

골프코스내 수목 근부 지역의 잔디고사 경향

김호준* · 장덕환 · 이태우¹ · 김건우²

한국잔디연구소, ¹이스트밸리골프장, ²지산골프장

Trends of turfgrass withering and dying on the base of trees in golf courses.

Ho-Jun Kim*, Duk-Hwan Jang, Tea-Wu Lee¹, Gun-Wu Kim²

Korea Turfgrass Research Institute, ¹East Valley Golf Course, ²Ji San Golf Course

ABSTRACT

This study was conducted to find out withering and dying trends of turfgrasses on the base of tree, and to investigated how much area of turfgrasses withering and dying were progressed on angle of inclination at golf course.

Turfgrasses withering and dying on base of trees on slope was extended more to the down-solpe direction than to the up-solpe direction. This trend was common in all experiment plot. Turfgrasses on the base of trees were withered and dead by competing with tree root for nutrients and moisture in soil. But the trend of the withering and dying in some experiment plots occurred by soil erosion following turfgrass withering and dying occurring on upside ridge. This trend was generally appeared in region of tree community at upside ridge. The form of turfgrass withering and dying on the base of tree in some experiment plots was similar to that of the tree crown. This withering and dying form occurred at the 11th experiment plot in Ji San Golf Course and the 6th experiment plot in East valley Golf Course.

Key Words : *turfgrass, slope, tree, soil erosion, golf courses*

서론

골프장 코스내 잔디는 상당히 집약적으로 관리하고 있지만 법면에 식재된 잔디의 경우

에는 집약적 관리 체계의 어려움을 겪고 있다. 비록 법면에 식재된 잔디 대부분의 생육 상태는 양호하다 할지라도 수목근부 지역에서 생육하고 있는 잔디의 경우에는 잔디 고사 피해

*Corresponding author. Tel : 031-781-6440
E-mail : treek@korea.com

가 심각한 실정이다. 골프장내 법면에서 식재된 대부분의 잔디는 한국잔디(*Zoysia japonica*)로 이들은 내한성, 내건성 등의 특성을 가지고 있어서 한지형 잔디 보다 집약적인 관리의 요구도가 낮은 편이다. 하지만 법면에 식재된 수목의 대부분이 사면에 위치하고 있고 토양의 물리성과 화학성이 낮기 때문에 수목의 뿌리와 잔디간에 발생하는 여러 가지 경합(Wilson & Shay, 1990)에 의해서 그 피해가 확산되고 있다.

수목의 뿌리 형태는 토성(Mickovski & Ennos, 2003)이나 토양중 수분(Cermák et al., 1980)에 따라서 다양한 형태를 보이고 있다. Mauer와 Palátová(2002)의 연구에 따르면 수목의 뿌리는 일반 사질토양에서는 대칭형과 비대칭형으로 형성되는데, 평탄지에서는 대칭형을 형성하고, 사면에서는 비대칭형을 형성한다고 보고하였다. 수목이 사면에 식재될 경우 대부분의 수목의 뿌리는 상승사면 보다 는 하강사면으로 뿌리가 뻗어나가는데(Mauer & Palátová, 2002), 이에 대한 정확한 생리적 원인은 현재까지 밝혀져 있지 않고 있다. 하지만 Tsutsumi(2003)등의 연구에 따르면 수목 뿌리가 비대칭을 형성하는 것은 수목 뿌리의 굴지성과 굴수성에 의한 것으로 보고되고 있다.

수목근부 지역에 식재된 잔디의 고사에 관여하는 요인들로는 수목과 잔디의 양분경합(Wilson & Shay, 1990), 수목에 의한 잔디의 조도 제한(Steinke & Stier, 2003), 수목의 타감물질(allelopathy)에 의한 잔디의 생육 저해(Kolb, 1988) 등이 있지만 주요 요인은 잔디와 수목의 뿌리간에 경합에 의한 것으로 사료된다. 특히 골프장내 법면에 식재된 잔디의 피해가 증가하고 있는 가장 큰 이유는 집약적 관리의 어려움으로 인해 시비나 관수가 잘 이

루어지고 있지 않기 때문이며, 피해 경향도 경사 정도나 수중에 따라서 다양하게 나타나고 있다. Mickovski와 Ennos(2003)은 수목 뿌리의 측지 중 70%는 토양표면으로부터 10cm내에 분포한다고 하였는데, 이는 수목과 잔디의 양분과 수분의 흡수 근권이 일치하기 때문에 이들에 대한 수목과 잔디간 경합의 발생 원인이 되는 것으로 사료된다.

