

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月29日現在

機関番号：82105

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21580211

研究課題名（和文） 冬芽の萌芽時期が管孔の配列パターンに及ぼす影響の解明

研究課題名（英文） Effects of budburst timing on wood structures in hardwood species

研究代表者

織部 雄一郎 (ORIBE YUICHIRO)

独立行政法人森林総合研究所・林木育種センター東北育種場・室長

研究者番号：40370853

研究成果の概要（和文）：環孔材樹種では、道管形成は冬芽の萌芽に先行して再開し、形成層帯付近の内生 IAA レベルは冬芽の萌芽に伴って劇的に増加することを明らかにした。樹幹の局所的な温度処理によって、広葉樹では冬芽の萌芽と処理部における道管形成が再開する順序を逆転することができた。樹種特性として道管形成が冬芽の萌芽後に再開する散孔材樹種では、加温処理によって冬芽の萌芽よりも前に形成された木部には特徴的な組織構造が認められた。

研究成果の概要（英文）：In ring-porous hardwood species, we detected dramatic changes in IAA levels in the region of the cambial zone and its derivatives accompanying winter-bud break. Localized temperature controlling on the stem surface succeeded in inverting order between re-initiation of vessel formation in the treated portions and winter-bud break in hardwoods. In a diffuse-porous hardwood species, in which winter-bud broke prior to vessel formation, localized heating induced specific wood structures in xylem formed before the bud break.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：森林学・木質科学

キーワード：組織構造・材形成、オーキシシン、インドール酢酸（IAA）

1. 研究開始当初の背景

年輪内に見られる道管の横断面（管孔）の配列パターンは、木材識別の重要な拠点であり、木材の物理的性質を支配する密度との関わりが深いことから、さまざまな樹種で研究対象とされてきた。しかしながら、管孔の配列パターンの形成機構については知見が乏し

い。植物ホルモンの一種であるオーキシシンは、分化中の細胞に位置情報を与える化学物質として、広葉樹では道管を含む木材（木部）を構成する細胞の形成に関与していることが示唆されている。樹体内に存在するオーキシシンであるインドール酢酸（IAA）は、おもに冬芽が萌芽した後に伸長成長を再開した

シュートで生産され、樹幹の中を根に向かって求基的に移動し、木部を生産する分裂組織である形成層帯とその付近の分化中の木部細胞にも供給される。道管形成の再開と冬芽の萌芽はともに温度に反応して起こる。道管形成の再開は冬芽の萌芽よりも、環孔材樹種では早く始まり、散孔材樹種では遅く始まる。これらの知見から、形成層帯付近の IAA レベルはシュートの伸長成長が始まる冬芽の萌芽時期を境に劇的に上昇し、この IAA レベルの変動の前後で形成される道管の径に大きな差が生じていると考えられた。

2. 研究の目的

形成層帯付近に内生するオーキシンのレベルの変動が、年輪内における管孔の配列パターンに及ぼす影響を、インタクトな（枝や組織の一部分ではなく完全体としての）樹木において、形成層帯付近における樹種本来のオーキシンのレベルの変動の範囲内で解明することを目的とした。

(1) 冬芽の萌芽に伴う形成層帯付近の IAA レベルの劇的な変動の検出を試みた。

(2) 冬芽の萌芽と道管形成の再開が起こる順序を逆転させることによって、環孔材樹種では散孔材の生産を、散孔材樹種では環孔材の生産を試みた。

3. 研究の方法

(1) 2月（道管を含む木部の形成が休止している時期）から11月（木部形成が停止する時期）にかけて、環孔材樹種としてはクリとケヤキ、散孔材樹種としてはトチノキとブナについて、形成層帯付近における IAA の内生量の季節的な変動性を調べた。内生 IAA は、重水素で標識した IAA を内部標準として、高速液体クロマトグラフィー／タンデム質量分析計（LC/MS/MS）で定量した。

(2) 道管を含む木部の形成が休止している時期から冬芽の萌芽時期にかけて樹幹を局部的に、環孔材樹種では冷却し、散孔材樹種では加温した。冷却または加温処理を施した部位について、木部形成の開始時期と形成された木部の組織構造的な特徴を調べた。

