

南米の植物に残る核実験の記録

Record of nuclear bomb test in southern plant of Peru, South America

奥田啓太^{1*}・和田秀樹²・富田美紀³・増沢武弘⁴・太田友子⁵・中村俊夫⁵

Keita Okuda^{1*}, Hideki Wada², Miki Tomita³, Takehiro Masuzawa⁴, Tomoko Ota⁵ and Toshio Nakamura⁵

¹ 静岡大学大学院理学研究科・² 静岡大学理学部地球科学科・³ 静岡大学創造科学技術大学院・

⁴ 静岡大学理学部生物科学科・⁵ 名古屋大学年代測定総合研究センター

¹ Graduate School of Science, Shizuoka University

² Department of Geosciences, Shizuoka University

³ Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University

⁴ Department of Biological Science, Shizuoka University

⁵ Center for Chronological Research, Nagoya University

*Corresponding author. E-mail : r0934004@ipc.shizuoka.ac.jp

Abstract

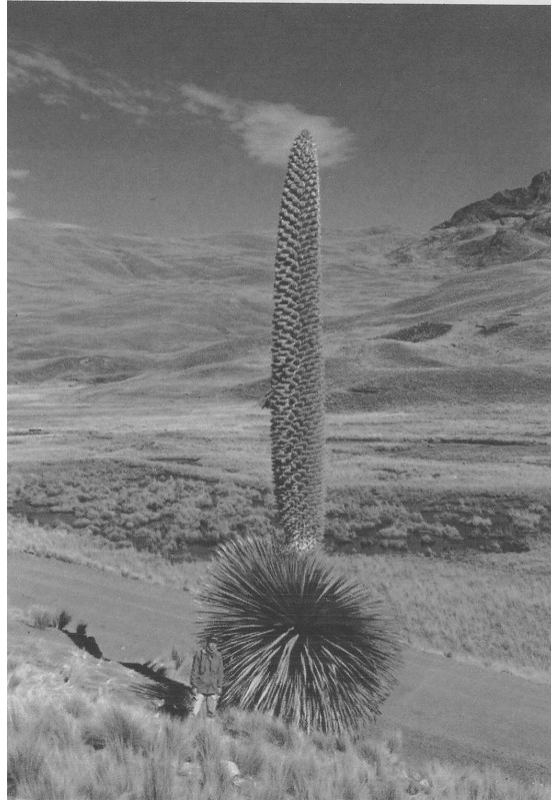
The relative concentration of ^{14}C ($\Delta^{14}\text{C}$) in the atmosphere increased dramatically in the late 1950s and early 1960s because hundreds of nuclear bomb tests were done in the atmosphere. It is called bomb effect. Correspondingly plant ^{14}C concentration also increased.

In this study, $\Delta^{14}\text{C}$ recorded in leaves of *Puya raimondii* which distributed on Andes was investigated. Comparison between $\Delta^{14}\text{C}$ records of *Puya raimondii* and bomb ^{14}C curve of Southern Hemisphere assumed that all leaves flushed within 13-14 years.

Keywords: *Puya raimondii*; $\Delta^{14}\text{C}$; bomb effect

1. はじめに

標高 4000m を超えるアンデス山脈のボリビアからペルーに *Puya raimondii* (図 1) という大型の草本植物が分布している。この植物はパイナップル科に属し、麻の葉のような先端が鋭く多数の強靱なフックをつけた硬い葉 (図 2) を放射状に広げ、幅、高さ共に 4m を超える球形に成長する。十分成熟すると巨大な花茎をつけ、地表面から 10m を超える高さになる。十分成熟するまでに要する時間は 70~100 年と考えられている。巨大な花茎を伸ばし、種子を作った後は枯死する。この *Puya raimondii* は「100 年間生き続け 100 年目に 1 回だけ花を咲かせて死ぬ」と考えられていることから、100 年即ち 1 世紀を意味するセンチュリーを冠し、「センチュリー・プラント」とも呼ばれている。しかしながら、70~100 年という年数は予測の域を出ておらず、放射性炭素 (^{14}C) を用いた生育年数の決定などは行われていない。 ^{14}C を用いる方法として bomb effect を利用する方法が考えられる。

図 1. *Puya raimondii* の外観.図 2. *Puya raimondii* の葉.

