

有機質肥料および微生物資材の施用が芝草の初期生育と刈り込み管理後の再生長に及ぼす影響

前田 良之・岡部 雅子

Effects of Application of Organic Fertilizer and Microbe Complex on Early Growth and Regrowth after Cutting Management in Turf Grasses

Yoshiyuki MAEDA and Masako OKABE

Summary

After standardizing the inorganic nitrogen contents in the soil, effects of application of organic fertilizer and commercial microbe complex on the early growth and the regrowth after cutting management in Kentucky bluegrass, tall fescue and bentgrass were investigated. Five treatments were established as follow: Chemical fertilizer(CF), CF+organic fertilizer(CF+O), CF + microbe complex(CF+M) and CF + O + microbe complex(CF+O+M).

1. While mineralization rates of the nitrogen in the soil were the lowest in CF+O treatment, the rates increased by the addition of microbe complex.

2. After standardizing the inorganic nitrogen contents in the soil, the yield and chemical components of the grasses at early growth stage were similar among the treatments.

3. After cutting management at 3 cm plant length, total nitrogen contents, TTC activities, chlorophyll contents, and glucose and fructose contents in the grasses were the highest in CF+O+M treatment, followed by CF+O, CF+M and CF treatments.

4. Those results indicated the application effects of organic fertilizer and microbe complex on the management in turf grass.

キーワード : 刈り込み管理、芝草、微生物資材、窒素の無機化、有機質肥料.

Key words : Cutting management, Microbe complex, Nitrogen mineralization, Organic fertilizer, Turf grass.

緒言

芝草の管理においては、刈り込み後の再生長のために多用される窒素質肥料由来の硝酸態窒素による土壌や水質の汚染が危惧される^{1,9)}。しかし、芝草植生を維持するには、土壌中で植物が容易に利用できる量の無機態窒素も確保しなければならない。従って、土壌汚染を回避しつつ、適量の利用可能な窒素を芝草へ供給することが重要であり、そのための一つの方法として、有機質肥料の有効性と適切な利用法を検討する必要がある。

有機質肥料の場合、土壌中において有機態窒素は無機態窒素へ変化し、硝酸態やアンモニウム態窒素として植物に利用される⁴⁾。芝草の初期生育および再生長に対して最適な量の無機態窒素を確保するには、過剰の硝酸態窒素の発生を抑制する一方、有機態から無機態への変化が芝草の吸収量に応じて適度に促進されることも十分に考慮されなければならない。特に、刈り込み回数の多い芝草は窒素要求量が高く、有機質肥料の施用のみでは必要な窒素を供給できない可能性も考えられる。

そこで、糸状菌と酵母菌を珪藻土に混ぜた微生物資材を土壌に添加することで土壌微生物活動を刺激

東京農業大学応用生物科学部 (156-8502 世田谷区桜丘1-1-1)

Tokyo University of Agriculture, 1-1-1, Sakuragaoka, Setagaya-ku, Tokyo, 156-8502 Japan

し、有機質肥料中の窒素の無機化を促進することを計画した³⁾。その一環として本試験では、有機質肥料および微生物資材の芝草の植生管理に対する効果を、特に初期生育と刈込み管理後の再生長の面から検討した。

材料および方法

1. 試験処理

供試肥料として化成肥料(N-P₂O₅-K₂O=10-13-12, %)と骨粉やパーマヤシを主体とした有機質肥料(N-P₂O₅-K₂O=7-7-4, %)を、また供試草種としてケンタッキーブルーグラス(品種: パーティティア)、トールフェスク(品種: アリッド3)およびベントグラス(品種: ペンクロス)を用いた。土壤微生物資材として糸状菌を酵母菌を珪藻土に混ぜた市販製品(商品名: バクタモン)を使用した。

試験処理として、対照である化成肥料単独施用区(化成区)、化成肥料+有機質肥料混合施用区(有機質肥料区)、化成肥料+微生物資材混合施用区(微生物資材区)及び化成肥料+有機質肥料+微生物資材混合施用区(有機質肥料+微生物資材区)を各区10連で設定した。なお、微生物資材は50 g/m²相当量(1/5,000 aポット当たり1 g)を土壤に混合した。