4. 研究成果

(1) 固相抽出を用いることによって、従来の溶媒分画法に比べて精製時間と使用する溶媒の量を大幅に減少できる効率的・経済的な内生 IAA の定量方法を確立した。加えて、高速液体クロマトグラフの移動相におけるグラジエント分析によって IAA のピークがシャープになり（図3）、アイソクラクティック分析に比べてより低濃度（50ng/ml）ま

で検出が可能になった。

(2) 環孔材樹種であるクリとケヤキでは、道管形成は冬芽の萌芽に先行して再開し、形成層帯付近の内生 IAA レベルは冬芽の萌芽に伴って劇的に増加することが明らかになった（図1）。散孔材樹種であるトチノキとブナでは、冬芽の萌芽の前後で内生 IAA レベルに顕著な変動が認められなかった（図2）。

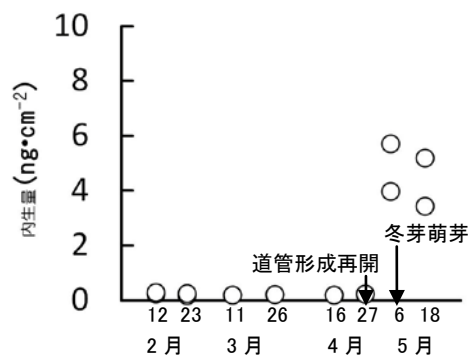


図1 ケヤキにおける IAA レベルの変動

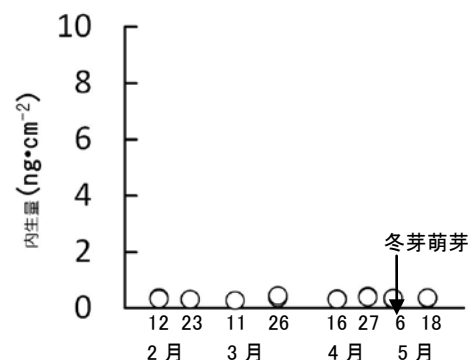


図2 ブナにおける IAA レベルの変動

(3) IAA 分析のクロマトグラムにおいて、IAA よりもカラム保持時間が短いところでもかなり大きなピークが認められた（図3下側）。IAA 分析の方法では、LC/MS/MS でのMRM（多重反応モニタリング）測定を採用しており、2台の質量分析計をともにSIM（選択イオンモニタリング）モードで使用している。すなわち、1台目は IAA の分子イオンピークのみを選択的に通過させ、2台目は代表的なフラグメントイオンピークのみを通過させて対象化合物である IAA を検出する。したがって、IAA 分析用クロマトグラムで保持時間が短いピークは、IAA に極めて構造が似た化合物で IAA の生合成経路上の関連化合物である可能性が高い。そこで、4樹種について、IAA 関連化合物の量の季節的な

変動性を調べた。ケヤキとクリでは IAA 関連化合物は、木部形成の休止期に増加し、木部形成が再開して IAA が検出される時期になると減少する傾向を示した。IAA 関連化合物は、木部形成の休止期にトチノキでは検出されたが、ブナでは検出されなかった。今回は、この IAA 関連化合物を同定していないが、今後、木部形成の再開機構を解明する上では重要な課題と考えた。

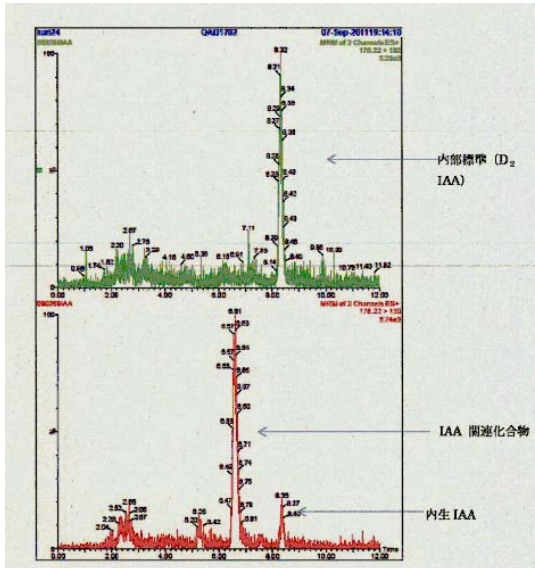


図3 IAA の分析クロマトグラム

(4) 広葉樹の環孔材樹種および散孔材樹種では、樹幹の局所的な温度処理によって、冬芽の萌芽と処理部において道管形成が再開する順序を逆転させることが確認された(図4)。

