〈특별기고〉

일본 골프코스의 농약사용 저감을 위한 잔디종합관리 방안

가또 마사히로
일본 지바농업기술정보센터 연구관

Integral Turf Management for Reducing Pesticide Usage in Japanese Golf Courses

Masahiro Kato
Chiba prefectural Agriculture research center

해충 방제 대책

무농약 관리에 있어 해충에 관한 대책으로서는 천적재제(선충, 사상균, 및 세균) 또는 페로몬을 이용한 제거법, 물리적 제거법, 내충성 품종의 육성과 관련한 기술개발을 하고 있다. 각종 해충 중에서 잔디 밤나방과 잔디 포충나방에 대해서는 페로몬, 천적선충, 천적세균의 이용과 함께, 넷트피복 이라는 공법을 사용함으로서 전체적으로 큰 문제없이 제거하고 있다.

Hunting billbug의 방제에 있어서도 천적선충을 이용할 수 있지만, 그 이상의 다양한 방제법 개발에 집중하고 있다. 풍뎅이과에 있어서는 그린에서 물리적인 방법으로서 포획하여 제거하는 것 외에는 효과적인 방법이 없는 것으로 알려져 있지만, 개발 중인 천적미생물에 의한 방법이 곧 실용화될 전망이다.

이들 방제법을 기반으로, 내충성 품종개발에도 적극적으로 참여하고 있다. 현재 개발 중의 기술이 모두 완성된다면 농약을 사용하지 않은 해충방제대책은 거의 완성될 것으로 기대된다.

잔디 밤나방 및 잔디 포충나방

잔디 밤나방의 발생생태

- 유충이 페어웨이 및 러프에 발생하지만, 잔디가 고사하지는 않는다.
- 5~9월경, 하얀 선과 같은 모양으로 알을 잔디나 주변수목에 낳기에 발생하는 것을 쉽게 알 수 있다.

잔디 포충나방의 발생생태

- 유충이 그린, 페어웨이, 티 그라운드에 발생한다.
- 벤트그린에서의 피해가 커서, 잔디가 고사하기도 한다.
- 유충은 모래에서 '꾸러미(苞)'를 만들기에 발생되는 것을 쉽게 알 수 있다.

무농약 관리대책

트랩의 설치

- 시판용 페로몬제, 형광등, 블랙라이트 등의 유

그림 1. 시판용 페로몬제, 형광등, 블랙라이트 등의 유도원 으로 이용할 수 있는 트랩(발생예찰용, 좌측 그림)을 이용한다. 우측 그림: 트랩에 유도되어 포획된 나방의 모습.

도원 으로 이용할 수 있는 트랩(발생예찰용)을 이용한다.

- 페로몬제(교신 착란제)의 설치: 끈형태의 제제(製劑)를 10a당 20~40m, 설치환경, 사면, 야간의 풍향 등을 고려하여, 직선형으로 또는 환형(環形)으로 설치한다.
- 산란을 방지하고자 하는 지점에 페로몬이 머무르도록 설치지점을 고려한다.

천적세균제의 산포

- BT제를 물에 1,000배로 희석하여, 점착제를 첨가한 후 $1m^2$ 당 0.3L를 잔디 위에 산포한다.
- SPINOSAD(천적 세균제)를 3,000~4,000배로 희석하여, $1m^2$ 당 0.3L를 잔디 위에 산포한다.

천적살충제의 산포

- 선충의 희석액을 만들어 $1m^2$ 당 선충 25만 마리/물 0.3~0.5L배합으로 잔디 위에서 산포한다.

발생시기 및 밀도조사

- 성충의 발생생태를 아는 것이 방제대책의 첫 걸음
- 잔디 밤나방 및 잔디 포충나방의 성충 발생시기나 밀도를 조사하여, 발생상태를 파악하여 무농약 관리제제의 설치시기 및 처리시기를 판정한다.
- 시판 중인 페로몬제, 형광등, 블렉라이트 등을 유도원으로 하는 트랩(발생예찰용)을 이용한다.
- 성충은 5~9월에 발생한다. 조사를 면밀히 하면 발생 피크를 찾을 수 있으며, 피크의 높이나 발생시기 부터 성충의 발생 상태를 판정할 수 있다.

페로몬제의 설치

- 잔디 밤나방 및 잔디 포충나방의 수컷의 페로몬제(콘휘-사G)를 처리함으로서, 성충의 교미를 방해하여(교신착란법), 밀도를 저하시킨다.
- 성충의 교미행동을 저해함으로서 효과를 발휘하기에, 교신착란제는 제1회 성충의 발생 전(4월46일~5월1일)에 설치한다.
- 페로몬의 유효성분은 공기보다 무거운 물질이다. 유효성분이 머무르기 쉬운 환경에서는 높은 효과를 발휘하지만, 유효성분이 유실하기 쉬운 환경(사면, 구릉지, 바람이 강한 곳 등)에서는 효과를 기대할 수 없다.
- 작은 면적에서의 처리는 효과를 보기 힘들기에 넓은 면적에 동시에 처리한다.

천적세균제의 산포

- 천적세균 BT를 이용한 방제
  · 자연계에 분포하고 있는 천연 세균 Bacillus

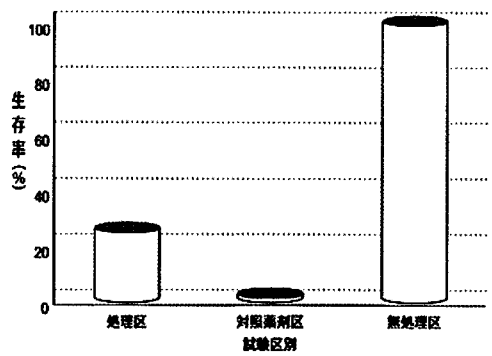

그림 2. 천적세균 *Saccharopolyspora spinosa* (SPINOSAD)에 의한 잔디나방의 제어효과

thuringiensis (BT)를 사용함으로, 잔디 밤나방 및 잔디 포충나방의 유충을 제어한다.

- 잔디 밤나방 및 잔디 포충나방의 처리는 노령의 유충제어에 특히 그 기대효과가 크다.
- 노령유충을 발견하는 것은 어려운 일로서, 페로몬 트랩 등으로 성충의 발생이 최고로 많은 시기를 확인하여, 다량 발생한 직후를 기준으로 산포하면 매우 효과적이다.
- 잔디가 건조된 경우에는 사전에 살수하거나, 산포량을 증가시킨다.
- 년 3회의 산포로 대략적인 피해를 막을 수 있다.