2. 無機化試験

微生物資材の施用法と効果については不明な点も多いことを考慮して、供試肥料および土壤微生物資材施用時の土壤中の無機態窒素量を統一することを試みた⁸⁾。従って、供試肥料等からの窒素供給量を把握するため、まず1/5,000 aポットを用いて無栽培での無機化試験を行った。すなわち、供試土壤である市販の未耕地黒ぼく土(表1)100 gに対して全窒素量として50mgとなるように後述する供試肥料および微生物資材を混合した後、土壤水分が最大容水量の50%となるように加水し、30℃に設定した恒温機内に放置した。その後、1週間ごとに11週間まで土壤を採取して硝酸およびアンモニウム態窒素量を測定した。各処理区の無機化率は、無機化率(%)=(硝酸態窒素量+アンモニウム態窒素量)/全窒素量×100により算出した。

化成肥料と有機質肥料の混合は、施用する全窒素量が化成肥料2:有機質肥料1の由来割合となるように行ったが、微生物資材中の窒素含有率は

0.18%と低かったため混合に際して考慮しなかった。従って、無機化試験におけるポット当たりの化成肥料+有機質肥料施用量(g)は、それぞれ化成区で17.5-0、有機質肥料区で11.6-8.33、微生物資材区で17.5-0、及び有機質肥料+微生物資材区で11.6-8.33と決定した。

3. 栽培試験

無機化試験の結果から、各区のポット当たりの肥料施用量を決定後、1/5,000 aポットに肥料および微生物資材を混合した土壤を3.5kg入れた。

1週間後にケンタッキーブルーグラス、トールフェスクおよびベントグラス種子を、それぞれ15、15、10 g/m²の割合で播種した。発芽後、草丈が20cmに達した時点で、準備したポットの半数は地上部を刈り取り、初期生育時の試料とした。残りの草丈20cmのポットは、芝草の刈り込み管理をシミュレートして以下の処理を行った。まず草丈15cmに刈り取り、その後、20cmに生育した時点で10cmに、15cmに生育した時点で8cmに、10cmに生育した時点で5cmにそれぞれ刈り取り、最終的に3cmの草丈にそろえた。さらに1週間生育させた後、地上部、根部および土壤を採取した。なお、栽培はバイオトン室内(温度25℃、湿度65%)で行い、2日毎に土壤水分が最大容水量の50%となるように灌水した。

4. 土壤および植物体中の化学成分

土壤は乾燥後2mmの篩いを通して分析用試料とした。土壤中のアンモニウム態窒素は塩化カリウム液浸出-水蒸気蒸留法、硝酸態窒素は塩化カリウム液浸出-デバルダ合金還元-水蒸気蒸留法で定量した。可給態リン酸はトルオグ法で、交換性陽イオンは試料に0.1N酢酸アンモニウム液を加えて遠心分離後、ろ液を原子吸光・炎光法で分析した。pHはガラス電極法、電気伝導率(EC)はECメーターで測定した。

一方、刈り取った芝草の地上部および根部は新鮮物のまま、または凍結乾燥して重量を測定後、粉碎し、以下の各項目について常法により分析した。マグネシウムおよびカルシウムは硝酸-過塩素酸で分解後に原子吸光法で、同じくカリウムは炎光法で、硝酸態窒素は新鮮物を純水で抽出後にイオンクロマトグラフィー(ダイオネクス社製DX-100)で、全窒素は乾燥試料をNC-Analyzer

で定量した。根活性はトリフェニルテトラゾリウムクロライド (TTC) 法²⁾から、葉部クロロフィル含量は新鮮物試料を80%アセトンとともに磨砕・抽出後645と663nmの吸光度から求めた⁷⁾。地上部のグルコースおよびフルクトース含量は、凍結乾燥した試料を80%エタノールで抽出後、高速液体クロマトグラフィー (HPLC、島津製作所製 LC-10Aシステム) で測定した。

