

公共緑地における土壌のCO₂固定に関する研究

Research on CO₂ 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 CO₂ 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.

〔研究目的および経緯〕

気候変動をめぐる国際的な枠組みの中で、炭素固定量は、LULUCF-GPG^{注1)}に定められた方法に基づいて算定し報告することとされており、植生回復に関わる報告対象として、①5つの炭素プール(地上バイオマス、地下バイオマス、土壌、リター(落葉・落枝)、枯死木)に加えて、②石灰の施肥による炭素排出、③バイオマスの燃焼による炭素排出が必要とされている。しかし、LULUCF-GPGには、①の炭素プールのうち高木に関するバイオマスに関するデフォルト値はあるものの、土壌、リターなどのデフォルト値や、バイオマスに関しても低木や芝生地等のバイオマス量は示されていない。このため、これらの算定に必要な係数は選択した国が独自の知見として科学的根拠に基づき作成する必要がある。注1)「土地利用、土地利用変化及び林業に関する良好手法指針」(Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry)

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、都市・地域整備局等が実施した調査^{1) 2) 3)}により、施工後の年数の異なる芝生地の土壌中の炭素量の比較により、年数と共に増加する傾向が見られた。また、高木植栽地の土壌についても、都市公園の高木植栽地や、樹林化が行われている高速道路の盛土のり面の整備後の年数の異なる箇所での土壌中の炭素量の比較により、年数と共に炭素量が増加する傾向が見られた。しかし、このときの調査は異なる場所間のデータ比較であるために、同じ場所で実際に炭素量の増加が見られるのか、また増加する場合には、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。また高木植栽の土壌中の炭素量についても、いわゆる森林土壌については計測が行われているが、都市公園や道路法面等の植栽地においては不明である。

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と枯死量及び、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。またこの調査を数年間継続することにより、土壌中の炭素固定量算定式を作成することができるものと予測している。

〔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・屋外試験区とも対象区として、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象区として3箇所程度設置した。

1.2 計測対象

1) 試料採取

各試験区及び対象区毎に、上部(5cm)、中部(15cm)、下部(25cm)の土壌を300g程度採取することとした。

試料採取は、第1回目は2012年10月29日から11月2日、第2回目は2013年2月27日から3月1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、土壤環境分析法(博友社、土壤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)を行うこととした。

4) 環境要因

環境要因として、屋内・屋外試験区ともに、気温の計測を行った。屋外試験区においては、地温・体積含水率・電気伝導度を計測するセンサーを試験区に埋設した。

2. 試験区の設置

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、刈込区

試験区②：日本芝、非刈込区

試験区③：西洋芝(暖地型)、刈込区

試験区④：西洋芝(暖地型)、非刈込区

試験区⑤：西洋芝(寒地型)、刈込区

試験区⑥：西洋芝(寒地型)、非刈込区

試験区⑦：無植栽区(対象区)

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。

2) 試験区の設置(図-1)

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/m²、ケンタッキーブルーグラスで50ml/m²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することとした。また、除草については、適宜行うこととした。

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、刈込区

試験区②：客土区、日本芝区、非刈込区

試験区③：客土区、西洋芝区、刈込区

試験区④：客土区、西洋芝区、非刈込区

試験区⑤：客土区、無播種区(対象区)

繰り返しを3とし、15区の試験区を設定した。

また、試験区以外を対象区として、対象区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) 試験区の設置(図-2、図-3)

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/m²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、適宜行うこととした。

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

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。

①草丈及び緑被率

草丈は、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。刈込区は、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。（図-1）

緑被率については、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）

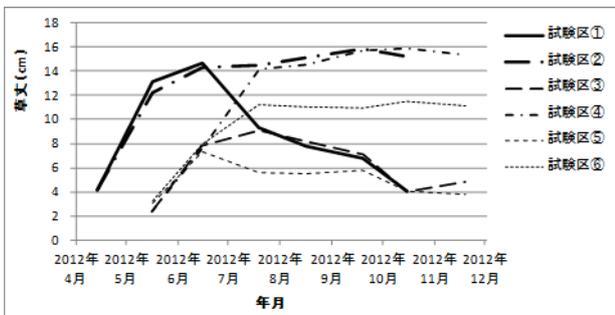


図-1 計測期間中の草丈の変化
(屋内試験区：各試験区 n=25~30)

