

令和 5 年 6 月 15 日現在

機関番号：84433

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2022

課題番号：18K06403

研究課題名(和文) 気候変動による植物の絶滅—メタセコイアの化石と現生種の形態・生態・生理から探る

研究課題名(英文) Extinction of plants due to climate change, revealed by Morphology, Ecology, physiology of fossils and modern species of Metasequoia

研究代表者

塚腰 実 (Tsukagoshi, Minoru)

地方独立行政法人大阪市博物館機構(大阪市立美術館、大阪市立自然史博物館、大阪市立東洋陶磁美術館、大阪・大阪市立自然史博物館・外来研究員)

研究者番号：80250257

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：メタセコイア属は、近畿地方の化石記録によれば、95万年～55万年前に絶滅している。メタセコイアの日本列島からの絶滅の原因を明らかにするために、岐阜県郡上市、兵庫県神戸市、大阪府交野市で、実生の観察、播種実験を行なった。

その結果、郡上市の調査地のメタセコイアの種子の発芽率は高く、生育環境が適している。適している条件としては、土壤水分量の豊富さ、高温・乾燥しない初夏の気候が考えられる。また、メタセコイアの実生は、リターが堆積し地面に根を張ることができない場所、乾燥するような場所では生育しにくい。メタセコイアが日本から消滅した要因の1つとして、乾燥環境の可能性がある。

研究成果の学術的意義や社会的意義

地質時代には多くの植物が、日本列島から消滅・出現し、現在の日本列島の植生を成立させた。メタセコイアは、かつては日本列島に繁茂していたが、消滅し、中国で生き残っているのが発見された。メタセコイアは、日本列島から消滅したものの、植栽すると大きく育つが、旺盛な自然繁殖はしていない。メタセコイアの自然繁殖する条件を明らかにすることで、消滅の原因の鍵を得ることができ、植物保全の基礎資料になる。

研究成果の概要(英文)：The genus *Metasequoia* became extinct between 0.95Ma and 0.55Ma years ago, according to the fossil record of the Kinki region. In order to clarify the cause of the extinction of *Metasequoia* from the Japanese archipelago, observation of seedlings and sowing experiments were carried out in Gujo City, Gifu Prefecture, Kobe City, Hyogo Prefecture, and Katano City, Osaka Prefecture.

As a result, the germination rate of *Metasequoia* seeds in the research area of Gujo City is high, and the growing environment is suitable. Suitable conditions include an abundance of soil moisture and an early summer climate that is not hot and dry. In addition, *Metasequoia* seedlings are difficult to grow in places where leaf litter accumulates and they cannot take root in the ground, or in dry places. One of the reasons why *Metasequoia* disappeared from Japan may be the dry environment.

研究分野：古植物学

キーワード：メタセコイア 生態 実生 自然繁殖 消滅

## 1. 研究開始当初の背景

メタセコイア属は、更新世に日本列島から消滅し、中国中部で1種が現生している。1950年にアメリカからメタセコイア保存会に100本の苗木が贈られ、普及活動が行われた。その後、日本各地で苗木の育成が進められ、各地で植栽されている。メタセコイアの植栽木は大木となるが、実生が育ち、幼木が多く育っているところは少ない。

メタセコイア属は、近畿地方の化石記録によれば、95万年～55万年前に絶滅している。メタセコイアが日本列島から絶滅した要因として、「冬季の気温低下、夏の温度上昇、海水準変動による生育地の移動の圧力、低地の減少、乾燥化」などの考えが示されているが、明確な要因は不明である。メタセコイア属が日本列島から消滅した原因の鍵を探るために、現生メタセコイアの実生の生育について観察・実験を行った。

## 2. 研究の目的

日本の各地でメタセコイアが植栽され、大木となっている個体が多数あるが、メタセコイアの実生が生育し、自然繁殖している場所は少ない。メタセコイアが自然繁殖する条件を明らかにすることで、日本列島からの絶滅の要因を考える鍵を得る。

## 3. 研究の方法

(1) 郡上八幡自然園（岐阜県郡上市、標高233m；以下、「郡上」と省略）、神戸市立森林植物園（神戸市、標高440m以下、「神戸」と省略）、大阪公立大学附属植物園（大阪府交野市、標高60m以下、「大阪」と省略）で実生の出現と生育を測定・観察した。

(2) 郡上と大阪の実生を大阪において播種し、生育状況を継続して観測した。

(3) 郡上と大阪の実生を大阪市内に移植し、その生育状況を測定した。

(4) 郡上と大阪の種子の発芽実験を行った。

(5) 中国湖北省における、メタセコイアの実生の生育地の予察的な調査を行い、実生の生育状況の調査を行った。

(6) メタセコイアの葉化石の気孔サイズ、気孔密度の時代変化を明らかにし、生態の比較を行うために、古琵琶湖層群（約270万年前、400万年前）のメタセコイア葉化石から表皮細胞の抽出を試みた。