- 천적세균 SPINOSAD를 이용한 방제
  - 자연계에 분포하는 천적세균 *Saccharopolyspora spinosa* (SPINOSAD) 을 이용함으로서, 잔디 밤나방 및 잔디 포충나방의 유충을 방제한다.
  - 잔디 밤나방 및 잔디 포충나방 중에서도 노령유충일수록 그 효과가 기대된다.
  - 노령유충을 발견하는 것은 어려운 일로서, 페로몬드럽프 등으로 성충의 발생이 최고로 많은 시기를 확인하여, 다량 발생한 직후를 기준으로 산포하면 매우 효과적이다.
  - 본 제제(製劑)는 자와선에 약하기 때문에, 산포 시기는 햇볕이 좋을 때를 피하여 구름이 있는 날, 약간에 강우가 있는 날, 저녁 무렵 등에 산포한다.
  - 물질의 점성이 높기에, 희석시기 산포시기 등을 잘 고려해야 한다.

천연 선충제를 이용한 방제

- 천연에 분포하고 있는 천적선충의 일종인 *Steinernema carpocapsae*를 이용함으로, 잔디 밤나방 및 잔디 포충나방의 유충을 방제한다.
- 발생되는 시기를 잘 조사하여, 유충의 발생이 가장 많은 시기를 확인하여 산포하면 보다 효과적이다.
- 본 선충(*Steinernema carpocapsae*)은 자외선에 약하기 때문에, 구름이 있는 날, 약간에 강우가 있는 날, 저녁 무렵 등에 산포한다. 또한, 산포에 있어서 잔디에 부착하였던 선충을 산포 후에 씻어 주어야 하기에, 사용한 희석액과 동량의 물을 산포한다. 또한, 건조시에는 산포전에 물로 미리 산포해 놓을 필요가 있다.

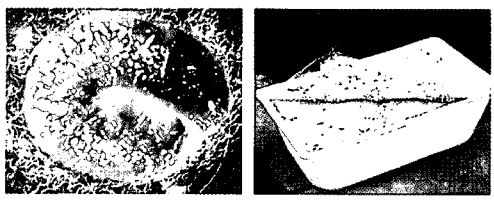

그림 3. 나방유충에 번식된 선충들(좌측 그림)과 시판용 선충제 바이옷피아®(우측 그림)

앤도파이트(공생 사상균)잔디의 이용

- 폴란드 등에서는 앤도파이트 능력을 갖는 Perennial ryegrass 등을 이용함으로서, 잔디 포충나방의 피해를 억제하고 있다. 앤도파이트의 간이검출법도 개발되어 있다.
- 앤도파이트 잔디는 특히, 잔디 포충나방의 가해를 경감시킨다.
- 혈청반응을 사용함으로서 종자의 앤도파이트 감염율을 용이하게 알아낼 수 있다.

Hunting Billbug

발생생태 및 증상

- 페어웨이 또는 러프에 발생하고, 잔디를 고사

시킨다.
- 고사한 잔디를 잡아당기면 쉽게 빠진다.
  성충은 들잔디와 같은 경(莖) 부위가 두꺼운
- 잔디를 선호하여 경(莖) 부위에 산란한다.
- 부화한 유충은 경(莖) 부위로 부터 토양으로 이동하게 된다.
- 홀커터 등으로 잔디를 떠 보면 뿌리부근에 하얀 구대기와 같은 유충을 볼 수 있다.

트랩의 설치
- 발생시기 및 밀도를 파악하기 위해, 핏폴 트랩을 설치하여 떨어뜨린다.

천적선충제의 산포
- 선충의 희석액을 만들어 $1m^2$당 선충 25만 마리/물0.3~0.5의 배합비로 잔디 위로부터 산포한다.
- 피해가 많이 발생한 곳은 이미 유충이 없을 수 있기에 피해를 입은 지점만의 산포보다는 광범위하게 산포하는 것이 효과적이다.

발생 시기, 밀도의 조사
- 성충의 발생 상태를 아는 것이 방제대책의 첫 걸음이 된다.
- Hunting billbug의 성충 발생 시기 또는 밀도를 조사하여, 발생 상태를 파악하여 무농약

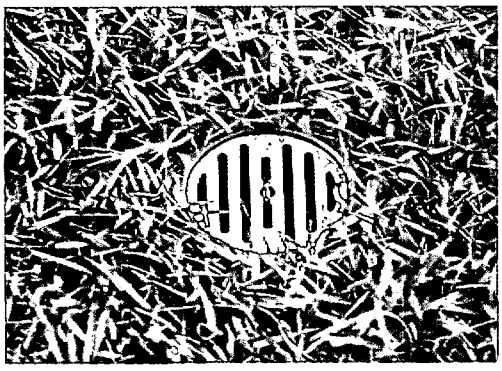

그림 4. 핏폴 트랩

관리제제의 설치시기 및 처리시기를 판정한다.
- 핏폴 트랩이란, 시판되고 있는 직경 6 cm 정도의 플라스틱 컵을 땅에 묻고, 망이 있는 뚜껑을 덮은 것이다. 성충을 이 구멍으로 떨어뜨려 포획되며, 그 수를 정기적으로 카운트함으로서 성충의 발생을 파악할 수 있다.
- 피해가 발생하지 않은 경우에도 성충의 조기발견을 위하여 트랩을 설치하여 조사를 행한다.
- 발생하지 않은 골프장에서는 잔디를 새로 깔 때 감염되기 되기 쉬우므로 특히 주의를 필요로 한다.

천적선충제를 이용한 방제
- 자연계에 분포하고 있는 천적선충의 한 종류인 *Steinernema carpocapsae*를 이용함으로서, hunting billbug의 유충을 방제할 수 있다.
- 본 선충(*Steinernema carpocapsae*)은 유충에게만 효과를 발휘하기에, 유충발생이 높은 시기를 확인하여 산포할 필요가 있다.
- 산포에 있어서 잔디에 부착한 선충을 산포 후에 씻어 주어야 하기에, 사용한 희석액과 동량의 물을 산포한다. 또한, 건조할 때에는 산포 전에 물로 미리 산포해 놓을 필요가 있다. 산포 시기는 햇볕이 좋을 때를 피하여 구름이 있는 날, 약간에 강우가 있는 날, 저녁 무렵 등에 산포한다.
- 년 2회 정도 산포함으로서 피해를 대부분 억제할 수 있지만, 발생이 많을 경우에는 10월에 3회 산포한다.

풍뎅이류

발생생태 및 증상
- 골프장에 모든 장소에 발생되며, 잔디 및 수목에 피해를 준다.
- 그린의 bentgrass는 부분적으로 고사하지만, 한국 잔디 및 들 잔디는 넓은 범위에서 생육불량을 일으킨다.

