

## 過去の遺産を未来の遺産に：化石が語る未来の植物多様性

山田 敏弘

大阪市立大学理学部附属植物園  
〒576-0004 大阪府交野市私市 2000

### **Ancient but future heritages: fossils may predict how plant diversity will change in future**

Toshihiro Yamada

Botanical Gardens, Faculty of Science, Osaka City University,  
Kisaichi, Katano, Osaka, 576-0004, Japan

Keywords: Miocene, Natural History, *Pinus thunbergii*, *Pinus luchuensis*, Pinaceae

DOI: 10.24480/bsj-review.12c4.00212

#### 1. はじめに

自然史学は、自然の体系とその歴史を解明する学問分野で、自然界を構成する鉱物・岩石、植物・動物などをその対象とする。さらに、それらの構成要素が相互に関わり合う仕組みを取り扱い、その成果を未来へと外挿する（千地 1978）。自然「史」という名前が示す通り、歴史の部分は自然史学の要となる。また、地球という土台の上に生物が暮らす点を考えると、古生物学を含む地球科学は、文字通り自然史学の基盤をなすはずだ。一方、博物館において、古生物学関連の資料は、展示の目玉である。これは、昨今の恐竜人気を見れば明らかである。

上記の事情を考えれば、国立沖縄自然史博物館においても、地球科学を中心とした展示・収集のコンセプト作りが重要になる。また、沖縄に自然史博物館を設立する主目的にあるように、沖縄は日本列島とアジアを繋ぐハブであり、自然史的にも、文化的にも重要な位置を占める。従って、現在の日本列島の生物多様性形成に沖縄が果たした役割について、地史を踏まえて解明することが、国立沖縄自然史博物館の主要なミッションの1つとなり得るだろう。

ところが、これまでの生物地理的研究は、琉球列島自体の歴史を扱ってきたものの、それが周辺地域の生物地理に与えた影響にそれほど注目していない。例えば、約 1700 万年前の中期中新世には、平均気温が全球的に約 4°C 上昇した（中期中新世最温暖期: Zachos et al. 2001）。そのため、日本列島には暖温帯～亜熱帯性の植生が広がり、沿岸にはマングローブが広がった（Tanai 1961 山野井 & 津田 1986）。また、マングローブにはビカリア、キバウミナ、ヒルギシジミのような軟体動物やオキナワアナジャコのような甲殻類が生息した（Chinzei 1986, Karasawa & Nishikawa 1991）。つまり、中期中新世最温暖期は日本全体が“沖縄化”した時代である。その後、後期中新世（約 1300 万年前）になると、地球は寒冷化しはじめ（Zachos et al. 2001）、温暖な気候を好む生物は次第に生息域を南下させていった。一方で、一部の生物は寒

冷な気候に適応し、同じ生息地域を維持したかもしれないが、この可能性はあまり考慮されていない。

私たちは、中期中新世最温暖期の植物が、現在の日本列島（ここでは、千島列島と南西諸島を除く、以下同）に生育する植物の祖先となった可能性について追求してきた。ここでは、リュウキュウマツ (*Pinus luchuensis* Mayr) 近縁種群の種分化に関する研究を紹介し、その研究を通じて感じた沖縄における自然史研究の問題について指摘したい。

## 2. リュウキュウマツの起源

日本には、マツ属マツ節マツ亜節に属する種が3種現生する。アカマツ (*P. densiflora* Seib. & Zucc.), クロマツ (*P. thunbergii* Parl.), リュウキュウマツである (図1)。このうち、クロマツとリュウキュウマツが近縁で、それらは、中国に分布するオウザンマツ (*P. hwangshanensis* W.Y.Hsia), アブラマツ (*P. tabuliformis* Carr.), コウザンマツ (*P. densata* Mast.), ケシアマツ (*P. kesiya* Royle ex Gordon), ウンナンマツ (*P. yunnanensis* Franch.) とともに単系統群を形成する (Gernandt et al. 2005 : 以下, クロマツクレードとよぶ)。また、クロマツは日本列島と朝鮮半島の南部に、リュウキュウマツはトカラ列島以南の南西諸島に、それぞれ分布する (Debreczy & Rácz 2011)。

