

한국잔디류(*Zoysia* Grass)의 육종현황

주영규 · 김두환* · 이재필* · 모속연*

연세대학교 생물자원공학과, 건국대학교 원예학과*

Present and Future Prospect in *Zoysia* Grass Breeding

Joo, Y. K., D. H. Kim*, J. P. Lee* and S. Y. Mo*

Dept. of Biological Resources and Technology, Yonsei University

**Dept. of Horticultural Science, Kon-Kuk University*

ABSTRACT

Although zoysia grass (*Zoysia* spp.) has a lot of excellent characteristics as warm-season grass, it have been limited in use due to slow establishment, low seed production, poor shade tolerance and other factors. Breeding trials have been continued from 1900's, much attentions have been paid especially in U.S.A., Korea and Japan recently.

In U.S.A., more than 24 varieties had been evaluated at National Turfgrass Evaluation Program(NTEP) from 1991 to 1995 and some were registered as commercial.

After the 6th International Turfgrass Research Conference at Japan in 1989, Japan Turfgrass Incorporation (JTI) sponsored by private companies and government carried out breeding programs for pest, salt, and shade tolerant and herbicide resistant varieties. JTI also has been trying to improve vigor and breed evergreen zoysia.

Korean breeders collected germplasms since 1960's. After USDA breeders came to Korean peninsula in 1982, Korean breeders joined with USDA zoysia breeding project for several years. Many interspecific hybrids and natural selected varieties were bred that period both in U.S.A and Korea. Breeding objectives were to extend green color period, improve leaf quality and density, and better leaf color at dormant stage. Since 1990's, zoysia grass breeding trials are getting more diverse in many points such as random amplified polymorphic DNA (RAPD) assay for ecotype identification. The objectives of this study are to evaluate germplasms in Korea, and also review the present status and future prospect in zoysia grass breeding in the world.

Key words: *Zoysia* grass breeding

서 론

한국, 중국, 일본, 네팔 등의 동남 아시아와 오스트리아, 뉴질랜드, 아프리카 등에서 자생하고 있는 *zoysia grass*는 난지형잔디로서 타잔디종에 비하여 내서성, 내염성, 내담압성이 높고, 관리 요구도가 낮은 우수한 형질을 보유하고 있으며 다른 난지형잔디에 비하여 내한성이 높은 편이다. 이러한 장점으로 인하여 미국, 우리나라, 일본 등에서는 최근 *zoysia grass*의 품종육성이 활발하게 진행되어 다수의 품종이 보급되고 있다. 우리나라에서는 품종육성이 아직 미흡하여 골프코스, 경기장, 공원 등에 거의 모두 '들잔디'(*Z. japonica*)의 파종 혹은 영양번식으로 조성되고 있다. 선발된 한국들잔디의 세엽형인 변종이 영양번식으로 근래에 건설되는 골프코스의 페어웨이 등지에서 널리 사용되고 있다. 특히 우리나라 2002년 월드컵 대회와 부산의 98년 아시안게임 등 많은 국제경기가 유치됨으로써 운동경기에 적합한 내구성 및 내담압성의 한국잔디 신품종이 육성되어야 하며, 영종도 신국제공항, 서해안 간척지 등과 같은 임해 매립지를 위한 내염성 품종도 육성되어야 한다. 경부고속전철과 중앙고속도로, 서해안 고속도로 등의 건설로 발생하는 많은 절·성토 사면을 피복할 초기 피복이 빠른 내건성 및 내척박성 품종을 육성하여야 한다. 최근 축구장, 골프코스 등의 건설과 함께 농약에 의한 환경 오염이 사회문제화 되고 있으므로 내병성 품종 육성도 절실히 요구되어지고 있다.

따라서 본 논문에서는 우리나라에서 자생하고 있는 종들과 자연교잡에 의한 중간종, 그리고 종간교배에 의해 선발된 germplasm의 형태적 특성을 조사하였고 미국, 일본에서의 *zoysia grass* 육종 현황을 파악하여 미래의 육종 방향을 제시하고자 하였다.

연구사

한국잔디가 속해 있는 *zoysia* 屬은 22種을 포함하며 한국, 일본, 중국, 동남 아시아, 뉴질랜드, 오스트리아, 아프리카 등에 자생하고 있다. 우리나라에는 *japonica*, *matrella*, *sinica*, *tenuifolia*, *macrostachya* 등이 주로 자생하고 있는 것으로 보고되었다(양 등, 1995).

*Zoysia grass*는 암술이 이삭의 상부에서 하부로 내려오면서 개화하고, 수술보다 5~7일 일찍 개화하여 타가수정을 하고 염색체 수는 $2n=40$ 개이다(Forbes, 1952; Table 1). *Zoysia grass*는 저온 단일에서 개화유도가 일어나며 고온장일에서 개화한다고 하였으며(Younger, 1961; 김, 1986), 개화유도와 개화를 위한 온도와 일장조건에 종간 차이를 보이고 있으므로 이에 대한 보다 상세한 연구가 육종을 위하여 요구되어진다(Table 2).