ノシバでは、張り芝で行ったため、観測期間当初より、高い被覆率を示していたが、8月をピークに枯れが目立ち下降気味となった。センチピードグラスは、6月をピークに急速に緑被率が拡大したが、葉の色の変化で、その後下降気味となった。ケンタッキーブルーグラスは、7月にピークとなったが、成長という意味では、他の2草種に比較し、成長が遅かった。（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。H24 分刈草については、土壌分析を行った以外のサンプルのものも年度毎に計測している。ただし、第1回目の土壌分析のサンプルについては、10月分の刈込を行う前に、土壌分析を行ったため除外した。

草種別では、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月上旬に行なったため、枯死したためと考えられる。（表-1）

2) 屋外試験区

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。

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

表-1 計測期間中の植物体生長量の変化
(第1、2回：刈草、葉及び根 n=3、H24分：n=26~27)

	植物体生長量(乾重)(g)											
	第1回				第2回				H24分			
	刈草	葉	根	計	刈草	葉	根	計	刈草	葉	根	計
試験区①	4.7	6.9	11.9	24.6	6.1	7.6	7.7	21.4	9.6			
試験区②	11.3	14.5	29.3		9.7	8.3	18.0					
試験区③	6.5	7.3	6.6	20.1	3.9	4.7	3.9	12.1	3.1			
試験区④		6.6	7.4	14.2		6.6	3.9	10.9				
試験区⑤	1.7	1.2	2.6	5.5	2.5	5.6	2.3	9.1	1.2			
試験区⑥		1.6	3.5	4.6		1.7	3.7	5.4				

注：第1回分を除く

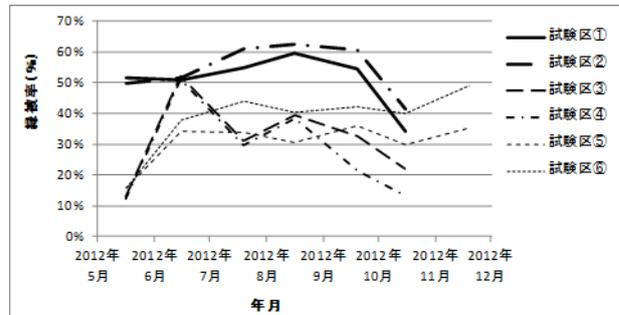


図-2 計測期間中の緑被率の変化
(屋内試験区：各試験区 n=25~30)

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、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。(図-4)

3.2 気温及び地温等の変化

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-5.9℃、平均で19.3℃であった。

3.3 土壌の化学性(表-2)

PHは、屋内、屋外試験区とも、第1回は5.9~6.1、第2回は5.7~5.8と適正の範囲内で、ばらつきは少なかった。ただし、第1回目から第2回目にかけてPHが低下した。

ECは、第1回目では、屋内試験区で11.3~17.7(mS/m)、屋外試験区では5.1~6.2(mS/m)、第2回目では、屋内試験区で9.2~11.8(mS/m)、屋外試験区では4.2~4.8(mS/m)と施肥をしていないためか低く貧栄養の傾向にあった。特に、屋外では低く対象区とほぼ同様であった。屋内・屋外試験区とも第1回~第2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)

全炭素では、屋内・屋外試験区の試験区とも70~80 g/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⁶⁾と比較しても高い数値となった。実験開始時に用いた土が、比較的炭素含有率が高かったためか、2回目では、屋内・屋外試験区の試験とも低下する傾向が見られた。

