マイクロプラスチック，在来種の土壌条件，NO_2濃度などから つくば市周辺の環境を探るⅡ

つくば市立春日学園義務教育学校 科学部 平野大雅外１８名

１．春日地区周辺の調査・研究の背景・動機

現在，海洋プラスチックごみが海洋汚染や生態系に影響を与えることやごみが細分化されたマイクロプラスチックが高次消費者に蓄積し，海洋生物やヒトに悪影響を与えることが問題となっている。そして，**海洋マイクロプラスチックの発生源は，陸域や河川と考えられている。しかし，河川や沼のマイクロプラスチックに関する研究はあまり行われていない。**

本校科学部は，つくばエクスプレスの開通により 急速に都市化してきた春日学園地区の**自然環境を2018年度より，継続的に調査している。特に，蓮沼川の水質調査や動植物の生息調査などいろいろな大気の汚れ等を測定して，実態を明らかにしてきた。**

調査・研究

春日学園地区における自然環境の継続研究に加え

①春日地区を流れる蓮沼川を中心とした河川や沼におけるマイクロプラスチックの汚染状況を調べることとした。そして，蓮沼川の各地点における水質とマイクロプラスチック量,土地活用との関係性を明らかにしたい

②春日地区の大気環境調査を行っていきたい。

③春日学園の横にかつらぎ公園があり，在来種と外来種のタンポポが生息している。その群落地の土壌の性質を調査していきたい。

図１ 急速に発展する春日地区の中心に位置する春日学園と隣のかつらぎ公園

２．研究の目的

実験１：水質調査

蓮沼川を中心とした各地点（蓮沼川中流・蓮沼川が合流した谷田川で牛久沼近く，牛久沼，牛久沼から谷田川へ入る地点など）**におけるマイクロプラスチック量，まわりの環境等と土地活用や人口密度との関係性**を明らかにすることを目的とした。

実験２ 土壌調査

在来種であるカントウタンポポと外来種タンポポの分布地図を作成し，それらの**分布と自然環境や土地利用との関連性を分析**し，関係性を明らかにしていくことさらに，**外来種のセイヨウタンポポが急速に拡大した理由を明らかにする**ことを目的としている。

実験３ 大気環境調査

二酸化窒素濃度と浮遊塵から大気環境の観測を行い，身の回りの場所の二酸化窒素濃度の違いを知る

３．研究の仮説

蓮沼川を中心とした各地点では**マイクロプラスチックは下流に行くほど多くなるであろう。**蓮沼川は源流が近いため，あまりみられないであろう。

在来種は水分が多く照度が低く，中性の土壌に多いであろう。逆に**外来種は，水分が少なく，照度が高く，酸性より**土壌に多いだろう。

二酸化窒素濃度と浮遊塵の量は**比例関係になる**であろう。

４．研究の方法・結果

実験１：水質調査

※この部分には地図を用いた画像を掲載していましたが、著作権の関係により削除しました。（他の空白部分も同様です。）

＜実験の方法＞

(1)蓮沼川の水質調査

春日学園地区の中央を流れる蓮沼川の水をとり，バックテストを用いて水質検査を行った。

COD，亜硝酸態窒素，硝酸態窒素，アンモニア態窒素，リン酸態リンについて調べる。水中の微生物調査を行った。また指標生物となる水生生物を探した。

1回の割合で調査し，水質の状況を把握

(2)蓮沼川のマイクロプラスチック量調査

マイクロプラスチック量測定装置を手作りで作製し，蓮沼川を中心とした各地点にひもでつるした装置を川面に下した。そして集まった様々なごみの中から，実体顕微鏡を用いて，マイクロプラスチックをピックアップする。流量を測定して，**水量１．０ｍ３あたりに含まれるマイクロプラスチックの個数を調べた。**

(3)マイクロプラスチック調査測定装置

装置を通った水の量を，１．０ｍ.あたりとするため，また，川面にマイクロプラスチックが流れるだろうと仮設を立てた。できるだけ効率よく，そして条件が一定になるように水の流れ込む枠をつくることとした。さらに，マイクロプラスチックは５ｍｍより小さい粒子と定義されているため，その大きさの粒子を捉えることができ，身近にあるネットを用いることから，編み目が１ｍｍより小さい，タイツを用いることとした。