結 果

1. 無機化試験

芝草に供給する無機態窒素量を統一するには、有機質肥料等から無機化する窒素量を把握する必要があるため、無機化試験を行った。無機化試験開始2週間後の化成区、有機質肥料区、微生物資材区及び有機質肥料+微生物資材区の無機化率はそれぞれ83、70、75及び80%を示した。その後、化成区は5週間後から低下傾向を示したが、他の処理区は11週まではほぼ一定の値で推移した (図1)。この結果を基礎として、無機化試験開始2週後の化成区を100とした、有機質肥料区、微生物資材区及び有機質肥料+微生物資材区の相対値84、90及び96から無機化補正係数1.19、1.11及び1.04を算出した。

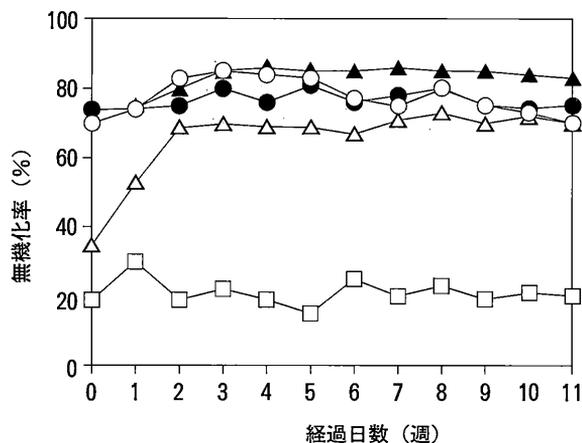


図1. 供試肥料含有窒素の無機化率の変化

□ 無施用区 ○ 化成区 (対照区) △ 有機質肥料区
● 微生物資材区 ▲ 有機質肥料+微生物資材区

化成区: 化成肥料単独施用区、有機質肥料区: 化成肥料+有機質肥料混合施用区、微生物資材区: 化成肥料+微生物資材混合施用区 および有機質肥料+微生物資材区: 化成肥料+有機質肥料+微生物資材混合施用区

栽培試験では、この無機化補正係数を用いて各処理区の無機態窒素量を統一した。すなわち、化成区の1/5,000aポット当たり施用全窒素量を0.6g (30kg/10a)に設定し、その他の処理区の無機態窒素量を化成区 (対照区) に統一した。従って、窒素の無機化率を考慮したポット当たりの化成肥料-有機質肥料施用量 (g) は、それぞれ化成区で6.00-0、有機質肥料区で4.76-3.40、微生物資材区で6.66-0、及び有機質肥料+微生物資材区で4.16-2.97と決定した。従って、全窒素、リン酸およびカリウムのポット当たりの施用量 (g) は、それぞれ化成区で0.6、0.78および0.72、有機質肥料区で0.71、0.86および0.71、微生物資材区で0.67、0.87および0.80、及び有機質肥料+微生物資材区で0.62、0.75および0.62となった。なお、微生物資材区と有機質肥料+微生物資材区では、ポット当たり微生物資材1gが上乘せ施用されている。

2. 土壌の化学成分含量の変化

土壌の化学成分含量の変化を表1に示す。栽培前の土壌は無機態窒素量を統一した結果、アンモニウム態窒素は34~35mg/100g、硝酸態窒素は約12mg/100g、及びアンモニウム態窒素+硝酸態窒素合計は46~47mg/100gで、いずれの処理も同程度であった。可給態リン酸は化成区でやや低い値であった。交換性カリウム、カルシウム及びマグネシウムは有機質肥料や微生物資材を施用した区で高く、交換性ナトリウムでは処理区間差がなかった。一方、栽培終了時では、有機質肥料を施用した区でアンモニウム態窒素及び硝酸態窒素含量が高かった。

