

# 食虫植物—植物は本当に昆虫を餌としているのか？

武蔵工業大学工学部 倉田 薫子

## 1. はじめに

現在食虫植物は 11 科 18 属において報告されている。1990 年代前半に全種子植物の系統関係が明らかになり、それに伴って食虫植物同士の類縁関係も示された。この結果、多くの属で独立に非食虫植物から食虫植物へ進化してきたこと、タデ目ではいったん食虫習性を失ってから再度獲得したことなどがわかってきた。

つまり食虫植物は過去のある時点で「虫を食べる植物群」が発生したわけではなく、それぞれ個別に何らかの適応進化を起こして並行的に進化してきたものであるといえる。

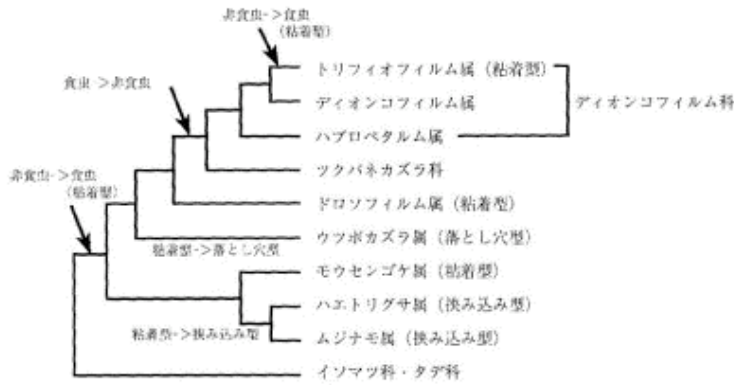


図4 タデ目に属する食虫植物の系統。食虫植物には属名の後ろのカッコ内に捕虫様式を記してある。

図1：タデ目の分子系統樹

## 2. なぜ虫を捕るのか？

### -1. 食虫習性の利益

食虫植物が獲物を誘引して捕獲、消化・吸収するには一連のエネルギーを消費する。にもかかわらずなぜ食虫という習性を獲得し利用しているのだろうか。食虫植物といえど生活のエネルギーは光合成によって作り出すのであるが、生育地の土壌環境が一般的に貧栄養であるために、必要な窒素やリンが不足する。これを捕虫によって補っているのである。その際、様々なミネラルや微量元素も取り込むことができ、光合成や窒素同化を促進し、生長の増大、開花の促進、種子生産の増大が起こると考えられている。

### -2. 土壌環境

一般的に食虫植物は、貧栄養な土壌に生育することが多い。そのため根から吸収できる栄養塩類は非常に少なく、その多くを捕虫に頼ることとなる。つまり食虫植物が捕虫を行うのは、不足する窒素やリンを補うためであると考えられている。一例としてウツボカズラ科ではヒース、蛇紋岩、石灰岩など、特に有機物の少ない土壌に生育していることが知られている。このような貧栄養な環境下では、他の植物が生育することができずに競争が

起こらない。そのため一度この土壤に適応して空白の生態的地位に進出することが出来る  
と、広大な生育地を得ることができる。このことが多くのエネルギーを使ってまで捕虫を  
行うように進化した食虫植物の狙いだったのではないだろうか。

### 3. 土壤環境による進化の実例—ニューカレドニアのウツボカズラ

#### -1. *Nepentheaceae* の系統

ウツボカズラは Gondwana 大陸起  
源の植物群で、マダガスカル周辺を起  
源とし、マレーシア地域で爆発的に適応  
放散して種数を増やしたと考えられ  
ている。地域固有種が多く、形態的に  
非常に多様である。ウツボカズラは同  
一個体内であっても捕虫葉に多型性  
を持つ。そのためこれまで外部形態で  
行う分類が大きく混乱していたが、近  
年急速に発達した DNA 解析技術によ  
ってその系統関係が明らかになった。  
ここではニューカレドニアのウツボ  
カズラを例に進化と多様性について  
考える。

