

国際文化ゼミナール(植物) —「木材・非木材林産物」

国際植物材料科学研究室 斎藤幸恵

木質

木質～リグノセルロース

- From 木本、草本

木本と草本

草本と木本の違いは？

植物形態学的には、
木＝形成層により二次肥大生長をするもの。
草＝しないもの。

太くて丈夫な茎を持つ(シダ植物のヘゴやイネ科のタケ)→木性

単子葉類のうち双子葉類と違うシステムの形成層で肥大成長→木性

リグニンを獲得して海から陸上に上がった植物の中で、最も巨大に発達したもの。

“Lignum” 木本: なかなか分解されずにCを蓄積

草本: 微生物の働きで容易に $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ に分解

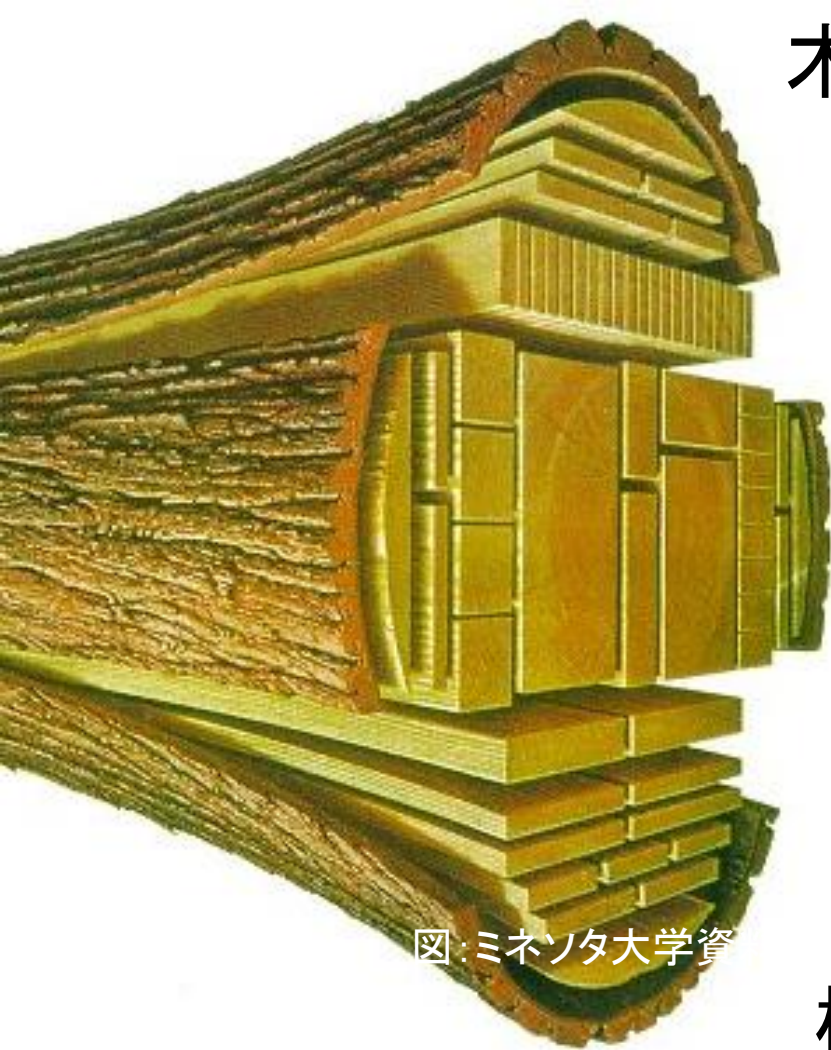


図: ミネソタ大学資料

木材



建築材料(製材、集成材、・・・)

紙

セルロース原料

バイオ燃料各種

樹皮

建築材料(@屋根、壁)

コルク

薬品

抽出成分

ゴム、薬品

木材 vs タケ

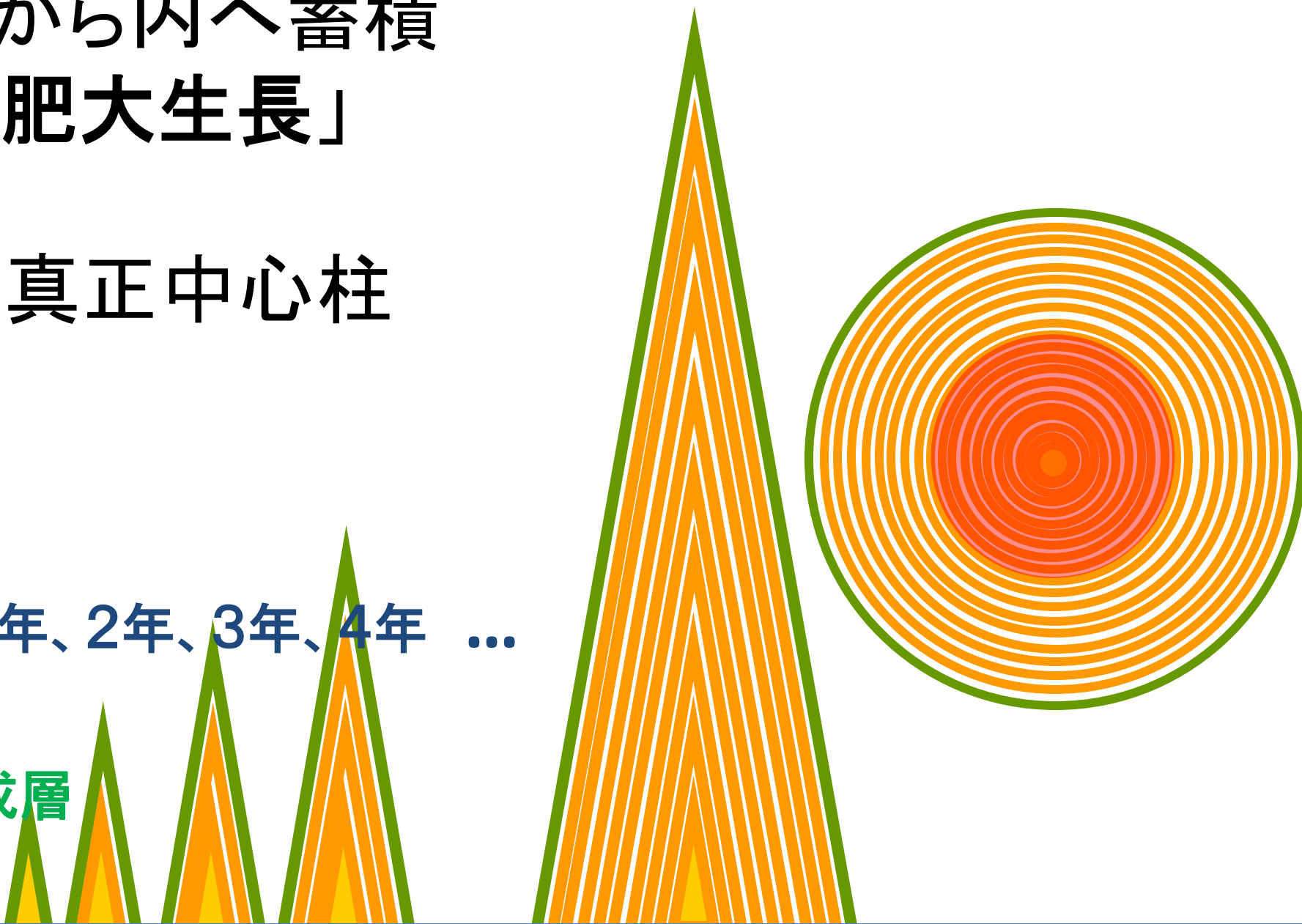
成長様式 → 強度支持の木質繊維の質、所在、向き
→ 栄養細胞の活動と所在

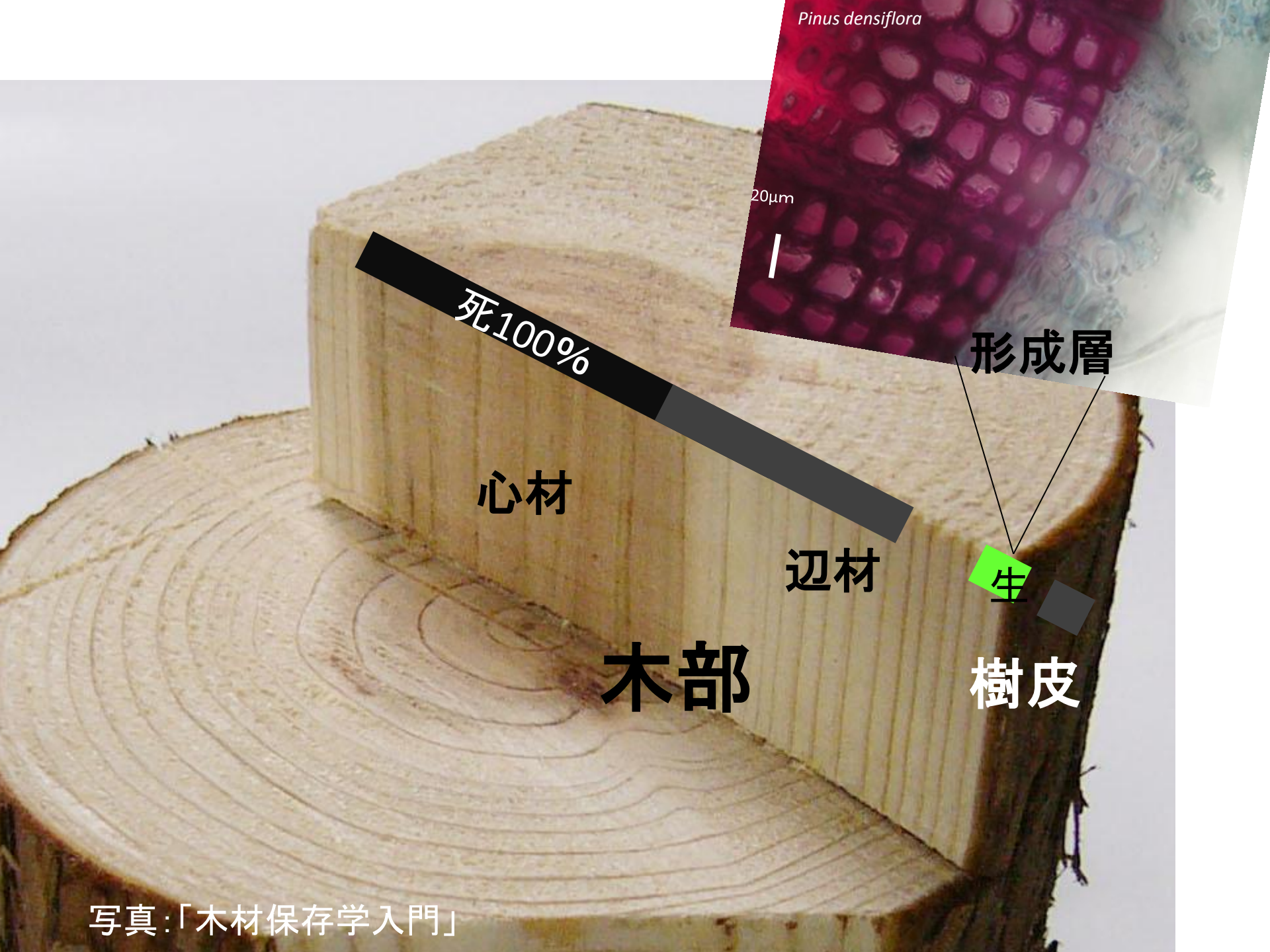
外から内へ蓄積 「肥大生長」

真正中心柱

1年、2年、3年、4年 ...

形成層





Pinus densiflora

20µm

死100%

心材

辺材

木部

形成層

生

樹皮

タケ類：単子葉植物イネ目イネ科



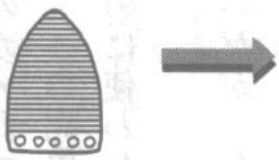
生長期間
2か月

伸長速度
37—120cm・日

寿命
～20年

不齊中心柱 (atacrostele)