풍뎅이과류에는 구리풍뎅이(*Anomala cuprea*), 센펄트풍뎅이(*Anomala schoenfeldti*), 등얼룩풍뎅이(*Blitopertha orientalis*) 등 수많은 종류가 있으며, 성충은 종류별로 4~10월에 거쳐 넓게 발생한다.

- 홀컷터 등으로 잔디를 떠 보면 뿌리부근에 하얀 유충을 볼 수 있다.

트랩의 설치

- 시판용 페로몬제, 형광등, 블랙라이트 등의 유도원으로 이용할 수 있는 트랩(발생예찰용)을 이용한다.
- 그린에서의 포살
  - 유충을 인력에 의해 제거한다.
  - 풍뎅이류 유충에 효과가 있는 천적 선충제를 잔디의 위에서 산포한다.

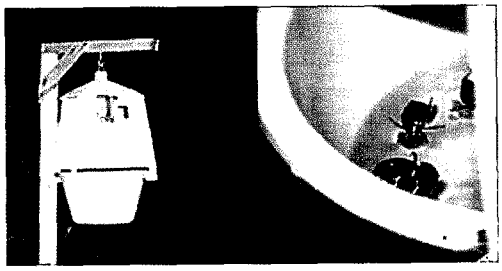

그림 5. 풍뎅이 포획용 트랩(좌측 그림)과 그 내부의 풍뎅이들(우측 그림)

발생 시기 및 밀도의 조사

- 성충의 발생 상태를 아는 것이 방제대책의 첫 걸음
- 발생종이 불분명한 경우, 관찰과 광원(光源) 트랩에 의한 유도, 벌레의 종류를 알아내기 위한 기구들을 이용하여, 풍뎅이 성충의 종류와 발생 상태를 파악한다. 발생 종을 알고 있는 경우에는 광원 트랩을 이용하거나 적절한 유도제를 사용한다.
- 시판용 페로몬제, 형광등 등을 유도원으로 이용할 수 있는 트랩(발생예찰용)을 이용한다.
- 페로몬제는 풍뎅이의 종류에 따라 다르기에, 사전에 주요 발생종을 확인하여 매입할 필요가 있다.
- 현재 오리나무풍뎅이(*Anomala ufocuprea*), 구리풍뎅이(*Anomala cuprea*), 센펄트풍뎅이(*Anomala schoenfeldti*), 등얼룩풍뎅이(*Blitopertha orientalis*), 팔맥풍뎅이(*Anomala octiescostata*), 연다색풍뎅이(*Anomala diversa*), 대구긴다리풍뎅이(*Hoplia communis*), 청동풍뎅이(*Anomala albopilosa*)를 대상으로 페로몬제가 판매되고 있다.
- 등얼룩풍뎅이(*Blitopertha orientalis*)는 트랩 윗 부분에 N액 광시트(루미노바®)를 붙인 성 페로몬 트랩를 이용함으로서, 유인할 수 있는 숫자를 향상시킬 수 있다.

그린에서의 포살

- 그린에서는 유충을 인력에 의해 잡음으로서, 발생밀도를 낮추고, 잔디의 피해를 억제시킨다.
- bentgrass 등에서는 원형으로 황화(黃化)되는 것을 볼 수 있다(포획방제).
- 정기적으로 잡을 필요가 있다.

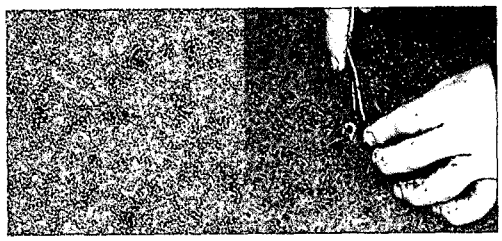

그림 6. 풍뎅이에 의한 피해(좌측 그림)와 수작업에 의한 풍뎅이 유충 포획(우측 그림)

병해 방제 대책

무농약관리에 있어서 병해대책을 확인하기 위해서는 내병성 품종의 육종, 경종적인 관리

기술, 주요병해의 발생생태에 관하여 검토해 왔다. 내병성 품종의 육종은 지금까지 브라운패취 내병성 bentgrass인 「찌바 그린B-1」, 라지패취 내병성 들잔디인「찌바 와란」, 라지패취 내병성 한국잔디인 「찌바 페어그린」의 세 가지 품종을 육성시켰다. 경종적인 관리기술의 개발에는 달라스팟 병대책을 위한 요소시비와 더불어, 브라운패취 또는 달라스팟 병대책을 위한 선풍기의 이용, 엽부병 대책을 위한 토양 pH(약5.0)의 조절 등이 있다. 주요 병해의 발생 생태에 관해서는 페어리링의 발생생태에 관한 검토를 행하여, 그 생태가 보다 명확해지고 있는 실정이다. 또한, Kentucky blue grass에서 문제가 되고 있는 탄저병의 동정과 그 내병성 품종의 검토가 이루어지고 있다.

더욱이, 살균력이 강하여 사용량이 많은 벤트그린의 병해대책으로서, 달라스팟병과 브라운패취에 대한 내병성, 내서성, 동절기 녹색 보유성을 함께 갖는 종자 번식성 bentgrass의 육종에 성공하여, 현재 품종등록출원을 하고 있다. 앞으로 이 품종의 보급에 의하여 다른 방법과 병행함으로서 벤트그린의 병해대책은 많이 진보할 것으로 기대된다. 이들 기술이 완성됨으로서, 잔디의 무 농약관리 추진에 많은 공헌을 할 것으로 생각된다.

브라운패취

발생생태 및 증상

- 고온다습한 조건하에서 bentgrass에 발생되기 쉽다.
- 직경 10 cm로 부터 큰 것은 1 m 이상까지도 병반(病斑)이 있다. 병반 내의 모든 잎에서 발병하지는 않는다.
- 병반은 일반적으로는 발생 후 수주경 이내에 회복한다. 발병하면 건조 피해를 입기 쉽다.

무농약관리 대책

내병성 품종

- 「찌바그리B-1」,「밴A-1」, 및「L-93」등 내병성과 내서성이 우수한 품종을 도입한다.
- Bentgrass 잔디면에 야간 습도를 낮추기 위하여, 선풍기를 이용하여 송풍을 해 준다.

배수대책

- 그린의 세사층(細砂層)을 30~40cm로 한다.
- 깊이 10cm 이상의 에어레이션으로 투수성 및 통기성 개선을 한다.

관수관리

- 야간에 잔디면이 다습해지는 것을 막기 위하여 아침시간에 관수한다.

