

# 公共緑地における土壌のCO<sub>2</sub>固定に関する研究

Research on CO<sub>2</sub> fixation of soil in public open spaces

(研究期間 平成 23～25 年度)

道路研究部 緑化生態研究室  
Road Department  
Landscape and Ecology Division

室長 栗原 正夫  
Head Masao KURIHARA  
主任研究官 山岸 裕  
Senior Researcher Yutaka YAMAGISHI

In this study we tried to estimate the CO<sub>2</sub> fixation of soil in public green spaces like city parks and revegetation slopes along a road by experiment. There are many studies on forest soil. However, there are few studies on soil in public green spaces. We made experimental grass plots in 2011 to investigate continuously. Then, we had analyzed the amount of carbon in the soil for two years.

## 〔研究目的および経緯〕

これまで芝生地については、地上部が一定の高さに刈り取られ、刈草は搬出されることもあり、吸収源の対象としては扱われてこなかったが、外崎らが行った調査<sup>1)</sup>により、東京都内の開設年度が異なる都市公園における土壌調査により、都市公園の土壌が二酸化炭素の吸収源であることを確認し、公園整備後概ね 20 年間の炭素蓄積速度を推計している。しかし、増加する場合には、どのようなメカニズムで土壌内の炭素量が増加するのかが明らかになっておらず、メカニズムの解明と、継続調査による増加量の算定式の作成が求められている。

そこで本研究では、芝生地において土壌中に蓄積される炭素量の増加は、①光合成によって空気中の二酸化炭素を取り込んだ芝が、②地上部と同様に根茎にも蓄積を続け、③地上部は刈り込まれるものの、④根系の枯死物が土壌内に還元されることによって、⑤土壌内の炭素量が増加するのではないかという仮説を立てている。また、それを立証するために、芝生の地上部と共に生きた根の成長量や枯死量及び、土壌中の炭素量の変化を継続して正確に調査することにより、その変化量を正確に把握し、そのことにより土壌中の炭素量の増加のメカニズムを明らかにできるのではないかと予測している。

## 〔研究内容〕

### 1. 研究方法

研究は、国土技術政策総合研究所構内緑化圃場にワグネルポットによる屋内試験区及び屋外試験区を設置して行った。

### 1.1 試験区の設定

#### 1) 草種

草種は暖地型として、維持管理の容易な日本芝のノシバ及び西洋芝のセンチピードグラスを用いた。寒地型としては、西洋芝のケンタッキーブルーグラスを用いた。ただし、屋外試験区については、寒地芝は用いなかった。なお、屋内・屋外試験区とも対照区として、無植栽区も設置した。

#### 2) 通常刈込区・非刈込区

屋内・屋外試験区とも全ての草種で、通常刈込区及び非刈込区を設置した。刈草については、屋内・屋外試験区とも除去することとした。刈込回数は、屋内・屋外とも、芝生の成長期に月 1 回程度とし、刈高は 3cm とした。

#### 3) 客土区・非客土区

屋内・屋外試験区とも試験区設置の際の土壌は、黒土を深度 30cm の深さまで客土して用いた。なお、屋外試験区においては、緑化圃場周辺に客土していない土壌区も対照区として 3 箇所程度設置した。

### 1.2 計測対象

#### 1) 試料採取

各試験区及び対照区毎に、上部 (5cm)、中部 (15cm)、下部 (25cm) の土壌を Daiki の採土器 DIK-1601 を用いて、各調査区 2～3 箇所程度から計 300g 程度採取することとした。

試料採取は、降雨時及び降雨直後を避け、第 1 回目は 2012 年 10 月 29 日～11 月 2 日、第 2 回目は 2013 年 2 月 27 日～3 月 1 日、第 3 回目は 2013 年 9 月 4～5 日、第 4 回目は 2014 年 2 月 4～5 日に行った。