따라서 수목근부 지역에서 발생하고 있는 잔디의 피해 경향은 수종과 법면의 경사도 등과 같은 환경적인 요인에 의해 다양하게 나타나고 있다. 본 연구는 수목근부 지역에서 발생하고 있는 잔디고사의 피해 정도와 경향 등을 알아보고, 향후 수목근부 지역에서 발생하는 잔디고사의 문제 해결을 위한 방안을 제시하고자 수행하였다.

재료 및 방법

본 시험을 수행한 장소는 이스트밸리 골프장 7개 시험구와 지산 골프장 13개 시험구에서 수행하였고, 시험구별 수중에 대한 자료는 Table 1과 같다.

잔디의 고사 면적 조사는 수목을 기점으로 방위별로 8등분한 후, 수목에서 잔디 피해지 까지 면적을 줄자로 측정하였다. 이스트밸리 골프장의 경우 골프코스내 수목근부지역에서 잔디가 고사되는 경우는 대부분 독립수로 식재된 수목에서 발생하였기 때문에 8방위의 표시가 가능하였다. 하지만 지산 골프장의 경우엔 상부능선에 관목과 수목의 군락지에서 잔디의 고사가 발생하였거나, 여러 수종들이 혼재되어진 곳에서 발생하였기 때문에 피해 지역을 8등분하여 16방위 또는 32방위로 표시하여 조사하였다.

조사 시기는 이스트밸리 골프장의 경우

Table 1. Location and tree species in the study

Location	Plot No.	Tree species	Recover ¹ & Damage ²
East Valley Golf Course	#1	<i>Viburnum erosum</i>	R
	#2	<i>Quercus acutissima</i>	D
		<i>Quercus variabilis</i>	D
		<i>Quercus mongolica</i>	D
		<i>Tilia amurensis</i>	R
		<i>Quercus mongolica</i>	D
		<i>Costanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	D
Ji San Golf Course	#1	<i>Pinus densiflora</i>	D
	#2	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	D
		<i>Quercus mongolica</i>	
	#3	<i>Pinus rigida</i> P. taeda hybrid	D
	#4	<i>Quercus acutissima</i>	D
	#5	<i>Pinus koraiensis</i>	D
	#6	<i>Quercus mongolica</i> <i>Quercus serrata</i>	D
	#7	<i>Quercus serrata</i>	D
	#8	<i>Acer palmatum</i>	R
	#9	<i>Rhododendron mucronulatum</i>	D
		<i>Quercus serrata</i> <i>Quercus mongolica</i>	
	#10	<i>Pinus densiflora</i> Sieb. et Zucc.	D
	#11	<i>Albizia julibrissin</i> Durazz.	D
#12	<i>Pinus densiflora</i>	D	
#13	<i>Pinus densiflora</i>	R	
Total plot num.		20	

1 : Turfgrass recovered at May after damaged at July.

2 : Turfgrass withered and dead

2004년 5월 6일과 지산 골프장의 경우 5월 7일에 1차 조사를 실시하였고, 2차 조사 시기는 이스트밸리 골프장은 2004년 11월 8일과 지산 골프장은 11월 9일에 실시하였다.

결과 및 고찰

이스트밸리 골프장

시험구에 대한 수목 근부지역의 정확한 피해 경향을 알아보기 위해서 방위별 1차와 2차 조사를 각각 실시하였다. 이 결과 제 1시험구의 수종은 털팽나무(*Viburnum erosum*)로 경사도는 22°였다. 이 시험구의 경우 5월 6일에 피해가 나타났던 곳이 7월, 8월, 9월 동안에 어떠한 피해 경향을 보이지 않았다. 이는 시험

구 바로 옆에 위치한 관수시설과 페어웨이에 시비한 비료가 이 시험구에 영향을 미쳤기 때문에 나타난 것으로 사료된다. Sudmever (2002)의 보고에 따르면 나무와 멀리 떨어질수록 토양 수분 함량은 증가하고, 나무로부터 0.5m 이내의 수분함량 보다는 2.0m의 수분함량이 높게 나왔다고 하였다. 이는 토양 수분이 나무뿌리 생장에 밀접한 관계를 가지고 있으며, 이로 인한 잔디와 수목의 수분 결핍 (Wilson & Shay, 1990)으로 인해 잔디의 고사 피해가 발생 한다고 사료된다.