내병성 품종의 도입

- 「찌바그리B-1」은 브라운 패취에 대하여 높은 내병성을 보인다.
- New bentgrass인 「밴A-1」및「L-93」은 브라운패취에 대하여 안정된 내병성이 확인되었다.
- 이들의 품종을 bent 그린에 도입한다.
- 「찌바그리B-1」은 달라스팟에도 내병성이 있다.

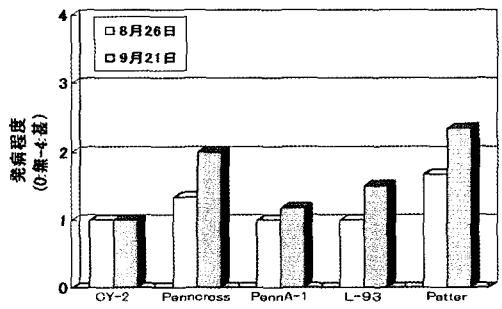

그림 7. 초종별 브라운패취 병반 발생정도

배수성 개선

세사층의 두께에 의한 발병율의 변화

- 모래 그린에서 세사층을 두껍게 해 줌으로서

배수가 좋아질 뿐만 아니라, 브라운 패취의 발생량율을 감소시킨다.

에어레이션에 의한 투수성 및 통기성 개선

- 에어레이션을 해줌으로서, 불투수층을 파괴하고 투수성과 통기성의 개선에 도움을 준다.
- 10 cm 이상의 깊이의 구멍을 내어주어야 작업의 효과가 발휘된다. 여름철에는 액체 관주기(液體 灌注器)에 의한 투수성 개선이 효과적이다.
- 야간에 선풍기를 이용한 송풍을 실시하여 습도를 낮추고 병 발생을 예방한다.
  · 다습한 상태에서는 브라운 패취균의 번식이 증가되므로, 야간의 습도를 낮추기 위해서는 선풍기로 바람을 보낸다.
  · 선풍기에 의한 송풍기간은 7월 초순부터 8월 하순까지 이다. 잎이 젖은 상태에서는 발병되기 쉬우므로, 선풍기에 의한 송풍으로 잎이 젖어 있는 시간을 단축시킨다.

달라스팟

발생생태 및 증상

- Bent 그린에서 100원짜리 동전만한, 또는 이보다 약간 큰 크기의 병반이 발생된다.
- Bent 그린에서 발생할 경우에는 퍼팅퀄리티가 급격히 감소한다. 병반의 회복에도 시간이 걸린다.
- 티프톤 Bermudagrass 또는 한국잔디에서도 발생한다.

무농약관리 대책

내병성 품종

- 내병성 품종인 「찌바그린B-1」, new bentgrass인 「밴A-1」 및 「L-93」을 도입한다.
- 요소액 300~540 배액 1L/m^{2}를 5월 중순~7월 중순, 및 9월 초순~10월 하순에 월2회 정도 산포한다.
- 또한, 그린 표면부(0~20 cm)의 pH는 7.0~7.5로 보정해 줌으로서 효과가 커진다.

야간 선풍기를 이용한 송풍

- 잔디면의 야간 습도를 낮추어 주기 위하여, 선풍기로 5월 초순~11월 중순까지 송풍한다.

내병성 품질의 도입

- 「찌바그린B-1」은 브라운 패취에 대하여 높은 내병성을 보인다.
- New bentgrass인 「밴A-1」 및 「L-93」은 브라운 패취에 대하여 안정된 내병성이 확인되어있다.
- 이들의 품종을 벤트그린에 도입한다.

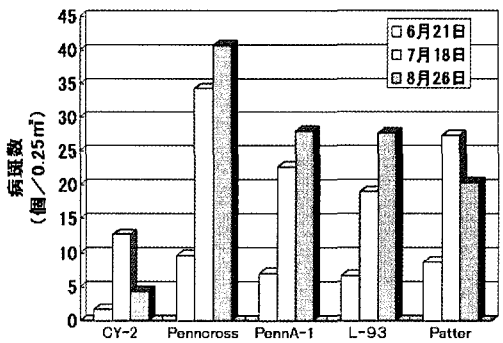

그림 8. 초종별 달라스팟 병반 발생정도

요소액의 산포

- 질소비료를 이용하여 관리된 그린은 달라스팟병이 발생되기 쉬워진다. 요소액을 산포함으로서 발병을 효과적으로 억제할 수 있다.
- 요소처리는 pH가 높은 조건에서 효과적임으로, 토양 pH가 낮은 그린에서는 pH 7.0~7.5를 목표로 물에 녹인 소석회를 산포하여 교정을 한다.
- 요소액의 처리가 브라운 패취의 발생을 조장시키지는 않는다.

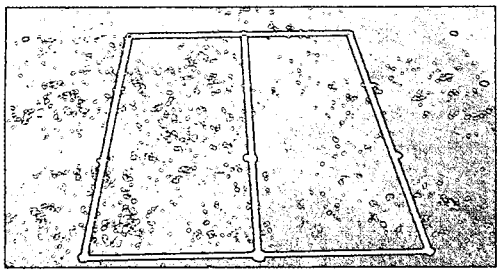

그림 10. 완효성 비료(좌측 그림) 및 요소(우측 그림) 처리에 따른 달라스팟 발생의 차이

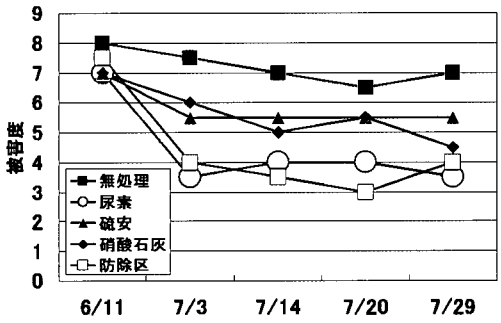

그림 9. 질소비료의 종류와 달라스팟의 피해정도(1999년). 질소비료는 월 1회 질소(N 기준) 5 g/m^{2}을 처리하였고, 피해기준은 0 (건강)~9(심각한 피해)의 10단계로 구분하였다.

야간 선풍기에 의한 송풍

- 다습한 상태에서는 브라운 스팟병균의 번식이 증가하므로, 야간의 습도를 낮추기 위해 선풍기를 이용한다.
- 선풍기의 송풍기간은 5월 초순부터 11월 중순까지이다.
- 잎이 젖어 있는 시간이 길어지면 발병되기 쉽다. 잎이 젖어 있는 시간을 단축시키기 위하여 선풍기로 송풍한다.

