

令和 3 年 6 月 20 日現在

機関番号：21401

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K19299

研究課題名(和文)地球温暖化広域モニタリングに向けたイチヨウの年輪形成の気候応答性の解明

研究課題名(英文)Climate responsiveness of annual ring formation of Ginkgo biloba for wide monitoring to global warming

研究代表者

高田 克彦(Takata, Katsuhiko)

秋田県立大学・木材高度加工研究所・教授

研究者番号：50264099

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 4,800,000円

研究成果の概要(和文):イチヨウの形成層活動及び木材組織構造において以下の新知見を得た。(1)有縁壁孔を持たず通水に寄与しないイチヨウ特有の細胞が存在する。(2)イチヨウの通水様式は一般的な針葉樹や広葉樹のそれとは異なる。(3)形成層活動再開後から当年最初の仮道管分化完了、細胞分裂頻度が上がるまでに1ヶ月以上要する。

これらの特徴は異なる生育地域(秋田県、宮崎県、北海道、東京都)においても共通して認められるものであり、イチヨウ独自の樹種特性と考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の実施により、イチヨウの形成層活動の特異性が明らかになった。この結果は、本研究の目的であるイチヨウを利用した地球温暖化広域モニタリングの可能性を示唆するものと考えられる。また、これらの知見をもとに木本植物を対象とした進化と環境適応性に関する新たな研究が立ち上がるなど、今後の研究の進展が期待される。

研究成果の概要(英文):The following new findings were obtained regarding the cambium activity and wood structures of Ginkgo biloba. (1) There will be cells peculiar to Ginkgo biloba that do not have pits and do not contribute to water flow. (2) The water flow pattern of ginkgo would be different from these of general conifers and broad-leaved trees. (3) It takes more than one month from the resumption of cambium activity to the completion of the first tracheid differentiation of the year and the increase in cell division frequency.

These characteristics are commonly recognized in different habitats (Akita prefecture, Miyazaki prefecture, Hokkaido, Tokyo), and are considered to be the unique and tree-specific characteristics of Ginkgo biloba.

研究分野：森林資源学

キーワード：イチヨウ 形成層活動 木材組織構造

### 1. 研究開始当初の背景

代表研究者らが行ってきた先行研究の結果、(1) イチョウ (*Ginkgo biloba* L.) の形成層活動は葉の展開や落葉といったフェノロジーとの関係性が極めて高く、(2) イチョウは有縁壁孔がない(極めて少ない)細胞や分野付近において突起物が観察される木部細胞など、針葉樹及び広葉樹とは明らかに異なる形状の木部細胞を有していることが明らかになっていった。これらの結果は、イチョウが一般的な針葉樹や広葉樹とは異なる年輪形成機構を有している可能性を示唆するものと考えられた。

一方、地球環境の変化の正しい把握とそれらへの的確な対応は人類にとって21世紀最大の課題であり、年輪年代学や年輪気象学は地球環境の変遷を推測するツールとして極めて有効な手法であるが、未だに広域をカバーする手法を提示するに至っていない状況であった。本研究の対象であるイチョウを含むイチョウ類は、本来的には環境適応性が広いとされているが、現在では中国の一部に限定的に残存しており、世界各地のイチョウは極めて遺伝的変異の狭い集団から派生したと考えられる。このようなイチョウの歴史的及び遺伝的特性は、イチョウがこれまでに実現出来なかった広域をカバーする年輪気象学を確立する可能性が極めて高い樹種であることを示唆するものと考えられた。

### 2. 研究の目的

本研究では、裸子植物として独自の進化を遂げてきた木本性植物であるイチョウに注目し、現存する針葉樹及び広葉樹には認められない形成層活動及び木部細胞構造の特異性を明らかにするとともに、それらの知見を基盤情報としてイチョウを利用した新たな温暖化広域モニタリング手法の構築を目指す。本研究では、「イチョウの形成層活動の気候応答性はイチョウ本来のフェノロジーによって規定されており、地域によらず高い再現性がある」という作業仮説のもと、木材生物学、木材解剖学、年輪年代学、樹木生理学及び木材組織構造学を専門とする研究者の参画を得て、研究を実施する。