1945 年から 1980 年の間に行われた核実験により, 1950 年代後半から 1960 年代前半にかけて大気中の ^{14}C 濃度が劇的に増加したことが知られている. これは bomb effect と呼ばれる. その後, 大気圏と海洋, 生物圏などの他の炭素のリザーバーとの急速な交換や, 大気圏での大きな核実験の減少に伴い, 大気中の ^{14}C 濃度は減少した. 大気中の ^{14}C 濃度の増加は, 大気から炭素を取り込み固定する植物の $\Delta^{14}\text{C}$ 値を調査することで確かめることができる. 図 3 は 1955~2001 年の南半球の地点の $\Delta^{14}\text{C}$ 値の平均を示したグラフ(Hua and Barbetti, 2004)である. bomb effect による $\Delta^{14}\text{C}$ 値のピークは南半球では 1965~1966 年に現れることがわかっている. もし *Puya raimondii* が 70~100 年生き続けるのなら, 既に開花している個体あるいは開花直前の個体の一部の組織には bomb effect による $\Delta^{14}\text{C}$ 値のピークが存在するはずである.

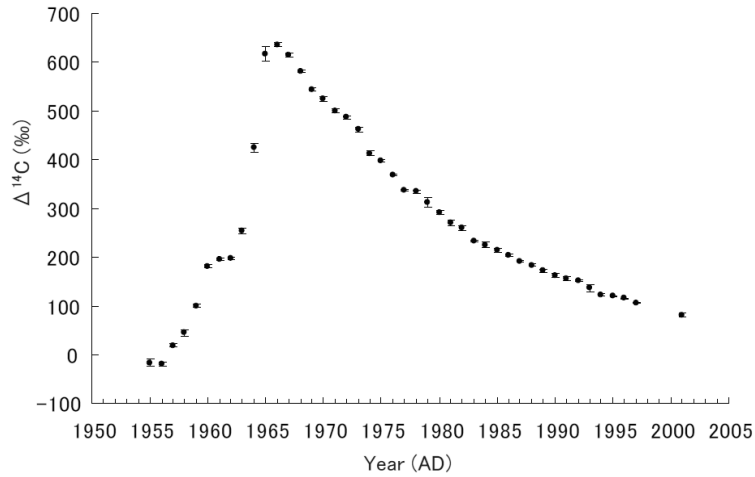


図 3. 1955～2001 年の南半球の地点の $\Delta^{14}\text{C}$ 値の平均値. Hua and Barbetti (2004)を一部改変.

2. 研究目的

本研究の目的は *Puya raimondii* の葉の $\Delta^{14}\text{C}$ 値を測定し, 核実験による $\Delta^{14}\text{C}$ 値のピークが存在するかどうかを確認することである.

3. 研究試料

図 4 は本研究に用いられた *Puya raimondii* である. この試料は 2005 年に静岡大学理学部生物科学科増沢研究室によってペルー, ワスカラン国立公園内のカルパ地区から採取された. この試料は既に開花している個体ではなく, 開花直前と推定された個体である. 図 4 には *Puya raimondii* の縦断面のスケッチが併記されているが, 縦断面には 740 枚の葉が存在する.

