

기비 및 추비에 의한 유기질비료의 사용이 금잔디(*Zoysia matrella* L. Merr.)의 생육에 미치는 影響

咸宣圭, 李禎載, 金仁燮
韓國잔디研究所

Effect of Application of Organic Fertilizer on the Growth of Korea Lawngrass(*Zoysia matrella* L. Merr.) by base-dressing and top-dressing application

Ham, Suon-Gyu, Jyung-Jae Lee, In-Seob Kim

Korea Turfgrass Research Institute, Seoul 137-070, Korea

ABSTRACT

This experiment was carried out in order to study the effect of organic fertilizer on the growth of Korean lawngrass (*Zoysia matrella* L. Merr.) and the change of soil chemical characteristics. The results obtained are summarized as follows :

1. Organic fertilizer was appropriate for base-dressing in the sod establishment of Korean lawngrass(*Z. matrella* L. Merr.)
2. Chlorophyll contents in mixed application plot of complex fertilizer(21-17-17) and organic fertilizer were more abundant than that in single application plot of organic fertilizer.
3. Application of organic fertilizer promotes the contents of available phosphorous in soil.
4. Dry weights of base-dressing and top-dressing plot had more weight about 40%, 12% than that of control plot, respectively. So base-dressing was more effective than top-dressing in the application of organic fertilizer.

초 목

이 연구는 한국잔디(*Zoysia matrella* L. Merr.)에 미치는 유기질비료의 효과와 토양의 화학적 특성을 조사하기 위하여 수행되었다. 연구결과는 다음과 같이 요약된다.

1. 유기질 비료는 한국잔디(*Zoysia matrella* L. Merr.)의 잔디포를 조성할 때 기비로 적합하였다.
2. 잔디의 엽록소 함량은 유기질 비료 단용구보다 복합비료(N:P:K = 21:17:17) 및 유기질비료의 혼용구에서 더욱 많았다.
3. 토양중 유효인산의 함량은 유기질 비료의 사용으로 증대되었다.

4. 잔디와 건물층을 무처리구에 비하여, 기비처리구는 약 40%, 추비처리구는 약 12%의 중수효과를 나타내어 유기질비료의 사용은 기비처리구 추비처리구보다 효과적이었다.

1. 緒 論

금세기 들어 環境汚染과 資源 再活用に 대한 관심이 높아져 農業 副産物과 産業 廢棄物의 자원화 연구가 多角度로 진행되고 있는 가운데 農林 부산물인 家畜糞尿와 톱밥을 主원료로 하여 醱酵시킨 부산물비료는 자원의 재활용이라는 관점에서 매우 중요하다고 볼 수 있다.

지금까지 有機 부산물의 비료자원화 연구는 食糧作物 위주로 수행되어 왔으나 최근들어 골프장수의 급격한 증가와 골프장 전용 유기질비료의 생산이 절실히 요구되고 있는 실정이다. 특히 골프장은 대부분이 山林에 건설되는 데 토양침식이 심하고 얇은 表土, 未耕作 土壤, 마사토 등 잔디의 생육에는 절대적으로 불량한 조건을 가진 토양에서 주로 建設되고 있다. 이러한 토양의 地力을 높이고 골프 플레이에 적합한 잔디생육을 위해서는 양질의 유기질 비료의 사용이 많이 요청되고 있으나 잔디에 대한 유기질 비료의 정확한 비효 및 적정량 구명시험이 거의 이루어지지 않고 화학비료 위주의 사용만 이루어지고 있는 실정이다.