제 2시험구의 수종은 상수리나무(*Quercus acutissima*)로 경사도는 약 24°정도였다 (Table 1). 시험구의 경사 방향은 남동 방향으로 최대 피해 정도는 남방향 44cm가 진전되었

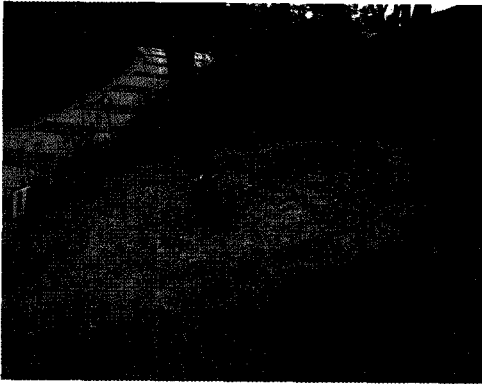


Fig 1. The scene on damaged turfgrass in the 2th experiment plot in East Valley Golf Course.

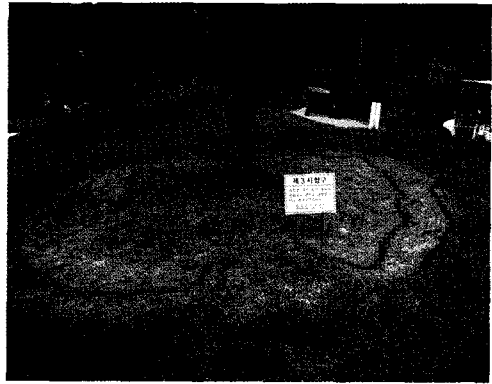


Fig 3. The scene on damaged turfgrass in the 3th experiment plot in East Valley Golf Course.

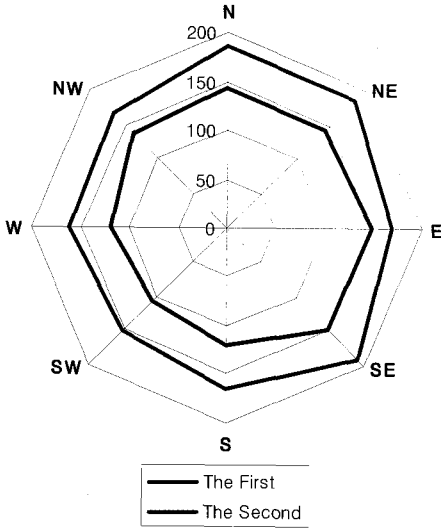


Fig 2. Progressing proportion of damaged turfgrass for compass directions in the 2th experiment plot in East Valley Golf Course.(slope direction : SE)

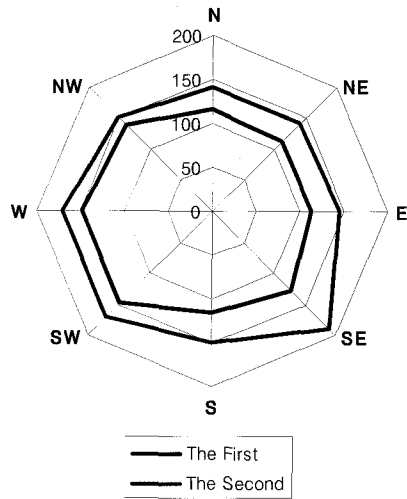


Fig 4. Progressing proportion of damaged turfgrass for compass directions in the 3th experiment plot in East Valley Golf Course.(slope direction : SES)

다(Fig. 1, Fig. 2). 이는 경사 방향과 피해 진전 방향이 같았는데, 아마도 뿌리의 생육과 어느 정도는 연관관계가 있는 것으로 사료된다. Tsutsumi(2003)등은 경사지에서는 나무뿌리가 비대칭으로 자라며, 경사지의 상승사면 보다는 하강사면으로 더 많이 성장함으로써 나무의 지주 역할을 한다고 하였다. 이는 수목의 뿌리가 경사 방향으로 성장함으로써 하강사면

에 식재된 잔디와 경합이 더욱 커져 경사면의 상승사면 보다는 하강사면에 식재된 잔디의 피해가 더 크게 발생한다고 생각된다.

제 3시험구의 수종은 굴참나무(*Quercus variabilis*)로서 경사도는 19°였고, 경사 방향은 남향이였다. 피해가 가장 큰 방향은 남동 방향으로서 최대 57cm였고, 최소 방향은 북서면으로 15cm였다(Fig. 3, Fig 4). 이 시험구

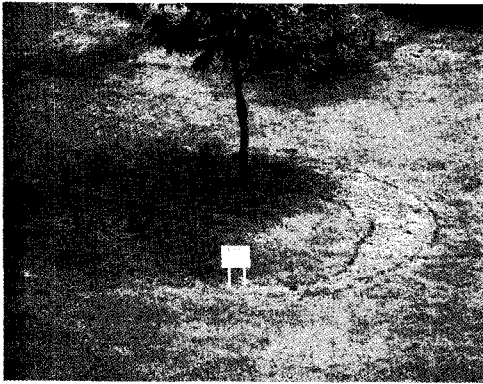


Fig 5. The scene on damaged turfgrass in the 7th experiment plot in East Valley Golf Course.

