

〈第40回山崎賞 児童・生徒の部優良賞〉

# 天神森と竜神森から考える都市緑地の未来

静岡大学教育学部附属浜松中学校  
3年 御室香澄 他11名

## 1 これまでの研究

私たちの学校には「天神森」、「竜神森」という2つの緑地があり、天神森の研究を進める先輩方により2017年、天神森の一部のエリアを簡易フェンスで囲い「天神森自然観察園」（以下自然観察園）を設定し、全く人の手が加えられないようにしている。一方、自然観察園の外側では草刈りや落ち葉集めなどの作業が定期的に行われ、一定の環境が保たれている。そのため、7年前から天神森自然観察園内外において風速・光量・温度の測定、フィールドサインの調査等を行っている。また、約40年前から存在する竜神森は（昨年研究始動）現在は小学生の遊び場として整備されている。天神森と違い人工林であり、池があり、人の出入り（主に小学生）が多く、大通りの1つである館山寺街道に面している。物理的環境と生物的環境の両方の視点から自然観察園内外の差を見出し、その結果から人間と自然の関わり方の理想像を発見することを目的として研究を行ってきた。



## 2 動機

今回の研究は「これまでの天神森の蓄積データや天神森の理想の在り方など去年までの考察を基にした天神森での継続観察と、天神森との比較を目的とした竜神森での新規調査を行い、理想の都市緑地の姿や学校林が地球環境に果たす役割を考察する」ことを目標に進めている。今年を含めたこれまでの天神森の蓄積データに加え、今年新たな研究対象となった竜神森において得たデータの計2つの森のデータを基に、都市開発における緑地の有用性、持続可能な都市開発のあり方について提言していきたいと考えた。

## 3 研究内容と結果

### (1) 定点観測

#### ア 概要

天神森3箇所、竜神森3箇所、正門の計7箇所において温度、光量示量、風速の調査から天神森、竜神森といった都市緑地の効果について考察する。今年は、真夏の観測日を増やした。

#### イ 方法

7つの地点においてデータの光量子量、風速、温度の計3つの測定を下記のように行う。

##### (ア) 光量示量

観測地点に立ち、地上から約1.5m離れたところで日光の中で光合成に必要とされる波長を測る光量子計を用いて測定。測定結果は測定波長を参考に考察をする。

##### (イ) 風速

観測地点に立ち、地上から約1.5m離れた地点で風速測定器を使い測定。

##### (ウ) 気温

木製の装置と放射温度計を用いて計測。装置の全長は1.5mであり、0.5、1.0、1.5mのそれぞれの位置（それぞれ膝、胸、目の高さに対応している）に、片方を白、片方を黒で塗った木製の板を取り付けている。各観測地点においての高さ及び色調の異なる（白色の部分と黒

色の部分) 6種類の表面温度を、放射温度計を用いて測定する。

## ウ 結果 (一部を抜粋して掲載)



光量示量は正門や竜神森園内②では値が大きく、天神森固定・園外②、竜神森固定・園内①はどの日も値は小さかった。木々により日光が遮られるかどうかで大きく異なる。風速は、正門に加え、天神森、竜神森の中でも風を遮る木が少ない場所では風速4m/sを超える日があった。都心などのビル風の影響に近いと考えた。夏休みの風速が大きかったのは、サーマルウインドの影響である可能性を考えた。気温は、全体的に正門の温度が高く、天神森・竜神森の温度は天気の変化にかかわらず低めだった。森はヒートアイランド現象を抑え、活動しやすい環境をつくる。また、直射日光が当たる日は、当たらない日と比べて温度の差が大きい。去年と同じくどの日も(正門などでは特に)3つの木製の板のうち、0.5mの位置にある黒色板が他の板より温度が高くなっていた。その差が大きいのは、コンクリートの場所であり、比熱が原因だと考えた。

## (2) 二酸化炭素吸収量

### ア 概要

現在行っている竜神森にある樹木の種名を調べる調査と並行して、竜神森の樹木によるCO<sub>2</sub>吸収量の調査を行い、天神森と比較することにより竜神森の特性を考察し、植物が二酸化炭素を吸収することを身近な樹木の二酸化炭素吸収量について調べることにより、生態系や気候変動における樹木の役割について具体的に理解する。