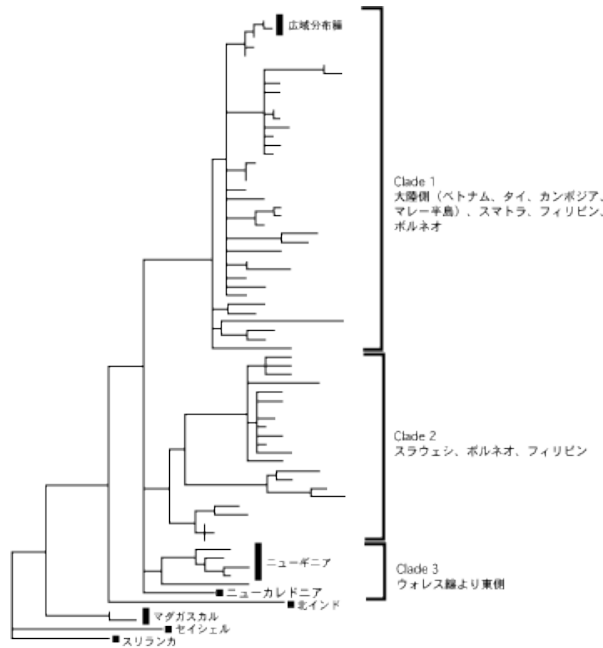


図 2：ウツボカズラ科の分子系統樹

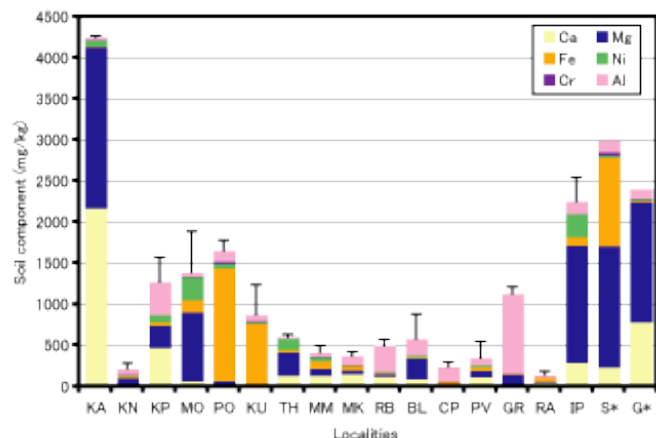
#### -2. 形態的多様性と土壤環境の関連

ニューカレドニアのウツボカズラは色や形が非常に多様であるため、複数の種として記  
載されていた。しかし 1997 年にニューカレドニアにあるウツボカズラは全て同じ種である  
とされ、現在では *Nepenthes vieillardii* ただ 1 種のみが認められている。



図 3：ニューカレドニアのウツボカズラの多様性

この形態的多様性の要因は、何に起因するのだろうか？我々はウツボカズラが貧栄養の土壤に特異的に生育することから、土壤環境によるものではないかと仮説を立てた。ニューカレドニアのウツボカズラ生育地は、全て蛇紋岩と呼ばれる重金属が非常に多い土壤である。



ウツボカズラが生育する 16 地点の土壤分析を行った。一部の地点を除いて、カルシウムやマグネシウムなどの多量必須元素が極端に少なく、反対に鉄やアルミニウム、ニッケルといった金属類を多量に含有していた。

図 4：ニューカレドニア内 16 地点の土壤分析結果

この結果と、ウツボカズラの捕虫葉サイズや蜜腺、消化腺の数などの形態的特徴の相関を検討した。Ca, Mg と電気伝導度は、特に捕虫葉サイズと正の相関を示した。そのため捕虫葉の大きさは、なんらかの栄養塩の量に規定されていると考えて良いだろう。

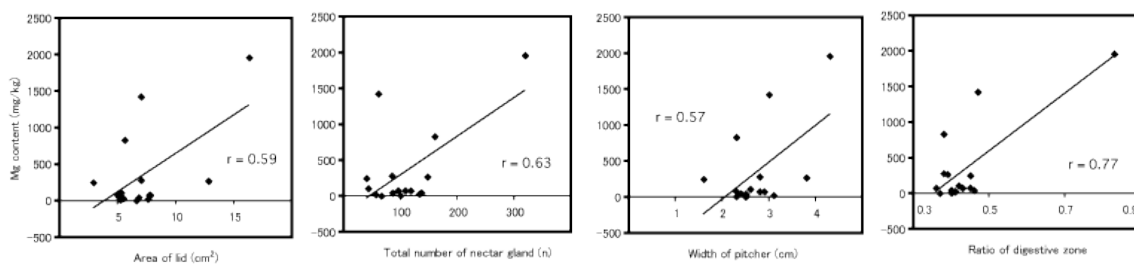


図 5：Mg 含有量と形態的特徴の相関

しかし Fe や Ni, Al などの金属含有量と形態との間にはほとんど相関がなく、蛇紋岩に含有される重金属が植物体の形態に影響しているという、これまで一般的に考えられていた説は否定された。集団ごと、あるいは周囲にみられる環境ごと（森林、水辺、荒廃地など）に形態が類似するのは、金属含有量の影響ではなく、水分や栄養塩類量など、各集団にかかる環境圧が似ているためであると思われる。