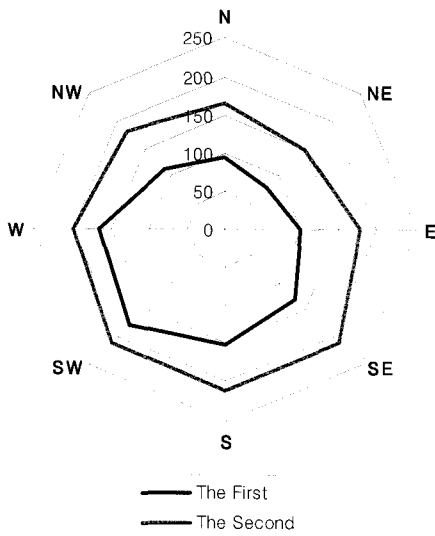


Fig 6. Progressing proportion of damaged turfgrass for compass directions in the 7th experiment plot in East Valley Golf Course.(slope direction : S)

역시 하강사면으로 잔디 고사 피해 지역이 큰 것으로 보아 수목의 뿌리와 밀접한 관계가 있는 것으로 사료된다. Stromme(2000)의 보고서에 따르면 수목 근부지역에 식재된 잔디의 경우 일장이 가장 긴 남동 방향이 북동방향에 비하여 건조현상이 심하게 발생하기 때문에 잔디의 피해가 크다고 하였다. 이 시험구의 경

우엔 골프장 사면에 독립수로 식재되어서 차광에 의한 피해(Kutrz, 1975)보다는 오히려 건조에 의한 피해로 잔디의 고사가 발생한 것으로 판단된다.

제 4시험구의 수종은 신갈나무(*Quercus mongolica*)로 경사도는 제 3시험구 같은 19° 였는데, 이 시험구의 경우엔 다른 시험구들과 같이 분명한 고사 경향이 나타나지 않았지만 그 피해 정도는 하강사면인 남서 방향으로 점차 증가하는 경향을 보였고, 향후 확실한 피해 현상이 보일 것으로 판단된다.

제 5시험구의 수종은 피나무(*Tilia amurensis*)로서 경사도는 6°도로 이스트밸리 골프장내 시험구들 중에 가장 완만한 경사를 보였다. 이 시험구는 3월에는 수목근부의 잔디가 일부 고사되었으나, 7월 한국잔디의 생육성기에 접어들면서 회복되었다. 이 시험구는 페어웨이와 거리가 가깝기 때문에 제 1시험구와 마찬가지로 페어웨이에 관수한 수분과 비료가 이 시험구에 영향을 미친 것으로 사료된다.

제 6시험구는 신갈나무(*Quercus mongolica*)로 경사도가 19°로 비교적 급경사지에 속한다. 이는 경사면의 잔디 고사 경향은 하강사면으로 상당히 많은 진행을 보였다. 또한 실제 측정된 경사도의 평균은 19°이지만 하단부로 점점 내려오면서 30°도 이상의 급경사를 보였다. 이는 처음 수목근부지역에 식재된 잔디의 고사와 수목의 뿌리 성장 방향과 거의 일치하여 상승사면 보다는 하강사면으로 더 많이 잔디의 고사 진행되었다(Mickovski & Ennos, 2003). 하지만 수목의 뿌리가 생장하지 않은 지역에서도 잔디의 고사 피해가 발생하였는데, 이는 급경사에서 고사된 잔디의 잔재들인 지하경이 지상부에 노출되어 고사된 것으로 보아 토양 침식에 의한 2차 피해가 발생했을 것으로 판단된다.

