

# 酸性雨による土壌への影響について

## 【大気・地球環境室】

村田 智穂、九鬼 貴弘\*<sup>1</sup>、福田 拓\*<sup>2</sup>、尾川 成彰、山添 良太\*<sup>3</sup>

### 1 はじめに

化石燃料の燃焼等により大気中に放出された窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )や硫黄酸化物( $\text{SO}_2$ )を起源とするこれらの酸性物質が雲や雨に取り込まれ、酸性雨が生成する。酸性雨は、地表へ降り注ぎ、湖沼や土壌等を酸性化させ生態系を破壊するなど環境への影響が懸念されている。

鳥取県では、2003 年度より環境省から委託を受け酸性雨モニタリング(土壌・植生)調査を実施している。当該調査のうち、当所で実施した土壌調査結果について報告する。

### 2 調査地点及び調査項目<sup>1)</sup>

調査は、鳥取県の大山隠岐国立公園の森林内の調査地点(プロット)2か所で2003年度から2023年度までの5年ごとに実施した。各プロットにおいて1×1mの5つのサブプロットを設定し、リター層を取り除いた後、表層(0~10cm)及び次層(10~20cm)の土壌を1~2kg採取し、水分含量、 $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ 、 $\text{pH}(\text{KCl})$ 、交換性塩基(Ca、Mg、Na、K)、交換性Al及びHを分析した。



● : 大山 (鳥取県西伯郡大山町豊房地内)

図1 調査地点

### 3 結果及び考察

#### 3.1 水分含量(含水比)

風乾土壌の水分含量(wt%)は、表層6.3~9.3(wt%)、次層3.3~10.6(wt%)であり、位置、深度による含水比の傾向は示唆されなかった。

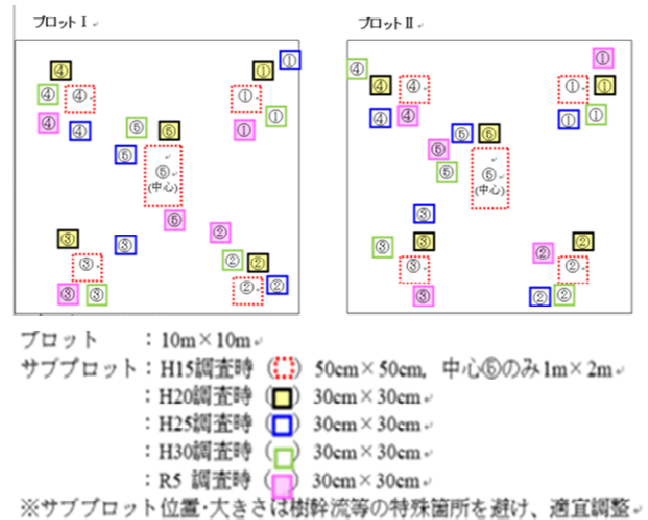


図2 調査定点プロット図

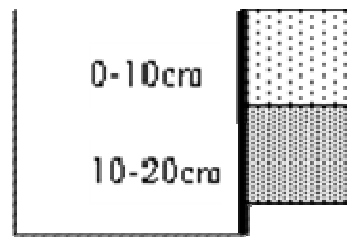


図3 サブプロット図

#### 3.2 土壌 pH

$\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ は土壌溶液に溶存する $\text{H}^+$ 濃度に対応するものであり、土壌溶液の酸性度の強さが反映されている。一方 $\text{pH}(\text{KCl})$ は土壌粒子表面に吸着している酸性陽イオン( $\text{H}^+$ 、 $\text{Al}^{3+}$ )も過剰のKClで置換・浸出して反映されることから、その分、 $\text{pH}(\text{KCl})$ 値が低くなっていた。どの層も酸性であったが、表層部ほど酸性度が強く、次層部の酸性度は比較的弱かった。

表層部土壌の酸性度の強さについては、近年の酸性雨以外にも、表層部や表面の有機物の多さから、有機物分解・腐植化の過程で生じる有機酸の影響も考えられる。

なお、プロットI及びIIの $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ と $\text{pH}(\text{KCl})$ の

\* 1 現 鳥取県生活環境部環境立県推進課  
\* 2 現 鳥取県西部総合事務所環境建築局  
\* 3 現 鳥取県生活環境部水環境保全課

平均値の経年変化を図4及び図5に示す。pH(H<sub>2</sub>O)、pH(KCl)は、いずれも横ばい傾向である。

また、全国のpH降水量加重平均値は、同様な傾向を示した。)

pH(KCl)は、現時点では土壌コロイドに吸着されて酸としての性質は示さないが、土壌溶液のイオン濃度が変化すると、土壌水に溶出して植物根等へ影響を及ぼす可能性のある酸(交換性酸度)の指標であり、一般的にpH(KCl)はpH(H<sub>2</sub>O)より0.5~1.0低い値を示すことが多いが<sup>3)</sup>、経年変化からは、この差が減少する傾向は見られなかった。

