

学校林から考える理想の都市緑地とは

静岡大学教育学部附属浜松中学校

3年 落合美琴 他10名

1 これまでの研究

私たちの学校には「天神森」と「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たちにより2017年、そのエリアの一部を簡易フェンスで囲い「天神森自然観察園」を設定した。この「天神森自然観察園」（以下自然観察園）内側は全く人の手がか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。また、竜神森は小学生が遊べる場所として整備されている。私たちは、6年前から自然観察園内外においてカメラトラップによる動物の観察、定点ポイントを決めての風速・光量・温度の測定を行っている。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。



学校の航空写真

2 動機

今回の研究は「これまでの天神森の研究データや今年新たに分かってきたことから、天神森の理想の在り方とはどんなものなのかを考える」ことを目標に進めているものである。この目標で活動を始める前に自然観察園内外において前述のようにカメラトラップによる動物の観察・同定と風速・光量・温度の測定、フィールドサインの調査を行ってきた。この測定からここ6年間の風速・光量・温度の自然観察園内外の差異や直地内外の差異、天神森と竜神森の差異を見出すことができた。また、カメラトラップからも、自然観察園内外での動物の活動にみられる傾向を見出すことができた。これらのこと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る。

3 研究内容と結果

(1) 定点観測

ア 概要

体感温度、WBGTの計測と今まで収集した風速、光量子量、温度のデータをもとに、データの表示方法の改善を行い、「人間から見た緑地と未来の都市づくり」という視点から、自然があることによる人への影響をもたらすのか調べる。

イ 方法

気温、風速、光量子量は天神森の4か所と竜神森の3か所、校門の計8か所で測定する。

(ア) 気温

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）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。白色部分と黒色部分の表面温度を赤外線測定器によって測ることで、各観測地点においてそれぞれ高さまたは色調の異なる、6種類の温度を測定し、高さによって温度に違いがあるのかを調べる。