제 7시험구는 밤나무(*Costanea crenata* Sieb.

et Zucc.)로 경사도가 28°로 가장 급격한 경사도를 보였다. 밤나무의 줄기(trunk)를 기준으로 경사방향인 남동방향으로 211cm, 남방향으로 211cm였고, 남서방향으로 218cm였다. 하지만 경사면의 윗방향인 북과 북동방향은 각각 70cm와 71cm로서 가장 적게 진전되었다(Fig. 5, Fig. 6). Mauer와 Palátová(2002)의 연구에 따르면 경사가 급격할수록 수목 뿌리가 수목의 도복을 막기 위해 수목의 아랫방향으로 더 멀리 뻗어나간다고 하였다. 따라서 경사면의 아랫방향인 남동, 남, 남서 방향으로 더 멀리 뻗어나간 것으로 생각된다. 하지만 이 시험구의 경우 밤나무를 중심으로 원형의 띠 모양으로 잔디사 고사되었는데, 다른 시험구들과 같이 전면적으로 잔디가 고사되는 것과 상이한 경향을 보였다. 주로 수목 뿌리가 양분과 수분을 흡수하는 부위는 세근으로 이 부위는 다시 수근과 백근으로 나누어지는데 이들은 주로 수목뿌리의 끝부분에 위치하여 있기(임경선, 1985) 때문에 수목의 수근과 백근이 밀집한 위치와 일치하여 띠 모양으로 잔디 고사한 것으로 사료된다. 하지만 이런 피해 원인에 대한 연구는 아직까지 명확히 밝혀져 있지 않기 때문에 이에 대한 보다 심도 있는 연구가 필요하다.

지산골프장

지산골프장의 경우엔 대부분 시험구에 식재된 수목들은 단일 수종 보다는 여러 수종이 혼재되어 있기 때문에 그 피해 증상에 있어서 다양하였다. 또한 시험구들 중에 북사면의 경우엔 고사된 지역 일부에서는 이끼가 식생하는 경우도 있었다.

제 1시험구의 수종은 소나무(*Pinus densiflora*)로서 상부 등고선을 따라 이 수종들이 군락으로 식생하여 있었고, 소나무 근부 지역에는 잔디가 거의 자라지 않고 있었으며, 부분적으로



Fig 7. The scene on damaged turfgrass in the 1th experiment plot in Ji San Golf Course.

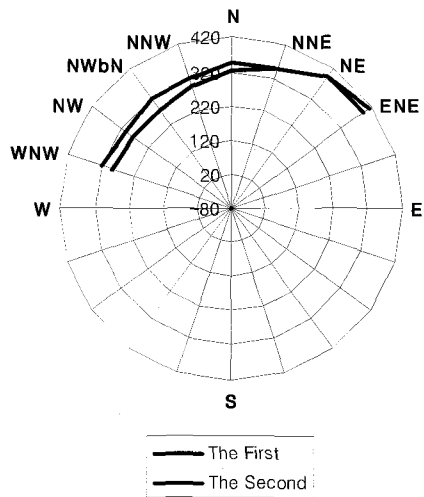


Fig 8. Progressing proportion of damaged turfgrass for compass directions in the 1th experiment plot in Ji San Golf Course.(slope direction : ENE)

이끼가 자라고 있었다(Fig. 7). 이 시험구 역시 이스트밸리의 제 6시험구와 같이 피해 지역이 소나무의 수관보다 훨씬 넓게 진행된 것은 토양의 침식에 의한 잔디 지하경의 고사나 소나무의 allelopathy 물질(Stromme, 2000)에 의한 피해가 발생했을 것으로 판단된다. 소나무를 중심으로 가장 많이 피해가 진전된 곳은 동북동과 북동으로 각각 417cm와 390cm였

다. 경사면의 방향과 일치하여 잔디의 피해가 발생했으며, 잔디 고사가 1차에 피해 2차조사 시기에 가장 많이 진행된 방향은 북서미북향으로 최대 44cm까지 진행되었다(Fig. 8).

제 2시험구는 경사도가 29°로 경사도가 높은 곳으로서 상부 등고선에 식재된 수종은 철쭉(*Rhododendron schlippenbachii*)와 신갈나무(*Quercus mongolica*)로 2종의 수종이 혼재



Fig 9. The scene on damaged turfgrass in the 3th experiment plot in Ji San Golf Course.

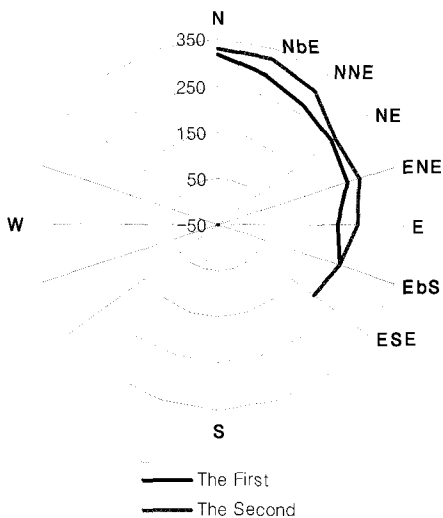


Fig 10. Progressing proportion of damaged turfgrass for compass directions in the 3th experiment plot in Ji San Golf Course.(slope direction : NbE)