表 1. 土壌の化学成分

処理区	pH (H ₂ O)	EC (mS/cm)	可給態リン酸			交換性陽イオン			
			(P ₂ O ₅) (mg/100g、乾土)	NH ₄ -N (mg/100g、乾土)	NO ₃ -N (mg/100g、乾土)	K (mg/100g、乾土)	Na (mg/100g、乾土)	Ca (mg/100g、乾土)	Mg (mg/100g、乾土)
無施肥土壌 (供試土壌)	5.6	0.24	3.04	3.95	6.68	1.12	0.95	9.28	2.14
化成区 (対照区)									
栽培前	6.2	0.44	13.2	33.9	12.2	65.1	8.69	231.3	43.2
栽培後	5.7	0.31	6.01	2.81	11.9	40.2	23.5	200.2	35.8
有機質肥料区									
栽培前	6.1	0.52	20.2	34.8	12.5	89.4	7.67	292.5	76.1
栽培後	5.6	0.62	6.18	4.8	20.3	58.4	17.2	180.4	35.2
微生物資材区									
栽培前	6.1	0.43	18.9	34.1	12.1	72.2	8.03	260.3	55.1
栽培後	5.7	0.32	6.02	2.1	10.5	48.3	23.8	232.4	39.2
有機質肥料+微生物資材区									
栽培前	6.1	0.53	21.3	35.1	12.1	87.3	8.11	320.5	73.1
栽培後	5.6	0.61	6.51	5.8	23.5	59.2	19.3	211.4	30.5

表 2. 生育初期の芝草の生育量および化学成分

処理区	生育量 (新鮮物 t/10a)	K	Mg	Ca	NO ₃ -N	全 N
ケンタッキーブルーグラス						
化成区	0.38	3.5	0.25	0.21	0.22	2.4
有機質肥料区	0.38	4.1	0.22	0.26	0.22	2.5
微生物資材区	0.38	3.6	0.25	0.32	0.25	2.4
有機質肥料+微生物資材区	0.37	4.2	0.21	0.35	0.21	2.5
トールフェスク						
化成区	0.38	3.1	0.32	0.32	0.15	2.5
有機質肥料区	0.36	3.2	0.33	0.33	0.16	2.6
微生物資材区	0.36	3.2	0.31	0.38	0.12	2.4
有機質肥料+微生物資材区	0.37	3.1	0.35	0.41	0.15	2.4
ペントグラス						
化成区	0.28	3.2	0.54	0.38	0.18	2.1
有機質肥料区	0.28	3.2	0.56	0.41	0.15	2.3
微生物資材区	0.27	3.4	0.55	0.44	0.21	2.4
有機質肥料+微生物資材区	0.27	3.5	0.53	0.48	0.21	2.1

表 3. 刈り込みによる草丈調整後の芝草の化学成分

処理区	K	Mg	Ca	NO ₃ -N	全 N
ケンタッキーブルーグラス					
化成区	3.1b	0.23	0.24	0.09	1.3c
有機質肥料区	3.5a	0.22	0.23	0.12	2.2a
微生物資材区	3.1b	0.21	0.27	0.11	1.8b
有機質肥料+微生物資材区	3.5a	0.21	0.35	0.11	2.3a
トールフェスク					
化成区	2.8	0.22	0.18b	0.09	1.1c
有機質肥料区	2.8	0.21	0.19b	0.11	2.1a
微生物資材区	3.1	0.21	0.18b	0.11	1.5b
有機質肥料+微生物資材区	2.8	0.22	0.35a	0.12	2.2a
ペントグラス					
化成区	2.8	0.51	0.33	0.08	1.1c
有機質肥料区	2.8	0.49	0.35	0.11	2.1a
微生物資材区	2.7	0.48	0.38	0.12	1.4b
有機質肥料+微生物資材区	3.1	0.53	0.41	0.12	2.2a

a, b, c : 異文字間に 5%水準で有意差あり。

3. 生育初期の芝草の生育量と化学成分

生育初期のケンタッキーブルーグラス、トールフェスク及びペントグラスの生育量及び地上部の化学成分を表2に示す。3草種ともに新鮮物重量、カリウム、マグネシウム、カルシウム、硝酸態窒素及び全窒素含量に処理区間の差は認められなかった。

4. 刈り込みによる草丈調整後の芝草の化学成分

草丈調整後の芝草の化学成分を表3に示す。カリウム含量はケンタッキーブルーグラスの有機質肥料区および有機質肥料+微生物資材区で、カル

シウム含量はトールフェスクの有機質肥料+微生物資材区でそれぞれ有意に高かった ($P < 0.05$)。全窒素含量は3草種に共通して有機質肥料+微生物資材区 > 有機質肥料区 \geq 微生物資材区 > 化成区の順に高い値であった。