### 3. 研究の方法

本研究では、以下の2つの実験を行った。

実験1：形成層活動および葉のフェノロジーの多地点同時観察

緯度及び気温の勾配を考慮して、全国5カ所の大学(北海道大学、秋田県立大学、東京農工大学、信州大学、宮崎大学)の植物園、構内及び演習林に調査地を設定、各調査地においてそれぞれイチョウを対象として、2018年4月から2019年12月にわたり、ナイフマーキング法による形成層活動のモニタリングを行った。また、ナイフマーキング実施時に葉のフェノロジー(開葉、黄葉、落葉)を記録した。形成層活動終了後にナイフマーキング法で傷をつけた部分すべてから試料を採取し、光学顕微鏡等を用いて傷害組織の位置を観察し、期間内の形成層活動を特定するとともに、形成層活動、葉のフェノロジー及び気象の3者の関連性を検討した。

実験2：異なる気候化で形成された木部細胞の時系列解析

実験1と同様の調査地及び調査個体を対象に、実験1：形成層活動観察に支障をきたさない部位より形成層を含む直径5mmの試料を採取、共焦点顕微鏡等を用いて細胞構造変異に関する詳細情報を得た。

### 4. 研究成果

図1に2018年度のイチョウの形成層活動を示す。

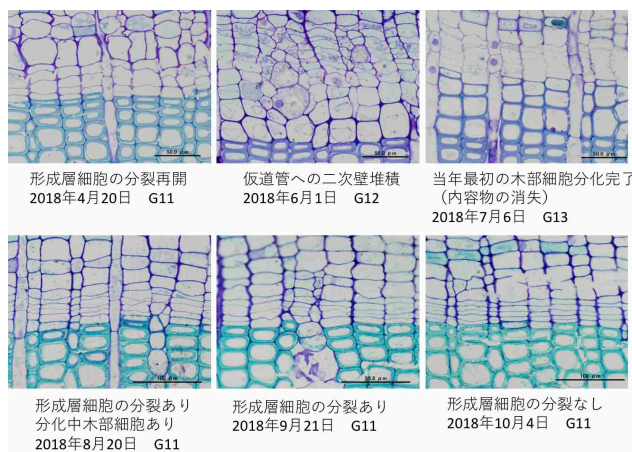


図1 イチョウの形成層活動

2018年は4月20日に形成層の分裂が初めて確認された後、7月6日に当年最初の木部細胞の分化の完了が認められるまで約1ヶ月半が経過していた。その後、8月20日には形成層細胞の分裂と細胞径の拡大及び細胞壁の肥厚といった分化中細胞が認められ、10月4日には形成層細胞の分裂が停止していた。

図2に宮崎県と秋田県における2018年4月から約1年間の形成層活動と葉のフェノロジーとの関係を示す。図中、上は宮崎県の3個体、下は秋田県の3個体の結果を示している。また、葉のフェノロジーにおいて黒丸は落葉、薄緑丸は芽の伸長から開葉まで、緑丸は開葉から落葉までを示しており、形成層活動において白抜き丸は形成層において細胞分裂が認められる時を、色付き丸は形成層において細胞分裂が認められない時を示す。

