자가 작고 균일해야 잔디생육에 좋은 조건을 유지할 수 있다고 Canaway 등(1990)이 보고한 바 있으며, Adams와 Gibbs(1994)도 모래입경이 작아야 잔디생육에 좋은 환경을 조성할 수 있다고 하였다.

### 3) 잡초의 종류와 분포

모래입경 차이에 따른 우점잡초의 분포상태를 조사한 결과는 표 12에서 보는 바와 같다.

모래입경이 0.3-0.5mm에서 1.5-2.0mm로 굵어짐에 따라 발생잡초는 11.2종에서 15.1종으로 증가되었다. 모래입경이 작을수록 발생잡초의 종수가 감소된 원인은 모래입경이 작아짐에 따라, 잔디의 피도와 밀도비율이 증가되어 잡초발생이 억제되었던 것으로 생각되었다. 모래입경 크기에 따른 우점잡초의 변동은 0.3-0.5mm와 0.5-0.8mm에서 각각 쇠비름, 토끼풀, 바랭이 순 이었으며, 0.8-1.0mm에서는 쇠비름, 토끼풀, 방동사니 순 이었다. 1.0-1.5mm에서는 토끼풀, 쇠비름, 여뀌 순으로, 1.5-2.0mm에서는 쇠비름, 여뀌, 새포아풀 순으로 우점 되었다.

조(1981)는 제주지역의 개량초지에서 계절에 따른 발생잡초는 여름, 가을 순으로 가장 많고 봄에 가장 적었으며, 계절에 따른 우점잡초는 봄에는 애기수영, 서양금혼초, 개망초, 소리쟁이 순으로, 여름과 가을에는 망초, 억새, 띠, 고사리, 엉겅퀴 등의 순으로 우점 되었다고 하였다. Hansen 등(1976)은 잔디초지의 우점잡초는 재배지역의 토양, 기상 등의 환경조건과 관리상태에 따라 크게 영향을 받는다고 보고 한 바 있다. 본 시험결과 토끼풀, 방동사니, 여뀌, 새포아풀 등이 우세하게 발견되고 있는데, 이 잡초는 타 지역의 골프장에서 주로 발생하고 있는 우점잡초로 보고되고 있다(김 등, 1993).

Table 12. Effect of sand particle size on distribution of dominant weed species

Weed species	Particle size (mm)				
	0.3-0.5	0.5-0.8	0.8-1.0	1.0-1.5	1.5-2.0
<i>Lamium amplexicaule</i> (광대나물 <sup>i</sup> )	9.8 <sup>ii</sup> (7) <sup>iii</sup>	9.5(8)	11.8(5)	10.5(7)	10.6(8)
<i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i> (명아주)	7.8(9)	8.8(9)	8.4(9)	9.7(8)	10.3(9)
<i>Digitaria adscendens</i> (바랭이)	12.2(3)	12.4(2)	13.1(4)	12.8(4)	13.1(5)
<i>Cyperus amuricus</i> (방동사니)	11.7(4)	11.3(4)	13.8(3)	10.3(9)	12.8(6)
<i>Stellaria media</i> (별꽃)	10.4(6)	10.3(5)	10.8(8)	10.7(6)	12.2(7)
<i>Poa annua</i> (새포아풀)	9.6(8)	10.2(6)	11.6(7)	12.0(5)	14.3(3)
<i>Portulaca oleracea</i> (쇠비름)	16.1(1)	14.5(1)	15.6(1)	15.3(2)	16.6(1)
<i>Polygonum hydropiper</i> (여뀌)	11.4(5)	10.2(6)	11.7(6)	13.2(3)	16.3(2)
<i>Trifolium repens</i> (토끼풀)	12.4(2)	12.4(2)	15.1(2)	15.5(1)	13.3(4)
Others	6.0	8.4	10.6	13.4	15.2
Number of species	11.2	11.2	12.5	13.0	15.1

※ Measured on 6-12 July

i : Korean name

ii : The number of weeds per pot (0.785m<sup>2</sup>)

iii : Values in parenthesis are rankings of dominant weeds

#### 4. 질소 분시횟수에 따른 크리핑 벤투그라스 잔디의 식생변화

##### 1) 잔디의 생육 및 수량반응

질소 시비횟수에 따른 초장, 근장, 엽록소, 엽중 및 근중을 표 13에 나타내었다. 초장은 4회와 5회 분시에서 각각 21.8cm, 21.9cm로 가장 길었으며, 4회와 5회보다 시비횟수가 적을수록 초장은 짧았다. 시비횟수가 근장, 엽록소 측정치에 미치는 영향은 초장반응과 비슷한 경향을 보였다. 잔디의 총생초수량(엽중+근중)은 전량기비구에서 질소 분시횟수가 5회로 증가됨에 따라 3,354g/m<sup>2</sup>에서 4,293g/m<sup>2</sup>으로 증가되었으나, 4회와 5회 분시구간에는 큰 차이가 없었다. 엽중은 전량기비구에서 1,091g/m<sup>2</sup>이었으나, 시비횟수가 증가됨에 따라 점차적으로 증가되어 4회 및 5회 분시에서 각각 1,404g, 1,485g/m<sup>2</sup>으로 증수되었고, 근중은 전량기비에서 2,263g/m<sup>2</sup>이었던 것이 분시횟수가 많을수록 증가되어 5회 분시에서 2,808g/m<sup>2</sup>으로 증가되는 경향이였다.

Table 13. Effect of split N application time on growth, fresh weight yield and nitrogen use efficiency of creeping bentgrass sowed on 21 March

Split N application time	Plant height (cm)	Root length (cm)	SPAD reading value	Fresh weight yield (g/m <sup>2</sup> )			NUE (g DM/g N)
				Leaves	Roots	Total	
1	18.2	16.9	29.1	1,091	2,263	3,354	36.9
2	19.7	17.4	30.0	1,232	2,526	3,758	41.3
3	20.8	18.0	30.2	1,334	2,717	4,071	44.8
4	21.8	18.6	31.0	1,404	2,768	4,152	45.7
5	21.9	18.6	31.6	1,485	2,808	4,293	47.2
LSD (0.05)	1.0	0.8	0.6	75	130	164	1.8

※ Measured on 6-12 July

질소이용효율은 1회 분시에서 36.9(g DM/g N)로 가장 낮았으나, 질소 분시횟수가 많을수록 점차적으로 증가하여, 4회와 5회 분시에서 가장 높았다.

