



# 環境DNAを活用した環境情報の高度化に関する共同研究

研究項目2 環境DNAの活用による環境調査の高度化

## 大気中からの環境DNA採集方法の技術確立

応用地質株式会社

- ✓ 環境DNAは水・土・大気に存在し、動植物に関する水・土のサンプリング手法は確立されつつある。一方、大気からのサンプリングはまだ技術が確立されていない。大気中の環境DNAサンプリング技術の確立は、水・土での検出が不十分だった陸生動物（哺乳類、鳥類、昆虫類等）や植物（花粉）の種の検出精度の向上に寄与することが期待される。
- ✓ 本技術の確立は、ダム、道路、砂防堰堤等の建設事業における調査やモニタリングの高度化・効率化、具体的には種の確認精度向上や調査コストの縮減に寄与する可能性がある。そして、農林など他分野への展開も期待される。
- ✓ 本研究では静電気フィルターを用いて、大気中からの陸生動物の環境DNA採集に取り組んだ。

## ● 採集システムの検討（採集機器の検討）

ポンプ種類、バッテリー等の性能も確認し、野外調査で簡易に運用可能なサンプリングシステムを検討する。



## ● 採集試験

製作したシステムで実際に野外で採集試験を実施し、大気中から環境DNAの採集の可能性を検討する。



※生態調査と同時の測定も検討したが、そこまで至らなかった。

## ① 簡易な採集機器の製作（静電気フィルター）

- 環境DNAは静電気フィルターを使用
- 野外に手軽に運搬可
- バッテリーで稼働可
- 吸引量は可能限り多く（流量大＋省電力）
- パーツは既製品を基本
- 10万円以下/1台

## ② 採集試験（分析）

- 試験地：福島県田村郡三春町（自社敷地内）
- 調査年：2022年（8月），2025年（12月）

# ①簡易な採集機器の製作



- 既製品を活用した野外使用を想定したシステムについて、既吸引能力40～50L/min、連続稼働約10時間であれば、8万円以内で作成可能である。
- **課題**
  - **気体流量の測定**：流量の測定には、気温・圧力・流量の測定も必要とある（気体の状態方程式（ $pV = nRT$ ））。正確な流量の測定は専用の機器導入が必要である。
  - **静電気フィルターの特性**：静電気フィルターは疎水性処理が施されているため、フィルターに付着したDNAの安定化薬剤の種類に注意が必要である。



項目	内容	備考
吸引量	40～50L/min	正確な流量測定には流量計が必要 ※15万円以上
大きさ	約25cm/1辺	バッテリー除く
フィルター	既成フィルター装着可	
重量	約9kg	
費用	8万円以内	
電源等	Li-ion電池17Ahで、約10時間以上	通常のAC電源OK

## ② 採集試験 (分析)



2022年8月測定



2025年11月測定



## ② 採集試験（分析）



- 検出種数は真菌類＞植物＞動物の順で、動物は厳しい結果となった。但し、計測機器周辺でDNAが多く存在（浮遊）していると想定されたヒト（測定者）、ノネコ（敷地を頻繁に往来）、オオクチバス（近くで捕獲個体を計測）はDNAを検出できた。
- 大気中からの環境DNAの検出は、採集地点の周辺の生物の存在量に大きな影響を受けると考えられるものの、真菌類や植物については有効な活用ができると考えられる。

測定年	2022年			2024年	
サンプル	1	2	3	1	2
時期	8月	8月	9月	11月	11月
時間	約8時間×3日間 ※3日間のサンプルを、1サンプルとして分析			9時間	9時間
フィルター	静電気①	静電気②	静電気②	静電気②	静電気②
流量	約30L/min	約30L/min	約20L/min	約80/Lmin	約80/Lmin
電源	バッテリー	バッテリー	バッテリー	外部電源	外部電源
その他				吸引口の口径大 (吸引速度低)	吸引口の口径小 (吸引速度大)
プライマー					
MiMammal Mi-bird Mtinsects-16S COI	1種	1種	7種	2種	4種
Plant	4種	6種	10種	0種	9種
ITS※種まで特定	62種(128種群)	166種(337種群)	220種(418種群)	—	—

Filter Collection Efficiency：静電気①50% at 0.5 μm, 静電気②More than 95% for > 0.3 μm

## ② 採集試験（分析）



## 動植物

### 検出種の例

対象群	DNA検出	検出の例	備考
哺乳類	極少	ヒト、イノシシ（ <b>移入種</b> ）、ノネコ	ヒトは、毎回、確実に検出・・・現存量が多いと検出できると推定
鳥類	極少	シジュウカラ	
昆虫	極少	カメムシ、シノメトンボ	
植物	少	ウリ科、キク科、クワ科、マメ科、ニレ科、バラ科、イネ科 ササ類、ツユクサ科等	<b>特定外来生物2種検出</b>
真菌類	多	60～220種/1サンプル	
その他	—	オオクチバス	測定点の近くでオオクチバス数百尾を扱っていた