### イ 方法

以下の(ア)～(エ)の通りに樹木一本当たりの吸収量を調べる。

#### (ア) 幹の太さを測る

高木：高さ1, 3m位置の胸高直径を計測

低木：計測しない

幹の直径が5cm未満の樹木：計測しない

#### (イ) 葉面積合計を求める。

(ウ) 対象木の葉1m<sup>2</sup>当たりの年間二酸化炭素吸収量を調べる。

- ・該当する種名があれば、「種ごと」の値
- ・種名が分からなければ、「タイプごと」の値
- ・タイプも分からなければ、「全種の平均」の値

(エ) (イ)と(ウ)の結果をかけ、対象の木一本の一年間に二酸化炭素吸収量を計算。

幹の太さと葉面積合計の関係。

幹の太さ(cm)	葉面積合計(m <sup>2</sup> )
5	5
10	10
15	20
20	35
30	60
40	90
50	130
60	180
70	200
80	250
90	330
100	400
125	600
150	800

樹木の葉 1 m<sup>2</sup>あたりの年間二酸化炭素吸収量。

樹木の種名。	樹木のタイプ。	葉 1 m <sup>2</sup> あたりの年間二酸化炭素吸収量(kg/m <sup>2</sup> ・年)。		
		種ごと。	タイプごと。	全種の平均。
オオシマザクラ。	落葉広葉樹高木。	2.3。	2.3。	2.3。
エノキ。		2.8。		
ユリノキ。		1.9。		
アラカシ。	常緑広葉樹高木。	2.3。	2.3。	
トウネズミモチ。		2.7。		
クスノキ。		2.3。		

ウ 結果

調べる範囲における樹木全体の年間 CO <sub>2</sub> 吸収量。				樹木全体が吸収する CO <sub>2</sub> 吸収量。						
幹の太さ。		高木。		天神森。	1 8 8 8 3 kg/年。					
cm。	落葉広葉樹・常緑広葉樹。			竜神森。	5 6 2 4 kg/年。					
。	本数。	1本の年間吸収量。	年間吸収量計。	年間 CO <sub>2</sub> 吸収量の天神森との比較。						
以上・未満。	本。	kg/本・年。	kg/年。	木の木数 (本)	CO <sub>2</sub> 吸収量 (t)	面積 (ha)	ha 当たりの CO <sub>2</sub> 吸収量 (t/ha)	木の密度 (本/ha)	一本当たりの CO <sub>2</sub> 吸収量 (t/本)	
5 未満。	40。	。	。	天神森	172	18.8	0.387	35.4	323.9	0.11
5-10。	42。	5×42×2.3 = 943。	943。	竜神森	135	5.6	0.093	60.2	1451.6	0.04
10-15。	30。	10×30×2.3 = 667。	667。							
15-20。	16。	20×16×2.3 = 1207.5。	1207.5。							
20-30。	23。	35×23×2.3 = 3036。	3036。							
30-40。	9。	60×9×2.3 = 1104。	1104。							
40-50。	1。	90×1×2.3 = 207。	207。							
50-60。	0。	0×2.3 = 0。	0。							
60-70。	1。	180×1×2.3 = 414。	414。							
70-80。	0。	0×2.3 = 0。	0。							
90 以上。	0。	0×2.3 = 0。	0。							
吸収量計。	。	。	5623.5。							

竜神森の 135 本の樹木については、それぞれの樹木の胸高直径を計測して葉面積を導き、年間 CO<sub>2</sub> 吸収量を求めた。天神森樹木は、2019 年の胸高直径のデータを活用して求めた。結果から、竜神森よりも天神森の方が二酸化炭素の吸収効率が格段に良いということが分かる。(差は約 3.4 倍)

この主な原因としては、

- ・天神森は古くから存在する緑地なので、全体的に幹の太い木が多いが、竜神森は天神森に比べ低木や幹の細い木が多くあること
- ・竜神森は天神森に比べると樹木の本数、面積も共に小さいことが考えられる。

(3) 鳥調査

ア 概要

竜神森で音声レコーダーを使用した鳥の鳴き声の録音を行い、竜神森に生息する鳥の様子がどのようなものか調査し、鳥が都市緑地をどのように利用し、影響を与えているのか考察する。