4회와 5회 분시에서 조사한 초장, 생초수량, 근장 및 근중 등 모든 형질이 가장 양호한 것으로 보아 잎과 줄기, 뿌리의 생장에 필요한 질소비료를 적기에 공급한 것으로 판단되는데, Michael(1996)은 흡수가 빠른 영양분은 여러 번

나누어 시비하는 것이 좋다고 하였고, Guertal(2000)은 모래토양처럼 용탈이 심한 토양에서는 질소분시가 효과적이라 하였는데, 제주지역과 같이 강우량이 많은 화산회토양에서도 질소분시의 효율성이 보고 되었다(조 등, 1998; 조 등, 1999; 조 등, 2002).

## 2) 잔디의 피도 및 밀도비율 변화

질소 분시횟수에 따른 피도 및 밀도비율 변화는 표 14에 표시하였다.

Table 14. Effect of split N application time on land coverage of turf and plant density rate

Split N application time	Land coverage (%)			Density rate (%)		
	Turfgrass	Weeds	Total	Turfgrass	Weeds	Total
1	96.0	4.0	100	97.4	2.6	100
2	96.1	3.9	100	98.1	1.9	100
3	97.2	2.8	100	98.7	1.3	100
4	98.0	2.0	100	98.8	1.2	100
5	98.4	1.6	100	98.9	1.1	100
LSD (0.05)	0.8	0.8	-	0.9	0.9	-

※ Measured on 6-12 July

잔디의 피도는 전량시비구에서 96.0%이었던 것이 질소 분시횟수가 많아짐에 따라 점차적으로 증가되어, 5회 분시에서는 98.4%로 증가되는 경향이었으나, 4회와 5회 분시구에서 피도의 큰 차이는 없었다.

시비횟수 증가에 따른 잡초의 피도는 잔디의 피도 변화와는 반대의 경향을 보였다. 즉, 전량시비구에서 잡초의 피도는 4.0%로 비교적 높은 편이었으나, 분시횟수가 많아짐에 따라 피도는 증가되어 5회 분시에서는 1.6%로 낮아지는 경향이였다. 잔디의 밀도비율은 1회에서 5회로 질소 분시횟수가 증가함에 따라 97.4%에서 98.9%로 증가되고 있는 반면, 잡초의 밀도비율은 2.6%에서 1.1%로 감소되는 경향이였다.

이 시험에서 20g/m<sup>2</sup>의 질소비료를 4-5회 분시 했을 경우, 잔디의 피도와 밀도비율이 가장 양호하였고, 전량시비구와 분시횟수가 적을수록 밀도비율 및



피도가 낮아진 이유는 잔디 생육의 필요적기에 질소공급이 부족했기 때문인 것으로 생각되었다. Henry와 Jane(1988)은 질소비료가 잔디의 생육을 결정하는 중요한 인자라고 하였으며, Stier(2003)는 크리핑 벤트그라스의 추비가 밀도비율을 높인다고 하였다. 제주지역에서 질소를 분시함에 따라 화분과 작물의 생육 촉진에 대한 보고가 많은데, 청예피는 3회 분사에서(조 등, 2001a), 제주조는 4회 분시(조 등, 2003c)에서 초장이 커지고, 분지수를 증가시켰다는 보고가 있다.

### 3) 잡초의 종류와 분포

질소 분시횟수에 따른 우점잡초의 변동 상태를 조사한 결과는 표 15에서 보는 바와 같다.

질소 분시횟수가 전량시비구에서 5회로 증가됨에 따라, 발생잡초는 15.7종에서 11.8종으로 감소되었다. 질소 분시횟수에 따른 우점잡초의 변동은 전량 시비구에서 쇠비름, 여뀌, 별꽃 순이었으며, 2회 분사에서 쇠비름, 여뀌, 바랭이 순으로, 3회 분사에서 바랭이, 쇠비름, 여뀌 순으로, 4회와 5회 분사에서 쇠비름, 새포아풀, 여뀌 순으로 우점 하였다.

이 시험에서 질소 분시횟수가 많아짐에 따라 발생잡초수가 감소된 요인은, 분시횟수가 많을수록 잔디의 밀도비율과 피도가 증가하여 잡초발생이 억제된 것으로 생각되었다.

조와 송(1995)은 제주지역에서 초지 조성 후, 연도별 발생잡초의 변동은 1년 초지에서 37종이었으나, 연수가 경과함에 따라 그 종수가 증가되어, 6년 초지에서 130종으로 증가되었으며, 매년 계절에 따르는 발생잡초의 수는 여름에 36종으로 가장 많았고, 봄에는 28종으로 그 분포가 가장 적었다고 하였다. 한국잔디연구소(1992)는 남부지역의 골프장에서 주로 봄에 발견되는 잡초는 티지역에서 16종, 페어웨이에서 13종, 그린에서 12종, 러프지역에서 56종의 잡초가 발견되었다고 하였다. 본 조사에서는 질소 분시횟수에 따른 우점잡초는 다소간 차이가 있었으나 쇠비름, 여뀌, 새포아풀 및 바랭이 등이 우점 되고 있는

것으로 나타나고 있다. 잔디초지에서 우점잡초의 변동은 그 지역의 기상, 토양 등 환경조건과 관리상태에 따라 생태반응의 차이를 보이며, 발생 식물의 최대 생장기가 다르기 때문에 발생잡초는 환경에 대한 영향을 강하게 받는 것으로 보고되고 있다(Hoyt와 Nybrog, 1971).