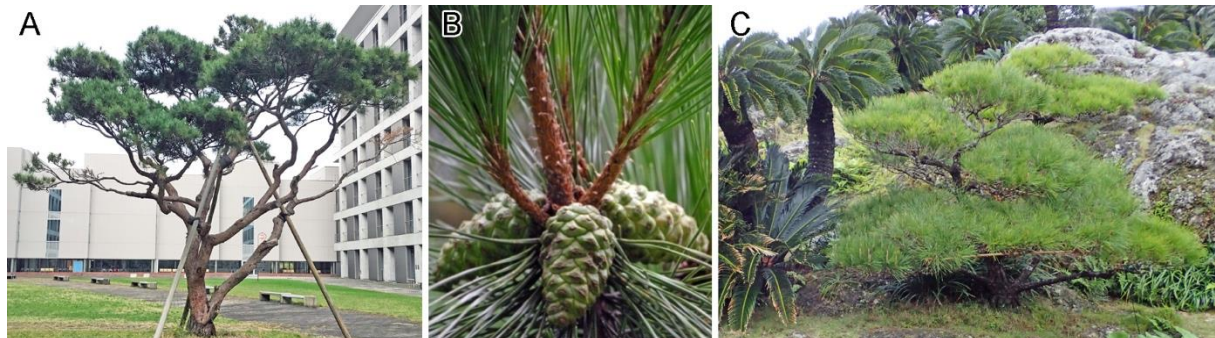


図1 A, アカマツ (金沢大学植栽); B, クロマツ (金沢大学植栽); C, リュウキュウマツ (首里城植栽)

最古のクロマツ化石は、Miki (1957) が島根県江津市都野津から報告した約320万年前のものである (Yamada et al. 2014)。また、リュウキュウマツの化石は、約100万年前の球果が沖縄県名護市から報告されているのみである (Fujiki & Ozawa 2008)。一方、日本からはクロマツクレードの化石種としてミキマツ (*Pinus mikii* T. Yamada, M. Yamada & Tsukagoshi) だけが知られている (図2)。ミキマツの生育レンジは約1700万年前の中期中新世最温暖期から約170万年前で、北海道を除く日本列島の各地から広く報告されている (Miki 1941, 1957, Yamada et al. 2014, 2015)。



図2 ミキマツの模式標本 (OSA F20241-1)

大阪市立自然史博物館蔵，岐阜県多治見市大洞町（市ノ倉口）の土岐口層（約 1200 万年前）産。

私たちは，ミキマツを含むクロマツクレードの種で葉の表皮細胞の特徴を比較した。ミキマツの孔辺細胞は，葉の内側に面した細胞壁に，葉の長軸方向に張り出した突起（極突起）を持つ。また，クロマツクレードの現生種では，オウザンマツ，クロマツ，リュウキュウマツが極突起を持つ。しかし，ミキマツと極突起の長さを比べると，オウザンマツは長く，クロマツは短く，リュウキュウマツだけがほぼ同じ長さである。また，ミキマツとリュウキュウマツは隣り合う気孔が近接するが，他の 2 種では気孔どうしが離れている（図 3）。従って，表皮細胞の特徴に基づく，ミキマツとリュウキュウマツが特に近縁であると推定される（Yamada & Yamada 2018）。