골프코스의 잔디밭은 한번 조성되고 나면 특별한 改補修 工事を 하지 않는 한 토양은 耕耘되지 않고 잔디가 지면을 완전히 피복한 상태에서 장기간 지속되므로 토양개량이 극히 어렵게 된다. 따라서 골프코스의 토양은 토양물리적인 측면에서 볼 때 답압에 의한 고결화,^{1,3,4,9} 화학적인 측면에서는 화학비료 위주의 관행적 시비방법에 따른 영양분 공급상의 均衡喪失,^{5,7} 빈번한 관수에 의한 염기의 용탈² 및 토양산성화,¹⁰ 표면시비에 의한 인산의 과잉축적,¹¹ 有用 微生物의 減少¹⁰ 뿐만 아니라

대취와 매트^{6,8,12} 등이 문제시 되고 있다.

골프코스 토양의 이러한 문제점을 耕種的인 관리에 의한 개선책으로 유기질비료의 增施를 들 수 있다. 유기질비료의 사용은 영양분의 균형공급, 유용 미생물의 增大, 토양반응의 矯正 및 粒團化 促進, 유효인산의 고정억제 등으로 토양의 이화학적을 개량할 수 있는 좋은 관리방법이다.¹³ 그러나 국내에는 골프코스 轉用의 유기질비료 개발이 부진할 뿐만 아니라 사용량이나 사용시기 및 방법에 대한 연구도 거의 없는 실정이다.

따라서 본 시험에서는 鷄糞을 주원료로 개발된 한국유기질비료(주)의 유기질비료를 受託받아 새로운 잔디포 조성¹⁴에 있어서 필요한 잔디용 비료로서의 適合性 與否를 檢定하고 한국잔디의 생육과 토양의 화학성 변화에 미치는 영향을 조사하고자 실시하였다.

2. 材料 및 方法

본 시험은 1991년 10월 부터 1992년 12월 까지 경기도 군포시 소재 한국잔디연구소 시험포장과 안양컨트리클럽 증식포에서 供試잔디를 금잔디 (*Zoysia matrella* L. Merr.)로 하여 기비(밑거름) 및 추비(웃거름)시비법으로 나누어 시험하였다.

기비시험圃場 조성은 1991년 10월 1일 한국잔디연구소 시험포장중 無栽培 圃場을 선정하여 알칼리성 비료인 용성인비 50Kg/10a를 사용한 후 트랙트로 耕耘하고 평탄작업 후 1 X 2(m²) 크기로 시험구를 설정한 후 시비량에 따라 5처리로 나누어 난괴법 3반복으로 배치하고 표1과 같이 시험포 조성시에는 전량 기비로 사용하였다. 시비기준

Table. 1 The amount of complex and organic fertilizer applied (unit : g/m²)

Treatments	1991. 10. 1		1992. 5. 20		1992. 9. 20	
	NPK*	O. F**	NPK	O. F	NPK	O. F
Control	0	0	0	0	0	0
NPK	20	0	20	0	20	0
NPK+O. F	20	600	20	600	20	0
1/2NPK+O. F	10	600	10	600	10	0
O. F	0	600	0	600	0	0

*NPK : complex fertilizer (21-17-17)

**O. F : organic fertilizer

은 표1과 같이 유기질비료와 복합비료는 通常 골프장에서 사용하는 시비량과 시비시기를 기준으로 설정하였다. 그 다음 쇼드캣트(폭30cm)로 세高 25mm의 잔디를 폭 30cm, 길이 100cm, 두께 3cm의 크기로 切斷한 후 시험포에 移植한 후 물이 흐르지 않을 정도로 스프링클러를 이용한 관수를 실시하였다.

추비처리포장은 운영되고 있는 골프장의 코스관리와 같은 방식으로 처리하여 시험결과를 바로 코스관리에 적용할 목적으로 설계되었다. 시험장소는 안양골프장 증식포장을 선정하였으며 토양의 표토(0-10cm)는 주로 배토사가 많이 포함되어 있었는데 그 이유는 잔디 증식포로서 보통 3년간 재배한 잔디는 쇼드캣트로 절취해 낸 후 배토

사를 채워 증식했기 때문에 오래된 골프장의 티나 페어웨이의 표토와 같이 모래함량이 많았다. 또한 표토에 함유된 비료성분은 코스에 비하여 적었으며 잔디밀도는 매우 높고 균일하여 시험상 문제는 없었으며 시험포 관리는 시비, 예초, 살수 등은 코스관리와 동일하게 실시하였다.