Forbes(1952)는 *Z. japonica*를 *Z. matrella*와 *Z. tenuifolia*에 교배하였고, Hong *et al.* (1985)은 *Z. japonica*, *Z. matrella*, *Z. tenuifolia*, *Z. sinica*, *Z. macrostacha* 간의 교배결과 F_1 의 형질이 양친

Table 1. Pollination type, no. of chromosome and growth habit of *zoysia grass*

Species	Pollination type	No. of chromosome		Growth habit
		2n		
<i>Zoysia japonica</i> Steud	Selfing	40		Perennial
<i>Zoysia matrella</i> Merr.	or	40		Perennial
<i>Zoysia tenuifolia</i> Willd.	Crossing	40		Perennial

Table 2. Mean number of inflorescences per pot of zoysia at different temperatures and photoperiods

Temperature	Species	Photoperiod (hr)				
		8	10	12	14	16
21℃	<i>Z. japonica</i>	36.2	37.2	12.8	—	—
	<i>Z. matrella</i>	54.0	47.8	3.6	—	—
27℃	<i>Z. japonica</i>	103.2	123.2	—	—	—
	<i>Z. matrella</i>	170.6	173.2	—	—	—

의 중간적이며 생육 속도에 있어서는 잡종강세를 보이는 것도 있다고 하였다. Fukuoka(1990, 1992)는 zoysia grass의 종간 교배 후 휴면이 짧은 계통을 선발하는데 isozyme 분석을 이용하였다. 양 등(1995)은 형태학적 특성 및 동위효소 표지분석에 의하여 zoysia grass를 *japonica*, *matrella*, *sinica*, *macrostachya*, *sinica* 특성을 가진 *japonica*, 대엽(大葉) *japonica*, 중엽(中葉) *japonica*의 7개 그룹으로 구분하였고 최 등(1996)은 DNA표지를 이용하여 zoysia grass의 분자생물학적 분류를 시도하였다. 김 등(1996)은 zoysia grass의 수집계통과 종간교배계통들의 형태적 특성을 평가하여 초장, 엽장, 엽폭, 제1엽의 높이 등의 형질에서 많은 변이를 발견하였으며, 피복율이 빠른 계통, 녹색기간이 긴 계통, 종자 다수확 계통 등의 우수한 계통들을 선발하였다.

이상과 같이 zoysia grass의 육종연구 방법은 주로 교배육종과 돌연변이육종 등 고전적인 육종 방법에 주로 의존하여 왔지만 분자생물학적인 방법을 도입한 zoysia grass의 품종육종의 방향으로 연구가 진행되는 추세이다. 또한 1980년도 초·중반의 한국에서는 zoysia grass에 대한 육종연구가 독자적으로 진행되었으나 새로운 zoysia grass 품종을 등록 보급하지 못하였다. 오히려 미국에서 최근 20~30여 년 간 zoysia grass의 육종 연구의 성과로 근래에 들어 여러 가지 새로운 품종을 활발히 보급하고 있는 실정이다.

육종의 현황

1. 미국의 zoysia grass 육종

Zoysia grass가 1890년대에 아시아로부터 미국에 소개된 이후 USDA-ARS와 USGA Green Section 두 기관에 속한 Ian Forbes, Marvin Ferguson, Fred Graru 등이 협력하여 1940년대 zoysia grass 육종이 시작하였고(Murray *et al.*, 1985; Samudio, 1996), 그 결과 1951년 미국의 동북부지역에 잘 적응하는 'Meyer'를 선발하였으며 현재까지 가장 많이 이용하고 있다(Sleper, 1989). 그후 1982년에 USDA의 Murray와 Engelke가 한국, 일본, 태국, 필리핀에서 총 797 계통의 유전자원을 수집하였으며 색깔, 생육습성, 개화습성, 잎의 질감, 병저항성 등의 형질에서 많은 변이를 발견하였다(Murray *et al.*, 1983). 수집된 많은 품종들 중 'Belair' 등의 품종이 Murray에 의해 선발 보급되었으며(Samudio, 1996), 그후 계속된 육종 노력으로 *Zoysia japonica* 계통인 'Z11', 'FLR 800', 'FLR 900', 'PZ1', 'Compatibility' 등의 영양번식 품종들이 보급되었다(Taliaferro *et al.*, 1993; Table 3). 최근에는 영양번식 품종 뿐 아니라 'Compatibility', 'Park Place', 'SR 9000', 'SR 9100', 'Sunrise', 'W-3', 'Zen 100', 'Zen 200CS', 'Zen 300CS', 'Zen 400 CT', 'Zenith' 등의 종자번식 품종들도 보급되었다(Emmons, 1995).

미국에서는 잔디품종의 평가시험을 수행하기 위하여 National Turfgrass Evaluation Program (NTEP)을 USDA에서 운영하고 있다. 1991년부터 1995년까지의 NTEP zoysia grass

Table 3. Characteristics and adaptation of released cultivars in America

Cultivars	Released		Characteristics	Adaptation
	By	Year		
FC 13521 (Selection from <i>Z. m.</i>)	Alabama AES	1930's	dark green color; fine texture; high shoot density	poor low temperature hardiness and drought tolerance; good shade tolerance; used on lawns
Meyer (Z-52) (Selections from <i>Z. j.</i>)	USDA-ARS, USGA Green Section	1951	medium dark green color; intermediate texture and shoot density; reduced leaf stiffness; fairly vigorous growth rate	good low temperature hardiness superior wear and drought tolerance; intermediate spring green-up rate and shade tolerance
Emerald (<i>Z. j.</i> × <i>Z. t.</i>)	Georgia AES, USGA Green Section	1955	medium dark green color; fine texture; high shoot density; low growth habit; tends to be puffy	poor low temperature hardiness; intermediate shade tolerance
Midwest (Selection from <i>Z. j.</i>)	Purdue University, Indiana AES	1963	dark green color; medium coarse texture; long stolon internode length; medium low shoot density; more open growth habit	good low temperature color retention and spring green-up rate
Beliar (Selection from <i>Z. j.</i>)	USDA-ARS	1985	medium low shoot density, vegetatively propagation,	superior drought tolerance, cold tolerance, and wear tolerance
El Toro (Selection from <i>Z. j.</i>)	California AES	1986	medium dark green color, coarse leaf texture, vegetatively propagation, faster establishment rate	good fall color retention
Chashmere	Pursley Turf Farm, Palmetto	1988	medium dark green color; fine texture; high shoot density	

평가시험에는 24개 품종이 공시되었다. Table 4는 1994년에 17개 주 18개 도시 24개 지역의 대학과 연구기관에서 수행한 평가시험결과의 평균값을 보여준다.