: 並立維管束が不規則に散在する 蛇腹状の節間生長



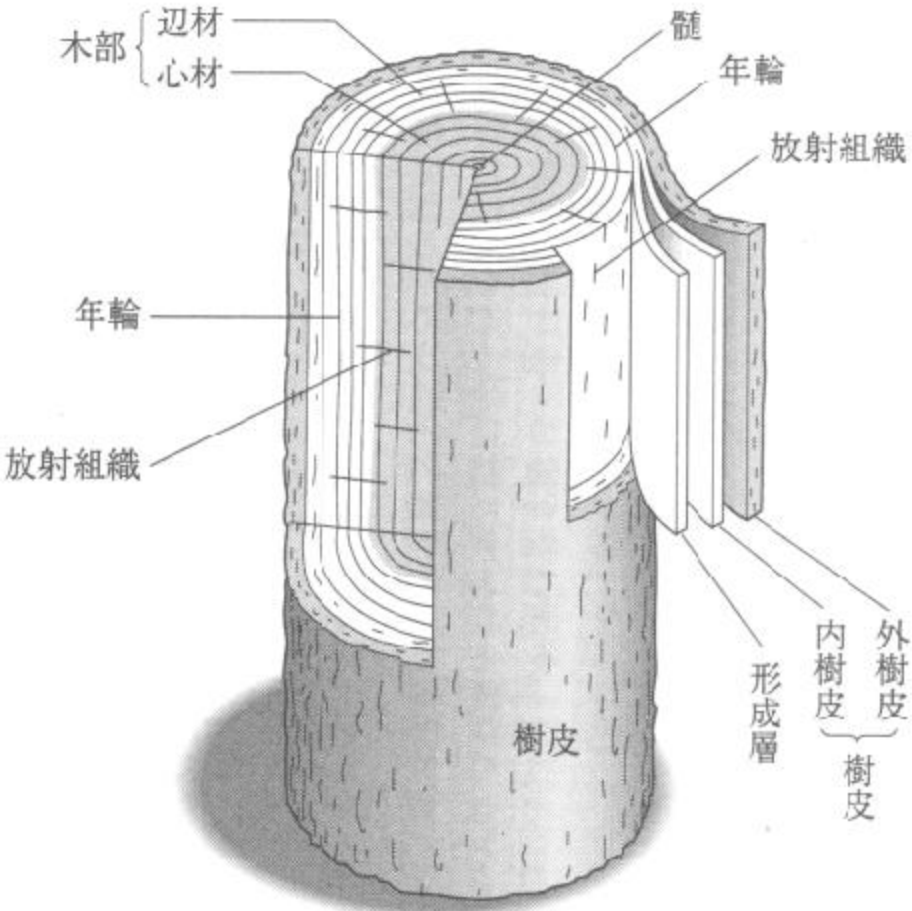
☆サトウキビ類：イネ目イネ科サトウキビ属

ヤシ類：単子葉植物ヤシ目ヤシ科



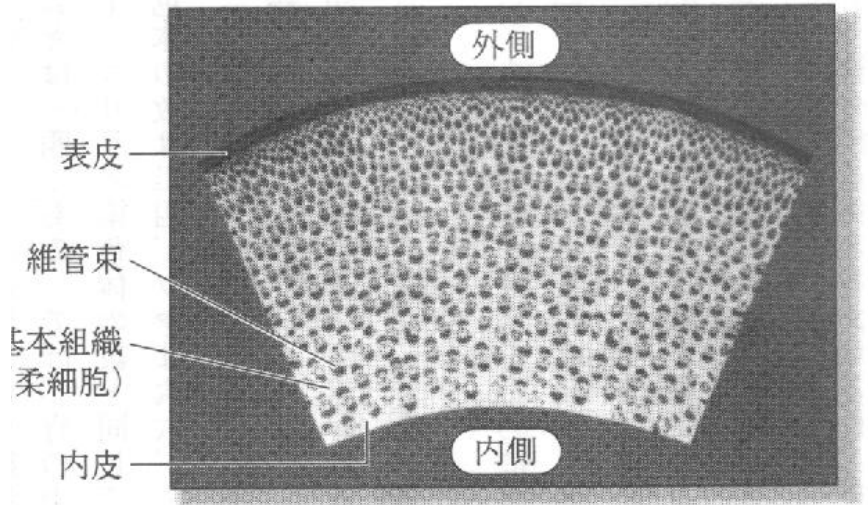
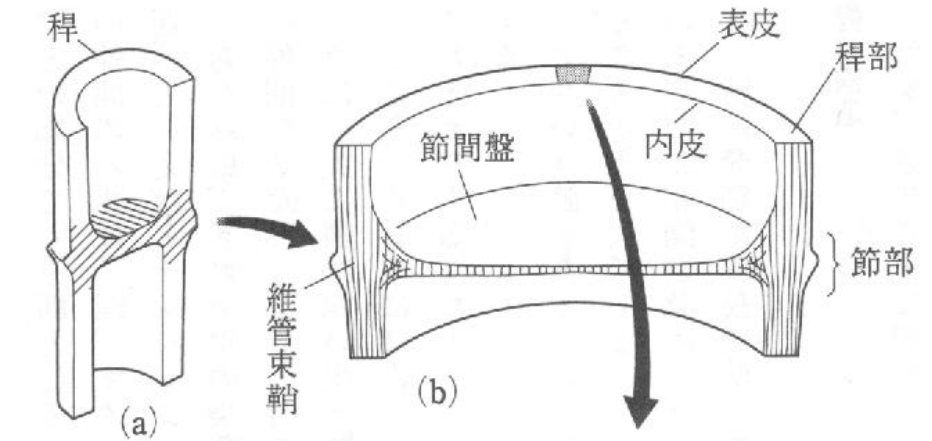


木材



マクロ的な樹幹の構造

タケ



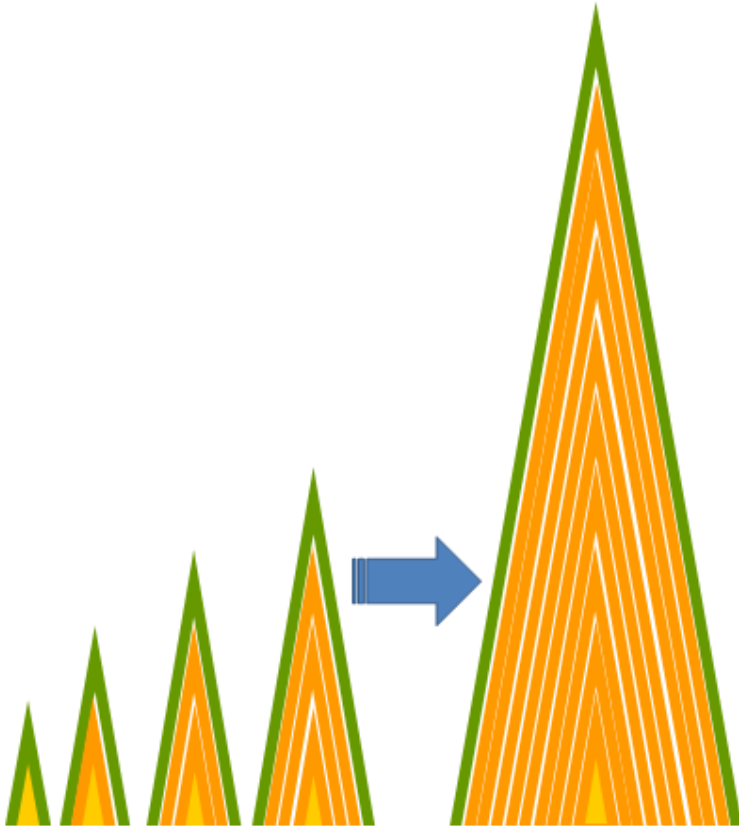
(c)

竹(モウソウチク)の稈の構造 (写真提供: 元大阪市立大学・内村悦三氏)

不斉中心柱 (atacrostele)
: 並立維管束が不規則に散在する.

成長様式の比較

針葉樹・広葉樹



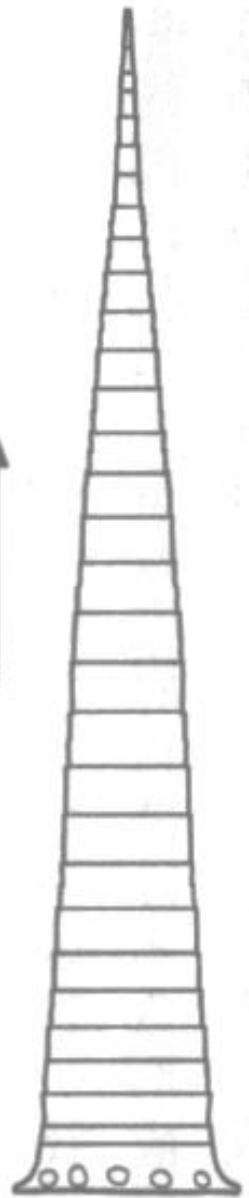
タケ類

肥大生長を行わない。

節間生長intercalary growth
節間の基部にある
節間分裂組織の活動で
各節間ごとに生長する。



蛇腹状成長



「生物の超技術」(志村忠夫)



生物図表webより

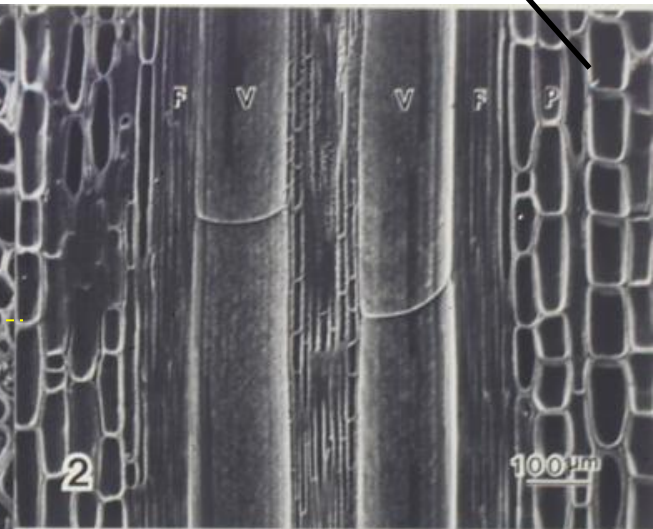
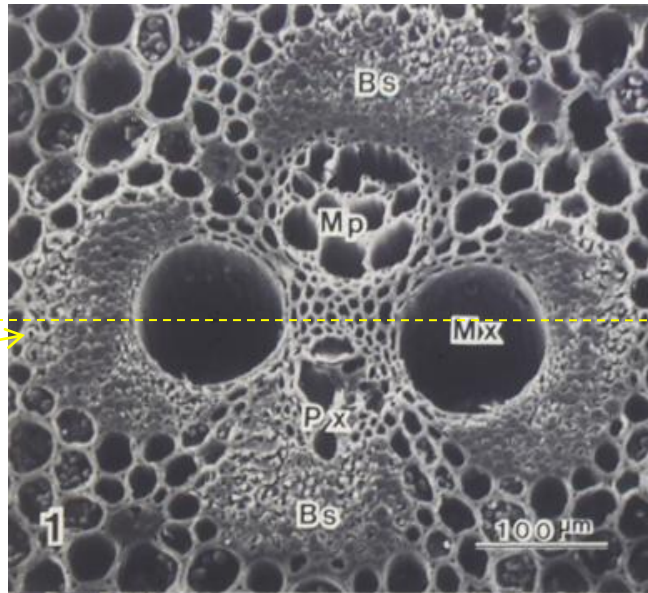
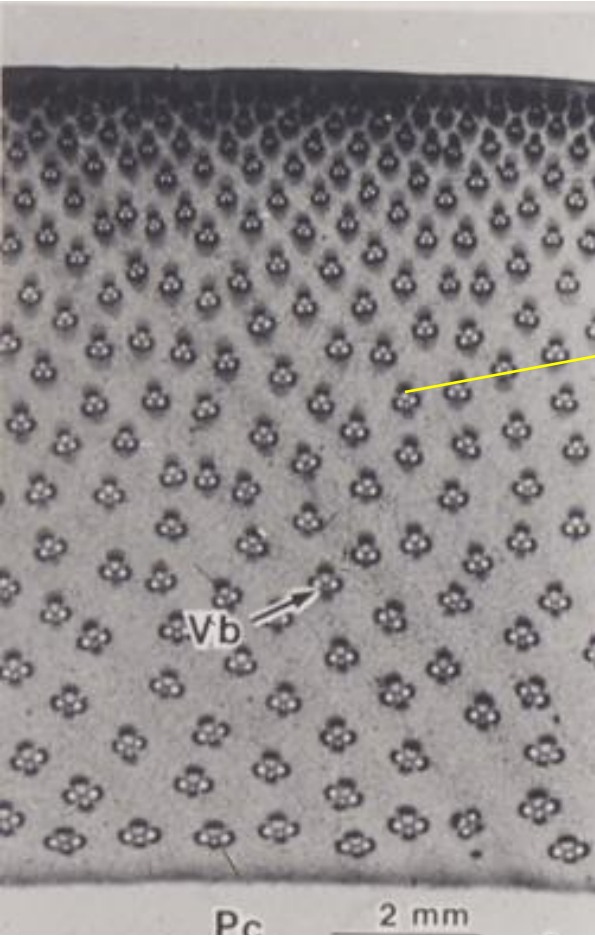
- 稈の中心部は髓の組織で満たされているが、周囲の細胞の分裂・増大についていけずに大きな空洞を形成する（髓腔；pith cavity）。内側には破壊した髓組織の残骸が薄膜状あるいは綿くず状となり付着している。

タケ

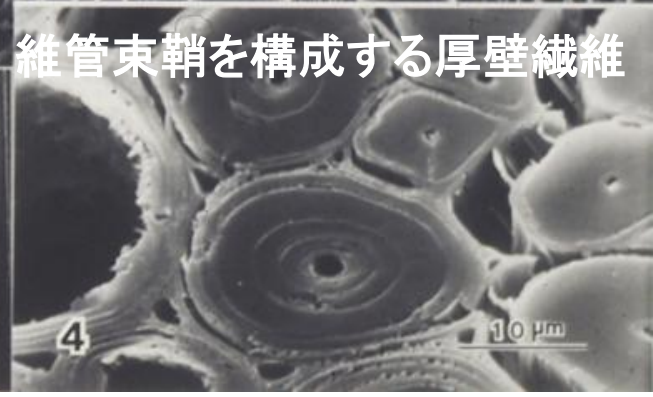
維管束

Bs 維管束鞘、Px 原生木部、
Mx 原生道管、Mp後生木部

柔細胞



維管束鞘を構成する厚壁繊維



並立維管束：
内側に木部、外側に師部。
両者の間に形成層はない。

樹木

タケ

生長期間

～1000年

2か月

生長速度

< 2 cm/日

37～120 cm/日

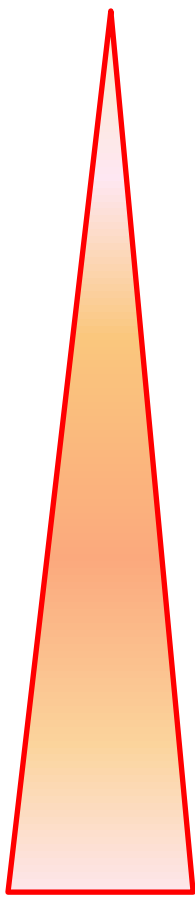
寿命

～1000年

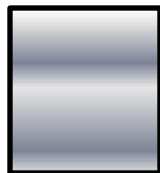
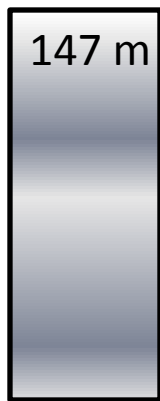
～20年

東京タワー

縦横比に注目



霞が関ビル



樹木

120 m



φ10 m

タケ

37 m



φ30 cm

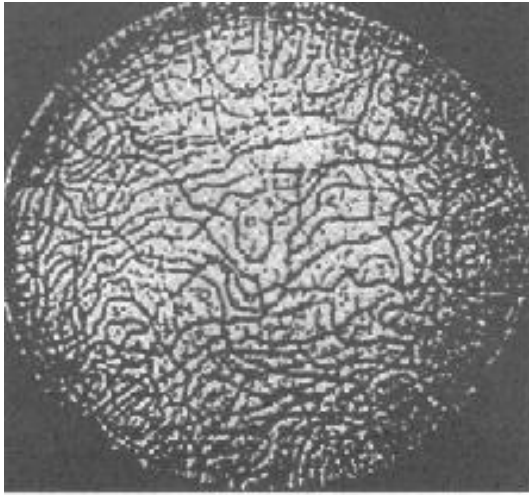
タケ：長さは樹木の1/3なのに、太さは1/30.