イ 方法

2 回測定を行う。用意するものは以下の通り。

- ・網目の円状のかご (約半径 10 センチ程のもの)
- ・ボイスレコーダー
- ・サランラップ (雨等の被害を受けないためにボイスレコーダーに被せるもの)

### 1回目 青い点の所

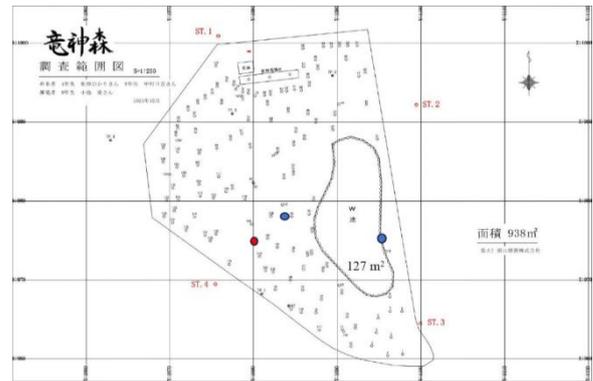
2023年2月8日 (15分間)

- ・池の東側の石
- ・池の西側の大きい石 の2カ所に設置

### 2回目 赤い点の所

2023年7月18日 (7時間)

- ・池の西側に掛ける形で設置



### ウ 結果

結果は右の表の通りヒヨドリが特に多く聞こえた。また、天神森内に鳥の巣などは見られなかった。

天神森は、鳥が餌をとったり、休憩したりするための中継地点として利用している可能性が高いと考えた。

	鳥の種類	1回目	2回目
鳴き声が聞こえた鳥	スズメ	○	
	ウグイス	○	○
	ヒヨドリ	○	○
	モズ	○	
	コムクドリ		○
	シジュウカラ		○
目視確認した鳥	ハシブトガラス	○	○
	トビ	○	○

## (4) 土壌調査

### ア 概要

昨年に引き続き窒素・リン酸・カリウムの測定と土壌生物の調査を行い、天神森の土壌の変化を調べ、その結果から天神森における自然の豊かさを評価する。また、この1年間における土壌の性質の変化を調べ、よりよい都市緑地について土壌の視点から考察する。

### イ 方法

#### (ア) 窒素・リン酸・カリウム・pHの測定

(使用したもの)

- ・みどりくんPK：リン酸、水溶性カリウムの値を調べることができる。
- ・硝酸イオン検査キット (液体タイプ)
- ・亜硝酸イオン検査キット (液体タイプ)
- ・アンモニア検査キット (液体タイプ)
- ・土壌 pH 測定器

窒素の値は硝酸イオン、亜硝酸イオン、アンモニアの三つの値で測定する。測定値の単位は ppm である。

(みどりくん手順)

(ア) みどりくん付属された採土機を使い地中5～15cmの間の土を5cm<sup>3</sup>採取する。

(イ) 採取した土を50cm<sup>3</sup>の水と混ぜる。

(ウ) 懸濁液をみどりくんPK試験紙につける。

(エ) 60秒間置き、色味表と照らし合わせ判定する。

(硝酸イオン・亜硝酸イオン・アンモニアの測定方法)

(ア) 手順はみどりくんPKと同じ

(イ) 懸濁液から5ml取り出し、検査液を入れ反応させる。

(ウ) 色味表と照らし合わせ、判定する。

#### (イ) 土壌生物の観察

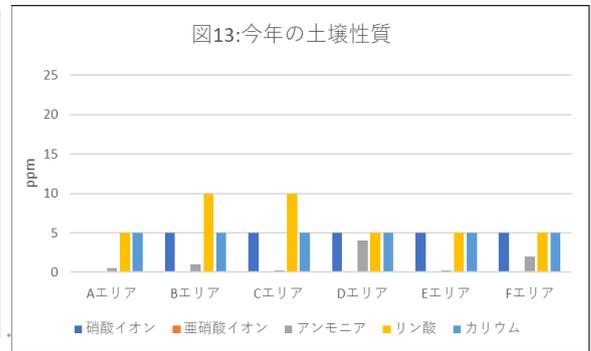
ハンドソーディング法を使った土壌生物の観察を行う。天神森地図のA, B, C, D, E, F地点それぞれに縦50cm×横50cm×高さ5cmの方形枠を置き、その範囲にある土をすべて採取

