

# シダ植物 “ヘビノネゴザ” の phytoremediation 効果と銅の分析の研究

教科・領域教育専攻

自然系（理科）コース

白石 奈那

指導教官 村田 勝夫

## 1 はじめに

私たちが住んでいるアジア地域の多くは水質汚濁、廃棄物問題などさまざまな都市型環境汚染問題に直面している。日本では 1880 年代から始まる渡良瀬川の銅汚染（足尾銅山）は明治を通じて最大の社会問題とされた。このように汚染物質により汚染をされている土壌、河川などにファイトレメディエーションと呼ばれている植物を利用して、環境中から汚染物質を除去すること、またはそれらを無害にする浄化技術が研究されている。これは主に重金属の除去に効果がある。一般に種や属に特有で組織中の特定の部位に異常に高濃度の重金属を蓄積するものを「蓄積植物」や「集積植物」という。

ヘビノネゴザは学名を *Athyrium yokoscense* (Fr. et Sav.) Christ. といい、オシダ科のシダ植物で日本各地、シベリア、朝鮮、中国などにも分布しており、特に銅鉱山など鉱山地域に群生している。金属鉱床を採す指標植物として利用されていた<sup>1)</sup>。徳島県では神山町阿川地区を流れる広石谷川上流に旧広石鉱山がある。この旧鉱山にヘビノネゴザが群生している。

本研究は銅の分布ならびに、主としてシダ植物ヘビノネゴザの phytoremediation 効果とその銅除去能力について研究を行うことを目的とした。

## 2 実験方法

旧広石銅山にはボタ山がある。そしてボタ山

のすぐ横を流れる広石谷川があり、ボタ山からの浸出水を貯水する甕がある。ボタ山、貯水甕の周辺からヘビノネゴザを採取した。ヘビノネゴザの分析は酒井等の方法<sup>2)</sup>を参考にし、500°C で 6 時間以上加熱乾燥させ粉碎し、その後混合酸（硝酸：過塩素酸 = 3 : 1）を 2ml 加えこれに超音波をかけ分解させた。この試料を 100ml に調整し、試料溶液とした。分析方法は試料成分中の Cu を対象とし、AA-800 型原子吸光分析装置を用いて測定した。

## 3 結果・考察

ヘビノネゴザは羽片、中軸、根茎、根などの部位別に分析した。軸の部分が中軸であり、葉の部分である羽片と羽軸の部分は羽片として測定をした。根茎は鱗片が付いている部分である。貯水甕の周辺で生育していたヘビノネゴザを部位ごとに別けて灰化させた。部位別に銅の含有量（ppm：乾燥重量 1mg あたりの銅の含有量）を平均したとき羽片 < 中軸 < 根茎 < 根の順に多くなっていた。この結果より羽片が一番銅の含有量が少ない。けれど羽片の裏に胞子が付いている場合は、胞子は根茎に続いて銅の含有量が多くあった。図 1 は胞子があるヘビノネゴザ（1、2、3）と胞子がまだないヘビノネゴザ（4、5、6）を比較した（採取：2002 年 9 月 30 日は 1 と 4、11 月 4 日は 2 と 5、2003 年 10 月 8 日 3 と 6）。胞子がある方は羽片、中軸、根茎は同じぐらいの銅を含有していた。そして胞子は

多くの銅を含有していた。胞子がない方には根茎に多く含まれていた。根より栄養分や水分を吸収するため、下部から順に銅も蓄積されていく。けれど植物の胞子や種子は発芽に備えてその植物の栄養が必要となる。ヘビノネゴザも同様であり、銅が胞子に集まるものと考えられる。