タケの強度支持システム

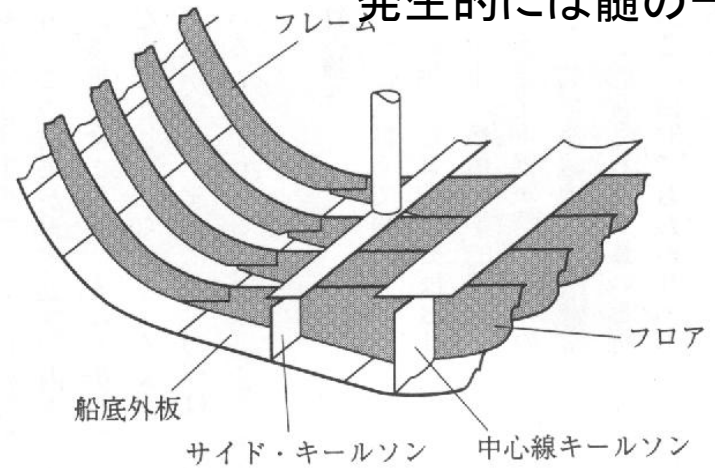
- 節（隔壁）
- 維管束の分布・配列
- シリカ

節

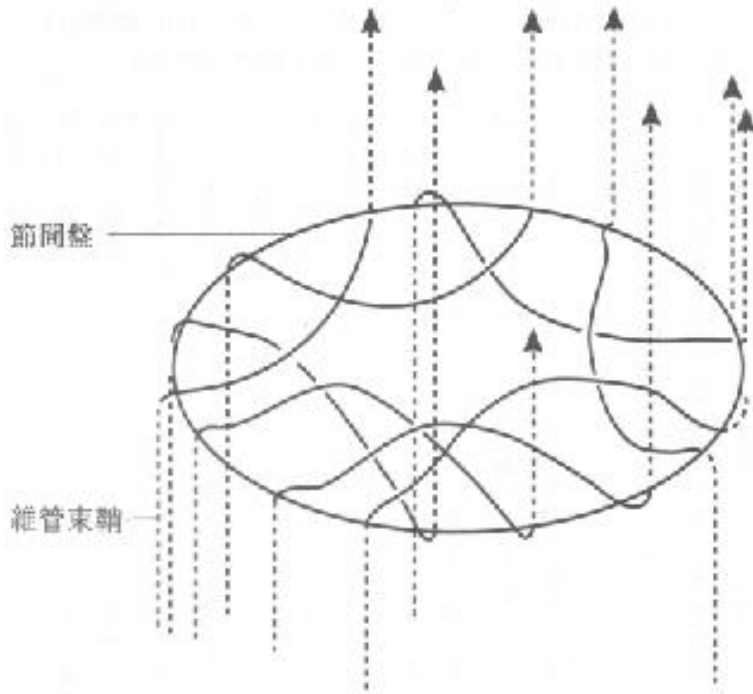
隔壁は、稈が割れるのを防ぎ、
曲げに対して極めて有効な構造。
発生的には髓の一部。



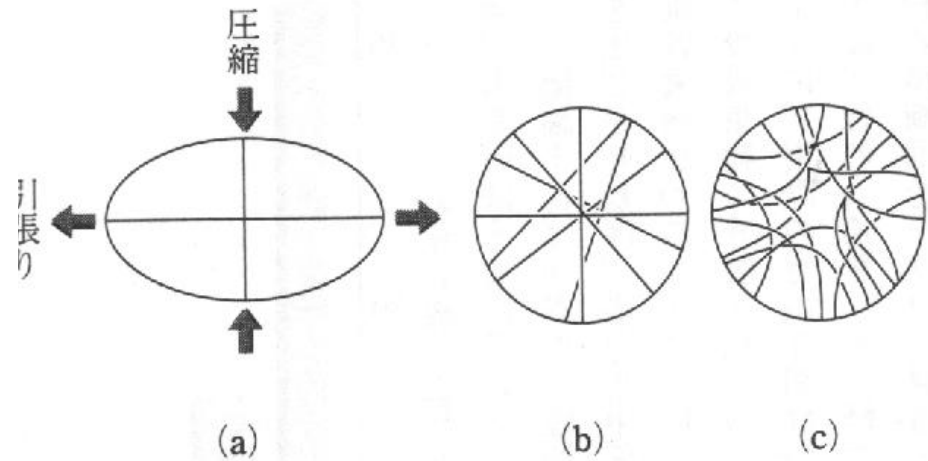
モウソウ
ウチクの節間盤の透過X線像
(写真提供：住友化学工業・岡本秀徳氏)



船底の基本構造 (面田信昭『船舶工学の基礎』成山堂、1994より)

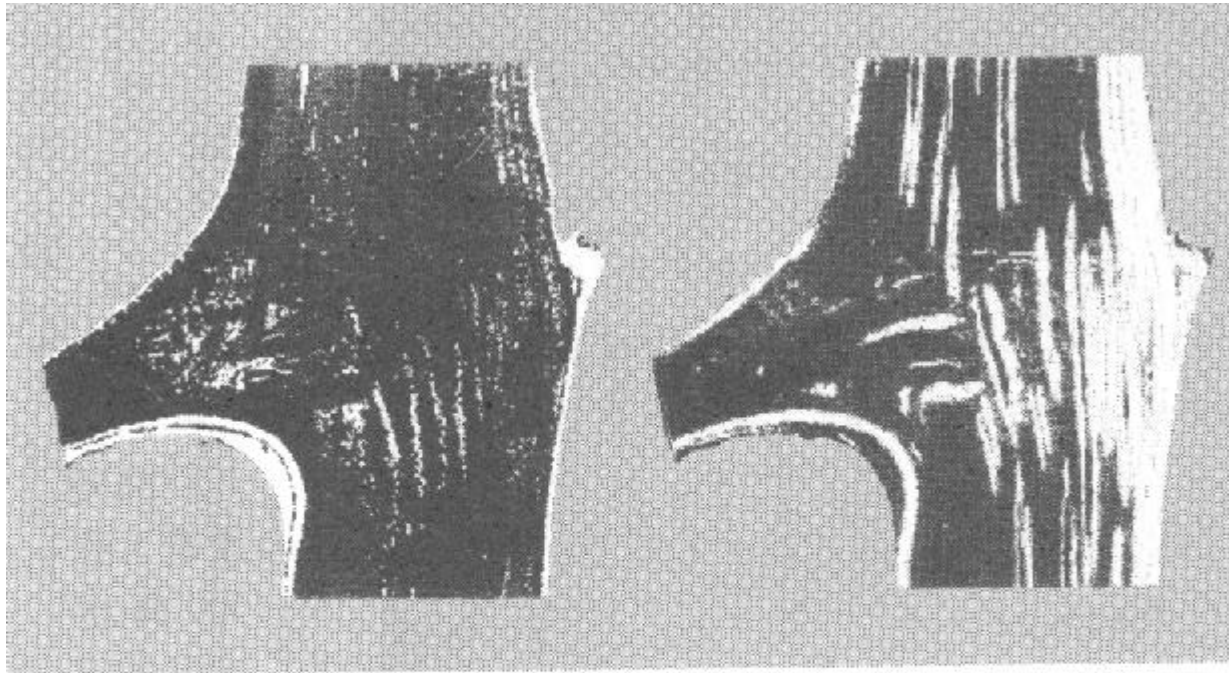


維管束鞘の系統模式図 (野村隆哉「竹」vol.21, 1982より)



節間盤にかかる応力(a)と節間盤の維管束鞘分布(b)、(c) (野村隆哉「竹」vol.21, 1982より)

SiO₂

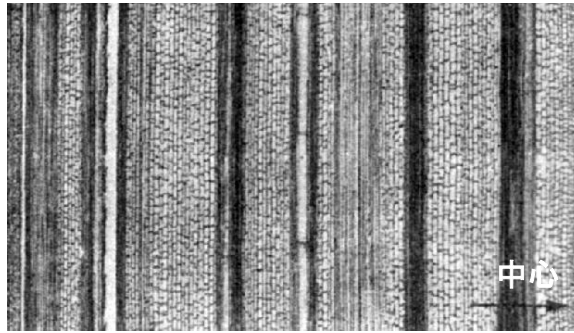
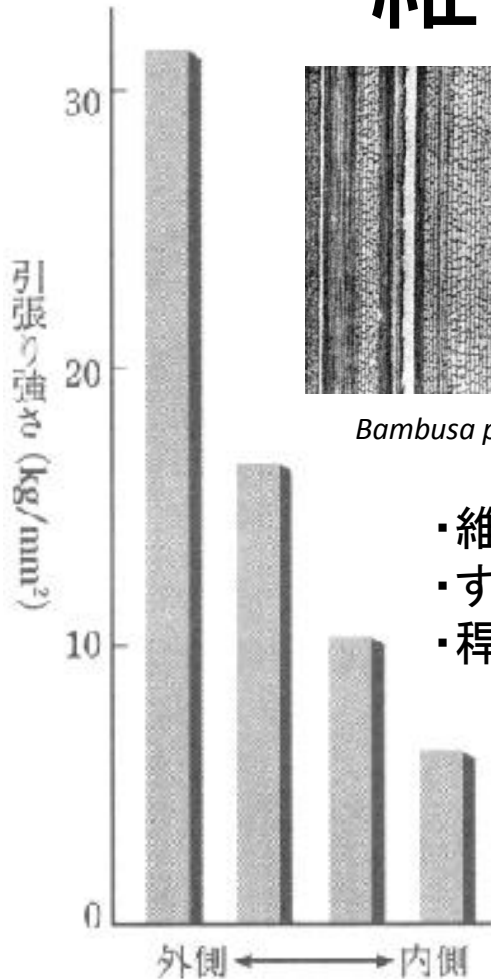


(a)

(b)

モウソウチク縦断面の電子線マイクロアナライザー(EPMA)像 (a)ケイ素(Si)の分布、(b)酸素(O)の分布 (資料提供：住友化学工業・岡本秀穂氏)