Table 15. Effect of split N application time on distribution of dominant weed species

Weed species	Split N application time				
	1	2	3	4	5
<i>Sagina japonica</i> (개미자리 <sup>i</sup> )	13.7 <sup>ii</sup> (7) <sup>iii</sup>	13.5(6)	12.9(5)	11.4(7)	9.9(7)
<i>Lamium amplexicaule</i> (광대나물)	13.8(5)	14.5(4)	12.9(5)	11.6(6)	8.2(9)
<i>Alopecurus aequahs</i> var. <i>amurensis</i> (뚝새풀)	13.8(5)	13.2(8)	10.5(8)	10.2(9)	10.4(5)
<i>Digitaria adscendens</i> (바랭이)	14.2(4)	14.6(3)	15.2(1)	12.7(4)	12.2(4)
<i>Stellaria media</i> (별꽃)	14.4(3)	13.3(7)	10.9(7)	11.8(5)	10.3(6)
<i>Poa annua</i> (새포아풀)	13.6(8)	14.4(5)	13.6(4)	14.1(2)	14.4(1)
<i>Portulaca oleracea</i> (쇠비름)	18.1(1)	16.7(1)	14.6(2)	16.4(1)	13.7(2)
<i>Polygonum hydropiper</i> (여뀌)	16.4(2)	15.3(2)	13.8(3)	13.3(3)	13.4(3)
<i>Trifolium repens</i> (토끼풀)	8.4(9)	7.7(9)	9.4(9)	10.8(8)	9.6(8)
Others	17.1	15.6	13.1	8.5	6.3
Number of species	15.7	15.2	13.4	11.7	11.8

※ Measured on 6-12 July

i : Korean name

ii : The number of weeds per pot (0.785m<sup>2</sup>)

iii : Values in parenthesis are rankings of dominant weeds

## 5. 유기질비료(지렁이분) 시비량 차이에 따른 크리핑 벤투그라스 잔디의 식생변화

### 1) 잔디의 생육 및 수량반응

지렁이분 시비량 차이에 따른 한지형 잔디의 초장, 근장, 엽록소, 엽중 및 근중을 조사한 결과는 표 16에 표시하였다.

Table 16. Effect of worm casting rate on growth and fresh weight yield of creeping bentgrass sowed on 21 March

Worm casting rate (g/m <sup>2</sup> )	Plant height (cm)	Root length (cm)	SPAD reading value	Fresh weight yield (g/m <sup>2</sup> )		
				Leaves	Roots	Total
0	16.7	12.3	26.7	788	1515	2303
150	17.4	13.8	27.7	929	1767	2697
300	18.5	14.4	27.8	1030	1959	2990
450	20.0	15.7	28.8	1191	2060	3253
600	20.2	16.0	29.0	1202	2141	3343
LSD (0.05)	1.8	1.0	2.2	124	294	408

※ Measured on 6-12 July

무비구에서 16.7cm로 지렁이분 시비량이 증가함에 따라, 초장은 점차적으로 커져서 지렁이분 450g과 600g/m<sup>2</sup> 시비구에서 각각 20.0cm, 20.2cm로 증가하였으나, 이 두 시비구간에는 유의적 차이가 없었다. 근장 및 엽록소는 초장반응과 비슷한 경향이였다. 무비구에서 지렁이분 시비량이 증가함에 따라 근장은 12.3cm에서 16.0cm로, 엽록소는 26.7에서 29.0으로 증가되었다.

잔디의 총생초수량은 지렁이분 시비량이 증가함에 따라 점차적으로 증가되는 경향이였다. 즉, 무비구에서 총생초수량은 2,303g/m<sup>2</sup>이었으나, 지렁이분 시비량이 증가함에 따라 점차적으로 증가되어, 지렁이분 450g과 600g/m<sup>2</sup> 시비구에서 각각 3,253g과 3,343g/m<sup>2</sup>으로 증수되었으며, 두 시비구간에는 큰 차이가 없었다. 엽중과 근중도 지렁이분 시비량이 증가함에 따라 증가되는 경향이였다. 무비구에서 엽중과 근중은 각각 788g과 1,515g/m<sup>2</sup>이었으나, 시비량이 증가됨에 따라 점차적으로 증가되어, 지렁이분 600g/m<sup>2</sup> 시비구에서 엽중은 1,202g/

m<sup>2</sup>, 근중은 2,141g/m<sup>2</sup>으로 증수되었고, 지렁이분 450g과 600g/m<sup>2</sup> 시비구 간에는 통계적 차이가 없었다.

이 시험에서 지렁이분 시비량을 150g/m<sup>2</sup>에서 600g/m<sup>2</sup>으로 증가함에 따라 크리핑 벤틀그라스의 초장과 근장이 커지고, 생체수량이 증수한 요인은 지렁이분립이 물리성과 화학성이 뛰어나고, 생물학적으로 우수한 특성에 기인된 것으로 생각된다(Harada와 Knoko, 1975). 즉, 지렁이분은 pH 6.8로 중성에 가까운 유기질 비료이며, 질소·인산·칼리 및 석회 등의 다량요소와 미량요소가 풍부히 함유되어 있기 때문에 크리핑 벤틀그라스의 생육에 필요한 식물영양이 적기에 충분하게 공급되어, 생육을 촉진시킨 것으로 생각된다. 특히, 제주도와 같이 강우량이 많고, 비료 유실량이 많은 화산회 토양에서 지렁이분 시비효과가 현저한 것으로 보고되고 있는데, 알타리무는 지렁이분 무비구에서 300kg/10a까지(조 등, 2003b), 열무는 무비구에서 500kg/10a까지(조 등, 2003a) 지렁이분을 증가할수록 초장은 커지고, 생체수량은 증가된 것으로 보고 된 바 있다.

## 2) 잔디의 피도 및 밀도비율 변화

지렁이분 시비량 차이에 따른 피도 및 밀도비율 변화는 표 17에 나타내었다.

Table 17. Effect of worm casting rate on land coverage of turf and plant density rate

Worm casting (g/m <sup>2</sup> )	Land coverage (%)			Density rate (%)		
	Turfgrass	Weeds	Total	Turfgrass	Weeds	Total
0	92.3	7.7	100	97.2	2.8	100
150	93.8	6.2	100	97.7	2.3	100
300	94.3	5.7	100	97.8	2.2	100
450	96.6	3.4	100	98.0	2.0	100
600	97.0	3.0	100	98.1	1.9	100
LSD (0.05)	1.1	1.1	-	0.3	0.3	-

※ Measured on 6-12 July

잔디의 피도는 지렁이분 시비량이 증가함에 따라 증가되었으나, 잡초의 피도는 잔디의 피도와는 반대로 감소되는 경향이였다. 즉, 무비구에서 지렁이분 시비량이 600g/m<sup>2</sup>으로 증가함에 따라, 잔디의 피도는 92.3%에서 97.0%로 증가

되는 반면, 잡초는 7.7%에서 3.0%로 감소되었다.