엽부병(라지패취)

발생생태 및 증상

- 봄과 가을에 한국 잔디 및 들 잔디에 발생도기 쉽지만, 가을에 발생되었을 경우에 병상이 더 심하다.
- 병반은 직경 50 cm정도부터 5 m 이상에 이르기는 것도 있다. 발병된 잔디의 선단부분은 팥색과 같은 적색을 띄고, 기부(基部)만 남기고 떨어지기 쉽다.
- 배수가 불량한 곳에 다발하는 경향이 있다. 잔디 포충나방의 피해와 병행하여 발생되기도 한다.

무농약관리 대책

내병성 품종

- 들잔디 품종에서는「찌바러프원」, 한국잔디 품종에서는 「찌바페어그린」등의 내병성 품종을 도입한다.

토양 pH조절

- 토양의 표토층부(0~2 cm)의 pH가 5.0 정도가 되도록, 황산(S, sulfur)분말 또는 황산암모늄($(NH_4)_2SO_4$) 등을 시비한다.

가을처의 시비관리

- 9월하순~11월까지는 질소시비를 하지 않도록 한다.

배수대책(암거공사)

- 비가 온 후 표토수가 빨리 배수될 수 있도록, 잔디 관리작업이 없는 시기에 암거공사를 행한다.

내병성 들잔디품종 「찌바러프원」

특성

- 라지패취 내병성 : 라지패취에 대하여 강한 내병성을 보인다.
- 재생력 : 포복경의 신장 속도가 빠르며, 재생력이 매우 우수하다.
- 초겨울 녹색 보유성 : 가을 이후의 녹색 보유성이 약간은 저하하기 쉽지만, 초겨울의 녹색 보유성이 우수한 특성이 있다.
- 내한성 : 한냉지의 골프장에서 내한성이 우수함이 확인되어 있다.

관리방법

- 생육이 왕성한 잔디이기에 5월 부터 7월에 월 1회 질소비료를 1 m^2 당 N기준 3~4 g 정도 처리하면 좋다.
- 가을철 잡초가 증가될 가능성도 있지만, 10월 상순에 질소비료를 1 m^2 당 N기준 2 g 정도를 처리하면 초겨울의 녹색을 유지하는데 도움이 된다.

내병성 한국잔디 「찌바페어그린」

특징

- 라지패취 내병성 : 라지패취에 대하여 강한 내병성을 보인다.
- 재생력 : 포복경의 신장속도가 매우 빠르며, 재생력이 매우 우수하다.
- 덧파종 적응성 : *Perennial ryegrass*(덧파종 전용품종)를 덧파종하여도 이듬해 봄 이후의 경수의 감소 등의 생육불량은 없다.
- Curvularia에 대해서도 강한 내병성을 보인다.

토양의 pH조절

토양표층부의 pH조절에 의해 발생억제

- 라지패취는 토양 pH가 높은 조건에서는 발생이 증가한다. 따라서 페어웨이 및 러프에 황(S, sulfur)분말 또는 시판 중인 pH 저하제를 살포하거나, 생리적 산성비료를 이용함으로서 토양표층부(0~20cm)의 pH를 5.0까지 낮추어 줌으로서 라지패취의 발생을 억제 가능하다.
- 황분말은 pH가 천천히 감소하여 효과가 유지된다. 발병기간의 1~2개월 이전에, 결이 생기지 않게 골고루 산포한다.
- pH가 높은 모래를 사용하지 않도록 유의한다.

토양별 황(S)시비량

- pH 조절에 황분말을 사용하는 경우, pH의 저하정도가 토양별로 다르기에, 아래의 표를 참고하여 시비량을 정한다.
- 또한, 산성장애를 막기위해 본래의 토양의 pH가 높은 경우에도 일시적으로 40g/m^2을 넘는 산포는 피해야 한다.

병해 방제를 위한 토양 pH의 측정방법

- 라지패취는 표층부(0~20cm)의 토양 pH에 의하여 발병율이 크게 좌우된다. 따라서 이 부분의 토양 pH를 정확히 파악한다.
- 잔디용 토양 샘플러를 이용하여, 몇몇 곳으로부터 구조물이 붕괴되지 않게 토양을 채취하여, 그림과 같이 토양 깊이 0~1 cm되는 곳을 절단하여 샘플링 한다.
- 채취된 토양 10 g을 용기에 넣어 물 25 mL를 넣고 30초간 교반한다.
- 황(S)산포 이후, pH는 천천히 저하하기 때문에 약 1개월별로 매월 pH의 변화를 확인한다.

가을철의 시비관리

- 질소비료의 가을시비는 라지패취의 발생을 조장한다.
- 질소비료의 시비가 과다할 경우 라지패지의 발생을 조장시킴으로, 가을철 시비는 최소화

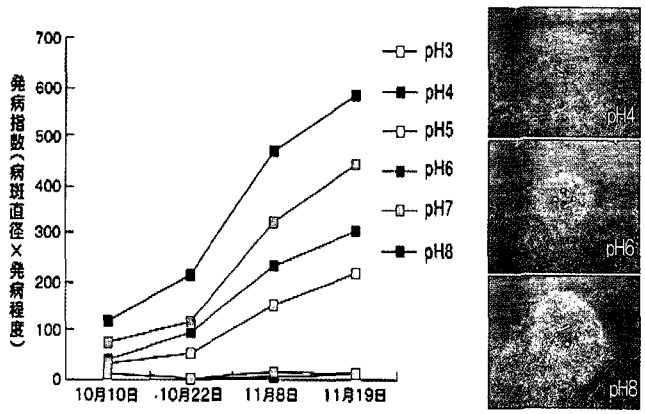

그림 11. 토양 표층부(0~1 cm)의 pH와 ,라지패취 발병율과의 관계. 토양의 표층부의 pH가 5.0 정도가 되도록, 황산(S, sulfur)분말 또는 황산암모늄((NH4)2SO4) 등을 시비한다.

표 1. 토양표층부의 pH조절을 위한 황시비량

토양 조건	본래 토양의 pH	목표 pH	황시비량
사질토가 섞이지 않은 토양	6.0	5.0	20g/m2
사질토 주체인 토양	6.0	5.0	10g/m2
(pH 7 이하)	7.0	5.0	25g/m2
pH 7 이상의 토양	7.0~8.0	(5.0)	40g/m2

한다.

- 가을에 질소비료를 절제하는 것은 겨울부터 봄까지의 잡초발생도 억제시킨다.

개의 발자국 (Curvularia 고엽병)

발생생태 및 증상

- 한국잔디로 조성된 그린, 그린 주변의 한국 잔디, 및 들잔디로 조성된 러프에 발생한다.
- 그린에 발생될 경우 5~10 cm 크기의 갈색의 병반이 생기며, 마치 개가 더러운 발로 밟고 지나간 것과 흡사하다.

무농약관리 대책

내병성 한국잔디의 품종

- 내병성이 확인된 품종 「찌바페어그린」을 도입한다.