維管束の分布・配列



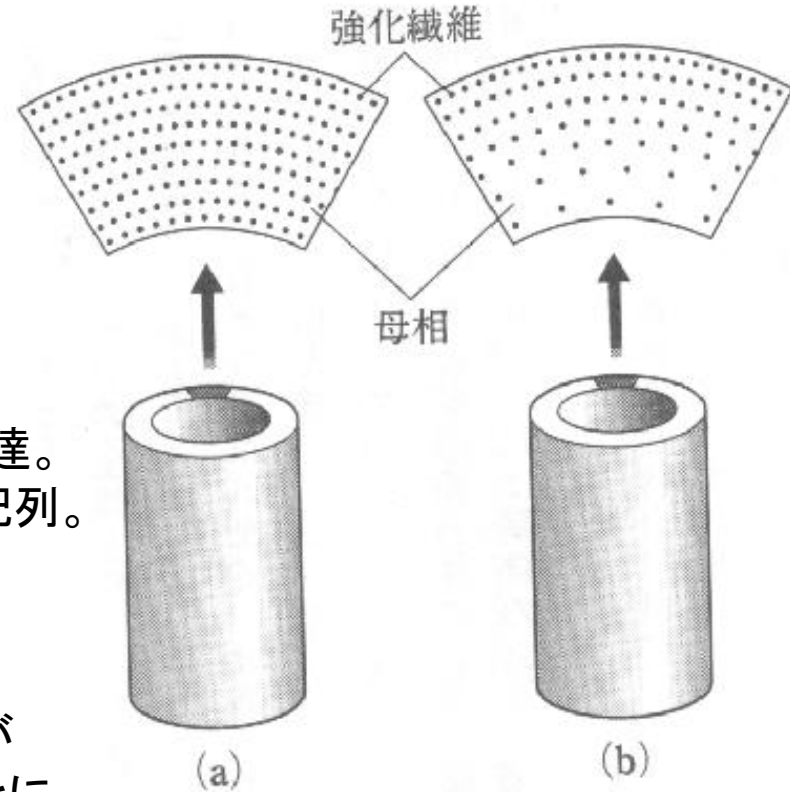
*Bambusa polymorpha*の放射系断面

- ・維管束鞘がとくに外縁で発達。
- ・すべての要素が軸方向に配列。
- ・稈が中空。

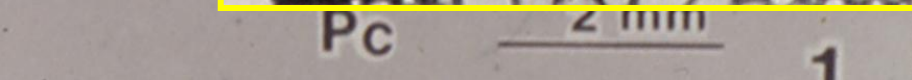
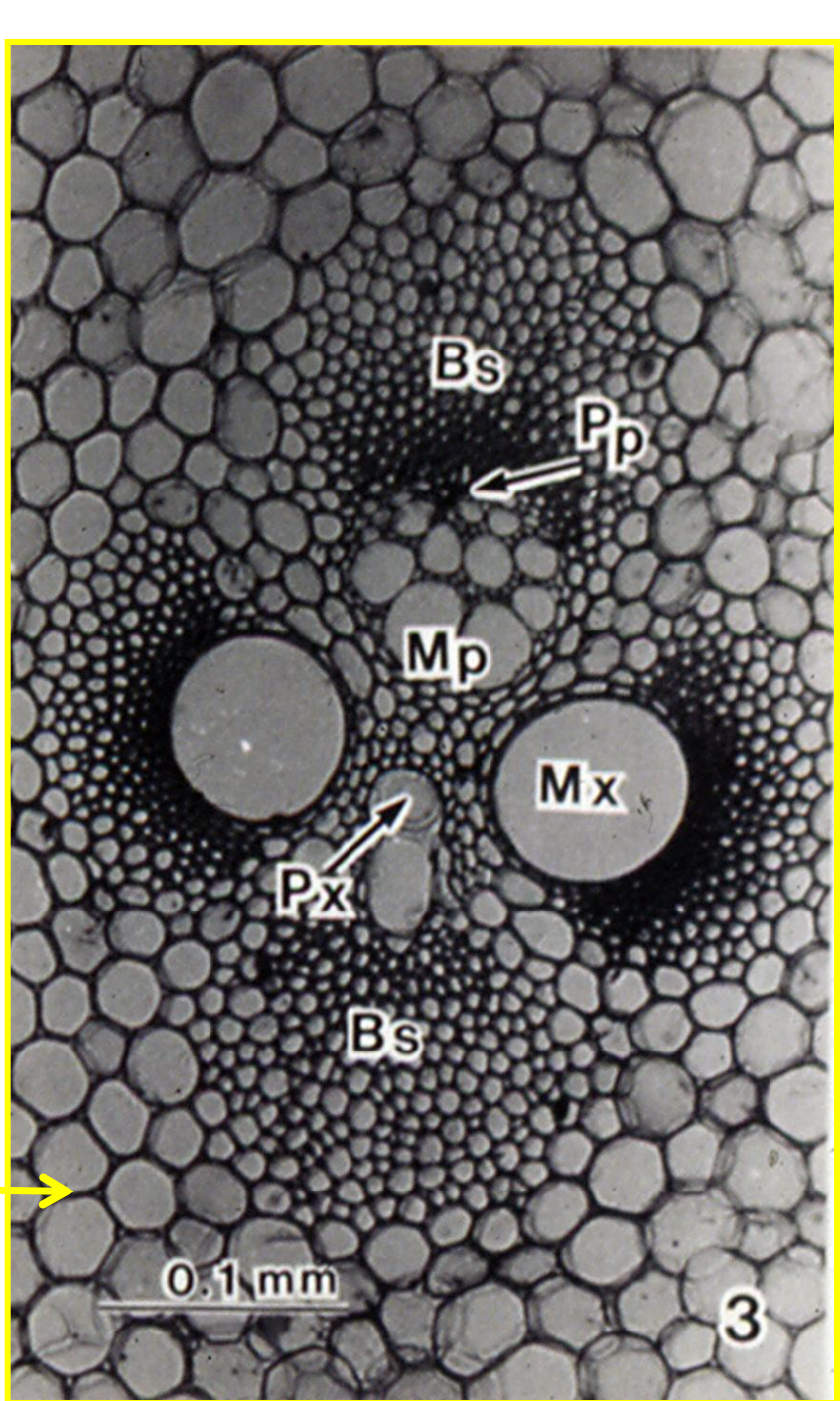
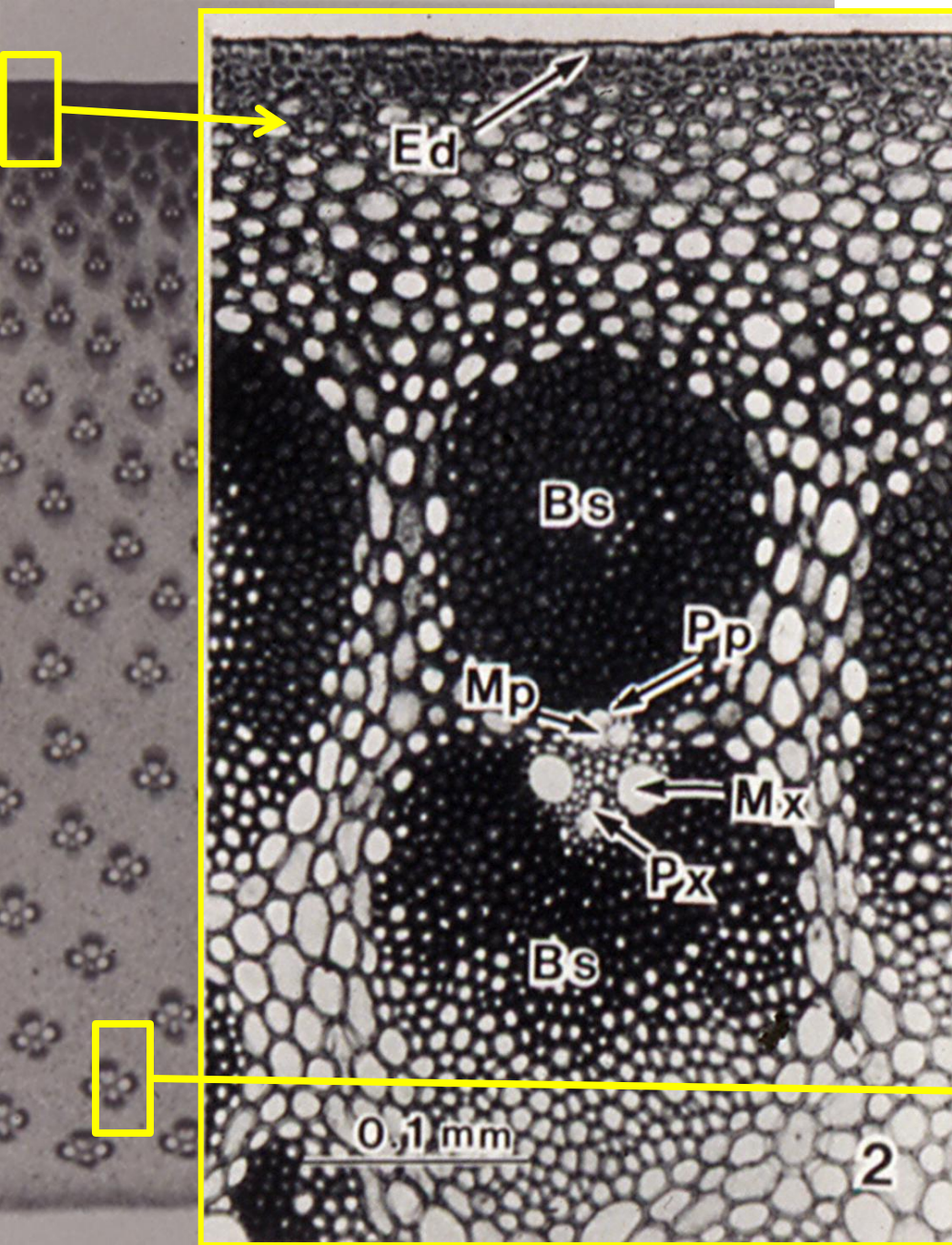


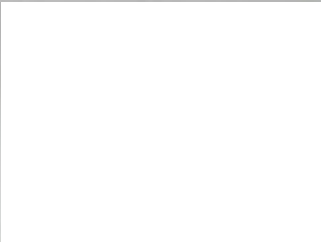
地上茎の受ける外力が
もっぱら曲げであること
に対する極めて合理的な
構造。

モウソウチクの
長さ方向の引張り強さの
稈の厚さ方向における分
布 (島村昭次『複合材料
のはなし』産業図書、1982
より)



繊維強化複合材料製の円管の設
計 (a)過剰設計、(b)最適設計 (岡本秀
穂「日本機械学会誌」97(902)43, 1994
より)







光悦寺垣 京都(竹の経済史)