図.2 マイクロプラスチック採取の様子

図.3 マイクロプラスチック採取の様子

図.4 マイクロプラスチック採取装置

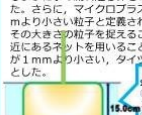


図.5 マイクロプラスチック採取口

①生物り用網の網をとり，まわりの計金部分と棒を使用した。
②生物り用網の針金を１５．０ｃｍ×３３．０ｃｍの長方形にした。
③針金に，タイツの緩の部分を巻き付けていき，本線の糸でとれないように縫っていった。
④橋から川面まで距離がある場合は，持ち手の棒を継ぎ足して，長くして使用した。

(4)各地点の測定方法

●Ａ地点　川の流れがある地点での測定方法

水量１．０ｍ3あたりのマイクロプラスチックの個数を求める方法

川の長さ１０ｍを事前に測定し，雑草の葉（毎回ほぼ同じ大きさとする）を流し，１０ｍを何秒で流れてくるかを測定する。観察日１日につき，３回１０ｍを何秒で流れるかを測定し，平均秒を出した。

２５秒・２７秒・３２秒　平均値　２８秒→**Ｘ秒／１０ｍ**

観察日の川の水の流れる速さは，２．８秒/ｍ→　**Ｘ／１０　秒/ｍ**

と求める。１．０秒あたり０．３５７ｍ進む。→１．０秒あたり　１０／Ｘ　ｍ　マイクロプラスチック量測定装置を川の水表面から１５ｃｍの深さまで入れ，６０秒を カウントする。

測定装置の面積：０．０４９５ｍ^2　０．３５７ｍ×６０秒分の水がながれたということになることから，０．０４９５ｍ^2×０．３５７ｍ×６０秒＝１．０６ｍ^3

平均値：Ｘ秒／１０ｍ　とすると
水量１．０ｍ3あたりのマイクロプラスチックの個数
網の中のマイクロプラスチックの個数　÷　２９．７／Ｘ（個）

●Ｂ～Ｄ地点　川の流れがほぼない地点での測定方法

１ｍを２１回測定装置を移動→　網の中のマイクロプラスチックの個数＝水量１．０ｍ3あたりのマイクロプラスチックの個数（個）

＜実験の結果＞

A　蓮沼川中流　つくば市下平塚蓮沼川　**B　谷田川　つくば市森の里**

C　牛久沼　龍ケ崎市佐貫町　**D　谷田川　龍ケ崎市佐貫町**

図６ 水質調査地点
A蓮沼川中流
B谷田川
C牛久沼
D牛久沼から谷田川へ

A　蓮沼川中流　つくば市下平塚蓮沼川　蓮沼川の水は橋の上から採取した。川の中央を採集地点とした。ゴミはほとんど漂ってなかったが,土手にプラスチックごみ一つが落ちていた。よく見てると,透明の角ばったマイクロプラスチックや茶色のマイクロプラスチックが見られた。硝酸性窒素,亜硝酸窒素,リン酸性リンの値が低く,アンモニア性窒素の値が高い。

図７ 蓮沼川の資料

年間平均 ppm	pH	アンモニア性窒素	COD	リン酸性リン	亜硝酸窒素	硝酸性窒素
ppm	7.000	1.000	6.000	0.200	0.050	0.500

1m水量中のマイクロプラスチック　2個/1m³

B　谷田川つくば赤森の里　谷田川の水に手が届く場所で採集した。よって，河川の中央でなく，端を採集地点とした。しかも，流れがほぼなく，川面に多くのゴミが漂っていた。よって，草や木々のゴミ，糸くずのようなもの，オオハクチョウの羽毛，白や黒の小さな物質などが多く含まれていた。よく見ると，白い角張ったプラスチックの破片や水色のマイクロプラスチックが見られた。

図８ 谷田川の資料

図９ 谷田川のマイクロプラスチック スケールバーは1m

上流　→　→　→　→　下流
A蓮沼川→B谷田川→C牛久沼→D谷田川

水が他場所へ移動しにくく，**溜うような場所**に多く見られた。

	pH	アンモニア性窒素	COD	リン酸性リン	亜硝酸窒素	硝酸性窒素
ppm	9.00	0.50	13.00	0.05	0.02	0.20

1m水量中のマイクロプラスチック　21個/1m³

C　牛久沼　龍ケ崎市佐貫町

ゴミをみると，**化学繊維が多く**みられた

透明フィルムのような形と固形のマイクロプラスチックが観察された。糸状のプラスチックのようなものでてきた化学繊維が多く見られた。有機物のゴミは必ず繊維と巻きついて固まっていた。**1m の水量の中には31本**もの化学繊維が存在していた。