刈り込み調整後の芝草の根部TTC活性値 (図2)、葉部のクロロフィル含量 (図3)、地上部グルコースおよびフルクトース含量 (図4および5) はいずれも3草種ともに化成区で最も低く、有機質肥料+微生物資材区で最も高かった。また、化成肥料に微生物資材を添加した場合、これらの値は化成区を上回った。

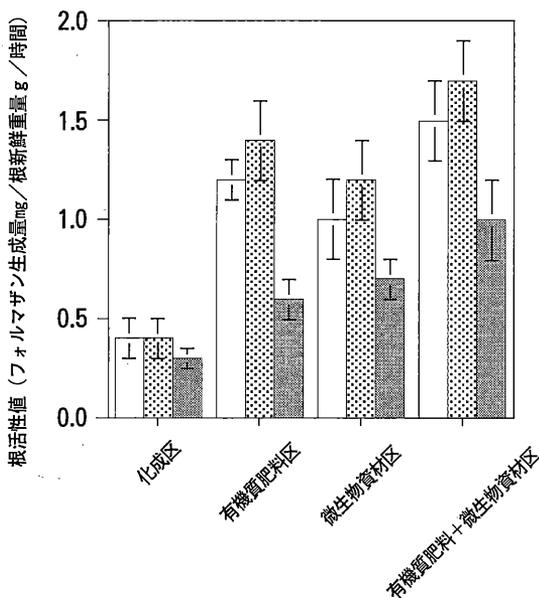


図2. 根部トリフェニルテトラゾリウムクロライド (TTC) 活性の変化
□:ケンタッキーブルーグラス, ▨:トールフェスク, ■:ペントグラス
図中の垂直線は標準誤差を示す。