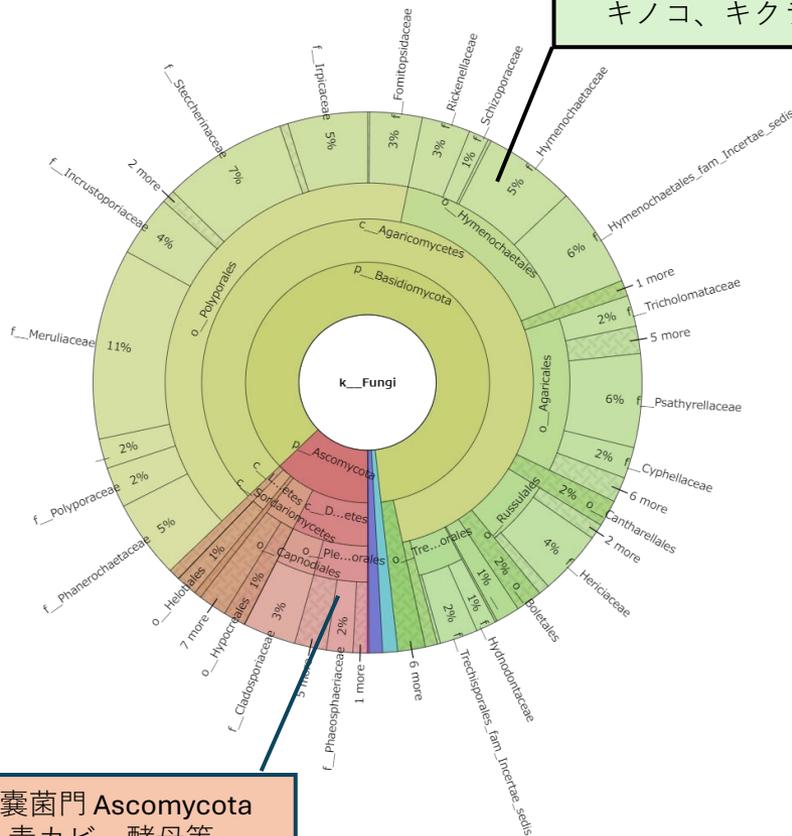
## ② 採集試験 (分析)



## 真菌類

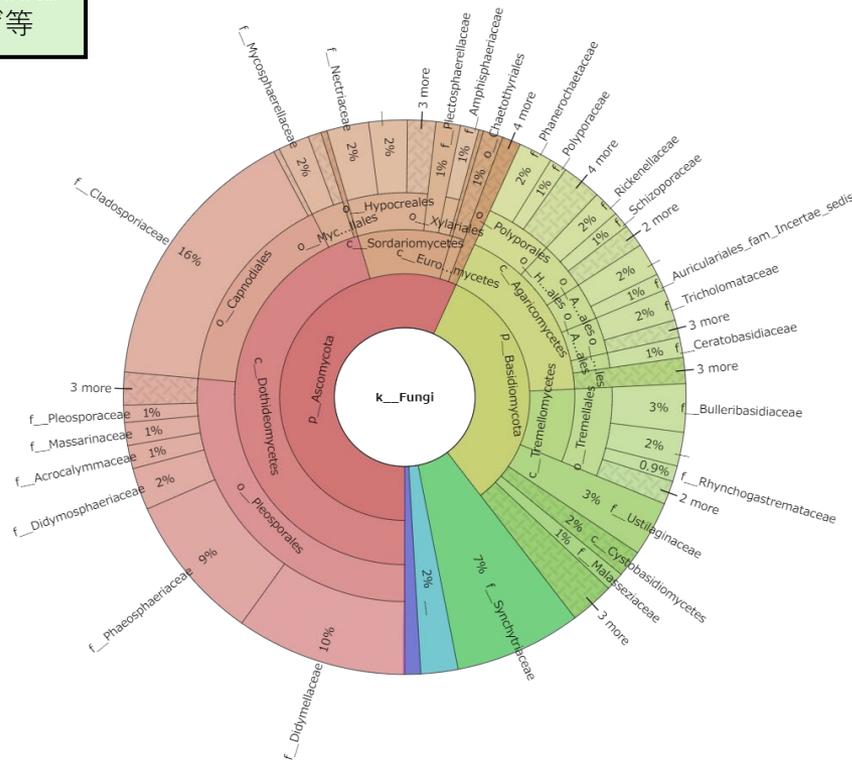
フィルター①  
50% at 0.5 μm  
62種(128種群)

担子菌門 Basidiomycota  
キノコ、キクラゲ等



子囊菌門 Ascomycota  
青カビ、酵母等

フィルター②  
More than 95% for > 0.3 μm  
166種(337種群)



## ● 結果概要

- ✓大気中の環境DNAについて、静電気フィルターとポンプを活用した安価な採集システムの構築は可能である。但し、大気中からの環境DNAの採集では、気体の状態方程式、ブラウン運動、気象学などの知識が必要で、正確な流量の測定にも留意が必要である。
- ✓静電気フィルターを活用した環境DNAの検出について、真菌類や植物では活用が期待された（事例有）。但し、広い範囲を対象とした動物種の検出は容易ではないと考えられ、地点の周辺の生物の存在量が影響している可能性も考えられる。

## ● 今後の課題

- ✓今回の研究では、大気中からの動物の環境DNAの採集について、手法の大幅な見直しが必要という結果となった。大気中からの動物の環境DNAを採集を試みる場合は、現時点では、限られた範囲（例えば動物園）を対象にするなど、適用範囲が限定されると考えられる。
- ✓一方で、今回の結果を踏まえ、新たな手法の検討を開始している。今後、新たな採集試験に取り組み、活用の可否を検討していきたい。

1. Christina Lynggaard et al.(2022)Airborne environmental DNA for terrestrial vertebrate community monitoring, CurRent biology32.