조사항목으로는 토양의 화학성 분석과 잔디 엽록소 및 乾物重을 측정하였다. 토양분석 항목은 전질소(N), 유효인산(P₂O₅), 치환성 양이온(K, Ca, Mg, Na), pH(1:5) 및 유기물 함량(O.M)을 분석하였으며, 토양시료는 1991년 12월 5일, 1992년 6월 15일, 11월 20일에 각각 채취하여 농업기술연구소 토양분석시험법에 準하여 실시하였다.¹⁴⁾ 잔디의 건물중은 토양시료 채취시 잔디

Table. 2 Chemical properties of the soil before base dressing application.

pH	T-N	Avail-P	O. M	K	Ca	Mg	Na
(1:5)	(%)	(ppm)	(%)	(me/100g)			
6.10	0.06	32	0.86	0.15	4.67	0.83	0.08

Table. 3 Chemical properties of the soil before top dressing application.

pH	T-N	Aval-P	O.M	K	Ca	Mg	Na
(1:5)	(%)	(ppm)	(%)	(me/100g)			
5.72	0.02	37	0.98	0.32	2.45	0.43	0.09

를 채취하여 토양을 분리한 후 물로 洗滌한 후 건조기에서 섭씨 70도의 상태로 24시간 건조시켜 냉각한 후 무게를 측정하였다. 엽록소 함량은 簡易 측정기인 MINOLTA 社(SPAD-502) 製品을 사용하여 각 처리당 第3葉 10個를 택하여 3反復으로 주기적으로 측정하고 그 평균치를 각 처리구의 엽록소함량으로 하였다.

공시비료는 6개월간 호기성 및 혐기성 발효한 제품으로 계분 30, 톱밥 30, 돈분 10, 유박 10, 발효촉진제 10(%) 및 미생물 등이 함유되어 있으며 유기물 함량이 30%, 질소가 2.23%, 인산이 3.31%, 가리가 2.04%로 함유된 비료를 사용하였다.

공시비료의 사용은 1991년 10월 1일에 기비시험의 경우 잔디이식전에 사용하였으며, 추비시험은 전량추비로 사용하였다. 1992년 5월과 9월에 사용할 때에는 기비시험의 경우도 추비시험과 마찬가지로 추비(웃거름)로만 2회 사용하였다.

기비시험前 土壤의 화학성은 표2와 같으며 현재 주로 건설되는 산림토양보다는 양호하나 대체로 무기성분이 부족한 토양이었고 토양산도는 6.1로서 양호하였다.

추비시험전 토양의 화학성은 표3과 같으며 총 질소와 기타 양이온들의 무기성분이 부족한 편이며 산성토양을 나타내었다.

3. 結果 및 考察

유기질비료의 사용이 토양화학성에 미치는 영향을 조사하고자 3회에 걸쳐 분석한 결과는 표 4, 5와 같다.

표4에서와 같이 土壤酸度(pH)의 경우 무시비구(Control)와 복합비료(21-17-17) 시용구에서는 별다른 변화가 없었으나 유기질비료 시용구(O.F)에서는 대체로 弱酸性에서 中性쪽으로 변화하였다. 이것은 유기질비료의 완충능과 제품화 과정에서 발효촉진제로 사용되는 石灰에 의한 中和力에 의한 것으로 사료된다. 그러나 여름철에 採取한 토양에서는 pH가 더 산성쪽으로 변화하였는데 그 이유는 高溫氣에 土壤內 질산태 질소의 증가에 따른 pH 변화에 起因하는 것으로 판단된다.¹⁶⁾ 가장 특이한 것은 유효인산의 증가인데 잔디재배 기간이 늘어날수록 유효인산의 함량이 증가되며, 특히 유기질비료의 사용에 의한 인산 유효화의 촉진은 여러 文獻에서 이미 잘 알려진 사실과 같은 결과를 나타내었다.^{15,17)}