1996년부터는 19개의 새로운 품종들로 NTEP의 zoysia grass 평가시험이 5년 동안 계속될 것이며 그 중 'Miyako'는 일본의 Japan Turfgrass 연구소에서 육성되었고 나머지 18개 품종은 미국의 Texas A&M 대학과 Jacklin Seed Company, Patten Seed Company 등의 여러 종묘회사에서 육성된 품종이다. 1991~1995년 NTEP에는 24개 zoysia grass 품종 중 4개만이 종자번식이었으나 1996~2000년 NTEP에는 19개 품종 중 8개가 종자번식을 하여 미국의 육종방향이 종자번식 품종으로 가고 있는 것을 알 수 있다(Table 5).

미국의 zoysia grass 육종은 Texas A&M University의 Dallas Research and Extension

Table 4. Characteristics of 24 zoysia grass entries for 24 locations in USA (NTEP No. 95-8)

Variety	Quality	Genetic color	Spring greenup	Leaf texture	Spring density	Summer density	Fall density	Percent living ground cover (summer)
TC 2033	6.1*	6.5*	4.9	6.8	7.7	7.5	7.1	93.3*
CD 2013	6.1*	6.1	5.3	7.4	7.6	7.7	7.0	83.7
Emerald	6.0*	6.5*	4.8	7.6	8.1*	8.1*	7.7*	72.7
TC 5018	5.9	6.1	6.6*	5.0	7.1	6.7	6.3	93.3*
Dalz 8507	5.9	6.4*	4.4	7.7	8.0*	8.1*	7.7*	74.4
QT 2004	5.9	5.5	5.2	7.2	7.6	7.9*	7.0	75.4
Sunburst	5.8	5.6	6.2	5.5	7.3	7.2	6.3	85.3
Meyer	5.8	6.4*	5.4	6.3	7.6	7.7	6.6	73.3
Dalz 8508	5.7	6.3	4.2	8.0*	7.8	7.9	7.6*	72.4
CD 259-13	5.7	5.7	6.5*	5.6	7.0	6.7	5.6	87.3
Belair	5.6	6.4*	6.1	5.2	7.0	6.6	5.7	71.5
Dalz 9006	5.6	6.0	4.0	7.8*	8.2*	7.8	7.6*	74.9
Dalz 8512	5.5	5.8	4.6	4.7	6.9	6.4	5.7	91.9*
Dalz 8514	5.5	6.0	4.5	5.2	6.8	6.8	6.1	89.4
TGS-W10 (S)	5.4	6.0	6.3	4.9	6.8	6.3	5.1	67.0
EL toro	5.3	6.1	4.5	5.0	6.9	6.8	5.8	90.9*
TGS-B10 (S)	5.3	6.1	6.2	4.8	6.3	6.2	5.0	71.5
QT 2047	5.3	6.0	5.8	5.6	7.0	6.6	5.9	87.9
Korean common (S)	5.0	5.6	6.3	4.2	6.0	5.9	5.0	75.3
JZ-1 (S)	5.0	5.6	6.4*	4.1	6.2	6.1	4.9	83.1
Dalz 8516	5.0	6.5*	4.1	6.7	7.2	7.7	7.6*	54.5
Dalz 8502	4.6	5.7	3.6	8.1*	6.4	7.1	7.3	39.0
Dalz 8501	4.0	6.0	3.2	7.4	5.6	6.2	6.7	31.9
Dalz 8701	3.7	6.0	3.5	7.0	4.1	5.3	5.6	19.5
LSD value	0.2	0.4	0.3	0.5	0.6	0.6	0.6	11.4

*: High values in 24 varieties, (S); Seeded variety, Quality 1-9; 9=Ideal, Genetic color 1-9; 9=Dark green, Spring greenup 1-9; 9=Completely, Green Leaf textures 1-9; 9=Very fine, Density 1-9; 9=Maximum density

Center, University of Georgia의 Griffin Station, University of California at Riverside, Southern Illinois University 등의 대학교와 Turfgrass Germplasm Services, Jacklin Seed Company, International Seed Company 등의 종묘회사에서 적극적으로 수행하고 있으며 (Engelke *et al.*, 1989), zoysia grass 육종을 수행하는 종묘회사의 수가 최근 증가하고 있다.

미국은 이와같이 한국, 일본, 대만과 필리핀, 중국 등에서 많은 zoysia grass 유전자원을 수집하여 대학과 종자회사에서 우수한 품종들을 육성, 보급하고 있다(Masson *et al.*, 1996; Samudio, 1996).

2. 일본의 zoysia grass 육종

일본의 zoysia grass 연구는 대학교, 縣의 농업시험장, 기업 연구소 등에서 근래에 들어 활발하게 수행하고 있다(Table 6).

