

平成 30 年 6 月 15 日現在

機関番号：13901

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2017

課題番号：16K14939

研究課題名(和文)「樹皮学」の創成を探る ―樹皮における物質動態―

研究課題名(英文) Proposal of "Barkology" - Material dynamics on bark-

研究代表者

竹中 千里 (TAKENAKA, CHISATO)

名古屋大学・生命農学研究科・教授

研究者番号：40240808

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：樹皮において、セシウム吸収やイオン交換反応が存在することをこれまでに実験的に明らかにしてきた。そこで本研究では、スギとコナラに焦点をあて、陽イオンの樹皮吸収とプロトン放出との関係解明を目的とした。二重構造の容器を用いて、樹皮片を介して蒸留水と各種イオン溶液を接触させて、イオン輸送やプロトン溶出を調べる実験を行った結果、以下のことが明らかになった； Na、K、Caが樹皮を介して移動すること、Caは移動の途中で細胞壁に吸着すること、Kは両樹種で溶脱しやすい、プロトンと陽イオンのイオン交換反応は外樹皮で起こること、陽イオン輸送の対イオンが存在し、本実験ではClイオンである。

研究成果の概要(英文)：The cesium ion absorption through bark and ion exchange on bark surface have been reported in the previous study. In this study, we aimed to understand the relationship between ion absorption and ion exchange in the barks of *Cryptomeria japonica* (Sugi) and *Quercus serrata* (Konara). The experiments were conducted using a double container, in which smaller one has a window covered with a bark. Salt solution and distilled water were filled in two containers separately and contacted with a bark window. The change in pH and ion concentration in the distilled water were observed. As results, we found the following phenomena; Na, K, and Ca were transported through bark, Ca was adsorbed the cell wall through the transportation, K was leached from the barks of both species, ion exchange between proton and cation occurred in the outer bark, and there was a counter ion at cation transportation such as Cl.

研究分野：森林環境化学

キーワード：樹皮 イオン輸送 スギ コナラ イオン交換

1. 研究開始当初の背景

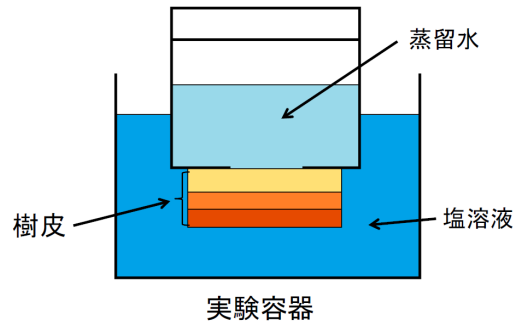
樹皮は、樹木個体の幹を覆っている部位であり、樹木の生理学的には、形成層である樹木の肥大成長にとって重要な組織を守り光合成産物の輸送や貯蔵を担う内樹皮と生物学的には死んだ組織である外樹皮とからなる。樹皮は樹冠に降った降雨を枝葉が集め、根圏に供給する水供給の重要なルートに存在する。この樹皮に関して、研究者らはこれまでに、安定セシウム溶液の樹皮への塗布実験を行い、安定セシウムが樹皮表面から吸収されて樹冠頂部の針葉に輸送されたことから放射性セシウムの樹皮吸収を確認している¹⁾。また、樹幹流が、樹種固有の値になることに対し、さまざまな陽イオンを含む中性の人工樹幹流を木の上部から流下させ、水素イオンと陽イオンが交換して pH が低下し、一定の値に収束することを見出し、定量的にもイオン交換反応によるものであることを証明している²⁾。

2. 研究の目的

本研究では、スギとコナラに焦点をあて、陽イオンの樹皮吸収とプロトン放出との関係解明を目的とした。

3. 研究の方法

図のような隔壁容器を作成し、穴に樹皮片をシリコンシーラントで貼り付ける。そして、大きい容器と小さい容器それぞれに溶液を入れ、小さい容器を大きい容器の溶液に浮かべる。樹皮はスギとコナラを用いた。スギの樹皮片は、「外樹皮 + 内樹皮(外内)」、「外樹皮 + 内樹皮 + 木部(外内木)」、「内樹皮 + 木部(内木)」の3種類作成した。