잔디 및 잡초의 밀도비율 변화는 피도반응과 비슷한 경향이였다. 무비구에서 잔디밀도비율은 97.2%, 잡초는 2.8%이었으나, 지렁이분 시비량이 증가함에 따라 점차적으로 증가하여, 600g/m<sup>2</sup> 시비구에서 잔디는 98.1%로 증가하였고, 잡초는 1.9%로 감소되었다.

이 시험결과 지렁이분 시비량이 증가함에 따라, 잔디의 피도 및 밀도비율이 증가된 것은 지렁이분립이 치환성 Ca, Mg, K 및 유기물질 함유율이 높을 뿐만 아니라, 발근촉진 및 근균을 증대시켜 잔디의 피도 및 밀도비율을 증가시킨 것으로 생각되었으며(野口, 1992; 樋口와 要原, 1980), 제주지역의 화산회 토양에서 지렁이분 시비량이 증가함에 따라 감자(강 등, 2003)의 수량 증가와 Canna의 생육을 촉진시켰다는 보고(송 등, 2004)와도 일치되는 결과였다. 이상의 시험결과로 보아 제주도 화산회 토양에서 크리핑 벤트그라스의 피도 및 밀도비율을 최대로 증대시킬 수 있는 지렁이분 적정시비량은 m<sup>2</sup>당 450g에서 600g으로 추정할 수 있다.



제주대학교 중앙도서관  
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

### 3) 잡초의 종류와 분포

지렁이분 시비량 차이에 따른 우점잡초의 분포상태를 조사한 결과는 표 18에서 예시하였다. 지렁이분 시비량이 증가함에 따라, 발생잡초는 감소되는 경향이였다. 즉, 무비구에서 잡초는 16.5종이었으나, 지렁이분 시비량이 증가함에 따라 점차적으로 감소되어 지렁이분 600g/m<sup>2</sup> 시비구에서 잡초는 12.0종이었다.

우점잡초의 변동은 무비구에서 명아주, 여뀌, 바랭이 순이었고, 150g/m<sup>2</sup> 시비구에서 쇠비름, 바랭이, 여뀌 순이었다. 300g/m<sup>2</sup> 시비구에서는 여뀌, 명아주, 바랭이 순이었고, 450g/m<sup>2</sup> 시비구에서는 여뀌, 새포아풀, 바랭이 순이었다. 600g/m<sup>2</sup> 시비구에서는 여뀌, 바랭이, 쇠비름 순으로 우점 되었는데, 김 등 (1993)에 따르면 제주도의 골프장에서 우점하는 초종은 피막이, 새포아풀, 향부자, 팽이밥, 바랭이, 썩 등을 우점잡초로 분류하고 있다.

지렁이분 시비량이 증가함에 따라 발생 잡초수가 감소된 요인은 지렁이분을

증시함에 따라 잔디의 생육이 양호하였을 뿐만 아니라, 밀도비율 및 피도가 증가되어 잡초발생을 억제한 것으로 생각되었다(조와 송, 1995). 인공초지에 있어서 우점잡초의 변동은 그 지역의 토양, 기상 등의 환경조건과 관리상태에 따라 생태반응이 차이를 보이며, 개화기와 최대생장기 등이 각각 다르기 때문에 발생잡초는 환경에 대한 영향을 강하게 받게 되는 것으로 알려지고 있다 (Hoyt와 Nybrog, 1971).

Table 18. Effect of worm casting rate on distribution of dominant weed species

Weed species	Worm casting (g/m <sup>2</sup> )				
	0	150	300	450	600
<i>Sagina japonica</i> (개미자리 <sup>i</sup> )	15.7 <sup>ii</sup> (7) <sup>iii</sup>	16.7(6)	15.8(6)	12.3(7)	13.1(7)
<i>Lamium amplexicaule</i> (광대나물)	13.3(9)	13.1(8)	15.2(7)	10.5(9)	11.2(8)
<i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i> (명아주)	18.6(1)	17.2(5)	18.0(2)	13.8(5)	13.8(6)
<i>Digitaria adscendens</i> (바랭이)	17.7(3)	18.8(2)	17.6(3)	15.4(3)	16.4(2)
<i>Cyperus amuricus</i> (방동사니)	16.8(6)	17.5(4)	14.7(8)	13.6(6)	14.2(4)
<i>Poa annua</i> (새포아풀)	17.3(5)	14.5(7)	16.4(5)	15.6(2)	13.9(5)
<i>Portulaca oleracea</i> (쇠비름)	17.6(4)	19.7(1)	17.2(4)	15.2(4)	15.4(3)
<i>Polygonum hydropiper</i> (여뀌)	17.8(2)	18.7(3)	19.3(1)	18.5(1)	18.7(1)
<i>Trifolium repens</i> (토끼풀)	13.6(8)	11.5(9)	11.2(9)	11.3(8)	8.4(9)
Others	21.4	19.8	13.3	9.4	8.6
Number of species	16.5	16.7	15.5	12.4	12.0

※ Measured on 6-12 July

i : Korean name

ii : The number of weeds per pot (0.785m<sup>2</sup>)

iii : Values in parenthesis are rankings of dominant weeds

## V. 요약

본 연구는 제주지역에서 파종기, 파종량, 질소분시, 모래입경 및 유기질 비료의 시비에 따른 크리핑 벤트그라스 잔디의 초기조성과 식생변화를 구명하기 위하여 2004년 3월 16일부터 7월 12일까지 수행하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

### 1. 파종기에 따른 크리핑 벤트그라스 잔디의 식생변화

이 시험은 제주지역에서 크리핑 벤트그라스 잔디의 파종적기를 구명하기 위하여 2004년 3월 16일부터 4월 25일까지 5회(3월 16일, 3월 26일, 4월 5일, 4월 15일, 4월 25일) 파종하여 파종기에 따른 잔디의 식생변화를 조사하였다.