(イ) 風速

観測地点に立ち、地上から約1.5m離れたところで風速測定器を使い測定する。

(ウ) 光量子量

観測地点に立ち、地上から約 1.5m 離れたところで光量子を測定する。光量子計は日光の中で光合成に必要な以下の波長を測る測定器である。

(エ) 体感温度

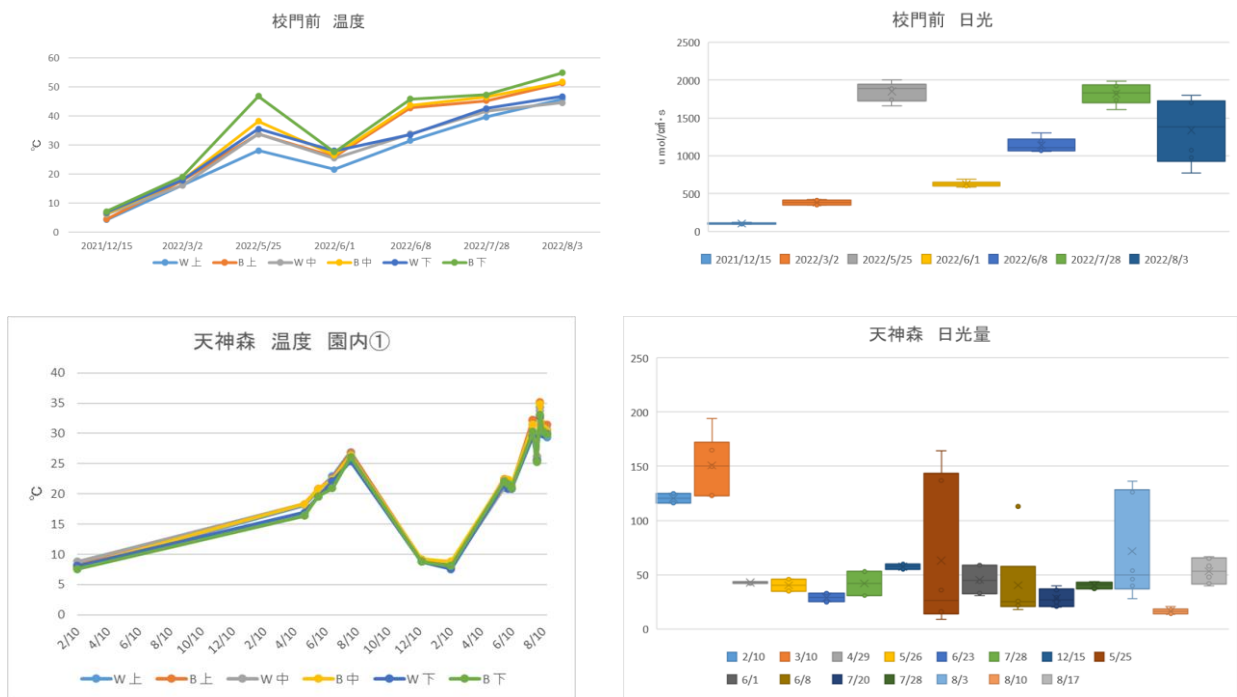
体感温度は、気温、湿度、風速から下記の式を使い計算することで求める。

$$T_m = 37 - \frac{37-t}{0.68-0.0014h+\frac{1}{A}} - 0.29t \times \left(1 - \frac{h}{100}\right)$$
$$A = 1.76 + 1.4v^{0.75}$$

(オ) WBGT

WBGT は WBGT 計を使って天神森内の木が密集している園内のエリアと、木が一本も生えていないエリアで測定する。また、森と比較して、運動場と校門前でも測定し、計 5 か所での測定を行う。

ウ 結果



天神森、竜神森ともに温度、体感温度、WBGT の値がグラウンド、校門よりも小さかった。また、温度、光量子、風速の値もグラフのように、天神森、竜神森のほうが低い傾向がみられた。

光量子、風速に関しては、木々の密集度が高い、天神森、竜神森、固定での値が同じ森の中でも低い傾向がみられた。次に、校門のデータを見ると、WBGT、体感温度の値が大きく、WBGT の値は 8/3 には 33.1 と非常に危険な値が出た。また、どの日も、地面に近い下のほうの温度が高く、上のほうが下に比べ温度が低いことが分かった。

エ 考察

まず、温度は地面が比熱の高い土であるため、熱されにくく、周りの温度が上昇しにくい。次に、光量子量、風速は、木々によって光、風がさえぎられるため、数値が低くなると考えられる。どの日も、地面に近い下のほうの温度が高く、上のほうが下に比べ温度が低い理由としては、木などの遮るものがなく、日射量が多く、地面がより熱されること、地面が比熱の低く、熱されやすいコンクリートであるため、周りの空気が熱されやすいことからだと考えた。

オ まとめ

天神森、竜神森は、ヒートアイランド現象が抑えられていると分かった。アスファルトの地面は、小さな子供や犬、猫などの小動物の健康が脅かされる危険があると考えられる。小さな子供や、その他小動物

の健康、共生のためにも、都市緑地を作ることが必要だと考える。

(2) フィールドサイン

ア 概要

昨年の研究において動物が森を利用する目的について考察した。その中で、ごみの問題や竜神森という新たな研究対象が生じた。そこで、今回は天神森と竜神森の動物の比較、竜神森のフィールドサインの2分野に分けて研究を行った。

イ 方法

定期的に森の中を歩き、実際に見られた動物や動物のフン、その他の痕跡を見つける。

ウ 結果

表 竜神森の池周辺に生息する生物			
名称	生息地域	役割・利用法	根拠
タニシ	水中の岩の表面	池の美化、すなわち死骸の分解などを主な仕事とする。	タニシがついていた岩がきれいになっていたことが挙げられる。
アメリカザリガニ	水中、陸上	外来種。小学生が池に入れた個体が繁殖している可能性有。	幼児個体が見つかったことと、人工的につくられたいけであることが挙げられる。
アメンボ	水面	一般的に水中の害虫駆除。	アメンボが害虫と思われるものを捕食していたことが挙げられる。
シオカラトンボ	水上	捕食、産卵。	オスとメスのつがいになっていたことが挙げられる。
ギンヤンマ	水上	捕食、産卵。	オスとメスのつがいになっていたことが挙げられる。
メダカ	水中	アメリカザリガニや捕食者の餌。	水中のいろいろな生物に捕食されていたことが挙げられる。
淡水エビ	水中	池の美化、すなわち死骸の分解などを主な仕事とする。	魚類の死骸に集まっていたことが挙げられる。
表 竜神森の陸上に生息する生物			
名称	生息地域	役割・利用法	根拠
モリチャバネゴキブリ	落ち葉の下	森の美化、すなわち落ち葉の分解など。	落ち葉が多くあるところに生息し、落ち葉に歯形があったことが挙げられる。
アメリカザリガニ	陸上、水中	外来種。池に入れた個体やその子孫が陸に上がった可能性有。	外来種のため、本来ここに生息していないことが挙げられる。鳥に捕食された跡もあり。
鳥類	上空	竜神森における生態系の頂点。	鳥類よりも大きな生物は竜神森に生息していないことが挙げられる。
ニホントカゲ(幼体)	陸上	一般的に陸上の害虫駆除。	害虫と思われる昆虫を捕食していたことが挙げられる。
ジョロウグモ	木	巣にかかった昆虫を捕食する。	巣をつくり、その巣にかかった昆虫を捕食していたことが挙げられる。
アブラゼミ	木	多くの樹木を目当てに産卵や樹液を吸う。	ストローのような口を樹木に突き刺していたことが挙げられる。