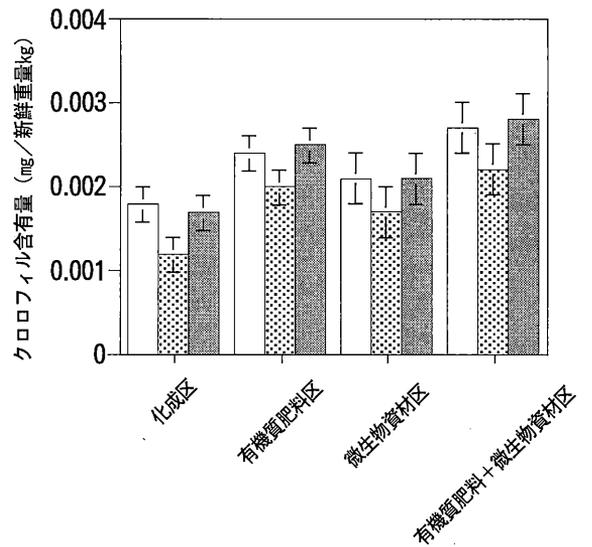


図3. 葉部クロロフィル含有量の変化

□:ケンタッキーブルーグラス, ▨:トールフェスク, ■:ペントグラス
図中の垂直線は標準誤差を示す。

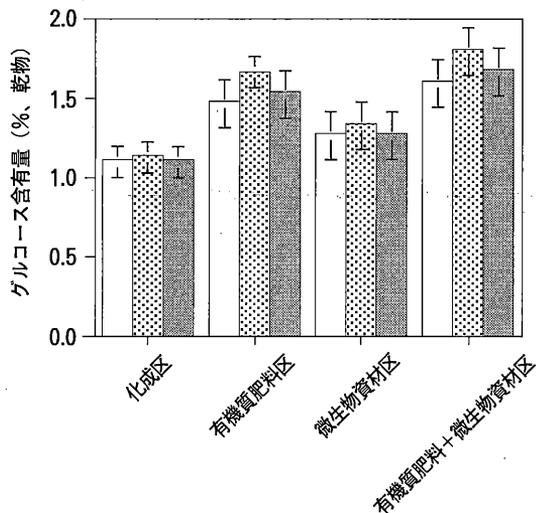


図4. 地上部グルコース含有量の変化

□:ケンタッキーブルーグラス, ▨:トールフェスク, ■:ペントグラス
図中の垂直線は標準誤差を示す。

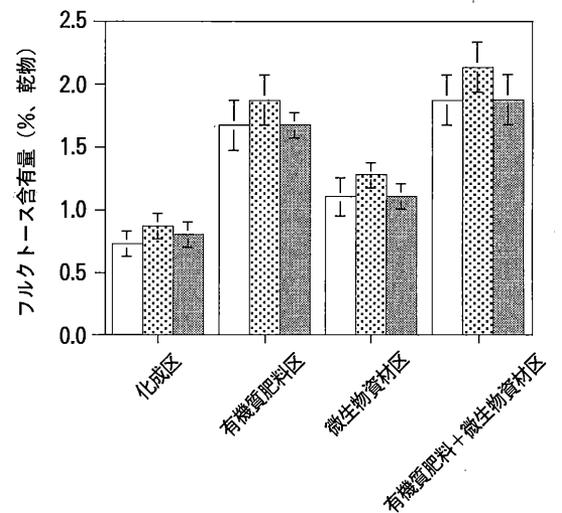


図5. 地上部フルクトース含有量の変化

□:ケンタッキーブルーグラス, ▨:トールフェスク, ■:ペントグラス
図中の垂直線は標準誤差を示す。

考 察

本試験は、芝草の生育に対する有機質肥料および微生物資材の施用効果を、土壌中の無機態窒素量を統一したうえで検討した。土壌中における化成肥料や有機質肥料由来の窒素の無機化率は有機質肥料区で最も低かったが、有機質肥料+微生物資材区からわかるように、微生物資材の施用によってこれらの無機化率は顕著に高まった(図1)。また、微生物資材区の無機化率は試験開始後6週までは化成区よりも低く、その後は同様に推移した。このことは、同区では試験の前～中期において無機化が抑制されたと理解される。微生物資材の製法、製品の成分などの詳細は、営業秘密に関わることから明らかにされていないものの、一般的に有機物分解の促進効果および病害軽減効果が挙げられ、本試験で供試した微生物資材(商品名:バクタモン)には過剰窒素の抑制と肥料効果調整も記載されている³⁾。従って、これらを考慮すると、上述したように微生物資材の施用により有機質肥料などに含有されている窒素が土壌中で活発に無機化される一方、化成肥料中の窒素の急激な無機化が抑制された本試験の結果は、有機質肥料と微生物資材を用いると、土壌汚染を回避しつつ窒素成分を効率的に芝草へ吸収させることができる可能性を示唆している。

供試した3草種ともに初期生育時の地上部重量、および化学特に窒素成分に処理区間差がなかったことは(表2)、土壌中の無機態窒素量を統一した影響が反映したものと思われた。しかし、刈り込み管理後の全窒素含有量(表3)、根部TTC活性(図2)、葉部クロロフィル含有量(図3)、地上部のグルコースおよびフルクトース含有量(図4および5)は、いずれも化成肥料を単独施用した化成区で最も低かったのに対し、化成肥料に有機質肥料や微生物資材を施用すると高まった。その傾向は有機質肥料+微生物資材区>有機質肥料区>微生物資材区の順であった。これらの結果は、外観上の美しさが重要な芝草で、化成肥料に微生物資材や有機質肥料を施用することが、養分吸収や体内の代謝活性に影響する根活力や地上部糖類の増加と密接に関連し²⁾、緑色要因としての地上部の全窒素およびクロロフィル含量を少なくとも1回の刈り込み調整時には高めることを示している。ただし、土壌中の無機態窒素を統一した結果、有機質肥料や微生物資材区では有機質肥料施用量が高まり、窒素以外の施用成分が増加したことも、これらの結果が得られた原因

の一つと考えられる。今後、本試験では設定しなかった有機質肥料単独施用区、あるいは有機質肥料と微生物資材のみを施用した区を追加し、全窒素量およびリン酸、カリウムなどの無機態窒素以外の成分量を統一した実験を合わせて行い、両資材の施用効果をさらに検討する必要がある。

