

イチヨウの性転換

東京大学・法政大学名誉教授

長田 敏行

今回の話題は、「植物の不思議を訪ねる旅」の第10回(51巻3号)に紹介した記事の続編である。前稿ではメスのオハツキイチョウについて記したが、今回はオスのオハツキイチョウであり、そこには更なる展開があることをお知らせしたい。なお、メスのオハツキイチョウは世界各地で知られているが、オスは今のところ世界的にもたった2例しか知られていない。その最初の例は、1896年に日本における遺伝学の草分けである藤井健次郎博士が、メスのオハツキイチョウの発見された身延町下山の上澤寺から富士川を挟んだ対岸の上八木沢地区の山神社の境内に発見した。実は、もう一例隣の市川三郷町にも発見されているが、そちらの方は樹勢も弱く、発現が顕著ではない。ただし、これはそれしかないというより、オスのオハツキイチョウの同定がむづかしいので、実はもっと注意深く探せば他にも見つかるのではと思っている。

このイチョウは1940年に国指定の天然記念物となっており、樹高20m、幹の直径1m以上の堂々とした巨木である(図-1)。筆者らは、この樹をすでに5回以上訪問して調査しているが、最初に本格的調査を行ったのは2015年5月である。その動機は、この樹において2011年にギンナンがな



図-1 オスのオハツキイチョウ
(山梨県身延町上八木沢山神社)

ったという地元新聞の報道があつて以来で、メディアでも話題になったからである。すなわち、雌雄別株のイチョウのオスの樹にギンナンがなつたということであるから、性転換が起こつたということの意味する。しかし、その場所が地上8mであり、また、国指定の天然記念物であるということ、科学的調査は全くさ



図-2 オスのオハツキイチョウの葉(葉上に花粉囊(矢印)が形成されている)

れてこなかつた。文化庁より調査許可を得て調査を行ったが、まず、オスのオハツキイチョウの形態であるが、図-2に見られるように葉の間に花粉囊が形成されるという、いわゆるホメオティック変異であるが、ある頻度では観察されるもののその頻度は決して高くはない。

性転換

肝心の性転換であるが、地上8mであるので登行器を用いて登つたが、決して容易な作業ではなかつた。針葉樹の生態学を専門とする種子田春彦博士に登っていただいたが、太い幹のたつた一枝だけが性転換をしており、胚珠をつけていた(図-3)。ただし、通常胚珠は短枝の先端に対つたのであるが、非対称であつたり、三叉であつたりしている(図-4)。ここにもホメオティック変異が入っていると思われるが、それらの説明は今後の課題として、今回は性転換のみに限ることとした。なお、5月の時点でも相当葉が繁つており、他にも性転換した枝があるかどうかは、ギンナンが色づく頃でないと判断はできにくいので、同年の9月に再度訪問して、この枝だけがギンナンをつけていることを確認した。

イチョウにおける性転換とは何を意味するのであろうか? イチョウは雌雄異株であるから、観察された現象はオス株の一枝において性転換していることを意味するわけで、多分体細胞に変異が起こり、その結果性発現に変異がもたらされ



図-3 性転換した枝（オスのオハツキイチョウのこの枝のみがメスに転換していた。枠内）

その機構が確定できれば、植物における性の決定とその発現という大きな課題への回答を与えることができるわけで、大変重要である。なお、イチョウの染色体も調べられており、かつては性を決定するのはXY型染色体であるといわれていたこともあるが、最近の調査によるとWZ型であり、ZZ型がオスであり、ZW型がメスであるということであるので、性転換に染色体が関与する可能性もあり、同時に注目しなければならない。

性転換の機構解明

性転換の解明はどのようにしたらいいのであろうか？ 転換した枝と元の枝との遺伝子発現の差異を探ることにより解明することができるが、今回の場合、材料が国の天然記念物であるので、自由に入手することはできない。その都度、文化庁から許可を得なければならないが、これは実験的手法採用の際には大きな障害となる。そのため我々の取った策は、転換した枝の一部を採取して、接木なり、挿し木により、その枝を栄養繁殖させて植物体を得て、それを実験材料の下とすることである。2016年には枝の一部を採取して接木にしたところ、接木は成功したが、若い穂の段階で胚珠が形成され、胚珠の形成は普通葉の成長を抑制するらしく、結局枝の栄養繁殖はできなかった。

今回の目的は胚珠を得ることではないので、2017年には挿し木を行い、形成される胚珠は全て取り除いたところ、普通葉が形成され、幼樹が得られた(図-5)。なお、若干の問題はあるが、実験材料の入手という点では進展が得られたので、結論が得られるまでにはなお時間がかかるが、目的に向かって進行中である。

ところで、植物における性の決定と発現については、マメガキ (*Diospyros lotus*) で若干の知見があり、オスを規定す



図-4 性転換した枝についての胚珠（右下は野生株の胚珠）



図-5 性転換した枝に由来する挿し木苗

たのであろうと推定できる。したがって、もしも

るY染色体由来のマイクロRNAが、メスで発現する転写因子の機能を抑制して、オス器官を形成するという情報があるが (Akagi *et al.* 2014)、他には全く知られていることはない。イチョウという特別な材料での話題であるが、植物全体にわたる性の決定と発現の情報が得られるという点で、この植物材料は貴重である。この予報的内容は最近論文として発表したもので、より興味を持たれる方はそちらを参照されたい (Nagata *et al.* 2016)。

ここまで、お読みになった方は、結論を得るにはなお迂遠であると感じられたのではないかと思う。しかし、性の転換解明を目的とする場合には、必ずしも材料の入手が困難であるオハツキイチョウに限る必要はない。このような見地から世界のイチョウの林を探索したところ、アメリカ ヴァージニア大学のブランディー (Blandly) 実験農場に600本を超えるイチョウの林があるということで、2017年9月末に共同研究者クレーン (Sir Peter Crane) 博士と共に調査を行ったところ、1本の木はオスと判定されているにもかかわらず、その一枝がギンナンをつけていることが確認できた。この木の場合は材料の入手には原則制限がないので、目的とする性転換の分子機構について思ったより早く結論が得られるかもしれない。

今回はオスのオハツキイチョウという特別な話題を紹介することが目的であったが、その特殊な植物材料がもたらしてくれるものは、植物における性の決定とその発現にかかわる機構解明という一般的命題に解を与えてくれるかもしれないという点は大きな注目に値しよう。

引用文献

- Akagi, T. *et al.* 2014. Plant genetics. A Y-chromosome-encoded small RNA acts as a sex determinant in persimmons. *Science* 246, 646-650.
- Nagata, T. *et al.* 2016. Sex Conversion in *Ginkgo biloba* (Ginkgoaceae). *J. Jap. Botany*, Vol. 91, Suppl. 120-127.