する。そして、採取した土の中にある土壌生物を目視で確認し、土壌生物を用いた自然の豊かさ評価表を使い、地点ごとに点数をつける。

ウ 結果

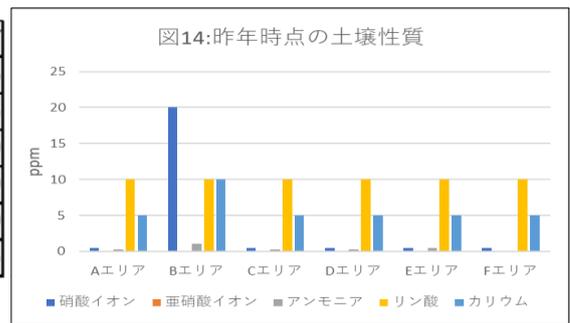
窒素・リン酸・カリウム・pHの測定

	Aエリア	Bエリア	Cエリア	Dエリア	Eエリア	Fエリア
pH	6.7	5.6	4	5.2	6.5	6.8
硝酸イオン	0	5	5	5	5	5
亜硝酸イオン	0	0	0	0	0	0
アンモニア	0.5	1	0.25	4	0.25	2
リン酸	5	10	10	5	5	5
カリウム	5	5	5	5	5	5



本年度の各エリアの測定結果。

	Aエリア	Bエリア	Cエリア	Dエリア	Eエリア	Fエリア
pH	4	8	4	5	6	6
硝酸イオン	0.5	20	0.5	0.5	0.5	0.5
亜硝酸イオン	0	0	0	0	0	0
アンモニア	0.25	1	0.25	0.25	0.5	0
リン酸	10	10	10	10	10	10
カリウム	5	10	5	5	5	5

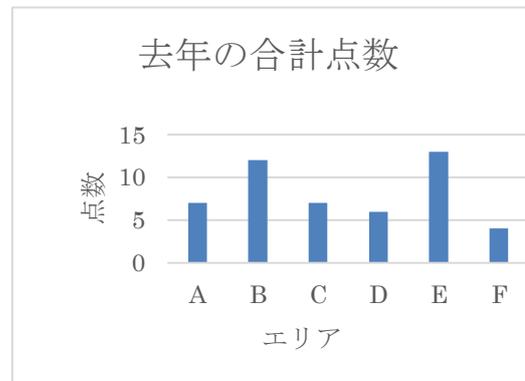
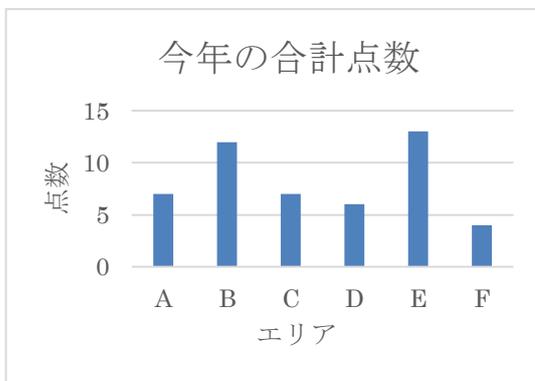


昨年の各エリアの測定結果。

前年度に比べ、変化が顕著に表れている点としては、以下の点があげられる。

- ・ B エリアの硝酸イオンが大幅に減少している点。
- ・ CDEF エリアの硝酸イオンが増加している点。
- ・ リン酸の値が ADEF の四つのエリアにて減少している点。
- ・ A エリアにおいて pH の値が昨年 비해高くなった点。
- ・ B エリアにおいて pH の値が昨年 비해低くなった点。
- ・ アンモニアイオンの値が D、F エリアにおいて大幅に増加した点。

ハンドソーディング法で観察できた土壌生物を用いて自然の豊かさ評価表による地点ごとの点数付け。表については、自然の豊かさ評価表の中で 1 点に分類される土壌生物を青、2 点の土壌生物を緑、点数には入らないが土壌において重要な生物を赤で示した。



	A	B	C	D	E	F
合計点数	9	13	2	0	1	1
詳細	ダンゴムシ×2	ハエ、アブ（幼虫）×1	ダンゴムシ2		ダンゴムシ×1	アリ×1
	アリ×4	ヨコエビ×2				
	クモ×1	ダンゴムシ×2				
	ヒメミズ×2	センチュウ×50+				
	センチュウ×6	チャバネゴキブリ科×1				