5-3 ● さまざまな日常品がタケから作られる（タイ，ランパン）

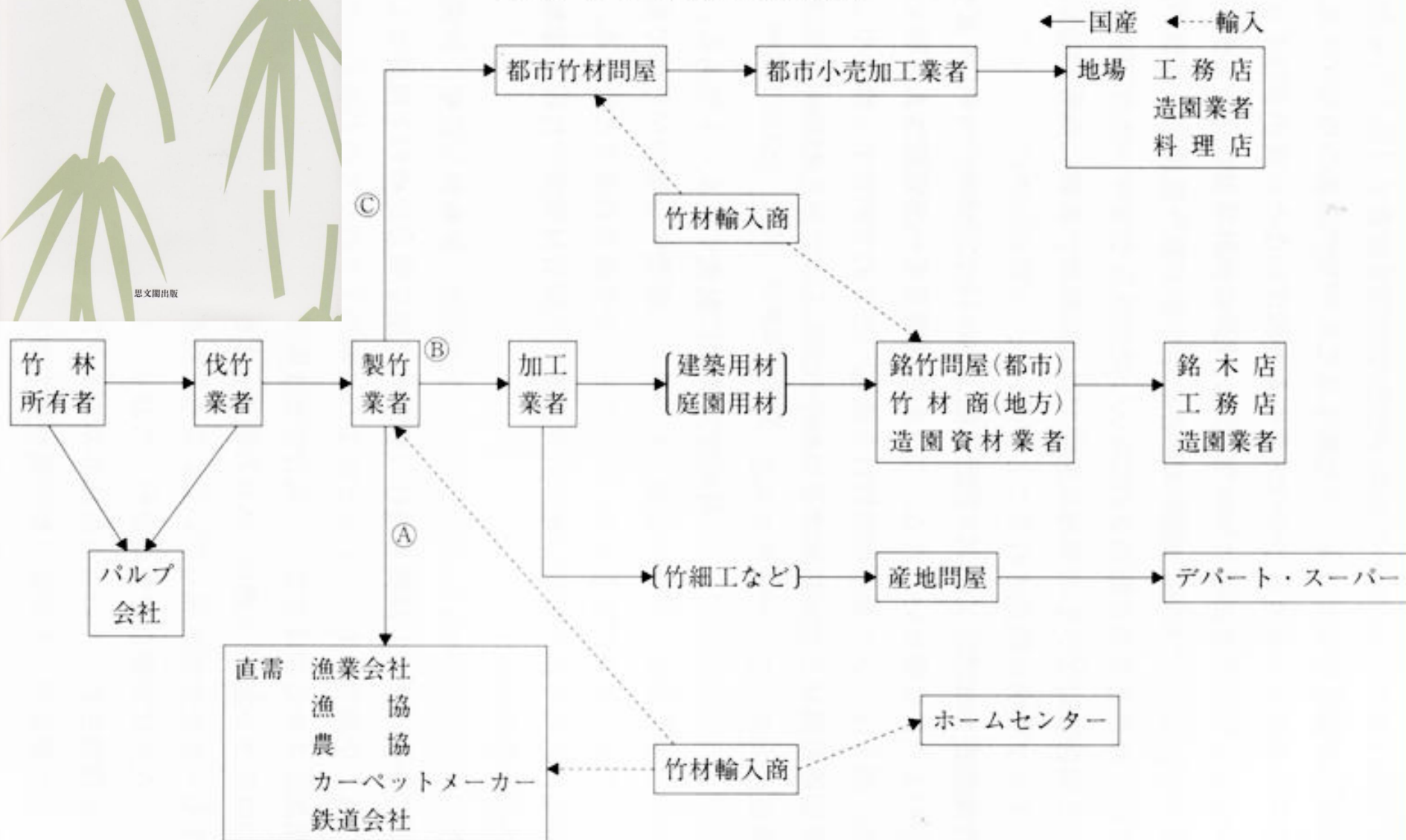
竹の経済史

西日本における竹産業の変遷

岩井吉彌 著

思文閣出版

図-4 竹材・竹製品の主な流れ



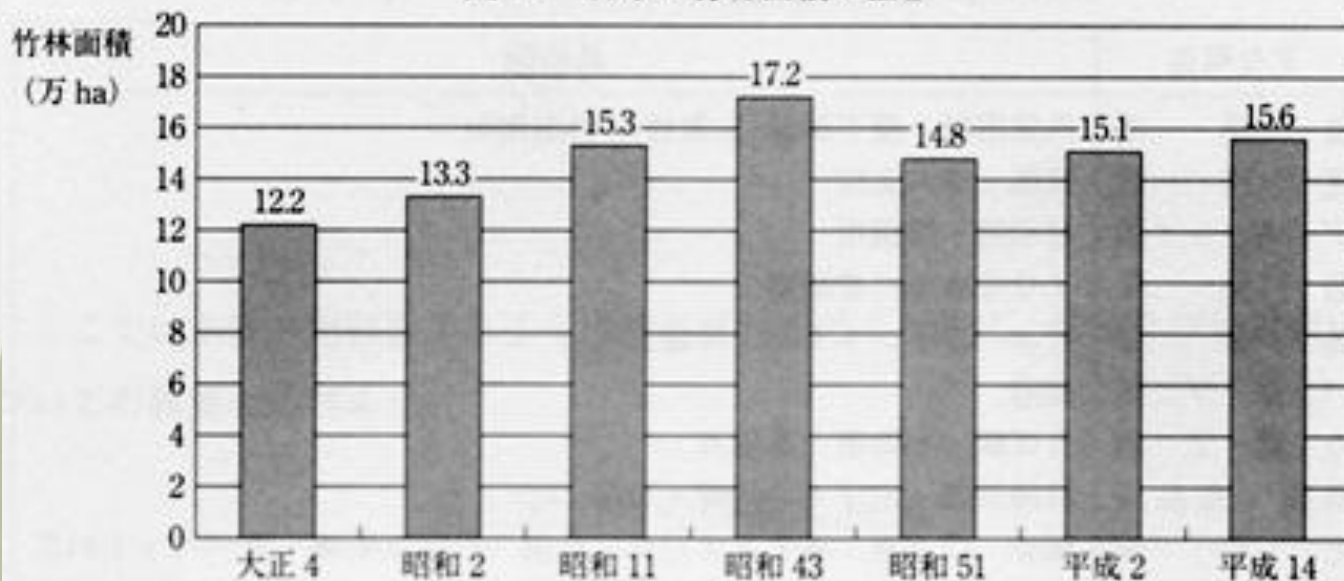
竹の経済史

西日本における竹産業の変遷

岩井吉彌 著

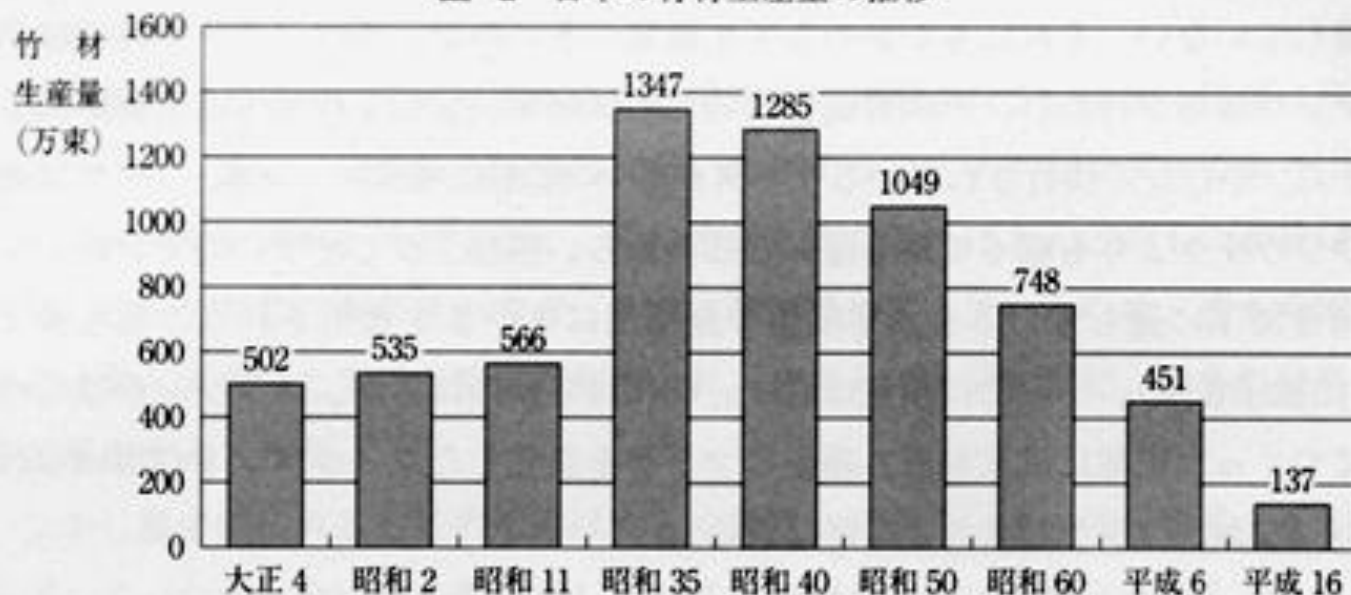
思文閣出版

図-1 日本の竹林面積の推移



注：「農林省統計表」(農林省)および「林業統計要覧」(林野庁)より作成

図-2 日本の竹材生産量の推移



注：「農林省統計表」(農林省)および「特用林産物需給表」(林野庁)「日本林業年鑑」(林野弘済会)より

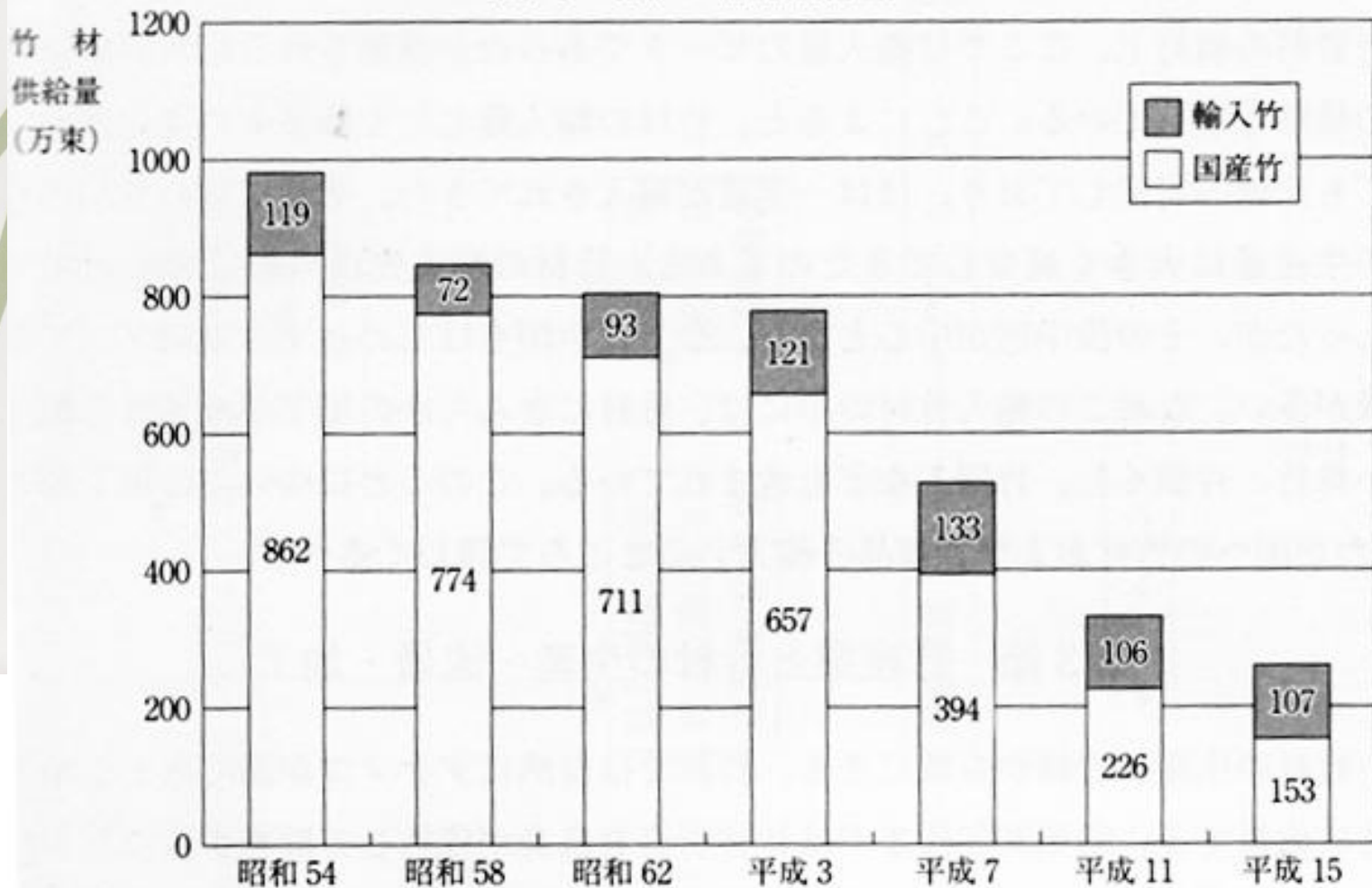
竹の経済史

西日本における竹産業の変遷

岩井吉彌 著

思文閣出版

図-3 日本の竹材供給量



注1: 「税関統計」(大蔵省)「貿易統計」(財務省)「特用林産物需給表」(林野庁)より作成

注2: 輸入竹の中には半製品・完成品をも含む。1束=30kgとして原竹換算(歩止り80%)として計算した。

タケ vs ヤシ

ヤシ

竹とのちがい

- ・地上茎に枝はない。
- ・個々の並立維管束の向きが不規則。
- ・髓腔がない。
- ・原生木部の道管はらせん紋道管。

幹外縁部は固い(維管束鞘が発達)
→ステッキ、傘の握り、フローリングなど

中心部はきわめて利用しにくい
～維管束の分布密度が低く柔細胞ばかり。

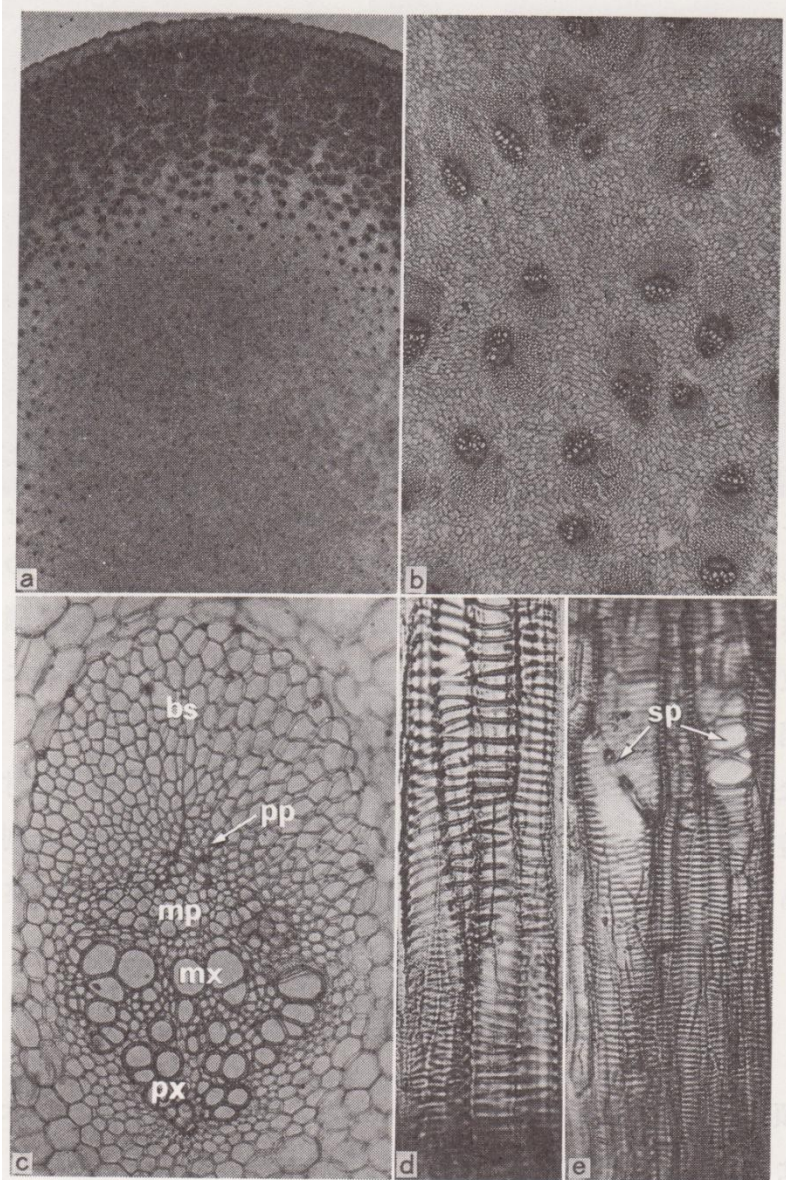
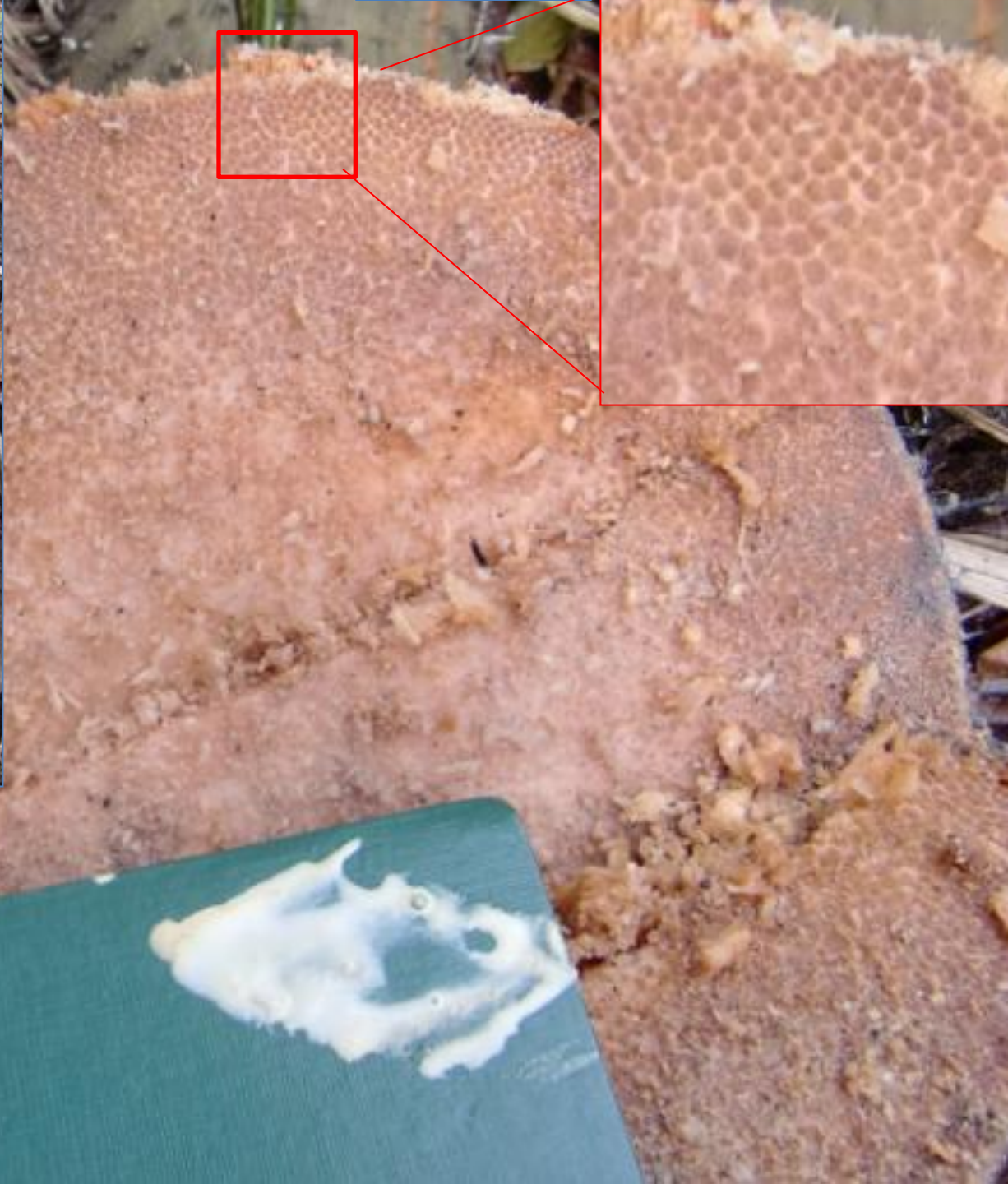


図 178 ヤシ材の維管束 (島地 謙, 1976)

a: アニボン (*Oncosperma filamentosa*) の横断面 ($\times 0.9$),
b: シュロ (*Trachycarpus fortunei*) の横断面 ($\times 9$), c: シュロの維管束 ($\times 70$) (bs: 維管束鞘, px: 原生木部, mx: 後生木部, pp: 原生師部, mp: 後生師部), d: 原生木部のらせん紋道管(シュロ)($\times 130$), e: 階段壁孔および階段せん孔 (sp) を持つ後生木部の道管 (シュロ) ($\times 130$).

- 柔細胞の存在



非木材林產物

樹液の利用

Extracts and exudates

Essential oils and incense

Cinnamomum cassia, *C. luoreirii*(肉桂), *Cananga odorata* (ilang ilang).
Melaleuca leucadendra(Cajeput oil)、*Illicium verum* (Star Anise).
Aquilaria crassna (Eaglewood, 沈香), *Jasminum sambac*(茉莉花)、
Fokienia hodginsii(Pemou oil), *Homalomena aromatica*. Litsea cubeba oil

Resins and gums

Pine oleoresin and derivatives (松脂), *Liquidambar formosana*(フウ, 楓
香脂), *Styrax tonkinensis*(Benzoin, 安息香), Damar (ダマール)、
Canarium spp.

Industrial oil

Aleurites montana(Tung oil, カントンアブラギリ)

Tannins and dyes

mangrove species

Insecticides

Azadirachta indica (インドセンダン), Sassafras, *Persea kurzii*

Medicinal plants

Amomum aromaticum(tsao kwa), *Hibiscus sagittifolius* (sam nam),
Morinda spp., *Polygonum multiflorum*, *Cinnamomum camphora*, *Artemisia annua*,
Strychnos nux-vomica, *Momordica* spp., *Smilax glabra*, *Drosera rotundifolia*,
Dioscorea deltoidea, *Zanthoxylum rhetsa*, *Amorphophallus campanulatus*

Fibres

Rattan(ラタン), Bamboo(タケ), *Broussonetia papyrifera*(カジノキ)

Edible plant products

Edible oils and nuts

Sterculia lychmophora (Malva nut), *Sterculia foetida*, *Aesculus chinensis*
(Chestnut), *Bassia squieri*, *Thea oleosa*

Spices

Amomum villosum (カルダモン)、*Alpimnia officinarum*

Aninlal products

Honey and Wax (蜂蜜と蜜蝋), Sticklac(ラック)

アンナン山脈の 主要非木材林産物



キシリトール

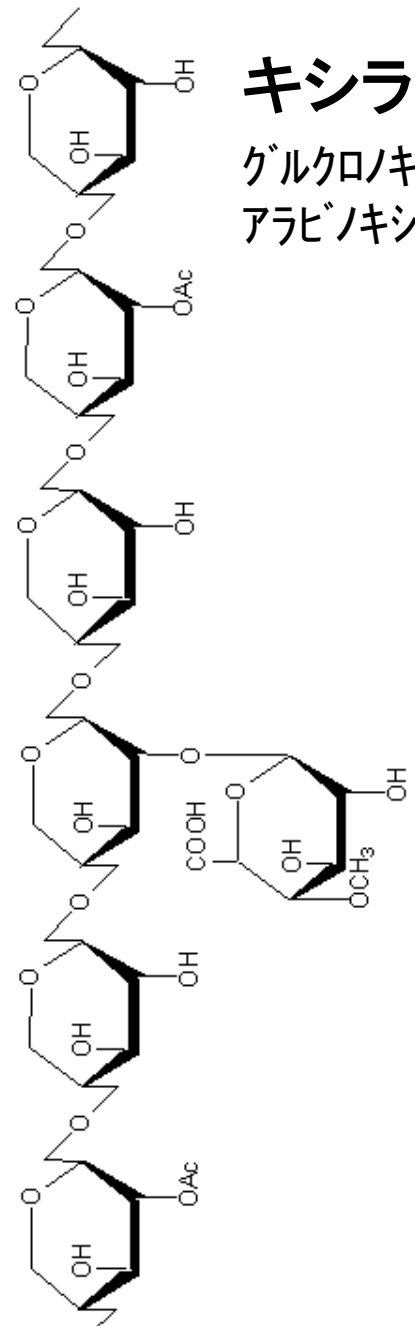
安息香

ゴム

キシリトール

.....近代では樹液からでなく木質部や他のバイオマスから

広葉樹植物細胞壁のヘミセルロースの主成分。

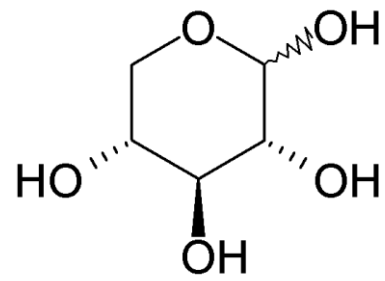


キシラン
 グルクロキシラン
 アラビノキシラン

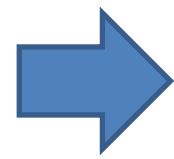
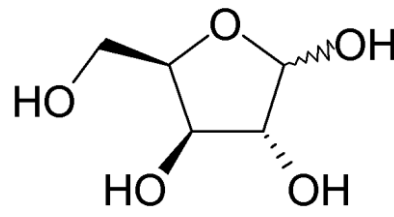