	pH	アンモニア性窒素	COD	リン酸性リン	亜硝酸窒素	硝酸性窒素
ppm	8.00	0.50	13.00	0.02	0.005	0.20

1m水量中のマイクロプラスチック　2個/1m

D　谷田川　龍ケ崎市佐貫町

ゴミをみると，**化学繊維が多く**みられた

白の物質は，発砲スチロールの破片のようなマイクロプラスチックであった。化学繊維も多く見られた。

	pH	アンモニア性窒素	COD	リン酸性リン	亜硝酸窒素	硝酸性窒素
ppm	8.00	0.50	13.00	0.02	0.50	0.20

1m水量中のマイクロプラスチック　4個/1m³

実験の考察

河川マイクロプラスチックが多くの人間が生活している場所を流れる谷田川（蓮沼川の下流）や牛久沼に多く存在したということである。下流にいくほど，マイクロプラスチック量が多くなるわけではなく，河川の流れ方や水量，まわりの環境により，水が他場所へ移動しにくく，漂うような場所に多く見られた。

亜硝酸窒素の値が高くなると化学繊維の本数が増えたことは,化学繊維に巻き付いて固まっている有機物のごみが深く関係していると考えられる。

さらに，河川には洗濯後の生活雑排水に含まれ，浄化槽では処理できない大きさの化学繊維（マイクロプラスチック）が大変多いとわかった。このことから,洗濯をする際にてた化学繊維が,下水処理場を通り抜け,洗濯をした生活排水といっしょに川に流れ込み,いろいろなごみを巻き込み,海に流れるという可能性がある。このことから,**下水処理場でとりきれない化学繊維が問題であることが考えられ,茨城県南部だけではなく,日本全土でこの問題があるという可能性があると示唆した。**

実験２：土壌調査

タンポポ在来種・外来種　調査地図

使用した道具

pH計測器
①pH を計測したい地点の土壌に，５cm さした
②１分待った。
③数値を読み取り，記録紙に記入した。

2019年春の調査により春日地区は在来種の**カントウタンポポ群落**と外来種の**セイヨウタンポポ群落**が混在している面白い環境であると分かった。

外来種と在来種の群落地が混在している原因は何か？

土壌の性質や照度などを測定することとした。

赤丸●外来種

総苞片が反り返っている

青丸●在来種

総苞片が反り返らずくっついている

地温計測器
①電源を入れた。②地温や照度を計測したい地点の土壌に５cmさした。③１分待った。
④数値を読み取り，記録紙に記入した。

水分量計測器
①水分量を計測したい地点の土壌に５cmさした。
②１分待った。
③数値を読み取り，記録紙に記入した。

＜実験の方法＞

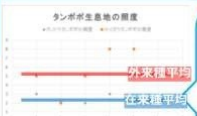
ほぼ同じ環境であると考えられる本校よこにあるがつらぎ公園には，在来種であるカントウタンポポと外来種であるセイヨウタンポポの群落地が混在していた。その原因を探ろうと同条件性質を測定した。

具体的には，2019年度のタンポポの生息地の地図を参考にして，外来種と在来種の生息していた土壌周辺の性質（ｐＨ・水分量・地温・照度など）を計測した。

pH：　在来種より外来種の土壌がアルカリ性より

在来種のカントウタンポポは，外来種のセイヨウタンポポより平均的に酸性度が高い所に生息していることが分かった。そして，セイヨウタンポポはカントウタンポポはアルカリ性度が高い所に生息していると分かった。

照度：　在来種より外来種の土壌の照度が大きい・明るい



カントウタンポポの方がセイヨウタンポポより平均的に暗い所に生息している事が分かった。そして，セイヨウタンポポの方がカントウタンポポより平均的に明るい場所に生息していると分かった。

カントウタンポポの方がセイヨウタンポポより平均的に涼しい所に生息していると分かった。そして，セイヨウタンポポの方がカントウタンポポより平均的に温かい所に生息していると分かった。

＜実験の結果＞

水分量：　在来種より
外来種の土壌が小さい

セイヨウタンポポ

場所	pH	水分	照度	照度数値化	地温(℃)
12	6.7	1.5	Nor	4	35
50	9	4.5	Low	2	31
97	6.3	2	Nor-	3	37
95	7.68	1.2	Nor-	3	35
88	6.59	1.5	Nor+	5	39
84	6.4	1.2	Nor	4	37
平均値	7.13	1.94		3.58	36.67