된 군락지였다. 이 시험구는 경사도가 높고 수목에 의해 광의 일조량이 다른 시험구에 비하여 적었다. Kurtz(1975)은 일조량이 적은 곳에서는 탄수화물의 축적량이 적기 때문에 포복지의 생장과 지상부의 생장이 저해된다고 보고하였다. 따라서 잔디 고사 지역이 상당히 많이 진행되었고 고사된 지역에는 많은 양의 이끼가 있는 것으로 보아 이 지역에서는 일조량이 잔디의 생육에 많은 영향을 미친 것으로 사료된다.

제 3시험구의 수종은 리기테다소나무(*Pinus rigida P. taeda hybrid*)로 리기테다는 기존의 소나무인 '리기다'와 '테다'를 교잡한 새로운 수종으로 리기다는 척박한 환경에서 잘 자라지만 목재의 질이 좋지 않은 단점이 있었고 테다는 목질이 고르고 생장력이 우수하나 우리나라 북쪽 지방에서는 잘 자라지 못했다. 이들 두 종의 우수 형질을 조합한 것이 리기테다소나무이다(이육 등, 2002). 이 수종은 사면 중하단면 지역에 식재되어 있었으며, 경사도는 15°로 다른 지산골프장의 시험구에 비해서 완만한 경사를 보였다(Fig. 9). 잔디고사 면적은 경사면의 아래방향인 북향과 북미동향이 각각 329cm와 324cm로 가장 많은 진행을 보였고, 1차 조사와 2차 조사간 차이는 동향이 40cm로 가장 많이 진행되었고, 다음이 북북동향이 38cm였고, 북미동 36cm였다(Fig. 10). 특히, 동향으로 더 많은 고사가 진행된 것은 서향에 다른 리기테다소나무가 식재되어 있기 때문에 동향으로 수목의 뿌리가 뺏어나간 것으로 생각된다. Gerhold와 Johnson(2003)은 다른 수목 등에 의해서 뿌리의 생육이 저해될 경우 정상 생장에 비하여 15~60%정도가 감소된다고 하였다.

제 4시험구의 상부능선에 식재된 수종은 상수리나무(*Quercus acutissima*)로서 경사도는 27°였다(Fig. 11). 시험구의 방향은 북향이여

서 고사된 지역 대부분에 이끼가 있었다. 전체적으로 잔디의 고사 지역은 더 이상 진행되지 않았고, 잔디의 고사 면적이 가장 많이 진행된 방향은 하강사면인 북향과 서북서향으로 각각 560cm과 577cm로 고사 면적이 가장 컸다(Fig. 12). 제 5시험구는 잣나무(*Pinus koraiensis*)가 주로 식재되었는데, 이 시험구 역시 제 4시험구와 같이 더 이상 잔디 고사면적은 증가하지 않았고, 경사면의 상승사면보다는 하강사

면에 더 많은 고사가 진행되었다.

제 6시험구의 상부능선에는 신갈나무(*Quercus mongolica*)와 졸참나무(*Quercus serrata*)로 식재되어 있었으며, 경사도는 21°로 비교적 급경사지였다. 이 시험구도 잔디의 고사 면적이 크게 증가하지 않았는데, 일반적인 경사면의 하강사면으로 상당히 많은 면적이 고사하였다(Fig. 13). 하강사면 남남서향이 620cm로 가장 많이 피해 면적이 발생했으며, 다음이 남

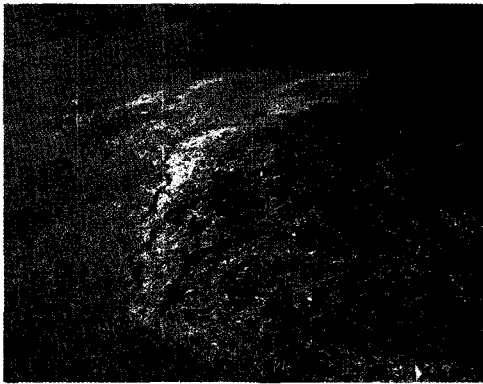


Fig 11. The scene on damaged turfgrass in the 4th experiment plot in Ji San Golf Course.



Fig 13. The scene on damaged turfgrass in the 6th experiment plot in Ji San Golf Course.