#### 2) 土壌分析

土壌分析の対象としては、①pH、②電気伝導度 EC、③全窒素、④全炭素、⑤CN 比とした。各分析項目は、土壌環境分析法（博友社、土壌環境分析法編集委員会編、1997）に基づいて行うこととした。pH はガラス電極法、電気伝導度 EC は 1 : 5 水浸出法により行った。全炭素・窒素含有量は乾式燃焼法により分析を行い、CN 比はその計算値とした。

### 3) 植物成長量調査

屋内試験区においては、植物生長量調査として、①草丈、②緑被率、③刈込した場合の刈草の乾燥重量、④土壌分析を行った個体の地上部乾燥重量及び地下部乾燥重量（ただし、土壌調査のサンプルを除外した部分）を行った。

### 4) 環境要因

環境要因として、屋内試験区では、気温の計測を行った。

## 2. 試験区の設定

### 2.1 屋内試験区

#### 1) 試験区の設定

1.1 で説明したとおり、屋内試験区については、暖地型の日本芝及び西洋芝、寒地型の西洋芝を用いて、以下のような試験区を設定した。

試験区①：日本芝（ノシバ）、刈込区

試験区②：日本芝（ノシバ）、非刈込区

試験区③：西洋芝（センチピードグラス：暖地型）、刈込区

試験区④：西洋芝（センチピードグラス：暖地型）、非刈込区

試験区⑤：西洋芝（ケンタッキーブルーグラス：寒地型）、刈込区

試験区⑥：西洋芝（ケンタッキーブルーグラス：寒地型）、非刈込区

試験区⑦：無植栽区（対照区）

繰り返しを 3 とし、年 2 回の土壌分析を行えるように試験区を設定した。

屋内試験区の刈込区では、全ての草種で刈込を 7 月から 10 月の毎月上旬に行った。

#### 2) 試験区の設定

試験区は、緑化圃場内の温室に平成 24 年度 2 月に設置した。各試験区は、温室内の作業テーブルにランダムに配置した。ノシバは、張り芝で施工を行った。なお、センチピードグラス及びケンタッキーブルーグラスについては、播種時期ではなかったため、同年 4 月下旬に播種した。播種量は、各種苗の取扱説明に従いセンチピードグラスで 12g/m<sup>2</sup>、ケンタッキーブルーグラスで 50ml/m<sup>2</sup>とした。

#### 3) 維持管理

灌水は、季節により週 1~2 回程度自動により行うこととした。温室上部の窓は一定温度以上になると開閉するように設定し、温室側面の窓も適宜開閉するなどして、温室内が高温になるのを防止した。また、除草

については、適宜行った。

### 2.2 屋外試験区

#### 1) 試験区の設定

1.1 で説明したとおり、屋内試験区については、暖地型の日本芝及び西洋芝を用いて、以下のような試験区を設定した。

試験区①：客土区、日本芝区（ノシバ）、刈込区

試験区②：客土区、日本芝区（ノシバ）、非刈込区

試験区③：客土区、西洋芝区（センチピードグラス）、刈込区

試験区④：客土区、西洋芝区（センチピードグラス）、非刈込区

試験区⑤：客土区、無播種区（対照区）

繰り返しを 3 とし、15 区の試験区を設定した。

屋外試験区の刈込区では、ノシバでは 7 月から 10 月、センチピードグラスでは 8 月から 10 月、の毎月上旬に刈込を行った。

また、試験区以外の対照区として、対照区⑥：（無客土区、自然草地）を緑化圃場周辺に 3 箇所設置した。

#### 2) 試験区の設定

試験区は、緑化圃場内の屋外に平成 24 年度 2 月に設置し、各試験区についてはランダムに配置することとした。ノシバは、張り芝で施工を行った。なお、センチピードグラスについては、播種時期ではなかったため、同年 4 月下旬に播種した。播種量は、種苗の取扱説明に従いセンチピードグラスで 12g/m<sup>2</sup>とした。