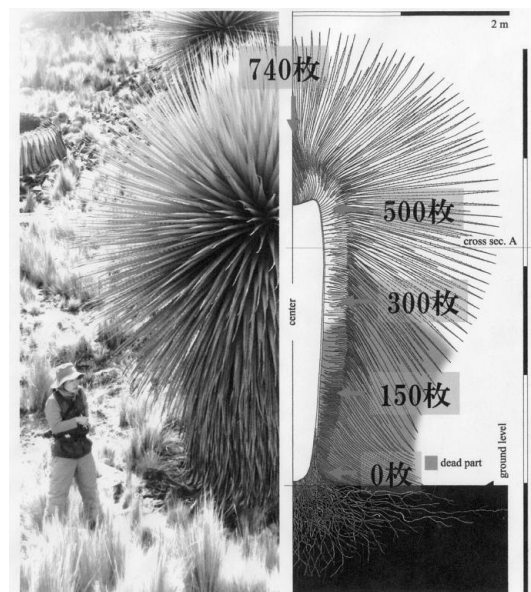


図 4. 研究試料の *Puya raimondii*. 右半分は縦断面のスケッチ.

4. 研究方法

研究試料の 740 枚の葉のうち 8 枚の葉の $\Delta^{14}\text{C}$ 値が測定された。測定サンプルの葉は下部から数えて、5, 60, 135, 155, 345, 445, 485, 505 枚目の葉の 8 枚である。8 枚の葉はそれぞれ試葉での処理が施された後、二酸化炭素ガスに転換され、水素で還元されグラファイトに転換された。このグラファイトを用いて AMS 法により $\Delta^{14}\text{C}$ 値の測定が行われた。測定は、名古屋大学年代測定総合研究センターにて行わせて頂いた。

5. 結果と考察

Puya raimondii の $\Delta^{14}\text{C}$ 値測定結果を図 5 に示す。グラフの縦軸は $\Delta^{14}\text{C}$ 値、横軸は下部から数えた葉の枚数を表している。また、横軸の数字の大きいほうが新しい葉、数字の小さいほうが古い葉を示す。グラフより、新しい葉に向かうに従い $\Delta^{14}\text{C}$ 値は減少していることがわかる。Hua and Barbetti (2004)によると、南半球の地点の $\Delta^{14}\text{C}$ 値のピークの年(1965~1966 年)での値は 628~654‰を示しているが、研究試料の *Puya raimondii* の葉ではそのような大きな値は見られない。また、最も古い葉(下部から数えて 5 枚目の葉)の $\Delta^{14}\text{C}$ 値は 152‰であった。南半球の $\Delta^{14}\text{C}$ 値の記録(Hua and Barbetti, 2004)と照合すると、 $\Delta^{14}\text{C}$ 値が 152‰となるのは 1991~1992 年である。即ち、試料の最も古い葉(下部から数えて 5 枚目の葉)の形成年代は 1991~1992 年ということになる。本研究試料が伐採されたのは 2005 年なので、測定したすべての葉は過去 13~14 年以内に生育形成したことになる。

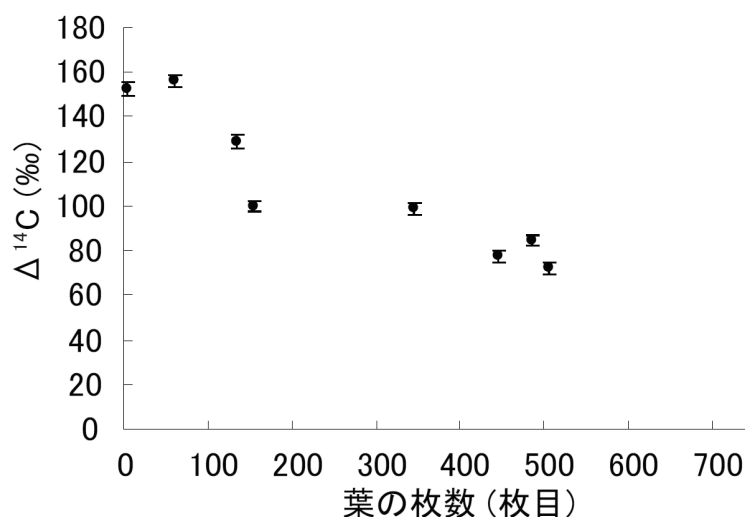


図 5. *Puya raimondii* の $\Delta^{14}\text{C}$ 値測定結果.