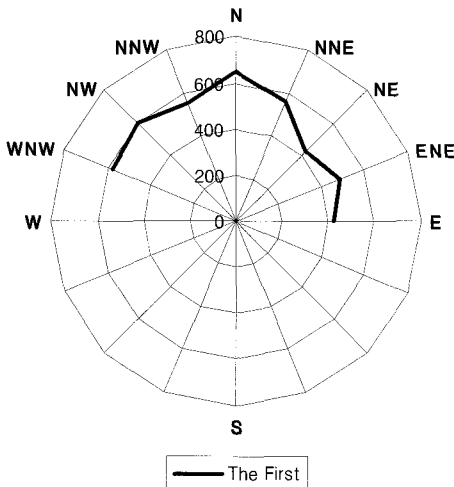


Fig 12. Progressing proportion of damaged turfgrass for compass directions in the 4th experiment plot in Ji San Golf Course.(slope direction : WNW)

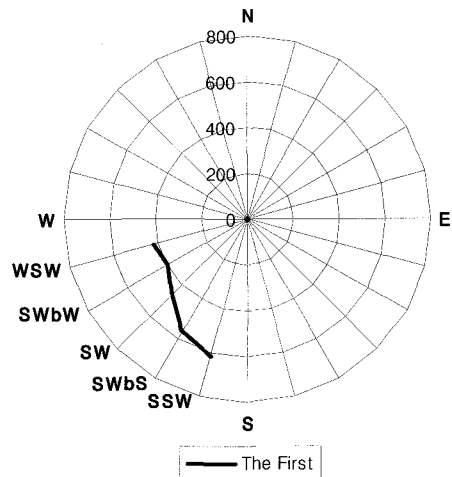


Fig 14. Progressing proportion of damaged turfgrass for compass directions in the 6th experiment plot in Ji San Golf Course.(slope direction : SSW)

가 진행되었다(Fig. 16). 이 시험구의 경우 카터도로 바로 옆에 위치하여 있기 때문에 하강사면으로 더 이상 잔디고사 피해가 진행되지 않았다.

제 12시험구의 수종은 소나무(*Pinus densiflora*)로 경사도는 20°였다(Fig. 17). 하강사면은 북향으로 잔디 고사 피해가 가장 많이 진행된 곳은 서미남향으로 310cm였고, 다음으로 동북동향으로 289cm였다(Fig. 18). 잔디 고사 피해

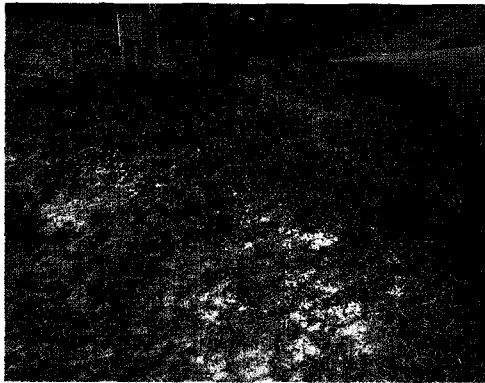


Fig 17. The scene on damaged turfgrass in the 12th experiment plot in Ji San Golf Course.

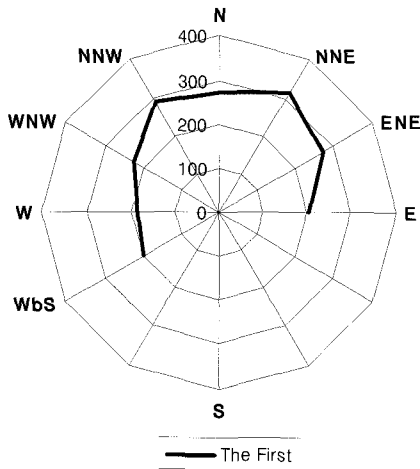


Fig 18. Progressing proportion of damaged turfgrass for compass directions in the 12th experiment plot in Ji San Golf Course.(slope direction : N)

방향이 하강사면과 직각으로 진행된 것은 이 시험구의 옆이 카터 도로로 조성되었기 때문인 것으로 생각된다. Gerhold와 Johnson(2003)의 연구에 따르면 수목의 뿌리의 성장 방향에 장애요인들이 있을 경우 수목뿌리의 성장에 영향을 주지 않는 방향으로 성장한다고 하였다. 따라서 수목뿌리가 하강사면으로 성장하다가 도로에 의한 장애로 인해 하강사면과 직각으로 성장함으로써 이 방향에서 생육하는 잔디가 고사한 것으로 추정된다.