1) 초장은 3월 16일 파종에서 22.7cm이었으나, 만파할수록 초장은 짧아져서 4월 25일 파종에서 초장은 16.6cm이었고, 근장 및 엽록소 측정치는 초장반응과 비슷한 경향이였다.

2) 파종기가 3월 16일에서 4월 25일로 지연됨에 따라 엽중은 1,373g에서 990g/m<sup>2</sup>으로, 근중은 2,374g에서 1,919g/m<sup>2</sup>으로 감소되었다.

3) 잔디의 피도와 밀도비율은 3월 16일 파종에서 각각 98.0%, 99.3%로 높은 편이었으나, 파종기가 지연됨에 따라 점차적으로 낮아져서, 4월 25일 파종에서 잔디의 피도는 95.7%로, 밀도비율은 98.7%로 낮아졌고, 잡초의 피도는 3월 16일 파종에서 2.0%, 밀도비율은 0.7%이었으나, 파종기가 지연됨에 따라 점차적으로 증가되어 4월 25일 파종에서 피도와 밀도비율은 각각 4.3%, 1.3%로 증가되었다.

4) 발생잡초는 10.5종에서 16.0종으로 파종기가 지연됨에 따라 증가되는 경향이었는데, 우점잡초의 변동은 3월 16일 파종에서 새포아풀, 별꽃, 명아주 순으로, 3월 26일 파종에서 새포아풀, 바랭이, 명아주 순으로, 4월 5일 파종에서 바랭이, 명아주, 별꽃 순으로, 4월 15일 파종에서 바랭이, 별꽃, 명아주 순이었고, 4월 25일 파종에서는 바랭이, 여뀌, 명아주 순으로 우점 되었다.

5) 이상의 결과로 볼 때, 3월 중순에 파종하는 것이 제주지역의 잔디조성에 유리할 것으로 판단된다.

## 2. 파종량 차이에 따른 크리핑 벤트그라스 잔디의 식생변화

이 시험은 파종량 차이(4, 6, 8, 10, 12g/m<sup>2</sup>)에 따른 크리핑 벤트그라스 잔디의 식생변화를 구명하기 위하여 3월 21일에 파종하였다.

1) 파종량이 m<sup>2</sup>당 4g에서 10g으로 증가됨에 따라 초장은 19.6cm에서 30.3cm로 증가되었으나, 12g/m<sup>2</sup>에서는 더 이상 증가되지 않았다. 근장 및 엽록소 측정치, 엽중과 근중은 파종량 차이에 따라 초장반응과 비슷한 경향이였다.

2) 파종량이 4g에서 12g/m<sup>2</sup>으로 증가함에 따라 잔디의 피도는 93.2%에서 98%로 증가되었으나, 잡초의 피도는 6.8%에서 2.0%로 감소되었고, 잔디의 밀도비율은 96.2%에서 99%로 증가되는 반면, 잡초밀도비율은 3.8%에서 1.0%로 감소되는 경향이였다.

3) 파종량이 증가함에 따라 발생잡초는 15.2종에서 11.0종으로 감소되었는데, 우점잡초는 바랭이, 명아주, 별꽃, 새포아풀이었다.

4) 이 실험결과 제주지역의 화산회 토양에서 크리핑 벤트그라스의 적정파종량은 10g/m<sup>2</sup>내외로 판단된다.



### 3. 모래입경의 차이에 따른 크리핑 벤트그라스 잔디의 식생변화

이 시험은 모래입경의 차이(0.3-0.5, 0.5-0.8, 0.8-1.0, 1.0-1.5, 1.5-2.0mm)에 따른 크리핑 벤트그라스 잔디의 식생의 변화를 구명하기 위하여 2004년 3월 21일부터 7월 12일까지 수행하였다.

1) 초장은 모래입경 0.3-0.5mm에서 22.5cm로 커졌으나, 모래입경이 굵어짐에 따라 초장은 점차적으로 작아져서, 모래입경 1.5-2.0mm 처리구에서 초장은 19.7cm였다. 근장 및 엽중과 근중은 초장반응과 비슷한 경향이였다.

2) 모래입경이 0.3-0.5mm에서 1.5-2.0mm로 굵어짐에 따라 잔디의 피도는 98.7%에서 97.0%로 낮아졌으나, 잡초의 피도는 1.3%에서 3.0%로 증가되었고, 모래입경 0.3-0.5mm에서 잔디의 밀도비율은 98.8%, 잡초의 밀도비율은 1.2%이였으나, 모래입경 1.5-2.0mm로 증가됨에 따라 잔디의 밀도비율은 98.1%로 낮아졌고, 잡초의 밀도비율은 1.9%로 증가되었다.

3) 모래입경이 0.3-0.5mm에서 1.5-2.0mm로 굵어짐에 따라, 발생잡초는 11종에서 15종으로 증가되었으며, 우점한 잡초는 쇠비름, 토끼풀, 여뀌, 명아주가 우점하였다.

4) 이상의 결과로 볼 때, 0.3-0.5mm의 모래입경이 크리핑 벤트그라스의 생육조건을 양호하게 해줄 것으로 판단된다.

### 4. 질소 분시횟수에 따른 크리핑 벤트그라스 잔디의 식생변화

이 시험은 크리핑 벤트그라스 잔디의 적정 질소 분시횟수를 구명하기 위하여 질소시비량을 20g/m<sup>2</sup>으로 고정하고, 15일 간격으로 1회에서 5회까지 분시하여 식생변화를 조사하였다.

1) 분시횟수를 1회에서 4회로 증가시킴에 따라 초장은 18.2cm에서 21.8cm로 증가되었으나, 5회 분시에서는 더 이상 증가하지 않았다. 근장과 엽록소, 엽중과 근중은 초장반응과 비슷한 경향이였다.

2) 질소분시 횟수가 1회에서 5회로 증가함에 따라, 잔디의 피도는 96.0%에서 98.4%로 증가되었으나, 잡초는 4.0%에서 1.6%로 감소되었고, 잔디의 밀도비율은 97.4%에서 98.9%로 증가되고 있는 반면, 잡초의 밀도비율은 2.6%에서 1.1%로 감소되는 경향이였다.

