

氏 名	山 田 秀 和 やま だ ひで かず
学 位 の 種 類	農 学 博 士
学 位 記 番 号	論 農 博 第 863 号
学位授与の日付	昭 和 55 年 7 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	ツバキ科植物のフッ素吸収に関する生物地球化学的研究

論文調査委員 (主 査)
教 授 久 馬 一 剛 教 授 葛 西 善 三 郎 教 授 高 橋 英 一

論 文 内 容 の 要 旨

一般の植物のフッ素(F)含有量が数 ppm から 10ppm 程度であるのに対し、ツバキ科のチャ、ツバキ、サザンカなどやミツバウツギ科のゴンズイには数 100～数1,000ppm のFが集積している。本研究は、ツバキ科植物を例にとり、植物のF吸収と集積を、土壌—植物系を移行するFの化学形態の面から検討したものである。

まずツバキ科におけるFの分布を日本国内に自生する5属9種について検討し、ツバキ属とヒサカキ属のみがF集積植物であることを明らかにした。それとともにF集積植物は、Fと最も親和性の強い元素の一つであるアルミニウム(Al)を数1,000ppm 含む Al 集積植物でもあることを確認した。そこで次に、F集積植物のF及び Al 含有量を調査した。その結果、植物体内でのFと Al の分布はよく一致し、茎根部に少なく大部分を葉身部に集積すること、さらに葉身部の両成分の含有量の間には同一個体の葉位間でも、異個体間でも高度の相関関係が成立することなど密接な関連性のあることがわかった。また植物の集積するFと Al の量比 (F/Al比) が、各植物の生育する土壌によって相違することを認め、F集積植物の葉身部のF/Al 比は生育土壌によって規定されていることを明らかにした。

この関係は工場排煙によるF汚染土壌地域で最も顕著にみられ、卓越風向沿いに汚染源からの距離に従って、F集積植物中のF/Al 比が漸減してゆくことを明らかにした。

一般に土壌中には数 100ppm のFが存在する。しかしその大部分は難溶性で、植物によって吸収可能な可溶性Fは少なく、しかもその可溶性Fも大部分は共存成分と結合状態にあるものと推定される。そこでFの化学反応性及び結合相手成分の土壌中での存在量、溶解性などを考え合わせると、土壌の可溶性Fは Al と結合してフッ素・アルミニウム錯体 (F・Al 錯体) として存在するものと推定できる。このように土壌中に F・Al 錯体の存在を仮定し、F集積植物が F・Al 錯体の形態でFを吸収すると考えると、F集積に常に Al 集積を伴い、かつ両成分間に相関関係の成立することなど、植物についてえた分析結果を整合的に解釈できる。

そこでこれらの仮定を実証するために、まず土壌の可溶性F画分に F・Al 錯体が存在するか否かを検討

した。その結果、土壌の可溶性Fは土壌pHが5より低い場合には、主として AlF^{2+} や AlF_2^+ の形態の F・Al 錯体として存在すること、一方土壌pHが5より高い場合には、主としてヒドロキシフルオロアパタイト $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_x(\text{OH})_{2-x}$ ($x < 2$) の形態で存在するが、これは土壌のpHが低下すると、溶出するAlとF・Al錯体を形成して溶存するようになることを明らかにした。

次にF集積植物によってF・Al錯体が吸収されるかどうかを、チャ幼植物を用いる水耕実験によって検討した。その結果、FとAlが Al^{3+} 、 AlF^{2+} 、 AlF_2^+ の形態で存在する培地から、チャ幼植物はFとAlを吸収するとともに、吸収したFとAlの濃度比が培地中のそれらの濃度比と一致することを見出した。このことからチャ幼植物によるF・Al錯体の吸収が可能であることを確認した。

以上のことから、ツバキ科のF集積植物の示すF及びAl集積は、これら植物が土壌溶液中に存在する可溶性Al及びF・Al錯体、すなわち Al^{3+} 、 AlF^{2+} 、 AlF_2^+ を、土壌溶液中での存在比率に応じて吸収することに起因することを結論した。

論文審査の結果の要旨

本論文は、ツバキ科植物の多くがフッ素(F)集積性をもつことに着目し、土壌—植物系でのFの挙動を支配する要因を究明しようとしたものである。

植物界におけるFの分布には著しい局在性がみられ、一般の植物のF含有量が10ppm程度であるのに対し、ツバキ科植物の多く、チャ、ツバキ、サザンカなどでは数100～数1,000ppmのFを葉中に集積している。ところで、これらのF集積を示すツバキ科植物は同時にアルミニウム(Al)をも集積することが認められている。このF集積とAl集積が同一の植物でみられることは、FとAlとの強い反応性を考えると注目に値し、土壌からのFの吸収ならびに植物体内でのFの転流の過程でAlが関与することを推察させる。

著者はまずチャについて、樹体内でのF、Al両元素の集積が、葉身部において顕著にみられることを確認した上で、この葉身部のFとAlの量比(F/Al比)が葉位に関係なくほぼ一定であること、またF/Al比は生育土壌が同じ場合には、品種が異なっても差異が認められないこと、逆に同一品種であっても生育土壌が異なればF/Al比が異なることなどを認め、植物の吸収するFとAlの量比が生育土壌によって規定されていることを明らかにした。

この生育土壌とF集積植物によるF吸収との間の密接な関係を説明するために、次に土壌中の可溶性Fの存在形態について検討を行い、 $\text{pH} > 5$ の土壌では、可溶性Fは主としてヒドロキシフルオロアパタイトの形で存在すること、 $\text{pH} < 5$ の土壌では、Fは溶出するAlと錯体を作って溶存することを明らかにした。またこの場合可溶性Fの含量に対応して AlF^{2+} 、 AlF_2^+ などのF・Al錯体の存在比率、ひいては土壌溶液のF/Al比がきまることを理論的に解明した。

このように土壌溶液中に可溶性F・Al錯体として存在するFを、ツバキ科植物がどのように吸収するかを、チャ幼植物を用いる水耕実験によって検討した。この実験において、FとAlの共存する培地中では、Fのほぼ全量がAlと錯体を形成して存在すること、チャ幼植物は、このAl及びF・Al錯体を、培地中における存在比率と同じ比率で吸収し、したがって葉身中のF/Al比は培地中のF/Al比に一致すること

を明らかにした。

以上のように、本論文は、自然界にみられるツバキ科植物のF集積現象に整合性のある説明を与えることに成功しており、生物地球化学、土壌学、比較植物栄養学の進歩に寄与するところが大きい。

よって、本論文は農学博士の学位論文として価値あるものと認める。