塩類溶液として NaCl (0.1 M)、KCl (0.1 M)、CaCl₂ (0.1 M) の各溶液を、そのコントロールとして蒸留水を使用した。

実験開始時に、容器大に塩類溶液を入れ、容器小に蒸留水を入れて、容器小を容器大中の塩類溶液に浮かべた。実験開始塩類溶液および蒸留水側の pH を測定し、蒸留水側試料は 0.45 μm のメンブレンフィルターでろ過し、誘導結合型プラズマ発光分光分析装置で Na, K, Mg, Ca を測定し、イオンクロマトグラフィーを用いて陰イオンを測定した。

4. 研究成果

スギの、「外内」、「外内木」、「内木」の全ての樹皮片において、塩類溶液に NaCl を使用した場合は Na⁺、KCl を使用した場合は K⁺、CaCl₂ を使用した場合は Ca²⁺ がそれぞれ蒸留水側で増加しており、これは、塩類溶液側から蒸留水側への樹皮を介した Na⁺、K⁺、Ca²⁺ の輸送を示している。蒸留水側での Na⁺、K⁺、Ca²⁺ の増加の違いは、使用した樹皮片の違いによる厚さの違いや構造の違いが原因と考えられる。「外内木」と「内木」の樹皮片では塩類溶液に CaCl₂ を使用した場合の蒸留水側の Ca²⁺ の増加量が、塩類溶液に NaCl、KCl を使用した場合の蒸留水側の Na⁺、K⁺ の増加量と比べて、半分以下の少ない量となっている。これは Ca²⁺ が塩類溶液側から蒸留水側に輸送されていくときに、細胞壁のペクチンと

相互作用を示し、ペクチンの水酸基の酸素と配位複合体を形成することが原因ではないかと考えられる。スギとコナラのどちらの樹皮片を使用した場合においても、蒸留水側での K^+ の増加がみられた。これは樹皮からの溶脱が原因と考えられ、また、スギよりもコナラの方が K^+ の増加量が多いため、スギよりもコナラの方が K^+ が溶脱しやすいと考えられる。

塩類溶液側での H^+ の増加はスギの「外内」と「外内木」の樹皮片を使用した場合には確認できたが、スギの「内木」の樹皮片を使用した場合にはほとんど見られなかった。樹幹流中のカチオンと樹皮の H^+ がイオン交換反応を起こすことが確認されている。そのため、外樹皮を取り除いた場合に H^+ の増加が見られなかった原因として樹皮のイオン交換サイトは外樹皮にあり、イオン交換反応は外樹皮で起こっていることが考えられた。また、スギの「外内」の樹皮片と「外内木」の樹皮片を使用した場合でも H^+ の増加量に大きな差があることから、木部の有無がイオン交換に影響を及ぼしていると考えられた。コナラの樹皮片を使用した場合は H^+ の増加はほとんど見られなかった。

塩類溶液側での H^+ の増加量と蒸留水側での Na^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} の増加量の合計と Cl^- の増加量をみると、スギの樹皮片を使用した場合全てにおいて、蒸留水側での Na^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} の増加量の合計と Cl^- の増加量は近い値をとっている。このことから、 Na^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} が塩類溶液側から蒸留水側へ輸送されるとき対イオンとして Cl^- が動いていると考えられた。

以上の結果より、樹皮上での物質動態は無視できるものではなく、特にスギにおいて顕著であることが明らかとなった。樹皮からの養分吸収が、実際に樹木の成長や森林生態

系における物質循環に影響を与えるものであるかを明らかにするには、今後さらなる検討が必要である。現在、樹皮上の微生物がどの程度樹皮構成成分を分解して、樹皮内に再吸収されるかを実験的に確認している。その結果により、さらに定量的に樹皮吸収の寄与を見積もることができると考えている。

<引用文献>

1) Wang Wei, Hanai, Y., Takenaka, C., Tomioka, R., Iizuka K. and Ozawa H. (2016) Cesium adsorption and absorption through bark of Japanese cedar (*Cryptomeria japonica*). Journal of Forest Research 21:251-258.

2) Takenaka, C. and Sasama, T. (2000) Ion exchange reaction on the stem surface of *Chamecyparis obtusa* Sieb. et Zucc. Trees 14:354-360.

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 2 件)

岩尾一輝、竹中千里(2017) スギとコナラの樹皮におけるイオン浸透 第64回日本生態学会大会

岩尾一輝、竹中千里(2016) スギ樹皮における物質動態第6回中部森林学会大会

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕
ホームページ等

6 . 研究組織

(1)研究代表者

竹中 千里 (TAKENAKA, Chisato)

研究者番号 : 40240808

(2)研究分担者

富岡 利恵 (TOMIOKA, Rie)

研究者番号 : 40456588