토양 pH의 조절

- 황산암모늄($(NH_4)_2SO_4$) 및 황(S, sulfur)분말 등을 시비하여, 토양 표층부(0~2 cm)의 pH를 5.0 정도 까지 낮추어 준다.

관수과리

- 야간, 잔디면이 다습해지는 것을 방지하기 위하여 관수는 이른 아침에 한다.

배수대책(암거공사)

- 비가 내린 후에 토층수가 빨리 배수되게 하기 위하여, 잔디 관리작업을 하지 않는 때를 이용하여 암거공사를 한다.

내병성품종의 도입

- 「찌바페어그린」은 현지 시험결과, Curvularia 고엽병에 대한 내병성이 확인되었다.

토양 pH조절

- 토양 표층부의 산성화에 의한 발생예방
- 앞의 항목(라지패취)의 토양 pH 조절을 참고.

관수관리

야간동안의 잔디면이 다습해진 것에 대한 대책

- Curvularia 고엽병 균의 번식은, 잎이 젖어 있는 시간에 비례한다. 따라서 관수는 이른 아침에 한다.
- 특히, 배수불량지에 있어서의 과잉관수는 Curvularia 고엽병의 발생을 조장한다. 이와 같은 곳에서는 과잉관수를 피한다.

관리방법

- 잎이 젖어 있는 등 다습해지는 상태의 시간을 최대한 줄인다.
- 관수는 오전 3시경부터 한다.

암거배수대책

- 배수부량에 의해 Curvularia 고엽병이 발생되는 곳에는 잔디관리를 하지 않는 기간에 암거배수공사를 한다.

코끼리 발자국(의사(疑似)엽고병)

발생생태 및 증상

- 러프부분의 들잔디 등에 가을철에 담황생의 직경 10~50 cm의 원형병반이 발생된다.
- 한국잔디에 발생되면 담황백색의 직경 30 cm 정도의 원형병반이 생긴다.

- 가을철에 발생되었던 곳이라도 이듬해 봄에 잔디 싹이 자라는 것에는 영향이 없으며, 같은 곳에 반복해서 재발생 하는 경우는 통상적으로 없다.

무농약관리 대책

토양 pH의 조절

- 황분말 등을 사용하여, 토양 표토층부(0~1 cm)의 pH를 5.0정도로 낮추어 준다.
- 토양표층부(지하 0~1 cm)의 산성에 의한 발생 예방
  - 페어웨이 또는 러프에 황(S, sulfur)분말 또는 황산암모늄($(NH_4)_2SO_4$) 등을 시비하여, 토양 표토층부(0~1 cm)의 pH를 5.0정도로 낮추어, 코끼리 발자국(의사 엽부병)이 잘 발생되지 않는 환경을 만들어 준다.
- 관리방법
  - 황산암모늄($(NH_4)_2SO_4$) 150~200배액 1L/m^2를 8월 하순~10월 하순에 월 2회 정도로 산포한다. 또한, 황산암모늄을 염화암모늄(NH_4Cl) 200~250배 희석한 것도 유효하다.
  - 황분말은 pH를 천천히 낮추어 주고, 효과가 장기가 지속된다. 또한, 황산암모늄은 속효성 비료이기 때문에 효과의 지속기간은 짧다.
  - 토양표층(지하 0~10 cm)의 pH를 Curvularia

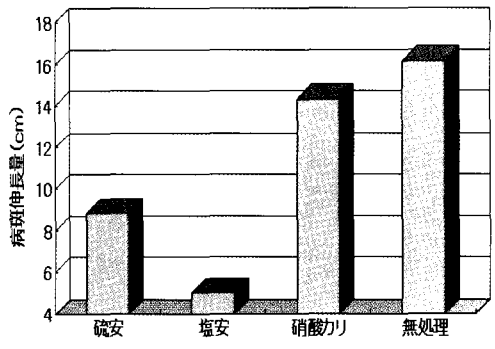

그림 12. 비료처리별 코끼리 발자국(의사고엽병)의 병반신장량. 염화암모늄, 황산암모늄, 초산카리 순으로 병반 신장량억제에 효과적이었다.

엽고병 항목의 토양 pH조절에 준하여 pH 5.0 정도까지 낮추어 준다.

페어리링병

발생생태 및 증상

- 버섯균에 의한 병해로, 버섯이 환상(環狀)으로 발생한다. 잔디가 환상으로 진한 녹색을 띄다가 고사한다. 이상의 병상 중 한가지만의 병상이 나타나기도 한다.
- 말불버섯종(*Lycoperdon pertatum Pers.*)의 신장에 의한 병해는 여름 부터 초가을에, bentgrass, 한국잔디, 들잔디, Kentucky bluegrass에서 직경 30 cm부터 2 m 정도의 병반을 볼수 있고, 발생한 곳은 매년 변하게 된다. 하지만 Kentucky bluegrass의 경우에는 고사한 잔디가 가을에 회복되지 않는 경우도 있다.
- 자주방망이버섯(*Lepisa sordoda(schum Fr.) Sing*)는 한국잔디에 가을철에 버섯을 발생시킨다.
- 잔디의 환상의 진한 녹색과 고사한 부분은 봄부터 초겨울에 거쳐 볼 수 있다.
- 매년, 진한 녹색부분은 동심원상으로 외측에 80 cm 정도 넓어지며 내측은 회복된다.

무농약처리 대책

- Bent 그린의 투수성을 개선시킨다.
- Bent 그린에서는 여름철에 건조되기 쉬우므로 충분한 관수를 한다.
- 페어웨이에서는 버섯의 영양원이 되는 유기물을 제거해 준다.
- 투수제를 투입과 코아링에 의한 투수성의 개선을 한다.
- 7월 부터는 액체 관주기에 의한 에어레이션이 효과적이다.
- 여름철 건조방지를 위하여, Bent 그린에서 관수관리

- 투수성이 낮은 그린에서는 에어레이션을 함께 병행하는 등 수분이 충분히 뿌리부분에 도달하도록 한다.
- 페어리링병의 전조인 드라이스팟이 발생된 장소를 확인하여, 그 부분을 집중적으로 관수한다.
- 균의 영양원이 되는 페어웨이의 유기물을 최대한 제거한다. 따라서 예초부산물 등도 최대한 제거되어야 한다.
- 조류 등 유기물을 다량 함유한 물을 살수에 사용하지 않는 것이 매우 중요하다.

블루그라스 탄저병

발생생태 및 증상

- 처음은 잎의 선단부분 부터 회녹색의 투명한 부정형 병반이 나타나 직경 5 cm정도의 원형이 된다.
- 병상이 진전되면 20~30 cm의 갈색 패취를 형성한다.
- 심해지면 패취는 융합하여 거대해지고 결국 나지화(裸地化)된다.