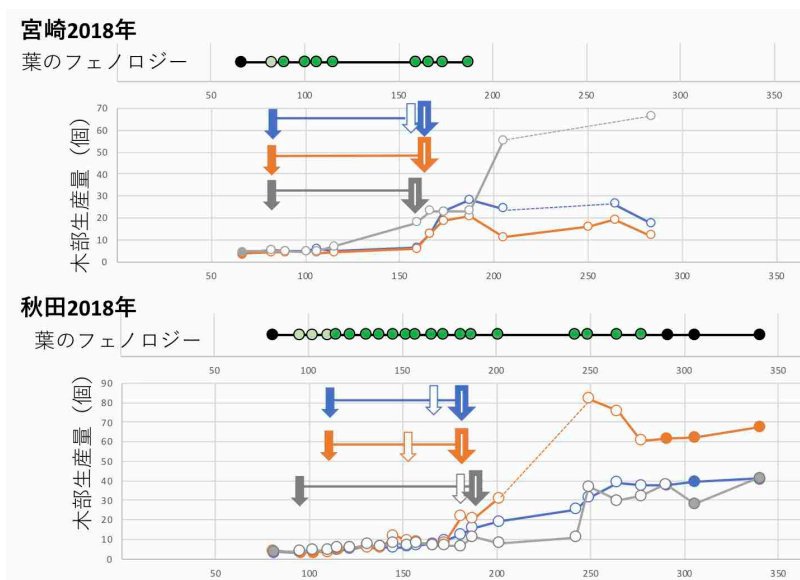


図2 イチョウの形成層活動と葉のフェノロジーの関係

宮崎県と秋田県では開葉は30日程度の差があり、形成層の動き出し（細胞分裂の開始）にも30日程度の差が認められた。また、両地域ともに形成層において細胞分裂が開始してから1ヶ月以上も細胞分裂が活発にならず、当年最初の細胞（仮道管）が完成するのは約60日後であった。一方、葉は形成層における細胞分裂が開始してすぐに開葉が始まることが明らかになった。これらの結果から、当年シュートの展開や当年葉の光合成に必要な水は当年ではなく前年以前の年輪から供給されている可能性が高いことが示唆された。なお、形成層の分裂活動は6月以降に一気に活発となり、9月下旬までその活動が続き、落葉と共に終了することが明らかになった。

これらの研究成果をもとに、科学研究費基盤研究（B）に申請を行い、2021年から「イチョウの材形成及び木材組織構造の網羅的解析から迫る木本植物の進化と環境適応性」を実施している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 高田克彦、工藤佳世、MD HASNAT Rahman、佐野雄三、安江恒、雉子谷佳男、船田良、高部圭司
2. 発表標題 イチヨウにおける形成層活動および木部形成と葉のフェノロジー
3. 学会等名 第70回日本木材学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐々木賢二、工藤佳世、半 智史、船田 良、高田克彦
2. 発表標題 イチヨウの二次木部における水分通道の季節変化
3. 学会等名 第68回日本木材学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kenji Sasaki, Kayo Kudo, Katsuhiko Takata
2. 発表標題 The anatomical features of tracheid and another axial elements "Ginkgo-Fiber" in normal mature stemwood of Ginkgo biloba
3. 学会等名 SWST/JWRS International convention (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐々木賢二、工藤佳世、高田克彦
2. 発表標題 イチヨウの二次木部における軸方向要素の解剖学的特徴
3. 学会等名 第69回日本木材学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐々木賢二、工藤佳世、半 智史、船田 良、高田克彦
2. 発表標題 イチヨウの二次木部における水分通道の季節変化
3. 学会等名 第68回日本木材学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 工藤佳世、高田克彦
2. 発表標題 イチヨウにおける形成層活動の季節変化 -秋田市における2年間の観察から-
3. 学会等名 組織と材質研究会2020秋の研究会
4. 発表年 2020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	安江 恒  (Yasue Koh)  (00324236)	信州大学・学術研究院農学系・准教授   (13601)	
研究 分担者	雉子谷 佳男  (Kijidani Yoshio)  (10295199)	宮崎大学・農学部・教授   (17601)	
研究 分担者	船田 良  (Funada Ryo)  (20192734)	東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・教授   (12605)	

6. 研究組織（つづき）

	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	高部 圭司  (Keiji Takabe)  (70183449)	京都大学・農学研究科・教授    (14301)	
研究分担者	佐野 雄三  (Yuzo Sano)  (90226043)	北海道大学・農学研究院・教授    (10101)	
研究分担者	工藤 佳世  (Kayo Kudo)  (10757983)	秋田県立大学・木材高度加工研究所・助教    (21401)	

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