### 各エリアの合計点数と観察できた土壌生物の

#### (5) トラップを活用した天神森・竜神森におけるゴキブリ等の土壌生物調査

##### ア 概要

昨年度のフィールドサインの研究で、モリチャバネゴキブリが竜神森の土壌に生息していることが確認でき、生態系の下位に属する森の土壌分解に欠かせない生物であると考察した。また、土壌調査モリチャバネゴキブリを含む多くの土壌生物を発見している。そこで、今回はゴキブリの分布や分布する種類について天神森、竜神森による違いについて、また、ゴキブリ以外にどのような土壌生物が生息しているのか研究を行った。

##### イ 方法

ゴキブリを捕獲することに適しているといわれる「ノムラホイホイ」というトラップを天神森・竜神森に各4つ、比較対象として正門に1つ計9つを仕掛け、3日後に確認する。バターを塗るとゴキブリは滑って登ることができないと先行研究で判明しているため、トラップの入り口にはバターを塗った。装置内には、ビーフやエビなどのゴキブリが好むにおいを放出する「ゴキブリホイホイ」の誘引剤を置きゴキブリをおびき寄せた。



作製したノムラホイホイ

(ノムラホイホイとは)

ゴキブリの捕獲に適しているといわれている。2Lペットボトルを切って作ったもので、入り口が上についていて細く、ろうと状になっているため一度入ってしまうと抜け出すのは困難である。

(設置場所)



天神森。  
地面を掘って装置の4分の3ほどを埋める。



竜神森。  
土が固いため、ワイヤで木や岩などに括り付けて固定する。



正門。  
コンクリートブロックの下に挟んで固定

ノムラホイホイの設置方法。

## ウ 結果

天神森, 竜神森で確認することのできたのは以下の生物である。

		確認された生物	個体数(匹)		
		チャバネゴキブリ科の幼虫	4		
		サシガメの一種	2		
	天神森1	マイマイカブリの一種	1		
		オカダンゴムシ	3		
		クモ	4		
	天神森	ヒメアリ	多		
		コオロギの幼虫	1	確認された生物	合計
	天神森2	ヒメアリ	少	チャバネゴキブリ科の幼虫	3
		オカダンゴムシ	4	サシガメの一種	2
	天神森3	ナメクジ	2	マイマイカブリの一種	1
	天神森4	ヒメアリ	少	サカグチ	1
		オカダンゴムシ	3	コオロギの幼虫	1
	竜神森1	サカグチ	1	ヒメアリ	多
		ヒメアリ	多	オオハリアリ	1
	竜神森	竜神森2 ナメクジ (装置水没により死亡)	2	オカダンゴムシ	10
		竜神森3 オオハリアリ	1	クモ	1
		竜神森4 池に水没		ナメクジ	4
	正門	ヒメアリ	少		

各地点で確認された生物とその数

確認された土壌生物の合計

ヒメアリやナメクジ、オカダンゴムシが多く捕獲された。そして捕獲されたチャバネゴキブリ科のゴキブリは、成虫も生息しているはずの夏であるにもかかわらず幼虫のみであった。チャバネゴキブリ科は夜行性で、かつ昼間の潜伏場所では群れを作る習性がある。トラップを仕掛けた3日間は雨だったため、ゴキブリの動きが鈍かったと考えられる。最も多かったのは町中でもよく見るオカダンゴムシで、幼体・成体問わずトラップに掛かっていた。

## 4 考察

### (1) 定点観測

都市緑地はヒートアイランド現象を抑えることができるうえ私たちがより活動しやすい環境を生み出せるため、コンクリートが多い地域で都市緑地は大きな役割を果たせる可能性が高い。また、最適な都市緑地では光量示量、風速、温度の3つを抑えられる樹高が高い木々、多くの木々が都市緑地に存在することが重要である。

### (2) 二酸化炭素吸収量

今回の研究で、天神森に比べ低木や高木でも幹の細い木が多いこと、天神森は今年の研究で竜神森と大きく吸収量の差をつけていること、竜神森が天神森よりも規模の小さい都市緑地であることが明確となった。また、天神森は2016年の研究で蜷塚中学校所有の学校林「しじみんの森」よりも面積こそ小さく樹木数も若干ながら少ないものの、吸収量は7,489kg多いことが判明している。よって、天神森には全体的に幹の太い木が多く吸収効率が良い。