なお、周辺樹木の落葉の腐朽による影響を受けないように、周辺部及び上部は風通しのよいネットで遮断することとした。

#### 3) 維持管理

灌水は、ノシバが成長を開始する時期及びセンチピードグラスの播種後に行うこととしたが、それ以降は行わないこととした。除草については、適宜行った。

## 3. 結果と考察

### 3.1 各試験区の植生の変化

各試験区の植生変化として草丈及び緑被率を毎月中旬に計測した。なお、以下に示す数値は、各試験区の平均値である。緑被率については、屋内試験区では、ワグネルポットの真上 30cm 程度の上部から、屋外試験区では毎回定位置からデジタルカメラで撮影し、Adobe Photoshop を用いて計測した。Adobe Photoshop では、色域指定の機能を用いて、各草種の生体の色を指定して生体を抽出し、そのピクセル数を計測し、試験区全体（屋内試験区では、ワグネルポットの円形、屋外試験区では正方形）のピクセル数と比較することにより緑被率を抽出した。

#### 1) 屋内試験区

##### ①草丈及び緑被率

・草丈

非刈込区の初年度では、ノシバについては6月、センチピードグラスとケンタッキーブルーグラスについては7月頃まで急速に成長するがその後横ばいになる。2年目は、ノシバはその後も成長し、18cmくらいまで成長した。センチピードグラスとケンタッキーブルーグラスでは、横ばいであった。

刈込区の初年度は、7月から刈込を開始しているため草丈が下降気味になっている。2年目は、刈込を開始してから、どの草種も刈込高の3cm程度になっている。(図-1)

・緑被率

特に初年度は、刈込区、非刈込区の差よりは、草種で差が見られた。一般的に、屋外試験区では、ノシバ、センチピードグラスとも100%近い緑被率になったが、屋内試験区では、屋外よりも緑色にならず、Adobe

Photoshop を用いた色域指定による判別では、用いた色にもよるが高い被覆率にはならなかった。ただし、被覆という意味では、ケンタッキーブルーグラス以外のノシバ、センチピードグラスとも完全に被覆していた。(図-2)

ノシバでは、張り芝で行ったため、観測期間当初より、高い緑被率を示していたが、初年度は、8月をピークに枯れが目立ち下降気味となった。2年目も6、7月をピークに枯れが目立ち下降した。

センチピードグラスは、初年度は、6月をピークに急速に緑被率が拡大したが、葉の色の变化で、その後下降気味となった。2年目も同様に9月をピークに下降した。

ケンタッキーブルーグラスは、初年度は7月にピークに横ばいとなったが、計測期間中の11月まで成長を

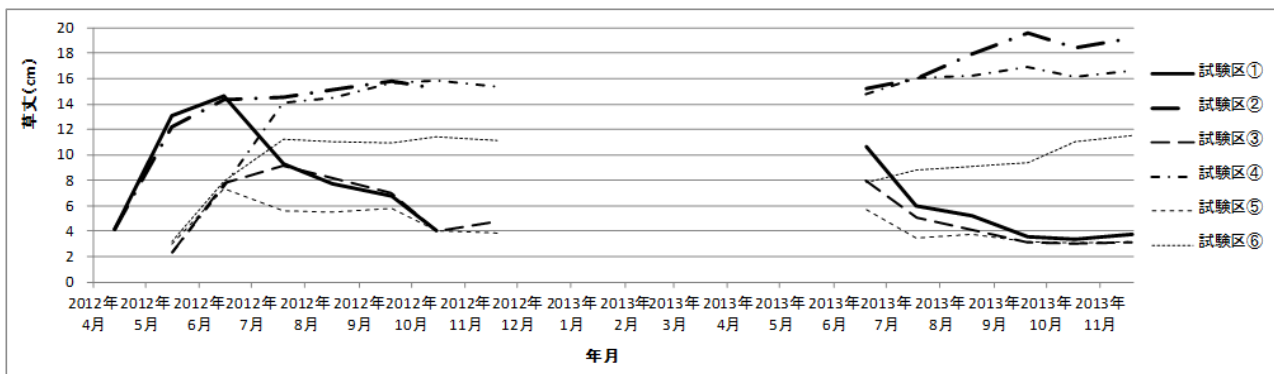


図-1 計測期間中の草丈の変化(屋内試験区：各試験区 n=19~30)