## 4. 研究成果

(1) 実生の出現と生育の測定・観察

### ①郡上八幡自然園

・平坦地と斜面からなる、長さ18m×幅3.5mの調査区に、93本の幼木が生育している。それらの根元直径で比較したところ、様々な根元直径の幼木が見られ、樹高10mに達するものもある（図1、図2）。この調査区では、調査区に接する位置に2本のメタセコイアが植栽されて以降、人為的な植栽や管理はなされていない。このことから、郡上では継続的に実生が繁殖し、幼木となっていることが明らかとなった。大阪および神戸との比較から、実生が自然に発生し生育する要因として、リターにおおわれていない裸地の存在と豊富な水分量の存在が示唆された。

・2019年の11月に38個体の実生の発生を観察できた。38個体の実生は、2020年10月には29個体、2021年10月には23個体にまで減少したが、調査期間中の生存率は60%以上となった。

・郡上は、植栽されたメタセコイアが旺盛に自然繁殖している地域と言える。しかし、周辺のスギ植林地や隣接する長良川の河辺に進出したメタセコイアの個体は確認できなかった。

・郡上でメタセコイアが自然繁殖している理由としては、裸地の存在と長良川に沿った山地の麓にあるため、湿潤な土壌環境が維持されるためと考えられる。

郡上八幡自然園 調査区A

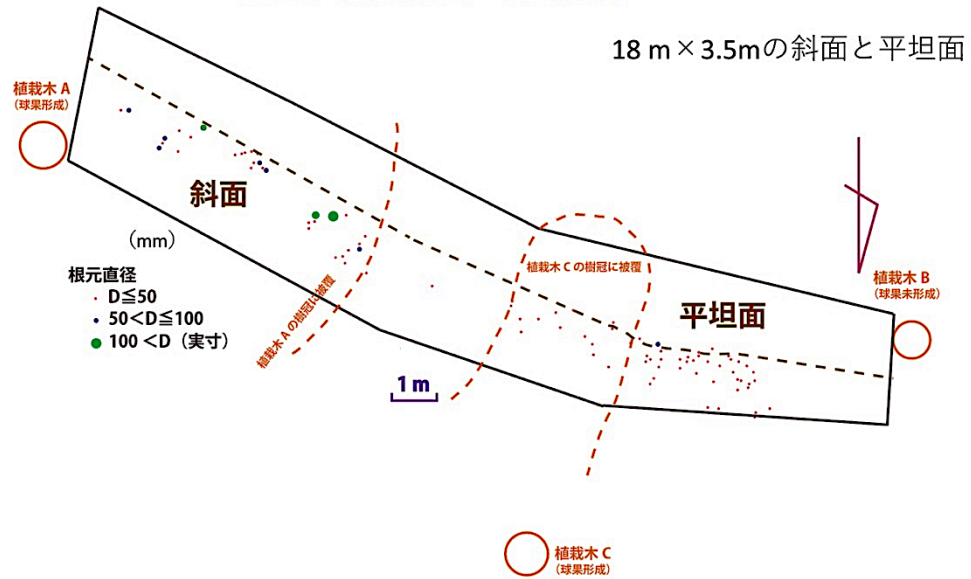


図1：郡上八幡自然園におけるメタセコイアの幼木の分布図

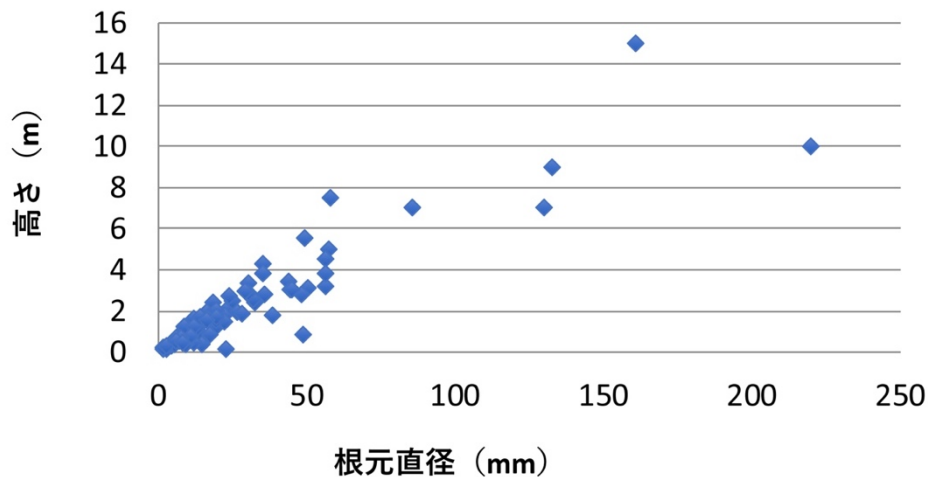


図2：郡上八幡自然園におけるメタセコイアの幼木の根元直径

②神戸市立森林植物園

・メタセコイア林内に  $1\text{m}^2$  の調査区を設置し実生の生育を観察した。乾燥気味の立地であるが、2018年に20個体の実生の出現が確認された。2022年6月時点において、実生は8個体残存していた（調査期間中の生存率は40%）。