この結果より 3 つの可能性考えられる。1 つ目は *Puya raimondii* が 100 年も生きないという可能性、2 つ目は *Puya raimondii* が特殊な光合成に対する生理機能をもち、地下の ^{14}C に乏しい炭素を利用しているなどといった可能性、3 つ目は研究試料の *Puya raimondii* には生育期間初期から中期の葉が残存しておらず、生育期間後期 13~14 年の葉のみが残存しているという可能性、である。図 6 は *Puya raimondii* の成長過程模式図である。*Puya raimondii* が種子から芽生え、大型の球形になるまでは、2 つの段階を経るもの

と考えられている。1 つ目の段階は、半球型の状態で成長する段階、2 つ目の段階は球の形で成長する段階である。生育段階の初期は、地表面に放射状に葉を広げ半球型の状態で成長し、その後、茎が上方に伸び始め、徐々に丸い形に成長してゆく。球の形になったものはそのまま何年かを過ごし、十分成熟したところで巨大な花茎を短期間で成長させる。ここで、球形の段階では、下部の茎の葉と葉の間から根をはり出す事がわかっている。この根は、半球型から球形に成長する際、巨大な球を支えるためにはり出されると考えられる。そこで、伸ばした根により葉が押し出され、半球型の状態の時に存在した葉が土壌中に埋もれ残存していないとすると、得られた 13~14 年という年数は、半球型から球形になり開花するまでの年数ということになる。しかしながら、現時点では決定的な結論を出すことはできない。それ故、上記の可能性を今後検証する必要がある。

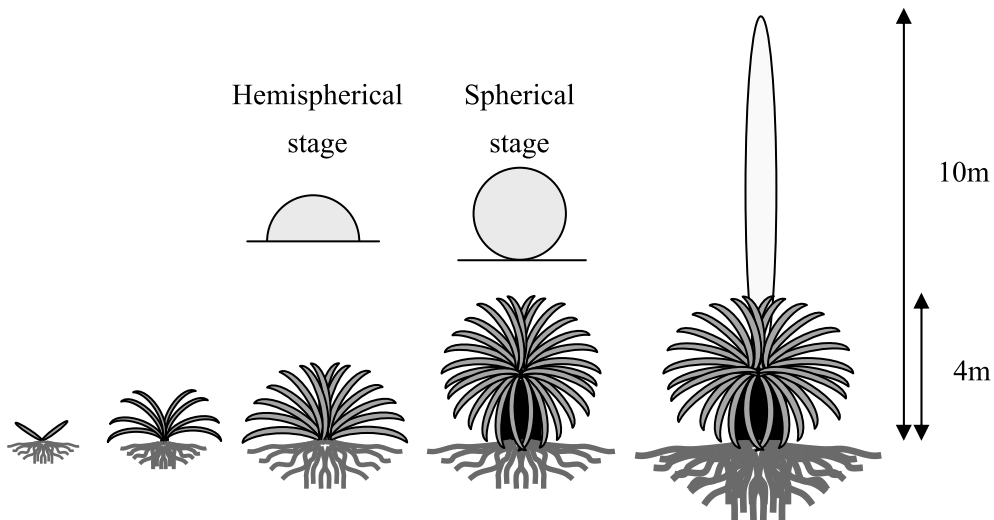


図 6. *Puya raimondii* の成長過程模式図.

6. 結論

研究試料の *Puya raimondii* の葉には核実験による $\Delta^{14}\text{C}$ 値のピークは存在しなかった。また、測定したすべての葉は過去 13~14 年以内に生育形成したと考えられた。

7. 今後の課題

上記のように、現時点では *Puya raimondii* が 70~100 年生き続けるということは同位体的には確認できていない。仮に半球型から球形になり開花するまでの年数が 13~14 年であるならば、それ以前の半球型までの年数を今後見積もる必要がある。その方法として、例えば半球型の状態の試料の葉を測定することなどが考えられる。

引用文献

Hua, Q. and Barbetti, M., 2004, Review of tropospheric bomb ^{14}C data for carbon cycle modeling and age calibration purposes. *Radiocarbon*, **46**, 1273-1298.