天神森は基本的に生徒の出入りが少ない森で、より自然に近い形となっている。そのため、多くの動物がやってくる。それに対して、竜神森は小学生が多く利用する遊び場であり、水生生物と鳥類がメインだ。

天神森周辺は人通りの少ない住宅街に面している一方、竜神森は大通りに面しているうえ森への人の出入が多い。天神森にはタヌキやハクビシンなど陸生生物が裏路地経由で来る。道中には食べ物が豊富にあり、最適なルートだと考えることができる。一方の竜神森には陸生生物の出入りができないため、池の水生生物と鳥類が主に活動している。

天神森は「陸生生物の食事場・立ち寄り所」、竜神森は「水生生物と鳥類の生活地」としての役割を果たしていると考えられる。前回の研究において、天神森には食べ物が豊富で多くの動物が立ち寄っていることが分かっている。

エ 考察

位置的に動物は少ない、と思われたが、予想に反して多くの生物がいることが分かった。土壌分解を行

う生物や、池の美化につながる生物などの森のバランスを保つために不可多く確認されたため、竜神森は都市緑地の中でも完成度の高い森だということが分かった。

オ まとめ

今回の研究で、竜神森が生息する生物は違えど森としてかなり完成度が高い都市緑地ではないかといえる。ただ、小学生が利用するためごみの問題が深刻化している。次回の研究ではその方面にも重点を置いて調査していきたいと思う。

(3) カメラトラップ

ア 概要

自動撮影カメラによる天神森の撮影から、天神森という都市緑地を利用する動物を観察し、動物が都市緑地をどのように利用しているか考える。

イ 方法

植物園内、園外にそれぞれ2つずつ自動撮影カメラを設置し、動物を撮影する。撮影した動物の映像を確認して動物を特定する。カメラの位置は、過去の研究に基づいて設置し、撮影に使っているカメラは、動物が発する赤外線に反応し、動物を撮影するため、昼夜問わず撮影することができる。カメラの不具合により結果は左右されている。