九州 東海大學의 Fukuoka는 20년 동안 일본 열도에서 수집한 600계통과 중국, 네팔, 뉴질랜드

Table 4. continued

Variety	Percent living ground cover (Fall)	Frost tolerance	Winter color	Percent winter kill	Drought tolerance	Dormancy (February)	Dormancy (April)	Seedhead rating
TC 2033	78.4	6.9*	5.3*	21.1	7.0	2.0	9.0*	8.7
CD 2013	74.9	6.8*	4.5	19.4	6.7	1.0	9.0*	8.7
Emerald	72.9	5.9	4.5	35.8	7.3*	2.0	9.0*	9.0
TC 5018	83.3*	4.0	2.3	2.2	5.0	1.0	9.0*	2.3*
Dalz 8507	78.6	6.5	4.7*	42.8	—	2.0	9.0*	8.7
QT 2004	75.9	6.5	4.7*	18.4	6.7	1.0	9.0*	8.3
Sunburst	85.3*	5.6	2.7	8.3	6.3	1.0	9.0*	7.7
Meyer	63.9	5.2	2.8	12.2	5.7	1.0	9.0*	4.7
Dalz 8508	74.3	6.3	3.8	68.3	—	2.0	9.0*	8.7
CD 259-13	78.4	4.2	2.3	6.1	4.3	1.0	9.0*	3.7
Belair	72.2	4.3	2.8	6.7	5.3	1.0	9.0*	3.0
Dalz 9006	72.3	6.0	3.8	79.6	—	2.0	9.0*	9.0
Dalz 8512	82.4*	6.9*	4.5	63.2	—	1.3	9.0*	2.3*
Dalz 8514	86.1*	6.7*	3.8	42.2	—	1.0	8.7	1.0*
TGS-W10 (S)	71.1	4.8	3.2	0.6	5.0	1.3	7.7	3.0
EL toro	80.1	6.5	4.5	56.7	6.5	1.0	8.7	1.3*
TGS-B10 (S)	67.7	4.0	2.2	1.7	4.0	1.0	9.0*	1.0*
QT 2047	73.9	3.3	2.0	12.2	2.0	1.0	9.0*	4.7
Korean common (S)	73.9	4.3	1.7	2.2	3.3	1.0	9.0*	3.3
JZ-1 (S)	75.6	4.0	1.7	2.2	2.7	1.0	9.0*	5.0
Dalz 8516	68.9	6.9*	4.2	58.8	—	3.0*	9.0*	9.0
Dalz 8502	53.7	6.6	3.8	99.0*	—	1.7	9.0*	9.0
Dalz 8501	46.7	6.0	3.8	99.0*	—	1.0	8.3	9.0
Dalz 8701	42.7	5.6	4.3	99.0*	—	1.0	2.7	9.0
LSD value	8.6	0.7	0.9	10.8	1.2	0.3	1.0	1.6

Frost tolerance 1~9; 9=No injury, Winter color 1~9; 9=Complete color retention, Drought tolerance(Dormancy) 1~9; 9=No dormancy, Dormancy 1-9; 9=No dormancy, Seedhead rating 1~9; 9=None.

드, 오스트리아, 동남아시아 등에서 수집한 200계통을 포함한 총 800계통의 유전자원을 수집 평가한 결과 녹색기간이 긴 계통, 품질이 좋은 계통, 종자다수확 계통 등을 선발하였으며 그 중 3계통을 신품종으로 등록하였다. 또한 수집한 우수 계통간의 교배를 통한 활발한 육종을 수행하고 있으며 태국에서 수집한 계통(염색체 20개)과 *Z. japonica*(염색체 40개)를 교잡하여 염색체가 30개인 식물체를 육성하기도 하였다.

千葉大學校의 Asano는 형질전환을 통한 육종을 위하여 embryogenic callus의 유기와 대량증식 효율을 증진시켰으며 gene gun에 의한 transgenic plant를 생산하였다. 현재 bentgrass의 경우 bar 유전자와 Bt 유전자가 도입된 transgenic plant를 만들었고 zoysia grass의 경우 PEG 방법에 의한 유전자 도입에 성공하였고 앞으로 이것을 통하여 내병성, 내제초제성 유전자를 zoysia grass에 도입할 예정이다.

日本大學校의 Fujisaki는 sports turf에 관한 연구를 수행하고 있다. 그에 의하면 일본의 축구 경기장은 잔디관리 능력에 따라 잔디 종류를 선택하는데, 축구장의 기반조성과 관리가 최상인 경기장은 한지형 잔디로 조성하고 그 외의 대부분 경기장은 *Z. matrella*로 조성하고 있으며

Table 5. Entries and sponsors of 1996 National Turfgrass Evaluation Program(NTEP)

Entry No.	Name	Type	Sponsor
1	ZEN-500	Seeded	Finelawn Research, Inc.
2	ZEN-400	Seeded	Turf Merchants, Inc.
3	Zenith	Seeded	Finelawn Research, Inc.
4	J-36	Seeded	Turf Merchants, Inc.
5	J-37	Seeded	Patten Seed Company
6	Chinese Common	Seeded	Jacklin Seed Company
7	Z-18	Seeded	Jacklin Seed Company
8	Korean common	Seeded	Standard Entry
9	Dalz 9601	Vegetative	Texas A&M University
10	J-14	Vegetative	Jacklin Seed Company
11	Miyako	Vegetative	Japan Turfgrass, Inc.
12	HT-210	Vegetative	Horison Turfgrass
13	DeAnza	Vegetative	Thomas Bros. Grass Co.
14	Victoria	Vegetative	Thomas Bros. Grass Co.
15	El Toro	Vegetative	Standard Entry
16	JaMur	Vegetative	Blanderunner Farms
17	Zeon	Vegetative	Blanderunner Farms
18	Meyer	Vegetative	Standard Entry
19	Emerald	Vegetative	Standard Entry

Table 6. Research institutes, researchers and research areas of zoysiagrass in Japan