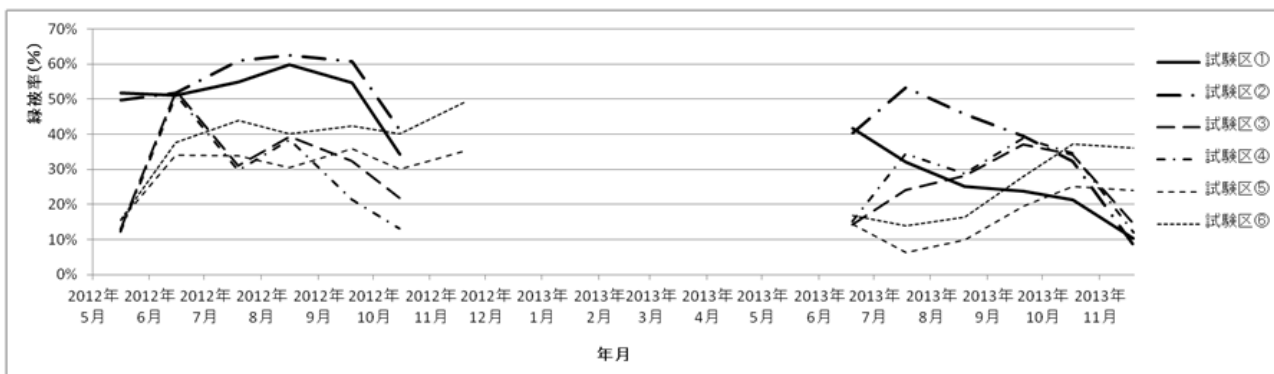


図-2 計測期間中の緑被率の変化(屋内試験区：各試験区 n=19~30)

表-1 計測期間中の植物体生長量の変化

(第1~4回:刈草、葉及び根 n=3、H24~25:n=21)

	植物体生長量(乾重)(g)																
	第1回				第2回				第3回				第4回				H24~25 <sup>注)</sup>
	刈草	葉	根	計	刈草	葉	根	計	刈草	葉	根	計	刈草	葉	根	計	刈草
試験区①	4.7	8.5	11.5	24.8	6.1	7.6	7.7	21.4	8.5	9.4	13.5	31.4	8.0	8.1	11.9	28.0	8.7
試験区②		11.3	14.0	25.3		9.7	9.3	19.0		17.0	21.1	38.1		16.7	15.9	32.5	
試験区③	6.0	7.3	6.8	20.1	3.9	4.7	3.5	12.1	5.0	5.6	10.9	21.5	6.0	8.5	9.4	23.9	5.9
試験区④		8.8	7.4	16.2		6.6	3.9	10.5		17.1	15.6	32.8		30.4	20.6	50.9	
試験区⑤	1.7	1.2	2.6	5.5	2.0	0.8	2.3	5.1	1.9	1.4	5.4	8.7	1.7	2.1	9.2	13.0	1.5
試験区⑥		1.8	3.0	4.8		1.7	3.7	5.4		2.1	9.6	11.6		3.2	17.5	20.7	

注) H24~25の刈草は、第1回~第3回の調査個体を除く平均値

続けた、2年目は10月をピークに下降した。(図-2)

②植物体生長量

植物体生長量は、刈草については、刈込区各サンプル毎に刈込後、冷凍庫に保管しておき年度末に、乾燥せ、重量を測定した。葉、根については、土壌分析のためのサンプルを収集した残分を水洗いし、乾燥させ重量を測定した。そのため、葉及び根については、相対的な比較である。

草種別では、刈草、葉及び根の合計で、1年目では、ノシバ、センチピードグラス、ケンタッキーブルーグラスの順に生長量が大きかった。第2回目の生長量は、第1回目と比較し、ほぼ小さくなったが、これは、第