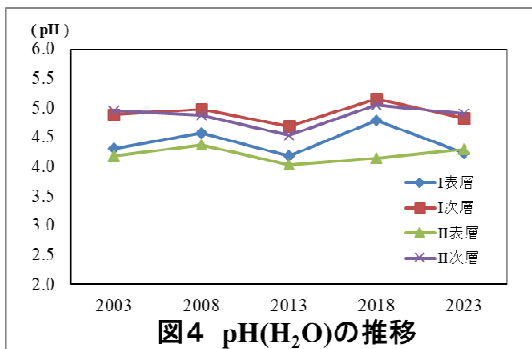


図4 pH(H<sub>2</sub>O)の推移

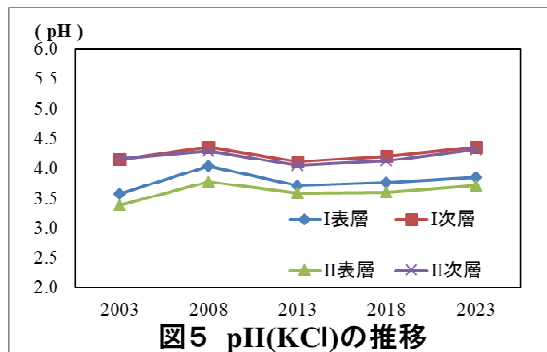


図5 pH(KCl)の推移

### 3.3 交換性陽イオン(土壌表面の吸着陽イオン)組成

土壌粒子表面は荷電しており、イオンを吸着する能力がある。一般的には負の荷電が多く、陽イオンを吸着する機会が多い。これらの吸着されている陽イオンは、より吸着されやすい他のイオンや過剰のイオンを添加すると、交換反応により置換・脱着されるものが多い。これらを「交換性(陽イオン)」という。

過去5回のプロットI、IIの表層、次層の土壌中の交換性陽イオン組成の平均を図6に示した。どの土壌も塩基性陽イオン(Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>)の割合(塩基飽和度)が低く、酸性陽イオン(Al<sup>3+</sup>、H<sup>+</sup>)の割合が高かった。また、酸性度が高い

最表層部土壌で塩基性陽イオン(Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>)の割合が次層よりもやや高かった。これについては、植生(樹木、下層木・草)の作用(植物が地中下層からこれら成分を吸収→葉・茎等に蓄積→枯死して地表部に落下・堆積→腐朽・溶出→土壌に供給等)が考えられる。<sup>4)</sup>なお、組成割合については、経年の大きな変化の傾向は示唆されなかった。

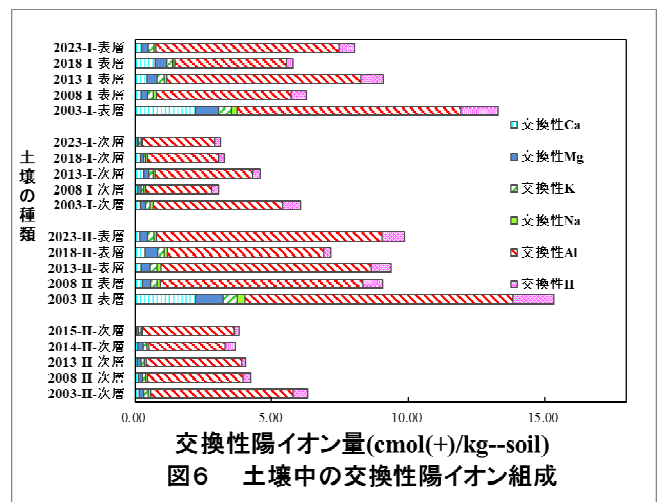


図6 土壌中の交換性陽イオン組成

## 4 まとめ

調査地点の土壌は、特に表層部で酸性度が強い状態であり、可溶性(となる可能性のある)Al・Hの存在量も多かった。また分析結果からは土壌組成の大きな変化は、見られなかった。さらに同時期に実施した植生調査より、樹木衰退度が進行していたとの報告があったが、冠雪害によるものであった。今後は、この土壌の酸性状態が酸性沈着物の影響かどうかを把握するとともに、土壌の酸性状態が森林生態系へどのように影響するか、引き続き、経年の傾向を把握するために長期的なモニタリングを継続する必要がある。

### 【参考文献・出典】

- 1) 環境省/令和5年度酸性雨調査結果について
- 2) 環境省/越境大気汚染・酸性雨長期モニタリング報告書(平成25~平成29年度)
- 3) 農林水産省HP「土壌分析法」
- 4) 佐竹研一編著(1999)「酸性環境の生態学一般汚染と自然生態系を科学する一」愛智出版