3) 질소분시 횟수가 전량시비구에서 5회로 증가됨에 따라, 발생잡초는 15.7종에서 11.8종으로 감소되었다. 우점한 잡초는 쇠비름, 여뀌, 바랭이, 새포아풀이였다.

4) 결과를 종합해 볼 때, 질소비료를 4회 정도 분시 해주는 시비방법이 제주 지역의 크리핑 벤트그라스 초기생육에 효과적일 것이라 판단된다.

#### 5. 유기질비료(지렁이분) 시비량 차이에 따른 크리핑 벤트그라스 잔디의 식생변화

이 시험은 지렁이분 시비량 차이(0, 150, 300, 450, 600g/m<sup>2</sup>)에 따른 크리핑 벤트그라스 잔디의 식생 변화를 검토하고, 지렁이분 적정시비량을 구명하기 위하여 3월 21일에 파종하였다.

1) 초장은 무비구에서 지렁이분 600g/m<sup>2</sup>까지 16.7cm에서 20.2cm로 커졌으나, 지렁이분 450g과 600g/m<sup>2</sup> 시비구에서는 유의한 차이가 없었다. 근장, 엽록소, 엽중 그리고 근중은 초장반응과 비슷한 경향이였다.

2) 무비구에서 지렁이분 시비량이 600g/m<sup>2</sup>로 증가함에 따라, 잔디의 피도는

92.3%에서 97.0%로 증가되는 반면, 잡초는 7.7%에서 3.0%로 감소되었고, 무비구에서 잔디의 밀도비율은 97.2%, 잡초는 2.8%이었으나, 지렁이분 시비량이 증가함에 따라 점차적으로 증가되어 600g/m<sup>2</sup> 시비구에서 잔디의 밀도비율은 98.1%로 증가되었고, 잡초의 밀도비율은 1.9%로 감소되었다.

3) 지렁이분 시비량이 증가함에 따라 발생잡초는 16.5종에서 12.0종으로 감소되었으며, 여뀌, 바랭이, 쇠비름이 우점하는 잡초였다.

4) 이상의 결과로 볼 때, 제주지역의 화산회 토양에서는 450g/m<sup>2</sup> 정도의 지렁이분 시용이 크리핑 벤트그라스 생육에 적합할 것이다.



## 인용문헌

- Adams, W. A., and R. J. Gibbs. 1994. Natural turf for sport and amenity science and practice. CAB International, Willingfrod, Oxen. UK. pp.234-236.
- Adriano, D. C. 2002. Effects of high rates of coal fly ash on soil, turfgrass, and groundwater quality. *Water Air Soil Pollut.* 139 : 365-385.
- Baritelle, A. L. 2000. Influence of early-season nitrogen application pattern on impact sensitivity in Russet Burnbank potato tubers. *Postharvest Bio. Technol.* 19 : 273-277.
- Bigelow, C. A. 2001a. Creeping bentgrass response to inorganic soil amendments and mechanically induced subsurface drainage and aeration. *Crop Sci.* 41 : 797-805.
- Bigelow, C. A. 2001b. Nitrogen leaching in sand-based rootzones amended with inorganic soil amendments and sphagnum peat. *J. Am. Soc. Horti. Sci.* 126 : 151-156.
- Bloodworth, M. E., K. W. Broun, J. B. Bread, and S. I. Sifers. 1993. A new look at the Texas-USGA specifications for root-zone modification. *Grounds-Maint* 28 : 13-21.
- Bread, J. B., and S. I. Shfers. 1990. Feasibility assessment of randomly oriented, interlocking mesh element matrices for turfed root zones, In *Natural and artigicial playing fields* pp.154-165.
- Bread, J. B., and W. H. Daniel. 1965. Effect of temperature and cutting on the growth of creeping bentgrass roots. *Agron. J.* 57 : 249-250.
- Canaway, P. M., M. J. Bell, G. Holmes, and S. W. Baker. 1990. Standards for the playing quality of natural turf for association football. In *Natural and artificial playing fields: Characteristics and safety*

- feature. R. C. Schmidt, E. F. Hoerner, E. M. Milner, and C. A. Morehouse,(eds.) American Society for Testing Materials, Philadelphia, PA. 1073 : 29-47.
- 조남기. 1981. 제주도 인공초지의 경시적 변화에 관한 연구. 동아대 박사학위 논문 pp.37-41.
- 조남기, 강영길, 부창훈. 2001a. 질소분시가 청예피의 생육특성, 수량 및 조성분 함량에 미치는 영향. 동물자원지. 43(2) : 253-258.
- 조남기, 강영길, 송창길, 조영일, 정재수, 고미라, 오은경. 2002. 제주지역에서 질소분시 횡수에 따른 양마의 생육특성, 사료수량 및 조성분변화. 한초지. 22(1) : 9-14.
- 조남기, 강영길, 송창길, 조영일, 고동환, 고미라. 2003a. 제주지역에서 지렁이분 유기질비료 시비량 차이에 따른 열무의 생육반응 및 수량변화. 한초지. 23(2) : 77-80.
- 조남기, 강영길, 송창길, 조영일, 고미라. 2003b. 제주지역에서 지렁이분 유기질 비료 시비량 차이에 따른 알타리무의 생육반응 및 수량변화. 제주대 아농연. 19(1) : 45-50.
- 조남기, 강영길, 송창길, 고영순, 조영일. 2001b. 제주지역에서 파종량 차이에 따른 청예피의 사료수량 및 조성분변화. 한초지. 21(4) : 225-232.
- 조남기, 고동환. 2003. 제주조의 파종량 차이에 따른 생육반응, 수량성 및 사료 가치 변화. 한초지. 23(4) : 271-276.
- 조남기, 박성준, 강영길, 송창길. 1998. 질소분시에 따른 수단그라스계 잡종의 생육, 수량 및 사료성분 분석. 제주대 아농지. 15 : 21-30.
- 조남기, 유철수, 조은일. 1999. 질소분시에 따른 유채의 생육, 수량 및 조성분 변화. 제주대 환경연. 7 : 83-101.
- 조남기, 송창길. 1995. 제주도 개량초지에 있어서 계절에 따른 발생잡초의 분포 및 생태반응. 제주대 아농지. 12 : 51-60.
- 조남기, 송창길, 고동환, 조영일. 2003c. 제주조의 질소분시 횡수에 따른 생육 반응, 수량성 및 사료가치변화. 한초지. 23(1) : 37-42.