キシロース

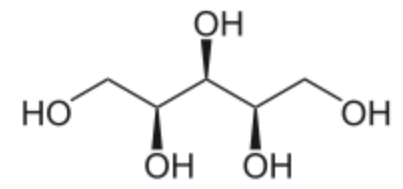
D-xylopyranose



D-xylofuranose

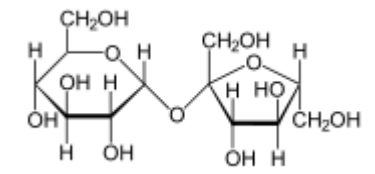


キシリトール
 Xylitol crystals @wik



化学式	C ₅ H ₁₂ O ₅
モル質量	152.15 g/mol
密度	1.52 g/cm ³
融点	92-96 °C
沸点	216 °C

Cf. スクロース



化学式	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁
モル質量	342.29648 g/mol
外観	white solid
密度	1.587 g/cm ³ , 固体
融点	186 °C
水への溶解度	211.5 g/100 ml (20 °C)

応用

広葉樹キシラン →フルフラール

---6,6 nylon やfran樹脂の原料に

→キシロース

--- 甘味料, メイラード人工着色料

- 生活性物質(抗癌、ダイエットファイバー)

再生産可能, セルロースに継ぎ豊富, しかし殆ど利用されていない。

例外: キシロースはシラカバの硫酸加水分解により生産されている。

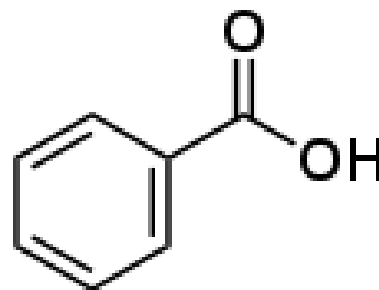
The Leader in North American Made Xylitol Products

Xylitol[™]
CANADA[™]



安息香

安息香酸



IUPAC名

安息香酸(許容慣用名)
ベンゼンカルボン酸(系統名)

分子式

$C_7H_6O_2$

分子量

122.12

CAS登録番号

[65-85-0]

形状

無色固体

密度と相

1.3 g/cm³, 固体

融点

122 °C

沸点

249 °C

SMILES

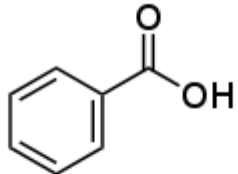
C1CCCCC1C(=O)O

安息香



Styrax sp.

<http://blog.goo.ne.jp/arbachev/e/63d5899cd28163b7a5b46b56f9227a68>

安息香酸	
	
IUPAC名	安息香酸(許容慣用名) ベンゼンカルボン酸(系統名)

高値で売れるので、焼畑に実生で残す。

ラオス北部焼畑地帯における
森林利用と森林認識

ルアンパバン県ナムバック郡7か村のヒヤリング調査より
水谷浩・環境研究VOT 16(2003) 千原 聡・上杉 圭子**

表4 主な特用林産物 (ナムモーン村)

名 称	ラオ語名	主な用途	販売価格 (Kip/kg)	世帯あたり年間収穫量 (kg/year)
カジノキの皮	PoSa	紙の原料、輸出も	2500	約30
チガヤの穂	Khaem	ハウキ	2,200~2,300	200~500
タケノコ	Noo Mai	食用	600	300~500
レモングラス	Khaa	食用、薬用	4,000	?
プアックムアック	Peuak Meuak	食用	2,500	?
カルダモン	Maak Neen	薬用	12,000	?
ベンゾイン	Yaang	香料など。輸出用	40,000-50,000	?

3 ナムモーン | Nam Moong | Khamu(Lao Theung) | 設立 1972 世帯数 53 | 人口387

Stulax benzoides (トンキンエゴノキ) の樹脂「シャム安息香」

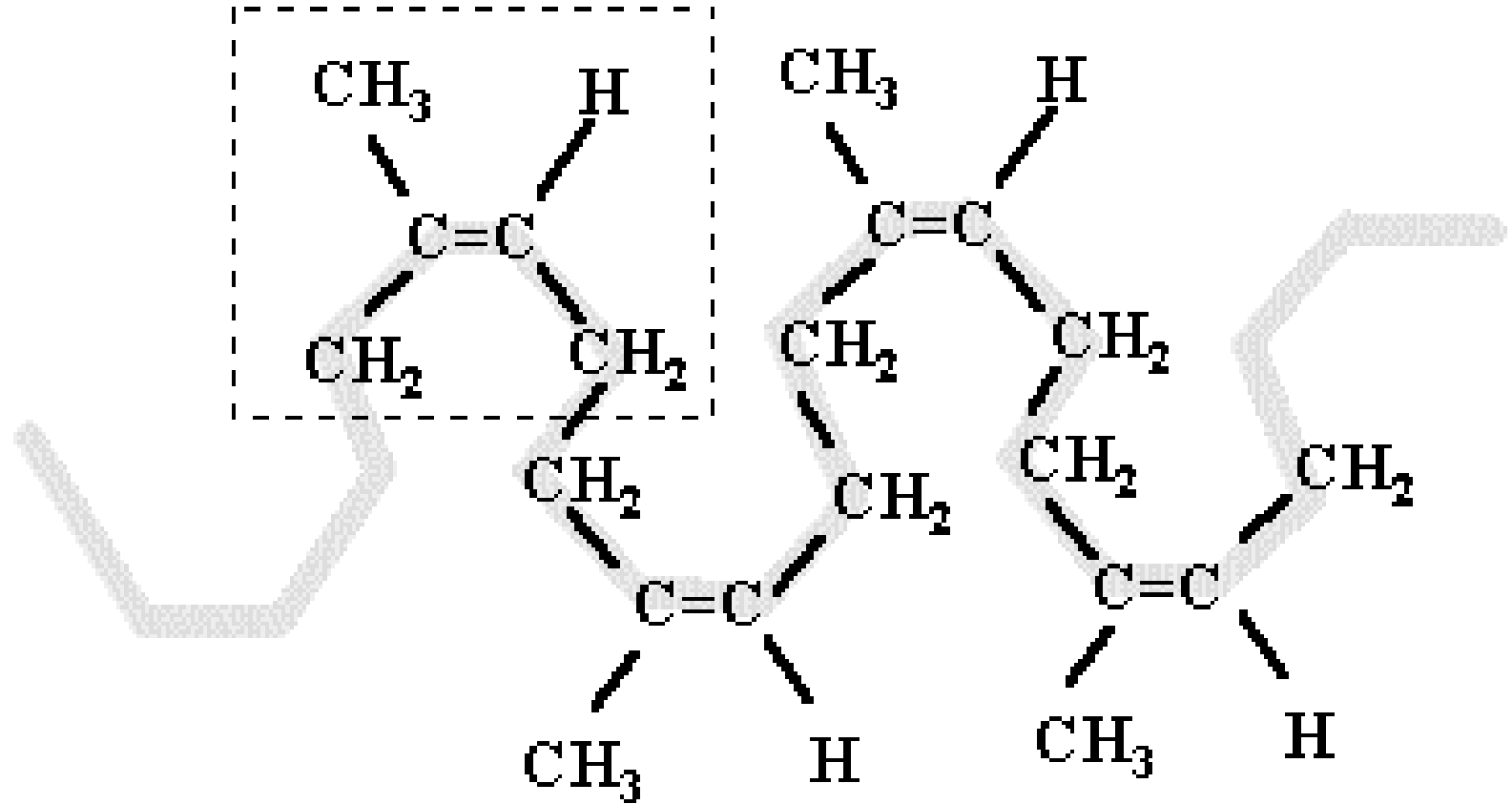
- ・焼畑における除草でトンキンエゴノキの実生は残す→トンキンエゴノキ純林へ遷移！？
- ・焼畑休閑期間(7-8年)は安息香採取のリズムによって決まっていた！？
(焼畑休閑後5-6年目から安息香収穫→2-3年で枯れる→また焼畑へ)

ラオス北部カム族の例 「ラオスの焼畑と非木材林産物」雑草研究49(2004) 富田晋介

- ・早成在来種で、とくに焼畑休閑地での優先種と成りえる(陽樹)。
- ・集約的な樹脂採取は数年間しか行えず、更新が必要である。

「ラオス北部における焼畑休閑地での安息香の生産-アンナン山脈の森林産物調査から」
農耕の技術と文化16(1994) 竹田晋也

ゴム



ゴム分子の構造例
ポリイソプレン(天然ゴム)

2010 インドネシア・カリマンタン島
ベシ村(サマリンダからマハカム川上流400km)







17-4 ● 干される生ゴム (タイ, ラノン)





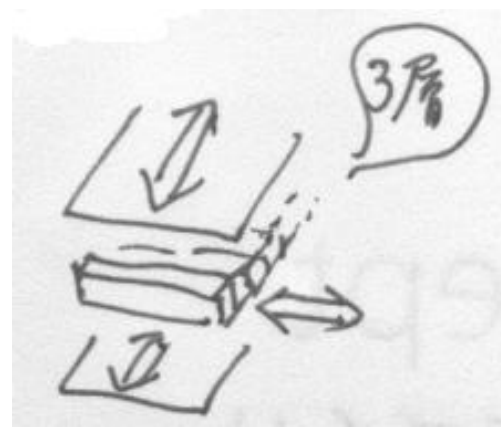
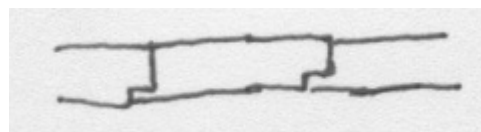
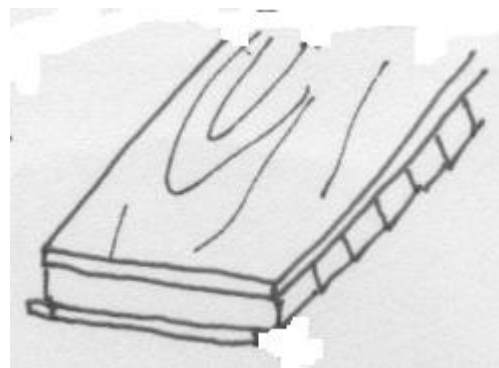


廃材利用：ゴムノキ

Board company in Malaysia







Syarikat Malaysia Wood Industries Sdn. Berhad.

KD RAW MATERIAL FOR REDRY CARD

A 83726

KD No	11	Truck No	
Date Piled		D/O No	
Vendor	A	Species	Rubberwood
Thickness			
Width		Qty (M ²)	
Length		Date In	
Pieces		D	To Redry

PLAN-R-05/00

Syarikat Malaysia Wood Industries Sdn. Berhad

KD DISCHARGE MC CONFIRMATION SHEET

Bundle No: **A-83726** KD# **11**

S/N	Moisture Content, % (Catat Bacaan)						
	< 5.5	5.5 - 6.4	6.5 - 7.4	7.5 - 8.4	8.5 - 9.4	9.5 - 10.4	> 10.4
1				7.8			
2				8.3			
3					8.7		
4				8.6			
5					8.6		
6				8.0			
7					8.5		
8					9.4		
9				8.2			
10				7.7			
Item		Spec	Acceptance Criteria				
Hevea Core		6.5 - 9.5% + Purata 7.0 - 8.5%	6.0 - 6.4% or 9.6 to 9.9% dibenarkan 2pcs, dan Purata MC 7.0 - 8.5%				
Discharged Green Stacked Merbau / Kempas (3 Strip)		7.0 - 15.0	6.0 - 6.9% or 15.1 - 16.0% dibenarkan 2pcs				

Inspected By: PA Date Inspected: 29.7.09
CA-R-35 / 03



MILLING-D.E.T.

MARK/C





北洲ハウジングHPより

ヨーロッパの 主流は 三層フロア

合板のフロアはラッカーで保護されており、手入れをしないでも数年はきれいです。もちろんワックス等でまめに手入れをすれば、もっと長くきれいに使えます。しかし、ラッカーにひびが入れば張り替えるより方法がありません。やっかいなのはキズや剥がれがあっ

てもまだ使えるから、住み手の感性をすり減らしながら、ついついそのまま使い続けてしまいます。

ヨーロッパで主流の3層フロアは表面材が4mm～5mmで、50年単位の使用を見込んでいます。50年たってキズが目立ってきたら薄く削れば又50年使えます。部分的なキズや汚れならハードワックスで簡単にきれいになります。表面だけでなく中身も同じ。「ムク材」の考え方がすべての仕上げ材に必要です。

でも何故、単層無垢フロアではなく三層フロアなのか。木は、反る、度せる、隙間が空くという欠点も持っています。隙間が空けば、ほこり、カビが溜まる場所になります。

ムクの木の良さを全て残し、木の弱点を最小限にしたのが三層フロアです。幅広、長尺の最高級の床材です。



樹皮

樹皮

①コルク:

②檜皮:

①コルク:

2012 IUFRO INTERNATIONAL UNION
OF FOREST RESEARCH
ORGANIZATIONS
CONFERENCE
DIVISION 5
FOREST PRODUCTS
8 › 13 JULY '12 - ESTORIL CONGRESS CENTRE, LISBON, PORTUGAL

Cork-oak-tree (*Quercus suber*)

Portugal is the largest world wide producer of cork .

Cork character: lightness, elasticity, fire resistance, impermeability, sound and thermal insulation

Products: stoppers, flooring, footwear components, soundcontrol underlayment

In 2006, the Portuguese cork oak forest represented a carbon sink of around 4.8 million tons.

In Portugal annually more than 100,000 tons of cork is extracted.

Flooring Cork particles bonded together with a synthetic resin adhesive under a hot-pressing process.