2回目の計測が2月下旬から3月上旬に行ったため、枯死したためと考えられる。2年目の第4回目では、センチピードグラスの非刈込区、次にノシバの非刈込区の順に生長量が大きかった。第3回目の成長量と第4回目の成長量を比較すると、ノシバでは減少傾向にあったがセンチピードグラスの非刈込区及びケンタッキーブルーグラスでは増加した。ケンタッキーブルーグラスは寒地芝であるため、夏以降も成長が継続したことが理由として考えられる。(表-1)

2) 屋外試験区

①草丈及び緑被率

草丈では、ノシバ、センチピードグラスとも10月頃

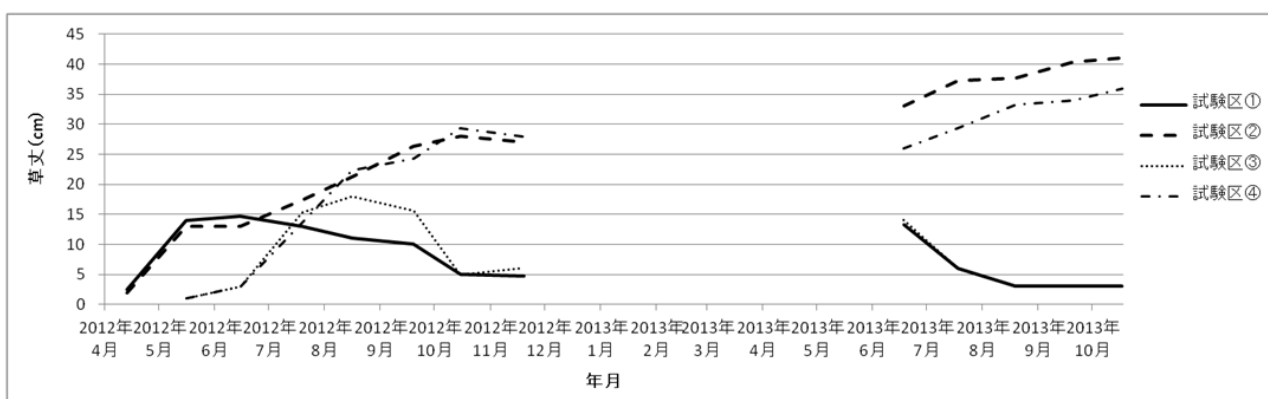


図-3 計測期間中の草丈の変化(屋外試験区：n=3)

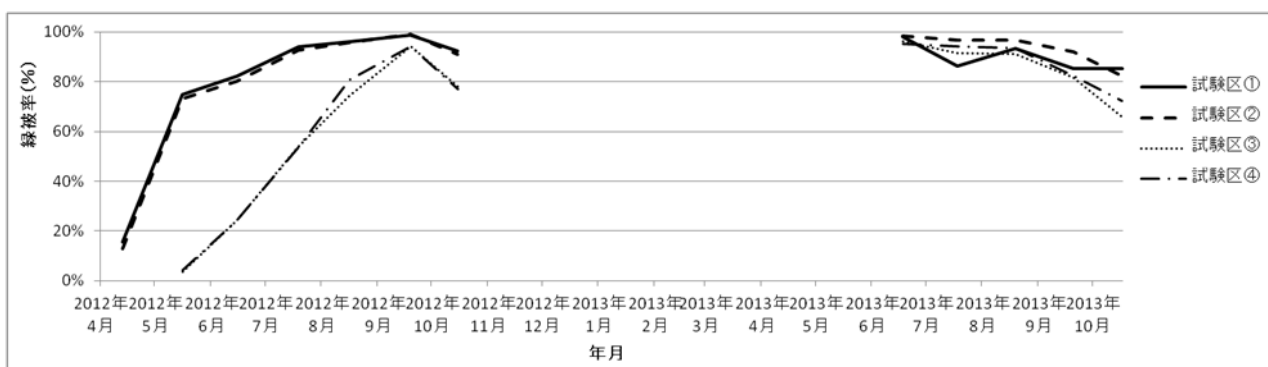


図-4 計測期間中の緑被率の変化(屋外試験区：n=3)