・しかし、2019年以降実生の発生は確認できなかった。調査地がササ類でおおわれつるある事が影響していると考えられた。

・また、メタセコイア林周辺に幼木は観察されていない。

③大阪公立大学附属植物園

・1950年以降、メタセコイアが数多く植栽された植物園であり、池や湿った地域が存在する。園内のいくつかの調査区で調査を行った。しかし、本研究期間中は、調査区内で実生が複数年の生存は観察できなかった。園内全体でも幼木は数個体観察できるだけで、郡上八幡自然園より、圧倒的に少なかった。したがって、郡上と比較すると、実生の発生・残存・成長の程度は大幅に小さいと言える。

・ある調査区では、実生は2018年4月20日に45個体の実生を確認し、その後の実生の出現と消失を観察した。同年10月に2個体になり、その後、消滅した(図3、4)。図の3の調査区は水分条件が良かったが、他の調査区では、実生が発生初期に枯死する要因として、初夏の高温・乾燥の可能性が考えられた。また、特にリターが堆積し地面に根を張ることができない場合に実生の枯死が多く見られた。

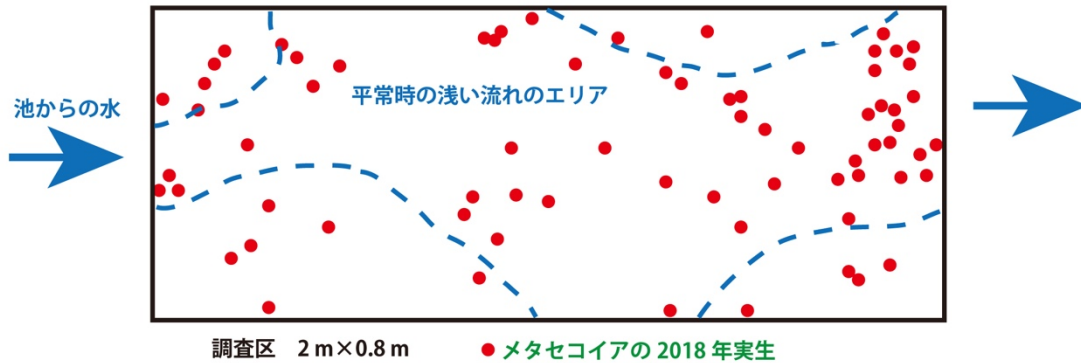


図3：大阪公立大学附属植物園におけるメタセコイアの実生の分布

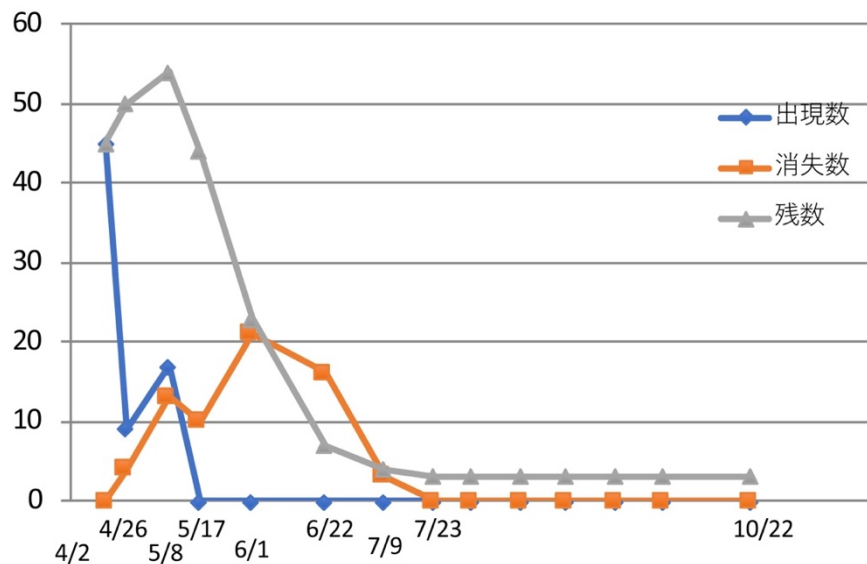


図4：図3の調査区における大阪公立大学附属植物園におけるメタセコイアの実生数の変化

## (2) 郡上八幡自然園での実生の発生と生育を測定・観察

大阪と郡上において、2020年3月14日にそれぞれ204個の種子を採取し、紙封筒に入れ保管し、3月15日に郡上において播種し、発芽と生育を観察した。

発芽率は、大阪の種子が5.9%、郡上の種子が24.4%となり、有意な差が見られた。2021年秋までの成長量(高さ)の平均は、大阪公立大学附属10.0cm、郡上八幡自然園10.1cmとなり、差は見られなかった。したがって、発芽率は郡上と大阪の個体差が要因であり、実生の成長は郡上と大阪の環境の違いが要因であると推察された。

## (3) 郡上八幡自然園と大阪公立大学附属植物園の実生の生育実験

郡上の2018年実生59個体と大阪の2018年実生43個体を大阪において、4種類の土壌条件で栽培した。土壌は、郡上の褐色土壌、大阪の花崗岩の細礫混じりの砂、大阪のリター混じりの砂、大阪の泥質砂を用いた。いずれの土壌条件においても、腰水により水分を十分に与えた。その結果、枯死数および成長量(高さ)に関して、2つの採集地の間に有意な差は見られなかった。大阪の泥質砂の生育が最も大きかった。

#### (4) 郡上八幡自然園と大阪公立大学附属植物園の種子の発芽実験

- ・大阪と郡上において、2020年3月14日にメタセコイアの種子を採取し、紙封筒に入れ、野外で保管し、大阪府泉南郡熊取町の南向の場所で、3月16日に播種し、発芽と生育を観察した。
- ・播種の方法は、ロックウールの中に種子を置き、腰水により水分条件は十分な環境で行った。発芽率は、郡上八幡自然園 46.6%、大阪公立大学附属植物園 5.8%であった。