Cyclically , every nine years, the cork is removed from the trees, which have a life span of more than one hundred and fifty years.

By-product cork powder :25,000 tons/year

During stopper production, c.a. 60% of cork is rejected.

:green chemistry---suberin: heteropolymer based in long-chain, C18 and C22 fatty acids. Skin-ter
betuline: medical

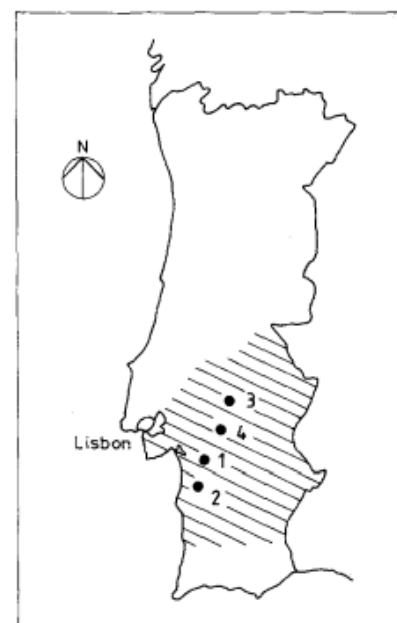






Chemical composition and variability of cork from *Quercus suber* L.

H. Pereira *, Lisboa, Portugal



Summary. The chemical composition of cork from *Quercus suber* L. was determined for virgin cork and for reproduction cork. Average chemical composition of virgin cork is: ash 0.7%, total extractives 15.3%, suberin 38.6%, lignin 21.7% and polysaccharides 18.2%. The carbohydrate composition shows that glucose represents 50.6% of all monosaccharides, xylose 35.0%, arabinose 7.0% and galactose and mannose, respectively, 3.6% and 3.4%. Reproduction cork has a composition similar to virgin cork. For the cases studied, reproduction cork had however less extractives and a higher amount of suberin. Significant differences were found for the chemical composition of virgin cork in relation to location of extractives and polysaccharide content. The between-tree variability was large and a variation within the tree was also recorded.

Table 2. Chemical composition of virgin cork of *Quercus suber* from four different locations

Component	% oven-dry weight			
	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4
Ash	0.65 (0.22)	0.72 (10.13)	0.91 (0.21)	0.53 (0.17)
Extractives				
Total	15.7 (2.0)	14.3 (1.1)	16.9 (2.5)	14.1 (1.0)
Dichloromethane	7.0 (0.5)	7.9 (0.6)	7.9 (1.7)	6.3 (0.5)
Ethanol	5.7 (1.4)	4.5 (0.6)	5.8 (1.2)	4.6 (0.8)
Water	3.0 (0.7)	1.9 (0.5)	3.1 (0.5)	3.2 (0.7)
Suberin	37.8 (7.2)	40.3 (2.5)	35.2 (3.1)	41.2 (3.9)
Insoluble lignin	20.1 (2.2)	20.6 (0.9)	21.0 (1.1)	19.5 (1.8)
Soluble lignin	1.6 (0.3)	1.4 (0.1)	1.4 (0.1)	1.2 (0.4)
Polysaccharides	18.5 (3.2)	15.7 (1.2)	21.3 (2.4)	17.2 (3.3)

Table 4. Chemical composition of reproduction cork in Site 3.
Average of individual results for 10 trees

Component	% oven-dry weight
Ash	1.2 (0.2)
Extractives	
Total	14.2 (1.1)
Dichloromethane	5.4 (0.5)
Ethanol	4.8 (0.7)
Water	4.0 (0.7)
Suberin	39.4 (1.7)
Insoluble lignin	21.8 (0.8)
Soluble lignin	1.2 (0.2)
Polysaccharides	19.9 (2.6)

内樹皮細胞壁成分として透過性を低下させるスベリン。リグニンによる維持。(セルロースは少)

コルク



写真Wikipediaより



コルクガシ

植樹後数年で剥皮：表面が亀裂・凹凸。加工製品の素材には不適。
その後数年毎に剥皮：表面が平滑。均質。

樹皮は高温水蒸気加工→「弾力性を増す」

②檜皮：

檜皮・・・屋根葺き用資材として採取されたヒノキの樹皮。

京都御所



京都御所展示の檜皮屋根見本



檜皮師(原皮師もとかわし)

:立木から剥ぐ「立ちむきの方法」により
檜皮を採取する職人。

・初めて剥かれた樹皮は用いない。

7~8年後に再生してきた皮(3ミリくらい
の厚さの「黒皮」)を檜皮として利用する。

以降、7-8年周期で採取していく。

初回剥皮「荒皮」△



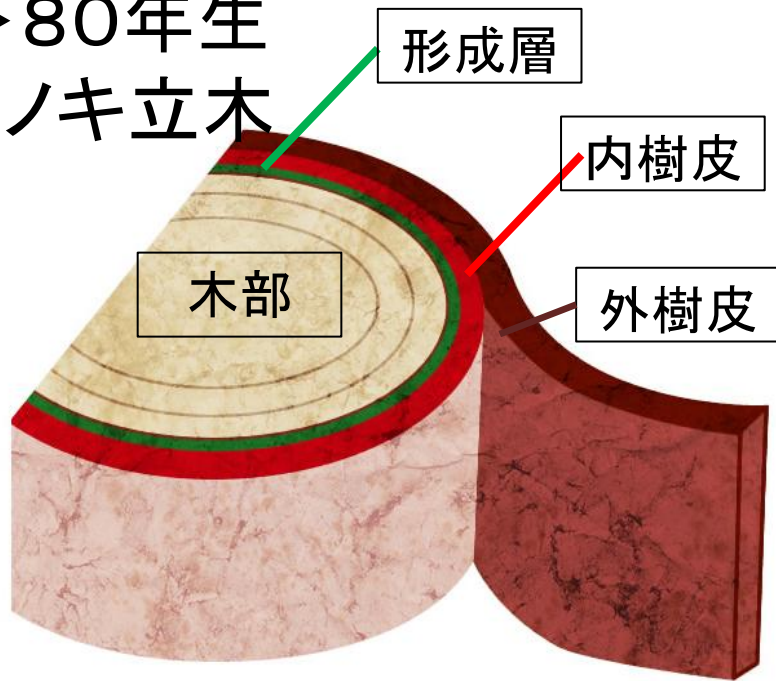
再生皮「黒皮」○





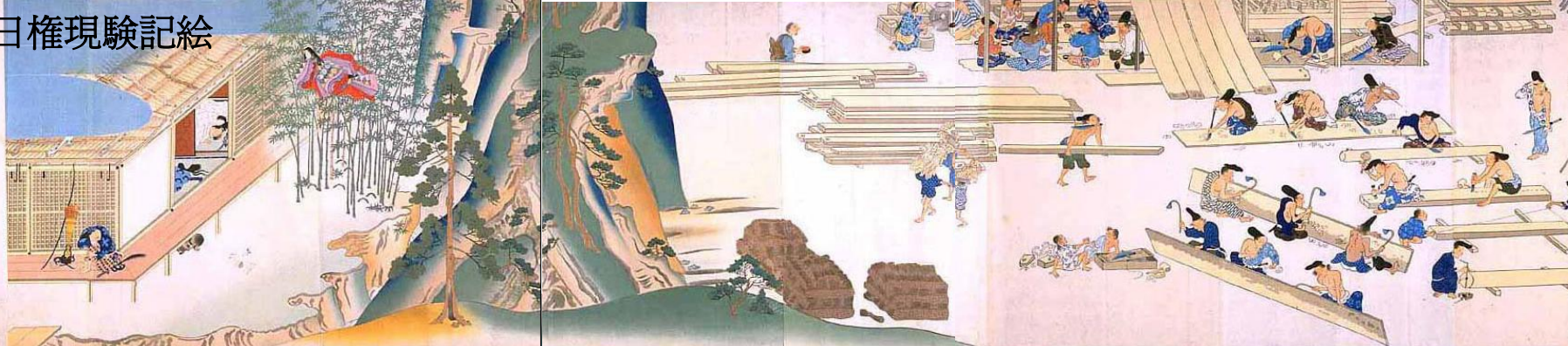
檜皮の採取

>80年生
ヒノキ立木



春日権現験記絵

寛治六年七月太上天皇 白河院 金峯山より
御幸の途に 御山の儀に 儀に別れ 乃ち上野



同じ大きさに揃える。



束ねられた檜皮



「伊勢は茅葺き
春日は檜皮
やわた八幡こけら葺き」

谷上社寺工業(株)谷上永晃氏

2010.11. 30取材

- 河内長野・金剛寺裏山で檜皮採取。



中村工務店「社寺建築」より



ポイント 形成層を傷つけない剥皮

形成層は 樹皮と木部との境目にある。
形成層さえ傷つかなければ、樹木は肥大成長を続ける。

1998

檜皮採取ヒノキ材の材質は？

樹皮の下にある形成層が木部細胞をつくる。
檜皮を採取すると、材質は変わるか？

- ・文化財の抱える問題—修復に必要な檜皮の逼迫。
- ・檜皮を採取しても、木部材質悪化や肥大成長阻害をもたらさないことが証明されれば、檜皮提供者が増える。

檜皮葺とは

伝統建築物にみられる
ヒノキの皮を用いた
屋根葺手法のひとつ。



京都御所健礼門

檜皮葺の現状

B18-02-1145 古賀信也、内海康弘ら
「檜皮採取がヒノキの成長と材質に
及ぼす影響—剥皮後10年間に形成
された材について」

採取木
不足

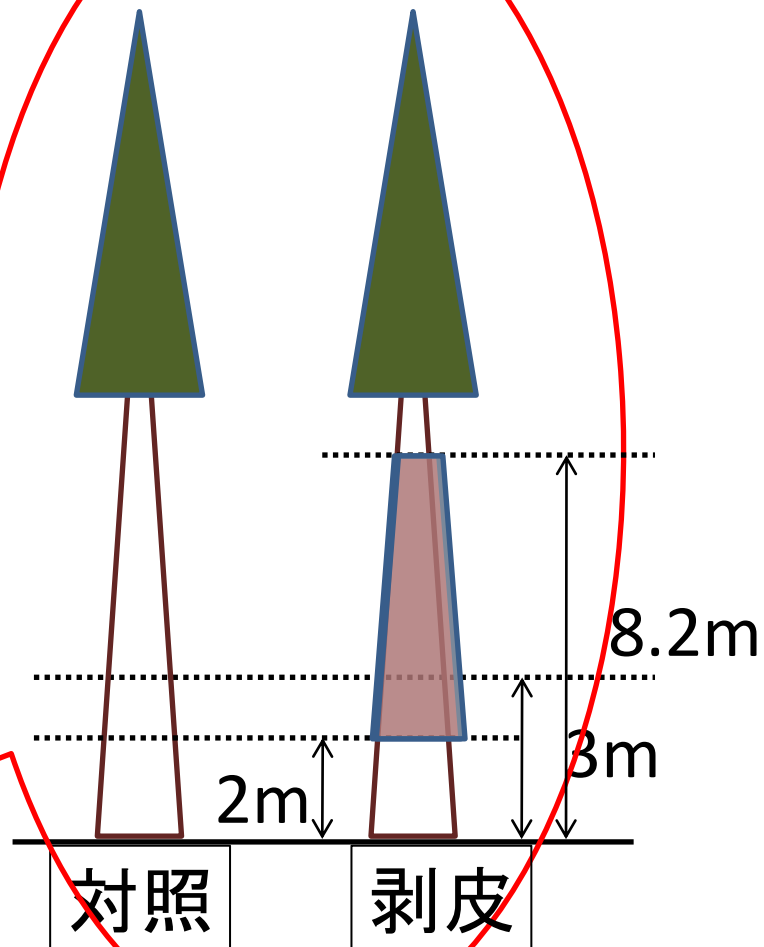
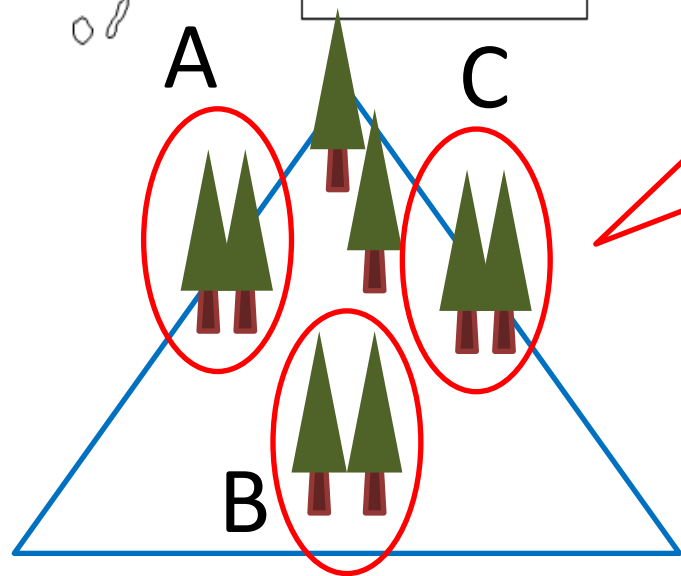
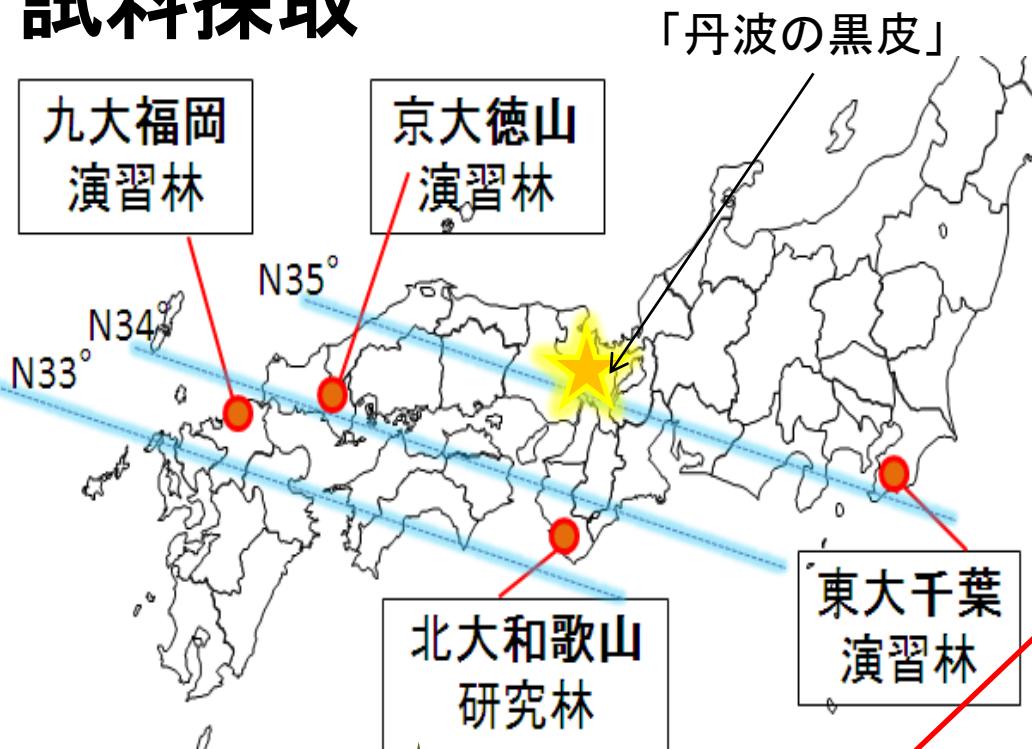
「原皮師」
不足