カントウタンポポ

場所	pH	水分	照度	照度数値化	地温(℃)
5	6.6	1.5	Low+	1	31
45	6.65	1	Low	2	31
53	6.7	2	Low+	1	29
73	5.45	6.8	Nor	4	34
平均値	6.35	2.83		2.00	31.25

照度の数値	
Low+	1
Low	2
Nor-	3
Nor	4
Nor+	5

カントウタンポポ（平均値２．８３）の方が**セイヨウタンポポ（平均値１．９８）**よりカントウタンポポが**水分量の大きいところに生育**する。

実験の考察

在来種群落の土壌の性質

土壌の水分量が多く，照度や地温が低く，ｐＨの値が小さい土壌に在来種が群落をつくることが分かった。このことから，在来種のカントウタンポポは，**里山の林床などの木が少し生育しているような照度が低く，地温も上がりにくく，多めの水分を含む環境を好む**と分かった。さらに，*ｐＨが平均値である６．３５あたりの弱酸性の土壌を好むと分かった。

外来種群落の土壌の性質

よく日が当たる，照度が高く，地温も高く上がり，水分量が少ない土壌に外来種は群落をつくると分かった。在来種が生育できない場所で，生育できる。さらに，**ｐＨの平均値が７．１３あたりの中性**に近い土壌でも生育できると分かった。

考察：どうして在来種群落に外来種が入ってきたのか

元々春日地区は，在来種が多く生育していたが，**開発により，コンクリート等が増え，土壌の照度が大きく，水分量が小さくなり，コンクリートの水酸化カルシウムの溶解により少しずつ弱酸性からアルカリ性**よりになっていた。そのような性質の土壌では，在来種のカントウタンポポが生育しづらく，逆に環境に耐性のある**外来種のセイヨウタンポポとの競争に負けて**，在来種が生育できなくなっていったと考えられる。そして，**最終的に外来種であるセイヨウタンポポが多く，侵入して群落地をつくった**と考えられる。

実験３：大気環境調査

二酸化窒素とは何だろうか

二酸化窒素は代表的な大気汚染物質の１つとして，大気汚染防止法で規制・監視の対象となっている。主に自動車の排気ガス，工場などから発生し，大気中に広がっていくとも言われている。これが，人間や自然に悪い影響を及ぼしている。

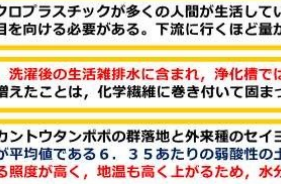
自然との調和を目指しているつくば市は大気汚染がどれくらい進行しているのか，私たちは春日地域の二酸化窒素濃度について深く研究していきたいと考えた。さらに，浮遊塵を調べる開発とともに浮遊塵と二酸化窒素濃度の関係性を明らかにすることを目指した。

＜実験の方法＞

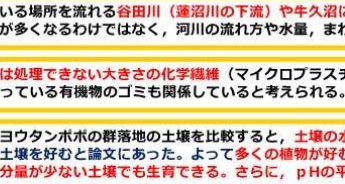
（１）二酸化窒素濃度測定

1. 試薬付きを紙板をラミネート側を上にして捕集管にセットする。
2. ろ紙押えをスプリング側を下にして捕集管内に入れ，上蓋をはめ,測定したい場所に行き捕集管の底蓋をはずす。
3. 捕集管取付用袋に入れ，固定し，２４時間放置したら，底蓋をはめる。
4. 捕集管の上蓋をはずし，駒込ピペットを使いザルツマン試薬を5mL入れ，上蓋をはめて１５分間振る。
5. 比色セルに反応液をいれ，比色表で判定する。

＜各地点ようすと結果＞



＜実験結果＞

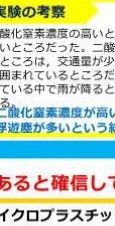


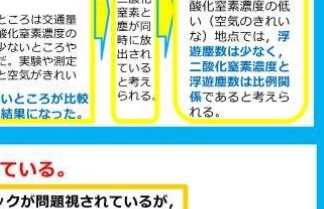
（２）浮遊塵の測定

(1)横8.5cm，縦12cmのジップロックに，横5cm，縦3cmの半透明テープを取り付けた。浮遊塵を測定するジップロックを下敷きに挟み，それを６地点分セットした。