표5와 같이 무시비구와 NPK구를 제외한 처리구에서 토양pH가 증가하였는데, 화학비료의 사용율이 적고 유기질 비료의 사용이 많을수록 pH가 중성쪽으로 기울었다. 유효인산의 경우도 '91년에 비해 '92년에는 상당히 증가하는 경향을 나타내었고, 전질소와 치환성 칼리의 경우는 무비료구에 비해 시비구가 대부분 높게 나타났다.

Table 4. Changes in chemical properties of the soil during growing season of base dressing plot.

Treatments	(1:5)			(ppm)			(%)			(me/100g)														
	pH			T-N			Ava-P			OM			K		Ca		Mg		Na					
	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd			
Control	5.7	6.1	5.5	0.08	0.14	0.03	48	126	309	0.9	0.8	0.7	0.2	0.7	0.4	12.0	25.1	11.2	0.8	1.9	1.1	1.1	0.1	1.0
NPK	5.8	5.4	5.4	0.09	0.06	0.05	60	141	376	1.0	0.9	1.0	0.2	0.5	0.4	13.3	21.8	11.4	0.8	2.3	1.1	1.0	0.0	0.8
NPK+O.F	5.8	5.7	6.7	0.10	0.04	0.22	76	170	595	1.2	1.4	1.7	0.3	0.8	0.7	14.6	23.3	17.3	0.8	2.4	1.1	2.2	0.1	0.9
1/2NPK+O.F	5.7	5.6	6.5	0.13	0.07	0.05	91	139	406	1.1	1.4	1.8	0.3	0.8	0.4	14.0	25.3	15.2	0.8	2.1	1.0	0.3	0.1	0.8
O.F	6.0	5.7	6.6	0.07	0.05	0.04	81	136	470	1.0	1.5	1.6	0.3	0.7	0.4	16.5	24.0	17.6	0.8	2.4	1.0	2.5	0.1	0.9

Table 5. Changes in chemical properties of the soil during growing season of top dressing plot.

Treatments	(1:5)			(ppm)			(%)			(me/100g)														
	pH			T-N			Ava-P			OM			K		Ca		Mg		Na					
	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd			
Control	5.9	6.1	6.1	0.08	0.03	0.02	31	63	119	1.1	0.8	0.7	0.3	0.4	0.3	2.7	7.7	1.3	0.7	3.2	0.8	0.8	0.8	0.8
NPK	5.9	5.7	6.0	0.12	0.04	0.08	34	75	158	0.9	0.9	0.8	0.4	0.5	0.3	2.4	8.3	1.9	0.6	3.1	0.8	0.5	0.1	1.1
NPK+O.F	6.1	6.6	6.3	0.12	0.07	0.02	35	101	186	1.2	1.2	1.4	0.5	0.9	0.3	4.4	9.9	3.1	0.7	3.1	0.7	0.9	0.0	1.1
1/2NPK+O.F	5.9	6.0	6.5	0.12	0.05	0.06	40	74	145	1.4	1.5	1.9	0.4	0.6	0.3	3.7	5.4	3.1	0.6	3.1	0.8	1.6	0.0	0.8
O.F	6.0	5.9	6.8	0.09	0.04	0.07	51	78	200	1.5	1.7	1.9	0.5	0.6	0.3	3.1	6.6	2.1	0.6	3.2	0.7	0.2	0.0	0.9

Table. 6 Changes in chlorophyll contents during growing season of base dressing plot

(unit : m/100cm²)