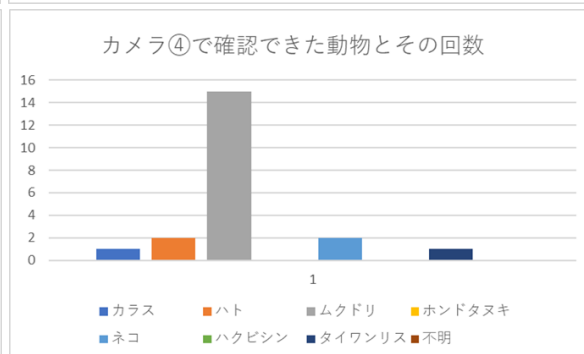
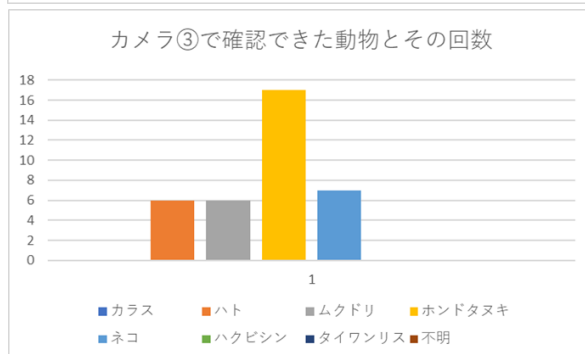
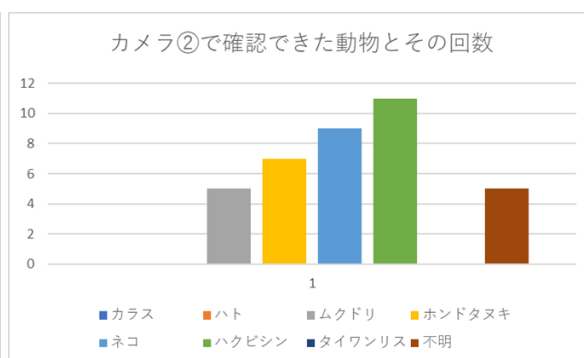
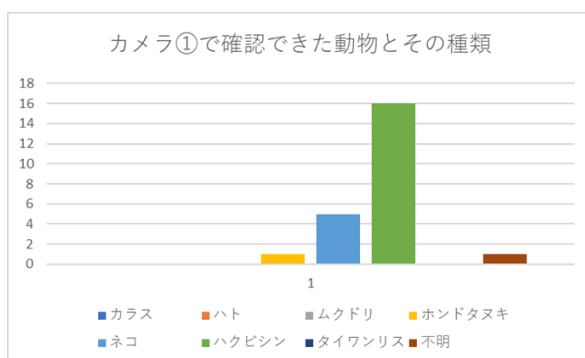
ウ 結果

		今までに確認できた種	今年確認できた種
鳥類	カラス	ハシボソガラス	ハシボソガラス
		ハシブトガラス	ハシブトガラス
	ハト	ハト	ハト
		ムクドリ	ムクドリ
哺乳類	スズメ	スズメ	
	タヌキ	ホンダタヌキ	ホンダタヌキ
		シロネコ	
		シマネコ	シマネコ
		クロネコ	
		シロクロネコ	
	リス	ハクビシン	ハクビシン
		タイワンリス	タイワンリス

天神森で確認できた動物の種

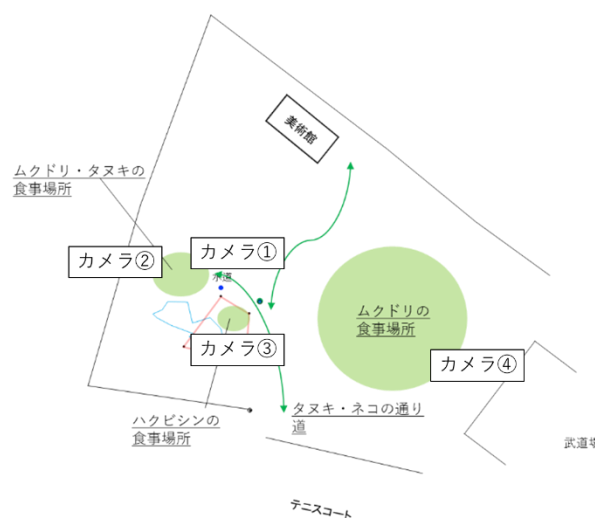


観察できた動物



エ 考察

結果より、天神森を訪れる動物は図のような行動をとっていると考えた。



天神森における動物の行動図

オ まとめ

このように、カメラに写っていた動物の様子から動物は種ごとに天神森の住み分けと使い分けをしていることが分かった。また、動物は天神森に住んでいるわけではなく、決まった時間に訪れることによってほかの種の動物と遭遇しないようにしていることが分かった。

(4) 土壌調査

ア 概要

窒素・リン酸・カリウムの測定と土壌生物の調査を行い、植物の生態系を支える天神森の土壌の豊かさを調べる。

イ 方法

(ア) 窒素・リン酸・カリウムの測定

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)、BTB溶液を使って測定する。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。

(イ) 土壌生物の調査

天神森をA、B、C、D、E、Fエリアに区切り、各エリアと比較実験のため運動場にそれぞれに縦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しハンドソーティング法とツルグレン装置を使った方法で土壌生物を用いた自然の豊かさ評価表を使い、エリアごとに点数をつける。