제 12시험구와 같이 소나무가 식재된 제 13 시험구의 경우 사면은 경사도는 19°였다. 이 시험구의 경우 이른 봄철에 잔디 고사 피해 증상이 나타났지만, 6월에 거의 회복되었다. 이는 이 시험구의 바로 위쪽에 티 그라운드 조성되어 있기 때문에 티에 시비한 영양분과 수분에 영향에 의해서 피해가 회복된 것으로 생각된다.

요 약

본 연구는 국내 골프장의 법면에 식재된 수목의 경사도와 잔디의 피해 경향을 알아보고자 수행하였다.

1. 법면의 사면에 식재된 수목 근부 지역의 잔디 고사가 가장 많이 발생한 방향은 상승사면 보다는 하강사면에서 주로 발생하였다. 하강사면으로 잔디고사가 진행된 것은 대부분 시험구에서 공통적으로 나타났다.
2. 수목근부지역의 잔디가 고사한 피해 면적은 이스트밸리 골프장 시험구의 경우, 대부분의 사면은 남향에 위치하였고, 잔디의 고사 면적이 최대인 시험구는 제 7시험구로서 남동향으로 211cm의 피해가 발생하였다. 또한 1차조사 지점에서 2차조사 지

- 점까지의 피해 면적이 가장 넓은 곳도 역시 제 7시험구의 남동향의 82cm가 진행되었다.
3. 지산 골프장의 경우 사면의 방향은 다양하였고, 잔디의 고사가 최대인 시험구는 제 4 시험구로 북향 645cm까지 진행되었다. 또한 1차와 2차의 차이는 제 11시험구가 북서향 166cm로 가장 넓은 지역에서 피해가 발생하였다.
 4. 수목근부지역에서 발생하는 피해는 수목의 뿌리와 잔디의 경합 등에 의해서 발생되는 경우도 있지만 2차 피해로 토양의 침식이 동반되어 발생한 시험구도 있었다. 이 시험구의 경우에는 대부분이 상부능선에 수목이 군락으로 형성된 지역에서 대부분 나타났었다. 이와 같은 현상이 보인 시험구는 지산골프장의 시험구들 중에 제 1시험구, 제 2시험구, 제 6시험구, 제 7시험구와 이스트밸리 골프장은 제 6시험구였다.
 5. 일부 시험구에서는 수목의 수관과 밀접한 관계를 가지고 잔디의 고사 피해 현상을 보였는데, 지산 골프장의 자귀나무가 식재된 제 11시험구의 경우엔 수목의 뿌리와 관련하지만 피해 증상이 수관의 형태에 따라서 발생하였다.
- flow rate in adult trees with moist and dry soil as used for the assessment of the root system depth. Biol. Plant.(Praha) 22 : 34~41.
4. Gerhold, H. D., and A. D. Johnson. 2003. Root dimensions of landscape tree cultivars. J. of Arboriculture. 29(6) : 322~326.
 5. Kolb, T. E. 1988. Allelopathic effects of Kentucky bluegrass on northern red oak and yellow-poplar. J. Arboric. 14(11) : 281~283.
 6. Kutrz, K. W. 1975. The selection and management of turf for shaded areas. California Turfgrass Culture 25(3) : 17~21.
 7. Mauer, O., and E. Palátová. 2002. Mountain ash(*Sorbus aucuparia* L.) root system morphogenesis. J. FOR. SCI., 48(8) : 342~350.
 8. Mickovski, S. B., and A. R. Ennos. 2003. Anchorage and asymmetry in the root system of *Pinus peuce*. Silva Fennica 37(2) : 161~173.
 9. Steinke K., and J. C. Stier. 2003. Nitrogen selection and growth regulator applications for improving shaded turf performance. Crop Sci. 43 : 1399~1406.
 10. Stromme, L. 2000. Tree and turf : Are they Compatible? <http://www.sustland.umn.edu/implement/index.html>.
 11. Sudmeyer, R. March 2002. Tree root morphology in alley systems. RIRDC Publication NO 02/024

참고 문헌

1. 이육, 김만조, 김용중, 현정오. 2002. 리기테다소나무 F1의 기내 소포자 배양. 한국 임학회지. 91(1) : 25~33
2. 임경빈. 신교 조립학원론. 1985. 향문사. 37pp
3. Cermák, J., J. Huzulak, and M. Penka. 1980. Water potential and sap

12. Tsutsumi, D., K. Kosugi, and T. Mizuyama. 2003. Root-system development and water-extraction model considering hydrotropism. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 67 : 387~401.
13. Wilson, S. D., and J. M. Shay. 1990. Competition, fire and nutrients in a mixed-grass prairie. *Ecology* 71 : 1959~1967.