Treatments	Month / Date								Total	Index
	5/16	6/8	7/9	8/10	9/4	10/7	10/20	11/2		
Control	2.55	2.68	2.65	2.78	2.49	2.33	2.57	1.32	19.37	100.0
NPK	3.02	3.00	2.95	2.75	2.90	2.34	2.61	1.46	21.03	108.5
NPK+O.F	2.92	2.92	2.93	2.71	3.00	2.42	2.45	1.36	20.71	106.9
1/2NPK+O.F	2.92	2.93	2.96	2.77	2.78	2.47	2.66	1.35	20.84	107.5
O.F	2.79	2.87	2.76	2.76	2.93	2.31	2.69	1.39	20.50	105.8

Table. 7 Changes in chlorophyll contents during growing season of top dressing plot.

(unit : mg/100cm²)

Treatments	Month / Date						Total	Index
	5/18	8/10	9/4	10/7	10/20	11/2		
Control	2.71	2.45	2.34	2.43	2.76	1.44	14.13	100.0
NPK	3.21	2.27	2.27	2.45	2.63	1.70	14.53	102.8
NPK+O.F	3.21	2.34	2.59	2.50	2.68	1.57	14.89	105.4
1/2NPK+O.F	3.15	2.30	2.06	2.46	2.52	1.77	14.26	100.9
O.F	2.84	2.34	2.25	2.61	2.65	1.44	14.13	100.0

유기질비료와 화학비료의 시용이 잔디의 엽록소 함량에 미치는 영향을 시기별로 조사한 결과 표 6, 7과 같다.

기비처리의 처리구별 엽록소 함량의 차이를 相互比較하기 위하여 5월 16일 부터 11월 2일까지 8회 측정된 엽록소 함량을 합산해본 결과 표 6과 같이 무시비구가 가장 낮았고 유기질비료 시비구가 그 다음으로 나타났으며, 복합비료 처리구(NPK)가 가장 높게 나타났다. NPK와 NPK+O.F의 처리구가 높은 이유는 복합비료인 21-17-17의 질소는 속효성으로서 흡수가 빠르며 유기질비료의 경우 토양중에서 미생물에 의해서 분

해된 후 질소가 흡수되므로써 잔디의 엽색에는 화학비료보다 못한 것으로 판단된다.

대조구(Control)를 지수 100으로 설정하여 각 처리별로 엽록소 함량을 상대적인 지수로 환산하였을 때 잔디의 엽색은 시비구가 무처리구에 비해 5~8%의 정도 더 높았다.

추비처리는 6회 측정된 엽록소 함량은 표 7과 같이 무시비구와 유기질비료 단용구가 가장 낮았고 NPK+OF가 가장 높게 나타났다. 대조구(Control)를 지수 100으로 설정하여 각 처리별로 엽록소 함량을 상대적인 지수로 환산하였을 때 가장 높게 나타난 NPK+O.F구가 무처리구에 비

해 5% 정도 높게 나타났다.

이는 기비처리와는 다른 결과를 나타낸 것으로써 추비로만 관리하는 잔디포의 경우 잔디의 엽색을 높이기 위해서는 적당량의 유기질비료와 화학비료의 혼용시비가 요구되는 것으로 판단된다.

잔디의 생육량을 조사하고자 건물중을 측정 한 결과는 표 8, 9와 같다.

잔디 休眠時期인 1991년 11월 20일에 1次로 잔디를 채취하여 乾物重을 측정한 결과 표 8과 같이 각 처리구별로 5%의 有意差가 認定되었으며, 무처리구가 가장 낮았고 그 다음은 NPK+O.F처리구, NPK처리구 順이고 가장 높게 나타난 것