- 조남기, 송창길, 송승운, 조영일, 오은경. 2001c. 제주지역에서 질소분시에 따른 귀리의 생육특성, 사초수량 및 조성분변화. 동물자원지. 43(4) : 553-560.
- 최준수, 양근모, 김동섭. 2001. 한국잔디의 종자 및 영양체를 이용한 carpet 잔디 생산. 잔디학회지. 15(2) : 39-50.
- Cooper, J. P., and K. J. R. Edwards. 1961. The genetic control of leaf development in *Lolium* 1. Assessment of Genet. 16 : 63-82.
- David, R. R. 1961. Turfgrass mixtures-influence of mowing height and nitrogen. Proceedings of the 1961 Midwest Regional Turf. Conference pp.27-29.
- Elgersma, A. 2003. Effects of white clover cultivar and companion grass on winter curvival of seedings in autumn-sown swards. Grass Forage Sci. 58 : 215-219.
- Faust, M. B. 2000. Copper reduces shoot growth and root development of creeping bentgrass. Crop Sci. 40 : 498-502.
- Fu, J. M. 2003. Growth and physiological response of creeping bentgrass to elevated night temperature. HortScience 38 : 299-301.
- Garling, D. C. 2001. Temporal effects of compost and fertilizer applications on nitrogen fertility of golf course turfgrass. Agron. J. 93 : 548-555.
- Gesch, R. W. 2002. Yield and growth response of *Cuphea* to sowing date. Crop Sci. 42 : 1959-1965.
- Gormus, O. 2002. Different planting date and potassium fertility effects on cotton yield and fiber properties in the Cukurova region, Turkey. Field Crops Res. 78 : 141-149.
- Guertal, E. A. 2000. Preplant slow-release nitrogen fertilizers produce similar bell pepper yields as split applications of soluble fertilizer. Agron. J. 92 : 388-393.
- Guillard, K. 2003. Extractable soil phosphorus concentrations and creeping bentgrass response on sand greens. Crop Sci. 43 : 272-281.

- 함선규, 이정재, 김인섭. 1993. 유기질비료의 시용이 한국잔디의 생육에 미치는 영향. 잔디학회지. 7(2·3) : 61-66.
- 함선규, 이정재, 김인섭. 1994. 기비 및 추비에 의한 유기질비료의 시용이 금잔디의 생육에 미치는 영향. 유기자원지. 2(1) : 41-49.
- 한국체육과학연구원. 1998. 잔디구장 조성 및 관리. 동원사 pp.3-291.
- 한국잔디연구소. 1992. 골프장 관리의 기본과 실제. 유천문화사 pp.71-594.
- 한국잔디연구소, 1994. 골프장 관리를 위한 관리표. 잔디학회지. 8(2) : 111-131.
- Hall, M. H. 2003. Optimum nitrogen fertilization of cool-season grasses in the northeast USA. Agron. J. 95 : 1023-1027.
- 한건준, 김동암. 1992. 파종량 및 질소시비수준이 봄 연맥의 생육특성, 사료가치 및 사초수량에 미치는 영향. 한초지. 12(1) : 59-66.
- Hansen, D. J., P. Dayanandam, P. B. Kaufman, and J. D. Brotherson. 1976. Ecological adaptations of salt marsh grass, *Distichlis spicata*(Gramineae), and environmental factors affecting its growth and distribution. Am. J. Bot. 63 : 635-650.
- Harada, Y., A. Knoko. 1975. Soil Sci. plant nutr. 21 : 361.
- Heckman, J. R. 2003. Optimizing manganese fertilization for the suppression of take-all patch disease on creeping bentgrass. Crop Sci. 43 : 1395-1398.
- Henry, F. D., and D. M. Jane. 1988. Lawn care. Prentice Hall pp. 24-120.
- 樋口太重, 要原 淳. 1980. 有機物の形態と施肥. 窒素の行動に關する研究(第5報), 油脂化合物の分解性と硫安窒素の有機化. 土肥誌. 51 : 30-35.
- Holt, E. C., and K. P. Payne. 1952. Variation in spreading rate and growth characteristics of creeping bentgrass seedlings. Agron. J. 44 : 88-90.
- Hong, J. U. 1988. Studies on the salttolerance of lawn grasses in sand culture. Kr. J. Turf. Sci. 2 : 5-30.
- Hoyt, P. B., and M. Nybrog. 1971. Toxic metal in acid soil. II. Estimation of plant available manganese. Soil. Sci. Soc. Am. Proc. 35 : 242.

- Huang, B. R. 2000. Growth and carbohydrate metabolism of creeping bentgrass cultivars in response to increasing temperatures. *Crop Sci.* 40 : 1115-1120.
- Huang, B. R. 2001. Supraoptimal soil temperatures induced oxidative stress in leaves of creeping bentgrass cultivars differing in heat tolerance. *Crop Sci.* 41 : 430-435.
- Huang, B. R. 2003. Summer root decline: Production and mortality for four cultivars of creeping bentgrass. *Crop Sci.* 43 : 258-265.
- JackLin, A. W., A. D. Bread, and R. H. Hurley. 1989. Registration of 'Streaker' redbtop. *Crop Sci.* 29 : 1089.
- Johnson, P. G. 2003. Nitrogen, phosphorus, and potassium responses and requirements in calcareous sand greens. *Agron. J.* 95 : 697-702.
- Jordan, J. E. 2003. Effect of irrigation frequency on turf quality, shoot density, and root length density of five bentgrass cultivars. *Crop Sci.* 43 : 282-287.
- Justes, E. 2002. Influence of summer sowing dates, N fertilization and irrigation on autumn VSP accumulation and dynamics of spring regrowth in alfalfa (*Medicago sativa* L.). *J. Exp. Bot.* 53 : 111-121.
- 강봉균, 조남기, 송창길, 박정식, 문현기, 고미라, 조영일. 2003. 지렁이분 유기질 비료 시비에 따른 봄감자의 생육 및 수량성. *제주대 아농연.* 19(1) : 81-85.
- Kerek, M. 2003. Labile soil organic matter as a potential nitrogen source in golf greens. *Soil Biol. Biochem.* 35 : 1643-1649.
- 김창호, 채제천. 1991. 과종량이 답리작 호밀의 수량과 사료가치에 미치는 영향. *한작지.* 36(6) : 513-520.
- 김이현, 김기선, 김민균. 2001. 혼합유기질비료의 시용이 잔디생육과 엽록소함량에 미치는 영향. *농화학회지.* 44(2) : 192-132.
- 김호준, 양승원. 2001. 골프장의 환경적 영향에 대한 이해. *잔디학회지.* 15(1) :



21-30.