Research institute	Researcher	Research area
九州東海大學校	Hisao Fukuoka	collect gerplasm, evergreen, seeded variety
千葉大學校	Yoshito Asano	disease resistance, herbicide resistance
日本大學校	Kenichiro Fujisaki	sports turf
千葉縣 農業試驗場	Koichi Aoki Masahiro Kato	disease resistance, insect resistance
鳥取縣		vigor establishment
静岡縣		vigor establishment, disease resistance, insect resistance, herbicide resistance
兵庫縣		disease resistance, insect resistance
Japan Turfgrass Inc.	Makoto Yaneshita Chol Cho	vigor establishment, evergreen, disease resistance, insect resistance
東洋 Green (株)	Shoichi Kimura	variety evaluation
理研 Green (株)		vigor establishment, evergreen
林化學工業 (株)		disease resistance, herbicide resistance

Japan 리그 등 축구경기가 겨울에도 계속되므로 겨울 저온에서 녹색을 유지하는 것이 중요한 육종목표라고 하였다.

千葉縣에 위치한 수백개 골프코스의 농약사용에 의한 환경오염이 크게 문제되고 있음으로 千葉縣 農業試驗場은 내병성 육종 등을 통한 무농약관리시스템을 주로 연구하고 있으며 지난 7년간 80억원 정도를 투자하였다. 대형갈색마름병에 대한 저항성 계통선발을 통해 신품종을 육성하고 있으며 *Rhizoctonia soloni* AG-2-2 균이 낮은 pH에서 생육이 저하되는 성질을 이용하여

균이 분포되어있는 표토를 pH 4로 유지하고 심토는 잔디 생육에 좋은 pH 5.5~6.5로 유지시키는 방법을 연구하고 있다. 한 예로 황산알루미늄과 염화알루미늄을 질소비료로 시비할 경우 표토의 pH가 낮아져 발병이 적어진다고 보고하였다. Japan Turfgrass Inc. 는 1989년 정부의 지원과 大成建設, 東洋 Green, 日本 農藥 등 4개의 기업이 공동 투자하여 大成建設 生物工學研究所내에 설치되어 10여명의 연구원들이 유전자원 수집 및 평가, 교배 및 분리육종, 분자생물학적 육종 등을 수행하고 있으며 이를 위해 지난 7년간 200억원의 연구비를 투자하였다. 현재까지 약 200점의 유전자원을 수집하여 왔으며 우수계통을 이용한 교배 및 분리육종을 하여 최근 신품종 'Miyako'를 등록하였다. *Z. japonica*와 *Z. matrella*의 자연교잡종 'Miyako'는 11월말까지 녹색을 유지하여 들잔디보다 녹색기간이 2~3주 길며 빠른 생육속도, 세엽, 내서성, 내염성 등의 장점을 가지고 있고 겨울 휴면시 gold color로 들잔디의 brown color보다 아름다운 특징이 있다. 또한 DNA marker를 이용한 유전자지도를 작성하였으며 형질전환 등을 이용한 분자생물학적 육종을 수행하고 있다. 특히 'Miyako'는 1996년 미국 NTEP의 zoysia grass 평가시험에 포함되어 지역적응성 실험중이다(NTEP, 1996). 東洋 Green은 골프코스 관련 회사로서 Japan Turfgrass Inc. 에 공동 투자하여 잔디육종 연구를 추진할 뿐 아니라, 회사 자체 연구소에서 여러 품종들의 적응성 실험을 수행하고 있다. Kimura는 예취 높이에 따른 'Miyako'의 생육 실험, 'Miyako'와 다른 계통간의 품종비교 실험, 선발된 계통들의 千葉縣 지역 적응성 실험, low maintenance형 잔디 선발실험 등을 수행하고 있다.

이상과 같이 일본은 1989년의 제 6차 국제잔디학회 개최를 통해 zoysia grass 육종 연구의 중요성을 크게 인식하여 그후 많은 투자와 연구노력을 투입하고 있다.

3. 한국의 zoysia grass 육종

한국에서의 zoysia grass 육종은 초창기는 서울대학교의 유달영, 염도의 등이 1965년부터 1971년에 걸쳐 국내외에서 수집된 계통을 경기도 수원시 소재 서울대학교 농과대학 실험 농장과 구내 포장에 식재하여 그 중 63개의 우수 계통을 선발하였던 시기로 볼 수 있다(유 등, 1974). 그 후 염도의, 주영규, 한인송 등이 1982년 USDA의 germplasm 수집활동에 참여하여 *Zoysia macrostachya* 등을 서해안에서 수집하고 생육이 빠르고 내염성 세엽형태인 *Zoysia koreana*를 보고하였다(Yeam *et al.* 1986, Kim, 1989). 또한 Hong *et al.* (1985)이 우리나라에서 이때 수집된 계통들을 이용 93개 조합의 중간 교배를 하여 41개 교배잡종을 선발하였다. 이후 1985년부터 1994년까지는 zoysia grass 육종연구가 거의 중단되어 더 이상 진전이 없었으나 선발된 계통을 보존하고 평가하였다. 1995년부터 건국대학교, 단국대학교, 안양 잔디환경연구소가 서울대학교에서 보유하던 zoysia grass를 분양 받고 자체에서 수집된 변종들을 가지고 육종연구를 활발하게 수행하고 있으며 한국잔디육종연구회가 조직되어 대학, 연구소, 산업체가 협력하여 육종 및 기타 여러 분야의 연구를 수행하고 있다. 육종연구의 주요 목표는 빠른 초기생육, 녹색기간 연장, 내병성, 내담압성 등으로 zoysia grass 수집 및 교배 계통 91개를 서울대학교에서 도입하여 건국대학교에서는 녹색기간이 길고 초기생육이 빠른 우수한 계통 19개를 선발하였다(Table 7). 또한 미국, 일본, 중국, 우리 나라 등에서 large patch 저항성 계통, 품질 우수 계통, 내염성 계통, 녹색기간이 긴 계통 등의 유전자원을 계속 수집 및 평가하여 육종에 이용하고 있다. 계통별 개화시기 조절을 위한 개화실험이 수행 중에 있으며, 분류와 선발 및 품종동정을 위해 단국대학교와 건국대학교에서는 RAPD 등의 DNA mark를 이용하고 있고 형질전환에 의한 유전자 도입체계를 확립하여 내병성, 내제초제성 등의 유전자 도입을 시도하고 있다.