은 1/2 NPK+O.F 처리구로서 1年次에서의 결과로만 볼때는 화학비료와 유기질비료의 混合施用이 잔디생육에 가장 좋은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 잔디생육이 가장 왕성한 시기인 1992년 6월과 8월에 채취한 건물중의 측정결과를 보면 6월에 채취한 경우는 1991년 11월에 측정한 결과보다는 높았으나 8월의 경우는 오히려 낮게 나타났다. 이는 골프장의 일상관리에 준해서 澆水를 20mm로 관리하였기 때문이고 다른 측정때에는 30mm로 관리하였기 때문으로 판단된다. 1992년 6월에 채취한 건물중을 비교하여 보면 유기질비료와 복합비료의 사용구가 무처리구보다도 높게 나

Table. 8 Changes in dry weight of zoysiagrass at five different application of fertilizer of base dressing plot. (unit : kg/10a)

Treatments	Year / Month / Date				Total	Index
	91/12/5	92/6/15	92/8/25	2/11/20		
Control	12.36 ^a	16.17 ^d	11.43 ^c	9.96 ^c	49.92	100
NPK	15.41 ^c	18.13 ^{bc}	13.53 ^b	12.66 ^b	59.73	121.1
NPK + O. F	13.38 ^d	18.74 ^b	14.99 ^a	17.19 ^a	64.30	128.7
1/2NPK + O. F	19.12 ^a	17.58 ^c	13.89 ^b	16.17 ^a	66.76	133.7
O. F	16.80 ^b	20.68 ^a	14.66 ^a	17.01 ^a	69.15	139.5

Table. 9 Changes in dry weight of zoysiagrass at five different application of fertilizer of top dressing plot (unit : kg/10a)

Treatments	Year / Month / Date				Total	Index
	91/12/5	92/6/15	92/8/25	2/11/20		
Control	18.73 ^c	21.88 ^b	13.70 ^a	17.05 ^{ab}	71.03	100
NPK	20.71 ^a	26.09 ^a	13.43 ^a	15.43 ^b	81.96	114.9
NPK + O. F	24.06 ^b	23.10 ^{ab}	13.70 ^b	17.66 ^a	78.52	110.0
1/2NPK + O. F	22.66 ^b	24.35 ^{ab}	14.98 ^a	15.67 ^{ab}	77.66	108.8
O. F	28.82 ^a	22.26 ^b	14.40 ^a	16.82 ^{ab}	82.30	115.3

타났으며 相互間 有意差가 인정되었다. 그러나 1991년과 마찬가지로 생육이 왕성한 시기에 측정 한 결과도 복합비료의 單獨處理 보다는 유기질비료와 混用하는 것이 잔디생육에는 더 좋은 效果를 나타내었다.

잔디생육이 停止된 休眠期인 11월 20일에 잔디 시료를 最終적으로 채취한 결과 무처리구, 화학비료+유기질비료 처리구 및 유기질비료 처리구 상호 간에 유의차가 인정되었으나 NPK+O.F, ½ NPK+O.F 및 O.F 처리구 상호간에는 有意差가 인정되지 않았다. 4회에 걸쳐 측정한 건물중을 換算하고 대조구의 건물중을 지수 100으로 설정하여 각 처리구별 건물중을 상대적인 지수로 換算하였을 때 대조구에 비해 복합비료구는 20%, 복합비료+유기질비료구는 약 30%, 유기질비료구는 약 40%의 증수효과를 나타냈다.

추비처리의 건물중 측정 결과는 표9와 같으며, 1년차에서는 화학비료와 유기질 비료를 사용한 것이 무시비구 보다도 효과적이었다. 92년의 경우는 대체로 무시비구와 유기질 비료구에 비해 화학비료 시용구에서 유의차가 인정되었다. 8월25일에 채취한 잔디 건물중이 다른 시기에 채취한 건물중보다 낮은 것은 예고를 낮게하여 예초를 했기 때문으로 사료된다. 100%환산치를 비교하여 보면 무시비구에 비해 시비구가 대체로 13%의 증수가 있었던 것으로 판명되었다.

4. 結 論

본 시험은 기비및 추비로 시용한 유기질비료가 금잔디(*Z. matrella*)의 생육과 토양화학성의 변화에 미치는 영향을 조사한 바 그 결과는 다음과 같았다.