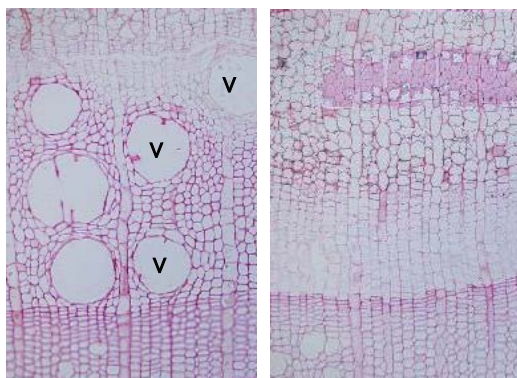


図4 冬芽が萌芽したクリにおける道管形成
道管(V)は、無処理部(左)には認められるが、冷却部(右)には形成されていない。

(5) 樹種本来の特性として冬芽の萌芽後に

道管形成が再開するブナでは、冬芽の萌芽よりも前に形成された木部には特徴的な組織構造が認められた(図5)。

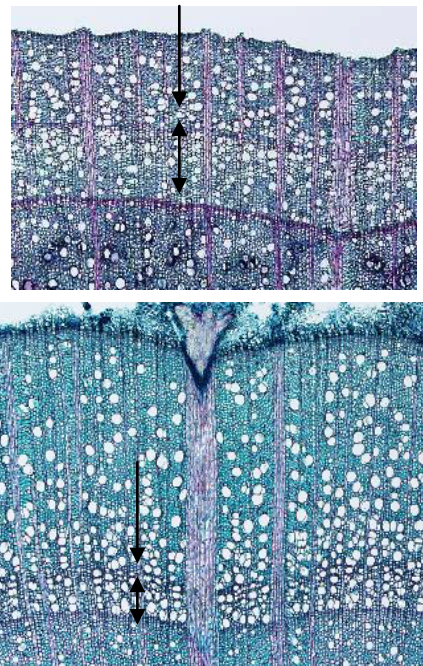


図5 加温中に形成されたブナの木部(↔) マージナル柔組織(↓)で仕切られており(上)、軸方向柔組織に富んでいる場合もある(下)。

(6) 環孔材樹種であるクリとケヤキおよび散孔材樹種であるトチノキとブナでは、冬芽の萌芽と道管形成の再開が起こる順序を逆転させた場合に形成される木部には、樹種本来の特異的な管孔の配列パターンが認められた。

(7) 道管形成などの木部形成の再開時期の制御を可能にする樹幹への局所的な温度処理は、温暖化などの気候変動に対する樹木の脆弱性や適応性の評価に利用できるモデル実験系の開発につながることを示した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計0件)

〔学会発表〕(計5件)

- ① 織部雄一郎、休眠から木部形成再開までの期間における広葉樹の形成層帯に内生するオーキシンの量的変動、第62回日本木材学会大会、2012. 3. 15、北海道大学(札幌市)
- ② 織部雄一郎 スギとクリの早材形成から

晩材形成への移行時期、東北森林科学会
第 16 回大会、2011. 8. 25、青森県総合社
会教育センター（青森市）

- ③ 織部雄一郎、形成層の休眠期に局所的な
加温処理を施したブナの樹幹部における
木部形成、第 61 回日本木材学会大会、
2011. 3. 18、京都大学（京都市）
- ④ ORIBE YUICHIRO, Factors regulating
cambial reactivation and
re-initiation of xylem
differentiation, World Dendro 2010 The
8th International Conference on
Dendrochronology, 2010. 6. 17,
University of Lapland (Rovaniemi,
Finland)
- ⑤ 織部雄一郎、広葉樹形成層帯での内生 IAA
量の季節変化と内生 IAA 定量方法の検討、
第 60 回日本木材学会大会、2010. 3. 18、
宮崎観光ホテル（宮崎市）

6. 研究組織

(1) 研究代表者

織部 雄一郎 (ORIBE YUICHIRO)
独立行政法人森林総合研究所・林木育種セ
ンター東北育種場・室長
研究者番号：40370853

(2) 研究分担者

雉子谷 佳男 (KIJIDANI YOSHIO)
宮崎大学・農学部・准教授
研究者番号：10295199