Table 7. Morphological characteristics of 19 selection lines at Kon-Kuk University

Lines	Characteristics	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬
		A c c e s s i o n s	ZK089	18	0.40	1.7	1	5	6	6	8	2	6	7
	ZK026	15	0.20	1.1	1	5	6	5	5	8	8	9	4	0
	ZK049	33	0.40	5.9	5	7	7	8	8	7	8	8	5	0
	ZK007	18	0.25	2.9	4	6	8	8	8	9	7	5	4	0
	ZK051	26	0.37	3.7	3	6	7	6	6	7	8	8	4	0
	ZK069	24	0.50	3.6	6	8	8	9	8	6	6	7	4	0
	ZK074	18	0.30	2.2	4	6	7	8	8	5	7	7	4	0
	ZK040	29	0.48	2.8	2	5	8	7	6	2	8	7	5	0
	ZK020	28	0.30	5.0	5	7	6	7	8	8	8	9	4	0
H y b r i d s	ZK037	28	0.30	4.5	4	7	8	7	8	8	8	7	6	0
	ZK044	26	0.37	3.0	4	7	6	8	9	5	6	7	1	-
	ZK052	33	0.42	8.5	9	9	9	9	8	2	8	8	4	0
	ZK053	23	0.25	3.7	4	6	9	8	7	5	7	8	1	-
	ZK057	20	0.30	4.3	3	6	7	8	8	8	7	7	1	-
	ZK059	21	0.25	2.1	2	5	7	6	9	9	9	8	1	-
	ZK061	27	0.35	3.2	2	5	7	8	9	6	8	8	1	-
	ZK064	22	0.25	3.0	2	5	7	7	8	6	9	9	3	0
	ZK071	24	0.30	4.4	4	7	9	9	7	6	8	8	1	-
	ZK076	18	0.25	1.2	3	6	6	7	9	6	8	9	3	0

Note) ① Plant height (cm) ② Blade width (cm) ③ Sheath height (cm)
 ④ Coverage 1-9 scale, 9 = highest ⑤ Faster establishment rate 1-9 scale, 9 = fastest
 ⑥ Stolon length 1-9 scale, 9 = longest ⑦ Stolon numbers 1-9 scale, 9 = highest
 ⑧ Shoot density 1-9 scale, 9 = densest ⑨ Color change 1-9 scale, 9 = best
 ⑩ Gentic leaf color 1-9 scale, 9 = best ⑪ Quality 1-9 scale, 9 = best
 ⑫ Seed yield 1-9 scale, 9 = best ⑬ Flowering : 0 = flowing, - = no flowering

그러나 우리나라는 zoysia grass의 원산지임에도 불구하고 정부지원 및 육종연구의 부족으로 미국, 일본 등에 비해 zoysia grass 육종을 통한 신품종육성 및 활용이 크게 뒤지고 있다. 향후에는 잔디관련 산학연의 긴밀한 협력을 통하여 용도별 우수 품종 육성 및 보급, 더 나아가 한국잔디 육종연구의 세계 선도적 역할을 수행하여야 할 것이다.

육종 목표 및 전망

1. 녹색기간이 긴 내담압성 sports형 zoysia grass 육성

우리나라의 2002년 월드컵 대회와 부산 1998년 아시안게임 등의 유치로 많은 잔디 구장이 건설됨으로 이에 적합한 내구성 zoysia grass의 육성 및 선발이 필요하게 되었다. 특히 유럽과 미국 중북부 지역은 대부분의 경기장이 Kentucky bluegrass 등의 한지형잔디로 구성되어 있어 3월부터 12월초까지 푸른 상태로 유지되나 내담압성이 낮으며 고온기에 생육이 부진하고 병충해가 발생하여 높은 관리수준을 요구하는 단점이 있다. 미국 남부 지역에서는 Bermudagrass 등의 난지형 잔디가 경기장에 이용되나 내한성과 내음성, 잔디 품질(mowing quality)이 상대적으로 낮은 단점이 있다. 우리 나라와 일본의 경기장에 가장 많이 이용되고 있는 zoysia grass는 경기

장 잔디로서의 기능이 우수하며 관리가 쉽고 내담압성이 높은 장점이 있으나(염 등, 1983), 생육 속도와 손상 잔디면 회복속도가 낮고 녹색 기간이 짧은 문제점이 있다(Murray *et al.*, 1985). 따라서 봄철 일찍 지상부 생육이 시작되고 가을철 늦게까지 녹색기간이 연장되며 생육속도가 빠른 sports형 품종 육성이 한국잔디 육종의 가장 중요한 목표로 판단된다.