- 김형기. 2001. 잔디학. 선진문화사 pp.21-278.
- 김길웅, 신동현, 권순태, 방상조, 이성중, 김인섭. 1993. 남부 및 제주지방의 골프장에 자생하는 잡초분포. 잔디학회지. 7(2·3) : 67-80.
- 김경남, 남상용. 2003. 생육환경에 따라 *Poa pratensis* L., *Lolium perenne* L. 및 *Festuca arundinacea* Schreb.의 초종 및 품종별 발아세, 발아속도 및 발아율 비교. 잔디학회지. 17(1) : 1-12.
- 이혜원, 정대영, 심상렬. 2003. 크리핑 벤트그래스 품종의 생육특성. 잔디학회지. 17(2·3) : 87-97.
- 이재필, 김석정, 서한용, 이상재, 정종일, 한인송, 김두환. 2001. 미국 플로리다주의 잔디 산업 기여도와 한국 잔디 산업의 현황 및 전망. 잔디학회지. 15(4) : 187-198.
- 이진우. 1997. 독일잔디의 특성 및 시공사례. 환경과 조경 108 : 144-148.
- 이상재, 허근영. 2002. 목초액의 잔디 생육효과. 조경학회지. 30(2) : 95-104.
- 이상재, 심경구, 허근영. 1998. 토양 Core 분석을 통한 화산골프장의 기초성된 그린에 대한 평가. 조경학회지. 26(2): 54-61.
- Loveland, P. 2003. Is there a critical level of organic matter in the agricultural soils of temperate regions. Soil Tillage Res. 70 : 1-18.
- Marten, G. C. 1985. Reed canarygrass. In Forages. The science of grassland agriculture. 4th ed. Heath, M.E., R.F. Barnes and D.S. Metcalfe. Iowa State Univ. Ames. USA. pp. 36-98.
- Michael, J. H. 1996. Golf course architecture. Sleeping Bear Press pp. 343-353.
- Miralles, D. J. 2001. Developmental responses to sowing date in wheat, barley and rapeseed. Field Crops Res. 71 : 211-223.
- 三井計夫. 1988. 飼料作物·草地. 養賢堂. pp.514-519.
- 野口勝憲. 1992. 有機質肥料と土壤微生物(2). 農業および園藝 62 : 52-54.
- Oweis, T. 2001. Reducing peak supplemental irrigation demand by

- extending sowing dates. *Agric. Water Management* 50 : 109-123.
- Ozer, H. 2003. Sowing date and nitrogen rate effects on growth, yield and yield components of two summer rapeseed cultivars. *E. J. Agron.* 19 : 453-463.
- Parks, O. C., and P. R. Henderlong. 1967. Germination and seeding growth rate of ten common turfgrass. *Proceedings of the West Virginia Acad. Sci.* 39 : 132-140.
- Pathan, S. M. 2003. Soil properties and turf growth on a sandy soil amended with fly ash. *Plant Soil* 256 : 103-114.
- Richard W. Smiley, P. H. Dernoeden., and B. B. Clarke. 1994. *Compendium of Turfgrass Diseases.* Am. Phytopathology Soc. 1.
- Schadlich, F. 1986. Effect of sowing date and rate on culm stability of winter rye. *Field Crop Abstr.* 39 : 955.
- Sessitsch, A. 2001. Microbial population structures in soil particle size fractions of a long-term fertilizer field experiment. *Appl. Environ. Microbiol.* 67 : 4215-4224.
- Snow, J. T. 1993. The whys and hows of revising the USGA green construction recommendation. *USGA Green Section Record* 31 : 4-6.
- 송창길, 조남기, 조익환, 강봉균, 고미라, 박성준. 2004. 제주지역에서 지렁이분 유기질 비료의 시비가 Canna의 생육특성 및 수량에 미치는 영향. *유기농지.* 12(1) : 93-99.
- Staggenborg, S. A. 2003. Seeding and nitrogen rates required to optimize winter wheat yields following, grain sorghum and soybean. *Agron. J.* 95 : 253-259.
- Stier, J. C. 2003. Cultivation and topdressing requirements for thatch management in A and G bentgrasses and creeping bluegrass. *HortScience* 38 : 1227-1231.

- Tompkins, D. K. 2000. Dehardening of annual bluegrass and creeping bentgrass during late winter and early spring. *Agron. J.* 92 : 5-9.
- Turgeon, A. J. 1996. *Turfgrass Management*. Fourth ed., Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ. pp.1-305.
- Turng, B. C., and S. K. Yoshida. 1985. Influence of Planting Density on the Nitrogen and Grain Productive on Mungbean. *Jpn. J. Crop Sci.* 54 : 266-272.
- Wang, Z. L. 2003. Responses of cytokinins, antioxidant enzymes, and lipid peroxidation in shoots of creeping bentgrass to high root-zone temperatures. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 128 : 648-655.
- Xu, Q. Z. 2002. Photosynthetic responses of creeping bentgrass to reduced root-zone temperatures at supraoptimal air temperature. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 127 : 754-758.
- Xu, Q. Z. 2003. Seasonal changes in carbohydrate accumulation for two creeping bentgrass cultivars. *Crop Sci.* 43 : 266-271.
- Zhang, X. Z. 2003. Physiological effects of liquid applications of a seaweed extract and a humic acid on creeping bentgrass. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 128 : 492-496.