(2)測定地点へ行き，(1)の装置を９０度の角度，1.3mの高さで約３分間振り，浮遊物質を付着させる。

(3)顕微鏡で(2)で集めた浮遊塵の数を数える。できるだけ多く測定地点に行って測定し，各地点の全体の平均を出す。





グラフから，**浮遊塵数と二酸化窒素濃度は中程度の相関があるということも分かった。平均のグラフにより，大気汚染物質の１つである二酸化窒素濃度と浮遊塵数は正の相関を示したことが分かった。**

実験の考察

二酸化窒素濃度の高いところは交通量の多いところだった。二酸化窒素濃度の低いところは，交通量が少ないところや緑に囲まれているところだ。実験や測定をしている中で雨が降ると空気がきれいになる。

二酸化窒素濃度が高いところが比較的浮遊塵が多いという結果になった。

排気ガス等に混じっている二酸化窒素と塵が同時に放出されていると考えられる。

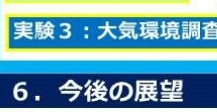
自動車排気ガス量の目安となる二酸化窒素濃度の高い（空気の汚れた）地点では，浮遊塵数は多く，逆に二酸化窒素濃度の低い（空気のきれいな）地点では，**浮遊塵数は少なく，二酸化窒素濃度と浮遊塵数は比例関係**であると考えられる。

５．研究の結論

本実験では，大きく３点が明らかになった。マイクロプラスチックに関することは，大きな発見であると確信している。

実験１：水質調査

化学繊維のマイクロプラスチック



河川マイクロプラスチックが多くの人間が生活している場所を流れる**谷田川（蓮沼川の下流）や牛久沼にも多く存在**していた。海洋マイクロプラスチックが問題視されているが，河川にも目を向ける必要がある。下流に行くほど量が多くなるわけではなく，河川の流れ方や水量，まわりの環境により，水が他の場所へ移動しにくく漂う場所に多く見られた。

河川には，洗濯後の生活雑排水に含まれ，浄化槽では処理できない大きさの化学繊維（マイクロプラスチック）が大変多いとわかった。亜硝酸性窒素の値が高くなると，化学繊維本数が増えたことは，化学繊維に巻き付いて固まっている有機物のゴミも関係していると考えられる。**今後，生活雑排水の化学繊維対策が必要であることを提案していきたい。**

実験２：土壌調査

在来種のカントウタンポポの群落地と外来種のセイヨウタンポポの群落地の土壌を比較すると，土壌の水分量が多く，ｐＨの値が小さい土壌に在来種が群落をつくることがわかった。植物にとって，ｐＨが平均値である６．３５あたりの弱酸性の土壌を好むと論文にあった。よって多くの植物が好む土壌ｐＨと同じ土壌を在来種が好む。逆に外来種のカントウタンポポは，よく日が当たる照度が高く，地温も高く上がるため，水分量が少ない土壌でも生育できる。さらに，ｐＨの平均値が７．１３あたりの中性に近い土壌でも生育できると分かった。

実験３：大気環境調査

交通量の多いところが二酸化窒素濃度が高く，さらに浮遊塵の数も大きい。場所によっては，二酸化窒素濃度が高くても浮遊塵の量が低いところ，その逆もあった。風向きなども関係する。

６．今後の展望

◆**実体顕微鏡観察より，マイクロプラスチックであるとわかったが，マイクロプラスチックの種類などをしっかり同定していきたい。赤色分光器があればできるが，本校にないため，大学や高校などと連携して，機械を借りたり，研究室訪問などをして，分析したいと考えている。**

◆**化学繊維マイクロプラスチックを生活雑排水から効率的に取り除く方法を開発し，地球環境を守ることのできる技術開発をしていきたい。**

◆**化大気環境を測定する生物指標を用いた方法を開発（たとえば，マツの盆栽のようなものを調査地点に置くなど）していきたい。**

７．参考文献

・ＪＥＡＳ　ＮＥＷＳ　特集　海洋プラスチック　Ａｐｒｉｌ　２０１９
・「海洋マイクロプラスチックの分布と生物へ影響」高田秀重　第129回海洋フォーラム
・　福岡教育大　https://ww1.fukuoka-edu.ac.jp/~fukuhara/keitai/tanpopo.html
・ＢｕＮａ　文一自然ウェブマガジン　在来種タンポポはなぜ減少したのか
外来種セイヨウタンポポの広まりから雑種の登場まで

本研究は，げんでんふれあい茨城財団の助成を受けて行っております。