(ウ) 土壌中の菌の調査

寒天培地を使い、培養する。

ウ 結果

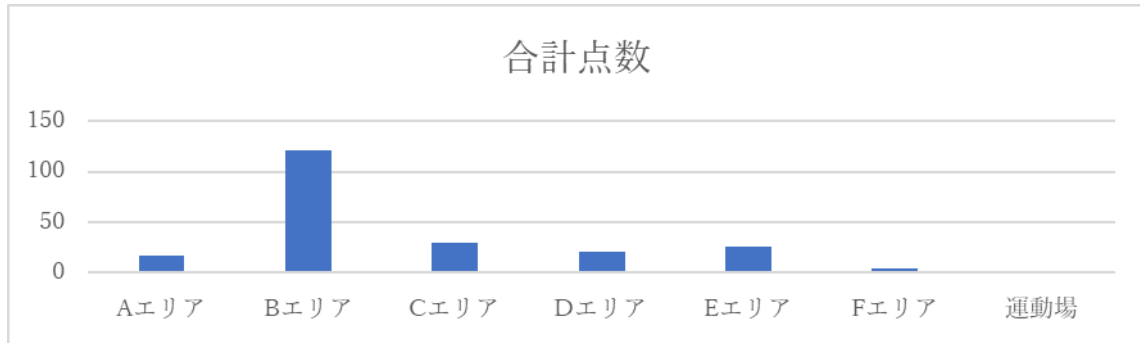
(ア) 窒素・リン酸・カリウムの測定

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

天神森内のリン酸、カリウムの値はどこもほとんど5 p p m～10 p p mとなった。また、窒素化合物の値はA、C、D、E、Fエリアはほとんど違いがみられなかったが、Bエリアの硝酸イオン、アンモニアの値は他のエリアに比べ大きい。

また、植物の生育には5 p p m以上、10 p p m以下のリン酸、カリウム、硝酸イオンが適している。そのため、天神森の土は栄養が豊富にあり、植物の生育に適しているといえる。

(イ) 土壌生物の調査



(ウ) 土壌中の菌の調査

A 地点：放線菌と思われる菌を発見

B 地点：黄色ブドウ球菌と、放線菌、赤カビと思われる菌を発見

C 地点：黄色ブドウ球菌と、糸状菌と思われる菌を発見

D 地点：放線菌、白色ブドウ球菌と思われる菌を発見

E 地点：糸状菌（ペニシリウム、麴菌に似ている）と思われる菌を発見

F 地点：黄色ブドウ球菌と、白色ブドウ球菌と思われる菌を発見

運動場：白色ブドウ球菌と思われる菌を発見。

また、F、B、C 地点の黄色ブドウ球菌と思われる菌を顕微鏡で観察すると、のように丸い球が繋がった菌を見ることができた。そのため、黄色ブドウ球菌と断定した。

エ 考察

天神森の土には、すべてのエリアにおいて、植物の生育に必要な窒素、カリウム、リン酸がそろっていること、ふわふわとした団粒構造の土が作られていることが分かった。また、土の中には様々な土壌生物が暮らしており、特に木が密集しているCエリアやD、Eエリア、落ち葉が多く集まるBエリアは特に多い。加えて、線状菌や放線菌といった菌があり、天神森は、動植物だけでなく、土壌も豊かだということが分かった。