修復用檜皮
不足

効率的かつ持続可能な
採取システムが必要

伝統・文化を守るための 植物資材の利用

試料採取

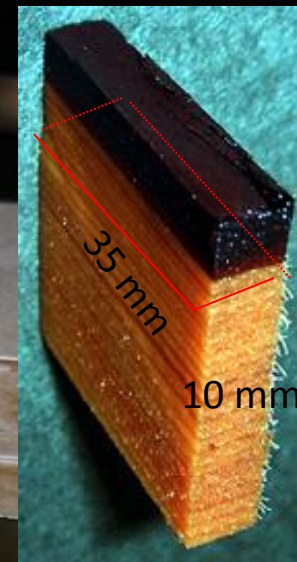
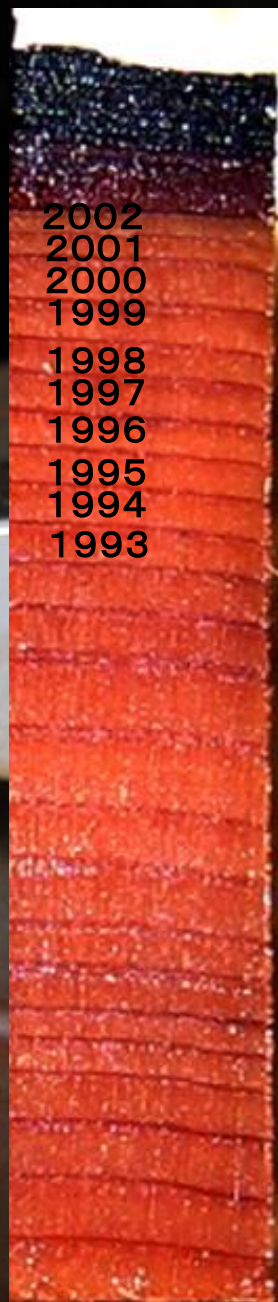


1998年2~3月

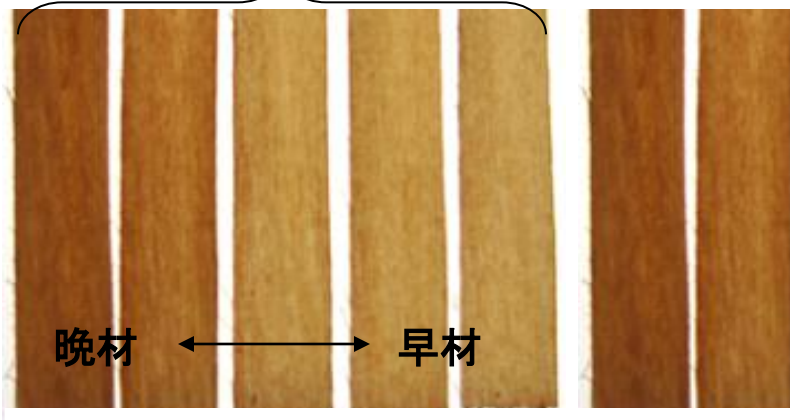
2008年2月伐採

初回剥皮「荒皮」 再生樹皮「黒皮」

スライディングマイクロームにより0.25 mm厚さの早材板目切片を調製
(厚さ方向に5~8細胞程度)

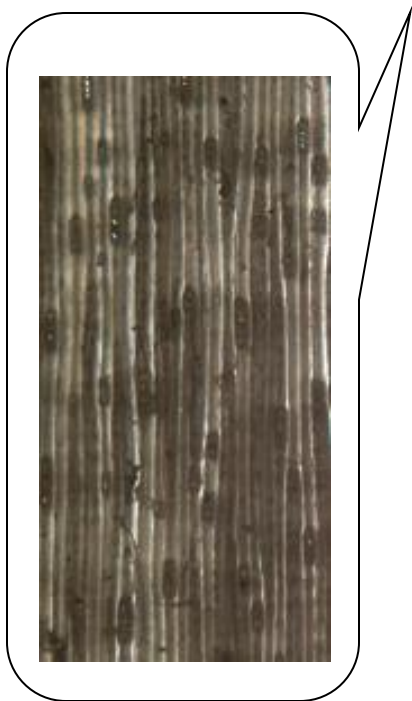


一年輪



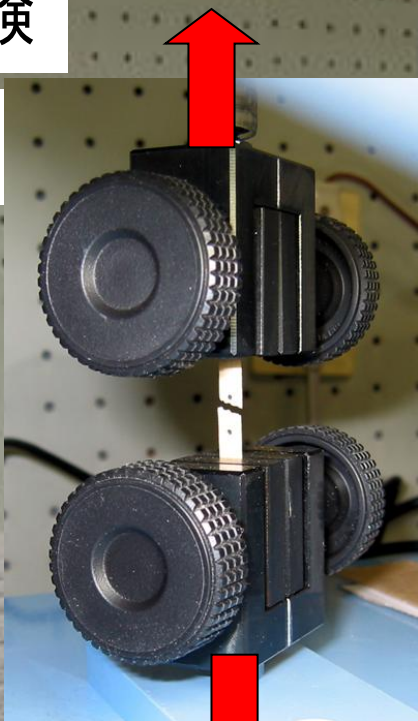
- ① 均質な、早材部のみから成る切片を選ぶ
 - ② 仮道管に平行に成形
- L 35 mm, R 0.25 mm, T 3 mm に調製
- ③ 両端をサンドペーパーで挟んで接着

1年輪あたり5試験体を作製

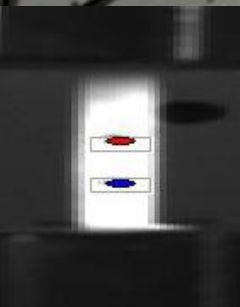


縦弓|張試験

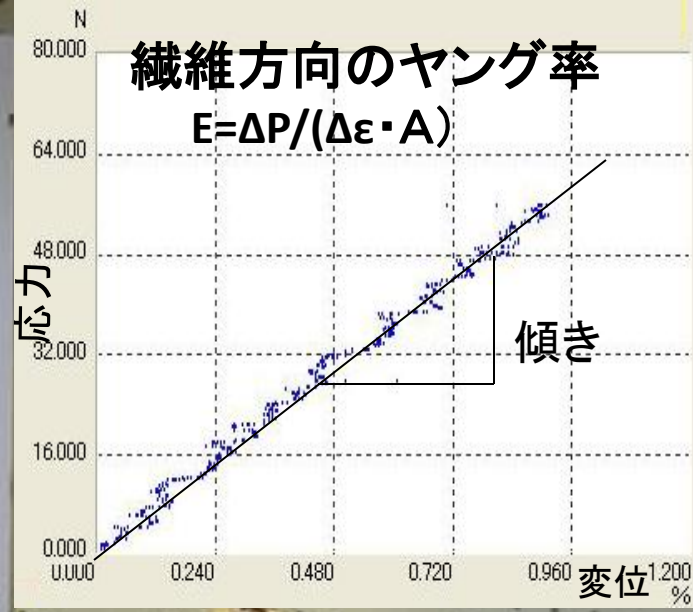
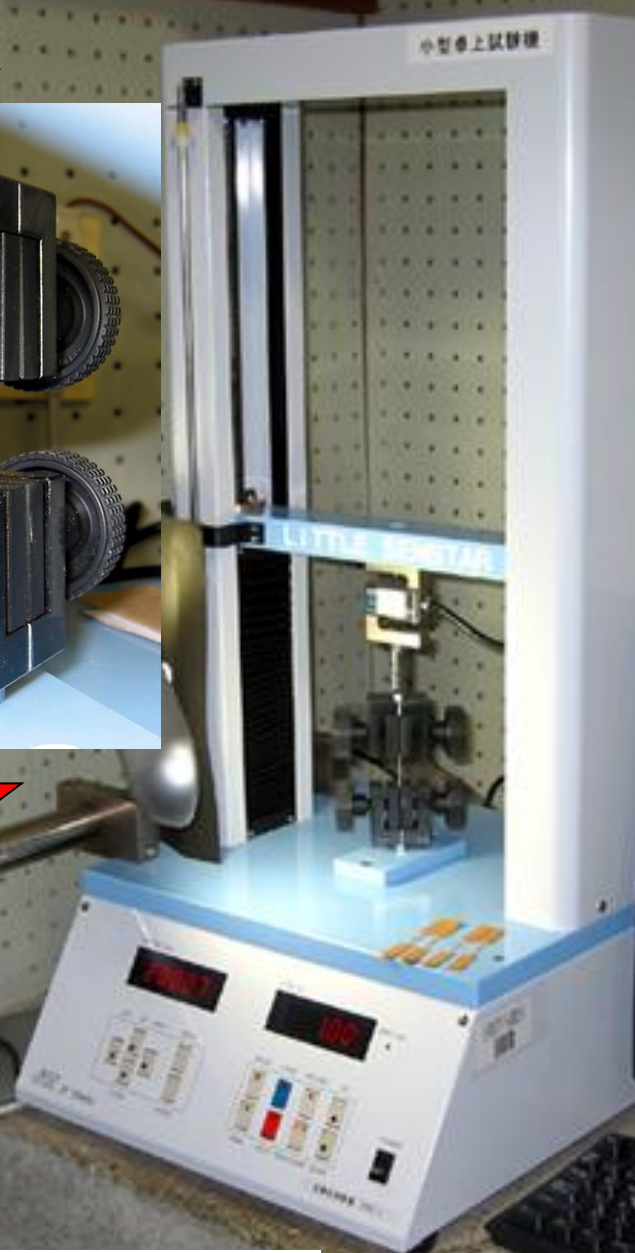
クロスヘッドスピード
1mm/min



カメラ



L方向に沿って約1cmの間隔で
記した2点間の距離をカメラで
読み取り非接触で変位を評価。



産地の異なる檜皮の、初回剥皮樹皮 「荒皮」と再生樹皮「黒皮」の物性比較 —水分挙動に関する検討

(東大院農生科) ○下方広介, 斎藤幸恵, 佐藤雅俊,
(宮崎県木利技セ) 有馬孝禮, (九大院農) 内海泰弘, 古賀信也,
(東大院新領域) 山本博一, (北大FSC) 門松昌彦,
(京大FSC) 坂野上なお

初回剥皮「荒皮」△



再生皮「黒皮」○



葺き材の要求性能

- 耐久性 ←
- 寸法安定性 ←
- 均質性 ←
- 柔軟性 ←
- 撥水性 ←

樹皮更新



樹脂分泌の
活性化？

屋根師口伝

初回剥皮樹皮 **荒皮**△

再生樹皮 **黒皮**○

本研究の目的: **荒皮**と**黒皮**の違い・・・水分特性？

吸湿性

吸水性

濡れ特性

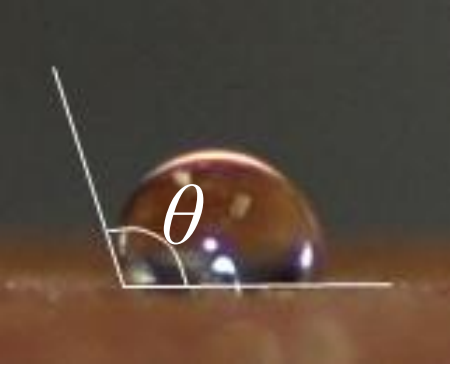
①物理的要因(表面粗さ)

②化学的要因(化学成分)



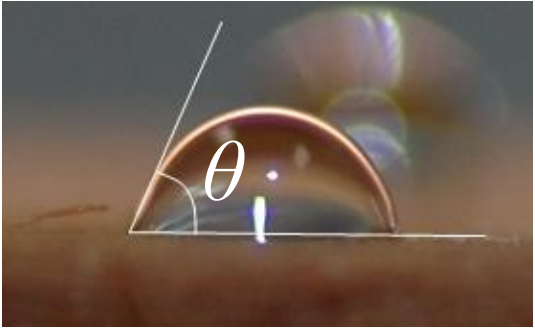
接触角 (液滴撮影法)

- 樹皮 (LT面) に水 1 μ L を滴下
- 15秒後にをRT面方向から撮影
- 6箇所平均値から算出



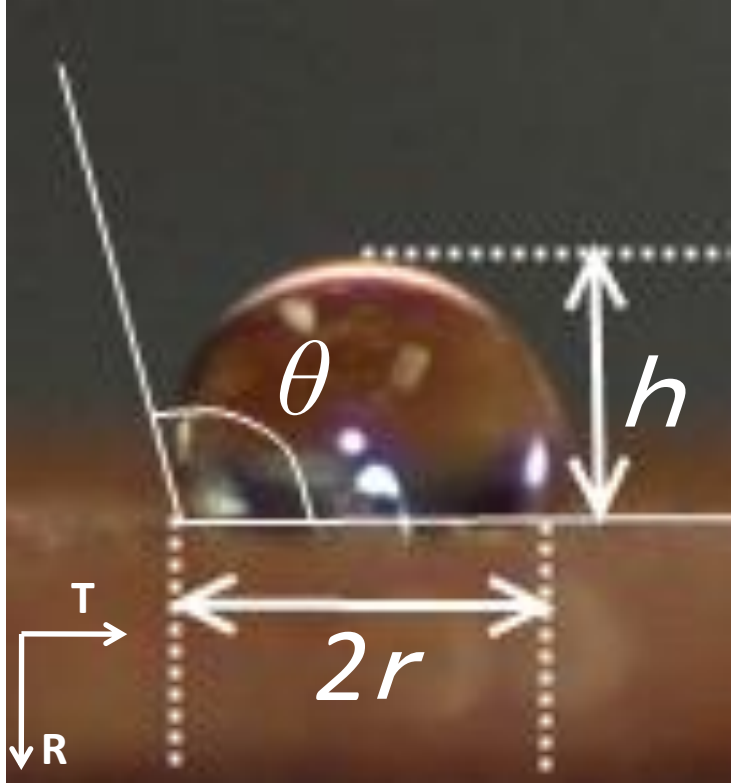
θ が大

濡れにくい



θ が小

濡れやすい



$$\theta = 2 \tan^{-1} \left(\frac{h}{r} \right)$$

- θ : 接触角 (°)
- h : 液滴の高さ
- r : 液滴の接触円半径

①物理的要因の検討—濡れ特性と表面粗さ

- 「接触角」「表面粗さ」の同一箇所測定