### (3) 鳥調査

竜神森に訪れる鳥は住のためでなく、食料や移動中の中継地点として利用している可能性が高い。このような場所が外から飛来してきた鳥が餌となる動物を食べたり、植物の実などを落としたりすることでそこにある都市緑地をさらに発展させていく引き金となる。

### (4) 土壌調査

天神森の土壌は、Fエリアにおいて工事の影響で車が入らなくなったことにより自然らしさが増し生態系が回復している。また、土壌生物は昨年と変わらず安定して生息しており、経過観察を続ける。

## (5) トラップを活用した天神森・竜神森におけるゴキブリ等の土壌生物調査

天神森は竜神森よりも自然のままに近く人の立ち入りも少ないためゴキブリ等土壌生物が多く確認され、竜神森は小学生の出入りが多いため地上に出てくることができず確認されなかったのではないかと。

## 5 まとめ

今回の研究によって、天神森の存在が動物の多様性にもつながっていると分かった。また、土の豊かさが土壌生物の増加及びアンモニアの分解に繋がるなどして植物の豊かさにもつながっている。このような物質の循環が持続可能な緑地には必要だと考えた。また、昨年度までの研究で分かってきた緑地は温度を下げる効果があることについて今年の研究でも確認することができ、更に緑地があることで人にとっても良い効果をもたらされると分かった。この先、都市化が進み、様々な建造物が作られていくだろう。その中で人と自然が共生していくために、天神森や竜神森のような緑地を、新しい都市開発の中に織り交ぜていくことで持続可能な都市緑地に繋がるのではないかと思う。

都市緑地は、人間が快適な暮らしを送るためにも動物が快適な暮らしを送るためにも必要なものである。しかし、周囲の環境や作られた目的、利用する人や動物はそれぞれの都市緑地によって違う。今回の研究で天神森について深堀し、竜神森との比較を中心に行ってきた中で、この2つの森は同じ学校林ではあるが、利用のされ方・性質が全く違う緑地であるにも関わらず、両方とも周辺環境よりも光量示量、温度、風速などを低く保ったり、二酸化炭素を多く吸収したり、土壌環境を保ったりし、森としての役割を果たしていることが分かった。この2つの森に様々な違いは見られるが、同じ都市緑地があることで周辺の自然環境を保っているといえる。そのことから、その地域の環境や作られる目的に沿って、その森の適した在り方、より良い在り方は違うという事が考えられる。

よって、これまでの研究を通して導き出した理想の都市緑地とは、周囲の環境や作られる目的、利用する人や動物に合った都市緑地であると考え。だからこそ、一つ一つの森の内部の状態や周囲の環境を知ること、その森の一番良い在り方が分かるのではないかと。

## 6 今後1年間の研究計画

今年度までの研究を受け、今後1年間の研究について、現時点で以下の内容を実施したいと考えている。ただし、研究の経過により、修正・改善することは構わないとする。

### (1) 四季それぞれの観測、データ収集による考察の深化

中学校1年生の研究員が増えることから、昨年度、今年度と行った、定点観測、鳥調査、天神森の土壌性質調査、天神森・竜神森の土壌生物調査について、四季それぞれの状況を観測したりデータ収集したりする。また、昨年度実施した竜神森の池の水生生物の観察と水質調査、動物カメラ・フィールドサインによる実態調査を再開し、四季それぞれの状況を確認する。可能であれば、竜神森の土壌性質調査も行いたい。これらにより、1年間の天神森、竜神森の環境をより明らかにし、都市緑地に関する考察を深めていく。

この際、定点観測における観測地点の名称について、園内、園外などの言葉が指すものなどやや分かりにくいことになっているので、分かりやすい名称にする。また、観測日の天気、日向日陰、風向について記録し、考察の精緻化につなげていく。

### (2) 竜神森樹木の二酸化炭素蓄積量調査(新規)

2019年に、天神森樹木の二酸化炭素吸収量と二酸化炭素蓄積量調査を行っている。今年度、竜神森の二酸化炭素吸収調査を行い、新たな考察を得ることができた。今後1年で、竜神森の二酸化炭素蓄積量調査を行うことで、考察を深めることができると考える。