オ まとめ

豊かな土壌があるからこそ様々な種類の動植物が生息することができているのだと分かった。

(5) 水質調査

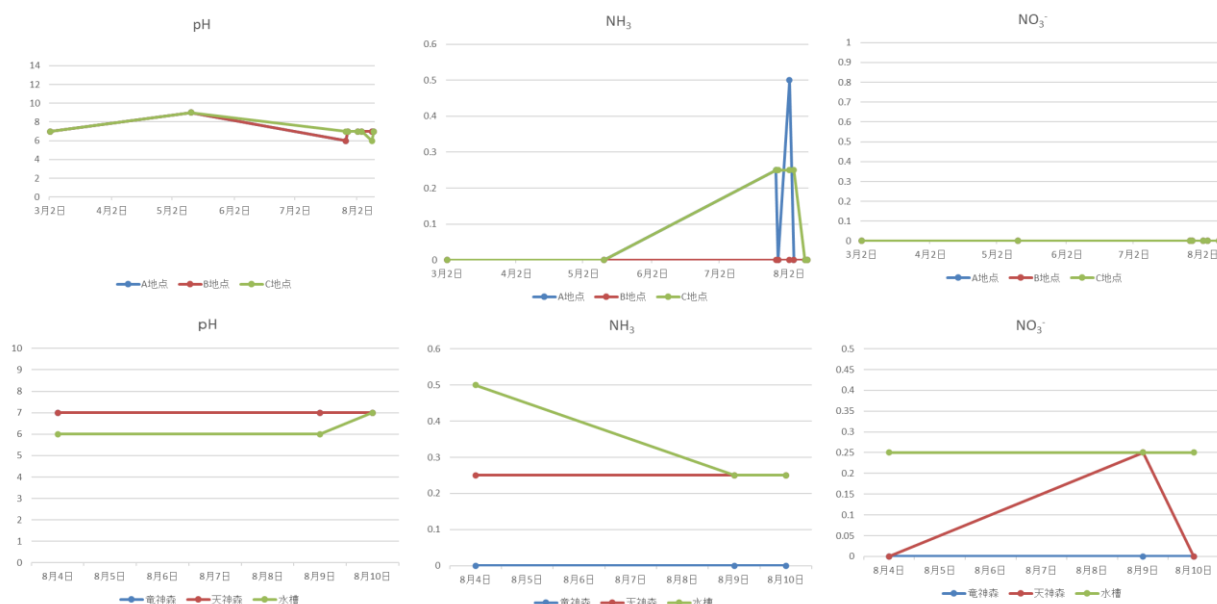
ア 概要

竜神森にある池を主な研究対象とし、そのほかにも天神森付近の池や学校内の水槽の水質を定期的に調べ、その推移を辿ることで、自然環境に池があることのメリットやデメリット、人工的な池と自然に近い池にどのような差があるのか等について探り、都市緑地にはどのような池が必要なのか考える。

イ 方法

竜神森の池、天神森付近の池または水槽の水を採取する。竜神森の池については南のA地点、中央のB地点、北のC地点に分けて採取している。採取した水に含まれる NH_3 、 NO_2^- 、 NO_3^- 、pH の量を水質調査「API Freshwater Master Test Kit」を使い測定し、表やグラフに起こし、それぞれの池や水槽の水質を比較する。

ウ 結果



竜神森の池の数値は地点に関係なくほぼ一定に保たれていた。その一方で、天神森付近の池や水槽内の数値は日によってかなり異なる。またアンモニア、亜硝酸イオン、硝酸イオンの数値も高い。

エ 考察

竜神森の池は数値があまり変動しないことから、有毒なアンモニアの分解から植物に必要な栄養となる硝酸イオンにし、植物がそれを取り込んでいる。というサイクルが出来上がっている。対して、天神森付近の池や水槽などは、有毒なアンモニアが残ってしまっていて、亜硝酸イオンから硝酸イオンにするという分解がうまくできておらず、底がコンクリートで覆われていたり、そもそも植物や土と触れていなかったりしてサイクルが出来上がっていない。

オ まとめ

上のような結果から、「なるべく土や植物が周りに多くあり、多くの生物がすんでいる池が望ましい」と考えた。土や植物があることで、よりよい生態系を作ることが出来、より自然に近い池を作ることが出来るようになる。このような池があることで都市緑地が動植物にとって住みやすい環境に近づけることが出来る。

4 まとめ

今回の研究によって、天神森は、たくさんの土壌生物を目的とした雑食のタヌキやムクドリが来る場となっており、動物の多様性が見られる場となっていることが分かった。天神森がタヌキなどの様々な野生動物が利用していることを、自動撮影装置を用いた観測・フィールドサインによる調査で明らかにし、住宅地に囲まれている学校の緑地が小さいながらも多様な生物が利用できる貴重な自然の場となっていると考えた。

また、天神森では土の豊かさが植物の豊かさにもつながっており、動物が排出したフンは土に帰り、分解されている。竜神森では、土と池がつながっているためアンモニアを分解するバクテリアがおり、有害なアンモニアが検出されなかった。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る。

更に、緑地は今回の研究により、温度を下げる効果があることが分かっており、緑地があることで人にとっても良い効果が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ことが予想される。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が重要だと考える。

5 参考文献

- ・指標生物－自然をみるものさしー 編集・監修：(財)日本自然保護協会

- ・土壌の観察・実験テキスト-土壌を調べよう！-(社) 日本土壌肥料学会土壌教育委員会
- ・Wikipedia 体感温度
- ・カシオ計算サイト「体感温度 - 高精度計算サイト (casio.jp)」