栽培後の跡地土壌中のアンモニウム態および硝酸態窒素含有量は、草種にかかわらず有機質肥料を施用した区で高く、特に有機質肥料と微生物資材をともに施用した区が最大であった(表1)。これは、無機態窒素量を各処理区で統一したために有機態窒素量が有機質肥料を施用した区で多くなり、その無機化が栽培終了時でも土壌中で進行していたことによると推測される。実際の芝草管理では本試験とは異なり、少なくとも年間5回以上の刈り込み調整が行われるので、降雨や地温などの気象環境条件に起因する肥料成分の流失や微生物活性の変動が大きいと考えられる^{1,5,6)}。そのため、残存窒素量を含めた有機質肥料や微生物資材の芝草への影響については、今後、刈り込み調整回数を増やすなど実規模での圃場試験で解析することが望まれる。

以上から、有機質肥料や微生物資材の施用は、土壌汚染を回避しつつ芝草が効率的に窒素を吸収するため、地上部の全窒素含量やクロロフィル含量を高めるなど芝草の植生管理に有効であることが指摘される。

引用文献

- 1) 青木孝一(1996) 環境保全を目指した芝草の管理技術. 農業技術 51, 49-53.
- 2) 二見敬三(1991) 根活性診断法. 植物栄養実験法(植物栄養実験法編集委員会 編) 博友社. 東京. pp.52-54.
- 3) 堀 兼明・樋浦康一郎(1989) 微生物資材. 有機質肥料と微生物資材(伊達 昇編). 農文協. 東京. pp.142-174.
- 4) 熊沢喜久雄(1990) 植物栄養学大要. 養賢堂. 東京. pp.93-135.
- 5) 久能 均・井上恵美・中野洋美・小林一成(1997) 市販の微生物資材を利用したダラースポット病の生物防除(1)防除効果の室外、圃場検定. 芝草研究 25, 121-134.
- 6) 前田良之・武長 宏(2002) 牛糞尿過剰散布草地に生育するリードカナリーグラス(*Phalaris arundinacea* L.)が土壌中の硝酸態窒素の動態に及ぼす影響. 人間と環境 28,

119-128.

- 7) 元村佳恵・大川 亘 (1995) 植物色素の定量. 植物生産農学実験マニュアル (日向康吉・羽柴輝良編). ソフトサイエンス社, 東京. pp.307-309.
- 8) 中川祥治・山本秀治・五十嵐勇紀・田村夕利子・吉田企世子 (2000) 堆肥および有機質肥料の施用がコマツナ (*Brassica campestris* L. rapifera group) の硝酸、糖、アスコルビン酸および β -カロチン含量に及ぼす影響. 土肥誌 71, 625-634.
- 9) 富森聡子・長屋祐一・谷山鉄郎 (1994) ゴルフ場排水の農薬・肥料成分による水質汚染. 日作紀 63, 442-451.

摘 要

土壤中の無機態窒素量を統一し、ケンタッキーブルーグラス、トールフェスク、ベントグラスの初期生育および刈り込み管理後の再生長に対する有機質肥料と微生物資材の施用効果を検討した。対照であ

る化成肥料単独施用区 (化成区)、化成肥料+有機質肥料混合施用区 (有機質肥料区)、化成肥料+微生物資材混合施用区 (微生物資材区) および化成肥料+有機質肥料+微生物資材混合施用区 (有機質肥料+微生物資材区) を設定した。

1. 土壤中における施用肥料あるいは資材の窒素の無機化率は有機質肥料区で最も低かったが、微生物資材の施用によって高まった。
2. 試験開始時の土壤中の無機態窒素量を統一した結果、芝草の初期生育時の生育量および化学成分に処理区間差はなかった。
3. 刈り込み管理後の芝草の全窒素含有量、根部TTC活性、葉部クロロフィル含有量、地上部グルコースおよびフルクトース含有量は化成区で最も低く、有機質肥料+微生物資材区 > 有機質肥料区 > 微生物資材区の順に高い値を示した。
4. 以上の結果から、有機質肥料および微生物資材の施用が芝草の植生管理に有効であることが示唆された。