### -3. 遺伝的分化はどの程度おこっているのだろうか？

前述のように、形態的にはダイナミックに異なるこの植物は、遺伝的な分化を起こしているのかを DNA を用いて解析した。これに依ると、種子の流動はほとんど起きていない一方で、花粉の流動は近接する集団間では微量ながら起きていることが推測された。

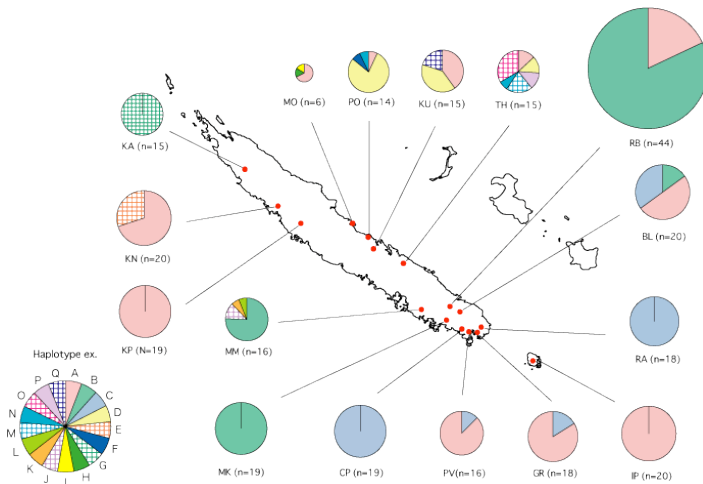


図 6：葉緑体 DNA のパターン

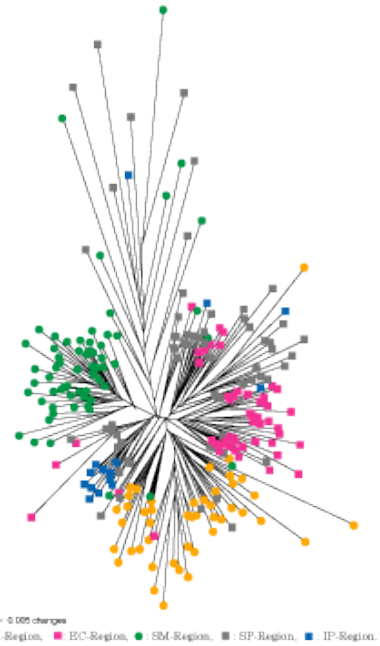


図 7：核 DNA のパターン

集団間における遺伝的流動が完全になくなれば、集団ごとに分化が進み、種への進化が起こるものと考えられる。すなわち環境圧によって集団ごとに形態が異なり、地理的隔離によって遺伝子流動がなくなることで遺伝的分化が進み、集団ごとに独自に進化が起きる。連続して分布しない特殊な土壌に特異的に生育することで、ウツボカズラ属は地域固有種を多く生み出しながら、常に進化を続けていると言える。

### 4. まとめ

食虫植物は、通常の栄養塩豊富な土壌では植物同士の種間競争に負けてしまう。そのため貧栄養で他の植物が生育できないような土壌に進出するための適応で、捕虫習性を獲得したと考えられる。したがって食虫植物の進化は属、種レベルで独立に起きたものである。

食虫植物の多くが地域固有種であるのは、生育に適した環境が非連続的であるため、集団ごとにかかる環境圧の違いで形態的分化を起こし、同時に地理的な隔離によって遺伝的分化を起こすからであると考えられる。

参考文献

- 1) 小宮定志 (1994) 「食虫植物 その不思議を探る」, 食研事業出版.
- 2) Jebb, M. and Cheek, M. (1997) A skeletal revision of Nepenthaceae. *Blumea*, 42, p. 1-106.
- 3) Meimberg H, Wistuba A, Dittrich P, Heubl G (2001) Molecular phylogeny of Nepenthaceae based on cladistic analysis of plastid *trnK* intron sequence data. *Plant Biology*, 3, 164-175.
- 4) 長谷部光泰, 「食虫植物は普通の植物からどのように進化したのか」, 生物の科学 遺伝, 2005年7月号, p. 32 -37.
- 5) 倉田薫子, 「ウツボカズラの捕虫葉はなぜ多様なのか?—種内分化の要因を探る—」, 生物の科学 遺伝, 2005年7月号, p. 50 - 54.
- 6) 倉田薫子 (2006) 「ニューカレドニアにおける *Nepenthes vieillardii* Hook.f. (Nepenthaceae) の種内分化」, 京都大学博士学位論文.