무농약관리 대책

내병성품종

- 품종 「아메리카」 등 안정된 내병성을 보이는 품종을 도입한다.
- 품종간의 차이가 크기 때문에, Kentucky bluegrass를 도입시 품종의 선정이 중요하다. 현재까지 실험된 바에 따르면, 「아메리카」가 안정된 내병성을 보였다.

표 2. 주요품종의 내병성 정도

순위	년 도
1	1757
2	아메리카
3	간담리-브
5	블랙버그
5	후리타임
5	미들나이트+후리타임
5	액스플로라
5	바로세로나
9	스노우KB2
9	미들나이트
9	코바르트
12	스노우KB
12	바-디테아
12	럭비2
15	꼬니-
16	바로니-
16	미들나이트+스노우KB2
16	말케스
16	인데고
16	스노우KB+스노우KB2
21	SR2100
21	드레곤
23	모노폴리
23	블루그라스100Blend

순위	년 도
1	뉴그레이드
2	바로니-
3	아오-도
4	PICK301
5	아메이카
5	간담리-브
5	제퍼슨
5	스노우KB
5	프리덤
5	럭비2
11	블랙버그
11	블루글라스100Blend
11	미들나이트+후리타임
11	리버레터
15	인펙터
16	엑스프롤러
16	스노우KB
16	람보
16	1757
16	SR2100
21	미들라이트

순위	년 도
1	SR2000
2	오데세이
3	아메리카
4	란가라
5	블랙스파크
6	반브
7	리버레터
8	바로니-
8	인펙터
8	스노우KB
11	어워드
11	간덤리브
11	미들나이트
14	뉴그리이드
14	1757
14	제퍼슨
17	후리타임
18	럭비2
19	엑스프롤러

* 2000년은 포장조성을 위하여 실험을 행하지 않았다.

관리방법

- Kentucky blue grass는 달라스팟에 대해서도 품종 간에 차이가 심한 것이 확인되었다.
- 따라서 달라스팟병이 많이 발생되는 곳에서는 NTEP 데이터를 참고하여, 양쪽병해에 모두 강한 품종을 선정하는 것이 좋다.

잡초 방제 대책

무농약관리에 의한 잡초대책을 확립하기 위해서 잔디의 생태적인 특징을 이용한 잡초제어 기술을 개발하여 왔다. 그 결과, 예초 높이를 알맞게 설정함으로서 잡초의 발생이 감소되는 것과, 가을철 시비를 줄임으로서 겨울부터 봄까지의 잡초발생을 억제할 수 있음이 명백해졌다. 또한, 미생물을 이용하여 세포아풀을 고사시키는 기술을 개발하였다. 더욱이 지금까지 어렵다고만 알려져 온 한국 잔디 페어웨이의 덧파종에 관해서도 연구하여, Perennial ryegrass의 경합력을 이용한 잡초제어기술을 개발하였다.

현재, 특히 피해가 많은 바랭이 대책으로서 내잡초성 초종의 선정 및 육종에 연구를 집중하고 있으며, 잡초에 강한 초종을 만들어 냄으로서 대표적인 잡초에 대한 대책이 많이 진행할 것으로 생각되어진다. 이들 기술이 모두 완성된다면 잔디의 무농약 관리 추진에 많은 업적이 있을 것으로 생각된다.

경종적인 관리대책

발생생태 및 잡초 종류

- 잔디의 여름철 잡초로서 바랭이(*Digitaria coliaris*) 및 애기땅빈대(*Euphorbia supina*)이 발생되며, 겨울부터 봄까지 발생되는 잡초로는 새포아풀(*Poa annua*), 및 섬점도나물(*Cerastium holosteoides var.*)이 다량 발생한다.
- 여름철 잡초는 주로 5월부터 6월에, 겨울부터 봄에 발생하는 잡초는 10월에 발아한다.
- 토끼풀 (*Trifolium repens*, white clover), 좀씀바귀(*Ixeris stolonifera*), 향부자(*Cyperus rotundus*), 파대가리(*Kyllinga brevifolia Rottb. var.*) 등의 다년생 잡초는 종자뿐만 아니라 지하경에 의하여 천천히 번식한다.

무농약관리 대책

예초높이의 설정

- 예초높이는 낮게 해줄수록 세포아풀과 같은 잡초가 많이 발생되기 때문에, 패어웨이의 예초높이는 20 mm 으로 설정한다.

시비관리

- 한국잔디 및 들잔디의 경우 9월 이후에 시비를 하면 겨울부터 봄까지의 잡초가 많아지게 된다. 따라서 9월 이후의 시비를 제안한다.

잔디이식

- 토끼풀(*Trifolium repens*, white clover), 초초(酢草, *Oxalis comiculata*), 파대가리(*Kyllinga brevifolia Rottb. var.*) 등의 다년생 잡초발생지역에 잔디를 새로이 이식할 경우에는 잡초발생 초기에 하는 것이 효과적이다.

잡초뽑기

- 바랭이는 6월 상순에 발아하지만, 이 시기에 발생될 경우 잔디품질에 가장 많은 영향을 미칠 수 있기에 수작업에 의해 잡초를 제거해 주는 것이 매우 효과적이다.

예초높이 조절에 따른 잡초제어

페어웨이의 예초높이는 20 mm

- 페어웨이의 예초높이를 15 mm로 하는 것과 20 mm로 하는 것은 가을에 발아하는 세포아풀 또는 *Conysa sumatrensis*의 발생이 5배~10배차이가 난다.

- 예초높이를 낮게 해줌으로서 잔디의 활력이 떨어지고, 토양표면이 받는 일사량이 증가하여, 잡초의 발아 및 생육이 촉진되기 때문이다.

관리방법

- 여름철까지 15 mm로 예초관리를 하고, 9월 이후는 20 mm로 설정함으로서 상당한 잡초 발생을 억제할 수 있다.
- 러프의 예초를 2주에 1회 이상의 빈도로 관리해 줌으로서 잡초의 발생이 억제된다.