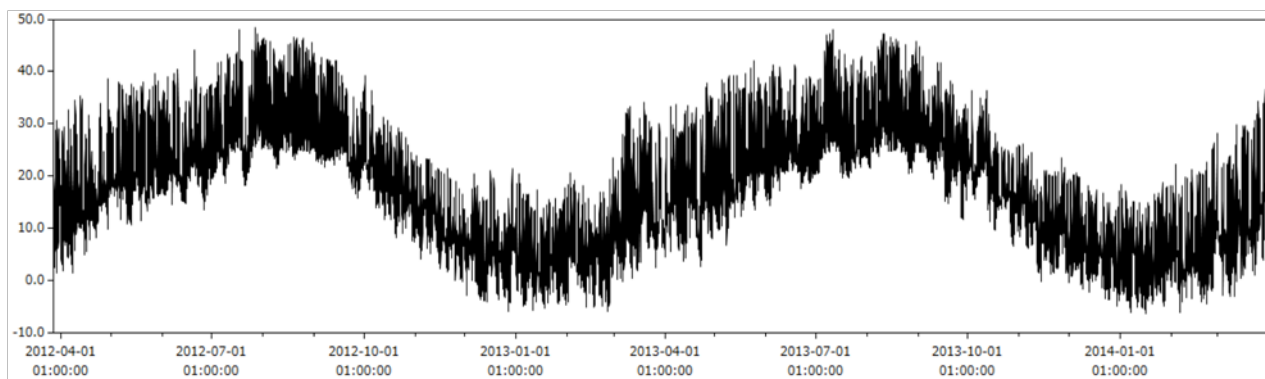


図-5 屋内試験区の気温の変化

表-2 土壌分析結果

		炭素(g/kg)				窒素(g/kg)				C/N比				PH				電気伝導率			
		1回目	2回目	3回目	4回目	1回目	2回目	3回目	4回目	1回目	2回目	3回目	4回目	1回目	2回目	3回目	4回目	1回目	2回目	3回目	4回目
屋内試験区	試験区①	72.1	71.7	73.2	72.9	4.4	4.4	4.3	3.9	16.4	16.2	17.2	18.8	6.0	5.8	5.7	6.0	12.0	11.2	13.3	10.7
	試験区②	72.2	72.3	73.1	73.7	4.4	4.5	4.3	3.9	16.3	16.0	17.0	18.9	6.0	5.8	5.6	6.0	12.4	11.2	14.7	10.6
	試験区③	72.4	71.4	73.5	73.6	4.4	4.5	4.4	3.9	16.6	16.1	16.8	18.9	5.9	5.8	5.7	5.9	11.8	9.2	14.3	9.6
	試験区④	73.2	72.1	73.5	73.2	4.4	4.5	4.3	3.9	16.5	16.1	17.0	18.6	6.0	5.8	5.6	5.9	11.3	10.7	15.6	10.0
	試験区⑤	78.0	76.0	78.0	77.5	4.7	4.7	4.6	4.2	16.5	16.1	16.8	18.6	5.9	5.7	5.5	5.8	14.1	10.3	16.9	12.4
	試験区⑥	79.4	75.9	78.0	77.0	4.7	4.6	4.6	4.3	16.7	16.3	16.9	18.0	5.9	5.7	5.5	5.8	12.4	10.8	16.6	10.8
	試験区⑦	73.1	71.1	72.8	70.0	4.5	4.4	4.4	3.9	16.3	16.0	16.7	18.1	5.9	5.8	5.5	5.9	17.7	11.8	23.1	11.6
屋外試験区	試験区①	77.6	73.6	76.2	76.5	4.8	4.6	4.5	4.3	16.3	16.0	16.8	18.0	6.0	5.8	5.6	5.9	5.4	4.2	4.4	3.4
	試験区②	77.0	75.8	76.3	75.8	4.7	4.8	4.6	4.2	16.3	15.8	16.6	17.9	6.0	5.7	5.6	5.8	5.5	4.8	5.0	3.8
	試験区③	75.1	73.5	75.4	76.2	4.6	4.6	4.5	4.2	16.4	16.0	16.7	18.0	6.1	5.8	5.6	5.9	5.5	4.2	4.0	3.7
	試験区④	76.5	74.0	75.1	75.0	4.8	4.6	4.5	4.2	16.1	16.1	16.8	18.0	6.0	5.8	5.6	5.8	5.1	4.3	3.1	4.1
	試験区⑤	77.9	74.5	75.4	75.7	4.8	4.6	4.5	4.2	16.4	16.0	16.7	18.0	5.9	5.7	5.5	5.8	6.2	4.6	4.3	3.9
	対照区①	22.8	31.7	34.4	27.4	1.8	2.5	2.5	1.7	13.2	13.0	14.2	20.2	6.5	6.2	5.8	6.1	5.9	3.9	3.0	4.3
	対照区②		34.6	33.3	24.3		3.1	2.6	1.7		11.0	12.7	15.6		6.6	6.2	6.9		5.6	6.3	6.0
対照区③		25.6	25.3	35.4		2.3	1.7	2.3		10.9	15.3	16.7		6.9	6.3	6.9		5.5	5.0	6.7	