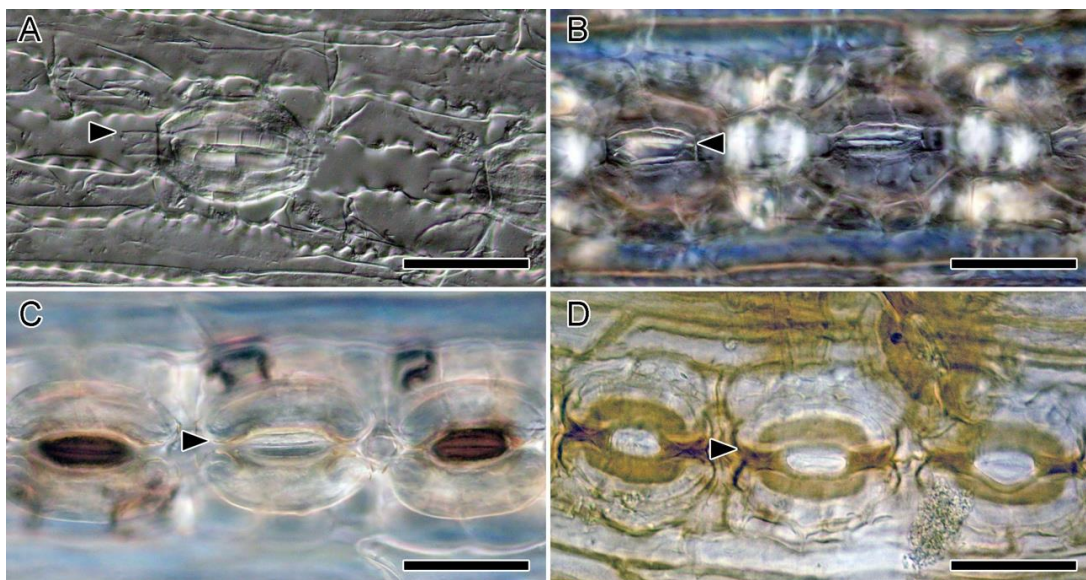


図3 葉の表皮細胞の特徴

A, オウザンマツ； B, クロマツ； C, リュウキュウマツ； D, ミキマツ  
矢頭は極突起を示す。スケールバーは 50  $\mu$ m。

クロマツクレードの種として、日本からはミキマツしか見つかっていない。また、日本以外にはクロマツの化石記録がない。すると、クロマツはミキマツから種分化した可能性が高い。つまり、リュウキュウマツはアナジェネシスによってミキマツから種分化し、クロマツはクラドジェネシスによってミキマツから種分化したことになる (Yamada & Yamada 2018)。日本におけるミキマツの出現は地球が温暖化したタイミングと一致し、その子孫であるリュウキュウマツも暖温帯～亜熱帯に現生する。前述の通り、地球は後期中新世頃から寒冷化し始めた (Zachos et al. 2001)。その中で、寒さを避けて南下した集団がリュウキュウマツ、寒さに適応して日本列島に残った集団がクロマツへと種分化したのかもしれない。

### 3. リュウキュウマツの研究が示唆するところ

これまで、中期中新世最温暖期の日本に生育した植物が、その後の寒冷化の中でどのように種分化したのかを扱った研究はなかった。リュウキュウマツとクロマツの例は、南西諸島と日本列島の植物の系統的繋がりを示唆し、日本の自然史を探る上での重要な視点を提示した。同様の例は他にもあるはずで、化石種を含めた今後の系統学的研究が望まれる。一方、この成果は、日本に生育する植物の中に、(寒さに適応したが故に) 暑さに弱くなった植物がいることを示唆する。従って、今後地球の気温が上昇すれば、それらの植物は衰退することになるのかもしれない。

この研究を進める中で、沖縄県の植物化石記録の少なさを痛感した。大型化石の記録は、西表島の八重山挟炭層 (約 1500–1350 万年前) から報告された群集 (Hanzawa 1935, Saito et al. 1973), 石垣島のブネラ粘土層 (約 20 万年前) に植物化石が含まれるという記述 (Foster 1965), および前述のリュウキュウマツの球果 (Fujiki & Ozawa 2008) しかない。しかも、これらの記録は植物化石の分類や記載を目的としたものではない。実際、沖縄県を模式産地とする植物化石は未だ報告されていない。日本の植生史を考えるためには、南西諸島の化石記録が不可欠である。国立沖縄自然史博物館が南西諸島の古生物資料を収集する拠点となることを期待したい。また、化石標本の収集にはアマチュアの協力が重要で、国立沖縄自然史博物館が沖縄県のアマチュア育成の場となることを願う。