1. 공시 유기질비료는 새로운 잔디포를 조성할 시 잔디용 기비로 적합하였다.
2. 잔디의 엽록소량은 유기질비료 단용구보다

복합비료(21-17-17) 및 유기질비료의 혼용구에서 더욱 많았다.

3. 토양중 유효인산의 함량은 유기질비료의 시용으로 증대되었다.

4. 잔디의 건물중은 무처리구에 비하여 기비처리구는 약 40%, 추비처리구는 약 12%의 증수효과를 나타내어 유기질비료의 시용은 기비처리보다 추비처리보다 효과적이었다.

참 고 문 헌

- 1) Agnew, M. L. and R. N. Carrow. 1985. Soil compaction and moisture stress preconditioning in Kentucky bluegrass. 1. Soil aeration, water use, and root responses. *Agron. J.* 77:872-878.
- 2) Brown, K. W., J. C. Thomas, and R. L. Duble. 1982. Nitrogen source effect on nitrate and ammonium leaching and runoff losses from greens. *Agron. J.* 74:947-950.
- 3) Carrow, R. N. and G. Wiecko. 1989. Soil compaction and wear stress on turfgrass: Future research directions. *Proceedings of the 6th International Turfgrass Research Conferences.* PP. 37-42.
- 4) Carrow, R. N. 1980. Influence of soil compaction on three turfgrass species. *Agron. J.* 72:1038-1042.
- 5) Christians, N. E., D. P. Martin, and K. J. Karnok. 1981. The interrelationship among nutrient elements applied to calcareous sand greens. *Agron. J.* 73: 929-933.

- 6) Dunn, J.H., K.M. Sheffer, and P.M. Halisky. 1981. Thatch and quality of Meyer zoysia in relation to management. *Agron. J.* 73:949-952.
- 7) Fry, J.O., and P.H. Dernoeden. 1987. Growth of zoysiagrass from vegetative plugs in response to fertilizers. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 112:286-289.
- 8) Gibeault, V.A., R. Baldwin, J. Bivins, and D. Hanson. 1976. Evaluation of biological dethatch materials. *Calf. Turf. Cult.* 26:29-30.
- 9) O'Neil, K.J. and R.N. Carrow. 1983. Perennial ryegrass growth, water use, and soil aeration status under soil compaction. *Agron. J.* 75:177-180.
- 10) Sartain, J.B. 1985. Effect of acidity and N source on the growth and thatch accumulation of Tifgreen bermudagrass and on soil nutrient retention. *Agron. J.* 77:33-66.
- 11) Waddington, D.V., T.R. Turner, and J.M. Duich. 1985. Evaluation of turf-grass fertilizers on Kentucky bluegrass. The Pennsylvania State Univ., Agric. Exp. Stn. Progr. Rep. 386
- 12) White, R.H., and Dickens. 1984. Thatch accumulation in bermudagrass as influenced by cultural practices. *Agron. J.* 76:19-22.
- 13) 김성태, 김인섭, 김진원, 김호준, 심규열, 양승원, 이정재. 함선규. 1992. 개정 Golf장 관리의 기본과 실제. 한국잔디연구소.
- 14) 농촌진흥청 농업기술연구소. 1988. 토양화학분석법: 토양, 식물체, 토양미생물.
- 15) 송인주. 1992. 농약사용으로 인한 토양내 이산화탄소 발생과 인의 동태에 관한 연구, 서울대학교 환경대학원 석사논문.
- 16) 유순강, 유순호. 1991. 요소시용 초지의 토양단면에서 pH 및 인산, 유기물과 치환성 양이온 함량의 계절적 변화. *한토비지*. 24(4): 254-259
- 17) 최진희. 1993. 대기중 이산화탄소 증가에 따른 토양내 질소 및 인 동태, 서울대학교 환경대학원 석사논문.