2. 내병성 zoysia grass 육성

우리 나라의 전국 골프코스 현황(1997년)을 보면 운영 중인 골프코스 98개, 건설 중인 골프코스 68개, 미착공 골프코스 41개로 총 207개의 골프코스가 운영 및 계획 중에 있다. 골프의 대중화와 더불어 골프코스의 잔디 식재면적은 약 6,918ha에 달하며 매년 증가하는 추세에 있다(이, 1994) 그러나 골프코스의 집약관리로 인한 농약 사용은 환경오염의 원인으로 작용하므로 내병성 zoysia grass의 보급은 환경문제 해결에 큰 도움이 될 것이다. 미국의 St. Louis에서는 fairway 용으로 zoysia grass를 사용하고 있는데 잔디 표면이 좋을 뿐만 아니라 유지 관리비가 적고 Missouri주 환경기준에 적합하므로 그 사용이 장려되고 있다(Zontek, 1983).

3. 관리 요구도가 낮은 내척박성 zoysia grass 육성

공원 등에서의 잔디 조성은 녹지형성에 필수적인데 우리 나라의 잔디밭은 사용 위주의 녹지공간이 아닌 관상용으로 사용되고 있는 실정이다. 따라서 운동 및 레크레이션 활동을 보다 적극적으로 수용하기에 적합한 내담압성 잔디 육성이 요구되고 있다(심, 1989). 최근 공원녹지의 잔디공간 이용에 대하여 푸른 기반을 제공한다는 정적이용 개념에서 레크레이션과 같은 동적이용 개념으로 변화하고 있다(엄 등, 1993). 그러나 이러한 동적이용은 공원 조성후에 높은 수준의 집약적 관리를 요구하는 관리상 어려움이 있다. 한국잔디의 육종 방향은 이러한 내구성 및 내척박성 품종 즉 관리요구도가 낮은 품종의 육성이 필요하다.

4. 초기 피복율이 높은 사면 녹화용 zoysia grass 육성

경부고속전철, 중앙고속도로, 서해안 고속도로 등의 도로건설과 주택단지, 공업단지 등의 건설은 기존 지형을 물리적으로 변형시켜 그 결과 많은 절·성토 사면이 발생한다. 이러한 절·성토 사면에서는 토양침식 문제를 해결하기 위해 사면피복이 필수이며 Perennial ryegrass, Tall fescue 등의 한지형 잔디가 빠른 생육성, 높은 내건성, 높은 종자발아력 등의 장점으로 인하여 사면녹화에 대부분 이용되고 있으나 한국의 자연경관과는 조화를 이루지 못하고 있다(주, 1991; 이와 김, 1992; 이 등, 1995). 한편 자생하는 한국들잔디 종자는 초기 발아력과 유묘생장활력 (seeding vigor)이 낮아 경사면 피복에 적합하지 않아 종자발아력과 초기 피복율을 향상시킨 품종의 육성 보급은 zoysia grass의 수요를 획기적으로 증진시킬 것이다.

5. 종자 다수확 Zoysia grass 육성

미국 북부 지역에는 서늘한 기후에 잘 자라는 한지형 잔디가 주로 사용되며 남부에는 Bermudagrass를 비롯한 난지형 잔디가 주로 사용되고 있다. 그러나 Washington D. C. 로부터 Maryland, Virginia, Ohio, Indiana, Illinois, Kentucky, Missouri, Kansas, Oklahoma, California 등의 각주를 잇는 transition zone에서는 Kentucky bluegrass 등의 한지형 잔디는 하고 현상으로 생육이 부진하여 이용의 제한이 있으며 가장 널리 쓰이는 난지형 잔디인 Bermudagrass는 내한성이 약하고 잔디 깎기후의 질감(mowing quality)이 좋지 않아 품종의 개발

이 지속적으로 되어오고 있다. 그러나 근래들어 이 지역에서는 Bermudagrass나 한지형잔디 보다 고온과 건조에 강하고 내한성에 비교적 강한 zoysia grass가 아주 이상적인 초종으로 사용되기 시작하고 있다(Yeam *et al.*, 1980; Emmons, 1995).

따라서 미국에서는 1905년부터 현재까지 미국 농무성, California 대학, Purdue대학, Kansas 대학에서 zoysia grass 육종에 관한 연구의 결과로 'Emerald', 'Meyer', 'Midwest' 등의 영양번식 품종을 육성하여 보급하여 왔다(Yeam *et al.*, 1980; 1985). 그러나 대규모 면적의 잔디밭 조성시 인건비를 포함한 높은 시공비로 종자파종 시공이 가능하게 되었다. 따라서 다수확 zoysia grass 품종의 개발은 transition zone에서의 많은 수요를 충족 시킬 수 있을 뿐 아니라 남부지역의 이상 저온에 의한 Bermudagrass 냉해문제도 해결할 수 있을 것으로 판단된다(Murray *et al.*, 1985).

6. 내염성 및 내건성 zoysia grass의 육성

서해안 간척지, 항만, 영종도 신국제공항과 임해도시 등의 임해 매립지는 건조와 해풍에 의한 많은 먼지와 비사가 발생된다. 특히 준설모래로 성토된 영종도 신공항 주변의 비사는 비행기 운항안전과 공항의 기능에 막대한 지장을 초래하므로 주변일대의 식생 피복이 매우 중요하다. 그러나 준설토양은 염분 함량이 높고 비옥도와 유기물의 함량이 낮으며 대부분 쉽게 건조하나 대규모적 관수가 제한적이므로 인위적 지피식생의 조성에 어려움이 많다(이 등, 1992). 따라서 염분이 많은 토양환경이나 해풍에 의해 염해에도 적응하고 내건성이 강한 한국잔디 육성이 필요하다.