全窒素では、屋内・屋外試験区の試験区とも窒素含

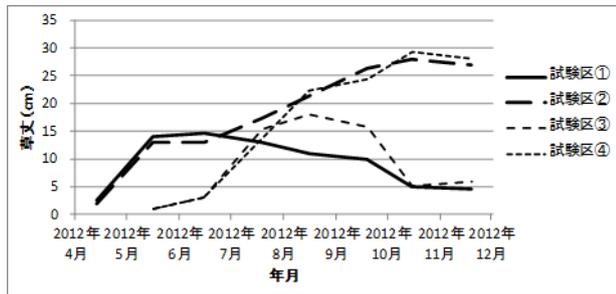


図-3 計測期間中の草丈の変化(屋外試験区：n=3)

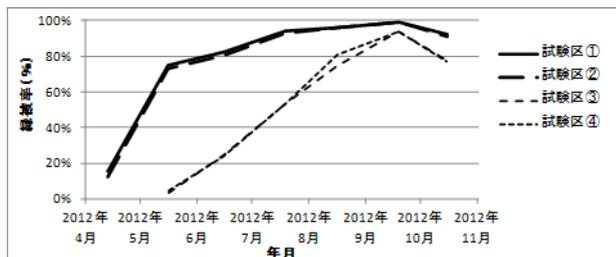


図-4 計測期間中の緑被率の変化(屋外試験区：n=3)

有率が4.0~5.0 g/Kgと良好であった。

[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CO₂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, 柳野良明(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

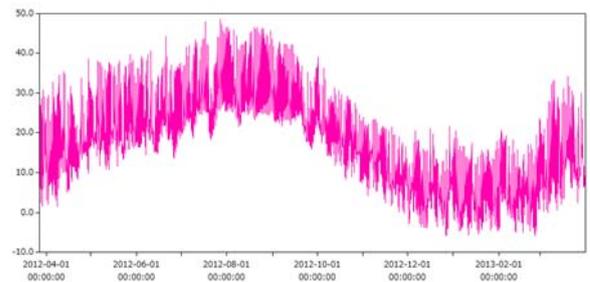


図-5 屋内試験区の気温の変化

表-2 土壌分析結果

	PH		電気伝導率 (mS/cm)		炭素 (g/kg)		窒素 (g/kg)		C/N比		
	第1回	第2回	第1回	第2回	第1回	第2回	第1回	第2回	第1回	第2回	
屋内試験区	試験区①	6.0	6.0	12.0	11.2	72.1	71.7	4.4	4.4	16.4	16.2
	試験区②	6.0	6.0	12.4	11.2	72.1	72.9	4.4	4.5	16.3	16.0
	試験区③	6.0	6.0	11.6	8.2	72.4	71.3	4.4	4.4	16.6	16.1
	試験区④	6.0	6.0	11.9	12.7	73.2	72.1	4.4	4.5	16.5	16.1
	試験区⑤	6.0	6.7	14.1	12.9	76.0	76.0	4.7	4.7	16.6	16.1
	試験区⑥	6.0	6.7	12.4	12.6	76.4	75.9	4.7	4.6	16.7	16.3
屋外試験区	試験区①	6.0	6.0	5.4	4.2	77.8	76.6	4.6	4.6	16.9	16.6
	試験区②	6.0	6.7	6.5	4.6	77.0	75.9	4.7	4.6	16.9	16.6
	試験区③	6.1	6.0	6.5	4.2	76.1	75.5	4.6	4.6	16.4	16.1
	試験区④	6.0	6.0	6.1	4.5	76.9	74.0	4.6	4.6	16.1	16.1
	試験区⑤	6.0	6.7	6.2	4.6	77.4	74.5	4.7	4.7	16.4	16.0
	対象区①	6.5	6.2	6.0	6.0	22.6	31.7	1.6	2.5	13.2	13.0
対象区②		6.0		6.0		34.6		3.1		11.0	
対象区③		6.0		6.0		23.6		2.9		10.9	

*室内、外試験区とも試験区は3回測定し、×3測定のみ、したがって第1回目の炭素、窒素、C/N比は欠測値があったため×4~6、屋外試験区の対象区は×3。