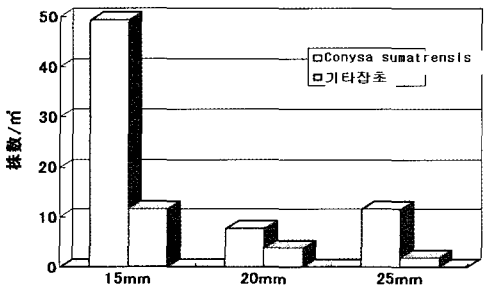

그림 13. 예초 높이에 따른 Conysa sumatrensis 및 기타잡초의 발생

시비관리에 따른 잡초의 억제

한국잔디의 시비는 8월까지

- 페어웨이 및 러프 경우에는 8월 이후의 시비를 최대한 하지 않도록 한다.
- 9월 및 10월에 시비함으로서 초겨울 및 초봄의 녹도를 높일 수는 있지만, 세포아풀 및 바랭이가 겨울~봄 사이에 많아지게 된다.
- 한국잔디와 들잔디는 8월~9월에 꽃봉오리가 분화하며, 영양성장이 정지하기 때문에 기본적으로는 가을철 이후의 시비는 필요로 하지 않는다.

관리방법

- 페어웨이의 시비기간은 5월부터 8월까지로 하며, 시비량은 질소 4g/m^{2}로 시비한다.
- 바랭이의 발아, 초기생육에 인산이 영향을 준다고 하지만 질소가 많은 영향을 주는 것이 명확하다.
- 이른 봄의 맹아출현을 앞당기려면 2월 하순에 질소 4g/m^{2}를 시용하면 가을에 시비를 한 것과 거의 동일한 효과를 얻을 수 있다.

미생물제제(세균)에 의한 잡초의 제어

- *Xanthomonas campestris*는 자연에 널리 분포하는 세균이지만, 이 세균을 이용하여 세포아풀을 방제할 수 있다.
- 기온이 높아지는 3월~4월에 처리하는 것이 매우 효과적이다.
- 세포아풀에 완전한 감염을 유도하기 위하여, 반드시 산포직전에는 예초를 실시하여 상처를 주는 것이 효과적이다.
- 분무기의 노즐은 가는 것을 사용하여 균일하게 산포하는 것이 효과적이다.

잔디이식 및 잡초뽑기

- 잔디를 이식하거나 잡초를 뽑아 물리적으로 제거하는 것도 효과적인 방법이다. 대상 잡초의 종류 및 작업시기를 적절히 관리할 필요가 있다.
- 잔디이식을 해주는 것이 효과적인 다년생 잡초
  - 방동사니(*Cyperus brevifolius var.*), 좀씀바귀(*Ixeris stolonifera*), 괭이밥(*Oxalis corniculata*), 피막이(*Hydrocotyle sibthorpioides*) 등
- 잡초뽑기가 효과적인 시기
  - 바랭이..... 6월 상순~중순
  - 새포아풀..... 2월~3월

덧파종에 의한 대책

덧파종(overseeding)은 예부터 미국에서 행하여져 온 잡초관리기술 중 하나이다. 티프톤과 재생력이 강한 난지형 잔디 위에 한지형 잔디를 파종하여 잔디의 녹색을 연중 유지시키기 위한 목적으로 행하여져 왔다. 본 페어웨이의

잡초방제를 목적으로 한국잔디에 적용한 덧파종기술을 개발하고 있다. 한지형 잔디(Perennial ryegrass) 품종을 선택함으로서 한국잔디와 공존할 수 있는 것이 확인되었다.

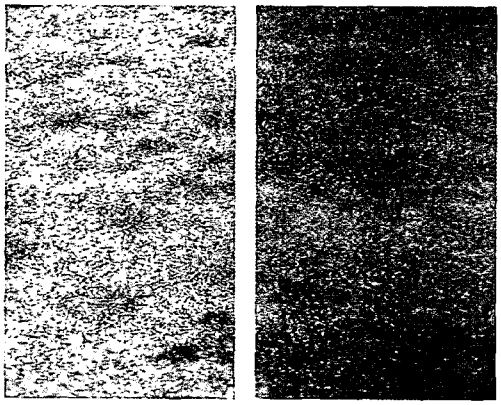

그림 14. Perennial ryegrass 덧파종에 의한 잡초방제(우측 그림은 처리구)

무농약관리 대책

시비관리

- 겨울에는 시비를 하지 않고 봄철 이후에는 3kg/10a/월을 기준으로 시비를 한다.
- 여름에는 한국잔디에로 전환촉진을 유도하기 위해 시비량을 증가시켜(4kg/10a/월), 만추에는 Perennial ryegrass 종자가 지면에 떨어지기 쉽게 한다.
- 예초는 15mm가 적합하다.

파종

- Perennial ryegrass 종자를 30~40g/m^2 파종하고, 지면에 잘 밀착되도록 스틸매트로 처리한 후, 발아가 이루어 질 때까지 충분히 관수해 준다.

덧파종에 의한 잡초제어

한국잔디에 덧파종을 하여, Perennial ryegrass로 휴면기의 잔디면을 상록상태로 유지함으로서 잡초방지를 한다.

표 3. 덧파종에 의한 잡초제거 (1996년 9월 24일 조사)

품종명	발아수/홀컷터(86.5m^2)		
	라이그라스	한국잔디	비율
246선라이트	102b	402ab	73
위저드	197b	331b	60
P사 전용품종	15c	472ab	86
노블리티	140b	405ab	74
인산	12c	449ab	82
무파종(대조구)	0c	548a	100

주1) 표 내의 상이한 문자는 1% 수준의 유의차가 있다.
주2) 비율은 덧파종하지 않은 대조구의 한국잔디 발아율을 100%로 한 상대수치이다.
주3) 인산처리는 잔디전용용이 아님으로, 내서성은 매우 약하지만 품질이 균일하다.

품종선택

- 덧파종용 잔디로는 Perennial ryegrass를 사용한다.
- 품종은 한국잔디에 피해를 주지 않으면서 내서성에 약한 에코드렌지스트II, 스리쿼터, 엑셀, 팬톰, SR4330, WOS 페레니얼 등을 들 수 있다.
- 이들 품종 간에는 겨울철 녹도 보유율과 한국잔디의 회복력에 차이가 있다.

시비관리

- 한국잔디의 발아수를 증가시키기 위해서는 5월 이후에는 충분한 시비관리를 필요로 한다.
- 특히, 5월시비는 달라스팟병의 발생억제에 효과가 있다. 또한, 한국잔디의 쇠퇴를 막기 위해서는 겨울철 시비를 최대한 억제한다.
- 만추기의 시비는 잔디잎의 녹도를 유지시키는데 효과적이다.

한지형 잔디의 발아촉진

- 발아율을 높이기 위해서는 버티컬 컷트를 한다.
- 다만, 과도한 버티컬 컷트는 한국잔디의 쇠퇴 또는 잡초의 발생을 유도할 위험성이 있기에, 지면이 약간 보이는 정도로 최소화 한다.
- 발아까지의 초기 관수는 매우 중요한 요소가 됩니다. 또한, 모래를 사용한 배토는 발아율을 매우 높인다.