

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏 名 樋口 晴一

論文題目 Morphological and chemical analyses of the “chi-chi” of  
*Ginkgo biloba* L.

(イチョウ"chi-chi"の形態学および化学的分析)

### 論文審査担当者

主 査 名古屋大学大学院生命農学研究科教授 福島 和彦

名古屋大学大学院生命農学研究科教授 山本 浩之

名古屋大学大学院生命農学研究科准教授 吉田 正人

名古屋大学大学院生命農学研究科准教授 青木 弾

## 論文審査の結果の要旨

樋口晴一氏は、イチョウ (*Ginkgo biloba* L.) の形成する特異な組織 “chi-chi” に関する形態学および化学的分析を行い、その形成機構を新たに提案にした。以下にその要旨を記載する。

イチョウ (*Ginkgo biloba* L.) の葉は特徴的な形をしており、植物に詳しくない人でも一目でイチョウとわかる。また、イチョウの木部は針葉樹と類似しており、1896年に平瀬作五郎がイチョウの泳ぐ精細胞を発見するまで、イチョウは針葉樹の近縁種だと考えられていた。一般に種子植物は花粉粒から伸びる管を通して精細胞を卵に送り込むが、遊泳精子によって受精するイチョウは現生植物種の系統関係において明らかに孤立した位置にあり、針葉樹よりも遊泳精子をもつシダ類やコケ類に近い。さらに、1億2100万年以上前の地層からイチョウの化石が発掘され、イチョウの組織がほとんど変化してないことが示された。これらの理由から、イチョウは「生きた化石」ということができる。

イチョウは現在、1属1種のみとなっていることから、古代から生存しているモデル樹木として興味深い研究対象であり、様々な実験に用いられてきた。しかしながら、未だにその機構が明らかになっていない特徴が多くあり、そのひとつがイチョウの形成する特異な組織 “chi-chi” である。

樹齢が高く大きなイチョウの木は、幹に近い枝から「aerial chi-chi」と呼ばれる下方に伸びる木質組織を生み出す。この aerial chi-chi が地面に到達すると、根およびシュートを生じ、新たな生育点になる。この aerial chi-chi を有するイチョウは長く生きた大樹であることが多く、各地におけるご神木・信仰対象ともなる。そのため、chi-chi そのものを試料として採取することは難しく、ほとんど研究が進んでいなかった。また一方、イチョウの木が幹の傾きに脅かされると、地中に「basal chi-chi」と呼ばれる木質組織が生じる。これまで aerial chi-chi と basal chi-chi は同一のものとみなされており、ほとんど研究されてこなかった。

本研究は、イチョウが形成する特異な組織であるこれらの chi-chi を対象として、地上部に生じる aerial chi-chi の形態学的・化学的特徴、地下部に生じる basal chi-chi の形態学的・化学的特徴、そしてそれらの違いを明らかにするべく、実験を行った。

まず、aerial chi-chi について検討した。樹皮を剥いだ後、多くの木質組織からなる膨らみと潜在芽があった。樹皮の内側にはこれらの潜在芽に対応するくぼみがあった。aerial chi-chi 試料の先端部分から得られた横断面では、仮道管が水平面内で湾曲しており、柔組織状の潜在芽組織が渦巻きの中心であることがわかった。顕微鏡観察と X 線マイクロコンピューター断層撮影から、複数の渦巻きが連続して生じていることを示した。

## 論文審査の結果の要旨

別紙 1-2

これらの観察から、形成層帯の細胞分裂から始まる **aerial chi-chi** の下方への成長は、潜在芽をもつ木質組織からなる膨らみによって駆動されている可能性があるとして提案した。湾曲した仮道管の細胞壁を詳細に観察したところ、細胞壁の肥厚、円形化、細胞間隙の形成などは見られなかったが、二次壁の S3 層が消失していることがわかった。さらに、チオアシドリシスとアセチルブロマイド分析によってリグニンの化学構造を調査した結果、*p*-ヒドロキシフェニル核を有していること、さらに **aerial chi-chi** 先端部分ではリグニン量を多いことがわかった。これらの結果より、**aerial chi-chi** の湾曲した仮道管が、針葉樹圧縮あて材のような形態学的・化学的特徴を部分的にもっていることを明らかにした。

次に、**basal chi-chi** の誘導実験を行い、得られた **basal chi-chi** の形態的特徴を観察した。**basal chi-chi** は、幹を傾けると地下の主根の側面に生じたが、幹を傾けながら、アルミホイルで遮光した場合には生じなかった。最近、細胞内における重力方向の検出メカニズムが報告されており、光刺激は必ずしも重力検知には必要であると考えられていない。しかしながら **basal chi-chi** 形成トリガーとなる刺激応答には、傾斜だけではなく、地上部であること、すなわち光刺激が関わっている可能性が示唆された。イチョウを傾斜して育成した場合、土中に生じた **basal chi-chi** は根のような形態をしていたが、根冠は有していなかった。この **basal chi-chi** 自体は根の機能をもたないが、芽および根がともに生じるという報告があり、姿勢制御に関わる何らかの応答である可能性がある。また、**aerial chi-chi** と類似した木化組織であると考えられるが、**basal chi-chi** のリグニンには H 核は含まれていなかった。このことより遮光環境下において、イチョウあて材形成に関わる何らかの機能発現が影響を受けており、それが地上部木部および **basal chi-chi** のどちらに対しても働くのではないかと提案した。

以上のように、本研究は、その形態学的・化学的特徴に不明な点が多かったイチョウ **chi-chi** について、形成過程および化学構造に関する詳細な知見をもたらすものである。特に、細胞壁の形状および層構造、さらにリグニン化学構造における特殊性を世界に先駆けて明らかにし、これまでの解釈を刷新したことは高く評価できる。さらに、これまでほぼ同一とみなされてきた **aerial chi-chi** と **basal chi-chi** が異なったメカニズムによって発生および成長が制御されているものである可能性を示したこともインパクトが大きい。よって、本審査委員会は本論文の内容が博士（農学）の学位論文として十分価値があるものと認め、論文審査に合格と判定した。