以上の(1)～(4)をまとめると表1のようになる。

表1：郡上八幡自然園、神戸市立森林植物園、大阪公立大学附属植物園におけるメタセコイアの実生の特徴

	自然繁殖	実生の生育		共通圃場実験（郡上市）	
		発芽率 （実験）	自然状態	発芽率	実生の生育
大阪公立大学植物園（交野市）	稀	5.8%	存続しない	5.9%	10.0cm/2年
神戸市立森林植物園	稀	実施せず	存続する	実施せず	実施せず
郡上八幡自然園（岐阜県）	旺盛	47%	幼木になる	29%	10.1cm/2年

#### (5) 中国湖北省のメタセコイア自生地の調査

2019年10月に中国湖北省のメタセコイア自生地において自然林と植栽された林の調査を行った。自然林と言えども、中国の長い歴史においては、植栽の可能性は残るが、樹齢数百年と思われる個体の周りに幼木林が形成され、旺盛な自然繁殖を行っている地域を観察することはできなかった。植栽されたメタセコイアの近くにある裸地となった場所で多数の実生や、発芽2年以下と推定される幼植物が観察された。この調査結果は、メタセコイアが先駆植物であることを支持する。しかし、湖北省で樹齢が異なる幼木林を見つけることはできなかった。したがって、郡上八幡自然園のように、中国湖北省において実生が自然繁殖しているのかは確認できなかった。

(1)～(5)の観察および実験結果から、以下の事が考えられる。

- ・郡上のメタセコイアの種子の発芽率は高く、生育環境が適している。適している条件としては、土壌水分量の豊富さ、高温・乾燥しない初夏の気候が考えられる。
- ・メタセコイアの実生は、リターが堆積し地面に根を張ることができない場所、乾燥するような場所では生育しにくい。
- ・メタセコイアが日本から消滅した要因の1つとして、乾燥環境の可能性がある。

(6) メタセコイアの葉化石の気孔サイズ、気孔密度の時代変化を明らかにし、生態の比較を行うために、古琵琶湖層群（約270万年前、400万年前）のメタセコイア葉化石を用いて表皮細胞を取り出すことを試みたが、化石の保存状態が悪く、薬品処理に耐えられる表皮は残存していなかった。

#### <学会発表>

塚腰 実・三井聖子・厚井 聡（2018）現生メタセコイアの生態—実生の生育—．第33回日本植生史学会，講演要旨．

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 塚腰 実・三井聖子・厚井 聡
2. 発表標題 現生メタセコイアの生態－実生の生育－
3. 学会等名 日本植生史学会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	厚井 聡  (Koi Satoshi)  (60470019)	大阪市立大学・大学院理学研究科・准教授    (24402)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	三井 聖子  (Mitsui Seiko)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------