注1) 屋内・外試験区とも試験区は3繰り返し×3深度のn=9、ただし第1回目の炭素、窒素、C/N比は欠損値があったためn=8~9。屋外試験区の対照区は3深度のn=3。  
 注2) 各実験区は土壌深度別、繰り返しの平均。屋外試験区の対照区②及び③は、2回目から実施

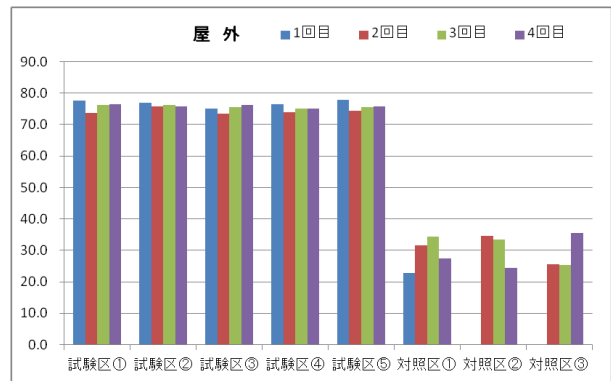
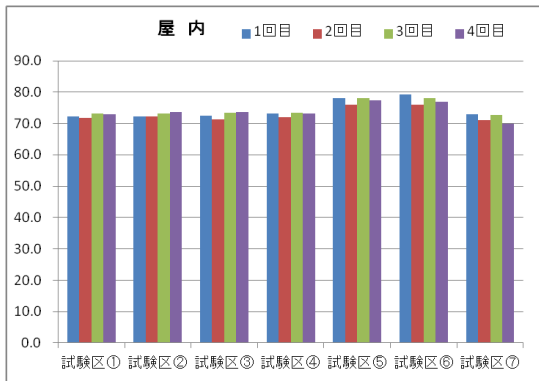


図-6 土壌分析結果 (全炭素)

まで成長し、その後やや下降気味となった。刈込区については、刈込開始後下降した。(図-3)

緑被率については、1年目は、刈込区・非刈込区ともに9月頃まで拡大した。特に、ノシバでは、100%近く、センチピードグラスでも90%以上となった。2年目では、計測開始の6月では、どの試験区も緑被率が100%に近かったが、その後低下した。(図-4)

### 3.2 屋内試験区の気温の変化

屋内試験区での気温の変化を図-5に示す。グラフは、1時間毎に計測した結果であるが、温室内ということもあって、夏期には、高温に達し、計測期間中の最高気温は48.5℃、最低気温は-6.3℃であった。