### 引用文献

- 千地万造 1978. 自然史系博物館. 千地万造 (編) 博物館学講座 5 調査・研究と資料の収集. pp. 159–183. 雄山閣出版. 東京.
- Chinzei, K. 1986. Faunal succession and geographic distribution of the Neogene molluscan faunas in Japan. In: Kotaka, T. & Marinovich, L. Jr. (eds.) Japanese Cenozoic Molluscs—Their Origin and Migration. Palaeontological Society of Japan, Special Papers, no. 29. pp. 17–32. Palaeontological Society of Japan, Tokyo.
- Debreczy, Z. & Rácz, I. 2011. Conifers around the world. DendroPress Ltd., Budapest.
- Foster, H.L. 1965. Geology of Ishigaki-shima, Ryukyu-retto. *Prof. Pap. U. S. Geol. Surv.* 399-A: 1–119.
- Fujiki, T. & Ozawa, T. 2008. Vegetation change in the main island of Okinawa, southern Japan from late Pliocene to early Pleistocene. *Quatern. Int.* 184: 75–83.

- Gernandt, D.S., López, G.G., García, S.O., & Liston, A. 2005. Phylogeny and classification of *Pinus*. *Taxon* 54: 29–42.
- Hanzawa, S. 1935. Topography and geology of the Ryukyu Islands. *Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ., Ser. 2* 17: 1–59.
- Karasawa, H. & Nishikawa, I. 1991. *Thalassina anomala* (Herbst, 1804) (Thalassinidea: Decapoda) from the Miocene Bihoku Group, Southwest Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S.* 163: 852–860.
- Miki, S. 1941. On the change of flora in Eastern Asia since Tertiary Period. (I) The clay or lignite beds flora in Japan with special reference to the *Pinus trifolia* beds in Central Hondo. *Jpn J. Bot.* 11: 237–303, pls. 4–7.
- Miki, S. 1957. Pinaceae of Japan, with special reference to its remains. *J. Inst. Polytech. Osaka City Univ. Ser. D* 8: 221–272, pls. 1–10.
- Saito, Y., Chiba, T., & Miyagi, H. 1973. Geology of Iriomote-jima, Ryukyu Islands. *Mem. Nat. Sci. Mus. Tokyo* 6: 9–22.
- Tanai, T. 1961. Neogene floral change in Japan. *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. 4 Geol. Mineral.* 11: 119–398.
- Yamada, T., Yamada, M., & Tsukagoshi, M. 2014. Fossil records of subsection *Pinus* (genus *Pinus*, Pinaceae) from the Cenozoic in Japan. *J. Plant Res.* 127: 193–208.
- Yamada, T., Yamada, M., & Tsukagoshi, M. 2015. Taxonomic revision of *Pinus fujiii* (Yasui) Miki (Pinaceae) and its implication for the phytogeography of the Section *Trifoliae* in East Asia. *PLoS ONE* 10: e0143512. doi:10.1371/journal.pone.0143512.
- Yamada, M. & Yamada, T. 2018. Relicts of the Mid-Miocene Climatic Optimum may contribute to the floristic diversity of Japan: A case study of *Pinus mikii* (Pinaceae) and its extant relatives. *J. Plant Res.* 131: 239–244.
- 山野井徹 & 津田禾粒 1986. 富山県黒瀬谷層（中部中新統）に見出されるマングローブ林の様相. 国立科学博物館専報 (19): 55–66, pls. 3, 4.
- Zachos, J., Pagani, M., Sloan, L., Thomas, E., & Billups, K. 2001. Trends, rhythms, and aberrations in global climate 65 Ma to present. *Science* 292: 686–693.