인용문헌

1. Burton, G. W. 1951. The adaptability and breeding of suitable grass for the South-eastern States. *Advances in Agronomy* 3:239.
2. Emmons, Robert D. 1995. *Turfgrass science and management*. Delmar Publishers. pp. 40-41.
3. Engelke M. C. and J. J. Murray. 1989. Zoysiagrass breeding and cultivar development. The 6th International Turfgrass Research Conference, Tokyo, July 31-August. pp. 423-425.
4. Forbes, I., JR. 1952. Chromosome numbers and hybrids in zoysia. *Agron. J.* 44(4):194-199.
5. Fukuoka, H. 1990. Breeding *Zoysia* spp. *J. Japanese Soc. Turfgrass Sci.* 17:185-190.
6. Fukuoka, H. 1992. Inter and intraspecific variation in ecotypes of *Zoysia* spp. *Japan J. Breed. Separate Vol.* 42:282-283.
7. Hong, Kue Hyun, and Do Yi Yeom. 1985. Studies on interspecific hybridization in Korean lawngrass (*Zoysia* spp.). *J. Korean Soc. Hort. Sci.* 26(2): 169-178.
8. Kim, K. S. 1989. Utilization, establishment, and maintenance of zoysia species in Korea. pp. 441-444. *Proc. 6th. Int'l turfgrass Res. Conf.* Tokyo.
9. Masson, M. and B. Bourgoin. 1985. Breeding for economical traits. Preprint of Proc. 5th ITRC. pp. 147-157.

10. Murray, J. J. and M. C. Engelke. 1983. Exploration for zoysiagrass in eastern Asia. USGA Green Section Record 21(3): 8-12.
11. Murray, J. J. 1985. Potential for breeding new zoysiagrass, 26th Illinois Turfgrass Conference pp. 16-18.
12. National Turfgrass Evaluation Program. 1994. National Zoysiagrass Test-1991. 1994 Progress Report NTEP No. 95-8.
13. Samudio, S. H. 1996. Whatever became of the improved seeded zoysia varieties?. Golf Course Management. pp. 57-60.
14. Sleper, D. A., K. H. Asay and J. F. Pedersen. 1989. Contributions from Breeding Forage and Turfgrass. CSSA Special Publication Number 15 pp. 56-57.
15. Taliaferro, C. M. and Peter McMaugh. 1993. Developments in Warm-Season Turfgrass breeding /genetics. ITR Journal, Vol. 7: 14-21.
16. Yeam, D. Y., H. L. Portz and J. J. Murray. 1980. Establishing zoysiagrass from seed. 21st Illinois Turfgrass Conference pp. 45-49.
17. Yeam, D. Y., H. L. Portz, J. J. Murray, and G. R. Bauchan. 1986. Classification of zoysiagrass using morphological and isozyme traits. Agronomy abstracts p. 139.
18. Yeam, D. Y., K. H. Hong and I. S. Han. 1984. The relation between leaf-node stage and flower initiation in Zoysia species. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 25(2): 182-185.
19. Younger, Victor B. 1961. Growth and flowering of Zoysia species in response to temperature, photoperiods, and light intensities. Crop Sci. 1:91-93.
20. Zontek, S. J. 1983. The St. Louis solution-zoysiagrass for fairways!. USGA Green Section Record 21(4): 1-5.
21. 김경남. 1986. Effects of photoperiod and temperature on the growth and flowering in *Zoysia japonica* (Steud). 서울대학교 대학원 석사 학위논문.
22. 김형기, 김기선, 주영규, 홍규현, 김경남, 이재필, 모숙연, 김두환. 1996. Zoysiagrass 수집 계통들과 중간 교배 계통들의 형태적 특성들의 변이. 한국잔디학회지 10(1):1-11.
23. 심상열. 1989. 토양의 조성 및 답압이 한국잔디류(*Zoysia* spp.)의 생육에 미치는 영향. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
24. 양근모, 안병준, 최준수. 1995. 형태적 특성 및 Estease 동위효소를 이용한 zoysiagrass류(*Zoysia* spp.)의 식별. 한국원예학회지 36(2): 240-247.
25. 엄봉훈, 한성미. 1993. 공원잔디공간 이용자의 혼잡도 지각에 관한 연구. 한국조경학회지 21(3): 65-75.
26. 엮도의, H. L. Portz, V. B. Youngner, J. Murray, 정정학. 1980. 미국에서 한국잔디 조성에 관한 연구. Seoul Nat'l Univ., Coll. of Agric. Bull. 5(2): 235-246.
27. 엮도의, 심상열. 1983. 잔디 경기장 지반 구조 방안. 한국조경학회지 11(1): 35-43.
28. 유달영, 엮도의, 김일중, 김선진. 1974. 한국 잔디에 관한 형태학적 연구. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 15(1): 79-91.
29. 이기철, 김동필 공역. 1992. 최첨단의 녹화기술, 명보문화사 pp. 143-270.
30. 이재필, 김남춘, 홍성권. 1995. 도로사면 녹화를 위한 식생배합에 관한 연구. 한조지 23(2): 113-123.

31. 이정재. 1994. '94 공동심포지움 골프장의 건설 관리와 환경오염-골프장과 환경오염. 한국잔디학회, 한국생태학회 pp. 33-60.
32. 日本芝草學會編. 1988(昭和 63年). 芝生と緑化 pp. 473-479.
33. 주영규. 1991. 고속도로 절 성토 비탈면 녹화 잔디 품종 선정 연구. 한국도로공사 pp. 38-91.
34. 최준수, 양근모. 1996. DNA Polymorphism을 이용한 zoysiagrass류의 종간 식별에 효과적인 PCR조건의 확립. 한원지 37(1): 166-170.