### 3.3 土壌の化学性 (表-2)

#### ①pH

pHは、屋内、屋外試験区とも、屋外試験区の対照区は除き、第1回は5.9~6.1、第3回は5.5~5.7と通常の植物の生育適正範囲内で、ばらつきは少なかった。第1回目から第3回目にかけてPHが低下した。ただし、第4回目は、5.8~6.0とpHは上昇した。

#### ②電気伝導率 (EC)

ECは、屋内試験区では、第1回目は11.3~17.7(mS/m)、第2回目は9.2~11.8(mS/m)、第3回目は13.3~23.1(mS/m)、第4回目は9.6~12.4(mS/m)であった。また、第1回目~第2回目、第3回目~第4回目にかけて減少した。

屋外試験区では、対照区を除き、第1回目は、5.1~6.2(mS/m)、第2回目は4.2~4.8(mS/m)、第3回目は3.1~5.0(mS/m)、第4回目は3.4~4.1(mS/m)であった。こちらも第1回目から第2回目、第3回目から第4回目にかけて減少した。

屋内試験区、屋外試験区とも施肥をしていないためか、特に屋外試験区では養分不足の傾向にあった。屋内・屋外試験区とも第1回~第2回、第3回~第4回にかけて、ECの低下がみられた。

### 3.4 全炭素・窒素含有率 (表-2、図-6)

全炭素では、屋内・屋外試験区の試験区とも70~80g/Kgと本研究では深さ30cmまでを黒土で客土したため、既存の都市公園での土壌の調査結果<sup>6)</sup>と比較しても高い数値となった。屋内試験区では、試験区②を除き、第1回目に比較し第2回目、第3回目に比較し第

4 回目が減少する傾向にみられた。これは季節による変動と考えられる。屋外試験区では、対照区を除き、第 1 回目に比較し第 2 回目では減少しているが、第 3 回目では増加、第 4 回目では横ばい又は増加している。屋内試験区では、季節的な変動以外には明確な増減はわからなかったが、屋外試験区では、第 2 回目での減少以降、微増傾向にあるように見られた。

全窒素では、屋内・屋外試験区の試験区とも窒素含有率が 4.0～5.0 g/Kg と良好であった。屋内試験区及び対照区を除く屋外試験区ともに一部第 1 回目から第 2 回目にかけて増加している試験区もあったが、第 2 回目以降はすべての試験区で減少傾向となった。

C/N 比では、屋内試験区及び対照区を除く屋外試験区ともにすべての試験区で 15～20 の数値で、第 2 回目には減少したが、その後、第 3 回目、第 4 回目と増加した。ただし、屋外試験区の対照区でも、対照区 1 では同様の傾向を示し、対照区 2、3 でも第 2 回目からの計測ではあるが、第 3 回目、第 4 回目と増加した。

#### [成果の発表]

特になし

#### [成果の活用]

公共緑地における土壌の CO<sub>2</sub> 固定に関する基礎データとして活用予定

#### [参考文献]

- 1) 半田真理子・外崎公知・今井一隆・後藤伸一 (2003) 植生回復における土壌及びリターに関する炭素固定量の把握に向けた研究について, URBAN GREEN TECH, No. 69:18-22
- 2) 外崎公知・鳥山貴司 (2012) 高速道路のり面土壌の二酸化炭素固定量調査, 日本緑化工学会誌, 38(1):137-140.
- 3) 外崎公知, 村山克也, 今井一隆, 椰野良明 (2013) 都市公園における土壌炭素蓄積速度の推計, 日本緑化工学会誌, 38(3):373-380.
- 4) 古澤仁美・金子真司 (2005) 緑化工試験地における施工後 8 年間の土壌の化学性と微生物バイオマスの変化, 日本緑化工学会誌, 30(3):524-531.
- 5) 国土交通省都市・地域整備局公園緑地・景観課緑地環境室監修 (2009) 植栽基盤整備技術マニュアル, 財団法人日本緑化センター
- 6) 高橋輝昌 (2007) 都市緑地土壌の炭素固定機能に関する研究, 公園緑地研究所報告 2007:117-121