ヘビノネゴザの集積効果については旧広石鉱山以外の場所として土壌に銅が含有されていないような場所で生育したヘビノネゴザについて調査した。分析したヘビノネゴザは奈良県の春日大社の本殿に続く灯籠が並ぶ道の傍より採取した。土壌には0.61ppm(平均)の銅が含有されていた。ヘビノネゴザを約3cmから5cmの長さで切り、上部から①、②、③と順に番号をつけ、測定を行った。ヘビノネゴザの上部で銅の含有が見られた(図2:④は根茎、⑤は根)。旧広石鉱山では根にも多くの銅の含有が確認されたが、春日大社で採取したヘビノネゴザでは根にはほとんど銅を確認することが出来なかった。根茎でも銅が確認されたが濃度は明らかに低かった。これは生育土壌に銅が含まれていないときは根に蓄積する銅は少ないと考えられる。

春日大社に生育していたヘビノネゴザをもとにボタ山、甕の周辺で採取したヘビノネゴザ(2002年9月30日、11月4日、2003年3月24日、10月8日、11月16日採取)の銅の吸収について比較した(図3は10月8日に採取:⑤は根茎)。春日大社で採取したヘビノネゴザの銅の吸収量を1としてみると0.5~9.1倍の吸収量が見られた。これらからも旧広石鉱山に生育しているヘビノネゴザは銅を平均3.5倍吸収しているといえる。ヘビノネゴザは銅を吸収し、長い時間をかけながら汚染土壌や河川から汚染物質を取り除いているものと思われる。

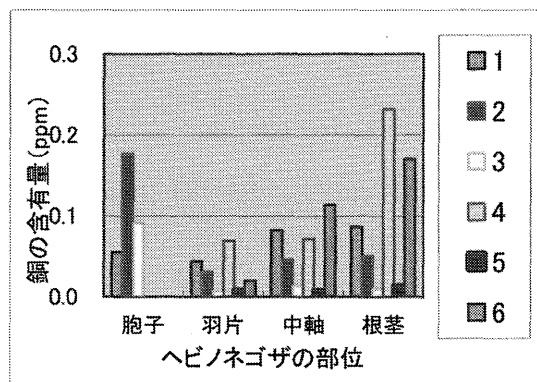


図1 ヘビノネゴザ部位別の銅の濃度

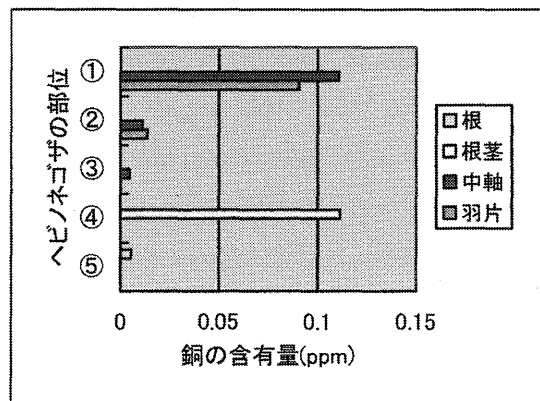


図2 春日大社にて採取

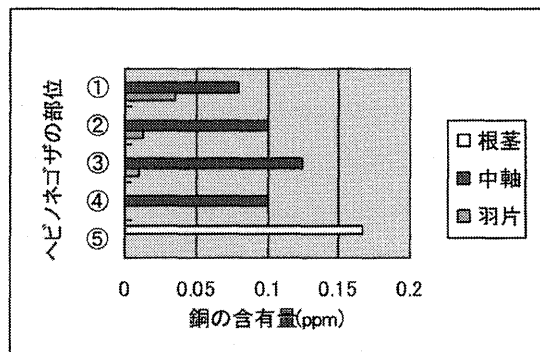


図3 甕の周辺 (2002年10月8日採取)

#### 4 参考文献

- 1) 本浄高治; 自然環境における汚染と浄化—銅、鉛、カドミウムなどの重金属汚染地域に群生するコケ植物、シダ植物、低木のリュウブについて— ミレニアムフォーラム物質構造科学の最前線・第4回講演要旨集 金沢大学大学院自然科学研究科 2003 p.15-34
- 2) 酒井雄一郎、福岡辰彦、本浄高治; 耐重金属性シダ植物“ヘビノネゴザ”における鉛の組織内分布と形態 日本化学会誌 No.5 1991 p.416-421